บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

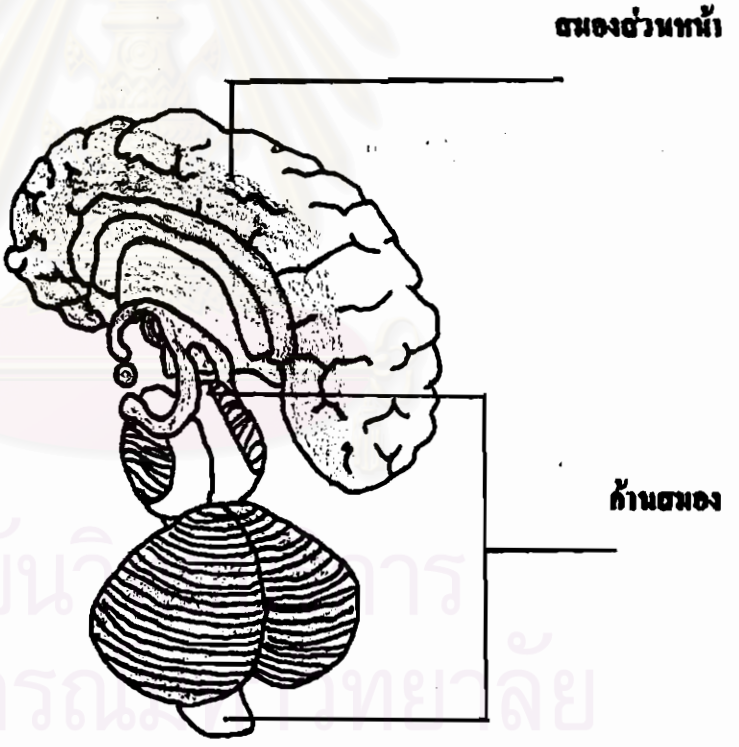
การศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงความจำระยะสั้นกับความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมี ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา บทความ และรายงานการวิจัยต่าง ๆ ซึ่งจะนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ช่วงความจำระยะสั้น
   - 1.1 โครงสร้างหลักของสมอง
   - 1.2 ความหมาย ประเภท และโครงสร้างของความจำ
   - 1.3 รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลของความจำ
   - 1.4 กระบวนการทางปัญญาในช่วงความจำระยะสั้นเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
   - 1.5 การส่งเสริมช่วงความจำระยะสั้น
   - 1.6 วิธีวัดช่วงความจำระยะสั้น
2. การแก้ปัญหาโจทย์เคมี
   - 2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาโจทย์เคมี
   - 2.2 กระบวนการแก้ปัญหา
   - 2.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้ปัญหา
   - 2.4 วิธีวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 3.1 งานวิจัยต่างประเทศ
   - 3.2 งานวิจัยในประเทศ

1. ช่วงความจำระยะสั้น (Short-term Memory)

1.1 โครงสร้างหลักของสมอง (Major Brain Structures)

ในการศึกษาเกี่ยวกับความจำและการแก้ปัญหานั้นนักจิตวิทยา และนักวิจัยจำนวนมากเชื่อว่า เป็นการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการประมวลผลข้อมูลภายในสมองของมนุษย์ จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสมองซึ่งเป็นอวัยวะภายในตามแนวคิดของ เอคคินสัน และชิฟฟิน (อ้างถึงใน Haberlandt, 1994: 49) พบว่า สมองมีโครงสร้างหลักประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ สมองส่วนหน้า (Brain Stem) และก้านสมอง (Forebrain) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างหลักของสมองตามแนวคิดของ เอคคินสัน และชิฟฟิน (อ้างถึงใน Haberlandt, 1994: 49)

1. ก้านสมอง

ก้านสมอง ประกอบด้วยสี่ส่วนประกอบย่อย ๆ ดังนี้

1.1 Medulla ทำหน้าที่ตอบสนองเกี่ยวกับกระบวนการหายใจและการแสดงออกด้านทัศนคติ

1.2 Cerebellum ทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบควบคุมการเคลื่อนไหวของมนุษย์ โดยมีหน่วยประสาทสำหรับแยกแยะการกำหนดเงื่อนไขการทำงาน

1.3 Thalamus เป็นสถานีหลักในการถ่ายทอดกระแสความรู้สึกรับสัมผัสซึ่งรับมาจากอวัยวะรับสัมผัสแล้วส่งต่อไปยังสมองส่วนหน้า ซึ่ง Thalamus จะประกอบด้วย Lateral Geniculate Body ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากการมองเห็นที่รับมาจาก Rentina แล้วส่งต่อไปยัง Occipital Lobes ในสมองส่วนหน้า และMedial Geniculate Body ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากการได้ยินแล้วส่งต่อไปยัง Temporal Lobes ในสมองส่วนหน้า นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบที่เรียกว่า Pineal Body ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างจิตกับร่างกาย

1.4 Hypothalamus เป็นศูนย์กลางการถ่ายทอดกระแสประสาทหลายเส้น นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับ Pituitary Gland ซึ่งควบคุมเกี่ยวกับการทำงานของต่อมไร้ท่อ การย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียน และระบบการทำงานของร่างกายระบบอื่น ๆ

1.5 Reticular System เป็นกลุ่มของระบบประสาทที่ตอบสนองความรู้สึกกระตุ้น หรือปลุกใจ

บริเวณที่ก้านสมองอยู่ติดกับสมองส่วนหน้าจะเชื่อมต่อกันด้วย Limbic System หรือ Hippocampus ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความจำ หากได้รับอุบัติเหตุจะส่งผลให้ไม่สามารถจำสิ่งใหม่ ๆ ได้ และทำให้ลืมสิ่งเก่า ๆ

2. สมองส่วนหน้า

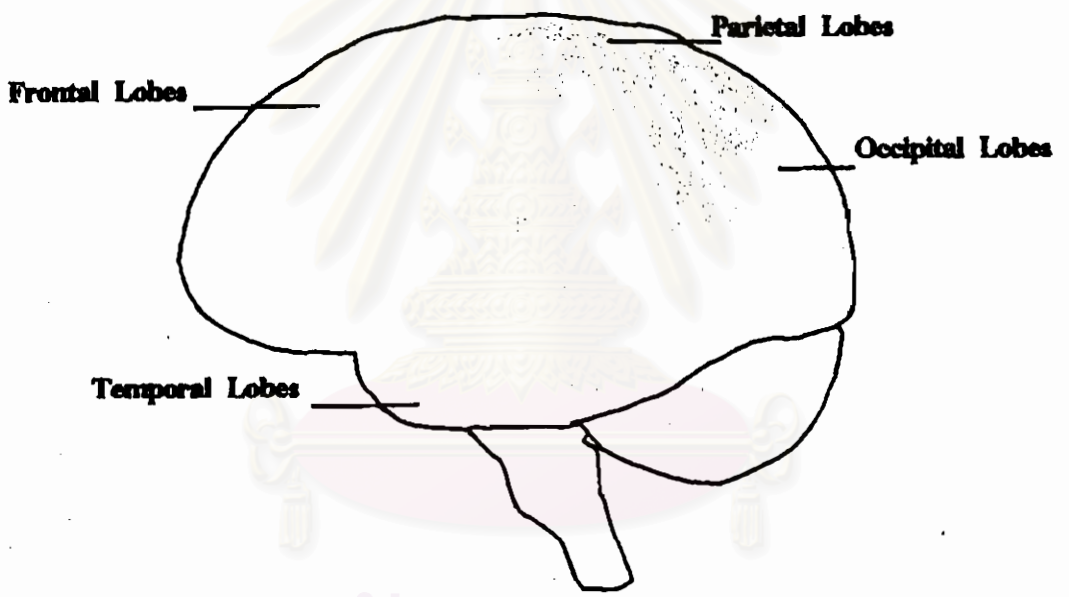
สมองส่วนหน้า ทำหน้าที่เกี่ยวกับความจำ การรับรู้ การคิด และการวางแผน ซึ่งประกอบด้วย Cerebrum หรือ Neo-Cortex หรือ Cortex โดยสามารถแบ่งพื้นที่ของสมองส่วนหน้าออกได้เป็น 3 ส่วน ใหญ่ ๆ คือ

2.1 Projection Areas เป็นพื้นที่รับข้อมูลจากอวัยวะรับสัมผัส ได้แก่ ตา หู และผิวหนัง

2.2 Motor Areas เป็นพื้นที่จัดส่งเส้นใยไปยังบริเวณหน้าและกล้ามเนื้อลายกล้ามเนื้อโครงกระดูก

2.3 Association Areas เป็นพื้นที่เชื่อมโยงกับพื้นที่ส่วนที่ทำการประเมินความรู้สึกสัมผัสและพื้นที่ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว

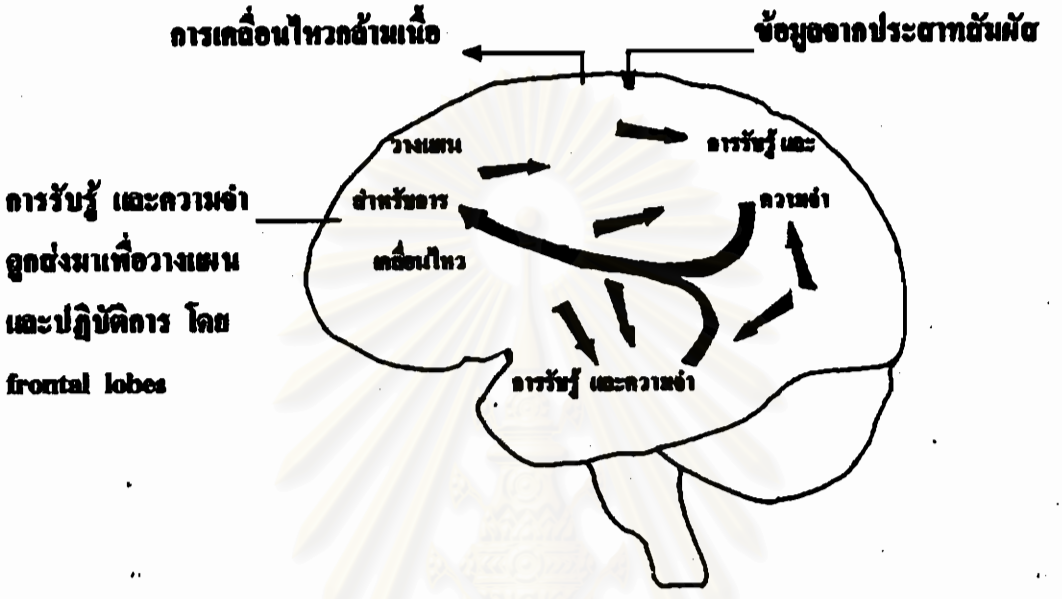
นอกจากนี้บริเวณพื้นที่ทั้ง 3 ส่วน ของสมองส่วนหน้ายังมีบทบาทสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความจำ การแก้ปัญหา และความเร็วในการรับรู้ เนื่องจากสมองส่วนหน้าประกอบด้วย Lobes หลัก ๆ 4 Lobes คือ 1) Occipital Lobes 2) Parietal Lobes 3) Temporal Lobes และ 4) Frontal Lobes ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างของสมองส่วนหน้า ซึ่งประกอบด้วย 4 Lobes ตามแนวคิดของ คาร์สัน (อ้างถึงใน Haberlandt, 1994: 50)

โดยที่การทำงานของสมองส่วนหน้านั้น Occipital Lobes Parietal Lobes และ Temporal Lobes จะเกี่ยวข้องกับกระบวนการรับความรู้สึกสัมผัสต่าง ๆ และFrontal Lobes จะเกี่ยวข้องกับการควบคุมพฤติกรรมการเคลื่อนไหว มีบทบาทหน้าที่เกี่ยวข้องกับความจำ ภาษา กระบวนการปฏิบัติการในการคิดระดับสูง การวางแผน การตัดสินใจ การจัดการข้อมูลข่าวสาร และการควบคุมพฤติกรรมที่ซับซ้อน โดยมีหน้าที่ควบคุม (Executive) การปฏิบัติงานของส่วน

ประกอบต่าง ๆ ของสมองส่วนหน้าในลักษณะการนำเข้า (Reception) การจัดเก็บ (Storage) และการเรียกข้อมูล (Retrieval) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การทำงานของสมองส่วนหน้า ตามแนวคิดของ คาร์สัน (อ้างถึงใน Haberlandt, 1994: 50)

1.2 <u>ความหมาย ประเภท และโครงสร้างของความจำ</u>

<u>ความหมายของความจำ</u>

ความจำของบุคคลเป็นพฤติกรรมพื้นฐานที่จะนำไปสู่ ความคิด ความเข้าใจ และการตัดสินใจ เมื่อบุคคลมีการรับรู้ข้อมูลหรือข่าวสารขั้นตอนแรกของกระบวนการในสมองของบุคคลจะต้องจำสิ่งเหล่านั้นก่อนแล้วจึงพัฒนาไปสู่ความคิด และการตัดสินใจที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น ๆ เพราะฉะนั้น การศึกษากระบวนการคิดของบุคคลจึงต้องศึกษาถึงความจำในสมองของบุคคลด้วย (ชัยพร วิชชาวุธ, 2518: 31)

อดัม (Adams, 1967: 9) ได้ให้ความหมายของความจำ คือ การคงไว้ซึ่งผลของการเรียนหรือความสามารถที่ระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียนเคยมีประสบการณ์การรับรู้มาแล้ว หลังจากที่ทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง

ลัชแมน และบัตเตอร์ฟรายด์ (Lachman and Butterfield, 1979 อ้างถึงใน โยชิน ศันสนยุทธ และคณะ, 2533: 96) กล่าวว่า ความจำเป็นเรื่องที่เป็นหัวใจของกระบวนการทางพุทธิปัญญา ความจำมีผลต่อการตั้งใจรับรู้ การรู้ การเรียน การใช้ภาษา การสร้างมโนทัศน์ การแก้ปัญหา การใช้เหตุผล และการตัดสินใจ ความจำหมายถึง การเก็บรักษาข้อมูลไว้ระยะเวลาหนึ่ง ช่วงระยะเวลาที่ข้อมูลถูกเก็บรักษาเอาไว้นั้นอาจจะเป็นเวลาน้อยกว่าหนึ่งวินาทีหรืออาจจะยาวตลอดชีวิต

ไสว เลี่ยมแก้ว (2528: 8) กล่าวว่า ความจำหมายถึงผลที่คงอยู่ในสมองหลังจากสิ่งเร้าได้หายไปจากสนามสัมผัสแล้ว ผลที่คงอยู่นี้จะอยู่ในรูปของรหัสที่เป็นผลจากการโยงสัมพันธ์

สุชา จันทน์เอม (2533: 181) ได้ให้ความหมายของความจำ คือ การที่บุคคลสามารถถ่ายทอดสิ่งที่เคยรับรู้ และเก็บเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้ประสบมาแล้วออกมาได้อย่างถูกต้อง

กล่าวโดยสรุป ความจำ หมายถึง ข้อมูลที่คงอยู่ในสมองหลังจากสิ่งเร้าได้หายไปจากสนามสัมผัสแล้ว ข้อมูลที่คงอยู่นี้จะอยู่ในรูปของรหัสที่เป็นผลจากการโยงสัมพันธ์ ช่วงระยะเวลาที่ข้อมูลถูกเก็บรักษาเอาไว้นั้นอาจจะเป็นเวลาน้อยกว่าหนึ่งวินาทีหรืออาจจะยาวนานตลอดชีวิต

<u>ประเภทของความจำ</u>

ประเภทของความจำที่นักจิตวิทยาศึกษาและที่พบในชีวิตประจำวันและในห้องเรียนมี 3 ประเภท ได้แก่ การระลึก (Recall) การรู้จัก (Recognition) และการเรียนซ้ำ (Relearning) (ไสว เลี่ยมแก้ว, 2528: 9-17)

1. การระลึก หมายถึง ความจำที่เกิดขึ้นเมื่อสามารถบอกถึงสิ่งที่เคยเห็นหรือเคยเรียนมาแล้วได้ถูกต้องโดยที่สิ่งนั้นไม่ได้อยู่ในสนามสัมผัสในขณะนั้น การระลึกสามารถแบ่งออกตามลักษณะของสถานการณ์ที่ระลึกได้ 3 แบบ คือการระลึกเสรี (Free Recall) การระลึกตามลำดับ (Serial Recall) และการระลึกตามตัวแนะ (Cued Recall)

1.1 การระลึกเสรี หมายถึง การบอกว่าสิ่งที่เคยเห็นหรือเคยเรียนมานั้นมีอะไรบ้าง ระลึกได้สิ่งใดก่อนก็ตอบสิ่งนั้นไม่จำเป็นต้องระลึกตามลำดับก่อนหลัง

1.2 การระลึกตามลำดับ หมายถึง การบอกว่าสิ่งที่เคยเห็นหรือเคยเรียนมานั้นมีอะไรบ้าง โดยต้องระลึกตามลำดับก่อนหลัง

1.3 การระลึกตามตัวแนะ หมายถึง การบอกว่าสิ่งที่เคยเห็นหรือเคยเรียนมานั้นมีอะไรบ้าง โดยสิ่งที่เคยเห็นหรือเคยเรียนมานั้นมีลักษณะเป็นคู่ ๆ เช่น 2-หนังสือ คน-7 คำที่อยู่ข้างหน้าเรียกว่า ตัวแนะ คำที่อยู่ข้างหลังเรียกว่า ตัวสนอง

2. การรู้จัก หมายถึง ความจำที่เกิดขึ้นเมื่อพบสิ่งที่เคยเห็นหรือเคยเรียนมาแล้วอีกครั้งหนึ่ง โดยสามารถบอกเกี่ยวกับสิ่งที่เคยเห็นหรือเคยเรียนมาแล้วได้อย่างถูกต้อง

3. การเรียนซ้ำ หมายถึง ความจำที่เกิดขึ้นเมื่อได้เรียนซ้ำสิ่งที่เคยเห็นหรือเคยเรียนมาแล้วในอดีตและลืมไปหมดแล้ว แต่พอกลับมาเรียนซ้ำอีกครั้งหนึ่งจะทำให้จำได้อย่างรวดเร็วหรือง่ายกว่าที่ไม่เคยเรียนมาก่อน

<u>โครงสร้างความจำ</u>

นักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม ซึ่งมีความสนใจในเรื่องของกระบวนการคิดอันจะนำไปสู่การแก้ปัญหามีความเชื่อว่าข้อมูลทางจิตวิทยาคือพฤติกรรมที่สังเกตได้ มนุษย์ได้ความรู้โดยผ่านประสาทสัมผัส สิ่งที่เข้ามาทางประสาทสัมผัสจะโยงสัมพันธ์กับการตอบสนอง ความรู้ที่ได้ก็คือผลการโยงสัมพันธ์ ความรู้นี้จะรวมกันเข้าเป็นความรู้ที่ซับซ้อน และยังได้เน้นว่าสมองมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ กระบวนการภายในสมองเป็นสิ่งที่มองเห็นหรือศึกษาโดยตรงไม่ได้นอกจากจะอนุมานว่าได้เกิดกระบวนการภายในขึ้น โดยจะเกี่ยวข้องกับการค้นหา การเลือก การรับรู้ผ่านทางประสาทสัมผัสจนเกิดเป็นการรับรู้ อาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปของสิ่งที่รับรู้ออกมาผ่านกระบวนการสร้างรหัส การจัดเก็บรหัส และการเรียกข้อมูล จนเกิดการจำ เกิดการคิด ซึ่งอาจอยู่ในรูปของจินตนาการ และการแก้ปัญหาต่าง ๆ

จากความคิดนี้สิ่งที่รับรู้ในรูปของสัญลักษณ์แทนของจริงหรือการกระทำจะถูกรับเข้ามาเป็นข้อมูล สมองของมนุษย์จะทำหน้าที่เป็นเครื่องประมวลผลข้อมูล (Processor) คล้ายกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ เอกคินสัน และชิฟฟิน (อ้างถึงใน Haberlandt, 1994: 217) ได้ศึกษาโครงสร้างความจำในสมองซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากกระบวนการประมวลผลข้อมูล โดยแบ่งโครงสร้างความจำออกเป็น 3 ส่วน คือ ความจำรับสัมผัส ช่วงความจำระยะสั้น และความจำระยะยาว

ความจำรับสัมผัส เป็นความจำที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากประสาทสัมผัส ข้อมูลจะอยู่ในความจำส่วนนี้เป็นระยะเวลาสั้น ๆ ก่อนที่จะส่งต่อให้ช่วงความจำระยะสั้นเพื่อทำการประมวลผลต่อไป

ช่วงความจำระยะสั้น หรือ ความจำระยะสั้น ความจำช่วงสั้น และความจำชั่วคราว เป็นความจำที่เป็นพื้นที่ที่กระบวนการประมวลผลเกิดขึ้น โดยรับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมผ่านความจำรับสัมผัสและเรียกใช้ข้อมูลจากความจำระยะยาวในรูปของข้อมูลเพิ่มเติม

ความจำระยะยาว หรือ ความจำถาวร เป็นความจำที่เป็นที่เก็บข้อมูลความรู้ผ่านกระบวนการประเมินผลในช่วงความจำระยะสั้น การจัดเก็บมีลักษณะถาวรคือลบทิ้งไม่ได้โดยง่าย ๆ นอกจากการได้รับบาดเจ็บหรือโรคภัยทางสมอง

เอดคินสัน และชิฟฟิน เชื่อว่า โครงสร้างความจำทั้งสามส่วนนี้ติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด โดยที่โครงสร้างทั้งสามส่วนจะสัมพันธ์กันด้วยกระบวนการสำคัญ 3 กระบวนการ คือ กระบวนการสร้างรหัส กระบวนการจัดเก็บรหัส และกระบวนการเรียกข้อมูล

1. การสร้างรหัส เป็นการแทนที่สิ่งเร้าหรือเหตุการณ์ด้วยสิ่งเร้าอื่น และบุคคลใช้สิ่งเร้าที่เป็นตัวแทนนี้ไปกระตุ้นระบบประสาททำให้เกิดรหัส เก็บไว้ในระบบความจำ

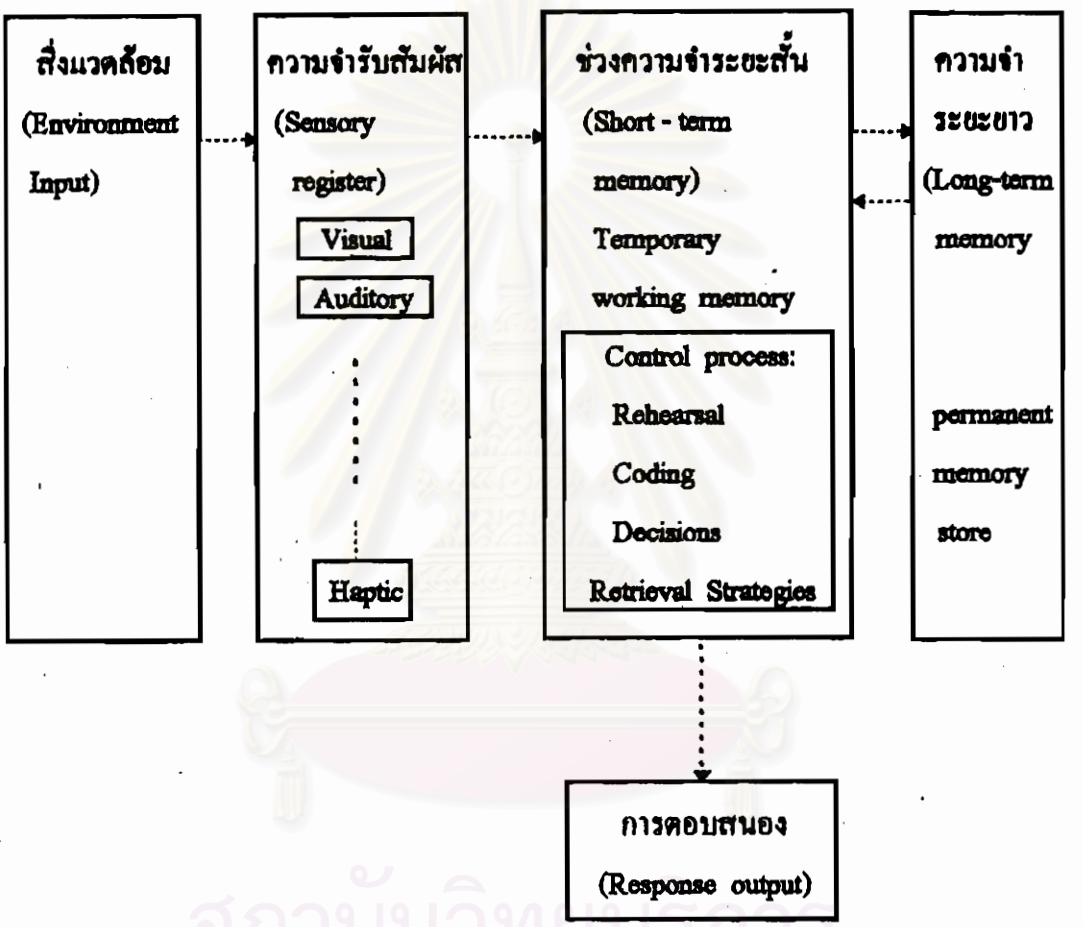
2. การจัดเก็บรหัส เป็นขั้นตอนที่รวบรวมจัดเก็บรหัสที่ถูกสร้างขึ้นอย่างเป็นระเบียบสะดวกในการนำมาใช้

3. การเรียกข้อมูล เป็นการนำรหัสที่ถูกเก็บอย่างเป็นระเบียบมาใช้ตอบสนองสิ่งเร้าเมื่อบุคคลต้องการ

1.3 <u>รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลของระบบความจำ</u> (Two-Store Model of Memory)

