



ปัญหา

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลการใช้แบบสอบวัดคุณธรรมเสมอภาค 2 ฉบับ วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษาสี่สอง แบบสอบที่นำมาใช้ 2 ฉบับ คือ แบบสอบแมทริกซ์ก้าวหน้ามาตรฐาน (Standard Progressive Matrices) ของราเวน (Raven) และแบบสอบองค์ประกอบ จี (Test of 'g') ของแคทเทล (Cattell)

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การใช้แบบสอบเขาวงกตปัญญามาตรฐานประเมินความสามารถทางสมอง เป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ ด้วยเหตุนี้นักจิตวิทยาและนักแนะแนว จึงนิยมใช้แบบสอบนี้กันอย่างแพร่หลาย แบบสอบเขาวงกตปัญญาที่ใช้แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบสอบใช้ภาษา (Verbal test) และแบบสอบไม่ใช้ภาษา (Nonverbal test) นักจิตวิทยาและนักแนะแนวในเมืองไทยได้นำแบบสอบไม่ใช้ภาษาที่มีผู้สร้างไว้ในวัฒนธรรมตะวันตก มาใช้ทดสอบคนไทย แบบสอบส่วนใหญ่ที่นำมาใช้เป็นแบบสอบวัดคุณธรรมเสมอภาค ที่ดำเนินการสอบได้ง่าย ใช้ได้สะดวก และมีอิทธิพลของวัฒนธรรมเกี่ยวข้องกับน้อยที่สุด แต่ไม่มีการทำวิจัยเกี่ยวกับความเหมาะสมหรือสร้างปกคิวิสัยของแบบสอบสำหรับกลุ่มคนไทยอย่างจริงจัง ทั้ง ๆ ที่เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาคูสมบัติและสร้างปกคิวิสัยของแบบสอบวัดคุณธรรมเสมอภาคที่นิยมใช้ในปัจจุบัน 2 ฉบับ คือ แบบสอบแมทริกซ์ก้าวหน้ามาตรฐานของราเวน และแบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคทเทล ในการนำมาใช้กับเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษาสี่สอง ผู้วิจัยคาดว่า ผลการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อวงการจิตวิทยาและวงการแนะแนวของไทยทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ประโยชน์ของการวิจัย

ประโยชน์ของการวิจัยครั้งนี้ อาจพิจารณาได้ 2 ประเด็นใหญ่ ๆ คือ

1. ประโยชน์ทางวิชาการ

- 1.1 ทำให้ทราบคุณสมบัติของแบบสอบวัดคุณธรรม เสมอภาคทั้ง 2 ฉบับ
ได้กระจ่างขึ้น
- 1.2 ทำให้ทราบความเหมาะสมในการใช้แบบสอบดังกล่าวกับเด็กไทยวัยรุ่น
- 1.3 ทำให้มีปกติวิสัยของแบบสอบแต่ละฉบับสำหรับเด็กไทยวัยรุ่นในเขต
การศึกษาสิบสอง

2. ประโยชน์ทางการประยุกต์

- 2.1 เป็นประโยชน์ต่อนักจิตวิทยา และนักแนะแนวในการจัดบริการให้
คำปรึกษาแนะแนวแก่นักเรียน
- 2.2 เป็นแนวทางในการเลือกแบบสอบประเมินความสามารถทางสมอง
ของเด็กไทย
- 2.3 สามารถนำแบบสอบดังกล่าวไปใช้ในการคัดเลือกบุคคลได้อย่าง
เหมาะสม
- 2.4 เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบเขาวนปัญญามาตรฐานสำหรับ
เด็กไทย

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

คำจำกัดความของเขาวนปัญญา

นักจิตวิทยาได้ให้คำจำกัดความของเขาวนปัญญาที่แตกต่างกันหลายอย่าง
ในปี ค.ศ. 1921 บรรณาธิการวารสารจิตวิทยาการศึกษาของสหรัฐอเมริกาพยายาม
ยุติความแตกต่างของคำจำกัดความนี้ ด้วยการเชิญนักจิตวิทยา 17 ท่านเข้าร่วมประชุม

ทางวิชาการเรื่อง "ความหมายและการวัดเชาวน์ปัญญา" ผลการประชุมปรากฏว่า นักจิตวิทยาเหล่านี้ได้ให้คำจำกัดความของเชาวน์ปัญญาแตกต่างกัน 14 อย่าง¹ คำจำกัดความทั้งหมดนี้ เวอร์นอน (Vernon) ได้สรุปแบ่งเป็นแนวคิดได้ 3 พวกใหญ่ ๆ² คือ

1. แนวคิดทางชีวภาพ (Biological Approach) ได้แก่ แนวคิดของ ชาร์ล คาร์วิน (Charles Darwin) และเฮร์เบิร์ต สเปนเซอร์ (Herbert Spencer) กล่าวว่า พฤติกรรมที่มนุษย์แสดงออกจะมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นตามขนาดและความซับซ้อนของสมอง เชาวน์ปัญญาของมนุษย์จึงสามารถคาดคะเนได้จากความสามารถในการเรียนรู้ และการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม

2. แนวคิดทางจิตวิทยา (Psychological Approach) ได้แก่ แนวคิดของ เทอร์มัน (Terman) กล่าวว่า เชาวน์ปัญญาเป็นความสามารถในการคิดแบบนามธรรม (Abstract thinking) บิเน็ต (Binet) เสนอว่า เชาวน์ปัญญาเป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินอย่างมีเหตุผล เหมาะกับสภาพการณ์และสามารถวิจารณ์ตนเองได้ ทอนไดค์ (Thorndike) เชื่อว่า เชาวน์ปัญญาเป็นความสามารถในการคิดเชิงเชื่อมโยง ส่วนสเปียร์แมน (Spearman) กล่าวว่า เชาวน์ปัญญาเป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ

เราจะเห็นได้ว่า คำจำกัดความของเชาวน์ปัญญาตามแนวคิดจิตวิทยามีข้อขัดแย้งกันมาก ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ ทำให้เกิดแนวคิดเชิงปฏิบัติการ (Operational Approach)

3. แนวคิดเชิงปฏิบัติการ ได้แก่ แนวคิดของเทอร์มัน (Terman) ที่เสนอว่า

๓

¹A.W. Heim, The Appraisal of Intelligence, 2d ed.

(London : National Foundation for Educational Research in England and Wales, 1970), p.5.

²Phillip E. Vernon, Intelligence and Attainment Tests

(New York : Philosophical Library, 1961), pp.27 - 32.

เชาวน์ปัญญา คือ สิ่งที่วัดได้ควยแบบสอบเชาวน์ปัญญา โดยถือเหตุผลว่าเมื่อวัดปริมาณไฟฟ้าได้โดยไม่สามารถให้ค่าจำกัดความที่แน่นอนของไฟฟ้า ก็ควรวัดเชาวน์ปัญญาควยแบบสอบได้เช่นกัน รัมด (Ruml) กล่าวว่า การวัดเชาวน์ปัญญาควยแบบสอบนั้น แบบสอบทุกแบบสอบควรมีความบริสุทธิ์ (pure) เท่าที่จะเป็นได้¹ แนวคิดนี้ทำให้เกิดการสร้างแบบสอบเชาวน์ปัญญาเป็นจำนวนมาก และผู้สร้างแบบสอบเหล่านั้น ได้พยายามอย่างสุดความสามารถ ที่จะทำให้แบบสอบวัดเชาวน์ปัญญาได้อย่างแท้จริง

ทฤษฎีเชาวน์ปัญญา

นักจิตวิทยาได้เสนอทฤษฎีเชาวน์ปัญญาไว้หลายทฤษฎี ทฤษฎีที่รู้จักกันแพร่หลายได้แก่ ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multifactor Theories) ของทอนโคคส์ ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two-Factor Theory) ของสเปียร์แมน ทฤษฎีองค์ประกอบกลุ่ม (Group-Factor Theories) ของเทอร์สโตน (Thurstone) ทฤษฎีลำดับชั้น (Heirachical Theories) ของเวอรันอน ทฤษฎีสององค์ประกอบทั่วไป (Two General Factors Theories) ของแคทเทล และทฤษฎีโครงสร้างเชาวน์ปัญญา (Structure of Intellect) ของกิลฟอร์ด (Guilford) เป็นต้น

ในที่นี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการวิจัยครั้งนี้ 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมน และทฤษฎีสององค์ประกอบทั่วไปของแคทเทล

1. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two-Factor Theory)

ชาร์ล สเปียร์แมน (Charles Spearman) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษได้เสนอทฤษฎีสององค์ประกอบในปี ค.ศ. 1904 ทฤษฎีนี้กล่าวว่า ความสามารถของมนุษย์มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ

¹A.W. Heim, The Appraisal of Intelligence, 2d ed., p.6.

