บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาแบบวัดความสามารถด้านจำนวน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดปัตตานี ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ความหมายของความสามารถ

ความหมายของความสามารถด้านจำนวน

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมอง

แบบทดสอบความสามารถด้านจำนวนพร้อมตัวอย่างของแบบทดสอบ

เกณฑ์ปกติ (Norms)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านจำนวน

ความหมายของความสามารถ

นักจิตวิทยาและนักวัดผลได้ให้ความหมายของความสามารถไว้แตกต่างกันดังนี้ คือ

คลิฟฟอร์ด (Clifford, 1966 : 483) ได้กล่าวว่า ความสามารถ (Ability) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของบุคคลและเป็นสิ่งที่ทำให้บุคคลแตกต่างกัน ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Ability) เป็นความสามารถในการประกอบงานที่ต้องอาศัยสติปัญญา ซึ่งวัดได้โดยแบบทดสอบเชาวน์ปัญญา (Intelligence Test) ความสามารถลักษณะที่สอง คือ ความสามารถพิเศษ (Specific Ability) เป็นความสามารถที่จะเรียนรู้แก้ปัญหาและสรุปความได้ ได้แก่ ความสามารถทางด้านศิลปดนตรี เชิงกลและเชิงคำนวณ เป็นต้น ซึ่งอาจวัดได้จาก แบบทดสอบวัดความถนัด (Aptitude Test) เฉพาะด้าน

แอนนาตาซี่ (Anatasi, 1980 อ้างถึงในล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2541 :15-16) กล่าวว่า คำสี่คำ คือ "intelligence" "aptitude" "abilities" และ "achievement" ถ้าให้เลือกใช้เพียงคำเดียวแทนอยากจะใช้ คำว่า ความสามารถ (abilities) จะมีความหมายแทนคุณลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างครอบคลุมและเป็นคำที่เหมาะสมมากที่สุด แบบทดสอบที่ออกแบบเพื่อวัดเชาวน์ปัญญามีปัญหาเรื่องความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำ ผู้เชี่ยวชาญในการสร้างแบบทดสอบปัจจุบันจึงชอบใช้คำว่า ความถนัด เป็นส่วนมาก เพราะแบบทดสอบความถนัดสามารถพยากรณ์ผลการเรียนได้มากที่สุด และนิยมใช้พยางค์ที่ว่า แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (scholastic aptitude test)

จึงสรุปได้ว่า ความสามารถ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่แตกต่างกันซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ติดตัวมาแต่กำเนิดและได้รับการเรียนรู้จากประสบการณ์ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ ความสามารถทางสติปัญญาและความสามารถพิเศษ

ความหมายของความสามารถด้านจำนวน

นักจิตวิทยาและนักวัดผลได้ให้ความหมายของความสามารถด้านจำนวน ไว้แตกต่างกัน ดังนี้ คือ

เทอร์สโตน (Thurston, 1958 : 121) ได้ให้ความหมายของความสามารถด้านจำนวนไว้ว่า ความสามารถเกี่ยวกับจำนวน (Number หรือ N–factor) เป็นความสามารถทางสมองในการคิดคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวเลขได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว ตลอดจนเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงปริมาณ

โสภณ บำรุงสงค์ และสมหวัง ไตรต้นวงศ์ (2520 : 222) กล่าวไว้ว่าเป็นความสามารถในการคิดคำนวณทางด้านจำนวน ด้านการคิดเลขได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำและชำนาญในการบวก ลบ คูณ หาร

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และ สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2524 : 19) ได้กล่าวว่าเป็นสมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน (Number factor) เป็นสมรรถภาพในการที่จะเข้าใจและสามารถคำนวณเกี่ยวกับตัวเลข โดยใช้พื้นฐานเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ ผู้ที่มีความชำนาญ คล่องแคล่วและแม่นยำมาก จะเป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านนี้

วัญญา วิศาลาภรณ์ (2525 : 61) ได้นิยามว่า ความสามารถเกี่ยวกับจำนวน เป็นความสามารถในการคิดคำนวณเบื้องต้น เกี่ยวกับเลขคณิต เรขาคณิต หรือพีชคณิต การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงปริมาณ ตลอดจนอนุกรมต่าง ๆ

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2525 : 121) กล่าวว่า ความสามารถเกี่ยวกับจำนวน เป็นสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์ในการคิดคำนวณตัวเลข หรือแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องรวดเร็วและสามารถเข้าใจในคณิตศาสตร์เหตุผล

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 128) กล่าวว่า ทักษะในการคำนวณทางด้านจำนวน(Operation) ได้แก่ ความคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนต่าง ๆ ซึ่งในการทดสอบจะนิยมให้คำนวณเฉพาะตัวเลขเท่านั้น ไม่ต้องให้คำนวณโจทย์ปัญหา

อเนก เพียรอนุกูลบุตร (2527 : 138) กล่าวว่า การคิดคำนวณเกี่ยวกับจำนวน เป็นความสามารถของสติปัญญาในการคำนวณเกี่ยวกับเลขคณิต พีชคณิต รวมถึงเข้าใจความหมายและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ์ (2528 : 163) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านจำนวน เป็นสมรรถภาพของสมองในการคิดคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวเลข ปริมาณของตัวเลข แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงปริมาณ ตลอดจนคณิตศาสตร์เหตุผลและอนุกรมเหตุผล

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2536 : 366) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดความสามารถด้านจำนวนว่าเป็นแบบทดสอบวัดความรวดเร็วและแม่นยำในการคิดคำนวณ ลักษณะของคำถามส่วนมากจึงเป็นตัวเลขโดด ๆ เช่น อนุกรมตัวเลข ถ้าจะใช้โจทย์ปัญหาด้วยก็ต้องเป็นโจทย์ปัญหาง่าย ๆ เพราะไม่ต้องการให้มีอิทธิพลของภาษาเข้ามาเกี่ยวข้อง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 93) ได้ให้ความหมายของความสามารถด้านจำนวนไว้ว่า ความสามารถด้านนี้มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Number factor, Numerical ability, Quantitative ability เป็นต้น สรุปแล้วเป็นความสามารถด้านความสัมพันธ์ของปริมาณ จำนวน หรือคณิตศาสตร์ นั่นเอง จุดมุ่งหมายใหญ่เพื่อตรวจสอบค้นดูว่า ผู้ตอบมีมโนภาพทางคณิตศาสตร์เพียงใด ไม่ใช่ดูเพียงการจำกฎเกณฑ์ ทฤษฎี และวิธีการเท่านั้น แต่จะต้องดูให้ลึกลงไปในแง่ของความสัมพันธ์ของปริมาณตัวเลขด้วย

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2546 : 15–29) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถทางด้านจำนวน (Numerical Ability) ไว้ว่า เป็นการวัดความเข้าใจในความคิดรวบยอดและหลักการทางคณิตศาสตร์ระดับเบื้องต้น ทักษะการคิดคำนวณระดับพื้นฐาน ความสามารถด้านเหตุผลเชิงปริมาณ (Quantitative Reasoning) การวิเคราะห์เปรียบเทียบและการประเมินข้อมูลเชิงปริมาณในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ และประโยคสัญญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของปริมาณ การวัดความสามารถทางด้านจำนวนกระทำใน 4 องค์ประกอบย่อยคือ

1. ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Basic Mathematical Ability) ข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์จะครอบคลุมการใช้ Operation พื้นฐาน เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และความสามารถในการตีความและแก้โจทย์ปัญหาที่ต้องอาศัยพื้นฐานความเข้าใจในความคิดรวบยอดและหลักการในคณิตศาสตร์ระดับเบื้องต้น เช่น เศษส่วน ทศนิยม ร้อยละ กำไร–ขาดทุน ระยะทาง พื้นที่ ปริมาณ เวลา สมการ เรขาคณิตเบื้องต้น พีชคณิตเชิงเส้นขั้นพื้นฐานและกราฟ เป็นต้น

2. ความสามารถด้านการเปรียบเทียบเชิงปริมาณ (Quantitative Comparison) ข้อสอบด้านนี้วัดความสามารถของผู้เรียนในการคำนวณหาเหตุผล และเปรียบเทียบขนาดของปริมาณสองปริมาณอย่างรวดเร็วและแม่นยำว่าปริมาณใดมีขนาดใหญ่กว่า เล็กกว่า เท่ากันหรือเปรียบเทียบกันไม่ได้เพราะข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ การคำนวณและการหาเหตุผลจะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นในวิชาพีชคณิต เลขคณิต และเรขาคณิต

3. ความสามารถในการตีความข้อมูล (Data Interpretation) ข้อสอบด้านนี้วัดความสามารถของผู้เรียนด้านการอ่าน และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณที่เสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ กราฟ สมการหรือประโยคสัญญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การสังเคราะห์ข้อมูลและการเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อตอบปัญหา

4. การประเมินความเพียงพอของข้อมูล (Evaluation of Data Sufficiency) เพื่อวัดความสามารถในการวิเคราะห์และตีความปัญหาทางคณิตศาสตร์ การพิจารณาและจำแนกความเหมาะสมของข้อมูลในการแสวงหาคำตอบ และการประเมินความเพียงพอของข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา

ประพัฒน์พงศ์ เสนาฤทธิ์ (2546 : 49) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางจำนวน (Numerical Ability) เป็นความสามารถในการคิดคำนวณ วัดความเข้าใจในความคิดรวบยอดและหลักการทางคณิตศาสตร์ระดับเบื้องต้น ทักษะการคำนวณระดับพื้นฐาน และความสามารถในการแก้ปัญหาในรูปของจำนวนหรือปริมาณ

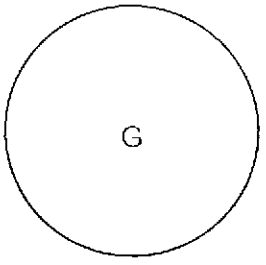
จากการศึกษาเอกสารของความหมายดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถด้านจำนวน หมายถึง สมรรถภาพทางสมองของมนุษย์ซึ่งเป็นความสามารถของแต่ละบุคคลที่มีความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ระดับเบื้องต้น มีทักษะการคิดคำนวณระดับพื้นฐาน เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และมีความสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ต้องอาศัยพื้นฐานความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็วและมีเหตุผล

ทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางสมองและความถนัด

ทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางสมองและความถนัดได้มีนักการศึกษา นักจิตวิทยาและผู้เชี่ยวชาญเสนอไว้หลายทฤษฎี โดยมุ่งอธิบายถึงความสามารถทางสมองและความถนัดในลักษณะต่าง ๆ กันดังนี้

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni-factor Theory)

ผู้คิดทฤษฎีนี้คือบีเน่ท์และซีมอน (Binet and Simon, 1905 อ้างถึงในล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541 : 43) บางทีเรียกทฤษฎีนี้ว่า Global Theory ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเชาวน์ปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับความสามารถทั่วไป (General ability) นั่นเอง ในปี ค.ศ. 1905 หรือ พ.ศ. 2448 บีเน่ท์และซิมอนได้สร้างข้อสอบวัดตามแนวคิดของเขาเป็นครั้งแรก ข้อสอบฉบับนี้สร้างวัดระดับเชาวน์ปัญญาเป็นแบบ Global measure คือวัดออกมาเป็นคะแนนเดียวแล้วแปลความหมายว่าใครมีเชาวน์ปัญญาระดับใดที่เรียกกันติดปากว่า IQ นั่นเอง IQ ย่อมาจาก Intelligence Quotient ใครมี IQ สูง แปลว่ามีเชาวน์ปัญญาสูง ใครมี IQ ต่ำ แปลว่ามีเชาว์ปัญญาต่ำ แต่พึงเข้าใจว่า IQ สูงหรือต่ำนั้นขึ้นอยู่กับตัวข้อสอบด้วยว่าวัดอะไรกันบ้าง และสิ่งที่วัดนั้นครอบคลุมตัวเชาวน์ปัญญาจริงหรือเปล่า ซึ่งสามารถเขียนเป็นโครงสร้างแบบรูปภาพได้ดังภาพประกอบ ๑



ภาพประกอบ ๑ โครงสร้างแบบรูปภาพของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว

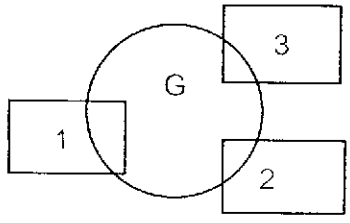
2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi-Factor Theory)

ทฤษฎีนี้นำโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อ ชาร์ลส์ อี. สเปียรแมน (Charles Spearman, 1927 อ้างถึงใน เติมศักดิ์ คทวณิช, 2546 : 219) เขาเชื่อว่าเชาวน์ปัญญาของคนเราไม่น่าจะมีองค์ประกอบเดียว แต่ควรจะประกอบขึ้นจากองค์ประกอบสองประเภทด้วยกันคือ

1. องค์ประกอบที่เป็นความสามารถทั่วไป (General Factor : G–Factor) เป็นความสามารถพื้นฐานที่นำไปใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ทั่วไปทุกชนิด ประกอบด้วย ความจำ ไหวพริบ การสังเกต ความมีเหตุผล การตัดสินใจ ความคล่องแคล่ว เป็นต้น

2. องค์ประกอบที่เป็นความสามารถเฉพาะ (Specific Factor : S–Factor) เป็นความสามารถในการทำกิจกรรมเฉพาะอย่าง ไม่เกี่ยวข้องกัน เป็นความสามารถพิเศษของแต่ละบุคคล เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ทางภาษา ทางวิทยาศาสตร์ ศิลปะ เครื่องยนต์กลไก ดนตรี ขับร้อง กีฬา เป็นต้น

ดังนั้นแต่ละคนอาจจะมี G–Factor มากน้อยแตกต่างกันไปหรือมีเท่ากันก็ได้ ขณะเดียวกัน S–Factor ก็อาจมีความแตกต่างกันด้วย เพราะฉะนั้นบางคนจะเก่งคำนวณ บางคนเก่งศิลปะ ถ้าจะเขียนเป็นโครงสร้างแบบรูปภาพจะได้ดังภาพประกอบ 2 ดังนี้



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างแบบรูปภาพของทฤษฎีสององค์ประกอบ

3. ทฤษฎีสติปัญญาของแคทเทลล์ (Cattell' Theory of Fluid and Crystallized Intelligence)

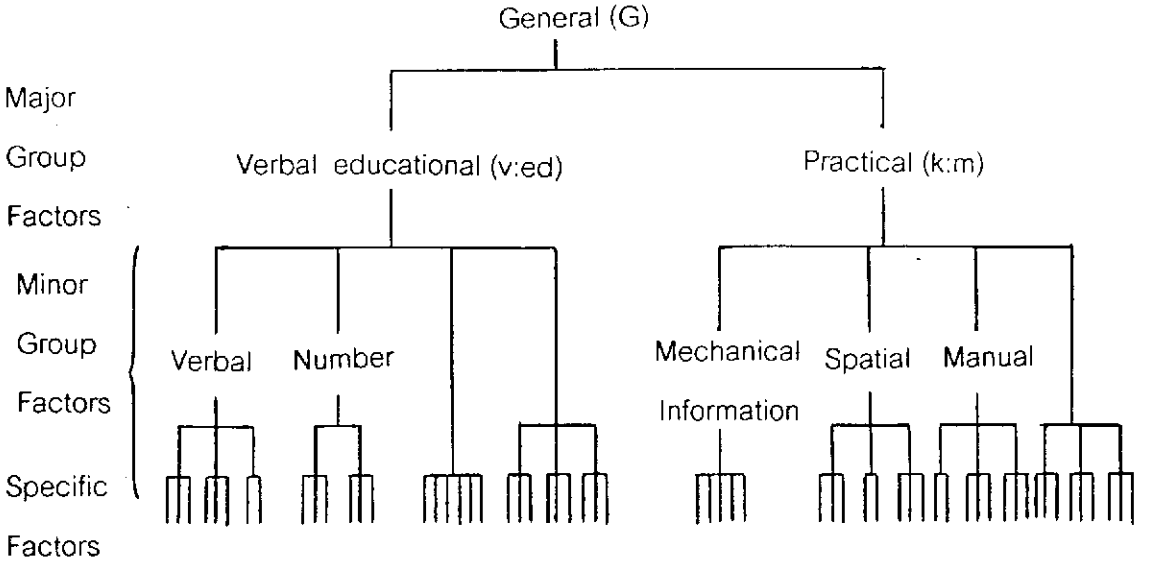
ทฤษฎีนี้คิดโดย อาร์ บี แคทเทลล์ (R.B.Cattell) เสนอผลงานในวาสารในปี 1967 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2541 : 53) เขาเชื่อว่าสติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์ แบ่งออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้ 2 ลักษณะ คือ

ฟลูอิด อะบิลิตี้ (Fluid Ability) เป็นสมรรถภาพหรือความสามารถที่เป็นอิสระจากการเรียนรู้และประสบการณ์ แต่เป็นผลมาจากกรรมพันธุ์หรือมีมาแต่กำเนิด สมรรถภาพสมองส่วนนี้จะแทรกอยู่ในทุกอิริยาบทของกิจกรรมทางสมอง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความคิด การแก้ปัญหา เช่น สมรรถภาพในการใช้เหตุผล การอุปมาน การอนุมาน การมองเห็นความสัมพันธ์เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของอนุกรม

คริสตอลไลซ์ อะบิลิตี้ (Crystallized Ability) เป็นสมรรถภาพสมองหรือความสามารถที่ขึ้นอยู่กับการเรียนรู้และประสบการณ์ที่ได้มาจากสิ่งที่ผ่านเข้ามาในชีวิต เช่น ความสามารถที่จะเข้าใจภาษา เข้าใจตัวเลข สมรรถภาพในการประเมินผลหรือประเมินค่า

4. ทฤษฎีการจัดกลุ่มและอันดับ (Hierarchical Theories)

เบิร์ท (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และฮัมเฟรย์ (Humphreys) โดยเฉพาะเวอร์นอน (Vernon) ได้เสนอโครงสร้างของเชาวน์ปัญญา ในปี ค.ศ. 1960 โดยอธิบายตามแบบของสเปียร์แมน นั่นคือ เริ่มจุดแรกด้วย G-factor ขั้นต่อไปแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ ความสามารถทางด้านความถนัดทางการเรียน (Verbal-education V : ed) และความสามารถเฉพาะทาง (Practical-mechnical k : m) องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้เรียกรวมว่า Major Group Factors องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้ยังแบ่งย่อยซอยลงไปอีก ด้านองค์ประกอบ Verbal-education แบ่งย่อยเป็นองค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) และองค์ประกอบด้านตัวเลข (Numerical) และอื่น ๆ อีก ในทำนองเดียวกันองค์ประกอบ Practical-mechanical แบ่งย่อยออกเป็น Mechanical information, Spatial และ Manual และยังมีอื่น ๆ แต่ยังไม่กำหนด กลุ่มองค์ประกอบนี้เรียกว่า Minor Group Factors ระดับที่ต่ำสุดขององค์ประกอบในรูปแบบนี้ยังมีองค์ประกอบย่อย ๆ ไปอีก เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ ถ้าพิจารณาดูโครงสร้างอันนี้แล้วก็จะไม่ต่างกับลักษณะของต้นไม้แผ่กิ่งก้านใหญ่เล็กลงไปตามลำดับ ลำต้นก็เปรียบเสมือน G-factor กิ่งก้านเล็ก ๆ เปรียบเสมือน Specific factor นั่นเอง ดังภาพประกอบ 3 ที่แสดงไว้ (เดิมศักดิ์ คทวณิช, 2546 : 224–225)



ภาพประกอบ 3 องค์ประกอบของเชาวน์ปัญญาตามทฤษฎีการจัดกลุ่มและอันดับ

(Hierarchical Theory)

ฮัมเฟรย์ให้ความเห็นว่าทฤษฎีนี้เป็นลักษณะการแพร่ขยายขององค์ประกอบจากส่วนใหญ่มากกว่าที่จะเป็นองค์ประกอบย่อยเริ่มตั้งแต่ต้นดังทฤษฎีของเทอร์สโตน และยังเสนอแนะในการสร้างแบบทดสอบว่าผู้สร้างควรจะเลือกระดับขั้นขององค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบนั้น นั่นคือ แบบทดสอบบางชุดอาจจะใช้หลายระดับขององค์ประกอบก็ได้ เช่น จะวัดความสามารถด้านการแก้ปัญหาแบบอุปมาอุปไมยก็ควรใช้แบบทดสอบที่รวมด้านภาษา ด้านตัวเลข ภาพ และอุปมาอุปไมยมิติ (Spatial analogies) หรือถ้าต้องการวัดความสามารถด้านภาษาก็ควรจะใช้ข้อคำถามประเภทศัพท์ อุปมาอุปไมย และการเรียงลำดับสมบูรณ์แบบ ซึ่งดูออกจะเป็นแบบผสมไม่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันเท่าไรนัก (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541 : 47–48)

5. ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three Faces of Intellect Model)

ทฤษฎีนี้สร้างขึ้นมาโดย กิลฟอร์ด (Guilford) เมื่อ ค.ศ. 1967 มีชื่อเรียกหลายอย่างเช่น Structure of Intellect Model หรือ Three-Dimensional Model of the Structure of Intellect กิลฟอร์ดได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะโดยจัดระบบของคุณลักษณะให้อยู่ในรูปใหม่ในลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และนิยามคุณลักษณะของเชาวน์ปัญญาเป็น 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มีส่วนประกอบดังนี้

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition ใช้อักษรย่อว่า C.) หมายถึงความสามารถที่เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้ เข้าใจในสิ่งนั้น ๆ และบอกได้ว่า สิ่งนั้น ๆ คืออะไร

2. ความจำ (Memory ใช้อักษรย่อว่า M.) หมายถึงความสามารถในการเก็บสะสมความรู้และสามารถระลึกนึกออกมาได้

3. การคิดอเนกนัย (Divergent Production ใช้อักษรย่อว่า D.) เป็นความสามารถในการตอบสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น ให้บอกประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดที่จะบอกได้ ถ้าผู้ใดคิดได้มากแปลกที่สุดมีเหตุมีผล ถือว่าผู้นั้นมีความคิดแบบอเนกนัย

4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production ใช้อักษรย่อว่า N.) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดหาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ดีที่สุด ดังนั้นคำตอบแบบนี้ก็ต้องถูกเพียงคำตอบเดียว

5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation ใช้อักษรย่อว่า E.) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่าง ๆ 4 อย่างคือ

1. ภาพ (Figural ใช้อักษรย่อว่า F.) หมายถึงสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอนสามารถจับต้องได้หรือเป็นรูปภาพที่ระลึกนึกออกได้ดังรูปนั้นก็ได้

2. สัญญลักษณ์ (Symbolic ใช้อักษรย่อว่า S.) หมายถึงข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ ด้วย

3. ภาษา (Semantic ใช้อักษรย่อว่า M.) หมายถึงข้อมูลที่เป็นถ้อยคำพูดหรือภาษาเขียนที่มีความหมายสามารถติดต่อสื่อสารแต่ละกลุ่มได้ แต่ส่วนใหญ่มองในด้านการคิด (Verbal thinking) มากกว่าเขียน คือมองความหมาย

4. พฤติกรรม (Behavioral ใช้อักษรย่อว่า B.) หมายถึงข้อมูลที่เป็นการแสดงออก รวมถึงทัศนคติ ความต้องการ การรับรู้ ความคิด ฯลฯ

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลิตผลของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่าง ๆ กันซึ่งแบ่งออกได้เป็น 6 อย่าง คือ

1. หน่วย (Units ใช้อักษรย่อว่า U.) หมายถึงสิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน สุนัข แมว เป็นต้น

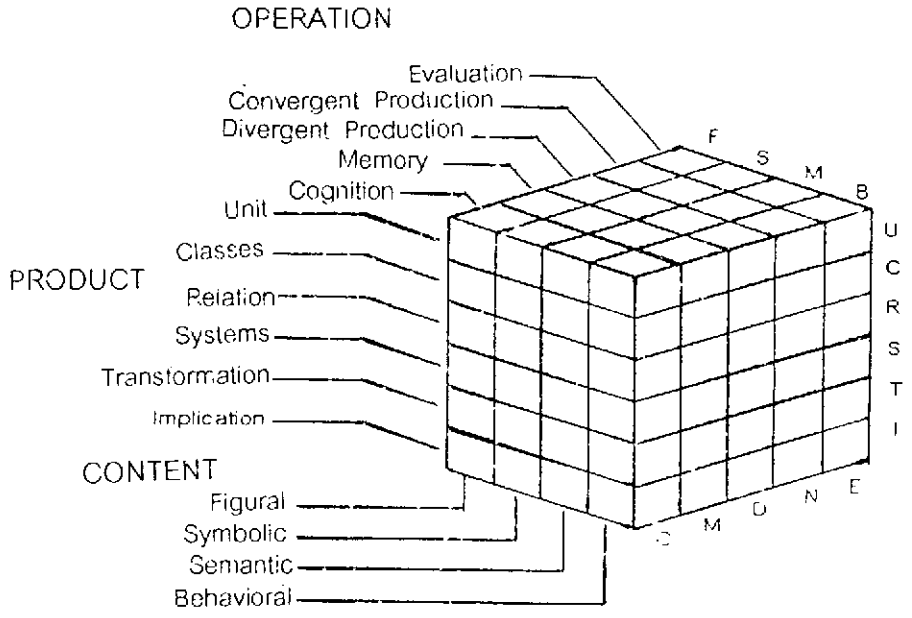
2. จำพวก (Classes ใช้อักษรย่อว่า C.) หมายถึงชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น ข้าวโพด กับมะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกัน ดังนี้เป็นต้น

3. ความสัมพันธ์ (Relations ใช้อักษรย่อว่า R.) หมายถึงผลของการโยงความคิด 2 ประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะเป็นหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ ก็ได้ เช่น คนกับอาหาร ต้นไม้กับปุ๋ย เป็นต้น

4. ระบบ (Systems ใช้อักษรย่อว่า S.) หมายถึงการจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในระบบว่าอะไรมาก่อนมาหลัง

5. การแปลงรูป (Transformations ใช้อักษรย่อว่า T.) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่ การเปลี่ยนแปลงอาจจะมองในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้

6. การเกี่ยวพันธ์ (Implications ใช้อักษรย่อว่า I.) หมายถึงความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความ เพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา ประเภท "ถ้า...แล้ว..." ก็เป็นการคาดคะเนโดยใช้เหตุและผล



ภาพประกอบ 4 แบบจำลองโครงสร้างทางสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 63)

จากภาพจะเห็นได้ว่าโครงสร้างของการวัดเชาวน์ปัญญาอันนี้แบ่งออกเป็น 5 คูณ 4 คูณ 6 เท่ากับ 120 ตัว แบบจุลภาค (Micro–Model) โดยในแต่ละตัวจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของ 3 มิติ โดยเรียงจาก วิธีการคิด–เนื้อหา–ผลการคิด (Operation–Content–Product) กิลฟอร์ดได้ใช้อักษรย่อของส่วนประกอบแต่ละมิติเพื่อเขียนชื่อองค์ประกอบย่อยและเรียกชื่อของ Micro–Model ดังตัวอย่างตามตาราง 2

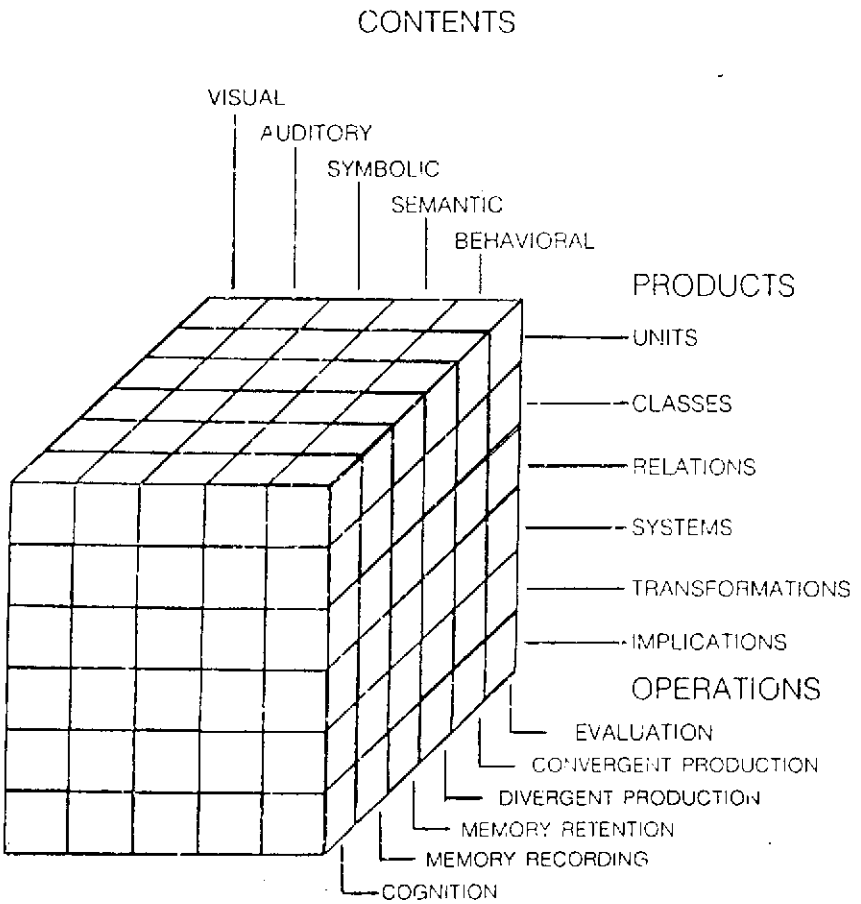
ตาราง 2 การทำงานของสมองเพื่อแสดงความสามารถทางเชาวน์ปัญญา

ลำดับที่	ตัวอย่าง	มิติที่			มิติที่		
		1	2	3	1	2	3
1	เห็นคน 2 คนรู้ได้ว่าเป็นคน 2 คน	C	F	U	รู้	ภาพ	หน่วย
	แยกฝูงนกพิราบที่บินปนกับนกนางนวล	C	F	C	รู้	ภาพ	จำพวก
3	ชี้ได้ว่าเลข 2 และเลข ๒ มีค่าเท่ากัน	M	S	R	จำ	สัญญลักษณ์	สัมพันธ์
4	บอกประโยชน์ของกล้วยไม้ให้มากที่สุด	D	F	U	อเนกนัย	ภาพ	หน่วย

ที่มา : เติมศักดิ์ คทวณิช (2546 : 224)

ในปี 1988 กิลฟอร์ด ได้เสนอบทความ Some changes in the structure-of-intellect Model (Guilford, 1988 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541 : 51) โดยเพิ่มด้านเนื้อหาเป็น 5 อย่าง โดยมี Figural แล้วแตกเป็น Visual กับ Auditory Visual เป็นความสามารถในการมองเห็น ส่วน Auditory เป็นความสามารถในการรับรู้ทางการได้ยิน

ด้าน Operations เดิมมี 5 อย่างเพิ่มใหม่เป็น 6 อย่าง โดยแยกความจำ (Memory) ออกเป็น 2 อย่าง Memory Recording ซึ่งหมายถึงความจำในช่วงสั้นหรือการบันทึกความจำ ส่วน Memory Retention เป็นความจำที่ทิ้งช่วงนั้นคือเป็นการให้เวลาในการจำนาน ๆ หรือความคงทนในการจำนั่นเอง ดังนั้นในปัจจุบันโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ได้เปลี่ยนรูปแบบไปจากเดิมคือ เดิมมีองค์ประกอบทั้งสิ้น 120 องค์ประกอบ ปัจจุบันเพิ่มเป็น 180 องค์ประกอบ นั่นคือมีเนื้อหา 5 แบบ วิธีการคิด 6 แบบ และผลของการคิด 6 แบบ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แบบจำลองโครงสร้างทางสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่ปรับปรุงใหม่ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541 : 52)

6. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์กับการคิดหาเหตุผล (Piaget' Theory of Intellegent Development)

เพียเจท์ ได้กำหนดขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาตามการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพของพฤติกรรมการคิด ซึ่งลักษณะสำคัญของขั้น (Stage) ในการพัฒนาการทางสติปัญญานั้นมี 4 ประการด้วยกัน คือ (ภาควิชาจิตวิทยา, 2539 : 41–48)

1. ขั้นพัฒนาการทางปัญญาแต่ละขั้น จะเป็นระยะของการสร้างความรู้ความคิดและจัดระเบียบความรู้ความคิดขึ้นในลักษณะที่แตกต่างไปจากขั้นอื่น ๆ

2. เมื่อบรรลุถึงขั้นพัฒนาการทางปัญญาขั้นหนึ่ง ก็จะเริ่มพัฒนาการทางปัญญาในขั้นที่สูงขึ้น ฉะนั้นพัฒนาการทางปัญญาในแต่ละขั้นจะมีลักษณะต่อเนื่องกัน (Continuity) ตลอดทุกระยะ

3. พัฒนาการทางปัญญาแต่ละขั้นจะพัฒนาไปตามลำดับก่อน–หลัง กล่าวคือ จะเริ่มจากขั้นที่ 1 ก่อนขั้นที่ 2 ขั้นที่ 2 ก่อนขั้นที่ 3 ขั้นที่ 3 ก่อนขั้นที่ 4 เสมอ จะไม่มีการกระโดดข้ามขั้นหรือเริ่มขั้นสูงก่อนขั้นต่ำ อย่างไรก็ตามอายุของเด็กแต่ละคนในแต่ละขั้นนั้นอาจจะแตกต่างกันก็ได้

