หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

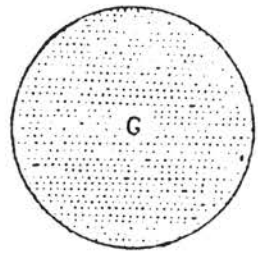
การศึกษาเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" ได้แบ่งลักษณะการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ทฤษฎีและความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง
2. การสอนคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ทฤษฎีและความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง

การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางสมองนี้ นักจิตวิทยามีความเชื่อต่าง ๆ กัน ซึ่งอาจจัดได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มหนึ่งเชื่อว่าพันธุกรรมมีอิทธิพลต่อความสามารถทางสมอง อีกกลุ่มหนึ่งเชื่อว่าสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลมากกว่า จากความเชื่อดังกล่าว นักจิตวิทยาจึงพยายามศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลมาสนับสนุนความเชื่อของตนเพื่อเสนอเป็นทฤษฎีความสามารถทางสมองดังนี้

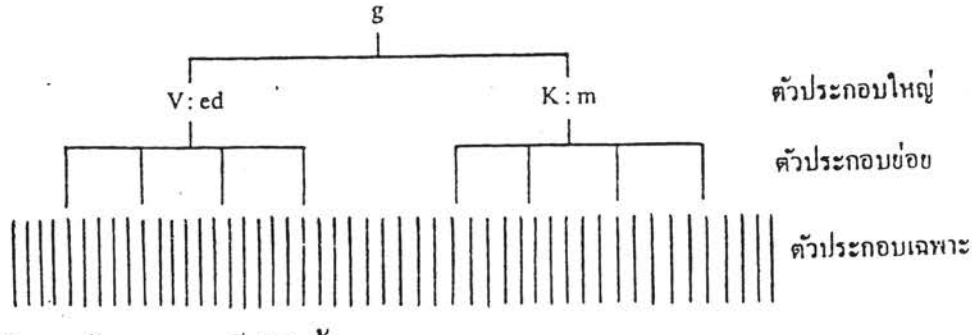
บิเนต์ (Binet) และ ซิมอน (Simon) มีความเชื่อว่าความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อย จึงตั้งชื่อทฤษฎีนี้ว่า ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni-Factor Theory) ซึ่งโครงสร้างของทฤษฎีนี้เขียนเป็นรูปภาพได้ดังรูป (Binet and Simon 1905 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2527:27)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว

ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่าสมรรถภาพสมองของมนุษย์ประกอบด้วยภาคส่วนเดียวที่เรียกว่า องค์ประกอบทั่วไปหรือความสามารถทั่วไป ในการกระทำกิจกรรมใด ๆ ก็ตาม องค์ประกอบทั่วไปจะเป็นผู้สั่งงานในการประกอบกิจกรรมทุกอย่าง บิเนต์ ได้เน้นว่าองค์ประกอบทั่วไปเป็นองค์ประกอบย่อยหลายองค์ประกอบที่สลับซับซ้อน ฉะนั้นในการสร้างแบบทดสอบ บิเนต์ จึงวัดความสามารถหลายด้าน เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางเหตุผล ความสามารถทางภาษา ฯลฯ และคะแนนที่ได้จากการทดสอบเป็นคะแนนของความสามารถแบบรวม ๆ (ทองห่อ วิภาวิน 2524:20)

ต่อมา สเปียร์แมน (Spearman) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมแล้วเสนอเป็นทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two Factor Theory)โดยอธิบายว่า ความสามารถทางสมองของคนเรานั้นมีองค์ประกอบอยู่สองประการคือ ความสามารถที่เป็นพื้นฐานทั่ว ๆ ไป (General Factor) หรือ G-Factor กับความสามารถเฉพาะ (Specific Factor หรือ S-Factor) ในการแสดงออกซึ่งความคิดหรือกระทำการใด ๆ ก็ตาม ย่อมต้องอาศัยองค์ประกอบทั้งสองประการ (Spearman 1929 อ้างถึงใน สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และ สำเริง บุญเรืองรัตน์ 2518:5) โดยความสามารถทั่วไปเป็นความสามารถทางสมองของบุคคลแต่ละคนเกี่ยวกับการกระทำทุกสิ่งทุกอย่าง และความสามารถทั่วไปนี้จะแตกกิ่งก้านสาขาเพื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยความสามารถในระดับต่าง ๆ กัน ความสามารถพิเศษที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลนี้เรียกว่าความสามารถเฉพาะ (Morris 1979:253) หลังจากที่สเปียร์แมน ได้เสนอทฤษฎีสององค์ประกอบไปแล้ว ได้มีกลุ่มนักจิตวิทยาทั้งชาวอังกฤษและชาวอเมริกัน ซึ่งสนใจในเรื่องความสามารถทางสมองได้ค้นคว้า วิจัย ต่อจากสเปียร์แมน ผู้นำกลุ่มนี้ได้แก่ เบิร์ต (Burt)เวอร์นอน (Vernon) และ ฮัมฟรีส์ (Humphreys) นักจิตวิทยากลุ่มนี้ได้แบ่งความสามารถออกเป็นกลุ่มตัวประกอบใหญ่ กลุ่มตัวประกอบย่อย และกลุ่มตัวประกอบเฉพาะ โดยให้ชื่อทฤษฎีนี้ว่า ทฤษฎีลำดับขั้น (Hierarchical Theory) ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างดังนี้



ภาพที่ 2 โครงสร้างของทฤษฎีลำดับขั้น

จากโครงสร้างทฤษฎีลำดับขั้น ความสามารถทางสมอง (g) แบ่งเป็นตัวประกอบใหญ่ได้สองประเภทคือ ความถนัดทางการศึกษาด้านภาษา (V:ed) และความถนัดทางกลไกปฏิบัติ (K:m) ความถนัดทั้งสองด้านนี้แบ่งออกเป็นความสามารถทางด้านต่าง ๆ ได้อีกหลายตัวประกอบ ตัวประกอบเหล่านี้เรียกว่าตัวประกอบย่อย และตัวประ อบย่อยยังแบ่งออกเป็นตัวประกอบย่อย ๆ อีกมากมาย ตัวประกอบขั้นสุดท้ายนี้เรียกว่า ตัวประกอบเฉพาะ (Vernon 1960 อ้างถึงใน พจน์ สะเพียรชัย 2512:2)

ในปี ค.ศ.1963 คัทเทลล์ (Cattell) ได้เสนอทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของคัทเทลล์ (Theory of Fluid and Crystallized Intelligence) โดยกล่าวว่า เชาวน์ปัญญามนุษย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญสองส่วน คือ Fluid Intelligence หมายถึง เชาวน์ปัญญาที่เป็นอิสระจากการเรียนรู้และประสบการณ์ หรือเป็นอิสระจากสภาพการณ์ทางสังคมและการศึกษา เชาวน์ปัญญานี้จะมีแทรกอยู่ในความจำ ความคิด การแก้ปัญหาและอื่น ๆ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ Crystallized Intelligence หมายถึง เชาวน์ปัญญาที่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะเสมือนผลึกหรือสิ่งที่ตกตะกอนมาจากประสบการณ์หรือเป็นการเรียนรู้ที่ได้จากสิ่งที่ผ่านมาในชีวิต ทำให้เกิดเป็นความรู้ความจำ และเกิดทักษะต่าง ๆ (Cattell 1963 อ้างถึงใน บังอร ภูวภิรมย์ขวัญ 2526:58) นอกจากนั้น เจนเซน (Jensen) ยังได้เสนอว่า ความสามารถทางสมองมีสองระดับ ระดับ 1 เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้จากการท่องจำ โดยไม่มีการเปลี่ยนรูปหรือปรับรูปใหม่ ระดับ 2 เป็นการสั่งการทางสมอง เป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และการแก้ปัญหา เจนเซน ให้ชื่อทฤษฎีว่า ทฤษฎีสองระดับของความสามารถทางสมอง (Two-level Theory of Mental Ability) (Jensen 1968 อ้างถึงใน สุภาพ วาดเขียน 2525:174)

ในช่วงที่นักจิตวิทยากำลังศึกษาความสามารถทางสมองด้วยวิธีการต่าง ๆ นั้น นักจิตวิทยาชาวอเมริกันอีกกลุ่มหนึ่งก็ได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับความสามารถทางสมองด้วยวิธีการที่ทันสมัยยิ่งขึ้น คือ ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) วิเคราะห์สมรรถภาพสมองพื้นฐาน (Primary Mental Ability) ของมนุษย์ออกเป็นความสามารถย่อย ๆ หลายตัว ซึ่ง เธอร์สโตน (Thurstone) ผู้นำของนักจิตวิทยากลุ่มนี้ให้ชื่อทฤษฎีนี้ว่า ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple Factor Theory) โดยเสนอว่า ความสามารถพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วย องค์ประกอบที่สำคัญ 7 ประการ (Thurstone 1938 อ้างถึงใน วัญญา วิศาลาภรณ์ 2522:11-12) คือ

1. องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor) หรือ N-Factor เป็นความสามารถในการคิดคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวเลขได้อย่างว่องไวและถูกต้อง ตลอดจนการแก้ปัญหาเชิงปริมาณ

2. องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor) หรือ V-Factor เป็นความสามารถที่จะรู้ความหมาย เข้าใจความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของภาษา ตลอดจนเข้าใจเรื่องราวต่าง ๆ ในด้านภาษา

3. องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor) หรือ R-Factor เป็นความสามารถในการค้นหากฎหรือหลักเกณฑ์ สามารถในการจัด จำแนกประเภท สรุปความและอุปมาอุปไมยได้อย่างสมเหตุสมผล

4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor) หรือ S-Factor เป็นความสามารถในการมองเห็นหรือมีนโนภาพในการหมุนของรูปทรงเรขาคณิตในมิติต่าง ๆ มีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่าง ๆ และมีมโนภาพในการเห็นรูปทรงเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งหรือแปลงสภาพไป

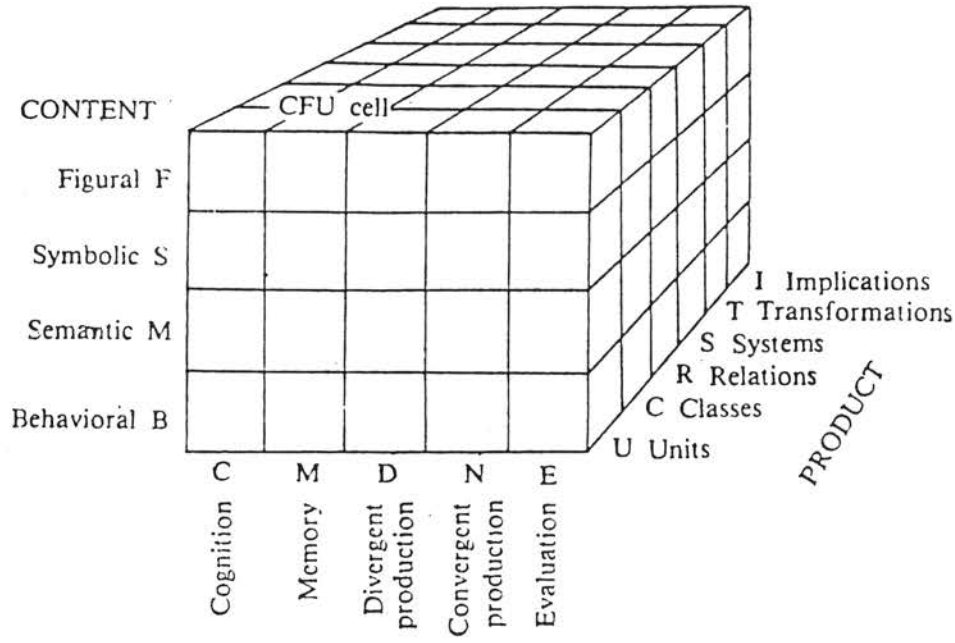
5. องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor) หรือ M-Factor เป็นความสามารถในการจดจำและระลึกได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง

6. องค์ประกอบด้านการรับรู้ทางตา (Perceptual Factor หรือ P-Factor เป็นความสามารถในการสังเกตรายละเอียดเกี่ยวกับความคล้ายกันและแตกต่างกันของสิ่งของหรือสัญลักษณ์ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

7. องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency Factor หรือ W-Factor เป็นความสามารถที่จะใช้ถ้อยคำหลาย ๆ คำได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

จากแนวคิดของ เธอร์สโตน (Thurstone) กิลฟอร์ด (Guilford) ได้ใช้เวลามากกว่า 20 ปี ศึกษาค้นคว้าเพื่อขยายแนวความคิดดังกล่าวออกไปอีก เขามีความเห็นว่าความสามารถหนึ่ง ๆ ที่เธอร์สโตนกล่าวนั้นย่อมจะไม่ใช้ความสามารถที่แสดงออกเหมือนกันหมดในทุกกิจกรรม เช่น องค์ประกอบด้านความจำ การแสดงออกของความสามารถชนิดนี้ย่อมแตกต่างกันตามสิ่งที่มนุษย์รับรู้เข้าไป ซึ่ง เธอร์สโตน ไม่ได้แยกเป็นความจำทางภาษา ความจำทางจำนวน หรือความจำเกี่ยวกับภาพ เพราะความสามารถในการจำสิ่งเหล่านี้ยากง่ายต่างกัน (บุญส่ง นิลแก้ว 2519:130) กิลฟอร์ด ได้แยกลักษณะทางสติปัญญาออกเป็นกิจกรรมทางสมอง

3 มิติ และเรียกรูปแบบความสามารถทางสมองนี้ว่า แบบโครงสร้างทางสติปัญญา (Structure of Intellect Model) ซึ่งสามารถเขียนเป็นรูปได้ดังนี้



ภาพที่ 3 โครงสร้างของทฤษฎีแบบโครงสร้างทางสติปัญญา

จากภาพ กิลฟอร์ด (Guilford 1967: 60-65) ได้แบ่งลักษณะทางปัญญาออกเป็น 3 มิติคือ

มิติที่ 1 เนื้อหา (Content) หมายถึง สิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ปรากฏด้วยระบบประสาทสัมผัสทั้งหลายของมนุษย์ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น รูปภาพหรือของจริง (Figural) สัญญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral)

มิติที่ 2 วิธีการของการคิด (Operation) เมื่อสิ่งเร้าเข้าไปในสมองโดยผ่านประสาทสัมผัสแล้ว สมองจะใช้ความสามารถขั้นต่าง ๆ กระทำต่อสิ่งนั้น ๆ โดยเริ่มจากรู้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร (Cognition) จดจำสิ่งที่รับรู้ (Memory) คิดอย่างอเนกนัย (Divergent Production) คิดอย่างเอกนัย (Convergent Production) และประเมินค่าต่อสิ่งนั้น (Evaluation)

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Product) จากการที่สมองได้คิดสิ่งต่าง ๆ แล้ว จะได้ผลของการคิดออกมาในรูปต่าง ๆ กัน ซึ่งแบ่งได้ 6 อย่างคือ เป็นหน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) และการประยุกต์ (Implications)

จากทฤษฎีและความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถทางสมองที่กล่าวมา นักจิตวิทยาให้ความสนใจในทฤษฎีหลายองค์ประกอบและทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญามากกว่าทฤษฎีอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะเสนอลักษณะของธรรมชาติสมองได้ละเอียดกว่าทฤษฎีอื่นและมีพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์ตัวประกอบด้วยวิธีการทางสถิติ แต่เนื่องจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาได้แบ่งความสามารถทางสมองออกเป็นองค์ประกอบเล็ก ๆ ถึง 120 องค์ประกอบ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบก็ต้องศึกษาแตกต่างกันไป จึงทำให้ทฤษฎีนี้ค่อนข้างยากแก่การปฏิบัติ (วัฒนา วิศาลาภรณ์ 2522:15) นอกจากนั้นนักจิตวิทยาจำนวนมากเห็นว่ารูปจำลองของกิลฟอร์ดเป็นเพียงทฤษฎีเหตุผลมากกว่าที่จะนำไปปฏิบัติได้ (สุภาพ วาดเขียน 2525:174) ดังนั้นนักจิตวิทยาและนักการศึกษาจึงให้ความสนใจทฤษฎีหลายองค์ประกอบมากและพยายามศึกษาว่าในช่วงอายุของคนแต่ละวัยนั้นจะมีความสามารถทางสมองทั้ง 7 ด้านแตกต่างกันอย่างไร ดังเช่นการศึกษาของ ปราณี สุทธิพงศ์ (2511:79) ที่ศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองด้านภาษาและด้านจำนวนของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย และมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2510 ในเขตการศึกษา 1 ซึ่งพบว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในชั้นสูงกว่าจะมีความสามารถด้านจำนวนและด้านภาษาสูงกว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในชั้นต่ำกว่า นอกจากนั้นในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนชายจะมีความสามารถด้านจำนวนสูงกว่านักเรียนหญิง ส่วนนักเรียนหญิงจะมีความสามารถด้านภาษาสูงกว่านักเรียนชาย โดยเฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถด้านภาษาสูงก็น่าจะมีความสามารถด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำสูงด้วย เพราะว่าความสามารถด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำนั้นนับว่าเป็นความสามารถทางภาษาอย่างหนึ่ง (อำนวย เลิศชยันตี 2523:7) สำหรับ เลชเชอร์ (Lesher 1971: 2487-A) ได้ศึกษาความสามารถด้านเหตุผลกับนักเรียนเกรด 4-7 พบว่านักเรียนที่เรียนชั้นสูงกว่าจะมีความสามารถด้านเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนชั้นต่ำกว่า และ บุญชม ศรีสะอาด ได้เปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน 3 ระดับ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนทุกระดับ (บุญชม ศรีสะอาด 2513:76)

จากการวิเคราะห์ความสามารถทางสมอง บลูม (Bloom) พบว่าความจำ เป็นพฤติกรรมทางสมองด้านหนึ่งและเป็นพฤติกรรมพื้นฐานของพฤติกรรมทางสมองด้านอื่น ๆ (Bloom 1956 อ้างถึงใน เสาวณี คุณาวัฒนาวุฒิ 2517:2) ซึ่งความสามารถด้านความจำนี้จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ นับจากเด็กเริ่มจำพ่อแม่ได้ จนอายุได้ 12 ปี อัตราการเพิ่มของความสามารถด้านความจำก็จะเริ่มลดลง (Stoddard 1948:185) นอกจากนั้น เวอร์นอน (Vernon 1962:94) ได้ศึกษาความสามารถด้านการรับรู้กับเด็กอายุ 4-8 ปี และพบว่าเด็กเล็ก ๆ จะมีความสามารถด้านการรับรู้ต่ำที่สุด เพราะเกิดการรับรู้กลับ (Reversed Perception) มากกว่าเด็กในวัยอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พวงแก้ว ศิริพานิช (2513:30) ที่พบว่าเด็กอายุ 4 ปี มีการรับรู้กลับมากที่สุด

จะเห็นว่าคนเรามีความสามารถทางสมองทั้ง 7 ด้านนี้มากน้อยแตกต่างกันไป แสดงว่าทฤษฎีหลายองค์ประกอบน่าจะอธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์ได้ นอกจากนี้นักวัดผลส่วนใหญ่ก็ได้ยึดทฤษฎีนี้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความถนัด (ทองห่อ วิภาวิน 2524:36) จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดของทฤษฎีหลายองค์ประกอบมาเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

การสอนคณิตศาสตร์

การสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษามุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นเนื้อหาที่หลักสูตรกำหนดให้เรียนจึงเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เนื้อหาที่จัดให้เรียนในชั้นประถมศึกษานี้ประกอบด้วยพื้นฐานทางด้านต่าง ๆ 5 ด้าน คือ พื้นฐานทางจำนวน ทางพีชคณิต ทางการวัด ทางเรขาคณิต และพื้นฐานทางสถิติ การกำหนดเนื้อหาโดยใช้พื้นฐานทางด้านต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นผู้จัดทำหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาได้นำเนื้อหาจากพื้นฐานต่าง ๆ นั้นมาผสมผสานกัน โดยเนื้อหาเหล่านั้นมีความจำเป็นและเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับวุฒิภาวะของผู้เรียนด้วย การนำพื้นฐานทั้ง 5 ด้านมาสอนในระดับประถมศึกษาจะทำให้นักเรียนที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้วสามารถนำความรู้ที่เล่าเรียน ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี เพราะชีวิตประจำวันของเรานั้นมีความสัมพันธ์กับพื้นฐานเหล่านี้ตลอดเวลา (ฉวีวรรณ กีรติ 2527: 26-27)

เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนในระดับประถมศึกษานั้น หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ได้จัดยืดหยุ่นตามพัฒนาการของเด็กโดยแบ่งเป็น 3 ช่วง ช่วงละ 2 ปี คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 ประถมศึกษาปีที่ 3-4 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ซึ่งเนื้อหาที่จะต้องเรียนในแต่ละช่วงมีดังนี้

ตารางที่ 1 เนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาแยกตามระดับชั้นเรียน

เนื้อหาคณิตศาสตร์		
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6
1. การเตรียมความพร้อม	1. จำนวนและตัวเลขที่เกิน 1,000	1. จำนวนและตัวเลที่เกิน 100,000
2. จำนวนและตัวเลขที่ไม่เกิน 1,000	2. การบวกจำนวนที่มีหลายหลัก	2. การบวก ลบ คูณ หาร
3. การบวกจำนวนซึ่งมีผลบวกไม่เกิน 1,000	3. การลบระหว่างจำนวนหลายหลัก	3. สมการและการแก้สมการ
4. การลบระหว่างจำนวนที่ไม่เกิน 1,000	4. การคูณ	4. ตัวประกอบ
5. การนับเพิ่มและการนับลด	5. การหาร	5. เศษส่วน
6. การคูณ	6. เวลา	6. ทศนิยม
7. การหาร	7. การชั่ง	7. มุม
8. การชั่ง	8. การตวง	8. ส่วนของเส้นตรง
9. การตวง	9. การวัดความยาวและระยะ	9. เส้นขนาน
10. การวัดความยาวและระยะ	10. พื้นที่	10. การวัดความยาวและระยะ
11. เงิน	11. เงินและการบันทึก	11. รูปสามเหลี่ยม
12. เวลา	12. เศษส่วน	12. รูปสี่เหลี่ยม
13. รูปเรขาคณิตและรูปทรงเรขาคณิต	13. ทศนิยม	13. รูปวงกลม
14. เศษส่วน	14. โจทย์ปัญหาระคน	14. ความยาวรอบรูปและพื้นที่
15. โจทย์ปัญหาระคน	15. จุด เส้นตรง ส่วนของเส้นตรง รังสี	15. ความเท่ากันทุกประการ
	16. มุม	16. รูปทรงและปริมาตร
	17. รูปหลายเหลี่ยมและรูปวงกลม	17. ทิศ
	18. ระนาบ	18. รูปสมมาตร
	19. เส้นขนาน	19. แผนผัง
	20. รูปสมมาตร	20. แผนภูมิและกราฟ
	21. แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง	21. คู่อันดับ

012165

สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำคู่มือการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้ครูใช้ประกอบการสอน เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนสามารถสอนตามความมุ่งหมายของหลักสูตรและมีความมั่นใจในการสอนยิ่งขึ้น โดยในแต่ละบทของคู่มือจะประกอบด้วยแผนภูมิการสอน ความคิดรวบยอด/หลักการ จุดประสงค์ คำใหม่ จำนวนคาบที่ใช้สอน อุปกรณ์ วิธีสอนและกิจกรรมซึ่งครูสามารถเลือกใช้หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับนักเรียนและสภาพห้องเรียน และในตอนท้ายของคู่มือได้กำหนดเวลาการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สำหรับโรงเรียนที่เปิดสอน 2 ภาคเรียน และ 3 ภาคเรียนดังนี้

ตารางที่ 2 เนื้อหาและเวลาเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สำหรับโรงเรียนที่เปิดสอน 2 ภาคเรียน และ 3 ภาคเรียน

เนื้อหาและเวลาเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5			
โรงเรียนที่เปิดสอน 2 ภาคเรียน		โรงเรียนที่เปิดสอน 3 ภาคเรียน	
เนื้อหา	เวลาเรียน(คาบ)	เนื้อหา	เวลาเรียน(คาบ)
ภาคต้น		ภาคต้น	
จำนวนและตัวเลข	42	จำนวนและตัวเลข	42
มุม	22	มุม	22
เศษส่วน	42	เศษส่วน	42
ทศนิยม	42	ทศนิยม	42
การวัดความยาว	12	ภาคกลาง	
เส้นขนาน	11	การวัดความยาว	12
การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน	43	เส้นขนาน	11
ภาคปลาย		การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน	43
การบวก ลบ ทศนิยม	42	การบวก ลบ ทศนิยม	42
รูปสี่เหลี่ยม	32	รูปสี่เหลี่ยม	32
ปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	32	ภาคปลาย	
รูปวงกลม	21	ปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	32
รูปสามเหลี่ยม	32	รูปวงกลม	21
บทประยุกต์	31	รูปสามเหลี่ยม	32
แผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่ง	22	บทประยุกต์	31
		แผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่ง	22

ในการสอนคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนจะใช้วิธีสอนต่าง ๆ กัน เพื่อให้เด็กได้รู้ และเข้าใจในเรื่องที่เรียน โดยยึดทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์เป็นหลัก ซึ่งนักการศึกษาได้จำแนกทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ทฤษฎี (เมธี ลิมอักษร 2520:9 ; โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรต้นวงศ์ 2520: 22-23) คือ

1. ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory) ทฤษฎีนี้ได้ใช้เป็นหลักในการสอนคณิตศาสตร์มานานแล้ว คือ การเน้นให้ทำแบบฝึกหัดมาก ๆ ซ้ำ ๆ ซาก ๆ จนเด็กเคยชินและเกิดความชำนาญ ซึ่งทฤษฎีนี้มีข้อบกพร่องตรงที่ทฤษฎีและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มีมาก จึงเป็นการยากที่เด็กจะจำได้หมด นอกจากนั้นการจำเรื่องที่เด็กไม่เข้าใจก็จะทำให้เด็กสับสนและลืมได้ง่าย

2. ทฤษฎีแห่งการเรียนรู้โดยเหตุบังเอิญ (Incidental Learning Theory) ทฤษฎีนี้เสนอแนะให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน หรือจัดกิจกรรมจากเหตุการณ์ที่ผู้เรียนได้ประสบมา ซึ่งจุดอ่อนของทฤษฎีนี้อยู่ที่ ถ้าเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ครูจะสอนไม่เกิดขึ้น การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็จะไม่เกิดขึ้นด้วย

3. ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่าเด็กจะเรียนรู้และเข้าใจในสิ่งที่เรียนได้ดีเมื่อได้เรียนในสิ่งที่มีความหมายต่อตัวเด็กเอง และเป็นเรื่องที่เด็กได้พบเห็นได้ปฏิบัติในสังคมประจำวัน

จากทฤษฎีทั้ง 3 จะเห็นว่าทฤษฎีแห่งความหมายเป็นทฤษฎีที่เหมาะสมที่สุดในการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้สอนควรจะได้นำทฤษฎีนี้มาใช้มากที่สุด และนำทฤษฎีแห่งการฝึกฝนและทฤษฎีแห่งการเรียนรู้โดยเหตุบังเอิญมาประกอบในการสอนด้วย สำหรับการนำทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์มาใช้ในการสอนนั้น เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี อัญชลี แจ่มเจริญ และคณะ (2526: 60-61) ได้เสนอแนะสิ่งที่ควรถือเป็นแนวปฏิบัติ ดังนี้

1. ดำเนินการสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของแต่ละบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกัน

2. มีการจูงใจให้นักเรียนแสดงความสนใจ เห็นประโยชน์ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

3. วิธีถ่ายทอดความรู้ มีการนำเอาประสบการณ์ต่าง ๆ มาสัมพันธ์กันให้บังเกิดผลแห่งการเรียนรู้

4. มีการฝึกให้นักเรียนรู้จักสรุป วิเคราะห์ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5. การฝึกทักษะถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรเอาใจใส่ดูแลอย่างใกล้ชิด

ในด้านการจัดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยา เพราะคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งมีความยากลำบากต่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก ดังนั้นการจัดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์จึงควรให้นักเรียนได้เรียนโดยอาศัยหลักเกณฑ์ (เอนก หิรัญรักษ์ 2510:15) ดังนี้

1. เรียนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น การสอนนับก็ให้หัดนับวัตถุ สิ่งของ รูปภาพ

2. เรียนตามลำดับความยากง่ายและเหมาะสมกับวัย ให้ทำกิจกรรมมาก ๆ ไม่ใช่ครูอธิบายให้ฟังแล้วทำตาม มุ่งสอนโดยยึดความสนใจของเด็กเป็นเกณฑ์

3. เรียนเพื่อสร้างความเจริญเติบโต ไม่ใช่สร้างเฉพาะสติปัญญาด้านเดียว แต่มุ่งสร้างความเจริญทางกาย อารมณ์ และสังคมพร้อมกันไปด้วย

4. เรียนโดยพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยการแบ่งหมู่เรียนให้ทำกิจกรรมตามความสนใจของนักเรียน

5. เรียนร่วมกัน ทำงานร่วมกัน ปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน รู้จักรับผิดชอบในกิจกรรมที่ทำ

6. เผชิญกับปัญหาที่เร้ากระตุ้นให้เด็กสนใจอยากคิด อยากทำ อยากแก้ปัญหา

นอกจากนั้น ไมเคิลลิส กรอสส์แมน และสกอตต์ (Michaelis, Grossman and Scott 1976: 185-186) ได้เสนอการจัดลำดับขั้นของการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เด็กได้มีการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้นดังนี้

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก

2. ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration and Discovery) เป็นขั้นนำเด็กให้มีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่สอนโดยใช้อุปกรณ์และกิจกรรมต่าง ๆ

3. ขั้นใช้สัญลักษณ์ และสรุปเป็นกฎเกณฑ์ (Abstraction and Organization)

4. ขั้นฝึกทักษะ (Fixing Skill)

5. ขั้นนำไปใช้ (Application)

การสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษามุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ส่งเสริมให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีเหตุผล ดังนั้นในการสอนคณิตศาสตร์ ครูควรเน้นความเข้าใจมากกว่าความจำ ควรจะให้นักเรียนค้นพบโดยที่ครูเสนอแนะน้อยที่สุด ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเฉพาะให้ความสำคัญที่วิธีการมากกว่าคำตอบ เนื่องจากวิธีการหาคำตอบที่ดีและเหมาะสมเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญในการสอนคณิตศาสตร์ (Whirl 1973:551)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นมวลประสบการณ์ที่มีปัญหาด้านการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษามากที่สุดเนื่องจากมีนักเรียนสอบตกมากกว่าทุกกลุ่มประสบการณ์ สาเหตุที่ทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จนั้น ยุพิน พิพิธกุล (2524: 2-5) กล่าวว่ามาจากสาเหตุ 5 ประการ คือ

1. ผู้บริหารไม่สนใจหรือไม่เข้าใจธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ซึ่งจะต้องสอนโดยใช้รูปธรรมเพื่ออธิบายนามธรรม จึงไม่สนับสนุนด้านงบประมาณเพื่อจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ในการสอน
2. เนื้อหาหลักสูตรที่เปลี่ยนแปลงทำให้ครูที่มีพื้นความรู้ตามหลักสูตรเก่าไม่สามารถสอนตามหลักสูตรใหม่ได้
3. ตัวครูไม่ศรัทธาต่ออาชีพครู ทำให้ประสิทธิภาพของการสอนน้อยลง
4. ตัวนักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อคณิตศาสตร์
5. สิ่งแวดล้อมในสภาวะปัจจุบันทำให้นักเรียนไม่อยากเรียน

จากปัญหาดังกล่าวที่เป็นสาเหตุให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำนั้น จะพบว่าปัญหาที่สำคัญที่สุด ซึ่งถ้าสามารถแก้ไขได้แล้วจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นมี 2 ประการ คือ ตัวครูและตัวนักเรียน ซึ่งมีแนวทางในการแก้ไขดังนี้

1. ตัวครู ครูที่สอนคณิตศาสตร์จะต้องมีความกระฉับกระเฉง ว่องไว มีปฏิภาณมีอารมณ์ขัน สนใจศึกษาหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในด้านการสอนครูจะต้องใช้วิธีสอนหลาย ๆ แบบโดยเลือกให้เหมาะกับเนื้อหาและวุฒิภาวะของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรมีอุปกรณ์ประกอบการสอน เพราะจะทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนมากขึ้น และควรเน้นการให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด ถ้าครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกันอย่างจริงจังและมี

ประสิทธิภาพแล้ว ก็จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็กไทยสามารถยกระดับให้สูงขึ้นได้ (สำเริง บุญเรืองรัตน์ 2526:25) นอกจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว การจัดสิ่งแวดล้อมทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนก็เป็นสิ่งสำคัญมากประการหนึ่ง เพราะจากการศึกษาของ นพพร แหยมแสง พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นจากการเรียนตามปกติจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ (นพพร แหยมแสง 2526:44)

2. ตัวนักเรียน นักเรียนจะต้องมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ มีความพร้อมทั้งทางวุฒิภาวะและความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะเรียน ดังนั้นในการสอนครูจะต้องสำรวจความพร้อมของนักเรียนก่อน นอกจากนั้นนักเรียนจะต้องตั้งใจเรียนเพื่อจะได้เรียนคณิตศาสตร์ได้ดี ซึ่ง นพพร พานิชสุข ได้เสนอแนะแนวทางกว้าง ๆ ในการที่นักเรียนจะประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ (นพพร พานิชสุข 2522: 68-70) ดังนี้

2.1 ต้องตั้งใจฟังคำอธิบายของครูอย่างจริงจังและมีสมาธิ

2.2 ต้องหมั่นซักถามข้อสงสัยข้องใจจากครูทันทีที่ครูอธิบายจบแล้ว

2.3 ต้องหมั่นทำแบบฝึกหัดให้มาก ๆ

2.4 ต้องมีใจรักและสนุกสนานเบิกบานกับการเรียนคณิตศาสตร์

วิธีการที่จะทราบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงหรือต่ำเพียงใดนั้น สามารถทราบได้โดยการใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทดสอบผู้เรียน ซึ่ง ชวาล แพรัตกุล กล่าวว่า การทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นวิธีการที่ทำให้ได้มาซึ่งจำนวนหรือปริมาณเพื่อจะนำไปสู่การประเมินค่าการศึกษาว่าทั้งครูและนักเรียนต่างได้รับผลจากการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด (ชวาล แพรัตกุล 2516:19) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูจะนำมาใช้กับนักเรียนนั้นมี 2 ชนิดคือ แบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (สุรชัย ขวัญเมือง 2522:233) สำหรับลักษณะการออกข้อสอบของแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิดนั้น ล้วน สายยศ (2518: 26-27) กล่าวว่า นิยมสร้างเพื่อวัดความสามารถ 3 ด้าน คือ ด้านคณิตศาสตร์ทักษะ ด้านคณิตศาสตร์เหตุผล และด้านคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นี้ นักการศึกษาและนักจิตวิทยาทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ให้ความสนใจที่จะศึกษาความสามารถทางสมองทั้ง 7 ด้าน คือ ความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านความจำ ด้านการรับรู้ทางตา และด้านความคล่อง-แคล่วในการใช้คำ โดยใช้แบบทดสอบที่แตกต่างกันไปตามความสนใจของแต่ละบุคคล แบบทดสอบที่ใช้มีทั้งแบบทดสอบที่เป็นชุดเพื่อศึกษาความสามารถพร้อมกันหลาย ๆ ด้าน และแบบทดสอบที่ศึกษาความสามารถเพียงด้านเดียวโดยเฉพาะ ซึ่งผลของการศึกษามีดังนี้

สถาพร ทัพพะกุล (2516: 55-59) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2515 ในจังหวัดชลบุรี จำนวน 199 คน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถทางสมอง 5 ฉบับ พบว่าความสามารถด้านจำนวนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .5563 ในปี พ.ศ. 2524 เจตนา ทองรักษ์ ได้ศึกษาสัมพันธภาพระหว่างความสามารถด้านจำนวนและเหตุผลเชิงนามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2523 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 248 คน และพบว่าความสามารถด้านจำนวนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .7368 และความสามารถด้านจำนวนสามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าความสามารถด้านเหตุผลเชิงนามธรรม (เจตนา ทองรักษ์ 2524:34) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ ล้วน สายยศ (2511:77) ที่ได้ค้นหาตัวพยากรณ์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยศึกษากับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงของวิทยาลัยครู 13 แห่ง จำนวน 573 คน และพบว่าความสามารถด้านจำนวนสามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้

เสาวภา หอสุชาติ (2524:61) ได้ศึกษาตัวพยากรณ์บางตัวที่ใช้ในการจัดจำแนกชั้นเรียนนักเรียนเข้าเรียนตามโปรแกรมการเรียนของชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในจังหวัด

นครศรีธรรมราช โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2523 สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 214 คน เป็นตัวอย่างประชากร พบว่าความสามารถด้านภาษามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .3174 พิกุล เกตุประดิษฐ์ เป็นผู้หนึ่งที่สนใจเกี่ยวกับความสามารถด้านภาษาเช่นกันจึงได้วิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตการศึกษา 12 และพบว่าความสามารถด้านภาษามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (พิกุล เกตุประดิษฐ์ 2522:64) ซึ่งผลการศึกษานี้ได้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาของ สโตรว์บริดจ์ (Strowbridge 1967: 1014-A) ที่ใช้แบบทดสอบ Iowa Test ทดสอบนักเรียนเกรด 7-9 จำนวน 457 คน และพบว่าความสามารถด้านภาษามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ นอกจากนั้น ลอง (Long 1960:1100) ยังพบว่าความสามารถด้านภาษาสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้

จากการศึกษาดังกล่าวทำให้ทราบว่าความสามารถด้านจำนวนและด้านภาษาต่างก็มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และสามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวนี้ตรงกับการศึกษาของ อินเกอร์ซอลล์ และ ปีเต้อร์ (Ingersoll and Peter) ซึ่งได้ศึกษาการใช้แบบทดสอบ จี เอ ที บี (General Aptitude Test Battery) โดยทดสอบกับนักเรียนเกรด 9-10 ในรัฐโอไฮโอ จำนวน 4,000 คน และพบว่าความสามารถด้านจำนวนและด้านภาษามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไป (Ingersoll and Peter 1966: 931-937) และสอดคล้องกับการศึกษาของ เบนเนต ซีชอร์ และ เวชแมน (Bennet, Seashore and Weshman 1956: 81-91) ที่ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับนักเรียนในระดับมัธยมโดยใช้แบบทดสอบ ดี เอ ที (Differential Aptitude Test) เป็นตัวพยากรณ์ โดยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความสามารถด้านจำนวนและด้านภาษา และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านภาษากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าสูงที่สุด นอกจากนั้นผลการศึกษาดังกล่าวยังสนับสนุนการศึกษาของ วัตเลย์ และ เมอร์วิน (Watley and Merwin 1964: 189-192) ที่พบว่าความสามารถด้านจำนวนและด้านภาษาสามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาและระดับมหาวิทยาลัยได้

สำหรับความสามารถด้านเหตุผลและด้านมิติสัมพันธ์นั้น สามารถ วีระสัมฤทธิ์ (2512:66) ได้ใช้แบบทดสอบความสามารถทั้ง 2 ด้านนั้นกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2511 ในโรงเรียนเทศบาลสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 444 คน เพื่อหาความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และพบว่าความสามารถทั้ง 2 ด้านมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ต่อมา ต่าย เชี่ยงฉี (2519:18) ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2518 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 318 คน พบว่าความสามารถด้านเหตุผลและด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดี ในปี พ.ศ.2526 กรรณิการ์ ธีรเวชเจริญชัย ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลเชิงนามธรรมและด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 478 คน ซึ่งเป็นนักเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร ซึ่งก็พบว่าความสามารถด้านเหตุผลเชิงนามธรรมและความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .5568 และ .5080 ตามลำดับ (กรรณิการ์ ธีรเวชเจริญชัย 2526:48)

ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลและความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่กล่าวมานั้น มีผลการศึกษาตรงกับการศึกษาของ วูด และ เลโบลด์ (Wood and Lebold 1968: 1223-1228) ซึ่งศึกษาการพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่หนึ่งของมหาวิทยาลัยเปอร์ดัว จำนวน 616 คน และพบว่าความสามารถด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และสอดคล้องกับการศึกษาของ เวรี (Very 1964:1371) และของแวมพ์เลอร์ (Wampler 1966: 364-369) ที่พบว่าตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์คือ ความสามารถด้านเหตุผล นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับการศึกษาของ กมล ชื่นทองคำ ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 401 คน พบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (กมล ชื่นทองคำ 2527:89) และตรงกับการศึกษาของ ชีเกล (Segel 1957:424-423) ที่พบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพีชคณิต

จากข้อค้นพบดังกล่าว จะเห็นว่าความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์นั้นมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งการศึกษาโดยเน้นเฉพาะความสามารถแต่ละด้านนี้ให้ผลตรงกับการศึกษาความสามารถทางสมองพร้อมกันหลาย ๆ ด้าน ดังเช่นการศึกษาของ สมชัย วงษ์นายะ (2524:98) ที่ค้นหาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสระบุรี โดยใช้แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งพบว่าความสามารถทั้ง 4 ด้านสามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ โดยความสามารถด้านจำนวนเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุด ซึ่งผลการศึกษานี้สนับสนุนการศึกษาของ สุนันท์ ศลโกสุม (2516:192) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 753 คน เป็นตัวอย่างประชากรในการศึกษา และพบว่าความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่สุด

นอกจากงานวิจัยในระดับประถมศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์นั้นมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แล้ว ในการศึกษาความสามารถทั้ง 4 ด้านในระดับการศึกษาที่สูงกว่าประถมศึกษาก็ได้ผลตรงกัน ดังเช่นการศึกษาของ คราวเดอร์ (Crowder 1957: 281-286) ซึ่งศึกษาผลการใช้แบบทดสอบ The Holzinger-Crowder Uni-Factor Tests กับนักเรียนเกรด 7-12 จำนวน 10,000 คน และพบว่าความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .53 , .51 , .60 , .35 ตามลำดับ และจากการศึกษาของ เวลล์แมน (Wellman 1957:512-517) ที่ใช้แบบทดสอบ พี เอ็ม เอ (PMA) กับนักเรียนเกรด 11-12 ใน Iowa Falls High School จำนวน 136 คน ซึ่ง

พบว่าความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .411, .406, .466, .503 ตามลำดับ โดยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ มณี วรศิริ (2521: 30-80) ที่ศึกษาตัวพยากรณ์ในการสอบคัดเลือกเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน และใช้แบบทดสอบความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่าความสามารถทั้ง 4 ด้านมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่ามากที่สุด

ความสามารถด้านความจำ เป็นตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่งที่มีผู้วิจัยหลายคนสนใจศึกษา เช่น สถาพร ทัพพะกุล (2516: 55-59) ได้พบว่าความสามารถด้านความจำมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .3089 ในปีต่อมา จรินทร์ ประสงค์สม (2517: 44-46) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 259 คน ผลการศึกษาพบว่าความสามารถด้านความจำมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การศึกษาดังกล่าวนี้ให้ผลตรงกับการศึกษาของ ต่าย เชี่ยงฉี (2519:18) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับความสามารถด้านความจำมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การศึกษาของ ต่าย เชี่ยงฉี ในครั้งนี้มีผลการศึกษาที่น่าสนใจอีกด้านหนึ่ง คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านการรับรู้ทางตากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า ความสามารถด้านการรับรู้ทางตามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .3770 สำหรับ วิเชียร เกตุสิงห์ (2512:108) ได้

ศึกษาการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบความถนัดกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2511 จากโรงเรียนมัธยมแบบประสม จำนวน 840 คน พบว่าความสามารถด้านทักษะทางตาเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ส่งผลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีอำนาจในการพยากรณ์เท่ากับ 7.68% และในปี พ.ศ. 2525 เชี่ยวชาญ มีมาก (2525:44) ได้ใช้แบบทดสอบความสามารถด้านการรับรู้ 6 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2524 ในจังหวัดแพร่ จำนวน 370 คน เพื่อหาความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรากฏว่าความสามารถด้านการรับรู้ทางตา สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวนี้สนับสนุนการศึกษาของ อินเกอร์ซอลล์ และ ปีเตอร์ (Ingersoll and Peter 1966:931-937) ที่พบว่าในการทดสอบนักเรียนเกรด 9-10 นั้น คะแนนความสามารถด้านการรับรู้ทางตามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไป

ผลการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถด้านความจำและความสามารถด้านการรับรู้ทางตาทั้งหมดนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ เสาวภา หอสุชาติ (2524:61) ที่พบว่าความสามารถด้านการรับรู้ทางตามีความสัมพันธ์กับแต้มเฉลี่ยวิชาเลือกในโปรแกรม คณิตศาสตร์-อังกฤษ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสนับสนุนการศึกษาของ สุวพร เย็มเอง (2522:54) ที่ใช้แบบทดสอบความถนัดทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2521 ในกรุงเทพมหานครที่เลือกเรียนวิชาธุรกิจศึกษา จำนวน 290 คน และพบว่าความสามารถด้านการรับรู้ทางตากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ธุรกิจมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษาในครั้งนี้ยังได้พบอีกว่าความสามารถด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำสามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ธุรกิจได้ นอกจากนี้ผลการศึกษาดังกล่าวยังตรงกับการศึกษาของ เวลล์แมน (Wellman 1957: 512-517) ที่พบว่าความสามารถด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และตรงกับ กู้เกียรติ เอี่ยวเจริญ (2528:81) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษา 13 แห่ง โดยศึกษากับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง พลศึกษา จำนวน 578 คน ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำกับ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสามัญ (รวมวิชาคณิตศาสตร์) มีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พอสรุปได้ว่าผู้ที่จะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีนั้นน่าจะเป็นผู้ที่มีความสามารถทางสมองด้านจำนวณ ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านความจำ ด้านการรับรู้ทางตา และด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำดีด้วย