

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูลของ นักศึกษาระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยของรัฐ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูล

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์องค์ประกอบ

#### ตอนที่ 1 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูล

##### การประมวลผลข้อมูล

ทฤษฎีและแนวคิดในด้านการประมวลผลข้อมูลได้รับความนิยมและสนใจศึกษาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1950 จนถึงปัจจุบัน โดยมีผู้เรียกชื่อภาษาไทยหลายชื่อ เช่น การประมวลผลข้อมูลข่าวสาร (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2545, หน้า 59; ทิศนา แจมมณี และคณะ, 2544, หน้า 27) การประมวล สารสนเทศ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2545, หน้า 59) กระบวนการจัดกระทำข้อมูลและกระบวนการ ทางสมองในการประมวลผลข้อมูล (ทิศนา แจมมณี และคณะ, 2544, หน้า 27) การประมวลผล ข่าวสาร (ระพีพันธ์ ฉายวิมล, 2545, หน้า 127) กระบวนการประมวลผลสารข้อมูล (ประสาธ อิศรปริดา, 2547, หน้า 167) ในที่นี้ผู้วิจัยขอใช้ คำว่า การประมวลผลข้อมูล

##### ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล

ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล (Information Processing Theory) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ ใหม่ที่สุด นักจิตวิทยาที่ใช้ทฤษฎีนี้ให้คำจำกัดความของการเรียนรู้ว่าเป็นการเปลี่ยนความรู้ของ ผู้เรียนทั้งปริมาณ และวิธีการประมวลผลข้อมูล (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2545, หน้า 219) อธิบายการ เรียนรู้โดยทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลโดยนักจิตวิทยาแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรก เป็นกลุ่มที่เรียกว่า นักทฤษฎีประมวลผลข้อมูลบริสุทธิ์ (Pure Information Processing Theorist) ได้อธิบายการเรียนรู้ ของมนุษย์จากการใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบ (Simulate) ซึ่งอธิบายการประมวลผลข้อมูลของ คอมพิวเตอร์ว่า ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ 1) การรับข้อมูลเข้า (Input) โดยใช้อุปกรณ์รับข้อมูล 2) รหัสปฏิบัติการโดยใช้ชุดคำสั่ง หรือ Software ตั้งให้ทำงาน และ 3) การแสดงผลส่งออก (Output) โดยใช้อุปกรณ์แสดง เช่น จอภาพและเครื่องพิมพ์ นักทฤษฎีประมวลผลข้อมูลบริสุทธิ์ กลุ่มนี้ได้แก่ กานเย่ (Gagne) คลอสไมเออร์ (Klausmeier) แครก และล็อกฮาร์ท ( Craik & Lockhart) สเตอร์นเบิร์ก (Sternberg) ซีเกลอร์ (Sieglar) คลาห์ และวอลเลซ (Klahr & Wallace) และเคส (Case)

(สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2545, หน้า 59) กลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มนักจิตวิทยาพฤติกรรมนิยม (Behaviorist) ซึ่งอธิบายการประมวลผลข้อมูล ตามแนวทางของทฤษฎี พฤติกรรมนิยม โดยมีทัศนะว่าพฤติกรรมของมนุษย์ถูกกำหนดขึ้นจากสิ่งแวดล้อม นักทฤษฎีในกลุ่มนี้ได้แก่ วัตสัน (Watson) สกินเนอร์ (Skinner) กัทธรี (Guthrie) และ โทลแมน (Tolman) กลุ่มสุดท้าย คือ กลุ่มนักจิตวิทยาปัญญานิยม (Cognitivist) ที่ได้นำแนวทางของทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitive Theory) มาอธิบายการประมวลผลข้อมูล ซึ่งนักปัญญานิยมเชื่อว่าการรับรู้และการแปลความหมายข้อมูลจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมที่แสดงออกมา ดังนั้นการทำความเข้าใจกับพฤติกรรมได้จึงต้องอาศัยการเข้าใจสิ่งเหล่านี้ด้วย นอกเหนือไปจากการทำความเข้าใจกับอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อพฤติกรรม สิ่งที่นักจิตวิทยาปัญญานิยมศึกษามีใช้ตัวพฤติกรรมแต่เป็นกระบวนการทางสมองทำงานอย่างไรในการแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม นักทฤษฎีในกลุ่มนี้ได้แก่ แบนดูรา (Bandura) พียาเจต์ (Piaget) ฮัลต์ (Hunt) นักจิตวิทยากรุปเกสตัลต์ (Gestalt) บรูเนอร์ (Bruner) และแบดเดลีย์ (Baddeley)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูล ประกอบด้วยทฤษฎีใหญ่ 3 ทฤษฎีคือ

1. ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitive Psychology)
2. ทฤษฎีประสาทวิทยา (Neuropsychology)
3. ทฤษฎีจิตวิทยาการศึกษา (Educational Psychology)

#### 1. ทฤษฎีปัญญานิยม

ทฤษฎีปัญญานิยมเป็นทฤษฎีที่ศึกษาระบบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่ของสมองในด้านการคิด โดยศึกษาว่าคนเราตั้งใจ และได้ข้อมูลมาอย่างไร และข้อมูลนั้นถูกเก็บและจัดกระทำโดยสมองอย่างไร คนเราสามารถคิดแก้ปัญหาและสร้างภาษาอย่างไร (Solso, 2000, p. 2) ทฤษฎีปัญญานิยมศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองซึ่งมีหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลและคนได้รับข้อมูลและประมวลผลข้อมูลอย่างไร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจัดอยู่บนพื้นฐานทางทฤษฎีทางปัญญานิยม

ความคิดพื้นฐานในการใช้การประมวลผลข้อมูลตามทัศนะของนักจิตวิทยาปัญญานิยม มี ดังนี้

1. ในการเรียนรู้สิ่งใดก็ตามผู้เรียนสามารถควบคุมอัตราความเร็วของการเรียนรู้ และขั้นตอนของการเรียนรู้ได้
2. การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้เรียน ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ ซึ่งหมายความว่านอกจากผู้เรียนจะเพิ่มจำนวนของสิ่งที่เรียนรู้ ผู้เรียนจะสามารถเรียบเรียงและรวบรวมให้เป็นระเบียบ เพื่อจะเรียกใช้ในเวลาที่ต้องการได้

นักจิตวิทยาปัญญานิยมให้ความสำคัญการศึกษาทางด้านการเปลี่ยนแปลงภายในของ กระบวนการคิด (Cognitive Operations) และการปฏิบัติการ (Operations) ในตัวของผู้เรียน

### ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลของแครก และล็อกฮาร์ท

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีหลายระดับ เราสามารถเรียนรู้และจำสิ่งต่าง ๆ ที่มี ความหมายกับตัวเราได้ เพราะมีการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการมากกว่าการกระตุ้นให้เรียนรู้ การเรียน รู้แบบลึกลับจะทำให้เข้าใจได้ละเอียดและระลึกถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้มาก แต่ไม่ได้หมายความว่าทุกอย่าง ที่เรียนรู้จำเป็นต้องมีการเรียนรู้แบบลึกลับเสมอไป เพราะในการเรียนรู้บางเรื่องก็มีความต้องการ เพียงแค่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้ ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐาน ในการเรียนรู้ ในขณะที่ขั้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ที่อยู่ในขั้นการเรียนรู้แบบลึกลับอาจยังไม่มี ความจำเป็น ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลเป็นหลักทางจิตวิทยาในเรื่องของปัญญาที่อธิบาย ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการรับและประมวลผลข้อมูล โดยการเข้ารหัสข้อมูล การทบทวนซ้ำ กันหลาย ๆ ครั้ง การเก็บบันทึก และนำกลับมาใช้ใหม่ ทฤษฎีนี้ กล่าวถึง ประสาทสัมผัส (Senses) การบันทึกข้อมูลด้วยประสาทสัมผัส (Sensory Registers) ความจำระยะสั้น หรือความจำชั่วคราว และความจำระยะยาว ประสาทสัมผัสมีความสำคัญในการรับข้อมูลซึ่งเป็นสิ่งเร้าจาก สภาพแวดล้อมและข้อมูลที่รับมาจะไม่ได้นำมาประมวลผลทั้งหมด ข้อมูลบางตัวจะสูญหายไป หรือถูกตัดทิ้งไป ข้อมูลที่ไม่สูญหายจะเดินทางเข้าสู่ระบบรับรู้สึกและส่งออก หรือมี กระบวนการส่งออกต่อไป ประสาทสัมผัสจะเหมือนกับกล่องเก็บสะสม เมื่อข้อมูลเข้าสู่ประสาท รับสัมผัส ข้อมูลบางอย่างจะเคลื่อนเข้าไปสู่ความจำระยะสั้นและข้อมูลบางอย่างจะถูกตัดทิ้งไป ข้อมูลจะเดินทางต่อไปยังความจำชั่วคราว ซึ่งความจำชั่วคราวจะมีศักยภาพใน การประมวลผล ข้อมูลที่มีจำนวนจำกัด (Baddeley, 1992, 1993, 1996; Broadbent, 1958; Craik & Lockhart, 1972; Kalyuga, 1998; Parker, 1993)

นักจิตวิทยาปัญญานิยม (Baddeley, 1990 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2545, หน้า 252) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความจำ เพื่อช่วยส่งเสริมความจำให้ดีขึ้น ได้ทำการทดลองโดยใช้สถานการณ์ “ธรรมชาติในชีวิตประจำวัน” และสถานการณ์ “ในห้องทดลอง” ผลของการทดลองเกี่ยวกับ ความจำ สรุปได้ ดังนี้

1. ความจำมีหลายประเภทแบ่งเป็น การจำที่สามารถระลึกได้ (Explicit Memory) และความจำที่ไม่สามารถระลึกได้ว่าสิ่งที่เรารู้คืออะไร (Implicit Memory)
2. ถ้าสิ่งที่จำมีความหมายจะเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นและจำได้นาน
3. ในการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนพยายามที่จะหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรารู้ใหม่กับสิ่งที่ เรารู้ในอดีตที่เก็บไว้ในความจำระยะยาวก็จะจำได้ดีขึ้น

4. การจำจะดีขึ้นด้วยการฝึกหัดซ้ำหรือท่อง การฝึกหัดใช้เวลาสั้นแต่บ่อยครั้ง จะช่วยให้จำได้ดีกว่าการฝึกหัดน้อยครั้งแต่นาน
5. ความจำระยะยาวจะเป็นสิ่งที่ผู้จำสร้างขึ้นมากกว่าการจำอย่างแม่นยำทุกอย่าง หรือไม่ใช้การคัดลอกสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีต
6. การเข้ารหัส อย่างถูกต้องจะช่วยให้จำได้ดีขึ้น
7. สิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ สิ่งของ หรือสิ่งที่มีชีวิต มีบทบาทสำคัญในการค้นคืนความจำได้ แม้แต่กลิ่น ก็เป็นเครื่องชี้แนะความจำได้
8. ความตระหนักรู้เกี่ยวกับความจำของตนเองจะช่วยผู้เรียนด้านความจำได้

#### **ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาตามแนวคิดด้านการประมวลผลข้อมูล**

สเตอร์นเบิร์ก (Sternberg, 1985, 1986, 1990 อ้างถึงใน สุรางค์ ใ้วตระกูล, 2545, หน้า 117-119) ได้เสนอ ทฤษฎีเชาวน์ปัญญา โดยใช้วิธีการประมวลผลข้อมูลศึกษาระบบของเชาวน์ปัญญาที่มนุษย์ใช้ทำงานแก้ปัญหา ทฤษฎีของสเตอร์นเบิร์กบางครั้งเรียกว่า ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลทางปัญญา (Information Processing Theory of Intelligence) ซึ่งสเตอร์นเบิร์กให้ชื่อเฉพาะว่า ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาสามองค์ประกอบ (Triarchic Theory of Intelligence) ซึ่งหมายความว่า เชาวน์ปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่างคือ

1. เชาวน์ปัญญาด้านบริบทสังคม (Contextual Intelligence) กล่าวถึง ความสามารถทางเชาวน์ปัญญาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของบุคคล รวมทั้งการปฏิบัติและการกระทำที่แสดงถึงความสามารถทางเชาวน์ปัญญาในบริบทของสังคม ซึ่งประกอบด้วย
  - 1.1 ความสามารถในการปรับเปลี่ยนตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอย่างมีจุดมุ่งหมาย
  - 1.2 การเลือกสิ่งแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกสูงสุดมากกว่าที่จะทำตามความเคยชิน
  - 1.3 ความสามารถในการปรับแต่งสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับทักษะความสามารถและค่านิยมของตน
2. เชาวน์ปัญญาด้านประสบการณ์ (Experiential Intelligence) หมายถึง ผลของประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถทางเชาวน์ปัญญา ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงและการนำความรู้มาใช้ในการสร้างสรรค์ ประกอบด้วย
  - 2.1 ความสามารถในการคิดสิ่งใหม่ ๆ ทั้งทางวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์
  - 2.2 ความคล่องในการประมวลผลข้อมูลที่มี รวมทั้งความสามารถที่จะเชื่อมโยงความสามารถทั้งสองอย่างเพื่อเพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น
3. องค์ประกอบย่อยทางเชาวน์ปัญญา (Componential Intelligence) กล่าวถึงความสามารถทางเชาวน์ปัญญาที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งครอบคลุม

### องค์ประกอบ 3 ประการคือ

3.1 องค์ประกอบด้านความคิดระดับสูง (Meta-Components) เป็นกระบวนการคิด ตั้งการ ซึ่งประกอบด้วยการประมวลผลการรู้ คิดแก้ปัญหา วางแผนติดตาม และประเมินผลเพื่อให้ งานดำเนินไปอย่างถูกต้อง

3.2 องค์ประกอบด้านการปฏิบัติ (Performance Components) เป็นกระบวนการลงมือ ปฏิบัติตามการตัดสินใจตั้งการ องค์ประกอบด้านการปฏิบัติ ประกอบด้วยองค์ประกอบด้านการคิด ย่อย ๆ ได้แก่ การเข้ารหัส การรวมและเปรียบเทียบ การตอบสนองและการพัฒนาสติปัญญา ในการ แก้ปัญหา

3.3 องค์ประกอบด้านการแสวงหาความรู้ (Knowledge-Acquisition Components) เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของเชาวน์ปัญญา จึงต้องอาศัย กระบวนการคัดเลือก มีการเลือกข้อมูลเข้ารหัส การเลือกวิธีการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ เกิดภาพรวมที่ยอมรับได้ การเลือกวิธีการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับมากับข้อมูลเดิม เพื่อให้ได้ข้อมูล ความรู้ใหม่ที่เหมาะสมเข้าไว้ในระบบความจำ

จากองค์ประกอบย่อยทั้งสามนี้ อธิบายแนวคิดด้านการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลง การเลือก และคัดแปลงสิ่งแวดล้อมของบุคคล และจัดกระทำข้อมูล จะช่วยให้บุคคลสามารถเกิดการประมวลผลข้อมูลได้

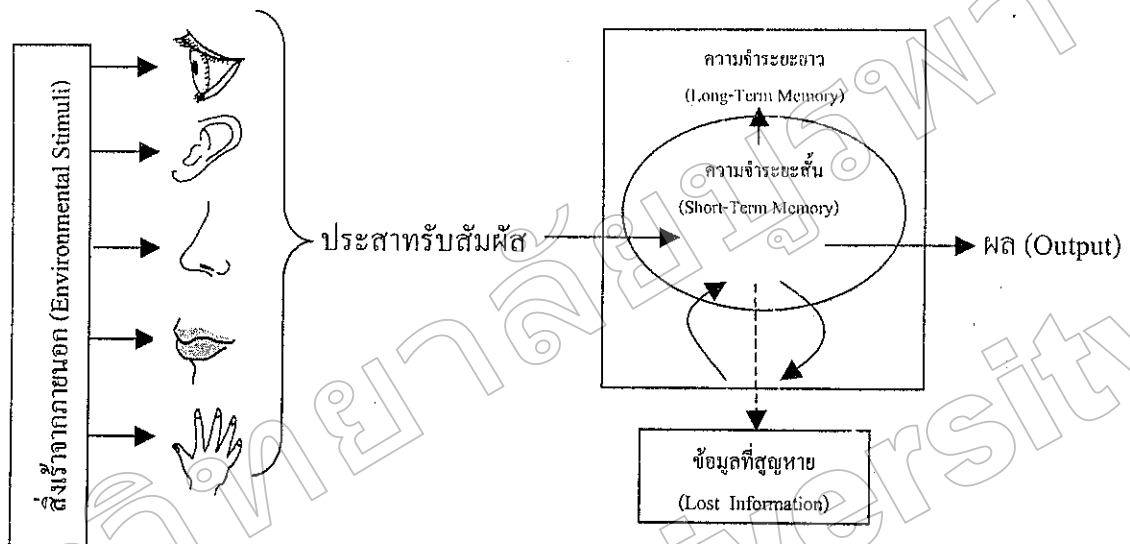
#### โมเดลการประมวลผลข้อมูล

กระบวนการประมวลผลข้อมูลเป็นกระบวนการทำงานภายในตัวบุคคล ซึ่งเริ่มตั้งแต่ วัยต้น ๆ ของชีวิต กระบวนการต่าง ๆ เช่น ความสนใจ การจำได้ การใช้สายตาศึกษาสิ่งแวดล้อม การรับรู้ การเรียนรู้ และการสังเคราะห์ การสัมผัสต่าง ๆ การทำงานของกระบวนการต่าง ๆ เหล่านี้ อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ทำให้บุคคลประมวลผลข้อมูลและดึงข้อมูลออกมาใช้ได้ โดยเพิ่มทั้ง ปริมาณและคุณภาพแตกต่างกันไปตามวัยและประสบการณ์

ตามหลักในแบบจำลองนี้ ข้อมูลมาจากสิ่งแวดล้อมนอกตัวบุคคล ไปยังประสาทสัมผัส ทั้งห้า (ตา หู จมูก ลิ้น กาย) ประสาทสัมผัสเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของส่วนรับรู้ภายในสมอง ซึ่งจาก การวิจัยพบว่า การรับรู้ของคนเกิดจากการเห็น 75% จากการได้ยิน 13% การสัมผัสทางกาย 6% กลิ่น 3% และรส 3% หลังจากการรับรู้ข้อมูลขึ้นต้น ข้อมูลก็จะผ่านเข้าสู่ความจำระยะสั้นหรือ ความจำชั่วคราว ต่อมาข้อมูลจะถูกเข้ารหัส จัดภาพและทบทวนซ้ำ กระบวนการดังกล่าวจะกระตุ้น และถูกนำเข้าสู่ความจำระยะยาว หากข้อมูลในความจำชั่วคราว ไม่ได้ถูกประมวลผลอย่างต่อเนื่อง ข้อมูลส่วนนั้นก็อาจจะสูญหายไป ในกรณีที่ข้อมูลถูกจัดเก็บอยู่ในความจำระยะยาวอย่างมีระบบ จะ สามารถดึงเอาข้อมูลส่วนนั้นกลับออกมาสู่ความจำชั่วคราว เพื่อใช้ ในการคิด วางแผน พูดยุข หรือ

