หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน" ผู้วิจัยได้ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมอง
2. ความสำคัญของความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
3. ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวความคิดที่เกี่ยวกับการฝึก
4. แนวความคิดที่เกี่ยวกับช่วงเวลาในการฝึก
5. หลักในการสร้างแบบฝึก
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 6.1 งานวิจัยต่างประเทศ
   - 6.2 งานวิจัยในประเทศ

ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมอง

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านมีความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง (Mental Ability) ของมนุษย์ต่าง ๆ กันออกไป บ้างก็เชื่อว่าพันธุกรรมมีอิทธิพลต่อความสามารถทางสมอง และบ้างก็เชื่อว่าสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อความสามารถทางสมอง จากความเชื่อดังกล่าว จึงได้พยายามศึกษาค้นคว้าเพื่อที่จะอธิบายให้เห็นถึงสภาพต่าง ๆ ในสมองของมนุษย์ว่ามีโครงสร้างทางสมองประกอบกันอย่างไร เป็นการค้นหาข้อมูลมาสนับสนุนความเชื่อของตน และจากผลของการศึกษาค้นคว้านี้เอง ทำให้เกิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองขึ้นมามากมาย ทฤษฎีที่สำคัญ ๆ มีดังนี้

<u>ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว</u> (Uni—Factor Theory หรือ Global Theory)

บีเนท์ และซิมอน (Binett and Simon 1905 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2527 : 27) เป็นผู้เสนอทฤษฎีนี้ โดยมีความเชื่อว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์มีโครงสร้างเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อย คล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General Ability)

<u>ทฤษฎีสององค์ประกอบ</u> (Bi—Factor Theory)

สเปียร์แมน (Spearman 1927 : 415) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษเป็นผู้นำทฤษฎีนี้ โดยมีความเชื่อว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์มีองค์ประกอบอยู่ 2 ประการ คือ

1. องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) เรียกย่อ ๆ ว่า G—Factor เป็นความสามารถพื้นฐานทั่ว ๆ ไปที่มีอยู่ในความคิดและการกระทำของมนุษย์ทุกคน แต่จะมีมากหรือน้อยแตกต่างกันออกไปตามแต่ละบุคคล

2. องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) เรียกย่อ ๆ ว่า S—Factor เป็นความสามารถพิเศษที่มีอยู่ในเฉพาะบุคคล และทำให้มนุษย์มีความแตกต่างกัน เช่น ความสามารถด้านดนตรี และความสามารถทางด้านเครื่องยนต์กลไก เป็นต้น

<u>ทฤษฎีลำดับขั้น</u> (Hierachical Theory)

เวอร์นอน (Vernon 1950 : 23) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษ ได้อธิบายถึง ความสามารถทางสมอง โดยเริ่มจากแบ่งความสามารถทั่วไป (General—Factor) ออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ (Major Group Factors) ดังนี้

1. ความสามารถทางภาษาและการศึกษา (Verbal—Education หรือ v : ed) เป็นความสามารถในด้านการใช้ภาษาและด้านการเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย (Minor Group Factors) ได้แก่ ความสามารถด้านภาษา (Verbal) ความสามารถด้านตัวเลข (Number) และด้านอื่น ๆ แล้วยังแบ่งย่อยออกเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors) ต่อไปอีก

2. ความสามารถทางปฏิบัติทั่วไป (Practical หรือ k : m) เป็นความสามารถในด้านกลไกเชิงปฏิบัติ ซึ่งแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย (Minor Group Factors) ได้แก่ ความสามารถด้านกลไก (Mechanical) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial) ความสามารถทางด้านการใช้มือ (Manual) และด้านอื่น ๆ แล้วยังแบ่งย่อยออกเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors) ต่อไปอีก

โครงสร้างองค์ประกอบความสามารถทางสมองตามทฤษฎีลำดับขั้น มีลักษณะคล้ายกับต้นไม้ที่แผ่กิ่งก้านใหญ่เล็กลงไปตามลำดับ ลำต้นเปรียบเทียบเสมือน G–Factor และกิ่งก้านเล็ก ๆ เปรียบเทียบเสมือน Specific Factors นั่นเอง

ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple–Factor Theory)

ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้ คือ เธอร์สโตน (Thurstone 1958 : 121) ซึ่งได้วิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ความสามารถทางสมองของมนุษย์ พบว่า ความสามารถทางสมองพื้นฐาน (Primary Mental Abilities) ของมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลาย ๆ กลุ่ม ซึ่งเธอร์สโตนแยกองค์ประกอบย่อยโดยยึดน้ำหนักขององค์ประกอบเด่น ๆ (Loading Factor) แต่โดยความเป็นจริงแล้วองค์ประกอบเหล่านี้ก็ยังมีส่วนเกี่ยวพันกันบ้างเหมือนกัน องค์ประกอบที่เห็นได้ชัดเจนและสำคัญ ๆ มีอยู่ 7 ด้าน คือ

1. องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor) เป็นความสามารถในการคิดคำนวณในวิชาเลขคณิตได้อย่างถูกต้อง

2. องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor) เป็นความสามารถในการเข้าใจความหมาย เข้าใจความสัมพันธ์ของคำ เข้าใจศัพท์ ตลอดจนเข้าใจเรื่องราวต่าง ๆ ในด้านภาษา และเลือกใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสม

3. องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor) เป็นความสามารถในการจัดจำแนกประเภท อุปมาอุปไมย และวินิจฉัยสรุปความได้อย่างสมเหตุสมผล

4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor) เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่าง ๆ และสามารถสร้างจินตนาการในการเห็นรูปทรงเรขาคณิตที่ไม่มีการเคลื่อนที่และการเปลี่ยนตำแหน่งไปจากตำแหน่งเดิม

5. องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor) เป็นความสามารถในการจดจำและระลึกเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

6. องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perceptaul Factor) เป็นความสามารถในการมองเห็นและสังเกตรายละเอียดเกี่ยวกับความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

7. องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency Factor) เป็นความสามารถที่จะใช้ถ้อยคำต่าง ๆ ได้หลาย ๆ คำ ในเวลาจำกัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

<u>ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา</u> (The Structure of Intellect Model)

กิลฟอร์ด (Guilford 1967 : 60) นักจิตวิทยาชาวอเมริกา เป็นผู้สร้างทฤษฎีนี้ และได้เสนอโครงสร้างทางสติปัญญาเพื่ออธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์ โดยใช้แบบจำลอง 3 มิติ (Three Dimensional Model) ดังนี้

มิติที่ 1 : ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความคิด แบ่งออกเป็น 4 อย่าง คือ รูปภาพหรือของจริง (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral)

มิติที่ 2 : ด้านวิธีการคิด (Operation) เป็นด้านที่ประกอบด้วยการทำงานของสมอง เมื่อรับเอามิติที่ 1 เข้าไปโดยผ่านประสาทสัมผัส สมองจะใช้ความสามารถขั้นต่าง ๆ กระทำต่อสิ่งนั้น ๆ มีส่วนประกอบย่อย 5 อย่าง โดยเริ่มจากการรู้การเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Production) การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production) และการประเมินค่า (Evaluation)

มิติที่ 3 : ด้านผลของการคิด (Product) เป็นด้านที่ประกอบด้วยผลของการคิด ผลของการคิดจำแนกได้ 6 อย่าง คือ หน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) และการประยุกต์ (Implications)

จะเห็นได้ว่า โครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด ได้แบ่งความสามารถทางสมองออกเป็นองค์ประกอบเล็ก ๆ (4 × 5 × 6) จำนวนทั้งหมด 120 แบบจุลภาค (Micro—Model) โดยในแต่ละแบบจุลภาคจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของ 3 มิติ

<u>ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ</u> (Two—Level Theory of Mental Ability)

เจนเซน (Jensen 1968 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2527 : 34) เป็นผู้เสนอทฤษฎีนี้ว่า ความสามารถทางสมองมีอยู่ 2 ระดับ คือ ระดับ I (Level I) เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้และจำอย่างนกแก้ว นั่นคือเป็นความสามารถที่จะสั่งสมหรือเก็บสะสมข้อมูลไว้ได้และพร้อมที่จะระลึกนึกออกได้ ระดับนี้ไม่ได้รวมการแปลงรูปหรือการจัดกระทำทางสมองแต่อย่างใด หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่าระดับนี้ไม่ได้ใช้วิธีการคิดใด ๆ เลยจากสิ่งที่สมองรับเข้าไป และระดับ II (Level II) เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และแก้ปัญหา ซึ่งเหมือนกับองค์ประกอบทั่วไป (G—Factor) นั่นเอง

<u>ทฤษฎีเชาว์ปัญญาของแคทเทลล์</u> (Cattel's Theory)

แคทเทลล์ (Cattel 1979 : 3—13) ได้เสนอทฤษฎีนี้ว่า โครงสร้างทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1. ความสามารถที่เป็นอิสระจากการเรียนรู้และประสบการณ์ (Fluid Intelligence) เป็นความสามารถทั่วไปที่มีอยู่ในทุก ๆ กิจกรรมทางสมองที่เป็นการคิดและการแก้ปัญหา บุคคลที่มีความสามารถด้านนี้สูงจะสามารถปฏิบัติงานชนิดต่าง ๆ ได้ดี เป็นความสามารถทางสมองด้านที่ไม่ใช่ภาษา (Nonverbal) และด้านที่ไม่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม

2. ความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์เกี่ยวข้องกับภาษาและวัฒนธรรม (Crystallized Intelligence) เป็นความสามารถเฉพาะที่บุคคลจะเรียนรู้ได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับภาษาหรือวัฒนธรรม

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองดังที่กล่าวมาข้างต้น ได้ข้อสรุปที่สอดคล้องกันอย่างหนึ่งคือ ความสามารถทางสมองของมนุษย์เป็นความสามารถที่บุคคลได้รับและสะสมมาจากประสบการณ์ที่ผ่านมาในชีวิตประจำวัน จนเกิดเป็นทักษะพิเศษเด่นชัดด้านใดด้านหนึ่งและพร้อมที่จะปฏิบัติกิจกรรมด้านนั้นได้อย่างดี โครงสร้างของความสามารถทางสมองประกอบด้วย ความสามารถที่เป็นพื้นฐานทั่วไปและความสามารถพิเศษ ความสามารถพิเศษนี่เองที่มีส่วนอย่างมากในการกำหนดลักษณะเฉพาะของแต่บุคคลให้แตกต่างจากคนอื่น ทฤษฎีที่นักจิตวิทยาส่วนใหญ่ให้ความสนใจและนำไปประยุกต์ใช้กันมากคือ ทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน (Thurstone) ดังที่ วัญญา วิศาลาภรณ์ (2522 : 15) ได้กล่าวไว้ว่า นักจิตวิทยาให้ความสนใจในทฤษฎีหลายองค์ประกอบและทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญามากกว่าทฤษฎีอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะเป็นทฤษฎีที่เสนอลักษณะของธรรมชาติสมองได้ละเอียดกว่าทฤษฎีอื่น และมีพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์ตัวประกอบด้วยวิธีการทางสถิติ แต่เนื่องจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาได้แบ่งความสามารถทางสมองเป็นองค์ประกอบเล็ก ๆ ถึง 120 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบก็ต้องศึกษาแตกต่างกันไป จึงทำให้ทฤษฎีนี้ค่อนข้างยากแก่การปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ สุภาพ วาดเขียน (2525 : 174) ที่ว่า นักจิตวิทยาจำนวนมากเห็นว่ารูปจำลองของกิลฟอร์ดเป็นเพียงทฤษฎีเหตุผลมากกว่าที่จะนำไปปฏิบัติได้ จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำแนวความคิดเกี่ยวกับทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตนมาเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

<u>ความสำคัญของความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์</u>

นักการศึกษาหลายที่ได้กล่าวถึง ความสำคัญของความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

บราวน์ และจอหน์สัน (Brown and Johnson 1952 : 3—4) ได้พยายามที่จะศึกษาเพื่อค้นหาองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานหลายชุด พบว่า มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. เหตุผลเชิงปริมาณ (Quantitative Reasoning) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับตัวเลข

2. ความเข้าใจทางภาษา (Verbal Comprehension) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจทางภาษา

3. เหตุผลทางการใช้เครื่องกล (Mechanical Reasoning) เป็นความสามารถเฉพาะของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

4. เหตุผลแบบนามธรรม (Abstract Reasoning) เป็นความสามารถในการแปลความสัมพันธ์ของรูปที่กำหนดขึ้นได้

5. การมองเห็นมิติแบบต่าง ๆ (Spatial Visualization) เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปที่ซับซ้อนในมิติต่าง ๆ

โรเซนบลูม, คราฟท์ และราจารัตนาม (Rosenbloom, Kraff and Rajaratnam 1964 : 9—13) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างแบบทดสอบเพื่อใช้พยากรณ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นควรเป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. เหตุผลนามธรรม (Abstract Reasoning)

2. เหตุผลทางด้านภาษา (Verbal Reasoning)

3. เหตุผลทางการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Reasoning)

4. เหตุผลทางจำนวนและความจริงเกี่ยวกับจำนวน (Number Reasoning and Number fact)

5. การคิดแบบคณิตศาสตร์ (Mathematics thinking)

มุน (Munn 1932 : 59) ได้กล่าวถึง ความสามารถทางด้านเหตุผลว่าเป็นความสามารถในการคิดรวบรวมประสบการณ์ในลักษณะที่มีความเหมือนหรือความคล้ายเข้าด้วยกัน และนำลักษณะนี้ไปสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่

รันแนคซี (Runnacci 1964 : 19—23) ได้กล่าวไว้ว่า ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง เพราะคณิตศาสตร์ทุกวิชาไม่ว่าจะเป็นเลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิต หรือแม้แต่แคลคูลัส (Calculus) เวลาคำนวณต้องใช้คุณสมบัติทางมิติสัมพันธ์ในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ทั้งนั้น โดยทุกคนมักจะลงมือด้วยการขีดเขียนรูปหรือนึกภาพเอาในอวกาศ ถ้าสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปที่ซับซ้อนได้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก็จะง่ายขึ้น

วิเชียร เกตุสิงห์ (2524 : 66—72) ได้กล่าวถึงความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ ไว้ดังนี้

1. ความสามารถด้านจำนวน เป็นความสามารถที่จะส่งผลให้บุคคลมีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหรือปริมาณมาก —น้อย ทราบความหมายของการบวก ลบ คูณ หาร และมีความคิดรวบยอด (Concept) ในวิธีการทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ผู้ที่มีความสามารถด้านนี้สูงเหมาะที่จะประกอบอาชีพเกี่ยวกับตัวเลข เช่น นักคำนวณ นักสถิติ นักวิทยาศาสตร์ นักบัญชี พนักงานการเงิน และเจ้าหน้าที่การคลัง เป็นต้น

2. ความสามารถด้านเหตุผล เป็นความสามารถในการเปรียบเทียบของหลาย ๆ สิ่งพร้อม ๆ กัน แล้วตัดสินชี้ขาดอย่างใดอย่างหนึ่งโดยวิธีการที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง เช่น ความสามารถในการจัดประเภท การเปรียบเทียบแบบอุปมาอุปมัย และสรุปความ เป็นต้น ซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการเรียนทุกชนิดของมนุษย์ ความสามารถด้านนี้เป็นที่ต้องการของบุคคลทุกอาชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ

3. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถที่จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงมิติอันได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูง—ต่ำ ความใกล้—ไกล พื้นที่ และปริมาตร เหล่านี้เป็นต้น เป็นความสามารถที่จะช่วยให้มนุษย์เกิดจินตนาการ (Imagination) และนึกเห็นภาพของส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อแยกออกจากกัน สามารถที่จะมองเห็นเค้าโครงหรือโครงสร้างเมื่อเอาส่วนต่าง ๆ มาประกอบหรือรวมเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังเกี่ยวกับเรื่องทิศทางของวัตถุหรือสิ่งของที่เปลี่ยนไปด้วย ความสามารถด้านนี้มีคุณค่ามากในวิชาเรขาคณิต วาดเขียน และการฝีมือต่าง ๆ ผู้ที่มี

ความสามารถด้านนี้สูงเหมาะที่จะเป็นนักออกแบบ นักเขียนแบบ นักวาดเขียน นักวางผังเมือง สถาปนิก และวิศวกร แม้กระทั่งพนักงานขับรถและงานตกแต่งต่าง ๆ

จากความสำคัญที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น พอที่จะสรุปเป็นแนวทางในการกำหนดความหมายของความสามารถด้านจำนวน ความสามารถด้านเหตุผล และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้ ดังนี้

ความสามารถด้านจำนวน หมายถึง ความสามารถในการที่จะเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน รวมทั้งสามารถบวก ลบ คูณ และหาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

ความสามารถด้านเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบของหลายสิ่งพร้อม ๆ กัน และสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้ววินิจฉัยลงสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์กันของรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ และสามารถสร้างจินตนาการถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันทั้งอยู่ในระนาบเดียวและหลายระนาบ

<u>ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวความคิดที่เกี่ยวกับการฝึก</u>

การที่ครูผู้สอนจะสร้างแบบฝึกขึ้นให้นักเรียนได้ฝึกฝน ครูผู้สอนจะต้องศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการฝึก เพื่อที่จะได้เป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ต้องการ ได้มีนักจิตวิทยาเสนอทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการฝึกและนำไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียน ดังนี้

ธอร์นไดค์ (Thorndike 1913 quoted in Hilgard and Bower 1960 : 15—21) ได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ (Law of Learning) ที่สำคัญ ๆ 3 กฎ คือ กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) และกฎแห่งผล (Law of Effects) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

<u>กฎแห่งความพร้อม</u> (Law of Readiness) กฎนี้กล่าวถึงสภาพการณ์ที่ผู้เรียนมีแนวโน้มจะได้รับความพอใจหรือความรำคาญใจ กับการยอมรับหรือการปฏิเสธ ซึ่งมี 3 สถานภาพด้วยกัน ดังนี้

1. เมื่อหน่วยหรือส่วนของร่างกายพร้อมที่จะกระทำแล้วได้กระทำขึ้นย่อมจะก่อให้เกิดความพึงพอใจ

2. สำหรับหน่วยหรือส่วนของร่างกายพร้อมที่จะกระทำ แล้วไม่ได้กระทำย่อมจะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจหรือความรำคาญใจ

3. เมื่อหน่วยหรือส่วนของร่างกายยังไม่พร้อมที่จะกระทำ ถ้าถูกบังคับให้กระทำย่อมจะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ หรือความรำคาญใจ

กฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) กฎนี้กล่าวถึง ความเข้มแข็งของการเชื่อมโยง (Strengthening of Connection) กับการฝึกปฏิบัติ ซึ่งหมายถึงกฎแห่งการใช้ (Law of Use) และความอ่อนของการเชื่อมโยง (Weakening of Connection) หรือเกิดการลืมเมื่อการฝึกปฏิบัติไม่มีความต่อเนื่องกัน ซึ่งหมายถึงกฎแห่งการไม่ใช้ (Law of Disuse) ดังนั้น การสร้างความเชื่อมโยงระหว่างการตอบสนองกับสถานการณ์หรือสิ่งเร้าที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ซาก ๆ หลายครั้ง ย่อมจะช่วยทำให้การเชื่อมโยงระหว่างของสองสิ่งนี้แน่นแฟ้นและมั่นคงขึ้น และธอร์นไดค์ได้ให้ความหมายของกฎแห่งการฝึกไว้ ซึ่งอาจสรุปเป็นความสำคัญได้ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงหรือข้อต่อจะกระชับมั่งคงยิ่งขึ้นเมื่อมีการใช้ และจะอ่อนลงเมื่อไม่ได้ใช้

2. สิ่งใดที่คนทำบ่อย ๆ หรือมีการฝึกเสมอ ๆ คนย่อมกระทำสิ่งนั้นได้ดี สิ่งใดที่คนไม่ได้ทำนาน ๆ คนย่อมทำสิ่งนั้นไม่ได้เหมือนเดิม

3. ยิ่งได้กระทำซ้ำในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งยิ่งจะทำให้การกระทำแน่นอนและสมบูรณ์ขึ้น หากเว้นว่างจากการฝึกกระทำอยู่บ่อย ๆ การกระทำนั้น ๆ จะค่อย ๆ ลืมเลือนไป

4. ถ้าร่างกายได้กระทำพฤติกรรมใด ๆ ซ้ำ ๆ อยู่เสมอจะมีผลทำให้กระทำพฤติกรรมนั้นได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ถ้าพฤติกรรมใดที่ร่างกายไม่มีโอกาสได้ใช้ หรือได้ทำซ้ำ ๆ บ่อยนัก พฤติกรรมนั้นมีแนวโน้มจะถูกลืม หรือแม้จะไม่ลืมก็ไม่อาจทำให้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้นได้

กฎแห่งผล (Law of Effect) กฎนี้อ้างถึง ความเข้มแข็งหรือความอ่อนของการเชื่อมโยงอันเป็นผลที่ทำให้การกระทำเกิดขึ้น โดยที่กฎนี้กล่าวถึง "เมื่อใดที่การเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองถูกกระทำขึ้นและติดตามด้วยสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความพึงพอใจแล้วความเข้มแข็งของการเชื่อมโยงจะเพิ่มพูนแน่นแฟ้มขึ้น ถ้าการเชื่อมโยงถูกกระทำขึ้น และติดตามมาด้วยสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดความรำคาญใจแล้ว ความเข้มแข็งของการเชื่อมโยงจะคลายความแน่นแฟ้นลง"

เดโช สวนานนท์ (2508 : 191—192) ได้สรุปทฤษฎีการเรียนรู้ของ ธอร์นไดค์ ไว้ว่า ผู้เรียนคือเอกัตถบุคคลที่มีความพร้อมในอันที่จะแสดงพฤติกรรมเฉพาะอย่าง มีความสามารถที่จะแสดงพฤติกรรมได้หลายพฤติกรรม แต่ในขณะเดียวกันเป็นเอกัตถบุคคลที่พยามยามจะแสดงพฤติกรรมเพื่อที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าในรูปที่คุ้นเคยกับตนมาก่อน และในกรณีที่ร่างกายไม่มีความคุ้นเคยอะไรเลย กล่าวคือเป็นสถานการณ์ใหม่แท้ ๆ ที่ร่างกายจะต้องเผชิญจริง ๆ แล้ว การตอบสนองของร่างกายจะเป็นไปอย่างสุ่ม ๆ และค่อย ๆ ขจัดพฤติกรรมที่ไม่ช่วยแก้ปัญหาให้ออกไป และในที่สุดจะยังคงเหลือแต่พฤติกรรมที่มีความสำคัญในการแก้ปัญหาเพียงเท่านั้น ซึ่งในการนี้ รางวัลและการกระทำซ้ำ ๆ มีบทบาทช่วยเสริมสร้างเป็นอย่างดี ดังนั้น หน้าที่ของครูที่จะต้องกระทำที่เกี่ยวกับการสอนบทเรียนให้แก่นักเรียน มีดังนี้

1. ครูจะต้องกำหนดเรื่องที่จะต้องการให้นักเรียนได้เรียนลงไปเสียก่อน

2. ครูจะต้องกำหนดพฤติกรรมอันพึงประสงค์ที่จะมุ่งหวังให้นักเรียนดีขึ้นในการเรียนเรื่องนั้น ๆ

3. ครูจะต้องแบ่งบทเรียน โดยแยกออกให้เป็นส่วนเป็นตอน กำหนดหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อย และหัวข้อประกอบต่าง ๆ เสีย

4. ครูจะต้องกำหนดลำดับหัวข้อเรื่อง โดยเรียงจากง่ายไปหายาก จากพื้นฐานไปสู่ส่วนประกอบ และเสนอหัวข้อเรื่องที่จะเรียนให้แก่นักเรียน โดยเป็นลำดับจากง่ายไปหายาก

5. ครูจะต้องหมั่นให้นักเรียนได้มีโอกาสทบทวนโดยให้ได้กระทำซ้ำ ๆ อยู่เสมอ และพร้อมกับให้คำชมเชยและรางวัลรวมทั้งการจูงใจอื่น ๆ ด้วย

เบอร์นาร์ด (Bernard อ้างถึงใน ประสาท อิศรปรีดา 2522 : 111) ได้เสนอแนะหลักในการนำกฎแห่งการฝึกไปใช้ในห้องเรียน ดังนี้

1. ครูจะต้องพยายามหาโอกาส หรือเปิดโอกาสที่จะให้นักเรียนได้ใช้ความรู้อยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนก็ตาม

2. การทดสอบก็ดี การทำแบบฝึกหัดก็ดี นับเป็นกิจกรรมที่จะทำให้เขาได้ใช้ความรู้ทั้งสิ้น ครูจึงน่าจะหมั่นทดสอบหรือถามคำถามต่าง ๆ ให้มาก

3. ให้นักเรียนได้พบกับปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือกิจกรรมใหม่อยู่เสมอ เพื่อเปิดโอกาสให้เขาได้ใช้ความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่

4. การให้เด็กกระทำซ้ำ ๆ จำเป็นต้องให้เขาเข้าใจ หรือรู้ความมุ่งหมายตามไปด้วย และพยายามเน้นให้เด็กเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในปัญหาต่าง ๆ

จากกฎแห่งการฝึกของนักจิตวิทยาดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า "พฤติกรรมใด ๆ ที่กระทำซ้ำบ่อย ๆ ย่อมก่อให้เกิดความชำนาญ พฤติกรรมที่ทอดทิ้งไปนานย่อมจะกระทำไม่ได้ดีเหมือนเดิม และการกระทำต่าง ๆ ถ้าได้มีการฝึกมาก ๆ ความรู้ความสามารถย่อมดีขึ้น" ดังนั้นในการนำกฎแห่งการฝึกไปประยุกต์ใช้จึงเน้นเรื่องของการกระทำซ้ำ โดยคำนึงถึงความพร้อมของผู้ฝึกด้วย เพื่อช่วยให้ผู้ถูกฝึกเกิดความชำนาญยิ่งขึ้น

<u>แนวความคิดที่เกี่ยวกับช่วงเวลาในการฝึก</u>

การฝึกหรือการกระทำบ่อย ๆ ครั้งจะช่วยสร้างพลังให้กับพฤติกรรม แต่จะมีช่วงเวลาในการฝึกอย่างไรถึงจะเหมาะสมและทำให้ผู้ถูกฝึกเกิดการเรียนรู้จากการฝึกมากที่สุดนั้น เป็นสิ่งที่นักจิตวิทยาหลายท่านให้ความสนใจ และได้เสนอแนวคิดที่เกี่ยวกับช่วงเวลาในการฝึกไว้ ดังนี้

โสภา ชูพิกุลชัย (2521 : 113) ได้กล่าวถึง ช่วงเวลาของการฝึกที่ครูควรใช้กับนักเรียนไว้ดังนี้

1. ระยะการฝึกแต่ละครั้งไม่ควรจะนานเกินไป และถ้าจำเป็นจะต้องใช้เวลานานจริง ๆ ก็ควรจะแบ่งระยะการฝึกออกเป็นช่วงสั้น ๆ หลาย ๆ ช่วง จะดีกว่าฝึกระยะยาวเพียงสองสามครั้ง ดังที่ แมค ออสติน (Mc. Austin) ได้ทำการทดลองฝึกนักเรียนสองพวกเพื่อทำการเปรียบเทียบผล โดยให้พวกแรกอ่านข้อความในใจที่มีความยาวมากถึง 5 ตอน ต่อกันไปไม่มีการหยุดพักเลย ส่วนพวกที่สองนั้นแบ่งข้อความให้อ่านในใจครั้งละตอนต่อ 1 วัน เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นก็ลองสอบดูผลการอ่านกันว่าพวกไหนจำได้มากกว่ากัน เขาพบว่าพวกหลังนี้จำได้ดีกว่าพวกแรกมาก

2. ความยาวของแต่ละระยะช่วงการฝึกว่าขนาดไหนถึงจะพอเหมาะพอดีนั้นครูผู้สอนจะต้องพิจารณาเอง หลักในการพิจารณานี้ให้ถือเอาความยากง่ายของสิ่งที่จะฝึกเป็นเกณฑ์ ถ้ายากก็ให้แบ่งเป็นช่วงสั้น ๆ มากขึ้น และถ้าง่าย ๆ ก็อาจจะยืดระยะฝึกให้ยาวขึ้นในแต่ละครั้งได้

3. เฉพาะแต่งานในด้านสร้างสรรค์ ควรจะจัดให้มีช่วงระยะการฝึกยาว ทั้งนี้เพราะหากจัดระยะสั้น ๆ แล้ว เวลาจะไม่พอสำหรับนั่งพิจารณาคิดสร้างขึ้นมาได้

ประสาท อิศรปรีดา (2520 : 83—84) ได้กล่าวถึง วิธีปฏิบัติหรือวิธีฝึก(Practice) ไว้ว่า การปฏิบัติแบบยาวตลอดโดยไม่มีการพัก เรียกว่า Massed Practice ส่วนการปฏิบัติแบบแบ่งเป็นตอน ๆ สั้น ๆ สลับการพัก เรียกว่า Distributed Practice และได้สรุปงานวิจัยของนักจิตวิทยา

หลายท่าน ซึ่งเกี่ยวกับช่วงเวลาของการปฏิบัติหรือการฝึกไว้ว่า การปฏิบัติหรือการฝึกให้เกิดทักษะนั้น การให้หยุดพักผ่อนย่อมดีกว่าการปฏิบัติโดยไม่มีการหยุด

จำเนียร ช่วงโชติ (2521 : 4) ได้กล่าวถึงผลของการฝึกที่ไม่มีการแบ่งช่วงของการฝึกไว้ว่า เมื่อใดก็ตามที่บุคคลต้องกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดซ้ำซากติดต่อกันอยู่นาน ประสิทธิภาพในการทำงานนั้นจะลดลงเป็นลำดับ เนื่องจากมีความเหนื่อยหรือความเมื่อยล้าทั้งทางร่างกายและทางอารมณ์เข้ามาแทนที่ ซึ่งสอดคล้องกับ โสภา ชูพิกุลชัย (2521 : 117—119) ที่กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ความเหนื่อยและช่วงความสนใจสั้นเป็นอุปสรรคที่สำคัญของการเรียนรู้ ความเหนื่อยในที่นี้รวมถึงทั้งความเหนื่อยทางด้านสรีระและทางด้านสมอง เมื่อใดก็ตามที่เกิดความเหนื่อยหน่ายการเรียนรู้ก็จะไม่เกิดผลเลย ความเหนื่อยจะเกิดขึ้นกับมนุษย์ทุกคนที่ได้ออกแรงกายทำงานอย่างหนึ่งมากหรือใช้สมองคร่ำเคร่งเป็นเวลานาน ๆ สำหรับช่วงความสนใจนั้นมนุษย์ในแต่ละวัยจะมีช่วงความสนใจแตกต่างกัน มนุษย์ยิ่งมีอายุมาก ช่วงความสนใจก็ยิ่งจะยาวนานขึ้น ในเด็กจะมีช่วงความสนใจระยะเวลาที่สั้นมาก ดังนั้น ในการที่จะกำหนดให้ผู้ใดทำกิจกรรมใด ๆ เกินช่วงความสนใจของเขา กิจกรรมนั้น ๆ ก็จะไม่ได้รับผลดีเท่าที่ควร ซึ่งเท่ากับเป็นการเสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ เพราะเมื่อพ้นช่วงความสนใจไปแล้วถึงแม้เราจะบังคับให้กระทำก็จะไม่เกิดผลต่อการเรียนรู้เลย

ชาร์เจนท์ (เดโช สวนานนท์ , ผู้แปล 2526 : 87) ได้ศึกษางานวิจัยของเอบบิงเฮาส์ (Ebbinghaus) นักจิตวิทยาชาวเยอรมัน เกี่ยวกับการแบ่งช่วงเวลาของการฝึก สรุปได้ว่า การเรียนรู้ที่มีการแบ่งช่วงเวลาย่อมจะดีกว่าการเรียนรู้ชนิดยัดเยียด แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่าช่วงเวลาของการฝึกหรือช่วงเวลาที่จะทิ้งให้ห่างกันนั้นควรจะเป็นเท่าใดจึงจะเหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตามความแตกต่างในเรื่องของชนิด และความยากง่ายของเนื้อหาที่จะต้องนำมาเรียนรู้นั้น ก็เป็นสิ่งที่จะต้องพิจารณาด้วย ถ้าเนื้อหานั้นง่ายและมีความสนใจตลอดจนการจูงใจสูง การเรียนรู้ทีละมาก ๆ ก็ทำได้สบาย ๆ แต่ถ้างานนั้นเป็นของยากและเมื่อความสนใจถอยลงไป มิหนำซ้ำความเบื่อหน่ายและความอ่อนเพลียเข้ามามีบทบาท การเรียนรู้โดยแบ่งเวลาจะเป็นเรื่องที่ดีที่สุด

จากแนวความคิดที่เกี่ยวกับช่วงเวลาในการฝึกดังกล่าว พอจะสรุปได้ว่า การฝึกที่มีการแบ่งเวลาของการฝึกเป็นช่วง ๆ เพื่อให้สมองได้มีโอกาสได้หยุดพัก จะทำให้ผู้ถูกฝึกเกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการฝึกที่ไม่มีการหยุดพักเลย และช่วงเวลาของการฝึกหรือช่วงเวลาของการ

หยุดพักในแต่ละช่วงจะเป็นเท่าใดนั้น จะขึ้นอยู่กับชนิดและความยากง่ายของเนื้อหาที่ต้องการจะเรียนรู้ด้วย

หลักในการสร้างแบบฝึก

แบบฝึกที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้นั้น จะต้องเป็นแบบฝึกที่ดีและสร้างขึ้นโดยคำนึงถึงหลักในการสร้างแบบฝึก ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอหลักในการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

แอนเดอร์สัน (Anderson 1963 : 3) ได้กล่าวไว้ว่า ถ้าครูรู้จักเด็กดี ก็จะตัดสินใจได้ถูกว่า เมื่อใดจะต้องให้ฝึก หรือเมื่อใดแบบฝึกจึงจะมีความหมายตรงกับความสนใจและทัศนคติของเด็ก เมื่อได้พิจารณาสิ่งเหล่านี้แล้ว สิ่งที่ครูควรคำนึงถึงต่อไปอีกคือการจัดลำดับเนื้อหาตามหลักจิตวิทยาและตรรกวิทยา ถ้าเป็นไปได้เช่นนี้แล้ว การสร้างแบบฝึกก็จะตรงกับความต้องการของเด็กมากขึ้น

ทัคเกอร์ (Tucker 1969 : 10) มีความเห็นว่า การสร้างแบบฝึกควรมีรูปแบบและโครงสร้างที่จะฝึกอย่างพอเพียง ทุกแบบฝึกจะต้องมีจุดมุ่งหมาย แบบฝึกแต่ละชุดไม่ควรมีประโยคคำสั่งยาวและมีจำนวนข้อมากเกินไป เพราะจะก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายต่อผู้เรียน

บาร์เน็ต และคนอื่น ๆ (Barnett and others 1969 : 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกไว้ว่า แบบฝึกที่ดีควรมีข้อแนะนำการใช้ คำสั่งไม่ควรยาวเกินไป ตัวอย่างที่ยกมาไม่ควรยากเกินไป และแบบฝึกควรมีหลาย ๆ รูปแบบ

บัสท์ (Butts 1974 อ้างถึงใน นิตยา กิจโร 2530 : 40) ได้สรุปหลักในการสร้างแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่า จะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องที่ทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

6. กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

7. กำหนดการประเมินผลว่าจะประเมินผลอย่างไร

รัชนี ศรีไพรวรรณ (2517 : 412 — 413) ได้กล่าวถึง หลักในการสร้างแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ให้สอดคล้องกับจิตวิทยาพัฒนาการและลำดับขั้นการเรียนรู้ของเด็ก เนื่องจากว่าเด็กมีประสบการณ์น้อย แบบฝึกจึงต้องจูงใจเด็ก และเป็นไปตามขั้นตอนของความยากง่าย เพื่อให้เด็กมีกำลังใจทำ

2. เมื่อมีจุดมุ่งหมายมุ่งจะฝึกในด้านใด ก็จัดเนื้อหาให้ตรงกับความมุ่งหมายที่วางไว้ โดยครูต้องจัดทำไว้ล่วงหน้าเสมอ

3. ต้องคำนึงถึงความแตกต่างของเด็ก ถ้าสามารถแบ่งเด็กตามความสามารถ และจัดทำแบบฝึกเพื่อส่งเสริมเด็กแต่ละกลุ่มได้ดียิ่งขึ้น

4. ในแบบฝึกต้องมีคำชี้แจงง่าย ๆ สั้น ๆ เพื่อให้เด็กเข้าใจ

5. แบบฝึกจะต้องมีความถูกต้อง ครูต้องตรวจพิจารณาดูให้ดีอย่าให้มีข้อผิดพลาดได้

6. การให้ทำแบบฝึกแต่ละครั้งต้องให้เหมาะสมกับเวลาและความสนใจของเด็กด้วย เพราะเด็กย่อมสนใจจะทำสิ่งใดอยู่ได้ไม่นาน

7. ควรทำแบบฝึกหลาย ๆ แบบ เพื่อให้เด็กเรียนรู้ได้กว้างขวางและส่งเสริมให้เด็กเกิดความคิด

8. กระดาษที่ให้เด็กทำแบบฝึกต้องเหนียวและทนทานพอสมควร

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2517 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่นักเรียนให้ความสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำ เป็นแบบฝึกที่มีลักษณะ ดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา

2. สำนวนภาษาง่าย

3. ให้ความหมายต่อชีวิต

4. คิดได้รวดเร็วและสนุก

5. ปลุกความสนใจ

6. เหมาะกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาด้วยตนเองได้

วรนาถ พ่วงสุวรรณ (2517 : 34–37) ได้กล่าวถึง หลักในการสร้างแบบฝึก โดยสรุปได้ ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ขั้นต่าง ๆ ในการสร้างแบบฝึก
   3.1 ศึกษาปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนการสอน
   3.2 ศึกษาจิตวิทยาของเด็ก และจิตวิทยาการเรียนการสอน
   3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
   3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก
   3.5 วางโครงเรื่อง และกำหนดรูปแบบให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง
   3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามกำหนด

จากหลักในการสร้างแบบฝึกของนักการศึกษาดังกล่าว พอจะสรุปเป็นแนวทางในการดำเนินการสร้างแบบฝึกของผู้วิจัยได้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย และวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบฝึก
2. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการสร้างแบบฝึก และจัดเนื้อหาให้ตรงกับความมุ่งหมายที่วางไว้
3. กำหนดคำชี้แจงสั้น ๆ และเข้าใจง่าย พร้อมตัวอย่าง
4. กำหนดเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัยและระดับความสามารถของผู้ถูกฝึก
5. เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

<u>งานวิจัยต่างประเทศ</u>

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการฝึกความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ นั้น ผู้วิจัยได้รวบรวมและนำเสนอไว้ ดังนี้

เบนเนต ซีซอร์ และเวซแมน (Bennet, Seashore and Wesman 1956 : 81—91) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัด ดีเอที (DAT : Differential Aptitude Test) พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.65 และ 0.53 ตามลำดับ

โคลแมน (Coleman 1956 : 120) ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอนุมานกับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอนุมานมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ฮิลล์ (Hill 1957 : 615—622) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบบางประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับวิทยาลัย จำนวน 148 คน พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และด้านจำนวนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.58 และ 0.44 ตามลำดับ

เวลล์แมน (Wellman 1957 : 512—517) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบความสามารถทางสมองเบื้องต้น (Primary Mental Abilities Test) กับนักเรียนเกรด 11—12 จำนวน 136 คน พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.411, 0.466 และ 0.503 ตามลำดับ โดยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุด

คราวเดอร์ (Crowder 1957 : 281—286) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้านจำนวนและด้านเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7—12 จำนวน 10,000 คน โดยใช้แบบทดสอบโฮลซิงเกอร์—คราวเดอร์ ยูนิ—แฟคเตอร์ (The Holzinger—Crowder Uni—Factor Tests) พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านจำนวน และด้านเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.35, 0.53 และ 0.60 ตามลำดับ

ซีเกล (Segel 1957 : 424—432) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านคิดคำนวณและความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับผลการเรียนวิชาพีชคณิต โดยใช้แบบทดสอบความถนัดพหุคูณ เอ็มเอที (MAT : The Multiple Aptitude Test) พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบเอ็มเอทีด้านคิดคำนวณกับคะแนนวิชาพีชคณิตในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีค่าเท่ากับ 0.50 และ 0.39 ตามลำดับ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบเอ็มเอทีด้านมิติสัมพันธ์กับคะแนนวิชาพีชคณิตในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีค่าเท่ากับ 0.18 และ 0.21 ตามลำดับ

สตินสัน (Stinson 1959 : 103—104) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 69 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัด ดีเอที (DAT : Differential Aptitude Test) พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.55, 0.34 และ 0.48 ตามลำดับ

สมิธ (Smith 1963 : 39—42) ได้ศึกษาความแตกต่างของการใช้แบบทดสอบซีทีบี (CTB : California Test Battery) และแบบทดสอบเอสซีเอทีบี (SCATB : School and College Ability Test Bettery) ในการทำนายผลการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตใหม่ของวิทยาลัย North Corolina จำนวน 75 คน พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบซีทีบีกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.74 และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากทดสอบเอสซีเอทีบีกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.46

รันแนคซี (Rannucci 1964 : 19—23) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และได้ให้เหตุผลไว้ว่าการเรียนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง เพราะในการคำนวณและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องนึกภาพให้ออกว่าปัญหาที่จะแก้นั้นเป็นอย่างไร ถ้าสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปที่ซับซ้อนได้ก็จะช่วยให้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น

เวรี (Very 1964 : 1371) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถด้านจำนวน และความสามารถด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

แวมพ์เลอร์ (Wampler 1966 : 364—369) ได้ศึกษาเพื่อค้นหาตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวิทยาลัยแห่งหนึ่ง พบว่า ความสามารถด้านเหตุผลเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด

อินเจอร์ซอลล์ และปีเตอร์ (Ingersoll and Peter 1966 : 931—937) ได้ศึกษาการใช้แบบทดสอบวัดความถนัดทั่วไป จีเอทีบี (GATB : General Aptitude Test Battery) ในการทำนายผลการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อแนะแนวการเรียนให้กับนักเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 9—10 ในรัฐไอโอวา จำนวน 4,000 คน พบว่า ความสามารถด้านจำนวนเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด

วูด และ เลโบลด์ (Wood and Lebold 1968 : 1223—1228) ได้ศึกษาการพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่หนึ่งของมหาวิทยาลัยเปอร์ตัว จำนวน 616 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัด ดีเอที (DAT : Differential Aptitude Test) พบว่า ความสามารถด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

<u>งานวิจัยในประเทศ</u>

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการฝึกความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ นั้น ผู้วิจัยได้รวบรวมและนำเสนอไว้ ดังนี้

ล้วน สายยศ (2511 : 77) ได้ศึกษาเพื่อค้นหาตัวพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง จากวิทยาลัยครู 13 แห่ง จำนวน 573 คน โดยใช้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านคณิตเหตุผล เป็นตัวพยากรณ์ ส่วนเกณฑ์นั้นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง

ความสามารถด้านภาษา ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านคณิตเหตุผล กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ —0.3158, 0.1895 และ 0.3859 ตามลำดับ

สามารถ วีระสัมฤทธิ์ (2512 : 65) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 444 คน พบว่า ความสามารถด้านจำนวน ความสามารถด้านเหตุผล และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ศิริกร ภู่ไพบูลย์ (2515 : 36—37) ได้ศึกษาการใช้ความถนัดทางมิติสัมพันธ์และเหตุผลเชิงนามธรรม ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 600 คน พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และด้านเหตุผลเชิงนามธรรม กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตมีค่าเท่ากับ 0.54 และ 0.49 ตาม ลำดับ

สถาพร ทัพพะกุล (2516 : 55—59) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 199 คน พบว่า ความสามารถด้านจำนวนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.5563

ต่าย เชี่ยงฉี (2519 : 68—69) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 318 คน พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.54, 0.58 และ 0.52 ตามลำดับ

พรทิพย์ ภัทรชาคร (2520 : 28) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 217 คน พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้าน

มิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ หมุนภาพ ซ่อนภาพ ประกอบภาพ และนับลูกบาศก์ มีค่าเท่ากับ 0.4191, 0.2699, 0.2504, 0.3853 และ 0.4623 ตามลำดับ

อนุสรณ์ สกุลคู (2520 : 42) ได้ศึกษาเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี จำนวน 200 คน พบว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์มี 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านจำนวน

มณี วรศิริ (2521 : 30—38) ได้ศึกษาตัวพยากรณ์ในการสอบคัดเลือกเข้าชั้นเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถทั้ง 4 ด้าน มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่ามากที่สุด

นคร เทพวรรณ (2521 : 33) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดชลบุรี จำนวน 233 คน พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผล ด้านจำนวน และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตมีค่าเท่ากับ 0.37, 0.62 และ 0.19 ตามลำดับ

พิกุล เกตุประดิษฐ์ (2522 : 64) ได้ศึกษาเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 494 คน และมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 440 คน พบว่า องค์ประกอบที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ตามลำดับ คือ องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.5021, 0.4249 และ 0.3869 ตามลำดับ

สานนท์ ฉายศรีศิริ (2522 : 35—49) ได้ศึกษาเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครปฐม พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.78, 0.76 และ 0.59 ตามลำดับ

เจตนา ทองรักษ์ (2523 : 38—42) ได้ศึกษาสัมพันธภาพระหว่างความสามารถด้านจำนวนและด้านเหตุผลเชิงนามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 248 คน พบว่า ความสามารถด้านจำนวน และด้านเหตุผลเชิงนามธรรม มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.7368 และ 0.6700 ตามลำดับ

สมชัย วงษ์นายะ (2524 : 98) ได้ศึกษาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสระบุรี พบว่า ความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านภาษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และตัวพยากรณ์ที่ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด คือ ความสามารถด้านจำนวน

กรรณิการ์ ธีรเวชเจริญชัย (2526 : 49—50) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน เหตุผลเชิงนามธรรมและมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 478 คน พบว่า ความสามารถด้านจำนวน เหตุผลเชิงนามธรรม และมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และพบว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในแต่ละด้านสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กมล ชื่นทองคำ (2527 : 89) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 4 จำนวน 401 คน พบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

วัลลภา แนวจำปา (2527 : 65—69) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลเชิงนามธรรม ความคิดสร้างสรรค์ และความรู้พื้นฐานกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 10 จำนวน 351 คน พบว่า ความสามารถด้านเหตุผลเชิงนามธรรม ความคิดสร้างสรรค์ และความรู้พื้นฐานมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.5129, 0.2142 และ 0.8012 ตามลำดับ

สมบัติ วงษ์อยู่น้อย (2529 : 59—62) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 304 คน พบว่า ความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล ด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านภาษา ด้านความจำ และด้านการรับรู้ทางตา มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.7009, 0.6597, 0.6210, 0.5197, 0.4943, 0.4670 และ 0.4648 ตามลำดับ

สมเจตน์ ไวยากรณ์ (2530 : 100—102) ได้ศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะการคิดแบบการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าตามรูปแบบการสอนที่สร้างขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนทุกระดับการเรียน ทั้งที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถด้านการใช้เหตุผลในทุก ๆ ด้านสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

เชิดศักดิ์ โฆวาสิทธุ์ (2530 : 103—110) ได้ศึกษาผลของการฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองพื้นฐาน 4 ด้าน คือ การสังเกต การประยุกต์ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ โดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น ซึ่ง

ดัดแปลงและปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาหรือความถนัดที่ใช้รูปภาพและสัญลักษณ์ ฝึกวันละ 1 แบบฝึก ใช้เวลา 20 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมการฝึกสมรรถภาพสมองมีประสิทธิภาพในการพัฒนาคุณภาพการคิดระดับความรู้ความจำ และสูงกว่าความรู้ความจำได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ

สุมาลี จันทร์ชลอ (2533 : 90) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะการรู้คิดต่อการคิดรวบยอด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ฝึกวันละ 15 นาที ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการรู้คิดจะช่วยให้การคิดรวบยอดมีคุณภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เมื่อได้รับการฝึกก็ยิ่งมีความสามารถด้านการคิดรวบยอดมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ความสามารถด้านการคิดรวบยอดจะเพิ่มไม่มากนัก

สุรินทร สวนทอง (2533 : 105—108) ได้ศึกษาผลของการฝึกสมรรถภาพทางสมองที่มีต่อทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแบบเข้ม ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก 24 ชุด และกลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแบบปานกลาง ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก 12 ชุด และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนตามปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแตกต่างกันมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับความรู้ความจำ และระดับสูงกว่าความรู้ความจำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแบบเข้มมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งสองระดับสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแบบปานกลางและไม่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง และนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแบบปานกลางมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งสองระดับสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สมพร ประยูรกิตติกุล (2535 : 52) ได้ศึกษาผลของการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกสมรรถภาพสมอง

ด้านเหตุผล โดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น 60 แบบฝึก ฝึกวันละ 1 แบบฝึก ใช้เวลา 20 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลมีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ชลธิชา ศีลวัตตะ (2538 : 61—64) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะ 5 ประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะ 5 ประการ คือ ทักษะด้านการสังเกต การมองเห็นความสัมพันธ์ ความจำ การมีขั้นตอน และการมีเหตุผล โดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น 60 แบบฝึก ฝึกวันละ 1 แบบฝึก ใช้เวลา 20 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะ 5 ประการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก

จากผลการวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่า ความสามารถด้านจำนวน ความสามารถด้านเหตุผล และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกความสามารถทางสมองเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์น้อยมาก แต่ก็พอสรุปได้ว่า ถ้าบุคคลได้รับการฝึกและส่งเสริมความสามารถทางสมองในด้านที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างเพียงพอ จะมีส่วนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย

T16453306