1.1 องค์ประกอบทั่วไป (General factor) เป็นองค์ประกอบที่มีส่วนรวมกันในการความสามารถทุกอย่าง บุคคลจะมีองค์ประกอบนี้มากหรือน้อยขึ้นกับพันธุกรรม ส่วนระดับการศึกษา เพศ และเชื้อชาติ ไม่มีผลต่อองค์ประกอบนี้¹

1.2 องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factor) เป็นกลุ่มองค์ประกอบที่แตกต่างกันไปสำหรับความสามารถในการทำกิจกรรมแต่ละอย่าง ระดับการศึกษามีผลต่อองค์ประกอบนี้มาก ส่วนพันธุกรรมมีผลต่อองค์ประกอบนี้เพียงเล็กน้อย²

การที่สเปียร์แมนเสนอเช่นนี้ เนื่องมาจากเขาได้นำแบบสอบเขาวนปัญญาหลายฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกันพบว่า คะแนนแบบสอบทุกฉบับมีความสัมพันธ์กัน เขาคาดว่าน่าจะมีส่วนหนึ่งที่เหมือนกันรวมอยู่ในแบบสอบทุกฉบับ จึงจัดเรียงค่าสหสัมพันธ์เป็นตาราง และใช้วิธีการ tetrad difference ทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์ค่าในตาราง ทำให้พบองค์ประกอบของความ สามารถดังกล่าว³

สเปียร์แมนสรุปทฤษฎีของเขาในรูปสมการคณิตศาสตร์ดังนี้

$$a = g + s$$

¹Allen J. Edwards, Individual Mental Testing, Part I : History and Theories (Scranton : Intext Educational Publishers, 1971), p.111.

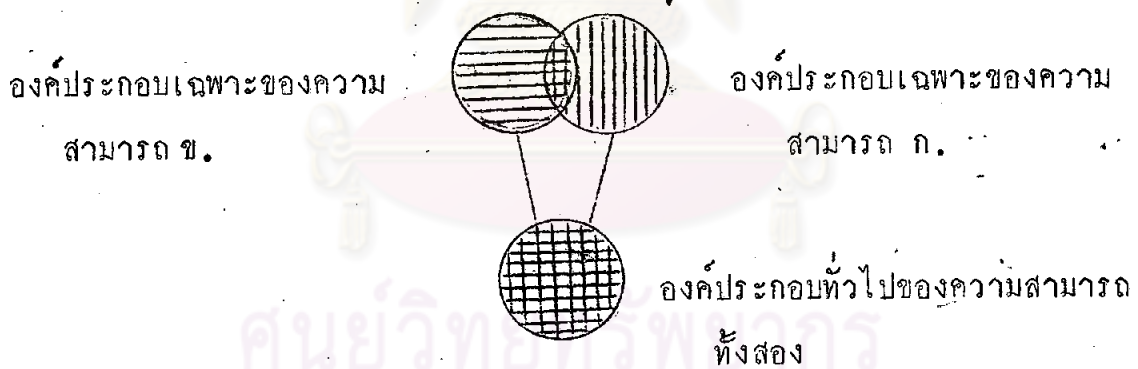
²Ibid.

³C. Spearman, "The Doctrines of Two Factors," in Intelligence and Ability, ed. Stephen Wiseman (Harmondsworth, Middlesex : Penguin Books, 1971), p.58.

- a แทน คะแนนที่แต่ละคนทำแบบสอบ
 g แทน องค์ประกอบทั่วไปที่มีส่วนร่วมกันทุกพฤติกรรม
 s แทน องค์ประกอบเฉพาะที่มีในพฤติกรรมที่แบบสอบนั้นวัด¹

ความสามารถทุกอย่างประกอบด้วยองค์ประกอบทั้งสองไม่เท่ากัน บางอย่างมีอิทธิพลขององค์ประกอบทั่วไปมากกว่าองค์ประกอบเฉพาะ บางอย่างมีอิทธิพลขององค์ประกอบเฉพาะมากกว่าองค์ประกอบทั่วไป ตัวอย่างเช่น ความสามารถทางวรรณคดีและความสามารถทางดนตรี สเปียร์แมน ประเมินอัตราส่วนระหว่างองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะไว้เป็น 15 : 1 และ 1 : 4² ตามลำดับ สำหรับความสามารถที่คล้ายคลึงกัน นอกจากองค์ประกอบทั่วไปจะมีส่วนร่วมกันระหว่างความสามารถเหล่านั้นแล้ว องค์ประกอบเฉพาะก็มีส่วนร่วมกันได้ ดังแผนภูมิ 1³

แผนภูมิ 1 ตัวอย่างการมีส่วนร่วมกันระหว่างองค์ประกอบเฉพาะ



¹Allen J. Edwards, Individual Mental Testing, Part I : History and Theories, p.114.

²C. Spearman, "The Doctrines of Two Factors," in Intelligence and Ability, ed. Stephen Wiseman, p.60.

³Ibid., p.64.

สเปียร์แมนเชื่อว่า บุคคลที่มีความสามารถองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะที่สัมพันธ์กับงานนั้น ๆ มาก มีโอกาสประสบความสำเร็จในงานได้มาก ส่วนบุคคลที่มีความสามารถองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะน้อย ย่อมประสบความสำเร็จในงานนั้นได้ง่าย ฉะนั้น ถ้าเราสามารถวัดองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะสำหรับงานแต่ละอย่างได้ จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อวงการแนะแนวการศึกษาและอาชีพที่สามารถทำนายความสำเร็จของบุคคลได้¹

สเปียร์แมนเสนอว่า การวัดความสามารถของบุคคล ควรวัดองค์ประกอบทั่วไปมากกว่าองค์ประกอบเฉพาะ² เพราะองค์ประกอบทั่วไปเป็นส่วนสำคัญร่วมอยู่ในความสามารถทุกอย่าง ส่วนองค์ประกอบเฉพาะจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล และความสามารถแต่ละอย่าง ฉะนั้น การวัดองค์ประกอบเฉพาะจึงทำได้ยาก แบบสอบที่ใช้วัดองค์ประกอบทั่วไป ควรเป็นแบบสอบนามธรรมที่ต้องใช้ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวเนื่องและความสัมพันธ์อย่างรอบคอบ และมีเหตุผล สเปียร์แมน เน้นความสามารถดังกล่าวตามหลักการ โนอีเจเนซิส(Noegenesis) ที่เขาตั้งขึ้น หลักการนี้กล่าวถึงหลักการคิดพื้นฐานของมนุษย์ 3 ประการ³ คือ

1. หลักการเข้าใจในประสบการณ์ (Apprehension of Experience) กล่าวไว้ว่า บุคคลรับรู้ลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ตามประสบการณ์ที่มีอยู่ และกลายเป็นผู้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้นทันที

2. หลักการค้นพบความเกี่ยวเนื่อง (Education of Relation) กล่าวไว้ว่า

¹Allen J. Edwards, Individual Mental Testing, Part I : History and Theories, pp.114 - 115.

²Ibid., pp.115 - 116.

³A.W. Heim, The Appraisal of Intelligence, 2d ed., pp.13 - 16.

สิ่งที่ปรากฏในห้วงความคิด 2 ลักษณะขึ้นไป ทำให้บุคคลทราบความเกี่ยวเนื่องกันของสิ่งเหล่านั้น เช่น เมื่อเราพบแผ่นกระดาษขาวและแผ่นกระดาษสี เราอาจเข้าใจในความแตกต่างของสีที่เกี่ยวข้องเนื่องกันได้ทันที หรือเมื่อเราเห็นคำว่า "แข็ง" และ "อ่อน" เราอาจพบความเกี่ยวเนื่องในแง่เป็นลักษณะที่ตรงข้ามกัน เป็นต้น

3. หลักการค้นพบความสัมพันธ์ (Education of Correlation) กล่าวว่า ลักษณะใด ๆ ที่ปรากฏพร้อมกับสิ่งที่เกี่ยวข้องกัน ทำให้บุคคลทราบลักษณะความสัมพันธ์นั้นได้ เช่น เมื่อเห็นคำถาม "ความอบอุ่น : เต่า ความแห้งแล้ง : _____" เราสามารถทราบคำตอบว่า "อาวูฐ" ได้ทันที เป็นต้น¹

หลักการคิดดังกล่าวสามารถนำไปสร้างเป็นปัญหาเกี่ยวกับการค้นหาความเกี่ยวเนื่อง และความสัมพันธ์ได้หลายแบบ อันเป็นแนวทางสำหรับนำไปใช้สร้างแบบสอบ เพื่อใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไป

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบทั่วไป (Two-General Factor Theory)

ทฤษฎีนี้ เรย์มอนด์ บี แคทเทล (Raymond B. Cattell) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน เสนอเมื่อปี ค.ศ. 1940 เขากล่าวว่า เขาวนปัญหาประกอบด้วยความสามารถองค์ประกอบทั่วไป 2 ตัวประกอบ คือ ความสามารถทั่วไป ฟลูอิด (Fluid General Ability, g_f) และความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ (Crystallized General Ability, g_c)²

ความสามารถทั่วไป ฟลูอิด เป็นความสามารถทางสมอง อันเป็นผลมาจากพันธุกรรม ไม่มีตำแหน่งของอวัยวะที่ควบคุมอย่างแน่ชัด เสมือนว่า ตัวประกอบนี้เป็น

¹A.W. Heim, The Appraisal of Intelligence, 2d ed., pp.14-16.

²Raymond Bernard Cattell, "Are I.Q. Tests Intelligent?" in Readings in Psychology Today, ed. Cecie Starr (Del Mar, California : Communications/Research/Machines, 1969), p.338.

ของไหล (Fluid) เป็นความสามารถที่ประกอบอยู่ในกิจกรรมทางสมองทุกอย่าง โดยเฉพาะกิจกรรมที่เป็นการปรับตัวต่อสภาพการณ์ใหม่ ๆ ส่วนความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ เป็นความสามารถทางสมองเฉพาะด้านที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ มีอวัยวะภายในสมองควบคุมความสามารถนี้อย่างแน่นชัด ถ้าอวัยวะส่วนใด ได้รับอันตราย ความสามารถด้านที่อวัยวะนั้นควบคุมอยู่ก็จะถูกทำลายควย เช่น ถ้าสมองส่วนที่เรียกว่า ฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ถูกทำลาย ความทรงจำจะถูกทำลายควย ทำให้บุคคลสูญเสียความสามารถด้านนี้

ความสามารถองค์ประกอบทั่วไปทั้ง 2 ตัวประกอบ โค้ชว่า เป็นคู่แฝดของ ความสามารถองค์ประกอบทั่วไปในทฤษฎีของสเปียร์แมน¹ เพราะมีความสัมพันธ์กันมาก ยากที่จะแบ่งแยกออกจากกันได้ ความสามารถองค์ประกอบทั่วไปทั้งสอง (g_f และ g_c) นี้มีลักษณะแตกต่างกันดังนี้ คือ

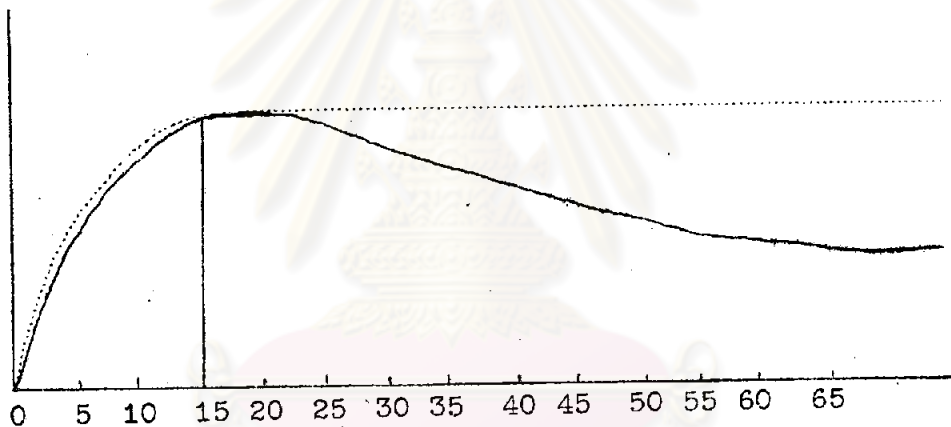
1. ความสามารถทั่วไป ฟลูอิด (g_f) เป็นความสามารถทางสมองในการปรับพฤติกรรมให้เข้ากับสภาพการณ์ใหม่ ๆ หรือสภาพการณ์ที่ไม่คุ้นเคย ในกรณีที่ไม่สามารถใช้ทักษะที่เคยเรียนมาก่อนได้โดยตรง ส่วนความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ (g_c) เป็นความสามารถทางสมองที่ได้มาจากการเรียนรู้และประสบการณ์

2. ความสามารถทั่วไป ฟลูอิดและคริสตัลไลซ์ (g_f และ g_c) ของบุคคล ที่วุฒิภาวะทางชีวภาพยังเจริญไม่ถึงขีดสูงสุด (15 - 20 ปี) จะมีค่าแตกต่างกันเนื่องจาก บุคคลนั้นมีความสนใจและโอกาสทางวัฒนธรรมต่างกัน ส่วนความแตกต่างระหว่างความสามารถทั่วไปทั้งสองของผู้ใหญ่ จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ เพราะความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ จะเพิ่มขึ้นตามประสบการณ์ของบุคคล แต่ความสามารถทั่วไป ฟลูอิด จะมีค่าลดลง เมื่อบุคคลมีอายุเพิ่มขึ้น เพราะวุฒิภาวะทางชีวภาพของผู้ใหญ่เจริญถึงขีดสูงสุดแล้ว

¹Raymond B. Cattell, Abilities : Their Structure, Growth, and Action (Boston : Houghton Mifflin Co., 1971), p.94.

3. ความสามารถทั่วไป ฟลูอิดและคริสตัลไลซ์ มีอัตราของการพัฒนาการที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ความสามารถทั่วไป ฟลูอิด จะมีค่าสูงสุดในช่วงวัยรุ่นตอนต้น (14 - 15 ปี) ขณะที่ความสามารถคริสตัลไลซ์ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงอายุ 18 ปี 28 ปี หรือมากกว่านั้น ขึ้นกับประสบการณ์ จากนั้น ความสามารถทั่วไป ฟลูอิด จะลดลงเรื่อย ๆ จากอายุ 22 ปี จนถึงวัยชรา ส่วนความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ จะลดลงช้ากว่าและน้อยกว่าความสามารถทั่วไป ฟลูอิด¹ ดังเห็นได้ชัดเจนจากแผนภูมิ 2

แผนภูมิ 2 กราฟแสดงความสามารถทั่วไป ฟลูอิด (g_f) และความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ (g_c) ตามระดับอายุ²



— แทน g_f
 แทน g_c



¹Raymond B. Cattell, "Theory of Fluid and Crystallized Intelligence," Journal of Educational Psychology 54 (February 1963) : 2 - 3.

²Raymond B. Cattell, "The Structure of Intelligence in Relation to Nature-Nurture Controversy," in Intelligence : Genetic and Environment Influences, ed. Robert Cancro (New York : Grune & Stratton, 1971), p.12.

4. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบสอบวัดความสามารถทั่วไป ฟลูอิด (σ_f) จะมามีค่ามากกว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบสอบวัดความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ (σ_c) (ของ σ_f ประมาณ 24 - 25 คะแนน, ของ σ_c ประมาณ 12 - 16 คะแนน) ที่เป็นเช่นนี้เพราะในวัฒนธรรมหนึ่ง ๆ ประสบการณ์ที่บุคคลเรียนรู้ มาก่อนมีผลต่อคะแนนความสามารถคริสตัลไลซ์ และถูกจำกัดให้ลดความแปรปรวนในระบอบอายุ ที่กำหนดให้ ตัวอย่างของการจำกัดธรรมชาติของการเรียนรู้ ได้แก่ ภายในห้องเรียน ที่นักเรียนมีศักยภาพแตกต่างกันมาก ครูจัดการเรียนการสอนช่วยคนอ่อน และดึงคนเก่ง ให้เรียนได้ใกล้เคียงกัน ความสามารถคริสตัลไลซ์ของนักเรียนในห้องนั้นย่อมไม่แตกต่างกัน มาก ส่วนความสามารถฟลูอิดจะแตกต่างกันตามชีวภาพของแต่ละบุคคล ดังนั้น การ ประเมินความสามารถทางสมอง จึงนิยมใช้ผลรวมของคะแนนความสามารถฟลูอิดและ คริสตัลไลซ์ เป็นดัชนีชี้ระดับความสามารถ¹

5. ความสามารถทั่วไป ฟลูอิด มีพื้นฐานสัมพันธ์กับพันธุกรรมและสรีรวิทยา ส่วน ความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ มีพื้นฐานสัมพันธ์กับประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมมากกว่า พันธุกรรมและสรีรวิทยา ปกติวิสัยของแบบสอบความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ จึงมีค่า เปลี่ยนแปลงมากตามระยะเวลาที่ผ่านมา²

6. การบาดเจ็บทางสมอง มีผลต่อความสามารถทั่วไป ฟลูอิด และคริสตัลไลซ์ คล้ายคลึงกัน แต่มีผลเด่นชัดในความสามารถทั่วไป ฟลูอิด ตัวอย่างเช่น การบาดเจ็บ ในสมองส่วนกลาง มีผลทำให้ความสามารถทั่วไป ฟลูอิด ลดลงเป็นสัดส่วนกับขนาดของการ บาดเจ็บนั้น ส่วนความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ จะเปลี่ยนแปลงเฉพาะความสามารถที่ อวัยวะส่วนนั้นมีผลเกี่ยวข้อง³

¹Raymond B. Cattell, "Theory of Fluid and Crystallized Intelligence," Journal of Educational Psychology, 54 : 3.

²Ibid., p.3-4.

³Ibid., p.4.

7. ความสามารถทั่วไป ฟลูอิด มีน้ำหนักความสามารถในแบบสอบแบบอนุกรม (Series) แบบจัดพวก (Classification) แบบเปรียบเทียบ (Analogy) แบบโทโพโลยี (Topology) และแบบสอบเขาวนัปัญหาที่ไม่ใช้ภาษา และไม่ใช้รูปภาพ และเป็นแบบสอบที่บุคคลที่มีภูมิหลังต่างกันรับรู้ได้เท่ากัน ส่วนความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ มีน้ำหนักความสามารถในองค์ประกอบ ความสามารถด้านภาษา (Verbal) ความสามารถด้านจำนวน (Numerical Ability) ด้านเหตุผล (Reasoning) ด้านข้อมูล และทักษะทางเครื่องกล (Mechanical Information and Skills) และการตัดสินใจประสบการณ์ (Experiential Judgement)¹

เนื่องจากประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมมีผลต่อความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์ แต่ไม่มีผลต่อความสามารถทั่วไป ฟลูอิด แคทเทิลจึงกล่าวว่า แบบสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทั่วไป ฟลูอิด สามารถใช้วัดความสามารถทางสมองได้เที่ยงตรงกว่าแบบสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถทั่วไป คริสตัลไลซ์

การวัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไป

การวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์มีได้หลายวิธีการ วิธีการหนึ่งที่ใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไป คือ การใช้แบบสอบวัฒนธรรมเสมอภาค (Culture-Fair Test) แบบสอบชนิดนี้เป็นแบบสอบไม่ใช้ภาษา (Non-verbal test) ปัญหาที่เสนอในแบบสอบจะต้องเป็นปัญหาที่บุคคลในทุกกลุ่มวัฒนธรรม มีความคุ้นเคยหรือไม่คุ้นเคยเท่าเทียมกัน นั่นคือ พยายามขจัดปัญหาความแตกต่างทางวัฒนธรรมและภูมิหลังของผู้รับการทดสอบ แบบสอบที่จัดอยู่ในประเภทแบบสอบวัฒนธรรมเสมอภาคมีอยู่หลายฉบับ แต่ที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ แบบสอบแมทริซส์ก้าวหน้ามาตรฐาน (Standard Progressive Matrices) ของ เจ ซี ราเวน (J.C. Raven) และแบบสอบ

¹Raymond B. Cattell, Abilities : Their Structure, Growth, and Action, p.98.

วัดองค์ประกอบ จี (Test of 'g' : Culture Fair) ของ อาร์ บี แคทเทล และ เอ เค เอส แคทเทล (R.B. Cattell and A.K.S. Cattell)

แบบสอบแมทริชส์กาวหน้ามาตรฐาน เป็นแบบสอบที่ เจ ซี ราเวน สร้างตามหลักการ โนอีเจเนซิส เพื่อวัดองค์ประกอบ จี ตามทฤษฎีของสเปียร์แมน ส่วนแบบสอบองค์ประกอบ จี แคทเทล สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทั่วไป ฟลูอิด ตามทฤษฎีของเขา แมคอาเธอร์ และเอลเลย์ (McArthur and Elley) ให้นำแบบสอบทั้ง 2 ฉบับนี้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบ กลุ่มตัวอย่าง เป็นเด็กชายหญิงชาวแคนาดา ระดับ 7 จำนวน 271 คน ผลปรากฏว่า แบบสอบแมทริชส์กาวหน้ามาตรฐาน มีน้ำหนักตัวประกอบ จี เท่ากับ .78 และแบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคทเทล มีน้ำหนักตัวประกอบ จี เท่ากับ .79 ส่วนค่าน้ำหนักความสามารถทั่วไป ฟลูอิด (g_F) ในแบบสอบแต่ละฉบับ มีค่าเป็น .71 และ .75 ตามลำดับ¹

จากผลการวิจัยดังกล่าว เห็นได้ว่า แบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าน้ำหนักตัวประกอบ (factor loading) ของความสามารถทั่วไป (g) และความสามารถทั่วไป ฟลูอิด (g_F) (มี) ใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงให้นำแบบสอบทั้ง 2 ฉบับมาทดสอบเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษาสิบสอง เพื่อศึกษาลักษณะของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับนี้ว่า จะมีความเหมาะสมสำหรับนำมาทดสอบกลุ่มเด็กไทยวัยรุ่นได้ก็เพียงใด การศึกษาครั้งนี้จะมุ่งศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางด้านความเที่ยง (Reliability) ความตรง (Validity) การจำแนกผู้รับการทดสอบที่มีอายุต่างกัน และการวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis)

¹Raymond B. Cattell, Abilities : Their Structure, Growth, and Action, p.486.

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แบบสอบแมทริกส์ก้าวหน้ามาตรฐาน

แบบสอบแมทริกส์ก้าวหน้ามาตรฐานของราเวน เป็นแบบสอบที่นิยมใช้ในหลายประเทศ เบิร์ค (Burke) ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบฉบับนี้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1938 (ปีที่เริ่มใช้แบบสอบ) ถึงปี ค.ศ. 1957 ปรากฏว่า มีงานวิจัยในประเทศอังกฤษมากกว่า 50 ชิ้น ในประเทศสหรัฐอเมริกา 14 ชิ้น และในประเทศอื่น ๆ อีก 10 ชิ้น จากผลงานวิจัยดังกล่าวเบิร์คพบว่า แบบสอบฉบับนี้มีค่าความเที่ยงแบบสอบซ้ำอยู่ในช่วง .70 ถึง .90 ค่าสหสัมพันธ์กับแบบสอบเชวอนน์ปัญญาใช้ภาษา¹ และไม่ใช้ภาษา² มีพิสัยอยู่ระหว่าง .40 ถึง .75 ค่าความตรงตามสภาพที่ได้จากการทดสอบบุคคลที่มีอาชีพและระดับการศึกษาต่างกันมีค่าอยู่ในระดับพอใช้ ความตรงตามทำนายเมื่อใช้สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนเป็นเกณฑ์มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากแบบสอบเชวอนน์ปัญญาใช้ภาษา¹

ริโอมลิตี (Rimoldi, 1948) นำแบบสอบแมทริกส์ก้าวหน้ามาตรฐานไปทดสอบกลุ่มตัวอย่างเด็กอาร์เจนตินา อายุ 9 ปี ถึง 15 ปี จำนวน 1,680 คน ดำเนินการสอบเป็นกลุ่มและไม่กำหนดเวลา ให้ทุกคนทำจนเสร็จ ปรากฏว่า ค่ามัธยเทศคิดของเวลาในการทำแบบสอบ เท่ากับ 38 นาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลา มีค่าเท่ากับ 11.90 นาที ค่ามัธยเทศคิดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบสอบจำแนกตามระดับอายุของกลุ่มตัวอย่างแสดงไว้ในตาราง 1²

¹Anne Anastasi, Psychological Testing, 3d ed. (New York : The MacMillan Co., 1968), p.248.

²H.J. Rimoldi, "A Note on Raven's Progressive Matrices Test," Educational and Psychological Measurement 8 (Autumn 1948) : 347 - 348.

ตาราง 1 ค่ามัธยิมเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของ คะแนนแบบสอบเมทริกซ์สก็วหาหน้ามาตรฐาน เมื่อทดสอบเด็กอาร์เจนตินา จำนวน 1,680 คน¹

ระดับอายุ	\bar{X}	S.D.
9 ปี	19.32	9.18
10 ปี	24.92	11.60
11 ปี	28.82	10.49
12 ปี	33.45	9.98
13 ปี	35.90	9.59
14 ปี	35.61	9.65
15 ปี	38.59	9.57

ริโมลดี นำค่าปกติวิสัยที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างชาวอาร์เจนตินาไปเปรียบเทียบกับค่าปกติวิสัยที่ราเวนได้จากกลุ่มตัวอย่างชาวอังกฤษ ปรากฏว่า มีค่าใกล้เคียงกันมาก ทั้งที่กลุ่มตัวอย่างทั้งสองอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน เมื่อหาค่ามัธยิมเลขคณิตในแต่ละอนุกรม พบว่า มัธยิมเลขคณิตของคะแนนอนุกรม เอ ถึงอนุกรม ซี มีค่าลดลง ค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนอนุกรม ซี และอนุกรม ดี ไม่แตกต่างกัน ค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนอนุกรม อี มีค่าน้อยที่สุด ระดับความยากรายข้อในแต่ละอนุกรม ไม่เพิ่มขึ้นตามลำดับข้อที่ราเวนจัดไว้ พิสัยความยากรายข้อในอนุกรม เอ และอนุกรม อี มีค่าน้อยกว่า อนุกรม ซี และอนุกรม ดี²

¹H.J. Rimoldi, "A Note on Raven's Progressive Matrices Test," Educational and Psychological Measurement 8 : 349.

²Ibid.

คีน และโปรโทร (Keehn and Prothro, 1955) ทำการวิจัยการใช้แบบสอบ
ไม่ใช้ภาษา ทำนายสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนในประเทศเลบานอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น
นักเรียนวิทยาลัยนานาชาติเบรุต ชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 จำนวนทั้งสิ้น 152 คน นักเรียน
ส่วนใหญ่เป็นชาวอาหรับ ภาษาที่ใช้ในการเรียนการสอน คือ ภาษาอังกฤษ แบบสอบที่ใช้
มี 4 ฉบับ คือ แบบสอบองค์ประกอบ จี (1944) ของแคเทเทล แบบสอบโคมิโน 48
(1952) แบบสอบอนุกรมตัวเลข (Number Series) และแบบสอบแมทริซส์กาวหน้า
มาตรฐาน (1938) ทำเนิการสอบเป็นกลุ่ม ผลปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนแบบสอบแมทริซส์กาวหน้ามาตรฐาน กับคะแนนที่ครูประเมินเขาวินิจฉัยของนักเรียน
มีค่า .22 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสหสัมพันธ์กับสัมฤทธิ์ผลทาง
การเรียนของแบบสอบ แสดงไว้ในตาราง 2¹

ตาราง 2 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ
ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบแมทริซส์กาวหน้ามาตรฐาน และ
สัมฤทธิ์ผลทางการเรียน (r) เมื่อทดสอบนักเรียนวิทยาลัยนานาชาติ
เบรุต จำแนกตามระดับชั้น²

ชั้นปีที่	จำนวนนักเรียน	\bar{X}	S.D.	r
2	48	44.7	8.9	.13
3	48	48.4	5.8	.12
4	56	48.6	7.3	.12

4.1 J.D. Keehn and E. Terry Prothro, "Non-Verbal Tests as
Predictors of Academic Success in Lebanon," Educational and
Psychological Measurement 15 (Winter 1955) : 495 - 498.

²Ibid., P.497.

ไวsocki และแคนคาร์ดาส (Wysocki and Cankardas, 1957) ทำการวิจัยเชาวน์ปัญญาของผู้ใหญ่ชาวโปแลนด์ จำนวน 16,000 คน โดยใช้แบบสอบแมทริชส์ กวหาพหุมาตรฐาน ผลปรากฏว่า ค่าปกติวิสัยที่ได้ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างชาวอังกฤษ¹

✓ นีฟ และสเตราค์ (Knief and Stroud, 1959) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญา สัมฤทธิผลทางการเรียน และฐานะทางสังคม แบบสอบฉบับหนึ่งที่ใช้วัดเชาวน์ปัญญา คือ แบบสอบแมทริชส์กวหาพหุมาตรฐาน แบบสอบสัมฤทธิผลทางการเรียนที่ใช้ คือ แบบสอบ ITBS (Iowa Tests of Basic Skills) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอเมริกัน ระดับชั้น 5 จำนวน 164 คน ผลปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบแมทริชส์กวหาพหุมาตรฐาน และคะแนนแบบสอบสัมฤทธิผลทางการเรียน เท่ากับ .450 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบแมทริชส์กวหาพหุมาตรฐาน และคะแนนแบบสอบย่อยด้านความเข้าใจการอ่าน คำศัพท์ ภาษา และคณิตศาสตร์ ของแบบสอบสัมฤทธิผลทางการเรียน ITBS มีค่าเป็น .359, .438, .374 และ .449 ตามลำดับ²

วาเลนไทล์ (Valentile, 1959) นำแบบสอบแมทริชส์กวหาพหุมาตรฐานมาใช้ในประเทศอิหร่านเป็นครั้งแรก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและ

¹Boleslaw A. Wysocki and Aydin Cankardas "A New Estimate of Polish Intelligence," Psychological Abstracts 33 (April 1959) : 341.

²Lotus M. Knief and James B. Stroud, "Intercorrelations Among Various Intelligence, Achievement, and Social Class Scores," The Journal of Educational Psychology 50 (June 1959) : 117 - 120.

ตอนปลาย จำนวน 600 คน ผลปรากฏว่า ค่าปกติวิสัยของเด็กอิหร่านต่ำกว่าเด็กอังกฤษ¹

✓ แดช และคานันโก (Dash and Kanungo, 1959) ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบแมทริซีสก้าวหน้ามาครฐานและสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของเด็กอินเดีย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่า คะแนนแบบสอบแมทริซีสก้าวหน้ามาครฐานสัมพันธ์กับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ความรู้ทั่วไป ภาษา และคะแนนรวมในระดับค่อนข้างสูง ยกเว้นวิชาประวัติศาสตร์².

แมคอาเธอร์ และเอลเลย์ (McArthur and Elley, 1963) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบเซวอนปีญญา สัมฤทธิ์ผลทางการเรียน และฐานะทางสังคม แบบสอบเซวอนปีญญาที่ใช้ คือ แบบสอบแมทริซีสก้าวหน้ามาครฐาน และแบบสอบองค์ประกอบจีของแคทเทล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนแคนาดา ระดับ 7 จำนวน 271 คน ผลการวิจัยได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบแมทริซีสก้าวหน้ามาครฐานและสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน เท่ากับ .41 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบองค์ประกอบจีของแคทเทล และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน เป็น .35³

¹M. Naghi Baraheni, "Raven's Progressive Matrices as Applied to Iranian Children," Educational and Psychological Measurement 34 (Autumn 1974) : 983 - 988.

✓ ²S.C. Dash and R. Kanungo, "Progressive Matrices and School Success," Psychological Abstracts 35 (June 1961) : 393.

✓ ³Raymond B. Cattell, Abilities : Their Structure, Growth, and Action, p.488

สิทคี และไมเคิล (Sitkei and Michael, 1966) ศึกษาความสัมพันธ์
 เติ่งทำนายระหว่างแบบสอบ SBIS (The Revised Stanford-Binet Intelligence
 Scale, Form L - M) และแบบสอบแมทริซีก้าวหน้ามาตรฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นชาว
 เลบานอน จำนวน 143 คน เป็นชาย 63 คน และหญิง 80 คน อายุระหว่าง 16 ปี
 ถึง 49 ปี ผลปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบสอบแมทริซีก้าวหน้ามาตรฐาน
 ทุกระดับอายุ เท่ากับ 36.0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็น 12.3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
 คะแนนแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าเป็น .65 ¹

เคีย อบูล-ฮับบ์ (Dhia Abul-Hubb, 1972) ได้นำแบบสอบแมทริซีก้าวหน้ามาตรฐานไปใช้ในประเทศอิรัก กลุ่มตัวอย่างเป็นชาวอิรัก อายุ 14 ปี ถึง 35 ปี จำนวน 1,389 คน ดำเนินการสอบเป็นรายบุคคล วิเคราะห์ข้อมูลโดยคำนวณค่าแห่งเปอร์เซ็นต์ไคล์ของคะแนนแบบสอบที่ราเวนได้จากกลุ่มตัวอย่างชาวอังกฤษ ดังแสดงในตาราง 3 ²

¹E. George Sitkei and William B. Michael, "Predictive Relationship between Items on the Revised Stanford-Binet Intelligence Scale (SBIS), Form L - M and Total Scores on Raven's Progressive Matrices (PM), Between Items on the PM and Total Scores on the SBIS, and Between Selected Items on the Two Scales," Educational and Psychological Measurement 16 (Summer 1966) : 501 - 506.

²Dhia Abul-Hubb, "Application of Progressive Matrices in Iraq," in Mental Tests and Cultural Adaptation, eds. I.J. Cronbach and P. Jd. Drenth (Hague : Mouton Publishers, 1972), pp.233 - 234.

ตาราง 3 ทั่วไปแห่งเปอร์เซ็นต์ของกลุ่มตัวอย่างชาวอิรัก เปรียบเทียบกับ
กลุ่มตัวอย่างของราเวน

ตำแหน่ง เปอร์เซ็นต์	อายุ 14-17 ปี		อายุ 18-22 ปี		อายุ 23-27 ปี		อายุ 28-32 ปี		อายุ 32-35 ปี	
	ราเวน	อิรัก	ราเวน	อิรัก	ราเวน	อิรัก	ราเวน	อิรัก	ราเวน	อิรัก
95	53	52	55	56	55	56	54	56	53	56
90	52	52	54	52	54	52	53	52	51	56
75	48	44	49	49	49	48	47	48	45	48
50	44	40	44	44	44	44	42	46	40	44
25	38	28	40	37	37	36	34	40	30	36
10	28	16	28	28	28	24	25	28	-	20
5	23	12	24	23	23	20	19	24	-	16

จากตาราง 3 เห็นได้ว่า ในช่วงอายุ 14 - 17 ปี คะแนนเปอร์เซ็นต์ของคะแนนแบบสอบจากกลุ่มตัวอย่างชาวอิรักน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างของราเวน ช่วงอายุ 18 - 27 ปี คะแนนเปอร์เซ็นต์ของคะแนนแบบสอบจากกลุ่มตัวอย่างชาวอิรักไม่แตกต่างจากของราเวน ช่วงอายุ 27 ปีขึ้นไป คะแนนเปอร์เซ็นต์ของกลุ่มตัวอย่างชาวอิรักสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างของราเวน¹

บาราเฮนี (Baraheni, 1974) ได้ทำการวิจัยความเที่ยง ความตรง และความเหมาะสมในการใช้แบบสอบแมทริซก้าวหน้ามาตรฐานกับเด็กอิหร่าน กลุ่มตัวอย่าง

¹Dhia Abul-Hubb, "Application of Progressive Matrices in Iraq," in Mental Tests and Cultural Adaptation, eds. I.J. Cronbach and P. Jd. Drenth, pp.234-235.

เป็นนักเรียนจากโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 4,561 คน อายุ 9 ปี ถึง 18 ปี กำหนดเวลาทำแบบสอบ 45 นาที ได้ค่ามัธยิมเลขคณิตของแบบสอบเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ สอดคล้องกับผลการวิจัยของริโมลติ จำนวนความเที่ยงของแบบสอบแบบแบ่งครึ่ง (Split-half) โดยใช้สูตรคำนวณความเที่ยงของสเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman-Brown Prophecy Formula) ปรากฏผลดังตารางที่ 4 ¹

ตาราง 4 ค่ามัธยิมเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความเที่ยงของแบบสอบเมทริซก้าวหน้ามาตรฐาน เมื่อใช้กับเด็กอิหร่าน จำแนกตามระดับอายุ

อายุ	จำนวนคน	\bar{X}	S.D.	ความเที่ยง
9	365	18.75	8.59	.89
10	367	21.87	11.37	.93
11	326	24.52	10.80	.93
12	337	26.21	11.35	.91
13	505	28.64	12.18	.92
14	651	32.32	11.23	.91
15	716	35.78	11.96	.95
16	464	37.06	11.19	.92
17	526	37.93	11.41	.94
18	304	39.36	10.34	.93

¹M. Naghi Baraheni, "Raven's Progressive Matrices as Applied to Iranian Children," Educational and Psychological Measurement 34 : 983 - 986.

จากตาราง 4 เห็นได้ว่า ความซิมิลเลขคณิตเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างความซิมิลเลขคณิตของแต่ละระดับอายุ พบว่า ความซิมิลเลขคณิตของกลุ่มอายุ 9 ปีถึง 15 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในกลุ่มอายุที่สูงกว่า 15 ปีขึ้นไป ความซิมิลเลขคณิตระหว่างกลุ่มอายุไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยนี้ แตกต่างจากผลการวิจัยของราเวน ในแง่ที่ว่า ความซิมิลเลขคณิตของกลุ่มอายุ $13\frac{1}{2}$ ปีขึ้นไป ไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบปกติวิสัย พบว่า ค่าปกติวิสัยที่ได้จากเด็กอิหร่านต่ำกว่าค่าปกติวิสัยของเด็กอังกฤษที่ราเวนทำไว้

ค่าความตรงของแบบสอบแมทริซีสถาวรหน้ามาตรฐานที่บาราเฮนิคำนวณได้ อยู่ในช่วง .24 - .61 โดยใช้สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนเป็นเกณฑ์ จากค่าต่าง ๆ ดังกล่าว บาราเฮนิสรุปว่า แบบสอบแมทริซีสถาวรหน้ามาตรฐานเป็นแบบสอบที่มีประสิทธิภาพในการวัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กอิหร่าน¹

✓ สำหรับงานวิจัยแบบสอบฉบับนี้ ในประเทศไทย สมทรง สุวรรณเลิศ และคณะ ทำการประเมินค่า WISC และ WAIS I.Q. จากคะแนนแบบสอบแมทริซีสถาวรหน้ามาตรฐาน กลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 15 - 59 ปี จำนวน 60 คน ทำแบบสอบ WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale) และแบบสอบแมทริซีสถาวรหน้ามาตรฐาน ดำเนินการสอบเป็นรายบุคคล ผลปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบทั้งสองฉบับมีค่าเป็น .85²

¹M. Naghi Baraheni, "Raven's Progressive Matrices as Applied to Iranian Children," Educational and Psychological Measurement 34 : 986 - 988.

²สมทรง สุวรรณเลิศ และคณะ, "การประเมินค่า WISC และ WAIS I.Q. จากคะแนน Progressive Matrices," วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย 13 (กรกฎาคม - กันยายน 2511) : 205 - 210.

ระวิพันธ์ โสมนะพันธ์ นำแบบสอบแมทริซส์กล่าวหน้ามาตรฐาน มาใช้เป็น เครื่องมือวัดความถนัดทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตปริญญาโท 5 รุ่น ที่เข้าเรียน ในสาขาจิตวิทยา ณ สถาบันระหว่างชาติสำหรับการคนควาเรื่องเด็ก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 ถึง 2512 จำนวน 58 คน ได้คำมัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าความตรงของแบบสอบ เมื่อใช้สัมฤทธิ์ผลทางการเรียน (GPA) เป็นเกณฑ์¹ ดังแสดง ในตาราง 5

ตาราง 5 คำมัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ ค่าความตรงของแบบสอบแมทริซส์กล่าวหน้ามาตรฐาน เมื่อใช้ สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนเป็นเกณฑ์²

ปี พ.ศ.	\bar{X}	S.D.	ความตรง
2503	43.4	6.02	.43
2505	50.8	2.77	.37
2507	45.1	10.2	-.02
2509	34.3	5.02	-.46
2512	39.9	6.22	.76
รวม	44.5	8.36	.12

¹ระวิพันธ์ โสมนะพันธ์, การใช้โปรเกรสซีฟ แมทริซส์ (PM) ทดสอบ ความถนัดทางการเรียนของนิสิตไทยชั้นปริญญาโท (กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2515) หน้า 2 - 7.