แสดงออก ดังภาพที่ 3 ซึ่งเป็นขั้นตอนหลักการประมวลผลข้อมูลของสมอง แต่ไม่ได้แสดงตำแหน่งที่ข้อมูลถูกดำเนินการจริงภายในสมอง

อวัยวะรับความรู้สึก



ภาพที่ 3 หลักการประมวลผลข้อมูลของสมอง (Hoffman, Paris, & Schell, 1988, p. 42)

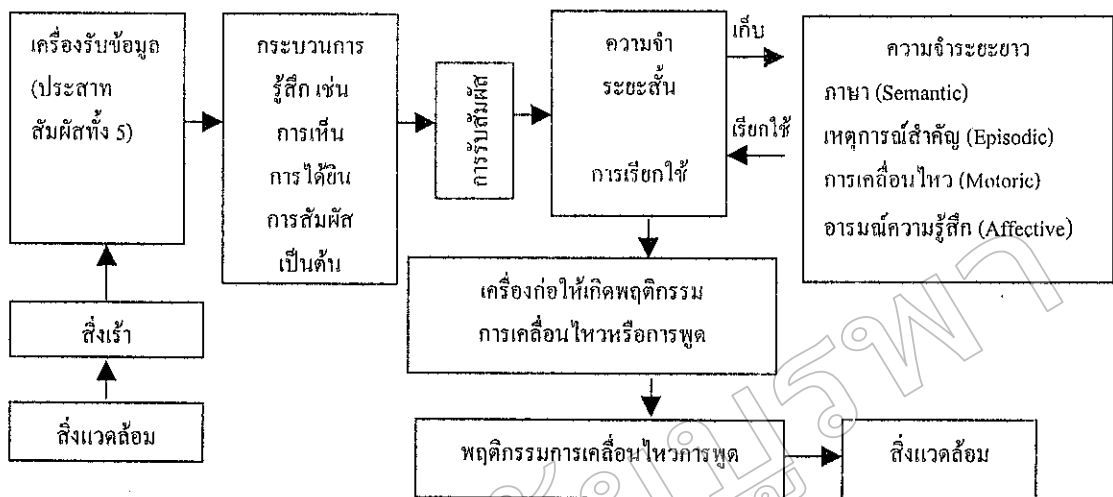
การพัฒนาสมรรถภาพในการประมวลผลข้อมูลของบุคคลจะคล้าย ๆ กัน กล่าวคือ บุคคลสามารถจัดข้อมูลผ่านเข้ามาในความจำชั่วคราวได้มากขึ้นตามวัย เด็กเล็กจะมีกลวิธีไม่มากนัก ในการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลเด็กโตและผู้ใหญ่จะมีกลวิธีที่ซับซ้อนขึ้น เช่น การเพิ่มทักษะ การเรียนรู้ มีช่วงความสนใจมากขึ้น จัดเก็บภาพในความจำของตนได้รัดกุมขึ้น รู้จักวางแผน การจดจำล่วงหน้า เป็นต้น การพัฒนาประสิทธิภาพในการประมวลผลข้อมูลจะมีกลวิธีที่แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล วิธีที่ได้รับความนิยม เช่น การปรับตัวเอง (Self-Modification) วิธีอัตโนมัติ (Automatization) คือการจดจำข้อมูลและเรียกนำมาใช้ได้โดยอัตโนมัติ เช่น การอ่านหนังสือ การขับรถ การคิดเลข เป็นต้น (จิราภา เต็งไตรรัตน์ และคณะ, 2544, หน้า 11) ในขณะที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, หน้า 18-19) กล่าวถึงกลไกตอบสนองของสมองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดเวลาซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์ที่ใช้ สร้างความคิดรวบยอดด้วยการจำแนกความแตกต่างของข้อมูล การจัดกลุ่มและการกำหนดชื่อ เกี่ยวกับข้อมูลที่ได้รับและกระบวนการที่ใช้แปลความหมายของข้อมูลรวมถึงการสรุปอ้างอิงด้วยการจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ ซึ่งข้อมูลที่น่ามาใช้อาจเป็นประสบการณ์เก่า ความจริงที่สัมผัสได้ ข้อมูลต่าง ๆ หรือเป็นเพียงจินตนาการที่ไม่อาจสัมผัสได้ ตลอดจนเป็น

กระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการสร้างความหมายของ  
 สิ่งเร้าที่รับเข้ามานี้ นับเป็นประสบการณ์เฉพาะตน (Personal Experience) ซึ่งมีความแตกต่างกัน  
 เนื่องจากบุคคลแต่ละคนมีโครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) และมีกระบวนการคิด (Cognitive  
 Process) ที่แตกต่างกัน (ทิสนา แชมมณี และคณะ, 2544, หน้า 11) ดังนั้นการเรียนรู้ของบุคคลจึง  
 เป็นกระบวนการที่แต่ละบุคคลต้องดำเนินการเอง ให้ผู้อื่นมาทำแทนไม่ได้ เพราะการสร้าง  
 ความหมายเป็นกระบวนการเฉพาะตัว แม้การเรียนจะเป็นเรื่องเฉพาะตัว แต่การรับสิ่งเร้าหรือข้อมูล  
 มาเสริมเพิ่มเติม เป็นวิธีการหนึ่งในกระบวนการปรับสภาวะ (Accommodation) ที่ไม่สมดุลให้เกิด  
 เป็นสภาวะที่สมดุลนั้น บุคคลจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากผู้อื่น เนื่องจากแต่ละคนมีความจำกัดใน  
 เรื่องการรับรู้ ว่าไม่สามารถที่จะรับรู้ทุกสิ่งทุกอย่างทุกแง่มุมได้หมด การแลกเปลี่ยนข้อมูลและ  
 มุมมองในแง่ต่าง ๆ จึงสามารถช่วยให้บุคคลได้ข้อความรู้ที่กว้างขึ้น ดังนั้นการปฏิสัมพันธ์กับบุคคล  
 อื่น จึงเป็นกระบวนการที่จำเป็นในการเรียนรู้เพื่อช่วยตรวจสอบการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลว่า  
 การเรียนรู้เป็นที่ยอมรับ มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือในมุมมองของคนอื่นอย่างไร กระบวนการนี้  
 สามารถช่วยให้บุคคลได้รับข้อมูลในการสร้างความหมายของสิ่งที่เรียนรู้มากขึ้นและช่วยให้  
 แต่ละบุคคลสามารถตรวจสอบและปรับความรู้ความเข้าใจของตนให้ถูกต้อง เป็นที่ยอมรับของผู้อื่น  
 ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ นอกจากจะเป็นกระบวนการคิดแล้วยังเป็นกระบวนการ  
 ทางสังคมอีกด้วย ส่วน อารี พันธุ์มณี (2542, หน้า 34) กล่าวว่า ความแตกต่างระหว่างบุคคลใน  
 การเรียนรู้ หมายถึง ความแตกต่างของแต่ละบุคคลหรือลักษณะเฉพาะตนในเรื่องการเรียนรู้  
 หรือการสร้างพฤติกรรมใหม่ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถทางเชาวน์ปัญญา ความคิด ความจำ  
 การแก้ปัญหา ตลอดจนการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์แวดล้อมได้อย่างเหมาะสม และอาจรวมถึง  
 ลักษณะเฉพาะของบุคคลในเรื่องการรับรู้ การแปลความหมาย และการสื่อสาร ตลอดจนระดับ  
 ความสามารถทางสัมฤทธิ์ผลของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ด้วย ขณะที่มนุษย์ใช้กลวิธีทาง  
 ความคิดที่ซับซ้อน ลึกซึ้ง สร้างสรรค์ มีหลักเกณฑ์ต้องอาศัยความคิดขั้นสูง ในการประมวลความรู้  
 ประสบการณ์ต่าง ๆ อาจใช้วิธีคิดเชิงสร้างสรรค์ คิดแบบมีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหา คิดแบบ  
 อภิปัญญา ฯลฯ เพื่อนำไปสู่คำตอบเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยใช้ทักษะความคิดหลาย ๆ ด้านประกอบกัน  
 หรืออาจเน้นทักษะความคิดด้านใดด้านหนึ่งมากกว่าทักษะทางความคิดด้านอื่น ซึ่งแล้วแต่เงื่อนไข  
 หรือสถานการณ์ที่จะต้องนำกลวิธีทางความคิดด้านใดไปใช้ โดยมีใช้เป็นความคิดที่ได้มาจากการจำ  
 เท่านั้น อาจกล่าวได้ว่าความคิดระดับสูงหมายถึง คุณลักษณะของสมองในการที่รับข้อมูล เก็บรักษา  
 และจัดกระทำข้อมูล แล้วนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งปริมาณและคุณภาพ  
 (อุษณีย์ โพธิ์สุข, 2541 อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544, หน้า 45) ซึ่ง  
 สันนิษฐานข้อเสนอของกานเย่ (Gagne', 1965 อ้างถึงใน ทิสนา แชมมณี และคณะ, 2543, หน้า 80) ถึง

ผลการเรียนรู้ของมนุษย์ประเภทหนึ่งคือ กลวิธีในการคิด (Cognitive Strategies) ซึ่งประกอบด้วย การใส่ใจ การรับและทำความเข้าใจข้อมูล การดึงความรู้จากความจำ การแก้ปัญหา และกลวิธีในการคิด โดยกระบวนการประมวลผลข้อมูลที่เป็นขั้นตอนจะเกิดขึ้นเมื่อสิ่งเร้าสิ่งใดสิ่งหนึ่งถูกกระทำ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ส่วนการประมวลผลข้อมูลแบบคู่ขนานจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการ สิ่งเร้าหลาย ๆ ตัวที่คล้าย ๆ กันในเวลาเดียวกัน (Clark & Paivio, 1991; Massaro & Cowan, 1993 cited in Farrell & Kotrlík, 2003, p. 145)

### รูปแบบการประมวลผลข้อมูล

คลอสไมเออร์ (Klausmeier, 1985 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2544, หน้า 27) กล่าวว่า การประมวลผลข้อมูลเริ่มต้นจากมนุษย์รับสัมผัสสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 สิ่งเร้าที่เข้ามา จะได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น ซึ่งการบันทึกนี้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ประการคือ การจำได้ (Recognition) ความใส่ใจ (Attention) ของบุคคลที่รับสิ่งเร้า บุคคลจะเลือกรับสิ่งเร้าที่ตน รู้จักหรือมีความสนใจ สิ่งเร้านั้นจะได้รับการบันทึกลงในความจำระยะสั้น ซึ่งจะดำรงคงอยู่ ในระยะเวลาที่จำกัดมาก บุคคลแต่ละคนมีความสามารถในการจำระยะสั้นที่จำกัด คนส่วนมาก สามารถจำสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกันได้เพียงครั้งละ  $7 \pm 2$  อย่างเท่านั้น ในการทำงานที่จำเป็นต้องการ เก็บข้อมูลไว้ใช้ชั่วคราว อาจจำเป็นต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ ช่วยในการจำ เช่น การจัดกลุ่มคำ หรือ การทบทวนซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง ซึ่งจะสามารถช่วยให้จดจำสิ่งนั้นไว้ใช้งานได้ การเก็บข้อมูลไว้ ใช้ในภายหลัง สามารถทำได้โดยข้อมูลนั้นจำเป็นต้องได้รับการประมวลผลและเปลี่ยนรูปโดยการ เข้ารหัส เพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วย เช่นการทบทวน ซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง หรือการทำข้อมูลให้มีความหมายต่อตนเอง โดยการสัมพันธ์สิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับ สิ่งที่เคยเรียนรู้มาก่อน ซึ่งเรียกว่าเป็นกระบวนการขยายความคิด (Elaborative Operation Process) ความจำระยะยาวนี้มี 2 ชนิด คือความจำความหมาย และความจำเหตุการณ์ นอกจากนั้นยังอาจแบ่ง ได้เป็น 2 ประเภท คือ ความจำประเภทการเคลื่อนไหว (Motoric Memory) หรือความจำประเภท อารมณ์ความรู้สึก (Affective Memory) เมื่อข้อมูลได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะยาวแล้ว บุคคลสามารถเรียกข้อมูลต่าง ๆ ออกมาใช้ได้ ซึ่งในการเรียกข้อมูลออกมาใช้ บุคคลจำเป็นต้อง ถอดรหัสข้อมูล จากความจำระยะยาวและส่งต่อไปยังส่วนที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งเป็น แรงขับหรือกระตุ้นให้บุคคลมีการเคลื่อนไหว หรือการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ การประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ตามแนวคิดของคลอสไมเออร์ แสดงไว้ในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ขั้นตอนหลักของการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ (Klausmeier, 1985, p. 105)

รูปแบบขั้นตอนหลักของการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ ที่นำมาอธิบายเป็นรูปแบบที่นักจิตวิทยาชื่อ คลอสไมเออร์ ได้ดัดแปลงมาจากแบบที่ใช้อธิบายเรื่องความจำระยะยาวและระยะสั้นของ ชิฟฟริน และแอตकिनสัน (Shiffrin & Atkinson, 1969, Atkinson & Shiffrin, 1971)

ขั้นตอนความจำจากการรู้สึกสัมผัส ความจำระยะสั้น ความจำระยะยาว ตามภาพที่ 4 นี้ใช้อธิบายลำดับขั้นของการประมวลผลข้อมูลให้เข้าใจเท่านั้น สำหรับการประมวลผลข้อมูลที่เกิดขึ้นในสมองนั้น ยังไม่มีผู้ใดรู้อย่างแน่ชัดว่ามีการแบ่งขั้นตอนหรือมีตำแหน่งอย่างเด่นชัดที่ใด นักจิตวิทยาได้อธิบายความจำจากการรู้สึกสัมผัส ความจำระยะสั้น ความจำระยะยาว ดังต่อไปนี้ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2545, หน้า 220-224)

1. ความจำจากการรู้สึกสัมผัส หมายถึงการคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัสหลังจากการรับสัมผัสสิ้นสุดลง นักจิตวิทยาปัญญานิยมอธิบายว่า โดยปกติแม้บุคคลแต่ละบุคคลจะอยู่ในท่ามกลางสิ่งเร้าหลายชนิดอันเป็นสิ่งแวดล้อมปัจจุบันของบุคคลนั้น และสิ่งเร้าเหล่านี้มากระทบประสาทสัมผัสทั้งห้า คือ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง สิ่งเร้าต่าง ๆ เหล่านี้จะผ่านการบันทึกข้อมูลด้วยประสาทสัมผัส ซึ่งมีหน้าที่เก็บข้อมูลต่าง ๆ เพียงระยะสั้นมากบางทีไม่ถึงหนึ่งวินาที แต่สิ่งเร้าที่ผู้เรียนใส่ใจที่จะรับรู้เท่านั้นจะคงอยู่นานพอที่จะนำไปบันทึกหรือแปรรูปเก็บไว้ในความจำระยะสั้น และความจำระยะยาวต่อไป จากการวิจัยเรื่องการบันทึกข้อมูลด้วย ประสาทสัมผัสพบว่าคนเราสามารถจะเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างมากที่สุดเพียง 11-12 อย่าง แต่ระยะเวลาที่เก็บสั้นมาก แต่ก็ยาวพอที่จะผ่านไปเก็บในความจำระยะสั้น กระบวนการที่ข้อมูลจะถูกนำเข้าไปถึงในความจำระยะสั้นมี 2 อย่าง คือ การจำได้ และความใส่ใจ

#### 1.1 การจำได้ ขึ้นอยู่กับข้อมูลจากประสาทสัมผัส เลือกมาจากสิ่งแวดล้อมซึ่ง

บางครั้งเรียกว่าการประมวลผลจากส่วนย่อยสู่ส่วนรวม (Bottom-Up Processing) คือ การรับรู้โดยใช้การสังเกต วิเคราะห์ แยกแยะ รายละเอียด ลักษณะ และจัดระบบเป็นรูปแบบที่มีความหมายจำได้ เช่น A ประกอบด้วยเส้นตรง 2 เส้นเชื่อมท่ามม 45 องศา เป็นรูป A และมีเส้นตรงแนวนอนตรงกลาง (-) เมื่อบุคคลเห็นตัวอักษรลักษณะใกล้เคียง เช่น A กับ A บุคคลจะรู้ว่าหมายถึง A เป็นต้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้สามารถอ่านลายมือเขียนของบุคคลที่มีความแตกต่างกันได้ และอีกส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่รับมาจากข้อมูลในความจำระยะยาว ซึ่งเรียกว่า การประมวลผลจากส่วนรวมสู่ส่วนย่อย (Top-Down Processing) คือ การรับรู้ข่าวสาร โดยอาศัยบริบท และแบบแผนที่บุคคลมีความรู้และคาดหวังว่าน่าจะมีในสถานการณ์เช่นนั้น บุคคลจะใช้ความรู้และประสบการณ์ที่บุคคลรู้แล้วในการรับรู้ข้อมูลในสถานการณ์นั้น เช่น ถ้าบุคคลไม่มีความรู้เกี่ยวกับตัวอักษรภาษาอังกฤษมาก่อน บุคคลจะไม่รู้ว่า B หมายถึง B เป็นต้น การประมวลผลจากส่วนรวมสู่ส่วนย่อยเป็นวิธีการประมวลผลที่มีความรวดเร็วกว่าการประมวลผลจากส่วนย่อยสู่ส่วนรวม จะเห็นว่ากระบวนการการจำได้จะมีประสิทธิภาพ ก็คือเมื่อผู้เรียนสามารถที่จะใช้แหล่งข้อมูลทุกอย่างที่ตนมีอยู่ (Anderson, 1990 อ้างถึงใน ระพีพันธุ์ ฉายวิมล, 2545, หน้า 129)

1.2 การใส่ใจ แม้ว่าคนเราจะอยู่ท่ามกลางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และมีสิ่งเร้าหลาย ๆ อย่างกระทบประสาททั้งห้าของเราอยู่เสมอ ฉะนั้นสิ่งที่ประสาทเลือกสัมผัสเลือก มีประมาณหนึ่งในสาม ต่อจากนั้นจะคัดเลือกเพียงบางอย่างเข้าไปในความจำระยะสั้น ความใส่ใจช่วยให้คนเราเลือกสิ่งเร้าที่จะเข้าสู่อวัยวะรับสัมผัสหรือจะช่วยในขั้นความจำระยะสั้น โดยใส่ใจในบางสิ่งบางอย่างโดยเฉพาะ ในการวิจัยเกี่ยวกับความใส่ใจ พบว่าเราสามารถที่จะฝึกหัดให้ผู้เรียนมีความใส่ใจได้หรือเพิ่มความใส่ใจได้

2. ความจำระยะสั้น เป็นความจำหลังจากการรับสัมผัสจากสิ่งเร้าที่ได้รับคามหมายและเกิดการรับรู้แล้วจะอยู่ในความจำระยะสั้นซึ่งมีความสำคัญต่อสิ่งที่เรารู้มาก เมื่อข้อมูลที่เลือกแล้วผ่านอวัยวะสัมผัสเข้าไปที่ความจำระยะสั้นแต่เป็นระยะเวลาที่จำกัด จึงถูกเรียกว่า ความจำระยะสั้น ตัวอย่างความจำระยะสั้นซึ่งทุกคนเคยมีประสบการณ์ เช่น การจำเลขหมายโทรศัพท์จากการเปิดดูสมุดโทรศัพท์เราจะจำได้นานเพียงระยะที่นำมาหมุนเท่านั้น ถ้าโทรศัพท์ไม่ติดอาจจะต้องดูใหม่นักจิตวิทยาศึกษาเกี่ยวกับเรื่องความจำระยะสั้นพบว่าอย่างมากจำได้เพียง 20 วินาที หรือระหว่าง 15-30 วินาที ความจำระยะสั้นบางที่เรียกว่า ความจำชั่วคราว (Working Memory) เพราะเป็นความจำเกี่ยวกับสิ่งที่เราต้องใช้ในขณะหนึ่ง ในช่วงกำลังทำงานประมวลผลข้อมูลเท่านั้น ความจำระยะสั้นของแต่ละบุคคลก็มีความสามารถจำกัด จากการวิจัยเรื่องนี้ปรากฏว่า คนเราส่วนมากจะสามารถจำสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ใน STM แต่ละครั้งได้เพียง  $7 \pm 2$  อย่างเท่านั้น บางคนก็จำได้มากกว่าแต่จะเพิ่มขึ้นอีกเพียง 2-3 อย่าง บางคนก็จำได้น้อยกว่า 7 อย่าง หรือจำได้ระหว่าง 5-9 วินาที

เนื่องจากความจำระยะสั้น มีอยู่ในระยะเวลาจำกัดมาก บางครั้งเราอาจจะต้องจำนานกว่า 20-30 วินาที เช่น เวลาหมุนโทรศัพท์แล้วสายไม่ว่างและไม่อยากจะเปิดดูหมายเลขอีก วิธีที่จะช่วยให้จำได้ก็คือท่องหมายเลขโทรศัพท์ซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง ก็จะช่วยให้จำได้นานขึ้นการที่ข้อมูลเลื่อนหายไปจากระบบความจำได้ง่าย มนุษย์จึงมีกระบวนการในการทบทวนข้อมูลในระบบความจำระยะสั้น 2 ลักษณะ (Craik & Lockhart, 1972) คือ

1. การทบทวนเพื่อความคงอยู่ของข้อมูล (Maintenance Rehearsal) เป็นการทบทวนซ้ำเพื่อให้ข้อมูลยังคงสภาพอยู่ในระบบความจำระยะสั้น
2. การทบทวนเพื่อขยายข้อมูล (Elaborative Rehearsal) เป็นการทบทวนซ้ำเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว เช่น การจำชื่อบุคคลโดยการเชื่อมโยงชื่อคนนั้น ๆ กับ “บางสิ่งบางอย่าง” ที่รู้แล้ว ซึ่งการทบทวนเพื่อขยายข้อมูลนี้เป็นกระบวนการที่ช่วยในการส่งข้อมูลจากระบบความจำระยะสั้นไปสู่ระบบความจำระยะยาวได้

ความจุของข้อมูลในระบบความจำระยะสั้น มีข้อจำกัดในลักษณะของ “จำนวนหน่วยข้อมูล” แต่ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับ “ขนาดของหน่วยข้อมูล” ดังนั้นการพัฒนาทักษะความสามารถของระบบความจำระยะสั้นจึงสามารถดำเนินการได้โดยวิธีการจัดหน่วยข้อมูลให้มีลักษณะเป็นกลุ่ม ๆ (Chunk) แต่มีจำนวนหน่วยน้อยลง

3. ความจำชั่วคราว บางครั้งเรียกว่าความจำระยะสั้น ความจำชั่วคราวเป็นความจำที่เก็บไว้ชั่วคราว แต่มีหน้าที่สำคัญ เพราะทำหน้าที่ช่วยในการคิดแก้ปัญหา เป็นรูปแบบหนึ่งของความจำระยะสั้น ที่มีการเปลี่ยนข้อมูลเก่าและใหม่ที่รับเข้ามาเนื่องจากคนในวัยผู้ใหญ่จะมีความจำชั่วคราวได้เพียง  $5 \pm 2$  อย่าง ในขณะที่ทำงาน (Atkinson & Shiffrin, 1968) จึงอาจจะใช้วิธีที่ เรียกว่าการจัดกลุ่มข้อมูล (CHUNKING) คือ การที่รวมสิ่งที่อยู่ใกล้กันหรือคล้ายกันให้เป็นกลุ่ม เพื่อให้จำได้ง่ายและนานขึ้น ตัวอย่างเช่น เลขหมายโทรศัพท์ 331-1234 ถ้าอ่านแต่ละตัวจะมีเลข 7 หน่วย ถ้าแบ่งเป็น 33-1-12-34 ก็จะทำให้เป็นกลุ่มตัวเลข 4 กลุ่ม จำได้ยาก และถ้าแบ่งเป็น 331-1234 ก็จะทำให้เป็นกลุ่มตัวเลข 2 กลุ่ม ทำให้จำได้ง่ายขึ้นเพราะจำนวนหน่วยข้อมูลน้อยลง

โมเดลการทำงานของระบบความจำระยะสั้นหรือ ความจำชั่วคราว เป็นความจำที่เกิดขึ้นหลังจากที่เกิดการรับสัมผัส สิ่งเร้าที่ได้รับจะเข้าสู่ความจำระยะสั้น แต่จะอยู่ในความจำระยะสั้นชั่วคราวเท่านั้น เพียงสองสามวินาทีหรือน้อยกว่านั้น แต่จะยังคงอยู่นานกว่าระบบความจำจากการรับสัมผัส ความจำระยะสั้นใช้จำชั่วคราวเพื่อประโยชน์ในขณะที่จำอยู่เท่านั้น มิลเลอร์ (Miller, 1956 cited in Solso, 2000, p. 202) ได้ค้นคว้าวิจัยความจำชั่วคราวโดยศึกษาเกี่ยวกับช่วงการจำสิ่งเร้าสูงสุดทันทีที่เสนอสิ่งเร้านั้น (Memory Span) ซึ่งเทคนิควิธีการทดลองนั้น ผู้ทดลองกำหนดให้ผู้รับการทดลองอ่านพยัญชนะ หรือตัวเลข หรือให้ดูรูปภาพ แล้วพยายามจำให้ได้มากที่สุด ผลปรากฏว่า

ผู้รับการทดลองจำตัวเลขสูงสุดเฉลี่ย 7 ตัว และคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2 จึงได้ค่าคะแนนความจำ  $7 \pm 2$  (คนส่วนมากสามารถจำสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกันได้เพียงครั้งละ  $7 \pm 2$  อย่างเท่านั้น) ในการทำงานจำเป็นต้องเก็บข้อมูลไว้ใช้ชั่วคราว อาจจำเป็นต้องใช้เทคนิคต่างๆ ในการจำช่วย เช่น การจัดกลุ่มคำ หรือการท่องซ้ำ กันหลาย ๆ ครั้ง ซึ่งจะช่วยให้จดจำสิ่งนั้นไว้ใช้งานได้ การเก็บข้อมูลไว้ใช้ในภายหลัง สามารถทำได้โดยข้อมูลนั้นจำเป็นต้องได้รับการประมวลผลและเปลี่ยนรูป โดยการเข้ารหัส เพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว

4. ความจำระยะยาว เป็นความจำถาวร และเป็นความจำที่เป็นความหมายของสิ่งต่าง ๆ ถ้าต้องการเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาในความจำระยะสั้นไว้ใช้ภายหลังอีก ข้อมูลนั้นจะต้องประมวลผลและเปลี่ยนรูป (Processed and Transformed) จากความจำระยะสั้น ไปเก็บในความจำระยะยาว กระบวนการที่ใช้เรียกว่าการเข้ารหัส ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นโดยการทบทวนซ้ำกันหลาย ๆ ครั้งหลังจากข้อมูลเข้ามาที่ความจำระยะสั้น และการท่องจำอย่างไม่ใช่ความคิด (Rote Learning) เช่น การท่องสูตรคูณ ท่องซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง ก็จะเข้าไปเก็บในความจำระยะยาว ซึ่งเป็นความจำที่ถาวร นอกจากการท่องซ้ำจะช่วยสิ่งที่เรียนรู้ให้ไปเก็บใน LTM แล้วยังมีวิธีการกระบวนการขยายความคิด (Elaborative Operations Process) ที่ใช้ในการเรียนรู้สิ่งที่มีความหมาย คือวิธีการที่ผู้เรียนจะต้องพยายามที่จะนำความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้มาก่อน มาสัมพันธ์กับสิ่งที่เราจะเรียนรู้ใหม่ ถ้าผู้เรียนรู้จักใช้กระบวนการขยายความคิดก็จะช่วยความจำได้มาก ความจำระยะยาวมีศักยภาพไม่จำกัด ข้อมูลใดก็ตามที่ถูกจัดเก็บไว้ในความจำระยะยาว จะถูกเก็บเป็นการถาวร อย่างไรก็ตามข้อมูลอาจถูกดึงกลับมาสู่การทำงานของความจำระยะสั้นใหม่ เพื่อประมวลผลข้อมูล เมื่อต้องการนำกลับมาใช้ (Farrell & Kotrlík, 2003, pp. 145-146)

#### ชนิดของความจำระยะยาว

สลาเวีย (Slavia, 1994, p. 193) จำแนกความจำระยะยาวออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. ความจำเหตุการณ์ เป็นชนิดของความจำระยะยาวที่บันทึกหรือจดจำเหตุการณ์ ตำแหน่ง สถานที่อยู่ เนื้อหาสาระของประสบการณ์ต่าง ๆ ที่บุคคลประสบมา เช่น จำวันแรกที่เข้ามาเรียนในมหาวิทยาลัย หรือเหตุการณ์ในวันรับน้องที่นำขึ้นเดิน เป็นต้น เมื่อต้องการระลึกข้อมูลความจำชนิดนี้ บุคคลจะต้องจินตนาการย้อนกลับไปสู่เหตุการณ์นั้น ๆ ในอดีตที่ผ่านมาเสียก่อน และคนที่จำเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ดีสามารถค้นคว้าข้อมูลได้ดีกว่าคนที่จดจำลำดับเหตุการณ์ต่าง ๆ ไม่ได้ (Maria & Jane, 2000, p. 791)

2. ความจำความหมาย เป็นชนิดของความจำระยะยาวที่บันทึก หรือจดจำเนื้อหาสาระที่เป็นข้อเท็จจริง คำพูด ความหมายของภาษา องค์ความรู้ หลักการ หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่บุคคลเรียนรู้มา เช่น การจำชื่อกษัตริย์ในราชวงศ์จักรี จำสูตรในการคำนวณหาปริมาตรของรูปทรงต่าง ๆ

หรือจำเนื้อหาวิชาที่เรียนในชั้นเรียน เป็นต้น สิ่งที่คุณจดจำมาจากการเรียนในชั้นเรียนส่วนใหญ่ จึงเป็นความจำในรูปของความหมาย

3. ความจำกระบวนการ เป็นชนิดของความจำระยะยาว ที่บันทึกหรือจดจำวิธีการ หรือ กระบวนการขั้นตอนการทำการกิจกรรมทางการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น จำการขับรถยนต์ การขี่จักรยาน หรือจำการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น การระลึกถึงข้อมูลความจำชนิดนี้จะทำได้ง่ายแม้บุคคลไม่ได้ทำการกิจกรรมนั้น ๆ มานานแล้วก็ตาม

### วิธีการบันทึกข้อมูลไว้ในความจำระยะยาว

ฟิลด์แมน (Feldman, 1992, p. 183) สรุปวิธีการที่บุคคลสามารถนำข้อมูลจาก ความจำระยะสั้น ไปบันทึกไว้ในส่วนความจำระยะยาว ดังนี้

1. วิธีการบันทึกข้อมูลไว้เป็นรหัสของภาษา (Verbal Code or Linguistic Code) หรือ บันทึกไว้ในลักษณะที่เป็นนามธรรม หรือเป็นคำอธิบาย

2. วิธีการบันทึกข้อมูลเป็นรหัสของภาพในจินตนาการ (Imaginal Code) เป็นลักษณะ การบันทึกข้อมูลที่ค่อนข้างจะเป็นรูปธรรม โดยบุคคลสามารถจินตนาการย้อนกลับไปดู สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เคยพบเห็นในอดีต หรือมองเห็นภาพในอดีตได้ เช่น บันทึกความจำ เส้นทางจากบ้านไปโรงพยาบาล หรือบันทึกความจำเป็นภาพของห้องนอนว่ามีเตียงนอนวางอยู่ใกล้หน้าต่าง โดยหันหัวเตียงทางทิศเหนือ มีตู้เสื้อผ้าและราวแขวนผ้าวางไว้ที่ปลายเตียง และมีโต๊ะเขียนหนังสือวางอยู่ใกล้หัวเตียง เป็นต้น

3. วิธีการบันทึกข้อมูลไว้เป็นรหัสของการเคลื่อนไหว (Motor Code) ซึ่งเป็นลักษณะ การบันทึกข้อมูลความจำกิจกรรมการเคลื่อนไหวของร่างกาย เช่น บันทึกความจำการขับรถ การว่ายน้ำ การขี่จักรยาน เป็นต้น เมื่อจะระลึกข้อมูลความจำลักษณะนี้ อาจประสบความสำเร็จยาก เมื่อระลึกเป็นถ้อยคำ ภาษา แต่ถ้าระลึกโดยการทำการกิจกรรมนั้น ๆ เช่น ลงไปว่ายน้ำในสระ หรือนำจักรยานมาลองขี่ ก็จะสามารถระลึกความจำได้ง่าย แม้ว่าบุคคลนั้นจะไม่ได้ทำการกิจกรรมนั้น มาเป็นเวลานานแล้วก็ตาม

วิธีการบันทึกข้อมูลไว้ในความจำระยะยาวทั้ง 3 วิธีการดังกล่าว พบว่า แต่ละบุคคลจะมีความสามารถในการบันทึกข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป ผลที่ตามมาคือจะมีความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านความจำเกิดขึ้น

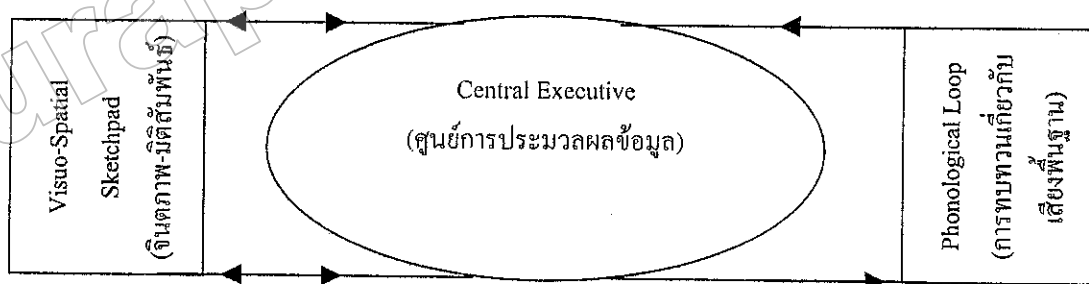
ปัญหาเมื่อข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ในความจำระยะยาวแล้วจะอยู่ได้เป็นเวลานานเท่าไร ในเรื่องนี้การวิจัยปัจจุบันยังไม่ได้ให้คำตอบที่แน่นอน อาจจะเป็นหลายนาทีกหรือหลายปี นักจิตวิทยาบางคน เช่น ชิฟฟริน และแอตकिनสัน (Shiffrin & Atkinson, 1969) ถือว่าความจำระยะยาวเป็นสิ่งที่ถาวร หลังจากข้อมูลได้รับเข้าไปเก็บที่ความจำระยะยาวก็จะอยู่กับคนนั้นตลอดเวลา ตลอดชีวิต

การคิดไม่ออกหรือการลืมเกิดจากเราไม่สามารถที่จะเรียกสิ่งที่เรารู้แล้วมาใช้ได้ ซึ่งหมายความว่าไม่สามารถจะดึงขึ้นมาในระดับจิตรู้สำนึก (Conscious Level) ได้ แต่นักจิตวิทยาบางคน เช่น ลอฟตัส และลอฟตัส (Loftus & Loftus, 1980) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับความจำระยะยาว เชื่อว่าข้อมูลที่รับมาเก็บในความจำระยะยาวไม่ได้อยู่กับเราตลอดชีวิตอาจจะถูกแทนที่ด้วยข้อมูลอื่นก็ได้ ในปี ค.ศ. 1985 ทูลวีน (Tulving, 1972 cited in Solso, 2000, p. 252) ได้แบ่ง ความจำระยะยาวออกเป็นสองชนิดคือความจำสถานที่ และความจำความหมาย ประเภทแรกเป็นความจำที่คนเราจำสิ่งที่เป็นเหตุการณ์สำคัญที่เกิดในชีวิตของคนอาจจะเป็นเรื่องส่วนตัว เช่น วันที่ 12 เม.ย. พ.ศ. 2547 เวลาบ่ายปวดท้องมาก กระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล จะได้รับการบริหารควบคุมอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งหากเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์แล้ว ก็คือโปรแกรมสั่งงานหรือ “Software” นั่นเอง ศูนย์การประมวลผลข้อมูลของสมองคือการที่บุคคลรู้การคิดของตนและสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็นไปตามที่ตนต้องการได้

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูล หมายถึง กลวิธีต่าง ๆ ที่บุคคลแต่ละคนใช้ในการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับโดยผ่านประสาทสัมผัส ซึ่งมีวิธีการที่มีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล

โมเดลความจำชั่วคราวของ แบดเดลีย์และ ฮิทซ์

ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ จินตภาพ-มิติสัมพันธ์ (Visuo-Spatial Sketchpad) ศูนย์การประมวลผลข้อมูล (Central Executive) และการทบทวนเกี่ยวกับเสียงพื้นฐาน (Phonological Loop) ดังภาพที่ 5

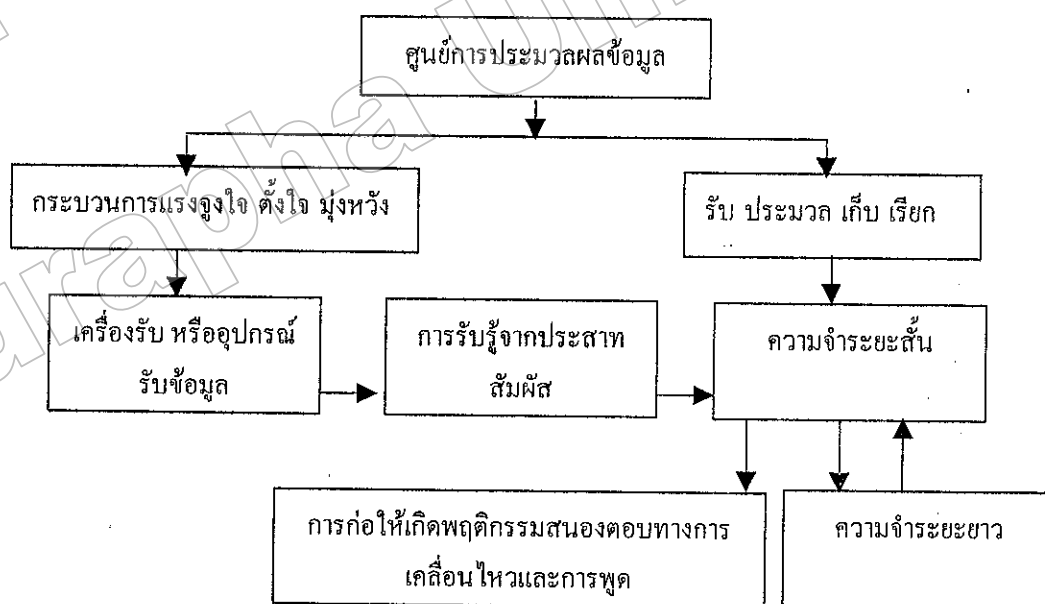


ภาพที่ 5 โมเดลความจำชั่วคราวของ แบดเดลีย์ และฮิทซ์ (Baddeley, 1992, 1993, 1996 cited in Andrade, 2001, p. 11)

1. จินตภาพ-มิติสัมพันธ์ เป็นการประมวลผลเมื่อได้รับสัมผัสสิ่งเร้าจากการเห็นหรือได้ยินผ่านประสาทสัมผัสและเกี่ยวข้องกับการใช้จินตนาการ จะเลือกสนใจในลักษณะของสิ่งเร้าผ่าน

ประสาทสัมผัสเป็นภาพรวม และสามารถนำเข้าไปสัมพันธ์กับประสบการณ์ที่เคยได้รับมาแล้ว สามารถตัดสินใจได้แม้ได้รับข้อมูลเพียงเล็กน้อยเป็นความสามารถในการพัฒนาระบบความจำเพื่อนำเข้าสู่ความจำระยะสั้น และระยะยาวต่อไปมีการประมวลผลอยู่ตลอดเวลา จากการได้รับสิ่งเร้าผ่านประสาทสัมผัส ซึ่งส่วนใหญ่ในการศึกษารูปแบบจินตภาพ-มิติสัมพันธ์จะใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถทางตัวเลขของกลุ่มตัวอย่างเป็นตัววัด ผู้วิจัยจะพิสูจน์ให้เห็นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยมีความสัมพันธ์กับ จินตภาพ-มิติสัมพันธ์ จากผลการวิจัยของแมรี และมาเรีย (Mary & Maria, 1999, pp. 684-689) ซึ่งศึกษาประเภทของจินตภาพ-มิติสัมพันธ์ (Visuo-Spatial) เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่าจินตภาพ-มิติสัมพันธ์ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ 1) การเข้ารหัสข้อมูลเป็นโครงสร้างเมื่อต้องเชื่อมโยงมิติสัมพันธ์ของภาพ 2) การเข้ารหัสข้อมูลเป็นภาพเมื่อต้องอธิบายโจทย์ปัญหาจากภาพที่ปรากฏ

2. ศูนย์การประมวลผลข้อมูล หมายถึงการที่ผู้เรียนรู้ตัวว่าต้องการที่จะควบคุมกระบวนการคิดของตน กระบวนการของศูนย์การประมวลผลข้อมูลประกอบด้วย การควบคุมแรงจูงใจ และการควบคุมกระบวนการรับข้อมูลเข้าและการประมวลผลข้อมูลภายใน ถ้าเปรียบเทียบกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ จะหมายถึง โปรแกรมสั่งงานหรือ Software เขียนแผนผังการทำงานได้ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ศูนย์การประมวลผลข้อมูล (Klausmeier, 1985, p. 109)

ศูนย์การประมวลผลข้อมูล มีประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ ผู้เรียน

ที่เรียนดีมักจะใช้วิธีการบริหารศูนย์การประมวลผลข้อมูล ตัวอย่าง เช่น นักเรียนที่เรียนวิชาวรรณคดีไทยได้ดี จะเริ่มต้นแต่เช้าเพื่อไปเรียนวิชาวรรณคดีไทยที่เป็นชั่วโมงแรกในตารางสอนให้ทันเวลา นอกจากนี้จะต้องเตรียมหาสมุดโน้ตและหนังสือเรียนเพื่อจะใช้ในชั้นเรียน ทบทวนบทเรียนวรรณคดีไทยที่เรียนมาแล้วและเก็บไว้ในความจำระยะยาว เมื่อถึงชั่วโมงเคมีก็จะมีเวลาใส่ใจที่จะรับข้อมูลเข้ารหัสสิ่งที่เรียนรู้อื่นๆ โดยเชื่อมโยงกับสิ่งที่เคยเรียนรู้อยู่แล้ว ทำให้มีความเข้าใจในบทเรียนวรรณคดีไทยที่ครูสอนมากขึ้น และเก็บไว้ในความจำระยะยาว พร้อมทั้งจะเรียกใช้ได้ทุกโอกาส ซึ่งศูนย์การประมวลผลข้อมูล ยังสัมพันธ์กับความสามารถในการจำคำศัพท์ การจำตัวอักษร และความสามารถในด้านตัวเลขทางคณิตศาสตร์หรือการคำนวณ (Susan & Susan, 2000, p. 377)

3. การทบทวนเกี่ยวกับเสียงพื้นฐาน เป็นกระบวนการในการทบทวนเกี่ยวกับเสียงที่ได้ยินหรือการรับรู้เสียง ทักษะการประมวลผลเสียง (Phonological Processing Skill) ต้องใช้กระบวนการอ่านออกเสียง และใช้ข้อมูลทางเสียง (Wagner & Torgesen, 1987, pp. 192-212) ความสำคัญของทักษะการประมวลผลเสียง สำหรับการอ่านไม่เฉพาะแต่การออกเสียง ตัวอักษร ยังมีหลักฐานที่แสดงว่าทักษะการประมวลผลเสียง ยังมีประโยชน์ในการอ่านสคริปต์ที่ไม่ใช่ตัวอักษรด้วย เช่น ภาพ ฯลฯ

แวกเนอร์ และทอร์เกเซน (Wagner & Torgesen, 1987, pp. 192-212) ได้สรุปทักษะการประมวลผลเสียง ได้ 3 อย่างคือ

1. การตระหนักเกี่ยวกับเสียง (Phonological Awareness) หมายถึงการตระหนัก (รู้ตัว) ในการเข้าถึงระบบเสียงของภาษาหนึ่ง ๆ สามารถวัดได้ด้วยการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับ การแยกแยะ และการจัดกระทำด้านความเร็วในการรับรู้เสียง เช่น การเคาะจังหวะจำนวนเสียงของคำ เปลี่ยนลำดับของคำ หรือใส่เสียงเพื่อสร้างเป็นคำ หรือเรียกใช้ตัวอย่างของสิ่งที่ยืนยันจะประเมินได้โดยการให้ชื่อสิ่งของอย่างรวดเร็ว ให้ชื่อสี จำนวน และชนิดของสิ่งเร้าอื่น ๆ อย่างรวดเร็ว

2. การบันทึกเสียงเป็นคำ (Phonological Recording in Lexical Access) หมายถึงการบันทึกเสียงเป็นคำเข้าไปเก็บในความจำระยะสั้นและความจำระยะยาวเพื่ออ้างอิงถึงในเวลาเขียนคำ การออกเสียงเป็นคำสามารถนำออกมาใช้สื่อความได้โดยอัตโนมัติเป็นชื่อของสิ่งของ สี ตัวเลขและสิ่งเร้าอื่น ๆ

3. การจำภาษาในความจำระยะสั้น (Short-Term Verbal Memory) หมายถึงการเก็บข้อมูลเป็นข้อความซ้ำ ๆ วัดได้โดยใช้งานที่จำลำดับคำ จำชื่อที่เป็นภาษา ที่เรียงลำดับ เช่น ตัวเลขและคำ

การเลือกแบบทดสอบที่เกี่ยวกับเรื่องความจำชั่วคราวยังเป็นการสนับสนุนข้อความ

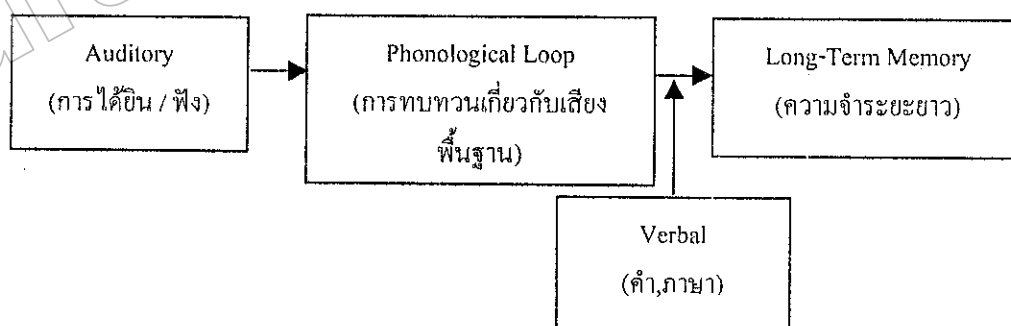
ทางทฤษฎีระบบความจำระยะสั้น ซึ่งเสนอโดยโมเดลของ แบดเดลีย์ และฮิทช์ (Baddeley & Hitch, 1974) คือ Model of Working Memory และงานวิจัยส่วนใหญ่นำมาใช้ ประกอบไปด้วย

1) จินตภาพ-มิติสัมผัส 2) ศูนย์การประมวลผลข้อมูล และ 3) การทบทวนเกี่ยวกับเสียงพื้นฐาน

มีข้อเสนอหลายอย่างที่อธิบายถึงศูนย์การประมวลผลข้อมูลว่าเป็นการจัดระบบที่มีกลวิธีที่ซับซ้อน ในการเก็บและเรียกใช้ข้อมูลผ่านความจำชั่วคราว เรียกใช้ความรู้จากความจำระยะยาว ควบคุมการกระทำ การวางแผน และกำหนดกิจกรรมทางปัญญา แต่อย่างไรก็ตามความสามารถของ ศูนย์การประมวลผลข้อมูลก็ยังจำกัด ลักษณะของศูนย์การประมวลผลข้อมูลอยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกับ กรอบความจำชั่วคราว ซึ่งเริ่มพัฒนาจุดเริ่มต้นโดย ดินแมน และคาร์เพนเตอร์ (Deneman & Carpenter, 1980, pp. 561-584) และได้รับการพัฒนามาเรื่อย ๆ ในปีต่อมาตามทัศนะนี้ ข้อมูลที่จำกัด ถูกนำมาใช้เพื่อสนับสนุนความจำชั่วคราวและจะซับซ้อนเพื่อจะสนับสนุนการเก็บจำหรือ กิจกรรมการประมวลผลข้อมูลในด้านต่าง ๆ ความคิดนี้ได้ถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนา ความจำภาษาระยะสั้นโดย เคส, เคอร์แลนด์ และ โกลด์เบิร์ก (Case, Kurland, & Goldberg, 1982, pp. 386-404) เสนอว่าทรัพยากรและตัวแปรต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้กับความจำระยะสั้น จะไม่เปลี่ยน จนกระทั่งเด็กโตขึ้น แต่กระบวนการต่าง ๆ จะเพิ่มขึ้นและปล่อยแหล่งข้อมูลให้มากขึ้นเพื่อ สนับสนุนการเก็บบันทึกความจำในเด็กกลุ่มที่โตขึ้น

#### ระบบการประมวลผลข้อมูลของทอร์เกเซน

ระบบการประมวลผลข้อมูลของทอร์เกเซน ประกอบด้วย การรับรู้จากโสตประสาท ระบบเกี่ยวกับเสียงพื้นฐาน และการแปลความหมายเป็นคำหรือภาษาและเก็บบันทึกในความจำระยะยาว ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ระบบการประมวลผลข้อมูลของทอร์เกเซน (Torgesen, 1996, p. 180)

ระบบการประมวลผลข้อมูลของทอร์เกเซน กล่าวถึงการประมวลผลข้อมูลจะประสบผลสำเร็จเมื่อบุคคลมีทักษะในการประมวลผลข้อมูลจากเสียงที่ได้ยินผ่านกระบวนการรับรู้เมื่อ

ได้ยินเสียง มีกระบวนการแปลความหมายจากเสียงที่ได้ยิน สามารถบอกถึงสิ่งที่ได้ยินได้เป็นคำหรือภาษาและบันทึกเข้าสู่ความจำระยะยาว

### ระบบปฏิบัติการประมวลผล

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2546, หน้า 63-69) กล่าวถึง ระบบปฏิบัติการประมวลผล เป็นส่วนหนึ่งของระบบการเรียนรู้ซึ่งสมองจะกระทำกับบางสิ่งบางอย่างที่ผ่านเข้ามาโดยการเห็นหรือการได้ยิน ระบบนี้ทำงานคล้ายกับเมื่อเราโปรแกรมข้อมูลเข้าไปในคอมพิวเตอร์ โดยสมองจะกระทำกับข้อมูลที่รับเข้ามาโดยการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยงข้อมูลใหม่เข้ากับข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว นักจิตวิทยาพบว่า ปัญหาการเรียนรู้ของเด็กส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นปฏิบัติการประมวลผลนี้ ระบบจะรวมไปถึงความใส่ใจ และความจำชั่วคราวด้วย จึงถือว่าเป็นศูนย์กลางการทำงานโดยขณะที่มีข้อมูลถูกส่งผ่านเข้ามา ทักษะทางสมองส่วนอื่น ๆ ก็จะเริ่มมีบทบาทเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ความจำระยะยาวจะใช้สำหรับเปรียบเทียบข้อมูลที่รับเข้ามาใหม่กับประสบการณ์เดิมในอดีต เพื่อเราจะได้ว่าข้อมูลนี้เป็นข้อมูลใหม่ ข้อมูลเก่า หรือเป็นข้อมูลที่ถูกปรับแล้วนำไปเก็บไว้ในสมอง

ข้อมูลที่ผ่านเข้ามาโดยการมองเห็น (Visual Information) ต้องอาศัยทักษะการประมวลผลทางสายตา (Visual Processing Skills) ที่จะแยกแยะหรือวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น เช่นเดียวกับ ข้อมูลที่ผ่านเข้ามาโดยการได้ยิน (Auditory Information) ก็ต้องอาศัยทักษะการประมวลผลทางโสตประสาท (Auditory Processing Skills) เพื่อวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความสามารถในการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะด้านตรรกะวิทยาและการใช้เหตุผล (Logic and Reasoning Skills) ส่วนการฟังและการอ่านต้องการทักษะในการทำความเข้าใจ (Comprehension Skills) เพื่อสร้างความเข้าใจ (Understanding) กระบวนการทั้งหมดนี้จะอยู่ภายใต้การดูแลของสมองในส่วนที่ทำหน้าที่วางแผน (Planning Function) โดยสมองส่วนนี้จะคอยบอกเราว่าข้อมูลใดไม่มีประโยชน์ ไม่สมควรให้ความใส่ใจ ข้อมูลใดเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ สมควรให้ความใส่ใจเป็นพิเศษ ด้วยเหตุนี้ ผู้เรียนแต่ละคนจะมีความสามารถในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้มากน้อยเพียงใด จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับข้อมูลที่ถูกต้อง รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ดังจะเห็นได้จากผลกระทบที่เกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนขาดทักษะต่าง ๆ ในการประมวลผลข้อมูล (www.learninginfo.com/03\_defecientskills.htm อ้างถึงใน มัทธรา ธรรมบุศย์, 2546, หน้า 67-68) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนขาดทักษะต่าง ๆ

| ทักษะทางสมอง                                        | ผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนไม่ได้รับการพัฒนา                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ความใส่ใจ                                           | ผู้เรียนที่ไม่ใส่ใจในขณะที่เรียน จะส่งผลให้สมองไม่สามารถเก็บความจำไว้นานพอที่จะเรียกความจำกลับคืนมาได้ ทำให้สมองไม่สามารถใช้งานได้อย่างเต็มที่ และยังมีผลกระทบไปถึงบริเวณสมองที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ด้วย |
| ความจำระยะสั้น                                      | ผู้เรียนที่ไม่สามารถเก็บความจำไว้นานพอจะเรียกกลับคืนมาใช้ได้จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ด้วยความทุกข์ใจ ไม่สบายใจ                                                                                                |
| ความเร็วในการประมวลผลข้อมูล<br>(Processing Speed)   | ถ้าการประมวลผลข้อมูลเกิดขึ้นช้าข้อมูลที่อยู่ในสมองอาจสูญหายไปบางส่วนจนไม่สามารถจะนำมาใช้ได้ ทำให้ผู้เรียนต้องเริ่มต้นรับข้อมูลใหม่ทั้งหมด                                                                 |
| ระบบความจำระยะยาว<br>(Long-Term Memory)             | ผู้เรียนที่มีความสามารถเก็บข้อมูลในระบบความจำระยะยาวไม่ดีและไม่สามารถค้นคืนข้อมูลออกมาใช้งานได้อย่างรวดเร็ว จะทำให้การสรุปข้อมูลและการตอบคำถามผิดพลาด                                                     |
| การประมวลผลในระบบการได้ยิน<br>(Auditory Processing) | ผู้เรียนที่มีปัญหาในการฟัง เช่น ไม่สามารถแบ่งข้อความออกเป็นช่วง ๆ ไม่สามารถผสมผสานเสียงต่าง ๆ ที่ได้ยินให้เป็นภาษาข้อความที่ถูกต้อง จะเกิดปัญหาในการเรียนรู้                                              |
| การให้เหตุผลและการใช้ตรรกะ<br>(Reasoning and Logic) | ผู้เรียนที่ขาดทักษะในการให้เหตุผลและการใช้ตรรกะ จะมีปัญหาเวลาเรียนคณิตศาสตร์ รวมทั้งวิชาที่ต้องอาศัยความเข้าใจ                                                                                            |
| การสร้างความเข้าใจ<br>(Understanding)               | ผู้เรียนที่ขาดทักษะในการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ จะเป็นคนที่เข้าใจยาก และเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ได้ยาก                                                                                                          |

ทักษะเหล่านี้ไม่ได้ทำงานอย่างโดดเดี่ยว ส่วนใหญ่จะทำงานไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้น เด็กที่มีจุดแข็งหรือจุดอ่อนในทักษะอย่างใดอย่างหนึ่ง จึงมักจะมีผลกระทบต่อการทำงานของระบบอื่น ๆ ด้วย เช่น ถ้าจะเรียนวิชาการอ่านเพื่อทำความเข้าใจ ผู้เรียนต้องอาศัยทักษะหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน คือต้องมีทักษะในการสร้างจินตนาการ หรือสามารถสร้างภาพในสมองได้ ต้องให้ความสนใจต่อสิ่งที่อ่าน และยังต้องมีความสามารถในการทำความเข้าใจกับรูปแบบของภาษา การเรียนรู้จึงจัดว่าเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน

ถึงแม้ผู้เรียนแต่ละคนจะมีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน แต่หากครูสามารถส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ให้เกิดอย่างถาวรในตัวเด็ก ด้วยการฝึกให้เด็กคิด รู้จักใช้เหตุผลและตรรกะ รู้จักสร้างความเข้าใจกับสิ่งที่เรียนรู้ สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลที่ผ่านมาใหม่กับข้อมูลเดิมได้ ตลอดจนรู้จักวิธีปรับปรุงความจำให้ดีขึ้น ก็จะช่วยให้เด็กสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต ส่งผลให้เด็กรู้รูปแบบในการประมวลผลข้อมูลของตนเองและยังเป็นการพัฒนาเด็กที่ยั่งยืนอีกด้วย สามารถสรุปรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูลได้ดังตารางที่ 2 (Farrell & Kotrlík, 2003, p. 144)

ตารางที่ 2 สรุปรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูล

| รูปแบบกลวิธี      | รูปแบบ                              | รูปแบบ                   | รูปแบบ                      | รูปแบบ                               |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| การประมวลผลข้อมูล | จินตภาพ-มิติสัมพันธ์                | การวิเคราะห์             | สังคม                       | การจัดประเภท                         |
| ลักษณะ            | ประมวลผล                            | ประมวลผล                 | ประมวลผล                    | ประมวลผล                             |
|                   | ต่อเนื่อง                           | ไม่ต่อเนื่อง             | ต่อเนื่อง                   | ต่อเนื่อง                            |
| ความสนใจข้อมูล    | มองเห็นภาพ                          | เห็นและได้ยิน            | สัมพันธ์กับอารมณ์           | มีรายละเอียด                         |
| ความจำระยะสั้น    | เห็นมิติสัมพันธ์โดยจินตนาการเป็นภาพ | ใช้วิธีการจัดการ         | สัมพันธ์กับสมองส่วนลิมบิก   | ขอบวางแผนวางแผนเป้าหมายเลือกเป้าหมาย |
| ความจำระยะยาว     | จำวิธีการอ้างอิงความหมาย            | จำวิธีการอ้างอิงความหมาย | จำประวัติและเหตุการณ์       | จำความหมาย                           |
| ลักษณะกลวิธี      | ใช้กลวิธีทั้งหมด                    | ใช้การวิเคราะห์          | แก้ปัญหาทางอารมณ์ที่ซับซ้อน | การจัดการแก้ปัญหา                    |

## 2. ทฤษฎีทางประสาทวิทยา

เป็นโครงสร้างทางระบบประสาท ที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเช่น ระบบความรู้สึกรับมีความสำคัญต่อตัวรับข้อมูล (Information Receptor) ความเฉลียวฉลาด รวมทั้งบุคลิกภาพ การใช้ภาษาและทักษะต่าง ๆ ของคนเราเกิดจากการทำงานของสมอง โดยเฉพาะสมองใหญ่ (Cerebrum) สมองส่วนนี้ทำงานร่วมกับสมองส่วนอื่นๆ ของสมอง เช่น Ascending Reticular System และ Limbic System เราจึงเรียกรวมกันว่า “Higher Cortical Functions” (กัมมันต์ พันธุมจินดา และมิชชี ศรีใส, 2530, หน้า 87-93)

1. ระบบ แอสเซนดิ้ง เรติคูลา (Ascending Reticular System) ประกอบด้วย 2 ระบบย่อย คือระบบที่ทำหน้าที่กระตุ้นสมอง ทำให้คนเรตื่นพร้อมที่จะมีปฏิกิริยาตอบโต้ต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และระบบที่ทำหน้าที่ยับยั้งการทำงานของสมองทำให้คนเราหลับ

2. ระบบลิมบิก (Limbic System) เป็นส่วนประกอบของสมองที่เกี่ยวข้องกับ สัญชาตญาณ อารมณ์ และความจำ ในส่วนความจำเป็นกลไกที่อาศัยส่วนต่าง ๆ ของสมองมากมาย อันดับแรก คือ ระบบกระตุ้น ซึ่งจะทำให้มีสมาธิ หรือมีความใส่ใจที่จะสามารถจำสิ่งต่าง ๆ ได้ ถ้าระบบกระตุ้นเสียจะทำให้ความจำที่เกิดขึ้นทันทีทันใดเสียหาย เช่น ให้น้ำเลงกลับไปกลับมา จะทำไม่ได้ หลังจากที่มีความใส่ใจหรือสมาธิแล้ว ข้อมูลต่าง ๆ จะผ่านไปสู่ ระบบลิมบิกเพื่อเก็บไว้ เป็นความจำใหม่คือ ความจำที่มีอยู่ในระยะเวลาเป็นวัน หลังจากเกิดความจำใหม่ ความจำก็จะได้รับการเก็บสะสมไว้ในสมองส่วนอื่น ๆ ของสมองหลายแห่ง และความจำนั้นจะอยู่ได้นาน เรียกว่า ความจำถาวร (Remote Memory) นอกจากระบบลิมบิกจะมีความสำคัญต่อความจำแล้วยังเป็นศูนย์ แห่งอารมณ์และความพึงพอใจด้วย ระบบนี้จึงช่วยเสริมการเกิดความจำให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าเป็น เรื่องที่พึงพอใจก็จะทำให้จดจำได้ง่ายและนาน

3. สมองใหญ่ (Cerebral Cortex) เป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อความเฉลียวฉลาด บุคลิกภาพ และพฤติกรรมทางสังคม โดยการปรับพฤติกรรมแบบมูลฐานที่เกิดขึ้นจากระบบกระตุ้น โดยมีหน้าที่สรุปได้ดังนี้

3.1 ระบบรับรู้ความรู้สึกและการเคลื่อนไหวพื้นฐาน (Basic Sensory and Motor System) แบ่งเป็นบริเวณ ดังนี้

3.1.1 บริเวณรับรู้ความรู้สึกเบื้องต้น (Primary Sensory Receiving Areas) เป็น บริเวณที่รับรู้ความรู้สึก ได้แก่ บริเวณรับภาพ บริเวณรับสัมผัส และบริเวณรับเสียง

3.1.2 บริเวณเคลื่อนไหว (Motor Areas) เป็นบริเวณที่ควบคุมการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นมูลฐานของการรับรู้ความรู้สึกและการทำงานต่าง ๆ บริเวณเหล่านี้ต้องอาศัยการทำงานของสมอง ในขั้นต่อไปหรือบริเวณต่อไปจึงจะแสดงออกมาในรูปของความเฉลียวฉลาด

3.2 บริเวณเชื่อมโยง (Association Areas) ประกอบด้วยขั้นปฐมภูมิ (Primary) และขั้นทุติยภูมิ (Secondary) เป็นบริเวณที่รับข้อมูลดิบจากการสัมผัสและ บริเวณการเคลื่อนไหวได้รับการนำมาเรียบเรียงและเปรียบเทียบกับความจำที่มีอยู่ก่อนนำไปใช้ในสังคมหรือการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ได้แก่

3.2.1 ระบบการรับภาพ (Visual System) ข้อมูลจากการรับภาพขั้นปฐมภูมิของเนื้อเยื่อสมองชั้นนอกของซีรีบริรัม (Primary Visual Cortex) จะส่งต่อไปยัง บริเวณเชื่อมโยงปฐมภูมิและทุติยภูมิ (Primary and Secondary Association) ข้อมูลที่เป็นความรู้สึกจากการรับภาพข้อมูลพื้นฐาน เช่น แสง ความมืด เส้น และตำแหน่งของวัตถุจะได้รับการเปลี่ยนเป็นรูปแบบหรือสิ่งของรูปเหล่านี้จะได้รับการนำมาเปรียบเทียบกับประสบการณ์ในอดีต ทำให้รู้ว่าเป็นรูปอะไร แต่ถ้าเป็นภาษาเขียนจะต้องส่งข้อมูลไปยังบริเวณของการจำคำจึงจะรู้ว่าภาษาเขียนนั้นเขียนว่าอะไร

3.2.2 ระบบการรับเสียง (Auditory System) มีลักษณะเช่นเดียวกับระบบการรับภาพ คือการรับเสียงขั้นปฐมภูมิของเนื้อเยื่อสมองชั้นนอกของซีรีบริรัม (Primary Auditory Cortex) แล้วส่งต่อไปยังบริเวณเชื่อมโยงการรับเสียงขั้นปฐมภูมิ และทุติยภูมิ ซึ่งบริเวณเหล่านี้จะทำให้ทราบว่าเป็นเสียงอะไร ถ้าเป็นเสียงคนก็อาจรู้ต่อไปว่าเป็นภาษาหรือไม่ โดยส่งต่อไปยังบริเวณของสมองที่เกี่ยวกับภาษา

3.2.3 ความรับรู้ความรู้สึกสัมผัสทางผิวหนัง (Tactile Perception) เป็นบริเวณแรก ที่รับรู้ความรู้สึกสัมผัส คือ การรู้สึกระดับปฐมภูมิของเนื้อเยื่อสมองชั้นนอก (Primary Receiving Cortex) ในส่วนที่เป็นบริเวณเชื่อมโยงซึ่งจะช่วยให้การรับรู้ความรู้สึกสัมผัสมีการพัฒนาพอที่จะบอกลักษณะของสิ่งของที่จับต้องได้

3.3 บริเวณเชื่อมโยงเทอร์เชียรี (Tertiary Association Areas) เป็นบริเวณพิเศษ มีเฉพาะในสมองของคน ได้แก่ แองกูลา ยีรัส (Angular Gyrus) และ ซุปราแมจินัล ยีรัส (Supramarginal Gyrus) ของ อินเฟริโอรี พารีทัล ลูบิล (Inferior Parietal Lobule) บริเวณนี้จะรับผิดชอบ การรับภาพ การรับเสียง และการสัมผัส จากบริเวณเชื่อมโยงทุติยภูมิแล้วนำมาผสมผสานกันทำให้เราสามารถเชื่อมโยง ภาพ เสียง และการรับข้อมูลทางผิวหนัง (Tactile Inputs) เข้าด้วยกัน ทำให้คนเราสามารถใช้คำพูด เพื่อบรรยายถึงภาพที่เห็น เสียงที่ได้ยิน และสิ่งของที่มีสัมผัสออกมาเป็นคำพูด หรือสามารถบอกตำแหน่งของนิ้วต่าง ๆ ได้

ภาษา (Language) การใช้ภาษาประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 5 อย่าง คือ

1. การเข้าใจภาษาพูด (Comprehension of Spoken Language)
2. การใช้เหตุผลทางภาษาหรือพิจารณาเหตุผลเกี่ยวกับคำพูด (Verbal Reasoning)
3. การสร้างคำพูด (Production of Speech)

4. การเข้าใจหรือถอดรหัสจากภาษาเขียน (Disfiguring Written Language) ออกมาเป็นภาษาพูด

#### 5. การเขียน (Writing)

ขั้นตอนต่าง ๆ ในการเข้าใจภาษา เมื่อได้ยินคำพูด เสียงจะผ่านจากหูเข้าสู่สมองจนถึงเนื้อเยื่อสมองชั้นนอกชั้นปฐมภูมิ (Primary Cortex) ซึ่งจะรับรู้ว่าเป็นเสียง ต่อจากนั้นจะไปสู่บริเวณการเข้าใจภาษา (Wernicke's Area) ซึ่งเป็นศูนย์กลางมูลฐานของการเข้าใจภาษา เสียงจะได้รับ การแปลเป็นสัญลักษณ์ของภาษา (Language Symbol)

### 3. ทฤษฎีจิตวิทยาการศึกษา

ทฤษฎีจิตวิทยาการศึกษาพยายามค้นหาวิธีการที่จะพัฒนาวิธีการประมวลผลข้อมูลในตัวเด็กแต่ละคน ซึ่งนักการศึกษาและนักจิตวิทยามีความสนใจศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความแตกต่างของบุคคล (Individual Differences) มาเป็นเวลานานแล้ว เช่นการศึกษาความแตกต่างของบุคคลทางเชาวน์ปัญญา ผู้ที่เป็นครูหรือผู้ที่มืออาชีพที่จะต้องทำงานกับบุคคลเป็นกลุ่ม จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับความแตกต่างของบุคคล เพื่อที่จะช่วยให้แต่ละบุคคลมีสัมฤทธิ์ผลตามศักยภาพของตน บุคคลนอกจากจะมีความแตกต่างทางเชาวน์ปัญญาแล้ว ยังมีความแตกต่างทางความคิดสร้างสรรค์ รูปแบบการเรียนรู้ กลวิธีการประมวลผลข้อมูล รวมทั้งความแตกต่างทางบุคลิกภาพและความแตกต่างทางเพศอีกด้วย ในห้องเรียนหนึ่ง ๆ ประกอบด้วย นักเรียนที่มีความแตกต่างในด้านต่าง ๆ ถ้าหากครูสามารถจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละบุคคลก็จะช่วยเอื้อการเรียนรู้ของนักเรียนได้มาก

#### ทัศนะของนักจิตวิทยาเกี่ยวกับความแตกต่างของบุคคล

นักจิตวิทยาที่ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างของบุคคล ได้แบ่งความแตกต่างของบุคคลออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Inter-Individual Differences) หมายถึง ความแตกต่างทางลักษณะ และคุณสมบัติต่าง ๆ ระหว่างบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ความแตกต่างนี้อาจจะเป็นความแตกต่างทางเชาวน์ปัญญาหรือความคิดสร้างสรรค์ หรือความแตกต่างด้านอื่น ๆ

2. ความแตกต่างภายในตัวบุคคล (Intra-Individual Differences) นักจิตวิทยาพบว่าบุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างภายในตัว ตัวอย่าง เช่น นักเรียนบางคนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง แต่มีความสามารถทางภาษาต่ำ เป็นต้น

#### ความแตกต่างระหว่างบุคคลของรูปแบบการคิด

รูปแบบการคิด (Cognitive Styles) เป็นลักษณะวิธีการหรือนิสัยที่บุคคลแต่ละคนใช้ในการเรียนรู้ การคิดหรือแก้ปัญหาซึ่งบุคคลแต่ละคนมีความแตกต่างของการรับและจัดระบบข้อมูล

รูปแบบการคิด เริ่มได้รับความสนใจจากนักการศึกษาและนักจิตวิทยามากขึ้นเนื่องจากผลการวิจัยเกี่ยวกับการรับและการจัดระบบข้อมูลของมนุษย์ที่พบว่า มนุษย์มีความแตกต่างในการรับและการจัดระบบข้อมูล เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลในการประมวลผลข้อมูล และสนองตอบสิ่งเร้านั้น ๆ (Shuell, 1981 อ้างถึงใน ระพีพันธุ์ ฉายวิมล, 2545, หน้า 95) เช่น การที่บุคคลสองคนมีความรู้ใกล้เคียงกันแต่มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าบางอย่างรวดเร็วในบางสถานการณ์และช้าในบางสถานการณ์

วิทกิน (Witkin, 1949 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2545, หน้า 146-147) ได้แบ่งรูปแบบการคิดออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. รูปแบบการคิดแบบอิสระ (Field-Independent) หมายถึง รูปแบบการคิดที่วิเคราะห์ตีความหมาย และเรียบเรียงสภาพแวดล้อมเสียใหม่ เป็นรูปแบบที่มีการรับรู้ในลักษณะส่วนย่อยแยกรายละเอียด บุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบอิสระจึงใส่ใจต่อลักษณะรายละเอียดของสิ่งเร้าในสถานการณ์นั้นได้ดี และในการเรียนจะมีความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ได้ดี

2. รูปแบบการคิดแบบพึ่งพา (Field-Dependent) หมายถึง รูปแบบการคิดที่มีความโน้มเอียงที่จะยอมรับสภาพแวดล้อมอย่างที่มีอยู่ให้เป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์ ไม่สนใจรายละเอียดและมีการวิเคราะห์น้อยกว่าแบบแรก เป็นรูปแบบการคิดที่มีการรับรู้ในลักษณะภาพรวม ไม่แยกแยะรายละเอียด บุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบพึ่งพาจึงใส่ใจต่อลักษณะของสิ่งเร้าในสถานการณ์นั้นได้ไม่ดี แต่มีความสามารถในการจำข้อมูลทางสังคมได้ดี และในการเรียนจะมีความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับวรรณคดี หรือประวัติศาสตร์ได้ดี

วิทกิน และกูเดนัฟ (Witkin & Goodenough, 1981 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2545, หน้า 147) ได้สรุปผลการวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับกลุ่มคนที่มีรูปแบบการคิดแบบอิสระ และรูปแบบการคิดแบบพึ่งพามีลักษณะต่างกัันดังนี้

1. บุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบอิสระ เป็นผู้มีความคิดแบบนามธรรมมากกว่าผู้ที่มีรูปแบบการคิดแบบพึ่งพา

2. บุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบอิสระ สนใจในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ส่วนบุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบพึ่งพา สนใจในวิชาสังคมศาสตร์

3. ในการเลือกอาชีพ บุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบอิสระ จะเลือกอาชีพเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือเป็นวิศวกรมากกว่า ถ้าเป็นพยาบาลก็จะเลือกทำงานในห้องผ่าตัด ส่วนบุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบพึ่งพา จะเลือกอาชีพครู นักสังคมสงเคราะห์ ผู้ให้คำปรึกษาแนะแนวหรือถ้าเป็นพยาบาลก็จะเลือกทำงานที่มีความสัมพันธ์กับคนไข้ตัวต่อตัว



4. บุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบอิสระชอบที่จะทำงานอิสระและไม่ใส่ใจต่อสิ่งชี้แนะทางสังคม (Social Cues) ส่วนผู้ที่มีรูปแบบการคิดแบบพึ่งพาชอบทำงานกับผู้อื่น และมีความใส่ใจต่อสิ่งชี้แนะทางสังคม

5. บุคคลที่มีรูปแบบการคิดแบบอิสระมักจะเป็นผู้ที่ไม่ค่อยเข้าสังคม และไม่ค่อยคำนึงถึงความรู้สึกของผู้อื่น ส่วนผู้ที่มีรูปแบบการคิดแบบพึ่งพา เป็นผู้เกรงทางสังคม มักจะพยายามเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่นให้ความอบอุ่นกับผู้อื่น

วิทกินกล่าวว่า รูปแบบการคิดแบบพึ่งพาและรูปแบบการคิดแบบอิสระ มีสองขั้ว (Biopolar) ฉะนั้นจะไม่มีผู้ใดจะใช้รูปแบบการคิดอย่างใดอย่างหนึ่งเด็ดขาด คนส่วนมากจะมีรูปแบบการคิดอยู่ระหว่างกลางรูปแบบการคิดแบบพึ่งพาและรูปแบบการคิดแบบอิสระ และคนเราอาจจะเปลี่ยนรูปแบบการคิดตามสถานการณ์ที่ตนเผชิญอยู่

สรุปโดยทั่วไปแล้ว รูปแบบการคิดมีความสำคัญต่อพฤติกรรมและการแสดงออกของบุคคลแต่ละคน ทั้งทางด้านสังคมและด้านการเรียนรู้ เพราะฉะนั้น ถ้าครูทราบว่า นักเรียนมีความแตกต่างระหว่างบุคคลเกี่ยวกับรูปแบบการคิด ซึ่งหมายถึงการมีรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูลที่แตกต่างกัน ก็ช่วยให้มีความเข้าใจนักเรียนดีขึ้น และหาวิธีสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดแตกต่างกัน

นอกจากทฤษฎีรูปแบบการคิดของ วิทกินแล้ว เคแกน (Kagan, 1964 อ้างถึงใน สุรางค์ ใ้วตระกูล, 2545, หน้า 147) ได้แบ่งรูปแบบการคิดออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. รูปแบบการคิดแบบหุนหัน (Impulsive) คือ การแสดงออกหรือมีพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมอย่างปัจจุบันทันด่วน โดยไม่ใช้เวลาคิดนาน ฉะนั้นบุคคลที่มีรูปแบบการคิดประเภทนี้ มักจะทำผิดได้ง่าย ตัวอย่างเช่น นักเรียนที่ตอบคำถามเวลาสอบโดยไม่คิดพิจารณาอย่างรอบคอบทำให้ตอบผิดได้
2. รูปแบบการคิดแบบสุ่มรอบคอบ (Reflexive) บุคคลที่มีรูปแบบการคิดประเภทนี้มักจะใช้เวลาในการตอบหรือคิดอย่างรอบคอบก่อนตอบ ฉะนั้นจึงทำผิวน้อย นักเรียนที่ใช้เวลาคิดไตร่ตรองก่อนตอบคำถามในเวลาสอบเป็นผู้ที่มีรูปแบบการคิดแบบรอบคอบ มักจะทำคะแนนได้สูง

### รูปแบบการประมวลผลข้อมูลของ ฟาร์เรลล์ และคอร์ทลิก

รูปแบบการประมวลผลข้อมูลของ ฟาร์เรลล์ และคอร์ทลิก (Farrell & Kotrlík, 2003) กล่าวถึง การเชื่อมโยงทฤษฎีทางจิตวิทยาทั้ง 3 ด้าน คือ 1) ทฤษฎีทางปัญญานิยม 2) ทฤษฎีทางประสาทวิทยา และ 3) ทฤษฎีทางจิตวิทยาการศึกษา ซึ่งทฤษฎีทางปัญญานิยม กล่าวถึง ระบบต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูล ทฤษฎีทางประสาทวิทยา จะบอกโครงสร้างของระบบประสาท

ที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูล และทฤษฎีจิตวิทยาการศึกษา สนใจความแตกต่างระหว่างบุคคลและพยายามค้นหาวิธีการพัฒนาผู้เรียนให้เหมาะสมกับรูปแบบการประมวลผลข้อมูลของผู้เรียน จากความแตกต่างระหว่างบุคคลในเรื่องรูปแบบการประมวลผลข้อมูล ฟาร์เรลล์ และคอร์ทลิก (Farrell & Kotrlik, 2003) ได้สร้างเครื่องมือวัดรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูล และวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อยืนยันรูปแบบ พบว่า ประกอบด้วย 4 รูปแบบ ดังนี้

1. รูปแบบจินตภาพ-มิติสัมพันธ์ หมายถึง ผู้ประมวลผลข้อมูลจะประมวลผลโดยการร่างภาพ หรือใช้จินตนาการในการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รับมากับข้อมูลที่เคยมีประสบการณ์ในการรับรู้มาก่อนหน้าแล้ว เพื่อช่วยในการจำและเข้าใจ
2. รูปแบบการวิเคราะห์ หมายถึง เป็นผู้ประมวลผลโดยการจัดระบบข้อมูลที่ได้รับมาอย่างเป็นเหตุเป็นผล
3. รูปแบบสังคม หมายถึง ผู้ประมวลผลข้อมูลจะประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความรู้สึก ใช้อารมณ์ ความรู้สึกในการแก้ปัญหา และเพื่อช่วยในการจำและเข้าใจข้อมูลนั้น
4. รูปแบบการจัดประเภท หมายถึง เป็นผู้ที่ประมวลผลโดยการจัดระเบียบข้อมูล สนใจในรายละเอียดของข้อมูล ใช้การวางแผน ตั้งเป้าหมาย และเลือกใช้ข้อมูล

#### งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการประมวลผลข้อมูล

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยในประเทศไทย ไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงเกี่ยวกับรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูล ทั้งนี้ผู้วิจัยจะได้นำเสนองานวิจัยที่มีผลต่อรูปแบบในการประมวลผลข้อมูลเท่านั้น

#### งานวิจัย

ราชพร บำรุงศรี (2534) ได้วิเคราะห์แบบการเรียนของนิสิตนักศึกษาต่างสาขาวิชาตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบตัวแปรด้านระดับชั้นปีการศึกษาและเพศ ผลการวิจัยพบว่า 1) นิสิตนักศึกษาต่างสาขาวิชา มีแบบการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กล่าวคือ 1.1) นิสิตนักศึกษาสาขาวิชามนุษยศาสตร์ ศาสนา และเทววิทยา มีแบบการเรียนแบบเอกนัย แตกต่างกับนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาแพทยศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ และสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีแบบการเรียนแบบเอกนัย 1.2) นิสิตนักศึกษาสาขาวิชาจิตรศิลป์และประยุกต์ศิลป์ มีแบบการเรียนแบบเอกนัย แตกต่างกับนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาแพทยศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ และสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีแบบการเรียนแบบเอกนัย 1.3) นิสิตนักศึกษาสาขาวิชาสังคมศาสตร์มีแบบการเรียนแบบผสมผสาน แตกต่างกับนิสิตนักศึกษาสาขาวิชา

วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ซึ่งมีแบบการเรียนรู้แบบเอกนัย 1.4) นิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มีแบบการเรียนรู้แบบเอกนัยแตกต่างกับนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาอื่น ๆ ซึ่งมีแบบการเรียนรู้แบบเอกนัย 2) ไม่พบว่านิสิตนักศึกษาต่างระดับชั้นปีการศึกษา มีแบบการเรียนรู้แบบเอกนัยต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 3) นิสิตนักศึกษาที่มีเพศต่างกัน มีแบบการเรียนรู้แบบเอกนัยต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กล่าวคือนิสิตนักศึกษาชายมีแบบการเรียนรู้แบบเอกนัย แตกต่างกับนิสิตนักศึกษาหญิงซึ่งมีแบบการเรียนรู้แบบเอกนัย

ศศิธร สกุลกิม (2534) ศึกษาผลของการสื่อสารที่ไม่ได้ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ของบุคคลต่างวัยที่มีต่อความสามารถในการประเมินคุณภาพของข่าวสารของเด็กอายุ 5-10 ปี พบว่า 1) เด็กที่มีอายุมากกว่ามีความสามารถในการประเมินคุณภาพของข่าวสารที่ไม่ได้ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอได้ ถูกต้องมากกว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) เด็กในระดับอายุ 6 และ 8 ปี มีความสามารถต่างกัน ในการประเมินคุณภาพของข่าวสารที่ไม่ได้ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอเมื่อผู้พูดมีวัยต่างกัน โดยที่เด็กในระดับอายุ 6 ปี สามารถประเมินคุณภาพของข่าวสารที่ไม่ได้ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอได้ถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อผู้พูดเป็นเด็กมากกว่าเมื่อผู้พูดเป็นผู้ใหญ่ เด็กในระดับอายุ 8 ปี สามารถประเมินคุณภาพของข่าวสาร ที่ไม่ได้ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอได้อย่างถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อผู้พูดเป็นผู้ใหญ่มากกว่าเมื่อผู้พูดเป็นเด็ก ส่วนเด็กในระดับอายุ 10 ปี สามารถประเมินคุณภาพของข่าวสารที่ไม่ได้ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอได้ถูกต้องไม่แตกต่างกันเมื่อผู้พูดมีวัยต่างกัน

ระพีพร ฉายวิมล (2535) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงอุปมาอุปไมยด้วยภาษา ตามแนวทฤษฎีของสเตอร์นเบิร์ก โดยดำเนินการทดลองเพื่อทดสอบรูปแบบที่เสนอไว้ 3 รูปแบบคือรูปแบบที่ 1 ฝึกส่วนประกอบความรู้คิด ส่วนประกอบความคิด แสงหา ความรู้ และส่วนประกอบความคิดปฏิบัติการ รูปแบบที่ 2 ฝึกส่วนประกอบความคิดแสงหา ความรู้และส่วนประกอบความคิดปฏิบัติการ รูปแบบที่ 3 ฝึกส่วนประกอบความคิดปฏิบัติการ ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 84 คน โดยสุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มเพื่อรับการฝึกตามรูปแบบดังกล่าว 3 กลุ่ม และใช้เป็นกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยจัดฝึกสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ๆ ละ 1 ชั่วโมงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยนำเสนอแบบการฝึกให้แก่แต่ละคน ฝึกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ส่วนกลุ่มควบคุมให้ฝึกใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โดยการเล่นเกมสัปดาห์ละ 1 ชั่วโมงเท่ากันกลุ่มทดลอง เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงอุปมา-อุปไมยด้านรูปภาพ ใช้วัดก่อนการทดลอง แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงอุปมา-อุปไมยด้านภาษาใช้วัดหลังการทดลอง โดยวัดทีละคนเสนอผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อบันทึกคะแนนและเวลาที่ใช้ในการตอบ

ข้อสอบแต่ละข้อ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANOVA) โดยมีคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงอุปมา-อุปไมยด้านรูปภาพเป็นตัวแปรร่วม ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยรูปแบบการฝึกทั้ง 3 รูปแบบและกลุ่มควบคุมมีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงอุปมา-อุปไมยด้านภาษา ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการฝึกตามรูปแบบที่ 2 คือส่วนประกอบของการคิดทั้ง 3 ส่วนประกอบมีความคล่องในการคิดดีกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกตามรูปแบบที่ 3 คือฝึกส่วนประกอบการคิด 1 ส่วน นักเรียนที่ได้รับการฝึกส่วนประกอบของการคิดตามรูปแบบที่ 2 คือการฝึกการคิด 2 ส่วนมีความคล่องในการคิดดีกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกส่วนประกอบการคิดเพียง 1 ส่วน และนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีความคล่องในการคิดดีกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกส่วนประกอบของการคิดเพียง 1 ส่วน

ชุลีกร ทองด้วง (2537) ได้ศึกษาอิทธิพลของกลวิธีจินตภาพที่มีต่อความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนที่มีช่วงความจำต่างกัน และศึกษากิริยาร่วมระหว่างกลวิธีจินตภาพ และช่วงความจำกลวิธีจินตภาพ โดยแปรค่าเป็น 3 ระดับ ได้แก่ กลวิธีจินตภาพแบบสอนให้สร้างจินตภาพ กลวิธีจินตภาพแบบใช้ภาพประกอบ และไม่มีกลวิธีจินตภาพ ส่วนช่วงความจำแปรค่าเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ช่วงความจำสูง และช่วงความจำต่ำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดสำนักงานประถมศึกษา จังหวัดตรัง ผลปรากฏว่า นักเรียนที่อ่านเนื้อเรื่องโดยใช้กลวิธีจินตภาพแบบสอนให้สร้างจินตภาพ กลวิธีจินตภาพแบบใช้ภาพประกอบและไม่มีกลวิธีจินตภาพ มีความเข้าใจในการอ่านไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่มีช่วงความจำสูงมีความเข้าใจในการอ่านสูงกว่านักเรียนที่มีช่วงความจำต่ำ และไม่มีกิริยาร่วมระหว่างกลวิธีจินตภาพและช่วงความจำ

ธานินทร์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา (2539) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดอ่างทอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดอ่างทอง จำนวน 222 คน พบว่าความสามารถทางสมองด้านภาษา ด้านตัวเลข ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านเหตุผล และด้านการรับรู้ มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถทางสมองด้านตัวเลขกับความสามารถทางสมองด้านเหตุผลมีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถทางสมองด้านภาษามีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับความสามารถทางสมองด้านการรับรู้ และด้านมิติสัมพันธ์ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างไม่มีนัยสำคัญ

สุปรียา ตันสกุล (2540) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนแบบการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนและความสามารถทางการแก้ปัญหา โดยใช้การเสนอเนื้อหาเป็นแผนภาพ หรือเรียกว่า การจัดข้อมูลด้วยแผนภาพ (Graphic Organizer: GO) ซึ่งจะช่วยให้บุคคลจัดระบบข้อมูลใหม่ให้เป็นระเบียบ ง่ายต่อการใส่ใจ สามารถเชื่อมโยงและดูซึมเข้าสู่โครงสร้างความรู้เดิมในความจำระยะยาวได้ และสามารถเรียกคืนเมื่อต้องการใช้ได้ง่ายและถูกต้อง โดยตรวจสอบประสิทธิผลของการสอนที่ใช้ GO 5 ประเภท ได้แก่ Web Diagram, Circle Diagram, Matrix, Concept Mapping, และ Problem Solution เป็นกลวิธีที่ผู้สอนใช้นำเสนอข้อมูลในเนื้อหาวิชาพฤกษศาสตร์สาธรรณสุข ให้ผู้เรียนซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีใช้เป็นกลวิธีในการทำ ความเข้าใจกับเนื้อหาฝึกการจัดระบบการคิดให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบกับรูปแบบการสอนแบบปกติ ซึ่งได้แก่ การบรรยาย การประชุมกลุ่ม การสอนใช้เวลา สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมงต่อกลุ่ม รวม 15 ครั้ง ตลอด 1 ภาคการศึกษา จากนั้นทดสอบความแตกต่างของคะแนนสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความรู้ 6 ระดับ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มผู้เรียนที่ได้ใช้รูปแบบการสอนแบบ GO มีคะแนนเฉลี่ยสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ใช้รูปแบบการสอนแบบปกติ ซึ่งกลวิธี GO นั้นนอกจากทำให้เกิดความรู้ในเนื้อหา (Declarative Knowledge) ยังพบว่าผู้เรียนน่าจะนำเอากลวิธีไปใช้ในการแก้ปัญหาได้มีประสิทธิภาพกว่านั่นคือ ผู้เรียนสามารถมีความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural Knowledge) ดังนั้นจึงสร้างแบบวัดความสามารถทางการแก้ปัญหาขึ้นมา 1 ฉบับ แล้วนำไปทดสอบกับทั้ง 2 กลุ่มพบว่า กลุ่มผู้เรียนที่ได้ใช้รูปแบบการสอนแบบ GO มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถทางการแก้ปัญหาสูงกว่าผู้เรียนที่ใช้รูปแบบการสอนแบบปกติ

อุบลวรรณ ลวภานันท์ (2543) ได้ศึกษาทฤษฎีการจัดเก็บข้อมูลความหมายทางภาษาตามแนวคิดวิทยาการรู้คิดและปัญญา ที่ใช้อธิบายถึงกลไกของระบบความจำในการเก็บข้อมูลความหมายทางภาษาที่เป็นข้อมูลสำคัญพื้นฐานในกิจกรรมการทำงานลักษณะต่าง ๆ ทางสมองของมนุษย์ คือ การเปรียบเทียบคุณลักษณะของข้อมูล ซึ่งอธิบายโดย ทฤษฎี “รูปแบบการเปรียบเทียบคุณลักษณะ” ของสมิท โซเบน และริบส์ ที่มีสมมติฐานว่า สิ่งที่เป็นเป้าหมายจะถูกนำมาจัดประเภทโดยการเปรียบเทียบคุณลักษณะ หรือสิ่งที่เห็นได้ของคำนามที่เปรียบเทียบกันอยู่นั้น ทั้ง 2 คำว่าแสดงถึงความเป็นสมาชิกและลักษณะของกลุ่มใด กับ แนวคิดในการสร้างเครือข่ายของความหมายทางภาษา ซึ่งอธิบายโดยทฤษฎี “รูปแบบเครือข่ายเป็นลำดับขั้น” ของ คอนลินส์ และกิลเลียน ที่มีสมมติฐานว่า ข้อมูลในแต่ละกลุ่มจะถูกเก็บโดยตรงสู่ความจำในรูปแบบของความสัมพันธ์ ซึ่งทฤษฎีนี้ยังมีความประหยัดในการเก็บข้อมูลและมีความสะดวกในการเรียกข้อมูลเดิมจากระบบความจำ

จุมพิต ศรีวัฒนพงศ์ (2547) ได้ศึกษาผลการสอนเขียนบทความแบบเน้นกระบวนการโดยใช้กลวิธีทางสังคม ที่มีต่อความสามารถในการเขียนและทักษะทางสังคมของนักศึกษาวิชาเอกภาษาไทย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผลปรากฏว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนเขียนบทความแบบเน้นกระบวนการโดยใช้กลวิธีทางสังคมมีความสามารถในการเขียนบทความสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนและมีทักษะทางสังคมในระดับคุณภาพดีเยี่ยม นั่นคือ การที่นักศึกษาจะได้มาซึ่งความรู้ใหม่หรือแนวคิดใหม่นักศึกษาต้องมีการสร้างปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลโดยการฝึกวางโครงเรื่องก่อน วางแผน และเขียนบทความออกมาเป็นขั้นตอน

กาญจน์พิชชา ถวิล ไทย (2548) ได้ศึกษาความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างกลวิธีการเรียนกับความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร 4 ปี มหาวิทยาลัยภาคกลาง ปีการศึกษา 2547 ผลปรากฏว่า นักศึกษาชั้นปีที่ 2 หลักสูตร 4 ปีมหาวิทยาลัยภาคกลางใช้กลวิธีการเรียนด้วยกลวิธีการจัดระบบและประเมินการเรียนรู้ และกลวิธีด้านจิตพิสัยมีระดับการใช้อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างมาก กลวิธีการจำอย่างมีประสิทธิภาพ กลวิธีการใช้กระบวนการทางความคิด กลวิธีการชดเชยข้อบกพร่องในการใช้ภาษา กลวิธีด้านสังคม มีระดับการใช้อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างน้อย และกลวิธีการจัดระบบและประเมินการเรียนรู้ และกลวิธีด้านจิตพิสัยเป็นกลวิธีการเรียนที่มีผลต่อความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจต่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

แมรี และมาเรีย (Mary & Maria, 1999, pp. 684-689) ได้ศึกษาประเภทของจินตภาพ-มิติสัมพันธ์ (Visuo-Spatial) ในเรื่องเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่า จินตภาพ-มิติสัมพันธ์ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ 1) การเข้ารหัสข้อมูลเป็นโครงสร้างเมื่อต้องเชื่อมโยงมิติสัมพันธ์ของภาพ 2) การเข้ารหัสข้อมูลเป็นภาพเมื่อต้องอธิบายโจทย์ปัญหาจากภาพที่เห็น

ปีเตอร์ และอาร์ยัน (Peter & Aryan, 1999, pp. 450-476) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสามารถทางการรับรู้เรื่องเสียง (อ่านและได้ยิน) ที่ได้รับการเรียนรู้มาก่อน โดยศึกษานักเรียนชาวดัช ถึงผลระยะยาวของตัวแปรแฝงจากนักเรียน จำนวน 166 คนในเกรด 1-2 โดยมีตัวแปรที่ไม่ใช่ด้านภาษา ความสามารถด้านคำศัพท์ ความรู้เรื่องการเขียน การอ่านและความสามารถด้านตัวเลขและการคำนวณ พบว่าความสามารถด้านพื้นฐานของเสียง (Phonological Abilities) เริ่มต้นจากการอ่าน และพบความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านการรับรู้เรื่องเสียง ความตระหนักรู้และใส่ใจในเรื่องการรับรู้เสียงการจำคำศัพท์ เป็นอิสระต่อกัน และมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการอ่าน ความจำชั่วคราวทางด้านภาษาจะมีส่วนช่วยด้านการอ่าน และความสามารถด้านตัวเลขรวมทั้งด้านการคำนวณจากความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว ผลจากการวิจัยสนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาความสามารถในด้านการรับรู้เรื่องเสียง และการเรียนรู้ด้านการอ่าน

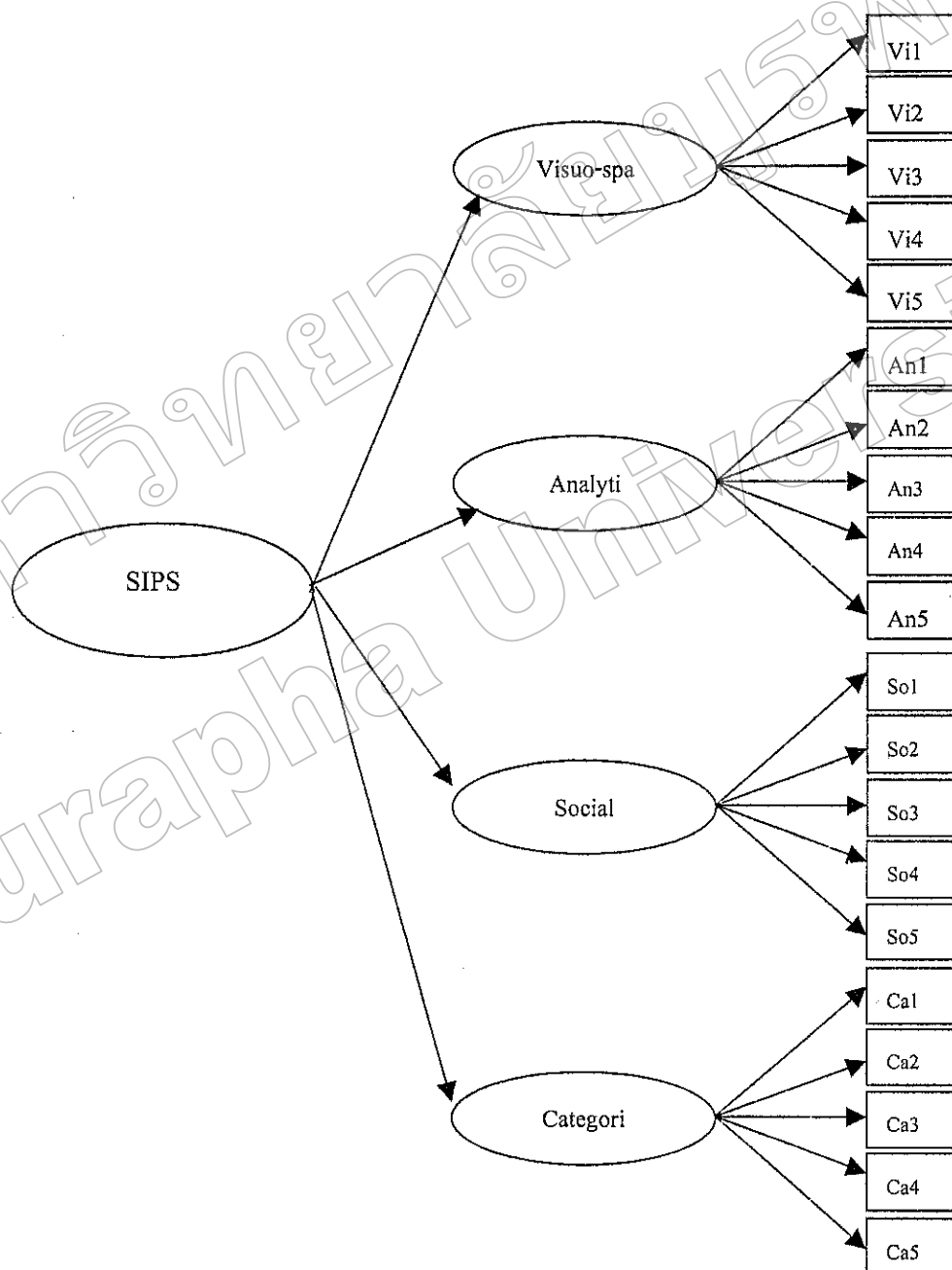
ซูซาน และซูซาน (Susan & Susan, 2000, pp. 377-390) ได้ประเมินความจำชั่วคราวของเด็กนักเรียนอายุ 6-7 ปีโดยใช้แบบทดสอบความจำชั่วคราวของ แบดเดลีย์และฮิทช์ (Baddeley & Hitch, 1974) ทดสอบเด็กอายุ 6-7 ปีจำนวน 87 คน พบว่ามีความสัมพันธ์จากคะแนนการทดสอบเป็นตัวชี้วัดว่ามีความเชื่อมั่นสูงสำหรับการทดสอบระหว่างความจำในส่วนศูนย์การประมวลผลข้อมูลและการทบทวนการเกี่ยวกับเสียงพื้นฐาน (Central Executive and Phonological Loop) ถึงแม้ว่าเครื่องมือวัดจะไม่พบความสัมพันธ์ด้านจินตภาพ-มิติสัมพันธ์ แต่พบว่าศูนย์การประมวลผลข้อมูลสัมพันธ์กับการจำคำศัพท์ การจำตัวอักษรและความสามารถในการคำนวณ หรือตัวเลขของเด็ก ส่วนคะแนนของการทบทวนการเกี่ยวกับเสียงพื้นฐาน จะสัมพันธ์กับความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ ซึ่งเป็นความตรงภายในที่เป็นตัวชี้วัดในเรื่องการวิเคราะห์หน้าที่ของความจำชั่วคราว

เทรซี และพอล (Tracy & Paul, 2002, pp. 778-784) ได้ศึกษาผลกระทบด้านการอ่านและความจุในความจำชั่วคราวในการประมวลผลข้อมูลในรูปตัวอักษร กับนักศึกษาจำนวน 101 คนของมหาวิทยาลัยมินิโซต้า สหรัฐอเมริกาที่ลงทะเบียนเรียนภาคพิเศษพบว่า ผู้อ่านที่มีความสามารถในการจำขณะทำงานสูงและต่ำทั้งสองกลุ่มสามารถปรับกระบวนการทางความคิดและการระลึกได้คล้าย ๆ กัน คือปรับกระบวนการให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ของการอ่านแต่ ผู้อ่านที่มีความจุของความจำชั่วคราวต่ำจะเน้นกระบวนการที่ต้องการข้อมูลจากแหล่งความรู้ที่น้อยที่สุด และไม่จำเป็นต้องระลึกได้ โดยปกติเมื่ออ่านเพื่อหาความรู้ ผู้อ่านมักจะอ่านด้วยจังหวะช้า ๆ เน้นกระบวนการคิดและกลวิธีการคิด เช่น อ้างอิง แปลความ ทบทวนข้อมูลในตำรา ตรงกันข้ามกับการอ่านเพื่อความบันเทิง ผู้อ่านจะอ่านเร็ว ๆ และใช้กระบวนการคิด และกลวิธีการคิด เช่น เชื่อมโยง และสร้างความคิด เกี่ยวกับเนื้อหา และวิธีเขียน

ฟาร์เรลล์ และคอร์ทลิก (Farrell & Kotrlík, 2003, pp. 141-160) ได้พัฒนาเครื่องมือประเมินรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูล และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยหลุยเซียน่า ในประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 514 คน ปี ค.ศ 2002 จากทฤษฎีที่สร้างมาจากความแตกต่างระหว่างบุคคลและกระบวนการของการประมวลผลข้อมูล โดยตั้งสมมติฐานรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูลประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ 1) รูปแบบจินตภาพ-มิติสัมพันธ์ 2) รูปแบบการวิเคราะห์ 3) รูปแบบสังคม 4) รูปแบบการจัดประเภท 5) รูปแบบทางภาษา จากการตรวจสอบกับข้อมูลเชิงประจักษ์พบว่า รูปแบบทางภาษาไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงตัดรูปแบบทางภาษาออกเหลือรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูลจากการวิเคราะห์ยืนยันองค์ประกอบเพียง 4 รูปแบบ

### โมเดลการวัด

ผู้วิจัยนำโมเดลการวัดจากการสังเคราะห์ตัวแปรของแต่ละรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูล จากกรอบแนวคิดเรื่องรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูลของ ฟาร์เรลล์ และคอร์ทลิค (Farrell & Kotrlík, 2003, p. 157) นำมาเขียนเป็น โมเดลการวัดรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูล ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ดังนี้



ภาพที่ 8 โมเดลการวัดรูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูล

|           |   |                                                             |
|-----------|---|-------------------------------------------------------------|
| SIPS      | = | รูปแบบกลวิธีการประมวลผลข้อมูล                               |
| Visuo-spa | = | รูปแบบจินตภาพ-มิติสัมพันธ์                                  |
| Analyti   | = | รูปแบบการวิเคราะห์                                          |
| Social    | = | รูปแบบสังคม                                                 |
| Categori  | = | รูปแบบการจัดประเภท                                          |
| Vi1       | = | ประมวลผลข้อมูลคู่ขนานต่อเนื่องตลอดเวลา                      |
| Vi2       | = | สนใจข้อมูลที่มองเห็นได้                                     |
| Vi3       | = | ใช้จินตนาการเป็นภาพ                                         |
| Vi4       | = | จำวิธีการและอ้างอิงความหมาย                                 |
| Vi5       | = | ใช้กลวิธีทั้งหมดแก้ปัญหา                                    |
| An1       | = | ประมวลผลข้อมูลแบบจัดลำดับข้อมูลขาดตอน                       |
| An2       | = | สนใจข้อมูลที่เห็นและได้ยินพร้อมกับการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา |
| An3       | = | ใช้วิธีการจัดการ                                            |
| An4       | = | จำวิธีการและความหมาย                                        |
| An5       | = | ใช้กลวิธีการวิเคราะห์                                       |
| So1       | = | ประมวลผลข้อมูลคู่ขนานอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา                 |
| So2       | = | สนใจความสัมพันธ์และปัญหาทางอารมณ์                           |
| So3       | = | ใช้วิธีการที่สัมพันธ์กับอารมณ์                              |
| So4       | = | จำประวัติและเหตุการณ์ต่าง ๆ                                 |
| So5       | = | แก้ปัญหาอารมณ์ที่ซับซ้อน                                    |
| Ca1       | = | ประมวลผลข้อมูลแบบจัดลำดับข้อมูลขาดตอน                       |
| Ca2       | = | สนใจรายละเอียดของสิ่งที่มองเห็นและได้ยิน                    |
| Ca3       | = | ทำหน้าที่วางแผน ตั้งเป้าหมาย และเลือกเป้าหมาย               |
| Ca4       | = | ใช้การจำความหมาย                                            |
| Ca5       | = | ใช้กลวิธีเป็นระบบในการแก้ปัญหา                              |

## ตอนที่ 2 การวิเคราะห์องค์ประกอบ

การวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ทำให้ผู้วิจัยสร้างองค์ประกอบที่เป็นคุณลักษณะที่นักจิตวิทยาต้องการศึกษา จากตัวแปรหลาย ๆ ตัวแปร โดยการรวมกลุ่มตัวแปรที่สัมพันธ์กัน หรือมีลักษณะคล้ายกันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบมีอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรกเป็นการใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อสำรวจ และค้นหารูปแบบการรวมกลุ่มของตัวแปรให้ได้องค์ประกอบภายใต้ความสัมพันธ์ของตัวแปร ที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบช่วยให้ นักวิจัยลดจำนวนตัวแปรลง และได้องค์ประกอบซึ่งทำให้เข้าใจลักษณะของข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการแปลความหมาย รวมทั้ง ได้ทราบแบบแผน (Pattern) และ โครงสร้าง (Structure) ความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อสนองวัตถุประสงค์นี้ เรียกว่า วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ วัตถุประสงค์ประการที่สอง เป็นการใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ โครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร (Model) กรณีนี้ นักวิจัยต้องมีสมมติฐานอยู่ก่อนแล้ว และใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลเชิงประจักษ์มีความสอดคล้องกลมกลืนกับสมมติฐานเพียงใด วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อสนองวัตถุประสงค์ข้อนี้ เรียกว่าวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังจะกล่าวดังต่อไปนี้

### การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

ในปัจจุบันเริ่มใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) กันมากขึ้น (นงลักษณ์ วัชรชัย, 2542, หน้า 150-156) เทคนิค CFA เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบที่มีข้อตกลง มีความสมเหตุสมผลตรงตามความเป็นจริง โดยต้องมีทฤษฎีสันับสนุนในการกำหนดเงื่อนไขบังคับ (Constraints) ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และเมื่อได้ผลการวิเคราะห์แล้วยังมีการตรวจสอบความกลมกลืนระหว่างโมเดลตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์อีกด้วย รวมทั้งยังมีการตรวจสอบโครงสร้างของโมเดลว่ามีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มตัวอย่างหลาย ๆ กลุ่มหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการใช้ CFA มี 3 ข้อ คือประการแรก ใช้เทคนิค CFA เพื่อตรวจสอบทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์องค์ประกอบ ประการที่สองใช้เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบ และประการที่สามใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างตัวแปรใหม่ แต่เทคนิค CFA นี้สามารถใช้วิเคราะห์ข้อมูลโดยมีข้อตกลงเบื้องต้น ส่วนที่เป็นความคลาดเคลื่อนอาจสัมพันธ์กัน ซึ่งวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบแบบสำรวจไม่อาจทำได้

ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบ CFA มี 4 ขั้นตอนคือ การเตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์ การสกัดองค์ประกอบขั้นต้น การหมุนแกน และการสร้างสเกลองค์ประกอบ ในขั้นการเตรียม

เมทริกซ์สหสัมพันธ์ หรือเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ด้วย CFA ต้องกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล ระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล การประมาณค่าพารามิเตอร์จากโมเดล การประเมินความสอดคล้องของโมเดล และการดัดแปรโมเดล ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล

### หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การเตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์ เป็นขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมี 5 ขั้นตอนดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 151)

1. การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล CFA (Model Specification) เป็นการกำหนดความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ในโมเดลองค์ประกอบซึ่งเป็นประเด็นที่สำคัญ ในแผนผังโมเดลองค์ประกอบแสดงด้วยเส้นทางระหว่างตัวแปร ซึ่งใช้แทนสิ่งที่คาดการณ์ไว้ในทางปฏิบัติอาจต้องการศึกษาโมเดลองค์ประกอบหลายโมเดลที่แตกต่างกันไปตามหลักฐานที่นำมาสนับสนุน ในการใช้ CFA จำลององค์ประกอบของโมเดล โมเดลในตระกูล CFA มี 4 โมเดล คือ โมเดลการวัดองค์ประกอบเดียวคอนเจนเนอริก โมเดลการวัดพหุองค์ประกอบคอนเจนเนอริก โมเดลการวิเคราะห์ยืนยันองค์ประกอบ และโมเดลหลายลักษณะหลายวิธี ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โมเดลการวิเคราะห์ยืนยันองค์ประกอบ ผู้วิจัยต้องสร้างโมเดลโดยมีทฤษฎีและหลักฐานการวิจัยที่เกี่ยวข้องสนับสนุน เมื่อได้โมเดล CFA แล้วจึงนำโมเดลมากำหนดข้อมูลจำเพาะเพื่อใส่เป็นข้อมูลให้โปรแกรม LISREL ทำงาน ข้อมูลจำเพาะที่ต้องกำหนดตามโมเดลได้แก่ จำนวนองค์ประกอบร่วม ค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบร่วมหรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ PH ซึ่งเป็นเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง (K) ขนาด  $(NK \times NK)$  ของโปรแกรม LISREL เส้นทางอิทธิพลระหว่างองค์ประกอบร่วม (K) และตัวแปรสังเกตได้ (X) หรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ LX ซึ่งเป็นเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ X บน K ขนาด  $(NX \times NX)$  ของโปรแกรมลิสเรล และค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ระหว่างเทอมความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ X หรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ TD ของโปรแกรม LISREL (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 151-152)

เมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่เตรียมไว้วิเคราะห์องค์ประกอบนั้น ควรมีค่าสหสัมพันธ์แตกต่างจากศูนย์ ถ้าตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันแสดงว่าไม่มีองค์ประกอบร่วม และไม่มีประโยชน์ที่จะนำเมทริกซ์นั้นไปวิเคราะห์ ในโปรแกรม SPSS จึงจัดให้มีการทดสอบสมมติฐานว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้น เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix) หรือไม่ โดยใช้ Barlett' Test of Sphericity ซึ่งเป็นการทดสอบค่าไค-สแควร์ ของดีเทอร์มิแนนต์ (Determinant) ของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ (Norusis, 1988, p. B-44 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) นอกจากนี้โปรแกรม SPSS ยังมีการทดสอบโดยคำนวณค่าสถิติเรียกว่า คัสนีไคเซอร์-ไมเยอร์-ออลกิน

(Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) ซึ่งเป็นดัชนีบอกความแตกต่างระหว่างเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ กับเมทริกซ์สหสัมพันธ์ แอนติเมจ หรือปฏิภาพ (Anti-Image Correlation Matrix) ซึ่งเป็นเมทริกซ์ของสหสัมพันธ์พาร์เซียระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ เมื่อจัดตัวแปรอื่น ๆ ออกไปแล้ว ค่าดัชนีไคเซอร์-ไมเยอร์-ออลคิน ควรมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ถ้ามีค่าน้อย แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีน้อยและไม่เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 129)

2. การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล CFA (Model Identification) สำหรับการวิเคราะห์โมเดล CFA และโมเดล LISREL ทุกชนิด การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดลมีความสำคัญต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล เพราะการประมาณค่าพารามิเตอร์ จะทำได้ต่อเมื่อโมเดลระบุความเป็นได้ค่าเดียวพอดี ซึ่งหมายความว่า การแก้สมการหาตัวไม่ทราบค่า จะได้รากของสมการที่เป็นได้ค่าเดียว ถ้าประมาณค่าพารามิเตอร์โดยที่โมเดลระบุความเป็นได้ค่าเดียวไม่ได้ จะได้รากของสมการที่ไม่มี ความหมาย การระบุความเป็นได้ค่าเดียวนี้นี้เป็นสิ่งที่จำเป็นในการวิเคราะห์ด้วย CFA นักสถิติได้กำหนดเงื่อนไขตายตัวไว้ การวิเคราะห์ CFA มีการกำหนดเงื่อนไขแตกต่างกันไปตาม โมเดลของแต่ละคน จึงเป็นหน้าที่ของผู้วิจัยที่ต้องตรวจสอบเพื่อระบุความเป็นได้ค่าเดียว วิธีการตรวจสอบว่า โมเดล CFA ระบุได้ค่าเดียว หรือไม่เป็นการตรวจสอบตามเงื่อนไข 3 แบบคือ เงื่อนไขจำเป็นของการระบุได้พอดี เงื่อนไขพอเพียงของการระบุได้พอดี และเงื่อนไขจำเป็น และพอเพียงของการระบุได้พอดี (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 153-156)

3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Estimating the Parameter) การประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยการแก้สมการ โครงสร้างเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ซึ่งเป็นตัวไม่ทราบค่าในสมการ เป็นการดำเนินการ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ การประมาณค่าพารามิเตอร์ได้จากการใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง (ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของตัวแปรสังเกตได้หรือข้อคำถาม) ประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร เช่น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ( $\lambda$ ) ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ ( $\phi$ ) ค่าเศษเหลือ ( $\delta$ ) เป็นต้น การประมาณค่าพารามิเตอร์เป็นการคำนวณทวนซ้ำ และมีวิธีการประมาณค่าหลายแบบ การประมาณค่าแบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่ถ่วงน้ำหนัก (Unweighted Least Squares Method = ULS) เทียบได้กับการสักรงค์ประกอบแบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดโดยวิธีเศษเหลือน้อยที่สุด (MINimum RESiduals Method = MINRES) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยการสักรงค์ประกอบแบบการหาองค์ประกอบแกนमुखสำคัญที่มีการคำนวณทวนซ้ำนั่นเอง ผลที่ได้จะได้ค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ลำเอียง และมีความแปรปรวนน้อยเช่นเดียวกับการประมาณค่าแบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดทั่วไป (Generalized Least Squares Method = GLS) และวิธีความเป็นไปได้สูงสุด

(Maximum Likelihood Method = ML) ข้อที่แตกต่างกันคือ องค์ประกอบที่ได้ตามวิธี ULS นั้น สเกลองค์ประกอบขึ้นอยู่กับหน่วยการวัดของตัวแปรส่วนวิธี ML และ GLS นั้นสเกลเป็นอิสระ

4. การประเมินค่าความสอดคล้องของโมเดล (Evaluating the Data-Model Fit) ผู้วิจัย ประเมินความสอดคล้องของโมเดลองค์ประกอบ โดยการพิจารณาค่าสถิติต่าง ๆ ในผลการวิเคราะห์ ข้อมูล ค่าสถิติเหล่านี้ใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ หรือแนะนำว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลอย่างไร ซึ่งในกรณีโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลต้อง ปฏิเสธโมเดลองค์ประกอบตามสมมติฐาน หรืออาจไม่ใช้ค่าสถิติที่ให้มากับผลการวิเคราะห์ ประกอบการตัดสินใจกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดลหรือปรับโมเดลใหม่

ขั้นแรกในการประเมินความสอดคล้องของโมเดล ต้องตรวจสอบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ ประมาณได้สมเหตุสมผลหรือไม่ เป็นไปตามทฤษฎีที่คาดหวังหรือไม่ แต่ถ้าพบกรณีต่อไปนี้ อาจ เกิดจากการกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดลองค์ประกอบไม่ถูกต้อง

4.1 ค่าพารามิเตอร์มีค่ากลับกัน เช่น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็นบวก ทั้ง ๆ ที่ ตามทฤษฎีต้องมีค่าเป็นลบ เป็นต้น

4.2 ค่าพารามิเตอร์น้อยเกินไป มากเกินไปหรือไม่เหมาะสม เช่น ค่าความแปรปรวน ขององค์ประกอบมีค่าติดลบ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบมีค่ามากกว่า 1.00 เป็นต้น

4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานมากกว่าปกติ (มีค่าเกินกว่า 2.00)

4.4 ค่าประมาณความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้เป็นลบ ใกล้ ๆ 0 หรือมากกว่า 1.00

ผู้วิจัยต้องตรวจสอบค่าสถิติวัดความสอดคล้องของโมเดลหลายตัว เพราะ โมเดล องค์ประกอบที่มีค่าพารามิเตอร์สมเหตุสมผล อาจสอดคล้องกับข้อมูลไม่ดี ก็ได้ ปัจจุบันยังไม่มี ข้อสรุปที่ชัดเจนว่าค่าสถิติตัวใดดีที่สุด โปรแกรมลิสเรลกำหนดค่าสถิติเหล่านี้ให้โดยอัตโนมัติ ผู้วิจัยพิจารณาเลือกใช้ค่าสถิติเอง

#### การตรวจสอบความตรงของโมเดล CFA

การตรวจสอบความตรงของโมเดล หรือตรวจสอบความกลมกลืนระหว่างข้อมูล เชิงประจักษ์กับโมเดลสมมติฐาน สามารถตรวจสอบจากค่าสถิติ 5 วิธี คือ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 52-57)

1. ตรวจสอบความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และสหสัมพันธ์ของการประมาณค่า พารามิเตอร์ (Standard Errors and Correlation of Estimates) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โปรแกรมลิสเรลจะให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่าสถิติที่ และสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ ถ้าค่าประมาณที่ได้ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่า ความคลาดเคลื่อน

และสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ ถ้าค่าประมาณที่ได้ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีขนาดใหญ่ และโมเดลการวิจัยอาจจะยังไม่พอดี ถ้าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณมีค่าสูงมากเป็นสัญญาณแสดงว่า โมเดลการวิจัยใกล้เคียงไม่เป็นบวกแน่นอน และเป็นโมเดลที่ไม่พอดี

2. สหสัมพันธ์พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Multiple Correlations and Coefficients of Determination) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสถิติจะให้ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สำหรับตัวแปรสังเกตได้แยกทีละตัว และรวมทุกตัว รวมทั้งสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของสมการ โครงสร้างด้วย สถิติเหล่านี้ควรมีค่าสูงสุด ไม่เกินหนึ่ง และค่าที่สูงแสดงว่าโมเดลมีความตรง

3. ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Measures) ค่าสถิติในกลุ่มนี้เป็นค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดลเป็นภาพรวมทั้งโมเดลค่าสถิติในกลุ่มนี้มี 4 ประเภท ถ้าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว ค่าทางสถิติที่พิจารณาเป็นดังนี้

3.1 ได้แก่ ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-Square Statistic) ถ้าค่าสถิติไค-สแควร์มีค่าสูงมาก แสดงว่า ฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ โมเดลอิสระ ไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่าสถิติไค-สแควร์มีค่าต่ำมาก ซึ่งมีค่าใกล้ศูนย์มากเท่าไร แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซาริส และสตรอนค์ฮอร์ท (Sarlis & Stronkhorst, 1984, p. 200 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) เสนอว่า ค่าไค-สแควร์ควรมีค่าเท่ากับองศาอิสระสำหรับโมเดลที่มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือ ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (Relative Chi-Square) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างค่าสถิติไค-สแควร์กับจำนวนองศาอิสระ ( $\chi^2/df$ ) โดยหลักทั่วไป ถ้าค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์น้อยกว่า 3.00 ถือว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในการใช้ค่าสถิติไค-สแควร์ต้องใช้ด้วยความระมัดระวังตามข้อตกลงเบื้องต้น 4 ประการ ดังต่อไปนี้

3.1.1 ตัวแปรภายนอกสังเกตได้ต้องมีการแจกแจงปกติ

3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลต้องใช้เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม

3.1.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่

3.1.4 ฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็น 0 จริงตามสมมติฐานที่ใช้ทดสอบ

3.2 ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index = GFI) ดัชนี GFI มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 และไม่ขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง แต่ลักษณะการแจกแจงขึ้นอยู่กับขนาดกลุ่มตัวอย่าง ดัชนี GFI ที่เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่า โมเดลอิสระสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.3 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index = AGFI) เมื่อนำดัชนี GFI มาปรับแก้ โดยคำนึงถึงขนาดขององศาอิสระซึ่งรวมทั้งจำนวนตัวแปรและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ค่าดัชนี AGFI มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับดัชนี GFI

### 3.4 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index = CFI)

ดัชนี CFI มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00

ถ้าดัชนี GFI และดัชนี AGFI มีค่ามากกว่า .90 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และถ้าดัชนี CFI มีค่ามากกว่า .95 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

### 3.5 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือ (Root Mean Square Residual =

RMR) ดัชนี RMR เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนของข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลสองโมเดล เฉพาะกรณีการเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน ส่วนดัชนี GFI และ AGFI สามารถใช้เปรียบเทียบได้ทั้งข้อมูลชุดเดียวกัน และข้อมูลต่างชุดกัน ค่าดัชนี RMR ยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าโมเดลลิสเรลสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

### 3.6 ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐาน

(Standardized Root Mean Square Residual = Standardized RMR) อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ถ้ามีค่าต่ำกว่า .08 แสดงว่า โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี

### 3.7 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (Root Mean

Square Error of Approximation = RMSEA) ค่า RMSEA อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ถ้ามีค่าต่ำกว่า .06 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี

## 4. การวิเคราะห์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อน (Analysis of Residuals) ประกอบด้วย

### 4.1 เมทริกซ์เศษเหลือ เมทริกซ์ความคลาดเคลื่อนในการเปรียบเทียบความกลมกลืน

(Fitted Residual Matrix) หมายถึง เมทริกซ์ที่เป็นผลต่างของเมทริกซ์ S และ  $\Sigma$  ถ้าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูล ค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานไม่ควรมีค่าเกิน 2.00 ถ้ายังมีค่าเกิน 2.00 ต้องปรับโมเดล

### 4.2 คิวพล็อต (Q-Plot) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับ

ค่าควอนไทล์ปกติ (Normal Quantiles) ถ้ากราฟมีความชันมากกว่าเส้นทแยงมุมที่ใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบ แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

## 5. การดัดแปรโมเดล (Model Modification) ใช้เพื่อปรับ โมเดลให้มีความกลมกลืนดี

ยิ่งขึ้น ดัชนีดัดแปรโมเดลเป็นค่าสถิติเฉพาะสำหรับพารามิเตอร์แต่ละตัว มีค่าเท่ากับ ค่าไค-สแควร์ที่จะลดลง เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ตัวนั้นเป็นพารามิเตอร์อิสระ ในกรณีที่ค่าสถิติ

วัดความสอดคล้องของโมเดลชี้ว่าโมเดลองค์ประกอบไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งนี้ อาจเป็นไปได้ว่าการกำหนดความสัมพันธ์ (เส้นทาง) ต่าง ๆ ในโมเดลไม่สอดคล้องกับ

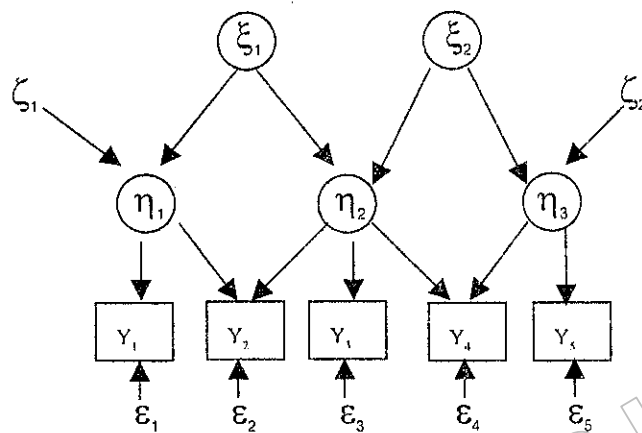
สภาพความเป็นจริง ผู้วิจัยสามารถปรับพารามิเตอร์ในโมเดลสมมติฐานแล้วทดสอบผลการปรับ

โมเดลได้ โปรแกรมให้ค่าดัชนีดัดแปรโมเดล (Modification Indices = MI) ดัชนี MI จะเสนอแนะว่า

ควรเพิ่มหรือตัดพารามิเตอร์ตัวใดออกจากโมเดลเพื่อให้โมเดลสอดคล้องกับข้อมูล การตัดสินใจปรับพารามิเตอร์ตัวใดขึ้นอยู่กับดุลยพินิจ ผู้วิจัยต้องปรับพารามิเตอร์อย่างมีความหมายในเชิงเนื้อหา และสามารถตีความหมายค่าพารามิเตอร์นั้นให้ชัดเจน

ผลการวิเคราะห์โมเดล CFA ด้วยโปรแกรมลิสเรล มีดังนี้

1. เมทริกซ์ LX ซึ่งเป็นค่าประมาณพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบพร้อมด้วยค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าสถิติ t
  2. เมทริกซ์ PH ซึ่งเป็นเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ กรณีนักวิจัยกำหนดโมเดลให้องค์ประกอบเป็นอิสระต่อกัน ค่าพารามิเตอร์นอกแนวทแยงในเมทริกซ์ PH จะมีค่าเป็นศูนย์ทั้งหมด
  3. เมทริกซ์ TD ซึ่งเป็นเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของเทอมความคลาดเคลื่อน และค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนไม่สัมพันธ์กัน เมทริกซ์ TD จะเป็นเมทริกซ์แนวทแยง และค่าพารามิเตอร์รวมกับกำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณจะมีค่าเป็นหนึ่ง นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเป็นตัวบอกค่าความตรงของตัวแปรอีกด้วย
  4. ค่าดัชนีตรวจสอบความตรงของโมเดล CFA แบบต่าง ๆ รวมถึงการวิเคราะห์เศษเหลือ และกราฟเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐานกับควอนไทล์ปกติจะมีความชันกว่าเส้นทแยงมุม จึงสรุปได้ว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์
  5. เมทริกซ์คะแนนองค์ประกอบ เป็นเมทริกซ์ที่นำไปใช้ในการสร้างสเกลองค์ประกอบ
- การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง**
- การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (Second Order Factor Analysis) เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบจากชุดขององค์ประกอบ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับแรก การวิเคราะห์นี้นิยมใช้ เมื่อนักวิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับแรก และได้ผลว่ายังมีองค์ประกอบจำนวนมาก และทุกองค์ประกอบต่างมีความสัมพันธ์กันซึ่งโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง แสดงดังภาพที่ 9 ดังนี้



ภาพที่ 9 โมเดลการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง

- เมื่อ  $\xi$  แทน ตัวแปรภายนอกแฝง  
 $\eta$  แทน ตัวแปรภายในแฝง  
 $Y$  แทน ตัวแปรภายในสังเกตได้  
 $\varepsilon$  แทน ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปร  $Y$   
 $\zeta$  แทน เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อนของตัวแปร  $\eta$

จากโมเดลการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง ( $\xi_1, \xi_2$ ) แสดงออก หรือมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบอันดับแรก ( $\eta_1, \eta_2, \eta_3$ ) ซึ่งมีอิทธิพลต่อตัวแปรสังเกตได้ 5 ตัว ตามโมเดลนี้ต้องกำหนดข้อมูลจำเพาะของ โมเดลโดยกำหนดรูปแบบ และสถานะของเมทริกซ์พารามิเตอร์รวม 6 เมทริกซ์ คือ LY BE PS TE GA และ PH

การวิเคราะห์หองค์ประกอบเป็นวิธีการที่มีประโยชน์ต่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และ สังคมศาสตร์มากวิธีหนึ่ง ในเนื้อหาสาระที่กล่าวทั้งหมดนี้ได้นำเสนอ วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ ข้อตกลงเบื้องต้น และสังกัดพื้นฐานของการวิเคราะห์หองค์ประกอบ ปัจจุบันนักวิจัย เริ่มหันมาใช้วิธีการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยัน CFA มากขึ้น โมเดลการวัด และ CFA เป็น โมเดลย่อยแบบหนึ่งของโมเดลลิสเรล และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมลิสเรลได้ สำหรับการวิเคราะห์โมเดล CFA ต้องมีสมมติฐานที่สร้างขึ้นจากทฤษฎี และกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดลตามสมมติฐานที่ตั้งไว้รวมทั้งต้องมีการตรวจสอบความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดลก่อน การวิเคราะห์ด้วย

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงแนวคิด ขั้นตอนการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยัน ในด้านต่าง ๆ คือ ด้านลักษณะ

ความเป็นมา วัตถุประสงค์ ข้อตกลงเบื้องต้น จุดเด่น จุดด้อยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน  
วิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ และการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล  
เป็นต้น จากการศึกษาดังกล่าวผู้วิจัยสามารถสรุปเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน  
ได้ดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

| ด้าน             | การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ความหมาย         | CFA เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเมื่อมีสมมติฐานที่แน่นอนว่า<br>มีตัวแปรแฝงระหว่างกลุ่มตัวแปรที่ศึกษา เพื่อเปิดเผยตัวแปรแฝงให้ชัดเจน<br>เท่าที่จะทำได้                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| วัตถุประสงค์     | เพื่อตรวจสอบทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์องค์ประกอบ<br>ใช้ระบอบองค์ประกอบเป็นเครื่องมือในการสร้างตัวแปรใหม่                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ข้อตกลงเบื้องต้น | มีการผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นและผู้วิจัยสามารถเพิ่มข้อจำกัดบางประการ<br>ที่สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีที่ต้องการทดสอบได้ เช่น ผู้วิจัยสามารถ<br>วางเงื่อนไขให้องค์ประกอบบางคู่มีความสัมพันธ์กัน เลือกตัวแปรที่สังเกตค่า<br>ได้บางตัวให้ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากบางองค์ประกอบ เลือกตัวแปรที่สังเกต<br>ได้เพียงบางตัวที่ได้รับอิทธิพลจากความคลาดเคลื่อน หรือกำหนดให้<br>ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรบางคู่มีความสัมพันธ์กัน เป็นต้น |
| วิธีการ          | 1. การเตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์หรือการเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์<br>องค์ประกอบในขั้นตอนนี้ต้องกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดลและระบุ<br>ความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดลก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล<br>2. การสกัดองค์ประกอบขั้นต้น<br>3. การหมุนแกน<br>4. การสร้างสเกลองค์ประกอบ                                                                                                                                                     |
| ผลการวิจัย       | ผลการวิเคราะห์มีความสมเหตุสมผลตามความเป็นจริงและมีการตรวจสอบ<br>ความกลมกลืนระหว่างโมเดลตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ รวมทั้ง<br>ยังตรวจสอบโครงสร้างของโมเดลว่ามีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มตัวอย่าง<br>หลายๆ กลุ่มหรือไม่                                                                                                                                                                                                |