บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยจะเสนอรายงานการค้นคว้าเกี่ยวกับวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
   - 1.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา
   - 1.2 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์
   - 1.3 ชนิดของปัญหาคณิตศาสตร์
   - 1.4 องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
   - 1.5 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
2. เชาวน์ปัญญา
   - 2.1 ความหมายของเชาวน์ปัญญา
   - 2.2 ทฤษฎีเชาวน์ปัญญา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศไทย
2. งานวิจัยในต่างประเทศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา

มีผู้ให้ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

เลียว เจ บรูคเนอร์ (Leo J. Brueckner 1957 : 567) ได้ให้ความเห็นว่า "สิ่งที่จะเป็นปัญหาจะประกอบด้วย 4 ส่วน คือ เป้าหมายที่ต้องการได้รับ อุปสรรคระหว่างทางที่จะไปสู่เป้าหมาย การตอบสนองโดยวิธีที่เคยใช้ตามปกติไม่เพียงพอที่จะทำให้บรรลุเป้าหมาย การตั้งและทดสอบสมมุติฐานหรือคำตอบหลาย ๆ วิธี"

ฮาโรลด์ แอล โชน และเทเรซา โอห์มเค (Harold L. Schoen and Theresa Oehmke 1980 : 216) ได้กล่าวว่า "งานที่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลมีลักษณะดังนี้ คือ เป็นงานที่ต้องการคำตอบภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้โดยแน่นอน บุคคลเข้าใจงานนั้น แต่ยังมองไม่เห็นวิธีการหาคำตอบได้โดยทันทีและจูงใจให้บุคคลพยายามค้นหาคำตอบ"

แมรี เกรซ แคนโทว์สกี (Mary Grace Kantowski 1980 : 195) ได้ให้ความหมายของปัญหาไว้ว่า "ปัญหา คือสถานการณ์ที่แต่ละคนเผชิญหน้าอยู่ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ไม่มีขั้นตอนวิธีใดที่จะใช้รับประกันคำตอบนั้น"

จอห์น แอล มาร์ค (John L. Mark 1965:393) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า "เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจและการค้นพบ ซึ่งการแก้ปัญหาอาจก่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถหรือความคิดใหม่ ๆ"

เอ็ม เวิร์ด และ ซี อี ฮาร์ดโกรฟ (M. Word and C.E. Hardgrove 1966:242) ได้กล่าวว่า "การคิดตามที่เต็มไปด้วยความคิด เพื่อจะหาคำตอบสำหรับคำถามเป็นพฤติกรรมพื้นฐานของมนุษย์ เรียกว่า การแก้ปัญหา"

ลอลา จูน เมย์ (Lola June May 1970:266) ได้กล่าวว่า "การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการซับซ้อนทางสมอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการหยั่งเห็น การจินตนาการ การจัดกระทำและการรวบรวมความคิด"

- โมเช เอฟ รูบินสไตน์ (Moshe F. Rubinstein 1975:7) ได้กล่าวว่า "การแก้ปัญหาเป็นเรื่องราวของการเลือกที่เหมาะสม การเลือกคำตอบสุดท้าย หรือการเลือกกระบวนการที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการ"

- ยอร์จ โพลยา (George Polya 1980:1) ได้กล่าวว่า "การแก้ปัญหาคือการค้นหาความหมายที่เราไม่รู้เพื่อที่จะให้ความคิดเห็นที่ขัดแย้งกันสิ้นสุดลง"

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหา คือ สถานการณ์ที่แต่ละคนเผชิญหน้า ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย ส่วนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจ การค้นพบ การเลือกที่เหมาะสม โดยการรวบรวมความคิดทั้งหมด เพื่อจะให้ได้คำตอบสุดท้ายที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการ

- 1.2 <u>ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์</u>

มีผู้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้คือ

เลียว เจ บรูคเนอร์ (Leo J. Brueckner 1957:301) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับปัญหาคณิตศาสตร์ว่า "ผู้เรียนจะพบกับปัญหาคณิตศาสตร์ เมื่อเขาเผชิญกับสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปริมาณ ซึ่งเขาไม่สามารถตอบได้ทันทีโดยวิธีที่เคยชินและสิ่งที่เป็นปัญหาของนักเรียนเมื่อวานนี้อาจไม่เป็นปัญหาในวันนี้ก็ได้"

เคนเนธ บี แอนเดอร์สัน และโรเบิร์ต อี พินกรี (Kenneth B. Anderson and Robert E. Pingry 1973:228) ได้กล่าวว่า "ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไข(Solution) หรือหาคำตอบ ซึ่งผู้ตอบจะทำได้ดีต้องมีวิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ ประสบการณ์และการตัดสินใจโดยพร้อมมูล"

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ คือสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งต้องการคำตอบ แต่ไม่สามารถตอบได้ทันที จะต้องมีวิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ และประสบการณ์ประกอบการตัดสินใจ

1.3 <u>ชนิดของปัญหาคณิตศาสตร์</u>

มีผู้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์แตกต่างกันไปดังนี้

เพอร์สัน วี รัสเซลล์ (Person V. Russell 1961:255) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. ปัญหาที่มีรูปแบบ ได้แก่ปัญหาที่ปรากฏอยู่ในแบบเรียนและหนังสือทั่ว ๆ ไป

2. ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบ ได้แก่ปัญหาที่พบทั่ว ๆ ไปในชีวิตประจำวัน

จอห์น เอฟ เลอบลานซ์ (John F. Leblance 1977:17) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นภาษา (Word Problem) ออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. ปัญหาที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียน (A typical textbook problem)

2. ปัญหาที่แสดงกระบวนการ (A process problem) เป็นปัญหาที่พบในหนังสือทั่ว ๆ ไป

โทมัส บัทส์ (Thomas Butts 1980: 24) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 5 ชนิดคือ

1. ปัญหาที่เป็นความรู้ความจำ (Recognition exercises)
2. ปัญหาที่เกี่ยวกับขั้นตอนวิธี (Algorithmic exercises)
3. ปัญหาที่เป็นการประยุกต์ใช้ (Application problems)
4. ปัญหาที่ให้ค้นหาส่วนที่จะมาเติม (Open-search problems)
5. ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ (Problem situations)

จากที่กล่าวมาข้างต้น อาจแบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ชนิด คือปัญหาที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนและปัญหาที่พบในหนังสือทั่ว ๆ ไป

1.4 องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

มีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดังนี้คือ

มาริเบธ เฮนนีย์(Maribeth Henney 1971:223-224) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่าองค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วย ความสามารถในการเข้าใจคำพูด ความเข้าใจแนวคิดของปัญหา การตีความของปัญหาอย่างมีเหตุผลและการคิดคำนวณ

จอห์น เจ คินเซลลา(John J. Kinsella 1975: 251-252) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านและมีความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์สูงจะแก้ปัญหาได้ประสบความสำเร็จมากกว่านักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้ต่ำ และนักเรียนที่มีความสามารถในการคำนวณสูงจะสามารถคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้องได้มากกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการคำนวณต่ำ นอกจากนี้นักเรียนที่มีมโนมติทางคณิตศาสตร์ชัดเจนโดยเฉพาะคุณสมบัติของจำนวนและการจัดกระทำเกี่ยวกับจำนวนนั้นจะแก้ปัญหาทางเลขคณิตได้มากกว่านักเรียนที่มีมโนมติทางคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน

จัง แคลร์ ซาลิวสกี (Jean Claire Zalewski 1978: 2804) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่ช่วยให้ประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่าสิ่งที่เป็นองค์ประกอบคือ ความสามารถในการเข้าใจสัญลักษณ์ ความสามารถในการจัดกระทำ ความเข้าใจในการอ่านคำศัพท์ การตีความกราฟและตาราง มโนมติทางคณิตศาสตร์และทักษะในการคำนวณ

มาริลีน เอ็น ซุยดัม(Marilyn N. Suydam 1981:36) ได้สรุปรวบรวมเกี่ยวกับลักษณะของนักแก้ปัญหาที่ดีไว้ โดยจะต้องมีความสามารถดังนี้คือ

1. ความสามารถในการเข้าใจมโนมติและคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการสังเกตความคล้าย ความแตกต่างและการเปรียบเทียบ

3. ความสามารถในการหาองค์ประกอบที่จำเป็น เลือกวิธีการและข้อมูลที่ถูกต้อง

4. ความสามารถในการสังเกตรายละเอียดต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

5. ความสามารถในการคาดคะเนและวิเคราะห์

6. ความสามารถในการมองเห็นและแปลความหมายปริมาณหรือความจริงและความสัมพันธ์เกี่ยวกับระยะทาง

7. ความสามารถในการสรุปหลักเกณฑ์ที่สำคัญ

8. ความสามารถในการเปลี่ยนวิธีการได้โดยทันที

9. มีคะแนนสูงในเรื่องความศรัทธาและเชื่อมั่นในตนเอง มีมนุษยสัมพันธ์ดี

10. มีคะแนนต่ำในการทดสอบความวิตกกังวล

เอ็ม เวียร์ เดอวอลท์ (M. Vere DeVault 1981:40) ได้กล่าวว่า "บุคคลจะไม่สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ถ้าขาดคุณสมบัติต่อไปนี้คือ ความสามารถในการสังเกต ความจริงพื้นฐาน สมรรถภาพในการคำนวณ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกระทำ หรือความสามารถในการจัดลำดับงานตามหลักทางตรรกศาสตร์"

จากคำกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบหรือสิ่งที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถทางสติปัญญา เช่น ความสามารถในการเข้าใจมโนมติ สัญลักษณ์และคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสรุปหลักเกณฑ์ที่สำคัญ และสิ่งที่มีผลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อีกคือ ทักษะในการคำนวณ ตลอดจนความศรัทธาและเชื่อมั่นในตนเอง

1.5 <u>ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</u>

มีผู้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ยอร์จ โพลยา (George Polya 1957:5-40) ได้จัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นดังนี้

1. ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา สิ่งแรกที่จะต้องทำความเข้าใจคือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนได้ สามารถบอกได้ว่าประเด็นของปัญหาอยู่ตรงไหน สามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ อะไรคือเงื่อนไข และถ้าจำเป็นจะต้องให้ชื่อกับข้อมูลต่าง ๆ นักเรียนควรจะเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้

นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างถี่ถ้วน ซ้ำแล้วซ้ำอีก และหลาย ๆ แง่มุม จนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

2. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในปัญหาอย่างชัดเจนเสียก่อน สิ่งที่ต้องการหามีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไร สิ่งสำคัญที่นักเรียนจะต้องทำในขั้นนี้คือ การนึกทบทวนความรู้ที่มีมาว่ามีความรู้อะไรบ้างที่เขามี ซึ่งสัมพันธ์กับปัญหานั้นบ้าง เทคนิคอย่างหนึ่งที่จะช่วยในการวางแผนแก้ปัญหา ได้แก่ การพยายามนึกถึงปัญหาที่เคยแก้มาก่อน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาปัจจุบัน เพราะจะช่วยให้สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ใกล้เคียงกัน ในการวางแผนนั้นควรจะแบ่งเป็นขั้น ๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ และในขั้นใหญ่แต่ละขั้นก็จะแบ่งออกเป็นขั้นเล็ก ๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องมองเห็นว่าถ้าเขาต้องการสิ่งหนึ่งเขาจะต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไรเพื่อที่จะให้ได้สิ่งนั้นมาตามต้องการ

3. ขั้นลงมือทำตามแผน ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือทักษะการคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

4. ขั้นตรวจวิธีการและคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นตรวจสอบ เพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์โดยการพิจารณาและสำรวจดูผล ตลอดจนขบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ของเขาและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

โดนัลด์ คอนเวย์ และมาร์ติน เจ เดรย์ฟัส (Donald Conway and Martin J. Dreyfuss 1975 : 159) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ค้นหาข้อมูล (Seek out information) ซึ่งจะต้องค้นหาสิ่งต่อไปนี้

1.1 ข้อมูลซึ่งจะมีส่วนช่วยโดยตรงในการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งข้อมูลนั้นจะมีอยู่ในปัญหาหรือไม่ก็ตาม

1.2 ข้อมูลที่ไม่มีประโยชน์หรือไม่เกี่ยวข้อง นั่นคือข้อมูลซึ่งอาจจะน่าสนใจแต่ไม่ได้ช่วยในการหาคำตอบของปัญหา

1.3 ความต้องการข้อมูลเพิ่มเติม ปัญหาไม่ได้ประกอบด้วยข้อมูลที่ต้องการใช้ในการหาคำตอบเสมอไป ในแต่ละกรณีข้อมูลจะต้องได้มาจากแหล่งอื่นหรือได้มาจากการคำนวณจากข้อมูลที่ให้มา บางครั้งเนื่องจากข้อมูลมีไม่เพียงพอ จึงทำให้ไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้

2. แปลความหมายของคำถาม (Interpret questions asked) ต้องมีความมั่นใจว่าเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร แล้วทบทวนข้อมูลที่ให้มา

3. แสดงเทคนิคที่จะใช้ (Identify the techniques to be used) จะต้องพิจารณาว่าเทคนิคทางพีชคณิตใดที่ต้องการใช้ในการแก้ปัญหา และทบทวนเทคนิคที่เหมาะเท่าที่จำเป็น

4. กำหนดรูปแบบของคำตอบอย่างคร่าว ๆ (Formulate a tentative answer) จะต้องพยายามสรุปโดยการประมาณผลจากการคำนวณทั้งหมด

จอห์น เอฟ เลอบลานซ์ (John F. LeBlanc 1977 : 16) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นคือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)

2. การวางแผนแก้ปัญหา (Planning to solve the problem)

3. การแก้ปัญหา (Solving the problem)

4. การทบทวนปัญหาและคำตอบ (Reviewing the problem and the solution)

สตีเฟน ครูลิค (Stephen Krulik 1977 : 650-651) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. แปลความปัญหาว่าถามเกี่ยวกับอะไร ต้องการค้นหาอะไร มีข้อมูลอะไรบ้าง แล้ววาดรูปหรือเขียนรูปแบบประกอบโดยกำหนดสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เข้าไปให้เหมาะสม

2. เชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่แล้วกับข้อมูลที่ยังไม่มี มีปัญหาลักษณะคล้ายกันที่ทราบคำตอบแล้วหรือไม่ ตั้งสมมุติฐานหลาย ๆ ข้อ และหาวิธีการต่าง ๆ มาทดสอบสมมุติฐานแต่ละข้อนั้น

3. ดำเนินการตามวิธีที่เลือกมาแล้วพิจารณาความเชื่อถือได้ของสมมุติฐานแต่ละข้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013344

4. ตรวจสอบผลว่ามีความเชื่อถือได้และเป็นคำตอบที่ได้มาจากปัญหาที่กำหนดให้จริงหรือไม่

แคทเทอรีน โยติส และ อลิซ โฮสติคกา(Catherine Yeotis and Alice Hosticka 1980: 561) ได้เสนอลำดับขั้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เลือกข้อมูลที่ได้มาออกมาจากปัญหา
2. จัดจำแนกข้อมูลออกเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องสำหรับการแก้ปัญหา
3. เรียงลำดับข้อมูลที่มีความจำเป็นที่จะใช้ในการหาคำตอบของปัญหา
4. พิจารณาดูว่าข้อมูลที่จำเป็นข้อมูลใดที่ได้มาแล้ว และข้อมูลใดที่ยังต้องการเก็บรวบรวมอีก
5. พิจารณาดูว่าจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการด้วยวิธีใด
6. เก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ
7. ใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในการแก้ปัญหา
8. ตรวจสอบความเชื่อถือได้ของคำตอบ

อลัน เอช โชนเฟลด์(Alan H. Schoenfeld 1980:9)ได้เสนอยุทธวิธีที่สำคัญในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้คือ

1. การวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา

1.1 วาดแผนภูมิ (ถ้าเป็นไปได้)

1.2 พิจารณากรณีเฉพาะ เพื่อที่จะยกตัวอย่างปัญหาสำรวจพิสัยของความเป็นไปได้จากขอบเขตของแต่ละกรณี และค้นหารูปแบบแบบอุปนัยโดยการกำหนดตัวพารามิเตอร์ที่เป็นจำนวนเต็มบวกให้เท่ากับ 1,2,3,... ตามลำดับ

1.3 พยายามทำให้ง่ายโดยใช้การสมมาตร หรือไม่สูญเสียหลักใหญ่

2. การออกแบบและวางแผนแก้ปัญหา

2.1 วางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้น

2.2 สามารถที่จะอธิบายได้ในทุก ๆ จุดของวิธีการแก้ปัญหา

ว่ากำลังทำอะไร ทำไม และจะทำอย่างไรกับผลที่ได้จากการกระทำ

3. การตรวจสอบคำตอบกับปัญหาที่ยาก ๆ

3.1 พิจารณาปัญหาที่ต่างกันซึ่งมีค่าเท่ากัน

3.1.1 แทนสถานการณ์อันหนึ่งด้วยสถานการณ์อีกอันหนึ่งที่เท่าเทียมกัน

3.1.2 เชื่อมองค์ประกอบของปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างกันไป

3.1.3 แนะนำองค์ประกอบที่จะมาช่วยเสริม

3.1.4 วางรูปแบบของปัญหาใหม่ โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่มองเห็นได้ชัดเจนหรืออยู่ในรูปสัญลักษณ์ พยายามโต้แย้งใช้สิ่งที่ขัดแย้งกันหรือสิ่งที่เป็นไปในทางลบหรือสมมุติคำตอบและพิจารณาถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ที่จะต้องมี

3.2 พิจารณาการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยของปัญหาเดิมโดยการเลือกจุดหมายย่อยแล้วพยายามทำให้ประสบผลสำเร็จ ผ่อนคลายเงื่อนไขและพยายามกำหนดเงื่อนไขขึ้นมาใหม่ แยกปัญหาออกเป็นส่วน ๆ และแก้ปัญหาเป็นกรณีไป

3.3 พิจารณาการเปลี่ยนแปลงอย่างกว้าง ๆ ของปัญหาเดิมโดยพิจารณาปัญหาที่มีความคล้ายคลึงกันแต่มีความซับซ้อนน้อยว่า (มีตัวแปรน้อยกว่า) สำรวจบทบาทของตัวแปรหนึ่งหรือสถานการณ์หนึ่ง ดึงออกจากการกำหนดตายตัวและกระทำปัญหาต่าง ๆ ให้มีรูปแบบ ผลที่ได้หรือผลสรุปที่คล้ายคลึงกัน พยายามกระทำให้คล้ายคลึงกันทั้งผลที่ได้และวิธีการ

4. ตรวจสอบคำตอบ โดยพยายามตอบคำถามเฉพาะดังนี้ ในการแก้ปัญหานั้นใช้ข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดหรือไม่ ผลที่ได้ตรงตามเหตุผลที่คาดไว้หรือไม่ และพยายามตอบคำถามกว้าง ๆ ดังนี้ สามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีต่าง ๆ กันได้หรือไม่ พิสูจน์โดยใช้กรณีพิเศษหรือไม่ สรุปทำให้รู้ผลหรือไม่และทำให้ทราบสิ่งที่คุณรู้แล้วหรือไม่

ฮาโรลด์ แอล โชน และเทเรซา โอห์มเค (Harold L.Schoen and Theresa Oehmke 1980 : 217) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงรูปแบบโดยโครงการการแก้ปัญหาแห่งมหาวิทยาลัยไอโอวา (Iowa Problem

Solving Project) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1. การทำความรู้จักปัญหา(Getting to know the problem) นักแก้ปัญหาจะต้องอ่านและตีความความหมายของคำต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในปัญหา สรุปลักษณะของปัญหา พิจารณาความจริงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รับรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่มีอยู่ และทำความเข้าใจธรรมชาติของคำถาม

2. การเลือกวิธีการ (Choosing what to do)นักแก้ปัญหาจะต้องมีการพัฒนาหรือเลือกแผนการที่คิดว่าจะใช้หาคำตอบได้ แผนการนั้นอาจจะประกอบด้วยการสร้างตาราง กราฟ หรือแผนผัง การใช้สมการ การลองผิดลองถูกที่เป็นระบบ และอื่น ๆ

3. แก้ปัญหา(Doing it) นักแก้ปัญหาจะต้องดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่เลือกไว้

4. การตรวจย้อนกลับ(Looking back) นักแก้ปัญหาจะตรวจสอบคำตอบจากเงื่อนไขของปัญหาและพยายามตอบคำถามต่อไปนี้เช่น คำตอบที่ได้นั้นเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดมาหรือไม่ สามารถแก้ปัญหาอื่นที่คล้ายกับปัญหานี้ได้หรือไม่ คำตอบยังคงถูกต้องหรือไม่ ถ้าเงื่อนไขของปัญหาเปลี่ยนไป แก้ปัญหานี้โดยใช้วิธีอื่นได้หรือไม่

คิล เอส ลี(Kil S. Lee 1982:16) ได้เสนอลำดับขั้นในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา
   - 1.1 ปัญหาประกอบด้วยอะไรบ้าง
   - 1.2 ข้อความในปัญหามีอะไรบ้างที่สัมพันธ์กัน
   - 1.3 คำถามต้องการคำตอบอะไรบ้าง
2. การวางแผน
   - 2.1 สามารถวาดรูปช่วยได้หรือไม่
   - 2.2 สามารถเขียนแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหาได้หรือไม่
   - 2.3 พิจารณากรณีพิเศษและค้นหารูปแบบ
   - 2.4 พิจารณาสถานการณ์หนึ่งแล้วเพิ่มอีกสถานการณ์หนึ่งเข้าไป

2.5 เคยแก้ปัญหาที่คล้ายกันบ้างไหม

3. การดำเนินการตามแผน

3.1 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

3.2 ตรวจสอบแต่ละขั้นตอน

4. การตรวจย้อนกลับ

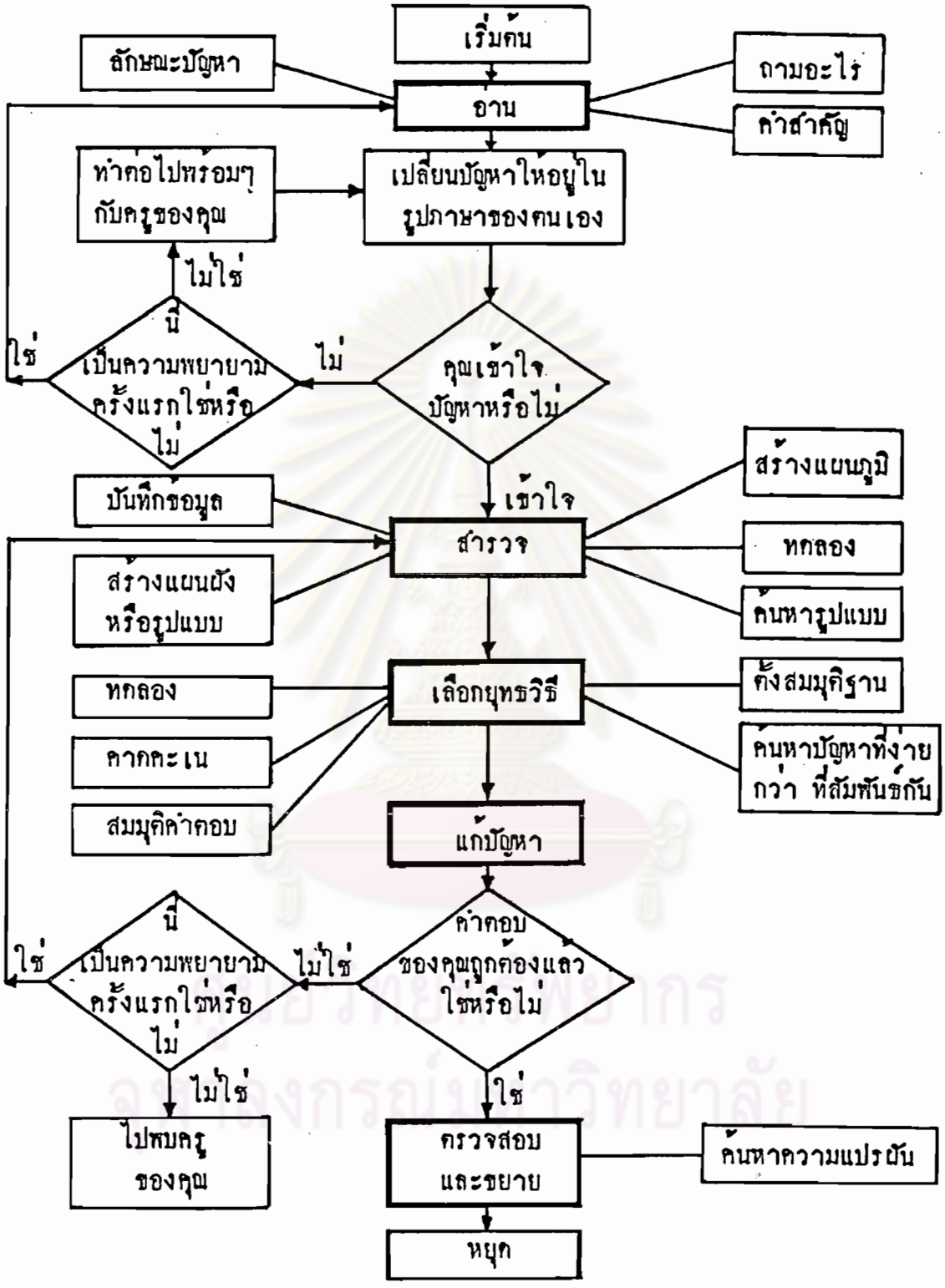
4.1 คำตอบนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่

4.2 พยายามค้นหาวิธีแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ อีก

4.3 สร้างปัญหาที่คล้ายกันขึ้นมาอีก

สตีเฟน ครูลิค และเจสเส เอ รูดนิค (Stephen Krulik and Jesse A. Rudnick 1982: 43) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาในห้องเรียนไว้ดังแผนภาพต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการในการแก้ปัญหา

แรนดอล ไอ ชาร์ลส์(Randall I. Charles 1985:50)ได้กล่าวถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นคือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. การเลือกและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการใช้ในการแก้ปัญหา
3. การเลือกเครื่องมือหรือวิธีการหาคำตอบ
4. การตอบปัญหา
5. การประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบ

แอน เอ็ม ชิสโค(Ann M. Chisko 1985:595)ได้กล่าวว่า "ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะต้องมีขั้นตอนดังนี้คือ ตัดสินใจว่าจะทำอะไร ลงมือทำและตัดสินว่าคำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่"

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น จึงพอจะสรุปได้ว่าวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ค้นหาข้อมูลที่แท้จริงของปัญหา
2. วิเคราะห์ปัญหา
3. ออกแบบและวางแผนแก้ปัญหา
4. ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
5. ตรวจย้อนกลับเพื่อหาความเชื่อถือได้ของคำตอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เชาวน์ปัญญา

2.1 ความหมายของเชาวน์ปัญญา (Intelligence)

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ถกเถียงเกี่ยวกับความหมายของเชาวน์ปัญญา มาเป็นเวลานานและยังไม่อาจสรุปได้แน่นอน เพราะนักจิตวิทยาแต่ละคนต่างให้ความหมายของเชาวน์ปัญญาแตกต่างกันไปตามเหตุผลและการทดลองของตน ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของเชาวน์ปัญญาแตกต่างกันดังนี้

สุณีย์ ธีรคากร (2524: 89) กล่าวถึงเชาวน์ปัญญาว่า "เป็นความคิดหรือคำบรรยายลักษณะต่าง ๆ ซึ่งแสดงถึงระดับความสามารถของพฤติกรรมทางสมองของบุคคลในด้านต่าง ๆ เช่น ในด้านการคิด การตัดสินใจแก้ปัญหา การเรียนรู้และการปรับตัวของบุคคลเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญา"

คาร์เตอร์ วี กูด (Carter V. Good 1945 : 222) ได้ให้ความหมายของคำว่าเชาวน์ปัญญา (Intelligence) ไว้ 3 นัย คือ

1. เชาวน์ปัญญา หมายถึง ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้อย่างรวดเร็วและประสบผลสำเร็จ ตลอดจนมีความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์

2. เชาวน์ปัญญา หมายถึง สมรรถภาพในการรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

3. เชาวน์ปัญญา หมายถึง ระดับความสามารถซึ่งได้จากการทำแบบสอบเชาวน์ปัญญา ระดับความสามารถที่ปรากฏออกมาให้เห็นนี้ มีประโยชน์ในการทำนายผลสำเร็จในการเรียนและการประกอบอาชีพบางอาชีพ

เดวิด เวคส์เลอร์ (David Wechsler 1958 : 5) กล่าวว่า "เชาวน์ปัญญา หมายถึง สมรรถวิสัยที่ทำให้แต่ละบุคคลสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ

ได้อย่างมีจุดมุ่งหมาย สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและสามารถอยู่ในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ "

เมเริล เจ มอสโควิทซ์ และ อาเธอร์ อาร์ ออร์เกล (Merle J. Moskowitz and Arthur R. Orgel 1969: 271) กล่าวว่า "เชาวน์ปัญญา คือความสามารถของแต่ละบุคคลในการที่จะกระทำงานที่มีความสลับซับซ้อนได้ "

ซิดนีย์ คับบลิว ไบจู (Sidney W. Bijou 1971 : 222) สรุปความหมายของเชาวน์ปัญญาออกเป็น 2 แนวคือ

1. เชาวน์ปัญญา หมายถึง บางสิ่งบางอย่างในตัวบุคคลซึ่งเป็นสื่อกลางระหว่างตัวแปรทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม

2. เชาวน์ปัญญา หมายถึง กลุ่มของพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการรับรู้ความสัมพันธ์ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการปรับตัวให้เข้ากับความต้องการของสังคม ความสามารถทางสมองหรือองค์ประกอบทางประสาท อัตราเร็วในการเรียนรู้ การคิดเชิงนามธรรมและโครงสร้างทางทฤษฎีที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

ยอร์จ ดี สตอดดาร์ด (George D. Stoddard 1971: 4) ได้กล่าวไว้และสรุปได้ว่า เชาวน์ปัญญา หมายถึง ความสามารถที่จะปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ได้สำเร็จคือ มีความยาก มีความสลับซับซ้อน มีลักษณะเป็นนามธรรม มีความประหยัด มีการดัดแปลงแก้ไขเพื่อให้การกระทำบรรลุจุดมุ่งหมาย มีคุณประโยชน์ต่อสังคมและต้องใช้สมาธิ ความอดทนตลอดจนความตั้งใจ

ลอยด์ จี ฮัมฟรีย์ส (Lloyed G. Humphreys 1971:31) กล่าวว่า "เชาวน์ปัญญา หมายถึง แหล่งสะสมทักษะ ความรู้ กลุ่มการเรียนรู้และการสรุปความที่ได้รับมา ซึ่งเป็นความรู้โดยธรรมชาติที่สามารถดึงออกมาใช้ได้ในช่วงเวลาใดก็ได้"

ฟิลิป อี เวอร์นอน (Philip E. Vernon 1973:9) สรุปความหมายของเชาวน์ปัญญาออกเป็น 3 แนวคือ

1. เชาวน์ปัญญา หมายถึง สมรรถภาพของบุคคลที่มีมาแต่กำเนิด ซึ่งได้รับถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษโดยผ่านทางยีน(Gene) สมรรถภาพนี้จะเป็นตัวกำหนดความสามารถของความเจริญเติบโตทางสมองของบุคคล

2. เชาวน์ปัญญา หมายถึง ความเฉลียวฉลาดของบุคคลในการเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว มีการคิด การให้เหตุผลและการสรุปที่มีประสิทธิภาพ

3. เชาวน์ปัญญา หมายถึง อายุสมอง หรือ คะแนนที่ได้จากแบบสอบเชาวน์ปัญญาซึ่งเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย

จากความหมายของเชาวน์ปัญญาดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเชาวน์ปัญญาเป็นความสามารถของมนุษย์ในการที่จะทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักจิตวิทยาหลายท่านได้พยายามคิดค้นทฤษฎีเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาและเสนอไว้หลายทฤษฎีแตกต่างกันไป

2.2 <u>ทฤษฎีเชาวน์ปัญญา</u> (Theories of Intelligence)

ทฤษฎีเชาวน์ปัญญามีอยู่หลายทฤษฎี ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมมาเฉพาะทฤษฎีที่สำคัญดังนี้

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว(Single-Factor Theory)
2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ(Two-Factor Theory)
3. ทฤษฎีสององค์ประกอบทั่วไป (Two-General Factor Theory)
4. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ(Multiple-Factor Theories)
5. ทฤษฎีโครงสร้างทางเชาวน์ปัญญา(Structure of Intellect Model)
6. ทฤษฎีลำดับขั้น (Hierarchical Theory)
7. ทฤษฎีสองระดับของความสามารถทางสมอง (Two-Level Theory of Mental Abilities)

1. <u>ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว</u> (Single-Factor Theory)

ผู้นำของทฤษฎีกลุ่มนี้คือ นักจิตวิทยาชาวฝรั่งเศสชื่อ อัลเฟรด บิเนต์ (Alfred Binet) นักจิตวิทยากลุ่มนี้มีความเชื่อว่าเชาวน์ปัญญานั้นเป็นความสามารถทั่ว ๆ ไปเป็นส่วนรวมของบุคคล คนที่มีเชาวน์ปัญญาสูงจะมีความสามารถในด้านต่าง ๆ สูงด้วยและยังเชื่อว่าเชาวน์ปัญญาจะพัฒนาไปตามวุฒิภาวะของแต่ละบุคคล (สุณีย์ ธีรคากร 2524 : 92)

2. <u>ทฤษฎีสององค์ประกอบ</u> (Two-Factor Theory)

ชาร์ลส์ อี สเปียร์แมน (Charles E. Spearman) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษได้ตั้งข้อสังเกตว่า คะแนนของแบบสอบเชาวน์ปัญญาทุกฉบับมีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในทางบวก โดยการคำนวณโดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ ชาร์ลส์ อี สเปียร์แมน เชื่อว่าความสัมพันธ์ที่พบนั้นเป็นผลเนื่องมาจากว่าแบบสอบเหล่านั้นมีองค์ประกอบร่วมกันอยู่ตัวหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า "เชาวน์ปัญญาทั่วไป" (General intelligence) (C.L. Hull 1971: 98 - 100) จากความคิดนี้เองทำให้ชาร์ลส์ อี สเปียร์แมน เสนอทฤษฎีสององค์ประกอบขึ้นในปี ค.ศ. 1904 ทฤษฎีนี้กล่าวว่า ความสำเร็จของบุคคลในกิจกรรมทุกชนิดขึ้นกับองค์ประกอบ 2 ประการคือ

1. องค์ประกอบทั่วไป (General factor) แทนด้วยตัวอักษรจี (g) บุคคลจะมีองค์ประกอบนี้แตกต่างกันไป เป็นองค์ประกอบที่มีส่วนร่วมกันในความสามารถทุกอย่าง และบุคคลจะมีองค์ประกอบนี้มากหรือน้อยขึ้นกับพันธุกรรม ส่วนระดับการศึกษา เพศและเชื้อชาติ ไม่มีผลต่อองค์ประกอบนี้

2. องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factor) แทนด้วยตัวอักษรเอส (s) บุคคลจะมีองค์ประกอบนี้แตกต่างกันไป และความสามารถในการทำกิจกรรมแต่ละอย่างจะมีองค์ประกอบนี้แตกต่างกันไป ระดับการศึกษามีผลต่อองค์ประกอบนี้มาก ส่วนพันธุกรรมมีผลต่อองค์ประกอบนี้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ชาร์ลส์ อี สเปียร์แมน สรุปทฤษฎีของเขาในรูปสมการคณิตศาสตร์ ดังนี้คือ

$$a = g + s$$

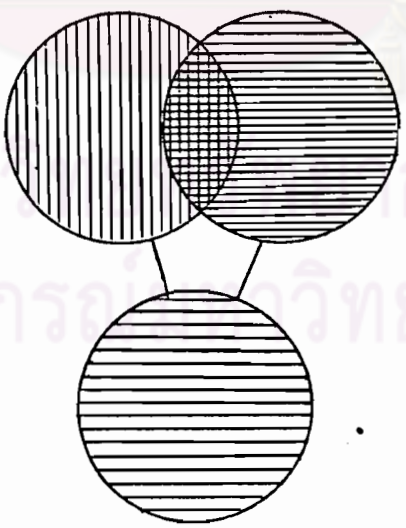
a แทน คะแนนที่แต่ละคนทำแบบสอบ

g แทน องค์ประกอบทั่วไปที่มีส่วนร่วมกันทุกพฤติกรรมของแต่ละบุคคล

s แทน องค์ประกอบเฉพาะที่มีในพฤติกรรมที่แบบสอบนั้นวัด

(Allen J. Edwards 1971: 111-114)

แม้ว่าความสามารถทุกอย่างจะมีองค์ประกอบทั้งสอง แต่องค์ประกอบทั้งสองไม่จำเป็นจะต้องมีอิทธิพลเท่ากัน ความสามารถบางอย่างมีอิทธิพลขององค์ประกอบทั่วไปมากกว่าองค์ประกอบเฉพาะ บางอย่างมีอิทธิพลขององค์ประกอบเฉพาะมากกว่าองค์ประกอบทั่วไป ตัวอย่างเช่น ความสามารถทางวรรณคดี และความสามารถทางคนตรี มีอัตราส่วนระหว่างองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะเท่ากับ 15 : 1 และ 1 : 4 ตามลำดับ นอกจากองค์ประกอบทั่วไปจะมีส่วนร่วมกันระหว่างความสามารถต่าง ๆ แล้วองค์ประกอบเฉพาะก็มีส่วนร่วมกันได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างการมีส่วนร่วมกันระหว่างองค์ประกอบเฉพาะ

(Charles E. Spearman 1967: 60-65)

ชาร์ลส์ อี สเปียร์แมน กล่าวต่อไปอีกว่า บุคคลจะประสบความสำเร็จในการงานสูง ถ้าบุคคลเหล่านั้นมีองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะที่มีความสัมพันธ์กับงานนั้น ๆ อยู่ในระดับสูง ส่วนบุคคลที่มีความสามารถในองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะอยู่ในระดับปานกลาง ก็จะประสบผลสำเร็จในการงานอยู่ในระดับกลาง และถ้าบุคคลมีความสามารถในองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะอยู่ในระดับต่ำ บุคคลนั้นก็จะไม่ประสบผลสำเร็จเลย ดังนั้น ถ้าเราสามารถจัดองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะสำหรับงานแต่ละอย่างได้ จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อวงการแนะแนวการศึกษาและอาชีพที่สามารถทำนายความสำเร็จของบุคคลได้ (Allen J. Edwards 1971: 114-115)

3. <u>ทฤษฎีสององค์ประกอบทั่วไป</u> (Two-General Factor Theory)

เรย์มอนด์ บี แคทเทล (Raymond B. Cattell 1969: 338) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันได้ตั้งทฤษฎีนี้ขึ้นในปี ค.ศ. 1940 โดยมีความเชื่อว่าเชาวน์ปัญญาประกอบด้วยความสามารถทางองค์ประกอบทั่วไป ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับความสามารถทางองค์ประกอบทั่วไปในทฤษฎีของชาร์ลส์ อี สเปียร์แมน จนอาจกล่าวได้ว่าเป็นคู่แฝดกัน และได้แบ่งเชาวน์ปัญญาออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. เชาวน์ปัญญาที่เป็นอิสระจากการเรียนรู้และประสบการณ์ (Fluid intelligence) ซึ่งเป็นความสามารถที่ไม่มีอิทธิพลจากวัฒนธรรมเข้ามาเกี่ยวข้อง เป็นความสามารถที่จะช่วยให้มนุษย์รับรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนในสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ ความสามารถในด้านนี้จะมีอิทธิพลต่อความสามารถในด้านต่าง ๆ ดังนี้คือ ความสามารถในการจัดจำพวก การเปรียบเทียบ แมทริกซ์ โทโพโลยี แก้ปัญหาซึ่งไม่ได้มาจากการเรียนรู้ การมองเห็นความสัมพันธ์และการให้เหตุผลในเชิงอุปนัย และไม่มีบทบาทเกี่ยวกับความสามารถทางการให้เหตุผลเกี่ยวกับจำนวนหรือทักษะทางภาษา

2. เชาวน์ปัญญาที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ (Crystallized intelligence) เป็นความสามารถในการตัดสินใจโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาจากวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม ความสามารถในด้านนี้

จะมีอิทธิพลต่อความสามารถพื้นฐานต่าง ๆ ดังนี้คือ ความสามารถทางด้านภาษา การใช้คำที่มีความหมายคล้ายกันได้ดี ทักษะทางด้านจำนวน มีความรู้ทางเครื่องกลไก ความจำดี และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

ถึงแม้ว่าจะแบ่งเชาวน์ปัญญาออกเป็น 2 ลักษณะ แต่เชาวน์ปัญญาทั้งสองก็ไม่ได้แยกจากกันโดยเด็ดขาดกลับพบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวก

4. <u>ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ</u> (Multiple-Factor Theories)

เดวิด ดับเบิลยู พายล์ (David W. Pyle: 1979:10) กล่าวว่า ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ แอล แอล เทอร์สโตน (L.L. Thurstone) และเสนอทฤษฎีนี้เมื่อ ค.ศ. 1938 โดยได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางสมองและพบว่าความสามารถทางสมองขั้นพื้นฐาน (Primary mental abilities) มีองค์ประกอบที่สำคัญ 7 ด้าน คือ

1. ความเข้าใจภาษา(Verbal comprehension) เป็นความสามารถด้านความเข้าใจในภาษา ความหมายของคำ

2. ความคล่องในการใช้คำ (Word fluency) เป็นความสามารถในการคิดใช้คำได้อย่างรวดเร็ว เช่น การใช้คำคล้องจองกัน การสร้างคำใหม่

3. จำนวน (Number) เป็นความสามารถเกี่ยวกับตัวเลขและคิดคำนวณ

4. มิติสัมพันธ์ (Space) เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ในมิติต่าง ๆ ได้

5. ความจำ (Memory) เป็นความสามารถที่จะระลึกและจดจำคำคู่กันและประโยคต่าง ๆ ได้

6. ความเร็วในการรับรู้ (Perceptual speed) เป็นความสามารถในการจดจำรายละเอียดต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

7. การคิดหาเหตุผล (Reasoning) เป็นความสามารถในการค้นหากฎทั่วไปจากข้อมูลย่อย ๆ ที่มีอยู่

5. <u>ทฤษฎีโครงสร้างทางเชาวน์ปัญญา</u>(Structure of Intellect Model)

จอย พอล กิลฟอร์ด (Joy Paul Guilford 1967: 218-237) ได้สร้างทฤษฎีนี้ขึ้นโดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความสามารถทางเชาวน์ปัญญา จัดระบบของความสามารถทางเชาวน์ปัญญาให้อยู่ในรูปใหม่ เป็นรูปลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และแบ่งความสามารถทางเชาวน์ปัญญาออกเป็น 3 มิติคือ

มิติที่ 1 ปฏิบัติการ(Operations) หมายถึงขบวนการคิดต่าง ๆ ที่ผู้ตอบทำขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยความสามารถ 5 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1.1 การรับรู้และเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถทางเชาวน์ปัญญาของมนุษย์ในการที่จะเข้าใจ รู้ และ/หรือค้นพบสิ่งใหม่ ๆ

1.2 การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถทางเชาวน์ปัญญาของมนุษย์ที่สามารถสะสมเรื่องราว ข่าวสารเอาไว้ และสามารถระลึกได้เมื่อเวลาผ่านไป

1.3 การคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) หมายถึง ความสามารถที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าและแสดงออกได้หลายแบบหลายวิธีไม่จำกัดจำนวน ซึ่งอาจจะเป็นวิธีการที่คิดขึ้นใหม่และผิดแปลกไปจากบุคคลอื่นก็ได้

1.4 การคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) หมายถึง ความสามารถที่จะหาคำตอบที่ถูกที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้เพียงคำตอบเดียว

1.4 การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการที่จะตัดสินใจว่า สิ่งที่เรารู้ จำได้ หรือสิ่งที่เราสร้างขึ้นมาจากขบวนการคิดนั้นมีความดี ความถูกต้อง ความเหมาะสม หรือมีความพอเพียงหรือไม่อย่างไร

มิติที่ 2 เนื้อหา (Contents) หมายถึง ชนิดของวัตถุหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้เป็นสื่อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชนิดคือ

2.1 เนื้อหาที่เป็นรูปภาพ(Figural content) ได้แก่วัตถุที่เป็นรูปธรรม สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสต่าง ๆ จะไม่ใช้แทนสิ่งใด

นอกจากแทนตัวมันเอง เนื้อหาที่เป็นรูปภาพ ได้แก่ เนื้อหาที่รับรู้ด้วยประสาทตา ซึ่งมีคุณสมบัติ เช่น มีขนาด รูปร่าง สี ตำแหน่ง หรือ เนื้อหนัง นอกจากนี้สิ่งที่เราได้ยินหรือรู้สึกก็จัดอยู่ในกลุ่มนี้ด้วย

2.2 เนื้อหาที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic content) ได้แก่ ตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์ที่สร้างขึ้นใช้ในระบบทั่ว ๆ ไป เช่น พยัญชนะ หรือระบบจำนวน

2.3 เนื้อหาที่เป็นภาษา (Semantic content) ได้แก่ สิ่งที่อยู่ในรูปของภาษาที่มีความหมายหรือความคิด ที่เป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไป

2.4 เนื้อหาที่เป็นพฤติกรรม (Behavioral content) ได้แก่ สิ่งที่ไม่ใช่ถ้อยคำ เป็นสิ่งที่เกี่ยวกับการแสดงออกของมนุษย์ เจตคติ ความต้องการ รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล บางครั้งจึงเรียกว่า เชาวน์ปัญญาทางสังคม (Social intelligence)

มิติที่ 3 ผลผลิต (Products) เมื่อสมองรับรู้วัตถุภายนอก และมีการคิดในรูปแบบต่าง ๆ จะได้ผลิตผลของการคิดออกมาในรูปแบบต่าง ๆ กัน 6 แบบคือ

3.1 หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งหนึ่งสิ่งใดที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่น

3.2 จำพวก (Classes) หมายถึง กลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน

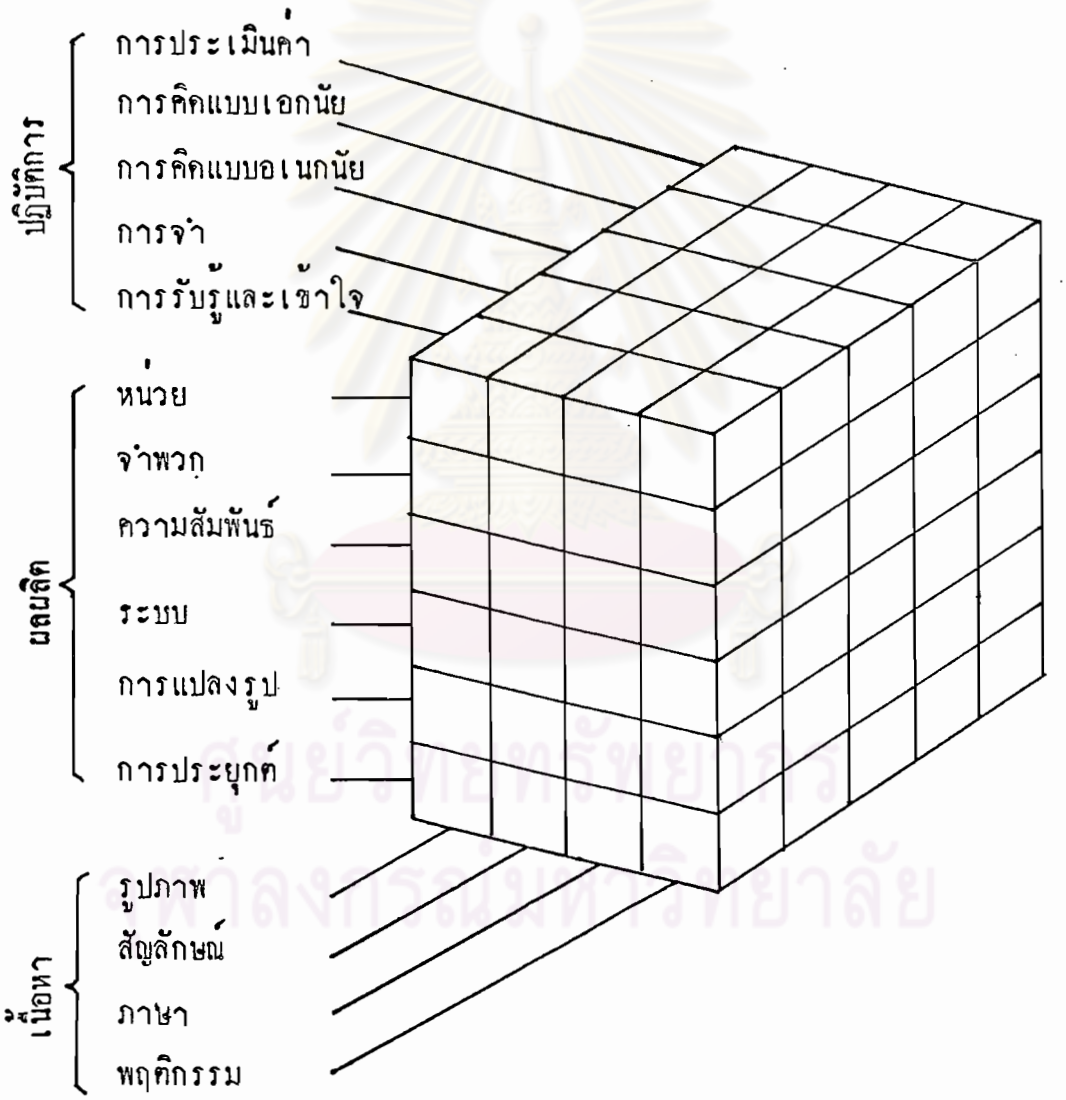
3.3 ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง การเชื่อมโยงสิ่ง 2 สิ่งเข้าด้วยกัน เช่น การเชื่อมสะพาน หรือการเชื่อมลูกโซ่

3.4 ระบบ (Systems) หมายถึง แบบแผนหรือรูปแบบของการเชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ

3.5 การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลง การหมุนกลับ การขยายความข้อมูลจากสภาพหนึ่งไปเป็นอีกสภาพหนึ่ง

3.6 การประยุกต์ (Implications) หมายถึง การคาดหวัง คาดคะเน หรือทำนายจากข้อมูลที่กำหนดให้และสามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาหรือปฏิบัติได้

จากองค์ประกอบทางเชาวน์ปัญญาทั้ง 3 มิติ นั้น สามารถแทนได้ด้วยรูปสามมิติดังนี้คือ



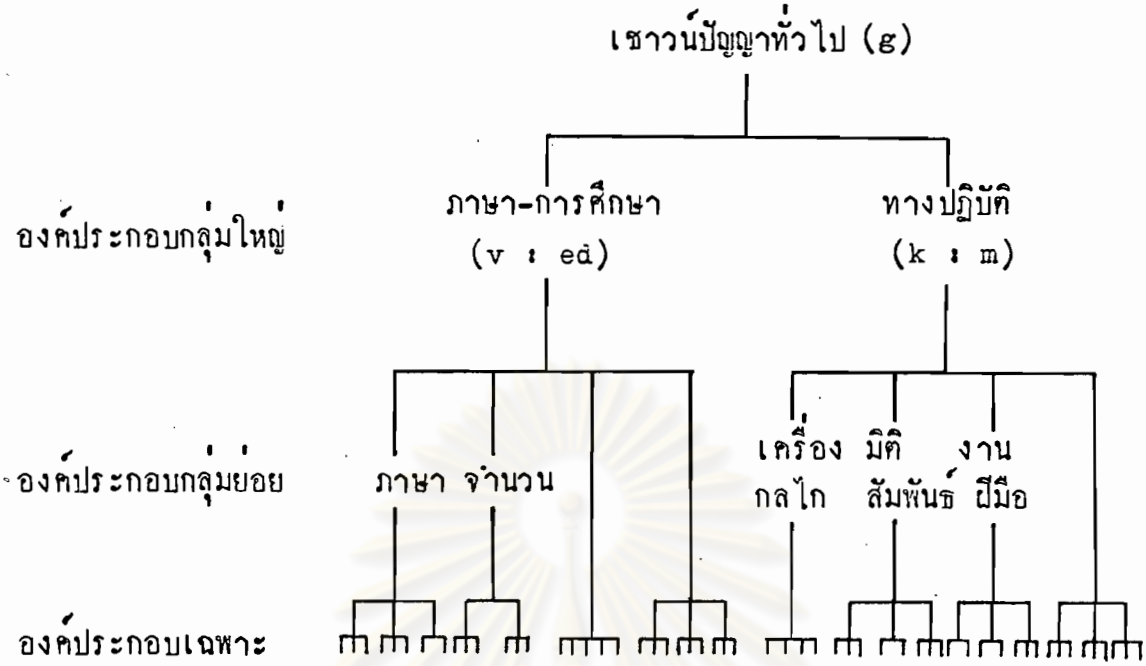
ภาพที่ 3 แบบจำลองแทนโครงสร้างทางเชาวน์ปัญญา

6. <u>ทฤษฎีลำดับขั้น</u> (Hierarchical Theory)

ทฤษฎีนี้เป็นแนวความคิดของนักจิตวิทยาที่เชื่อว่าเชาวน์ปัญญาของบุคคลนั้น ย่อมประกอบขึ้นด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ กันหลายส่วน แต่ละส่วนย่อมมีขนาด ลักษณะและคุณภาพแตกต่างกัน เป็นทฤษฎีซึ่งทำการวิจัยค้นคว้าต่อจากทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two-Factor Theory) ของ ชาร์ลส์ อี สเปียร์แมน (Charles E. Spearman) นักจิตวิทยาคนสำคัญในทฤษฎีนี้ได้แก่ ฟิลิป อี เวอร์นอน (Philip E. Vernon 1950:23) ซึ่งได้แบ่งความสามารถหรือเชาวน์ปัญญาทั่วไปออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. ความสามารถทางด้านภาษา-จำนวน (Verbal-numerical - education or v : ed factor) เป็นองค์ประกอบด้านความสามารถในการศึกษาทางด้านภาษาและจำนวน ซึ่งแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก (Minor group factors) ได้แก่ ความสามารถในการศึกษาทางด้านภาษา และความสามารถในการศึกษาทางด้านจำนวน แต่ละองค์ประกอบย่อยจะแบ่งเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) ลงไปอีก

2. ความสามารถในทางปฏิบัติทั่ว ๆ ไป (Practical-mechanical - spacial - physical or k : m factor) เป็นองค์ประกอบด้านความสามารถทางการปฏิบัติ ซึ่งแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย (Minor group factors) ได้แก่ ความรู้ทางด้านเครื่องกลไก มิติสัมพันธ์ และการทำงานฝีมือ แต่ละองค์ประกอบย่อยจะแบ่งเป็นองค์ประกอบเฉพาะ(Specific factors) ลงไปอีก สามารถเขียนแผนภาพแสดงลำดับขั้นได้ดังนี้



ภาพที่ 4 รูปแบบของลำดับขั้นของความสามารถ

7. <u>ทฤษฎีสองระดับของความสามารถทางสมอง</u> (Two-Level Theory of Mental Abilities)

อาร์เธอร์ อาร์ เจนเสน (Arthur R. Jensen 1970 : 155 - 156) ได้เสนอทฤษฎีนี้ไว้ในปี ค.ศ. 1968 โดยเขาเชื่อว่าความสามารถทางสมองหรือเชาวน์ปัญญาประกอบด้วยความสามารถ 2 ระดับคือ

ระดับที่ 1 ความสามารถในการรวบรวม เป็นสมรรถภาพในการรับหรือจดจำข้อมูลหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ และเก็บรวบรวมเอาไว้ สามารถระลึกข้อมูลและดึงออกมาใช้ได้อย่างถูกต้อง เดิมเรียกความสามารถในระดับนี้ว่า ความสามารถในการเรียนรู้เบื้องต้น ความสามารถในระดับนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ความละเอียดลออการเปลี่ยนรูปหรือการถ่ายเทใด ๆ เกี่ยวกับข้อมูลที่ป้อนเข้าไป และการที่จะให้ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพนั้นข้อมูลที่ป้อนเข้าไปไม่จำเป็นต้องเป็นความรู้เดิมก็ได้ ตัวอย่างของความสามารถระดับที่ 1 เช่น เครื่องบันทึกเทป

ความสามารถระดับที่ 1 นี้ เป็นแหล่งที่รวมเอาความแปรปรวน

ของความแตกต่างระหว่างบุคคลไว้มากที่สุดในเรื่องของ การเรียนรู้งาน การเรียนรู้ตัวเลข และการเรียนรู้ประเภทอื่น ๆ นอกจากนี้ยังสามารถระลึกได้โดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงรูปข้อมูลหรือตัวป้อนมากนัก

ระดับที่ 2 การเรียนรู้มโนมติและการแก้ปัญหาหรือความสามารถทางนามธรรม เป็นความสามารถที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปและการถ่ายเทสิ่งเร้าเดิมก่อนที่จะตอบสนอง เป็นกลุ่มของกลไกต่าง ๆ ที่จะสรุปความนอกเหนือไปจากสิ่งเร้าพื้นฐาน ตัวอย่างเช่น การสรุปความทางภาษาและการสร้างมโนมติโดยยึดความสามารถในระดับ 2 การใส่รหัสและถอดรหัสสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของประสบการณ์เดิม การเชื่อมโยงการเรียนรู้ใหม่เข้ากับการเรียนรู้เดิม การเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของมโนมติและหลักการ

ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถระดับที่ 1 และความสามารถระดับที่ 2 อยู่ในลักษณะที่ความสามารถระดับที่ 2 จะต้องอาศัยการทำงานที่มีประสิทธิภาพของความสามารถระดับที่ 1

ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาทั้ง 7 ทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันไปตามความเชื่อของผู้เป็นเจ้าของทฤษฎีและกาลเวลา

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเรื่องที่ทำการวิจัยเป็นจำนวนน้อย ผู้วิจัยจึงศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เชาวน์ปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อันจะเป็นแนวทางในการวิจัย ดังนี้

1. <u>งานวิจัยในประเทศไทย</u>

อำนวย เลิศชยันตี (2523:97) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา" กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็น

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนรัฐบาลในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2522 จำนวน 420 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบจำนวนทั้งหมด 23 ฉบับ จำแนกเป็นสองประเภทคือ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 13 ฉบับ แบบสอบความถนัดทางการเรียน 10 ฉบับ ผลการวิจัยปรากฏว่า ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมาก คือมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.744 ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.01

มาลี ชุมเพ็ญ (2512:90) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด เชาวน์ปัญญา และสัมฤทธิผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่" กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนกวิทยาศาสตร์และศิลปะ จำนวน 369 คน คะแนนแบบการคิดได้จากแบบสอบแบบการคิดของ ธงชัย ชิวปรีชา กับคนอื่น ๆ คะแนนเชาวน์ปัญญาได้จากแบบสอบแอดวานซ์โพรเกรสซีฟ แมทริซีส (Advanced Progressive Matrices) ของ เจ.ซี. ราเวน (J.C. Raven) ส่วนคะแนนสัมฤทธิผลทางการเรียนคือ คะแนนสอบไล่ปลายปีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2513 จากผลการวิจัยพบว่า เชาวน์ปัญญาและสัมฤทธิผลทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สุวิมล ว่องวาณิช (2522:60) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างองค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญา ปัญหาส่วนตัว นิสัยและทัศนคติทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1" กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดกองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,175 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบสอบเชาวน์ปัญญาชื่อ แมทริซีสก้าวหน้ามาตรฐาน (Standard Progressive Matrices) แบบสำรวจปัญหาส่วนตัวของ มูนีย์ (The Mooney Problem Check list) และแบบสำรวจนิสัยและทัศนคติทางการเรียน ซึ่งปรากฏผลว่าองค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.48

จากการศึกษาผลงานวิจัยในประเทศ สรุปได้ว่า ความสามารถในการ

แก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเชาวน์ปัญญามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. งานวิจัยต่างประเทศ

นอร์แมน ลอทท์ เวบบ์ (Norman Lott Webb 1975:2689 -A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การสำรวจกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์" กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 40 คนที่เรียนวิชาพีชคณิต โดยใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถทางความรู้ความจำ ได้แก่ ภาษา แบบการคิด มิติสัมพันธ์ เหตุผลและการแก้ปัญหา จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

จูเลีย เชอร์แมน (Julia Sherman 1979: 242-249) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและหญิงระดับมัธยมศึกษา" กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 331 คน ใช้แต้มเฉลี่ยจากรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้น 10,11 และ 12 โดยในระดับชั้น 10 เรียนเรขาคณิต ระดับชั้น 11 เรียน พีชคณิต–ตรีโกณมิติ หรือแคลคูลัสเบื้องต้น ระดับชั้น 12 เรียน พีชคณิตชั้นสูง แคลคูลัส ตรีโกณมิติหรือคณิตศาสตร์ชั้นสูง ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์วัดด้วยแบบสอบปัญหาทางเลขคณิตรูปแบบ เอ เอ (Mental Arithmetic Problem, Form AA) เชาวน์ปัญญาและทักษะทางภาษาวัดด้วยแบบสอบวัดความเร็วในการใช้คำ (Quick Word Test) ความสามารถทางมิติสัมพันธ์วัดด้วยแบบสอบมิติสัมพันธ์จากแบบสอบความถนัด (Differential Aptitude Test) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับชั้น 9 วัดด้วยแบบสอบความก้าวหน้าทางการเรียน (Test of Academic Progress) และตัวแปรทางจิตพิสัย 8 ตัวแปรวัดด้วยแบบสอบถามเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของ เฟนเนมา–เชอร์แมน (Fennema – Sherman Mathematics Attitudes Scales) ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้น 9 มีความสัมพันธ์

กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.57

โลทัส เอ็ม นีฟ และเจมส์ บี สเตราด์ (Lotus M. Knief and James B. Stroud 1959 : 117 - 120) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและฐานะทางสังคม" กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนอเมริกันระดับชั้น 5 จากโรงเรียน 6 โรง จำนวน 164 คน โดยใช้แบบสอบแมทริซีสก้าวหน้ามาตรฐาน (Standard Progressive Matrices) และแบบสอบเชาวน์ปัญญาอื่น ๆ วัดเชาวน์ปัญญา แบบสอบทักษะพื้นฐานของไอโอวา (Iowa Test of Basic Skills) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและดัชนีลักษณะฐานะทางสังคมของวอร์เนอร์ (The Warner Index of Status Characteristics) วัดฐานะทางสังคม ผลการวิจัยปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบแมทริซีสก้าวหน้ามาตรฐานและคะแนนแบบสอบย่อยของแบบสอบทักษะพื้นฐาน ในด้านความเข้าใจในการอ่าน คำศัพท์ การศึกษางาน ภาษาและคณิตศาสตร์ มีค่า 0.359, 0.433, 0.424, 0.374 และ 0.449 ตามลำดับ เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบแมทริซีสก้าวหน้ามาตรฐานและคะแนนแบบสอบทักษะพื้นฐานทั้งฉบับพบว่ามีค่า 0.450

เอส ซี แดช และ อาร์ คาร์นันโก (S.C. Dash and R. Kanungo 1961 : 393) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบแมทริซีสก้าวหน้ามาตรฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นเด็กนักเรียนอินเดียชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 200 คน โดยใช้แบบสอบแมทริซีสก้าวหน้ามาตรฐาน (Standard Progressive Matrices) วัดเชาวน์ปัญญา แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ ความรู้ทั่วไปและภาษา ผลปรากฏว่าคะแนนจากแบบสอบแมทริซีสก้าวหน้ามาตรฐานสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ความรู้ทั่วไป ภาษา และคะแนนรวมในระดับค่อนข้างสูง

ซูแอด ไซรอป แคนเดอเรียน (Suad Sirop Kanderian 1970 : 644 -A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบสอบความคิดสร้างสรรค์และแบบสอบเชาวน์ปัญญาของนักเรียนในอิรัค" กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้น 6 จากโรงเรียนในแบกแดด ประเทศอิรัค จำนวน 400 คน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้คะแนนจากแบบสอบ 10 วิชาของโรงเรียน แบบสอบเชาวน์ปัญญาใช้แบบสอบองค์ประกอบจี ของ เรย์มอนด์ บี แคทเทล (Raymond B. Cattell) และแบบสอบวัดความสามารถทางสมองขั้นพื้นฐาน (Modified Arabic Primary Mental Ability Test) ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนจากแบบสอบองค์ประกอบจีของเรย์มอนด์ บี แคทเทล และคะแนนจากแบบสอบวัดความสามารถทางสมองขั้นพื้นฐาน มีค่าเท่ากับ 0.29 และ 0.31 ตามลำดับ ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.01

โอเวน บี ดัฟฟี และคนอื่น ๆ (Owen B. Duffy, and Others 1972 : 358 - 362) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญา ทักษะด้านการมองและความสามารถทางจิตภาษาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้น 3,4 และ 5" กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้น 3,4 และ 5 จากโรงเรียนรัฐบาลประจำตำบล ในเมืองไอโอวา จำนวน 64,67 และ 57 คนตามลำดับ เครื่องมือที่ใช้วัดเชาวน์ปัญญา ทักษะด้านการมองและความสามารถทางจิตภาษาศาสตร์ คือแบบสอบเชาวน์ปัญญาของเวคส์เลอร์ชุดสำหรับเด็ก (Wechler Intelligence Scale for Children) แบบสอบทักษะทางด้านการมองชุดสำหรับเด็ก (Bender Visual Motor Gestalt Test for Children) และแบบสอบวัดความสามารถทางจิตภาษาศาสตร์ของอิลลินอยส์ (Illinois Test of Psycholinguistic Abilities) ตามลำดับ สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวัดด้วย แบบสอบทักษะพื้นฐานของไอโอวา (Iowa Test of Basic Skills) มีแบบสอบย่อย 3 ฉบับคือ คำศัพท์ การอ่านและเลขคณิต ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบสอบวัดเชาวน์ปัญญากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ การอ่านและเลขคณิตเท่ากับ 0.28 , 0.26 และ 0.35 ตามลำดับในระดับชั้น 3

0.48 , 0.38 และ 0.31 ตามลำดับในระดับชั้น 4 0.39 , 0.38 และ 0.49 ตามลำดับในระดับชั้น 5 ซึ่งทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

โจแอน เอช โรเบิร์ตสัน (Joan H. Robertson 1979 : 2462 - A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ประสิทธิภาพของความสามารถทางด้านการอนุรักษ์ตามทฤษฎีของเพียเจท์ในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิตของนักเรียนระดับชั้น 2" กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนโรงเรียนประถมศึกษา 4 แห่งในเมืองมอนโรว์ รัฐหลุยส์เซียนา จำนวน 72 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างประชากรออกตามเพศ อายุ เชื้อชาติ เชาวน์ปัญญา ฐานะทางสังคม และความสามารถทางด้านการอนุรักษ์ตามทฤษฎีของเพียเจท์ เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบสอบวัดเชาวน์ปัญญา แบบสอบวัดความสามารถทางด้านการอนุรักษ์ตามทฤษฎีของเพียเจท์ และแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิต ผลการศึกษาเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาพบว่า เชาวน์ปัญญามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิตในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิตได้ร้อยละ 85

ลินดา จัง เดอไกร์ (Linda Jean DeGuire 1985:415-A) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกองค์ประกอบที่จะวิเคราะห์มาทั้งหมด 48 องค์ประกอบ และเปรียบเทียบองค์ประกอบเหล่านี้ในด้านเชาวน์ปัญญา ความสามารถทางจำนวน ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในด้านการมอง ความสามารถทางภาษาและความสามารถทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์พบว่า เชาวน์ปัญญาเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 9 ส่วนความสามารถทางจำนวน และความสามารถในด้านการมองสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 7 และ 5 ตามลำดับ ถ้าใช้องค์ประกอบที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 50

จากการศึกษาผลงานวิจัยในต่างประเทศ สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเชาวน์ปัญญามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย