153.9451
ก839ก
ว.3

# การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุภาวดี ตั้งบุบผา

12 ก.ย. 2533

ก 64513

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

เมษายน 2533

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

170387

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธาน
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์)

.....กรรมการ
(ดร.วัน สังข์สะอาด)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์)

.....กรรมการ
(ดร.วัน สังข์สะอาด)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ 7 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2533.

# ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์ อาจารย์วัน สังข์สะอาด และรองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ ซึ่งเป็นคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลืออย่างดียิ่งตลอดมา

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ดังมีรายนามในภาคผนวก ที่ให้ความช่วยเหลือในการสร้างเกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และให้คำแนะนำการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่หอสมุดกลางมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ หอสมุดคณะครุศาสตร์ สถาบันวิทยบริการ ที่อำนวยความสะดวกและให้บริการค้นคว้าเอกสารและตำรา

ขอขอบคุณ คุณเพียงใจ รอบคอบ คุณวันเพ็ญ วิไลมงคล คุณวีรยา แช่เห่น คุณบุศรา กล่ำรัศมี และคุณทัศนี พนมปี ที่ได้ช่วยเหลือการตรวจข้อสอบ คุณไพฑูรย์ กฤษณ์เพ็ชร และคุณวิชัย ทิพพิมานทอง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูล และคุณอรทัย วิชัด ได้ให้ความช่วยเหลือในการพิมพ์ปริญญานิพนธ์

นอกจากนี้ ขอขอบคุณ คุณระพินทร์ ฉายวิมล ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านของผู้วิจัย

สุภาวดี ตั้งบุบผา

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับพระราชทานเงินทุนช่วยเหลือการวิจัยจาก "ทุนสิรินธร" ซึ่งสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงพระราชทานโปรดเกล้า พระราชทานทุนทรัพย์ส่วนพระองค์ ให้แก่ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อพระราชทานแก่นิสิตในการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร" ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระมหากรุณาธิคุณอย่างหาที่สุดมิได้

สุภาวดี ตั้งบุบผา

สารบัญ

บทที่ หน้า

1 บทนำ....1
ภูมิหลัง....1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า....5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า....6
ข้อตกลงเบื้องต้น....6
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า....6
นิยามศัพท์เฉพาะ....7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....11
ความเป็นมาและทฤษฎีพื้นฐานทางจิตวิทยา....11
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์....14
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์....20
กระบวนการคิดสร้างสรรค์....27
คุณลักษณะของบุคคลที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์....30
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์....36
การวัดความคิดสร้างสรรค์....45
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....57

3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า....66
ประชากร....66
กลุ่มตัวอย่าง....66
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา....69

บทที่ หน้า

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....69
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....78
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....78

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....81
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....81
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....82
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....84

5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....120
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....120
กลุ่มตัวอย่าง.....120
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล.....120
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....121
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....122
อภิปรายผล.....128
ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้ในวงการศึกษา.....132
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป.....132

บรรณานุกรม.....134

ภาคผนวก.....151

ประวัติย่อของผู้วิจัย.....187

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 การจัดกลุ่มทฤษฎีกระบวนการความคิดสร้างสรรค์และนักทฤษฎีในแต่ละกลุ่ม.....37
2 รายชื่อโรงเรียน ประเภทโรงเรียน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างและครั้งที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....68
3 แสดงค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....85
4 แสดงค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....88
5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ และแยกตามองค์ประกอบของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....91
6 ค่าสถิติพื้นฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 3....93
7 ค่าสถิติพื้นฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 3....94
8 ค่าสถิติพื้นฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนนความคิดริเริ่มของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 3.....96
9 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละด้านเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....98

ตาราง หน้า

10 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ และแยกตามองค์ประกอบ.....100
11 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Multitrait-Multimethod ที่แสดงถึงความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....101
12 เกณฑ์ปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....103
13 เกณฑ์ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....107
14 เกณฑ์ปกติของคะแนนความคิดริเริ่มในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....112

# บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 กระบวนการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....40

2 สมรรถภาพสมอง 3 มิติ ของ กิลฟอร์ด.....46

3 สมรรถภาพสมองด้านความคิดสร้างสรรค์ ของ กิลฟอร์ด.....48

# บทที่ 1

# บทนำ

## ภูมิหลัง

แต่เดิมนั้นมีผู้เชื่อกันว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องของพรสวรรค์ที่ติดตัวแต่ละคนมาแต่กำเนิด เป็นเรื่องของบุญกรรมในการที่คนจะมีความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ แต่ปัจจุบันนี้ ความเชื่อดังกล่าวได้รับการพิสูจน์ว่าไม่ตรงต่อความเป็นจริง เพราะได้มีผู้ทำการศึกษาค้นคว้า และวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ และได้พบว่าทุกคนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จะต่างกันก็เพียงระดับขีดความสามารถ (Degree) ของความคิดว่ามีมากหรือน้อยเท่านั้น ดังเช่น การศึกษาของฟรอยด์ (Freud. 1938 : 138) พบว่า

ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะทางจิตวิทยา (Psychological trait) ชนิดหนึ่ง ที่แฝงอยู่ในความสามารถของบุคคล ซึ่งไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง และความขัดแย้งเป็นต้นเหตุให้บุคคลคิดอย่างสร้างสรรค์ ขณะที่บุคคลมีความขัดแย้งเกิดขึ้น ความคิดต่าง ๆ จะเกิดขึ้นอย่างมากมาย และอุบัติขึ้นอย่างอิสระซึ่งเรียกว่า "ความคิดสร้างสรรค์"

อาจกล่าวได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของมนุษย์ เพราะความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการแสดงออกถึงสิ่งที่มีอยู่ในตัวบุคคล โดยอาจจะแสดงออกมาในรูปของการกระทำ ผลผลิต (Product) การประดิษฐ์สิ่งใหม่ (Inventiveness) การค้นพบสิ่งใหม่ (Discovery) การแสดงความคิดใหม่ ๆ (Spontaneous flexibility) หรือความสามารถในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะมากน้อยเพียงไรย่อมขึ้นกับโอกาสที่ได้รับการส่งเสริมอย่างถูกต้องและเหมาะสม ดังนั้น ความคิดสร้างสรรค์จึงนับว่ามีความสำคัญทั้งต่อชีวิตและสังคม ทั้งนี้เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการกระทำที่

เป็นการบุกเบิกความก้าวหน้าทั้งทางด้านเทคโนโลยีและวิทยาการทั้งปวง (ศิลา จายนียโยธิน. 2522 : 6) และด้วยเหตุที่ คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความคิดแปลกใหม่ มีความคล่องตัวในการคิด สามารถคิดได้ปริมาณมาก คิดได้หลายทิศทาง มีความยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำ รู้จักคิดพิจารณา สามารถแก้ปัญหาให้สำเร็จลุล่วงได้โดยไม่ท้อถอย ชอบคิดค้นทดลองและให้ผลผลิตที่คุ้มค่าอันเป็นประโยชน์ต่อสังคม (อารี รังสินันท์. 2521 : 1) ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1968 : 16-17) ที่ว่า บรรดาความคิดทั้งหลาย ความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้เกิดการค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงจำเป็นจะต้องปลูกฝังให้แก่เด็ก อีกทั้งช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่แล้วในตัวเด็กให้เจริญสูงสุดด้วย เพราะการไม่เปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความคิดสร้างสรรค์ อาจนำไปสู่ปัญหาด้านบุคลิกภาพและการปรับตัวได้ ดังนั้นนักวิเคราะห์ทางการศึกษาจึงได้กำหนดเป้าประสงค์ไว้ว่า การเรียนการสอนแบบความคิดสร้างสรรค์นั้น จะเป็นรากฐานของกระบวนการศึกษาทั้งหมด (อุบลรัตน์ เพ็งสถิตย์. 2526 : 39)

จากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ข้อ 2 กล่าวไว้ว่า "เพื่อให้มีนิสัยใฝ่หาความรู้ ทักษะ รู้จักคิด และวิเคราะห์อย่างมีระเบียบ วิธีการ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์" ในขณะที่จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ข้อ 2 เช่นเดียวกันกล่าวว่า "เพื่อให้รู้จักวิธีการเรียนรู้ คิดเป็น ทำเป็น รู้จักแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีนิสัยใฝ่หาความรู้ และทักษะอยู่เสมอ..." จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญอันดับต้น ๆ ของการให้การศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาทั้ง 2 ระดับ กอปรกับหลักสูตรยังได้กำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ให้นักเรียนเรียนเพื่อสนองจุดมุ่งหมายดังกล่าวด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ. 2524 : 23)

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์สาขาหนึ่งซึ่งต้องอาศัยข้อเท็จจริง หลักการ วิธีการ เหตุและผล เป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาหาข้อยุติ ดังนั้น วิชาคณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่พัฒนาระบบความคิดของบุคคล และเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความก้าวหน้าของแขนงวิชาต่าง ๆ ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐศาสตร์ ภูมิศาสตร์ และด้านสังคมวิทยา ซึ่งล้วนแต่อาศัยหลักทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับ ยุพิน พิพิธกุล (2524 : 1) ที่กล่าวไว้ว่า "คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างสรรค์จิตใจของมนุษย์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการและเหตุผล คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระเบียบและเป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ ล้วนแต่อาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น" จะเห็นได้ว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งวิชาหนึ่ง จนได้รับการยกย่องว่า คณิตศาสตร์เป็นราชินีแห่งศาสตร์ทั้งปวง ซึ่ง คาร์ล เฟรดริช เกาส์ (Carl Friedrich Gauss) นักคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์เปรียบเสมือนราชินีของวิทยาศาสตร์ (Eves. 1964:395) ลึกทั้งคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาวิชาการแขนงต่าง ๆ เกือบทุกแขนง ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และสังคมวิทยา วิลเลียม (William. 1967 : 5) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญต่อวงการศึกษาในด้านที่ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้เป็นคนที่คิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างมีระบบระเบียบวิธีการทางคณิตศาสตร์เป็นวิธีการที่แน่นอน ชัดเจน

ด้วยเหตุที่วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเฉพาะ 2 ประการ คือ ลักษณะความเป็นนามธรรม (Abstraction) และลักษณะการสรุปเป็นกรณีทั่วไป (Generalization) การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงเน้นลักษณะสองประการนี้เด่นชัดยิ่งขึ้น ดังนั้นการที่ผู้เรียนจะเข้าใจลักษณะความเป็นนามธรรมได้นั้นจึงต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ที่เป็นพื้นฐานในเรื่องนั้นมาก่อน จึงทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาในระยะแรก ๆ ควรเป็นการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยอาศัย

รูปธรรมก่อน ต่อไปจึงขยายความคิดเข้าสู่ขั้นนามธรรมและขั้นสรุปเป็นกฎเกณฑ์เพื่อนำไปใช้ในกรณีทั่ว ๆ ไป (Rappaport. 1967 : 682) และเมื่อพิจารณาความสามารถด้านการคิดของเด็ก เพียเจท์ (Adler. 1966 : 706-715; citing Piaget. n.d.) ได้ศึกษาพบว่า ความสามารถด้านการคิดของเด็กจะได้รับการพัฒนาไปเป็นขั้น ๆ จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ซึ่งพบว่าเด็กในวัย 11-12 ปี เริ่มมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลแบบผู้ใหญ่ สามารถเข้าใจนามธรรมได้โดยไม่ต้องอาศัยรูปธรรม สามารถตั้งสมมุติฐาน และตรวจสอบสมมุติฐานได้ มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และคิดหาเหตุผลในเชิงคณิตศาสตร์ได้ แต่จากการศึกษาพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดของเด็กไทย ปรากฏว่าเด็กไทยมีพัฒนาการขั้นตอนทางสติปัญญาช้ากว่าเด็กยุโรปตะวันตกประมาณ 2-3 ปี (จรรจา สุวรรณทัต. 2519 : 2-3)

ฮอลแลนด์ (Holland. 1961 : 136-137) ได้กล่าวว่า เด็กระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความคิดสร้างสรรค์ มักจะเป็นผู้ที่มีความคิดอย่างอิสระ มีความคิดริเริ่ม และเป็นผู้ที่ต้องการประสบความสำเร็จในอนาคต และจากผลการวิจัยและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 1-2) พบว่า ความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เห็นว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เหมาะสมกับผู้ที่มีความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ ช่วยให้คนคิดอย่างมีเหตุผล การแก้ปัญหามีกฎเกณฑ์ให้ดำเนินตาม โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มีวิธีแก้ได้หลายวิธี สามารถใช้วิธีลองผิดลองถูกได้ในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มของกฎเกณฑ์และการประมาณค่าซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญ

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ สุเทพ บุตรกัณหา (2517 : 64) สมบูรณ์ แซ่ภู่ (2525 : 50-51) วันเพ็ญ ธนาศุภกรกุล (2526 : 149) จำเริญ เจียวหวาน (2526 : บทคัดย่อ) และสุริยา ผลโพธิ์ (2528 : 59) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .2240 1436 .4852 .3050 และ .4650 ตามลำดับ และจากผลการสังเคราะห์

งานวิจัยเชิงปริมาณของ สุวดี บุณยศรีสวัสดิ์ (2529 : บทคัดย่อ) พบว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางจะมีความคิดสร้างสรรค์สูง อีกทั้งความคิดสร้างสรรค์ยังสามารถเป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้อีกด้วย

จากที่กล่าวมาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์เป็นสมรรถภาพที่พัฒนาให้เกิดขึ้นได้ โดยที่คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้มาก (โชติ เพชรชื่น. 2522 : 95-103) ดังนั้น ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก็ต้องให้มีความสอดคล้องระหว่างลักษณะธรรมชาติและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับหลักการและทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ และด้วยเหตุที่ยังไม่มีผู้ใดสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนไทย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณภาพขึ้นบนพื้นฐานทฤษฎีของ ทอร์แรนซ์ กิลฟอร์ด วอลลาส และ โคเกน และผลการวิจัยของบอลคา โดยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน ที่นำมาสร้างแบบทดสอบสำหรับนักเรียนไทยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร ได้ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ประสบการณ์และความสามารถทางด้านการวัดผลการศึกษา จิตวิทยาการศึกษาการสอนคณิตศาสตร์ และนักวิชาการคณิตศาสตร์

<u>ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ

2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ตามองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาครั้งนี้ นอกจากจะได้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้ว ยังช่วยให้เข้าใจธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ทั้งในด้านความหมาย โครงสร้าง และลักษณะการวัด อันจะเป็นประโยชน์ต่อครู และเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ในวิชาอื่น ๆ

ข้อตกลงเบื้องต้น

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแสดงออกได้โดยการตอบแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานครเขตท้องที่การศึกษา 2 มีจำนวนทั้งหมด 8,361 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานครเขตท้องที่การศึกษา 2 มีจำนวนทั้งหมด 367 คน

3. ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ศึกษาตัวแปรต่อไปนี้คือ ฐานะทางสังคมและเศรษฐกิจของครอบครัว ระดับสติปัญญา อาชีพของบิดา-มารดา ระดับอายุและเพศ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะคิดปรับปรุง ออกแบบ ต่อเติม หาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในแง่มุมต่าง ๆ อันเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม และเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่นซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย

1.1 ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบได้คล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีจำนวนคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาที่จำกัด

1.2 ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

1.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแบบใหม่ที่ไม่ซ้ำใครในกลุ่ม

2. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิด จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 7 ด้าน ดังนี้

2.1 ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาเชิงคณิต-ศาสตร์ ได้โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นมานั้นเมื่อคำนวณผลลัพธ์แล้วได้คำตอบตรงกับที่กำหนดไว้ให้

2.2 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะสร้างชุดของคำตอบ จากสถาน-การณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่คิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีการเดิม จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

2.4 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความสัมพันธ์ ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์นั้นแล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์ หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้อง จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

2.5 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

2.6 ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบจากการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างไม่จำกัดจำนวน

2.7 ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำ (Operation) ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดกลุ่มจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้เกณฑ์ หรือคุณสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัดจำนวน

3. คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งได้จากผลบวกของคะแนน ความคล่องแคล่วในการคิด คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดและคะแนนความคิดริเริ่ม

4. การจัดกระทำ (Operation) ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง

4.1 Operation + หมายถึง การนำมารวมกัน

4.2 Operation - หมายถึง การนำมาหักออกจากกัน

4.3 Operation x หมายถึง การหาผลคูณครั้งละเท่า ๆ กัน

4.4 Operation - หมายถึง การลดหรือการแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ครั้งละเท่า ๆ กัน

4.5 Operation > หมายถึง สิ่งที่อยู่ทางซ้ายมือ มากกว่าสิ่งที่อยู่ทางขวามือ

4.6 Operation < หมายถึง สิ่งที่อยู่ทางซ้ายมือ น้อยกว่าสิ่งที่อยู่ทางขวามือ

4.7 Operation = หมายถึง สิ่งที่อยู่ทางซ้ายมือ เท่ากับสิ่งที่อยู่ทางขวามือ

5. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

5.1 อำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถจำแนกหรือแยกผู้ตอบออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกับต่ำได้ ตามองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้านโดยใช้วิธีการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ t-test

5.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิต-ศาสตร์ได้คงที่แน่นอน ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา

5.3 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิต-ศาสตร์ได้ตรงตามที่นิยามไว้ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยวิธีวิเคราะห์แบบ (Multitrait-Multimethod) กับแบบทดสอบวัดการคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์แรนซ์ ซึ่งจะได้ค่าความเที่ยงตรง 2 ชนิดคือ

5.3.1 ความเที่ยงตรงเหมือน (Convergent Validity) หมายถึง ค่าสหสัมพันธ์ที่สูงของผลการวัดลักษณะ (Trait) ในองค์ประกอบต่างกันด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน

5.3.2 ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) หมายถึง ค่าสหสัมพันธ์ที่ต่ำของผลการวัดลักษณะ (Trait) ในด้านที่ต่างกัน ด้วยแบบทดสอบต่างฉบับกัน

6. เกณฑ์ปกติ (Norms) หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนตัวแทนประชากรที่นิยามไว้ที่ได้จากการสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนตัวแทนนี้แสดงเป็นคะแนนมาตรฐาน ที-ปกติ

7. ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจและมีประสบการณ์ในเรื่องหลักสูตรและการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หรือการสร้างแบบทดสอบพัฒนาการคิด (Cognitive Development) ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 กลุ่ม คือ

7.1 กลุ่มนักวิชาการคณิตศาสตร์ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจและมีประสบการณ์ในเรื่องหลักสูตร การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้แก่ผู้ที่มีวุฒิตั้งแต่ปริญญาโทขึ้นไป

7.2 กลุ่มครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถ้ามีวุฒิปริญญาตรี มีประสบการณ์การสอนไม่ต่ำกว่า 10 ปี ถ้ามีวุฒิปริญญาโท มีประสบการณ์การสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี

7.3 กลุ่มนักจิตวิทยา-วัดผล หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจและมีประสบการณ์ในการสร้างแบบทดสอบพัฒนาการคิด (Cognitive Development) ซึ่งได้แก่ ผู้ที่มีวุฒิตั้งแต่ปริญญาโททางการวัดผลหรือจิตวิทยาขึ้นไป

8. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ในเรื่องการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งได้แก่ ผู้ที่มีวุฒิตั้งแต่ปริญญาโททางการวัดผลหรือจิตวิทยาขึ้นไปจำนวน 5 ท่าน

# บทที่ 2

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง "การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร" ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและเอกสารต่าง ๆ โดยเสนอตามลำดับดังนี้

1. ความเป็นมาและทฤษฎีพื้นฐานทางจิตวิทยา
2. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
3. พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์
4. กระบวนการคิดสร้างสรรค์
5. คุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์
6. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
7. การวัดความคิดสร้างสรรค์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### ความเป็นมาและทฤษฎีพื้นฐานทางจิตวิทยา

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์หรือความคิดอเนกนัยได้มีทัศนะเกี่ยวกับเรื่องนี้แตกต่างกันออกไปตามพื้นฐานประสบการณ์และความเชื่อโดยสรุปออกมาเป็นทฤษฎี ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและนำมาเสนอดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีของ ฟรอยด์ (Freud. 1938 : 193), ฟรอยด์มีทัศนะเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เริ่มต้นจากความขัดแย้งซึ่งถูกขับดันออกมาโดยพลังจิตใต้สำนึก ขณะที่มีความขัดแย้งเกิดขึ้นนั้น คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความคิดอิสระขึ้นมากมาย แต่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะไม่มีสิ่งนี้

2. ทฤษฎีของ เทเลอร์ (Tayler) เทเลอร์ได้ให้ข้อคิดของทฤษฎีอย่างน่าสนใจว่าผลงานของความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้นไม่จำเป็นจะต้องเป็นชั้นสูงสุดเสมอไป คือไม่จำเป็นต้องคิดค้นคว้าประดิษฐ์ของใหม่ ๆ ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อนเลย หรือสร้างทฤษฎีที่ต้องใช้ความคิดด้านนามธรรมอย่างสูงยิ่ง แต่ความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้นอาจจะเป็นขั้นใดขั้นหนึ่งใน 6 ขั้นต่อไปนี้คือ

ขั้นที่หนึ่ง เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นที่สุด เป็นสิ่งธรรมดาสามัญคือ เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของตนอย่างอิสระ ซึ่งพฤติกรรมนั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่มและทักษะแต่อย่างใดคือ เป็นแต่เพียงให้กล้าแสดงออกอย่างอิสระเท่านั้น

ขั้นที่สอง เป็นงานที่ผลิตออกมาโดยที่ผลงานนั้นจำเป็นต้องอาศัยทักษะบางประการ แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่

ขั้นที่สาม ขั้นสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่แสดงถึงความคิดใหม่ของบุคคลไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจากใคร แม้ว่างานนั้นจะมีคนอื่นคิดไว้แล้วก็ตาม

ขั้นที่สี่ เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์ ขั้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ โดยไม่ซ้ำแบบใครเป็นขั้นที่ผู้กระทำได้แสดงให้เห็นความสามารถที่แตกต่างไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ห้า เป็นขั้นการพัฒนาปรับปรุงผลงานในขั้นที่สี่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นที่หก เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอด สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุดได้ เช่น ชาร์ล ดาร์วิน คิดตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการขึ้น เป็นต้น (บุญลือ ทองอยู่. 2521 : 16-17)

3. ทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการโยงสัมพันธ์ (Associative Theory) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยการสร้างแนวคิดใหม่ โดยการรวมสิ่งที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ซึ่งการรวมกันนี้จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขเฉพาะอย่าง หรือรวมกันแล้วต้องเกิดประโยชน์ทางใดทางหนึ่ง หรือเมื่อระลึกสิ่งใดได้ก็เป็นแนวทางให้ระลึกถึงสิ่งอื่น ๆ ต่อ ๆ กันไป สัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อเห็นโต๊ะ ทำให้นึกถึงเก้าอี้ไม้

ใช้วางของ เป็นต้น ซึ่งคำระลึกออกมาต่างก็เป็นสังกัป (Concept) ที่มีความสัมพันธ์กันและเก็บสะสมอยู่ในสมองของคน เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นก็จะตอบสนอง (บุญลือ ทองอยู่. 2521 : 17)

4. ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The Structure of Intellect Theory) ทฤษฎีนี้โครงสร้างโดย กิลฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันในปี ค.ศ.1967 และได้อธิบายโครงสร้างทางสมองในรูปแบบจำลองสามมิติ (Three Dimensional Model) ดังนี้ (Guilford and Hoepfner. 1971 : 20-21)

มิติที่หนึ่ง : วิธีการคิด (Operations) แบ่งออกเป็นห้าด้านคือ การรู้จัก และเข้าใจ (Congnition) การจำ (Memory) การคิดอเนกนัย (Divergent Production) การคิดเอกนัย (Convergent production) และการประเมินค่า (Evaluation)

มิติที่สอง : เนื้อหา (Contents) แบ่งออกเป็นสี่แบบคือ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral)

มิติที่สาม : ผลการคิด (Products) แบ่งออกเป็นหกแบบ คือ หน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (System) การแปลงรูป (Transformation) และการประยุกต์ (Implications)

กิลฟอร์ดได้จัดความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในมิติของการคิด ซึ่งเป็นมิติหนึ่งของโครงสร้างทางสมอง

5. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์แรนซ์ (Torrance) ทอร์แรนซ์กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จะแสดงออกตลอดกระบวนการของความรู้สึกหรือการเห็นปัญหา การรวบรวมความคิดเพื่อตั้งเป็นข้อสมมุติฐาน การทดสอบและดัดแปลงสมมุติฐานตลอดจนวิธีการเผยแพร่ ผลสรุปที่ได้รับซึ่งทฤษฎีของ ทอร์แรนซ์ อาจขยายความได้ว่า ผู้ที่มีความคิดริเริ่มเพื่อแสวงหาวิธีใหม่ในการเผชิญหรือแก้ปัญหา (รัชนี ลาชโรจน์. 2520 : 27)

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

การวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาทั้งหลาย ได้พบปัญหาอย่างเดียวกันคือ การให้คำนิยามของคำว่า "ความคิดสร้างสรรค์" ซึ่งมีผู้ให้คำนิยามไว้หลายนิยามด้วยกัน มีทั้งที่สอดคล้องกันและที่ขัดแย้งกัน (Isaksen and others. 1987 : 68)

โรด (Rhode. 1961 : 112) ได้จำแนกรูปแบบคำนิยามของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนักวิจัยได้นิยามไว้ออกเป็น 4 แนวทาง คือ

1. นิยามความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะของบุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์

2. นิยามความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะของกระบวนการความคิดสร้างสรรค์

3. นิยามความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะของผลิตผลของความคิดสร้างสรรค์

4. นิยามความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะของสิ่งแวดล้อมของความคิดสร้างสรรค์

การจำแนกคำนิยามความคิดสร้างสรรค์ของ โรด (Rhode) นั้นตรงกับแนวคิดของ แมค คินนอน (Mackinnon. 1959 : 79) ใน 3 ประการแรก ยกเว้นประการสุดท้าย ซึ่ง แมค คินนอน กล่าวเป็นสถานการณ์ของความคิดสร้างสรรค์

โลแกน และ โลแกน (Logan and Logan. 1971 : 3-11) ได้รวบรวมความคิดสร้างสรรค์และสรุปได้ 5 แนวทาง คือ

1. ความหมายในแง่ของความคิดริเริ่มใหม่ ๆ ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความคิดริเริ่มที่แปลกใหม่ แม้จะคล้ายคลึงกับสิ่งที่มีผู้คิดไว้แล้ว แต่ถ้ามีองค์ประกอบใหม่บางอย่างที่ต่างไปจากเดิม และผู้คิดคิดขึ้นมาได้อย่างฉับพลัน โดยที่สิ่งนั้นเป็นสิ่งใหม่สำหรับตัวผู้คิดเอง ก็จัดว่าเป็นความคิดสร้างสรรค์ สิ่งที่คิดขึ้นมาได้นั้นจะต้องเป็นประโยชน์และเป็นที่พอใจของคนอื่น ๆ ในเวลานั้นด้วย

2. ความหมายในแง่ของการเปรียบเทียบความคิดธรรมดา ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การคิดสิ่งใหม่ ๆ โดยคิดในแง่มุมที่แปลกใหม่ และใช้จินตนาการหรือวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดแก้ปัญหาจากประสบการณ์และความสามารถของตนเองในขณะที่คนอื่น ๆ จะเห็นคล้อยตามความคิดที่ผู้รู้ผู้ชำนาญคิดเอาไว้แล้ว โดยไม่ได้ใช้ประสบการณ์และความสามารถของตนเองให้เป็นประโยชน์เลย

3. ความหมายในแง่ของกระบวนการคิด ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการที่บุคคลสามารถคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ หรือค้นพบสิ่งที่ผู้อื่นค้นพบมาก่อนแล้ว หรือจัดเรียงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้อยู่ในรูปแบบใหม่นี้จะทำให้ได้ความรู้ใหม่ ๆ อีกด้วย กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ไม่ใช่เพราะสิ่งที่คิดได้มีความสำคัญ แต่เป็นเพราะตัวกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์เป็นการมีชีวิตที่สมบูรณ์แบบของคน ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่บุคคลเรียนรู้ถึงสิ่งใหม่ ๆ ด้วยแรงกระตุ้นจากความต้องการของตนเองและได้เรียนรู้แล้ว ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการมองเห็นหรือสร้างสรรค์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่ในจิตสำนึกและจิตใต้สำนึก ซึ่งเป็นกระบวนการคิดที่หลุดพ้นจากภาวะปกติ ขั้นตอนของกระบวนการคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

3.1 ขั้นรู้สึกถึงปัญหา

3.2 ขั้นพยายามคิดแก้ปัญหา

3.3 ขั้นเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้งและคิดหาคำตอบได้

3.4 ขั้นแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ตามจุดมุ่งหมาย

3.5 ขั้นเผยแพร่สิ่งที่คิดได้ให้ผู้อื่นได้ทราบ

4. ความหมายในแง่ของสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสติปัญญาอย่างหนึ่งที่อยู่ในรูปแบบของความคิดแบบอเนกนัย ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้อย่างคล่องแคล่ว คิดได้หลายแนวทาง คิดหาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหากับสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้ได้คำตอบแบบใหม่ ๆ หลาย ๆ คำตอบจากคำถามเพียงข้อเดียว

5. ความหมายในแง่ของผลงาน ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดที่จะสร้างสิ่งที่ไม่เคยมีมาก่อน สิ่งนั้นจะต้องแปลกใหม่ไม่เหมือนใคร และจะต้องใช้ความพยายามมากในการประดิษฐ์ ปรับปรุงหรือรวบรวมสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยวิธีใหม่ที่ยังไม่เคยมีผู้ทำมาก่อน เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับสิ่งนั้น ความคิดสร้างสรรค์ในความหมายนี้เน้นผลงานที่สร้างขึ้นไม่ว่าจะเป็นการคิดประดิษฐ์ขึ้นใหม่ การปรับปรุงผลงานเดิม ตลอดจนการค้นพบความสัมพันธ์ในรูปแบบใหม่ระหว่างสิ่งที่มีอยู่ในโลก

ทริฟฟิงเจอร์ และ แมทลิน (Treffinger. 1987 : 10-11 and Matlin. 1983 : 250) ได้จัดกลุ่มนิยามของความคิดสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกันออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ 4 กลุ่ม ดังนี้คือ

1. นิยามความคิดสร้างสรรค์ที่อธิบายในลักษณะของการแก้ปัญหา (Problem Solving) ได้แก่ นิยามของ

ออสบอร์น (Osborn. 1963) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) คือ เป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหายุ่งยากที่ตนประสบ แต่ไม่ใช่เป็นจินตนาการที่ฟุ้งซ่าน เลื่อนลอย ความคิดเชิงจินตนาการอย่างเดียวไม่ทำให้เกิดผลผลิตสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการควบคู่ไปกับความอุตสาหะพยายาม จึงจะทำให้งานสร้างสรรค์สำเร็จลงได้

สปราคเกอร์ (Spraker. 1960 : 60-4637) กล่าวว่า การสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่จะคิดวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา

พาร์เนส (ทัศนีย์ พฤษชลธาร. 2517 : 15; อ้างอิงมาจาก Tayler. 1964) กล่าวว่า พฤติกรรมการที่เป็นเอกลักษณ์ (Unique) ของจิตสำนึกของเอกัตบุคคล และในเวลาเดียวกันนั้นก็มีประสิทธิผลในการแก้ปัญหา ทั้งนี้โดยการนิยามการแก้ปัญหาว่า เป็นการระลึกได้และแก้สถานการณ์ที่น่างงงวยใหม่ได้

2. นิยามความคิดสร้างสรรค์ที่อธิบายในลักษณะของความสามารถในการคิด (Cognitive Abilities) ได้แก่ นิยามของ

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ลักษณะความคิดเช่นนี้ จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมทั้งการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จด้วยความคิดแบบอเนกนัยนี้ ประกอบด้วยความคิดริเริ่ม (Originality) ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความละเอียดลออ (Elaboration)

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1962 : 16) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผล หรือสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ อาจจะเกิดจากการรวบรวมเอาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากประสบการณ์ แล้วรวบรวมความคิดเป็นสมมุติฐาน และทำการทดสอบสมมุติฐานแล้วรายงานผลที่ได้รับจากการค้นพบ

ซิมป์ซัน (อารี รังสินันท์. 2521 : 5; อ้างอิงมาจาก Simpon. 1922) ได้กล่าวว่า ความคิดริเริ่มของบุคคลเป็นความสามารถของสมองที่พยายามคิดให้แตกต่างไปจากกระแสเดิมเพื่อนำไปสู่ความคิดใหม่ ๆ

อารี รังสินันท์ (2527 : 5 ) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดได้หลายแนวทาง ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิม ผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นี้ไม่ใช่การคิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลอย่างเดียวกันเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่กันไปกับความพยายามที่จะสร้างจินตนาการให้เป็นไปได้ หรือที่เรียกว่า จินตนาการประยุกต์ จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

3. นิยามความคิดสร้างสรรค์ ที่อธิบายในลักษณะของ ความคิดแบบโยงสัมพันธ์ (Association of Ideas) ได้แก่

วอลลาช และ โคแกน (Wallach and Kogan. 1965 : 13-20) ให้นิยามความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดโยงสัมพันธ์ (Association) คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ คนที่สามารถคิดอะไรได้อย่างสัมพันธ์ เป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อเห็นปากกา จะนึกถึง กระดาษ ดินสอ ขวดหมึก โต๊ะ ตำรา สมุดบันทึก ฯลฯ ยิ่งคิดได้มากเท่าใด ก็ยิ่งแสดงถึงศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นเท่านั้น

เดรฟดาล (พรมารินทร์ สุทธจิตตะ. 2529 : 10 อ้างอิงมาจาก Drevdahl. 1960) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลผลิต สิ่งแปลกใหม่ ซึ่งไม่เป็นที่รู้จักมาก่อน ผลผลิตนั้นอาจจะเกิดจากการรวบรวมเอาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ และสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่นี้ไม่จำเป็นจะต้องเป็นสิ่งที่สมบูรณ์อย่างแท้จริง อาจออกมาในรูปของผลผลิตทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์ หรือเป็นเพียงกระบวนการหรือวิธีการเท่านั้นก็ได้

เวสคอท และ สมิท (Wescott and Smith. 1963.) มีความเห็นสอดคล้องกับเดรฟดาล (Drevdahl. 1960) ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่รวมการนำประสบการณ์เดิมของแต่ละคนมาจัดให้อยู่ในรูปใหม่การจัดรูปใหม่ ของความคิดนี้เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคนไม่จำเป็นจะต้องเป็นสิ่งใหม่ระดับโลกก็ได้

เมคนิค (Manik. 1970) อธิบายความคิดสร้างสรรค์ในรูปของกระบวนการคิดแบบ "โยงสัมพันธ์" ระหว่างสิ่งเร้า (S) กับการตอบสนอง (R) (Formation of Association between Stimuli and Responses) ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะเป็นผู้ที่สามารถคิด "โยงสัมพันธ์" ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองต่าง ๆ นานา ที่แปลกใหม่ได้มากกว่า และมีประสิทธิภาพกว่าผู้ที่คิดในทิศทางเดียว ด้วยเหตุนี้ ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์

จึงเป็นผู้ที่สามารถคิดหา และค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ระหว่างสิ่งต่าง ๆ มีความสามารถในการแก้ปัญหา และผลิตผลงานใหม่ ๆ

4. นิยามความคิดสร้างสรรค์อธิบายในลักษณะของบุคลิกภาพ (Personality)

แอนเดอร์สัน และคนอื่น ๆ (Anderson and others. 1970 : 90) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมของบุคคลซึ่งแสดงความคิดใหม่ ๆ อันเป็นการกระทำของบุคคลที่เลือกมาจากประสบการณ์ทั้งหมดที่ผ่านมา เพื่อสร้างรูปแบบอย่างใหม่ความคิดใหม่หรือผลผลิตใหม่ และถือว่าทุกคนเกิดมาพร้อมมีศักยภาพทางการสร้างสรรค์ซึ่งสามารถพัฒนาได้ ในทุกระดับ อายุ และทุกสาขาวิชา ถ้าจัดประสบการณ์ให้เหมาะสม

แมคคินนอน (Mackinnon. 1959) ได้ศึกษาคุณลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะเป็นผู้ที่ตื่นตัวอยู่เสมอตลอดเวลา มีความสามารถในการใช้สมาธิ มีความสามารถในการพินิจพิเคราะห์และมีความถี่ถ้วนในการแก้ปัญหารวมทั้งมีความสามารถในการสอบสวนค้นหารายละเอียดที่เกี่ยวกับเรื่องหนึ่งเรื่องในอย่างละเอียดกว้างขวาง คุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ก็คือ เป็นผู้ที่จะเปิดรับประสบการณ์อย่างไม่หลีกเลี่ยง ชอบแสดงมากกว่าที่จะเก็บกด ตลอดจนมีแนวโน้มที่จะชอบรับรู้มากกว่าชอบตัดสิน

## พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์

### พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในวัยต่าง ๆ ทอร์แรนซ์

(Torrance. 1962:84-103) ได้ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของเด็กในวัยต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. วัยก่อนเข้าเรียน

ตั้งแต่เกิด-2 ปี เด็กจะเริ่มมีจินตนาการในระยะนี้ พ่อแม่สามารถเสริมสร้างพัฒนาการให้เด็กได้ด้วยการหาเกมส์เด็กเล่นต่าง ๆ ให้เด็ก และควรระมัดระวังความปลอดภัยของเด็กระหว่างที่เล่นด้วย

2 ปี-4 ปี เด็กจะเริ่มเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ มีช่วงเวลาความสนใจสั้น ๆ และเริ่มเอาแต่ใจตนเอง ต้องการทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวเองซึ่งเป็นการพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเอง เด็กจะอยากรู้อยากเห็นและถามปัญหาให้ผู้ใหญ่รำคาญได้บ่อย ๆ เด็กวัยนี้ควรมีของเล่นชนิดที่เปลี่ยนแปลงได้หลายรูปแบบ เช่น รูปเหลี่ยมสำหรับต่อหรือดินน้ำมันจะทำให้เด็กมีจินตนาการได้ดีกว่าของเล่นที่มีรูปแบบแน่นอนตายตัว ผู้ใหญ่ควรชักจูงให้เด็กปลูกต้นไม้หรือเลี้ยงสัตว์ ให้เด็กทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวเอง เด็กจะยินดีเมื่อทำได้สำเร็จควรให้ความช่วยเหลือเล็ก ๆ น้อย ๆ หรือคอยปลอบโยนเมื่อเด็กทำไม่สำเร็จ

4 ปี-6 ปี เด็กวัยนี้มีจินตนาการดี เริ่มเรียนรู้ถึงทักษะในการวางแผนการเล่น เรียนรู้ถึงหน้าที่ของผู้ใหญ่โดยผ่านการเล่น สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์เข้าด้วยกันแม้ว่ายังไม่เข้าใจเหตุผล เริ่มรับรู้ถึงอารมณ์ของผู้อื่นและเริ่มคิดได้ว่าการกระทำของตนเองจะทำให้ผู้อื่นรู้สึกอย่างไร ผู้ใหญ่ควรนำความคิดของเด็กมาใช้ประโยชน์บ้าง แม้ว่าจะไม่ดีเท่าของผู้ใหญ่ ควรยอมให้เด็กทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวเอง และคอยให้คำแนะนำ ควรตอบคำถามของเด็กและร่วมรับรู้ ในสิ่งที่เด็กคิด เด็กวัยนี้เป็นวัยที่ควรส่งเสริมจินตนาการการความคิดสร้างสรรค์

2. ประถมศึกษา

6 ปี-8 ปี ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กจะลดลงในระยะแรกของการเรียนชั้นประถม 1 แต่เด็กวัยนี้จะรักการเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น เอาแต่ใจตนเองใช้ตัวเองเป็นศูนย์กลาง ระยะนี้เป็นช่วงเวลาที่จะใช้ความคิดสร้างสรรค์ผ่านบทเรียนนิทานหรือการอภิปราย ผู้ใหญ่ควรช่วยให้เด็กได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง และคอยตอบคำถามต่าง ๆ ของเด็ก

8 ปี-10 ปี เด็กวัยนี้มีทักษะในการคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นและสามารถนำความคิดนั้นไปใช้ได้จริง ๆ เด็กมักจะเลียนแบบวีรบุรุษ สามารถกระตุ้นให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือทักษะอื่น ๆ เพื่อช่วยเพื่อนฝูง เด็กสามารถทำงานที่ยากขึ้นได้ รู้จักถามปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น รู้จักคิดมากขึ้น มีความกังวลใจในสิ่งที่ตนเองทำไม่ได้ และจะรู้สึกเสียใจถ้าไม่ได้รับความยุติธรรม เด็กวัยนี้ต้องการโอกาสที่จะได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ ผู้ใหญ่ควรให้โอกาสนี้แก่เด็กพร้อมทั้งแสดงให้เด็กเห็นด้วยว่าความคิดของแกเป็นประโยชน์ แต่เด็กก็ต้องการคำแนะนำสนับสนุนและปลอบโยนด้วยเมื่อต้องทำงานที่ยากมาก ๆ วัยนี้เป็นวัยที่เด็กควรเรียนรู้ว่าตนเองไม่สามารถทำทุกสิ่งทุกอย่างได้

10 ปี-12 ปี เด็กจะชอบอ่านหนังสือและอยู่นิ่ง ๆ ได้นานขึ้น สามารถอ่านหนังสือหรือใช้ความคิดได้ทีละนาน ๆ เป็นวัยที่มีพัฒนาการด้านศิลปะและดนตรีได้อย่างรวดเร็ว เด็กวัยนี้มักจะชอบลองทำทุกสิ่งทุกอย่างด้วยตนเอง มีความคิดที่ละเอียดลึกซึ้งถึงข้อปลีกย่อยต่าง ๆ และมีความจำดี สามารถแปลงหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ ลงความเห็นคิดประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ได้ ถ้าเป็นงานที่ท้าทายเด็กควรมีโอกาสได้แสดงความสามารถด้านต่าง ๆ ที่มีอยู่ ระยะนี้เป็นเวลาที่สมควรสำรวจปรีชาญาณในตัวเด็ก รวมทั้งเป็นเวลาที่สมควรกระตุ้นให้เด็กหัดทำงานยาก ๆ และหัดตัดสินใจ

170387

3. มัธยมศึกษา

12 ปี-14 ปี เด็กวัยนี้จะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมมาก และยังไม่มีการวางแผนสำหรับอนาคตของตนเอง รักสนุกไม่คำนึงถึงเหตุผล เด็กที่มีพรสวรรค์จะมีการแสดงออกถึงจินตนาการของตนเองในด้านต่าง ๆ เช่น ศิลปะ ดนตรี หรือเครื่องยนต์ เป็นต้น เด็กจะเริ่มต่อต้านระเบียบกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ต้องการมีส่วนร่วมตัดสินใจในเรื่องนั้นเกี่ยวกับตนเอง เด็กวัยนี้มักมีความรู้สึกไม่มั่นใจตัวเอง เพราะการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและอารมณ์ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนฝูงก็เปลี่ยนไป เพราะเด็กมักกลัวว่าเพื่อนฝูงจะไม่ยอมรับ เด็กควรมีโอกาสเรียนรู้ถึงการเลือกอาชีพแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงภายหลังก็ตาม มีโอกาสทำงานที่ยากแต่น่าสนใจ ฝึกการตัดสินใจและที่สำคัญ คือ ไม่ควรทำให้เด็กแตกต่างไปจากกลุ่มเพื่อน ๆ แต่ควรใช้วิธีดึงกลุ่มเพื่อน ๆ ไปในทางที่ต้องการ ควรฝึกให้เด็กรู้จักสังเกตความต้องการของคนอื่นและรู้จักเคารพความเห็นของผู้อื่นด้วย

14 ปี-16 ปี ทั้งเด็กชายและเด็กหญิงจะรักสนุกชอบผจญภัย เริ่มสนใจงานอาชีพในอนาคต เด็กจะมีพัฒนาการเร็วมากทางด้านความสามารถและความสนใจแต่ก็ยังเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เด็กมักกังวลเรื่องการยอมรับของเพื่อน ๆ และเริ่มเรียนรู้ว่าปัญหาบางอย่างไม่สามารถหาคำตอบที่แน่นอนได้ ผู้ใหญ่ควรช่วยให้เด็กได้มีเวลาคิดถึงความสามารถของตนเองและวิธีการนำไปใช้ให้ประสบความสำเร็จในอาชีพการงาน ควรกระตุ้นให้เด็กทราบถึงความต้องการของสังคม ระยะนี้เป็นช่วงเวลาสำหรับฝึกฝนทักษะในการคิดตอบปัญหาอย่างสร้างสรรค์

16 ปี-18 ปี เด็กในวัยนี้ต้องการการช่วยชักจูงจินตนาการให้มีความทะเยอะทะยานในทางที่ดีสำหรับชีวิต ความสนใจของเด็กวัยนี้จะมั่นคงพอ ๆ กับความสามารถและเป็นวัยที่ดีที่สุดสำหรับทดสอบความต้องการของเด็ก เพราะเด็กมีความสามารถที่จะคิดหาข้อสรุปได้แล้ว ได้เรียนรู้ที่จะใช้ความสามารถที่มีอยู่แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และสามารถเข้ากับกลุ่มเพื่อนได้อย่างดีในระหว่างวัยนี้ ผู้ใหญ่ต้องคอยดูแลและกระตุ้นด้วย "อาหารความคิด" ใน

ห้องเรียน เสริมสร้างทักษะความชำนาญและความสนใจในสุนทรียภาพผู้ใหญ่ควรร่วมเรียนรู้ไปพร้อมกับเด็กในวัยนี้ แต่หลีกเลี่ยงการแข่งขันกับเด็กควรใช้ประโยชน์จากแบบทดสอบความสนใจ ความสามารถและทัศนคติในเรื่องต่าง ๆ เด็กต้องการพบกับปัญหาที่ต้องแก้ไขโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ และต้องการความช่วยเหลือแนะแนวทางที่ควรยึดถือ สร้างความเชื่อมั่นต่อตนเอง และความคิดเห็นที่มีต่อสังคม

4. หลังมัธยมศึกษา

จากการวิจัยพบว่า ระดับความคิดสร้างสรรค์ของวัยนี้จะลดลงเพราะสาเหตุหลายประการ เช่น พัฒนาการของร่างกายไม่ต่อเนื่อง การทำงานของต่อมต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป ร่างกายไม่แข็งแรง มีการเจ็บป่วย ตลอดจนความแตกต่างของสังคมและกังวลหนักใจในงานอาชีพ เป็นต้น

เนลเลอร์ (Kneller. 1965 : 72-73) สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์ของคนจะเจริญเติบโตไปพร้อม ๆ กับร่างกาย และขึ้นสูงสุดเมื่ออายุอยู่ในวัยรุ่นตอนปลาย ในวัยเด็กความคิดสร้างสรรค์จะงอกงามเร็วกว่าสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์จะขึ้นสูงในช่วงอายุ 4-5 ขวบ แล้วลดต่ำลงเล็กน้อยเมื่อแรกเข้าโรงเรียนแล้วค่อย ๆ สูงขึ้นตั้งแต่เกรด 1 ถึงเกรด 3 ตกลงมากในตอนต้นเกรด 4 เพิ่มสูงขึ้นในระยะเกรด 5-6 ตกลงตอนต้นเกรด 7 แล้วเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากเกรด 7 ไปจนถึงใกล้จบมัธยมปลายแล้วจึงหยุดหรืออาจลดต่ำลงช้า ๆ

สุมาลี กาญจนชาตรี (2525 : 43) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะลดลง ในช่วงอายุ 12 ปี และหลังจากนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเพิ่มขึ้นโดยลำดับ

## การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนการสอน

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยการเรียนการสอนนั้น อาจพิจารณาได้ 2 ด้านคือ

1. การพยายามให้นักเรียนได้ฝึกการคิดสร้างสรรค์ โดยการกระตุ้นความคิด ฝึกการคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ฝึกการแก้ปัญหา การให้นักเรียนเขียนบทกวี การวาดภาพระบายสี เป็นต้น

2. พยายามจัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศในห้องเรียนให้เด็กรู้สึกว่ามีความปลอดภัย มีสวัสดิภาพทางอารมณ์และจิตใจ จะทำให้เขากล้าแสดงความคิดเห็นออกมา เดอ บูโน (De Bono. 1970 : 159-171) กล่าวว่าความกลัวของเด็กเป็นตัวการสำคัญที่สกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์ วิธีระดมสมอง (Brainstorming) ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ Alex-Osborn แนะนำว่าควรจะนำมาใช้ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่ง ฮัชกินส์ (Hudgins. 1979 : 280) เห็นว่าวิธีระดมสมองนี้โดยทั่วไปครูจะไม่ค่อยได้ใช้เพราะเสียเวลาครูบอกให้เลยจะดีกว่า นักเรียนจึงไม่ค่อยได้รับการพัฒนาโดยวิธีนี้มากนัก

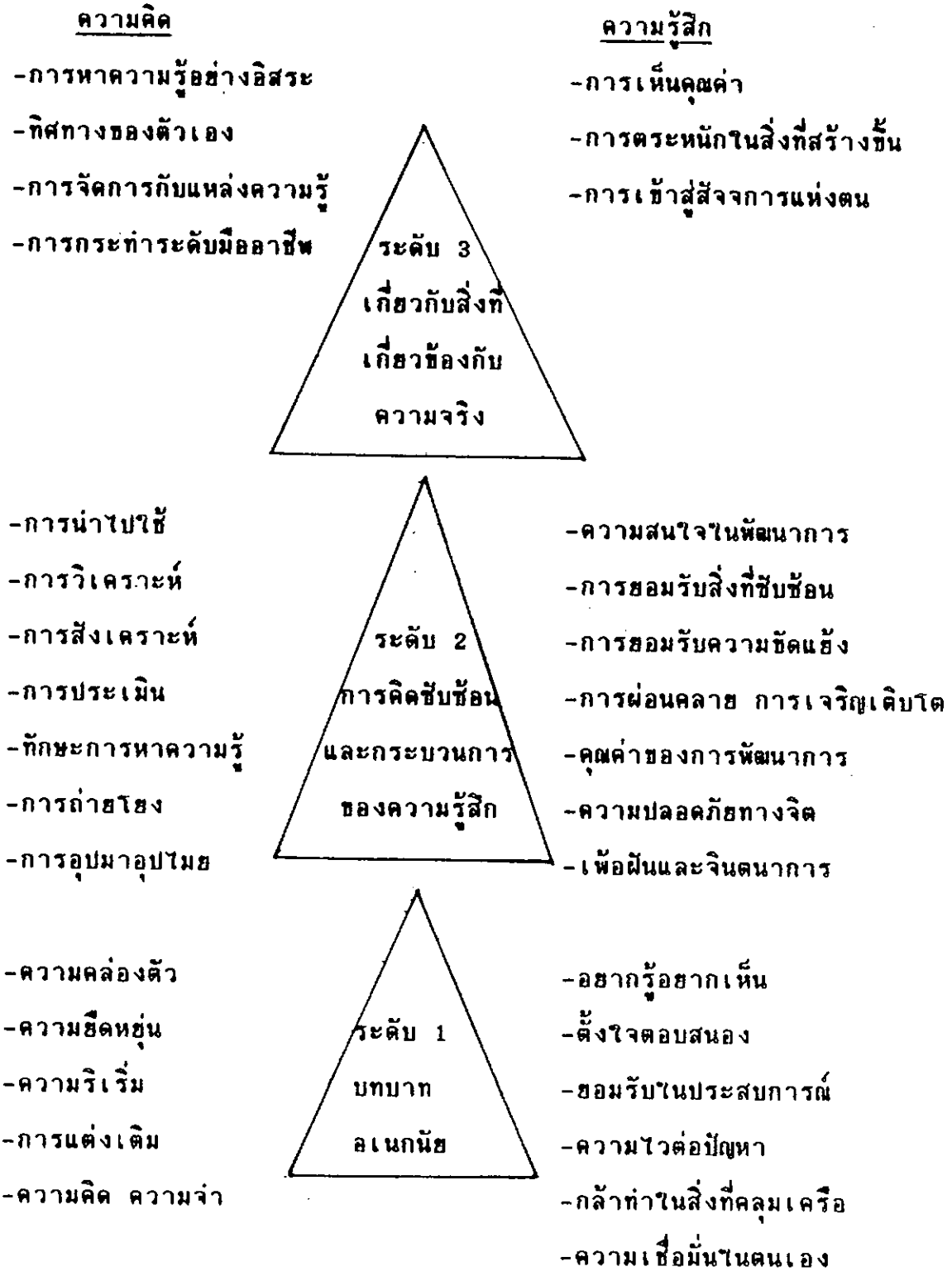
เกลเบช (Gehlbach. 1987 : 34-35) กล่าวถึงบทบาทของครูที่จะช่วยเด็กพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ 2 ประการคือ

1. จัดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ แทนที่จะเน้นด้านวิชาการอย่างเดียว

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์โดยการให้เขียน ได้เห็น และได้ทำงานด้านศิลปะ

รูปแบบของการเรียนรู้ด้านการคิดสร้างสรรค์ (Creativity learning)

รูปแบบของการเรียนรู้ด้านการคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูงขึ้น ทราฟฟิงเกอร์ (Treffinger. 1987 : 13-15) ได้แบ่ง ความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 3 ระดับ และมี 2 มิติที่เกี่ยวข้องอยู่ด้วย คือ มิติด้านความคิด และมิติด้านความรู้สึก ดังแสดงในภาพประกอบ




ภาพประกอบ 1 แผนภูมิรูปแบบของการเรียนรู้ด้านการคิดสร้างสรรค์

ดังนั้น หากจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กแล้ว สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงควบคู่กันไป ก็คือ ความคิด และความรู้สึกของเขา

## กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process)

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง วิธีการคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างเป็นขั้นตอน จนสามารถคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1965) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่ขาดหายไป แล้วจึงรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมุติฐาน ขั้นต่อไปเป็นการรายงานผลที่ได้จากการทดสอบสมมุติฐาน เพื่อเป็นแนวคิดและแนวทางใหม่ขึ้นไป

วอลลาส (Hurlock. 1987 : 49; citing Wallas n.d.) กล่าวว่า กระบวนของความคิดสร้างสรรค์มี 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นการเตรียมข้อมูล การนิยามปัญหาเลือกแผนงาน เพื่อการวิเคราะห์ว่าปัญหาคืออะไร

2. ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่ข้อมูลหรือความรู้ที่ได้รับถูกเก็บไว้นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นค้นคว้า (Illumination) เป็นขั้นการค้นพบวิธีการในการแก้ปัญหา

4. ขั้นทดสอบ (Verification) เป็นขั้นของการทดสอบวิธีการแก้ปัญหาว่าได้ผลหรือไม่ เพื่อให้ผลแน่นอนที่จะนำไปใช้เป็นเกณฑ์ต่อไป

สำหรับทฤษฎีของเทย์เลอร์ (Taylor. 1964 : 39-51) ได้ให้ข้อคิดของทฤษฎีอย่างน่าสนใจว่า ผลของความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้น ไม่จำเป็นจะต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป คือไม่จำเป็นต้องคิดค้นคว้าประดิษฐ์ของใหม่ ๆ ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดก่อนเลยหรือสร้างทฤษฎีที่ต้องใช้ความคิดด้านนามธรรมอย่างสูงยิ่ง แต่ความคิดสร้างสรรค์ของคนเรานั้นอาจจะเป็นขั้นใดขั้นหนึ่งใน 6 ขั้นต่อไปนี้คือ

ขั้นที่หนึ่ง เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นสุด เป็นสิ่งธรรมดาสามัญถือเป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของตนอย่างอิสระ ซึ่งพฤติกรรมนั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยความริเริ่ม และทักษะแต่อย่างใด ถือเป็นแต่เพียงให้แสดงออกอย่างอิสระเท่านั้น

ขั้นที่สอง ได้แก่งานที่ออกมาเป็นผลผลิต ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยทักษะบางประการแต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ เช่น การทำกับข้าวพลิกแพลงให้อร่อย เป็นต้น

ขั้นที่สาม เป็นขั้นที่เรียกว่าขั้นสร้างสรรค์ คือ เป็นผลงานที่แสดงให้เห็นว่าผู้กระทำได้แสดงความคิดใหม่ของเขาเอง โดยไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจากคนอื่น ถึงแม้ว่างานนั้นจะเป็นงานที่ผู้อื่นเคยทำมาแล้วก็ตาม ก็จัดว่าเป็นงานอยู่ในขั้นสร้างสรรค์ได้เพราะเป็นสิ่งที่ผู้ทำคิดค้นขึ้นมาเอง เช่น การแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน

ขั้นที่สี่ เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์ขั้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆโดยไม่ซ้ำแบบใครเป็นขั้นที่ผู้กระทำได้แสดงให้เห็นความสามารถที่แตกต่างไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ห้า เป็นขั้นที่สามารถปรับปรุงขั้นที่สี่ให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่หกเป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูงสุด อันแสดงถึงความสามารถในการคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด เช่น เซอร์ ชาลส์ ดาร์วิน คิดตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการขึ้น เป็นต้น

ทอแรนซ์ (Torrance. 1962 : 17) มองความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เขาเรียกกระบวนนี้ว่า "กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ซึ่งเป็นขั้นต่าง ๆ 5 ขั้นดังนี้คือ

1. ขั้นค้นพบความจริง (Fact Finding) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึกกังวลสับสนวุ่นวาย ขึ้นในจิตใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จากจุดนี้บุคคลจะพยายามตั้งสติรวบรวมความคิดและหาข้อมูลพิจารณาดูว่าความยุ่งยาก วุ่นวายสับสนนั้นคืออะไร

2. ขั้นค้นพบปัญหา (Problem Finding) เกิดต่อจากขั้นที่ 1. หลังจากได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้วจึงเข้าใจและสรุปว่า ความกังวลใจความสับสนวุ่นวายในใจนั้นก็คือ การเกิดปัญหาขึ้นนั่นเอง

3. ขั้นตั้งสมมุติฐาน (Idea Finding) ขั้นต่อจากขั้นที่ 2. เมื่อรู้ว่าปัญหาเกิดขึ้นก็พยายามคิดและตั้งสมมุติฐานขั้นรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมุติฐานในขั้นต่อไป

4. ขั้นค้นพบคำตอบ (Solution Finding) ขั้นนี้ก็จะพบคำตอบจากการทดสอบสมมุติฐานในขั้นที่ 3.

5. ขั้นยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance Finding) ขั้นนี้จะเป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไรและต่อจากจุดนี้การแก้ปัญหาหรือการค้นพบยังไม่จบที่นี้ แต่การค้นพบจะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไปนี้เรียกว่า New Challenge

ฮัทชินสัน (สสวท. 2530 : 9; อ้างอิงมาจาก Hutchinson. 1949) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากกระบวนการหยั่งรู้ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นการรวบรวมประสบการณ์เก่า การลองผิดลองถูก และตั้งสมมุติฐานเพื่อแก้ปัญหา

2. ขั้นเกิดความคับข้องใจ (Frustration) เกิดอาการกระวนกระวาย เครียด พยายามแก้ปัญหานั้นให้ได้

3. ขั้นรู้แจ้ง (Insight) เกิดการคิดหาคำตอบ แวบขึ้นมาในสมอง

4. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นการตรวจสอบว่าคำตอบที่คิดได้นั้นเป็นจริงหรือไม่

ออสบอร์น (สสวท. 2530 : 9; อ้างอิงมาจาก Osborn. 1951) ได้สรุปว่ากระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ ควรมี 7 ขั้นดังนี้คือ

1. การชี้ถึงปัญหา เป็นการระบุหรือทราบประเด็นปัญหา

2. การเตรียมและรวบรวมข้อมูล เป็นการเตรียมการรวมรวมข้อมูลเพื่อใช้แก้ปัญหา

3. การวิเคราะห์ เป็นการคิดพิจารณาและแจกแจงข้อมูล

4. การใช้ความคิดหรือคัดเลือกเพื่อหาแนวทางเลือกต่าง ๆ เป็นขั้นพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ และหาทางเลือกที่เป็นไปได้หลาย ๆ ทาง

5. การครุ่นคิดและการทำให้กระจ่าง เป็นขั้นที่ทำให้จิตใจว่าง และในที่สุดก็เกิดความคิดแวบกระจ่างชัดขึ้น

6. การสังเคราะห์หรือประกอบสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

7. การประเมินผล เป็นการคัดเลือกจากคำตอบที่ดีที่สุด

คุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ศึกษาคุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้มีรายละเอียดดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967) มีความคิดเห็นว่า คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีความฉับไวในการมองเห็นและรับรู้ปัญหา สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นตลอดจนสร้างหรือแสดงถึงความคิดใหม่ ๆ และปรับปรุงให้ดีขึ้น

อนัสตาซี (Anastasi. 1968) กล่าวว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องเป็นผู้มีความรู้สึกไวต่อปัญหา (Sensitive in Problem) มองเห็นการณ์ไกล มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความสามารถในการคิด หลายแง่หลายมุม และมีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงความคิดอย่างคล่องแคล่ว

ครอพเล่ย์ (Croplay. 1966) ได้สรุปลักษณะพฤติกรรมของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ประการคือ เป็นผู้มีประสบการณ์กว้างขวาง มีความเต็มใจที่จะเสี่ยงมีความรักที่จะก้าวไปข้างหน้า และมีความสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดได้อย่างคล่องแคล่วในระดับสูง

ฮิลการ์ด และ แอทคินสัน (Hilgard and Atkinson. 1976) ได้เพิ่มเติมคุณลักษณะว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นผู้มีความคิดอิสระ ไม่ชอบตามอย่างใครชอบคิดหรือทำสิ่งซับซ้อนหรือแปลกใหม่ และมีอารมณ์ขัน

มาสโล (Maslow. 1954) ได้ให้คำอธิบายว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์มีความแตกต่างไปจากบุคคลโดยทั่วไปในลักษณะเฉพาะอย่างยิ่ง คือ มีความเป็นตัวของตัวเองและไม่ขลาดกลัวต่อสิ่งที่เขายังไม่ทราบต่อสิ่งลึกลับ และน่าสงสัย หรือประหลาดใจ แต่กลับรู้สึกพอใจและตื่นเต้นที่จะเผชิญกับสิ่งเหล่านั้น

ฟรอม (Fromm. 1963) กล่าวถึงลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ค่อนข้างละเอียดดังนี้

1. มีความรู้สึกทึ่ง ประหลาดใจที่พบเห็นสิ่งแปลกใหม่ สนใจสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่หรือของใหม่ ๆ (Capacity to be puzzled)

2. มีสมาธิสูง (Ability to Concentrate) การที่จะสร้างสิ่งใดได้คิดอะไรออกต้องไตร่ตรองในเรื่องนั้นเป็นเวลานาน ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จึงจำเป็นต้องมีความสามารถในการทำจิตใจให้มีสมาธิ

3. สามารถยอมรับสิ่งที่ไม่แน่นอน และสิ่งที่เป็นข้อขัดแย้ง หรือความตึงเครียดได้ (Ability to Accept Conflict and Tension)

4. มีความเต็มใจที่จะทำสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นใหม่ทุกวัน (Willingness to be born everyday) คือมีความกล้าหาญและศรัทธาที่จะผจญต่อสิ่งแปลกใหม่ได้เสมอ

ไรซ์ (Rice. 1970) กล่าวถึง บุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. มีไหวพริบดี

2. มีความสามารถในการประยุกต์ มีการตอบสนองที่แสดงถึงความคิดริเริ่มมีความยืดหยุ่น

3. มีอิสระในการคิดและการกระทำ

4. สนใจที่จะมีประสบการณ์ในสิ่งต่าง ๆ รวบรวมสิ่งที่ได้พบเห็นเข้ากับความรู้สึกของตนเอง

5. มีความสามารถในการหยั่งรู้

6. มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี เข้าใจคุณค่าของความงาม

7. รู้จักตนเอง

8. เข้าใจสถานภาพของตนเอง ในกระบวนการที่ตนมีส่วนร่วม

แกริสัน (Garrison. 1964) ได้อธิบายถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. สนใจปัญหา ยอมรับความเปลี่ยนแปลงกล้าที่เผชิญปัญหา กระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหา ตลอดจนหาทางปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

2. มีความสนใจกว้างขวาง ทันต่อเหตุการณ์ เอาใจใส่หาความรู้เพิ่มเติมยอมรับข้อคิดเห็นจากข้อเขียนต่าง ๆ และนำข้อมูลเหล่านั้นมาประกอบการพิจารณปรับปรุงงานของตน

3. ชอบคิดหาหนทางแก้ปัญหาไว้หลายทาง เตรียมทางเลือกสำหรับแก้ปัญหาไว้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อสะดวกในการเลือกใช้ให้เหมาะกับสถานการณ์

4. มีสุขภาพสมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ

5. ยอมรับและเชื่อในบรรยากาศและสภาพแวดล้อมว่า มีผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ การจัดบรรยากาศ สถานที่ และสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจะสามารถขจัดสิ่งรบกวนและช่วยให้การพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ เป็นไปด้วยดี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530 : 12-14)

แอนเดอร์สัน และ คนอื่น ๆ (Anderson and others. 1970) ได้กล่าวถึงบุคคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. พอใจที่จะทำงานยาก ๆ และชอบทำงานหลายชนิด

2. มีความพยายามในการติดตามปัญหา

3. มีพลังงานที่จะใช้ไปในเชิงวิชาการ

4. สนุกในการคิด ยอมรับในสิ่งที่ท้าทายความสามารถ

5. พอใจที่จะทำงานฝีมือเท่า ๆ กับการใช้ความคิด

6. ต้องการขยายความคิด

7. ชอบตั้งคำถาม "อย่างไร" และ "ทำไม"

8. ไม่ชอบให้ใครแนะนำมากเกินไป

9. ไม่ด่วนสรุปเหตุการณ์ต่าง ๆ เร็วเกินไป แต่ต้องการที่จะสำรวจสิ่งนั้นให้แน่ใจเสียก่อน

10. ต้องการตอบปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ

11. ไม่กังวลกับความถูกต้องหรือการผิดพลาด แต่ต้องการสำรวจสาเหตุของความผิดพลาด

โลแกน และ โลแกน (Logan and Logan. 1971 : 6) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้มีความคิดสร้างสรรค์ว่า มีความคิดหลายแนวทาง มีสติปัญญา มีอารมณ์ขันเป็นตัวของตัวเอง มีความคิดแบบอเนกนัย ช่างประดิษฐ์ ชอบทดลอง ชอบความยุ่งยากซับซ้อน ชอบเสี่ยง หัวรุนแรง มีความรู้สึกไวต่อปัญหา ทำงานดี อยากรู้อยากเห็นมีความสามารถในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ไม่ชอบเรียนแบบ มีอิสระ มีความอุตสาหะและมีจิตนาการ

เนลเลอร์ (Kneller. 1965 : 62-68) กล่าวถึงลักษณะของผู้มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. มีสติปัญญาอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยสูง
2. สนใจสภาพแวดล้อม
3. มีความคิดหลายแนวทางกว่าคนอื่น ๆ
4. คิดหาคำตอบได้คล่องแคล่วกว่าคนอื่น ๆ
5. มีความคิดริเริ่ม
6. มีความประณีตในการคิด
7. เป็นคนช่างสงสัย
8. เป็นคนอดทน มีความเพียรพยายาม
9. เป็นคนช่างเล่น และมีวิธีการเล่นที่ชาญฉลาด
10. มีอารมณ์ขัน
11. ไม่ชอบเลียนแบบ
12. มีความเชื่อมั่นในตัวเอง

ลิททัน (Lytton. 1971 : 67) กล่าวว่า "คนที่ความคิดสร้างสรรค์จะเป็นคนที่มีอิสระ ไม่มีระเบียบแบบแผน มีอำนาจ สนใจสิ่งแวดล้อม เป็นคนช่างคิด อุทิศตัวให้กับงานที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากกว่างานง่าย ๆ มีการรับรู้เป็นระบบ เป็นคนอ่อนโยน ช่างเล่น และมีอารมณ์ขัน"

แมคคินนอน (Gowan and Bruch. 1971 : 67; citing MacKinnon.n.d.) แบ่งคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 3 พวก คือ พวกแรก เป็นพวกที่คิดสร้างสิ่งที่ไม่เคยมีมาก่อน คนพวกนี้ได้แก่ นักเขียน กวี หรือนักแต่งเพลง เป็นต้น พวกที่สอง เป็นพวกที่สร้างสิ่งใหม่ ขึ้นมาจากสิ่งที่มีอยู่แล้ว หรือสร้างสิ่งใหม่ ๆ ส่วนที่พวกที่สาม มีลักษณะของพวกที่หนึ่งและพวกที่สองรวมกัน สร้างผลงานขึ้นมาในเวลาที่สังคมต้องการ เช่น นักเขียนภาพยนตร์ ผู้เรียบเรียงเสียงประสาน และสถาปนิก เป็นต้น

อีแวนส์ และ แมคแคนเลส (Evans and McCandless. 1978 : 302) กล่าวถึงลักษณะของเด็กวัยรุ่นที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า เด็กวัยรุ่นที่มีความคิดสร้างสรรค์มักจะมีความเชื่อมั่นในตนเองสูง เป็นคนที่เพื่อน ๆ ให้ความยอมรับ มีสติปัญญาอยากรู้อยากเห็นมีอิสระในการตัดสินใจ และพฤติกรรมการแสดงออก ไม่ชอบสังสรรค์งานสังคม มีมิตรไมตรีกับคนทั่วไป แต่มักจะไม่ค่อยลงรอยกับพ่อแม่ ชอบทำงานใหม่ ๆ ที่ยากและซับซ้อนมีความอดทนในการทำงาน ดื้อรั้น มีความรู้สึกไวต่อปัญหา ไม่ดันทุรังหรือวางอำนาจ สนใจเรื่องสุนทรียภาพชอบทำงานให้ได้ผลและมีอารมณ์ขัน

นันแนลลี (Nunnally. 1970 : 338-341) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของผู้มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความสามารถทั่วไป ผู้มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะมีความสามารถทางสติปัญญาค่อนข้างสูงด้วย โดยได้คะแนนสูง ใน 10 หรือ 15% แรกของการทดสอบทางสติปัญญา และยังไม่เคยปรากฏเลยว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะมีความสามารถทางสติปัญญาที่ระดับเกณฑ์เฉลี่ยหรือต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ย

2. ความสำเร็จในโรงเรียน ผู้มีความคิดสร้างสรรค์มักจะไม่ชอบบรรยากาศที่ซ้ำซากของห้องเรียน แต่ก็มีความสามารถที่จะสอบผ่านวิชาต่าง ๆ ได้น้อย

3. ความช่างคิด ผู้มีความคิดสร้างสรรค์สูงชอบใช้เวลาอยู่กับความคิดของตัวเอง มักจะนั่งใจลอย ไม่สนใจฟังครูสอน และไม่ใช่คนที่เพื่อน ๆ นิยมชมชอบมากที่สุด

4. การปรับตัว ผู้มีความคิดสร้างสรรค์สูง มักเป็นคนขี้อาย ไม่ชอบเข้าสังคมปรับตัวยาก แต่มีลักษณะดีอย่างหนึ่งคือ มีความมั่นใจในตัวเอง ไม่คล้อยตามคนอื่นง่าย ๆ แต่ก็จะเปลี่ยนใจได้ถ้ามีเหตุผลพอเพียง คนอื่น ๆ จะเห็นว่าเขาเป็นคนแปลก ๆ น่าร่ำคาญไม่น่าคบ ดื้อรั้น เพราะเชื่อมั่นในความคิดของตัวเองมากเกินไป แต่ถ้าต้องทำงานสิ่งใดก็มักจะทำได้ดีกว่าคนอื่น ๆ

5. สิ่งแวดล้อมในบ้าน ผู้มีความคิดสร้างสรรค์สูงมักมาจากบ้านที่ไม่ปกติ ไม่มีความสุข หรือพ่อแม่มีสัมพันธภาพที่ไม่ดีต่อกัน

รักเจียโร (Ruggiers. 1984 : 82-92) ได้ทำการวิจัยพบว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ จะมีลักษณะดังต่อไปนี้คือ

1. เป็นผู้ไม่อยู่นิ่ง (Dynamic) มีความอยากรู้อยากเห็น สนุกสนานและชอบประสบการณ์ที่แปลกใหม่

2. เป็นคนกล้าหาญ (Daring) ชอบผจญภัย Rogers เรียกลักษณะนี้ ว่าเป็นประสบการณ์เปิด (Opened Experience) เช่น กาลิเลโอ โคลัมบัส เอดิสัน

3. เป็นคนเจ้าความคิด (Resourceful) มีความสามารถที่จะคิดและแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ด้วยตนเอง

4. ทำงานหนัก (Hard Working) มีความมานะพยายาม

5. เป็นอิสระ (Independent) มีความคิดแตกต่างจากคนอื่น

จากผลการศึกษาค้นคว้าของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาเท่าที่ยกตัวอย่างมา พอที่จะสรุปคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกันของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้ว่า คือ ผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็นมีความไวในการรับรู้ปัญหา ชอบแก้ปัญหาโดยใช้ความคิดหลาย ๆ รูปแบบ มีความอดทน มีความสามารถในการหยั่งรู้ ความคิดริเริ่ม ชอบแสดงออก มีความคิดอิสระ และยืดหยุ่น มีอารมณ์ขันและมีความเชื่อมั่นในตนเอง

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักคณิตศาสตร์และนักจิตวิทยา มีความสนใจในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (The Creative Process in a Mathematical Contexts) ตลอดมา โดยนักจิตวิทยาได้แบ่งทฤษฎีกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process) ออกเป็นกลุ่มใหญ่ ตามแนวคิดของนักจิตวิทยาได้ 7 กลุ่ม (Busse and Mansfield. 1980 : 91) ดังตาราง 1

ตาราง 1 การจัดกลุ่มทฤษฎีกระบวนการความคิดสร้างสรรค์และนักทฤษฎีในแต่ละกลุ่ม

| กลุ่มทฤษฎีกระบวนการคิดสร้างสรรค์ | นักทฤษฎี |
|---|---|
| 1.กลุ่มจิตวิเคราะห์ (Psychoanalytic) | เอินส์ คริสต์ (Ernst Kris)<br>ลอเรนซ์ คูบิ |
| 2.กลุ่มเกสตอลท์ (Gestalt) | แมกซ์ เวอร์ไทเมอร์(Max Wertheimer) |
| 3.กลุ่มสัมพันธ์เชื่อมโยง (Association) | ซาร์นอฟพ์ เมดนิค (Sarnoff Mednick) |
| 4.กลุ่มรับรู้ (Perceptual) | เอินส์เนต ชาร์สเทล(Ernest Schactel) |
| 5.กลุ่มมนุษยนิยม (Humanistic) | คาร์ล โรเจอร์(Carl Rogers) |
| 6.กลุ่มพัฒนาการการรู้คิด (Cognitive-Developmental) | เดวิด ฟิลด์แมน(David Feldman) |
| 7.กลุ่มทฤษฎีส่วนประกอบ (Composite Theorios) | จาร์ล ฮาดดามาร์ส์(Jacques Hadamard)<br>อาเธอร์ คลอร์สเจอร์(Arthur Koestler)<br>โฮเวอดร์ กรูเบอร์(Howard Grvuber)<br>จอร์จ เฮลส์รัส(deorge Haslemid) |

ในการจัดกลุ่มทฤษฎีอธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 7 กลุ่ม ดังกล่าวใช้หลักการเรียนรู้ของจิตวิทยากลุ่มต่าง ๆ คือ จิตวิเคราะห์ พฤติกรรมนิยม เพียเจท์ เกสตอลท์ เป็นสำคัญ บุชส์ และ แมนฟิวส์ (Busse and Manfield. 1980 : 103) พิจารณาเห็นว่า แนวคิดกระบวนการ

คิดสร้างสรรค์ของกลุ่ม ทฤษฎีส่วนประกอบ (Composited Theories) สามารถอธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (The Creative Process in Science) ได้ดี

กลุ่มทฤษฎีที่อธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยแนวคิดของจิตวิทยาการเรียนรู้ในกลุ่มต่าง ๆ ร่วมกัน (Composited theories) และนักทฤษฎีในกลุ่มนี้ที่สำคัญคือ จาร์ค ฮาดดามาร์ส (Jacques Hadamard. 1865 : 165) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Creativity) และอธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วย ทฤษฎีจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis) และทฤษฎีการสัมพันธ์เชื่อมโยง (The Association theory) เข้าด้วยกัน โดย ฮาดดามาร์ส (Busse and Manfield. 1980 : 96; citing Hadamard. 1945) ได้กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ 4 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหาและบุคคลมีการกระทำต่อปัญหานั้นในระดับที่รู้ตัว (Conscious) อย่างเป็นระบบ (Systematic) โดยวิธีการเชิงตรรก (Logical Approach) ซึ่งความพยายามในระดับที่รู้ตัวนี้ จะเป็นการกระตุ้นให้แนวทางทั่ว ๆ ไป ในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการขั้นครุ่นคิด (Incubation) ต่อไป

2. ขั้นครุ่นคิด (Incubation) เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (Unconsicous Thinking Processes) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการรวมกันของความคิดต่าง ๆ แบบสุ่ม และจะมีเพียงความคิดที่ดีเท่านั้นที่จะขึ้นสู่ระดับความรู้ตัว (Consciousness)

3. ขั้นรู้แจ้ง (Illumination) เป็นขั้นที่เกิดจุดวิกฤต (Critical Point หรือ point of illumination หรือ point of insight) (Wilson. 1978 : 424) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (Conscious)

4. ขั้นตรวจสอบ เสนอผลและการนำผลไปใช้ (Verification, Exposition, and Utilization of the results) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ซึ่งเกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (Conscious) ทั้งหมด

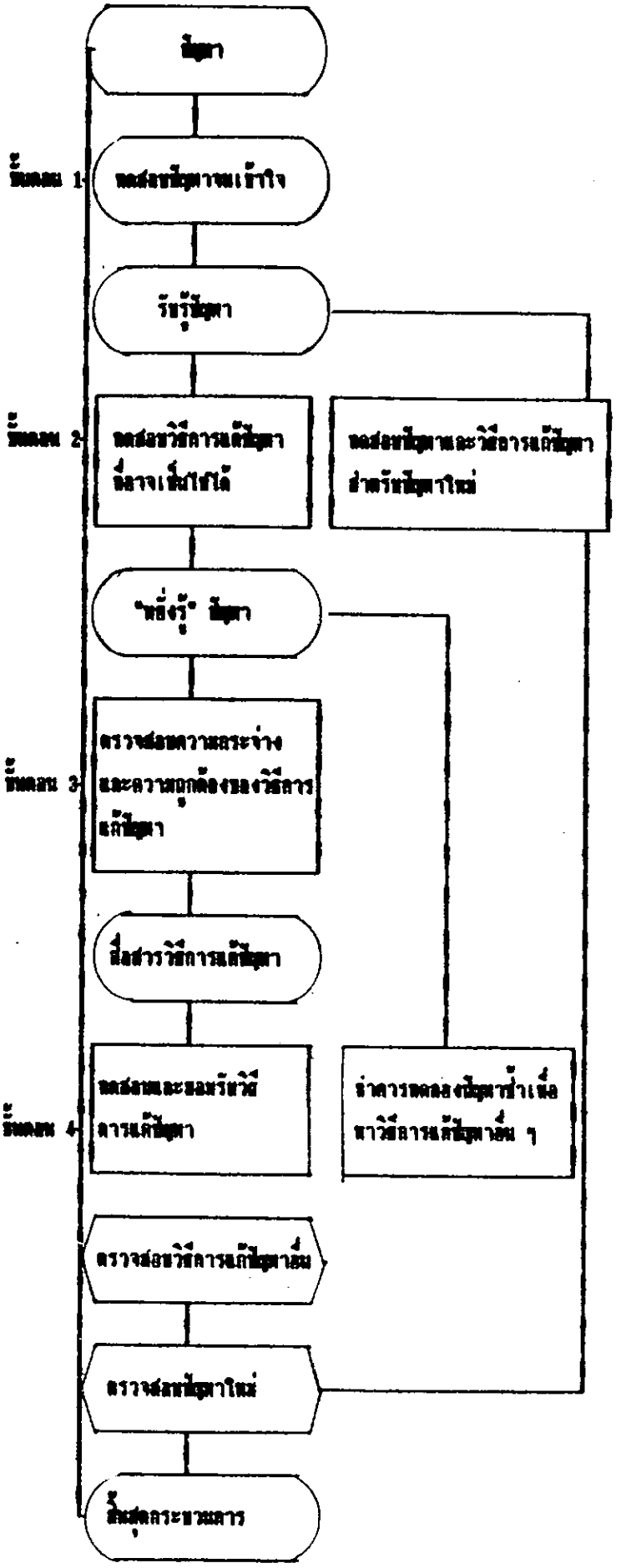
ในการตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้อง (Verification and Precision) นั้น วิธีการหนึ่งที่ทำได้คือ การพูดสื่อสาร (Communication) ซึ่งกระทำได้ 2 ลักษณะ คือ การพูดสื่อสารกับตนเอง (Communicating one's insight to oneself) และการพูดสื่อสารกับบุคคลอื่น

ในกระบวนการคิดสร้างสรรค์นั้นขั้นรู้แจ้ง (Illumination หรือ insight) เป็นที่สำคัญที่เกิดจุดวิกฤต (Critical Point) ขึ้น ซึ่งเป็นการใช้จุดวิกฤตนี้แบ่งแยก ขั้นเตรียม (Preparation) และขั้นครุ่นคิด (Ineubation) ออกจากขั้นตรวจสอบ (Verification)

วิลสัน (Wilson. 1978 : 424) ได้กล่าวว่าจุดวิกฤต (Critical point) อาจพิจารณาได้ว่าเป็นตัวบ่งชี้ถึงกระบวนการของการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจุดวิกฤตินี้จะประกอบด้วยกระบวนการ 3 ประการ คือ การรับรู้ (Perception) การหยั่งรู้ (Insight) และการพูดสื่อสาร (Communication) ซึ่งโปลยา (Wilson. 1978 : 425; citing Polya. 1945) ได้ใช้กระบวนการ 3 ประการของจุดวิกฤต (Critical Point) ดังกล่าว แบ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. เข้าใจปัญหา (Understanding the Problem Phases)
2. วางแผน (Devising a Plan Phases)
3. ดำเนินการตามแผน (Carry out the Play Phases)
4. ทบทวน (Looking Back Phases)

ซึ่งขั้นตอนทั้ง 4 ดังกล่าวสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังภาพประกอบ 2




ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

โดยลักษณะของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์มักจะมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นลักษณะคำถามแบบเอกนัย ดังนั้นสำหรับคนโดยทั่วไปคณิตศาสตร์จึงเป็นการใช้ทักษะการคิดแบบเอกนัย แต่ความจริงแล้วทักษะการคิดแบบอเนกนัยก็เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ (Divergent Thinking skill) จากงานวิจัยของ เกเซล และ แจ็คสัน (Orton. 1987 : 109; citing Getzels and Jackson.1962) ได้ทำการศึกษาเด็ก 2 ลักษณะ คือ เด็กที่มีสติปัญญาสูง (High I.Q.) และเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง (High creative) ผลการวิจัยพบว่า เด็กที่มีสติปัญญาสูงนั้นเป็นผู้ที่ใช้ความสามารถในการคิดเอกนัย (Convergent Abilities) ในขณะที่เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะต้องใช้ความสามารถทั้งในการคิดแบบเอกนัยและอเนกนัย (Convergent and Divergent Abilities) และจากการศึกษาองค์ประกอบของความสามารถทางคณิตศาสตร์ของ ครูเทคสคีก์ (Orton. 1987 : 111; citing Kruteski. 1976) พบว่า ควรประกอบด้วยความสามารถดังต่อไปนี้คือ

1. ความสามารถในการจัดกระทำโจทย์ทางปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการนำผลลัพธ์มาสรุปเป็นกรณีทั่วไป

3. ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์และตัวเลข

4. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาขาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

5. ความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

6. ความสามารถในการทำขั้นตอนการคิดให้สั้นได้อย่างมีเหตุผล

7. ความสามารถในการเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่นได้ โดยวิธีหลีกเลี่ยงความคิดเดิม และวิธีการคิดย้อนกลับ

8. มีความสามารถในการพิสูจน์ข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ง่าย และใช้เหตุผลที่กระชับ

9. มีความจำที่ดีเกี่ยวกับแนวความคิดและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ไซแดม และ วีเวอร์ (Orton. 1987 : 11-112 : citing Suydam and Weaver. 1987) ได้วิเคราะห์ลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีนั้นควรประกอบด้วย

1. ความสามารถในการประมาณและวิเคราะห์

2. ความสามารถในการมองเห็นและตีความข้อเท็จจริงได้ในเชิงปริมาณและความสัมพันธ์

3. ความสามารถในการเข้าใจเทอมและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือน-ความแตกต่าง และการคิดแบบอุปมาอุปไมย

5. ความสามารถในการเลือกกระบวนการและข้อมูลที่ถูกต้องได้

6. ความสามารถในการพิจารณารายละเอียดที่เกี่ยวข้อง

7. ความสามารถในการสรุปอ้างอิงจากตัวอย่างที่เป็นพื้นฐาน

8. ความสามารถในการเปลี่ยนวิธีการคิดได้อย่างดี

9. ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความตระหนักในคุณค่าของตนเองสูง และได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความวิตกกังวลต่ำ

เกอร์ฮาร์ด (Gerhard. 1971 : 157) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า "เป็นการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึง และมองเห็นผลผลิตในรูปแบบใหม่"

แชลครอส (Shallcross. 1981 : 136) ได้เสนอกิจกรรมที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า ควรประกอบด้วย

1. การคิดวิธีการใหม่ในการชั่ง ตวง วัด เกี่ยวกับ อากาศ น้ำ เวลา พื้นที่ และความสูง

2. สร้างอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเลขฐาน 10 สำหรับเด็กก่อนวัยเรียนโดยวิธีการเรียนรู้จากการมองและการได้ยิน

3. ยอมรับรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญต่ออุปกรณ์ ศิลปะการสอนของครูและหน้าที่ของนักเรียนในห้องเรียนอย่างเท่า ๆ กัน

✳ รอยด์ (Roy. 1982 : 143-147) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่ซับซ้อนแต่ก็สามารถสังเกตได้โดยเขาได้ให้เกณฑ์ในการพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ

1. ความสามารถในการสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไป
2. ความสามารถในการตีความคำตอบ
3. ความสามารถในการค้นพบเนื้อหาที่สำคัญ

✳ ดาแรน และแอเล็น (Darran and Allen. 1971 : 108-109) กล่าวว่า ความสามารถพื้นฐานที่จะให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ทักษะการใช้เหตุผลเชิงอ้างอิง (Skill of Reference Study) และทักษะการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Skill Scientific and Mathematical Reasoning) ซึ่งตัวอย่างทั้ง 2 องค์ประกอบนี้ ได้แก่

1. การนำหลักการไปใช้ และการสรุปอ้างอิง
2. การประยุกต์ข้อมูล และการสรุปเป็นกรณีทั่วไปในสถานการณ์ใหม่
3. การประเมินความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
4. เลือกใช้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยตรง
5. การใช้ข้อมูลแสดงให้เห็นถึงวิธีการคิด
6. มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล
7. เตรียมข้อมูลในรูปกราฟ หรือรูปภาพ
8. การเตรียมโครงร่าง
9. การจัดระบบข้อมูลจากเอกสาร
10. มีการซักถามเพื่อให้ได้ข้อมูล
11. ใช้ความสังเกตที่มีการทดลอง
12. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต
13. การใช้แผนผัง ลูกโลก และแผนที่

14. การใช้มาตราของแผนผัง ลูกโลก และแผนที่

15. การกำหนดลักษณะทางกายภาพและพัฒนารูปภาพ

16. การตีความสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่

17. การรวมวัตถุหรือสิ่งของออกเป็นกลุ่ม

18. การอ่านและการเขียนสัญลักษณ์ทางตัวเลข

19. การบวก ลบ คูณ และหาร

20. การเปรียบเทียบขนาด

21. การเปรียบเทียบรูปร่าง

22. การใช้วิธีการวัดต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่ง ความสูง น้ำหนัก ความจุ ปริมาตร

23. การใช้ธนบัตร

24. การบอกเวลา

25. หาความร่วมกันของสิ่งของที่อยู่ต่างกลุ่ม

26. ความไวต่อการรับรู้ถึงองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาภายใต้สถานการณ์ทั้งหมด

27. การเดาอย่างมีเหตุผล

28. การใช้วิธีการที่หลากหลายในการนิยามปัญหา

29. ความสามารถในการอธิบาย

30. การปฏิบัติ และอธิบายวิธีการทดสอบได้ทุกขั้นตอน

31. การค้นหาสาเหตุที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

ไคแซงค์ (Kissane. 1988 : 520-528) ได้กล่าวว่าความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ประกอบด้วย

1. การตั้งปัญหา

2. การยกตัวอย่าง

3. ความสามารถพิเศษและการสรุปอ้างอิง

4. การกำหนดสัญลักษณ์และการแทนค่า

5. การบันทึกข้อมูลจากการสังเกต

6. การสำรวจคำถามอย่างเป็นระบบ

7. การกำหนดลำดับขั้นตอนการคิด

8. การตรวจสอบความคิดที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีโดยมีหลักฐานที่มาสนับสนุน

9. การสรุปอ้างอิงได้โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานสนับสนุน

10. การสื่อสารให้ผู้ฟังเข้าใจ

<u>การวัดความคิดสร้างสรรค์</u>

ถึงแม้ว่า ความคิดสร้างสรรค์จะเป็นคุณลักษณะที่ซับซ้อน และเป็นเรื่องที่วัดได้ยากเมื่อเทียบกับการวัดในสิ่งอื่น ๆ ก็ตาม ก็ยังมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาให้ความสนใจทำการศึกษากันในลักษณะต่าง ๆ กล่าวว่า

ครอคเคนเบิร์ก (Crockenberg. 1972 : 39) ทำการวิจัยพบว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์วัดในสิ่งที่ต่างจากแบบทดสอบไอคิว เช่นเดียวกันกับ อนาสตาซี (Anastasi. 1968 : 373) และบุทเชอร์ (Butcher. 1968 : 102-103) ได้พบว่า ความคิดสร้างสรรค์แตกต่างจากความสามารถทางสติปัญญา

ครอนบัค (Cronbach. 1970 : 395) กล่าวถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ว่า ควรมีลักษณะ 2 ประการคือ

1. แบบทดสอบนั้นจะต้องต่างจากแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถธรรมดาทั่ว ๆ ไป

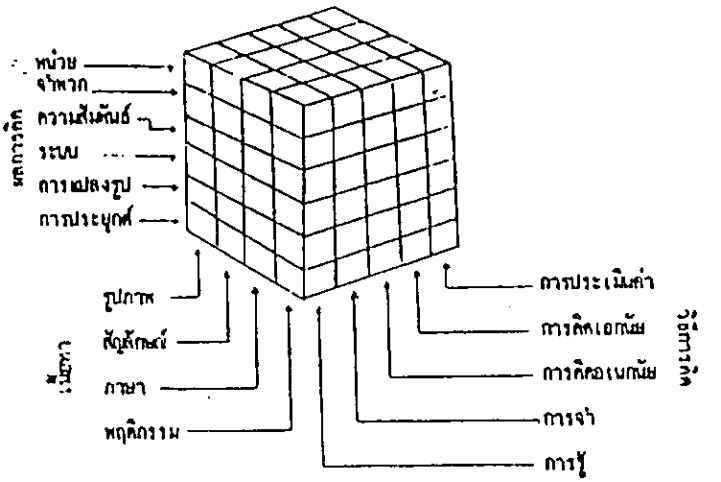
2. ผู้ที่ได้คะแนนสูงจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์จะต้องสามารถสร้างสรรค์งานที่พิเศษ สำหรับวัยและการฝึกหัดของผู้นั้น

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลายฉบับไม่มีลักษณะดังข้อ 1 แม้จะพบว่า แบบทดสอบฉบับนั้นจะมีค่าสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบความสามารถทางสติปัญญาต่ำ ซึ่งอธิบายได้ว่าอาจเป็นเพราะแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเชื่อมั่น (Reliability) ต่ำ

ฮอพกินส์ และ สแตนเลย์ (Hopkins and Stanley. 1981 : 376) กล่าวถึง แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ไว้ สรุปได้ว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้มาก คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์แรนซ์ (Torrance Tests of Creative Thinking) และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ วอลลาส และ โคแกน (Wallash and Kogan Creativity Test) แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับนี้มีทั้งส่วนที่เขียนตอบและส่วนที่ใช้ภาพ คำถามที่ใช้ในแบบทดสอบก็เป็นคำถามแบบอเนกนัยทั้งสิ้น เช่น กระป๋องใช้ทำอะไรได้บ้าง หนังสือพิมพ์ใช้ทำอะไรได้บ้าง ถ้านกพูดภาษาคนได้อะไรจะเกิดขึ้น จงแต่งนิทานเรื่องสิงห์โตที่ดำรามไม่เป็น จะเกิดอะไรขึ้นบ้างถ้าทุกคนไม่ต้องไปโรงเรียน จงบอกชื่อสิ่งที่กลม ๆ เท่าที่จะคิดได้ จงเขียนภาพจากเส้นที่กำหนดให้เป็นต้น

ในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของแบบทดสอบ ความคิดสร้างสรรค์ของ กิลฟอร์ด ทอร์แรนซ์ และวอลลาส และโคแกน

กิลฟอร์ดและผู้ร่วมงานในมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียใต้ ได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเรื่องเชาวน์ปัญญา และความคิดสร้างสรรค์เป็นเวลาร่วม 20 ปี ในที่สุดได้เสนอโครงร่างสมรรถภาพสมอง (The Structure of Intellect Model เรียกย่อว่า SI) ตามโครงสร้างนี้อธิบายสมรรถภาพสมองในลักษณะ 3 มิติ ดังนี้




ภาพประกอบ 3 สมรรถภาพสมอง 3 มิติ ของกิลฟอร์ด

กิลฟอร์ด ได้ใช้โครงสร้าง SI ดังภาพประกอบ 1 อธิบายสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์เป็น 3 มิติ ดังนี้ (Guilford and Hoepfner. 1971 : 20-21)

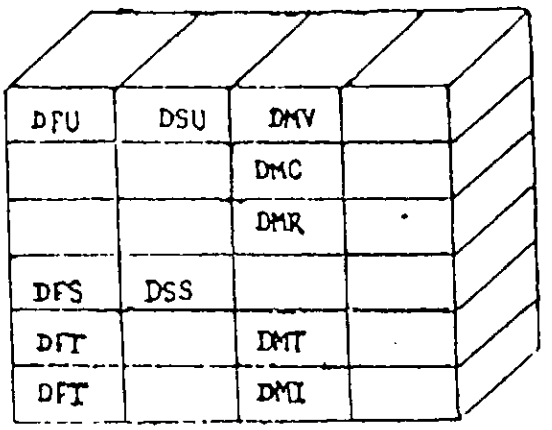
มิติที่หนึ่ง : ขบวนการคิดหรือวิธีการคิด (Operations) หมายถึง ขบวนการทางสมองแบบต่าง ๆ แบ่งออกเป็นห้าด้านคือ การรู้จักและเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) การคิดอเนกนัย (Divergent Production) การคิดเอกนัย (Convergent Production) และการประเมินค่า (Evaluation)

มิติที่สอง : เนื้อหาที่คิด (Contents) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ปรากฏระบบประสาทสัมผัสทั้งหลาย แล้วบุคคลแยกแยะเพื่อรับรู้ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสี่แบบ คือ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral) สำหรับเนื้อหาแบบพฤติกรรมนี้ กิลฟอร์ด ได้เพิ่มเข้ามาในแบบจำลองโดยใช้หลักเหตุและผลและความสามารถทางสมองแบบพฤติกรรมนี้เป็นสติปัญญาทางสังคม (Social intelligence) ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้อธิบายทฤษฎีให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

มิติที่สาม : ผลการคิด (Products) หมายถึง ผลของกระบวนการจัดกระทำวิธีการคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลการคิดออกมาในรูปลักษณะต่าง ๆ กัน แบ่งออกเป็นหกแบบคือ แบบหน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์

จากโครงสร้าง SI นี้ กิลฟอร์ด ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความมีเหตุผล (Reasoning) และการแก้ปัญหา (Problem Solving) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์คือ การคิดได้หลายทางความคิดแบบนี้สามารถเปลี่ยนแก้ปัญหาจนนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ได้ด้วย (Guilford. 1980 : 381) ดังนั้น กิลฟอร์ด จึงอธิบายความคิดสร้างสรรค์โดยตัดผ่าโครงสร้าง SI ออกมาศึกษาเฉพาะส่วนที่เป็นวิธีการคิด (Operation) ด้านการคิดอเนกนัยเพียงด้านเดียว โดยใช้มิติทางด้านเนื้อหา และผลการคิดคงเดิม ทำให้ได้

จำนวนลูกบาศก์ที่แทนความสามารถ ด้านความคิดสร้างสรรค์ 1x4x6 ลูกบาศก์ ดังแสดงในภาพประกอบ 4 ดังนี้ (Anastasi. 1968:378)




ภาพประกอบ 4 สมรรถภาพสมองด้านความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด

จากภาพประกอบ 4 จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านความคิดอเนกนัยมี 24 ลูกบาศก์ ซึ่งเป็นขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของเขา ในการสร้างแบบทดสอบ กิลฟอร์ด และผู้ร่วมงานของเขา เป็นต้นว่า เลวิส (Levis) วิลสัน (Wilson) คริสเตนเสน (Christensen) เบอร์เกอร์ (Berger) จะตั้งสมมุติฐานขึ้นมาก่อนว่าคนที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้นควรจะมีลักษณะเด่น ๆ อย่างไรบ้าง หรือมีลักษณะใดเป็นองค์ประกอบสำคัญ ในที่สุดสรุปว่าคนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีองค์ประกอบสำคัญ ๆ อย่างน้อย 8 องค์ประกอบ ดังนี้ (Guilford and Hoepfner. 1971 : 125-143)

1. ความริเริ่ม (Originality)
2. ความคิดคล่อง (Fluency)
3. ความคิดหยืดหยุ่น (Flexibility)
4. ความไวต่อปัญหา (Sensitivity to provlem)
5. ความสามารถให้นิยามใหม่ (Redefinition)
6. ความชำนาญ (Penetration)

7. ความละเอียดประณีต (Elaboration)

8. ความสามารถในการทำนาย (Prediction)

จากสมมุติฐานเหล่านี้ กิลฟอร์ด และคนอื่น ๆ ได้สร้างแบบทดสอบตามองค์ประกอบดังกล่าวแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบอีกครั้ง ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบชี้ให้เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์คือ ความคิดอเนกนัยนั่นเอง

<u>แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญาของกิลฟอร์ด</u>

1. ความคล่องในการใช้คำ (Word Fluency : DSU) เขียนคำที่มีอักษร "อ" เช่น load, over, pot.

2. ความคล่องทางความคิด (Ideational Fluency : DMU) ให้บอกชื่อที่ได้สิ่งของประเภทเดียวกัน เช่น ของเหลวที่ไฟไหม้ได้ เช่น น้ำมัน แอลกอฮอล์

3. ความคล่องทางความสัมพันธ์ (Associational Fluency : DMR) เขียนคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำที่กำหนดให้ แข็ง ยาก ของแข็ง

4. ความคล่องของการแสดงออก (Expressional Fluency : DSS) เขียน 4 คำให้เป็นประโยคเมื่อกำหนดอักษรเริ่มต้นให้ k...U...Y... I...: Keep up your interest, kill useless yellow insect.

5. การใช้ประโยชน์อย่างอื่น (Alternate Uses : BMC) ให้บอกการใช้ที่เป็นไปได้ทั้งหมดสำหรับสิ่งของเฉพาะมากกว่าใช้ธรรมดา เช่น หนังสือพิมพ์ ใช้สำหรับอ่าน ใช้จุดไฟ ห่อกล่อง....

6. การตีความหมายที่คล้ายคลึงกัน (Similar Interpretation : DMS) ให้เติมประโยคหลายประโยคที่บรรจุคำที่คล้ายคลึงกัน เช่น ความงามของผู้หญิงนั้นคล้ายกับฤดูใบไม้ร่วงมัน...ผ่านไปก่อนที่จะได้ชาบซึ้งอย่างเต็มที่

7. การใช้ประโยชน์ (Utillity test : DMU, DMS) ให้บอกชื่อสิ่งที่มีประโยชน์มากที่สุด เช่น กระป๋องดีบุก ใช้ทำแจกันดอกไม้ ใช้สำหรับตัดคุกกี้

การให้คะแนนมี 2 แบบ คือ

1. จำนวนที่ตอบ (Ideational Fluency:DMU)

2. ความยืดหยุ่น (Spontaneous Flexibility)

8. ตั้งชื่อหัวข้อ (Plot Titles : DMU, DMT) ตั้งชื่อเรื่องให้หรือกำหนดเรื่องให้ เช่น เสมียนคนใหม่ในร้าน

การให้คะแนนมี 2 แบบ คือ

1. จำนวนที่ตอบ

2. คำตอบใหม่หรือคำตอบริเริ่ม

9. การสรุปผลลัพธ์ (Consequences : DHU, DMT) ให้บอกผลที่ตามมาให้มากที่สุดที่จะมากได้ ตามเหตุการณ์หรือสมมุติฐานที่กำหนดให้ เช่น อะไรจะเกิดตามมา ถ้าหากว่าคนไม่ต้องการหรือจำเป็นต้องนอนอีกต่อไป เช่น ทำงานมากยิ่งขึ้น นาฬิกาปลุกไม่จำเป็นต้องมี

การให้คะแนนมี 2 แบบ คือ

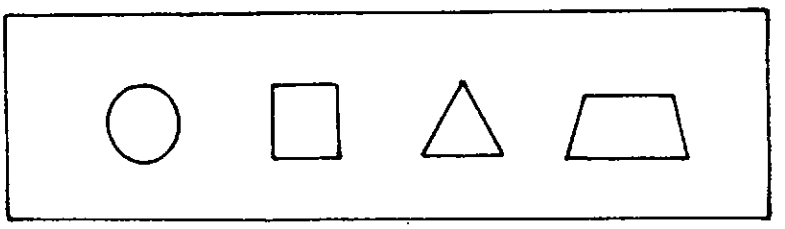
1. จำนวนคำตอบ

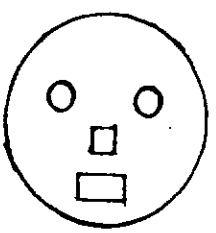
2. คำตอบใหม่

10. ประเภทของงานอาชีพ (Possible Jobs : DMT) ให้บอกชื่ออาชีพที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้ เช่น หลอดไฟฟ้า วิศวกรไฟฟ้า เจ้าของโรงงานทำหลอดไฟฟ้า และอื่น ๆ เป็นต้น

11. การวาดรูป (Making Objects : DFS) ให้วาดสิ่งของโดยใช้ชุดของรูปที่กำหนดให้ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม ฯลฯ ในรูปหนึ่ง ๆ อาจจะใช้วัตถุชิ้นเดียวกันซ้ำหรือเปลี่ยนขนาด เช่น วงกลม สามเหลี่ยม ฯลฯ

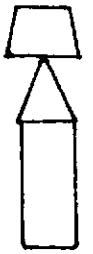
ชุดของรูป





หน้า

(ใช้รูป a,b)



ตะเกียง

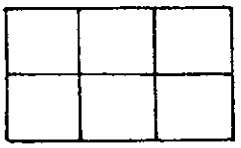
(ใช้รูป c,d)

มงกุฎ

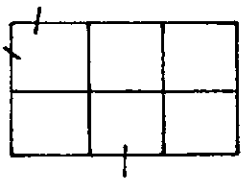
(ใช้รูปอะไร ลองฝึก)

12. ภาพร่าง (Sketches : DFU) ในแต่ละหน้าของแบบทดสอบบรรจุด้วยชุดของรูปที่เหมือนกัน เช่น วงกลม ท่าแบบร่างให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้และให้ทำเป็นรูปร่างละเอียดในแต่ละรูป

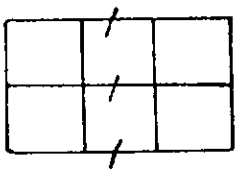
13. การแก้ปัญหาไม้ขีดไฟ (Match Problem : DFT) เป็นการแก้ปัญหาโดยให้เอาก้านไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่งออกจากรูปที่กำหนดให้ และให้ก้านไม้ขีดที่เหลือประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือรูปสามเหลี่ยมที่มีจำนวนรูปตามต้องการ เช่น ให้นำก้านไม้ขีดออก 3 ก้านให้เหลือรูปสี่เหลี่ยนจัตุรัส 4 รูป



กำหนดให้



คำตอบที่ 1



คำตอบที่ 2

14. การตกแต่งรูป (Decoration : DFI) ให้ตกแต่งรูปวาดเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่ร่างเอาไว้แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน

จะสังเกตได้ว่า คำตอบของ 10 ข้อแรกอยู่ในรูปภาษาเขียน ส่วนคำตอบ 4 ข้อหลังจะเป็นรูปภาพ

<u>แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์แรนซ์</u> ((Torrance Test of Creative Thinking) แบบทดสอบนี้ปรับมาจากแบบทดสอบของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียใต้ เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ซึ่งคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนั้นคำนึงถึงตัวประกอบต่อไปนี้ คือ ความคล่อง ความยืดหยุ่น ความริเริ่ม และความละเอียดประณีต การให้คะแนนในแต่ละตัวประกอบจึงได้คะแนนในเทอมของตัวประกอบ 1, 2, 3 หรือ 4 ตัวประกอบดังกล่าว

แบบทดสอบของ ทอร์แรนซ์ ประกอบด้วย 12 ชุด แบ่งเป็นแบบสอบทางภาษา แบบสอบที่เป็นรูปภาพและการฟัง ส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งคิดอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยคำ ส่วนที่สองคิดอย่างสร้างสรรค์ด้วยภาพ ส่วนที่สามคิดอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำ ผู้สร้างเรียกแบบทดสอบเหล่านี้ว่า "กิจกรรม" คำชี้แจงในแบบทดสอบจะเน้นให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ขจัดความกลัว สร้างความรู้สึกอบอุ่นใจ การทดสอบนี้ใช้ได้ตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษา

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Thinking Creativity with Words) ประกอบด้วยกิจกรรม 7 กิจกรรม 3 กิจกรรมแรกเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการถามและเดา (Ask and guess) กิจกรรมนี้จะใช้รูปภาพให้ผู้สอบดูแล้วตอบปัญหาต่าง ๆ โดย

1. เขียนทุกคำถามที่เขาจำเป็นต้องถามเพื่อค้นหาว่าเกิดอะไรขึ้น

2. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

3. เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์

ส่วนอีก 4 กิจกรรมประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

4. เขียนวิธีการปรับปรุงเครื่องเล่น เพื่อว่าเด็ก ๆ จะได้เล่นอย่างสนุกสนานยิ่งขึ้น

5. เขียนคำถามทั้งหมดที่อาจถามเกี่ยวกับสิ่งของสิ่งเดียวกัน

7. เป็นกิจกรรมที่คล้ายกับกิจกรรมในแบบทดสอบการสรุปผลลัพธ์ของกิลฟอร์ด โดยให้ผู้สอบบอกถึงเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ ถ้าสภาพการณ์ที่กำหนดให้เกิดขึ้นจริง

กิจกรรมเหล่านี้ให้คะแนนรวมในแต่ละลักษณะของความคิด คือ ความคล่อง ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

ตัวอย่างกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 ถึง 3 ถามและเดา (Ask and guess)

กิจกรรมที่ 1 การตั้งคำถาม โดยเขียนคำถามทั้งหมดที่นักเรียนคิดได้เกี่ยวกับรูปภาพลึกลับน่าสนใจให้ดู

กิจกรรมที่ 2 การเดาสาเหตุ ให้เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด โดยเดาสภาพการณ์ที่อาจเกิดขึ้นก่อนสภาพการณ์ในรูปที่กำหนด

กิจกรรมที่ 3 การเดาผลที่เกิดขึ้น ให้เขียนสิ่งที่อาจเป็นผลต่อเนื่องจากรูปให้มากที่สุดกล่าวคือ ให้เดาสิ่งที่จะเกิดในอนาคต

กิจกรรมที่ 4 การปรับปรุงผลผลิต (Product improvement) กำหนดรูปของเล่นให้ 1 รูป ให้เขียนรายการเปลี่ยนแปลงของเล่นนั้น ให้เป็นสิ่งอื่นที่น่าสนใจและน่าสนุกสนานโดยไม่ต้องคำนึงถึงราคา

กิจกรรมที่ 5 ประโยชน์พิเศษของสิ่งของ (Unusual uses) กำหนดกล่องชนิดหนึ่งมา ให้ใช้กล่องทำสิ่งที่น่าสนใจและแปลกใหม่ให้มากที่สุด โดยไม่จำเป็นว่ากล่องนั้นต้องเป็นขนาดเดียวกัน

กิจกรรมที่ 6 คำถามแปลกใหม่ (Unusual questions) ให้คิดคำถามเกี่ยวกับกล่องให้มากที่สุดที่จะมากได้ คำถามอาจนำไปสู่การตอบที่แตกต่างกันไป และอาจเร้าความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับกล่องอื่น ๆ โดยพยายามคิดถึงคำตอบเกี่ยวกับรูปร่างและลักษณะของกล่องที่เกิดขึ้น ซึ่งคนทั่วไปนึกไม่ถึง

กิจกรรมที่ 7 การสมมุติอย่างมีเหตุผล (Just suppose) กิจกรรมที่ให้นักเรียนบอกถึงเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ ถ้าสภาพการณ์ที่กำหนดให้เกิดขึ้นจริง

<u>ส่วนที่ 2</u> แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Thinking Creativity with Pictures) ประกอบด้วยกิจกรรม 3 กิจกรรม คือ

กิจกรรมที่ 1 การสร้างรูปภาพ (Picture Construction) โดยให้ผู้สอนลอกกระดาษสีแล้วติดลงบนแผ่นกระดาษใหม่ แล้ววาดภาพเพิ่มเติมโดยนึกถึงรูปภาพที่ไม่มีใครนึกถึง (Unusual Picture) เสร็จแล้ว ให้ตั้งชื่อและเล่าเรื่องที่น่าสนใจและตื่นเต้น

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมรูปให้สมบูรณ์ (Picture completion) เป็นการต่อเส้นให้กับรูปที่ไม่สมบูรณ์หรืออาจจะเพิ่มเติมเป็นรูปภาพ ที่ไม่มีใครนึกถึง เสร็จแล้วให้ตั้งชื่อและเล่าเรื่องในแต่ละภาพ

กิจกรรมที่ 3 เส้น (Lines) กำหนดเส้นคู่ขนานสั้น ๆ ผู้สอบต้องสร้างรูปเพิ่มเติมให้มากที่สุด

คะแนนที่ได้ในส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 เป็นคะแนนรวมที่ได้จากการวัดลักษณะความคิด 4 แบบ คือ ความคล่อง ความยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความละเอียดประณีต

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำพูด (Thinking Creativity with Sounds and Words) ประกอบด้วย กิจกรรม 2 กิจกรรม โดยให้ฟังจากเครื่องบันทึกเสียง ให้เขียนความสัมพันธ์ของเสียงในแต่ละครั้ง กิจกรรมทั้ง 2 นี้ ใช้วัดความคิดริเริ่มเท่านั้น

แบบทดสอบของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียใต้ และแบบทดสอบของทอร์แรนซ์ นั้น ความเร็วในการทำแบบทดสอบเป็นตัวประกอบที่สำคัญ และดูเหมือนจะเป็นคุณลักษณะร่วมของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ยังพบว่า คะแนนจากแบบทดสอบของทอร์แรนซ์มีความสัมพันธ์กับคะแนนความสนใจ ทัศนคติและบุคลิกภาพอื่น ๆ ด้วย

แบบทดสอบของ วอลลาช และ โคแกน (Wallach and Kogan) เป็นแบบทดสอบแบบโยงความสัมพันธ์ (Association) ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยดังนี้

ฉบับที่ 1 "พวกเดียวกัน"

ให้พยายามนึกหาคำตอบที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใครมาให้มากที่สุดจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้เช่น ให้บอกสิ่งของที่มีลักษณะแบน สิ่งของที่มีลักษณะกลม ฯลฯ แบบทดสอบนี้มีข้อย่อย 4 ข้อ

ฉบับที่ 2 "ประโยชน์ของสิ่งของ" มี 8 ข้อ

ให้บอกประโยชน์ของสิ่งของที่กำหนดให้มาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ มีด ยางรถยนต์

ฉบับที่ 3 "ความเหมือน" มี 1 ข้อ

ให้บอกถึงลักษณะที่เหมือนกันหรือคล้ายกันระหว่างของสองสิ่ง เช่น เก้าอี้กับโต๊ะ มันฝรั่งกับหัวแครอท แมวกับหมู รถยนต์กับเครื่องบิน

ฉบับที่ 4 "ความหมายของภาพเส้น" มี 8 ข้อ

ให้บอกมาให้มากที่สุดว่าเมื่อดูภาพแล้วนึกถึงอะไรบ้าง (เช่น มีภาพวงกลม 3 วง) อยู่รอบรูปสามเหลี่ยม

ฉบับที่ 5 "ความหมายของเส้น" มี 8 ข้อ

ให้ดูภาพที่เป็นเส้นแล้วบอกว่า เห็นเป็นรูปอะไรบ้าง บอกมาให้มากที่สุด

<u>การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์</u>

เนื่องจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นการให้เสรีภาพแก่ผู้ตอบในการเขียนคำตอบให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ การตรวจให้คะแนนจึงมีลักษณะเป็นอัตนัยมาก ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานให้ผู้ตรวจ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจได้ตรงกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบของกิลฟอร์ด ทอร์แรนซ์ และแบบทดสอบของวอลลาส และโคแกน

การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด คะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับจะวัดองค์ประกอบเดียว หรือให้คะแนนแบบเดี่ยว (Single score) เช่น ถ้าจะวัดความคล่อง แบบทดสอบที่ใช้วัดก็จะให้คะแนนตามจำนวนคำตอบที่ผู้สอบได้ ยกตัวอย่างแบบทดสอบประโยชน์ของอิฐ (Brick uses) ที่ถามว่า อิฐใช้ทำอะไรได้บ้าง ถ้านักเรียนตอบว่า ใช้ก่อกำแพง ก่อผนังบ้าน ถมที่ ปาสุนัข ทำค้อนตอกตะปู คำตอบเช่นนี้ จะได้คะแนนความคล่อง 5 คะแนน ถ้าจะวัดองค์ประกอบด้านอื่น เช่น ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดประณีต ก็จะสร้างแบบทดสอบขึ้นใหม่ อีกต่างหาก และถ้ามีความจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบฉบับเดิม แต่ต้องการวัดองค์ประกอบด้านอื่นอีก จะมีคำชี้แจงไว้ชัดเจนอย่างเช่น ใช้แบบทดสอบ Brick uses (Shifts) ถ้าวัดความคล่องก็จะเป็น Brick uses (Fluency) ฉบับแรกนั้นจะให้คะแนนตามจำนวนกลุ่มคำตอบ (Category) หรือทิศทางของคำตอบ ยกตัวอย่างอิฐที่ใช้ก่อกำแพง ก่อผนัง ถมที่ ปาสุนัข ตอกตะปู จะได้คะแนนความคิดยืดหยุ่น 4 คะแนน เพราะคำตอบ ก่อกำแพง

และก่อผนังเป็นคำตอบที่จัดอยู่ในกลุ่มหรือทิศทางเดียวกัน จึงให้คะแนนเป็น 1 คะแนน ในแง่ของความคิดริเริ่มนั้น กิลฟอร์ด มองความคิดริเริ่มเป็น 3 ลักษณะ คือ เป็นคำตอบที่แปลกไม่ซ้ำคนอื่น หรือซ้ำก็น้อยอย่างหนึ่ง สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ที่ไม่ชัดเจนได้ดีอย่างหนึ่ง และความฉลาดลึกซึ้งอย่างหนึ่ง ตามแนวความคิดทั้ง 3 ทางนี้ อย่างแรกให้คะแนนโดยตรวจนับความถี่ของคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม ถ้าคำตอบใดมีความถี่สูง คือ มีนักเรียนตอบกันมากก็ให้คะแนนคำตอบนั้นเป็น 0 แต่ถ้ามีความถี่น้อยตามสัดส่วนก็จะให้ 1, 2, 3 หรือ 4 แล้วแต่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง อย่างที่ 2 ดูจากจำนวนตอบที่นักเรียนตอบถูก อย่างที่ 3 นั้น ดูฉลาดในแง่การตอบที่ต่างไปและลึกซึ้งไปกว่าคำตอบที่เฉลยไว้ (Guilford and Hoepfner. 1971 : 125-128)

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์แรนซ์ มีการให้คะแนน 4 แบบ คือ ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความประณีตในการคิด (Elaboration) ส่วนแบบทดสอบของ วอลลาช และ โคแกน มีการให้คะแนน 2 แบบ คือ ความคล่องในการคิด (Fluency) และความแปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบใคร (Uniqueness)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

พรอส (Prouse. 1965 : 394) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับสติปัญญาของนักเรียนเกรด 7 จำนวน 312 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับความสนใจในวิชาการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของครู และแบบทดสอบของ กิลฟอร์ด ทางด้านอนุกรมตัวเลข และโจทย์ปัญหาของคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง -0.13 ถึง 0.53

2. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสติปัญญากับคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.48

3. ค่าความเชื่อมั่นแบบครึ่งฉบับของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เท่ากับ 0.42 แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของครู เท่ากับ 0.88 แบบทดสอบอนุกรมตัวเลข เท่ากับ 0.89 และแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.67

4. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่คิดแบบอเนกนัย มีค่าต่ำกว่าข้อสอบที่คิดแบบเอกนัย

5. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคล่องในการคิด และคะแนนความคิดริเริ่ม มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่า 0.46

6. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคล่องในการคิดกับอนุกรมตัวเลขกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าตั้งแต่ 0.01 ถึง 0.41

แต่จากผลการศึกษาของ เจนเซนต์ (Jensen. 1973 : 2168-A) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความถนัดทางตัวเลข และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยเขาได้ให้คำนิยามปฏิบัติการของคำว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเขียนคำตอบที่เป็นตัวเลข กราฟ หรือแผนภูมิ ที่แตกต่างกันซึ่งคำตอบมีลักษณะของการประยุกต์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 232 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความถนัดทางตัวเลข และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บอลกา (Balka. 1974 : 98A) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป นำมาสร้างแบบทดสอบผลการสำรวจ พบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้ คือ

1. ความสามารถในการตั้งสมมุติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของเหตุและผล จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น

5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานณ์การทางคณิตศาสตร์

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจงได้

ในการวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และ เกรด 8 จำนวน 500 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ การคิดแบบอเนกนัยกับความคิดแบบเอกนัย และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สติปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

แสลนค์คาแนนท์ (Salandanan. 1976 : 7994A) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง แบบการคิด (Conceptual style) กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical creativity) ของนักเรียนเกรด 7 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า การคิดแบบวิเคราะห์ (Analytic conceptual style) กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในกลุ่มนักเรียนปกติ แต่สำหรับกลุ่มนักเรียนปัญญาเลิศ การคิดแบบสรุปอ้างอิง (Inferential Conceptual Style) มีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการคิดแบบวิเคราะห์ (Analytic Conceptual Style) และการคิดแบบความ

สัมพันธ์ (Relational Style) และจากสมการพยากรณ์ยังพบว่า การคิดแบบวิเคราะห์ (Analytic Conceptual Style) สามารถทำนายความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ถึง 58 เปอร์เซนต์

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

สำหรับเด็กไทย ไสว เลี่ยมแก้ว (2514 : 55) ได้ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่แปลและดัดแปลงมาจากของ วอลลาช และโคแกน สอบเด็กชั้น ป.7 จากโรงเรียน 7 โรง ในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 424 คน เป็นชาย 251 คน หญิง 173 คน พบว่านักเรียนชายและหญิงมีความคิดสร้างสรรค์พอ ๆ กัน ในขณะเดียวกัน โชติ เพชรอื่น (2514 : 70) ได้ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาวิชาครู ศิลปะ และช่าง จำนวน 300 คน กลุ่มละ 100 คน พบว่าทั้งในกลุ่มครู และกลุ่มศิลปะนักเรียนชายและหญิงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่ต่างกัน ส่วนกลุ่มช่างมีความคิดสร้างสรรค์เฉพาะนักเรียนชาย นอกจากนี้ ประสิทธิ์ บัวคลี่ (2514 : 40) ได้ศึกษาจากเด็กชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 416 คน แบ่งเป็นกลุ่มเด็กไทยในต่างจังหวัด ชาย 50 คน หญิง 50 คนเด็กไทยในกรุงเทพฯ ชาย 50 คน หญิง 50 คน เด็กนานาชาติ ชาย 99 คน หญิง 117 คน พบว่า กลุ่มนักเรียนในกรุงเทพฯนักเรียนชายมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าหญิง ส่วนกลุ่มนักเรียนไทยในต่างจังหวัด และนักเรียนนานาชาติ นักเรียนชายและหญิงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สมศักดิ์ วยะนันท์ (2517 : 44-50) ได้ศึกษาความสามารถของการคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) เอกนัย (Convergent thinking) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2516 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจากกลุ่มโรงเรียนในเมืองหลวง และกลุ่มโรงเรียนในชนบทภาคกลาง จำนวน 353 คน โดยแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถของการคิดแบบอเนกนัย กับเอกนัย ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีโดยสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด ประกอบด้วยแบบทดสอบ

8 ฉบับ ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านอเนกนัย และเอกนัยที่สร้างขึ้นมีค่าความเชื่อมั่นสูงตั้งแต่ .7560 ถึง .9653 สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอเนกนัย เท่ากับ .66483 แบบทดสอบเอกนัย เท่ากับ .54502 และสมรรถภาพสองด้านการคิดแบบอเนกนัย และเอกนัย มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ไพรัตน์ วงษ์นาม (2523 : 82-88) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดอุดรธานี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบตามวิธีของ วอลลาช และ โคแกน (Wallach and Kogan) กับของทอแรนซ์ และ ยามาโมโต (Torrance and Yamamoto) รวมกัน แบบทดสอบที่สร้าง ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 12 ฉบับ คือ การวาดภาพจากวงรี การประกอบภาพ การใช้สิ่งของอย่างพิสดาร การตั้งชื่อเรื่องสั้น การหาค่าที่มีความหมายคล้ายกัน ความคล้ายคลึง ผลที่จะเกิดตามมา ความหมายของภาพ ความสัมพันธ์ทางสังคม การแต่งเรื่องสั้น เส้นกับความรู้สึก และความรู้สึกกับการกระทำ ผลการวิจัยพบว่า ความเชื่อมั่นของคะแนนความคล่องมีค่าสูงสุด รองลงมาคือความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดยืดหยุ่น ส่วนความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดริเริ่ม มีค่าต่ำกว่าสองประเภทแรก สำหรับความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ พบว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความสัมพันธ์กับเกณฑ์สูง

พิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์ (2529 : 94-105) ได้สร้างแบบทดสอบการคิดอเนกนัย ด้านสัญลักษณ์ตัวเลขตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด จำนวนหกฉบับ คือ การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ตัวเลข แบบหน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ โดยให้คะแนนเป็น 3 ด้าน คือ ความคล่องแคล่วในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2528 ของ

โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จังหวัดระยอง จำนวน 625 คน คุณภาพของแบบทดสอบได้ผลดังนี้ คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบทุกข้อในทุกฉบับมีค่าสูง ความเชื่อมั่นรวมทั้ง 6 ฉบับ มีค่า .8270 และมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2517 : 64-101) ได้สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามแนวของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์แรนซ์ ประกอบด้วยข้อสอบ 3 ข้อ คือ

ข้อ 1. "สมมุติว่า" เป็นการกำหนดสถานการณ์ สมมุติว่าบนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนคนมองเห็นกันแต่ขาเท่านั้น อะไรจะเกิดขึ้น จะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

ข้อ 2. "ทิ้งไข่" เป็นการกำหนดปัญหาให้นักเรียนคิดหาวิธีที่จะทิ้งไข่ดิบ (ไข่ไก่หรือไข่เป็ดก็ได้) 1 ฟอง ลงมาจากตึกชั้น 3 โดยที่เมื่อไข่ตกถึงพื้นไข่ยังไม่แตก (จะใช้อุปกรณ์ใด ๆ ช่วยก็ได้)

ข้อ 3. "ปลาทอง" เป็นการกำหนดอุปกรณ์ให้นักเรียนวางแผนออกแบบเอาปลาทองไปทดลอง โดยที่ไม่ทำให้ปลาทองบาดเจ็บ

แบบทดสอบของ ทัศนีย์ มีค่าความเชื่อมั่น .748 และความตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) มีค่า .281 ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 กับแบบทดสอบของ พงษ์ชัย พัฒนผลไพบูลย์

สุมาลี กาญจนชาตรี (2525 : 26-32) ได้ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้นิยาม ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาโดยนำทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้ ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบจำนวน 3 ข้อ คือ

ข้อ 1 "การใช้ประโยชน์" กำหนดสภาพการณ์ที่เป็นรูปภาพเกี่ยวกับธรรมชาติได้ กล่าวคือ เป็นรูปภาพที่ประกอบด้วยบริเวณที่เป็นภูเขาที่มีต้นไม้ที่ราบ หนองน้ำจืด ที่เนิน หาดทราย ให้นักเรียนเขียนการใช้ประโยชน์จากบริเวณต่าง ๆ ที่กำหนด

ข้อ 2 "นักประดิษฐ์" กำหนดอุปกรณ์ ได้แก่ กระป๋องรูปต่าง ๆ ขวดพร้อมฝาปิดไม้ไผ่ และวัสดุอื่น ๆ เช่น มีด กรรไกร ฆ้อน กาว เทปติดกระดาษ ฯลฯ ให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์มาประกอบเป็นเครื่องมือเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

ข้อ 3 "นักค้นคว้า" กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ดังนี้ "นักพฤกษศาสตร์เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ในป่า...แล้วนำต้นกล้า กิ่งใบ พร้อมทั้งเมล็ดมาอย่างละ 10 ก.ก." ให้นักเรียนวางแผนออกแบบการทดลองนำส่วนต่าง ๆ ของพืชมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการเกษตร ฯลฯ

แบบทดสอบที่ สุมาลี สร้างขึ้นมีค่าความเชื่อมั่น .5599 และมีค่าความตรงร่วมสมัยกับแบบทดสอบของ ทัศนีย์ ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .001

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 58-63) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ฉบับ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2526 จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ จำนวน 515 คน ลักษณะของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง 3 ฉบับ ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทอร์แรนซ์ ฉบับภาษาเขียน ซึ่งแต่ละฉบับมี 5 กิจกรรม คือ การตั้งคำถาม การหาสาเหตุ 3 ฉบับ อยู่ในเกณฑ์สูงพอสมควร กล่าวคือ เท่ากับ .64, .52 และ .56 ตามลำดับ แต่จากการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยใช้เทคนิคกลุ่มรู้ชัด มีเพียงฉบับที่ 1 เท่านั้น ที่มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นงนุช วรรธนะหะ (2514 : 75-79) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยหลักการ และวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริง กับความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงของวิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา จำนวน 109 คน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหา (โดยไม่คำนึงถึงวิธีการ) มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการและโดยอาศัยข้อเท็จจริงไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พรรณี เดชกำแหง (2515 : 34) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 และ 2 จำนวน 238 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ดัดแปลงจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของมิเนโซตาจำนวน 3 ฉบับ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคล่องในการคิดและความคิดที่ยืดหยุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.38 และ 0.40 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดริเริ่ม เพราะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียง 0.12 เท่านั้น

สุเทพ บุตรกัณหา (2517 : 64) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ การยอมรับตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 และมัธยมศึกษาปีที่ 7 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ซึ่งมีจำนวน 203 คน ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

เท่ากับ .3128 และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีจำนวน 200 คน ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .2240

สมบูรณ์ แช่ภู่ (2525 : 50-56) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 412 คน ผลปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .1436

จันทร์เพ็ญ ธนาศุภกรกุล (2526 : 149) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .4852

สุริยา ผลโพธิ์ (2525 : 59) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกและความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนมัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 346 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกกับความคิดสร้างสรรค์สามารถเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตได้อีกด้วย

# บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาเทคนิคในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ตลอดจนหาคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาแบบทดสอบต่อไป โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้คือ

### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตห้องที่การศึกษา 2 ในกรุงเทพมหานคร ประจำปีการศึกษา 2532

### กลุ่มตัวอย่าง

การเลือกตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวนหาขนาดที่พอดีของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยโดยใช้สูตร

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$ (Taro Yamane. 1973. : 14)

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน ขนาดประชากร

e แทน ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (ผู้วิจัยกำหนดให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ 5 เปอร์เซนต์)

จำนวนประชากร 8,361 คน สามารถคำนวนหากลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดพอดีได้ 382 คน

ขั้นที่ 2 การเลือกตัวอย่างประชากรโรงเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ตามประเภทของโรงเรียน กล่าวคือ เป็นประเภทโรงเรียนสหศึกษา โรงเรียนชายและโรงเรียนหญิง จำนวน 15 โรงเรียน แล้วคำนวนหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่พอดีของประชากรในแต่ละประเภทของโรงเรียนโดยใช้สูตร

$$Optn_h = \frac{N_h}{N} no$$

เมื่อ $Optn_h$ แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่พอดีในแต่ละประเภทโรงเรียน

$N_h$ แทน ขนาดประชากรในแต่ละประเภทโรงเรียน

N แทน ขนาดประชากรทั้งหมด

no แทน ขนาดตัวอย่างทุกระดับ

จากการคำนวนได้กลุ่มตัวอย่างในแต่ละประเภทโรงเรียน ดังนี้

โรงเรียนสหศึกษา จำนวนนักเรียน 176 คน

โรงเรียนชาย จำนวนนักเรียน 93 คน

โรงเรียนหญิง จำนวนนักเรียน 113 คน

ขั้นที่ 3 หลังจากได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามประเภทของโรงเรียนแล้ว ทำการสุ่มโรงเรียน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ตามอัตราส่วนจำนวนประเภทของโรงเรียน 2 : 1 : 1 ได้จำนวนทั้งหมด 7 โรงเรียน

ขั้นที่ 4 ทำการสุ่มนักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม และนักเรียนเป็นหน่วยการวิเคราะห์ได้จำนวน 9 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 382 คน ดังตาราง 2

ตาราง 2 รายชื่อโรงเรียน ประเภทโรงเรียน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง และครั้งที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

| ลำดับที่ | โรงเรียน | จำนวนนักเรียน | ประเภทของโรงเรียน | จำนวนนักเรียนในการสอบ ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | พุทธจักรวิทยา | 639 | สห | 40(50) | | | 1.ประชากร |
| 2 | เจ้าพระยาวิทยาคม | 613 | สห | | 40(43) | | นักเรียนประเภท |
| 3 | นนทรีวิทยา | 693 | สห | | | 50(46) | สหศึกษา 3,882 |
| 4 | อานนาเวศวิทยาคม | 700 | สห | | | 50(49) | คน |
| 5 | สันติราษฎร์วิทยาลัย | 704 | สห | | | 76(88) | 2. ประชากร |
| 6 | มักกะสันพิทยา | 513 | สห | | 40(47) | | นักเรียนประเภท |
| 7 | เทพสิรินทร์ | 600 | ช | | | 50(52) | โรงเรียนชาย |
| 8 | วัดสระเกศ | 396 | ช | 40(52) | | | 2,036 คน |
| 9 | ไตรมิตรวิทยาลัย | 399 | ช | | 40(46) | | 3.ประชากร |
| 10 | วัดสุทธิวราราม | 641 | ช | | | 43(53) | นักเรียนประเภท |
| 11 | สายปัญญา | 614 | ญ | | 40(40) | | โรงเรียนหญิง |
| 12 | สตรีมหาพฤฒาราม | 653 | ญ | | | 63(37) | 2,463 คน |
| 13 | สตรีศรีสุริโยทัย | 500 | ญ | | | 50(42) | |
| 14 | ศรีอยุธยา | 696 | ญ | 40(50) | | | |
| | รวม | 8,361 | | 120 (152) | 160 (176) | 382 (367) | |

ข้อมูลในวงเล็บ คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูลได้จริงในการวิจัยครั้งนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดและทอร์แรนซ์ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นตามนิยามปฏิบัติการ ซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ แบบทดสอบประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดความสามารถดังต่อไปนี้คือ

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

4. ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด

6. ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำ (Operation) ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบแต่ละด้านประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ข้อ ให้เวลาด้านละ 12 นาที โดยผู้สอบเป็นผู้เขียนคำตอบให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี แนวคิด งานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ โดยเฉพาะจากงานวิจัยของ บอลคา (Balka) ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2530)

2. สร้างนิยามปฏิบัติการ โดยการวิเคราะห์เอกสารและผ่านการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นิยามปฏิบัติการ ซึ่งลักษณะข้อสอบเป็นแบบให้นักเรียนเขียนตอบ โดยพยายามให้ได้คำตอบมากที่สุด และแปลกแตกต่างจากผู้อื่นมากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงตามนิยาม และแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

5. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 152 คน จากโรงเรียน 3 แห่งดังนี้

5.1 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 50 คน

5.2 โรงเรียนวัดสระเกศ 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 52 คน

5.3 โรงเรียนศรีอยุธยา 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 50 คน

ในขณะที่ทำการทดสอบ ได้หาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบแต่ละด้านเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดเวลาในการทดลองสอบครั้งที่ 2

6. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้ t-test เป็นค่าสถิติในการตรวจสอบพร้อมกับปรับปรุงข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกไม่ได้ตามเกณฑ์

7. ทดสอบครั้งที่ 2 โดยนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงและได้ตามเกณฑ์จากการทดลองสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 176 คน จากโรงเรียน 4 แห่งดังนี้

7.1 โรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 43 คน

7.2 โรงเรียนมักกะสันพิทยา 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 47 คน

7.3 โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 46 คน

7.4 โรงเรียนสายปัญญา 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน

8. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแล้วคัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ของแต่ละด้านไว้

9. ทดสอบครั้งที่ 3 โดยนำแบบทดสอบที่ได้ตามเกณฑ์จากการทดลองสอบครั้งที่ 2 ไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 3 จำนวน 367 คน

10. นำผลการสอบครั้งที่ 3 มาหาค่าความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

11. นำผลข้อสอบครั้งที่ 3 มาสร้างเกณฑ์ปกติโดยคำนวนค่าที-ปกติ

12. เขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบ

รายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยความสามารถทางคณิตศาสตร์ 7 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียดของแบบทดสอบแต่ละด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

ให้นักเรียนสร้างโจทย์คณิตศาสตร์ที่คำนวนแล้ว ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 36 (หน่วย)

ตัวอย่างคำตอบ

1. สนามฟุตบอลแห่งหนึ่งด้านยาว ๆ กว่าด้านกว้าง 5 เมตร แล้วถ้าวัดโดยรอบสนามนี้ยาว 26 เมตร สนามฟุตบอลแห่งนี้มีพื้นที่เท่าไร

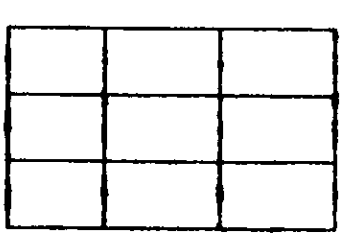
2. อีก 10 ปีข้างหน้านายดำมีอายุ 50 ปี เมื่อ 4 ปีที่แล้ว นายดำอายุ เท่าไร

2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนหาตัวเลขมาใส่ในตารางแล้วทำให้ผลบวกตามแนวนอนเท่ากับผลบวกตามแนวตั้ง และเท่ากับผลบวกตามแนวเส้นทะแยงมุม โดยใช้ตัวเลขไม่ซ้ำกัน



**ตัวอย่างคำตอบ**

1)

| | | |
|---|---|---|
| 10 | 11 | 6 |
| 5 | 9 | 13 |
| 12 | 7 | 8 |

2)

| | | |
|---|---|---|
| 8 | 1 | 6 |
| 3 | 5 | 7 |
| 4 | 9 | 2 |

3. **ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่**

**ตัวอย่าง**

"ชาย 2 คน ต้องการแบ่งน้ำจากกระป๋องคนละครึ่ง ซึ่งในกระป๋องมีน้ำอยู่ 8 ลิตร แต่เขามีภาชนะที่ใช้แบ่ง 2 ขนาด คือ ขนาดจุ 5 ลิตร กับขนาดจุ 3 ลิตร ดังนั้นชาย 2 คน จะมีวิธีการแบ่งน้ำกันอย่างไร

**ตัวอย่างคำตอบ**

1. ขั้นที่ 1 เทน้ำในกระป๋อง 8 ลิตร ใส่ในภาชนะขนาดจุ 5 ลิตร จนเต็ม แล้วเทน้ำจากภาชนะ 5 ลิตรไปใส่ภาชนะ 3 ลิตร ดังนั้นจะเหลือน้ำในภาชนะ 5 ลิตรอยู่ 2 ลิตร นำไปเก็บไว้ต่างหาก

ขั้นที่ 2 เทน้ำจากภาชนะ 3 ลิตร ใส่ตืนกระป๋อง จะทำให้น้ำในกระป๋องมีอยู่ 6 ลิตร เทน้ำจากกระป๋องใส่ภาชนะ 5 ลิตร แล้วเทใส่ภาชนะ 3 ลิตร จะทำให้เหลือน้ำในภาชนะ 5 ลิตรอยู่ 2 ลิตร นำน้ำ 2 ลิตรไปรวมกับขั้นที่ 1 จะได้น้ำ 4 ลิตร

4. <u>ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์</u>

<u>ตัวอย่าง</u>

<u>คำชี้แจง</u>

ใช้ตารางข้างล่างนี้ตอบคำถาม

ตารางแสดงปริมาณข้าวที่ปลูกได้ในภาคทั้งสี่ของประเทศไทย (น้ำหนักคิดเป็นหน่วยล้านตัน)

| ภาค<br>ปี พ.ศ. | กลาง | ตะวันออกเฉียงเหนือ | เหนือ | ใต้ |
|---|---|---|---|---|
| 2529 | 178 | 163 | 150 | 186 |
| 2530 | 195 | 183 | 150 | 150 |
| 2531 | 199 | 225 | 150 | 143 |

ถ้าในปี พ.ศ.2535 รัฐได้ส่งเสริมให้ชาวนาได้ทำนาปีละสองครั้ง ส่วนสภาพอื่น ๆ คล้ายคลึงกันกับ พ.ศ.2531 ถามว่านักเรียนจะสามารถคาดคะเนอะไรได้บ้างเกี่ยวกับปริมาณของข้าวที่ปลูกได้

ตัวอย่างคำตอบ 1. ในปี พ.ศ.2535 ภาคเหนือ คาดว่าจะได้ปริมาณข้าว 2 x 150 ล้านตัน

2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะยังคงเป็นภาคที่ได้ปริมาณข้าวมากที่สุด

5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด

ตัวอย่าง

ให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการคิดคำตอบตัวเลขที่เกิดจากเงื่อนไข ดังต่อไปนี้ คือ

1. เป็นเลข 2 จำนวนใด ๆ

2. ผลรวมของเลขสองจำนวนเท่ากับ 14

3. ผลคูณของเลขสองจำนวนมีค่ามากกว่า 10

| ตัวอย่างคำตอบ | ผลรวมของตัวเลข | ผลคูณของตัวเลข |
|---|---|---|
| 1. | 7+7 | 7 x 7 |
| 2. | 1+11 | 1 x 11 |

6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป

ตัวอย่าง กรณีที่ 1 ถ้าเรานิยามเครื่องหมาย ⊕ แทนการบวก เช่น a ⊕ b หมายความว่า a+b แต่ผลลัพธ์ไม่คิดหลักสิบ (ให้ใส่เฉพาะหลักหน่วยเท่านั้น)

เช่น 5 ⊕ 7 = 2

กรณีที่ 2 ถ้าเรานิยามเครื่องหมาย * แทนการลบ เช่น a * b หมายความว่า a - b แต่ผลลัพธ์ไม่คิดหลักสิบ (ให้ใส่เฉพาะหลักหน่วยเท่านั้น)

เช่น 6 * 5 = 2

ให้นักเรียนใช้เครื่องหมาย ⊕ และ * และใช้ตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 9 เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ในรูปของสมการให้มากที่สุด

ตัวอย่างคำตอบ 1. 9 ⊕ 8 = 7

2. 4 * 1 = 3

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำ (Operation) ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนจัดกลุ่มของตัวเลขที่กำหนดให้ตามเกณฑ์หรือคุณสมบัติหรือลักษณะบางอย่างร่วมกันให้ได้มากที่สุด โดยที่แต่ละหน่วยต้องมีตัวเลขตั้งแต่ 3 จำนวน ขึ้นไป พร้อมทั้งระบุเกณฑ์ในการจัดแต่ละกลุ่มด้วย

12 15 17 18 19 23 27 32

| ตัวอย่างคำตอบ | กลุ่ม | เกณฑ์ |
|---|---|---|
| 1. | 12 15 18 27 | หารด้วย 3 ลงตัว |
| 2. | 12 18 32 | หารด้วย 2 ลงตัว |
| 3. | 17 19 23 | เป็นจำนวนเฉพาะ |
| 4. | 15 17 19 23 27 | เป็นเลขคี่ |

วิธีการตรวจให้คะแนน

เนื่องจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ให้เสรีภาพแก่ผู้ตอบในการเขียนคำตอบที่ถูกต้องให้มากที่สุดเท่าที่คำตอบจะเป็นไปได้ ดังนั้นเพื่อให้การตรวจมีลักษณะเป็นปรนัย จึงได้กำหนดเกณฑ์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจให้คะแนน ดังนี้คือ

1. คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกตามเงื่อนไขของข้อสอบแต่ละข้อ โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

2. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากจำนวนกลุ่มหรือทิศทางของคำตอบกล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคล่องแคล่วไปแล้ว มาจัดเป็นกลุ่มหรือคำตอบที่เป็นทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกัน ก็จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้วให้นับจำนวนกลุ่ม โดยให้คะแนนกลุ่มละ 1 คะแนน

ในกรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มที่จัดไว้เรียบร้อยแล้วได้ ผู้ตรวจอาจจัดกลุ่มขึ้นใหม่ได้อีกตามความจำเป็น จนกว่าจะครบตามคำตอบ

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น คะแนนความริเริ่มนี้พิจารณาจากคำตอบของผู้เข้าสอบในครั้งเดียวกัน โดยใช้เกณฑ์การตอบซ้ำดังนี้

| คำตอบซ้ำกัน | คะแนนที่ได้ |
|---|---|
| 12% ขึ้นไป | 0 |
| 6-11% | 1 |
| 3-5% | 2 |
| 2% | 3 |
| ไม่เกิน 1% | 4 |

ดังนั้นการให้คะแนนความคิดริเริ่ม จึงต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วจึงนำความถี่นั้นเทียบกับเกณฑ์ข้างต้น แล้วจึงให้คะแนน

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนและนัดหมายวัน เวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปทำการสอบ

2. จัดเตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง

3. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ และผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการทดสอบ

4. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบ และวิธีตอบก่อนที่จะลงมือทำ

5. นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์รายข้อตามคะแนนทั้ง 3 องค์ประกอบ การสอบครั้งที่ 1 วิเคราะห์รายข้อและคัดข้อที่ดีจากการสอบครั้งที่ 2

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผ่านการวิเคราะห์รายข้อ ปรับปรุงและคัดเลือกมาแล้ว ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบและหาเกณฑ์ปกติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์ข้อคำถามเป็นรายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ t-test แบบเทคนิค 25 เปอร์เซนต์ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 185 ; อ้างอิงมาจาก Edwards. 1957 : 152-154)

$$t = \frac{X_H - X_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

$X_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$X_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

$S_H^2$ แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง

$S_L^2$ แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟ่า (α-coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 171)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\Sigma S_i^2}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ $\alpha$ แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$S_i^2$ แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

$S_t^2$ แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

4. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยแยกเป็นความเที่ยงตรงเหมือน (Convergent Validity) และความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) (Allen and Yen. 1979 : 109) สำหรับแบบทดสอบฉบับที่เป็นเกณฑ์ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ มิเนโซตา (Minnesota Test of Creative Thinking) ที่ทอร์แรนซ์ (Torrance) ได้ปรับปรุงขึ้น ซึ่งรัชธร กอบุญช่วย (2522) ได้นำแบบทดสอบชุดนี้ไปใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการหาค่าความเที่ยงตรงสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ใช้สูตรการหาค่าสหสัมพันธ์แบบ Pearson Product-Moment Correlation Coefficient (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 164)

$$r = \frac{N\Sigma XY - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

เมื่อ N แทน จำนวนนักเรียน

$\Sigma X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ X

$\Sigma Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ Y

$\Sigma X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\Sigma Y^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\Sigma XY$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่างคะแนนดิบ X กับ Y แต่ละคู่

5. ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ (Percentile Rank) โดยใช้สูตร (สมบูรณ์ ชิตพงษ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. 2524 : 92)

$$PR = \frac{100}{N}(cf + 1/2\ f)$$

เมื่อ PR แทน ตำแหน่งเปอร์เซนต์ไทล์

f แทน ความถี่ของแต่ละช่วงคะแนน

cf แทน ความถี่สะสม

N แทน จำนวนนักเรียน

6. หาค่าคะแนนที-ปกติ (T-score) โดยนำค่าเปอร์เซนต์ไทล์ไปเปิดตารางสำหรับเปลี่ยนคะแนนที-ปกติ (Garrett. 1967 : 467)

# บทที่ 4

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

**สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

X แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

SEM แทน คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

$r_{tt}$ แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

t แทน ค่าวิกฤติในการทดสอบนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย (t-distribution)

T แทน คะแนนที่ปกติ (Normalized T-score) ในเกณฑ์ปกติ (Norm

Fu แทน คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด

Fe แทน คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด

O แทน คะแนนความคิดริเริ่ม

Fu1 แทน คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

Fe1 แทน คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

O1 แทน คะแนนความคิดริเริ่ม ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

Fu2 แทน คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด ที่ได้จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

Fe2 แทน คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด ที่ได้จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

O2 แทน คะแนนความคิดริเริ่ม ที่ได้จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทั่วไปของ กอร์แรนซ์

ด้านที่ 1 แทน ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ด้านที่ 2 แทน ความสามารถในการสร้างรูปทางคณิตศาสตร์

ด้านที่ 3 แทน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

ด้านที่ 4 แทน ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ด้านที่ 5 แทน ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด

ด้านที่ 6 แทน ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป

ด้านที่ 7 แทน ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

<u>การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นตอน ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองแบบทดสอบครั้งที่ 1

1.1 การวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก

1.2 การปรับปรุงข้อสอบ

ตอนที่ 2 การทดลองแบบทดสอบครั้งที่ 2

2.1 การวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก

2.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2.3 การคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ

ตอนที่ 3 การทดลองแบบทดสอบครั้งที่ 3

3.1 การวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก

3.2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.4 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

3.5 คะแนนเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การทดลองแบบทดสอบครั้งที่1

1.1 การวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน จำนวน 17 ข้อ ที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ

ด้านที่ 2 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ จำนวน 2 ข้อ

ด้านที่ 4 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

ด้านที่ 5 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด จำนวน 4 ข้อ

ด้านที่ 6 ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป จำนวน 2 ข้อ

ด้านที่ 7 ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลขหรือภาพเรขาคณิตหรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร จำนวน 2 ข้อ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบดังกล่าวไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 152 คน ใช้เวลาในการสอบ 1 ชั่วโมง 45 นาที แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 25 เปอร์เซ็น ในการแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ซึ่งได้กลุ่มละ 38 คน แล้วนำมาหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้ค่า t-test ดังปรากฏผลในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| ด้านที่ | ข้อที่ | ค่าอำนาจจำแนก t | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Fu | Fe | O |
| 1 | 1.1 | 3.465 | 3.465 | 5.116 |
| | 1.3 | 4.998 | 8.259 | 6.986 |
| 2 | 2.1 | 5.409 | 3.675 | 3.639 |
| | 2.2 | 5.408 | 3.841 | 5.381 |
| 3 | 3.1 | 6.774 | 6.774 | 5.808 |
| | 3.2 | 1.875 | 5.536 | 5.554 |
| 4 | 4.1 | 7.323 | 5.418 | 4.764 |
| | 4.2 | 5.330 | 6.983 | 5.581 |
| 5 | 5.2 | 3.806 | 3.806 | 2.610 |
| | 5.3 | 5.076 | 5.072 | 6.871 |
| 6 | 6.1 | 13.252 | 12.779 | 3.482 |
| | 6.2 | 6.797 | 7.963 | 4.360 |
| 7 | 7.1 | 11.789 | 11.789 | 13.942 |
| | 7.2 | 11.950 | 11.950 | 2.303 |

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน รวม 14 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 1.875 ถึง 13.252 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 3.465 ถึง 12.779 มีค่าอำนาจจำแนก ของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 2.303 ถึง 13.942 ดังรายละเอียดซึ่งแยกเป็นด้าน ๆ ดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 3.465 ถึง 4.998 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 3.465 ถึง 8.259 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 5.116 ถึง 6.986 สำหรับข้อ 1.2 เป็นข้อที่ไม่ผู้ใดทำได้ถูกต้อง ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องมาจากข้อคำถามไม่ชัดเจน

ด้านที่ 2 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 5.408 ถึง 5.409 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 3.675 ถึง 3.841 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 3.639 ถึง 5.381

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วตั้งแต่ 1.875 ถึง 6.774 มีอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 5.536 ถึง 6.774 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 5.554 ถึง 5.808

ด้านที่ 4 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 5.330 ถึง 7.323 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้ง 5.418 ถึง 6.983 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 4.764 ถึง 5.581

ด้านที่ 5 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 3.806 ถึง 5.072 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 2.610 ถึง 6.871 สำหรับข้อ 5.1 และ 5.4 เป็นข้อที่ไม่มีผู้ใดทำได้ถูกต้อง ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องมาจากข้อคำถามไม่ชัดเจน

ด้านที่ 6 ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 6.797 ถึง 13.252 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิด ตั้งแต่ 7.963 ถึง 12.779 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 3.482 ถึง 4.360

ด้านที่ 7 ความสามารถในการในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิต-ศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 11.789 ถึง 11.950 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 11.789 ถึง 11.950 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 2.303 ถึง 13.942

1.2 การปรับปรุงข้อสอบและรวบรวมเป็นฉบับใหม่

จากการทดลองในครั้งที่ 1 ซึ่งต้องใช้เวลาในการสอบ 1 ชั่วโมง 45 นาที ทั้งนี้ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการอธิบายตัวอย่างในการทำข้อสอบแต่ละด้าน ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบโดยถือหลักเกณฑ์การพิจารณาอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละองค์ประกอบ ผลปรากฏว่าข้อที่ 1.2, 5.1 และ 5.4 ไม่มีผู้ใดตอบได้ถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงคัดข้อสอบทั้ง 3 ข้อออก

หลังจากคัดเลือกแล้วแบบทดสอบด้านที่ 1 และด้านที่ 5 เหลือด้านละ 2 ข้อ จากนั้น ได้รวบรวมและปรับปรุงข้อคำถามแล้วจัดเรียงลำดับที่ของแบบทดสอบใหม่

ตอนที่ 2 การทดลองแบบทดสอบครั้งที่ 2

2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบซึ่งรวบรวมเป็นฉบับใหม่หลังจากผ่านการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกในการทดลองครั้งที่ 1 มาแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 176 คน ใช้เวลาในการสอบ 1 ชั่วโมง 24 นาที แล้วนำผลการสอบมาทำการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละด้านเป็น

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน รวม 14 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 1.953 ถึง 25.418 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 3.008 ถึง 15.538 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 2.241 ถึง 14.283 ดังรายละเอียดซึ่งแยกเป็นด้าน ๆ ดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 9.348 ถึง 9.657 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 10.459 ถึง 11.061 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่ม 9.358 ถึง 12.743

ด้านที่ 2 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 4.904 ถึง 5.803 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 3.003 ถึง 10.402 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 3.489 ถึง 5.713

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 1.953 ถึง 13.496 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 8.030 ถึง 13.626 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 8.019 ถึง 13.972

ด้านที่ 4 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 7.763 ถึง 15.538 มีค่าอำนาจของคะแนนความยืดหยุ่นตั้งแต่ 7.535 ถึง 15.536 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 4.529 ถึง 5.482

ด้านที่ 5 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 10.705 ถึง 12.815 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 10.413 ถึง 12.999 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 9.051 ถึง 13.554

ด้านที่ 6 ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 13.866 ถึง 25.418 มีค่ามีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 11.215 ถึง 13.317 มีค่ามีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 2.241 ถึง 11.564

ด้านที่ 7 ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลขหรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ มีค่ามีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 13.648 ถึง 15.434 มีค่ามีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 13.934 ถึง 15.173 มีค่ามีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 11.651 ถึง 14.283

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 2 มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับและแยกตามองค์ประกอบของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ($\alpha$-coefficient)

ตาราง 5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ และแยกตามองค์ประกอบของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| องค์ประกอบของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ | $r_{xx}$ |
|---|---|
| ความคล่องแคล่วในการคิด | 0.437 |
| ความยืดหยุ่นในการคิด | 0.412 |
| ความคิดริเริ่ม | 0.508 |
| รวมทั้งฉบับ | 0.560 |

จากตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดริเริ่มสูงสุด คือ 0.508 ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดต่ำสุด คือ 0.412 และค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้ง 3 องค์ประกอบ เท่ากับ 0.560

2.3 การคัดเลือกข้อสอบและรวบรวมเป็นฉบับใหม่

หลังจากวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละองค์ประกอบเป็นรายข้อจากการทดสอบครั้งที่ 2 แล้ว ปรากฏว่ามีค่ามีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละองค์ประกอบถึงเกณฑ์ทุกข้อ ผู้วิจัยจึงไม่ได้คัดข้อสอบออก ยังคงไว้เหมือนเดิม แต่ได้ปรับปรุงภาษาและเวลาให้เหมาะสม เพื่อใช้ในการทดสอบครั้งต่อไป

ตอนที่ 3 การทดลองแบบทดสอบครั้งที่ 3

การทดสอบในครั้งที่หนึ่ง และครั้งที่สองที่ผ่านไปนั้น เป็นการทดลองสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก และหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้แก่ ค่าความเชื่อมั่น แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้นำไปทดลองสอบครั้งที่สาม

การทดลองครั้งที่สาม เป็นการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นทั้ง 7 ด้าน โดยพิจารณาค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละองค์ประกอบ ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง พร้อมทั้งเกณฑ์ปกติ เพื่อใช้ตีความหมายของคะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นดังกล่าวซึ่งผลการวิเคราะห์จะได้เสนอเป็นลำดับ ดังนี้

3.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด แยกตามองค์ประกอบของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รายละเอียดแสดงดังตาราง 6-8

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของ คะแนนความคล่องแคล่วในการคิดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 3

| แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ | n | X | S.D | SEM |
|---|---|---|---|---|
| ด้านที่ 1 | 2 | 6.692 | 5.563 | ±.290 |
| ด้านที่ 2 | 2 | 4.572 | 5.763 | ±.301 |
| ด้านที่ 3 | 2 | 10.142 | 10.423 | ±.544 |
| ด้านที่ 4 | 2 | 3.553 | 6.622 | ±.346 |
| ด้านที่ 5 | 2 | 11.662 | 12.136 | ±.633 |
| ด้านที่ 6 | 2 | 16.264 | 9.723 | ±.508 |
| ด้านที่ 7 | 2 | 4.935 | 5.454 | ±.285 |
| รวมทั้งฉบับ | 14 | 57.820 | 30.108 | ±1.572 |

จากตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดด้านความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไปมีค่าสูงสุด คือ 16.264 แสดงว่าเป็นด้านที่กลุ่มตัวอย่างสามารถคิดคำตอบได้ในปริมาณมากที่สุด คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดด้านความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าต่ำสุด คือ 3.553 แสดงว่าเป็นด้านที่กลุ่มตัวอย่างสามารถคิดคำตอบได้ในปริมาณน้อยที่สุด สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดด้านความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด มีค่าความเบี่ยงมาตรฐานมากที่สุดคือ

12.136 แสดงว่า ความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มตัวอย่างในด้านนี้แตกต่างกันมากที่สุด ในขณะที่ด้านความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด คือ 5.451 แสดงว่าความคล่องแคล่วในการคิดของกลุ่มตัวอย่างในด้านนี้มีความสามารถแตกต่างกันน้อยที่สุด ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดด้านความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิดมีค่าสูงสุดคือ ±.633 ด้านความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ มีค่าต่ำสุดคือ ±.285

ตาราง 7 ค่าสถิติพื้นฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของ คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด สร้างทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบ ครั้งที่ 3

| แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ | n | X | S.D | SEM |
|---|---|---|---|---|
| ด้านที่ 1 | 2 | 5.251 | 4.224 | ±.221 |
| ด้านที่ 2 | 2 | 3.719 | 5.490 | ±.287 |
| ด้านที่ 3 | 2 | 9.929 | 9.032 | ±.471 |
| ด้านที่ 4 | 2 | 2.441 | 6.723 | ±.351 |
| ด้านที่ 5 | 2 | 11.578 | 12.240 | ±.639 |
| ด้านที่ 6 | 2 | 5.828 | 4.173 | ±.218 |
| ด้านที่ 7 | 2 | 4.744 | 4.863 | ±.254 |
| รวมทั้งฉบับ | 14 | 43.490 | 25.447 | ±1.328 |

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดด้านความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด มีค่าสูงสุดคือ 11.578 แสดงว่าเป็นด้านที่กลุ่มตัวอย่างสามารถที่จะคิดคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดด้านความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าต่ำสุด คือ 2.441 แสดงว่าเป็นด้านที่กลุ่มตัวอย่างเลือกแนวทางคิดคำตอบหรือแก้ปัญหาได้น้อยที่สุด สำหรับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดด้านความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด คือ 12.240 แสดงว่า ความยืดหยุ่นในการคิดของกลุ่มตัวอย่างในด้านนี้มีความสามารถแตกต่างกันมากที่สุด ในขณะที่ด้านความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ไปใช้เป็นกรณีทั่วไปมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด คือ 4.173 แสดงว่าความยืดหยุ่นในการคิดของกลุ่มในด้านนี้มีความสามารถแตกต่างกันน้อยที่สุด ส่วนค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดด้านความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิดมีค่าสูงสุดคือ $\pm$.639 ด้านความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป มีค่าต่ำสุดคือ $\pm$.218

ตาราง 8 ค่าสถิติพื้นฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของ คะแนนความคิดริเริ่มของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองครั้งที่ 3

| แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ | n | X | S.D | SEM |
|---|---|---|---|---|
| ด้านที่ 1 | 2 | 21.510 | 17.307 | ± .903 |
| ด้านที่ 2 | 2 | 15.515 | 18.322 | ± .956 |
| ด้านที่ 3 | 2 | 26.880 | 23.313 | ±1.217 |
| ด้านที่ 4 | 2 | 5.076 | 10.276 | ± .536 |
| ด้านที่ 5 | 2 | 19.084 | 16.473 | ± .860 |
| ด้านที่ 6 | 2 | 50.185 | 30.859 | ±1.611 |
| ด้านที่ 7 | 2 | 5.515 | 6.880 | ± .359 |
| รวมทั้งฉบับ | 14 | 143.766 | 75.273 | ±3.929 |

จากตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคิดริเริ่มด้านความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป มีค่าสูงสุดคือ 50.185 แสดงว่า เป็นด้านที่กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถที่จะคิดคำตอบหรือแก้ปัญหาได้แปลกใหม่โดยที่ไม่ซ้ำกับใครในกลุ่มได้มากที่สุด คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความคิดริเริ่มด้านความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มีค่าต่ำสุดคือ 5.076 แสดงว่าเป็นด้านที่กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถที่จะคิดคำตอบหรือแก้ปัญหาได้แปลกใหม่โดยที่ไม่ซ้ำกับใครในกลุ่มได้น้อยที่สุด สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดริเริ่มด้านความสามารถในการนำ

หลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุดคือ 30.859 แสดงว่า ความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่างในด้านนี้มีความสามารถแตกต่างกันมากที่สุด ในขณะที่ด้านความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลขหรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด คือ 6.880 แสดงว่า ความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่างในด้านนี้มีความสามารถแตกต่างกันน้อยที่สุด ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของคะแนนความคิดริเริ่มด้านการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไปมีค่าสูงสุด คือ $\pm$1.611 ด้านความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์มีค่าต่ำสุดคือ $\pm$.359

3.2 การวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบซึ่งรวบรวมเป็นฉบับใหม่ ไปทดสอบเป็นครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนจำนวน 367 คน ใช้เวลาในการสอบ 1 ชั่วโมง 24 นาที แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละด้านเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 25 เปอร์เซนต์ในการแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ซึ่งได้กลุ่มละ 92 คน แล้วนำมาหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ค่า t-test ดังปรากฏผลในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละด้านเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| ด้านที่ | ข้อที่ | ค่าอำนาจจำแนก t | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Fu | Fe | O |
| 1 | 1.1 | 21.297 | 25.116 | 20.827 |
| | 1.2 | 21.109 | 13.846 | 26.521 |
| 2 | 2.1 | 1.992 | 4.492 | 4.726 |
| | 2.2 | 22.503 | 12.105 | 22.608 |
| 3 | 3.1 | 18.833 | 18.569 | 32.845 |
| | 3.2 | 2.121 | 6.244 | 4.467 |
| 4 | 4.1 | 6.841 | 5.551 | 7.413 |
| | 4.2 | 7.494 | 4.820 | 10.690 |
| 5 | 5.1 | 8.300 | 9.946 | 16.621 |
| | 5.2 | 6.348 | 7.221 | 15.689 |
| 6 | 6.1 | 108.502 | 15.896 | 92.334 |
| | 6.2 | 32.800 | 4.455 | 23.320 |
| 7 | 7.1 | 10.426 | 14.187 | 18.987 |
| | 7.2 | 11.296 | 11.321 | 14.148 |

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน รวม 14 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 1.992 ถึง 108.502 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 4.455 ถึง 25.116 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 4.467 ถึง 92.334 ซึ่งเป็นค่าที่มีอำนาจจำแนกถึงเกณฑ์ทุกข้อดังรายละเอียดแยกเป็นด้าน ๆ ดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 21.109 ถึง 22.297 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 13.846 ถึง 25.116 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 20.827 ถึง 26.521

ด้านที่ 2 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 1.992 ถึง 22.503 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 4.492 ถึง 12.105 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 4.726 ถึง 22.608

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 2.121 ถึง 18.833 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 6.244 ถึง 18.569 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 4.467 ถึง 32.845

ด้านที่ 4 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 6.841 ถึง 7.494 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 4.820 ถึง 5.551 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 7.413 ถึง 10.690

ด้านที่ 5 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิดมีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 6.348 ถึง 8.300 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 7.221 ถึง 9.946 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 15.689 ถึง 16.621

ด้านที่ 6 ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์คณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไปมีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 32.800 ถึง 108.502 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นใน

การคิดตั้งแต่ 4.455 ถึง 15.896 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 23.320 ถึง 92.334

ด้านที่ 7 ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลขหรือภาพเรขาคณิต หรือ ทรงเรขาคณิต หรือการจักกระทำทางคณิตศาสตร์ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 10.426 ถึง 11.296 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 11.321 ถึง 14.187 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 14.148 ถึง 18.987

3.3 หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ และแยกตามองค์ประกอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ($\alpha$-coefficient)

ตาราง 10 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้าง สรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ และแยกตามองค์ประกอบ

| องค์ประกอบของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ | $r_{xx}$ |
|---|---|
| ความคล่องแคล่วในการคิด | 0.574 |
| ความยืดหยุ่นในการคิด | 0.563 |
| ความคิดริเริ่ม | 0.635 |
| รวมทั้งฉบับ | 0.789 |

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดริเริ่มสูงสุดคือ 0.635 ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดต่ำสุดคือ 0.563 และค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 องค์ประกอบเท่ากับ 0.789

3.4 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 367 คน มาหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Multitrait-Multimethod ที่แสดง ถึงความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| | $Fu_1$ | $Fe_1$ | $O_1$ | $Fu_2$ | $Fe_2$ | $O_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $Fu_1$ | 1.000 | | | | | |
| $Fe_1$ | .8794** | 1.000 | | | | |
| $O_1$ | .8705** | .7089** | 1.000 | | | |
| $Fu_2$ | .2405** | .1538* | .2847** | 1.000 | | |
| $Fe_2$ | .2017** | .1203* | .2419** | .8252** | 1.000 | |
| $O_2$ | .3015** | .1906** | .3470** | .8983** | .7855** | 1.000 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากตาราง 11 ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่วัดองค์ประกอบต่างกันด้วยวิธีเดียวกัน สำหรับแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .7089 ถึง .8794 และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทั่วไปของทอร์แรนซ์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .7855 ถึง .8983 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเหมือน (Convergent Validity) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการวัดองค์ประกอบต่างกันด้วยวิธีต่างกัน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .1538 ถึง .3145 ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการวัดองค์ประกอบเดียวกันด้วยวิธีต่างกัน มีค่าตั้งแต่ .1203 ถึง .3470 แสดงว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) ค่อนข้างต่ำ

3.5 คะแนนเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบในแต่ละด้าน

ผู้วิจัยได้นำคะแนนของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 367 คน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ซึ่งเป็นเกณฑ์ท้องถิ่น (Local Norm) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในเขตท้องที่การศึกษา 2 กรุงเทพมหานครเท่านั้น โดยสร้างเป็นเกณฑ์ปกติในรูปคะแนน T-ปกติ (Normalized T-Score) แยกตามคะแนนความคล่องแคล่วในการคิด คะแนนยืดหยุ่นในการคิด และคะแนนความคิดริเริ่มในการคิดดังแสดงในตาราง 12-14

ตาราง 12 เกณฑ์ปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 0 | 32 | 35 | 33 | 40 | 28 | 30 | 35 | 0 |
| 1 | 37 | 43 | 37 | 47 | 32 | 34 | 41 | 1 |
| 2 | 41 | 47 | 38 | 49 | 34 | 35 | 44 | 2 |
| 3 | 44 | 51 | 40 | 52 | 36 | 36 | 47 | 3 |
| 4 | 46 | 54 | 43 | 54 | 37 | 37 | 50 | 4 |
| 5 | 49 | 56 | 45 | 57 | 38 | 38 | 52 | 5 |
| 6 | 51 | 57 | 47 | 59 | 39 | 40 | 55 | 6 |
| 7 | 53 | 59 | 49 | 61 | 41 | 41 | 57 | 7 |
| 8 | 55 | 59 | 50 | 63 | 46 | 43 | 60 | 8 |
| 9 | 56 | 60 | 52 | 66 | 49 | 44 | 62 | 9 |
| 10 | 58 | 61 | 53 | 68 | 51 | 45 | 64 | 10 |
| 11 | 59 | 62 | 55 | 70 | 53 | 46 | 66 | 11 |
| 12 | 60 | 63 | 56 | 71 | 55 | 47 | 67 | 12 |
| 13 | 62 | 64 | 57 | 72 | 57 | 48 | 69 | 13 |
| 14 | 63 | 64 | 58 | | 58 | 48 | 70 | 14 |
| 15 | 64 | 66 | 58 | | 60 | 49 | 71 | 15 |
| 16 | 64 | 67 | 59 | | 62 | 50 | | 16 |
| 17 | 67 | 68 | 60 | | 63 | 51 | | 17 |
| 18 | 68 | 69 | 60 | | 64 | 52 | | 18 |
| 19 | 69 | | 61 | | 65 | 53 | 72 | 19 |

ตาราง 12 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 20 | 70 | 69 | 61 | | 66 | 54 | | 20 |
| 21 | | | 62 | | 66 | 55 | 72 | 21 |
| 22 | 72 | | 63 | | 67 | 56 | | 22 |
| 23 | 74 | | 65 | | 67 | 57 | | 23 |
| 24 | | 70 | 67 | | 68 | 57 | | 24 |
| 25 | | 71 | 68 | | 68 | 58 | | 25 |
| 26 | | | 69 | | 69 | 60 | | 26 |
| 27 | | 73 | | | | 61 | | 27 |
| 28 | | | | | | 61 | | 28 |
| 29 | 77 | 75 | | | | 63 | | 29 |
| 30 | | | | | 69 | 64 | | 30 |
| 31 | | | | | 69 | 65 | | 31 |
| 32 | | | | | | 66 | | 32 |
| 33 | | | | | | 67 | | 33 |
| 34 | | | | | | 67 | | 34 |
| 35 | | | | | | 67 | | 35 |
| 36 | | | | | | 68 | 73 | 36 |
| 37 | | | | | | 68 | | 37 |
| 38 | | | | | | 69 | | 38 |
| 39 | | | | | | 71 | | 39 |
| 40 | | 77 | | 73 | 70 | 75 | 75 | 40 |

ตาราง 12 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 41 | | | | | | | | 41 |
| 42 | | 80 | | | | | | 42 |
| 43 | | | | | | | | 43 |
| 44 | | | | | | | | 44 |
| 45 | | | | | | | | 45 |
| 46 | | | | | | 80 | | 46 |
| 47 | | | | | | | | 47 |
| 48 | | | | | | | | 48 |
| 49 | | | | | | | | 49 |
| 50 | 80 | | | 75 | 70 | | | 50 |
| 51 | | | | | | | | 51 |
| 52 | | | | | | | | 52 |
| 53 | | | | | | | | 53 |
| 54 | | | | | | | | 54 |
| 55 | | | | | | | | 55 |
| 56 | | | | | | | | 56 |
| 57 | | | | | | | | 57 |
| 58 | | | | | | | | 58 |
| 59 | | | | | | | | 59 |
| 60 | | | | 77 | | | | 60 |

ตาราง 12 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนทีปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 61 | | | | | 71 | | | 61 |
| 62 | | | | | | | | 62 |
| 63 | | | | | | | | 63 |
| 64 | | | | | | | | 64 |
| 65 | | | | | | | | 65 |
| 66 | | | | | | | | 66 |
| 67 | | | | | | | | 67 |
| 68 | | | | | | | | 68 |
| 69 | | | | | | | | 69 |
| 70 | | | | | 74 | | | 70 |
| 71 | | | | | | | | 71 |
| 72 | | | | | | | | 72 |
| 73 | | | | | | | | 73 |
| 74 | | | | | | | | 74 |
| 75 | | | | | 80 | | | 75 |

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 12 พบว่าเกณฑ์ปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน ในรูปคะแนนทีปกติ มีพิสัยดังนี้ ด้านความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่คะแนน $T_{32}$ ถึงคะแนน $T_{80}$ ด้าน

ความสามารถในการสร้างรูปทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่คะแนน $T_{35}$ ถึงคะแนน $T_{80}$ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ตั้งแต่คะแนน $T_{33}$ ถึงคะแนน $T_{80}$ ด้านความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่คะแนน $T_{40}$ ถึงคะแนน $T_{77}$ ด้านความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิดตั้งแต่คะแนน $T_{28}$ ถึงคะแนน $T_{80}$ ด้านความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป ตั้งแต่ $T_{30}$ ถึงคะแนน $T_{80}$ และด้านความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่คะแนน $T_{35}$ ถึงคะแนน $T_{75}$

ตาราง 13 เกณฑ์ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 0 | 31 | 35 | 32 | 40 | 28 | 27 | 35 | 0 |
| 1 | 37 | 43 | 37 | 48 | 32 | 32 | 41 | 1 |
| 2 | 41 | 49 | 38 | 52 | 34 | 38 | 44 | 2 |
| 3 | 44 | 53 | 40 | 57 | 36 | 42 | 47 | 3 |
| 4 | 47 | 56 | 43 | 62 | 37 | 46 | 50 | 4 |
| 5 | 51 | 58 | 45 | 66 | 38 | 48 | 52 | 5 |
| 6 | 54 | 60 | 47 | 68 | 39 | 51 | 55 | 6 |
| 7 | 57 | 61 | 49 | 69 | 42 | 55 | 57 | 7 |
| 8 | 59 | 62 | 50 | 71 | 46 | 59 | 60 | 8 |
| 9 | 62 | 63 | 52 | | 49 | 61 | 62 | 9 |
| 10 | 64 | 64 | 53 | | 51 | 64 | 64 | 10 |

ตาราง 13 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 11 | 66 | 65 | 55 | | 53 | 67 | 66 | 11 |
| 12 | 69 | 66 | 56 | | 55 | 68 | 68 | 12 |
| 13 | 71 | 67 | 57 | | 57 | 69 | 70 | 13 |
| 14 | 72 | 67 | 57 | | 59 | 70 | 71 | 14 |
| 15 | 73 | 68 | 58 | | 60 | 71 | 72 | 15 |
| 16 | | | 59 | | 62 | 72 | | 16 |
| 17 | 75 | | 60 | | 63 | 73 | | 17 |
| 18 | | | 60 | | 64 | | | 18 |
| 19 | | 70 | 61 | | 65 | 75 | 73 | 19 |
| 20 | | 71 | 61 | | 66 | | | 20 |
| 21 | | 72 | 62 | | 67 | | | 21 |
| 22 | | | 63 | | 67 | | | 22 |
| 23 | | 72 | 65 | 72 | 67 | | | 23 |
| 24 | | | 68 | | 68 | | | 24 |
| 25 | | | 69 | | 68 | | | 25 |
| 26 | | | 70 | | 69 | | | 26 |
| 27 | | | 73 | | | | | 27 |
| 28 | | | 80 | | | | | 28 |
| 29 | | 73 | | | | | | 29 |
| 30 | | | | | | | | 30 |

ตาราง 13 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 31 | | | | | 69 | | | 31 |
| 32 | | | | | | | | 32 |
| 33 | 77 | | | | | 77 | | 33 |
| 34 | | | | | | | | 34 |
| 35 | | | | | | | | 35 |
| 36 | | | | | | | 73 | 36 |
| 37 | | | | | | | | 37 |
| 38 | | | | | | | | 38 |
| 39 | | | | | | | | 39 |
| 40 | | | | | 70 | | 77 | 40 |
| 41 | | | | | 70 | | | 41 |
| 42 | | | | | | | | 42 |
| 43 | | | | | | | | 43 |
| 44 | | | | | | | | 44 |
| 45 | | | | | | | | 45 |
| 46 | | | | | | | | 46 |
| 47 | | | | | | | | 47 |
| 48 | | | | | | | | 48 |
| 49 | | | | | | | | 49 |
| 50 | | | | | 71 | | | 50 |

ตาราง 13 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 51 | | | | | | | | 51 |
| 52 | | | | | | | | 52 |
| 53 | | | | | | 80 | | 53 |
| 54 | | | | | | | | 54 |
| 55 | | | | | | | | 55 |
| 56 | | | | | | | | 56 |
| 57 | | | | | | | | 57 |
| 58 | | | | | | | | 58 |
| 59 | | | | | | | | 59 |
| 60 | | | | | | | | 60 |
| 61 | | | | | | | | 61 |
| 62 | | | | | 72 | | | 62 |
| 63 | | | | | | | | 63 |
| 64 | | | | | | | | 64 |
| 65 | | | | | | | | 65 |
| 66 | | | | | | | | 66 |
| 67 | | | | | | | | 67 |
| 68 | | | | | | | | 68 |
| 69 | | | | | | | | 69 |
| 70 | | | | | 75 | | | 70 |

ตาราง 13 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 71 | | | | | | | | 71 |
| 72 | | | | | | | | 72 |
| 73 | | | | | | | | 73 |
| 74 | | | | | | | | 74 |
| 75 | | | | | | | | 75 |
| 76 | | | | | | | | 76 |
| 77 | | | | | | | | 77 |
| 78 | | | | | | | | 78 |
| 79 | | | | | | | | 79 |
| 80 | | | | | 80 | | | 80 |

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 13 พบว่า เกณฑ์ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน ในรูปคะแนนที่ปกติ มีพิสัยดังนี้ ด้านความสามารถในการตั้งโจทย์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่คะแนน $T_{31}$ ถึงคะแนน $T_{77}$ ด้านความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่คะแนน $T_{35}$ ถึงคะแนน $T_{73}$ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ ตั้งแต่คะแนน $T_{32}$ ถึงคะแนน $T_{80}$ ด้านความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ $T_{40}$ ถึงคะแนน $T_{--}$ ด้านความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิดตั้งแต่คะแนน

$T_{26}$ ถึงคะแนน $T_{60}$ ด้านความสามารถในการนำหลักการหรือหลักเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป ตั้งแต่คะแนน $T_{27}$ ถึงคะแนน $T_{60}$ และด้านความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่คะแนน $T_{35}$ ถึงคะแนน $T_{77}$

ตาราง 14 เกณฑ์ปกติของคะแนนความคิดริเริ่มในการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| คะแนนดิบ | คะแนนทีปกติของคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 0 | 31 | 36 | 18 | 42 | 28 | 30 | 38 | 0 |
| 1 | | 40 | 37 | 48 | 32 | 33 | 45 | 1 |
| 2 | 35 | 40 | 38 | 50 | 33 | 33 | 47 | 2 |
| 3 | 36 | 41 | 38 | 52 | 35 | 34 | 49 | 3 |
| 4 | 38 | 44 | 39 | 53 | 36 | 34 | 50 | 4 |
| 5 | 39 | 46 | 40 | 54 | 37 | 35 | 52 | 5 |
| 6 | 40 | 46 | 41 | 56 | 38 | 35 | 54 | 6 |
| 7 | 41 | 47 | 42 | 57 | 40 | 35 | 56 | 7 |
| 8 | 42 | 49 | 42 | 58 | 43 | 36 | 57 | 8 |
| 9 | 43 | 50 | 43 | 59 | 45 | 36 | 58 | 9 |
| 10 | 44 | 50 | 44 | 60 | 47 | 36 | 60 | 10 |
| 11 | 45 | 52 | 45 | 61 | 48 | 37 | 61 | 11 |
| 12 | 46 | 53 | 45 | 62 | 49 | 37 | 61 | 12 |
| 13 | 47 | 53 | 46 | 63 | 49 | 38 | 62 | 13 |
| 14 | 48 | 54 | 46 | 64 | 50 | 38 | 63 | 14 |

ตาราง 14 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 15 | 48 | 54 | 47 | 65 | 50 | 39 | 64 | 15 |
| 16 | 49 | 55 | 48 | 65 | 51 | 40 | 65 | 16 |
| 17 | 50 | 55 | 48 | 66 | 52 | 40 | 65 | 17 |
| 18 | 50 | 55 | 49 | 66 | 53 | 41 | 65 | 18 |
| 19 | 51 | 56 | 49 | 66 | 54 | 41 | 67 | 19 |
| 20 | 51 | 57 | 50 | 67 | 54 | 41 | 68 | 20 |
| 21 | 52 | 57 | 50 | 67 | 55 | 42 | 69 | 21 |
| 22 | 53 | 57 | 51 | 68 | 55 | 42 | 70 | 22 |
| 23 | 54 | 58 | 51 | 68 | 56 | 42 | 70 | 23 |
| 24 | 54 | 58 | 52 | 69 | 56 | 43 | | 24 |
| 25 | 54 | | 52 | 69 | 57 | 43 | 71 | 25 |
| 26 | 55 | 58 | 52 | 70 | 57 | 43 | | 26 |
| 27 | 55 | 58 | 53 | | 57 | 44 | 72 | 27 |
| 28 | 56 | 59 | 53 | 71 | 58 | 44 | 72 | 28 |
| 29 | 56 | | 53 | | 58 | 45 | | 29 |
| 30 | 57 | 59 | 54 | | 58 | 45 | | 30 |
| 31 | 57 | 59 | 54 | | 59 | 45 | 74 | 31 |
| 32 | 58 | | 55 | | 59 | 45 | | 32 |
| 33 | 58 | 60 | 55 | | 60 | 46 | | 33 |
| 34 | 59 | 60 | 55 | | 60 | 46 | | 34 |
| 35 | 59 | 60 | 56 | | 61 | 46 | 77 | 35 |

ตาราง 14 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 36 | 59 | 60 | 56 | | 61 | 47 | | 36 |
| 37 | 60 | | 57 | | 62 | 47 | | 37 |
| 38 | 60 | | 57 | | 62 | 47 | | 38 |
| 39 | 60 | 61 | 57 | 72 | 63 | 47 | | 39 |
| 40 | 61 | 61 | 58 | 73 | 64 | 48 | | 40 |
| 41 | 61 | 61 | 58 | | 64 | 48 | | 41 |
| 42 | 62 | 61 | 58 | | 65 | 48 | | 42 |
| 43 | 62 | 62 | 58 | | 65 | 48 | | 43 |
| 44 | 63 | 62 | 58 | | | 49 | | 44 |
| 45 | 63 | | 59 | | 66 | 49 | | 45 |
| 46 | 63 | | 59 | 75 | 66 | 49 | | 46 |
| 47 | 64 | 62 | 59 | | | 50 | | 47 |
| 48 | 64 | 63 | 59 | | | 50 | | 48 |
| 49 | 64 | 63 | 60 | | 67 | 50 | | 49 |
| 50 | 65 | 63 | 60 | | 67 | 50 | | 50 |
| 51 | 65 | 63 | | | | 51 | | 51 |
| 52 | 65 | | 60 | | 68 | 51 | | 52 |
| 53 | 66 | 64 | 60 | | 68 | 51 | | 53 |
| 54 | | 64 | 61 | | | 52 | | 54 |
| 55 | 66 | 64 | 61 | | | 52 | | 55 |

ตาราง 14 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 56 | | 64 | 61 | | | 52 | | 56 |
| 57 | | | 61 | | | 52 | | 57 |
| 58 | 66 | 65 | | | 68 | 53 | | 58 |
| 59 | 67 | 65 | 61 | | 69 | 53 | | 59 |
| 60 | | 66 | 62 | | | 53 | | 60 |
| 61 | | | 62 | 77 | | 54 | | 61 |
| 62 | 67 | | 62 | | 69 | 54 | | 62 |
| 63 | 67 | 67 | 62 | | | 54 | | 63 |
| 64 | 68 | | 62 | | 69 | 54 | | 64 |
| 65 | 68 | 67 | | | 70 | 55 | | 65 |
| 66 | 69 | | 63 | | | 55 | 80 | 66 |
| 67 | 69 | 67 | 63 | | | 55 | | 67 |
| 68 | 70 | | 64 | | 70 | 55 | | 68 |
| 69 | 70 | | 64 | | | 56 | | 69 |
| 70 | 71 | | 64 | | 73 | 56 | | 70 |
| 71 | 72 | | 65 | | | 56 | | 71 |
| 72 | 73 | | 65 | | | 56 | | 72 |
| 73 | 75 | | 65 | | | 57 | | 73 |
| 74 | 77 | | 66 | | | 57 | | 74 |
| 75 | | | 66 | | 75 | 57 | | 75 |

ตาราง 14 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 76 | | | 67 | | | 58 | | 76 |
| 77 | | | 67 | | | 58 | | 77 |
| 78 | | | 67 | | | 59 | | 78 |
| 79 | | 68 | 68 | | | 59 | | 79 |
| 80 | | 68 | 70 | | 80 | 60 | | 80 |
| 81 | | 69 | 71 | | | 60 | | 81 |
| 82 | | | 72 | | | 60 | | 82 |
| 83 | | | 73 | | | 61 | | 83 |
| 84 | | | 75 | | | 61 | | 84 |
| 85 | | | 77 | | | 61 | | 85 |
| 86 | | | 80 | | | 62 | | 86 |
| 87 | | | | | | 62 | | 87 |
| 88 | | | | | | 63 | | 88 |
| 89 | | 69 | | | | 63 | | 89 |
| 90 | | | | | | 63 | | 90 |
| 91 | | | | | | 64 | | 91 |
| 92 | | | | | | 64 | | 92 |
| 93 | | 69 | | | | 64 | | 93 |
| 94 | | | | | | 65 | | 94 |
| 95 | | | | | | | | 95 |

ตาราง 14 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 96 | | | | | | 65 | | 96 |
| 97 | | | | | | 65 | | 97 |
| 98 | | | | | | | | 98 |
| 99 | | | | | | 65 | | 99 |
| 100 | | | | | | 65 | | 100 |
| 101 | | | | | | 66 | | 101 |
| 102 | | | | | | | | 102 |
| 103 | | | | | | | | 103 |
| 104 | | | | | | 66 | | 104 |
| 105 | 80 | 70 | | | | 66 | | 105 |
| 106 | | | | | | 66 | | 106 |
| 107 | | | | | | 67 | | 107 |
| 108 | | 80 | | | | 67 | | 108 |
| 109 | | | | | | 67 | | 109 |
| 110 | | | | | | | | 110 |
| 111 | | | | | | 68 | | 111 |
| 112 | | | | | | | | 112 |
| 113 | | | | | | | | 113 |
| 114 | | | | | | | | 114 |
| 115 | | | | | | | | 115 |

ตาราง 14 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 116 | | | | | | 69 | | 116 |
| 117 | | | | | | | | 117 |
| 118 | | | | | | | | 118 |
| 119 | | | | | | 69 | | 119 |
| 120 | | | | | | | | 120 |
| 121 | | | | | | 70 | | 121 |
| 122 | | | | | | | | 122 |
| 123 | | | | | | | | 123 |
| 124 | | | | | | | | 124 |
| 125 | | | | | | 71 | | 125 |
| 126 | | | | | | 72 | | 126 |
| 127 | | | | | | | | 127 |
| 128 | | | | | | 73 | | 128 |
| 129 | | | | | | | | 129 |
| 130 | | | | | | | | 130 |
| 131 | | | | | | 75 | | 131 |
| 132 | | | | | | | | 132 |
| 133 | | | | | | | | 133 |
| 134 | | | | | | | | 134 |
| 135 | | | | | | | | 135 |

ตาราง 14 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 136 | | | | | | 77 | | 136 |
| 137 | | | | | | | | 137 |
| 138 | | | | | | | | 138 |
| 139 | | | | | | | | 139 |
| 140 | | | | | | 80 | | 140 |

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 14 พบว่า เกณฑ์ปกติของคะแนนความคิดริเริ่มในการคิดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน ในรูปคะแนนที่ปกติ มีพิสัยดังนี้ ด้านความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่คะแนน $T_{31}$ ถึงคะแนน $T_{80}$ ด้านความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่คะแนน $T_{36}$ ถึงคะแนน $T_{80}$ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ตั้งแต่ $T_{16}$ ถึงคะแนน $T_{80}$ ด้านความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่คะแนน $T_{42}$ ถึงคะแนน $T_{77}$ ด้านความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด ตั้งแต่คะแนน $T_{26}$ ถึงคะแนน $T_{80}$ และด้านความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป ตั้งแต่คะแนน $T_{30}$ ถึงคะแนน $T_{80}$ และด้านความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลขหรือภาพเรขาคณิตหรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่คะแนน $T_{36}$ ถึงคะแนน $T_{80}$

# บทที่ 5

## สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ

2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ตามองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร เขตท้องที่การศึกษา 2 จำนวน 695 คน โดยใช้ในการทดลองเครื่องมือครั้งแรก เพื่อหาคุณภาพเป็นรายข้อ 152 คน ครั้งที่สองเพื่อหาคุณภาพเป็นรายข้อและค่าความเชื่อมั่น 176 และใช้ในการทดสอบครั้งที่สามเพื่อหาคุณภาพเป็นรายข้อและคุณภาพทั้งฉบับ ตลอดจนสร้างเกณฑ์ปกติจำนวน 367 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น

### เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดความสามารถดังต่อไปนี้ คือ

ด้านที่ 1 ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ด้านที่ 2 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

ด้านที่ 4 ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ด้านที่ 5 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด

ด้านที่ 6 ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป

ด้านที่ 7 ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลขหรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนและนัดหมาย วัน เวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปทำการทดสอบ

2. จัดเตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบแต่ละครั้ง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง

3. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ที่ได้จะรับจากการทำแบบทดสอบ

4. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีการทำแบบทดสอบ วิธีการตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน ก่อนที่จะลงมือทำ

5. นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์รายข้อและปรับปรุงข้อสอบจากการสอบครั้งที่ 1 วิเคราะห์รายข้อและคัดเลือกข้อที่ดีจากการทดลองครั้งที่ 2

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผ่านการวิเคราะห์รายข้อ ปรับปรุง และคัดเลือกมาแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเป็นครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบและหาเกณฑ์ปกติเพื่อใช้ในการแปลความหมายคะแนนต่อไป

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละองค์ประกอบเป็นรายข้อจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน รวม 17 ข้อ ปรากฏผลดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 3.465 ถึง 4.998 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 5.116 ถึง 6.986 สำหรับข้อ 1.2 เป็นข้อที่ไม่มีผู้ใดทำได้ถูกต้อง

ด้านที่ 2 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 5.408 ถึง 5.409 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 3.675 ถึง 3.841 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 3.639 ถึง 5.381

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้ง 1.875 ถึง 6.774 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 5.536 ถึง 6.774 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 5.554 ถึง 5.808

ด้านที่ 4 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 5.330 ถึง 7.323 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 5.418 ถึง 6.983 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 4.764 ถึง 5.581

ด้านที่ 5 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด จำนวน 4 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 3.806 ถึง 5.072 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 3.806 ถึง 5.072 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 2.610 ถึง 6.871

ด้านที่ 6 ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 6.797 ถึง 13.252 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 7.963 ถึง 12.779 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 3.482 ถึง 4.360

ด้านที่ 7 ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อมีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 11.789 ถึง 11.950 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 11.789 ถึง 11.950 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 2.303 ถึง 13.942

2. การทดลองสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละองค์ประกอบเป็นรายข้อ จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกจากการทดลองสอบครั้งที่ 1 และปรับปรุงแบบทดสอบ ดังปรากฏผลต่อไปนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 9.348 ถึง 9.657 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 10.459 ถึง 11.061 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 9.358 ถึง 12.743

ด้านที่ 2 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 4.904 ถึง 5.803 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 3.003 ถึง 10.402 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 3.489 ถึง 5.713

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้ง 1.953 ถึง 13.496 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 8.030 ถึง 13.626 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 8.019 ถึง 13.972

ด้านที่ 4 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 7.763 ถึง 15.538 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 7.535 ถึง 15.538 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 4.529 ถึง 5.482

ด้านที่ 5 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด จำนวน 4 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 10.705 ถึง 12.815 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 10.413 ถึง 12.999 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 9.051 ถึง 13.554

ด้านที่ 6 ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 13.866 ถึง 25.418 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 11.215 ถึง 13.437 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 2.241 ถึง 11.564

ด้านที่ 7 ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 13.648 ถึง 15.434 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 13.934 ถึง 15.173 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 11.651 ถึง 14.283

ค่าความเชื่อมั่นจากการทดสอบครั้งที่ 2 พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความริเริ่มสูงสุด คือ 0.508 ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดต่ำสุด คือ 0.412 และค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 องค์ประกอบ เท่ากับ 0.560

3. การทดลองครั้งที่ 3 เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละองค์ประกอบ ค่าความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรง และเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้มาจากการคัดเลือกโดยใช้ผลการวิเคราะห์เป็นรายข้อ จากการทดลองสอบครั้งที่ 1 และ 2 ปรากฏผลดังนี้

3.1 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละองค์ประกอบ

ด้านที่ 1 ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 21.109 ถึง 21.297 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 13.846 ถึง 25.116 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 20.827 ถึง 26.521 ซึ่งมีค่าถึงเกณฑ์ทุกข้อ

ด้านที่ 2 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 1.992 ถึง 22.503 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 4.492 ถึง 12.105 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 4.726 ถึง 22.608

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้ง 2.121 ถึง 18.833 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 6.244 ถึง 18.569 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 4.467 ถึง 32.845

ด้านที่ 4 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 6.841 ถึง 7.494 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 4.820 ถึง 5.551 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 7.413 ถึง 10.690

ด้านที่ 5 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 6.348 ถึง 8.300 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 7.221 ถึง 9.946 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 15.689 ถึง 16.621

ด้านที่ 6 ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป จำนวน 2 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 32.800 ถึง 108.502 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 4.455 ถึง 15.896 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 23.320 ถึง 92.334

ด้านที่ 7 ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อมีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดตั้งแต่ 10.426 ถึง 11.296 มีค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดตั้งแต่ 11.321 ถึง14.187 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนความคิดริเริ่มตั้งแต่ 14.148 ถึง 18.987

3.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดเท่ากับ 0.574 ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิด เท่ากับ 0.563 ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดริเริ่ม เท่ากับ 0.635 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ 0.789

3.3 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเหมือน (Convergent Validity) ตั้งแต่ .7089 ถึง .8983 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ตั้งแต่ .1538 ถึง .3145 จะเห็นว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ความเที่ยงตรงเหมือนสูง (Convergent Validity) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนกต่ำ (Discriminant Validity) และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงตามสภาพตั้งแต่ .1203 ถึง .3470

3.4 เกณฑ์ปกติ (Norms) ของคะแนนทั้ง 3 องค์ประกอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติโดยใช้คะแนนทีปกติ (Normalized T-Score) ผลปรากฏดังนี้ ด้านความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คะแนนความคล่องแคล่วในการคิดมีช่วงคะแนนที ตั้งแต่ $T_{32}$ ถึง $T_{80}$ คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดมีช่วงคะแนนที ตั้งแต่ $T_{31}$ ถึง $T_{77}$ คะแนนความคิดริเริ่มมีช่วงคะแนนทีตั้งแต่ $T_{31}$ถึง $T_{80}$ ด้านความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ คะแนนความคล่องแคล่วในการคิดมีช่วงคะแนนทีตั้งแต่ $T_{35}$ ถึง $T_{80}$ คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดมีช่วงคะแนนทีตั้งแต่ $T_{35}$ ถึง $T_{73}$ คะแนนความคิดริเริ่มมีช่วงคะแนนตั้งแต่ $T_{36}$ ถึง $T_{80}$ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ คะแนนความคล่องแคล่วในการคิดมีช่วงคะแนนที ตั้งแต่ $T_{33}$ ถึง $T_{69}$ คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดมีช่วงคะแนนทีตั้งแต่ $T_{32}$ ถึง $T_{80}$ คะแนนความคิดริเริ่มมีช่วงคะแนนทีตั้งแต่ $T_{18}$ ถึง $T_{80}$ ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ คะแนนความคล่องแคล่วในการคิดมีช่วงคะแนนที ตั้งแต่ $T_{40}$ ถึง $T_{77}$ คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดมีช่วงคะแนนที ตั้งแต่ $T_{40}$ ถึง $T_{73}$

คะแนนความคิดริเริ่มมีช่วงคะแนนที่ตั้งแต่ $T_{42}$ ถึง $T_{77}$ ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด คะแนนความคล่องแคล่วในการคิดมีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่ $T_{28}$ ถึง $T_{80}$ คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดมีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่ $T_{28}$ ถึง $T_{80}$คะแนนความคิดริเริ่มมีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่ $T_{28}$ ถึง $T_{80}$ ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป คะแนนความคล่องแคล่วในการคิดมีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่ $T_{30}$ ถึง $T_{80}$ คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดมีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่ $T_{27}$ ถึง $T_{80}$ คะแนนความคิดริเริ่มมีช่วงคะแนนที่ ตั้งแต่ $T_{30}$ ถึง $T_{80}$ ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ คะแนนความคล่องแคล่วในการคิดมีช่วงคะแนนที่ตั้งแต่ $T_{35}$ ถึง $T_{75}$ คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดมีช่วงคะแนนที่ตั้งแต่ $T_{35}$ ถึง $T_{77}$ คะแนนความคิดริเริ่มมีช่วงคะแนนที่ตั้งแต่ $T_{38}$ ถึง $T_{80}$

<u>อภิปรายผล</u>

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ ต้องการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ จึงสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

จากการทดลองสอบครั้งที่ 1 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน ของคะแนนทั้ง 3 องค์ประกอบ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 1.875 ถึง 13.942 จะเห็นว่าค่าอำนาจจำแนกกระจายมาก สำหรับข้อ 1.3, 5.1 และ 5.4 เป็นข้อที่กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถทำได้ถูกต้อง อาจเป็นเพราะข้อสอบยากเกินไป หรือเกิดจากความกำกวมของภาษาในข้อคำถามทำให้เกิดความสับสนในการตอบ และเนื่องจากการทดลองสอบในครั้งที่ 1 ใช้เวลาในการสอบนานเกินไป ทำให้ผู้สอบเบื่อหน่าย ผู้วิจัยจึงได้ตัดข้อสอบทั้ง 3 ข้อออก โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป (Edward. 1957 : 153) ได้

ข้อสอบจำนวน 14 ข้อ จากนั้นได้ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม แล้วนำไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างใหม่ พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนทั้ง 3 องค์ประกอบ อยู่ในช่วง 1.953 ถึง 25.418 ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนทั้ง 3 ด้าน ส่วนใหญ่ค่าอำนาจจำแนกสูงขึ้น แต่มีบางข้อที่ค่าอำนาจจำแนกลดลง สาเหตุเนื่องมาจากเวลาที่ใช้ในการตอบสำหรับครั้งที่ 2 น้อยกว่าครั้งที่ 1 แต่ข้อสอบทุกข้อก็ยังสอดคล้องกับเกณฑ์ของ เอ็ดเวอร์ด (Edward. 1957 : 153) ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบมาปรับปรุงภาษา แล้วรวบรวมเป็นฉบับใหม่ นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3 ปรากฏว่า ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนทั้ง 3 องค์ประกอบ มีค่าอยู่ระหว่าง 1.992 ถึง 108.502 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับเกณฑ์ของเอ็ดเวอร์ด (Edward. 1957 : 153) ที่กำหนดว่าค่าอำนาจจำแนกที่ดีควรมีค่าตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป จึงจะแสดงให้เห็นว่า กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจริงในแต่ละข้อคำถามนั้น ๆ จะเห็นว่าค่าอำนาจจำแนกในการทดสอบครั้งที่ 3 มีค่าสูงกว่า 2 ครั้งแรก ทั้งนี้เพราะได้ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงให้มีคุณภาพดีแล้ว ประกอบกับกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังได้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ไพรัตน์ วงษ์นาม (2523 : 53) พบว่าแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 4.0850 ถึง 21.0114 และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ พิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์ (2529 : 101) พบว่า แบบทดสอบการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ตัวเลข ตามทฤษฎีโครงสร้างของกิลฟอร์ด ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 4.7599 ถึง 35.3534 จึงกล่าวได้ว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้านที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อสอดคล้องกับแบบทดสอบที่ผู้อื่นเคยสร้างมา

2. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดมีค่าเท่ากับ 0.574 ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดมีค่าเท่ากับ 0.563

ความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดริเริ่มมีค่าเท่ากับ 0.635 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.789 ซึ่งได้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ดันแฮม กิลฟอร์ด และโฮฟเนอร์ (Dunham Guilford and Hoepfner. 1969 : 624) พบว่า แบบทดสอบวัดสมรรภาพสมองด้านสัญลักษณ์ 14 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นพิสัยตั้งแต่ .59-.79 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมศักดิ์ บุญวิโรจน์ (2516 : 51-53) พบว่า แบบทดสอบการคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์ มีค่าความเชื่อมั่น .6357 /สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ไพรัตน์ วงษ์นาม (2523 : 79-89) พบว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่นของคะแนนของคะแนนความคล่อง .7938-.9871 ความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดยืดหยุ่น .6435-.9193 และความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดริเริ่ม 4259-.8726 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ พิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์ (2529 : 102) พบว่า แบบทดสอบการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ตัวเลข ตามทฤษฎีโครงสร้างของ กิลฟอร์ด มีค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคล่องแคล่ว 8270 ความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดยืดหยุ่น .7982 และความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดริเริ่ม .6764 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2517 : 64-101) พบว่า แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .748 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุมาลี กาญจนชาตรี (2526 : 26-32) พบว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตรของนักเรียนอายุ 11-15 ปี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .5599 และสอดคล้องกับผลการศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 58-63) พบว่า แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .52 ถึง .64 จะเห็นได้ว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ด้าน ผู้ที่วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความเชื่อมั่นสอดคล้องกับผู้ที่เคยสร้างมาแล้ว

3. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้หาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Multitrait-Multimethod ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเหมือนสูง คือตั้งแต่ .7089 ถึง .8983 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนกต่ำ คือตั้งแต่ .1538 ถึง .3145 ซึ่งสอดคล้องกับหลักเกณฑ์การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ ดังนี้ คือ (Marsh, Smith and Barnes, 1983; Centra, 1971) ค่าความเที่ยงตรงเหมือนจะมีค่ามากกว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนก ค่าความเที่ยงตรงเหมือนจะมีค่าสูง โดยปกติจะมากกว่าศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนกจะมีค่าต่ำและมักเป็นศูนย์ จะเห็นว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 7 ด้าน มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างเป็นไปตามทฤษฎี

4. คะแนนเกณฑ์ปกติ

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติของคะแนนแต่ละด้านในรูปของคะแนนทีปกติ เพื่อใช้เปรียบเทียบคะแนนการคิดแต่ละองค์ประกอบให้เป็นหน่วยเดียวกันในการประเมินผลการสอบ ถ้าต้องการทราบระดับการคิดในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลว่าอยู่ในเกณฑ์สูง-ต่ำ เพียงใด ก็สามารถพิจารณาได้ตามเกณฑ์ ซึ่งสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กำหนดไว้ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| ตั้งแต่ $T_{65}$ และสูงกว่า | แปลว่า | สูงมาก |
| ตั้งแต่ $T_{55}$-$T_{65}$ | แปลว่า | สูง |
| ตั้งแต่ $T_{45}$-$T_{55}$ | แปลว่า | ปานกลาง |
| ตั้งแต่ $T_{50}$ | แปลว่า | ปานกลางของกลุ่ม |
| ตั้งแต่ $T_{35}$-$T_{45}$ | แปลว่า | ต่ำ |
| ตั้งแต่ $T_{35}$ และต่ำกว่า | แปลว่า | ต่ำมาก |

(ชวาล แพรัตกุล และคนอื่น ๆ 2520 : 53)

ดังนั้น ถ้าผู้สอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้คะแนนด้านความสามารถในการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นคะแนนความคล่องแคล่วในการคิด 12 คะแนน ความยืดหยุ่นในการคิด 11 คะแนน และคะแนนความคิดริเริ่ม 27 คะแนน ดูจากเกณฑ์ปกติของคะแนนแต่ละองค์ประกอบ จะได้คะแนนทีปกติเป็น $T_{oo}$, $T_{oo}$ และ $T_{ss}$ ตามลำดับ จัดว่า มีความคล่องแคล่วในการคิดสูง ความยืดหยุ่นในการคิดสูงมาก และความคิดริเริ่มสูง

ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้ในวงการศึกษา

1. ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตท้องที่การศึกษา 2 กรุงเทพมหานคร ไม่ได้รับการฝึกหัดให้คิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ นักเรียนมีแนวโน้มที่จะคิดภายในกรอบ หรือวิธีการที่เคยใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น สมควรที่จะปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทั้งเนื้อหาวิชาความรู้และทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ควบคู่กันไปด้วย

2. รูปแบบในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ควรมีลักษณะที่กระตุ้นให้นักเรียนฝึกคิดแบบอเนกนัย และกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ควรมีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สำหรับรายวิชาอื่น ๆ เช่น ภาษาไทย สังคมศึกษา หรือด้านอื่น ๆ เพื่อนำมาใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

3. ควรมีการศึกษาเพื่อปรับปรุงแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. ควรมีการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในภาคต่าง ๆ เพื่อนำผลที่ได้มาสรุปเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย

5. ควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับความคิดสร้างสรรค์ในด้านอื่น ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ถ้าพบว่ามีความสัมพันธ์กัน ก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดของนักเรียน

6. ควรมีการศึกษาวิธีการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

7. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการบอกวิธีการตรวจให้คะแนนกับไม่บอกวิธีการตรวจให้คะแนนว่าจะมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันหรือไม่

8. ควรมีการศึกษารูปแบบการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน

# บรรณานุกรม

# บรรณานุกรม


การฝึกหัดครู, กรม หน่วยศึกษานิเทศก์. การวิจัยความคิดสร้างสรรค์ของเด็กไทยระดับ ชั้น ป.5-ม.ศ. 3. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2522.

จรรจา สุวรรณทัต. การทดลองสอนสังกัปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก่เด็กไทยระดับ 7-8 ขวบ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519.

จันทร์เพ็ญ ธนาศุภกรกุล. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526. อัดสำเนา

จำเริญ เจียวหวาน. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนถาวรนุกูล จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526. อัดสำเนา.

โชติ เพชรชื่น. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนวิชาชีพต่างกัน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2514. อัดสำเนา.

_____. "ความคิดสร้างสรรค์," การวัดผลการศึกษา. 1(2) : 95-103; กันยายน-ธันวาคม 2522.

ทัศนีย์ พฤษชลธาร. การสร้างแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.

นงนุช วรรธนวหะ. ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. 2514. อัดสำเนา.

นิยม ปุราคำ. ทฤษฎีการสำรวจจากตัวอย่างและการประยุกต์. ม.ป.ท., 2527.

บุญลือ ทองอยู่. "ความคิดสร้างสรรค์," มิตรครู. 20 : 15-18, 21 : 14-16; เมษายน 2521.

ประสิทธิ์ บัวคลี่. การศึกษาเปรียบเทียบความวิตกกังวล ความเกรงใจและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนไทยในต่างจังหวัด นักเรียนไทยในต่างจังหวัด นักเรียนไทยในกรุงเทพฯ และนักเรียนนานาชาติ ชั้น ม.ศ.3 ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. 2514. อัดสำเนา.

พรมารินทร์ สุทธิจิตตะ. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนการสร้างภาพโดยการใช้และไม่ใช้รูปเรขาคณิตเป็นสื่อ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.

พรรณี เดชกำแหง. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ความวิตกกังวลและพฤติกรรมความเป็นผู้นำของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ชั้นปีที่ 1 และ 2. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2515. อัดสำเนา.

พิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์. การสร้างแบบทดสอบการคิดอเนกนัย ด้านสัญลักษณ์ตัวเลขตามทฤษฎีโครงสร้างของกิลฟอร์ด. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ไพรัตน์ วงษ์นาม. การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดอุดรธานี. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.

ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพิมพ์, 2526.

ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์, 2524.

ยุวดี บุญยศรีสวัสดิ์. ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง : การสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.

รัชธร กอบุญช่วย. การศึกษาผลของเกมและปริศนาคณิตศาสตร์ที่มีต่อทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.

รัชนี ลาชโรจน์. "ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์," ข้อเสนอแนะสำหรับครูยุคปฏิวัติคหเศรษฐศาสตร์. 21(4) : 27-33 ; ตุลาคม 2520.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2528.

วัลลภา แนวจำปา. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมความคิดสร้างสรรค์ และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ป.3 ในเขตการศึกษา 10. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.

วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 พ.ศ.2529. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2521.

ศิลา จายนียโยธิน. ค่าบรรยายพิเศษประกอบการสอนกลุ่มวิชาสร้างเสริมลักษณะนิสัย, กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรสภา, 2525.

สังเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบัน. รายงานผลการวิจัยและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ม.ป.ท., 2529.

_____. รายงานวิจัยการพัฒนาแบบวัดผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ : แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์, ม.ป.ท., 2530.

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2524.

สมบูรณ์ แซ่ภู่. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพทางสัญลักษณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์. ปริญญานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อัดสำเนา.

สมศักดิ์ วยะนันท์. การศึกษาความสามารถของการคิดแบบอเนกนัย เอกนัย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.

สำเริง บุญเรืองรัตน์. ลักษณะหลาก-วิธีหลาย : การประยุกต์ใช้วิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

สุเทพ บุตรกันหา. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ การยอมรับตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7 และมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.

สุมาลี กาญจนชาตรี. การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

สุริยา ผลโพธิ์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกและความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.

ไสว เลี่ยมแก้ว. ความคิดสร้างสรรค์และความถนัดทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 7. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2514. อัดสำเนา.

อารี รังสินันท์. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แพร่วิทยา, 2528.

_____. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชนะการพิมพ์, 2527.

อุบลรัตน์ เพ็งสถิตย์. "ความคิดสร้างสรรค์," วารสารรามคำแหง. 2 : 39-46; 2526.

Adler, Irving. A new look at geometry. New York. John Day Co. 1966.

Allen, Mary J. and Wendy M. Yen. Introduction to Measurement Theory. California : Brooks Case, 1979.

Anastasi, A. Psychological Testing. 3rd ed. New York : Macmillan, 1968.

Anastasi, A. Psychological Testing. MacMillan Publishing Co., Inc., 1976.

Anderson, Ronald D. and others. Developing Children's Thinking Through Science. (Englewood Cliffs) N.J. : Prentices Hall, Inc., 1970.

Balka, D.S. "Creative Ability in Mathematics," Arithmetic Teacher. 1974, 21(7) : 633-636.

_____. The Development of an Instrument to Measure Creative Ability in Mathematics, Dissertation Abstracts. 1975.

Busse, Thomas V and Richard S. Mansfield. "Theories of the Creative Process : A Review and a Perspective," Journal of Creative Behavior. 14(2): 1980.

Butcher, M. Human Intelligence, its nature and assessment. London, Mcthuen. 1968.

Centra, John A. Validation by the multigroup-multiscale matrix : An adoptation of Campbell and Fiske's Convergent and Discriminant Validational Procedure. Educational and Psychological Measurement, 1971, 31, 675-683.

Cicirelli, Victor G. "Form of the Relationship between Creativity, I.Q. and Academic Achievement," Journal of Educational Psychology. 56 : 303-308, 1965.

Crockenberg, Susan B. "Creativity Test : A Boon or Boondoggle For Education," Review of Educational Research. 42(no. 1, 1972) : 27-45.

Croplay, A.J. "Creative and Intelligence," The British Journal of Educational Psychology. 36 : 259-266; November. 1966.

Cronbach. Essentials of Psychological Testing. 3rd ed. New York : Harper International, 1970.

Darren,Melen Fisher and Van R Allen. Independent Activities For Creative Learning. Teacher College, 1971.

De Boer, Dorothy Louix, "Study of Relationship of Creativity to Intelligence and Achievement.," Dissertation. 25 : 7; 3968; January, 1965.

De Bono, E. Lateral thinking : a textbook of creativity. London : Ward Look Educational, 1970.

Dunham, J.L., J.P. Guilford and Ralph Hoepfner. "The Cognition, Production, and Memory of Class Concepts," Educational and Psychological Measurement. 29 : 615-638; Autumn 1969.

Edwards, Allen Louis. Techniques of attitude scale construction. New York: Appleton-Century-Crofts, 1957.

Evans, Ellis D. and Boye R. McCandless. Children and Youth Psychosocial Development. New York : Holt, Rinchart and Winstor, 1978

Eves, Howard, AN Introduction to the History of Mathematics. Holt, Rinehert and Winston New York, 1964.

Freud, S. "The Interpretation of Dreams. In A.A. Brill (Ed.)," The Basic Writing of Sigmund Freud. New York : The Modern Library, 1938.

Fromm, Erich. The art of loving. New York: Bantaira Books, 1963.

Garrett, Henry E. Statistics in psychology and education. Bombay: Vakils, 1967.

Garrison, Karl C. Educational Psychology. New York: Appleton, 1955.

Gehlbach, Roger D. "Creativity and Instruction the Problem of Task Design," Journal of Creative Behavior. V.21, No 1, 1987.

Gerhard, Muriel. Effective Teaching Strategies with the Behavioral Outcomes Approach. : Parker Publishing ,1971.

Getzels,J.W. and Jackson, P.W.Creative and Intelligence. London and New York : John Wiley and sons.Inc., 1962.

Guilford, J.P. and Ralph Hoepfner. The Analysis of Intelligence. New York : McGraw-Hill Book Company, 1971.

Guilford, J.P. "Traits of Creativity," in Creativity. p.167-188. Edited by P.E. Vernon, Harmondsworth, Middlesex : Penguin Book, 1980.

Hadamard, J. The Psychology of Invention in the Mathematical Field. New Jersey : Princeton University Press, 1945.

Haylock, Derek W. "Mathematical Creativity in School children."Journal of Creative Behavior. 21(1), 48-59, 1987.

Hilgard E.R. and Atkinson R.C.Introduction to Psychology, New York : Harcourt Brace and World Inc., 1976.

Holland, John L. The psychology of vocational choice, a theory of personality types and model environments. Mass.: Blaisdell, 1966.

Hopkins and Stanley, Educational and Psychological Measurement and Evaluation. 6th ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, 1981.

Hadgins, Bryce. Learning and Thinking. Illinois : Peacock Publishers, Inc, 1979.

Hurlock, E.D. Child Develoment. 6th ed. New York : McGrow Hill, 1987.

Isaksen, Scott G. and others. "Curriculum Planning for Creative Thinking and Problem Solving," The Journal of Creative Behavior. 19(1) : 1-29; 1987.

Jensen, Linda Rae. "The Relationships Among Mathematical Creativity, Numerical Aptitude and Mathematical Achievement, "PH.D Dissertation Abstracts. 2168 A; 1973.

Kissane, V.Barry. "Mathematical Investigation : Description, Rational, and Example," Mathematics Teacher. 81(7) : 520-528; October,1988.

Kneller, George F. The Art and Science of Creativity. New York : Holt, Rinchart and Winston, 1965.

Logan, Lilian M. and Virgil G. Logan. Design for Creative Teaching. Toronto : McGraw-Hill of Canada, 1971.

Mackinon, D.W. "What makes a person creative," Contempary Reading in General Psychology. Edited by Robert S. Danial, Boston; Moughton Miffilin C.o., 1959.

Marsh, Herbert W. Multitrail-multimethod analysis : Distinguishing Between Items and Trais. Educational and Phychological Measurement. 1983, 43, 351-358.

Marsh, Herbert W. Smith. Ian D., and Barnes, Jennifer. "Multitrait-multimethod analysis of the self-description questionnaire : Student-teacher agreement on multidimensional ratings of student self-concept," American Educational Research Journal. 20: 333-357; 1983.

Maslow, A.H. Motivation and Personality. New York : Harper and Brother, 1954.

Matlin, Magaret. Cognition. New York : Holt Saundes International Editors, 1983.

Nunnally, Jum C. Introduction to Psychological Measurement. New York : McGraw-Hill Book Company, 1970

Orton, Antany. Learning Mathematics : Issues, Theory and Classroom Practice London : Cassell Education, 1987.

Osbron, Alex F. Applied Imagination. Charles Seribner's Sons., New York : 1963.

Prouse, H.L. "The Construction and use of test for the Measurement of Certain Aspacts of Creativity on Seventh Grade Mathematics,"PH.D. Dissertation Abstract. 26(1) : 394; July, 1965.

Rappaport, David. "Logic, Psychology and The New Mathematics,"School Science and Mathematics. 67 : 681 - 682 ; November, 1967.

Rhodes, M. "An Analysis of Creativity,"Phi Delta Kappa. 42 :305-310 ; September, 1961.

Rice, Joseph P. The Gifted Developing Total Talent. Springfield, Illinois : Charles C. Thomas Publishers, 1970.

Roger, C, Freedom to learn, Columbus, Ohio : Charles E. Merill, 1969.

Roger, G.R. Towords a theory of Creativity in P.E. Vernon and Creativity. Harmonds Worth Penqrun Books Ltd. 1970.

Roy. S. "Mathematical Creativity-can it be taught at an early age?," International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. 13(2) : 143-147 ; 1982.

Ruggiero, V.R. The Art of Thinking. New York : Harper and Row Publishers, 1984.

Salandanan, L.V. "Relationship Between conceptual Style and Mathematical Creativity," Dissertation Abstracts. 36(12A) : 7994; June, 1976.

Shallcross, Doris J. Teaching Creative Behavior : How to teach Creativity to children of All Ages. New Jersey : Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1981.

Smith, G.I.W. "A New Creativity Test," Journal of Creative Behavior. 21(1) 1987.

Spraker, S. "A study of The Comparative Emergence of Creative Behavior During the Process of Group and Individual Study of Mathematics," PH.D. Dissertation Abstracts. 4637; 1960.

Taylor, Calvin Walker. Creativity, progress and potential. New York: Harper, 1973.

Torrance, Paule E. Guiding Creative Talent. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc., 1962.

_____. Rewarding Creative Behavior Experiment in Classroom Creativity. New York : Prentice-Hall, 1965.

Torrance, Paule E. Guiding Creative Talent. New Delhi : Prentice-Hall of India Private Limited, 1969.

Treffinger, J.J and others. "Theoritical Perspectives on Creative Learning and Its Facilitation : an Overview, "Journal of Creative Behavior. 21(1): 1987.

Wallach, Michael A. and Kogan Nathan. Modes of Thinking in Young Children. New York : Hort, Rinchart and Winston, Inc., 1965.

While, Willaim F. and Robert E. Williams, "Identification of Creativity and the Criterion Problem,"Journal of Secondary Education. 4 : 277-283;October,1965.

William, J.D. "Mathematics Reform in the Primary School," International Studies in Education. Unesco Institute for Education. Hamberg, 1967.

Wilson, D.B. "A Report on the Use of Structured Tutorials as a Means to Creative Thinking," International Mathematic Educational Science Technology. 9(4) : 423-432 ;1978.

Yamamoto, Kaoru. "Creative thinking Unpredict Achievement," Journal of Educational Research. 7 : 321-325; March, 1969.

Yamane, Taro. Statistics : an introductory analysis. 3rd ed. New York: Harper, 1973.

# ภาคผนวก

# คู่มือดำเนินการสอบ

## แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คู่มือดำเนินการสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความหมายของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิด จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 7 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นมานี้เมื่อคำนวณแล้วผลลัพธ์ได้คำตอบตรงกับที่กำหนดไว้ให้

2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีการเดิม จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

4. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์ครั้งนั้นแล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์ หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้อง จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบจากการนำหลักการณ์หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างไม่จำกัดจำนวน

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดกลุ่มจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยใช้กฎเกณฑ์ หรือคุณสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัดจำนวน

โครงสร้างของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบอัตนัยให้เขียนตอบ มี 7 ด้าน ๆ ละ 2 ข้อ ในแต่ละด้านจะกำหนดเวลาให้ทำ ซึ่งใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง 24 นาที (ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการอธิบายตัวอย่าง) ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 2 ข้อ ให้เวลาทำ 12 นาที

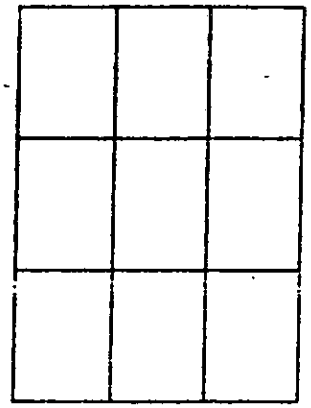
ตัวอย่าง (0) ให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่คำนวณแล้วได้ผลลัพธ์เท่ากับ 36 (หน่วยอะไรก็ได้)

ตัวอย่างคำตอบ 1. สนามฟุตบอลแห่งหนึ่งมีด้านยาว ๆ กว่าด้านกว้าง 5 เมตร และถ้าวัดโดยรอบสนามนี้ยาว 26 เมตร สนามฟุตบอลแห่งนี้มีพื้นที่เท่าไร

2. อีก 10 ปีข้างหน้านายดำมีอายุ 50 ปี เมื่อ 4 ปีที่แล้วนายดำมีอายุเท่าไร

2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์

<u>ตัวอย่าง</u> (0) ให้นักเรียนหาตัวเลขมาใส่ในตารางแล้วทำให้ผลบวกตามแนวนอนเท่ากับผลบวกตามแนวตั้ง และเท่ากับผลบวกตามแนวเส้นทะแยงมุม โดยใช้ตัวเลขไม่ซ้ำกัน



<u>ตัวอย่างคำตอบ</u>

| | | |
|---|---|---|
| 10 | 11 | 6 |
| 5 | 9 | 13 |
| 12 | 7 | 8 |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | 1 | 6 |
| 3 | 5 | 7 |
| 4 | 9 | 2 |

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

<u>ตัวอย่าง</u> (0) ชาย 2 คน ต้องการแบ่งน้ำจากกระป๋องคนละครึ่ง ซึ่งในกระป๋องมีน้ำอยู่ 8 ลิตร แต่เขามีภาชนะที่ใช้แบ่งน้ำ 2 ขนาด คือ จุ 5 ลิตร กับขนาดจุ 3 ลิตร ดังนั้น ชาย 2 คน จะมีวิธีการแบ่งน้ำกันอย่างไร

<u>ตัวอย่างคำตอบ</u> 1. ขั้นที่ 1 เทน้ำในกระป๋อง 8 ลิตร ใส่ในภาชนะขนาดจุ 5 ลิตรจนเต็ม แล้วเทน้ำจากภาชนะ 5 ลิตรจนเต็ม แล้วเทน้ำจากภาชนะ 5 ลิตรไปใส่ภาชนะ 3 ลิตร ดังนั้นจะเหลือน้ำในภาชนะ 5 ลิตรอยู่ 2 ลิตร นำไปเก็บไว้ต่างหาก

ขั้นที่ 2 เทน้ำจากภาชนะ 3 ลิตร ใส่คืนกระป๋อง จะทำให้น้ำในกระป๋องมีอยู่ 6 ลิตร เทน้ำจากกระป๋องใส่ภาชนะ 5 ลิตร แล้วเทใส่ภาชนะ 3 ลิตร จะทำให้เหลือน้ำในภาชนะ 5 ลิตรอยู่ 2 ลิตร นำน้ำ 2 ลิตร ไปรวมกับน้ำที่ได้ในขั้นที่ 1 จะได้น้ำ 4 ลิตร

4. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

<u>ตัวอย่าง</u> (0) ใช้ตารางข้างล่างนี้ตอบคำถาม

ตารางแสดงปริมาณข้าวที่ปลูกได้ในภาคทั้งสี่ของประเทศไทย (น้ำหนักคิดเป็นหน่วยล้านตัน)

| ภาค<br>ปีพ.ศ. | กลาง | ตะวันออกเฉียงเหนือ | เหนือ | ใต้ |
|---|---|---|---|---|
| 2529 | 178 | 163 | 150 | 186 |
| 2530 | 195 | 183 | 150 | 150 |
| 2531 | 199 | 225 | 150 | 143 |

ถ้าในปี พ.ศ.2535 รัฐได้ส่งเสริมให้ชาวนาได้ทำนาปีละสองครั้ง ส่วนสภาพอื่น ๆ คล้ายคลึงกันกับ พ.ศ.2531 ถามว่า นักเรียนจะสามารถคาดคะเนอะไรได้บ้างเกี่ยวกับปริมาณของข้าวที่ปลูกได้

ตัวอย่างคำตอบ 1. ในปี พ.ศ.2535 ภาคเหนือ คาดว่าจะได้ปริมาณข้าว 2x150 ล้านตัน

2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะยังคงเป็นภาคที่ได้ปริมาณข้าวมากที่สุด

5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด

ตัวอย่าง (0) ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดคำตอบตัวเลขที่เกิดขึ้นจากเงื่อนไข ดังต่อไปนี้ คือ

1. เป็นเลข 2 จำนวนใด ๆ
2. ผลรวมของเลขสองจำนวนเท่ากับ 14
3. ผลคูณของเลขสองจำนวนมีค่ามากกว่า 10

| ตัวอย่างคำตอบ | ผลรวมของตัวเลข | ผลคูณของตัวเลข |
|---|---|---|
| 1. | 7+7 | 7x7 |
| 2. | 1+11 | 1x11 |

6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป

ตัวอย่าง (0) กรณีที่ 1 ถ้าเรานิยามเครื่องหมาย @ แทนการบวก เช่น a @ b หมายความว่า a+b แต่ผลลัพธ์ไม่คิดหลักสิบ (ให้ใส่เฉพาะหลักหน่วยเท่านั้น)

เช่น 5 @ 7 = 2

กรณีที่ 2 ถ้าเรานิยามเครื่องหมาย * แทนการลบ เช่น a * b หมายความว่า a-b แต่ผลลัพธ์ไม่คิดหลักสิบ (ให้ใส่เฉพาะหลักหน่วยเท่านั้น)

เช่น 6 * 5 = 1

ให้นักเรียนใช้เครื่องหมาย @ และ * และใช้ตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 9 เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ในรูปของสมการให้มากที่สุด

ตัวอย่างคำตอบ 1. 9 @ 8 = 7

2. 4 * 1 = 3

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง (O) ให้นักเรียนจัดกลุ่มของตัวเลขที่กำหนดให้ ตามเกณฑ์หรือคุณสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างร่วมกันให้ได้มากที่สุด โดยที่แต่ละกลุ่มต้องมีตัวเลขตั้งแต่ 3 จำนวนขึ้นไป พร้อมทั้งระบุเกณฑ์ในการจัดแต่ละกลุ่มด้วย

12 15 17 18 19 23 27 32

| ตัวอย่างคำตอบ | กลุ่ม | เกณฑ์ |
|---|---|---|
| 1. | 12 15 18 27 | หารด้วย 3 ลงตัว |
| 2. | 12 18 32 | หารด้วย 2 ลงตัว |
| 3. | 17 19 23 | เป็นจำนวนเฉพาะ |
| 4. | 15 17 19 23 27 | เป็นเลขคี่ |

การพัฒนาแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นี้ ได้ดำเนินการทดลองและปรับปรุงแก้ไขติดต่อกัน 3 ครั้ง ในปี พ.ศ.2532 จึงสำเร็จตามต้องการ ดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 152 คน วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละองค์ประกอบเป็นรายข้อ ได้ค่าอำนาจจำแนก (t) ตั้งแต่ 1.875 ถึง 13.942 แล้วคัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขข้อที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการ พร้อมทั้งปรับปรุงเวลาให้เหมาะสม

การทดลองครั้งที่ 2 ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 176 คน วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนแต่ละองค์ประกอบเป็นรายข้อ ได้ค่าอำนาจจำแนก (t) ตั้งแต่ 1.953 ถึง 15.434 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ต้องการ สำหรับค่าความเชื่อมั่น พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดริเริ่มสูงสุด คือ 0.508 ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดต่ำสุด คือ 0.412 และค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 องค์ประกอบ เท่ากับ 0.560

การทดลองครั้งที่ 3 ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 367 คน ได้ค่าอำนาจจำแนกของคะแนนทั้ง 3 ด้าน ตั้งแต่ 1.992 ถึง 108.502 และได้ค่าสถิติพื้นฐานและคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความคลาดมาตรฐานในการวัดของคะแนนแต่ละด้านของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตาราง 1 ค่าสถิติพื้นฐานและค่าความคลาดมาตรฐานในการวัดของคะแนนแต่ละด้านของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองครั้งที่ 3

| แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ | n | $\bar{X}$ | | | S.D. | | | SEM | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Fu | Fe | O | Fu | Fe | O | Fu | Fe | O |
| ครั้งที่ 1 | 2 | 6.692 | 5.251 | 21.510 | 5.563 | 4.224 | 17.307 | ± .290 | ± .221 | ± .903 |
| ครั้งที่ 2 | 2 | 4.572 | 3.719 | 15.515 | 5.763 | 5.490 | 18.322 | ± .301 | ± .287 | ± .956 |
| ครั้งที่ 3 | 2 | 10.142 | 9.929 | 26.880 | 10.423 | 9.032 | 23.313 | ± .544 | ± .471 | ±1.217 |
| ครั้งที่ 4 | 2 | 3.553 | 2.441 | 5.076 | 6.622 | 6.723 | 10.276 | ± .346 | ± .351 | ± .536 |
| ครั้งที่ 5 | 2 | 11.662 | 11.578 | 19.084 | 12.136 | 12.240 | 16.473 | ± .633 | ± .639 | ± .860 |
| ครั้งที่ 6 | 2 | 16.246 | 5.828 | 50.185 | 9.723 | 4.173 | 30.859 | ± .508 | ± .218 | ±1.611 |
| ครั้งที่ 7 | 2 | 4.935 | 4.744 | 5.515 | 5.451 | 4.863 | 6.880 | ± .285 | ± .254 | ± .359 |
| รวมทั้งฉบับ | 14 | 57.820 | 43.490 | 143.766 | 30.108 | 25.447 | 75.273 | ±1.572 | ±1.328 | ±3.929 |

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตาราง 2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ และแยกตามองค์ประกอบ

| องค์ประกอบของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ | $r_{tt}$ |
|---|---|
| ความคล่องแคล่วในการคิด | 0.574 |
| ความยืดหยุ่นในการคิด | 0.563 |
| ความคิดริเริ่ม | 0.635 |
| รวมทั้งฉบับ | 0.789 |

3. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

ตาราง 3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Multitrait-Multimethod ที่แสดงถึงความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| | $Fu_1$ | $Fe_1$ | $O_1$ | $Fu_2$ | $Fe_2$ | $O_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $Fu_1$ | 1.000 | | | | | |
| $Fe_1$ | .8794** | 1.000 | | | | |
| $O_1$ | .8705** | .7089** | 1.000 | | | |
| $Fu_2$ | .2405** | .1538* | .2847** | 1.000 | | |
| $Fe_2$ | .2017** | .1203* | .2419** | .8252** | 1.000 | |
| $O_2$ | .3015** | .1906** | .3470** | .8983** | .7855** | 1.000 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดเท่ากับ 0.574 ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดเท่ากับ 0.563 ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดริเริ่มเท่ากับ 0.635 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.789

3.2 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ เท่ากับ .3470 สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ตั้งแต่ .1535 ถึง .3145 จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตสาสตร์ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง เนื่องจากมีค่าความเที่ยงตรงเหมือนสูง (Convergent Validity) และค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนกต่ำ (Discriminant Validity)

วิธีดำเนินการสอบ

วิธีดำเนินการสอบแบ่งเป็น สามระยะคือ การเตรียมตัวก่อนสอบ วิธีปฏิบัติขณะสอบ และเมื่อสอบเสร็จแล้ว มีลำดับขั้นดังนี้

1. การเตรียมตัวก่อนสอบ ควรปฏิบัติดังนี้

1.1 กำหนดวัน เวลา และสถานที่สอบล่วงหน้า และแจ้งให้ผู้สอบทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ

1.2 เตรียมห้องสอบให้เรียบร้อย และมีผู้ดำเนินการสอบ 1 คน กับผู้ช่วย 1 คน

1.3 เตรียมอุปกรณ์การสอบที่ใช้ในการสอบได้แก่ แบบทดสอบ กระดาษคำตอบให้มีจำนวนมากกว่าผู้เข้าสอบ ประมาณ 5 เปอร์เซนต์

1.4 การเตรียมตัวสำหรับผู้ดำเนินการสอบ ผู้ดำเนินการสอบต้องศึกษาคำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบเหล่านี้ล่วงหน้าอย่างน้อยหนึ่งครั้ง เพื่อให้สามารถดำเนินการสอบได้อย่างคล่องแคล่ว

2. วิธีดำเนินการสอบ ปฏิบัติดังนี้

2.1 พูดโน้มน้าวจิตใจผู้สอบ ให้มีความกระตือรือร้นที่จะทำการสอบอย่างเต็มกำลังความสามารถ

2.2 การให้คำชี้แจง รายละเอียดของคำชี้แจงจะปรากฏอยู่บนแผ่นหน้าของแบบทดสอบทุกฉบับ ผู้ดำเนินการสอบต้องชี้แจงจำกัดอยู่แต่เฉพาะเท่าที่ปรากฏเท่านั้น โดยอธิบายตัวอย่างและวิธีตอบแบบทดสอบให้ผู้เข้าสอบเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งทุกคน และอย่าให้ผู้เข้าสอบลงมือทำก่อนเวลา ควรให้ลงมือทำเมื่อบอกให้ทำพร้อมทั้งจับเวลา

3. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา

3.1 สั่งให้ผู้สอบวางดินสอหรือปากกาหยุดทำทันที แล้วเก็บกระดาษคำตอบและแบบทดสอบ

3.2 เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบแล้ว ก่อนที่จะให้ผู้สอบออกจากห้องสอบ ผู้ดำเนินการสอบควรกล่าวคำชมเชยนักเรียนที่พยายามตั้งใจสอบเป็นอย่างดี เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ

<u>วิธีตรวจให้คะแนน</u>

การตรวจให้คะแนน แต่ละข้อ 3 องค์ประกอบ คือ คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด คะแนนความคิดยืดหยุ่นในการคิด และคะแนนความคิดริเริ่ม การให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบมีหลักการให้ดังนี้

1. คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด ให้คะแนนตามจำนวนคำตอบทั้งหมดที่นักเรียนตอบได้ถูกต้อง คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบถูกซ้ำจะให้คะแนนเพียงครั้งเดียว

2. คะแนนความคิดยืดหยุ่นในการคิด ให้คะแนนโดยนับจากจำนวนกลุ่มหรือทิศทางของคำตอบ กล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดในแต่ละข้อที่ให้คะแนนความคล่องแคล่วไปแล้วมาจับกลุ่มหรือทิศทางใหม่ คำตอบใดเป็นคำตอบทิศทางเดียวกันหรือความหมายอย่างเดียวกัน ก็จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มเรียบร้อย ให้นับจำนวนกลุ่ม ให้กลุ่มละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบที่กลุ่มตัวอย่างตอบ ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงมาจากวิธีการของ ครอปเลย์ (Cropley. 1966 : 261-262) คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็ได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้เลย ถ้าคำตอบใดยิ่งซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำกับคนอื่นเลย ก็จะได้คะแนนมากขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนยึดหลักดังนี้

| ค่าตอบซ้ำกัน | คะแนนที่ได้ |
|---|---|
| 12% ขึ้นไป | 0 |
| 6-10% | 1 |
| 3-5% | 2 |
| 2% | 3 |
| ไม่เกิน 1% | 4 |

ดังนั้นถ้าให้คะแนนความคิดริเริ่มก็ต้องนับความถี่ของค่าตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยขีดเป็นรอยความถี่ จนครบทุก ๆ คน จึงตรวจสอบความถี่นั้นเทียบกับเกณฑ์ข้างต้น แล้วให้คะแนนความคิดริเริ่ม

<u>เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ</u>

คะแนนปกตินี้ เป็นเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local norms) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตท้องที่การศึกษา 2 กรุงเทพมหานคร จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่นำมาสร้างเกณฑ์ปกติ มีจำนวน 367 คน คะแนนเกณฑ์ปกตินี้ เป็นคะแนนมาตรฐานในรูปคะแนนทีปกติ (Normalized T-Scored) ซึ่งสร้างเป็นเกณฑ์ปกติของคะแนนแต่ละด้าน ดังแสดงในตาราง 3-5

ตาราง 4 เกณฑ์ปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| คะแนนดิบ | คะแนนทีปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 0 | 32 | 35 | 33 | 40 | 28 | 30 | 35 | 0 |
| 1 | 37 | 43 | 37 | 47 | 32 | 34 | 41 | 1 |
| 2 | 41 | 47 | 38 | 49 | 34 | 35 | 44 | 2 |
| 3 | 44 | 51 | 40 | 52 | 36 | 36 | 47 | 3 |
| 4 | 46 | 54 | 43 | 54 | 37 | 37 | 50 | 4 |
| 5 | 49 | 56 | 45 | 57 | 38 | 38 | 52 | 5 |
| 6 | 51 | 57 | 47 | 59 | 39 | 40 | 55 | 6 |
| 7 | 53 | 59 | 49 | 61 | 41 | 41 | 57 | 7 |
| 8 | 55 | 59 | 50 | 63 | 46 | 43 | 60 | 8 |
| 9 | 56 | 60 | 52 | 66 | 49 | 44 | 62 | 9 |
| 10 | 58 | 61 | 53 | 68 | 51 | 45 | 64 | 10 |
| 11 | 59 | 62 | 55 | 70 | 53 | 46 | 66 | 11 |
| 12 | 60 | 63 | 56 | 71 | 55 | 47 | 67 | 12 |
| 13 | 62 | 64 | 57 | 72 | 57 | 48 | 69 | 13 |
| 14 | 63 | 64 | 58 | | 58 | 48 | 70 | 14 |
| 15 | 64 | 66 | 58 | | 60 | 49 | 71 | 15 |
| 16 | 64 | 67 | 59 | | 62 | 50 | | 16 |
| 17 | 67 | 68 | 60 | | 63 | 51 | | 17 |
| 18 | 68 | 69 | 60 | | 64 | 52 | | 18 |
| 19 | 69 | | 61 | | 65 | 53 | 72 | 19 |

ตาราง 4 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 20 | 70 | 69 | 61 | | 66 | 54 | | 20 |
| 21 | | | 62 | | 66 | 55 | 72 | 21 |
| 22 | 72 | | 63 | | 67 | 56 | | 22 |
| 23 | 74 | | 65 | | 67 | 57 | | 23 |
| 24 | | 70 | 67 | | 68 | 57 | | 24 |
| 25 | | 71 | 68 | | 68 | 58 | | 25 |
| 26 | | | 69 | | 69 | 60 | | 26 |
| 27 | | 73 | | | | 61 | | 27 |
| 28 | | | | | | 61 | | 28 |
| 29 | 77 | 75 | | | | 63 | | 29 |
| 30 | | | | | 69 | 64 | | 30 |
| 31 | | | | | 69 | 65 | | 31 |
| 32 | | | | | | 66 | | 32 |
| 33 | | | | | | 67 | | 33 |
| 34 | | | | | | 67 | | 34 |
| 35 | | | | | | 67 | | 35 |
| 36 | | | | | | 68 | 73 | 36 |
| 37 | | | | | | 68 | | 37 |
| 38 | | | | | | 69 | | 38 |
| 39 | | | | | | 71 | | 39 |
| 40 | | 77 | | 73 | 70 | 75 | 75 | 40 |

ตาราง 4 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 41 | | | | | | | | 41 |
| 42 | | 80 | | | | | | 42 |
| 43 | | | | | | | | 43 |
| 44 | | | | | | | | 44 |
| 45 | | | | | | | | 45 |
| 46 | | | | | | 80 | | 46 |
| 47 | | | | | | | | 47 |
| 48 | | | | | | | | 48 |
| 49 | | | | | | | | 49 |
| 50 | 80 | | | 75 | 70 | | | 50 |
| 51 | | | | | | | | 51 |
| 52 | | | | | | | | 52 |
| 53 | | | | | | | | 53 |
| 54 | | | | | | | | 54 |
| 55 | | | | | | | | 55 |
| 56 | | | | | | | | 56 |
| 57 | | | | | | | | 57 |
| 58 | | | | | | | | 58 |
| 59 | | | | | | | | 59 |
| 60 | | | | 77 | | | | 60 |

ตาราง 4 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 61 | | | | | 71 | | | 61 |
| 62 | | | | | | | | 62 |
| 63 | | | | | | | | 63 |
| 64 | | | | | | | | 64 |
| 65 | | | | | | | | 65 |
| 66 | | | | | | | | 66 |
| 67 | | | | | | | | 67 |
| 68 | | | | | | | | 68 |
| 69 | | | | | | | | 69 |
| 70 | | | | | 74 | | | 70 |
| 71 | | | | | | | | 71 |
| 72 | | | | | | | | 72 |
| 73 | | | | | | | | 73 |
| 74 | | | | | | | | 74 |
| 75 | | | | | 80 | | | 75 |

ตาราง 5 เกณฑ์ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 0 | 31 | 35 | 32 | 40 | 28 | 27 | 35 | 0 |
| 1 | 37 | 43 | 37 | 48 | 32 | 32 | 41 | 1 |
| 2 | 41 | 49 | 38 | 52 | 34 | 38 | 44 | 2 |
| 3 | 44 | 53 | 40 | 57 | 36 | 42 | 47 | 3 |
| 4 | 47 | 56 | 43 | 62 | 37 | 46 | 50 | 4 |
| 5 | 51 | 58 | 45 | 66 | 38 | 48 | 52 | 5 |
| 6 | 54 | 60 | 47 | 68 | 39 | 51 | 55 | 6 |
| 7 | 57 | 61 | 49 | 69 | 42 | 55 | 57 | 7 |
| 8 | 59 | 62 | 50 | 71 | 46 | 59 | 60 | 8 |
| 9 | 62 | 63 | 52 | | 49 | 61 | 62 | 9 |
| 10 | 64 | 64 | 53 | | 51 | 64 | 64 | 10 |
| 11 | 66 | 65 | 55 | | 53 | 67 | 66 | 11 |
| 12 | 69 | 66 | 56 | | 55 | 68 | 68 | 12 |
| 13 | 71 | 67 | 57 | | 57 | 69 | 70 | 13 |
| 14 | 72 | 67 | 57 | | 59 | 70 | 71 | 14 |
| 15 | 73 | 68 | 58 | | 60 | 71 | 72 | 15 |
| 16 | | | 59 | | 62 | 72 | | 16 |
| 17 | 75 | | 60 | | 63 | 73 | | 17 |
| 18 | | | 60 | | 64 | | | 18 |
| 19 | | 70 | 61 | | 65 | 75 | 73 | 19 |

ตาราง 5 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 20 | | 71 | 61 | | 66 | | | 20 |
| 21 | | 72 | 62 | | 67 | | | 21 |
| 22 | | | 63 | | 67 | | | 22 |
| 23 | | 72 | 65 | 72 | 67 | | | 23 |
| 24 | | | 68 | | 68 | | | 24 |
| 25 | | | 69 | | 68 | | | 25 |
| 26 | | | 70 | | 69 | | | 26 |
| 27 | | | 73 | | | | | 27 |
| 28 | | | 80 | | | | | 28 |
| 29 | | 73 | | | | | | 29 |
| 30 | | | | | | | | 30 |
| 31 | | | | | 69 | | | 31 |
| 32 | | | | | | | | 32 |
| 33 | 77 | | | | | 77 | | 33 |
| 34 | | | | | | | | 34 |
| 35 | | | | | | | | 35 |
| 36 | | | | | | | 73 | 36 |
| 37 | | | | | | | | 37 |
| 38 | | | | | | | | 38 |
| 39 | | | | | | | | 39 |
| 40 | | | | | 70 | | 77 | 40 |

ตาราง 5 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 41 | | | | | 70 | | | 41 |
| 42 | | | | | | | | 42 |
| 43 | | | | | | | | 43 |
| 44 | | | | | | | | 44 |
| 45 | | | | | | | | 45 |
| 46 | | | | | | | | 46 |
| 47 | | | | | | | | 47 |
| 48 | | | | | | | | 48 |
| 49 | | | | | | | | 49 |
| 50 | | | | | 71 | | | 50 |
| 51 | | | | | | | | 51 |
| 52 | | | | | | | | 52 |
| 53 | | | | | | 80 | | 53 |
| 54 | | | | | | | | 54 |
| 55 | | | | | | | | 55 |
| 56 | | | | | | | | 56 |
| 57 | | | | | | | | 57 |
| 58 | | | | | | | | 58 |
| 59 | | | | | | | | 59 |
| 60 | | | | | | | | 60 |

ตาราง 5 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดหลุ่น ในการคิดจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 61 | | | | | | | | 61 |
| 62 | | | | | 72 | | | 62 |
| 63 | | | | | | | | 63 |
| 64 | | | | | | | | 64 |
| 65 | | | | | | | | 65 |
| 66 | | | | | | | | 66 |
| 67 | | | | | | | | 67 |
| 68 | | | | | | | | 68 |
| 69 | | | | | | | | 69 |
| 70 | | | | | 75 | | | 70 |
| 71 | | | | | | | | 71 |
| 72 | | | | | | | | 72 |
| 73 | | | | | | | | 73 |
| 74 | | | | | | | | 74 |
| 75 | | | | | | | | 75 |
| 76 | | | | | | | | 76 |
| 77 | | | | | | | | 77 |
| 78 | | | | | | | | 78 |
| 79 | | | | | | | | 79 |
| 80 | | | | | 80 | | | 80 |

ตาราง 6 เกณฑ์ปกติของคะแนนความคิดริเริ่มในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่มจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 0 | 31 | 36 | 18 | 42 | 28 | 30 | 38 | 0 |
| 1 | | 40 | 37 | 48 | 32 | 33 | 45 | 1 |
| 2 | 35 | 40 | 38 | 50 | 33 | 33 | 47 | 2 |
| 3 | 36 | 41 | 38 | 52 | 35 | 34 | 49 | 3 |
| 4 | 38 | 44 | 39 | 53 | 36 | 34 | 50 | 4 |
| 5 | 39 | 46 | 40 | 54 | 37 | 35 | 52 | 5 |
| 6 | 40 | 46 | 41 | 56 | 38 | 35 | 54 | 6 |
| 7 | 41 | 47 | 42 | 57 | 40 | 35 | 56 | 7 |
| 8 | 42 | 49 | 42 | 58 | 43 | 36 | 57 | 8 |
| 9 | 43 | 50 | 43 | 59 | 45 | 36 | 58 | 9 |
| 10 | 44 | 50 | 44 | 60 | 47 | 36 | 60 | 10 |
| 11 | 45 | 52 | 45 | 61 | 48 | 37 | 61 | 11 |
| 12 | 46 | 53 | 45 | 62 | 49 | 37 | 61 | 12 |
| 13 | 47 | 53 | 46 | 63 | 49 | 38 | 62 | 13 |
| 14 | 48 | 54 | 46 | 64 | 50 | 38 | 63 | 14 |
| 15 | 48 | 54 | 47 | 65 | 50 | 39 | 64 | 15 |
| 16 | 49 | 55 | 48 | 65 | 51 | 40 | 65 | 16 |
| 17 | 50 | 55 | 48 | 66 | 52 | 40 | 65 | 17 |
| 18 | 50 | 55 | 49 | 66 | 53 | 41 | 65 | 18 |
| 19 | 51 | 56 | 49 | 66 | 54 | 41 | 67 | 19 |
| 20 | 51 | 57 | 50 | 67 | 54 | 41 | 68 | 20 |

ตาราง 6 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 21 | 52 | 57 | 50 | 67 | 55 | 42 | 69 | 21 |
| 22 | 53 | 57 | 51 | 68 | 55 | 42 | 70 | 22 |
| 23 | 54 | 58 | 51 | 68 | 56 | 42 | 70 | 23 |
| 24 | 54 | 58 | 52 | 69 | 56 | 43 | | 24 |
| 25 | 54 | | 52 | 69 | 57 | 43 | 71 | 25 |
| 26 | 55 | 58 | 52 | 70 | 57 | 43 | | 26 |
| 27 | 55 | 58 | 53 | | 57 | 44 | 72 | 27 |
| 28 | 56 | 59 | 53 | 71 | 58 | 44 | 72 | 28 |
| 29 | 56 | | 53 | | 58 | 45 | | 29 |
| 30 | 57 | 59 | 54 | | 58 | 45 | | 30 |
| 31 | 57 | 59 | 54 | | 59 | 45 | 74 | 31 |
| 32 | 58 | | 55 | | 59 | 45 | | 32 |
| 33 | 58 | 60 | 55 | | 60 | 46 | | 33 |
| 34 | 59 | 60 | 55 | | 60 | 46 | | 34 |
| 35 | 59 | 60 | 56 | | 61 | 46 | 77 | 35 |
| 36 | 59 | 60 | 56 | | 61 | 47 | | 36 |
| 37 | 60 | | 57 | | 62 | 47 | | 37 |
| 38 | 60 | | 57 | | 62 | 47 | | 38 |
| 39 | 60 | 61 | 57 | 72 | 63 | 47 | | 39 |
| 40 | 61 | 61 | 58 | 73 | 64 | 48 | | 40 |

ตาราง 6 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่มจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 41 | 61 | 61 | 58 | | 64 | 48 | | 41 |
| 42 | 62 | 61 | 58 | | 65 | 48 | | 42 |
| 43 | 62 | 62 | 58 | | 65 | 48 | | 43 |
| 44 | 63 | 62 | 58 | | | 49 | | 44 |
| 45 | 63 | | 59 | | 66 | 49 | | 45 |
| 46 | 63 | | 59 | 75 | 66 | 49 | | 46 |
| 47 | 64 | 62 | 59 | | | 50 | | 47 |
| 48 | 64 | 63 | 59 | | | 50 | | 48 |
| 49 | 64 | 63 | 60 | | 67 | 50 | | 49 |
| 50 | 65 | 63 | 60 | | 67 | 50 | | 50 |
| 51 | 65 | 63 | | | | 51 | | 51 |
| 52 | 65 | | 60 | | 68 | 51 | | 52 |
| 53 | 66 | 64 | 60 | | 68 | 51 | | 53 |
| 54 | | 64 | 61 | | | 52 | | 54 |
| 55 | 66 | 64 | 61 | | | 52 | | 55 |
| 56 | | 64 | 61 | | | 52 | | 56 |
| 57 | | | 61 | | | 52 | | 57 |
| 58 | 66 | 65 | | | 68 | 53 | | 58 |
| 59 | 67 | 65 | 61 | | 69 | 53 | | 59 |
| 60 | | 66 | 62 | | | 53 | | 60 |

ตาราง 6 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปรับลงคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 61 | | | 62 | 77 | | 54 | | 61 |
| 62 | 67 | | 62 | | 69 | 54 | | 62 |
| 63 | 67 | 67 | 62 | | | 54 | | 63 |
| 64 | 68 | | 62 | | 69 | 54 | | 64 |
| 65 | 68 | 67 | | | 70 | 55 | | 65 |
| 66 | 69 | | 63 | | | 55 | 80 | 66 |
| 67 | 69 | 67 | 63 | | | 55 | | 67 |
| 68 | 70 | | 64 | | 70 | 55 | | 68 |
| 69 | 70 | | 64 | | | 56 | | 69 |
| 70 | 71 | | 64 | | 73 | 56 | | 70 |
| 71 | 72 | | 65 | | | 56 | | 71 |
| 72 | 73 | | 65 | | | 56 | | 72 |
| 73 | 75 | | 65 | | | 57 | | 73 |
| 74 | 77 | | 66 | | | 57 | | 74 |
| 75 | | | 66 | | 75 | 57 | | 75 |
| 76 | | | 67 | | | 58 | | 76 |
| 77 | | | 67 | | | 58 | | 77 |
| 78 | | | 67 | | | 59 | | 78 |
| 79 | | 68 | 68 | | | 59 | | 79 |
| 80 | | 68 | 70 | | 80 | 60 | | 80 |

ตาราง 6 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 81 | | 69 | 71 | | | 60 | | 81 |
| 82 | | | 72 | | | 60 | | 82 |
| 83 | | | 73 | | | 61 | | 83 |
| 84 | | | 75 | | | 61 | | 84 |
| 85 | | | 77 | | | 61 | | 85 |
| 86 | | | 80 | | | 62 | | 86 |
| 87 | | | | | | 62 | | 87 |
| 88 | | | | | | 63 | | 88 |
| 89 | | 69 | | | | 63 | | 89 |
| 90 | | | | | | 63 | | 90 |
| 91 | | | | | | 64 | | 91 |
| 92 | | | | | | 64 | | 92 |
| 93 | | 69 | | | | 64 | | 93 |
| 94 | | | | | | 65 | | 94 |
| 95 | | | | | | | | 95 |
| 96 | | | | | | 65 | | 96 |
| 97 | | | | | | 65 | | 97 |
| 98 | | | | | | | | 98 |
| 99 | | | | | | 65 | | 99 |
| 100 | | | | | | 65 | | 100 |

ตาราง 6 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่ม จากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 101 | | | | | | 66 | | 101 |
| 102 | | | | | | | | 102 |
| 103 | | | | | | | | 103 |
| 104 | | | | | | 66 | | 104 |
| 105 | 80 | 70 | | | | 66 | | 105 |
| 106 | | | | | | 66 | | 106 |
| 107 | | | | | | 67 | | 107 |
| 108 | | 80 | | | | 67 | | 108 |
| 109 | | | | | | 67 | | 109 |
| 110 | | | | | | | | 110 |
| 111 | | | | | | 68 | | 111 |
| 112 | | | | | | | | 112 |
| 113 | | | | | | | | 113 |
| 114 | | | | | | | | 114 |
| 115 | | | | | | | | 115 |
| 116 | | | | | | 69 | | 116 |
| 117 | | | | | | | | 117 |
| 118 | | | | | | | | 118 |
| 119 | | | | | | 69 | | 119 |
| 120 | | | | | | | | 120 |

ตาราง 6 (ต่อ)

| คะแนนดิบ | คะแนนที่ปกติของคะแนนความคิดริเริ่มจากแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน | | | | | | | คะแนนดิบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 121 | | | | | | 70 | | 121 |
| 122 | | | | | | | | 122 |
| 123 | | | | | | | | 123 |
| 124 | | | | | | | | 124 |
| 125 | | | | | | 71 | | 125 |
| 126 | | | | | | 72 | | 126 |
| 127 | | | | | | | | 127 |
| 128 | | | | | | 73 | | 128 |
| 129 | | | | | | | | 129 |
| 130 | | | | | | | | 130 |
| 131 | | | | | | 75 | | 131 |
| 132 | | | | | | | | 132 |
| 133 | | | | | | | | 133 |
| 134 | | | | | | | | 134 |
| 135 | | | | | | | | 135 |
| 136 | | | | | | 77 | | 136 |
| 137 | | | | | | | | 137 |
| 138 | | | | | | | | 138 |
| 139 | | | | | | | | 139 |
| 140 | | | | | | 80 | | 140 |

การคิดคะแนนผลการสอบในแต่ละด้าน เมื่อสามารถวัดว่า นักเรียนคนใดได้คะแนนที่ปกติเท่าใดแล้ว ให้ตัดสินตามเกณฑ์ดังนี้ (ชวาล แพรัตกุล 2520 : 53)

ตั้งแต่ $T_{65}$ และสูงกว่า แปลว่า สูงมาก

ตั้งแต่ $T_{55}$-$T_{65}$ แปลว่า สูง

ตั้งแต่ $T_{45}$-$T_{55}$ แปลว่า ปานกลาง

ตั้งแต่ $T_{50}$ แปลว่า ปานกลางของกลุ่ม

ตั้งแต่ $T_{35}$-$T_{45}$ แปลว่า ต่ำ

ตั้งแต่ $T_{35}$ และต่ำกว่า แปลว่า ต่ำมาก

ถ้ามีผู้สอบได้ตรงจุดแบ่งพอดี คือ $T_{35}$ $T_{45}$ $T_{55}$ และ $T_{65}$ แล้ว ให้เลื่อนผู้สอบนั้นไปอยู่กลุ่มที่สูงถัดไปเสมอ

# แบบสำรวจเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

| เกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ | ความถี่ | |
|---|---|---|
| | จำเป็น | ไม่จำเป็น |
| 1.ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ | 28 | 2 / |
| 2.ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Pattern in Mathematics) | 28 | 0 / |
| 3.ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ | 27 | 1 / |
| 4.ความสามารถในการคิดคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ | 24 | 4 / |
| 5.ความสามารถในการค้นหาจิ๊กซอว์ที่หายไปซึ่งนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ | 16 | 12 |
| 6.ความสามารถในการตั้งคำถามย่อย ๆ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ (แยกแยะปัญหา) | 16 | 19 |
| 7.ความสามารถในการจำแนก หรือจัดกลุ่มโดยใช้หลักเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ | 13 | 15 |
| 8.ความสามารถในการตีความของคำตอบ (Interprete the Results) | 9 | 19 |
| 9.ความสามารถในการเปรียบเทียบเชิงปริมาณ เช่น ขนาด น้ำหนัก ส่วนสูง มุม | 9 | 19 |
| 10.ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ในการณีทั่วไป (Ability To Generalization) | 25 | 3 / |
| 11.ความสามารถในการให้นิยามใหม่ (Ability To Redefinition) | 16 | 12 |

| เกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ | ความถี่ | |
|---|---|---|
| | จำเป็น | ไม่จำเป็น |
| 12. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ และวิธีการคิด (Ability To Verification) | 27 | 1 |
| 13. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพทรงเรขาคณิต หรือ Operation ทางคณิตศาสตร์ | 26 | 2 |
| 14. ความสามารถในการเชื่อมโยงกลุ่มตัวเลข หรือภาพทรงเรขาคณิต หรือ Operation | 14 | 14 |

หมายเหตุ ข้อ 1, 2, 3, 4, 10, 12 และ 13 เป็นเกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยนำมาสร้างแบบทดสอบ โดยยึดเกณฑ์ความสอดคล้องของความคิดเห็นที่มีความถี่ตรงกัน 80% ขึ้นไป และผู้วิจัยได้รวมเกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ข้อ 4 กับ 9 เป็นด้านที่ 4 คือ ความสามารถในการคาดคะเนผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และข้อ 13 กับ 14 เป็นด้านที่ 7 คือ ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข ภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

### ที่พิจารณาเกณฑ์ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

กลุ่มครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์

| | | |
|---|---|---|
| 1. อาจารย์สมนึก | เจียมธีระนาถ | โรงเรียนประชาราษฎร์อุปถัมภ์ |
| 2. อาจารย์สมพรพงษ์ | กันตามระ | โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย |
| 3. อาจารย์สมศรี | ตั้งดวงดี | โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย |
| 4. อาจารย์สมเกียรติ | ชวัฏดี | โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา(พญาไท) |
| 5. อาจารย์เยาวลาพร | พุ่มสลุด | โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า |
| 6. อาจารย์อนงค์ | บุญเลิศ | โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า |
| 7. อาจารย์มุกดา | วิมุกตานนท์ | โรงเรียนศรีอยุธยา |
| 8. อาจารย์สมควร | ทองประดำ | โรงเรียนเพชรินทร์ |
| 9. อาจารย์มัลลิกา | อินทะนา | โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย<br>ศรีนครินทรวิโรฒ(ประสานมิตร) |
| 10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์มณี | วรศิริ | โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย<br>ศรีนครินทรวิโรฒ(ประสานมิตร) |
| 11. อาจารย์ชาลิต | พงษ์สวัสดิ์ | โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย |

กลุ่มนักวิชาการคณิตศาสตร์

| | | |
|---|---|---|
| 1. ศาสตราจารย์สุพิน | พิพิธกุล | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | ดร.สุวัฒนา อุทัยรัตน์ | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่ | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ(ประสานมิตร) |
| 4. อาจารย์ละเอียด | ปราจนาดี | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ(ประสานมิตร) |
| 5. อาจารย์ประสาท | สล้านวงศ์ | กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ |
| 6. ดร.ชอบ | ลีชอ | กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ |
| 7. อาจารย์สมศักดิ์ | สินธุระเวชญ์ | กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ |
| 8. อาจารย์นงนุช | วรรธนาภะ | สสวท. |
| 9. อาจารย์ปานทอง | กุลนาถศิริ | สสวท. |

กลุ่มนักจิตวิทยาและวัดผล

| | | |
|---|---|---|
| 1. ศาสตราจารย์ดร.สำเริง | บุญเรืองรัตน์ | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 2. รองศาสตราจารย์ดร.โชติ | เพชรชื่น | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 3. รองศาสตราจารย์ ล้วน | สายยศ | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 4. รองศาสตราจารย์ ดร.สมศรี | วงษ์ธนู้น้อย | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พจงจิต | อินทสุวรรณ | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 6. อาจารย์อนันต์ | น้ำเจริญ | สำนักงาน ก.ค. กระทรวงศึกษาธิการ |
| 7. อาจารย์วิเชียร | ประดุรชาติ | สำนักงาน ก.ค. กระทรวงศึกษาธิการ |
| 8. อาจารย์ทองหล่อ | วงษ์อินทร์ | วิทยาลัยครูเพชรบุรีพิทยาลงกรณ์ |

## รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ดร.ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์
2. ดร.วัน สิงห์สะอาด
3. รองศาสตราจารย์ ล้วน สายยศ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มณี วรศิริ
5. อาจารย์วิเชียร ชัยธูรชาติ

# ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวสุภาวดี ตั้งบุษผา

เกิดวันที่ 7 เดือนธันวาคม พุทธศักราช 2504

| | |
|---|---|
| สถานที่เกิด | อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน | บ้านเลขที่ 645/64 ถนนสุขาภิบาล 3 ตำบลหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ |
| ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน | นักวิชาการสอบ |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | กองวิชาการบริหารงานบุคคล สำนักงาน ก.ค. กระทรวงศึกษาธิการ |

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2522 มัธยมศึกษาตอนปลาย (แผนกวิทยาศาสตร์) จากโรงเรียนสายปัญญา

พ.ศ. 2527 กศ.บ. (วิชาเอกการวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

พ.ศ. 2533 กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

บทคัดย่อ ๑

# การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

ของ

สุภาวดี ตั้งบุบผา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

เมษายน 2533

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 7 ด้าน คือ ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป และความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ โดยให้คะแนนเป็น 3 องค์ประกอบ คือ คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 367 คน โดยใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น และสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับผลการสำรวจความสามารถทั้ง 7 ด้านที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ และนำไปทดลองสอบกับกลุ่มตัวอย่างถึง 3 ครั้ง ดังนี้ ทดลองครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน จำนวน 17 ข้อ ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 152 คน แล้วหาค่าอำนาจจำแนก โดยให้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 1.875-13.942 จากนั้นได้คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบการทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน จำนวน 14 ข้อ ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 176 คน แล้วหาค่าอำนาจจำแนกได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 1.953-15.434 จากนั้นได้ปรับปรุงข้อสอบ แล้วนำไปทำการทดสอบครั้งที่ 3 โดยนำแบบทดสอบทั้ง 7 ด้าน จำนวน 14 ข้อ ไปทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 367 คน แล้วหาค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรง เช่น โครงสร้างและสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนนทีปกติ ได้ผลดังนี้ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบทุกข้อของคะแนนทั้ง 3 องค์ประกอบ มีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหาโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ได้ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคล่องแคล่วในการคิด

ทั้งฉบับ 0.574 ค่าความยืดหยุ่นในการคิดทั้งฉบับ 0.563 ค่าความคิดริเริ่มทั้งฉบับ 0.635 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.789 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบหาโดยวิธี Multitrait-Multimethod มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเหมือน .7089-.8983 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก .1538-.3145

# A Construction of creative Ability in Mathematics Test for Mathayom Suksa III in Bangkok Metropolitant

AN ABSTRACT

BY

SUPAWADEE TUNGBUBPHA

Presented in partial fulfilment of the requirements for the Master of Education Degree in Measurement Education at Srinakharinwirot University

April 1990

The purpose of this study was to construct the creative ability test in Mathematics which composed of seven abilities : ability to create problem in mathematical situations, ability to determine patterns in mathematical situations, ability to solve mathematical situations by breaking from established mind set to obtain solutions, ability to predict the possible outcomes in Mathematics ability to verification, ability to utilize principle and mathematical rule in general and ability to set the relation patterns from set of numbers, set of geometric figures, set of geometric patterns or set of operations in Mathematics. The test were scored according to three thinking abilities : fluency, flexbility and originality. Six hundred and ninety five Mathayom Suksa III students in 1989 academic year from public secondary school in Bangkok Metropolitan were stratifically selected to be the sample of the study. The test was constructed according to the results of academic specialist survey for creative ability in Mathematics. The study procedure administered three testing. The first draft consisted of 17 items in seven abilities, one hundred and fifty-two students took the test. The test was then reviewed and selected according to discriminating powers. The result revealed that the discrimination powers ranged from 1.875 to 13.942. The second draft consisted of 14 items in seven abilities. One hundred and seventy-six students took the test for the purpose of refinded the

discriminating powers of the test. It was found that the discriminating powers ranged from 1.953 to 15.434 acceptably. And the last one, consisted of 14 items. Three hundred and sixty seven took the test for the purpose of refined the discriminating powers, reliability, construct validity and normalized T-score norm.

The results were as follows :

The discriminating powers were highly significant at .01 level. The reliability on fluency calculated by α-coefficient was 0.574. The reliability on flexibility was 0.563, the reliability on originality was 0.635 and the reliability by the whole test was 0.789 acceptably. Calculating by multitrait-multimethod, the correlation coefficient of convergent validity of the construct validity was ranged from 0.7089 to 0.8983 and the correlation coefficient of discriminant validity of the construct validity was ranged from 0.1538 to 0.3145