เอดคินสัน และชิฟฟิน (อ้างถึงใน Haberlandt, 1994: 214-220) ได้เสนอรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลของความจำว่า เริ่มต้นจากการที่สิ่งเร้ากระทบความจำรับสัมผัส ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ทำหน้าที่รับข้อมูลเมื่อมีสิ่งเร้าจากภายนอกผ่านอวัยวะรับสัมผัส ลักษณะของข้อมูลในความจำรับสัมผัสจะมีลักษณะเหมือนกับสิ่งเร้าจากภายนอก ข้อมูลที่อยู่ในความจำรับสัมผัสจะหายไปอย่างรวดเร็วและข้อมูลบางส่วนจะถูกส่งเข้าสู่ระบบประมวลผลข้อมูล คือ ช่วงความจำระยะสั้น ซึ่งจะทำหน้าที่จัดเก็บและประมวลผลข้อมูลโดยผ่านกระบวนการควบคุม เช่น การสร้างรหัสขึ้นแทนข้อมูลที่ได้รับแล้วจัดเก็บไว้ในความจำระยะยาว และเรียกข้อมูลที่เป็นความรู้ออกจากความจำระยะยาวเมื่อต้องการใช้ข้อมูลที่เกี่ยวกับความรู้นั้น ๆ การจัดเก็บข้อมูลจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีการทบทวนข้อมูลที่อยู่ในช่วงความจำระยะสั้น และถ้าหากไม่มีการทบทวนข้อมูลในเวลาประมาณ 20-30 วินาที ก็จะเกิดการลืม ข้อมูลความรู้ที่ถูกจัดเก็บไว้ในความจำระยะยาวการจัดเก็บมีลักษณะถาวรคือลบทิ้งไม่ได้โดยง่ายนอกจากได้รับบาดเจ็บหรือโรคภัยทางสมอง แต่สามารถปรับรูปแบบ

หรือโครงสร้างได้เรื่อย ๆ อันเป็นผลมาจากประสบการณ์และการเรียนรู้ ความจำระยะยาวนี้มีความจุของพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลความรู้ไม่มีขอบเขตจำกัด ในขณะที่ความจุของพื้นที่สำหรับจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลของช่วงความจำระยะสั้นมีจำกัด ซึ่งจะมีได้มากที่สุด 7±2 หน่วย (Miller, 1956: 81-87) ดังแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 แสดงรูปแบบการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลของระบบความจำ ตามแนวคิดของ เอทคินสัน และชิฟฟิน (อ้างถึงใน Reed, 1996: 81)

จากรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลของความจำตามแนวคิดของ เอทคินสัน และชิฟฟิน สรุปได้ว่า ช่วงความจำระยะสั้นจะเป็นศูนย์กลางการดำเนินการของกระบวนการทางปัญญา ซึ่งทำหน้าที่จัดกระทำกับข้อมูลโดยรับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมผ่านความจำรับสัมผัส เรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยความจำระยะยาวในรูปของข้อมูลเพิ่มเติม และถ่ายโอนข้อมูลไปจัดเก็บไว้ในความจำระยะยาว

ข้อมูลความรู้ที่จัดเก็บในความจำระยะยาว

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivism อธิบายว่า การเรียนรู้คือการที่ผู้เรียนพยายามที่จะสร้างความหมายเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นแล้วสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญาที่เรียกว่า Schema ความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งจะถูกสร้างขึ้นภายในสมองของผู้เรียนโดยผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความหมายด้วยตนเอง (Bell, 1993 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2540: 13) ความรู้ที่จัดเก็บในความจำระยะยาวสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ข้อมูลหรือความรู้เชิงเนื้อหา (Declarative Knowledge) และข้อมูลหรือความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural Knowledge) (Klein,1991: 380; Reed, 1996: 139-140)

1. ความรู้เชิงเนื้อหา เป็นข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความหมายหรือลักษณะของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตั้งแต่เหตุการณ์ในชีวิตประจำวันตลอดไปจนถึงสาระสำคัญทางวิชาการ สโนว์ และลัชแมน (อ้างถึงใน กรมวิชาการ, ม.ป.ป.: 28) อธิบายว่า ความรู้เชิงเนื้อหาจะจัดเก็บในลักษณะของเครือข่ายความหมายทางภาษา (Semantic Networks) หรือระบบที่ประกอบด้วยความสัมพันธ์นานาชนิดระหว่างหน่วยข้อมูลหรือหน่วยความรู้ หน่วยความรู้เหล่านี้ประกอบด้วยความหมายของสิ่งที่เป็นนามธรรม รูปร่างลักษณะของสิ่งของ ลำดับของเหตุการณ์ และความทรงจำด้านประสาทสัมผัส เป็นต้น

ข้อมูลที่เก็บในลักษณะความรู้เชิงเนื้อหานี้สามารถเรียกมาใช้ได้เมื่อหน่วยความรู้ใด ๆ ในแต่ละเครือข่ายได้รับการกระตุ้นซึ่งทำให้หน่วยความรู้อื่น ๆ ภายในเครือข่ายเกิดการตื่นตัวด้วย ประสิทธิภาพการเรียกใช้ข้อมูลขึ้นอยู่กับรูปแบบหรือโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในเครือข่าย หน่วยข้อมูลที่มีการเชื่อมต่อกับระบบความสัมพันธ์ในเครือข่ายอย่างแน่นแฟ้นจะสามารถเรียกกลับมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว ลักษณะการเชื่อมต่อของหน่วยความรู้มี 2 รูปแบบ คือ

1.1 การเชื่อมต่อแบบนิทาน ได้แก่ หน่วยความรู้ที่เชื่อมต่อกับข้อมูลอื่น ๆ ในเครือข่ายที่เป็นรูปธรรม ซึ่งได้แก่ สิ่งของหรือเหตุการณ์ในประสบการณ์ประจำวัน หน่วยความรู้ลักษณะนี้มีความผูกพันอยู่กับบริบทหรือสภาวะแวดล้อมอันเป็นที่มาของหน่วยความรู้นั้น การเรียกใช้ความรู้ประเภทนี้ต้องใช้ข้อมูลในบริบทเป็นตัวกระตุ้น ขอบเขตการใช้ข้อมูลนี้ค่อนข้างจะจำกัด นั่นคือการนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่มีบริบทต่างจากเดิมได้ยาก

1.2 การเชื่อมต่อด้วยความหมาย หน่วยความรู้ที่เชื่อมต่อกับข้อมูลอื่น ๆ ในระบบแบบการเชื่อมต่อด้วยความหมายจะมีลักษณะการเชื่อมต่อในรูปแบบของความสัมพันธ์เชิงความหมายกับความคิดรวบยอดอื่น ๆ ในเครือข่าย

ดังนั้นจึงมีลักษณะไม่ผูกพันกับบริบทที่เป็นรูปธรรม ทำให้สามารถเรียกใช้ได้ในขอบเขตและสถานการณ์กว้างขวาง

2. ความรู้เชิงกระบวนการ เป็นความรู้เกี่ยวกับการกระทำ และการปฏิบัติการ ทักษะและทักษะเฉพาะ รวมทั้งการตอบสนองแบบอัตโนมัติ

<u>การพัฒนาโครงสร้างความรู้</u>

เพียเจต์ (อ้างถึงใน Ginsburg and Opper, 1969: 15-17)) นักจิตวิทยาชาวสวิสส์มีความเชื่อว่า การเกิดพัฒนาการทางสติปัญญาจะเป็นผลเนื่องมาจากการปะทะสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม การปะทะสัมพันธ์เป็นกระบวนการปรับตัวของอินทรีย์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกและการจัดการภายในสมองโดยวิธีการรวมกระบวนการต่าง ๆ ให้เป็นระบบ ทั้งเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้อยู่ในสภาวะสมดุลย์ ซึ่ง เพียเจต์ได้จำแนกกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาไว้ 2 กระบวนการ คือ การปรับตัวและการจัดระบบโครงสร้าง การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลย์ทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม และเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวโครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม คือ มีรูปแบบความรู้เกิดขึ้น เพียเจต์ เรียกรูปแบบความรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงภายในสมองนี้ว่า Schema ซึ่งเป็นโครงสร้างความรู้ระดับสูง มีลักษณะเป็นเครือข่ายของระบบความสัมพันธ์ชั้นสูงระหว่างความคิดรวบยอดที่เป็นความรู้เชิงเนื้อหากับความรู้เชิงกรรมวิธีในความจำระยะยาวรวมกันเป็นกลุ่มเครือข่ายของความรู้ขนาดใหญ่ Schema จะเป็นประโยชน์ในการจัดเก็บ การเรียกกลับ และการใช้ความรู้ทั้งสองประเภทได้อย่างเป็นระบบเพื่อการตีความและการแก้ปัญหา (Messick, 1981; Snow and Lohman, 1989 อ้างถึงใน กรมวิชาการ, ม.ป.ป.: 29)

การพัฒนาโครงสร้างความรู้ในความจำระยะยาวเริ่มจากการที่ความจำระยะยาวได้รับข้อมูลความรู้ที่ผ่านการประมวลผลในช่วงความจำระยะสั้นแล้วจัดเก็บความรู้ในรูปของหน่วยความรู้ ในระยะแรกเริ่มหน่วยความรู้ต่าง ๆ จะถูกเก็บในลักษณะที่ค่อนข้างโดดเดี่ยวไม่ค่อยมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน หน่วยความรู้เหล่านี้จะถูกเรียกใช้ในการประมวลผลข้อมูลใหม่ที่รับเข้ามาโดยกระบวนการควบคุมในช่วงความจำระยะสั้น หน่วยความรู้ที่จัดเก็บในความจำระยะยาวโดยลักษณะนี้ความสัมพันธ์ต่าง ๆ จะเกิดขึ้นกลายเป็นสายใยที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยความรู้ต่าง ๆ ทั้งใหม่และเก่า หน่วยความรู้ที่สัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดจะมีการรวมตัวเป็นกลุ่มกลายเป็นหน่วยความรู้เดียวกัน หน่วยความรู้อื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์ต่อกันลักษณะอื่น ๆ เช่น เชิงเหตุผล หรือเชิงเปรียบเทียบก็จะมีการเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายของความหมายทางภาษาความสัมพันธ์

อันดับสูง เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างเครือข่ายหรือระหว่างกลุ่มความสัมพันธ์ก็จะมีการพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับข้อมูลเพิ่มขึ้น และมีการประมวลผลโดยใช้กระบวนการทางปัญญาที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ผลจากการจัดกลุ่มและการสร้างเครือข่ายความสัมพันธ์เป็นระบบที่ซับซ้อนจะนำไปสู่การพัฒนาโครงสร้างความรู้ในความจำระยะยาว โครงสร้างนี้จะมีการปรับหรือจัดองค์ประกอบใหม่อยู่เสมอ ๆ ตามความรู้และประสบการณ์ที่เพิ่มพูนขึ้น โครงสร้างความรู้ที่มีการจัดองค์ประกอบที่เป็นแบบแผนและเป็นระบบจะมีประสิทธิภาพสูงในการเรียกใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ และทำให้ข้อมูลใหม่ ๆ ที่รับเข้ามามีการเชื่อมโยงกับข้อมูลเก่าได้ง่าย และรวดเร็วยิ่งขึ้น

1.4 <u>กระบวนการทางปัญญาในช่วงความจำระยะสั้นเกี่ยวกับการแก้ปัญหา</u> (Mental Processes in Short-term Memory: Problem Solving)

จากรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลของความจำ ช่วงความจำระยะสั้นจะทำหน้าที่จัดกระทำและประมวลผลข้อมูลเมื่อต้องเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ตัดสินใจ และแก้ปัญหา โดยรับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมผ่านความจำรับสัมผัสและเรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยความจำระยะยาวในรูปของข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้ได้คำตอบหรือความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการ แล้วถ่ายโอนข้อมูลความรู้ที่ได้ไปจัดเก็บไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งต้องอาศัยการทำงานขององค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

<u>องค์ประกอบของช่วงความจำระยะสั้น</u>

บัดเดลลีก (อ้างถึงใน Haberlandt, 1994: 223; Reed,1996: 101) เชื่อว่า ช่วงความจำระยะสั้นประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ (Mutiple-Component Model) ได้แก่

1. Phonological Loop เป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับกระบวนการรับข้อมูล การติดต่อสื่อสารทางภาษา และจดจำข้อมูลไว้โดยใช้วิธีการพูดบอกกับตนเองซึ่งข้อมูลจะผ่านเข้ามาทางการฟัง

2. Visuo-Spatial Sketch Pad เป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับกระบวนการรับข้อมูล การติดต่อสื่อสารทางตา และการจินตนาการจากการมองเห็น

3. Central Executive เป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการดำเนินการจัดการเกี่ยวกับการทำงานของช่วงความจำระยะสั้นที่จะจัดกระทำข้อมูล โดยผ่านกระบวนการควบคุมซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย คือ การทบทวนความรู้ที่รับมาจากความจำรับสัมผัสเพื่อที่จะทำการสร้างรหัสแล้วส่งความรู้ที่ได้ไปจัดเก็บไว้ในความจำระยะยาว การตัดสินใจ และกลวิธีการเรียกข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องจากความจำระยะยาว เป็นต้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า Central

Executive เป็นองค์ประกอบของช่วงความจำระยะสั้นส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการทางปัญญา (Haberlandt, 1994: 227) ซึ่งจะจัดกระทำและตัดสินใจเกี่ยวกับกระบวนการประมวลผลข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบหรือความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการ โดยการเรียกใช้ความรู้ในความจำระยะยาวทั้งที่เป็นความรู้เชิงเนื้อหา ความรู้เชิงกระบวนการ และ Schema ร่วมกับความรู้ที่ได้รับมาจากความจำรับสัมผัส

<u>กระบวนการทางปัญญา</u>

สโนว์และลอชแมน (อ้างถึงใน กรมวิชาการ, ม.ป.ป.: 29) แบ่งกระบวนการทางปัญญาออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับต่ำ ซึ่งได้แก่ กระบวนการหรือทักษะที่ใช้สำหรับการประมวลผลแบบง่าย ๆ เช่น การใส่รหัสข้อมูล การจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูล และการแปลงรูปข้อมูล เป็นต้น และกระบวนการทางปัญญาระดับสูง เป็นกระบวนการที่ใช้ในการวางแผน กระตุ้น กำกับดูแล ประเมิน และปรับปรุงกระบวนการระดับต่ำ ทั้งสองกระบวนการมีส่วนสำคัญในการจัดและพัฒนาโครงสร้างความรู้ ให้ดีและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สเติร์นเบอร์ก (อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2540: 133) แบ่งกระบวนการทางปัญญาออกตามหน้าที่ขององค์ประกอบได้ 3 ประเภท คือ

1. องค์ประกอบด้านการปรับความคิด (Metacomponents) เป็นกระบวนการคิดสั่งการ ซึ่งประกอบด้วย การประมวลความรู้ คิดแก้ปัญหา วางแผน ติดตามและประเมินผล เพื่อให้งานดำเนินไปอย่างถูกต้อง

2. องค์ประกอบด้านการปฏิบัติ (Performance Component) เป็นกระบวนการลงมือปฏิบัติตามการตัดสินใจสั่งการ องค์ประกอบด้านการปรับความคิด และองค์ประกอบด้านการปฏิบัติ เป็นกระบวนการที่ควบคู่ไปด้วยกันเพราะการคิดอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา เนื่องจากไม่มีการปฏิบัติ ส่วนการปฏิบัติอย่างเดียวก็ไม่เพียงพอจะต้องอาศัยองค์ประกอบการคิดที่เหมาะสมมาช่วย องค์ประกอบด้านการปฏิบัติประกอบด้วย การเข้ารหัส การรวมและเปรียบเทียบ การตอบสนอง และการพัฒนาสติปัญญาในการแก้ปัญหา

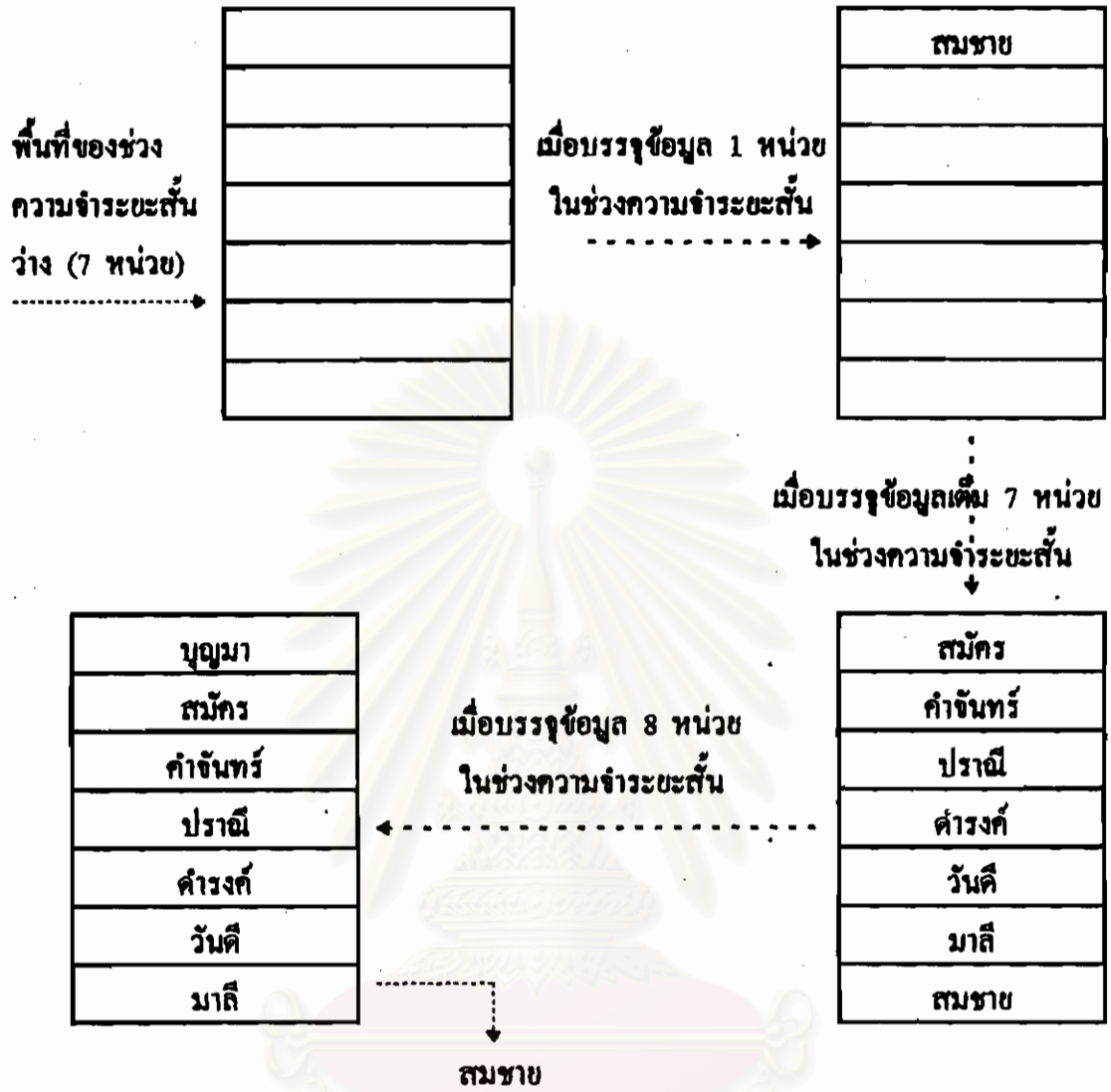
3. องค์ประกอบด้านการแสวงหาความรู้ (Knowledge-Acquisition Component) เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของสติปัญญา จึงต้องอาศัยกระบวนการคัดเลือก มีการเลือกการเข้ารหัส การเลือกการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในวิธีทางที่เกิดภาพรวมที่ยอมรับได้ การเลือกวิธีการเปรียบเทียบเพื่อให้ข้อมูลที่ได้รับมาได้รับการเปรียบเทียบอย่างเหมาะสมกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ที่ถูกเก็บไว้ในความจำระยะยาว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการแก้ปัญหานั้น กรีนโน (อ้างถึงใน Haberlandt, 1994: 228-229) อธิบายว่า ช่วงความจำระยะสั้นจะบรรจุวิธีการที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาไว้ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะกำหนดตัวแทนโครงสร้างของปัญหา วัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา ตลอดจนรายละเอียดและวิธีการในการแก้ปัญหา โดยทบทวนถึงความรู้ ข้อเท็จจริง วิธีการแก้ปัญหา ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันจากความจำระยะยาวและรับข้อมูลบางส่วนจากความจำรับสัมผัสแล้วทำการประมวลผลเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา การถ่ายเทข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหาจะต้องใช้พื้นที่ของช่วงความจำระยะสั้น ความยากในการแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นเมื่อวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมกับช่วงความจำระยะสั้น ซึ่งอาจจะเป็นเพราะว่าวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหามีความยุ่งยากซับซ้อนมากเกินไป หรือเพราะว่าช่วงความจำระยะสั้นมีความจุของพื้นที่ที่ใช้ในการแก้ปัญหาจำกัด หรือทั้งสองอย่าง

เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาจะต้องใช้พื้นที่ในช่วงความจำระยะสั้นสำหรับการเก็บจำรายละเอียดของปัญหาพร้อมกับประมาลผลในเวลาเดียวกัน (Dempster, 1981: 63-100) ในขณะที่สมองของมนุษย์สามารถที่จะรับหน่วยข้อมูลได้เพียงไม่กี่หน่วยในส่วนของช่วงความจำระยะสั้น (Flavell, 1985: 104) ถ้าปัญหามีข้อมูลมากเกินขีดจำกัดก็จะเกิดความล้มเหลวในการดึงข้อมูลที่สัด ฌหรือเกิดการเลือกข้อมูลเพียงบางส่วนไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความล้มเหลวหรือไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา กล่าวคือ คนเรามีขอบเขตการจำสิ่งเร้าจำกัดซึ่งสิ่งเร้าเหล่านั้นอาจจะเป็นตัวเลข พยัญชนะ จุดกลมเล็ก ๆ คำ ประโยค หรือกลุ่มความรู้เพียงจำนวนหนึ่งเท่านั้นที่คนเราจะจำได้ ส่วนที่เหลือจะถูกผลักออกไป เปรียบเสมือนเรามีกล่องใบหนึ่งซึ่งมีความจุสิ่งของได้ 7 อย่าง ถ้าหากเราเอาสิ่งของลงไปในกล่องเกิน 7 อย่าง ของที่อยู่ในกล่องจะล้นออกมาดังแผนภูมิที่ 2 (ไพบูลย์ เทวรักษ์, 2538: 4-7)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 2 การบรรจุข้อมูลในช่วงความจำระยะสั้น

จากแผนภูมิที่ 2 ความจุของพื้นที่สำหรับจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลของช่วงความจำระยะสั้นมีจำกัด 7 หน่วย ดังนั้น เมื่อมีการเพิ่มรายชื่อบุญมาซึ่งเป็นหน่วยความจำลำดับที่ 8 เข้าไปอีกจึงทำให้เกิดการเปิดรายชื่อสมชายออกไปจากช่วงความจำระยะสั้น

1.5. <u>การส่งเสริมช่วงความจำระยะสั้น</u>

ในการประมวลผลข้อมูลจะต้องใช้พื้นที่ของช่วงความจำระยะสั้นเพื่อทำการประมวลผล แต่เนื่องจากช่วงความจำระยะสั้นของคนเรานั้นมีพื้นที่จำกัดและมีลักษณะเฉพาะตัวบุคคล พาสคัล-ลีโอน (Pascual-Leone, 1970: 301-345) นักจิตวิทยากลุ่มเพียเจต์แนวใหม่ เชื่อว่า

พัฒนาการของความสามารถในการประมวลผลข้อมูลที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ของช่วงความจำระยะสั้นที่ใช้สำหรับประมวลผลข้อมูล ซึ่งพาสคัล-ลีโอน เรียกว่า "M space" หมายถึง จำนวนหน่วยความจำสูงสุดที่สมองสามารถจะควบคุมหรือบูรณาการได้ภายใน 1 ครั้ง ซึ่งค่า "M space" จะเพิ่มขึ้นทีละ 1 หน่วยตามลำดับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ คือ จะมีขนาดเพิ่มขึ้น 1 หน่วยทุก ๆ 2 ปี ตั้งแต่อายุ 5-12 ปี พาสคัล-ลีโอน ได้สร้างสูตรคณิตศาสตร์สำหรับพยากรณ์ความสามารถในการประมวลผลข้อมูลตามขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ เขียนแสดงเป็นสูตร ได้ดังนี้

$$M = a + k$$

a หมายถึง จำนวนความจำที่เกี่ยวข้องกับคำสั่งของงานและสภาพการณ์ โดยจะมีค่าคงที่ทุกช่วงอายุ

k หมายถึง ค่าตัวเลขเฉพาะตามขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

สูตรแสดงค่า "M space" ตามขั้นพัฒนาการของเพียเจต์ สรุปได้ดังนี้

1. Pre-operational period (อายุ 5-6 ปี)

   $M = a + 2$

2. Low-concrete operational period (อายุ 7-8 ปี)

   $M = a + 3$

3. High-concrete operational period (อายุ 9-10 ปี)

   $M = a + 4$

4. Formal operational period (อายุ 11-12 ปี)

   $M = a + 5$

ซึ่งเกณฑ์ที่ช่วงความจำระยะสั้นสามารถจำได้จำกัดมากที่สุด คือ 7 ± 2 หน่วย (Miller, 1956: 81-87) และจากผลการศึกษาช่วงความจำระยะสั้นของ ฮันเตอร์ (Hunter, 1964: 57) พบว่า เด็กที่มีอายุ 2.5 3 4 4.5 7 และ 10 ปี จะมีช่วงความจำระยะสั้นเท่ากับ 2 3 4 5 6 และ 7 หน่วย ตามลำดับ นอกจากนี้จากการรวบรวมงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับช่วงความจำระยะสั้นของ ดีมพ์สเตอร์ (Dempster, 1981: 63-100) พบว่า เด็กที่มีอายุ 2 5 7 9 และ 12 ปี จะมีช่วงความจำระยะสั้นเท่ากับ 2 4 5 6 6.5 และ 7 หน่วย ตามลำดับ

ดังนั้น เพื่อประโยชน์ในการประมวลผลข้อมูลจึงควรส่งเสริมให้บุคคลได้มีช่วงความจำระยะสั้นมากที่สุด โดยการฝึกหัดกลวิธีนำข้อมูลเข้า-ออกของกระบวนการควบคุมในช่วงความจำระยะสั้น เช่น การตรวจสอบตนเอง การทบทวน โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา การฝึกการแก้ปัญหา และการปฏิบัติการที่เกี่ยวกับการสอนตนเองเพื่อที่จะจัดให้ช่วงความจำระยะสั้นว่างโดยไม่มีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องขณะทำการประมวลผล (Johnstone, 1991: 7) ซึ่งจะช่วยให้มนุษย์เพิ่มประสิทธิภาพและสมรรถภาพในการเก็บจำข้อมูลของช่วงความจำระยะสั้น กระบวนการควบคุมหรือกลวิธีเป็นสิ่งที่เรียนรู้ในภายหลังและแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการฝึกและการใช้ โดยที่บุคคลสามารถจะเลือกข้อมูลมาไตร่ตรองให้รอบคอบได้ นอกจากนี้ยังมีวิธีส่งเสริมช่วงความจำระยะสั้นแบบต่าง ๆ อีก (Reed, 1996: 88-97, 184-199; ไชยัน ศันสนยุทธ และคณะ, 2533: 102-104; เพ็ญพิไล, 2536: 218) เช่น

1. การจัดหน่วยย่อย ๆ ให้เป็นหน่วยที่ใหญ่ขึ้น เป็นการนำเอาความรู้หน่วยย่อย ๆ เข้ามาอยู่รวมกันให้เป็นความรู้หน่วยใหญ่ขึ้น

2. การจัดระเบียบแบบแผน เป็นการนำเอาข้อมูลที่เรียนรู้มาจัดให้เข้าระบบ ระเบียบแบบแผน ในกรณีที่ต้องการสร้างความเชื่อมโยงของข้อมูลจำนวนมาก ๆ ซึ่งจะเป็นการประหยัดเนื้อที่การเก็บข้อมูลในช่วงความจำระยะสั้น เปรียบเสมือนการจัดเอกสารใส่แฟ้มให้เป็นหมวดหมู่ซึ่งสะดวกต่อการนำมาใช้ การจัดระเบียบแบบแผนอาจกระทำได้โดยการจัดตามหัวข้อเรื่อง ความยากง่าย เป็นต้น

3. การสร้างตัวกลาง เป็นการสร้างรหัสเพิ่มเติมเข้าไปที่ข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลนั้นจำได้ง่ายขึ้น เช่น เทคนิคการใช้อักษรตัวต้น เทคนิคการเล่าเรื่อง

3.1 เทคนิคการใช้อักษรตัวต้น คือการนำอักษรตัวต้นของคำแต่ละคำที่เราต้องการจำมาผสมกันเข้าเป็นคำใหม่ เช่น Liberty, Intelligence, Our Nation's Safety เมื่อรวมตัวอักษรกันเข้าจะเป็น LIONS เป็นต้น เทคนิคนี้มีประโยชน์ในการจำคำศัพท์ที่มีความเกี่ยวข้องกัน เช่น คำศัพท์วิชากายวิภาคและวิชาอื่น ๆ

3.2 เทคนิคการเล่าเรื่อง คือการนำคำต่าง ๆ มาผูกกันเข้าเป็นเรื่องราวหรือเป็นประโยคที่มีความสัมผัสกันหรือเป็นคำกลอน เช่น สุนทรภู่นำการสอนการอ่านและหลักการใช้ตัวสะกดแม่ต่าง ๆ มาแต่งเป็นนิทานคำกาพย์เรื่องพระไชยสุริยา ทำให้เด็ก ๆ ได้อ่านกันอย่างสนุกสนานและสามารถจำการผันตัวอักษร และวิธีสะกดได้แม่นยำ

4. การใช้เทคนิคการจำ เช่น วิธีการนำเอาสัญลักษณ์แบบหนึ่งมาใช้แทนอีกแบบหนึ่ง การใช้คำสัมผัส และการใช้เทคนิคเฉพาะเพื่อช่วยจำ เป็นต้น

4.1 วิธีการนำเอาสัญลักษณ์แบบหนึ่งมาใช้แทนอีกแบบหนึ่ง เช่น เมื่อเราต้องการจำตัวเลขโทรศัพท์ของเพื่อนที่ชื่อเจี๊ยบแต่จำไม่ได้ สมมติว่าหมายเลข 215-9801 เราอาจจะจำแต่รหัสชุมสายเลขสามตัวข้างหน้าซึ่งไม่ยาก ส่วนเลขสี่ตัวข้างหลังเปลี่ยนระบบโดยใช้อักษรแทนตัวเลข 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 เป็น A B C D E F G H I J ดึงตัวอักษรที่ตรงกับหมายเลขโทรศัพท์ของเพื่อนออกมา จะอ่านได้ว่า JIAB ตรงกับชื่อเพื่อนพอดี ในวงการธุรกิจเริ่มนิยมให้ลูกค้าจำหมายเลขโทรศัพท์ของห้างร้านของตนเป็นคำที่มีความหมายมากขึ้น เช่น ในประเทศญี่ปุ่นจะนำตัวเลขสี่ตัวข้างหลังมาเปลี่ยนเป็นคำที่มีเสียงพ้องกับตัวเลขเพื่อให้ลูกค้าจำหมายเลขโทรศัพท์ได้ง่าย สมมติว่าเป็นหมายเลข 922-1616 ก็จะเป็น 922-อิโรอิโร ซึ่งอิ ย่อมาจาก อิจิ หมายถึง 1 โร ย่อมาจาก โรคุ หมายถึง 6 ดังนั้น คำว่า อิโรดิโร แปลว่า ต่างๆ นานา

4.2 การใช้คำสัมผัส เมื่อเราต้องการจำกฎ รายชื่อ ฯลฯ ถ้าใช้คำสัมผัสจะช่วยทำให้ง่ายขึ้น เช่น กฎการเขียน I และ e ตัวใดจะต้องเขียนก่อน เราอาจจะท่องว่า I before e except after c ...

4.3 การใช้เทคนิคเฉพาะเพื่อช่วยจำ คือ วิธีการที่คิดขึ้นมาเพื่อช่วยในการจำเฉพาะกฎหนึ่งอย่างในการเรียนรู้เกี่ยวกับอะไร ๆ ก็ได้ วิธีการที่คิดขึ้นมาได้นี้อาจจะเหมาะสำหรับการเรียนรู้จำเพาะอย่างสำหรับคนเดียว วิธีการนี้ไม่จำเป็นต้องคิดขึ้นมาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับคนอื่น ๆ เช่น การสอนให้เด็กรู้จักความแตกต่างของมือซ้ายและมือขวา บางคนอาจจะบอกเด็กว่ามือข้างที่เราใช้เขียนหนังสือและจับช้อนเรียกว่ามือขวา มือที่ใช้จับส้อมเรียกว่ามือซ้าย คนอื่น ๆ อาจหาวิธีที่ช่วยให้เด็กเรียนรู้และจำด้วยเทคนิคอื่น ๆ ก็ได้

1.6. <u>วิธีวัดช่วงความจำระยะสั้น</u>

ความจำเป็นพฤติกรรมที่ไม่อาจเห็นได้โดยตรง แต่นักจิตวิทยาก็ได้พยายามที่จะหาวิธีวัดซึ่งเป็นเพียงการอุปมาณได้จากพฤติกรรมภายนอกว่าจำอะไรได้หรือไม่ หรือจำได้มาก-น้อยเพียงไร การทดลองเพื่อศึกษาหรือวัดช่วงความจำระยะสั้นของนักจิตวิทยาหลายท่านนั้น ในแต่ละการทดลองมักแบ่งเป็น 2 ขั้นเสมอ ขั้นแรก คือ ขั้นที่ให้ผู้ถูกทดลองได้ประสบกับสิ่งเร้าที่จะจำ

ซึ่งผู้ทำการทดลองอาจจะนำเสนอสิ่งเร้าโดยการให้ผู้ถูกทดลองฟังหรือดู แล้วผู้ถูกทดลองจะต้องพยายามจำให้ได้มากที่สุด ขั้นต่อไปเป็นการให้ผู้ถูกทดลองระลึกหรือนึกว่าได้ประสบกับสิ่งเร้าอะไรบ้าง สิ่งเร้าที่เสนออาจเป็นตัวเลข คำ พยางค์ ประโยค หรือรูปภาพ ซึ่งนักจิตวิทยาหลายท่าน พบว่า สิ่งเร้าที่เป็นรูปภาพจะมีอิทธิพลต่อการจำได้สูงกว่าสิ่งเร้าประเภทอื่น (Goldstein, 1964; Shepard, 1967; Stanring, Conezio, and Haber, 1970; Cohen, 1973; Snodgrass and Antone, 1974; Eysench, 1977; Winn, 1982 อ้างถึงใน อาบทิพย์ เจริญรัชต์, 2530: 2) เช่น แบบวัดช่วงความจำระยะสั้น Figural Intersection Test ของ พาสคัล-ลีโอน และเบอร์ทิส (Pascual-Leone and Burtis) ที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์รูปภาพ ตั้งแต่ 4 รูป จนถึง 8 รูป ซึ่งแสดงค่าของช่วงความจำระยะสั้นตั้งแต่ 3 ถึง 7 หน่วย โดยผู้ถูกทดลองจะต้องระบุบริเวณพื้นที่ส่วนที่สัญลักษณ์รูปภาพทุกรูปตัดกันได้อย่างถูกต้อง เกณฑ์คะแนนสูงสุดที่ผู้ถูกทดลองสามารถทำแบบวัดช่วงความจำระยะสั้นได้ถูกต้องเป็นช่วงความจำระยะสั้นของผู้ถูกทดลอง

2. การแก้ปัญหาโจทย์เคมี (Solving Chemistry Problems)

2.1 ความหมายของปัญหา และการแก้ปัญหาโจทย์เคมี

ปัญหาโจทย์เคมี

เมื่อมนุษย์ต้องการที่จะบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ถ้าจุดมุ่งหมายนั้นยังไม่สามารถที่จะไปถึงได้อย่างสะดวกง่ายดายย่อมเกิดปัญหา เนื่องจากปัญหาโจทย์เคมีจัดเป็นรูปแบบหนึ่งของปัญหาโจทย์ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ดิวอี้ (อ้างถึงใน จันเพ็ญ ชนาศุภกรกุล, 2526: 12) กล่าวถึงความหมายของปัญหาโจทย์ว่า เป็นสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความงงงวยและท้าทายความคิด โดยผู้ที่เผชิญกับปัญหาจะต้องวิเคราะห์หาข้อเท็จจริง ค้นหาวิธีการแก้ปัญหา พิจารณาความถูกต้องเป็นจริงจากปัญหาโจทย์ โดยอาศัยความสมเหตุสมผลจากข้อมูลที่มีอยู่ และต้องตัดสินขั้นสุดท้ายเลือกวิธีการแก้ปัญหา

แอนเดอร์สัน และพิงรี (Anderson and Pingry, 1973: 228) กล่าวว่า ปัญหาโจทย์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีแก้ไขหรือหาคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะทำได้ดีต้องมีกระบวนการที่เหมาะสม ใช้ความรู้และประสบการณ์ประกอบการตัดสินใจ

อดัมส์ (Adams, 1977: 176) กล่าวว่า ปัญหาโจทย์คือโจทย์ภาษา โจทย์เชิงเรื่องราว หรือโจทย์เชิงสนทนาที่บรรยายสภาพการณ์ด้วยถ้อยคำหรือข้อความและตัวเลข โดยต้องการคำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดแก้ปัญหาโจทย์

ลีช และซาโวจิวสกี (อ้างถึงใน อาภาภรณ์ หวัดสูงเนิน, 2536: 48) กล่าวถึงความหมายของปัญหาโจทย์ว่า เป็นสภาพการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาโจทย์ต้องการจะค้นพบวิธีการแก้ปัญหาและผู้แก้ปัญหาต้องพยายามแปลความหมาย วิเคราะห์ข้อมูลที่มี เพื่อที่จะค้นพบวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

กล่าวโดยสรุป ปัญหาโจทย์แต่มีเป็นคำถามที่ประกอบด้วยข้อความและตัวเลข ที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ กระบวนการที่เหมาะสมมาวิเคราะห์หาข้อเท็จจริง วิธีการและดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

<u>การแก้ปัญหา</u>

การแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นที่มนุษย์ใช้เมื่อไม่อาจจะบรรลุจุดมุ่งหมายที่แน่นอนได้ การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในทุกสาขาวิชา การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพลในหลักสูตรต่าง ๆ การแก้ปัญหาเป็นส่วนที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่ว ๆ ไป (Dressel, 1955: 19-29) ซึ่งนักการศึกษาได้ให้คำนิยามของการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

โพลยา (อ้างถึงใน Smith, 1991: 1) ได้นิยามว่า การแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ คือการคิดหาวิธีที่ยังไม่ปรากฏเพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายอันหนึ่งที่ตั้งไว้ โดยที่จุดมุ่งหมายดังกล่าวยังไม่มีวิธีการที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายนั้นทันทีทันใด จะต้องหาวิธีการที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายนั้นด้วยวิธีการที่เหมาะสม

บอร์น เอคสเตรน และโดมิโนสกี (Borne, Ekstrand and Dominoski, 1971: 9) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ ความคิด จากประสบการณ์ก่อน ๆ และส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่เพื่อผลสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

ดี ซูริลลา และโกล์ดเฟรนด์ (อ้างถึงใน Heppner, 1982: 66-75) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการเชิงพฤติกรรมซึ่งรวมทั้งพฤติกรรมภายนอกและพฤติกรรมทางปัญญาที่นำ

มาซึ่งการคิดสร้างทางเลือกต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหาที่พบอยู่ และการแก้ปัญหาเป็นการเพิ่มความน่าจะเป็นในการเลือกการตอบสนองที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจากทางเลือกต่าง ๆ ที่มีเป็นจำนวนมาก

จากความหมายของการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมที่นำมาซึ่งกระบวนการสร้างทางเลือกต่าง ๆ เพื่อจัดการกับสถานการณ์ที่ไม่อาจจะบรรลุถึงจุดมุ่งหมายได้ในทันทีทันใด โดยนำประสบการณ์ความรู้ที่ผ่านมามาใช้เพื่อให้ได้จุดมุ่งหมายที่ต้องการ เนื่องจากปัญหาโจทย์เคมีจัดเป็นรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหาซึ่งใช้หลักการเดียวกับการแก้ปัญหาโจทย์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นกล่าวโดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาโจทย์เคมีเป็นพฤติกรรมที่นำมาซึ่งกระบวนการสร้างทางเลือกต่าง ๆ เพื่อจัดการกับคำถามที่ประกอบด้วยข้อความและตัวเลขที่ไม่อาจจะตอบคำถามได้ในทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ กระบวนการที่เหมาะสมมาวิเคราะห์หาข้อเท็จจริง วิธีการ และดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ โดยใช้หลักการเดียวกันกับการแก้ปัญหาโจทย์ทางคณิตศาสตร์

2.2 <u>กระบวนการแก้ปัญหา</u>

กระบวนการในการแก้ปัญหา คือ การดำเนินการตามลำดับขั้นตอนตั้งแต่เริ่มเห็นปัญหาจนสิ้นสุดการแก้ปัญหา ในการศึกษากระบวนการในการแก้ปัญหานั้นมีผู้เสนอแนวคิดไว้หลายท่าน ขั้นตอนของกระบวนการในการแก้ปัญหาส่วนใหญ่แล้วมีความคล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันในเรื่องการแบ่งขั้นตอน นักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาไว้หลายท่าน ดังนี้

ไพลยา (อ้างถึงใน Smith, 1991: 1-3) ได้เสนอแนะขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์ไว้ 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ต้องทำความเข้าใจคำที่มีอยู่ในปัญหาแล้วดัดแปลงปัญหานั้นใหม่โดยใช้ถ้อยคำของผู้แก้ปัญหา แยกระบุส่วนที่สำคัญของปัญหาออกเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข ซึ่งควรพิจารณาต่อไปว่าเงื่อนไขนั้นสมบูรณ์พอที่จะทำให้หาค่าของตัวที่ไม่ทราบค่าได้หรือไม่ หรือมีข้อมูลใดที่โจทย์กำหนดให้แต่ไม่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา เราสามารถจะนำข้อมูลจากโจทย์มาวาดภาพประกอบได้หรือไม่

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ถามหา ผู้แก้ปัญหาควรจะพิจารณาว่าจากเงื่อนไขที่กำหนดให้มีข้อมูลใดบ้างที่จะนำไปสู่สิ่งที่ต้องการหาโดยอาศัยสิ่งต่อไปนี้ประกอบการพิจารณา นั่นคือ มีปัญหาใดบ้างที่ตนเองเคยแก้มาแล้วซึ่งมีความคล้ายคลึงกับปัญหานี้หรือมีตัวที่ไม่ทราบค่าคล้ายคลึงกัน การใช้ตัวแปร การค้นหารูปแบบการใช้สูตร การใช้เหตุผล ทางตรงและทางอ้อม พิจารณาจากบทนิยาม คุณสมบัติ ทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้ศึกษามาก่อน

3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นำกลวิธีที่เลือกไปใช้แก้ปัญหาให้เป็นผลสำเร็จ โดยทำตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดให้อย่างละเอียด ใช้ภาษาที่ชัดเจนเข้าใจง่ายและสมเหตุสมผล ในการลงมือแก้ปัญหาต้องมีการทบทวนขั้นตอนแต่ละขั้นตอนว่าเป็นขั้นตอนที่ถูกต้องหรือไม่

4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ทบทวนผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหาว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับที่โจทย์ต้องการหาหรือไม่ และพิจารณาว่าสามารถใช้วิธีการนี้แก้ปัญหาได้หรือไม่

ฮิลดัน (อ้างถึงใน สิริมาศ สิทธิหล่อ, 2534: 21) ได้ให้ความเห็นว่าสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหาคือวิธีการไม่ใช่คำตอบ หลักการที่ถูกต้องจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้เอง และเขาได้เสนอแนะขั้นตอนของการแก้ปัญหาว่าประกอบด้วยการอ่านโจทย์ให้เข้าใจเพื่อหาว่าโจทย์ต้องการอะไร กำหนดสัญลักษณ์แทนตัวไม่ทราบค่า หาความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ที่สอดคล้องกันในปัญหาโจทย์ เขียนสมการ แก้สมการ ให้ความหมายของคำตอบ เช่น บอกหน่วยและตรวจสอบคำตอบ

วอลลาส (Wallas, 1972: 215-247) ได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาว่ามีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาเลือกปัญหา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา เป็นความพยายามเบื้องต้นที่จะแก้ปัญหา

2. ขั้นพักตัว เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาหันความสนใจออกจากปัญหาไปยังกิจกรรมอื่น ๆ

3. ขั้นเกิดความคิดหรือขั้นเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะมีความคิด "แว้บ" ขึ้นในสมอง

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาตรวจสอบคำตอบของตนว่าสามารถใช้ได้หรือไม่

เลสเตอร์ (Lester, 1978: 286-318) ได้จัดขั้นตอนของการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การรู้ถึงปัญหา จะต้องรู้ว่ามีปัญหาใดบ้าง

2. ความเข้าใจในปัญหา จะต้องทำความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างถ่องแท้

3. การวิเคราะห์เป้าหมาย จะต้องวิเคราะห์ดูว่าเป้าหมายนั้นมีอย่างไร

4. การวางแผน เมื่อทราบเป้าหมายแล้วก็วางแผนออกมาว่าจะทำอย่างไร

5. การนำแผนไปใช้ ใช้แผนที่วางไว้ตามขั้นตอน

6. การดำเนินงาน ลงมือดำเนินงานตามแผน

7. การประเมินและแก้ไขปัญหา ลงมือทำเสร็จแล้วก็ต้องมีการประเมินเมื่อมีข้อบกพร่องหรือขัดข้องประการใดก็แก้ไขปัญหานั้น

ครูลิค และเรย์ (Krulik, and Reys, 1980: 24) กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ในการแก้ปัญหานั้นจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหา ซึ่งจะต้องพิจารณาว่าอะไรเป็นตัวที่ไม่ทราบค่า มีข้อมูลหรือเงื่อนไขอะไรบ้าง สิ่งที่โจทย์บอกนั้นเพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่ ในการพิจารณาอาจจะสร้างภาพประกอบความเข้าใจแยกแยะส่วนต่าง ๆ ของสิ่งที่โจทย์บอกแล้วเขียนลงไปว่ามีอะไรบ้าง

2. วางแผนในการแก้ปัญหา จะต้องหาความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่โจทย์บอกกับตัวที่ไม่ทราบค่า พิจารณาปัญหาย่อยทั้งหลายเทียบเคียงโจทย์ปัญหาใหม่กับโจทย์ปัญหาเก่าที่คล้ายคลึงกัน ค้นหาทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม ที่จะนำมาใช้แล้วลงมือวางแผนแก้ปัญหา

3. ดำเนินการตามแผน เมื่อวางแผนแล้วก็ดำเนินการตามแผนทันที ควรได้ตรวจสอบทีละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่อย่าทำข้ามขั้น

4. ขั้นตรวจย้อน เมื่อทำเสร็จแล้วจะต้องตรวจย้อนดูอีกครั้งหนึ่งว่าใช้ข้อมูลหมดหรือยัง และได้ผลตามที่ต้องการครบหรือไม่

ลี บลันช์ (Le Blance, 1980: 104-116) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์ว่ามี 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจปัญหา การแก้ปัญหา การทบทวนปัญหาและคำตอบ

วสเซลส์ (Wessells, 1982: 72-94) เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้น คือ การทำความเข้าใจและสร้างตัวแทนปัญหา การเลือกหรือการวางแนวทางแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการประเมินผลการแก้ปัญหา

สเติร์นเบอร์ก (Sternberg, 1986: 41-78) ได้แนะนำกระบวนการแก้ปัญหาตามทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลว่าประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การนิยามธรรมชาติของปัญหา เป็นการทบทวนปัญหาเพื่อทำความเข้าใจ ต่อจากนั้นก็เป็นการตั้งเป้าหมายและนิยามปัญหา เพื่อจะนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้

2. การเลือกองค์ประกอบหรือขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดขั้นตอนให้แต่ละขั้นตอนมีขนาดที่เหมาะสมไม่กว้างเกินไปหรือแคบเกินไป ควรพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนให้ถี่ถ้วน

3. การเลือกกลวิธีในการจัดลำดับองค์ประกอบในการแก้ปัญหา ต้องแน่ใจว่ามีการพิจารณาปัญหาอย่างทั่วถึงแล้วไม่ด่วนสรุปในสิ่งที่เกิดขึ้น เพราะอาจเกิดการผิดพลาดได้ ต้องแน่ใจว่าการเรียงลำดับขั้นตอนเป็นไปตามลักษณะธรรมชาติ หรือหลักเหตุผลที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ

4. การเลือกตัวแทนทางความคิดเกี่ยวกับข้อมูลของปัญหา ซึ่งต้องทราบรูปแบบความสามารถของตน ใช้ตัวแทนทางความคิดในรูปแบบต่าง ๆ จากความสามารถที่ตนมีอยู่ตลอดจนใช้ตัวแทนจากภายนอกมาเพิ่มเติม

5. การกำหนดแหล่งข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ จะต้องมีการทุ่มเทเวลาให้กับการวางแผนอย่างรอบคอบใช้ความรู้ที่มีอยู่อย่างเต็มที่ในการวางแผน และกำหนดแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ประโยชน์ มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงแผนและแหล่งข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ในการแก้ปัญหา และแสวงหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์แหล่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ

6. การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาว่าเป็นวิธีที่นำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2534: 37) ได้เสนอแนะขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์ ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาโจทย์ว่าส่วนใดของโจทย์คือสิ่งที่ต้องการ ส่วนใดของโจทย์คือสิ่งที่กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ให้มา และวิเคราะห์ว่าปัญหาโจทย์นั้นมีข้อมูลเพียงพอหรือไม่ ข้อมูลใดจำเป็นข้อมูลใดไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาโจทย์

2. หาวิธีการแก้ปัญหาโจทย์โดยวิเคราะห์โจทย์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล ตีความจากโจทย์ และแปลงโจทย์เป็นรูปแผนภาพและประโยคสัญลักษณ์

3. คิดคำนวณ

4. พิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ วิเคราะห์ว่าคำตอบที่ได้นั้นมีความเป็นไปได้และสมเหตุสมผลหรือไม่โดยพิจารณาเชื่อมโยงกับสิ่งที่โจทย์ให้มา

5. ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

กล่าวโดยสรุป การแก้ปัญหาจำเป็นต้องเป็นไปตามลำดับขั้นตอน มีกระบวนการที่ชัดเจน ซึ่งลำดับขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่สามารถระบุสิ่งที่ต้องการหาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้มานั้นมีอะไรบ้าง

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สามารถค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่เราต้องการหา โดยอาศัยข้อมูลบางอย่างซึ่งอาจจะไม่ใช่ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มาสนับสนุนความคิด เช่น ค้นหาทฤษฎี กฎ สูตรนิยามที่จะนำมาใช้แล้วลงมือวางแผนแก้ปัญหา

3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นำกลวิธีที่เลือกไปใช้แก้ปัญหาให้เป็นผลสำเร็จ โดยทำตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างละเอียด และในการลงมือแก้ปัญหาต้องมีการทบทวนขั้นตอนแต่ละขั้นตอนว่าเป็นขั้นตอนที่ถูกต้องหรือไม่

4. ขั้นทบทวนวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ทบทวนผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหาว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับที่โจทย์ต้องการหาหรือไม่ และพิจารณาว่าสามารถใช้วิธีการนี้แก้ปัญหาได้หรือไม่

2.3 <u>องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้ปัญหา</u>

นักการศึกษาและนักวิจัยจำนวนมาก ได้พยายามศึกษาวิจัยถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้ปัญหา ดังเช่น

เพียเจต์ (Piaget, 1962: 120) ได้อธิบายถึงความสามารถในการแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้านพัฒนาการในแง่ที่ว่าความสามารถทางด้านนี้จะเริ่มพัฒนามาตั้งแต่ขั้นที่ 3 คือ ระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม เด็กมีอายุประมาณ 7-8 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาถึงระดับการพัฒนาขั้นที่ 4 คือ ระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม เด็กมีอายุประมาณ 11-12 ปี จะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลดีขึ้น สามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนและเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรมชนิดสลับซับซ้อนได้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967: 538) ได้เสนอว่าความยุ่งยากในกระบวนการแก้ปัญหานั้นมีสาเหตุหลายประการ ได้แก่

1. ขาดวุฒิภาวะทางสมอง

2. ไม่เข้าใจปัญหา

3. ขาดประสบการณ์ด้านการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะนำมาสัมพันธ์เป็นสิ่งใหม่

4. ขาดประสบการณ์เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

5. ขาดทักษะในการคิดคำนวณ

6. ได้รับการสอนไม่ดีพอ

7. ขาดแรงจูงใจ

ซึ่งสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้ปัญหาของ กิลฟอร์ด ประกอบด้วย วุฒิภาวะทางสมอง ความรู้ความสามารถด้านต่าง ๆ ประสบการณ์ และแรงจูงใจ

จอห์นสัน และซิซิง (Johnson, and Sising, 1969: 55) มีความเห็นว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อนประกอบด้วย การมองเห็นภาพ การจินตนาการ การจัดกระทำอย่างมีทักษะ การวิเคราะห์ การสรุปในเชิงนามธรรม และการเชื่อมโยงความคิด

เฮนเนย์ (อ้างถึงใน ชนัฏฐา ฉายขุนทด, 2539: 22) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ พบว่า องค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วย

1. ความสามารถในการเข้าใจคำพูด

2. ความเข้าใจแนวคิดของปัญหา

3. การตีความปัญหาอย่างมีเหตุผล

4. การคิดคำนวณ

อดัมส์ (Adams, 1977: 176) ได้สรุปว่า ในการแก้ปัญหาโจทย์จำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านสติปัญญา การแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้การคิดในระดับสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ประกอบด้านปริมาณ

2. องค์ประกอบด้านการอ่าน การแก้ปัญหาโจทย์ต้องใช้ความสามารถในการอ่านแบบวิเคราะห์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ เกิดการตัดสินใจว่าควรทำอะไร อย่างไร

3. องค์ประกอบด้านทักษะพื้นฐาน ซึ่งต้องใช้ในขั้นตอนของการคำนวณ คือ ทักษะในการบวก ลบ คูณ และหาร เพราะในการแก้ปัญหาโจทย์จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ทักษะเหล่านี้

เฮอร์เมอร์ และทรูบลัด (อ้างถึงใน ชนัฏฐา ฉายขุนทด, 2539: 22) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาประกอบด้วย

1. เทคนิคการรู้คำศัพท์
2. ทักษะการคำนวณ
3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง
4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล
5. การคาดคะเนหาคำตอบ
6. การเลือกใช้วิธีการจัดกระทำกับข้อมูลอย่างถูกต้อง
7. ความสามารถในการหาข้อมูลเพิ่มเติม
8. การแปลความหมายของโจทย์

ชัย กลาซเซอร์ และฟาร์ (Chi, Glazer and Farr, 1982: 29-37) ได้ทำการวิจัยเชิงประจักษ์เพื่อนำผลการวิจัยมาสร้างทฤษฎีการแก้ปัญหาในแบบของผู้ชำนาญ ผลที่ได้จากการวิจัยด้านโครงสร้างความรู้สรุปได้ว่า

1. ผู้ชำนาญมีความรู้สะสมอยู่ในระบบความจำมากกว่าผู้ไม่ชำนาญ
2. ผู้ชำนาญมีการจัดระบบความรู้พื้นฐานที่มีอยู่ให้สัมพันธ์กับกฎเกณฑ์ในระดับสูง ซึ่งผู้ไม่ชำนาญไม่มีความสัมพันธ์ดังกล่าว

ฟลิชเนอร์ นัซซัม และมาร์โซลา (Flieschner, Nuzum and Marzola, 1987: 214-217) กล่าวว่า ความรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้แก้ปัญหาโจทย์มี 3 ด้าน ได้แก่

1. ความรู้ที่ได้จากปัญหาโจทย์ ผู้แก้ปัญหาต้องรู้ว่าสิ่งใดที่โจทย์ต้องการให้และโจทย์ให้ข้อมูลใดมาบ้าง ข้อมูลใดเกี่ยวข้องข้อมูลใดไม่เกี่ยวข้องกับการนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และต้องเห็นความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ส่วนนี้
2. ความรู้เฉพาะในงานที่ต้องทำในปัญหาโจทย์ ได้แก่ความรู้ในเรื่องการคำนวณ สูตร กฎเกณฑ์ หลักต่าง ๆ และมโนทัศน์พื้นฐาน ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์นั้น
3. ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการในการจัดลำดับขั้นตอน ได้แก่ การรู้ถึงคำหรือข้อความสำคัญของปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา การตั้งและการทดสอบสมมติฐาน ตลอดจนการประเมินผลลัพธ์

วินัย คำสุวรรณ (2528: 41) ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา สรุปว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับประสบการณ์การเรียนรู้ การฝึกฝนวิธีการแก้ปัญหา ระดับสติปัญญา และสภาพแวดล้อมทางสังคม

2. ผู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงจะมีความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการใน การแก้ปัญหาดี

3. แรงจูงใจเกี่ยวกับความชอบในการแก้ปัญหา พฤติกรรมในการแก้ปัญหา และสภาพแวดล้อมรอบตัวนักเรียนส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหา

4. นักเรียนชาย และหญิงระดับอายุเท่ากัน จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาพัฒนาขึ้นตามระดับอายุ

6. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับทักษะวิทยาศาสตร์มูลฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ทิศนา แขมมณี และคณะ (2540: 11-51) กล่าวว่า การแก้ปัญหาจัดเป็นการคิดขั้นสูง เนื่องจากประกอบด้วยพฤติกรรมหรือการกระทำหลายประการที่สัมพันธ์กันเป็นลำดับขั้นตอน มีกระบวนการที่ชัดเจน โดยต้องอาศัยทั้งการคิดขั้นพื้นฐานหรือทักษะการคิดและการคิดขั้นกลางหรือลักษณะการคิด ดังนี้

การคิดขั้นพื้นฐานหรือทักษะการคิด เช่น ทักษะการสื่อความหมาย ได้แก่ ทักษะการฟัง ทักษะการจำ ทักษะการอ่าน ทักษะการรับรู้ ทักษะการเก็บความรู้ ทักษะการดึงความรู้ทักษะการจำได้ ทักษะการใช้ความรู้ ทักษะการอธิบาย ทักษะการทำความกระจ่าง ทักษะการบรรยาย ทักษะการพูด ทักษะการเขียน และทักษะการแสดงออก เป็นต้น ทักษะการคิดที่เป็นแกนหรือทักษะการคิดทั่วไป ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการสำรวจ ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการรวบรวมข้อมูล ทักษะการจัดหมวดหมู่ ทักษะการตีความ ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการใช้เหตุผล ทักษะการระบุ ทักษะการจำแนกความแตกต่าง ทักษะการจัดลำดับ ทักษะการเปรียบเทียบ ทักษะการอ้างอิง ทักษะการแปลความ ทักษะการขยายความ และทักษะการสรุปความ เป็นต้น ทักษะการคิดขั้นสูงหรือทักษะการคิดที่ซับซ้อน ที่สำคัญมีดังนี้ ทักษะการนิยาม ทักษะการผสมผสาน ทักษะการสร้าง ทักษะการปรับโครงสร้าง ทักษะการหาความเชื่อพื้นฐาน ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดเกณฑ์ ทักษะการประยุกต์ ทักษะการวิเคราะห์ ทักษะการจัดระบบ ทักษะการจัดโครงสร้าง ทักษะการหาแบบแผน ทักษะการทำนาย ทักษะการทดสอบสมมติฐาน และทักษะการพิสูจน์

I 1771 1161

การคิดขั้นกลางหรือลักษณะการคิด เช่น การคิดคล่อง การคิดหลากหลาย การคิดละเอียดละออ การคิดให้ชัดเจน การคิดกว้าง การคิดไกล การคิดลึกซึ้ง รวมทั้งการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นต้น

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นอาจสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์เคมีนั้นสามารถจำแนกได้เป็นสามกลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. เจตคติ ประกอบด้วยความสนใจและแรงจูงใจ

2. สมรรถภาพทางสมอง ประกอบด้วย วุฒิภาวะและพัฒนาการของสมองตามระดับพัฒนาการ ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการหาข้อมูลเพิ่มเติม การรู้คำศัพท์ ทักษะในการคิด ลักษณะการคิด การมองเห็นภาพ การจินตนาการ การคาดคะเน การจัดกระทำกับข้อมูลอย่างมีทักษะ การวิเคราะห์ การตีความ การแยกแยะ การเชื่อมโยงความคิด การสรุปในเชิงนามธรรม ทักษะพื้นฐานในการคำนวณ และความรู้ในระบบความจำ

3. ประสบการณ์ ประกอบด้วย ประสบการณ์เกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีการแก้ปัญหา การฝึกฝนการแก้ปัญหา และสภาพแวดล้อม

จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์เคมีดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบด้านสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งประกอบด้วย วุฒิภาวะและพัฒนาการของสมองตามระดับพัฒนาการ ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการหาข้อมูลเพิ่มเติม การรู้คำศัพท์ ทักษะในการคิด ลักษณะการคิด การมองเห็นภาพ การจินตนาการ การคาดคะเน การจัดกระทำกับข้อมูลอย่างมีทักษะ การวิเคราะห์ การตีความ การแยกแยะ การเชื่อมโยงความคิด การสรุปในเชิงนามธรรม ทักษะพื้นฐานในการคำนวณ และความรู้ในระบบความจำ จัดเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีซึ่งเป็นการคิดขั้นสูง โดยที่การแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นในสมองส่วนหน้าซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการคิดระดับสูง การตัดสินใจ และการจัดการข้อมูลข่าวสาร ในลักษณะการนำเข้า การจัดเก็บ และการเรียกข้อมูล (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์, 2539: 28-46) ซึ่งเทียบได้กับส่วนของช่วงความจำระยะสั้นตามแนวคิดรูปแบบการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลของระบบความจำที่เสนอโดย เอดคินสัน และชิฟฟริน จากการรวบรวมและสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถการคิดทางคณิตศาสตร์ของ สเติร์นเบอร์ก (Sternberg, 1996: 8) โดย สเติร์นเบอร์ก ได้แบ่งปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถการคิดทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 8 ด้าน พบว่า ปัจจัยด้านความจำ โดยเฉพาะความรู้ในระบบความจำทั้งความรู้ที่เกี่ยวกับเนื้อหา และความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีอิทธิพล

ต่อความสามารถการคิดทางคณิตศาสตร์นั้น จะถูกนำมาใช้ได้ต้องอาศัยพื้นที่ในส่วนของช่วงความจำระยะสั้น สอดคล้องกับแนวคิดของ รีด (Reed, 1996: 253) และฮาเบอร์แลนท์ (Haberlandt, 1994: 356) ซึ่งเชื่อว่า ในกระบวนการแก้ปัญหานั้นจะเกี่ยวข้องกับช่วงความจำระยะสั้น เนื่องจากช่วงความจำระยะสั้นจะเป็นความจำส่วนที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา นั่นคือ ช่วงความจำระยะสั้นจะทำหน้าที่จัดกระทำและประมวลผลข้อมูลเมื่อต้องเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ตัดสินใจ และแก้ปัญหา โดยรับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมผ่านความจำรับสัมผัส และเรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยความจำระยะยาวในรูปของข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้ได้คำตอบหรือความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการ ดังนั้น ช่วงความจำระยะสั้นในสมองของบุคคลจึงเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เกมี

2.4 <u>วิธีวัดความสามารถในการแก้ปัญหา</u>

เราสามารถวัดความสามารถในการคิดได้หลากหลายวิธี แต่ถ้าพิจารณาถึงรูปแบบและแนวทางของการวัดความสามารถในการคิดทั้งในอดีตและปัจจุบันพอที่จะจำแนกประเภทของการวัดออกเป็น 2 แนวทางสำคัญ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2540 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2540: 87) ดังนี้

1. แนวทางการวัดจิตมิติ

แนวทางการวัดจิตมิตินี้เป็นของกลุ่มนักวัดทางการศึกษาและจิตวิทยา ที่พยายามศึกษาและวัดคุณลักษณะภายในของมนุษย์เป็นเวลามาเกือบศตวรรษ เริ่มจากการศึกษาและวัดเชาว์ปัญญา ศึกษาโครงสร้างทางสมองของมนุษย์ด้วยความเชื่อว่ามีลักษณะเป็นองค์ประกอบและมีระดับความสามารถที่แตกต่างกันในแต่ละคน ซึ่งสามารถวัดได้โดยการใช้แบบสอบมาตรฐาน ต่อมาได้ขยายแนวคิดของการวัดความสามารถทางสมองสู่การวัดผลสัมฤทธิ์ บุคลิกภาพ ความถนัด และความสามารถในด้านต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการคิด

2. แนวทางการวัดจากการปฏิบัติในชีวิตจริงหรือคล้ายจริง

แนวทางการวัดนี้เป็นทางเลือกใหม่ที่เสนอโดยกลุ่มนักวัดการเรียนรู้ ในบริบทที่เป็นธรรมชาติ โดยการเน้นการวัดจากการปฏิบัติในชีวิตจริงหรือคล้ายจริง ที่มีคุณค่าต่อตัวผู้ปฏิบัติ มิติของการวัดสนใจทักษะการคิดซับซ้อนในการปฏิบัติงาน ความร่วมมือในการแก้ปัญหา และการประเมินตนเอง เทคนิคการวัดใช้การสังเกตสภาพงานที่ปฏิบัติจากการเขียนเรียงความ การแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เหมือนโลกแห่งความเป็นจริง และการรวบรวมงานในแฟ้มรวมผลงานเด่น (Portfolio)

สำหรับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีซึ่งจัดเป็นการคิดขั้นสูงนั้น จะเป็นการวัดความสามารถทางสมองซึ่งเป็นทักษะทางปัญญา โดยวิธีการที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้แก่ การวัดด้วยแบบทดสอบ การถามตอบขณะดำเนินการเรียนการสอน การตรวจการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน แต่วิธีที่ใช้กันมากคือการวัดด้วยแบบทดสอบ ซึ่งมีทั้งแบบทดสอบแบบปรนัยที่เป็นแบบเลือกตอบ และแบบทดสอบแบบอัตนัยที่เป็นแบบเติมคำตอบ แบบที่ให้บอกสูตรที่ใช้ในการคำนวณ และแบบให้แสดงวิธีทำ

แบบทดสอบแบบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่มีความสำคัญต่อการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นอย่างมาก เนื่องจากทำให้ครูสามารถสังเกตเห็นกระบวนการ และขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่ง สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2534: 13) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบแบบอัตนัยว่าเป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยคำถามที่มีจำนวนข้อไม่มากนัก ไม่มีคำตอบให้เลือกผู้ตอบจะต้องคิดหาคำตอบเองด้วยการบูรณาการความรู้และความคิด แล้วแสดงออกเป็นภาษาเขียนอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผลตามหลักวิชาของศาสตร์นั้น ๆ ดังนั้น แบบทดสอบแบบอัตนัยจึงเป็นเครื่องมือที่วัดสมรรถภาพทางสมองในระดับสูง วัดทักษะ ตลอดจนทัศนคติได้อย่างแท้จริง

<u>ข้อดีของแบบทดสอบอัตนัย</u>

1. สามารถวัดผลการเรียนรู้ในระดับสูงและมีลักษณะซับซ้อน ซึ่งไม่สามารถใช้แบบทดสอบแบบปรนัยวัดได้ หรือกระทำได้ยากลำบาก
2. เป็นเครื่องมือพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างดียิ่ง เช่น การพัฒนาทักษะในการคิด ทักษะในการสื่อสารที่เป็นภาษาเขียน เป็นต้น
3. สร้างง่ายไม่ยุ่งยาก และจัดเตรียมได้ง่ายกว่าแบบทดสอบปรนัย
4. ขจัดปัญหาเรื่องการเดาคำตอบ เนื่องจากไม่มีคำตอบให้เลือก

<u>ข้อจำกัดของแบบทดสอบอัตนัย</u>

ปัญหาด้านความเที่ยงของการให้คะแนนที่มีแนวโน้มว่าจะมีความเที่ยงต่ำ ไม่ว่าจะใช้ผู้ตรวจข้อสอบหลายคน หรือคนเดียวตรวจหลายครั้งก็ตาม วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ

1. ตั้งวัตถุประสงค์ของการออกข้อสอบว่ามุ่งวัดพฤติกรรมด้านใด
2. จัดสร้างระบบหรือเกณฑ์การให้คะแนนที่แน่นอน
3. ผู้ตรวจไม่ควรดูชื่อผู้ตอบ และควรหยุดพักการตรวจเป็นระยะ ๆ

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยต่างประเทศ

การศึกษา ค้นคว้า วิจัย เรื่องความจำได้รับความสนใจและช่วยตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับการรับรู้ การเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหา การคิดตัดสินใจ และระดับสติปัญญา ฯลฯ ของบรรดานักจิตวิทยาและนักปรัชญามานานแล้ว แต่การศึกษาเกี่ยวกับช่วงความจำระยะสั้นเริ่มมีผู้ค้นคว้าวิจัยเมื่อปลายศตวรรษที่ 19 เอ็บบิงเฮาส์ (อ้างถึงใน ไพบูลย์ เทวรักษ์, 2538: 7) ได้ศึกษาทดลอง และพบว่าคนเราสามารถจำสิ่งเร้าได้ 7 อย่าง

แนซ และลอว์สัน (Niaz and Lowson, 1985: 41-51) ได้ศึกษาการดุลสมการเคมีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยศึกษาตัวแปรจำนวนขั้นตอนในการแก้ปัญหา (M-capacity) การให้เหตุผลเชิงนามธรรม (formal reasoning) และรูปแบบความรู้-ความคิดของ วิลกิน (Wilkin' s Cognitive Styles). โดยใช้สมการเคมีสองสมการ ดังนี้

(a) $H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

(b) $2H_2XO_3 + 5H_3ZO_3 \longrightarrow 2HX + 5H_3ZO_4 + H_2O$

โดยที่สมการ (a) มีขั้นตอนการดุลสมการ 1 ขั้น และสมการ (b) มีขั้นตอนการดุลสมการ 5 ขั้น พบว่า สมการ (a) ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสามเท่ากับ .52 โดยที่ตัวแปรการให้เหตุผลเชิงนามธรรมจะเป็นตัวทำนายสมรรถภาพในการดุลสมการเคมีได้ดีที่สุด ส่วนสมการ (b) ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสามเท่ากับ .57 โดยที่ตัวแปรขั้นตอนการดุลสมการเคมีจะเป็นตัวทำนายสมรรถภาพในการดุลสมการเคมีได้ดีที่สุด ซึ่ง แนซ และลอว์สัน อธิบายว่า สมการ (b) ซึ่งมีขั้นตอนการดุลสมการ 5 ขั้น จะใช้ความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลมากกว่าสมการ (a) ซึ่งมีขั้นตอนการดุลสมการ 1 ขั้น และจากผลการทดลอง แนซ และลอว์สัน สรุปว่า การให้เหตุผลเชิงนามธรรมจำเป็นสำหรับการดุลสมการเคมีที่มีขั้นตอนการแก้ปัญหา 1 ขั้น (น้อยขั้น) และสำหรับสมการเคมีที่มีขั้นตอนการแก้ปัญหาหลายขั้นจะขึ้นกับการเพิ่มขึ้นของช่วงความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลของนักเรียน นั่นคือ ช่วงความจำระยะสั้นมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการดุลสมการเคมีที่ซับซ้อน ในทิศทางบวก (r_{xy} = .48) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่จะไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการดุลสมการเคมีที่ไม่ซับซ้อน

จอห์นสโตน และเอล์-บันนา (Johnstone and El-Banna, 1986: 80-84) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลในช่วงความจำระยะสั้น ของนักเรียนกับความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีที่มีขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่เท่ากัน ทดสอบความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลในช่วงความจำระยะสั้นโดยใช้แบบวัด Figural Intersection Test พบว่า นักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย 36.1% 40.6% และ 23.3% มีความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูล 5 6 และ 7 หน่วย ตามลำดับ และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 1.4% 7.3% 23.3% 44% และ 24% มีความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูล 3 4 5 6 และ 7 หน่วย ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์เคมีที่มีขั้นตอนการแก้ปัญหาเท่ากับหรือน้อยกว่าความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลในช่วงความจำระยะสั้นของนักเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีของนักเรียนจะลดลงเมื่อปัญหานั้นมีขั้นตอนการแก้ปัญหามากกว่าความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลในช่วงความจำระยะสั้นของนักเรียน ซึ่ง จอห์นสโตน และเอล์-บันนา กล่าวว่า ปัญหาที่มีขั้นตอนการแก้ปัญหามากกว่าความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลในช่วงความจำระยะสั้นจะไม่สามารถใช้ตัดสินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้

แนซ (Niaz, 1987: 502-505) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลในช่วงความจำระยะสั้นตามแนวคิดของ พาสคัล-ลีโอน (Pascual-Leone' s M-capacity) โดยศึกษาผลของความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีของนักศึกษาที่มีอายุเฉลี่ย 18.7 ปี จำนวน 55 คน ในเวนีซูเอลา นักศึกษาจะได้รับการทดสอบก่อนที่จะเปิดภาคเรียนเพื่อวัด (a) ความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลในช่วงความจำระยะสั้น (M-capacity) โดยใช้แบบวัด Figural Intersection Test (b) ความสามารถทั่วไป (Disembedding Ability) โดยใช้แบบวัด Group Embedded Figures Test (c) ระดับขั้นพัฒนาการ (Development Level) โดยใช้แบบวัด Formal Reasoning และ (d) ระดับสติปัญญา (General Level of Intelligence) โดยใช้แบบวัด Raven' s Standard Progressive Matrices Test และระหว่างที่เรียนเคมีนักเรียนจะได้รับการทดสอบสมรรถภาพโดยใช้ปัญหาที่มีขั้นตอนการแก้ปัญหาตั้งแต่ 4 ถึง 7 ขั้น ผลการทดลองพบว่า นักเรียน 12.7% 43.6% และ 43.6% มีความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลในช่วงความจำระยะสั้น 5 6 และ 7 หน่วย ซึ่งนักเรียน 12.7% และอีก 43.6% มีความจุของพื้นที่ในการประมวลผลข้อมูลในช่วงความจำระยะสั้นต่ำกว่า 7 หน่วย และพบว่า นักเรียนที่มีช่วงความจำระยะสั้นมากกว่าจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีได้สูงกว่านักเรียนที่มีช่วงความจำระยะสั้นน้อยกว่า

แนซ (Niaz, 1988: 643-657) ได้ศึกษาผลของความซับซ้อนในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีของนักเรียน 115 คน ซึ่งวัดช่วงความจำระยะสั้นและความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีโดยใช้แบบวัดช่วงความจำระยะสั้น Figural Intersection Test และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมี 2 ฉบับ คือ ฉบับ A ปัญหาโจทย์เคมีจะมีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 6 ขั้น และฉบับ B ปัญหาโจทย์เคมีจะมีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 7 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียน 9.6 % ซึ่งมีช่วงความจำระยะสั้น 6.10 ทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีฉบับ A และฉบับ B ได้ถูกต้อง 100 %

2. นักเรียน 52.2 % ซึ่งมีช่วงความจำระยะสั้น 5.00 ทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีฉบับ A และฉบับ B ได้ถูกต้อง 0 %

3. นักเรียน 16.5 % ซึ่งมีช่วงความจำระยะสั้น 5.72 ทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีฉบับ B ได้คะแนนสูงกว่าฉบับ A

4. นักเรียน 21.7 % ซึ่งมีช่วงความจำระยะสั้น 5.00 ทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีฉบับ A ได้คะแนนสูงกว่าฉบับ B

สวอนสัน (Swanson, 1994: 34-50) ได้ศึกษาอิทธิพลของช่วงความจำระยะสั้นต่อผลสัมฤทธิ์ด้านวิชาการของเด็กและผู้ใหญ่ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนรู้จำนวน 75 คน ซึ่งมีอายุเฉลี่ยระหว่าง 5.0- 42.10 ปี โดยใช้แบบทดสอบ Test of Mental Processing Ability วัดช่วงความจำระยะสั้น และแบบทดสอบ Wide Rang Achievement Test-Revised ของ แจสตัก และวิคินสัน (Jastak and Wikinson) วัดผลสัมฤทธิ์ด้านวิชาการ ผลการวิจัยพบว่า ช่วงความจำระยะสั้นมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเข้าใจการอ่านและสมรรถภาพด้านคณิตศาสตร์ในทิศทางบวก (r_{xy}= .45 และ .41) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 <u>งานวิจัยในประเทศ</u>

สถิตย์ ทองสว่าง (2529: ง) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการจำทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางทักษะในกีฬาเทเบิลเทนนิสของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 280 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบทดสอบทักษะกีฬาเทเบิลเทนนิสด้านการตีโต้ ของ มอห และลอคฮาร์ต (Moyy and Lockhart) และด้านการเสริฟ์ ของ อำนวยโชค รื่นเริง และแบบทดสอบสมรรถภาพสมองด้านการจำทางรูปภาพ ของ จรินทร์

ประสงค์สม ผลการวิจัยพบว่า สมรรถภาพสมองด้านการจำรูปภาพรวมและการจำรูปภาพแบบระบบมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางทักษะในกีฬาเทเบิลเทนนิส

จากการศึกษาแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวกับช่วงความจำระยะสั้นและการแก้ปัญหาโจทย์เคมีดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างช่วงความจำระยะสั้นกับความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีของนักเรียนต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย