บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบวัดพหุปัญญาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัด และสร้างปกติวิสัย ซึ่งการสร้างแบบวัดพหุปัญญาต้องอาศัยแนวคิดพื้นฐานจากทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดพหุปัญญาด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ทฤษฎีสติปัญญา

ตอนที่ 2 คุณภาพของแบบวัด

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบ

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 ทฤษฎีสติปัญญา

สติปัญญาเป็นสมรรถภาพสมองของมนุษย์ที่ติดตัวมาแต่กำเนิด ทำให้มนุษย์สามารถเรียนรู้และกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างมากมาย สติปัญญาจึงมีความสำคัญมาก สมควรศึกษารายละเอียดของสติปัญญาตลอดจนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสติปัญญาได้อย่างถูกต้องและลึกซึ้ง อันจะส่งผลให้สามารถเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคล และสามารถพัฒนาบุคคลให้เจริญก้าวหน้าในทิศทางที่เหมาะสมได้ ทฤษฎีสติปัญญามีอยู่หลายทฤษฎี ผู้วิจัยได้รวบรวมมานำเสนอเฉพาะทฤษฎีที่สำคัญดังนี้

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Single-Factor Theory)
2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two-Factor Theory)
3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factor Theory)
4. ทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญา (Structure of Intellect Model)
5. ทฤษฎีลำดับขั้น (Hierachical Theory)
6. ทฤษฎีสติปัญญาสามศร (A Triarchic Theory of Human Intelligence)
7. ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences)

1. **ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว** (Single-Factor Theory)

ผู้นำของทฤษฎีกลุ่มนี้คือ นักจิตวิทยาชาวฝรั่งเศสชื่อ บิเนท์ (Binet, 1911) นักจิตวิทยากลุ่มนี้มีความเชื่อว่า สติปัญญาเป็นความสามารถทั่ว ๆ ไปโดยรวมของบุคคล คนที่มีสติปัญญาสูงจะมีความสามารถในด้านต่าง ๆ สูง และเชื่อว่าสติปัญญาพัฒนาไปตามวุฒิภาวะของแต่ละบุคคล

2. **ทฤษฎีสององค์ประกอบ** (Two-Factor Theory)

สเปียร์แมน (Spearman, 1927) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษได้ตั้งข้อสังเกตว่า คะแนนของแบบทดสอบสติปัญญาทุกฉบับมีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในทางบวก จากการคำนวณโดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์เขาเชื่อว่าความสัมพันธ์ที่พบนั้นเป็นผลเนื่องมาจากแบบทดสอบเหล่านั้นมีองค์ประกอบร่วมกันอยู่หนึ่งตัว เรียกว่า "สติปัญญาทั่วไป (General Intelligence)" จากความคิดนี้เองทำให้สเปียร์แมนเสนอทฤษฎีสององค์ประกอบขึ้นในปี ค.ศ. 1904 ทฤษฎีนี้กล่าวว่า ความสำเร็จของบุคคลในกิจกรรมทุกชนิดขึ้นกับองค์ประกอบสองประการ คือ

1. องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) เขาใช้สัญลักษณ์แทนองค์ประกอบนี้ว่า 'g' เป็นความสามารถพื้นฐานในการทำกิจกรรมทางสมองทุกอย่าง องค์ประกอบ 'g' จะมีบทบาทในกิจกรรมทางสมองทุกอย่างในปริมาณที่แตกต่างกัน กิจกรรมบางอย่างใช้ 'g' มากบางอย่างใช้น้อย บุคคลทุกคนมีปริมาณขององค์ประกอบ 'g' ต่างกัน จึงทำให้มีความแตกต่างระหว่างบุคคลทางด้านความเฉลียวฉลาด สเปียร์แมนได้เน้นว่าองค์ประกอบ 'g' เป็นพลังทางสมอง (Mental Energy) เพราะว่า 'g' มีบทบาทในการทำกิจกรรมทางสมอง คล้ายกับพลังงานที่ใช้ในการทำกิจกรรมที่ต้องใช้กำลังกาย เมื่อองค์ประกอบ 'g' เป็นพลังทางสมอง จึงสังเกตได้จากการแสดงออกถึงลักษณะเฉพาะบางอย่าง เช่น กระตุ้นให้บุคคลแสดงพลังของ 'g' ด้วยการตอบแบบสอบทางเชาวน์ปัญญา หรืออาจกำหนดให้เขาแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ เป็นต้น การสืบทอดทางพันธุกรรมมีความสำคัญต่อองค์ประกอบ 'g' มาก

2. องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) เขาให้สัญลักษณ์ว่า 's' เป็นความสามารถของบุคคลในการทำงานเฉพาะอย่าง สิ่งแวดล้อมของบุคคลรวมทั้งระดับการศึกษาและเพศหญิงหรือชายมีความสำคัญต่อองค์ประกอบ 's' มาก ด้วยเหตุที่เชาวน์ปัญญามีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ 'g' และ 's' บุคคลที่มี 'g' อยู่ในระดับสูงไม่จำเป็นว่าจะสามารถทำงานทุกอย่างได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานที่ต้องใช้ 's' อยู่ในระดับสูง ได้แก่ งานที่ต้องการทักษะเฉพาะ เช่น งานศิลปะ ดนตรี จักรกล ฯลฯ แต่คนที่มี 'g' อยู่ในระดับสูงและมี 's' ของงานเฉพาะอย่างอยู่ในระดับสูงด้วย เขาสามารถทำงาน ดังกล่าวได้ดี สำหรับจำนวนขององค์ประกอบ 's' สเปียร์แมนอธิบายว่า ไม่สามารถบอกจำนวนได้เพราะขึ้นอยู่กับจำนวนของกิจกรรม ส่วนองค์ประกอบ 'g' มีเพียงตัวเดียวเพราะเป็นความสามารถพื้นฐานของกิจกรรมทุกอย่าง

การวัดความสามารถทางเชาวน์ปัญญาของมนุษย์ตามแนวคิดของสเปียร์แมนต้องมุ่งวัดที่องค์ประกอบ 'g' ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวแล้ว สเปียร์แมนได้วิเคราะห์แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถของบุคคล แบบทดสอบเหล่านั้นมีปริมาณของ 'g' แตกต่างกัน ตั้งแต่มีมากจนกระทั่งมีน้อย เขาสรุปลักษณะเด่นที่เห็นได้ชัดสำหรับแบบทดสอบที่มีปริมาณของ 'g' สูง คือ การตอบปัญหาในแบบทดสอบเหล่านี้ ต้องใช้ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ สเปียร์แมนเรียกว่าเป็น "การค้นหาความเกี่ยวเนื่องและความสัมพันธ์" ตัวอย่างเช่น การแก้ปัญหาเลขคณิต ผู้ตอบจะต้องค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้ จัดระบบข้อมูลเหล่านั้นด้วยการอ้างอิงกับข้อเสนอต่าง ๆ ที่ให้ไว้ในปัญหา ต่อจากนั้นจึงจะสรุปว่าคำตอบที่ถูกต้องคืออะไร ฉะนั้นองค์ประกอบ 'g' ในงานนี้จึงมีปริมาณสูงเมื่อเทียบกับงานที่ผู้ตอบเพียงแต่บวก ลบ คูณ หาร ตัวเลขอย่างง่าย ๆ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาสามารถท่องจำเอาก็ได้ ไม่ต้องใช้ปฏิภาณไหวพริบเป็นพิเศษ และไม่ต้องค้นหาความสัมพันธ์อย่างใด งานประเภทนี้จึงมีปริมาณของ 'g' อยู่ในระดับต่ำ ฉะนั้นแบบทดสอบที่ใช้วัด 'g' จึงต้องมีลักษณะที่จะต้องใช้การคิดแบบนามธรรม และต้องใช้ความสามารถทางด้านการค้นหาความเกี่ยวเนื่องและความสัมพันธ์

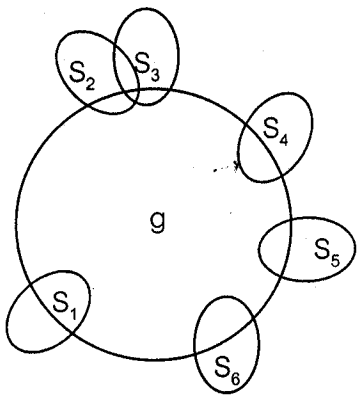
กิจกรรมทางปัญญาต้องใช้การคิด (Cognitive) สเปียร์แมนได้เสนอหลัก 3 อย่าง ของการคิดไว้ดังนี้

หลักข้อที่ 1 เกี่ยวกับความเข้าใจประสบการณ์ (Apprehension of Experience) คือ บุคคลมีความสามารถมากน้อยต่างกันในการทำความเข้าใจสิ่งเป็นจริงรอบ ๆ ตัวและความรู้ภายในใจตนเอง ภาษาสมัยใหม่อาจกล่าวใหม่ว่า บุคคลมีขีดความสามารถในการรับและการใช้สารสนเทศ (Encode and Transmit Information) บุคคลแตกต่างกันมากทางด้านความสามารถเบื้องต้นชนิดนี้ ความสามารถนี้มีความสัมพันธ์กับเชาวน์ปัญญา มีการทดลองง่าย ๆ เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ด้วยการใช้เครื่องมือทดลองเป็นแผงสวิตซ์ไฟฟ้าสีต่าง ๆ พอเปิดสวิตซ์ไฟนาฬิกาอัตโนมัติที่จับเวลาก็จะเดิน กำหนดให้ผู้รับการทดลองกดปุ่มเปิดสวิตซ์ไฟสีใดสีหนึ่ง เมื่อเขากดปุ่มนาฬิกาก็จะหยุดเดิน ถ้าเราออกแบบเครื่องมือให้ซับซ้อนขึ้น จะพบว่า ผู้ที่ฉลาดใช้เวลาเพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วนกับความซับซ้อนของงานที่กำหนดให้ทำ ส่วนผู้ที่ไม่ฉลาดเวลาที่เข้าใช้จะเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วน การใช้เวลาตอบสนองเป็นดัชนีวัดความสามารถด้านนี้ของบุคคล จะพบความแตกต่างระหว่างคนฉลาดกับไม่ฉลาดต่อเมื่อต้องให้งานที่เขาต้องใช้ข้อมูลหลายอย่างพร้อมกัน ถ้าวัดเวลาการทำงานง่าย ๆ จะไม่พบความแตกต่าง

หลักข้อที่ 2 เกี่ยวกับการสรุปความเกี่ยวเนื่อง (Education of Relation) เมื่อบุคคลมีความคิดสองอย่างหรือหลายอย่างในใจของเขา เขามีความสามารถต่างกันในการสรุปความเกี่ยวเนื่องที่

จำเป็นและสำคัญที่มีอยู่ระหว่างสิ่งเหล่านั้น เช่น คำว่า ดำ-ขาว หรือ สูง-ต่ำ ความเกี่ยวเนื่องคือความตรงกันข้าม

หลักข้อที่ 3 เกี่ยวกับความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันหลาย ๆ อย่างพร้อมกัน (Education of Correlation) สเปียร์แมนกล่าวว่า "เมื่อบุคคลมีความคิดบางอย่างในใจ พร้อมทั้งความสัมพันธ์อย่างหนึ่ง เขามีความสามารถมากน้อยต่างกัน ในการโยงความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านั้น" เมื่อเปรียบเทียบกับหลักข้อที่ 2 จะเห็นว่า การค้นหาความเกี่ยวเนื่อง (Relation) สามารถมองเห็นได้เด่นชัดมากกว่าความสัมพันธ์ การค้นหาความสัมพันธ์ต้องใช้กระบวนการของการใช้เหตุผล (Reasoning) ที่ซับซ้อนกว่า ทฤษฎีของสเปียร์แมนเสนอดังภาพที่ 2



G แทน องค์ประกอบทั่วไป มีบทบาทในกิจกรรมทางปัญญาทุกอย่างในปริมาณที่มากบ้างน้อยบ้าง

$s_1 \ldots s_6$ แทน องค์ประกอบเฉพาะ ที่เป็นความสามารถในการทำงานเฉพาะอย่างและกิจกรรมมีลักษณะเฉพาะ (s) ของงานนั้น ๆ สูง

ภาพที่ 2 แบบจำลองทฤษฎีสององค์ประกอบตามแนวคิดของสเปียร์แมน

ตามแผนภาพดังกล่าวเห็นได้ชัดว่า กิจกรรมทุกอย่างต้องใช้ความสามารถทั้งสองอย่าง คือ ความสามารถทั่วไปที่กิจกรรมทุกอย่างใช้ร่วมกัน กับความสามารถเฉพาะที่ไม่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมอื่น

3. **ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ** (Multiple-Factor Theory)

ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ เธอร์สโตน (Thurstone, 1938) ซึ่งได้เสนอทฤษฎีนี้ขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1938 โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางสมองและพบว่า ความสามารถทางสมองขั้นพื้นฐาน (Primary Mental Abilities) มีองค์ประกอบที่สำคัญ 7 ด้าน คือ

1. ความเข้าใจภาษา (Verbal Comprehension) เป็นความสามารถด้านความเข้าใจในความหมายของคำ

2. ความคล่องในการใช้คำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการคิดใช้คำได้อย่างรวดเร็วในเวลาจำกัด เช่น การใช้คำคล้องจองกัน การสร้างคำใหม่ เป็นต้น

3. จำนวน (Number) เป็นความสามารถที่เกี่ยวกับตัวเลขและคิดคำนวณความสามารถในการมองเห็นความสำคัญและความหมายของจำนวน มีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ตลอดจนสามารถแก้ปัญหาในเชิงปริมาณได้

4. มิติสัมพันธ์ (Space) เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ในมิติต่าง ๆ ได้และมีมโนภาพในการเห็นรูปทรงเมื่อเปลี่ยนตำแหน่ง หรือแปลงสภาพไป

5. ความจำ (Memory) เป็นความสามารถที่จะระลึกและจดจำสิ่งที่ระลึกได้พร้อมกัน และจดจำประโยคต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

6. ความเร็วในการรับรู้ (Perceptual Speed) เป็นความสามารถในการสังเกตรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับความคล้ายกันหรือความแตกต่างกันของสิ่งของ หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

7. การใช้เหตุผล (Reasoning) เป็นความสามารถในการค้นหากฎทั่วไป หรือหลักเกณฑ์จากข้อมูลย่อย ๆ ที่มีอยู่ สามารถจำแนกประเภท สรุปความ และอุปมาอุปไมยได้อย่างสมเหตุสมผล

4. ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (Structure of Intellect Model)

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) ได้อธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์ในรูปแบบจำลองสามมิติ (Three Dimentional Model) ได้แก่ มิติด้านเนื้อหา (Content) มิติด้านปฏิบัติการ (Operation) และมิติด้านผลผลิต (Product) มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านเนื้อหา (Content) หมายถึง วัตถุหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้เป็นสื่อก่อให้เกิดความคิด เนื้อหาแบ่งออกเป็น 5 ชนิดดังนี้

1. เนื้อหาที่เป็นรูปภาพ (Figural) ได้แก่ วัตถุที่เป็นรูปธรรมต่าง ๆ ซึ่งสามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส

2. เนื้อหาที่เป็นเสียง (Auditory) ได้แก่ สิ่งที่อยู่ในรูปของเสียงที่มีความหมาย

3. เนื้อหาที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic) ได้แก่ ตัวอักษร ตัวเลข และลักษณะที่สร้างขึ้นใช้ในระบบทั่ว ๆ ไป เช่น พยัญชนะ ระบบจำนวน เป็นต้น

4. เนื้อหาที่เป็นภาษา (Semantic) ได้แก่ สิ่งที่อยู่ในรูปของภาษาที่มีความหมายหรือความคิดที่เข้าใจกันโดยทั่วไป

5. เนื้อหาที่เป็นพฤติกรรม (Behavior) ได้แก่ สิ่งที่ไม่ใช่ถ้อยคำ เป็นสิ่งที่เกี่ยวกับการแสดงออกของมนุษย์ เจตคติ ความต้องการรวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล บางครั้งจึงเรียกว่าสติปัญญาทางสังคม (Social Intelligence)

มิติที่ 2 ด้านปฏิบัติการ (Operation) หมายถึง กระบวนการคิดต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 5 ชนิด คือ

1. การรับรู้และการเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการรับรู้ เข้าใจ และ/หรือค้นพบสิ่งใหม่ ๆ

2. การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการสะสมเรื่องราว หรือข่าวสารเอาไว้ และสามารถระลึกได้เมื่อเวลาผ่านไป

3. การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึง ความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า และแสดงออกได้หลายแบบ หลายวิธีไม่จำกัดจำนวน โดยเป็นวิธีหาคำตอบที่ถูกที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้เพียงคำตอบเดียว

4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะสรุปข้อมูลที่ดีที่สุดและถูกต้องที่สุดจากข้อมูลหลากหลายที่มีอยู่

5. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินสิ่งที่รับรู้ จำได้ หรือกระบวนการคิดนั้นมีคุณค่า ความถูกต้อง ความเหมาะสม หรือมีความพอเพียงหรือไม่อย่างไร

มิติที่ 3 ด้านผลผลิต (Product) หมายถึง ความสามารถที่เกิดขึ้นจากการผสมผสานมิติด้านเนื้อหา และด้านปฏิบัติการ เมื่อสมองรับรู้วัตถุภายนอกทำให้เกิดการคิดในรูปแบบต่าง ๆ ได้ผลออกมาต่าง ๆ กัน 6 ชนิด คือ

1. หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งหนึ่งสิ่งใดที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัว และแตกต่างไปจากสิ่งอื่น

2. จำพวก (Classes) หมายถึง กลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน

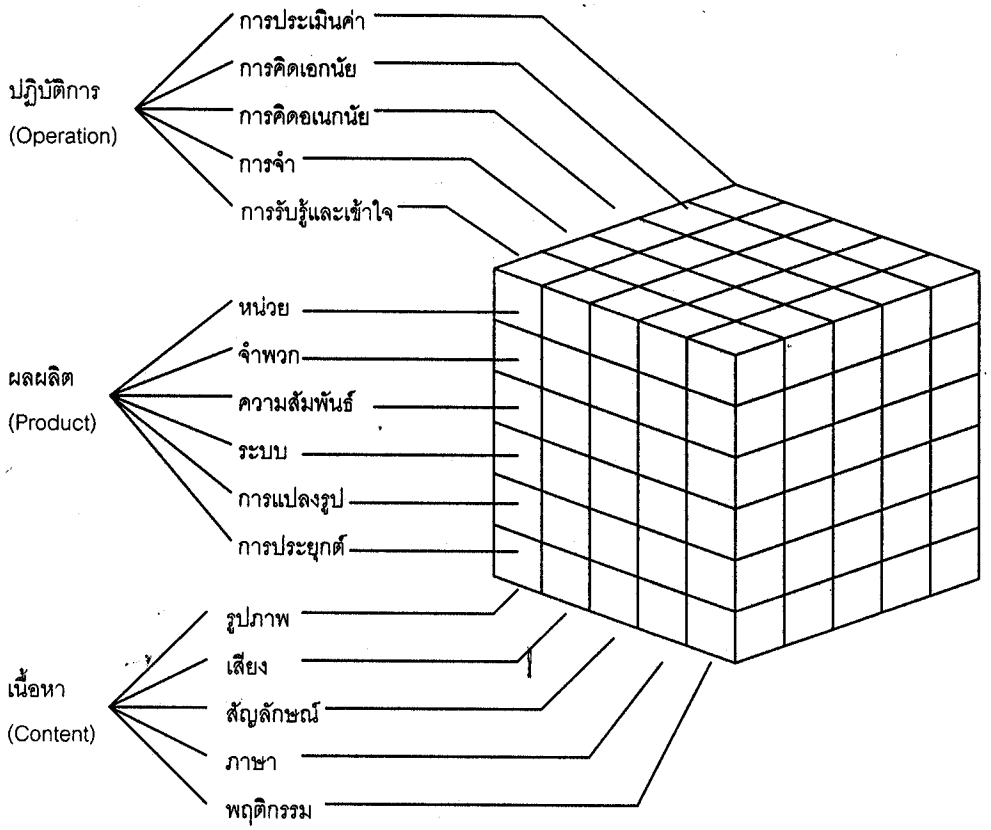
3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึงการเชื่อมโยงสิ่ง 2 สิ่งเข้าด้วยกัน เช่น การเชื่อมสะพาน การเชื่อมลูกโซ่ เป็นต้น

4. ระบบ (Systems) หมายถึง แบบแผนหรือรูปแบบของการเชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ

5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลง การหมุนกลับ การขยายความข้อมูลจากสภาพหนึ่งไปเป็นอีกสภาพหนึ่ง

6. การประยุกต์ (Implications) หมายถึง ผลการคิดที่คาดหวัง หรือทำนายอะไรบางอย่างจากข้อมูลที่กำหนดให้

รูปแบบสามมิติที่แสดงโครงสร้างทางสติปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดนี้ประกอบด้วยลูกบาศก์เล็ก ๆ ซึ่งเป็นผลคูณของด้านต่าง ๆ ในแต่ละมิติ เท่ากับ 5x5x6 = 150 ลูกบาศก์เล็ก แต่ละลูกบาศก์เล็ก ๆ นั้นประกอบด้วยเนื้อหา-ปฏิบัติการ-ผลผลิต (Content-Operation-Product) ซึ่งสามารถสร้างแบบจำลองด้วยภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด

5. **ทฤษฎีลำดับขั้น** (Hierarchical Theory)

เวอร์นอน (Vernon, 1956) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้น คือ โครงสร้างของความสามารถทางสมองหรือเชาว์ปัญญาตามแบบของสเปียร์แมนว่าองค์ประกอบทั่วไป (G-Factor) แบ่งออกเป็นองค์ประกอบใหญ่ ๆ ที่เรียกว่า Major Group Factors ได้ 2 องค์ประกอบ คือ

1. องค์ประกอบด้านภาษา – จำนวน (Verbal – Numerical - Education or v : ed Factor) เป็นองค์ประกอบด้านความสามารถในการศึกษาทางด้านภาษาและจำนวน ซึ่งแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก (Minor Group Factors) ได้แก่ ความสามารถในการศึกษาทางด้านภาษา ความสามารถในการศึกษาทางด้านจำนวน แต่ละองค์ประกอบย่อยแบ่งเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) ลงไปอีก

2. องค์ประกอบด้านการปฏิบัติทั่ว ๆ ไป (Practical – Mechanical – Special – Physical or k : m Factor) เป็นองค์ประกอบด้านความสามารถในทางปฏิบัติ ซึ่งแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย

(Minor Group Factors) ได้แก่ ความรู้ทางด้านเครื่องกลไก มิติสัมพันธ์ และการทำงานฝีมือ แต่ละองค์ประกอบแบ่งเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) ลงไปอีก

6. **ทฤษฎีสติปัญญาสามศร** (A Triarchic Theory of Human Intelligence)

สเติร์นเบอร์ก (Sternberg, 1985) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับสติปัญญา โดยใช้ชื่อทฤษฎีสามศร (Triarchic Theory) เสนอว่า ส่วนประกอบของสติปัญญามี 3 ส่วน สามารถอธิบายเป็นทฤษฎีย่อย 3 ทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีย่อยด้านบริบทสังคม (Contextual Subtheory) เป็นความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของบุคคล การกระทำที่แสดงถึงความเฉลียวฉลาดของสติปัญญา ในบริบทของสังคมเกี่ยวข้องกับความสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอย่างมีจุดมุ่งหมาย การเลือกสิ่งแวดล้อมที่อำนวยประโยชน์สูงสุดมากกว่าที่จะทำตามสิ่งแวดล้อมที่เคยชิน และความสามารถในการดัดแปลงสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับทักษะความสามารถและค่านิยมของตน

ความสามารถทางสติปัญญาด้านบริบทสังคม เป็นความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม (Adaptation) การเลือกสิ่งแวดล้อม (Selection) และการปรับแต่งสิ่งแวดล้อม (Shaping) ให้เหมาะสมกับสภาพการดำเนินชีวิตของบุคคล

2. ทฤษฎีย่อยด้านประสบการณ์ (Experiential Subtheory) เป็นการพิจารณาถึงผลของประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถทางปัญญา จึงเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ และความคล่องในการประมวลผลข้อมูลที่มี รวมทั้งความสามารถที่จะเชื่อมโยงความสามารถทั้งสองอย่างเพื่อเพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

ความสามารถทางสติปัญญาด้านประสบการณ์เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาแปลกใหม่ และความคล่องของการประมวลข้อมูลได้อย่างอัตโนมัติ

ความสามารถในการแก้ปัญหาแปลกใหม่ (Ability to Deal with Novelty) เป็นความสามารถของบุคคลในการเรียนรู้แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการเข้าใจปัญหาและการดำเนินการแก้ปัญหาตามความเข้าใจนั้น

ความคล่องในการประมวลผลข้อมูล (Ability to Automatic Processing) เป็นความสามารถในการใช้ความเร็วในการประมวลผล ความสามารถในการควบคุมการประมวลผล และความคล่องแคล่วในการประมวลผล

3. ทฤษฎีย่อยด้านกระบวนการคิด (Componential Subtheory) เป็นความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด ซึ่งครอบคลุมถึงส่วนที่เป็นกระบวนการปรับเปลี่ยน

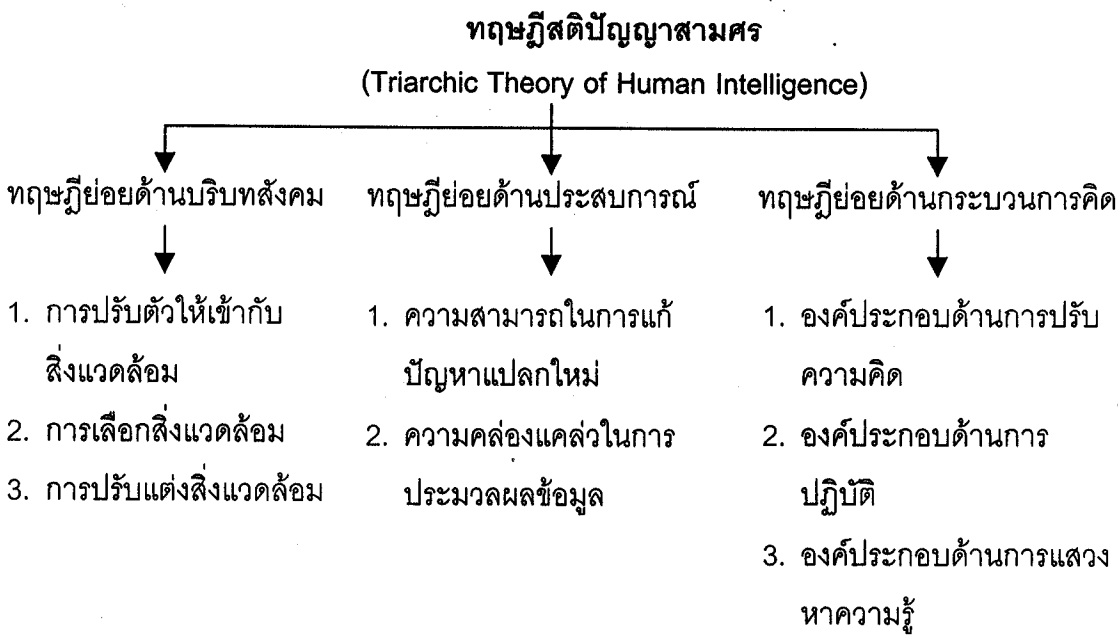
ความคิด รวมถึงเป็นการประมวลความรู้ คิด และประเมินผล ส่วนที่เป็นการปฏิบัติตามที่คิดไว้ และส่วนที่แสวงหาความรู้ให้ได้ความรู้ใหม่ เปรียบเทียบกับความรู้เดิม เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ที่เหมาะสมเข้ามาในระบบความจำ ความสามารถทางสติปัญญาด้านกระบวนการคิด เป็นกระบวนการประมวลข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งกระทำต่อโครงสร้างของสิ่งของหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในการรับรู้ในวิธีทางของการส่งผ่านข้อมูลจากการรับรู้เป็นแนวความคิด หรือปรับเปลี่ยนจากแนวความคิดหนึ่งเป็นอีกแนวความคิดหนึ่ง ความสามารถทางด้านกระบวนการคิดมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ องค์ประกอบด้านการปรับความคิด องค์ประกอบด้านการปฏิบัติ และองค์ประกอบด้านการแสวงหาความรู้ใหม่

องค์ประกอบด้านการปรับความคิด (Metacomponents) เป็นกระบวนการคิดสั่งการซึ่งประกอบด้วยการประมวลความรู้ คิดแก้ปัญหา วางแผนติดตาม และประเมินผลเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างถูกต้อง

องค์ประกอบด้านการปฏิบัติ (Performance Components) เป็นกระบวนการลงมือปฏิบัติตามการตัดสินใจสั่งการ องค์ประกอบด้านการปรับความคิดและองค์ประกอบด้านการปฏิบัติเป็นกระบวนการที่ควบคู่ไปด้วยกัน เพราะการคิดอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาเนื่องจากไม่มีการปฏิบัติ ส่วนการปฏิบัติอย่างเดียวก็ไม่เพียงพอจะต้องอาศัยองค์ประกอบการคิดที่เหมาะสมมาช่วยองค์ประกอบด้านการปฏิบัติ ประกอบด้วยองค์ประกอบด้านการคิดย่อย ๆ ได้แก่ การเข้ารหัส การรวมและเปรียบเทียบ การตอบสนองและการพัฒนาสติปัญญาในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบด้านการแสวงหาความรู้ (Knowledge – Acquisition Components) เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของสติปัญญา จึงต้องอาศัยกระบวนการคัดเลือก มีการเลือกการเข้ารหัส การเลือกการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในวิธีทางที่เกิดภาพรวมที่ยอมรับได้การเลือกวิธีการเปรียบเทียบเพื่อให้ข้อมูลที่ได้รับมาได้รับการเปรียบเทียบอย่างเหมาะสมกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ที่เหมาะสมเข้าไว้ในระบบความจำ

ทฤษฎีย่อยทั้ง 3 ทฤษฎีนี้แสดงเป็นแผนภูมิได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนภูมิ โครงสร้างทางทฤษฎีสติปัญญาสามศรของสเติร์นเบอร์ก

7. **ทฤษฎีพหุปัญญา** (Theory of Multiple Intelligences)

ความเป็นมาของทฤษฎีพหุปัญญา

การ์ดเนอร์ (Gardner, 1993) เป็นผู้บุกเบิกการนำเสนอแนวคิดใหม่เกี่ยวกับสติปัญญาของมนุษย์ โดยอธิบายว่า ในอดีตสังคมจำกัดความหมายของคำว่า สติปัญญาอยู่เพียงความสามารถหนึ่งหรือสองด้าน ส่วนมากจะเป็นความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกะ และ/หรือความสามารถทางภาษา ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบมาตรฐาน โดยนักจิตวิทยาและสามารถใช้เป็นเครื่องพยากรณ์ความสำเร็จในโรงเรียนของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการเรียนในโรงเรียนส่วนมากอยู่บนพื้นฐานความสามารถ 2 ด้านข้างต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเด็กจบการศึกษาจากโรงเรียนเข้าสู่สังคม การประกอบอาชีพ และการใช้ชีวิตส่วนตัวในสังคมแล้ว ระดับสติปัญญาที่สามารถพยากรณ์ความสำเร็จในโรงเรียนกลับไม่สัมพันธ์กับความสำเร็จในการทำงาน ที่เป็นเช่นนี้เพราะแท้จริงแล้วยังมีสติปัญญาด้านต่าง ๆ อีกหลายด้าน ซึ่งเป็นองค์ประกอบในการประสบความสำเร็จในชีวิตส่วนตัวและหน้าที่การงาน มนุษย์ทุกคนจะมีระดับความสามารถหรือสติปัญญาด้านต่าง ๆ ในระดับหนึ่ง แต่ละคนจะมีระดับความสามารถแต่ละด้านไม่เท่ากัน และมีการผสมผสานความสามารถต่าง ๆ เหล่านี้ในตัวเองที่แตกต่างกันด้วย การตระหนักถึงสติปัญญาด้านต่าง ๆ ซึ่งอาจรวมเรียกว่า “พหุปัญญา” (Multiple Intelligences) จึงมีความสำคัญและให้นัยที่เป็นประโยชน์ทางการศึกษาและการพัฒนาหลักสูตร

ความหมายของพหุปัญญา

พหุปัญญา คือ ความสามารถทางสติปัญญาหลายด้าน การ์ดเนอร์เชื่อว่าสิ่งที่คนแต่ละคนแสดงออกมาเป็นสิ่งที่ผสมผสานระหว่างพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม (Gardner, 1993, p. 88) เขาเชื่อว่าสติปัญญาหมายถึง โครงสร้างทางชีวจิตวิทยาจะเป็นตัวสร้างแหล่งทางความคิดของคนเราและส่งผลต่อเนื้อหาแต่ละด้าน และยังมีผลมาจากองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการ คือ พันธุศาสตร์และสังคมสติปัญญา การ์ดเนอร์ได้อธิบายเกี่ยวกับเกณฑ์และที่มาของการคัดเลือกสติปัญญาแต่ละด้านไว้ในหนังสือ Frames of Mind ในปี ค.ศ.1983 และได้อธิบายพอสังเขปเกี่ยวกับสติปัญญาแต่ละด้านไว้ในหนังสือ Multiple Intelligences : The Theory in Practice โดยย้ำว่าสติปัญญาแต่ละด้านเหล่านี้ไม่ได้ทำงานแยกขาดจากกัน ในทางตรงกันข้าม สติปัญญาเหล่านี้จะทำงานร่วมกัน โดยเฉพาะในผู้ใหญ่ที่มีบทบาทชีวิตสลับซับซ้อน จะมีการผสมผสานการใช้สติปัญญาด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกันในการปฏิบัติบทบาทของตน สติปัญญาแต่ละด้านมีดังนี้

1. **สติปัญญาด้านภาษา** (Linguistic Intelligence)

สติปัญญาด้านภาษาเป็นความสามารถในการใช้ภาษาเดิม เพื่อแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกของตน และอาจจะใช้ภาษาอื่นได้ด้วย สามารถใช้ภาษาอธิบายหว่านล้อม เป็นศักยภาพที่พบมากในนักพูด นักเล่านิทาน กวี นักเขียนบทละคร นักหนังสือพิมพ์ นักโต้วาที นักการเมือง บรรณาธิการ ทนายความ เป็นบุคคลที่ใช้ภาษาประกอบอาชีพแสดงถึงความมีปัญญาทางภาษาอย่างชัดเจน (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542, หน้า 8)

ความเข้าใจในด้านภาษาได้นำมาใช้ในการติดต่อสื่อสารทั้งที่เป็นทางการหรือไม่เป็นทางการ มนุษย์จะใช้ความเข้าใจในการใช้ภาษาเมื่อต้องการถ่ายทอดความคิดลงบนแผ่นกระดาษ การแต่งคำประพันธ์ หรือการเขียนจดหมายถึงเพื่อน ความเข้าใจในการใช้ภาษาเกี่ยวข้องกับการเล่าเรื่องและการสร้างสรรค์ในทุกรูปแบบของอารมณ์ ความตลกขบขันที่เกี่ยวข้องกับการเล่นคำ คำอุปมาอุปไมย ตลอดจนการเรียนรู้หลักไวยากรณ์และการสร้างประโยคในการพูดและการเขียน

2. **สติปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์** (Logical - Mathemetical Intelligence)

สติปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการเข้าใจหลักการของเหตุผล รวมทั้งการใช้ตัวเลข ปริมาณ และการปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความไวในการเห็นความสัมพันธ์ แบบแผน ตรรกวิทยา และการคิดเชิงนามธรรม การคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดคาดการณ์ ซึ่งใช้ในการจำแนกประเภท การจัดหมวดหมู่ การสันนิษฐาน การสรุปคิดคำนวณและการตั้งสมมติฐาน เป็นศักยภาพที่พบในนักคณิตศาสตร์ นักจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นักบัญชี นักสถิติ ผู้เข้าใจ

หลักการของเหตุและผล ผู้ให้เหตุผลอย่างดี เช่น นักตรรกศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542, หน้า 8)

สติปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการเข้าใจมโนทัศน์พื้นฐานของจำนวน ตัวอย่างเช่น จำนวนมากกว่าน้อยกว่า เห็นคุณค่าของกฎซึ่งเป็นเหตุเป็นผลหรือการทำนายสิ่งต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น ความสามารถในการใช้เหตุผล / การคำนวณได้นำมาใช้เมื่อเราต้องการเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือต้องเผชิญกับสิ่งท้าทายใหม่ซึ่งบางครั้งเราเรียกว่าการคิดแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) เราใช้ความสามารถในการใช้เหตุผล/การคำนวณในรูปแบบที่เป็นนามธรรม เช่น การบวก ลบ คูณ หาร เป็นต้น ความสามารถในการใช้เหตุผล/การคิดคำนวณได้นำมาใช้ในหลายรูปแบบของการคิดที่เราใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การทำรายชื่อ การจัดลำดับก่อนหลัง หรือการวางแผนสำหรับอนาคต เป็นต้น

3. **สติปัญญาด้านมิติ** (Spatial Intelligence)

สติปัญญาด้านมิติเป็นความสามารถในการมองเห็นพื้นที่ เช่น นายพราน ลูกเสือ เป็นต้น และสามารถปรับปรุงและคิดวิธีการใช้เนื้อที่ได้ดี เช่น สถาปนิก มัณฑนากร ศิลปิน เป็นต้น สติปัญญาด้านนี้รวมไปถึงความไวต่อสี เส้น รูปร่าง เนื้อที่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านี้ นอกจากนี้ยังหมายถึง ความสามารถที่จะมองเห็น และแสดงออกเป็นรูปร่างถึงสิ่งที่เห็นและความคิดเกี่ยวกับพื้นที่

4. **สติปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว** (Bodily - Kinesthetic Intelligence)

สติปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวเป็นความสามารถในการใช้ร่างกายและส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น มือ เท้า เป็นต้น ในการแก้ปัญหา ความสามารถด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวเป็นทักษะที่เกิดจากการฝึกฝนร่างกาย รู้ว่าจะทำอย่างไรกับสิ่งต่าง ๆ โดยไม่จำเป็นต้องรับรู้โดยผ่านจิตใจ ตัวอย่างเช่น การขี่จักรยาน การจอดรถ การจับลูกบอลหรือการเดินบนคานทรงตัว ความสามารถในการเคลื่อนไหวยังเกี่ยวข้องกับความสามารถที่จะใช้ร่างกายเพื่อแสดงอารมณ์โดยผ่านการเต้นรำและการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างอื่น หรือเพื่อที่จะส่งแนวความคิดผ่านละครใบ้

5. **สติปัญญาทางด้านดนตรี** (Musical Intelligence)

สติปัญญาทางด้านดนตรีเป็นความสามารถที่จะสร้างสรรค์เพลงและจดจำเพลง เล่นได้อย่างไพเราะ การเปลี่ยนแปลงความเร็วและจังหวะของเพลง เราต้องใช้ความสามารถทางด้านดนตรี บางคนใช้ดนตรีประกอบจังหวะในการออกกำลังกายและการทำงาน สติปัญญาด้านดนตรีถูกแสดงออกเมื่อเราได้ยินเพลง สติปัญญาด้านดนตรีและจังหวะจะช่วยสื่อออกมาว่าเรากำลังรู้สึกอย่างไร

6. **สติปัญญาด้านมนุษยสัมพันธ์** (Interpersonal Intelligence)

สติปัญญาด้านมนุษยสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสังคมโดยตรงจากการที่เราเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมกีฬา หรือการชุมนุม ความสามารถนี้ใช้ประโยชน์ได้ทั้งการสื่อสารทางคำพูด หรือสังเกตความแตกต่างระหว่างสมาชิกของกลุ่ม โดยคำนึงถึงความขัดแย้งในอารมณ์ อุปนิสัย แรงจูงใจและความตั้งใจ ความสามารถในการปรับตัวช่วยให้เราพัฒนาความรู้สึกที่แท้จริงที่จะจินตนาการและร่วมรับความรู้สึก ประสบการณ์ของบุคคลอื่น ๆ และความเอาใจใส่ซึ่งกันและกัน ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสังคมช่วยให้รักษาเอกลักษณ์ของตัวเองได้และยังช่วยให้เรารู้สึกถึงการเป็นส่วนหนึ่งของผู้อื่น

7. **สติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง** (Intrapersonal Intelligence)

สติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองเป็นความสามารถที่จะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวเอง (รู้ว่าตัวเองต่างจากผู้อื่นอย่างไร) เตือนตัวเองให้รู้ว่าควรจะทำสิ่งต่าง ๆ รู้วิธีที่จะระงับอารมณ์ของตัวเองเมื่อรู้สึกเสียใจ สติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองเป็นความสามารถที่จะช่วยในการพิจารณาตัวเองและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ตัวเอง นั่นคือ สามารถที่จะถอยกลับไปดูตัวเองเหมือนเป็นผู้สังเกตการณ์ที่อยู่ภายนอก สติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองมีส่วนเกี่ยวข้องกับการรับรู้แง่มุมภายในตัวเอง เช่น ความรู้สึก กระบวนการคิด การหยั่งเห็นหรือลักษณะของความสามารถในการรู้จักตัวเองและความเชื่อมโยงกับสิ่งที่มีขนาดใหญ่กว่า

8. **สติปัญญาด้านธรรมชาติ** (Natural Intelligence)

สติปัญญาด้านธรรมชาติ เป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติและปรากฏการณ์ธรรมชาติ เข้าใจความสำคัญของตนเองกับสิ่งแวดล้อม และตระหนักถึงความสามารถของตนที่จะมีส่วนช่วยในการอนุรักษ์ธรรมชาติ เข้าใจถึงพัฒนาการของมนุษย์และการดำรงชีวิตของมนุษย์ตั้งแต่เกิดจนตาย เข้าใจและจำแนกความเหมือนกันของสิ่งของ เข้าใจการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของสสาร

จากความหมายของพหุปัญญา องค์ประกอบและความสำคัญของทฤษฎีพหุปัญญาดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปเป็นศักยภาพของมนุษย์ในการแก้ปัญหาหรือออกแบบงานและผลงานชนิดต่าง ๆ ในสถานการณ์ธรรมชาติ ออกมาในลักษณะองค์ประกอบหลัก ระบบสัญลักษณ์และลักษณะอาชีพ ในแต่ละด้านดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สติปัญญา องค์ประกอบหลัก ระบบสัญลักษณ์ และลักษณะอาชีพ

สติปัญญา	องค์ประกอบหลัก	ระบบสัญลักษณ์	ลักษณะอาชีพ
ด้านภาษา	ไวต่อเสียงของคำ โครงสร้างความหมายและหน้าที่ของคำในภาษา	ระบบภาษาที่มีการสะกดคำ	นักเขียน นักพูด
ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์	มีความไวในการวินิจฉัยแบบแผน จำนวนและเหตุผล สามารถวิเคราะห์เหตุผลซับซ้อน	ภาษาคอมพิวเตอร์	นักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์
ด้านมิติ	สามารถรับรู้สิ่งที่มองเห็นภายนอก และแปลงกลับเป็นการรับรู้ภายในได้	ภาษารูปภาพ (เช่น ภาษาจีน)	จิตรกร สถาปนิก
ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว	สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายและมีความสามารถในการใช้มือกับวัตถุต่าง ๆ	ภาษามือ ภาษาเบลล์	นักกีฬา นักเต้นรำ นักปั้น
ด้านดนตรี	เข้าใจและสามารถผลิตจังหวะทำนองและมีความซาบซึ้งกับการแสดงออกทางด้านดนตรี	ระบบตัวโน๊ตดนตรี ระบบรหัสตัวเลข	นักแต่งเพลง นักแสดง
ด้านมนุษย-สัมพันธ์	สามารถวินิจฉัยและปฏิบัติตนอย่างเหมาะสมต่ออารมณ์และความต้องการของผู้อื่น	สิ่งที่ช่วยให้รู้ในสังคม เช่น ท่าทาง การแสดงออกบนใบหน้า เป็นต้น	นักแนะแนว นักการเมือง
ด้านการเข้าใจตนเอง	สามารถจำแนกความรู้สึกของตนเอง รู้จุดอ่อนและจุดแข็งของตนเอง	สัญลักษณ์เกี่ยวกับตน เช่น ความฝัน ผลงานศิลป์ เป็นต้น	นักจิตบำบัด ผู้นำทางศาสนา

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สติปัญญา	องค์ประกอบหลัก	ระบบสัญลักษณ์	ลักษณะอาชีพ
ด้านธรรมชาติ	สามารถจำแนกประเภทของสิ่งมีชีวิต รู้จักธรรมชาติของพืชและสัตว์	การแสดงออก เช่น การปลูกพืช เลี้ยงสัตว์ สะสมภาพพืช สัตว์ เป็นต้น	นักชีววิทยา นักอนุรักษ์ธรรมชาติ เจ้าหน้าที่กรมป่าไม้

จากตารางที่ 1 แสดงสติปัญญา องค์ประกอบหลัก ระบบสัญลักษณ์ และลักษณะอาชีพที่แตกต่างกันไป จึงส่งผลให้แต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกัน ในที่สุดก็มีพฤติกรรมถาวรที่แสดงออกตามปกติ และประกอบอาชีพที่ไม่เหมือนกัน นอกจากนี้ยังพบว่า พหุปัญญามีความสัมพันธ์กับการพัฒนาศักยภาพสมอง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สติปัญญา ระบบประสาท ลักษณะพัฒนาการ และลักษณะงาน/ผลงาน

สติปัญญา	ระบบประสาท	ลักษณะพัฒนาการ	ลักษณะงาน/ผลงาน
ด้านภาษา	ขมับซ้าย	ผลิตดอกออกผลตั้งแต่วัยเด็กและอยู่ไปจนถึงวัยชรา	การเล่านิทาน เขียนวรรณคดี
ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์	ด้านหูซ้าย	สูงสุดตอนวัยรุ่นและผู้ใหญ่ตอนต้น เริ่มเสื่อมถอยตั้งแต่อายุ 40 ปีขึ้นไป	การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีคณิตศาสตร์ การนับและระบบแยกประเภท
ด้านมิติ	บริเวณส่วนหลังของสมองซีกขวา	ความคิดเชิงเรขาคณิต แบบยูคลิเดียนในช่วงอายุ 9 – 10 ปี แต่ความไวต่อศิลปะจะมีตั้งแต่เด็กจนถึงวัยชรา	ผลงานศิลปะ ระบบการนำทาง การออกแบบสถาปัตยกรรม การประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สติปัญญา	ระบบประสาท	ลักษณะพัฒนาการ	ลักษณะงาน/ผลงาน
ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว	สมองส่วนหลังด้านบน (ซีเรเบลลัม)และโมเตอร์คอร์เทกซ์	แตกต่างกันตามลักษณะองค์ประกอบ เช่น ความแข็งแกร่ง ความยืดหยุ่นและประเภทของการแสดงออก เช่น ยิมนาสติก เบสบอล การแสดงท่าใบ้ เป็นต้น	ผลงานประดิษฐ์ด้วยมือ เล่นกีฬา การแสดงละคร การเต้นรำ การปั้น การแกะสลัก
ด้านดนตรี	ขมับด้านขวา	เป็นสติปัญญาที่พัฒนาก่อนสติปัญญาด้านอื่น ๆ เด็กจะผ่านการพัฒนาเป็นขั้นตอนหลายขั้นตอน	การแต่งเพลง การแสดง การอัดเทป
ด้านมนุษย-สัมพันธ์	สมองด้านหน้า สมองซีกขวาและระบบลิมบิค	ระยะ 3 ปีแรกของชีวิตเป็นระยะสำคัญในการสร้างความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม	ผลงานทางการเมือง ระบบธรรมนูญสังคม
ด้านการเข้าใจตนเอง	สมองด้านหน้าและระบบลิมบิค	ความสัมพันธ์ระหว่างตนกับผู้อื่น พัฒนาระหว่าง 3 ปีแรกของชีวิตซึ่งเป็นระยะวิกฤตในการพัฒนา	ระบบศาสนา ทฤษฎีจิตวิทยา พิธีกรรมต่าง ๆ
ด้านธรรมชาติ	สมองด้านหลังและด้านหน้า	การชื่นชอบในความงามของธรรมชาติ ชีวิตสัตว์และต้นไม้	การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ป่าและสัตว์

ทฤษฎีพหุปัญญาไม่เพียงแต่อธิบายถึงความสามารถทางสติปัญญาทั้ง 8 ด้านเท่านั้น แต่มีหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับพหุปัญญา (อารี สัณหฉวี, 2543, หน้า 11 - 12) มีดังนี้

1. ทฤษฎีพหุปัญญาเชื่อว่าคนทุกคนมีสติปัญญาทั้ง 8 ด้าน ขึ้นอยู่กับว่าจะมากหรือน้อยในด้านใด แต่คนส่วนใหญ่จะมีเพียงหนึ่งหรือสองด้าน ส่วนด้านอื่นจะมีไม่สูงนัก

2. ทุกคนสามารถพัฒนาแต่ละด้านให้สูงขึ้นถึงระดับที่ใช้การได้ แม้บางคนจะรู้สึกว่าตนมีสติปัญญาด้อยในบางด้าน เช่น ด้านดนตรี ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น แต่การ์ดเนอร์เชื่อว่าถ้ามีการให้กำลังใจ ฝึกฝน อบรม ก็อาจจะเสริมสมรรถภาพของปัญญาด้านต่าง ๆ ได้

3. สติปัญญาด้านต่าง ๆ ทำงานร่วมกันในวิธีที่ซับซ้อน การ์ดเนอร์ชี้แจงว่าสติปัญญาแต่ละด้านทั้ง 8 ด้านที่กล่าวมานั้นเป็นการอธิบายลักษณะแต่ละชนิดเท่านั้น ที่จริงแล้วสติปัญญาหลายด้านทำการปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (ยกเว้นในกรณีที่มีความพิการทางสมองหรือนักปราชญ์ที่ฉลาดล้ำเฉพาะด้าน) เช่น ในการประกอบอาหารจะต้องสามารถอ่านวิธีทำ (ด้านภาษา) และคิดคำนวณปริมาณของส่วนผสม (ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์) เมื่อประกอบอาหารเรียบร้อย ทำให้สมาชิกในครอบครัวมีความพอใจ (ด้านมนุษยสัมพันธ์) และทำให้ตนเองมีความภาคภูมิใจ (ด้านการเข้าใจตนเอง)

การกล่าวถึงลักษณะของสติปัญญาด้านต่าง ๆ เป็นเพียงการนำลักษณะพิเศษเฉพาะออกมาศึกษาเพื่อหาทางใช้ให้เหมาะสมเท่านั้น

สติปัญญาแต่ละด้านแสดงออกถึงความสามารถได้หลายทาง เช่น คนบางคนไม่มีความสามารถทางการอ่าน แต่ก็มิได้หมายความว่าด้อยสติปัญญาทางภาษา เพราะบุคคลนั้นอาจจะเป็นผู้เล่านิทานและเรื่องได้เก่ง ใช้ภาษาพูดคล่องแคล่ว หรือบางคนไม่มีความสามารถทางกีฬาและการเล่นในสนาม ซึ่งดูเหมือนจะด้อยปัญญาทางด้านร่างกาย แต่บุคคลนั้นอาจใช้ร่างกายในการถักทอผ้าได้ดี หรือเล่นหมากรุกได้เก่ง ดังนั้น จะเห็นได้ว่าแม้แต่ในลักษณะปัญญาด้านหนึ่ง ๆ ก็จะมีการแสดงออกถึงความสามารถได้หลายด้าน

แนวทางในการกำหนดสติปัญญา

การศึกษาเพื่อค้นหาว่ามนุษย์มีสติปัญญาด้านใดบ้างนั้น การ์ดเนอร์อธิบายว่า เนื่องจากมนุษย์ทุกคนได้สะสมความสามารถจนเป็นทักษะในการแก้ปัญหาต่าง ๆ มากมาย เขาจึงได้เริ่มโดยการพิจารณาเกี่ยวกับปัญหาเหล่านี้ บริบทที่พบปัญหาและผลงานสำคัญทางวัฒนธรรมซึ่งเป็นผลลัพธ์แล้ว ศึกษาย้อนกลับไปหา "สติปัญญา" ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในการแก้ปัญหานั้น การ์ดเนอร์ได้ใช้หลักฐานในการวิจัยเกี่ยวกับสมอง พัฒนาการมนุษย์และวิวัฒนาการของมนุษย์ประกอบการเปรียบเทียบระหว่างวัฒนธรรมต่าง ๆ แล้วเลือกสิ่งที่ได้รับการสนับสนุนจากหลักฐานหลาย ๆ ด้าน โดยไม่จำเป็นต้องยึดติดกับ "สติปัญญา" ตามความหมายดั้งเดิม การทำเช่นนี้จึงเป็นการขยายโอกาสให้ได้ค้นพบ "สติปัญญา" ด้านใหม่ ๆ ซึ่งต่างจากวิธีทางจิตวิทยาที่เคยทำกันมาในการกำหนดความหมายของ "สติปัญญา"

นอกจากนี้ "สติปัญญา" ต่าง ๆ ที่ได้ศึกษามานี้ล้วนแต่มีลักษณะที่ไม่ต้องอาศัยสติปัญญาด้านอื่น ๆ ดังที่เห็นได้จากการที่คนมีสมองส่วนที่ควบคุมสติปัญญาด้านนั้น ๆ ถูกทำลาย ก็จะสูญเสียความสามารถในด้านนั้น โดยที่ความสามารถด้านอื่น ๆ ยังคงอยู่ตามปกติ การที่ไม่ต้องอาศัยสติปัญญาด้านอื่นเช่นนี้ บ่งเป็นนัยว่า ความสามารถระดับสูงในสติปัญญาหนึ่ง เช่น คณิตศาสตร์ ย่อมไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถระดับสูงในสติปัญญาด้านอื่น ๆ เช่น ภาษา หรือดนตรี เป็นต้น ลักษณะนี้ตรงกันข้ามกับการวัด IQ ที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันซึ่งพบความสัมพันธ์สูงมากระหว่างคะแนนในแต่ละส่วน การ์ดเนอร์อธิบายว่า การที่เป็นเช่นนี้เพราะแบบทดสอบชุดย่อย ๆ ต่างก็วัดสติปัญญาด้านเดียวกัน คือ ภาษาหรือการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ ทั้งนี้ การ์ดเนอร์เชื่อว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวจะลดลง หากมีการสำรวจทักษะการแก้ปัญหาของมนุษย์ที่ครอบคลุมอย่างครบถ้วนด้วยวิธีการที่มีการศึกษาในสภาพจริงในบริบททางวัฒนธรรมอย่างเหมาะสม

การ์ดเนอร์เชื่อว่าทุกคนมีสติปัญญา 8 ด้าน มากบ้างน้อยบ้างต่างกันไป ซึ่งบางคนอาจจะมีสติปัญญาทั้ง 8 ด้านสูงมาก แต่บางคนอาจจะมีเพียงหนึ่งหรือสองด้าน ส่วนด้านอื่นไม่สูงนัก และสามารถพัฒนาสติปัญญาแต่ละด้านให้สูงถึงระดับใช้การได้ ถ้ามีการให้กำลังใจ ฝึกฝนอบรม มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ปัญญาต่าง ๆ สามารถทำงานร่วมกันได้ การแบ่งลักษณะของสติปัญญาแต่ละด้านเป็นเพียงการอธิบายลักษณะของสติปัญญาแต่ละด้านเท่านั้น แท้ที่จริงแล้วสติปัญญาหลาย ๆ ด้านจะทำงานร่วมกัน การกล่าวถึงสติปัญญาแต่ละด้านเป็นเพียงการนำลักษณะพิเศษเฉพาะออกมาศึกษา เพื่อหาทางใช้ให้เหมาะสม แม้ว่าคนแต่ละคนจะมีสติปัญญาแต่ละด้านไม่เท่ากัน แต่ก็สามารถพัฒนาสติปัญญาทั้ง 8 ด้านได้

ตอนที่ 2 คุณภาพของแบบวัด

การหาคุณภาพของแบบวัดเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น เพราะแบบวัดเป็นเครื่องมือวัดคุณลักษณะของบุคคลซึ่งมีความซับซ้อนยากแก่การวัด และมีปัจจัยอื่น ๆ อีกมากมายที่ทำให้การวัดคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น แบบวัดจะต้องมีการพัฒนาให้มีคุณภาพ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดพหุปัญญาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีคุณภาพ ซึ่งได้มีการกำหนดมาตรฐานของแบบวัด การหาคุณภาพรายข้อ การหาความเที่ยงของแบบวัด และการหาความตรงของแบบวัด มีรายละเอียด ดังนี้

การกำหนดมาตรฐานของแบบวัด

การกำหนดมาตรฐานของแบบวัดมี 2 ประเภท คือมาตรฐานการดำเนินการ และมาตรฐานคะแนน

มาตรฐานดำเนินการ หมายถึง การดำเนินการทั้งหมด ตั้งแต่การสร้างแบบวัด มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการวัด

2. กำหนดและวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการวัด

3. การเขียนข้อสอบและพิจารณาแก้ไข หาคุณภาพโดยตรวจสอบกับทฤษฎี และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

4. การทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คือ หาดัชนีอำนาจจำแนก ดัชนีความยาก ความเหมาะสมของตัวเลือก

5. ทำให้เป็นมาตรฐาน ได้แก่ การดำเนินการทดสอบ การกำหนดเวลา การให้คำชี้แจง และการให้คะแนน

6. การวิเคราะห์ทางสถิติของแบบวัด ได้แก่ การหาความเที่ยง ความตรงเชิงโครงสร้าง และปกติวิสัย

มาตรฐานคะแนน คือ การสร้างปกติวิสัย (Norms) ซึ่งหมายถึง การกำหนดคะแนนมาตรฐานที่ได้จากกลุ่มมาตรฐาน (Standardize Group) กลุ่มมาตรฐานมาจากผู้รับการทดสอบจำนวนมากที่มีลักษณะแตกต่างกัน และเป็นตัวแทนของผู้รับการทดสอบทั้งหมด เพื่อใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ ซึ่งองค์ประกอบสำคัญที่ใช้พิจารณาความเหมาะสมของปกติวิสัย (เสรี ชัดแช้ม, 2544, หน้า 83), มี 3 ประการ คือ

1. **ความเป็นตัวแทน** (Representativeness) พิจารณาได้จากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการสร้างปกติวิสัยว่ามาจากกลุ่มประชากรเป้าหมายหรือไม่ โดยทั่ว ๆ ไป พิจารณาจากขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ควรมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะทำให้ค่าสถิติต่าง ๆ มีค่าคงที่ และวิธีการสุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้สร้างปกติวิสัยควรได้มาจากการสุ่มสมาชิกทุกคนในกลุ่มประชากรเป้าหมาย เพื่อให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มประชากรเป้าหมายมีโอกาสถูกเลือกเท่าเทียมกัน จะได้ไม่เกิดความลำเอียง

2. **ความเกี่ยวข้องกัน** (Relevance) เป็นความสามารถในการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มปกติวิสัยกับกลุ่มผู้สอบที่นำมาเปรียบเทียบ นั่นคือ ควรเปรียบเทียบกลุ่มปกติวิสัยที่มีความใกล้เคียงกับกลุ่มผู้สอบ เช่น กลุ่มผู้สอบที่เป็นเด็กด้อยโอกาส ควรนำไปเปรียบเทียบกับปกติวิสัยเฉพาะ ไม่ควรทำนำไปเปรียบเทียบกับปกติวิสัยระดับชาติ เพราะจะทำให้เด็กด้อยโอกาสเหล่านั้นเสียเปรียบ

3. **ความทันสมัย** (Recency) ความทันสมัยของปกติวิสัยเป็นเรื่องที่สำคัญ เพราะเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ผลการวัดอาจเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ปกติวิสัยเดิมล้าสมัย ดังนั้นจึงควรมีการปรับเปลี่ยนปกติวิสัยให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ อยู่เสมอ

คุณภาพของข้อสอบรายข้อ

การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อ เราพิจารณาค่าสถิติของข้อสอบ 2 ค่า คือ ดัชนีความยากของข้อสอบ (Difficulty Index) และดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination Index)

ดัชนีความยากของข้อสอบ (Difficulty Index : p) เป็นตัวเลขที่แสดงเปอร์เซนต์ของผู้สอบที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก ดัชนีความยากของข้อสอบมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าดัชนีความยากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อสอบยาก แต่ถ้าดัชนีความยากมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า ข้อสอบง่าย ถ้าดัชนีความยากมีค่าเท่ากับ 0.5 แสดงว่า ข้อสอบยากง่ายพอเหมาะกับกลุ่มผู้สอบ ดัชนีความยากของข้อสอบแบบอิงกลุ่มควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 (เสรี ชัดแช้ม, 2544, หน้า 115)

ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination Index : r) เป็นตัวเลขที่แสดงว่าข้อสอบสามารถจำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้มากน้อยเพียงใด ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดี แสดงว่า จำนวนคนเก่งตอบข้อสอบข้อนั้นถูกมากกว่าจำนวนคนอ่อน ในที่นี้ คนเก่งหมายถึง คนที่ได้คะแนนรวมของแบบวัดฉบับนั้นสูง ส่วนคนอ่อนหมายถึง คนที่ได้คะแนนรวมของวัดฉบับนั้นต่ำ ข้อสอบแบบอิงกลุ่มที่ดีจะมีดัชนีอำนาจจำแนกใกล้ 1 หรือมีค่าตั้งแต่ 0.40 ขึ้นไป (สมพร สุทัศนีย์, 2544, หน้า 159) และข้อสอบที่มีดัชนีอำนาจจำแนก 0.40 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่ดีมาก ข้อสอบที่มีดัชนีอำนาจจำแนกระหว่าง 0.30 – 0.39 เป็นข้อสอบที่ดี ข้อสอบที่มีดัชนีอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 – 0.29 เป็นข้อสอบที่พอใช้ได้ ข้อสอบที่มีดัชนีอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.19 เป็นข้อสอบที่ไม่ดี ควรตัดทิ้ง (เสรี ชัดแช้ม, 2544, หน้า 115)

ความเที่ยง

ความเที่ยง (Reliability) เป็นความคงเส้นคงวาของผลการวัด เมื่อวัดด้วยเครื่องมือเดียวกัน แต่รูปแบบต่างกันหรือเวลาต่างกัน ได้ผลการวัดคล้ายคลึงกัน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงมีค่าใกล้ ๆ 1 แสดงว่า แบบวัดมีความเที่ยงสูง โดยปกติแล้ว แบบวัดมาตรฐาน ควรมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป และสิ่งที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์ต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบวัด (เสรี ชัดแช้ม, 2544, หน้า 135) คือ

1. ความยาวของแบบวัด ถ้าแบบวัดมีจำนวนข้อสอบเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบวัดสูงขึ้น

2. ความเป็นเอกพันธ์ของแบบวัด ถ้าข้อสอบแต่ละข้อวัดคุณลักษณะเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน หรือที่เรียกว่าแบบวัดมีความเป็นเอกพันธ์ จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบวัดฉบับนั้นสูงขึ้น

3. ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ ถ้าข้อสอบแต่ละข้อมีดัชนีอำนาจจำแนกสูง จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบวัดฉบับนั้นสูงตามไปด้วย

4. ความแตกต่างระหว่างผู้สอบ ถ้ากลุ่มผู้สอบมีความรู้ความสามารถแตกต่างกันมาก คะแนนจะมีความแปรปรวนสูง ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบวัดสูงตามไปด้วย

ความตรง

ความตรง (Validity) หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบวัดสามารถสรุปอ้างอิงไปยังสิ่งที่วัดได้อย่างเหมาะสม มีความหมายและเป็นประโยชน์ แบบวัดฉบับหนึ่งไม่จำเป็นต้องมีความตรงตลอดกาลหรือทุกสถานะ แบบวัดอาจมีความตรงในสถานะหนึ่ง แต่อาจไม่ตรงในอีกสถานะอื่นก็ได้ (เสรี ชัดแช้ม, 2544, หน้า 137) ในการวิจัยครั้งนี้ ตรวจสอบความตรงของแบบวัดโดยพิจารณาว่าแบบวัดสามารถวัดได้ตรงตามทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์หรือไม่ ซึ่งความตรงจำแนกได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. **ความตรงเชิงเนื้อหา** (Content Validity) เป็นความสามารถของแบบวัดที่จะวัดความรู้จากตัวแทนของเนื้อหาหรือเนื้อเรื่องได้ดีเพียงใด ในกรณีแบบวัดที่ครูสร้างขึ้น ข้อสอบวัดเนื้อหาสาระที่ครูสอนหรือวัดตามตารางเฉพาะ (Table of Specification) หรือไม่ โดยปกติการหาความตรงเชิงเนื้อหา จะให้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นวิเคราะห์เชิงตรรกะ (Logical Analysis) เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวแทนเนื้อหาหรือจุดประสงค์การสอน

2. **ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์** (Criterion-Related Validity) เป็นคุณสมบัติของแบบวัดที่ให้ผลการวัดสอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดที่ได้กำหนดเป็นเกณฑ์ ค่าของความเชิงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของการวัดคือสหสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดโดยเครื่องมือวัดนั้นกับคะแนนจากเกณฑ์ภายนอกซึ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันหรือสัมพันธ์กัน ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์แบ่งได้ 2 แบบ ได้แก่

2.1 ความตรงเชิงทำนาย (Predictive Validity) เป็นคุณสมบัติของแบบวัดที่แสดงผลที่วัดได้ในขณะนั้น ถูกต้องตรงตามสภาพความเป็นจริงในอนาคตหรือไม่

2.2 ความตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) เป็นคุณสมบัติของแบบวัดที่วัดคุณลักษณะของผู้ตอบได้ถูกต้อง ตรงตามสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันหรือไม่ โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบวัดทั้งฉบับกับเกณฑ์ภายนอกแบบวัดที่

กำหนดขึ้นในขณะนั้น เช่น การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนวิชาวัดผลการศึกษากับคะแนนวิชาสถิติการศึกษา เป็นต้น

3. **ความตรงเชิงโครงสร้าง** (Construct Validity) เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของแบบวัดที่นำมาใช้วัดคุณลักษณะทางจิตวิทยาและสามารถวัดได้ตรงตามโครงสร้างหรือแนวคิดของเรื่องนั้น ๆ คุณลักษณะที่ต้องการวัดจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดขึ้นภายใต้กรอบแนวคิดทฤษฎี ซึ่งจะต้องกำหนดไว้อย่างละเอียดและสามารถวัดได้ อาจจะเขียนไว้ในรูปของสมมติฐานหรือการพยากรณ์ที่สามารถอธิบายและค้นหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนได้ เมื่อสร้างแบบวัดให้มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับโครงสร้างที่กำหนดไว้ แสดงว่าเครื่องมือนั้นมีความตรงเชิงโครงสร้าง (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2537, หน้า 56) แต่ถ้าคุณภาพของแบบวัดไม่สอดคล้องกับทฤษฎีหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ หมายถึงเครื่องมือขาดความตรงเชิงโครงสร้าง สาเหตุที่แบบวัดขาดความตรงเชิงโครงสร้างมีดังนี้

1. กำหนดกรอบแนวคิดทฤษฎีผิดพลาดหรือไม่ถูกต้อง
2. วิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบไม่ถูกต้อง หรือไม่เหมาะสม
3. แบบวัดไม่ได้วัดคุณลักษณะที่ต้องการวัด

เมื่อแบบวัดไม่มีความตรงเชิงโครงสร้าง การตีความหมายก็ไม่น่าเชื่อถือ ในการตรวจสอบความตรงของแบบวัดที่วัดคุณลักษณะโดยทั่วไป จำเป็นต้องตรวจสอบหาความตรงเชิงโครงสร้าง เนื่องจากความตรงแบบอื่นไม่สามารถอธิบายคุณภาพของเครื่องมือได้อย่างเพียงพอ ความตรงเชิงโครงสร้างถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของมาตรวัดเจตคติทุกประเภท การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างทำได้หลายวิธีดังนี้

1. **การศึกษาความสัมพันธ์**

การศึกษาความสัมพันธ์เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่คาดว่าน่าจะเกี่ยวข้องกัน โดยอาศัยทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรนั้น โดยระบุว่าตัวแปรทางจิตวิทยาที่ต้องการศึกษานั้นมีความสัมพันธ์ (ทางใด) กับตัวแปรทางจิตวิทยาใดบ้าง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวเป็นคู่ ๆ

2. **การเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีหลักฐานอยู่แล้ว**

การเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีหลักฐานอยู่แล้วเป็นวิธีการหาความตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) วิธีการคือ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดที่สร้างขึ้นกับกลุ่ม 2 กลุ่ม ซึ่งคาดว่ามีคุณลักษณะทางจิตวิทยาที่ตรงกันข้าม เช่น ใช้แบบวัดกับกลุ่มที่มีความกังวลสูงกับต่ำ แล้วคำนวณและวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

ถ้าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าเครื่องมือสามารถจำแนกคนออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งหมายความว่าเครื่องมือมีความตรงเชิงโครงสร้าง

3. การตรวจสอบเชิงเหตุผล

การตรวจสอบเชิงเหตุผลเป็นการตรวจสอบเนื้อหาของข้อคำถามว่าสอดคล้องหรือตรงตามกรอบแนวคิด หรือทฤษฎีที่ใช้กำหนดเป็นโครงสร้างในการวัดหรือไม่ วิธีการตรวจสอบโดยการจัดทำเป็นตารางโครงสร้างแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เหมือน ๆ กับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

4. การตรวจสอบความสอดคล้องภายใน

การตรวจสอบความสอดคล้องภายใน เป็นวิธีการตรวจสอบว่า ข้อคำถามทั้งหมดนั้นใช้วัดทฤษฎีหรือโครงสร้างเดียวกันหรือไม่ วิธีการตรวจสอบทำได้โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับคะแนนรวมของแบบวัดทั้งฉบับ หรือจะใช้วิธีหาสหสัมพันธ์แบบไบซีเรียล ระหว่างกลุ่มที่ได้คะแนนสูงกับคะแนนต่ำก็ได้ ข้อคำถามใดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถือว่ามีความตรงเชิงโครงสร้าง

5. การใช้เทคนิคหลากคุณลักษณะหลายวิธี

การใช้เทคนิคหลากคุณลักษณะหลายวิธี (Multitrait Multimethod) สามารถสรุปเป็นหลักการได้ว่า เป็นการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างทั้งในส่วนของความตรงของการวัดด้วยเครื่องมือที่วัดคุณลักษณะหนึ่งลักษณะใด เน้นถึงความสอดคล้องของผลการวัด แม้ว่าจะวัดด้วยวิธีการวัดหรือเครื่องมือวัดที่ต่างกันซึ่งเรียกว่าความตรงแบบลู่เข้า (Convergent Validity) และความสามารถของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดที่ไม่สอดคล้องกัน หรือแตกต่างกันในการวัดคุณลักษณะที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะวัดด้วยวิธีการเดียวกันหรือต่างวิธีการกันก็ตาม ซึ่งเรียกว่าความตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ตลอดจนการแยกคุณสมบัติของเครื่องมือวัด ดูได้จากผลที่ได้มาจากคุณลักษณะที่ต้องการวัด กระบวนการตรวจสอบตามทฤษฎีจึงต้องได้มาจากการใช้วิธีการวัดมากกว่า 1 วิธี วัดคุณลักษณะที่แตกต่างมากกว่า 1 คุณลักษณะ และสามารถพิจารณาร่วมกันศึกษาความตรงเชิงโครงสร้างผ่านเมทริกซ์หลากคุณลักษณะหลายวิธี ซึ่งเป็นเมทริกซ์ที่ประกอบด้วยค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดคุณลักษณะต่าง ๆ มากกว่า 1 ลักษณะ และวิธีต่าง ๆ มากกว่า 1 วิธี

6. ผลของตัวแปรทดลองในคะแนนสอบ

ผลของตัวแปรทดลองในคะแนนสอบ วัดจากการทดลองแล้วดูผลความสัมพันธ์ของตัวแปรที่คัดเลือกแล้วกับคะแนนสอบ การจำแนกความสูงต่ำที่วัดได้ด้วยแบบวัดฉบับหนึ่งจะทำได้จริงหรือไม่ ตัวอย่างเช่น เราทำการวัดคุณลักษณะของตัวแปรที่จะศึกษาก่อนที่จะสร้างสถานการณ์ที่

ก่อให้เกิดตัวแปรที่จะศึกษา เมื่อเกิดตัวแปรที่จะศึกษาแล้วทำการวัดคุณลักษณะหลังเกิดสถานการณ์แล้วดูว่าคะแนนการวัดซ้ำสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าเครื่องมือวัดมีความตรงเชิงโครงสร้าง

7. การวิเคราะห์องค์ประกอบ

การวัดทางจิตวิทยาจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงคุณลักษณะภายในของบุคคลที่เป็นตัวแปรแฝงซึ่งตัวแปรเหล่านี้สามารถวัดได้จากพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมา และต้องใช้วิธีการของการวิเคราะห์องค์ประกอบมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้องค์ประกอบที่เป็นตัวแทนของคุณลักษณะนั้น โดยรวมกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันให้เป็นองค์ประกอบเดียวกัน ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบมีอยู่ 2 ประการคือ เป็นการวิเคราะห์เพื่อสำรวจ และระบุองค์ประกอบร่วมที่เป็นตัวอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่จะทำให้ได้องค์ประกอบขึ้นมา เพื่อที่จะทำให้เข้าใจลักษณะของข้อมูลได้ง่าย สะดวกในการตีความหมาย รวมทั้งทำให้ทราบแบบแผนและโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลอีกด้วย การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นวิธีวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลเชิงประจักษ์มีความสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ จากวัตถุประสงค์ดังกล่าวสามารถนำการวิเคราะห์องค์ประกอบมาใช้ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวัดทางจิตวิทยาได้ว่า มีโครงสร้างตามทฤษฎีที่กำหนดไว้หรือไม่ เนื่องจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นวิธีวิเคราะห์ที่ละเอียดซับซ้อนและมีคุณภาพสูง จึงมีความเหมาะสมในการตรวจหาความตรงเชิงโครงสร้างมากกว่าการวิเคราะห์แบบอื่น ๆ

การวิเคราะห์องค์ประกอบสามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยการรวมองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กันเข้าเป็นองค์ประกอบเดียวกัน สามารถลดจำนวนตัวแปรสังเกตได้ ทำให้ง่ายในการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป แต่การวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยวิธีนี้มีจุดอ่อนคือ มีรูปแบบการวิเคราะห์หลากหลายและมีผลการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องกัน รวมทั้งมีข้อตกลงเบื้องต้นที่เข้มงวดไม่ตรงตามความเป็นจริง เช่น ตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวเป็นผลมาจากองค์ประกอบร่วมทุกตัว ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรไม่สัมพันธ์กัน ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วตัวแปรสังเกตได้อาจเป็นผลมาจากองค์ประกอบร่วมบางตัวเท่านั้น และความคลาดเคลื่อนของตัวแปรก็อาจมีความสัมพันธ์กัน รวมถึงสเกลองค์ประกอบที่สร้างขึ้นก็แปลความหมายได้ยาก ซึ่งในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันก็มีวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ แต่สามารถปรับปรุงจุดอ่อนดังกล่าวได้ เนื่องจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

จำเป็นต้องมีทฤษฎีสนับสนุนในการกำหนดเงื่อนไขบังคับ (Constraints) ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ รวมทั้งมีการตรวจสอบหาความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงประจักษ์กับทฤษฎีที่กำหนด ดังนั้นจึงมีผู้นิยมใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมาตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวัด มากกว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

จากเหตุผลดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดพหุปัญญาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบ

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบ มีดังนี้

1. เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
2. เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับแบบแผนและโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล

การวิเคราะห์องค์ประกอบมี 2 วิธี คือ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA)
2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542, หน้า 128-150) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจคือ การวิเคราะห์เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ ทำให้นักวิจัยลดจำนวนตัวแปรสังเกตได้ในการวิเคราะห์ต่อไปโดยการสร้างตัวแปรใหม่ในรูปขององค์ประกอบร่วม การดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบมี 4 ขั้นตอนมีดังนี้

1. **การเตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์**

เมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่จะใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมี 2 แบบ คือ แบบอาร์ (R-Type) และแบบคิว (Q-Type) เมทริกซ์ สหสัมพันธ์แบบอาร์ หมายถึง เมทริกซ์ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ จำนวนหน่วยของคะแนนที่นำมาหาค่าสหสัมพันธ์แต่ละคู่คือ จำนวนหน่วยตัวอย่าง ส่วนเมทริกซ์สหสัมพันธ์แบบคิว หมายถึง เมทริกซ์ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างหน่วยตัวอย่างแต่ละคู่ จำนวนหน่วยของคะแนนที่นำมาหาค่าสหสัมพันธ์แต่ละคู่ คือ จำนวนตัวแปรหรือคุณลักษณะของหน่วยตัวอย่างแต่ละคน โดยปกติการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้กันอยู่ในงานวิจัยทั่วไป ใช้ข้อมูลที่เป็นเมทริกซ์สหสัมพันธ์แบบอาร์ เพื่อศึกษาตัวแปรแฝงที่สามารถแสดงผลเป็นตัวแปรสังเกตได้

2. การสกัดองค์ประกอบขั้นต้น

เป้าหมายของการสกัดองค์ประกอบขั้นต้น (Extraction of the Initial Factors) ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ คือ การแยกองค์ประกอบร่วมให้มีจำนวนองค์ประกอบน้อยที่สุด ที่สามารถนำค่าน้ำหนักองค์ประกอบไปคำนวณค่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ได้ค่าใกล้เคียงกับเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ กระบวนการสกัดองค์ประกอบนั้น คอมพิวเตอร์มีการคำนวณทวนซ้ำหลายรอบ เริ่มจากการตั้งสมมติฐานว่ามีองค์ประกอบเพียงองค์ประกอบเดียว แล้วนำค่าแฟกเตอร์ เมทริกซ์ไปคำนวณหาเมทริกซ์สหสัมพันธ์เปรียบเทียบกับเมทริกซ์ข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่างและตั้งสมมติฐานว่ามีสององค์ประกอบแล้วดำเนินการวิเคราะห์ใหม่ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้เมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้นั้นมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลเชิงประจักษ์

วิธีการสกัดองค์ประกอบขั้นต้นทำได้หลายวิธี คิมและมูเลอร์ (Kim & Mueller, 1978, pp. 12-29) จำแนกออกเป็น 6 กลุ่มคือ 1) การวิเคราะห์ส่วนประกอบมุขสำคัญ 2) การหาองค์ประกอบแกนมุขสำคัญ 3) วิธีกำลังสองน้อยที่สุด 4) วิธีไลด์ลิฮู้ดสูงสุด 5) วิธีวิเคราะห์ภาพและ 6) การหาองค์ประกอบแบบแอลฟา แต่ละกลุ่มมีหลักการคล้ายคลึงกัน แต่มีวิธีการแตกต่างกัน วิธีการของ 5 กลุ่มหลังต่างจากกลุ่มแรก เพราะวิธีการของ 5 กลุ่มหลังเป็นวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Common Factor Analysis) ส่วนวิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบมุขสำคัญแม้จะต่างจากการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมในรายละเอียด แต่มีหลักการแบบเดียวกัน การทำการเข้าใจวิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบมุขสำคัญจะช่วยให้เข้าใจวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมได้ดีขึ้นด้วย

3. วิธีการหมุนแกน

วิธีการหมุนแกน (Method of Rotation) พัฒนาโดยเธอร์สโตน (Thurstone, 1974) ใช้หลักการหมุนแกนอ้างอิง (Reference Axis) ซึ่งเป็นแกนแทนองค์ประกอบให้แกนอ้างอิงผ่านจุดพิกัดของตัวแปรให้มากที่สุด เพื่อให้องค์ประกอบที่มีโครงสร้างง่ายไม่ซับซ้อน ลักษณะการจัดกลุ่มของตัวแปรให้เป็นองค์ประกอบมีโครงสร้างง่าย ในอุดมคติจะมีลักษณะเป็นเมทริกซ์องค์ประกอบ

วิธีการหมุนแกนโดยทั่วไปมี 2 แบบคือ แบบตั้งฉาก (Orthogonal Rotation) และแบบมุมแหลม (Oblique Rotation) แกนอ้างอิงขององค์ประกอบก่อนหมุนแกนมีลักษณะเป็นแกนตั้งฉากกัน ซึ่งแสดงว่าองค์ประกอบทั้งสองเป็นอิสระต่อกัน การหมุนแกนแบบตั้งฉากคือการหมุนแกนอ้างอิงทั้งสองแกนไปพร้อม ๆ กัน โดยแกนทั้งสองยังคงตั้งฉากกันเหมือนเดิม ส่วนการหมุนแกนแบบมุมแหลมนั้น นักวิจัยอาจเลือกหมุนแกนทั้งสองด้วยมุมที่ต่างกัน ทำให้แกนอ้างอิงทั้งสองทำมุมแหลมต่อกัน ผลจากการหมุนแกนแบบมุมแหลมจะทำให้องค์ประกอบทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน

4. การสร้างสเกลองค์ประกอบ

เมื่อได้เมทริกซ์องค์ประกอบจากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลังจากมีการหมุนแกนแล้ว ก็จะมีการสร้างตัวแปรประกอบหรือสเกลองค์ประกอบ ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการตัดสินเกี่ยวกับจำนวนองค์ประกอบมี 5 วิธี (Kim & Mueller, 1978, pp. 42 – 46) คือ 1)การทดสอบนัยสำคัญ (Significance Test) 2)การกำหนดค่าไอเกน (Eigenvalue Specification) 3)ความสำคัญเชิงทฤษฎี (Substantive Importance) 4)การทดสอบสกรี (Scree Test) และ 5)เกณฑ์การไม่แปรค่า (Invariance Criteria)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542, หน้า 150-157) ได้กล่าวถึงวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโดยใช้โปรแกรมลิสเรล (LISREL) ว่าในปัจจุบันนักวิจัยเริ่มใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) แทนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) กันมากขึ้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ EFA มีรูปแบบวิธีการวิเคราะห์หลากหลาย และได้ผลการวิเคราะห์ไม่สอดคล้องกัน นอกจากนี้ EFA มีข้อตกลงเบื้องต้นที่เข้มงวด และไม่ตรงตามความเป็นจริง เช่น ข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่าตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวเป็นผลมาจากองค์ประกอบร่วมทุกตัว ส่วนที่เป็นความคลาดเคลื่อนของตัวแปรไม่สัมพันธ์กัน รวมทั้งสเกลองค์ประกอบที่สร้างขึ้นตีความหมายได้ยาก เพราะในบางครั้งสเกลองค์ประกอบเกิดจากการสุ่มตัวแปรที่ไม่น่าจะมีองค์ประกอบร่วมกัน จุดอ่อนของ EFA นี้ทำให้นักวิจัยไม่นิยมใช้การวิเคราะห์แบบ EFA

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบที่แก้ไขจุดอ่อนของ EFA ได้เกือบทั้งหมด ข้อตกลงเบื้องต้นของ CFA มีความสมเหตุสมผลตามความเป็นจริงมากกว่า EFA นักวิจัยต้องมีทฤษฎีสนับสนุนในการกำหนดเงื่อนไขบังคับ (Constraints) ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และเมื่อได้ผลการวิเคราะห์แล้วยังมีการตรวจสอบหาความสอดคล้องระหว่างโมเดลตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์อีกด้วย รวมทั้งยังมีการตรวจสอบโครงสร้างของโมเดลว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างหลาย ๆ กลุ่มหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการใช้ CFA มี 3 ประการ ดังนี้

1. ใช้เทคนิค CFA เพื่อตรวจสอบทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์องค์ประกอบ
2. ใช้เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบ
3. ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างตัวแปรใหม่

เทคนิค CFA สามารถใช้วิเคราะห์ข้อมูลโดยมีข้อตกลงเบื้องต้นน้อยกว่าเทคนิค EFA เช่น ส่วนที่เป็นความคลาดเคลื่อนอาจสัมพันธ์กันได้ เป็นต้น

ขั้นตอนการใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบทั้งเทคนิค EFA หรือ CFA มี 4 ขั้นตอนเช่นเดียวกันคือ การเตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์ การสกัดองค์ประกอบขั้นต้น วิธีการหมุนแกน และการสร้างสเกลองค์ประกอบ ในขั้นการเตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์หรือเตรียมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ด้วย CFA นอกจากจะเตรียมข้อมูลตามแบบเดียวกับ EFA แล้ว นักวิจัยต้องกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดลและระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดลก่อนจะวิเคราะห์ข้อมูล ในขั้นการสกัดองค์ประกอบขั้นต้นและการหมุนแกนเป็นการทำงานของคอมพิวเตอร์ ในขั้นสุดท้ายคือ การสร้างสเกลองค์ประกอบนั้นเป็นแบบเดียวกับเทคนิค EFA การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดลและการระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล มีวิธีการสังเขปดังนี้

1. **การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล** CFA

โมเดลในโปรแกรมลิสเรลมี 4 แบบ ได้แก่ โมเดลการวัดองค์ประกอบเดียวคอนเจนเนอริค โมเดลการวัดพหุองค์ประกอบคอนเจนเนอริค โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และโมเดลหลากลักษณะหลายวิธี ทั้งสี่โมเดลนี้จัดว่าเป็นโมเดลตระกูล CFA ทั้งสิ้น ดังนั้นต้องสร้างโมเดลโดยมีทฤษฎีและหลักฐานการวิจัยที่เกี่ยวข้องสนับสนุน เมื่อได้โมเดล CFA แล้วจึงนำโมเดลมากำหนดข้อมูลจำเพาะเพื่อใส่เป็นข้อมูลให้โปรแกรมลิสเรลทำงาน ข้อมูลจำเพาะที่นักวิจัยต้องกำหนดตามโมเดลมีดังนี้

ก. จำนวนองค์ประกอบร่วม

ข. ค่าของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ระหว่างองค์ประกอบร่วมหรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ PH ของโปรแกรมลิสเรล ถ้านักวิจัยต้องการองค์ประกอบที่เป็นอิสระต่อกัน ค่าของความแปรปรวนระหว่างองค์ประกอบนั้นต้องเป็นศูนย์ ถ้าต้องการองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน (มีการหมุนแกนแบบมุมแหลม) นักวิจัยต้องกำหนดค่าสมาชิกระหว่างองค์ประกอบคู่นั้นใน เมทริกซ์ PH ให้เป็นพารามิเตอร์อิสระให้โปรแกรมลิสเรลประมาณค่า

ค. เส้นทางแสดงอิทธิพลระหว่างองค์ประกอบร่วม K และตัวแปรสังเกตได้ X หรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ LX ของโปรแกรมลิสเรล ถ้านักวิจัยมีโมเดล CFA กำหนดค่าตัวแปร X1,X2,X3 ได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบร่วม K สมาชิกที่แทนสัมประสิทธิ์การถดถอยของ K บน X1,X2,X3 ต้องกำหนดเป็นพารามิเตอร์อิสระ ส่วนตัวแปร X4,X5 ที่ไม่ได้รับอิทธิพลร่วมจากองค์ประกอบร่วม K จะมีค่าพารามิเตอร์กำหนดเป็นศูนย์

ง. ค่าของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างเทอมความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ X หรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ TD ของโปรแกรมลิสเรล ถ้าโมเดล CFA กำหนดว่าตัวแปร X1 เป็นตัวแปรที่วัดได้โดยไม่มีความคลาดเคลื่อน ต้องกำหนดค่าความแปร ปรวน

ของเทอมความคลาดเคลื่อนของตัวแปร X1 ในเมทริกซ์ TD และค่าความแปรปรวนร่วมของเทอมความคลาดเคลื่อนตัวแปร X1 กับเทอมความคลาดเคลื่อนกับตัวแปรสังเกตได้ตัวอื่น ๆ เป็นศูนย์ทั้งหมด ในกรณีที่โมเดล CFA ของนักวิจัยมีความคลาดเคลื่อนทั้งหมดเป็นอิสระต่อกัน (ตามข้อตกลงเบื้องต้นใน EFA) นักวิจัยต้องกำหนดพารามิเตอร์นอกแนวทแยงของเมทริกซ์ TD เป็นศูนย์ทั้งหมด แต่ในเทคนิค CFA นักวิจัยผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้และยอมให้เทอมความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันได้ โดยกำหนดพารามิเตอร์ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนคู่นั้นเป็นพารามิเตอร์อิสระ

การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล CFA จะช่วยลดจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าให้น้อยลง ทำให้โปรแกรมลิสเรลสามารถแก้สมการหาค่าตัวไม่ทราบค่า (Unknown) ได้เป็นค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ต้องการ วิธีการวิเคราะห์โมเดล CFA นั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องแก้สมการ ดังนี้

กำหนดให้

NX = จำนวนตัวแปรสังเกตได้ X

NK = จำนวนองค์ประกอบร่วม K

SIGMA = เมทริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของตัวแปร X

LX= เมทริกซ์ ส.ป.ส. การถดถอยของ X บน K

PH = เมทริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบ K

TD = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างเทอมความคลาดเคลื่อน d ของตัวแปร X

ในที่นี้ SIGMA = (LX)(PH)(LX)' + (TD)

ค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ SIGMA เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวนสมาชิกประกอบด้วยค่าความแปรปรวน NX ค่า และค่าความแปรปรวนร่วมซึ่งเป็นสมาชิกนอกแนวทแยงเท่ากับกำลังสองของ NX ลบด้วย NX เนื่องจากค่าที่อยู่เหนือและใต้แนวทแยงมีค่าเท่ากัน ดังนั้นจำนวนความแปรปรวนร่วมจึงมีจำนวนเท่ากับครึ่งหนึ่งของผลต่างระหว่างกำลังสองของ NX กับ NX เมื่อรวมจำนวนความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมเข้าด้วยกันจะมีจำนวน [(NX)(NX+1)/2] ซึ่งเป็นเทอมที่ทราบค่า โปรแกรมต้องนำเมทริกซ์ SIGMA นี้มาคำนวณประมาณค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ LX,PH,TD ทางด้านขวามือของสมการต่อไป

เมทริกซ์ LX มีจำนวนสมาชิกทั้งหมด (NX)(NK) ค่าเมทริกซ์ PH มีจำนวนสมาชิกทั้งหมด [(NK)(NK+1)/2] ค่า และเมทริกซ์ TD มีจำนวนสมาชิกทั้งหมด [(NX)(NX+1)/2] ค่าทั้ง

หมดนี้ ถ้าไม่มีการกำหนดให้เป็นพารามิเตอร์กำหนด ทุกตัวจะเป็นพารามิเตอร์อิสระที่เป็นตัวไม่ทราบค่า และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องคำนวณแก้สมการหาค่าตัวไม่ทราบค่าเป็นค่าประมาณพารามิเตอร์แต่ละตัว จำนวนตัวไม่ทราบค่าของเมทริกซ์ด้านขวามือของสมการมีจำนวนถึง [(NX)(NK) + (NK)(NK+1)/2+(NX)(NX+1)/2] ค่า ซึ่งมีค่ามากกว่าจำนวนสมาชิกในเมทริกซ์ SIGMA อยู่เป็นจำนวน [(NX)(NK) + (NK)(NK) (NK+1)/2] ค่า ดังนั้นต้องกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล และเงื่อนไขบังคับเพื่อทำให้จำนวนสมาชิกในเมทริกซ์ทางซ้ายและขวาของสมการเท่ากัน จึงจะสามารถแก้สมการได้รากของสมการเป็นได้ค่าเดียว (Unique) ได้

2. **การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล** CFA

สำหรับการวิเคราะห์โมเดล CFA และโมเดลลิสเรลทุกชนิด การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดลมีความสำคัญต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล เพราะการประมาณค่าพารามิเตอร์จะทำได้เมื่อระบุความเป็นได้ค่าเดียวพอดี ซึ่งหมายความว่าแก้สมการหาค่าตัวไม่ทราบค่าจะได้รากของสุมการที่เป็นได้ค่าเดียว ถ้าประมาณค่าพารามิเตอร์โดยที่โมเดลระบุความเป็นได้ค่าเดียวไม่ได้ จะได้รากของสมการที่ไม่มีความหมาย การระบุความเป็นได้ค่าเดียวนี้เป็นสิ่งจำเป็นทั้งในการวิเคราะห์ด้วย CFA และ EFA แต่ในการวิเคราะห์ EFA นักสถิติได้กำหนดเงื่อนไขบังคับตายตัวไว้ ทำให้การวิเคราะห์ EFA มีลักษณะระบุความเป็นได้ค่าเดียวพอดี ส่วน CFA การกำหนดเงื่อนไขบังคับทำโดยนักวิจัยกำหนดเงื่อนไขแตกต่างกันไปตามโมเดลของแต่ละคน จึงเป็นหน้าที่ขอุงนักวิจัยที่ต้องตรวจสอบเพื่อระบุความเป็นได้ค่าเดียว

การกำหนดเงื่อนไขบังคับ (Constraints) ในการวิเคราะห์ด้วย CFA ทำได้ 2 แบบ คือ การตั้งเงื่อนไขให้พารามิเตอร์เป็นพารามิเตอร์กำหนด และการตั้งเงื่อนไขให้พารามิเตอร์เท่ากัน ตัวอย่างเงื่อนไขของพารามิเตอร์กำหนด เช่น กำหนดให้สมาชิกในเมทริกซ์ LX บางตัวเป็น 0 หรือ 1 กำหนดให้สมาชิกบางตัวในเมทริกซ์ PH และ TD บางตัวเป็น 0 หรือ 1 การตั้งเงื่อนไขให้พารามิเตอร์เท่ากันได้ การกำหนดขนาดของพารามิเตอร์ให้เป็นตัวเดียวกัน เช่น กำหนดให้ LX (1,1) = LX(2,2) เป็นต้น เงื่อนไขบังคับจะทำให้จำนวนพารามิเตอร์อิสระหรือตัวไม่ทราบค่าลดลง และโมเดลจะมีโอกาสระบุได้พอดีมากขึ้น

วิธีการทดสอบว่าโมเดล CFA ระบุได้ค่าเดียวหรือไม่ เป็นการตรวจสอบตามเงื่อนไข 3 แบบ เกี่ยวข้องกับโมเดล CFA ดังนี้

1. เงื่อนไขจำเป็นของการระบุได้พอดี เงื่อนไขจำเป็นของการระบุได้พอดีของโมเดลลิสเรลคือ กฎที หมายถึง โมเดลลิสเรลระบุได้พอดีเมื่อจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนสมาชิกในเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม [t มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ (NI)

(NI+1)/2] เมื่อ t เป็นจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า NI เป็นจำนวนตัวแปรสังเกตได้ของโมเดลลิสเรล เมื่อนำกฎทีมาใช้กับโมเดล CFA ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ X ประเภทเดียวเท่านั้น กฎทีจะเปลี่ยนเป็น t น้อยกว่าหรือเท่ากับ (NX)(NX+1)/2

2. เงื่อนไขพอเพียงของการระบุได้พอดี กฎที่ใช้เป็นเงื่อนไขพอเพียงในการตรวจระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล ได้แก่ กฎ 3 ตัวบ่งชี้รวม 3 ข้อคือ ก) เมทริกซ์ PH ต้องเป็นเมทริกซ์สมมาตร และเป็นบวกแน่นอน ข) เมทริกซ์ TD ต้องเป็นเมทริกซ์แนวทแยง และ ค) เมทริกซ์ LX ต้องเป็นเมทริกซ์ลำดับขั้น (Rank) เท่ากับจำนวนองค์ประกอบลบด้วยหนึ่ง และสมาชิกในแต่ละหลัก (Column) ของเมทริกซ์ LX ต้องมีสมาชิกอย่างน้อย (NK-1) ตัวที่เป็นพารามิเตอร์กำหนด

3. เงื่อนไขจำเป็นและพอเพียงของการระบุได้พอดี เงื่อนไขนี้เป็นการแสดงให้เห็นว่าการแก้สมการหาค่าตัวพารามิเตอร์อิสระที่ไม่ทราบค่าโดยวิธีพีชคณิตสามารถทำได้ การตรวจสอบตามเงื่อนไขนี้ทำได้ยาก อย่างไรก็ดี โจเรสคอก และซอร์บอม (Joreskog & Sorbom, 1989, p. 22) ได้พัฒนาโปรแกรมลิสเรลให้คำนวณเมทริกซ์สารสนเทศ (Information Matrix) สำหรับพารามิเตอร์ไว้ ถ้าเมทริกซ์สารสนเทศเป็นบวกแน่นอนแสดงว่าโมเดลระบุได้พอดี ด้วยเหตุนี้การตรวจสอบระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล CFA จึงทำได้ง่ายและสะดวกมาก

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลสำหรับเทคนิค CFA เหมือนกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลสำหรับโมเดลลิสเรลทั่ว ๆ ไป เมื่อนักวิจัยได้เตรียมข้อมูล การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดลและตรวจสอบการระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดลแล้ว งานขั้นต่อไปเป็นการทำงานของคอมพิวเตอร์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์และการตรวจสอบความตรงของโมเดล จากนั้นนักวิจัยจึงนำผลการวิเคราะห์มาสร้างสเกลองค์ประกอบ การประมาณค่าพารามิเตอร์เป็นการคำนวณทวนซ้ำและมีวิธีการประมาณค่าหลายแบบ ลอง (Long, 1983, p. 57) อธิบายว่าการประมาณค่าแบบ ULS เทียบได้กับการสกัดองค์ประกอบแบบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยวิธีเศษเหลือน้อยที่สุด (MINRES) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยการสกัดองค์ประกอบแบบการหาองค์ประกอบแกนมุขสำคัญที่มีการคำนวณทวนซ้ำนั่นเอง ผลที่ได้จะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ไม่ลำเอียง และมีความแปรปรวนเช่นเดียวกับการประมาณค่าแบบ GLS และ ML ข้อที่แตกต่างกันคือ องค์ประกอบที่ได้ตามวิธี ULS นั้นสเกลองค์ประกอบขึ้นอยู่กับหน่วยการวัดของตัวแปร ส่วนวิธี ML และ GLS นั้นสเกลเป็นอิสระ

การตรวจสอบความตรงของโมเดล

ขั้นตอนที่สำคัญในการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลอีกขั้นตอนหนึ่ง คือ การตรวจสอบความตรงของโมเดลลิสเรล หรือการประเมินผลความถูกต้องของโมเดล หรือการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงประจักษ์กับโมเดลนั้น ซึ่งจะเสนอค่าสถิติที่ช่วยในการตรวจสอบ ความตรงของโมเดลรวม 5 วิธี (Joreskog & Sorbom, 1989 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 52 -57) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Standard Errors and Correlations of Estimates) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลจะให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่าสถิติที และสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ ถ้าค่าประมาณที่ได้ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีขนาดใหญ่ และโมเดลการวิจัยอาจจะยังไม่ดีพอ ถ้าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณมีค่าสูงมากเป็นสัญญาณแสดงว่าโมเดลการวิจัยใกล้จะไม่เป็นบวกแน่นอน (Non-Positive Define) และเป็นโมเดลที่ไม่ดีพอ

2. สหสัมพันธ์พหุคูณและสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Multiple Correlations and Coefficients of Determination) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลจะให้ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณและสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สำหรับตัวแปรสังเกตได้แยกทีละตัวและรวมทุกตัว รวมทั้งสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของสมการโครงสร้างด้วย ค่าสถิติเหล่านี้ควรมีค่าสูงสุดไม่เกินหนึ่ง และค่าที่สูงแสดงว่า โมเดลมีความตรง

3. ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Measures) ค่าสถิติในกลุ่มนี้ใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดลเป็นภาพรวมทั้งโมเดล มิใช่เป็นการตรวจสอบเฉพาะค่าพารามิเตอร์แต่ละตัวเหมือนค่าสถิติสองประเภทแรก ในทางปฏิบัติแล้วนักวิจัยควรใช้ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนตรวจสอบความตรงของโมเดลทั้งโมเดล แล้วตรวจสอบความตรงของพารามิเตอร์แต่ละตัวโดยพิจารณาค่าสถิติสองประเภทแรกด้วย เพราะในบางกรณีถึงแม้ว่าค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนจะแสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่อาจจะมีพารามิเตอร์บางค่าไม่มีนัยสำคัญก็ได้ นอกจากนี้ ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนยังใช้ประโยชน์ในการเปรียบเทียบโมเดลที่แตกต่างกันสองโมเดลได้ด้วยว่า โมเดลใดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่ากัน ค่าสถิติในกลุ่มนี้มี 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

1) ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-Square Statistics) เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์ การคำนวณค่าไค-สแควร์ คำนวณจากผลคูณขององศาอิสระกับค่าฟังก์ชันความกลมกลืน ถ้าค่าสถิติไค-สแควร์มีค่าสูงมาก แสดงว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือโมเดลลิสเรลไม่มีความสอดคล้อง

กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่าสถิติไค-สแควร์มีค่าต่ำมาก ยิ่งมีค่าใกล้ศูนย์. แสดงว่าโมเดลลิสเรลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การใช้ค่าสถิติไค-สแควร์เป็นค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนต้องใช้ด้วยความระวัง เพราะ ข้อตกลงเบื้องต้นของค่าสถิติไค-สแควร์มีอยู่ 4 ประการ คือ ก) ตัวแปรภายนอกสังเกตได้ต้องมีการ แจกแจงปกติ ข) การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นต้องใช้เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมในการคำนวณ ค) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่ เพราะฟังก์ชันความกลมกลืนจะมีการแจกแจงแบบไค-สแควร์ต่อเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่เท่านั้น และ ง) ฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์จริงตามสมมติฐานที่ใช้ทดสอบไค-สแควร์

2) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness-of-Fit Index :GFI) ดัชนี GFI เป็นดัชนีที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์จากค่าไค-สแควร์ในการเปรียบเทียบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลสองโมเดล หลักการพัฒนาดัชนี GFI คือ การนำค่าไค-สแควร์มาพิจารณา ค่าไค-สแควร์มีค่าสูงเมื่อเทียบกับองศาอิสระ นักวิจัยปรับโมเดลใหม่แล้ววิเคราะห์ข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง ค่าไค-สแควร์ที่ได้ใหม่นี้ถ้ามีค่าลดลงมากกว่าค่าแรก แสดงว่าโมเดลใหม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีขึ้น ดัชนี GFI เป็นอัตราส่วนของผลต่างระหว่างฟังก์ชันความกลมกลืนจากโมเดลก่อนปรับและหลังปรับโมเดล กับฟังก์ชันความกลมกลืนก่อนปรับโมเดล

ดัชนี GFI จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 และเป็นค่าที่ไม่ขึ้นกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง แต่ลักษณะการแจกแจงขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดัชนี GFI ที่เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness-of-Fit Index : AGFI) เมื่อนำดัชนี GFI มาปรับแก้ โดยคำนึงถึงขนาดขององศาอิสระ (df) ซึ่งรวมทั้งจำนวนตัวแปรและขนาดกลุ่มตัวอย่าง ค่าดัชนี AGFI นี้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับดัชนี GFI

4) ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (Root Mean Squared Residual : RMR) เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลสองโมเดล เฉพาะกรณีที่เป็นการเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน ในขณะที่ดัชนี GFI และ AGFI สามารถใช้เปรียบเทียบได้ทั้งกรณีข้อมูลชุดเดียวกันและข้อมูลต่างชุดกัน ดัชนี RMR บอกขนาดของส่วนที่เหลือโดยเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบระดับความกลมกลืนของโมเดลสองโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และจะใช้ได้ดีต่อเมื่อตัวแปรภายนอกและตัวแปรสังเกตได้เป็นตัวแปรมาตรฐาน (Standardized Variable) เพราะค่าของดัชนีแปลความหมายสัมพันธ์กับขนาดของความแปรปรวนและ

ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปร ค่าของดัชนี RMR ยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4. การวิเคราะห์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อน (Analysis of Residuals) ในการใช้โปรแกรมลิสเรลนักวิจัยควรวิเคราะห์เศษเหลือควบคู่กันไปกับดัชนีตัวอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อนมีหลายแบบ แต่ละแบบใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดังนี้

1) เมทริกซ์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อนในการเทียบความกลมกลืน (Fitted Residuals Matrix) หมายถึงเมทริกซ์ที่เป็นผลต่างระหว่างเมทริกซ์ S กับ Sigma โปรแกรมลิสเรลจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐาน คือ ผลหารระหว่างความคลาดเคลื่อนกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนนั้น ถ้าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูล ค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานไม่ควรมีค่าเกิน 2.00 ถ้ายังมีค่าเกิน 2.00 ต้องปรับโมเดล นอกจากจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนแล้วโปรแกรมลิสเรลให้แผนภาพต้น-ใบ (Stem-and-Leaf Plot) ของความคลาดเคลื่อนด้วย

2) คิวพล็อต (Q-Plot) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าควอนไทล์ปกติ (Normal Quantiles) ถ้าได้เส้นกราฟมีความชันมากกว่าเส้นทแยงมุมอันเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

5. ดัชนีดัดแปรโมเดล (Model Modification Indices) ดัชนีตัวนี้เป็นประโยชน์มากในการปรับโมเดล ดัชนีดัดแปรโมเดลเป็นค่าสถิติเฉพาะสำหรับพารามิเตอร์แต่ละตัวมีค่าเท่ากับค่าไค-สแควร์ที่จะลดลง เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ตัวนั้นเป็นพารามิเตอร์อิสระ หรือมีการผ่อนคลายข้อกำหนดเงื่อนไขบังคับของพารามิเตอร์นั้น ข้อมูลที่ได้นี้เป็นประโยชน์มากสำหรับนักวิจัยในการตัดสินใจปรับโมเดล ลิสเรลให้ดีขึ้น

เทคนิคการวิเคราะห์CFA มีจุดเด่นเหนือกว่าเทคนิค EFA รวม 5 ประการ คือ ประการแรกเทคนิค CFA มีการผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้น และข้อตกลงเบื้องต้นสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากกว่าเทคนิค EFA ประการที่สองเทคนิค CFA เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีพื้นฐานทฤษฎีรองรับการวิเคราะห์ และผลการวิเคราะห์ตีความหมายได้ง่ายกว่าเทคนิค EFA ประการที่สามเทคนิค CFA มีกระบวนการตรวจสอบความตรงของโมเดลที่ชัดเจน ประการที่สี่ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้ค่าประมาณพารามิเตอร์รวมทั้งผลการทดสอบนัยสำคัญของพารามิเตอร์ และประการสุดท้าย จากจุดเด่นทั้งหมดทำให้เทคนิค CFA ถูกใช้เป็นเครื่องมือสำหรับนักวัดผลในการศึกษาคุณภาพของแบบวัดได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ดีเทคนิค CFA ก็เหมือนกับเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทั่วไปที่มีข้อจำกัดบ้าง ลอง (Long, 1983, pp. 61-62) สรุปว่าจุดด้อยของเทคนิค CFA มี 3 ประการ คือ ประการแรกการประมาณค่าพารามิเตอร์ใช้กระบวนการคำนวณทวนซ้ำ และเมื่อได้ผลการวิเคราะห์ว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าน้อยที่สุด อาจยังมีปัญหาว่ามีฟังก์ชันความกลมกลืนเป็นแบบอื่นได้อีก ประการที่สองค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดล CFA อาจอยู่นอกพิสัยที่ควรจะเป็น ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้อาจมีค่ามากกว่าหนึ่งและความแปรปรวนมีค่าติดลบ ปัญหาเหล่านี้อาจเกิดเนื่องจากการกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดลไม่ถูกต้อง การแจกแจงของตัวแปรสังเกตได้ไม่เป็นแบบปกติ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเล็กเกินไป และโมเดลเกือบจะระบุไม่ได้พอดี ประการสุดท้ายคือการวิเคราะห์ค่อนข้างซับซ้อนและใช้เวลาในการวิเคราะห์ค่อนข้างนาน สำหรับจุดอ่อนประการสุดท้ายนี้ โปรแกรมลิสเรลได้พัฒนาการกำหนดค่าเริ่มต้นของพารามิเตอร์ซึ่งช่วยให้ประหยัดเวลาการคำนวณของคอมพิวเตอร์ไปได้มาก

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นคว้าผู้วิจัยยังไม่พบงานวิจัยในประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดตามทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์โดยตรง มีเพียงการศึกษาสมรรถภาพสมอง หรือสติปัญญา ซึ่งผู้วิจัยรวบรวมมาได้ ดังนี้

ประจินต์ เมฆสุธีพิทักษ์ (2535) ได้ศึกษาการสร้างแบบวัดสติปัญญาด้านความรู้ความคิดของนักเรียนระดับก่อนประถมศึกษา ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบวัดสติปัญญาด้านความรู้ความคิดของนักเรียนระดับก่อนประถมศึกษาจำนวน 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสังคม และด้านตรรกศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดสติปัญญาด้านความรู้ความคิดของนักเรียนระดับก่อนประถมศึกษา 5 ฉบับ ได้แก่แบบวัดความรู้ทางกายภาพ 1 ฉบับ แบบวัดความรู้ทางสังคม 1 ฉบับ และแบบวัดความรู้ทางตรรกศาสตร์ 3 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดการจำแนกประเภท แบบวัดการจัดลำดับและแบบวัดโครงสร้างเกี่ยวกับจำนวน ผลการศึกษาพบว่า แบบวัดแต่ละฉบับมีความตรงและเด็กที่เข้าเรียนแล้ว กับเด็กที่ยังไม่ได้เข้าเรียนมีระดับคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประภาวัชร์ ศรีเกษม (2536) ได้ศึกษาการสร้างแบบวัดความพร้อมด้านสติปัญญาสำหรับเด็กก่อนประถมศึกษาระดับอายุ 5 – 6 ปี มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบวัดความพร้อมด้านสติปัญญาสำหรับเด็กก่อนประถมศึกษา ซึ่งมีทั้งหมด 7 ฉบับ ฉบับที่ 1 วัดความสามารถในการรับรู้ ฉบับที่ 2 วัดความสามารถในการจำแนกเปรียบเทียบ ฉบับที่ 3 วัดความสามารถใน

การจัดหมวดหมู่ ประเภท ฉบับที่ 4 วัดความสามารถในการคิดรวบยอด ฉบับที่ 5 วัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ ฉบับที่ 6 วัดความสามารถในการหากฎเกณฑ์และหลักการ ฉบับที่ 7 วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่า ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบทุกข้อมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าความเที่ยงของแบบวัดแต่ละฉบับมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

วุฒิศักดิ์ เสาวรส (2536) ได้ศึกษาเกณฑ์ปกติทางเชาวน์ปัญญาของแบบทดสอบวาดภาพกู๊ดอีนัฟ-แฮริสสำหรับนักเรียนอายุ 12-14 ปี ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาวุฒิภาวะสำหรับนักเรียนอายุ 12 – 14 ปี และสร้างเกณฑ์ปกติทางเชาวน์ปัญญาของนักเรียนชายจากแบบทดสอบวาดภาพกู๊ดอีนัฟ-แฮริส กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนอายุ 12-14 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 1,481 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวาดภาพกู๊ดอีนัฟ-แฮริส แล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง สร้างตารางเกณฑ์ปกติในรูปของคะแนนมาตรฐานแบบไอคิวเบี่ยงเบน และตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม spss-x ผลการศึกษา พบว่า วุฒิภาวะทางเชาวน์ปัญญาของนักเรียนชาย ที่ระดับอายุ 12 ปี 13 ปี และ 14 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และวุฒิภาวะทางเชาวน์ปัญญาเพิ่มขึ้นตามระดับอายุตั้งแต่ 12 ปี จนถึง 14 ปี วุฒิภาวะทางเชาวน์ปัญญา ของนักเรียนชายและหญิงไม่แตกต่างกัน อายุและเพศไม่มีผลร่วมกันต่อวุฒิภาวะทางเชาวน์ปัญญา ได้คะแนนเกณฑ์ปกติทางเชาวน์ปัญญาของ นักเรียนชายในรูป ของคะแนนมาตรฐานแบบไอคิวเบี่ยงเบนของนักเรียนอายุ 12-14 ปี

ผดุงชัย ภู่พัฒน์ (2538) ได้ศึกษาตรวจสอบความตรงของผลการวัดสติปัญญาตามแนวคิดของสเติร์นเบอร์ก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและตรวจสอบความตรงของผลการวัดสติปัญญาตามแนวคิดของสเติร์นเบอร์ก ผลการศึกษาพบว่า แบบวัดสติปัญญาที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับแนวคิดของสเติร์นเบอร์ก ผลการตรวจสอบความตรงของผลการวัดสติปัญญาพบว่า ความสัมพันธ์รายคู่ระหว่างทฤษฎีย่อยด้านการคิดกับด้านประสบการณ์ ด้านการคิดกับด้านบริบทสังคม และด้านประสบการณ์กับด้านบริบทสังคม มีทิศทางเป็นบวก และมีขนาดความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความสัมพันธ์รายคู่ระหว่างองค์ประกอบย่อยในทฤษฎีย่อยด้านการคิดและในทฤษฎีย่อยด้านประสบการณ์ มีทิศทางเป็นบวก และมีขนาดความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และปีที่ 3 ต่างมีคะแนนจากแบบวัดสติปัญญาในทฤษฎีย่อยด้านการคิดและด้านประสบการณ์สูงกว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และปีที่ 3 ต่างมีคะแนนจากแบบวัดสติปัญญาในองค์ประกอบย่อย

ด้านการปฏิบัติ ด้านการแสวงหาความรู้ และความสามารถในความคล่องแคล่วของการประมวลผลข้อมูล สูงกว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มิ่ง เทพนครเมือง (2539) ได้ศึกษาตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์ 6 ฉบับ ตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ผลการศึกษาพบว่า แบบวัดความสามารถด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ที่สร้างขึ้น 6 ฉบับมีค่าความเที่ยงระหว่าง 0.7422 - 0.8144 และค่าความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันแบบการประมาณค่าความน่าจะเป็นสูงสุดพบว่า แบบวัดแต่ละฉบับมีความตรงในการวัดองค์ประกอบด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และแบบวัดทั้ง 6 ฉบับมีความตรงในการวัดองค์ประกอบการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ร่วมกัน โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เสกสิทธิ์ แสนทวีสุข (2539) ได้ศึกษาความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดมโนภาพแห่งตนหลายมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดมโนภาพแห่งตนหลายมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยมโนภาพแห่งตนหลายมิติ 11 ด้านคือ ความสามารถทางด้านร่างกาย ลักษณะทางกายภาพ ความสัมพันธ์กับเพื่อนต่างเพศ ความสัมพันธ์กับเพื่อนเพศเดียวกัน ความสัมพันธ์กับผู้ปกครอง ความซื่อสัตย์และคุณค่าทางจิตใจ ด้านความมั่นคงทางอารมณ์ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางภาษา การเรียนและกิจกรรมทั่วไปในโรงเรียน และคุณลักษณะทั่วไป โดยใช้แบบวัดมโนภาพแห่งตนหลายมิติแบบลิเคิร์ท 2 ฉบับ ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดมโนภาพแห่งตนหลายมิติมี 7 องค์ประกอบคือ ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์กับเพื่อนเพศเดียวกัน ความซื่อสัตย์และคุณค่าทางจิตใจ ความสามารถทางร่างกาย ความสัมพันธ์กับผู้ปกครอง ลักษณะทางกายภาพ ความสามารถทางภาษา มีความตรงเชิงโครงสร้างจากการวิเคราะห์องค์ประกอบตั้งแต่ 0.3178 – 0.7780 ค่าความตรงเชิงโครงสร้างแบบหลายลักษณะหลายวิธีของแบบวัดมโนภาพแห่งตนหลายมิติทั้ง 11 ด้าน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความตรงเชิงเหมือนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5211-0.7982 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.50 ตามที่ระบุและทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความตรงเชิงจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง -0.2179 - 0.4762 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความตรงเชิงเหมือน

อัมพร วิชัยศรี (2541) ได้ศึกษาการแสดงหลักฐานความตรงเชิงโครงสร้างและการประมาณค่าความเที่ยงทั้งฉบับ ของแบบทดสอบความสามารถทางสมองตามแนวโครงสร้างของ

โอติส – เลนนอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงหลักฐานความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามแนวโครงสร้างของแบบทดสอบความสามารถของโอติส – เลนอน ฟอร์ม เจ ระดับสูง ที่มีรูปแบบการจัดเรียงแตกต่างกัน 3 ฟอร์ม ศึกษาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ 3 ฟอร์ม และเปรียบเทียบค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ 3 ฟอร์มที่แบ่งส่วนย่อยไม่เท่ากัน 4 ส่วน ผลการวิจัยสรุปว่า แบบทดสอบฟอร์ม 1, ฟอร์ม 2 และ ฟอร์ม 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความตรงเชิงโครงสร้างเท่ากับ 0.8122 0.9249 และ 0.8388 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สูง คะแนนของแบบทดสอบ 3 ฟอร์มที่สร้างขึ้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนของแบบทดสอบความสามารถทางสมองของโอติส – เลนอน เจ ระดับสูง (ฉบับแปล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แบบทดสอบฟอร์ม 1, ฟอร์ม 2 และฟอร์ม 3 มีค่าความเที่ยงที่คำนวณด้วยสูตร $r_{F\text{-}R}$ เท่ากับ 0.9336, 0.9174 และ 0.9368 ตามลำดับ และแบบทดสอบฟอร์ม 1, ฟอร์ม 2 และ ฟอร์ม 3 มีค่าความเที่ยงเมื่อคำนวณด้วยสูตร Ωw เท่ากับ 0.9034, 0.8525 และ 0.8338 ตามลำดับ ค่าความแตกต่างของค่าความที่ยงที่คำนวณด้วยสูตรเดียวกันโดยใช้สูตร UX_1 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเมื่อทำการทดสอบรายคู่ ที่คำนวณด้วยสูตร Feldt – Raju ทั้ง 3 ฟอร์ม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ทดสอบรายคู่ที่คำนวณด้วยสูตร Ωw ทั้ง 3 ฟอร์ม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ส่วนงานวิจัยต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ ส่วนมากเป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยรวบรวมมาได้ มีดังนี้

มิเชล (Michelle,1996) ได้ศึกษาการสอนตามทฤษฎีพหุปัญญาส่งผลต่อความรับผิดชอบของนักเรียน จุดมุ่งหมายของการวิจัยคือ เพื่อศึกษาระดับความรับผิดชอบของนักเรียนที่เรียนรู้ทางด้านวิชาการด้วยตนเอง และศึกษาระดับพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมของนักเรียน ประชากรเป้าหมาย คือ นักเรียนในรัฐอิลินอยส์ ปัญหาทางวิชาการและความประพฤติที่ไม่เหมาะสมนั้นได้บันทึกเอาไว้ในเอกสาร โดยมีครู นักเรียน และโรงเรียนเป็นผู้ให้คำจำกัดความ เครื่องมือในการวิจัยคือแบบการสำรวจความรับผิดชอบของนักเรียน ผลการวิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้นักเรียนขาดความรับผิดชอบคือ 1)ขาดการกระตุ้นให้มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์ 2) มีการประเมินค่าของตนเองต่ำ 3) ปัจจัยที่เลวร้ายทางครอบครัว ส่วนขนาดชั้นเรียนที่ใหญ่เกินไปอาจจะเป็นตัวสนับสนุนปัญหาได้อีกด้วย การรวบรวมวิธีการแก้ไขต้องมีความรู้ด้านอื่น ๆ รวมกับการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น ผลหลังจากจัดให้มีการเรียนการสอนแบบพหุปัญญาและการเรียนแบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนมีความรับผิดชอบเพิ่มขึ้น และเรียนรู้ที่จะเพิ่มผลผลิตทางวิชาการและลดการเกิดพฤติกรรม ที่ไม่เหมาะสมได้ด้วย

มาโจรี (Marjorie, 1998) ได้ศึกษาการสอนตามทฤษฎีพหุปัญญาส่งผลต่อความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียน จุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนแบบพหุปัญญากับความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับ 4 จำนวน 141 คน จำนวน 8 ห้องเรียน โดย 4 ห้องเรียนเป็นนักเรียนที่ใช้การเรียนการสอนแบบพหุปัญญา ส่วนอีก 4 ห้องเรียนใช้การเรียนการสอนแบบปกติ นักเรียนทุกคนทำการทดสอบก่อนการวิจัยในเดือนตุลาคม ค.ศ.1996 และทำการทดสอบหลังการวิจัยในเดือนมิถุนายน ค.ศ.1997 เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบความมั่นใจในตนเองของบราวน์ และอเลกซานเดอร์ (Brown & Alexander) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในชั้นเรียนพหุปัญญามีความมั่นใจในตนเองสูงกว่านักเรียนในชั้นเรียนปกติ

โรเชล (Rochelle, 1999) การหยั่งรู้พหุปัญญาด้วยตนเองของนักเรียนระดับมัธยมจากโรงเรียนในแถบตะวันตกตอนกลาง การศึกษานี้เป็นการกำหนดการหยั่งรู้ด้วยตนเองของนักเรียนโดยพิจารณาจากพหุปัญญา โดยเปรียบเทียบการรับรู้ด้วยตนเองของนักเรียนระดับ 5 ระดับ 6 และระดับ 7 จากโรงเรียนในแถบตะวันตกตอนกลาง จำนวน 407 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสำรวจการหยั่งรู้ด้วยตนเองซึ่งพิจารณาจากพหุปัญญา ที่พัฒนาจากแบบสำรวจที่เป็นแบบมาตรประเมินค่าแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ การหยั่งรู้ด้วยตนเองของนักเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในพหุปัญญาด้านภาษา มิติ ดนตรี มนุษยสัมพันธ์และธรรมชาติ การวิเคราะห์ ANOVA พบว่านักเรียนทั้ง 3 ระดับมีการหยั่งรู้ด้วยตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเพศต่างกันมีการหยั่งรู้ด้วยตนเองแตกต่างกัน

ชารอน (Sharon, 1998) ได้ศึกษาการจำแนก การกระจายและ ความเป็นประโยชน์ของทฤษฎีพหุปัญญา จุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อประเมินการจำแนกพหุปัญญาของนักเรียนภายใต้ระบบการศึกษาแบบเดียวกัน และพัฒนาวิธีการสอนให้สอดคล้องกับทฤษฎีพหุปัญญา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาโรงเรียนริคส์ ในเมืองเลกซ์เบอร์ก รัฐไอดาโฮ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นมาตรประเมินพัฒนาการทางพหุปัญญาซึ่งพัฒนาโดย Branton Shearer เพื่อใช้ตรวจสอบและจำแนกพหุปัญญาของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีพหุปัญญาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

อลัน (Alan, 2000) ได้ศึกษาเรื่องการรับรู้ด้วยตนเองของนักเรียนอเมริกันโดยพิจารณาจากทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ จุดมุ่งหมายของการวิจัยคือตรวจสอบและเปรียบเทียบการรับรู้ด้วยตนเองของนักเรียนอเมริกันเมื่อใช้ทฤษฎีพหุปัญญาเป็นสิ่งพิจารณา กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนอเมริกัน 3 ระดับในรัฐดาโคตาฝั่งตะวันตก เครื่องมือเป็นแบบสำรวจที่พัฒนาโดยฮาร์ม

(Harms) ซึ่งเป็นมาตรประมาณค่าแบบลิเคิร์ทใช้วัดการรับรู้ในการตอบสนองทางพหุปัญญาที่แสดงออกในด้านที่เด่น เก็บข้อมูลกับนักเรียนระดับ 3 จำนวน 174 คน นักเรียนระดับ 7 จำนวน 122 คน นักเรียนระดับ 11 จำนวน 89 คน การคำนวณค่าเฉลี่ยและพิสัยแสดงให้เห็นว่าการรับรู้ในการตอบสนองของเด็กในด้านธรรมชาติ มิติสูงกว่าด้านดนตรี การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่าการรับรู้ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การทดสอบด้วยสถิติที (t-test) พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ในกลุ่มของนักเรียนหญิงและชาย

ไมเคิล (Michael, 2000) ได้ศึกษาผลการใช้เทคนิคการสอนแบบพหุปัญญากับนักเรียนระดับ 7 จุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการรวบรวมเทคนิคพหุปัญญาและเพิ่มพูนหัวข้อในการสอน (Integrated Thematic Instruction : ITI) และปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับ 7 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา และนักเรียนระดับ 7 ในนักเรียนมัธยมศึกษาหนึ่งโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในกองทัพที่มีการจัดการอย่างเป็นระบบ ได้แบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเป็นผู้ร่วมทดลองในการสอนในชั้นเรียนปกติ และอีกหนึ่งกลุ่มเป็นกลุ่มทดลองเรียนด้วยเทคนิคพหุปัญญาและ ITI ในวิชาภาษาอังกฤษ ผลการศึกษาพบว่าความก้าวหน้าทางการเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่อยู่ในชั้นเรียนที่มีการสอนแบบพหุปัญญา และ ITIจะมีความก้าวหน้าในเรื่องของการใช้ภาษามากกว่านักเรียนในชั้นเรียนปกติ

เนลดา (Nelda, 2001) ได้ศึกษาการจำแนกพหุปัญญาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี จุดมุ่งหมายของการศึกษานี้คือ จำแนกพหุปัญญาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา 246 คน จากนักศึกษาระดับปริญญาตรีในฟลอริดา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามแบบมาตรประมาณค่าแบบลิเคร์ท จำนวน 119 ข้อ ผลการวิจัยพบว่านักศึกษามีพหุปัญญาด้านมนุษยสัมพันธ์ และการเข้าใจตนเองสูงสุด และมีพหุปัญญาด้านดนตรี และธรรมชาติต่ำที่สุด

โรบิน (Robin, 2001) ได้ศึกษาการสำรวจพหุปัญญาของมหาวิทยาลัยที่มีการใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สองจุดมุ่งหมายของการวิจัยคือตรวจสอบการใช้พหุปัญญาของมหาวิทยาลัยที่มีการใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษา 67 คนและครู 10 คน จากมหาวิทยาลัยของรัฐและเอกชนในกรุงวอชิงตัน โดยทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พหุปัญญาในชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า 90 เปอร์เซนต์ของครูมีแนวโน้มที่จะเกิดความเครียดในการสอนตรรกะและคณิตศาสตร์ตามแบบพหุปัญญา แต่ครูมีสติปัญญาด้านภาษาและมนุษยสัมพันธ์มากกว่าด้านอื่น ๆ ส่วนนักเรียนมีพหุปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ มิติ มนุษยสัมพันธ์และการ

เข้าใจตนเองมากที่สุด เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่ามีมีความสัมพันธ์ทางบวกสูงระหว่าง ประสิทธิภาพในการอ่านของนักเรียนกับสติปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์และมนุษยสัมพันธ์ และมีความสัมพันธ์ทางบวกสูงระหว่าง ประสิทธิภาพในการเขียนกับสติปัญญาด้านมนุษยสัมพันธ์ การเข้าใจตนเอง ร่างกายและการเคลื่อนไหว และด้านภาษา

แครอล (Carol, 2002) ได้ศึกษาการศึกษาลักษณะการเรียนรู้และพหุปัญญาของนักเรียนที่มีลักษณะทางกายภาพต่างกันการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายลักษณะการเรียนรู้และพหุปัญญาของนักเรียนที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายกัน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายกันที่มาจากสาขาวิชาที่แตกต่างกัน 6 สาขาในสถาบันการศึกษาทางตะวันตกเฉียงเหนือของรัฐจอร์เจีย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามลักษณะการเรียนรู้ แบบทดสอบพหุปัญญา และแบบสำรวจทั่วไป แบบสอบถามลักษณะการเรียนรู้ประกอบด้วย แบบสำรวจความพึงพอใจในสิ่งแวดล้อมที่สมบูรณ์ และแบบประเมินความพึงพอใจส่วนบุคคลซึ่งมีประเด็นคำถาม 20 ประเด็น ส่วนแบบทดสอบพหุปัญญาประกอบด้วย มาตรประเมินพัฒนาการทางพหุปัญญา ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับสติปัญญา กิจกรรม และอารมณ์ ข้อคำถามเหล่านี้ไม่สามารถพบได้ทั่วไปจากแบบวัดสติปัญญามาตรฐานหรือแบบวัดความถนัด วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม SPSS ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน 4 สาขามีความพึงพอใจสูงสุดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีโครงสร้าง และนักเรียนทั้ง 6 สาขามีพหุปัญญาด้านมนุษยสัมพันธ์และด้านการเข้าใจตนเองสูงสุด การวิเคราะห์ one-way ANOVA พบว่านักเรียนอายุต่างกันจะมีลักษณะการเรียนรู้ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนอายุต่างกันมีพหุปัญญาไม่แตกต่างกัน

เจนนิเฟอร์ (Jennifer, 2002) ได้ศึกษาการเรียนการสอนแบบพหุปัญญาที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้ภาษาทางวิชาการของนักเรียนที่สามารถพูดได้สองภาษาขึ้นไป จุดมุ่งหมายของการวิจัยคือ ศึกษาผลของการเรียนการสอนด้วยวิธีพหุปัญญา และผลของการใช้ภาษาทางวิชาการในวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำทฤษฎีพหุปัญญาด้านมิติ ร่างกายและการเคลื่อนไหว ดนตรี มนุษยสัมพันธ์ และธรรมชาติ มาศึกษาร่วมกับทฤษฎีพหุปัญญาด้าน ภาษาและคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง นักเรียนกลุ่มแรก 19 คน เป็นกลุ่มทดลอง นักเรียนกลุ่มที่สอง 20 คน เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองใช้เทคนิคพหุปัญญาในการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมใช้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ผู้วิจัยศึกษาความสมดุลและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนถึงสองกลุ่มเป็นเวลา 9 สัปดาห์ นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำการทดสอบความสามารถในการใช้ภาษาทางวิชาการก่อนและหลังการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือเพื่อประเมินความก้าวหน้าเรื่องความสามารถในการใช้ภาษาทางวิชาการ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นเอกสาร บันทึกของครู วารสารต่าง ๆ

ที่เกี่ยวกับพหุปัญญาในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ภาษาทางวิชาการ พบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบพหุปัญญามีความสามารถในการใช้ภาษาทางวิชาการเพิ่มขึ้น รวมทั้งการตระหนักรู้ของครูเกี่ยวกับการใช้ภาษาทางวิชาการของนักเรียนก็เพิ่มขึ้นด้วย

จากเอกสารงานวิจัยในประเทศที่กล่าวมาแล้วนั้น แบบวัดสติปัญญาส่วนเป็นการนำของต่างประเทศที่ได้สร้างไว้มาปรับปรุง และพัฒนาให้เหมาะสมกับกลุ่มประชากรเป้าหมาย หากเป็นการสร้างแบบวัดสติปัญญาขึ้นมาเอง ผู้วิจัยก็นำมาหาค่าความตรง ค่าความเที่ยง เพื่อยืนยันว่าแบบวัดที่นำมาใช้ในการวิจัยนั้นเป็นแบบวัดที่น่าเชื่อถือได้และตรงตามทฤษฎีที่ได้อ้างถึง ซึ่งจุดประสงค์หลัก ของผู้ทำวิจัยก็เพื่อวัดสติปัญญาของกลุ่มประชากรเป้าหมาย และเป็นแนวทางในการพัฒนาสติปัญญาต่อไปได้ และจากเอกสารงานวิจัยต่างประเทศ จะเห็นได้ว่า งานวิจัยต่างประเทศจะมุ่งเน้นในเรื่องการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญาไปประยุกต์ในการเรียนการสอน นำทฤษฎีพหุปัญญามาเป็นส่วนในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้เหมาะสมกับตัวผู้เรียน และเป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนและพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพมากยิ่งขึ้น