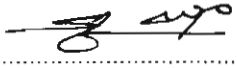
การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สุรเชษฐ์ พินิจกิจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
สิงหาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ สุรเชษฐ์ พินิจกิจ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

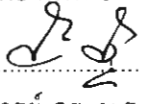
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



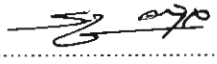
.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพิมพ์ ศรีพันธ์วรสกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.กนก พานทอง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

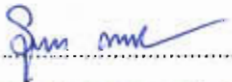


.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.สมพร สุทัศนีย์)



.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพิมพ์ ศรีพันธ์วรสกุล)

.....กรรมการ
(ดร.กนก พานทอง)



.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
และวิทยาการปัญญา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี)
วันที่ 5 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2558

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทบัณฑิตศึกษา
ประจำปีงบประมาณ 2557 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.สุพิมพ์ ศรีพันธ์วรสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.กนก พานทอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา รวมทั้งคณาจารย์และบุคลากรวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ปรัชญา แก้วแก่น ดร.ภัทราวดี มากมี และ ดร.ลัดดา เหลืองรัตนมาศ ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเสนอแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์สำหรับการวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ ขอขอบพระคุณนางสาวจิราพร จิรบุญดิลก ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย โรงเรียนคลองกิ่วยิ่งวิทยา และนายศุภกิจ ทิศกระโทก ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนคลองกิ่วยิ่งวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้ภาษาไทย และความเหมาะสมของสมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างกิจกรรมการประเมินในงานวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณนายแพทย์สมรักษ์ สันติเบญจกุล รองศาสตราจารย์ ดร.สิริรัตน์ วิภาสศิลป์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์ และอาจารย์ยรรยงค์ พันธ์สวัสดิ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและเสนอแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์สำหรับการวิจัยให้มีคุณภาพ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานนท์ ไชยสุริยา รองผู้อำนวยการสถาบันภาษา มหาวิทยาลัยบูรพา และ รองศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.สมพร สุทัศนีย์ ณ อยุธยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลภาษาอังกฤษในกิจกรรมขณะอ่านอัตโนมัติของโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ที่ผู้วิจัยใช้ในการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่อบรมสั่งสอน และให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด หากปราศจากท่านคงไม่มีความสำเร็จที่เกิดขึ้นในวันนี้ และขอขอบคุณครอบครัวตระกูลพินิจกิจที่คอยให้กำลังใจและอยู่เคียงข้างผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาทุกท่าน ที่มิได้กล่าวนาม มา ณ ที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเป็นแรงผลักดันให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่ บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ผู้วิจัยเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

สุรเชษฐ์ พินิจกิจ

53910037: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
วท.ม. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา)
คำสำคัญ: ความจำขณะคิด/ สมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา/ องค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษา/ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สุรเชษฐ์ พินิจกิจ: การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (DEVELOPMENT COMPUTER PROGRAM FOR PHONOLOGICAL WORKING MEMORY CAPACITY ASSESSMENT OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สุพิมพ์ ศรีพันธ์วรสกุล, ค.ด., กนก พานทอง, ปร.ด. 162 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน Automated Complex Span Tasks: CSTs ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาพัฒนาโดย Unsworth et al. (2005) ทำงานด้วยโปรแกรม Inquisit 4.0 Lab การวิจัยมี 2 ขั้นตอน คือ 1) การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา 2) การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข จังหวัดชลบุรี จำนวน 54 คน จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินซับซ้อน (Complex Tasks) สองกิจกรรม คือ กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน และโปรแกรมมาตรฐาน CSTs วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน และตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมจากวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างคะแนนประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นในบริบทที่เป็นไทย ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินซับซ้อนสองกิจกรรม คือ กิจกรรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน ทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 สามารถประเมินผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์โดยใช้เมาส์เป็นอุปกรณ์หลัก และโปรแกรมสามารถแสดงผลการประเมินได้เช่นเดียวกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์เมื่อเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันผลการประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านเท่ากับ 0.68 และ 0.83 ตามลำดับ

53910037 : MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE
M.Sc. (RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE)
KEYWORDS: WORKING MEMORY/ PHONOLOGICAL LOOP/ PHONOLOGICAL WORKING MEMORY CAPACITY/ DEVELOPMENT COMPUTER PROGRAM

SURACHATE PHINITKIT: DEVELOPMENT COMPUTER PROGRAM FOR PHONOLOGICAL WORKING MEMORY CAPACITY ASSESSMENT OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: SUPIM SRIPUNVORASKUL, Ph.D., KANOK PANTHONG, Ph.D. 162 P. 2015.

The objectives of this research were to develop a computer program for phonological working memory assessment of upper secondary school students and to evaluate the criterion-related validity of the developed program compared with the standard program, Automated Complex Span Tasks (CSTs). The research was divided into two steps: 1) to develop a computer program for phonological working memory assessment of upper secondary school students 2) to evaluate the criterion-related validity of the computer program compared with the standard program CSTs. The sample includes 54 upper secondary school students in the academic year 2014 from Chonkanyanukul Saensuk School, Chon Buri province. The research instrument were a computer program for phonological working memory assessment of upper secondary school students consisted of two complex span tasks, operation span task (OS), reading span task (RS) and standard program CSTs. Data were analyzed by using basic statistical analysis and Pearson's correlation coefficient to determine the criterion-related validity of developed program.

The results showed that

1. The developed computer program in Thai context consisted of two complex span tasks, operation span task and reading span task worked on SuperLab 5.0 program. The program featured several forms and methods of assessment or evaluation that were being displayed across the personal computer (PC) screen by using the mouse driven similar to the CSTs standard program.

2. The developed computer program meets the criterion-related validity with standard program CSTs at a significant level of 0.01. The Pearson correlation coefficient of assessment by operation span task and reading span task were 0.68 and 0.83 respectively.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่
1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5
กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 6
ขอบเขตของการวิจัย..... 7
นิยามศัพท์เฉพาะ..... 7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 10
ตอนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความจำ..... 10
ตอนที่ 2 ความจำขณะคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 15
ตอนที่ 3 องค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 24
ตอนที่ 4 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด ด้านภาษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 30
3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 40
ตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด ด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย..... 42
ตอนที่ 2 การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs..... 59
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 62
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง..... 63
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้าน ภาษา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย..... 64
ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs..... 85
5 สรุปผล อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 87
สรุปผลการวิจัย..... 87
อภิปรายผลการวิจัย..... 90

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 96
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 96
บรรณานุกรม 97
ภาคผนวก 104
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา 105
ภาคผนวก ข สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ของเครื่องมือวิจัย 107
ภาคผนวก ค รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 109
ภาคผนวก ง แบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด ด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 111
ภาคผนวก จ แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมิน สมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลายโดยนักเรียนที่ทดลองใช้ 115
ภาคผนวก ฉ ข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน 118
ภาคผนวก ช ดัชนีความสอดคล้องด้านเนื้อหาของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในการ ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหาของกิจกรรม ขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน 125
ภาคผนวก ซ ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงของกิจกรรมขณะคำนวณและ กิจกรรมขณะอ่าน 132
ภาคผนวก ฌ ดัชนีความสอดคล้องด้านการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรม คอมพิวเตอร์โดยผู้เชี่ยวชาญ 137
ภาคผนวก ญ คู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำ ขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 140
ประวัติย่อของผู้วิจัย 162

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงของกิจกรรมขณะคำนวณ	44
2	ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงของกิจกรรมขณะอ่าน	44
3	ค่าเฉลี่ยเวลาในการคำนวณสมการคณิตศาสตร์ของกิจกรรมขณะคำนวณ และการตีความประโยคสำหรับกิจกรรมขณะอ่าน	45
4	แสดงผลการเลือกตัวอักษรสำหรับจำ	48
5	จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ อายุและผลการเรียนเฉลี่ย	63
6	ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมในส่วนกิจกรรมขณะคำนวณด้านความสะดวกในการใช้งาน	82
7	ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม ในส่วนกิจกรรมขณะคำนวณด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม	82
8	ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม ในส่วนกิจกรรมขณะอ่าน ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม	83
9	ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมโดยนักเรียน ในส่วนกิจกรรมขณะอ่านด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม	83
10	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณของโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนากับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs	85
11	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนประเมินด้วยกิจกรรมขณะอ่านของโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนากับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs	86

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley	5
2	กรอบแนวคิดการวิจัย	6
3	ระบบความจำของ Atkinson and Shiffrin	12
4	ระบบความจำตามแนวคิดของ Morris and Maisto	13
5	ระบบความจำของ Myers	14
6	แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของ Broadbent	18
7	แบบจำลอง Atkinson and Shiffrin	18
8	แบบจำลองระดับของการประมวลผลของ Craik and Lockhart	19
9	แบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley	20
10	แบบจำลองใหม่ของ Baddeley	21
11	วงการทำงานขององค์ประกอบด้านภาษา	24
12	แบบประเมิน Wechsler Memory Scale – Forth Edition ของ Wechsler	27
13	แบบประเมิน Working Memory Test Battery for Children ของ Pickering and Gathercole	27
14	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด Automated Working Memory Assessment ของ Alloway	28
15	ตัวอย่างกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด CSTs ของ Unsworth et al.	29
16	การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยโครงสร้างน้ำตก (Waterfall Model)	31
17	ตัวอย่างการประเมินของ Turner and Engle	33
18	การประเมินส่วนที่ 1 การจำตัวอักษรอย่างง่าย (simple letter span)	34
19	การประเมินส่วนที่ 2 การแก้สมการคณิตศาสตร์อย่างง่าย (math portion)	35
20	การประเมินส่วนที่ 3 การประเมินแบบซับซ้อน (complex tasks)	36
21	กิจกรรมขณะอ่านของ Unsworth et al	37
22	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	41
23	ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	42
24	ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม	46
25	โครงร่างและผังการทำงานของโปรแกรม	47
26	ขั้นตอนการเลือกตัวอักษรและเขียนโปรแกรม	47
27	หน้าจอแสดงกลุ่มตัวอักษรที่ใช้สำหรับทดสอบการจำ	48
28	แสดงแต่ละหน้าจอของส่วนกรอกข้อมูลเบื้องต้น	50
29	หน้าจอแสดงเครื่องหมายบวกในกิจกรรมขณะคำนวณ	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
30	หน้าจอแสดงสมการคณิตศาสตร์ในกิจกรรมขณะคำนวณ	51
31	หน้าจอแสดงตัวเลขให้พิจารณา	52
32	ตัวอย่างตัวอักษรสำหรับจำในกิจกรรมขณะคำนวณ	52
33	หน้าจอแสดงผลการตอบตัวอักษร	52
34	ตัวอย่างผังการทำงานของกิจกรรมขณะคำนวณหนึ่งชุด	53
35	ตัวอย่างประโยคสำหรับตีความในกิจกรรมขณะอ่าน	54
36	ตัวอย่างผังการทำงานของกิจกรรมขณะอ่านหนึ่งชุด	55
37	โปรแกรม Cedrus Data Viewer สำหรับใช้ในการแสดงผลการประเมิน	56
38	ขั้นตอนการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs	59
39	ผังการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	65
40	หน้าจอแสดงไอคอนสำหรับเข้าใช้งานแต่ละกิจกรรม	66
41	หน้าจอแสดงกิจกรรมขณะคำนวณ	66
42	หน้าจอแสดงกิจกรรมขณะอ่าน	67
43	แสดงปุ่ม Run สำหรับเริ่มต้นทำกิจกรรม	66
44	หน้าจอสำหรับใส่ชื่อหรือรหัสผู้รับการประเมิน (Participant Name)	67
45	หน้าจอแสดงตำแหน่งการสร้าง Text File เพื่อบันทึกข้อมูลการประเมิน	68
46	หน้าต่างเริ่มต้นของแต่ละกิจกรรม	68
47	ผังการทำงานของส่วนการเข้าใช้งาน	69
48	ผังการทำงานของส่วนการกรอกข้อมูลเบื้องต้นของผู้รับการประเมิน	70
49	ผังการทำงานของส่วนคำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมิน	71
50	ผังการทำงานของส่วนทดลองประเมิน	72
51	ตัวอย่างผังการทำงานของกิจกรรมขณะคำนวณแบบ 3 สมการ 3 ตัวอักษร	74
52	ตัวอย่างผังการทำงานของกิจกรรมขณะอ่านแบบ 3 ประโยค 3 ตัวอักษร	75
53	แสดงผลแต่ละข้อของแต่ละชุด	76
54	แสดผลหลังเสร็จสิ้นการประเมินแล้ว	76
55	แสดงส่วนบันทึกผลการประเมินในรูปของ Text File	77
56	การแสดงผลแบบข้อมูลดิบของโปรแกรม Cedrus Data Viewer	78
57	การแสดงผลโดยสรุปแบบนับจำนวน (Count)	79
58	การแสดงผลโดยสรุปแบบเปอร์เซ็นต์ (Percentage)	79
59	การแสดงผลโดยสรุปแบบเวลาเฉลี่ยในการตอบ (Average RTs)	80

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความจำ (Memory) คือ การเก็บจำบรรดาสิ่งที่เรียนรู้หรือประสบการณ์ที่ผ่านมา ทำให้เกิดการสร้างการรับรู้ทางอารมณ์ ความคิดและการกระทำ รวมถึงการจินตนาการ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ที่สามารถระลึกและนำออกมาใช้ได้เมื่อต้องการ (Sweatt, 2010, p. 4) ถือว่าเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการเรียน การประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Alloway & Gathercole, 2006, pp. 134 - 139) ความจำแบ่งออกเป็นห้าประเภทตามลักษณะของสิ่งที่จำและการทำงานของสมองแต่ละส่วน ได้แก่ ความจำขณะคิด (Working Memory) ความจำนิยามความหมาย (Semantic Memory) ความจำทักษะ (Procedural Memory) ความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) และความจำอารมณ์ (Emotion Memory) (อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา, 2551, หน้า 137 – 138) ความจำที่มีบทบาทสำคัญต่อมนุษย์อย่างมาก คือ ความจำขณะคิด (Working Memory) เพราะเป็นความจำที่เกี่ยวกับการใช้ความสามารถแบบซับซ้อนของสมอง เช่น การคิดเลขในใจขณะที่ต้องคุยโทรศัพท์ การตัดสินใจเลือกเส้นทางขับรถขณะที่ฟังวิทยุไปด้วย (Hornung, Brunner, Reuter & Matin, 2011, pp. 210 - 221) และยังเกี่ยวกับการศึกษาเล่าเรียนในช่วงวัยเรียน เพราะความจำขณะคิดเป็นกลจักรสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ในห้องเรียน ไม่ว่าจะเป็นการทำความเข้าใจจากการอ่าน (Reading Comprehension) สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Performance) การเรียนรู้เรื่องที่มีความซับซ้อน (Complex Learning) หรือการใช้เหตุผล (Reasoning) (Buehner, Krumm & Pick, 2005, pp. 251 - 272; Seigneuric & Ehrlich, 2005, pp. 617 - 656; Alloway & Gathercole, 2006, pp. 134 - 139; Alloway & Gathercole, 2007, p. 9; Kyttala & Lento, 2008, pp. 77 - 94 & Tillman, 2008, pp. 38 - 44)

ความจำขณะคิด (Working Memory: WM) เป็นความสามารถทางสมองเกี่ยวกับการจัดเก็บ (Storage) การประมวลผลหรือจัดกระทำ (Manipulation) การตัดสินใจเลือกใช้หรือจำกัดข้อมูล การใช้เหตุผลประกอบการทำกิจกรรมทางปัญญาในช่วงเวลาจำกัด (Baddeley, 2000, pp. 417- 423; Baddeley, 2003, pp. 189 - 208) ซึ่งมีความสำคัญต่อการทำหน้าที่ของสมองในหลายด้าน เช่น การแก้ปัญหา การใช้เหตุผล การเข้าใจภาษา การวางแผน การดำเนินการเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ รวมทั้งการทำกิจวัตรประจำวัน เช่น การจดจำเบอร์โทรศัพท์ ชื่อของบุคคลที่ไม่คุ้นเคย เส้นทางที่ใช้เดินทาง ส่วนผสมของอาหาร การอ่านหนังสือ เป็นต้น (D’Esposito, 2007, pp.761 - 772; Alloway & Gathercole, 2007, p.15; Goldstein, 2008, pp. 271 - 273) ความจำขณะคิดสามารถประเมินออกมาในรูปของความสามารถในการบรรจุหรือเก็บจำข้อมูลในสมองให้ได้มากที่สุด หรือเรียกว่า สมรรถนะความจำขณะคิด (Working Memory Capacity: WMC) มีนักจิตวิทยา นักประสาทวิทยาศาสตร์ และนักจิตวิทยาการรู้คิดให้ความสนใจและศึกษาเกี่ยวกับความจำขณะคิด สมรรถนะความจำขณะคิด และความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะความจำขณะคิดกับความสามารถ

ทางปัญญาขั้นสูง (Higher - Order Cognition) ด้านต่าง ๆ เช่น สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ การทำความเข้าใจเรื่องที่อ่าน การใช้เหตุผลหรือเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล ต่างให้ข้อสรุปในทางเดียวกันว่า สมรรถนะความจำขณะคิดมีความสัมพันธ์อย่างสูงในทางบวกกับความสามารถทางปัญญาขั้นสูง (Buehner et al., 2005, pp. 251 272; Kane, Hambrick & Conway, 2005, pp. 66 - 71; Colom, Rubio, Shih, & Santacreu, 2006, pp. 816 - 821; Colom, Quiroga, Shih, & Flores-Menzoda, 2008, pp. 584 - 606; Tillman, Nyber, & Bohli, 2008, pp. 394 - 402; Hoffman & Schraw, 2009, pp. 91 - 100; Unsworth & Spiller, 2010, pp. 392 - 406) และยังพบอีกว่า การประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดทำให้สามารถบ่งชี้หรือทำนายความสามารถทางปัญญาขั้นสูงออกมาได้เช่นกัน (Unsworth, Redick, Heitz, Broadway & Engle, 2009, pp. 635 - 654)

การประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดจะใช้กิจกรรมประเมิน (Task) แตกต่างกันไปตามแนวคิดหรือแบบจำลอง (Model) ที่ใช้ศึกษา แนวคิดหรือแบบจำลองที่ยอมรับและใช้ศึกษาอย่างกว้างขวาง คือ แบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley (2000, pp. 417 - 423) (The Multicomponent Working Memory Model) แบบจำลองดังกล่าวอธิบายว่า ความจำขณะคิดมี 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) องค์ประกอบด้านภาษา (Phonological Loop: PL) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเก็บจำและจัดกระทำข้อมูลทางภาษา (Verbal Information) ที่เป็นภาษาพูดและภาษาเขียน ทั้งเสียงที่เกิดจากการพูดภายใน (Inner Speech) หรือการได้ยินภายใน (Inner Voice) ก่อนที่จะเกิดการทวนซ้ำและพูดออกมาเป็นภาษา 2) องค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo - Spatial Sketchpad: VSSP) ทำหน้าที่คงข้อมูลชั่วขณะและจัดกระทำข้อมูลที่เกี่ยวกับภาพ ตำแหน่งของภาพ การเคลื่อนไหว รูปแบบวัตถุ 3) องค์ประกอบระบบบริหารส่วนกลาง (Central Executive: CE) ทำหน้าที่เชื่อมโยงและประสานการทำงานระหว่างองค์ประกอบด้านภาษากับองค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ที่จัดเก็บอยู่ในความจำและควบคุมให้สนใจเรื่องที่กำลังทำอยู่ พร้อมตัดสิ่งรบกวนที่ไม่เกี่ยวกับกิจกรรมนั้นออกไป รวมถึงการดึงข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในความจำขณะคิดออกมา และ 4) องค์ประกอบหน่วยพักข้อมูลร่วมชั่วขณะ (Episodic Buffer: EB) ทำหน้าที่เก็บรักษาข้อมูลชั่วคราวที่มาจากองค์ประกอบด้านภาษา องค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ ความจำระยะยาวและข้อมูลผ่านอวัยวะรับสัมผัสซึ่งมีความจุจำกัด โดยไม่พึ่งพาการเก็บข้อมูลจากองค์ประกอบด้านการบริหารจัดการข้อมูลและไม่ได้กู้ข้อมูลกลับคืนมาจากความจำระยะยาวโดยตรง (Dehn, 2008, pp. 25 - 26)

องค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Loop: PL) เป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่ในการรับและจำข้อมูลทางด้านภาษาที่เกิดจากเสียงและการพูด เช่น หน่วยเสียง หน่วยคำและประโยค เรียกได้อีกอย่างว่าความจำทางภาษา (Verbal) มีบทบาทสำคัญต่อมนุษย์ในด้านการรับรู้การทำความเข้าใจภาษา คือ เมื่อบุคคลมีการสื่อสารกันจะเกิดกระบวนการเก็บจำข้อมูลภาษาไว้ในใจหรือในสมองระยะเวลาสั้น ๆ ด้วยวิธีที่เรียกว่าการได้ยินภายใน (Inner Ear) โดยอาศัยส่วนเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Store) ซึ่งเป็นองค์ประกอบย่อยขององค์ประกอบด้านภาษา จากนั้นจะเกิดการทวนซ้ำด้วยส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม (Articulatory Loop) เพื่อให้เกิดเสียงภายใน (Inner Voice) จึงจะเปล่งเสียงออกมาเป็นคำพูด มีลักษณะการทำงานเป็นวง (Loop) ต้องใช้องค์ประกอบด้านภาษาในการทำงาน (Buchsbaum,

2013, pp. 1 - 5) จากการศึกษาของ Keller, Carpenter and Just (2003, pp. 189 - 203) พบว่า องค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษามีความสัมพันธ์กับการทำความเข้าใจประโยคที่อ่าน (Sentence Comprehension) เพราะเกี่ยวกับการสร้างภาพของข้อมูลภาษาหรือเรื่องที่อ่านให้เกิดขึ้นในสมองแล้วส่งผ่านข้อมูลดังกล่าวไปสู่ความจำระยะยาว (Long-Term Memory) ทำให้เกิดการจำข้อมูลเหล่านั้นได้นานและคงทน นอกจากนี้ Baddeley Gathercole, and Papagno (1998, pp. 158 - 173) พบว่า การศึกษาเล่าเรียนของเด็กในวัยเรียนมีความสัมพันธ์กับการใช้ความจำขณะคิดด้านภาษาเนื่องจากเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เพราะเด็กทุกคนจำเป็นต้องจดจำข้อมูลในสมองเพื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้ลุล่วง และถ้าสามารถประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Working Memory Capacity: PWMC) ได้ ก็สามารถบ่งบอกความสามารถทางปัญญาขั้นสูงในการเรียนรู้และทำความเข้าใจทางภาษาได้เช่นกัน สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความสามารถหรือสมรรถนะทางปัญญาของเด็กวัยเรียนได้เป็นอย่างดี (Alloway & Gathercole, 2007, p. 7)

กิจกรรมที่ใช้ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา (PWMC) ตามแบบจำลองของ Baddeley มีหลายกิจกรรม เช่น การจำประโยค (Memory of Sentence) การจำเรื่องราว (Memory of Story) กิจกรรมขณะฟัง (Listen Span) กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task) หรือกิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task) เป็นต้น (Dehn, 2008, pp. 126 -257) แต่ละกิจกรรมมีความเหมาะสมกับผู้รับการประเมินที่อายุแตกต่างกัน เนื่องจากการเจริญเติบโตและพัฒนาการของสมองต่างกัน (Logie & Gilhooly, 1998, pp. 21 - 23) จากการศึกษาพบว่า กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task: OS) และกิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task: RS) เป็นกิจกรรมที่มีความเหมาะสมและนิยมนำมาใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา (Faraco, Unsworth, Langley, Terry, Li, Zhang et al., 2011, pp. 773 - 787; Redick, Broadway, Meier, Kuriakose, Unsworth, Kane et al., 2012, pp. 164 - 171; Redick & Lindsey, 2013, pp. 1102 -1113) เพราะต้องใช้การจัดเก็บ (Store) การประมวลผลหรือจัดกระทำข้อมูล (Manipulated) ด้านภาษาในเวลาเดียวกัน เรียกอีกอย่างว่า กิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน (Complex Span Tasks) (Conway, Kane, Bunting, Hambrick, Wilhelm, & Engle, 2005, pp. 769 - 786; Unsworth Schrock & Engle, 2005, pp. 498 – 505; Denh, 2008, p. 134) มีนักวิจัยหลายคณะได้พัฒนารูปแบบและวิธีการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาตามแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley ออกมาหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นชนิดกระดาษ - ดินสอ (Paper-Pencil) หรือเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Base) เช่น Wechsler (2003) ได้พัฒนาแบบประเมิน Wechsler Memory Scale – Fourth Edition (WMS-IV) เพื่อใช้ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดในสององค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านภาษาและองค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ สำหรับช่วงอายุ 16 – 89 ปี Pickering and Gathercole (2001a, 2001b) พัฒนาแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C) เพื่อใช้ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดในสามองค์ประกอบยกเว้นองค์ประกอบหน่วยพักข้อมูลร่วมชั่วขณะ (EB) แบบประเมินนี้มีข้อจำกัดที่ใช้ได้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กและใช้กับเด็กช่วงอายุ 4 ปี 7 เดือน ถึง 15 ปี 9 เดือน เท่านั้น

ในปี 2005 Unsworth et al. ได้พัฒนาวิธีการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ชื่อว่า Automated Complex Span Tasks (CSTs) ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินสองกิจกรรม คือ กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task: AOS) และกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task: ARS) โดยการทำงาน (Run) ด้วยโปรแกรม Inquisit 4.0 Lab ลักษณะของกิจกรรมดังกล่าวประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนให้จำ (To-be-Remember Element) เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษจำนวน 12 ตัว ที่ไม่มีความสัมพันธ์กันและไม่สามารถนำมาเรียงผสมเป็นคำได้และส่วนกิจกรรมรบกวน (Interference Task) เป็นส่วนที่ให้ผู้รับการประเมินใช้สมองจัดกระทำหรือประมวลผลข้อมูลในขณะที่ต้องจำตัวอักษร ส่วนนี้มีลักษณะเป็นสมการคณิตศาสตร์ในกิจกรรมขณะคำนวณและเป็นประโยคให้อ่านและตีความในกิจกรรมขณะอ่าน จากนั้นโปรแกรม CSTs ได้ถูกพัฒนาให้สามารถใช้งานง่ายและสะดวกโดยการประเมินผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์และใช้เมาส์เป็นอุปกรณ์หลักในการประเมิน (Mouse Driven) สามารถแสดงผลประเมินออกมาได้ทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการประเมินแต่ละกิจกรรมและได้พัฒนาโปรแกรม CSTs จนเป็นโปรแกรมมาตรฐานที่มีความเที่ยงและความตรงในการประเมินสูงสำหรับใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา ปัจจุบันมีนักวิจัยหลายคณะนำโปรแกรมดังกล่าวไปใช้ในการวิจัยด้านการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาอย่างกว้างขวาง (Noort, Bosch, Haverkort, & Hugdahl, 2008, pp. 35-42; Pardo-vazquez & Fernandez-Ray, 2008, pp. 46 - 54; Sanchez et al., 2010; Meinza, Hambrickb, Hawkins, Gillings, Meyera, & Schneider, 2012, pp. 34 - 40)

จากความสำคัญของความจำขณะคิดด้านภาษาดังที่กล่าวมาข้างต้น ประกอบกับจากการตรวจสอบการพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาในประเทศไทยนั้น ยังไม่พบว่ามีการพัฒนาขึ้น ส่วนเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นในต่างประเทศอาจไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในบริบทของคนไทยเนื่องจากมีประเพณี วัฒนธรรมทางภาษา สภาพแวดล้อมการเลี้ยงดูที่แตกต่างกันมีผลให้ความสามารถทางสมองแตกต่างกัน (เจนจิรา เจนจิตรวาณิช, 2548, หน้า 46 – 49; Mattanah, Pratt, Cowan, & Cowan, 2005, pp. 85 - 106; Jonhsan, MaGue, & Iacona, 2007, pp. 201 - 219) และการนำโปรแกรมมาตรฐาน CSTs มาใช้นั้น ผู้ใช้ต้องติดตั้งโปรแกรม Inquisit 4.0 Lab ก่อนจึงจะใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาตามแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้ง่ายและมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่า พร้อมกับตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยการเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs มุ่งใช้ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นช่วงอายุที่ความจำขณะคิดมีพัฒนาการสูงและยังสามารถประยุกต์ใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดของแต่ละองค์ประกอบตามแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley ต่อไปได้

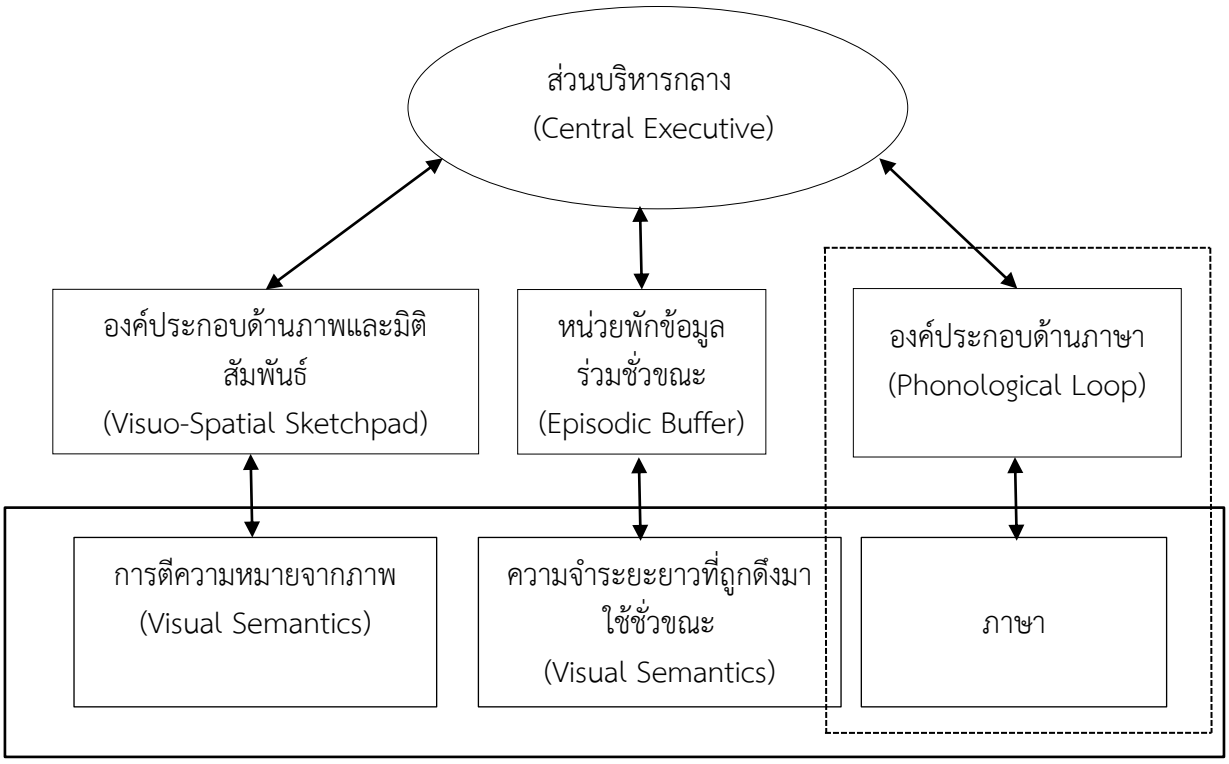
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

กรอบแนวคิดในการวิจัย

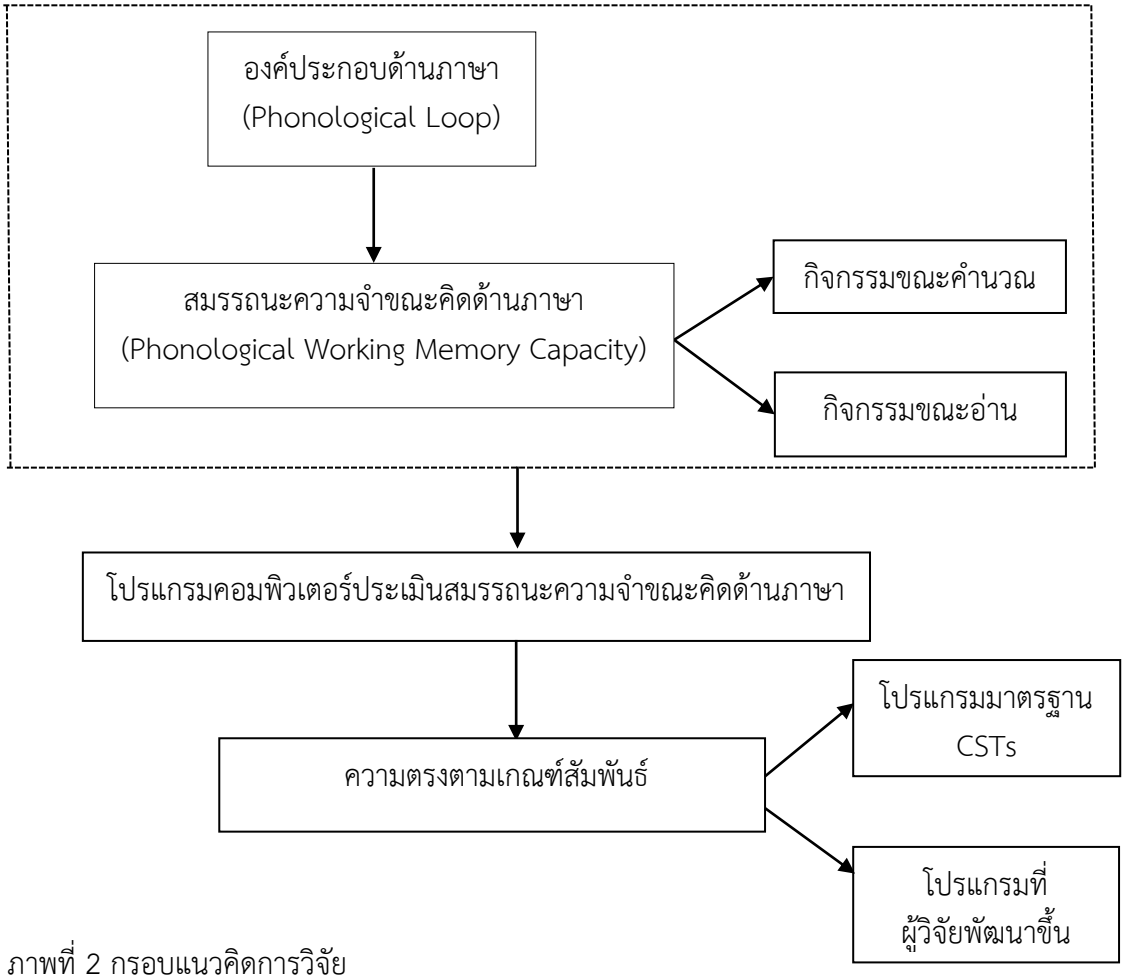
การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พัฒนาโดยอาศัยแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley (2000) ในส่วนองค์ประกอบด้านภาษา (PL) ดังภาพที่ 1 และแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005) ในส่วนกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (AOS) และกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (ARS) ที่เป็นกิจกรรมสำหรับประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา



ภาพที่ 1 แบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley (2000)

การประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านได้รับการพัฒนาให้อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดย Unsworth et al. (2005) ให้สามารถใช้งานง่ายและสะดวกโดยการประเมินผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์และใช้เมาส์คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการดำเนินการ (Mouse Driven) สามารถแสดงผลได้ทันทีหลังเสร็จสิ้นการ

ประเมิน แต่เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้นในต่างประเทศซึ่งมีวัฒนธรรมทางภาษาและการดำเนินชีวิตที่แตกต่างจากบริบทของคนไทยเข้ามาเกี่ยวข้องและมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ตามแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs พร้อมกับปรับให้เป็นบริบทของคนไทยทั้งด้านภาษาและวัฒนธรรม ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินซับซ้อนสองกิจกรรม คือ กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน ตามแนวทางการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs รวมทั้งตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs สรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดขององค์ประกอบอื่นตามแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley

2. สามารถนำไปใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา ของนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 14 – 18 ปี เพื่อบ่งชี้ความสามารถทางปัญญาขั้นสูงหรือความบกพร่องด้านสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะทางการอ่านของนักเรียนได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 (สพม.18) จังหวัดชลบุรี จำนวน 5 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 174 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 (สพม.18) จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 54 คน จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาในการวิจัยนี้พัฒนาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ตามแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005) ประกอบด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านและแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley (2000) ในส่วนขององค์ประกอบด้านภาษา

นิยามศัพท์เฉพาะ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา (Computer Program for Phonological Working Memory Assessment) หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ตามแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005) และแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley ในส่วนองค์ประกอบด้านภาษา ประกอบด้วยกิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task: OS) และกิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task: RS)

ความจำขณะคิด (Working Memory) หมายถึง ความสามารถในการจัดเก็บ การคงข้อมูลไว้ในความจำ ขณะที่กระทำกิจกรรมนั้นอยู่ รวมถึงการฟื้นความจำเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้รับในทันทีทันใดขณะที่ต้องปฏิบัติกิจกรรมนั้น ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ องค์ประกอบด้านภาษา (Phonological Loop: PL) องค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo - Spatial Sketchpad: VSSP) องค์ประกอบระบบบริหารส่วนกลาง (Central Executive: CE) และองค์ประกอบหน่วยพักข้อมูลร่วมชั่วขณะ (Episodic Buffer: EB)

องค์ประกอบด้านภาษา (Phonological Loop: PL) หมายถึง องค์ประกอบหนึ่งของแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley ที่ทำหน้าที่ในการเก็บจำ (Storage) และประมวลผลข้อมูลภาษา (Processing) มีการทำงานในลักษณะวง (Loop) ด้วยองค์ประกอบย่อย 2 ส่วน คือ ส่วนเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Store) และส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม (Articulatory Loop) โดยอาศัยกระบวนการเก็บจำข้อมูลภาษาไว้ในใจหรือในสมองระยะเวลาสั้น ๆ ที่เกิดจากการได้ยินภายใน (Inner Ear) โดยใช้ส่วนเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Store) จากนั้นจะเกิดการทวนซ้ำข้อมูลภาษาด้วยส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม (Articulatory Loop) เพื่อให้เกิดเสียงภายใน (Inner Voice) ก่อนที่จะเปล่งเสียงเป็นคำพูดออกมา

สมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Working Memory Capacity: PWMC) หมายถึง ความสามารถหรือความจุของสมอง (Capacity) ในการเก็บจำข้อมูลภาษา (Verbal Information) ประเมินจากการบอกสิ่งที่จำตามลำดับออกมาได้อย่างถูกต้อง ในขณะที่ต้องทำกิจกรรมทางภาษาอื่นควบคู่ไปซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนความสนใจหรือเป็นตัวรบกวนการจำ เช่น การแก้สมการคณิตศาสตร์หรือการอ่านและตีความประโยค

การประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Working Memory Capacity Assessment) หมายถึง การประเมินสมรรถนะของสมองด้านการจุหรือเก็บจำข้อมูลด้านภาษาในขณะต้องจัดกระทำข้อมูลในช่วงเวลาจำกัด โดยใช้กิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน (Complex Tasks) 2 กิจกรรม คือ กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

1. กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task: OS) หมายถึง กิจกรรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาในรูปของการแก้สมการคณิตศาสตร์และจำตัวอักษรในช่วงเวลาจำกัด ประกอบด้วยส่วนเก็บจำ คือ ตัวอักษรไทยจำนวน 3 – 7 ตัว และส่วนประมวลผลหรือจัดกระทำข้อมูลซึ่งเป็นตัวรบกวนการจำเป็นสมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายที่หาคำตอบแบบคิดในใจ ผู้รับการประเมินต้องหาคำตอบของสมการคณิตศาสตร์ขณะที่ต้องจำตัวอักษรไปด้วย แล้วจะต้องบอกตัวอักษรที่ปรากฏให้จำและเรียงตามลำดับให้ถูกต้อง สร้างขึ้น 5 แบบ ตามจำนวนตัวอักษรให้จำ ได้แก่ แบบ 3 สมการ 3 ตัวอักษร (OS3) แบบ 4 สมการ 4 ตัวอักษร (OS4) แบบ 5 สมการ 5 ตัวอักษร (OS5) แบบ 6 สมการ 6 ตัวอักษร (OS6) และแบบ 7 สมการ 7 ตัวอักษร (OS7) แต่ละแบบมี 3 ชุด รวมทั้งหมด 75 ชุด

2. กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task: RS) หมายถึง การประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาโดยใช้ทักษะการอ่านด้านความเข้าใจในการอ่าน ระดับการตีความ (Interpretive Level) ประกอบด้วยส่วนเก็บจำ คือ ตัวอักษรไทยจำนวน 3 – 7 ตัว และส่วนประมวลผลหรือจัดกระทำข้อมูลที่เป็นตัวรบกวนการจำมีลักษณะเป็นประโยคให้อ่านในใจและตีความออกมาสองแบบ คือ ประโยคสมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้ (Make Sense) กับประโยคไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ (Not Make Sense) ผู้รับการประเมินต้องอ่านและตีความประโยคในขณะที่ต้องจำตัวอักษรไปด้วย แล้วจะต้องบอกตัวอักษรที่ปรากฏให้จำตามลำดับให้ถูกต้องสร้างขึ้น 5 แบบ แต่ละแบบมี 3 ชุด ได้แก่ แบบ 3 ประโยค 3 ตัวอักษร (RS3) แบบ 4 ประโยค 4 ตัวอักษร (RS4) แบบ 5 ประโยค 5 ตัวอักษร (RS5) แบบ 6 ประโยค 6 ตัวอักษร (RS6) และแบบ 7 ประโยค 7 ตัวอักษร (RS7) แต่ละแบบมี 3 ชุด รวมทั้งหมด 75 ชุด

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (Upper Secondary School Students) หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18 (สพม.18) จังหวัดชลบุรี

โปรแกรมมาตรฐาน CSTs หมายถึง โปรแกรม Automated Complex Span Tasks ของ Unsworth et al. (2005) ใช้ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา ทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Inquisit 4.0 Lab ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินสองกิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task: AOS) และกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task: ARS)

บริบทที่เป็นไทย (Thai Context) หมายถึง การพัฒนาข้อคำถามของกิจกรรมประเมินในโปรแกรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้บริบททางด้านภาษา วัฒนธรรม ประเพณี วิถีชีวิตให้เป็นของคนไทย โดยยังคงหลักการสร้างข้อคำถามเช่นเดียวกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อาศัยแนวคิดจากการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005) และแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley (2000) ในองค์ประกอบด้านภาษา (Phonological Loop: PL) ผู้วิจัยนำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความจำ

ตอนที่ 2 ความจำขณะคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 3 องค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 4 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความจำ

ความหมายของความจำ

มีผู้ให้ความหมายของความจำในลักษณะใกล้เคียงกันและแตกต่างกันหลายท่าน ดังนี้

ความจำ คือ ความสามารถในการสะสมสิ่งเร้าหรือประสบการณ์ที่ผ่านเข้ามาและกระทบบุคคลนั้น รวมถึงความนึกคิดหรือการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ในอดีต และสามารถดึงออกมาใช้เมื่อต้องการทุกครั้ง เช่น การจำหน้าบุคคลที่เราเคยพบได้ การสามารถชี้ตัวผู้ร้ายได้ถูกต้อง เป็นต้น (ทิศนา แขมณี, 2544, หน้า 7)

ความจำ คือ การเก็บจำบรรดาสิ่งที่เรียนรู้หรือประสบการณ์ที่ผ่านมา ทำให้เกิดการสร้างการรับรู้ทางด้านอารมณ์ ความคิดและการกระทำ รวมถึงการจินตนาการ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ที่สามารถระลึกและนำออกมาใช้ได้เมื่อต้องการ (Sweatt, 2010, p. 4)

ความจำ เป็นส่วนหนึ่งที่ใช้ในการดำเนินชีวิตแต่ละวัน หลังจากตื่นนอนสิ่งแรกที่มนุษย์ทุกคนต้องทำคือวันนี้ต้องทำอะไร ความจำในสมองจะเริ่มทำงานทันที (Schwartz, 2011, p. 253)

ความจำ คือ ความสามารถที่จะจดจำสิ่งต่าง ๆ ที่เคยมีประสบการณ์ จินตนาการหรือเคยเรียนรู้ (Morris & Maisto, 2013, p. 226)

จากความหมายข้างต้นสรุปว่า ความจำ คือ ความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูลต่าง ๆ ที่ผ่านมาอาจเกิดจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ และสามารถนำข้อมูลออกมาใช้เมื่อต้องการ

ระบบของความจำ

มีนักวิจัยศึกษาเกี่ยวกับระบบความจำของมนุษย์ไว้หลายท่าน ดังต่อไปนี้

Atkinson and Shiffrin (1968, p. 17) ศึกษาระบบความจำและนำเสนอแบบจำลองระบบความจำไว้ว่า ระบบความจำมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

1) ความจำสัมผัส (Sensory Memory) เป็นระบบการเก็บข้อมูลจากประสาทสัมผัสเมื่อ

สิ่งเร้าหรือข้อมูลภายนอกมาสัมผัสกับประสาทรับความรู้สึก ซึ่งอาจผ่านทาง ตา หู ผิวสัมผัสหรือพร้อมกันหลายสัมผัสในเวลาเดียวกันก็ได้ สิ่งที่ผ่านมานี้จะถูกจัดเก็บในช่วงระยะเวลาที่สั้นมากแล้วจะผ่านเลยไป หรือจะถูกส่งผ่านไปยังหน่วยความจำถัดไป ความจุของความจำขั้นนี้จะใหญ่ แต่ระยะเวลาในการจดจำได้น้อยกว่า 2 วินาที ระบบความจำสัมผัสมี 2 ประเภท ได้แก่

1.1 ความจำภาพติดตา (Visual Sensory Memory or Iconic Memory) เป็นภาพที่ติดอยู่ในความทรงจำหลังจากที่การเสนอภาพซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางตาสิ้นสุดลงแล้ว แต่ภาพที่คนเราเห็นนั้นไม่ได้หายไปทันทีพร้อมกับรูปภาพ ยังคงติดตาอยู่ 1 วินาที ในระหว่างที่เป็นภาพติดตาอยู่นี้ ภาพใดได้รับการตีความจากสมองก็จะเป็นการรับรู้และเข้าสู่ระบบความจำระยะสั้น ส่วนภาพใดที่ไม่ได้รับการตีความก็จะเลือนหายไป

1.2 ความจำเสียงก้องหู (Auditory Sensory Memory or Echoic Memory) เป็นความจำเกี่ยวกับการที่เสียงยังคงอยู่ในระบบการได้ยิน 2-3 วินาที หลังจากที่พลังเสียงได้เงียบหายไปการคงอยู่ของเสียงช่วยให้เราสามารถตีความเสียงที่เราได้ยินได้ครบถ้วน

2) ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) เป็นระบบในการประมวลข้อมูลและเก็บข้อมูลชั่วคราว สามารถเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้จำกัด ซึ่ง Miller (1956) ได้ทำการทดลองและพบว่าบุคคลปกติสามารถที่จะจำข้อมูลได้ 7 ± 2 ของข้อมูลที่สัมผัส (Magic Number of Seven) นั่นคือสามารถที่จะจดจำได้ห้าถึงเก้ารายการ เว้นแต่จะมีการจัดกลุ่มข้อมูล เช่น การจำตัวอักษร 12 ตัว TJYFAVMCFKIB สามารถจัดกลุ่มเป็น TV FBI JFK YMCA ซึ่งเมื่อจัดกลุ่มแล้วกลายเป็นกลุ่มคำ (Chuck) ที่มีความหมายแยกออกเป็น 4 กลุ่มเท่านั้น ซึ่งจะทำให้สามารถจำได้ง่ายขึ้น บุคคลไม่เพียงแต่จะจัดกลุ่มตัวอักษรเข้าเป็นคำเท่านั้น หากแต่ยังจัดกลุ่มคำเข้าเป็นประโยคและประโยคหลายประโยคจัดเข้าเป็น 1 กลุ่มคำหรือหลายกลุ่มคำจัดเข้าเป็นความคิดที่สัมพันธ์กัน การจัดกลุ่มข้อมูลดังกล่าวมาแล้วนั้นเป็นกระบวนการอัตโนมัติที่เกิดจากการทำหน้าที่จัดระเบียบข้อมูลของความจำระยะสั้นนั่นเอง การใส่รหัสข้อมูลในความจำระยะสั้นจะใส่รหัสเป็นเสียง ภาพและความหมาย คำที่สามารถสร้างจินตภาพได้สูง เช่น คำว่า tree hat สามารถระลึกได้มากกว่าคำที่สร้างจินตภาพได้น้อย เช่น truth fear เพราะเป็นคำที่ไม่สามารถสร้างจินตภาพได้จะเก็บจำโดยใช้รหัสทางภาษาเท่านั้น ในขณะที่คำที่สามารถสร้างจินตภาพได้สามารถเก็บจำโดยใช้รหัสทางภาษาและรหัสภาพ ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มความสามารถในการระลึกได้

ความจำในช่วงความจำระยะสั้นสามารถสูญหายได้ภายในเวลาประมาณ 30 วินาที เว้นแต่จะได้รับการทบทวน ความจำระยะสั้นเป็นส่วนที่มีการประมวลผลเกิดขึ้น และจัดเก็บข้อมูลอยู่ในช่วงระยะเวลาสั้นและจำกัด การประมวลผลที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้นนี้ผ่านกระบวนการควบคุมในหลายรูปแบบ เช่น การใส่รหัส การทวนซ้ำ วิธีการจัดเก็บข้อมูลไปยังความจำระยะยาว และกลวิธีการรื้อฟื้นความทรงจำเก่ากลับขึ้นมาใช่ร่วมกัน หลังการประมวลผลแล้ว อาจจะมีการแสดงปฏิกิริยาย้อนกลับออกมาไปยังสิ่งที่เข้ามากระตุ้นด้วย

3) ความจำระยะยาว (Long -Term Memory) เป็นระบบในการจัดเก็บข้อมูลข่าวสารสะสมเอาไว้ และยังไม่ได้ถูกนำไปใช้ มีแหล่งความจุของความจำขนาดใหญ่มาก สิ่งที่ถูกจัดเก็บในหน่วยความจำระยะยาวมีประมาณมากมายไม่จำกัด สามารถจะเก็บจำข้อมูลที่เกิดขึ้นมานาน หรือแม้แต่ข้อมูลที่เพิ่งจะผ่านเข้ามา ซึ่งความจำระยะยาวนี้จะเป็นความจำที่ถาวรกว่าความจำสัมผัสและ

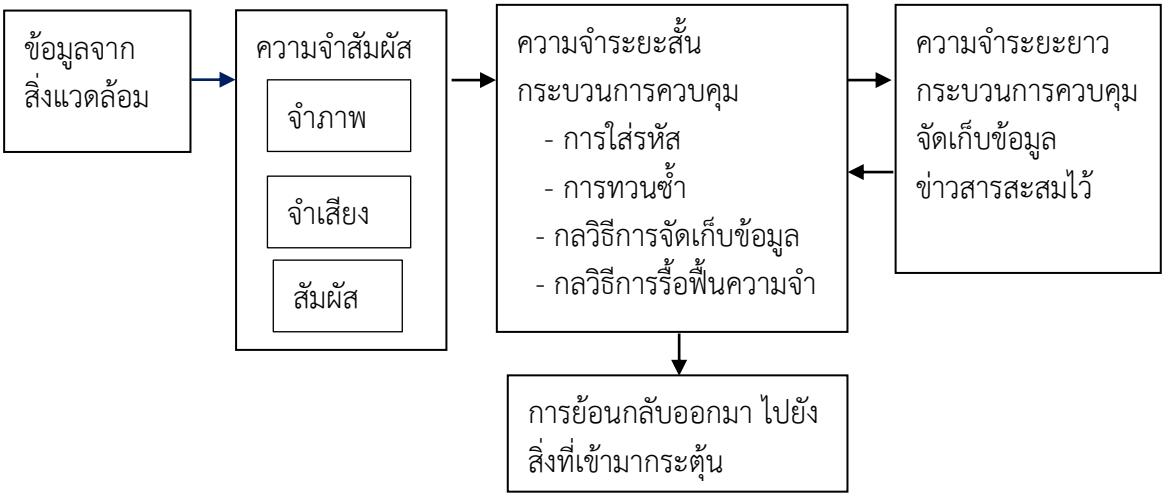
ความจำระยะสั้น อาจเป็นเดือนหรือเป็นปีหรือตลอดชีวิต และอาจจะถูกเรียกใช้กลับคืนได้ใหม่เมื่อมีการทบทวน หรือเมื่อมีความต้องการเรียกใช้ขึ้นมาใหม่หลังจากจัดเก็บไว้หลายปีมาแล้วก็ตามสิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวจะอยู่ในรูปของความหมายหรือความเข้าใจในสิ่งเร้าที่บุคคลได้สัมผัส ความหมายและความเข้าใจนี้เป็นผลจากการตีความสิ่งเร้าที่รู้สึกในความจำระยะสั้น ในความจำระยะยาวจะมีระบบการจำ 3 แบบ คือ

3.1 การจำกระบวนการ (Procedural Memory) เป็นระบบความจำในการเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง เปรียบเสมือนความจำทางด้านทักษะที่ร่างกายสามารถตอบสนองได้โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลเดิม นอกจากนั้นยังเกี่ยวข้องกับทักษะการเคลื่อนไหวของมนุษย์ เช่น การผูกเชือกรองเท้า การเล่นกีฬา การขับรถ เป็นต้น

3.2 การจำความหมาย (Semantic Memory) เป็นระบบความสามารถในการนำเสนอข้อมูลที่เก็บจำไว้ในความทรงจำ ไม่ใช่ข้อมูลที่ได้รับในปัจจุบัน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับการจัดระเบียบหมวดหมู่แล้วเกี่ยวกับคำ สัญลักษณ์และการจัดประเภทความรู้ (Knowledge Categorization) ตลอดถึงการรู้ความหมาย รู้ความสัมพันธ์ระหว่างคำกับสัญลักษณ์

3.3 การจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) เป็นระบบความจำในการรับรู้และเรียกใช้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องราว ประสบการณ์ของบุคคล รวมทั้งเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลของวัตถุสิ่งของและเรื่องราวต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ยังเป็นความสามารถในการจำเหตุการณ์ ซึ่งมักจะจำรายละเอียดที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์นั้น ไปพร้อมกัน

จากองค์ประกอบดังกล่าว Atkinson and Shiffrin ได้เสนอระบบความจำ ดังนี้



ภาพที่ 3 ระบบความจำของ Atkinson and Shiffrin (1968)

จากภาพที่ 3 อธิบายได้ว่า เมื่อข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมผ่านเข้าสู่ประสาทสัมผัส อาจผ่านทางตา หู ประสาทสัมผัส หรือหลายสัมผัสในเวลาเดียวกัน สิ่งที่ผ่านมาจะถูกเก็บในระยะเวลาสั้นมากแล้วจะเลยผ่านไปหรืออาจถูกส่งผ่านไปยังหน่วยความจำระยะสั้น ซึ่งจะมีกระบวนการใส่รหัสโดยการสร้างความหมายให้กับข้อมูลที่รับรู้ การทวนซ้ำ โดยการทบทวนข้อมูลนั้น ๆ เพื่อให้คงอยู่ กลวิธีการจัดเก็บข้อมูลโดยวิธีการที่จะจัดระบบข้อมูลเพื่อให้ง่ายในการจดจำ กลวิธีการรื้อฟื้นความจำ โดยการนำ

ข้อมูลที่เก็บไว้ออกมาใช้เมื่อต้องการหรือเมื่อมีสิ่งเข้ามากระตุ้น เช่น เมื่อมีข้อมูลเข้ามาใหม่จำเป็นต้องรื้อฟื้นข้อมูลเก่าให้ย้อนกลับออกมาใช้ผสมผสานกับข้อมูลใหม่ เป็นต้น กระบวนการที่เกิดขึ้นในความจำระยะสั้นดังกล่าว เรียกว่า กระบวนการควบคุมเพื่อจัดเก็บข้อมูลไปยังความจำระยะยาว ส่วนข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในความจำระยะยาวนั้นจะมีการนำกลับมายังความจำระยะสั้นได้อีกเมื่อมีการเรียกใช้ ซึ่งก็คือความรู้เดิมนั่นเอง

Morris and Maisto (2013) กล่าวถึงกระบวนการจำว่า ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นรับสัมผัส (The Sensory Register) สิ่งเร้าเข้ามาสัมผัสกับประสาทสัมผัส

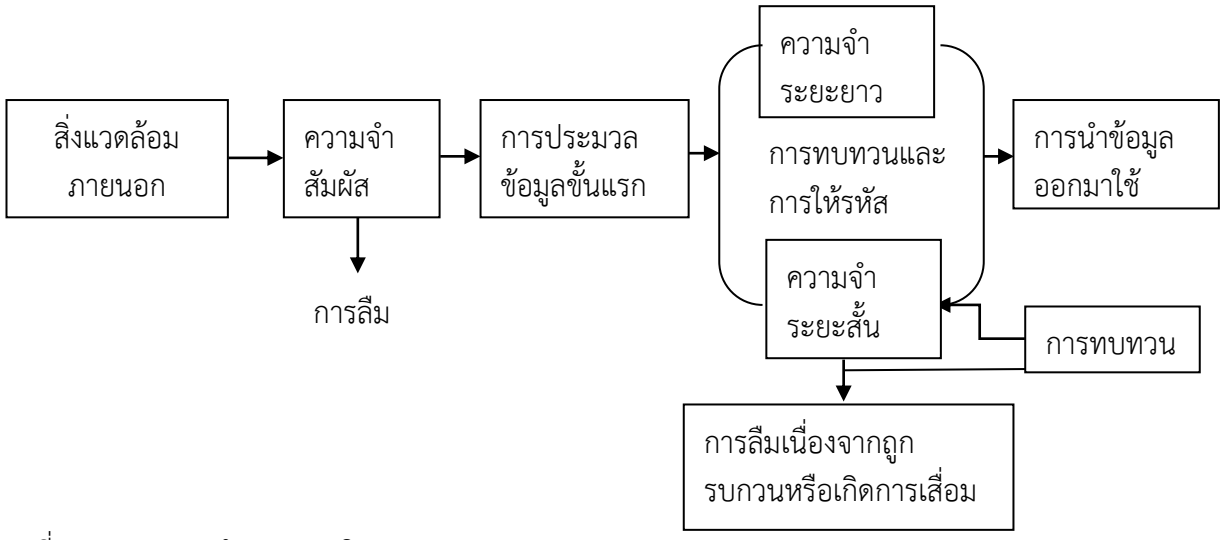
2. ขั้นจำภาพจำเสียง (Visual and Auditory Register) ในขั้นนี้การจำภาพจะเลือนหายไปเร็วกว่าการจำเสียง การจำเสียงจะจำได้นานกว่าเพราะมีเสียงก้อง (Echo) ซึ่งจะช่วยให้จำได้นานกว่าจำภาพหลายวินาที

3. ขั้นการประมวลข้อมูลขั้นแรก (Initial Processing) ขั้นนี้จะเลือกรับข้อมูลจากขั้นรับสัมผัส (The Sensory Register) ส่งเข้าสู่ความจำระยะสั้น

4. ขั้นความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) ขั้นนี้จะเป็นการเก็บข้อมูลและปฏิบัติการเก็บข้อมูลนั้น ๆ

5. ขั้นความจำระยะยาว (Long Term Memory) ขั้นนี้จะเป็นการเก็บจำข้อมูลซึ่งจะเก็บจำในลักษณะที่เป็นความหมาย (Semantic Memory)

ระบบความจำตามแนวคิดของ Morris and Maisto (2013) แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ระบบความจำตามแนวคิดของ Morris and Maisto (2013)

จากภาพที่ 4 อธิบายได้ว่า เมื่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าผ่านประสาทสัมผัส (Sense) เข้าสู่ขั้นรับสัมผัสข้อมูลหรือสิ่งเร้านั้นอาจถูกลบเลือนโดยการลืมหรืออาจถูกสั่งเข้าสู่กระบวนการประมวลข้อมูล ถ้าข้อมูลนั้นได้รับความสนใจจากนั้นข้อมูลที่ได้รับการประมวลขั้นต้นและถูกตัดสินว่ามีความหมายจะถูกส่งต่อเข้าสู่ความจำระยะสั้นเพื่อรับการประมวลผลต่อไป ในช่วงความจำระยะสั้นนี้ข้อมูลมีทั้งส่วนที่ถูกลืมอันเนื่องจากถูกรบกวนและบางส่วนจะถูกส่งเข้าสู่ความจำระยะยาว ซึ่งเป็นที่เก็บจำข้อมูลต่าง ๆ และนำมาใช้เมื่อต้องการ

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักวิจัยด้านระบบการจำดังกล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า ระบบการจำประกอบด้วยการรับสัมผัสจากสิ่งเร้าหรือข้อมูลภายนอก จากนั้นจะมีการประมวลข้อมูลขั้นต้นเพื่อเลือกรับข้อมูลที่สนใจ ส่งเข้าสู่ความจำระยะสั้น ข้อมูลที่ไม่ได้รับความสนใจจะถูกลืม ในช่วงความจำระยะสั้นนั้น ข้อมูลจะถูกประมวลผลอีกครั้ง ข้อมูลบางส่วนจะถูกลืมหรือสูญหายไป ในขณะที่ข้อมูลบางส่วนจะถูกส่งเข้าสู่ความจำระยะยาวในรูปของการจำที่มีความหมายเพื่อรอการเรียกใช้ต่อไป

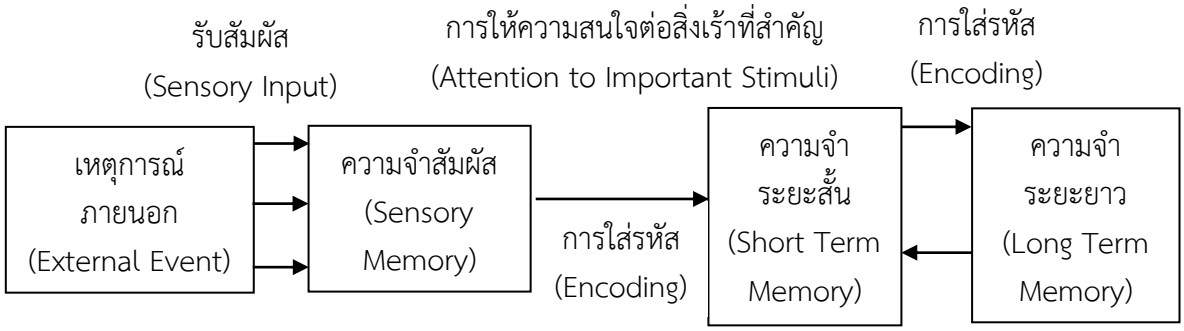
Myers (2014, p. 273) เสนอระบบความจำว่า ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นใส่รหัสหรือรับข้อมูล (Encoding) เป็นกระบวนการรับข้อมูลเข้าสู่ความจำแล้วมีการแปลงรหัสความจำ

2. ขั้นเก็บจำข้อมูลนั้นไว้ (Storage) เป็นกระบวนการในการเก็บจำข้อมูลไว้ทั้งในความจำระยะสั้นและความจำระยะยาว ระยะเวลาของการเก็บจำข้อมูลนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูล

3. ขั้นนำข้อมูลออกมาใช้ (Retrieval) เป็นกระบวนการรื้อฟื้นดึงข้อมูลกลับและใช้ข้อมูลนั้น ๆ จากความจำระยะสั้นและความจำระยะยาวเมื่อต้องการ

และยังได้อธิบายอีกว่า การเก็บข้อมูลต่าง ๆ นั้นจะเก็บไว้ในความจำระยะยาว ส่วนการนำข้อมูลมาใช้นั้น สามารถดึงข้อมูลจากความจำระยะยาวเข้ามาในความจำระยะสั้น ได้ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ระบบความจำของ Myers (2014)

ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับความจำ

นักจิตวิทยาจำนวนมากศึกษาเกี่ยวกับความจำ และส่วนที่เกี่ยวข้องกับความจำ คือ การลืม ได้สรุปเป็นทฤษฎีไว้หลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีที่สำคัญมีอยู่ 4 ทฤษฎี ได้แก่

1) ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Two-Process Theory of Memory) ทฤษฎีนี้ Atkinson and Shiffrin (1968) ได้สร้างขึ้นและกล่าวถึงความจำว่า ความจำมี 2 ประเภท คือ ความจำระยะสั้นและความจำระยะยาว ความจำระยะสั้นหรือความจำแบบทันทีทันใดเป็นความจำชั่วคราว นั่นคือ ถ้าสิ่งใดอยู่ในความจำระยะสั้นต้องได้รับการทบทวนอยู่ตลอดเวลา มิฉะนั้นจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว และถ้าสิ่งใดอยู่ในความจำระยะสั้นเป็นระยะเวลานาน สิ่งนั้นก็มีโอกาสฝังตัวในความจำระยะยาวและจะติดอยู่ในความจำตลอดไป

2) ทฤษฎีการจัดกระบวนสารตามระดับความลึก (Depth of Processing Theory) สร้างขึ้นโดย Craik and Lockhart (1972) เป็นทฤษฎีที่ขัดแย้งกับความคิดของ Atkinson and

Shiffrin (1968) กล่าวว่า ความจำมีโครงสร้างและตัวแปรสำคัญของความจำ ในความจำระยะยาว คือ ความยาวนานของเวลาที่ใช้ทบทวนสิ่งที่จะจำในความจำระยะสั้น แต่ Craik and Lockhart มีความคิดว่า ความจำไม่มีโครงสร้างและความจำที่เพิ่มขึ้นไม่ได้เกิดขึ้นเพราะมีเวลาทบทวนในความจำระยะสั้นนาน แต่เกิดจากความซับซ้อนของรหัส การเข้ารหัสที่ซับซ้อนหรือการโยงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ต้องการจำย่อมต้องอาศัยเวลา แต่เวลาดังกล่าวไม่ใช่เพื่อทบทวน แต่เพื่อการระลึกภาพมาเป็นรหัสที่ซับซ้อน ความจำจึงเป็นไปตามระดับความลึกหรือซับซ้อนของการกระทำกับสารที่เข้าไป นั้นคือถ้ายิ่งลึกหรือซับซ้อนก็ยิ่งจำได้มาก

3) ทฤษฎีการสลายตัว (Decay Theory) เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการลืมของ Adam (1967, pp. 23 - 25) กล่าวไว้ว่า รอยความจำจะสลายหรือเลือนไปตามเวลาที่ล่วงไปถ้าหากผู้เรียนไม่ทบทวนหรือท่องซ้ำข้อความนั้น ทฤษฎีการสลายตัวนี้เปรียบเสมือนกับทางเดินที่เชื่อมระหว่างบ้านในหมู่บ้านที่มีคนเดินไปมาเป็นประจำจะเตียนเป็นรอยทางเดิน แต่ถ้าต่อมาทางเดินนั้นไม่ได้ใช้นาน ๆ รอยทางเดินนั้นจะค่อย ๆ หายไปเพราะมีหญ้างอกขึ้นมาแทน ซึ่งเงื่อนไขที่สำคัญของการลืมตามทฤษฎีนี้ก็คือเวลาที่ผ่านไป

4) ทฤษฎีการรบกวน (Interference Theory) เป็นอีกทฤษฎีหนึ่งของการลืมซึ่งอธิบายถึงการลืมว่าเกิดจากการที่ข้อมูลอื่นเข้ามาแทรกในข้อมูลที่ต้องการจำ (Hamachek, 1995, p. 203) ข้อมูลอื่นนั้นเป็นสาเหตุให้เกิดการรบกวนกันขึ้น การรบกวนนี้มี 2 แบบ แบบแรก คือ การตามรบกวน (Proactive Interference) หมายถึง การที่ผู้เรียนมีปัญหาในการจำสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ๆ เพราะสิ่งที่จำไว้เดิมเข้ามาสอดแทรกรบกวนการเรียนรู้ใหม่ แบบที่ 2 คือ การย้อนรบกวน (Retroactive – Interference) หมายถึง ความจำใหม่เข้าไปรบกวนต่อความจำเดิม

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาในเรื่องทฤษฎีความจำดังกล่าวมาแล้วข้างต้น อาจสรุปได้ว่าทฤษฎีเกี่ยวกับความจำแบ่งเป็นสองส่วน คือ การจำและการลืม โดยทฤษฎีด้านการจำจะเกี่ยวกับการทวนซ้ำข้อมูลเพื่อให้เกิดการฝังตัวหรือการเข้ารหัสที่ซับซ้อนเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ต้องการจำ ส่วนทฤษฎีด้านการลืมเกี่ยวกับการสลายตัวของข้อมูลหากไม่มีการทวนซ้ำ หรือเมื่อมีสิ่งที่ต้องเรียนรู้ใหม่ ๆ เข้ามาแทนที่

ตอนที่ 2 ความจำขณะคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความจำขณะคิด (Working Memory) เป็นทฤษฎีเปรียบเทียบความจำของมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ นำเสนอครั้งแรกโดย Atkinson and Shiffrin (1968) ถูกใช้งานครั้งแรกในช่วงปี ค.ศ.1960 ใช้ในชื่อ “ความจำขณะคิด” เพื่ออธิบายความหมายของคำว่า “การเก็บจำระยะสั้น” (Short-Term Store) ที่ว่า สิ่งใดก็ตามที่เราเรียกว่าความจำขณะคิดมักจะพาดพิงถึงการจัดเก็บข้อมูลระยะสั้นหรือความจำระยะสั้น (Short-term Memory) ความจำปฐมภูมิ (Primary Memory) ความจำชั่วขณะ (Immediate Memory) ความจำปฏิบัติการ (Operant Memory) หรือความจำในเบื้องต้น (Provisional Memory) โดยความจำระยะสั้น คือ ความสามารถในการจดจำข้อมูลในช่วงเวลาสั้นหรือในหน่วยวินาที ผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับความจำได้นำแนวคิดหลักของความจำขณะคิดมาใช้แทนแนวคิดของความจำระยะสั้น

ความจำขณะคิดเป็นทฤษฎีที่สร้างขึ้นภายใต้ความรู้เกี่ยวกับจิตวิทยาทางการคิด เป็นการแสดงโครงสร้างและกระบวนการใช้หน่วยความจำชั่วคราวจัดกระทำข้อมูล พบว่า มีหลายทฤษฎีที่เกี่ยวกับโครงสร้างของความจำขณะคิดและส่วนเฉพาะของสมองที่ตอบสนองต่อความจำขณะคิด การศึกษาทำให้นักวิจัยพบว่า ความจำขณะคิดมีความสัมพันธ์กับการทำงานของสมองในบริเวณต่างกัน (Prabhakaran, Narayanan, Zhao, & Gabrieli, 2000, pp. 85 - 90; Berninger & Richard, 2002, pp. 45 - 53; Thompson-Schill, Jonides, Marshuetz, Smith, Esposito, Kan et al., 2002, pp. 109 - 120; Hale & Fiorello, 2004, pp. 66 - 72; Hedden & Yoon, 2006, pp. 511 - 528) เช่น การทำงานร่วมกันของสมองส่วนพรีพรอนทัล คอร์เท็กซ์ (Prefrontal Cortex) ของสมองซีกซ้าย (Left Hemisphere) บริเวณบรอดแมนที่ 40 และ 44 เกี่ยวกับการทำงานของระบบเก็บจำด้านภาษา (PL) การทำงานของสมองส่วนท้าย (Occipital Lobe) สมองส่วนพาไรเอทัล (Parietal Lobe) ของสมองซีกขวา (Right Hemisphere) บริเวณบรอดแมนที่ 6, 19, 40 และ 47 เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบเก็บจำด้านภาพและมิติสัมพันธ์ (VSS) (Dehn, 2008, p. 36) การทำงานของสมองส่วนดอร์โซลาเทอรอลพรีฟรอนทัลคอร์เท็กซ์ (Dorsolateral Prefrontal Cortex) เกี่ยวข้องกับการทำงานของส่วนบริหารกลาง (CE) (Pickering & Gathercole, 2001b) และสมองส่วนฮิปโปแคมปัสฝั่งซ้าย (Left Hippocampus) บริเวณ Posterior รวมถึงสมองส่วนขมับบริเวณกลางขวา (Right Middle Temporal Lobe) เกี่ยวข้องกับการทำงานของหน่วยพักข้อมูลร่วมชั่วขณะ (EB) (Rudner, Fransson, Ingvar, Nyberg, & Ronnberg, 2007, pp. 2258-2276; Dehn, 2008, p. 39)

ความหมายของความจำขณะคิด

มีผู้ให้ความหมายของความจำขณะคิดไว้หลายท่านดังต่อไปนี้

อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา (2551, หน้า 137) กล่าวว่า ความจำขณะคิด คือ ความสามารถของสมองที่จะรักษาข้อมูลชั่วขณะหนึ่งเพื่อที่จะใช้ประโยชน์ในกระบวนการทำงานอย่างอื่นต่อไป

Baddeley and Hitch (1974) ให้ความหมายของความจำขณะคิดว่า เป็นระบบที่มีความจุที่จำกัดใช้สำหรับเก็บรักษาข้อมูลชั่วคราวและดำเนินการกับข้อมูลเพื่อทำกิจกรรมที่ซับซ้อน เช่น การให้เหตุผล การเรียนรู้เข้าใจภาษา และมีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์

Baddeley (1992) ได้ให้ความหมายว่า ความจำขณะคิดเป็นระบบของสมองที่เกี่ยวข้องกับการเก็บจำและจัดกระทำข้อมูลที่จำเป็นชั่วคราวสำหรับใช้ในการทำกิจกรรมซับซ้อนทางปัญญา เช่น การทำความเข้าใจทางภาษา การเรียนรู้ และการให้เหตุผล

จากความหมายของความจำขณะคิด สรุปได้ว่า ความจำขณะคิดเป็นกระบวนการทางสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการจัดเก็บ การคงข้อมูลไว้ในความจำขณะที่กระทำกิจกรรมนั้นรวมถึงการฟื้นความจำเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้รับในทันทีทันใดขณะที่ต้องปฏิบัติกิจกรรมนั้นและเกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองในบริเวณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของความจำขณะคิดนั้น ๆ

องค์ประกอบของความจำขณะคิด (Working Memory Components)

จากความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับความจำขณะคิด เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบของความจำขณะคิดจะแบ่งออกได้เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านหน้าที่ และด้านโครงสร้าง นักวิจัย

ที่ศึกษาเกี่ยวกับความจำขณะคิดส่วนใหญ่จะสนใจศึกษาในด้านหน้าที่และโครงสร้าง โดยพิจารณาจากหน้าที่ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การจัดเก็บข้อมูลในความทรงจำขณะที่ทำกิจกรรม และการควบคุมบริหารจัดการกับข้อมูลที่รับเข้ามาอย่างต่อเนื่องขณะที่ทำกิจกรรมที่ใช้สมอง นักวิจัยบางกลุ่มใช้คำว่าการควบคุมความสนใจ (Control Attention) ในความหมายเดียวกับการควบคุมการบริหารจัดการ (Executive Control) ในส่วนของการควบคุมบริหารจัดการกับข้อมูลที่รับเข้ามาอย่างต่อเนื่องขณะที่ทำกิจกรรมที่ใช้สมองนั้น ยังแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อยได้แก่ การยับยั้งการตอบสนองที่เกิดขึ้นอัตโนมัติ การปรับเปลี่ยนความสนใจไปในการรับรู้ข้อมูลที่เปลี่ยนไปขณะทำกิจกรรมนั้นอยู่และการรับข้อมูลใหม่อย่างต่อเนื่อง (Yuan, Steedle, Shavelson, Alonzo, & Oppezzo, 2006, pp. 83 - 98)

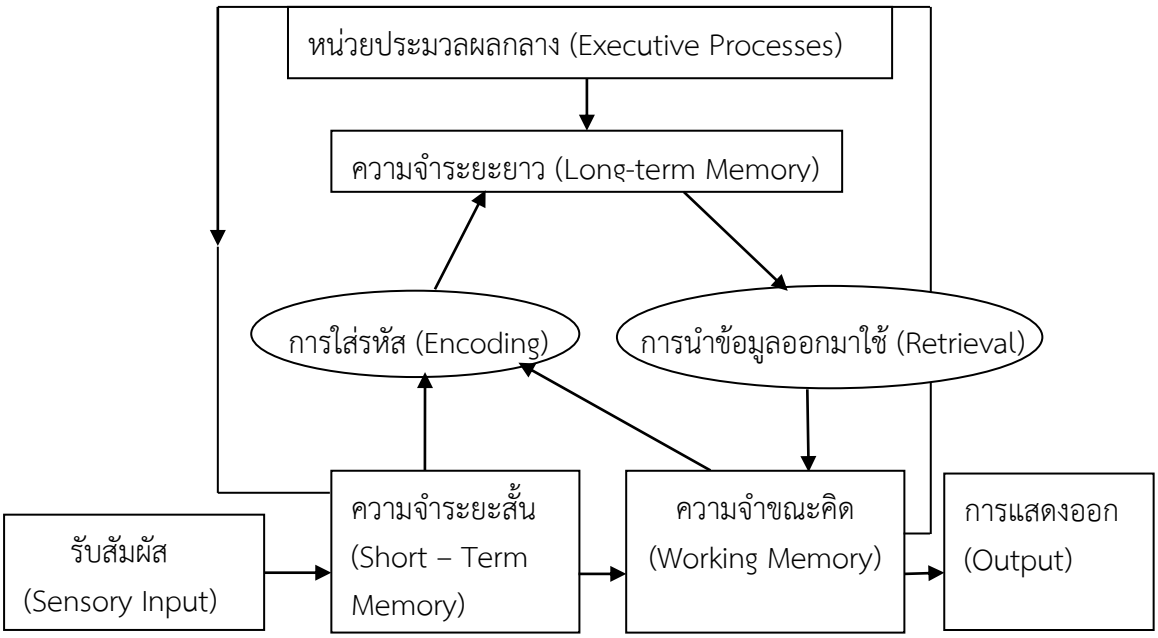
สำหรับองค์ประกอบด้านโครงสร้างของความจำขณะคิดนั้น นักวิจัยส่วนใหญ่อาศัยแนวคิดตามแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley (2000) ที่อธิบายว่า ความจำขณะคิดประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ องค์ประกอบด้านภาษา (Phonological Loop) เป็นองค์ประกอบเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลด้านภาษา องค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo - Spatial Sketchpad) ทำหน้าที่เก็บจำข้อมูลภาพและข้อมูลนามธรรมที่สัมพันธ์กับช่วงเวลาจำกัดมีความสำคัญต่อการสร้างและคงภาพในสมอง ส่วนบริหารกลาง (Central Executive) เป็นองค์ประกอบเกี่ยวกับการเชื่อมโยงและประสานการทำงานระหว่างระบบเก็บจำด้านภาษากับระบบเก็บจำด้านภาพและมิติสัมพันธ์ที่จัดเก็บอยู่ในความจำและควบคุมให้สนใจเรื่องที่กำลังทำอยู่ พร้อมตัดสิ่งรบกวนที่ไม่เกี่ยวกับกิจกรรมนั้นออกจากไป รวมถึงดึงข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในความจำขณะคิดออกมา สุดท้ายคือหน่วยพักข้อมูลร่วมชั่วขณะ (Episodic Buffer) เป็นองค์ประกอบเกี่ยวกับการเก็บรักษาข้อมูลชั่วคราวที่มีความจุจำกัด สามารถเก็บรักษาข้อมูลได้มากกว่าระบบเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Storage Systems) และระบบเก็บรักษาข้อมูลด้านการมองเห็นและมิติสัมพันธ์ (Visuo-spatial Storage Systems) โดยไม่พึ่งพาการเก็บข้อมูลจากองค์ประกอบขั้นสูงและไม่ได้กู้ข้อมูลกลับคืนมาจากความจำระยะยาวโดยตรง (Dehn, 2008, p. 39)

แบบจำลองความจำขณะคิด (Working Memory Model)

นักวิจัยหลายคณะได้ศึกษาเกี่ยวกับความจำขณะคิดและพัฒนาแบบจำลองเพื่ออธิบายการทำงานของความจำขณะคิดทั้งด้านกายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) และวิทยาการปัญญา (Cognitive Science) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. แบบจำลองการประมวลผลข้อมูล (Information Processing Model)

แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลสร้างขึ้นในช่วงปี 1960 โดย Broadbent (1966) ใช้อธิบายกระบวนการทางจิตของมนุษย์ แบบจำลองนี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในช่วงปีดังกล่าว ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของ Broadbent (1966)

จากภาพที่ 6 องค์ประกอบหลักที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลของแบบจำลองนี้ ประกอบด้วยส่วนเลือกการรับรู้ ส่วนใส่รหัสข้อมูล ส่วนจัดเก็บข้อมูล ส่วนนำข้อมูลออกมาใช้ ส่วนควบคุมการตอบสนอง และการควบคุมระบบ แบบจำลองเดิมก่อนหน้านี้ถูกวิจารณ์ถึงความยืดหยุ่นและขาดการแสดงถึงความสัมพันธ์กับการเรียนรู้ทางวิชาการ หลังจากนั้นแบบจำลองได้มีการพัฒนาให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้นและสัมพันธ์กับเครือข่ายระบบประสาททำให้เข้าใจไปถึงการทำงานของสมองส่วนต่าง ๆ ข้อมูลที่ได้รับการประมวลผลในแบบจำลองนี้จะถูกจำแนกให้อยู่ในส่วนของความจำขณะคิดที่เปรียบเสมือนเป็นองค์ประกอบในการประมวลผลส่วนกลาง

2. แบบจำลอง Atkinson and Shiffrin (The Atkinson – Shiffrin Model)

ในช่วงปี 1960 – 1970 มีการพัฒนาแบบจำลองความจำเกิดขึ้นมาก แบบจำลองของ Atkinson and Shiffrin (1968) เป็นแบบจำลองหนึ่งที่เกิดขึ้นมาและได้รับการยอมรับมากที่สุดในช่วงปีดังกล่าว จากแบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของ Broadbent ที่นำเสนอไปก่อนนี้ Atkinson and Shiffrin (1968) ได้ดัดแปลงให้เหลือเพียง 3 องค์ประกอบหลักที่สำคัญต่อการจัดเก็บข้อมูลได้แก่ ส่วนเก็บข้อมูลจากการรับรู้ ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากความรู้สึกที่มาจากหลายทาง ส่วนเก็บข้อมูลระยะสั้น ทำหน้าที่เก็บข้อมูลจากส่วนรับรู้ และส่วนเก็บข้อมูลระยะยาว ทำหน้าที่ส่งผ่านและจัดเก็บข้อมูลที่เข้ามาจากส่วนเก็บข้อมูลระยะสั้น ดังภาพที่ 7

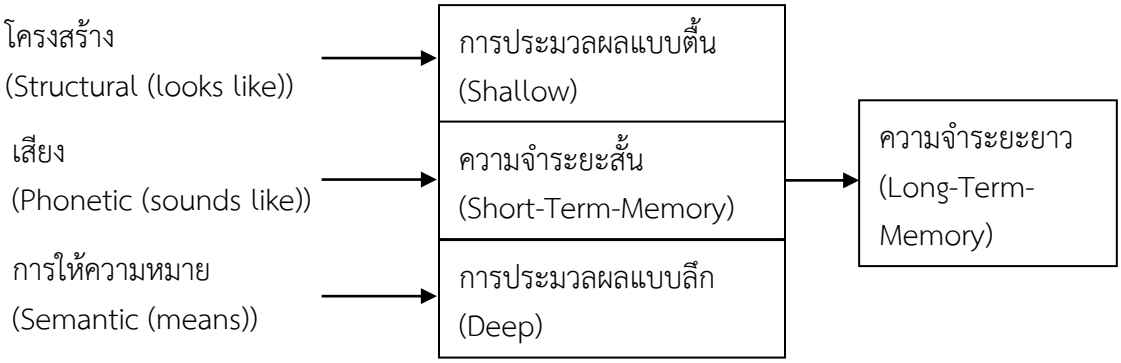
ภาพที่ 7 แบบจำลอง Atkinson and Shiffrin (1968)

3. แบบจำลองระดับของการประมวลผล (Level-of-Processing Model)

เป็นแบบจำลองที่นำเสนอโดย Craik and Lockhart (1972) ในปี 1972 ดังภาพที่ 8 แบบจำลองดังกล่าวมีแนวคิดที่ว่า ความจำเกิดขึ้นเพราะมีการประมวลผลข้อมูล และความจำที่เกิดขึ้นกับสิ่งต่างๆ ขึ้นอยู่กับความลึกในการประมวลผลซึ่งคำว่า “ลึก”จะเน้นที่ความหมายรวมของสิ่งเร้าที่เป็นตัวกระตุ้น มากกว่าการรวมกันของสิ่งต่าง ๆ ในรูปของจำนวน แบบจำลองการประมวลผลประกอบ ด้วย 2 ส่วน คือ

3.1 การประมวลผลแบบตื้น (Shallow Processing) การประมวลผลในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องเฉพาะการรักษาข้อมูลที่เกิดจากการฟังหรือได้ยินซ้ำ โดยเก็บรักษาในความจำระยะสั้นแต่การจัดเก็บข้อมูลในความจำระยะสั้นนั้นเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้นจนกว่าจะมีการประมวลผลในส่วนลึกต่อไป รูปแบบการประมวลผลในส่วนนี้มี 2 รูปแบบคือ การประมวลโดยการให้รหัส เฉพาะส่วนที่มีคุณลักษณะทางกายภาพของสิ่งของต่าง ๆ เท่านั้น และการประมวลเสียงที่ได้ยินเป็นการให้รหัสของเสียงที่ได้ยิน

3.2 การประมวลผลแบบลึก (Deep Processing) เป็นการประมวลผลในรูปแบบของความหมาย โดยเมื่อมีสิ่งใดเกิดขึ้นจะมีการให้รหัสในรูปของความหมายออกมา เกี่ยวข้องกับการให้รายละเอียดของสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างลึกซึ้งและแบบซ้ำ ๆ โดยเน้นที่การวิเคราะห์ความหมายจากการจินตนาการ การคิด เช่น เมื่อกล่าวถึงสิ่งของสิ่งหนึ่ง คำที่ได้ยินจะนำไปสู่การจินตนาการเป็นภาพหรือเชื่อมโยงกับความรู้เกี่ยวกับสิ่งของเหล่านั้นที่เคยรู้จักมาก ข้อมูลที่เกิดขึ้นจะสามารถนำกลับมาใช้ได้ง่ายและสะดวกกว่าการประมวลผลแบบตื้น



ภาพที่ 8 แบบจำลองระดับของการประมวลผลของ Craik and Lockhart (1972)

4. แบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley (Baddeley’s Working Memory Multi-component Model)

Baddeley and Hitch (1974) ได้นำเสนอแบบจำลองความจำขณะคิดที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในรูปของแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของความจำขณะคิด (Working Memory Multi-component Model) และเป็นแบบจำลองที่ผู้วิจัยใช้เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ แบบจำลองนี้มีการแยกความจำขณะคิดออกจากความจำระยะสั้น โดยให้คำจำกัดความของความจำขณะคิดว่า เป็นระบบความจำที่มีการจัดเก็บและบริหารจัดการข้อมูลในเวลาเดียวกันขณะที่

ต้องทำกิจกรรมที่ใช้ปัญญาเช่น การสรุปและทำความเข้าใจ การเรียนรู้ และการใช้เหตุผล เป็นแนวคิดที่ใหม่ที่สุดและมีความยืดหยุ่นมากกว่าแนวคิดอื่น ๆ ที่ผ่านมาคือไม่ได้เป็นเพียงแหล่งในการรับข้อมูลเท่านั้นยังเป็นระบบปฏิบัติการและเป็นแหล่งผสมผสานทางด้านพุทธิปัญญา ทำหน้าที่หลากหลาย รวมทั้งเป็นแหล่งปฏิบัติการในการประมวลข้อมูล ข่าวสาร ควบคุมการดำเนินการ และทำการตัดสินใจด้วย

แบบจำลองความจำขณะคิดเริ่มต้นของ Baddeley (1974) มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านภาษา (Phonological Loop) องค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo - Spatial Sketchpad) และส่วนบริหารกลาง (Central Executive) ดังภาพที่ 9 แต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

ภาพที่ 9 แบบจำลองความจำขณะคิดของ Baddeley (1974)

จากภาพที่ 9 แบบจำลองความจำขณะคิดตามแนวคิดของ Baddeley (1974) พบว่าเป็นระบบที่ทำหน้าที่หลากหลาย รวมทั้งเป็นแหล่งปฏิบัติการในการประมวลข้อมูล ข่าวสาร ควบคุมการดำเนินการ และทำการตัดสินใจด้วย มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ หน่วยส่วนภาพมีหน้าที่ในการสร้างภาพจากการมองเห็นหรือสร้างจินตนาการ ส่วนการออกเสียงหรือระบบเสียงมีหน้าที่ในการรับและจำข้อมูลทางดานภาษา ส่วนควบคุมกลางมีหน้าที่เป็นศูนย์กลาง ดำเนินการจัดการเกี่ยวกับการทำงานของส่วนการออกเสียงและส่วนหน่วยภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

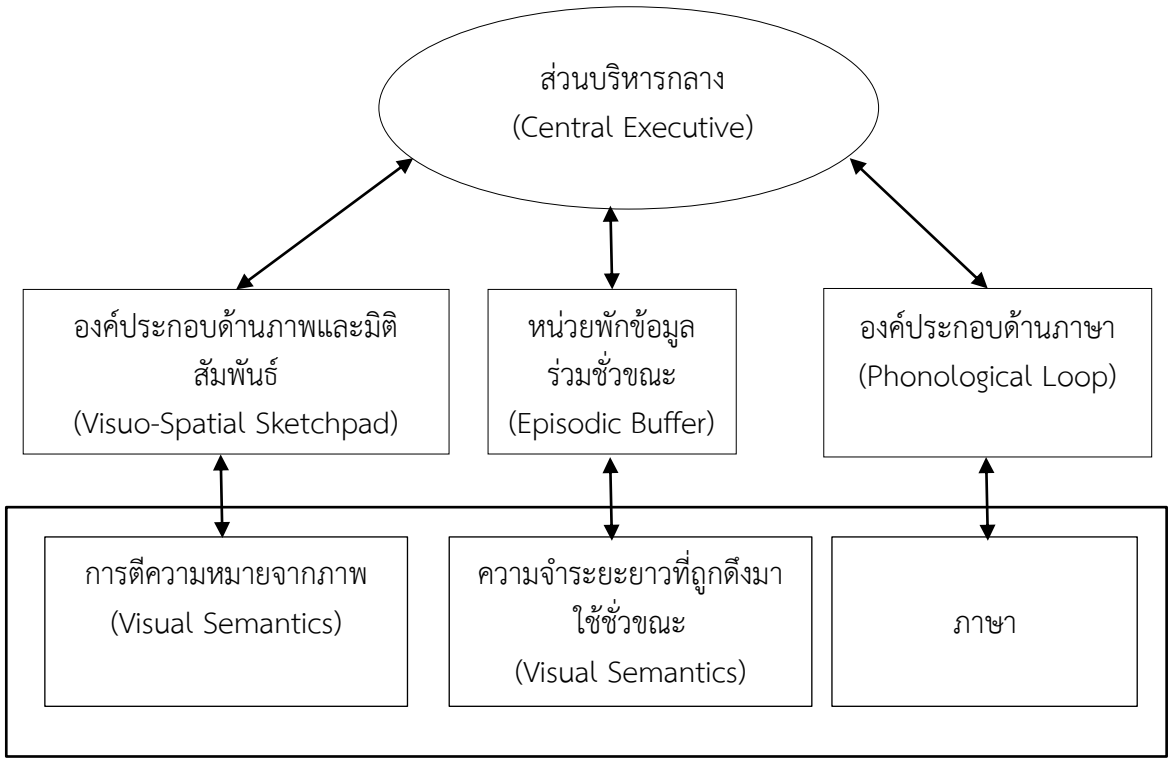
1. องค์ประกอบด้านภาษา (Phonological Loop) เป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่ในการรับและจำข้อมูลทางด้านภาษา เสียงและการพูด เช่น หน่วยเสียง หน่วยคำ ประโยคจึงเรียกว่าเป็นความจำทางด้านภาษา (Verbal) ข้อมูลเหล่านี้จะเข้ามาทางการได้ยินหรือการอ่านทั้งที่เป็นเสียงที่มาจากภายนอกและเสียงที่เกิดจากภายใน (Inner Voice) หรือการอ่านในใจ (Silent Reading)

2. องค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo – Spatial Sketchpad) เป็นระบบที่เชื่อว่ามีหน้าที่ในการสร้างภาพจากการมองเห็น หรือสร้างจินตนาภาพจากสิ่งที่ได้ยิน ข้อมูลที่เข้ามาในระบบหน่วยภาพนี้มีทั้งการเข้ามาโดยตรง เช่น การมองเห็นสุนัข และมีทั้งเข้ามาโดยอ้อม เช่น เมื่อสร้างจินตภาพจากความจำที่เกี่ยวกับสุนัข

3. ส่วนควบคุมกลางหรือส่วนบริหารจัดการหน่วยเสียงและหน่วยภาพ (Central Executive) เป็นตัวควบคุมกลางทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการจัดการเกี่ยวกับการทำงานของความจำขณะคิด ประกอบด้วยระบบย่อย อีก 2 ระบบ คือ ระบบหน่วยเสียง และระบบหน่วยภาพ

ในปี 2000 Baddeley ได้พัฒนาแบบจำลองความจำขณะคิดโดยการเพิ่มองค์ประกอบที่ 4 เข้าไปในแบบจำลองที่นำเสนอก่อนหน้านี้ คือ หน่วยพักข้อมูลร่วมชั่วขณะ (Episodic Buffer) (Baddeley, 2000) ที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ได้ยาวนานขึ้นและมีความจุของ

ข้อมูลมากขึ้นกว่าองค์ประกอบด้านการรับภาพและภาษาและเสียง เป็นระบบการเก็บรักษาข้อมูลชั่วคราวที่มีความจุจำกัด สามารถเก็บรักษาข้อมูลได้มากกว่าระบบเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Storage Systems) และระบบเก็บรักษาข้อมูลที่เกี่ยวกับการมองเห็นและมิติสัมพันธ์ (Visuos-spatial Storage Systems) โดยไม่ได้พึ่งพาการเก็บข้อมูลจากองค์ประกอบขั้นสูงและไม่ได้กู้ข้อมูลกลับคืนมาจากความจำระยะยาวโดยตรง (Dehn, 2008, p. 39) ระบบนี้จะเชื่อมโยงองค์ประกอบย่อยของความจำขณะคิดหลาย ๆ องค์ประกอบเข้ากับข้อมูลที่รับรู้และข้อมูลที่ได้จากความจำระยะยาว โดยการนำรหัส (Code) ซึ่งได้จากการรับรู้ข้อมูลด้วยวิธีที่แตกต่างกันหลาย ๆ วิธีมาเชื่อมโยงเป็นภาพเดียวที่มีหลายมิติ (Unitary Multi-Dimensional Representations) ความสามารถในการผสมผสานข้อมูลและเก็บรักษาข้อมูลในองค์ประกอบนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบด้วยการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (CE) ส่วนการกู้ข้อมูลกลับคืนมาขึ้นอยู่กับการรู้สติ (Conscious Awareness) ซึ่งเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงข้อมูลที่ซับซ้อนจากแหล่งต่าง ๆ และสื่อสัมผัสต่าง ๆ เข้าด้วยกัน จึงสามารถสร้างสิ่งใหม่ ๆ อันเป็นพื้นฐานสำหรับการวางแผนอนาคตได้ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แบบจำลองใหม่ของ Baddeley (Baddeley 's Modal Model) (2000)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความจำขณะคิด

เสทียน วีกประโคน (2553) ศึกษาความจำขณะทำงานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความจำขณะทำงานของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานกับกลุ่มที่เรียนปกติ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะทำงานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเครื่องมือวัดความจำขณะทำงาน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ ความสามารถในการให้ความสนใจต่อสิ่งเร้า (Power of Attention) ความสามารถที่จะยังดำรงความสนใจต่อสิ่งเร้าอย่างต่อเนื่อง (Continuity of Attention) คุณภาพของความจำ (Quality of Memory) และความเร็วของความจำ (Speed of Memory) จากการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความจำขณะทำงาน พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองความจำขณะทำงานตัวอักษร (Numeric Working Memory) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองเร็วกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนความจำขณะทำงาน

Buehner, Krumm, and Pick (2005) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจ ความจำขณะคิดกับเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล งานวิจัยนี้ใช้คำว่าความสามารถในการให้เหตุผล (Reasoning Ability) ในความหมายตรงกับเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล สำหรับแบบจำลองที่ใช้นั้นเป็นแบบจำลองหลายด้านของความจำขณะคิด (Multi-Faces of Working Memory) ประกอบด้วย การเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาใหม่ในช่วงเวลาที่ข้อมูลยังไม่ถูกนำออกมา (Storage in Context of Processing) การสร้างความสัมพันธ์และบูรณาการความสัมพันธ์ไปสู่โครงสร้าง (Coordination) และการเลือกสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และขจัดสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป (Supervision) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัย จำนวน 135 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (75.8%) ช่วงอายุ 18 – 31 ปี วัดความสามารถในการใช้เหตุผลโดยใช้แบบทดสอบโครงสร้างเชาว์ปัญญา (Intelligence Structure Test 2000-R) มีการศึกษาแล้วว่าเป็นแบบทดสอบที่ตรงกับทฤษฎีการวัดและการใช้เหตุผล แบบทดสอบนี้ประกอบด้วย 9 แบบทดสอบย่อย เป็นการวัดเหตุผลทางด้านภาษา ตัวอักษร และภาพ ส่วนการวัดความจำขณะคิดในส่วนขององค์ประกอบการเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาใหม่ในช่วงเวลาที่ข้อมูลยังไม่ถูกนำออกมา ใช้กิจกรรมที่วัด 2 รูปแบบไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งมีทั้ง คำ ตัวอักษร และรูปทรงเรขาคณิตในตำแหน่งต่าง ๆ ส่วนองค์ประกอบการสร้างความสัมพันธ์และบูรณาการความสัมพันธ์ไปสู่โครงสร้างใช้กิจกรรมทางปัญญา (Mental Task) ทั้งแบบภาษาและรูปภาพ องค์ประกอบด้านการเลือกสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งและขจัดสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป ใช้กิจกรรมสลับปรับเปลี่ยน (Switch Task) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและวิเคราะห์การถดถอย พบว่า ความสนใจไม่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการให้เหตุผล ขณะที่ความจำขณะคิดโดยเฉพาะด้านการจัดเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาใหม่ในช่วงเวลาที่ข้อมูลยังไม่ถูกนำออกมา เป็นตัวทำนายความสามารถในการใช้เหตุผลที่ดีที่สุด

Seigneuric and Ehrlich (2005) ศึกษาผลของสมรรถนะความจำขณะคิด (Working Memory Capacity) ที่มีต่อพัฒนาการด้านความเข้าใจในการอ่าน (Reading Comprehension) ของเด็ก โดยศึกษาในเด็กนักเรียนอายุ 7-9 ปี ระดับเกรด 1-3 โดยใช้คำถามสองคำถามเกี่ยวกับความจำขณะคิด ผลการศึกษาสนับสนุนความคิดที่ว่า การจำคำเป็นสิ่งที่เกิดโดยอัตโนมัติผ่านระดับ

ช่วงชั้นและความจำขณะคิดมีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจการอ่าน ซึ่งเป็นหลักฐานได้ว่า สมรรถนะความจำขณะคิดมีอิทธิพลโดยตรงต่อการพัฒนาทักษะการทำความเข้าใจการอ่านและกลุ่มคำศัพท์ที่มีในนักเรียนเกรด 1 และความจำขณะคิดที่มีในนักเรียนเกรด 2 มีผลสืบต่อมายังนักเรียนเกรด 3 เกี่ยวกับการทำความเข้าใจการอ่าน

Cowan, Fristoe, Elliott, Bruner, and Saults (2006, pp. 1754 - 1768) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะของความจำขณะคิด (Working Memory Capacity) กับความสามารถทางปัญญาขั้นสูง (Higher-Order Cognition) ได้แก่ เชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล (Fluid Intelligence, Gf) ในเด็กอายุ 10 – 11 ปี และนักศึกษาระดับวิทยาลัยโดยใช้การทดสอบการควบคุมความสนใจ (Control of Attention) พบว่า สมรรถนะความจำขณะคิดและเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหลในกลุ่มตัวอย่างมีความ สัมพันธ์อย่างสูงในทางบวก

Unsworth, Spiller, and Brewer (2009) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะความจำขณะคิดกับการควบคุมความสนใจและเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหลมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะความจำขณะคิด การควบคุมความสนใจและเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ นักศึกษามหาวิทยาลัยช่วงอายุระหว่าง 18 ถึง 35 ปี จำนวน 155 คน อายุเฉลี่ยคือ 18.79 ปี เครื่องมือที่ใช้ศึกษาประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด ได้แก่ กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน เครื่องมือที่ใช้ประเมินการควบคุมความสนใจ ได้แก่ แบบทดสอบ Antisaccade แบบทดสอบ Arrow flankers และแบบทดสอบ Psychomotor Vigilance Task เครื่องมือที่ใช้ทดสอบเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล ได้แก่ แบบทดสอบ Raven Advanced Progressive Matrices แบบทดสอบ Number Series และแบบทดสอบ Verbal Analogies ผลการศึกษา พบว่า การควบคุมความสนใจเป็นส่วนประกอบที่สำคัญและมีความสัมพันธ์ระดับสูงในทางบวกกับสมรรถนะความจำขณะคิดและเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล และยังพบว่าสมรรถนะความจำขณะคิดสามารถใช้เป็นตัวทำนายเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหลได้

Unsworth and Spiller (2010) ศึกษาอิทธิพลที่มีต่อสมรรถนะความจำขณะคิดจากการควบคุมความสนใจ ความจำทุติยภูมิหรือทั้งสองส่วนร่วมกัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบตัวทำนายสมรรถนะความจำขณะคิด ได้แก่ ส่วนที่เป็นการควบคุมความสนใจ หรือส่วนที่เป็นกระบวนการของความจำทุติยภูมิ หรือทั้งสองส่วนร่วมกันและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่เกี่ยวกับความสามารถของความจำขณะคิด ความสามารถในการควบคุมความสนใจ ความสามารถในการใช้ความจำทุติยภูมิและเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยจอร์เจียจำนวน 181 คน อายุระหว่าง 18-35 ปี เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย กิจกรรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด ได้แก่ กิจกรรมขณะคำนวณ กิจกรรมสมมาตร กิจกรรมขณะอ่าน กิจกรรมที่เกี่ยวกับการประเมินการควบคุมความสนใจ ประกอบด้วย การทดสอบ Antisaccade การทดสอบ Arrow Flanker การทดสอบ Strops และการทดสอบ Psychomotor Vigilance Task กิจกรรมเกี่ยวกับการประเมินความจำทุติยภูมิ ประกอบด้วย การทดสอบ Delayed Free Recall with Unrelated Words การทดสอบ Delayed Free Recall with Semantically Related Words การทดสอบ Picture Source Recognition การทดสอบ Continual Distractor Free Recall Task และการทดสอบ Verbal Fluency และกิจกรรมที่ใช้ประเมินเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล ประกอบด้วย

แบบทดสอบ Raven Advanced Progressive Matrices แบบทดสอบ Number Series และแบบทดสอบ Verbal Analogies จากการศึกษาพบว่า ทั้งการควบคุมความสนใจและความจำทุติยภูมิมีความสัมพันธ์กับสมรรถนะความจำขณะคิดสามารถใช้เป็นตัวทำนายสมรรถนะของความจำขณะคิดได้ พบว่าสมรรถนะความจำขณะคิดมีอิทธิพลที่ส่งไปยังเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

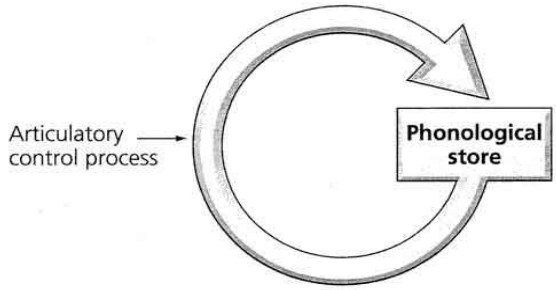
ตอนที่ 3 องค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทั่วไปขององค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษา

ความจำขณะคิดด้านภาษาเป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ การจดจำข้อมูลทางภาษาที่มาจากการอ่าน การพูดหรือได้ยินเป็นระบบที่มีความจุจำกัด (Limited-capacity) (Baddeley, 2003, pp. 189 - 208) ประกอบด้วย 2 ส่วนย่อย คือ ส่วนที่เก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Store) และส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาโดยการทวนซ้ำ (Articulatory Rehearsal) ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการทบทวนข้อมูลทางภาษาที่ได้รับเข้ามาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม (Dehn, 2008, p. 15) มีรายละเอียดของแต่ละส่วนย่อยดังนี้

1. ส่วนที่เก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Store) เป็นแหล่งเก็บความจำในสิ่งที่อ่านหรือได้ยินโดยใช้เวลาในขั้นตอนนี้ประมาณ 15 – 30 วินาที ทำหน้าที่ในการเก็บจำข้อมูลทางภาษาที่ได้รับเข้ามา หากไม่มีการทวนซ้ำข้อมูลทางภาษาจะสูญหายไป

2. ส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาโดยการทวนซ้ำ (Articulatory Rehearsal) เป็นกระบวนการที่จะฟื้นความจำในสิ่งที่ได้ยินจากรอยความจำ ถ้ามีการทบทวนเสียงนั้นซ้ำ ๆ และกระบวนการนี้ยังสามารถแปลงให้อยู่ในรูปของภาษาเขียนเป็นรหัสเสียงเพื่อเก็บในหน่วยเก็บเสียงได้ด้วย ซึ่ง Baddeley สรุปเพิ่มเติมว่า มีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าระบบหน่วยเสียง มีบทบาทในเรื่องความเข้าใจภาษา การเรียนรู้คำศัพท์และการเรียนรู้วิธีการอ่าน มีลักษณะการทำงานเป็นวงข้อมูลคล้ายแถบบันทึกเสียง รวมถึงจัดเก็บซ้ำและนำกลับมาใช้ใหม่เมื่อต้องการข้อมูลนำไปใช้ในความจำขณะคิด ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 วงการทำงานขององค์ประกอบด้านภาษา (Baddeley, 2000)

การทำงานของระบบเก็บจำด้านภาษาจะมีหน้าที่ในการทำงานเฉพาะตัวและถูกจำกัดตามชนิดของข้อมูลที่เก็บจำโดยจะเปลี่ยนข้อมูลทางภาษาที่ได้รับมาให้เป็นรหัสทางภาษา (Phonological Code) และจัดเก็บเข้าสู่ความจำระยะยาว ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้ถือได้ว่าเป็นระบบการทำงานของความจำขณะคิดแบบซับซ้อน จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบนี้จะเก็บรักษาข้อมูลไว้ได้เพียง

2 วินาทีหรือน้อยกว่านั้น และสามารถจัดเก็บจำนวนข้อมูลให้คงอยู่ในความทรงจำได้ระหว่าง 5 – 8 ตัว (Dehn, 2008, p. 17) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากพบว่าจำนวนของข้อมูลที่สามารถเก็บไว้ในความจำนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล (Baddeley, Eysenck, & Anderson, 2009, p. 75*)* ดังนี้

1. ข้อมูลที่ออกเสียงคล้ายกันจะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลของบุคคลไม่ดี เพราะเสียงที่คล้ายกันจะทำให้เกิดความสับสนขณะดำเนินการเก็บรักษาข้อมูลทางภาษาเนื่องจากเป็นการยากที่จะรู้ว่าคำไหนที่ได้ยินหรือคำไหนที่ไม่ได้ยินทำให้คำบางคำไม่ได้มีการทวนซ้ำ จึงทำให้ลืมได้ เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากความคล้ายกันของการพูด (Phonological Similarity Effect)

2. คำที่ยาวจะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลลดลง เพราะคำที่ยาวจะใช้เวลาในการทวนซ้ำมากกว่าคำที่สั้น อาจจะทำให้มีการสูญหายของข้อมูลบางส่วนในขณะดำเนินการเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา จึงทำให้จดจำข้อมูลได้ไม่ดี เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากความยาวของคำ (Word Length Effect)

3. ถ้าต้องพูดบางสิ่งในขณะที่กำลังจดจำข้อมูล จะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลไม่ดีเพราะการพูดในขณะกำลังจดจำข้อมูลต้องใช้ทรัพยากรของส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม ทำให้คำที่อยู่ในส่วนที่เก็บรักษาข้อมูลทางภาษาไม่ถูกทวนซ้ำ จึงทำให้ลืมข้อมูลได้ เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากการกดส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำ (Articulatory Suppression Effect)

4. ถ้าได้ฟังข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำลังจดจำ จะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลลดลง เพราะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องจะเข้าไปรบกวนขณะดำเนินการเก็บรักษาข้อมูลทางภาษาและจะแย่งใช้ทรัพยากรระหว่างข้อมูลที่ต้องจดจำกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ทำให้ลืมข้อมูลที่ต้องจดจำ เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากเสียงที่ไม่สัมพันธ์กัน (Irrelevant Sound Effect)

บทบาทขององค์ประกอบด้านภาษา

องค์ประกอบด้านภาษามีบทบาทสำคัญต่อรับรู้และทำความเข้าใจข้อมูลด้านภาษา รวมถึงการพัฒนาทักษะทางด้านภาษาโดยเฉพาะเด็กในวัยเรียน (Gathercole & Baddely, 1990, pp. 439 - 454) เนื่องจากภาษาเป็นสิ่งที่มนุษย์ใช้ในการติดต่อ สื่อสาร การสร้างความเข้าใจในการสื่อสารทั้งแบบของการพูดและการเขียนที่ต้องอาศัยบทบาทสำคัญขององค์ประกอบด้านภาษา (Buchsbaum, 2013, pp. 1 - 5) จากการศึกษาของ Keller et al. (2003, pp. 189 - 203) ถึงบทบาทสำคัญของระบบเก็บจำด้านภาษากับการสร้างภาพในสมองที่เกิดจากการอ่านและทำความเข้าใจประโยคที่อ่าน พบว่าระบบเก็บจำด้านภาษามีบทบาทสำคัญต่อความสามารถในการเข้าใจในการอ่านเพราะเกี่ยวข้องกับการสร้างภาพของข้อมูลภาษาหรือเรื่องที่อ่านให้เกิดขึ้นในสมองและส่งผลต่อการส่งผ่านข้อมูลไปสู่ความจำระยะยาว ทำให้เกิดการจดจำข้อมูลที่เกิดจากการเรียนรู้ได้นานและคงทน โดยเฉพาะวิธีการอ่านแบบอ่านในใจจะทำให้เกิดการสร้างภาพในสมองได้ดีกว่าการอ่านแบบออกเสียง เพราะการอ่านในใจเป็นการอ่านเพื่อสร้างความเข้าใจในเรื่องที่อ่าน สัมพันธ์กับการสร้างภาพจากเรื่องที่อ่านในปรากฏขึ้นในสมอง จัดว่าเป็นการทำงานแบบซับซ้อน ส่วนการอ่านออกเสียงเป็นการอ่านเพื่อให้เกิดความคล่องแคล่วในการอ่านซึ่งเป็นทักษะการอ่านเบื้องต้น จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบด้านภาษาเป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้และการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ในการสื่อสาร เพื่อให้เกิดความเข้าใจซึ่งกันและกันโดยเฉพาะการเรียนรู้ของเด็กในวัยเรียน

การประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Working Memory Capacity Assessment)

สมรรถนะความจำขณะคิด (Working Memory Capacity: WMC) คือความสามารถของสมองในการเก็บจำข้อมูล (Store) หรือความสามารถในการบรรจุข้อมูล (Capacity) ขณะที่ต้องทำกิจกรรม (Task) ที่เกี่ยวกับความสามารถทางปัญญาขั้นสูง (Higher- Order Cognition) ในช่วงเวลาที่ทำกิจกรรมนั้นอยู่อย่างจำกัด (Redick et al., 2012, pp. 164 - 171; Wilhelm, Hildebrandt & Oberauer, 2013, pp. 1 - 22) เช่น การสรุปความจากการอ่าน การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล การเรียนรู้ในเรื่องที่มีความซับซ้อนหรือเชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล เป็นต้น (Conway et al., 2005, pp. 769 - 786 ;Sanchez et al., 2010, pp. 488 - 493) ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดนั้นไม่สามารถประเมินออกมาได้โดยตรง ต้องมีสิ่งเร้าไปกระตุ้นจึงทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมนั้นออกมา ส่วนใหญ่จะประเมินจากความสามารถในการเก็บรักษาหรือความจุความจำขณะคิดหรือเรียกว่า สมรรถนะความจำขณะคิด เครื่องมือที่นำมาใช้ในการประเมินต้องเป็นเครื่องมือที่สามารถดำเนินการด้วยการพยายามใช้การควบคุม (Attention Control) มากกว่าการทำงานที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ จึงสามารถประเมินความสามารถในการเก็บรักษาความจำขณะคิดได้มากกว่าความสามารถในการเก็บรักษาความจำระยะสั้น ดังนั้น รูปแบบและวิธีในการประเมินสมรรถนะของความจำขณะคิดจึงทำได้โดยใช้กิจกรรมที่แตกต่างกันไปและยังเกี่ยวข้องกับแนวคิดหรือแบบจำลองที่ใช้เป็นแนวทางในการศึกษารวมถึงช่วงอายุของผู้รับการประเมิน (Sanchez et al., 2010, pp. 488 - 493)

สำหรับการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษานั้น กิจกรรมที่ใช้ประเมินต้องเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการเก็บจำและจัดกระทำข้อมูลทางภาษา (Verbal Information) เช่น การจำประโยค (Memory of Sentence) การจำเรื่องราว (Memory of Story) กิจกรรมขณะฟัง (Listen Span) กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span) กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span) จากการศึกษาพบว่า กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านเป็นกิจกรรมที่นิยมใช้ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดของระบบเก็บจำด้านภาษามากที่สุด (Bailey, 2012, pp. 875 - 881) เพราะต้องอาศัยทั้งการจัดเก็บ (Store) และการประมวลผลหรือจัดกระทำข้อมูล (Manipulated) ที่เป็นข้อมูลภาษา (Verbal Information) ในเวลาเดียวกัน (Denh, 2008, p. 134; Faraco et al., 2011, pp. 773 - 787) ปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดของระบบเก็บจำด้านภาษาโดยอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีและบริบทในการสร้างที่แตกต่างกันมีทั้งที่เป็นแบบทดสอบประเภทกระดาษดินสอ (Paper – Pencil) และประเภทโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ส่วนใหญ่สร้างและพัฒนาขึ้นในประเทศแถบยุโรปและอเมริกา (Dehn, 2008, p. 218) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. แบบประเมิน Wechsler Memory Scale – Forth Edition (WMS-IV)

Wechsler (2003) ได้สร้างแบบประเมิน Wechsler Memory Scale – Forth Edition (WMS-IV) เป็นแบบประเมินประเภทกระดาษ – ดินสอ (Paper – Pencil Test) ดังภาพที่ 12 สร้างขึ้นตามแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley ใช้สำหรับวัยรุ่นตอนปลายและวัยผู้ใหญ่ช่วงอายุ 16 – 89 ปี ประเมินสมรรถนะของความจำขณะคิดในสององค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านภาษาและองค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ แบบประเมินนี้จะเน้นประเมินการเรียนรู้เรื่องง่ายที่เป็นเรื่องใหม่ ๆ มากกว่าประเมินความจำ

ภาพที่ 12 แบบประเมิน Wechsler Memory Scale – Forth Edition (WMS-IV) ของ Wechsler

2. แบบประเมิน Working Memory Test Battery for Children ของ Pickering and Gathercole

Pickering and Gathercole (2001a, b) พัฒนาแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C) ตามแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley ดังภาพที่ 13 เพื่อใช้กับเด็กในประเทศอังกฤษ สามารถประเมินสมรรถนะของความจำขณะคิดได้สามองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านภาษา องค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ และส่วนบริหารกลาง ใช้ประเมินกับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในช่วงอายุ 4 ปี 7 เดือน ถึง 15 ปี 9 เดือน แต่แบบประเมินนี้มีข้อจำกัดที่ใช้ได้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กเท่านั้น

ภาพที่ 13 แบบประเมิน Working Memory Test Battery for Children ของ Pickering and Gathercole

3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด Automated Working Memory Assessment (AWMA)

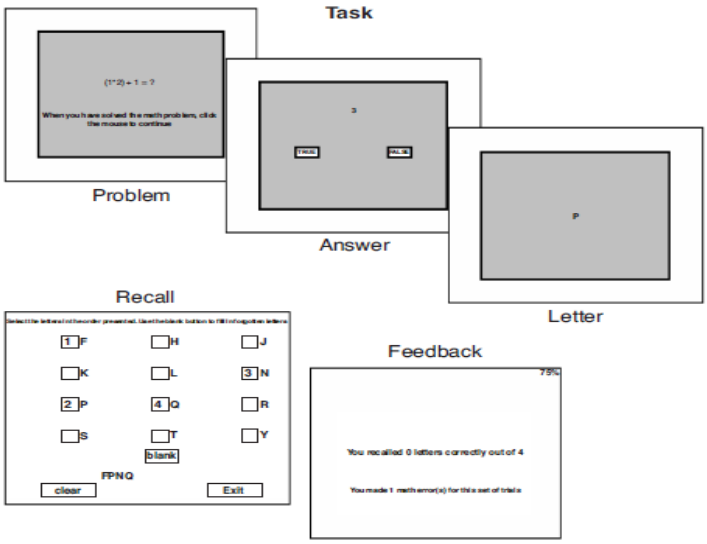
Alloway (2007) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด Automated Working Memory Assessment (AWMA) ขึ้นในประเทศอังกฤษ โปรแกรมดังกล่าวสามารถวิเคราะห์และประมวลผลได้อัตโนมัติ ใช้สำหรับจำแนกบุคคลที่มีปัญหาด้านความจำขณะคิดที่เห็นได้อย่างเด่นชัดอายุระหว่าง 4 ถึง 22 ปี โปรแกรมนี้ปรับปรุงและพัฒนามาจากแบบประเมิน WMTB-C ของ Pickering and Gathercole (2001) จุดเด่นของโปรแกรมนี้คือสามารถประเมินองค์ประกอบของความจำขณะคิดได้ทั้ง 3 องค์ประกอบอย่างชัดเจน และเป็นต้นแบบของการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดที่ใช้งานได้ง่ายยิ่งขึ้นต่อมา

ภาพที่ 14 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด Automated Working Memory Assessment (AWMA) ของ Alloway

4. โปรแกรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา Automated Complex Span Tasks (CSTs) ของ Unsworth et al. (2005)

ในปี 2005 Unsworth et al. ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา Automated Complex Span Tasks (CSTs) ทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Inquisit 4.0 Lab เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย ทำงานได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้เมาส์คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการประเมิน (Mouse Driven) สามารถแสดงผลการประเมินออกมาได้ทันทีหลังเสร็จสิ้นการประเมินมีค่าความเที่ยงและความเชื่อมั่นสูง โปรแกรมดังกล่าวประกอบด้วยกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) และ กิจกรรมวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) สามารถประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดได้ 3 องค์ประกอบ มีนักวิจัยหลายคณะนำโปรแกรมนี้ไปใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินสมรรถนะของความจำขณะคิดหรือความสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะคิดกับความสามารถทางปัญญาขั้นสูง (Conway et al., 2005, pp. 769 - 786; Unsworth & Engle, 2005, pp. 67-81; Unsworth & Engle, 2006, pp. 68 - 80; Beckmann et al., 2007, pp. 703 - 714; Faraco et al., 2011,

pp. 773 - 787; Redick et al., 2012, pp. 164 - 171) และยังเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยใช้เป็นโปรแกรมต้นแบบสำหรับการวิจัยครั้งนี้



ภาพที่ 15 ตัวอย่างกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา

อัญชนา จุลศิริ (2556) ศึกษาผลของการฟังดนตรีไทยเดิมที่พึงพอใจต่อการเพิ่มความจำขณะคิดในผู้สูงอายุโดยการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์ลักษณะของดนตรีไทยเดิมที่ช่วยเพิ่มความจำขณะคิด สร้างเครื่องมือวัดความจำขณะคิดด้วยคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ เปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องของการทำกิจกรรมที่ใช้วัดความจำขณะคิดของผู้สูงอายุก่อนและหลังฟังดนตรีไทยเดิมที่พึงพอใจ เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมองของการทำกิจกรรมที่ใช้วัดความจำขณะคิดของผู้สูงอายุก่อนและหลังฟังดนตรีไทยเดิมที่พึงพอใจและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความถูกต้องกับคลื่นไฟฟ้าสมองของการทำกิจกรรมที่ใช้วัดความจำขณะคิดของผู้สูงอายุ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ กิจกรรมขณะนับเลข (Counting Span) ที่เป็นแบบทดสอบผ่านคอมพิวเตอร์ สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 4.5 แบ่งเป็น 4 ระดับ ๆ ละ 5 ข้อ ประกอบด้วย จำนวนที่ต้องจำตั้งแต่ 2 ถึง 5 ตัว ใช้เวลาในการทำกิจกรรมทั้งหมดประมาณ 22.6 นาที เครื่องมือมีค่าความเที่ยงแบบสอบซ้ำเท่ากับ .82

De Neys, D'Ydewalle, Schaeken, and Vos (2002, pp. 177 - 190) พัฒนากิจกรรมขณะคำนวณภาษาดัชต์ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์และหาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมขณะคำนวณดังกล่าวกับกิจกรรมขณะคำนวณของ Unsworth et al. (2005) พบว่า กิจกรรมขณะคำนวณที่เป็นภาษาดัชต์มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับดีกับกิจกรรมขณะคำนวณของ Unsworth et al. มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .50 และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกิจกรรมขณะอ่านพบว่าคะแนนเฉลี่ยของกิจกรรมขณะอ่านแต่ละแบบและโดยรวมที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p > .05$)

Alloway (2007) ได้พัฒนาแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด Automated Working Memory Assessment (AWMA) ขึ้นในประเทศอังกฤษตามแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley ในลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Personal Base: PC Base) สามารถวิเคราะห์และประมวลผลได้อัตโนมัติ ใช้จำแนกบุคคลที่มีปัญหาทางด้านความจำขณะคิดที่เห็นได้อย่างเด่นชัดอายุระหว่าง 4 ถึง 22 ปี แบบประเมินนี้ปรับปรุงและพัฒนามาจากแบบประเมิน WMTB-C ของ Pickering and Gathercole มีจุดเด่นคือสามารถประเมินองค์ประกอบของความจำขณะคิดได้ทั้ง 3 องค์ประกอบอย่างชัดเจน และเป็นต้นแบบของการพัฒนาแบบทดสอบสมรรถนะความจำขณะคิดอัตโนมัติในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 4 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ กระบวนการในการเขียนโปรแกรม (Programming Process) ซึ่งเป็นแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบโดยใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนหลัก ๆ ได้ดังนี้ (ฉันทวุฒิ พืชผล และพิชิต สันติกุลานนท์, 2547, หน้า 22)

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาความต้องการของผู้ใช้ (Use Requirement) และกำหนดวัตถุประสงค์ของโปรแกรม (Objective)

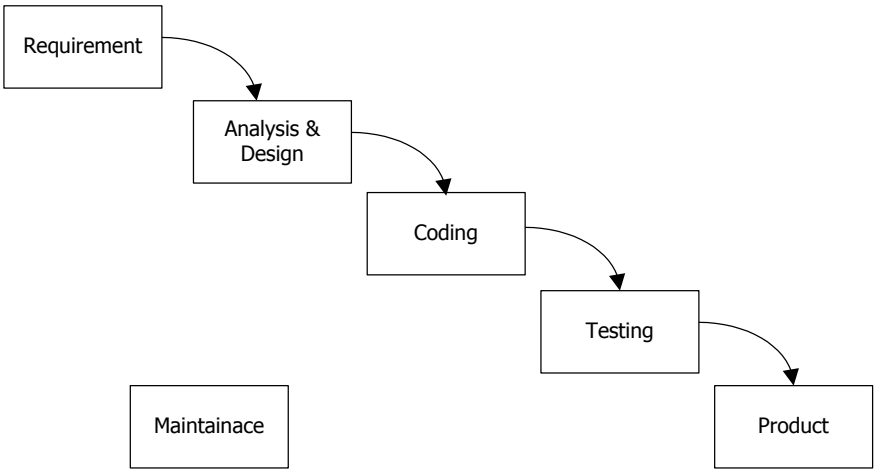
ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบหน้าจอของโปรแกรมที่เราต้องการ (Prototype) พร้อมกำหนดคุณสมบัติและส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมโดยละเอียด (Program Specification)

ขั้นตอนที่ 3 เริ่มเขียนโปรแกรม (Coding)

ขั้นตอนที่ 4 รวบรวมโปรแกรม แปลงให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมใช้งาน (Compile) และทดสอบการทำงานของโปรแกรม (Testing)

ขั้นตอนที่ 5 แจกจ่ายโปรแกรมสู่มือของผู้ใช้งาน (Distribute)

นอกจากนี้ Elliott (2004, p. 87) ได้เสนอวิธีการในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle : SDLC) ซึ่งรูปแบบในการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ได้รับความนิยมมาก คือ โครงสร้างแบบน้ำตก (Waterfall Model) ดังภาพที่ 16 และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการพัฒนาโปรแกรมตามวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ของ Elliott (2004) ด้วยโครงสร้างแบบน้ำตก



ภาพที่ 16 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยโครงสร้างแบบน้ำตก (Waterfall Model)

แต่ละขั้นตอนประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1. Requirement เป็นขั้นตอนในการเก็บความต้องการของผู้ใช้โปรแกรมว่า ผู้ใช้โปรแกรมต้องการโปรแกรมอะไร ทำงานอย่างไร

2. Analysis and Design เป็นขั้นตอนในการเอาความต้องการของผู้ใช้มาวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้และความเหมาะสม เลือกเครื่องมือที่จะทำการพัฒนาโปรแกรม แล้วทำการออกแบบ (Design) โปรแกรม

3. Coding เป็นขั้นตอนของการเขียนโปรแกรมตามที่ออกแบบมา

4. Testing เป็นขั้นตอนในการเอาโปรแกรมที่เขียนเสร็จแล้วมาทำการทดสอบหาข้อผิดพลาด

5. Product เมื่อทำการทดสอบจนแน่ใจแล้วว่าไม่มีข้อผิดพลาดก็นำโปรแกรมไปใช้งานจริง

นอกจากนี้ยังมีขั้นตอน Maintenance ซึ่งเป็นขั้นตอนในการดูแลผู้ใช้โปรแกรมว่ามีปัญหาในการใช้งานหรือไม่อย่างไร พร้อมให้คำปรึกษาและรับฟังข้อคิดเห็นเพื่อจะนำมาพัฒนาโปรแกรมในรุ่นถัดไป

สำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด มีการสร้างและพัฒนาออกมาจำนวนมากโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่าง ๆ เช่น โปรแกรม E-Prime ของบริษัท Psychology Software Tool, Inc. โปรแกรม Inquisit 4.0 Lab ของบริษัท Millisecond Software โปรแกรม PsyScope ของมหาวิทยาลัย Carnegie Mellon University โปรแกรม MatLab หรือโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab ของบริษัท Cedrus Corporation เป็นต้น สำหรับในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 สร้างกิจกรรมการประเมินแบบซับซ้อน 2 กิจกรรม คือ กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน ตามแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005)

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา

การประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาเริ่มมีขึ้นในปี 1980 โดย Daneman and Carpenter (1980, pp. 450 - 466) ได้พัฒนากิจกรรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดในรูปของความเข้าใจในการอ่าน (Reading Comprehension) เรียกว่า กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task) จากนั้นมีการพัฒนาเครื่องมือและกิจกรรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดออกมามากในลักษณะให้ผู้รับการประเมินจำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น จำตัวเลข (Digits) จำตัวอักษร (Letters) จำคำ (Words) จำรูปทรง (Shapes) หรือจำตำแหน่งที่ปรากฏ (Spatial locations) และบอกออกมาตามลำดับที่ปรากฏให้ถูกต้อง (Unsworth et al., 2005, pp. 498 - 505) ตัวอย่างกิจกรรมประเมินได้แก่ การจำประโยค (Sentence Span) กิจกรรมขณะฟัง (Listen Span) กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span) กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span) กิจกรรมขณะนับ (Counting span) การทดสอบ block-tapping span เป็นต้น (Dehn, 2008, pp. 134 - 140) นอกจากนี้ยังพัฒนาเครื่องมือประเมินที่นอกเหนือจากการใช้วิธีการอ่านเป็นหลัก เช่น การประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Solving Math Problem) ด้วยกิจกรรมขณะคำนวณ (Turner & Engle, 1989, pp. 127 - 154) การนับวงกลมที่มีสีแตกต่างกัน (Counting Span) หรือการพิจารณารูปทรงของสิ่งของหรือตัวอักษรที่เกิดเป็นภาพปรากฏในกระจก (Spatial Span) เป็นต้น

สำหรับในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายครั้งนี้ เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยใช้แนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005) ที่ดัดแปลงจากกิจกรรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดของ Turner and Engle ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โปรแกรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้วยกิจกรรมขณะคำนวณของ Turner and Engle

ในปี 1989 Turner and Engle ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดในส่วนกิจกรรมการขณะคำนวณขึ้นโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป E-prime รุ่น 1.0 โปรแกรมดังกล่าวมีวิธีการทำงานคือ ผู้รับการประเมินจะต้องแก้สมการคณิตศาสตร์ในขณะที่ต้องจำกลุ่มคำที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน (Unrelated Word) ทั้งสมการคณิตศาสตร์และคำจะปรากฏขึ้นพร้อมกันในแต่ละชุดประเมิน (Trial) ตรงกลางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ผู้รับการประเมินจะต้องอ่านคำที่ปรากฏขึ้นดัง ๆ และแก้สมการคณิตศาสตร์และอ่านคำดัง ๆ อีกครั้ง ซึ่งหลังจากที่ผู้รับการประเมินอ่านคำดัง ๆ แล้วผู้ประเมินจะกดที่แป้นพิมพ์เพื่อเปลี่ยนเป็นชุดประเมินต่อไป เมื่อครบทุกชุดแล้วผู้รับการประเมินต้องบอกคำที่ปรากฏขึ้นมาตามลำดับให้ถูกต้องโดยการเขียนใส่กระดาษ ดังภาพที่ 17 ชุดประเมินแบบ 3 สมการ 3 คำ

IS $(8/2) - 1 = 1$? BEAR

IS $(6 * 1) + 2 = 8$? DRILL

IS $(10 * 2) - 5 = 15$? JOB

???

ภาพที่ 17 ตัวอย่างการประเมินของ Turner and Engle (1989)

สำหรับในการประเมินจะมีทั้งหมด 4 แบบ ๆ ละ 3 ครั้ง เริ่มจากแบบ 2 สมการ 2 คำ จนถึง 5 สมการ 5 คำ ในแต่ละแบบผู้รับการประเมินต้องบอกคำที่ปรากฏขึ้นมาตามลำดับให้ถูกต้อง ในการให้คะแนนการประเมินจะพิจารณาจากจำนวนรวมของแต่ละแบบที่ผู้รับการประเมินตอบได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ (Absolute Storage Score)

โปรแกรม Automated Complex Span Task ของ Unsworth et al. (2005)

ปี 2005 Unsworth et al. ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด ชื่อว่า Automated Complex Span Task หรือ CSTs ทำงานด้วยโปรแกรม Inquisit 4 Lab โปรแกรมนี้พัฒนามาจากแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้วยกิจกรรมขณะคำนวณของ Turner and Engle พัฒนาให้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดที่ใช้งานง่าย มีความเที่ยงสูง ทำงานอย่างอัตโนมัติโดยใช้เมาส์คอมพิวเตอร์เป็นหลัก ประมวลผลข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว สะดวกในการนำไปใช้การเก็บข้อมูลภาคสนาม การประเมินทางคลินิกหรือในห้องปฏิบัติการ ถือว่าเป็นโปรแกรมมาตรฐานที่มีนักวิจัยนำไปใช้อย่างมาก

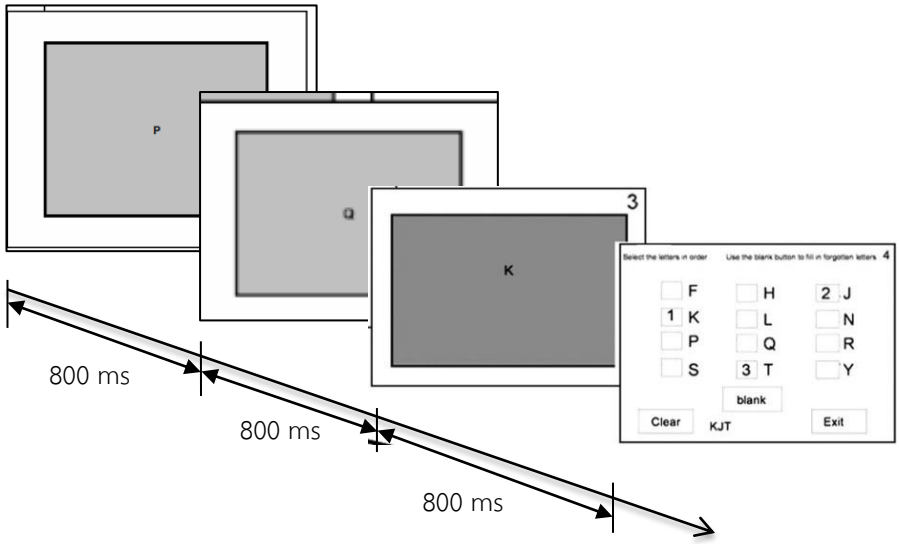
รูปแบบการทำงานของโปรแกรมดังกล่าวจะคล้ายกับโปรแกรมของ Turner and Engle แตกต่างที่การใช้งานโปรแกรมจะใช้เมาส์คอมพิวเตอร์เป็นหลัก รูปแบบของกิจกรรมประกอบด้วย 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1 และ 2 เป็นกิจกรรมประเมินให้ผู้รับการประเมินได้เรียนรู้และทดลองประเมินก่อนเข้าสู่การประเมินจริงในส่วนที่ 3 โปรแกรมดังกล่าวจะมีกิจกรรมการประเมิน 3 กิจกรรมหลัก ได้แก่ กิจกรรมการขณะคำนวณ กิจกรรมขณะอ่านและกิจกรรมวิเคราะห์สมมาตร สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาเฉพาะกิจกรรมการขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านจึงขอเสนอรายละเอียดของแต่ละกิจกรรม ดังนี้

1. กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task: AOS)

กิจกรรมการขณะคำนวณมีลักษณะเป็นการประเมินแบบเชิงซ้อน ประกอบด้วยการแก้สมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายและจำตัวอักษร ในโปรแกรม CSTs ซึ่ง Unsworth et al. ได้พัฒนาขึ้นนั้นประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนการจำตัวอักษรอย่างง่าย (Simple Letter Span) ส่วนการแก้สมการคณิตศาสตร์อย่างง่าย (Math Portion) และส่วนการประเมินแบบเชิงซ้อน (Complex Task) ในการประเมินส่วนที่ 1 และ 2 จะเป็นส่วนที่ให้ผู้รับการประเมินรู้จักและทดลองประเมินก่อนเข้าสู่การประเมินจริงในส่วนที่ 3 แต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การจำตัวอักษรอย่างง่าย (Simple Letter Span)

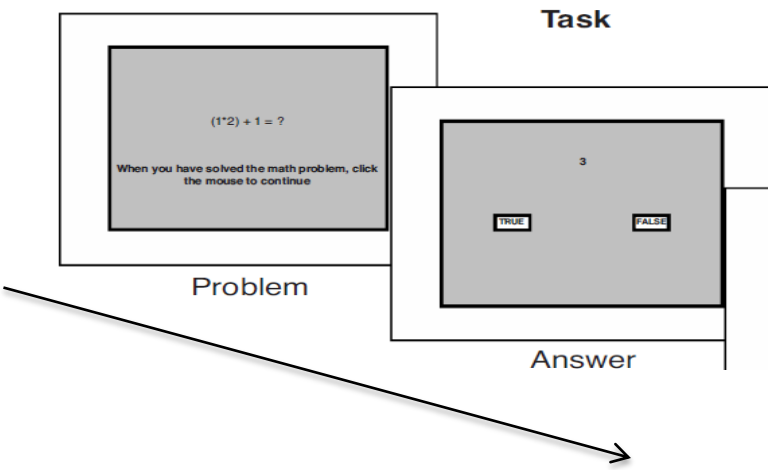
ส่วนนี้เป็นการประเมินความสามารถในการจำตัวอักษร โดยจะมีตัวอักษรปรากฏตรงกลางหน้าจอคอมพิวเตอร์ให้ผู้รับการประเมินได้จำและบอกออกมาตามลำดับที่ปรากฏให้ถูกต้อง ตัวอักษรแต่ละตัวจะปรากฏนาน 800 มิลลิวินาที เริ่มจาก 2 ตัวอักษรจนถึง 7 ตัวอักษร ผู้รับการประเมินต้องบอกตัวอักษรที่ปรากฏตามลำดับให้ถูกต้อง โดยการคลิกบนตัวอักษรที่อยู่ในกล่องที่หน้าจอแสดงเมทริกซ์ตัวอักษรแบบ 4 x 3 ดังภาพที่ 18 สำหรับตัวอักษรที่ใช้ในการประเมินประกอบ ด้วยตัวอักษรที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน (Unrelated Letters) จำนวน 12 ตัว ได้แก่ F H J K L N P Q R S T และ Y



ภาพที่ 18 การประเมินส่วนที่ 1 การจำตัวอักษรอย่างง่าย (Simple Letter Span)

ส่วนที่ 2 การแก้สมการคณิตศาสตร์อย่างง่าย (Math Portion)

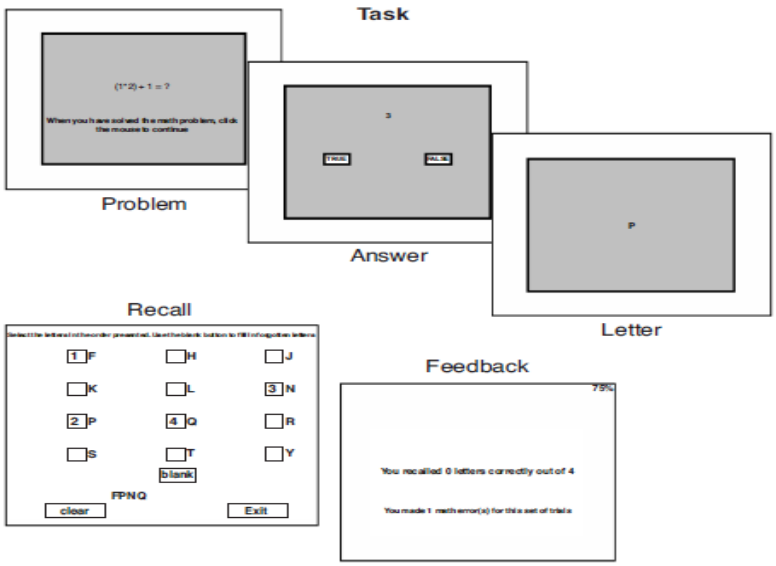
ส่วนนี้ผู้รับการประเมินต้องแก้สมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์อย่างรวดเร็วครั้งละ 1 สมการ ทั้งหมด 15 สมการ ลักษณะสมการประกอบด้วยการคูณหรือการหารในวงเล็บก่อนแล้วตามด้วยการบวกหรือลบ เช่น (1 x 2) + 1 = ? เมื่อได้คำตอบแล้วใช้เมาส์คลิกเพื่อเปลี่ยนเป็นหน้าจอถัดไป หน้าจอใหม่ที่ปรากฏขึ้นจะแสดงตัวอักษรที่อาจเป็นคำตอบหรือไม่เป็นคำตอบของสมการดังกล่าว พร้อมกล่องข้อความคำว่า “True” และ “False” ผู้รับการประเมินต้องเลือกว่าตัวอักษรที่ปรากฏนั้นใช่คำตอบของสมการดังกล่าวหรือไม่ โดยเลือก “True” ถ้าเป็นตัวอักษรนั้นเป็นคำตอบของสมการ หรือเลือก “False” ถ้าตัวอักษรนั้นไม่ใช่คำตอบของสมการ จากนั้นโปรแกรมจะแสดงผลการตอบพร้อมกับคำนวณเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการคิดคำตอบ ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 กิจกรรมส่วนที่ 2 การแก้สมการคณิตศาสตร์อย่างง่าย (Math Portion)

ส่วนที่ 3 การประเมินแบบซับซ้อน (Complex Task)

การประเมินในส่วนนี้เป็นชุดการประเมินจริง (Real Task) ที่มีรูปแบบการประเมินคล้ายกับวิธีของ Turner and Engle เป็นการรวมการประเมินส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 เข้าด้วยกัน ใช้เวลาในการประเมิน 20 – 25 นาที เริ่มจากการแก้สมการคณิตศาสตร์ก่อนแล้วจึงเป็นการจำตัวอักษร จำนวนสมการคณิตศาสตร์และตัวอักษรประกอบด้วย 3 สมการ 3 ตัวอักษร สูงสุดที่ 7 สมการ 7 ตัวอักษร รวมทั้งหมด 75 สมการ 75 ตัวอักษร แต่ละชุดจะปรากฏขึ้นแบบสุ่ม หลังจากผู้รับการประเมินใช้เมาส์เลือกคำตอบว่าถูกหรือผิดแล้ว จะปรากฏตัวอักษรบนหน้าจอนาน 800 มิลลิวินาที เพื่อให้จำ เมื่อสิ้นสุดแต่ละชุดให้ใช้เมาส์คลิกเลือกตัวอักษรที่จำไว้เรียงลำดับให้ถูกต้องตามที่ปรากฏ ดังภาพที่ 22 จากนั้นโปรแกรมจะประมวลผลกิจกรรมทั้งหมดแล้วแสดงผลออกมา หลังจากประเมินเสร็จแล้ว โปรแกรมจะรายงานผลการประเมินเป็นคะแนนเป็นสอง ประเภท คือ ประเภทแรก เรียกว่า คะแนนการจำแบบสมบูรณ์ (Absolute Storage Score) หรือ Ospan Score เป็นคะแนนประเภทเดียวกับการประเมินแบบเดิมของ Turner and Engle ที่คิดจากผลรวมของคะแนนในแต่ละชุดที่ผู้รับการประเมินทำได้ถูกต้องทั้งหมดอย่างสมบูรณ์ เช่น ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษร 3 ตัวที่ปรากฏในชุด 3 สมการ 3 ตัวอักษรได้ถูกต้องทั้งหมด จะได้คะแนนในชุดนี้ 3 คะแนน และถ้าตอบตัวอักษร 4 ตัว ในชุด 4 สมการ 4 ตัวอักษร ได้ถูกต้องทั้งหมด จะได้ 4 คะแนน แต่ถ้าในชุด 5 สมการ 5 ตัวอักษร ตอบถูกเพียง 3 ตัวอักษร จะถือว่าไม่สมบูรณ์ คะแนนในชุดนี้จะเป็น 0 คะแนน ดังนั้น คะแนนการจำแบบสมบูรณ์ทั้ง 3 ชุดนี้เท่ากับ 3 + 4 + 0 = 7 คะแนน และประเภทที่สอง เรียกว่าคะแนนการจำแบบรวมทั้งหมด (Partial Storage Score) เป็นคะแนนประเมินการจำที่ผู้รับการประเมินตอบตัวอักษรที่ปรากฏตามลำดับได้ถูกต้องทั้งหมดโดยไม่แยกชุดการประเมิน เช่น ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษร 4 ตัวที่ปรากฏในชุด 4 สมการ 4 ตัวอักษรได้ถูกต้องทั้งหมด จะได้คะแนนในชุดนี้ 4 คะแนน และถ้าตอบตัวอักษร 5 ตัว ในชุด 5 สมการ 5 ตัวอักษร ได้ถูกต้องทั้งหมด จะได้ 5 คะแนน แต่ถ้าในชุด 6 สมการ 6 ตัวอักษร ตอบถูกเพียง 3 ตัวอักษร จะได้คะแนนในชุดนี้ 3 คะแนน ดังนั้น คะแนนการจำแบบรวมทั้งหมด เท่ากับ 4 + 5 + 3 = 12 คะแนน



ภาพที่ 20 กิจกรรมส่วนที่ 3 การประเมินแบบซับซ้อน (Complex Tasks)

2. กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task: ARS)

กิจกรรมขณะอ่านเป็นเครื่องมือแรกที่พัฒนาตามแนวคิดของความจำขณะคิดโดย Deneman and Carpenter (1980) ที่มีสมมติฐานว่าความจำขณะคิดถูกใช้เพื่อเป็นตัวแสดงถึงทักษะและยุทธวิธีในการอ่านเพื่อให้เกิดการเก็บจำในรูปของความเข้าใจจากเรื่องที่อ่านไม่ใช่จำสิ่งที่อ่านทั้งหมด และยังเสนอแนะว่าความสามารถในการเข้าใจจากเรื่องที่อ่านของแต่ละบุคคลเกิดจากสมรรถนะด้านทักษะในการประมวลผลข้อมูลของบุคคลเหล่านั้นที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะของความจำขณะคิด รูปแบบของกิจกรรมประเมินประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนประมวลผล (Processing) และส่วนเก็บจำ (Storage) ที่เกิดขึ้นพร้อมกัน โดยผู้รับการประเมินต้องอ่านประโยคดัง ๆ ในขณะเดียวกันต้องพยายามจำคำสุดท้าย (End Words) ของแต่ละประโยคให้ได้ โดยที่จำนวนประโยคจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สุดท้ายผู้รับการประเมินต้องบอกคำสุดท้ายของแต่ละประโยคตามลำดับให้ถูกต้อง ต่อมา Deneman and Carpenter (1980) ได้ปรับปรุงเครื่องมือนี้เพิ่มเติม โดยกำหนดเวลาให้กลุ่มตัวอย่างตอบว่า ประโยคที่อ่านถูกหรือผิดภายใน 1.5 วินาทีต่อประโยค เพื่อป้องกันไม่ให้กลุ่มตัวอย่างมุ่งความสนใจไปที่คำสุดท้ายของประโยคโดยไม่สนใจอ่านประโยค

ปี 1989 Turner and Engle ได้นำกิจกรรมขณะอ่านของ Deneman and Carpenter ไปใช้โดยปรับเปลี่ยนไปจากฉบับเดิมบางประเด็น แต่ยังคงหลักการเดิมไว้ คือ

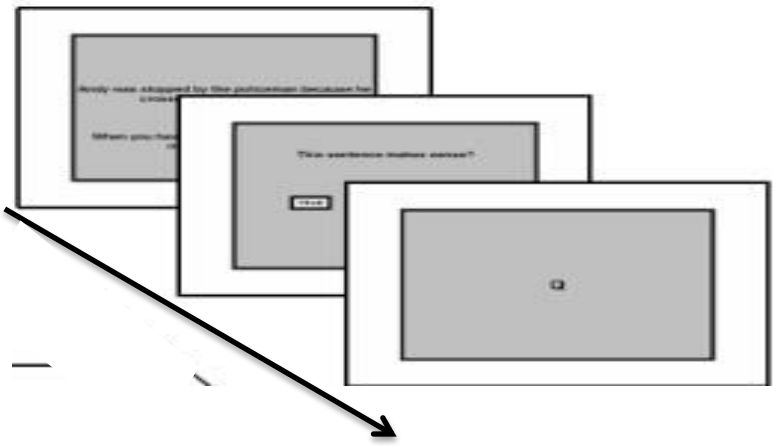
1. ลดจำนวนรายการเหลือ 12 รายการ แบ่งเป็น 4 ชุด ๆ ละ 3 รายการ จำนวนประโยคที่อยู่ในรายการจะมีตั้งแต่ 2-5 ประโยค โดยชุดที่ 1 มีจำนวนประโยคเริ่มต้น 2 ประโยคในแต่ละรายการ

2. ให้กลุ่มตัวอย่างพิจารณาว่า การสร้างประโยคถูกต้องหรือไม่ ประโยคมีความหมายถูกต้องหรือไม่ โดยการทดสอบเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แทนรายบุคคล ใช้วิธีฉายประโยคบนเครื่องฉายแผ่นใสแล้วให้ตอบลงในกระดาษคำตอบในขณะเดียวกันกลุ่มตัวอย่างจะได้ยินประโยคทางหูฟังไปพร้อมกัน

วิธีการดังกล่าวอาจทำให้กลุ่มตัวอย่างที่อ่านได้เร็ว ค้นหาวิธีเพื่อให้จดจำสิ่งกระตุ้นได้ ดังนั้น Turner and Engle ได้ปรับปรุงใหม่โดยทำการทดลองเป็นรายบุคคลและคัดเลือกเฉพาะกลุ่มตัวอย่าง

ที่สามารถตอบการตรวจสอบความถูกต้องของประโยคได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 มาวิเคราะห์เพื่อให้มั่นใจว่าความสนใจของกลุ่มตัวอย่างจะอยู่ที่องค์ประกอบด้านกระบวนการของกิจกรรมที่ทำแต่บุคคลมีความสามารถในการอ่านแตกต่างกันอาจทำให้ความสามารถในการเข้าใจคำที่เป็นใจความหลักของประโยคแตกต่างกัน ดังนั้น กิจกรรมขณะอ่านฉบับล่าสุด จึงให้กลุ่มตัวอย่างจำตัวอักษรที่ไม่เกี่ยวข้องกันแทนคำสุดท้ายของประโยค โดยจะปรากฏประโยคและตัวอักษรที่ต้องการให้จำบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เช่น The prosecutor’s dish was lost because it was not based on fact? M แล้วให้กลุ่มตัวอย่างพิมพ์คำตอบเรียงตามลำดับ (Unsworth & Engle, 2006, pp. 68 - 80; Schmiedek, Hildebrandt, Lovden, Wilhelm, & Lindenberger, 2009, pp. 1089 - 1096)

สำหรับกิจกรรมขณะอ่านของ Unsworth et al. มีรูปแบบการประเมินคล้ายกับกิจกรรมของ Daneman and Carpenter (1980) และกิจกรรมขณะคำนวณแต่มีส่วนที่แตกต่างกันคือ ผู้รับการประเมินต้องอ่านประโยคและตีความประโยคเหล่านั้นในขณะที่ต้องจำตัวอักษรไปด้วย ประโยคที่ใช้ในการตีความมี 2 ลักษณะ คือ ประโยคที่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้ (Make Sense) และประโยคที่ไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ (Not Make Sense) ลักษณะการทำงานของโปรแกรมจะคล้ายกับกิจกรรมขณะคำนวณประกอบด้วย 3 ส่วนเช่นกัน ต่างกันที่ส่วนที่ 2 เปลี่ยนจากการแก้สมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายเป็นการตีความประโยค ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 กิจกรรมขณะอ่านของ Unsworth et al. (2005)

ผลจากการพัฒนาโปรแกรมดังกล่าว Unsworth et al. พบว่าโปรแกรมมีความสัมพันธ์กับการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = .45$, $p < .01$) ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Turner and Engle (1989) ($r = .43$) และจากการวิเคราะห์ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.78 ($\alpha = .78$) แสดงว่าโปรแกรมมีความเที่ยงในระดับดี และจากการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโปรแกรมโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพบว่า โปรแกรมดังกล่าวมีค่าน้ำหนักในระดับสูง (.68) ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Turner and Engle (1989) มีค่าเท่ากับ 0.79 แบบจำลองจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพบว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (χ^2 (4) = 6.40, $p > .17$, RMSEA = .08, NFI = .96, CFI = .98) มีนักวิจัยหลายคณะได้นำโปรแกรม CSTs ใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดและความ

สัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะความจำขณะคิดกับความสามารถทางสมองขั้นสูงอื่น ๆ เช่น เชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล (Sanchez, et. al., 2010, pp. 488 - 493; Meinza et al., 2012, pp. 34 - 40; Redick et al., 2012, pp. 164 – 171; Wilhelm et al., 2013, pp. 1 - 22)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา

Unsworth et al. (2005) พัฒนาโปรแกรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดฉบับคอมพิวเตอร์ Automated Complex Span Task สร้างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป E-prime 2.0 โปรแกรมนี้พัฒนามาจากแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดกิจกรรมการขณะคำนวณของ Turner and Engle (1989) และกิจกรรมขณะอ่านของ Deneman and Carpenter (1980) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมที่ใช้งานง่าย ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นสูง ทำงานอย่างอัตโนมัติโดยใช้เมาส์คอมพิวเตอร์เป็นหลัก ประมวลผลข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว เหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลภาคสนาม การประเมินทางคลินิกหรือในห้องปฏิบัติการ รูปแบบการทำงานของโปรแกรมดังกล่าวจะคล้ายกับโปรแกรมของ Turner and Engle (1989) แตกต่างที่การใช้งานโปรแกรมจะใช้เมาส์คอมพิวเตอร์เป็นหลัก รูปแบบของกิจกรรมประกอบด้วย 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1 และ 2 เป็นกิจกรรมประเมินให้ผู้รับการประเมินได้เรียนรู้และทดลองประเมินก่อนเข้าสู่การประเมินจริงในส่วนที่ 3 โปรแกรมดังกล่าวประกอบด้วยกิจกรรมประเมิน 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมขณะคำนวณ กิจกรรมขณะอ่านและกิจกรรมวิเคราะห์รูปทรง พบว่าโปรแกรมดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = .45$, $p < .01$) ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Turner and Engle (1989) ($r = .43$) และจากการวิเคราะห์ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาคเท่ากับ .78 แสดงว่าโปรแกรมมีความเที่ยงในระดับดีและมีผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโปรแกรมโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่าโปรแกรมดังกล่าวมีค่าน้ำหนักในระดับสูง (.68) ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Turner and Engle (1989) (.79) แบบจำลองจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพบว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2(4) = 6.40$, $p > .17$, RMSEA = .08, NFI = .96, CFI = .98) มีนักวิจัยหลายคณะได้นำโปรแกรมที่ Unsworth et al. (2005) พัฒนาขึ้นใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดและความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะความจำขณะคิดกับความสามารถทางปัญญาขั้นสูงอื่น ๆ เช่น เชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล

Van den Noort, Bosch, Haverkort, and Hugdahl (2008) ได้ศึกษาผลการสร้างกิจรรมขณะอ่านในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ในภาษาต่าง ๆ 4 ภาษา ได้แก่ ภาษาดัชช์ ภาษาอังกฤษ ภาษาเยอรมันและภาษานอร์เวย์ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกิจกรรมขณะอ่านในรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาต่าง ๆ เหล่านี้กับกิจกรรมขณะอ่านต้นฉบับของ Deneman and Carpenter (1980) พบว่า กิจกรรมขณะอ่านในแต่ละภาษาที่สร้างขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมทั้งในด้านความตรงภายในและความตรงภายนอก รวมถึงความเที่ยงของการวัด และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการประเมินกิจกรรมขณะอ่านในภาษาต่าง ๆ ด้วยสถิติที ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .05 กับกิจกรรมขณะอ่านต้นฉบับ พบว่า

ค่าที่ได้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีระดับความสัมพันธ์อยู่ในเกณฑ์ดีโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เท่ากับ .58 ($p<.01$)

Redick et al. (2012) ศึกษาการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้วยกิจกรรมประเมินเชิงซ้อนแบบอัตโนมัติ (Automated Complex Span Tasks) โดยใช้โปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงจากการทดสอบซ้ำ ความตรงเชิงโครงสร้าง และความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมดังกล่าว รวมถึงนำเสนอการรายงานผลข้อมูลจากการประเมินแบบใหม่ที่มีความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในและความตรงเชิงสอดคล้องโดยการเปรียบเทียบการนำเสนอคะแนนจากการประเมินทั้ง 2 แบบคือ คะแนนการจำแบบสมบูรณ์ (Absolute Storage Score) ที่คิดจากผลรวมของคะแนนในแต่ละชุดที่ผู้รับการประเมินทำได้ถูกต้องทั้งหมดอย่างสมบูรณ์และคะแนนการจำแบบรวมบางส่วน (Partial Storage Score) เป็นคะแนนประเมินการจำที่ผู้รับการประเมินตอบตัวอักษรที่ปรากฏตามลำดับได้ถูกต้องทั้งหมดโดยไม่แยกชุดการประเมิน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ โปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005) ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินซับซ้อนแบบอัตโนมัติ 3 กิจกรรม คือ กิจกรรมขณะคำนวณ กิจกรรมขณะอ่านและกิจกรรมวิเคราะห์สมมาตร ผลการวิจัยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเที่ยงจากการทดสอบซ้ำ ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในของคะแนนการจำแบบสมบูรณ์และคะแนนการจำแบบรวมทั้งหมด พบว่า คะแนนการจำแบบรวมทั้งหมดมีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น Redick et al. (2012) ได้แนะนำว่าในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดของ Unsworth et al. (2005) ด้วยกิจกรรมประเมินเชิงซ้อนแบบอัตโนมัตินั้นให้ใช้การนำเสนอข้อมูลด้วยคะแนนการจำแบบรวมบางส่วน (Partial Storage Score) ซึ่งมีความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) สูงกว่า

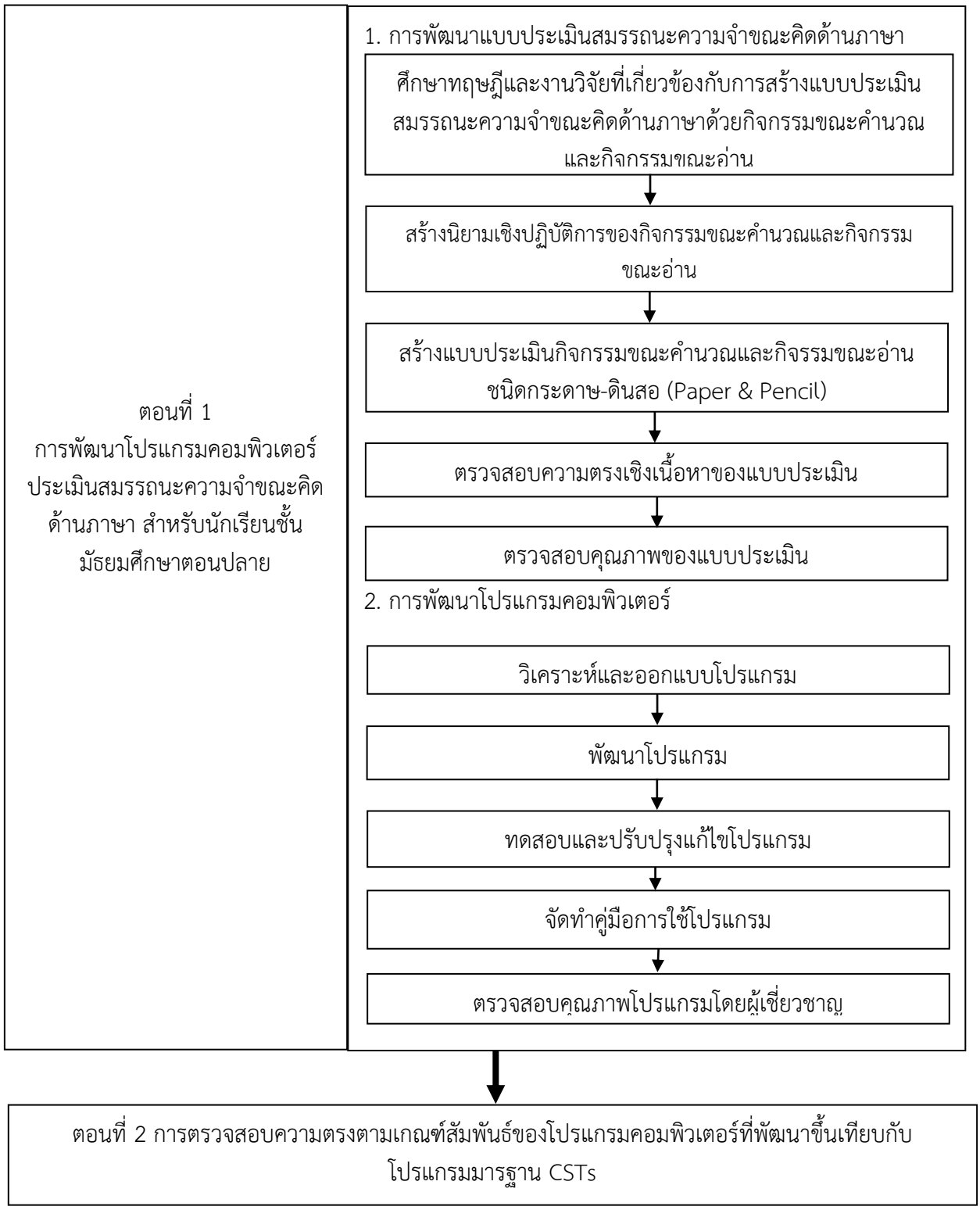
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา และตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

แต่ละขั้นตอนเขียนเป็นภาพขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย ดังภาพที่ 22



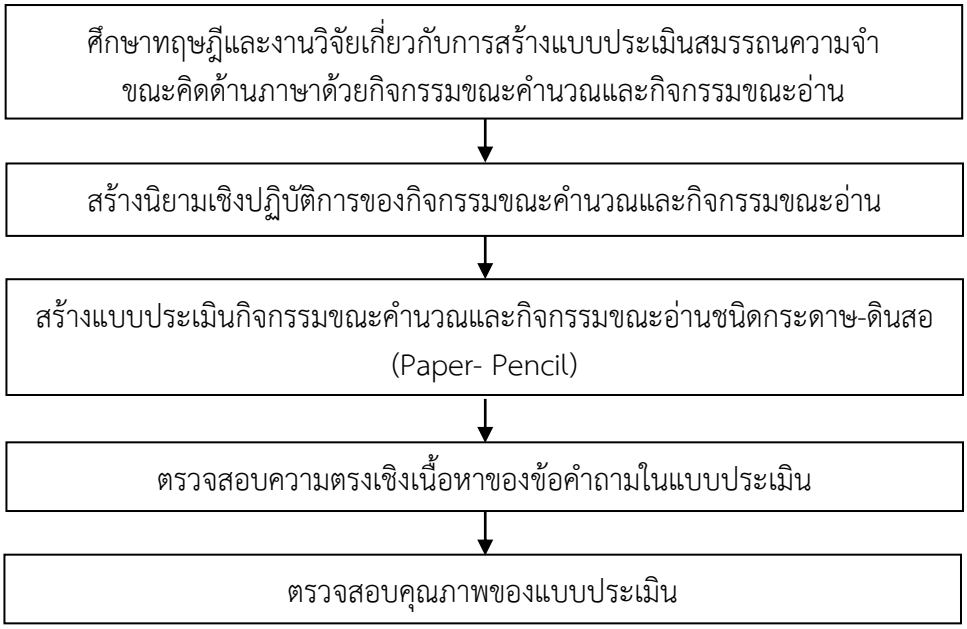
ภาพที่ 22 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา และขั้นที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา

ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการเพื่อให้ได้แบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาชนิดกระดาษ–ดินสอ (Paper – Pencil) สำหรับเป็นข้อคำถามในกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน มีขั้นตอนการดำเนินการ 5 ขั้น ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากภาพที่ 23 สามารถอธิบายในแต่ละขั้นตอนได้ ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน เป็นการศึกษาวิธีการสร้างข้อคำถามกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านตามแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005) ในส่วนของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน เพื่อสร้างแบบประเมินชนิดกระดาษ – ดินสอ แล้วพัฒนาต่อไปเป็นข้อคำถามในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. สร้างนิยามเชิงปฏิบัติการของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านให้สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005)

3. สร้างแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาตามนิยามเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วยข้อคำถามของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านสร้างขึ้นกิจกรรมละ 75 ข้อ แบ่งเป็น 5 แบบ ๆ ละ 3 ชุด ตามจำนวนตัวอักษรให้จำ ได้แก่ แบบจำ 3 ตัวอักษร จำนวน 9 ข้อ แบบจำ 4 ตัวอักษร จำนวน 12 ข้อ แบบจำ 5 ตัวอักษร จำนวน 15 ข้อ แบบจำ 6 ตัวอักษร จำนวน 18 ข้อ และแบบจำ 7 ตัวอักษร จำนวน 21 ข้อ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะคำนวณ เป็นสมการคณิตศาสตร์อย่างง่าย เริ่มจากการคูณหรือการหารในวงเล็บก่อนแล้วตามด้วยการบวกหรือการลบ เช่น “(1 x 2) + 1 = ?” แต่ละสมการมีคำตอบเป็นตัวเลขสูงสุดไม่เกิน 2 หลัก เช่น 8, 13, 9, 27 จากนั้นกำหนดตัวเลขที่เป็นคำตอบแท้จริงของสมการจำนวน 38 ตัวเลข และไม่เป็นคำตอบของสมการจำนวน 37 ตัวเลข เพื่อเป็นตัวลวง มีจำนวนสมการทั้งหมด 75 สมการ รายละเอียดแต่ละสมการแสดงตามตารางในภาคผนวก ฉ

3.2 ข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะอ่าน เป็นประโยคให้ตีความ 2 แบบ คือ ประโยคที่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้ (Make Sense) เช่น “สมหมายท่องสูตรคูณเพื่อเตรียมสอบวิชาคณิตศาสตร์” จำนวน 38 ประโยค และประโยคที่ไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ (Not Make Sense) เช่น “ปิติกำลังพายเรืออยู่บนถนน” จำนวน 37 ประโยค รวมทั้งหมด 75 ประโยค รายละเอียดแต่ละประโยคแสดงตามตารางในภาคผนวก ฉ

4. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม (Content Validity) โดยนำข้อคำถามของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านประสาทวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลและผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการปัญญา รวมทั้งสิ้น 3 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา รายชื่อผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

4.1 ดร.ปรัชญา แก้วแก่น
อาจารย์ประจำ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

4.2 ดร.ภัทราวดี มากมี
อาจารย์ประจำ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

4.3 ดร.ลัดดา เหลืองรัตนมาศ
อาจารย์ประจำ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ชลบุรี

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจนของข้อคำถามและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องของการพิจารณา (IOC) เป็นรายข้อ เลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ใช้สร้างเป็นข้อคำถาม และปรับปรุงข้อคำถามให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อคำถามของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ โดยมีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IOC) มากกว่า 0.50 ทุกข้อ รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ช พร้อมกับให้ข้อเสนอแนะดังนี้

1) ไม่ควรใช้ชื่อสถานที่ในการแต่งประโยคเพราะอาจเกิดความลำเอียง (Bias) ด้านภูมิศาสตร์ได้ เช่น ใช้ชื่อสถานที่ “ชายหาดบางแสน” ถ้าผู้ใช้งานเป็นบุคคลที่อยู่ภาคอื่นหรือจังหวัดอื่นที่ไม่ใช่จังหวัดชลบุรีอาจไม่รู้จัก ให้เปลี่ยนเป็น “ชายหาด”

2) ประโยคที่เกี่ยวข้องกับหลักศาสนาหรือพฤติกรรมที่ขัดกับหลักทางศาสนาไม่ควรนำมาแต่งเป็นประโยค เช่น “ชาวมุสลิมในภาคใต้ของไทยนิยมเลี้ยงสุกรเป็นอาชีพหลัก” หรือ “พระกำลังฉันอาหารเย็น” เป็นต้น

5. การตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน หลังจากตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแล้ว ผู้วิจัยนำข้อคำถามของแต่ละกิจกรรมที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาสร้างเป็นกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนคลองกิ่วยิ่งวิทยา อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 34 คน ตรวจสอบคุณภาพข้อคำถามแต่ละกิจกรรมจากค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค โดยใช้เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้ ค่าดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.70 – 1.00 ได้ผลดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงของกิจกรรมขณะคำนวณ

แบบ	จำนวนข้อ	ดัชนีอำนาจจำแนก	ความเที่ยง
OS3	9	.27 - .80	.71
OS4	12	.25 - .48	.70
OS5	15	.22 - .61	.77
OS6	18	.22 - .44	.74
OS7	21	.21 - .77	.81
OS	**75**	**.21 - .80**	**.88**

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงของกิจกรรมขณะอ่าน

แบบ	จำนวนข้อ	ดัชนีอำนาจจำแนก	ความเที่ยง
RS3	9	.24 - .63	.73
RS4	12	.30 - .63	.79
RS5	15	.25 - .66	.78
RS6	18	.21 - .52	.74
RS7	21	.23 - .56	.80
RS	**75**	**.21 - .66**	**.89**

จากตารางที่ 1 และ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านมีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยกิจกรรมขณะคำนวณมีค่าดัชนีอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 - 0.80 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.88 ส่วนกิจกรรมการขณะอ่านมีค่าดัชนีอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 - 0.66 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.89 ดังนั้น ข้อคำถาม

ของกิจกรรมขณะอ่านทุกข้อจึงเป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปสร้างเป็นข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาได้

จากนั้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของเวลาที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการคำนวณสมการคณิตศาสตร์และการอ่านประโยคสำหรับตีความเพื่อใช้เป็นเวลาในการควบคุมการทำกิจกรรมทั้งสองกิจกรรมโดยพิจารณาจากค่าเวลาตอบสนอง (Reaction Time) ที่โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 บันทึกไว้ ได้ค่าเฉลี่ยเวลาของแต่ละกิจกรรมดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยเวลาในการคำนวณสมการคณิตศาสตร์ของกิจกรรมขณะคำนวณและการตีความประโยคสำหรับกิจกรรมขณะอ่าน

กิจกรรม	ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม (ms.)
กิจกรรมขณะคำนวณ	17,284
กิจกรรมขณะอ่าน	13,377

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาในการคำนวณสมการคณิตศาสตร์ของกิจกรรมขณะคำนวณ คือ 17,284 มิลลิวินาที และเวลาที่ใช้ในการตีความประโยคของกิจกรรมขณะอ่าน คือ 13,377 มิลลิวินาที จึงใช้เวลาดังกล่าวสำหรับกำหนดเวลาในการควบคุมการคำนวณสมการคณิตศาสตร์แต่ละสมการในกิจกรรมขณะคำนวณและการตีความประโยคแต่ละประโยคในกิจกรรมขณะอ่าน โดยผู้วิจัยปรับเวลาให้มีความเหมาะสม คือ เวลาสำหรับคำนวณสมการคณิตศาสตร์ในกิจกรรมขณะคำนวณ ปรับเป็น 20,000 มิลลิวินาที และเวลาในการตีความประโยคสำหรับกิจกรรมขณะอ่าน ปรับเป็น 15,000 มิลลิวินาที

ขั้นที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005) และวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) ของ Elliot (2004) มีขั้นตอนการพัฒนา 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม

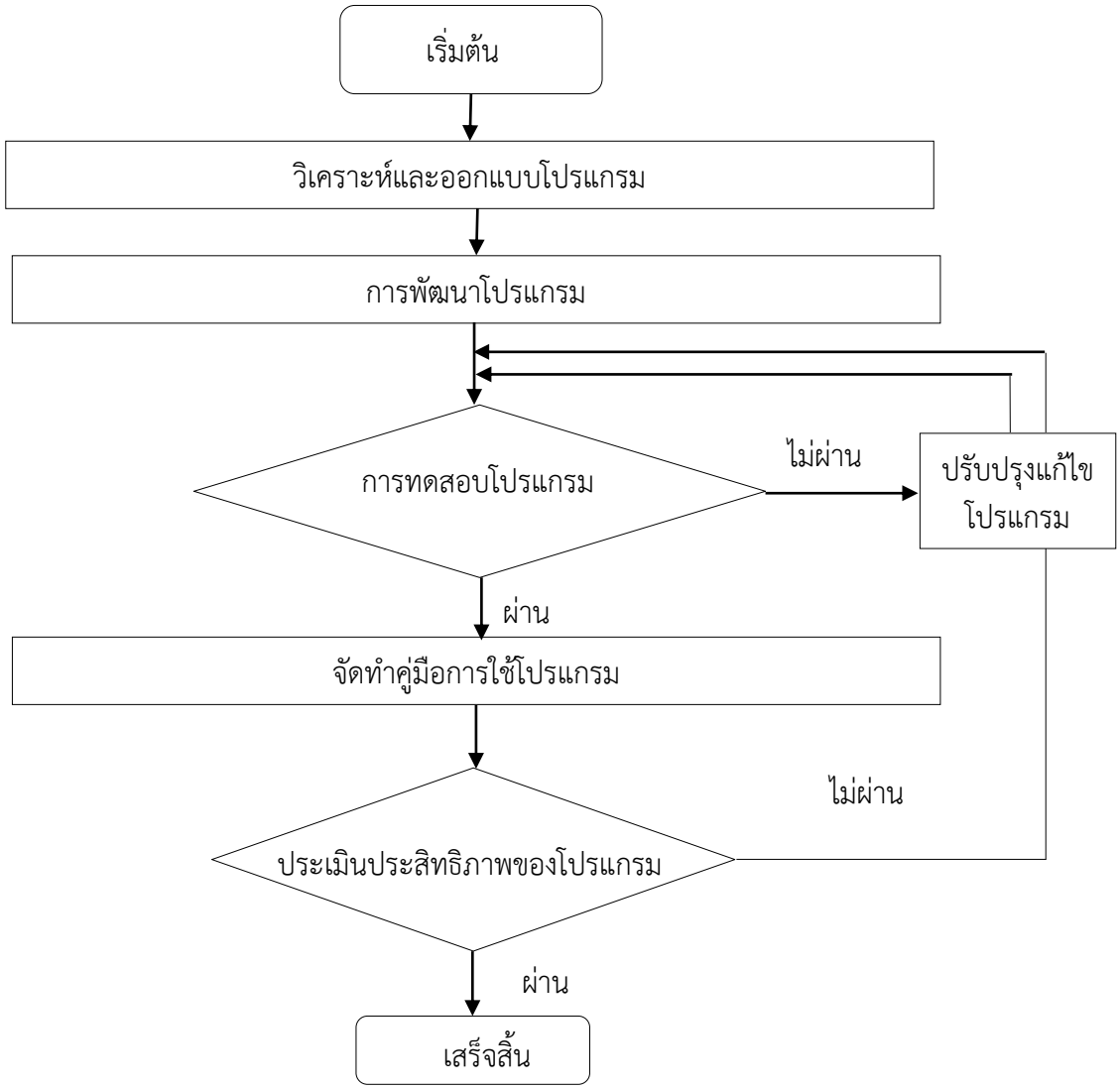
ขั้นที่ 2 การพัฒนาโปรแกรม

ขั้นที่ 3 ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม

ขั้นที่ 4 การจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม

ขั้นที่ 5 การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม

เขียนเป็นขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม ได้ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

จากภาพที่ 24 แสดงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม

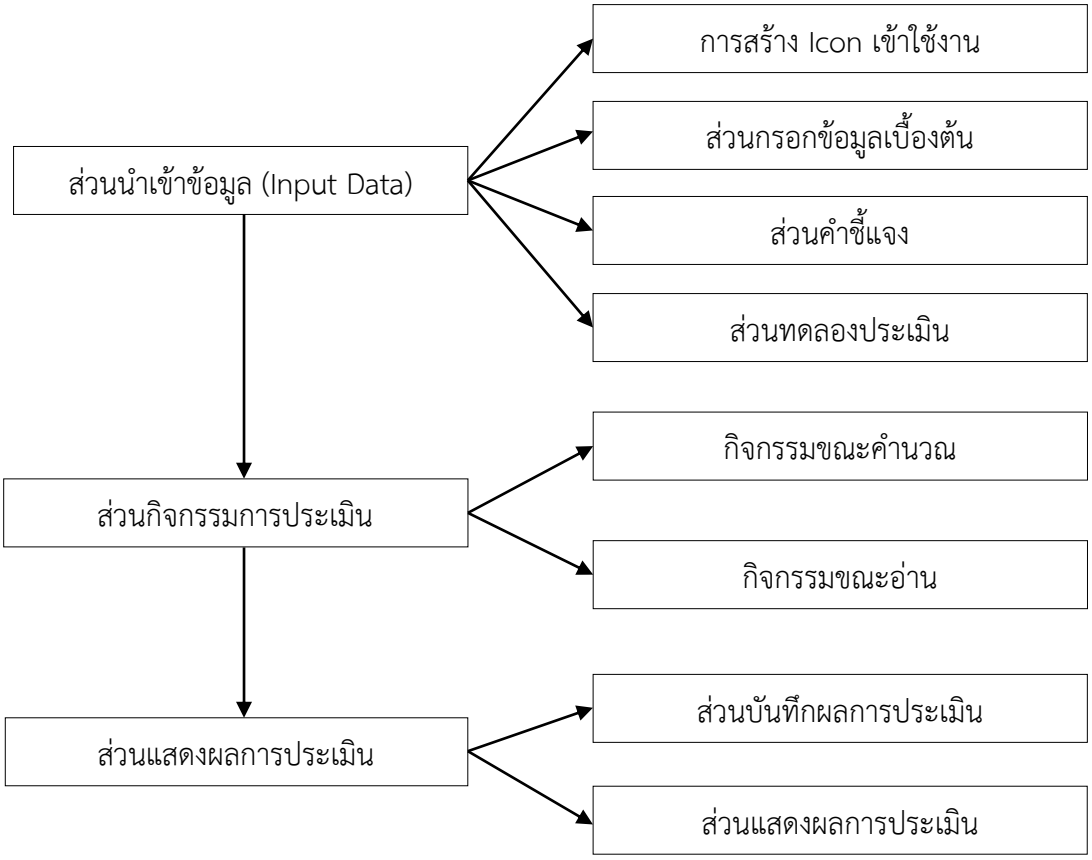
การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม เป็นการกำหนดโครงร่างและผังการทำงานของโปรแกรม โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนนำเข้าข้อมูล (Input Data) ประกอบด้วย การสร้าง Icon เข้าใช้งานโปรแกรม ส่วนกรอกข้อมูลเบื้องต้น ส่วนคำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมิน และส่วนทดลองประเมินก่อนการประเมินจริง

2. ส่วนกิจกรรมการประเมิน (Process) ประกอบด้วย การสร้างกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

3. ส่วนแสดงผล (Output Data) ประกอบด้วย การบันทึกผลการประเมินและการแสดงผลการประเมินแต่ละกิจกรรม

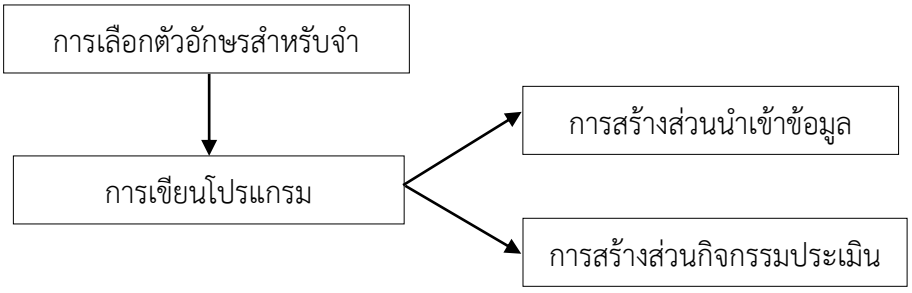
ทั้งกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านจะมีโครงร่างและผังการทำงานเหมือนกัน แต่ต่างกันที่ข้อคำถามที่ใช้ประเมิน เขียนเป็นผังการทำงานและโครงร่างของโปรแกรมได้ดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 โครงร่างและผังการทำงานของโปรแกรม

ขั้นที่ 2 การพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ การเลือกตัวอักษรสำหรับจำ และการเขียนโปรแกรม มีผังขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 ขั้นตอนการเลือกตัวอักษรและเขียนโปรแกรม

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

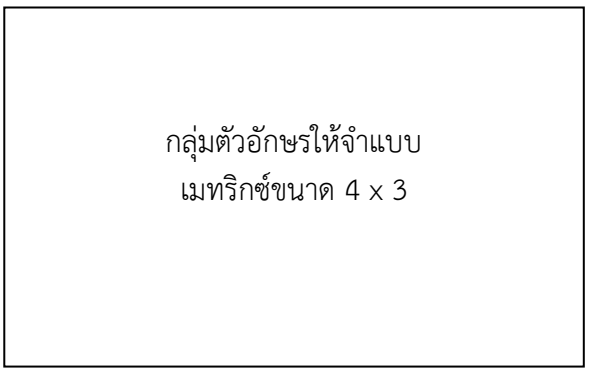
1. การเลือกตัวอักษรสำหรับจำ

ตัวอักษรสำหรับจำเลือกจากพยัญชนะไทย จำนวน 12 ตัว จากทั้งหมด 44 ตัว ดังตารางที่ 4 โดยใช้เกณฑ์การแบ่งพยัญชนะตามอวัยวะที่ทำให้เกิดเสียงหรือฐานกรณ์ (Point of Articulation) (จรัลวิไล จรูญโรจน์, 2552, หน้า 95) ซึ่งแบ่งเป็น 6 ฐาน เลือกมาฐานละ 2 ตัว ตัวอักษรเหล่านี้จะนำไปใช้ในการสร้างเป็น Event ของแต่ละชุด (Trial) ในขั้นตอนการเขียนโปรแกรม โดยกำหนดให้ปรากฏขึ้นหลังจากแก้สมการคณิตศาสตร์ในกิจกรรมขณะคำนวณหรือตีความประโยคในกิจกรรมขณะอ่านแล้ว

ตารางที่ 4 แสดงผลการเลือกตัวอักษรสำหรับจำ

ฐานที่ทำให้เกิดเสียง	ตัวอักษรที่เลือก
เพดานอ่อน	ก ง
เพดานแข็ง	จ ย
ริมฝีปาก	บ ม
ริมฝีปากกับฟัน	ฟ ว
ฟันและปุ่มเหงือก	ร ต
ช่องว่างระหว่างเส้นเสียง	อ ฮ

ในการกำหนดให้ตัวอักษรปรากฏขึ้นให้ผู้รับการประเมินจำแต่ละ Event นั้น ตัวอักษรที่ปรากฏต้องไม่สามารถนำมาเรียงเป็นคำหรือเป็นตัวย่อที่มีความหมายได้ เช่น รฟม จอง บวม รวย องรวม ยอมตอก เป็นต้น จากนั้นนำตัวอักษรทั้ง 12 ตัว ไปสร้างเป็นกลุ่มตัวอักษรแบบเมทริกซ์ ขนาด 4 x 3 ดังภาพที่ 27 และกำหนดให้ปรากฏใน Event สุดท้ายของแต่ละชุด (Trial) เพื่อให้ผู้รับการประเมินเลือกตอบว่าตัวอักษรที่ปรากฏขึ้นให้จำมีตัวอะไรบ้างและเรียงลำดับตามที่ปรากฏให้ถูกต้อง โดยการใช้เมาส์คอมพิวเตอร์คลิกเลือกที่ตัวอักษร โปรแกรมจะบันทึกข้อมูลการคลิกแต่ละครั้ง และเปลี่ยนหน้าจอเป็นข้อต่อไปหลังจากที่คลิกตัวอักษรครบตามจำนวนที่ปรากฏแล้ว



ภาพที่ 27 หน้าจอแสดงกลุ่มตัวอักษรที่ใช้สำหรับทดสอบการจำ

2. การเขียนโปรแกรม

ในขั้นตอนนี้จะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 สร้างเป็นกิจกรรมประเมิน 2 กิจกรรมแยกกัน มีขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมมีดังนี้

2.1 การสร้างส่วนนำเข้าข้อมูล (Input Data)

ส่วนนำเข้าข้อมูล เป็นส่วนที่ให้ผู้รับการประเมินเข้าใช้งานและกรอกข้อมูลส่วนตัวก่อนการประเมิน พร้อมกับทำความเข้าใจรูปแบบและวิธีการประเมินเบื้องต้นก่อนการประเมินจริง ในส่วนนี้ประกอบด้วย การสร้าง icon เข้าใช้งานแต่ละกิจกรรม การใส่ข้อมูลเบื้องต้น ส่วนคำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมิน และส่วนทดลองประเมิน แต่ละส่วนมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1.1 การสร้าง icon เข้าใช้งานแต่ละกิจกรรม

การสร้าง icon เข้าใช้งานแต่ละกิจกรรม โดยสร้างเป็น icon จำนวน 2 icon แยกเป็นกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

2.1.2 การสร้างส่วนกรอกข้อมูลเบื้องต้น คำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมิน

การสร้างส่วนกรอกข้อมูลเบื้องต้น คำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมินของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน ผู้วิจัยสร้างตามรูปแบบที่กำหนดไว้และคำแนะนำการใช้โปรแกรมจากคู่มือการใช้งานโปรแกรม SuperLab 5.0 (Cedrus, 2011, pp. 6 - 8) โดยสร้างเป็น 2 กิจกรรมแยกกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.2.1 การสร้างส่วนกรอกข้อมูลเบื้องต้น

ส่วนกรอกข้อมูลเบื้องต้น ประกอบด้วยหน้าจอ 9 หน้าจอ ได้แก่

1) หน้าจอยินดีต้อนรับ
2) หน้าจอแจ้งให้กรอกข้อมูล
3) หน้าจอให้กรอกชื่อ นามสกุล
4) หน้าจอกรอกชื่อโรงเรียน
5) หน้าจอกรอกเพศ
6) หน้าจอกรอกอายุเป็นปี
7) หน้าจอกรอกเศษเดือนของอายุ
8) หน้าจอกรอกผลการเรียนเฉลี่ย
9) หน้าจอขอบคุณ

ส่วนกรอกข้อมูลเบื้องต้นมีผังการทำงานดังภาพที่ 28

ภาพที่ 28 แสดงหน้าจอของส่วนกรอกข้อมูลเบื้องต้น

2.1.2.2 การสร้างส่วนคำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมิน

ส่วนนี้สร้างทั้งหมด 6 หน้าจอ ประกอบด้วย

1) หน้าจอแจ้งให้ทราบถึงคำชี้แจงในการประเมิน จำนวน 1 หน้าจอ

2) หน้าจออธิบายลักษณะการประเมิน จำนวน 1 หน้าจอ

3) หน้าจออธิบายรูปแบบการประเมินแต่ละกิจกรรม จำนวน 4 หน้าจอ

ส่วนนี้จะแสดงให้ผู้รับการประเมินอ่านเพื่อทำความเข้าใจรูปแบบและวิธีการประเมินของแต่ละกิจกรรม หลังจากอ่านแต่ละหน้าจอจนเข้าใจแล้วให้คลิก 1 ครั้งเพื่อเปลี่ยนเป็นหน้าจอถัดไป

2.1.3 การสร้างส่วนทดลองประเมิน

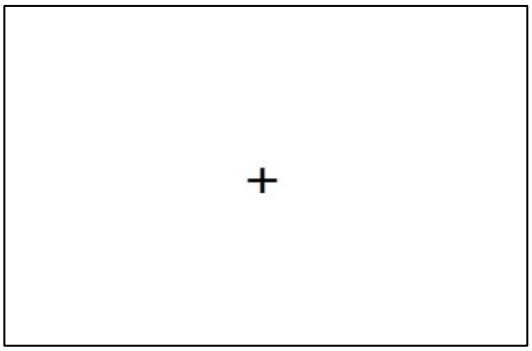
ส่วนทดลองประเมินเป็นส่วนให้ผู้รับการประเมินทดลองทำก่อนการประเมินจริง แต่ละกิจกรรมจะมีชุดทดลองประเมินจำนวน 5 ครั้ง เพื่อให้ผู้รับการประเมินเข้าใจวิธีการประเมินยิ่งขึ้นหลังจากที่อ่านคำแนะนำไปแล้ว มีวิธีการสร้างเหมือนกับชุดการประเมินจริง แต่กำหนดให้โปรแกรมไม่ต้องบันทึกข้อมูลการประเมินในส่วนนี้

2.2 การสร้างส่วนกิจกรรมการประเมิน

2.2.1 การสร้างกิจกรรมขณะคำนวณ

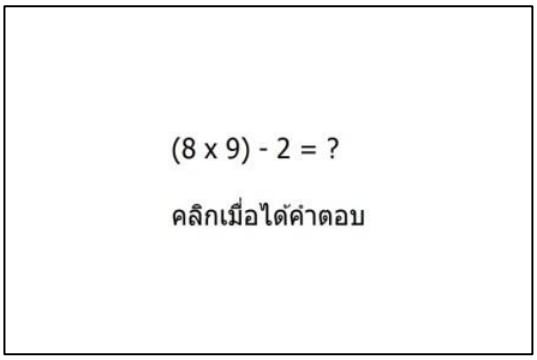
การสร้างกิจกรรมขณะคำนวณ มีขั้นตอนดังนี้

2.2.1.1 สร้างเครื่องหมายบวก (+) สำหรับใช้ดึงความสนใจตรงกลางหน้าจอ ดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 หน้าจอแสดงเครื่องหมายบวกในกิจกรรมขณะคำนวณ

2.2.1.2 สร้างหน้าจอแสดงสมการคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 30 พร้อมกำหนดเวลาในการคิดคำตอบ และกำหนดให้ใช้การคลิกเมาส์ 1 ครั้ง เพื่อเปลี่ยนหน้าจอถัดไป หากเลยเวลาที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะเปลี่ยนหน้าจอไปโดยอัตโนมัติ

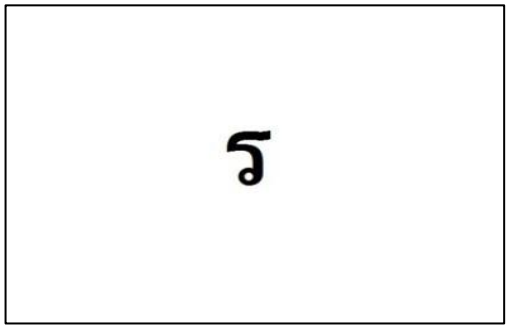


ภาพที่ 30 หน้าจอแสดงสมการคณิตศาสตร์ในกิจกรรมขณะคำนวณ

2.2.1.3 สร้างหน้าจอแสดงตัวเลขสำหรับพิจารณาว่าเป็นคำตอบของสมการหรือไม่ และปุ่มสำหรับคลิกคำตอบ 2 ปุ่ม ได้แก่ ปุ่ม “ใช่” ถ้าตัวเลขนั้นเป็นคำตอบ และปุ่ม “ไม่ใช่” ถ้าตัวเลขนั้นไม่เป็นคำตอบ ดังภาพที่ 31

ภาพที่ 31 หน้าจอแสดงตัวเลขสำหรับพิจารณา

2.2.1.4 สร้างหน้าจอแสดงตัวอักษรสำหรับจำ โดยนำตัวอักษร 1 ตัว จาก 12 ตัว ที่เลือกไว้ มาสร้างเป็นตัวอักษร ดังภาพที่ 32 ตัวอักษรนี้จะปรากฏขึ้นตรงกลางหน้าจอนาน 800 มิลลิวินาที เพื่อให้ผู้รับการประเมินจำแล้วจะหายไป



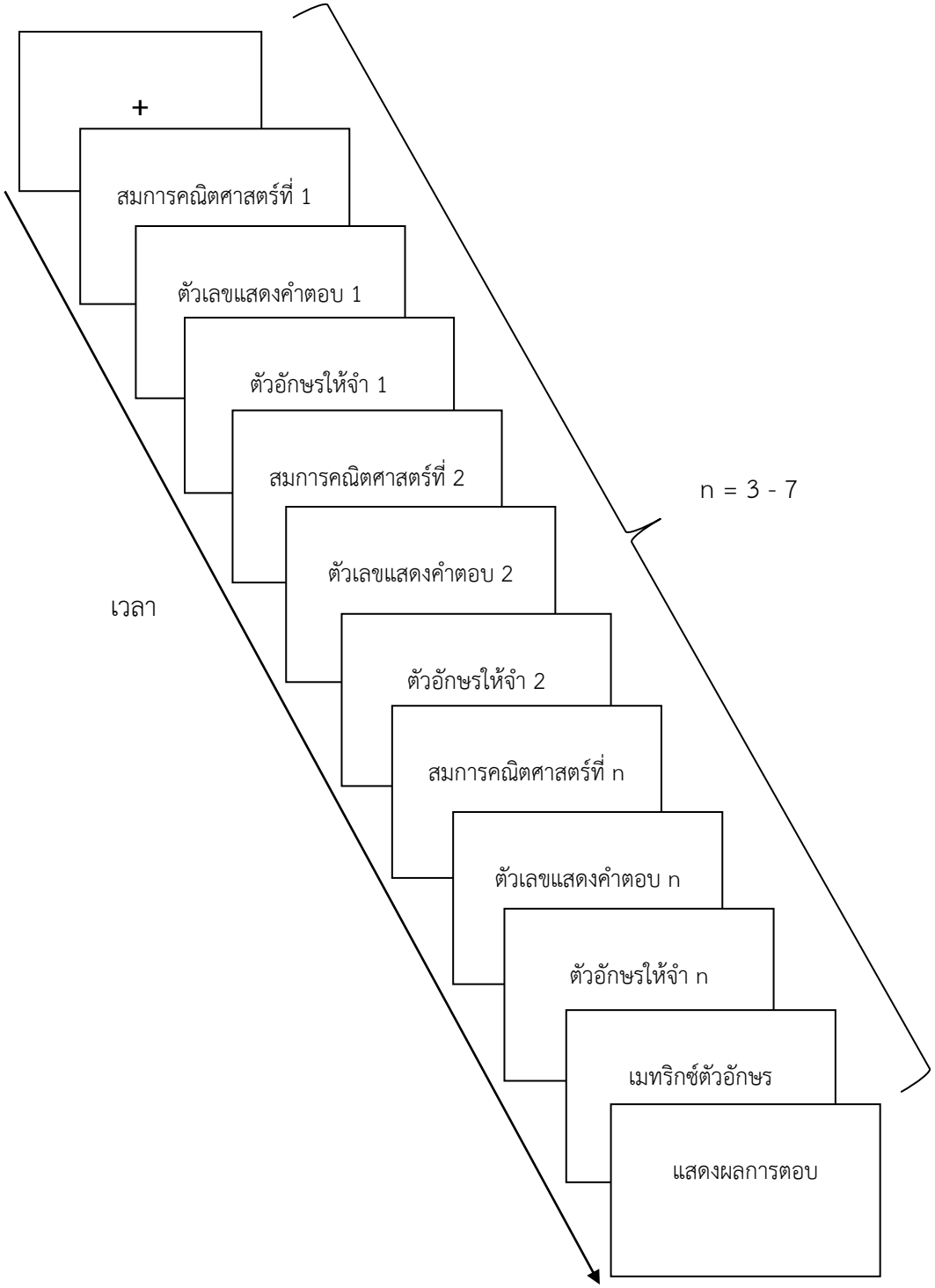
ภาพที่ 32 ตัวอย่างตัวอักษรสำหรับจำในกิจกรรมขณะคำนวณ

2.2.1.5 ทำซ้ำในข้อ 2.2.1.2 – 2.2.1.4 อีกครั้ง ตามแบบที่กำหนดทั้ง 5 แบบ แบบละ 3 ชุด เมื่อจบแต่ละชุดแล้วในหน้าจอสุดท้ายจะเป็นกลุ่มของเมทริกซ์ตัวอักษรทั้ง 12 ตัว ตามที่สร้างไว้ดังภาพที่ 27 สำหรับให้ผู้รับการประเมินคลิกเลือกตามลำดับที่ปรากฏให้ถูกต้อง

2.2.1.6 สร้างหน้าจอแสดงผลการประเมินของแต่ละข้อ เพื่อแสดงผลการตอบตัวอักษรที่จำไว้ว่าสามารถตอบได้ถูกต้องกี่ตัวอักษร ดังภาพที่ 33

ภาพที่ 33 หน้าจอแสดงผลการตอบตัวอักษร

ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมขณะคำนวณ สรุปเป็นขั้นตอนได้ดังภาพที่ 34



ภาพที่ 34 ตัวอย่างผังการทำงานของกิจกรรมขณะคำนวณหนึ่งชุด

2.2.2 การสร้างกิจกรรมขณะอ่าน

กิจกรรมขณะอ่าน มีขั้นตอนการสร้างคล้ายกับกิจกรรมขณะคำนวณ ดังนี้

2.2.2.1 สร้างสัญลักษณ์เครื่องหมายบวก (+) เพื่อเป็นการดึงความสนใจ เช่นเดียวกับกิจกรรมขณะคำนวณ ดังภาพที่ 29

2.2.2.2 สร้างประโยคเพื่อให้ผู้รับการประเมินอ่านและตีความ ดังภาพที่ 35 โดยพิจารณาว่าประโยคสมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้หรือไม่

ก. ข.

ภาพที่ 35 ตัวอย่างประโยคสำหรับตีความในกิจกรรมขณะอ่าน

ก. ประโยคแบบสมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้ (Make Sense)

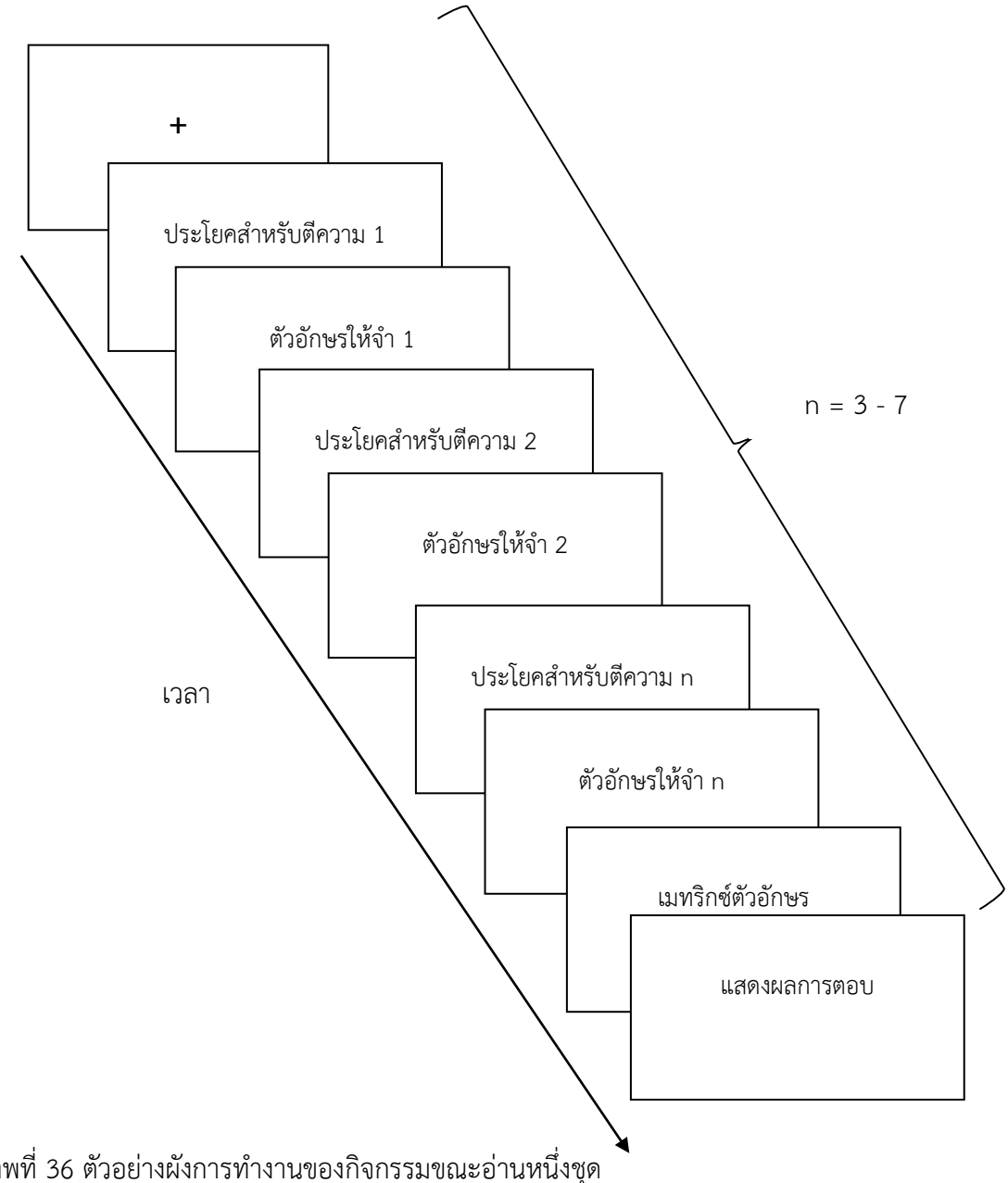
ข. ประโยคแบบไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ (Not Make Sense)

2.2.2.3 สร้างตัวอักษรสำหรับจำเช่นเดียวกับกิจกรรมขณะคำนวณ โดยเลือกจากตัวอักษร 12 ตัวที่กำหนดไว้ หลังจากอ่านและตีความประโยคแล้ว ตัวอักษรจะปรากฏตรงกลางหน้าจอนาน 800 มิลลิวินาที ให้ผู้รับการประเมินจำตัวอักษรนี้ให้ได้ จากนั้นจะปรากฏประโยคให้ตีความลำดับต่อไป

2.2.2.4 ทำซ้ำในข้อ 2.2.2.2 – 2.2.2.3 อีกครั้ง ตามแบบที่กำหนดทั้ง 5 แบบ แบบละ 3 ชุด เมื่อจบแต่ละชุดแล้วในหน้าจอสุดท้ายจะเป็นกลุ่มของเมทริกซ์ตัวอักษรทั้ง 12 ตัว ตามที่สร้างไว้ดังภาพที่ 27 สำหรับให้ผู้รับการประเมินคลิกเลือกตามลำดับที่ปรากฏให้ถูกต้อง

2.2.1.5 สร้างหน้าจอแสดงผลการประเมินของแต่ละข้อเช่นเดียวกับกิจกรรมขณะคำนวณ ดังภาพที่ 33

ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมขณะอ่านและผังการทำงาน สรุปเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 ตัวอย่างผังการทำงานของกิจกรรมขณะอ่านหนึ่งชุด

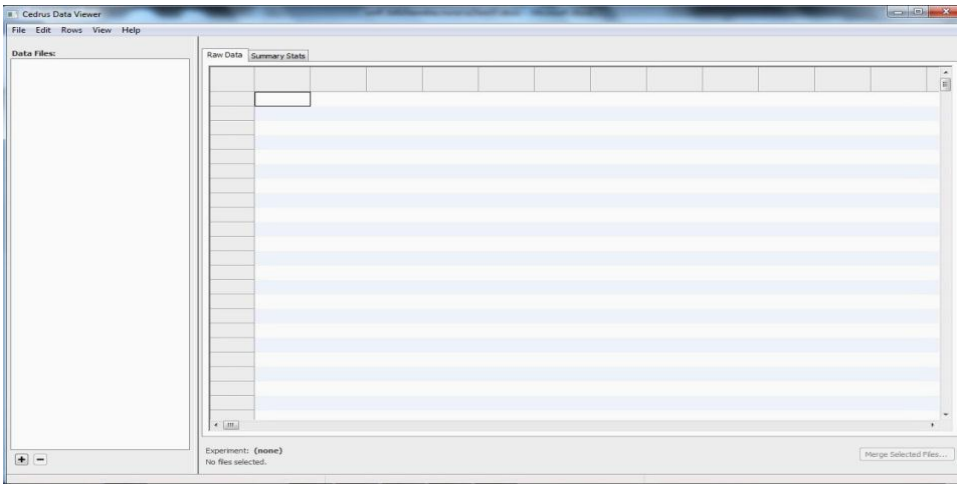
2.3 ส่วนประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล ประกอบด้วย

2.3.1 การประมวลและแสดงผลแต่ละข้อของแต่ละชุดและคะแนนรวมทั้งหมด

การแสดงผลส่วนนี้จะแสดงออกมาหลังจากผู้รับการประเมินตอบตัวอักษรในแต่ละข้อเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยจะแสดงจำนวนตัวอักษรที่ตอบถูกในข้อนั้นและผลการตอบถูกรวมของแต่ละชุดโดยการกำหนดให้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ประมวลผลการตอบในแต่ละข้อ และแสดงผลการตอบออกมาหลังจากผู้รับการประเมินคลิกเลือกที่เมทริกซ์ตัวอักษรแล้ว โดยการแสดงเป็นจำนวนตัวอักษรที่ตอบได้ถูกต้องจากจำนวนตัวอักษรทั้งหมด และหลังจากเสร็จสิ้นการประเมินแล้วจะแสดงผลการตอบจำนวนตัวอักษรทั้งหมดที่ตอบถูกและคะแนนที่ได้

2.3.2 การประมวลและแสดงผลการตอบด้วยโปรแกรม Cedrus Data Viewer

การแสดงผลในส่วนนี้เป็นส่วนที่โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 สร้างขึ้นโดยอัตโนมัติก่อนเริ่มการทำกิจกรรมในลักษณะของ Text File และจัดเก็บใน Folder ตำแหน่งเดียวกันแต่ละกิจกรรม ตามชื่อที่กรอกในส่วนเริ่มต้น เปิดดูข้อมูลได้ด้วยโปรแกรม Cedrus Data Viewer ดังภาพที่ 37



ภาพที่ 37 โปรแกรม Cedrus Data Viewer สำหรับใช้ในการแสดงผลการประเมิน

2.3.2.2 การคิดคะแนนการประเมิน

คะแนนการประเมินจะคิดจากคะแนนส่วนเก็บจำ (Partial Storage Score) ซึ่งเป็นคะแนนรวมที่ผู้รับการประเมินสามารถจำตัวอักษรและบอกตามลำดับที่ปรากฏได้ถูกต้องมีคะแนนเต็มของการประเมินแต่ละกิจกรรม คือ 75 คะแนน แต่ละแบบมีคะแนน ดังนี้

แบบจำ 3 ตัวอักษร จำนวน 3 ชุด ๆ ละ 3 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 9 คะแนน

แบบจำ 4 ตัวอักษร จำนวน 3 ชุด ๆ ละ 3 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 12 คะแนน

แบบจำ 5 ตัวอักษร จำนวน 3 ชุด ๆ ละ 3 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 15 คะแนน

แบบจำ 6 ตัวอักษร จำนวน 3 ชุด ๆ ละ 3 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 18 คะแนน

แบบจำ 7 ตัวอักษร จำนวน 3 ชุด ๆ ละ 3 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 21 คะแนน

ตัวอย่างการให้คะแนน มีดังนี้

ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษรของกิจกรรมขณะคำนวณ แบบจำ 3 ตัวอักษร ซึ่งมีคะแนนเต็ม 9 คะแนน ได้ผลดังนี้

ชุดที่ 1 ตอบถูก 3 ตัวอักษร จากทั้งหมด 3 ตัว จะได้ 3 คะแนน

ชุดที่ 2 ตอบถูก 2 ตัวอักษร จากทั้งหมด 3 ตัว จะได้ 2 คะแนน

ชุดที่ 3 ตอบถูก 2 ตัวอักษร จากทั้งหมด 3 ตัว จะได้ 2 คะแนน

ดังนั้น คะแนนที่ได้ คือ 3 + 2 + 2 = 7 คะแนน

หลังจากประเมินครบทุกแบบแล้วจะนำคะแนนที่ได้มารวมกัน เช่น ถ้าคะแนนประเมินจากแบบจำ 3 ตัวอักษร ของกิจกรรมขณะคำนวณได้ 7 คะแนน แบบจำ 4 ตัวอักษร ได้ 11

คะแนน แบบจำ 5 ตัวอักษร ได้ 13 คะแนน แบบจำ 6 ตัวอักษร ได้ 14 คะแนน และแบบจำ 7 ตัวอักษร ได้ 16 คะแนน ดังนั้น คะแนนคะแนนส่วนเก็บจำ (Partial Storage Score) ของกิจกรรมขณะคำนวณ คือ 7 + 11 + 13 + 14 + 16 = 61 คะแนน

ขั้นที่ 3 การทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม

หลังจากพัฒนาโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยตรวจสอบโปรแกรมด้วยตนเองเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของโปรแกรมหรือจุดบกพร่องแล้วทำการแก้ไขเบื้องต้นก่อน จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมในการทำงานของโปรแกรมและปรับแก้ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคลองกิ่วยิ่งวิทยา อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 17 คน เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมทั้ง 2 ด้าน คือ 1) ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม 2) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม โดยใช้แบบสอบถามชนิดมาตรประมาณค่า (Rating Scale) เพื่อหาจุดบกพร่องของโปรแกรมและนำผลการตรวจสอบโปรแกรมมาปรับปรุงแก้ไขให้โปรแกรมความสมบูรณ์มากขึ้น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

5 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมระดับมาก

3 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมระดับน้อย

1 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ

คะแนนเฉลี่ยมากกว่า 4.50 ขึ้นไป หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 ถึง 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 ถึง 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 ถึง 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ยน้อยกว่า 1.50 ลงมา หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ขั้นที่ 4 การจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม

การจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่มีการสร้างคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. กำหนดรูปแบบและหัวข้อของคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. เขียนรายละเอียดในแต่ละหัวข้อ
4. จัดพิมพ์ตามหัวข้อและรายละเอียดที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งใส่ภาพประกอบ
5. นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขตามคำแนะนำ
6. จัดทำเป็นรูปเล่ม

คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม อธิบายถึงลักษณะทั่วไปของกิจกรรมการประเมินทั้ง 2 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

2. คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้งาน อธิบายถึงระบบคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน การดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม

3. การใช้งานโปรแกรม ประกอบด้วย การประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

4. การบันทึกและการคิดคะแนนจากการประเมิน

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

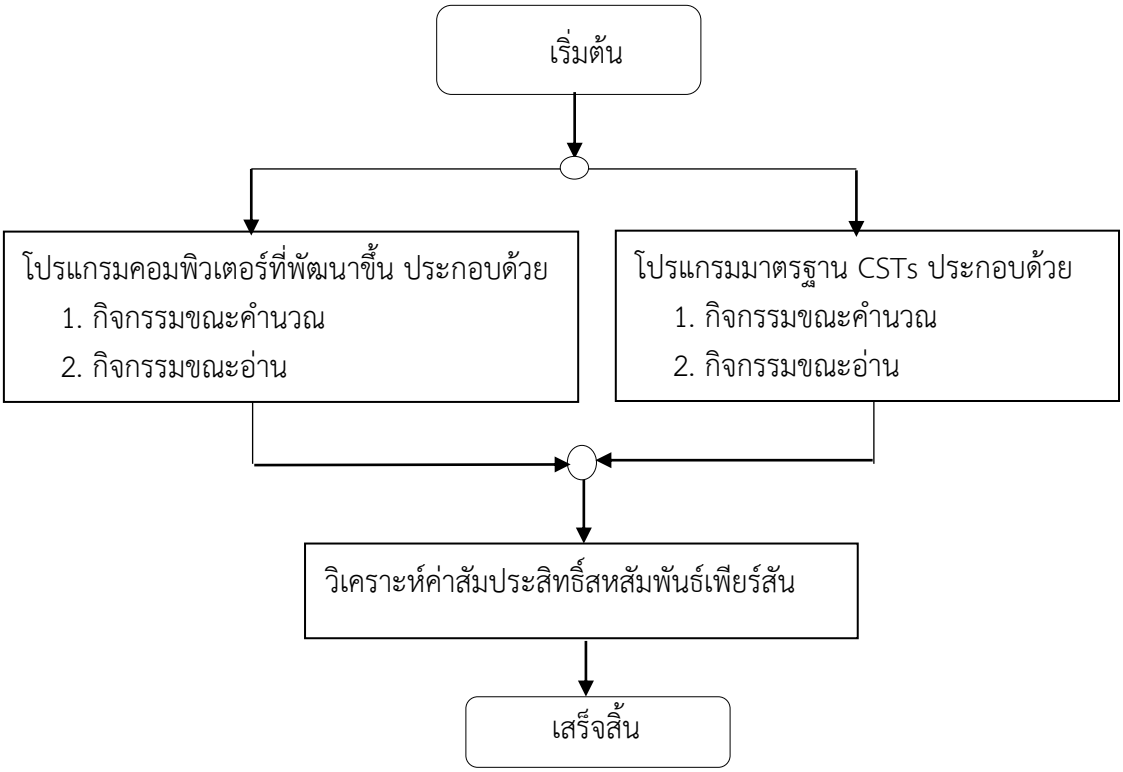
การตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์และคู่มือการใช้งานที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบทางจิตวิทยา จำนวน 4 คน ประกอบด้วย

1. ดร.ปริญญา เรืองทิพย์
   อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
   จังหวัดชลบุรี
2. รศ.ดร. สิริรัตน์ วิภาสศิลป์
   อาจารย์ประจำศูนย์วิชาการประเมินผล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
   จังหวัดนนทบุรี
3. นายแพทย์สมรักษ์ สันติเบ็ญจกุล
   อาจารย์ประจำคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
   กรุงเทพมหานคร
4. อาจารย์ยรรยงค์ พันธ์สวัสดิ์
   อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยมหิดล
   จังหวัดนครปฐม

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 คน ประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม 2) ความสะดวกในการใช้โปรแกรม 3) ความถูกต้องในการใช้งาน 4) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา

ตอนที่ 2 การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs มีขั้นตอนดังภาพที่ 38



ภาพที่ 38 ขั้นตอนการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

จากภาพที่ 38 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนจำนวน 54 คน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18 จังหวัดชลบุรี ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 54 คน ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การจัดเตรียมข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูล ขั้นตอนที่ 2 การประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา ด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติในโปรแกรม

มาตรฐาน CSTs โดยผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข ตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดเตรียมข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูล มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 จัดทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข เพื่อขอความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2 ติดต่อโรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์การทำวิจัยพร้อมทั้งขอความร่วมมือและนัดหมายวัน เวลา เพื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปประเมินกับนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา ด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านโดยโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและกิจกรรมขณะคำนวณอัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่านอัตโนมัติในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.1 ประชุมเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์การทำวิจัยพร้อมกับอธิบายรูปแบบและวิธีการประเมินของแต่ละกิจกรรมให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเข้าใจ

2.2 แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 18 กลุ่มย่อย ๆ ละ 3 คน เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูล

2.3 ทำการเก็บข้อมูลวันละ 1 กลุ่ม โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำกิจกรรมขณะคำนวณในโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นก่อน พัก 10 นาที แล้วจึงทำกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs แล้วพัก 10 นาที จากนั้นเปลี่ยนเป็นการทำกิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น แล้วพัก 10 นาที สุดท้ายเป็นการทำกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs รวมระยะเวลาในการทำกิจกรรมทั้งสิ้นประมาณ 3 ชั่วโมง ใช้เวลาในการเก็บรวมรวมข้อมูลทั้งหมด 18 วัน ระหว่างวันที่ 1 – 29 สิงหาคม พ.ศ. 2557

2.4 รวมรวมข้อมูล ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ต่อไป

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา ประกอบด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0

3.2 โปรแกรมมาตรฐาน CSTs ประกอบด้วย กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (AOS) และกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (ARS) ทำงานด้วยโปรแกรม Inquisit 4.0 Lab

3.3 แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมโดยผู้ทดลองใช้เป็นนักเรียน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เพศ อายุและผลการเรียนเฉลี่ย โดยเสนอเป็นค่าสถิติ ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

4.2 การตรวจสอบคุณภาพข้อคำถามกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

การตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามแต่ละกิจกรรมในโปรแกรมจากค่าความตรงเชิงเนื้อหาจากความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IOC) ค่าอำนาจจำแนกค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

4.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมโดยผู้ทดลองใช้เป็นนักเรียน

การวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมจากผู้ทดลองใช้เป็นนักเรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.4 การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs จากความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านของโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs โดยใช้การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ผลการวิจัยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำความเข้าใจผลการวิเคราะห์ข้อมูลตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

n	หมายถึง	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
SD	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
IOC	หมายถึง	ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ
OS	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task)
OS3	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณ แบบ 3 สมการ 3 ตัวอักษร
OS4	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณ แบบ 4 สมการ 4 ตัวอักษร
OS5	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณ แบบ 5 สมการ 5 ตัวอักษร
OS6	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณ แบบ 6 สมการ 6 ตัวอักษร
OS7	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณ แบบ 7 สมการ 7 ตัวอักษร
RS	หมายถึง	กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task)
RS3	หมายถึง	กิจกรรมการขณะอ่าน แบบ 3 ประโยค 3 ตัวอักษร
RS4	หมายถึง	กิจกรรมการขณะอ่าน แบบ 4 ประโยค 4 ตัวอักษร
RS5	หมายถึง	กิจกรรมการขณะอ่าน แบบ 5 ประโยค 5 ตัวอักษร
RS6	หมายถึง	กิจกรรมการขณะอ่าน แบบ 6 ประโยค 6 ตัวอักษร
RS7	หมายถึง	กิจกรรมการขณะอ่าน แบบ 7 ประโยค 7 ตัวอักษร
AOS	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task)
AOS3	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณอัตโนมัติ แบบ 3 สมการ 3 ตัวอักษร
AOS4	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณอัตโนมัติ แบบ 4 สมการ 4 ตัวอักษร
AOS5	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณอัตโนมัติ แบบ 5 สมการ 5 ตัวอักษร

AOS6	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณอัตโนมัติ แบบ 6 สมการ 6 ตัวอักษร
AOS7	หมายถึง	กิจกรรมขณะคำนวณอัตโนมัติ แบบ 7 สมการ 7 ตัวอักษร
ARS	หมายถึง	กิจกรรมขณะอ่านอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task)
ARS3	หมายถึง	กิจกรรมการขณะอ่านอัตโนมัติ แบบ 3 ประโยค 3 ตัวอักษร
ARS4	หมายถึง	กิจกรรมการขณะอ่านอัตโนมัติ แบบ 4 ประโยค 4 ตัวอักษร
ARS5	หมายถึง	กิจกรรมการขณะอ่านอัตโนมัติ แบบ 5 ประโยค 5 ตัวอักษร
ARS6	หมายถึง	กิจกรรมการขณะอ่านอัตโนมัติ แบบ 6 ประโยค 6 ตัวอักษร
ARS7	หมายถึง	กิจกรรมการขณะอ่านอัตโนมัติ แบบ 7 ประโยค 7 ตัวอักษร
r_{os}	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกิจกรรมขณะคำนวณระหว่างโปรแกรมที่พัฒนากับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs
r_{rs}	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกิจกรรมขณะอ่านระหว่างโปรแกรมที่พัฒนากับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ อายุ และผลการเรียนเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตาม เพศ อายุ และผลการเรียนเฉลี่ย

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง (n = 54)	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	19	35.19
หญิง	35	64.81
อายุ (ปี)		
15	24	44.44
16	30	55.56
ผลการเรียนเฉลี่ย		
ต่ำกว่า 2.00	3	5.56
2.00 – 2.50	12	22.22
2.51 – 3.00	17	31.48
3.01 – 3.50	10	18.52
3.51 – 4.00	12	22.22

จากตารางที่ 5 พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 54 คน เป็นเพศชาย 19 คน คิดเป็นร้อยละ 35.19 เพศหญิง 35 คน คิดเป็นร้อยละ 64.81 อายุระหว่าง 15 - 16 ปี โดยมีกลุ่มอายุ 15 ปี จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44 และกลุ่มอายุ 16 ปี จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ

55.56 ผลการเรียนเฉลี่ยต่ำกว่า 2.00 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 5.56 ผลการเรียนเฉลี่ย 2.00 -2.50 มีจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 ผลการเรียนเฉลี่ย 2.51 – 3.00 มีจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 31.48 ผลการเรียนเฉลี่ย 3.01 – 3.50 มีจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 18.52 และผลการเรียนเฉลี่ย 3.51 – 4.00 มีจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 เห็นได้ว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุส่วนใหญ่คือ 16 ปี ผลการเรียนเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 2.51 – 3.00

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พัฒนาในบริบทที่เป็นไทย ตามแนวคิดของโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ในส่วนกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวเป็น 5 ส่วน คือ 1) ผลการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม 2) ผลการพัฒนาโปรแกรม 3) ผลการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม 4) ผลการจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม และ 5) ผลการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม

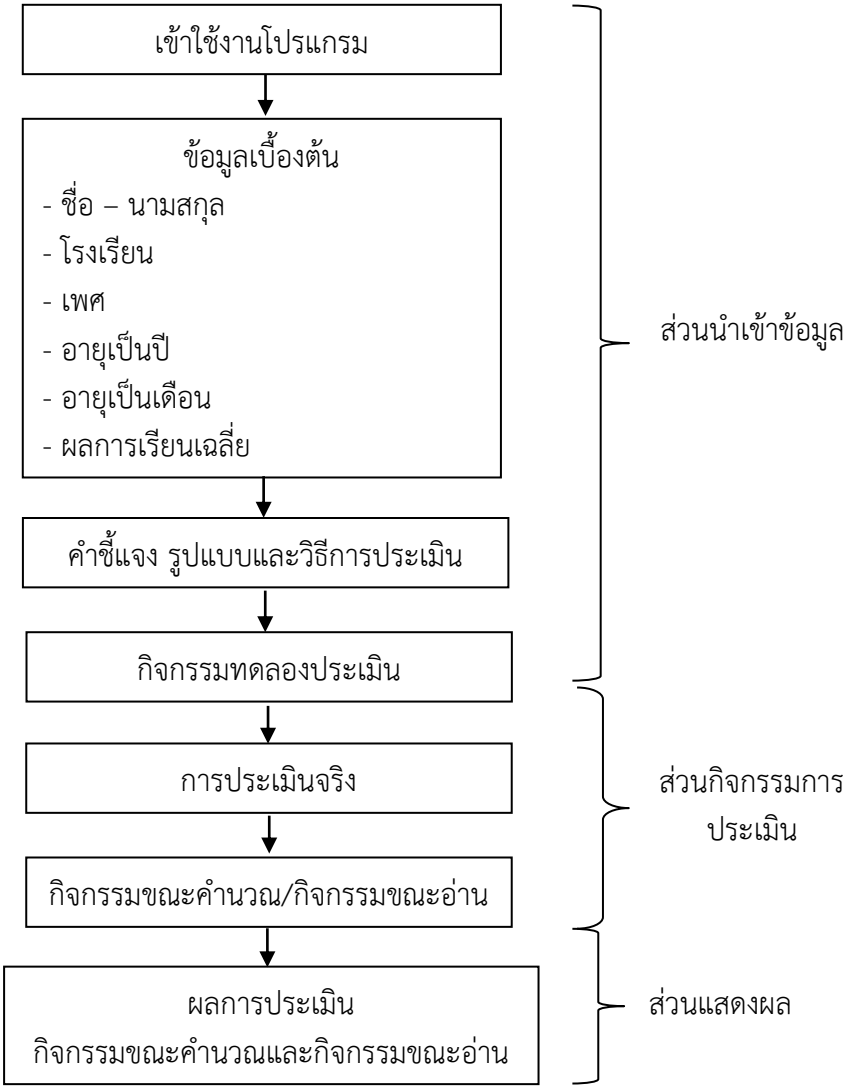
ผลการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม เป็นการออกแบบผังการทำงานของแต่ละกิจกรรม ประกอบด้วย 3 ส่วน แต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ส่วนนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วย การเข้าใช้งานโปรแกรม การกรอกข้อมูลเบื้องต้น คำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมิน และการทดลองประเมิน

ส่วนที่ 2 ส่วนกิจกรรมการประเมิน ประกอบด้วย กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

ส่วนที่ 3 ส่วนแสดงผล ประกอบด้วย การบันทึกผลการประเมินและการคิดคะแนน

ผังการทำงานของโปรแกรมจะแยกเป็น 2 กิจกรรม คือ กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน ทั้ง 2 กิจกรรมนี้มีผังการทำงานของโปรแกรมเหมือนกัน แตกต่างกันในส่วนของเนื้อหา ผลการออกแบบผังการทำงานของโปรแกรมแสดงดังภาพที่ 39



ภาพที่ 39 ผังการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 2 ผลการพัฒนาโปรแกรม

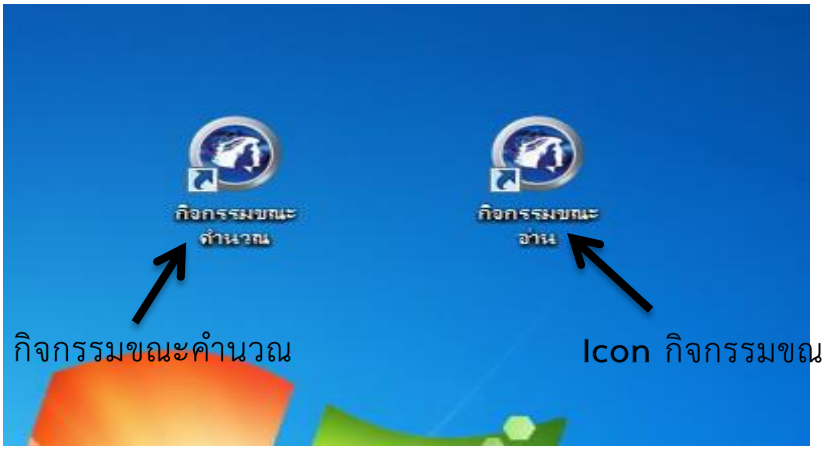
การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การเลือกตัวอักษรสำหรับจำและขั้นที่ 2 การเขียนโปรแกรม แบ่งเป็นสองกิจกรรมคือ กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน โดยมีโครงสร้างและผังการทำงานเหมือนกัน ผลการพัฒนาโปรแกรม มีดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการสร้างส่วนนำเข้าข้อมูล

ส่วนนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วย 4 ส่วนย่อย ได้แก่ การเข้าใช้งานโปรแกรมการกรอกข้อมูลเบื้องต้น คำชี้แจงรูปแบบและวิธีการประเมิน ได้ผลการเขียนโปรแกรม ดังนี้

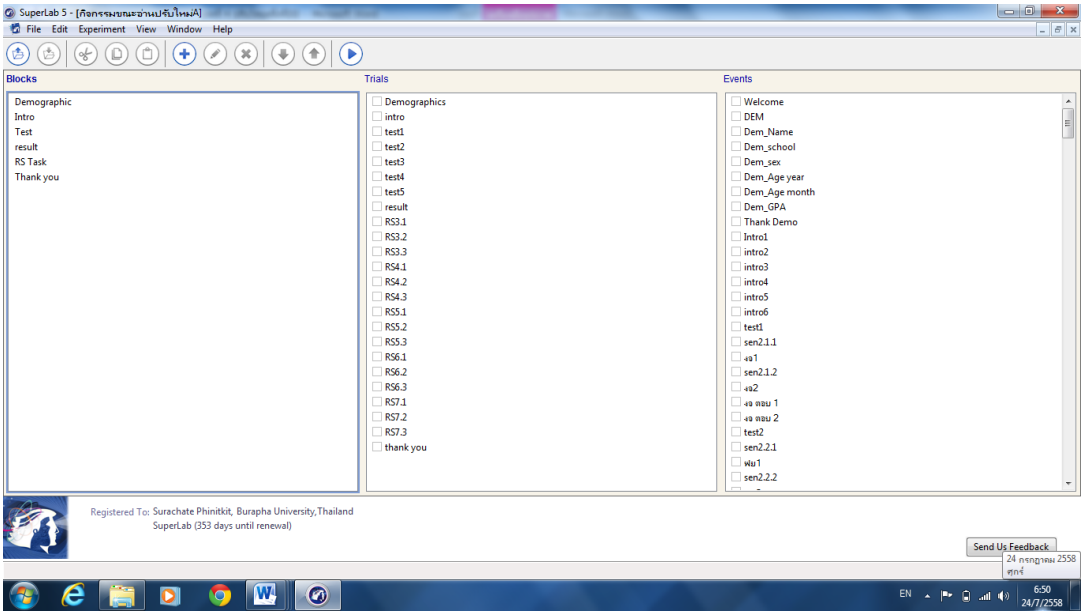
1. ผลการสร้างส่วนการเข้าใช้งานโปรแกรม

การเข้าใช้งานแต่ละกิจกรรมสร้างเป็นไอคอน (Icon) ไว้ที่หน้าจอภาพดังภาพที่ 40

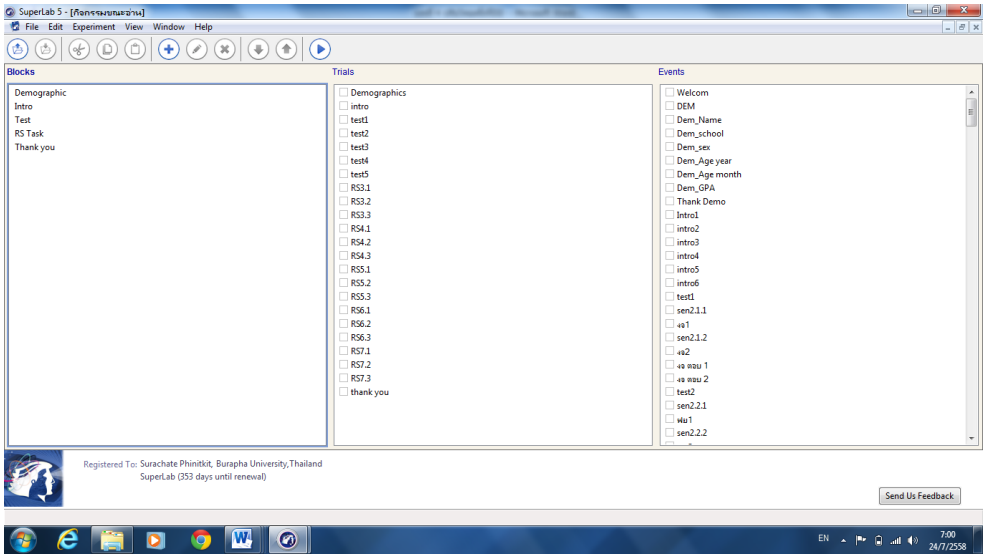


ภาพที่ 40 หน้าจอแสดงไอคอนสำหรับเข้าใช้งานแต่ละกิจกรรม

เมื่อดับเบิลคลิกที่ Icon จะปรากฏหน้าจอสำหรับเข้าทำกิจกรรมดังภาพที่ 41

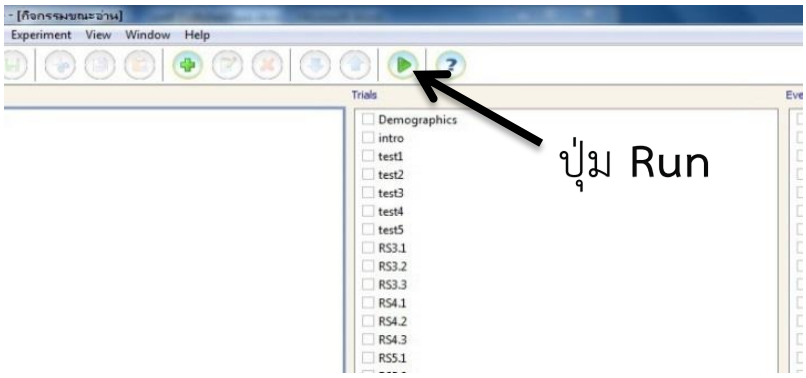


ภาพที่ 41 หน้าจอแสดงกิจกรรมขณะคำนวณ



ภาพที่ 42 หน้าจอแสดงกิจกรรมขณะอ่าน

เริ่มทำกิจกรรมโดยการ คลิกที่ปุ่ม Run ดังภาพที่ 43

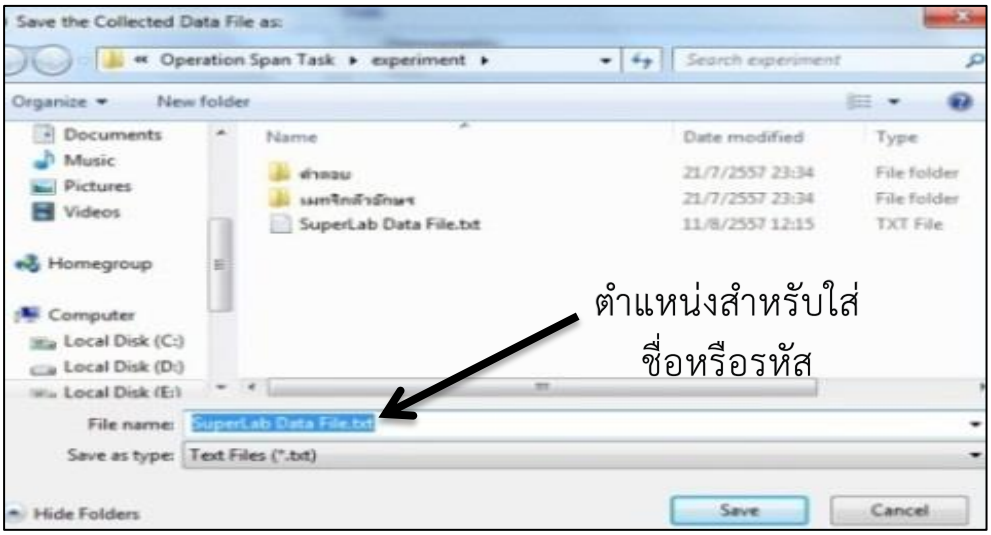


ภาพที่ 43 แสดงปุ่ม Run สำหรับเริ่มต้นทำกิจกรรม

หลังจากคลิกที่ปุ่ม Run จะปรากฏหน้าจอให้ผู้รับการประเมินใส่ชื่อหรือรหัสของตนเองในช่อง Participant Name ก่อน ดังภาพที่ 44 แล้วคลิกที่ปุ่ม RUN อีกครั้งเพื่อดำเนินการต่อ

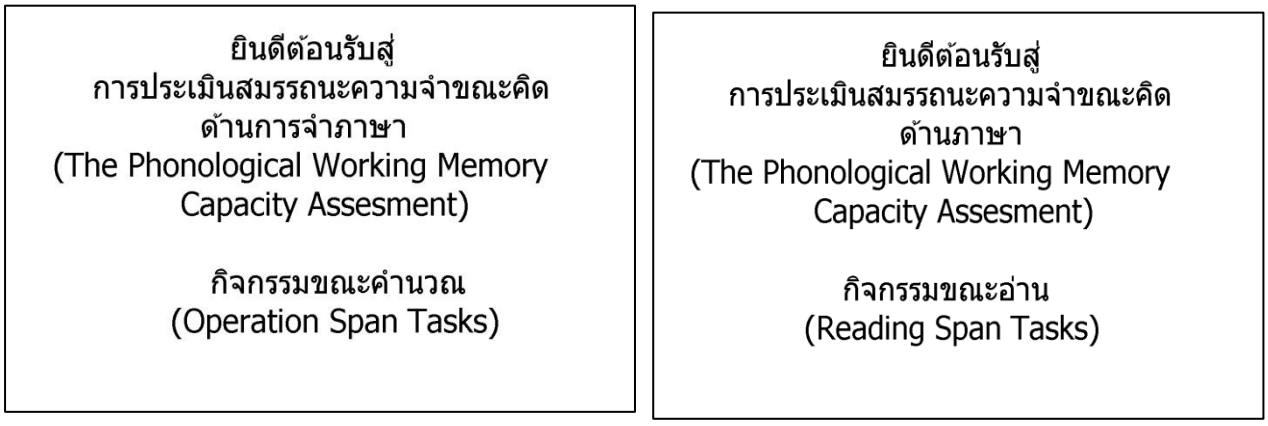
ภาพที่ 44 หน้าจอสำหรับใส่ชื่อหรือรหัสผู้รับการประเมิน (Participant Name)

จากนั้นโปรแกรมจะสร้าง Text File สำหรับบันทึกผลการประเมินโดยปรากฏหน้าจอแสดงตำแหน่งสำหรับบันทึกข้อมูลพร้อมกับให้ผู้รับการประเมินใส่ชื่อหรือรหัสอีกครั้งแล้วคลิกปุ่ม Save ดังภาพที่ 45



ภาพที่ 45 หน้าจอแสดงตำแหน่งการสร้าง Text File เพื่อบันทึกข้อมูลการประเมิน

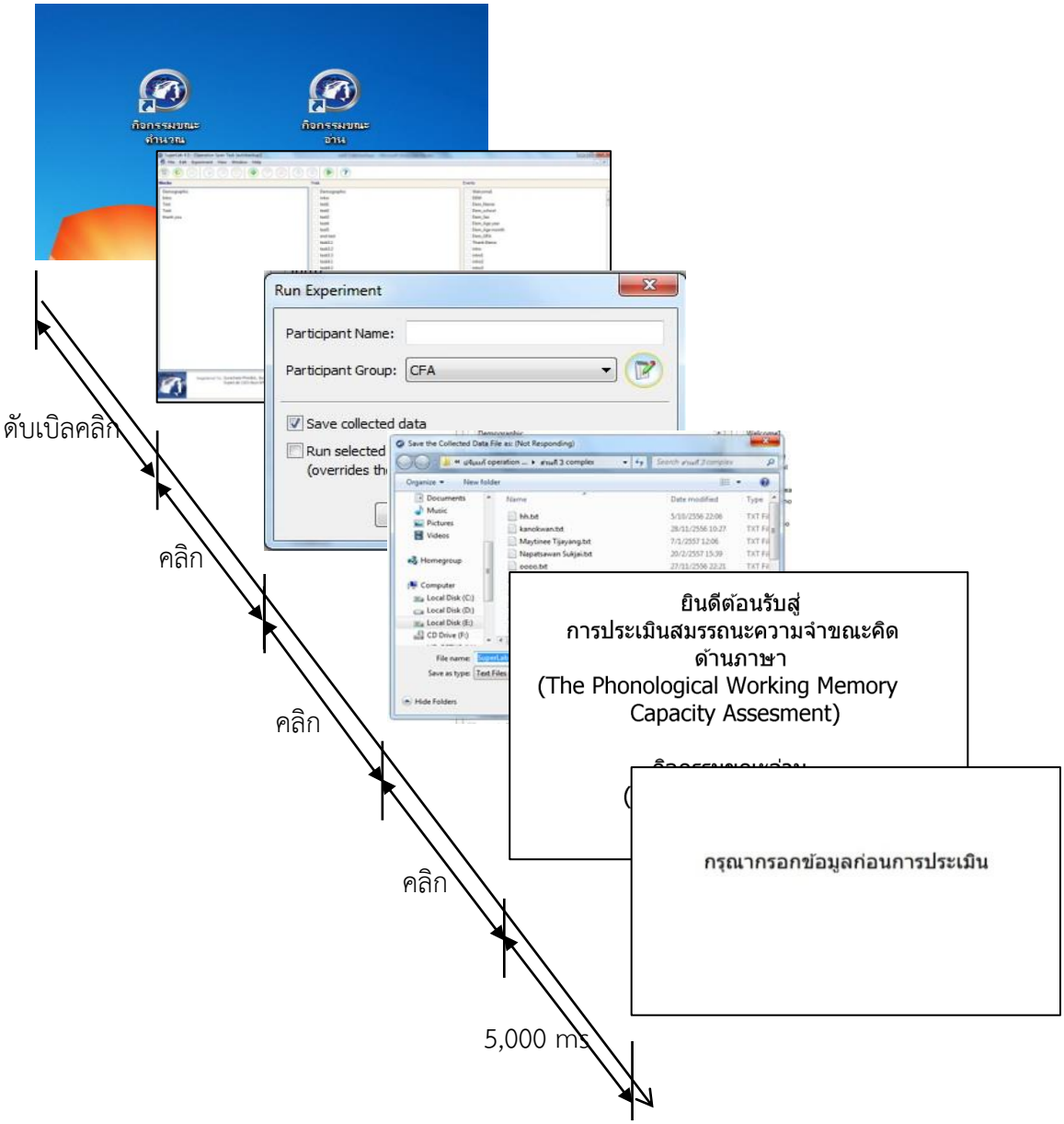
หลังจากคลิกที่ปุ่ม Save จะเข้าสู่หน้าจอยินดีต้อนรับของแต่ละกิจกรรมดังภาพที่ 46



ก. ข.

ภาพที่ 46 หน้าจอเริ่มต้นของแต่ละกิจกรรม
ก. กิจกรรมขณะคำนวณ ข. กิจกรรมขณะอ่าน

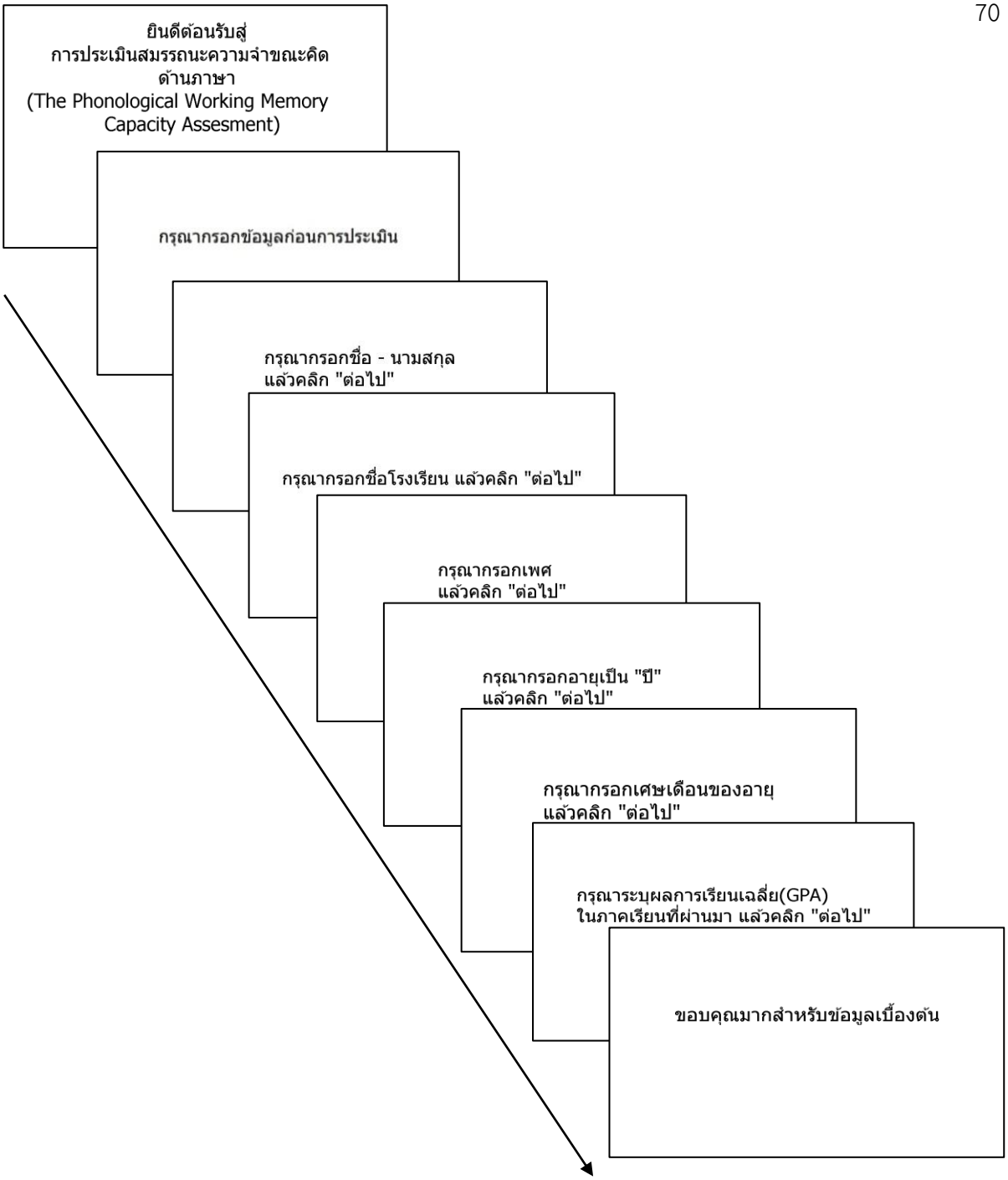
ผลการสร้างส่วนการเข้าใช้งานแต่ละกิจกรรมเขียนเป็นผังการทำงานได้ดังภาพที่ 47



ภาพที่ 47 ผลการสร้างส่วนการเข้าใช้งานโปรแกรม

2. ผลการสร้างส่วนกรอกข้อมูลเบื้องต้นของผู้รับการประเมิน

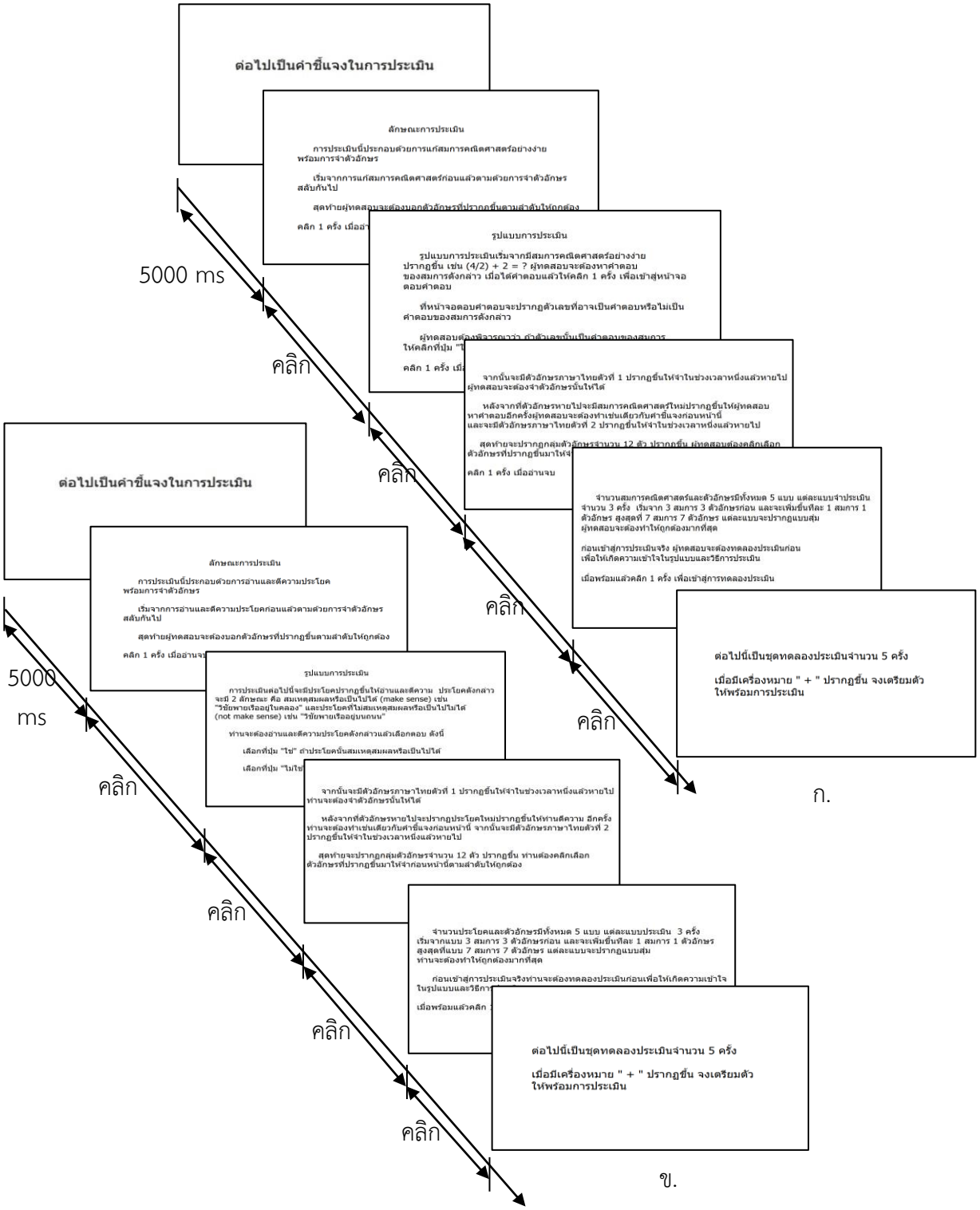
ส่วนกรอกข้อมูลเบื้องต้นของผู้รับการประเมินจะสร้างทั้งหมด 6 หน้าจอ ได้แก่ ชื่อ-นามสกุล โรงเรียน เพศ อายุปี อายุเป็นเดือนและผลการเรียนเฉลี่ย กำหนดให้นำเข้าข้อมูลโดยการพิมพ์ที่แป้นพิมพ์และคลิก 1 ครั้ง หลังจากกรอกข้อมูลเสร็จแล้ว ผลการสร้างส่วนกรอกข้อมูลเบื้องต้นแสดงเป็นผังการทำงานดังภาพที่ 48



ภาพที่ 48 ผังการทำงานของส่วนการกรอกข้อมูลเบื้องต้นของผู้รับการประเมิน

3. ผลการสร้างส่วนแสดงคำชี้แจง รูปแบบ วิธีการประเมิน

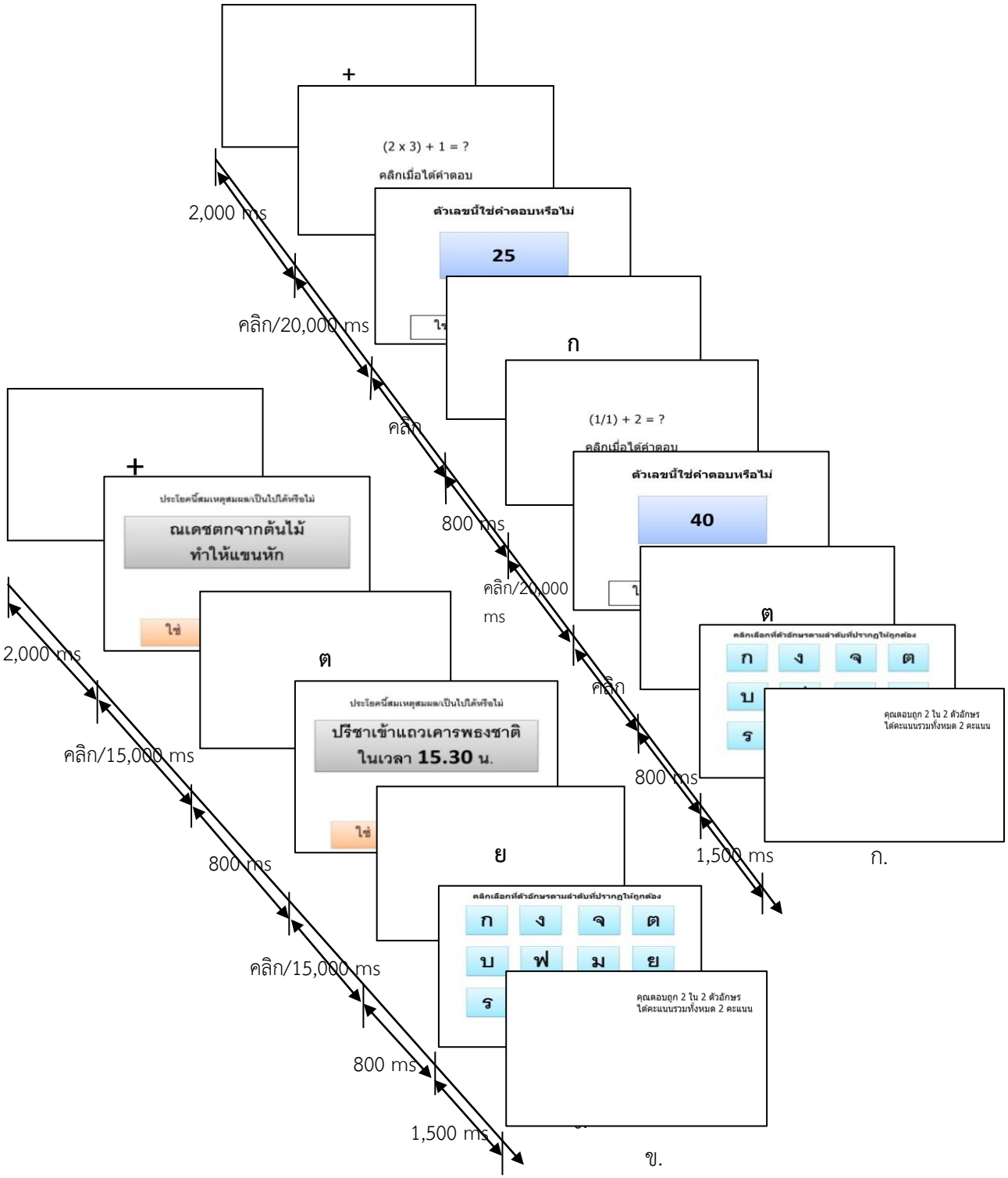
ผลการสร้างส่วนแสดงคำชี้แจง รูปแบบ วิธีการประเมิน ส่วนนี้จะปรากฏขึ้นหลังจากผู้รับการประเมินกรอกข้อมูลเบื้องต้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว กำหนดให้ผู้รับการประเมินอ่านและทำความเข้าใจในแต่ละหน้าจอ หลังจากอ่านจนเข้าใจถึงวิธีการทำกิจกรรมแล้วให้คลิกเมาส์หนึ่งครั้งเพื่อเปลี่ยนหน้าจอถัดไป ส่วนนี้สร้างเป็นหน้าจอจำนวน 6 หน้าจอ สำหรับแสดงคำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมินแต่ละกิจกรรมเช่นเดียวกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ดังแสดงในภาพที่ 49



ภาพที่ 49 ผังการทำงานของส่วนแสดงคำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมิน
ก. กิจกรรมขณะคำนวณ ข. กิจกรรมขณะอ่าน

ตัวอย่างกิจกรรมประเมินเพื่อให้ผู้รับการประเมินทดลองทำก่อนประเมินจริงมีวิธีการสร้างเหมือนชุดประเมินจริงแต่ไม่ต้องบันทึกข้อมูลการประเมิน ส่วนนี้จะให้ผู้รับการประเมินเข้าใจวิธี

การประเมินมากยิ่งขึ้นหลังจากที่อ่านคำแนะนำไปแล้ว แต่ละกิจกรรมจะทดลองจำนวน 5 ครั้ง โดยสร้างเป็นแบบจำ 2 ตัวอักษร ดังภาพที่ 50

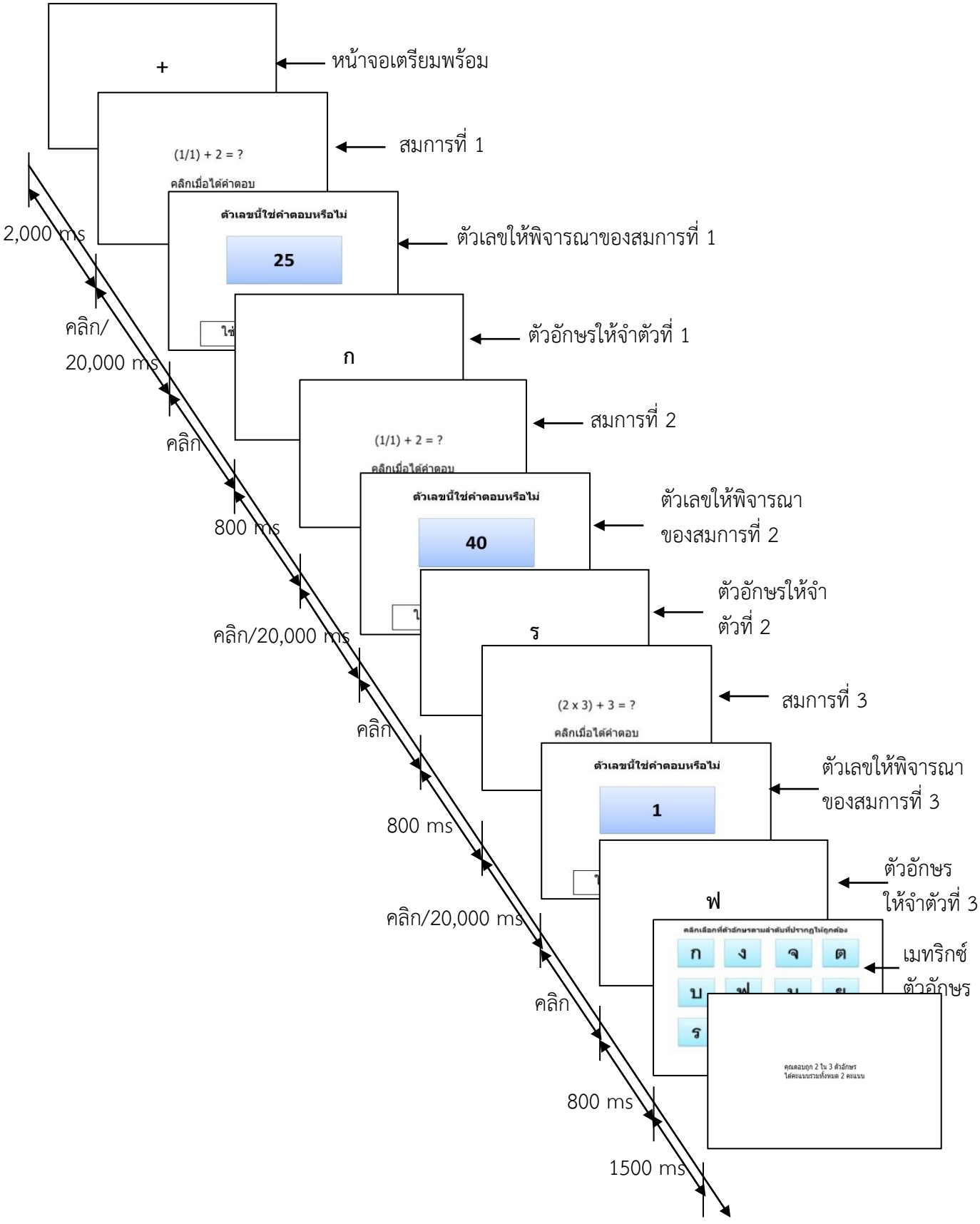


ภาพที่ 50 ผังการทำงานของส่วนทดลองประเมิน ก. กิจกรรมขณะคำนวณ ข. กิจกรรมขณะอ่าน

ส่วนที่ 2 ผลการสร้างส่วนกิจกรรมการประเมิน ประกอบด้วย

1. ผลการสร้างกิจกรรมขณะคำนวณ (OS)

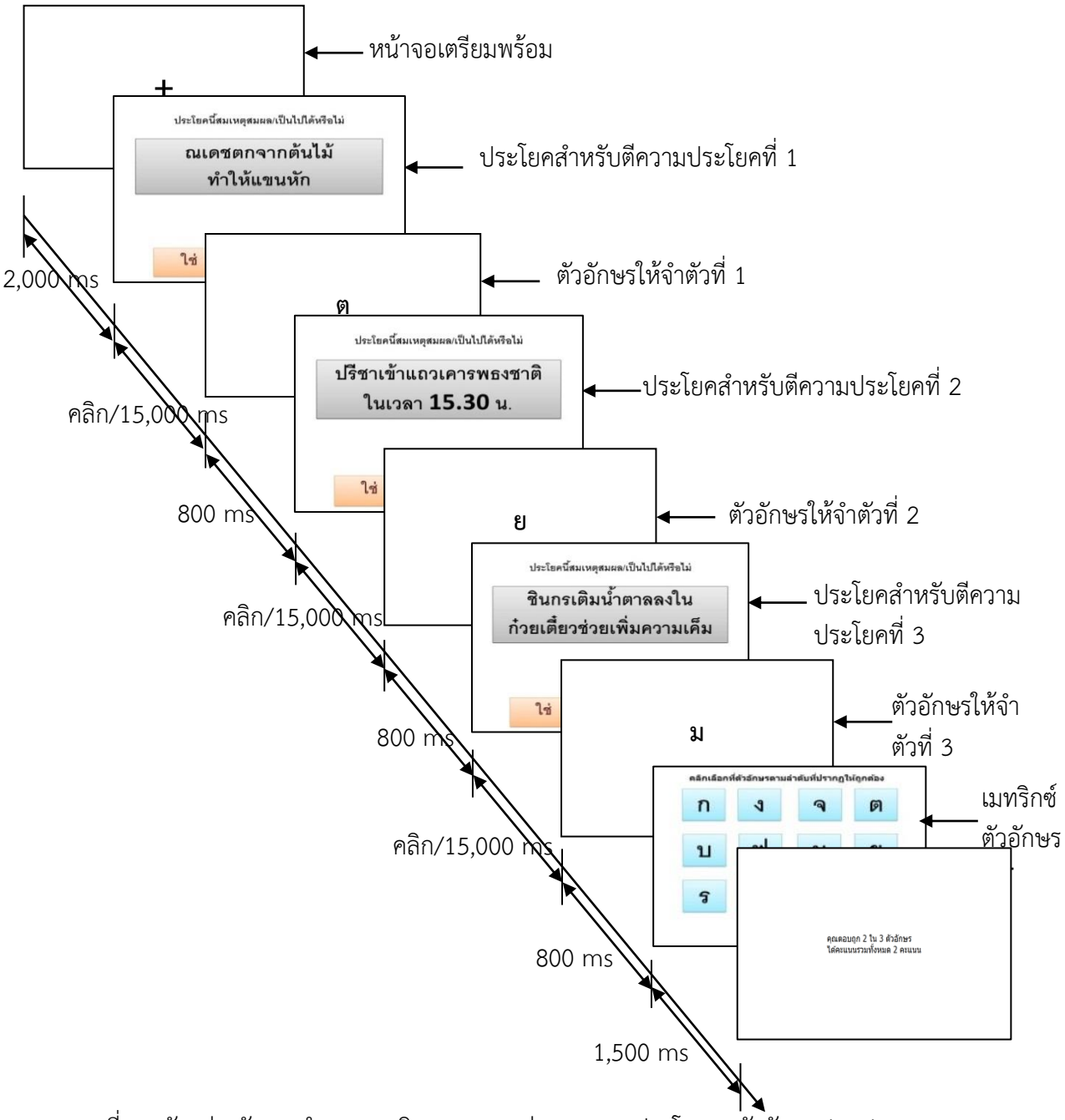
ผลการสร้างกิจกรรมขณะคำนวณ สร้างขึ้น 5 แบบ แต่ละแบบมี 3 ชุด รวมทั้งหมด 75 ชุด คะแนนเต็ม 75 คะแนน ตามจำนวนตัวอักษรให้จำ ได้แก่ แบบ 3 สมการ 3 ตัวอักษร (OS3) แบบ 4 สมการ 4 ตัวอักษร (OS4) แบบ 5 สมการ 5 ตัวอักษร (OS5) แบบ 6 สมการ 6 ตัวอักษร (OS6) และแบบ 7 สมการ 7 ตัวอักษร (OS7) แต่ละแบบประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนหท น้าจอเตรียมความพร้อม ส่วนข้อคำถามและตัวเลขแสดงคำตอบ ส่วนตัวอักษรให้จำ และส่วนเมทริกซ์ตัวอักษรสำหรับเลือกตอบ มีผลการสร้างดังภาพที่ 51



ภาพที่ 51 ตัวอย่างผังการทำงานของกิจกรรมขณะคำนวณ แบบ 3 สมการ 3 ตัวอักษร (OS3)

2. ผลการสร้างกิจกรรมขณะอ่าน (RS)

กิจกรรมขณะอ่านที่สร้างขึ้นมี 5 แบบ แต่ละแบบมี 3 ชุด ได้แก่ แบบ 3 ประโยค 3 ตัวอักษร (RS3) แบบ 4 ประโยค 4 ตัวอักษร (RS4) แบบ 5 ประโยค 5 ตัวอักษร (RS5) แบบ 6 ประโยค 6 ตัวอักษร (RS6) และแบบ 7 ประโยค 7 ตัวอักษร (RS7) รวมทั้งหมด 75 ชุด เช่นเดียวกับกิจกรรมขณะคำนวณ ต่างกันที่ข้อคำถามซึ่งเปลี่ยนจากการแก้สมการคณิตศาสตร์เป็นการตีความประโยคที่มี 2 ลักษณะ คือ ประโยคที่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้ และประโยคที่ไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ ผลการสร้างกิจกรรมขณะอ่านมีผังการทำงานดังภาพที่ 52



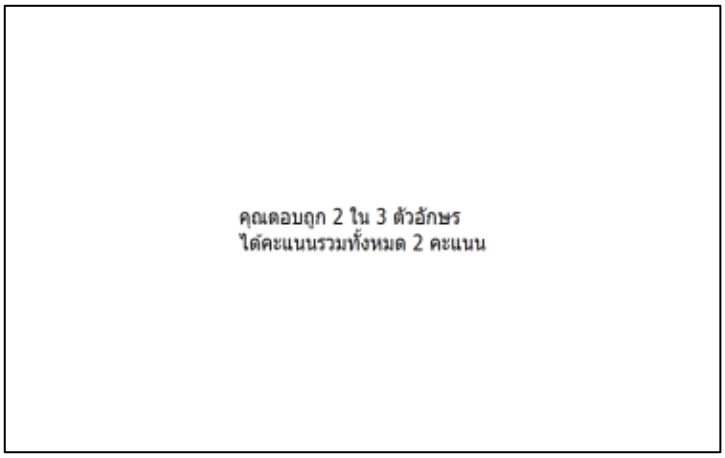
ภาพที่ 52 ตัวอย่างผังการทำงานของกิจกรรมขณะอ่านแบบ 3 ประโยค 3 ตัวอักษร (RS3)

ส่วนที่ 3 ส่วนประมวลและแสดงผลการประเมิน

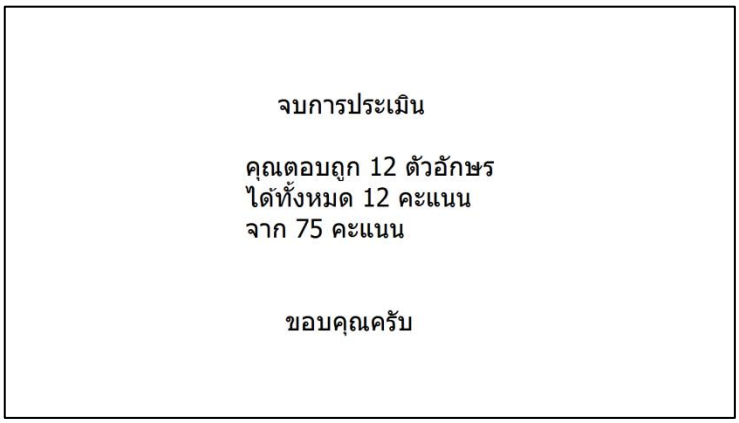
ส่วนประมวลและแสดงผลการประเมิน สามารถประมวลและแสดงผลการประเมินได้ 2 แบบ ดังนี้

3.1 ส่วนประมวลและแสดงผลแต่ละข้อของแต่ละชุดและการแสดงผลรวม

ในส่วนนี้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 จะประมวลผลการตอบตัวอักษรในแต่ละข้อของแต่ละชุด และแสดงผลการตอบจำนวนตัวอักษรที่ตอบถูกในตัวอักษรทั้งหมดของชุดนั้น ๆ และคะแนนที่ได้จากการตอบ ดังภาพที่ 53 หลังจากเสร็จสิ้นการประเมินทั้งหมดแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลการตอบรวมและคะแนนที่ได้ ดังภาพที่ 54



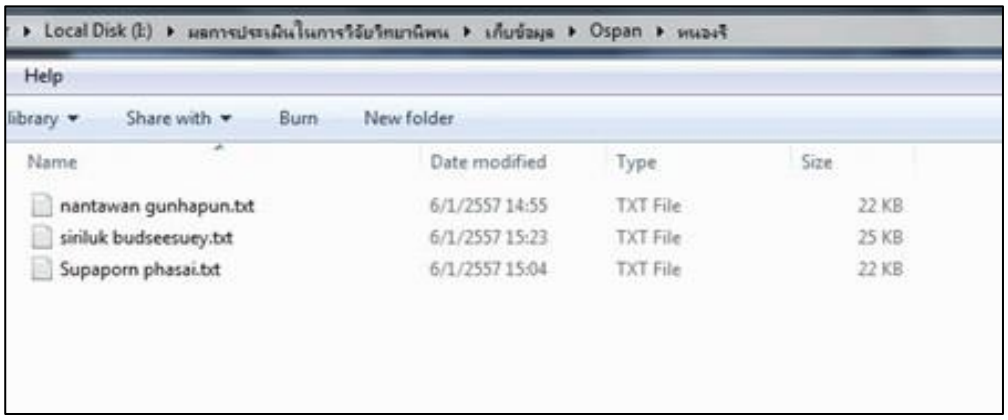
ภาพที่ 53 แสดงผลแต่ละข้อของแต่ละชุด (Trial)



ภาพที่ 54 แสดงผลหลังเสร็จสิ้นการประเมินแล้ว

3.2 ส่วนประมวลและแสดงผลด้วยโปรแกรม Cedrus Data Viewer

ส่วนนี้จะบันทึกผลการประเมินแต่ละกิจกรรมในรูป Text File ณ ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในส่วนนำเข้าข้อมูล ดังภาพที่ 55 สามารถเปิดดูรายละเอียดผลการประเมินด้วยโปรแกรม Cedrus Data Viewer



ภาพที่ 55 แสดงส่วนบันทึกผลการประเมินในรูปของ Text File

โปรแกรม Cedrus Data Viewer จะแสดงผลการประเมิน 2 แบบ คือ แบบข้อมูลดิบ (Raw Data) และแบบข้อมูลโดยสรุป (Summary Status) แต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบข้อมูลดิบ (Raw Data)

การแสดงผลแบบข้อมูลดิบของโปรแกรม Cedrus Data Viewer ประกอบด้วย ชื่อผู้รับการประเมิน (Participant Name) ส่วนข้อมูลเบื้องต้น ประกอบด้วย เพศ อายุเป็นปี อายุเป็นเดือน และผลการเรียนเฉลี่ย ชื่อกิจกรรมประเมิน (Block Name, Trial Name, Event Name) คำตอบและตัวอักษรที่ผู้รับการประเมินเลือกตอบ (Participant Response) ตำแหน่งที่ผู้รับการประเมินคลิกเมาส์บนหน้าจอ (Key, X position, Y position) คำตอบและตัวอักษรที่กำหนดไว้ในโปรแกรม (Correct Response) ผลการตอบ C = ถูกต้อง E = ผิด (Error Code) และเวลาที่ผู้รับการประเมินใช้ในการตอบ (Reaction Time) ดังภาพที่ 56 แต่ละส่วนมีรายละเอียดในการแสดงผลดังนี้

1.1 Participant Name แสดงชื่อหรือรหัสของผู้รับการประเมินตามที่กรอกไว้ในส่วนนำเข้าข้อมูล

1.2 Block Name, Trial Name, Event Name แสดงชื่อของ Block Trial และ Event ที่กำหนดไว้ ซึ่งโปรแกรม Cedrus Data Viewer จะแสดงลำดับการทำกิจกรรมแต่ละส่วนออกมา

1.3 Participant Response แสดงผลการตอบของผู้รับการประเมิน ประกอบด้วยผลการตอบ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในข้อคำถามที่เป็นสมการคณิตศาสตร์หรือที่เป็นประโยคสำหรับตีความ และผลการตอบตัวอักษรที่จำตามลำดับ

1.4 Key, X position, Y position แสดงตำแหน่งที่คลิกเมาส์บนหน้าจอ

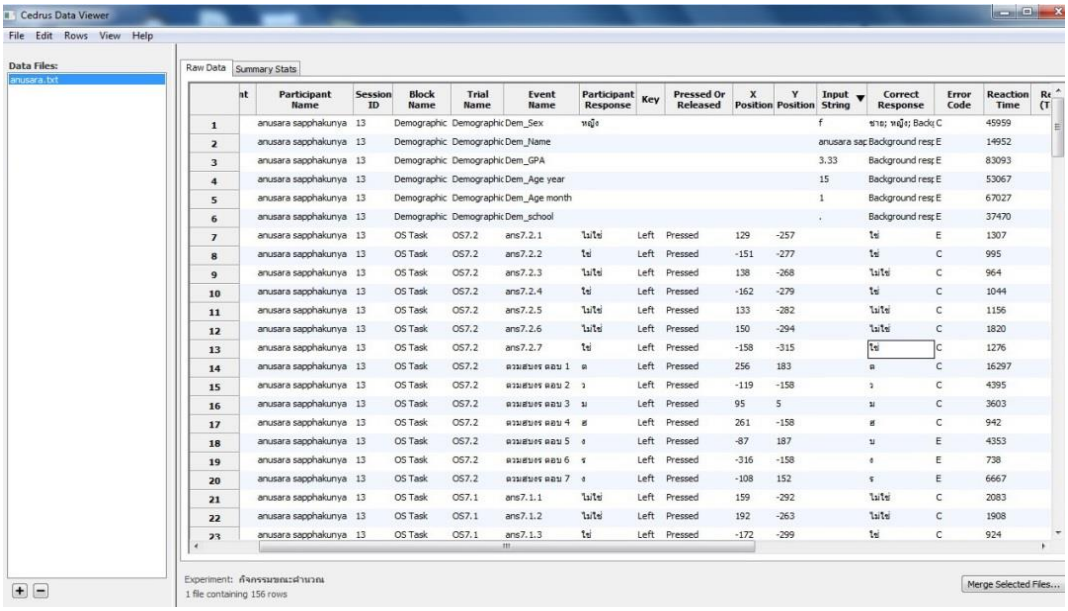
1.5 Input String แสดงข้อมูลเบื้องต้นของผู้รับการประเมิน ส่วนนี้จะข้อมูลที่ประกอบด้วย ชื่อ –นามสกุล โรงเรียน เพศ อายุเป็นปี อายุเป็นเดือน และผลการเรียนเฉลี่ย

1.6 Correct Response แสดงคำตอบที่ถูกต้องและตัวอักษรที่กำหนดไว้ให้แสดงผลในโปรแกรม

1.7 Error Code แสดงผลการตอบแต่ละข้อโดยการเปรียบเทียบกันระหว่างคำตอบหรือตัวอักษรที่กำหนดไว้ในส่วน Correct Respond กับส่วน Participant Respond โดยกำหนดผล

ดังนี้ C หมายถึง ตอบถูก E หมายถึง ตอบผิด

1.8 Reaction Time แสดงเวลาที่ผู้รับการประเมินใช้ในการตอบ

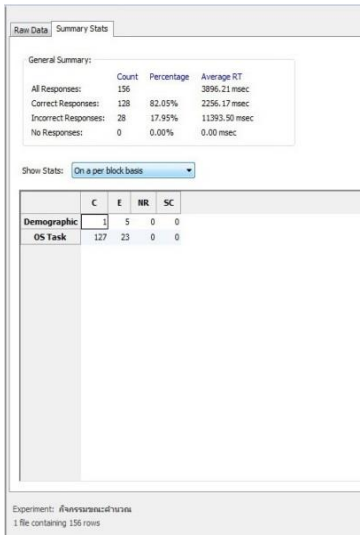


ภาพที่ 56 การแสดงผลแบบข้อมูลดิบของโปรแกรม Cedrus Data Viewer

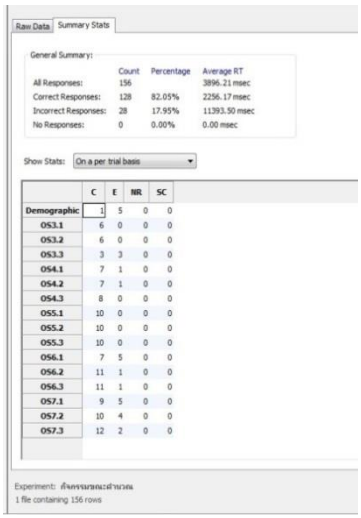
2. แบบแสดงข้อมูลโดยสรุป (Summary Status)

การแสดงข้อมูลโดยสรุปสามารถเลือกให้โปรแกรม Cedrus Data Viewer แสดงผลได้ 3 แบบ ดังภาพที่ 57 - 59 ประกอบด้วย

2.1 การแสดงผลแบบนับจำนวน (Count) สามารถเลือกแสดงผลได้ทั้งแบบนับจำนวนโดยรวมทั้งหมดของข้อที่ตอบถูก (C) และตอบผิด (E) ของทั้งกิจกรรม (On per block basis) ดังภาพที่ 57ก. หรือแสดงแบบนับจำนวนของข้อที่ตอบถูก (C) และตอบผิด (E) ในแต่ละชุดของกิจกรรม (On per trial basis) ดังภาพ 57ข.



ก.



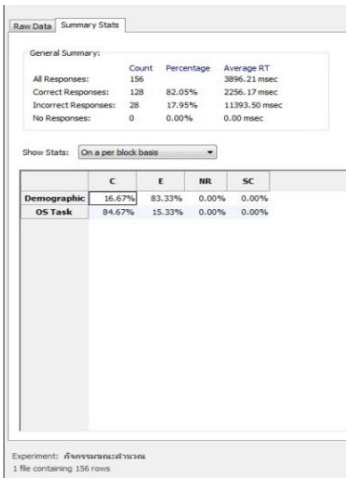
ข.

ภาพที่ 57 การแสดงผลโดยสรุปแบบนับจำนวน (Count)

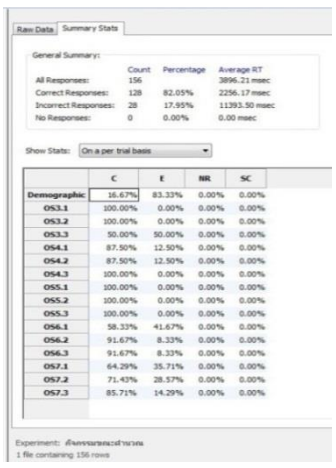
ก. การแสดงผลแบบนับจำนวนโดยรวมของทั้งกิจกรรม (On per block basis)

ข. การแสดงผลแบบนับจำนวนในแต่ละชุดของกิจกรรม (On per trial basis)

2.2 การแสดงผลแบบเปอร์เซ็นต์ (Percentage) สามารถเลือกแสดงผลได้ทั้งแบบเปอร์เซ็นต์โดยรวมทั้งหมดของข้อที่ตอบถูก (C) และตอบผิด (E) ของทั้งกิจกรรม (On per block basis) ดังภาพที่ 58ก. หรือแสดงแบบเปอร์เซ็นต์จำนวนของข้อที่ตอบถูก (C) และตอบผิด (E) ในแต่ละชุดของกิจกรรม (On per trial basis) ดังภาพ 58ข.



ก.



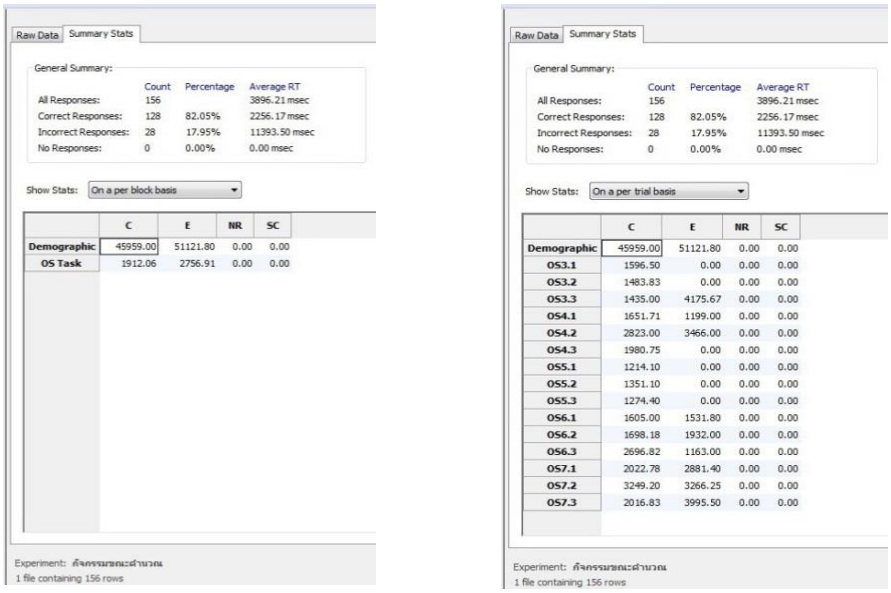
ข.

ภาพที่ 58 การแสดงผลโดยสรุปแบบเปอร์เซ็นต์ (Percentage)

ก. การแสดงผลแบบเปอร์เซ็นต์โดยรวมของทั้งกิจกรรม (On per block basis)

ข. การแสดงผลแบบเปอร์เซ็นต์ในแต่ละชุดของกิจกรรม (On per trial basis)

2.3 การแสดงผลแบบเวลาเฉลี่ยในการตอบ (Average RTs) สามารถเลือกแสดงผลได้ทั้งแบบเวลาเฉลี่ยในการตอบโดยรวมทั้งหมด (On per block basis) ดังภาพที่ 59ก. หรือแสดงแบบเวลาเฉลี่ยในการตอบของแต่ละชุดของกิจกรรม (On per trial basis) ดังภาพ 59ข.



ก. ข.

ภาพที่ 59 การแสดงผลโดยสรุปแบบเวลาเฉลี่ยในการตอบ (Average RTs)
ก. การแสดงผลแบบเวลาเฉลี่ยในการตอบโดยรวมของทั้งกิจกรรม (On per block basis)
ข. การแสดงผลแบบเวลาเฉลี่ยในการตอบในแต่ละชุดของกิจกรรม (On per trial basis)

สำหรับในการวิจัยนี้จะใช้การแสดงผลแบบนับจำนวน (Count) ทั้งแบบนับจำนวนโดยรวมทั้งหมดของข้อที่ตอบถูก (C) และตอบผิด (E) ของทั้งกิจกรรมและแบบนับจำนวนของข้อที่ตอบถูก (C) และตอบผิด (E) ในแต่ละชุดของกิจกรรม เพื่อนำไปคิดคะแนนการประเมินเช่นเดียวกับการคิดคะแนนการประเมินของโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ในรูปของคะแนน Partial Storage Score ที่เป็นคะแนนที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด (Redick et al., 2012) ดังรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

3.2 การคิดคะแนนในการประเมิน

การคิดคะแนนประเมินของแต่ละกิจกรรม จะคิดจากคะแนนที่ผู้รับการประเมินบอกตัวอักษรออกมาตามลำดับได้อย่างถูกต้อง เรียกว่า Partial Storage Score (Unsworth et al., 2005; Redick et al., 2012) เป็นคะแนนรวมจากการตอบตัวอักษรที่ปรากฏให้จำตามลำดับได้ถูกต้องในแต่ละแบบของแต่ละกิจกรรม โดยกำหนดคะแนนเต็มของแต่ละแบบ ดังนี้ แบบ 3 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 9 คะแนน แบบ 4 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 12 คะแนน แบบ 5 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 15 คะแนน แบบ 6 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 18 คะแนน และแบบ 7 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 21 คะแนน

การคิดคะแนนแต่ละกิจกรรมมีวิธีคิดคือ ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษรของกิจกรรมขณะคำนวณหรือกิจกรรมขณะอ่านแบบจำ 3 ตัวอักษร ทั้ง 3 ชุด ได้ผลดังนี้ ชุดที่ 1 ตอบถูก 3 ตัวอักษร ชุดที่ 2 ตอบถูก 2 ตัวอักษร และชุดที่ 3 ตอบถูก 2 ตัวอักษร คะแนนจากการประเมิน คือ 3 + 2 + 2 = 7 คะแนน จากนั้นนำคะแนนของแต่ละแบบมารวมกัน เช่น ถ้าแบบจำ 3 ตัวอักษร ได้ 7 คะแนน แบบจำ 4 ตัวอักษร ได้ 11 คะแนน แบบจำ 5 ตัวอักษร ได้ 13 คะแนน แบบจำ 6 ตัวอักษร ได้ 14 คะแนน และแบบจำ 7 ตัวอักษร ได้ 16 คะแนน ดังนั้น คะแนนจากการประเมินแบบ Partial Storage Score คือ 7 + 11 + 13 + 14 + 16 = 61 คะแนน

ส่วนที่ 3 ผลการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม

การทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) ผลการตรวจสอบโปรแกรมโดยผู้วิจัย 2) ผลการตรวจสอบโปรแกรมโดยผู้ทดลองใช้ ได้ผลการตรวจสอบดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการตรวจสอบโปรแกรมโดยผู้วิจัย

เป็นการตรวจสอบหาข้อบกพร่องของโปรแกรมโดยผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจสอบด้วยตนเอง ได้ผลการตรวจสอบและแนวทางการแก้ไขดังนี้

1. โปรแกรมไม่สามารถแสดงผลบางหน้าจอ ข้ามหน้าจอหรือหน้าจอค้าง เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานมีการติดตั้งโปรแกรมอื่น ๆ ไว้จำนวนมาก บางโปรแกรมจะทำงานอัตโนมัติเมื่อเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรมป้องกันไวรัสคอมพิวเตอร์ (Antivirus) โปรแกรมช่วยดาวน์โหลดข้อมูล เป็นต้น โปรแกรมดังกล่าวจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของคอมพิวเตอร์ ทำให้การประมวลผลช้าลง เมื่อใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาในแต่ละกิจกรรมจะทำให้เกิดอาการดังกล่าวข้างต้น สามารถแก้ไขโดยการปิดการใช้งานโปรแกรมต่าง ๆ ชั่วคราวก่อนที่จะใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา เพื่อให้โปรแกรมทำงานคล่องตัวและควรติดตั้งโปรแกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดเท่านั้น หรือควรเพิ่มหน่วยความจำสำรอง (RAM) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลให้เร็วขึ้น

2. เนื่องจากในโปรแกรมมีไฟล์ภาพจำนวนมากทำให้การแสดงผลในบางหน้าจอเกิดอาการกระตุก ดังนั้น ควรใช้คอมพิวเตอร์ที่มีการ์ดจอเพื่อช่วยในการแสดงผลไฟล์ภาพ

3. ควรปิดการเชื่อมต่อแบบไร้สายทุกประเภทในขณะที่ทำกิจกรรม เพราะอาจมีบางโปรแกรมที่ติดตั้งไว้ปรากฏขึ้นมาให้ทำการอัพเดตข้อมูล เช่น โปรแกรมป้องกันไวรัส (Antivirus Program) เป็นต้น ทำให้การประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานได้ช้าลง

ขั้นตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบโปรแกรมโดยผู้ทดลองใช้

ผลการตรวจสอบโปรแกรมโดยผู้ทดลองเป็นนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนคลองกิ่วยิ่งวิทยา จังหวัดชลบุรี จำนวน 17 คน โดยการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในส่วนของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน 2 ด้าน ได้แก่ 1) ความสะดวกในการใช้งาน 2) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม ได้ผลแสดงตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมในส่วนกิจกรรมขณะคำนวณ ด้านความสะดวกในการใช้งาน

ลำดับที่	รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	SD	ความหมาย
1	การเปิดใช้งานโปรแกรมมีความสะดวก	4.21	.48	มาก
2	การใส่ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานมีความสะดวก	4.44	.56	มาก
3	คำชี้แจงในมีความเหมาะสม ผู้ใช้งานอ่านแล้วเข้าใจ	4.59	.61	มากที่สุด
4	การทดลองทำกิจกรรมก่อนการประเมินจริงช่วยให้เข้าใจวิธีการประเมินมากยิ่งขึ้น	4.65	.49	มากที่สุด
5	การแสดงผลบนหน้าจอครบถ้วนไม่ติดขัด	4.50	.56	มากที่สุด
6	การบันทึกและเรียกข้อมูลผลการประเมินทำได้อย่างสะดวก	4.56	.50	มากที่สุด
	สรุปผลด้านความสะดวกในการใช้งาน	**4.49**	**.30**	**มาก**

จากตารางที่ 6 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม ในส่วนกิจกรรมขณะคำนวณ ด้านความสะดวกในการใช้งาน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ทดลองใช้มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม ด้านความสะดวกในการใช้งาน ในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.49, SD = .30)

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม ในส่วนกิจกรรมขณะคำนวณ ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม

ลำดับที่	รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	SD	ความหมาย
1	ขั้นตอนการเข้าใช้งานสะดวก	4.62	.60	มากที่สุด
2	การตรวจสอบผลการประเมินความสะดวก	4.41	.50	มาก
3	การออกแบบโปรแกรมมีความน่าสนใจ	4.44	.56	มาก
4	รูปแบบและขนาดของตัวอักษรในส่วนคำชี้แจง รูปแบบ วิธีการประเมิน มีความเหมาะสม	4.41	.56	มาก
5	รูปแบบ ขนาดของตัวเลขและตัวอักษรที่แสดงผล มีความเหมาะสม	4.47	.56	มาก
6	รูปแบบและขนาดของตัวอักษรสำหรับทดสอบการจำ มีความเหมาะสม	4.44	.50	มาก
	สรุปผลด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม	**4.47**	**.27**	**มาก**

จากตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมโดยนักเรียนในส่วนกิจกรรมขณะคำนวณ ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรมในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.47, SD = .27)

ตารางที่ 8 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม ในส่วนกิจกรรมขณะอ่าน ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม

ลำดับที่	รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	SD	ความหมาย
1	การเปิดใช้งานโปรแกรมมีความสะดวก	4.15	.50	มาก
2	การใส่ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานมีความสะดวก	4.26	.71	มาก
3	คำชี้แจงมีความเหมาะสม ผู้ใช้งานอ่านแล้วเข้าใจ	4.32	.68	มาก
4	การทดลองทำกิจกรรมก่อนการประเมินจริงช่วยให้เข้าใจวิธีการประเมินมากยิ่งขึ้น	4.44	.56	มาก
5	การแสดงผลบนหน้าจอครบถ้วนไม่ติดขัด	4.32	.64	มาก
6	การบันทึกและเรียกข้อมูลผลการประเมินทำได้อย่างสะดวก	4.29	.58	มาก
	สรุปผลด้านความสะดวกในการใช้งาน	**4.30**	**.34**	**มาก**

จากตารางที่ 8 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมในส่วนกิจกรรมขณะอ่าน ด้านความสะดวกในการนำไปใช้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ทดลองใช้โปรแกรมมีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม ด้านความสะดวกในการนำไปใช้ในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.30, SD = .34)

ตารางที่ 9 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมโดยนักเรียน ในส่วนกิจกรรมขณะอ่าน ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม

ลำดับที่	รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	SD	ความหมาย
1	ขั้นตอนการเข้าใช้งานสะดวก	4.44	.66	มาก
2	การตรวจสอบผลการประเมินความสะดวก	4.18	.58	มาก
3	การออกแบบโปรแกรมมีความน่าสนใจ	4.18	.63	มาก
4	รูปแบบและขนาดของตัวอักษรในส่วนคำชี้แจง รูปแบบวิธีการประเมิน มีความเหมาะสม	4.18	.52	มาก
5	รูปแบบ ขนาดของตัวอักษรที่แสดงผลมีความเหมาะสม	4.32	.64	มาก
6	รูปแบบและขนาดของตัวอักษรสำหรับทดสอบการจำมีความเหมาะสม	4.38	.55	มาก
	สรุปผลด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม	**4.28**	**.33**	**มาก**

จากตารางที่ 9 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมโดยนักเรียน ในส่วนกิจกรรมขณะอ่าน ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ทดลองใช้มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรม ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรมระดับมาก ($\overline{X}$= 4.28, SD = .33)

จากการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่ทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมในระดับมาก โดยมีข้อเสนอแนะจากนักเรียน ดังนี้

1. ควรมีการอธิบายการใช้งานให้ฟังก่อนเพื่อความเข้าใจในการประเมิน

2. ขณะที่ทำกิจกรรมไม่ควรมีเสียงรบกวนทำให้เสียสมาธิในการจำ

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพและการใช้งานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้ทดลองใช้ที่เป็นนักเรียนมาปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

ส่วนที่ 4 ผลการจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม

คู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา ประกอบด้วยเนื้อหา 4 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม อธิบายถึงลักษณะทั่วไปของกิจกรรมการประเมินทั้ง 2 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

ส่วนที่ 2 คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้งานอธิบายถึงระบบคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน ตามรายละเอียดในคู่มือการใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 (Cedrus Corporation, 2011, p. 1) การติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 และโปรแกรม Cedrus data viewer

ส่วนที่ 3 การใช้งานโปรแกรม ประกอบด้วย การอธิบายขั้นตอนและวิธีการประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน แต่ละกิจกรรมประกอบด้วย 5 ส่วนย่อย ได้แก่

ส่วนย่อยที่ 1 การเข้าใช้งาน ส่วนนี้จะอธิบายวิธีเริ่มต้นเข้าใช้งานและการสร้างไฟล์ Text สำหรับบันทึกผลการประเมินซึ่งสามารถเปิดดูได้ด้วยโปรแกรม Cedrus data viewer ผู้ใช้งานจะต้องใส่ชื่อหรือรหัสแล้วโปรแกรมจะสร้างเป็นไฟล์ Text ให้โดยอัตโนมัติ

ส่วนย่อยที่ 2 จะอธิบายวิธีการกรอกข้อมูลเบื้องต้น ประกอบด้วย ชื่อ-นามสกุล โรงเรียน เพศ อายุเป็นปี เศษเดือนของอายุ และผลการเรียนเฉลี่ย

ส่วนย่อยที่ 3 จะอธิบายคำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมินเพื่อชี้แจงรายละเอียดวิธีการประเมินในแต่ละกิจกรรม

ส่วนย่อยที่ 4 จะอธิบายวิธีการทดลองประเมินก่อนการประเมินจริง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในรูปแบบและวิธีการประเมินมากยิ่งขึ้น มีลักษณะคล้ายกับชุดการประเมินจริงแต่ไม่มีการบันทึกผลการประเมิน ในแต่ละกิจกรรมจะให้ผู้รับการประเมินทดลองทำกิจกรรมละ 5 ข้อ

ส่วนย่อยที่ 5 การประเมินจริง จะอธิบายขั้นตอนการประเมิน สัญลักษณ์ที่ปรากฏขึ้นและตัวอย่างของข้อคำถามในแต่ละกิจกรรม

ส่วนที่ 4 การบันทึกและการคิดคะแนนจากการประเมิน ส่วนนี้อธิบายผลข้อมูลจากการประเมิน บันทึกในรูปไฟล์ Text สามารถเปิดดูข้อมูลได้ด้วยโปรแกรม Cedrus Data Viewer และวิธีการให้คะแนนการประเมิน (รายละเอียดคู่มือในภาคผนวก ญ)

ส่วนที่ 5 ผลการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 คน ตรวจสอบคุณภาพใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม ด้านความถูกต้องในการใช้งานและด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องด้านการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (IOC) พบว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในการใช้งาน โดยมีผลการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละด้าน ดังนี้ ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรมมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 แสดงว่า คู่มือการใช้งานโปรแกรมมีความชัดเจนในระดับที่เหมาะสม ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรมมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 แสดงว่า โปรแกรมมีความสะดวกในการใช้ในในระดับที่เหมาะสม ด้านความถูกต้องในการใช้งานมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.66 แสดงว่า โปรแกรมมีความถูกต้องในการใช้งานในระดับที่เหมาะสมและด้านลักษณะทั่วไปมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 แสดงว่า ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรมมีความเหมาะสม จากผลการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและคู่มือการใช้โปรแกรมที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้งานได้จริงพร้อมกับให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบโปรแกรมควรมีลักษณะใกล้เคียงกัน เช่น เลือกจากนักเรียนทั้งห้อง หรือมีสติปัญญาระดับใกล้เคียงกัน

ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของคะแนนประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับคะแนนประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ได้ผลดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกิจกรรมขณะคำนวณระหว่างโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณของโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนากับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

กิจกรรมขณะคำนวณแบบ	r_{os}
OS3	.41**
OS4	.42**
OS5	.40**
OS6	.42**
OS7	.56**
รวมทุกแบบ	**.68****

**P< .01

จากตารางที่ 10 ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของกิจกรรมขณะคำนวณในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs พบว่า ค่าความสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าระดับสูงในทางบวก โดยมีค่าเท่ากับ 0.68 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาแต่ละแบบของกิจกรรมขณะคำนวณแต่ละคู่ พบว่า ทุกคู่มีความสัมพันธ์กันในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง 0.40 ถึง 0.56 อย่างมีนัยสำคัญทุกคู่ โดยกิจกรรมขณะคำนวณแบบ 7 สมการ 7 ตัวอักษร (OS7) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.56 รองลงมาคือ แบบ 4 สมการ 4 ตัวอักษร (OS4) และแบบ 6 สมการ 6 ตัวอักษร (OS6) มีค่าเท่ากับ 0.42 ส่วนกิจกรรมขณะคำนวณแบบ 5 สมการ 5 ตัวอักษร (OS5) มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.40

จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมขณะคำนวณในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์เมื่อเทียบกับกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

2. ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกิจกรรมขณะอ่านระหว่างโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนประเมินกิจกรรมขณะอ่านของโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนากับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

กิจกรรมขณะอ่านแบบ	r_{rs}
RS3	.47**
RS4	.48**
RS5	.46**
RS6	.59**
RS7	.77**
รวมทุกแบบ	**.83****

**p< .01

จากตารางที่ 11 ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของกิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs พบว่า ค่าความสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าระดับสูงในทางบวก โดยมีค่าเท่ากับ 0.83 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาแต่ละแบบของกิจกรรมขณะคำนวณแต่ละคู่ พบว่า ทุกคู่มีความสัมพันธ์กันในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง 0.46 ถึง 0.77 อย่างมีนัยสำคัญทุกคู่ โดยกิจกรรมขณะอ่านแบบ 7 ประโยค 7 ตัวอักษร (RS7) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.77 รองลงมาคือ แบบ 6 ประโยค 6 ตัวอักษร (RS4) และแบบ 4 ประโยค 4 ตัวอักษร (OS4) มีค่าเท่ากับ 0.59 และ 0.48 ส่วนกิจกรรมขณะอ่านแบบ 5 ประโยค 5 ตัวอักษร (RS5) มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.46

จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์เมื่อเทียบกับกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs การวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 54 คน จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน ตรวจสอบคุณภาพข้อคำถามของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านด้านความตรงเชิงเนื้อหาจากค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IOC) ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency Reliability) ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs สรุปได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ดังนี้

1.1 การพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา เป็นแบบประเมินประเภทกระดาษ – ดินสอ (Paper-pencil) ประกอบด้วยข้อคำถามของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน ผลการพัฒนาแบบประเมินและการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน สรุปได้ดังนี้

1.1.1 ผลการสร้างข้อคำถามในแบบประเมิน

1.1.1.1 ข้อคำถามกิจกรรมขณะคำนวณ เป็นสมการคณิตศาสตร์อย่างง่าย เริ่มจากการคูณหรือการหารในวงเล็บก่อนแล้วตามด้วยการบวกหรือการลบ ในการสร้างสมการจะใช้ตัวเลขหลักหน่วยเพียงหลักเดียว แต่คำตอบจะเป็นตัวเลขไม่เกินสองหลัก ได้สมการคณิตศาสตร์เป็น

ข้อคำถามทั้งหมด 75 สมการ แต่ละสมการจะกำหนดตัวเลขเป็นคำตอบ 2 แบบ คือ ตัวเลขที่เป็นคำตอบถูกต้องจำนวน 38 สมการ และตัวเลขที่ไม่ใช่คำตอบของสมการ จำนวน 37 สมการ สมการเหล่านี้จะนำไปใช้สร้างเป็นข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะคำนวณในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดกลุ่มแบ่งเป็น 5 แบบตามจำนวนตัวอักษรให้จำ ได้แก่ แบบ 3 สมการ 3 ตัวอักษร (OS3) จำนวน 9 สมการ แบบ 4 สมการ 4 ตัวอักษร (OS4) จำนวน 12 สมการ แบบ 5 สมการ 5 ตัวอักษร (OS5) จำนวน 15 สมการ แบบ 6 สมการ 6 ตัวอักษร (OS6) จำนวน 18 สมการ และแบบ 7 สมการ 7 ตัวอักษร (OS7) จำนวน 21 สมการ ดังที่แสดงในภาคผนวก ฉ

1.1.1.2 ข้อคำถามกิจกรรมขณะอ่าน เป็นประโยคให้ตีความสองแบบ คือ ประโยคสมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้ (Make Sense) และประโยคไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ (Not Make Sense) รวมทั้งหมด 75 ประโยค แบ่งเป็นประโยคแบบสมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้ จำนวน 38 ประโยค และแบบไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ จำนวน 37 ประโยค แล้วนำไปสร้างเป็นข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเช่นเดียวกับกิจกรรมขณะคำนวณ แบ่งเป็น 5 แบบ ตามจำนวนตัวอักษรให้จำ ได้แก่ แบบ 3 ประโยค 3 ตัวอักษร (RS3) จำนวน 9 ประโยค แบบ 4 ประโยค 4 ตัวอักษร (RS4) จำนวน 12 ประโยค แบบ 5 ประโยค 5 ตัวอักษร (RS5) จำนวน 15 ประโยค แบบ 6 ประโยค 6 ตัวอักษร (OS6) จำนวน 18 ประโยค และแบบ 7 ประโยค 7 ตัวอักษร (RS7) จำนวน 21 ประโยค ดังที่แสดงในภาคผนวก ฉ

1.2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 สำหรับพัฒนากิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้ง่าย สามารถออกแบบโครงสร้างและผังการทำงาน รวมถึงการสร้างกิจกรรมประเมิน การแสดงผลการประเมินได้เช่นเดียวกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs โดยใช้หลักการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของวงจรการพัฒนาซอฟแวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) (Elliot G., 2004) มีขั้นตอนการพัฒนาแบ่งเป็น 5 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม ส่วนนี้ใช้ในการกำหนดผังการทำงานของโปรแกรมโดยรวม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วย 4 ส่วนย่อย ได้แก่ การเข้าใช้งานโปรแกรม การกรอกข้อมูลเบื้องต้น คำชี้แจงรูปแบบและวิธีการประเมิน ส่วนที่ 2 กิจกรรมประเมิน ประกอบด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน และส่วนที่ 3 การประมวลและแสดงผลการประเมิน มี 2 แบบ คือ การประมวลและแสดงผลการแต่ละข้อของแต่ละชุด และการประมวลและแสดงผลด้วยโปรแกรม Cedrus Data Viewer ที่แสดงผลการประเมินออกมาได้ 2 แบบ คือ แบบข้อมูลดิบ (Raw Data) และแบบแสดงข้อมูลโดยสรุป (Summary Data)

ส่วนที่ 2 การพัฒนาโปรแกรม มี 2 ขั้นตอน คือ การเลือกตัวอักษรสำหรับจำและการเขียนโปรแกรมตามที่ออกแบบไว้ในส่วนที่ 1 ในการเลือกตัวอักษรสำหรับจำนั้น เลือกโดยใช้เกณฑ์การแบ่งพยัญชนะไทยตามฐานที่ทำให้เกิดเสียงหรือฐานกรณ์ จำนวน 6 ฐาน ๆ ละ 2 ตัว ได้แก่ ก ง จ ย บ ม ฟ ว ร ต อ ฮ รวมทั้งหมด 12 ตัว เช่นเดียวกับการเลือกตัวอักษรสำหรับจำในโปรแกรม CSTs

ตัวอักษรเหล่านี้จะนำไปใช้ในการสร้างเป็น Event ของแต่ละชุด (Trial) ในขั้นตอนการเขียนโปรแกรม และถูกนำไปสร้างเป็นเมทริกซ์กลุ่มตัวอักษรขนาด 4 x 3 เพื่อให้ผู้รับการประเมินเลือกตอบ ในส่วนการเขียนโปรแกรมนั้นจะเขียนแยกเป็น 2 กิจกรรม คือ กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านที่มีผังการทำงานเหมือนกัน ต่างกันในส่วนข้อคำถามที่ใช้ในการประเมิน แต่ละกิจกรรมจะแบ่งเป็น 5 แบบตามจำนวนตัวอักษรให้จำ ได้แก่แบบจำ 3 ตัวอักษร แบบจำ 4 ตัวอักษร แบบจำ 5 ตัวอักษร แบบจำ 6 ตัวอักษร และแบบจำ 7 ตัวอักษร แต่ละแบบจะมี 3 ชุดกิจกรรม รวมทั้งหมด 15 ชุด

ส่วนที่ 3 การทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม ส่วนนี้ดำเนินการหลังจากพัฒนาโปรแกรมออกมาแล้ว แบ่งเป็น 2 ตอน คือ 1) การตรวจสอบโปรแกรมโดยผู้วิจัย 2) การตรวจสอบโปรแกรมโดยผู้ทดลองใช้ จากการตรวจสอบโปรแกรมโดยผู้วิจัย พบว่า การทำงานของโปรแกรมในบางหน้าจอไม่แสดงผลออกมาหรือแสดงผลออกมาช้า เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานมีการติดตั้งโปรแกรมอื่น ๆ เช่น โปรแกรม Antivirus โปรแกรมช่วยดาว์นโหลดข้อมูล เป็นต้น ซึ่งส่งผลทำให้การทำงานของเครื่องช้าลงหรือบางครั้งติดขัด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงแก้ไขโดยการปิดการใช้งานโปรแกรมดังกล่าวในขณะที่นำไปใช้ในการเก็บข้อมูล และจากการตรวจสอบโปรแกรมโดยผู้ทดลองใช้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้โปรแกรมมีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมทั้ง 2 กิจกรรม โดยรวมและรายข้ออยู่ในระดับมาก

ส่วนที่ 4 การจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม ได้คู่มือสำหรับใช้งานโปรแกรมที่มีความเหมาะสมและผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ คู่มือดังกล่าวมีเนื้อหาแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม ส่วนที่ 2 คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้งาน ส่วนที่ 3 การใช้งานโปรแกรม และส่วนที่ 4 การบันทึกและการคิดคะแนนจากการประเมิน

ส่วนที่ 5 จากการตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยการพิจารณาคุณภาพของโปรแกรมทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความชัดเจนของคู่มือการใช้งาน ความสะดวกในการใช้โปรแกรม ความถูกต้องในการใช้งาน และลักษณะทั่วไปของโปรแกรม พบว่า ทุกด้านมีความเหมาะสม ทั้งด้านคู่มือการใช้งานโปรแกรมมีความชัดเจน ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม ด้านความถูกต้องในการใช้งาน และด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม ดังนั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และคู่มือการใช้โปรแกรมที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้งานได้จริง

2. ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นและโปรแกรมมาตรฐาน CSTs พบว่า มีความสัมพันธ์ระดับสูงในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกิจกรรมขณะคำนวณเท่ากับ 0.68 และของกิจกรรมขณะอ่านเท่ากับ 0.83 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์เมื่อเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs สามารถนำไปใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาได้เช่นเดียวกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งการอภิปรายผลการวิจัยออกเป็น 2 ประเด็น คือ 1) การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ดังนี้

1. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

1.1 การพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยกิจกรรมการประเมิน 2 กิจกรรม คือ กิจกรรมขณะคำนวณ และกิจกรรมขณะอ่าน แต่ละกิจกรรมประกอบด้วยข้อคำถามที่มีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน คือ ข้อคำถามกิจกรรมขณะคำนวณ มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบถูก-ผิด (True-False) อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์อย่างง่าย แต่ละสมการมีรูปแบบเหมือนกันคือเริ่มจากการคูณหรือการหารในวงเล็บก่อนแล้วตามด้วยการบวกหรือการลบ ลักษณะข้อคำถามของกิจกรรมขณะคำนวณเช่นนี้ Dehn (2008, p. 115) อธิบายว่าต้องใช้สมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาเข้ามามีบทบาทสำคัญเพราะเกี่ยวกับการคำนวณสมการคณิตศาสตร์ (Mathematical Computation) ที่มีรูปแบบซับซ้อนโดยใช้วิธีการคิดในใจ (Mental Arithmetic Calculation) โดยผู้รับการประเมินหาคำตอบของผลคูณหรือผลหารในวงเล็บก่อนแล้วจึงนำตัวเลขนั้นไปจัดกระทำกับตัวเลขอีกตัวนอกวงเล็บโดยการบวกหรือลบเพื่อให้ได้คำตอบของสมการที่แท้จริงออกมา ถือได้ว่าเป็นการใช้สมองทำหน้าที่ประมวลผลแล้วจึงตามด้วยการจำตัวอักษร ข้อคำถามสร้างขึ้นประกอบด้วยสมการคณิตศาสตร์ 75 สมการ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงผ่านการวิเคราะห์ค่าดัชนีอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในด้วยค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาคเป็นไปตามเกณฑ์การพิจารณา (เสรี ชัดแช้ม, 2544) จึงได้ข้อคำถามที่มีคุณภาพสำหรับใช้สร้างเป็นข้อคำถามของกิจกรรมขณะคำนวณ ส่วนข้อคำถามของกิจกรรมขณะอ่านมีลักษณะเป็นประโยคให้ตีความสองแบบ คือ ประโยคที่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้และประโยคที่ไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ ซึ่ง Dehn (2008, pp. 112 - 120) ได้อธิบายถึงการประเมินด้วยกิจกรรมขณะอ่านว่า มีความสัมพันธ์กับสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาเพราะต้องใช้ทักษะการอ่าน ด้านความเข้าใจในการอ่าน (Reading Comprehension) ระดับการตีความ (Interpretive Level) ข้อคำถามที่สร้างขึ้นประกอบด้วยประโยคสำหรับตีความ 75 ประโยค แบ่งเป็นประโยคสมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้ จำนวน 38 ประโยค และไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ จำนวน 37 ประโยค ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจนได้เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ รวมถึงผ่านการวิเคราะห์ค่าดัชนีอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในได้ค่าเป็นไปตามเกณฑ์การพิจารณา (เสรี ชัดแช้ม, 2544) ข้อคำถามของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพทั้งหมดแล้ว จะนำไปสร้างเป็นข้อคำถามในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายต่อไป

1.2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

SuperLab 5.0 สำหรับพัฒนากิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้ง่าย สามารถออกแบบโครงสร้างและผังการทำงาน การสร้างกิจกรรมประเมิน การแสดงผลการประเมินได้เช่นเดียวกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ซึ่งบุคคลทั่วไปสามารถศึกษาและทำความเข้าใจวิธีการใช้งานโปรแกรมได้ด้วยตนเอง แตกต่างจากโปรแกรม Inquisit 4.0 Lab ที่ต้องมีความรู้ขั้นสูงในด้านการเขียนรหัสหรือ Code ของโปรแกรมจึงจะสามารถสร้างกิจกรรมประเมินได้ นอกจากนี้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ยังมีข้อดีกว่าในด้านความสามารถของการบันทึกรายละเอียดผลการประเมินได้มากกว่าโปรแกรม Inquisit 4.0 Lab เช่น เวลาในการตอบสนอง (Reaction Time) การแสดงคะแนนหรือร้อยละของการตอบถูกหรือผิดทั้งเป็นรายข้อ รายชุด หรือโดยภาพรวมทั้งหมดได้อย่างละเอียด เป็นต้น และยังสามารถทำงานได้บนโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ที่เป็นรุ่นทดลองใช้งาน (Demo) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำออกแบบและเขียนโปรแกรมให้สามารถแสดงผลการประเมินออกมาทันทีหลังเสร็จสิ้นการประเมิน ทำให้ทราบผลการประเมินแต่ละกิจกรรมได้โดยไม่ต้องอาศัยการบันทึกผลในรูปของ Text File ที่เปิดดูผลการประเมินได้เฉพาะโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ที่มีหมายเลขลิขสิทธิ์ (License) เท่านั้น มีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อหมายเลขลิขสิทธิ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการนำไปใช้ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษากับกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ๆ ในเวลาเดียวกันและมีคอมพิวเตอร์เพียงพอ ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเก็บข้อมูล จึงเป็นโปรแกรมที่ผู้วิจัยเลือกนำมาใช้เช่นเดียวกับ กนก พานทอง (2555) ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab สร้างกิจกรรมทดสอบด้านเลขคณิตในการศึกษารูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันโดยพิจารณาจากคะแนนความถูกต้องของการทำกิจกรรมทดสอบด้านเลขคณิต และอัญชนา จุลศิริ (2556) ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 4.5 ในการสร้างกิจกรรมขณะนับเลข (Counting Span Task) สำหรับประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดในผู้สูงอายุและพิจารณาผลของสมรรถนะความจำขณะคิดจากคะแนนความถูกต้องของการทำกิจกรรมขณะนับเลข

สำหรับหลักในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยอาศัยหลักการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) ของ Elliot (2004) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม 2) การพัฒนาโปรแกรม 3) การทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม 4) การจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม และ 5) การตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ ร่วมกับแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ในส่วนของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน ทำให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีคุณภาพ แต่ละกิจกรรมมีรูปแบบและลักษณะการประเมินตามแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs คือ มีทั้งการเก็บจำและจัดกระทำข้อมูล (Store and Manipulate Information) ในช่วงเวลาจำกัด (Unsworth et al., 2005) สอดคล้องกับหลักการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาตามที่ Dehn (2008, p. 134) กล่าวว่า กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านเป็นกิจกรรมที่นักวิจัยด้านจิตวิทยา ด้านประสาทวิทยาศาสตร์ และด้านวิทยาการปัญญาประยุกต์หลายคณะนำไปใช้ในการวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดอย่างกว้างขวางเพื่อเป็นตัวทำนายความสามารถทางปัญญาขั้นสูง รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะความจำขณะคิด

ด้านภาษากับความสามารถทางปัญญาขั้นสูงด้านอื่น เช่น สมรรถนะด้านการทำความเข้าใจในการอ่าน (Reading Comprehension Ability) สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Ability) เป็นต้น เพราะเป็นการให้สมองทำงานแบบซับซ้อน คือต้องประมวลผล (Processing) และเก็บจำ (Store) ข้อมูลภาษาในช่วงเวลาเดียวกัน แล้วจึงประเมินสมรรถนะในการบรรจุหรือเก็บจำข้อมูลโดยการบอกสิ่งที่จำออกมาตามลำดับให้ถูกต้อง และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Keller et al. (2002, pp. 189 - 203) ที่อธิบายถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านในด้านการทำงานขององค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษาที่สัมพันธ์กับความจำระยะยาวว่า ข้อมูลภาษาจะเข้าสู่ระบบความจำได้ดีจากการอ่านแบบอ่านในใจ (Silent Reading) เพราะเป็นการอ่านเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่อ่าน จากนั้นข้อมูลภาษาจะถูกใส่รหัส (Encoding) เพื่อให้เกิดการสร้างภาพของข้อมูลในสมอง (Brain Image) แล้วจึงส่งเข้าสู่ความจำระยะยาว ซึ่งกระบวนการนี้อาศัยส่วนเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Store) และส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม (Articulatory Loop) ที่อยู่ในองค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษาตามแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley (2000) สอดคล้องกับรูปแบบการประเมินของทั้งสองกิจกรรมในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นที่ให้ผู้รับการประเมินใช้วิธีการคิดเลขในใจและอ่านประโยคข้อความในใจแทนการอ่านออกเสียง จึงเห็นได้ว่า กิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน เป็นกิจกรรมที่ทำให้สมองต้องทำงานสองอย่างในเวลาเดียวกัน คือ การเก็บรักษาข้อมูลในสมองพร้อมกับการดำเนินการหรือจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้รับมาอย่างต่อเนื่องขณะที่ทำกิจกรรมอยู่สอดคล้องกับนิยามของความจำขณะคิด

ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในส่วนของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นการกำหนดผังการทำงานของโปรแกรมโดยรวมแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ ส่วนนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วย 4 ส่วนย่อย ได้แก่ การเข้าใช้งานโปรแกรม การกรอกข้อมูลเบื้องต้น คำชี้แจงรูปแบบและวิธีการประเมิน ส่วนกิจกรรมการประเมิน ประกอบด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน ส่วนประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล ประกอบด้วยส่วนบันทึกข้อมูลการประเมินมี 2 แบบ คือ แบบข้อมูลดิบและแบบแสดงข้อมูลโดยสรุป และส่วนการคิดคะแนนที่คิดจากคะแนนที่ผู้รับการประเมินบอกตัวอักษรออกมาตามลำดับได้อย่างถูกต้อง เรียกว่า คะแนนการจัดเก็บข้อมูลบางส่วน (Partial Storage Score) ขั้นที่ 2 การพัฒนาโปรแกรม ประกอบด้วย ขั้นตอนการเลือกตัวอักษรสำหรับจำ เป็นตัวอักษรไทยจำนวน 12 ตัว ประเภทอักษรเดี่ยว ได้แก่ ก ง จ ต บ ฟ ม ย ร ว อ ฮ เลือกโดยใช้เกณฑ์การแบ่งตัวอักษรโดยตำแหน่งอวัยวะที่ทำให้เกิดเสียงหรือเรียกว่า ฐานกรณ์ จำนวน 6 ฐาน ๆ ละ 2 ตัวอักษร สอดคล้องกับการเลือกตัวอักษรสำหรับจำในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al., (2005) โดยใช้ตำแหน่งที่ทำให้เกิดเสียงของตัวอักษรภาษาอังกฤษ (Points of Articulation) ในการเลือกตัวอักษรสำหรับทดสอบการจำประกอบด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ 12 ตัว ได้แก่ F H J K L N P Q R S T Y จากนั้นเป็นขั้นตอนการเขียนโปรแกรม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 สร้างเป็น 2 กิจกรรมที่มีโครงสร้างและผังการทำงานเหมือนกัน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ส่วนนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วย การเข้าใช้งานโปรแกรม การกรอกข้อมูลเบื้องต้นของผู้รับการประเมิน ส่วนนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นของผู้รับการประเมินแต่ละคน กำหนดให้ใช้แป้นพิมพ์ใน

การกรอกข้อมูล ในส่วนคำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมิน การทดลองประเมินก่อนการประเมินจริงกำหนดให้ใช้เมาส์คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการประเมิน เช่นเดียวกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ส่วนที่ 2 ส่วนกิจกรรมการประเมิน ประกอบด้วยข้อคำถามและตัวอักษรให้จำสลับกันไป มีทั้งหมด 5 แบบ ตามจำนวนตัวอักษรให้จำตั้งแต่ 3 – 7 ตัว ประกอบด้วย แบบที่ 1 แบบ 3 ข้อคำถาม 3 ตัวอักษร แบบที่ 2 แบบ 4 ข้อคำถาม 4 ตัวอักษร แบบที่ 3 แบบ 5 ข้อคำถาม 5 ตัวอักษร แบบที่ 4 แบบ 6 ข้อคำถาม 6 ตัวอักษร และแบบที่ 5 แบบ 7 ข้อคำถาม 7 ตัวอักษร แต่ละแบบจะมี 3 ชุดประเมิน ส่วนที่ 3 ส่วนบันทึกและประมวลผลคะแนนประเมิน ออกแบบให้โปรแกรมบันทึกข้อมูลลงในไฟล์เดียวกันกับตำแหน่งที่อยู่ของโปรแกรมเพื่อให้สะดวกในการเรียกผลการประเมินออกมาตรวจสอบ สำหรับในการคิดคะแนนประเมินนั้น คิดจากคะแนนความสามารถในการจำตัวอักษรและบอกออกมาได้อย่างถูกต้อง เรียกว่า คะแนนการจัดเก็บข้อมูลบางส่วน (Partial Storage Score) เป็นคะแนนรวมจากการตอบตัวอักษรที่ปรากฏให้จำตามลำดับได้ถูกต้องในแต่ละแบบของแต่ละกิจกรรม กำหนดคะแนนเต็มแต่ละแบบ ดังนี้ แบบ 3 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 9 คะแนน แบบ 4 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 12 คะแนน แบบ 5 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 15 คะแนน แบบ 6 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 18 คะแนน และแบบ 7 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 21 คะแนน วิธีการคิดคะแนน คือ ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษรของกิจกรรมขณะคำนวณหรือกิจกรรมขณะอ่าน แบบ 3 ตัวอักษร ในการประเมิน 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้ ครั้งที่ 1 ตอบถูก 3 ตัวอักษร ครั้งที่ 2 ตอบถูก 2 ตัวอักษร ครั้งที่ 3 ตอบถูก 2 ตัวอักษร จะได้คะแนนจากการประเมินของแบบ 3 ตัวอักษร คือ 3 + 2 + 2 = 7 คะแนน จากนั้นนำคะแนนของแต่ละแบบมารวมกัน เช่น ถ้าแบบ 3 ตัวอักษร ได้ 7 คะแนน แบบ 4 ตัวอักษร ได้ 11 คะแนน แบบ 5 ตัวอักษร ได้ 13 คะแนน แบบ 6 ตัวอักษร ได้ 14 คะแนน และแบบ 7 ตัวอักษร ได้ 16 คะแนน ดังนั้น คะแนนจากการประเมินที่ใช้การเก็บจำข้อมูลบางส่วน หรือ Partial Storage Score เท่ากับ 7 + 11 + 13 + 14 + 16 = 61 คะแนน เนื่องจากคะแนนดังกล่าวเป็นการบ่งบอกถึงความสามารถในการประมวลผลและเก็บจำข้อมูลจากการทำกิจกรรมแบบซับซ้อน (Unsworth et al., 2005, pp. 498 - 505; Redick et al., 2012, pp. 164 – 171) ตามความหมายของสมรรถนะความจำขณะคิด

ส่วนผลการตอบในส่วนที่เป็นข้อคำถามสมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายของกิจกรรมขณะคำนวณ และข้อคำถามที่เป็นประโยคสำหรับตีความในกิจกรรมขณะอ่านนั้นถือว่าเป็นกิจกรรมรบกวนการจำ (Interface Task) เป็นส่วนให้ผู้รับการประเมินใช้สมองในการประมวลผล จึงไม่ได้นำคะแนนจากส่วนดังกล่าวมาคิด ซึ่ง Conway et al. (2005, pp. 769 – 786) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนส่วนการประมวลผลและส่วนการเก็บจำของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน พบว่า คะแนนส่วนการประมวลผลและคะแนนส่วนเก็บจำมีความสัมพันธ์กันระดับสูงในทางบวก แสดงให้เห็นว่าสมรรถนะในส่วนประมวลผลกับสมรรถนะในส่วนของการเก็บจำจึงมีความสัมพันธ์กัน คือ ถ้าผู้รับการประเมินสามารถบอกจำนวนตัวอักษรที่จำได้ตามลำดับออกมาได้ถูกต้องมากเท่าไร แสดงว่ามีสมรรถนะในการประมวลผลมากด้วยเช่นกัน ดังนั้น คะแนนที่ประเมินออกมาได้จึงคิดเฉพาะคะแนนส่วนของการเก็บจำเท่านั้น ส่วนข้อคำถามสมการคณิตศาสตร์และประโยคสำหรับตีความจะใช้เป็นเพียงส่วนหนึ่งที่ให้ผู้รับการประเมินได้ใช้สมองในส่วนของการประมวลเพื่อให้สอดคล้องกับนิยามของความจำขณะคิด

ขั้นที่ 3 การทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม มี 3 ขั้นตอน คือ 1) ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมด้วยตนเอง เพื่อหาจุดบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขการทำงานของโปรแกรมเบื้องต้นก่อน 2) ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมโดยทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคลองกิ่วยิ่งวิทยา อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 17 คน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมในระดับมาก ขั้นที่ 4 การจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมมีเนื้อหาแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม ส่วนที่ 2 คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้งาน ส่วนที่ 3 การใช้งานโปรแกรม และส่วนที่ 4 การบันทึกและการคิดคะแนนจากการประเมิน ผลจากการประเมินการจัดทำคู่มือโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า คู่มือการใช้งานโปรแกรมนี้มีความชัดเจนดี อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยมีการจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมเป็นลำดับขั้นตอน มีการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่มีการจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมและมีการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมจากอาจารย์ที่ปรึกษาในการจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมนั้น ถือว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งของการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในส่วนของการจัดทำเอกสารประกอบ ซึ่ง ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล (2547, หน้า 66 - 75) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในส่วนของการจัดทำเอกสารประกอบว่า เมื่อโปรแกรมผ่านการทดสอบแล้วต้องจัดทำเอกสารประกอบซึ่งมีรายละเอียดของวิธีการใช้งานโปรแกรม วิธีการติดตั้งโปรแกรม ตลอดจนขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม รวมถึงอัลกอริทึมและโปรแกรมต้นฉบับ (Source Code) เพื่อประโยชน์ในกรณีที่ต้องการแก้ไขหรือปรับปรุงโปรแกรมภายหลัง ซึ่งการจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำครอบคลุมทุกด้านเพื่อให้ผู้ที่นำไปใช้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง และขั้นที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยผู้เชี่ยวชาญใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม ด้านความถูกต้องในการใช้งาน และด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม พบว่า โปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมทั้ง 4 ด้าน มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโปรแกรมได้รับการตรวจสอบคุณภาพหลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การตรวจสอบข้อบกพร่องเบื้องต้นโดยผู้วิจัยและการแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแต่ละกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ การตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทดลองใช้ และการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมที่สร้างและพัฒนาขึ้นกับโปรแกรมต้นแบบที่ให้ผลไม่แตกต่างและมีความสัมพันธ์กัน จึงทำให้โปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม

2. การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs

ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเทียบกับโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกิจกรรมขณะคำนวณอยู่ในระดับสูงในทางบวก มีค่าเท่ากับ 0.68 ($p<.01$) แสดงว่า กิจกรรมขณะคำนวณในโปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาได้เช่นเดียวกับกิจกรรมขณะคำนวณในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs เนื่องจากการประเมินด้วยกิจกรรมขณะคำนวณทั้งในโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ถึงแม้จะมีภาษาที่ใช้ในการประเมินต่างกัน แต่มีรูปแบบและวิธีการ

ประเมินที่เหมือนกันโดยเริ่มจากการแก้สมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายก่อนแล้วตามด้วยการจำตัวอักษร ซึ่งสมการคณิตศาสตร์ของกิจกรรมขณะคำนวณในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสร้างตามแนวคิดเดียวกับกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs จึงทำให้ผลการประเมินดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ De Neys et al. (2002, pp. 177 - 190) ที่พัฒนากิจกรรมขณะคำนวณภาษาดัชต์ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Dutch Computerized of Operation Span Test) และหาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมขณะคำนวณดังกล่าวกับกิจกรรมขณะคำนวณในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al., (2005) พบว่า กิจกรรมขณะคำนวณที่เป็นภาษาดัชต์และกิจกรรมขณะคำนวณในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005) มีความสัมพันธ์กันในระดับดี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p<.01$)

ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมขณะอ่าน ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับสูงในทางบวก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.83 ($p<.01$) แสดงว่า กิจกรรมขณะอ่านที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถใช้ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดได้เช่นเดียวกับกิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs เนื่องจากในการสร้างข้อคำถามของกิจกรรมขณะอ่าน ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แนวคิดเดียวกับการสร้างข้อคำถามในกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ซึ่งผู้วิจัยได้แปลข้อคำถามกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยอีกทั้งปรับให้เป็นบริบทของไทยและผ่านการตรวจสอบการแปลภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษ และยังคงหลักการสร้างข้อคำถามไว้ตามเดิมเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างสามารถอ่านและเข้าใจได้สะดวก จึงทำให้ผลการประเมินดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Van den noort et al. (2008, pp. 35 – 42) ที่ศึกษาการสร้างกิจรรมขณะอ่านในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในภาษาต่าง ๆ 4 ภาษา ได้แก่ ภาษาดัชต์ ภาษาอังกฤษ ภาษาเยอรมัน และภาษานอร์เวย์ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกิจกรรมขณะอ่านในรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาต่าง ๆ กับกิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005) ด้วยการหาความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เท่ากับ 0.58 ($p<.01$) แสดงว่ากิจกรรมขณะอ่านที่สร้างขึ้นด้วยภาษาต่าง ๆ สามารถใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดได้เช่นเดียวกิจกรรมขณะอ่านในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005)

จากผลการวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ครั้งนี้ พบว่า โปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาได้เทียบเท่าโปรแกรมมาตรฐาน CSTs เนื่องจากรูปแบบและแนวทางในการสร้างซึ่งผู้วิจัยอาศัยแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth et al. (2005)

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยนี้เห็นได้ว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นโปรแกรมที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพหลายขั้นตอน มีรูปแบบที่เหมาะสมกับบริบทที่เป็นไทย สะดวกและใช้งานง่าย ในการนำ

ผลการวิจัยไปใช้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ด้านการศึกษา เนื่องจากสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษามีความสัมพันธ์อย่างสูงในทางบวกและสามารถใช้เป็นตัวทำนายความสามารถทางปัญญาขั้นสูง (Higher – Order Cognition) ดังนั้น ครู อาจารย์ สามารถนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาเพื่อประเมินศักยภาพหรือความสามารถทางปัญญาขั้นสูงในเบื้องต้นของผู้เรียน สำหรับเป็นข้อมูลในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสามารถทางสมอง หรือคัดกรองนักเรียนที่มีปัญหาด้านความเข้าใจในการอ่าน (Reading Comprehension) หรือหรือสมรรถนะด้านคณิตศาสตร์ (Mathematic Ability) ได้

2. ด้านจิตวิทยาหรือทางการแพทย์ สามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือประเมินสมรรถนะของสมองในรูปแบบต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับการทำงานของสมองแต่ละส่วนหรือความสัมพันธ์กับความสามารถทางสมองขั้นสูงแบบต่าง เช่น เชาว์ปัญญาเชิงเลื่อนไหล เป็นต้น

3. สำหรับผู้จะนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้นั้น โปรแกรมสามารถทำงานได้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 แบบรุ่นทดลองใช้งาน (Demo) 30 วัน โดยดาวน์โหลดมาใช้งานได้จากเวบไซต์ www.superlab.com ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบและเขียนโปรแกรมให้แสดงผลการประเมินทันทีหลังเสร็จสิ้นการประเมินของแต่ละกิจกรรมในรูปของคะแนนการตอบตัวอักษรได้ถูกต้อง (Partial Storage Score) แต่ถ้าผู้นำไปใช้ต้องการทราบรายละเอียดผลการประเมินมากกว่านี้ เช่น เวลาตอบสนองในการตอบ (Reaction Time) หรือร้อยละการตอบถูกของแต่ละชุด (Trial) จะต้องใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 รุ่นที่มีหมายเลขลิขสิทธิ์ (License) จึงจะบันทึกผลการประเมินในรูปของ Text File ที่สามารถดูรายละเอียดผลการประเมินได้ด้วยโปรแกรม Cedrus Data Viewer

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดสำหรับนักเรียนแต่ละช่วงอายุเนื่องจากมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการทางสมองต่างกันส่งผลให้สมรรถนะความจำขณะคิดแตกต่างกันไป

2. ควรมีการสร้างปกติวิสัย (Norm) ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาเพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการประเมินที่สามารถใช้ได้ครอบคลุมทั้งประเทศ

3. ควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะความจำขณะคิดกับความสามารถทางสมองขั้นสูงด้านต่าง ๆ เช่น สมรรถนะทางการอ่าน สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

4. ในการเก็บข้อมูล ควรแนะนำเกี่ยวกับการกรอกข้อมูลเบื้องต้น รูปแบบและวิธีการประเมินของแต่ละกิจกรรม และควรเลือกสถานที่เงียบและมีสิ่งรบกวนน้อยที่สุด เช่น ห้องประชุมที่มีลักษณะเป็นห้องปิด เพื่อให้ผู้รับการประเมินมีสมาธิต่อการประเมินในแต่ละกิจกรรม

บรรณานุกรม

กนก พานทอง. (2555). ผลของความยากของข้อสอบและความสามารถของผู้สอบที่มีต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง: การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสัมพันธ์กับเหตุการณ์ขณะทดสอบด้านเลขคณิต.*วารสารวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา RMCS มหาวิทยาลัยบูรพา*, *9 – 1*, 64-77.

จรัลวิไล จรูญโรจน์. (2552). *ภาษาศาสตร์เบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจนจิรา เจนจิตรวาณิช. (2548). *รูปแบบการเลี้ยงดูของบิดามารดาและความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนมัธยม ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขต 1 กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(จิตวิทยาชุมชน), สาขาวิชาจิตวิทยา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฉัทวุฒิ พืชผล และพิชิต สันติกุลานนท์. (2547). *คู่มือ Visual Basic 6* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.

ทิศนา แขมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.

ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล. (2547). *เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18. (2557). *ข้อมูล Data Management Center 2017*. สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2557, เข้าถึงได้จาก http://www.spm18.go.th

เสทียน วึกประโคน. (2553*). ความจำขณะทำงานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน.* วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เสรี ชัดแช้ม. (2544). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการวัดผลการศึกษา.* ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา

โสพส สุขานนท์สวัสดิ์. (2556). การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ. *วารสารวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา RMCS มหาวิทยาลัยบูรพา*, *10 – 2*, 71-85.

อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา. (2551). *สมอง เรียน รู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). สถาบันส่งเสริมอัฉริยภาพและนวัตกรรมการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ศิริวัฒนาอินเตอร์พริ้น.

อัญชนา จุลศิริ. (2556). *ผลของการฟังดนตรีไทยเดิมที่พึงพอใจต่อการเพิ่มความจำขณะคิดในผู้สูงอายุ: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง*. *วารสารวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา RMCS มหาวิทยาลัยบูรพา*, *11 – 1*, 1-18.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2548). *การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล: Database design and management*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

Adam, J. A. (1967). *Human Memory*. New York: McGraw-Hill.

Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Harcourt Assessment.

Alloway, T. P., & Gathercole, S. E. (2006). How dose working memory in the classroom?. *Education Research & Reviews*, *1*(4), 134-139.

Alloway, T. P., & Gathercole, S. E. (2007). *Understanding working memory: A classroom guide:* United Kingdom: Harcourt Assessment.

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). *Human memory: A proposed system & its control processes*. In K. W. Spence (Ed.), The psychology of learning & motivation: Advances in research & theory 195). New York: Academic Press.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, *8*, 47–89. New York: Academic Press.

Baaddeley, A. D. (1992). Working Memory. *Science*, 255, 556-559.

Baddeley, A. D. (2000*).* The episodic buffer: A new component of working memory?, *Trends in Cognitive Science*, *4*(11), 417-423.

Baddeley, A. D. (2003*).* Working memory and language: An overview, *Journal of Communication Disorders*, *36*, 189–208.

Baddeley, A. D., Gathercole, S. E., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review, 105*(1), 158–173.

Bailey, H. (2012). Computer-paced versus experiment-paced working memory span tasks: Are they equally reliable and valid?, *Learning and Individual Differences*, *22*, 875-881.

Beckmann, B., Holling, H., & Juhn, J. T. (2007). Reliability of Verbal-Numerical Working Memory Task*. Personality and Individual Differences, 21,* 703-714.

Berninger, V. W., & Richards, T. L. (2002). *Brain literacy for educators and sychologists*. San Diego: Academic Press.

Broadbent, D. E. (1966*). Perception and Communication* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.

Buchsbaum, B. R. (2013). The role of consciousness in the phonological loop: Hidden in plain sight. *Frontiers in Psychology*, *4*, 496, 1–5.

Buehner, M., Krumm, S., & Pick, M. (2005). Reasoning = working memory attention. *Intelligence*, *33*, 251-272.

Cedrus Corporation. (2011). *SuperLab 5.0 Manual*. U.S.A.: Cedrus Corporation.

Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *11*, 671-684.

Colom, R., Rubio, V. J., Shih, P. C., & Santacreu, J. (2006). Fluid intelligence, working memory and executive functioning. *Psicothema, 18*(4), 816-821.

Colom, R. A., F.J., Quiroga, Ma. A., Shih, P. C., & Flores-Menzoda, C. (2008). Working memory & intelligence are highly related constructs, but why?. *Intelligence*, *36*, 584-606.

Cowan, N., Fristoe, N. M., Elliott, E. M., Brunner, R. P., & Saults, J. S. (2006). Scope of attention, control of attention, and intelligence in children and adults. *Memory & Cognition*, *34*, 1754-1768.

Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O. & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin and Review*, *12*, 769–786.

Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual difference in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning & Verbal* Behavior, *19*, 450-466.

Dehn, M. J. (2008). *Working memory & academic learning: Assessment & intervention*. U.S.A.: John Wiley & Son, Inc.

De Neys, W., d'Ydewalle, G., Schaeken, W., & Vos, G. (2002). A Dutch, computerized, and group administrable adaptation of the operation span test. *Psychologica Belgica*, *42*, 177-190.

D'Esposito, M. (2007). From cognitive to neural models of working memory. *Philosophical Transactions of The Royal Society B, 362,* 761-772.

Elliott, G. (2004). *Global business information technology: An integrated systems approach*. Ontario: Pearson Addison Wesley.

Faraco, C. C., Unsworth, N., Langley, J., Terry, D., Li, K. Zhang, D., et al. (2011). Complex span tasks and hippocampal recruitment during working memory. *Neuroimage*, *55*, 773–787.

Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1990). The role of phonological memory in vocabulary acquisition: A study of young children learning new names. *British Journal of Psychology*, *81*(4), 439-454.

Goldstein, E. B. (2008). *Cognitive Psychology Connecting Mind, Research, and Everyday Experience.* U.S.A.: Thomson Wadsworth.

Hale, J. B., & Fiorello, C. A. (2004). *School neuropsychology: A practitioner's handbook*. New York: Guilford.

Hamachek, D. E. (1995). *Psychology in teaching, Learning, and Growth* (5th ed.). Allyn and Bacon.

Hancock, A. B., Lapointe, L. L., Stierwalt, J. A. G., Bourgeois, M. S., & Zwaan, R. A. (2007). Computerized Measures of verbal working memory performance in healthy elderly participants. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, *34*, 73-85.

Hedden, T., & Yoon, C. (2006). Individual differences in executive processing predict susceptibility to interference in verbal working memory. *Neuropsychology*, *20*, 511–528.

Henry, L. (2012). *The development of working memory in children*, The United states of Kingdom, SAGE Publication.

Hoffman, B., & Schraw, G. (2009). The influence of self-efficacy & working memory capacity on problem- solving efficiency. *Learning & Individual Difference*, *19*, 91-100.

Hornung, C., Brunner, M., Reuter, R. A. P., & Martin, R. (2011). Children's working memory: It's structure & relationship to fluid intelligence. *Intelligence*, *39*, 210-221.

Jaeggi, S. M., Buschkuehl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceeding of the National Academic of Sciences of the United State of America*, *105*, 1-5.

Johnsan, W., Mcgue, M., M., & Lacona, W. (2007). How parents influence school grade: Hihts from a sample of adoptive and biological families, *Learning and Individual difference*, *17*, 201-219.

Kane, M., J., Hambrick, D. Z., & Conway, A. R. (2005). Working memory capacity & fluid intelligence are strongly related constructs: Comment on Ackerman, Beier & Boyle. *Psychological Bulletin*, *131*(1), 66-71.

Keller, T. A., Carpenter, P. A., & Just, M. A. (2003). Brain imaging of tongue-twister sentence comprehension: Twisting the tongue and the brain. *Brain and Language*, *84*, 189-203.

Klein, S. B. (2012*). Learning: Principles & Applications* (6th ed.). U.S.A.: SAGE Publication.

Kyttala, M. & Lento, J. E. (2008). Some factors underlying mathematical performance: The role of visuo-spatial working memory & non-verbal intelligence. *European Journal of Psychology of Education*, *113*(1), 77-94.

Lauroa, L. J., Romero, R., Janine, C., Leonardo G., Papagno, A., & Carlo C. C. (2010). A case for the involvement of phonological loop in sentence comprehension, *Neuropsychologia, 48*, 4003–4011.

Logie, Robert H., & Gilhooly, K. J. (1998), *Working Memory and Thinking*. The United Kingdom: Psychology Press.

Mattanah, J. F., Pratt, M. W., Cowan, P. A., & Cowan, C. P. (2005). Authoritative parenting, parental scaffolding a long-division mathematics and children's academic competence in fourth grade, *Journal of Applied Developmental Psychology*, *26*(1), 85-106.

Meinz, El. J., Hambrick, D. Z., Hawkins, C. B., Gillings, A. K., Meyer, B. E., & Schneider, J. L. (2012). Roles of domain Knowledge and Working Memory Capacity in Component skill in Texas: Hold' Em poker. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *1*, 34-40.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, *63*, 81–97.

Morris, C. G., & Maisto, A. A. (2013). *Understanding Psychology* (10th ed.). U.S.A.: Prentice Hall.

Myers, D. G. (2014). *Exploring Psychology* (9th ed.). Worth Publishers.

Noort, M. V. D., Bosch, P., Haverkort, M., & Hugdahl, K. (2008). A standard computerized version of the reading span test in different languages. *European Journal of Psychological Assessment*, *24*(1), 35 – 42.

Pardo-vazquez, J. L., & Fernandez-Ray, J. (2008), External validation of the computerized, group administrable adaptation of the "operation span task", *Behavior Research Method*, *40*, 1, 46-54.

Pickering, S. J., & Gathercole, S. E. (2001a). *Working Memory Test Battery for Children*. United Kingdom: Psychological Corporation Europe.

Pickering, S. J., & Gathercole, S. E. (2001b). *Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C) manual*. United Kingdom: Psychological Corporation Europe.

Prabhakaran, V., Narayanan, K., Zhao, Z., & Gabrieli, J. D. E. (2000). Integration of diverse information in working memory within the frontal lobe. *Nature Neuroscience*, *3*, 85–90.

Redick, T. S., Broadway, J. M., Meier, M. E., Kuriakose, P. S., Unsworth, N., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2012). Measuring working memory capacity with automated complex span tasks. *European Journal of Psychological Assessment*, *28*(3), 164 – 171.

Redick, T. S., & Lindsey, D. R. B. (2013). Complex span and n-back measures of working memory: A meta-analysis, *Psychon Bull Rev*, *20*, 1102-1113.

Rudner, M., Fransson, P., Ingvar, M., Nyberg, L., & Ronnberg, J. (2007). Neural representation of binding lexical signs and words in the episodic buffer of working memory. *Neuropsychologia*, *45*, 2258–2276.

Sanchez, C. A., Wiley, J., Miura, T. K., Colflesh, G. J. H., Ricks, T. R., Lensen, M. & Conway. (2010). Assessing working memory capacity in a non-native language, *Learning and Individual Differences*, *20*, 488-493.

Schmiedek, F., Hildebrandt, A., Lovden, M., Lindenberger, U., & Wilhelm, O. (2009). Complex span versus updating tasks of working memory: The gap is not that deep. *Journal of Experimental Psychological Learning and Memory of Cognitive, 35*(4), 1089-1096.

Schwartz, B. L. (2011). *Memory : Foundations & Applications*. U.S.A.: SAGE Publications.

Seigneuric, A,, & Ehrlich, M. F. (2005). Contribution of working memory capacity to children's reading comprehension: A longitudinal investigation. *Reading and Writing, 18*, 617-656.

Sweatt, J. D. (2010). *Mechanisms of Memory* (2nd ed.). U.S.A.: Academic Press.

Thompson-Schill, S. L., Jonides, J., Marshuetz, C., Smith, E. E., Esposito, M., Kan, I. P., et al. (2002). Effects of frontal lobe damage on interference effects in working memory, Cognitive, Affective, and Behavioral. *Neuroscience*, *2*, 109-120.

Tillman, C. (2008). Working memory and higher-order cognition in children. Acta Universitatis Upsaliensis. *Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertation from the Faculty of Social Sciences,* 38-44.

Tillman, C. M., Nyberg, L., & Bohlin, G. (2008). Working memory components & intelligence in children. *Intelligence*, *36*, 394-402.

Turner, M. L., & Engel, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent?, *Journal of Memory and Language*, *28*, 127-154.

Unsworth, N., & Engle, R. W. (2005). Working memory capacity and fluid abilities: Examining the correlation between Operation Span and Raven. *Intelligence*, *33*, 67–81.

Unsworth, N., & Engle, R. W. (2006). Simple and complex memory spans and their relation to fluid abilities: Evidence from list-length effects. *Journal of Memory and Language*, *54*, 68–80.

Unsworth, N., Schrock, J. C., & Engle, R. W. (2005). An automated version of the operation span task. *Behavior Research Methods*, *37*(3), 498-505.

Unsworth, N., & Spiller, G. J. (2010). Working memory capacity: Attention control, secondary memory, or both? A direct test of the dual-component model. *Journal of Memory & Language*, *62*, 392-406.

Unsworth, N., Redick, T. S., Heitz, R. P., Broadway, J. M. & Engle, R. W. (2009). Complex working memory span tasks and higher-order cognition: A latent-variable analysis of the relationship between processing and storage. *Memory*, *17*, 6, 635-654.

Unsworth, N., Spillers, G. J., & Brewer, G. A. (2009). Examining the relations among working memory capacity, attention control, & fluid intelligence from a dual-component framework. *Psychology Science Quarterly*, *51*(4), 388-402.

Van den Noort, M., Bosch, P., Haverkort, M., & Hugdahl, K., (2008). A standard computerized version of the reading span test in different language. *European Journal of Psychological Assessment*, *24*(1), 35 – 42.

Vuontela, V., Steenari, M. R., Aronen, E. T., Korvenoja, A., Aronen, H. J., & Carlson, S. (2009). Brain activation and deactivation during location and color working memory tasks in 11-13-year-old children. *Brain and Cognition*, *69*(1), 56-64.

Wechsler, D. (2003). *Wechsler Memory Scale—fouth edition*. San Antonio: The Psychological Corporation.

Wilhelm, Ol., Hildebrandt, A., & Oberauer, K. (2013). What is working memory capacity, and how can we measure it?, *Personality Science and Individual Difference*, *4*, 433, 1-22.

Yuan, K., Steedle, J., Shavelson, R., Alonzo, A., & Oppezzo, M. (2006). Working memory, fluid intelligence, & science learning. *Education Research Review*, 83-98.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ด้านความตรงเชิงเนื้อหา

1. ดร.ปรัชญา แก้วแก่น
   อาจารย์ประจำ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
   จังหวัดชลบุรี
2. ดร.ภัทราวดี มากมี
   อาจารย์ประจำ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
   จังหวัดชลบุรี
3. ดร.ลัดดา เหลืองรัตนมาศ
   อาจารย์ประจำ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี
   จังหวัดชลบุรี

ภาคผนวก ข

สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา
ของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา โทร. ๒๐๗๗, ๒๐๗๘, ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
ที่ ศธ ๖๖๒๘/ว ๘๓๔ **วันที่** ๑๖ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๖
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

เรียน (สำเนา)

ด้วย นายสุรเชษฐ์ พินิจกิจ รหัสประจำตัว ๕๓๙๑๐๐๓๗ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาและตัวอักษรสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ รศ.ดร.สุพิมพ์ ศรีพันธ์วรสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยของนิสิตในครั้งนี้ (เอกสารดังแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

แจ้งท้ายสำเนา
ดร.ลัดดา เหลืองรัตนมาศ
ดร.ปรัชญา แก้วแก่น
ดร.ภัทราวดี มากมี

รับ.....
พิมพ์.....
ทาน.....

ภาคผนวก ค

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. ดร.ปริญญา เรืองทิพย์
   อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
   จังหวัดชลบุรี
2. รศ.ดร. สิริรัตน์ วิภาสศิลป์
   อาจารย์ประจำศูนย์วิชาการประเมินผล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
   จังหวัดนนทบุรี
3. นายแพทย์สมรักษ์ สันติเบ็ญจกุล
   อาจารย์ประจำคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
   กรุงเทพมหานคร
4. อาจารย์ยรรยงค์ พันธ์สวัสดิ์
   อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยมหิดล
   จังหวัดนครปฐม

ภาคผนวก ง

แบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความเหมาะสมในการใช้งาน
การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจงในการตอบแบบประเมิน

แบบประเมินความเหมาะสมในการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทราบความคิดเห็นหลังจากใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรียบร้อยแล้ว เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรม

แบบประเมินฉบับนี้ตอบหลังจากที่ผู้ประเมินได้ศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรมและทดลองใช้โปรแกรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นแล้ว

แบบประเมินฉบับนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรม

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่มีต่อการพัฒนาโปรแกรม

ตอนที่ 1 โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน หลังจากที่ท่านได้ศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรมและทดลองใช้งานโปรแกรมแล้ว ดังตัวอย่างต่อไปนี้

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	-1	0	+1
1. โปรแกรมสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์			✓

มีเกณฑ์การประเมินผล ดังนี้

+1 หมายถึง มีความเหมาะสม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสม

-1 หมายถึง ไม่มีความเหมาะสม

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	-1	0	+1
ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม			
1. คู่มือการใช้โปรแกรมสามารถอธิบายวัตถุประสงค์ของโปรแกรมได้ชัดเจน			
2. คู่มือการใช้โปรแกรมอธิบายวิธีการใช้งานโปรแกรมได้อย่างมีลำดับขั้นตอน			
3. ภาษาที่ใช้ในคู่มือการใช้โปรแกรมอ่านแล้วเข้าใจง่าย			
4. คู่มืออธิบายถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ที่มีผลต่อการใช้โปรแกรม			
5. ในแต่ละขั้นตอนของคู่มือการใช้งานโปรแกรมมีภาพประกอบที่เห็นได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย			
6. หลังจากอ่านคู่มือการใช้โปรแกรมแล้ว ผู้ใช้มั่นใจว่าสามารถใช้โปรแกรมนี้ได้			
ความสะดวกในการใช้โปรแกรม			
1. การเปิดใช้งานโปรแกรมมีความสะดวก			
2. การใส่ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานมีความสะดวก			
3. คำชี้แจงในโปรแกรมมีความเหมาะสม ผู้ใช้งานอ่านแล้วเข้าใจ			
4. การทดลองทำกิจกรรมช่วยให้เข้าใจวิธีการประเมินได้ชัดเจนยิ่งขึ้น			
5. การแสดงผลบนหน้าจอของแต่ละกิจกรรมครบถ้วนไม่ติดขัด			
6. การบันทึกและเรียกข้อมูลผลการประเมินทำได้อย่างสะดวก			
ความถูกต้องในการใช้งาน			
1. ข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะคำนวณเป็นไปตามนิยามเชิงปฏิบัติการ			
2. ข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะอ่านเป็นไปตามนิยามเชิงปฏิบัติการ			
3. โปรแกรมสามารถประเมินได้ตรงตามหลักการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา			
4. โปรแกรมสามารถบันทึกผลการประเมินและเรียกดูผลได้			
ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม			
1. การดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม SuperLab 5.0 และโปรแกรม Cedrus Data viewer มีความสะดวก			
2. การเรียกใช้โปรแกรมมีความสะดวก			
3. การออกแบบโปรแกรมมีความน่าสนใจ			
4. รูปแบบและขนาดของตัวอักษรในส่วนคำชี้แจง รูปแบบ วิธีการประเมินมีความเหมาะสม			
5. รูปแบบ ขนาดของตัวเลขและตัวอักษรที่แสดงผลในกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านมีความเหมาะสม			
6. รูปแบบและขนาดของตัวอักษรที่ใช้จำมีความเหมาะสม			

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(.....)

ผู้ประเมิน

ภาคผนวก จ

แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยนักเรียนที่ทดลองใช้

แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจงในการตอบแบบประเมิน

แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทราบความพึงพอใจหลังจากใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรียบร้อยแล้ว เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

แบบประเมินฉบับนี้ตอบหลังจากที่ผู้ประเมินได้ศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรมและทดลองใช้โปรแกรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นแล้ว

แบบประเมินฉบับนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรม

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่มีต่อโปรแกรม

ตอนที่ 1 โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของท่าน หลังจากที่ท่านได้ศึกษาคู่มือการใช้งานและทดลองใช้โปรแกรมแล้ว ดังตัวอย่างต่อไปนี้

รายการที่ประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. โปรแกรมสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์	✓				

มีเกณฑ์การประเมินผล ดังนี้

5 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมระดับมาก

3 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมระดับน้อย

1 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมระดับน้อยที่สุด

รายการที่ประเมิน	ระดับความพอใจ				
	5	4	3	2	1
ความสะดวกในการใช้โปรแกรม					
1. การเปิดใช้งานโปรแกรมมีความสะดวก					
2. การใส่ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานมีความสะดวก					
3. คำชี้แจงในการใช้งานโปรแกรมมีความเหมาะสม อ่านแล้วเข้าใจ					
4. การทดลองทำกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านช่วยให้เข้าใจวิธีการประเมินได้ชัดเจนขึ้น					
5. การแสดงผลบนหน้าจอครบถ้วนไม่ติดขัด					
6. การบันทึกและเรียกข้อมูลผลการประเมินทำได้อย่างสะดวก					
ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม					
1. ขั้นตอนการเข้าใช้งานสะดวก					
2. การตรวจสอบผลการประเมินมีความสะดวก					
3. การออกแบบโปรแกรมมีความน่าสนใจ					
4. รูปแบบและขนาดของตัวอักษรในส่วนคำชี้แจง รูปแบบ วิธีการประเมิน มีความเหมาะสม					
5. รูปแบบ ขนาดของตัวเลขและตัวอักษรที่แสดงผลมีความเหมาะสม					
6. รูปแบบและขนาดของตัวอักษรสำหรับทดสอบการจำมีความเหมาะสม					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

ภาคผนวก ฉ

ข้อคำถามกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

ข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะคำนวณ

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	สมการคณิตศาสตร์	ตัวเลขที่ใช้แสดงผล	ตัวเลือกที่ถูกต้อง
3 สมการ	1	1	3.1.1	(6 x 5) – 5 = ?	25	ใช่
3 ตัวอักษร		2	3.1.2	(9 x 7) – 9 = ?	40	ไม่ใช่
(OS3)		3	3.1.3	(12÷6) – 6 = ?	1	ไม่ใช่
	2	1	3.2.1	(8 x 9) – 2 = ?	70	ใช่
		2	3.2.2	(4 x 3) – 2 = ?	9	ไม่ใช่
		3	3.2.3	(14÷7) + 3 = ?	6	ไม่ใช่
	3	1	3.3.1	(2 x 3) + 4 = ?	10	ใช่
		2	3.3.2	(20÷2) – 5 = ?	8	ไม่ใช่
		3	3.3.3	(16÷4) – 2 = ?	2	ใช่
4 สมการ	1	1	4.1.1	(8÷4) + 4 = ?	6	ใช่
4 ตัวอักษร		2	4.1.2	(4 x 2) + 1 =?	9	ใช่
(OS4)		3	4.1.3	(5 x 5) + 3 = ?	25	ไม่ใช่
		4	4.1.4	(18÷9) - 1 = ?	0	ไม่ใช่
	2	1	4.2.1	(7 x 3) – 1 = ?	15	ไม่ใช่
		2	4.2.2	(6÷3) – 1 = ?	1	ใช่
		3	4.2.3	(15÷5) + 5 = ?	10	ไม่ใช่
		4	4.2.4	(8 x 7) + 4 = ?	60	ใช่
	3	1	4.3.1	(15÷3) + 5 = ?	10	ใช่
		2	4.3.2	(12÷6) – 1 = ?	2	ไม่ใช่
		3	4.3.3	(27÷9) + 3 = ?	9	ไม่ใช่
		4	4.3.4	(21÷3) + 3 = ?	4	ไม่ใช่
5 สมการ	1	1	5.1.1	(2 x 3) + 1 = ?	7	ใช่
5 ตัวอักษร		2	5.1.2	(28÷2) – 2 = ?	12	ใช่
(OS5)		3	5.1.3	(6÷2) + 3 = ?	6	ใช่
		4	5.1.4	(7 x 5) – 5 = ?	30	ใช่
		5	5.1.5	(6÷2) – 3 = ?	1	ไม่ใช่
	2	1	5.2.1	(40÷2) – 2 =?	18	ใช่
		2	5.2.2	(4÷2) + 2 = ?	3	ไม่ใช่
		3	5.2.3	(10÷5) + 2 = ?	4	ใช่
		4	5.2.4	(6 x 2) + 4 = ?	15	ไม่ใช่
		5	5.2.5	(8÷2) + 4 = ?	10	ไม่ใช่
	3	1	5.3.1	(9 x 2) – 2 =?	18	ไม่ใช่

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	สมการคณิตศาสตร์	ตัวเลขที่ใช้แสดงผล	คำตอบ
5 สมการ	3	2	5.3.2	(6 x 6) – 6 = ?	30	ใช่
5 ตัวอักษร		3	5.3.3	(60÷2) – 5 = ?	25	ใช่
(OS5) (ต่อ)		4	5.3.4	(2 x 8) + 4 =?	20	ใช่
		5	5.3.5	(10 x 3) + 10 = ?	40	ใช่
6 สมการ	1	1	6.1.1	(5 x 5) – 3 = ?	18	ไม่ใช่
6 ตัวอักษร		2	6.1.2	(10÷5) + 2 = ?	4	ใช่
(OS6)		3	6.1.3	(4÷2) + 2 = ?	3	ไม่ใช่
		4	6.1.4	(36÷2) – 3 = ?	15	ใช่
		5	6.1.5	(6 x 3) – 6 = ?	12	ใช่
		6	6.1.6	(8÷4) + 4 = ?	8	ไม่ใช่
	2	1	6.2.1	(2 x 3) + 1 = ?	7	ใช่
		2	6.2.2	(1÷1) + 2 = ?	4	ไม่ใช่
		3	6.2.3	(2÷2) + 2 = ?	2	ไม่ใช่
		4	6.2.4	(4÷2) – 1 = ?	5	ไม่ใช่
		5	6.2.5	(6÷2) – 1 = ?	3	ไม่ใช่
		6	6.2.6	(8÷4) + 5 = ?	7	ใช่
	3	1	6.3.1	(2 x 3) +4 = ?	20	ไม่ใช่
		2	6.3.2	(3÷3) – 1 = ?	4	ไม่ใช่
		3	6.3.3	(9 x 2) – 2 = ?	18	ไม่ใช่
		4	6.3.4	(60÷2) – 6 = ?	24	ใช่
		5	6.3.5	(8÷4) + 2 = ?	0	ไม่ใช่
		6	6.3.6	(6 x 5) + 5 = ?	25	ไม่ใช่
7 สมการ	1	1	7.1.1	(8 x 2) + 4 = ?	16	ไม่ใช่
7 ตัวอักษร		2	7.1.2	(6÷3) + 5 = ?	10	ไม่ใช่
(OS7)		3	7.1.3	(12÷6) + 1 = ?	3	ใช่
		4	7.1.4	(9÷9) + 3 = ?	9	ไม่ใช่
		5	7.1.5	(2 x 6) + 2 = ?	14	ใช่
		6	7.1.6	(6 x 4) – 5 = ?	29	ไม่ใช่
		7	7.1.7	(6÷6) – 1 = ?	2	ไม่ใช่
	2	1	7.2.1	(4÷4) + 1 = ?	2	ใช่
		2	7.2.2	(2 x 3) + 3 = ?	9	ใช่
		3	7.2.3	(5 x 2) + 3 = ?	10	ไม่ใช่
		4	7.2.4	(8÷2) – 2 = ?	2	ใช่
		5	7.2.5	(3÷3) + 4 = ?	7	ไม่ใช่

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	สมการคณิตศาสตร์	ตัวเลขที่ใช้แสดงผล	คำตอบ
7 สมการ	2	6	7.2.6	(8÷2) + 3 = ?	6	ไม่ใช่
7 ตัวอักษร		7	7.2.7	(4÷2) + 4 = ?	6	ใช่
(OS7) (ต่อ)	3	1	7.3.1	(9 x 3) – 7 =?	20	ใช่
		2	7.3.2	(10÷2) – 5 = ?	1	ไม่ใช่
		3	7.3.3	(6 x 2) + 2 = ?	10	ไม่ใช่
		4	7.3.4	(2 x 3) + 4 = ?	7	ไม่ใช่
		5	7.3.5	(4÷4) + 3 = ?	4	ใช่
		6	7.3.6	(9÷3) – 3 = ?	0	ใช่
		7	7.3.7	(2 x 2) + 5 = ?	9	ใช่

ข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะอ่าน

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	ประโยค	คำตอบ
3 ประโยค	1	1	3.1.1	แม่กำลังตำน้ำพริกสำหรับแกงส้มในห้องนอน	ไม่ใช่
3 ตัวอักษร		2	3.1.2	แม๋ใช้มีดบังตอสับหมูทำต้มจืด	ใช่
(RS3)		3	3.1.3	ฉันเห็นนกกระจอกเทศกำลังบินอยู่บนท้องฟ้า	ไม่ใช่
	2	1	3.2.1	ลุงกำลังพายเรืออยู่ในทะเลทราย	ไม่ใช่
		2	3.2.2	รถทุกคันต้องชะลอความเร็วเมื่อเห็นสัญญาณไฟจราจรสีเหลือง	ใช่
		3	3.2.3	ตำรวจจราจรเป่านกหวีดอยู่กลางสี่แยกไฟแดง	ใช่
	3	1	3.3.1	สมหมายไปเรียนว่ายน้ำในสวนสาธารณะ	ไม่ใช่
		2	3.3.2	ลุงแย้มเห็นพระกำลังจำวัดในกุฏิ	ใช่
		3	3.3.3	แม่เล่านิทานอีสปเรื่องปลาบู่ทองให้ฟังก่อนนอน	ไม่ใช่
4 ประโยค	1	1	4.1.1	สุนีย์รับประทานข้าวขาหมูทุกวันเพื่อลดความอ้วน	ไม่ใช่
4 ตัวอักษร		2	4.1.2	ยายแย้มไปดูโขนเรื่องรามเกียรติ์	ใช่
(RS4)		3	4.1.3	วินัยนำสุกรไปไถนาเตรียมปลูกข้าว	ไม่ใช่
		4	4.1.4	กุ๊กไก่ดื่มกาแฟแก้ง่วงนอน	ใช่
	2	1	4.2.1	สมพงษ์กำลังเล่นฟุตบอลในสระน้ำหลังบ้าน	ไม่ใช่
		2	4.2.2	สุเทพกำลังทำโจทย์สมการกำลังสองวิชาคณิตศาสตร์	ใช่
		3	4.2.3	มาลีเห็นปลาโลมากำลังว่ายอยู่บนก้อนเมฆ	ไม่ใช่
		4	4.2.4	สมานถ่ายรูปดอกไม้ด้วยแปรสีฟัน	ไม่ใช่
	3	1	4.3.1	มนัสเป็นเด็กที่สูงมากเพราะดื่มนมทุกวัน	ใช่
		2	4.3.2	ดวงใจกราบแม่ด้วยดอกมะลิในวันแม่	ใช่
		3	4.3.3	ยุพินแปรงฟันด้วยโทรศัพท์มือถือ	ไม่ใช่
		4	4.3.4	อุดมชวนเพื่อนไปเล่นฟุตบอลที่สนามหน้าโรงเรียน	ใช่
5 ประโยค	1	1	5.1.1	ปิยะรินน้ำใส่แก้วให้แม่ดื่ม	ใช่
5 ตัวอักษร		2	5.1.2	มาลัยขี่จักรยานอยู่บนทางรถไฟ	ใช่
(RS5)		3	5.1.3	วสันชัยแห่ขันหมากไปสู่ขอสมจิตรรอบโบสถ์	ไม่ใช่
		4	5.1.4	ประเทืองสมหมวกนิรภัยทุกครั้งที่ขับรถจักรยานยนต์	ใช่
		5	5.1.5	สุรัตน์กำลังว่ายน้ำในสระน้ำหลังบ้าน	ใช่
	2	1	5.2.1	เบิร์ดหยอดเหรียญบาทในโทรศัพท์มือถือเพื่อเติมเงิน	ไม่ใช่
		2	5.2.2	อาทิตย์ปลูกผักคะน้าในสวนหลังบ้าน	ใช่
		3	5.2.3	ตำรวจนำตัวผู้ร้ายไปกักขังที่วัดก่อนส่งขึ้นศาล	ไม่ใช่
		4	5.2.4	วีระพลหุงข้าวในตู้เย็น	ไม่ใช่
		5	5.2.5	น้องธีเตรียมตัวไปโรงเรียนในวันจักรี	ไม่ใช่

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	ประโยค	คำตอบ
5 ประโยค	3	1	5.3.1	สุพจน์ก่อไฟเผาปลาในครัวหลังบ้าน	ใช่
5 ตัวอักษร		2	5.3.2	อิทธิพลอ่านหนังสือเตรียมสอบขณะกำลังว่ายน้ำ	ไม่ใช่
(RS5) (ต่อ)		3	5.3.3	วันชัยวิ่งออกกำลังกายบนท้องฟ้า	ไม่ใช่
		4	5.3.4	พ่อเร่งเครื่องรถเมื่อเห็นสัญญาณไฟแดงที่สี่แยก	ไม่ใช่
		5	5.3.5	จุรีพรแต่งตัวไปประกวดนางนพมาศคืนวันลอยกระทง	ใช่
6 ประโยค	1	1	6.1.1	สมเกียรติเก็บกับข้าวไว้ในตู้เย็นไม่ให้เสีย	ใช่
6 ตัวอักษร		2	6.1.2	ปนัดดารีดผ้าด้วยกระติกน้ำร้อน	ไม่ใช่
(RS6)		3	6.1.3	องอาจใช้กรรไกรตัดกระดาษเป็นรูปดอกไม้	ใช่
		4	6.1.4	โอภาสกำลังปีนต้นพริกอยู่	ไม่ใช่
		5	6.1.5	มนัสนั่งดูพระอาทิตย์ลับขอบฟ้าตอนเที่ยงคืน	ไม่ใช่
		6	6.1.6	มาลัยขับรถอยู่บนทางด่วน	ใช่
	2	1	6.2.1	วิโรจน์ไปเก็บดอกไม้ที่สวนหลังบ้าน	ใช่
		2	6.2.2	ลุงแช่มเปิดเพลงหมอรำหลังจากพระสวดอภิธรรมจบ	ไม่ใช่
		3	6.2.3	พี่ชายกำลังตกปลาด้วยขวาน	ไม่ใช่
		4	6.2.4	พี่อ้วนพาแม่ไปตรวจสุขภาพประจำปีที่โรงพยาบาล	ใช่
		5	6.2.5	คุณยายพายเรือข้ามคลองไปรับคุณตา	ใช่
		6	6.2.6	สมรักษ์กำลังชกมวยกับสมจิตในสระว่ายน้ำ	ไม่ใช่
	3	1	6.3.1	แม่รีบซักผ้าตั้งแต่เช้าเพราะแดดกำลังแรง	ใช่
		2	6.3.2	สมภพรีบตื่นแต่เช้าเพื่อไปดูดาวบนท้องฟ้า	ไม่ใช่
		3	6.3.3	ยุทธนากำลังหุงข้าวด้วยเตารีด	ไม่ใช่
		4	6.3.4	ศาลตัดสินให้นิรันดร์ติดคุก 10 ปีเพราะจำหน่ายยาบ้า	ใช่
		5	6.3.5	ต้องตาดีใจมากเมื่อสุนัขตัวโปรดถูกรถชนตาย	ใช่
		6	6.3.6	สมพงษ์ถวายสังฆทานไปให้บรรพบุรุษที่ล่วงลับไปแล้ว	ใช่
7 ประโยค	1	1	7.1.1	วันนี้พ่อขับรถเร็วมากเพราะหมอกกำลังลงจัด	ไม่ใช่
7 ตัวอักษร		2	7.1.2	แม่ทำต้มข่าไก่เป็นอาหารช่วงเทศกาลกินเจ	ไม่ใช่
(RS7)		3	7.1.3	ประเพณีก่อพระทรายจัดขึ้นในช่วงเทศกาลสงกรานต์	ใช่
		4	7.1.4	ลูกเห็บตกใส่ศีรษะเดชาจนแตกขณะที่แดดออกแรงมาก	ไม่ใช่
		5	7.1.5	ปรีชากำลังโกนผมเพราะจะบวชเป็นพระ	ใช่
		6	7.1.6	บรรจงกำลังเตรียมสารเคมีสำหรับสอนวิทยาศาสตร์	ใช่
		7	7.1.7	แม่อุ้มน้องเดินเล่นในสนามฟุตบอลตอนเที่ยง	ไม่ใช่
	2	1	7.2.1	ไพลินมองดูฝูงค้างคาวกำลังบินออกหากินในตอนเช้า	ไม่ใช่
		2	7.2.2	สมจิตพาฝูงวัวไปกินหญ้าที่เชิงเขาหลังบ้าน	ใช่
		3	7.2.3	ป้านิดกำลังแปรงฟันด้วยผงซักฟอก	ไม่ใช่

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	ประโยค	คำตอบ
7 ประโยค	2	4	7.2.4	สมคิดดื่มกาแฟก่อนขับรถแก้ง่วงนอน	ใช่
7 ตัวอักษร		5	7.2.5	การสู้วัวกระทิงเป็นกีฬาประจำชาติไทย	ไม่ใช่
(RS7)		6	7.2.6	พ่อขุดหลุมเตรียมปลูกต้นกล้วยหลังบ้าน	ใช่
(ต่อ)		7	7.2.7	ปิยะกำลังเดินเล่นบนแม่น้ำ	ไม่ใช่
	3	1	7.3.1	อุบลท่องคำศัพท์ภาษาอังกฤษเพื่อเตรียมสอบวิชารำวง	ไม่ใช่
		2	7.3.2	คุณยายเปิดวิทยุเพื่อดูละครช่อง 7	ไม่ใช่
		3	7.3.3	กนกเดินออกกำลังกายในสวนสุขภาพทุกเช้า	ใช่
		4	7.3.4	บรรเจิดเลี้ยงปลาท่องโก๋ไว้ในตู้ปลา	ไม่ใช่
		5	7.3.5	พ่อพาไปดูช้างที่สวนสัตว์	ใช่
		6	7.3.6	ยุทธนาไปซ่อมรถยนต์ที่อู่หน้าหมู่บ้าน	ใช่
		7	7.3.7	สุชาติอ่านหนังสือพิมพ์อยู่ในห้องสมุด	ใช่

ภาคผนวก ช

ดัชนีความสอดคล้องของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
ด้านความตรงเชิงเนื้อหาของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

ดัชนีความสอดคล้องของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ด้านความตรงเชิงเนื้อหาของกิจกรรมขณะคำนวณ

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การแปลผล
				1	2	3			
3 สมการ 3 ตัวอักษร (OS3)	1	1	3.1.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	3.1.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	3.1.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	2	1	3.2.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	3.2.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	3.2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	3	1	3.3.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	3.3.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	3.3.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4 สมการ 4 ตัวอักษร (OS4)	1	1	4.1.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	4.1.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	4.1.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	4.1.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	2	1	4.2.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	4.2.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	4.2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	4.2.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	3	1	4.3.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	4.3.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	4.3.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	4.3.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5 สมการ 5 ตัวอักษร (OS5)	1	1	5.1.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	5.1.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	5.1.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	5.1.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	5.1.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	2	1	5.2.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	5.2.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	5.2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	5.2.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	5.2.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การแปลผล
				1	2	3			
5 สมการ 5 ตัวอักษร (ต่อ)	3	1	5.3.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	5.3.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	5.3.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	5.3.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	5.3.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6 สมการ 6 ตัวอักษร (OS6)	1	1	6.1.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	6.1.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	6.1.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	6.1.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	6.1.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		6	6.1.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	2	1	6.2.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	6.2.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	6.2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	6.2.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	6.2.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		6	6.2.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	3	1	6.3.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	6.3.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	6.3.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	6.3.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	6.3.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		6	6.3.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7 สมการ 7 ตัวอักษร (OS7)	1	1	7.1.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	7.1.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	7.1.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	7.1.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	7.1.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		6	7.1.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		7	7.1.7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	2	1	7.2.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	7.2.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	7.2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	7.2.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การแปลผล
				1	2	3			
7 สมการ 7 ตัวอักษร (ต่อ)	2	5	7.2.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		6	7.2.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		7	7.2.7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	3	1	7.3.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	7.3.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	7.3.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	7.3.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	7.3.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		6	7.3.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		7	7.3.7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ดัชนีความสอดคล้องของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ด้านความตรงเชิงเนื้อหาของกิจกรรมขณะอ่าน

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การแปลผล
				1	2	3			
3 ประโยค 3 ตัวอักษร (RS3)	1	1	3.1.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	3.1.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	3.1.3	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	2	1	3.2.1	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
		2	3.2.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	3.2.3	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	3	1	3.3.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	3.3.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	3.3.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4 ประโยค 4 ตัวอักษร (RS4)	1	1	4.1.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	4.1.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	4.1.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	4.1.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	2	1	4.2.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	4.2.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	4.2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	4.2.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	3	1	4.3.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	4.3.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	4.3.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	4.3.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5 ประโยค 5 ตัวอักษร (RS5)	1	1	5.1.1	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
		2	5.1.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	5.1.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	5.1.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	5.1.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	2	1	5.2.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	5.2.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	5.2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	5.2.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	5.2.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การแปลผล
				1	2	3			
5 ประโยค 5 ตัวอักษร (ต่อ)	3	1	5.3.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	5.3.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	5.3.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	5.3.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	5.3.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6 ประโยค 6 ตัวอักษร (RS6)	1	1	6.1.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	6.1.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	6.1.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	6.1.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	6.1.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		6	6.1.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	2	1	6.2.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	6.2.2	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
		3	6.2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	6.2.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	6.2.5	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
		6	6.2.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	3	1	6.3.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	6.3.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	6.3.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	6.3.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	6.3.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		6	6.3.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7 ประโยค 7 ตัวอักษร (RS7)	1	1	7.1.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	7.1.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	7.1.3	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
		4	7.1.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	7.1.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		6	7.1.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		7	7.1.7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	2	1	7.2.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		2	7.2.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	7.2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	7.2.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

แบบ	ชุดที่	ข้อที่	รหัส	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การแปลผล
				1	2	3			
7 ประโยค 7 ตัวอักษร (ต่อ)	2	5	7.2.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		6	7.2.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		7	7.2.7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	3	1	7.3.1	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
		2	7.3.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		3	7.3.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		4	7.3.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		5	7.3.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		6	7.3.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
		7	7.3.7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก ซ

ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อคำถามในกิจกรรมขณะคำนวณ

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยง (α)
3.1.1	.30	
3.1.2	.28	
3.1.3	.52	
3.2.1	.21	
3.2.2	.23	.72
3.2.3	.52	
3.3.1	.44	
3.3.2	.30	
3.3.3	.74	
4.1.1	.30	
4.1.2	.47	
4.1.3	.22	
4.1.4	.33	
4.2.1	.38	
4.2.2	.28	.71
4.2.3	.37	
4.2.4	.24	
4.3.1	.30	
4.3.2	.29	
4.3.3	.51	
4.3.4	.42	
5.1.1	.45	
5.1.2	.44	
5.1.3	.25	
5.1.4	.61	
5.1.5	.28	
5.2.1	.47	
5.2.2	.36	.79
5.2.3	.32	
5.2.4	.48	
5.2.5	.27	
5.3.1	.29	
5.3.2	.36	
5.3.3	.56	
5.3.4	.51	
5.3.5	.24	
6.1.1	.44	
6.1.2	.21	
6.1.3	.39	
6.1.4	.55	
6.1.5	.50	
6.1.6	.27	
6.2.1	.23	
6.2.2	.28	
6.2.3	.41	.73
6.2.4	.32	
6.2.5	.21	
6.2.6	.27	
6.3.1	.24	
6.3.2	.23	
6.3.3	.34	
6.3.4	.31	
6.3.5	.20	
6.3.6	.22	
7.1.1	.30	
7.1.2	.35	
7.1.3	.62	
7.1.4	.52	
7.1.5	.51	
7.1.6	.56	
7.1.7	.37	
7.2.1	.24	
7.2.2	.32	.82
7.2.3	.43	

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อคำถามในกิจกรรมขณะคำนวณ (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยง (α)
7.2.4	.25	
7.2.5	.28	
7.2.6	.30	
7.2.7	.25	
7.3.1	.27	
7.3.2	.34	
7.3.3	.50	
7.3.4	.44	
7.3.5	.37	
7.3.6	.45	
7.3.7	.41	
	ทั้งฉบับ	**.88**

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อคำถามในกิจกรรมขณะอ่าน

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยง (α)
3.1.1	.61	
3.1.2	.42	
3.1.3	.27	
3.2.1	.45	
3.2.2	.30	.76
3.2.3	.69	
3.3.1	.42	
3.3.2	.28	
3.3.3	.50	
4.1.1	.22	
4.1.2	.52	
4.1.3	.51	
4.1.4	.62	
4.2.1	.42	
4.2.2	.27	.76
4.2.3	.51	
4.2.4	.43	
4.3.1	.37	
4.3.2	.45	
4.3.3	.39	
4.3.4	.21	
5.1.1	.41	
5.1.2	.37	
5.1.3	.35	
5.1.4	.49	
5.1.5	.61	
5.2.1	.29	.80
5.2.2	.41	
5.2.3	.35	
5.2.4	.42	
5.2.5	.25	
5.3.1	.29	
5.3.2	.44	
5.3.3	.33	
5.3.4	.52	
5.3.5	.50	
6.1.1	.21	
6.1.2	.23	
6.1.3	.36	
6.1.4	.54	
6.1.5	.31	
6.1.6	.28	
6.2.1	.37	.74
6.2.2	.33	
6.2.3	.40	
6.2.4	.32	
6.2.5	.40	
6.2.6	.22	
6.3.1	.22	
6.3.2	.22	
6.3.3	.27	
6.3.4	.29	
6.3.5	.45	
6.3.6	.39	
7.1.1	.37	
7.1.2	.28	
7.1.3	.36	
7.1.4	.45	
7.1.5	.45	
7.1.6	.36	
7.1.7	.29	
7.2.1	.28	.82
7.2.2	.26	
7.2.3	.34	

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อคำถามในกิจกรรมขณะอ่าน (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยง (α)
7.2.4	.56	
7.2.5	.32	
7.2.6	.44	
7.2.7	.36	
7.3.1	.39	
7.3.2	.47	
7.3.3	.29	
7.3.4	.56	
7.3.5	.51	
7.3.6	.40	
7.3.7	.30	
	ทั้งฉบับ	**.89**

ภาคผนวก ฌ

ดัชนีความสอดคล้องด้านการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ดัชนีความสอดคล้องของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

โครงสร้าง	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การแปลผล
	1	2	3			
ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม						
1. คู่มือการใช้โปรแกรมสามารถอธิบายวัตถุประสงค์ของโปรแกรมได้ชัดเจน	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
2. คู่มือการใช้โปรแกรมสามารถอธิบายวิธีการใช้งานโปรแกรมได้อย่างมีลำดับขั้นตอน	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
3. ภาษาที่ใช้ในคู่มือการใช้โปรแกรมอ่านแล้วเข้าใจง่าย	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
4. คู่มืออธิบายถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ที่มีผลต่อการใช้โปรแกรม						เหมาะสม
5. ในแต่ละขั้นตอนของคู่มือการใช้งานโปรแกรมมีภาพประกอบที่เห็นได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
6. หลังจากอ่านคู่มือการใช้โปรแกรมแล้ว ผู้ใช้มีความมั่นใจว่าสามารถใช้โปรแกรมนี้ได้	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
ความสะดวกในการใช้โปรแกรม						
1. การเปิดใช้งานโปรแกรมมีความสะดวก	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
2. การใส่ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานมีความสะดวก	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
3. คำชี้แจงในโปรแกรมมีความเหมาะสม ผู้ใช้งานอ่านแล้วเข้าใจ	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
4. การทดลองทำกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านช่วยให้เข้าใจวิธีการประเมินได้ชัดเจนขึ้น	1	0	1	3	0.67	เหมาะสม
5. การแสดงผลบนหน้าจอของแต่ละกิจกรรมประเมินครบถ้วน ไม่ติดขัด	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
6. การบันทึกและเรียกข้อมูลผลการประเมินทำได้อย่างสะดวก	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
ความถูกต้องในการใช้งาน						
1.ข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะคำนวณเป็นไปตามนิยามเชิงปฏิบัติการ	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
2. ข้อคำถามสำหรับกิจกรรมขณะอ่านเป็นไปตามนิยามเชิงปฏิบัติการ	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
3. โปรแกรมสามารถประเมินได้ตรงตามหลักการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม

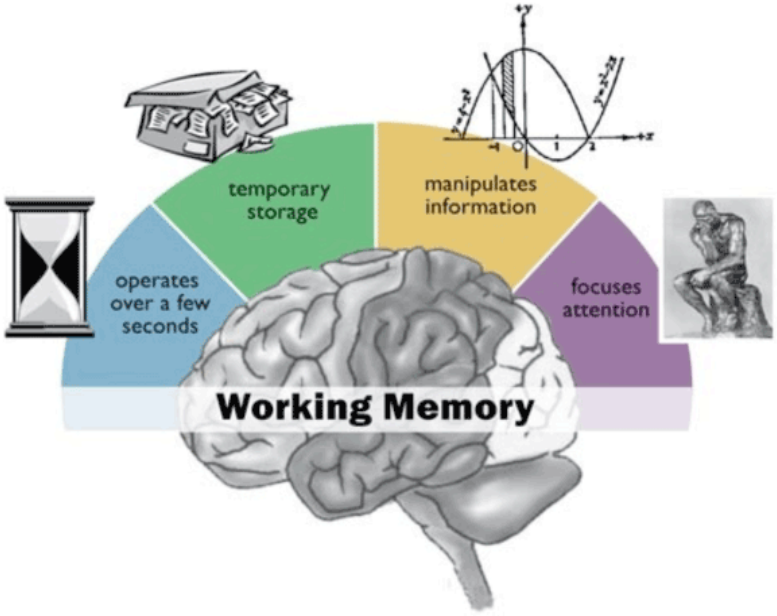
โครงสร้าง	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การแปลผล
	1	2	3			
ความถูกต้องในการใช้งาน (ต่อ)						
4. โปรแกรมสามารถบันทึกผลการประเมินและเรียกดูผลได้	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม						
1. การดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม SuperLab 5.0 และโปรแกรม Cedrus Data viewer มีความสะดวก	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
2. การเรียกใช้โปรแกรมมีความสะดวก	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
3. การออกแบบโปรแกรมมีความน่าสนใจ	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
4. รูปแบบและขนาดของตัวอักษรในส่วนคำชี้แจง รูปแบบวิธีการประเมินมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
5. รูปแบบ ขนาดของตัวเลขและตัวอักษรที่แสดงผลในกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่านมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม
6. รูปแบบและขนาดของตัวอักษรสำหรับทดสอบการจำมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	เหมาะสม

ภาคผนวก ญ

คู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คู่มือการใช้งาน
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
(User's Manual of a Computer Program for Phonological Working Memory Assessment)

- กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task)
- กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task)



โดย

นายสุรเชษฐ์ พินิจกิจ

โปรแกรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
ปีการศึกษา 2557

คำนำ

คู่มือการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เรื่องการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จัดทำโดยนายสุรเชษฐ์ พินิจกิจ นิสิตปริญญาโท สาขาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุพิมพ์ ศรีพันธ์วรสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.กนก พานทอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นตามแนวคิดของโปรแกรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด Automated Complex Span Tasks, CSTs โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ในการพัฒนา สามารถติดตั้งและใช้งานได้บนคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 7

คู่มือการใช้งานโปรแกรมเล่มนี้ อธิบายถึงลักษณะทั่วไปของโปรแกรม ระบบคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับโปรแกรม วิธีการติดตั้งโปรแกรม วิธีการใช้งานโปรแกรม การบันทึกข้อมูลและการประมวลผลการประเมิน มีกิจกรรมที่ใช้ในการประเมิน 2 กิจกรรม คือ กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task, OS) และกิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task, RS)

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ จะเกิดประโยคต่อผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดีสำหรับใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และทำความเข้าใจด้านภาษาและสามารถและสามารถใช้ในการบ่งชี้ถึงความสามารถทางสมองขั้นสูงของผู้รับการประเมินในเบื้องต้นได้

สุรเชษฐ์ พินิจกิจ

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม..... 3
คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับโปรแกรมและการติดตั้งโปรแกรม..... 3
- คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งาน..... 3
- การติดตั้งโปรแกรมสำหรับใช้งาน..... 4
การเข้าใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด
ด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย..... 8
- การเข้าใช้งานกิจกรรมขณะคำนวณ 8
- การเข้าใช้งานกิจกรรมขณะอ่าน 15
การบันทึกผลข้อมูลจากการประเมินและการคิดคะแนน..... 18

ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับช่วงอายุ 15 – 16 ปี พัฒนาขึ้นโดยอาศัยแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley ในส่วนขององค์ประกอบด้านการจำภาษา (Phonological Loop: PL) และแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมมาตรฐาน Automated Complex Span Tasks, CSTs ของ Unsworth et al. (2005) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ประกอบด้วยกิจกรรมการประเมินแบบซับซ้อน 2 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task) และกิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task) เหมาะสำหรับใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาเพื่อบ่งชี้ถึงความสามารถทางสมองขั้นสูงในเบื้องต้น

ลักษณะทั่วไปของกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน

1. กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task) เป็นกิจกรรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาในรูปของการแก้สมการคณิตศาสตร์และจำตัวอักษรในช่วงเวลาจำกัด ประกอบด้วยส่วนเก็บจำ คือ ตัวอักษรไทยจำนวน 3 – 7 ตัว และส่วนประมวลผลหรือจัดกระทำข้อมูลซึ่งเป็นตัวรบกวนการจำ มีลักษณะเป็นสมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายที่หาคำตอบแบบคิดในใจ ผู้รับการประเมินต้องหาคำตอบของสมการคณิตศาสตร์ขณะที่ต้องจำตัวอักษรไปด้วย แล้วจะต้องบอกตัวอักษรที่ปรากฏให้จำและเรียงตามลำดับให้ถูกต้อง

2. กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task) เป็นกิจกรรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาโดยใช้ทักษะการอ่านด้านความเข้าใจในการอ่าน ระดับการตีความ (Interpretive Level) ประกอบด้วยส่วนเก็บจำ คือ ตัวอักษรไทยจำนวน 3 – 7 ตัว และส่วนประมวลผลหรือจัดกระทำข้อมูลที่เป็นตัวรบกวนการจำ มีลักษณะเป็นประโยคให้อ่านในใจและตีความออกมาสองแบบ คือ ประโยคสมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้ (Make Sense) กับประโยคไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ (Not Make Sense) ผู้รับการประเมินต้องอ่านและตีความประโยคในขณะที่ต้องจำตัวอักษรไปด้วย แล้วจะต้องบอกตัวอักษรที่ปรากฏให้จำตามลำดับให้ถูกต้อง

คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับโปรแกรมและการติดตั้งโปรแกรม

1. **คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งาน**
   - คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) หรือคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook)
   - ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 2000, XP(sp3), Vistra หรือ Windows7
   - สนับสนุนระบบปฏิบัติการ DirecX 9.0 หรือสูงกว่า
   - มีหน่วยความจำสำรอง (RAM) ขั้นต่ำ 1 GB
   - มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด dual core หรือสูงกว่า
   - มีเมาส์คอมพิวเตอร์

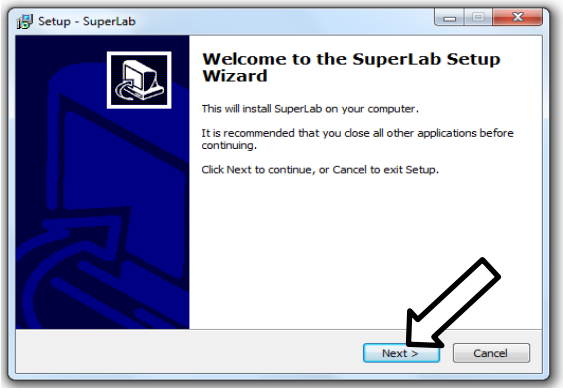
2. การติดตั้งโปรแกรมสำหรับใช้งาน

ก่อนการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้องติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ก่อน มีขั้นตอนดังนี้

2.1 นำแผ่นซีดีใส่ในช่องอ่านซีดีแล้วดับเบิลคลิกที่ไอคอน SuperLab-5.0.4 ดังภาพที่ 1

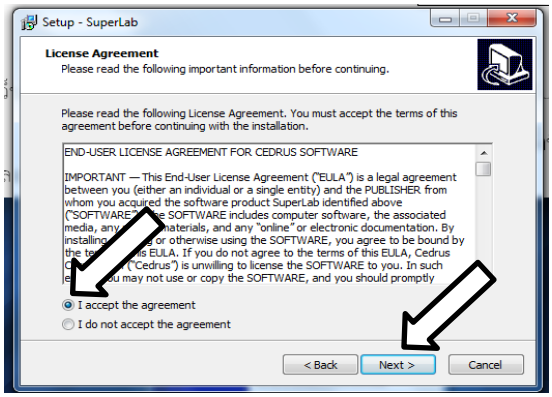
ภาพที่ 1 แสดงไอคอนสำหรับติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0

2.2 คลิกที่ปุ่ม Next ดังภาพที่ 2



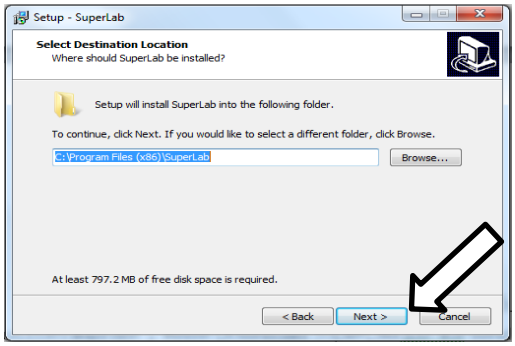
ภาพที่ 2 แสดงหน้าจอติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0

2.3 คลิกเลือกที่ I accept the agreement แล้วคลิกที่ปุ่ม Next ดังภาพที่ 3



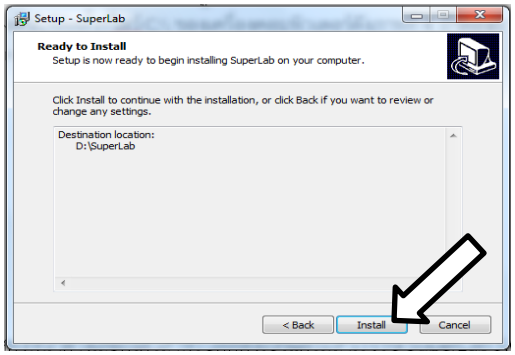
ภาพที่ 3 แสดงหน้าจอยอมรับการติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0

2.4 จากนั้นจะเข้าสู่หน้าจอเลือกตำแหน่งสำหรับติดตั้งโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมจะกำหนดเบื้องต้นให้ติดตั้งที่ Drive C:\ ของเครื่องคอมพิวเตอร์ดังภาพที่ 4 ถ้าต้องการเปลี่ยนเป็น Drive อื่น ให้เลือกที่ Browse แล้วเลือก Drive สำหรับติดตั้ง จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Next



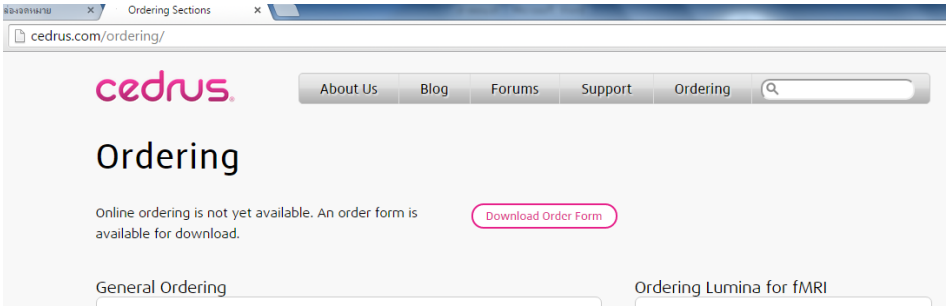
ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งเลือก Drive สำหรับติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0

2.5 คลิกที่ปุ่ม Install เพื่อติดตั้งโปรแกรม ดังภาพที่ 5



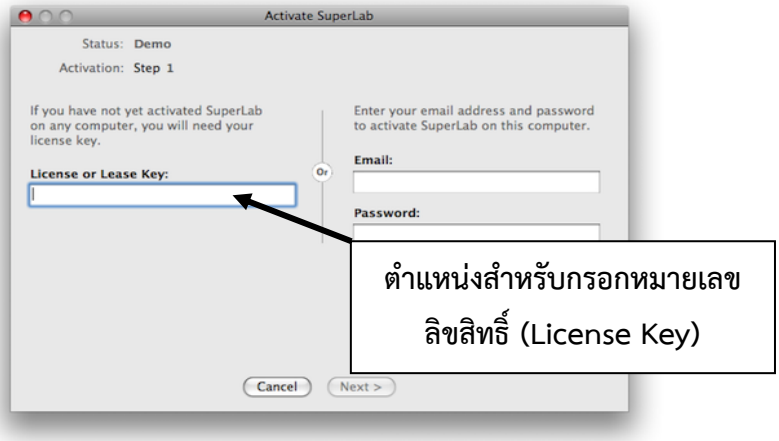
ภาพที่ 5 แสดงปุ่ม Install โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0

หลังจากโปรแกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์เสร็จเรียบร้อยแล้วจะได้โปรแกรมที่เป็นรุ่นทดลองใช้งาน (Demo) ถ้าต้องการโปรแกรมที่เป็นรุ่นสมบูรณ์ต้องมีหมายเลขลิขสิทธิ์ (License) สามารถสั่งซื้อได้จากเว็บไซต์ของบริษัท Cedrus โดยเข้าไปที่ www.superlab.com แล้วเลือกที่ Order form ดังภาพที่ 6



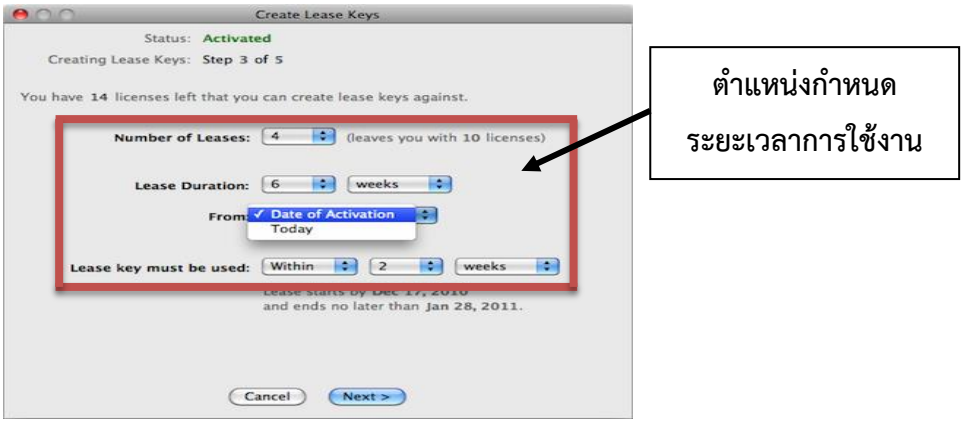
ภาพที่ 6 แสดงหน้าจอสำหรับสั่งซื้อหมายเลขลิขสิทธิ์ของโปรแกรม SuperLab 5.0

2.6 จากนั้นกรอกหมายเลขลิขสิทธิ์ (License Key) เพื่อให้โปรแกรมสมบูรณ์สามารถบันทึกผลการประเมินได้ พร้อมกำหนดระยะเวลาในการใช้งาน แล้วคลิกที่ปุ่ม Next ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 หน้าจอสำหรับกรอกหมายเลขลิขสิทธิ์ (License Key)

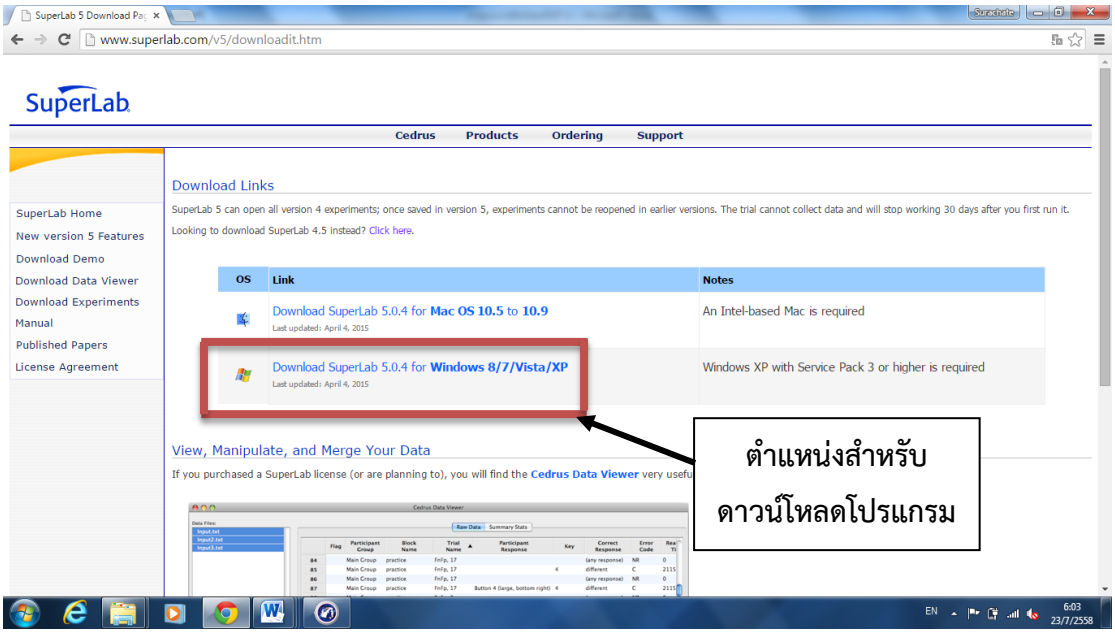
2.7 จากนั้นเลือกกำหนดระยะเวลาในการใช้งาน ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 หน้าจอสำหรับกำหนดระยะเวลาในการใช้งาน

ในการติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 ทุกครั้งผู้ใช้งานต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อโปรแกรมกับบริษัท (Activated) เพื่อตรวจสอบหมายเลขลิขสิทธิ์และสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

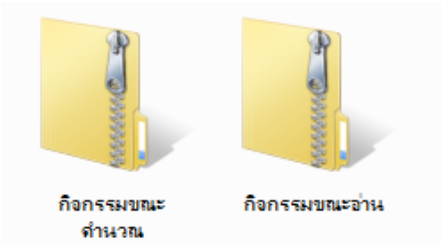
นอกจากนี้ ยังสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 มาใช้งานได้จากเว็บไซต์ www.superlab.com ดังภาพที่ 9 โดยการคลิกที่ Download SuperLab 5.0 for windows8/7/Vistrs/XP จากนั้นดำเนินการติดตั้งตามขั้นตอนตั้งแต่ข้อ 2.1 – 2.7



ภาพที่ 9 หน้าจอเว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลดโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0

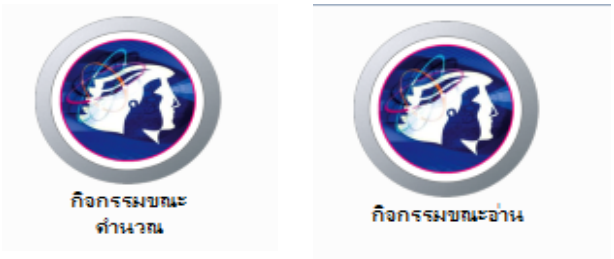
หลังจากติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อไปเป็นการติดตั้งโปรแกรมประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยกิจกรรมขณะคำนวณและกิจกรรมขณะอ่าน มีขั้นตอนการติดตั้งดังนี้

1. คัดลอกแฟ้ม (Folder) กิจกรรมขณะคำนวณและกิจรรมขณะอ่านจากแผ่นซีดี ดังภาพที่ 10 ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งแฟ้มดังกล่าวจะเป็นไฟล์ถูกบีบอัดข้อมูลไว้ (Zip File)



ภาพที่ 10 แฟ้ม (Folder) กิจกรรมขณะคำนวณและกิจรรมขณะอ่าน

2. จากนั้นแตกไฟล์ (Unzip) จะได้เป็นไอคอนกิจกรรมขณะคำนวณและไอคอนกิจกรรมขณะอ่าน ดังภาพที่ 11 สามารถเข้าใช้งานได้ทันที

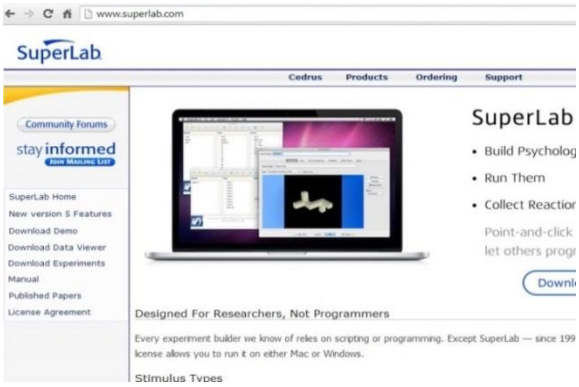


ภาพที่ 11 ไอคอนกิจกรรมขณะคำนวณและกิจรรมขณะอ่าน

3. การติดตั้งโปรแกรม Cedrus Data Viewer

โปรแกรม Cedrus Data Viewer เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับดูผลการประเมินในแต่ละกิจกรรม หลังจากที่ติดตั้งโปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 5.0 แล้วให้ติดตั้งโปรแกรม Cedrus Data Viewer มีขั้นตอนการติดตั้งดังนี้

3.1 เข้าเวปไซต์ www.superlab.com ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 หน้าจอเวปไซต์สำหรับดาวน์โหลดโปรแกรม Cedrus Data Viewer

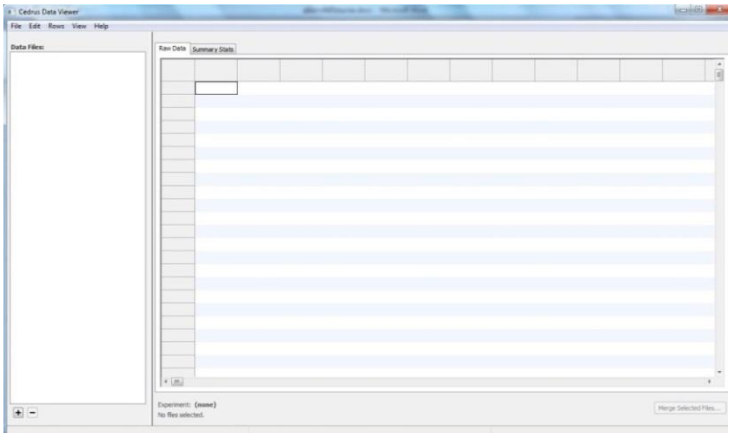
3.2 คลิกที่ Download Data Viewer แล้วคลิก Download the Windows version ดังภาพที่ 13

ภาพที่ 13 หน้าจอแสดงตำแหน่งสำหรับดาวน์โหลดโปรแกรม Cedrus Data Viewer

3.3 ติดตั้งโปรแกรมโดยคลิกที่ปุ่ม Next ดังภาพที่ 14

ภาพที่ 14 หน้าจอต้อนรับเข้าสู่การติดตั้งโปรแกรม Cedrus Data Viewer

3.4 จากนั้นจะได้โปรแกรม Cedrus Data Viewer สำหรับใช้งาน ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 โปรแกรม Cedrus Data Viewer

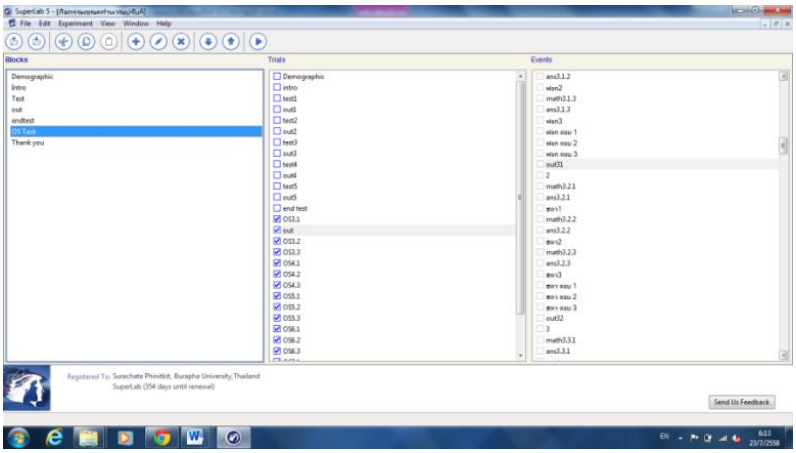
การใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีรายละเอียดดังนี้

1. การใช้งานกิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task) มีขั้นตอน ดังนี้

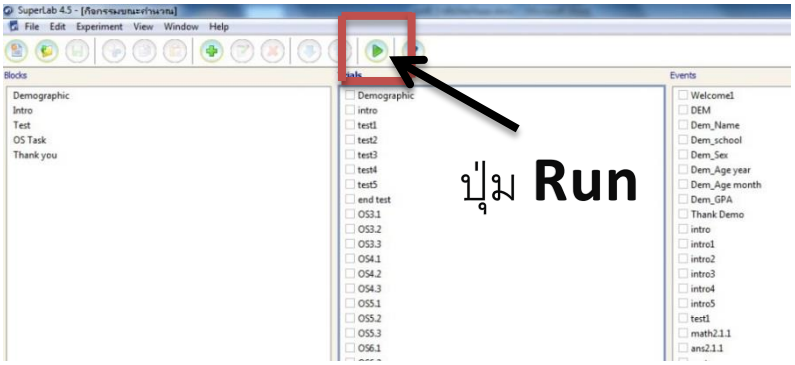
1.1 ดับเบิลคลิกที่ไอคอนกิจกรรมขณะคำนวณ ดังภาพที่ 16 จะเข้าสู่หน้าจอกิจกรรมขณะคำนวณ ดังภาพที่ 17

ภาพที่ 16 ไอคอนกิจกรรมขณะคำนวณ



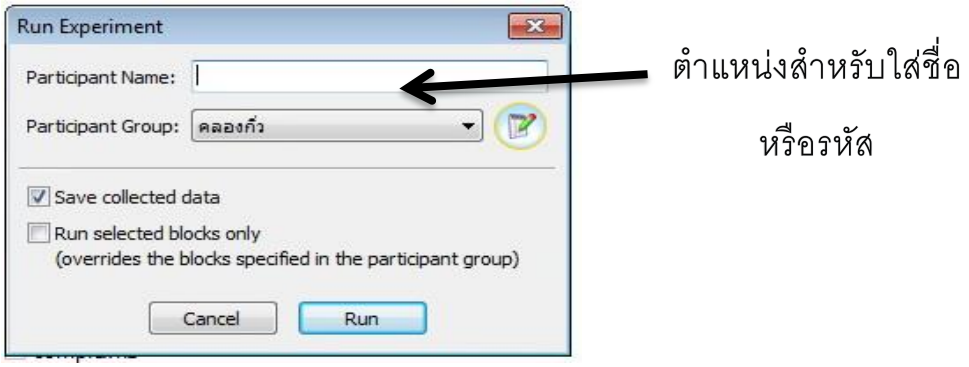
ภาพที่ 17 หน้าจอกิจกรรมขณะคำนวณ

1.2 คลิกปุ่ม Run เพื่อเริ่มทำกิจกรรม ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ปุ่ม Run สำหรับเริ่มต้นกิจกรรม

1.3 ใส่ชื่อหรือรหัสผู้รับการประเมินในช่อง Participant Name ดังภาพที่ 19

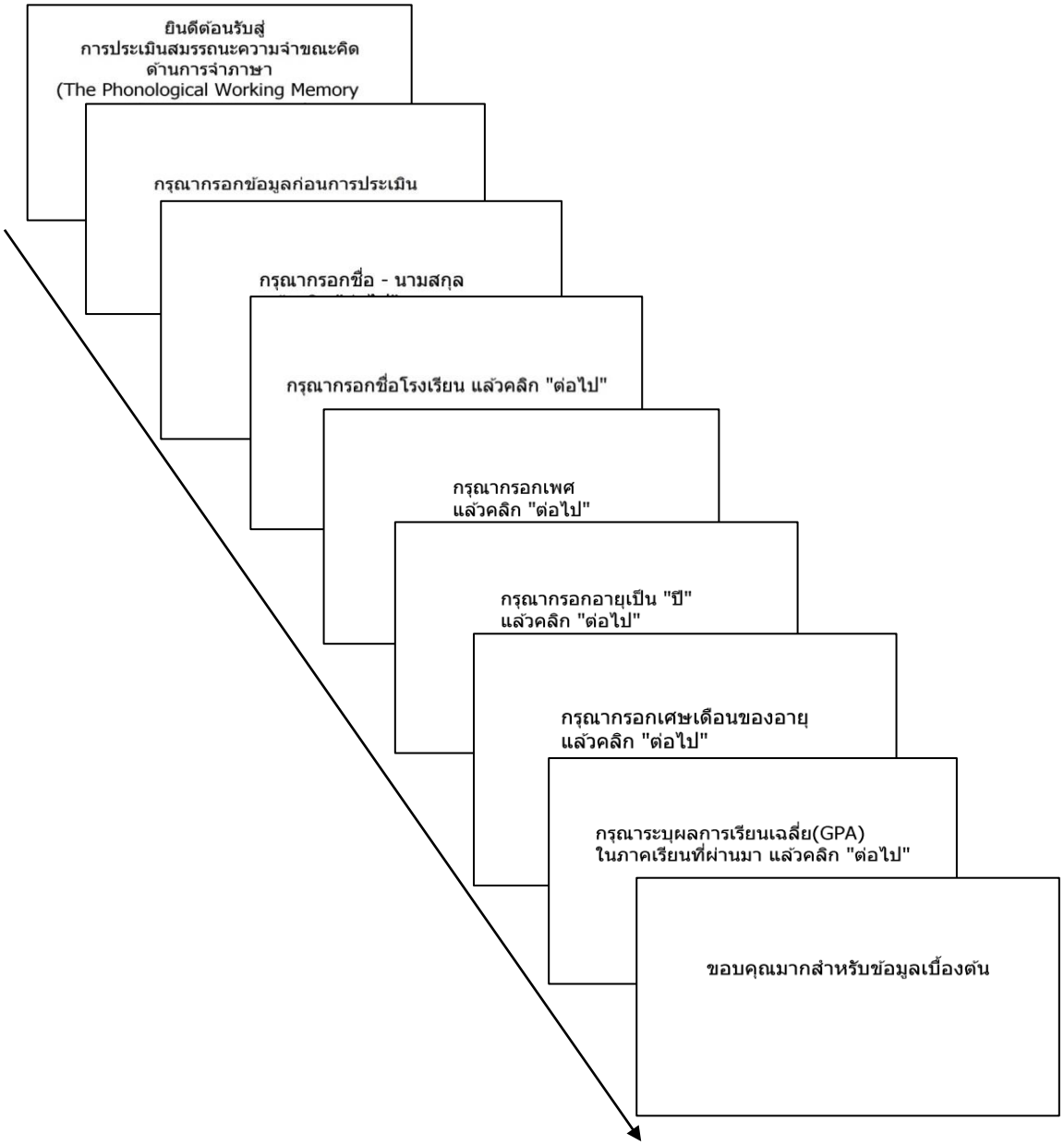


ภาพที่ 19 หน้าต่างแสดงช่อง Participant Name สำหรับใส่ชื่อหรือรหัส

1.4 บันทึกชื่อหรือรหัสผู้รับการประเมินอีกครั้งเพื่อให้โปรแกรมสร้าง text file สำหรับบันทึกข้อมูลการประเมิน แล้วคลิกที่ปุ่ม Save จะเข้าสู่หน้าจอยินดีต้อนรับของกิจกรรมขณะคำนวณ ดังภาพที่ 20

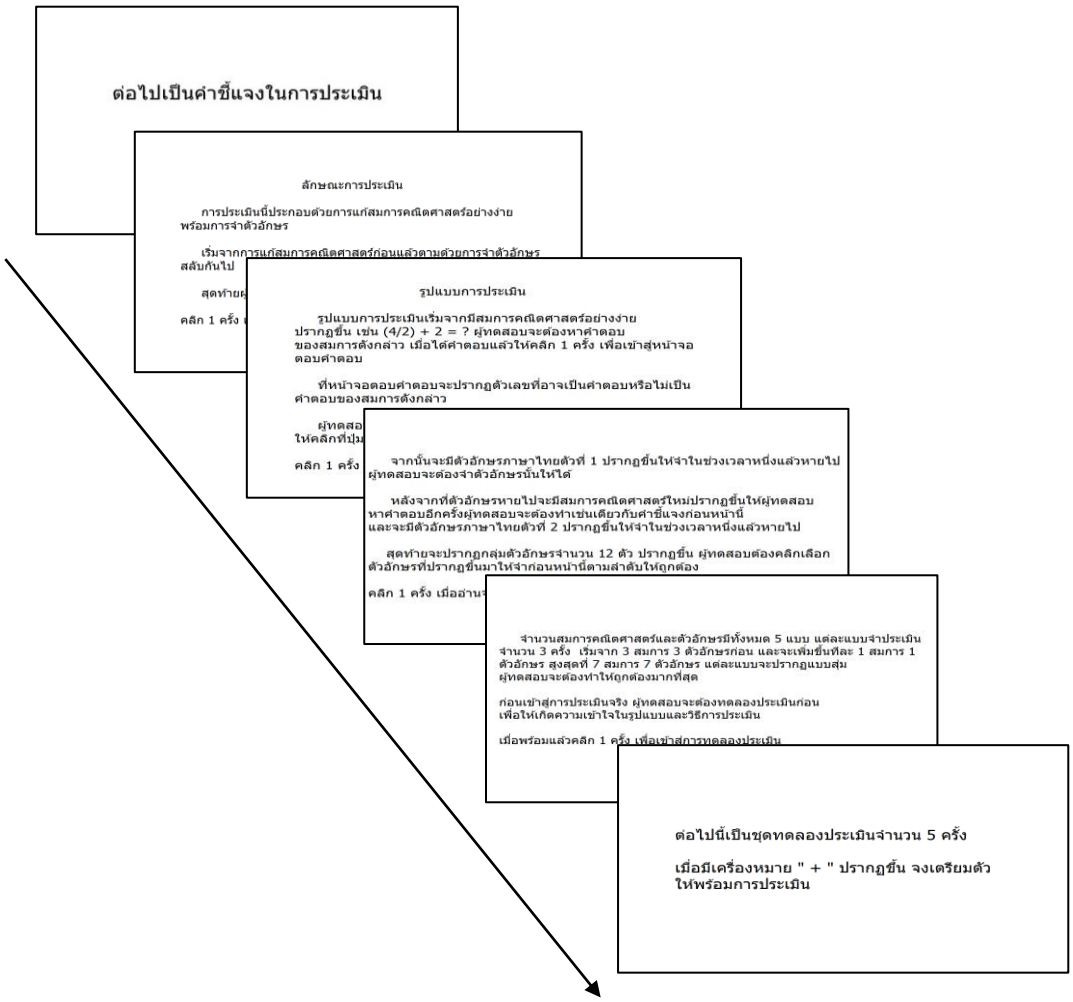
ภาพที่ 20 หน้าต่างสำหรับใส่ชื่อหรือรหัสผู้รับการประเมินอีกครั้ง

1.5 การกรอกข้อมูลเบื้องต้นของผู้รับการประเมิน ประกอบด้วย ชื่อ - นามสกุล โรงเรียน เพศ อายุเป็นปี อายุเป็นเดือน ผลการเรียนเฉลี่ย ในแต่ละหน้าจอที่ปรากฏขึ้นและคลิก เพื่อให้โปรแกรมบันทึกข้อมูล ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 หน้าจอสำหรับข้อมูลเบื้องต้นของผู้รับการประเมิน

1.6 จากนั้นจะเข้าสู่หน้าจอแสดงคำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมินเพื่อให้ทราบรายละเอียดวิธีการประเมิน ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 หน้าจอแสดงคำชี้แจง รูปแบบและวิธีการประเมินของกิจกรรมขณะคำนวณ

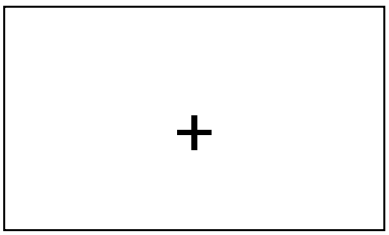
1.7 การทดลองประเมินก่อนการประเมินจริง ส่วนนี้เป็นตัวอย่างกิจกรรมการประเมิน เพื่อให้ผู้รับการประเมินทดลองทำก่อนการประเมินจริง มีลักษณะคล้ายกับชุดการประเมินจริงแต่ไม่มีการบันทึกผลการประเมิน โดยทดลองทำกิจกรรมละ 5 ข้อ จากนั้นจึงเข้าสู่การประเมินจริง

1.8 การประเมินจริงด้วยกิจกรรมขณะคำนวณ

กิจกรรมขณะคำนวณ ประกอบด้วยการแก้สมการคณิตศาสตร์และจำตัวอักษรที่ปรากฏขึ้นตามลำดับให้ถูกต้อง เริ่มต้นจะมีเครื่องหมาย “+” ปรากฏขึ้นในช่วงเวลา 800 มิลลิวินาที (ms) ให้เตรียมพร้อม จากนั้นจะปรากฏสมการคณิตศาสตร์ขึ้นมา 1 สมการให้หาคำตอบ เมื่อได้คำตอบแล้วคลิกเมาส์ 1 ครั้งจะปรากฏหน้าจอแสดงตัวเลขสำหรับพิจารณาว่าเป็นคำตอบของสมการหรือไม่และปุ่มสำหรับเลือกตอบว่า “ใช่” และ “ไม่ใช่” ผู้รับการประเมินจะต้องพิจารณาว่าตัวเลขที่ปรากฏนั้นใช่คำตอบของสมการหรือไม่โดยเลือกที่ “ใช่” ถ้าเป็นคำตอบ และเลือกที่ “ไม่ใช่” ถ้าไม่เป็นคำตอบ จากนั้นจะปรากฏตัวอักษรให้จำ 1 ตัว นาน 800 มิลลิวินาที แล้วเข้าสู่หน้าจอแสดงสมการคณิตศาสตร์และตัวอักษรให้จำถัดไปวนเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบตามรูปแบบที่กำหนด สุดท้ายผู้รับการประเมินจะต้องบอกตัวอักษรที่ปรากฏให้จำตามลำดับให้ถูกต้องและครบตามจำนวน

ที่ปรากฏ โดยโปรแกรมจะสุ่มรูปแบบที่กำหนด ประกอบด้วย แบบ 3 สมการ 3 ตัวอักษรสูงสุดที่แบบสมการ 7 ตัวอักษร รวมทั้งหมด 75 ข้อ มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

1.8.1 เริ่มต้นจะปรากฏเครื่องหมายบวก (**+**) ตรงกลางหน้าจอให้ผู้รับการประเมินเตรียมความพร้อม ดังภาพที่ 23 ปรากฏนาน 800 มิลลิวินาที (ms) แล้วหายไป จากนั้นจะปรากฏสมการคณิตศาสตร์สมการที่ 1 ให้หาคำตอบ ดังภาพที่ 24



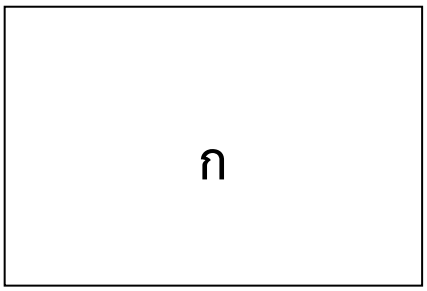
ภาพที่ 23 หน้าจอแสดงเครื่องหมาย **+** ให้ผู้รับการประเมินเตรียมความพร้อม

ภาพที่ 24 สมการคณิตศาสตร์สำหรับกิจกรรมขณะคำนวณ

1.8.2 เมื่อสมการคณิตศาสตร์สมการที่ 1 ปรากฏขึ้นผู้รับการประเมินต้องหาคำตอบของสมการดังกล่าว เมื่อได้คำตอบแล้วให้คลิกเมาส์ 1 ครั้ง จะเปลี่ยนเป็นหน้าจอแสดงตัวเลขสำหรับพิจารณาว่าเป็นคำตอบของสมการหรือไม่ ดังภาพที่ 25

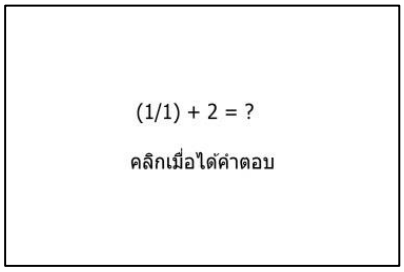
ภาพที่ 25 ตัวเลขให้พิจาณาว่าเป็นคำตอบของสมการคณิตศาสตร์หรือไม่

1.8.3 หลังจากพิจารณาว่าตัวเลขดังกล่าวแล้วให้คลิกที่ปุ่ม “ใช่” ถ้าตัวเลขดังกล่าวเป็นคำตอบของสมการ หรือคลิกที่ปุ่ม “ไม่ใช่” ถ้าไม่เป็นคำตอบ จากนั้นหน้าจอนี้จะหายไปแล้วจะปรากฏหน้าจอแสดงตัวอักษรให้จำตัวที่ 1 ดังภาพที่ 26



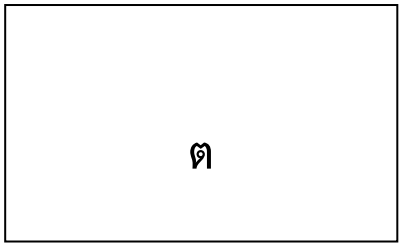
ภาพที่ 26 ตัวอักษรสำหรับจำตัวที่ 1

1.8.4 ตัวอักษรให้จำตัวที่ 1 จะปรากฏนาน 800 มิลลิวินาทีแล้วหายไป ผู้รับการประเมินจะต้องจำตัวอักษรนี้ให้ได้ จากนั้นจะปรากฏหน้าจอแสดงสมการคณิตศาสตร์สมการที่ 2 ขึ้นมาให้หาคำตอบ ดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 สมการคณิตศาสตร์สำหรับหาคำตอบอีกครั้ง

1.8.5 ผู้รับการประเมินต้องหาคำตอบของสมการอีกครั้งและพิจารณาตัวเลขที่ปรากฏขึ้นว่าเป็นคำตอบของสมการหรือไม่เช่นเดียวกับคำชี้แจงก่อนหน้านี้ จากนั้นจะปรากฏตัวอักษรให้จำตัวที่ 2 ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 ตัวอักษรสำหรับจำตัวที่ 2

1.8.6 จากนั้นโปรแกรมจะวนซ้ำตามจำนวนตัวอักษรให้จำ ประกอบด้วยแบบ 3 สมการ 3 ตัวอักษร (OS3) จำนวน 3 ชุด แบบ 4 สมการ 4 ตัวอักษร (OS4) จำนวน 3 ชุด แบบ 5 สมการ 5 ตัวอักษร (OS5) จำนวน 3 ชุด แบบ 6 สมการ 6 ตัวอักษร (OS6) จำนวน 3 ชุด และแบบ 7 สมการ 7 ตัวอักษร (OS7) จำนวน 3 ชุด และในหน้าจอสุดท้ายของแต่ละชุดในแต่ละแบบจะปรากฏกลุ่มของตัวอักษรดังภาพที่ 29 ให้ผู้รับการประเมินคลิกเลือกตัวอักษรที่ปรากฏขึ้นมาให้จำตามลำดับให้ถูกต้อง ซึ่งในตัวอย่างนี้ลำดับตัวอักษรที่ปรากฏคือ ก ต

ภาพที่ 29 เมทริกซ์ตัวอักษรที่ใช้สำหรับผู้รับการประเมินเลือกตอบ

1.8.7 หลังจากผู้รับการประเมินตอบตัวอักษรตามลำดับที่ปรากฏแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลการตอบจำนวนตัวอักษรที่ตอบได้ถูกต้องและคะแนนรวมจากการตอบทั้งหมด ดังภาพที่ 30

ภาพที่ 30 หน้าจอแสดงผลการตอบตัวอักษรที่ถูกต้องและคะแนนรวม

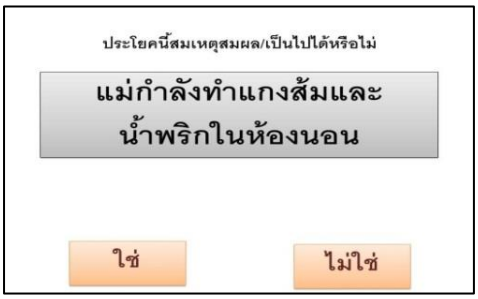
1.8.8 หลังจากเสร็จสิ้นการประเมิน โปรแกรมจะแสดงผลการประเมินรวมทั้งหมด ดังภาพที่ 31

ภาพที่ 31 หน้าจอแสดงผลการประเมินรวมทั้งหมด

2. การเข้าใช้งานกิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task)

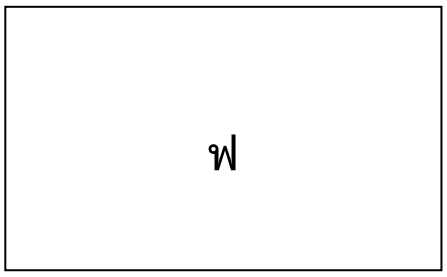
กิจกรรมขณะอ่านมีรูปแบบและวิธีการประเมินคล้ายกับกิจกรรมขณะคำนวณ ต่างกันที่เปลี่ยนจากการแก้สมการคณิตศาสตร์เป็นการตีความประโยคที่มี 2 ลักษณะ คือ สมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้ (Make Sense) เช่น “สมหมายหัดท่องสูตรคูณเพื่อเตรียมสอบวิชาคณิตศาสตร์” และไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ (Not Make Sense) เช่น “วีระเห็นปลาบินอยู่บนท้องฟ้า” โดยเริ่มจากการตีความประโยคก่อนแล้วตามด้วยการจำตัวอักษร สำหรับขั้นตอนการใช้งานในข้อที่ 1.1 – 1.7 มีลักษณะเช่นเดียวกับกิจกรรมขณะคำนวณ ดังนั้นจะขออธิบายเช่นเดียวกับข้อ 1.8 ดังนี้

2.1 เริ่มต้นจะปรากฏเครื่องหมายบวก (+) ให้ผู้รับการประเมินเตรียมความพร้อม เช่นเดียวกับภาพที่ 23 จากนั้นจะปรากฏประโยคให้อ่านและตีความประโยคที่ 1 ดังภาพที่ 32



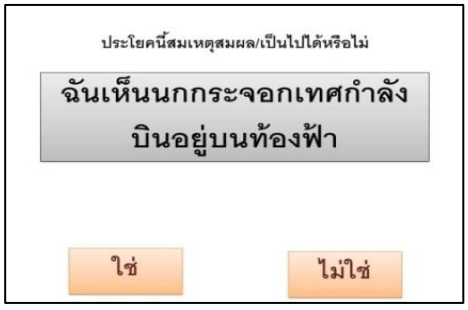
ภาพที่ 32 ประโยคสำหรับตีความประโยคที่ 1

2.2 เมื่ออ่านและพิจารณาประโยคดังกล่าวแล้วให้คลิกที่ปุ่ม “ใช่” ถ้าเป็นประโยคแบบสมเหตุสมผลหรือเป็นไปได้ หรือคลิกที่ปุ่ม “ไม่ใช่” ถ้าประโยคนั้นไม่สมเหตุสมผลหรือเป็นไปไม่ได้ จากนั้นจะปรากฏตัวอักษรให้จำตัวที่ 1 ดังภาพที่ 33



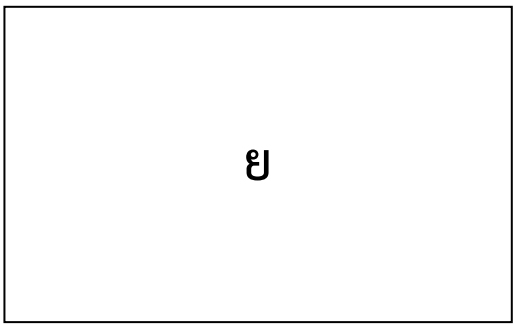
ภาพที่ 33 ตัวอักษรสำหรับจำตัวที่ 1

2.3 ตัวอักษรดังกล่าวจะปรากฏนาน 800 มิลลิวินาที แล้วหายไปจากนั้นจะปรากฏหน้าจอแสดงประโยคให้อ่านและตีความประโยคที่ 2 ดังภาพที่ 34



ภาพที่ 34 ประโยคสำหรับตีความประโยคที่ 2

2.4 หลังจากพิจารณาประโยคและดำเนินการเช่นเดียวกับข้อที่ 2.3 แล้วจะปรากฏตัวอักษรขึ้นมาให้จำเป็นตัวที่ 2 ดังภาพที่ 35



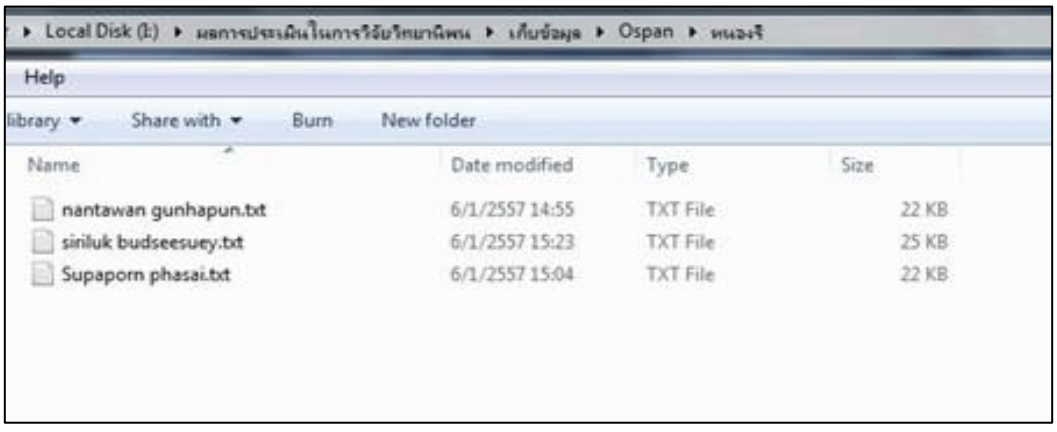
ภาพที่ 35 ตัวอักษรสำหรับจำตัวที่ 2

2.5 โปรแกรมจะวนซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 – 6 ตามจำนวนรูปแบบที่กำหนด คือ แบบ 3 ประโยค 3 ตัวอักษร (RS3) จำนวน 3 ชุด แบบ 4 ประโยค 4 ตัวอักษร (RS4) จำนวน 3 ชุด แบบ 5 ประโยค 5 ตัวอักษร (RS5) จำนวน 3 ชุด แบบ 6 ประโยค 6 ตัวอักษร (RS6) จำนวน 3 ชุด และแบบ 7 ประโยค 7 ตัวอักษร (RS7) จำนวน 3 ชุด หลังจากจบแต่ละชุดของแต่ละแบบแล้ว หน้าจอสุดท้ายจะปรากฏกลุ่มของตัวอักษรเช่นเดียวกับภาพที่ 29 ผู้รับการประเมินต้องคลิกตัวอักษรปรากฏขึ้นมาให้จำทุกตัวตามลำดับให้ถูกต้อง ซึ่งในตัวอย่างนี้ ลำดับของตัวอักษรที่ปรากฏคือ ฟ ย

2.6 จากนั้นโปรแกรมจะแสดงผลการตอบตัวอักษรที่ถูกต้องและคะแนนรวมจากการตอบทั้งหมด เช่นเดียวกับข้อ 1.8.7 และ 1.8.8 ดังภาพที่ 30 และภาพที่ 31

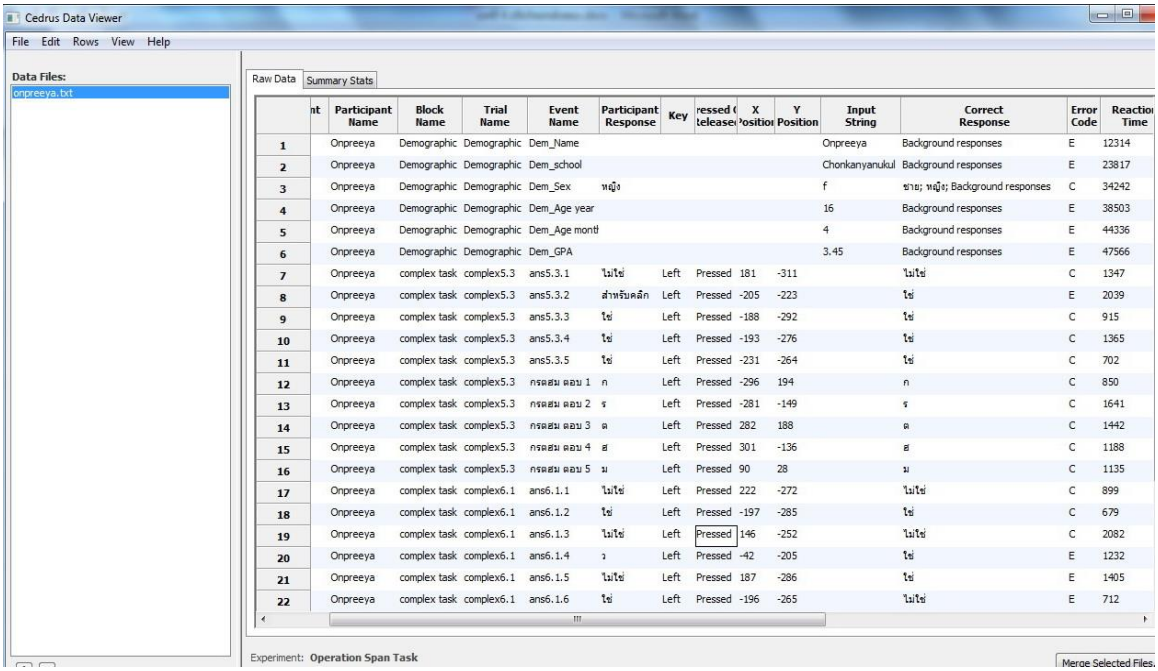
การดูผลการประเมินด้วยโปรแกรม Cedrus Data Viewer

โปรแกรม Cedrus Data Viewer จะบันทึกผลการประเมินแต่ละกิจกรรมในรูป Text File ณ ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในส่วนนำเข้าข้อมูล ดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 แสดงส่วนบันทึกผลการประเมินในรูปของ Text File

เมื่อต้องการทราบผลการประเมินสามารถเปิดดูได้ด้วยโปรแกรม Cedrus Data Viewer ดังภาพที่ 37



	Participant Name	Block Name	Trial Name	Event Name	Participant Response	Key	Pressed	X Position	Y Position	Input String	Correct Response	Error Code	Reaction Time
1	Onpreeya	Demographic	Demographic	Dem_Name						Onpreeya	Background responses	E	12314
2	Onpreeya	Demographic	Demographic	Dem_school						Chonkanyanukul	Background responses	E	23817
3	Onpreeya	Demographic	Demographic	Dem_Sex	หญิง					f	ชาย; หญิง; Background responses	C	34242
4	Onpreeya	Demographic	Demographic	Dem_Age year						16	Background responses	E	38503
5	Onpreeya	Demographic	Demographic	Dem_Age montl						4	Background responses	E	44336
6	Onpreeya	Demographic	Demographic	Dem_GPA						3.45	Background responses	E	47566
7	Onpreeya	complex task	complex5.3	ans5.3.1	ไม่ใช่	Left	Pressed	181	-311		ไม่ใช่	C	1347
8	Onpreeya	complex task	complex5.3	ans5.3.2	สำหรับคลิก	Left	Pressed	-205	-223		ใช่	E	2039
9	Onpreeya	complex task	complex5.3	ans5.3.3	ใช่	Left	Pressed	-188	-292		ใช่	C	915
10	Onpreeya	complex task	complex5.3	ans5.3.4	ใช่	Left	Pressed	-193	-276		ใช่	C	1365
11	Onpreeya	complex task	complex5.3	ans5.3.5	ใช่	Left	Pressed	-231	-264		ใช่	C	702
12	Onpreeya	complex task	complex5.3	กรณสม ตอบ 1	ก	Left	Pressed	-296	194		ก	C	850
13	Onpreeya	complex task	complex5.3	กรณสม ตอบ 2	ร	Left	Pressed	-281	-149		ร	C	1641
14	Onpreeya	complex task	complex5.3	กรณสม ตอบ 3	ด	Left	Pressed	282	188		ด	C	1442
15	Onpreeya	complex task	complex5.3	กรณสม ตอบ 4	ส	Left	Pressed	301	-136		ส	C	1188
16	Onpreeya	complex task	complex5.3	กรณสม ตอบ 5	ม	Left	Pressed	90	28		ม	C	1135
17	Onpreeya	complex task	complex6.1	ans6.1.1	ไม่ใช่	Left	Pressed	222	-272		ไม่ใช่	C	899
18	Onpreeya	complex task	complex6.1	ans6.1.2	ใช่	Left	Pressed	-197	-285		ใช่	C	679
19	Onpreeya	complex task	complex6.1	ans6.1.3	ไม่ใช่	Left	Pressed	146	-252		ไม่ใช่	C	2082
20	Onpreeya	complex task	complex6.1	ans6.1.4	ว	Left	Pressed	-42	-205		ใช่	E	1232
21	Onpreeya	complex task	complex6.1	ans6.1.5	ไม่ใช่	Left	Pressed	187	-286		ใช่	E	1405
22	Onpreeya	complex task	complex6.1	ans6.1.6	ใช่	Left	Pressed	-196	-265		ไม่ใช่	E	712

ภาพที่ 37 ตัวอย่างข้อมูลการประเมินแสดงผลด้วยโปรแกรม Cedrus Data Viewer

โปรแกรม Cedrus Data Viewer จะแสดงผลการประเมิน 2 แบบ คือ แบบข้อมูลดิบ (Raw Data) และแบบแสดงข้อมูลโดยรวม (Summary Status) แต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบข้อมูลดิบ (Raw Data)

การแสดงผลแบบข้อมูลดิบของโปรแกรม Cedrus Data Viewer ประกอบด้วย ชื่อผู้รับการประเมิน (Participant Name) ส่วนข้อมูลเบื้องต้น ประกอบด้วย เพศ อายุเป็นปี อายุเป็นเดือน และผลการเรียนเฉลี่ย ชื่อกิจกรรมประเมิน (Block Name, Trial Name, Event Name) คำตอบและตัวอักษรที่ผู้รับการประเมินเลือกตอบ (Participant Response) ตำแหน่งที่ผู้รับการประเมินคลิกเมาส์บนหน้าจอ (Key, X position, Y position) คำตอบและตัวอักษรที่กำหนดไว้ในโปรแกรม (Correct Response) ผลการตอบ C = ถูกต้อง E = ผิด (Error Code) และเวลาที่ผู้รับการประเมินใช้ในการตอบ (reaction time) แต่ละส่วนมีรายละเอียดในการแสดงผลดังนี้

1.1 Participant Name ส่วนนี้จะแสดงชื่อผู้รับการประเมินตามที่กรอกไว้ในส่วนนำเข้าข้อมูล

1.2 Block Name, Trial Name, Event Name เป็นส่วนที่แสดงชื่อของ Block Trial และ Event ที่กำหนดไว้ซึ่งโปรแกรม Cedrus Data Viewer จะแสดงลำดับการทำกิจกรรมแต่ละส่วนออกมา

1.3 Participant Response เป็นส่วนที่แสดงผลการตอบของผู้รับการประเมิน ประกอบด้วย ผลการตอบ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในข้อคำถามที่เป็นสมการคณิตศาสตร์หรือที่เป็นประโยคสำหรับตีความ และผลการตอบตัวอักษรที่จำตามลำดับ

1.4 Key, X position, Y position แสดงตำแหน่งที่ผู้รับการประเมินคลิกเมาส์บนหน้าจอ

1.5 Input String เป็นแสดงข้อมูลเบื้องต้นของผู้รับการประเมินส่วนนี้จะแสดงผลที่มาจากการกรอกข้อมูลเบื้องต้นของผู้รับการประเมิน ประกอบด้วย ชื่อ –นามสกุล โรงเรียน เพศ อายุเป็นปี อายุเป็นเดือน และผลการเรียนเฉลี่ยซึ่งข้อมูลทั้งหมดนี้นำเข้าโดยการพิมพ์ที่แป้นพิมพ์และกดปุ่ม Enter เพื่อให้โปรแกรมบันทึกผล

1.6 Correct Response เป็นส่วนที่แสดงคำตอบที่ถูกต้องและตัวอักษรที่กำหนดไว้ให้แสดงผลในโปรแกรม

1.7 Error Code เป็นส่วนที่แสดงผลการตอบแต่ละข้อโดยการเปรียบเทียบกันระหว่างคำตอบหรือตัวอักษรที่กำหนดไว้ในส่วน Correct Respond กับส่วน Participant Respond โดยกำหนดผลดังนี้

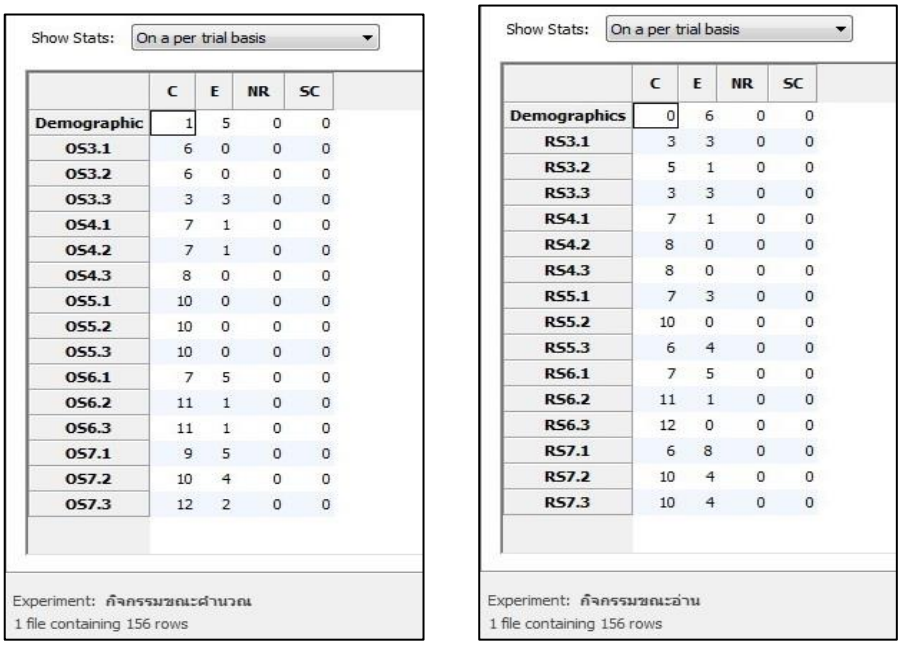
C หมายถึง ถูกต้อง

E หมายถึง ผิด

1.8 Reaction Time แสดงเวลาที่ผู้รับการประเมินใช้ในการตอบ

2. แบบแสดงข้อมูลโดยรวม (Summary Status)

การแสดงผลการประเมินแต่ละแบบแสดงข้อมูลโดยรวม (Summary Status) ในโปรแกรม Cedrus Data Viewer จะแสดงผลออกมาดังภาพที่ 38 ทำให้สามารถดูผลการประเมินของแต่ละแบบในแต่ละกิจกรรมได้



Show Stats: On a per trial basis

	C	E	NR	SC
Demographic	1	5	0	0
OS3.1	6	0	0	0
OS3.2	6	0	0	0
OS3.3	3	3	0	0
OS4.1	7	1	0	0
OS4.2	7	1	0	0
OS4.3	8	0	0	0
OS5.1	10	0	0	0
OS5.2	10	0	0	0
OS5.3	10	0	0	0
OS6.1	7	5	0	0
OS6.2	11	1	0	0
OS6.3	11	1	0	0
OS7.1	9	5	0	0
OS7.2	10	4	0	0
OS7.3	12	2	0	0

Experiment: กิจกรรมขณะคำนวณ
1 file containing 156 rows

Show Stats: On a per trial basis

	C	E	NR	SC
Demographics	0	6	0	0
RS3.1	3	3	0	0
RS3.2	5	1	0	0
RS3.3	3	3	0	0
RS4.1	7	1	0	0
RS4.2	8	0	0	0
RS4.3	8	0	0	0
RS5.1	7	3	0	0
RS5.2	10	0	0	0
RS5.3	6	4	0	0
RS6.1	7	5	0	0
RS6.2	11	1	0	0
RS6.3	12	0	0	0
RS7.1	6	8	0	0
RS7.2	10	4	0	0
RS7.3	10	4	0	0

Experiment: กิจกรรมขณะอ่าน
1 file containing 156 rows

ภาพที่ 38 ตัวอย่างผลการประเมินแต่ละแบบ

3.3.2 การให้คะแนนการประเมิน

การให้คะแนนการประเมินคิดจากคะแนนความสามารถในการจำตัวอักษรและบอกได้ถูกต้อง เรียกว่า คะแนนส่วนเก็บจำ (Partial Storage Score) ซึ่งเป็นคะแนนรวมของที่ผู้รับการ

ประเมินสามารถจำตัวอักษรที่ปรากฏและบอกตามลำดับที่ปรากฏได้อย่างถูกต้องของแต่ละแบบในแต่ละกิจกรรม คะแนนดังกล่าวเป็นการบ่งบอกถึงความสามารถของการจำในขณะที่ต้องทำกิจกรรมอื่นควบคู่ไปด้วย (Processing-and-Storage Task) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีลักษณะซับซ้อนตามความหมายของสมรรถนะความจำขณะคิด คะแนนเต็มของการประเมินแต่ละกิจกรรม คือ 75 คะแนน ตามจำนวนตัวอักษรที่ให้จำทั้งหมด กำหนดคะแนนเต็มของแต่ละแบบ ดังนี้ แบบจำ 3 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 9 คะแนน แบบจำ 4 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 12 คะแนน แบบจำ 5 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 15 คะแนน แบบจำ 6 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 18 คะแนน และแบบจำ 7 ตัวอักษร คะแนนเต็ม 21 คะแนน มีวิธีการคิดคะแนนคือ ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษรของกิจกรรมขณะคำนวณหรือกิจกรรมขณะอ่าน แบบจำ 3 ตัวอักษร ในการประเมิน 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้

ครั้งที่ 1 ตอบถูก 3 ตัวอักษร
ครั้งที่ 2 ตอบถูก 2 ตัวอักษร
ครั้งที่ 3 ตอบถูก 2 ตัวอักษร

คะแนนจากการประเมิน คือ 3 + 2 + 2 = 7 คะแนน จากนั้นนำคะแนนของแต่ละแบบมารวมกัน เช่น

แบบจำ 3 ตัวอักษร ได้ 7 คะแนน
แบบจำ 4 ตัวอักษร ได้ 11 คะแนน
แบบจำ 5 ตัวอักษร ได้ 13 คะแนน
แบบจำ 6 ตัวอักษร ได้ 14 คะแนน
แบบจำ 7 ตัวอักษร ได้ 16 คะแนน

ดังนั้น คะแนนจากการประเมิน คือ 7 + 11 + 13 + 14 + 16 = 61 คะแนน