บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยเสนอแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยเป็น 6 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ทฤษฎีเชาวน์ปัญญา

ตอนที่ 2 ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มประมวลผลข้อมูล

ตอนที่ 3 มโนทัศน์เกี่ยวกับความสามารถด้านการแสวงหาความรู้ ความสามารถด้านการประมวลผลอย่างอัตโนมัติ และความสามารถด้านการคิดขั้นสูง

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis)

ตอนที่ 5 ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ตอนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 ทฤษฎีเชาวน์ปัญญา

ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาสรุปได้ 3 กลุ่มคือ 1) ทฤษฎีโครงสร้างเชาวน์ปัญญา 2) ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา 3) ทฤษฎีเชาวน์ปัญญากลุ่มประมวลผลข้อมูล

1. ทฤษฎีโครงสร้างเชาวน์ปัญญา

Spearman (1927) ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเครื่องมือในการอภิปรายความแปรปรวน และความแตกต่างระหว่างบุคคลในเรื่องโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง โดยเสนอแนวคิดว่าสมรรถภาพสมองประกอบด้วยองค์ประกอบทั่วไป (general factor) ซึ่งเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยทั่วไป เป็นความสามารถพื้นฐานในการดำเนินกิจกรรมทางสมองทุกอย่าง รวมทั้งการถ่ายทอดทางพันธุกรรมก็จะมีผลต่อองค์ประกอบนี้มาก และอีกองค์ประกอบหนึ่ง ก็คือองค์ประกอบเฉพาะ (specific factor) เป็นความสามารถพิเศษของแต่ละคนในการคิดแก้ปัญหาหรือทำงานเฉพาะอย่างโดยสิ่งแวดล้อม การศึกษา เพศ ก็จะมีผลต่อองค์ประกอบเฉพาะเป็นอย่างมาก ซึ่งองค์ประกอบเฉพาะจะมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทั่วไปต่ำ

Thorndike (1874) ได้เสนอว่า เชาวน์ปัญญาประกอบด้วยความสามารถเฉพาะหลายอย่างและแต่ละอย่างมีลักษณะที่เด่นชัด โดยธอร์นไดค์ได้จัดกลุ่มความสามารถย่อยๆ นี้เป็น 3 กลุ่มคือ 1) ความสามารถทางสังคม (social intelligence) 2) ความสามารถในการใช้เครื่องมือ (concrete intelligence) 3) ความสามารถทางการคิดแบบนามธรรม (abstract intelligence) แต่ธอร์นไดค์ไม่ได้เก็บข้อมูลมา

วิเคราะห์องค์ประกอบ 3 ด้านนี้ จึงยังเป็นภาวะสันนิษฐานที่ยังไม่ได้รับการสนับสนุนจากผลการวิจัย

ความก้าวหน้าทางวิธีการทางสถิติในเรื่องเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบทัศนะต่อสมรรถภาพในลักษณะที่เป็นองค์ประกอบต่างๆ ได้รับการพัฒนามาจากผลงานของ Thurstone (1938) ซึ่งค้นพบว่าสมรรถภาพทางสมองที่เป็นพื้นฐาน หรือเป็นขั้นปฐมภูมิ (primary mental abilities) ที่บุคคลใช้ในการแก้ปัญหา มีประมาณ 7 - 12 องค์ประกอบ และองค์ประกอบหลักที่สำคัญนั้น ได้แก่ องค์ประกอบความเข้าใจทางภาษา ความคล่องแคล่วในการใช้คำ ด้านจำนวน จำนวนมิติสัมพันธ์ ความคล่องแคล่วในการรับรู้และการสังเกต ความจำและการใช้เหตุผล รวม 7 องค์ประกอบ นอกจากนี้เทอร์สโตนยังกล่าวว่าในการแก้ปัญหานั้น คนอาจไม่ใช้ความสามารถที่เป็นขั้นปฐมภูมิเพียงองค์ประกอบเท่านั้น อาจใช้หลายองค์ประกอบรวมกันในการแก้ปัญหา เรียกว่า สมรรถภาพขั้นทุติภูมิ

Cattell (1941) ได้เสนอทฤษฎีองค์ประกอบทั่วไป 2 ตัว (two general factor theory) โดยการสังเคราะห์มาจากของทฤษฎีสเปียร์แมนและเทอร์สโตน แคทแทลได้เสนอทฤษฎีไว้ว่าเชาวน์ปัญญาประกอบด้วยความสามารถ 2 ตัว คือ 1) เชาวน์ปัญญาฟลูอิด (fluid Intelligence) หรือ g_f เป็นความสามารถที่ได้รับการสืบทอดจากพันธุกรรม และ 2) เชาวน์ปัญญาคริสตัลไลซ์ (crystallized intelligence) หรือ g_c เป็นความสามารถที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ แคทแทลได้แยกองค์ประกอบความสามารถทั่วไปออกเป็น 5 องค์ประกอบคือ g_f และ g_c ส่วนอีก 3 องค์ประกอบ คือ ความสามารถในการรับรู้ทางสายตา (power of visualization) ความสามารถในการระลึกสิ่งต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว (retrieval) หรือ g_r และความสามารถในการทำความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ดีและรวดเร็ว (cognitive speed) หรือ g_s แต่แคทแทลจะมุ่งเน้น g_f และ g_c มากกว่าองค์ประกอบ 3 ตัวหลังนี้

Guilford (1967) ได้เสนอโครงสร้างของเชาวน์ปัญญาขึ้นเรียกว่า structure of intellect มีลักษณะเป็นมิติ 3 มิติที่มีความสัมพันธ์ผสมผสานกันเป็นความคิดหรือสติปัญญาของมนุษย์ มิติเหล่านี้ได้แก่ มิติที่ 1 เป็นมิติเนื้อหา (content) เป็นลักษณะของข่าวสารข้อความจริงต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้รับ ซึ่งในปี 1967 กิลฟอร์ดเสนอไว้ 4 ลักษณะ คือ ภาพ (visual) สัญลักษณ์ (symbolic) ภาษา (semantic) และพฤติกรรม (behavior) แล้วได้เพิ่มเนื้อหาที่เป็นเสียง (auditory) ในการเสนอเมื่อปี ค. ศ. 1977 มิติที่ 2 เป็นมิติด้านผลผลิต (product) ที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน 6 ลักษณะคือ หน่วย (units) จำพวก (classes) ความสัมพันธ์ (relations) ระบบ (systems) การแปลงรูป (transformation) และการประยุกต์ (implications) ความสัมพันธ์ของมิติด้านเนื้อหากับมิติด้านผลผลิตที่ประสมประสานกันนี้เรียกว่า psychoepistemology มีทั้งหมด 30 ลักษณะ และมิติที่ 3 เป็นมิติด้านปฏิบัติการ (operation) เป็นกระบวนการของสมองที่ปฏิบัติการ หรือตอบสนองกับข้อมูลทั้ง 30 ลักษณะที่กล่าวมาแล้วได้แก่การรับรู้และการเข้าใจ (cognition) การจำ (memory) การคิดแบบอเนกนัย (divergent thinking) การคิด

แบบเอกนัย (convergent thinking) และการประเมินค่า (evaluation) จากความสัมพันธ์ของมิติทั้ง 3 มิติดังกล่าว องค์ประกอบของสติปัญญาตามทัศนะของกิลฟอร์ดจึงมีทั้งหมด 150 องค์ประกอบ

ทัศนะเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองเป็นองค์ประกอบต่างๆ นอกจากจะเป็นองค์ประกอบที่เป็นอิสระจากกัน เช่น เทอร์สโตนและกิลฟอร์ดแล้ว Vernon (1971) ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถภาพสมอง มีองค์ประกอบทั่วไป (g factor) อยู่เหนือสุดและแยกออกเป็นองค์ประกอบสำคัญ (major group factor) 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการศึกษาและภาษา และ องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการปฏิบัติ ซึ่งเน้นหนักเรื่องมิติสัมพันธ์และการใช้เครื่องกลต่างๆ ทั้ง 2 องค์ประกอบสำคัญนี้ยังแยกออกเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (specific factor) สำหรับการแก้ปัญหาที่เป็นรายละเอียดของงาน เวอร์นอนจัดให้เป็นอันดับสุดท้ายของสมรรถภาพทางสมอง

Jensen (1970) ได้ทำการวิจัยเพื่อค้นหารูปแบบความสามารถของบุคคล ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบความสามารถ เรียกว่าทฤษฎีความสามารถทางสมอง 2 ระดับ (a two level theory of mental abilities) และเจนเสนแบ่งความสามารถทางสมองออกเป็น 2 ระดับ คือ 1) ความสามารถระดับหนึ่ง เรียกว่าความสามารถทางการเชื่อมโยง (associative ability) เป็นความสามารถในการเรียนรู้แบบพื้นฐาน และ 2) ความสามารถระดับสอง เป็นความสามารถทางการสร้างมโนทัศน์ (conceptual ability) เป็นความสามารถในการคิดใช้เหตุผล การคิดแก้ปัญหา และการเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม จากผลการวิจัยของเจนเสน พบว่า กลุ่มบุคคลที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมต่างกันมีความสามารถระดับหนึ่งใกล้เคียงกัน แต่ความสามารถระดับสองแตกต่างกันมาก โดยกลุ่มที่มีสถานภาพสูงจะมีความสามารถระดับสองสูงกว่ากลุ่มที่มีสถานภาพต่ำ

Eysenck (1980) ได้วิเคราะห์โมเดลเชาวน์ปัญญาของเฟอร์นัว (fernaux model) และสนับสนุนแนวคิดของเฟอร์นัว ซึ่งเขาเห็นว่าความสามารถทางการคิดและความเร็วในการคิดเป็นสิ่งสำคัญของการทำกิจกรรมทางปัญญาทุกอย่าง ไอเซงค์ได้เสนอโมเดลเชาวน์ปัญญาไว้ดังนี้ 1) กระบวนการทำงานของสมอง (mental process) ประกอบด้วยการใช้เหตุผล ความจำ และการรับรู้ 2) เนื้อหาที่ใช้วัดเชาวน์ปัญญา (test material) มี 3 กลุ่มคือ ความสามารถด้านภาษา ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 3) คุณภาพของการทำงาน (quality) วัดได้ 2 แบบคือ ด้านความเร็ว และด้านความสามารถจนถึงขีดสูงสุด ดังนั้นการวัดเชาวน์ปัญญาจึงต้องคำนึงถึงความเร็วและความสามารถควบคู่กันไป คนที่มีระดับเชาวน์ปัญญาสูงจะทำงานได้เร็วและทำงานได้ปริมาณมากกว่าคนที่มีเชาวน์ปัญญาต่ำ

2. ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาที่ได้รับการกล่าวถึงมากคือทฤษฎีของ Piaget (1970) และทฤษฎีของ Bruner (1967) ได้เสนอแนวคิดไว้ดังนี้

เดิมเชื่อว่าเมื่อเด็กเติบโตจนถึงอายุที่ใช้เหตุผลเป็น (age of reason) วิธีการคิดของเด็กจะเปรียบเสมือนว่าเขาเป็นผู้ใหญ่คนหนึ่ง แต่เพียเจท์เป็นคนแรกที่ทำให้คนทั่วไปเปลี่ยนความเชื่อดังกล่าวข้างต้น เพียเจท์กล่าวว่าเด็กใช้เหตุผลที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ มองโลกแตกต่างออกไปและมีชีวิตอยู่โดยยึดปรัชญาต่างจากผู้ใหญ่ การวิเคราะห์พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเพียเจท์ ทำให้เขาแยกกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิดออกเป็น 2 อย่างคือ การดูดซึมและการปรับโครงสร้างความคิด (assimilation and accomilation) ซึ่งคนเราจะใช้กระบวนการทั้งสองนี้ในการสร้างระบบการคิด (schemas) ทำให้บุคคลมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโลกรอบข้างได้

หลักเกณฑ์สำคัญในทฤษฎีของเพียเจท์คือ เด็กทุกคนพัฒนาเชาวน์ปัญญาเป็นลำดับขั้น ซึ่งมีอยู่ 4 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (sensory motor stage) 2) ขั้นก่อนปฏิบัติทางการคิดด้วยรูปธรรม (preoperational stage) 3) ขั้นการคิดด้วยรูปธรรม (concrete preoperational stage) 4) ขั้นการคิดอย่างเป็นแบบแผน (formal preoperational stage) เด็กสามารถเรียนรู้ได้ต่อเมื่อเนื้อหาวิชาหรือข้อความรู้ต่างๆ เสนอในรูปแบบที่เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเขา ในวัยผู้ใหญ่บุคคลจะดำเนินการขัดเกลาความสามารถในการคิดอย่างมีแบบแผน (formal preoperations) ไปเรื่อยๆ โดยไม่เปลี่ยนแปลงรูปแบบดั้งเดิมของการคิด จนกระทั่งย่างเข้าสู่วัยชรา คนชราจำนวนมากมีความสามารถในการคิดอย่างมีแบบแผนน้อยลงเมื่อเผชิญกับสิ่งที่ซับซ้อนและมีแนวโน้มว่าจะย้อนกลับมาใช้วิธีการคิดแบบรูปธรรมอีก ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นให้เห็นได้อย่างน้อยที่สุดก็ในภาพการทดสอบเชาวน์ปัญญา

Bruner (1967) มีความคิดสอดคล้องกับเพียเจท์ในแง่ที่ว่าพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเด็กเป็นตามลำดับขั้น แต่ลำดับขั้นที่บรูเนอร์เสนอแตกต่างไปจากของเพียเจท์ บรูเนอร์ใช้ชื่อลำดับขั้นทั้งสามว่า enactive, ikonic และ synboic representations บรูเนอร์ถือว่าเด็กทุกวัยสามารถสอนทุกอย่างได้ ถ้าสิ่งที่นำมาสอนเสนอในรูปแบบที่เด็กสามารถเข้าใจได้ ฉะนั้นบรูเนอร์จึงเสนอหลักสูตรที่เรียกว่าหลักสูตรแบบเกลียว ซึ่งเป็นหลักสูตรที่เสนอให้สอนวิชาต่างๆ ได้ในทุกระดับชั้นเรียน เช่น ฟิสิกส์ อาจเป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรระดับใดก็ได้ อาจเป็น ป.1, ป.5 และ ม.1 การสอนก็ให้เพิ่มความซับซ้อนขึ้นไปเรื่อยๆ ตามลำดับขั้น นอกจากนั้นบรูเนอร์เสนอแนะว่า ทฤษฎีการสอนทฤษฎีใดก็ตามควรสร้างจากพื้นฐานของลักษณะกว้างๆ 4 ประการที่เราอาจสรุปย่อยๆ ได้คือ ลักษณะก่อนเข้าเรียนของผู้เรียน (entry characteristics) โครงสร้างของความรู้ (structure of knowledge) หรือเนื้อหาที่ต้องเรียน ลำดับขั้นของการเสนอความรู้

(sequence of presentation) หรือวิธีสอน และการให้รางวัลและลงโทษผู้เรียน (rewards and punishments)

3. ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาตามแนวคิดด้านกระบวนการประมวลผลข้อมูล

นักจิตวิทยากลุ่มนี้ใช้วิธีกระบวนการประมวลข้อมูล (information processing) นักจิตวิทยาที่ได้เสนอทฤษฎีเชาวน์ปัญญาเกี่ยวกับการประมวลข้อมูลคือ Sternberg (1985) (Sternberg, 1985 อ้างถึงใน ผดุงชัย ภู่พัฒน์, 2537) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันเขาให้ชื่อทฤษฎีของเขาว่า Triarchic Theory

การอธิบายเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาของสเติร์นเบอร์ก ใช้วิธีของกระบวนการประมวลความรู้ การอธิบายเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาจะอธิบายเกี่ยวกับผลผลิต กลยุทธของการคิด และกระบวนการแก้ปัญหา สเติร์นเบอร์กใช้ข้อมูลทั้งสองทางสร้างทฤษฎีและตรวจสอบข้อสมมติฐานตามแนวทฤษฎีกระบวนการประมวลความรู้ วิธีการและคำศัพท์ที่ใช้จึงคล้ายคลึงกับกลุ่มนักจิตวิทยาที่ศึกษาการรู้คิดของมนุษย์ด้วยวิธีการจำลองการเรียนรู้และการแก้ปัญหาลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ และวิเคราะห์กระบวนการเหล่านี้โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์

ทฤษฎี Triarchic Theory ของสเติร์นเบอร์กเสนอว่า ส่วนประกอบของเชาวน์ปัญญามีสามส่วน เขาอธิบายเป็นทฤษฎีย่อย (sub-theories) 3 ทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีย่อยแรกเรียกว่า componential subtheory อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและกลไกที่อยู่เบื้องหลังพฤติกรรมทางปัญญา กระบวนการคิดแยกเป็น

1.1 ส่วนที่เป็นตัวควบคุมทั้งหมด (metacomponents) ควบคุมกระบวนการประมวลความรู้ของบุคคล และช่วยให้บุคคลดำเนินการคิดและประเมินผลที่ได้จากการคิด

1.2 ส่วนของการปฏิบัติงาน (performance components) ดำเนินงานไปตามแผนที่ส่วนควบคุมจัดวางไว้แล้ว

1.3 ส่วนที่ทำให้ได้ความรู้ (knowledge-acquisition components) เป็นส่วนที่เลือกความรู้จำได้ และประมวลความรู้ใหม่ แล้วเลือกเปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เพื่อให้รับเอาความรู้ใหม่เข้ามาไว้ในระบบความจำ

2. ทฤษฎีย่อยที่สองคือ experiential subtheory อธิบายว่าสำหรับงานหรือสภาพการณ์ที่กำหนดให้ความเฉลียวฉลาดของคนแสดงออกได้ดีที่สุดเมื่อเขา

2.1 เผชิญกับงานหรือสภาพการณ์ที่ค่อนข้างแปลกใหม่ แต่มิใช่เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมด

2.2 อยู่ในกระบวนการของการปฏิบัติที่ต้องเป็นไปโดยอัตโนมัติในการทำงานที่กำหนดให้

ทั้งสองอย่างนี้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การจำแนกว่างานใดเป็นงานที่ต้องใช้ความเฉลียวฉลาด งานใดไม่ต้องใช้ จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละคนว่ามีมากน้อยเพียงใดเกี่ยวกับงานที่เผชิญอยู่ ทฤษฎีย่อยนี้กำหนดขอบข่ายของทฤษฎีบริบท (contextual theory) ในการระบุว่าที่ใดบนเส้นความต่อเนื่องของประสบการณ์ที่พฤติกรรมอันเหมาะสมกับบริบทของสังคมจัดว่าเป็นการแสดงความเฉลียวฉลาดมากหรือน้อย แต่ทฤษฎีย่อยทางประสบการณ์ไม่ได้อธิบายหรือระบุการทำงานของสมองหรือกลไกทางสมองที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมทางปัญญา

3. ทฤษฎีย่อยที่สามเรียกว่า contextual subtheory เป็นความสามารถทางเชาวน์ปัญญาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของบุคคล ได้แก่พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

1.1 การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมขณะนั้น

1.2 การเลือกสิ่งแวดล้อมที่อำนวยประโยชน์สูงสุดมากกว่าที่จะทำตามความเคยชินหรือตามนิสัยของตน

1.3 การดัดแปลงสิ่งแวดล้อมในขณะนั้น ให้เหมาะสมกับทักษะความสนใจและค่านิยมของตน

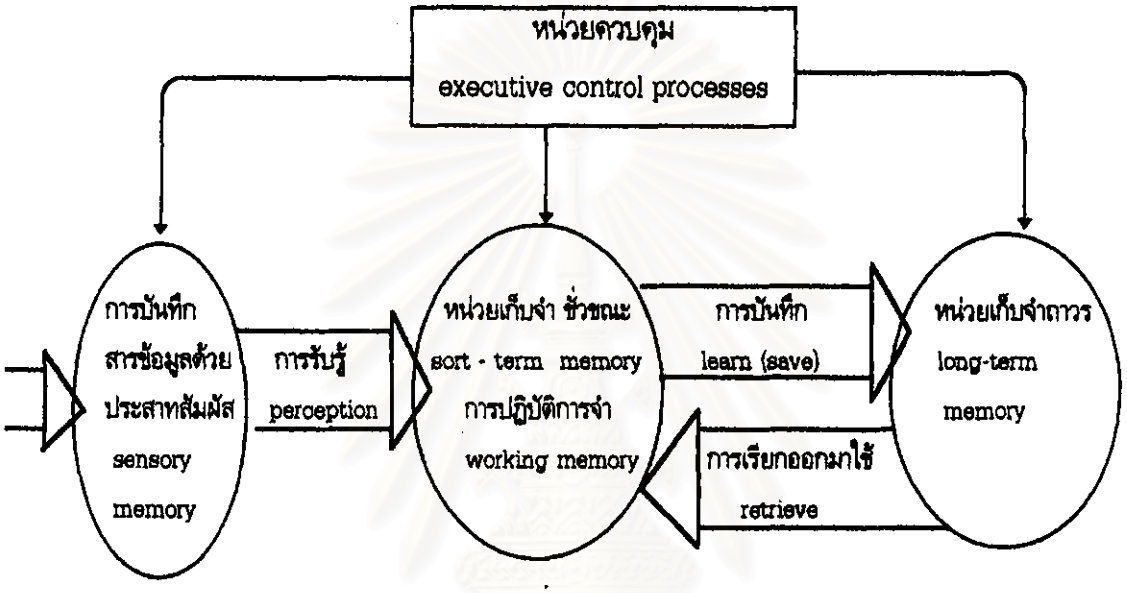
การดำเนินชีวิตประจำวันของบุคคลต้องปรับตนให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ถ้าพิจารณาเห็นว่าสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะกับค่านิยม ความสนใจหรือความถนัดของตน ก็จะพยายามดัดแปลงสิ่งแวดล้อมเพื่อที่จะให้เหมาะสมกับตนเอง ถ้าการดัดแปลงไม่สำเร็จอาจจะเปลี่ยนไปเป็นการเลือกสิ่งแวดล้อมใหม่ สิ่งที่เกี่ยวข้องได้แก่การปรับปรุงเปลี่ยนแปลง (adaptation) การเลือก (selection) และการดัดแปลง (shaping)

ทฤษฎีย่อยที่สามนี้อธิบายกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง การเลือกและการดัดแปลงสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มประมวลผลข้อมูล

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มประมวลผลข้อมูลเป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยมที่ได้รับสนใจมากที่สุดในปัจจุบัน ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มการประมวลผลข้อมูลได้ศึกษาเน้นถึงกระบวนการประมวลผลว่ามีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นสารสนเทศหรือข้อมูล (information) และส่วนที่เป็นกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลหรือส่วนประมวลผลข้อมูล (processing) จากความคิดนี้จะเห็นได้ว่าสิ่งเร้าในรูปต่างๆ จะถูกรับเข้ามาเป็นข้อมูล สมองของมนุษย์จะทำหน้าที่เป็นเครื่องประมวลผลข้อมูล (processor) คล้ายการทำงานของคอมพิวเตอร์ นักทฤษฎีกลุ่มนี้เปรียบสมองมนุษย์เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบการทำงานอันสลับซับซ้อน โดยที่สมองของมนุษย์จะมีโปรแกรมต่างๆ สำหรับการกระทำต่อข้อมูลที่รับเข้ามา มีการสร้าง รับ เปลี่ยน เก็บและนำข้อมูลออกมาใช้เมื่อต้องการเหมือนคนที่ฉลาดจะมีความสามารถในการคิด การจัดกระทำในแต่ละขั้นตอนได้อย่างอัตโนมัติ

Atkinson and Shiffrin (1968) Eliot (1974) และ Gagne' (1985) ได้ศึกษาการเรียนรู้โดยเน้นการรับรู้และประมวลผลข้อมูล โดยพยายามอธิบายกระบวนการทางสมองที่ซนานหรือคล้ายคลึงกับการปฏิบัติงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Woolfolk (1995) ซึ่งได้แสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการทำงานของสมองไว้ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 กระบวนประมวลสารของมนุษย์ (Woolfolk, 1995: 244)

จากแผนภาพที่ 2 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นกระบวนการรับสารข้อมูลและบันทึกสารข้อมูลด้วยประสาทสัมผัส จากนั้นสมองจะจัดกระทำกับข้อมูลแล้วเข้าสู่ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการเก็บจำสารข้อมูลไว้ชั่วขณะ และมีการจัดกระทำกับข้อมูลและจัดเก็บอย่างเป็นระบบที่ครอบคลุมขึ้นแล้วเข้าสู่ส่วนที่ 3 เป็นส่วนเก็บจำถาวร ซึ่งกระบวนการในขั้นตอนนี้สอดคล้องกับความสามารถการประมวลผลข้อมูลของ Stemberg (1986) ที่กล่าวว่าเมื่อประมวลผลข้อมูลแล้วจะเก็บสารข้อมูลนั้นไว้ในหน่วยความจำระยะสั้น จากนั้นนำเข้าสู่หน่วยความจำถาวร กระบวนการในแผนภาพแสดงการเชื่อมโยงด้วยลูกศร ซึ่งเป็นการแสดงถึงการถ่ายสารข้อมูล จากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง และทั้งหมดนี้จะอยู่ภายใต้การควบคุมของหน่วยควบคุมกระบวนการทั้งระบบ (executive control processes) และพร้อมที่จะดึงมาใช้เมื่อต้องการ ซึ่งในแต่ละส่วนจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 กระบวนการรับสารข้อมูล

1.1 การรับและการบันทึกข้อมูลด้วยประสาทสัมผัส

ในการเรียนรู้ของมนุษย์นั้น ขั้นแรกสุดคือ การรับข่าวสารด้วยประสาทสัมผัส เช่น การได้ยิน การเห็น การสัมผัส จากสิ่งเร้าภายนอก อวัยวะสัมผัสจะเก็บสารข้อมูลบางส่วนไว้ในหน่วยบันทึก (sensory register) ถ้าหากสารข้อมูลนั้นมีมากสมองจะเลือกรับรู้ (perception) และใส่ใจ (attention) เฉพาะข้อมูลบางส่วน ซึ่งการรับรู้และการบันทึกข้อมูลด้วยประสาทสัมผัสมีขั้นตอนดังนี้

1. การรับข้อมูลด้วยประสาทสัมผัส (sensory register)

การเข้ารหัสบันทึกสารข้อมูลด้วยประสาทสัมผัส เป็นการเก็บสารข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลดิบไว้ชั่วขณะก่อนที่จะคัดเลือกสารข้อมูลที่สำคัญเพื่อส่งผ่านไปยังกระบวนการประมวลผลข้อมูล และการจำต่อไป ซึ่งได้มีนักจิตวิทยาได้ทำการศึกษาไว้ 2 ลักษณะคือ

1.1 การบันทึกสารข้อมูลด้วยประสาทตา (iconic memory)

Sperling (1960) (Sperling, 1960 อ้างถึงในประสาท อิศระปรีดา, 2538) ได้ทดลองการบันทึกสารข้อมูลด้วยประสาทตา เขาได้ให้ผู้ถูกทดลองดูตัวอักษร 12 ตัว ในระยะเวลาที่สั้นมาก คือ ประมาณ 1 ใน 20 วินาที แล้วให้ผู้ทดลองบอกว่าเห็นตัวอักษรอะไรบ้างให้ตอบมาให้หมด พบว่าผู้ทดลองจะเห็นแค่ 4-5 ตัวเท่านั้น Sperling (1960) เรียกวิธีนี้ว่าเทคนิคการรายงานสิ่งที่เห็นแบบทั้งหมด (whole - report technique) หลังจากนั้นเขาได้ทดลองโดยให้ผู้ถูกทดลองรายงานในสิ่งที่เขาบันทึกด้วยประสาทตาทีละส่วน (partial - report technique) ขั้นตอนสำคัญในการทดลองนี้คือ เริ่มแรกผู้ถูกทดลองจะเห็นตัวอักษรทั้ง 12 ตัว ที่ผู้ทดลองฉายให้ดูเพียงแว็บหนึ่ง หลังจากนั้นมีเสียงสัญญาณดังขึ้น เสียงนี้มี 3 ระดับ คือ สูง กลาง ต่ำ ถ้าเสียงสูงให้ตอบว่าแถวบนมีอักษรอะไรบ้าง ถ้าเป็นเสียงกลางให้ตอบว่าแถวกลางมีอักษรอะไรบ้าง และถ้าเป็นเสียงต่ำให้ตอบว่าอักษรแถวล่างมีอะไรบ้าง ผลการทดลองพบว่า ผู้ถูกทดลองสามารถที่จะระลึกสารข้อมูลที่บันทึกโดยตาทีละส่วนได้มากกว่าเทคนิคการรายงานแบบทั้งหมด

1.2 การบันทึกสารข้อมูลด้วยประสาทหู (echoic memory)

Darwin, Turvey and Crowder (1972) ได้ทำการศึกษาเรื่องนี้โดยทำการทดลองคล้ายๆ กับ Sperling ผลการทดลองสอดคล้องกับ Sperling (1960) ซึ่งพบว่า เทคนิคการรายงานทีละส่วนจะสามารถระลึกข้อมูลได้ดีกว่าการรายงานแบบทั้งหมดในครั้งเดียว และหูสามารถบันทึกข้อมูลได้ยาวนานกว่าตา

1.2 การแปลความหมายและการประมวลผล

สารข้อมูลที่ส่งผ่านประสาทสัมผัสยังไม่ได้แปลความหมายนั้นเรียกว่า ข้อมูลดิบ ข้อมูลดิบเหล่านี้จะแปลความหมายโดยกระบวนการรับรู้ (perception) และประมวลผลข้อมูล (information processing)

ส่วนหนึ่งแปลผลและประมวลผลมาจากความจริงที่ได้รับโดยตรง บางส่วนอาจแปลความหมายและประมวลผลมาจากการจัดระเบียบข้อมูลโดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่แต่ละบุคคลมีอยู่

การแปลความหมายและประมวลผลข้อมูลแตกต่างกันไปตามการจัดระเบียบสารข้อมูลของแต่ละบุคคล ซึ่งขึ้นอยู่กับกระสวนความรู้ที่แต่ละบุคคลมีอยู่ การประมวลผลข้อมูลตามกระสวนความรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แนวคิดคือ

1. การประมวลผลข้อมูลที่เริ่มจากส่วนย่อยไปยังส่วนรวมหรือจากล่างขึ้นบน (bottom - up processing) เช่นการที่เห็นสุนัขแล้วรู้ว่าคือสุนัข ก็เพราะเริ่มต้นด้วยการรับรู้ว่ามันมีขน มี 4 ขา มีหู มีตา... ซึ่งเป็นการเริ่มจากส่วนย่อยๆ แล้วจึงสรุปรวมว่าคืออะไร

2. การประมวลผลข้อมูลโดยพิจารณาจากภาพรวมไปสู่ส่วนย่อยหรือพิจารณาจากบนสู่ล่าง (top- down processing) การที่จะรู้ว่าสิ่งที่พบเห็นคืออะไร ไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ลักษณะย่อยทุกอย่างของสิ่งเร้านั้น แต่จะอาศัยความรู้ที่มีอยู่ประกอบกับสิ่งรอบข้าง (context) ของสิ่งนั้นช่วยแปลความหมายเป็นส่วนรวมก่อนที่จะไปพิจารณาในรายละเอียด เช่น นายพรานที่เข้าไปในป่าเพื่อล่าสัตว์ เมื่อเขาเห็นสัตว์ตัวหนึ่งกำลังกระโดดอยู่หลังพุ่มไม้ เขาเห็นเพียงแว็บเดียวก็รู้ได้ว่า คือ กระต่าย

1.3 ความใส่ใจ (attention) สิ่งเร้าที่เรารับสัมผัสโดยประสาทสัมผัสที่เป็นเสียง (sound) กลิ่น (smell) และความรู้สึกจากการสัมผัสด้วยผิวกาย มีความแตกต่างกันมากมาย ซึ่งเราไม่อาจรับรู้ในเวลาเดียวได้ทั้งหมด เราเลือกใส่ใจเฉพาะสิ่งเร้าบางอย่าง และละเลยที่จะใส่ใจสิ่งเร้าอื่นๆ สิ่งเร้าที่เราใส่ใจเท่านั้นที่จะถูกนำมาขบคิดและจดจำ

การใส่ใจของคนเรามีข้อจำกัดมาก เราไม่สามารถใส่ใจโดยแยกส่วนที่เรารับสัมผัสแต่ละส่วนออกจากกันได้ เช่น ตาดู หูฟัง จมูกดมกลิ่น ในขณะที่ใครคนหนึ่งฝึกขับรถได้จนชำนาญ สามารถเข้าเกียร์หมุนพวงมาลัยได้อย่างอัตโนมัติแล้ว เขาก็สามารถขับรถพร้อมๆ กับฟังวิทยุได้ เมื่ออยู่ในภาวะคับขันการจราจรคับคั่ง ความใส่ใจก็จะเพ่งอยู่เฉพาะการขับรถเท่านั้น แสดงว่าเราจะสามารถใส่ใจสิ่งต่างๆ 2 สิ่งได้พร้อมๆ กันเฉพาะเมื่องานที่ทำอยู่อย่างใดอย่างหนึ่งนั้นเรามีความชำนาญจนสามารถทำได้โดยอัตโนมัติแล้ว (Woolfolk, 1995)

ขั้นต่อมาหลังจากประมวลผลแล้วข้อมูลจะถูกส่งเก็บไว้ในส่วนการเก็บจำชั่วขณะ และในหน่วยความจำถาวร

ส่วนที่ 2 ส่วนของการเก็บจำชั่วคราว (temporary storage)

หลังจากรับรู้สารข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่งและประมวลผลแล้ว สารข้อมูลนั้นก็จะถูกส่งไปยังหน่วยการจำระยะสั้น (short - term memory) สมองจะเก็บหรือบันทึกไว้ในระยะสั้นๆ ในช่วงเวลานั้น เป็นระยะเวลาที่ข้อมูลจะถูกนำมาปฏิบัติหรือใช้ประโยชน์ในขณะนั้น

ส่วนที่ 3 ส่วนเก็บจำถาวร (permanent storage)

สารข้อมูลจากหน่วยการจำชั่วขณะที่มีคุณค่าบางส่วน จะถูกส่งไปยังหน่วยเก็บจำถาวร หรือหน่วยเก็บจำระยะยาว (long - term memory) ซึ่งมีศักยภาพที่จะเก็บจำข้อมูลได้มากมาย เมื่อเราต้องการสารข้อมูลนี้ บางครั้งพบว่าอยู่ในระดับบนของจิต (conscious) คือระลึกได้ทันที แต่ข้อมูลบางอย่างอยู่ในระดับล่างของจิต (unconscious) ซึ่งยากที่จะระลึกหรือรื้อฟื้นออกมา สารข้อมูลในส่วนนี้จะถูกเรียกออกมาใช้โดยส่งย้อนไปยังหน่วยการจำชั่วขณะ และจะเกิดปฏิบัติการในหน่วยการจำนี้

องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนที่กล่าวมาแล้วอยู่ภายใต้การควบคุมของหน่วยควบคุม (executive control processes) หน่วยควบคุมนี้จะทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยง และให้คำแนะนำในกระบวนการทั้งหมด เริ่มตั้งแต่การรับข้อมูล การเข้ารหัส การแปลผล การประมวลผล จนกระทั่งถึงการเรียกข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาวสอดคล้องกับความสามารถด้านการคิดขั้นสูงของ Sternberg (1986) ที่กล่าวว่าการคิดขั้นสูง (metacomponent) เป็นกระบวนการคิดสั่งการ ควบคุม วางแผน ติดตามและประเมินการปฏิบัติงาน (executive process) โดยบ่งบอกความสามารถด้านอื่นๆ ว่าต้องทำอะไร อย่างไร เช่น บ่งบอกว่าจะแสวงหาความรู้อะไรบ้าง แล้วนำมาใช้ในการปฏิบัติอย่างไร จะทำอย่างไรให้การปฏิบัติงานต่างๆ ดำเนินไปในแนวทางที่ถูกต้องและในขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่เป็นส่วนที่รับผลย้อนกลับจากความสามารถด้านอื่นๆ ว่ามีปัญหาในการปฏิบัติงานนั้นๆ อย่างไรบ้าง จะมีแนวทางในการแก้ปัญหานั้นอย่างไร การคิดขั้นสูงเป็นพื้นฐานในด้านการแก้ปัญหา สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมกับตนเองและสอดคล้องกับ Bounme (1986) ที่ได้กล่าวว่าความสามารถในการคิดขั้นสูง (metacomponent) เป็นความสามารถพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ (acquisition) ในกระบวนการเรียนรู้ (cognitive strategies)

จากทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดของกลุ่มประมวลผลข้อมูล ที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า ความสามารถด้านการแสวงหาความรู้และด้านการประมวลผลอย่างอัตโนมัติ มีความสัมพันธ์กันเป็นกระบวนการการทำงานของสมอง คือเมื่อได้รับความรู้ ข้อมูล หรือได้รับสิ่งเร้ามาแล้วก็จะประมวลผลข้อมูลหรือการจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้รับแล้วเก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราวและหน่วยความจำถาวร และตามแนวคิดของสเติร์นเบอร์กนั้นได้อธิบายการประมวลผลข้อมูลไว้ว่า การประมวลผลข้อมูลในระยะเริ่มแรกเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ต้องใช้ความพยายามมาก แต่เมื่อปฏิบัติสิ่งนั้นนานๆ จะเกิดความชำนาญ เรียกว่าเกิดความเป็นอัตโนมัติ ซึ่งเขาใช้ชื่อกระบวนนี้ว่า การประมวลผลอย่างอัตโนมัติ (automatized information processing) และข้อมูลที่ผ่านกระบวนการประมวลผลข้อมูลแล้วจะนำเข้าสู่หน่วยความจำชั่วคราวและหน่วยความจำถาวร ซึ่งทั้ง 2 แนวคิดทฤษฎีได้กล่าวไว้อย่างสอดคล้องกันว่ากระบวนการดังกล่าวนี้อยู่ภายใต้หน่วยควบคุม

Solso (1991) ยังได้กล่าวว่า ระบบการทำงานที่สัมพันธ์เชื่อมโยงของสมองเริ่มตั้งแต่การแสวงหาความรู้และการรับรู้ข้อมูล การประมวลผลข้อมูลตลอดจนการเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำนั้น คือ กระบวนการเรียนรู้ ซึ่งกระบวนการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญในชีวิตของมนุษย์ทุกคน ถ้าบุคคลใดมีความสามารถในการเรียนรู้สูง บุคคลนั้นก็จะเป็นบุคคลที่มีความสามารถสูงไปด้วย นั่นคือ กระบวนการเรียนรู้มีขั้นตอน คือ การแสวงหาความรู้ เมื่อได้ความรู้หรือข้อมูลข่าวสารแล้วจะจัดกระทำประมวลผลข้อมูล แล้วนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ บุคคลมีความสามารถในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้สูงก็จะมีความสามารถด้านต่างๆ ที่ได้จากการเรียนรู้สูง

ตอนที่ 3 มโนทัศน์เกี่ยวกับความสามารถด้านการแสวงหาความรู้ ความสามารถด้านการประมวลผลอย่างอัตโนมัติ และความสามารถด้านการคิดขั้นสูง

1. ความสามารถด้านการแสวงหาความรู้

ความสามารถด้านการแสวงหาความรู้ (Sternberg, 1985 อ้างถึงในผดุงชัย ภู่พัฒน์, 2537) การแสวงหาความรู้เป็นกระบวนการเริ่มแรกของกระบวนการทางสมอง เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ เป็นการเริ่มรับรู้ข้อมูลข่าวสารและบันทึกข้อมูลด้วยประสาทสัมผัส

กระบวนการในการแสวงหาความรู้ (the processes of knowledge acquisition) Sternberg (1986) กล่าวว่า ในการเรียนความหมายของคำใหม่ที่มีในบริบท (context) ผู้อ่านต้องแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (relevant information) ออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง (irrelevant information) จากนั้นผู้อ่านก็รวมข้อมูล (combine) ในลักษณะที่มีความหมาย (meaningful whole) โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในบริบทและความรู้เดิม (old information) ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของคำนั้นเป็นแนวทางในการสรุปว่าสิ่งนั้นคืออะไร มีขั้นตอนดังนี้คือ เลือกข้อมูลที่ต้องการหรือข้อมูลที่ถูกต้องในบริบทนั้น จากนั้นรวมข้อมูลที่เลือกมาให้มีความหมาย นำข้อมูลเหล่านั้นมาสัมพันธ์กัน แล้วสรุปว่าคำใหม่ สารข้อมูลใหม่ที่ได้รับมานั้นคืออะไร ความสามารถที่ใช้ในการแสวงหาความรู้มี 3 ด้านสำคัญๆ คือ

1.1 การเลือกเข้ารหัสข้อมูล (selective encoding) เป็นการสรุปประเด็นสำคัญหรือลักษณะที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับคำใหม่หรือข้อมูลใหม่ที่ได้รับ ได้อย่างถูกต้องแล้วนำมาเก็บในหน่วยความจำระยะสั้น

เมื่อเราพบคำใหม่ (unfamiliar) ในบริบท (context) ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงในบริบทนั้นจะเป็นตัวชี้แนะถึงความหมายของคำนั้น แต่เป็นไปได้ว่าข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่เราเลือกมาอาจนำไปสู่การสรุปที่ผิดได้ ฉะนั้นจะต้องเลือกข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องในบริบทนั้นให้ถูกต้อง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเข้ารหัสเป็นปัจจัยสำคัญของการพัฒนาสติปัญญา ซึ่งพบว่า คุณภาพและปริมาณของการเข้ารหัสจะค่อยๆ ลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น เพราะเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ก็จะมีการใช้โครงสร้างของข้อมูลต่างๆ บ่อยมากขึ้น และในลักษณะที่ซับซ้อนขึ้น โดยสามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารในภาพรวมได้มากขึ้น

Bower (1972) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการเข้ารหัส มีความสำคัญต่อกระบวนการจำและการลืมในความจำมนุษย์มาก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการจำและการลืม ซึ่งจะมีผลต่อขั้นตอนอื่นๆ ถ้ากระบวนการเข้ารหัสล้มเหลวหรือผิดพลาดจะทำให้ขั้นตอนอื่นล้มเหลวไปด้วย เขาได้เสนอชนิดของการเข้ารหัสว่ามี 4 ชนิด คือ

1. การเข้ารหัสโดยการเลือกตัวเร้า (coding as stimulus selection) เป็นวิธีที่บุคคลจะเลือกบางองค์ประกอบ (component) ของสิ่งเร้าที่ซับซ้อน (complex stimulus) ขึ้นมาใช้เป็นตัวจำ (critical element) ซึ่งเราเรียกว่าเป็นสิ่งเร้าตามที่เรารับรู้เพื่อจะนำไปใช้ (functional stimulus) สร้างขึ้นมาแทนสิ่งเร้าตามความเป็นจริง (nominal stimulus)

2. การเข้ารหัสโดยการเขียนขึ้นมาใหม่ (coding as rewriting) เป็นวิธีที่บุคคลแปลสิ่งเร้าที่ได้รับเข้ามาให้เป็นรูปแบบอื่น ข่าวสารที่ได้รับการแปลแล้วจะถูกเก็บไว้ในความจำ และจะถูกถอดรหัส (decode) ในเวลาต่อมาเพื่อการระลึก (recall) ถึงข่าวสารที่ได้รับเข้ามา (original input)

3. การเข้ารหัสโดยใช้ลักษณะส่วนประกอบ (coding as componential description) ลักษณะที่สำคัญของการสร้างรหัสแบบนี้คือ รหัสที่ได้จะประกอบไปด้วยลักษณะ (attribute) หรือรูปร่าง (feature) ของตัวเร้าที่รับเข้ามา ตามแนวความคิดนี้รหัสเกิดจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าที่ได้รับในกรณีของคำลักษณะเหล่านี้อาจเป็นทั้งตัวแปรทางด้านเสียงและตัวแปรทางด้านความหมาย (acoustic and semantic variety) เช่นคำว่า "หน้า" ทางด้านความหมายมันอาจเป็นได้ทั้งอวัยวะส่วนบนของร่างกายหรืออาการที่นำหน้ามาก่อนก็ได้ ทางด้านเสียงอาจไปเหมือนกับ "น่า"

4. การเข้ารหัสโดยการประดิษฐ์ขึ้นมา (coding as elaboration) Prytulak (1971) กล่าวว่า การสร้างรหัสแบบนี้ตั้งอยู่บนข้อตกลงที่ว่าสิ่งเร้าจะมีกลไก (associated operatores) ที่จะเปลี่ยนสิ่งที่ต้องการจำ ให้เป็นลักษณะที่มีคุณภาพขึ้น เช่น คำว่า pym เป็นคำที่ไม่มีความหมายอาจถูกดัดแปลงให้เป็นคำที่มีความหมาย เช่น payment แล้วทั้งคำและการเปลี่ยนแปลงจะถูกเก็บไว้ในความจำ เมื่อต้องการระลึกถึงตัวเร้า คำที่สร้างขึ้นคือ payment ก็จะต้องเปลี่ยนกลับคืนมาเป็นคำที่ไม่มีความหมายคือ pym

1.2 การเลือกรวมข้อมูล (selective combination) เป็นการรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะสำคัญหรือประเด็นสำคัญของข้อมูลที่เราเลือกเข้ารหัสเอาไว้ ให้มองเห็นภาพรวมที่เป็นไปได้และสามารถเป็นตัวแทน

ของคำใหม่นั้นได้ โดยอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ การรวมข้อเท็จจริงของคำใหม่มักจะรวมเกี่ยวกับความหมายก่อนที่จะรวมข้อมูลเกี่ยวกับอย่างอื่น ขั้นตอนในการรวมข้อมูล (selective combination) สามารถทำได้ทันทีหลังจากเลือกเข้ารหัสข้อมูล (selective encoding) แล้ว การเลือกรวมข้อมูลสามารถทำได้หลายแนวทางขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคล

1.3 การเลือกเปรียบเทียบข้อมูล (selective comparison) เป็นการนำความรู้ใหม่ที่ได้รับมา (newly acquired information) มาสัมพันธ์กับความรู้เดิม (old information) จากนั้นสร้างเป็นตัวเลือกในการอธิบายสรุปคำใหม่โดยการเปรียบเทียบตัวเลือกต่างๆ เหล่านั้นแล้วจึงลงสรุปว่าคืออะไร แล้วเก็บ (stored) ไว้ในหน่วยความจำ

Sternberg (1985) กล่าวว่า ความสามารถด้านการแสวงหาความรู้ สามารถวัดเพื่อตรวจสอบและพัฒนาได้จากความเข้าใจภาษา และการประมวลข้อมูลในการเข้าใจภาษา หรือความรู้ความสามารถด้านอื่นๆ ก็ได้

การฝึกความสามารถด้านการแสวงหาความรู้ ระพินทร์ ฉายวิมล (2535) ได้ฝึกให้ผู้รับการทดลองใช้ความรู้ที่สอนช่วยในการอนุมานความสัมพันธ์ของพจน์หรือข้อความ โดยมีขั้นตอนในการฝึกดังนี้คือ

1. เสนอตัวอย่าง (textual cued) โดยการสอนและให้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของความสัมพันธ์ของพจน์หรือข้อความที่มีในโจทย์ปัญหาเชิงอุปมา - อุปไมย ด้านภาษา

2. ข้อกระทงหรือโจทย์ปัญหา (mediating variables) เช่นข้อกระทงของโจทย์ปัญหาที่ประกอบด้วยพจน์ หรือข้อความที่มีความสัมพันธ์กันตามลักษณะที่สอดคล้องกับที่ได้รับการสอนมา ซึ่งข้อกระทงนี้จะเป็นตัวแนะให้ผู้เข้ารับการทดลองใช้ความสามารถทางสมองในการคิดเชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้เรียนมา

3. การใช้คำถามให้ผู้รับการทดลองใช้ส่วนประกอบของการคิดในการเลือกเข้ารหัส (selective encoding) คือการตัดสินใจว่าพจน์หรือข้อความนั้นมีอะไรเป็นลักษณะสำคัญ การเลือกรวมข้อมูล (selective combination) คือ การเลือกรวมลักษณะของข้อมูลที่สำคัญและเกี่ยวข้องกันเกิดเป็นมโนทัศน์ใหม่และการเลือกเปรียบเทียบข้อมูล (selective comparison) เป็นการสร้างความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์ที่มีอยู่ในระบบความจำ

2. ความสามารถด้านการประมวลผลอย่างอัตโนมัติ

การปฏิบัติ "อย่างอัตโนมัติ" (automatized) เช่น การอ่านบทความเมื่อตอนที่เรียนอยู่ในระดับประถมศึกษาต้องใช้ความพยายามและความใส่ใจมาก กว่าจะสามารถจับใจความสำคัญของเรื่องได้ แต่เมื่อเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้นก็มีความสามารถที่จะปฏิบัติสิ่งต่างๆ เหล่านั้นได้ดีขึ้นเรื่อยๆ คือใช้ความพยายาม

น้อยลง นั่นแสดงว่าสามารถปฏิบัติได้อย่างอัตโนมัตินั่นเอง หรือตัวอย่างการขับรถเมื่อขับรถมาเป็นระยะเวลายาวนานทำให้บุคคลนั้นสามารถขับรถได้อย่างอัตโนมัติ (driving has long ago become automatic) ในขณะขับสามารถฟังวิทยุ หรือพูดคุยสนทนากับผู้ที่นั่งมาในรถได้ด้วย หรือตัวอย่างการฝึกพิมพ์ดีดแบบสัมผัสก็เช่นเดียวกัน ในขั้นเริ่มฝึกต้องใช้ความพยายามและความใส่ใจเป็นอย่างมาก แต่เมื่อได้ฝึกและปฏิบัติมาเป็นระยะเวลานานๆ ก็สามารถปฏิบัติอย่างอัตโนมัติ (Sternberg, 1986)

ความสามารถด้านการประมวลผลอย่างอัตโนมัติ เป็นการพิจารณาทั้งความเร็วและความถูกต้องในการประมวลผลข้อมูล (Walter S. and Richard S., 1977 อ้างถึงใน Sternberg, 1986) กระบวนการประมวลผลข้อมูลมีอยู่ 2 กระบวนการคือ การประมวลผลข้อมูลที่จำกัด (controlled processing) และความคล่องในการประมวลผลข้อมูล (automatic processing)

การประมวลผลข้อมูลที่จำกัดจะเป็นการประมวลผลข้อมูลที่

(1) ค่อนข้างช้า

(2) ต้องเป็นไปตามลำดับขั้น

(3) ใช้ความพยายามมาก

(4) อยู่ในขอบเขตข้อจำกัดของความจำระยะสั้น

(5) ต้องการการฝึกฝนน้อย

ส่วนความคล่องในการประมวลผลข้อมูลนั้นเป็นการประมวลผลที่

(1) ค่อนข้างเร็ว

(2) มีการประมวลได้ครั้งละหลายกระบวนการ

(3) ใช้ความพยายามน้อย

(4) ไม่มีข้อจำกัดเนื่องจากความจำระยะสั้น

(5) ส่วนใหญ่จะกระทำที่จิตใต้สำนึก

(6) ต้องการการฝึกฝนเพื่อพัฒนามาก

กระบวนการทั้ง 2 นี้ มีความสัมพันธ์กัน คือ เมื่อตอนเริ่มปฏิบัติครั้งแรก ๆ ต้องใช้ความพยายามและความใส่ใจมากกว่าจะปฏิบัติได้ (การประมวลผลข้อมูลที่จำกัด) ระยะต่อมาก็จะปฏิบัติได้อย่างเป็นอัตโนมัติ (ความคล่องในการประมวลผลข้อมูล)

Sternberg (1986) กล่าวว่า บุคคลที่เรียนรู้เร็ว (fast learner) ใช้ความพยายามน้อยก็สามารถที่จะปฏิบัติสิ่งใหม่ที่ได้รับให้เป็นการปฏิบัติได้อย่างอัตโนมัติและคนที่เรียนช้า (slow learner) ก็จะเป็นในทางตรงกันข้าม บุคคลที่เรียนรู้เร็วนั้นสามารถประมวลผลข้อมูลได้อย่างเป็นอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพ จึงทำให้มีพลังสมองเหลือในการให้ความสนใจกับข้อมูลใหม่ที่ได้รับเข้ามา

ในชีวิตประจำวันมีงานหลายชนิดที่ต้องใช้ความสามารถด้านการประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อน เช่น การอ่าน การทำงานเกี่ยวกับตัวเลข บุคคลที่ฉลาดจะมีความสามารถด้านการประมวลผลในงานต่างๆ เหล่านี้ได้อย่างลื่นไหล แต่ถ้าคนที่มีความฉลาดน้อยก็จะสามารถประมวลผลได้อย่างติดๆ ขัดๆ ไม่เป็นไปอย่างอัตโนมัติ เมื่อประมวลผลแล้วข้อมูลนั้นจะเก็บในหน่วยความจำระยะสั้น จากนั้นนำเข้าสู่หน่วยความจำถาวร การวัดความสามารถของบุคคลด้านการประมวลผลอย่างอัตโนมัติ เป็นการวัดความสามารถในการปฏิบัติงานใดก็ได้ที่ต้องใช้ระบบการประมวลผลที่ซับซ้อน (Sternberg, 1986) เช่น

2.1 ด้านอนุกรมตัวเลข เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของระบบตัวเลขว่าชุดตัวเลขนั้นเรียงกันอย่างไร จะมีกฎเกณฑ์ต่างๆ กันไป ซึ่งจะต้องค้นหาความสัมพันธ์ของระบบตัวเลขให้ได้ก่อน จากนั้นหาคำตอบว่าตัวเลขถัดไป หรือที่เว้นว่างไว้ เป็นตัวเลขหรือจำนวนอะไร

Bourne (1986) กล่าวว่า การหาคำตอบอนุกรมตัวเลข ประการแรกต้องตัดสินใจได้ว่ารูปแบบความสัมพันธ์ และจำนวนตัวเลขในช่วงนั้น (period length) เป็นเท่าไรของจำนวนสมาชิก 1 ตัว ตัวเลขมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบใด จึงสามารถค้นหาคำตอบของอนุกรมนั้นได้ เช่น 142434445464 จำนวนสมาชิก 1 ตัว ประกอบด้วยตัวเลข 2 ตัว (period of length is two) แยกสมาชิกให้เห็นชัดได้ว่า 14/24/34/44/54/64 คำตอบของอนุกรมในตัวถัดไปคือ 74

2.2 ด้านตัวเลข เป็นความสามารถเกี่ยวกับจำนวน การมองเห็นความสัมพันธ์และความหมายของจำนวนตัวเลขต่างๆ

2.3 ด้านการเปรียบเทียบปริมาณ เป็นความสามารถในการบ่งบอกถึงความมากน้อยของจำนวน กลุ่มของจำนวน สามารถเปรียบเทียบ แก้ปัญหาในปริมาณของตัวเลขได้

2.4 ด้านการคำนวณ เป็นความสามารถในการจัดกระทำกับตัวเลข มีความแม่นยำและคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

ความสามารถด้านตัวเลขและจำนวน มีความสำคัญในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก ซึ่งถ้านักเรียนมีความถนัดในด้านตัวเลขและจำนวนจะมีความถนัดในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นสูงๆ ต่อไปได้ และจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ความสามารถด้านจำนวน ความสามารถด้านความคล่องในการใช้คำ และความสามารถด้านภาษา ต่างมีความสัมพันธ์กัน และความสามารถด้านต่างๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วย (สมบัติ วงษ์อยู่น้อย, 2529)

2.5 การลงสรุป ความสามารถในการสรุปหาข้อยุติ เป็นการสรุปที่ใช้เหตุผลทางภาษา โดยอาศัยโครงสร้างทางด้านตรรกวิทยา การหาข้อยุติคำนึงถึงความเป็นจริง และสมเหตุสมผลตามเงื่อนไขของข้อเท็จ

จริงที่กำหนดให้ โดยจะกำหนดข้อความที่เป็นเหตุเป็นผลมาให้พิจารณา อาจจะมีเหตุผลเดียว หรืออาจจะมีทั้งเหตุผลใหญ่และเหตุผลย่อยก็ได้ ผู้ตอบต้องสรุปหาข้อยุติจากเหตุผลนั้นๆ

ตัวอย่าง "พ่อรักลูก แม่ก็รักลูก" ฉะนั้น ทั้งพ่อและแม่รักลูก

ความสามารถในเชิงตรรกวิทยาเป็นหลักการสำคัญในชีวิตประจำวัน เพราะในสภาพความเป็นจริงการสรุปลงความเห็นเกี่ยวกับความเป็นเหตุเป็นผลนั้นไม่สามารถที่จะทำการทดลองได้ในทุกอย่าง ฉะนั้นการนำหลักตรรกวิทยามาใช้ในการลงข้อสรุปจึงมีความสำคัญและจำเป็นมาก การลงสรุปสามารถทำได้โดยการดูความเป็นเหตุเป็นผลของแต่ละเหตุการณ์แล้วหาข้อสรุปตามที่ต้องการ

2.6 ด้านภาษา เป็นสมรรถภาพการเข้าใจความหมายของภาษาพูด ภาษาเขียน อ่านจับใจความสำคัญ แปลความ ตีความ และวิเคราะห์ความสำคัญของข้อความต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

ทวี สุรเมธี (2527) ได้เสนอว่า องค์ประกอบด้านความพร้อมทางภาษาที่สำคัญ คือความสามารถทางการคิดและจำ ได้แก่ ความสามารถในการใช้เหตุผล เข้าใจและเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ ได้ เข้าใจความหมายของประโยคและเข้าใจรูปคำได้

Esquirol (1838) (Esquirol, 1838 อ้างถึงใน ทองห่อ วิภาวิน, 2524) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับภาษา และผลการศึกษาสรุปว่า ภาษาชี้ระดับเชาวน์ปัญญาและมันสมองของมนุษย์ คนที่มีเชาวน์ปัญญาดี จะใช้ภาษาได้ชัดเจน ถูกต้อง และภาษาเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งเสริมเชาวน์ปัญญาของมนุษย์ให้ดีขึ้น

จะเห็นได้ว่า ความสามารถทางภาษามีความสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถทางเชาวน์ปัญญาของมนุษย์ เพราะเป็นพื้นฐานในการส่งเสริมความสามารถด้านอื่นๆ

3. ความสามารถด้านการคิดขั้นสูง

ความสามารถด้านการคิดเป็นกระบวนการประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น (elementary information process) ของสมองซึ่งกระทำต่อโครงสร้าง (internal representation) ของสิ่งของหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในการรับรู้ ในวิถีทางที่อาจจะเป็นการส่งผ่านข้อมูล (translate) จากการรับรู้ไปเป็นมโนทัศน์โครงสร้างทางสมอง (mental representation) หรือเปลี่ยนรูปจากมโนทัศน์โครงสร้างทางสมองหนึ่งไปเป็นมโนทัศน์โครงสร้างทางสมองอีกอย่างหนึ่ง หรืออาจจะเป็นการส่งผ่านจากมโนทัศน์โครงสร้างทางสมอง ไปสู่การแสดงออกทางใดก็ได้ (Sternberg, 1985) ซึ่งรูปแบบของมโนทัศน์โครงสร้างทางสมองอาจจะเป็นรูปภาพ (pictural image) ชุดของประพจน์ (set of proposistions) สมการพีชคณิต (algebraic equation) หรืออื่นๆ (Sternberg, 1986 อ้างถึงในผดุงชัย ภู่พัฒน์, 2537) และจากการวิจัยพบว่า โครงสร้างทางสมองของเด็กเกี่ยวกับรูปภาพมีลักษณะเพิ่มขึ้นตามอายุ รวมทั้งการเข้ารหัสคุณลักษณะของภาพไปยังโครงสร้างทางสมอง

ของเด็กเล็กจะมีลักษณะการเข้ารหัสที่แยกคุณลักษณะ (separate atribbute) ส่วนเด็กโตจะมีการเข้ารหัสคุณลักษณะของภาพไปยังโครงสร้างทางสมองในลักษณะภาพรวม (integrate) จึงทำให้การใช้เนื้อที่ในความจำระยะสั้นน้อยกว่า จึงมีการดำเนินการกระบวนการทางสมองได้มีประสิทธิภาพกว่า (Sternberg and Rifkin, 1979 อ้างถึงใน Sternberg, 1986)

ความสามารถด้านการคิดขั้นสูง เป็นกระบวนการชั้นสูงซึ่งใช้ในการคิด วางแผนการปฏิบัติงาน การประเมิน ติดตามผล เป็นกระบวนการคิดสั่งการ (executive process) ที่ใช้บ่งบอกความสามารถด้านการคิดชนิดอื่นๆ ว่าต้องทำอะไร และในขณะเดียวกันเป็นส่วนที่รับผลย้อนกลับจากความสามารถด้านการคิดอื่นๆ ว่ามีปัญหาในปฏิบัติงานนั้นๆ อย่างไรบ้าง ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการกำหนดว่า จะทำอย่างไรกับงานหรือชุดของงานนั้น เพื่อให้งานนั้นดำเนินไปอย่างถูกต้อง (Sternberg, 1986 อ้างถึงในผดุงชัย ภู่พัฒน์,2537)

Bourne (1986) ได้กล่าวไว้สอดคล้องกับ Sternberg (1986) ความสามารถในการคิดขั้นสูง (metacomponent) เป็นความสามารถพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ (acquisition) ในกระบวนการเรียนรู้ (cognitive strategies)

ในการพัฒนาองค์ประกอบในการคิดขั้นสูงนั้น สามารถกระทำได้โดยการปรับปรุงทักษะการฝึกการให้นิยามถึงธรรมชาติของปัญหา การฝึกเลือกใช้องค์ประกอบด้านการคิดหรือขั้นตอนที่จำเป็นในการแก้ปัญหา การฝึกการเลือกใช้โครงสร้างสมอง สำหรับข้อมูลที่ได้รับการฝึกให้ความสนใจ (allocation your resource) และการฝึกการติดตามการแก้ปัญหา ซึ่งพิจารณาได้จากความสามารถย่อยในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.1 ด้านการระบุปัญหา (decision as to just what the problem is that needs to be solved) เป็นการกำหนด หรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา ข้อคำถาม ข้ออ้าง หรือข้อโต้แย้ง ซึ่งจะต้องอาศัยความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสภาพการณ์ที่ปรากฏเพื่อกำหนดประเด็นปัญหา ข้อสงสัย ประเด็นหลักที่ควรพิจารณา การระบุปัญหาถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญ เป็นจุดเริ่มต้นของการแก้ปัญหาเพราะเป็นกระบวนการที่ทำให้บุคคลตระหนักว่าปัญหา หรือความขัดแย้งที่เกิดขึ้นนั้นคืออะไร จึงนำไปสู่กระบวนการการแก้ปัญหาต่อไป

การมองปัญหาให้ชัด (Sternberg, 1986)

1. อ่านและพิจารณาสถานการณ์ปัญหาซ้ำๆ จนเกิดความแน่ใจถึงชนิดของปัญหา และควรใช้ความรู้ที่ได้รับมาจากบริบทในการตั้งคำถามของปัญหา ถ้าผู้แก้ปัญหาไม่อ่านหรือไม่พิจารณาคำถามซ้ำๆ ก็เป็นไปไม่ได้ที่จะได้คำตอบว่าปัญหาที่จะแก้ไขคืออะไร มีปัญหาหลายปัญหาที่มีความซับซ้อน ยากที่จะเข้าใจถึงคำถามของปัญหา จึงจำเป็นที่จะต้องใช้ความพยายามในการพิจารณาอย่างถ่องแท้

2. ปรับจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาให้ง่ายขึ้น บางครั้งเป้าหมายที่ตั้งไว้ยากเกินไป ผู้แก้ปัญหาจะต้องพยายามมากที่จะแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายได้ จึงควรปรับเป้าหมายให้ง่ายขึ้น และควรกำหนดคำตอบในการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับคำถามที่ต้องการ

3. พิจารณาเป้าหมายซ้ำอีก แล้วปรับเป้าหมายให้เหมาะสมกับความสามารถในการแก้ปัญหานั้นได้ โดยใช้ขั้นตอนตามกลวิธีคิดแก้ปัญหา ในที่สุดก็จะสามารถแก้ปัญหานั้นได้

3.2 ด้านการระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (selection of one or more representations or organizations for information) เป็นการกำหนดข้อมูลที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหา ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่ได้รับจากสถานการณ์หรือจากแหล่งต่างๆ การระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เช่น สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา คืออะไร

3.3 ด้านการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา (selection of a strategy for combining lower - order components) เป็นการกำหนดขอบเขต แนวทางของการพิจารณาหาข้อสรุปของข้อคำถามหรือข้อสรุปในการแก้ปัญหา ซึ่งจะต้องอาศัยความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ในขั้นนี้จะเป็นการนำข้อมูลที่แยกแยะแล้วมาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ เพื่อกำหนดเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะการกำหนดขั้นตอนแรกเพราะขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนที่ยากและสำคัญที่สุดในการเริ่มต้นแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

การเลือกขั้นตอนในการแก้ปัญหา Sternberg (1986) กล่าวว่า ควรศึกษาข้อมูลมากๆ จะช่วยสนับสนุนการเลือกขั้นตอนหรือองค์ประกอบในการแก้ปัญหาได้ และในการเลือกขั้นตอนในการแก้ปัญหาควรพิจารณาถึง

1. จำนวนขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ถ้าขั้นตอนในการแก้ปัญหามากเกินไป หรือเลือกขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

2. ทำขั้นตอนแรกให้ง่ายที่สุด คนส่วนใหญ่พบว่าขั้นตอนที่ยากที่สุดในการแก้ปัญหาหรือทำงานให้บรรลุผลสำเร็จได้คือ ขั้นตอนแรก ซึ่งคนส่วนใหญ่มีความเห็นสอดคล้องกันว่ายากมากในการเริ่มต้น

3. สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาไว้หลายๆ ทางก่อนที่จะเลือกแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหานั้นจริง

เมื่อจะแก้ปัญหานอกจากได้เลือกแนวทางในการแก้ปัญหา มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาแล้วก็ตามแต่สิ่งที่ขาดไม่ได้คือ การเรียงลำดับขั้นในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง

การจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา (Sternberg, 1986)

1. พิจารณาปัญหาให้ถ่องแท้ การแก้ปัญหาที่ผิดพลาดสาเหตุหนึ่งมาจากการเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาที่ผิด ฉะนั้นจำเป็นอย่างยิ่งต้องพิจารณาถึงปัญหาให้ถ่องแท้เสียก่อน

2. การแก้ปัญหาไม่ควรแก้ปัญหาในภาพรวมเพราะอาจจะไม่ประสบผลสำเร็จก็ได้ ฉะนั้นจะต้อง

แยกเป็นปัญหาย่อยๆ แล้วแก้ปัญหาย่อยนั้นตามความเหมาะสมก่อน จากนั้นนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในภาพรวม

3. จัดลำดับขั้นในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องเป็นไปตามธรรมชาติของปัญหา ปัญหาสามารถแก้ได้ง่ายมากหรือยากมาก (quite difficult) ขึ้นกับลำดับขั้นในการแก้ปัญหา ฉะนั้นควรจัดขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้อย่างเป็นระบบ

3.4 ความสามารถในการจำลองภาพการแก้ปัญหา (decision regarding allocation of attentional resources) เป็นการรวบรวมแนวทางในการแก้ปัญหาทั้งหมด โดยนำแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมดมาสร้างในรูปแผนภูมิ แผนภาพของขั้นตอนในการแก้ปัญหาตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย

3.5 ความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (solution monitoring) เมื่อพิจารณาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด แล้วสามารถพิจารณาและเลือกแนวทางที่เห็นว่าเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหานั้นได้

3.6 ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา (sensitivity to acternal feedback) เป็นการประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาอีกครั้งหนึ่งเพื่อเป็นการย้ำความถูกต้องแม่นยำว่าสามารถแก้ปัญหานั้นได้

การฝึกความสามารถด้านการรู้คิดขั้นสูง ระพินทร์ ฉายวิมล (2535) ให้ผู้รับการฝึกพิจารณาอ่านโจทย์ปัญหาและถามคำถามเพื่อให้ผู้รับการทดลองตอบ 3 คำถาม คือ

1) คำถามของปัญหานี้คืออะไร

2) ข้อความที่แสดงถึงเงื่อนไขที่สำคัญที่สุด 2 อันดับแรกที่จำเป็นในการแก้ปัญหานี้คืออะไร

3) ขั้นตอนของการแก้ปัญหา คืออะไร

องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528) กล่าวว่าในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือได้ผลดีขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ระดับความสามารถหรือเชาวน์ปัญญา บุคคลที่มีระดับเชาวน์ปัญญาสูงย่อมมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าบุคคลที่มีระดับเชาวน์ปัญญาต่ำ

2. การเรียนรู้ ในการแก้ปัญหาได้สำเร็จและรวดเร็วเกิดจากการที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สามารถจับหลักการต่างๆ ในขณะเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจถ่องแท้ เมื่อประสบปัญหาเช่นนั้นอีกหรือปัญหาที่คล้ายคลึงกันก็สามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง

3. การรู้จักคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล โดยอาศัยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ข้อเท็จจริงและความรู้จากประสบการณ์เดิม

3.2 จุดมุ่งหมายในการคิดและการแก้ปัญหา

3.3 ระยะเวลา การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล จำเป็นต้องอาศัยเวลา ดังนั้นผู้มีเชาวน์ปัญญาสูงมักจะทิ้งระยะสักระยะหนึ่ง เมื่อประสบปัญหา เพื่อไตร่ตรองหาเหตุผลที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา ซึ่งตรงกันข้ามกับคนโง่ที่โต้ตอบทันทีเมื่อประสบปัญหาโดยขาดเหตุผลจึงมักแก้ปัญหาไม่ได้และนิตยา สุระชัย (2531) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างเชาวน์ปัญญา กับความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า เชาวน์ปัญญาสามารถทำนายความสามารถในการแก้ปัญหาได้ถึงร้อยละ 40.94

สวนา พรพัฒน์กุล (2522) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเรื่องสำคัญมาก มนุษย์ทุกคนเคยเผชิญกับสภาพที่เป็นปัญหาต่าง ๆ อีกมากมายในชีวิต ปัญหาบางประการไม่สลับซับซ้อนมากนักก็สามารถแก้ได้ แต่บางประการก็สลับซับซ้อนมากยากที่จะแก้ไขปัญหานั้นให้สำเร็จไปได้ การคิดเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการแก้ปัญหา ยิ่งถ้าหากเป็นปัญหาที่สลับซับซ้อนมาก ๆ ก็ยิ่งต้องอาศัยการคิดในขั้นสูงมากขึ้น

จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาให้ได้ดีและสำเร็จลุล่วงไปได้นั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะและประสบการณ์ในการเรียนรู้แล้วยังต้องอาศัยทั้งเชาวน์ปัญญา และการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการคิดขั้นสูง

ความสามารถด้านการคิดขั้นสูงตามแนวคิดของ Sternberg (1985) ยังสอดคล้องความสามารถในการแก้ปัญหาตามทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของ Guildford (1967) ซึ่งได้อธิบายรูปแบบของการคิดแก้ปัญหาโดยทั่วๆ ไปว่าเป็นกระบวนการของความสามารถทางสมองด้านการจำ (memory) การรู้และความเข้าใจ (cognition) การคิดแบบอเนกนัย (divergent thinking) การคิดแบบเอกนัย (convergent thinking) และการประเมินค่า (evaluation) ความสามารถทั้ง 5 อย่างนี้จะปฏิบัติการร่วมกัน ซึ่งพอสรุปได้เป็นขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อบุคคลได้พบกับปัญหาจากสิ่งแวดล้อม (input I) ความสามารถของสมองในส่วนของการจำจะปฏิบัติการร่วมกับการรู้ (cognition) และการคิด (production) เพื่อทำการรู้จักสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับโครงสร้างของปัญหาและสภาพที่ก่อให้เกิดปัญหา (ปัญหาเป็นมิติด้านเนื้อหา) โดยการแปลงรูป (transformation) ให้เข้ากับความรู้ที่มีอยู่แล้วในส่วนของความจำ ซึ่งบางครั้งอาจมีการแก้ไขข้อมูล แล้วนำเข้าไปเก็บไว้ในส่วนของความจำเพิ่มขึ้น

2. ความสามารถของสมองในส่วนของการประเมินค่าเชื่อมโยงระหว่างศูนย์กลางของการปฏิบัติการคือส่วนของการรู้และการคิด กับความจำจะทำการประเมินและบางครั้งก็มีการกลั่นกรอง เพื่อแยกประเภท

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา ความสามารถของสมองส่วนของการประเมินค่านี้เป็นส่วนที่ค่อนข้างกระจายเพื่อให้การตรวจสอบข้อมูลเป็นไปในทุกทิศทาง ปฏิบัติการของการประเมินคุณค่าจะไม่มีผลกระทบต่อหน่วยของการจำ

3. บางครั้งบุคคลต้องรับข่าวสารอื่นจากสิ่งแวดล้อม (input II, input III) เข้าไว้ในส่วนของความจำโดยผ่านการรู้และกลั่นกรองข่าวสารใหม่ แบบเดียวกับปัญหาเดิม

4. ทางออกของปัญหา เป็นการสิ้นสุดกระบวนการแก้ปัญหา ในปัญหาหนึ่งๆ อาจมีทางออกหลายทาง ทางออกที่ 1 อาจถูกปฏิเสธ ทางออกที่ 2 เป็นทางเลือกได้แต่ไม่ดี หรือเป็นทางออกของปัญหาที่เคยกระทำมาแล้วอาจทบทวนใหม่ และกลับไปสู่ขั้นการหยุดพัก ทางออกที่ 3 เป็นทางแก้ปัญหาที่น่าพอใจ

5. ลักษณะสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาคือ มีช่วงกว้างและข้อมูลมีการย้อนกลับ แต่ละการรู้และการคิด มีวงจร (loop) จากการรู้ (การคิด) ไปยังความจำ ไปสู่การประเมินและกลับมาที่ การรู้ (การคิด) ใหม่ อาจทำซ้ำกันหลายๆ ครั้ง วงจรอาจกว้างซึ่งยืดหยุ่นตามลำดับของเหตุการณ์

6. ในกระบวนการแก้ปัญหา จะใช้การคิดทั้งแบบเอกนัยและอเนกนัย สลับกันตามลักษณะของปัญหาที่ต้องการคำตอบแบบใด บางปัญหาจะต้องใช้การถ่ายโยงเกี่ยวข้องกันทั้ง 2 แบบ ในการเลือกข้อมูล จุดสำคัญที่แตกต่างกันระหว่างความคิดทั้งสอง คือ แบบของวิธีคิด คำตอบที่ต้องการความสมบูรณ์และเฉพาะเจาะจงใช้วิธีคิดแบบเอกนัย ถ้าต้องการคำตอบที่มีจำนวนมากก็ใช้วิธีคิดแบบอเนกนัย

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบมีจุดประสงค์สำคัญ 2 ประการ คือ 1) เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ผลจากการวิเคราะห์ทำให้ได้องค์ประกอบร่วมที่มีจำนวนน้อยกว่าตัวแปร 2) เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับแบบแผนและโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล

<u>ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์องค์ประกอบ</u>

1. ความแปรปรวนในตัวแปรสังเกตได้เป็นผลมาจากองค์ประกอบร่วม (common factor) และองค์ประกอบเฉพาะ (unique factor) การที่ตัวแปรสังเกตได้มีความสัมพันธ์กันเนื่องมาจาก ตัวแปรเหล่านั้นมีความองค์ประกอบร่วมตัวเดียวกัน

2. ความเป็นอิสระระหว่างองค์ประกอบร่วมกับองค์ประกอบเฉพาะ

3. ผลบวกของความแปรปรวน เนื่องจากความแปรปรวนของตัวแปรสังเกตได้เป็นผลบวกของความแปรปรวนขององค์ประกอบร่วมและองค์ประกอบเฉพาะ เมื่อตัวแปรสังเกตได้อยู่ในรูปคะแนนมาตรฐาน มีค่า

เฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนเป็นหนึ่ง หาผลรวมของความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรสังเกตได้มีค่าเท่ากับหนึ่ง (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538)

<u>โมเดลเบื้องต้นของการวิเคราะห์องค์ประกอบ</u>

$$X = \Lambda f + e$$

เมื่อ X คือ เวคเตอร์ของตัวแปรสังเกตได้ p

f คือ เวคเตอร์ขององค์ประกอบร่วม

e คือ เวคเตอร์ของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ p ซึ่งเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (specific factor) หรือความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (random error)

Λ คือ เมทริกซ์ของน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading)

k คือ จำนวนองค์ประกอบร่วม

p คือ จำนวนตัวแปร

เมื่อกำหนดให้ X และ e คือ ค่าเมทริกซ์ Σ และ Ψ ตามลำดับ

Φ คือ เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ

จะได้โมเดลของการวิเคราะห์องค์ประกอบดังนี้

$$\Sigma = \Lambda\Phi\Lambda' + \Psi$$

(Jöreskog K.G and Lawley D.N, 1968)

<u>ขั้นตอนโดยทั่วไปของการวิเคราะห์องค์ประกอบ</u>

1. การกำหนดเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ว่าต้องการศึกษาถึงสหสัมพันธ์ของตัวแปร เรียกว่า R เทคนิค หรือสหสัมพันธ์ระหว่างผู้ตอบ (respondent) เรียกว่า Q เทคนิค

2. กำหนด factor model ว่าเป็น exploratory factor analysis หรือ confirmatory factor analysis

3. การสะกัดองค์ประกอบ (factor extraction)

4. การหมุนแกนองค์ประกอบ (factor rotation)

5. การสร้างตัวแปรประกอบ (composits variable) หรือ สเกลองค์ประกอบ (factor scale)

(นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538; ปิยะวดี แสงคำสุข, 2537)

การวิเคราะห์องค์ประกอบมี 2 วิธี คือ

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

วิธีการวิเคราะห์องประกอบทั้ง 2 วิธีนี้ มีความแตกต่างกันหลายประการ เช่น

	การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ	**การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน**
ความหมาย	เป็นการนำการวิเคราะห์องค์ประกอบมาจัดหมวดหมู่ของกลุ่มตัวแปร เมื่อกลุ่มตัวแปรที่นำมาศึกษายังไม่มีทฤษฎีหรือแนวคิดสนับสนุนในเรื่องนั้นมาก่อน	เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเมื่อมีสมมติฐานที่แน่นอนว่ามีตัวแปรแฝงระหว่างกลุ่มตัวแปรที่ศึกษา เพื่อเปิดเผยตัวแปรแฝงให้ชัดเจนขึ้นเท่าที่จะทำได้
วิธีการ	จะพิจารณาจากวิธีการทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบที่ได้มักจะตั้งชื่อจากตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงในองค์ประกอบนั้น	จะพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้เหมาะสมกับทฤษฎีที่เสนอไว้มากน้อยเพียงใด
ข้อตกลงเบื้องต้น	1. องค์ประกอบร่วมทุกตัวมีความสัมพันธ์กัน (oblique rotation) หรือ องค์ประกอบร่วมทุกตัวเป็นอิสระต่อกัน (orthogonal rotation) 2. ตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวได้รับอิทธิพลโดยตรงจากทุกองค์ประกอบ 3. ตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบเฉพาะหรือความคลาดเคลื่อนเพียงตัวเดียว 4. ความคลาดเคลื่อนทุกตัวเป็นอิสระต่อกันและเป็นอิสระจากองค์ประกอบทุกตัว	มีการผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นของ EFA และผู้วิจัยสามารถเพิ่มข้อจำกัดบางประการที่สอดคล้องกับแนวคิด/ทฤษฎีที่ต้องการทดสอบได้ เช่น ผู้วิจัยสามารถวางเงื่อนไขให้องค์ประกอบบางคู่มีความสัมพันธ์กัน เลือกตัวแปรที่สังเกตได้บางตัวให้ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากเพียงบางองค์ประกอบ เลือกตัวแปรที่สังเกตได้บางตัวที่ได้รับอิทธิพลจากความคลาดเคลื่อน หรือกำหนดให้ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรบางคู่มีความสัมพันธ์กัน
การกำหนดจำนวนองค์ประกอบ	ไม่มีการกำหนดล่วงหน้า ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์	กำหนดไว้ล่วงหน้าตามทฤษฎีที่ศึกษา

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันนั้น นักวิจัยต้องมีสมมติฐานโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และกำหนดเป็นโมเดลในการวิจัย เมื่อได้โมเดลวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันแล้ว จึงนำโมเดลมากำหนดข้อมูลจำเพาะเพื่อใส่เป็นข้อมูลให้โปรแกรมลิสเรล (LISREL) ทำงาน ข้อมูลจำเพาะที่นักวิจัยต้องกำหนดตามโมเดลคือ

1. จำนวนองค์ประกอบร่วม

2. ค่าของความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วม ระหว่างองค์ประกอบร่วม หรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ PH โดยเลือกกำหนดให้องค์ประกอบร่วมเป็นอิสระต่อกัน หรือกำหนดให้องค์ประกอบร่วมมีความสัมพันธ์กัน คือ ต้องกำหนดให้สมาชิกในเมทริกซ์นั้นเป็นพารามิเตอร์อิสระ

3. เส้นทางอิทธิพลระหว่างองค์ประกอบร่วม K และตัวแปรสังเกตได้ X หรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ LX ของโปรแกรมลิสเรล ถ้าตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรใดได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบร่วม K ต้องกำหนดเป็นพารามิเตอร์อิสระ และตัวแปรใดไม่ได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบร่วม K จะมีค่าพารามิเตอร์กำหนดเป็นศูนย์

4. ค่าของความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมระหว่างเทอมความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ X หรือค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ TD ของโปรแกรมลิสเรล ซึ่งโมเดลวิเคราะห์ยืนยันองค์ประกอบ (Confirmatory Factor Analysis:CFA) นั้นยอมให้เทอมความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันได้ โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ความแปรปรวนร่วมระหว่างความเคลื่อนคู่นั้น เป็นพารามิเตอร์อิสระ

โปรแกรมลิสเรลต้องแก้สมการ

SIGMA = (LX) (PH) (LX)′ + TD

กำหนดให้

NX คือ จำนวนตัวแปรสังเกตได้ X

NK คือ จำนวนองค์ประกอบร่วม K

SIGMA คือ เมทริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของตัวแปร X

LX คือ เมทริกซ์ สปส. การถดถอยของ K ไป X

PH คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม - ความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบร่วม K

TD คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม - ความแปรปรวนร่วมระหว่างเทอมความคลาดเคลื่อน d ของแปร X

เมื่อวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมลิสเรลแล้ว นักวิจัยต้องนำผลการวิเคราะห์มาแปลความหมาย ซึ่งผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันมีดังนี้

1. เมทริกซ์ LX เป็นค่าประมาณของน้ำหนักองค์ประกอบ พร้อมด้วยค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าสถิติที

2. เมทริกซ์ PH เป็นเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ

3. เมทริกซ์ TD เป็นเมทริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของเทอมความคลาดเคลื่อนและค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์พหุคูณ

4. ค่าดัชนีวัดด้วยไค - สแควร์ ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน เส้นกราฟของเศษเหลือ

5. เมทริกซ์คะแนนองค์ประกอบ เป็นเมทริกซ์ค่าสัมประสิทธิ์ที่นำมาสร้างสเกลองค์ประกอบ

ตอนที่ 5 ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

1. ความเที่ยงของการวัดตัวแปร ถ้าการวัดตัวแปรไม่มีความเที่ยง ขนาดของค่าสหสัมพันธ์ มีขนาดเล็กกว่าที่ควรจะเป็น

2. ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ถ้าขนาดของกลุ่มตัวอย่างเล็กเกินไป ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าไม่คงที่ โดยอาจจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าขนาดความสัมพันธ์ของประชากร

3. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรไม่เป็นเส้นตรง ทำให้ขนาดของค่าสหสัมพันธ์เล็กกว่าที่ควรจะเป็น

4. การเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูล โดยนำค่าคงที่มาบวก คูณ กับค่าของตัวแปร และหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรยังมีค่าเท่าเดิม

5 การรวมข้อมูล ถ้าหาค่าสหสัมพันธ์ของคะแนน x_i กับ y_i แล้วจากนั้นนำคะแนนของตัวแปรมารวมกันเป็น X และ Y แล้วหาค่าสหสัมพันธ์ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้มีค่าแตกต่างจากค่าสหสัมพันธ์จากค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง x_i กับ y_i

6. การรวมกลุ่มตัวอย่าง ถ้านำกลุ่มตัวอย่างมารวมกัน แล้วหาค่าสหสัมพันธ์ พบว่า ค่าที่ได้แตกต่างมากจากค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนที่แยกกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

7. การกระจายของตัวแปร ถ้าตัวแปร X และ Y มีการกระจายน้อย ค่าสหสัมพันธ์มีขนาดเล็ก

8. ความคงที่ของค่าสหสัมพันธ์ ถ้ามีตัวแปร X_1, X_2, X_3 และค่า $r_{12} = .5$ $r_{13} = .3$ และ X_2, X_3 มีความสัมพันธ์กัน ฉะนั้น r_{12} r_{13} มีค่าขึ้นอยู่กับ r_{23} (Lindeman R.H, 1980)

ตอนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผดุงชัย ภู่พัฒน์ (2537) ได้สร้างและพัฒนาแบบวัดสติปัญญาตามทฤษฎีของ Sternberg (1985,1986) เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างตามทฤษฎีของสเติร์นเบอร์ก ผลวิจัยพบว่า แบบวัดสติปัญญาที่เขาพัฒนาขึ้นมีความตรงเชิงโครงสร้างตามทฤษฎี

ระพินทร์ ฉายวิมล (2535) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล อุปมา - อุปไมย ด้านภาษา ตามแนวทฤษฎีของ Sternberg (1985, 1986) โดยทดลอง 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 ฝึกส่วนประกอบการรู้คิด ส่วนประกอบการคิดแสวงหาความรู้และส่วนประกอบการคิดปฏิบัติการ รูปแบบที่ 2 ฝึกส่วนประกอบการคิดแสวงหาความรู้และส่วนประกอบการคิดปฏิบัติการ รูปแบบที่ 3 ฝึกส่วนประกอบการคิดปฏิบัติการ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยรูปแบบการฝึกตามรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 คือ ฝึกส่วนประกอบของการคิดทั้ง 3 ส่วนประกอบ และ 2 ส่วนประกอบตามลำดับมีความคล่องในการคิดดีกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกตามรูปแบบที่ 3 ซึ่งได้รับส่วนประกอบของการคิดเพียง 1 ส่วน

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2536) ศึกษาเพื่อพัฒนารูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาครู ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ใช้รูปแบบพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเป็นการคิดขั้นสูงมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนการทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สุดใจ บุตรอากาศ และคณะ (2535) ได้สร้างแบบวัดสมรรถภาพด้านการคิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลของนักศึกษานอกโรงเรียนสายสามัญระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีกรอบการวัดกระบวนการคิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล 5 ขั้น คือ

1. ขั้นการรับรู้
2. ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ขั้นการตั้งสมมติฐาน
4. ขั้นการกำหนดทางเลือก
5. ขั้นการตัดสินใจ

นิตยา สุระชัย (2531) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างสติปัญญากับความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า สติปัญญาสามารถทำนายความสามารถในการแก้ปัญหาได้ถึงร้อยละ 40.94

อำนวย เลิศชยันติ (2523) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมาก คือ .74

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2524) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางภาษาที่ให้ผลการคิดแบบต่างๆ ภายในแต่ละวิธีการคิดห้าด้านตามทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาของกิลฟอร์ดและเปรียบเทียบความสามารถทางภาษาแต่ละแบบ (จำนวน 3 แบบ) ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความสามารถทางภาษาแต่ละแบบมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญ และต่างก็มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งวิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทย นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันจะมีความสามารถทางภาษาแต่ละแบบต่างกันด้วย

Sternberg (1990) ได้เขียนบทความที่ชื่อว่า "T & T is and Explosive Combination: Technology and Testing" ซึ่งในบทความได้มีการรายงานงานวิจัยของหน่วยงานทางด้านจิตวิทยาเกี่ยวกับความสามารถด้านการคิด (component) และความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ (coping - with-novelty) พบว่า คะแนนสอบแต่ละฉบับสูงขึ้นตามระดับชั้นและคะแนนสอบทั้งสองฉบับมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

Rosen (1986) ได้ศึกษาผลของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อการเรียนรู้เนื้อหาของวัยรุ่นที่มีความสามารถต่ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณในลักษณะของการปรับปรุงกระบวนการประมวลข่าวสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาให้ดีขึ้น กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนเกรด 9 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จำนวน 84 คน กลุ่มควบคุมที่ 1 เป็นนักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณแต่มีพี่เลี้ยงและเครื่องมือ จำนวน 108 คน และกลุ่มควบคุมที่ 2 เป็นกลุ่มที่ไม่ได้รับสิ่งใดๆ จำนวน 52 คน ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อการเรียนรู้เนื้อหา คือนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถทำงานได้ดีเท่ากับนักเรียนกลุ่มที่มีพี่เลี้ยงและเครื่องมือ

Haider H. และ Frensch P. A. (1996) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกปฏิบัติที่มีผลต่อกระบวนการประมวลผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ หลักสูตรการฝึกเป็นการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลจำนวนมาก และจำกัดการประมวลผลในงานที่กำหนด กลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยให้เรียงลำดับตัวอักษรจาก A - Z และต้องเว้นจำนวนตัวอักษรเท่ากับจำนวนที่กำหนดไว้ในวงเล็บ เช่น M(4)R S T ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเพิ่มความยาวของตัวอักษร ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างสามารถแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลจำนวนมากได้ และสามารถประมวลผลข้อมูลที่กำหนดได้

Lovett M. C. และ Anderson J. R. (1996) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่างระดับปริญญาตรี ผลการศึกษาพบว่า การแก้ปัญหาใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมและความรู้ในบริบทของปัญหา โดยเฉพาะประสบการณ์เดิมมีแนวโน้มมากที่ทำให้ผู้แก้ปัญหาสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

Hunt E. และคณะ (1991) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประมวลผลข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลายๆ แหล่ง เช่น ในขณะขับรถมีการดูทิศทาง อ่านป้ายจราจร เรียนรู้จากป้ายจราจร ไปพร้อมๆ กัน โดยดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อตรวจสอบการทำงานร่วมกันระหว่างการพูด การมองเห็นและการได้ยิน ผลการวิจัยพบว่า การใช้ความสามารถหลายด้านในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารร่วมกัน จะแตกต่างจากการใช้ความสามารถในการรับรู้และปฏิบัติเพียงด้านเดียว

Meyer D. E. และคณะ (1985) ได้ศึกษาลักษณะของกระบวนการประมวลข่าวสารของมนุษย์ใน 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแบบไม่ต่อเนื่อง (discrete model) ซึ่งเป็นการประมวลข่าวสารที่สิ้นสุดในแต่ละขั้นตอน และลักษณะแบบต่อเนื่อง (continuous model) เป็นการประมวลข่าวสารที่เกิดขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยศึกษาเชิงทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีการศึกษากระบวนการประมวลข่าวสารทั้ง 2 ลักษณะและหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของการประมวลข่าวสาร โดยมีการให้สิ่งเร้าเป็นช่วงๆ และจดบันทึกชนิดของสิ่งเร้าไว้ ผลการวิจัยพบว่าลักษณะของการประมวลผลขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสิ่งเร้าและวิธีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า

สรุป ผลงานวิจัยที่ผ่านมา ได้ศึกษาและสร้างแบบวัดสติปัญญาหรือวัดความสามารถในด้านต่างๆ ของมนุษย์ ล่าสุดผดุงชัย ภู่พัฒน์ (2537) ได้สร้างแบบสอบวัดความสามารถ ตามแนวคิดของ Sternberg (1985,1986) ซึ่งเป็นทฤษฎีทางเชาวน์ปัญญากลุ่มประมวลผลข้อมูลที่ใหม่ล่าสุดในปัจจุบัน และมีการศึกษาหาแนวทางในส่งเสริมและพัฒนาความสามารถด้านต่างๆ ของมนุษย์ ผลจากการศึกษาพบว่า ความสามารถของมนุษย์สามารถส่งเสริมและพัฒนาได้ ในการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านต่างๆ ของมนุษย์ พบว่า ความสามารถด้านต่างๆ ของมนุษย์มีความสัมพันธ์กัน และระดับความสามารถของมนุษย์ยังมีความสัมพันธ์กับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูงด้วย ซึ่งจากข้อค้นพบของงานวิจัยที่ผ่านมาสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มประมวลผลข้อมูลและทฤษฎีทางเชาวน์ปัญญาของ Sternberg (1985,1986) ที่ได้กล่าวว่า ความสามารถทางสมองด้านต่างๆ ร่วมกันปฏิบัติการทำงาน อย่างเป็นกระบวนการที่มีความเชื่อมโยง สัมพันธ์กัน และคนที่มีระดับความสามารถทางสมองสูงนั้น มีคุณภาพในด้านการคิดดีกว่าคนที่มีความสามารถต่ำ จึงมีส่วนของสมองที่เหลือในการใช้ความสามารถทางสมอง ปฏิบัติงานด้านต่างๆ ได้ดี และจึงส่งผลให้บุคคลนั้นยิ่งมีความสามารถสูงขึ้น