²เรื่องเดียวกัน, หน้า 6.

แบบทดสอบองค์ประกอบ จี ของแคทเทล

แคทเทล ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้แบบสอบองค์ประกอบ จี ในวัฒนธรรมต่าง ๆ ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ เยอรมันนี อิตาลี ฝรั่งเศส เม็กซิโก คองโก อินเดีย ญี่ปุ่น และจีน พบว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบสอบจากกลุ่มตัวอย่างต่างวัฒนธรรม ไม่แตกต่างกัน¹

ร็อด (Rodd, 1960) นำแบบสอบองค์ประกอบ จี ไปทดสอบกลุ่มคนที่อยู่ในวัฒนธรรมต่างกัน คือ กลุ่มนักเรียนสาธารณรัฐประชาชนจีน จำนวน 575 คน นักเรียนจีนไต้หวัน 765 คน และนักเรียนอเมริกัน 1,100 คน กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 18 ปี ผลปรากฏว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิตของนักเรียนสาธารณรัฐประชาชนจีน นักเรียนจีนไต้หวัน และนักเรียนอเมริกัน มีค่าเป็น 22.88, 21.99 และ 21.99 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า 4.47, 4.50 และ 4.50 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มต่าง ๆ ปรากฏว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิตของนักเรียนอเมริกันไม่แตกต่างจากนักเรียนจีนไต้หวัน แต่ค่ามัชฌิมเลขคณิตของนักเรียนจีนไต้หวัน และนักเรียนอเมริกัน แตกต่างจากค่าของนักเรียนสาธารณรัฐประชาชนจีน²

แคนเคอเรียน (Kanderian, 1969) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัมฤทธิผลทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเชาวน์ปัญญา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 6 จำนวน 400 คน จากโรงเรียนในแบกแดด (Bagdad) แบบสอบที่ใช้วัดเชาวน์ปัญญา

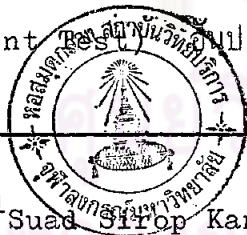
¹Raymond B. Cattell, "The Structure of Intelligence in Relation to the Nature-Nurture Controversy," in Intelligence : Genetic and Environment Influences, ed. Robert Cancro, p.19.

²Raymond B. Cattell, "Are I.Q. Tests Intelligent?" in Readings in Psychology Today, ed. Cecie Starr, p.341.

คือ แบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคทเทล ผลการวิจัยพบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบกับสัมฤทธิผลทางการเรียน มีค่าเป็น .29¹

บาร์ตัน คีลแมน และแคทเทล (Barton, Dielman and Cattell, 1972) ร่วมกันทำวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบบุคลิกภาพและเชาวน์ปัญญา เพื่อใช้เป็นตัวทำนายสัมฤทธิผลทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 6 จำนวน 169 คน และนักเรียนระดับ 7 จำนวน 142 คน จากโรงเรียนวูดโรวิลสัน ในมลรัฐอิลลินอยส์ (Illinois) แต่ละระดับมีจำนวนนักเรียนหญิงและนักเรียนชายเท่า ๆ กัน แบบสอบเชาวน์ปัญญาที่ใช้คือ แบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคทเทล สัมฤทธิผลทางการเรียนเป็นคะแนนจากแบบสอบสัมฤทธิผลมาตรฐานของหน่วยบริการทดสอบทางการศึกษา อันประกอบด้วยวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคม และการอ่าน ปรากฏว่าความสัมพันธ์ของคะแนนแบบสอบเชาวน์ปัญญากับสัมฤทธิผลทางการเรียนของนักเรียนระดับ 6 มีค่าเป็น .60, .38, .44 และ .52 ของนักเรียนระดับ 7 มีค่าเป็น .66, .53, .47 และ .65 ตามลำดับวิชา เราเห็นได้ว่าความสัมพันธ์กับคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าสูงกว่าวิชาอื่น ทั้ง 2 ระดับชั้น

ชิสซอม และโฮเนส (Chissom and Hoenes, 1976) ศึกษาความตรงเชิงทำนายของแบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคทเทล และแบบสอบ ดี 48 โดยใช้คะแนนจากแบบสอบสัมฤทธิผลทางการเรียนของ SRA (The Science Research Associates Achievement Test) ประกอบด้วยแบบสอบย่อยวิภาษา การอ่าน และเลขคณิต



¹Suad Sirop Kanderian, "Study of the Relationship between School Achievement and Measures of Intelligence and Creativity for Students in Iraq," Dissertation Abstracts International 31 (August 1970) : 644A.

²K. Barton, T.E. Dielman and R.B. Cattell, "Personality and I.Q. Measures as Predictors of School Achievement," Journal of Educational Psychology 63 (August 1972) : 398 - 404.

เป็นเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่สุ่มจากโรงเรียนในมลรัฐแคลิฟอร์เนียได้ ในระดับชั้น 8 จำนวน 150 คน และในระดับชั้น 9 จำนวน 173 คน ผลปรากฏว่า ได้ค่ามัธยิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเที่ยงแบบแบ่งครึ่ง และความตรงของแบบสอบองค์ประกอบ จี เมื่อใช้คะแนนจากแบบสอบสัมฤทธิ์ผล SRA เป็นเกณฑ์ ดังแสดงไว้ในตาราง 6¹

ตาราง 6 ค่ามัธยิมเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ความเที่ยง (r_{tt}) และความตรงของแบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคลเทล จำแนกตามระดับชั้นเรียน

ค่าสถิติของแบบสอบ	ระดับชั้น 8	ระดับชั้น 9
ค่ามัธยิมเลขคณิต	23.12	24.98
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7.88	8.11
ความเที่ยง	.88	.90
ความตรง	.61	.75

นอกจากนี้ แคลเทล พบว่า การใช้แบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคลเทล กับ กลุ่มตัวอย่างประชากรในประเทศเดียวกัน ได้ค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนแบบสอบต่างกัน เช่น ในประเทศญี่ปุ่น ค่ามัธยิมเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่างจากภาคใต้สูงกว่าค่ามัธยิมเลขคณิต

¹Brad S. Chissom and Ronald L. Hoenes, "A Comparison of the Ability of the D-48 Test and the IPAT Culture Fair Intelligence Test to Predict SRA Achievement Test Scores for 8th and 9th Grade Students," Educational and Psychological Measurement 36 (Summer 1976) : 561 - 563.

ของกลุ่มตัวอย่างในภาคเหนือ ในประเทศอิตาลี ความสัมพันธ์ของลักษณะของตัวอย่างในภาคเหนือสูงกว่าในภาคใต้ และในประเทศนิวซีแลนด์ ความสัมพันธ์ของลักษณะของตัวอย่างชาวนิวซีแลนด์สูงกว่าความสัมพันธ์ของลักษณะของตัวอย่างชาวอังกฤษที่อพยพมาอยู่ในประเทศนี้¹

* สำหรับประเทศไทย สุพาณิชย์ โคตรจรัส ได้นำแบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคทเทล มาใช้เป็นตัวทำนายสัมฤทธิผลทางการเรียนในอนาคต กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้นปีที่ 1 จำนวน 520 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่รับการทดสอบแบบจำกัดเวลา และกลุ่มที่รับการทดสอบแบบไม่จำกัดเวลาในการทำแบบสอบ ผลปรากฏว่า คะแนนของแบบสอบองค์ประกอบ จี ไม่สามารถทำนายสัมฤทธิผลทางการเรียนได้ และการบริหารการสอบแบบจำกัดเวลาหรือไม่จำกัดเวลาในการตอบ ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำนาย²

จากทฤษฎีทางเชาวน์ปัญญาของสเปียร์แมนและแคทเทล และจากผลการวิจัยดังกล่าวแล้ว ถ้าแบบสอบวัฒนธรรมเสมอภาคทั้ง 2 ฉบับ คือ แบบสอบแมทริชส์ก้าวหน้ามาตรฐาน และแบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคทเทล ใช้วัดองค์ประกอบ จี (g) และความสามารถทั่วไป ฟลูอิด (g_f) ได้ ผู้รับการทดสอบที่มีอายุต่างกัน น่าจะได้คะแนนจากแบบสอบต่างกันและคะแนนควรเพิ่มขึ้นตามระดับอายุจนถึงระดับอายุ 15 ปี ทั้งนี้เนื่องมาจากพัฒนาการทางสมองเจริญเพิ่มขึ้นถึงขีดสูงสุดในวัยนั้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานข้อที่ 1 ไว้ว่า ความสัมพันธ์ของคะแนนแบบสอบทั้ง 2 ฉบับจะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุจนถึงระดับอายุ 15 ปี และแต่ละระดับอายุมีความสัมพันธ์แตกต่างกัน

¹Raymond B. Cattell, "Are I.Q. Tests Intelligent?" in Readings in Psychology Today, ed. Cecie Starr, p.342.

²Supanee Kotrajarus, "The Prediction of Freshmen Academic Success at Chulalongkorn University," Dissertation Abstracts International, 36 (November 1975) : 2715 A.

ผลการวิจัยของแมคอาเธอร์ และเอลเลย์ (McArthur and Elley, 1963) พบว่า แบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าน้ำหนักตัวประกอบขององค์ประกอบ จี และความสามารถทั่วไป ฟลูดิก (g และ g_f) โกล่เคียงกัน ฉะนั้น แบบสอบทั้ง 2 ฉบับ ต่างก็วัดองค์ประกอบทั่วไปของความสามารถทางสมอง ผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานข้อที่ 2 ว่า คะแนนของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีความสัมพันธ์กันทางบวก

ผลการวิจัยของคีน และโปรโทร (Keehn and Prothro, 1955) นีฟ และสเตราค์ (Knief and Stroud, 1959) แมคอาเธอร์ และเอลเลย์ (McArthur and Elley, 1963) บาราเฮนี (Baraheni, 1974) เกี่ยวกับแบบสอบแมทริชส์ กาวหนามาตรฐาน และผลการวิจัยของแคนเคอเวียน (Kanderian, 1969) บาร์ตัน คิลแมน และแคทเทล (Barton, Dielman and Cattell, 1972) และ ชิสซอม และโฮเนส (Chissom and Hoenes, 1976) เกี่ยวกับแบบสอบ องค์ประกอบ จี ของแคทเทล พอสรุปได้ว่า แบบสอบทั้ง 2 ฉบับมีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับสูง ส่วนค่าความตรง เมื่อหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบสอบกับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน พบว่ามีค่าเป็นบวก ยกเว้น งานวิจัยของ ระวังพันธ์ โสมนะพันธ์ เมื่อผู้วิจัยนำแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มาทดสอบกลุ่มเด็กไทยวัยรุ่น ค่าความเที่ยงและความตรง ของแบบสอบน่าจะใกล้เคียงกับผลการวิจัยดังกล่าว ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานข้อที่ 3 ไว้ว่า คะแนนของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีความเที่ยงสูงและมีความสัมพันธ์ทางบวกกับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน

ประการสุดท้าย ผู้สร้างแบบสอบแต่ละฉบับจัดเรียงลำดับรายชื่อของปัญหาในแบบสอบจากง่ายไปยาก ด้วยเหตุที่แบบสอบทั้ง 2 ฉบับนี้ เป็นแบบสอบวัฒนธรรมเสมอภาค ผู้วิจัยเชื่อว่า กลุ่มผู้รับการทดสอบที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน ไม่น่าจะทำให้ลำดับความยากของปัญหาแตกต่างกัน ฉะนั้น เมื่อนำแบบสอบเหล่านี้มาทดสอบเด็กไทยวัยรุ่น อันดับรายชื่อที่ผู้วิจัยจัดเรียงตามลำดับความยากรายชื่อ น่าจะไม่แตกต่างจากอันดับรายชื่อที่ผู้สร้างแบบสอบจัดไว้ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานข้อ 4 ว่า อันดับรายชื่อที่ผู้สร้างแบบสอบทั้ง 2 ฉบับจัดไว้ จะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอันดับรายชื่อที่ผู้วิจัยลำดับใหม่

จากสมมติฐานทั้ง 4 ข้อ ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้นำแบบสอบวัดคุณธรรมเสมอภาค ทั้ง 2 ฉบับ มาทดสอบกลุ่มตัวอย่างเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษาสิบสอง เพื่อศึกษาดลการ ไร้แบบสอบทั้ง 2 ฉบับ ตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาดลการไร้แบบสอบวัดคุณธรรมเสมอภาควัดความสามารถทางสมองโดย ทั่วไป ของเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษาสิบสอง แบบสอบที่ไร้ คือ แบบสอบแมทริชัส กาวหนามาตรฐาน และแบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคทเทิล

2. วัตถุประสงค์เฉพาะ

2.1 หากามีชัฒิมเลชคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ

2.2 หากาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ

2.3 ประเมินค่าความเที่ยง และความตรงของแบบสอบ โดยไร้สัมฤทธิผล ทางการเรียนเป็นเกณฑ์

2.4 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ จักอันคัม ระหว่างอันดับรายข้อที่ผู้วิจัยจักโดยถือเอาระดับความยากเป็นเกณฑ์กับอันดับ รายข้อที่ผู้สร้างแบบสอบแต่ละฉบับจักไว้

2.5 เปรียบเทียบค่ามีชัฒิมเลชคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเที่ยง และค่าความตรง ของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ ที่ปรากฏในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เปรียบเทียบกับ ค่าที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

2.6 สร้างตารางปกติวิสัย ของแบบสอบแต่ละฉบับ สำหรับเด็กไทยวัยรุ่น ในเขตการศึกษาสิบสอง

สมมติฐานการวิจัย

1. ค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ จะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ จนถึงระดับอายุ 15 ปี และแต่ละระดับอายุมีค่ามัธยิมเลขคณิตแตกต่างกัน
2. คะแนนของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับมีความสัมพันธ์กันทางบวก
3. คะแนนของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับมีความเที่ยงสูงและมีความสัมพันธ์ทางบวกกับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน
4. อันดับรายชื่อผู้สร้างแบบสอบทั้ง 2 ฉบับจัดไว้ จะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอันดับรายชื่อผู้วิจัยจัดลำดับใหม่

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษาสิบสอง ที่มีอายุ 12 ปี ถึง 16 ปี และกำลังเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัด กรมสามัญศึกษา และสำนักงานการศึกษาเอกชนในเขตการศึกษาสิบสอง ปีการศึกษา 2520 จำนวน 1,273 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ระดับอายุ

2.2 ตัวแปรตาม

– คะแนนจากแบบสอบแมทริชส์กาวหนามาตรฐาน

– คะแนนจากแบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคทเทล

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. คะแนนสอบประจำภาคต้น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2520 หมวดวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา จากโรงเรียนที่สุ่มกลุ่มตัวอย่าง สามารถใช้เป็นดัชนีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างได้
2. กลุ่มตัวอย่างทุกคน ทำแบบสอบวัดคุณธรรมเสมอภาคทั้ง 2 ฉบับ อย่างเต็มความสามารถ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ความสามารถทางสมองโดยทั่วไป (General mental abilities) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการทำแบบสอบแมทริชส์กาวหนามาตรฐาน และแบบสอบองค์ประกอบ จี ของแคทเทล
2. สัมฤทธิ์ผลทางการเรียน หมายถึง คะแนนสอบประจำภาคต้น ปีการศึกษา 2520 ของนักเรียนแต่ละระดับชั้น ในหมวดวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สังคมศึกษา และคะแนนรวม 5 หมวดวิชานี้
3. เด็กไทยวัยรุ่น หมายถึง เด็กไทยในเขตการศึกษาสิบสองที่มีอายุระหว่าง 12 ปี ถึง 16 ปี 11 เดือน และกำลังเรียนอยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2520

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย