การพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์

วัฒนา โอทาตะวงษ์

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
เมษายน 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์และคณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ ได้พิจารณาดุษฎีนิพนธ์ของ วัฒนา โอทาตะวงษ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ วงษ์นาม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพินทร์ ฉายวิมล)

คณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สังวรณ์ งัดกระโทก)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ วงษ์นาม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพินทร์ ฉายวิมล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต ขาวเหลือง)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)
วันที่ 19 เดือน เมษายน พ.ศ. 2559

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ ครั้งที่ 2 ปีงบประมาณ 2557

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ซึ่งให้ความเมตตาต่อศิษย์ด้วยใจและยินดีถ่ายทอดความรู้และศาสตร์ต่าง ๆ ให้กับศิษย์ทุกคนอย่างเต็มใจและเต็มที่ทุกครั้งเมื่อมีโอกาส ตลอดจนอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมดุษฎีนิพนธ์ ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ วงษ์นาม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพินทร์ ฉายวิมล ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และสนับสนุนให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดมา จนทำให้ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สังวรณ์ งัดกระโทก ประธานคณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุสิต ขาวเหลือง ผู้แทนคณะศึกษาศาสตร์ กรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ ที่กรุณาให้ความเมตตาต่อผู้วิจัย และให้คำแนะนำอันมีคุณค่ายิ่ง ทำให้ผลงานดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณในความเมตตาของท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ และเพื่อนร่วมรุ่นนิสิตปริญญาเอกทุกท่าน ที่ได้แนะนำให้ความรู้แนวคิดที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง จนทำให้ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ถูกต้อง ขอขอบคุณเลขาธิการเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์และอนุญาตให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูล ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียน ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้บริหารวิทยาลัยอาชีวศึกษาลำปาง ที่อนุเคราะห์พื้นที่ในเว็บไซต์สำหรับแบบวัดออนไลน์เพื่อการทดสอบ ขอขอบคุณอาจารย์ชญานันท์ ธิราช และอาจารย์ปาริชาต ดอนเมือง ที่อนุเคราะห์ในการจัดทำแบบวัดในระบบออนไลน์ จนกระทั่งทุกอย่างสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณคณะผู้บริหารในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่กรุณาสนับสนุนให้ทุนการศึกษาตามโครงการไทยเข้มแข็งของรัฐบาล (SP2) และสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้วิจัยได้รับการศึกษาในระดับที่มีเกียรติสูงสุดนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัว ประกอบด้วย สามีและบุตร ที่ให้ความรักความห่วงใย เอาใจใส่และให้กำลังใจต่อผู้วิจัยมาโดยตลอด ขอขอบคุณคุณพ่ออำคา อ้วนสาเล คุณแม่สง่า อ้วนสาเล และพี่น้องทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและให้คำสั่งสอนที่มีคุณค่าจนกลายเป็นความสำเร็จในครั้งนี้

วัฒนา โอทาตะวงษ์

53810159: สาขาวิชา: วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา; ปร.ด. (วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา)
คำสำคัญ: ความถนัด/ วิชาชีพช่างอุตสาหกรรม/ แบบวัดออนไลน์

วัฒนา โอทาตะวงษ์: การพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ (THE DEVELOPMENT OF ONLINE PROFESSIONAL APTITUDE TEST FOR INDUSTRIAL) คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์: สุรีพร อนุศาสนนันท์, ค.ด., ไพรัตน์ วงษ์นาม, ค.ด., ระพินทร์ ฉายวิมล, ค.ด. 316 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ด้านความตรง และความเที่ยง 3) เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติวิสัยระดับประเทศ (National norms) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้าและช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2556 ทั่วประเทศ จำนวน 712,400 คน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3,562 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling technique) แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยแบบวัด 6 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดความถนัดด้านตัวเลข แบบวัดความถนัดด้านภาษา แบบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ แบบวัดความถนัดด้านการรับรู้ แบบวัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง และแบบวัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ด้วยวิธีหาค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (CVI) ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบรายข้อโดยการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ด้วยโปรแกรม BILOG MG Version 3.0 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสาม (Third order confirmatory factor analysis) ด้วยโปรแกรม LISREL version 8.72 และตรวจสอบความเที่ยงตามตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดด้วยโปรแกรม GENOVA

ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ที่พัฒนาขึ้น ทั้งหมด 6 ฉบับ จำนวน 199 ข้อ ได้แก่ ฉบับที่ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข ฉบับที่ 2 วัดความถนัดด้านภาษา ฉบับที่ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ฉบับที่ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้ ฉบับที่ 5 วัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง ฉบับที่ 6 วัดความถนัดเชิงจักรกล

2. คุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.989-0.992 ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.310 ถึง 1.962 ค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) อยู่ระหว่าง -2.00 ถึง 2.00 ความตรงเชิงโครงสร้าง พบว่าโมเดลองค์ประกอบของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม พิจารณาจากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 36543.06 มีองศาอิสระเท่ากับ 19281 และดัชนีความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.97 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.95 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.95 เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบอันดับสามมีค่าระหว่าง 0.072 ถึง 0.93 มีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.938

3. เกณฑ์ปกติระดับประเทศของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 มีคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ของคะแนนรวม ตั้งแต่0.025 ถึง 99.975 และคะแนนทีปกติ ตั้งแต่ 16 ถึง 86

53810159: MAJOR: EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS;
Ph.D. (EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENTAND STATISTICS)
KEYWORDS: APTITUDE/ PROFERSSIONAL/ ONLINE TEST

WATTANA OTHATAWONG: THE DEVELOPMENT OF ONLINE PROFESSIONAL APTITUDE TEST FOR INDUSTRIAL. ADVISORY COMMITTEE: SUREEPORN ANUSASANANUN, Ph.D., PAIRAT WONGNAM, Ph.D., RAPIN HAYVIMOL, Ph.D. 316 P. 2016.

This study had four objectives: 1) To develop the online professional aptitude test for the auto mechanics, machanics shop, electrical power and electronics for Mattayomsuksa 3 students. 2) To inspect the validity and reliability of the online professional aptitude test for the auto mechanics, machanics shop, electrical power and electronics. 3) To create the national norms of the online professional aptitude test for the auto mechanics, machanics shop, electrical power and electronics for Mattayomsuksa 3 students. The population was 712,400 Mattayomsuksa 3 students under the Secondary Educational Service Area Offices, the Ministryof Education throughout Thailand in the academic year 2013.The samples were 3,562 Mattayomsuksa 3 students, were selected by means of multi-stage random sampling technique. The 6 tests of developed online professional aptitude composed of the tests for numbers, verbals, spatials, perceptions, dexterity, and mechanical. CVI was used to assess the content validity. The item analysis was estimated by Item Response Theory with BILOG MG Version 3.0. The construct validity was examined by third-order confirmatory factor analysis with LISREL Version 8.72. The reliability was estimated according to the generalizability theory, using GENOVA program. The major findings were:

1. There were 6 developed online professional aptitude test which consisted of 199 items: 1) numeral aptitude test, 2) verbal test, 3) spatial test, 4) perception test, 5) dexterity test, and 6) mechanical test.

2. The index of content validity of the developed online professional aptitude test was found to be from 0.989 to 0.992. The discrimination power of the item (a) was found to be from 0.310 to 1.962. The difficulty (b) was found to be from -2.00 to 2.00. The construct validity was found that the chi-square was 35643.06, the degree of freedom was 19281 and GFI was 0.97. AGFI was 0.95. CFI was 0.95. Considering the factor loading value of each factor with the third-order confirmatory factor analysis, it was found to be from 0.072 to 0.93. The Generalizability Coefficient was found to be 0.938.

3. The National norms on the online professional aptitude test for Mattayomsuksa 3 students had the percentile of total score were from 0.025 to 99.975 with a normalized T-score of 16-86.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... จ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ช

สารบัญ..... ซ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ณ

บทที่

1 บทนำ..... 1

หลักการและเหตุผล..... 1

คำถามวิจัย..... 6

วัตถุประสงค์การวิจัย..... 6

ประโยชน์ที่จะได้รับ..... 7

คำจำกัดความในการวิจัย..... 8

กรอบแนวคิดการวิจัย..... 12

2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 14

ตอนที่ 1 มโนทัศน์และทฤษฎีเกี่ยวกับความถนัด..... 14

ตอนที่ 2 มโนทัศน์เกี่ยวกับแบบวัดความถนัด..... 32

ตอนที่ 3 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556..... 52

ตอนที่ 4 การสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัด..... 58

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 121

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 129

ตอนที่ 1 ขั้นตอนการกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 129

ตอนที่ 2 การสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัด..... 136

ตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 164

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 164

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	167
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	169
ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	171
ตอนที่ 3 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	216
ตอนที่ 4 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	235
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	249
สรุปผลการวิจัย	251
การอภิปรายผล	255
ข้อเสนอแนะ	262
บรรณานุกรม	264
ภาคผนวก	274
ภาคผนวก ก	275
ภาคผนวก ข	278
ภาคผนวก ค	281
ภาคผนวก ง	301
ประวัติย่อของผู้วิจัย	316

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สรุปความถนัดทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา ของกิลฟอร์ด (Guilford)……	31
2	การเปรียบเทียบองค์ประกอบของแบบวัดความถนัดทางอาชีพ……..……	46
3	ค่าวิกฤตของ CVR ที่ยอมรับว่าข้อสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาที่ระดับนัยสำคัญ .05 แปรตามจำนวนคณะกรรมการประเมินเนื้อหา……...…	65
4	การสังเคราะห์องค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม……..	104
5	การสังเคราะห์องค์ประกอบของแบบวัดความถนัดช่างยนต์……...…	109
6	การสังเคราะห์องค์ประกอบของแบบวัดความถนัดช่างกลโรงงาน…….....	111
7	การสังเคราะห์องค์ประกอบของแบบวัดความถนัดช่างไฟฟ้าและเล็กทรอนิกส์……	112
8	ตารางการเปรียบเทียบคะแนนของแบบวัดความถนัดทางอาชีพในแต่ละฉบับ ของปาร์เกอร์……..……	117
9	อาชีพเกี่ยวกับเครื่องจักรกล (Mechanical: MEC)……..…….	118
10	อาชีพเกี่ยวกับอุตสาหกรรม (Industrial: IND)……...…….	119
11	สรุปจากเกณฑ์การแยกความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามแนวคิดของปาร์คเกอร์……...….	120
12	แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างในแต่ละภาค……...…….	131
13	จังหวัดและโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย……...…….…….	132
14	รายชื่อโรงเรียน จำนวนนักเรียน ของการทดลองครั้งที่ 1……...…….……	133
15	รายชื่อจังหวัด รายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียน จำนวนประชากร และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ของการทดลองครั้งที่ 2……..…...……...…	134
16	ประชากร และกลุ่มตัวอย่างของนักเรียน จำแนกตามจังหวัด และโรงเรียนของการทดลองครั้งที่ 3……..…...……...…	135
17	แบบประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม	138
18	ผลการประเมินเบื้องต้นองค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมเบื้องต้น……..……...……	139
19	สาระการวัดตามองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม…….……	140

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	ตารางแผนงานการสร้างแบบวัดตามองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม……	143
21	จำนวนข้อสอบหมด และข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ ค่า CVR_i รายข้อ และค่า CVI รายฉบับของแบบวัดความถนัด……	170
22	ค่าความยากรายข้อ (p) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และค่าความเที่ยงของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมทั้ง 6 ฉบับ……	171
23	ช่วงอำนาจจำแนก (a) ช่วงความยาก (b) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์	172
24	ความตรงเชิงพยากรณ์ ค่าสหสัมพันธ์ (r_{xy}) ระหว่างคะแนนของแบบวัดแต่ละฉบับผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) ของกลุ่มตัวอย่าง (N=144)……	173
25	ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของตัวแปรพยากรณ์แต่ละตัวโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยตามวิธี (Enter multiple regression analysis)……	174
26	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรการวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์...	176
27	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และสถิติทดสอบของตัวแปรสังเกตได้.....	177
28	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข……	179
29	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา……	182
30	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์……	186
31	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้……	189
32	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง……	193

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
33	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 6 วัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล……..	196
34	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองขององค์ประกอบย่อยแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพ……..	199
35	การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัดในขั้นการศึกษา G……...	202
36	การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3 จำแนกตามจำนวนข้อคำถาม……...	203
37	การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัดฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลขในขั้นการศึกษา G…….	204
38	การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบวัด ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลขจำแนกตามจำนวนข้อคำถาม……...	205
39	การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัดฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษาในขั้นการศึกษา G……...	206
40	การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบวัด ฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษาจำแนกตามจำนวนข้อคำถาม……..	207
41	การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัดฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ในขั้นการศึกษา G …….....	208
42	การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบวัด ฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์จำแนกตามจำนวนข้อคำถาม……..	209
43	การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัดฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้ในขั้นการศึกษา G…….	210

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
44	การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบวัด ฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้จำแนกตามจำนวนข้อคำถาม……..…...	211
45	การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัดฉบับ 5 ความคล่องแคล่วในการทักษะช่างในขั้นการศึกษา G ……..…...	212
46	การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบวัด ฉบับ 5ความคล่องแคล่วในการทักษะช่างจำแนกตามจำนวนข้อคำถาม…….……..	213
47	การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบฉบับ 6 ความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกลในขั้นการศึกษา G …..…….	214
48	การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบวัด ฉบับ 6 ความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกลจำแนกตามจำนวนข้อคำถาม……...	215
49	ความหมายของคะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์โดยใช้อิงกลุ่มตามคะแนนปกติ…….	217
50	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 1 ความถนัดด้านตัวเลขของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 39 คะแนน)……...…….	218
51	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 2 ความถนัดด้านภาษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)……..	220
52	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 29 คะแนน)…….....	223
53	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 42 คะแนน)…….....	225
54	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 5 ความคล่องแคล่วในการทักษะช่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)…….....	227

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
55	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 6 ความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)…….…...	229
56	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 199 คะแนน: จำนวนนักเรียน 1,971 คน)……...	231
57	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัดฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข……..……..	235
58	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัดฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา……..….....	237
59	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัดฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์……..	239
60	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัดฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้……...	241
61	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัดฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง…….……..……..	243
62	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัดฉบับ 6 วัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล……..……..	245
63	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ในภาพรวม.....	247
64	ค่าสัดส่วนความความตรงเชิงเนื้อหา (CVR) รายข้อ และดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหา (CVI) รายฉบับ.....	279
65	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้านตัวเลข.....	282
66	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้านภาษา……..	286
67	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้านมิติสัมพันธ์……..……..	290

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
68	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้านการรับรู้	292
69	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพ ช่างอุตสาหกรรม ด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง	296
70	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้านจักรกล	298

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561)…….……	2
2	กรอบแนวคิดการวิจัย……...……..……..	13
3	ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว ตามแนวคิดของ Binet and Simon ……..…….....…	23
4	ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว ตามแนวคิดของ Spearman ……..……..….	24
5	ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ ตามแนวคิดของ Thurstons ……..……..…….	25
6	ทฤษฎีไฮราคิคัล ตามแนวคิดของ Vernon ……..……..……..……..	27
7	โมเดลองค์ประกอบลำดับขั้นของสติปัญญา ดัดแปลงจากทฤษฎีกลุ่มองค์ประกอบแบบลำดับขั้นของเวอร์นอน ……..……..……	28
8	ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญาตามแนวคิดของ Guilford ……..…..……	31
9	ทักษะของผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรอุตสาหกรรมบัณฑิต ตามความต้องการของสถานประกอบการ…….……..……	51
10	มาตรฐานสมรรถนะพื้นฐานทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม…….…….	58
11	Context diagram ของระบบแบบวัดออนไลน์…….……	160
12	Process hierarchy chart ของระบบแบบวัดออนไลน์…….……..	160
13	แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม……..…	163
14	โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข……...….	181
15	โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา……..….	185
16	โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์……..…	188
17	โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้……..….	192
18	โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพฉบับ5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง..	195
19	โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 6 วัดความถนัดความเข้าใจเชิงจักรกล...	198
20	โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม……...……	201
21	สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวม……..…….	204
22	สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข…….…….	206
23	สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา……	208

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์…….……	210
25	สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้……..……	212
26	สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 5 ความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง……	214
27	สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 6 ความถนัดความเชิงจักรกล……..…	216
28	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านตัวเลข และการแปลความหมาย……..……..……..….	219
29	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านภาษา และการแปลความหมาย……..……..……..….	222
30	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านมิติสัมพันธ์ และการแปลความหมาย……..……..……..….	224
31	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านการรับรู้ และการแปลความหมาย……..……..……..….	226
32	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง และการแปลความหมาย……..……..……..….	228
33	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านความเข้าใจเชิงจักรกลและการแปลความหมาย……..……..……..….	230
34	คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ และการแปลความหมาย…..	234
35	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข……..……..……..….	236
36	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา……..……..……..….	238
37	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์……..……..……..….	240
38	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้……..……..……..….	242
39	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง……..……..……..…...	244

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
40	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 6 วัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล……...……..…..….....	246
41	ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ในภาพรวม	248
42	กรอบแนวคิดการวิจัย……...……...……..…..…….…	303

บทที่ 1
บทนำ

หลักการและเหตุผล

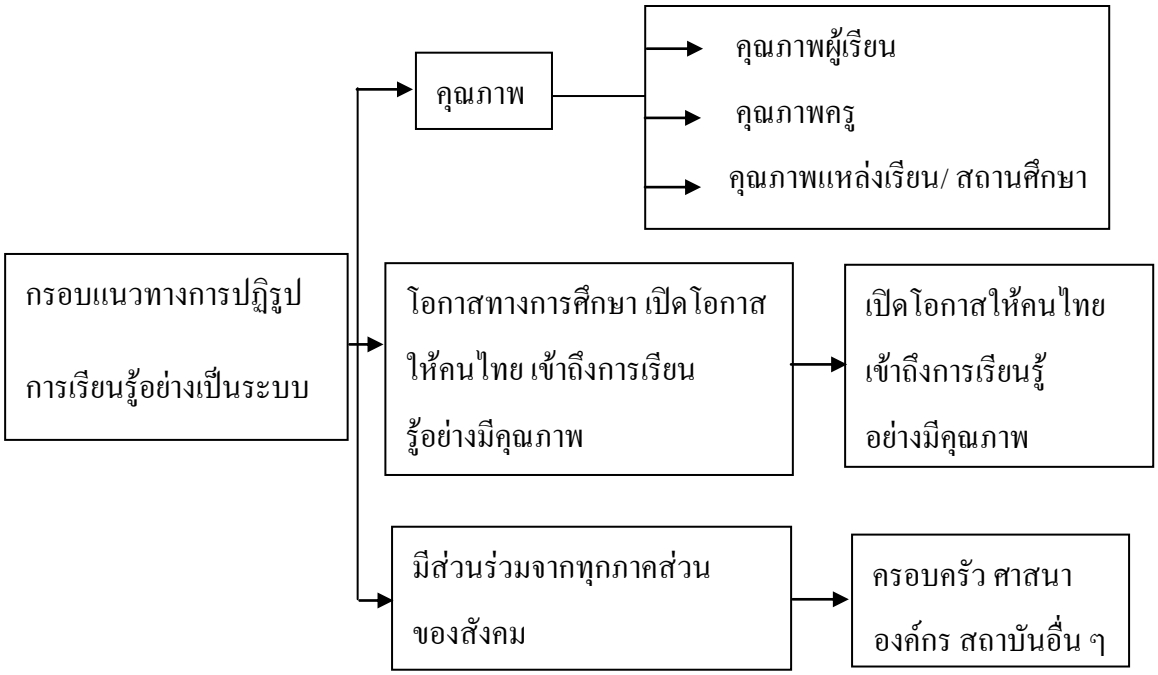
การพัฒนาคนเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาประเทศ และการศึกษาเป็นตัวนำในการพัฒนาคนให้มีความสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมไทยที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะทางด้านการค้า อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2543 กำหนดไว้ว่า การจัดการศึกษาเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม จริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิตสามารถอยู่ร่วมกับคนอื่นได้อย่างมีความสุข และปรัชญาการศึกษาไทยได้กำหนดลักษณะของคนไทยที่พึงปรารถนาไว้อย่างชัดเจนว่า การจัดการศึกษาไทยต้องจัดให้คนไทยเป็นคนที่มีปัญญา มีคุณธรรม จริยธรรม มีความสามารถทางสังคม และมีความสามารถในการทำงาน

การจัดการศึกษาที่ดีนั้นจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ เพราะธรรมชาติของคนนั้นย่อมมีความแตกต่างกัน ทั้งในด้านสมรรถนะทางสมอง บุคลิกภาพ ทัศนคติ ตลอดจนความสนใจ ความสามารถในการเรียน และการประกอบอาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับฌอง ฌาคส์ รุสโซ (Jean Jacques Rousseau) ที่เสนอแนวคิดว่า การจัดการศึกษาควรคำนึงถึงธรรมชาติของเด็กเป็นสำคัญ และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 25 ได้วางแนวทางการจัดการศึกษาว่า การจัดการเรียนรู้ต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลมากที่สุด (การจัดการเรียนการสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล, 2545) ดังนั้น การจัดการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จต้องส่งเสริมให้บุคคลเติบโตในทางที่เขาถนัดมากที่สุด (Moskowitz & Orgel, 1969, p. 247 อ้างถึงใน อำไพ ศิริศากาวร, 2544, หน้า 2)

การจัดการศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นการจัดการศึกษาอีกรูปแบบหนึ่งที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อผลิตกำลังคนในระดับฝีมือ กึ่งฝีมือ และระดับเทคโนโลยีให้มีคุณภาพตามมาตรฐานสากล สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม ตามความต้องการของตลาดแรงงานและก้าวทันเทคโนโลยี (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา 2546, หน้า 2) และการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 (พ.ศ. 2552-2561) ให้ความสำคัญกับการปรับคุณภาพ ค่านิยม และมาตรฐานการอาชีวศึกษา มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์

มีความรู้ในศาสตร์ที่เกี่ยวกับการดำรงชีวิตในสังคม มีความรู้และทักษะด้านวิชาชีพทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ มีทักษะในกระบวนการคิด และกระบวนการกลุ่ม มีความรู้ความสามารถในด้านการจัดการ และเป็นผู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม สามารถดำรงตนอยู่ในสังคมที่ดีได้อย่างเต็มภาคภูมิ มีเอกลักษณ์ความเป็นคนไทย มีค่านิยมที่พึงประสงค์ของสังคม มีความรับผิดชอบ มีวินัย มีน้ำใจ มีมนุษย์สัมพันธ์ มีจิตสาธารณะ นิยมประชาธิปไตย มีความจงรักภักดีต่อองค์กร และดำรงตนตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

การจัดการศึกษาที่ดีและมีคุณภาพนั้นส่วนหนึ่งจะต้องมาจากผู้เรียนที่ดีมีคุณภาพด้วย ดังแสดงในแผนภูมิตามกรอบการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561)



ภาพที่ 1 กรอบการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561)

การจัดการศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นการจัดการศึกษาที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความสามารถทักษะของบุคคลเพื่อการประกอบอาชีพ ที่สนองความต้องการของตลาดแรงงานและสถานประกอบการ ดังนั้น การศึกษาในอาชีวศึกษาจึงมีหลากหลายสาขาวิชาชีพ และผู้เรียนจะประสบความสำเร็จในการเรียนได้ดีนั้น ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานความสามารถในสาขาวิชาชีพที่ตรงตามความถนัดและความสนใจของตนเอง แต่การจัดการศึกษาที่ผ่านมา

การเลือกสาขาวิชาชีพในการเรียนของนักเรียนบางคนยังไม่มีความเหมาะสมตามความถนัดและความสามารถของตนเอง เนื่องจากผู้เรียนไม่ทราบว่าตนเองมีความถนัดหรือความสามารถในด้านใด และมักจะเลือกเรียนตามเพื่อน กอปรกับวิธีการคัดเลือกนักเรียนเข้าศึกษาต่อของสถานศึกษายังไม่ครอบคลุม ไม่ชัดเจนในการคัดแยกผู้เข้าเรียนในแต่ละสาขาวิชาชีพ ส่วนใหญ่มักจะใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษเท่านั้น หรือสถานศึกษาบางแห่งใช้วิธีการสอบสัมภาษณ์เพียงอย่างเดียว ทำให้การคัดเลือกนักเรียนไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะแยกกลุ่มการเรียนที่ตรงตามความถนัดของผู้เรียน เกิดปัญหาทางการศึกษาตามมา เช่น ปัญหาการออกกลางคันของนักเรียน ซึ่งจากการรายงานข้อมูลการออกกลางคัน (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2557 ก) เมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 จากวิทยาลัยในสังกัด สอศ. 421 แห่ง รายงานผลมา 183 แห่ง พบว่ามีนักเรียนระดับ ปวช. ออกกลางคัน จำนวน 27,090 คน คิดเป็นร้อยละ 14.66 สาเหตุหลักของการออกกลางคัน คือผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่สามารถเลื่อนระดับชั้นที่สูงขึ้นได้ เพราะเรียนในสาขาที่ไม่ถนัด ส่งผลให้นักเรียนสำเร็จการศึกษาน้อยกว่าความต้องการของตลาดแรงงานในแต่ละปี จากการสำรวจของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (2553) เกี่ยวกับความต้องการแรงงานในภาคอุตสาหกรรมหลัก 6 กลุ่ม ได้แก่ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์ อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ และเครื่องจักรกลการเกษตร พบว่ากลุ่มอุตสาหกรรมข้างต้นจะมีความต้องการแรงงานเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 18.36 ของการจ้างงานรวม ปี พ.ศ. 2553 แบ่งเป็นระดับ ปวช. 48,899 คน ระดับ ปวส. 70,263 คน และระดับปริญญาตรี 34,971 คน และสาขาที่ต้องการแรงงานสูงสุด คือ ช่างกลโรงงาน, ช่างยนต์, ช่างไฟฟ้า, อิเล็กทรอนิกส์, แมคคาทรอนิกส์ และแม่พิมพ์ (สภาอุตสาหกรรมผนึกกำลัง สอศ.พัฒนาอาชีวะอุดปัญหาแรงงานขาด, 2555)

จากข้อมูลดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) ได้ร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม (ส.อ.ท.) ในการรับนักเรียนนักศึกษาเข้าศึกษาภาคทวิภาคี ในโครงการโรงงาน-โรงเรียน เพื่อบรรเทาปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังได้กำหนดนโยบายและแนวทางที่จะช่วยยกระดับคุณภาพการศึกษาของนักเรียนอาชีวะ ในด้านทักษะชีวิตและวิชาชีพในการผลิตกำลังคนให้ได้ตามความต้องการ ทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพเพื่อป้อนเข้าสู่ตลาดแรงงาน

การจัดการศึกษาที่มีคุณภาพ ต้องมาจากผู้เรียนที่มีคุณภาพ (กรอบการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง) การคัดเลือกผู้เรียนที่มีคุณภาพ จะต้องมาจากวิธีการทดสอบที่ดี เหมาะสมตาม

ลักษณะที่ต้องการ การทดสอบวัดความถนัด เป็นวิธีการวัดที่ความเหมาะสมวิธีหนึ่ง ในการค้นหาความสามารถในเชิงช่างของผู้เรียน (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2553) และมีนักการศึกษาไทยหลายท่านที่ได้ชี้ชัดว่า ความถนัดทางการเรียนจะเป็นตัวชี้แนวทางการศึกษาของบุคคลให้สำเร็จได้ และนักวัดผลในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา เชื่อว่า นักเรียนที่ผ่านการทดสอบความถนัดทางการเรียนในสาขา จะเป็นตัวทำนายความสำเร็จการเรียนในสาขานั้น ๆ ได้ (วัญญา วิศาลาภรณ์, 2541) ซึ่งสอดคล้องกับ ล้วน สายยศ (2527, หน้า 121-124) ที่ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบวัดความถนัดไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่เฟ้นหาบุคคลที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานหรือการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถคัดเลือกนักเรียนที่จะเรียนในแต่ละสาขาได้อย่างเหมาะสม สามารถพยากรณ์ความสำเร็จการศึกษาในอนาคตของนักเรียนได้ และมีโอกาสในการลดอัตราการสูญเปล่าทางการศึกษา ดังนั้น แบบวัดความถนัดจึงถือเป็นเครื่องมือสำคัญและจำเป็นอย่างหนึ่งในการจัดการศึกษาที่สถานศึกษาจะขาดไม่ได้ เพราะเชื่อว่าบุคคลที่มีความแตกต่างกันย่อมมีความสามารถแตกต่างกัน การคัดเลือกด้วยแบบวัดความถนัดย่อมทำให้ผู้เรียนได้เรียนในสาขาวิชาที่แตกต่างกันไป

แบบวัดความถนัดมี 2 ประเภท คือ แบบวัดความถนัดทางการเรียนหรือแบบวัดความถนัดทั่วไป เป็นแบบวัดที่ไม่จำเพาะเจาะจงในวิชาใดวิชาหนึ่งแต่มุ่งวัดความสามารถทั่วไป และมีจุดมุ่งหมายของแบบวัดคือ เพื่อทำนายความสำเร็จในอนาคต เป็นการศึกษาศักยภาพของแต่ละบุคคล และแบบวัดความถนัดเฉพาะวิชาชีพใช้เพื่อคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสาขาวิชาชีพต่าง ๆ ซึ่งแบบวัดความถนัดนี้มักจะใช้ควบคู่กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบวัดบุคลิกภาพอื่น ๆ Boylan, Bonham and Bliss (1994)

จากข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ศึกษาและกล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าแบบวัดความถนัดทางอาชีพมีความจำเป็น และสำคัญต่อการนำไปใช้เพื่อแนะแนวทางสำหรับการศึกษาต่อของนักเรียน และแนะแนวการเลือกอาชีพที่เหมาะสมโดยเฉพาะผู้ที่สนใจเข้าศึกษาต่อในระดับอาชีวศึกษาว่ามีความเหมาะสมในสาขาวิชาชีพใด และยังสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อีกด้วย ถึงแม้ว่าปัจจุบันมีแบบวัดความถนัดทางอาชีพอยู่หลากหลายประเภท และแต่ละประเภทก็มีความแตกต่างกันในชุดของแบบวัด เช่น แบบวัดความถนัดของ GATB (General aptitude test battery), DAT (Differential aptitude test), ASVAB (The armed services vocational aptitude battery), FACT (Flanagan aptitude classification tests) และ OASIS (Occupational aptitude survey and interest schedule) ซึ่งเป็นแบบวัดของต่างประเทศที่นิยมใช้มากในการแนะแนวการศึกษาทางด้านอาชีพ

จากความเชื่อที่ว่าบุคคลที่มีความแตกต่างกันย่อมมีความสามารถหรือความถนัดที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้น การรู้คุณสมบัติของมนุษย์ด้านความถนัด ย่อมเป็นประโยชน์สูงสุด

ต่อการตัดสินใจเลือกอาชีพ และเลือกที่จะศึกษาต่อ โดยเฉพาะการเลือกศึกษาต่อในสาขาวิชาชีพต่าง ๆ ของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษา และแบบวัดความถนัดจะเกิดประโยชน์สูงสุดได้ถ้าชุดของแบบวัดนั้นมีความเหมาะสมในบริบทของการจัดการศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษา บริบทของภาคส่วนอุตสาหกรรม และแบบวัดนั้นจะต้องมีความถูกต้องเหมาะสมกับเด็กไทยในยุคปัจจุบัน ซึ่งเป็นยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ที่มีการรับข้อมูลข่าวสารที่ต้องเป็นจริง ดังนั้น การจัดการศึกษาที่ดี มีประสิทธิภาพและก้าวทันต่อเทคโนโลยีการเปลี่ยนแปลงไป จะต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบให้มีความเป็นจริงและทันสมัยมากยิ่งขึ้น ทั้งในรูปของข้อมูลข่าวสารและวิธีดำเนินการ ซึ่งจากเดิมระบบข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ จะเป็นแบบคงที่ (Static) ก็ได้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลง มาเป็น ระบบ ข้อมูลแบบเคลื่อนไหว (Dynamic) โดยสร้างและพัฒนาระบบเป็นแบบสารสนเทศบนเว็บ (Web application) และได้รับความนิยมแพร่หลายมากขึ้นเรื่อย ๆ การใช้ระบบสารสนเทศที่ว่านี้มีประโยชน์มากมายหลายด้านและเหมาะกับเด็กยุคใหม่ในปัจจุบัน ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ลดเวลา ลดต้นทุน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานได้เป็นอย่างดี (อลงกรณ์ ราชคฤห์, 2554)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยอื่น ๆ ในประเทศไทย พบว่า แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมที่มีในปัจจุบัน มีความล้าสมัยไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในยุคที่เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีปัจจุบัน ทำให้คุณภาพของแบบวัดไม่เป็นตามมาตรฐานสากล และแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพบางชนิดที่พบจะใช้เฉพาะในบางสาขาเท่านั้น ซึ่งไม่ครอบคลุมในสาขาวิชาชีพตามที่ภาคส่วนอุตสาหกรรมต้องการแรงงาน โดยเฉพาะในสาขาวิชาชีพช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้าและช่างอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแบบวัดความถนัดออนไลน์ทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม เพื่อนำไปใช้สำหรับทดสอบสำหรับการคัดเลือกนักเรียนที่จะเข้าศึกษาต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในสาขาช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ เพราะจากข้อมูลหลาย ๆ ปีที่ผ่านมา เป็นที่น่าสังเกตอย่างยิ่งเกี่ยวกับความสนใจในการเลือกเรียนในประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมที่เปิดหลากหลายสาขาวิชาชีพ แต่สาขาวิชาชีพช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ มีผู้สนใจและมาสมัครเรียนเป็นจำนวนมาก และมากกว่าในสาขาวิชาชีพอื่น ๆ ซึ่งเป็นอย่างนี้มาโดยตลอดทุกปี ทั้งยังเป็นสาขาที่ขาดแคลนแรงงานในระดับฝีมือและเป็นที่ต้องการในภาคส่วนอุตสาหกรรมอีกจำนวนมาก ดังนั้น เพื่อให้มีความเหมาะสมและตรงตามความถนัดของผู้เรียนมากที่สุด ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ดังกล่าวขึ้นมา เพื่อใช้ตรวจสอบความถนัดของนักเรียนก่อนการสมัครและสอบคัดเลือกนักเรียนที่จะเข้าศึกษาต่อในสาขาดังกล่าว ให้มีความเหมาะสมและตรงกับความถนัดของผู้เรียนให้มากที่สุด เพื่อแก้ปัญหาการออกกลางคัน และเป็นการเพิ่มคุณภาพทางการศึกษา

ให้มีความเป็นมาตรฐาน สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมไทยปัจจุบัน ตรงตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ตลาดแรงงาน และเป็นไปตามหลักสากล จึงใช้วิธีการสกัดองค์ประกอบความถนัดที่จำเป็น จากการสังเคราะห์เอกสารงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ การสังเคราะห์จากแบบวัดความถนัดเฉพาะที่เป็นมาตรฐานในต่างประเทศ ที่มหาวิทยาลัยชั้นนำทั่วโลกใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และการสังเคราะห์องค์ประกอบความถนัดจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในสถานประกอบการ เพื่อให้ได้แบบวัดที่มีคุณภาพ ทั้งในด้านความเที่ยง (Reliability) มีอำนาจจำแนก (Discrimination) แล้วยังมีการตรวจสอบในด้านความตรง (Validity) ของแบบวัดในเรื่องของความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจว่าแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพดี สามารถนำไปเป็นเครื่องมือประกอบในการแนะแนวการเรียนและสอบคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียน ในวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในสาขาวิชาช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีผู้สอบแข่งขันมากกว่าสาขาวิชาชีพอื่น ๆ ต่อไป

คำถามวิจัย

1. ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ มีองค์ประกอบอะไรบ้าง ที่สามารถวัดได้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณภาพควรมีลักษณะอย่างไร
3. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ของประเทศไทย มีความถนัดทางช่างอุตสาหกรรมอยู่ในระดับใดบ้าง
4. แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรมีเกณฑ์ปกติวิสัย สำหรับการแปลผลของผลการสอบในระดับประเทศ เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

2.1 ตรวจสอบความตรง (Validity)

2.2 ตรวจสอบความเที่ยง (Reliability)

3. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติวิสัยระดับประเทศ (National norms) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3

ประโยชน์ที่จะได้รับ

ผลจากการวิจัยนี้ จะให้ประโยชน์ ดังนี้

1. ได้แบบวัดความถนัด ทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบความสามารถ ในองค์ประกอบต่าง ๆ ของ ความถนัด ของนักเรียนที่สะท้อนผลเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติ เพื่อเป็นข้อมูล ใ นการวินิจฉัยความถนัดทางด้านการเรียนของผู้เรียนได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

2. เป็นประโยชน์ต่อองค์กรทางการศึกษาที่จะนำแบบวัดนี้ไปใช้ในการทดสอบนักเรียนแล้วนำข้อมูลไปใช้ในการจัดกลุ่ม วางแผนการจัดการศึกษาให้เหมาะสม สอดคล้องกับความถนัดของผู้เรียน ตลอดจนครูผู้สอนสามารถนำไปใช้วางแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน

3. ผู้สนใจทั่วไปที่มีความต้องการทราบถึงพื้นฐานความถนัดของเด็กที่อยู่ในการปกครองดูแลสามารถใช้แบบวัดนี้ในการทดสอบความถนัดของเด็ก ทำให้สามารถจัดระบบทางการเรียนให้เหมาะกับความถนัดของนักเรียนแต่ละคนได้ดียิ่งขึ้น

4. เป็นประโยชน์แก่นักวิจัย นักวิชาการที่จะนำวิธีการพัฒนาแบบวัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ไปศึกษาเพื่อให้เกิดการพัฒนาแบบวัดความถนัดให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

5. สามารถทราบผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ได้ทันที เนื่องจากเป็นแบบวัดที่พัฒนาในระบบออนไลน์ นักเรียนทำการสอบเสร็จโปรแกรมจะแสดงคะแนนที่ได้จากการสอบทันที ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะทำข้อสอบ โดยไม่ต้องรอผลการตรวจ

6. แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมในระบบออนไลน์ นำไปใช้ได้สะดวกเหมาะกับการทดสอบนักเรียนได้อย่างกว้างขวาง เพียงมีคอมพิวเตอร์ต่อในระบบอินเทอร์เน็ต

7. แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ทำการทดสอบทางระบบออนไลน์ ทำให้ประหยัดวัสดุอุปกรณ์ที่สิ้นเปลืองจากการทดสอบแบบเดิมที่เป็นแบบวัดฉบับกระดาษ และเป็นการประหยัดเวลาลดขั้นตอนในการตรวจให้คะแนน

คำจำกัดความในการวิจัย

1. ความถนัด หมายถึง คุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวบุคคลที่ได้รับการฝึกฝน เรียนรู้ หรือประสบการณ์ทั้งหลาย แล้วทำให้บุคคลสามารถปฏิบัติหรือกระทำกิจกรรมนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี และยังสามารถทำนายหรือพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในด้านต่าง ๆ ในอนาคตของบุคคลนั้นได้

2. ความถนัดทางวิชาชีพ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลในการอุทิศตนเพื่อการเรียนรู้ ฝึกฝนการปฏิบัติงานในอาชีพ จนเกิดองค์ความรู้ในทักษะที่เป็นพื้นฐาน และสั่งสมประสบการณ์ การปฏิบัติงานในวิชาชีพนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี

3. แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพ หมายถึง ชุดข้อสอบที่นำไปใช้วัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 199 ข้อ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย 6 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดด้านตัวเลข มีจำนวน 39 ข้อ แบบวัดด้านภาษา มีจำนวน 40 ข้อ แบบวัดด้านมิติสัมพันธ์ มีจำนวน 29 ข้อ แบบวัดด้านการรับรู้ มีจำนวน 42 ข้อ แบบวัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง มีจำนวน 24 ข้อ และแบบวัดด้านเชิงจักรกล มีจำนวน 25 ข้อ แยกแต่ละฉบับเป็น ดังนี้

3.1 ฉบับที่ 1 แบบวัดความถนัดด้านตัวเลข (Numerical aptitude: N) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในพื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ด้านเหตุผลทางคณิตศาสตร์ การอ่านค่าบนสเกลการวัดและความสามารถด้านตัวเลข ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านตัวเลขออกเป็น 3 ฉบับย่อย ดังนี้

3.1.1 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความสามารถในด้านมโนภาพ การมีเหตุผล การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ การแก้โจทย์ปัญหาในทางช่าง

3.1.2 แบบวัดความสามารถในการอ่านมาตรสเกล (Scale) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระการอ่านค่าตัวเลขบนสเกลการวัด การอ่านค่าและแปลความหมายจากแผนภูมิ การอ่านค่าและแปลความหมายจากตาราง และการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของข้อมูล

3.1.3 แบบวัดความสามารถด้านตัวเลข (Arithmetic) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความสามารถการคำนวณพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การบวก ลบ คูณ หาร สมการ อัตราส่วน ร้อยละ และลำดับอนุกรมเลขคณิต

3.2 ฉบับที่ 2 แบบวัดความถนัดด้านภาษา (Verbal aptitude: V) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถด้านความเข้าใจในการอ่านข้อความที่กำหนดให้ กลุ่มของคำ ประโยค การแปลความหมาย การสรุปความหมายในเรื่องราวที่เกี่ยวกับภาษา ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านทางภาษาออกเป็น 3 ฉบับย่อย ดังนี้

3.2.1 แบบวัดความเข้าใจทางภาษา (Comprehension) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความเข้าใจจากการอ่าน การแปลความหมายจากเรื่องที่อ่าน และการวิเคราะห์โดยใช้เหตุผลในการตัดสินใจ

3.2.2 แบบวัดความสามารถด้านภาษา (Vocabulary) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ การแปลความหมายคำศัพท์ คำเหมือน คำตรงกันข้าม การอุปมาอุปไมย

3.2.3 แบบวัดความสามารถในการใช้ภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ (Ingenuity) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระความสามารถทางด้านการติดต่อสื่อสาร การเติมประโยคให้สมบูรณ์ การเลือกใช้คำ การใช้เครื่องหมายวรรคตอน และหลักการใช้ไวยากรณ์

3.3 ฉบับที่ 3 แบบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial aptitude: S) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการมองภาพในมิติต่าง ๆ จากการซ่อนภาพ การซ้อนภาพ และการหมุนภาพ ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 2 ฉบับย่อย ดังนี้

3.3.1 แบบวัดความสามารถด้านการซ่อนภาพ และการซ้อนภาพ (Components) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในการมองเห็นองค์ประกอบของภาพในมิติต่าง ๆ ด้านการประกอบภาพ การแยกภาพ และการพับภาพ

3.3.2 แบบวัดความสามารถด้านการหมุนภาพ (Rotated block) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในการพิจารณาความเหมือน ความแตกต่างของภาพ เมื่อมีการหมุนและเปลี่ยนทิศทาง

3.4 ฉบับที่ 4 แบบวัดความถนัดด้านการรับรู้ (Perception aptitude: P) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในรับรู้การปฏิบัติงานทางช่าง และกระบวนการวางแผนในการทำงาน ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านการรับรู้ออกเป็น 3 ฉบับย่อย ดังนี้

3.4.1 แบบวัดความสามารถในการพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ การพิจารณาความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การสังเกต และความระมัดระวังความรอบคอบในการทำงาน

3.4.2 แบบวัดความสามารถด้านการจำ (Memory) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ การจำรหัส การถอดรหัส และการแปลความหมายของรหัส

3.4.3 แบบวัดความสามารถด้านการวางแผน (Planning) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในการวางแผนการทำงาน และการกำหนดขั้นตอนการทำงาน

3.5 ฉบับที่ 5 แบบวัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง (Dexterity: D) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในเชิงคิดวิเคราะห์ทางช่าง ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง ออกเป็น 2 ฉบับย่อย ดังนี้

3.5.1 แบบวัดความสามารถด้านความแม่นยำในการตัดสินใจ (Precision) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความรวดเร็ว และความถูกต้องแม่นยำในการแยกชิ้นส่วน และการประกอบชิ้นส่วน

3.5.2 แบบวัดความสามารถด้านการคัดลอกแบบ (Patterns) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความรวดเร็ว และความถูกต้องแม่นยำใน การถอดแบบ การลอกแบบ และการเขียนแบบ

3.6 ฉบับที่ 6 แบบวัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล (Mechanical comprehension: MC) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล และความสามารถในการใช้เครื่องมือในทางช่าง ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล ออกเป็น 2 ฉบับย่อย ดังนี้

3.6.1 แบบวัดความเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanical) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความรู้ทั่วไปในหลักการทำงานเบื้องต้นทางช่าง การให้เหตุผลการทำงานของเครื่องกล หน้าที่และความสัมพันธ์ของเครื่องกล

3.6.2 แบบวัดความสามารถด้านการใช้เครื่องมือ (Tool) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความรู้ ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือ และความสัมพันธ์ของเครื่องมือช่างแต่ละชนิด

4. แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ หมายถึง ชุดข้อสอบที่นำไปใช้วัดความถนัดทางการเรียนวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตทางคอมพิวเตอร์ และสามารถทราบผลการทดสอบทันที

5. คุณภาพของแบบวัด หมายถึง หลักฐานที่แสดงคุณสมบัติของชุดข้อสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีการตรวจสอบคุณภาพรายด้านของแบบวัด และคุณภาพของข้อคำถามรายข้อ มีดังนี้

5.1 ความเที่ยง (Reliability) หมายถึง คุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ในแต่ละฉบับ ที่สามารถนำไปใช้วัดความถนัดของนักเรียน แล้วคะแนนที่ได้จากวัดมีความคงที่คงเส้นคงวา ชัดเจน ไม่เปลี่ยนแปลง มีความน่าเชื่อถือว่าสามารถวัด

ได้ตรงตามความถนัดของนักเรียนที่แท้จริง โดยผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบ ในรอบที่ 1 ภายใต้กรอบทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory) ด้วยวิธี คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) และตรวจสอบแบบวัดชุดที่ได้พัฒนาสมบูรณ์ภายใต้กรอบทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G-Theory)

5.2 ความตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ตามโครงสร้างทางการวัด หรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างการวัด ในการวิจัยครั้งนี้ มีการศึกษาความตรง ดังนี้

5.2.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) หมายถึง คุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ที่สามารถวัดคุณลักษณะ (Trait) ตามนิยามของแต่ละองค์ประกอบของแบบวัด โดยคำนวณค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Content validity index: CVI)

5.2.2 ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) หมายถึง คุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ที่สามารถวัดความถนัด ได้ตามโครงสร้างขององค์ประกอบหลัก 6 องค์ประกอบ และแยกออกเป็นองค์ประกอบย่อย 15 องค์ประกอบย่อย ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสาม (Third order confirmatory factor analysis)

5.2.3 ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) หมายถึง คุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ที่คะแนนจากแบบวัดมีความสัมพันธ์กับเกณฑ์ภายนอก (External criterion) คำนวณโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบที่ได้จากแบบวัดแต่ละฉบับ กับคะแนนผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบแต่ละคน

5.3 คุณภาพรายข้อ หมายถึง คุณภาพของข้อคำถามแต่ละข้อของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ที่ได้ตามเกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพรายข้อนั้น ในรอบแรก มีการตรวจสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม และฉบับสมบูรณ์มีการตรวจสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ดังนี้

5.3.1 การตรวจสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม มีการตรวจสอบ ดังนี้

5.3.1.1 ความยาก (Difficulty) หมายถึง คุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ที่มีสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อนั้นได้ถูกต้องต่อจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบทั้งหมด อยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 0.20-0.80

5.3.1.2 อำนาจจำแนก (Discrimination power) หมายถึง คุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์แต่ละข้อ ที่สามารถแยกกลุ่มผู้ตอบออกจากกันได้ระหว่างคนที่มีความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม กับคนที่ไม่มีความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ในงานวิจัยนี้ ใช้เกณฑ์การเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

5.3.2 ตรวจสอบตามทฤษฎีการทดสอบตอบสนองข้อสอบ คุณภาพของแบบวัดความถนัด ทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ออนไลน์ รายข้อตามทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ คือ พารามิเตอร์ อำนาจจำแนก (a) และพารามิเตอร์ความยาก (b) โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบดังนี้

1) พารามิเตอร์อำนาจจำแนก $a \geq 0.31$

2) พารามิเตอร์ความยาก $-2.00 \leq b \leq 2.00$

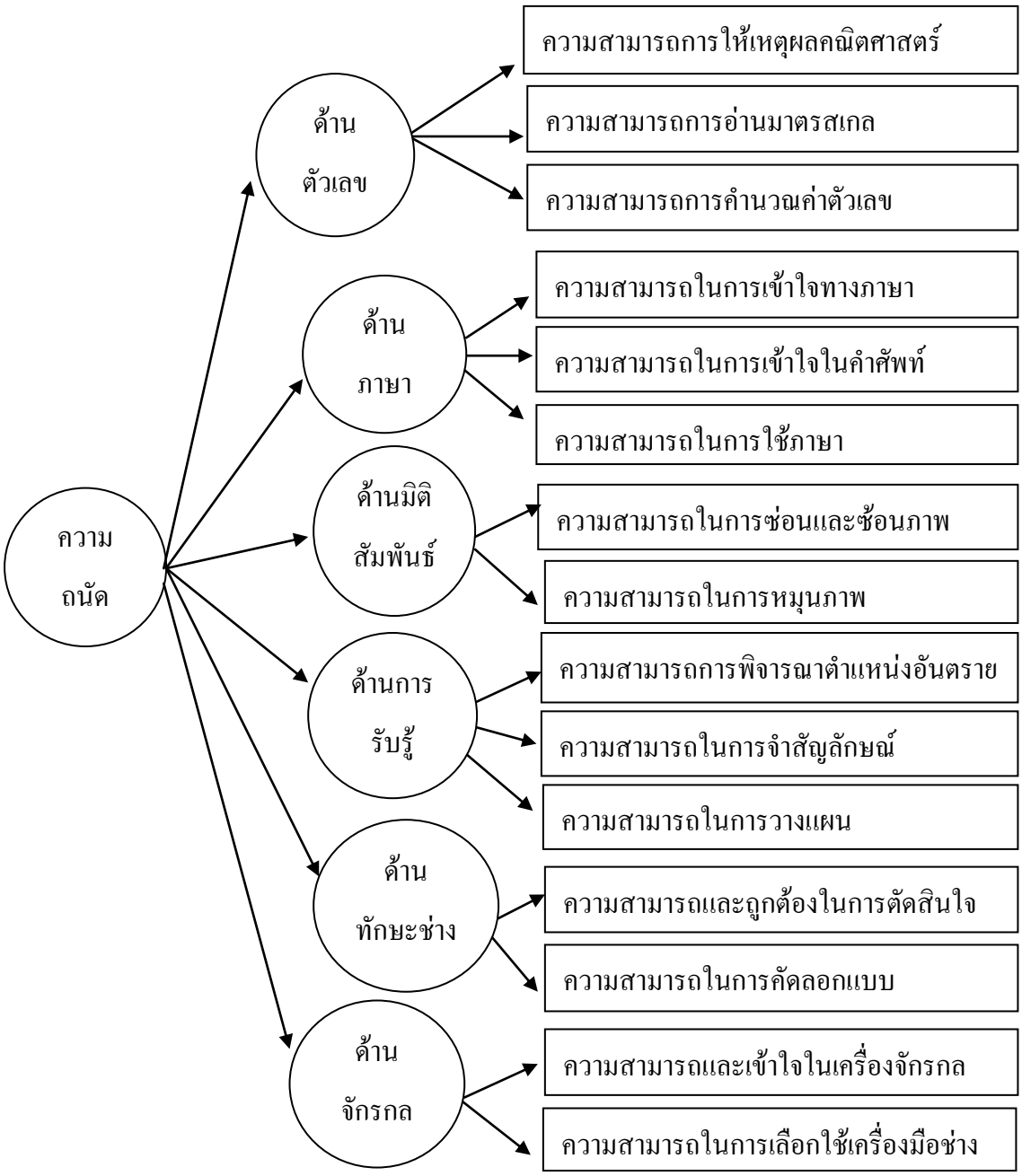
พารามิเตอร์อำนาจจำแนก a_i หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i (Item discrimination) ซึ่งเป็นความชันของโค้ง ICC ค่า a สูงแสดงว่าข้อสอบนั้นมี Slop ที่ชันมาก จึงจำแนกผู้สอบที่มีความสามารถแตกต่างกันได้ดี

พารามิเตอร์ความยาก b_i หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i (Item difficulty) เป็นค่าที่ใช้วัดตำแหน่งของโค้งคุณลักษณะของข้อสอบ (ICC) บนสเกลของ θ ณ จุดโค้งความชันมากที่สุด ค่า b เข้าใกล้ -2.0 แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ส่วน b_i เข้าใกล้ 2 แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก

6. ปกติวิสัย (Norm) หมายถึง กระบวนการในการแปลงคะแนนของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นเป็นคะแนนมาตรฐาน ในรูปคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ และคะแนนทีปกติ โดยสร้างเป็นเกณฑ์ระดับประเทศ (National norm)

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ และการสังเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ตามแบบวัดความถนัดของ GATB, DAT, ASVAB, FACT และ OASIS ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษามโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความถนัด มโนทัศน์เกี่ยวกับแบบวัดความถนัด หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 การสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัด รวมถึงการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย เนื้อหาสาระการวิจัยแบ่งออกเป็น 6 ตอน ตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 มโนทัศน์และทฤษฎีเกี่ยวกับความถนัด

ความหมายของความถนัด

ทฤษฎีของความถนัด

ตอนที่ 2 มโนทัศน์เกี่ยวกับแบบวัดความถนัด

ตอนที่ 3 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

ตอนที่ 4 การสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัด

การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความถนัด

การพัฒนาเกณฑ์ปกติ

การพัฒนาโปรแกรมแบบวัดออนไลน์

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 มโนทัศน์และทฤษฎีเกี่ยวกับความถนัด

ความหมายของความถนัด

ความถนัดเป็นสมรรถภาพทางสมองที่ประกอบด้วยความสามารถเฉพาะหลายด้าน ซึ่งความสามารถแต่ละด้านก็แตกต่างกันออกไป ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลถือว่าเป็นความถนัดหรือความฉลาดที่บุคคลสามารถนำเอาความรู้หรือหลักวิชามาใช้ในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างถูกต้อง (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา, 2542, หน้า 53) คำว่า “ความถนัด” ในภาษาอังกฤษตรงกับคำว่า “Aptitude” มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “Aptus” ซึ่งแปลว่า “เหมาะ” หรือ “เหมาะที่จะ” เช่น คนถนัดซ้าย ก็หมายความว่า เขาเหมาะที่จะใช้มือด้านซ้ายในการทำงาน หรือ คนถนัดขวา ก็หมายความว่า เขาเหมาะที่จะใช้มือด้านขวาในการทำงาน เป็นต้น สำหรับความหมายในเชิงวิชาการ “ความถนัด” หมายถึง ขีดความสามารถสูงสุดของคนที่พึงรับได้จากการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติหรือการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หรือความถนัดเป็นสิ่งที่เกิดต่อเนื่องมาจากเชาว์ปัญญา เพราะเชาว์ปัญญาเป็นความสามารถโดยรวมที่มีพื้นฐานติดตัวมาตั้งแต่เกิดความถนัด แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. ความถนัดทั่วไป (General aptitude test; GAT) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ความถนัดทางการเรียน (Scholastic aptitude) เป็นความสามารถทางสติปัญญา ประกอบด้วยชุดของความถนัดหลาย ๆ ด้าน เช่น ความสามารถด้านภาษา (Verbal) ความสามารถด้านปริมาณตัวเลข (Quantitative) และความสามารถด้านเหตุผล (Reasoning) แบบวัดแต่ละด้านจะประกอบด้วยชุดของแบบวัดความถนัดหลาย ๆ ด้าน แต่ละด้านจะมีรูปแบบการเขียนข้อสอบหลายรูปแบบ เมื่อนำไปวัดแล้วคะแนนที่ได้ถือว่าเป็นความถนัดหรือความสามารถทั่วไป ดังนั้นในการวัดแต่ละครั้งสามารถบอกได้ว่ามีความถนัดด้านใดบ้าง แบบวัดที่นำมาใช้วัดความถนัดประเภทนี้ เช่น แบบวัดความถนัดเชิงจำแนก (Differential aptitude test: DAT) แบบวัดความถนัดทั่วไป (General aptitude test battery: GATB) แบบวัดความถนัดที่นำไปใช้ในการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อ และที่นิยมใช้มากที่สุดคือแบบทดสอบ SAT (Scholastic aptitude test) เป็นต้น

2. ความถนัดเฉพาะหรือความถนัดพิเศษ (Separate test of specific aptitude) หรือแบบวัดทางวิชาชีพและวิชาการ (Professional and academic aptitude test; PAT) เป็นแบบวัดที่สร้างขึ้น เพื่อวัดความถนัดในด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียวเฉพาะ ในชุดของแบบวัดจะประกอบด้วยแบบวัดย่อย ๆ ซึ่งต่างก็มุ่งวัดความสามารถในด้านเดียวกันหมด ซึ่งเมื่อทดสอบแล้วสามารถบอกได้ว่า บุคคลนั้นมีความสามารถในด้านนั้น ๆ (ที่ตรงกับแบบทดสอบนั้น ๆ) หรือไม่ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ามีความถนัดด้านอื่นหรือไม่ แบบวัดประเภทนี้จึงนิยมในวงการใดวงการหนึ่งจำเพาะเจาะจง ตัวอย่างแบบวัดประเภทนี้ ได้แก่ แบบวัดความถนัดเครื่องกล (Mechanical aptitude test) แบบวัดความถนัดทางงานเสมียนและชวเลข (Clerical stenographic aptitude test) เป็นต้น และโดยทั่วไปจะมองในแง่ความถนัดทางอาชีพ ที่ใช้ความสามารถที่นอกเหนือจากความสามารถทางสติปัญญาที่ใช้ในการเรียนโดยทั่ว ๆ ไป เป็นการวัดความถนัดเฉพาะด้านที่แต่ละคนมีแตกต่างกันออกไป ดังนี้

2.1 แบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์

2.2 แบบวัดความถนัดทางวิทยาศาสตร์

2.3 แบบวัดความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์

2.4 แบบวัดความถนัดทางสถาปัตยกรรมศาสตร์

2.5 แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพครู

2.6 แบบวัดความถนัดทางศิลปกรรมศาสตร์ (ทัศนศิลป์, ดนตรี, นาฏศิลป์)

2.7 แบบวัดความถนัดทางภาษาต่างประเทศ (ฝรั่งเศส เยอรมัน ญี่ปุ่น จีน บาลี และอาหรับ)

นักจิตวิทยาและนักวัดผล ได้ให้คำนิยามของคำว่า “ความถนัด” ไว้ดังนี้

วอร์เร็น (Warren, 1934, p. 58 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541, หน้า 15) กล่าวว่า ความถนัด คือ สภาวะหรือคุณลักษณะกลุ่มหนึ่ง ที่แสดงให้เห็นความสามารถของแต่ละบุคคล อันได้มาจากการฝึกฝนความรู้ทักษะ หรือสิ่งตอบสนองเฉพาะอย่าง

อิงลิช และอิงลิช (English & English, 1961) ให้ความหมายของความถนัดว่า เป็นวิสัยความสามารถที่เกิดได้จากประสบการณ์การฝึกอบรมทั้งในระบบและนอกระบบ

ฟรีแมน (Freeman, 1955) ให้นิยามเชาว์ปัญญาในรูปความถนัดไว้ว่า เป็นวิสัยความสามารถที่ได้ความรู้อย่างชำนิชำนาญจากการฝึกฝนทั้งในระบบและนอกระบบมาจำนวนหนึ่ง และได้นิยามความถนัดทางการเรียน (Scholastic aptitude) ว่าเป็นคุณลักษณะพิเศษส่วนบุคคล ที่ทำให้ผู้นั้นมีความสำเร็จในงานทางวิชาการ

ครอนบัช (Cronbach, 1963) ให้ความหมายของความถนัดทางการเรียนว่า เป็นกลุ่มความสามารถทางสมอง ที่ร่วมกันทำงาน เพื่อเพิ่มพูนความสำเร็จในกิจกรรมทางปัญญา

บราวน์ (Brown, 1970) ให้ความหมายของความถนัดว่า เป็นพลังในการเรียนรู้ ที่จะทำงานหนักได้ นั่นคือ ประสบการณ์การเรียนรู้ที่กว้างขวาง และสามารถอ้างอิงถึงสถานการณ์ในอนาคตได้

สโนว์ (Snow, 1980) ให้ความหมายขอความถนัดว่า เป็นโครงสร้างและเป็นคุณลักษณะทางจิตวิทยาของแต่ละบุคคลที่มีความโน้มเอียงในการพยากรณ์ความแตกต่างผลที่เรียนรู้มาแล้ว ภายใต้เงื่อนไขการเรียนการสอนเฉพาะอย่าง

ชวาล แพรัตกุล(2513, หน้า 1 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541, หน้า 16) ให้ความหมายของความถนัดว่า เป็นขีดความสามารถขั้นสูงสุดของบุคคลที่เขาอาจมีอาจได้จากการเรียนรู้ การฝึกฝนในวิทยาการและทักษะต่าง ๆ นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ความหมายของความถนัดออกเป็น 5 ประการ ดังนี้

1. ความถนัดไม่หมายถึงตัวความรู้ แต่เป็นพลังความสามารถชนิดพิเศษของจิต ที่สามารถนำความรู้จากหน่วยย่อย ๆ มาผสมและจัดระเบียบแล้วแยกย่อยขยาย กระจายออกไปที่มีโครงสร้างผิดไปจากเดิม สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยพบมาก่อนอย่างสมเหตุสมผล

2. ความถนัดไม่หมายถึงความเร็ว ความถนัดไม่ถือเอาความเร็วเป็นปัจจัยสำคัญ แต่ถือเอาระดับความยากของงานเป็นหลักในการพิจารณา ถ้าใครทำงานที่ยากและซับซ้อน

ได้ถูกต้องมากจะถือว่าคนนั้นมีความฉลาดมาก มีปัญญามาก ตรงกันข้ามกับเชาว์ปัญญาที่เทียบได้กับการแข่งขันวิ่งเร็วในระยะสั้น ๆ แต่บุคคลใด ทั้งวิ่งเร็วและทนก็จะเป็นเลิศมนุษย์

3. ความถนัดไม่หมายถึงพันธุกรรม ความถนัดไม่ได้ถ่ายทอดทางพันธุกรรมและไม่ได้มีมาแต่กำเนิด แต่ความถนัดจะเกิดจากการได้รับการสนับสนุนชักจูง ฝึกฝนจากคนที่อยู่ใกล้ชิด

4. ความถนัดไม่หมายถึงความสามารถชนิดเดียว แต่หมายถึงความสามารถของมนุษย์หลาย ๆ ชนิด และความถนัดก็ขึ้นอยู่กับความสามารถแต่ละชนิด

5. ความถนัดไม่หมายถึงพรมลิขิต จึงเชื่อว่าพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตจะแก่กล้าขึ้นก็ด้วยอาศัยสิ่งภายนอกมารบเร้าและตัวเองก็มีปฏิกิริยาโต้ตอบ และเชื่อว่าความถนัดของมนุษย์ไม่ใช่ขอนไม้ มีสภาพที่ยืดหยุ่น หล่อหลอม ปรับปรุง แก้ไขได้

อาวี พันธ์มณี (2546, หน้า 123) กล่าวว่า ความถนัด คือความสามารถที่บุคคลได้รับจากประสบการณ์การฝึกฝน และสะสมไว้มากจนเกิดเป็นทักษะพิเศษ ซึ่งทำให้บุคคลนั้นพร้อมที่จะกระทำกิจกรรมนั้น ๆ ได้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายของความถนัดที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า ความถนัด คือ คุณลักษณะพื้นฐานทางสมองของบุคคล ในด้านการรับรู้ การฝึกฝน และการสะสมประสบการณ์ จนเกิดเป็นทักษะพิเศษ เกิดความชำนาญ ทำให้บุคคลนั้นแสดงความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และก่อให้เกิดความสำเร็จในอนาคต ได้เป็นอย่างดี

ความถนัดทางวิชาชีพและอาชีพ

การประกอบอาชีพมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอันมาก ทั้งนี้ก็เพราะอาชีพไม่ใช่จะสนองตอบความต้องการของมนุษย์เพียงด้านเศรษฐกิจเท่านั้น แต่ยังสนองความต้องการด้านอื่น เช่น ด้านสังคม และจิตใจ เป็นต้น การเลือกอาชีพจึงมี ความสำคัญต่อชีวิตของบุคคล ถ้าเราเลือกอาชีพได้เหมาะสม เราก็มีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพ มีความเจริญก้าวหน้าในชีวิต และในทางตรงกันข้าม ถ้าเราเลือกอาชีพไม่เหมาะสมกับตนเอง โอกาสที่จะประสบความล้มเหลวในชีวิตของการประกอบอาชีพก็มีอยู่มากเช่นกัน จอร์น แอล ฮอลแลนด์ ยังได้ให้ความหมายของคำต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (กรมการจัดหางาน, 2557)

คำว่า อาชีพ หมายถึง การทำกิจกรรม การทำงาน การประกอบการที่ไม่เป็นโทษแก่สังคม และมีรายได้ตอบแทนโดยอาศัยแรงงานความรู้ ทักษะ อุปกรณ์ เครื่องมือ วิธีการ แตกต่างกันไป

คำว่า วิชาชีพ มาจากคำสนธิ คือ “วิชา” และ “อาชีพ” ถ้าสังเกตแล้วจะเห็นว่าวิชาชีพนั้นไม่ใช่อาชีพธรรมดา แต่ประกอบด้วย “วิชา” ด้วย ดังนั้นอาชีพทุกอาชีพไม่ได้รับการยกย่องให้เป็นวิชาชีพทั้งหมด มีเพียงบางอาชีพเท่านั้นที่ได้รับเกียรติถือว่าเป็นวิชาชีพ

สำหรับภาษาอังกฤษ Profession มาจากคำกริยา “to profess” จากคำภาษาละติน pro + fateri แปลว่า ยอมรับหรือรับว่าเป็นของตน (ศัพท์นี้เดิมใช้ในทางศาสนา เป็นการประกาศว่าตนมีศรัทธาในศาสนาหรือประกาศปฏิญาณตน)

“วิชาชีพ” หรือ Profession หมายถึง งานที่ตนได้ปฏิญาณว่าจะอุทิศตัวทำไปตลอดชีวิต เป็นงานที่ต้องได้รับการอบรมสั่งสอนมานาน เป็นงานที่มีขนบธรรมเนียมและจรรยาของหมู่คณะโดยเฉพาะ ได้รับค่าตอบแทนในลักษณะค่าธรรมเนียม (Fee) หรือ ค่ายกครู มิใช่ค่าจ้าง (Wage)

จากความหมายของอาชีพที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า อาชีพ คือ การทำงานที่ก่อให้เกิดรายได้ โดยต้องอาศัยทักษะและความรู้ในการปฏิบัติ ที่ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสังคม

จากความหมายของวิชาชีพที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า วิชาชีพ คือ งานที่ผู้ปฏิบัติต้องมีความชำนาญและเชี่ยวชาญเป็นพิเศษจากการเรียนรู้และฝึกฝน พร้อมที่จะอุทิศตนเพื่อทำไปตลอดชีวิต จนได้รับการยกย่อง ได้รับค่าตอบแทนที่ไม่ใช่ค่าจ้าง

จากข้อสรุปของความถนัด และวิชาชีพที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถสรุปความหมายของความถนัดทางวิชาชีพ ได้ว่า ความถนัดทางวิชาชีพ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลในการอุทิศตนเพื่อการเรียนรู้และฝึกฝนในอาชีพ จนเกิดองค์ความรู้ในทักษะที่เป็นพื้นฐานและสั่งสมประสบการณ์ในการปฏิบัติวิชาชีพนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี

ทฤษฎีพัฒนาการทางอาชีพ

ทฤษฎีพัฒนาการทางอาชีพที่สำคัญมี 3 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีพัฒนาการทางอาชีพของซุปเปอร์ ทฤษฎีพัฒนาการทางอาชีพของกินซ์เบอร์ก และทฤษฎีพัฒนาการทางอาชีพของไทด์แมน และโอฮารา (Ginzberg, 1951; Super, 1957; Tiedman & O’ Hara, 1963)

ซุปเปอร์ (Super 1957, pp. 99-108) ได้ศึกษาการเลือกอาชีพและสรุปรวบรวมตั้งเป็นทฤษฎีการเลือกอาชีพขึ้น โดยใช้ชื่อทฤษฎีว่า “ทฤษฎีการพัฒนาอาชีพ” (Theory of vocational development) ซุปเปอร์ใช้คำว่า “การพัฒนา” กินความหมายกว้าง ซึ่งรวมไปถึง ความชอบการเลือก การพิจารณาตัดสินใจ และการเข้าประกอบอาชีพ และเกี่ยวข้องกับ ประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual differences) ทฤษฎีของความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นหลักสำคัญ ทั้งด้านที่เกี่ยวกับการศึกษา และจิตวิทยาทางอาชีพ เพราะบุคคลย่อมแตกต่างกันทั้งในด้านความสามารถ ความสนใจ และบุคลิกภาพ ดังนั้น การเลือกอาชีพของบุคคลก็ควรต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ความสามารถหลาย ๆ อย่างในตัวบุคคล (Multipotentiality) บุคคลแต่ละคนมีขีดความสามารถประจำตัวของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน คนจะทำให้ประสบความสำเร็จในงาน

อย่างใดอย่างหนึ่งหรือความพอใจในงานอย่างใดอย่างหนึ่งจะต้องมาจากความสามารถเฉพาะบุคคล จะนำเอาคนหนึ่งไปเปรียบกับอีกคนหนึ่งไม่ได้เพราะทุกคนจะมีความสามารถเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน

3. กระสวนของความสามารถในอาชีพ (Occupational ability patterns) อาชีพแต่ละอาชีพมีกระสวนของความสามารถเฉพาะของแต่ละอาชีพ เช่น ความสามารถ ความสนใจและบุคลิกภาพ นั่นคือ อาชีพหนึ่ง ๆ ก็ต้องการบุคคลที่มีความสามารถ ความสนใจ และบุคลิกภาพต่างไปจากอีกอาชีพหนึ่ง

4. การเลียนแบบบทบาทของรูปแบบ (Identification and role of models) บุคคลส่วนมากจะเลียนแบบบิดามารดาหรือบุคคลอื่น ในด้านการประกอบอาชีพ วัยรุ่นจะสนใจโดยการเลียนแบบอาชีพจากผู้ใหญ่ ดังนั้น ผู้ใหญ่ก็ควรจะเป็นรูปแบบที่ดีให้แก่เด็ก

5. ความต่อเนื่องของการตัดสินใจเลือก จะต้องจัดให้เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง (Continuous process) ทั้งนี้ เนื่องจากสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่บุคคลอาศัยอยู่ หรือ ทำงานอยู่ย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา และประสบการณ์ ดังนั้น การเลือกและการตัดสินใจก็ต้องเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไป

6. ช่วงของชีวิต (Life stage) กระบวนการเลือกอาชีพเป็นกระบวนการต่อเนื่องตามช่วงชีวิตของบุคคล ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้น ๆ ดังต่อไปนี้

6.1 ขั้นของการเจริญเติบโต (Growth stage) เริ่มตั้งแต่เกิดจนถึงอายุ14 เป็นระยะที่เด็กกำลังเจริญเติบโต

6.2 ขั้นของการสำรวจ (Exploration stage) ระหว่างอายุ 14-25 ปี เป็นช่วงที่บุคคลพยายามทำความเข้าใจตนเอง ทดลองสวมบทบาทของผู้ใหญ่ เช่น การหาคู่ การหาอาชีพ และการหาตำแหน่งในสังคม

6.3 ขั้นของการสร้างหลักฐาน (Establishment stage) ระหว่างอายุ 25-45 ปี เป็นช่วงที่บุคคลคิดมีครอบครัว มีบทบาทในสังคม มีอาชีพแน่นอน มีงานทำมั่นคง และมีบ้านอยู่อาศัย

6.4 ขั้นของชีวิตมั่นคง (Maintenance stage) ระหว่างอายุ 45-65 ปี เป็นช่วงที่เห็นความสำคัญของครอบครัว พยายามที่จะมีหน้าตา หาความก้าวหน้าในการทำงาน

6.5 ขั้นของความเสื่อม (Decline stage) ตั้งแต่อายุ 65 ปี ถึงตาย เป็นช่วงที่ ทำงานน้อยและมีความรับผิดชอบน้อย และมีบทบาทในสังคมน้อย

7. รูปแบบของอาชีพ (Career patterns) รูปแบบของอาชีพขึ้นอยู่กับระดับสังคมเศรษฐกิจและโอกาส ซึ่งรูปแบบของอาชีพนี้ ได้แก่ ระดับความสูงต่ำของอาชีพ ความถี่ ในการเปลี่ยนงาน อาชีพบางอย่างทำให้เปลี่ยนงานบ่อย แต่อาชีพบางอย่างก็ไม่ต้องเปลี่ยนงานบ่อย ๆ

8. การพัฒนาอาชีพควรได้รับการแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง เพื่อให้เกิดการพัฒนาอาชีพอย่างเหมาะสม โดยการให้ทดลองฝึกงานบ้างตามโอกาสอันควร

9. การเปลี่ยนแปลงในกระบวนการประกอบอาชีพ (The dynamics of career patterns) กระบวนการประกอบอาชีพนี้ขึ้นอยู่กับระดับสังคม เศรษฐกิจ ของบิดามารดา สติปัญญา ความสามารถ และความสนใจ ของบุคคลซึ่งไม่คงที่ เช่นเดียวกับการพัฒนา ของบุคคลตามช่วงของการเจริญเติบโต (The growth stage) และระยะต้นของช่วงการสำรวจ (The early exploration stage) บุคคลจะมีความเข้าใจเพียงเล็กน้อยต่อกระบวนการพัฒนาอาชีพแต่ความเข้าใจอันเล็กน้อยนี้จะมีประโยชน์สำหรับกระบวนการประกอบอาชีพ ในช่วงของการเจริญเติบโตระยะสุดท้าย ของการสำรวจ (Late exploratory stage) การสร้างหลักฐาน (Establishment stage) และขั้นของชีวิตที่มั่นคง (Maintenance stage)

10. ความพอใจในงานขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล ตำแหน่ง และ บทบาทของบุคคล (Job satisfaction: Individual differences, status and role) บุคคลจะพึงพอใจในงานถ้างานนั้นไปกับวิถีชีวิต ความสามารถ และการได้สวมบทบาทตามบุคคล นั้นตามต้องการ ระดับของความพอใจขึ้นอยู่กับระดับของการพัฒนาความคิดเกี่ยวกับตนเองของบุคคล

11. งานคือวิถีทางของชีวิต (Work is a way of life) งานเป็นวิถีทางแห่งชีวิตของบุคคล ได้ค้นพบทางออกที่ใช้แสดงความสามารถ ความสนใจ บุคลิกภาพ ค่านิยมของบุคคลนั้น ๆ และความสามารถกระทำได้ตามบทบาทที่บุคคลนั้นเลือกสรรแล้ว

ลักษณะสำคัญของการเป็นวิชาชีพ ได้แก่

1. มีองค์ความรู้เฉพาะของตน ผู้ประกอบวิชาชีพจะต้องเข้ารับการศึกษา ฝึกอบรม ให้มีความรู้ในศาสตร์เฉพาะของวิชาชีพนั้น ๆ

2. มีความเป็นอิสระในการประกอบวิชาชีพ เป็นการประกอบวิชาชีพที่มีมาตรฐานการปฏิบัติเป็นการเฉพาะสำหรับวิชาชีพนั้น ๆ โดยมีองค์ความรู้เป็นพื้นฐาน บุคคลอื่นไม่สามารถจะมาสั่งการให้ปฏิบัติอย่างนั้น อย่างนี้ได้ นอกจากนี้การปกครองกันเองภายในวิชาชีพเดียวกันยังเป็นอิสระจากการควบคุมของคนนอกวิชาชีพ เช่น ถ้าสมาชิกคนใดกระทำผิด การพิจารณาจะเริ่มจากคณะกรรมการขององค์กรวิชาชีพก่อน

3. มีกฎหมายรองรับการประกอบวิชาชีพ หมายถึง จะต้องมีการขึ้นทะเบียนเพื่อขออนุญาตประกอบวิชาชีพ ได้แก่ ใบประกอบวิชาชีพ

4. มีจรรยาบรรณ ตราขึ้นเพื่อผู้ประกอบวิชาชีพดำรงตนหรือประพฤติตนอยู่ในความถูกต้องดีงามต่อผู้รับบริการ ต่อเพื่อนผู้ร่วมวิชาชีพ ต่อตนเอง และต่อสังคมส่วนรวม

5. มีสำนึกที่จะให้บริการ เมื่อถูกเรียกร้องการบริการจะต้องเต็มใจที่จะให้บริการแก่ผู้มารับบริการได้เสมอ บางครั้งอาจจะต้องสละความสุขส่วนตัว มีความภาคภูมิใจในวิชาชีพของตน

องค์ประกอบความเป็นวิชาชีพ

การที่จะเรียกว่าเป็นวิชาชีพได้นั้น ศาสตราจารย์ปรีดี เกษมทรัพย์ ปรมาจารย์ด้านกฎหมายท่านหนึ่งในสังคมไทย ได้อธิบายไว้จะต้องประกอบด้วยลักษณะอย่างน้อย 3 ลักษณะด้วยกัน ได้แก่

1. เป็นอาชีพที่เป็นการงานที่มีการอุทิศตนทำไปตลอดชีวิต

2. การงานที่ทำนั้น ต้องได้รับการสั่งสอนอบรมเป็นวิชาชีพชั้นสูง ในลักษณะอบรมกันหลายปี

3. ผู้ทำงานประเภทนั้น จะต้องมีชุมชน หรือเป็นหมู่คณะ ที่มีขนบธรรมเนียมประเพณี สำนึกในจรรยาบรรณ เกียรติยศ และศักดิ์ศรี ตลอดจนมีองค์กรและกระบวนการเพื่อสอดส่องพิทักษ์รักษาขนบธรรมเนียม เกียรติศักดิ์ ศักดิ์ศรี นั้นด้วย

การใช้คำว่า วิชาชีพ ได้มีการนำไปใช้กว้างมากขึ้น ถูกบ้าง ผิดบ้าง ในภายหลังจนมีคำที่มีความหมายตรงกันข้าม คือคำว่าสมัครเล่น หรือในภาษาอังกฤษว่า ‘Amateur’ ตามมา และในที่สุดคำว่า อาชีพและวิชาชีพ ก็มีการใช้ปะปนกันไปและบางทีก็ไม่เข้าใจรากฐานที่มีจนทำให้ดูเหมือนว่าไม่แตกต่างกัน

อาชีพต่าง ๆ มีมากมายหลากหลายอาชีพซึ่งบุคคลสามารถเลือกประกอบอาชีพได้ตามความถนัด ความต้องการ ความชอบและความสนใจ ไม่ว่าจะเป็นอาชีพใด ๆ ทั้งที่เป็นอาชีพอิสระหรือไม่อิสระ หากเป็นอาชีพที่สุจริตย่อมทำให้เกิดรายได้มาสู่ตนเองและครอบครัว ถ้าบุคคลนั้นมีความมุ่งมั่น ตั้งใจขยัน อดทน ตลอดจนมีความรู้ ความสามารถ มีผู้ให้ความหมายของการเลือกอาชีพ ดังนี้

ความหมายของการเลือกอาชีพ

นวลศิริ เปาโรหิตย์ (2532, หน้า 76) ได้อธิบายการตัดสินใจที่ถูกต้องนั้น หมายถึง การตัดสินใจเข้าสู่อาชีพที่ตรงกับความต้องการ ความถนัดและความสนใจของเขา เมื่อบุคคลสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง เขาย่อมมีความสุขในการทำงานมากกว่าและโอกาสที่จะประสบผลสำเร็จในอาชีพย่อมสูงไปด้วย การที่บุคคลจะมีการตัดสินใจที่ถูกต้องนั้นหาใช่สิ่งที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ การตัดสินใจเรื่องงานอาชีพที่จะประกอบในอนาคต เป็นอย่างที่ต้องทำอย่างรอบคอบและระมัดระวัง เพราะผลของการตัดสินใจของเขาเกี่ยวโยงไปถึงความสุขหรือความทุกข์ในการประกอบอาชีพในอนาคต บุคคลจึงจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือจากผู้ที่ได้รับการฝึกฝน

มาทำหน้าที่ช่วยเหลือให้เขาได้เข้าใจตนเองและโลกของงานอาชีพ เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาเลือกอาชีพที่ดีที่สุดสำหรับเขา

เพ็ญศรี จินดาศักดิ์ (2535, หน้า 14) กล่าวไว้ว่า การเลือกอาชีพ หมายถึง การที่บุคคลได้แสดงถึงความตั้งใจในการที่จะเลือกประกอบอาชีพใดอาชีพหนึ่ง โดยคำนึงถึง ความสนใจ ความสามารถ ความถนัด บุคลิกภาพและค่านิยม

จินตนา อินทรทัศน์ (2541, หน้า 21) กล่าวว่า การเลือกอาชีพเป็นความตั้งใจของบุคคลที่จะประกอบอาชีพนั้น โดยบุคคลควรเลือกอาชีพที่เหมาะสมกับความสนใจ ความถนัด ความสามารถของบุคลิกและค่านิยม

Super (1957 อ้างถึงใน เพ็ญศรี จินดาศักดิ์, 2535, หน้า 14) กล่าวว่าการเลือกอาชีพเป็นกระบวนการต่อเนื่องและกระบวนการเลือกอาชีพนั้น บุคคลจะเลือกได้ห่างไกลจากความเป็นจริงในช่วงอายุต้น และจะเลือกในระดับความเป็นจริงเพิ่มขึ้นเมื่ออายุสูงขึ้น

Ginzberg (1951 อ้างถึงใน จินตนา อินทรทัศน์, 2541, หน้า 20-21) กล่าวว่า การเลือกอาชีพเป็นกระบวนการตั้งแต่เกิดจนตาย ไม่ใช่การตัดสินใจเพียงครั้งเดียว แต่เป็นการตัดสินใจที่เป็นลำดับติดต่อกันไป แต่ละขั้นของกระบวนการมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการของอายุแต่ละบุคคล ซึ่งกาลเวลาเหล่านี้จะไม่หวนย้อนกลับหลังไปอีก ดังนั้น เมื่อตัดสินใจแล้วจะหันกลับหลังไม่ได้ และจะจบลงด้วยการประนีประนอมระหว่างความสนใจ ความต้องการของตนเองกับความเป็นจริงในโลก

ทฤษฎีของความถนัด

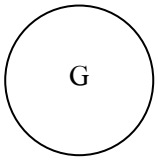
ทฤษฎีเป็นความสัมพันธ์ของหลักวิชา ที่ใช้อธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งเป็นความจริงสัมพัทธ์ นั่นคืออาจจะจริงในวันหนึ่งและเป็นเท็จในวันหน้าก็ได้ จึงเห็นได้ว่าสิ่งเดียวกันมีทฤษฎีอธิบายปรากฏการณ์มากมายและเปลี่ยนแปลงอยู่บ่อย ๆ ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทางสังคมวิทยาและทางจิตวิทยา ทั้งนี้ก็เพราะความจริงแท้ของสิ่งนั้นเป็นอย่างไรนักวิจัยยังไม่รู้ชัดนั่นเอง

เชาวน์ปัญญาและความถนัดก็เหมือนกัน คำนิยามก็แตกต่างกันหลายอย่าง ทฤษฎีมีการอธิบายแตกต่างกันหลายทฤษฎีและเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา แต่ทฤษฎีก็ช่วยเป็นเครื่องชี้แนะแนวทางในการศึกษาทดลอง การรู้แต่ทฤษฎีขาดการทดลองเป็นการสร้างจินตนาการเพ้อฝัน แต่การทดสอบอย่างเดียวขาดทฤษฎีก็จะเป็นการขาดทิศทาง คลำหาเป้าหมายได้ยากกว่าจะสำเร็จได้ ทฤษฎีของเชาวน์ปัญญาและความถนัดจะซ้อนอยู่ด้วยกัน บางทฤษฎีก็จะเน้นหนักทางเชาวน์ปัญญา แต่บางทฤษฎีก็จะเน้นทั้งเชาวน์ปัญญาและความถนัด ตามประวัติการวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัด

มีแนวคิดเกี่ยวกับการวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัดมานานแล้ว แต่ที่เป็นรูปเป็นร่างจัดเป็นระบบได้มีดังนี้

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni-factor theory)

บางทฤษฎีนี้มีผู้เรียกว่าGlobal theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บิเน่ท์ และซิมอน(Binet & Simon, 1905) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเชาวน์ปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General ability) นั่นเอง ในปี ค.ศ. 1905 หรือ พ.ศ. 2448 บิเน่ท์และซิมอน ได้สร้างข้อสอบวัดตามแนวคิดของเขาเป็นครั้งแรก ข้อสอบฉบับนี้สร้างวัดระดับเชาวน์ปัญญาเป็นแบบ Global measure คือวัดออกมาเป็นคะแนนเดียวแล้วแปลความหมายว่าใครมีเชาวน์ปัญญาระดับใด ที่เรียกกันติดปากว่า IQ นั่นเอง IQ ย่อมาจาก Intelligence Quotient ใครมี IQ สูง แปลว่ามีเชาวน์ปัญญาสูง ใครมีIQ ต่ำ แปลว่ามีเชาวน์ปัญญาต่ำแต่พึงเข้าใจว่า IQ สูงหรือต่ำนั้นขึ้นอยู่กับตัวข้อสอบด้วย ว่าวัดอะไรกันบ้าง และสิ่งที่วัดนั้นครอบคลุมตัวเชาวน์ปัญญาจริงหรือเปล่า อันนี้ทฤษฎีต่อ ๆ ไปจะอธิบายเพิ่มเติมอีก



ภาพที่ 3 ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว ตามแนวคิดของ Binet and Simon
(Binet & Simon, 1905 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541)

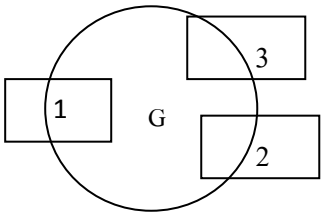
จากการศึกษาของ Binet and Simon ใน ค.ศ. 1916 ทั้งสองได้สร้างข้อสอบวัดความสามารถตามแนวคิดนี้ตีพิมพ์เป็นครั้งแรกใช้ชื่อแบบวัดนี้ว่า Binet-Simon Scale (Becker, 2003, pp. 1-4) โดยนำอายุเข้ามาประกอบการวัดสติปัญญา จึงเกิดมาตรการวัดอายุสมอง (Mental scale) และแบบวัดนี้ได้รับการพัฒนาอีกหลายครั้ง เป็นที่รู้จักแพร่หลาย จนถึงครั้งที่ 5 คือ Stanford-binet intelligence scale fifth edition (SB5) ซึ่งตีพิมพ์ใน ค.ศ. 2003

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi-factor theory)

ทฤษฎีนี้นำโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ ชื่อสเปียร์แมน(Charles Spearman) ในปี ค.ศ. 1927 เป็นทฤษฎีที่เกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะโดยกระบวนการทางสถิติ พบว่ากิจกรรมทางสมองทั้งหลายเมื่อวิเคราะห์ดูแล้วมีองค์ประกอบร่วมอันหนึ่ง เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบทั่วไป (General factor) เรียกย่อ ๆ ว่า G-factor เนื่องจากเขาหาสหสัมพันธ์เกี่ยวพันกันแต่ละ

แบบทดสอบ (Intercorrelations) มีค่าสูง แต่ก็สูงอย่างไม่สมบูรณ์แบบ จึงให้ชื่อองค์ประกอบอื่นย่อย ๆ นี้ว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) เรียกย่อ ๆ ว่า S-factors แต่ละองค์ประกอบเฉพาะนี้มีกิจกรรมเฉพาะตัวชนิดหนึ่งของมันเอง

จะเห็นได้ว่าทฤษฎีนี้มองความสำคัญที่องค์ประกอบทั่วไปเป็นหลัก ไม่แตกต่างอะไรกับทฤษฎีของบีเน่ท์ ส่วนที่แตกต่างก็คือยังมองเห็นว่า นอกจากองค์ประกอบร่วมแล้ว ยังมีองค์ประกอบย่อยเพิ่มขึ้นเป็นแนวคิดใหม่ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนนี้ เขียนเป็นแผนภาพโครงสร้างได้ดังภาพ

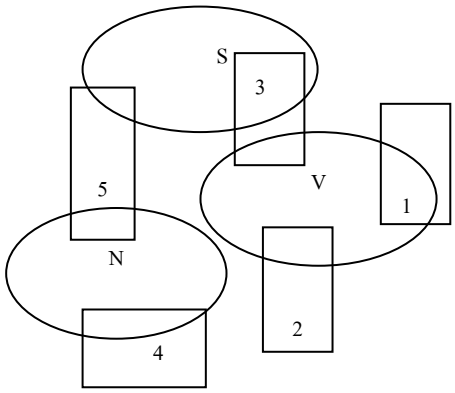


ภาพที่ 4 ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว ตามแนวคิดของ Spearman

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-factor theory)

ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ เทอร์สโตน (Thurstons) เสนอทฤษฎีเมื่อปี ค.ศ. 1993 เขาได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองอย่างกว้างขวาง และได้ใช้หลักการวิเคราะห์สมัยใหม่ที่เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) มาใช้ ทำให้สามารถแยกแยะความสามารถทางสมองออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้หลายอย่าง ทำให้เขามีความเชื่อว่าความสามารถทางสมองไม่ได้ประกอบด้วยความสามารถร่วมเป็นแกนกลางดังเช่น G-factor ของสเปียร์แมน หากแต่ประกอบด้วยองค์ประกอบเป็นกลุ่ม ๆ หลาย ๆ กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีหน้าที่เป็นอย่าง ๆ ไปโดยเฉพาะหรืออาจจะทำงานร่วมกันบ้างก็ได้ ความสามารถทั่วไปของ สเปียร์แมน เทอร์สโตนเห็นว่าเป็นเพียงองค์ประกอบทางภาษาเท่านั้น องค์ประกอบย่อย ๆ นี้เทอร์สโตนใช้ชื่อว่า ความสามารถปฐมภูมิของสมอง (Primary mental abilities) เขาแยกองค์ประกอบย่อยโดยยึดน้ำหนักขององค์ประกอบเด่น ๆ (Loading factor) เป็นสำคัญ แต่จริง ๆ แล้วกลุ่มของความสามารถ หรือองค์ประกอบก็ยังทำหน้าที่เกี่ยวพันกันบ้างเหมือนกัน ดังเช่น องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor) น้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดคือ ความสามารถทางศัพท์ น้ำหนักลดลงมาอีกคือ อุปมาอุปไมยทางภาษา และน้ำหนักน้อยที่สุด คือ คณิตศาสตร์ เหตุผล อะไรทำนองนี้ ภาพข้างล่างเป็นการแสดงให้เห็น

ความสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบ 5 ชุด ขึ้นอยู่กับ 3 องค์ประกอบ V. (Verbal). N. (Number) และ S. (Spatial) ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบนี้



ภาพที่ 5 ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ ตามแนวคิดของ Thurstons

จากภาพทำให้เราทราบว่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ 1, 2 และ 3 ที่มีต่อกันและกันมีองค์ประกอบร่วมทางภาษา (Verbal factor ย่อว่า V.) ในทำนองเดียวกันสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ 3 และ 5 เป็นผลจากองค์ประกอบมิติสัมพันธ์ (Spatial factor ย่อว่า S.) และความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ 4 และ 5 เป็นผลจากองค์ประกอบทางด้านตัวเลข (Number factor ย่อว่า N.) ที่น่าสังเกตคือแบบทดสอบ 3 และ 5 มีองค์ประกอบซ้อนขึ้นมา นั่นคือ V กับ S มีอยู่ในแบบทดสอบ 3. N และ S มีอยู่ในแบบทดสอบ 5 เทอร์สโตนพยายามวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถของมนุษย์ออกมาได้หลายอย่างแต่ที่เห็นได้ชัดและสำคัญต่าง ๆ มีอยู่ 7 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor ย่อว่า V.) องค์ประกอบส่วนนี้ของสมองจะส่งผลให้รู้ถึงความสามารถด้านความเข้าใจในภาษาและการสื่อสารทั่ว ๆ ไป ผู้ที่มีองค์ประกอบด้านนี้สูง จะมีความสามารถในการอ่านเอาเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของศัพท์ได้อย่างดี

2. องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word fluency factor ย่อว่า W.) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด เช่น ให้หาคำขึ้นต้นด้วย “ต” มามากที่สุดในเวลาจำกัด ดังนี้ เป็นต้น ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มีความสามารถในการเจรจา และการประพันธ์ทั้งร้อยแก้วและร้อยกรองตอบโต้ทันทีทันใด อย่างที่เขาเรียกว่ามีปฏิภาณไหวพริบในการเจรจา ความสามารถนี้ไม่เหมือนกันกับข้อแรกที่กล่าวมาแล้ว ข้อแรกมอง ความสามารถสามารถด้านภาษา

ในทางความคิดความเข้าใจทางภาษา ส่วนข้อนี้มองผลในด้านเจรจาเป็นสำคัญ ดังที่เราเคยเห็นว่า บางคนเขียนเก่ง (V) แต่พูดบรรยาย (W) ผู้ฟังไม่รู้เรื่อง

3. องค์ประกอบด้านจำนวน (Number factor อักษรย่อว่า N.) องค์ประกอบนี้ส่งผลให้มีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ดี มีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และความหมายของจำนวนและมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างดีด้วย

4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space factor อักษรย่อว่า S.) ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้คนเข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ไกล ใกล้ และพื้นที่หรือทรวดทรงที่ขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่

5. องค์ประกอบด้านความจำ (Memory factor อักษรย่อว่า M.) เป็นความสามารถทางด้านความทรงจำเรื่องราว และมีสติระลึกรู้จนสามารถถ่ายทอดได้ ความจำในที่นี้อาจจะเป็นความจำแบบนกแก้ว หรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์ได้ ซึ่งถือว่า เป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งนั้น

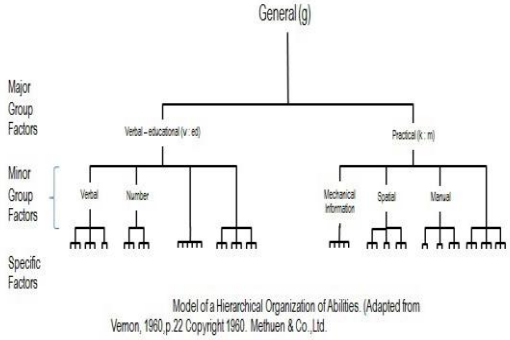
6. องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณา (Perceptual speed factor อักษรย่อว่า P.) องค์ประกอบของสมองด้านนี้ได้แก่ความสามารถด้านเห็นรายละเอียด ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

7. องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning factor อักษรย่อว่า R.) บางทีก็ใช้ Induction หรือ General reasoning องค์ประกอบนี้แสดงถึงความสามารถด้านวิจารณญาณหาเหตุหาผลค้นคว้าหาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎี ตอนแรก ๆ เทอร์สโตนให้ความหมายองค์ประกอบนี้ไม่กระจ่างนัก เขามองในรูปอุปมานและอนุมาน ระยะหลังผู้ศึกษาด้านนี้มองเห็นว่าจะวัดเหตุผลทั่วไปได้ดีต้องวัดด้วยเลขคณิตเหตุผล (Arithmetic reasoning)

4. ทฤษฎีไฮราคิคัล (Hierarchical theories)

มีนักจิตวิทยากลุ่มหนึ่งได้จัดรูปแบบการประกอบกันขององค์ประกอบอีกรูปหนึ่งกลุ่มนี้ คือ เบิร์ท (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และฮัมเฟรย์ (Humphreys) โดยเฉพาะเวอร์นอน (Vernro) ได้เสนอโครงสร้างของเชาวน์ปัญญา ในปี ค.ศ. 1960 โดยเริ่มต้นอธิบายตามแบบของ สเปียร์แมน นั่นคือ เวอร์นอนเริ่มจุดแรกด้วย G-factor ขั้นต่อไปแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ ใหญ่ ๆ คือ Verbal-education (V: ed) และ Practical-mechanical (K: m) องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้เรียกรวมว่า Major group factors องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้ยังแบ่งย่อยซอยลงไปอีก ด้านองค์ประกอบ Verbal-educational แบ่งย่อยเป็นองค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) และองค์ประกอบด้านตัวเลข

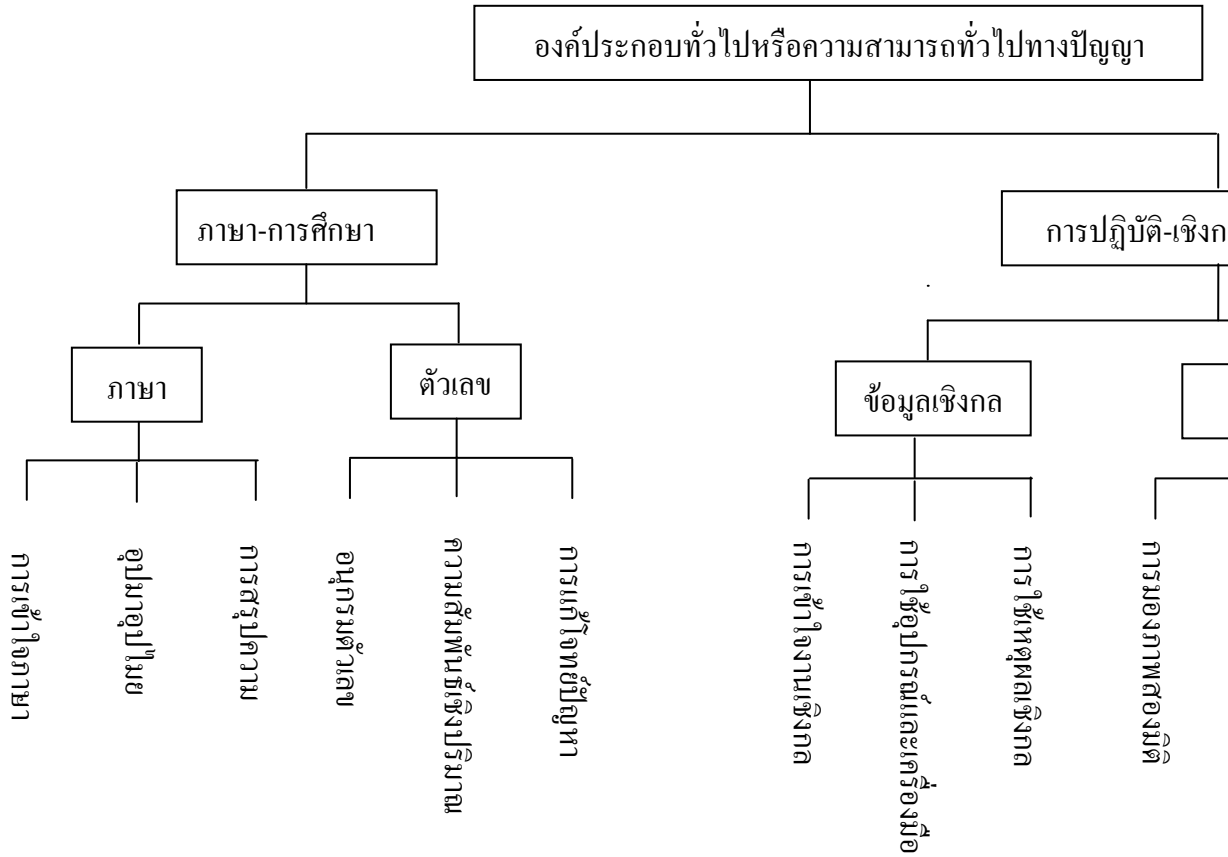
(Numerical) และอื่น ๆ อีก ในทำนองเดียวกันองค์ประกอบ Practical- Mechanical แบ่งย่อยออกเป็น Mechanical information, Spatial และ Manual และยังมีอื่น ๆ แต่ยังไม่กำหนด กลุ่มองค์ประกอบนี้เรียกว่า Minor group factors ระดับที่ต่ำสุดขององค์ประกอบในรูปแบบนี้ยังมีองค์ประกอบย่อย ๆ ไปอีก เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) ถ้าพิจารณาดูโครงสร้างอันนี้แล้วก็ไม่ต่างอะไรกับลักษณะของต้นไม้แผ่กิ่งก้านใหญ่เล็กลงไปตามลำดับ ลำต้นก็เปรียบเสมือน G-factor กิ่งก้านเล็ก ๆ เปรียบเสมือน Specific factors นั่นเอง ดังภาพที่แสดงไว้ (ต้นไม้กลับหัว)



ภาพที่ 6 ทฤษฎีไฮราคิคัล ตามแนวคิดของ Vernon

จากภาพของความถนัดตามทฤษฎีไฮราซิคัล จะเห็นได้ว่าลำดับขั้นของความสามารถเริ่มจากองค์ประกอบทั่วไปก่อน แล้วแบ่งเป็นลำดับขั้นลงไปเรื่อย ๆ จนถึงองค์ประกอบย่อย จะเห็นว่าเราสามารถสร้างแบบวัดความถนัดเพื่อทดสอบความถนัดตามลำดับขั้นได้ กล่าวคือ การสร้างแบบวัดเพื่อทดสอบความถนัดนั้นผู้สร้างสามารถเลือกลำดับขั้นที่เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายที่จะวัดได้ นั่นคือแบบทดสอบบางชุดอาจจะใช้หลายระดับขององค์ประกอบก็ได้ เช่น จะวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบอุปมาอุปไมยก็ควรใช้แบบทดสอบที่รวมด้านภาษา, ตัวเลข, ภาพและอุปมาอุปไมยมิติ(Spatial analogies) หรือถ้าต้องการวัดความสามารถด้านภาษา ก็ควรจะใช้ถ้อยคำถามประเภทศัพท์, อุปมาอุปมัย และการเรียงลำดับสมบูรณ์แบบ ซึ่งดูออกจะเป็นแบบผสมไม่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันเท่าไรนัก

และใน ปี ค.ศ. 1950 Phillips Vernon ได้เสนอทฤษฎีผสมผสานแนวคิดของ Spearman and Thurstone เข้าด้วยกัน โดยเสนอโมเดลที่แสดงลำดับขั้นขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ได้จากการนำแบบทดสอบความสามารถทางปัญญาจำนวนมากมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 โมเดลองค์ประกอบลำดับขั้นของสติปัญญา ดัดแปลงจากทฤษฎีกลุ่มองค์ประกอบแบบลำดับขั้นของเวอร์นอน (Vernon, 1965, p. 22)

5. ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three faces of intellect model)

ทฤษฎีสร้างขึ้นมาโดย กิลฟอร์ด (Guilford) เมื่อ ค.ศ. 1967 มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Structure-of-intellect model หรือ Three-dimensional model of the structure of intellect กิลฟอร์ด ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะโดยจัดระบบของคุณลักษณะให้อยู่ในรูปใหม่ เป็นลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และนิยามคุณลักษณะของเชาวน์ปัญญาเป็น 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มีส่วนประกอบย่อย5 ส่วน

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึงความสามารถที่เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้เข้าใจในสิ่งนั้น ๆ และบอกได้ว่า สิ่งนั้น ๆ คืออะไร

2. ความจำ (Memory) หมายถึงความสามารถในการเก็บสะสมความรู้แล้วสามารถระลึกนึกออกมาได้

3. การคิดอเนกนัย (Divergent production) เป็นความสามารถในการตอบสิ่งเร้าให้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น ให้บอกประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดที่จะบอกได้ ถ้าผู้ใดคิดได้มากและแปลกที่สุดมีเหตุมีผล ถือว่าผู้นั้นมีความคิดแบบอเนกนัย

4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent production) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดหาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ดีที่สุด ดังนั้นคำตอบแบบนี้ก็ต้องถูกเพียงคำตอบเดียว

5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่าง ๆ แบ่งออกได้ 4 อย่าง คือ

1. ภาพ (Figural) หมายถึงสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอน สามารถจับต้องได้ หรือเป็นรูปภาพที่ระลึกนึกออกได้ดังรูปนั้นก็ได้

2. สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึงข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ ด้วย

3. ภาษา (Semantic) หมายถึงข้อมูลที่เป็นถ้อยคำพูดหรือภาษาเขียนที่มีความหมาย สามารถใช้ติดต่อสื่อสารแต่ละกลุ่มได้ แต่ส่วนใหญ่มองในด้านคิด (Verbal thinking) มากกว่าเขียน คือ มองความหมาย

4. พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึงข้อมูลที่เป็นการแสดงออก รวมถึงทัศนคติ ความต้องการ การรับรู้ ความคิด ฯลฯ

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลิตผลของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่าง ๆ กัน ซึ่งแบ่งออกได้ 6 อย่าง คือ

1. หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน สุนัข แมว เป็นต้น

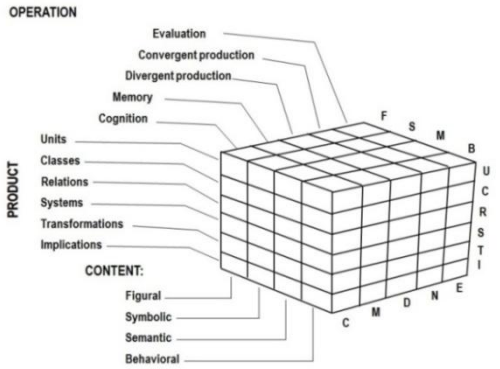
2. จำพวก (Classes) หมายถึง ชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น ข้าวโพดกับมะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกัน ดังนี้เป็นต้น

3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการโยงความคิดสองประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะเป็นหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ ก็ได้ เช่น คนกับอาหาร ต้นไม้กับปุ๋ย ดังนี้เป็นต้น

4. ระบบ (Systems) หมายถึง การจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในระบบว่าอะไรมาก่อนมาหลัง

5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่ การเปลี่ยนแปลงอาจจะมองในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้

6. การเกี่ยวพัน (Implications) หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา ประเภท “ถ้า...แล้ว...” ก็เป็นพวกใช้คาดคะเนโดยอาศัยเหตุและผล ต่อมา ในปี ค.ศ. 1988 กิลฟอร์ด (Guilford, 1988) ได้เสนอบทความ Some changes in the structur-of-intellect model โดยเพิ่มด้านเนื้อหาเป็น 5 อย่าง โดยมี Figural แล้วแตกเป็น Visual กับ Auditory visual เป็นความสามารถในการมองเห็น ส่วน Auditory เป็นความสามารถในการรับรู้ทางการได้ยินด้าน Operations เดิมมี 5 อย่างเพิ่มใหม่เป็น 6 อย่าง โดยแยกความจำ (Memory) ออกเป็น 2 อย่าง คือ Memory recording ซึ่งหมายถึงความจำในช่วงสั้น (Short-term memory) นั่นเอง ส่วนความจำอีกอย่างหนึ่ง คือ Memory retention เป็นความจำที่ทิ้งช่วงนั่นคือเป็นการให้เวลาในการจำนาน ๆ นั่นเอง ดังนั้น Micromodel ของทฤษฎีกิลฟอร์ดอันใหม่ก็จะมีจำนวน 5x6x6 = 180 หน่วย จะวัดเชาวน์ปัญญาให้ครอบคลุมจะต้องสร้างเครื่องมือวัดให้คลุมทั้ง 180 องค์ประกอบ ซึ่งในทางปฏิบัติไม่สามารถสอบได้หมด ภาพข้างล่างนี้เป็นภาพแนวคิดทฤษฎีที่ได้ปรับปรุงใหม่ ในขณะที่เขาอายุ 91 ปีพอดี



ภาพที่ 8 ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญาตามแนวคิดของ Guilford

การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 มิติ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปความถนัดทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา ของกิลฟอร์ด (Guilford)

มิติด้านเนื้อหา		**มิติด้านวิธีการคิด**		**มิติด้านผลการคิด**	
สัญลักษณ์	ความหมาย	สัญลักษณ์	ความหมาย	สัญลักษณ์	ความหมาย
F	- ภาพ (Figural)	C	- การรู้เข้าใจ (Cognation)	U	- หน่วย (Unit)
S	- สัญลักษณ์ (Symbolic)	M	- การจำ (Memory)	C	- จำพวก (Class)
M	- ภาษา (Semantic)	D	- การคิดอเนกนัย (Convergent thinking)	R	- ความสัมพันธ์ (Relation)
B	- พฤติกรรม (Behavioral)	E	- การประเมินค่า (Evaluation)	S	- ระบบ (System)
				T	- การแปลงรูป (Transformation)
				I	- การประยุกต์ (Implication)

6. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two-level theory of mental ability)

ทฤษฎีนี้เสนอโดย เจนเซน (Jensen, 1968) เจนเซนได้เสนอทฤษฎีความสามารถทางสมองมีอยู่ 2 ระดับ ระดับ 1 (Level I) เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้และการจำ คือ ความสามารถที่สั่งสมข้อมูลไว้ได้ และพร้อมที่จะระลึกนึกออกได้ระดับนี้ไม่ได้รวมการแปลงรูปหรือการจัดกระทำทางสมองแต่อย่างใด หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่าระดับนี้ไม่ได้ใช้วิธีการคิดใด ๆ จากสิ่งที่สมองรับเข้าไป ระดับ 2 (Level II) เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และแก้ปัญหา ในระดับนี้ดูแล้วเหมือนกับองค์ประกอบทั่วไป (G-factor)

จากทฤษฎีความถนัดที่ได้กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นว่าทฤษฎีของเทอร์สโตน เป็นทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกา และการพัฒนาแบบวัดความถนัดวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และยึดองค์ประกอบหลักตามแบบวัดความถนัดของ GATB (General aptitude test battery), DAT (Differential aptitude test), ASVAB (The armed services vocational aptitude battery), FACT (Flanagan aptitude classification tests) และ OASIS (Occupational aptitude survey and interest schedule) ซึ่งเป็นแบบวัดที่นิยมใช้มากในสหรัฐอเมริกา ในการแนะแนวการศึกษาทางด้านอาชีพ และเป็นแบบวัดที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีของเทอร์สโตน ดังนั้น การพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมครั้งนี้ จึงสร้างขึ้นตามกรอบของทฤษฎีเทอร์สโตน

ตอนที่ 2 มโนทัศน์เกี่ยวกับแบบวัดความถนัด

การวัดความถนัดเป็นการวัดเกี่ยวกับศักยภาพด้านต่าง ๆ ของบุคคลที่พร้อมจะปฏิบัติกิจกรรมหรือการทำงานให้บรรลุผลด้วยความถูกต้องแม่นยำและคล่องแคล่ว การวัดความถนัดเป็นการวัดปริมาณความสามารถ ทักษะ พฤติกรรมต่าง ๆ ที่สะสมกันอยู่ในตัวบุคคล เพื่อใช้ในการทำนายพฤติกรรมหรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่บุคคลนั้นแสดงให้ปรากฏในอนาคต และเครื่องมือที่ใช้วัดความถนัดคือ แบบทดสอบวัดความถนัด (Aptitude tests)

แบบวัดความถนัด

แบบทดสอบ (Test) คือ ชุดคำถามที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ ที่มีแบบแผนที่ใช้วัดพฤติกรรมของนักเรียน (สุรีพร อนุศาสนนันท์, 2554)

แบบวัดความถนัด (Aptitude tests) เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่สร้างขึ้นอย่างเป็นขบวนการและมีระบบ เพื่อใช้วัดพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งของบุคคล ว่ามีสิ่งที่ต้องการวัดอยู่มากน้อยเพียงใด และนำไปใช้เพื่อคาดคะเนหรือพยากรณ์ในภายหน้า โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่ได้

(ชวาล แพรัตกุล, 2535, หน้า 16-19) และมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดความถนัดไว้ ดังนี้

อีเบล (Ebel, 1965, p. 389) กล่าวว่า แบบวัดความถนัดเป็นแบบทดสอบที่วัดศักยภาพของแต่ละบุคคลเพื่อพัฒนาตามแนวพิเศษหรือขอบเขตซึ่งบุคคลเหมาะสมที่จะรับการสอบตามแนวนั้น อาจจะเป็นความถนัดทางวิชาการ หรือความถนัดพิเศษอย่างอื่น

ครอนบาค (Cronbach, 1984, p. 31) กล่าวว่า แบบวัดความถนัดเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายความสำเร็จในอาชีพบางอย่างหรือการฝึกหัดบางอย่าง

โนล และสแคนแนล (Noll & Scannell, 1972, p. 389) กล่าวว่า แบบวัดความถนัดเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายความสามารถของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ยังใช้วัดทักษะหรือความรู้ความจำเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในงานต่าง ๆ

เมเรนส์ และลีแมนน์ (Mehrens & Lehmann, 1991, pp. 396-397) กล่าวว่า แบบวัดความถนัดเป็นการวัดที่ตัวประกอบพหุคูณหรือตัวประกอบเฉพาะซึ่งส่วนมากจะใช้ทำนายความสำเร็จทางการเรียนของนักเรียน

สรุปได้ว่า แบบวัดความถนัดเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถพิเศษเฉพาะอย่างของบุคคลที่เกิด จากประสบการณ์การเรียนรู้ จากการฝึกฝน จนเกิดทักษะ เพื่อนำไปทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือการปฏิบัติงานทางอาชีพ หรือเพื่อทำนายความสำเร็จในอนาคต

ประโยชน์ของการทดสอบความถนัด (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541, หน้า 22-27)

1. เมื่อครูรู้คะแนนของผู้เรียนที่ทำแบบวัดความถนัดแล้วจะเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน เพราะคะแนนเป็นเครื่องชี้บอกระดับสติปัญญาของนักเรียน ทำให้ครูประเมินได้ว่าสื่อประเภทใดจึงจะเหมาะแก่ผู้เรียน

2. ใช้ในการสอบคัดเลือกเข้าโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ การสอบคัดเลือกนั้นโดยทั่วไปจะเป็นการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือสถานศึกษาจะทำการสอบดูว่า นักเรียนมีความรู้วิชานั้น ๆ มาแล้วมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ควรมีการทดสอบด้านความถนัดด้วย เพื่อจะได้ผู้มีความรู้และสามารถเฉพาะตัวตามความต้องการของหลักสูตร

3. ใช้ในการแยกประเภท แยกกลุ่ม แยกชั้นเรียน นักเรียนแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกันทั้งในด้านความรู้และความสามารถ เมื่อครูรู้ ความรู้พื้นฐานของนักเรียนแต่ละคนแล้วก็สามารถแยกกลุ่มนักเรียนตามความถนัดและจัดหาวิธีการสอนให้เหมาะสม ซึ่งเป็นวิธีช่วยให้ทั้งครูและนักเรียนประสบความสำเร็จ การจัดกลุ่มนักเรียนในที่นี้ไม่ได้หมายความว่าแยกนักเรียนที่เก่งและนักเรียนอ่านออกเป็นคนละกลุ่ม ซึ่งเป็นวิธีการคิดที่ผิด ควรจัดให้แต่ละกลุ่มนั้นมีทั้งคนเก่งและอ่อนปะปนกันไป เพื่อให้นักเรียนคอยช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ

4. ใช้ในการพยากรณ์ความสำเร็จ แบบวัดความถนัดสามารถเป็นเครื่องมือในการทำนายความสำเร็จในการศึกษาได้ คือผู้ที่เลือกเรียนในสาขาที่ตนมีความถนัด ก็สามารถที่จะประสบความสำเร็จได้ดีกว่าผู้ที่ไม่มีความถนัดในด้านที่ตนเองเรียนอยู่

5. คะแนนผลการทดสอบช่วยให้ครูสามารถนำไปใช้ในการวินิจฉัยสมรรถภาพของนักเรียนได้ ทำให้ครูทราบถึงสาเหตุความเก่งหรืออ่อน และหาทางที่จะช่วยเหลือได้ถูกต้อง

6. ใช้ในการแนะนำ เพราะแบบวัดความถนัดย่อมชี้บอกได้ว่านักเรียนมีความสามารถทางด้านใด ช่วยให้ครูแนะแนวทางอาชีพได้ถูกต้อง

ประเภทของแบบวัดความถนัด

แบบวัดความถนัดมี 2 ประเภท คือ แบบวัดความถนัดทางการเรียนหรือแบบวัดความถนัดทั่วไป และแบบวัดความถนัดเฉพาะวิชาชีพ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541)

1. แบบวัดความถนัดทางการเรียน (Scholastic aptitude test) หรือแบบวัดความถนัดทั่วไป (General aptitude test) แบบวัดประเภทนี้เป็นแบบวัดที่ประกอบด้วยชุดของแบบวัดความถนัดหลาย ๆ ด้าน เช่น ความสามารถทางด้านภาษา (Verbal) ความสามารถด้านปริมาณและตัวเลข (Quantitative) ความสามารถด้านเหตุผล (Reasoning) และด้านมิติสัมพันธ์ (Space relations) เป็นต้น ซึ่งแต่ละด้านจะมีรูปแบบการเขียนข้อสอบหลายรูปแบบ เมื่อวัดรวมแล้วคะแนนที่ได้ถือว่าเป็นความถนัดหรือความสามารถทั่วไป ดังนั้นในการทดสอบแต่ละครั้งสามารถบอกได้ว่ามีความถนัดด้านใดบ้าง แบบวัดประเภทนี้ได้แก่ แบบวัดความถนัดเพื่อคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ และที่นิยมนำไปใช้มากที่สุดคือ SAT (Scholastic aptitude test) และแบบวัด GRE (Graduate record examinations)

2. แบบวัดความถนัดเฉพาะหรือความถนัดพิเศษ (Specific aptitude test) แบบวัดประเภทนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความถนัดทางด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะเพียงด้านเดียว แบบวัดประเภทนี้แม้จะประกอบด้วยแบบวัดย่อย ๆ ก็ตาม แต่ละแบบวัดย่อย ๆ นั้น ต่างมุ่งวัดความสามารถทางเดียวกันหมด แบบวัดประเภทนี้จะมองในแง่ความถนัดทางอาชีพเฉพาะ ซึ่งเมื่อวัดแล้วสามารถบอกได้ว่าบุคคลนั้นมีความถนัดในอาชีพนั้นหรือไม่ แบบวัดประเภทนี้ได้แก่ แบบวัดความถนัดเฉพาะแพทย์ แบบวัดความถนัดเฉพาะพยาบาล แบบวัดความถนัดเชิงกล แบบวัดความถนัดทางงานเสมียนและชวเลข และแบบวัดความถนัดทางศิลปะดนตรี ซึ่งแบบวัดแต่ละประเภทก็จะวัดความถนัดหลายด้าน เช่น แบบวัดความถนัดเชิงกล จะประกอบด้วยแบบวัดทางพฤติกรรมหลาย ๆ อย่างด้วยกัน คือ

2.1 การวัดความสามารถและความเร็ว การควบคุมกล้ามเนื้อ (Motor speed) และความชำนิชำนาญในการเคลื่อนไหว

2.2 การวัดความสามารถทางสายตา และการรับรู้ทางจักรกล ตลอดทั้งความสามารถทางมิติสัมพันธ์ เพราะต้องนำไปใช้ในการอ่านหนังสือพิมพ์เขียวหรือการเขียนรูปโครงสร้าง

2.3 การวัดความรู้ ข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับเครื่องมือ เครื่องจักร การสร้าง และการประกอบชิ้นส่วน

2.4 การวัดหาเหตุผลเชิงจักรกล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางจักรกล โดยอาศัยกฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์เบื้องต้น

ดังนั้นพอสรุปได้ว่า แบบวัดความถนัดทางการเรียน (Scholastic aptitude test) หรือแบบวัดความถนัดทั่วไป (General aptitude test) เป็นการวัดความสามารถทางสติปัญญาเมื่อวัดแล้วคะแนนรวมถือว่าเป็นคะแนนความถนัดทั่วไป แต่แบบวัดความถนัดเฉพาะหรือความถนัดพิเศษ (Specific aptitude test) เป็นการวัดความสามารถและศักยภาพที่นอกเหนือไปจากความสามารถทางสติปัญญาที่ใช้ในการเรียนโดยทั่ว ๆ ไป การวัดความถนัดเฉพาะหรือความสามารถเฉพาะด้านจะให้ความสำคัญกับกิจกรรมทางสมองที่เป็นองค์ประกอบร่วมระหว่างองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะที่เป็นความสามารถในแต่ละด้านและทุกคนมีความสามารถในแต่ละด้านแตกต่างกันไป ใครมีความสามารถด้านใดก็ถือว่ามีความถนัดในด้านนั้นมีโอกาสประสบความสำเร็จในด้านนั้นมากกว่า

แบบวัดความถนัดเฉพาะหรือความสามารถพิเศษ (Specific aptitude test) ซึ่งเป็นแบบวัดที่มุ่งวัดความสามารถเฉพาะอย่างของบุคคล ซึ่งไม่ใช่การวัดว่าบุคคลนั้นเรียนอะไรมาบ้างแล้ว แต่จะวัดว่า บุคคลนั้นสามารถเรียนอะไรได้บ้าง หรือวัดว่าถนัดในการทำอาชีพอะไร ดังนั้นแบบวัดความถนัดเฉพาะหรือความสามารถพิเศษ จึงเป็นแบบวัดเพื่อค้นหาแนวทางว่าบุคคลมี “หัว” หรือมีความถนัดด้านใดบ้าง เป็นต้น

แบบวัดความถนัดเฉพาะหรือความสามารถพิเศษ เริ่มนำไปใช้กันมากตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่ 2 ในปี ค.ศ. 1945 มีนักจิตวิทยาหลายท่านให้ความสนใจในเรื่องของการสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัด เพื่อใช้ในการให้คำปรึกษาและแนะแนวทางการศึกษาและอาชีพ และแบบวัดที่นิยมใช้กันมาก มีดังนี้

1. แบบวัดความถนัดของ GATB (General aptitude test battery)

กรมแรงงานของสหรัฐอเมริกา (The bureau of employment security) ได้สร้างแบบวัดความสามารถเฉพาะอย่าง (Specific jobs) ขึ้นในปี ค.ศ. 1946 จำนวน 59 ฉบับ มีชื่อว่า General aptitude test battery (GATB) ใช้วัดกับนักเรียนระดับเกรด 9-12 และผู้ใหญ่เพื่อใช้ในการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับอาชีพและมีการปรับปรุงจนกระทั่งได้แบบทดสอบรวมทั้งหมด 12 ฉบับ ดังนี้

1.1 การเปรียบเทียบชื่อ (Name comparison)

1.2 การคำนวณ (Computation)

1.3 ภาพสามมิติ (Three-dimension space)

1.4 คำศัพท์ (Vocabulary)

1.5 จับคู่เครื่องมือ (Tool matching)

1.6 เหตุผลทางเลขคณิต (Arithmetic reasoning)

1.7 จับคู่ภาพ (Form matching)

1.8 การทำเครื่องหมาย (Mark making)

1.9 การย้ายที่ (Place)

1.10 การใส่กลับคืน (Turn)

1.11 การรวมชิ้นส่วน (Assemble)

1.12 การแยกชิ้นส่วน (Disassemble)

แบบวัดทั้ง 12 ฉบับนี้ใช้วัดองค์ประกอบ9 องค์ประกอบ คือ(Gregory, 1996, pp. 301-302 citing United States Employment Service, 1970)

1. เชาว์ปัญญา (General learning ability) วัดได้จากคะแนนรวมของแบบวัดคำศัพท์ แบบวัดทางคณิตศาสตร์และแบบวัดภาพสามมิติ รวม 3 ฉบับ

2. ความถนัดทางภาษา (Verbal aptitude: V) วัดได้จากคะแนนของแบบวัดคำศัพท์

3. ความถนัดทางตัวเลข (Numerical aptitude: N) วัดได้จากคะแนนรวมของแบบวัดการคำนวณและแบบวัดเหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวม 2 ฉบับ

4. ความถนัดทางมิติสัมพันธ์ (Spatial aptitude: S) วัดได้จากคะแนนของแบบวัดภาพสามมิติ

5. การรับรู้แบบ (From perception: P) วัดได้จากคะแนนรวมของแบบวัดจับคู่เครื่องมือและแบบวัดจับคู่ภาพเรขาคณิต รวม 2 ฉบับ

6. การรับรู้ทางเสมียน (Clerical perception: Q) วัดได้จากคะแนนของแบบวัดเปรียบเทียบกลุ่มอักษรหรือชื่อต่าง ๆ

7. การประสานงานกลไกลของร่างกาย (Motor coordination: K) วัดได้จากคะแนนของแบบวัด การทำเครื่องหมาย

8. ความคล่องแคล่วในการใช้นิ้วมือ (Finger dexterity: F) วัดได้จากคะแนนของแบบวัดเครื่องมือรวมชิ้นส่วนและประกอบชิ้นส่วน

9. ความคล่องแคล่วในการใช้มือ (Manual dexterity: M) วัดได้จากคะแนนของแบบวัดเครื่องมือ การย้ายที่และการใส่คืน

แบบวัด GATB รวมเป็นชุดของแบบวัดความถนัดทางอาชีพได้ 36 อาชีพ เมื่อหาค่าความเที่ยงทั้งแบบคู่ขนานและแบบสอบซ้ำ ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดเท่ากับ 0.80-0.90 ความตรงตามสภาพของแบบวัดเมื่อเทียบกับผลสัมฤทธิ์ในอาชีพต่าง ๆ มีค่าเท่ากับ 0.20-0.50

2. แบบวัดความถนัดของ DAT (Differential aptitude test)

เบนเนห์ และไซมอน (Binet & Simon, 1907 อ้างถึงใน บุญชม ศรีสะอาด, มนตรี อนันตรักษ์ และนิภา ศรีไพโรจน์, 2521) ได้สร้างแบบวัดความถนัดขึ้นเพื่อใช้ให้คำปรึกษาและอาชีพที่มีชื่อว่า Differential aptitude test (DAT) ประกอบด้วยแบบวัดย่อย ๆ 8 ฉบับ ได้แก่

2.1 เหตุผลทางภาษา (Verbal ability)

2.2 ความสามารถทางตัวเลข (Numerical ability)

2.3 เหตุผลทางนามธรรม (Abstract reasoning)

2.4 ความรวดเร็วแม่นยำทางงานเสมียน (Clerical speed and accuracy)

2.5 เหตุผลทางจักรกล (Mechanical reasoning)

2.6 มิติสัมพันธ์ (Space relations)

2.7 สะกดคำ (Spelling)

2.8 การใช้ภาษา (Language usage)

ในจำนวนแบบวัดย่อยทั้ง 8 ฉบับ มีอยู่ 2 ฉบับที่วัดผลสัมฤทธิ์มากว่าวัดความถนัดคือ แบบวัดการสะกดคำ และแบบวัดการใช้ภาษา ผู้สร้างนำเอาแบบวัดทั้งสองฉบับมารวมกันเข้าไว้ในแบบวัดชุดนี้ เพราะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางภาษาเป็นองค์ประกอบสำคัญในทางการเรียนและการประกอบอาชีพในขั้นต่อไป

ค่าความเที่ยงของแบบวัด DAT หาได้โดยการแบ่งครึ่งข้อสอบแบบคู่ขนาน ได้ค่าความเที่ยง 0.79-0.91 ส่วนค่าความตรงได้หลายค่า ข้อมูลเหล่านี้ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับความตรงในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียน ทั้งด้านโปรแกรมการเรียนและโปรแกรมอาชีพ

แบบวัดนี้พิมพ์ครั้งแรกเมื่อ ปี ค.ศ. 1947 แล้วได้รับการปรับปรุงเรื่อยมาโดยในปี ค.ศ. 1963 ปรับปรุงเป็น ฟอร์ม L และ M และหลังจากนั้นอีก 10 ปี คือในปี ค.ศ. 1973 ได้ทำการปรับปรุงอีกครั้ง เป็นฟอร์มS และ T โดย George K.Benett, Harold G. Seashore and Alexander G. Wesman เป็นแบบวัดความถนัดที่สร้างเพื่อการแนะแนวเป็นสำคัญ การเสนอผลคะแนนเป็นแบบเส้นภาพ เพื่อจะได้รู้ว่าใครเก่งใครด้อยด้านใด โดยแบบวัดชุดนี้วัดความสามารถด้านต่าง ๆ 8 ด้าน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- Verbal Reasoning (VR) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลโดยใช้ภาษาเป็นสื่อสำคัญ ในแบบวัดนี้มุ่งวัดความสัมพันธ์ของมโนภาพทางภาษาโดยเอาคำที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การออกข้อสอบจึงเป็นแบบอุปมาอุปไมยด้านภาษา เช่น ถามว่าที่หนึ่งคู่หนึ่ง เสมือนที่สองคู่กับอะไร? ในแบบทดสอบฉบับนี้มีเทคนิคในการถาม โดยให้หาคำตอบมาคู่หนึ่งจากคำถามที่กำหนดไว้ เช่น ….. คู่กับกลางคืน เสมือนพระอาทิตย์คู่กับ ……. คำตอบ ก็คือ พระจันทร์ ……. กลางวัน ดังนี้ เป็นต้น

- Numerical Ability (NA) วัดความสามารถด้านตัวเลข ส่วนใหญ่วัดความเข้าใจในความสัมพันธ์และมโนภาพง่าย ๆ ในการใช้ตัวเลข คำถามหรือโจทย์โดยมากเป็นการคำนวณทางเลขคณิตมากกว่าแบบเลขคณิตเหตุผล ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ถ้อยคำภาษาจะได้เป็นคำถามที่วัดความสามารถด้านตัวเลขจริง ๆ โจทย์คำถามจึงมีแต่การบวก ลบ คูณ หาร ถอดราก และเศษส่วนเท่านั้น

- Abstract Reasoning (AR) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลโดยใช้อนุกรมของภาพ ในแต่ละข้อจะมีภาพทรงเรขาคณิตเปลี่ยนรูปเป็นอนุกรมอยู่ทางซ้ายมือ 4 รูป เพื่อให้ผู้พิจารณาว่ารูปเหล่านั้น มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไรแล้วก็ไปเลือกตอบในตัวเลือกที่ให้ไว้

- Clerical Speed and Accuracy (CSA) แบบวัดชุดนี้สร้างเพื่อวัดความสามารถในการพิจารณาสิ่งที่คล้ายหรือเหมือนกันได้ด้วยความรวดเร็วและแม่นยำ จุดมุ่งหมายเพื่อวัดความเร็วในการสังเกตพิจารณารู้ตำแหน่งที่แน่นอนและความรวดเร็วในการตอบนั่นเอง แบบวัดจึงมีหลายข้อทำให้เวลาในการทำน้อยมาก มี 200 ข้อ ให้เวลาเพียง 6 นาที เท่านั้น ผู้ที่ทำคะแนนแบบวัดแบบนี้ได้ดี จึงเป็นคนรวดเร็ว ว่องไว ทำงานคล่องแคล่ว

- Mechanical Reasoning (MR) เป็นการวัดความสามารถด้านเหตุผลเชิงกล ข้อสอบแต่ละข้อจะเป็นรูปภาพเกี่ยวกับกลศาสตร์ทั้งนั้นแต่เป็นภาพที่อาศัยหลักการง่าย ๆ เช่น เขียนภาพชาย 2 คน ยกของชิ้นหนึ่งวางบนแผ่นไม้ยาวพอประมาณ แล้วให้ของสิ่งนั้นอยู่ใกล้คนใดคนหนึ่ง ถามว่าคนไหนจะรับน้ำหนักมากกว่า ดังนี้ เป็นต้น

- Space Relations (SR) วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของรูปทรง 3 มิติในแบบวัดนี้มุ่งวัดว่าการมองเห็นวัตถุที่มีรูปร่างอย่างหนึ่งแบนราบพอพับขึ้นหรือประกอบขึ้นแล้วจะเป็นรูปใด การพับหรือประกอบขึ้นนี้ใช้พิจารณาการของสมองนึกคิดเอา ไม่ใช่ ลงมือพับจริงเปรียบเสมือนเห็นกล่องชอล์กที่แบบราบแล้วขาดบางส่วนไป เราลองจินตนาการดูว่าถ้าพับเป็นกล่องแล้วรูปร่างด้านใดจะหายขาดไป ดังนี้ เป็นต้น

- Spelling (SP) วัดความสามารถด้านการจำคำศัพท์ว่าคำใดเขียนผิดหรือเขียนถูก ในแบบวัด ชุดนี้จะมีคำศัพท์ให้เป็นจำนวนมาก การตอบในกระดาษคำตอบก็เพียงแต่ตอบว่าเขียนถูกหรือผิดเท่านั้น ศัพท์ที่ใช้เลือกจากศัพท์ที่นักเรียนมักเขียนผิด

- Language Usage (LU) แบบวัดนี้เป็นการวัดความสามารถด้านการใช้ภาษา เรียกว่าวัดทักษะเบื้องต้นด้านภาษาก็ได้ ถ้าดูจากคำถามแล้วจะเห็นว่า มุ่งวัดความเก่งและความอ่อน เรื่องไวยากรณ์ เครื่องหมายวรรคตอนและการใช้คำโดยการแบ่งประโยคเป็น 5 ตอน ให้ผู้ตอบพิจารณาดูว่าตอนใดผิด

แบบวัด DAT นิยมใช้การแนะแนวเป็นอย่างมาก เพราะสร้างและวิจัยไว้อย่างดี การแปลความหมายมีประโยชน์กว่าประเภทวัดเชาว์ปัญญาทั่วไป แต่ถ้าต้องการวัดสิ่งนี้ก็ใช้ VR+NA ได้อย่างดี

3. แบบวัดความถนัดของ ASVAB (The armed services vocational aptitude battery)

แบบวัด ASVAB เป็นแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบันของสหรัฐอเมริกาอีกแบบหนึ่งคือ The armed services vocational aptitude battery (ASVAB) เพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในอาชีพต่าง ๆ โดยพิจารณาตามศักยภาพของบุคคลมากกว่าจะใช้การวัดทางสติปัญญาทั่วไปแบบวัดนี้แบ่งออกเป็นแบบวัดย่อย 10 แบบ ประกอบด้วย

3.1 วัดความรู้ในด้านคำศัพท์ (Word knowledge) จำนวน 35 ข้อ

3.2 วัดการเข้าใจในบทความ (Paragraph comprehension) จำนวน 15 ข้อ

3.3 วัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics knowledge) จำนวน 25 ข้อ

3.4 วัดเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Arithmetic reasoning) จำนวน 30 ข้อ

3.5 วัดความรู้ในศาสตร์ทั่วไป (General science) จำนวน 25 ข้อ

3.6 วัดความรู้การปฏิบัติงานในโรงงาน (Auto and shop information) จำนวน 25 ข้อ

3.7 วัดความเข้าใจทางจักรกล (Mechanical comprehension) จำนวน 25 ข้อ

3.8 วัดความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics information) จำนวน 25 ข้อ

3.9 วัดการดำเนินการทางด้านตัวเลข (Numeric operation) จำนวน 50 ข้อ

3.10 วัดความสามารถทางการประกอบภาพ (Assembling) ในทางทหารเรือจะประยุกต์ใช้แบบวัดด้านนี้เป็นแบบวัดด้านการใช้รหัส (Coding speed) เพื่อวัดความเร็วจำนวน 85 ข้อ

จะเห็นได้ว่าแบบวัดย่อยทั้งหมดนี้มีจำนวนข้อสอบ อยู่ระหว่าง 15 ถึง 85 ข้อ และจะใช้เวลาในการทดสอบระหว่าง 3 ถึง 36 นาที โดยจะเป็นทั้งแบบวัดธรรมดาและแบบวัดความเร็ว (Speed test)

4. แบบวัดความถนัดทางอาชีพของ OASIS (Occupational aptitude survey and interest schedule)

ปาร์คเกอร์ (Parker) อาจารย์จากมหาวิทยาลัยเท็กซัสออสติน (The University of Texas at Austin) ได้สร้างแบบวัดความถนัดทางอาชีพและแบบวัดความสนใจในอาชีพ (Occupational aptitude survey and interest schedule: OASIS) ขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1893 โดยเรียกว่าเป็นแบบวัดความถนัด Aptitude survey: AS เพื่อใช้วัดความถนัดทางอาชีพ มีองค์ประกอบในการวัด 6 องค์ประกอบ ดังนี้ (Randall, 1994, p. 155 อ้างถึงใน จุไรพร ตรังปราการ, 2548)

1. ความสามารถทั่วไป (General: G)
2. ความถนัดทางภาษา (Verbal: V)
3. ความถนัดทางตัวเลข (Numerical: N)
4. ความถนัดทางมิติสัมพันธ์ (Spatial: S)
5. ความถนัดทางการับรู้ (Perceptual: P)
6. ความคล่องแคล่วในการใช้มือ (Manual dexterity)

ต่อมาในปี ค.ศ. 1991 ได้สร้าง Occupational aptitude survey and interest schedule (OASIS-2) วัดความถนัด Aptitude Survey: AS ซึ่งมีองค์ประกอบในการวัด ดังนี้

1. ความสามารถทั่วไป (General ability)
2. ความถนัดทางภาษา (Vocabulary)
3. ความถนัดทางตัวเลข (Numerical)
4. ความถนัดทางมิติสัมพันธ์ (Spatial relation)
5. ความคล่องแคล่วในการใช้มือ (Manual dexterity)

ในปี ค.ศ. 2002 ได้สร้างแบบวัดความถนัดทางอาชีพ Occupational aptitude survey and interest schedule (OASIS-3) ในส่วนของการวัดความถนัด Aptitude survey: AS ซึ่งมีองค์ประกอบในการวัด 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความสามารถทั่วไป (General ability: G)
2. ความถนัดทางภาษา (Verbal aptitude: V)
3. ความถนัดทางตัวเลข (Numerical aptitude: N)
4. ความถนัดทางมิติสัมพันธ์ (Spatial aptitude: S)
5. ความถนัดทางการับรู้ (Perceptual aptitude: P)
6. ความคล่องแคล่วในการใช้มือ (Manual dexterity: M)

โดยใช้แบบวัดความถนัด 5 ฉบับ ในการวัด 6 องค์ประกอบ ดังนี้ (Parker, 2002, p. 4)

1. แบบวัดทางภาษา (Vocabulary: V)

2. แบบวัดการคำนวณ (Computation: C)

3. แบบวัดมิติสัมพันธ์ (Spatial Relation: SR)

4. แบบวัดการเปรียบเทียบคำ (Word Comparison: WC)

5. แบบวัดการทำเครื่องหมาย (Making Marks: MM)

แบบทดสอบสำหรับการวัดความถนัดทางอาชีพ OASIS: AS ทั้ง 6 องค์ประกอบมี ดังนี้

1. ความสามารถทั่วไป (General Ability: G) วัดได้จากคะแนนรวมของแบบวัดความถนัดทางภาษา (Vocabulary: V) และแบบทดสอบการคำนวณ (Computation: C)

2. ความถนัดทางภาษา (Verbal Aptitude: V) วัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบทางภาษา (Vocabulary: V)

3. ความถนัดทางตัวเลข (Numerical Aptitude: N) วัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบการคำนวณ (Computation: C)

4. ความถนัดทางมิติสัมพันธ์ (Spatial Aptitude: S) วัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ (Spatial Relation: SR)

5. ความถนัดทางการับรู้ (Perceptual Aptitude: P) วัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบการเปรียบเทียบคำ (Word Comparison: WC)

6. ความคล่องแคล่วในการใช้มือ (Manual Dexterity: M) วัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบการทำเครื่องหมาย (Making Marks: MM)

5. แบบวัดความถนัดเฉพาะวิชาชีพของ ฟลานาแกน (Flanagan aptitude classification tests: FACT) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1957 โดยจอห์น ซี ฟลานาแกน (John C. Flanagan) จากการวิเคราะห์คุณลักษณะของงาน (Job Analysis) ในวิชาชีพต่าง ๆ จนได้เป็นแบบวัดความถนัดในการประกอบอาชีพต่าง ๆ รวมทั้งหมด 38 อาชีพ แบบวัดความถนัดของ FACT นี้ แบ่งออกเป็น 19 แบบวัดย่อย (Subtests) ได้แก่

แบบวัดย่อยที่ 1 Inspection ใช้วัดความสามารถในการค้นหาความบกพร่องหรือความไม่สมบูรณ์แบบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่กำหนดให้ เป็นการวัดการสังเกตด้วยความรอบคอบและรวดเร็ว

แบบวัดย่อยที่ 2 Mechanics ใช้ความสามารถในการเข้าใจความสัมพันธ์ของเครื่องกล

แบบวัดย่อยที่ 3 Table ใช้วัดความสามารถด้านเข้าใจการอ่านความสัมพันธ์ของข้อมูลที่บรรจุในตารางลักษณะต่าง ๆ

แบบวัดย่อยที่ 4 Reasoning ใช้วัดความสามารถในการเข้าใจคณิตศาสตร์เหตุผลที่วัดมโนภาพและความเกี่ยวพันของตัวแปรในโจทย์คณิตศาสตร์

แบบวัดย่อยที่ 5 Vocabulary ใช้วัดความสามารถด้านภาษาโดยให้หาความหมายของคำศัพท์ที่ยาก

แบบวัดย่อยที่ 6 Assembly ใช้วัดความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบของสิ่งต่าง ๆ นำมาประกอบเป็นรูป ส่วนใหญ่เป็นส่วนประกอบของเครื่องกล

แบบวัดย่อยที่ 7 Judgment and Comprehension ใช้วัดความสามารถด้านความเข้าใจภาษาโดยใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินเพื่อลงสรุป

แบบวัดย่อยที่ 8 Component ใช้วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ลักษณะซ่อนภาพ

แบบวัดย่อยที่ 9 Planning ใช้วัดความสามรถในการวางแผนและจัดระบบตามลำดับขั้นให้บรรลุตามเป้าหมาย

แบบวัดย่อยที่ 10 Arithmetic ใช้วัดความสามารถด้านทักษะการคำนวณ แต่ไม่มีการใช้ภาษาประกอบ

แบบวัดย่อยที่ 11 Ingenuity ใช้วัดความสามารถในการคิดปัญหาทางภาษาในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างมีประสิทธิภาพ

แบบวัดย่อยที่ 12 Scales ใช้วัดความสามารถในการอ่านโค้งที่เกิดจากตัวแปร 2 ตัว

แบบวัดย่อยที่ 13 Expression ใช้วัดความสามารถในด้านหลักภาษาวัดการแสดงออกในการใช้ภาษาเขียนเป็นสำคัญ มีหลักการสร้างประโยคและใช้คำถูกต้องเพียงใด

แบบวัดย่อยที่ 14 Precision ใช้วัดความสามารถในการปฏิบัติการอย่างหนึ่งอย่างระมัดระวังมิให้เกิดความผิดพลาดคลาดเคลื่อน

แบบวัดย่อยที่ 15 Alertness ใช้วัดความฉับไวหรือตื่นตัวอย่างรวดเร็วในการสังเกตจุดอันตรายต่าง ๆ อันจะเกิดขึ้น ณ สถานที่ใดที่หนึ่ง

แบบวัดย่อยที่ 16 Coordination ใช้วัดความสามารถด้านประสาทสัมผัสทางมือว่ามีความเร็วและแม่นยำเพียงใด

แบบวัดย่อยที่ 17 Patterns ใช้วัดความสามารถในการคัดลอกรูปแบบเก่ามาทำใหม่ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

แบบวัดย่อยที่ 18 Coding ใช้วัดความจำในการกำหนดชื่ออย่างใดอย่างหนึ่งอย่างรวดเร็ว

แบบวัดย่อยที่ 19 Memory ใช้วัดความสามารถในการจำโดยตรง โดยให้อ่านสิ่งที่กำหนดแล้วถามความจำจากสิ่งนั้น

จากแบบวัดย่อยทั้ง 19 ฉบับที่กล่าวมา ฟลานาแกนได้วิเคราะห์งานแต่ละอาชีพแล้วพบว่า มีองค์ประกอบที่สำคัญในการประกอบอาชีพต่าง ๆ มีดังนี้

1. ความถนัดทางการเรียน (College aptitude) หมายถึง ความสามารถที่จะเรียนได้สำเร็จในระดับวิทยาลัย ชุดของแบบวัดที่ใช้ประกอบด้วย

1.1 การใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning)

1.2 ความสามารถในการใช้ศัพท์ (Vocabulary)

1.3 การตัดสินใจโดยอาศัยความเข้าใจภาษา (Judgment-comprehension)

1.4 ความสามารถในการใช้หลักภาษา (Expression)

2. อาชีพวิศวกรด้านต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมเคมี วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมอุตสาหกรรม วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมยานยนต์ วิศวกรรมเหมืองแร่ วิศวกรรมน้ำมัน ประกอบด้วยแบบวัดย่อย 7 ฉบับ ดังนี้

2.1 การเข้าใจความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanics)

2.2 การใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning)

2.3 การประกอบภาพโดยใช้ชิ้นส่วน (Assembly)

2.4 การตัดสินใจโดยอาศัยความเข้าใจภาษา (Judgment-comprehension)

2.5 มิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ (Components)

2.6 การอ่านมาตรสเกล (Scales)

2.7 การคัดลอกรูปแบบ (Patterns)

3. อาชีพทางช่างกล ฟลานาแกนได้วิเคราะห์ พบว่าประกอบด้วยแบบวัดย่อย 6 ฉบับ ดังนี้

3.1 การเข้าใจความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanics)

3.2 การประกอบภาพโดยใช้ชิ้นส่วน (Assembly)

3.3 มิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ (Components)

3.4 ด้านตัวเลข (Arithmetic)

3.5 การอ่านมาตรสเกล (Scales)

3.6 การพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness)

4. อาชีพทางช่างยนต์ ประกอบด้วยแบบวัดย่อย 6 ฉบับ ดังนี้

4.1 การเข้าใจความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanics)

4.2 การประกอบภาพโดยใช้ชิ้นส่วน (Assembly)

4.3 มิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ (Components)

4.4 การอ่านมาตรสเกล (Scales)

4.5 การควบคุมการเคลื่อนไหวของมือ (Coordination)

4.6 การคัดลอกรูปแบบ (Patterns)

5. อาชีพทางช่างก่อสร้าง ประกอบด้วยแบบวัดย่อย 4 ฉบับ ดังนี้

5.1 การคัดลอกรูปแบบ (Patterns)

5.2 การอ่านมาตรสเกล (Scales)

5.3 การควบคุมการเคลื่อนไหวของมือ (Coordination)

5.4 การวางแผน (Planning)

6. อาชีพทางช่างออกแบบสาขาต่าง ๆ ประกอบด้วยแบบวัดย่อย 7 ฉบับ ดังนี้

6.1 การเข้าใจความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanics)

6.2 การประกอบภาพโดยใช้ชิ้นส่วน (Assembly)

6.3 การตัดสินใจโดยอาศัยความเข้าใจภาษา (Judgment-comprehension)

6.4 มิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ (Components)

6.5 การควบคุมการเคลื่อนไหวของมือ (Coordination)

6.6 การอ่านมาตรสเกล (Scales)

6.7 การคัดลอกรูปแบบ (Patterns)

7. อาชีพทางช่างไฟฟ้าและช่างอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ประกอบด้วยแบบวัดย่อย 5 ฉบับ ดังนี้

7.1 การเข้าใจความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanics)

7.2 การประกอบภาพโดยใช้ชิ้นส่วน (Assembly)

7.3 การตัดสินใจโดยอาศัยความเข้าใจภาษา (Judgment-comprehension)

7.4 ความแม่นยำในการใช้มือ (Precision)

7.5 การพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness)

สรุปว่า ฟลานาแกนได้วิเคราะห์งานในอาชีพช่างวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมเคมี วิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมอุตสาหกรรม และอาชีพทางช่างกล พบว่ามีองค์ประกอบร่วม ได้แก่

1. การเข้าใจความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanics)
2. การใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning)
3. การประกอบภาพโดยใช้ชิ้นส่วน (Assembly)
4. การอ่านมาตรสเกล (Scales)

ซึ่งแบบวัดย่อยแต่ละฉบับมีลักษณะ ดังนี้

1. การเข้าใจความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanics) เป็นแบบวัดความสามารถในการเข้าใจความสัมพันธ์ของเครื่องกล ซึ่งแบบวัดแต่ละตอนจะมีสถานการณ์เป็นภาพเกี่ยวกับเครื่องกลและมีข้อคำถามภาพละ 2-5 ข้อ ว่าเข้าใจในภาพที่กำหนดให้เพียงใด

2. การใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning) เป็นแบบวัดความสามารถในเนื้อหาคณิตศาสตร์เชิงเหตุผล ที่วัดมโนภาพความสัมพันธ์ของตัวแปรในโจทย์คณิตศาสตร์นั้น ๆ

3. การประกอบภาพโดยใช้ชิ้นส่วน (Assembly) เป็นแบบวัดความสามารถในด้านการมองเห็นส่วนประกอบของสิ่งต่าง ๆ เมื่อนำมาประกอบกันแล้วเป็นรูปใด ส่วนใหญ่เป็นชิ้นส่วนของเครื่องกลซึ่งถอดวางเรียงรายไว้ในตัวโจทย์

4. การอ่านมาตรสเกล (Scales) เป็นแบบวัดความสามารถในด้านการอ่านโค้งที่เกิดจากตัวแปร 2 ตัว เช่น โค้งที่เกิดจากอุณหภูมิกับเวลาเป็นนาที โดยเขียนความเกี่ยวพันของตัวแปรเป็นโค้งต่าง ๆ ในตารางมาตรฐาน เช่น ถามว่า เวลาเท่านั้นนาที อุณหภูมิเป็นท่าใดในโค้ง หรืออาจจะเป็นการหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาของโค้งเดียวกันได้

แบบวัดความถนัดเฉพาะของฟลานาแกน (Flanagan aptitude classification tests: FACT) เป็นที่ใช้กันอย่างกว้างขว้างสำหรับการคัดเลือกอาชีพและการแนะแนวอาชีพ ซึ่งชุดของแบบวัด FACT จาก Reid London House จะช่วยวัดความถนัดของแต่ละบุคคลสำหรับงานในแต่ละอาชีพ

แบบวัดความถนัดเฉพาะหรือแบบวัดความถนัดทางอาชีพ ที่กล่าวมาทั้งหมด เป็นแบบวัดมาตรฐานที่นิยมใช้มากในต่างประเทศ เพื่อนำไปใช้ในการสอบคัดเลือกบุคคลเข้าเรียนต่อ หรือคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานตามอาชีพต่าง ๆ เป็นแบบวัดที่สร้างขึ้นตามของทฤษฎี Thurstone แบบทดสอบย่อยของแบบวัดเหล่านี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันสูง ซึ่งหมายความว่าสิ่งที่ได้จากการวัดเป็นความสามารถทั่วไปทางสมอง (Kranzler & Jensen, 1991, Kyllonen, 1993 cited Salgado, Anderson, Moscoso, Bertua, Fruyt & Rolland, 2003) และแบบวัดเหล่านี้มีองค์ประกอบย่อยบางอย่างที่เหมือนกัน ดังตารางแสดงการเปรียบเทียบที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของแบบวัดความถนัดทางอาชีพ

แบบวัด GATB	แบบวัด DAT	แบบวัด ASVAB	แบบวัด OASIS	แบบวัด FACT
1. Name comparison	1. Verbal ability	1. General science	1. General ability	1. Inspection
2. Computation	2. Numerical ability	2. Arithmetic reasoning	2. Verbal aptitude	2. Mechanic
3. 3-dimension space	3. Abstract reasoning	3. Word knowledge	3. Numerical aptitude	3. Table
4. Vocabulary	4. Clerical speed and accuracy	4. Paragraph comprehension	4. Spatial aptitude	4. Reasoning
5. Tool matching	5. Mechanical reasoning	5. Numeric Operation	5. Perceptual aptitude	5. Vocabulary
6. Arithmetic reasoning	6. Space relations	6. Coding speed	6. Manual dexterity	6. Assembly
7. Form matching	7. Spelling	7. Auto and shop		7. Judgment and comprehension
8. Mark making	8. Language usage	8. Mathematic knowledge		8. Component
9. Place		9. Mechanical comprehension		9. Planning
10. Turn		10. Electronic information		10. Arithmetic
11. Assemble				11. Ingenuity
12. Disassemble				12. Scales
				13. Expression
				14. precision
				15. Alertness
				16. Coordination
				17. patterns
				18. Coding
				19. Memory

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าแบบวัดความถนัดเฉพาะ หรือแบบวัดความถนัดทางอาชีพ ทั้ง 5 ประเภท คือ GATB, DAT, ASVAB, OASIS และ FACT ที่กล่าวมา มีชุดองค์ประกอบของแบบวัดหลายฉบับที่มีลักษณะเหมือนกันหรือคล้ายกันในทางการวัด

นอกจากแบบวัดความถนัดทางอาชีพที่กล่าวมา ยังมีแบบวัดความถนัดอื่น ๆ อีกมากมายหลายชนิดที่หน่วยงานต่าง ๆ ได้สร้างและพัฒนาขึ้น เพื่อความเหมาะสมในบริบท ความเหมาะสมในตัวบุคคล เหมาะสมในสาขาวิชา หรือเหมาะสมตามประเภทอาชีพ เพราะมนุษย์มีความแตกต่างกันทั้งด้านร่างกายและสมรรถภาพทางสมอง (Mental ability) ฉะนั้นแต่ละคนจึงมีความเหมาะสมในอาชีพที่แตกต่างกันออกไป ถ้าหากบุคคลนั้นได้เรียนหรือประกอบอาชีพที่ตนถนัดแล้ว ย่อมทำให้บุคคลนั้นเรียนหรือประกอบอาชีพนั้น ๆ สำเร็จได้เป็นอย่างดี

ใน New York ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้สร้างแบบวัดการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติ หรือฝึกประสบการณ์ โดยแบบวัดนั้นมีจุดประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการคัดเลือกนักเรียนเข้าศึกษาต่อสายอาชีพ และเตรียมความพร้อมของผู้เรียนที่จะนำไปใช้ในการประกอบอาชีพ โดยแบบวัดที่นำมาใช้นั้นเป็นแบบวัดความสามารถเฉพาะในทางช่างหรือเครื่องกล มีองค์ประกอบทางคณิตศาสตร์และองค์ประกอบย่อยทางช่าง ดังนี้ (Learning Express Mechanical & Spatial Aptitude, 2001, p. 23)

1. คณิตศาสตร์ช่าง (Shop arithmetic)
2. ความรู้ในเครื่องมือช่าง (Tool knowledge)
3. ความเข้าใจในเครื่องกล (Mechanical insight)
4. ความรู้ในเครื่องกล (Mechanical knowledge)
5. มิติสัมพันธ์ซ่อนภาพ (Hidden figures)
6. การนับจำนวนภาพ 3 มิติ (Block counting)
7. การหมุนภาพ (Rotated block)
8. การจับคู่ (Matching pieces and ports)
9. การเติมในส่วนที่ขาดหายไป (Spatial analysis)
10. การลอกแบบ (Understanding patterns)
11. ประสาทสัมผัสของมือและตา (Eye-hand coordination)
12. การอ่านแผนที่ (Reading maps)
13. การเข้าใจในสัญลักษณ์ (Symbol series)
14. ความคล้ายกันในเครื่องหมาย (Symbol analogies)
15. การแยกและรวมชิ้นส่วน (Sorting and classifying figures)
16. แบบสอบด้านเหตุผล (Series reasoning tests)

ในปี ค.ศ. 2009 Soumi Awasthy and Gurpreet Kaur (2009) ได้สร้างชุดของแบบวัดความถนัดสำหรับการคัดเลือกคนเพื่อบรรจุในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ในกองทัพบกของประเทศอินเดีย โดยชุดของแบบวัดความถนัดประกอบด้วย 14 ด้าน ดังนี้

1. การพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness)
2. การสังเกต (Observation)
3. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability)
4. การรับรู้รูปแบบ (From perception)
5. ความเร็วในการรับรู้ (Perceptual speed)
6. การเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial learning)
7. ช่วงเวลาในการจำ (Memory span)
8. ความเชี่ยวชาญในศาสตร์ (Science proficiency)
9. ความรู้ทางภาษาอังกฤษ (English knowledge)
10. การมองเห็น (Visualization)
11. เหตุผลทั่วไป (General reasoning)
12. ความรู้ด้านจักรกล (Mechanical knowledge)
13. การเคลื่อนไหวของตาและมือ (Eye hand coordination)
14. ความสามารถในการจำแนก (Visual discrimination)

Pearson Performance Solution (2006) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของแบบวัดความถนัดของ ฟลานาแกน และพบว่าแบบวัดความถนัดเฉพาะของฟลานาแกน มีความสัมพันธ์กับทักษะของงานและเกรดเฉลี่ยจากโรงเรียน จำนวน 16 ฉบับ และแบบวัดทั้ง 16 ฉบับนี้สามารถนำไปใช้วัดทักษะที่สำคัญจำเป็นของแต่ละบุคคลสำหรับอาชีพต่าง ๆ ได้ และแบบวัดนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกเข้าศึกษาต่อ และการให้คำปรึกษาด้านอาชีพ แบบวัดทั้ง 16 ฉบับ มีดังนี้

1. แบบวัดการสังเกตรอบคอบและรวดเร็ว (Inspection)
2. แบบวัดการใช้รหัส (Coding)
3. แบบวัดการจำ (Memory)
4. แบบวัดความแม่นยำในการตัดสินใจ (Precision)
5. แบบวัดการประกอบชิ้นส่วน (Assembly)
6. แบบวัดการอ่านมาตรสเกล (Scales)
7. แบบวัดการเคลื่อนไหวของมือ (Coordination)
8. แบบวัดความเข้าใจภาษา (Judgment and comprehension)

9. แบบวัดคณิตศาสตร์ (Arithmetic)

10. แบบวัดการเขียนแบบ (Patterns)

11. แบบวัดการหาส่วนประกอบย่อย (Components)

12. แบบวัดในการอ่านตาราง (Tables)

13. แบบวัดเชิงจักรกล (Mechanics)

14. แบบวัดการใช้ภาษา (Expression)

15. แบบวัดเหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Reasoning)

16. แบบวัดการแก้ปัญหาทางภาษา (Ingenuity)

จากรายงานการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการคุณภาพของแรงงานในภาคส่วนอุตสาหกรรม ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เมื่อปี พ.ศ. 2548 (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2549) ว่า อุตสาหกรรมมีความต้องการแรงงานในคุณลักษณะที่สำคัญจำเป็น ดังนี้

1. ด้านความรู้และทักษะการติดต่อสื่อสาร (ฟัง พูด อ่าน เขียน) ทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ภาษาจีน เป็นต้น

2. ความรู้และทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ตัวเลข และการคำนวณเบื้องต้น

3. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาในงาน

4. ความรู้ทักษะในการบริหารจัดการ

5. ความรู้และทักษะในการทำงานเป็นทีมกับคนที่หลากหลาย

6. ความรู้และทักษะในการพัฒนาตนอย่างต่อเนื่อง

7. ความรู้ความสามารถลักษณะ Multi skill รู้ทักษะวิชาชีพที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับงาน มีประสิทธิภาพสูงในการทำงาน

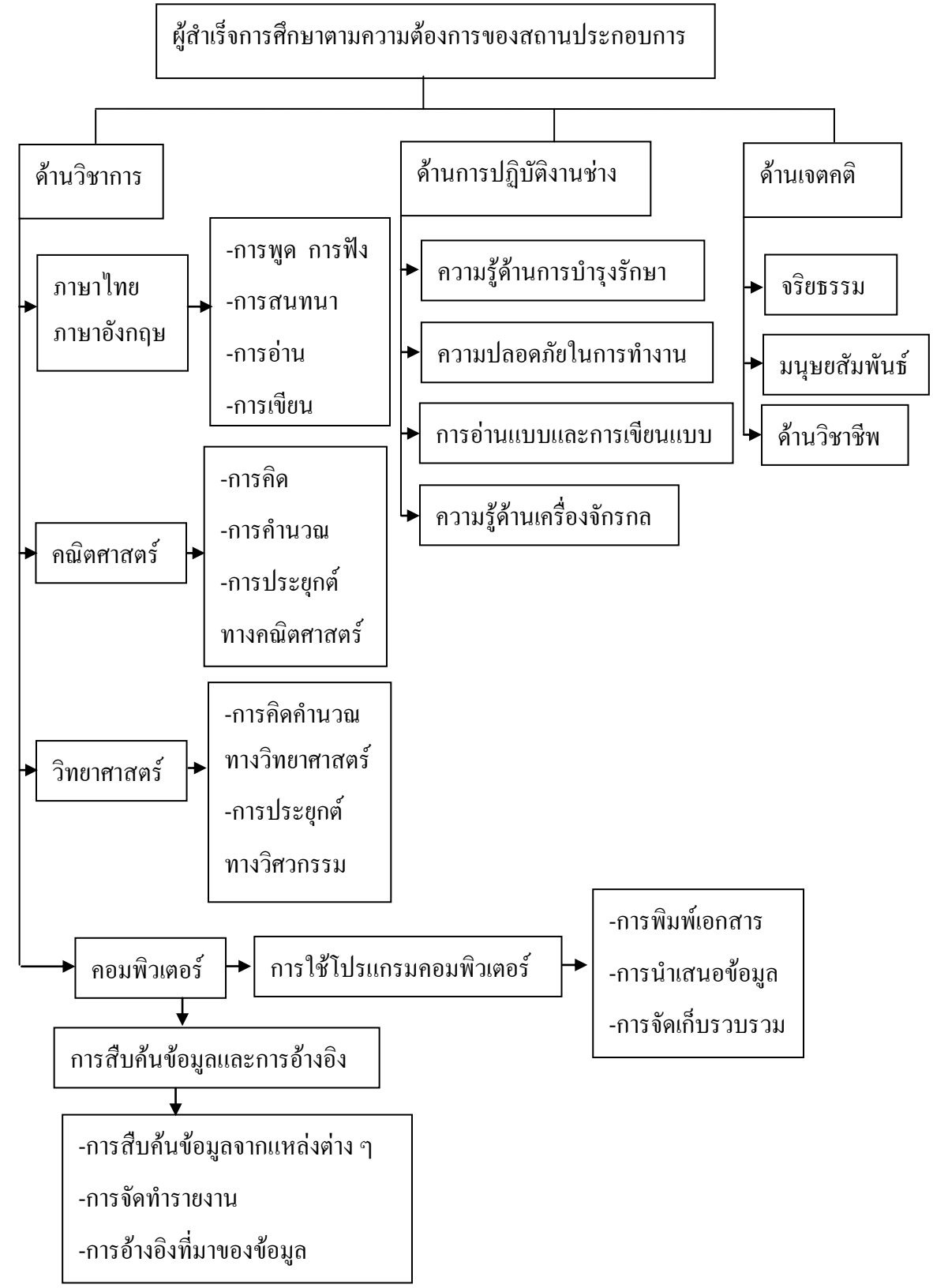
8. ความรู้ทักษะเชิงช่างพื้นฐาน

9. ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ วิธีการทำงานและบริการเพื่อเพิ่มมูลค่า

จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญในการเขียนหลักสูตรถึงความสามารถพื้นฐานหรือความสามารถเชิงพฤติกรรม (Input) ของช่างอุตสาหกรรมที่ให้ผลที่สอดคล้องตรงกับผลผลิต (Product) ตามที่หลักสูตรช่างอุตสาหกรรมต้องการ โดยศึกษาจากคุณสมบัติของหลักสูตรช่างอุตสาหกรรม 9 แผนก ได้แก่ ช่างเขียนแบบเครื่องกล ช่างกลโรงงาน ช่างเชื่อม ช่างท่อและประสาน ช่างกลเกษตร ช่างก่อสร้าง ช่างไฟฟ้า ช่างอิเล็กทรอนิกส์ และช่างยนต์ สรุปเป็นองค์ประกอบ ได้ดังนี้ (จันทรา ประเสริฐสกุล, 2542)

1. ความสามารถในการมีเหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถพื้นฐานทางกลศาสตร์เบื้องต้น
3. มิติสัมพันธ์ซ่อนภาพและการมองภาพในสามมิติ
4. ความสามารถในการประกอบชิ้นส่วน
5. ความสามารถในการอ่านเส้นโค้ง กราฟ และอ่านค่าตาราง
6. ความสามารถด้านการลอกแบบ
7. ความสามารถด้านการวางแผน
8. ความสามารถด้านการควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ
9. ความสามารถด้านการระมัดระวัง รอบคอบ ตำแหน่งหรือจุดที่เป็นอันตราย
10. ความสามารถด้านการพิจารณาตัดสิน โดยอาศัยการเข้าใจภาษา
11. ความสามารถด้านการรับรู้

จากการรายงานการศึกษาความสอดคล้องของสมรรถนะผู้สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตามความต้องการของสถานประกอบการ พบว่า สถานประกอบการต้องการผู้สำเร็จการศึกษาที่มีทักษะในด้านวิชาการ ทักษะการปฏิบัติงานช่าง และทักษะด้านเจตคติ สรุปได้ดังแผนภาพที่ 8 (สุจิน สุนีย์, ธีรเวท ฐิติกุล, รัฐพล จินะวงค์ และวิโรจน์ สุขนารี, 2551)



ภาพที่ 9 ทักษะของผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรอุตสาหกรรมบัณฑิต ตามความต้องการของสถานประกอบการ

จากแผนภาพที่ 9 จะเห็นว่าผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรอุตสาหกรรมบัณฑิต ตามความต้องการของสถานประกอบการ ต้องเป็นผู้มีคุณสมบัติในเชิงวิชาการ ดังนี้ 1) มีความรู้ในด้านภาษา ที่เกี่ยวกับทักษะการพูด การอ่าน การฟังการเขียน 2) มีความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวกับทักษะ การคิดคำนวณ การประยุกต์ทางคณิตศาสตร์ การประยุกต์ทางวิศวกรรม 3) มีทักษะด้านคอมพิวเตอร์ การเก็บข้อมูลการนำเสนอข้อมูล เป็นผู้ที่มีคุณสมบัติในเชิงการปฏิบัติงานช่าง ดังนี้ 1) ต้องมีทักษะด้านเครื่องกล เครื่องจักร การเขียนแบบ ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน 2) การดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือช่าง และนอกจากนี้ยังเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติทางด้านเจตคติที่ดี มีคุณธรรม จริยธรรมด้านวิชาชีพ มีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี

ตอนที่ 3 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

สาขาวิชาเครื่องกล

จุดประสงค์

1. เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับภาษา สังคม วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สุขศึกษาพลานามัยนำมาใช้ในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพให้มีความเจริญก้าวหน้า
2. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการในงานอาชีพสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพเครื่องกล ให้ทันต่อเทคโนโลยีและมีความเจริญก้าวหน้าในอาชีพ
3. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทำงาน ในกลุ่มงานพื้นฐานอุตสาหกรรมการอ่านแบบเขียนแบบ การเลือกใช้วัสดุ งานปรับและใช้เครื่องมือกล
4. เพื่อให้สามารถบริการเครื่องยนต์ ระบบส่งกำลังรถยนต์ เครื่องล่างรถยนต์ และไฟฟ้ารถยนต์
5. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานในสาขางานยานยนต์ หรือสาขางานเครื่องกลอุตสาหกรรม หรือสาขางานเครื่องกลเรือ หรือสาขางานเครื่องกลเกษตร
6. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานเครื่องกลในสถานประกอบการ และประกอบอาชีพอิสระใช้ความรู้ และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นได้
7. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัยเป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อสังคม

มาตรฐานวิชาชีพ

1. สื่อสาร แสวงหาความรู้เสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างภาษากับเทคนิคในงานอาชีพ
2. ใช้หลักธรรมทางศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม คุณธรรมจริยธรรมทางสังคม ตลอดจนการสร้างเสริมสุขภาพพลานามัยและการป้องกันโรคกับตนเองและครอบครัว

3. แก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการแก้ปัญหา

4. ดำเนินงานจัดการธุรกิจขนาดย่อม บริหารงานคุณภาพ เพิ่มผลผลิตขององค์กร สิ่งแวดล้อมอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในองค์กรและชุมชน

5. ใช้คอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ

6. อ่านแบบ เขียนแบบเทคนิคและเลือกใช้วัสดุอุตสาหกรรม

7. ประกอบ ทดสอบวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

8. เชื่อมโลหะและประกอบขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นเบื้องต้น

9. ถอด ตรวจสอบและประกอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์

10. ปรับ แปรรูปและขึ้นรูปงานด้วยเครื่องมือกล

11. บำรุงรักษาเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลตามคู่มือ

12. ถอดประกอบเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลตามคู่มือ

13. บำรุงรักษาคลัตช์ เกียร์และเพลาขับตามคู่มือ

14. ถอดประกอบคลัตช์ เกียร์และเพลาขับตามคู่มือ

15. บำรุงรักษาระบบรองรับ บังคับเลี้ยวและเบรกตามคู่มือ

16. ถอดประกอบระบบรองรับ บังคับเลี้ยวและเบรกตามคู่มือ

17. บำรุงรักษา แบตเตอรี่ ระบบสตาร์ท ระบบประจุไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบไฟเตือนและสัญญาณตามคู่มือ

สาขางานยานยนต์

18. ซ่อมเครื่องยนต์แก๊สโซลีนตามคู่มือ

19. ซ่อมเครื่องยนต์ดีเซลตามคู่มือ

20. ซ่อมเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและดีเซลตามคู่มือ

21. บำรุงรักษารถจักรยานยนต์ตามคู่มือ

22. ถอดประกอบรถจักรยานยนต์ตามคู่มือ

สาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง

จุดประสงค์

1. เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับภาษา สังคม วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สุขศึกษาพลานามัย นำมาใช้ในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพให้มีความเจริญก้าวหน้า

2. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการในงานอาชีพสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพเครื่องกลและซ่อมบำรุง ให้ทันต่อเทคโนโลยีและมีความเจริญก้าวหน้าในอาชีพ

3. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทำงานในกลุ่มงานพื้นฐานอุตสาหกรรม การอ่านและเขียนแบบเทคนิค การเลือกใช้วัสดุ งานปรับและใช้เครื่องมือกล งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

4. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการในการอ่านแบบ เขียนแบบเครื่องกล ควบคุมการทำงานเครื่องมือกลทั่วไป เครื่องมือกลอัตโนมัติในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องมือและอุปกรณ์จับยึด การใช้เครื่องมือวัดละเอียดและการตรวจสอบงานเครื่องมือกล

สาขางานเครื่องมือกล

5. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องมือและอุปกรณ์จับยึด การใช้เครื่องมือวัดละเอียดการตรวจสอบงานเครื่องมือกล และการประมาณราคา

6. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงาน ในสถานประกอบการ และประกอบอาชีพอิสระใช้ความรู้ และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นได้

7. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อสังคม

สาขางานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล

8. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการในการบำรุงรักษา ปรับปรุง ซ่อม ประกอบ ติดตั้งและตรวจสอบเครื่องจักรกล งานปั๊มและท่อ

9. เพื่อให้สามารถบำรุงรักษา ปรับปรุง ซ่อม ประกอบ ติดตั้งและตรวจสอบเครื่องจักรกล งานปั๊มและท่อ

10. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานช่างซ่อมบำรุงในสถานประกอบการ และประกอบอาชีพอิสระใช้ความรู้และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นได้

มาตรฐานวิชาชีพ

1. สื่อสาร แสวงหาความรู้เสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างภาษากับเทคนิคในงานอาชีพ

2. ใช้หลักธรรมทางศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม คุณธรรมจริยธรรมทางสังคม ตลอดจนการสร้างเสริมสุขภาพพลานามัยและการป้องกันโรคกับตนเองและครอบครัว

3. แก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการแก้ปัญหา

4. ดำเนินงานจัดการธุรกิจขนาดย่อม บริหารงานคุณภาพ เพิ่มผลผลิตขององค์กร สิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัยในองค์กรและชุมชน

5. ใช้คอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ

6. อ่านแบบ เขียนแบบเทคนิคและเลือกใช้วัสดุอุตสาหกรรม

7. ประกอบ ทดสอบวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

8. เชื่อมโลหะและประกอบขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นเบื้องต้น

9. ถอด ตรวจสอบและประกอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์

10. ปรับ แปรรูปและขึ้นรูปงานด้วยเครื่องมือกล

11. อ่านแบบ เขียนแบบ สัญลักษณ์มาตรฐาน

12. ควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

13. วัดตรวจสอบชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัดละเอียด

สาขางานเครื่องมือกล

14. สร้างชิ้นส่วนเครื่องกล ด้วยเครื่องมือกลพื้นฐาน

15. ปรับปรุงสมบัติโลหะงานชิ้นส่วนเครื่องมือกล

สาขางานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล

16. บำรุงรักษาเครื่องจักรกล ระบบปั๊มและท่อ ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

17. ตรวจสอบซ่อมและปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ปั๊มและท่อ ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

18. ติดตั้งเครื่องจักรกล ระบบปั๊มและท่อ ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

จุดประสงค์

1. เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับภาษา สังคม วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ สุขศึกษาพลานามัยนำมาใช้ในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพให้มีความเจริญก้าวหน้า

2. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการในงานอาชีพสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ให้ทันต่อเทคโนโลยีและมีความเจริญก้าวหน้าในอาชีพ

3. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการและกระบวนการทำงานในกลุ่มงานพื้นฐานอุตสาหกรรมการเขียนแบบเทคนิค การเลือกใช้วัสดุ งานปรับและใช้เครื่องมือกล

4. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัยเป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อสังคม

สาขางานไฟฟ้ากำลัง

5. เพื่อให้สามารถอ่านแบบ ประมาณการวัสดุในงานติดตั้ง ควบคุมไฟฟ้า ตรวจซ่อมประกอบทดลองวงจรไฟฟ้า วงจรอิเล็กทรอนิกส์

6. เพื่อให้สามารถตรวจสอบหาข้อบกพร่อง แก้ไข และซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า นิวเมติกส์ไฮดรอลิกส์ พีแอลซี

7. เพื่อให้สามารถติดตั้ง บำรุงรักษา และซ่อมเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

8. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานช่างไฟฟ้าในสถานประกอบการ และประกอบอาชีพอิสระ ใช้ความรู้และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้น

สาขางานอิเล็กทรอนิกส์

9. เพื่อให้สามารถเขียนแบบอ่านแบบ ประมาณการวัสดุ งานสร้างเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ การประกอบทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์

10. เพื่อให้สามารถตรวจสอบ หาข้อบกพร่อง ซ่อม บำรุงรักษา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเครื่องมือวัดทดสอบทางไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ระบบเสียง ระบบภาพ คอมพิวเตอร์ ระบบสื่อสาร โทรคมนาคม และอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

11. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ในสถานประกอบการ และประกอบอาชีพอิสระ ใช้ความรู้และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นได้

มาตรฐานวิชาชีพ

1. สื่อสาร แสวงหาความรู้เสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างภาษากับเทคนิคในงานอาชีพ

2. ใช้หลักธรรมทางศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม คุณธรรมจริยธรรมทางสังคม ตลอดจนการสร้างเสริมสุขภาพพลานามัยและการป้องกันโรคกับตนเองและครอบครัว

3. แก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการแก้ปัญหา

4. ดำเนินงานจัดการธุรกิจขนาดย่อม บริหารงานคุณภาพ เพิ่มผลผลิตขององค์กร สิ่งแวดล้อมอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในองค์กรและชุมชน

5. ใช้คอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ

6. อ่านแบบ เขียนแบบเทคนิคและเลือกใช้วัสดุอุตสาหกรรม

7. ประกอบ ทดสอบวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

8. เชื่อมโลหะและประกอบขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นเบื้องต้น

9. ถอด ตรวจสอบและประกอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์

10. ปรับ แปรรูปและขึ้นรูปงานด้วยเครื่องมือกล

สาขางานไฟฟ้ากำลัง

11. วัดและทดสอบวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ

12. ทดสอบคุณสมบัติอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

13. เขียนแบบอ่านแบบไฟฟ้า

14. ติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคาร

15. ทดสอบคุณลักษณะเครื่องกำเนิดและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

16. ซ่อมบำรุงรักษาและทดสอบเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ

17. ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

18. ติดตั้งตรวจซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

19. ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์

20. ติดตั้งไฟฟ้านอกอาคาร

สาขางานอิเล็กทรอนิกส์

21. เขียนแบบอ่านแบบ ในงานระบบเสียง ระบบภาพ และงานสื่อสารโทรคมนาคม

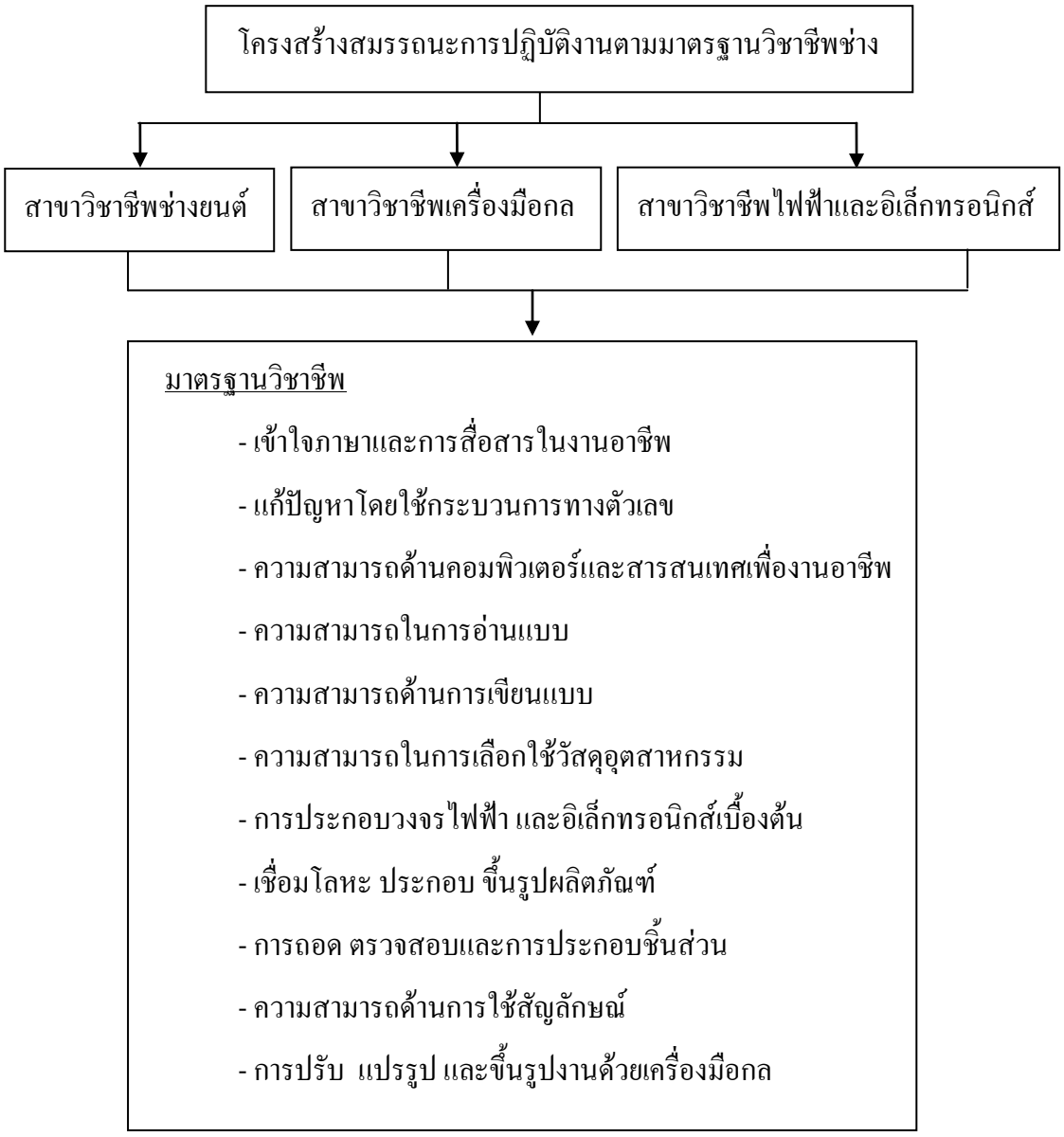
22. ติดตั้งและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์และวงจรในงานระบบเสียง ระบบภาพ และงานสื่อสารโทรคมนาคม

23. ซ่อมบำรุงรักษาระบบเสียง ระบบภาพ และงานสื่อสารโทรคมนาคม

24. ซ่อมบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์

25. ซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

จากการศึกษาสังเคราะห์มาตรฐานวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมในแต่ละสาขา พบว่ามาตรฐานวิชาชีพที่เป็นพื้นฐาน สรุปได้ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 มาตรฐานสมรรถนะพื้นฐานทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

ตอนที่ 4 การสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัด

ในทางจิตวิทยา แบบวัดในการวัดชุดหนึ่ง ๆ มักจะประกอบด้วยแบบวัดย่อย (Subtest) หลาย ๆ ฉบับรวมกันเป็นชุดของแบบวัด (Test battery) ที่วัดคุณลักษณะ (Traits) ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการพยากรณ์หรือทำนายผลมากขึ้น เพราะการที่จะทราบคุณลักษณะหรือเกณฑ์การวัดใด ๆ ก็ตาม จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์เกณฑ์หรือลักษณะของงานให้เข้าใจเป็น

อย่างดีก่อนการศึกษาและสรุปตีความ แล้วจึงดำเนินการสร้างแบบวัดต่อไป ในการสร้างชุดของแบบวัด จะมีหลักวิธีการ ดังนี้ (สุพัตรา โอฬารบัณฑิต, 2539)

1. วิเคราะห์งาน (Job Analysis) หรือวิเคราะห์เกณฑ์ที่จะศึกษา กระบวนการรวบรวมข้อมูลสารสนเทศในการวิเคราะห์งานนั้น อาจได้มาจากแหล่งของข้อมูล 5 แหล่ง ดังนี้ (สุธี จันทรศร, 2534)

1.1 รายงานการศึกษาวิจัยที่ทำมาแล้วในอดีต

1.2 การวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะเป็นคู่มือการสอน หรือการปฏิบัติงาน

1.3 การสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง 3 ฝ่าย คือ ผู้ที่มีประสบการณ์และเกี่ยวข้องในเรื่องนั้นเป็นอย่างดี ผู้ที่อยู่ระหว่างการฝึกงาน และผู้ที่ประสบความล้มเหลวในการทำงาน

1.4 ประสบการณ์ตรงของผู้วิเคราะห์งาน อาจจะสังเกตจากการปฏิบัติงานนั้น ๆ หรือผู้วิเคราะห์ลงมือปฏิบัติงานเอง

2. อธิบายรายละเอียดของคุณลักษณะที่แยกแยะมาจากเกณฑ์ได้

3. สร้างเครื่องมือวัดคุณลักษณะตามรายละเอียดนั้น ๆ

4. ทดลองใช้เครื่องมือวัดเพื่อให้มีคุณภาพดีพอที่จะวัดคุณสมบัติของแต่ละอย่างอย่างมีประสิทธิภาพ

5. เลือกเครื่องมือหรือแบบวัดย่อยที่จะวัดคุณลักษณะของเกณฑ์มารวมกันเป็นชุดทดสอบความถนัดนั้น ๆ

6. ศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบวัดย่อยแต่ละฉบับ

7. หาสมการพยากรณ์เพื่อประโยชน์ของการนำไปใช้ในการคัดเลือกบุคคล

8. วิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) เพื่อทราบน้ำหนักของตัวพยากรณ์เพื่อสะดวกในการคัดเลือกการใช้

9. เขียนคู่มือการใช้แบบวัดให้ละเอียด ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

10. ติดตามผลการใช้อยู่เสมอ เพื่อทราบข้อผิดพลาดและนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

แบบวัดความถนัด เป็นเครื่องมือวัดคุณลักษณะภายในอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่ออนาคตของผู้สอบ ดังนั้น การวัดความสามารถของบุคคลจะให้ผลตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการวัดจะต้องมาจากแบบวัดที่มีคุณภาพ แบบวัดที่มีคุณภาพจะต้องมีขั้นตอนในการสร้าง 7 ขั้นตอน ดังนี้ (เครื่องมือและเทคนิคในการเก็บรวบรวมข้อมูล, 2647 อ้างถึงใน ศรัณย์พร ขำดำ, 2551)

1. การกำหนดสิ่งที่ต้องการวัด เป็นการกำหนดสาระสำคัญของสิ่งที่ต้องการวัดหรือตัวแปรที่ต้องการวัด (Trait หรือ Variable) ซึ่งอาจกำหนดเป็นขอบเขตและโครงสร้างของสิ่งที่ต้องการวัด เช่น ขอบเขตโครงสร้างของเนื้อหา ขอบเขตโครงสร้างเจตคติ ขอบเขตโครงสร้าง

ของพฤติกรรมหรืออาจจะกำหนดเป็นตัวบ่งชี้ของสิ่งที่ต้องการวัด เช่น ตัวบ่งชี้คุณภาพทางการเรียน เป็นต้น

2. การเลือกประเภทของเครื่องมือ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการวิจัย มีหลายประเภท ผู้วิจัยจะต้องเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลของสิ่งที่ต้องการวัด เช่น ถ้าต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เครื่องมือประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ หรือใช้แบบอัตนัย แสดงวิธีทำอย่างละเอียด เป็นต้น

3. การเขียนข้อคำถามและจัดฉบับ เมื่อเลือกประเภทของเครื่องมือแล้ว ก็ดำเนินการเขียนข้อคำถามที่ใช้วัดตามลักษณะของเครื่องมือชนิดนั้น ๆ รวมทั้งเขียนรายละเอียดของส่วนประกอบอื่น ๆ ของเครื่องมือที่จัดขึ้น ในขั้นตอนนี้ยังเป็นฉบับร่าง ยังไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเนื่องจากยังไม่ได้ตรวจสอบคุณภาพการเขียนคำถาม

4. การตรวจสอบความเที่ยงตรง เป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของพฤติกรรมที่ต้องการวัดความเที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องมือ หมายถึง ความสามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัดความเที่ยงตรง จึงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกชนิด ซึ่งความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดมีหลายชนิด เช่น ความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ความตรงตามโครงสร้างทฤษฎี (Construct validity) ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related validity) ซึ่งแบ่งเป็นความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) และความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) (ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในเรื่องการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย) ในการตรวจสอบความตรงอาจตรวจสอบ ได้เพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือหลายชนิดเหมาะสมในกรณีที่ตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ตรวจสอบควรเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับสิ่งที่วัด และควรมีจำนวนหลายคนอย่างน้อย 3 คนขึ้นไป ซึ่งอาจจะเป็นคณะผู้สร้างเครื่องมือ หรือคุณผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกที่ไม่ใช่ผู้สร้างเครื่องมือ

5. การปรับปรุงแก้ไขฉบับก่อนทดลองใช้ เป็นการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิในข้อ 4

6. การทดลองใช้เครื่องมือ เป็นการนำเครื่องมือที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วใน ข้อ 5 ไปทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มตัวอย่างแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือได้แก่ ความเที่ยง (Reliability) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และความยากง่าย (Difficulty) เครื่องมือบางชนิดต้องวิเคราะห์เพียงค่า ความเที่ยงหลังจากที่มีคุณภาพในเรื่องความตรงแล้ว เช่น แบบสอบถาม แต่เครื่องมือ

บางชนิด จำเป็นต้องวิเคราะห์หลายวิธี (จะกล่าวโดยละเอียดในเรื่องการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ) จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของเครื่องมือ

7. การปรับปรุงแก้ไขเป็นฉบับจริง เป็นการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือให้มีคุณภาพสูงขึ้น โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือในข้อ 6 ถ้าผลการวิเคราะห์คุณภาพพบว่าคุณภาพไม่ต่ำมากนักก็สามารถปรับปรุงแล้วนำไปใช้จริงได้ แต่ถ้าผลการวิเคราะห์พบว่าคุณภาพต่ำมากก็อาจต้องปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้อีกจนกว่าจะมีคุณภาพดีพอสมควร จึงจะใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้

ดังนั้น แบบทดสอบจะมีคุณภาพและน่าเชื่อถือ จะต้องมาจากเครื่องที่ดีมีคุณภาพ เครื่องมือจะมีคุณภาพจะต้องมีการตรวจสอบก่อนการนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบสอบวัดเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยชนิดหนึ่ง ดังนั้นการพัฒนาแบบวัดให้มีคุณภาพ จึงต้องตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรง (Validity) ซึ่งหมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัด และคุณภาพในด้านของความเที่ยง (Reliability) ซึ่งหมายถึง ความคงเส้นคงวา หรือความคงที่ หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัด นอกจากคุณภาพของแบบวัดแล้ว คุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของแบบวัดคือ เกณฑ์ปกติซึ่งเป็นการแสดงข้อมูลของคะแนนของกลุ่มทั้งหมดที่เป็นตัวแทนของประชากร โดยแสดงในรูปของคะแนนมาตรฐานต่าง ๆ เพื่อบอกระดับคุณลักษณะที่มุ่งวัดของแต่ละคนที่ถูกวัด ว่าอยู่ในระดับใด หัวข้อต่อไปจึงจะกล่าวถึงคุณภาพของแบบวัดและเกณฑ์ปกติ ดังต่อไปนี้

การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความถนัด

การตรวจสอบคุณภาพด้านความตรง

มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้ความหมายของความตรงไว้ใกล้เคียงกัน ดังต่อไปนี้

อัลเลน และเยน (Allen & Yen, 1979, p. 95) กล่าวว่า แบบวัดจะมีความตรงถ้าสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัด คล้ายกับที่ กรอนลันด์ (Gronlund, 1981, p. 65) กล่าวว่าเป็นผลการประเมินความสอดคล้องตามจุดมุ่งหมาย และอนาสตาซี (Anastasi, 1982, p. 131) กล่าวว่าเป็นความสามารถในการตรวจสอบว่าแบบวัดนั้นวัดอะไรได้ดีเพียงใด

สำหรับนักการศึกษาไทยได้ให้ความหมายของความตรงไว้ใกล้เคียงกันมีดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด, มนตรี อนันตรักษ์ และนิภา ศรีไพโรจน์ (2521, หน้า 169) และอนันต์ ศรีโสภา (2524, หน้า 69) ให้ความหมายของความตรงว่า หมายถึง ความสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ ส่วน เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2525, หน้า 197) และศิริชัย กาญจนวาสี (2544, หน้า 73) กล่าวว่า เป็นความถูกต้องแม่นยำของแบบวัดในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด และวิรัช

วรรณรัตน์ (2532, หน้า 49) และพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2538, หน้า 115) ให้ความหมายไว้คล้ายกันคือ เครื่องมือที่จะได้ชื่อว่ามีความตรงต้องสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการได้ตรงจุด ถูกต้องแม่นยำ ครบถ้วน และที่ได้จากการวัดตรงเป้าหมายหรือความต้องการในการดำเนินการ

จากความหมายของความตรงที่นักการศึกษากล่าวไว้ ทำให้สรุปความหมายตามการวิจัยครั้งนี้ได้ว่า ความตรง เป็นความสามารถของแบบวัดที่สามารถวัดความถนัดทางวิชาชีพได้ตรงลักษณะในความสามารถของบุคคล จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับความสามารถและความถนัดทางอาชีพ สมาคมการวิจัยของอเมริกา (American educational research association) ได้แบ่งความตรงออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. ความตรงตามเนื้อหา (Content validity)
2. ความตรงตามโครงสร้าง (Construct validity)
3. ความตรงตามสภาพ (Concurrent validity)
4. ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity)

และในปี ค.ศ. 1966 เฟรนซ และไมเคิล (French & Michael) ได้แบ่งความตรงออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. ความตรงตามเนื้อหา (Content validity)
2. ความตรงตามเกณฑ์ (Criterion related validity)
3. ความตรงตามโครงสร้าง (Construct validity)

ซึ่งสอดคล้องกับ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 ข, หน้า 318), ศิริชัย กาญจนวาสี (2544, หน้า 75-76) และบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2547, หน้า 173) ที่กล่าวว่าความตรงตามเกณฑ์แบ่งย่อยออกเป็น ความตรงตามสภาพ และความตรงเชิงพยากรณ์ สำหรับในการวิจัยครั้งนี้แบ่งความตรงออกเป็น 3 ชนิด รายละเอียดดังนี้

1. ความตรงตามเนื้อหา (Content validity) นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ให้ความหมายในลักษณะใกล้เคียงกัน คือ หมายถึงเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรง และครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดโดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา (ต่าย เซี่ยงฉี, 2526, หน้า 139, พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538, หน้า 115 และบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547, หน้า 173) ต่าย เซี่ยงฉี (2526, หน้า 140) กล่าวถึง เกณฑ์ในการสร้างเครื่องมือให้มีความตรงตามเนื้อหาได้นั้นต้องสร้างเครื่องมือให้มีความตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ทั้งมิติด้านเนื้อหาวิชาและมิติด้านพฤติกรรม ส่วนเกณฑ์สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือนั้นจะมีความตรงตามเนื้อหามากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ

1.1 ข้อสอบแต่ละข้อวัดเนื้อหาสอดคล้องตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่

1.2 ตารางวิเคราะห์หลักสูตรนั้นใครเป็นคนทำ น่าเชื่อถือได้เพียงใด

1.3 ข้อสอบแต่ละข้อเป็นตัวแทนที่ดีของเนื้อหาวิชาหรือไม่

1.4 ข้อสอบแต่ละข้อมีตัวแปรอื่น ๆ ที่จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนหรือไม่ เช่น คำถามกำกวม ใช้ศัพท์ยาก ตัวถูกมีหลายตัว เป็นต้น

1.5 ข้อสอบนั้นมีจำนวนข้อเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาหรือไม่

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2538, หน้า 115-117) กล่าวถึงเกณฑ์ที่ใช้ตรวจสอบมี 3 วิธีคือ

1. ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาของข้อสอบ ถ้าข้อสอบรายวิชาที่ต้องการสร้างออกข้อสอบได้ตามเนื้อหาที่ระบุไว้ในฟอร์มข้อสอบหรือ ลักษณะเฉพาะข้อสอบก็แสดงว่าข้อสอบฉบับนั้นมีความตรงตามเนื้อหา

2. ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาของข้อสอบรายข้อที่สร้างขึ้นกับเนื้อหาที่ระบุไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร รวมทั้งตรวจสอบสัดส่วนของจำนวนข้อคำถามในแต่ละเนื้อหาด้วย ถ้าข้อสอบที่สร้างขึ้นนั้นมีสัดส่วนของจำนวนข้อคำถามในแต่ละเนื้อหาตรงตามที่ระบุไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ก็แสดงว่าข้อสอบที่สร้างนั้นมีความตรงตามเนื้อหา ในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาตามวิธี 1 และวิธี 2 นี้ส่วนใหญ่ใช้กับข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) และวิธี 2 เป็นที่นิยมใช้มากกว่าวิธี 1

3. ตรวจสอบโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้รอบรู้เฉพาะเรื่อง (Subject matter specialists) เป็นวิธีการที่ใช้กับเครื่องมือวิจัยทั่ว ๆ ไปด้วย ไม่ว่าจะเป็นแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต ซึ่งมีรายการคำถามสร้างไว้เรียบร้อยแล้ว (Structured form) รวมทั้งมาตราวัดทัศนคติต่าง ๆ ด้วย ซึ่งอาจวิเคราะห์ออกมาในเชิงปริมาณหรือตัวเลขได้โดยใช้วิธีเดียวกับการ หาความตรงตามโครงสร้าง ซึ่งเรียกว่าวิธี “Face validity” โดยในการตรวจสอบนั้น จะเน้นการตรวจสอบที่ลักษณะทางจิตวิทยา และทัศนคติต่าง ๆ (Affective domain) ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 ข, หน้า 246-251) กล่าวว่าการพิจารณาความตรงชนิดนี้จะใช้การวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล (Rational analysis) ผลที่ได้จึงขึ้นอยู่กับบุคคลที่จะวิเคราะห์ ทำให้ผลที่ได้มักจะไม่ค่อยแน่นอน ขาดความเป็นปรนัย และได้แบ่งความความตรงตามเนื้อหาออกเป็น 2 ชนิด คือ

3.1 ความตรงเชิงเหตุผล (Logical validity) บางครั้งเรียกว่า ความตรง เชิงการสุ่ม (Sampling validity) เป็นความตรงที่ใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์รายละเอียด (Table of specification) หรือไม่ ซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of items objective congruency: IOC) โดยปกติ IOC จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงถือว่าวัดได้สอดคล้องกัน

3.2 ความตรงเชิงพินิจ (Face validity) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อ วัดได้ตรงคุณลักษณะที่นิยามไว้หรือไม่ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา

ว่าข้อสอบสร้างตรงตามที่นิยามไว้หรือไม่ ถ้าสร้างตรงตามที่นิยามไว้ ก็แสดงว่าแบบทดสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาทางด้านความตรงเชิงพินิจ ดังนั้นความตรงชนิดนี้จึงขึ้นอยู่กับผู้เชี่ยวชาญที่ทำการตรวจสอบว่ามีความตรงมากน้อยเพียงใด เป็นความตรงที่ใช้กับการวัดด้านความรู้สึก (Affective domain)

Lewshe (1975 อ้างถึงใน เพชรา พิพัฒน์สันติกุล, 2539, หน้า 21-23) ได้เสนอวิธีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาในเชิงปริมาณ โดยกำหนดกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญไว้ 4 ประเด็น ดังนี้

1. ขนาดของส่วนที่คาบเกี่ยวกันระหว่างแบบทดสอบที่ได้รับการพิจารณาเป็นอย่างดีแล้วและความถนัดตามขอบเขตที่กำหนด คณะกรรมการประเมินเนื้อหาได้รับข้อสอบที่ต้องการประเมินและให้มีอิสระในการประเมินข้อสอบแต่ละข้อ ดังนี้

ความถนัดที่วัดโดยข้อสอบข้อนี้ เป็นความถนัดที่

ก จำเป็น

ข มีประโยชน์ แต่ไม่จำเป็น

ค ไม่จำเป็น

ในการวัดความถนัดด้าน.....

2. ปริมาณของความสอดคล้องของความคิดเห็น ผลการตัดสินของคณะกรรมการว่าข้อสอบวัดความถนัดที่ “จำเป็น” หรือ “ไม่จำเป็น” สอดคล้องกันทั้งหมด เราสามารถเชื่อมั่นได้ว่าข้อสอบข้อนั้นเป็นความจำเป็นที่แท้จริงหรือไม่ ซึ่งแสดงถึงความหนักแน่นของความคิดเห็นที่เป็นเสียงเดียวกัน แต่ถ้าข้อสอบนั้นได้รับการตัดสินจากคณะกรรมการประเมินเนื้อหา โดยที่ครึ่งหนึ่งเห็นว่า “จำเป็น” และอีกครึ่งหนึ่งเห็นว่า “ไม่จำเป็น” แล้วจะตัดสินอย่างไร ในข้อนี้ Lawshe จึงได้ตั้งสมมุติฐาน 2 ข้อ เพื่อให้มีการตรวจสอบตามหลักการ ดังนี้

1) ข้อสอบทุก ๆ ข้อที่ได้รับการตัดสินว่า จำเป็น ในการวัดเนื้อหาเดียวกันงานลักษณะนั้น ๆ ความเห็นของคณะกรรมการ มีมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนคณะกรรมการทั้งหมดก็จะมีความตรงเชิงเนื้อหาระดับหนึ่ง ถ้าคณะกรรมการ มีความเห็นด้วย มากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนคณะกรรมการ ทั้งหมด ยิ่งมากเท่าไร ยิ่งแสดงว่าข้อสอบข้อนั้น จำเป็นในการวัดเนื้อหาที่ต้องการวัดนั้น ๆ ก็จะมีระดับความตรงเชิงเนื้อหาที่มากกว่า จากสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น Lawshe จึงได้เสนอสูตรในการคำนวณส่วนของความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity ratio: CVR) (Cohen, Swerdlik & Phillips, 1995, p. 178) ดังนี้

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ CVR_i = ค่าสัดส่วนความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบข้อที่ i

n_e = จำนวนผู้ตัดสินที่ตัดสินว่าข้อสอบข้อนั้น วัดเนื้อหาที่จำเป็น

N = จำนวนผู้ตัดสินทั้งหมด

จากค่า CVR ที่ได้จะเป็นค่าส่วนความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ นำมาหาค่าเฉลี่ย เป็นค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Content validity index: CVI) โดยหาได้จากสูตร

$$CVI = \frac{\Sigma CVR_i}{n}$$

เมื่อ CVI = ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบ

N = จำนวนข้อสอบทั้งหมดของแบบสอบ

Schipper (1975 อ้างถึงใน เพชรา พิพัฒน์สันติกุล, 2539, หน้า 23-25) เสนอสูตรการคำนวณค่าวิกฤตของ CVR เมื่อผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการตัดสินใจน้อยกว่า 10 คน แปรตามจำนวนคณะกรรมการประเมินเนื้อหา ได้ตารางค่าวิกฤต CVR ต่ำสุดที่ยอมรับได้ว่าข้อสอบข้อนั้นมีความตรงเชิงเนื้อหา ดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ค่าวิกฤตของ CVR ที่ยอมรับว่าข้อสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาที่ระดับนัยสำคัญ .05 แปรตามจำนวนคณะกรรมการประเมินเนื้อหา

จำนวนคณะกรรมการประเมินเนื้อหา	ค่า CVRi ต่ำสุด
5	0.99
6	0.99
7	0.99
8	0.78
9	0.78
10	0.62

2. ความตรงตามเกณฑ์ (Criterion related validity) นักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน ได้ให้ความหมายและวิธีการตรวจสอบคล้ายคลึงกัน คือ ความตรงที่หาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบนั้นกับเกณฑ์ภายนอก (External criterion) ถ้าเกณฑ์ภายนอกนั้นเป็นเกณฑ์ที่เก็บได้ในปัจจุบัน เรียกว่าความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) แต่ถ้าเป็นเกณฑ์ที่เก็บได้ในอนาคตเรียกว่าความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity)

ความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบกับสภาพที่แท้จริงในปัจจุบันของนักเรียน โดยหาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบนั้น กับคะแนน (การจัดอันดับ) สภาพที่แท้จริงของนักเรียนในกลุ่มเดิมนั้น ใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson product moment) เมื่อข้อมูลเป็นคะแนนทั้งสองชุด หรือสูตรของ Spearman (Spearman rank-order) เมื่อข้อมูลเป็นการจัดอันดับ

ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) หมายถึง ความตรงในการทำนายหรือพยากรณ์ผลการเรียนในอนาคต เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในปลายปี เกรดเฉลี่ยเมื่อจบการศึกษา (GPA) เครื่องมือที่นำมาหาค่าความตรงเชิงพยากรณ์ อาจจะเป็นข้อสอบคัดเลือกเข้าเรียนต่อข้อสอบคัดเลือกเข้าทำงาน เป็นต้น โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson product moment) เช่น ในการหาความตรงเชิงพยากรณ์ของข้อสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อ (r_{xy}) จะใช้คะแนนจากการสอบคัดเลือกเป็นตัวพยากรณ์ (x) และให้เกรดเฉลี่ยปลายปี (GPA) เป็นเกณฑ์ เป็นต้น (ต่าย เซี่ยงฉี, 2526, หน้า 146-153, พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538, หน้า 119-120 และบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547, หน้า 174-175)

ข้อสังเกตเกี่ยวกับความตรงตามสภาพ คือความตรงตามสภาพจะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับค่าอำนาจจำแนก(Discrimination power) ของเครื่องมือนั้น ๆ เครื่องมือที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงจะทำให้เกิดความตรงตามสภาพสูงด้วย ดังนั้นการพิจารณาความตรงตามสภาพจึงต้องคำนึงถึงอำนาจจำแนกควบคู่กันไปด้วย (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538, หน้า 120)

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2547, หน้า 175) มีข้อโต้แย้งในการเลือกใช้เกณฑ์เพื่อพิจารณาความสำเร็จ เนื่องจากตัวพยากรณ์แต่ละตัวมีสหสัมพันธ์กับคะแนนเกณฑ์แต่ละตัวแตกต่างกัน ทำให้การแสดงหลักฐานค่าความตรงเชิงพยากรณ์มีความแตกต่างกัน และไม่มีการแสดงหลักฐานความตรงเชิงพยากรณ์ใดดีที่สุด ดังนั้นจึงต้องใช้การสะสมการแสดงหลักฐานความตรงของเครื่องมือวัด การแสดงหลักฐานความตรงเชิงพยากรณ์มีปัญหาเกี่ยวกับตัวเกณฑ์เช่นเดียวกับการแสดงหลักฐานความตรงตามสภาพ เพราะค่าวัดตัวแปรทั้งสองต้องมีความตรงสูงจึงจะแปลความหมายได้ด้วยความมั่นใจและนำไปสู่การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพสูง ความตรง

ตามสภาพจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความสอดคล้องกันระหว่างค่าจากเครื่องมือวัดกับคะแนนของตัวเกณฑ์ ฉะนั้นถ้าตัวใดไม่มีความตรง และความเที่ยงต่ำ ก็จะทำให้ค่าการแสดงหลักฐานความตรงเชิงพยากรณ์ต่ำไปด้วย

การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์ (Criterion related validity) ในการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์ครั้งนี้ เป็นการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์ชนิด ความตรงตามสภาพหรือความตรงร่วมสมัย (Concurrent validity) โดยการประมาณความตรงตามสภาพของแบบวัดให้ความสนใจกับสถานภาพปัจจุบัน (Current performance) โดยนำแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.1) แล้วนำคะแนนจากแบบทดสอบ กับคะแนน ผลการเรียน (GPA) เมื่อสิ้นภาคเรียนของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบแต่ละคน มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ถ้าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นไปในทางบวกสูงแสดงถึงคะแนนที่ได้จากแบบวัดสามารถเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของสถานภาพของลักษณะที่มุ่งวัดนั้น ข้อพึงสังเกตคือว่าถ้าแบบทดสอบวัดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กันสูงแล้ว จะต้องมีเหตุผลที่สนับสนุนตามข้อสันนิษฐานของความสัมพันธ์กันด้วย ถ้าขาดเหตุผลสนับสนุนที่น่าเชื่อถือ ก็ยากที่จะสรุปได้ว่าแบบทดสอบนั้นมีความตรงร่วมสมัยแม้จะมีค่าสหสัมพันธ์สูงก็ตาม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, หน้า 110-111) สูตรคำนวณมี ดังนี้

$$R_{xy} = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\left[n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2\right]\left[n\sum y^2 - \left(\sum y\right)^2\right]}}$$

เมื่อ R_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน x และคะแนน y

x แทน คะแนนที่ได้จากแบบวัดฉบับ x

y แทน คะแนนที่ได้จากแบบวัด y คือคะแนนเกณฑ์

3. ความตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ให้ความหมายคล้ายคลึงกัน ในคุณภาพของเครื่องมือ ว่าคุณภาพของเครื่องมือ คือความสามารถในการวัดที่วัดได้ตรงตามคุณลักษณะ (Trait) หรือทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น (ต่าย เซี่ยงฉี, 2526, หน้า 141; พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538, หน้า 116 และบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547, หน้า 175) คำว่า “โครงสร้าง” (Construct) หมายถึง องค์ประกอบ (Factor) ซึ่งเรียก ความตรงตามโครงสร้างอีกอย่างหนึ่งว่า “หลักฐานแสดงความตรงตามองค์ประกอบ” ตัวอย่างของโครงสร้าง

ได้แก่ ความก้าวร้าว การปรับตัว เชาว์ปัญญา ทัศนคติ ความถนัดทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น แต่ละโครงสร้างจะต้องเกี่ยวกับทฤษฎี ซึ่งอธิบายและพยากรณ์พฤติกรรมของมนุษย์ การแสดงหลักฐานความตรงตามโครงสร้าง จึงเป็นการหาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบที่วัดในเครื่องมือวัดและองค์ประกอบที่ต้องการวัดว่าวัดองค์ประกอบเดียวกันหรือไม่ นั่นคือวัดลักษณะทางจิตวิทยาหรือคุณสมบัติตามที่ต้องการหรือไม่ และปริมาณที่วัดแต่ละองค์ประกอบเป็นสัดส่วนสอดคล้องกับที่ต้องการหรือไม่ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547, หน้า 177-178)

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 ข, หน้า 265) กล่าวว่าความตรงตามโครงสร้างไม่นิยมที่จะหาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพราะแบบทดสอบชนิดนี้มีเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะวัดชัดเจนอยู่แล้ว ส่วนแบบทดสอบทางด้านความถนัดทางการเรียน หรือแบบทดสอบวัดด้านบุคลิกภาพ จริยธรรม คุณธรรม เป็นต้น เป็นแบบทดสอบที่ไม่มีเนื้อหาและพฤติกรรมที่ชัดเจน จึงเหมาะสมที่จะหาความตรงตามโครงสร้าง

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2547, หน้า 178) กล่าวถึงการสร้างเครื่องมือให้มีความตรงตามโครงสร้าง จะต้องให้คำนิยามปฏิบัติการ (Operational definition) ของคำ โดยอาศัยทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งเป็นหลัก แล้วจึงสร้างเครื่องมือวัดสิ่งนั้นตามคำนิยามปฏิบัติการ ความหมายของคำนิยามปฏิบัติการประกอบด้วยสามส่วน คือคุณลักษณะ (Trait) ที่ต้องการวัด สิ่งเร้าหรือสถานการณ์ที่จะกระตุ้นให้คุณลักษณะนั้นแสดงออกมา และการตอบสนองแสดงออกที่สามารถสังเกตเห็นได้ เมื่อสามารถให้คำนิยามปฏิบัติการในสิ่งที่ต้องการจะทดสอบได้แล้ว จึงสร้างข้อคำถามขึ้นตามนิยามนิยามปฏิบัติการที่ให้มานั้น และนำผลการทดสอบไปคำนวณหาค่าการแสดงหลักฐานความตรงตามเนื้อหา และหลักฐานความตรงตามเกณฑ์ แต่ความแตกต่างอยู่ที่หลักฐานความตรงตามโครงสร้างต้องสะสมรายละเอียดจากหลาย ๆ แหล่ง ต่าง ๆ กันมาก เพื่อนำมารวมเป็นคำบรรยายพฤติกรรมได้อย่างกว้างขวาง คงทน และมีลักษณะเป็นนามธรรมมากกว่า การกำหนดเกณฑ์เพียงเกณฑ์เดียวจึงไม่เพียงพอที่จะอธิบายคุณลักษณะของโครงสร้างได้ จึงต้องอาศัยรายละเอียดที่มากกว่า หรือต้องอาศัยเกณฑ์หลายเกณฑ์

การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างเป็นการแสดงว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดขอบเขตความหมาย หรือคุณลักษณะประจำตามโครงสร้างทางทฤษฎีที่สมมุติขึ้นนั้นได้เพียงใด การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งพอสรุปรวบรวมจากนักการศึกษาต่าง ๆ แล้วพบว่าที่ใช้กันในปัจจุบันมี 8 วิธี คือ

1. วิธีตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับมวลพฤติกรรมที่ต้องการ
2. วิธีการตรวจสอบความสอดคล้องกับโครงสร้างที่กำหนด
3. วิธีอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ

4. วิธีใช้กลุ่มตัวอย่างที่รู้ชัดอยู่แล้ว

5. วิธีเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน

6. วิธีหาความสอดคล้องภายในเครื่องมือวัด

7. วิธีวิเคราะห์หลายลักษณะหลากวิธี

8. วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis)

ในการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างแต่ละวิธีการที่แตกต่างกัน ซึ่งนักการศึกษาแต่ละท่านได้อธิบายไว้ ดังนี้

1. วิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับมวลพฤติกรรมที่ต้องการวัดใช้ฟอร์มข้อสอบ หรือลักษณะเฉพาะของข้อสอบเป็นตัวเทียบ โดยเน้นในส่วนที่เป็นพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือพฤติกรรมย่อย ถ้าข้อสอบที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นพฤติกรรมคู่ขนาน (Parallel item) กับข้อสอบตัวอย่างในฟอร์มข้อสอบ หรือลักษณะเฉพาะของข้อสอบนั้นก็แสดงว่าข้อสอบนั้นมีความตรงตามโครงสร้าง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538, หน้า 116)

2. วิธีตรวจสอบความสอดคล้องกับโครงสร้างที่กำหนด สร้างข้อสอบตามตารางลักษณะเฉพาะหรือตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามรายวิชานั้น ๆ แล้วนำมาตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ว่า ข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามพฤติกรรมในตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่ และจำนวนข้อสอบเหล่านั้นมีสัดส่วนเป็นไปตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร การใช้ดุลยพินิจดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้มีหลักฐานแสดงความตรงตามโครงสร้างการวัดด้านสติปัญญา (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547, หน้า 185 และพวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538, หน้า 117)

3. วิธีการอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้รอบรู้เฉพาะเรื่อง (Subject matter specialists) ซึ่งเรียกว่าวิธี "Face validity" เช่นเดียวกับการหาความตรงตามเนื้อหา โดยในการตรวจสอบนั้น จะเน้นการตรวจสอบที่ลักษณะพฤติกรรมของข้อคำถามแทนเนื้อหา และก็เป็นวิธีที่ใช้ได้กับเครื่องมือวิจัยที่มีคุณลักษณะทางจิตวิทยา และทัศนคติต่าง ๆ (Affective domain) ด้วยการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและตามโครงสร้างโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญนั้นในทางปฏิบัติสามารถตรวจสอบไปพร้อม ๆ กันได้ และสามารถวิเคราะห์ออกมาในเชิงปริมาณหรือตัวเลขได้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538, หน้า 117)

4. วิธีใช้กลุ่มตัวอย่างที่รู้ชัด (Known group technique) เป็นการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปสอบวัดกับกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณลักษณะตรงกับคุณลักษณะที่ต้องการศึกษา แล้วนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลการวัดกับอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งไม่มีคุณลักษณะตามที่ต้องการศึกษา เช่น ต้องการศึกษาทัศนคติที่มีต่อศาสนาพุทธ กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณลักษณะตรงตามที่ศึกษาคือ พระ กลุ่มตัวอย่าง

ที่ไม่มีคุณลักษณะตรงตามที่ต้องการศึกษา ก็คือคนที่ไม่ได้บวชเป็นพระ หรือกลุ่มที่ไม่มีความรู้ทางศาสนาพุทธหรือไม่นับถือศาสนาพุทธ เป็นต้น โดยใช้ t-test ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าเกณฑ์เทียบแสดงว่าคะแนนที่ได้จากกลุ่มทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเครื่องมือนั้นมีความตรงตามโครงสร้างสูง สามารถนำไปใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างจริงได้ การหาความตรงตามโครงสร้างโดยวิธีนี้มักใช้กับเครื่องมือที่เป็นมาตราวัดทัศนคติซึ่งใช้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อคุณลักษณะทางจิตวิทยา (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538, หน้า 117)

5. วิธีเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน (Correlation with other test) โดยตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับเครื่องมือมาตรฐานที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน สามารถตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างได้ โดยนำเครื่องมือวัดที่ต้องการกับเครื่องมือวัดในคุณลักษณะเดียวกันที่เป็นมาตรฐานแล้วไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน แล้วหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสองชุดด้วยสูตรของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538, หน้า 119 และบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547, หน้า 187-188)

6. วิธีวัดความสอดคล้องภายในเครื่องมือวัด การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างดังกล่าวไปแล้วจะอาศัยสหสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือวัด กับเกณฑ์ภายนอกที่ยอมรับ สำหรับวิธีนี้จะอาศัยความสอดคล้องภายในเครื่องมือวัดโดยไม่ใช้เกณฑ์ภายนอก ซึ่งสามารถพิจารณาจากดัชนีต่าง ๆ ดังนี้

6.1 พิจารณาจากดัชนีอำนาจจำแนกรายข้อ เพราะข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงเป็นข้อสอบที่วัดในทิศทางเดียวกันกับส่วนรวม ถือว่ามีหลักฐานความตรงตามโครงสร้างสูง

6.2 พิจารณาจากระดับความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนส่วนย่อยภายในเครื่องมือวัดกับคะแนนรวม

6.3 พิจารณาจากความเที่ยงของเครื่องมือวัดที่หาด้วยสูตรความสอดคล้องภายในได้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547, หน้า 192-193)

7. วิธีวิเคราะห์หลายลักษณะหลากวิธี (Multitrait-multimethod) เป็นวิธีหาความตรงแบบหลายลักษณะหลากวิธี (Multitrait-multimethod validity) ซึ่งแคมพ์เบลและฟิสค์ (Campbell and fiske) ได้กล่าวถึงการวัดความตรงแบบหลายลักษณะหลากวิธีนี้ว่า เป็นการหาความตรงของแบบทดสอบที่ประกอบด้วยสองลักษณะหรือมากกว่าสองลักษณะ และมีวิธีวัดสองวิธีหรือมากกว่าสองวิธี แล้วคำนวณหาความตรงสองลักษณะ ดังนี้

7.1 ความตรงร่วมหรือความตรงเชิงเหมือน (Convergent validity) เป็นความตรงที่ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดลักษณะเดียวกันหรือวิธีวัดเดียวกัน ซึ่งก็คือความเที่ยงแบบทดสอบที่ซ้ำกัน (Reliability of test-retest) และวัดลักษณะเดียวกันแต่ต่างวิธีวัดจะมีความสัมพันธ์กันมีค่าสูง

7.2 ความตรงแยกหรือความตรงเชิงจำแนก (Discriminate validity) เป็นความตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดที่ต่างลักษณะกันระหว่างผลการวัดที่ต่างลักษณะกันจะใช้วิธีวัดเดียวกัน หรือต่างวิธีกันก็ตามจะมีค่าความสัมพันธ์กันต่ำ หรือมีค่าต่ำกว่าความตรงเชิงเหมือน (Allen & Yen, 1979 pp. 108-114, สำเริง บุญเรืองรัตน์, 2528, หน้า 1-2 และบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547, หน้า 189-192)

8. วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) ความตรงแบบวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นคุณสมบัติของการวัดได้ตรงตามองค์ประกอบที่มุ่งวัดด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งเป็นเทคนิคทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สังเกตค่าได้เพื่อหาลักษณะร่วมกันของชุดตัวแปรเหล่านั้น ลักษณะร่วมกันนี้เรียกว่า องค์ประกอบ (Factor) (Allen & Yen, 1979 pp. 110-114) เป็นวิธีการทางสถิติที่สามารถตรวจชี้ลักษณะประจำทางจิตวิทยา เนื่องจากตัวแปรต่าง ๆ เมื่อนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะพบว่าตัวแปรบางคู่มีความสัมพันธ์กันสูง หรือบางทีก็พบว่ามีกลุ่มตัวแปรบางกลุ่มมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันสูง นั่นแสดงว่าตัวแปรเหล่านั้นวัดบางสิ่งบางอย่างที่เป็นองค์ประกอบร่วมกัน การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นการจัดสมรรถภาพ หรือคุณลักษณะต่าง ๆ ทางจิตวิทยาที่วัดได้ให้เป็นหมวดหมู่ตามโครงสร้าง ซึ่งค่าน้ำหนักองค์ประกอบแรกก่อนหมุนแกน จะเป็นค่าที่แสดงหลักฐานความตรงตามโครงสร้างได้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547, หน้า 193)

การวิเคราะห์องค์ประกอบแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2541, หน้า 32)

8.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis) คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อสำรวจ หรือค้นหาตัวแปรแฝงที่ซ่อนอยู่ภายใต้ตัวแปรที่สังเกตหรือวัดได้

8.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อพิสูจน์หรือยืนยันทฤษฎีที่ผู้อื่นค้นพบ

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการตรวจสอบความตรงของแบบเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่บ่งบอกถึงแบบวัดนั้นวัดได้ตรงตามเป้าหมาย เป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่มุ่งวัด ซึ่งแบ่งตาม

คุณสมบัติที่ต้องการวัดได้ 3 ชนิด คือ ความตรงตามเนื้อหา ความตรงตามเกณฑ์ และความตรงตามโครงสร้าง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการตรวจสอบความตรงของแบบวัดความถนัดออนไลน์ทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในส่วนของความตรงตรงตามเนื้อหา ใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Content validity index: CVI) ด้วยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 6 ท่าน ตรวจสอบเชิงเกณฑ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบวัดความถนัดออนไลน์ทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมกับคะแนนผลการเรียน (GPA) เมื่อสิ้นภาคเรียนที่ 1/2556 ของนักเรียนที่เข้ารับการทดสอบแต่ละคน จำนวน 144 คน และวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ Multiple regression ในการตรวจสอบความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) และความตรงตามโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสาม (Third order confirmatory factor analysis) ดังนี้

การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) ใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันซึ่งเป็นวิธีการหาความตรงตามโครงสร้างที่ตรงประเด็นมากที่สุด เพราะเป็นวิธีการทางสถิติที่สามารถชี้ลักษณะประจำทางจิตวิทยา เนื่องจากตัวแปรต่าง ๆ เมื่อนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์จะพบว่าตัวแปรบางคู่มีความสัมพันธ์กันสูง หรือบางทีพบว่าตัวแปรบางกลุ่มมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันสูง นั่นแสดงว่าตัวแปรเหล่านั้นวัดบางสิ่งบางอย่างที่เป็นองค์ประกอบร่วมกัน การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นการจัดสมรรถภาพหรือคุณลักษณะต่าง ๆ ทางจิตวิทยาที่วัดได้เป็นหมวดหมู่ตามโครงสร้าง ซึ่งค่าน้ำหนักองค์ประกอบก่อนหมุนแกนจะเป็นค่าที่แสดงหลักฐานความตรงตามโครงสร้าง (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547, หน้า 193) จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ จำแนกได้ ดังนี้ (อุทุมพร ทองอุไทย, 2523, หน้า 15)

1. ช่วยให้ได้การบรรยายเกี่ยวกับปริเขต (Domain) ที่ต้องการศึกษา
2. ช่วยตรวจสอบทฤษฎีที่เกี่ยวกับสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
3. ช่วยสร้างความสัมพันธ์เชิงหน้าที่ (Functional relation) ระหว่างตัวแปรวิเคราะห์บุคคลหรือวัตถุและจัดให้เป็นประเภทต่าง ๆ
4. วิเคราะห์โครงสร้างเชิงตัวประกอบ (Factorial structure) ของตัวแปรที่เป็นเกณฑ์และช่วยบ่งชี้ตัวแปรที่จะเป็นประโยชน์ในสมการถดถอยได้
5. เป็นการพิสูจน์ข้อค้นพบของผู้วิเคราะห์กับของคนอื่น โดยใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างใหม่จากกลุ่มประชากรกลุ่มเดียวกัน

6. เป็นการลดจำนวนข้อมูลให้น้อยลงเพื่อให้ได้ลักษณะร่วมกันที่ซ่อนอยู่ ในการทดสอบเพื่อหาความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ของแบบทดสอบวัดช่วยในการสร้างแบบทดสอบวัดลักษณะต่าง ๆ

รูปแบบของการวิเคราะห์องค์ประกอบลักษณะต่าง ๆ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2541, หน้า 27-41) มีรายละเอียด ดังนี้

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis) จะใช้ในการสำรวจข้อมูล กำหนดจำนวนองค์ประกอบ อธิบายความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปร เมื่อผู้วิจัยไม่มีหลักฐานอ้างอิงเพียงพอ สำหรับเป็นกรอบของสมมุติฐาน เกี่ยวกับจำนวนองค์ประกอบภายใต้ข้อมูลที่สอบวัดได้

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) ต้องการศึกษาว่าองค์ประกอบร่วมคู่ใดมีความสัมพันธ์กัน ตัวแปรที่สังเกตได้ตัวใดได้รับผลมาจากองค์ประกอบร่วมตัวใด ตัวแปรที่สังเกตได้ตัวใดได้รับผลจากองค์ประกอบเฉพาะคู่ใดมีความสัมพันธ์กัน โดยวิธีการนี้จะอาศัยการทดสอบทางสถิติที่มีข้อมูลช่วยยืนยัน ซึ่งการวิเคราะห์จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ LISREL, AMOS, EQS เป็นต้น

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ในรูปแบบของโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural equation modeling: SEM) ซึ่งเข้ามาแทนที่การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) เนื่องจากวิธี CFA สามารถนำไปใช้ตรวจสอบโครงสร้างองค์ประกอบของเครื่องมือวัดทางจิตวิทยาได้ละเอียดกว่าวิธี EFA จึงมีการนำวิธีCFA ไปใช้พัฒนาเครื่องมือวัดทางจิตวิทยากันอย่างกว้างขวาง หลายแง่มุม โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันแบ่งเป็นโมเดลย่อย ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง (First order confirmatory factor analysis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second order confirmatory factor analysis) และโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันสำหรับเทคนิคพหุลักษณะ-พหุวิธี (Multitrait-multimethod: MTMM)

ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน แบ่งเป็นขั้นตอนหลักในการวิเคราะห์ 5 ขั้น (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, หน้า 138-140)

1. กำหนดรูปแบบของโมเดลองค์ประกอบ (Specification of confirmatory factor model) จากทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะที่ต้องการตรวจสอบ นำมากำหนดรายละเอียดของโมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันในส่วนของ จำนวนองค์ประกอบร่วมและจำนวนตัวแปรที่สังเกตได้ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบร่วมกับตัวแปรที่สังเกตได้ และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ที่สังเกตได้กับองค์ประกอบของส่วนเหลือ ความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบร่วม ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบส่วนเหลือ

2. ศึกษาคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล (Identification of the confirmatory factor model) พารามิเตอร์ในโมเดลจะเป็นเอกลักษณะ (Unique) ก็ต่อเมื่อโครงสร้างของโมเดลอยู่ในเงื่อนไขที่สามารถใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ทุกตัวที่สนใจได้ (Identify) คือ เงื่อนไขที่จำเป็น (Necessary) สำหรับโครงสร้างของโมเดล คือ จะต้องมีจำนวนหน่วยของข้อมูลมากกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่สนใจประมาณค่า เช่น ถ้าโมเดลมีตัวแปรที่สังเกตได้ p ตัว จำนวนค่าความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมที่สามารถเป็นข้อมูลสำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์จะมีได้ [(p)(p+1)]/2 ค่า ดังนั้น จำนวนพารามิเตอร์อิสระที่สนใจประมาณค่าจะต้องมีไม่เกิน [(p)(p+1)]/2 และเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Necessary and sufficient) สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล คือพารามิเตอร์อิสระที่สนใจประมาณค่าทุกตัวจะต้องสามารถคำนวณหรือหาค่าได้โดยการจัดกระทำทางพีชคณิตในเทอมของค่าความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วมของตัวแปรที่สังเกตได้

3. ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล (Estimation of confirmatory factor model) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น LISREL, EQS, LISCOMP เป็นต้น ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลโดยใช้หลักความน่าจะเป็นได้สูงสุด (Maximum likelihood) ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่าง เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของประชากรกับเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์

4. ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูล (Assessment of fit in the of confirmatory factor model) โดยการพิจารณาดัชนีความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูล โดยใช้สถิติทดสอบ χ^2 ถ้าผลการทดสอบไม่มีนัยสำคัญแสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูล ดัชนีความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูล ถ้าดัชนีมีค่าเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าโมเดลสอดกับข้อมูล เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างโมเดล สำหรับโมเดลที่เป็นส่วนหนึ่งหรือโมเดลที่ซ้อนหรือเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (Nested model)

5. แปลความหมายผลการวิเคราะห์ (Interpretation of the of confirmatory factor model) ทำการแปลความหมายและสรุปผลการวิเคราะห์ตัวประกอบเชิงยืนยัน ถ้าผลที่ได้สอดคล้องกับสมมุติฐานเชิงทฤษฎีตามโมเดลองค์ประกอบที่นำมาตรวจสอบ ก็เป็นหลักฐานสำหรับการยืนยันองค์ประกอบหรือลักษณะที่มุ่งวัด แต่ถ้าผลที่ได้ไม่สอดคล้อง จะต้องหาแนวทางอธิบายสำหรับปรับเปลี่ยนหรือปรับปรุงเครื่องมือ ทฤษฎี หรือโมเดล เพื่อทำการตรวจสอบต่อไป

ในการประเมินความสอดคล้องของโมเดล (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2541, หน้า 34-35) ค่าสถิติไค-สแควร์ (χ^2 chi-square Goodness of fit Statistic) เป็นการประเมินความสอดคล้องของโมเดลตามทฤษฎีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่า χ^2 มีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือโมเดลตามทฤษฎีไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่า χ^2 มีค่าต่ำจนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>.05) นั่นคือ โมเดลตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ค่า χ^2 นั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่าง และการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้น เรื่องการแจกแจงปกติพหุ ในกรณีที่ใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ (มากกว่า 500 หน่วยตัวอย่างขึ้นไป) สถิติไค-สแควร์อาจปฏิเสธโมเดลองค์ประกอบที่เป็นไปได้ทางทฤษฎี เนื่องจากเมื่อกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ความแตกต่างระหว่างโมเดลองค์ประกอบกับข้อมูลเชิงประจักษ์มีเพียงเล็กน้อยก็ทำให้ χ^2 มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่ควรใช้ค่า χ^2 เพียงค่าเดียวในการสรุปความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูล เชิงประจักษ์ จึงค่าพิจารณาที่ใช้ประกอบการประเมินความสอดคล้องของโมเดลค่าอื่น ๆ อีกดังนี้

1. ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (Relative chi-square) เป็นอัตราส่วนระหว่างค่าสถิติไค-สแควร์กับจำนวนองศาอิสระ(χ^2 /df) โดยหลักการทั่วไป ถ้าค่าχ^2 /df น้อยกว่า3.00 ถือว่าโมเดลตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2. ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit index: GFI) มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ค่าดัชนี GFI ยิ่งเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าโมเดลตามทฤษฎีมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3. ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted goodness of fit index: AGFI) เป็นการนำดัชนี GFI มาปรับแก้การพิจารณาเหมือนดัชนี GFI

4. ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐาน (Root mean square residual: Standard RMR) เป็นการเปรียบเทียบระดับความกลมกลืนของโมเดลตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่า Standard RMR ยิ่งเข้าใกล้ 0 ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.08 แสดงว่าโมเดลตามทฤษฎียิ่งมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

5. ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (Root mean square error of approximation: RMSEA) เป็นสูตรที่พัฒนามาจากปัญหาที่ว่าเมื่อเพิ่มพารามิเตอร์อิสระทำให้ค่าสถิติมีค่าลดลง เพราะค่าสถิตินี้ขึ้นอยู่กับ df มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ถ้ามีค่ามากจนกระทั่งปฏิเสธสมมติฐานแสดงว่าโมเดลตามทฤษฎีไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.06 แสดงว่าโมเดลตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

6. นันเซ็นทรัลไคสแคว์ (Non-centrality parameter: NCP) เป็นสถิติที่ใช้ทดสอบความตรงของรูปแบบหรือความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์ ถ้าค่า NCP มีค่ามากจนปฏิเสธสมมติฐาน

แสดงว่าโมเดลตามทฤษฎีไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้ามีค่าน้อยจนยอมรับสมมติฐาน แสดงว่ารูปแบบมีความตรง

7. ฟังก์ชันความแตกต่างจากประชากร (Population discrepancy function: FO) เป็นการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการที่โมเดลนั้นใช้ไม่ได้กับกลุ่มประชากร ถ้ามีค่ามากจนกระทั่งปฏิเสธสมมติฐาน แสดงว่าโมเดลตามทฤษฎีไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ในกรณีที่การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่งมีองค์ประกอบมาก และองค์ประกอบดังกล่าว สามารถจะอธิบายจากตัวแปรแฝงอื่น ๆ ที่ไม่มีอิทธิพลทางตรงกับตัวแปรสังเกต (Bollen, 1989, pp. 313 -314) ดังนั้นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดจำนวนองค์ประกอบที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ลงได้ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองนั้น จะกระทำได้ก็ต่อเมื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง มีความสอดคล้องกับข้อมูลเป็นอย่างดี สมมุติฐานการทดสอบองค์ประกอบอันดับสองมีลักษณะคล้ายกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง แต่องค์ประกอบอันดับสองจะเป็นตัวแปรภายนอกแฝงส่งอิทธิพลไปยังตัวแปรภายในแฝง (องค์ประกอบอันดับหนึ่ง) สมมุติฐานที่แตกต่างจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง คือความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบอันดับหนึ่ง สามารถอธิบายได้ด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอย (Factor loadings) ขององค์ประกอบอันดับสอง โดยไปรวมกับความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนในการวัดระหว่างองค์ประกอบอันดับหนึ่ง (Byrne, 1996, p. 170)

การตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง (Reliability)

นักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน ได้ให้ความหมายของความเที่ยงไว้ใกล้เคียงกัน กล่าวโดยสังเขปดังนี้

ลอร์ด และโนวิก (Lord & Novick, 1968, p. 46) กรอนลันด์ (Gronlund, 1981, p. 105) และอนาตาซี (Anastasi, 1982, p. 102) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงในลักษณะใกล้เคียงกันว่า หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบคนกลุ่มเดียวกันซ้ำด้วยแบบทดสอบเดิมในเวลาที่ต่างกัน ลอร์ด และโนวิก ได้เสริมด้วยว่า คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบทั้งสองครั้งเป็นอิสระไม่ขึ้นกับความคลาดเคลื่อนของการวัดใด ๆ

สำหรับนักการศึกษาไทย ที่ได้ให้ความหมายของความเที่ยงไว้ใกล้เคียงกัน ดังนี้

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์(2521, หน้า 269) กล่าวว่า ความเที่ยงของแบบวัดเป็นความคงที่ของคะแนน ซึ่งได้จากการวัดนักเรียนกลุ่มเดียวกันด้วยแบบวัดฉบับเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง หรือด้วยแบบวัดสองฉบับที่มีลักษณะเหมือนกัน หรือภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรอื่น ๆ ในการวัดนั้น

อนันต์ ศรีโสภา (2524, หน้า 42) และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2529, หน้า 61) ได้ให้ความหมายไว้คล้ายกันคือ ความเที่ยง หมายถึง การนำเอาแบบวัดไปวัดกับสิ่งเดียวกันสองครั้ง จะให้ผลไม่เปลี่ยนแปลง หรือมีความคงที่ของคะแนนที่ได้สูง

วิรัช วรรณรัตน์ (2532, หน้า 53) และศิริชัย กาญจนวาสี (2544, หน้า 34) ให้ความหมายของความเที่ยงของแบบวัดไว้ใกล้เคียงกันว่า เครื่องมือที่สามารถให้ผลการวัดที่ถูกต้องแน่นอน (Accuracy) คงเส้นคงวา (Consistency) เป็นที่เชื่อถือในผลที่ได้ออกมาอย่างแท้จริง แม้จะมีการวัดซ้ำอีกครั้งผลการวัดคงเส้นคงวาสูงขึ้น ถือว่าแบบวัดมีความเที่ยงมากขึ้น โดยที่สภาพในการวัดเหมือนหรือคล้ายกัน

วิรัช วรรณรัตน์ (2532, หน้า 79-80) กล่าวว่า ความเที่ยงมีลักษณะที่สำคัญอยู่ 2 ลักษณะ คือ ความถูกต้องแม่นยำ(Accuracy) และความคงที่แน่นอน(Consistency or stability) ของผลการวัด แนวคิดทั้งสองลักษณะพิจารณาได้ ดังนี้

ความถูกต้องแม่นยำ(Accuracy) หมายถึงผลจากการวัดที่ได้นั้นปราศจากความคลาดเคลื่อน (Free form error) ซึ่งเป็นแนวคิดทางทฤษฎีความเชื่อมั่น โดยยึดหลักการที่ว่า คะแนนที่สังเกตได้ (Observed score) ประกอบด้วย คะแนนจริง (True score) และคะแนนความคลาดเคลื่อน (Error score) ดังสมการ

$$X = T + E$$

เมื่อ X แทน คะแนนที่สังเกตได้

T แทน คะแนนจริง

E แทน คะแนนความคลาดเคลื่อน

คะแนนจริง(True score) หมายถึง คะแนนที่ผู้สอบได้รับจากการทดสอบวัดด้วยเครื่องมือที่มีคุณภาพสูงปราศจากความคลาดเคลื่อน

คะแนนความคลาดเคลื่อน (Error score) หมายถึง ค่าความผิดพลาด ที่เกิดขึ้นจากการวัด ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในลักษณะสุ่ม (Random error) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญกับความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (Systematic error)

จาก $S_X^2 = S_T^2 + S_E^2$

เมื่อ S_X^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนสังเกต

S_T^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจริง

S_E^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน

ถ้าคะแนนที่ได้เป็นคะแนนจริงแล้ว S_E^2 จะเท่ากับ 0

ดังนั้นการทดสอบแต่ละครั้งผู้ใช้แบบทดสอบจะต้องพยายามหาทางให้คะแนนสอบที่ได้ (คะแนนสังเกต) ในการสอบแต่ละครั้งมีค่าใกล้เคียงกันกับคะแนนจริงของผู้เข้าสอบ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้แบบวัดมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (สุพัฒน์ สุกมลสันต์, 2538, หน้า 12)

ความคงที่แน่นอน (Consistency) หมายถึง ผลจากการวัดที่ได้มีความคงที่ไม่แปรเปลี่ยน แนวคิดลักษณะนี้จึงต้องอาศัยการวัดซ้ำ หมายความว่า ถ้าใช้เครื่องมือนั้นวัดซ้ำสองครั้งแล้ว ผลที่ได้จะคงที่ไม่แปรเปลี่ยนไปจากเดิม จึงเป็นแนวคิดที่เน้นวิธีการที่จะหาความเที่ยงในทางปฏิบัติจริง ๆ

ในการหาค่าความเที่ยงของแบบวัด ตามที่นักการศึกษา และนักวิจัยกล่าวถึง มีหลายวิธีที่แตกต่างกัน ดังนี้

เฟอร์กูสัน (Ferguson, 1986, pp. 365-366) และสแตนเลย์ และฮ๊อปกินส์ (Stanley & Hopkins, pp. 122-127) ได้กล่าวถึงวิธีการหาสัมประสิทธิ์ความเที่ยงในลักษณะเดียวกันว่า มี 4 วิธี ดังนี้

1. วิธีสอบซ้ำ (Test-retest method) หรือเรียกว่าสัมประสิทธิ์ความคงที่ (Coefficient of stability) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวกันไปทดสอบกับคน ๆ เดียว หรือคนกลุ่มเดียวกันซ้ำสองครั้ง ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันพอสมควร คะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งสองครั้งนี้จะมีความสัมพันธ์กัน และค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ

2. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel forms method) เป็นการนำแบบทดสอบที่มีลักษณะคู่ขนานกันหรือเท่าเทียมกัน โดยมีเนื้อหา ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน เท่ากัน ไปทดสอบในเวลาเดียวกัน หรือในเวลาที่แตกต่างกัน คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีสหสัมพันธ์ และค่าสหสัมพันธ์ที่ได้คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ

3. วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Sprit-half method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับบุคคลกลุ่มเดียวแล้วแบ่งครึ่งแบบทดสอบในชุดของคะแนนข้อคี่และข้อคู่ นำคะแนนทั้งสองชุดไปหาความสัมพันธ์ จากนั้นปรับขยายด้วยสูตรของ Spearman บราวน์ค่าที่ได้คือค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ

4. วิธีวัดความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ (Internal-consistency method) ซึ่งเป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับกลุ่มคนกลุ่มหนึ่ง และนำไปหาสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบโดยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

อนาสตาซี (Anastasia, 1968, pp. 105-133) ได้แบ่งวิธีการประมาณค่าความเที่ยงออกเป็น 4 วิธีคล้ายกับของเฟอร์กูสัน วิธีที่ 1 วิธีที่ 3 คือวิธีสอบซ้ำ วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนานและวิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ แต่อนาสตาซีได้ขยายวิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนานเป็น 2 วิธี คือ ใช้แบบทดสอบคู่ขนานไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกันในเวลาเดียวกัน กับในเวลาที่ต่างกัน ส่วนวิธีวัดความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ อนาสตาซีไม่ได้กล่าวถึง

ส่วนบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์(2521, pp. 278-323) ได้แบ่งวิธีการประมาณค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ สามารถจำแนกเป็น 2 แบบคือ

1. แบบสัมประสิทธิ์ความคงตัว (Coefficient of stability) การประมาณค่าจากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มเดียวกันที่ได้จากการวัดหลาย ๆ ครั้ง โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสองชุด ซึ่งได้จากแบบทดสอบคนละฉบับ หรือฉบับเดียวกันแต่เป็นการสอบต่างเวลากันจำแนกเป็น 2 แบบ คือ

1.1 วิธีสอบซ้ำ (Test-retest) เป็นวิธีคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของความคงตัวของคะแนนที่ได้จากการสอบวัดนักเรียนกลุ่มเดียวกันสองครั้ง โดยทิ้งช่วงห่างของเวลาการสอบพอประมาณ แล้วนำคะแนนที่สอบวัดได้แต่ละครั้งมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient)

1.2 วิธีคู่ขนาน (Parallel-form method) เป็นการคำนวณหาสัมประสิทธิ์ของความเสมอเหมือนกัน (Coefficient of equivalence) ของคะแนนแบบทดสอบตั้งแต่สองฉบับ การประมาณค่าวิธีนี้อาศัยแนวคิดที่ว่า แบบทดสอบที่สร้างทั้งสองฉบับจะมีข้อคำถามซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งและเป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่ต้องการวัด แล้วนำแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกัน แล้วคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนสอบที่ได้ทั้งสองฉบับด้วยสูตรของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient)

2. แบบสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายใน (Coefficient of internal consistency) เป็นการประมาณค่าจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการวัดนักเรียนกลุ่มเดียวกัน โดยมีแนวคิดว่า แบบทดสอบที่ดีจะมีเอกภาพภายในการวัด (Functional unity) คือส่วนย่อยของแบบสอบหนึ่ง ๆ จะต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน หมายความว่าข้อคำถามแต่ละข้อหรือส่วนย่อยของแบบทดสอบแต่ละส่วนมีความเสมอเหมือนกันทุกข้อ หรือทุกส่วน เพื่อให้เกิดความเป็นเอกพันธ์ในการที่จะวัดคุณลักษณะหนึ่ง ๆ จำแนกได้ 2 วิธี คือ

2.1 วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split-half method) วิธีนี้จะนำแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง แล้วแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน โดยให้ทั้งสองส่วนมีข้อคำถามที่ถามในเนื้อหาคล้ายคลึงกัน และความยากง่ายของข้อคำถามทั้งสองส่วนมีค่าเท่าเทียมกัน วิธีที่ดีวิธีหนึ่งคือจัดข้อสอบให้มีความยากง่ายเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก แล้วแบ่งแบบทดสอบออกเป็นข้อคี่กับข้อคู่ แล้วนำคะแนนที่ได้จากการแบ่งครึ่งแบบทดสอบหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน จากนั้นปรับขยายสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยสูตรของ Spearman-Brown, Hor, Moster หรือ Rulan เป็นสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ ทั้งฉบับ

2.2 วิธีวิเคราะห์ส่วนย่อย เป็นวิธีที่เกิดจากความคิดที่ว่าวิธีแบ่งข้อสอบไม่สามารถคำนวณความสอดคล้องภายในได้อย่างแท้จริงเพราะการแบ่งครึ่งแบบทดสอบเพียงสองส่วนนั้น ลักษณะของความเที่ยงจะเป็นความเสมอเหมือนกันระหว่างคะแนนข้อคี่กับข้อคู่มากกว่า ได้มีผู้คิดวิธีวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบจากส่วนย่อย ๆ โดยจำแนกเป็นรายข้อ จะได้ค่าความเที่ยงเป็นความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบที่แท้จริง วิธีนี้จะใช้แบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบไปคำนวณหาค่าความเที่ยงด้วยวิธีต่าง ๆ หลายวิธี คือ วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt) และวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach alpha coefficient)

นักทฤษฎีทางการวัดผลได้เสนอเทคนิค ในการประมาณค่าความเที่ยงที่เชื่อถือได้ไว้หลายเทคนิค โดยมีข้อสันนิษฐานเบื้องต้น (Presumption) ว่าแบบทดสอบฉบับรวมสามารถแบ่งเป็นส่วน ๆ เช่น สองส่วน สามส่วน สี่ส่วน หรือหลาย ๆ ส่วน และเมื่อใช้ระดับของความคู่ขนานของการวัด (Degree of measurement parallelism) ในแต่ละส่วนเป็นเกณฑ์แล้ว การประมาณค่าความเที่ยงที่ได้จากการสอบเพียงครั้งเดียวด้วยข้อสอบฉบับเดียวจะจัดกลุ่มของข้อตกลงของระดับความคู่ขนานได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

แบบจำลองคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม (Classical parallel parts) เป็นการประมาณค่าความเที่ยงจากแบบทดสอบแต่ละส่วนมีความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม ที่มีข้อตกลงอย่างเคร่งครัด 6 ข้อ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2537, หน้า 9) คือ

1. มีความเป็นเอกพันธ์ในเนื้อหา หรือวัดคุณลักษณะเดียวกัน

2. มีคะแนนจริงเท่ากัน ($T_{i1} = T_{i2} = ...$) และมีความแปรปรวนคลาดเคลื่อนเท่ากัน ($S_{E1} = S_{E2} = ...$)

3. มีคะแนนสอบ (X) เฉลี่ยเท่ากัน ($\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = ...$)

4. มีความแปรปรวนของคะแนนสอบ (X) เท่ากัน ($S_1^2 = S_2^2 = S_3^2 = ...$)

5. มีความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบ (X) กับคะแนนสอบส่วนอื่น ๆ $(S_{12} = S_{13} = S_{23} = ...)$

6. มีความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบ (X) กับเกณฑ์ภายนอก (Y) เท่ากัน $(S_{1Y} = S_{2Y} = S_{3Y} = ...)$

จากข้อตกลงดังกล่าว ในทางปฏิบัติแทบไม่สามารถสร้างแบบทดสอบให้แต่ละส่วนมีความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิมได้ จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคที่เหมาะสมขึ้นมาใหม่ โดยผ่อนปรนเงื่อนไข เดิมมาเป็น แต่ละส่วนจำเป็นต้องมีคะแนนจริงสมมูล (Essentially tua-equivalent part)

นักทฤษฎีการทดสอบที่มีชื่อเสียงได้แก่ Spearman (1910) และ Brown (1910)

แบบจำลองคะแนนจริงจำเป็นต้องสมมูล (Essentially tua-equivalent part)

วิธีนี้เป็นการประมาณค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยผ่อนปรนเงื่อนไขข้อ 2, 3 และ 4 ของแบบจำลองความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม ให้มีความเป็นไปได้มากขึ้น (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2537, หน้า 10-11) ดังนี้

คะแนนจริงแต่ละส่วนไม่จำเป็นต้องเท่ากัน แต่ยอมให้เท่ากันได้เท่ากับความยากที่ต่างกันในแต่ละส่วน นั่นคือ , $T_{ig} = T_{ih} + C_{gh}$ เมื่อ g = h = 1,… …,k และ C_{gh} ไม่จำเป็นต้องเท่ากับศูนย์ เสมอไป

- แต่ละส่วนมีคะแนนสอบ (X) เฉลี่ยต่างกัน
- ความแปรปรวนของคะแนนสอบ (X) ต่างกันได้เล็กน้อย

แม้ว่าแบบทดสอบจะมีขนาดของความยาวหรือจำนวนข้อเท่ากันในแต่ละส่วน แต่ในทางปฏิบัติจริงมีแบบทดสอบบางชนิดต้องอาศัยการแบ่งส่วนให้เหมาะสมตามลักษณะของแบบทดสอบ ทำให้แต่ละส่วนมีจำนวนข้อเท่ากัน ซึ่งส่งผลต่อเงื่อนไขข้อ 5 และข้อ 6 ถึงแม้ว่าขนาดของความยาวเท่ากัน แต่เมื่อนำไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วปรากฏว่า แต่ละส่วนมีการกระจายของคะแนนไม่เท่ากัน แสดงว่าความยาวที่ทำหน้าที่ (Function lengths) ของมันในแต่ละส่วนมีขนาดไม่เท่ากัน (Feidt, 1975, p. 558) นักทฤษฎีการทดสอบจึงจำเป็นต้องนิยามความคู่ขนานขึ้นมาอีกระดับหนึ่งที่มีความผ่อนปรนมากที่สุด เรียกว่า ความคู่ขนานตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพัทธ์ (Congeneric model)

นักทฤษฎีที่เสนอเทคนิคสำหรับการประมาณค่าความเที่ยงตามกลุ่มนี้ ได้แก่ Flanagan (Flanagan, 1930) รูลอน (Rulon, 1930) กัตต์แมน (Guttman, 1945) เฟลต์ และเบรนนอน (Feldt & Brennan, 1969) ครอนบัค (Cronbach, 1951)

ความคู่ขนานตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ (Congeneric model) เป็นการประมาณค่าความเที่ยงของแบบทดสอบที่ผ่อนปรนเงื่อนไขต่าง ๆ เกือบทั้งหมดโดยคงไว้เฉพาะเงื่อนไข

ข้อ 1 ที่ว่า แต่ละส่วนของแบบทดสอบต้องมีเนื้อหาเป็นเอกพันธ์ หรือวัดคุณลักษณะเดียวกัน (Kristof, 1974 , p. 492)

ลักษณะสำคัญของความคู่ขนานตามแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ คือการแบ่งแบบทดสอบออกเป็นส่วน ๆ ที่มีความยาวไม่เท่ากัน หรือมีความยาวเท่ากัน แต่ก็มีการกระจายของคะแนนในแต่ละส่วนแตกต่างกันมาก

ซึ่งวิธีการคำนวณความเที่ยง โดยใช้ระดับความคู่ขนานเป็นเกณฑ์กับแบบทดสอบที่สามารถแบ่งได้เป็นส่วนนั้น สามารถสรุปได้ ดังนี้(บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2537, หน้า 216-230)

1. วิธีหาค่าความเที่ยงแบบแบ่งหลายส่วนย่อยที่มีความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม กรณีที่หลายส่วนมีความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม ใช้สูตรของ Spearman-brown สูตรทั่วไป

2. วิธีหาค่าความเที่ยงแบบแบ่งหลายส่วนย่อยที่มีความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูล ถ้าส่วนของเครื่องมือวัดแบ่งเป็นหลายส่วนและมีความเป็นคู่ขนานแบบคะแนนจริงสมมูล แยกพิจารณาออกเป็น 2 กรณี คือ

2.1 เครื่องมือวัดที่ให้คะแนนแบบสองค่า เช่น แบบทดสอบเลือกตอบ แบบทดสอบถูก-ผิด หรือแบบทดสอบเติมคำ เมื่อตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน หรือแบบสอบถามบางเรื่องที่ให้เลือกตอบว่า ใช่ หรือไม่ใช่ ถ้าใช่ให้1 คะแนน ถ้าไม่ใช่ให้0 คะแนน การหาค่าความเที่ยงคำนวณได้จากสูตร คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) สูตร 20 และ 21

2.2 ถ้าเครื่องมือวัดนั้นให้คะแนนแบบหลายค่า เช่น มาตรประมาณค่า (Ratting scale) ฉบับหนึ่ง ให้คะแนนเป็นหลายค่า เมื่อข้อความนั้นตรงตามลักษณะของผู้ที่ตอบจากน้อยสุดไปหามากสุด จะได้คะแนนเป็น 1, 2, 3, 4 และ 5 หรือแบบทดสอบอัตนัยฉบับหนึ่งมีคำถาม 5 ข้อ แต่ละข้อคะแนนเต็ม 10 คะแนน ดังนั้น แต่ละข้อสามารถให้คะแนนหลายค่าตั้งแต่ 0 ถึง 10 คะแนน ในกรณีนี้ ค่าความเที่ยงคำนวณได้จากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient- α) หรือสูตรของ Cronbach

3. วิธีหาความเที่ยงกรณีหลายส่วนมีความคู่ขนานแบบคะแนนจริงสัมพันธ์

3.1 เมื่อใช้จำนวนข้อเป็นตัวกำหนดความยาว (Nominal lengths) ของเครื่องมือวัด โดยแบ่งเครื่องมือวัดเป็นส่วน ๆ เท่ากับจำนวนข้อ หรือแต่ละส่วนความยาวเท่ากับ 1 ข้อ และแต่ละข้อให้คะแนนเป็นสองค่า คือตอบถูกได้ 1 ตอบผิดได้ 0 สามารถคำนวณจากสัมประสิทธิ์ r_B (Coefficient r_B) ของ บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2537, หน้า 51) ซึ่งสามารถพัฒนามาจากสัมประสิทธิ์ r_{12} ของ Liou

สูตร r_B คล้ายกับสูตร KR-20 แต่ใช้ข้อตกลงแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ ดังนั้นสูตร r_B จึงเป็นสูตรปรับขยายจากสูตร KR-20

3.2 เมื่อใช้จำนวนข้อเป็นตัวกำหนดความยาว (Nominal lengths) ของเครื่องมือวัด คำนวณได้จากสูตร ราชู (Raju) สูตรที่ใช้คำนวณค่าความเที่ยงเมื่อแบ่งเครื่องมือวัดออกเป็นหลาย ๆ ส่วน แต่ละส่วนมีจำนวนข้อหรือความยาวไม่เท่ากัน ราชู ตั้งชื่อสูตรนี้ว่าสัมประสิทธิ์เบต้า เค (Coefficient-β_K) ถ้าแต่ละส่วนมีจำนวนข้อเท่ากันแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์เบต้าเค จะเท่ากับสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบัค ดังนั้น สัมประสิทธิ์เบต้าเค จึงเป็นสูตรทั่วไปของสัมประสิทธิ์แอลฟา

3.3 เมื่อใช้ผลการสอบจริงเป็นตัวชี้บอกความยาว (Functional of effective lengths) ของเครื่องมือวัด หรือไม่ทราบความยาว (Unknown length) คำนวณได้จากสูตร เฟลต์-ราชู (Feldt-Raju) สูตรทั่วไปที่แบ่งส่วนย่อยเป็น K ส่วน

แอลเลน และเยน (Allen & Yen, 1979, p. 88) กล่าวว่า วิธีประมาณค่าความเที่ยงที่แตกต่างกันจะได้ค่าความเที่ยงที่ต่างกัน สำหรับแบบทดสอบที่ใช้ความเร็วควรใช้แบบสอบซ้ำ หรือแบบทดสอบคู่ขนาน เพราะการวัดความสอดคล้องภายในอาจทำให้ค่ามากกว่าความจริง ส่วนการใช้สัมประสิทธิ์ α และวิธีของ Kuder-Richardson จะให้ค่าที่ต่ำกว่าความเป็นจริง และใช้กับแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) เท่านั้น เพราะสูตรเหล่านี้มีพื้นฐานมาจากความเป็นเอกพันธ์ของข้อสอบ ถ้าเป็นข้อสอบที่มีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน การหาค่าความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์ α และคูเดอร์-ริชาร์ดสัน จะไม่เหมาะสมเพราะได้ค่าต่ำกว่าที่ควร

องค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์ความเที่ยง

ค่าสัมประสิทธิ์ของความเที่ยง ที่ได้จะสูงหรือต่ำ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ต่อไปนี้ (Crocker & Algina, 1986 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544, หน้า 60-65)

1. ความเป็นเอกพันธ์ของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล (Group homogeneity) ในกลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันเมื่อนำคะแนนมาหาสัมประสิทธิ์ความเที่ยง จะได้ค่าที่ต่ำกว่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงที่ได้จากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่มีลักษณะที่หลากหลายคละกัน (วิวิธพันธ์) และขนาดของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล ควรมีประมาณ 6-10 เท่าของจำนวนข้อสอบจึงจะได้ความเที่ยงที่เป็นจริง

2. ความยาวของแบบทดสอบ (Test length) การเพิ่มจำนวนข้อสอบที่มีความคู่ขนานกับข้อสอบเดิมที่มีอยู่จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบฉบับนั้น ๆ มีค่าที่สูงขึ้น

3. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบ (Interitem correlation) แบบทดสอบฉบับใดที่มีความเป็นเอกพันธ์ของคุณลักษณะหรือเนื้อหาแสดงว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบสูง อันจะส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบฉบับนั้น

4. กำหนดเวลาที่ใช้ในการแบบทดสอบ (Time limit) แบบทดสอบที่สร้างและพัฒนาเป็นอย่างดีและได้กำหนดเวลาที่ใช้ในการทดสอบที่เหมาะสมกับแบบทดสอบจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงที่สูงแต่ถ้าให้เวลาที่จำกัดหรือมากเกินไปจะทำให้สัมประสิทธิ์ความเที่ยงมีแนวโน้มลดลง

5. วิธีการที่ใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Method of estimating reliability) ในการเลือกใช้วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงมีหลายวิธีและแต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมกับแบบทดสอบที่มีลักษณะและจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกัน อาทิ แบบทดสอบความเร็ว ไม่ควรใช้วิธีการแบ่งครึ่งแบบทดสอบหรือวิธีตรวจสอบความสอดคล้องภายในเพราะจะได้ ค่าความเที่ยงที่สูงกว่าปกติ และวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาควรใช้กับแบบทดสอบที่วัดเพียงคุณลักษณะเดียวมากกว่าหลากหลายคุณลักษณะ หรือสูตรของสเปียร์แมน-บราวน์จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ ความเที่ยงต่ำหรือสูงกว่าความเป็นจริงถ้าข้อสอบไม่มีความเป็นคู่ขนาน เป็นต้น (Kerlinger, 1981, p. 110)

แนวทางปฏิบัติเบื้องต้นในการสร้างเครื่องมือให้มีความเชื่อมั่น

ในการสร้างเครื่องมือวิจัยให้มีความเที่ยงมีแนวทางปฏิบัติเบื้องต้นดังนี้ (อาธง สุทธาศาสน์, 2527, หน้า 97-98; Kerlinger, 1986, p. 415)

1. เขียนข้อคำถามที่ต้องการให้ชัดเจน ไม่คลุมเครือที่อาจจะก่อให้เกิดความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกัน

2. เขียนข้อคำถามให้มีจำนวนข้อมากที่สุด แล้วตัดข้อคำถามที่มีคุณภาพต่ำออกภายหลังการหาคุณภาพของเครื่องมือ

3. ถ้าข้อคาถามใดจำเป็นต้องมีคำอธิบายเพิ่มเติมก็ให้เพิ่มเติมอย่างชัดเจน

4. ระมัดระวังการใช้เครื่องมือในสถานการณ์ปกติ มิฉะนั้นข้อมูลที่ได้อาจจะไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง

การตรวจความเที่ยงด้วยทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability theory: G-Theory)

เทคนิคการศึกษาความเที่ยงของแบบสอบ หรือแบบวัดตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory) ที่ใช้กันอยู่นั้น เป็นการประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบที่ใช้เฉพาะบุคคล ภายใต้เงื่อนไขของการทดสอบที่เฉพาะ ได้แก่ การทดสอบที่ผู้สอนทุกคนต้องทำข้อสอบเหมือนกันทุกข้อ ผลการตอบได้รับการให้คะแนนโดยผู้ตรวจคนเดียว และแบบทดสอบที่ใช้ ตั้งอยู่บนข้อตกลงเบื้องต้นของความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบสอบ แต่ถ้าสถานการณ์ของการทดสอบแตกต่างไปจากที่กล่าวมา เทคนิคการประมาณค่าความเที่ยงตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ เช่น กรณีของการทดสอบที่มีผู้ตรวจหลายคนให้คะแนนข้อสอบความเรียงของผู้สอบทุกคน หรือกรณีการทดสอบที่ผู้ตรวจหลายคนให้คะแนนผลการตอบแบบสอบที่มีความยาวและจำนวนครั้งของการทดสอบแตกต่างกัน เป็นต้น นอกจากนี้

โมเดลการวัดของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ถือว่าคะแนนความคลาดเคลื่อน หรือ ความคลาดเคลื่อนของการวัดเป็นคะแนนความคลาดเคลื่อนทุกแหล่งเข้าด้วยกัน และเป็นความคลาดเคลื่อนรวมอันเดียวที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้ (Unique error) จึงเป็นข้อจำกัดทางทฤษฎีที่ไม่สามารถศึกษารายละเอียดของแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัด ในสถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัดต่าง ๆ ได้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550, หน้า 11)

ความเป็นมาของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability theory: G-Theory)

ไพรัตน์ วงษ์นาม (2533, หน้า 17-12) ได้ศึกษาและกล่าวถึงความเป็นมาของทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดไว้ ดังนี้

จากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory) ใช้ค่าความเที่ยงอธิบายความแม่นยำของการวัด โดยยึดข้อตกลงคุณสมบัติคู่ขนานหรือความเท่าเทียมเป็นสำคัญ ผู้ที่ได้ชื่อว่าเป็นบิดาของทฤษฎีความเที่ยงการวัดทางจิตวิทยาคือ Spearman จากการที่รู้ว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะที่ต่างกันสองอย่างมักจะต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนของการสังเกต ในปี ค.ศ. 1910 Spearman ได้พัฒนาทฤษฎีความเที่ยงอย่างจริงจัง และได้กล่าวถึงข้อตกลงเกี่ยวกับแบบสอบคู่ขนานเป็นครั้งแรกว่า แบบทดสอบทั้งหลายที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน คะแนนของแต่ละฉบับประกอบด้วยคะแนนจริงที่เท่ากันรวมกับคลาดเคลื่อน และมีข้อตกลงเพิ่มเติมเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนว่า มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 มีความแปรปรวนเท่ากัน เป็นอิสระต่อกัน และเป็นอิสระต่อคะแนนจริง ภายใต้เงื่อนไขนี้ แบบสอบแต่ละฉบับจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ความแปรปรวนเท่ากัน และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบสองคู่ขนานดังกล่าวจะมีค่า ดังนี้ 1) มีค่าเท่ากัน 2) มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนสังเกต 3) มีค่าเท่ากับกำลังสองของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสังเกตกับคะแนนจริง ในระยะเวลาใกล้เคียงกัน Brown ได้พัฒนาทฤษฎีความเที่ยง โดยเริ่มด้วยการนิยามแบบสอบคู่ขนานในขณะที่ Spearman เริ่มจากคะแนนสังเกต ประกอบด้วยคะแนนจริงรวมกับความคลาดเคลื่อน แต่ แนวคิดของ Brown สอดคล้องกับทฤษฎีของ Spearman (Cronbach, Rajaratnam & Gleser, 1963 อ้างถึงใน ไพรัตน์ วงษ์นาม, 2533, หน้า 17-18)

นักทฤษฎีการทดสอบหลายท่าน พยายามศึกษาเชิงจำแนกแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การนำเทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติมาใช้ในการประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบ และความคลาดเคลื่อนจากการวัดมีนานแล้วในแวดวงของการวัดผล วิธีการที่เป็นที่รู้จักกันดี ได้แก่ วิธีการวิเคราะห์ของ Hoyt

นอกจากนี้ยังมีท่านอื่นที่เสนอวิธีการในทำนองคล้าย ๆ กัน เช่น Linquist, Medley & Mitzel เป็นต้น (Hoyt, 1941; Linquist, 1953; Medley & Mitzel, 1963 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี 2550, หน้า 11-12)

ในระยะแรกของการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการประเมินความเที่ยงยังคงยึดข้อตกลงความเท่าเทียมกันเป็นหลัก เวลาต่อมามีนักวิจัยได้นำไปใช้หาค่าความเที่ยงโดยไม่ยึดตกลงความเท่าเทียม กลุ่มนักวิจัยที่ได้ชื่อว่าเป็นผู้พัฒนาทฤษฎีความเที่ยงที่ไม่ยึดข้อตกลงของความเท่าเทียมอย่างเป็นระบบพร้อมกับตั้งชื่อทฤษฎีนี้ว่า"GENERALIZABILITY THEORY" ได้แก่ Cronbach et al. ต่อมา Brennun พยายามเผยแพร่แนวคิดให้ง่ายขึ้นทั้งในแง่การตีความและการคำนวณ ในเวลาต่อมา Cardinet et al. ได้ขยายความทฤษฎีในบางจุด ให้สามารถประยุกต์ใช้ได้กว้างขวางยิ่งขึ้นกว่าเดิม (Cronbach, 1972; Brennan, 1983; Cardinet et al., 1976, 1981, 1983 อ้างถึงใน ไพรัตน์ วงษ์นาม, 2533, หน้า 21)

หลักการพื้นฐานและข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

G-theory เป็นทฤษฎีทางสถิติของการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดในสถานการณ์ของการวัดผลลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นเป้าหมายของการนำเครื่องมือไปใช้ ความน่าเชื่อถือของผลการวัด หมายถึง ความถูกต้องของการสรุปอ้างอิง (Generalization) จากคะแนนที่สังเกตได้ไปยังคะแนนจริงของบุคคล โดยคะแนนจริงเป็นคะแนนเฉลี่ยที่พึงได้ของผู้สอบแต่ละคนจากการสอบภายใต้สถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัดที่ยอมรับได้ทั้งหมด

ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

ข้อตกลงเบื้องต้น มีสาระสำคัญ ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550, หน้า 14)

1. คุณลักษณะที่มุ่งวัดของบุคคล ไม่ว่าจะเป็นความรู้ ทัศนคติ ทักษะ หรือคุณลักษณะอื่น ๆ ซึ่งเป็นเป้าหมายของการวัด เป็นค่าที่อยู่ในสภาวะคงที่ (Steady state)

2. ผู้สอบคนเดียวกัน ได้คะเนนแตกต่างกันจากการวัดในแต่ละสถานการณ์ หรือเงื่อนไขของการวัด เนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบอย่างน้อย 1 แหล่ง โดยองค์ประกอบด้านวุฒิภาวะ (Maturation) และการเรียนรู้ (Learning) ระหว่างการวัดไม่เป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากการวัด

3. เมื่อพิจารณาผู้สอบทั้งกลุ่ม ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ ประกอบด้วยความแปรปรวนของคะแนนจริง ซึ่งเป็นความแตกต่างที่แท้จริงระหว่างบุคคล ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบอย่างน้อย 1 แหล่ง และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสุ่ม

G-theory ได้พิจารณาถึงแหล่งความคลาดเคลื่อนพหุ (Multiple source of error) ที่สามารถวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจากหลายแหล่งพร้อมกันไป ผู้บริหารการทดสอบจึงสามารถตัดสินใจได้ว่าควรใช้สถานการณ์หรือเงื่อนไขการวัดแบบใด จึงจะได้คะแนนที่เชื่อถือถึงระดับที่ต้องการ ผลการวิเคราะห์ด้วย G-theory จะให้ค่าสัมประสิทธิ์เชิงสรุป ที่แสดงถึงระดับความเชื่อถือของคะแนนที่ได้จากการวัด (Level of dependability) เรียกว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability coefficient) ซึ่งคล้ายกับสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability coefficient) ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

ไพรัตน์ วงษ์นาม (2533, หน้า 24) กล่าวว่า ถึงแม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงจะมีความหมายเช่นเดียวกับความเที่ยงตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม แต่ก็มีประเด็นที่แตกต่างกันดังนี้

1. การวัดแต่ละครั้งมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ได้มากกว่า 1 ค่า

2. การอ้างอิงไปยังเอกภพใด จะต้องระบุและอธิบายเอกภพนั้นให้ชัดเจน และต้องสุ่มเงื่อนไขนั้นมาศึกษาด้วย

3. ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง สามารถบอกถึงความเป็นเอกพันธ์ของเอกภพได้ด้วย ถ้าข้อสอบที่นำมาศึกษาเป็นตัวอย่าง สุ่มจากเอกภพข้อสอบที่มีความเป็นเอกพันธ์ เราสามารถจะใช้คะแนนสังเกตแทนคะแนนเอกภพได้อย่างมั่นใจ (Cronbach et al., 1963 อ้างถึงใน ไพรัตน์ วงษ์นาม, 2533, หน้า 24)

คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับ G-theory

ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดมีความจำเป็นต้องทำความเข้าใจคำศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้องที่สำคัญ ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550, หน้า 15-19)

1. ประชากร (Population) และเอกภพ (Universe)

G-theory ได้จำแนกคำศัพท์ “ประชากร” และ “เอกภพ” ให้มีความหมายแตกต่างกัน ดังนี้

1.1 ประชากร หมายถึง สิ่งที่มุ่งวัดทั้งหมด ในสถานการณ์ของการทดสอบทั่วไป สิ่งที่มุ่งวัดมักได้แก่ บุคคลหรือผู้ทำการทดสอบ

1.2 เอกภพ หมายถึง เงื่อนไขของการวัดที่สนใจทั้งหมด กลุ่มเงื่อนไขของการวัดหรือที่เรียกว่า ฟาเซท (Facet) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่คาดว่ามีผลต่อความคลาดเคลื่อนของการวัด เช่น ความยาวของแบบทดสอบ รูปแบบของข้อสอบ จำนวนครั้งของการสอบ จำนวนผู้ตรวจให้คะแนน เป็นต้น สำหรับเงื่อนไขของการวัด เป็นระดับ ฟาเซท (องค์ประกอบ) ของการวัด เช่น

ฟาเซท ของจำนวนผู้ตรวจ อาจกำหนดจำนวนระดับเป็น 1 2 3 คน ฟาเซท ความยาวของข้อสอบ อาจกำหนดเป็น 10, 30, 50 เป็นต้น

หลังจากการออกแบบจำนวนฟาเซท (องค์ประกอบ) และจำนวนเงื่อนไข (ระดับการวัด) ของแต่ละองค์ประกอบแล้ว การวัดที่ครอบคลุมเงื่อนไขทั้งหมดที่เป็นเป้าหมายของการสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบสอบ เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบของประชากรผู้ทำการทดสอบภายใต้เงื่อนไขของการวัดที่สนใจทั้งหมด เรียกว่า เอกภพที่ได้จากการสังเกตทั้งหมด (Universe of admissible observation)

1.3 ฟาเซท ที่ต้องการศึกษาอาจเป็นองค์ประกอบแบบสุ่ม (Random) หรือ องค์ประกอบเจาะจง (Fix) ถ้าเงื่อนไขการวัดถูกเลือกมาอย่างเจาะจงจากองค์ประกอบที่ศึกษาแสดงว่าผู้ศึกษาสามารถทำการสรุปความเที่ยงของแบบสอบไปยังองค์ประกอบเฉพาะระดับของเงื่อนไขที่เลือกมาศึกษาเท่านั้น แต่ถ้าเงื่อนไขการวัดได้รับการสุ่มเพื่อเป็นตัวแทนขององค์ประกอบที่ศึกษาแสดงว่าผู้ศึกษาสามารถทำการสรุปอ้างอิงความเที่ยงของแบบสอบ ไปยังระดับต่าง ๆ ขององค์ประกอบที่ศึกษาได้

2. การศึกษา G (G-study) และการศึกษา D (D-study)

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงทางการทดสอบ ประกอบด้วยขั้นตอนการศึกษาที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาเชิงสรุปอ้างอิง หรือการศึกษา G (Generalizability study: G-study) กับการศึกษาเชิงตัดสินใจ หรือการศึกษา D (D-study)

2.1 การศึกษา G (G-study) เป็นการสรุปอ้างอิงผลการศึกษาตัวอย่างการวัดตามเงื่อนไขที่น่าสนใจ บรรยายความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากแหล่งความคลาดเคลื่อนเพื่อสรุปอ้างอิงไปยังเอกภพของการวัด

2.2 การศึกษา D (D-study) เป็นการใช้ข้อมูลจากการศึกษา G ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เฉพาะของการตัดสินใจเลือกใช้แบบสอบในสถานการณ์ต่าง ๆ ของการวัด

จุดประสงค์ของการศึกษา G ต้องการประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากแหล่งความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่สนใจ และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนเพื่อตัดสินใจในการศึกษา D เกี่ยวกับค่าความเที่ยงของแบบสอบในสถานการณ์ของการวัดต่าง ๆ ดังนั้น การออกแบบ G-study จึงควรครอบคลุมเงื่อนไขของการวัดที่ต้องการตัดสินใจนำแบบสอบไปใช้ใน D-study

3. ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน (Absolute and relative error variance)

ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม คะแนนจริง (True score: T_p) ของผู้สอบ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการสอบซ้ำ ๆ ด้วยแบบสอบคู่ขนาน ความแปรปรวนของคะแนนจริงจึงเป็น

ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของการสอบซ้ำนั้น และความแปรปรวนของคะแนนสังเกตได้ จึงเป็นผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน ดังนี้

$$X_{pi} = T_{pi} + E_{pi}$$
$$\sigma^2 x_p = \sigma^2 t_p + \sigma^2 E_p$$

สำหรับ G-theory คะแนนเอกภพ (Universe score: Mp) คือค่าเฉลี่ยของคะแนนการวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้งตามเงื่อนไขการวัดในเอกภพการสรุปอ้างอิง สำหรับความคลาดเคลื่อนของการวัด (E_{pi}) และความคลาดเคลื่อนจากแหล่งที่เหลืออื่น ๆ (e_{pi}) ซึ่งการวัดแต่ละครั้งไม่จำเป็นต้องใช้แบบทดสอบคู่ขนาน เหมือนทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ส่วนความแปรปรวนของค่าคาดหมายของคะแนนที่สังเกตได้ เป็นผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ($\sigma^2_{\mu_p}$ หรือเขียนย่อ ๆ ว่า σ^2_p) กับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากฟาเซท หรือองค์ประกอบ (i) ต่าง ๆ ของการวัด (σ^2_{Ei}) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากแหล่งอื่น (σ^2_{cp}) ดังนี้

$$X_{pi} = T_{pi} + E_{pi} + e_{pi}$$
$$\sigma^2 x_p = \sigma^2 \mu_p + \sigma^2_{Ei} + \sigma^2_{cp}$$

สำหรับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่าง ๆ ของการวัดสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.1 ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute error variance; σ^2_{ABS} หรือ σ^2_Δ) คือ ความแปรปรวนของ $\mu_p - X_p$ ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจากแหล่งต่าง ๆ ยกเว้น $\sigma^2_{\mu_p}$ หรือ σ^2_p

3.2 ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative Error Variance; Variance; σ^2_{REL} หรือ $\sigma^2\delta$) คือ ความแปรปรวนของ $\mu_p - X_p$ ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจากแหล่งต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้สอน (p)

4. สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-coefficient)

ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม สัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบเป็นสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริง กับความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ ดังนี้

$$\text{Reliability} = \frac{\sigma_T^2}{\sigma_X^2}$$

$$= 1 - \frac{\sigma_E^h}{\sigma_X^2}$$

$$= \rho^2_{XT}$$

$$= \rho^2_{XX}$$

สำหรับ G-theory สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-coefficient or $\rho^2_{\ i}$) เป็นสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ กับความแปรปรวนของค่าคาดหมายของคะแนนที่สังเกตได้

$$\text{G – Coefficient} = \frac{\sigma^2_{\ p}}{\sigma^2_{\ p} + \text{Error Variance}}$$

เนื่องจากความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่าง ๆ ของการวัดมี 2 ประเภท จึงทำให้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมี 2 ประเภท ได้แก่

4.1 สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจสัมบูรณ์ (ρ^2_{ABS})

เมื่อคะแนนความคลาดเคลื่อนเป็นความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ สัมประสิทธิ์บ่งบอกความเที่ยงของแบบทดสอบ ในสถานการณ์ของการตัดสินใจที่ขึ้นกับคะแนนของผู้สอบตามลำพัง ไม่มีการเปรียบเทียบภายในกลุ่ม หรือ ระหว่างกลุ่ม เช่น ความเที่ยงของแบบสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งใช้แสดงความน่าเชื่อถือสำหรับการตรวจสอบสามารถของผู้สอบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เป็นต้น

4.2 สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพันธ์ (ρ^2_{REL})

เมื่อคะแนนความคลาดเคลื่อนเป็นความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ สัมประสิทธิ์นี้บ่งบอกความเที่ยงของแบบสอบ ในสถานการณ์ของการตัดสินที่มีการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างผู้สอบ เช่น ความเที่ยงของแบบสอบอิงกลุ่ม ซึ่งใช้แสดงความน่าเชื่อถือสำหรับการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างผู้สอบด้วยโค้งการแจกแจงคะแนน และตัดเกรด หรือการสอบแข่งขันหาผู้สอบที่ได้คะแนนสูงสุดเทียบกับกลุ่ม เพื่อเข้าศึกษาต่อในสถานการศึกษาต่าง ๆ เป็นต้น

จะเห็นว่าการประมาณค่าความเที่ยงของ G-theory นั้นแยกความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนออกเป็นความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (จากเงื่อนไขต่าง ๆ ของการวัด)

กับความคลาดเคลื่อนสุ่ม ทำให้ทราบแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สำคัญ ทำให้ควบคุมความคลาดเคลื่อนได้ตรงประเด็นอันนำไปสู่การตัดสินใจใช้เงื่อนไข เพื่อกำหนดความน่าเชื่อถือของการวัดได้ถ้าระดับที่ต้องการ ในขณะที่การประมาณค่าความที่สูง ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมนั้นมีพื้นฐาน ความเชื่อว่า ความผันแปรของคะแนนที่สังเกตได้โดยคะแนนความคลาดเคลื่อนมาจากความคลาดเคลื่อนของทุกแหล่งรวมเป็นหนึ่งเดียวไม่สนใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขในการวัดที่อาจส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของคะแนน ค่าความเที่ยงที่ได้จึงไม่สามารถปรับได้ทำให้ต้องเริ่มต้นใหม่ทุกครั้งในการประมาณค่าความเที่ยงหากได้ค่าตามระดับที่ต้องการ ดังนั้น ในการสร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมครั้งนี้ จึงใช้วิธีการประมาณค่าความเที่ยงตาม G-theory

เกณฑ์ความเหมาะสมของค่าความเที่ยง

สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบวัดควรมีค่าสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ภายใต้สภาพการณ์ของการวัด อย่างน้อยที่สุดควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.50 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, หน้า 97) แต่จะสูงถึงขนาดไหนขึ้นอยู่กับความสำคัญของการตัดสินใจที่จะมีขึ้นจากการนำผลการวัดไปใช้และโอกาสของการติดตามตรวจสอบในเรื่องที่ตัดสินใจ ซึ่ง กอร์นลันด์ และลินน์ (Gronlund & Linn, 1990, p. 101) ได้กล่าวถึงการตัดสินใจที่มีความสำคัญที่ต้องการความถูกต้องสูงนั่นคือแบบวัดต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงสูงได้แก่การตัดสินใจในการคัดเลือก รับหรือไม่รับ ที่ตัดสินไปแล้วไม่สามารถกลับไปเปลี่ยนแปลงผลหรือนำผลการวัดครั้งอื่นมายืนยันในภายหลังได้อีกแล้ว ส่วนในการตัดสินใจที่มีความสำคัญไม่มากแบบวัดที่ใช้ก็ไม่จำเป็นต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงสูงนักเป็นการตัดสินใจที่สามารถนำผลการวัดครั้งอื่นมายืนยันหรือเปลี่ยนแปลงผลเดิมได้อีกในภายหลัง ในบางครั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher-made tests) โดยทั่วไปมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 0.85 ในขณะที่ นันนาลี (Nunnally, 1994, p. 265) แนะนำว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยควรมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงสูงกว่า 0.70 และควรเพิ่มให้ค่าความเที่ยง สูงกว่า 0.80 สำหรับเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยขั้นพื้นฐาน และในกรณีที่การตัดสินใจที่สำคัญเกี่ยวกับการตัดสินถึงอนาคตของบุคคลจะทำบนพื้นฐานของคะแนนจากแบบวัดที่มีความเที่ยงอย่างน้อย 0.90 หรือสูงกว่า ดังนั้นในการประมาณค่าความเที่ยงของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครั้งนี้ผู้วิจัย จึงกำหนดเกณฑ์ค่าความเที่ยงของแบบวัดไว้ที่ สูงกว่า .70

การตรวจสอบคุณภาพรายข้อ

แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้สร้างและพัฒนาข้อคำถาม เป็นแบบเลือกตอบ ตอบถูกให้คะแนน 1 ตอบผิดให้คะแนน 0 ในการวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อเพื่อคัดเลือกข้อสอบในรอบแรกตามทฤษฎีการทดสอบแบบ

ดั้งเดิม (Classical test theory) และวิเคราะห์คุณภาพเพื่อพัฒนาข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item response theory) ซึ่งมีความแตกต่างกันในแง่ของทฤษฎีพื้นฐานในโมเดลการวิเคราะห์และการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้

ทฤษฎีการทดสอบแบบดังเดิม ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการวิเคราะห์ข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดให้คะแนน ตอบถูกให้คะแนน 1 ตอบผิดให้คะแนน 0 แบบอิงกลุ่ม (Item analysis procedure for norm-referenced) เพื่อนำมาใช้กับการวิเคราะห์คุณภาพของข้อคำถามในแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, หน้า 225-227)

1. ระดับความยาก (p) (Level of difficulty of the items) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก เช่น ข้อสอบข้อหนึ่งมีคน 100 คน ปรากฏว่า ตอบถูกเพียง 30 คนแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีค่าระดับความยาก (p) เท่ากับ 0.3 (หรือ 30%) ดังนั้นระดับความยากของข้อสอบจึงมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1.0 ถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกมาก p จะมีค่าสูง (เข้าใกล้ 1) แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ในทางตรงข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกน้อย p จะมีค่าต่ำ (เข้าใกล้ 0) แสดงว่าข้อนั้นยาก โดยทั่วไป ข้อสอบที่มีค่า p ระหว่าง 0.2-0.8 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50 สำหรับสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$p = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ R_H = จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L = จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2. อำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) (Discrimination power of the items) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนก หรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้ หรือจำแนกคนที่มีความสามารถพิเศษกับคนที่ไม่มีความสามารถออกจากกันได้ โดยถือว่าคนที่เก่งหรือมีความสามารถควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ จอนห์สัน (Johnson, 1951) เป็นผู้ริเริ่มให้ความหมายของดัชนีอำนาจจำแนก โดยเสนอการคำนวณอำนาจ

จำแนกของข้อสอบ(r) อย่าง่าย สามารถคำนวณผลต่างระหว่างสัดส่วนจำนวนคนตอบถูกในกลุ่มเก่ง กับสัดส่วนคนตอบถูกในในกลุ่มอ่อน เช่น กลุ่มเก่ง 10 คน ตอบถูก 9 คน แต่กลุ่มอ่อน 10 คน ต้องถูกเพียง 2 คน เพราะนั้น r มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง + 1 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าเป็นบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปสำหรับสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H \text{or} N_L}$$

เมื่อ R_H = จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L = จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

แนวคิดพื้นฐานทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item response theory: IRT) เป็นทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะภายในหรือความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคลกับพฤติกรรมการตอบสนองข้อสอบของบุคคลนั้นว่ามีโอกาสตอบข้อสอบถูกมากน้อยเพียงไร เป็นทฤษฎีที่แก้ไขข้อจำกัดหลายประการของทฤษฎีการวัดดั้งเดิม (Classical test theory)มีพัฒนาการเริ่มที่ (Hambleton & Swaminatan, 1985) บิเนทและ ไซมอน (Binet & Simon) นักจิตวิทยาได้สร้างกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดของเด็กกับอายุซึ่งเป็นที่มา ของสิ่งคุณลักษณะ ค.ศ. 1943 ลอว์ลี ได้เสนอบทความเกี่ยวกับปัญหาการสร้างและการเลือกข้อสอบโดยเสนอแนวคิดในรูปของโมเดล Normal ogive Model ในปี ค.ศ. 1950 ราส์ช นักคณิตศาสตร์ชาวเดนมาร์คได้เสนอโมเดลราส์ช แบบ 1 พารามิเตอร์โดยมีแนวคิดว่าความยากของข้อสอบเป็นสิ่งเดียวที่มีอิทธิพลต่อการตอบสนองข้อสอบ ต่อมาปี ค.ศ. 1952 ลอร์ด (Lord) ได้ขยายแนวคิดทฤษฎีตอบสนองข้อสอบโดยเสนอ Normal ogive function แบบ 2 พารามิเตอร์ที่มีการเพิ่มพารามิเตอร์ อำนาจจำแนก ในปี ค.ศ. 1968 เบิร์นบอม (Birbaum) ได้พัฒนาโมเดลโลจิสติก (Logistic Model) ที่เป็นฟังก์ชันที่สามารถคำนวณได้ง่ายขึ้น ในปี ค.ศ. 1974 ลอร์ด (Lord) ได้เสนอแนวคิดโมเดลโลจิสติก แบบ 3 พารามิเตอร์โดยเพิ่มพารามิเตอร์ในโอกาสการเดาข้อสอบในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ

หลักการของทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ

ทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item response model) เชื่อเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ (Item parameter) เช่น ค่าความยาก (b) ค่าอำนาจจำแนก (a) หรือค่าการเดา (c) ของข้อสอบแต่ละข้อว่าเป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ประจำและคงที่พอสมควรในตัวข้อสอบนั้น ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ไม่ควรเปลี่ยนแปลงไปตามกลุ่มตัวอย่าง (Sample free) และในทำนองเดียวกันค่าพารามิเตอร์ของผู้ตอบ (Parameter) หรือคุณลักษณะ (Trait) หรือความสามารถ (Ability) ที่แท้จริงของผู้ตอบก็เป็นคุณลักษณะที่อยู่ในตัวผู้ตอบนั้นจริง จึงไม่ควรแปรเปลี่ยนไปตามชุดของข้อสอบที่เลือกใช้ แต่เนื่องจากความสามารถของผู้ตอบเป็นคุณลักษณะแฝง (Latent trait) ซึ่งไม่สามารถที่จะวัดหรือสังเกตได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องใช้การพยากรณ์หรืออธิบายคุณลักษณะดังกล่าว โดยอาศัยผลที่ได้จากการตอบแบบทดสอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ (Hambleton & Swaminathan, 1985, p. 9) นักวัดผลพยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างผลที่ได้จากการตอบแบบทดสอบหรือคะแนนกับปริมาณความสามารถของผู้สอบแต่ละคน เพื่อเขียนมาเป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของการทำข้อสอบหรือคะแนนของผู้สอบ (Test performance) กับปริมาณความสามารถของผู้สอบ (Ability) ซึ่งสามารถเขียนในรูปของความสัมพันธ์ทั่วไป (Lord, 1982 อ้างถึงใน ตรึงใจ พูนผลอำนวย, 2534)

ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ

1. ความเป็นมิติเดียว (Unidimesion) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบจะต้องวัดความสามารถหรือคุณลักษณะเดียวกัน(Unidimensionality) หรือข้อสอบเหล่านี้มีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) การกำหนดเช่นนี้ก็เพื่อให้รูปแบบของทฤษฎีนี้มีความหมายซับซ้อนน้อยลงและง่ายต่อการแปลความหมายของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ วิธีการตรวจสอบว่าแบบทดสอบนั้นวัดมิติเดียวกันหรือไม่นั้นทำได้โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) แล้วสังเกตค่าไอเก้น (Eigen value) ค่าสูงสุดว่าแตกต่างจากค่าอื่น ๆ อย่างชัดเจนหรือไม่ ดังที่ แฮมเบิลตันและสวามินาธาน (Hambleton & Swaminathan, 1985, pp. 16-17) กล่าวว่า ข้อตกลงนี้ไม่เข้มงวดนักขอให้มีลักษณะเด่นที่จะวัดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งก็ใช้ได้

2. ความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบ(Local independence) หมายถึง โอกาสในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องเป็นอิสระจากกัน นั่นคือ การตอบข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งได้ถูกหรือผิดจะไม่มีผลต่อการตอบข้ออื่น ๆ

3. โค้งลักษณะข้อสอบ (Item characteristic curve) เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสในการตอบข้อสอบนั้นถูกต้องกับระดับความสามารถที่วัดได้โดยชุดของข้อสอบหรือแบบทดสอบนั้น แฮมเบิลตัน และสวามินาธาน (Hambleton & Swaminathan, 1985, p. 9) จะเห็นว่าโอกาสผู้สอบตอบข้อสอบถูกจะขึ้นอยู่กับโค้งลักษณะของข้อสอบในแต่ละข้อ

มีคุณสมบัติไม่แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มตัวอย่างหรือตัวผู้สอบ ดังนั้น โอกาสการตอบข้อสอบถูกจึงไม่แปรเปลี่ยนด้วยผู้วิจัยอธิบาย คุณลักษณะเบื้องต้นของแบบทดสอบตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item response model) ด้วยการแสดงความเป็นมิติเดียว (Unidimension) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) แล้วสังเกตค่าไอเก้น (Eigen value)

โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Item response model)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของการกระทำหรือคะแนนของผู้สอบกับปริมาณความสามารถของผู้สอบ ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (สำเริง บุญเรืองรัตน์, 2529)

$$P = f(\theta)$$

เมื่อ P แทน ผลการสอบ (Performance)

f แทน ฟังก์ชัน (Function)

θ แทน ความสามารถ (Ability หรือ Trait)

จากสมการดังกล่าว เป็นการแสดงความสัมพันธ์ทั่ว ๆ ไป ลักษณะของโมเดลการตอบสนองข้อสอบเป็นระบบความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสตอบข้อสอบถูก (Pi) กับความสามารถที่มีอยู่ภายในผู้ตอบ (θ) ในรูปของโค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) ซึ่งมีลักษณะเป็นฟังก์ชันโลจิสติก (Logistic function) หรือฟังก์ชันปกติสะสม (Normal ogive function) บางครั้งเรียกว่าโมเดลโลจิสติกหรือโมเดลปกติสะสมใช้ฟังก์ชันปกติสะสมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบข้อสอบกับความสามารถของผู้สอบส่วนโมเดลโลจิสติกใช้ฟังก์ชันโลจิสติก แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบกับความสามารถ ซึ่งฟังก์ชันทั้งสองให้ผลลัพธ์ของการประมาณค่าใกล้เคียงกันมาก แต่ฟังก์ชันโลจิสติกมีลักษณะของสูตรทางคณิตศาสตร์ และวิธีคำนวณง่ายสะดวกกว่า ทำให้โมเดลโลจิสติกเป็นที่นิยมกันมากในการนำไปใช้จริง

ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) เสนอฟังก์ชันสำหรับอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นของการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง (หรือการเลือกรายการคำตอบ) กับความสามารถของผู้ตอบ (หรือคุณลักษณะภายในของผู้ตอบ) และคุณลักษณะของข้อสอบ โดยใช้โมเดล 2 ประเภทตามลักษณะการตรวจให้คะแนนคำตอบ ได้แก่ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Binary of dichotomous IRT models) และโมเดลการตอบสนองของข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polytomous IRT models)

ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ค่าพารามิเตอร์ในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) เชื่อว่าคุณลักษณะของข้อสอบ ประกอบด้วย

ค่า b หรือ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ ข้อที่ i (Difficulty parameter) ในทางทฤษฎีมีค่าอยู่ระหว่าง (- α ถึง + α) แต่ในทางปฏิบัติมีค่าอยู่ระหว่าง -2.5 ถึง +2.5 ค่า b ที่อยู่ใกล้ -2.5 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย ส่วนค่าที่อยู่ใกล้ +2.5 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ยาก (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550, หน้า 56) หรือ -2.00 ถึง 2.00 (Ronald, Hariharan & Rogers, 1991, p. 13)

ค่า a หรือ พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ i (Discrimination parameter) มีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงของค่าความชันของ ICC ที่ตำแหน่ง b ค่า a ที่สูงแสดงถึงการจำแนกผู้สอบที่มีความสามารถแตกต่างกันได้ดี ในทางทฤษฎีมีค่าอยู่ระหว่าง (-α ถึง + α) ควรมีค่าเป็น + ตามปกติมีค่าไม่เกิน +2.5 ซึ่ง Crocker and Algina (1986, pp. 350-351) ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของค่าอำนาจจำแนก แบบ Point biserial (p_g) ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม กับค่าอำนาจจำแนกตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (a_g) ตามสมการ

$$a_g = \frac{p_g}{\sqrt{1-p_g^2}}$$

เมื่อแทน $p_g = .3$ ในสมการจะได้ ค่า $a_g = \frac{.3}{\sqrt{1-.3^2}} = .31$ ดังนั้น ตามทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกที่ใช้ได้จึงควรมีค่าตั้งแต่ 0.31 ขึ้นไป แต่ในทางปฏิบัตินิยมใช้ข้อสอบที่มีค่า a อยู่ระหว่าง +0.5 ถึง +2.5 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550, หน้า 56) หรือ 0.30-2.00 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 ข, หน้า 203)

และค่า c หรือ พารามิเตอร์โอกาสการเดาข้อสอบได้ถูก (Guessing parameter) หรือโอกาสการเดาของผู้สอบที่มีความสามารถต่ำ เป็นค่ากำกับต่ำสุด (Lower asymtote) ของ ICC ในทางทฤษฎี ค่า c มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยทั่วไปนิยมใช้ข้อสอบที่มีค่า c_i ไม่เกิน 0.30 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550, หน้า 56)

ดังนั้น ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนแบบ 2 ค่า อธิบายความน่าจะเป็นของการตอบข้อสอบได้ถูกต้องขึ้นอยู่กับลักษณะภายใน หรือความสามารถของผู้ตอบ (θ) และคุณลักษณะของข้อสอบ ที่แสดงได้ในรูปของฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบ หรือโค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) ซึ่งมีได้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ได้แก่ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ (ข้อสอบที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันตามค่าอำนาจ

จำแนก (พารามิเตอร์ a)) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ (ข้อสอบที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันตามค่าอำนาจจำแนก (พารามิเตอร์ a) และค่าความยาก (พารามิเตอร์ b)) และโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ (ข้อสอบที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันตามค่าอำนาจจำแนก (พารามิเตอร์ a) ค่าความยาก (พารามิเตอร์ b) และค่าโอกาสการเดาข้อสอบถูก (พารามิเตอร์ (c)) ซึ่งในการพัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในครั้ง ผู้วิจัยใช้โมเดล 2 พารามิเตอร์ ในการพัฒนาคุณภาพของข้อสอบ

การพัฒนาเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยหรือจุดกลางของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียกว่ากลุ่มอ้างอิง (Norm group or reference group) ที่ทำการสุ่มเลือกมา และมีตารางคะแนน (Norm table) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบ (Raw score กับคะแนนแปลงรูป (Derived score) (อนันต์ ศรีโสภา, 2520) ซึ่งจะบอกให้ทราบว่าบุคคลอยู่ในตำแหน่งใด หรือคะแนนของบุคคลนั้น ๆ ใกล้เคียงกับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มอ้างอิงหรือไม่ โดยเฉพาะการทดสอบด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน การแปลงคะแนนดิบจะอ้างอิงเกณฑ์ปกติ เพราะได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากร คะแนนดิบของบุคคลหนึ่งบุคคลใด เมื่อได้มาแล้วก็จะนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติ เพื่อให้ทราบว่าอยู่ในระดับใดของคะแนนมาตรฐาน ซึ่งจะทำให้การเปรียบเทียบมีความแน่นอน (ลัดดา อะยะวงศ์, 2529) อีกประการหนึ่ง เราสามารถนำคะแนนดิบของบุคคลหนึ่งเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น หรือคะแนนดิบของแบบทดสอบย่อย ๆ ของบุคคลได้ เนื่องจากคะแนนดิบของแบบทดสอบที่ต่างกันมักจะมีหน่วยที่ต่างกัน และระดับความยากของแบบทดสอบเฉพาะอย่างก็ต่างกันจึงทำให้คะแนนเหล่านั้นเปรียบเทียบกันโดยตรงไม่ได้ คะแนนแปลงรูปจึงสามารถแสดงในหน่วยเดียวกันได้ และสามารถอ้างอิงไปถึงเกณฑ์ปกติเดียวกันหรือใกล้เคียงกันได้ สำหรับแบบทดสอบที่แตกต่างกันหรือจากการปฏิบัติงานของบุคคลในการทำหน้าที่หลายอย่างต่างกัน ก็สามารถเปรียบเทียบกันได้ (Anastasi, 1976) ดังนั้นการสร้างเกณฑ์การเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นตัวแทน (Representative) ของกลุ่มโดยแบบทดสอบหรือแบบวัดทุกประเภทจึงจำเป็นต้องมีเกณฑ์ปกติ (Norms) เพื่อประโยชน์ต่อการประเมินวินิจฉัย หรือเชิงทำนาย ถ้าปราศจากเกณฑ์ปกติจะทำให้ไม่สามารถตีความหมายของคะแนนได้ เกณฑ์ปกติไม่เพียงแต่จะบอกค่าเฉลี่ยของการทดสอบหรือการวัดนั้น ๆ แต่ยังบ่งบอกถึงความถี่สัมพัทธ์ของการเบี่ยงเบนในระดับต่าง ๆ ที่อยู่เหนือ หรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งจะทำให้ผู้ทดสอบทราบว่าผู้ถูกทดสอบอยู่ที่ตำแหน่งใดเมื่อเทียบกับกลุ่ม ที่แสดงในรูปตารางเกณฑ์ปกติดังกล่าว เพื่อให้ผู้ที่ใช้แบบสอบมาตรฐานนำไปเป็นเกณฑ์สำหรับเปรียบเทียบความสามารถของผู้เข้าสอบ เฉพาะกลุ่มของตนได้และส่วนใหญ่ในทางสถิติจะใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ของความสามารถที่คนส่วนใหญ่ในกลุ่มทำข้อสอบได้เป็นหลักในการสร้างเกณฑ์ปกติ

ค่าที่ได้จากการทดสอบทางจิตวิทยาเป็นค่าสัมพัทธ์ คือต้องเปรียบเทียบคะแนนที่แต่ละคนทำได้กับผลการทำของคนกลุ่มที่มีลักษณะเหมือน ๆ กันกับผู้เข้าสอบคนนั้น จึงแปลความหมายของคะแนนที่บุคคลนั้นทำออกมาได้ หมายความว่า ในการประเมินความสามารถของคนส่วนใหญ่ที่มีลักษณะเดียวกันกับบุคคลนั้น เช่น อายุเท่ากัน หรือ ห้องเดียวกัน ว่าโดยเฉลี่ยแล้วทำแบบสอบฉบับนั้นได้มากน้อยเพียงใด แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกัน

เกณฑ์ปกติสามารถแบ่งได้หลายประเภท โดยใช้หลักการแบ่งที่ต่างกัน ดังนี้ (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2539)

1. แบ่งตามกลุ่มตัวอย่างประชากร และความเป็นตัวแทนของพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น

1.1 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local norms) ซึ่งเป็นเกณฑ์ปกติที่กำหนดกลุ่มตัวอย่างประชากรที่จะใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนว่าเป็นบุคคลจำนวนหนึ่งภายใต้ท้องถิ่นละแวกเดียวกัน เกณฑ์ปกติที่ได้จะใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรละแวก ท้องถิ่นที่กำหนด การตีความหมายของคะแนนที่ได้จะต้องจำกัดขอบเขตอยู่เฉพาะกลุ่มประชากรที่กำหนดขึ้นเท่านั้น

1.2 เกณฑ์ปกติระดับภาค (Regional norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างประชากร ที่ต้องการอ้างอิงให้กว้างออกไปมากกว่าระดับท้องถิ่น คือกำหนดประชากรที่ต้องการเปรียบเทียบในระดับภาค ในกรณีนี้กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ต้องการทดสอบเพื่อนำมาสร้างเป็นเกณฑ์ปกติก็ต้องสุ่มจากประชากรทั้งหมดในภาคนั้น ๆ การแปลความหมายของคะแนนจะทำได้โดยการเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ปกติ และตีความหมายในระดับภาคนั้น ๆ การแปลความหมายของคะแนนจะทำได้โดยการเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ปกติ และตีความหมายในระดับภาค

1.3 เกณฑ์ปกติระดับประเทศ (National norms) เกณฑ์ปกติแบบนี้ จะกำหนดกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ต้องการใช้เป็นมาตรฐานของการเปรียบเทียบคือประชากรทั้งประเทศ การสุ่มตัวอย่างประชากรเพื่อนำมาสร้างเกณฑ์ปกติจะต้องสุ่มมาจากประชากรทั้งประเทศ เกณฑ์ปกติลักษณะนี้จะทำให้สามารถเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบที่แต่ละคนทำได้กับเกณฑ์ปกติภายในประเทศ

2. แบ่งตามลักษณะกลุ่มการใช้เพื่อการเปรียบเทียบ ซึ่งอาจแบ่งออกได้ ดังนี้

2.1 เกณฑ์ปกติจำแนกตามระดับอายุ (Age norms) ซึ่งเกณฑ์ปกติในระบบนี้ ผู้สร้างต้องแยกเกณฑ์ปกติของคนที่มีอายุแตกต่างกันออกจากกัน เหตุนี้ผู้ที่มีอายุต่างกันก็จะใช้ปกติวิสัยและเกณฑ์เปรียบเทียบสถานภาพของเขาในแบบสอบนั้น ๆ แตกต่างกันออกไปด้วย

2.2 เกณฑ์ปกติจำแนกตามระดับชั้นเรียน (Grade norms) ซึ่งเกณฑ์ปกติในระบบนี้ ผู้สร้างจะไม่สนใจว่าผู้ที่ใช้แบบสอบถามควรจะมีอายุเท่าไร แต่จะสนใจระดับชั้นเรียนเป็นเกณฑ์ในการสร้าง เหตุนี้ผู้ที่อยู่ต่างชั้นเรียนก็จะมีเกณฑ์ปกติแตกต่างกัน ในการสร้างเกณฑ์ปกติก็จะแยกสร้างตามระดับชั้นเรียน การเปรียบเทียบเกณฑ์ปกติ ก็จะพิจารณาว่าผู้ทำแบบสอบอยู่ในระดับชั้นใดก็จะใช้เกณฑ์ปกติสำหรับคนในระดับชั้นนั้นมาใช้เปรียบเทียบบอกสถานภาพของเขาเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์

3. เกณฑ์ปกติที่แบ่งตามวิธีการแปลงรูปคะแนนดิบเป็นคะแนนมาตรฐาน สามารถแบ่งออกเป็น

3.1 เกณฑ์ปกติในระบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) โดยระบบการเทียบคะแนนเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติแบบนี้จะใช้หลักการเปรียบเทียบคะแนนในกลุ่มผู้สอบ เช่น มีผู้สอบทั้งหมด 100 คนได้คะแนน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ โดยคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นคะแนนในมาตราลำดับที่ เพราะฉะนั้น เมื่อเรียงจากผู้สอบที่ได้คะแนนน้อยที่สุด ไปยังผู้สอบที่ได้คะแนนมากที่สุด จะพบค่าเฉลี่ยคะแนนของผู้สอบทั้งกลุ่มทำให้ทราบได้ว่า ผู้ที่มีเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่ำกว่า 50 จะเป็นกลุ่มต่ำ และผู้ที่มีเปอร์เซ็นต์ไทล์สูงกว่า 50 จะเป็นกลุ่มสูง คะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์คำนวณได้ง่าย และสามารถเข้าใจได้ง่าย เหมาะกับแบบทดสอบทุกชนิด แต่อุปสรรคที่สำคัญของเปอร์เซ็นต์ไทล์เกิดจากหน่วยที่ไม่เท่ากัน โดยเฉพาะทางด้านปลายสุดทั้งสองข้างของการแจกแจง ถ้าการแจกแจงของคะแนนดิบโดยประมาณเป็นโค้งปกติ ซึ่งเป็นจริงสำหรับคะแนนสอบส่วนมากแล้ว คะแนนดิบที่อยู่ตรงใกล้ ๆ กับค่ามัธยฐาน หรือจุดกลางของการแจกแจง ก็จะมีค่าใหญ่เกินความเป็นจริงในการแปลงเป็นคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ ในขณะเดียวกัน คะแนนดิบที่อยู่ใกล้ปลายทั้งสองข้างของการแจกแจงก็จะหดสั้นเข้ามาก (Anastasi, 1976) จึงควรระวังในการตีความหมายของคะแนน ซึ่งแก้โดยการปรับค่าคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปสู่คะแนนปกติมาตรฐานที (Normalized T-score) โดยเทียบค่าในตาราง T ปกติ กับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ โดยเทียบค่ากลางที่เป็นมัธยฐาน (Median) ที่ T50 กับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 (P50)

3.2 เกณฑ์ปกติในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standard score norms) หลักการของระบบนี้คือ การแจกแจงภายใต้โค้งปกติ (Normal distribution) ใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 0 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เท่ากับ 1 ของคะแนนดิบเพื่อแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเรียกว่าคะแนนมาตรฐานซี (Z-scores) ดังนั้นคะแนนดิบที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อแปลงเป็นคะแนนมาตรฐาน ซี จะมีค่าติดลบ และคะแนนดิบที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยจะเป็นบวก ดังนั้น จึงมีการปรับคะแนนมาตรฐาน ซี ให้มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 50 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 10 และเรียกคะแนนมาตรฐานนี้ว่า คะแนนมาตรฐานที (T-score) นั่นคือ T-Score = 50 + 10 (Z-score) นั่นเองซึ่งก็ได้รับ

ความนิยมในการใช้กับแบบสอบมาตรฐานมากเพราะทำให้คะแนนมีหน่วยกว้างขึ้น และไม่ติดลบ ระบบของคะแนนแบบนี้ เราสามารถทราบได้ว่า ผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่าระดับมาตรฐานเฉลี่ยจะเป็นกลุ่มอ่อน ผู้ที่ได้คะแนนสูงกว่าระดับคะแนนมาตรฐานเฉลี่ยจะเป็นกลุ่มเก่ง โดยคะแนนเฉลี่ยของคะแนนดิบ จะมีค่าคะแนนมาตรฐาน ที เท่ากับ 50 และยังมีคะแนนมาตรฐานอื่น ๆ อีก เช่น Stanine score เป็นต้น

แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่างในทุกภาคของประเทศ จึงสร้างเป็น เกณฑ์ปกติระดับประเทศ และการแปลผลคะแนนจากวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความถนัด โดยการแปลงคะแนนดิบ ให้เป็นคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วปรับค่าเป็นคะแนนมาตรฐานทีปกติ ในการแปลค่าคะแนนของผู้เข้าสอบในครั้งนี้แบ่งค่าความถนัดออกเป็น 5 ระดับ

การพัฒนาโปรแกรมแบบวัดออนไลน์

คำว่า Internet หากแยกศัพท์จะได้ออกมา 2 คำ คือคำว่า Inter และคำว่า net ซึ่ง Inter หมายถึง ระหว่างหรือท่ามกลาง และคำว่า net มาจากคำว่า Network หรือเครือข่าย เมื่อนำคำทั้งสองมารวมกันจึงแปลได้ว่า การเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย อินเตอร์เน็ตหรือที่หลายคนเรียกกันว่า “เน็ต” คือ ระบบเครือข่ายของเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วโลก ซึ่งมีวิธีการและข้อกำหนดในการเชื่อมต่อกัน ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลและสื่อสารกันได้ ในยุคแรก ๆ ที่อินเตอร์เน็ตเกิดขึ้นมา และมีการใช้งานอยู่ในวงแคบ ๆ โดยจะใช้กันในหมู่แวดวงการศึกษา ต่อมาเมื่อองค์กรต่าง ๆ ได้เชื่อมต่อเข้ามาในอินเตอร์เน็ตมากขึ้น อินเตอร์เน็ตจึงกลายเป็นเครือข่ายที่ครอบคลุมไปทั่วโลก ทำให้การแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างกันได้สะดวก รวดเร็วตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ทำให้อินเตอร์เน็ตเป็นแหล่งข้อมูล แหล่งความรู้อันทันสมัย (พัณณ์สุชา สาระกอ, 2547, หน้า 4)

สำหรับระบบการสอบวัดผลแบบออนไลน์ จะถูกพัฒนาขึ้นเป็น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Application) มีการสร้าง Web application บนระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต(Internet) และอินทราเน็ต (Intranet) สามารถจัดระบบการทดสอบได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ อีกทั้งลดค่าใช้จ่ายในการจัดการสอบ

ขั้นตอนจัดทำและพัฒนาระบบการวัดผลออนไลน์

วงจรพัฒนาระบบสารสนเทศ ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบวงจร จะมีขั้นตอนที่เป็นลำดับขั้น ตั้งแต่ต้นจนเสร็จเรียบร้อย เป็นระบบที่ใช้งานได้นั้น จะต้องทำความเข้าใจในแต่ละขั้นว่าจะต้องทำอะไรและทำอย่างไร

ในการจัดทำและพัฒนาระบบการวัดผลออนไลน์นั้น จารุณี ทองอร่าม และรัตนา ปั้นงาม (2552, หน้า 5-7) ได้แบ่งขั้นตอน การพัฒนาระบบออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ค้นหาและเลือกสรรโครงการ (Project identification and selection) เป็นขั้นตอนของการเลือกสรรโครงการให้เหมาะสมกับสภาพของงบประมาณ กับประสิทธิภาพงานที่สูงสุด มีความสำคัญมีประโยชน์ต่อองค์กรมากที่สุด

2. จัดตั้งและวางแผนโครงการ (Project initialing planning) เป็นขั้นตอนในการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูล และนำเสนอโครงการต่อผู้บริหารระดับสูงเพื่อขออนุมัติ สร้างแนวทางเลือกและเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ศึกษาความเป็นไปได้ กำหนดระยะเวลาในการดำเนินงานแต่ละขั้น

3. วิเคราะห์ระบบ (System analysis) ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานของระบบเดิม เพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้น รวบรวมความต้องการในระบบใหม่จากผู้ใช้ระบบ แล้วนำความต้องการของผู้ใช้เหล่านั้นมาศึกษา เพื่อแก้ปัญหา และพัฒนาออกแบบระบบใหม่ที่ดีกว่า

4. ออกแบบเชิงตรรกะ (Logical design) เป็นการออกแบบในระดับแนวความคิดเกี่ยวกับกระบวนการทำงานโดยการใช้การวางแผนภาพและการไหลของข้อมูล (Data flow diagram) เพื่อแสดงการไหลของข้อมูลเข้าสู่กระบวนการทำงาน และผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล

5. ออกแบบเชิงกายภาพ (Physical design) เป็นขั้นตอนการออกแบบโดยระบุถึงคุณลักษณะอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในด้านเทคโนโลยี ภาษาที่จะนำมาใช้เขียนโปรแกรม โปรแกรมระบบปฏิบัติการ ฐานข้อมูล และระบบเครือข่ายที่สนับสนุนการทำงานของระบบ

6. พัฒนาและติดตั้งระบบ (System implementation) เป็นขั้นตอนการนำระบบที่ได้ทำการออกแบบเสร็จแล้วมาทำการเขียนโปรแกรมให้เป็นไปตามคุณลักษณะและรูปแบบที่ได้กำหนดไว้ หลังจากที่ได้ทำการเขียนโปรแกรมเสร็จแล้ว นักวิเคราะห์ระบบต้องทำการตรวจสอบโปรแกรมเพื่อตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นมา ต่อจากนั้นก็ทำการติดตั้งระบบ โดยติดตั้งอุปกรณ์ พร้อมการจัดทำคู่มือ และเตรียมหลักสูตรอบรมให้แก่ผู้ใช้งานต่อไป

7. ซ่อมบำรุง (System maintenance) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของวงจร หลังจากที่ได้ดำเนินการติดตั้งโปรแกรมใหม่ ผู้ใช้ระบบอาจจะพบปัญหาที่เกิดขึ้น จากความไม่คุ้นเคยกับระบบใหม่หรือการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงาน ดังการวิเคราะห์ระบบและโปรแกรมเมอร์จะต้องคอยแก้ไขและเปลี่ยนแปลงระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่ให้เป็นที่พอใจของผู้ใช้ระบบมากที่สุด

การออกแบบ ระบบการวัดผลออนไลน์

พัณณ์สุชา สาระกอ (2547, หน้า 2) การออกแบบการทำงานของระบบการสอบวัดผลออนไลน์ในงานวิจัย เรื่อง “ระบบการสอบวัดผลออนไลน์ สำหรับศูนย์ฝึกอบรม” โดย แยกออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนของเจ้าหน้าที่ผู้ออกข้อสอบ ประกอบด้วย
   1.1 การกำหนดรูปแบบของข้อสอบ แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ
      1.1.1 แบบเลือกคำตอบหลายตัวเลือก (Multiple choice)
      1.1.2 แบบเลือกคำตอบถูก ผิด
      1.1.3 แบบเลือกคำตอบเรียงลำดับ
      1.1.4 แบบเลือกคำตอบจับคู่
   1.2 ส่วนกำหนดเพิ่ม ปรับปรุง แก้ไข เกี่ยวกับข้อสอบ ประกอบด้วย
      1.2.1 ข้อความของคำถาม
      1.2.2 ข้อความของคำตอบ
      1.2.3 คำตอบที่ถูกต้อง
   1.3 ส่วนกำหนดความปลอดภัยในการทำข้อสอบ ประกอบด้วย
      1.3.1 กำหนดIP Address ใช้ในการใช้งานของแต่ละUser พร้อมทั้งแก้ไข ปรับปรุงได้
      1.3.2 กำหนด User Name และ Password พร้อมทั้งแก้ไข ปรับปรุงได้
   1.4 ส่วนกำหนดเลือกแบ่งข้อสอบออกเป็นชุดได้
   1.5 ส่วนกำหนดการรายงานผลการทดสอบของแต่ละ User ได้
2. ส่วนของผู้ทำข้อสอบ ประกอบด้วย
   2.1 การใช้งานผ่านเว็บไซต์
   2.2 มีการ Login โดยการป้อน Username และ Password ก่อนทำข้อสอบ
   2.3 สามารถทราบคะแนนในการสอบได้ทันทีหลังจากทำข้อสอบเสร็จแล้ว

จารุณี ทองอร่าม และรัตนา ปั้นงาม (2552, หน้า 2-3) ออกแบบระบบคลังข้อสอบออนไลน์ ในงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบคลังข้อสอบออนไลน์กรณีศึกษา: สาขาวิชาระบบสารสนเทศ และคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ ศูนย์วาสุกรี” ดังนี้

1. ระบบคลังข้อสอบ
   1.1 ส่วนจัดเก็บปรับปรุงข้อสอบ
      1.1.1 สามารถจัดเก็บข้อมูลเบื้องต้นของวิชาที่ต้องการจัดเก็บในคลังข้อสอบ
      1.1.2 สามารถจัดเก็บข้อสอบสำหรับแต่ละวิชาในคลังข้อสอบ
   1.2 การสร้างชุดข้อสอบ
      1.2.1 เลือกข้อสอบด้วยตนเอง
      1.2.2 กำหนดเงื่อนไขในการเลือกข้อสอบ
   1.3 จัดพิมพ์ข้อสอบ

1.4 ให้สารสนเทศ

1.4.1 สามารถบอกจำนวนข้อสอบที่อยู่ในคลังข้อสอบ

1.4.2 สามารถแสดงข้อสอบที่คัดเลือกไว้ตามเกณฑ์

1.5 ระบบวิเคราะห์ข้อสอบ

1.5.1 สามารถทำข้อสอบผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้

1.5.2 สามารถบันทึกผลการทำข้อสอบ และรายงานผลการทำข้อสอบ

1.5.3 สามารถดำเนินการวิเคราะห์ข้อสอบ และรายงานผลวิเคราะห์ข้อสอบ

สรุปได้ว่า การพัฒนาระบบคลังข้อสอบแบบออนไลน์ สามารถจัดการระบบการทดสอบได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งกว่าระบบเดิม โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สอบผ่านระบบเครือข่ายแทนการใช้กระดาษ อีกทั้งยังลดค่าใช้จ่ายในการจัดการสอบได้

จากที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ผู้วิจัยจึงนำองค์ประกอบของแบบวัดความถนัด จากที่ได้ศึกษาตามเอกสารการรายงานการวัดความถนัดที่กล่าวมาทั้งหมด มาสังเคราะห์ เพื่อหาองค์ประกอบย่อยของแบบวัดความถนัดที่จะสร้างและพัฒนาขึ้น เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์องค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

องค์ประกอบแบบวัดความถนัด	ประเภทของแบบวัด/ งานวิจัย													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	รวม
1. ความเข้าใจในเครื่องกล (Mechanics)		√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	11
2. ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic)		√				√		√					√	4
3. การประกอบภาพโดยใช้ชิ้นส่วน (Assembly)	√				√		√	√	√	√	√	√	√	9
4. การใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์(Reasoning)	√		√		√		√	√	√		√		√	8
5. ความเข้าใจทางภาษา (Comprehension)			√		√		√		√				√	5
6. มิติสัมพันธ์และภาพสามมิติ (Components)	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√		11
7. การควบคุมการเคลื่อนไหวของมือ					√	√	√	√	√	√				6
8. การอ่านมาตรสเกล (Scales)					√		√		√		√			4
9. การคัดลอกรูปแบบ (Patterns)					√	√	√	√	√	√	√	√	√	9
10. ด้านตัวเลข (Arithmetic)		√	√		√		√			√		√	√	7
11. การพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness)					√	√			√	√			√	5
12. การวางแผน (Planning)					√				√		√			3
13. ความแม่นยำในการปฏิบัติงาน (Precision)		√			√		√		√	√				5
14. ความเข้าใจในการกำหนดรหัส(Coding)	√		√	√	√		√	√						6
15. การสังเกตอย่างรอบคอบ (Inspection)					√	√	√		√				√	5

ตารางที่ 4 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ประเภทของแบบวัด/ งานวิจัย													
แบบวัดความถนัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	รวม
16. ความสามารถด้านคำศัพท์ (Vocabulary)	√	√	√	√	√	√								6
17. การใช้ภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ (Ingenuity)		√			√		√						√	4
18. การใช้หลักภาษาอย่างถูกต้อง (Expression)					√		√						√	3
19. ความสามารถด้านการจำ (Memory)					√	√	√							3
20. ความสามารถในการใช้ตาราง (Table)					√		√		√					3
21. ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป (General)			√				√						√	3
22. ความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic)			√										√	2
23. การปฏิบัติงานในโรงงาน (Auto and shop)			√							√				2
24. การมีเหตุผล (Abstract reasoning)		√												1
25. การสะกดคำ (Spelling)		√												1
26. การเปรียบเทียบชื่อ (Name comparision)	√			√										2
27. การจับคู่เครื่องมือ (Tool matching)	√							√		√				3

ตารางที่ 4 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ประเภทของแบบวัด/ งานวิจัย													
แบบวัดความถนัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	รวม
28. การจับคู่ภาพ (Form matching)	√							√						2
29. การคำนวณ (Commutation)	√			√										2
30. การย้ายที่ (Place)	√									√				2
31. การใส่คืน (Turn)	√									√				2
32. การแยกชิ้นส่วน (Disassemble)	√					√				√			√	4

**หมายเหตุ ตัวเลขบนหัวตาราง หมายถึง ประเภทของแบบวัด ต่อไปนี้

1. หมายถึง แบบวัดGATB (General Aptitude Test Battery) (1946)
2. หมายถึง แบบวัด DAT (Differential Aptitude Test) (1973)
3. หมายถึง แบบวัด ASVAB (The Armed Services Vocational Aptitude Battery)
4. หมายถึง แบบวัด OASIS (Occupational Aptitude Survey and Interest Schedule) (1991)
5. หมายถึง แบบวัด FACT (Flanagan Aptitude Classification Tests) (1957)
6. หมายถึง แบบวัดของ Soumi Awasthy and Gurpreet Kaur (2009)
7. หมายถึง แบบวัดของ Pearson Performance Solution (2006)
8. หมายถึง แบบวัดของ New York (2001)
9. หมายถึง จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการเขียนหลักสูตรช่างอุตสาหกรรม
10. หมายถึง แบบวัดของ ลาสเตอร์ และมาร์ (2001)
11. หมายถึง แบบวัดของ จันทรา ประเสริฐกุล (2542)
12. หมายถึง แบบวัดของ ทวีป ลออวิไล (2537)
13. หมายถึง มาตรฐานวิชาชีพหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

จากตารางที่4 การสังเคราะห์องค์ประกอบของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ผู้วิจัยเลือกเอาองค์ประกอบที่มีความถี่ตั้งแต่3 ขึ้นไป พบว่าได้องค์ประกอบย่อยทั้งหมด 23 ด้าน ดังนี้

1. การเข้าใจในเครื่องกล (Mechanics)
2. ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic knowledge)

3. การประกอบภาพโดยใช้ชิ้นส่วน (Assembly)
4. การใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning)
5. ความเข้าใจทางภาษา (Comprehension)
6. มิติสัมพันธ์ซ่อนภาพ ซ้อนภาพ และหมุนภาพสามมิติ (Components)
7. การควบคุมการเคลื่อนไหวของมือ (Coordination)
8. การอ่านมาตรสเกล (Scales)
9. การคัดลอกรูปแบบ (Patterns)
10. ด้านตัวเลข (Arithmetic)
11. การพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness)
12. การวางแผน (Planning)
13. ความแม่นยำในการใช้มือ (Precision)
14. วัดความจำในการกำหนดชื่อ (Coding)
15. การสังเกตอย่างรอบคอบ (Inspection)
16. ความสามารถด้านคำศัพท์ (Vocabulary)
17. การใช้ภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ (Ingenuity)
18. การใช้หลักภาษาได้อย่างถูกต้อง (Expression)
19. ความสามารถด้านการจำ (Memory)
20. ความสามารถในการใช้ตาราง (Table)
21. ความเข้าใจในศาสตร์ทั่วไป (General science)
22. การจับคู่ (Tool matching)
23. การแยกชิ้นส่วน (Disassemble)

นำองค์ประกอบย่อยทั้ง23 ด้าน ไปจัดเป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม โดยมีเกณฑ์การจัดองค์ประกอบ คือ วัดในทักษะเดียวกัน จัดไว้ในองค์ประกอบเดียวกัน ได้จำนวนองค์ประกอบของการวัดที่แตกต่างกันไปตามลักษณะและทักษะที่ต้องการวัด 6 องค์ประกอบหลักคือ ด้านภาษา (Verbal aptitude: V) ด้านตัวเลข (Numerical aptitude: N) ด้านการรับรู้ (Perception aptitude: P) ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial aptitude: S) ด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง (Dexterity: M) ด้านความเข้าใจเชิงจักรกล (Mechanical comprehension: MC) โดยผู้วิจัยจัดองค์ประกอบย่อยไว้ในองค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. องค์ประกอบความถนัดด้านตัวเลข (Numerical aptitude: N) ได้แก่
    1.1 ความรู้ด้านคณิตศาสตร์

1.2 เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์

1.3 การอ่านมาตรสเกล

1.4 ความสามารถด้านตัวเลข

1.5 ความสามารถในการอ่านค่าในตาราง

2. องค์ประกอบความถนัดทางภาษาด้านภาษา (Verbal aptitude: V) ได้แก่

2.1 ความเข้าใจภาษา

2.2 ความสามารถด้านภาษา

2.3 การใช้ภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 การใช้หลักภาษาได้อย่างถูกต้อง

3. องค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial aptitude: S) ได้แก่

3.1 การซ่อนภาพ ซ้อนภาพ

3.2 การหมุนภาพ

4. องค์ประกอบความถนัดด้านการรับรู้ (Perception aptitude: P) ได้แก่

4.1 การพิจารณาตำแหน่งอันตราย

4.2 การกำหนดรหัส กำหนดชื่อ

4.3 การวางแผน

4.4 การสังเกตอย่างรอบคอบ

4.5 ความสามารถด้านการจำ

5. องค์ประกอบความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง (Dexterity: M) ได้แก่

5.1. การควบคุมการเคลื่อนไหวของมือ

5.2 ความแม่นยำในการใช้มือ

5.3 การประกอบชิ้นส่วน

5.4 การคัดลอกแบบ

5.5 การแยกชิ้นส่วน

6. องค์ประกอบด้านความเข้าใจทางจักรกล (Mechanical comprehension: MC) ได้แก่

6.1 การเข้าใจในเครื่องกล

6.2 การจับคู่เครื่องมือ

นำองค์ประกอบของความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมทั้ง 23 ด้าน ไปสังเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่าองค์ประกอบทั้ง 23 ด้านสามารถนำมาสร้างเป็นแบบวัดความถนัดในสาขาวิชาช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้าและช่างอิเล็กทรอนิกส์ได้หรือไม่ โดยผู้วิจัยแยกสังเคราะห์ในแต่ละสาขา

วิชาชีพช่าง และจะตัดองค์ประกอบนั้น ๆ ทิ้งไปถ้าไม่มีความถี่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์รายละเอียดการสังเคราะห์แต่ละสาขาวิชาชีพ แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 การสังเคราะห์องค์ประกอบของแบบวัดความถนัดช่างยนต์

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ประเภทของแบบวัด/ งานวิจัย								
		1	2	3	4	5	6	7	8	รวม
ความถนัดด้านตัวเลข	ความรู้ด้านคณิตศาสตร์					√	√	√	√	4
	เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์					√	√	√	√	4
	การอ่านมาตรสเกล	√		√	√	√	√	√	√	7
	ความสามารถด้านตัวเลข					√	√	√	√	4
	การอ่านค่าในตาราง			√	√	√	√	√	√	6
ความถนัดด้านภาษา	ความเข้าใจภาษา					√	√	√	√	4
	ความสามารถทางภาษา					√	√	√	√	4
	ใช้ภาษาอย่างมี					√	√	√	√	4
	ประสิทธิภาพ									
	ใช้หลักภาษาได้ถูกต้อง					√	√	√	√	4
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	การซ่อนและซ้อนภาพ	√	√	√	√	√		√		6
	การหมุนภาพ		√	√	√	√		√		5
ความถนัดด้านการรับรู้	พิจารณาตำแหน่งอันตราย		√					√	√	3
	การกำหนดรหัส กำหนดชื่อ							√	√	2
	การวางแผน							√	√	2
	การสังเกตอย่างรอบคอบ							√	√	2
	ความสามารถด้านการจำ			√	√				√	3

ตารางที่ 5 (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ประเภทของแบบวัด/ งานวิจัย								
		1	2	3	4	5	6	7	8	รวม
ความคล่องแคล่วในทักษะช่าง	การควบคุมการเคลื่อนไหวของมือ	√					√			2
	ความแม่นยำในการใช้มือ						√			1
	การประกอบชิ้นส่วน	√		√	√		√			4
	การคัดลอกแบบ	√			√		√			3
	การแยกชิ้นส่วน						√			1
ความถนัดเชิงจักรกล	ความเข้าใจในเครื่องกล	√	√	√			√	√		5
	การจับคู่เครื่องมือ	√	√	√			√	√		5

** หมายเหตุ ตัวเลขบนหัวตาราง หมายถึง ประเภทของแบบวัด/งานวิจัย ดังต่อไปนี้

1. แบบวัด ฟลานาแกน
2. แบบวัด Driving Aptitude Test (2011)
3. งานวิจัยของ เอกตระการณ์ ซื่อไกรกุลธวัช (2552)
4. งานวิจัยของ สาคร เกตุประทุม (2550)
5. งานวิจัยของ จุไรพร ตรังปราการ (2548)
6. แบบวัดของมาตรฐานวิชาชีพ
7. งานวิจัยของ สุวรรณา พูนกล้า (2538)
8. งานวิจัยของ พงษ์มณี พรมแสน (2536)

จากตารางที่ 5 พบว่าทุกองค์ประกอบหลักทั้ง 6 ด้าน และองค์ประกอบย่อยทั้ง 23 ด้าน สามารถนำมาสร้างเป็นแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างยนต์ได้ โดยองค์ประกอบย่อยที่มีค่าความถี่สูงสุดคือ การอ่านมาตรเสกล และองค์ประกอบย่อยที่มีความถี่รองลงมาคือ การอ่านค่าในตาราง การซ่อนและซ้อนภาพ

ตารางที่ 6 การสังเคราะห์องค์ประกอบของแบบวัดความถนัดช่างกลโรงงาน

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ประเภทแบบวัด/ งานวิจัย			
		1	2	3	รวม
ความถนัดด้านตัวเลข	ความรู้ด้านคณิตศาสตร์		√	√	2
	เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์		√	√	2
	การอ่านมาตรสเกล	√	√	√	3
	ความสามารถด้านตัวเลข		√	√	2
	การอ่านค่าในตาราง		√	√	2
ความถนัดด้านภาษา	ความเข้าใจภาษา		√	√	2
	ความสามารถทางภาษา		√	√	2
	ใช้ภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ		√	√	2
	ใช้หลักภาษาได้ถูกต้อง		√	√	2
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	การซ่อนและซ้อนภาพ	√	√		2
	การหมุนภาพ		√		1
ความถนัดด้านการรับรู้	พิจารณาตำแหน่งอันตราย		√		1
	การกำหนดรหัส กำหนดชื่อ		√		1
	การวางแผน		√		1
	การสังเกตอย่างรอบคอบ		√		1
	ความสามารถด้านการจำ		√		1
ความคล่องแคล่วในทักษะช่าง	การควบคุมการเคลื่อนไหวของมือ	√	√	√	3
	ความแม่นยำในการใช้มือ			√	1
	การประกอบชิ้นส่วน	√		√	2
	การคัดลอกแบบ	√		√	2
	การแยกชิ้นส่วน			√	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ประเภทแบบวัด/ งานวิจัย			
		1	2	3	รวม
ความถนัดเชิงจักรกล	ความเข้าใจในเครื่องกล	√		√	2
	การจับคู่เครื่องมือ			√	1

** หมายเหตุ ตัวเลขบนหัวตาราง หมายถึง ประเภทของแบบวัด/งานวิจัย ดังต่อไปนี้

1. แบบวัด ฟลานาแกน
2. งานวิจัยของ จุไรพร ตรังปราการ (2548)
3. แบบวัดของมาตรฐานวิชาชีพ

จากตารางที่ 6 พบว่าทุกองค์ประกอบหลักทั้ง 6 ด้าน และองค์ประกอบย่อยทั้ง 23 ด้าน สามารถนำมาสร้างเป็นแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างกลโรงงานได้ โดยองค์ประกอบย่อยที่มีค่าความถี่สูงสุดคือ การอ่านมาตรเสกล และการควบคุมการเคลื่อนไหวของมือ

ตารางที่ 7 การสังเคราะห์องค์ประกอบของแบบวัดความถนัดช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ประเภทแบบวัด/ งานวิจัย					
		1	2	3	4	5	รวม
ความถนัดด้านตัวเลข	ความรู้ด้านคณิตศาสตร์		√	√	√		3
	เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์		√	√	√	√	4
	การอ่านมาตรสเกล		√	√	√		3
	ความสามารถด้านตัวเลข		√	√	√		3
	การอ่านค่าในตาราง		√	√	√		3
ความถนัดด้านภาษา	ความเข้าใจภาษา	√	√	√	√	√	5
	ความสามารถทางภาษา		√	√	√	√	4
	ใช้ภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ		√	√	√	√	4
	ใช้หลักภาษาได้ถูกต้อง		√	√	√	√	4
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	การซ่อนและซ้อนภาพ		√		√		2
	การหมุนภาพ		√		√		2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ประเภทแบบวัด/ งานวิจัย					
		1	2	3	4	5	รวม
ความถนัดด้านการรับรู้	พิจารณาตำแหน่งอันตราย	√	√		√	√	4
	การกำหนดรหัส กำหนดชื่อ		√		√	√	3
	การวางแผน		√		√	√	3
	การสังเกตอย่างรอบคอบ		√		√	√	3
	ความสามารถด้านการจำ		√			√	2
ความคล่องแคล่วในทักษะช่าง	การควบคุมการเคลื่อนไหวของมือ			√			1
	ความแม่นยำในการใช้มือ	√		√			2
	การประกอบชิ้นส่วน	√		√			2
	การคัดลอกแบบ			√			1
	การแยกชิ้นส่วน			√			1
ความถนัดเชิงจักรกล	ความเข้าใจในเครื่องกล	√		√	√		3
	การจับคู่เครื่องมือ	√		√	√		3

** หมายเหตุ ตัวเลขบนหัวตาราง หมายถึง ประเภทของแบบวัด/งานวิจัย ดังต่อไปนี้

1. แบบวัด ฟลานาแกน
2. งานวิจัยของ จุไรพร ตรังปราการ (2548)
3. แบบวัดของมาตรฐานวิชาชีพ
4. งานวิจัยของ สุวรรณา พูนกล้า (2538)
5. งานวิจัยของ พงษ์มณี พรมแสน (2536)

จากตารางที่ 7 พบว่าทุกองค์ประกอบหลักทั้ง 6 ด้าน และองค์ประกอบย่อยทั้ง 23 ด้าน สามารถนำมาสร้างเป็นแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้ โดยองค์ประกอบย่อยที่มีค่าความถี่สูงสุดคือ ความเข้าใจภาษา

สรุปจากการสังเคราะห์องค์ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้าและช่างอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า องค์ประกอบหลักทั้ง 6 ด้าน และองค์ประกอบย่อยทั้ง 23 ด้าน เป็นองค์ประกอบที่สามารถนำมาสร้างเป็นแบบวัดความถนัดทั้ง 4 ช่างได้ ผู้วิจัยจึงนำองค์ประกอบที่ได้ทั้งหมดมากำหนดเป็นกรอบนิยามของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ตามองค์ประกอบหลักที่องค์ระกอบย่อยที่มี ได้จำนวนแบบวัด 6 ฉบับหลัก และ 15 ฉบับย่อย ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบวัดความถนัดด้านตัวเลข (Numerical aptitude: N) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในพื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ด้านเหตุผลทางคณิตศาสตร์ การอ่านค่าบนสเกลการวัดและความสามารถด้านตัวเลข ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านตัวเลขออกเป็น 3 ฉบับย่อย ดังนี้

1. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความสามารถในด้านมโนภาพ การมีเหตุผล การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ การแก้โจทย์ปัญหาในทางช่าง

2. แบบวัดความสามารถในการอ่านมาตรสเกล (Scale) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระการอ่านค่าตัวเลขบนสเกลการวัด การอ่านค่าและแปลความหมายจากแผนภูมิ การอ่านค่าและแปลความหมายจากตาราง และการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของข้อมูล

3. แบบวัดความสามารถด้านตัวเลข (Arithmetic) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระความสามารถการคำนวณพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การบวก ลบ คูณ หาร สมการ อัตราส่วนร้อยละ และลำดับอนุกรมเลขคณิต

ฉบับที่ 2 แบบวัดความถนัดด้านภาษา (Verbal aptitude: V) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถด้านความเข้าใจในการอ่านข้อความที่กำหนดให้ กลุ่มของคำ ประโยค การแปลความหมาย การสรุปความหมายในเรื่องราวที่เกี่ยวกับภาษา ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านทางภาษาออกเป็น 3 ฉบับย่อย ดังนี้

1. แบบวัดความเข้าใจทางภาษา (Comprehension) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความเข้าใจจากการอ่าน การแปลความหมายจากเรื่องที่อ่าน และการวิเคราะห์โดยใช้เหตุผลในการตัดสินใจ

2. แบบวัดความสามารถด้านภาษา (Vocabulary) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ การแปลความหมายคำศัพท์ คำเหมือน คำตรงกันข้าม การอุปมาอุปไมย

3. แบบวัดความสามารถในการใช้ภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ (Ingenuity) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระความสามารถทางด้านการติดต่อสื่อสาร การเติมประโยคให้สมบูรณ์ การเลือกใช้คำ การใช้เครื่องหมายวรรคตอน และหลักการใช้ไวยากรณ์

ฉบับที่ 3 แบบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial aptitude: S) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการมองภาพในมิติต่าง ๆ จากการซ่อนภาพ การซ้อนภาพและการหมุนภาพ ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 2 ฉบับย่อย ดังนี้

1. แบบวัดความสามารถด้านการซ่อนภาพ และการซ้อนภาพ (Components) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในการมองเห็นองค์ประกอบของภาพในมิติต่าง ๆ ด้านการประกอบภาพ การแยกภาพ และการพับภาพ

2. แบบวัดความสามารถด้านการหมุนภาพ (Rotated block) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในการพิจารณาความเหมือน ความแตกต่างของภาพ เมื่อมีการหมุนและเปลี่ยนทิศทาง

ฉบับที่ 4 แบบวัดความถนัดด้านการรับรู้ (Perception aptitude: P) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในรับรู้การปฏิบัติงานทางช่าง และกระบวนการวางแผนในการทำงาน ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านการรับรู้ออกเป็น 3 ฉบับย่อย ดังนี้

1. แบบวัดความสามารถในการพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ การพิจารณาความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การสังเกต และความระมัดระวังความรอบคอบในการทำงาน

2. แบบวัดความสามารถด้านการจำ (Memory) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ การจำรหัส การถอดรหัส และการแปลความหมายของรหัส

3. แบบวัดความสามารถด้านการวางแผน (Planning) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในการวางแผนการทำงาน และการกำหนดขั้นตอนการทำงาน

ฉบับที่ 5 แบบวัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง (Dexterity: D) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในเชิงคิดวิเคราะห์ทางช่าง ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง ออกเป็น 2 ฉบับย่อย ดังนี้

1. แบบวัดความสามารถด้านความแม่นยำในการตัดสินใจ (Precision) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความรวดเร็ว และความถูกต้องแม่นยำในการแยกชิ้นส่วน และการประกอบชิ้นส่วน

2. แบบวัดความสามารถด้านการคัดลอกแบบ (Patterns) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความรวดเร็ว และความถูกต้องแม่นยำใน การถอดแบบ การลอกแบบ และการเขียนแบบ

ฉบับที่ 6 แบบวัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล (Mechanical comprehension: MC) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล และความสามารถในการใช้เครื่องมือในทางช่าง ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล ออกเป็น 2 ฉบับย่อย ดังนี้

1. แบบวัดความเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanical) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความรู้ทั่วไปในหลักการทำงานเบื้องต้นทางช่าง การให้เหตุผลการทำงานของเครื่องกล หน้าที่และความสัมพันธ์ของเครื่องกล

2. แบบวัดความสามารถด้านการใช้เครื่องมือ (Tool) เป็นชุดข้อสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือ และความสัมพันธ์ของเครื่องมือช่างแต่ละชนิด

นำองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยที่ได้จากการสังเคราะห์ ไปให้ครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ทางการสอนวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป ในสาขาช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา อุดรธานี ประเมินความเหมาะสมเพื่อยืนยันในองค์ประกอบที่สังเคราะห์ได้ ตามกรอบนิยามที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ 6 องค์ประกอบหลัก 15 องค์ประกอบย่อย เพื่อจะนำไปสร้างเป็นแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพต่อไป

เกณฑ์การแปลผลแบบวัดความถนัด

จากการสังเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า ทุกแผนกวิชาชีพช่างมีองค์ประกอบของความถนัดทั้ง 6 ด้านเหมือนกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์เพื่อแยกระดับความแตกต่างในองค์ประกอบทั้ง 6 ด้าน ของความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม แต่จากการศึกษายังไม่พบงานวิจัยใดที่ระบุเกณฑ์ของความถนัดในแต่ละวิชาชีพช่างไว้ และยังไม่พบเกณฑ์ที่ใช้แยกความถนัดในแต่ละสาขาวิชาชีพช่างในประเทศไทย แต่เมื่อพิจารณาแบบวัดความถนัดทางอาชีพตามแนวคิดของปาร์คเกอร์ (Parker) ซึ่งมีคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ สำหรับแยกอาชีพแต่ละอาชีพไว้อย่างชัดเจน มีองค์ประกอบการวัด 6 ด้าน ได้แก่ ด้าน General Ability, Verbal Aptitude, Numerical Aptitude, Spatial Aptitude, Perceptual Aptitude, Manual Dexterity ซึ่งมีองค์ประกอบใกล้เคียงกับแบบวัดความถนัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาก มีเพียงหนึ่งองค์ประกอบเท่านั้นที่วัดแตกต่างออกจากไปแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นใน คือ องค์ประกอบด้านความถนัดทั่วไป ตามแนวคิดของปาร์เกอร์ แต่ในงานวิจัยนี้วัดความถนัดเชิงจักรกล ส่วนองค์ประกอบที่อื่น ๆ ที่เหลือจะวัดเหมือนกัน ดังนี้ ผู้วิจัยจึงใช้เกณฑ์การแยกความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมของแต่ละสาขาวิชาชีพจากแบบวัดความถนัดทางอาชีพตามแนวคิดของปาร์คเกอร์ (Parker) มาแยกคะแนนความถนัดตามสาขาวิชาช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ โดยเทียบคะแนนเปอร์เซ็นไทล์แบบวัดความถนัดทั่วไปของปาร์เกอร์เป็นคะแนนจากแบบวัดความถนัดเชิงจักรกลที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดการแปลผลคะแนนดังนี้

การแปลความหมายคะแนนของปาร์เกอร์

การแปลความหมายคะแนนความถนัดแบบทดสอบ OASIS ของปาร์คเกอร์ โดยการนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบไปคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) และสเตไนน์ (Stanines) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนการแปลความหมายความถนัดทางอาชีพที่ปาร์เกอร์สร้างขึ้น และจัดทำเป็นคู่มือ ที่มีการปรับปรุงและศึกษาจากแบบทดสอบ ดังต่อไปนี้ (Parker, 2002, p. 13 อ้างถึงใน จุไรพร ตรังปราการ, 2548, หน้า 24)

ตารางที่ 8 ตารางการเปรียบเทียบคะแนนของแบบวัดความถนัดทางอาชีพในแต่ละฉบับของปาร์เกอร์ (Parker, 2002, p. 3)

General Ability	**Very High**	**Hing**	**Average**	**Low**	**Very Low**
Percentile	99-90%ile	89-67%ile	66-33%ile	32-11%ile	10-1%ile
Rating	1	2	3	4	5
Verbal Aptitude	Very High	Hing	Average	Low	Very Low
Percentile	99-90%ile	89-67%ile	66-33%ile	32-11%ile	10-1%ile
Rating	1	2	3	4	5
Numerical Aptitude	Very High	Hing	Average	Low	Very Low
Percentile	99-90%ile	89-67%ile	66-33%ile	32-11%ile	10-1%ile
Rating	1	2	3	4	5
Spatial Aptitude	Very High	Hing	Average	Low	Very Low
Percentile	99-90%ile	89-67%ile	66-33%ile	32-11%ile	10-1%ile
Rating	1	2	3	4	5
Perceptual Aptitude	Very High	Hing	Average	Low	Very Low
Percentile	99-90%ile	89-67%ile	66-33%ile	32-11%ile	10-1%ile
Rating	1	2	3	4	5
Manual Dexterity	Very High	Hing	Average	Low	Very Low
Percentile	99-90%ile	89-67%ile	66-33%ile	32-11%ile	10-1%ile
Rating	1	2	3	4	5

เกณฑ์การแยกความถนัดตามแนวคิดของปาร์คเกอร์ ในอาชีพช่างที่เกี่ยวข้องทางช่างยนต์ ช่างกล ช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีเกณฑ์ตามรายละเอียดของตารางต่อไปนี้

อาชีพเกี่ยวกับเครื่องกล (Mechanical: MEC) เป็นอาชีพที่ทำงานในด้านเครื่องจักรกล เช่น นักบิน คนขับรถบรรทุก ช่างซ่อมโทรทัศน์-วิทยุ เกณฑ์แต่ละอาชีพ แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 อาชีพเกี่ยวกับเครื่องจักรกล (Mechanical: MEC)

อาชีพ	ความถนัด						อาชีพ	ความถนัด					
	G	V	N	S	P	M		G	V	N	S	P	M
ช่างเทคนิค	2	2	2	2	3	2	ช่างทาสี	3	3	3	4	5	3
พนง.ตรวจคุณภาพเครื่องบิน	2	3	3	2	4	3	ช่างเครื่องอัตโนมัติ	3	3	4	2	4	3
เจ้าหน้าที่วิทยุการบิน	2	2	2	2	3	2	คนครัว	3	4	3	4	3	3
ช่างไฟฟ้า	2	3	2	2	4	3	ช่างเชื่อมโลหะ	3	4	3	3	4	3
ช่างท่อประปา	3	3	3	3	4	3	ภารโรง	3	4	3	3	4	3
ช่างทาสี	3	3	3	3	4	3	คนขับรถบรรทุก	3	4	4	3	5	3
ช่างทำแว่นตา	3	3	3	2	4	3	คนขับรถฉุกเฉิน	3	4	4	5	4	3
หัวหน้าพ่อครัว	3	3	3	4	3	3	ช่างซ่อมล้อ	4	4	4	3	4	3
ช่างซ่อมทีวี วิทยุ	3	3	3	2	4	3	ผู้ช่วยพ่อครัว	4	4	4	4	4	4

จากกตารางที่ 9 และความหมายของอาชีพเกี่ยวกับเครื่องกล ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นเกณฑ์เพื่อแยกความถนัดทางวิชาชีพช่างไฟฟ้า และช่างยนต์ โดยเลือกอาชีพคนขับรถบรรทุก มาใช้เป็นเกณฑ์ทางช่างยนต์

อาชีพเกี่ยวกับอุตสาหกรรม (Industrial: IND) เป็นอาชีพที่ทำงานเกี่ยวกับด้านอุตสาหกรรม เช่น ช่างกลโรงงาน ผู้ตรวจระบบอิเล็กทรอนิกส์ เกณฑ์แต่ละอาชีพ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 อาชีพเกี่ยวกับอุตสาหกรรม (Industrial: IND)

อาชีพ	ความถนัด						อาชีพ	ความถนัด					
	G	V	N	S	P	M		G	V	N	S	P	M
ช่างกลึง	3	3	3	2	4	3	พนักงานเย็บผ้า	4	4	4	3	5	3
ช่างพิมพ์	3	3	3	3	3	3	ช่างควบคุมเครื่องอิเล็กทรอนิกส์	4	4	4	3	3	4
ช่างตรวจสอบอิเล็กทรอนิกส์	3	3	3	3	3	3	คนคุมเครื่องเจาะโลหะ	4	4	4	4	4	3
ช่างทำเลนส์	3	3	3	2	4	2	ช่างไม้	4	4	4	4	4	4
คนทำขนมปัง	3	3	3	4	4	3	ช่างทำมือถือ	4	4	4	4	4	4
ช่างเทคนิคเครื่องจักรอุตสาหกรรม	3	3	3	3	4	3	ผู้ควบคุมการก่อสร้าง	4	4	4	4	4	4
โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์	3	3	4	4	4	3	ผู้ตรวจสอบมอเตอร์พาหนะ	4	4	4	4	4	3
ช่างทำตู้	3	4	4	3	5	3	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	4	4	4	4	4	4
พนักงานโรงเลื่อย	3	4	4	3	5	3	พนักงานซักผ้า	4	4	4	4	4	4

จากกตารางที่ 10 และความหมายของอาชีพเกี่ยวกับอุตสาหกรรม ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นเกณฑ์เพื่อแยกความถนัดทางวิชาชีพช่างกลโรงงาน และช่างอิเล็กทรอนิกส์ โดยเลือกอาชีพช่างกลึงมาเป็นเกณฑ์แทนช่างกลโรงงาน

ตารางที่ 11 สรุปจากเกณฑ์การแยกระดับความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามแนวคิดของปาร์คเกอร์

สาขาวิชาชีพ	ความถนัด	ระดับเปอร์เซ็นไทล์	แปลความหมาย

ช่างยนต์	Numerical Aptitude	32-11%	ต่ำ
	Verbal Aptitude	32-11%	ต่ำ
	Spatial Aptitude	66-33%	ปานกลาง
	Perceptual Aptitude	10-1%	ต่ำมาก
	Manual Dexterity	66-33%	ปานกลาง
	Mechanical Comprehension	66-33%	ปานกลาง
ช่างกลโรงงาน	Numerical Aptitude	66-33%	ปานกลาง
	Verbal Aptitude	66-33%	ปานกลาง
	Spatial Aptitude	89-67%	สูง
	Perceptual Aptitude	32-11%	ต่ำ
	Manual Dexterity	66-33%	ปานกลาง
	Mechanical Comprehension	66-33%	ปานกลาง
ช่างไฟฟ้า	Numerical Aptitude	89-67%	สูง
	Verbal Aptitude	66-33%	ปานกลาง
	Spatial Aptitude	89-67%	สูง
	Perceptual Aptitude	32-11%	ต่ำ
	Manual Dexterity	66-33%	ปานกลาง
	Mechanical Comprehension	89-67%	สูง
ช่างอิเล็กทรอนิกส์	Numerical Aptitude	66-33%	ปานกลาง
	Verbal Aptitude	66-33%	ปานกลาง
	Spatial Aptitude	66-33%	ปานกลาง
	Perceptual Aptitude	66-33%	ปานกลาง
	Manual Dexterity	66-33%	ปานกลาง
	Mechanical Comprehension	66-33%	ปานกลาง

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

สถิตย์ ประสิทธากรณ์(2555, บทคัดย่อ) การสร้างแบบวัดความถนัดทางปัญญาออนไลน์ การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาแบบวัดความสามารถทางปัญญา และเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติวิสัยระดับภาค (Regional norms) และระดับชั้นเรียน (Grade norms) ของแบบวัดความสามารถทางปัญญาออนไลน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ประชากรที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการในภาคใต้ 14 จังหวัด จำนวนนักเรียน 294,443 คน ตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 2,700 คน ได้มาโดยใช้เทคนิควิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling technique) ผลการวิจัยพบว่า ค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทั้งฉบับ (Content validity: CVI) ตั้งแต่ 0.87 ถึง 0.99 มีข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 257 ข้อ ค่าความยาก และอำนาจจำแนก ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม มีค่าความยากตั้งแต่ 0.03 ถึง 0.91 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.06 ถึง 0.90 ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 174 ข้อ ค่าความเที่ยง คำนวณโดย วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR -20) ได้ ค่าความเที่ยง ตั้งแต่ 0.793 ถึง 0.893 ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดตามทฤษฎีทดสอบการตอบสนองข้อสอบ (IRT) 3 พารามิเตอร์ และการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ พบว่า ข้อสอบทั้ง 174 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.130 ถึง 5.781 ค่าความยาก อยู่ระหว่าง -1.669 ถึง 6.065 ค่าการเดา อยู่ระหว่าง 0.050 ถึง 0.440 และค่าดัชนีการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบอยู่ระหว่าง -0.057 ถึง 0.089 และมีคะแนนทีปกติ (Normalized T-score) แปลค่าคะแนนเป็น 4 ระดับ ตามค่าเปอร์เซ็นไทล์ คือ

$Pr < 25$	ความสามารถทางปัญญาอยู่ในระดับต่ำ
$25 \leq Pr < 50$	ความสามารถทางปัญญาอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
$50 \leq Pr < 75$	ความสามารถทางปัญญาอยู่ในระดับปานกลาง
$Pr > 75$	ความสามารถทางปัญญาอยู่ในระดับค่อนสูง

เอกตระการณ์ ซื่อไกรกุลธวัช (2552, บทคัดย่อ) การสร้างชุดทดสอบวัดความถนัดทางช่างยนต์ แบบมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพชุดทดสอบวัดความถนัดทางช่างยนต์แบบมี ปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ และเปรียบเทียบความถนัดทางช่างยนต์ของผู้เข้ารับการทดสอบ โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ในสังกัดกลุ่มโรงเรียนเทศบาล นครอุดรธานี ได้แก่ โรงเรียนเทศบาล 2 มุขมนตรี จำนวน 39 คน โรงเรียนเทศบาล 5 สีหรักษ์วิทยา จำนวน 25 คน โรงเรียนเทศบาล 6 ไลออนส์อุทิศ จำนวน 21 คน และโรงเรียนเทศบาล 7 รถไฟ สงเคราะห์ จำนวน 27 คน รวมทั้งสิ้น 112 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือชุดทดสอบวัดความถนัด ทางช่างยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความถนัดด้านเชิงช่างยนต์ ด้านคณิตศาสตร์

ด้านการอ่านตารางและกราฟ ด้านมิติสัมพันธ์ภาพ ด้านความจำ ด้านการมองภาพ ด้านการประกอบชิ้นส่วนและด้านการประกอบภาพจิ๊กซอ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่า (t-test) Anova การทดสอบค่าเอฟ (F-test) และการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วย Scheffe analysis การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและหัวข้อการทดสอบ จากการประเมินมีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความยากมีค่าเท่ากับ 0.38 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าเท่ากับ 0.47 ค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.70 ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของชุดทดสอบวัดความถนัดทางช่างยนต์แบบ มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก (x= 4.50, S.D.= 0.53) 2) ร้อยละของผู้ สอบผ่านเกณฑ์ทั้งชายและหญิงของแบบทดสอบความถนัด คิดเป็นร้อยละ 76.13 ถ้าแยกตามเพศ พบว่า เพศชายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 71.18 เพศหญิงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 79.24 โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ที่ร้อยละ 60 และจากการเปรียบเทียบผลการทดสอบความถนัด พบว่า นักเรียนโรงเรียนเทศบาล 6 ไลออนส์อุทิศ มีความถนัดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับนักเรียน โรงเรียนเทศบาล 2 มุขมนตรี โรงเรียน เทศบาล 5 สีหรักษ์วิทยา โรงเรียนเทศบาล 7 รถไฟสงเคราะห์ ที่ระดับ 0.05

สาคร เกตุประทุม (2550, บทคัดย่อ) ได้สร้างและหาคุณภาพของชุดสอบวัดความถนัดทางช่างยนต์และเปรียบเทียบความถนัดของผู้เข้ารับการทดสอบ โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างสถานศึกษาขนาดเล็ก จำนวน 36 คน กับสถานศึกษาขนาดกลาง จำนวน 64 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดทดสอบวัดความถนัดทางช่างยนต์ ภาคทฤษฎีประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถด้านเชิงช่างยนต์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการอ่านตารางและกราฟ ด้านมิติสัมพันธ์ภาพ ด้านความจำและด้านการลอกแบบ และชุดทดสอบวัดความถนัดทางช่างยนต์ภาคปฏิบัติ ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการประกอบชิ้นส่วน ด้านประกอบภาพจิ๊กซอ และด้านประกอบภาพคลี่ ซึ่งมีความเชื่อมั่นของชุดทดสอบภาคทฤษฎี เท่ากับ 0.67 ค่าความสอดคล้องจากการประเมิน IOC ระหว่าง 0.83-1.00 ส่วนชุดทดสอบวัดความถนัดทางช่างยนต์ภาคปฏิบัติ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 ความสอดคล้องจากการประเมิน IOC เท่ากับ 1.0 คุณภาพของชุดทดสอบความถนัด มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี เท่ากับ 4.26 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิเคราะห์พบว่า 1) การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่าง สถานศึกษาขนาดเล็กและสถานศึกษาขนาดกลาง ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติไม่แตกต่างกัน 2) การเปรียบเทียบผลการทดสอบความถนัดระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ภาคทฤษฎีไม่แตกต่างกัน แต่ภาคปฏิบัติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) เปรียบเทียบผู้เข้ารับการทดสอบที่มีความชอบและไม่ชอบ ในสาขาช่างยนต์ พบว่า

ภาคทฤษฎีมีค่าความถนัดไม่แตกต่างกัน แต่ภาคปฏิบัติ มีความถนัดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุไรพร ตรังปราการ (2548, บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางอาชีพตามแนว OASIS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบวัดความถนัดทางอาชีพนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความถนัดทางภาษา แบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลข แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบการเปรียบเทียบคำและแบบทดสอบการทำเครื่องหมาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้มาโดยการสุ่มแบบบ่งชั้น (Stratified random sampling) โดยมีลักษณะโรงเรียนเป็นชั้น แบ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาและโรงเรียนขยายโอกาส ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 273, 502 และ 1009 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรง ในการทดสอบครั้งที่ 2 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ในการทดสอบครั้งที่ 3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้สูตร KR-20 ยกเว้นแบบทดสอบการทำเครื่องหมายหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบและสร้างเกณฑ์การตีความหมายคะแนนเปอร์เซ็นไทล์และสเตไนน์ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยากของแบบทดสอบด้านภาษา แบบทดสอบวัดความถนัดตัวเลข แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์และแบบทดสอบการเปรียบเทียบคำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.36 ถึง 0.79, 0.25 ถึง 0.77, 0.23 ถึง 0.56 และ 0.20 ถึง 0.80 ตามลำดับ และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ มีค่า 0.20 ถึง 0.72, 0.45 ถึง 0.74, 0.20 ถึง 0.50 และ 0.20 ถึง 0.74 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้านภาษา แบบทดสอบวัดความถนัดตัวเลข แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์และแบบทดสอบการเปรียบเทียบคำ มีค่าเท่ากับ 0.872, 0.932, 0.839, 0.911 และ 0.848 ตามลำดับ การวิเคราะห์องค์ประกอบความเที่ยงตรงตามกำหนด การตีความหมายคะแนนเปอร์เซ็นไทล์และสเตไนน์ ตีความหมายของคะแนนองค์ประกอบความสามารถทั่วไป ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านตัวเลข ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดการรับรู้และความคล่องแคล่วในการใช้มือ

จันทรา ประเสริฐสกุล (2542) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางช่างอุตสาหกรรม โดยยึดหลักทฤษฎีระดับชั้นของกลุ่มองค์ประกอบจากแนวคิดของ เบริ์น และเวอน์นอน (Burt & Vernon) ได้แบบทดสอบวัดความถนัดจำนวน 7 ฉบับ ตามองค์ประกอบที่ได้วิเคราะห์งานตามแนวทางของฟลานาแกน คือ

1. แบบทดสอบวัดความมีเหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematics)
2. แบบทดสอบวัดความมีเหตุผลเชิงจักรกล (Mechanics)
3. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ (Components)
4. แบบทดสอบวัดความสามารถการประกอบชิ้นส่วน (Assembly)

5. แบบทดสอบวัดความสามารถอ่านตารางและกราฟ (Scales)

6. แบบทดสอบวัดความสามารถการวางแผน (Planning)

7. แบบทดสอบวัดความสามารถการลอกแบบ (Patterns)

โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับอยู่ระหว่าง 0.66 ถึง 0.91

สุวรรณา พูนกล้า (2538, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาจำแนกกลุ่มการเรียนวิชาชีพ โดยใช้ความถนัดทางการเรียนได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข ความถนัดทางการเรียนเชิงจักรกล ความถนัดทางการเรียนด้านการรับรู้ ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา เป็นตัวจำแนก ผลการจำแนกพบว่า ตัวแปรทั้ง 6 ตัวแปร สามารถจำแนกกลุ่มนักเรียนทั้ง 5 ได้แตกต่างกัน

ทวีป ลออวิไล (2537, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดวัดความถนัดทางเรียนช่างอุตสาหกรรม โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษาคือ 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนช่างอุตสาหกรรมจำนวน 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบด้านเลขคณิต แบบทดสอบด้านการลอกแบบ แบบทดสอบด้านการประกอบชิ้นส่วน แบบทดสอบด้านเหตุผลเชิงจักรกล แบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบด้านการรับรู้ 2) เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับ คือ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และค่าความเที่ยงตรง 3) เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ(Norms) สำหรับตีความหมายคะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในสังกัดอาชีวศึกษา จำนวน 1,049 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบด้านเลขคณิต มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.19 ถึง 0.86 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.18 ถึง 0.71 แบบทดสอบด้านการลอกแบบ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.69 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.79 แบบทดสอบด้านการประกอบชิ้นส่วน มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.34 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.75 แบบทดสอบด้านเหตุผลเชิงจักรกล มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.92 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.19 ถึง 0.62 แบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.18 ถึง 0.91 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.12 ถึง 0.95 แบบทดสอบด้านการรับรู้ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.12 ถึง 0.95 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.10 ถึง 0.84 โดยมีค่าความเชื่อมั่นทั้งหกฉบับ 0.6606 ถึง 0.9428 ด้านความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ มีความตรงตามสภาพกับเกรดเฉลี่ยวิชาช่างอุตสาหกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ และแบบสอบด้านเลขคณิต มีช่วงคะแนนทีปกติอยู่ระหว่าง T21 ถึง T81 แบบสอบด้านการลอกแบบ มีช่วงคะแนนทีปกติอยู่ระหว่าง T31 ถึง T75 แบบสอบด้านการประกอบชิ้นส่วน มีช่วงคะแนนทีปกติอยู่ระหว่าง T24 ถึง T69 แบบสอบด้านเหตุผลเชิงจักรกล มีช่วงคะแนนทีปกติอยู่ระหว่าง T21 ถึง T61 แบบสอบ

ด้านมิติสัมพันธ์ซ่อนภาพ มีช่วงคะแนนทีปกติอยู่ระหว่าง T17 ถึง T71 แบบสอบด้านการรับรู้ มีช่วงคะแนนทีปกติอยู่ระหว่าง T6 ถึง T83

พงษ์มณี พรมแสนปัง (2535, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคน่าน ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนตามแนวของเทอร์สโตน ทั้งหมด 5 ฉบับ ได้แก่ ความถนัดด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านการรับรู้ ผลการวิจัยพบว่า

1. ความถนัดทางการเรียนที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพ แผนกพณิชยกรรม ได้แก่ ความถนัดด้านการรับรู้ ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านภาษา และด้านเหตุผล ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกในการทำนายร้อยละ 60.80

2. ความถนัดทางการเรียนที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพ แผนกช่างไฟฟ้า ได้แก่ ความถนัดด้านการรับรู้ ด้านภาษา และด้านเหตุผล ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกในการทำนายร้อยละ 78.61

3. ความถนัดทางการเรียนที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพ แผนกช่างยนต์ ได้แก่ ความถนัดด้านการรับรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านภาษา และด้านเหตุผล ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกในการทำนายร้อยละ 74.41

4. ความถนัดทางการเรียนที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพ แผนกช่างก่อสร้าง ได้แก่ ความถนัดด้านการรับรู้ ด้านคณิตศาสตร์ และด้านภาษา ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกในการทำนายร้อยละ 63.30

5. ความถนัดทางการเรียนที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพ แผนกช่างเชื่อม โลหะแผ่น ได้แก่ ความถนัดด้านการรับรู้ ด้านคณิตศาสตร์ และด้านภาษา ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกในการทำนายร้อยละ 84.15

6. ความถนัดทางการเรียนที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพ แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ความถนัดด้านการรับรู้ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านภาษา ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกในการทำนายร้อยละ 63.28

งานวิจัยต่างประเทศ

อรัญ และเชน (Alan & Chen, 2011) ได้สร้างและพัฒนาแบบวัด Driving aptitude test (DAT): A new set of aptitude tests for occupational drivers แบบวัดที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นแบบวัด

ความถนัดทางด้านการขับ (DRIVING APTITUDE TEST (DAT) โดยมีจุดประสงค์ของการพัฒนาแบบวัดความถนัดนี้เพื่อประเมินทักษะความสามารถของผู้สมัครเข้าทำงานของบริษัทขนส่ง ลักษณะของแบบสอบ DAT นี้ เป็นแบบสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice) โดยแบบวัดความถนัดนี้พัฒนามาจากความเข้าใจพื้นฐานทางช่าง และทักษะทางเครื่องยนต์ โดยแบบวัดนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 20 ฉบับ มีเนื้อหาทางการวัด ประกอบด้วย 4 ด้าน

1. ความรู้ด้านจักรกล
2. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
3. ความสามารถในด้านอันตรายที่จะเกิด
4. ด้านบุคลิกภาพ

กรูพรีท (Gurpreet, 2009) ได้พัฒนาแบบวัดความสามารถทางอาชีพ ด้วยวิธีการสำรวจงานวิจัยและระดมสมองจากผู้เชี่ยวชาญรวมทั้งการใช้แนวคิดทฤษฎีมาประกอบการศึกษาพัฒนาทำให้ได้ชุดของแบบวัดความถนัดที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30-0.70 และมีความชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.65 และชุดของแบบทดสอบนี้จะใช้วัดความสามารถ 14 ด้าน คือ

1. การพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness)
2. การสังเกต (Observation)
3. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability)
4. การรับรู้รูปแบบ (From perception)
5. ความเร็วในการรับรู้ (Perceptual speed)
6. การเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial learning)
7. ช่วงเวลาในการจำ (Memory span)
8. ความเชี่ยวชาญในศาสตร์ (Science proficiency)
9. ความรู้ทางภาษาอังกฤษ (English knowledge)
10. การมองเห็น (Visualization)
11. เหตุผลทั่วไป (General reasoning)
12. ความรู้ด้านจักรกล (Mechanical knowledge)
13. การเคลื่อนไหวของตาและมือ (Eye hand coordination)
14. ความสามารถในการจำแนก (Visual discrimination)

ลาสเตอร์ และมาร์ (Lester & Marc, 2001) ได้วิจัยและทำนายทักษะการปฏิบัติงานโดยใช้แบบทดสอบในด้านความรู้ (Job knowledge written test: JKWT) และแบบวัดความถนัดในทางวิชาชีพช่าง (The wiesen test of mechanical aptitude: WTMA) โดยแบบสอบทั้งสองฉบับ

มีความสัมพันธ์ในด้านการปฏิบัติงาน แบบสอบ JKWT ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 95 ข้อ จากองค์ความรู้ทางช่าง 5 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้พื้นฐานทางเครื่องมือช่าง พื้นฐานทางการปฏิบัติงานทางช่าง 2) ความรู้ในเครื่องกล เครื่องทุ่นแรง 3) ความรู้ทั่วไปในการศึกษา 4) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ 5) ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ซึ่งแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่น 0.61 ส่วนแบบสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่าง (WTMA) ประกอบด้วยข้อคำถาม 60 ข้อ จะถามในลักษณะพื้นฐานและการประยุกต์ความรู้ไปใช้ในทางช่าง แบบสอบนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77

แทรกซ์เลอร์ (Traxler, 1966, p. 970 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2535, หน้า 28) ได้ใช้แบบทดสอบความถนัดทั่วไป (General aptitude test battery) ทดสอบนักเรียนในระดับชั้นมัธยมโรงเรียนเทคนิคเดมอยน์ (Des Moines Techniaue Test Battery, From B-1002 B) เพื่อพยากรณ์ความสำเร็จในการศึกษาวิชาชีพต่าง ๆ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวัดความถนัดทั่วไปมีความเที่ยงที่ดีกับงานในบางอาชีพ และมีความเที่ยงตรงดีในอาชีพที่ปฏิบัติงานด้วยมือมากที่สุด

แมคคอร์ท (MCCourt, 1967, p. 4082 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2535, หน้า 28) ได้ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัด GATB (General aptitude test battery) ในการพยากรณ์ความสามารถในการจดเชาวเลขของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมแบบประสมในรัฐโอไอโอ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถด้านภาษาและความคล่องแคล่วในการรับรู้เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุด

เลวิส (Lewis, 1967, p. 2890-A อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2535, หน้า 28) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดกับความสำเร็จในการเรียนและการประกอบอาชีพของนักเรียนที่สำเร็จจากโรงเรียนไฮสคูลในรัฐเท็กซัส จำนวน 804 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัด GATB (General aptitude test battery) เป็นตัวพยากรณ์ พบว่าความสามารถด้านตัวเลขและความคล่องแคล่วว่องไวในการรับรู้ สามารถพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนและการประกอบอาชีพได้ดีที่สุด

ปาร์คเกอร์ และเจมส์(Parker & James, 1994, pp. 155-158 อ้างถึงใน จุไรพร ตรังปราการ, 2548, หน้า 34) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางอาชีพและความสนใจในอาชีพ (OASIS) กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 564 คน ซึ่งศึกษาความถนัดทางอาชีพ6 องค์ประกอบ และความสนใจในอาชีพ12 หมวดอาชีพ ด้วยความสัมพันธ์แบบคาโนนิคัลสามารถทำนายได้ 97%

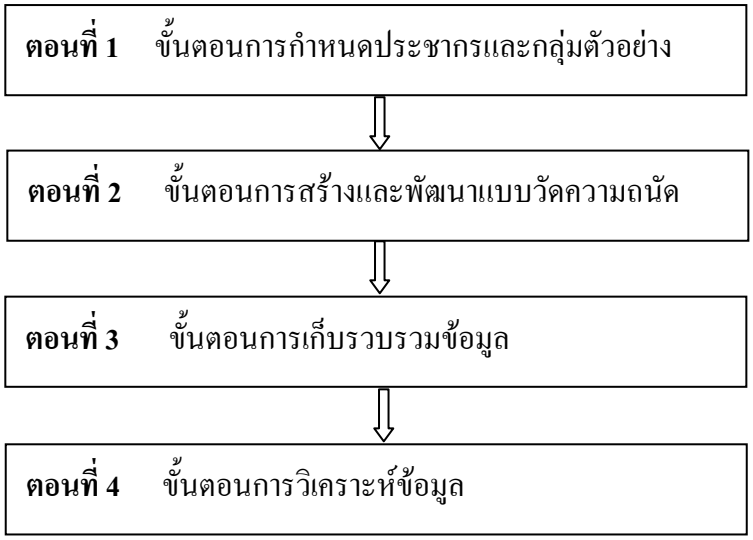
ปาร์คเกอร์, ฟอง ชัน และสตีเวน (Parker, Fong Chan & Steven, 1990, pp. 209-212 อ้างถึงใน จุไรพร ตรังปราการ, 2548, หน้า 34) หาความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ ด้านความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบวัดความถนัดทางอาชีพ (OASIS) แบบทดสอบ GATB มีความเที่ยงตรงระหว่าง 0.68-0.84 แสดงว่าแบบทดสอบ OASIS มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

ปาร์คเกอร์ (Parker, 2002, p. 17 อ้างถึงใน จุไรพร ตรังปราการ, 2548, หน้า 34) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางอาชีพ OASIS-3AS มีแบบทดสอบย่อย จำนวน 5 ฉบับ คือแบบทดสอบทางภาษา แบบทดสอบการคำนวณ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบการเปรียบเทียบคำ และแบบทดสอบการทำเครื่องหมายและหาค่าความเชื่อมั่นกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาระกับเกรด 8-12 พบว่าแบบทดสอบทางภาษามีความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.87-0.92 แบบทดสอบการคำนวณ มีความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.82-0.88 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์มีความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.70-0.92 แบบทดสอบการเปรียบเทียบคำมีความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.85-0.94 แบบทดสอบการทำเครื่องหมายมีความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.86-0.96 และหาความเชื่อมั่นของกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนที่จบการศึกษา ชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 500 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นระหว่าง 0.70-0.91 แยกตามเพศได้ค่าความเชื่อมั่นระหว่าง 0.66-0.92 แยกตามเชื้อชาติได้ค่าความเชื่อมั่นระหว่าง 0.61-0.98

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และศึกษาเอกสารแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพดังกล่าว จะเห็นว่า แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพบางวิชาชีพ ยังมีไม่แพร่หลาย และมีความล้าสมัย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพขึ้น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวัดความถนัดของนักเรียนที่จะเข้าศึกษาต่อในสายอาชีพ โดยยึดองค์ประกอบจากการสังเคราะห์ตามแบบ GATB, DAT, ASVAB, OASIS และ FACT เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบความถนัดทางวิชาชีพช่างยนต์ ช่างกล ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีความเหมาะสมในประเทศไทยและเหมาะสมกับเด็กไทยในยุคปัจจุบันต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสนใจเข้าศึกษาต่อในวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม การพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมในครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาให้เป็นแบบวัดออนไลน์ และตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด ประเมินความถนัดทางวิชาชีพของนักเรียน และเพื่อจัดทำคู่มือการใช้แบบวัดความถนัดออนไลน์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้



โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ขั้นตอนการกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้ง 77 จังหวัด จำนวนนักเรียนทั้งหมด 712,400 คน (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2556)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จำนวน 12 จังหวัด จำนวนโรงเรียน 24 แห่ง การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ใช้สูตรการคำนวณ

ของยามาเน่ (Yamane) เมื่อกำหนดขนาดความคลาดเคลื่อนเท่ากับ .05 (Limit of error $\alpha = .05$) และระดับความเชื่อมั่น (Level of confidence: 1-α) ที่ 95% (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2542, หน้า 14)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน ขนาดของประชากร

e แทน ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

แทนค่าในสูตร $$n = \frac{712,400}{1 + (712,400)(05)^2} = 399.78$$

$$n = 400$$

ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 400 คน แต่เนื่องจากการพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับสาม เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์องค์ประกอบ จะต้องนำแบบวัดที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 10-20 เท่าของจำนวนข้อคำถาม(นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 311; สุวิมล ติรกานันท์, 2550, หน้า 168; สุภมาศ อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์, 2551, หน้า 31) กอปรกับผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 รอบ ภายใต้กรอบการวิเคราะห์คุณภาพตามทฤษฎีทดสอบการตอบสนองข้อสอบ (Item response theory: IRT) และสร้างปกติวิสัยของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยจึงเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยไม่น้อยกว่า 10 เท่า ของจำนวนข้อคำถามได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 2,250 คน (จำนวนข้อคำถาม 225 ข้อ) โดยใช้เทคนิควิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling technique) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งภาคในประเทศไทยเป็นหน่วยสุ่ม 6 ภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก และภาคใต้ กำหนดสัดส่วนของประชากร

ทั้งหมด 0.5% แล้วแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามสัดส่วนของประชากรในแต่ละภาค แสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างในแต่ละภาค

ภาค	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
เหนือ	113,000	565
กลาง	151,800	759
ตะวันออก	68,200	341
ตะวันออกเฉียงเหนือ	246,000	1,230
ตะวันตก	50,546	253
ใต้	82,854	414
รวม	712,400	3,562

สุ่มจังหวัดในแต่ละมาภาคละ 2 จังหวัด โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple random sampling) ได้ทั้งหมด 12 จังหวัด และในแต่ละจังหวัดมีจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วน ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จังหวัดและโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

ภาค	จังหวัด	จำนวนนักเรียนแต่ละภาค		
		ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	รวม

ภาคเหนือ	เชียงใหม่	22,043	393	565
	ลำปาง	9,567	172	
ภาคกลาง	นครปฐม	13,419	425	759
	พิษณุโลก	10,508	334	
ภาคตะวันออก	ปราจีนบุรี	6,519	81	341
	ชลบุรี	20,774	260	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	อุดรธานี	21,278	560	1,230
	ขอนแก่น	25,352	670	
ภาคตะวันตก	กาญจนบุรี	10,280	157	253
	เพชรบุรี	6,278	96	
ภาคใต้	ยะลา	6,981	170	414
	ปัตตานี	11,335	244	
รวม		164,334		3,562

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มโรงเรียนในแต่ละจังหวัด โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) เพื่อใช้ในการทดลอง ครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนในขั้นที่ 2 เพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 ถึง 3

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เก็บข้อมูลจริง มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ครั้งที่ 1 นี้เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมด้านภาษา ความเป็นปรนัยของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์นักเรียน หลังจากทำแบบวัดความถนัดเรียบร้อยแล้ว และวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบ ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory) โดยใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ข้อมูลหาคุณภาพข้อสอบรายข้อ ได้แก่ ความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และคุณภาพทั้งฉบับ ได้แก่ ค่าความเที่ยง (KR-20) กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนในจังหวัดอุดรธานี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างและสุ่มห้องเรียนมาโรงเรียนละ 3 ห้องเรียน ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 155 คน แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 รายชื่อโรงเรียน จำนวนนักเรียน ของการทดลองครั้งที่ 1

จังหวัด	โรงเรียน	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
อุดรธานี	1. บ้านผือวิทยาสรรค์	445	60
	2. กุมภวาปี	520	95
	รวม	965	155

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ครั้งที่ 2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด วิเคราะห์อำนาจจำแนกของข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนน2 ค่า (Dichotomous item response theory: Dichotomous IRT) ด้วยโมเดล2 พารามิเตอร์ (Two-parameter model) วิเคราะห์คุณภาพของข้อคำถามด้านความตรง ความเที่ยง สารสนเทศของแบบสอบตามตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดด้วยโปรแกรม GENOVA ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบรายข้อด้านความยาก อำนาจจำแนก โดยการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ด้วยโปรแกรม BILOG MG Version 3.0 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสาม (Third order confirmatory factor analysis) โดยใช้โปรแกรม LISREL วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ กลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนทั้งสิ้น 1,436 คน จากโรงเรียนใน 12 จังหวัด จังหวัดละ 1 โรง สุ่มห้องเรียนมาโรงเรียนละ 3 ห้องเรียน ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 รายชื่อจังหวัด รายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียน จำนวนประชากร และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ของการทดลองครั้งที่ 2

จังหวัด	โรงเรียน	จำนวน	ประชากร	กลุ่ม

		ห้องเรียน		ตัวอย่าง
เชียงใหม่	1. ยุพราชวิทยาลัย	11	497	132
ลำปาง	2. เทศบาล 5	8	240	105
นครปฐม	3. กาญจนาภิเษกวิทยาลัย	7	285	124
พิษณุโลก	4. วังทองพิทยาคม	7	310	128
ปราจีนบุรี	5. ปราจีนราษฎรอำรุง	8	343	116
ชลบุรี	6. เกาะโพธิ์ถ้วยงามวิทยา	5	220	122
อุดรธานี	7. กุมภวาปี	13	520	155
ขอนแก่น	8. น้ำพองศึกษา	12	668	170
กาญจนบุรี	9. พนมทวนพิทยาคม	9	350	86
เพชรบุรี	10. บ้านลาดวิทยา	6	256	75
ยะลา	11. คณะราษฎรบำรุง 2	6	199	93
ปัตตานี	12. ท่าข้ามวิทยาคาร	7	285	130
	รวม		4,173	1,436

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองแบบวัดความถนัดครั้งที่ 3 เพื่อนำแบบวัดไปใช้จริงในการประเมินความถนัดทางวิชาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติวิสัยระดับประเทศ ตลอดจนหาคุณภาพของข้อคำถามรายข้อและทั้งฉบับ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ใช้ในการทดลองในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จำนวน 1,971 คน จากโรงเรียนใน 12 จังหวัด ที่สุ่มจังหวัดละ 2 โรง และสุ่มนักเรียนมาเพื่อให้ได้ตามจำนวนสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้จริง แสดงดังตารางที่ 16

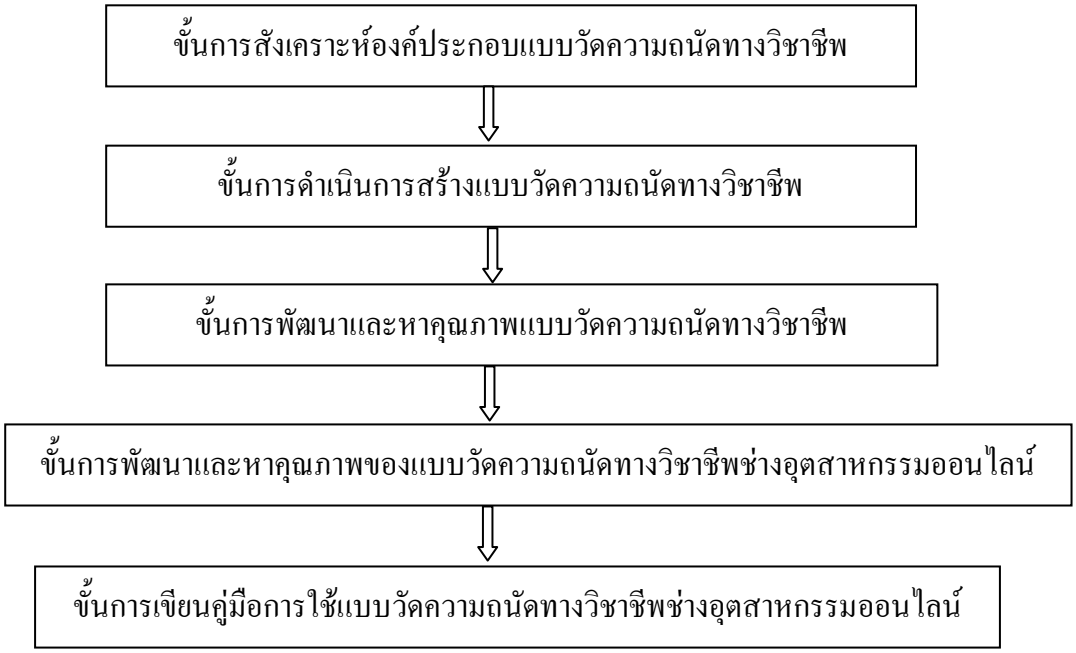
ตารางที่ 16 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างของนักเรียน จำแนกตามจังหวัด และโรงเรียนของการทดลองครั้งที่ 3

จังหวัด	โรงเรียน	จำนวน	จำนวนนักเรียน

		ห้องเรียน	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
เชียงใหม่	1. ยุพราชวิทยาลัย	11	497	123
	2. สารภีพิทยาคม	5	156	70
ลำปาง	1. เทศบาล 5 (บ้านศรีบุญเรือง)	8	240	75
	2. เทศบาล 6 (วัดป่ารวก)	7	214	60
นครปฐม	1. กาญจนาภิเษกวิทยาลัย	7	285	122
	2. วัดไร่ขิงวิทยา	10	398	118
พิษณุโลก	1. บ้านกลางพิทยาคม	3	132	102
	2. วังทองพิทยาคม	7	310	165
ปราจีนบุรี	1. ปราจีนราษฎรอำรุง	8	343	30
	2. ปราจีนกัลยานี	11	451	25
ชลบุรี	1. เกาะโพธิ์ถ้วยงามวิทยา	5	220	28
	2. ทุ่งเหียงพิทยาคม	3	133	20
อุดรธานี	1. เทศบาล 3 (บ้านเหล่า)	4	160	85
	2. กุมภวาปี	13	520	192
ขอนแก่น	1. น้ำพองศึกษา	15	668	292
	2. พระยืนวิทยาคาร	5	243	181
กาญจนบุรี	1. พนมทวนพิทยาคม	9	350	19
	2. พนมทวนชนูปถัมภ์	6	211	20
เพชรบุรี	1. บ้านลาดวิทยา	6	256	35
	2. หนองหญ้าปล้องวิทยา	4	150	18
ยะลา	1. คณะราษฎรบำรุง 2	6	199	30
	2. กาบังพิทยา	7	287	34
ปัตตานี	1. ท่าข้ามวิทยาคาร	7	285	82
	2. วุฒิชัยวิทยา	5	187	45
	รวม		6,895	1,971

ตอนที่ 2 การสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัด

ในการสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้



รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสังเคราะห์องค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

การสังเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดทฤษฎีของความถนัด แบบวัดความถนัดที่ใช้ในประเทศและต่างประเทศ และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดความถนัดตลอดจนรายงานการวิจัยที่ทำมาแล้วในอดีต

2. สังเคราะห์องค์ประกอบย่อยของแบบวัดความถนัดมาตรฐานทางอาชีพตามแบบทดสอบมาตรฐานของ GATB, DAT, ASVAB, OASIS, FACT และเอกสารงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางวิชาชีพทั้งในและต่างประเทศ แล้วนำองค์ประกอบย่อยที่ได้ทั้งหมด มาจัดเข้าเป็นกลุ่มองค์ประกอบหลักของแบบวัดความถนัดทางอาชีพ เพื่อนำไปสังเคราะห์ตามสาขางานแต่ละวิชาชีพ ได้แก่ ช่างยนต์ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ แล้วนำองค์ประกอบที่ได้ทั้งหมดมาจัดเข้ากลุ่ม ได้องค์ประกอบทั้งหมด 6 องค์ประกอบหลัก 15 องค์ประกอบย่อย เพื่อนำมาสร้างแบบวัด ได้แบบวัด 6 ฉบับ ดังนี้

2.1 แบบวัดความถนัดด้านตัวเลข (Numerical aptitude: N) ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยของการวัด ดังนี้

2.1.1 การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์

2.1.2 การอ่านมาตรสเกล

2.1.3 ความสามารถด้านตัวเลข

2.2 แบบวัดความถนัดด้านภาษา(Verbal aptitude: V) ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยของการวัด ดังนี้

2.2.1 ความเข้าใจภาษา

2.2.2 ความสามารถด้านภาษา

2.2.3 ประสิทธิภาพในการใช้ภาษา

2.3 แบบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial aptitude: S) ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยของการวัด ดังนี้

2.3.1 การซ่อนภาพ และซ้อนภาพ

2.3.2 การหมุนภาพ

2.4 แบบวัดความถนัดด้านการรับรู้ (Perception aptitude: P) ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยของการวัด ดังนี้

2.4.1 การพิจารณาตำแหน่งอันตราย

2.4.2 ความสามารถด้านการจำ

2.4.3 ความสามารถด้านการวางแผน

2.5 ความคล่องแคล่วในทักษะช่าง (Dexterity: D) ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยของการวัด ดังนี้

2.5.1 การตัดสินใจ

2.5.2 การคัดลอกแบบ

2.6 ความถนัดเชิงจักรกล (Mechanical comprehension: MC) ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยของการวัด ดังนี้

2.6.1 การเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล

2.6.2 การใช้เครื่องมือ

3. ผู้วิจัยนำองค์ประกอบที่ได้ทั้งหมดมากำหนดกรอบนิยาม

4. นำองค์ประกอบของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมที่ได้ทั้งหมด ไปให้ครูผู้สอนที่มีประสบการณ์การสอนตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป ในแต่ละสาขาวิชาชีพ ได้แก่ สาขาวิชาชีพช่างยนต์ จำนวน 6 ท่าน ช่างกลโรงงาน จำนวน 5 ท่าน ช่างไฟฟ้า จำนวน 6 ท่าน และช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ท่าน รวม 22 ท่าน พิจารณากรอบนิยามและประเมินเพื่อยืนยันหรือปรับแก้องค์ประกอบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นมา ทั้งองค์ประกอบหลัก และองค์ประกอบย่อย โดย

ผู้วิจัยได้ส่งแบบประเมินไปยังวิทยาลัยในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี วิทยาลัยการอาชีพกุมภวาปี วิทยาลัยเทคนิคกาญนาภิเษกอุดรธานี และวิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ แสดงดังตัวอย่าง

ตารางที่ 17 แบบประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

แบบประเมิน

ความเหมาะสมขององค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ผลการประเมิน						ข้อเสนอแนะ
		ระดับความเหมาะสม					ไม่เหมาะสม	
		5	4	3	2	1		
ด้านตัวเลข	1. เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์	…	…	…	…	…	……	……..
(Numerical	2. การอ่านมาตรสเกล	…	…	…	…	…	……	……..
Aptitude: N)	3. ความสามารถด้านตัวเลข	…	…	…	…	…	……	……

5. นำผลการประเมินพื่อยืนยันขององค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมจากครูผู้สอนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	**ระดับคะแนนเฉลี่ย**
เหมาะสมมากที่สุด	4.51-5.00
เหมาะสมมาก	3.51-4.50
เหมาะสมปานกลาง	2.51-3.50
เหมาะสมน้อย	1.51-2.50
เหมาะสมน้อยที่สุด	1.00-1.50

ผู้วิจัยเลือกองค์ประกอบย่อยที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป มาเป็นองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ผลการประเมิน ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการประเมินองค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมเบื้องต้น

องค์ประกอบหลัก	**องค์ประกอบย่อย**	$\bar{X}$	**SD**	**แปลผล**

ด้านตัวเลข (Numerical aptitude: N)	1. เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์	**4.55**	0.671	มากที่สุด
	2. การอ่านมาตรสเกล	3.91	0.811	มาก
	3. ความสามารถด้านตัวเลข	4.36	0.902	มาก
ด้านภาษา (Verbal aptitude: V)	1. ความเข้าใจทางภาษา	**4.32**	**0.646**	**มาก**
	2. ความสามารถด้านภาษา	4.09	0.811	มาก
	3. การใช้ภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ	4.32	0.716	มาก
ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial aptitude: S)	1. การซ่อนภาพ และการซ้อนภาพ	**3.91**	**0.971**	**มาก**
	2. การหมุนภาพ	4.23	0.813	มาก
ด้านการรับรู้ (Perception aptitude: P)	1. การพิจารณาตำแหน่งอันตราย	4.23	**0.813**	**มาก**
	2. ความสามารถด้านการจำ	4.05	0.653	มาก
	3. การวางแผน	4.23	0.685	มาก
ด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง (Dexterity: D)	1. ความแม่นยำในการตัดสินใจ	4.27	**0.550**	**มาก**
	2. การคัดลอกแบบ	4.14	0.774	มาก
ความเข้าใจเชิงจักรกล (Mechanical comprehension: MC)	1. ความสัมพันธ์ของเครื่องกล	3.86	**0.560**	**มาก**
	2. การใช้เครื่องมือ	3.95	0.575	มาก

จากตารางที่ 18 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญยืนยันองค์ประกอบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์มาว่ามีความเหมาะสมมาก ถึงเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปสร้างเป็นแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ได้ทุกองค์ประกอบ โดยมีองค์ประกอบย่อยด้านเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.671 และองค์ประกอบย่อยอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก

6. นำองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยที่ได้ทั้งหมดไปกำหนดสาระการวัด ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 สาระการวัดตามองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

องค์ประกอบหลัก	**องค์ประกอบย่อย**	**สาระของการวัด**

ด้านตัวเลข (Computation aptitude: C)	- การใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning)	- ความสามารถในด้านมโนภาพ - การมีเหตุผล - การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ - การแก้โจทย์ปัญหาในทางช่าง
	- การอ่านมาตรสเกล (Scales)	- การอ่านค่าตัวเลขบนสเกลการวัด - การอ่านค่าและแปลความหมายจากแผนภูมิ - การอ่านค่าและแปลความหมายจากตาราง - การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของข้อมูล
	- ความสามารถด้านตัวเลข (Arithmetic)	วัดความสามารถในการคำนวณพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ - การบวก ลบ คูณ หาร - สมการ - อัตราส่วน - ร้อยละ - ลำดับอนุกรมเลขคณิต

ตารางที่ 19 (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	สาระของการวัด

2. ด้านภาษา (Verbal aptitude: V)	- ความเข้าใจทางภาษา (Comprehension)	- ความเข้าใจจากการอ่าน - การแปลความ, การตีความ จากเรื่องที่อ่าน - การวิเคราะห์โดยใช้เหตุผล ในการตัดสินใจ
	- ความสามารถด้านภาษา (Vocabulary)	- การแปลความหมายคำศัพท์ - คำเหมือน คำตรงกันข้าม - การอุปมาอุปไมย
	-ประสิทธิภาพของการใช้ภาษา (Ingenuity)	- การเติมประโยคให้สมบูรณ์ - การใช้ไวยากรณ์ - เครื่องหมายวรรคตอน - การใช้คำ
3. ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial aptitude: S)	- การซ่อนภาพและการซ้อนภาพ (Components)	- วัดความสามารถในกาประกอบภาพ - วัดความสามารถในการแยกภาพ - วัดความสามารถในการพับภาพ
	- การหมุนภาพ (Rotated block)	- วัดความเหมือนของภาพ - วัดความแตกต่างของภาพ

ตารางที่ 19 (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	สาระของการวัด

4. ด้านการรับรู้ (Perceptual aptitude: P)	- การพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness)	- การพิจารณาถึงความปลอดภัย - การสังเกต - ความระมัดระวัง - ความรอบคอบในการปฏิบัติงาน
	- ความสามารถด้านการจำ (Memory)	- การจำรหัส - การถอดรหัส - การแปลความรหัส
	- การวางแผน (Planning)	- วางแผนการทำงาน - ขั้นตอนการทำงาน
5. ความคล่องแคล่วในทักษะช่าง (Dexterity: D)	- การตัดสินใจ (Precision)	- ความเร็วและถูกต้องในการแยกชิ้นส่วน - ความเร็วและถูกต้องในการประกอบชิ้นส่วน
	- การคัดลอกแบบ (Patterns)	- วัดความคล่องแคล่วและถูกต้องในการ - ถอดแบบ - คัดลอกแบบ - การเขียนแบบ
ความเข้าใจเชิงจักรกล (Mechanical comprehension: MC)	- ความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanics)	- หลักการทำงานเบื้องต้นทางช่าง - การให้เหตุผลการทำงานของเครื่องกล - หน้าที่และความสัมพันธ์ของเครื่องกล
	- การใช้เครื่องมือ (Tool)	- ความเข้าใจในใช้เครื่องมือ - ความสัมพันธ์ของเครื่องมือช่างแต่ละชนิด

ขั้นที่ 2 ดำเนินการสร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมปีที่ 3

ผู้วิจัยกำหนดให้แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม เป็นแบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบ่งขั้นตอนการดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของแบบวัดในแต่ละองค์ประกอบ เพื่อนำมาเขียนเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ

2. ผู้วิจัยกำหนดน้ำหนักความสำคัญในแต่ละองค์ประกอบย่อยของแบบวัดไว้ 100% และคิดเป็นจำนวนข้อสอบไม่เกิน 20 ข้อ แล้วไปแยกตามสาระการวัดในแต่ละองค์ประกอบย่อย เพื่อสร้างข้อคำถาม

3. สร้างตารางแผนงานการสร้างแบบวัด (Test blueprint) ในแต่ละองค์ประกอบของแบบวัด (ประยุกต์จากตารางแผนงานการประเมินของ สุรีพร อนุศาสนนันท์, 2552, หน้า 54) แสดงดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ตารางแผนงานการสร้างแบบวัดตามองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

องค์ประกอบหลักของแบบวัด	**องค์ประกอบย่อยของแบบวัด**	**สาระการวัด**	**น้ำหนักความสำคัญ**	**จำนวนข้อสอบ**	**ลำดับข้อสอบ**
ด้านตัวเลข (Computation aptitude: C)	เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning)	**- ความสามารถในด้านมโนภาพ**	25%	5	1-5
		- การมีเหตุผล	25%	5	6-10
		- การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์	25%	5	11-15
		- การประยุกต์โจทย์ปัญหาในทางช่าง	25%	5	16-20
รวม			100%	20	

ตารางที่ 20 (ต่อ)

องค์ประกอบหลักของแบบวัด	องค์ประกอบย่อยของแบบวัด	สาระการวัด	น้ำหนักความสำคัญ	จำนวนข้อสอบ	ลำดับข้อสอบ
ด้านตัวเลข (Computation aptitude: C)	การอ่านมาตรสเกล (Scales)	**- การอ่านตัวเลขบนสเกลการวัด**	25%	5	21-25
		- การอ่านค่าและแปลความหมายจากแผนภูมิ	25%	5	26-30
		- การอ่านค่าตัวเลขและการแปลความหมายจากตาราง	25%	5	31-35
		- การเปรียบเทียบค่าของข้อมูลในตาราง	25%	5	36-40
	รวม		100%	20	
ด้านตัวเลข (Computation aptitude: C)	ความสามารถด้านตัวเลข (Arithmetic)	**- ความสามารถในการคำนวณพื้นฐานทางคณิตศาสตร์**			
		- บวก ลบ คูณ หาร			
		- อัตราส่วน สัดส่วน	20%	4	41-44
		- ร้อยละ	20%	4	45-48
		- สมการ	20%	4	49-52
			20%	4	52-56
		- ลำดับอนุกรมเลขคณิต	20%	4	57-60
	รวม		100%	20	
รวมจำนวนข้อสอบความถนัดด้านตัวเลข ทั้งหมด 60 ข้อ					

ตารางที่ 20 (ต่อ)

องค์ประกอบหลักของแบบวัด	องค์ประกอบย่อยของแบบวัด	สาระการวัด	น้ำหนักความสำคัญ	จำนวนข้อสอบ	ลำดับข้อสอบ
ด้านภาษา (Verbal aptitude: V)	- ความเข้าใจทางภาษา (Comprehension)	- ความเข้าใจจากการอ่าน	35%	7	1-7
		- การแปลความ, การตีความจากเรื่องที่อ่าน	35%	7	8-14
		- การวิเคราะห์โดยใช้เหตุผลในการตัดสินใจ	30%	6	15-20
	รวม		100%	20	
ด้านภาษา (Verbal aptitude: V)	- ความสามารถด้านภาษา (Vocabulary)	- แปลความหมายคำศัพท์	25%	5	21-25
		- คำเหมือน	25%	5	26-30
		- คำตรงกันข้าม	25%	5	31-35
		- อุปมาอุปไมย	25%	5	36-40
	รวม		100%	20	
ด้านภาษา (Verbal aptitude: V)	- ประสิทธิภาพของการใช้ภาษา (Ingenuity)	- การเติมประโยคให้สมบูรณ์	25%	5	41-45
		- การเลือกใช้คำ	25%	5	46-50
		- การใช้เครื่องหมายวรรคตอน	25%	5	51-55
		- การใช้ไวยากรณ์	25%	5	56-60
		รวม	100%	20	
รวมจำนวนข้อสอบความถนัดด้านภาษา ทั้งหมด 60 ข้อ					

ตารางที่ 20 (ต่อ)

องค์ประกอบหลักของแบบวัด	องค์ประกอบย่อยของแบบวัด	สาระการวัด	น้ำหนักความสำคัญ	จำนวนข้อสอบ	ลำดับข้อสอบ
ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial aptitude: S)	- การซ่อนภาพและการซ้อนภาพ (Components)	- ความสามารถในการมองเห็นองค์ประกอบต่าง ๆ ของภาพ	25%	5	1-5
		- วัดความสามารถการประกอบภาพ	25%	5	6-10
		- การแยกภาพ	25%	5	11-15
		- การพับภาพ	25%	5	16-20
	รวม		100%	20	
ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial aptitude: S)	- การหมุนภาพ (Rotated block)	- ความเหมือนของภาพ	50%	6	21-26
		- ความแตกต่างของภาพ	50%	7	27-33
	รวม		100%	13	
รวมจำนวนข้อสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ทั้งหมด 33 ข้อ					

ตารางที่ 20 (ต่อ)

องค์ประกอบหลักของแบบวัด	องค์ประกอบย่อยของแบบวัด	สาระการวัด	น้ำหนักความสำคัญ	จำนวนข้อสอบ	ลำดับข้อสอบ
การรับรู้ (Perceptual aptitude: P)	- การพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness)	- การพิจารณาถึงความปลอดภัย	35%	7	1-7
		- ความสามารถในการสังเกต	35%	7	8-14
		- ความระมัดระวังและความรอบคอบในการปฏิบัติงาน	30%	6	15-20
	รวม		100%	20	
การรับรู้ (Perceptual aptitude: P)	- ความสามารถด้านการจำ (Memory)	- การจำ และแปลความหมายรหัส	35%	7	21-27
		- การถอดรหัส	35%	7	28-34
		- การแปลความหมายสัญลักษณ์	30%	6	35-40
	รวม		100%	20	
การรับรู้ (Perceptual aptitude: P)	การวางแผน (Planning)	- ขั้นตอนการวางแผนการทำงาน	50%	10	41-50
		- ขั้นตอนการปฏิบัติงานและพัฒนางาน	50%	10	51-60
	รวม		100%	20	
รวมจำนวนข้อสอบความถนัดด้านการรับรู้ ทั้งหมด 60 ข้อ					

ตารางที่ 20 (ต่อ)

องค์ประกอบหลักของแบบวัด	องค์ประกอบย่อยของแบบวัด	สาระการวัด	น้ำหนักความสำคัญ	จำนวนข้อสอบ	ลำดับข้อสอบ
ความคล่องแคล่วในทักษะช่าง (Dexterity: D)	- ความแม่นยำในการตัดสินใจ (Precision)	- ความเร็วและความแม่นยำในการแยกชิ้นส่วน	50%	6	1-6
		- ความเร็วและความแม่นยำในการประกอบชิ้นส่วน	**50%**	6	7-12
	รวม		100%	12	
ความคล่องแคล่วในทักษะช่าง (Dexterity: D)	- การคัดลอกแบบ (Patterns)	วัดความคล่องแคล่วและถูกต้องในการ			
		- ถอดแบบ	33.3%	7	13-19
		- คัดลอกแบบ	33.3%	7	20-26
		- เขียนแบบ	33.3%	7	27-33
	รวม		100%	21	
รวมจำนวนข้อสอบความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง ทั้งหมด 33 ข้อ					

ตารางที่ 20 (ต่อ)

องค์ประกอบหลักของแบบวัด	องค์ประกอบย่อยของแบบวัด	สาระการวัด	น้ำหนักความสำคัญ	จำนวนข้อสอบ	ลำดับข้อสอบ
ความเข้าใจเชิงจักรกล (Mechanical Comprehension: MC)	การเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanics)	- หลักการทำงานของเครื่องกล	35%	7	1-7
		- การให้เหตุผลเกี่ยวกับเครื่องกล	35%	7	8-14
		- หน้าที่และความสัมพันธ์ของเครื่องกล	30%	6	15-20
	รวม		100%	20	
ความเข้าใจเชิงจักรกล (Mechanical Comprehension: MC)	การใช้เครื่องมือ (Tool)	- ความรู้ในเครื่องมือช่างแต่ละประเภท	50%	10	21-30
		- ความสัมพันธ์และการเลือกใช้ของเครื่องมือช่าง	50%	10	31-40
	รวม		100%	20	
รวมจำนวนข้อสอบความถนัดด้านความเข้าใจในจักรกล ทั้งหมด 40 ข้อ					
รวมจำนวนข้อสอบทั้งหมด 286 ข้อ					

4. สร้างข้อคำถามของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ตามนิยามเชิงปฏิบัติการ และแผนการสร้างแบบวัด โดยข้อคำถามของแบบวัดความถนัดประกอบด้วย 6 ฉบับ รวมจำนวนข้อคำถาม ทั้งหมด 286 ข้อ

5. นำแบบวัดความถนัดที่สร้างเสร็จไปปรึกษาอาจารย์ที่ควบคุมดุษฎีนิพนธ์ เพื่อตรวจสอบภาษาและความตรงเชิงเนื้อหาตามนิยามเชิงปฏิบัติการเบื้องต้น

6. ผู้วิจัยนำแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ควบคุมดุษฎีนิพนธ์

7. นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และพิจารณาข้อคำถาม ว่าสามารถวัดตามองค์ประกอบของความถนัดที่ต้องการวัดหรือไม่ พร้อมทั้งประเมินความสามารถในการวัดของข้อคำถามรายข้อโดยพิจารณาใน 3 ประเด็น ดังนี้

ก จำเป็น

ข มีประโยชน์ แต่ไม่จำเป็น

ค ไม่จำเป็น

มีระดับการให้คะแนน คือ ก ให้คะแนน 1 ข ให้คะแนน 2 และ ค ให้คะแนน 3 โดยผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญไว้ ดังนี้

1. จบการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอกทางจิตวิทยาหรือการวัดและประเมินผลทางการศึกษา

2. มีประสบการณ์ในการสอนหรือทำงานทางด้านจิตวิทยา หรือการวัดผลอย่างน้อย 5 ปีขึ้นไป

8. นำผลการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญว่าข้อสอบวัดความถนัดที่ “จำเป็น” หรือ “ไม่จำเป็น” มาคำนวณค่าสัดส่วนความความตรงเชิงเนื้อหา (CVR) ดังนี้

$$CVR_i = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ CVR_i = ค่าสัดส่วนความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดข้อที่ i

n_e = จำนวนผู้ตัดสินที่ตัดสินว่าแบบวัดข้อนั้น วัดเนื้อหาที่จำเป็น

N = จำนวนผู้ตัดสินทั้งหมด

เกณฑ์การพิจารณาค่า CVR

CVR_I มีค่าเป็นลบ หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญน้อยกว่าครึ่งประเมินเนื้อหาของ แบบวัดว่าจำเป็น CVR_I มีค่าเป็นศูนย์ หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญครึ่งหนึ่งประเมินเนื้อหาของแบบวัดว่าจำเป็น

CVR_I มีค่า 0-0.99 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมากกว่าครึ่งหนึ่งประเมินเนื้อหาของแบบวัดว่าจำเป็น

CVR_I มีค่าเป็นหนึ่ง หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดประเมินเนื้อหาของแบบวัดว่าจำเป็นต้องวัด

จากนั้นนำค่า CVR ที่ได้เป็นค่าส่วนความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ มาหาค่าเฉลี่ย เป็นค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทั้งฉบับ (CVI) โดยหาได้จากสูตร

$$CVI = \frac{\Sigma CVR_i}{n}$$

เมื่อ CVI = ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด

N = จำนวนข้อทั้งหมดของแบบวัด

เกณฑ์การพิจารณาค่า CVI

CVI มีค่าเป็นลบ หมายถึง โดยเฉลี่ยผู้เชี่ยวชาญน้อยกว่าครึ่งประเมินเนื้อหาของแบบวัดว่าจำเป็น

CVI มีค่าเป็นศูนย์ หมายถึง โดยเฉลี่ยผู้เชี่ยวชาญครึ่งหนึ่งประเมินเนื้อหาของแบบวัดว่าจำเป็น CVI มีค่า 0 - 0.99 หมายถึงโดยเฉลี่ยผู้เชี่ยวชาญมากกว่าครึ่งหนึ่งประเมินเนื้อหาของแบบวัดว่าจำเป็น

CVI มีค่าเป็นหนึ่ง หมายถึงโดยเฉลี่ยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดประเมินเนื้อหาของแบบวัดว่าจำเป็น

นำแบบวัดที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาตามที่คัดเลือกไว้ทั้งหมด มาพัฒนาเป็นแบบวัดในระบบออนไลน์ ต่อไป

ตัวอย่างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมแต่ละด้าน มีดังนี้

1. แบบวัดความถนัดด้านตัวเลข (Computation aptitude: C) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในพื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ด้านเหตุผลทางคณิตศาสตร์ การอ่านค่าบนสเกลการวัดและความสามารถด้านตัวเลข ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านตัวเลขออกเป็น 3 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

1.1 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความสามารถในด้านมโนภาพ การมีเหตุผล การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ การแก้โจทย์ปัญหาในทางช่าง จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียน เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ข้อ 0. ถ้วยกระดาษรูปกรวยกลม ดังรูป เมื่อคลี่ภาพกรวยกลมออกมา กระดาษจะเป็นรูปใด

(ก.) สามเหลี่ยม

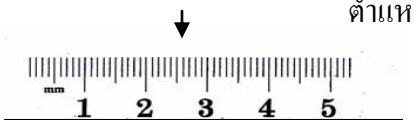
ข. สี่เหลี่ยม

ค. วงกลม

ง. ครึ่งวงกลม

1.2 ความสามารถในการอ่านมาตรสเกล (Scale) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระการอ่านค่าตัวเลขบนสเกลการวัด การอ่านค่าและแปลความหมายจากแผนภูมิ การอ่านค่าและแปลความหมายจากตาราง และการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของข้อมูล จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านค่าบนสเกลที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ข้อ 00.  ตำแหน่งที่ลูกศรชี้ มีค่าเท่าใด

ก. 2.06 มิลลิเมตร

ข. 2.6 มิลลิเมตร

(ค.) 26 มิลลิเมตร

ง. 260 มิลลิเมตร

1.3 ความสามารถด้านตัวเลข (Arithmetic) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความสามารถการคำนวณพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การบวก ลบ คูณ หาร สมการ อัตราส่วนร้อยละ และลำดับอนุกรมเลขคณิต จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียน เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ข้อ 000. ค่าของ $81 \div 10^{-1} \div \sqrt{81}$ มีค่าเท่าใด

ก. 60

ข. 70

ค. 80

(ง.) 90

2. แบบวัดความถนัดด้านภาษา (Verbal Aptitude: V) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถด้านความเข้าใจในการอ่านข้อความที่กำหนดให้กลุ่มของคำ ประโยค การแปลความหมาย การสรุปความหมายในเรื่องราวที่เกี่ยวกับภาษา ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านทางภาษาออกเป็น 3 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

2.1 ความเข้าใจทางภาษา (Comprehension) หมายถึงชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความเข้าใจจากการอ่าน การแปลความหมายจากเรื่องที่อ่าน และการวิเคราะห์โดยใช้เหตุผลในการตัดสินใจ จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

“การดำรงชีวิตอยู่ของคนเราไม่ควรที่จะหวังพึ่งเสี่ยงโชคชะตา มนุษย์สามารถเอาชนะทุกสิ่งอย่างได้เสมอ ขอเพียงแต่ให้เรามีความมั่นใจในตนเอง เป็นตัวของตัวเอง และไม่ยอมแพ้เสียแต่ต้นมือ”

ข้อ 0000. จากข้อความนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง

(ก.) คนเราควรดำเนินชีวิตด้วยตนเองไม่ต้องอาศัยโชคชะตา

ข. โชคชะตามีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของคนเรา

ค. คนเราต้องอาศัยโชคชะตาในการดำรงชีวิตเสมอ

ง. โชคชะตาช่วยทำให้คนเราทำทุกสิ่งอย่างได้เสมอ

2.2 ความสามารถด้านภาษา (Vocabulary) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ การแปลความหมายคำศัพท์ คำเหมือน คำตรงกันข้าม การอุปมาอุปไมย จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจากคำศัพท์ที่กำหนดให้ในข้อต่อไปนี้

ข้อ 00000. คำศัพท์ข้อใดที่หมายถึง “เวลาเช้า”

(ก.) อรุโณทัย

ข. ทิวา

ค. สายัณห์

ง. ราตรี

2.3 ความสามารถในการใช้ภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ (Ingenuity) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระความสามารถทางด้านการติดต่อสื่อสาร การเติมประโยคให้สมบูรณ์ การเลือกใช้คำ การใช้เครื่องหมายวรรคตอน และหลักการใช้ไวยากรณ์ จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ

คำชี้แจง จงเลือกคำหรือกลุ่มคำที่เหมาะสมที่สุด เติมลงในช่องว่างของแต่ละข้อต่อไปนี้

ข้อ 000000. แม่สอนให้……..เงินวันละเล็กวันละน้อย

ก. สั่งสม

(ข). สะสม

ค. สมทบ

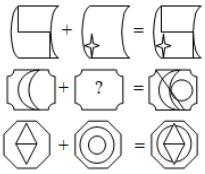
ง. เหมาะสม

3. แบบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Aptitude: S) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการมองภาพในมิติต่าง ๆ จากการซ่อนภาพ การซ้อนภาพและการหมุนภาพ ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 2 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

3.1 ความสามารถด้านการซ่อนภาพ และการซ้อนภาพ (Components) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในการมองเห็นองค์ประกอบของภาพในมิติต่าง ๆ ด้านการประกอบภาพ การแยกภาพ และการพับภาพ จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ

คำชี้แจง ให้พิจารณาว่า ภาพในข้อใดเป็นกล่องที่เกิดจากการพับภาพตามที่กำหนดให้

ข้อ 0000000. จากภาพที่กำหนดให้ จงหาภาพที่หายไป



ก.

ข.

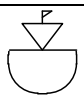
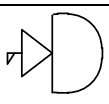
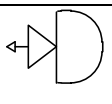
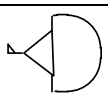
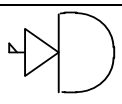
(ค.)

ง.

3.2 ความสามารถด้านการหมุนภาพ (Rotated block) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในการพิจารณาความเหมือน ความแตกต่างของภาพ เมื่อมีการหมุนและเปลี่ยนทิศทาง จำนวนข้อสอบทั้งหมด 13 ข้อ

คำชี้แจง ข้อใดต่อไปนี้ เป็นภาพที่เกิดจากการหมุนภาพทางด้านซ้ายมือที่กำหนดให้

ข้อ 00000000.

	ก.  ข.  ค.  (ง.) 

4. แบบวัดความถนัดด้านการรับรู้ (Perception aptitude: P) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในรับรู้การปฏิบัติงานทางช่าง และกระบวนการวางแผนในการทำงาน ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านการรับรู้ออกเป็น 3 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

4.1 ความสามารถในการพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ การพิจารณาความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การสังเกต และความระมัดระวังความรอบคอบในการทำงาน จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียน พิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ข้อ 000000000. สัญลักษณ์สีใดที่หมายถึงบริเวณที่อาจเกิดอันตรายหรือเตือนให้ระวังอุบัติเหตุ

(ก.) สีแดง

ข. สีน้ำเงิน

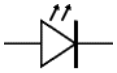
ค. สีเขียว

ง. สีเหลือง

4.2 ความสามารถด้านการจำ(Memory) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ การจำรหัส การถอดรหัส และการแปลความหมายของรหัส จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียน พิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ข้อ 0000000000. หม้อแปลงไฟฟ้า แทนด้วยสัญลักษณ์ในข้อใด

ก. 

ข.

(ค.)

ง.

4.3 ความสามารถด้านการวางแผน(Planning) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในการวางแผนการทำงาน และการกำหนดขั้นตอนการทำงาน จำนวนข้อสอบทั้งหมด20 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียน พิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ข้อ 00000000000. การวางแผนการทำงานที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร

(ก.) มีความชัดเจน และปฏิบัติงานง่าย

ข. สะดวกในการประเมินผล

ค. ตรวจสอบการทำงานได้ง่าย

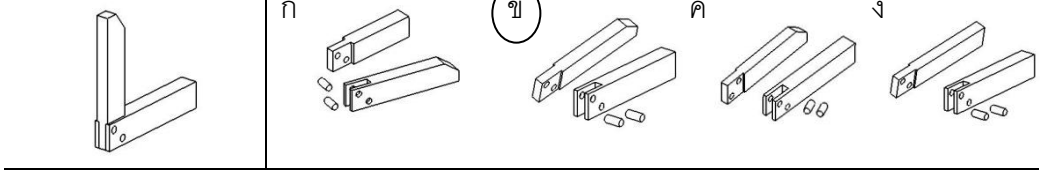
ง. ทำให้การทำงานมีความซับซ้อนขึ้น

5. แบบวัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง (Dexterity: D) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในเชิงคิดวิเคราะห์ทางช่าง ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง ออกเป็น 2 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

5.1 ความสามารถด้านความแม่นยำในการตัดสินใจ (Precision) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความรวดเร็ว และความถูกต้องแม่นยำในการแยกชิ้นส่วนและการประกอบชิ้นส่วน จำนวนข้อสอบทั้งหมด 12 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียน พิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

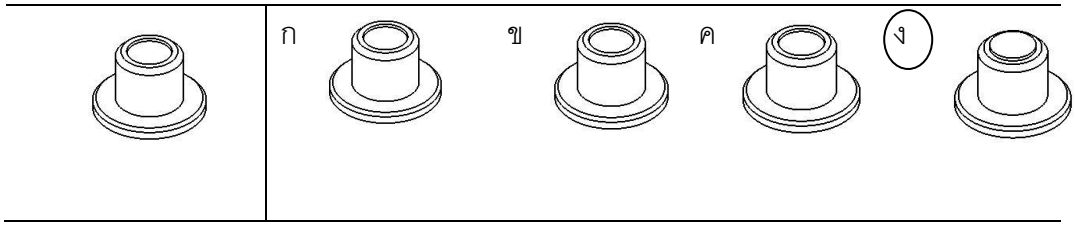
ข้อ 000000000000. จากภาพชิ้นงานทางซ้ายมือ ที่กำหนดให้ เมื่อแยกชิ้นงานแล้ว จะได้ภาพตามข้อใด



5.2 ความสามารถด้านการคัดลอกแบบ (Patterns) หมายถึงชุดข้อสอบที่ใช้วัดความถนัดในสาระ ความรวดเร็ว และความถูกต้องแม่นยำใน การถอดแบบ การลอกแบบ และการเขียนแบบ จำนวนข้อสอบทั้งหมด 21 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียน เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ข้อ 0000000000000. จากภาพชิ้นงานทางซ้ายมือ ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพในข้อใดต่อไปนี้แตกต่างจากภาพต้นแบบ



6. แบบวัดความถนัดเชิงจักรกล (Mechanical comprehension: MC) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล และความสามารถในการใช้เครื่องมือในทางช่าง ผู้วิจัยแบ่งแบบวัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล ออกเป็น 2 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

6.1 ความเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanical) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความรู้ทั่วไปในหลักการทำงานเบื้องต้นทางช่าง การให้เหตุผลการทำงานของเครื่องกล หน้าที่และความสัมพันธ์ของเครื่องกล จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียน เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ข้อ 00000000000000. ถ้านักเรียนสวิตช์เปิดพัดลมแล้วจับใบพัดไว้ไม่ให้หมุนอยู่นาน ๆ จะมีผลอย่างไร

(ก.)พัดลมนั้นก็จะไม่หมุนต่อไป

ข. มอเตอร์พัดลมจะไหม้

ค. กระแสไฟฟ้าจะดูด

ง. มีเสียงดัง

6.2 ความสามารถด้านการใช้เครื่องมือ (Tool) หมายถึง ชุดข้อสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือ และความสัมพันธ์ของเครื่องมือช่างแต่ละชนิด จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียน พิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ข้อ 0000000000000000. การใช้คีมในข้อใดที่ใช้ไม่เหมาะสมกับงานที่ทำ

ก. จับชิ้นงานให้แน่น →

(ข.) จับชิ้นงานให้แน่น →

ค. ปลอกสายไฟฟ้า →

ง. การตัดลวด →

ขั้นที่ 3 การพัฒนาหาคุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

นำแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้น ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง และนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพ ดังนี้

1. นำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 155 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดในเรื่องของภาษา เวลา คุณภาพรายข้อของแบบวัดแบบอิงกลุ่มคือหาค่าอำนาจจำแนก(r) ค่าความยาก(p) และหาคุณภาพทั้งฉบับ คือ ค่าความเที่ยง(Reliability) ตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (Classical test theory: CTT) เพื่อปรับปรุงข้อคำถามและตัวเลือกและ/หรือคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ ตามเกณฑ์ $0.20 \leq p \leq .80$ และ $0.20 \leq r \leq 1.00$ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, หน้า 225) แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในครั้งที่ 2 ต่อไป

หลังจากทดลองใช้ ครั้งที่ 1 นำแบบวัดมาคัดเลือกคุณภาพแต่ละข้อ และโดยตัดคำถามของข้อสอบที่มีคุณภาพไม่ถึงเกณฑ์ออกไป ได้จำนวนข้อสอบทั้งหมด 225 ข้อ แล้วปรับปรุงข้อสอบที่เหลือในเรื่องของภาษา และปรับเวลาที่ใช้ในการทดสอบให้มีความเหมาะสมมากขึ้น ได้จำนวนข้อสอบในแต่ละฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 จำนวน 45 ข้อ ฉบับที่ 2 จำนวน 45 ข้อ ฉบับที่ 3 จำนวน 30 ข้อ ฉบับที่ 4 จำนวน 45 ข้อ ฉบับที่ 5 จำนวน 30 ข้อฉบับที่ 6 จำนวน 30 ข้อ

2. นำแบบวัดไปการทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวนนักเรียน 1,436 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous item response theory) โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ (Two-parameter method) ในมิติต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า คือ ค่าอำนาจจำแนก (a) และค่าความยาก (b) โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้ ค่าอำอาจจำแนก $a \geq 0.31$ (Crocker & Algina, 1986, pp. 350-351) ค่าความยาก $-0.2 < b < 0.2$ (Ronald et al., 1991, p. 13)

2.2 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับสาม (Third order confirmatory factor analysis)

2.3 ตรวจสอบความตรงเชิงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมแต่ละชุด กับเกรดเฉลี่ย (GPA) ทางการเรียนวิชาชีพที่ผ่านมาทุกวิชา โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson's product moment coefficient of correlation) และวิเคราะห์ Multiple Regression เพื่อตรวจสอบสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของตัวแปรแต่ละตัว

2.4 วิเคราะห์ตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัด ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน (G-Coefficient) ตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability theory: G-Theory) เมื่อได้ค่า G-Coefficient แล้ว เนื่องจากรูปแบบของข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จึงออกแบบเงื่อนไขในขั้นการตัดสินใจ (D-Study) ใน 1 ฟาเซท คือความยาวของแบบทดสอบ (จำนวนข้อคำถาม) แบบ $p \times i$ Design เมื่อ p (person) คือ นักเรียน i (item) คือ ทำข้อสอบ

3. นำแบบวัดไปใช้จริง ในการทดสอบครั้งที่ 3 โดยนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ในโรงเรียน จำนวน 24 โรง จำนวนนักเรียน 1,971 คน นำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพ สร้างเกณฑ์ปกติวิสัยของแบบวัดย่อยแต่ละฉบับ และในภาพรวมทั้งหมด เป็นเกณฑ์ปกติระดับประเทศ

(National norms) โดยใช้คะแนน เปอร์เซนต์ไทล์ (Percentile rank) และคะแนนที (T-score) และจัดทำคู่มือการทดสอบ

ขั้นที่ 4 ขั้นการพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมในระบบออนไลน์

หลังจากได้ชุดของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้ว นำมาพัฒนาในระบบออนไลน์ ดังนี้

1. ออกแบบฐานข้อมูลของระบบแบบสอบออนไลน์ เพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบข้อมูลนำเข้า กระบวนการของการประมวลผล และผลลัพธ์ของระบบ ในการสร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบไว้โดยมีบุคคลที่เกี่ยวข้อง 3 ฝ่าย คือ ผู้ออกข้อสอบ ผู้ดูแลระบบ และผู้เข้าสอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ผู้ออกข้อสอบ มีหน้าที่ ดังนี้

1.1.1 ดำเนินการออกข้อสอบ เพื่อวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม โดยในการวิจัยครั้งนี้แบบวัดเป็นชนิดเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก (Multiple choice)

1.1.2 หาคุณภาพของแบบวัด ปรับปรุง แก้ไข เกี่ยวกับแบบวัด

1.2 ผู้ดูแลระบบ มีหน้าที่ ดังนี้

1.2.1 กำหนดรูปแบบของแบบวัด โดยในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดรูปแบบ ในระบบ 2 รูปแบบ ประกอบด้วย - รูปแบบของข้อความ - รูปแบบของรูปภาพ

1.2.2 กำหนดการเพิ่ม ปรับปรุง แก้ไข เกี่ยวกับแบบวัด ประกอบด้วย
- ข้อความของคำถาม - ข้อความของคำตอบ - คำตอบที่ถูกต้อง

1.2.3 กำหนดความปลอดภัยในการทำแบบวัด ประกอบด้วย

กำหนด IP Address ใช้ในการใช้งานของแต่ละ User พร้อมทั้งแก้ไขปรับปรุงได้

กำหนด User Name และ Password พร้อมทั้งแก้ไข ปรับปรุงได้

1.2.4 กำหนดส่วนของการแบ่งแบบวัดออกเป็นชุด

1.2.5 กำหนดการรายงานผลการทดสอบของแต่ละ User

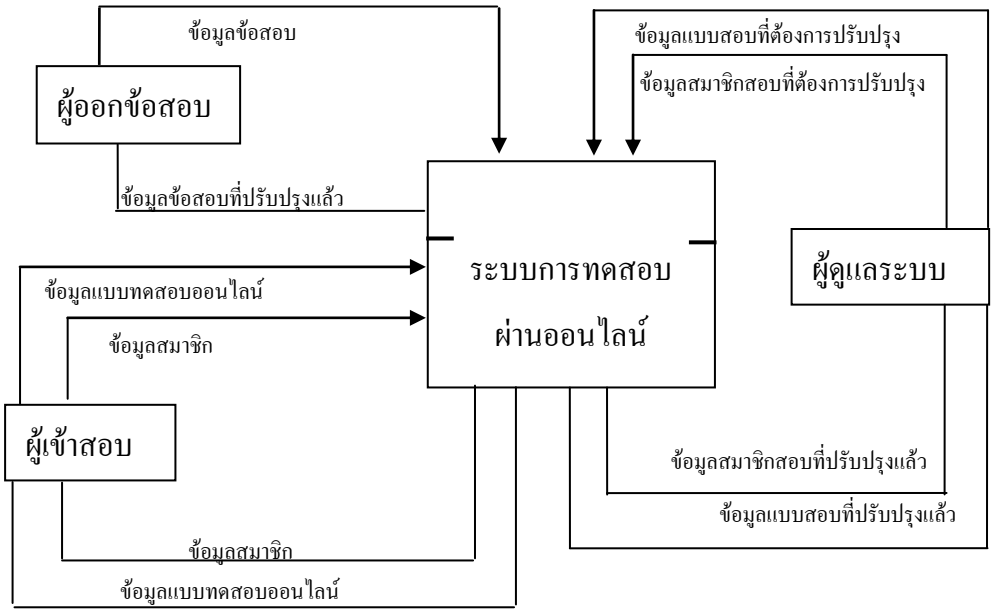
1.3 ส่วนของผู้เข้าข้อสอบ ประกอบด้วย

1.3.1 การใช้งานผ่านเว็บไซต์

1.3.2 มีการ Login โดยการป้อน Username และ Password ก่อนทำข้อสอบ

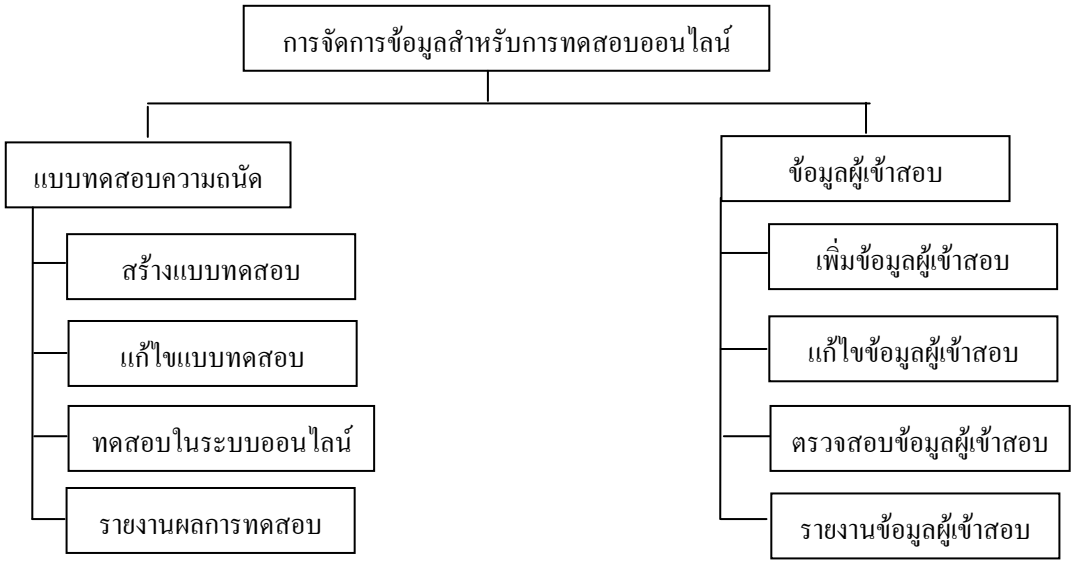
1.3.3 สามารถทราบคะแนนการสอบได้ทันทีหลังจากทำข้อสอบเสร็จ

2. จากการออกแบบระบบสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพบริบทได้ ดังนี้



ภาพที่ 11 Context diagram ของระบบแบบวัดออนไลน์

3. เขียนแผนภาพกระแสข้อมูล (Data flow diagram) แบบจำลองของกระบวนการนำมาใช้ โดยแผนภาพกระแสข้อมูลจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโปรเซส (Processes) กับข้อมูล (Data) ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลในแผนภาพจะทำให้ทราบว่า ข้อมูลมาจากไหน ข้อมูลไปที่ไหน ข้อมูลเก็บที่ใด เกิดเหตุการณ์ใดกับข้อมูลในระหว่างทาง



ภาพที่ 12 Process hierarchy chart ของระบบแบบวัดออนไลน์

4. การออกแบบฐานข้อมูล (Database design) เป็นการดำเนินการแปลงแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะที่ได้มาจากระยะการวิเคราะห์มาเป็นรายละเอียดทางเทคนิค เพื่อใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลจริง โดยนักวิเคราะห์ระบบจะต้องพัฒนาข้อกำหนดในรายละเอียดต่าง ๆ ร่วมกับโปรแกรมเมอร์ หรือผู้บริหารฐานข้อมูล

5. จัดทำพจนานุกรมข้อมู ล (Data dictionary) แผนภาพกระแสข้อมูลใช้บรรยายภาพของระบบ โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโปรเซสและข้อมูล แต่ไม่ได้แสดงถึงรายละเอียดของข้อมูลว่ามีอะไรบ้าง พจนานุกรมจะแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลที่ใช้ในระบบ

6. การพัฒนาระบบงาน การพัฒนาระบบเป็นขั้นตอนของการพัฒนาตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบ โดยโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับเทคโนโลยีที่ใช้งานอยู่ ในการพัฒนาระบบแบบทดสอบออนไลน์ ผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป PHP ในการสร้างระบบ ภาษาที่ใช้ คือ ภาษา PHP และภาษา HTML ที่มีความสามารถมากพอสมควร และหลังจากที่พัฒนาระบบจนครบตามเป้าหมายหรือขอบเขตที่กำหนดไว้แล้ว ก็จะมาถึงขั้นตอนการทดสอบระบบและการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

7. การทดสอบระบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล การทดสอบระบบ เป็นขั้นตอนก่อนที่ระบบจะถูกนำไปใช้งานจริง เพื่อประมวลข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น และหาทางป้องกัน และวิธีการแก้ไขไว้ก่อน โดยผู้จัดทำได้ใช้วิธีการทดสอบแบบBlack box testing โดยแบ่งการทดสอบได้ดังนี้

7.1 Functional requirement test เป็นการทดสอบด้านความสามารถของระบบว่ามีประสิทธิภาพตรงตามหลักการพัฒนาระบบแบบทดสอบออนไลน์

7.2 Functional test เป็นการทดสอบความสามารถในการทำงานของระบบว่ามีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพ สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function)

7.3 Usability test เป็นการทดสอบว่าระบบมีประสิทธิภาพความสามารถในด้านการติดต่อระหว่างผู้ใช้บริการหรือไม่

7.4 Security test ทดสอบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบการดูข้อมูลในเว็บไซต์ได้ดีหรือไม่

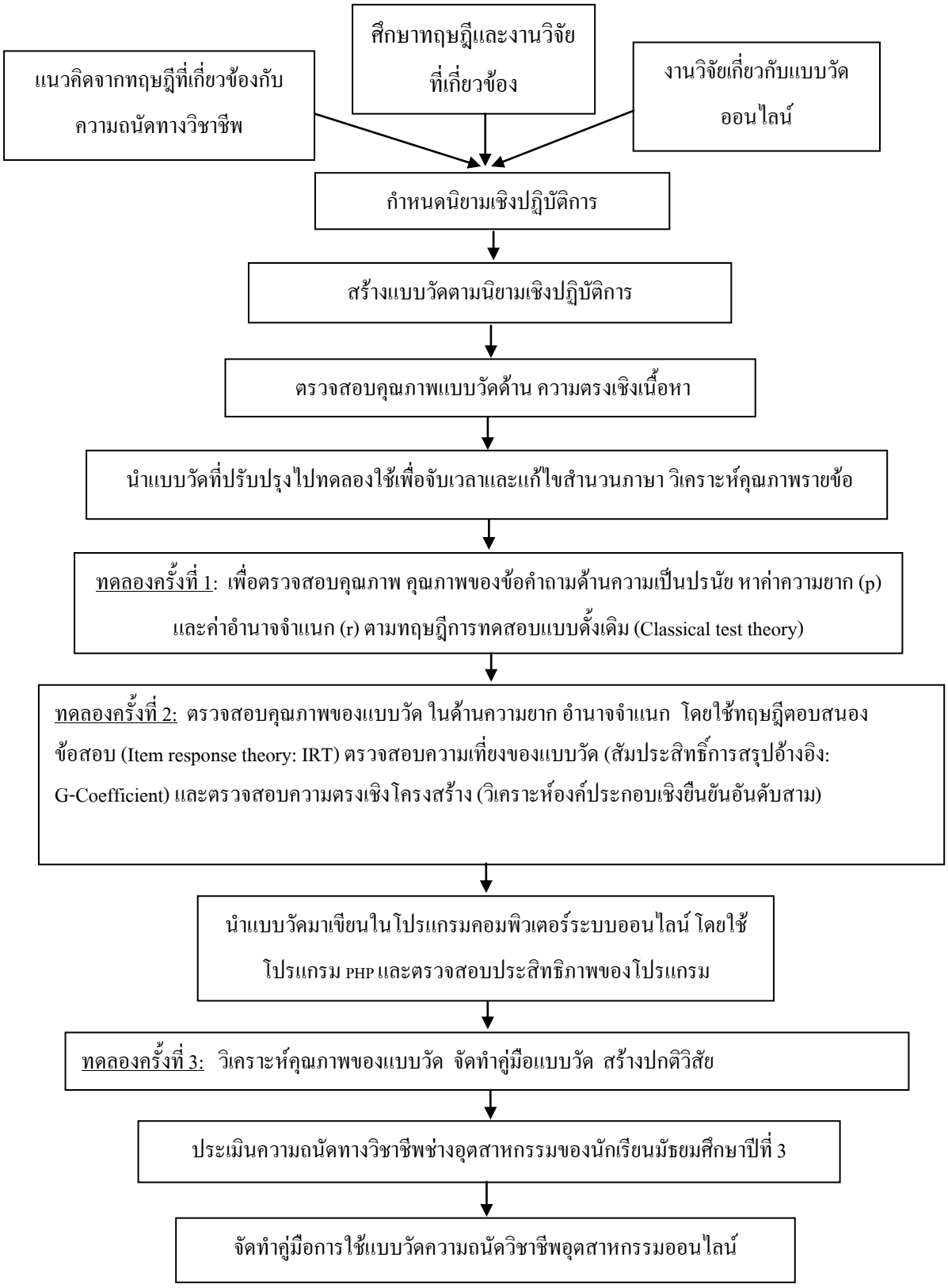
เมื่อระบบการทดสอบออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้งานได้จนเป็นที่มั่นใจแล้ว ก็นำแบบวัดเข้าในระบบออนไลน์ เพื่อนำไปใช้ทดสอบวัดความถนัดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสนใจที่จะสมัครเข้าศึกษาต่อในสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมต่อไป

ขั้นที่ 5 เขียนคู่มือการใช้แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์

โดยการนำแบบวัดความถนัดไปใช้จริง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประเมินความถนัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และแปลผลตามคู่มือการใช้ โดยโครงสร้างคู่มือประกอบด้วยรายละเอียดของหัวข้อต่อไปนี้ (อรพินทร์ ชูชม, 2545, หน้า 42)

1. แนวคิดเกี่ยวกับแบบทดสอบ
2. วัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ
3. กรอบการสร้างแบบทดสอบ
4. วิธีการใช้ และวิธีดำเนินการสอบ
5. วิธีการตรวจให้คะแนนและแปลความ
6. คุณภาพของแบบทดสอบ
7. เกณฑ์ปกติ
8. แบบทดสอบ

จากการดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปได้ ภาพที่ 13



ภาพที่ 13 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

ตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอหนังสือจากฝ่ายบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ถึงผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา (สพม.) ของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง สังกัดอยู่ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. เก็บรวบรวมข้อมูลรอบที่ 1 รอบที่ 2 ด้วยชุดของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ตามโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. ติดต่อกับทางเขตพื้นที่การศึกษาขอความอนุเคราะห์ทางเขตพื้นที่ออกหนังสือเชิญครูตัวแทนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ดูแลระบบคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต และขอความอนุเคราะห์สถานที่ในการจัดประชุม

4. ดำเนินการประชุมชี้แจงเกี่ยวการดำเนินการสอบ เพื่อเก็บข้อมูลในรอบที่ 3 ให้กับครูตัวแทนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างแต่ละโรงที่ดูแลระบบคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต และขอข้อมูลในการติดต่อประสานงาน แก้ปัญหาที่อาจมีขึ้นระหว่างการสอบ

5. ดำเนินการสอบโดยผู้วิจัยได้ อัพโหลดข้อมูลทางระบบอินเตอร์เน็ต ให้ทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนเข้าสอบในระบบออนไลน์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงเดือน มกราคม 2557

6. ฐานข้อมูลผลการสอบจัดเก็บบันทึกลงโปรแกรม Microsoft excel บนพื้นที่จัดเก็บทางอินเตอร์เน็ต โดยผู้วิจัยได้ปิดการดำเนินการสอบในวันที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด ในการพัฒนาแบบวัด ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวิธีการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1.1 การตรวจสอบความตรง (Validity) ประกอบด้วย

1.1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยหาค่าสัดส่วนความตรงรายข้อ (CVRi) จากผู้เชี่ยวชาญทางจิตวิทยาและการวัดผล จำนวน 6 ท่าน หาค่าเฉลี่ย เป็นค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทั้งฉบับ (Content validity index: CVI)

1.1.2 ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) เป็นการตรวจสอบว่าแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบที่กำหนดไว้หรือไม่ ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสาม (Third order confirmatory factor analysis) โดยพิจารณาค่าไค-สแควร์ (χ^2) ไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ควรมีค่าน้อยกว่า 2.00 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit index: GFI) ควรมีค่ามากกว่า 0.90 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted goodness of fit index: AGFI) ควรมีค่ามากกว่า 0.90 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (Comparative fit index: CFI) ควรมีค่า 0.90 ขึ้นไปและค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root mean square error of approximation: RMSEA) ควรมีค่าน้อยกว่า 0.05 หรือเข้าใกล้ 0 และถ้า RMSEA เท่ากับ 0 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีมาก (สุภมาศ อังศุโชติ และคณะ, 2551, หน้า 21-25)
วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม LISREL 8.72

1.1.3 ตรวจสอบความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมแต่ละชุด กับเกรดเฉลี่ยสะสมรวมและเกรดเฉลี่ยสะสมทางการเรียนวิชาชีพที่ผ่านมาทุกวิชา โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และการวิเคราะห์การถดถอย Multiple Regression

1.2 การตรวจสอบค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามรายข้อ โดยตรวจสอบตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (CTT) จากคะแนนทดสอบกับนักเรียนครั้งที่ 1 และตรวจสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบตรวจให้คะแนนแบบ 2 ค่า (ถูกให้ 1 ผิดให้ 0) โมเดล 2 พารามิเตอร์ (Two-parameter method) คือ พารามิเตอร์ อำนาจจำแนก (a) และพารามิเตอร์ความยาก (b) โดยใช้โปรแกรม BILOGMG 3.0 จากคะแนนทดสอบกับนักเรียนครั้งที่ 2

1.3 การตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการหาค่า KR-20 ตามกรอบทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม (CTT) จากคะแนนทดสอบกับนักเรียนครั้งที่ 1 และการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือ ผลของการวัด (Generalizability theory: G-theory) เพื่อวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-coefficient) โดยใช้โปรแกรม GENOVA จากคะแนนทดสอบกับนักเรียนครั้งที่ 2

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติวิสัย (Norm) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการแปลงคะแนนดิบ จากคะแนนทดสอบกับนักเรียนครั้งที่ 3 ให้เป็นคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ แล้วปรับค่าเป็นคะแนนมาตรฐานทีปกติ ในการแปลค่าคะแนนของผู้เข้าสอบ นำผลที่ได้จากการทดสอบมากำหนดเกณฑ์

โดยอ้างอิงคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ ตามเกณฑ์ของ Parker โดยแบ่งค่าความถนัดออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (Parker, 2002, p. 3 อ้างถึงใน จุไรพร ตรังปราการ, 2548, หน้า 24)

เปอร์เซ็นไทล์	การแปลผลระดับความถนัด
P_{90}- P_{99}	สูงมาก
P_{67} - P_{89}	สูง
P_{33} - P_{66}	ปานกลาง
P_{11} - P_{32}	ต่ำ
P_{1} - P_{10}	ต่ำมาก

3. ประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ในสาขาวิชาชีพช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้าและช่างอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ จำแนกตามแบบวัดแต่ละฉบับ และประเมินภาพรวมทั้งประเทศ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเพื่อพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบวัดออนไลน์ที่เป็นมาตรฐานสำหรับช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในระดับประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ ประการแรก เพื่อพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประการที่สอง เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ด้านความตรง และความเที่ยง ประการที่สาม เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติวิสัยระดับประเทศ (National norms) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้าและช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และประการที่สี่ เพื่อพัฒนาคู่มือการใช้แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตอบคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระบบออนไลน์

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 3 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 4 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำเป็นคู่มือการใช้แบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สนใจทดสอบวัดความถนัดตนเองทางวิชาชีพช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถดำเนิน

การทดสอบได้ตามขั้นตอนในคู่มือได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ นำผลการสอบไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติ และตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

สัญลักษณ์แทนค่าสถิติ

N	แทน	กลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
χ^2	แทน	สถิติไคสแควร์
df	แทน	องศาอิสระ
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
GFI	แทน	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน
AGFI	แทน	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว
RMR	แทน	ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ
RMSEA	แทน	ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ
χ^2/df	แทน	ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์
CFI	แทน	ดัชนีเปรียบเทียบ
SEM	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปร

PAp	แทน	ความถนัดทางวิชาชีพ (Profession Aptitude)
NA	แทน	ความถนัดด้านตัวเลข (Numerical Aptitude)
NAR	แทน	การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning)
NAS	แทน	การอ่านมาตรสเกล (Scale)
NAA	แทน	การคำนวณตัวเลข (Arithmetic)
VA	แทน	ความถนัดด้านภาษา (Verbal Aptitude)
VAC	แทน	ความเข้าใจทางภาษา (Comprehension)
VAV	แทน	ความเข้าใจในคำศัพท์ (Vocabulary)

VAI	แทน	ความสามารถในการใช้ภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ (Ingenuity)
SA	แทน	ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Aptitude)
SAC	แทน	ความสามารถด้านการซ่อนภาพ และการซ้อนภาพ (Components)
SAR	แทน	ความสามารถในการหมุนภาพ (Rotated Block)
PA	แทน	ความถนัดด้านการรับรู้ (Perception Aptitude)
PAA	แทน	ความสามารถในการพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย (Alertness)
PAM	แทน	ความสามารถด้านการจำ (Memory)
PAP	แทน	ความสามารถด้านการวางแผน (Planning)
D	แทน	ความคล่องแคล่วในทักษะช่าง (Dexterity)
DPr	แทน	ความสามารถด้านความแม่นยำในการตัดสินใจ (Precision)
DPa	แทน	ความสามารถด้านการคัดลอกแบบ (Patterns)
MC	แทน	ความสามารถเชิงจักรกล (Mechanical Comprehension)
MCM	แทน	ความเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล (Mechanical)
MCT	แทน	ความสามารถด้านการใช้เครื่องมือ (Tool)

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแบบวัดความถนัดทางการเรียนวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระบบออนไลน์

ในการสร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระบบออนไลน์ มีการพัฒนาสร้างและพัฒนา ดังนี้

1. ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามนิยาม และโครงสร้าง เป็นแบบสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ฉบับ ข้อสอบ 286 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ค่าได้ค่าสัดส่วนความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ (CVR_i) รายข้อและค่าดัชนีหาค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงตามเนื้อหาทั้งฉบับ (CVI) ผลดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 จำนวนข้อสอบหมด และข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ ค่า CVR_i รายข้อ และค่า CVI รายฉบับของแบบวัดความถนัด

แบบวัดความถนัด	ข้อสอบทั้งหมด	ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์	ค่า CVR_i	ค่า CVI
ฉบับ 1 ด้านตัวเลข	60	60	0.67-1.00	0.989
ฉบับ 2 ด้านภาษา	60	60	0.33-1.00	0.989
ฉบับ 3 ด้านมิติสัมพันธ์	33	33	0.67-1.00	0.990
ฉบับ 4 ด้านการรับรู้	60	60	0.67-1.00	0.989
ฉบับ 5 ด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง	33	33	0.33-1.00	0.990
ฉบับ 6 ด้านจักรกล	40	40	0.67-1.00	0.992
รวม	286	286	0.33-1.00	0.989-0.992

จากตารางที่ 21 พบว่าแบบสอบ ทั้ง 6 ฉบับ จำนวนข้อสอบทั้งหมด 286 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 286 ข้อ ค่าสัดส่วนความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ อยู่ระหว่าง 0.33-1.00 และค่าดัชนีหาค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงตามเนื้อหา ทั้งฉบับ อยู่ระหว่าง 0.989-0.992 ดังนั้น มีข้อสอบที่นำไปพัฒนาต่อ จำนวนทั้งสิ้น 286 ข้อ

2. ผู้วิจัยนำข้อสอบทั้ง 6 ฉบับ ทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 155 คน ในโรงเรียนบ้านผือวิทยาสรรค์ และโรงเรียนกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี โดยสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย

ผลการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิเคราะห์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ด้วยโปรแกรม Spss for window Version 16.0 ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ค่าความยากรายข้อ (p) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และค่าความเที่ยงของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมทั้ง 6 ฉบับ

แบบวัดความถนัด	จำนวนข้อสอบทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยง (KR-20)
ฉบับ 1 ด้านตัวเลข	60	45	0.00-0.80	0.06-0.90	0.864
ฉบับ 2 ด้านภาษา	60	45	0.11-0.83	0.00-0.76	0.833
ฉบับ 3 ด้านมิติสัมพันธ์	33	30	0.23-0.80	-.06-0.70	0.785
ฉบับ 4 ด้านการรับรู้	60	45	0.28-0.80	0.03-0.67	0.779
ฉบับ 5 ด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง	33	30	0.25-0.80	0.06-0.76	0.746
ฉบับ 6 ด้านจักรกล	40	30	0.25-0.80	0.06-0.76	0.810
รวม	286	225	0.11-0.83	-.06-0.90	0.746-0.864

จากตารางที่ 22 พบว่าแบบสอบ ทั้ง 6 ฉบับ จำนวนข้อสอบทั้งหมด 286 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 225 ข้อ เลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากรายข้อ อยู่ระหว่าง0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง0.20-0.90 ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ อยู่ระหว่าง0.746-0.864

ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากผลการทดลองใช้ครั้งที่ 1 มีข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์การพัฒนาคุณภาพข้อสอบรายข้อและทั้งฉบับ จำนวน 225 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยนำข้อสอบทั้ง 6 ฉบับ ซึ่งแบ่งเป็นฉบับย่อยได้ 15 ฉบับย่อย จำนวนข้อสอบทั้งหมด 225 ข้อมาทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนทั้งสิ้น 1,436 คนจากโรงเรียนใน 12 จังหวัด จังหวัดละ 1โรงเรียน สุ่มห้องเรียนมาโรงเรียนละ 3 ห้องเรียน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ ดังนี้

1. ค่าพารามิเตอร์ ความยาก และค่าอำนาจจำแนกโดยการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ด้วยโปรแกรม BILOG MG ของข้อสอบในแต่ละฉบับย่อย ทั้งหมด 15 ฉบับ ดังแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ช่วงอำนาจจำแนก (a) ช่วงความยาก (b) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่าง อุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์

แบบวัด	a	b
ฉบับย่อย 1 วัดการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์	0.220-0.398	-2.513-2.158
ฉบับย่อย 2 วัดการอ่านมาตรสเกล	0.217-0.425	-2.901-2.102
ฉบับย่อย 3 วัดการคำนวณตัวเลข	0.218-0.411	-2.925-2.639
ฉบับย่อย 4 วัดความเข้าใจทางภาษา	0.244-0.418	-2.112-2.103
ฉบับย่อย 5 วัดความเข้าใจในคำศัพท์	0.222-0.287	-3.524-2.230
ฉบับย่อย 6 วัดความสามารถในการใช้ภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ	0.201-0.394	-3.838-2.222
ฉบับย่อย 7 วัดความสามารถด้านการซ่อนภาพและการซ้อนภาพ	0.204-0.482	-2.945-5.069
ฉบับย่อย 8 วัดความสามารถในการหมุนภาพ	0.228-0.397	-2.647-2.131
ฉบับย่อย 9 วัดความสามารถในการพิจารณาตำแหน่งที่เป็นอันตราย	0.300-1.796	-2.035-5.069
ฉบับย่อย 10 วัดความสามารถด้านการจำ	0.471-1.962	-2.933-2.404
ฉบับย่อย 11 วัดความสามารถด้านการวางแผน	0.388-1.462	-2.478-2.356
ฉบับย่อย 12 วัดความสามารถด้านความแม่นยำในการตัดสินใจ	0.401-0.782	-2.103-2.403
ฉบับย่อย 13 วัดความสามารถด้านการคัดลอกแบบ	0.251-1.285	-2.230-2.383
ฉบับย่อย 14 วัดความเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล	0.221-0.524	-2.750-2.265
ฉบับย่อย 15 วัดความสามารถด้านการใช้เครื่องมือ	0.204-0.612	-2.018-2.268
รวม	0.201-1.962	-3.838-5.069

จากตารางที่ 23 พบว่าแบบสอบทั้ง 15 ฉบับย่อย จำนวนข้อสอบทั้งหมด 225 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 199 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.201-1.962 ค่าความยากรายข้ออยู่ระหว่าง -3.838-5.069 โดยแบบวัดฉบับ 1 ข้อสอบทั้งหมด 45 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 39 ข้อ ฉบับ 2 ทั้งหมด 45 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 40 ข้อ ฉบับ 3 ทั้งหมด 30 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 29 ข้อฉบับ 4 ทั้งหมด 45 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 42 ข้อฉบับ 5 ทั้งหมด 30 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 24 ข้อฉบับ 6 ทั้งหมด 30 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 25 ข้อ สำหรับรายละเอียดคุณภาพข้อสอบรายข้อ

2. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มาสมัครเรียนในระดับ ปวช 1. สาขาวิชาชีพช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ปีการศึกษา 2556 จำนวน 144 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงพยากรณ์ของแบบวัดแต่ละฉบับกับผลการเรียน(GPA) ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน(r_{xy}) และคัดเลือกตัวแปรที่ดีที่สุดของการพยากรณ์ความถนัดทางการเรียนวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม จากแบบวัดความถนัดทั้ง 6 ฉบับ ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 24-25

ตารางที่ 24 ความตรงเชิงพยากรณ์ ค่าสหสัมพันธ์ (r_{xy}) ระหว่างคะแนนของแบบวัดแต่ละฉบับ ผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) ของกลุ่มตัวอย่าง (N=144)

แบบวัด	**คะแนนเต็ม**	**N= 144**	
		r_{xy}	**p-value**
แบบวัด 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข	39	0.428**	0.000
แบบวัด 2 วัดความถนัดด้านภาษา	40	0.466**	0.000
แบบวัด 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	29	0.472**	0.000
แบบวัด 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้	42	0.511**	0.000
แบบวัด 5 วัดความถนัดด้านความคล่องแคล่ว	24	0.469**	0.000
แบบวัด 6 วัดความถนัดเชิงจักรกล	25	0.443**	0.000
คะแนนรวม	199	0.719**	0.000

จากตารางที่ 24 พบว่า คะแนนสอบจากแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ทั้ง 6 ฉบับ มีความพันธ์ทางบวก กับคะแนนผลการเรียนเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 ทุกฉบับ โดยคะแนนแบบวัดฉบับ 4 มีค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนผลการเรียนเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.511 และคะแนนแบบวัดฉบับ 1 มีค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนผลการเรียนเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 0.428 และคะแนนรวมจากแบบวัดทั้ง 6 ฉบับ มีค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนผลการเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 0.719 แสดงว่า แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมทั้ง 6 ฉบับ วัดได้ตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ที่เป็นความตรงเชิงพยากรณ์กับความถนัดทางการเรียนวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมของนักเรียน

ตารางที่ 25 ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของตัวแปรพยากรณ์แต่ละตัว
โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยตามวิธี (Enter multiple regression analysis)

Model	Unstandardized Coefficients		t	Std. β	Sig.	Collinearity Statistics
	b	Std.Error				VIF
(Constant)	**0.454**	**0.264**	**1.716**			
NA	0.028	0.008	3.232**	0.209	0.002	1.207
VA	0.027	0.008	2.721**	0.186	0.007	1.345
SA	0.031	0.009	3.480**	0.231	0.001	1.270
PA	0.022	0.010	2.323*	0.187	0.022	1.881
D	0.032	0.014	2.257*	0.171	0.026	1.659
MC	0.025	0.012	2.021*	0.148	0.045	1.548

$R = 0.526$; $R^2 = 0.725$

จากตารางที่ 25 เป็นผลการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อสร้างสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบและรูปคะแนนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของตัวแปรพยากรณ์แต่ละตัว พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์พหุมีค่าเท่ากับ 0.526 และตัวแปรอิสระสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้ 72.5% และเมื่อพิจารณาตัวแปรแต่ละด้าน พบว่าตัวแปรด้านตัวเลข ด้านภาษา และด้านมิติสัมพันธ์ สามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนตัวแปรที่เหลือสามารถสามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจาณาค่า VIF พบว่า

ตัวแปรอิสระทุกตัวมีค่า VIF ไม่เกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีสามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ ดังนี้

รูปคะแนนดิบ

$$Y = .454 + .027NA + .027VA + .031SA + .022PA + .032D + .025MC$$

รูปคะแนนมาตรฐาน

$$Zy = .209NA + .186VA + .231SA + .187PA + .171D + .148MC$$

3. ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับ สาม (Third order confirmatory factor analysis)

ในการวิเคราะห์ส่วนนี้ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ส่วน คือ การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง และการตรวจสอบความเที่ยง ดังนี้

3.1 การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง

เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสาม จึงนำเสนอผลตามลำดับดังนี้

3.1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายและแจกแจงของกลุ่มตัวอย่างคือสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ และตรวจสอบความเหมาะสมของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ สถิติที่ใช้ได้แก่ ร้อยละของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ผลดังแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรการวัดความถนัดทางวิชาชีพ ช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD
ฉบับ 1 แบบวัดความถนัดด้านตัวเลข	39	28.310	5.713
การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์	12	9.717	2.017
การอ่านมาตรสเกล	15	8.282	2.501
ความสามารถด้านตัวเลข	12	9.391	2.947
ฉบับ 2 ความถนัดด้านภาษา	40	26.440	3.886
ความเข้าใจภาษา	14	10.352	2.683
ความสามารถด้านภาษา	13	9.416	2.772
ประสิทธิภาพในการใช้ภาษา	13	8.559	2.466
ฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	29	22.140	3.401
การซ่อนภาพ และซ้อนภาพ	14	10.350	2.680
การหมุนภาพ	15	9.829	2.562
ฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้	42	31.230	6.236
การพิจารณาตำแหน่งอันตราย	14	10.286	2.716
ความสามารถด้านการจำ	14	11.887	3.238
ความสามารถด้านการวางแผน	14	9.146	3.048
ฉบับ 5 ความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง	24	20.780	2.882
การตัดสินใจ	12	9.416	2.773
การคัดลอกแบบ	12	8.705	2.450
ฉบับ 6 ความเข้าใจเชิงจักรกล	25	20.730	2.627
การเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล	12	8.367	2.550
การใช้เครื่องมือ	13	8.282	2.501

จากตารางที่ 26 พบว่า ค่าเฉลี่ย ขององค์ประกอบหลัก (แบบวัด 6 ฉบับ) มีค่าตั้งแต่ 20.73 ถึง 31.23 โดยตัวแปรที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือแบบวัดฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.236 และตัวแปรที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือแบบวัดฉบับที่ 6 วัดความถนัดด้านความเข้าใจในเชิงจักรกล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.626

3.1.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลที่นำไปใช้ความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ ผลดังแสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และสถิติทดสอบของตัวแปรสังเกตได้

NAR	NAS	NAA	VAC	VAV	VAI	SAC	SAR	PAA	PAM	PAP	DPr	DPa	MCM	MCT
NAR	1													
NAS	0.670*	1												
NAA	0.461*	0.345*	1											
VAC	0.330*	0.265*	0.209*	1										
VAV	0.219*	0.349*	0.367*	0.658*	1									
VAI	0.301*	0.188*	0.155*	0.466*	0.786*	1								
SAC	0.451*	0.479*	0.651*	0.309*	0.345*	0.654*	1							
SAR	0.224*	0.339*	0.206*	0.177*	0.358*	0.450*	0.113*	1						
PAA	0.189*	0.450*	0.410*	0.267*	0.462*	0.338*	0.340*	0.532*	1					
PAM	0.280*	0.311*	0.197*	0.422*	0.211*	0.224*	0.265*	0.346*	0.354*	1				
PAP	0.216*	0.400*	0.307*	0.197*	0.347*	0.276*	0.301*	0.466*	0.422*	0.245*	1			
DPr	0.289*	0.521*	0.323*	0.224*	0.443*	0.188*	0.430*	0.538*	0.675*	0.458*	0.249*	1		
DPa	0.331*	0.225*	0.339*	0.357*	0.245*	0.276*	0.255*	0.761*	0.658*	0.678*	0.367*	0.333*	1	
MCM	0.349*	0.357*	0.176*	0.423*	0.387*	0.239*	0.178*	0.432*	0.431*	0.342*	0.589*	0.488*	0.523*	1
MCT	0.417*	0.278*	0.244*	0.388*	0.654*	0.452*	0.254*	0.542*	0.335*	0.456*	0.429*	0.179*	0.465*	0.772* 1

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = 0.718 Bartlett's Test of Sphericity Approx.

Chi-Square = 7807.832 df = 105 p< .05

จากตารางที่ 27 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด 105 คู่ มีความสัมพันธ์กันทางบวกทั้งหมด มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกคู่ โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร มีค่าตั้งแต่ 0.176 ถึง 0.786

ผลการทดสอบค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity ซึ่งมีค่าเท่ากับ df = 105 (p< .05) แสดงให้เห็นว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์นี้มีความแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสถิติ Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy มีค่าเท่ากับ 0.718 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 นั่นคือ ตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน เหมาะสมที่จะนำไปใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดลเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันต่อไป

3.1.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เนื่องจากเป็นการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดตามกรอบแนวคิดการวิจัยที่ได้มาจากการสังเคราะห์แบบวัดความถนัดของ Armed services vocational aptitude battery (ASVAB), Differential aptitude test (DAT), Flanagan aptitude classification test (FACT), General aptitude test battery (GATB) Occupational aptitude survey and interest schedule (OASIS) ภายใต้ทฤษฎีของ Thurstone ซึ่งโครงสร้างของเครื่องมือที่ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 15 ตัวแปร รวมเป็นองค์ประกอบของแบบวัด 6 ตัวแปร ซึ่งผู้วิจัยนำมาสร้างเป็นแบบวัด 6 ฉบับ และรวมกันเป็นแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ผู้วิจัย จึงนำเสนอเป็น 2 ตอน คือ 1) การวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบวัด แต่ละฉบับทั้ง 6 ฉบับ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ เชิงยืนยันอันดับสอง 2) การวิเคราะห์ในภาพรวมขององค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสาม ดังต่อไปนี้

3.1.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบวัด แต่ละฉบับทั้ง 6 ฉบับ นำเสนอผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของแบบวัดแต่ละฉบับ ดังนี้

แบบวัดฉบับที่ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข (NA) ประกอบด้วย ข้อคำถาม 45 ข้อ 3 องค์ประกอบย่อย คือ การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (NAR) การอ่านมาตรสเกล (NAS) และการคำนวณตัวเลข (NAA) ผลดังแสดงในตารางที่ 28 และภาพที่ 14

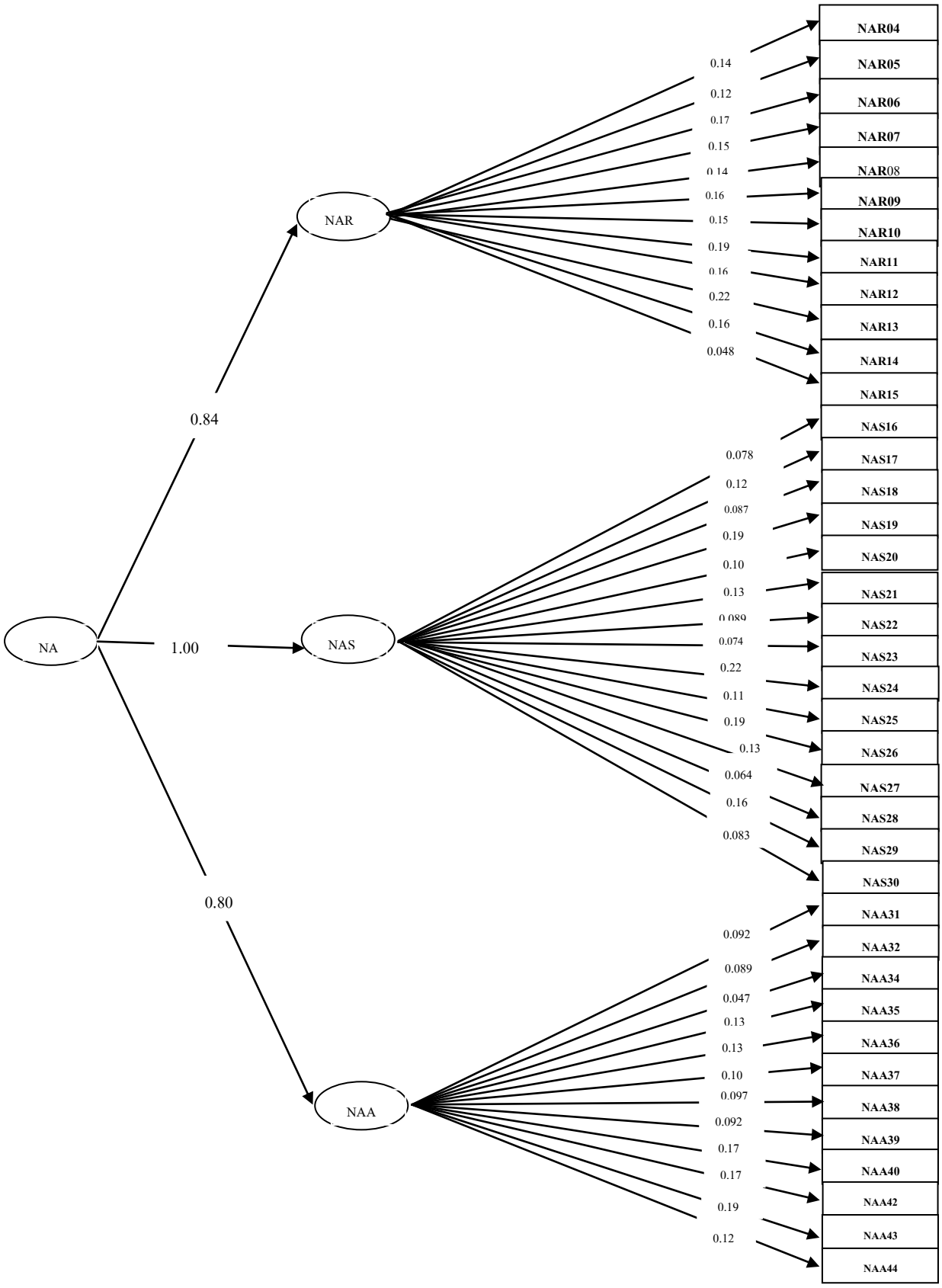
ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข

องค์ประกอบความถนัดด้านตัวเลข	**น้ำหนักองค์ประกอบ**	**SE**	**t**	**R^2**
การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์				
NAR04	0.14	-	-	0.079
NAR05	0.12*	0.021	5.76	0.056
NAR06	0.17*	0.024	6.97	0.11
NAR07	0.15*	0.022	6.69	0.098
NAR08	0.14*	0.022	6.29	0.076
NAR09	0.16*	0.024	6.85	0.10
NAR10	0.15*	0.023	6.44	0.088
NAR11	0.19*	0.026	7.40	0.15
NAR12	0.16*	0.023	6.69	0.099
NAR13	0.22*	0.029	7.75	0.20
NAR14	0.16*	0.024	6.80	0.11
NAR15	0.048*	0.017	2.88	0.0097
การอ่านมาตรสเกล				
NAS16	0.078	-	-	0.025
NAS17	0.12*	0.029	4.24	0.062
NAS18	0.087*	0.023	3.71	0.030
NAS19	0.19*	0.040	4.77	0.14
NAS20	0.10*	0.025	4.14	0.065
NAS21	0.13*	0.030	4.27	0.066
NAS22	0.089*	0.024	3.77	0.032
NAS23	0.074*	0.022	3.44	0.023
NAS24	0.22*	0.046	4.74	0.20

ตารางที่ 28 (ต่อ)

องค์ประกอบความฉลาดด้านตัวเลข	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R^2
NAS25	0.11*	0.028	4.13	0.053
NAS26	0.19*	0.041	4.64	0.14
NAS27	0.13*	0.028	4.43	0.089
NAS28	0.064*	0.020	3.20	0.017
NAS29	0.16*	0.035	4.49	0.099
NAS30	0.083*	0.023	3.66	0.028
การคำนวณตัวเลข				
NAA31	0.092	-	-	0.035
NAA32	0.089*	0.023	3.87	0.032
NAA34	0.047*	0.018	2.54	0.009
NAA35	0.13*	0.028	4.50	0.063
NAA36	0.13*	0.028	4.48	0.065
NAA37	0.10*	0.025	4.13	0.043
NAA38	0.097*	0.024	4.06	0.039
NAA40	0.092*	0.024	3.91	0.034
NAA42	0.17*	0.035	4.96	0.13
NAA43	0.17*	0.036	4.79	0.13
NAA44	0.19*	0.038	5.01	0.16
NAA45	0.12*	0.028	4.48	0.063
องค์ประกอบอันดับสอง				
การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (NAR)	0.84*	0.099	8.46	0.70
การอ่านมาตรสเกล (NAS)	1.00*	0.20	4.91	1.00
การคำนวณตัวเลข (NAA)	0.80*	0.15	5.42	0.65

Chi-Square=1267.99, df=661, P-value=0.00000, RMSEA=0.025, GFI = 0.96, AGFI = 0.95, CFI=0.90, MR=0.007



Chi-Square=1267.99, df=661, P-value=0.00000, RMSEA=0.025

ภาพที่ 14 โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข

จากตารางที่ 28 และภาพที่ 14 พบว่าผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงขององค์ประกอบความถนัดด้านตัวเลข โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 1267.99 มีองศาอิสระเท่ากับ 661 และดัชนีความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.96 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว(AGFI) เท่ากับ 0.95 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.90 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (RMR) เท่ากับ 0.0079 เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบอันดับสองมีค่าระหว่าง 0.047 ถึง 1.00 แต่ละองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกค่า แสดงว่าโครงสร้างของแบบวัดฉบับ 1 วัดได้ตรงตามทฤษฎี จำนวน 39 ข้อคำถาม

แบบวัดฉบับที่2 วัดความถนัดด้านภาษาประกอบด้วยข้อคำถาม45 ข้อ 3 องค์ประกอบย่อย คือ ความเข้าใจภาษา ความสามารถด้านภาษา และประสิทธิภาพในการใช้ภาษา ผลดังแสดงในตารางที่ 29 และภาพที่ 15

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา

องค์ประกอบความถนัดด้านภาษา	**น้ำหนักองค์ประกอบ**	**SE**	**t**	**R^2**
ความเข้าใจภาษา				
VAC01	0.23	-	-	0.26
VAC02	0.12*	0.016	7.53	0.062
VAC03	0.12*	0.017	7.06	0.058
VAC04	0.23*	0.018	12.82	0.25
VAC05	0.23*	0.018	12.91	0.25
VAC06	0.12*	0.016	7.48	0.059
VAC07	0.25*	0.020	12.83	0.27
VAC08	0.23*	0.018	12.82	0.26
VAC09	0.092*	0.016	5.81	0.034
VAC10	0.045*	0.015	2.95	0.0083
VAC11	0.21*	0.018	11.96	0.20
VAC12	0.15*	0.017	9.10	0.095

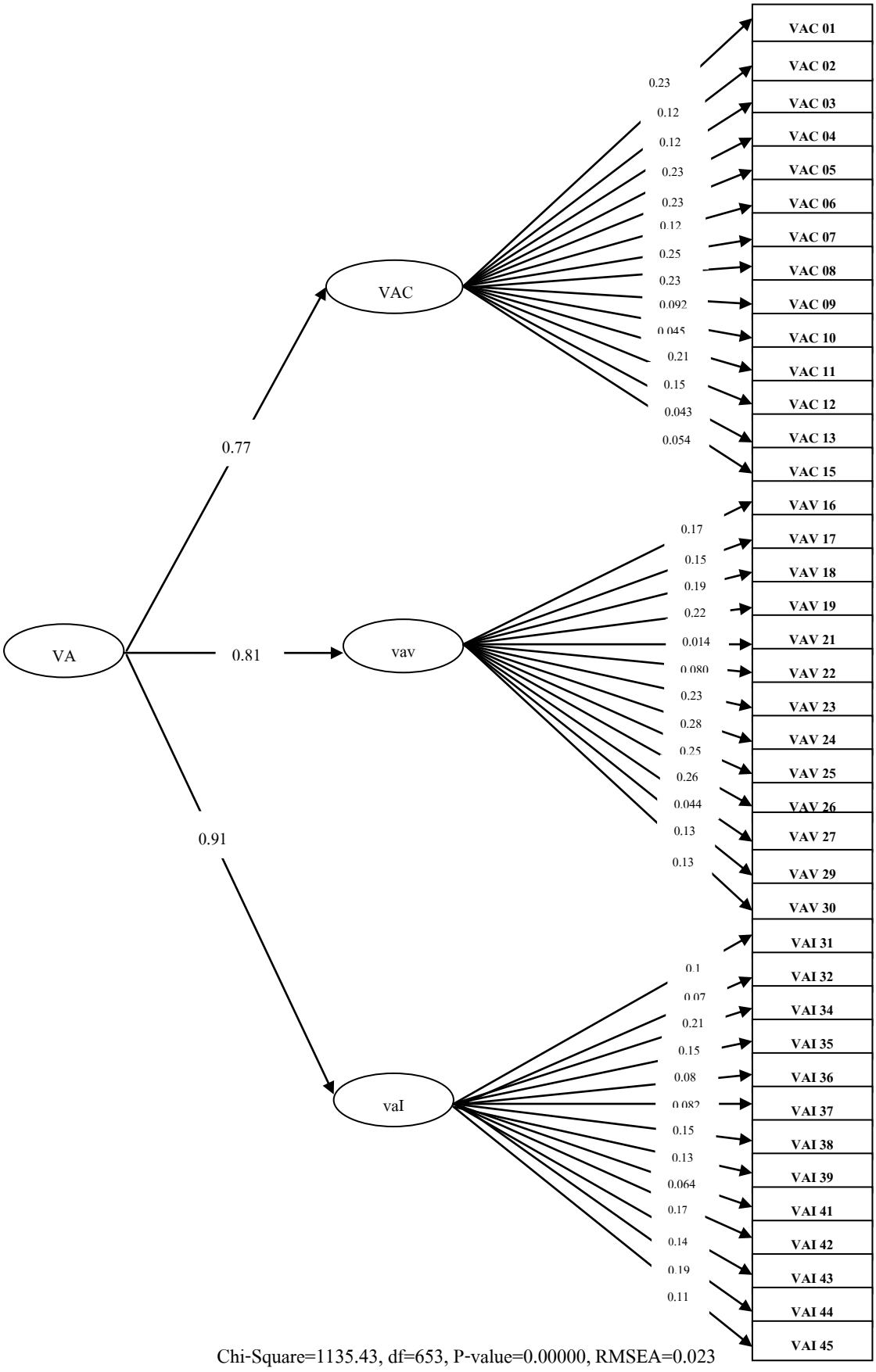
ตารางที่ 29 (ต่อ)

องค์ประกอบความฉนัดด้านภาษา	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R^2
VAC13	0.043*	0.015	2.80	0.0076
VAC15	0.054*	0.016	3.45	0.012
VAV17	0.15*	0.019	8.06	0.094
VAV18	0.19*	0.021	8.87	0.15
VAV19	0.22*	0.023	9.62	0.23
VAV21	0.041*	0.016	2.55	0.0066
VAV22	0.080*	0.017	4.75	0.026
VAV23	0.23*	0.024	9.32	0.21
VAV24	0.28*	0.028	9.79	0.32
VAV25	0.25*	0.026	9.47	0.26
VAV26	0.26*	0.025	10.33	0.29
VAV27	0.044*	0.016	2.72	0.0079
VAV29	0.13*	0.018	6.99	0.065
VAV30	0.13*	0.018	7.25	0.071
ประสิทธิภาพในการใช้ภาษา				
VAI31	0.16	-	-	0.13
VAI32	0.079*	0.017	4.69	0.025
VAI34	0.21*	0.021	9.87	0.25
VAI35	0.15*	0.020	7.37	0.086
VAI36	0.087*	0.017	5.05	0.030
VAI37	0.082*	0.017	4.86	0.027
VAI38	0.15*	0.019	7.89	0.097
VAI39	0.13*	0.018	7.08	0.070
VAI41	0.064*	0.016	3.88	0.016

ตารางที่ 29 (ต่อ)

องค์ประกอบความถนัดด้านภาษา	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R^2
VAI42	0.17*	0.020	8.23	0.11
VAI43	0.14*	0.020	7.27	0.086
VAI44	0.19*	0.020	9.12	0.17
VAI45	0.11*	0.018	6.19	0.053
องค์ประกอบอันดับสอง				
ความเข้าใจภาษา (VAC)	0.77*	0.052	14.70	0.59
ความสามารถด้านภาษา (VAV)	0.81*	0.074	10.94	0.66
ประสิทธิภาพในการใช้ภาษา (VAI)	0.91*	0.081	11.28	0.83

Chi-Square=1135.43, df=653, P-value=0.00000, RMSEA=0.023, GFI = 0.96, AGFI = 0.95, CFI=0.96, RMR=0.0071



ภาพที่ 15 โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา

จากตารางที่ 29 และภาพที่ 15 พบว่าผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงขององค์ประกอบความถนัดด้านภาษา โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 1135.43 มีองศาอิสระเท่ากับ 653 และดัชนีความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.96 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.95 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.96 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (RMR) เท่ากับ 0.0071 เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบอันดับสอง มีค่าระหว่าง 0.041 ถึง 0.91 แต่ละองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกค่า แสดงว่าโครงสร้างของแบบวัดฉบับ 2 วัดได้ตรงตามทฤษฎี จำนวน 40 ข้อคำถาม

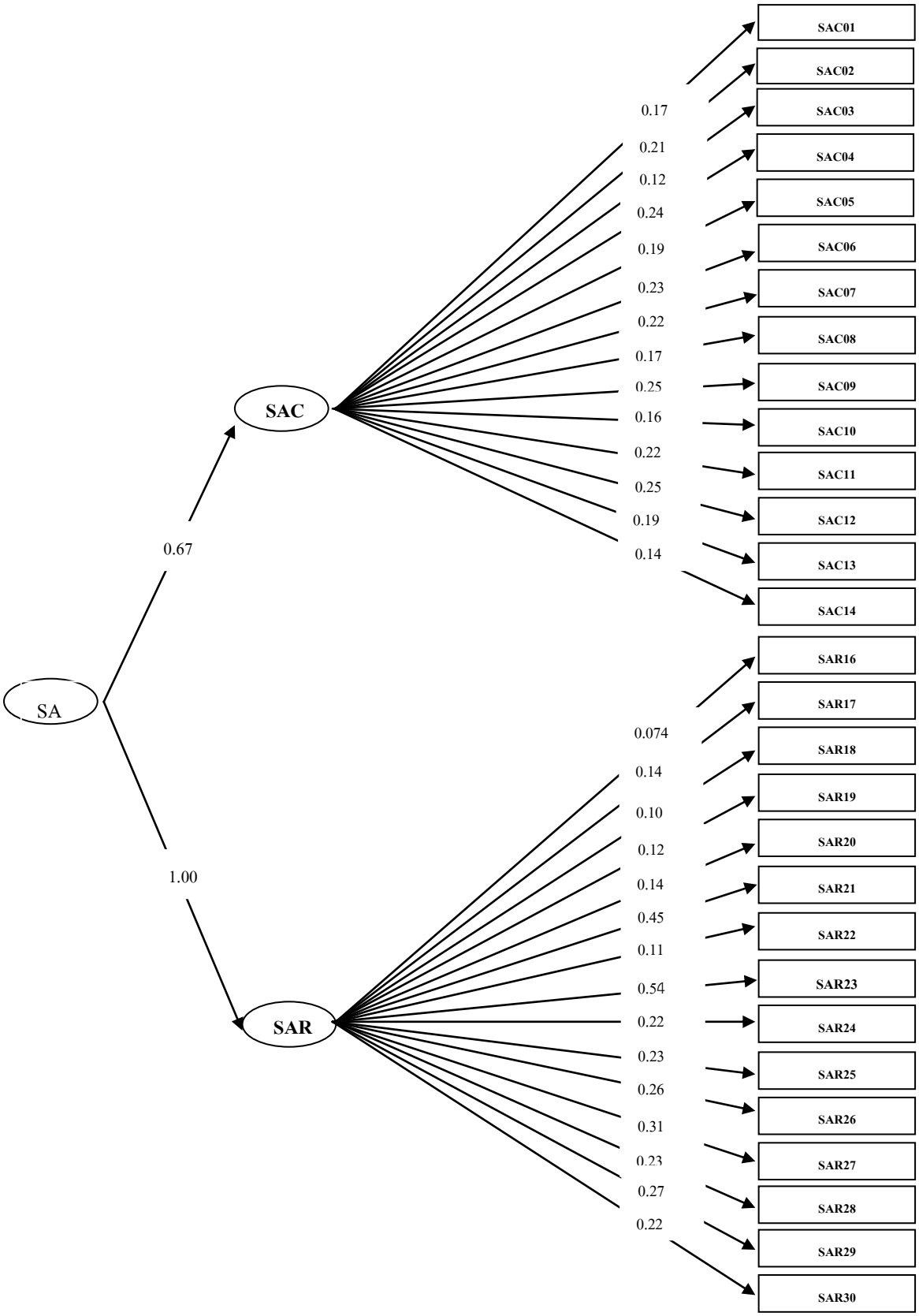
แบบวัดฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วย ข้อคำถาม 30 ข้อ 2 องค์ประกอบย่อย คือ การมองจากการซ่อนภาพ ซ้อนภาพ และการหมุนภาพ ผลดังแสดงในตารางที่ 30 และภาพที่ 16

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

องค์ประกอบมิติสัมพันธ์	**น้ำหนักองค์ประกอบ**	**SE**	**t**	**R^2**
การซ่อนภาพ และซ้อนภาพ				
SAC01	0.17	-	-	0.12
SAC02	0.21*	0.020	10.29	0.20
SAC03	0.12*	0.018	6.86	0.061
SAC04	0.24*	0.023	10.34	0.27
SAC05	0.19*	0.019	9.98	0.17
SAC06	0.23*	0.023	10.34	0.26
SAC07	0.22*	0.022	9.74	0.19
SAC08	0.17*	0.020	8.26	0.11
SAC09	0.25*	0.024	10.40	0.27
SAC10	0.16*	0.020	8.01	0.10
SAC11	0.22*	0.022	10.06	0.22
SAC12	0.25*	0.024	10.26	0.26

ตารางที่ 30 (ต่อ)

องค์ประกอบมิติสัมพันธ์	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R^2
การซ่อนภาพ และซ้อนภาพ				
SAC13	0.19*	0.021	9.22	0.16
SAC14	0.14*	0.019	7.74	0.084
การหมุนภาพ				
SAR16	0.074	-	-	0.022
SAR17	0.14*	0.029	4.71	0.078
SAR18	0.10*	0.024	4.23	0.043
SAR19	0.13*	0.028	4.59	0.067
SAR20	0.14*	0.031	4.42	0.075
SAR21	0.045*	0.016	2.77	0.0079
SAR22	0.11*	0.024	4.46	0.047
SAR23	0.054*	0.017	3.14	0.012
SAR24	0.22*	0.047	4.75	0.22
SAR25	0.25*	0.051	4.86	0.30
SAR26	0.26*	0.052	4.87	0.32
SAR27	0.31*	0.063	4.91	0.43
SAR28	0.25*	0.051	4.84	0.26
SAR29	0.27*	0.055	4.88	0.33
SAR30	0.22*	0.046	4.77	0.19
องค์ประกอบอันดับสอง				
การซ่อนภาพ และซ้อนภาพ (SAC)	0.67*	0.062	10.76	0.44
การหมุนภาพ (SAR)	1.00	-	-	1.00
Chi-Square=618.55, df=315, P-value=0.00000, RMSEA=0.026, GFI = 0.97, AGFI = 0.96, CFI=0.98, RMR=0.0071				



Chi-Square=618.55, df=315, P-value=0.00000, RMSEA=0.026

ภาพที่ 16 โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

จากตารางที่ 30 และภาพที่ 16 พบว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงขององค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 618.55 มีองศาอิสระเท่ากับ 315 และดัชนีความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.97 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.96 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ(CFI) เท่ากับ 0.98 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (RMR) เท่ากับ 0.0071 เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบอันดับสองมีค่าระหว่าง 0.045 ถึง 1.00 แต่ละองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกค่า แสดงว่าโครงสร้างของแบบวัดฉบับ 3 วัดได้ตรงตามทฤษฎี จำนวน 29 ข้อคำถาม

แบบวัดฉบับ4 วัดความถนัดด้านการรับรู้ ประกอบด้วย ข้อคำถาม 15 ข้อ 3 องค์ประกอบย่อย คือ การพิจารณาตำแหน่งอันตราย ความสามารถด้านการจำ และความสามารถด้านการวางแผน ผลดังแสดงในตารางที่ 31 และภาพที่ 17

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้

องค์ประกอบความถนัดด้านการรับรู้	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R^2
การพิจารณาตำแหน่งอันตราย				
PAA01	0.16	-	-	0.21
PAA02	0.041*	0.014	2.80	0.0066
PAA03	0.14*	0.016	8.97	0.084
PAA04	0.21*	0.013	15.78	0.43
PAA05	0.087*	0.015	5.98	0.030
PAA06	0.22*	0.015	14.88	0.46
PAA07	0.13*	0.015	8.70	0.078
PAA08	0.077*	0.015	5.19	0.024
PAA09	0.19*	0.016	11.80	0.18
PAA11	0.17*	0.016	10.46	0.13
PAA12	0.23*	0.017	13.82	0.32

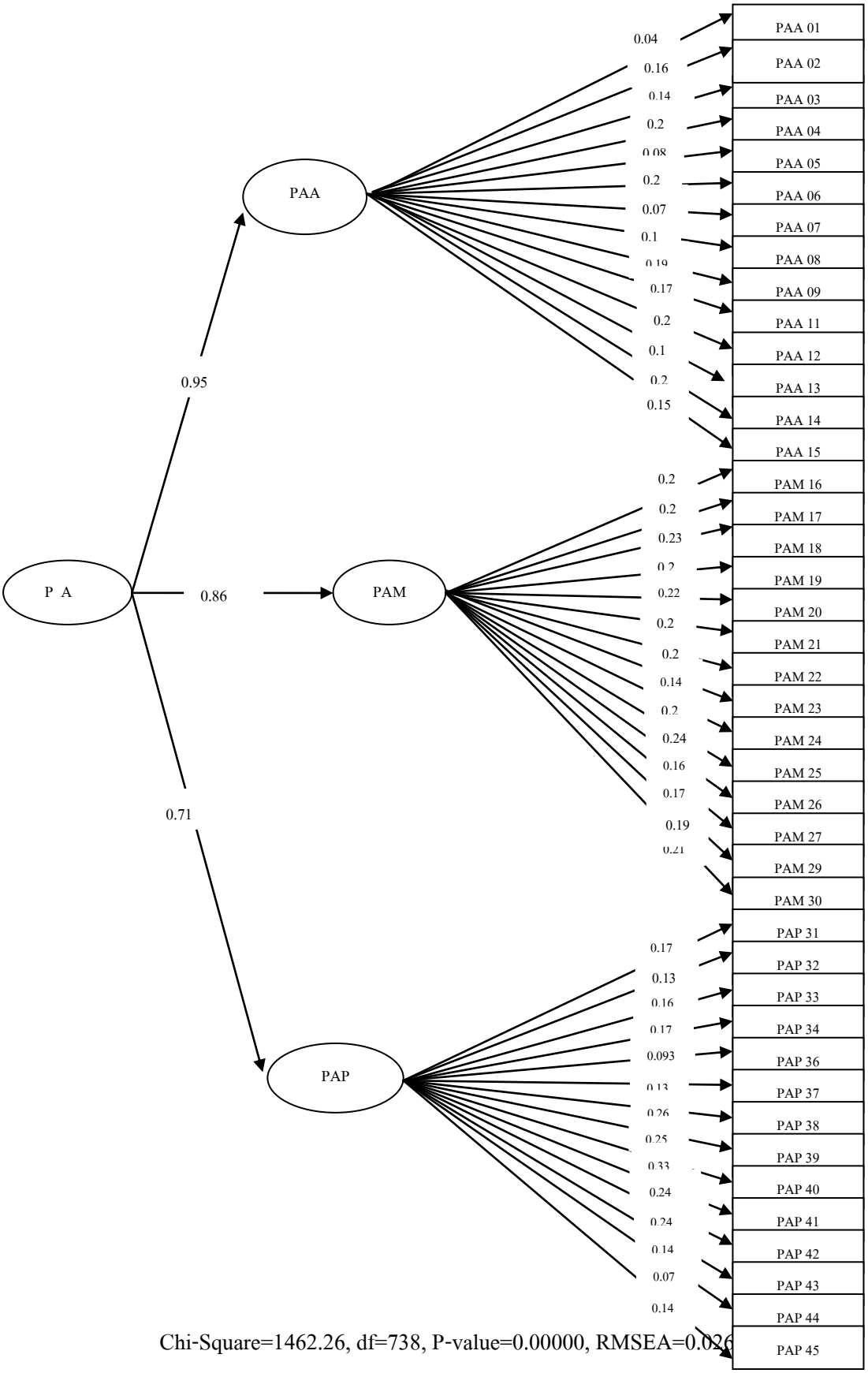
ตารางที่ 31 (ต่อ)

องค์ประกอบความถนัดด้านการรับรู้	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R^2
PAA13	0.18*	0.015	11.78	0.19
PAA14	0.23*	0.016	13.83	0.37
PAA15	0.15*	0.016	9.77	0.11
ความสามารถด้านการจำ				
PAM16	0.22	-	-	0.39
PAM17	0.20*	0.011	18.80	0.26
PAM18	0.23*	0.010	22.26	0.45
PAM19	0.25*	0.012	21.35	0.44
PAM20	0.22*	0.011	20.26	0.43
PAM21	0.24*	0.011	21.40	0.49
PAM22	0.22*	0.014	16.36	0.25
PAM23	0.14*	0.013	10.71	0.097
PAM24	0.24*	0.012	19.70	0.42
PAM25	0.24*	0.012	20.60	0.45
PAM26	0.16*	0.0096	16.58	0.26
PAM27	0.17*	0.013	12.88	0.14
PAM29	0.19*	0.0099	19.00	0.35
PAM30	0.21*	0.013	16.16	0.24
ความสามารถด้านการวางแผน				
PAP31	0.17*	-	-	0.13
PAP32	0.13*	0.016	7.87	0.065
PAP33	0.16*	0.018	8.58	0.10
PAP34	0.17*	0.018	9.43	0.13
PAP36	0.093*	0.016	5.86	0.034

ตารางที่ 31 (ต่อ)

องค์ประกอบความฉลาดด้านการรับรู้	น้ำหนักองค์ประกอบ	SE	t	R^2
PAP37	0.13*	0.017	7.54	0.065
PAP38	0.26*	0.021	12.01	0.38
PAP39	0.25*	0.021	11.84	0.35
PAP40	0.33*	0.026	12.53	0.55
PAP41	0.24*	0.022	11.32	0.27
PAP42	0.24*	0.021	11.18	0.28
PAP43	0.14*	0.017	7.96	0.076
PAP44	0.078*	0.016	4.90	0.025
PAP45	0.14*	0.017	8.23	0.085
องค์ประกอบอันดับสอง				
การพิจารณาตำแหน่งอันตราย (PAA)	0.95*	0.060	15.68	0.90
ความสามารถด้านการจำ (PAM)	0.86*	0.040	21.17	0.73
ความสามารถด้านการวางแผน (PAP)	0.71*	0.060	11.99	0.51

Chi-Square=1462.26, df=738, P-value=0.00000, RMSEA=0.026, GFI = 0.95, AGFI = 0.94, CFI=0.98, RMR=0.0060



ภาพที่ 17 โมเดลองค์ประกอบความฉนัดทางวิชาชีพฉบับ 4 วัดความฉนัดด้านการรับรู้

จากตารางที่ 31 และภาพที่ 17 พบว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงขององค์ประกอบความถนัดด้านการรับรู้ โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 1462.26 มีองศาอิสระเท่ากับ 738 และดัชนีความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.95 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว(AGFI) เท่ากับ 0.94 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.98 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (RMR) เท่ากับ 0.0060 เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบอันดับสอง มีค่าระหว่าง 0.077 ถึง 0.95 แต่ละองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกค่า แสดงว่าโครงสร้างของแบบวัดฉบับ 4 วัดได้ตรงตามทฤษฎี จำนวน 42 ข้อคำถาม

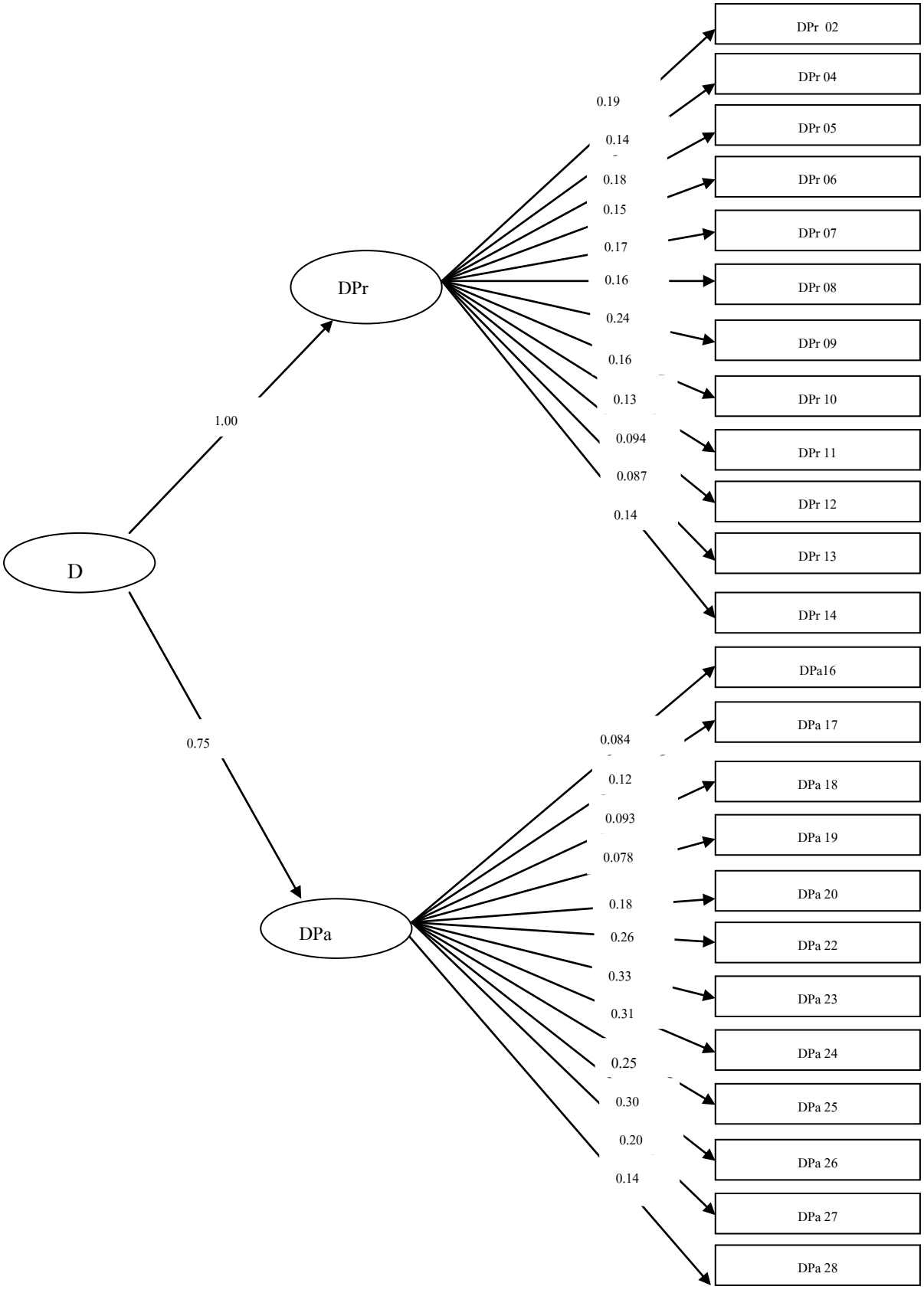
แบบวัดฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง ประกอบด้วย ข้อคำถาม 30 ข้อ 2 องค์ประกอบย่อย คือ การตัดสินใจ และการคัดลอกแบบ ผลดังแสดงในตารางที่ 32 และภาพที่ 18

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง

องค์ประกอบความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง	**น้ำหนักองค์ประกอบ**	**SE**	**t**	**R^2**
การตัดสินใจ				
DPr 02	0.19	-	-	0.18
DPr 03	0.14*	0.016	8.26	0.090
DPr 04	0.18*	0.016	11.16	0.21
DPr 05	0.15*	0.019	7.90	0.096
DPr 07	0.17*	0.019	9.18	0.16
DPr 08	0.16*	0.020	8.16	0.12
DPr 09	0.24*	0.023	10.67	0.28
DPr 10	0.16*	0.020	7.92	0.12
DPr 11	0.13*	0.019	6.85	0.083
DPr 12	0.094*	0.017	5.61	0.036
DPr 13	0.087*	0.017	5.19	0.030
DPr 14	0.14*	0.018	7.93	0.085

ตารางที่ 32 (ต่อ)

องค์ประกอบความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง	**น้ำหนักองค์ประกอบ**	**SE**	**t**	**R^2**
การคัดลอกแบบ				
DPa16	0.084	-	-	0.028
DPa17	0.12*	0.023	5.41	0.065
DPa18	0.093*	0.021	4.40	0.035
DPa19	0.078*	0.019	4.01	0.024
DPa20	0.18*	0.032	5.66	0.17
DPa22	0.26*	0.045	5.67	0.30
DPa23	0.33*	0.057	5.80	0.59
DPa24	0.31*	0.053	5.78	0.53
DPa25	0.25*	0.046	5.57	0.30
DPa26	0.30*	0.052	5.78	0.51
DPa27	0.20*	0.036	5.47	0.17
DPa28	0.14*	0.028	5.13	0.084
องค์ประกอบอันดับสอง				
การตัดสินใจ (DPr)	1.00*	0.075	13.42	1.00
การคัดลอกแบบ (DPa)	0.75*	0.13	5.65	0.56
Chi-Square=348.44, df=178, P-value=0.00000, RMSEA=0.026, GFI = 0.98, AGFI = 0.97, CFI=0.99, RMR=0.0066				



Chi-Square=348.44, df=178, P-value=0.00000, RMSEA=0.026

ภาพที่ 18 โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง

จากตารางที่ 32 และภาพที่ 18 พบว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงขององค์ประกอบความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 348.44 มีองศาอิสระเท่ากับ 178 และดัชนีความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.98 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.97 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ(CFI) เท่ากับ 0.99 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (RMR) เท่ากับ 0.0066 เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบอันดับสองมีค่าระหว่าง 0.078 ถึง 1.00 แต่ละองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกค่า แสดงว่าโครงสร้างของแบบวัดฉบับ 5 วัดได้ตรงตามทฤษฎี จำนวน 24 ข้อคำถาม

แบบวัดฉบับ 6 วัดความถนัดความเชิงจักรกล ประกอบด้วย ข้อคำถาม 30 ข้อ 2 องค์ประกอบย่อย คือ การเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล และการใช้เครื่องมือ ผลดังแสดงในตารางที่ 33 และภาพที่ 19

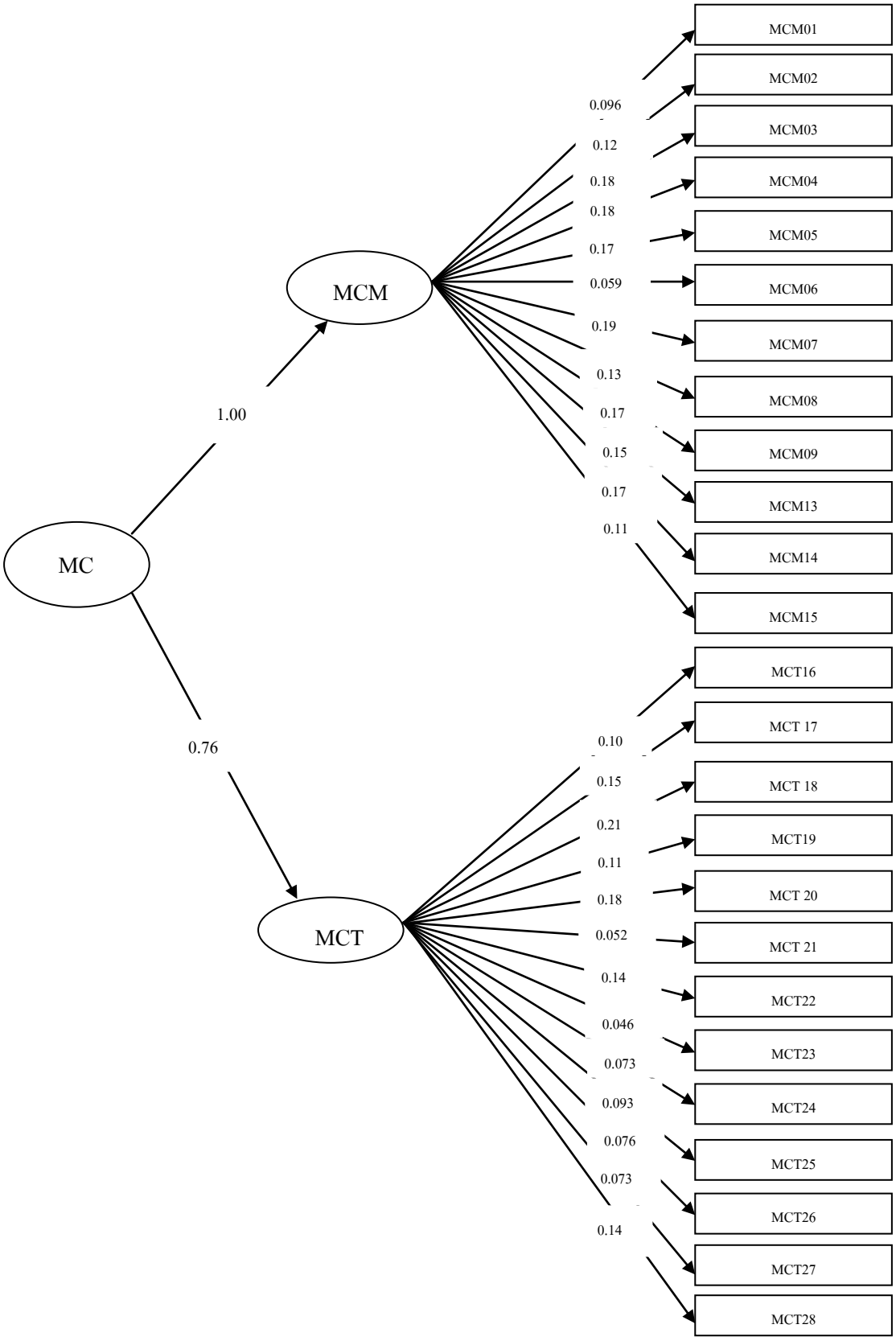
ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ขององค์ประกอบแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 6 วัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล

องค์ประกอบความถนัดความเชิงจักรกล	**น้ำหนักองค์ประกอบ**	**SE**	**t**	**R^2**
การเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล				
MCM01	0.096	-	-	0.037
MCM02	0.12*	0.029	4.21	0.058
MCM 03	0.18*	0.038	4.64	0.13
MCM 04	0.18*	0.036	4.97	0.14
MCM 05	0.17*	0.036	4.71	0.12
MCM 06	0.059*	0.021	2.79	0.014
MCM 07	0.19*	0.039	4.83	0.16
MCM 08	0.13*	0.030	4.39	0.072
MCM 09	0.17*	0.037	4.73	0.13
MCM 13	0.15*	0.032	4.51	0.085

ตารางที่ 33 (ต่อ)

องค์ประกอบความถนัดความเชิงจักรกล	**น้ำหนักองค์ประกอบ**	**SE**	**t**	**R^2**
MCM 14	0.17*	0.034	4.89	0.12
MCM 15	0.11*	0.026	4.06	0.045
การใช้เครื่องมือ				
MCT16	0.10	-	-	0.042
MCT 17	0.15*	0.031	4.86	0.092
MCT 18	0.21*	0.040	5.32	0.20
MCT 19	0.11*	0.025	4.13	0.044
MCT 20	0.18*	0.035	5.12	0.14
MCT 21	0.052*	0.020	2.57	0.011
MCT 22	0.14*	0.029	4.86	0.091
MCT23	0.046*	0.019	2.39	0.0084
MCT 24	0.073*	0.022	3.40	0.022
MCT 25	0.093*	0.024	3.87	0.035
MCT 26	0.076*	0.022	3.48	0.023
MCT 27	0.073*	0.022	3.24	0.021
MCT 28	0.14*	0.029	4.73	0.078
องค์ประกอบอันดับสอง				
การเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล (MCM)	1.00	0.19	5.29	1.00
การใช้เครื่องมือ (MCT)	0.76	0.14	5.57	0.58

Chi-Square=364.93, df=246, P-value=0.00000, RMSEA=0.018, GFI = 0.98, AGFI = 0.97, CFI=0.95, RMR=0.0064



Chi-Square=364.93, df=246, P-value=0.00000, RMSEA=0.018

ภาพที่ 19 โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพฉบับ 6 วัดความถนัดความเข้าใจเชิงจักรกล

จากตารางที่ 33 และภาพที่ 19 พบว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงขององค์ประกอบความถนัดความเชิงจักรกล โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 364.93 มีองศาอิสระเท่ากับ 246 และดัชนีความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.98 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.97 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ(CFI) เท่ากับ 0.95 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (RMR) เท่ากับ 0.0064 เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบอันดับสองมีค่าระหว่าง 0.046 ถึง 1.00 แต่ละองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกค่า แสดงว่าโครงสร้างของแบบวัดฉบับ 6 วัดได้ตรงตามทฤษฎี จำนวน 25 ข้อคำถาม

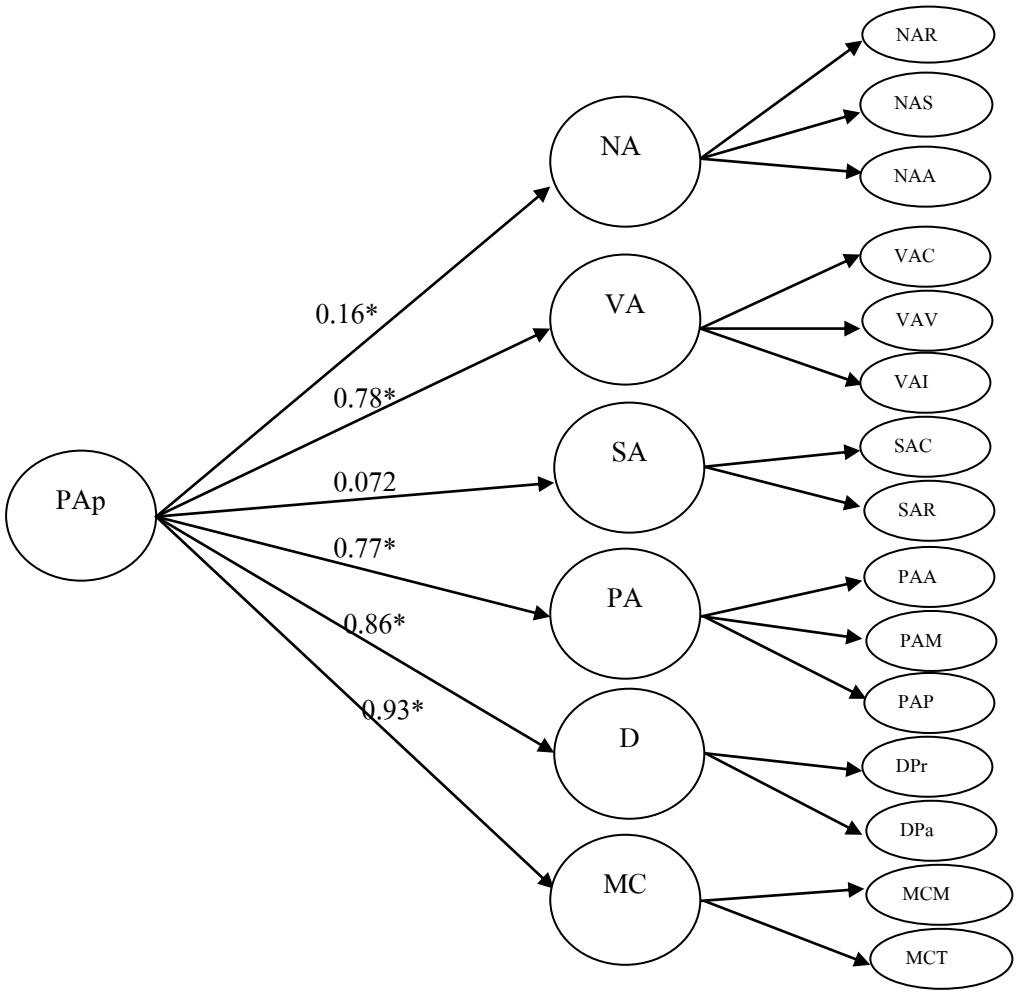
3.1.3.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับสาม ผลดังแสดงในตารางที่ 34 และภาพที่ 20

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองขององค์ประกอบย่อยแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพ

องค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพ	**น้ำหนักองค์ประกอบ**	**SE**	**t**	**R^2**
องค์ประกอบอันดับสอง				
ความถนัดด้านตัวเลข (NA)				
การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (NAR)	-0.13*	0.034	-3.90	0.018
การอ่านมาตรสเกล (NAS)	-0.16*	0.048	-3.31	0.025
การคำนวณตัวเลข (NAA)	-0.12*	0.038	-3.21	0.015
ความถนัดด้านภาษา (VA)				
ความเข้าใจภาษา (VAC)	-0.061*	0.029	-2.11	0.0037
ความสามารถด้านภาษา (VAV)	-0.058*	0.028	-2.09	0.0033
ประสิทธิภาพในการใช้ภาษา (VAI)	-0.071*	0.034	-2.10	0.0051
มิติสัมพันธ์ (SA)				
การซ่อนภาพ และซ้อนภาพ (SAC)	0.064*	0.035	1.82	0.0041
การหมุนภาพ (SAR)	0.054*	0.036	1.51	0.0029

ตารางที่ 34 (ต่อ)

องค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพ	**น้ำหนักองค์ประกอบ**	**SE**	**t**	**R^2**
ความถนัดด้านการรับรู้ (PA)				
การพิจารณาตำแหน่งอันตราย (PAA)	0.69*	0.047	14.62	0.47
ความสามารถด้านการจำ (PAM)	0.65*	0.035	18.37	0.42
ความสามารถด้านการวางแผน (PAP)	0.59*	0.051	11.59	0.35
ความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง (D)				
การตัดสินใจ (DPr)	0.76*	0.057	13.41	0.58
การคัดลอกแบบ (DPa)	0.65*	0.11	6.01	0.43
ความถนัดความเชิงจักรกล (MC)				
การเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล (MCM)	0.75*	0.11	7.43	0.70
การใช้เครื่องมือ (MCT)	0.75*	0.12	6.09	0.56
องค์ประกอบอันดับสาม				
ความถนัดด้านตัวเลข (NA)	0.16*	0.037	4.32	0.026
ความถนัดด้านภาษา (VA)	0.78*	0.037	2.13	0.006
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ (SA)	0.072	0.037	1.92	0.0052
ความถนัดด้านการรับรู้ (PA)	0.77*	0.056	13.82	0.59
ความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง (D)	0.86*	0.099	8.70	0.74
ความถนัดเชิงจักรกล (MC)	0.93*	0.23	3.97	0.87
Chi-Square=36543.06, df=19281, P-value=0.00000, RMSEA=0.026, GFI = 0.97, AGFI = 0.95, CFI=0.95				



Chi-Square=36543.06, df=19281, P-value=0.000, RMSEA=0.026, GFI = 0.97, AGFI = 0.95, CFI=0.95

ภาพที่ 20 โมเดลองค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

จากตารางที่ 34 และภาพที่ 20 พบว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงขององค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพ โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 36543.06 มีองศาอิสระเท่ากับ 19281 และดัชนีความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.97 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.95 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.95 แสดงว่าโครงสร้างขององค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพตรงตามทฤษฎี เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบอันดับสามมีค่าระหว่าง 0.072 ถึง 0.93 องค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 5 องค์ประกอบ

3.2 การตรวจสอบความเที่ยง (Reliability)

ในการตรวจสอบความเที่ยงของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3 ด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง ในลักษณะ Cross Design ที่มีรูปแบบ p x i design โดยเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนในขั้น G-Study และประมาณค่าความเที่ยง ในขั้น D-Study จากการสุ่มนักเรียนจำนวน 1,436 คน โดยนำเสนอผลของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวม และของแบบวัดทั้ง 6 ฉบับ ทีละฉบับตามลำดับ ดังนี้

3.2.1 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3 แสดงดังตารางที่ 35-36

ตารางที่ 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนน จากแบบวัดในขั้นการศึกษา G

Source of Variation	**df**	**SS**	**MS**	**การประมาณค่าความแปรปรวน**	**ร้อยละความแปรปรวน**
Person (p)	1435	4455.261	3.105	0.015	6.5
Item (i)	198	4753.430	24.007	0.017	7.4
Residual (pi,e)	284130	54843.686	0.193	0.193	86.1
Total	285763	64052.377		0.225	100.00

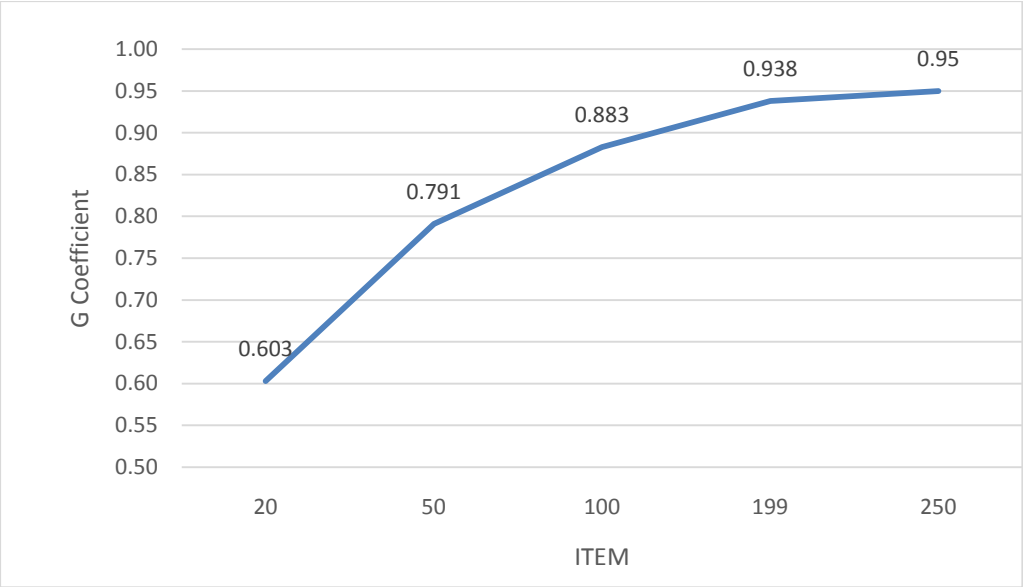
จากตารางที่ 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ แสดงให้เห็นการแบ่งความแปรผันของคะแนนออกเป็นผลของนักเรียน (Person, p) ผลของข้อคำถาม (Item, i) และผลของส่วนเหลือ (Residual, pi, e) ซึ่งประกอบด้วยผลร่วมความแปรปรวนที่เป็นระบบซึ่งไม่อยู่ในรูปแบบที่ศึกษา และความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม จากตารางพบว่า ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสอง (SS) ของส่วนเหลือมีค่าสูงสุด เท่ากับ 54843.686 รองลงมาคือค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสองของนักเรียน และของข้อคำถาม เท่ากับ

4455.261 และ 4753.430 ตามลำดับ สำหรับกำลังสองเฉลี่ย (MS) มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ กำลังสองเฉลี่ยของข้อคำถามนักเรียน และส่วนผลของส่วนเหลือ คือ 24.007, 3.105 และ 0.193 ตามลำดับเมื่อพิจารณาการประมาณค่าความแปรปรวนโดยที่เอกภพของการสังเกตประกอบด้วย นักเรียน ข้อคำถามซึ่งมีขนาดไม่จำกัด จะเป็นการประมาณค่าความแปรปรวนจาก 3 แหล่ง คือ ความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ ที่แสดงถึงความแปรปรวนของผลร่วมระหว่างนักเรียนกับข้อคำถาม($\sigma^2_{pi,e}$) ความแปรปรวนที่เป็นระบบที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบ และความแปรปรวนที่ไม่เป็นระบบ พบว่าความไม่คงเส้นคงวาของนักเรียนแต่ละคนที่ตอบข้อคำถามแต่ละข้อมีค่าความแปรปรวน 0.193 หรือประมาณร้อยละ 86.1 ของความแปรปรวนรวม ความแปรปรวนของนักเรียน (σ^2_p) พบว่าความแตกต่างที่มาจากความสามารถของนักเรียน หรือความแปรปรวนของเอกภพ เท่ากับ 0.015 หรือประมาณร้อยละ 6.5 ของความแปรปรวนรวม และความแปรปรวนของข้อคำถาม (σ^2_i) พบว่ามีความแตกต่างของข้อคำถาม เท่ากับ 0.017 หรือประมาณร้อยละ 7.4 ของความแปรปรวนรวม

ตารางที่ 36 การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3 จำแนกตามจำนวนข้อคำถาม

Source of Variation	**Estimate G Study Variance Component**	**Alternative Estimated D-Study Design Variance Component**				
		20	**50**	**100**	**199**	**250**
Person (p)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Item (i)	0.017	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Residual (pi, e)	0.166	0.010	0.004	0.002	0.001	0.001
GENERALIZABILITY COEFFICIENT		0.603	0.791	0.883	0.938	0.950

จากตารางที่ 36 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient: G-Coefficient) พบว่า แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ จำนวน 199 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.938 และเมื่อพิจารณาผลการศึกษาในขั้นการตัดสินใจ (D-Study) ซึ่งปรากฏในตารางพบว่าเมื่อข้อคำถามมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงจะมีค่าสูงเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 21 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวม

3.2.2 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข แสดงดังตารางที่ 37-38

ตารางที่ 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนน จากแบบวัดฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลขในขั้นการศึกษา G

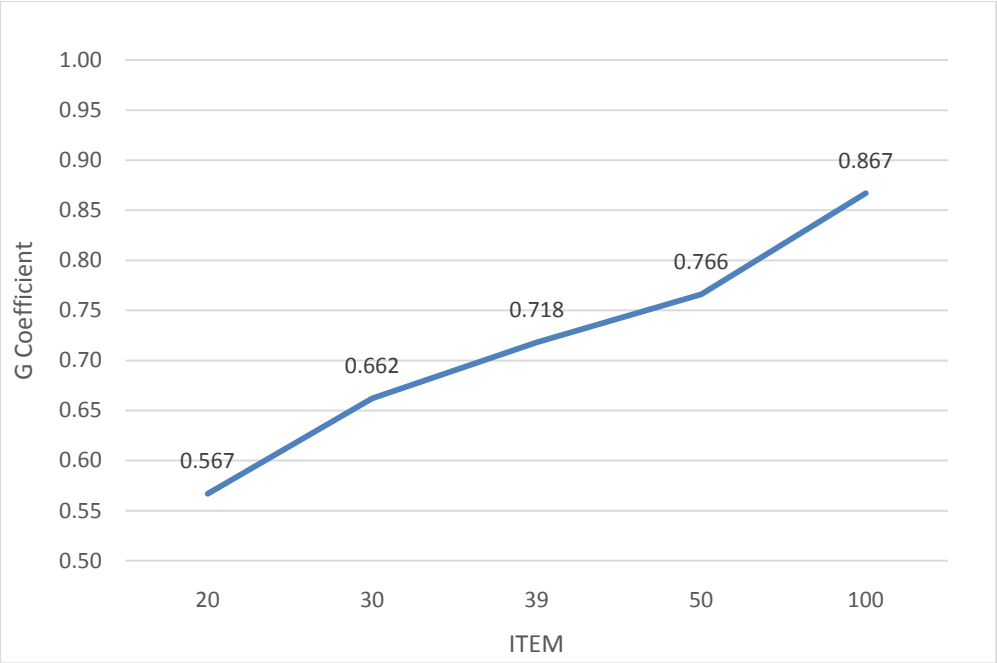
Source of Variation	**df**	**SS**	**MS**	**การประมาณค่าความแปรปรวน**	**ร้อยละความแปรปรวน**
Person (p)	1435	920.908	0.642	0.012	5.6
Item (i)	38	1098.856	28.917	0.020	9.4
Residual (pi, e)	54530	9860.169	0.181	0.181	85.0
Total	56003	11879.934		0.213	100.00

จากตารางที่ 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบวัดฉบับ 1 พบว่า ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสอง (SS) ของส่วนเหลือมีค่าสูงสุด คือ 9860.169 ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสองของนักเรียน และของข้อคำถาม คือ 920.908 และ 1098.856 ตามลำดับ สำหรับกำลังสองเฉลี่ย (MS) มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ กำลังสองเฉลี่ยของข้อคำถาม นักเรียน และส่วนผลของส่วนเหลือ คือ28.917, 0.642 และ 0.181 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการประมาณค่าความแปรปรวน พบว่า ความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ ที่แสดงถึงความแปรปรวนของผลร่วมระหว่างนักเรียนกับข้อคำถาม($\sigma^2_{pi,e}$) เท่ากับ 0.181 หรือประมาณร้อยละ85.0 ของความแปรปรวนรวม ความแปรปรวนของนักเรียน(σ^2_p) เท่ากับ 0.012 หรือประมาณร้อยละ5.6 ของความแปรปรวนรวมและความแปรปรวนของข้อคำถาม (σ^2_i) เท่ากับ 0.020 หรือประมาณร้อยละ 9.4 ของความแปรปรวนรวม

ตารางที่ 38 การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบวัด ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลขจำแนกตามจำนวนข้อคำถาม

Source of Variation	**Estimate G Study Variance Component**	**Alternative Estimated D-Study Design Variance Component**				
		20	**30**	**39**	**50**	**100**
Person (p)	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
Item (i)	0.020	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000
Residual (pi,e)	0.181	0.010	0.007	0.005	0.004	0.002
GENERALIZABILITY COEFFICIENT		0.567	0.662	0.718	0.766	0.867

จากตารางที่ 38 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient: G-Coefficient) พบว่า แบบวัดฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข จำนวน 39 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.718 และเมื่อพิจารณาผลการศึกษาในขั้นการตัดสินใจ (D-Study) ซึ่งปรากฏในตารางพบว่าเมื่อข้อคำถามมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงจะมีค่าสูงเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 22 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข

3.2.3 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษาแสดงดังตารางที่ 39-40

ตารางที่ 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนน จากแบบวัดฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษาในขั้นการศึกษา G

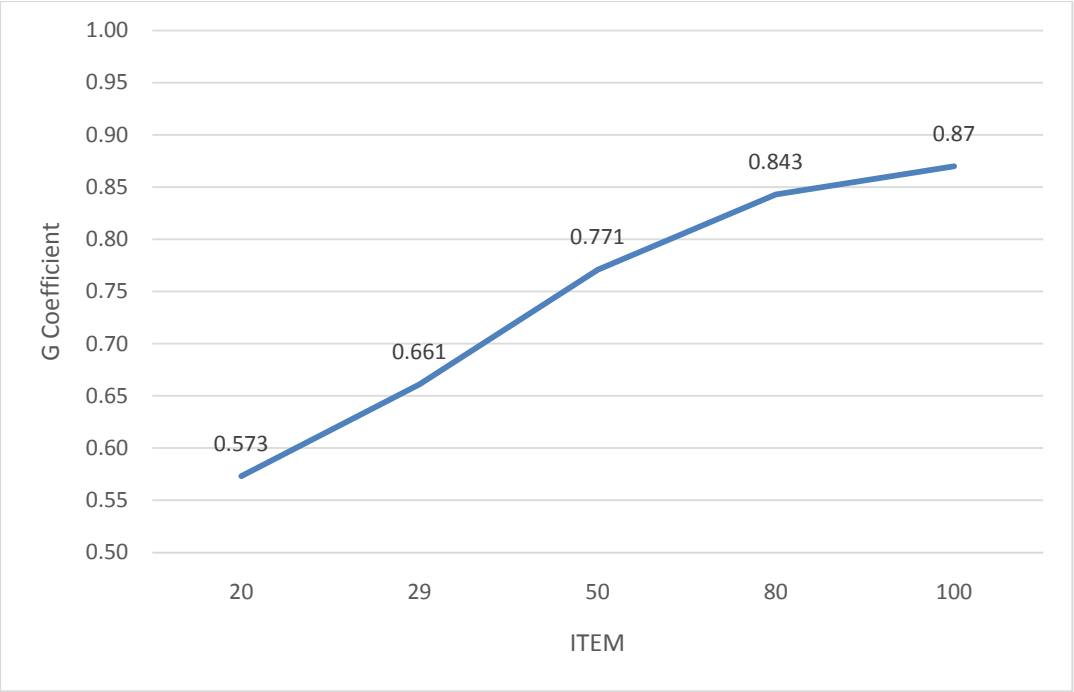
Source of Variation	**df**	**SS**	**MS**	**ประมาณค่าความแปรปรวน**	**ร้อยละความแปรปรวน**
Person (p)	1435	1023.680	0.713	0.013	5.5
Item (i)	39	902.118	23.131	0.016	6.9
Residual (pi, e)	55965	11419.082	0.204	0.204	87.7
Total	57439	13344.880		0.233	100.00

จากตารางที่ 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบวัดฉบับ 2 พบว่า ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสอง (SS) ของส่วนเหลือมีค่าสูงสุด คือ 11419.082 ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสองของนักเรียน และของข้อคำถาม คือ 1023.680 และ 902.118 ตามลำดับ สำหรับกำลังสองเฉลี่ย (MS) มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ กำลังสองเฉลี่ยของข้อคำถาม นักเรียน และส่วนผลของส่วนเหลือ คือ23.131, 0.713 และ 0.204 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการประมาณค่าความแปรปรวน พบว่า ความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ ที่แสดงถึงความแปรปรวนของผลร่วมระหว่างนักเรียนกับข้อคำถาม($\sigma^2_{pi,e}$) เท่ากับ 0.204 หรือประมาณร้อยละ87.7 ของความแปรปรวนรวม ความแปรปรวนของนักเรียน(σ^2_p) เท่ากับ 0.013 หรือประมาณร้อยละ5.5 ของความแปรปรวนรวมและความแปรปรวนของข้อคำถาม (σ^2_i) เท่ากับ 0.016 หรือประมาณร้อยละ 6.9 ของความแปรปรวนรวม

ตารางที่ 40 การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบวัด ฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา จำแนกตามจำนวนข้อคำถาม

Source of Variation	**Estimate G Study Variance Component**	**Alternative Estimated D-Study Design Variance Component**				
		20	**30**	**40**	**80**	**100**
Person (p)	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
Item (i)	0.016	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
Residual (pi, e)	0.204	0.011	0.007	0.006	0.003	0.002
GENERALIZABILITY COEFFICIENT		0.555	0.652	0.714	0.833	0.862

จากตารางที่ 40 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient: G-Coefficient) พบว่า แบบวัดฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา จำนวน 40 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.714 และเมื่อพิจารณาผลการศึกษาในขั้นการตัดสินใจ (D-Study) ซึ่งปรากฏในตารางพบว่าเมื่อข้อคำถามมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงจะมีค่าสูงเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 23 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา

3.2.4 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ แสดงดังตารางที่ 41-42

ตารางที่ 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนน จากแบบวัดฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ในขั้นการศึกษา G

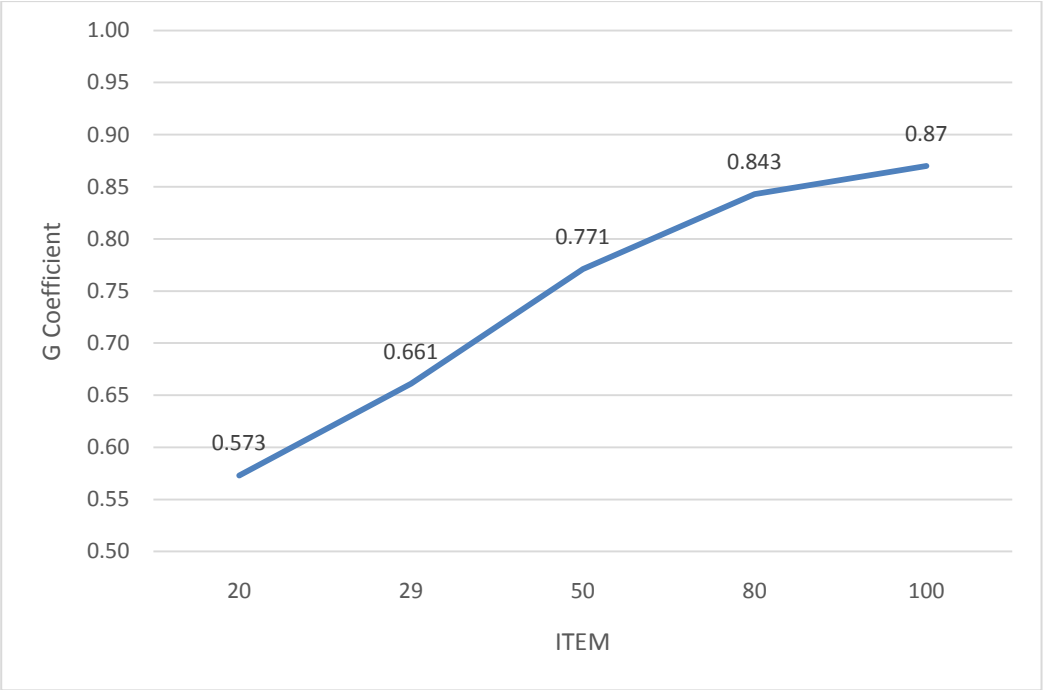
Source of Variation	**df**	**SS**	**MS**	**การประมาณค่าความแปรปรวน**	**ร้อยละความแปรปรวน**
Person (p)	1435	805.687	0.561	0.013	5.8
Item (i)	28	717.223	25.615	0.018	8.0
Residual (pi, e)	40180	7653.949	0.190	0.190	86.2
Total	41643	9176.859		0.221	100.00

จากตารางที่ 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบวัดฉบับ 3 พบว่า ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสอง (SS) ของส่วนเหลือมีค่าสูงสุด คือ 7653.949 ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสองของนักเรียน และของข้อคำถาม คือ 805.687 และ 717.223 ตามลำดับ สำหรับกำลังสองเฉลี่ย (MS) มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ กำลังสองเฉลี่ยของข้อคำถาม นักเรียน และส่วนผลของส่วนเหลือ คือ25.615, 0.561 และ 0.190 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการประมาณค่าความแปรปรวน พบว่า ความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ ที่แสดงถึงความแปรปรวนของผลร่วมระหว่างนักเรียนกับข้อคำถาม($\sigma^2_{pi,e}$) เท่ากับ 0.190 หรือประมาณร้อยละ86.2 ของความแปรปรวนรวม ความแปรปรวนของนักเรียน(σ^2_p) เท่ากับ 0.013 หรือประมาณร้อยละ5.8 ของความแปรปรวนรวมและความแปรปรวนของข้อคำถาม (σ^2_i) เท่ากับ 0.018 หรือประมาณร้อยละ 8.0 ของความแปรปรวนรวม

ตารางที่ 42 การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบวัด ฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์จำแนกตามจำนวนข้อคำถาม

Source of Variation	**Estimate G Study Variance Component**	**Alternative Estimated D-Study Design Variance Component**				
		20	**29**	**50**	**80**	**100**
Person (p)	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
Item (i)	0.016	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
Residual (pi, e)	0.204	0.010	0.007	0.004	0.003	0.002
GENERALIZABILITY COEFFICIENT		0.573	0.661	0.771	0.843	0.870

จากตารางที่ 42 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient: G-Coefficient) พบว่า แบบวัดฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 29 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.661 และเมื่อพิจารณาผลการศึกษาในขั้นการตัดสินใจ (D-Study) ซึ่งปรากฏในตารางพบว่า เมื่อข้อคำถามมากขึ้นเป็น 50 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.771 แสดงว่าเมื่อจำนวนข้อสอบมากขึ้น จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงจะมีค่าสูงเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 24 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

3.2.5 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้แสดงดังตารางที่ 43-44

ตารางที่ 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนน จากแบบวัดฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้ในขั้นการศึกษา G

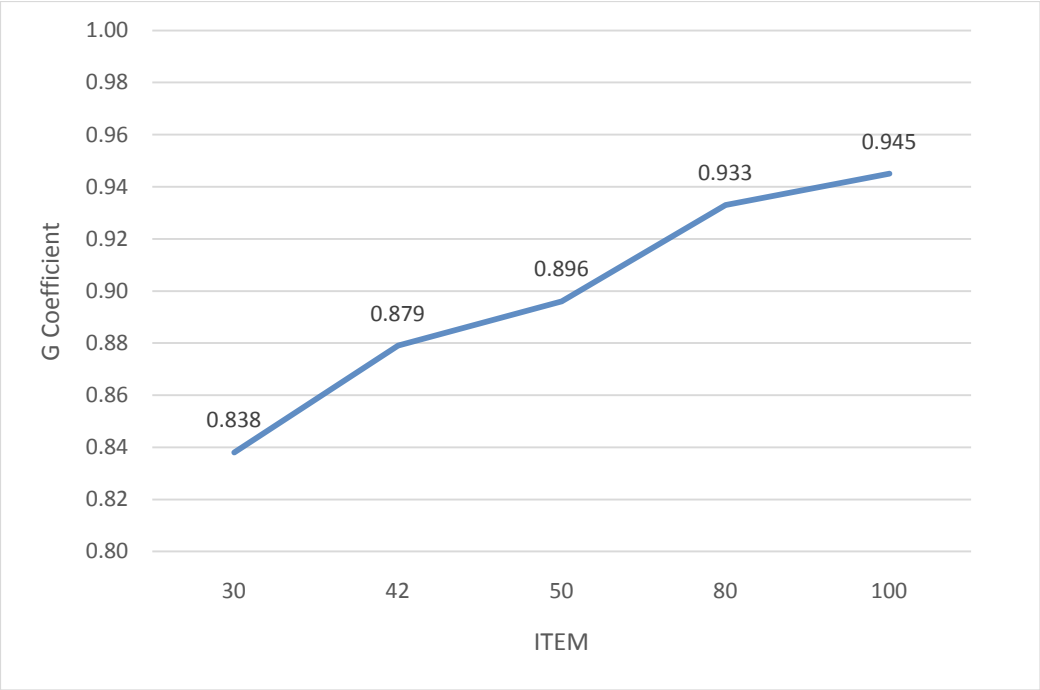
Source of Variation	**df**	**SS**	**MS**	**การประมาณค่าความแปรปรวน**	**ร้อยละความแปรปรวน**
Person (p)	1435	1881.019	1.311	0.027	13.5
Item (i)	41	1045.517	25.500	0.018	8.7
Residual (pi, e)	58835	9329.936	0.159	0.159	77.9
Total	60311	12256.472		0.204	100.00

จากตารางที่ 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบวัดฉบับ 4 พบว่า ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสอง (SS) ของส่วนเหลือมีค่าสูงสุด คือ 9329.936 ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสองของนักเรียน และของข้อคำถาม คือ 1881.019 และ 1045.517 ตามลำดับ สำหรับกำลังสองเฉลี่ย (MS) มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ กำลังสองเฉลี่ยของข้อคำถาม นักเรียน และส่วนผลของส่วนเหลือ คือ25.500, 1.311 และ 0.159 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการประมาณค่าความแปรปรวน พบว่า ความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ ที่แสดงถึงความแปรปรวนของผลร่วมระหว่างนักเรียนกับข้อคำถาม($\sigma^2_{pi,e}$) เท่ากับ 0.159 หรือประมาณร้อยละ77.9 ของความแปรปรวนรวม ความแปรปรวนของนักเรียน(σ^2_p) เท่ากับ 0.027 หรือประมาณร้อยละ13.5 ของความแปรปรวนรวมและความแปรปรวนของข้อคำถาม (σ^2_i) เท่ากับ 0.018 หรือประมาณร้อยละ 8.7 ของความแปรปรวนรวม

ตารางที่ 44 การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง ของแบบวัด ฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้ จำแนกตามจำนวนข้อคำถาม

Source of Variation	**Estimate G Study Variance Component**	**Alternative D-Study Design Variance Component**				
		30	**42**	**50**	**80**	**100**
Person (p)	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
Item (i)	0.018	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Residual (pi, e)	0.159	0.006	0.004	0.004	0.002	0.002
GENERALIZABILITY COEFFICIENT		0.838	0.879	0.896	0.933	0.945

จากตารางที่ 44 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient: G-Coefficient) พบว่า แบบวัดฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้ จำนวน 42 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.879 และเมื่อพิจารณาผลการศึกษาในขั้นการตัดสินใจ (D-Study) ซึ่งปรากฏในตารางพบว่าเมื่อข้อคำถามมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงจะมีค่าสูงเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 25 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้

3.2.6 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ ความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง แสดงดังตารางที่ 45-46

ตารางที่ 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนน จากแบบวัดฉบับ 5 ความคล่องแคล่วในการทักษะช่างในขั้นการศึกษา G

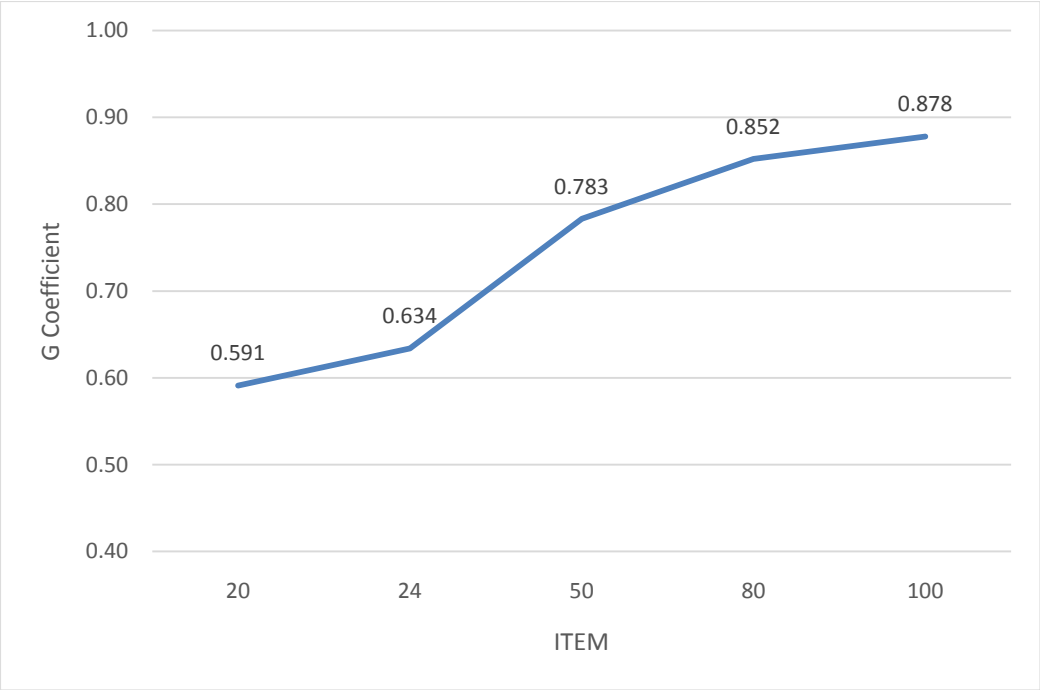
Source of Variation	**df**	**SS**	**MS**	**การประมาณค่าความแปรปรวน**	**ร้อยละความแปรปรวน**
Person (p)	1435	824.733	0.575	0.015	6.5
Item (i)	23	250.629	10.897	0.007	3.2
Residual (pi, e)	33005	6945.996	0.210	0.210	90.3
Total	34463	8021.358		0.232	100.00

จากตารางที่ 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบวัดฉบับ 5 พบว่า ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสอง (SS) ของส่วนเหลือมีค่าสูงสุด คือ 6945.996 ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสองของนักเรียน และของข้อคำถาม คือ 824.733 และ 250.629 ตามลำดับ สำหรับกำลังสองเฉลี่ย (MS) มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ กำลังสองเฉลี่ยของข้อคำถาม นักเรียน และส่วนผลของส่วนเหลือ คือ 10.897, 0.575 และ 0.210 ตามลำดับเมื่อพิจารณาการประมาณค่าความแปรปรวน พบว่า ความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ ที่แสดงถึงความแปรปรวนของผลร่วมระหว่างนักเรียนกับข้อคำถาม($\sigma^2_{pi,e}$) เท่ากับ 0.210 หรือประมาณร้อยละ90.3 ของความแปรปรวนรวม ความแปรปรวนของนักเรียน(σ^2_p) เท่ากับ 0.015 หรือประมาณร้อยละ6.5 ของความแปรปรวนรวมและความแปรปรวนของข้อคำถาม (σ^2_i) เท่ากับ 0.007 หรือประมาณร้อยละ 3.2 ของความแปรปรวนรวม

ตารางที่ 46 การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบวัด ฉบับ 5 ความคล่องแคล่วในการทักษะช่างจำแนกตามจำนวนข้อคำถาม

Source of Variation	**Estimate G Study Variance Component**	**Alternative Estimated D-Study Design Variance Component**				
		20	**24**	**50**	**80**	**100**
Person (p)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Item (i)	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Residual (pi, e)	0.210	0.011	0.009	0.004	0.003	0.002
GENERALIZABILITY COEFFICIENT		0.591	0.634	0.783	0.852	0.878

จากตารางที่ 46 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient: G-Coefficient) พบว่า แบบวัดฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง จำนวน 24 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.634 และเมื่อพิจารณาผลการศึกษาในขั้นการตัดสินใจ (D-Study) ซึ่งปรากฏในตารางพบว่า เมื่อข้อคำถามมากขึ้นเป็น 50 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.783 แสดงว่าเมื่อจำนวนข้อสอบมากขึ้น จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงจะมีค่าสูงเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 26 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง

3.2.7 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 6 ความถนัดความเชิงจักรกล แสดงดังตารางที่ 47-48

ตารางที่ 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวน และประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนน จากแบบวัดฉบับ 6 วัดความถนัดความเชิงจักรกลในขั้นการศึกษา G

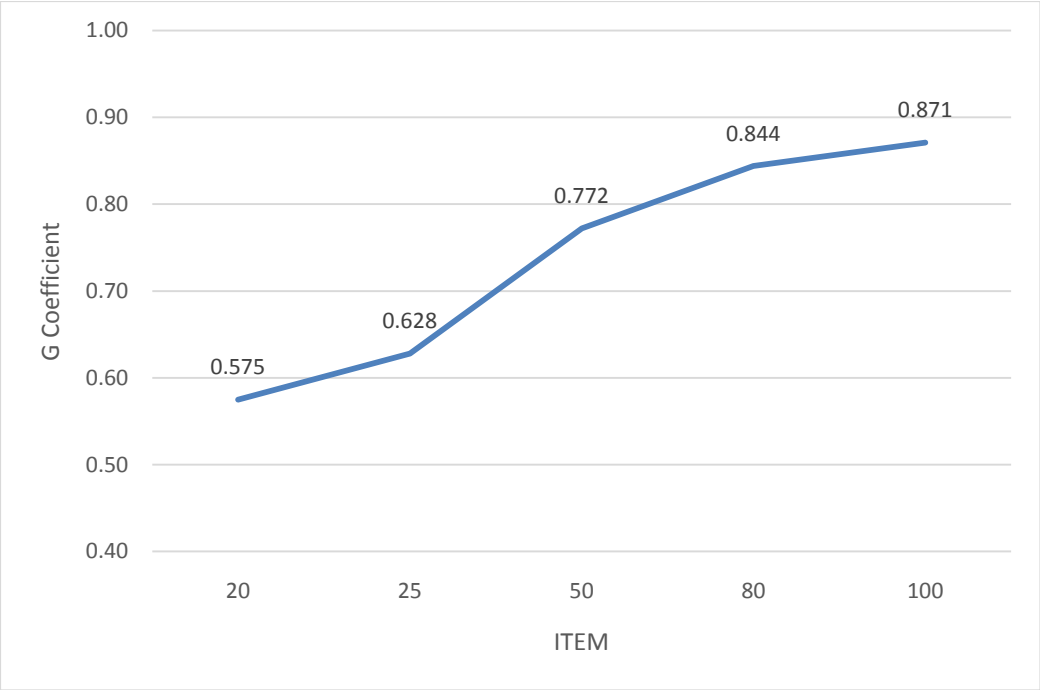
Source of Variation	**df**	**SS**	**MS**	**การประมาณค่าความแปรปรวน**	**ร้อยละความแปรปรวน**
Person (p)	1435	869.748	0.606	0.015	6.2
Item (i)	24	142.040	5.918	0.004	1.6
Residual (pi, e)	3444	7764.040	0.225	0.225	92.2
Total	35899	8775.828		0.244	100.00

จากตารางที่ 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบวัดฉบับ 6 พบว่า ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสอง (SS) ของส่วนเหลือมีค่าสูงสุด คือ 7764.040 ค่าผลรวมความเบี่ยงเบนกำลังสองของนักเรียน และของข้อคำถาม คือ 869.748 และ 142.040 ตามลำดับ สำหรับกำลังสองเฉลี่ย (MS) มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ กำลังสองเฉลี่ยของข้อคำถาม นักเรียน และส่วนผลของส่วนเหลือ คือ 5.918, 0.606 และ 0.225 ตามลำดับเมื่อพิจารณาการประมาณค่าความแปรปรวนพบว่าความแปรปรวนของส่วนที่เหลือ ที่แสดงถึงความแปรปรวนของผลร่วมระหว่างนักเรียนกับข้อคำถาม ($\sigma^2_{pi,e}$) เท่ากับ 0.225 หรือประมาณร้อยละ92.2 ของความแปรปรวนรวม ความแปรปรวนของนักเรียน (σ^2_p) เท่ากับ 0.015 หรือประมาณร้อยละ 6.2 ของความแปรปรวนรวม และความแปรปรวนของข้อคำถาม (σ^2_i) เท่ากับ0.004 หรือประมาณร้อยละ1.6 ของความแปรปรวนรวม

ตารางที่ 48 การประมาณค่าความแปรปรวนในขั้นสรุปอ้างอิง (G-Study) ขั้นการตัดสินใจ (D-Study) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบวัด ฉบับ 6 ความถนัดความเชิงจักรกลจำแนกตามจำนวนข้อคำถาม

Source of Variation	**Estimate G Study Variance Component**	**Alternative Estimated D-Study Design Variance Component**				
		20	**25**	**50**	**80**	**100**
Person (p)	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Item (i)	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Residual (pi, e)	0.225	0.011	0.009	0.005	0.003	0.002
GENERALIZABILITY COEFFICIENT		0.575	0.628	0.772	0.844	0.871

จากตารางที่ 48 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficien: G-Coefficient) พบว่า แบบวัดฉบับ 6 วัดความถนัดความเชิงจักรกล จำนวน 25 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.628 และเมื่อพิจารณาผลการศึกษาในขั้นการตัดสินใจ (D-Study) ซึ่งปรากฏในตารางพบว่า เมื่อข้อคำถามมากขึ้นเป็น 50 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.772 แสดงว่าเมื่อจำนวนข้อสอบมากขึ้น จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงจะมีค่าสูงเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 27 สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของแบบวัดฉบับ 6 ความถนัดความเชิงจักรกล

ตอนที่ 3 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัด มาหาค่าเปอร์เซนไทล์ (Percentile rank) และคะแนนทีปกติ (Normalized T-score) แล้วนำมาแปลผลเทียบกับเกณฑ์ 5 ระดับ โดยอ้างอิงคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ตามเกณฑ์ของ Parker โดยแบ่งค่าความถนัดออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (Parker, 2002, p. 3 อ้างถึงใน จุไรพร ตรังปราการ, 2548, หน้า 24) ดังตารางที่ 49

ตารางที่ 49 ความหมายของคะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์โดยใช้อิงกลุ่มตามคะแนนปกติ

เปอร์เซ็นไทล์	การแปลผลระดับความถนัด
P_{90}- P_{99}	สูงมาก
P_{67} - P_{89}	สูง
P_{33} - P_{66}	ปานกลาง
P_{11} - P_{32}	ต่ำ
P_{1} - P_{10}	ต่ำมาก

สำหรับผลการวิเคราะห์ของการสร้างเกณฑ์ปกติระดับประเทศ (National norms) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความถัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แต่ละฉบับทั้งหมดรวม 6 ฉบับ และคะแนนของแบบวัดทั้งหมดรวมกัน 199 คะแนน สร้างเกณฑ์ปกติคะแนนรวมของแบบวัดความถัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ดังนี้

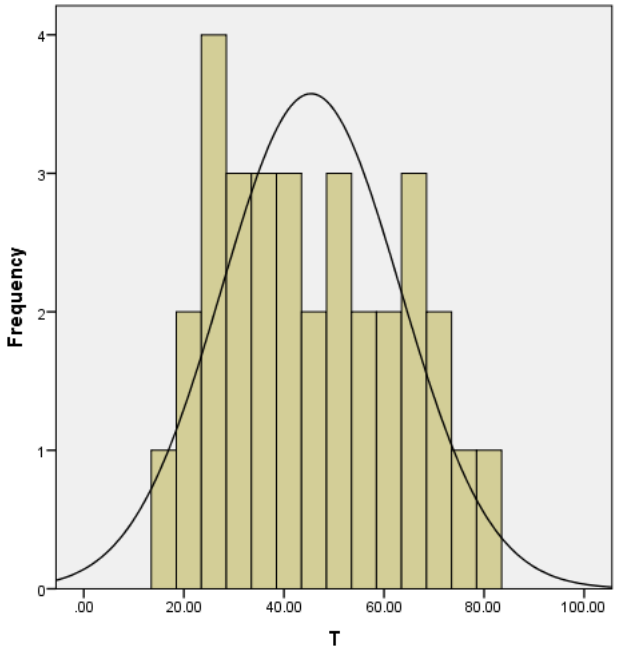
1. ผลการวิเคราะห์ของการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดฉบับ 1 ความถนัดด้านตัวเลข คะแนนเต็ม 39 คะแนน จากจำนวนข้อสอบ 39 ข้อ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,971 คน ผลดังตารางที่ 50 และภาพที่ 28

ตารางที่ 50 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 1 ความถนัดด้านตัวเลขของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 39 คะแนน)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนทีปกติ**
4	0.025	16
8	0.152	21
10	0.304	23
11	0.381	24
12	0.482	25
13	0.634	26
14	0.989	27
15	1.547	29
16	2.334	31
17	3.501	32
18	5.124	34
19	7.002	36
20	9.411	36
21	12.684	39
22	16.996	41
23	21.563	43
24	26.788	44
25	33.942	46
26	42.212	49
27	51.065	51
28	60.832	53
29	69.914	56
30	77.549	58
31	83.739	60
32	88.204	62
33	91.426	64
34	93.836	66
35	95.865	68
36	97.184	70

ตารางที่ 50 (ต่อ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนที**
37	98.199	70
38	99.137	74
39	99.797	79
$\overline{X}$ = 26.568		
SD = 4.902		



เกณฑ์	PR	0.	<11.00	<33.00	<67.00	<99.00	9
	T-score	16	<39	<46	<56	<74	7
	Raw-score	4 - 20	21 - 24	25 - 28	29 - 37	38 >	
ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	

ภาพที่ 28 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านตัวเลข และการแปลความหมาย

จากตารางที่ 50 ภาพที่ 28 พบว่าคะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ฉบับ 1 ความถนัดด้านตัวเลขสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 26.568 คะแนน มีคะแนนดิบ 4 ถึง 39 คะแนน เปอร์เซ็นไทล์ 0.025 ถึง 99.797 และคะแนนที 16 ถึง 79 เกณฑ์ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์เมื่อเทียบคะแนนดิบ คะแนนดิบ ตั้งแต่ 20 ลงมาอยู่ในระดับต่ำมาก ตั้งแต่ 21 ถึง 24 อยู่ในระดับต่ำ ตั้งแต่ 25 ถึง 28 อยู่ในระดับปานกลาง ตั้งแต่ 29 ถึง 37 อยู่ในระดับสูง ตั้งแต่ 38 ขึ้นไปอยู่ในระดับสูงมาก

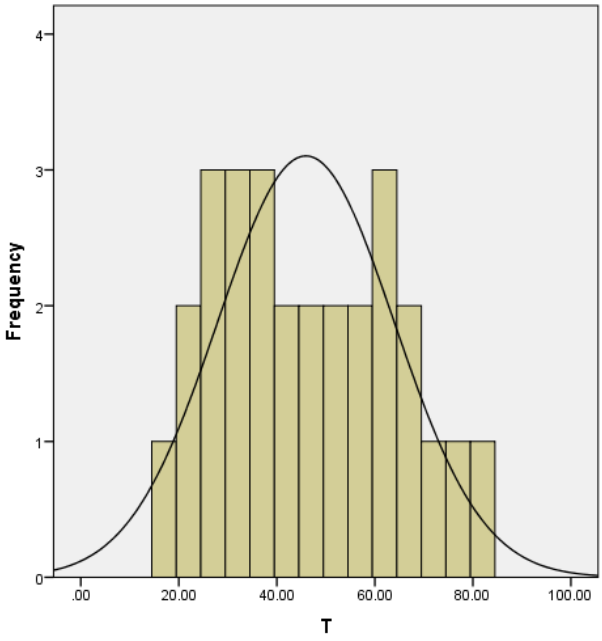
2. ผลการวิเคราะห์ของการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดฉบับ 2 ความถนัดด้านภาษา คะแนนเต็ม 40 คะแนน จากจำนวนข้อสอบ 40 ข้อ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,971 คน ผลดังตารางที่ 51 และภาพที่ 29

ตารางที่ 51 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 2 ความถนัดด้านภาษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนทีปกติ**
13	0.051	17
14	0.127	20
15	0.279	23
16	0.558	25
17	0.913	27
18	1.268	28
19	1.826	30
20	2.816	31
21	4.313	33
22	6.545	35
23	9.259	37
24	12.912	39
25	17.656	41
26	23.491	43
27	30.898	46
28	38.889	48
29	48.047	50
30	57.940	53

ตารางที่ 51 (ต่อ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนทีปกติ**
31	66.540	55
32	74.480	57
33	81.811	60
34	87.544	62
35	91.857	64
36	94.723	67
37	96.601	69
38	98.174	71
39	99.239	75
40	99.822	80
$\overline{X}$ = 29.014		
SD = 4.438		



เกณฑ์	PR	0.05	<11.00	<33.00	<67.00	<99.00	99.8
	T-score	17	<39	<48	<57	<75	80
	Raw-score	13 - 23	24 - 27	28 - 31	32 - 38	39 >	
ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	

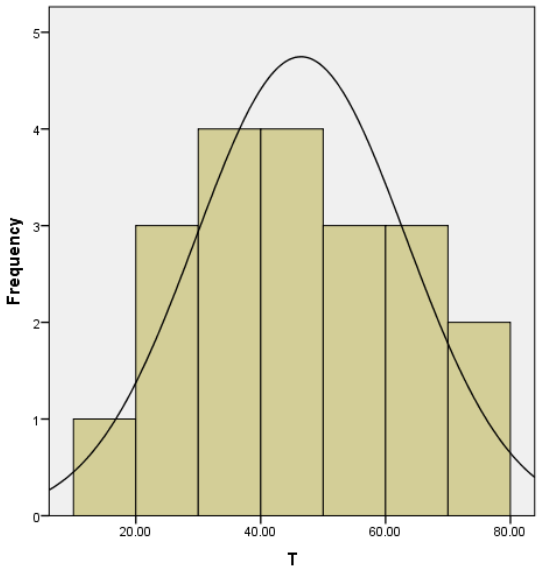
ภาพที่ 29 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านภาษา และการแปลความหมาย

จากตารางที่ 51 ภาพที่ 29 พบว่าคะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ฉบับ 2 ความถนัดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 29.014 คะแนน มีคะแนนดิบ 13 ถึง 39 คะแนน เปอร์เซ็นไทล์ 0.051 ถึง 99.822 และคะแนนที 17 ถึง 80 เกณฑ์ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์เมื่อเทียบคะแนนดิบ คะแนนดิบ ตั้งแต่ 23 ลงมาอยู่ในระดับต่ำมาก ตั้งแต่ 24 ถึง 27 อยู่ในระดับต่ำ ตั้งแต่ 28 ถึง 31 อยู่ในระดับปานกลาง ตั้งแต่ 32 ถึง 38 อยู่ในระดับสูง ตั้งแต่ 39 ขึ้นไปอยู่ในระดับสูงมาก

3. ผลการวิเคราะห์ของการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ คะแนนเต็ม 29 คะแนน จากจำนวนข้อสอบ 29 ข้อ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,971 คน ผลดังตารางที่ 52 และภาพที่ 30

ตารางที่ 52 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 29 คะแนน)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนทีปกติ**
10	0.076	19
11	0.355	24
12	0.888	27
13	1.776	29
14	2.867	31
15	4.871	34
16	8.092	37
17	12.303	39
18	17.707	41
19	24.683	44
20	33.663	46
21	44.318	49
22	55.835	52
23	67.073	55
24	77.473	58
25	86.504	63
26	92.694	65
27	96.169	68
28	98.224	72
29	99.467	76
$\overline{X}$ = 21.250		
SD = 3.483		



เกณฑ์	PR	0.076 <11.00	<33.00	<67.00	<99.00	99.467
	T-score	19 <39	<46	<55	<69	76
	Raw-score	10 - 16	17 - 19	20 - 22	23 - 28	29
ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก

ภาพที่ 30 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านมิติสัมพันธ์ และการแปลความหมาย

จากตารางที่ 52 ภาพที่ 30 พบว่าคะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ฉบับ 3 ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 21.250 คะแนน มีคะแนนดิบ 10 ถึง 29 คะแนน เปอร์เซ็นไทล์ 0.076 ถึง 99.467 และคะแนนที 19 ถึง 76 เกณฑ์ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์เมื่อเทียบคะแนนดิบ คะแนนดิบ ตั้งแต่ 16 ลงมาอยู่ในระดับต่ำมาก ตั้งแต่ 17 ถึง 19 อยู่ในระดับต่ำ ตั้งแต่ 20 ถึง 22 อยู่ในระดับปานกลาง ตั้งแต่ 23 ถึง 28 อยู่ในระดับสูง และคะแนน 29 คะแนน อยู่ในระดับสูงมาก

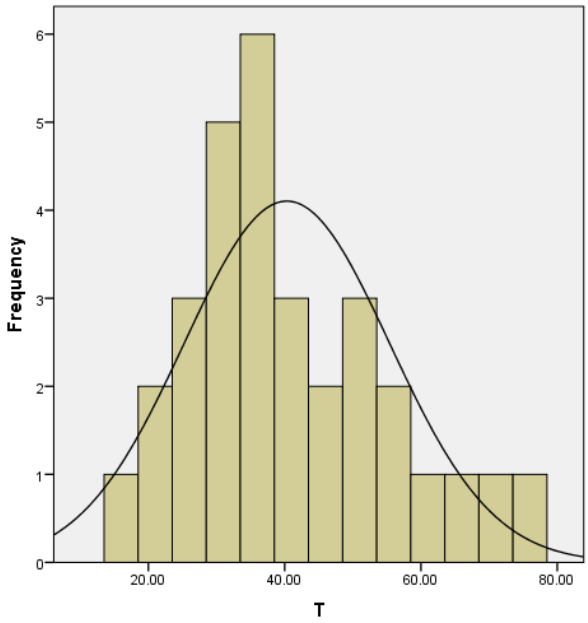
5. ผลการวิเคราะห์ของการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้ คะแนนเต็ม 42 คะแนน จากจำนวนข้อสอบ 42 ข้อ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,971 คน ผลดังตารางที่ 53 และภาพที่ 31

ตารางที่ 53 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 42 คะแนน)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนทีปกติ**
10	0.025	16
13	0.076	19
14	0.178	21
15	0.381	24
16	0.660	26
17	1.015	27
18	1.395	29
19	1.877	30
20	2.486	31
21	3.120	32
22	3.881	33
23	4.693	34
24	5.302	34
25	5.911	35
26	6.748	36
27	7.940	36
28	9.665	36
29	11.618	39
30	15.068	40
31	20.396	42
32	26.763	44
33	34.526	47
34	42.998	49
35	51.649	51
36	60.934	53
37	70.244	56

ตารางที่ 53 (ต่อ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนทีปกติ**
38	78.691	58
39	86.555	62
40	93.024	65
41	97.184	70



เกณฑ์	PR	0.025	<11.00	<33.00	<67.00	<99.00	99.366
	T-score	16	<39	<47	<56	<69	75>
	Raw-score	10 - 28	29 - 32	33 - 36	37 - 41	42	
ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	

ภาพที่ 31 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านการรับรู้ และการแปลความหมาย

จากตารางที่ 53 ภาพที่ 31 พบว่าคะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ฉบับ 4 ความถนัดด้านการรับรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 34.055 คะแนน มีคะแนนดิบ 10 ถึง 42 คะแนน เปอร์เซ็นไทล์ 0.025 ถึง 99.366 และคะแนนที 16 ถึง 75 เกณฑ์ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์เมื่อเทียบคะแนนดิบ คะแนนดิบ ตั้งแต่ 28 ลงมาอยู่ในระดับต่ำมาก ตั้งแต่ 29 ถึง 32 อยู่ในระดับต่ำ ตั้งแต่ 33 ถึง 36 อยู่ในระดับปานกลาง ตั้งแต่ 37 ถึง 41 อยู่ในระดับสูง และคะแนน 42 คะแนน อยู่ในระดับสูงมาก

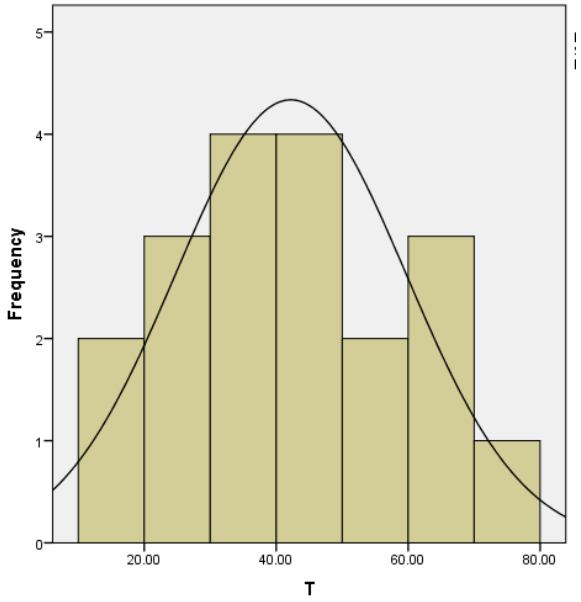
5. ผลการวิเคราะห์ของการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดฉบับ 5 ความคล่องแคล่วในการทักษะช่างคะแนนเต็ม 24 คะแนน จากจำนวนข้อสอบ 24 ข้อ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,971 คน ผลดังตารางที่ 54 และภาพที่ 32

ตารางที่ 54 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 5 ความคล่องแคล่วในการทักษะช่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนทีปกติ**
6	0.025	16
7	0.076	19
8	0.228	22
9	0.558	25
10	1.065	27
11	2.080	30
12	3.754	33
13	6.748	36
14	10.934	38
15	15.525	40
16	21.639	43
17	30.543	46
18	42.288	49
19	56.418	52
20	70.548	56
21	82.953	60
22	91.984	65
23	96.956	69

ตารางที่ 54 (ต่อ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนทีปกติ**
24	99.391	76
$\overline{X}$ = 18.163 SD = 3.018		



เกณฑ์	PR	0.025	<11.00	<33.00	<67.00	<99.00	99.391
	T-score	16	<40	<49	<56	<69	76>
	Raw-score	6 - 14	15 - 17	18 - 19	20 - 22	23 >	
ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	

ภาพที่ 32 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านความคล่องแคล่ว
ในการทักษะช่าง และการแปลความหมาย

จากตารางที่ 54 ภาพที่ 32 พบว่าคะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ฉบับ 5 ความคล่องแคล่วในการทักษะช่างสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 18.163 คะแนน มีคะแนนดิบ6 ถึง 23 คะแนน เปอร์เซ็นไทล์0.025 ถึง 99.391 และคะแนนที16 ถึง 76 เกณฑ์ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์เมื่อเทียบคะแนนดิบ คะแนนดิบ ตั้งแต่ 14 ลงมาอยู่ในระดับต่ำมาก ตั้งแต่ 15 ถึง 17 อยู่ในระดับต่ำ ตั้งแต่ 18 ถึง 19 อยู่ในระดับปานกลาง ตั้งแต่ 20 ถึง 22 อยู่ในระดับสูง ตั้งแต่ 23 ขึ้นไปอยู่ในระดับสูงมาก

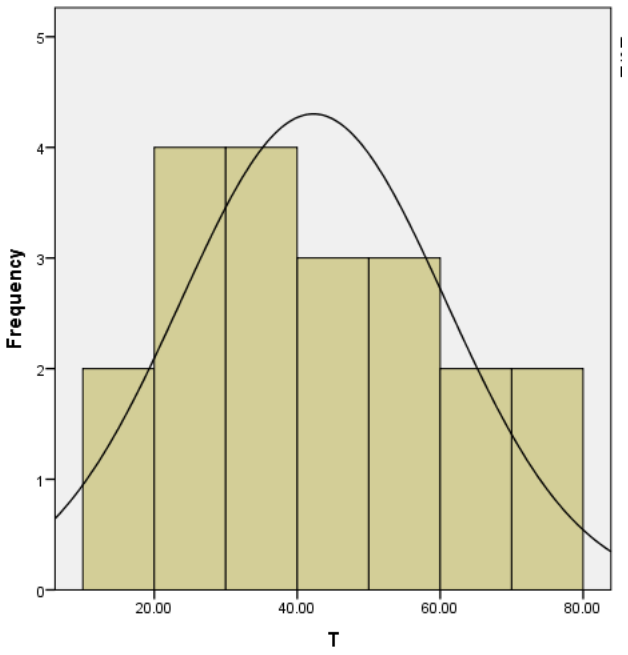
6. ผลการวิเคราะห์ของการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดฉบับ 6 ความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกลคะแนนเต็ม 25 คะแนน จากจำนวนข้อสอบ 25 ข้อ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,971 คน ผลดังตารางที่ 55 และภาพที่ 33

ตารางที่ 55 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 6 ความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนทีปกติ**
5	0.025	16
7	0.076	19
8	0.127	20
9	0.228	22
10	0.431	24
11	1.167	28
12	2.638	31
13	4.668	34
14	7.661	36
15	12.456	39
16	18.798	42
17	27.144	44
18	38.432	48
19	52.334	51
20	66.514	55
21	78.640	58
22	87.976	62

ตารางที่ 55 (ต่อ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนทีปกติ**
23	94.571	67
24	98.326	72
25	99.645	77
$\overline{X}$ = 18.581		
SD = 2.961		



เกณฑ์	PR	0.025	<11.00	<33.00	<67.00	<99.00	99.645
	T-score	16	<39	<48	<58	<77	77>
	Raw-score	5 - 14	15 - 17	18 - 20	21 - 24	25 >	
ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	

ภาพที่ 33 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ด้านความเข้าใจเชิงจักรกลและการแปลความหมาย

จากตารางที่ 55 ภาพที่ 33 พบว่าคะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ฉบับ 6 ความถนัดเชิงจักรกลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 18.163 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.018 มีคะแนนดิบ 5 ถึง 26 คะแนน เปอร์เซ็นไทล์ 0.025 ถึง 99.645 และคะแนนที 16 ถึง 77 เกณฑ์ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์เมื่อเทียบคะแนนดิบ คะแนนดิบ ตั้งแต่ 14 ลงมาอยู่ในระดับต่ำมาก ตั้งแต่ 15 ถึง 17 อยู่ในระดับต่ำ ตั้งแต่ 18 ถึง 20 อยู่ในระดับปานกลาง ตั้งแต่ 21 ถึง 25 อยู่ในระดับสูง ตั้งแต่ 26 ขึ้นไปอยู่ในระดับสูงมาก

7. ผลการวิเคราะห์ของการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนรวม คะแนนเต็ม 199 คะแนน จากจำนวนข้อสอบ 199 ข้อ ทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,971 คน ผลดังตารางที่ 56 และภาพที่ 34

ตารางที่ 56 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(คะแนนเต็ม 199 คะแนน: จำนวนนักเรียน 1,971 คน)

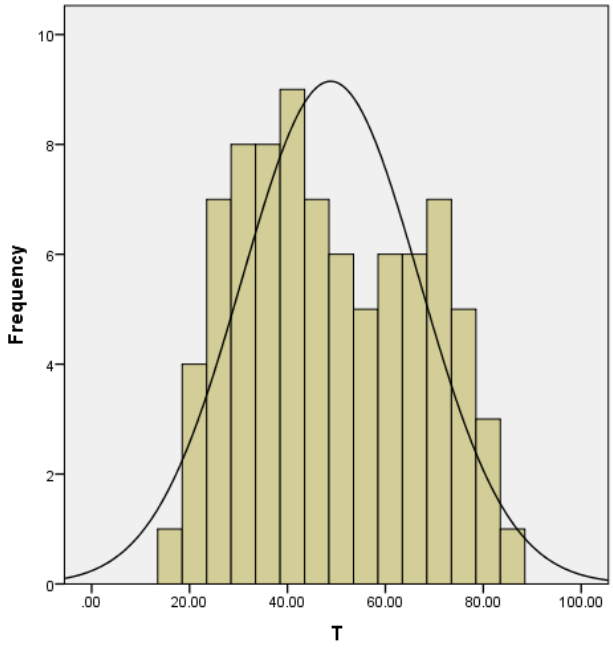
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนทีปกติ**
99	0.025	16
100	0.076	19
101	0.127	20
104	0.178	21
106	0.254	22
108	0.406	24
109	0.558	25
110	0.660	26
111	0.812	26
112	1.015	27
113	1.142	27
114	1.294	28
115	1.522	29
116	1.725	29
117	2.029	30
118	2.410	30

ตารางที่ 56 (ต่อ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนที**
119	2.765	31
120	3.044	32
121	3.450	32
122	4.160	33
123	4.820	34
124	5.378	34
125	5.961	35
126	6.570	35
127	7.407	36
137	20.167	42
138	21.969	43
139	23.846	43
140	26.154	44
141	28.818	45
142	31.355	45
143	34.120	46
144	36.733	47
145	38.838	48
146	41.400	48
147	44.165	49
148	47.184	50
149	50.279	51
150	53.196	51
151	56.266	52
152	59.513	53
153	62.988	54
154	66.286	55
155	69.305	56
156	72.679	57
157	76.002	58
158	78.894	59

ตารางที่ 56 (ต่อ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนนดิบ	**เปอร์เซ็นไทล์**	**คะแนนที**
159	81.735	60
160	83.790	60
161	85.363	61
162	87.240	62
163	89.168	63
164	91.020	64
165	92.593	65
166	93.683	66
167	94.368	66
168	95.180	67
169	95.865	68
170	96.423	69
171	97.032	69
172	97.438	70
173	97.818	71
174	98.224	71
175	98.605	72
176	98.833	73
177	98.960	74
178	99.137	74
179	99.366	75
180	99.543	77
184	99.670	78
185	99.772	79
186	99.848	80
188	99.924	82
190	99.975	86
$\overline{X}$ = 47.631		
SD = 13.452		



เกณฑ์						
	PR	0.025	<11.00	<33.00	<67.00	<99.00	99.975
	T-score	16	<39	<46	<56	<74	86
	Raw-score	99 - 130	131 - 142	143 - 154	155 -177	178 >	
ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก	

ภาพที่ 34 คะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ และการแปลความหมาย

จากตารางที่ 56 ภาพที่ 34 พบว่าคะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 47.631 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13.452 มีคะแนนดิบ 99 ถึง 190 คะแนน เปอร์เซ็นไทล์ 0.025 ถึง 99.975 และคะแนนที 16 ถึง 86 เกณฑ์ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์เมื่อเทียบคะแนนดิบ คะแนนดิบ ตั้งแต่ 130 ลงมาอยู่ในระดับต่ำมาก ตั้งแต่ 131 ถึง 142 อยู่ในระดับต่ำ ตั้งแต่ 143 ถึง 154 อยู่ในระดับปานกลาง ตั้งแต่ 155 ถึง 177 อยู่ในระดับสูงตั้งแต่ 178 ขึ้นไปอยู่ในระดับสูงมาก

ตอนที่ 4 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

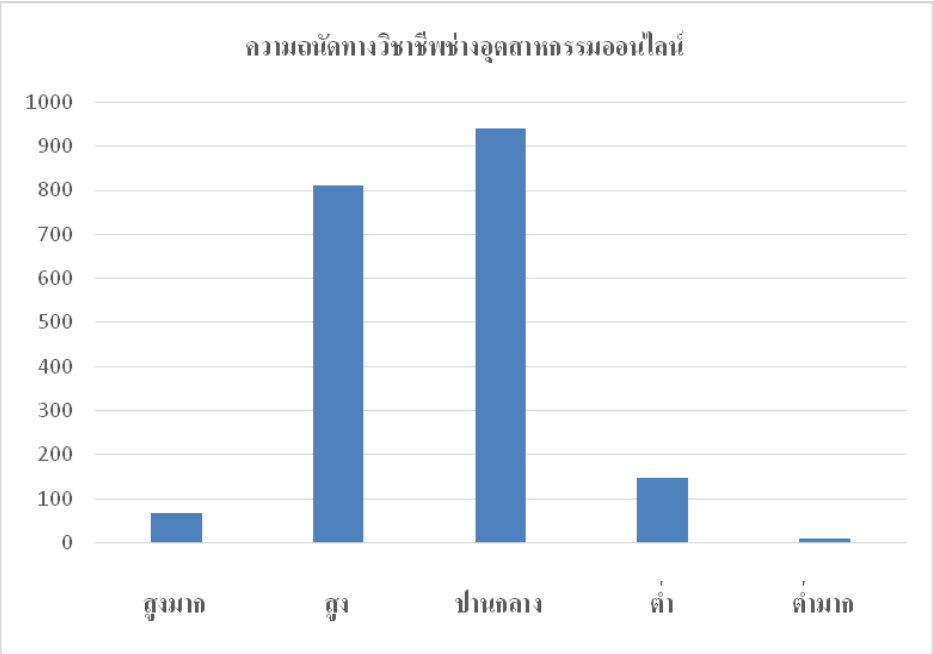
ในการรายงานผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากผลการประเมินนักเรียน จำนวน 1,971 คน โดยนำเสนอ ผลของคะแนนสอบแต่ละแบบวัดทั้ง 6 ฉบับ และผลของคะแนนรวม ตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัด ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลขคะแนนเต็ม 39 คะแนน จากข้อสอบ จำนวน 39 ข้อ มาวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์ระดับประเทศ (National norms) ผลการประเมิน ดังตารางที่ 57

ตารางที่ 57 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัด ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนน	**จำนวนนักเรียน**	**ความถนัดทางวิชาชีพช่าง อุตสาหกรรมออนไลน์**
36-43	66 (3.349%)	สูงมาก
28-35	809 (41.045%)	สูง
20-27	940 (47.692%)	ปานกลาง
12-19	148 (7.509%)	ต่ำ
4-11	8 (0.406%)	ต่ำมาก
$\overline{X}$ = 26.568		
SD = 4.902		

จากตารางที่ 57 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลขเมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับชั้น พบว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.568 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.902 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด จำนวน 940 คน คิดเป็นร้อยละ 47.692 ของนักเรียนทั้งหมด



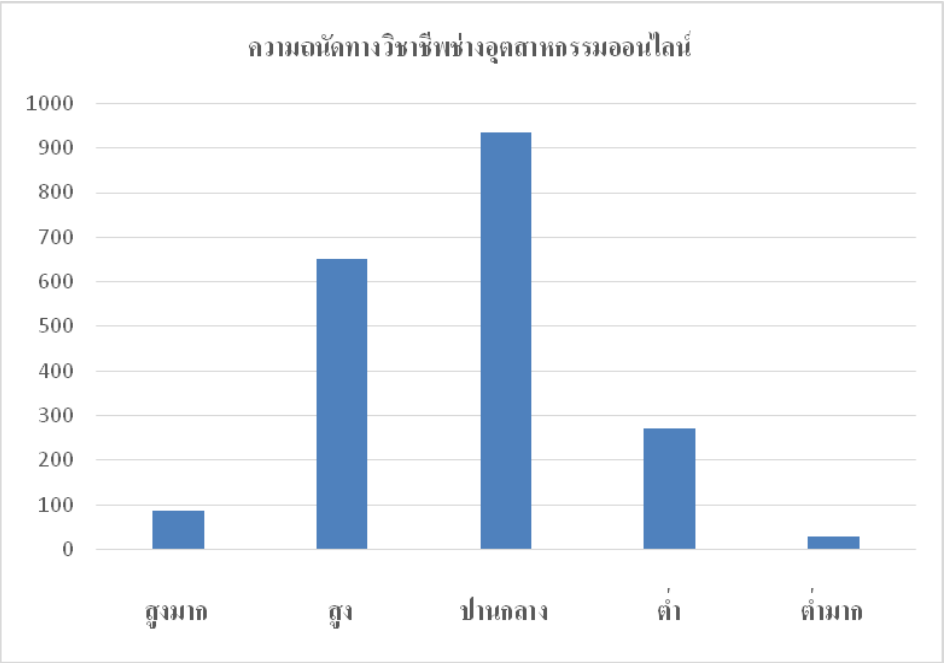
ภาพที่ 35 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข

2. ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัด ฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษาคะแนนเต็ม 40 คะแนน จากข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ มาวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์ระดับประเทศ (National norms) ผลการประเมิน ดังตารางที่ 58

ตารางที่ 58 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัด ฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนน	จำนวนนักเรียน	ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์
37-42	85 (4.313%)	สูงมาก
31-36	652 (33.080%)	สูง
25-30	935 (47.438%)	ปานกลาง
19-24	271 (13.749%)	ต่ำ
13-18	28 (1.421%)	ต่ำมาก
$\overline{X}$ = 26.568		
SD = 4.902		

จากตารางที่ 58 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษาเมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับชั้น พบว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.568 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.902 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด จำนวน 935 คน คิดเป็นร้อยละ 47.438 ของนักเรียนทั้งหมด



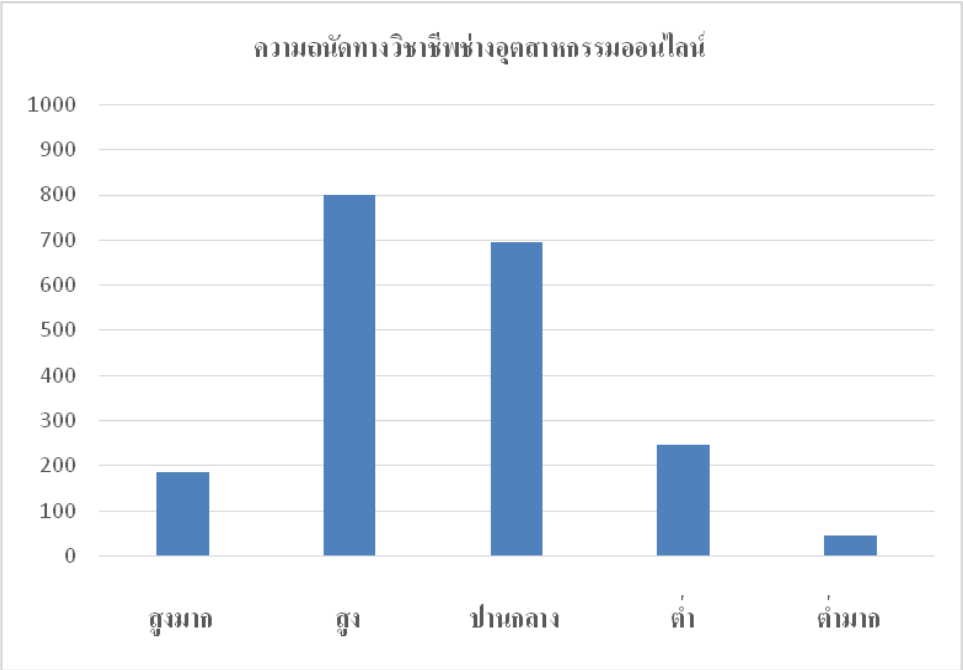
ภาพที่ 36 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 2
วัดความถนัดด้านภาษา

3. ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัดฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์คะแนนเต็ม 29 คะแนน จากข้อสอบ จำนวน 29 ข้อ มาวิเคราะห์ เทียบกับเกณฑ์ระดับประเทศ (National norms) ผลการประเมิน ดังตารางที่ 59

ตารางที่ 59 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัด ฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนน	**จำนวนนักเรียน**	**ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์**
26 - 29	186 (9.437%)	สูงมาก
22 - 25	799 (40.538%)	สูง
18 - 21	695 (35.261%)	ปานกลาง
14 - 17	245 (12.430%)	ต่ำ
10 - 13	46 (2.334%)	ต่ำมาก
$\overline{X}$ = 21.250 SD = 3.483		

จากตารางที่ 59 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับชั้น พบว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.250 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.483 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับสูงมากที่สุด จำนวน 799 คน คิดเป็นร้อยละ 40.538 ของนักเรียนทั้งหมด



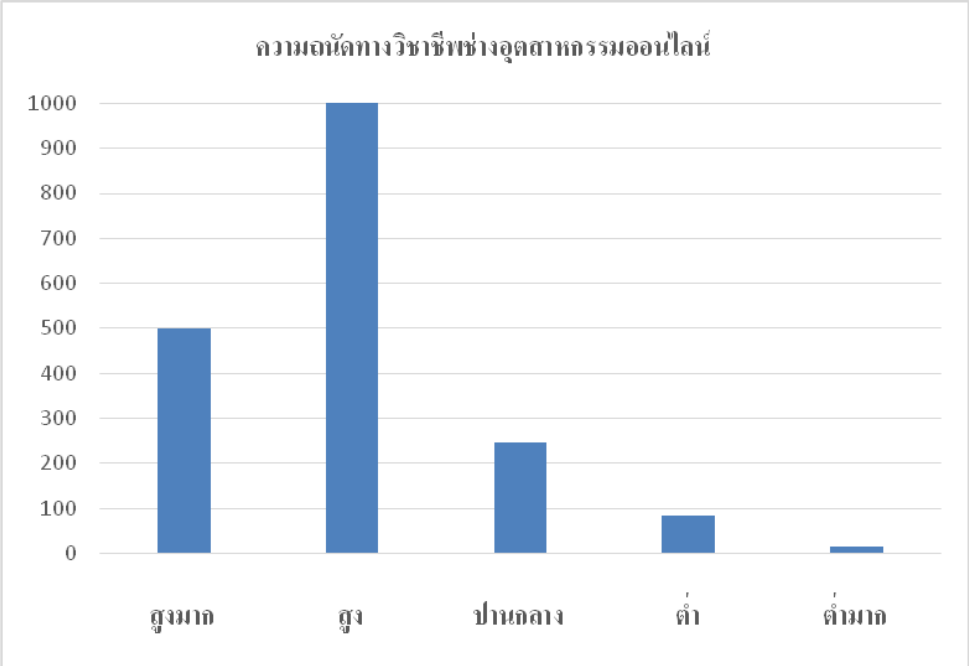
ภาพที่ 37 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 3
วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

4. ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัดฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้คะแนนเต็ม 42 คะแนน จากข้อสอบ จำนวน 42 ข้อ มาวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์ระดับประเทศ (National norms) ผลการประเมิน ดังตารางที่ 60

ตารางที่ 60 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัด ฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนน	**จำนวนนักเรียน**	**ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์**
38-44	499 (25.317%)	สูงมาก
31-37	1126 (57.128%)	สูง
24-30	246 (12.481%)	ปานกลาง
17-23	84 (4.262%)	ต่ำ
10-16	16 (0.812%)	ต่ำมาก
$\bar{X}$ = 34.055		
SD = 4.990		

จากตารางที่ 60 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้เมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับชั้น พบว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 34.055 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.990 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับสูงมากที่สุด จำนวน 1126 คน คิดเป็นร้อยละ 57.128 ของนักเรียนทั้งหมด



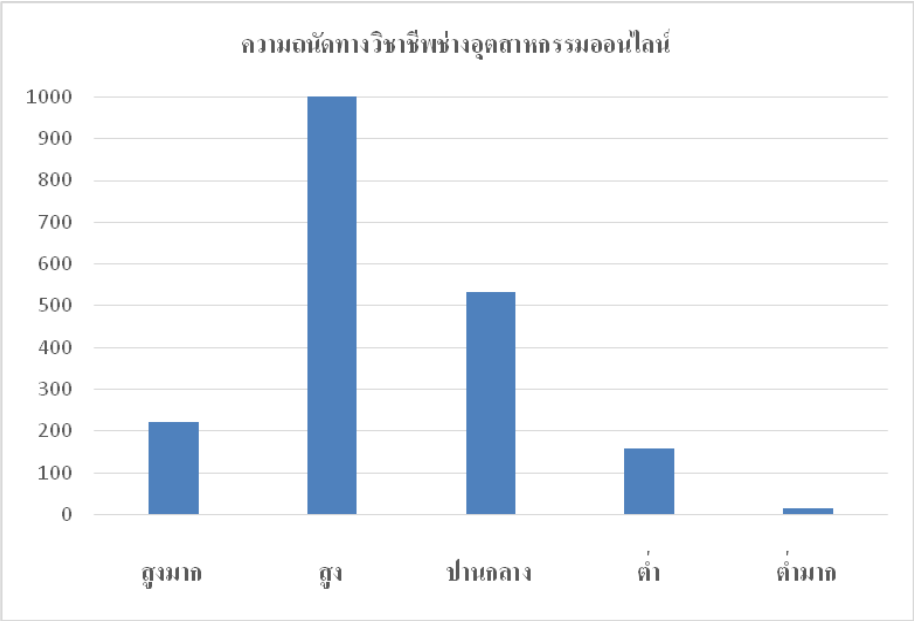
ภาพที่ 38 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้

5. ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัดฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่างคะแนนเต็ม 24 คะแนน จากข้อสอบ จำนวน 24 ข้อ มาวิเคราะห์ เทียบกับเกณฑ์ระดับประเทศ (National norms) ผลการประเมิน ดังตารางที่ 62

ตารางที่ 61 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัด ฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนน	**จำนวนนักเรียน**	**ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์**
22-25	220 (11.162%)	สูงมาก
18-21	1046 (53.070%)	สูง
14-17	532 (26.991%)	ปานกลาง
10-13	158 (8.016%)	ต่ำ
6-9	15 (0.761%)	ต่ำมาก
$\overline{X}$ = 18.163		
SD = 3.018		

จากตารางที่ 61 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่างเมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับชั้นพบว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.163 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.018 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับสูงมากที่สุด จำนวน 1046 คน คิดเป็นร้อยละ 53.070 ของนักเรียนทั้งหมด



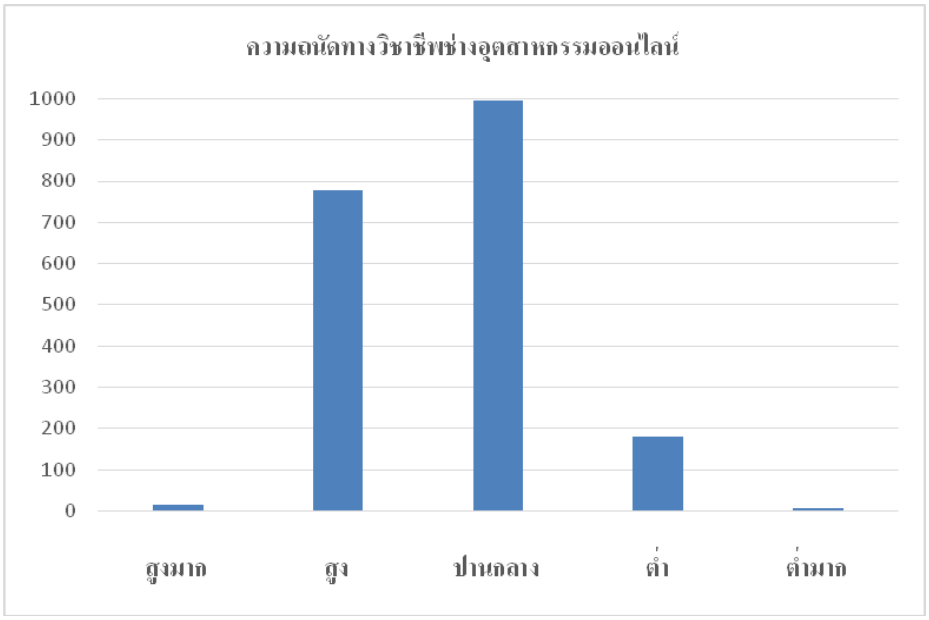
ภาพที่ 39 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 5 วัดความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง

6. ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัดฉบับ 6 วัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกลคะแนนเต็ม 25 คะแนน จากข้อสอบจำนวน 25 ข้อ มาวิเคราะห์ เทียบกับเกณฑ์ระดับประเทศ (National norms) ผลการประเมิน ดังตารางที่ 63

ตารางที่ 62 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนแบบวัด ฉบับ 6 วัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนน	**จำนวนนักเรียน**	**ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์**
25-29	14 (0.710%)	สูงมาก
20-24	776 (39.371%)	สูง
15-19	994 (50.431%)	ปานกลาง
10-14	181 (9.183%)	ต่ำ
5-9	6 (0.304%)	ต่ำมาก
$\overline{X}$ = 18.581 SD = 2.961		

จากตารางที่ 62 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 6 วัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกลเมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับชั้น พบว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.581 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.961 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด จำนวน 994 คน คิดเป็นร้อยละ 50.431 ของนักเรียนทั้งหมด



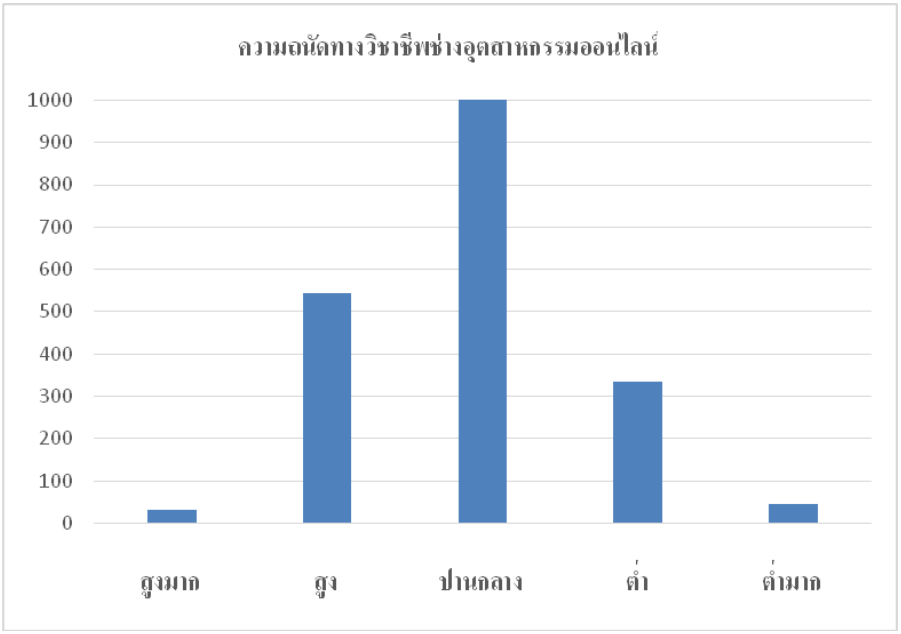
ภาพที่ 40 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ฉบับ 6
วัดความถนัดด้านความเข้าใจเชิงจักรกล

7. ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของคะแนนรวม โดยนำคะแนนรวมจากการทดสอบของนักเรียนทั้ง 6 แบบวัด คะแนนเต็ม 199 คะแนน จากข้อสอบจำนวน 199 ข้อ มาวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์ระดับประเทศ (National norms) ผลการประเมินดังตารางที่ 63

ตารางที่ 63 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ในภาพรวม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
คะแนน	**จำนวนนักเรียน**	**ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์**
175-193	31 (1.573%)	สูงมาก
156-174	544 (27.600%)	สูง
137-155	1018 (51.649%)	ปานกลาง
118-136	334 (16.946%)	ต่ำ
99-117	44 (2.232%)	ต่ำมาก
$\overline{X}$ = 147.631		
SD = 13.452		

จากตารางที่ 63 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนรวมของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมเต็ม 199 คะแนน พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 147.631 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13.452 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด จำนวน 1,018 คน คิดเป็นร้อยละ 51.649 ของนักเรียนทั้งหมด



ภาพที่ 41 ผลการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ในภาพรวม

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 4 ประการคือ ประการแรก เพื่อพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประการที่สอง เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ด้านความตรง ความเที่ยง ประการที่สาม เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติวิสัยระดับประเทศ (National norms) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทั้ง 77 จังหวัด จำนวนนักเรียนทั้งหมด 712,400 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างจากประชากรแบบหลายขั้นตอนโดยสุ่มจังหวัดในแต่ละภาคมา 2 จังหวัด แล้วจึงสุ่มโรงเรียนมาจากจังหวัดที่ได้รับการสุ่ม แล้วสุ่มห้องเรียนเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนที่กำหนด ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 3,562 คน แล้วจึงแบ่งนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่ม 1 มีนักเรียน จำนวน 155 คน เพื่อใช้ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม กลุ่ม 2 มีนักเรียนจำนวน 1,436 คนใช้ตรวจสอบคุณภาพตามทฤษฎีการทดสอบตอบสนองข้อสอบ และกลุ่ม 3 มีนักเรียน จำนวน 1,971 คน ใช้ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง และสร้างเกณฑ์ปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์องค์ประกอบหลักตามแบบวัดมาตรฐานของ Armed services vocational aptitude battery (ASVAB), Differential aptitude test (DAT), Flanagan aptitude classification test (FACT), General aptitude test battery (GATB) Occupational aptitude survey and interest schedule (OASIS) ภายใต้ทฤษฎีของ Thurstone โดยมีโครงสร้างองค์ประกอบหลัก 6 ฉบับ แยกเป็นองค์ประกอบย่อยได้ 15 ฉบับย่อย คือ องค์ประกอบหลักฉบับที่ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข สร้างแบบวัดได้ 3 ฉบับย่อย ประกอบด้วย แบบวัดฉบับย่อย 1 วัดเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ แบบวัดฉบับย่อย 2 วัดการอ่านมาตรเสกล องค์ประกอบหลักฉบับที่ 2 วัดความถนัดด้านภาษา สร้างแบบวัดได้ 3 ฉบับย่อย ประกอบด้วย แบบวัดฉบับย่อย 4 วัดความเข้าใจภาษา แบบวัดฉบับย่อย 5 วัดความสามารถด้านภาษา แบบวัดฉบับย่อย 6 วัดประสิทธิภาพในการใช้ภาษา องค์ประกอบหลักฉบับที่ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ สร้างแบบวัดได้ 2 ฉบับย่อย ประกอบด้วย

แบบวัดฉบับย่อย7 วัดการมองภาพจากการซ่อนภาพและซ้อนภาพ แบบวัดฉบับย่อย 8 วัดการมองภาพจากการหมุนภาพ องค์ประกอบหลักฉบับที่ วัดความถนัดด้านการรับรู้ สร้างแบบวัดได้ 2 ฉบับย่อย ประกอบด้วย แบบวัดฉบับย่อยที่ วัดการพิจารณาตำแหน่งอันตราย แบบวัดฉบับย่อยที่ 10 วัดความสามารถด้านการจำ แบบวัดฉบับย่อยที่ วัดความสามารถด้านการวางแผน องค์ประกอบหลักฉบับที่ 5 วัดความคล่องแคล่วในทักษะช่าง สร้างแบบวัดได้ 2 ฉบับย่อย ประกอบด้วย แบบวัดฉบับย่อย 12 วัดการตัดสินใจแบบวัดฉบับย่อย 13 วัดการคัดลอกแบบ องค์ประกอบหลักฉบับที่ วัดความถนัดเชิงจักรกล สร้างแบบวัดได้ 2 ฉบับย่อย ประกอบด้วย แบบวัดฉบับย่อย 14 วัดความเข้าใจในความสัมพันธ์ของเครื่องกล แบบวัดฉบับย่อย 15 วัดการเลือกใช้เครื่องมือ ลักษณะของแบบวัดแต่ละฉบับสร้างเป็นข้อคำถามปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ ตอบถูก ให้คะแนน 1 ตอบผิดให้คะแนน 0 ในการพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยดำเนินการ 7 ขั้นตอน คือ

1. ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างกรอบแนวคิด และนิยามเชิงปฏิบัติการของการวิจัย

2. สร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยสร้างเป็นตารางแผนงานการประเมินในองค์ประกอบของแบบวัดจำนวน 15 ฉบับย่อย ๆ ละไม่เกิน 20 ข้อ รวมจำนวนข้อสอบทั้งหมด 286 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ เพื่อหาความความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ด้วยวิธีหาค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงตามเนื้อหา (Content validity index: CVI)

3. นำแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ไปทดสอบกับนักเรียนครั้งที่ 1 จำนวน 155 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดในเรื่องของภาษา เวลา คุณภาพรายข้อของแบบวัดแบบอิงกลุ่ม คือหาค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยาก (p) และหาคุณภาพทั้งฉบับ คือ ค่าความเที่ยง (Reliability) ตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (Classical test theory: CTT) เพื่อปรับปรุงข้อคำถามและตัวเลือกและ/ หรือคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ ตามเกณฑ์ $0.20 \leq p \leq 0.80$ และ $0.20 \leq r \leq 1.00$

4. นำแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ ไปทดสอบกับนักเรียนครั้งที่ 2 จำนวน 1,436 คน เพื่อตรวจคุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) โมเดล 2 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก (a) และค่าความสามารถ (b) ด้วยโปรแกรม BILOG MG version 3.0 และตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสาม (Third order confirmatory factor analysis)

ด้วยโปรแกรม LISREL version 8.72 และตรวจสอบความเที่ยงตามตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด ด้วยโปรแกรม GENOVA

5. นำแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาพัฒนาเป็นแบบวัดในระบบออนไลน์ โดยออกแบบฐานข้อมูล พัฒนาระบบงานโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป PHP ในการสร้างระบบ โดยใช้ภาษา PHP และภาษา HTML แล้วจัดเก็บโปรแกรม Microsoft excel แล้วทำการทดสอบระบบจนเป็นที่มั่นใจว่าระบบใช้ได้ จึงนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

6. นำแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ที่พัฒนาในระแบบออนไลน์ ไปให้นักเรียนทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 1,971 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน อันดับ 3 (Confirmatory third order factor analysis) ด้วยโปแกรม LISREL version 8.72 วิเคราะห์ความเที่ยงด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน (G-coefficient) ตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือ ด้วยโปรแกรม GENOVA และสร้างเกณฑ์ปกติวิสัยระดับประเทศ

7. เขียนคู่มือการใช้แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยส่วนของการดำเนินการสอบ และส่วนของการแปลความหมายของคะแนน

สรุปผลการวิจัย

ในการสรุปผลการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 4 ตอน คือ 1) ผลการสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระบบออนไลน์ 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 3) ผลของการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 4) ผลของการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายละเอียดของแต่ละตอน มีดังนี้

1. ผลการสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระบบออนไลน์ สร้างขึ้นตามแบบวัดมาตรฐานของ Armed services vocational aptitude battery (ASVAB), Differential aptitude test (DAT), Flanagan aptitude classification test (FACT), General aptitude test battery (GATB) Occupational aptitude survey and interest schedule (OASIS) ภายใต้ทฤษฎีของ Thurstone ได้องค์ประกอบหลัก 6 องค์ประกอบ และแบ่งย่อยลงมาเป็น 15 องค์ประกอบย่อย นำมาสร้างเป็นแบบวัด 6 ฉบับตามองค์ประกอบหลัก

แต่ละฉบับสร้างเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามองค์ประกอบย่อย ฉบับละไม่เกิน 20 ข้อ รวม 286 ข้อ โดยมีผลการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1.1 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา ใช้ผู้เชี่ยวชาญทางจิตวิทยาการศึกษา และการวัดผลการศึกษาตรวจสอบ จำนวน 6 คน ได้ค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทั้งฉบับ (Content validity: CVI) ตั้งแต่ 0.989 ถึง 0.992 มีข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 286 ข้อ

1.2 ค่าความยาก และอำนาจจำแนก ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.90 ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 225 ข้อ

1.3 ค่าความเที่ยง คำนวณโดย วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR -20) ได้ค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.746 ถึง 0.864 โดยแบบวัดด้านตัวเลขมีความเที่ยงสูงสุด เท่ากับ 0.864 และแบบวัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง มีความเที่ยงต่ำสุด เท่ากับ 0.746

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 โดยนำแบบวัดทั้ง6 ฉบับ จำนวน225 ข้อไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง1,436 คน แล้วนำมาวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

2.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดตามทฤษฎีทดสอบการตอบสนองข้อสอบ (IRT) 2 พารามิเตอร์ พบว่า ข้อสอบทั้ง 225 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.31 ถึง 1.962 ค่าความยาก อยู่ระหว่าง -2.00 ถึง 2.00 ข้อสอบที่คุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 199 ข้อ ดังนี้

ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข จำนวน 39 ข้อ

ฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา จำนวน 40 ข้อ

ฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 29 ข้อ

ฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้ จำนวน 42 ข้อ

ฉบับ 5 วัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง จำนวน 24 ข้อ

ฉบับ 6 วัดความถนัดเชิงจักรกล จำนวน 25 ข้อ

2.2 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงพยากรณ์ คำนวณโดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบจากแบบวัดแต่ละฉบับ กับค่าคะแนนผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) ของนักเรียนที่เข้าสอบ โดยนำแบบทดสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ของพารามิเตอร์ a และพารามิเตอร์ b จำนวน 199 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้น ปวช. 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 แผนกวิชา ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ แผนกละ 1 ห้อง แล้วนำคะแนนสอบจากแบบวัดแต่ละฉบับ มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับค่าคะแนนผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) ของแต่ละคน เมื่อสิ้นภาคเรียน ได้ค่าสหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.428 ถึง 0.511 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ โดยแบบวัดความถนัดด้านการรับรู้ มีค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ0.511 และแบบวัดความถนัดด้านตัวเลข มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุด เท่ากับ 0.428 และคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุ (Multiple regression) ตามวิธี Enter เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ จากการวิเคราะห์ พบว่า ตัวแปรอิสระสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปตามได้ 2.5% และเมื่อพิจารณาตัวแปร แต่ละด้าน พบว่าตัวแปรด้านตัวเลข ด้านภาษา และด้านมิติสัมพันธ์ สามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนตัวแปรที่เหลือสามารถสามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีสามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ ดังนี้

รูปคะแนนดิบ

$$Y = .454 + .027NA + .022VA + .031SA + .022PA + .032D + .025MC$$

รูปคะแนนมาตรฐาน

$$Zy = .209NA + .186VA + .231SA + .187PA + .171D + .148MC$$

2.3 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดยการนำแบบวัด 6 ฉบับ มาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสาม (Third order confirmatory factor analysis) โดยดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับแรก คัดเลือกข้อสอบที่มีผลการทดสอบที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าที เป็นบวก ($t > 0, p < .05$) พบว่าข้อสอบในแบบวัดทั้ง 6 ฉบับ เมื่อคัดเลือกจำนวนข้อสอบจาก 225 ข้อ พบว่านัยสำคัญทางสถิติ 199 ข้อ นำข้อสอบที่เหลือ จำนวน 199 ข้อทำการทดสอบองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง พบว่า โมเดลองค์ประกอบทุกองค์ประกอบ ของแบบวัดทั้ง 6 ฉบับ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงสรุปได้ว่าแบบวัดทั้ง 6 ฉบับ วัดได้ตรงตามโครงสร้างของทฤษฎี โดยมีค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 36543.06 ($p = .000$; $df = 19281$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit index: GFI) เท่ากับ 0.97 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted goodness of fit index: AGFI) เท่ากับ 0.95 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (Comparative fit index: CFI) เท่ากับ 0.95 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root mean square error of approximation: RMSEA) เท่ากับ 0.026

2.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความเที่ยง (Reliability) วิเคราะห์ข้อมูลภายใต้กรอบทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability theory: G-Theory) ด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง (G-Coefficient) พบว่า สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม โดยภาพรวม มีค่าเท่ากับ 0.938 เมื่อพิจารณา

เป็นรายแบบวัด ตั้งแต่แบบวัดฉบับ 1-6 มีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง เท่ากับ 0.718, 0.714, 0.661, 0.896, 0.634 และ 0.628 ตามลำดับ

3. ผลของการสร้างเกณฑ์ปกติวิสัยระดับประเทศ (National norms) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติของคะแนนรวม และคะแนนของแบบวัดรายฉบับ โดยนำคะแนนดิบที่ได้จากการทดสอบกับนักเรียน 1,971 คน มาแปลงเป็นคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile rank: Pr) และคะแนนทีปกติ (Normalized T-score) แปลค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ ตามค่าเปอร์เซ็นไทล์ คือ

$Pr < 11$	ความถนัดอยู่ในระดับต่ำมาก
$11 \leq Pr < 33$	ความถนัดในระดับต่ำ
$33 \leq Pr < 67$	ความถนัดในระดับปานกลาง
$67 \leq Pr < 99$	ความถนัดในระดับสูง
$Pr \geq 99$	ความถนัดในระดับสูงมาก

4. ผลของการสร้างเกณฑ์คะแนนปกติ ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า และช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีเปอร์เซ็นไทล์ของคะแนนรวม มีค่าตั้งแต่ 0.025-99.975 คะแนนทีปกติตั้งแต่ 16-86 แยกเป็นรายฉบับได้ ดังนี้

ฉบับ 1 เปอร์เซ็นไทล์ มีค่าตั้งแต่ 0.025-99.797 คะแนนทีปกติ ตั้งแต่ 16-79
ฉบับ 2 เปอร์เซ็นไทล์ มีค่าตั้งแต่ 0.051-99.882 คะแนนทีปกติ ตั้งแต่ 17-80
ฉบับ 3 เปอร์เซ็นไทล์ มีค่าตั้งแต่ 0.076-99.467 คะแนนทีปกติ ตั้งแต่ 19-76
ฉบับ 4 เปอร์เซ็นไทล์ มีค่าตั้งแต่ 0.025-99.366 คะแนนทีปกติ ตั้งแต่ 16-75
ฉบับ 5 เปอร์เซ็นไทล์ มีค่าตั้งแต่ 0.025-99.391 คะแนนทีปกติ ตั้งแต่ 16-76
ฉบับ 6 เปอร์เซ็นไทล์ มีค่าตั้งแต่ 0.025-99.645 คะแนนทีปกติ ตั้งแต่ 16-77

5. ผลของการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้าและช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ของนักเรียน 1,971 คน มีคะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมเมื่อเทียบกับเกณฑ์ปกติตามค่าเปอร์เซ็นไทล์ พบว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 147.631 ของคะแนนเต็ม 199 คะแนน นักเรียนส่วนใหญ่มีความถนัดอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด จำนวน 1,081 คน คิดเป็นร้อยละ 51.649 ของนักเรียนทั้งหมด

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างและพัฒนาขึ้นตามแบบวัดมาตรฐานของ Armed services vocational aptitude battery (ASVAB), Differential aptitude test (DAT), Flanagan aptitude classification test (FACT), General aptitude test battery (GATB) Occupational aptitude survey and interest schedule (OASIS) ภายใต้ทฤษฎีของ Thurstone จำนวน 6 ฉบับโดยพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทดสอบในระบบออนไลน์ทางอินเตอร์เน็ต เพื่อให้เป็นแบบวัดที่วัดได้ครอบคลุมความถนัดของนักเรียนในทุกองค์ประกอบ ดำเนินการสร้างตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม(Classical test theories) และพัฒนาคุณภาพแบบวัดตามกรอบทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (Modern test theories) เพื่อให้ได้แบบวัดความความถนัดที่มีคุณภาพสูง มีประเด็นที่น่าสนใจนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการสร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระบบออนไลน์ ประเด็นอภิปราย มีดังนี้

1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) เนื่องจากแบบวัดสร้างขึ้น ตามทฤษฎีของความถนัด ที่ถือว่าความถนัดเป็นความสามารถของแต่ละบุคคลที่เกิดจากการฝึกฝนทักษะ ไม่ยึดเนื้อหาจากการเรียนรู้ในชั้นเรียน (Content free) การตรวจสอบจึงเป็นการตรวจสอบเนื้อหาตามนิยามของทฤษฎีที่ศึกษา จึงใช้วิธีคำนวณค่าดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดเป็นรายฉบับ (Content validity index: CVI) มีค่าดัชนีความตรง ตั้งแต่ 0.989 ถึง 0.992 สอดคล้องกับ Schipper (1975) เสนอค่าวิกฤตจากการคำนวณ อัตราส่วนของความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity ratio: CVR) (Cohen, Swerdlik & Phillip, 1995) จากคณะกรรมการประเมินเนื้อหา 6 ท่าน ค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ เท่ากับ 0.99 ดังนั้นแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมทั้ง 6 ฉบับนั้น เชื่อได้ว่าสามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมเนื้อหาตามนิยามของทฤษฎีที่ศึกษา

1.2 ความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมเป็นการคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบอีกชั้นเพื่อให้ข้อสอบที่ได้มีคุณภาพ มีค่าความยากที่เหมาะสมและสามารถจำแนก นักเรียนที่มีระดับความถนัดที่กันแตกต่างได้อย่างถูกต้อง โดยใช้เกณฑ์ในการเลือกข้อสอบทีมีค่าความยาก 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, หน้า 225-227) ทำให้ได้ข้อสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 225 ข้อ มีค่าความยาก 0.20-0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก 0.20-0.90 จากแบบวัด 6 ฉบับ แยกข้อสอบที่มีความยากในระดับต่าง ๆ แต่ละฉบับเป็น ดังนี้ 1) แบบวัดความถนัดด้านตัวเลขมี จำนวน 45 ข้อ และมีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความยากระดับปานกลาง

จำนวน 10 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 22.22 ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างยากถึงยาก จำนวน 9 ข้อ เป็นข้อสอบที่คิดเป็นร้อยละ 20 และอยู่ในเกณฑ์ที่ง่ายถึงง่ายมาก จำนวน 26 คิดเป็นร้อยละ 57.77 2) แบบวัดความถนัดด้านภาษา มีจำนวน 45 ข้อ และมีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความยากระดับปานกลาง จำนวน 8 ข้อ คิดเป็นร้อยละ17.77 ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างยากถึงยาก จำนวน16 ข้อ เป็นข้อสอบที่คิดเป็นร้อยละ 35.56 และอยู่ในเกณฑ์ที่ง่ายถึงง่ายมาก จำนวน 21 คิดเป็นร้อยละ 46.67 3) แบบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีจำนวน 30 ข้อ และมีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความยากระดับปานกลาง จำนวน 2 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 6.67 ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างยากถึงยาก จำนวน 1 ข้อ เป็นข้อสอบที่ คิดเป็นร้อยละ 3.33 และอยู่ในเกณฑ์ที่ง่ายถึงง่ายมาก จำนวน 27 คิดเป็นร้อยละ 90 4) แบบวัดความถนัดด้านการรับรู้ มีจำนวน 45 ข้อ และมีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความยากระดับปานกลาง จำนวน 6 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 13.33 ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างยากถึงยาก จำนวน 9 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 20 และอยู่ในเกณฑ์ที่ง่ายถึงง่ายมาก จำนวน 30 คิดเป็นร้อยละ 66.67 5) แบบวัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง มีจำนวน 30 ข้อ และมีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความยากระดับปานกลาง จำนวน 4 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 13.33 ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างยากถึงยาก จำนวน 5 ข้อ เป็นข้อสอบที่คิดเป็นร้อยละ 16.67 และอยู่ในเกณฑ์ที่ง่ายถึงง่ายมาก จำนวน 21 คิดเป็นร้อยละ 70 6) แบบวัดความถนัดเชิงจักรกล มีจำนวน 30 ข้อ และมีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความยากระดับ ปานกลางจำนวน 7 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 23.33 ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างยากถึงยาก จำนวน 11 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 36.67 และอยู่ในเกณฑ์ที่ง่ายถึงง่ายมาก จำนวน 12 คิดเป็นร้อยละ 40 จะเห็นว่าข้อสอบ แต่ละฉบับมีค่าความยากอยู่ในระดับง่ายถึงง่ายมาก เมื่อพิจารณาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.68 แสดงว่าแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถจำแนกความถนัดของนักเรียนได้สูงสุดในระระดับดี เป็นบางข้อ และมีข้อสอบบางข้อที่จำแนกความถนัดของนักเรียนได้ในระดับที่ต่ำ ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากการไม่ตั้งใจทำข้อสอบของนักเรียนที่เข้าสอบ เพราะผู้เข้าสอบไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับคะแนนที่ได้ ค่าดัชนีอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง จะส่งผลให้เกิดความตรงเชิงสภาพสูงตามไปด้วย สอดคล้องกับพวงรัตน์ ทวีทรัพย์ และงานวิจัยของ เอกตระการณ์ ซื่อไกรกุลธวัช (2552) ที่สร้างชุดแบบทดสอบวัดความถนัดทางช่างยนต์และ สาคร เกตุประทุม (2550) ที่สร้างและหาคุณภาพของชุดสอบวัดความถนัดช่างยนต์และเปรียบเทียบความถนัดของผู้เข้ารับการทดสอบ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและ จันทรา ประเสริฐสกุล (2542) ที่สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางช่างอุตสาหกรรม โดยยึดหลักทฤษฎีระดับชั้นของกลุ่มองค์ประกอบจากแนวคิดของเบริ์นและเวอน์นอน และทวีป ลออวิไล (2537) ที่สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ในสังกัดอาชีวศึกษา ที่ใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก และอำนาจจำแนก ที่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ ของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

1.3 ค่าความเที่ยงของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คำนวณโดยหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง KR-20 ของแบบวัดทั้ง 6 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.746 ถึง 0.864 เป็นไปตามความเห็นของ Nunnally (1994, p. 265) ที่เสนอว่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบวัดควรสูงกว่า 0.70 ในกรณีที่การใช้ผลจากแบบวัดในการตัดสินใจที่ไม่สำคัญนักยังสามารถเปลี่ยนแปลงผลได้อีก ซึ่งก็สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุไรพร ตรังปราการ (2548) สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางอาชีพตามแนวของ OASIS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีสัมประสิทธิ์ความเที่ยง KR-20 แต่ละฉบับตั้งแต่ 0.839 ถึง 0.932

1.4 ค่าความตรงเชิงพยากรณ์ ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คำนวณโดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบจากแบบวัดแต่ละฉบับ กับค่าคะแนนผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) ของนักเรียนชั้น ปวช .1 ที่ทำแบบทดสอบ จำนวน 4 ห้อง ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบวัดแต่ละฉบับ ตั้งแต่ 0.428 ถึง 0.511 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบวัดนี้สามารถวัดได้ตรงตามสภาพของความสามารถของผู้ตอบข้อสอบ (ต่าย เซี่ยงฉี, 2526, พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538 และบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547) ถึงแม้ระดับความสัมพันธ์ที่คำนวณได้อยู่ในระดับปานกลาง(ความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 0.60) เนื่องจากแบบวัดที่สร้างเป็นลักษณะของการมุ่งวัดความถนัดตามทฤษฎี ไม่ได้ยึดเนื้อหาการเรียนรู้ตามบทเรียนในหลักสูตรการศึกษาเหมือนกับผลการเรียน

2. ผลการพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประเด็นอภิปราย มีดังนี้

2.1 ค่าอำนาจจำแนก (a) และค่าความยาก (b) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.201 ถึง 1.962 และค่าความยาก ตั้งแต่ -3.838 ถึง 5.069 โดยการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.31 ขึ้นไป (Crocker & Algina, 1986, pp. 350 -351) และค่าความยากอยู่ระหว่าง -0.2 ถึง 0.2 (Hambleton, Swaminathan & Rogers, 1991) ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 199 ข้อ ทั้งนี้ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดตามทฤษฎีการทดสอบตอบสนองข้อสอบเป็นการพัฒนาแบบวัดเพื่อแก้จุดอ่อนของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ที่มีข้อจำกัดตามข้อตกลงเบื้องต้นที่มีข้อจำกัดของฐานความเชื่อเกี่ยวกับคะแนนความคลาดเคลื่อน

และค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีลักษณะเฉพาะขึ้นอยู่กับกลุ่มของผู้ตอบ ในขณะที่ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบได้แก้ไขข้อตกลง ให้มีลักษณะทั่วไป มีความสมจริงเป็นที่ยอมรับได้มากขึ้น พร้อมทั้งขยายแนวคิดของการสอบให้คลอบคลุมสถานการณ์การสอบ และให้ผลที่ถูกต้องเกิดประโยชน์กว้างขวางและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550, หน้า 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุไรพร ตรังปราการ (2548) ที่พัฒนาแบบวัดความถนัดทางอาชีพตามแนว OASIS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้การวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและสถิตย์ ประสิทธากรณ์(2555) ที่พัฒนาแบบวัดความสามารถทางปัญญา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ที่ใช้การวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.130 ถึง 5.781 ค่าความยาก ตั้งแต่ -1.669 ถึง 6.065 และคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.31 ขึ้นไป (Crocker & Algina, 1986, pp. 350-351) ค่าความยากอยู่ระหว่าง -0.2 ถึง 0.2 (Hambleton, Swaminathan & Rogers, 1991) ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 117 ข้อ

2.2 การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสาม (Third order confirmatory factor analysis) พบว่า โมเดลความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีค่าไค-สแควร์ ($\chi^{2)}$ เท่ากับ 36543.06 (p = .000; df = 19281) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน(Goodness of fit index: GFI) เท่ากับ 0.97 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted goodness of fit index: AGFI) เท่ากับ 0.95 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (Comparative fit index: CFI) เท่ากับ 0.95 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root mean square error of approximation: RMSEA) เท่ากับ 0.026 ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอของ ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์(2541, หน้า 34-35); สุภมาศ อังศุโชติ และคณะ (2551, หน้า 21-25) ที่แนะนำให้ให้พิจารณาค่าดัชนีหลาย ๆ ค่าประกอบกัน เช่น ค่าไค-สแควร์ ($\chi^{2)}$ ไม่ควรมีนัยสำคัญ แต่หากพบมีนัยสำคัญซึ่งอาจเป็นไปได้เนื่องจาก ไค-สแควร์ ขึ้นอยู่กับขนาดกลุ่มตัวอย่าง ค่าไค-สแควสัมพัทธ์ (($\chi^{2/}$ df) ควรมีค่าน้อยกว่า 2.0 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit index: GFI) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted goodness of fit index: AGFI) และค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (Comparative fit index: CFI) ที่ยอมรับได้ควรมีค่ามากกว่า 0.90 หากมีค่าเข้าใกล้ 1.0 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มาก ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root mean square error of approximation: RMSEA) มีค่าเข้าใกล้ 0.05 แสดงว่าโมเดล

มีความสอดคล้องมาก และค่าดัชนีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่คลาดเคลื่อนไปจากโมเดลทางทฤษฎี (Root mean square error of approximation: RMR) ของโมเดลที่ดีควรมีค่าเข้าใกล้ 0 จากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่า แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้น มีความตรงเชิงโครงสร้าง เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของข้อสอบแต่ละข้อ พบว่าเป็นบวกทั้งหมด และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกข้อ ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง จึงได้ทำการตัดออกจากแบบวัดก่อนจะวิเคราะห์ต่อในอันดับ สอง และสามจึงเหลือข้อสอบจากการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง จำนวน 199 ข้อ

เมื่อพิจารณาน้ำหนักขององค์ประกอบ เชิงยืนยันอันดับสามทั้ง 6 องค์ประกอบ มีค่าตั้งแต่ 0.072 ถึง 0.93 โดยมีน้ำหนักองค์ประกอบของแบบวัดจำนวน 5 ฉบับที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ น้ำหนักองค์ประกอบด้านตัวเลข เท่ากับ 0.16 น้ำหนักองค์ประกอบด้านภาษา เท่ากับ 0.78 น้ำหนักองค์ประกอบด้านการรับรู้เท่ากับ 0.77 น้ำหนักองค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในทางช่างเท่ากับ 0.86 และน้ำหนักองค์ประกอบด้านจักรกล เท่ากับ 0.93 ส่วนน้ำหนักองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.072 และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจาก แบบวัดที่สร้างขึ้นมุ่งวัดตามทฤษฎีความถนัดมากกว่าเนื้อหาการเรียนรู้ตามหลักสูตร และเป็นแบบวัดประเภทจินตนาการในมิติต่าง ๆ ที่นักเรียนไม่ค่อยพบบ่อยนัก และไม่ใช่แบบวัดที่นักเรียนได้ทำบ่อย ๆ จากการเรียนในชั้นเรียน จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำกว่าแบบวัดด้านอื่น ๆ และไม่มีนัยสำคัญสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ชวาล แพรัตกุล (2535 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541, หน้า 16) ที่กล่าวว่า ความถนัดไม่หมายถึงความรู้ แต่เป็นพลังความสามารถชนิดพิเศษของจิต ซึ่งใช้หลักการจินตนาการในการนำความรู้จากหน่วยย่อย ๆ มาผสมผสาน จัดระเบียบให้เกิดแนวคิดหรือโครงสร้างผิดไปจากเดิม สามารถนำไปแก้ปัญหาใหม่ ๆ ได้ และอีกประการหนึ่งอาจมีสาเหตุมาจาก นักเรียนไม่ตั้งใจตอบข้อสอบดังกล่าว เนื่องจากผู้สอบไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับคะแนนที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะข้อสอบที่ต้องใช้การจินตนาการ แต่เมื่อตรวจสอบน้ำหนักองค์ประกอบของแบบวัดทั้ง 6 ฉบับ มีค่าเป็นบวก แสดงให้เห็นว่าแบบวัดทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับคะแนน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฏฐ์ฐนัฐ เฉลิมสุข (2550, หน้า 79-80) เพลินจิตร อุ่นเสรี (2550, บทคัดย่อ) และสุชาติ ใจสถาน (2553, หน้า 120) ที่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง พบว่าน้ำหนักขององค์ประกอบแบบวัดที่สร้างมีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันในเชิงบวก กับคะแนน

2.3 ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความถนัดทางวิชาวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดำเนินการภายใต้กรอบทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือผลของการวัด (Generalizability theory: G-Theory) โดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ด้วยการสุ่มการตอบข้อสอบของนักเรียน จำนวน 1,436 คน พบว่า สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง ของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาพรวม199 ข้อ มีค่าเท่ากับ 0.938 และเมื่อพิจารณาเป็นรายฉบับ ของแบบวัดทั้ง6 ฉบับ มีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ เท่ากับ 0.718, 0.714, 0.661, 0.896, 0.634 และ 0.628 ตามลำดับ จะเห็นว่าแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้พัฒนาขึ้น มีคุณภาพด้านความเที่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้จำนวน3 ฉบับ คือฉบับที่1 ฉบับที่ 2 และฉบับที่4 สำหรับแบบวัดความถนัดฉบับที่ 3 ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6 มีคุณภาพด้านความเที่ยงอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ0.70 ขึ้นไป Crocker and Algina (1989 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544, หน้า 60-65) กล่าวว่า สัมประสิทธิ์ความเที่ยงจะสูงหรือต่ำ ขึ้นอยู่กับความเป็นเอกพันธ์ของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล ถ้ากลุ่มผู้ให้ข้อมูลมีลักษณะใกล้เคียงกัน เมื่อนำคะแนนมาคำนวณค่าสัมประสิทธ์ความเที่ยงที่ได้จะมีค่าที่ต่ำกว่ากลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่มีลักษณะหลากหลายคละกัน (วิวิธพันธ์) แสดงให้เห็นว่าค่าความเที่ยงที่หาได้จากแบบวัดครั้งนี้ น่าจะมีสาเหตุมาจากกลุ่มที่ตอบมีลักษณะใกล้เคียง แต่เมื่อพิจารณาผลการศึกษาในขั้นตัดสินใจ (D-Study) พบว่าเมื่อข้อคำถามมากขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงจะสูงขึ้นตามไปด้วย แสดงว่า ข้อคำถามในแบบวัดความถนัดในฉบับดังกล่าวมีจำนวนข้อคำถามน้อยเกินไป จึงมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบวัดฉบับดังกล่าวต่ำกว่าเกณฑ์ สอดคล้องกับ (อาธร สุทธาศาสน์, 2527, หน้า 97-98; Kerlinger, 1986, p. 415) กล่าวว่า แนวปฏิบัติเบื้องต้นในการสร้างเครื่องมือให้มีความเที่ยง จะต้องเขียนคำถามให้ชัดเจน และจำนวนข้อคำถามต้องมีจำนวนข้อมากที่สุด

3. การสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สำหรับแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่างจากประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติระดับปะเทศ (National norms) ส่วนการแปลผลคะแนนเนื่องจากวิเคราะห์หาคุณภาพแบบวัดโดยการแปลงคะแนนดิบ ให้เป็นคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile rank) แล้วปรับค่าเป็นคะแนนมาตรฐาน ทีปกติ (Normalilzed T-score) ในการแปลค่าคะแนนของผู้เข้าสอบ แบบอิงกลุ่มโดยแบ่งค่าความสามารถออกเป็น 5 ระดับ ตามค่าเปอร์เซ็นไทล์ ผลการแปลงค่าคะแนนดิบเป็นคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ พบว่ามีคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ของคะแนนรวมตั้งแต่ 0.025 ถึง 99.975 คะแนนทีปกติ ตั้งแต่ 16 ถึง 86

เกณฑ์ความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ เมื่อเทียบกับคะแนนดิบ คะแนนดิบ มีค่าดังนี้ คะแนน 130 ลงมาอยู่ในระดับต่ำมาก คะแนนตั้งแต่ 131 ถึง 142 อยู่ในระดับต่ำ คะแนนตั้งแต่ 143 ถึง 154 อยู่ในระดับปานกลาง คะแนนตั้งแต่155 ถึง 177 อยู่ในระดับสูง และคะแนน178 ขึ้นไป อยู่ในระดับสูงมาก จะเห็นว่าคะแนนมีลักษณะการแจกแจงที่เหมาะสมในการนำมาสร้างเกณฑ์ปกติ สอดคล้องกับ อนันต์ ศรีโสภา (2520) และลัดดา อะยะวงศ์ (2529) ที่กล่าวถึงความจำเป็นของการสร้างเกณฑ์ปกติโดยแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน เพื่อสามารถนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันได้ว่าคะแนนของบุคคลอยู่ในตำแหน่งใดของกลุ่ม และสามารถอ้างอิงไปถึงเกณฑ์ปกติเดียวกันหรือใกล้เคียงกันได้ สำหรับแบบทดสอบที่แตกต่างกัน เพราะค่าที่ได้จากการทดสอบเป็นค่าสัมพัทธ์ ต้องเปรียบเทียบคะแนนที่แต่ละคนทำได้ กับผลของกลุ่มจึงจะแปลความหมายออกมาได้ และยังมีการสร้างเกณฑ์ปกติแยกย่อยออกเป็นเกณฑ์แต่ละฉบับของแบบวัด เพื่อให้ได้ข้อสนเทศที่มากขึ้น และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามสำหรับเกณฑ์ของแบบวัดรายฉบับนั้นพบว่า คะแนนสอบจากแบบวัดมีการแจกแจงปกติ

4. ผลของการประเมินความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากการแปลความหมายของคะแนนความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ปกติระดับประเทศ สร้างขึ้นจากคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ พบว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 147.631 จากคะแนนเต็ม 199 คะแนน นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด จำนวน 1,018 คน คิดเป็นร้อยละ 51.649 ของนักเรียนทั้งหมด เมื่อแยกเป็นรายฉบับ พบว่า แบบวัดฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.569 จากคะแนนเต็ม 39 คะแนน นักเรียนส่วนใหญ่มีความถนัดด้านตัวเลขในระดับปานกลาง จำนวน 940 คน คิดเป็นร้อยละ 47.692 ของนักเรียนทั้งหมด แบบวัดฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.568 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน นักเรียนส่วนใหญ่มีความถนัดด้านภาษาในระดับปานกลาง จำนวน 935 คน คิดเป็นร้อยละ 47.438 ของนักเรียนทั้งหมด แบบวัดฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.250 จากคะแนนเต็ม 29 คะแนน นักเรียนส่วนใหญ่มีความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ในระดับสูง จำนวน 799 คน คิดเป็นร้อยละ 40.538 ของนักเรียนทั้งหมด แบบวัดฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ34.055 จากคะแนนเต็ม42 คะแนน นักเรียนส่วนใหญ่มีความถนัดด้านการรับรู้ในระดับสูง จำนวน1126 คน คิดเป็นร้อยละ57.128 ของนักเรียนทั้งหมด แบบวัดฉบับ5 วัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.613 จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน นักเรียนส่วนใหญ่มีความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง ในระดับสูง จำนวน 1,046 คน

คิดเป็นร้อยละ 53.070 ของนักเรียนทั้งหมด แบบวัดฉบับ 6 วัดความถนัดเชิงจักรกล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.581 จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน นักรียนส่วนใหญ่มีความถนัดเชิงจักรกล ในระดับปานกลาง จำนวน 994 คน คิดเป็นร้อยละ 50.431 ของนักเรียนทั้งหมด จะเห็นว่าเมื่อประเมินความสามารถของผู้เรียน ด้วยแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมทั้ง 6 ฉบับ พบว่า ผู้เรียนมีความถนัดในการเรียนวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมระดับที่ใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับผลการทดสอบระดับชาติทางการศึกษาด้านอาชีวศึกษา (V-NET) ปีการศึกษา 2557 ที่ผู้เรียนมีผลคะแนนการทดสอบระดับชาติทางการศึกษาด้านอาชีวศึกษา (V-NET) ในด้านความรู้วิชาชีพพื้นฐานและความรู้พื้นฐานทั่วไป และคิดเป็นร้อยละ 37.77 และ 42.48 ตามลำดับ (สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2557)

ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีประเด็นเสนอแนะใน 3 ประเด็น คือ ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบาย ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากการศึกษาถึงความหมายและทฤษฎีของความถนัด จะให้รู้ถึงความถนัดเฉพาะด้านของแต่ละบุคคลว่ามีความแตกต่างกันออกไป เนื่องจากการเรียนรู้ ฝึกฝนในทักษะต่าง ๆ หลาย ๆ ด้าน หากเราทราบถึงระดับความถนัดด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนได้ ก็จะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้และฝึกทักษะให้กับผู้เรียน หรือชี้แนะผู้เรียนให้พัฒนาตนเองได้อย่างถูกทิศทาง การพัฒนาการเรียนรู้ของเยาวชนให้มีความสามารถได้เต็มตามศักยภาพที่มีอยู่ จึงเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาประเทศในอนาคต ดังนั้นหน่วยงานที่กุมนโยบายทางการศึกษาของชาติ จึงควรมีการส่งเสริมให้มีการทดสอบความถนัดของผู้เรียนอย่างจริงจัง โดยมีแนวทาง ดังนี้

1. หน่วยงานทางการศึกษาที่ดูแลการศึกษาของชาติ เช่น สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สถาบันอุดมศึกษาต่าง ๆ ควรมีการจัดตั้งหน่วยงานประสานในการนำเอาผลงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และสอดคล้องกับบริบทของการจัดการศึกษา เพื่อไม่เป็นการลงทุนสูญเปล่าทางการศึกษา

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดูแลระดับคุณภาพทางการศึกษาระดับต่าง ๆ เช่น สำนักทดสอบทางการศึกษา (สทศ.) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) เป็นต้น ควรมีหน่วยงานเฉพาะในการบริการให้การทดสอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม

3. รัฐควรส่งเสริมให้มีสร้างคลังข้อสอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม โดยรวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมในประเทศ เพื่อให้มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการทดสอบ สถานศึกษาควรเตรียมพร้อมในด้านคอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพราะเป็นแบบทดสอบออนไลน์

2. ในการทดสอบควรจัดผู้เข้าสอบในแต่ละครั้งไม่เกิน 20 คน เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับเซิฟเวอร์

3. ผู้ควบคุมห้องสอบควรเป็นผู้ที่มีความชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อสะดวกกับผู้เข้าสอบในกรณีมีปัญหา

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากการทำวิจัยพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระบบออนไลน์ครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป เพื่อให้เกิดการพัฒนาแบบวัดความถนัดมากยิ่งขึ้น ดังนี้

1. ควรมีการตรวจสอบความตรงเชิงพยากรณ์ของแบบวัดแต่ละฉบับว่ามีความเหมาะสมกับนักเรียนในสาขาวิชาชีพใด

2. การดำเนินการสอบในระบบออนไลน์ ควรดำเนินการสอบทีละฉบับ และเมื่อสอบเสร็จละแต่ละฉบับควรเว้นระยะการสอบ 5-10 นาที เพื่อให้นักเรียนได้ผ่อนคลายก่อนทำการสอบฉบับต่อไป

3. ในการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีแปลงค่าเป็นคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ และเทียบเป็นคะแนนทีปกติ แล้วแบ่งการแปลความหมายเป็น 5 ระดับ สร้างเป็นเกณฑ์ปกติระดับประเทศ (National norms) เพื่อให้การนำไปใช้ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น และควรศึกษาวิธีการสร้างเกณฑ์ เฉพาะของคะแนนจุดตัดที่เหมาะของความถนัด (Cut-off score)

4. ควรมีการทำวิจัยการพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมในระดับอื่น ๆ เพิ่มขึ้น นอกเหนือจากระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และควรสร้างเกณฑ์ปกติในระดับต่าง ๆ

บรรณานุกรม

กรมการจัดหางาน. (2555). *คู่มือการให้บริการแนะแนวอาชีพ*. ชุมพร: สำนักงานจัดหางานจังหวัดชุมพร.

กรมการจัดหางาน. (2557). *แนวทางปฏิบัติการให้บริการแนะแนวอาชีพ*. กรุงเทพฯ: กองส่งเสริมการมีงานทำ.

การจัดการเรียนการสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล. (2545). *วารสารวิชาการกรมวิชาการ, 5*(3).

จันทรา ประเสริฐสกุล. (2542). *การสร้างแบบวัดความถนัดทางช่างอุตสาหกรรม*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวัดและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จารุณี ทองอร่าม และรัตนา ปั้นงาม. (2552). *การพัฒนาระบบคลังข้อสอบออนไลน์กรณีศึกษา: สาขาวิชาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์วาสุกรี*. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเทอรเน็ตและสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จินตนา อินทรทัศน์. (2541). *ผลของการให้คำปรึกษารายบุคคลด้านอาชีพตามทฤษฎีพัฒนาการทางอาชีพของทีเดอแมนและโอฮารา ที่มีต่อความสอดคล้องในการเลือกอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์เขาพนม จังหวัดกระบี่*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการแนะแนว, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จุไรพร ตรังปราการ. (2548). *การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางอาชีพตามแนว OASIS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2541, กันยายน-ธันวาคม). การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน. *วารสารการวัดผลการศึกษา, 20*(59), 27-41.

ชวาล แพรัตกุล. (2535). ความถนัด. ใน *สารานุกรมศึกษาศาสตร์, 2*(11). กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2525). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ณัฏฐ์ฐนัฐ เฉลิมสุข. (2550). *การสร้างแบบวัดการคิดแบบเมต้า (Metacognition) ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4: กรณีศึกษาจังหวัดสระบุรี*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ตรึงใจ พูนผลอำนวย. (2534). *การพัฒนาแบบสอบเฉพาะบุคคลในสาขาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ต่าย เซี่ยงฉี. (2526). *เอกสารคำสอนกระบวนวิชา ศว.270: ทฤษฎีการทดสอบและวัดผลการศึกษา*. เชียงใหม่: ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทวีป ลออวิไล. (2537). *การสร้างแบบวัดความสามารถทางการเรียนช่างอุตสาหกรรม*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). *ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (Lisrel) สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลศิริ เปาโรหิตย์. (2532). *พัฒนาการทางอาชีพ*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจิตวิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

บุญชม ศรีสะอาด, มนตรี อนันตรักษ์ และนิภา ศรีไพโรจน์. (2521). *การวัดผลประเมินผล*. กรุงเทพฯ: ประสานการพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2521). *การวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัด*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2521). *การวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2537). *การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อยตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์*. ปริญญานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการทดสอบและวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2547). *การวัดประเมินการเรียนรู้ (การวัดประเมินแนวใหม่)*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2542). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เจริญดีการพิมพ์.

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542). *จิตวิทยาการศึกษา(Educational psychology).* กรุงเทพฯ: พัฒนศึกษา.

พงษ์มณี พรมแสนปัง. (2535). *ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคน่าน*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (ฉบับปรับปรุงใหม่ล่าสุด) (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2535). *การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนช่างก่อสร้างสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 2.* ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เพชรา พิพัฒน์สันติกุล. (2539). *ผลของปฏิสัมพันธ์ของระดับความเชี่ยวชาญและปริมาณข้อมูลที่ผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพ็ญศรี จินดาศักดิ์. (2535). *การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชลบุรี*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,สาขาวิชาจิตวิทยาและให้คำปรึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เพลินจิตต์ อุ่นเสรี. (2550). *การพัฒนาแบบวัดการคิดอภิมาน สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จังหวัดอุบลราชธานี* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

ไพรัตน์ วงษ์นาม. (2533). *สัมประสิทธิ์การอ้างอิงสรุปของแบบทดสอบความเรียง*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2539). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543 ก). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543 ข). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลัดดา อะยะวงศ์. (2529). วารสารการทดสอบเชาวน์ปัญญา. TCI ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย.

วัญญา วิศาลาภรณ์. (2541). *การวัดความถนัดเบื้องต้น*. สงขลา: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา.

วิรัช วรรณรัตน์. (2532 ก). *การตรวจคุณภาพเครื่องมือในการวัดผลและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วิรัช วรรณรัตน์. (2532 ข). *การเปรียบเทียบลักษณะการแจกแจงความถี่ของค่าความสามารถจริงที่ประมาณตามแบบดั้งเดิมกับแบบคุณลักษณะแฝง*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรัณย์พร ขำดำ. (2551). *การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเรื่องอัตราส่วน ร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. เผยแพร่ผลงานวิชาการ. อุตรดิตถ์: โรงเรียนเทศบาลท่าอิฐ จังหวัดอุตรดิตถ์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2557). *ประกาศผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ด้านอาชีวศึกษา (V-NET) ปีการศึกษา 2557*. เข้าถึงได้จาก www.niets.or.th

สถิตย์ ประสิทธากรณ์. (2555). *การพัฒนาแบบวัดความสามารถทางปัญญาออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สภาอุตสาหกรรมผนึกกำลัง สอศ.พัฒนาอาชีวะอุดปัญหาแรงงานขาด. (2555, 4 กรกฎาคม). *ประชาชาติธุรกิจ*, หน้า 3.

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2553). *ทางเลือก ทางรอด: เศรษฐกิจไทยกับภาวการณ์ขาดแคลนแรงงาน*. เข้าถึงได้จาก http://www.thaijobcenter.com. ศูนย์รวมตำแหน่งงานและหางานในประเทศไทย.

สาคร เกตุประทุม. (2550). *การวัดความถนัดช่างยนต์*. ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2549). *รายงานการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการคุณภาพของแรงงานในภาคส่วนอุตสาหกรรม ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เมื่อปี พ.ศ. 2548*. เข้าถึงได้จาก www.vec.go.th

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2556). *รายงานสถิติการรับสมัครเข้าศึกษาต่อปีการศึกษา 2556*. (VADMIT PROGRAM). เข้าถึงได้จาก www.vec.go.th

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2557 ก). *รายงานจำนวนผู้ออกกลางคันในสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา*. เข้าถึงได้จาก www.vec.go.th

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2557 ข). *รายงานผู้สำเร็จการศึกษาในสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา*. เข้าถึงได้จาก www.vec.go.th

สำเริง บุญเรืองรัตน์. (2528). *ลักษณะหลาก-วิธีหลาย: การประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ*. ม.ป.ท.

สำเริง บุญเรืองรัตน์. (2529). *ทฤษฎีการวัดการและประเมินผลการศึกษา ฉบับปรับปรุง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สยามศึกษา.

สุจิน สุนีย์, ธีรเวท ฐิติกุล, รัฐพล จินะวงค์ และวิโรจน์ สุขนารี. (2551). *การศึกษาความสอดคล้องของสมรรถนะผู้สำเร็จการศึกษา*. อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สุชาติ ใจสถาน. (2553). *การพัฒนาแบบวัดจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับนักเรียน*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัย วัดผล และสถิติการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุธี จันทรศร. (2534). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนคอมพิวเตอร์*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุพัฒน์ สุกมลสันต์. (2538). *การวิเคราะห์ข้อทดสอบแนวใหม่ด้วยคอมพิวเตอร์*. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

สุพัตรา โอฬารบัณฑิต. (2539). *การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางทันตาภิบาล*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์. (2551). *สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์: เทคนิคการใช้โปรแกรม: LISREL*. กรุงเทพฯ: มิสชั่นมิเดีย.

สุรีพร อนุศาสนนันท์. (2552). *การวัดและประเมินในชั้นเรียน Measurement and evaluation in classroom.* ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุรีพร อนุศาสนนันท์. (2554). *การวัดและการประเมินผลในชั้นเรียน*. ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุวรรณา พูนกล้า. (2538). *สมการจำแนกกลุ่มการเรียนวิชาชีพ โดยใช้ความถนัดทางการเรียนเป็นตัวจำแนก สำหรับนักเรียนช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและสถิติการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุวิมล ติรกานันท์. (2550). *การสร้างเครื่องมือวัดตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนันต์ ศรีโสภา. (2520). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

อนันต์ ศรีโสภา. (2524). *การวัดและประเมินผลทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

อรพินทร์ ชูชม (2545). *เอกสารประกอบคำสอน วป602 การสร้างเครื่องมือวัดทางพฤติกรรมศาสตร์* กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อลงกรณ์ ราชคฤห์. (2554). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ*. นครสวรรค์: โรงเรียนสตรีนครสวรรค์.

อาธง สุทธาศาสน์. (2527). *ปฏิบัติการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เจ้าพระยาการพิมพ์.

อาวี พันธ์มณี. (2546). *จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ใยไหม.

อำไพ ศิริศากาวร. (2544). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางคอมพิวเตอร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เอกตระการณ์ ซื่อไกรกุลธวัช. (2552). *การสร้างชุดทดสอบวัดความถนัดทางช่างยนต์แบบมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์*. ปริญญานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Alan, H. S., & Chen, K. (2011). Driving Aptitude Test (DAT): A new set of aptitude tests for occupational drivers. The authors are with City University of Hong Kong, Hong Kong. (*corresponding author-Alan H.S. Chan, phone: 2788 8439; E-mail: alan.chan@cityu.edu.hk; K. Chen, E-mail: kechen2@student.cityu.edu.hk)

Allen, M. J., & Yen, W. M. (1979). *Introduction to measurement theory*. Montery, California: Brooks\Cole.

Anastasi, A. (1976). *Psychological testing* (14th ed.). New York: Macmillan.

Anastasi, A. (1982). *Psychological testing* (5th ed.). New York: Macmillan.

Becker, K. A. (2003). *History of the stanford-binet intelligence scales: Content and psychometrics*. Itasca, IL: Riverside

Boylan, H., Bonham, B., & Bliss, L. (1994). Characteristic components of developmental programs. *Research in Developmental Education, 11*(1), 14.

Brown, W. (1910). Some experimental results in the correlation of mental abilities. *British Journal of Psychology, 3*(3), 296-322.

Brown, J. (1970). *Psycholinguistics*. New York: Free press.

Byrne, A. (1996). Spin control: Comment on John McDowell's mind and world. In E. Villanueva (Ed.), Philosophical Issues 7. Atascadero, CA: Ridgeview.

Camilli, G., & Shepard, L. A. (1994). *Methods for identifying biased test items*. Thousand Oaks, California: Sage.

Cohen, R. J., Swerdlik, M. E., & Phillips, S. M. (1995). *Psychological testing and assessment; An introduction to test and assessment.* California: Mayfield.

Crocker, L. M., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical & modern test theory*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.

Cronbach, L. J. (1963). *Essentials of psychological testing* (3rd ed.). New York: Harper and Row.

Cronbach, L. J. (1984). *Essentials of psychological testing* (4th ed.). New York: Harper and Row.

Ebel, L. R. (1965). *Measuring educational achievement*. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice Hall.

English, H. B., & English, A. C. (1961). *A comprehensive dictionary of psychology and psychoanalytical terms* (9th ed.). New York: Davis McKay.

Feidt, M. (1975). Two examples of energy optimization regarding the "Thermofrigopump" and combined heat and power systems. *Entropy, 15*, 544-558.

Ferguson, G. A. (1986). *Statistical analysis in psychology and education* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.

Freeman, H. (1955). *Theory and practice of psychogical testing* (3rd ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.

Ginzberg, E. (1951). *Counseling for career development*. Boston: Houghton Mifflin.

Gronlund, N. E. (1981). *Measurement and evaluation in teaching* (4th ed.). New York: Macmillan.

Gronlund, N. E., & Linn, R. L. (1990). *Measurement and evaluation in teaching* (6th ed.). New York: Macmillan.

Guilford, J. P. (1988). Some change in the structure of intellect model. *Educational Psychological Measurement*, *48*(1), 1-4.

Gurpreet, K. (2009). Algal biology and biotechnology by JIS Khattar, I.K. International.

Hair, J. F., Anderson Re, Tatham, R. L., Black, W. C. (2005). *Multiviate*. Data analysis. NJ: Prentice Hall.

Hambleton, R. K., & Swaminathan, H. (1985). *Item response theory: Principles and applications*. Boston: Kluwer.

Johnson. (1951). *ABSTRACT: (With recommendations of the committee on economic stabilization.)* New York: Twentieth Century Fund.

Kerlinger, F. N. (1981). *Foundations of behavioral research*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of behavioral research* (3rd ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.

Kranzler, J. H., & Jensen, A. R. (1991). The nature of psychometric: Unitary process or a number of independent processes. *Intelligence, 15*, 397-422.

Kristof, W. (1974). Estimation of reliability and true score variance from a split of a test into three arbitrary parts. *Psychometrika, 39*, 491-499.

Learning Express Mechanical & Spatial Aptitude. (2001). *All right reserved under International and Pan-American Copyright Conventions.* New York: Published in the United States by Learning Express.

Lester, L. S., & Marc, C. S. (2001). Los Angeles Unified School District. Predicting the job performance of maintenance workers using a job knowledge test and a mechanical aptitude test. *Applied HRM Research, 6*(1), 71-74.

Lord, F. M., & Novick, M. R. (1968). *Statistical theories of mental test scores*. California: Harcourt Brace Jovanovich.

Mazor, K. M., Hambleton, R. K., & Clauser, B. E. (1998, December). Multidimensional DIF effects matching on unidimensional subtest scores. *Applied Psychological Measurement, 22*(4), 357-367.

Millsap, R. E., & Everson, H. T. (1993, December). Methodology review: Statistical approaches for assessing measurement bias. *Applied Psychological Measurement, 17*(4), 297-334.

Mehrens, W. A., & Lehmann, I. J. (1973). *Measurement and evaluation in education and psychology.* New York: Holt, Rinehart and Winston.

Mehrens, W. A., & Lehmann, I. J. (1991). *Measurement and evaluation in education and psychology* (4th ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.

Moskowitz, M. J., & Orgel, A. R. (1969). *General psychology*. Boston: Houghton Mifflin.

Noll, V. H., & Scannell, D. P. (1972). *Introduction to educational measurement*. Boston, MA: Houghton Mifflin Co.

Nunnally, J. C. (1994). *Psychometric theory* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.

Pearson Performance Solutions (PPS). (2006). This new offering will be featured at the HR Technology Conference in Chicago on Wednesday, October 4th 2006 in the session *Hot New Technologies for HR*.

Potenza, M. T., & Dorans, N. J. (1995, March). DIF Assessment for polychromous scored item: A framework for classification and evaluation. *Applied Psychological Measurement, 19*(1), 23-37.

Ronald, H. K., Hariharan, S., & Rogers, J. H. (1991). *Fundamentals of item response theory*. Newbury Park, Calif: Sage.

Salgado, J. F., Anderson, N., Moscoso, S., Bertua, C., Fruyt, F., & Rolland, J. P. (2003). A meta-analytic study of general mental ability validity for different occupation in the european community. *Journal of Applied Psychology, 88*(6), 1068.

Snow, R. E. (1980). Intelligence for the year 2001. Intelligence, 4.3 July-September.

Spearman, C. C. (1910). Correlation calculated from faulty data. *British Journal of Psychology*, *3*, 271–295.

Super, D. E. (1957). *Career pattern as a basic for vocational*. New York: Harper and Brothers.

Tiedeman & O'Hara. (1963). *Career development theory*. AW. Rotterdam The Netherlands: Sense.

United States Employment Service. (1970). U.S. Employment Service, National Reemployment Service, Guide to the Organization of Reemployment Offices.

Vernon, P. E. (1865). *The structure of human abilities* (3rd ed.). Great Britain: Percy Lund, Humphries.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเพื่อยืนยันองค์ประกอบ

1. นายอำนาจ ทองแสน
   ตำแหน่ง หัวหน้าแผนกช่างกลโรงงาน
   แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
   วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี
2. นายเสกสรร ศรียศ
   ตำแหน่ง หัวหน้างานหลักสูตร
   แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
   วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี
3. นายวีระชัย โภคชัย
   ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างกลโรงงาน
   แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
   วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี
4. นายกิตติพงษ์ รัตนวงษ์วิวัฒน์
   ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างกลโรงงาน
   แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
   วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี
5. นายศศิขันธ์ กล้าขยัน
   ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างกลโรงงาน
   แผนกวิชา ช่างกลโรงงาน
   วิทยาลัยการอาชีพกุมภวาปี
6. นายวิเชียร ทองไสย
   ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างไฟฟ้า
   แผนกวิชา ช่างไฟฟ้า
   วิทยาลัยการอาชีพกุมภวาปี
7. นายสมศักดิ์ คำมูล
   ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างไฟฟ้า
   แผนกวิชา ช่างไฟฟ้า
   วิทยาลัยการอาชีพกุมภวาปี
8. นายธนพัฒน์ อินทสร้อย
   ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างไฟฟ้า
   แผนกวิชา ช่างไฟฟ้า
   วิทยาลัยการอาชีพกุมภวาปี
9. นายพิชัย ศิริสุวรรณ
   ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างไฟฟ้า
   แผนกวิชา ช่างไฟฟ้า
   วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก
   อุดรธานี
10. นายปราโมทย์ รูปสม
    ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างไฟฟ้า
    แผนกวิชา ช่างไฟฟ้า
    วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก
    อุดรธานี
11. นายชัยณรงค์ บุตรจำนง
    ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างไฟฟ้า
    แผนกวิชา ช่างไฟฟ้า
    วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี
12. นายไชพัฒน์ ศิริสุวรรณ
    ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างอิเล็กฯ
    แผนกวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์
    วิทยาลัยการอาชีพกุมภวาปี
13. นางสาวศิริพร ฤทธิ์บัณฑิตย์

ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างอิเล็กฯ
แผนกวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ

14. นางสาวพรทิภา หงษ์พินมา
ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างอิเล็กฯ
แผนกวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ

15. นายองอาจ วงศ์ภูมี
ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างอิเล็กฯ
แผนกวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก
อุดรธานี

16. นายเขมชาติ ดวงมณี
ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างอิเล็กฯ
แผนกวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก
อุดรธานี

17. นายอุดมชัย ชัยสว่างวงศ์
ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างยนต์
แผนกวิชา ช่างยนต์
วิทยาลัยการอาชีพกุมภวาปี

18. นายธนา ปัจชามาตย์
ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างยนต์
แผนกวิชา ช่างยนต์
วิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ

19. นายวิวัฒน์ พรมจารย์
ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างยนต์
แผนกวิชา ช่างยนต์
วิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ

20. นายอภิชาต บงแก้ว
ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างยนต์
แผนกวิชา ช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคการจนาภิเษก
อุดรธานี

21. นายพุทธ ธรรมสุนา
ตำแหน่ง ครูประจำแผนกช่างยนต์
แผนกวิชา ช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี

22. นายจิรศักดิ์ ภูมิศรีแก้ว
ตำแหน่ง หัวหน้าแผนกช่างยนต์
แผนกวิชา ช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี

ภาคผนวก ข

ค่าสัดส่วนความความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity ratio: CVR) รายข้อ และดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity index: CVI) รายฉบับ

ตารางที่ 64 ค่าสัดส่วนความความตรงเชิงเนื้อหา (CVR) รายข้อ และดัชนีบ่งชี้ความตรงเชิงเนื้อหา (CVI) รายฉบับ

ข้อ	CVR					
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5	ฉบับที่ 6
1	0.67	1.00	0.67	0.67	1.00	0.67
2	1.00	0.67	0.67	1.00	1.00	0.67
3	0.67	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	0.67	1.00	1.00	0.67
5	0.67	0.67	1.00	0.67	1.00	0.67
6	0.67	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00
7	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	0.67
8	0.67	0.67	1.00	0.67	1.00	1.00
9	0.67	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00
11	0.67	1.00	0.67	1.00	1.00	0.67
12	0.67	0.67	0.67	1.00	1.00	1.00
13	1.00	0.67	0.67	0.67	1.00	0.67
14	1.00	0.67	0.67	0.67	1.00	0.67
15	0.67	0.33	1.00	1.00	1.00	0.67
16	1.00	0.33	1.00	1.00	1.00	0.67
17	1.00	1.00	1.00	0.67	1.00	0.67
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	1.00	1.00	0.67	0.67	1.00	0.67
20	0.67	1.00	0.67	0.67	1.00	1.00
21	1.00	1.00	0.67	0.67	1.00	1.00
22	0.67	1.00	0.67	0.67	1.00	1.00
23	0.67	1.00	0.67	0.67	0.67	1.00
24	1.00	1.00	0.67	0.67	1.00	0.67
25	1.00	0.67	0.33	0.67	0.67	0.67
26	0.67	1.00	0.33	1.00	1.00	067
27	1.00	0.67	0.33	1.00	1.00	1.00
28	1.00	0.67	0.67	0.67	0.33	0.67
29	0.67	1.00	0.67	0.67	0.33	0.67
30	1.00	1.00	1.00	0.67	0.33	0.67
31	1.00	1.00	1.00	0.67	0.33	0.67
32	0.67	1.00	1.00	0.67	0.33	0.67

ตารางที่ 64 (ต่อ)

ข้อ	CVR					
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5	ฉบับที่ 6
33	0.67	1.00	1.00	0.67	0.33	1.00
35	1.00	0.67		1.00		1.00
36	0.67	1.00		1.00		0.67
37	0.67	1.00		1.00		0.67
38	1.00	1.00		1.00		0.67
39	1.00	1.00		0.67		0.67
40	0.67	1.00		0.67		0.67
41	0.67	1.00		1.00		
42	0.67	1.00		1.00		
43	1.00	1.00		1.00		
44	0.67	1.00		0.67		
45	1.00	0.67		0.67		
46	1.00	1.00		0.67		
47	1.00	0.67		0.67		
48	1.00	1.00		0.67		
49	1.00	0.67		1.00		
50	1.00	1.00		0.67		
51	1.00	1.00		0.67		
52	1.00	1.00		1.00		
53	0.67	1.00		1.00		
54	1.00	1.00		0.67		
55	1.00	1.00		1.00		
56	1.00	0.67		0.67		
57	1.00	1.00		0.67		
58	0.67	1.00		0.67		
59	0.67	1.00		0.67		
60	1.00	0.67		0.67		
CVI	0.86	0.87	0.79	0.81	0.86	0.79

หมายเหตุ แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 และฉบับที่ 5 มีจำนวน 33 ข้อ และฉบับที่ 6 มีจำนวน 40 ข้อ

ภาคผนวก ค

ค่าความยากง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของข้อสอบ

ตารางที่ 65 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้านตัวเลข

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	ก*	0.56	0.30	นำไปใช้ได้	10	ก*	0.52	0.22	นำไปใช้ได้
	ข	0.10	0.05			ข	0.17	0.22	
	ค	0.12	0.22			ค	0.14	0.32	
	ง	0.22	0.67			ง	0.17	0.22	
2	ก	0.00	0.00	นำไปใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุงตัวลวง ก และ ข	11	ก	0.08	0.05	นำไปใช้ได้
	ข	0.14	0.03			ข*	0.70	0.30	
	ค*	0.77	0.32			ค	0.16	0.13	
	ง	0.09	0.20			ง	0.06	0.20	
3	ก	0.09	0.05	นำไปใช้ได้	12	ก	0.10	0.32	นำไปใช้ได้
	ข*	0.66	0.42			ข*	0.70	0.48	
	ค	0.20	0.15			ค	0.09	0.20	
	ง	0.05	0.09			ง	0.11	0.40	
4	ก*	0.20	0.25	นำไปใช้ได้	13	ก	0.26	0.28	นำไปใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุงตัวลวง ข และ ค
	ข	0.35	0.66			ข	0.00	0.00	
	ค	0.32	0.12			ค	0.01	0.07	
	ง	0.13	0.09			ง*	0.73	0.25	
5	ก	0.15	0.05	นำไปใช้ได้	14	ก	0.18	-.32	ใช้ไม่ได้ ตัดทิ้ง
	ข*	0.68	0.42			ข	0.38	0.59	
	ค	0.15	0.13			ค	0.04	0.00	
	ง	0.02	0.07			ง*	0.40	-.12	
6	ก*	0.62	0.32	นำไปใช้ได้	15	ก	0.16	0.45	นำไปใช้ได้
	ข	0.18	0.19			ข*	0.71	0.38	
	ค	0.09	0.07			ค	0.06	0.12	
	ง	0.11	0.09			ง	0.07	0.10	
7	ก	0.01	0.04	นำไปใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุงตัวลวง ก และ ข	16	ก	0.06	0.13	นำไปใช้ได้
	ข	0.04	0.20			ข	0.10	0.10	
	ค*	0.53	0.18			ค	0.24	0.18	
	ง	0.42	0.11			ง*	0.60	0.50	
8	ก	0.11	0.05	นำไปใช้ได้	17	ก	0.03	-.19	นำไปใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุงตัวลวงทุกข้อ
	ข	0.09	0.10			ข	0.55	-.21	
	ค	0.09	0.07			ค*	0.38	0.10	
	ง*	0.71	0.38			ง	0.04	0.47	
9	ก	0.06	0.23	นำไปใช้ได้	18	ก	0.08	0.05	นำไปใช้ได้
	ข	0.12	0.07			ข	0.10	0.14	
	ค	0.05	0.09			ค	0.14	0.33	
	ง*	0.77	0.38			ง*	0.68	0.52	

ตารางที่ 65 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
19	ก	0.09	0.12		28	ก*	0.63	0.20	
	ข	0.26	0.36	นำไปใช้ได้		ข	0.10	0.45	นำไปใช้ได้
	ค	0.18	0.24			ค	0.08	0.20	
	ง*	0.47	0.20			ง	0.19	0.07	
20	ก	0.32	0.18		29	ก	0.05	0.06	
	ข	0.20	0.23	นำไปใช้ได้		ข*	0.75	0.35	นำไปใช้ได้
	ค	0.18	0.20			ค	0.13	0.14	
	ง*	0.27	0.28			ง	0.07	0.22	
21	ก	0.28	0.33		30	ก*	0.75	0.48	
	ข	0.12	0.14	นำไปใช้ได้		ข	0.06	0.12	นำไปใช้ได้
	ค*	0.53	0.28			ค	0.11	0.21	
	ง	0.07	0.06			ง	0.08	0.09	
22	ก	0.10	0.23		31	ก	0.08	0.17	
	ข*	0.71	0.42	นำไปใช้ได้		ข	0.05	0.09	นำไปใช้ได้
	ค	0.10	0.14			ค	0.07	0.05	
	ง	0.09	0.09			ง*	0.79	0.38	
23	ก*	0.41	0.35		32	ก	0.08	0.14	
	ข	0.23	0.19	นำไปใช้ได้		ข	0.10	0.33	นำไปใช้ได้
	ค	0.28	0.07			ค*	0.72	0.25	
	ง	0.08	0.08			ง	0.10	0.20	
24	ก*	0.75	0.06		33	ก	0.06	0.43	นำไปใช้ได้
	ข	0.05	0.16	นำไปใช้ได้		ข	0.12	0.12	แต่ต้องปรับปรุง
	ค	0.05	0.40			ค*	0.76	0.45	ตัวลวง ง
	ง	0.15	0.22			ง	0.06	0.00	
25	ก*	0.72	0.20		34	ก*	0.71	0.32	นำไปใช้ได้
	ข	0.07	0.22	นำไปใช้ได้		ข	0.14	0.23	แต่ต้องปรับปรุง
	ค	0.14	0.05			ค	0.15	0.05	ตัวลวง ง
	ง	0.07	0.20			ง	0.00	0.00	
26	ก	0.14	0.11		35	ก	0.06	0.32	
	ข	0.10	0.07	นำไปใช้ได้		ข	0.33	0.07	ใช้ไม่ได้
	ค	0.09	0.27			ค	0.36	0.24	ตัดทิ้ง
	ง*	0.67	0.52			ง*	0.20	-.05	
27	ก	0.08	0.06		36	ก*	0.51	0.50	
	ข	0.08	0.12	นำไปใช้ได้		ข	0.33	0.21	นำไปใช้ได้
	ค*	0.80	0.45			ค	0.05	0.14	
	ง	0.05	0.14			ง	0.10	0.09	

ตารางที่ 65 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
37	ก*	0.78	0.52		46	ก*	0.69	0.50	
	ข	0.05	0.32	นำไปใช้ได้		ข	0.17	0.06	นำไปใช้ได้
	ค	0.12	0.30			ค	0.06	0.20	
	ง	0.05	0.09			ง	0.07	0.09	
38	ก	0.37	0.08		47	ก	0.10	0.10	
	ข*	0.42	0.28	นำไปใช้ได้		ข	0.40	0.09	นำไปใช้ได้
	ค	0.12	0.17			ค	0.09	0.32	
	ง	0.07	0.32			ง*	0.40	0.42	
39	ก	0.12	0.11		48	ก	0.23	0.14	
	ข*	0.25	-.10	ใช้ไม่ได้		ข	0.11	0.08	นำไปใช้ได้
	ค	0.04	0.30	ตัดทิ้ง		ค*	0.56	0.65	
	ง	0.56	0.43			ง	0.08	0.12	
40	ก*	0.73	0.65	นำไปใช้ได้	49	ก	0.20	0.15	
	ข	0.05	0.10	แต่ต้องปรับปรุง		ข	0.38	0.05	นำไปใช้ได้
	ค	0.15	-.14	ตัวลวง ค		ค*	0.35	0.20	
	ง	0.05	0.23			ง	0.06	0.33	
41	ก	0.14	0.22		50	ก	0.17	0.11	
	ข	0.06	0.32	นำไปใช้ได้		ข	0.05	0.20	นำไปใช้ได้
	ค	0.32	0.10			ค	0.28	0.06	
	ง*	0.45	0.05			ง*	0.49	0.30	
42	ก	0.12	0.11		51	ก*	0.48	0.18	นำไปใช้ได้
	ข	0.16	0.23	นำไปใช้ได้		ข	0.05	-.07	แต่ต้องปรับปรุง
	ค*	0.60	0.62			ค	0.03	0.01	ตัวลวง ข และ ค
	ง	0.10	0.07			ง	0.43	0.05	
43	ก	0.34	0.08		52	ก	0.04	0.08	นำไปใช้ได้
	ข	0.21	0.19	นำไปใช้ได้		ข	0.39	-.19	แต่ต้องปรับปรุง
	ค	0.08	0.13			ค	0.11	0.10	ตัวลวง ก และ ข
	ง*	0.36	0.22			ง*	0.41	0.12	
44	ก	0.05	0.06		53	ก	0.14	0.08	
	ข	0.06	0.33	นำไปใช้ได้		ข	0.14	0.08	นำไปใช้ได้
	ค	0.29	0.21			ค*	0.67	0.58	
	ง*	0.60	0.48			ง	0.05	0.12	
45	ก	0.11	0.05		54	ก	0.12	0.11	
	ข	0.19	0.08	นำไปใช้ได้		ข*	0.71	0.45	นำไปใช้ได้
	ค	0.24	0.20			ค	0.12	0.40	
	ง*	0.56	0.32			ง	0.05	0.13	

ตารางที่ 65 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
55	ก	0.05	0.09	นำไปใช้ได้	58	ก	0.10	0.00	นำไปใช้ได้แต่ต้องปรับปรุงตัวลวง ก และ ง
	ข	0.12	0.19			ข*	0.71	0.52	
	ค*	0.71	0.52			ค	0.18	0.24	
	ง	0.12	0.32			ง	0.01	0.20	
56	ก	0.08	0.11	นำไปใช้ได้	59	ก*	0.68	0.62	นำไปใช้ได้แต่ต้องปรับปรุงตัวลวง ข และ ง
	ข	0.09	0.23			ข	0.21	-.09	
	ค	0.28	0.06			ค	0.08	0.11	
	ง*	0.55	0.30			ง	0.02	0.33	
57	ก	0.02	0.00	นำไปใช้ได้แต่ต้องปรับปรุงตัวลวง ก และ ง	60	ก	0.07	0.10	นำไปใช้ได้
	ข	0.08	0.23			ข	0.07	0.19	
	ค*	0.73	0.45			ค	0.14	0.23	
	ง	0.16	-.22			ง*	0.71	0.50	

ตารางที่ 66 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้านภาษา

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	ก*	0.80	0.31	นำไปใช้ได้	10	ก*	0.53	0.38	นำไปใช้ได้
	ข	0.10	0.05			ข	0.07	0.22	
	ค	0.05	0.17			ค	0.08	0.33	
	ง	0.05	0.30			ง	0.32	0.26	
2	ก	0.06	0.33	นำไปใช้ได้	11	ก*	0.36	0.33	นำไปใช้ได้
	ข	0.05	0.12			ข	0.30	0.30	
	ค*	0.66	0.31			ค	0.13	0.25	
	ง	0.21	0.20			ง	0.19	0.17	
3	ก	0.02	0.00	นำไปใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุงตัวลวง ก และ ข	12	ก	0.05	0.32	ใช้ไม่ได้ ตัดทิ้ง
	ข	0.02	0.22			ข*	0.69	0.16	
	ค	0.23	0.09			ค	0.05	0.20	
	ง*	0.72	0.22			ง	0.21	0.14	
4	ก	0.05	0.12	นำไปใช้ได้	13	ก*	0.11	-.05	ใช้ไม่ได้ ตัดทิ้ง
	ข	0.21	0.33			ข	0.68	0.00	
	ค	0.05	0.12			ค	0.13	0.07	
	ง*	0.69	0.29			ง	0.06	0.25	
5	ก*	0.75	0.25	นำไปใช้ได้	14	ก	0.10	0.32	นำไปใช้ได้
	ข	0.10	0.22			ข	0.09	0.19	
	ค	0.08	0.07			ค*	0.76	0.46	
	ง	0.07	0.19			ง	0.05	0.12	
6	ก*	0.80	0.25	นำไปใช้ได้	15	ก*	0.51	0.00	ใช้ไม่ได้ ตัดทิ้ง
	ข	0.05	0.24			ข	0.33	0.38	
	ค	0.07	0.13			ค	0.06	0.17	
	ง	0.09	0.06			ง	0.09	0.11	
7	ก	0.05	0.11	นำไปใช้ได้	16	ก	0.19	0.13	นำไปใช้ได้
	ข	0.06	0.20			ข*	0.65	0.35	
	ค*	0.49	0.29			ค	0.08	0.18	
	ง	0.38	0.37			ง	0.05	0.50	
8	ก	0.13	0.05	นำไปใช้ได้	17	ก	0.26	0.19	นำไปใช้ได้
	ข	0.06	0.10			ข	0.13	0.21	
	ค	0.08	0.07			ค*	0.47	0.22	
	ง*	0.73	0.48			ง	0.12	0.24	
9	ก	0.14	0.13	นำไปใช้ได้	18	ก*	0.25	0.37	นำไปใช้ได้
	ข	0.05	0.07			ข	0.16	0.14	
	ค	0.05	0.10			ค	0.08	0.33	
	ง	0.77	0.22			ง	0.49	0.52	

ตารางที่ 66 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
19	ก	0.13	0.08		28	ก	0.14	0.23	
	ข*	0.42	0.68	นำไปใช้ได้		ข	0.05	0.25	นำไปใช้ได้
	ค	0.11	0.32			ค*	0.41	0.24	
	ง	0.32	0.10			ง	0.39	0.07	
20	ก	0.08	0.18		29	ก	0.38	0.09	
	ข*	0.40	0.25	นำไปใช้ได้		ข	0.12	0.31	นำไปใช้ได้
	ค	0.40	0.20			ค*	0.33	0.46	
	ง	0.12	0.12			ง	0.17	0.20	
21	ก*	0.80	0.44		30	ก	0.42	0.12	
	ข	0.06	0.23	นำไปใช้ได้		ข*	0.27	-.18	ใช้ไม่ได้
	ค	0.10	0.31			ค	0.11	0.43	ตัดทิ้ง
	ง	0.05	0.06			ง	0.17	0.31	
22	ก	0.16	0.13		31	ก	0.22	0.17	
	ข	0.08	0.32	นำไปใช้ได้		ข*	0.68	0.66	นำไปใช้ได้
	ค*	0.70	0.44			ค	0.05	0.18	
	ง	0.05	0.07			ง	0.06	0.31	
23	ก*	0.64	0.38		32	ก*	0.83	0.59	
	ข	0.05	0.19	นำไปใช้ได้		ข	0.06	0.33	ข้อสอบง่ายเกินไป
	ค	0.06	0.09			ค	0.06	0.09	ตัดทิ้ง
	ง	0.24	0.10			ง	0.04	0.20	
24	ก	0.06	0.06		33	ก	0.20	0.09	
	ข	0.06	0.16	ใช้ไม่ได้		ข	0.05	0.12	นำไปใช้ได้
	ค	0.25	0.40	ตัดทิ้ง		ค	0.05	0.23	
	ง*	0.63	0.11			ง*	0.72	0.53	
25	ก*	0.61	0.33		34	ก	0.05	0.22	
	ข	0.26	0.22	นำไปใช้ได้		ข	0.14	0.23	นำไปใช้ได้
	ค	0.06	0.10			ค*	0.77	0.68	
	ง	0.07	0.09			ง	0.05	0.10	
26	ก	0.08	0.15		35	ก*	0.78	0.62	
	ข	0.18	0.08	นำไปใช้ได้		ข	0.05	0.07	นำไปใช้ได้
	ค*	0.67	0.48			ค	0.09	0.24	
	ง	0.06	0.32			ง	0.08	0.05	
27	ก	0.08	0.06		36	ก	0.13	0.30	
	ข*	0.23	0.20	นำไปใช้ได้		ข	0.15	0.21	นำไปใช้ได้
	ค	0.63	0.45			ค	0.19	0.14	
	ง	0.06	0.14			ง*	0.52	0.51	

ตารางที่ 66 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
37	ก*	0.33	0.44		46	ก	0.13	0.50	
	ข	0.09	0.32	นำไปใช้ได้		ข*	0.75	0.33	นำไปใช้ได้
	ค	0.09	0.30			ค	0.05	0.20	
	ง	0.48	0.11			ง	0.08	0.29	
38	ก	0.15	0.28		47	ก	0.08	0.10	
	ข	0.15	0.09	นำไปใช้ได้		ข	0.05	0.19	นำไปใช้ไม่ได้
	ค*	0.53	0.46			ค*	0.82	0.48	ง่ายเกินไป
	ง	0.15	0.32			ง	0.06	0.12	
39	ก	0.13	0.11		48	ก	0.15	0.14	
	ข*	0.64	0.48	นำไปใช้ได้		ข	0.07	0.50	นำไปใช้ได้
	ค	0.16	0.10			ค	0.16	0.25	
	ง	0.07	0.33			ง*	0.63	0.50	
40	ก	0.11	0.55		49	ก	0.34	0.15	
	ข	0.45	0.10	ข้อสอบยากเกินไป		ข*	0.24	0.25	นำไปใช้ได้
	ค*	0.15	0.07	นำไปใช้ไม่ได้		ค	0.20	0.43	
	ง	0.26	0.24			ง	0.20	0.13	
41	ก	0.05	0.22		50	ก*	0.61	0.46	
	ข*	0.74	0.31	นำไปใช้ได้		ข	0.07	0.20	นำไปใช้ได้
	ค	0.11	0.10			ค	0.14	0.34	
	ง	0.10	0.05			ง	0.17	0.30	
42	ก	0.16	0.09		51	ก	0.11	0.19	
	ข*	0.75	0.20	นำไปใช้ได้		ข	0.17	0.37	นำไปใช้ได้
	ค	0.05	0.44			ค*	0.58	0.46	
	ง	0.05	0.17			ง	0.14	0.22	
43	ก	0.09	0.22		52	ก	0.17	0.08	
	ข	0.30	0.19	นำไปใช้ไม่ได้		ข*	0.55	0.25	นำไปใช้ได้
	ค	0.21	0.13			ค	0.14	0.23	
	ง*	0.38	0.11			ง	0.14	0.12	
44	ก	0.10	0.24		53	ก	0.05	0.10	
	ข*	0.71	0.57	นำไปใช้ได้		ข	0.10	0.08	นำไปใช้ได้
	ค	0.12	0.09			ค*	0.80	0.37	
	ง	0.07	0.38			ง	0.05	0.09	
45	ก	0.14	0.43		54	ก	0.43	0.22	
	ข*	0.45	0.25	นำไปใช้ได้		ข	0.10	0.45	นำไปใช้ไม่ได้
	ค	0.26	0.33			ค	0.33	0.40	ข้อสอบยากเกินไป
	ง	0.13	0.07			ง*	0.12	0.05	

ตารางที่ 66 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
55	ก	0.09	0.21	นำไปใช้ได้	58	ก	0.23	0.09	นำไปใช้ได้
	ข	0.05	0.19			ข	0.06	0.33	
	ค*	0.53	0.31			ค	0.41	0.14	
	ง	0.33	0.32			ง*	0.32	0.25	
56	ก	0.28	0.11	นำไปใช้ได้	59	ก*	0.43	0.27	นำไปใช้ได้
	ข*	0.40	0.24			ข	0.18	0.24	
	ค	0.12	0.06			ค	0.17	0.18	
	ง	0.19	0.30			ง	0.23	0.13	
57	ก	0.37	0.00	นำไปใช้ไม่ได้ ข้อสอบยากเกินไป	60	ก*	0.66	0.61	นำไปใช้ได้
	ข	0.25	0.31			ข	0.06	0.09	
	ค*	0.19	0.31			ค	0.11	0.33	
	ง	0.17	0.22			ง	0.17	0.20	

ตารางที่ 67 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้านมิติสัมพันธ์

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	ก	0.06	0.11	นำไปใช้ได้	10	ก*	0.75	0.29	นำไปใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุงตัวลวง ค และ ง
	ข	0.23	0.46			ข	0.11	0.05	
	ค*	0.67	0.44			ค	0.14	0.02	
	ง	0.05	0.06			ง	0.00	0.00	
2	ก*	0.76	0.36	นำไปใช้ได้	11	ก*	0.74	0.54	นำไปใช้ได้
	ข	0.08	0.27			ข	0.15	0.43	
	ค	0.08	0.17			ค	0.05	0.15	
	ง	0.05	0.15			ง	0.05	0.21	
3	ก	0.06	0.45	นำไปใช้ได้	12	ก	0.06	0.03	นำไปใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุงตัวลวง ก และ ง
	ข*	0.71	0.50			ข*	0.78	0.29	
	ค	0.05	0.08			ค	0.06	0.17	
	ง	0.19	0.35			ง	0.08	-.01	
4	ก*	0.78	0.29	นำไปใช้ได้	13	ก*	0.71	0.50	นำไปใช้ได้
	ข	0.05	0.21			ข	0.05	0.32	
	ค	0.05	0.06			ค	0.17	0.11	
	ง	0.11	0.05			ง	0.07	0.09	
5	ก	0.06	0.16	นำไปใช้ได้	14	ก	0.18	0.45	นำไปใช้ได้
	ข	0.19	0.05			ข	0.05	0.24	
	ค	0.06	0.32			ค	0.05	0.15	
	ง*	0.75	0.43			ง*	0.73	0.36	
6	ก	0.06	0.36	นำไปใช้ได้	15	ก	0.00	0.00	นำไปใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุงตัวลวง ก และ ค
	ข*	0.75	0.43			ข	0.50	0.05	
	ค	0.11	0.17			ค	0.00	0.00	
	ง	0.08	0.11			ง*	0.50	0.32	
7	ก*	0.78	0.39	นำไปใช้ได้	16	ก*	0.49	0.32	นำไปใช้ได้
	ข	0.11	0.34			ข	0.10	0.50	
	ค	0.05	0.32			ค	0.09	0.12	
	ง	0.07	0.11			ง	0.75	0.32	
8	ก	0.08	0.32	นำไปใช้ได้	17	ก	0.23	0.06	นำไปใช้ได้
	ข	0.08	0.14			ข*	0.70	0.39	
	ค*	0.78	0.32			ค	0.05	0.13	
	ง	0.05	0.13			ง	0.05	0.23	
9	ก	0.07	0.16	นำไปใช้ได้	18	ก	0.06	0.45	นำไปใช้ได้
	ข	0.13	0.07			ข*	0.50	0.50	
	ค	0.10	0.43			ค	0.05	0.12	
	ง*	0.70	0.50			ง	0.41	0.43	

ตารางที่ 67 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
19	ก	0.06	0.16		27	ก	0.05	0.14	
	ข	0.06	0.50	นำไปใช้ได้		ข	0.05	0.33	นำไปใช้ได้
	ค	0.14	0.32			ค	0.22	0.27	
	ง*	0.75	0.46			ง*	0.70	0.36	
20	ก	0.05	0.21		28	ก	0.08	0.16	
	ข	0.09	0.43	นำไปใช้ได้		ข*	0.71	0.29	นำไปใช้ได้
	ค*	0.75	0.46			ค	0.13	0.09	
	ง	0.12	0.11			ง	0.08	0.31	
21	ก	0.06	0.11		29	ก	0.05	0.26	
	ข	0.13	0.25	นำไปใช้ได้		ข	0.07	0.05	นำไปใช้ได้
	ค*	0.68	0.36			ค	0.09	0.43	
	ง	0.13	0.43			ง*	0.80	0.25	
22	ก	0.06	0.32		30	ก	0.15	0.32	
	ข	0.15	0.44	นำไปใช้ได้		ข	0.06	0.10	นำไปใช้ได้
	ค*	0.68	0.43			ค	0.08	0.32	
	ง	0.12	0.11			ง*	0.70	0.61	
23	ก	0.12	0.44		31	ก*	0.75	0.64	
	ข*	0.73	0.36	นำไปใช้ได้		ข	0.09	0.05	นำไปใช้ได้
	ค	0.12	0.17			ค	0.08	0.50	
	ง	0.05	0.29			ง	0.09	0.13	
24	ก	0.05	0.10		32	ก	0.13	0.32	
	ข	0.05	0.45	นำไปใช้ได้		ข	0.07	0.18	นำไปใช้ได้
	ค	0.12	0.21			ค	0.07	0.24	
	ง*	0.79	0.39			ง*	0.73	0.43	
25	ก*	0.70	0.36		33	ก	0.07	0.16	
	ข	0.17	0.36	นำไปใช้ได้		ข*	0.77	0.21	นำไปใช้ได้
	ค	0.07	0.41			ค	0.09	0.32	
	ง	0.07	0.19			ง	0.07	0.43	
26	ก	0.06	0.50						
	ข	0.11	0.28	นำไปใช้ได้					
	ค*	0.78	0.32						
	ง	0.05	0.06						

ตารางที่ 68 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้านการรับรู้

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	ก*	0.70	0.05	นำไปใช้ไม่ได้	10	ก	0.17	0.15	นำไปใช้ได้
	ข	0.06	0.11			ข*	0.48	0.26	
	ค	0.05	0.12			ค	0.20	0.25	
	ง	0.19	0.05			ง	0.14	0.14	
2	ก	0.12	0.15	นำไปใช้ได้	11	ก	0.28	0.12	นำไปใช้ได้
	ข*	0.74	0.25			ข	0.23	0.33	
	ค	0.06	0.78			ค	0.20	0.10	
	ง	0.08	0.10			ง*	0.33	0.23	
3	ก	0.17	0.12	นำไปใช้ได้	12	ก	0.06	0.10	นำไปใช้ได้
	ข*	0.56	0.26			ข	0.10	0.26	
	ค	0.18	0.25			ค*	0.79	0.23	
	ง	0.08	0.24			ง	0.06	0.08	
4	ก	0.34	0.32	นำไปใช้ไม่ได้	13	ก	0.17	0.25	นำไปใช้ได้
	ข*	0.40	0.12			ข	0.31	0.26	
	ค	0.18	0.27			ค*	0.32	0.25	
	ง	0.07	0.00			ง	0.21	0.43	
5	ก*	0.44	0.40	นำไปใช้ไม่ได้	14	ก	0.04	0.00	นำไปใช้ไม่ได้
	ข	0.00	0.00			ข	0.07	0.26	ปรับปรุงตัวลวง ก และ ค
	ค	0.07	0.05			ค	0.50	-.25	
	ง	0.50	0.25			ง*	0.40	0.15	
6	ก*	0.80	0.21	นำไปใช้ได้	15	ก	0.03	0.12	นำไปใช้ไม่ได้
	ข	0.06	0.18			ข	0.56	0.26	
	ค	0.06	0.25			ค*	0.28	-.04	
	ง	0.09	0.13			ง	0.13	0.11	
7	ก	0.06	0.05	นำไปใช้ได้	16	ก*	0.72	0.36	นำไปใช้ได้
	ข*	0.62	0.30			ข	0.17	0.15	
	ค	0.20	0.10			ค	0.06	0.25	
	ง	0.14	0.36			ง	0.06	0.08	
8	ก	0.11	0.22	นำไปใช้ได้	17	ก*	0.73	0.40	นำไปใช้ได้
	ข*	0.74	0.32			ข	0.06	0.10	
	ค	0.07	0.25			ค	0.15	0.17	
	ง	0.07	0.24			ง	0.06	0.12	
9	ก*	0.70	0.26	นำไปใช้ได้	18	ก	0.09	0.12	นำไปใช้ได้
	ข	0.07	0.09			ข*	0.65	0.34	
	ค	0.07	0.15			ค	0.18	0.36	
	ง	0.17	0.27			ง	0.09	0.13	

ตารางที่ 68 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
19	ก	0.05	0.12		28	ก	0.02	0.00	
	ข	0.26	0.30	นำไปใช้ได้		ข	0.06	0.26	นำไปใช้ไม่ได้
	ค*	0.63	0.51			ค	0.28	0.25	
	ง	0.05	0.11			ง*	0.64	0.36	
20	ก*	0.62	0.32		29	ก	0.07	0.32	
	ข	0.11	0.26	นำไปใช้ได้		ข	0.14	0.33	นำไปใช้ได้
	ค	0.19	0.35			ค	0.07	0.25	
	ง	0.08	0.24			ง*	0.72	0.32	
21	ก	0.20	0.30		30	ก	0.06	0.08	
	ข*	0.68	0.16	นำไปใช้ไม่ได้		ข	0.10	0.26	นำไปใช้ได้
	ค	0.06	0.25			ค	0.16	0.25	
	ง	0.06	0.00			ง*	0.68	0.23	
22	ก*	0.68	0.21		31	ก*	0.63	0.37	
	ข	0.11	0.27	นำไปใช้ได้		ข	0.09	0.34	นำไปใช้ได้
	ค	0.11	0.25			ค	0.09	0.25	
	ง	0.11	0.32			ง	0.19	0.29	
23	ก	0.08	0.22		32	ก	0.09	0.16	
	ข	0.20	0.26	นำไปใช้ได้		ข*	0.70	0.32	นำไปใช้ได้
	ค	0.08	0.08			ค	0.13	0.25	
	ง*	0.64	0.36			ง	0.09	0.31	
24	ก	0.11	0.12		33	ก*	0.68	0.51	
	ข	0.11	0.26	นำไปใช้ได้		ข	0.07	0.28	นำไปใช้ได้
	ค*	0.73	0.22			ค	0.18	0.33	
	ง	0.05	0.24			ง	0.07	0.09	
25	ก	0.10	0.09		34	ก	0.06	0.16	
	ข	0.10	0.21	นำไปใช้ได้		ข*	0.68	0.42	นำไปใช้ได้
	ค	0.10	0.20			ค	0.19	0.23	
	ง*	0.70	0.30			ง	0.06	0.10	
26	ก	0.22	0.01		35	ก	0.04	0.21	
	ข*	0.65	0.29	นำไปใช้ไม่ได้		ข	0.19	0.26	นำไปใช้ไม่ได้
	ค	0.06	0.25			ค*	0.77	0.37	
	ง	0.06	0.00			ง	0.00	0.00	
27	ก	0.12	0.09		36	ก	0.01	0.00	
	ข*	0.71	0.29	นำไปใช้ได้		ข	0.37	0.26	นำไปใช้ไม่ได้
	ค	0.08	0.35			ค*	0.45	0.18	
	ง	0.08	0.14			ง	0.15	0.24	

ตารางที่ 68 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
37	ก	0.07	0.23		46	ก*	0.41	0.44	
	ข	0.17	0.26	นำไปใช้ได้		ข	0.25	0.50	นำไปใช้ได้
	ค	0.07	0.25			ค	0.28	0.29	
	ง*	0.70	0.38			ง	0.05	0.10	
38	ก	0.09	0.12		47	ก	0.16	0.27	
	ข*	0.37	0.32	นำไปใช้ได้		ข	0.11	0.31	นำไปใช้ได้
	ค	0.27	0.55			ค*	0.54	0.48	
	ง	0.28	0.44			ง	0.19	0.20	
39	ก*	0.67	0.27		48	ก	0.30	0.32	
	ข	0.09	0.11	นำไปใช้ได้		ข*	0.48	0.29	นำไปใช้ได้
	ค	0.09	0.26			ค	0.05	0.12	
	ง	0.14	0.42			ง	0.15	0.21	
40	ก	0.12	0.12		49	ก	0.24	0.37	
	ข	0.12	0.26	นำไปใช้ได้		ข	0.05	0.26	นำไปใช้ได้
	ค*	0.70	0.37			ค*	0.55	0.42	
	ง	0.07	0.24			ง	0.16	0.22	
41	ก	0.19	0.32		50	ก	0.13	0.27	
	ข*	0.70	0.45	นำไปใช้ได้		ข	0.17	0.35	นำไปใช้ได้
	ค	0.06	0.14			ค*	0.63	0.33	
	ง	0.06	0.09			ง	0.07	0.11	
42	ก	0.07	0.27		51	ก	0.06	0.16	
	ข	0.14	0.26	นำไปใช้ได้		ข	0.17	0.34	นำไปใช้ได้
	ค	0.13	0.33			ค*	0.66	0.37	
	ง*	0.65	0.41			ง	0.11	0.12	
43	ก	0.55	0.22		52	ก	0.10	0.32	
	ข*	0.32	-.03	นำไปใช้ไม่ได้		ข	0.06	0.05	นำไปใช้ได้
	ค	0.08	0.16			ค	0.06	0.09	
	ง	0.05	0.02			ง*	0.77	0.55	
44	ก	0.16	0.30		53	ก	0.05	0.27	
	ข	0.08	0.21	นำไปใช้ได้		ข*	0.80	0.29	นำไปใช้ได้
	ค*	0.69	0.29			ค	0.10	0.30	
	ง	0.08	0.14			ง	0.05	0.11	
45	ก*	0.28	-.01		54	ก	0.13	0.34	
	ข	0.06	0.26	นำไปใช้ไม่ได้		ข	0.05	0.17	นำไปใช้ได้
	ค	0.55	0.21			ค	0.07	0.35	
	ง	0.08	0.05			ง*	0.75	0.47	

ตารางที่ 68 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
55	ก	0.25	0.41	นำไปใช้ได้	58	ก*	0.35	0.16	นำไปใช้ไม่ได้
	ข	0.16	0.39			ข	0.06	0.01	
	ค*	0.51	0.41			ค	0.03	0.00	
	ง	0.06	0.20			ง	0.57	0.41	
56	ก	0.28	0.25	นำไปใช้ไม่ได้	59	ก	0.04	0.27	นำไปใช้ไม่ได้
	ข	0.50	0.26			ข	0.34	-.03	
	ค	0.15	0.02			ค	0.13	0.23	
	ง	0.05	0.10			ง	0.52	0.13	
57	ก	0.06	0.15	นำไปใช้ได้	60	ก	0.10	0.32	นำไปใช้ได้
	ข	0.53	0.44			ข	0.05	0.10	
	ค	0.08	0.28			ค*	0.75	0.38	
	ง*	0.34	0.21			ง	0.09	0.22	

ตารางที่ 69 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	ก	0.08	0.31		10	ก	0.07	0.29	
	ข*	0.65	0.56	นำไปใช้ได้		ข*	0.80	0.20	นำไปใช้ได้
	ค	0.22	0.39			ค	0.06	0.10	
	ง	0.05	0.18			ง	0.05	0.09	
2	ก*	0.69	0.29		11	ก	0.06	0.25	
	ข	0.07	0.27	นำไปใช้ได้		ข	0.19	0.33	นำไปใช้ได้
	ค	0.09	0.25			ค*	0.71	0.27	
	ง	0.15	0.08			ง	0.05	0.21	
3	ก*	0.73	0.29		12	ก	0.05	0.07	
	ข	0.09	0.11	นำไปใช้ได้		ข	0.46	0.26	นำไปใช้ได้
	ค	0.05	0.10			ค	0.22	0.17	
	ง	0.13	0.35			ง*	0.28	0.32	
4	ก	0.06	0.09		13	ก	0.22	0.50	
	ข	0.10	0.32	นำไปใช้ได้		ข	0.06	0.32	นำไปใช้ได้
	ค*	0.75	0.39			ค*	0.67	0.29	
	ง	0.10	0.50			ง	0.05	0.17	
5	ก	0.06	0.16		14	ก*	0.60	0.45	
	ข	0.21	0.14	นำไปใช้ได้		ข	0.25	0.20	นำไปใช้ได้
	ค	0.005	0.32			ค	0.10	0.15	
	ง*	0.69	0.51			ง	0.05	0.10	
6	ก	0.17	0.47		15	ก*	0.75	0.59	
	ข	0.15	0.33	นำไปใช้ได้		ข	0.10	0.05	นำไปใช้ได้
	ค	0.32	0.17			ค	0.10	0.10	
	ง*	0.37	0.24			ง	0.05	0.12	
7	ก	0.07	0.19		16	ก	0.10	-.32	
	ข*	0.77	0.34	นำไปใช้ได้		ข	0.10	0.50	ใช้ไม่ได้ ตัดทิ้ง
	ค	0.10	0.50			ค*	0.72	-.34	
	ง	0.07	0.11			ง	0.08	0.02	
8	ก*	0.74	0.32		17	ก*	0.52	0.63	
	ข	0.11	0.14	นำไปใช้ได้		ข	0.05	0.10	นำไปใช้ได้
	ค	0.10	0.32			ค	0.16	0.13	
	ง	0.05	0.13			ง	0.28	0.23	
9	ก*	0.79	0.32		18	ก	0.10	0.45	
	ข	0.05	0.10	นำไปใช้ได้		ข*	0.47	0.41	นำไปใช้ได้
	ค	0.11	0.21			ค	0.25	0.20	
	ง	0.05	0.08			ง	0.19	0.23	

ตารางที่ 69 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
19	ก	0.15	0.38		27	ก	0.05	0.17	
	ข	0.10	0.50	นำไปใช้ได้		ข	0.05	0.43	นำไปใช้ได้
	ค*	0.64	0.51			ค*	0.80	0.32	
	ง	0.12	0.41			ง	0.09	0.16	
20	ก	0.31	0.12		28	ก*	0.59	0.41	
	ข*	0.60	0.54	นำไปใช้ได้		ข	0.20	0.50	นำไปใช้ได้
	ค	0.05	0.05			ค	0.10	0.09	
	ง	0.05	0.16			ง	0.10	0.31	
21	ก*	0.79	0.39		29	ก*	0.52	0.39	
	ข	0.05	0.25	นำไปใช้ได้		ข	0.14	0.10	นำไปใช้ได้
	ค	0.07	0.26			ค	0.06	0.23	
	ง	0.09	0.40			ง	0.25	0.25	
22	ก	0.24	0.52		30	ก	0.12	0.12	
	ข*	0.58	0.46	นำไปใช้ได้		ข*	0.40	0.46	นำไปใช้ได้
	ค	0.09	0.31			ค	0.36	0.31	
	ง	0.09	0.21			ง	0.14	0.06	
23	ก	0.05	0.14		31	ก	0.16	0.24	
	ข	0.05	0.36	นำไปใช้ได้		ข*	0.20	-.02	ใช้ไม่ได้ ตัดทิ้ง
	ค	0.10	0.17			ค	0.25	0.17	
	ง*	0.80	0.39			ง	0.29	0.13	
24	ก	0.07	0.10		32	ก	0.13	0.23	
	ข	0.05	0.05	นำไปใช้ได้		ข*	0.30	0.29	นำไปใช้ได้
	ค	0.12	0.21			ค	0.32	0.15	
	ง*	0.76	0.37			ง	0.28	0.40	
25	ก	0.06	0.22		33	ก	0.17	0.16	
	ข*	0.75	0.32	นำไปใช้ได้		ข	0.25	0.19	นำไปใช้ได้
	ค	0.12	0.50			ค	0.11	0.11	
	ง	0.06	0.19			ง*	0.60	0.34	
26	ก	0.08	0.08						
	ข	0.08	0.38	นำไปใช้ได้					
	ค	0.08	0.32						
	ง*	0.77	0.41						

ตารางที่ 70 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้านจักรกล

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
1	ก*	0.42	0.24	นำไปใช้ได้	10	ก	0.14	0.23	นำไปใช้ได้
	ข	0.05	0.23			ข*	0.54	0.51	
	ค	0.45	0.33			ค	0.14	0.20	
	ง	0.06	0.32			ง	0.19	0.41	
2	ก*	0.51	0.20	นำไปใช้ได้	11	ก*	0.61	0.44	นำไปใช้ได้
	ข	0.15	0.19			ข	0.05	0.13	
	ค	0.29	0.22			ค	0.16	0.19	
	ง	0.06	0.10			ง	0.17	0.32	
3	ก	0.08	0.27	นำไปใช้ได้	12	ก	0.07	0.27	นำไปใช้ได้
	ข	0.08	0.32			ข*	0.61	0.34	
	ค	0.12	0.28			ค	0.17	0.23	
	ง*	0.73	0.22			ง	0.15	0.40	
4	ก	0.25	0.32	นำไปใช้ได้	13	ก	0.11	0.25	นำไปใช้ได้
	ข	0.11	0.26			ข	0.34	0.26	
	ค*	0.58	0.41			ค*	0.25	0.22	
	ง	0.06	0.08			ง	0.30	0.16	
5	ก	0.09	0.23	นำไปใช้ได้	14	ก	0.09	0.26	นำไปใช้ได้
	ข	0.14	0.36			ข	0.39	0.40	
	ค*	0.63	0.41			ค*	0.42	0.46	
	ง	0.15	0.24			ง	0.09	0.11	
6	ก	0.13	0.27	นำไปใช้ไม่ได้	15	ก	0.10	0.18	นำไปใช้ได้
	ข*	0.80	0.12			ข	0.23	0.43	
	ค	0.03	0.05			ค	0.25	0.30	
	ง	0.04	0.12			ง*	0.42	0.27	
7	ก*	0.41	0.07	นำไปใช้ไม่ได้	16	ก	0.08	0.32	นำไปใช้ได้
	ข	0.21	0.26			ข*	0.73	0.41	
	ค	0.05	0.07			ค	0.05	0.10	
	ง	0.32	0.22			ง	0.15	0.10	
8	ก	0.06	0.12	นำไปใช้ไม่ได้	17	ก	0.24	0.31	นำไปใช้ไม่ได้
	ข*	0.79	0.17			ข	0.20	0.26	
	ค	0.09	0.10			ค	0.23	0.23	
	ง	0.05	0.21			ง*	0.33	-.02	
9	ก	0.10	0.18	นำไปใช้ได้	18	ก*	0.52	0.29	นำไปใช้ได้
	ข*	0.71	0.27			ข	0.05	0.07	
	ค	0.11	0.08			ค	0.05	0.13	
	ง	0.08	0.31			ง	0.38	0.24	

ตารางที่ 70 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
19	ก	0.28	0.07	นำไปใช้ไม่ได้	28	ก	0.20	0.25	นำไปใช้ได้
	ข	0.16	0.20			ข	0.17	0.29	
	ค	0.05	0.12			ค	0.10	0.33	
	ง*	0.52	-.01			ง*	0.51	0.37	
20	ก	0.08	0.18	นำไปใช้ได้	29	ก	0.09	0.21	นำไปใช้ได้
	ข	0.08	0.32			ข	0.09	0.16	
	ค*	0.66	0.37			ค	0.06	0.21	
	ง	0.18	0.21			ง*	0.77	0.32	
21	ก	0.05	0.21	นำไปใช้ได้	30	ก	0.15	0.27	นำไปใช้ไม่ได้
	ข	0.13	0.37			ข*	0.71	0.15	
	ค*	0.65	0.49			ค	0.08	-.07	
	ง	0.18	0.15			ง	0.06	0.03	
22	ก	0.07	0.10	นำไปใช้ได้	31	ก*	0.35	0.24	นำไปใช้ได้
	ข	0.11	0.26			ข	0.26	0.37	
	ค	0.05	0.33			ค	0.21	0.41	
	ง*	0.78	0.29			ง	0.18	0.14	
23	ก	0.40	0.52	นำไปใช้ไม่ได้	32	ก	0.24	0.27	นำไปใช้ได้
	ข	0.10	0.37			ข*	0.44	0.24	
	ค	0.26	0.23			ค	0.25	0.17	
	ง*	0.25	0.12			ง	0.08	0.11	
24	ก	0.18	0.37	นำไปใช้ได้	33	ก*	0.77	0.44	นำไปใช้ได้
	ข	0.23	0.16			ข	0.12	0.09	
	ค	0.19	0.30			ค	0.06	0.14	
	ง*	0.41	0.22			ง	0.06	0.22	
25	ก	0.06	0.19	นำไปใช้ได้	34	ก	0.11	0.30	นำไปใช้ได้
	ข*	0.78	0.20			ข	0.25	0.37	
	ค	0.08	0.26			ค	0.11	0.23	
	ง	0.08	0.24			ง*	0.55	0.22	
26	ก*	0.73	0.49	นำไปใช้ได้	35	ก	0.38	0.20	นำไปใช้ไม่ได้
	ข	0.15	0.34			ข	0.54	-.12	
	ค	0.05	0.22			ค	0.02	0.10	
	ง	0.08	0.10			ง	0.05	0.09	
27	ก	0.09	-.17	นำไปใช้ไม่ได้	36	ก	0.05	0.07	นำไปใช้ได้
	ข	0.28	0.26			ข*	0.76	0.54	
	ค*	0.58	0.20			ค	0.06	0.12	
	ง	0.06	0.02			ง	0.13	0.31	

ตารางที่ 70 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อที่	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
37	ก*	0.44	0.32	นำไปใช้ได้	39	ก*	0.40	0.37	นำไปใช้ได้
	ข	0.13	0.21			ข	0.30	0.14	
	ค	0.11	0.29			ค	0.14	0.07	
	ง	0.33	0.11			ง	0.18	0.32	
38	ก	0.19	0.25	นำไปใช้ได้	40	ก*	0.37	0.20	นำไปใช้ได้
	ข*	0.41	0.44			ข	0.22	0.06	
	ค	0.32	0.53			ค	0.24	0.30	
	ง	0.08	0.23			ง	0.17	0.21	

ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คู่มือการใช้แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แนวคิดเกี่ยวกับแบบวัด

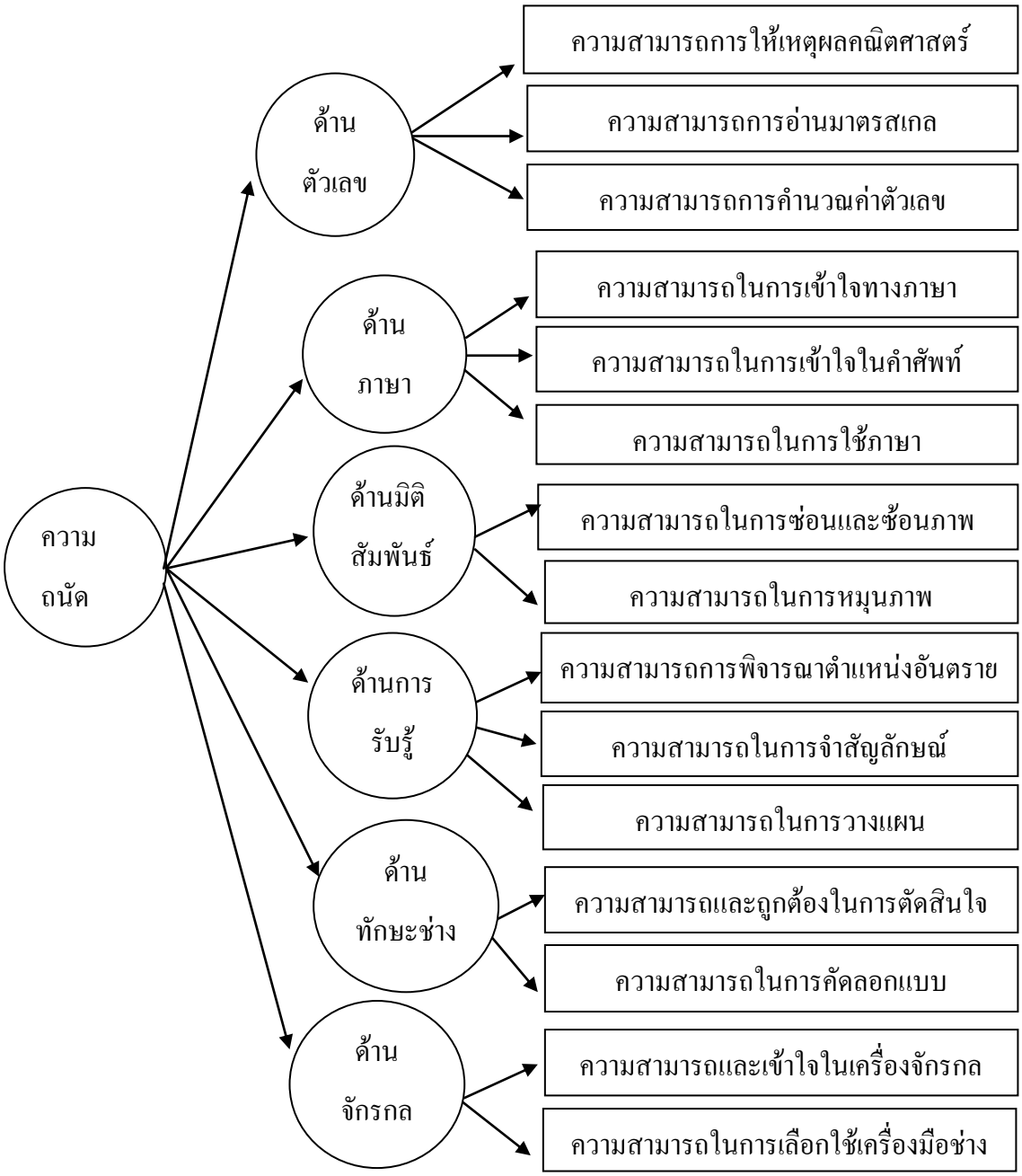
แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สร้างขึ้นภายใต้ทฤษฎีของเทอร์สโตน โดยใช้องค์ประกอบตามแบบทดสอบมาตรฐานของ GATB, DAT, ASVAB, OASIS และ FACT เป็นหลักในการสังเคราะห์ได้องค์ประกอบทั้งหมด 6 องค์ประกอบ คือ 1) ความสามารถด้านตัวเลข 2) ความสามารถด้านภาษา 3) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 4) ความสามารถด้านการรับรู้ 5) ความคล่องแคล่วในการทักษะช่าง และ 6) ด้านความเข้าใจเชิงจักรกล และพัฒนาเป็นแบบวัดออนไลน์ที่ดำเนินการสอบ บนอินเทอร์เน็ต เพื่อให้แบบวัดมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้จริง และให้ผลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางต่อไป

วัตถุประสงค์ของแบบวัด

แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวัดระดับความถนัดทางการเรียนวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้องค์ประกอบทั้งหมด 6 องค์ประกอบ

กรอบการสร้างแบบวัด

แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีของเทอร์สโตน ได้องค์ประกอบหลัก 6 องค์ประกอบ และแบ่งออกเป็น 15 องค์ประกอบย่อย นำมาเขียนเป็นกรอบการสร้างแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังแผนภาพ



ภาพที่ 42 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการใช้ และวิธีดำเนินการสอบ

แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้พัฒนาใช้ในระบบออนไลน์เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจำนวน 6 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบวัดความถนัดด้านตัวเลข จำนวน 39 ข้อ ใช้เวลาสอบ 40 นาที

ฉบับที่ 2 แบบวัดความถนัดด้านภาษา จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาสอบ 30 นาที

ฉบับที่ 3 แบบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 29 ข้อ ใช้เวลาสอบ 20 นาที

ฉบับที่ 4 แบบวัดความถนัดด้านการรับรู้ จำนวน 42 ข้อ ใช้เวลาสอบ 20 นาที

ฉบับที่ 5 แบบวัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง จำนวน 24 ข้อ ใช้เวลาสอบ 20 นาที

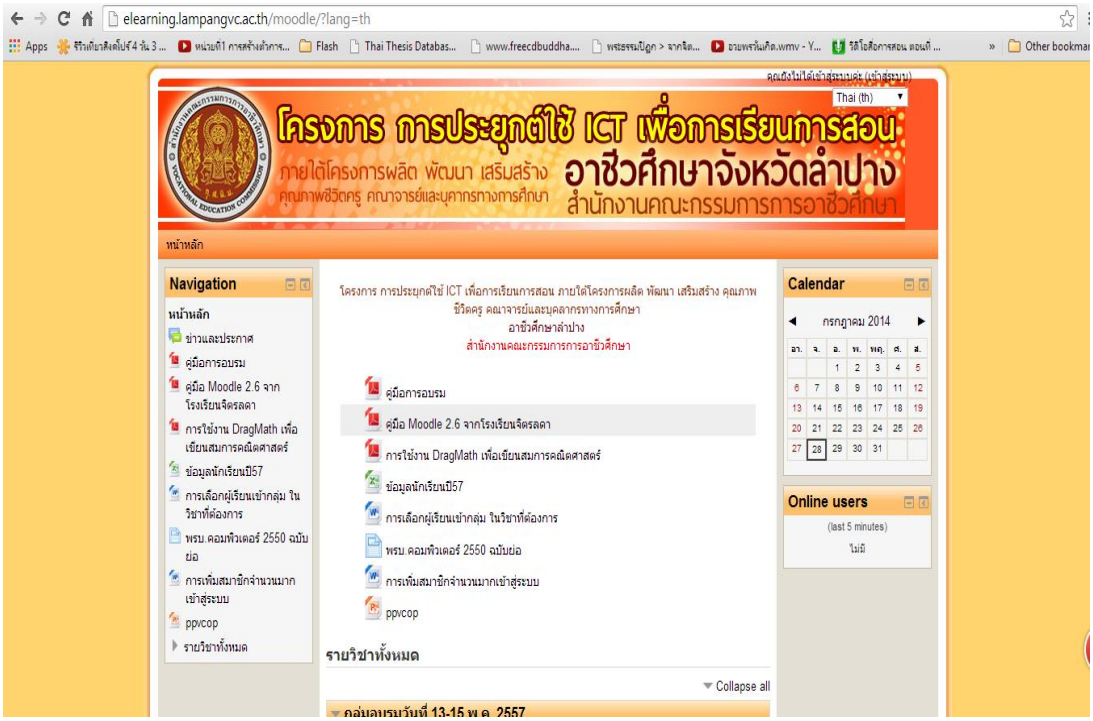
ฉบับที่ 6 แบบวัดความถนัดด้านจักรกล มีจำนวน 25 ข้อ ใช้เวลาสอบ 20 นาที

โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ไปยังโรงเรียนมัธยมที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยขอความอนุเคราะห์จากครูที่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้นำพานักเรียนเข้าทำการทดสอบในห้องอินเทอร์เน็ตของโรงเรียน โดยนักเรียนที่เข้าสอบทุกคนจะได้รับชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านจากครูผู้ควบคุมสอบเพื่อเข้าระบบ โดยมีขั้นตอนในการทำแบบวัดออนไลน์ ในคู่มือเล่มนี้ มีทั้งหมด 18 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เข้า website

http://elearning.lampangvc.ac.th/moodle/

จะพบกับ หน้าหลักของ website



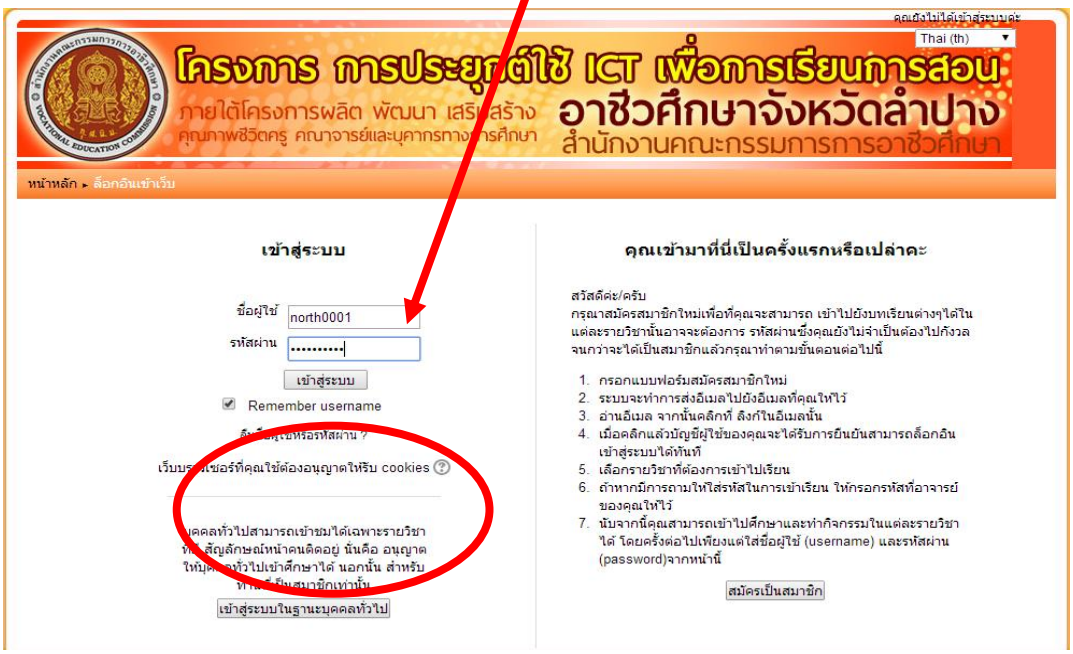
ขั้นตอนที่ 2 เลือกเมนู ภาษาไทย

ขั้นตอนที่ 3 คลิกเลือก เข้าสู่ระบบ

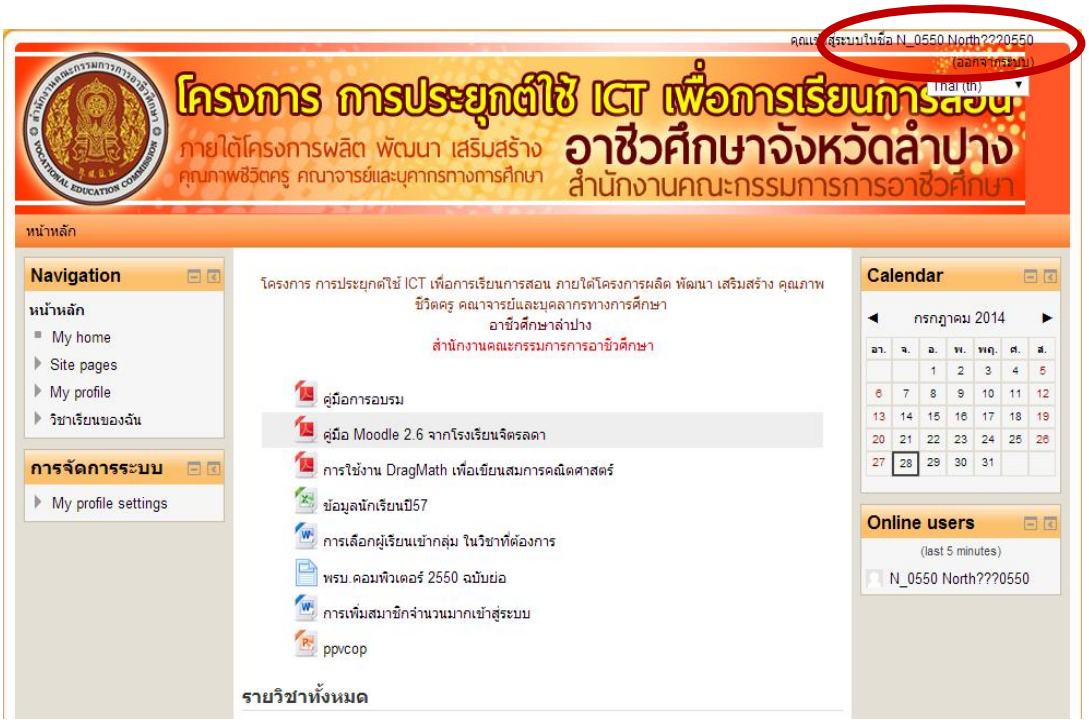
ขั้นตอนที่ 4 ทำการเข้าสู่ระบบโดยการกรอกข้อมูล ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน เช่น

ชื่อผู้ใช้ north0001

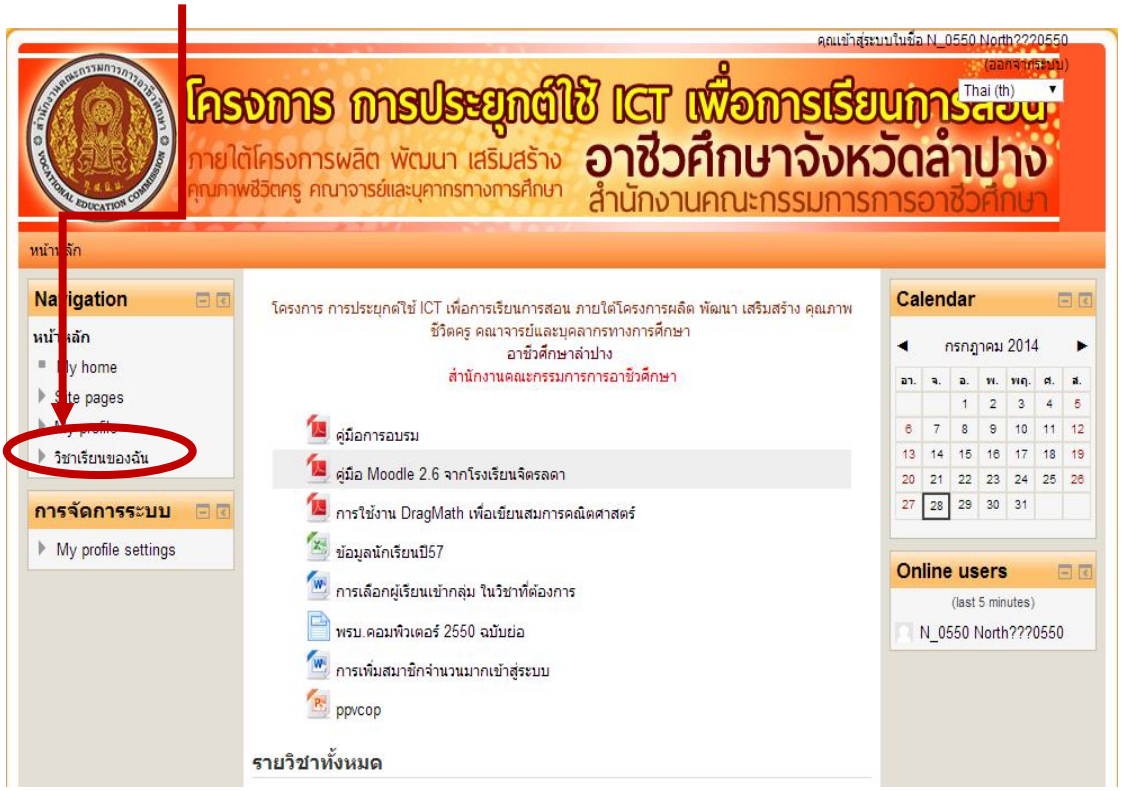
รหัสผ่าน North=0001 (เมื่อกรอกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คลิกปุ่มเข้าสู่ระบบ)



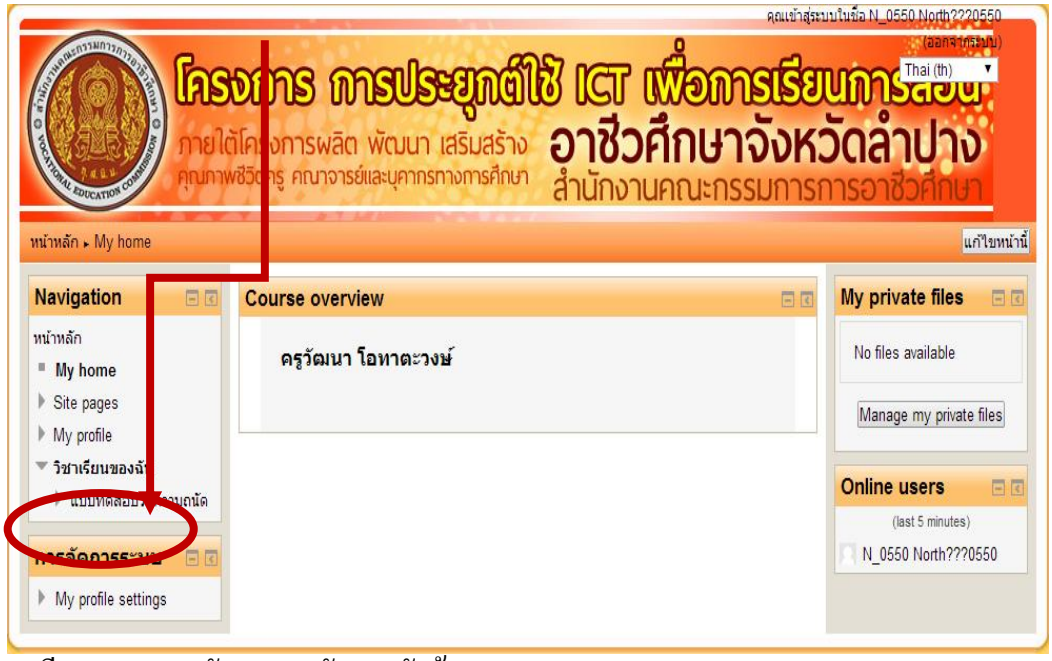
ขั้นตอนที่ 5 จะพบกับหน้าจอหลักโดยมีชื่อที่เข้าสู่ระบบอยู่มุมบนด้านขวามือ



ขั้นตอนที่ 6 คลิกหัวข้อวิชาเรียนของฉัน

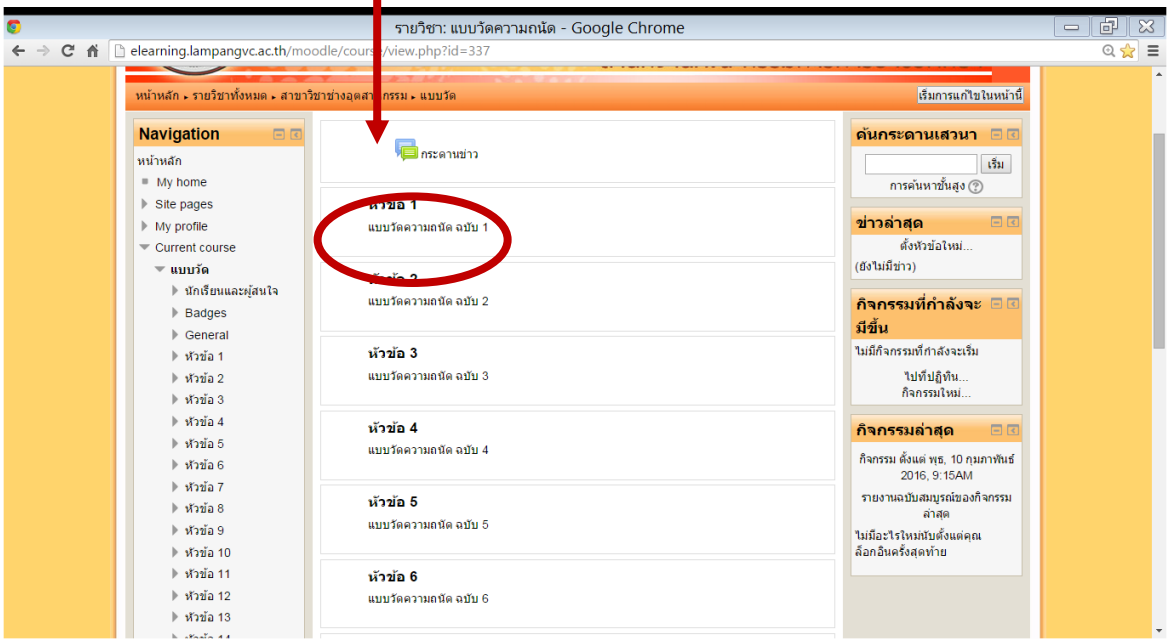


ขั้นตอนที่ 7 คลิกเลือกแบบทดสอบวัดความถนัด

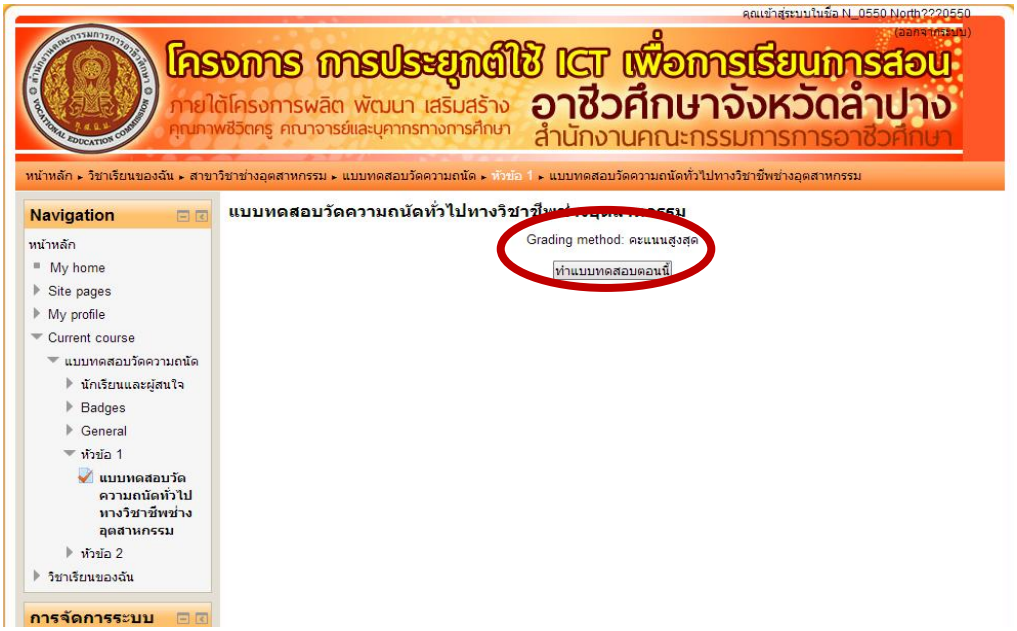


(จะมีแบบทดสอบวัดความถนัด 6 หัวข้อ)

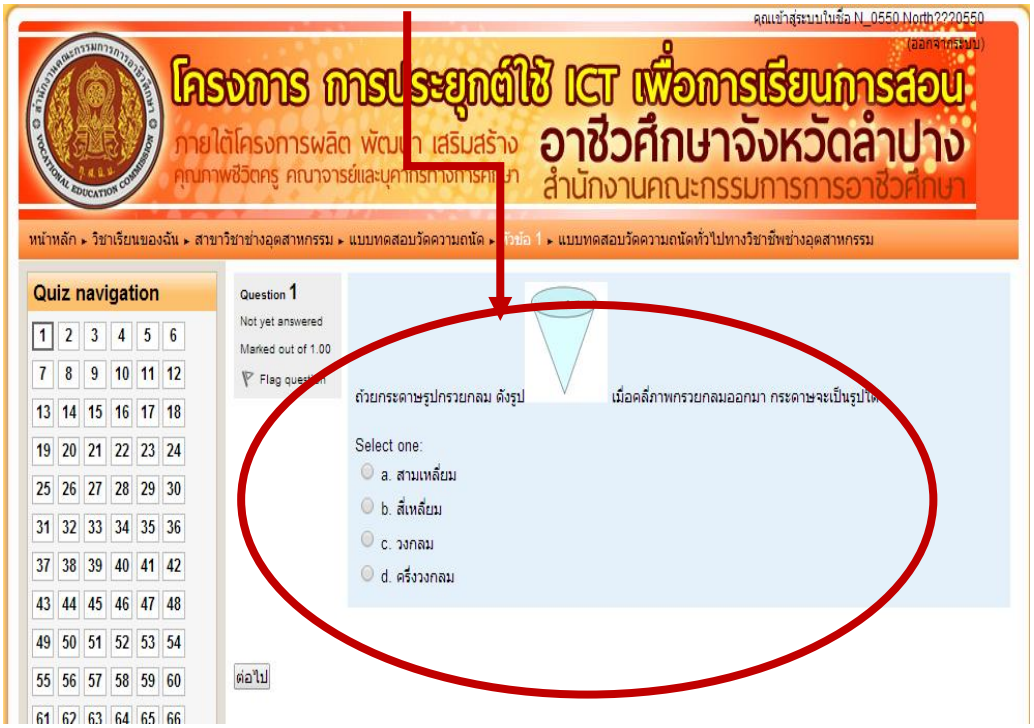
ขั้นตอนที่ 8 เลือกทำแบบทดสอบวัดความถนัดที่ละฉบับ



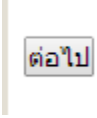
ขั้นตอนที่ 9 คลิกปุ่มทำแบบทดสอบตอนนี้



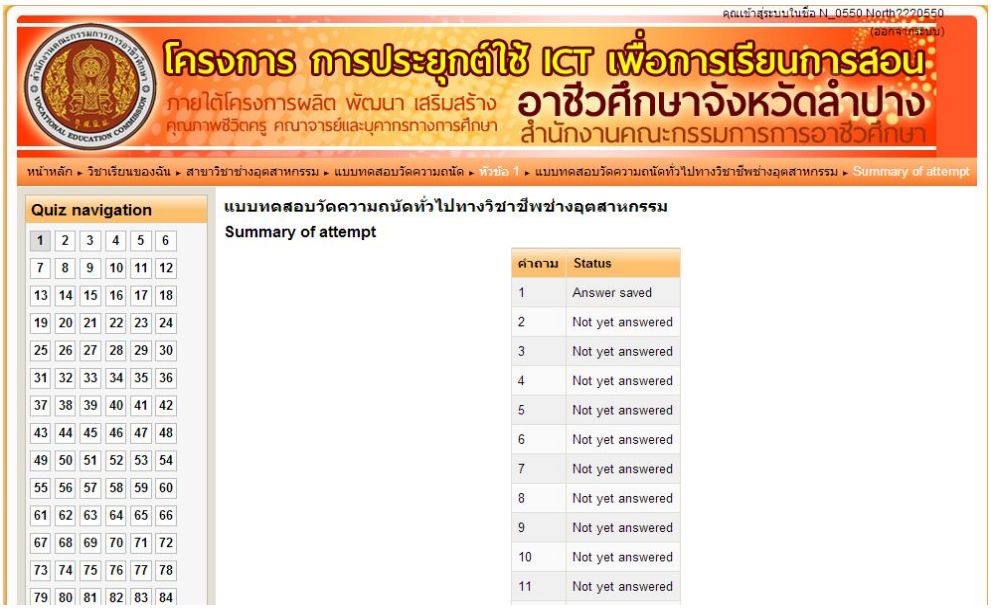
ขั้นตอนที่ 10 เริ่มลงมือทำแบบทดสอบโดยเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว



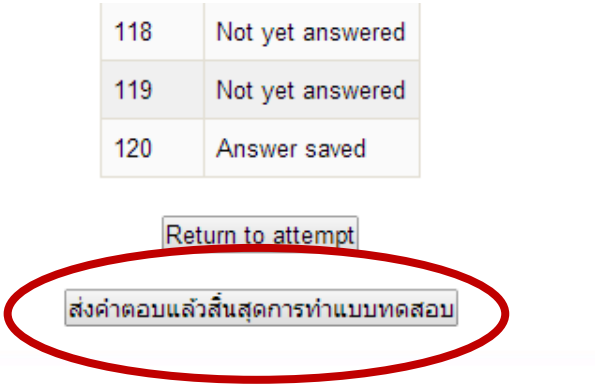
ขั้นตอนที่ 11 กดปุ่มต่อไปเพื่อทำข้อสอบข้อถัดไปจนครบทุกข้อ



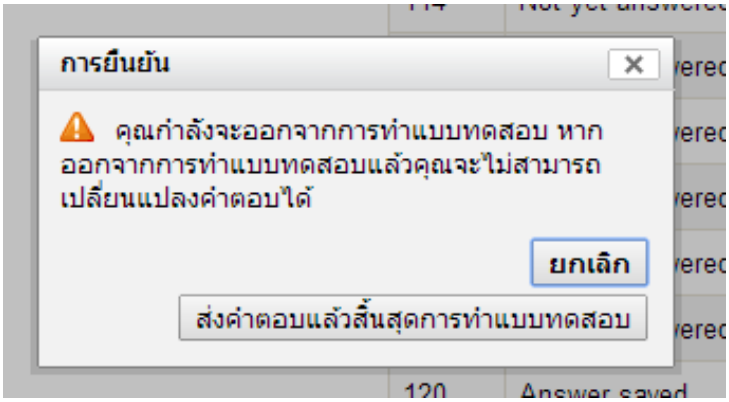
ขั้นตอนที่ 12 เมื่อทำจนครบทุกข้อในแต่ละฉบับ จะปรากฏหน้าจอ



ขั้นตอนที่ 13 เลือกปุ่มส่งคำตอบแล้วสิ้นสุดการทำแบบทดสอบ

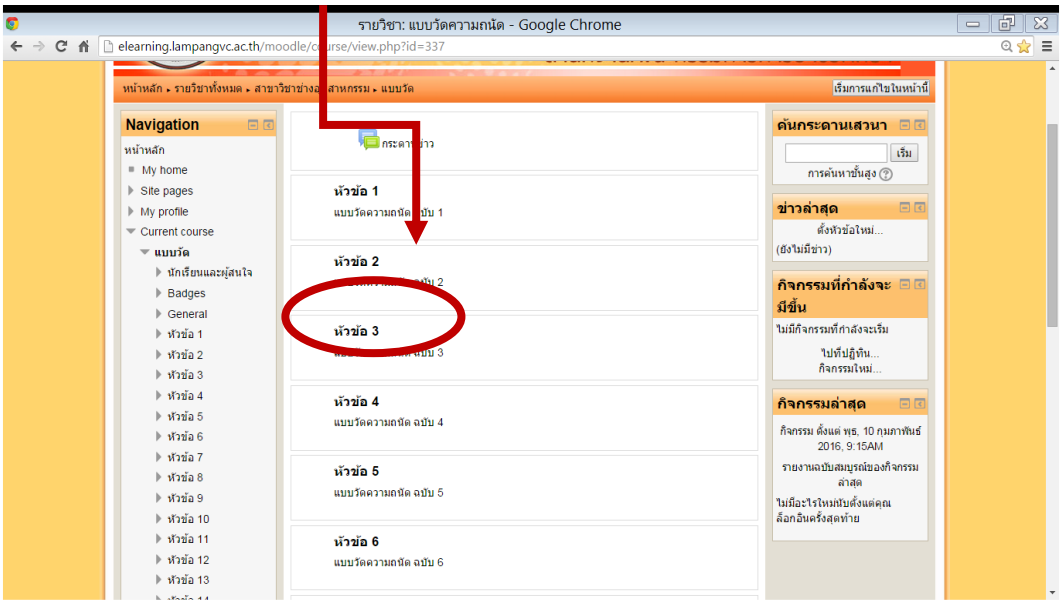


ขั้นตอนที่ 14 ระบบจะให้กดปุ่ม ส่งคำตอบแล้วสิ้นสิ้นการทำแบบทดสอบอีกครั้งเพื่อยืนยันการทำข้อสอบ

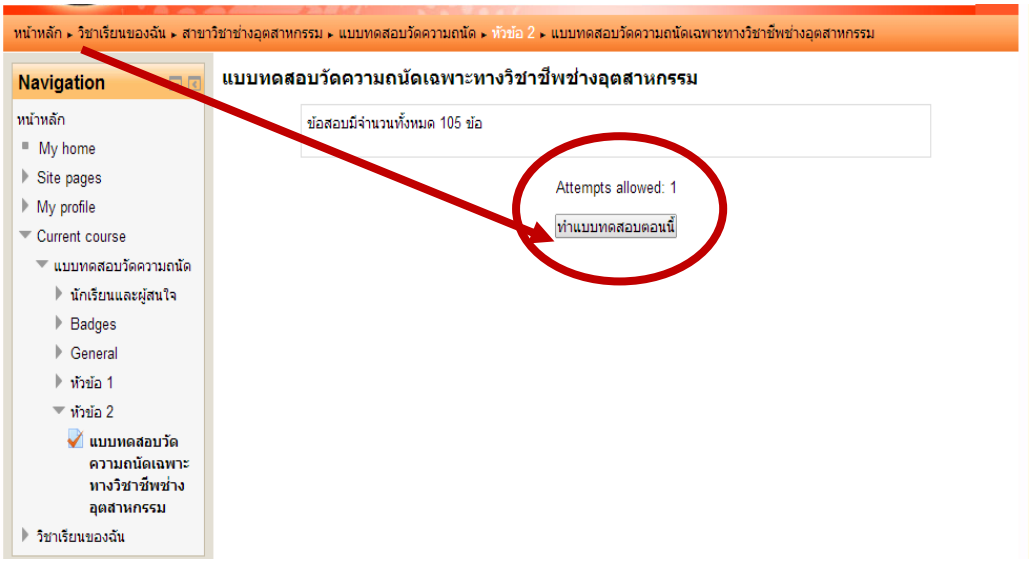


ขั้นตอนที่ 15 ระบบจะแจ้งคะแนน

ขั้นตอนที่ 16 คลิกเลือกหัวข้อ 2 เพื่อทำแบบวัดความถนัดเฉพาะทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม



ขั้นตอนที่ 17 เลือกปุ่มทำแบบทดสอบตอนนี้เพื่อเริ่มทำแบบทดสอบ



ขั้นตอนที่ 18 เริ่มทำแบบทดสอบข้อที่ 1 โดยมีขั้นตอนการทำเหมือนแบบทดสอบฉบับแรก

คะแนนของเต็มของแบบวัดแต่ละด้าน ดังนี้

ด้านตัวเลข	ด้านภาษา	ด้านมิติสัมพันธ์	ด้านการรับรู้	ด้านทักษะทางช่าง	เชิงจักรกล
39	40	29	42	24	25

เมื่อได้ผลคะแนนครบจึงนำไปเทียบกับคะแนนเกณฑ์ รายฉบับ และเกณฑ์คะแนนรวม เพื่อแปลผลระดับความถนัดในภาพรวม และรายองค์ประกอบ

วิธีการตรวจให้คะแนนและแปลความ

แบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ตรวจให้คะแนน แบบถูกให้ 1 คะแนน ผิด ให้ 0 คะแนน โปรแกรมจะทำการประมวลผลคะแนนออกมาเป็นคะแนนรายฉบับ ผู้สอบสามารถรู้คะแนนสอบของตนเองได้ทันที

สำหรับการแปลผล นำคะแนนดิบที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์ปกติ ที่พัฒนาขึ้นเป็นเกณฑ์ระดับประเทศ ที่นำคะแนนดิบแปลงค่าเป็นคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ แบ่งความสามารถเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ตำแหน่งเปอร์เซนไทล์ (PR)	ระดับความถนัด
PR<11	ต่ำมาก
11≤ PR < 33	ต่ำ
33≤ PR < 67	ปานกลาง
67≤ PR < 99	สูง
PR ≥ 99	สูงมาก

คุณภาพของแบบวัด

ในการพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ดำเนินการหาคุณภาพของแบบวัด ดังนี้

1. ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา(Content validity index: CVI) ของแบบวัดรายฉบับดังนี้

ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข	เท่ากับ 0.989
ฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา	เท่ากับ 0.989
ฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	เท่ากับ 0.990
ฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้	เท่ากับ 0.989
ฉบับ 5 วัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง	เท่ากับ 0.990
ฉบับ 6 วัดความถนัดด้านจักรกล	เท่ากับ 0.992

2. ค่าความเที่ยงรายฉบับแบบอิงกลุ่มตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม คำนวณโดยวิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) ดังนี้

ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข	เท่ากับ 0.864
ฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา	เท่ากับ 0.833
ฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	เท่ากับ 0.785
ฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้	เท่ากับ 0.779
ฉบับ 5 วัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง	เท่ากับ 0.746
ฉบับ 6 วัดความถนัดด้านจักรกล	เท่ากับ 0.810

3. ค่าความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ โดยใช้คะแนนแบบวัดแต่ละฉบับ กับคะแนนผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) มาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ผลดังนี้

ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข	เท่ากับ 0.428
ฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา	เท่ากับ 0.466
ฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	เท่ากับ 0.472
ฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้	เท่ากับ 0.511

ฉบับ 5 วัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง เท่ากับ 0.469

ฉบับ 6 วัดความถนัดด้านจักรกล เท่ากับ 0.443

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนรวม เท่ากับ 0.719

4. ค่าอำนาจจำแนก (a) และค่าความสามารถ (b) ตามทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ 2 พารามิเตอร์ ตรวจให้คะแนนแบบ 2 ค่า (Dichotomous item response theory three parameters) ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม BILOG MG version 3 โดยใช้เกณฑ์คัดเลือก ดังนี้

ค่าอำอาจจำแนก $a \geq 0.31$

ค่าความยาก $-0.2 < b < 0.2$

ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข ข้อสอบมีคุณภาพตามเกณฑ์ 39 ข้อ

ฉบับ 2 วัดความถนัดทางภาษา ข้อสอบมีคุณภาพตามเกณฑ์ 40 ข้อ

ฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ข้อสอบมีคุณภาพตามเกณฑ์ 29 ข้อ

ฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้ ข้อสอบมีคุณภาพตามเกณฑ์ 42 ข้อ

ฉบับ 5 วัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง ข้อสอบมีคุณภาพตามเกณฑ์ 24 ข้อ

ฉบับ 6 วัดความเข้าใจเชิงจักรกล ข้อสอบมีคุณภาพตามเกณฑ์ 25 ข้อ

ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสาม (Third order confirmatory factor analysis) ด้วยโปรแกรม LISREL version 8.72

ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงขององค์ประกอบความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 36543.06 มีองศาอิสระเท่ากับ 19281 และดัชนีความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.97 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.95 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบอันดับสามมีค่าระหว่าง0.072 ถึง 0.93 แต่ละองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ทุกค่า แสดงว่าโครงสร้างขององค์ประกอบความรู้ที่จำเป็นตรงตามทฤษฎี

5. ตรวจสอบความเที่ยงของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง ในลักษณะ Cross Design ที่มีรูปแบบ p x i design จากการสุ่มนักเรียนจำนวน 1,436 คน ผลของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาพรวม และรายฉบับของแบบวัดทั้ง 6 ฉบับ ตามลำดับ ดังนี้

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient: G-Coefficient) แบบวัดความสามารถทางปัญญา จำนวน 199 ข้อ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.938

ฉบับ 1 วัดความถนัดด้านตัวเลข เท่ากับ 0.718
ฉบับ 2 วัดความถนัดด้านภาษา เท่ากับ 0.714
ฉบับ 3 วัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ เท่ากับ 0.661
ฉบับ 4 วัดความถนัดด้านการรับรู้ เท่ากับ 0.896
ฉบับ 5 วัดความถนัดด้านความคล่องแคล่วในทักษะช่าง เท่ากับ 0.634
ฉบับ 6 วัดความถนัดด้านจักรกล เท่ากับ 0.628

เกณฑ์ปกติ

ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความถนัดทางวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัด มาหาค่าเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile rank) และคะแนนทีปกติ (Normalized T-score) แล้วนำมาแปลผลเทียบกับเกณฑ์ 5 ระดับ ตามหลักเกณฑ์การแบ่งคะแนนของ Parker (2002, p. 3 อ้างถึงใน จุไรพร ตรังปราการ, 2548, p. 24) ดังนี้

เปอร์เซนไทล์	ระดับความถนัด
มากกว่า 98	สูงมาก
P_{67}-P_{98}	สูง
P_{33}-P_{66}	ปานกลาง
P_{11}-P_{32}	ต่ำ
น้อยกว่า 11	ต่ำมาก

โดยเกณฑ์การแปลผลแยกตามรายฉบับ และภาพรวม ดังนี้

แบบวัด/ ฉบับ	ระดับความสามารถ/ ช่วงคะแนนดิบจากการทดสอบ				
	สูงมาก	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำมาก
1. ความถนัดด้านตัวเลข	38-39	29-37	25-28	21-24	0-20
2. ความถนัดด้านภาษา	39-40	32-38	28-31	24-27	0-23
3. ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	29	23-28	20-23	17-19	0-16
4. ความถนัดด้านการรับรู้	42	37-41	33-36	29-32	0-28
5. ความถนัดด้านความคล่องแคล่ว	24	20-23	18-19	15-17	0-14
6. ความเข้าใจเชิงจักกล	25	21-24	18-20	15-17	0-14
เกณฑ์คะแนนรวม	178-190	155-177	143-154	131-142	0-130