

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิด ความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิด
  - 1.1 ความหมายของแบบการคิด
  - 1.2 ลักษณะของแบบการคิด
  - 1.3 ประเภทของแบบการคิด
  - 1.4 การวัดแบบการคิด
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความถนัดด้านคณิตศาสตร์
  - 2.1 ความหมายของความถนัด
  - 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความถนัด
  - 2.3 ความหมายของความถนัดด้านคณิตศาสตร์
  - 2.4 ความหมายของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์
  - 2.5 ลักษณะของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิดและความถนัดด้านคณิตศาสตร์

### เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิด

#### 1. ความหมายของแบบการคิด

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของแบบการคิด (Cognitive Style) ไว้ต่างกัันดังนี้

Ausubel (1968 : 170) ได้ให้ความหมายของแบบการคิดว่า แบบการคิดเป็นพื้นฐานส่วนหนึ่งของการคิดที่บุคคลใช้ในการจัดระเบียบสิ่งเร้าหลายๆ ชนิดเข้าด้วยกัน แล้วตอบสนองต่อสิ่งเร้าตามลักษณะของการจัดระเบียบนั้น ซึ่งเป็นแนวทางให้เกิดการเรียนรู้

Kogan (1971, อ้างถึงใน ฉัฐกร สงคราม, 2548 : Online) ได้นิยามความหมายของแบบการคิดว่าเป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านการรับรู้ การจำ การคิด ความเข้าใจ การแปลงข่าวสาร และการนำข่าวสารไปใช้ประโยชน์

Messick (1976, อ้างถึงใน ญัฐกร สงคราม, 2548 : Online) ที่กล่าวไว้ว่า แบบการคิดเป็นรูปแบบที่ได้มาเกี่ยวกับข้อมูลข่าวสารที่แต่ละคนมีแตกต่างกันไป และยังส่งผลต่อบุคลิกภาพ พฤติกรรม การรับรู้ การจำ การแก้ปัญหา ความสนใจพฤติกรรมทางสังคม และการสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง

Ausburn and Ausburn (1978 : 337-354) กล่าวถึงแบบการคิดว่าเป็น “มิติทางจิตวิทยา” ซึ่งแสดงถึงการได้มาของข่าวสาร (Acquiring) และกระบวนการสนเทศ (Processing Information) หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า เป็นเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย การรับรู้ ความคิด ความจำ จินตภาพ และการแก้ปัญหา ซึ่งระดับของกระบวนการเรียนรู้ มิใช่เป็นเพียงเรื่องของทักษะหรือความสามารถเท่านั้น แต่เป็นความถนัด และยังเป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลในการศึกษาข่าวสาร การเก็บข่าวสาร การจัดทำอันมีขั้นตอนต่างๆ รวมถึงการนำข่าวสารไปใช้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะแสดงถึงความคิดทางสมองที่แตกต่างกัน

Witkin (1977 : 1-64) กล่าวโดยสรุปว่า แบบการคิดเป็นลักษณะบุคลิกภาพของบุคคลที่แสดงให้เห็นถึงการรับรู้ และกระบวนการคิดของแต่ละบุคคล ซึ่งค่อนข้างจะมีความคงเส้นคงวา โดยมีลักษณะ ดังนี้

1. แบบการคิดเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการรับรู้มากกว่าขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการจดจำ
2. แบบการคิดมีอิทธิพลต่อบุคลิกภาพของบุคคล และเป็นตัวชี้ลักษณะที่เด่นในตัวบุคคล ให้แสดงออกมา
3. แบบการคิดเป็นสิ่งที่ติดตัวบุคคลแต่ละคน ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามอายุแต่ไม่อาจทำให้รูปแบบการคิดของบุคคลนั้นๆ เปลี่ยนแปลงจากเดิมไปโดยสิ้นเชิง

Kagan, Moss and Sigel (1963, อ้างถึงใน พรพิมล สกฤต, 2525 : 27) ได้ให้ความหมายของแบบการคิดไว้ว่า เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลที่มักจะใช้ในการรับรู้และการจัดประเภทมโนทัศน์ เมื่อบุคคลได้รับสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อมภายนอก

ศักดิ์ศิริ นันตะสุข (2538 : 11) กล่าวว่า แบบการคิดเป็นกระบวนการหรือวิธีการคิด หลังจากทีบุคคลได้รับรู้จากสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้าต่างๆ บุคคลจะใช้การคิดแบบใดมากหรือน้อยย่อมขึ้นกับประสบการณ์การรับรู้แต่ละบุคคล

มานิดา ขอบธรรม (2539 : 8) กล่าวว่า แบบการคิดเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการรับรู้ การรวบรวมการจัดระเบียบ การวิเคราะห์และตอบสนองต่อสิ่งเร้า เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในแต่ละสถานการณ์

ยมลพร พันธนาม (2539 : 8) กล่าวว่า แบบการคิดเป็นลักษณะการคิดของบุคคลที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ ความสนใจ การจำ การแก้ปัญหา กระบวนการคิดและการปรับตัวในสถานการณ์ต่างๆ ของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการการแสดงออก ลักษณะดังกล่าวค่อนข้างคงเส้นคงวา แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามอายุและการฝึกฝน

ครุณี พงษ์เดชา (2542 : 7) กล่าวว่า แบบการคิดเป็นกระบวนการคิดของบุคคลที่ใช้ในการจัดระเบียบ การรวบรวมมิติของสิ่งเร้า และการตอบสนองต่อสิ่งเร้า นั้น เพื่อเป็นแนวทางให้เกิดการเรียนรู้

พัชรีย์ สิมพรัักษ์ (2542 : 8) กล่าวว่า แบบการคิดเป็นลักษณะเฉพาะบุคคลที่ใช้ในการรับรู้จากสิ่งเร้าภายนอก และสะท้อนออกมาเป็นบุคลิกภาพของแต่ละบุคคล

อรทัย ประทุมชาติภักดี (2545 : 23) กล่าวว่า แบบการคิดเป็นการแสดงความคงเส้นคงวาภายในตัวบุคคลในเรื่องการจัดระเบียบ การรวบรวมมิติของสิ่งเร้า การวิเคราะห์และตอบสนองต่อสิ่งเร้า เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ในแต่ละสถานการณ์

พาตีเมาะ ถนน (2546 : 8) กล่าวว่า แบบการคิดเป็นกระบวนการคิดเฉพาะของบุคคลที่ใช้ในการจัดระเบียบ การรวบรวมมิติของสิ่งเร้า และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพื่อเป็นแนวทางให้เกิดการเรียนรู้

จากการให้ความหมายของแบบการคิดของนักการศึกษาหลายท่าน สามารถสรุปได้ว่าแบบการคิดเป็นกระบวนการคิดที่มีลักษณะการคิดของบุคคลที่ส่งผลต่อบุคลิกภาพ พฤติกรรมในด้านต่างๆ เช่น ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการแก้ปัญหา รวมถึงการรับรู้จากสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า เพื่อเป็นแนวทางให้เกิดการเรียนรู้ในแต่ละสถานการณ์

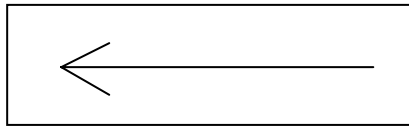
## 2. ลักษณะของแบบการคิด

เนื่องจากวิธีการคิดของแต่ละคนแตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละคนแตกต่างกันไปด้วย ซึ่ง Ausubel (1968 : 551) ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละคนแตกต่างกัน คือ

1. ความรู้ในเนื้อหาและระเบียบวิธีของแต่ละวิชา
2. การใช้แบบการคิด
3. คุณลักษณะทางบุคลิกภาพ ได้แก่ แรงจذب อุปนิสัย ความมั่นคงในอารมณ์ และความวิตกกังวล เป็นต้น

นอกจากนี้ Ausubel (1968 : 170) เชื่อว่า “แบบการคิด” แสดงให้เห็นความคงเส้นคงวาภายในตัวบุคคล คือถ้าบุคคลเคยคิดแบบใด ก็มักจะมีแนวโน้มที่จะคิดแบบนั้นอยู่เสมอ

Suchman (1967 : 1-5, อ้างถึงใน มานิตา ชอบธรรม, 2539 : 14-15 ) เชื่อว่าแบบการคิด เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางสมองหลายประการ โดยเฉพาะเขาเน้นให้เห็นว่าการรับรู้ (Perception) เป็นสื่อสำคัญที่ทำให้บุคคลคิดไปต่างๆ กัน ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 พฤติกรรมการรับรู้

จากรูปซึ่งมีสัญลักษณ์ในกรอบสี่เหลี่ยมเป็นรูปลูกศรชี้ไปทางซ้ายมือ การที่คนจะรับรู้ก็มี ต่างๆ กันไป แล้วแต่ประสบการณ์หรือความคิดรวบยอดของตน เช่น บางคนอาจพิจารณาในส่วน ปลีกย่อยว่าประกอบด้วยเส้นสั้นๆ สองเส้นและส่วนหางเป็นเส้นยาว ซึ่งเป็นการคิดในแง่วิเคราะห์ การรับรู้ในทำนองนี้จะคำนึงถึงส่วนประกอบของสิ่งเร้าทั้งหมด เช่น จะมองคนใดคนหนึ่งแบบ วิเคราะห์ก็อาจมุ่งพิจารณา เสื้อ เนคไท กางเกง หรือรองเท้าของเขา แทนที่จะไปรับรู้ทุกๆ ส่วน พร้อมๆ กัน

จากรูปลูกศรในตัวอย่าง คนยังมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องลูกศรมากกว่าความจริงในแง่ ที่ว่าประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังในตอนแรก จึงนำความคิดเหล่านี้มาเกี่ยวข้องกับลูกศรที่ได้รับรู้ใน ภาพ เช่น นำไปเกี่ยวข้องกับธนู ธนู และลูกศรก็ไปเกี่ยวข้องกับพวกพราน อินเดียนแดง เป็นต้น แล้วแต่ประสบการณ์จะชักนำความคิดไปทางไหนลักษณะการคิดแบบนี้เป็นแบบโยงความสัมพันธ์

การคิดอีกลักษณะหนึ่งที่แตกต่างไปจากสองแบบดังกล่าวมาแล้ว เช่น จากรูปในตัวอย่าง ถ้าเห็นรูปลูกศรแล้วนึกคิดต่อไปอีกว่า ลูกศรเป็นอาวุธชนิดหนึ่งหรืออยู่ในพวกอาวุธที่เป็นอันตราย ได้ จะเห็นว่าการคิดในทำนองนี้ไม่ได้วิเคราะห์รายละเอียดจากภาพ หรือเกี่ยวข้องไปสัมพันธ์กับ วัตถุใดวัตถุหนึ่งโดยเฉพาะ แต่เป็นการคิดที่อ้างอิงไปสู่ชนิด ประเภท หรือชื่อรวมๆ ของวัตถุนั้น

Russell (1956 : 8) เชื่อว่าสิ่งปรากฏในกระบวนการคิดประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความรู้สึกจากการสัมผัส (Sensations) การรับรู้ (Perception) ความจำ (Memory) ภาพนิมิต (Images) ความคิดรวบยอด (Concept) และอื่นๆ
2. แรงจูงใจในการคิด ได้แก่ ความรู้สึก (Feeling) ความต้องการ (Needs) และนิสัยในการคิด (Habits of Thought) ซึ่งจะช่วยในการกำหนดทิศทางในการคิด
3. กระบวนการในการคิด มีรากฐานมาจากนิสัยในการคิดตามข้อ 2 ผู้คิดอาจนำวิธีการคิดแบบต่างๆ มาใช้ในกระบวนการคิดตามนิสัยของตน

จากลักษณะของแบบการคิดจะเห็นว่า แบบการคิดเป็นกระบวนการจัดระบบการรับรู้ต่อสิ่งเร้าของบุคคล และยังเป็นเครื่องแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลที่จะดำเนินการจัดกิจกรรมต่างๆ ต่อสิ่งเร้าที่ได้รับนั้นอย่างมีคุณภาพ และปริมาณที่แตกต่างกันตามกระบวนการทางสมอง อีกทั้งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลแตกต่างกัน เนื่องจากแบบการคิดเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีต่อกิจกรรมทางสมองหลายชนิด ดังนั้นการศึกษาว่าแบบการคิดมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมทางสมองใดบ้าง จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยส่งเสริมแบบการคิดนั้นๆ ไปพัฒนากิจกรรมทางสมองในด้านต่างๆ ให้สูงยิ่งขึ้น

### 3. ประเภทของแบบการคิด

แบบการคิดมีหลายประเภท ได้มีผู้แบ่งแบบการคิดไว้ต่างๆ กันดังนี้

Kagan, Moss and Sigel (1963 : 73-124, อ้างถึงใน ดร.ฉวี พงษ์เดชา, 2542 : 9-10)

ได้แบ่งแบบการคิดโดยยึดความแตกต่างของแต่ละบุคคลในเรื่องบุคลิกภาพ และความรู้สึกต่อสิ่งเร้า ซึ่งจะกำหนดภาพมาให้ แล้วให้บอกเหตุผลในการจับคู่ภาพ เหตุผลที่ให้มาจะแสดงถึงแบบการคิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. การคิดแบบวิเคราะห์ (Analytical Style) เป็นการคิดที่จะรวมวัตถุเข้าเป็นพวกเดียวกัน โดยพิจารณาความคล้ายคลึงของลักษณะทางกายภาพที่วัตถุต่างๆ มีร่วมกัน มักรับรู้สิ่งเร้าในรูปของส่วนย่อยมากกว่าส่วนรวม แล้วอาศัยส่วนย่อยต่างๆ เหล่านั้นมาประกอบการคิด เช่น ลักษณะในเรื่องสี ขนาด รูปร่าง

2. การคิดแบบจำแนกประเภท (Categorical Style) เป็นการคิดที่จะรวมวัตถุเข้าเป็นพวกเดียวกัน โดยพยายามจัดสิ่งเร้าออกเป็นประเภทต่างๆ ตามความรู้และประสบการณ์ที่เคยได้รับมา เป็นการพิจารณาโดยไม่ได้คำนึงถึงความคล้ายคลึงในด้านรูปร่างหรือลักษณะของสิ่งของ แต่เป็นแบบที่ต้องอาศัยการอ้างอิง (Inferential) พยายามหาชื่อรวมของสิ่งของที่เข้าพวกกันนั้น

3. การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ (Relational Style) เป็นการคิดที่จะรวมวัตถุเข้าเป็นพวกเดียวกัน โดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่ว่าแต่ละอย่างมีความสัมพันธ์กันเกี่ยวข้องกับในแง่เวลาหรือสถานที่ภายใต้สถานการณ์หนึ่งๆ อันเป็นการตัดสินโดยอาศัยประสบการณ์ที่ตนคุ้นเคย

โดยทั่วไปบุคคลจะใช้ “แบบการคิด” ทั้ง 3 แบบ แต่ในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป เช่น บางคนใช้การคิดแบบวิเคราะห์มากกว่าแบบอื่นๆ เป็นต้น ดังที่ Ausubel (1968 : 170) เชื่อว่า “แบบการคิด” แสดงให้เห็นความคงเส้นคงวาภายในตัวบุคคล คือถ้าบุคคลเคยคิดแบบใดก็มักมีแนวโน้มในการคิดแบบนั้นอยู่เสมอ

การแบ่งแบบการคิดดังกล่าว เกิดจากความรู้ที่ว่าความคิดของบุคคลประกอบด้วย  
กระบวนการต่างๆ 3 ประการ คือ

1. การอาศัยข้อมูลภายนอก
2. การอาศัยข้อมูลภายในที่สะสมไว้
3. การผสมผสานเกี่ยวโยงข้อมูลที่สะสมไว้

กระบวนการทั้ง 3 อย่างนี้ อยู่ภายใต้อิทธิพลของลักษณะปัญหาที่บุคคลประสบดังตัวอย่าง  
เช่น เมื่อนาย ก. เห็นไม้บรรทัด เขาย่อมจะรับรู้และมองมิติต่างๆ ของไม้บรรทัดแตกต่างกันไปจาก  
บางคนและจะตัดสินคุณลักษณะของไม้บรรทัด ตามลักษณะความคงเส้นคงวาภายในหรือตาม  
ความเคยชินที่นาย ก. ได้เคยกระทำแล้ว ถ้านาย ก. บอกว่าสิ่งที่ตนเห็นนั้นทำด้วยไม้ ยาวแบน  
ข้างบนมีเลขกำกับเป็นระยะ นาย ก. ตัดสินสิ่งที่เขาพบเห็นตามข้อเท็จจริงที่ปรากฏ เป็นการไม่  
อาศัยข้อมูลภายนอก แต่เป็นการยึดตนเองเป็นหลัก จึงเป็นการคิดแบบวิเคราะห์ ถ้านาย ก. บอกว่า  
เห็นไม้บรรทัดแล้วนึกถึงยางลบ ดินสอที่เป็นเครื่องเขียน เป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่นเดียวกับปากกา  
ดินสอ แสดงว่าเขาได้นำเองสิ่งที่เขารับรู้ใหม่ไปจัดเข้าพวกกับสิ่งอื่นที่รู้มาก่อน เป็นการคิดแบบ  
จำแนกประเภท แต่ถ้านาย ก. บอกว่านี่เป็น ไม้บรรทัดของเขาหรือเป็น ไม้บรรทัดที่ครูใช้ดีมีมือ  
แสดงว่าเขามีประสบการณ์เกี่ยวกับไม้บรรทัดนั้นมาก่อน เมื่อเห็นไม้บรรทัดนั้นจึงได้นำความรู้  
และประสบการณ์เดิมที่สะสมไว้มาสัมพันธ์กับสิ่งที่เขารับรู้ใหม่ จึงเป็นการคิดแบบโยง  
ความสัมพันธ์

จากการแบ่งแบบการคิดออกเป็น 3 ประเภทดังกล่าว Sigel (1958, อ้างถึงใน Kosolsreth,  
1964 : 3-8) ได้แบ่งแบบการคิดออกเป็นรูปแบบย่อยๆ ได้ 5 แบบดังนี้

1. รูปแบบการคิดแบบวิเคราะห์ (Analytic Style) เป็นรูปแบบการคิดที่ผู้คิดจัดประเภท  
สิ่งเร้าอย่างเป็นปรนัยตามความเหมือนของส่วนประกอบทางกายภาพของสิ่งเร้า ซึ่งหมายถึง  
ส่วนประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างของสิ่งเร้า

ตัวอย่าง เมื่อเสนอสิ่งเร้าเป็นภาพ 3 ภาพคือ แก้ว ใต้อะ และแจกันดอกไม้ ผู้ที่มีรูปแบบ  
การคิดแบบนี้จะเลือกจับคู่รูปแก้วกับใต้อะ โดยให้เหตุผลว่า ต่างก็ทำด้วยไม้เหมือนกัน เป็นต้น

2. รูปแบบการคิดแบบบรรยาย (Descriptive Style) เป็นรูปแบบการคิดที่ผู้คิดจัดประเภท  
สิ่งเร้าตามลักษณะรวมทางกายภาพของสิ่งเร้า

ตัวอย่าง เมื่อเสนอสิ่งเร้าเป็นภาพแก้ว ใต้อะ และแจกันดอกไม้ ผู้ที่มีรูปแบบการคิดแบบนี้  
จะเลือกจับคู่ภาพแก้วกับใต้อะ โดยให้เหตุผลว่า ต่างก็มี 4 ขา เหมือนกัน เป็นต้น

3. รูปแบบการคิดแบบจำแนกประเภท (Categorical Style) เป็นรูปแบบการคิดที่ผู้คิดจัดประเภทสิ่งเร้าเข้าเป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยประสบการณ์หรือความรู้ที่ได้รับมาเป็นเครื่องตัดสิน เป็นการพิจารณาโดยไม่คำนึงถึงความคล้ายคลึงทางด้านรูปร่าง แต่จะดูที่คุณสมบัติบางประการที่มีร่วมกันอยู่

ตัวอย่าง จากภาพแก้วอิ โຕะ และแจกันดอกไม้ดังกล่าว ผู้ที่มีรูปแบบการคิดแบบนี้จะเลือกจับคู่ภาพแก้วอิกับโຕะ โดยให้เหตุผลว่า ต่างก็เป็นเครื่องใช้เหมือนกัน เป็นต้น

4. รูปแบบการคิดแบบอ้างอิงถึง (Inferential Style) คล้ายกับแบบจำแนกประเภทแต่มีความเป็นปรนัยน้อยกว่าผู้ที่มีรูปแบบการคิดแบบนี้จะจับคู่ภาพตามหน้าที่ของภาพที่เป็นสิ่งเร้าหรือจับคู่ตามลักษณะทางอารมณ์ของสิ่งเร้า

ตัวอย่าง จากภาพแก้วอิ โຕะ และแจกันดอกไม้ ผู้ที่คิดแบบนี้จะเลือกจับคู่แก้วอิกับโຕะ โดยให้เหตุผลว่า ใ้สว่างสิ่งของได้เหมือนกัน เป็นต้น

5. รูปแบบการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ (Relational Style) เป็นรูปแบบการคิดที่ผู้คิดจะจัดประเภทของสิ่งเร้า โดยพยายามหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงสิ่งเร้าให้สัมพันธ์กัน โดยคำนึงถึงหน้าที่หรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้านั้น

ตัวอย่าง จากภาพแก้วอิ โຕะ และแจกันดอกไม้ ผู้ที่คิดแบบนี้จะเลือกจับคู่ภาพโຕะกับแจกันดอกไม้ โดยให้เหตุผลว่า แจกันดอกไม้ต้องวางบนโຕะ เป็นต้น

Witkin and other (1974 : 39) แบ่งแบบการคิดออกเป็น 2 แบบดังนี้

1. การคิดแบบไม่ขึ้นกับสภาพรอบข้าง (Field Independence) เป็นการคิดที่ยึดถือตนเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentric) การคิดแบบนี้ไม่อาศัยข้อมูลจากภายนอกหรือจากสภาพรอบข้าง การตัดสินปัญหาจะตัดสินด้วยเหตุผล โดยเอาสิ่งที่ปรากฏอยู่จริงในสิ่งเร้าเป็นเกณฑ์

2. การคิดแบบขึ้นกับสภาพรอบข้าง (Field Dependence) เป็นการคิดที่ยึดถือสิ่งเร้าเป็นศูนย์กลาง (Stimulus Centered) การคิดแบบนี้อาศัยข้อมูลจากภายนอกหรือจากสภาพรอบข้าง มาช่วยในการตัดสินปัญหาโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ และพยายามที่จะเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ มาสัมพันธ์กันโดยไม่คำนึงถึงข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสิ่งเร้าเป็นเกณฑ์ในการคิด

นอกจากนี้แล้ว Messick (1970, อ้างถึงใน Iowa State University, 1988) ได้ศึกษาถึงรูปแบบการคิดในลักษณะต่างๆ ซึ่งจำแนกได้เป็น 9 ลักษณะ คือ

1. แบบขึ้นอยู่กับสิ่งรอบข้าง และแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง (Field Dependence-Field Independence) เป็นวิธีการวิเคราะห์ความขัดแย้งในเรื่องของการรับรู้ ซึ่งก่อให้เกิดความโน้มเอียงไปตามประสบการณ์ ซึ่งแยกเป็นส่วนต่างๆ จากภูมิหลัง และสะท้อนถึงศักยภาพที่จะเอาชนะการชักจูงให้ยึดติดกับเนื้อหา

2. แบบรับรู้ความหลากหลาย (Scanning) เป็นรูปแบบการคิดที่คำนึงถึงความสามารถในการรับรู้ความหลากหลายในด้านความสนใจ ซึ่งนำไปสู่ข้อบ่งชี้การรับรู้ที่น้อยและความชัดเจนของประสบการณ์

3. แบบแยกแยะประเภทหรือกลุ่ม (Breadth of Categorizing) เป็นรูปแบบการคิดที่สามารถแยกแยะประเภทหรือกลุ่มได้กว้างหรือแคบ เป็นการสร้างลักษณะความเป็นตัวของตัวเอง

4. แบบความคิดรวบยอด (Conceptualizing Style) เป็นรูปแบบการคิดที่เกี่ยวข้องกับความความคิดรวบยอด ที่สามารถแยกแยะการรับรู้ในสิ่งที่คล้ายคลึง และแตกต่างกันได้ เช่นเดียวกับความคิดรวบยอดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการกำหนดความคิดรวบยอด

5. แบบซับซ้อนและแบบเรียบง่าย (Complexity-Simplicity) เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลในความโน้มเอียงที่จะสร้างสังคม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งพฤติกรรมของคนในสังคม ในมิติที่หลากหลายและวิธีการแยกแยะสิ่งต่างๆ ในสังคมนั้น

6. แบบสุขุมรอบคอบและแบบหุนหัน (Reflectiveness-Impulsivity) แบบสุขุมรอบคอบจะคิดแบบรอบคอบก่อนตอบคำถามทำให้เกิดการผิดพลาดน้อย แต่รูปแบบการคิดแบบหุนหันเป็นการแสดงออกหรือพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมแบบปัจจุบันทันด่วน ทำให้มีการผิดพลาดเกิดขึ้นบ่อยครั้ง

7. แบบราบเรียบและแบบเฉียบแหลม (Leveling-Sharpening) เป็นรูปแบบการคิดที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคลในการเปรียบเทียบสิ่งที่จดจำไว้ ผู้มีรูปแบบการคิดแบบราบเรียบมักมีความโน้มเอียงอย่างมากที่จะทำให้ความทรงจำที่คล้ายคลึงกันเลื่อนลงไป และรับรู้สิ่งอื่นหรือเหตุการณ์อื่นที่กระตุ้นเพิ่มขึ้นมา แต่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมานั้น ไม่ได้เหมือนกันทุกประการที่จะนึกถึงจากประสบการณ์ก่อน แต่ผู้มีรูปแบบการคิดแบบเฉียบแหลม มักจะโน้มเอียงที่จะเกิดความสับสนน้อยในเรื่องที่คล้ายคลึงกัน และอาจวินิจฉัยสิ่งที่เป็นปัจจุบันว่ามีความคล้ายคลึงกับสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตมากกว่าที่จะคิดถึงเรื่องที่เกิดขึ้นจริง

8. แบบควบคุมและยืดหยุ่น (Constricted-Flexible Control) เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลในเรื่องของความจำกัดและความยืดหยุ่นที่มีผลต่อความรู้สึกทางใจ อาจทำให้เกิดการขาดสมาธิ และเกิดสิ่งรบกวนการคิด

9. แบบที่เกี่ยวกับความเข้ากันหรือไม่เข้ากัน (Tolerance for Incongruous or Unrealistic Experience) เป็นมิติของความตั้งใจที่แตกต่างกัน ในการยอมรับการรับรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปจากประสบการณ์เดิม



จากการแบ่งประเภทของแบบการคิดดังกล่าว แบบการคิดของเคแกน, มอสส์ และซีเกล และแบบการคิดของวิทกินเป็นที่นิยมใช้ในการศึกษาแบบการคิดของบุคคล โดยเฉพาะแบบการคิดของเคแกน, มอสส์ และซีเกล มักจะพบในงานวิจัยเป็นส่วนใหญ่ ส่วนของเมสติกเป็นการคิดที่รวมเอาของเคแกน, มอสส์ และซีเกล และวิทกินมารวมเข้าด้วยกัน และมีการคิดแบบอื่นอยู่ด้วย ดังนั้นจึงสรุปแบบการคิดออกเป็น 3 พวกใหญ่ๆ คือ (ครุณี พงษ์เดชา, 2542 : 13)

1. การคิดแบบวิเคราะห์ แบบบรรยาย จะเป็นการคิดไม่ขึ้นกับสภาพรอบข้าง จะยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง โดยไม่ต้องอาศัยข้อมูลจากภายนอกหรือสภาพรอบข้าง การตัดสินใจจะขึ้นอยู่กับเหตุผล และการรับรู้วัตถุในลักษณะวิเคราะห์แยกแยะ

2. การคิดแบบจำแนกประเภท แบบอ้างอิง จะเป็นการคิดขึ้นกับสภาพรอบข้าง จะยึดสิ่งเร้าเป็นศูนย์กลาง โดยอาศัยข้อมูลภายนอกเป็นแบบที่ต้องอาศัยการอ้างอิง เพื่อพยายามหาชื่อรวมของสิ่งของ

3. การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ จะเป็นการคิดขึ้นกับสภาพรอบข้าง จะยึดสิ่งเร้าเป็นศูนย์กลาง โดยการผสมผสานเกี่ยวโยงข้อมูลที่สะสมไว้ นั่นคือ การอาศัยข้อมูลภายนอกหรือสภาพแวดล้อมมาสัมพันธ์และช่วยในการตัดสินใจปัญหา โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ของตน

สำหรับการศึกษารุ่นนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาแบบการคิดตามแนวของเคแกน, มอสส์ และซีเกล ซึ่งแบ่งแบบการคิดเป็น 3 แบบ คือ แบบการคิดแบบวิเคราะห์ แบบการคิดแบบจำแนกประเภท และแบบการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ทั้งนี้เพราะแบบการคิดทั้ง 3 แบบดังกล่าว น่าจะมีส่วนส่งเสริมกระบวนการคิดหรือความสัมพันธ์กับความถนัดด้านคณิตศาสตร์ได้

#### 4. การวัดแบบการคิด

จากการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิดพบว่า นักการศึกษานิยมใช้แบบวัดแบบการคิดในการศึกษาวิจัย 2 รูปแบบ คือ แบบบังคับเลือกและแบบจับคู่ขยายความ ซึ่งรายละเอียดของแบบวัดแบบการคิดทั้ง 2 รูปแบบ มีดังนี้

1. แบบวัดแบบการคิดแบบบังคับเลือก เป็นแบบวัดแบบการคิดชนิดให้เลือกตอบ 3 ตัวเลือก โดยให้พิจารณาภาพในแต่ละข้อซึ่งกำหนดให้ 1 คู่ แล้วให้เลือกเหตุผลหนึ่งว่า คู่กัน เพราะเหตุใดจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ซึ่งในแต่ละตัวเลือกจะแสดงถึงแบบการคิดแบบใดแบบหนึ่งจาก 3 แบบการคิด ได้แก่ การคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ผู้ที่ใช้แบบวัดแบบการคิดแบบนี้ในการศึกษาวิจัย เช่น สักดิ์ศิริ นันตะสุข (2538) ครุณี พงษ์เดชา (2542) อรทัย ประทุมชาติภักดี (2545) และพาตีเมาะ ถนน (2546) ฯลฯ

2. แบบวัดแบบการคิดแบบจับคู่ขยายความ เป็นแบบวัดแบบการคิดซึ่งกำหนดภาพจำนวน 3 ภาพ เพื่อให้นักเรียนเลือกจับคู่ 2 ภาพ ที่เข้าคู่กันหรือไปด้วยกันได้ เมื่อเลือกได้คู่ใด แล้วให้เขียนเฉพาะหมายเลขในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้ พร้อมทั้งเขียนเหตุผลด้วยว่าเหตุใดจึงเลือกเอา 2 ภาพนั้น ผู้ที่ใช้แบบวัดแบบการคิดแบบนี้ในการศึกษาวิจัย เช่น มานิดา ชอบธรรม (2539) พัชรีย์ สิมพรักษ์ (2542) และพาตีเมาะ ถนน (2546) ฯลฯ

## เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความถนัดด้านคณิตศาสตร์

### 1. ความหมายของความถนัด

คำว่า “ความถนัด” หรือ Aptitude มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกว่า Aptos ซึ่งแปลว่า เหมาะสมกัน (Fitted For) (อารี พันธุ์ณี, 2546 : 121)

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของความถนัด (Aptitude) ไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Warren (1939 : 18) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัดเป็นสภาวะหรือกลุ่ม คุณสมบัติซึ่งแสดงให้เห็นความสามารถของแต่ละบุคคลที่เจริญงอกงาม เมื่อได้มีการปฏิบัติและฝึกฝนจะเป็นไปในทางด้านการเรียนรู้ ทักษะ หรือปฏิบัติการตอบสนองก็ได้ หรือเป็นความสามารถพิเศษทางด้านใดด้านหนึ่ง เช่น ทางดนตรี เป็นต้น

Freeman (1966 : 431) กล่าวว่า ความถนัดเป็นผลรวมของคุณลักษณะต่างๆ ที่จะชี้ให้เห็นสมรรถวิสัย (Capacity) ของแต่ละบุคคลเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ทักษะ หรือการตอบสนอง

Thorndike and Hagen (1969 : 644) อธิบายว่าความถนัดหมายถึง ความพร้อมที่จะเรียนรู้ ซึ่งความพร้อมนี้ไม่ทราบว่ามีสัดส่วนที่แท้จริงอยู่เท่าไร แต่ความพร้อมที่จะมีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะของพันธุกรรม ประสบการณ์ทางด้านสิ่งแวดล้อมทางกาย และการเรียนรู้ในอดีต

Brown (1970 : 341) ให้ความหมายความถนัดว่า คือความสามารถในการเรียนได้สำเร็จ และสามารถทำงานได้ดี

ไพศาล โกยง (2532 : 10) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัดหมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ใช้เวลาในการฝึกฝนเรียนรู้ แล้วทำให้บุคคลนั้นสามารถพัฒนาความรู้หรือทักษะขึ้นได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีขีดระดับความสามารถสูงสุดแตกต่างกันไป

พิไล นิมพงษ์พันธ์ (2535 : 9) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัดหมายถึง คุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวบุคคลที่ได้จากการฝึกฝน เรียนรู้ หรือประสบการณ์ทั้งหลาย ทำให้บุคคลสามารถปฏิบัติกิจกรรมด้านนั้นๆ ได้เป็นอย่างดีและสามารถเป็นตัวทำนายหรือพยากรณ์ ผลสัมฤทธิ์ในด้านต่างๆ ของบุคคลได้ในอนาคต

ศักดิ์ศิริ นันตะสุข (2538 : 3) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัดหมายถึง ความสามารถใดๆ ของบุคคลซึ่งเกิดจากพันธุกรรมและประสบการณ์ที่ได้สะสมมาทำให้บุคคลสามารถเรียนรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ดีมีประสิทธิภาพ

เขียน ไชยสร (2539 : 24) ให้ความหมายของความถนัดว่า หมายถึง สมรรถวิสัยหรือขีดความสามารถสูงสุดของบุคคลที่พึงมีได้ต่อการเรียนรู้ การแก้ปัญหา หรือการฝึกปฏิบัติในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีประสิทธิภาพ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 17) ได้ให้ความหมายของความถนัดว่า เป็นความสามารถที่บุคคลได้รับประสบการณ์ ฝึกฝนตนเอง และมีการสั่งสมไว้จนเกิดทักษะพิเศษ แสดงเด่นชัดด้านใดด้านหนึ่ง พร้อมทั้งจะปฏิบัติกิจกรรมนั้นได้อย่างดี

ศิริเพ็ญ จรสิทธิ์ (2544 : 11) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัดหมายถึง สมรรถภาพทางสมองของมนุษย์ ซึ่งเป็นความสามารถของแต่ละบุคคลที่ได้รับประสบการณ์มาจากการฝึกฝนจนเกิดทักษะพิเศษเด่นชัดในด้านใดด้านหนึ่ง และพร้อมที่จะปฏิบัติกิจกรรมด้านนั้นอย่างมีประสิทธิภาพ

สมพร สุทัศน์ีย์ (2544 : 322) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัดหมายถึง ศักยภาพที่อยู่ในตัวบุคคลที่ทำให้บุคคลสามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้

ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ (2545 : 19) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัดหมายถึง ความสามารถและความพร้อมที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาฝึกฝน การได้รับประสบการณ์ที่บุคคลนั้นได้รับหรือเกิดขึ้น ทำให้บุคคลมีระดับความสามารถและศักยภาพในด้านการเรียนรู้และการปฏิบัติที่แตกต่างกัน

นุสมน ตุ๊กนุ (2546 : 11) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัดหมายถึง สมรรถภาพทางสมองของบุคคลที่ได้รับจากประสบการณ์ การฝึกฝน จนเกิดเป็นความชำนาญหรือทักษะพิเศษเฉพาะตัว คนอื่นไม่สามารถเลียนแบบได้ และพร้อมที่จะกระทำกิจกรรมนั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อารี พันธุ์ณี (2546 : 123) กล่าวว่า ความถนัดคือ ความสามารถที่บุคคลได้รับจากประสบการณ์ การฝึกฝน และมีการสะสมไว้มากจนเกิดเป็นทักษะพิเศษ ซึ่งทำให้บุคคลนั้นพร้อมที่จะกระทำกิจกรรมนั้นๆ ให้สำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

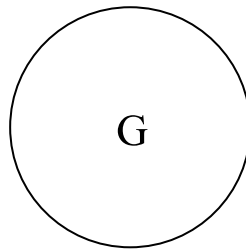
จากการให้ความหมายของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่าน สามารถสรุปได้ว่า ความถนัดหมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่ได้รับจากประสบการณ์ การเรียนรู้ การฝึกฝน และมีการสะสมไว้มากจนเกิดทักษะพิเศษ พร้อมทั้งจะกระทำกิจกรรมนั้นๆ ให้สำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความถนัด

ทฤษฎีความถนัดที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองของมนุษย์มีหลายทฤษฎี ที่สำคัญและแพร่หลายมีดังนี้

### 1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni-Factor Theory)

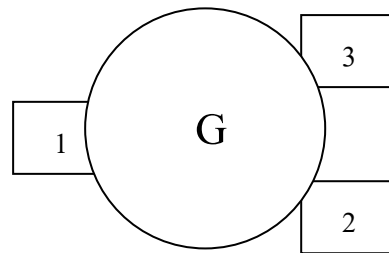
ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ Binet and Simon (1905, อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541 : 43) บางที่เรียกทฤษฎีนี้ว่า Global Theory ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเขาวัวปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียว ไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General Ability) ซึ่ง Binet ได้เน้นว่าองค์ประกอบต่างๆ เป็นองค์ประกอบย่อยๆ หลายองค์ประกอบที่สลับซับซ้อน ฉะนั้นในการสร้างแบบทดสอบ Binet จึงวัดทางด้านคณิตศาสตร์ เหตุผล ภาษา และอื่นๆ คะแนนที่ดีเป็นคะแนนวัดความสามารถแบบรวมๆ (ทองหล่อ วิภาวิณ, 2523 : 20)



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างแบบรูปภาพของทฤษฎีองค์ประกอบเดียว

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

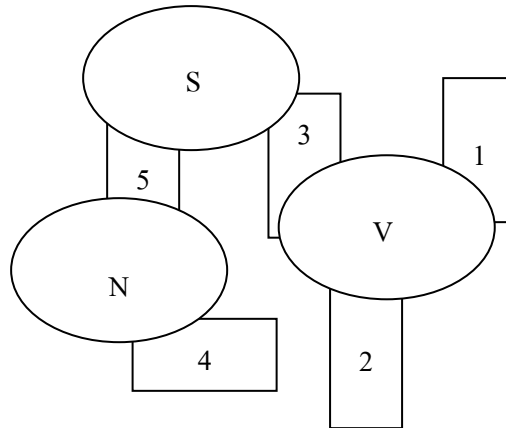
ทฤษฎีนี้ นำโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อว่า Charles Spearman (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541 : 43) ในปี ค.ศ. 1927 เรียกอีกอย่างว่า Bi-Factor Theory เป็นทฤษฎีที่เกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะโดยกระบวนการทางสถิติ พบว่ากิจกรรมทางสมองทั้งหลายเมื่อวิเคราะห์ดูแล้วมีองค์ประกอบร่วมอันหนึ่ง เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบทั่วไป (General Factor : G-Factor) ซึ่งจะมีสอดแทรกอยู่ในทุกๆ อิริยาบถของความคิดและการกระทำของมนุษย์ และมนุษย์ทุกๆ คนมีสมรรถภาพทางสมองทั่วไปนี้แตกต่างกันออกไปบ้างน้อยบ้างตามแต่ละบุคคล และยังมีส่วนประกอบเฉพาะมากมายเรียกองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor : S-Factor) เป็นความสามารถจำเพาะลงไปโดยเฉพาะกิจกรรมอย่างเดียวที่ทำให้มนุษย์แตกต่างกันและเป็นความสามารถพิเศษที่มีอยู่ในแต่ละบุคคล เช่น ความสามารถพิเศษทางด้านดนตรี ทางเครื่องดนตรีกลไก ทางศิลปะวาดเขียน เหล่านี้เป็นต้น ซึ่งสามารถเขียนเป็นโครงสร้างแบบรูปภาพได้ดังรูป



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างแบบรูปภาพของทฤษฎีสององค์ประกอบ

### 3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ หรือทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณ (Multiple-Factor Theory)

ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ L.L.Thurstone เสนอทฤษฎีนี้เมื่อปี ค.ศ. 1933 เขาได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองอย่างกว้างขวาง และได้ใช้หลักการวิเคราะห์สมัยใหม่ที่เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) มาใช้ ทำให้สามารถแยกแยะความสามารถทางสมองออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้หลายอย่าง ทำให้เขามีความเชื่อว่า ความสามารถทางสมองไม่ได้ประกอบด้วยความสามารถรวมเป็นแกนกลาง ดังเช่น G-Factor ของ Spearman หากแต่ประกอบด้วยองค์ประกอบเป็นกลุ่มๆ หลายๆ กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีหน้าที่เป็นอย่างไรๆ ไป โดยเฉพาะหรืออาจจะทำงานร่วมกันบ้างก็ได้ ความสามารถทั่วไปของ Spearman Thurstone เห็นว่าเป็นเพียงองค์ประกอบทางภาษาเท่านั้น องค์ประกอบย่อยๆ นี้ Thurstone ให้ชื่อว่า ความสามารถปฐมภูมิของสมอง (Primary Mental Abilities) เขาแยกองค์ประกอบย่อยโดยยึดถือน้ำหนักขององค์ประกอบเด่นๆ (Loading Factor) เป็นสำคัญ แต่จริงๆ แล้วกลุ่มของความสามารถหรือองค์ประกอบก็ยังทำหน้าที่เกี่ยวพันกันบ้างเหมือนกัน ดังเช่น องค์ประกอบภาษา (Verbal Factor) น้ำหนักองค์ประกอบที่มากที่สุดคือ ความสามารถทางศัพท์ น้ำหนักลดลงมาอีกคืออุปมาอุปไมยทางภาษา และน้ำหนักน้อยที่สุดคือ คณิตศาสตร์ เหตุผล (ลิวน์ สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541 : 45) ดังภาพประกอบ



**ภาพประกอบ 4** โครงสร้างทางสมองตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบ หรือทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณ

Thurstone วิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถของมนุษย์ออกมาได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นได้ชัดและสำคัญ มีอยู่ 7 ประการ (ศิริเพ็ญ จรสิทธิ์, 2544 : 13-15) คือ

1. องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor หรือ V-Factor) เป็นสมรรถภาพในการเข้าใจ คำศัพท์ ข้อความ บทกวี หรือเรื่องราวต่างๆ ในด้านภาษาและเลือกใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสม ผู้ที่มีองค์ประกอบด้านนี้สูงจะมีความสามารถในการอ่านเอาเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความ สัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของศัพท์ได้อย่างดี แบบทดสอบที่สร้างเพื่อวัดความสามารถหรือ ความถนัดทางภาษาจึงพยายามวิเคราะห์ว่า ผู้ที่เก่งทางภาษานั้นจะเก่งได้รูปใดบ้าง ปรากฏว่าจากการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานระดับสากลจะสอบวัดค่าตรงข้าม คำที่มีความหมายใกล้เคียง คำศัพท์สัมพันธ์ ข้อความต่างประเภท ความเข้าใจภาษา และความเข้าใจภาพเป็นส่วนใหญ่

2. องค์ประกอบด้านตัวเลขหรือจำนวน (Number Factor หรือ N-Factor) เป็นสมรรถภาพในการเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี และความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และความหมายของ จำนวน และมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หารในวิชาเลขคณิตได้อย่างดีด้วยความสามารถด้านนี้เรียกชื่อได้หลายอย่าง เช่น Number Factor , Numerical Ability , Quantitative Ability เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วการออกข้อสอบวัดด้านนี้ นิยมออกหลายรูปแบบ แม้แต่การบวก ลบ คูณ หารธรรมดา ก็สามารถออกเป็นข้อสอบได้ ให้มีจำนวนข้อสอบหลายข้อ และมีเวลาในการทำจำกัด ผู้ที่ทำคะแนนได้สูงๆ สามารถพยากรณ์ได้ว่า เขามีความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้เช่นกัน แต่ในแบบทดสอบมาตรฐานที่นิยมออกมากก็มีตัวเลขอนุกรม ปริมาณ เปรียบเทียบ โจทย์คณิตศาสตร์เหตุผล การอ่านกราฟ อ่านตารางตัวเลข และมโนภาพทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

3. องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor หรือ R-Factor) บางทีก็ใช้ Induction หรือ General Reasoning เป็นสมรรถภาพในการจัดประเภทอุปมาอุปไมย และสรุปความเรื่องราว และเหตุการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ในแบบทดสอบมาตรฐานนั้น การวัดเหตุผลมักจะอยู่ในกลุ่มความสามารถใหญ่ 3 ด้านคือ ด้านความสามารถในการจำแนกประเภท (Classification) ด้านความสามารถในการหาความสัมพันธ์หรืออุปมาอุปไมย (Analogy) และความสามารถในการสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักการตรรกะ

4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor หรือ S-Factor) เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจุด เส้น ความกว้าง ความยาว สูงของมิติต่างๆ สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่างๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกัน สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต เมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่ รูปแบบการเขียนข้อสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีอยู่หลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้คือ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ แบบภาพตัดกระดาศ แบบนับลูกบาศก์ และแบบประกอบส่วนย่อย

5. องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perceptual Speed Factor หรือ P-Factor) เป็นสมรรถภาพที่จะเห็นรายละเอียด ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง การสร้างข้อสอบประเภทนี้ ผู้ออกข้อสอบต้องพยายามสร้างสถานการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งที่จะจำแนกความสามารถของผู้ตอบในการมองเห็นและรับรู้ในสิ่งที่ต่างกันและเหมือนกันให้ได้ เทคนิคที่นิยมกันมากมักจะยกเอาสัญลักษณ์และภาพเป็นตัวเร้า เพื่อให้ผู้ตอบพิจารณาในด้านความเหมือนและด้านความต่างอย่างรวดเร็ว สัญลักษณ์และภาพส่วนใหญ่จะมีรูปแบบ ขนาดและทิศทางเดิม ไม่นิยมเปลี่ยนทิศทาง เพราะถ้าเปลี่ยนทิศทางจะเป็นการวัดองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์

6. องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency Factor หรือ W-Factor) เป็นความสามารถในการใช้คำได้ถูกต้องเหมาะสมและรวดเร็ว โดยทั่วไปการวัดความสามารถในการใช้คำสามารถวัดได้ด้วยการสังเกต ครูหรือผู้ปกครองต้องร่วมมือกันสังเกตว่า เด็กของเรามีความสามารถในการใช้คำมากน้อยเพียงใด วิธีการสังเกตที่ดีคือ ดูพฤติกรรมการพูดเมื่อพบสถานการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ไม่ใช่พูดเรื่อยๆ ไม่เป็นเรื่องเป็นราว การอธิบายบรรยายสิ่งใดทำได้คล่องแคล่ว ถูกต้อง

วิธีการวัดความสามารถในการใช้คำ นอกจากวัดด้วยการสังเกตแล้ว สามารถวัดได้ด้วยการให้ปฏิบัติจริง โดยการยกสถานการณ์มาให้ แล้วพูดในเวลาจำกัดและการสอบข้อเขียนบางอย่าง โดยการเขียนคำที่กำหนดให้ลงในกระดาษซึ่งเป็นการวัดทางอ้อม แต่เป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้

เครื่องมือเพื่อพยากรณ์ความสามารถด้านนี้ โดยทั่วไปจะกำหนดเวลาให้ทำแล้วพิจารณาความคล่องในการเขียนคำที่กำหนดให้ได้มากที่สุดในเวลาจำกัด

7. องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor หรือ M-Factor) เป็นความสามารถในการระลึกเรื่องราว เหตุการณ์ และสิ่งต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาในสมองได้อย่างถูกต้อง ในการสร้างข้อสอบเพื่อวัดความสามารถด้านความจำ จะแยกเป็นการจำสัญลักษณ์ จำรูปทรง และจำความหมายภาษา และแต่ละตัวจะพิจารณาการจำ 2 แบบคือ จำอิสระ กับจำแบบสัมพันธ์

สมรรถภาพทางสมองทั้ง 7 ประการนี้ ถือว่าเป็นสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองที่มีอยู่ในมนุษย์ทุกคน แต่มักน้อยแตกต่างกันออกไปในแต่ละด้านตามแต่ละบุคคล แม้แต่ในบุคคลเดียวกันก็ยังมีสมรรถภาพแต่ละด้านไม่เท่ากัน

#### 4. ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three Faces of Intellect Model) หรือทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The Structure of Intellect Theory)

ทฤษฎีสร้างขึ้นมาจาก Guilford เมื่อ ค.ศ. 1967 มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Structure-of-Intellect Model หรือ Three-Dimensional Model of the Structure of Intellect กิลฟอร์ด ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะ โดยจัดระบบของคุณลักษณะให้อยู่รูปใหม่เป็นลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และนิยามคุณลักษณะของเขาวัดปัญญาเป็น 3 มิติดังนี้

**มิติที่ 1** ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มีส่วนประกอบดังนี้

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถที่เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้ เข้าใจในสิ่งนั้นๆ และบอกได้ว่า สิ่งนั้นๆ คืออะไร

2. ความจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้ และสามารถระลึกนึกออกได้

3. การคิดออกเนกนัย (Divergent Production) เป็นความสามารถในการตอบสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น ให้บอกประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดที่จะบอกได้ ถ้าผู้ใดคิดได้มากแปลกที่สุดมีเหตุมีผล ถือว่าผู้นั้นมีความคิดแบบออกเนกนัย

4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุด หาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ดีที่สุด ดังนั้นคำตอบแบบนี้ก็ต้องถูกเพียงคำตอบเดียว

5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุป โดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด



**มิติที่ 2** ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่างๆ แบ่งออกได้ 4 อย่างคือ

1. ภาพ (Figural) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอน สามารถจับต้องได้หรือเป็นรูปภาพที่ระลึกนึกออกได้ดังรูปนั้นก็

2. สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายต่างๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่างๆ ด้วย

3. ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นถ้อยคำพูดหรือภาษาเขียนที่มีความหมายสามารถใช้ติดต่อสื่อสารแต่ละกลุ่มได้

4. พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออก รวมถึงทัศนคติ ความต้องการ การรับรู้ ความคิด ฯลฯ

**มิติที่ 3** ผลของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลผลิตของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่างๆ กัน ซึ่งแบ่งออกได้ 6 อย่าง คือ

1. หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่นๆ เช่น คน สุนัข แมว เป็นต้น

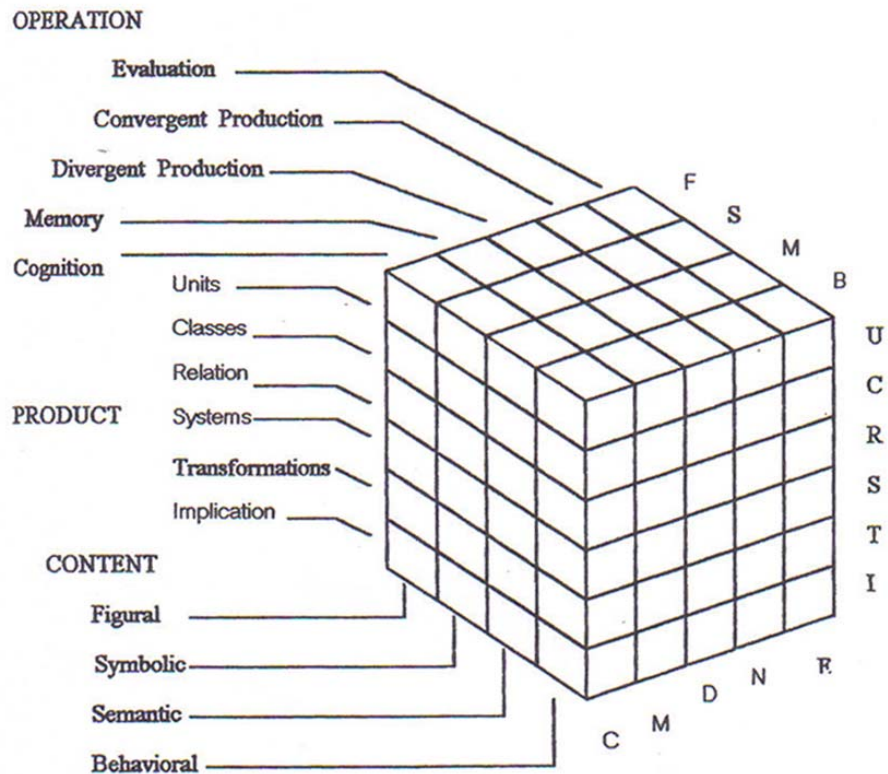
2. จำพวก (Class) หมายถึง ชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น ข้าวโพดกับมะพร้าว เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกัน ดังนี้ เป็นต้น

3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการโยงความคิดสองประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะเป็นหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบก็ได้ เช่น คนกับอาหาร ต้นไม้กับปุ๋ย เป็นต้น

4. ระบบ (Systems) หมายถึง การจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในระบบว่าจะไรมาก่อนมาหลัง

5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่ การเปลี่ยนแปลงอาจจะมองในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้

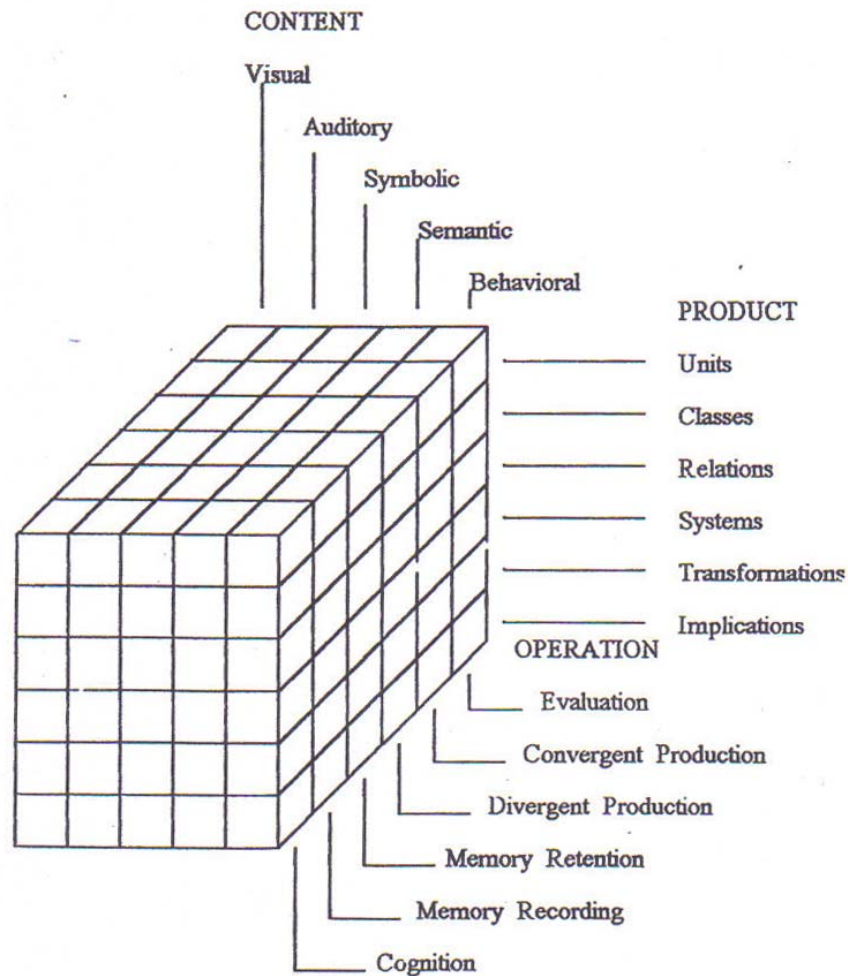
6. การเกี่ยวพัน (Implications) หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา ประเภท “ถ้า...แล้ว” ก็เป็นการคาดคะเนโดยใช้เหตุและผล



ภาพประกอบ 5 แบบจำลองโครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด  
(Guilford, 1967 : 63)

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

ด้าน Operations เดิมมี 5 อย่างเพิ่มใหม่เป็น 6 อย่าง โดยแยกความจำ (Memory) ออกเป็น 2 อย่าง Memory Recording หมายถึง ความจำในช่วงสั้นหรือการบันทึกความจำ ส่วน Memory Retention เป็นความจำที่ทิ้งช่วง นั่นคือเป็นการให้เวลาในการจำนานๆ หรือความคงทนในการจำนั่นเอง ดังนั้นในปัจจุบันโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ได้เปลี่ยนรูปแบบไปจากเดิม คือ เดิมมีองค์ประกอบทั้งสิ้น 120 องค์ประกอบ ปัจจุบันจึงเพิ่มเป็น 180 องค์ประกอบ นั่นคือ มีเนื้อหา 5 แบบ วิธีการคิด 6 แบบ และผลของการคิด 6 แบบ ดังภาพประกอบ

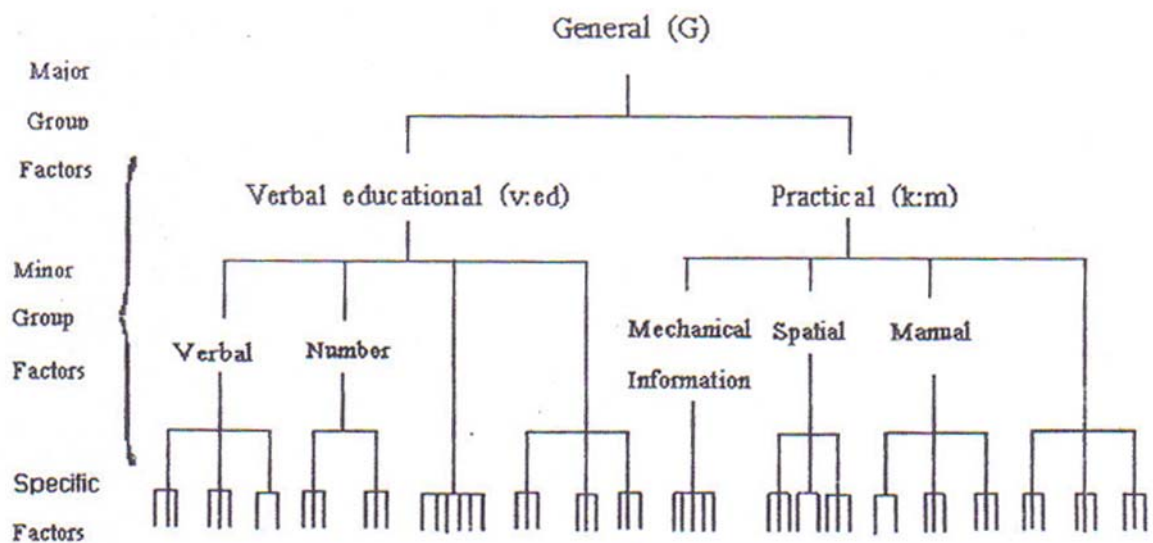


ภาพประกอบ 6 แบบจำลองโครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด  
ที่ปรับปรุงใหม่ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541 : 52)

### 5. ทฤษฎีไฮราคัล (Hierarchical Theory)

นักจิตวิทยาคนหนึ่งได้จัดรูปแบบการประกอบกันขององค์ประกอบอีกรูปหนึ่งกลุ่มนี้คือ Burt, Vernon และ Humphreys โดยเฉพาะ Vernon ได้เสนอโครงสร้างของเชาว์ปัญญาในปี ค.ศ. 1960 โดยอธิบายตามแบบของ Spearman นั่นคือเริ่มด้วย G-factor ขึ้นต่อไปแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ๆ คือ ความสามารถทางด้านความถนัดทางการเรียน (Verbal-education V : ed) และความสามารถเฉพาะทาง (Practical-mechanical k : m) องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้เรียกรวมว่า Major Group Factors องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้ ยังแบ่งย่อยลงไปอีก ด้านองค์ประกอบ Verbal-education แบ่งย่อยเป็นองค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) และองค์ประกอบด้านตัวเลข (Numerical) และอื่นๆ อีก ในทำนองเดียวกันองค์ประกอบ Practical-mechanical

แบ่งย่อยออกเป็น Mechanical information, Spatial และ Manual และยังมีอื่นๆ แต่ยังไม่กำหนด กลุ่มองค์ประกอบนี้เรียกว่า Minor Group Factors ระดับที่ต่ำสุดขององค์ประกอบในรูปแบบนี้ยังมีองค์ประกอบย่อยๆ ไปอีก เรียกว่าองค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) ถ้าพิจารณาโครงสร้างอันนี้แล้วก็จะไม่ต่างกับลักษณะของต้นไม้แฝกกิ่งก้านใหญ่เล็กลงไปตามลำดับ ลำต้นก็เปรียบเสมือน G-factor กิ่งก้านเล็กๆ เปรียบเสมือน Specific factors นั่นเอง ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 7 โครงสร้างทฤษฎีไฮราคิคัล (ลิวน์ สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541 : 47)

## 6. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two-level theory of Mental Abilities)

ทฤษฎีนี้เสนอโดย Jensen เมื่อปี ค.ศ. 1968 (ลิวน์ สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541 : 52) โดยเขาเชื่อว่า ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาประกอบด้วย 2 ระดับ สรุปได้ดังนี้

**ระดับที่ 1** ความสามารถในการเก็บรวบรวม เป็นสมรรถภาพในการรับรู้ หรือจดจำ ข้อมูลสิ่งเร้าต่างๆ และเก็บรวบรวมเอาไว้ สามารถที่จะระลึกและดึงข้อมูลออกมาใช้ได้อย่างถูกต้อง เดิมความสามารถในระดับนี้เรียกว่า ความสามารถในการเรียนรู้เบื้องต้น ความสามารถในระดับนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ความละเอียดลออ การเปลี่ยนแปลงรูปหรือการถ่ายเทใดๆ เกี่ยวกับข้อมูลที่ป้อนเข้าไป และเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพข้อมูลที่ป้อนเข้าไปไม่จำเป็นต้องเป็นความรู้เดิมก็ได้

**ระดับที่ 2** การเรียนรู้โมติและการแก้ปัญหา หรือความสามารถทางนามธรรม เป็นความสามารถที่มีการแปลงรูป และมีการถ่ายเทสิ่งเร้าเดิมก่อนที่จะมีการตอบสนองเป็นกลุ่มของกลไกต่างๆ ที่จะสรุปความนอกเหนือไปจากสิ่งเร้าพื้นฐาน ความสามารถในระดับที่ 2 มีความสัมพันธ์กับความสามารถระดับที่ 1 ในลักษณะที่ความสามารถในระดับที่ 2 ต้องอาศัยการทำงานที่มีประสิทธิภาพของความสามารถระดับที่ 1

## 7. ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple intelligence)

ทฤษฎีนี้นำเสนอโดย Howard Gardner (ศุรางค์ ไขว้ตระกูล, 2541 : 120-124) เป็นผู้หนึ่งที่สนใจเกี่ยวกับผลการวิจัยของประสาทวิทยาและจิตวิทยามานานแล้ว และได้แนวความคิดมาสร้างทฤษฎีเซาว์ปัญญาชื่อว่า Multiple Intelligences ซึ่งขอให้เป็นภาษาไทยว่า “เซาว์ปัญญาหลายแบบ”

การ์ดเนอร์เชื่อว่าเซาว์ปัญญาของแต่ละบุคคลประกอบด้วยเซาว์ปัญญา 8 แบบ หรือเรียกว่า Sub-Intelligences คือ

1. การใช้เหตุผล และความสามารถทางคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligence)
 

เป็นความสามารถในการใช้เหตุผล การคิดแบบอนุมาน การคิดแก้ปัญหาโดยวิธีการวิทยาศาสตร์ การคิดวินิจฉัยเกี่ยวกับตัวเลข และความสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้ การคิดแบบนามธรรม
2. ความสามารถในการใช้ภาษาทั้งการพูดและการเขียน (Verbal-Linguistic Intelligence)
 

เป็นความสามารถในการใช้ภาษาทั้งในการพูดและการเขียน การเข้าใจความหมายของคำ และมีความไวต่อการวิเคราะห์ความแตกต่างในหน้าที่ของภาษา สามารถอ่าน เขียน ความจำดี สามารถจะสื่อสารได้ และวิเคราะห์ความรู้ทางการใช้ภาษาของตนเองได้ และมีความจำดี
3. ความสามารถทางดนตรีและเสียงสัมผัสจังหวะ (Musical-Rhythmic Intelligence)
 

เป็นสามารถที่มีความไวต่อเสียงต่างๆ รอบๆ ตัว รวมทั้งเสียงดนตรี เสียงสัมผัสและจังหวะ และมีความซาบซึ้งในดนตรีประเภทต่างๆ และบางคนมีความสามารถที่จะแต่งเพลง สร้างทำนอง และจังหวะ
4. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligence)
 

เป็นความสามารถที่จะรับรู้ Visual-Spatial World ได้อย่างแม่นยำ และสามารถที่จะแปรรูป พลิกแพลงในท่าต่างไปจากที่เห็นครั้งแรก สามารถที่จะคัดแปลงภาพในจินตนาการ

#### 5. ความสามารถที่จะใช้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย และควบคุมได้

(Bodily-Kinesthetic Intelligence)

เป็นความสามารถที่จะใช้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวและทักษะการใช้ และการประสานงานของส่วนต่างๆ ของร่างกายในการทำงานและการใช้เครื่องมือต่างๆ

#### 6. ความสามารถที่จะมีความสัมพันธ์อันดีกับผู้อื่น (Interpersonal Intelligence)

เป็นความสามารถที่จะมีความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น มีทักษะในการใช้ถ้อยคำปราศรัยกับผู้อื่น รวมทั้งการสื่อสารโดยไม่ใช้คำพูด สามารถที่จะมีความรู้สึกร่วมทางอารมณ์กับผู้อื่น และสามารถที่จะคบคนไม่ว่าจะมีอารมณ์อย่างไร เพราะรู้จักบุคลิกภาพและ “เอาใจเขามาใส่ใจเรา”

#### 7. ความสามารถที่จะเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence)

เป็นความสามารถที่ตระหนักรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างใจและกาย ความสามารถที่จะเข้าใจความรู้สึกของตนเอง รู้ทั้งส่วนดีและส่วนเสียของตน และสามารถมีความรู้คิดว่าตนเองตัดสินใจอย่างยุติธรรมหรือมีอคติ และพยายามใช้การตัดสินใจที่ถูกต้อง โดยใช้เหตุผลและวิจารณ์ญาณและสติ

#### 8. ความสามารถที่จะเป็นนักธรรมชาติวิทยา (Naturalist Intelligence)

เป็นความสามารถที่จะเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ เด็กที่มีความสามารถด้านนี้จะเข้าใจธรรมชาติของพืชและสัตว์ได้เป็นอย่างดี

### 8. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ (Piaget's Theory of Intelligent

Development)

เพียเจท์ ได้กำหนดขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาตามการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพของพฤติกรรมความคิด ซึ่งลักษณะสำคัญของขั้น (Stage) ในการพัฒนาการทางสติปัญญานั้นมี 4 ประการด้วยกันคือ (Hunt and Sullivan, 197 : 131-132, อ้างถึงใน ประสาท อิศรปริดา, 2538 : 47-48)

1. ขั้นพัฒนาการทางปัญญาแต่ละขั้น จะเป็นระยะของการสร้างความรู้ความคิดและจัดระเบียบความรู้ความคิดขึ้นในลักษณะที่แตกต่างไปจากขั้นอื่นๆ

2. เมื่อบรรลุถึงขั้นพัฒนาการทางปัญญาขั้นหนึ่ง ก็จะเริ่มพัฒนาการทางปัญญาในขั้นที่สูงขึ้น ฉะนั้นพัฒนาการทางปัญญาในแต่ละขั้นจะมีลักษณะต่อเนื่องกัน (Continuity) ตลอดทุกระยะ

3. พัฒนาการทางปัญญาแต่ละขั้นจะพัฒนาไปตามลำดับก่อน-หลัง กล่าวคือ จะเริ่มจากขั้นที่ 1 ก่อนขั้นที่ 2 ขั้นที่ 2 ก่อนขั้นที่ 3 ขั้นที่ 3 ก่อนขั้นที่ 4 เสมอ จะไม่มีการกระโดดข้ามขั้นหรือเริ่มขั้นสูงก่อนขั้นต่ำ อย่างไรก็ตาม อายุของเด็กแต่ละคนในแต่ละขั้นนั้นอาจจะแตกต่างกันไปได้

4. กระบวนการของพัฒนาการจากขั้นต้นไปสู่ขั้นที่สูงขึ้น จะอยู่ในรูปบูรณาการอย่างกลมกลืน (Integration) โครงสร้างความรู้ความคิดในขั้นพัฒนาาระยะต้นๆ จะได้รับการปรับหลอมให้เป็นโครงสร้างความรู้ความคิดใหม่ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ในขั้นพัฒนาการที่สูงขึ้นต่อไป สำหรับขั้นต่างๆ ในการพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์นั้น Piaget (1974, อ้างถึงในประสาธ อิศรปริดา, 2538 : 48-64) ได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ๆ คือ

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

**ขั้นย่อยที่ 1** ขั้นปฏิกิริยาสะท้อน (อายุ 0-1 เดือน) ในระยะเดือนแรกหลังการเกิดพฤติกรรมของเด็กจะอยู่รูปปฏิกิริยาสะท้อน (Reflex) เป็นส่วนใหญ่ เช่น การกำมือ คัดเท้า หรือการดูด ดังนั้นการสร้างความรู้ความคิดที่เกิดขึ้นในสมองจึงเป็นกระบวนการประเภทปฏิกิริยาสะท้อนเท่านั้น ปฏิกิริยาสะท้อนที่เกิดขึ้นในระยะแรก จะเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากสิ่งเร้าภายนอกมากกว่าที่จะเกิดขึ้นเอง พฤติกรรมนี้จะพัฒนาขึ้นในลักษณะที่เด็กเริ่มทำด้วยตนเอง (Self-initiated Activity) โดยไม่ได้คิดหรือไตร่ตรองไว้ก่อน

**ขั้นย่อยที่ 2** ขั้นปฏิกิริยาเวียนซ้ำขั้นปฐม (อายุ 1-4 เดือน) (Primary Circular Reaction) เป็นพฤติกรรมที่เด็กจะทำกิจกรรมบางอย่างซ้ำๆ โดยไม่ตั้งใจ เช่น เมื่อมือของเขาไปแตะที่ริมฝีปาก เขาก็จะดูดนิ้วของเขา ต่อมาก็มีพฤติกรรมนั้นซ้ำๆ อีกหรือบางครั้งเราก็จะสังเกตเห็นว่าเด็กเอามือตีหน้าตัวเองซ้ำๆ พฤติกรรมนี้คล้ายกับว่าเขาจะพยายามจับหน้าตนเองพฤติกรรมปฏิกิริยาเวียนซ้ำขั้นปฐม แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการที่ก้าวหน้าขึ้นของเด็ก เพราะพฤติกรรมส่วนใหญ่เริ่มเป็นการจัดระเบียบหรือประสานกลุ่มการกระทำต่างๆ ตั้งแต่ 2 อย่างที่มีอยู่เข้าด้วยกัน เช่น ประสานการดูดกับการมองจ้อง ประสานการเอามือตบที่ใบหน้าตนเองกับมองจ้องมือตนเอง เป็นต้น เป็นกิจกรรมในลักษณะประสานกลไกกลมเนื้อ ในส่วนที่เป็นร่างกายของตนเอง

**ขั้นย่อยที่ 3** ปฏิกิริยาเวียนซ้ำขั้นที่สอง (อายุ 4-10 เดือน) เด็กมีพฤติกรรมทำซ้ำๆ ในรูปการค้นหา หรือทำสิ่งที่เขาสนใจนอกร่างกายตนเอง เป็นการกระทำซ้ำๆ ที่ตั้งใจ ในระยะนี้เด็กจะสนใจสิ่งรอบตัวมาก เริ่มเลียนแบบพฤติกรรมผู้อื่น แต่การเลียนแบบก็จำกัดอยู่เฉพาะพฤติกรรมที่เด็กทำได้อยู่แล้ว เช่น ทำเสียงหรือท่าทางที่เขาเห็น

**ขั้นย่อยที่ 4** การประสานกลุ่มพฤติกรรมเข้าด้วยกัน เป็นพฤติกรรมใหม่แบบจงใจ (อายุ 10-12 เดือน) เป็นการกระทำที่เด็กตั้งใจหรือมีเป้าหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง (Goal-Directed Behavior) แต่มักเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการกระทำเพียงการกระทำเดียว เด็กจะมีพฤติกรรมซับซ้อนขึ้น โดยการประสานพฤติกรรมแบบจงใจตั้งแต่ 2 พฤติกรรมขึ้นไปเข้าด้วยกัน เป็นพฤติกรรมใหม่ และมีวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน

**ขั้นย่อยที่ 5** ขั้นปฏิบัติการเวียนซ้ำขั้นที่ 3 (อายุ 12-18 เดือน) เป็นการแสดงพฤติกรรมที่แตกต่างกันหลายๆ อย่าง เป็นพฤติกรรมลองผิดลองถูกเพื่อศึกษาคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ รอบตัว เป็นการเริ่มต้นของความคิดสร้างสรรค์

**ขั้นย่อยที่ 6** ขั้นการเริ่มต้นการคิด (อายุ 18-24 เดือน) ในขั้นนี้เด็กจะมีพฤติกรรมที่แสดงว่า เริ่มใช้ความคิด (The Beginnings of Thoughts) และยังสามารถเลียนแบบโดยไม่จำเป็นต้องมีแม่แบบปรากฏให้เห็นในขณะนั้นได้ แสดงว่าเด็กมีพัฒนาการด้านความจำเพิ่มมากขึ้น

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

1. สามารถเลียนแบบได้โดยไม่ปรากฏแม่แบบในขณะนั้น (Deferred Imitation)
2. การเล่นสมมุติ (Symbolic Play or Pretending) เป็นลักษณะของการเล่นที่ใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุหรือเหตุการณ์บางอย่าง
3. การวาดรูป (Drawing) เป็นพฤติกรรมที่ผสมผสานระหว่างการเล่นกับจินตนาการเข้าด้วยกัน
4. การมีจินตภาพ (Mental Image) คือการนึกภาพสิ่งหนึ่งสิ่งใดในใจ
5. ภาษาพูด (Spoken Language) เมื่อเด็กอายุประมาณ 2 ปี เขาจะเริ่มใช้คำพูดแทนสิ่งต่างๆ

**ขั้นที่ 3** ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ขั้นนี้เด็กมีอายุระหว่าง 7-11 ปี เป็นระยะที่กำลังเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา เด็กในขั้นนี้จะสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์สามารถคิดย้อนกลับได้ (Reversibility) เด็กสามารถคิดย้อนไปสู่จุดเดิมหรือตำแหน่งเดิม หลังจากที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วได้ เช่น เมื่อเรารวมลูกมะม่วง 2 กอง กองแรก 5 ผล กองที่สอง 7 ผล เข้าเป็นกองเดียวกันได้มะม่วงทั้งหมด 12 ผล เมื่อเอามะม่วงทั้งหมดลบด้วยกองที่สอง (7 ผล) ก็จะได้มะม่วง 5 ผลเท่ากับกองแรกสามารถเข้าใจเรื่องการอนุรักษ์หรือการคงอยู่ (Conservation) สามารถเข้าใจว่าคุณสมบัติทางปริมาณของสิ่งของยังคงอยู่เท่าเดิม แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือที่อยู่เดิมก็ตาม สามารถจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่



(Classification) เป็นความสามารถในการจัดกลุ่มหรือประเภทของสิ่งของให้เป็นหมวดหมู่หรือเป็นพวกได้ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน สามารถเปรียบเทียบลำดับสิ่งของ (Seriation) เด็กสามารถที่จะจัดลำดับสิ่งต่างๆ โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงปริมาณ อาจจะเป็น ความสูง ขนาด น้ำหนัก หรือปริมาตร ของสิ่งนั้นๆ ได้

**ขั้นที่ 4** ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operational Stage) ขั้นนี้เด็กมีอายุระหว่าง 11-15 ปี ผู้ที่มีพัฒนาการทางปัญญาถึงขั้นนี้ จะมีความสามารถคิดแก้ปัญหาหรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเหตุผลได้ถึงแม้ว่าข้อมูลที่มีอยู่จะไม่ครบ สามารถคิดความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่างๆ หรือสามารถตั้งสมมติฐานและสรุปกฎเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้น

De Cecco (1967 : 265-266) กล่าวถึงพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจท์ว่า ในขั้นการคิดด้วยรูปธรรม เด็กก็มีการคิดหาเหตุผลแล้ว และสิ่งที่ปรากฏมาขั้นนี้ได้แก่

1. การจำแนกประเภท เป็นความสามารถที่จะจำแนกวัตถุสิ่งของเป็นหมวดหมู่ได้
2. การหาความสัมพันธ์ เป็นความสามารถที่คิดหาความสัมพันธ์ที่ไม่สมมาตรได้ เช่น ก ยาวกว่า ข คำเป็นพ่อแดง เป็นต้น

3. การเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน เป็นผลรวมของความสามารถในการจำแนกประเภท และการหาความสัมพันธ์ ด้านความสามารถในการจัดเป็นหมวดหมู่ ในขั้นการคิดด้วยรูปธรรม เด็กต้องอาศัยตัวปฏิบัติการดังนี้

- 3.1 ตัวปฏิบัติการเกี่ยวกับการจำแนกประเภท เป็นความสามารถในการใช้ตัวปฏิบัติการเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างส่วนรวมและส่วนย่อย เช่น เด็กชาย + เด็กหญิง = เด็ก , คน - ผู้ใหญ่ = เด็ก เป็นต้น

- 3.2 ตัวปฏิบัติการเกี่ยวกับการจัดเรียงลำดับ เป็นความสามารถในการสรุปเกี่ยวกับการจัดเรียงวัตถุสิ่งของที่ตั้งอยู่บนรากฐานของความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์ เช่น ก มากกว่า ข , ข มากกว่า ค ดังนั้น ก มากกว่า ค

- 3.3 การเข้าใจโครงสร้างเกี่ยวกับรูปธรรม เป็นความสามารถที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกประเภทและความสัมพันธ์ ซึ่งกลุ่มวัยรุ่นจะมีความสามารถเหล่านี้มาก (Inhelder and Piaget, 1958 : 8-16)

### 3. ความหมายของความถนัดด้านคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักวัดผลได้ให้ความหมายของความถนัดด้านคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ สมศักดิ์ สิ้นธุระเวช (2526 : 2) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัดด้านคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่จะเข้าใจ คำนวณตัวเลข โดยใช้พื้นฐานเบื้องต้นได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

พิไล นิมพงษ์พันธ์ (2535 : 14) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัดด้านคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการที่จะเข้าใจและคิดคำนวณตัวเลข โดยใช้พื้นฐานเบื้องต้นอย่างรวดเร็วและถูกต้อง ผู้ที่มีความแม่นยำและชำนาญมากก็เป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านนี้

อารี พันธุ์มณี (2546 : 124) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัดด้านคณิตศาสตร์ เป็นสมรรถภาพในการที่จะเข้าใจการคำนวณตัวเลขโดยใช้พื้นฐานความรู้เบื้องต้น

จากการให้ความหมายของนักการศึกษาและนักวัดผลหลายท่าน สามารถสรุปได้ว่า ความถนัดด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในทางคณิตศาสตร์ที่จะนำหลักเกณฑ์ (Principle) และมโนทัศน์ (Concept) ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว และถูกต้อง

### 4. ความหมายของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักวัดผลได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ไพศาล โกยง (2532 : 6) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลขหมายถึง แบบทดสอบที่วัดความสามารถของนักเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (ม.ป.ป. : 3, อ้างถึงใน พิไล นิมพงษ์พันธ์, 2534 : 4) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองที่ชี้ถึงว่าผู้สอบคนนั้นมีความถนัดทางคณิตศาสตร์

ปัญญาลักษณ์ สุวรรณรัตน์ (2545 : 5) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดข้อคำถามที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความสามารถทางสมองของนักเรียนเกี่ยวกับการรับรู้และเข้าใจหลักการและสาระสำคัญของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

จากการให้ความหมายของนักการศึกษาและนักวัดผลหลายท่าน สามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน

## 5. ลักษณะของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักวัดผลได้แบ่งลักษณะของแบบทดสอบความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สร้างโดยยึดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของ Thurstone ไว้ดังนี้

ไพศาล โกยุก (2532 : 6) แบ่งลักษณะแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข (Numerical Scholastic Aptitude Test) ออกเป็น 3 แบบดังนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Skill) เป็นแบบทดสอบวัดความคล่องแคล่วแม่นยำในการบวก ลบ คูณ หาร ถอดราก และยกกำลังตัวเลขต่างๆ
2. แบบทดสอบอนุกรม (Series) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดตัวเลขมาให้ชุดหนึ่งซึ่งเรียงกันด้วยระบบใดระบบหนึ่ง แล้วให้หาตัวเลขถัดไปจากชุดตัวเลขที่โจทย์กำหนดให้
3. แบบทดสอบเหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) เป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจในหลักการ การแปลความ การตีความ การขยายความ การเปรียบเทียบ การใช้เหตุผล การแก้โจทย์ปัญหา ตลอดจนการใช้มโนทัศน์

ฟีโล นิมพงษ์พันธ์ (2535 : 4-5) แบ่งลักษณะแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 3 แบบคือ

1. แบบอนุกรม (Series) หมายถึง ชุดของตัวเลขที่ซึ่งเรียงลำดับไว้โดยกฎเกณฑ์ใดกฎเกณฑ์หนึ่ง
2. แบบทักษะ (Skill) หมายถึง ความคล่องแคล่วแม่นยำในการบวก ลบ คูณ หาร
3. แบบสังกัป (Concept) หมายถึง การย่อหรือขยายกฎเกณฑ์หลักการวิธีการ และมโนทัศน์ในความคิดแบบนามธรรม

มานิดา ขอบธรรม (2539 : 6) แบ่งลักษณะแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็น 3 ด้านคือ

1. ความสามารถด้านทักษะการคำนวณ หมายถึง ความคล่องแคล่ว ว่องไว และแม่นยำในการบวก ลบ คูณ หาร ตัวเลข ในเวลาที่จำกัด โดยไม่มีอิทธิพลของภาษาเข้ามาเกี่ยวข้อง
2. ความสามารถด้านเหตุผล หมายถึง ความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการสรุปหรือขยายกฎเกณฑ์ หลักการ วิธีการ และมโนทัศน์ในการคิดแบบนามธรรม
3. ความสามารถด้านโจทย์ปัญหา หมายถึง การใช้เทคนิคหรือวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ จากเหตุการณ์ในโจทย์ โดยจะต้องจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในโจทย์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 93-104) แบ่งลักษณะแบบทดสอบความถนัดด้านคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ตัวเลขอนุกรม (Number series) เป็นลักษณะการวางเรียงตัวเลขอย่างเป็นระบบ มีกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นชุดๆ แล้วตัดตัวเลขใดตัวหนึ่งในระบบออก หรือเป็นตัวถัดไป แล้วให้หาว่าน่าจะเป็นตัวเลขใด

2. คณิตศาสตร์เหตุผล เป็นการถามเน้นในเรื่องวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การขยายความ การไล่เลียงหาเหตุผล การเปรียบเทียบ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มโนทัศน์ ขั้นตอนการพิสูจน์ และประเมินค่า เป็นต้น

3. แบบเปรียบเทียบปริมาณ เป็นการกำหนดสถานการณ์ให้ หรือกำหนดการคิดทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ให้ แล้วพยายามแยกผลออกมาเป็น 2 ส่วน เป็นคอลัมน์ ก. กับคอลัมน์ ข. โดยมีเงื่อนไขการตอบเพียง 4 อย่างคือ

- ก. ถ้าปริมาณในคอลัมน์ ก. มีค่ามากกว่า
- ข. ถ้าปริมาณในคอลัมน์ ข. มีค่ามากกว่า
- ค. ถ้าปริมาณทั้ง 2 มีค่าเท่ากัน
- ง. ถ้าข้อมูลไม่สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ได้

สนอง ศิริกุลวัฒนา (ม.ป.ป. : 155) แบ่งลักษณะข้อสอบที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เป็น 4 ลักษณะด้วยกันคือ

1. ข้อสอบที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เหตุผล เป็นข้อสอบที่เน้นเรื่องของวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การขยายความ เปรียบเทียบ เป็นต้น
2. ข้อสอบที่เกี่ยวกับอันดับหรืออนุกรมเลขคณิต เป็นข้อสอบที่วัดความสามารถในการคิดคำนวณหาเลขในลำดับต่างๆ โดยกำหนดกลุ่มตัวเลขให้ชุดหนึ่ง ซึ่งจะมีตัวเลขอย่างน้อย 3-4 ตัว ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขหรือหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วให้ผู้เข้าสอบพิจารณาหาจำนวนถัดไป หรืออาจจะเว้นตัวเลขไว้แล้วให้หาตัวเลขที่เว้นไว้นั้น ซึ่งมีความสัมพันธ์ภายใต้เงื่อนไขอย่างใดอย่างหนึ่งในกลุ่มตัวเลขชุดที่กำหนดมาให้
3. ข้อสอบที่เกี่ยวกับการสรุปความ เป็นการหาเหตุผล โดยพิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ว่าจะสามารถสรุปได้อย่างไรภายในขอบเขตของสิ่งที่กำหนดให้ นั้น โดยจะต้องยอมรับในสถานการณ์ที่เป็นข้อกำหนดเป็นจริงก่อน
4. ข้อสอบที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์กราฟและแผนภูมิ เป็นข้อสอบที่กำหนดรูปภาพ กราฟ และแผนภูมิต่างๆ มาใช้ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปกราฟ วงกลม กราฟแท่ง กราฟเส้นตรง หรือตาราง แล้วให้ผู้เข้าสอบวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์และแนวโน้มที่น่าจะเป็นไปได้ในอนาคต

จากลักษณะของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์มีลักษณะรวมใหญ่ๆ อยู่หลายแบบด้วยกัน ซึ่งผู้วิจัยจะใช้ลักษณะของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ตามแนวความคิดของไพศาล โกยง เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้านคือ

1. ทักษะทางคณิตศาสตร์
2. อนุกรมตัวเลข
3. เหตุผลทางคณิตศาสตร์

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิดและความถนัดด้านคณิตศาสตร์

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิด

นักการศึกษาและนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ได้ทำการวิจัยแบบการคิดไว้หลายท่าน ดังนี้

Satterly (1976 : 179-181) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด ระดับสติปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนักเรียนชายชั้นประถมศึกษาพบว่า แบบการคิดแบบวิเคราะห์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับระดับสติปัญญา

Witten (1989 : 3194) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า แบบการคิดเป็นตัวแปรที่สำคัญ หรือมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีการคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง

ศักดิ์ศิริ นันตะสุข (2538 : 75-80) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับความถนัดด้านเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสกลนครพบว่า การคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง การคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง ความถนัดด้านเหตุผลแต่ละแบบและความถนัดด้านเหตุผลรวมไม่มีความสัมพันธ์กัน การคิดแบบจำแนกประเภทมีความสัมพันธ์กับความถนัดด้านเหตุผลแบบสรุปความและถนัดด้านเหตุผลรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่การคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท การคิดแบบโยงความสัมพันธ์กับความถนัดด้านเหตุผลแบบอุปมาอุปไมย และความถนัดด้านเหตุผลแบบอนุกรมมิตภาพไม่มีความสัมพันธ์กัน แบบการคิดแบบขึ้นกับสิ่งรอบข้าง การคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้างกับการคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ไม่มีความสัมพันธ์กัน การคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้าง และการคิดแบบจำแนกประเภทร่วมกันพยากรณ์ความถนัดด้านเหตุผลได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีอำนาจการพยากรณ์ 17.35%

มานิดา ขอบธรรม (2539 : 43-50) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การคิดแบบวิเคราะห์ การคิดแบบจำแนกประเภท และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านโจทย์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า แต่ที่คำนวณได้จากนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าน้ำหนักความสำคัญของแบบการคิดแบบวิเคราะห์และแบบจำแนกประเภทส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การคิดแบบจำแนกประเภทส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แบบการคิดจำแนกประเภทและแบบ โยงความสัมพันธ์ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้าน โจทย์ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าน้ำหนักความสำคัญของแบบการคิดแต่ละแบบที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างที่คำนวณจากนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

พัชรีย์ สิมพรักษ์ (2542 : 70) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยผู้วิจัยใช้แบบทดสอบของกมล ภูประเสริฐ, จำรัส นองมาก, ชงชัย ชิวปรีชา และสุวัฒน์ เงินกล้า ที่ร่วมกันสร้างขึ้นตามแนวแบบทดสอบวัดแบบการคิดของลี เคแกน และแรบซัน จำนวน 30 ข้อ แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพใหม่ด้วยการหาความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .7976 และผลการศึกษาพบว่า การคิดแบบจำแนกประเภทเชิงอ้างอิงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการคิดแบบวิเคราะห์เชิงบรรยาย และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ดรุณี พงษ์เดชา (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนแบบการคิดทั้ง 3 แบบ มีความสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าน้ำหนักความสำคัญของการคิดแบบวิเคราะห์สามารถพยากรณ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการคิดแบบจำแนกประเภทสามารถพยากรณ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ไม่สามารถพยากรณ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้

อรทัย ประทุมชาติภักดี (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิด ความคิดสร้างสรรค์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์พบว่า การคิดแบบวิเคราะห์เชิง บรรยาย การคิดแบบจำแนกประเภทเชิงอ้างอิง การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ และความคิด สร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .001 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .665 และมีประสิทธิภาพของการ พยากรณ์เท่ากับ .442 และการคิดแบบวิเคราะห์เชิงบรรยาย สามารถพยากรณ์ความสามารถในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีค่านำหนักในรูปคะแนนดิบ เท่ากับ .831 และคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .884 ส่วนการคิดแบบจำแนกประเภทเชิงอ้างอิง การคิด แบบโยงความสัมพันธ์ และความคิดสร้างสรรค์ไม่สามารถพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ได้

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดด้านคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ได้มีผู้ทำการวิจัยไว้หลายท่านดังนี้ อรัญญา นามแก้ว (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการ- เรียน เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดกาญจนบุรี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบ ทดสอบจำนวน 3 ชุดคือ ชุดที่หนึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน ประกอบด้วย แบบทดสอบความถนัดด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านความจำ ชุดที่สองเป็นแบบทดสอบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยแบบทดสอบเจตคติ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรมการปฏิบัติ ชุดที่สามเป็นแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความถนัดทางการเรียนด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านความจำมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ศิริเพ็ญ จรสิทธิ์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 6 ด้านได้แก่ ความถนัดทางการเรียน ด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านความจำ และด้านความคล่องแคล่วใน การใช้คำ ส่วนด้านการรับรู้ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ ตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่

ความถนัดทางการเรียนด้านจำนวนและด้านเหตุผล ร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 8.3

อุบล อุตมะมุณี (2545 : 87-91) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดสงขลาพบว่า สมรรถภาพสมอง 4 ด้าน คือ ด้านจำนวน เหตุผล มิติสัมพันธ์ และการสังเกตรับรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถพยากรณ์บุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ได้ รองลงมาคือ ความสามารถทางด้านเหตุผล ด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ ตามลำดับ และสามารถพยากรณ์บุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนด้านการสังเกตรับรู้สามารถพยากรณ์บุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบการคิดและความถนัดด้านคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าแบบการคิดเป็นแบบวัดความคิดของบุคคลที่ใช้ในการรับรู้ โดยแบ่งแบบการคิดเป็น 3 แบบ ตามแนวคิดของเคแกน, มอสส์ ซีเกสคือ แบบการคิดแบบวิเคราะห์ แบบการคิดแบบจำแนกประเภท และแบบการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ ซึ่งทั้ง 3 แบบนี้เป็นแบบการคิดที่ยังเกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมองหลายประการ ได้แก่ ความถนัดด้านเหตุผล ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสติปัญญา ดังนั้นผู้วิจัยต้องการศึกษาว่าแบบการคิดทั้ง 3 แบบดังกล่าว มีส่วนส่งเสริมหรือเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความถนัดด้านคณิตศาสตร์ และสามารถพยากรณ์ความถนัดด้านคณิตศาสตร์ได้มากน้อยเพียงใด เพื่อจะได้นำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางให้แก่ครูได้นำแบบการคิดแบบต่างๆ ที่เหมาะสมไปส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น