4. กระบวนการของการพัฒนาการจากขั้นต้นไปสู่ขั้นที่สูงขึ้น จะอยู่ในรูปบูรณาการอย่างกลมกลืน (Intergration) โครงสร้างความรู้ความคิดในขั้นพัฒนาระยะต้น ๆ จะได้รับการปรับหลอมให้เป็นโครงสร้างความรู้ความคิดใหม่ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในขั้นพัฒนาการที่สูงขึ้นต่อ ๆ ไป

สำหรับขั้นต่าง ๆ ในการพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์นั้น เพียเจท์ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ ๆ คือ (Piaget , 1971 : 26–76)

ขั้นที่ 1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุประมาณ 2 ปี เด็กจะเรียนรู้สิ่งรอบตัวจากการสัมผัสและการกระทำเท่านั้น เพียเจท์แบ่งพัฒนาการทางปัญญาของเด็กระยะนี้ออกเป็น 6 ขั้นย่อยดังนี้

ขั้นย่อยที่ 1 ขั้นปฏิกิริยาสะท้อน (อายุ 0–1 เดือน) ในระยะเดือนแรกหลังการเกิดพฤติกรรมของเด็กจะอยู่ในรูปปฏิกิริยาสะท้อน (Reflex) เป็นส่วนใหญ่ เช่น การกำมือ ดีดเท้า หรือการดูด ดังนั้นการสร้างความรู้ความคิดที่เกิดขึ้นในสมองจึงเป็นกระสวนพฤติกรรมประเภทปฏิกิริยาสะท้อนเท่านั้น ปฏิกิริยาสะท้อนที่เกิดขึ้นในครั้งแรก จะเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากสิ่งเร้าภายนอกมากระตุ้นมากกว่าที่จะเกิดขึ้นเอง พฤติกรรมนี้จะพัฒนาขึ้นในลักษณะที่เด็กเริ่มทำด้วยตนเอง (Self–initiated Activity) โดยไม่ได้คิดหรือไตร่ตรองไว้ก่อน

ขั้นย่อยที่ 2 ขั้นปฏิกิริยาเวียนซ้ำขั้นปฐม (อายุ 1–4 เดือน) (Primary Circular Reactions) เป็นพฤติกรรมที่เด็กจะทำกิจกรรมบางอย่างซ้ำ ๆ โดยไม่ตั้งใจ เช่น เมื่อมือของเขาไปแตะที่ริมฝีปากเขาจะดูดนิ้วมือของเขา ต่อมาก็มีพฤติกรรมนั้นซ้ำ ๆ อีกหรือบางครั้งเราก็จะสังเกต

เห็นว่าเด็กเอามือตีหน้าตัวเองซ้ำ ๆ พฤติกรรมนี้ดูคล้ายกับว่าเขาพยายามจับหน้าตัวเอง พฤติกรรมปฏิกิริยาเวียนซ้ำขั้นปฐม แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการที่ก้าวหน้าขึ้นของเด็ก เพราะพฤติกรรมส่วนใหญ่เริ่มเป็นการจัดระเบียบหรือประสานกลุ่มการกระทำต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 อย่างที่มีอยู่เข้าด้วยกัน เช่น ประสานการดูดกับการมองจ้อง ประสานการเอามือตบที่ใบหน้าตนเองกับมองจ้องมือตนเอง เป็นต้น เป็นกิจกรรมในลักษณะประสานกลไกกล้ามเนื้อในส่วนที่เป็นร่างกายของตนเอง

ขั้นย่อยที่ 3 ปฏิกิริยาเวียนซ้ำขั้นที่สอง (อายุ 4–10 เดือน) เด็กมีพฤติกรรมทำซ้ำ ๆ ในรูปการค้นคว้า หรือทำสิ่งที่เขาสนใจนอกร่างกายตนเอง เป็นการกระทำซ้ำ ๆ ที่จงใจในระยะนี้ เด็กจะสนใจสิ่งรอบตัวมาก เริ่มเลียนแบบพฤติกรรมผู้อื่น แต่การเลียนแบบก็จำกัดอยู่เฉพาะพฤติกรรมที่เด็กทำได้อยู่แล้ว เช่น ทำเสียงหรือท่าทางที่เขาเห็น

ขั้นย่อยที่ 4 การประสานกลุ่มพฤติกรรมเข้าด้วยกันเป็นพฤติกรรมใหม่แบบจงใจ (อายุ 10–12 เดือน) เป็นการกระทำที่เด็กจงใจหรือมีเป้าหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง (Goal–Directed Behavior) แต่มักเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการกระทำเพียงการกระทำเดียว เด็กจะมีพฤติกรรมซับซ้อนขึ้นโดยการประสานแบบจงใจตั้งแต่ 2 พฤติกรรมขึ้นไปเข้าด้วยกันเป็นพฤติกรรมใหม่ และมีวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน

ขั้นย่อยที่ 5 ขั้นปฏิกิริยาเวียนซ้ำขั้นที่ 3 (อายุ 12–18 เดือน) เป็นการแสดงพฤติกรรมที่แตกต่างกันหลาย ๆ อย่าง เป็นพฤติกรรมลองผิดลองถูกเพื่อศึกษาคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เป็นการเริ่มต้นของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ขั้นย่อยที่ 6 ขั้นการเริ่มต้นการคิด (อายุ 18–24 เดือน) ในขั้นนี้เด็กจะมีพฤติกรรมที่แสดงว่าเริ่มใช้ความคิด (The Beginning of Thoughts) และยังสามารถเลียนแบบโดยไม่จำเป็นต้องมีแม่แบบปรากฏให้เห็นในขณะนั้นได้ แสดงว่าเด็กมีพัฒนาการด้านความจำเพิ่มมากขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล (Preoperational Stage) ขั้นนี้เด็กจะมีอายุระหว่าง 2 – 7 ปี ซึ่งส่วนใหญ่จะเรียนอยู่ระดับอนุบาล พัฒนาการทางภาษา การใช้สัญลักษณ์ และการคิดจะก้าวหน้าขึ้นมาก ลักษณะสำคัญทางการคิดของเด็กมี 5 ประการ

1. สามารถเลียนแบบได้โดยไม่ปรากฏแม่แบบในขณะนั้น (Deferred Imitation)

2. การเล่นสมมุติ (Symbolic Play or Pretending) เป็นลักษณะของการเล่นที่ใช้สัญญลักษณ์แทนวัตถุหรือเหตุการณ์บางอย่าง

3. การวาดรูป (Drawing) เป็นพฤติกรรมที่ผสมผสานระหว่างการเล่นกับจินตนาการเข้าด้วยกัน

4. การมีจินตนาการ (Mental Image) คือการนึกภาพสิ่งหนึ่งสิ่งใดในใจ

5. ภาษาพูด (Spoken language) เมื่อเด็กอายุประมาณ 2 ปี เขาจะเริ่มใช้คำพูดแทนสิ่งต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นการคิดเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete Operation Stage) ขั้นนี้เด็กมีอายุระหว่าง 7 – 11 ปี เป็นระยะที่กำลังเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา เด็กในขั้นนี้จะสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์ ความสามารถของเด็กในขั้นนี้มี 4 ประการ

1. ความสามารถคิดย้อนกลับได้ (Reversibility) เด็กสามารถคิดย้อนไปสู่จุดเดิมหรือตำแหน่งเดิมหลังจากที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วได้ เช่นเมื่อเรารวมลูกมะม่วง 2 กอง กองแรก 5 ผล กองที่สอง 7 ผล เข้าเป็นกองเดียวกัน ได้มะม่วงทั้งหมด 12 ผล เมื่อเอามะม่วงทั้งหมดลบด้วยกองที่สอง (7 ผล) ก็จะได้มะม่วง 5 ผล เท่ากับกองแรก

2. ความสามารถเข้าใจเรื่องการอนุรักษ์ (Conservation) เด็กสามารถเข้าใจว่าคุณสมบัติทางปริมาณของสิ่งของยังคงอยู่เท่าเดิม แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือที่อยู่เดิมก็ตาม

3. ความสามารถจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่ (Classification) เด็กสามารถจัดกลุ่มหรือจัดประเภทของสิ่งของให้เป็นหมวดหมู่หรือเป็นพวกได้ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน

4. ความสามารถเปรียบเทียบลำดับสิ่งของ (Seriation) เด็กสามารถที่จะจัดลำดับสิ่งต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงปริมาณ อาจจะเป็นความสูง ขนาด หรือปริมาตรของสิ่งนั้น ๆ ได้

ขั้นที่ 4 การคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operational Stage) ขั้นนี้เด็กมีอายุระหว่าง 11 – 15 ปี ผู้ที่มีพัฒนาการทางปัญญาถึงขั้นนี้ จะมีความสามารถคิดแก้ปัญหา หรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเหตุผลได้ถึงแม้ว่าข้อมูลที่มีอยู่จะไม่ครบ สามารถคิดความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือสามารถตั้งสมมติฐานและสรุปกฎเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้น

ดี เซคโค (De Cecco, 1967 : 265–266) กล่าวถึงพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจท์ว่าในขั้นการคิดด้วยรูปธรรม เด็กมีการคิดหาเหตุผลแล้ว และสิ่งที่ปรากฏขึ้นมาในขั้นนี้ได้แก่

1. การจำแนกประเภท เป็นความสามารถที่จะจำแนกวัตถุสิ่งของเป็นหมวดหมู่ได้

2. การหาความสัมพันธ์ เป็นความสามารถที่คิดหาความสัมพันธ์ที่ไม่สมมาตรได้ เช่น ก ยาวกว่า ข ดำเป็นพ่อของแดง เป็นต้น

3. การเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน เป็นผลร่วมของการสามารถในการจำแนกประเภทและการหาความสัมพันธ์

ด้านความสามารถในการจัดเป็นหมวดหมู่ ในขั้นการคิดด้วยรูปธรรม เด็กต้องอาศัยตัวปฏิบัติการดังนี้ (Inhelder and Piaget, 1958 : 8–16)

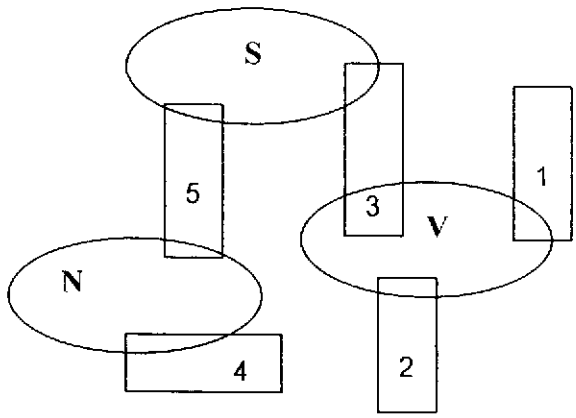
1. ตัวปฏิบัติการเกี่ยวกับการจำแนกประเภท เป็นความสามารถในการใช้ตัวปฏิบัติการเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างส่วนรวมและส่วนย่อย เช่น เด็กชาย + เด็กหญิง = เด็ก , คน – ผู้ใหญ่ = เด็ก เป็นต้น

2. ตัวปฏิบัติการเกี่ยวกับการจัดเรียงลำดับ เป็นความสามารถในการสรุปเกี่ยวกับการจัดเรียงวัตถุสิ่งของที่ตั้งอยู่บนรากฐานของความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์ เช่น ก มากกว่า ข , ข มากกว่า ค ดังนั้น ก มากกว่า ค

3. การเข้าใจโครงสร้างเกี่ยวกับรูปธรรม เป็นความสามารถที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์เกี่ยวกับจำแนกประเภทและความสัมพันธ์ ซึ่งกลุ่มวัยรุ่นจะมีความสามารถเหล่านี้มาก

7. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ หรือทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณ (Multiple-Factor Theory)

ทฤษฎีนี้เป็นทียอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำคือ เทอร์สโตน (L.L Thurstone) ปี ค.ศ. 1933 เขาได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองอย่างกว้างขวาง และได้ใช้หลักการวิเคราะห์สมัยใหม่ที่เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) มาใช้ทำให้สามารถแยกแยะความสามารถทางสมองออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้หลายอย่าง เชื่อว่าความสามารถทางสมองไม่ได้ประกอบด้วยความสามารถร่วมเป็นแกนกลาง ดังเช่น G-factor ของสเปียร์แมน หากแต่ประกอบด้วยองค์ประกอบเป็นกลุ่ม ๆ หลาย ๆ กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีหน้าที่เป็นอย่าง ๆ ไปโดยเฉพาะ หรืออาจจะทำงานร่วมกันบ้างก็ได้ ความสามารถทั่วไปของสเปียร์แมน เทอร์สโตนเห็นว่าเป็นเพียงองค์ประกอบทางภาษาเท่านั้น องค์ประกอบย่อย ๆ นี้ เทอร์สโตนให้ชื่อว่า ความสามารถปฐมภูมิของสมอง (Primary Mental Abilites) เขาแยกองค์ประกอบย่อยโดยยึดน้ำหนักขององค์ประกอบเด่น ๆ (Loading factor) เป็นสำคัญ แต่จริง ๆ แล้ว กลุ่มของความสามารถ หรือองค์ประกอบก็ยังทำหน้าที่เกี่ยวพันกันบ้างเหมือนกัน ดังเช่น องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor) น้ำหนักองค์ประกอบที่มากที่สุดคือ ความสามารถทางศัพท์ น้ำหนักลดลงมาคือ อุปมาอุปไมยทางภาษา และน้ำหนักน้อยที่สุดคือ คณิตศาสตร์ เหตุผล อะไรทำนองนี้ ภาพประกอบ 6 เป็นการแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบ 5 ชุด ขึ้นอยู่กับ 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor : V.) องค์ประกอบด้านจำนวน (Number factor : N.) และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial factor :S) ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบดังนี้



ภาพประกอบ 6 โครงสร้างทางสมองตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบ
(ภาพจาก Anastasi. Anne. Psychological Testing. 4 th ed 1976 , 371 อ้างถึงใน
ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2541 : 45)

จากภาพแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางสมองมี 5 ฉบับ ตามหมายเลขที่ปรากฏอยู่ แบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับต่างมีความสัมพันธ์ร่วมกัน คือแบบทดสอบ 1, 2 และ 3 มีความสัมพันธ์ร่วมกันโดยวัดองค์ประกอบทางภาษา (Verbal factor ย่อว่า V.) แบบทดสอบ 3 และ 5 มีความสัมพันธ์ร่วมกันและวัดองค์ประกอบมิติสัมพันธ์ (Spatial factor ย่อว่า S.) แบบทดสอบ 4 และ 5 ต่างมีความสัมพันธ์ร่วมกันและวัดทางองค์ประกอบทางตัวเลข (Number factor ย่อว่า N.) ที่น่าสังเกตคือแบบทดสอบ 3 และ 5 มีองค์ประกอบซ้อนขึ้นมา นั่นคือ องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor) กับองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial factor) มีอยู่ในแบบทดสอบที่ 3 ส่วนองค์ประกอบด้านจำนวน กับองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial factor) มีอยู่ใน แบบทดสอบที่ 5 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2541 :46)

ทฤษฎีของเทอร์สโตน กล่าวว่า ความสามารถหรือสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ (Primary Mental Ability) ที่สำคัญ ๆ และเด่นชัด มี 7 ประการคือ (บุญชม ศรีสะอาด, 2540 : 42)

1. ความสามารถหรือสมรรถภาพทางภาษา (Verbal Comprehension หรือ V - factor) เป็นความสามารถทางในการเข้าใจศัพท์ ข้อความ บทกวี เรื่องราวต่าง ๆที่อ่าน ความมีเหตุผลทางภาษาและการเลือกใช้ภาษาอย่างเหมาะสม

2. ความสามารถหรือสมรรถภาพทางตัวเลข (Number หรือ N - factor) เป็นความสามารถในการคิดคำนวณตัวเลขด้วยวิธีการทางเลขคณิต ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ

3. ความสามารถหรือสมรรถภาพทางความจำ (Memory หรือ M - factor) เป็นความสามารถในการจำเรื่องราว เหตุการณ์ หรือสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำซึ่งอาจเป็นทั้งจำสิ่งที่ไม่มีความหมายหรือมีความหมายก็ได้

4. ความสามารถหรือสมรรถภาพทางการใช้คำได้อย่างคล่องแคล่ว (Word Fluency หรือ W - factor) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำต่าง ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้อง สามารถใช้ถ้อยคำได้มากมายอย่างมีทักษะด้วย

5. ความสามารถหรือสมรรถภาพทางเหตุผล (Reasoning หรือ R - factor) เป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทั้งแบบอนุมาน (Inductive) อุปมาน (Deductive) และเหตุผลทั่วไป

6. ความสามารถหรือสมรรถภาพทางมิติสัมพันธ์ (Spatial หรือ S - factor) เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหรือรูปภาพในมิติต่าง ๆ ประกอบกันซึ่งอาจเป็นมิติที่คงที่หรือความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตและอาจเป็นมิติที่เคลื่อนที่ เช่น เปลี่ยนตำแหน่ง หมุนภาพ เป็นต้น

7. ความสามารถหรือสมรรถภาพทางความไวต่อการรับรู้ (Perceptual Speed หรือ P - factor) เป็นความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดของสิ่งที่มองได้อย่างรวดเร็ว เห็นความคล้ายคลึง ความแตกต่าง อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

เทอร์สโตนให้ทัศนะว่า ความแตกต่างระหว่างบุคคลเกิดจากความสามารถในแต่ละองค์ประกอบแตกต่างกัน บางคนมีความสามารถทางการคำนวณสูงแต่ความเข้าใจภาษาต่ำ บางคนมีความสามารถในหลาย ๆ องค์ประกอบ แต่บางคนก็เด่นเฉพาะด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น จากผลงานของเทอร์สโตน มีผู้วิจัยหลายคนนำมาใช้เป็นแนวในการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัด และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบความถนัดแต่ละด้าน กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาต่าง ๆ กับผลการเรียนโดยส่วนรวม

8. ทฤษฎีพหุปัญญา หรือทฤษฎีสติปัญญาหลากหลาย (Theory of Multiple Intelligence)

ทฤษฎีนี้นำเสนอโดย โฮเวอร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) เมื่อปี ค.ศ. 1983 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2541 : 56) การ์ดเนอร์นำเสนอแนวคิดใหม่เกี่ยวกับสติปัญญาของมนุษย์ โดยอธิบายว่าในอดีตสังคมจำกัดความหมายคำว่าสติปัญญาอยู่เพียงหนึ่งหรือสองด้าน ซึ่งมักเป็นความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกะ และ/หรือความสามารถทางภาษา ซึ่งวัดโดย

ใช้แบบทดสอบมาตรฐานโดยนักจิตวิทยา และสามารถใช้เป็นเครื่องพยากรณ์ความสำเร็จในโรงเรียนได้เป็นอย่างดี (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540 : 135) แต่การ์ดเนอร์ ได้กล่าวว่า แท้จริงแล้วยังมีสติปัญญาด้านต่าง ๆ อีกหลายด้าน ซึ่งมนุษย์ทุกคนจะมีความสามารถหรือสติปัญญาด้านต่าง ๆ เหล่านี้ในระดับหนึ่ง โดยแต่ละคนจะมีระดับความสามารถแต่ละด้านไม่เท่ากัน และมีการผสมผสานความสามารถต่าง ๆ เหล่านี้ในตัวเองที่แตกต่างกันด้วย สติปัญญาด้านต่าง ๆ เหล่านี้เรียกว่า "พหุปัญญา" (Multiple Intelligence : MI) ทฤษฎีนี้พัฒนาขึ้นบนรากฐานของแหล่งกำเนิดทางชีวภาพหรือบริเวณต่าง ๆ ของสมองที่ควบคุมทักษะในการแก้ปัญหาแต่ละประเภท โดยเลือกเฉพาะทักษะที่เป็นสากลสำหรับมนุษย์โดยตรง

การ์ดเนอร์ได้อธิบายเกี่ยวกับเกณฑ์และที่มาของการคัดเลือกสติปัญญาแต่ละด้านไว้ในหนังสือ Frame of Mind (1983) และอธิบายเกี่ยวกับสติปัญญาแต่ละด้านไว้ในหนังสือ Multiple Intelligence : The Theory of Practice โดยย้ำว่าสติปัญญาแต่ละด้านไม่ได้ทำงานแยกขาดจากกัน ในทางตรงกันข้ามสติปัญญาเหล่านี้จะทำงานร่วมกัน โดยเฉพาะในผู้ใหญ่ซึ่งมีบทบาทในชีวิตที่สลับซับซ้อน จะมีการผสมผสานการใช้สติปัญญาด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกันในการปฏิบัติบทบาทของตน สติปัญญาแต่ละด้านมีดังนี้ (ทัศนา แขมมณี และคณะ, 2540 : 141)

1. สติปัญญาด้านภาษา (Linguistic Intelligence) เป็นความสามารถด้านภาษา ไม่ว่าจะเป็นการพูด เช่น นักเล่านิทาน นักพูด นักการเมือง หรือการเขียน เช่น กวี นักเขียนบทละคร บรรณาธิการ นักหนังสือพิมพ์ ความสามารถทางด้านนี้รวมถึงความสามารถในการจัดกระทำโครงสร้างทางภาษา เสียง ความหมาย และเรื่องเกี่ยวกับภาษา เช่น สามารถในการหว่านล้อม อธิบาย และอื่น ๆ

2. สติปัญญาการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical – Mathematical Intelligence) เป็นความสามารถในการใช้ตัวเลข เช่น นักบัญชี นักคณิตศาสตร์ นักสถิติ และยังมีความสามารถในการใช้เหตุผลได้ดีอย่างต่อเนื่อง เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักตรรกศาสตร์ นักจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สติปัญญาด้านนี้ยังรวมไปถึงความไวในการเห็นความสัมพันธ์ แบบแผน ตรรกวิทยา การคิดเชิงนามธรรม การคิดที่เป็นเหตุเป็นผล และการคิดคาดการณ์ วิธีการที่ใช้ได้แก่ การจำแนกประเภท การจัดหมวดหมู่ การสันนิษฐาน สรุป คิดคำนวณ และตั้งสมมติฐาน

3. สติปัญญาด้านดนตรี (Musical Intelligence) เป็นความสามารถทางดนตรี ได้แก่ นักดนตรี นักแต่งเพลง นักวิจารณ์ดนตรี สติปัญญาด้านนี้รวมถึงความไวเรื่องจังหวะ ทำนอง เสียง ตลอดจนความสามารถในการเข้าใจและวิเคราะห์ดนตรี

4. สติปัญญาด้านการเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ (Bodily–Kinesthetic Intelligence) เป็นความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายและการใช้มือใช้เท้าได้คล่องแคล่ว ว่องไวตามที่สมองสั่งการ

5. สติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligence) เป็นความสามารถในการมองเห็นพื้นที่ และสามารถปรับปรุงและวิธีการใช้เนื้อที่ได้ดี สติปัญญาด้านนี้รวมไปถึงความไวต่อสี เส้น รูปร่าง เนื้อที่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านี้ นอกจากนี้ยังหมายถึงความสามารถที่จะมองเห็นและแสดงออกเป็นรูปร่างถึงสิ่งที่เห็นและความคิดเกี่ยวกับพื้นที่

6. สติปัญญาด้านการเข้ากับผู้อื่น (Interpersonal Intelligence) เป็นความสามารถในการเข้าใจอารมณ์ ความรู้สึก ความคิดและเจตนาของผู้อื่น ทั้งนี้รวมถึงความไวในการสังเกต น้ำเสียง ใบหน้า ท่าทาง ทั้งยังมีความสามารถในการรู้ถึงลักษณะต่าง ๆ ของสัมพันธภาพของมนุษย์และความสามารถตอบสนองได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เช่น สามารถทำให้บุคคลหรือกลุ่มบุคคลปฏิบัติตาม

7. สติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence) เป็นความสามารถในการเข้าใจตนเองคือความรู้เกี่ยวกับแง่มุมต่าง ๆ ภายในตัวบุคคล เช่น การเข้าถึงความรู้สึกต่อชีวิตของตนเอง การรู้จักระดับขอบเขตของตน ความสามารถที่จะแยกแยะอารมณ์ ผู้ที่มีสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองสูง จะมีรูปแบบการดำเนินชีวิตของตนเอง และเนื่องจากสติปัญญาด้านนี้เป็นเรื่องส่วนบุคคลจึงต้องอาศัยหลักฐานจากภาษา ดนตรี และการแสดงความสามารถทางสติปัญญาด้านอื่นเพื่อศึกษาการทำงานของสติปัญญาด้านนี้

8. สติปัญญาด้านความเข้าใจในสภาพธรรมชาติ (Naturalist Intelligence) การ์ดเนอร์ได้เพิ่มสติปัญญาด้านนี้ภายหลังจากที่ตีพิมพ์หนังสือ "Multiple Intelligence"
สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2541 : 54) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการเข้าใจในสภาพธรรมชาติ คือ ปัญญาที่มนุษย์ใช้ในการแยกแยะธรรมชาติ เช่น แยกระหว่างพืชกับสัตว์ แยกประเภทของพืช ประเภทของสัตว์ รวมทั้งความฉับไวในการเข้าใจลักษณะอื่น ๆ ของธรรมชาติ เช่น สภาพของก้อนเมฆ ก้อนหิน เป็นต้น

แบบทดสอบความสามารถด้านจำนวนพร้อมตัวอย่างของแบบทดสอบ

วัญญา วิศาลาภรณ์ (2525 : 61 - 69) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบความสามารถเกี่ยวกับจำนวน เป็นความสามารถในการคิดคำนวณเบื้องต้น เกี่ยวกับเลขคณิต เรขาคณิต หรือพีชคณิต การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงปริมาณ ตลอดจนอนุกรมต่าง ๆ ข้อสอบวัดความสามารถด้านจำนวน สามารถออกข้อสอบได้หลายอย่าง คือ

1. ข้อสอบอนุกรมธรรมดา เป็นข้อสอบที่โจทย์จะกำหนดอนุกรมมาให้หนึ่งชุด โดยจะกำหนดตัวเลขมาให้ประมาณ 4 เทอม จากนั้นจะให้ผู้ตอบหาดูว่า เทอมถัดไปของอนุกรมควรจะเป็นตัวเลขอะไร ผู้สอบจำเป็นจะต้องค้นหาให้ได้ว่า อนุกรมที่กำหนดให้นั้น แต่ละเทอมมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 1) 5 10 15 20 ....

ก. 22

ข. 23

ค. 25

ง. 30

จ. 35

ข้อ 2) 15 11 8 6 ....

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

จ. 5

2. ข้อสอบอนุกรมผสม เป็นข้อสอบที่โจทย์จะกำหนดอนุกรมมาให้ แต่จะเป็นอนุกรมสองอนุกรมที่เขียนสลับกันอยู่ ผู้สอบจำเป็นจะต้องค้นหาให้ได้ว่า อนุกรมแต่ละอนุกรมที่กำหนดให้นั้น แต่ละเทอมมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 3) 1 2 2 4 3 6 ....

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 6

จ. 8

ข้อ 4) 2 10 4 8 6 6 ....

ก. 4

ข. 8

ค. 10

ง. 12

จ. 14

3. **ข้อสอบอนุกรมเชิงซ้อน** เป็นข้อสอบที่โจทย์จะกำหนดอนุกรมให้สองอนุกรม โดยที่อนุกรมทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันเลย อนุกรมทั้งสองนี้จะถูกอนุกรมหนึ่ง และผิดอนุกรมหนึ่ง อนุกรมที่ผิดนี้จะผิดเพียงตัวเดียว เมื่อแก้อนุกรมที่ผิดนี้ให้ถูกต้องแล้ว ผลรวมของตัวเลขทั้งสองอนุกรมนี้ จะเท่ากับตัวเลขที่กำหนดให้ โจทย์ไม่ต้องการทราบว่าคำตอบที่ถูกต้องเป็นเท่าไร ขณะเดียวกันก็ไม่ต้องการทราบว่าอนุกรมใดผิด แต่โจทย์ต้องการทราบแต่เพียงว่า ตำแหน่งที่ผิดนั้นเป็นตำแหน่งอะไร ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 5)

	ก	ข	ค	ง	จ	
อนุกรมที่ 1	7	9	12	13	15	
อนุกรมที่ 2	2	4	6	8	10	
ผลรวมของตัวเลขทั้งสองอนุกรมเมื่อถูก						85

ข้อ 6)

	ก	ข	ค	ง	จ	
อนุกรมที่ 1	0	3	5	7	9	
อนุกรมที่ 2	1	4	7	10	13	
ผลรวมของตัวเลขทั้งสองอนุกรมเมื่อถูก						60

3. ข้อสอบอนุกรมสัมพันธ์ เป็นข้อสอบที่โจทย์จะกำหนดตัวเลขมาให้หลายแถว แต่มักจะไม่น้อยกว่าสามแถว ในตัวเลขแต่ละแถวนี้ก็จะมีตัวเลขหลายเทอม ซึ่งโดยมากมักจะไม่น้อยกว่าสามเทอม ตัวเลขที่กำหนดให้นี้จะมีความสัมพันธ์ ทั้งตามแนวนอนและแนวตั้ง ตัวเลขเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์โดยวิธีหนึ่งวิธีใด ทั้งตามแนวนอนและแนวตั้ง โดยเป็นรูปของอนุกรม โจทย์จะให้หาว่า ตัวเลขของเทอมที่ตรงกับเครื่องหมายคำถาม จะมีคำตอบเป็นจำนวนใด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 7)

2	3	4
4	5	__
6	__	?

ก. 6

ข. 7

ค. 8

ง. 9

จ. ไม่มีคำตอบถูก

ข้อ 8)

24	22	20
__	16	__
12	10	?

ก. 9

ข. 8

ค. 7

ง. 6

จ. 5

4. ข้อสอบคำนวณและแก้ปัญหา เป็นข้อสอบที่มิใช่มุ่งที่จะคำนวณอย่างลึกซึ้ง แต่เป็นเพียงต้องการทดสอบว่ามีความสามารถในการคิดคำนวณเบื้องต้นโดยอาศัยความรู้พื้นฐานเบื้องต้นทางเลขคณิต เรขาคณิต และพีชคณิต ตลอดจนการหาแนวคิดและแก้ปัญหาโดยอาศัยตัวเลข ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 9) 13.5 มีค่าระหว่างเท่าไรถึงเท่าไร ?

ก. 9 ถึง 10

ข. 10 ถึง 11

ค. 10 ถึง 12

ง. 12 ถึง 13

จ. 13 ถึง 14

ข้อ 10) ถ้า x และ y มีค่าเท่ากัน คือต่างเท่ากับ 5 แล้วข้อใดถูก ?

ก. $x + y$ มีค่ามากกว่า 10

ข. $x - y$ มีค่าไม่เท่ากับศูนย์

ค. $x \times y$ มีค่าเท่ากับ 10

ง. $x \div y$ มีค่าเท่ากับ 1

จ. ไม่มีคำตอบถูก

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541 : 93–105) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านจำนวนนี้เรียกชื่อหลายอย่าง เช่น Number Factor, Numerical ability, Quantitative ability เป็นต้น เป็นความสามารถด้านความสัมพันธ์ของปริมาณ จำนวน หรือด้านคณิตศาสตร์นั่นเอง การออกข้อสอบวัดด้านนี้ นิยมออกหลายรูปแบบ แม้แต่การบวก ลบ คูณ หาร ธรรมดาก็สามารถออกเป็นข้อสอบโดยให้มีจำนวนข้อสอบหลายข้อ และมีเวลาในการทำจำกัด แบบทดสอบมาตรฐานที่นิยมออกมากมีดังนี้

1. ตัวเลขอนุกรม (Number series) เป็นลักษณะการวางเรียงตัวเลขอย่างเป็นระบบมีกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นชุด ๆ แล้วตัดตัวเลขตัวใดตัวหนึ่งในระบบออก หรืออาจเป็นตัวถัดไป แล้วให้หาดูว่าน่าจะเป็นตัวเลขใด ตัวเลขอนุกรมมีอยู่หลายแบบ ดังนี้

1.1 ตัวเลขอนุกรมธรรมดา เป็นอนุกรมในแนวเดียว แต่สามารถทำได้หลายระบบดังนี้

1.1.1 ระบบเดียว เป็นอนุกรมที่โจทย์จะกำหนดตัวเลขมาให้เพียงชุดเดียว แล้วให้ผู้สอบพิจารณาจากตัวเลขที่กำหนดให้ว่าเปลี่ยนแปลงค่าแต่ละตัวเป็นไปตามระบบใด จากนั้นให้หาค่าของตัวเลขที่อยู่ตรงกับ .... ?.... ว่าเป็นเท่าใด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 11) 2 3 5 8 ....?....

ก. 11

ข. 12

ค. 13

ง. 14

จ. 15

ตัวระบบ คือ +1, +2, +3 ไปเรื่อยๆ แบบนี้ ดังนั้นคำตอบต้องเป็น 8 + 4 = 12 ตัวสำคัญคือระบบ จะยากจะง่ายอยู่ที่วิธีการกำหนดระบบ

1.1.2 ระบบซ้อน จะเป็นระบบที่เขียนให้ซ้อนกันอย่างน้อย 2 ระบบขึ้นไป เช่น +1, +2, +1, +3, +1, +4 หรือ +3, -1, +4, -2, +5, -3 เป็นต้น ระบบซ้อนนี้ อาจจะเป็น + กับ - หรือสลับเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ แม้กระทั่งการยกกำลัง หรือใส่ log ก็สามารถมาสร้างเป็นอนุกรมได้ ให้ผู้สอบพิจารณาจากตัวเลขที่กำหนดให้ว่าเปลี่ยนแปลงค่าแต่ละตัวเป็นไปตามระบบใด จากนั้นให้หาค่าของตัวเลขที่อยู่ตรงกับ ....?.... ว่าเป็นเท่าใด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 12) 15 14 14 12 11 8 ....?....

ก. 4

ข. 5

ค. 6

ง. 10

จ. 12

นอกจากคำนึงถึงระบบแล้ว อนุกรมระบบหนึ่งๆ อาจจะกำหนดให้เลือกหาตัวคำตอบอีกหลายแบบ ดังนี้

1.1.3 แบบเติมตัวหน้า หลักในการเขียนข้อสอบ ผู้เขียนเขียนอนุกรมให้สมบูรณ์ก่อน แล้วจึงหาวิธีตัดตัวที่ต้องการให้ผู้สอบตอบ เช่น อนุกรมสมบูรณ์ 5 4 6 4 5 2 2 ตัดตัวหน้าออก ให้ผู้สอบพิจารณาจากตัวเลขที่กำหนดให้ว่าเปลี่ยนแปลงค่าแต่ละตัวเป็นไปตามระบบใด จากนั้นให้หาค่าของตัวเลขที่อยู่ตรงกับ ....?.... ว่าเป็นเท่าใด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 13) ....?.... 4 6 4 5 2 2

ก. 0

ข. 1

ค. 2

ง. 4

จ. 5

ระบบนี้คือ +2, -2, +1, -3, +0 เป็นลักษณะ 2 ระบบ ระบบหนึ่ง -2, -3, อีกระบบหนึ่ง +2, +1, +0 ดังนั้นหน้า -2 ก็ควรเป็น -1 คำตอบจึงเป็น 5 จึงจะถูก

1.1.4 แบบเติมตัวหลัง หลักการก็เหมือนข้อ 1.1.3 เพียงแต่สร้างอนุกรมให้สมบูรณ์ แล้วหาตัวต่อไปสุดท้ายเท่านั้นเอง ให้ผู้สอบพิจารณาจากตัวเลขที่กำหนดให้ว่าเปลี่ยนแปลงค่าแต่ละตัวเป็นไปตามระบบใด จากนั้นให้หาค่าของตัวเลขที่อยู่ตรงกับ ....?.... ว่าเป็นเท่าใด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 14) 2 6 3 6 11 7 21 ....?....

ก. 24

ข. 27

ค. 29

ง. 31

จ. 35

1.1.5 แบบเติมระหว่างหัวท้าย แบบนี้หลักการแรกเหมือนข้อ 1.1.3 เพียงแต่ตัดตัวเลขอนุกรมที่อยู่แถวกลาง จะเยื้องไปทางหน้าหรือทางหลังก็ได้ตามความสะดวก ให้ผู้สอบพิจารณาจากตัวเลขที่กำหนดให้ว่าเปลี่ยนแปลงค่าแต่ละตัวเป็นไปตามระบบใด จากนั้นให้หาค่าของตัวเลขที่อยู่ตรงกับ ....?.... ว่าเป็นเท่าใด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 15) 3 3 5 2 ....?.... 7 3 27 31

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 6

จ. 8

คำตอบถูกคือ ข้อ ค. ทั้งนี้เพราะอนุกรมนี้มี 3 ระบบ เป็นดังนี้ ยกกำลัง 1, +2, -3

ยกกำลัง 2, +3, -4 ยกกำลัง 3, +4 -5 จะเห็นว่ามีระบบยกกำลัง ระบบบวกและระบบลบ ตัวเลขที่ตรงกับ .... ?.... จึงเป็น 2 ยกกำลัง 2 เป็น 4 พอดี

1.1.6 แบบหาจุดที่ระบบผิด หลักการเหมือนกับข้อ 1.1.3 คือทำระบบของอนุกรมให้สมบูรณ์ก่อน แล้วมาเติมแต่งว่าจะให้จุดใดเป็นจุดที่ระบบนี้ผิด นั่นคือให้ตัวเลขในอนุกรมที่กำหนดให้ว่าตัวไหนผิดควรได้รับการแก้ไข ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 16) ตัวเลขข้อใดเป็นจุดที่อนุกรมผิด 7 3 3 5 4 2 5 1 3 7

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

จ. 7

คำตอบที่ถูกคือ ข้อ ค. เพราะ 4 เป็นจุดที่อนุกรมผิด ทั้งนี้เพราะระบบเป็นดังนี้ -4, x1, +2, -4, x2, +3, -4, x3, +4

วิธีการกำหนดระบบในการสร้างข้อสอบตัวเลขอนุกรมนั้นจะต้องมีตัวตั้งตัวแรกก่อนเสมอ ต่อจากนั้นจึงกำหนดระบบหรือแนวโน้มของตัวเลข ซึ่งมีวิธีกำหนดอยู่หลายวิธี เช่น บวก ลบ คูณ หาร และแบบผสม

1.1.7 วิธีบวก ขั้นแรกกำหนดตัวต้นก่อน ต่อจากนั้นกำหนดระบบเป็นลักษณะเพิ่มขึ้นแบบการบวก การกำหนดระบบอาจเป็นแบบตรง ๆ หรือแบบขึ้นลงตามกลวิธีก็ได้ เช่น ถ้า +1, +2, +3 ... ไปเรื่อย ๆ อย่างนี้เรียกว่า แบบธรรมดา ถ้า +1, +2, +1, +4 ... ไปเรื่อย ๆ อย่างนี้เรียกว่า เพิ่มอย่างมีกลวิธี ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 17) 3 5 7 9 .... ?.... ตัวเลขที่ตรงกับเครื่องหมาย .... ?....มีค่าเท่าไร

ก. 10

ข. 11

ค. 13

ง. 14

จ. 16

แบบนี้ระบบเพิ่มขึ้นทีละ 2 คือ +2, +2, +2, ไปเรื่อย ๆ ดังนั้นถัดจาก 9 จึงเป็น 11 คำตอบถูกจึงเป็น ข้อ ข.

1.1.8 วิธีลบ ใช้วิธีคล้ายกันกับวิธีบวก เพียงแต่ระบบเกิดจากการลบเป็นหลัก ตัวตั้งแรกจะมีค่ามากหน่อย เพื่อป้องกันการลบไปลบมาเป็นเครื่องหมายติดลบ ซึ่งไม่นิยมใช้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 18) 25 22 19 16 .... ?....ตัวเลขที่ตรงกับเครื่องหมาย .... ?....มีค่าเท่าไร

ก. 9

ข. 12

ค. 13

ง. 14

จ. 15

ระบบของข้อนี้เป็นค่าลบเท่ากันตลอด คือ -3, -3, -3 ดังนั้นระบบต่อไปก็ต้องเป็น -3 ตัวเลขถัดไปจึงเกิดจาก 16 – 3 = 13 คำตอบถูกจึงตรงกับตัวเลือกข้อ ค.

1.1.9 วิธีคูณ อาศัยวิธีเดียวกันกับวิธีที่กล่าวมาแล้ว เพียงแต่ระบบเป็นผลของการคูณ นั่นคือ ตัวเลขที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการคูณ ดังนั้นจะต้องตั้งไว้น้อยหน่อย มิฉะนั้นค่าของตัวถัด ๆ ไปจะสูงเกินไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 19) 3 6 12 24 .... ?.... ตัวเลขที่ตรงกับเครื่องหมาย .... ?....มีค่าเท่าไร

ก. 26

ข. 32

ค. 40

ง. 48

จ. 58

ข้อนี้ใช้ระบบตัวคูณคงที่คือ 2 คูณต่อกันไปเรื่อย ๆ ดังนั้นตัวสุดท้ายเกิดจาก $24 \times 2 = 48$ คำตอบถูกจึงตรงกับตัวเลือกข้อ ง.

1.1.10 วิธีหาร เป็นแบบเดียวกันกับวิธีคูณนั่นเอง แต่การตั้งตัวเลขตัวแรกต้องระวังหน่อย นอกจากจะต้องเริ่มต้นด้วยตัวเลขที่มีค่ามากแล้ว จะต้องหาตัวที่ระบบหารได้ลงตัวเป็นระยะด้วย การให้เป็นเลขเศษส่วนไม่ค่อยดีนัก แต่ถ้าจำเป็นก็สามารถนำมาใช้ได้ วิธีที่ง่ายอีกแบบหนึ่งก็คือ ให้คิดกลับข้างกันกับวิธีการคูณ นั่นคือ ทำวิธีคูณก่อนจะเป็นระบบธรรมดาหรือระบบซ้อนก็ได้ พอเสร็จแล้ว นำมาเขียนกลับข้างกันก็จะเป็นระบบการหารที่มีคุณภาพ คือไม่มีเศษส่วน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 20) 100 50 10 5 .... ?.... ตัวเลขที่ตรงกับเครื่องหมาย .... ?....มีค่าเท่าไร

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

จ. 5

ระบบนี้เกิดจากเอา 2 หารแล้วเอา 5 หาร สลับกันไป นั่นคือ หาร 2, หาร 5, หาร 2, หาร 5 ดังนั้น 5 หาร 5 เท่ากับ 1 คำตอบถูกจึงตรงกับตัวเลือกข้อ ก.

1.1.11 วิธีผสม เป็นการสร้างระบบโดยอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันไป เช่น บวกกับลบ บวกกับหาร บวกกับยกกำลัง ลบกับคูณ ฯลฯ สามารถนำมาเกี่ยวข้องกันอย่างน้อย 2 ระบบขึ้นไป จะทำให้ตัวเลขอนุกรมคิดยากขึ้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 21) 2 5 4 8 7 .... ?.... ตัวเลขที่ตรงกับเครื่องหมาย .... ?....มีค่าเท่าไร

ก. 10

ข. 12

ค. 13

ง. 14

จ. 16

ข้อนี้มี 2 ระบบคือ บวกกับลบ +3, -1, +4, -1 ต่อไป +5 ดังนั้นตัวเลขถัดไปจึงเป็น 7 + 5 = 12 คำตอบถูกจึงตรงกับตัวเลือกข้อ ข.

1.2 ตัวเลขอนุกรมหลายชั้น หมายถึงอนุกรมธรรมดาอย่างน้อย 2 อนุกรมเกี่ยวข้องกัน ในอนุกรมธรรมดายังมีหลายระบบ ดังนั้นถ้ามีอย่างน้อย 2 อนุกรม ผู้ตอบอาจจะต้องคำนึงถึง 4 ระบบ จะทำให้ยากขึ้นกว่าอนุกรมธรรมดา อนุกรมชนิดนี้มีอยู่ 3 แบบ ที่นิยมใช้ใน แบบทดสอบมาตรฐานทั่วๆ ไป

1.2.1 แบบที่ 1 กำหนดอนุกรมมาให้ 2 อนุกรม แต่ละอนุกรมมี 5 ตัว อนุกรมหนึ่งจะถูกทุกตัว ส่วนอีกอนุกรมหนึ่งจะมีตัวเลขเรียงผิดตัวหนึ่ง และถ้าอนุกรมเรียงถูกทั้งสองอนุกรม แล้วจะมีผลรวมเท่ากับจำนวนเลขที่กำหนดให้ในกรอบสี่เหลี่ยมมุมขวาด้านล่าง ดังนั้นอนุกรมแบบนี้ ต้องการให้ผู้ตอบหาตัวผิดนั่นเอง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 22)

	ก	ข	ค	ง	จ
อนุกรมที่ 1	1	2	3	4	5
อนุกรมที่ 2	1	3	6	7	9

ผลรวมตัวเลขทุกตัวเมื่ออนุกรมถูก	40

ข้อนี้ถ้าพิจารณาให้ดีแล้ว อนุกรมที่ 1 ถูก รวมกันได้ 15 ดังนั้นอนุกรมที่ 2 จะต้องรวมกันได้ 25 จึงจะถูก แต่อนุกรมที่ 2 ที่กำหนดปรากฏว่ารวมกันแล้วได้ 26 ซึ่งเกินไป 1 คงจะผิดตรงไหนแน่ พิจารณาดูจาก 1 ถึง 3 เพิ่ม 2, จาก 3 ถึง 6 เพิ่ม 3, จาก 6 ถึง 7 เพิ่ม 1 และจาก 7 ถึง 9 เพิ่ม 2 ถ้าพิจารณาดูแล้ว อนุกรมนี้ควรเพิ่มทีละ 2 จึงจะถูก ดังนั้นจุดที่ผิดคือ ตัวเลข 6 ซึ่งตัวเลขที่ถูกต้องคือ ต้องเป็นตัวเลข 5 คำตอบถูกจึงตรงกับตัวเลือกข้อ ค. ผลรวมตัวเลขทุกตัวเมื่ออนุกรมถูกเท่ากับ 40 พอดี

1.2.2 แบบที่ 2 เป็นแบบเอาอนุกรมที่ไม่ยากนักมาเข้าคู่กัน 2 อนุกรม จะมีตัวเลข 5 ตัว หรือมากกว่านั้นก็ได้ และให้มีผิดทั้งสองอนุกรม คำตอบให้เอาตัวเลขที่ผิดในอนุกรมมาไว้เป็นคู่ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 23) ให้หาตัวเลขที่ผิดของอนุกรมที่ 1 และอนุกรมที่ 2 ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ และเลือกคำตอบที่ต้องการ โดยที่ตัวเลขหน้าเป็นตัวเลขที่ผิดของอนุกรมที่ 1 และตัวเลขหลังเป็นตัวเลขที่ผิดของอนุกรมที่ 2

อนุกรมที่ 1	2	3	4	5	7
อนุกรมที่ 2	1	3	5	6	9

ก. 2 , 3

ข. 3 , 5

ค. 5 , 7

ง. 7 , 6

จ. 7 , 9

ข้อนี้เมื่อพิจารณาอนุกรมที่ 1 เพิ่มขึ้นทีละ 1 ดังนั้นตัวเลขที่ผิดคือ ตัวเลข 7 และเมื่อ

พิจารณาอนุกรมที่ 2 เพิ่มขึ้นที่ละ 2 ดังนั้นตัวเลขที่ผิดคือ ตัวเลข 6 คำตอบถูกจึงตรงกับตัวเลือกข้อ ง.

1.1.3 แบบที่ 3 เป็นแบบกำหนดแนวโน้มของอนุกรมเป็นชุด ๆ แล้วหาระบบการเรียงที่เกี่ยวพันกัน เพราะทุกอนุกรมจะเชื่อมโยงแนวความคิดให้ซึ่งกันและกัน การพิจารณาระบบการเรียงหรือแนวโน้มของตัวเลขเป็นสิ่งสำคัญมาก ผู้เขียนข้อสอบจะต้องรักษาความเป็นปรนัยไม่มีหลายแง่หลายมุม จะทำให้คำตอบมีปัญหาในภายหลัง วิธีนี้บางโครงสร้างเป็นลักษณะหลายมิติ คือ สัมพันธ์หรือเกี่ยวพันกันทั้งแนวตั้งและแนวนอน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 24) พิจารณาตัวเลขที่อยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสแต่ละชุด และหาดูว่าตัวเลขที่ตรงกับเครื่องหมาย ? จะเป็นจำนวนที่ตรงกับข้อใด

8	
4	2

4	
2	1

20	
10	?

ก. 2

ข. 4

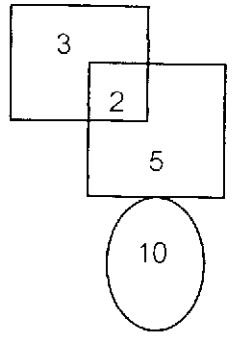
ค. 5

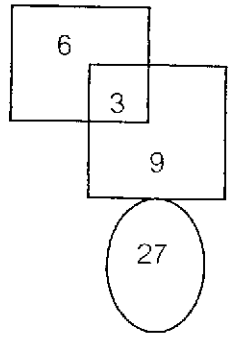
ง. 6

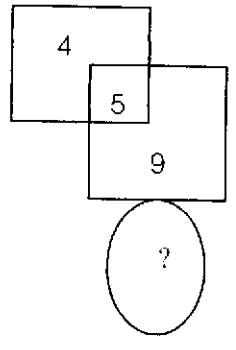
จ. 7

แบบนี้ให้พิจารณาแต่ละชุดก่อน ชุดแรกเกิดจาก 2 คูณ จาก 2 เป็น 4 จาก 4 เป็น 8 ชุดที่ 2 เป็นลักษณะ 2 คูณ เช่นเดียวกันเพียงแต่ตัวเลขเปลี่ยนไป ดังนั้นชุดที่ 3 คงต้องเกิดจาก 2 คูณเหมือนกัน เพราะมีแนวโน้มอย่างนั้น ตัวเลขที่เป็นคำตอบที่ถูกคือ ตัวเลข 5 วิธีการคิดอาจจะเอา 2 หารจากเลขหลักบนลงมาก็ได้เช่นกัน คำตอบถูกจึงตรงกับตัวเลือกข้อ ค.

ข้อ 25) พิจารณาตัวเลขที่อยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและในวงรีแต่ละชุด และหาดูว่าตัวเลขที่ตรงกับเครื่องหมาย ? จะเป็นจำนวนที่ตรงกับข้อใด







ก. 18

ข. 20

ค. 36

ง. 45

จ. 65

แบบนี้ให้พิจารณาแต่ละชุดเช่นเดียวกันว่าเป็นเลขเรียงอันดับโดยระบบใด ชุดแรกเกิดจาก 3 + 2 = 5, 2 x 5 = 10 ชุดที่ 2 เกิดจาก 6 + 3 = 9, 9 x 3 = 27 ดังนั้นชุดต่อไปก็ใช้ระบบเดียวกัน คำตอบจึงเป็น 45 คำตอบถูกจึงตรงกับตัวเลือกข้อ ง.

ข้อ 26) ให้พิจารณาตัวเลขของอนุกรมตามแนวนอนและแนวตั้งที่อยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้ จงหาดูว่าตัวเลขที่ตรงกับ ? จะเป็นจำนวนที่ตรงกับข้อใด

1	3	7
2	4	8
5	?	11

ก. 5

ข. 6

ค. 7

ง. 9

จ. 10

ข้อนี้ระบบของอนุกรมสัมพันธ์กันทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ตัวเลขแนวนอนเป็นลักษณะเพิ่มเป็น +2, +4 ตัวเลขแนวตั้งเป็นลักษณะเพิ่มเป็น +1, +3 ดังนั้นตัวเลขที่ตรงกับ ? จึงเป็นตัวเลข 7 คำตอบถูกจึงตรงกับตัวเลือกข้อ ค

.

2. คณิตศาสตร์เหตุผล

การออกข้อสอบคณิตศาสตร์แบบนี้จะถามเน้นในเรื่องวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การขยายความ การไล่เลียงหาเหตุผล การเปรียบเทียบ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มโนภาพ ขั้นตอนการพิสูจน์ และประเมินค่า เป็นต้น ข้อสอบคณิตศาสตร์แบบนี้ความเข้าใจด้านภาษามีอิทธิพลอยู่มาก เพราะข้อคำถามจะต้องใช้อธิบายด้วยภาษาเป็นส่วนใหญ่ เมื่ออ่านโจทย์ไม่เข้าใจแล้วโอกาสจะทำคณิตศาสตร์เหตุผลได้ถูกต้องจะมีน้อย ผู้สร้างคำถามหรือโจทย์จึงต้องพยายามใช้ภาษาที่คนทั่วไปเข้าใจง่าย และมีความเป็นปรนัยในตัวของมันเอง การออกข้อสอบคณิตศาสตร์เหตุผลวัดความถนัดจะต้องใช้เนื้อหาของคณิตศาสตร์ที่คนทั่วไปรู้ แต่กลวิธีการถามแปลกแตกต่างออกไป ความยากมิใช่อยู่ที่เนื้อหาแต่อยู่ที่กลวิธีการถามและการสร้างโจทย์

การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้นั้นต้องอาศัยเหตุผลขั้นตอนของการคิดที่ถูกต้อง เมื่อผู้ใดมีความสามารถทางคณิตศาสตร์เหตุผลสูง การนำคณิตศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ก็มีโอกาสผิดพลาดได้น้อย ตัวอย่างโจทย์คณิตศาสตร์เหตุผลเป็นดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2541 : 101)

ข้อ 27) ค + ง มีค่าอยู่ระหว่าง 4 กับ 12 ค่าของ ค , ง ควรเป็นเท่าใด

ก. ค มีค่าเท่ากับ 1, ง มีค่าเท่ากับ 3

ข. ค มีค่าเท่ากับ 2, ง มีค่าเท่ากับ 10

ค. ค มีค่าเท่ากับ 5, ง มีค่าเท่ากับ 6

ง. ค มีค่าเท่ากับ 8, ง มีค่าเท่ากับ 4

จ. ค มีค่าเท่ากับ 6, ง มีค่าเท่ากับ 6

ข้อ 28) ข้อใดเป็นสูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ก. ผลบวกของเส้นรอบรูป

ข. ผลบวกของเส้นทแยงมุม

ค. ผลคูณของเส้นทแยงมุม

ง. ครึ่งหนึ่งของผลคูณของเส้นทแยงมุมทั้งสอง

จ. ครึ่งหนึ่งของผลคูณด้านหนึ่งกับเส้นทแยงมุม

3. แบบเปรียบเทียบปริมาณ

ความสามารถด้านตัวเลขแบบนี้ เป็นการกำหนดสถานการณ์ให้ หรือกำหนดการคิดทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ให้ แล้วพยายามแยกผลออกมาเป็น 2 ส่วน เป็นคอลัมภ์ ก. กับคอลัมภ์ ข. ต่อจากนั้นจะให้ผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มาพิจารณาว่าคำตอบควรเป็นอย่างไร โดยมีเงื่อนไขการตอบเพียง 4 อย่างเท่านั้น

ก. ถ้าปริมาณในคอลัมภ์ ก. มีค่ามากกว่า

ข. ถ้าปริมาณในคอลัมภ์ ข. มีค่ามากกว่า

ค. ถ้าปริมาณทั้ง 2 มีค่าเท่ากัน

ง. ถ้าข้อมูลไม่สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ได้

ตัวเลือกแทนที่จะเป็น 5 ตัวเลือก ก็จะมีเท่ากับจำนวนเงื่อนไขนี้เท่านั้น นั่นคือ ตัวเลือกมีเพียง 4 ตัวเลือก การออกข้อสอบความสามารถด้านตัวเลขแบบนี้ นิยมออกในแบบทดสอบ SAT และ GRE ซึ่งดำเนินการจัดสร้างโดย ETS (Educational Testing Service) ซึ่งถือเป็นสถาบันสร้างข้อสอบมีชื่อเสียงที่สุดแห่งหนึ่งของโลก ตัวอย่างการออกข้อสอบเป็นดังนี้

<u>คำชี้แจง</u> แต่ละข้อคำถามจากข้อ 29-30 มีปริมาณอยู่ 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งอยู่ด้านคอลัมภ์ ก. อีกกลุ่มหนึ่งอยู่ด้านคอลัมภ์ ข. ให้เปรียบเทียบค่าปริมาณทั้งสองคอลัมภ์นี้แล้วเลือกตอบ

ก. ถ้าปริมาณในคอลัมภ์ ก. มีค่ามากกว่า

ข. ถ้าปริมาณในคอลัมภ์ ข. มีค่ามากกว่า

ค. ถ้าปริมาณทั้งสองคอลัมภ์เท่า ๆ กัน

ง. ถ้าความสัมพันธ์ไม่สามารถตัดสินได้จากข้อมูลที่ให้

ข้อ 29) x มีค่าเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ ของ 12

y มีค่าเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ของ 40

<u>คอลัมน์ ก.</u>	<u>คอลัมน์ ข.</u>
$\frac{x}{y}$	$\frac{y}{x}$

ข้อ 30) ถ้า R, S และ T เป็นจำนวนเต็มบวก และ S คูณ R เท่ากับ 24 T คูณ S เท่ากับ 32

<u>คอลัมภ์ ก.</u>	<u>คอลัมภ์ ข.</u>
R	T

เกณฑ์ปกติ (Norms)

1. ความหมายเกณฑ์ปกติ

ชวาล แพรัตกุล (2519 : 275) ได้อธิบายเกณฑ์ปกติว่าเป็นปริมาณคุณภาพปานกลางของคุณลักษณะต่าง ๆ และเป็นสถานภาพตามความจริงในปัจจุบัน

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2524 : 56) ได้ให้ความหมายเกณฑ์ปกติว่าหมายถึง ตัวเลขที่มีไว้เพื่อเปรียบเทียบความสามารถของบุคคล เป็นคะแนนเฉลี่ย หรือจุดกึ่งกลางของคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่เรียกว่ากลุ่มอ้างอิง (Norm Group หรือ Reference Group) ที่ทำการสุ่มเลือกมา และมีตารางคะแนน (Norm Table) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบ (Raw Score)

กับคะแนนแปลงรูป (Derived Score) ซึ่งจะบอกให้ทราบว่าบุคคลอยู่ในตำแหน่งใด หรือคะแนนของบุคคลนั้น ๆ ใกล้เคียงคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มอ้างอิงหรือไม่

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 314) ได้ให้ความหมายว่า เกณฑ์ปกติ หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้อย่างดีแล้ว และเป็นคะแนนตัวที่บอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ระดับใดของกลุ่มประชากร แต่ในทางปฏิบัติประชากรที่นิยามไว้อย่างดี (Well Defined Population) เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ดีของกลุ่มประชากรนั่นเอง แต่ต้องมีจำนวนมากพอที่จะเป็นตัวแทนของประชากรได้ด้วย

สิรภพ กาฬสุวรรณ (2546 : 36) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เกณฑ์ปกติ หมายถึง ตัวเลขที่เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มอ้างอิงที่สุ่มเลือกมา ที่มีไว้เพื่อเปรียบเทียบและบอกให้ทราบว่าบุคคล นั้น ๆ มีความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร

ดังนั้นพอจะสรุปได้ว่า เกณฑ์ปกติ หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นคะแนนที่บอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ในช่วงใดของกลุ่มประชากร โดยบอกความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบ (Raw score) กับคะแนนทีปกติ (Normalized T–score) ที่แปลงมาจากคะแนนดิบ

2. หลักการสร้างเกณฑ์ปกติ

การสร้างเกณฑ์ปกติ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ 3 ประการ ดังนี้

(ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2539 : 314)

1. ความเป็นตัวแทนที่ดี การสุ่มตัวอย่างของประชากรที่นิยามทำได้หลายวิธี เช่น สุ่มแบบธรรมดา สุ่มแบบแบ่งชั้น สุ่มแบบเป็นระบบ หรือสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เป็นต้น เลือกสุ่มตามความเหมาะสมโดยพิจารณาประชากรเป็นตัวสำคัญ ถ้าประชากรมีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ไม่มีคุณสมบัติอะไรแตกต่างกันมากใช้วิธีสุ่มแบบธรรมดา (Simple Random Sampling) ดีที่สุด แต่ถ้าแตกต่างกันมาก เช่น ขนาดโรงเรียนต่างกัน ระดับความสามารถแตกต่างกัน ทำเลการตั้งแตกต่างกัน และมีผลต่อการเรียน การสุ่มจะต้องใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จึงจะเหมาะ ถ้าแต่ละหน่วยการสุ่ม เช่น โรงเรียน ห้องเรียน มีคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน แต่แบ่งหน่วยการสุ่มไว้แล้ว การสุ่มแบบนี้ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จะดีที่สุด 3 วิธีนี้ใช้ในการสุ่มเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติมากที่สุด

2. มีความเที่ยงตรง หมายถึงการนำคะแนนดิบไปเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ทำไว้แล้ว สามารถแปลความหมายได้โดยตรงกับความเป็นจริง

3. มีความทันสมัย เกณฑ์ปกตินั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของประชากรกลุ่มนั้น การพัฒนาคนมีอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเกณฑ์ปกติที่เคยศึกษามานานหลายปี อาจมีความผิดพลาดจากความเป็นจริง โดยทั่วไปแล้วเกณฑ์ปกติควรเปลี่ยนทุก ๆ 5 ปี จึงจะทันสมัย

อนันต์ ศรีโสภา (2524 : 224-225) ได้กล่าวถึงวิธีการเลือกกลุ่มนอร์ม (Norm Group) ไว้ดังนี้

กลุ่มของนักเรียนที่จะเลือกมาใช้เป็น Norm Group จะต้องมีความเหมาะสม ซึ่งความ เหมาะสมในที่นี้ได้แก่

1. ความเป็นปัจจุบัน เนื่องจากการพัฒนาเนื้อหาวิชาในหลักสูตรการศึกษาเปลี่ยนแปลงไปรวดเร็วมาก นอร์มจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงให้สอดคล้องและทันสมัยอยู่เสมอ ดังนั้นการที่เราจะเลือกนอร์มใดนั้น จะต้องคำนึงถึงหลักสูตรและแบบวัดประกอบด้วย และนอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงทางสังคมก็มีส่วนทำให้ Norm Group เดิมนั้นขาดความเหมาะสมอีกด้วยเหมือนกัน ดังนั้น Norm Group ที่เหมาะสมนั้นจะต้องเลือกกลุ่มจากนักเรียนที่เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ

2. ความเป็นตัวแทนที่ดี (Representativeness) สิ่งที่ทำให้คะแนนผลการทดสอบของนักเรียนคลาดเคลื่อนโดยทั่วไป มีอยู่ 2 ประการ คือ ความคลาดเคลื่อนทางการวัดผล (Error of Measurement) และความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Error) ความคลาดเคลื่อนทางการวัดผลนั้น ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวกับแบบวัด วิธีทดสอบ และการตรวจให้คะแนน ส่วนความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างนั้น ได้แก่ เทคนิคของการสุ่มตัวอย่าง ขนาดของตัวอย่าง ซึ่งทำให้ตัวอย่างที่ได้ไม่เป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของประชากรทั้งหมด การให้ขนาดตัวอย่างที่ใหญ่ก็จะช่วยให้ได้ค่าสถิติต่าง ๆ ที่มีเสถียรภาพ หมายความว่า ถ้าเราสุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ก็จะช่วยให้ได้ค่าสถิติต่าง ๆ เหมือนกับครั้งแรก หรือได้ค่าใกล้เคียงกัน

สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ก็คือ เทคนิคของการสุ่มตัวอย่าง ถ้าการสุ่มตัวอย่างมีความผิดพลาด แม้ว่าจะเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้นเท่าใดก็ตาม ก็ไม่เป็นการช่วยแก้ปัญหาได้ ดังนั้น เทคนิคการสุ่มตัวอย่างจะต้องมีความถูกต้องและเหมาะสม การสุ่มตัวอย่างนั้นมีหลายวิธี เช่น การสุ่มตัวอย่างแบบธรรมดา (Simple Random Sampling) การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (Systematic Sampling) การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) และการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น(Stratification Sampling) เป็นต้น อย่างไรก็ดีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น เป็นเทคนิคการสุ่มตัวอย่างที่ดีวิธีหนึ่ง ซึ่งสามารถใช้ได้กับตัวแปรอิสระที่เกี่ยวข้องได้ทุกชนิด ตัวแปรอิสระที่เกี่ยวข้องอาจจะเปลี่ยนไปตามชนิดของการทดสอบและสิ่งอื่น ๆ เช่น อายุ เพศ สภาพทางเศรษฐกิจ เชื้อชาติ ขนาดของครอบครัว และสภาพทางภูมิศาสตร์ของนักเรียน

3. ความเกี่ยวข้อง (Relevance) ความเกี่ยวข้องของกลุ่มนักเรียนที่เลือกมาเป็น Norm Group นั้นขึ้นอยู่กับประชากรที่ต้องการจะนำแบบวัดไปใช้จริง ๆ เนื่องจากแบบวัดที่สร้างขึ้นนั้น บางครั้งก็สามารถนำไปใช้ในความมุ่งหมายที่แตกต่างกันไป ดังนั้น ในแบบวัดบางฉบับจะเห็นว่ามี Norm Group มากกว่าหนึ่งกลุ่ม ซึ่ง Norm Group แต่ละกลุ่มก็ใช้สำหรับ Norms แต่ละความมุ่งหมายเหล่านั้น

ผาณิต บิลมาศ (2526 : 258) ได้กล่าวว่า การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดควรพิจารณาดังนี้

1. ทำจากกลุ่มตัวอย่างมากพอ
2. เป็นการสุ่มจากตัวแทนประชากร
3. เกณฑ์ต้องใช้เฉพาะกลุ่มที่กำหนดเท่านั้น
4. หาเกณฑ์ของข้อย่อยแต่ละข้อก่อน จึงหาเกณฑ์ของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. ชนิดของเกณฑ์ปกติ

ชนิดของเกณฑ์ปกติแบ่งได้ตามลักษณะของประชากรและตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543 : 315-317)

3.1 เกณฑ์ปกติตามลักษณะของประชากรแบ่งได้ดังนี้

3.1.1 เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norms) การสร้างเกณฑ์ปกติระดับชาตินั้นให้ประชากรที่นิยามไว้มากมายทั่วประเทศ เช่น หาเกณฑ์ปกติของวิชาเลขคณิตระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระดับชาติ ก็ต้องสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั่วประเทศ หรือสุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วประเทศ จำนวนนักเรียนที่จะต้องสอบจึงมีมากมาย เพื่อให้รู้ว่าสร้างเมื่อปี พ.ศ. ใด ก็ต้องกำหนดวัน เดือน ปี การสร้างไว้ด้วย เพื่อคนใช้เกณฑ์ปกติจะได้รู้ว่าทันสมัยหรือไม่

3.1.2 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) เป็นการสร้างเกณฑ์ปกติระดับเล็กลงมา เช่น ระดับจังหวัด หรือระดับอำเภอ การสร้างเกณฑ์ปกติระดับนี้ค่าใช้จ่ายจะน้อยลงและเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบคะแนนของผู้สอบกับคนทั้งจังหวัดหรืออำเภอในการจัดการศึกษา บางครั้งจังหวัดแต่ละจังหวัด อาจเน้นเนื้อหาบางวิชาไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะทางด้านวิชาชีพ บางจังหวัดเน้นเกษตร บางจังหวัดเน้นอุตสาหกรรม บางจังหวัดเน้นการประมง วิชาที่มีการเน้นที่แตกต่างกัน การสร้างเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นจะมีประโยชน์มาก แต่วิชาพื้นฐานอื่น ๆ ก็สามารถหาเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นได้เหมือนกัน เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบ

ความสามารถในวิชาการของนักเรียนคนหนึ่งกับคนทั้งจังหวัดหรืออำเภอว่าเด็กคนนั้นสอบแล้วจะอยู่ในระดับใด เก่งหรืออ่อนกว่าคนอื่นเพียงใด จะได้หาทางปรับปรุงแก้ไขทัน ถ้าไม่มีการเปรียบเทียบก็ไม่สามารถพัฒนาได้ถูกต้อง

3.1.3 เกณฑ์ปกติของโรงเรียน (School Norms) โรงเรียนบางแห่งมีขนาดใหญ่ นักเรียนแต่ละชั้นมีจำนวนมาก เวลาสร้างข้อสอบแต่ละวิชาแต่ละระดับชั้นได้ดีมีมาตรฐานแล้ว จะสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนตัวเองก็ได้ กรณีสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนเดียวหรือกลุ่มโรงเรียนในเครือ เรียกว่า เกณฑ์ปกติของโรงเรียน ใช้ประเมินเปรียบเทียบนักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนส่วนรวมของโรงเรียน และใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วย โดยดูได้จากการศึกษาแต่ละปีว่าเด่นหรือด้อยกว่าปีที่สร้างเกณฑ์ปกติไว้

3.2 เกณฑ์ปกติตามลักษณะของการใช้สถิติเปรียบเทียบ

3.2.1 เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile norms) เกณฑ์แบบนี้สร้างจากคะแนนดิบที่มาจากประชากร หรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี แล้วดำเนินการตามวิธีการสร้างเกณฑ์ปกติ แต่พอถึงหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ก็หยุดแค่นั้น เกณฑ์ปกติแบบนี้เป็นคะแนนจัดอันดับเท่านั้น จะนำไปบวก ลบ กันไม่ได้ แต่สามารถเปรียบเทียบและแปลความหมายได้ เช่น เด็กคนหนึ่งสอบได้ 25 คะแนน ไปเทียบกับเกณฑ์ปกติตรงกับตำแหน่งเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 80 เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ใช้ควบคู่กับเกณฑ์ปกติคะแนนมาตรฐานอื่น ๆ อยู่เสมอ เพราะแปลผลได้ง่ายเข้าใจได้ทุกคนไม่สลับซับซ้อนมากนัก

3.2.2 เกณฑ์ปกติคะแนนที (T-score norms) นิยมใช้กันมากเพราะเป็นคะแนนมาตรฐานสามารถนำมา บวก ลบ และเฉลี่ยได้ มีค่าเหมาะสมในการแปลความหมาย คือ มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 มีคะแนนเฉลี่ย 50 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10

3.2.3 เกณฑ์ปกติสเตไนน์ (Stanines norms) คะแนนแบบนี้เป็นคะแนนมาตรฐานชนิดหนึ่งแต่มีค่าเพียง 9 ตัว (Standard nine points) ค่าตั้งแต่ 1 ถึง 9 คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่คะแนน 5 มีคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 2 คะแนน วิธีการหามักจะเทียบจากเปอร์เซ็นต์ของความถี่ที่คะแนนเรียงตามค่าจะสะดวกกว่า

3.2.4 เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age norms) แบบทดสอบมาตรฐานบางอย่างหาเกณฑ์ปกติตามอายุ เพื่อดูพัฒนาการในเรื่องเดียวกัน อายุต่างกันจะมีพัฒนาการอย่างไร โดยมากจะเป็นแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัดจะหาเกณฑ์ปกติโดยวิธีนี้ ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะหาเฉพาะแบบทดสอบที่เป็นวิชาพื้นฐานจริง ๆ เช่น ภาษาและคณิตศาสตร์ เนื้อหาจะต้องไม่มีผล เช่น คำศัพท์ สามารถหาได้ตั้งแต่อายุ 5 ปี ถึง 20 ปี ความสามารถในการ บวก ลบ คูณ หาร ก็สามารถหาได้ในช่วงอายุดังกล่าวเหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อจะดูว่าคำศัพท์ที่กำหนดไว้

จำนวนหนึ่งนั้น ถ้านักเรียนคนหนึ่งอายุ 10 ปี สอบได้จำนวนหนึ่ง ลองไปเทียบกับเกณฑ์ปกติดูว่าน่าจะเป็นความสามารถคำศัพท์เท่าอายุเท่าไร อาจจะเท่ากับเด็กอายุ 8 ปี 10 ปี หรือ 15 ปี ก็ต้องเปรียบเทียบดูเกณฑ์แบบนี้วัดผลสัมฤทธิ์ใช้น้อยมากแต่จะทำไว้เปรียบเทียบก็เป็นประโยชน์ดี

3.2.5 เกณฑ์ปกติตามระดับชั้น (Grade norms) เป็นการหาเกณฑ์ปกติตามระดับชั้นว่าคะแนนเท่าไรควรอยู่ระดับชั้นไหนจึงจะเหมาะสม แบบทดสอบที่จะทำเกณฑ์ปกติชนิดนี้ได้ก็ต้องเป็นเนื้อหาเดียวกัน ดังนั้นการวัดที่มีเนื้อหาแตกต่างกันตามระดับชั้นจะมีผลต่อการแปลผลเปรียบเทียบ ดังนั้นวิชาที่ทำจึงเป็นวิชาพื้นฐาน ดังกล่าวแล้ว ในการสร้างเกณฑ์ปกติอายุ เช่น คำศัพท์ คณิตศาสตร์เบื้องต้น แบบทดสอบก็ต้องออกความรู้ความสามารถที่กว้างหน่อย เช่น คำศัพท์ก็ให้คลุมตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 แล้วศึกษาดูว่าระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ปีที่ 2 ไปเรื่อยๆ จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะได้กี่คะแนน โดยมากแต่ละระดับชั้นก็จะเป็นช่วงคือ การแจกแจงของคะแนนจะซ้อนทับกันไปเป็นระยะไป แต่เมื่อสร้างเสร็จแล้ว ถ้าเด็กคนหนึ่งมาสอบแบบทดสอบฉบับนี้ได้คะแนน 20 คะแนน และกำลังเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่เทียบแล้วเท่ากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะได้นำไปพัฒนาต่อ

สำหรับ เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545 : 59) ได้แบ่งเกณฑ์ปกติ โดยใช้หลักในการแบ่งที่ต่างกันออกได้ดังนี้

1. แบ่งตามกลุ่มตัวอย่างประชากร และความเป็นตัวแทนของพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ ซึ่งอาจแบ่งออกได้ดังนี้

1.1 เกณฑ์ปกติภายในชั้นเรียน

1.2 เกณฑ์ปกติภายนอก แบ่งย่อยได้ดังนี้

1.2.1 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms)

1.2.2 เกณฑ์ปกติระดับภาค (Regional Norms)

1.2.3 เกณฑ์ปกติระดับประเทศ (National Norms)

2. แบ่งตามลักษณะการแปลงคะแนน โดยอาจแบ่งออกได้อีก 2 ลักษณะ คือ

2.1 คะแนนเกณฑ์ปกติในระบบเปอร์เซ็นต์ไทล์

2.2 คะแนนเกณฑ์ปกติในระบบคะแนนมาตรฐาน

3. แบ่งตามลักษณะกลุ่มการใช้เพื่อการเปรียบเทียบ เช่น

3.1 เกณฑ์ปกติจำแนกตามระดับอายุ

3.2 เกณฑ์ปกติจำแนกตามระดับชั้นเรียน

คะแนนทีปกติ (Normalized T-score)

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2527 : 112-114) กล่าวว่า คะแนนมาตรฐาน T ปกติ (Normalized T-Score) คือคะแนนมาตรฐานที่ได้จากข้อมูล ที่มีการกระจายเป็นโค้งปกติ หรือ โดยการปรับให้เป็นโค้งปกติ การเปลี่ยนคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน T โดยใช้สูตร $T = 50 + 10Z$ นั้น เป็นการเปลี่ยนในลักษณะที่เรียกว่า Linear transformation ซึ่งการเปลี่ยนแปลงคะแนนแบบนี้ ไม่ทำให้ลักษณะของการกระจายของคะแนนเดิมเปลี่ยนไป เมื่อเปลี่ยน T-score แล้ว ลักษณะของการกระจายจะยังคงเหมือนกับการกระจายของคะแนนดิบ แต่การเปลี่ยนคะแนนดิบ ให้เป็นคะแนนมาตรฐานปกตินั้น เป็นการเปลี่ยนในลักษณะที่เรียกว่า Area transformation ซึ่ง การเปลี่ยนแปลงคะแนนแบบนี้ เมื่อเปลี่ยนมาเป็น คะแนน T ปกติแล้ว จะทำให้การกระจาย มีลักษณะเป็นโค้งปกติ

ภัทรา นิคมานนท์ (2532 : 187-190) กล่าวว่า คะแนน T ปกติ เป็นคะแนนมาตรฐาน ชนิดหนึ่งที่แปลงมาจากคะแนนดิบ มีการแจกแจงความถี่ของคะแนนเป็นโค้งปกติ คะแนน T มีค่าเฉลี่ย (Mean) เป็น 50 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เป็น 10

วิธีการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ หาได้โดยการแปลงคะแนนดิบให้เป็นตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เสียก่อน แล้วจึงเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์ให้เป็นคะแนน T ปกติ โดยดูว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์นั้นเท่ากันหรือใกล้เคียงที่สุดกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนทีปกติ มีความสะดวกกว่าการแปลงเป็นคะแนนทีแนวเส้น ($T = 10Z + 50$) เพราะไม่ต้องคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) คะแนนมาตรฐาน (Z) เราสามารถแปลงคะแนนได้ครั้งละจำนวนมากไม่เหมือนคะแนนทีแนวเส้น ซึ่งต้องแปลงทีละจำนวน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) โดยการแปลงคะแนนดิบ (Raw score) ให้เป็นคะแนนทีปกติ (Normalized T–score) โดยการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของคะแนนดิบแต่ละตัว จากสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2539 : 310)

$$\text{Percentile} = \frac{100}{N}\left(cf - \frac{1}{2}f\right)$$

เมื่อ N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

f แทน ความถี่ของคะแนนในชั้นคะแนนที่กำหนด

cf แทน ความถี่สะสมของคะแนนในชั้นคะแนนที่กำหนด

จากนั้นจึงนำค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ได้ไปเทียบเป็นคะแนนทีปกติ (Normalized T–score) กับตารางสำเร็จรูปของการ์เรตต์ (Garrett, 1973 : 153)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านจำนวน

เอกสารงานวิจัยต่างประเทศ

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถตามแนวทฤษฎีของ เทอร์สโตน ได้เริ่มพัฒนาหลังจากที่ เทอร์สโตน ได้เสนอทฤษฎีหลายองค์ประกอบ แต่การสร้างมักรวมเป็นชุด ซึ่งเรียกว่า ชุดวัดความถนัดพหุคูณ (Multiple Aptitude Battery) ในแต่ละชุดจะมีแบบทดสอบย่อยมุ่งวัดตัวประกอบที่บริสุทธิ์หลายตัวที่สัมพันธ์กัน สามารถจัดทำเกณฑ์ปกติและหาค่าความเที่ยงตรงของแต่ละฉบับกับผลการเรียนแต่ละด้าน และกับอาชีพต่าง ๆ ได้ แบบทดสอบลักษณะนี้เช่น แบบทดสอบวัดความสามารถขั้นมูลฐาน พี เอ็ม เอ (PMA : Primary Mental Ability) ซึ่งสร้างโดย เทอร์สโตน ประกอบด้วยองค์ประกอบห้าด้าน คือ ความหมายทางภาษา (Verbal Meaning) มิติสัมพันธ์ (Spatial Perception) เหตุผล (Reasoning) ความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency) จำนวน (Number) สำหรับแบบทดสอบด้านจำนวนนั้น ประกอบคำถามเกี่ยวกับการบวกง่าย ๆ เป็นการวัดความสามารถในการคิดเกี่ยวกับตัวเลข ปริมาณ อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ความเชื่อมั่นของแบบสอบชุดนี้ หาโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบมีค่าอยู่ระหว่าง .87-.96 (Freeman, 1966 : 427)

ในปี ค.ศ. 1947 เบนเนท (Bennet)และคนอื่น ๆ ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดมีชื่อว่า ดี เอ ที (DAT : Differential Aptitude Tests) ใช้ทดสอบนักเรียนเกรดแปดถึงสิบสอง เพื่อใช้ในการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการศึกษาและอาชีพ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยแปดฉบับ คือ แบบทดสอบเหตุผลทางภาษา แบบทดสอบความสามารถทางตัวเลข แบบทดสอบเหตุผลทางนามธรรม แบบทดสอบความรวดเร็วแม่นยำทางงานเสมียน แบบทดสอบเหตุผลทางจักรกล แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบสะกดคำ แบบทดสอบการใช้ภาษา สำหรับแบบทดสอบย่อยชุดความสามารถทางตัวเลขประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 40 ข้อ เวลา 30 นาที ค่าความเชื่อมั่นซึ่งหาโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบและแบบคู่ขนาน ได้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง .79-.97 สำหรับค่าความเที่ยงตรงจะเกี่ยวข้องกับความเที่ยงตรงในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียน ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สามารถพยากรณ์ได้ดีด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านตัวเลข (บุญชม ศรีสะอาด, 2521 : 108–119)

เอลตันและมอร์ริส (Eiton and Morris, 1956 : 139–143) ได้ใช้แบบทดสอบ DAT Form B ร่วมกับแบบทดสอบ ACE Form X และ English Co–on Mechanic of Expression ไปทำการทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของ Birmingham Southern College จำนวน

135 คน เพื่อดูประสิทธิภาพในการทำนายความสำเร็จทางการเรียนของแบบทดสอบทั้งสาม โดยวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละชุดกับคะแนนวิชาประวัติศาสตร์ ภาษาอังกฤษ และพีชคณิต พบว่า แบบทดสอบ DAT สามารถทำนายความสำเร็จทางการเรียนได้สูงและใช้แนะแนวได้ดี

เบนเนตและเวสแมน (Bennet and Wesman, 1956 : 81–91) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบที่ส่งผลต่อ ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบ DAT พบว่า แบบทดสอบทางภาษามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ค่า r = .70 แบบทดสอบทางตัวเลขมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ค่า r = .65 และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ค่า r = .53

ฮิลล์ (Hill, 1657 อ้างถึงใน ต่าย เชี่ยงฉี, 2519 : 12) ได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย โดยใช้เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ปรากฏว่า ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังนี้ ด้านมิติสัมพันธ์กับเกณฑ์ได้ค่า r = .58 ด้านตัวเลขกับเกณฑ์ได้ค่า r = .44 และด้านภาษากับเกณฑ์ ได้ค่า r = .20

กูดแมน (Goodman, 1961 อ้างถึงใน เชี่ยวชาญ มีมาก, 2525 : 22) ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบความถนัดด้านการรับรู้ ด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านความจำ ด้านเหตุผลแบบอุปมาน และด้านเหตุผลแบบอนุมาน กับนักเรียนที่เรียนวิชาเคมี พบว่าค่าสหสัมพันธ์มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ .25 ถึง .46

ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านตัวเลขกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ นั้น เวลล์แมน (Wellman, 1957 : 512–517) ได้ศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง 136 คน ที่ ไอโอวา ฟอลล์ ไฮสกูล (Iowa Fall Highschool) ระดับเกรดสิบเอ็ดถึงสิบสอง โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบชุด พี เอ็ม เอ (PMA) พบว่าความสามารถด้านตัวเลขและความสามารถด้านภาษามีค่าสหสัมพันธ์กับวิชาภาษาอังกฤษเท่ากับ .8105 ค่าสหสัมพันธ์กับวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ .8127 ส่วนค่าสหสัมพันธ์กับวิชาคณิตศาสตร์นั้น องค์ประกอบด้านตัวเลขและด้านมิติสัมพันธ์กับวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ .7599

คราวเดอร์ (Crowder, 1957 : 281–286) ได้ศึกษาผลการใช้แบบทดสอบ The Holzinger–Crowder Uni–Factor Tests กับนักเรียนระดับปีที่สามและปีที่สี่ (junior and senior) โดยมีแบบทดสอบเก้าฉบับ แต่มีองค์ประกอบทางสมองเพียงสี่ด้าน คือ ด้านภาษา (Verbal) มิติสัมพันธ์ (Spatial) ตัวเลข (Numerical) และเหตุผล (Reasoning) สำหรับความสามารถด้านตัวเลขนั้นสร้างอยู่ในแบบทดสอบฉบับที่ห้าและฉบับที่หก ซึ่งจะประกอบด้วย แบบอนุกรม แบบโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับบวก ลบ คูณ หาร แบบการหาผลลัพธ์ที่เหลือจากการแบ่ง

แบบความคล่องแคล่วในการเปลี่ยนแปลงตัวเลขง่าย ๆ พบว่า แบบทดสอบความสามารถด้านตัวเลข มีค่าสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ .53 วิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ .33 วิชาสังคมศึกษาเท่ากับ .35 วิชาภาษาอังกฤษ .47 วิชางานฝีมือเท่ากับ .54 และกับคะแนนรวมทุกวิชาเท่ากับ .44

สตินสัน (Stinson, 1959 : 103–104) ได้ใช้แบบทดสอบวัดความถนัด ดี เอ ที (DAT : Differential Aptitude Tests) พยากรณ์เกรดเฉลี่ยของนักเรียน เมเปิลวูด มิสซูรี่ (Maplewood Missuri) จำนวน 69 คน พบว่า ได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยกับแบบทดสอบ ดี เอ ที (DAT) เฉพาะด้านตัวเลขด้านเดียวมีค่าเท่ากับ .55 ซึ่งสูงกว่าด้านอื่น ๆ คือ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยกับความสามารถด้านภาษาเท่ากับ .45 ด้านมิติสัมพันธ์เท่ากับ .48 ด้านเหตุผลเท่ากับ .34

สมิธ (Smith, 1963 : 39–42) ได้ใช้แบบทดสอบสองฉบับ คือ แบบทดสอบ เอส ซี เอ ที (SCAT : School and College Ability Test) และแบบทดสอบ ซี ที บี (CTB : California Test Battery) ซึ่งแต่ละฉบับประกอบด้วยแบบทดสอบสมรรถภาพสมองด้านภาษาและด้านตัวเลข เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ ซี ที บี (CTB) ด้านตัวเลขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ .74 และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ เอส ซี เอ ที (SCAT) ด้านตัวเลขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ .46

ในการใช้แบบทดสอบวัดความถนัดพยากรณ์เกรดเฉลี่ยในการเรียนด้านวิชาชีพนั้น วัดเลย์และเมอร์วิน (Watley and Merwin, 1964 : 189–192) ได้ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน เอส เอ ที ด้านคณิตศาสตร์และด้านภาษา (SAT : Mathematic–Verbal) พยากรณ์เกรดเฉลี่ยของนิสิตวิทยาลัยบริหารธุรกิจ (College of Business Administration) ที่มหาวิทยาลัยเดนเวอร์ พบว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ได้ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .45 ด้านภาษาเท่ากับ .28 ซึ่งจะเห็นว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์พยากรณ์เกรดเฉลี่ยได้ดีกว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านภาษา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เลวิส (Lewis, 1967 : 289–290) ซึ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดกับความสำเร็จในการเรียนและการประกอบอาชีพของนักเรียนที่สำเร็จจากไฮสกูลในรัฐเท็กซัส จำนวน 804 คน โดยใช้แบบทดสอบ จี เอ ที บี (GATB : General Aptitude Test Battery) เป็นตัวพยากรณ์ พบว่า ตัวพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนและการประกอบอาชีพได้ดีที่สุด คือ ความสามารถด้านตัวเลขและความคล่องแคล่วว่องไวในการรับรู้

ในการใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันแต่พยากรณ์นักเรียนต่างระดับกันนั้น อินเกอร์ซอลและปีเตอร์ (Ingersoll and Peter, 1966 : 931–937) ได้ศึกษาถึงการใช้แบบทดสอบ จี เอ ที บี (GATB : General Aptitude Test Battery) สำหรับแนะแนวนักเรียนในเรื่องการเรียน โดยใช้นักเรียนระดับเกรดเก้าและเกรดสิบ จำนวน 4,000 คน ในรัฐไอโอวา พบว่าความถนัดด้านตัวเลข (Numerical Aptitude) เป็นตัวพยากรณ์ความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไป (General Mathematics) และความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน(Basic Mathematics) ได้ดีที่สุด ส่วนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (General science) นั้น ตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือ ความถนัดทางด้านภาษา (Verbal Aptitude) ในระดับเกรดสิบ ตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดในการทำนายความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปคือ ความถนัดทางด้านตัวเลข และในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ตัวพยากรณ์ที่ดีคือ ความถนัดทางด้านภาษา

เอกสารงานวิจัยในประเทศ

การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถด้านตัวเลขนั้นได้มีสถาบันหรือหน่วยงานอื่นที่เห็นความสำคัญของการวัดความถนัดได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถและนำไปสอบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาหรือเข้าทำงาน เช่น วิทยาลัยพยาบาล สภากาชาดไทย สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถเจ็ดฉบับ คือ ความสามารถด้านตัวเลข ด้านการแก้ปัญหา ด้านภาษา ด้านความเข้าใจประโยค ด้านสรุปความ ด้านมิติสัมพันธ์และด้านความจำ เพื่อใช้คัดเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เข้าศึกษาวิชาพยาบาล (วิจิตรพาณี เจริญขวัญ, 2523 : 140)

องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และคณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้ร่วมกันสร้างแบบทดสอบ เพื่อใช้คัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในองค์การโทรศัพท์ โดยสร้างแบบทดสอบสามด้าน คือ ความสามารถด้านความสัมพันธ์ทางด้านรูปร่าง ความสามารถด้านการใช้เครื่องมือ และความสามารถด้านตัวเลข ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสามฉบับเท่ากับ .8869 .8803 และ .8574 ตามลำดับ และค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ .8869 .7702 และ .5884 ตามลำดับ (วิจิตรพาณี เจริญขวัญ, 2523 : 144)

เกี่ยวกับคุณภาพของแบบสอบด้านตัวเลขนั้น ปราณี เสาภายน (2518 : 53–54) ได้วิเคราะห์ข้อสอบความถนัดทางการเรียนของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน เพื่อคำนวณหาระดับอำนาจจำแนก ระดับความยากง่าย สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงและปกติวิสัย (Norms) ของข้อสอบ โดยใช้คะแนนจากผู้ที่สมัครสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2517 จำนวน 2,178 คน พบว่า แบบทดสอบคณิตศาสตร์มี

อำนาจจำแนกระหว่าง -.12-.62 และระดับความยากอยู่ระหว่าง .10-.64 สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเท่ากับ .65 และสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเท่ากับ .58

พูลศิริ แกล้วกลางศึก (2514 : 64-72) ได้ดัดแปลงแบบสอบวัดความถนัด 3 ชุด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบสอบความถนัด ดี เอ ที (DAT) มาเพื่อใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ แบบสอบเหตุผลเชิงภาษา ความสามารถเชิงตัวเลข และเหตุผลเชิงนามธรรม โดยนำแบบสอบความสามารถเชิงตัวเลขไปสอบกับนักเรียนชายจำนวน 44 คน นักเรียนหญิง 139 คน ที่เรียนแผนกวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ ในเขตพระนครธนบุรี จำนวน 4 โรงเรียน โดยมุ่งวัดความเข้าใจที่เกี่ยวกับตัวเลข และความคล่องแคล่วในการจัดกระทำตัวเลข ลักษณะของข้อสอบเป็นการคำนวณทางเลขคณิต (Arithmetic Computation) ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก คือ ประกอบด้วยข้อสอบ 40 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 30 นาที ดัดแปลงโดยการแปลและเรียบเรียงคำสั่งชี้แจงวิธีทำแบบสอบจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย หาความเที่ยงโดยวิธีวิธีแบ่งครึ่ง (Split Half) ของเพศชายและหญิง และหาความตรงโดยใช้คะแนนจากแบบสอบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหมวดวิชาต่าง ๆ ประจำภาคกลาง โดยใช้สูตรเพียร์สันโพรดัคโมเมนต์ (Pearson Product Moment) ได้ผลดังนี้ ความเที่ยงของแบบสอบความสามารถเชิงตัวเลข แยกเพศชายและเพศหญิงเท่ากับ .83 และ .86 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความตรงเชิงทำนายระหว่างแบบสอบความสามารถเชิงตัวเลขสำหรับนักเรียนชายกับวิชาวิทยาศาสตร์ให้ค่าสูงสุดเท่ากับ .44 ส่วนนักเรียนหญิงคะแนนจากแบบสอบความสามารถเชิงตัวเลขกับคะแนนรวมให้ค่าสูงสุดเป็น .50 รองลงมาเป็นวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามลำดับ

วิบูลย์ บุญสุวรรณ (2518 : 95-104) ได้ศึกษาการทำนายผลสัมฤทธิ์ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงด้วยคะแนนสอบความถนัด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 2 ซึ่งเลือกวิชาเอกภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สังคมศึกษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ จำนวน 768 คน ใช้แบบสอบความถนัดต่าง ๆ 7 ด้าน คือ แบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ แบบสอบมิติสัมพันธ์ แบบสอบความเข้าใจภาษาไทย แบบสอบความเข้าใจภาษาอังกฤษ แบบสอบความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงนามธรรม แบบสอบความสามารถในการคิดใช้เหตุผลเชิงกล และแบบสอบความสามารถในการคิดใช้เหตุผลเชิงภาษา โดยรวบรวมแบบสอบจากแหล่งต่าง ๆ หลายแหล่ง เฉพาะแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์นั้น ส่วนหนึ่งรวบรวมมาจากแบบสอบดีเอที (DAT) ซึ่งพูลศิริ แกล้วกลางดึก ดัดแปลงใช้แล้ว กับอีกส่วนหนึ่งรวบรวมมาจากแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กองวิจัยการศึกษาพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2517 โดยคัดเลือกข้อสอบตามค่าระดับความยาก 3 ระดับ คือ ช่วง .20-.40

ช่วง .41-.60 และช่วง .61-.80 ใช้อัตราส่วน 1 : 2 : 1 ของจำนวนข้อสอบที่ต้องการเรียงตามลำดับ ได้จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ ผลปรากฏว่า ค่าความเที่ยงของแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์จากการใช้สูตร คูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 21 เป็น .8289 และใช้เทคนิคสหสัมพันธ์พหุคูณในการคำนวณประสิทธิภาพการทำนายเป็น .7784

ชลลดา ชินะศิริกุล (2521 : 53–65) ได้พัฒนาแบบสอบชุดความถนัดจำแนกด้านจำนวน โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,448 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1,094 คน สังกัดกองการมัธยมศึกษา จำนวน 84 โรงเรียน จาก 35 จังหวัด ซึ่งเป็นแบบสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ คำถามเป็นการคิดคำนวณ 2 แบบ คือ การคำนวณตัวเลข (Arithmatic Computation) และการคำนวณโจทย์ปัญหา (Problem Solving) ให้เวลาในการตอบ 40 นาที พบว่า ค่าความยากของข้อสอบสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในช่วง .112 ถึง .627 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในช่วง .169 ถึง .730 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในช่วง .107 ถึง .567 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในช่วง .244 ถึง .645 ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่า .703 และ .828 ตามลำดับค่าความตรงร่วมสมัยสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในช่วง .45 ถึง .61 และ .28 ถึง .51 ตามลำดับ

ชาญชัย ทิพเนตร (2525 : 82–86) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 727 คน โดยใช้แบบทดสอบห้าฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมทางเดียว แบบทดสอบอนุกรมผสม แบบทดสอบอนุกรมเชิงซ้อน แบบทดสอบอนุกรมสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดสังกัปทางคณิตศาสตร์ พบว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .20-.85 ค่าความยากเฉลี่ยอยู่ระหว่าง .5319-.6406 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง .4485-.5950 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมทางเดียว แบบทดสอบอนุกรมผสม แบบทดสอบอนุกรมเชิงซ้อน แบบทดสอบอนุกรมสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดสังกัปทางคณิตศาสตร์เท่ากับ .8526 .8485 .7332 .8021 และ .6312 ตามลำดับ ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมทางเดียว แบบทดสอบอนุกรมผสม แบบทดสอบอนุกรมเชิงซ้อน แบบทดสอบอนุกรมสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดสังกัปทางคณิตศาสตร์เท่ากับ .4927 .2523 .4832 .2739 และ .5489 ตามลำดับ แบบทดสอบทั้งห้าฉบับมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในเป็นบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านตัวเลขกับความสามารถในการเรียนวิชา ต่าง ๆ นั้น สุนันท์ ศลโกสุม (2516 : 177–178) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางสมองด้านตัวเลข ด้านภาษา ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านเหตุผล

ต่าย เซี่ยงฉี่ (2519 : 18) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 318 คน โดยใช้แบบทดสอบหกฉบับ คือ ภาษา เหตุผล มิติสัมพันธ์ ความจำ การรับรู้ทางภาษา และจำนวนตัวเลข พบว่า สมรรถภาพสมองด้านจำนวนตัวเลขเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหมวดวิชาคณิตศาสตร์ได้สูงที่สุด

นคร เทพวรรณ (2521 : 33) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยศึกษาสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล ด้านตัวเลข และด้านมิติสัมพันธ์ พบว่า ความถนัดด้านเหตุผล ด้านตัวเลข และด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต และพบว่า ตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิต ได้แก่ สมรรถภาพสมองด้านเหตุผลและด้านตัวเลข โดยมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .63

พิกุล เกตุประดิษฐ์ (2522 : 45) ได้ศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า องค์ประกอบด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านเหตุผล เป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์

อรัญญา นามแก้ว (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดกาญจนบุรี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบจำนวน 3 ชุด คือ ชุดที่หนึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน ประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านความจำ ชุดที่สองเป็นแบบทดสอบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย แบบทดสอบเจตคติด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านความรู้สึกและด้านพฤติกรรมการปฏิบัติ ชุดที่สามเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความถนัดทางการเรียนด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านความจำมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริเพ็ญ จรสิทธิ์ (2544 : บทคัดย่อ) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 6 ด้าน ได้แก่ ความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านความจำ และด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ ส่วนด้านการรับรู้ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ความสามารถด้านจำนวนและด้านเหตุผล ร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 8.3

ปัญญลักษณ์ สุวรรณรัตน์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้สร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 รวมทั้งสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบในรูปคะแนนทีปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสงขลา โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 ด้าน คือ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความรู้ความเข้าใจ จำนวน 35 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 35 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 35 ข้อ พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความรู้ความเข้าใจ มีค่าความยากตั้งแต่ .33-.73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .26-.64 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .858 และค่าคะแนนทีปกติเท่ากับ T18–T76 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านทักษะการคิดคำนวณ มีค่าความยาก ตั้งแต่ .26-.77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .26-.75 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .889 และค่าคะแนนทีปกติเท่ากับ T26–T76 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีค่าความยากตั้งแต่ .32-.76 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .26-.72 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .824 และค่าคะแนนทีปกติเท่ากับ T18–T82 และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าความยากตั้งแต่ .25-.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .25-.62 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .808 และค่าคะแนนทีปกติเท่ากับ T18–T78

จากที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านจำนวนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการที่จะพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือความสำเร็จในการทำงาน ซึ่งถ้ามีการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถด้านจำนวนให้มีคุณภาพ และนำไปใช้ในการแนะแนว การสอบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อหรือเข้าทำงาน จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน

สถานศึกษา และหน่วยงานต่าง ๆ ในอันที่บุคคลจะได้ศึกษาหรือทำงานตามความถนัดและความสามารถที่แท้จริง และจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนหรือในการทำงานด้านต่าง ๆ เป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมความพร้อมในการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาที่ต้องใช้ความสามารถทางสมองด้านจำนวนเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดปัตตานี แบบทดสอบด้านจำนวนที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการสร้างในครั้งนี้มีจำนวนห้าฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมธรรมดา แบบทดสอบอนุกรมผสม แบบทดสอบอนุกรมเชิงซ้อน แบบทดสอบอนุกรมสัมพันธ์ และแบบทดสอบคำนวณและแก้ปัญหาทางทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้วัดความสามารถของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป