การศึกษาการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ฝึกด้วยแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สารนิพนธ์
ของ
นางสาวทิพย์บุบผา สาคร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
กุมภาพันธ์ 2546
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

540.76
ท 468ก
ร3

การศึกษาการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ฝึกด้วยแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ

ของ

นางสาวทิพย์บุบผา สาคร

22 เม.ย. 2546

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
กุมภาพันธ์ 2546

ท157184

ทิพย์บุบผา สาคร. (2546). การศึกษาการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วยแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วยแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดและจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ ซึ่งเป็นนักเรียนหญิงและกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โดยสุ่มตัวอย่างมา 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 44 คน ซึ่งได้โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม แล้วมาทำการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด จำนวน 12 กิจกรรม ในเวลา 3 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดแล้วมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านคือ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางและนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY OF DEVELOPMENT OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS' MATHEMATICS CREATIVE THINKING BY SYMBOLIC DIVERGENT PRODUCTION ABILITY TRAINING ACCORDING TO GUILDFORD THEORY

AN ABSTRACT

BY

MISS TIPBUBPA SAKORN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the Master of Educational degree in Educational Measurement at Srinakharinwirot University

February 2003

APRIL

Tipbubpa Sakorn. (2003). A Study of Development of Mathayom Suksa Ⅱ Students' Mathematics Creative Thinking by Symbolic Divergent Production Ability Training According to Guildford Theory. Master Project, M.Ed. (Educational Measurement). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor : Assoc. Prof. Aungkana Saiyos.

The purpose of the research were to study the development of the creative thinking in Mathayom Suksa Ⅰ students by symbolic divergent production ability training according to Guildford Theory. The sample consisted of girls students in Mathayom Suksa Ⅰ of St.Francis Xavier Convent School in academic year 2002. This sample received symbolic divergent production ability training about 12 times for 3 weeks.

The finding were as follows : -

1. The students who received symbolic divergent production ability training according to Guildford Theory had development of mathematics creative thinking in Fluency, Flexibility and Originality. with statistically significant at .05 level.

2. The students between high acheivement group and middle acheivement group , high acheivement group and low acheivement group had development of mathematics creative thinking of Fluency, Flexibility and Originality were statistically significant difference at .05 level but the students between middle acheivement group and low acheivement group had development of mathematics creative thinking in Fluency, Flexibility and Originality was not statistically significant difference.

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....

(รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุวพร เซ็มเฮง)

..... กรรมการ

(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.คมเพชร ฉัตรศุภกุล)

วันที่ ...19.. เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ข้อคิดเห็น และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และอาจารย์ ดร. สุวพร เซ็มเฮง อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยยังได้รับความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ ได้รับความเอื้อเฟื้อเป็นอย่างดีในการทดลองเครื่องมือ ตลอดจนการทดลองและเก็บข้อมูลจากซีสเตอร์ดอมินิก กิจเจริญ อธิการิณีโรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ นอกจากนี้ยังได้รับความช่วยเหลือในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลจากคุณครูสนธิภา แก้วสนิทและคุณสันถวี นิยมทรัพย์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอขอบใจนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจ ความรัก ความเมตตา และประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย จนมีความรู้ความสามารถทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงด้วยดี

ทิพย์บุบผา สาคร

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	2
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	8
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์	8
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	17
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดอเนกนัยตามทฤษฎีกิลฟอร์ด	31
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก	44
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	48
	สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า	54
3	วิธีดำเนินการวิจัย	55
	ประชากร	55
	กลุ่มตัวอย่าง	55
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	55
	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	56
	ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	61
	วิธีดำเนินการวิจัย	66
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	67

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	71
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผล	71
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	71
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	71
5	สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	79
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	79
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	79
	สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า	79
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	79
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	81
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	81
	อภิปรายผล	82
	ข้อเสนอแนะ	83
	บรรณานุกรม	84
	ภาคผนวก	89
	ประวัติย่อของผู้วิจัย	142

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 การให้คะแนนความคิดริเริ่มของทอร์แรนซ์ (Torrance. 1969) 31

2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง 55

3 แสดงแบบแผนการทดลอง แบบ One – Group Pretest – Posttest Design 66

4 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน จำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 72

5 เปรียบเทียบคะแนนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านก่อนและหลังการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิต 73

6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน 74

7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน 75

8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน 75

9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน 76

10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน 77

11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน 78

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 โครงสร้างของเซาวน์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด 33

2 โครงสร้างของเซาวน์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดปรับปรุงใหม่ 35

3 สมรรถภาพสมองด้านความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด 36

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งจำเป็นในสังคม (ปรีชา วงศ์ชูศิริ. 2525 : 240) ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นเป้าหมายที่สำคัญที่จะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นในเยาวชนของชาติตั้งแต่เยาว์วัย ดังจะเห็นได้จากการที่กำหนดไว้ในมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและมาตรฐานด้านผู้เรียนที่ใช้เป็นกรอบในการประเมินคุณภาพภายนอกของการประกันคุณภาพการศึกษาภายนอกตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์และคณะ. 2543 : 3) ดังที่ กิลฟอร์ด (Guilford. 1959 : 56) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถทางสมองที่จะคิดได้หลายทิศทางเรียกว่าการคิดแบบอเนกนัยและกิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 36) ได้เสนอโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง (The Strcture of Intellectual Model) ในเชิงทฤษฎีขึ้น โดยเสนอมิติ การคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องตัว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และการคิดละเอียดลออ (Elaboration) ว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของความคิดสร้างสรรค์และเกล (จักรฤษณ์ บรรจงคชาธาร. 2543 : 2 ; อ้างอิงมาจาก Gale. 1961 : 74) ได้อธิบายถึงความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวคนทุกคนและสามารถส่งเสริมคุณลักษณะให้สูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับสตอร์ม (จักรฤษณ์ บรรจงคชาธาร. 2543 : 2 ; อ้างอิงมาจาก Storm. 1963 : 69) ที่เชื่อว่าทุกคนมีศักยภาพทางความคิดสร้างสรรค์แต่แตกต่างกันในระดับความมากน้อย และทอร์แรนซ์ (จักรฤษณ์ บรรจงคชาธาร. 2543 : 2 ; อ้างอิงมาจาก Torrance. 1965 : 66) ก็ยังได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการสอน ฝึกฝน และฝึกปฏิบัติที่ถูกวิธี ดังนั้นหากได้มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบฝึกลักษณะต่างๆ ก็จะเป็นประโยชน์ในการช่วยให้เกิดความสะดวกต่อครูเพื่อใช้ฝึกและพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียนทางหนึ่งและจากการศึกษาของดิลก ดิลกานนท์ (2534 : บทคัดย่อ) ยังพบว่าแบบฝึกที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้น โดยเด็กที่ได้รับการฝึกทักษะการคิดจะมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเด็กที่ไม่ได้รับการฝึก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจินดา กิจพูนวงศ์ (2533 : บทคัดย่อ) ที่ว่าผลการฝึกความคิดอเนกนัยและผลผลิต มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุมีผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพ

ชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์มีความสมดุลทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์สามารถคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 : 1) คณิตศาสตร์เป็นวิชาเกี่ยวกับจำนวน ตัวเลข โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มีวิธีการแก้ได้หลายวิธี คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่เหมาะสมกับผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (จุติพร โพธิศิริ. 2534 : 3) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 1-2 ; อ้างอิงมาจากสุภาวดี ตั้งบุบผา. 2533 : 4) พบว่าความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เหมาะสมกับผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ช่วยให้คนคิดอย่างมีเหตุผล การแก้ปัญหามีกฎเกณฑ์ให้ดำเนินตาม โจทย์ปัญหาส่วนใหญ่มีวิธีแก้ได้หลายวิธี สามารถใช้ลองผิดลองถูกได้ในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มของกฎเกณฑ์และการประมาณค่าซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญและวิเชียร กลิ่นมาลัย (2543 : 4) มีความเห็นว่า การจะอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข บุคคลจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ตามศักยภาพ โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ตั้งแต่ใกล้ตัวจนไกลตัว และเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาวิทยาการแขนงอื่นๆ อีกด้วย ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ควรได้รับการปลูกฝังและเสริมสร้างให้กับผู้เรียนในทุกระดับ ซึ่งจากงานวิจัยของบอลกา (Balka. 1974 : 98 A) พบว่าความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และจากงานวิจัยของสมศักดิ์ วยะนันท์ (พิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์. 2529 : 2 ; อ้างอิงจาก สมศักดิ์ วยะนันท์. 2517 : 47) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางสมองด้านอเนกนัยด้านสัญลักษณ์สูงสุด รองลงมาคือเป็นเนื้อหาด้านภาษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกิลฟอร์ดและคณะ (พิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์. 2529 : 2 ; อ้างอิงจาก Guilford and others. 1965 : 659-681) ที่พบว่า สมรรถภาพทางสมองที่ใช้ในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี คือ การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์นั่นเอง แสดงว่าเนื้อหาด้านสัญลักษณ์น่าจะมีลักษณะบางประการสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วยแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วยแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ทราบว่าการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตมีผลต่อการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หรือไม่และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันเมื่อได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์จะมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่างกันหรือไม่ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษา

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นโรงเรียนหญิง จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 176 คน

2. กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นโรงเรียนหญิง จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มโดยวิธีสุ่มแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1 การจัดกระทำของการทดสอบ จำแนกดังนี้

3.1.1.1 ทดสอบก่อนฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิต

3.1.1.2 ทดสอบหลังฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิต

3.1.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกเป็น

3.1.2.1 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

3.1.2.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลาง

3.1.2.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

3.2 ตัวแปรตาม คือ การพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป โดยไม่จำกัดจำนวน จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ การศึกษาครั้งนี้จะยึดตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด

2. ทฤษฎีของกิลฟอร์ด หมายถึง ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของสติปัญญา (The Structure of intellect Model : SOI หรือ Three-Dimensional Model of the Struture of Intellect) ซึ่งประกอบด้วยสามมิติ ดังนี้

2.1 มิติที่หนึ่งกระบวนการคิด (Operations) แบ่งกระบวนการคิดออกเป็น 6 ลักษณะ ได้แก่ การรู้การเข้าใจ (Cognition) ความจำในระยะยาว (Memory Retention) ความจำในระยะสั้น (Memory Recording) การคิดเอนกนัย (Divergent Production) การคิดเอกนัย (Convergent Croduction) และการประเมินค่า (Evaluation)

2.2 มิติที่สอง เนื้อหาซึ่งเป็นสิ่งเร้าให้เกิดกระบวนการคิด (Content) แบ่งเป็น 5 ลักษณะ ได้แก่ การมองเห็น (Visual) การได้ยิน (Auditory) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral)

2.3 มิติที่สาม ผลจากการคิด (Products) ประกอบด้วย 6 ลักษณะ ได้แก่ หน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) และการประยุกต์ (Implications)

3. การฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิต หมายถึง กระบวนการที่ให้นักเรียนใช้ความสามารถทางสมองในการคิดได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป จากแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิต เพื่อให้เกิดผลการคิด ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

3.1 ผลผลิตแบบหน่วย หมายถึง ผลการคิดจากการใช้ความสามารถทางสมองในการคิดหาคำตอบที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่นๆ

3.2 ผลผลิตแบบจำพวก หมายถึง ผลการคิดจากการใช้ความสามารถทางสมองในการจำแนก การจัดกลุ่ม เป็นพวก เป็นกลุ่ม โดยใช้เกณฑ์บางประการในการจัดกลุ่ม

3.3 ผลผลิตแบบความสัมพันธ์ หมายถึง ผลการคิดจากการใช้ความสามารถทางสมองในการโยงความคิด 2 ประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ในการจัดการเชื่อมโยง อาจจะเป็นหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ ก็ได้

3.4 ผลผลิตแบบระบบ หมายถึง ผลการคิดจากการใช้ความสามารถทางสมองในการจัดแบบแผน หรือจัดโครงสร้างให้อยู่ในระบบ

3.5 ผลผลิตแบบแปลงรูป หมายถึง ผลการคิดจากการใช้ความสามารถทางสมองเพื่อเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่ การเปลี่ยนแปลงอาจจะอยู่ในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์

3.6 ผลผลิตแบบแบบการประยุกต์ หมายถึง ผลการคิดจากการใช้ความสามารถทางสมองในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความ เพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความโดยอาศัยเหตุผล

4. แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ หมายถึง ชุดของกิจกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนใช้ความสามารถทางสมองในการตอบได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป โดยใช้ตัวเลข,ตัวอักษรเป็นข้อมูลหรือสิ่งเร้าในแต่ละกิจกรรม ซึ่งฝึก 2 กิจกรรม ในแต่ละผลผลิต

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะคิดปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกลหลายทิศทางด้วยการปรับปรุง ออกแบบดัดแปลง ต่อเติม หาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในแง่มุมต่างๆ อันที่จะทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นี้สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยลักษณะการถาม 5 ด้าน ดังนี้

5.1 ด้านความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือสร้างชุดคำตอบที่หลากหลายจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน

5.2 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลายๆ วิธี และสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีการเดิม หรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

5.3 ด้านความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนเรื่องราวหรือทำนายเหตุการณ์ต่างๆ ในอนาคตได้อย่างถูกต้องโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ กับเหตุการณ์ในอนาคตตามเงื่อนไขที่เป็นไปได้

5.4 ด้านความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดหรือ สิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ และสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้

5.5 ด้านความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดประเด็นสำคัญของปัญหาและการคิดวิธีแก้ปัญหาโดยการแยกแยะปัญหาย่อยๆ เพื่อนำไปคิดหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง

6. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดข้อคำถามวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับปรุงเนื้อหาจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกา (Balka) โดยให้มีความเหมาะสมกับผู้สอบมากที่สุด

7. การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีการตรวจให้คะแนนดังนี้

7.1 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้จำนวนมากที่สุดในเวลาจำกัด ซึ่งสังเกตผลการคิดได้ในเชิงปริมาณ โดยนับได้จากจำนวนที่ตอบถูกต้อง

7.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายทิศทางหรือหลายแนวทาง ซึ่งสังเกตได้จากความคิดในเรื่องหนึ่งสามารถคิดได้หลายรูปแบบ

7.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดของคนอื่น ซึ่งสังเกตได้จากความแตกต่างจากผู้อื่นในกลุ่ม

8. การพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ลักษณะที่เกิดจากการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตที่เจริญงอกงามขึ้น ที่วัดได้จากการวัดก่อนและหลังการฝึกด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

9. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกกลุ่มวิชาของนักเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โดยใช้ระดับคะแนนเฉลี่ยที่สอบได้มาจัดเรียงลำดับ แล้วจัดแบ่งกลุ่ม สูง ปานกลางและต่ำ ดังนี้

9.1 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง หมายถึง นักเรียนที่ได้ระดับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกกลุ่มวิชาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ตั้งแต่เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 75 ขึ้นไป

9.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่ได้ระดับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกกลุ่มวิชาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ระหว่างเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 25 - 75

9.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ หมายถึง นักเรียนที่ได้ระดับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกกลุ่มวิชาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ตั้งแต่เปอร์เซนต์ไทล์ที่ 25 ลงมา

10. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ที่ตรวจสอบแบบฝึกและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษาที่มีประสบการณ์การทำงานอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 5 ท่าน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็นหัวข้อดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
    - 1.1 ความหมายและแนวคิดของความคิดสร้างสรรค์
    - 1.2 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์
    - 1.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
    - 1.4 การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์
    - 1.5 การวัดความคิดสร้างสรรค์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
    - 2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
    - 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
    - 2.3 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดอเนกนัยตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด
    - 3.1 ทฤษฎีของกิลฟอร์ด
    - 3.2 ความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลิต
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก
    - 4.1 ความหมายของแบบฝึก
    - 4.2 หลักในการสร้างแบบฝึก
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 5.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
    - 5.2 งานวิจันภายในประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

1.1 ความหมายความคิดด้านความคิดสร้างสรรค์

กิลฟอร์ด (จักรฤษณ์ บรรจงคชาธาร. 2543 : 7 ; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1959 : 56) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองเป็นความสามารถที่จะคิดได้หลายทิศทางเรียกว่าการคิดแบบเอนกนัย

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1962 : 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผล หรือสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่รู้จักมาก่อน สิ่งต่างๆ เหล่านี้อาจจะเกิดจากการรวมความรู้ต่างๆ ที่ได้รับประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ๆ

วอลลาชและโคแกน (Wallach and Kogan. 1965) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความคิดโยงสัมพันธ์ได้ คนที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นคนที่สามารถคิดอะไรได้อย่างสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

จากความหมายดังกล่าว อาจสรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะคิดได้กว้างไกลหลายทิศทางด้วยการปรับปรุง ออกแบบ ดัดแปลง ต่อเติม หาความสัมพันธ์ในแง่มุมต่างๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไป ซึ่งอาจอยู่ในรูปของกระบวนการคิด พฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมาหรืออาจอยู่ในรูปของผลผลิตแนวความคิดด้านความคิดสร้างสรรค์

1.2 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์มีมากมายหลายทฤษฎี เดวิส (กรมวิชาการ. 2535 : อ้างอิงจาก Davis. 1971.) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวถึงทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์โดยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 4 กลุ่ม คือ

1. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาทางจิตวิเคราะห์หลายคน เช่น ฟรอยด์ และคริส ได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการเกิดของความคิดสร้างสรรค์ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตใต้สำนึกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกผิดชอบทางสังคม (Social conscience) คูไบ และรัค ซึ่งเป็นนักจิตวิเคราะห์แนวใหม่กล่าวว่า ความคิด สร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการรู้สติกับจิตใต้สสำนึกซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่า จิตก่อนสำนึก

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยากลุ่มนี้มีแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรง การตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ยังได้เน้นความสัมพันธ์ทางปัญญาคือการโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งต่างๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์มนุษย์นิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาแต่กำเนิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ออกมาใช้ได้คือผู้ที่มีสัจจการแห่งตน คือรู้จักตนเอง พอใจตนเองและใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตน มนุษย์จะสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนออกมาได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับการสร้าง

สภาวะหรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วยความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นกับความคิดและการเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

4. ทฤษฎีอูต้า (Auta) ทฤษฎีนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคลโดยมีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคนและสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบอูต้าประกอบด้วย

4.1 การตระหนัก(Awareness) คือ ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

4.2 ความเข้าใจ (Understanding) คือ มีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.3 เทคนิควิธี (Techniques) คือ การรู้เทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคล และเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

4.4 การตระหนักในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (Actualization) คือ การรู้จักหรือตระหนักในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองเต็มศักยภาพ รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่าง ๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเองและมีความคิดที่ ยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

องค์ประกอบทั้ง 4 นี้จะผลักดันให้บุคคลสามารถดึงศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองมาใช้ได้

จากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดนี้จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีอยู่ในตัวบุคคลและสามารถที่จะพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้และบรรยากาศที่เอื้ออำนวย

1.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์นี้ได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 62) ซึ่งเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อนกว้างไกลหลายทิศทางหรือเรียกว่าความคิดอเนกนัย ซึ่งประกอบด้วยความคิดริเริ่ม ความคิดยืนหยุ่น ความคิดคล่องตัว และความคิดละเอียดลออ

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 145 – 151) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นและแตกต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการคิดจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้แปลกแตกต่างจากที่เคยเห็นหรือสามารถพลิกแพลงให้กลายเป็นสิ่งที่ไม่เคยคาดคิด ความคิดริเริ่ม อาจเป็นการนำเอาความคิดเก่ามาปรุงแต่งผสมผสานจนเกิดเป็นของใหม่ ความคิดริเริ่มมีหลายระดับ ซึ่งอาจเป็นความคิดครั้งแรกที่เกิดขึ้นโดยไม่มีใครสอน แม้ความคิดนั้นจะมีผู้อื่นคิดไว้ก่อนแล้วก็ตาม

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกันแบ่งเป็น 4 ประเภท

2.1 ความคิดคล่องตัวทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำ

2.2 ความคิดคล่องตัวทางด้านการโยงสัมพันธ์ (Association Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคิดคล่องตัวทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค และนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องตัวในการคิด (Idealtional Fluency) เป็นความสามารถคิดในสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนดให้ เช่น ให้คิดประโยชน์ของหนังสือพิมพ์ให้มาก ที่สุด ภายในเวลาที่กำหนดให้

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของการคิด โดยแบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นในทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ ตัวอย่างของผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นนี้ อาจได้แก่คิดประโยชน์ของหนังสือพิมพ์ว่ามีอะไรบ้าง ความคิดของผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นสามารถจัดกลุ่มได้หลายทิศทางหรือหลายด้าน เช่น เพื่อรู้ข่าวสาร เพื่อโฆษณาสินค้า เพื่อธุรกิจ ฯลฯ ในขณะที่คนซึ่งไม่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้เพียงทิศทางเดียว คือ เพื่อรู้ข่าวสาร

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adapter Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นจะดัดแปลงได้ไม่ซ้ำกัน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจนหรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น ความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมา ตกแต่ง ขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น

ทอร์แรนซ์เป็นผู้ที่นำแนวคิดและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดมาใช้ศึกษาวิจัยในรูปแบบของการเรียนการสอน ซึ่งทอร์แรนซ์ (ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร. 2542 : 18-19 ; อ้างอิงมาจาก Torrance. 1973 : 91-95) สนใจที่จะศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถในการผลิดความคิดได้หลากหลายเพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดนตรีและศิลปะ เป็นต้น หรืออาจจะกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นความคิดคล่องทางด้านการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Associational Fluency)

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้ หลากหลาย คิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายๆ ด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็น ความคิดที่แปลกใหม่ที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่นหรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

1.4 การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

บุคคลทุกคนมีความคิดสร้างสรรค์ แต่มีในปริมาณที่แตกต่างกันและเราสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของบุคคลให้สูงขึ้นได้ ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์นี้จะเป็นการเพิ่มคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของบุคคลด้วย เช่น มโนทัศน์แห่งตน ความไวในการรับรู้ ความเป็นอิสระในการคิดและเลือกตัดสินใจ ความกระตือรือร้นในการคิดแก้ปัญหาใหม่ ๆ ความสามารถในการดำรงตนเมื่อไม่ประสบความสมหวัง (จักรฤษณ์ บรรจงคชาธาร. 2543 : 17 ; อ้างอิงมาจาก Wolman. 1985 : 729)

ฮอลล์แมน (Hallman. 1971 : 220 – 224) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์แก่นักเรียนดังนี้

1. ให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยความริเริ่มของตนเองซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากเป็นผู้ค้นพบและอยากทดลอง

2. จัดบรรยากาศในการเรียนรู้แบบเสรี ให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและการแสดงออก มีอิสระในการศึกษาค้นคว้าตามความสนใจและความสามารถของเขา ครูต้องไม่กระทำตัวเป็นผู้กำหนดทุกอย่าง

3. สนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มขึ้น โดยการให้ข้อมูลข่าวสารที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้นด้วยตนเอง

4. ส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์โดยยั่วยุให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปแบบที่แปลกใหม่จากเดิม ส่งเสริมการคิดจินตนาการ ส่งเสริมให้คิดวิธีแก้ปัญหาแปลก ๆ ใหม่ ๆ ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีความกล้าเสี่ยงทางสติปัญญา (Intellectual Risk)

5. ไม่เข้มงวดกับผลหรือคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้จากการค้นพบของนักเรียนเกินไป ครูต้องไม่ให้ความสำคัญของความคลาดเคลื่อนจนเกินไปนัก ต้องยอมรับว่าความคลาดเคลื่อนและความผิดพลาดนั้นเป็นเรื่องปกติที่เกิดขึ้นได้

6. สนับสนุนให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นทางสติปัญญา (Intellectual Flexibility) โดยยั่วยุให้นักเรียนคิดหาวิธีการหาคำตอบหรือแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีด้วยการพยายามคิดหาความหมายใหม่ โดยใช้ประสบการณ์เดิมในบริบทใหม่ ไม่ให้ยึดมั่นกับประสบการณ์เดิมอย่างมั่นคงเพียงด้านเดียว

7. สนับสนุนให้นักเรียนรู้จักประเมินผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าของตนด้วยตนเอง ให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบและรู้จักประเมินตนเอง พยายามหลีกเลี่ยงการใช้เกณฑ์มาตรฐานหรือข้อสอบมาตรฐาน

8. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่ไวต่อการรับรู้ในสิ่งเร้าทั้งในด้านความรู้สึกและปัญหาด้านสังคมและบุคคล

9. ส่งเสริมให้นักเรียนตอบคำถามประเภทปลายเปิดที่มีความหมายและไม่มีคำตอบที่เป็นจริงที่แน่นอนตายตัว คำถามประเภทนี้จะสนับสนุนให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มขึ้น

10. เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ความคิด และเครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเองซึ่งจะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าใจกระบวนการโดยตลอด

11. ฝึกให้นักเรียนสู้ต่อความล้มเหลวและความคับข้องใจ ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีความสามารถที่จะอยู่ในสถานการณ์ที่คลุมเครือและสามารถจัดการกับสถานการณ์เหล่านั้นได้อย่างเหมาะสม

12. ฝึกให้นักเรียนพิจารณาปัญหาในภาพรวมมากกว่าที่จะพิจารณาปัญหาย่อย ๆ ให้รู้จักบูรณาการและเข้าใจปัญหาเหล่านั้น

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น สามารถที่จะกระทำได้โดยจัดบรรยากาศการเรียนรู้อย่างเสรีให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยความคิดริเริ่มของตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนคิดตอบคำถามหรือฝึกให้นักเรียนได้จัดการกับสถานการณ์โดยให้พิจารณาจากภาพรวมและรู้จักการบูรณาการ

สำหรับวิธีการหรือเทคนิคที่ใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่ได้รับความนิยมและใช้กันกว้างขวาง ได้แก่ เทคนิควิธีการระดมพลังสมอง (Brainstorming) วิธีการสังเคราะห์โครงสร้าง (Morphological synthesis) และวิธีซีเนติกซ์ (Synectics) (Gilhooly. 1982 : 134 – 141) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. วิธีการระดมสมอง (Brainstorming) วิธีนี้เสนอขึ้นโดยนักธุรกิจชื่อ Alex Osborn เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยกลุ่มซึ่งมีหลักสำคัญสองข้อคือ ชะลอการตัดสินใจซึ่งหมายถึงในขณะที่มีการระดมความคิดร่วมกันนั้นจะไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์หรือตัดสินความคิดของสมาชิกคนใดคนหนึ่ง ปล่อยให้สมาชิกแต่ละคนได้เสนอความคิดของตนอย่างเต็มที่และหลักการข้อที่สองคือ ปริมาณนำไปสู่คุณภาพ ซึ่งหมายถึงใช้วิธีการระดมพลังสมองในการแก้ปัญหาจึงมีกฎสำหรับสมาชิกในกลุ่มขณะดำเนินการ 4 ข้อ คือ

1. งดเว้นการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดตนและผู้อื่น
2. ทุกคนสามารถแสดงความคิดของตนอย่างเสรี
3. ต้องการปริมาณความคิดของแต่ละคนให้มากที่สุด
4. ประสานความคิดของทุกคนเพื่อหาทางปรับปรุงให้ดีที่สุด

ได้มีการศึกษาเพื่อหาคำตอบว่าการใช้วิธีการระดมพลังสมองจะทำให้ได้ความคิดในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าการคิดแก้ปัญหาตามปกติหรือไม่ด้วยกันหลายราย เช่น การศึกษาของแมโด , พาร์เนส และรีส (Gilhooly . 1982 : 135 – 136 : citing Meadow , Parnes and Reese. 1959) ซึ่งได้ทำการทดลองใหม่กลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการระดมพลังสมองในการบอกประโยชน์ของไม้กวาดกับไม้แขวนเสื้อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้วิธีการระดมพลังสมอง ผลปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิธีการระดมพลังสมองสามารถให้คำตอบที่ดีกว่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้วิธีการระดมพลังสมอง

ข. วิธีการสังเคราะห์โครงสร้าง (Morphological synthesis) เป็นวิธีที่ผู้แก้ปัญหาจัดลำดับความคิดในการแก้ปัญหาของตนเองออกมาตามคุณลักษณะของปัญหาทีละด้านแล้ว นำมาคิดที่ได้ในแต่ละคุณลักษณะนั้นมาพิจารณาร่วมกัน โดยใช้วิธีการแยกแยะองค์ประกอบของความคิดหรือปัญหาให้องค์ประกอบหนึ่งอยู่บนแกนตั้งของตาราง ซึ่งเรียกว่าตารางเมตริกซ์ และอีกองค์ประกอบหนึ่งอยู่บนแกนนอน เมื่อองค์ประกอบบนแกนตั้งมาสัมพันธ์กับองค์ประกอบบนแกนนอนในช่วงของตารางก็จะเกิดความคิดใหม่ขึ้นวอร์เรนและเดวิส (Gilhooly. 1982 : 139 citing Warren and Davis. 1969) ได้ทดลองนำวิธีการนี้ไปใช้ โดยเปรียบเทียบกับวิธีชี้แนะความคิด (Idea Spurring) ผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่มที่ใช้วิธีการคิดแบบสังเคราะห์โครงสร้างสามารถเสนอความคิดที่แปลกใหม่และมีความเป็นไปได้สูงกว่ากลุ่มที่ใช้วิธีการชี้แนะความคิด

ค. วิธีซีเนคติกส์ (Synectics) วิธีนี้เสนอโดยกอร์ดอน (Gilhooly. 1982 : 140 citing Gordon. 1961) โดยเสนอหลักการสำคัญสองประการ คือ ทำสิ่งที่แปลกให้คุ้นเคย (Making the strange familiar) และทำสิ่งคุ้นเคยให้แปลกใหม่ (Making the familiar strange) โดยอาศัยหลักการเทียบเคียงและอุปมาอุปมัยเป็นสำคัญ จะทำให้เราสามารถเข้าใจในปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้ดีขึ้น ถ้าได้นำปัญหานั้นไปอุปมากับปัญหาที่เราคุ้นเคยมาก่อนและในทางกลับกันบางปัญหาที่ใกล้ตัวเราหรือคุ้นเคยมากเกินไปจนทำให้เราไม่เกิดความคิด ใหม่ๆ

ในปัญหานั้น ถ้ามีการนำปัญหานั้นไปเทียบเคียงกับเรื่องที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนก็จะทำให้เกิดความคิดที่แปลกใหม่ขึ้น

1.5 การวัดความคิดสร้างสรรค์

การวัดความคิดสร้างสรรค์เป็นการวัดที่แตกต่างไปจากการวัดด้านสติปัญญาโดยทั่วไป อย่าง เช่น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือความถนัดทางการเรียนหรือการวัด IQ ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่ค่อนข้างวัดได้ยากเพราะมีองค์ประกอบที่ไม่คงที่แน่นอน (dynamic) และมีหลายองค์ประกอบย่อย (Multifaceted Function) บิเนต์ (Binet) บิดาแห่งการทดสอบทางสติปัญญาให้เห็นว่าความคิดจินตนาการ (Imagination) และการวิพากษ์ตนเอง (Autocricism) มีความสำคัญต่อพฤติกรรมของมนุษย์และต้องมีการประเมินผลอย่างระมัดระวัง แต่การวัดทางจิตวิทยาที่เกี่ยวกับสติปัญญาส่วนใหญ่ที่มีอยู่ก็มักจะเน้นความสามารถทางความคิดอเนกนัย (convergent thinking) เช่น ความสามารถทางภาษา ความสามารถในการคิดคำนวณ ความสามารถในการจัดประเภทซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาการเรียนรู้ในห้องเรียนเป็นสำคัญ (จักรฤษณ์ บรรจงคชาธาร. 2543 : 21-22 ; อ้างอิงมาจาก Vallet. 1978 : 217)

เครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้กันค่อนข้างแพร่หลายเป็นที่รู้จักกันทั่วไป ได้แก่ The Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT) The Wallach and Kogan Creativity Test ซึ่งมีรายละเอียดของเครื่องมือดังนี้

1. The Torrance Test of Creative Thinking (TTCT) เครื่องมือนี้สร้างขึ้นโดย ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1966) ตามนิยามความคิดสร้างสรรค์ที่ว่า "ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่ไวต่อปัญหา มองเห็นความแตกต่าง ข้อบกพร่องหรือความไม่สอดคล้องกันในสิ่งเร้าของบุคคล" ลักษณะของเครื่องมือประกอบด้วยแบบทดสอบที่เป็นภาษา (Verbal) ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 กิจกรรม และที่เป็นรูปภาพ 3 กิจกรรม สำหรับแบบทดสอบที่เป็นภาษาประกอบด้วยกิจกรรมการตั้งคำถามและการคาดคะเน (Ask – and – Quess) 3 กิจกรรม คือ จะให้ผู้ทดสอบดูภาพเทพยดากำลังมองภาพสะท้อนของตนเองจากน้ำอยู่แล้ว จะให้ผู้ทดสอบทำกิจกรรมที่ 1 คือให้ตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพที่มองเห็นนั้นในสิ่งที่ตนอยากจะให้รู้ให้มากที่สุด กิจกรรมที่ 2 จะให้ผู้เข้าสอบเขียนเดาสาเหตุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์ดังที่เห็นในภาพและกิจกรรมที่ 3 จะให้ผู้เข้าสอบคาดคะเนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อจากเหตุการณ์ที่เห็นในภาพ กิจกรรมที่ 4 การปรับปรุงผลผลิต (Product Improvement) กิจกรรมนี้จะให้ผู้เข้าทดสอบคิดหาวิธีให้หมอนรูปช้างที่แปลกใหม่และสนุกมาให้มากที่สุด กิจกรรมที่ 5 การใช้ประโยชน์แบบแปลกใหม่ (Unusual uses) จะให้ผู้เข้าทดสอบคิดหาวิธีใช้ประโยชน์จากกล่องกระดาษแข็งมาให้มากที่สุดและกิจกรรมที่ 6 การตั้งคำถามแปลกใหม่ (Unusual questions) จะให้ผู้เข้าทดสอบตั้งคำถามที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ เกี่ยวกับกล่องกระดาษมาให้มากที่สุด และ

กิจกรรมที่ 7 การคาดคะเนเหตุการณ์ (Just suppose) เป็นการให้ผู้เข้าทดสอบคาดคะเนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้จากเหตุการณ์สมมติที่กำหนดให้ว่าถ้าสามารถใช้เชือกผูกก้อนเมฆและดึงลงมาได้แล้วจะเกิดเหตุการณ์อะไรขึ้นบ้างให้เขียนบอกให้มากที่สุด

ส่วนแบบทดสอบซึ่งเป็นรูปภาพที่มี 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 การสร้างภาพ (Picture construction) จะให้ผู้เข้าทดสอบเขียนภาพที่แปลกใหม่และน่าสนใจมาให้มากที่สุดจากแผ่นกระดาษรูปวงรีที่กำหนดให้ กิจกรรมที่ 2 ต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ (Incomplete figures) เป็นการต่อเติมภาพที่กำหนดให้ได้ภาพที่แปลกและมากที่สุด และกิจกรรมที่ 3 เส้นขนาน (Parallel lines) เป็นการต่อเติมภาพจากเส้นขนานที่กำหนดให้ได้ภาพที่แปลกใหม่และน่าสนใจมากที่สุด

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบของทอร์แรนซ์นี้จะให้คะแนน 4 คุณลักษณะคือความคล่อง (Fluency) ซึ่งหมายถึงจำนวนคำตอบที่ได้ทั้งหมด ความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึงจำนวนกลุ่มของคำตอบที่แตกต่างกัน ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง จำนวนคำตอบที่ไม่ซ้ำกันกับคำตอบของผู้อื่น และความละเอียดประณีต (Elaboration) หมายถึง จำนวนคำอบที่แสดงถึงส่วนประกอบที่เป็นรายละเอียด

ในด้านคุณภาพของเครื่องมือชุดนี้ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งหาโดยวิธีสอบซ้ำ (Test – Retest) ซึ่งมีระยะห่างกันตั้งแต่ 1 สัปดาห์ ถึง 8 สัปดาห์ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .34 - .97 และพบว่าคุณลักษณะด้านความคล่องกับความยืดหยุ่นที่ได้จากแบบทดสอบแบบภาษาจะมีความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบอื่นส่วนค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent validity) โดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบไปเปรียบเทียบกับคะแนนที่ครูประจำชั้นจะพิจารณาให้ ตามคุณลักษณะ 4 ประการ เช่นเดียวกับที่ให้คะแนนจากแบบทดสอบ ผลปรากฏว่าครูประจำชั้นจะพิจารณาให้คะแนนในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มสูงกว่าคะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบทดสอบ แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของวอลลาช (Wallach. 1970) พบว่าการให้คะแนนด้านความคิดสร้างสรรค์ของครูนั้นมักจะมีความสัมพันธ์กับการวัดทางด้านสติปัญญาโดยทั่วไปค่อนข้างสูง ส่วนด้านความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) ทอร์แรนซ์ทำการศึกษาโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบกับความสามารถทางสร้างสรรค์ของกลุ่มตัวอย่างที่กระทำในระยะ 6 – 7 ปี หลังจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบแล้ว ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านความคิดคล่องเท่ากับ .27 ($p < .05$) ด้านความคิดยืดหยุ่นเท่ากับ .24 ($p < .10$) ด้านความคิดริเริ่มเท่ากับ .17 (ไม่มีนัยสำคัญ)และความคิดด้านละเอียดละออเท่ากับ.16 (ไม่มีนัยสำคัญ) (จักรฤษณ์ บรรจงคชาธาร. 2543 : 22-23 ; อ้างอิงมาจาก Crockenberg. 1972 : 32 – 35)

2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของวอลลาชและโคแกน (The Wallach and Kogan Creativity Test) เครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ของวอลลาชและโคแกนชุดนี้สร้างขึ้น

จากพื้นฐานความคิดด้านการโยงความสัมพันธ์ของเมดนิค (Menick. 1962) ซึ่งให้นิยามของความคิดสร้างสรรค์ว่า " ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการโยงความสัมพันธ์ของวัตถุหรือเหตุการณ์ไปสู่สถานการณ์ที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์" ลักษณะเครื่องมือของวอลลาซและโคแกนนี้คล้ายกับ เครื่องมือของทอร์แรนซ์ คือ มีทั้งแบบที่เป็นภาษา (Verbal) และแบบที่เป็นรูปภาพ (Visual) แบบทดสอบที่เป็นภาษาประกอบด้วย 3 ฉบับย่อย ได้แก่ ฉบับที่ 1 การยกตัวอย่าง (Instance) เป็นการให้บอกชื่อสิ่งของตามลักษณะที่กำหนดมาให้มากที่สุด เช่น ให้บอกชื่อสิ่งของที่มีลักษณะกลมมาให้มากที่สุด ฉบับที่ 2 การบอกประโยชน์ของสิ่งของ (Alternate Uses) เป็นการให้บอกการใช้ประโยชน์ที่แปลกใหม่จากสิ่งของที่กำหนดให้นอกเหนือจากการใช้ตามปกติธรรมดา เช่น ให้บอกการใช้ประโยชน์จากถ้วยกาแฟหรือหนังสือพิมพ์มาให้มากที่สุด ฉบับที่ 3 การบอกความคล้ายคลึงกัน (Similalities) เป็นการให้บอกความคล้ายคลึงของมันฝรั่งและหัวผักกาดมาให้มากที่สุด ส่วนแบบทดสอบที่เป็นรูปภาพ (Visual) ประกอบด้วย ฉบับที่ 1 การบอกความหมายของภาพ (Pattern Meaning) เป็นการให้บอกความหมายของภาพที่กำหนดให้มาให้มากที่สุด ฉบับที่ 2 การบอกความหมายของเส้น (Line Meaning) เป็นการให้บอกความหมายของเส้นจากภาพที่กำหนดให้มาให้มากที่สุด

การตรวจให้คะแนนจากแบบทดสอบมีการให้คะแนน 2 ลักษณะ คือ คะแนนความคิดคล่องตัว (Fluency) ซึ่งหมายถึงจำนวนคำตอบที่ได้มาทั้งหมดและคะแนนเอกลักษณ์ (Uniqueness) ซึ่งหมายถึงจำนวนคำตอบที่ไม่ซ้ำกับของผู้อื่นในกลุ่มตัวอย่างที่ตอบข้อสอบนั้น

สำหรับคุณภาพของแบบทดสอบชุดนี้พบว่าคะแนนจากแบบทดสอบฉบับย่อยแต่ละฉบับมีความสัมพันธ์กันสูง แต่มีความสัมพันธ์กับคะแนน IQ ต่ำมากแสดงว่าแบบทดสอบชุดนี้มีความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant validity) ส่วนในด้านความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) นั้นพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่สอบได้คะแนนสูง ๆ จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์นี้มีความสามารถในการเป็นผู้นำทางดนตรี ศิลปะ การบริการทางสังคม และทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ได้คะแนนต่ำจากแบบทดสอบแตกต่างกับผู้ที่สอบได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ ซึ่งพบว่ามีความสามารถในการเป็นผู้นำทางวิชาการต่างๆ ดังกล่าวไม่แตกต่างกัน (จักรฤษณ์ บรรจงคุชาธาร. 2543 : 23-24 ; อ้างอิงมาจาก Crockenberg. 1972 : 37 – 38)

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตสาสตร์

2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

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

รอย (Roy . 1982 : 143 – 147) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้ โดยเขาใช้เกณฑ์ในการพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์คือ

1. ความสามารถในการสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไป
2. ความสามารถในการตีความคำตอบ
3. ความสามารถในการค้นพบเนื้อหาที่สำคัญ

เจนเซน (Jansen. 1973 : 2168-A ; อ้างอิงจาก สุภาวดี ตั้งบุบผา. 2533 : 58) ได้ให้คำนิยามปฏิบัติการของคำว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเขียนคำตอบที่เป็นตัวเลข กราฟ หรือแผนภูมิ ที่แตกต่างกันซึ่งคำตอบมีลักษณะของการประยุกต์

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น พอที่จะสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะคิดปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการ ปรับปรุง ออกแบบ ดัดแปลง ต่อเติม หาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในแง่มุมต่างๆ อันที่จะทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านให้ความสนใจและได้แสดงแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

จาร์ด ฮาดดามาร์ส (สุภาวดี ตั้งบุบผา. 2533 : 37 – 38 ; อ้างอิงจาก Jacques hadamard. 1865 : 165) เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศษได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Creativity) และอธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยทฤษฎีจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis) และทฤษฎีการสัมพันธ์เชื่อมโยง (The Association theory) กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหาและบุคคล มีการกระทำต่อปัญหานั้นในระดับที่รู้ตัว (Conscious) อย่างเป็นระบบ (Systematic) โดยวิธีการเชิงตรรก (Logical Approach) ซึ่งความพยายามในระดับที่รู้ตัวนี้ จะเป็นการกระตุ้นในแนวทางทั่วๆไปในแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการขั้นครุ่นคิด (Incubation) ต่อไป

2. ขั้นครุ่นคิด (Incubation) เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (Unconscious Thinking Processes) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการรวมกันของความคิดต่างๆ แบบสุ่ม และจะมีเพียงความคิดที่ดีเท่านั้นที่จะขึ้นสู่ระดับความรู้ตัว (Consciousness)

3. ขั้นรู้แจ้ง (Lllumination) เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว(Conscious)

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

โปลยา (Polya. 1945 ; citing Anthony Orton. 1987 : 92-93) เป็นนักคณิตศาสตร์ ซึ่งได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมีความคิดเห็นว่ากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถทำให้บุคคลเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งแบ่งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. เข้าใจปัญหา (Understanding the Problem Phases) เป็นขั้นที่บุคคลสามารถรับรู้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วจับประเด็นสำคัญของปัญหา

2. วางแผน (Devising a Plan Phases) เป็นขั้นที่บุคคลคิดหาวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่สามารถจะเป็นไปได้

3. ดำเนินการตามแผน (Carry out the Play Phases) เป็นขั้นทดสอบวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่น่าจะเป็นไปได้ทั้งหมด

4. ตรวจสอบและยอมรับวิธีการแก้ปัญหา (Check) หรือตรวจว่าแผนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่วางไว้ใช้ได้หรือไม่ ถ้าตรวจสอบแล้ว วิธีการที่คิดใช้ไม่ได้ก็เริ่มคิดวิธีการใหม่อีกต่อไป

ดาแรน และแอเล็น (Darren and Allen . 1971 : 108 – 109) กล่าวว่า ความสามารถพื้นฐานที่จะให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะการใช้เหตุผลเชิงอ้างอิง (Skill of Reference Study) และทักษะการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Skill Scientific and Methematical Reasoning) ซึ่งตัวอย่างทั้ง 2 องค์ประกอบนี้ได้แก่

1. การนำหลักการไปใช้ และการสรุปอ้างอิง
2. การประยุกต์ข้อมูล และการสรุปเป็นกรณีทั่วไปในสถานการณ์ใหม่
3. การประเมินความเพียงพอของข้อมูลที่จะไปใช้ในการแก้ปัญหา
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. การตีความสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่
16. การกำหนดลักษณะทางกายภาพและพัฒนารูปภาพ
17. การรวมวัตถุหรือสิ่งของออกเป็นกลุ่ม
18. การอ่านและการเขียนสัญลักษณ์ทางตัวเลข
19. การบวก ลบ คูณ และหาร
20. การเปรียบเทียบขนาด
21. การเปรียบเทียบรูปร่าง
22. การใช้วิธีการวัดต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่ง ความสูง น้ำหนัก ความจุ ปริมาตร
23. การใช้ธนบัตร
24. การบอกเวลา
25. หาความร่วมกันของสิ่งของที่อยู่ต่างกลุ่ม
26. ความไวต่อการรับรู้ถึงองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา ภายใต้สถานการณ์ทั้งหมด
27. การเดาอย่างมีเหตุผล
28. การใช้วิธีการที่หลากหลายในการนิยามปัญหา
29. ความสามารถในการอธิบาย
30. การปฏิบัติ และอธิบายวิธีการทดสอบได้ทุกขั้นตอน
31. การค้นหาสาเหตุที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

2.3 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาให้ความสนใจทำการศึกษา ดังนี้

บอลกา (ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร. 2542 : 25 – 29 ; อ้างอิงจาก Balka, 1974 : 633-636) เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ วิทยาลัยเซนท์แมรี นอเตอร์ ดัม (Sain Mary's College, Notre Dame) รัฐอินเดียนา สหรัฐอเมริกา ได้ศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักวิชาการคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่ง

คัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80 % ขึ้นไป จากการสำรวจพบว่าได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มี 6 ด้าน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ ในลักษณะเหตุผล และ ผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการนำข้อมูลหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ มาสรุปเป็นหลักการทั่วไปหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยกระบวนการทางตรรกศาสตร์

2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือสร้างชุดคำตอบที่หลากหลายจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลายๆ วิธีและสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีการเดิม หรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราวหรือทำนายเหตุการณ์ต่างๆในอนาคตได้อย่างถูกต้องโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ กับเหตุการณ์ในอนาคตตามเงื่อนไขที่เป็นไปได้

5. ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ และสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการ จัดประเด็นสำคัญของปัญหา และการคิดวิธีแก้ปัญหา โดยการแยกแยะปัญหาย่อยๆ เพื่อนำไปคิดหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง

หลังจากได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้ว บอลกาได้นำเกณฑ์ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ใช้สำหรับทดสอบนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 แล้วจึงนำแบบทดสอบดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ตรวจพิจารณา และปรับปรุง

ท ม 15718 4
5 3

แก้ไขจนได้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Ability in Mathematics Test : CAMT)

บอลกาได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา (Minnesota Test of Creative Thinking) ไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผล โดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และคะแนนจากแบบวัดเชาว์ปัญญาของทางโรงเรียนเป็นเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ประกอบด้วยความคิด 2 ลักษณะ คือ การคิดแบบอเนกนัย (Divergent) ได้แก่ ด้านที่ 1, 4, 5 และ 6 และความคิดแบบเอกนัย (Convergent) ได้แก่ด้าน 2 และ 3 และความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เชาว์ปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

ตัวอย่างข้อสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกาในด้านที่ 3, 4 และ 5 มีดังต่อไปนี้

<u>ด้านที่ 3</u> ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

ตัวอย่าง สมมติให้นักเรียนมีน้ำอยู่ 1 บาร์เรล และมีกระป๋องขนาด 7 และ 8 ถ้วยตวงอย่างละ 1 ใบ นักเรียนจะมีวิธีตวงน้ำกระป๋อง 2 ใบนี้ เพื่อให้ได้น้ำประมาณ 9 ถ้วย ตวงได้อย่างไร จงอธิบายขั้นตอนหรือการตวง

จากการทำข้อสอบของนักเรียน พบว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่ำจะตอบว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะตวงได้ 9 ถ้วยตวงพอดี แต่จะมีนักเรียนบางส่วนตอบว่าสามารถตวงได้ 9 ถ้วยตวงพอดี และสามารถบรรยายลำดับขั้นตอนการตวงได้ถูกต้องด้วยลำดับขั้นตอนเพียง 4 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 ตวงน้ำใส่กระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 2 เทน้ำออกจากกระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวง ใส่ในกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง จะเหลือน้ำอยู่ในกระป๋องเดิม 1 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 3 เทน้ำจากกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง กลับไปในถังภาชนะเดิมที่ใส่น้ำอยู่ แล้วเทน้ำที่เหลือ 1 ถ้วยตวงจากกระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวง ใส่ในกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 4 ตวงน้ำใหม่อีก 8 ถ้วยตวง แล้วนำมารวมกับ 1 ถ้วยตวงที่มีอยู่แล้ว รวมเป็น 9 ถ้วยตวง

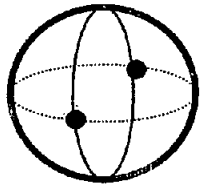
จากแนวคิดที่นักเรียนตอบมา จะเห็นได้ว่า นักเรียนคนนี้ไม่เทน้ำทิ้ง แต่กลับเทคืนภาชนะเดิม ซึ่งแสดงถึง การเห็นความสำคัญของทรัพยากร ถือได้ว่าเป็นนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูง และมีนักเรียนบางคนที่ตอบได้แบบเดียวกันแต่แบ่งขั้นตอนได้มากกว่านี้ หรือบางคนเทน้ำทิ้ง โดยลืมคิดไปว่า ถ้าสิ่งนั้นมีค่ามากกว่าน้ำจะเป็นอย่างไร เป็นต้น

<u>ด้านที่ 4</u> ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดถึงการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง มีลูกบอล 1 ลูก ถ้านักเรียนไม่มีเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนรูปเรขาคณิต นักเรียนสามารถเขียนรูปเรขาคณิต เช่น เส้นตรง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลมหรือรูปหลายเหลี่ยมบนผิวของลูกบอลได้หรือไม่อย่างไร จงอธิบาย

นักเรียนบางคนตอบว่า ไม่สามารถเขียนรูปดังกล่าวได้ แต่สามารถเขียนรูปที่บูดเบี้ยวและรูปที่เป็นมีรูปร่างอิสระได้ ซึ่งถือว่า นักเรียนกลุ่มนี้จัดเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในความคิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ตอบแตกต่างจากคนอื่น เช่น

- สามารถเขียนเส้นตรงสองเส้นบนลูกบอลให้ตัดผ่านจุดเดียวกัน 2 จุด ได้ ดังรูป



- สามารถเขียนรูปเรขาคณิตได้ง่ายขึ้น ถ้าลูกบอลมีขนาดเล็กลง เป็นต้น

พิจารณาจากการตอบข้อสอบของนักเรียน พบว่า ถ้านักเรียน ตอบได้แตกต่างจากผู้อื่น 2 ประเด็น แสดงว่า นักเรียนมีความคิดริเริ่มคิดเป็นร้อยละ 2 ถ้าตอบได้แตกต่างจากผู้อื่น 1 ประเด็นแสดงว่านักเรียนมีความคิดริเริ่มคิดเป็นร้อยละ 2-5 ของนักเรียนทั้งหมด 500 คน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล บอลกาได้อภิปรายผลว่า คะแนนความคล่องในการคิดสูงเพียงอย่างเดียวไม่สามารถที่จะเป็นตัวชี้ความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงได้ แต่คะแนนความคล่องในการคิดสูงรวมกับคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดสูง สามารถเป็นตัวชี้ความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงได้ และนักเรียนที่มีคะแนนความคิดยืดหยุ่นสูงจะเห็นได้ว่าเป็นนักเรียนมีความเข้าใจปัญหา และมีความสามารถในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วตอบสนองต่อสภาพปัญหานั้นได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ด้านที่ 5 ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง จากรายงานของกระทรวงเกษตร ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ครอบครัวชาวอเมริกัน ต้องใช้จ่ายเงินในการซื้อของชำเป็นเงินโดยเฉลี่ย 30 ดอลลาร์ต่อสัปดาห์ และค่า ใช้จ่าย ดังกล่าวเป็นค่าวัสดุที่ใช้บรรจุของชำนั้นๆ เป็นเงิน 9 เหรียญ โดยในแต่ละรัฐมีขยะย่อยสลาย 577 ปอนด์ และในหนึ่งปีจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นการกำจัดขยะมูลฝอยเกือบ 50 ดอลลาร์ต่อคนต่อปี โดยเฉลี่ยแล้วชาวอเมริกันทิ้งขยะ 5.3 ปอนด์ต่อวัน รัฐบาลสหรัฐต้องใช้งบประมาณ 4.5 พันล้านดอลลาร์ต่อปีในการกำจัดขยะ และของเน่าเสีย สำหรับประชากรของรัฐ จำนวน 200,000,000 คน

จากข้อมูลที่กำหนดให้ข้างต้น ให้นักเรียนเขียนประโยคคำถามที่เกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เท่าที่นักเรียนสามารถจะเขียนได้ โดยสามารถใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นคำตอบ ซึ่งตัวอย่าง คำถามที่นักเรียนเขียน เช่น

1. ในหนึ่งปี ครอบครัวชาวอเมริกันต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับซื้อของชำ โดยเฉลี่ยเป็นเงินเท่าไร

2. ในเวลาหนึ่งปีครอบครัวชาวอเมริกัน ต้องเสียค่ากำจัดขยะมูลฝอย โดยเฉลี่ยเป็นเงินเท่าไร

3. ในหนึ่งเดือนครอบครัวชาวอเมริกันแต่ละครอบครัว ต้องเสียค่าวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อ ของชำเป็นเงินเท่าไร เป็นต้น

ซึ่งจากข้อสอบดังกล่าว ต้องการให้นักเรียนพิจารณาจากข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วตั้งเป็นคำถามให้ได้มากที่สุด เพื่อวัดความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปของข้อมูล แต่จะต้องเป็นคำถามที่สามารถหาคำตอบได้ โดยใช้ข้อมูลที่ให้มาคิดหาคำตอบ

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 153-158) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร แบบทดสอบที่สร้างวัดเกี่ยวกับความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิดจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 7 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นมาเมื่อคำนวณแล้วผลลัพธ์ได้คำตอบตรงกับที่กำหนดให้

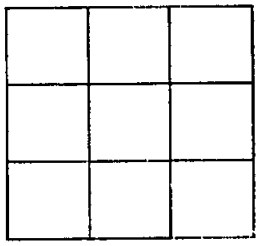
ตัวอย่าง 0) ให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่คำนวณแล้ว ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 36 (หน่วยอะไรก็ได้)

ตัวอย่างคำตอบ 1. สนามฟุตบอลแห่งหนึ่งมีด้านยาวๆ กว่าด้านกว้าง 5 เมตร และถ้าวัดโดยรอบสนามนี้ยาว 26 เมตร สนามฟุตบอลแห่งนี้มีพื้นที่เท่าไร

2. อีก 10 ปีข้างหน้า นายดำจะมีอายุ 50 ปี เมื่อ 4 ปีที่แล้ว นายดำมีอายุกี่ปี

2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

ตัวอย่าง (0) ให้นักเรียนหาตัวเลขมาใส่ในตารางแล้วทำให้ผลบวกตามแนวนอนเท่ากับผลบวกตามแนวตั้งและเท่ากับผลบวกตามแนวเส้นทแยงมุม โดยใช้ตัวเลขไม่ซ้ำกัน



ตัวอย่างคำตอบ

10	11	6
5	9	13
12	7	8

8	1	6
3	5	7
4	9	2

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีการเดิมจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

ตัวอย่าง 0) ชาย 2 คน ต้องการแบ่งน้ำจากกระป๋องคนละครึ่งซึ่งในกระป๋องมีน้ำอยู่ 8 ลิตร แต่เขามีภาชนะที่ใช้แบ่งน้ำ 2 ขนาด คือ จุ 5 ลิตร กับ ขนาดจุ 3 ลิตร ดังนั้น ชาย 2 คน จะมีวิธีการแบ่งน้ำกันอย่างไร

ตัวอย่างคำตอบ 1. ขั้นที่ 1 เทน้ำในกระป๋อง 8 ลิตร ใส่ในภาชนะขนาดบรรจุ 5 ลิตร จนเต็ม แล้วเทน้ำจากภาชนะ 5 ลิตรจนเต็ม แล้วเทน้ำจากภาชนะ 5 ลิตรไปใส่ภาชนะ 3 ลิตร ดังนั้นจะเหลือน้ำในภาชนะ 5 ลิตร อยู่ 2 ลิตร นำไปเก็บไว้ต่างหาก

ขั้นที่ 2 เทน้ำจากภาชนะ 3 ลิตร ใส่คืนกระป๋องจะทำให้น้ำในกระป๋องมีอยู่ 6 ลิตร เทน้ำจากกระป๋องใส่ภาชนะ 5 ลิตร แล้วเทใส่ภาชนะ 3 ลิตร จะทำให้เหลือน้ำในภาชนะ 5 ลิตร อยู่ 2 ลิตร นำน้ำ 2 ลิตร ไปรวมกับน้ำที่ได้ในขั้นที่ 1 จะได้น้ำ 4 ลิตร

4. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์ครั้งนั้นแล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้อง จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

ตัวอย่าง 0) ใช้ตารางข้างล่างนี้ตอบคำถาม

ตารางแสดงปริมาณข้าวที่ปลูกได้ในภาคทั้งสี่ของประเทศไทย (น้ำหนักคิดเป็นหน่วยล้านตัน)

ภาค / 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 รัฐได้ส่งเสริมให้ชาวนาได้ทำนาปีละสองครั้งส่วนสภาพอื่นๆ คล้อยคลึงกันกับ พ.ศ. 2531 ถามว่า นักเรียนจะสามารถคาดคะเนอะไรได้บ้างเกี่ยวกับปริมาณของข้าวที่จะปลูก

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

2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะยังคงเป็นภาคที่ได้ปริมาณข้าวมากที่สุด

5. ความสามารในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

ตัวอย่าง 0) ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบ ที่เกิดจากเงื่อนไขต่อไปนี้

1) เป็นจำนวนสองจำนวนใดๆ
2) ผลบวกของสองจำนวนเท่ากับ 14
3) ผลคูณของสองจำนวนมีค่ามากกว่า 10

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

6. ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบจากการนำ หลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างไม่จำกัดจำนวน

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. ความสามารในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลขหรือเรขาคณิตหรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดกลุ่มจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยใช้กฎเกณฑ์หรือคุณสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัด

ตัวอย่าง 0) ให้นักเรียนจัดกลุ่มจำนวนที่กำหนดให้ 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

จุติพร โพธิศิริ (2534 : 53-55) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยตนเองกับการฝึกโดยครู ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมโลก จังหวัดนครศรีธรรมราช

ได้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่วัดเกี่ยวกับความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิดจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำแนกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ การที่นักเรียนตั้งคำถามหรือโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือ เงื่อนไขปัญหาที่กำหนดให้

ตัวอย่าง 0) ให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่คำนวณแล้ว ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 15 (หน่วยอะไรก็ได้)

ตัวอย่างคำตอบ 1. มานะมีส้ม 20 ผล กินส้มไป 5 ผล เดิมมานะมีส้มกี่ผล

2. อีก 10 ปีข้างหน้า สมศรีจะมีอายุ 30 ปี เมื่อ 5 ปีที่แล้ว สมศรีมีอายุเท่าไร

2. ด้านความสามารถในการจัดกลุ่ม ได้แก่ การที่นักเรียนจัดกลุ่มของจำนวนที่กำหนดให้ตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไปและบอกเหตุผลในการจัดเข้ากลุ่มได้

ตัวอย่าง ให้นักเรียนจัดกลุ่มจำนวนที่กำหนดให้ โดยสามารถบอกบอกเหตุผลในการเข้ากลุ่มได้

0) 2 , 3 , 4 , 6 , 17 , 23

ตัวอย่างคำตอบ	กลุ่ม	เหตุผล
1.	2 , 4 , 6	หารด้วย 2 ลงตัว
2.	3 , 6	หารด้วย 3 ลงตัว
3.	2 , 3 , 4	ตัวเลขเรียงกัน

3. ด้านความสามารถในการเปลี่ยนรูปตัวเลข ได้แก่ การที่นักเรียนเปลี่ยนตัวเลขในจำนวนที่กำหนดให้ แล้วทำให้ได้จำนวนใหม่ที่มีค่าตามที่โจทย์กำหนด ซึ่งในการเปลี่ยนตัวเลขแต่ละครั้งจะเปลี่ยนตัวเลขจากจำนวนที่กำหนดให้ไม่เกินสองตัว

ตัวอย่าง ให้นักเรียนเปลี่ยนจำนวนที่กำหนดให้ โดยที่การเปลี่ยนแต่ละครั้งจะเปลี่ยนตัวเลขได้ไม่เกินสองตัว แล้วทำให้จำนวนตัวเลขใหม่มีค่าตามที่โจทย์ต้องการให้ได้มากที่สุด

0) 4,890 ทำให้เป็นจำนวนใหม่ที่มีค่ามากกว่า 8,000

ตัวอย่างคำตอบ 1. 8,890 (เปลี่ยนที่หลักพัน จาก 4 เป็น 8)

2. 8,190 (เปลี่ยนที่หลักพันกับหลักร้อยจาก 4 เป็น 8 จาก 8 เป็น 1)

4. ด้านความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของตัวเลข ได้แก่ การที่นักเรียนสร้างสมการจากตัวเลข เครื่องหมายหรือผลลัพธ์ที่กำหนดให้

ตัวอย่าง ให้นักเรียนหาวิธีการให้ได้มากที่สุด เพื่อทำให้ตัวเลขเริ่มต้นที่กำหนดให้มีค่าเท่ากับผลลัพธ์ที่กำหนดให้

0) ตัวเลขเริ่มต้น 2 ทำให้ได้ผลลัพธ์ 6

ตัวอย่างคำตอบ 1. $2 \times 3 = 6$

2. $2 + 3 = 6$

3. $2 + 2 + 2 = 6$

4. $2 \times 5 - 4 = 6$

5. ด้านความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ ได้แก่ การที่นักเรียนคิดหาคำตอบจากเงื่อนไขปัญหาที่กำหนดให้และตรวจสอบคำตอบนั้นได้

ตัวอย่าง ให้นักเรียนคิดและตรวจสอบตัวเลขที่เกิดจากเงื่อนไข เมื่อกำหนดเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

(0) 1) เป็นเลข 2 จำนวนใดๆ

2) ผลรวมของเลขสองจำนวนเท่ากับ 14

3) ผลคูณของเลขสองจำนวนมีค่ามากกว่า 10

ตัวอย่างคำตอบ	ผลรวมของตัวเลข	ผลคูณของตัวเลข
	1. $7 + 7 = 14$	$7 \times 7 = 49$
	2. $2 + 12 = 14$	$2 \times 12 = 24$

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยปรับปรุงเนื้อหาจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกา (Balka) โดยให้มีความเหมาะสมกับผู้สอบมากที่สุด และตัดด้านที่ 1 ออก เนื่องจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ยังไม่ได้เรียนกระบวนการทางตรรกศาสตร์ ดังนั้นลักษณะการถาม จึงประกอบด้วย 5 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องหรือสร้างชุดคำตอบที่หลากหลายจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลายๆ วิธีและสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีการเดิม หรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนเรื่องราวหรือทำนายเหตุการณ์ต่างๆในอนาคตได้อย่างถูกต้องโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ กับเหตุการณ์ในอนาคตตามเงื่อนไขที่เป็นไปได้

4. ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ และสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้

5. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการ จัดประเด็นสำคัญของปัญหาและการคิดวิธีแก้ปัญหา โดยการแยกแยะปัญหาย่อยๆ เพื่อนำไปคิดหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง

ในการตรวจให้คะแนนมี 3 ด้าน เพื่อให้การตรวจมีลักษณะเป็นปรนัยจึงได้อธิบายวิธีการตรวจให้คะแนน ดังนี้

1. คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกตามเงื่อนไขของข้อสอบแต่ละข้อ โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

2. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากจำนวนกลุ่มหรือทิศทางของคำตอบ กล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคล่องแคล่วไปแล้ว มาจัดเป็นกลุ่มหรือคำตอบที่เป็นทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้วให้นับจำนวนกลุ่ม โดยให้คะแนนกลุ่มละ 1 คะแนน

ในกรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มที่จัดไว้เรียร้อยแล้วได้ผู้ตรวจอาจจัดกลุ่มขึ้นใหม่ได้อีกตามความจำเป็น จนกว่าจะครบตามคำตอบ

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น คะแนนความริเริ่มนี้พิจารณาจากคำตอบของผู้เข้าสอบในครั้งเดียวกัน โดยใช้เกณฑ์การตอบซ้ำดังนี้

ตาราง 1 การให้คะแนนความคิดริเริ่มของทอร์แรนซ์ (Torrance. 1969)

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

ดังนั้นการให้คะแนนความคิดริเริ่ม จึงต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วจึงนำความถี่นั้นเทียบกับกฎเกณฑ์ข้างต้นแล้วจึงให้คะแนน

คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากผลบวกของคะแนน ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดอเนกนัยตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด

3.1 ทฤษฎีของกิลฟอร์ด

กิลฟอร์ด (ล้วนและอังคณา สายยศ. 2541 : 48-52 ; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1988 : 1-4) สร้างทฤษฎีทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญาขึ้นมา มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Structure-of-Intellect Model หรือ Three-Dimensional Model Structure of Intellect กิลฟอร์ดได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะโดยจัดระบบของคุณลักษณะให้อยู่ในรูปใหม่เป็นลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และนิยามคุณลักษณะของเชาวน์ปัญญาเป็น 3 มิติดังนี้

มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มีส่วนประกอบย่อย 5 ส่วน

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

2. ความจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้แล้วสามารถระลึกนึกออกมาได้

3. การคิดอเนกนัย (Divergent Production) เป็นความสามารถในการตอบสนองสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น ให้บอกประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดที่จะบอกได้ ถ้าผู้ใดคิดได้มาก และแปลกที่สุดมีเหตุผล ถือว่าผู้นั้นมีความคิดแบบอเนกนัย

4. การคิดแบบอเนกนัย (Convergent Production) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดหาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ดีที่สุด ดังนั้นคำตอบนี้ก็ต้องถูกเพียงคำตอบเดียว

5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุปโดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้า และข้อมูลต่างๆ แบ่งออกได้ 4 อย่าง คือ

1. ภาพ (Figural) หมายถึงสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอน สามารถจับต้องได้ หรือเป็นรูปภาพที่ระลึกนึกออกได้ดังรูปนั้นก็ได้

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

3. ภาษา (Semantic) หมายถึงข้อมูลที่เป็นถ้อยคำพูดหรือภาษาเขียนที่มีความหมาย สามารถใช้ติดต่อสื่อสารแต่ละกลุ่มได้ แต่ส่วนใหญ่มองในด้านคิด (Verbal thinking) มากกว่าการเขียน คือ มองความหมาย

4. พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึงข้อมูลที่เป็นการแสดงออก รวมถึงทัศนคติความต้องการ การรับรู้ ความคิด ฯลฯ

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำความคิดกับข้อมูลเนื้อหา ผลิตผลของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่างๆ กัน ซึ่งแบ่งออกได้ 6 อย่างคือ

1. หน่วย (Units) หมายถึงสิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่นๆ เช่น คน สุนัข แมว เป็นต้น

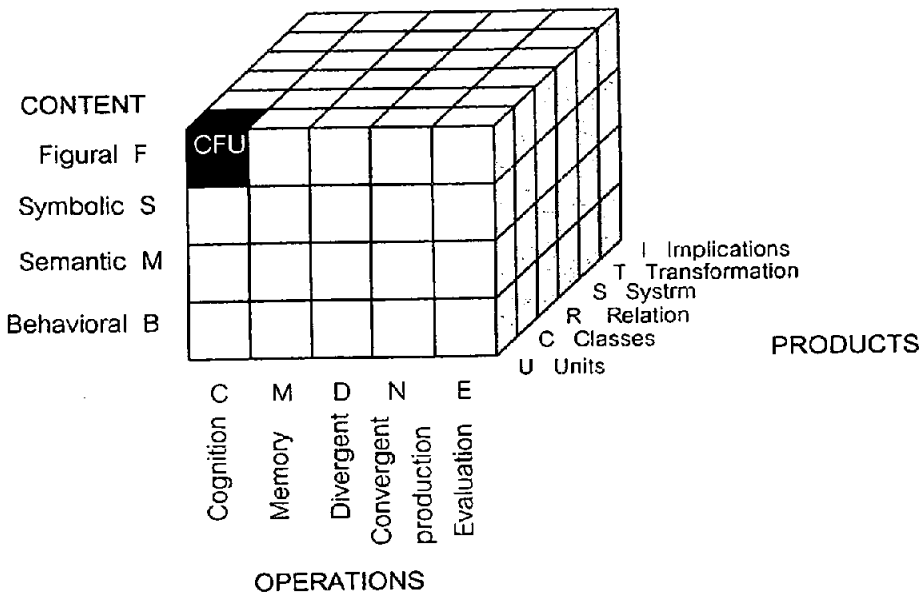
2. จำพวก (Classes) หมายถึงชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น ข้าวโพดกับมะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกัน ดังนี้เป็นต้น

3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึงผลของการโยงความคิดสองประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะเป็นหน่วยกันหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ ก็ได้เช่น คนกับอาหาร ต้นไม้กับปุ๋ย ดังนี้เป็นต้น

4. ระบบ (Systems) หมายถึงการจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในระบบว่าอะไรมาก่อนอะไรมาหลัง

5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่ การเปลี่ยนแปลงอาจจะมองในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้

6. การเกี่ยวพัน (Implications) หมายถึงความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนในตรรกวิทยา ประเภท "ถ้า...แล้ว..." ก็เป็นพวกใช้คาดคะเนโดยอาศัยเหตุผล และผล



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างของเชาวน์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด

ภาพประกอบ 1 แสดงถึงโครงสร้างของเชาวน์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของการวัดเชาวน์ปัญญาอันนี้แบ่งออกเป็น 5x4x6 = 120 ตัว แบบจุลภาค (Micro-model) โดยในแต่ละตัวจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของ 3 มิติ โดยเรียงจากวิธีการคิด-เนื้อหา-ผลการคิด (Operation-Content-Product) กิลฟอร์ดได้ใช้อักษรย่อของส่วนประกอบแต่ละมิติเพื่อเขียนชื่อองค์ประกอบย่อยดังนี้

Operation ใช้ตัวย่อตัวแรก	Content ตัวที่ 2	Product ตัวที่ 3
C-Cogition M-Memory D-Divergent Production N-Convergent Production E-Evaluation	F-Figural S-Symbolic M-Semantic B-Behavioral	U-Unit C-Class R-Relation S-System T-Transformation I-Implication

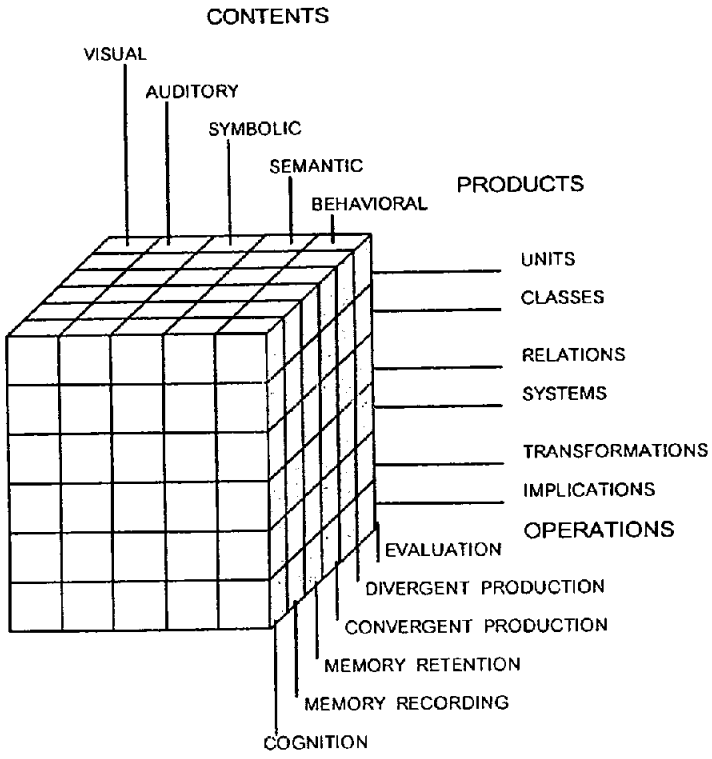
การเรียกชื่อของ Micro-model เรียกดังตัวอย่างที่ให้ไว้นี้

CFU	จึงเป็น	Cognition of Figural Units
DMU	จึงเป็น	Divergent production of Semantic Units
NMU	จึงเป็น	Convergent production of Semantic Units
NMR	จึงเป็น	Convergent production of Semantic Relations
CST	จึงเป็น	Cognition of Symbolic Transformations

ฯลฯ

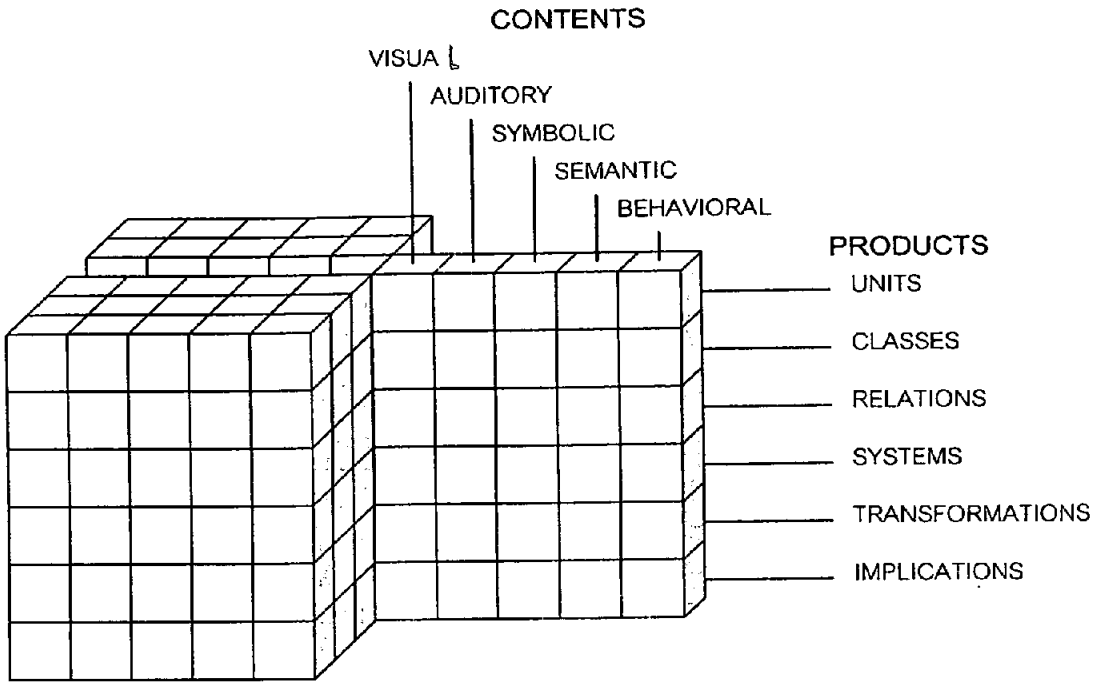
ในปี 1988 กิลฟอร์ด (Guilford, 1988) ได้เสนอบทความ Some changes in the structur-of-intellect Model โดยเพิ่มด้านเนื้อหาเป็น 5 อย่าง โดยมี Figural แล้วแตกเป็น Visual กับ Auditory เป็นความสามารถในการมองเห็น ส่วน Auditory เป็นความสามารถในการรับรู้ทางการได้ยิน

ด้าน Operations เดิมมี 5 อย่างเพิ่มใหม่เป็น 6 อย่าง โดยแยกความจำ (Memory) ออกเป็น 2 อย่าง คือ Memory Recording ซึ่งหมายถึงความจำในช่วงสั้น (Short-term memory) นั่นเอง ส่วนความจำอีกอย่างนั่นคือ Memory Retention เป็นความจำที่ทิ้งช่วง นั่นคือเป็นการให้เวลาในการจำนานๆ นั่นเอง ดังนั้น Micromode ของทฤษฎีกิลฟอร์ดอันใหม่ก็จะมีจำนวน 5x6x6 = 180 หน่วย จะวัดเชาวน์ปัญญาให้ครอบคลุมจะต้องสร้างเครื่องมือวัดให้คลุมทั้ง 180 องค์ประกอบ ซึ่งในทางปฏิบัติไม่สามารถสอบได้หมด ภาพประกอบ 2 เป็นภาพแนวคิดทฤษฎีที่ได้ปรับปรุงใหม่ ในขณะที่เขาอายุ 19 ปีพอดี



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างของเชาวน์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดปรับปรุงใหม่

จากโครงสร้างของเชาวน์ปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดที่ได้นำเสนอรายละเอียดไปแล้วนั้น กิลฟอร์ดได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความมีเหตุผล (Reasoning) และการแก้ปัญหา (Problem solving) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่า ความคิดสร้างสรรค์คือการคิดได้หลายทางความคิดแบบนี้สามารถเปลี่ยนแก้ปัญหาจนไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ได้ด้วย ดังนั้นกิลฟอร์ดจึงอธิบายความคิดสร้างสรรค์โดยตัดผ่านโครงสร้าง SI ออกมาศึกษาเฉพาะส่วนที่เป็นวิธีคิด (Operation) ด้านการคิดอเนกนัยด้านเดียวโดยใช้มิติทางด้านเนื้อหาและผลการคิดคงเดิม ทำให้ได้ลูกบาศก์ที่แทนความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์อยู่ 1 x 5 x 6 ลูกบาศก์ ดังแสดงในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 สมรรถภาพสมองด้านความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด

จากภาพประกอบ 3 จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านความคิดอเนกนัยนั้นมี 30 ลูกบาศก์ ซึ่งเป็นขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของเขา ในการสร้างแบบทดสอบกิลฟอร์ดและผู้ร่วมงานจะตั้งสมมติฐานขึ้นมาก่อนว่า คนที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้นควรจะมีลักษณะเด่น ๆ อย่างไรบ้าง หรือมีลักษณะใดเป็นองค์ประกอบสำคัญ ในที่สุดสรุปว่าคนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีองค์ประกอบสำคัญ ๆ อย่างน้อย 8 องค์ประกอบดังนี้ (จักรฤษณ์ บรรจงคชาธาร. 2543 : 13--14 ; อ้างอิงมาจาก Guildford and Hoepfner. 1971 : 125 – 143)

1. ความคิดริเริ่ม (Originality)
2. ความคิดคล่องตัว (Fluency)
3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)
4. ความไวต่อปัญหา (Sensitivity to problem)
5. ความสามารถให้นิยามใหม่ (Redefinition)
6. ความซึมทราบ (Penetration)
7. ความละเอียดประณีต (Elaboration)
8. ความสามารถในการทำนาย (Prediction)

จากสมมติฐานของกิลฟอร์ด และคณะได้ทำการสร้างแบบทดสอบตามองค์ประกอบดังกล่าวแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบอีกครั้ง ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบชี้ให้เห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ก็คือความคิดอเนกนัยนั่นเอง สำหรับการให้คะแนนของกิลฟอร์ดแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์แต่ละฉบับจะวัดองค์ประกอบเดียวหรือให้คะแนนแบบเดียว (Single Score) เช่น ถ้าจะวัดความคล่อง แบบทดสอบที่ใช้วัดก็จะให้คะแนนตามจำนวนคำตอบที่ผู้สอบได้ ยกตัวอย่างแบบทดสอบประโยชน์ของอิฐ (Brick Uses) ที่ถามว่า อิฐใช้ทำอะไรได้บ้าง ถ้านักเรียนตอบว่า ใช้สร้างบ้าน ทำทางเดิน ใช้แทนค้อน ใช้แทนที่ยกน้ำหนัก คำตอบเช่นนี้จะได้คะแนนความคิดคล่องตัว 4 คะแนน ถ้าวัดองค์ประกอบด้านอื่น เช่น ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ ก็จะสร้างแบบทดสอบขึ้นใหม่อีกต่างหากและถ้ามีความจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบฉบับเดิม แต่ต้องการวัดองค์ประกอบด้านอื่น ๆ อีก จะมีคำชี้แจงไว้อย่างชัดเจน เช่นใช้แบบทดสอบ brick uses วัดองค์ประกอบด้านความคล่องไปแล้ว แต่ต้องการนำไปวัดความคิดยืดหยุ่นก็จะมีคำชี้แจงในการให้คะแนนไว้ว่าเป็นแบบทิศทางที่ต่างกันและวงเล็บไว้ต่อจากสื่อแบบทดสอบ เช่น brick uses (shifts) ถ้าวัดความคล่องก็จะเป็น brick uses (Fluency) ฉบับแรกนั้นจะให้คะแนนตามจำนวนกลุ่มคำตอบ (Category) หรือทิศทางของคำตอบยกตัวอย่างคำตอบอิฐ ใช้สร้างบ้าน ทำทางเดิน แทนค้อน แทนที่ยกน้ำหนัก จะได้คะแนนความคิดยืดหยุ่น 4 คะแนน เพราะ คำตอบที่ได้มี 4 กลุ่ม หรือ 4 ทิศทาง ในแง่ความคิดริเริ่มกิลฟอร์ดมองความคิดริเริ่มเป็น 3 ลักษณะ คือ เป็นคำตอบที่แปลกไม่ซ้ำคนอื่น หรือซ้ำอย่างมากเพียงหนึ่งสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ที่ไม่ชัดเจนได้ดีอย่างหนึ่ง และความฉลาดลึกซึ้งอย่างหนึ่ง ตามแนวความคิดทั้ง 3 ทางนี้อย่างแรกให้คะแนนโดยการตรวจนับความถี่ของคำตอบของนักเรียนในกลุ่มถ้าคำตอบใดมีความถี่สูง คือมีนักเรียนตอบกันมากก็ให้คะแนนคำตอบนั้นเป็น 0 แต่ถ้ามีความถี่น้อยตามสัดส่วนก็จะได้ 1 2 3 และ 4 แล้วแต่จำนวนกลุ่มตัวอย่าง อย่างที่ 2 ดูจากจำนวนในคำตอบที่นักเรียนตอบถูกอย่างที่ 3 นั้นดูฉลาดในแง่การตอบที่แตกต่างไปและลึกซึ้งไปกว่าคำตอบที่เฉลยไว้ (จักรฤษณ์ บรรจงคชาธาร. 2543 : 14-15 ; อ้างอิงมาจาก Guilford and Hoepfner. 1971 : 125 – 128)

3.2 การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิต

ในการสร้างแบบฝึกการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบหน่วย (DSU) แบบจำพวก (DSC) แบบความสัมพันธ์ (DSR) แบบระบบ (DSS) แบบการแปลงรูป (DST) และแบบการประยุกต์ (DSI) โดยได้ใช้แบบจำลองสมรรถภาพสมองด้านความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดเป็นหลักซึ่งมีวิธีการคิดเป็นแบบอเนกนัยเนื้อหาเป็นสัญลักษณ์ ดังตัวอย่างแบบทดสอบที่กิลฟอร์ด(Guildford. 1971: 368 – 496) ได้สร้างขึ้น ดังนี้

1. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบหน่วย (DSU)

1.1 Descriptive Completion. เติมคำให้สมบูรณ์และจบรูปประโยค

ตัวอย่าง : วันนี้ท้องฟ้า " _____ "

ตัวอย่างคำตอบ : สดใสมาก, เต็มไปด้วยดวงดาว เป็นต้น

1.2 Alternate Headline (arrangement) ให้นำรูปประโยคมาเรียงให้เป็นรูปประโยคใหม่ให้ได้ประโยคที่ได้ความหมายที่เป็นเช่นเดิม

ตัวอย่าง

หัวเรื่อง : MAN DROWN IN VAIN EFFORT TO SAVE FIANCEE

ตัวอย่างคำตอบ : In vain effort to save fiancee, man drowns.

1.3 Sentence Analysis เขียนข้อเท็จจริงหรือข้อสันนิษฐานโดยพิจารณาจากข้อความที่กำหนดให้

ตัวอย่าง : ที่บูนา-บูนา เล่นเกม ทิคกี้-ทิคกี้ ด้วยเท้า

ตัวอย่างคำตอบ : มีเกมที่เรียกว่า ทิคกี้-ทิคกี้ , ผู้เล่นเกมต้องใช้เท้า , มีสถานที่ที่เรียกว่า บูนา-บูนา

2. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบจำพวก (DSC)

2.1 Multiple Grouping of Nonsense Words ให้หาว่ามีอะไรในกลุ่มคำที่ให้มาที่เหมือนกัน

ตัวอย่าง

คำที่ให้มา : 1. RUATWS 2. FJOSUX 3. EJLORU 4. AAKNPB
5. BOOQIC 6. HIOSTV

ตัวอย่างคำตอบ : 1, 4, 5, 6 (มีสระสองตัว)
1, 4, 5 (มีอักษรตัวแรกและอักษรตัวหลังที่เรียงตามตัวอักษร)

2.2 Multiple Letter Similarities จากรายการ หาสมาชิกใหม่ของกลุ่มที่กำหนดให้จากชุดตัวอักษรที่ให้มาในรายการ

ตัวอย่าง

กลุ่มที่ให้มา : UPOH OKID IFEC กลุ่มที่ 1
HISU TAMN PEFOZ กลุ่มที่ 2

รายการ : 1. FOQ1 2. ZHEM 3. IAO 4. MKICA
5. EIMCK 6. IJUME 7. NWRO 8. GOINU

ตัวอย่างคำตอบ : 4, 5, 6 อยู่ในขั้นที่ 1 (เพราะอักษรปรากฏในกลุ่มที่ 1)
6, 8 อยู่ในขั้นที่ 2 (เพราะอักษรปรากฏในกลุ่มที่ 2)

2.3 Name Grouping รวมกลุ่มคำใหม่ จากรายชื่อที่กำหนดให้ตามความคล้ายคลึงหรือความเหมือนกัน

ตัวอย่าง

ชื่อที่ให้มา : 1. GERTRUDE 2. BILL 3. ALEX 4. CARRIE
5. BELLE 6. DON

ตัวอย่างคำตอบ : 1, 3, 4 มีการออกเสียง 2 พยางค์
2, 4, 5 ใช้อักษรควบ 2 ตัว
1, 4, 5 ไม่มีอักษรซ้ำแต่มี "E" ลงท้ายเหมือนกัน

2.4 Number Grouping จัดกลุ่มจำนวน ตามความคล้ายคลึงหรือความเหมือนกัน

ตัวอย่าง

จำนวนที่ให้มา : 2 3 4 6 17 23 36

ตัวอย่างคำตอบ : 3, 17, 23 เป็นจำนวนคี่
17, 23, 36 เป็นจำนวนสองหลัก
3, 6, 36 เป็นจำนวนที่ 3 หารลงตัว

2.5 Alternate Letter Groups ให้รวมกลุ่มของตัวอักษรที่ให้มาใหม่ตามรูปแบบและลักษณะของการเขียนและทิศทางของอักษรที่เขียน

ตัวอย่าง

อักษรที่ให้มา : A H V T C

ตัวอย่างคำตอบ : A H V T เพราะว่าทำจากเส้นตรงทั้งหมด
A H T เพราะว่ามีเส้นแนวนอนที่เหมือนกัน

3. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบความสัมพันธ์ (DSR)

3.1 Number Rules กำหนดจำนวนเริ่มต้นและผลลัพธ์มาให้ โดยจัดกระทำกับจำนวนที่กำหนดให้แล้วได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดให้

ตัวอย่าง : เริ่มต้นด้วย 2 ผลลัพธ์ 6

ตัวอย่างคำตอบ : + 4 ; x 3 ; x 2 , + 2 ; + 5, - 1

3.2 Alternate Additions นำตัวเลขที่ให้มาหาผลรวมตามที่กำหนดให้ ในหลายๆ วิธีที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง

ตัวเลขที่ให้มา : 1 , 2 , 3 , 4

ผลรวม : 7

ตัวอย่างคำตอบ : 3 + 4 = 7 , 1 + 2 + 4 = 7

3.3 Number Combinations สร้างสมการโดยใช้จำนวนที่กำหนดให้ตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้

ตัวอย่าง เงื่อนไขที่ตั้งไว้

A. ใช้จำนวนที่กำหนดให้เท่านั้น

B. ใช้การบวก(+)และการคูณ(x)

C. ใช้จำนวนที่กำหนดให้เพียงครั้งเดียวในแต่ละสมการ

ตัวอย่าง

จำนวนที่ให้ : 2 3 4 5 6

ตัวอย่างคำตอบ : 5 = 2 + 3 , 3 + 4 = 2 + 5 , 2 x 3 = 6

3.4 Number Grouping จัดกลุ่มจำนวน ตามความคล้ายคลึงหรือความเหมือนกัน

ตัวอย่าง

จำนวนที่ให้มา : 2 3 4 6 17 23 36

ตัวอย่างคำตอบ : 3, 17, 23 เป็นจำนวนคี่

17, 23, 36 เป็นจำนวนสองหลัก

3, 6, 36 เป็นจำนวนที่ 3 หารลงตัว

3.5 Word Relations ให้คำมา และให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องตามประโยคที่ให้มา

ตัวอย่าง : ON – NO ; TOP – POT ; PART - " _____ "

ตัวเลือก : A. art B. pat C. rapt D. tar E. trap

คำตอบ : E เพราะ TRAP เรียงกลับจากคำว่า PRAT

3.6 Multiple Analogies ให้เปรียบเทียบและเติมคำให้เข้ากับการเปรียบเทียบ

ตัวอย่าง

1. ชายคู่กับผู้หญิง ฉะนั้น วัวคู่กับ " _____ " คำตอบ กระทิง
2. ชายคู่กับผู้หญิง ฉะนั้น เหล็กคู่กับ " _____ " คำตอบ ไม้
3. ชายคู่กับผู้หญิง ฉะนั้น ม้าคู่กับ " _____ " คำตอบ แพะ

3.7 Alternate Letter Groups ให้รวมกลุ่มของตัวอักษรที่ให้มาใหม่ตามรูปแบบและลักษณะของการเขียนและทิศทางของอักษรที่เขียน

ตัวอย่าง

อักษรที่ให้มา : A H V T C

ตัวอย่างคำตอบ : A H V T เพราะว่าทำจากเส้นตรงทั้งหมด

A H T เพราะว่ามีเส้นแนวนอนที่เหมือนกัน

3.8 Symbol Elaboration เขียนสมการใหม่จากสมการที่ให้มา

ตัวอย่าง

สมการที่ให้มา : B – C = D , Z = 2A + D

ตัวอย่างคำตอบ : D = Z - 2A , B – C = Z - 2A

4. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบระบบ (DSS)

4.1 Mark a code ใส่ระหัสตัวอักษร

ตัวอย่าง : A = 1 , B = 2 , C = 3 , D = 4 ฯ

Z = 1 , Y = 2 , X = 4 , W = 8 ฯ

4.2 Match Problems II ให้นำไม้ขีดออกตามจำนวนที่กำหนดให้เหลือช่องตามที่กำหนด

ตัวอย่าง "ให้นำไม้ขีดออก 3 ก้าน ให้เหลือช่อง 4 ช่อง (4 เหลี่ยม 4 ช่อง)"

ตัวอย่างคำตอบ

4.3 Multiple Grouping ให้นำคำที่กำหนดให้มาจัดกลุ่มให้เข้าพวกตามความหมาย

ตัวอย่าง : 1) ธนู 2) ผึ้ง 3) จระเข้ 4) ปลา 5) ว่าว 6) เรือพาย 7) นก

ตัวอย่างคำตอบ : 1, 2, 5, 7 (พบในอากาศ)

3, 4, 6 (พบในน้ำ)

2, 3, 4, 7 (เป็นสัตว์)

5. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการแปลงรูป (DST)

5.1 Multiple Letter Changes นำตัวอักษรออก และใส่ตัวอักษรใหม่เข้าไปแล้วได้คำใหม่

ตัวอย่าง

คำที่ให้มา : FOLDER (นำตัวอักษรออก 2 หรือ 3 ตัว)

ตัวอย่างคำตอบ : SILVER (นำ F,O,D ออกและใส่ S, I, L เข้าไป)

FINDER (นำ O,L ออกและใส่ S, I, L เข้าไป)

5.2 Multiple Word Extractions หาคำที่ซ่อนอยู่ในคำที่กำหนดให้โดยใช้ตัวอักษรที่ต่อเนื่อง

ตัวอย่าง

คำที่ให้มา : egalitarian ticking

ตัวอย่างคำตอบ : Lit , it , ant , anti , antic . kin , king

5.3 Hidden-Word Production เขียนวลีหรือประโยคโดยที่มีคำที่กำหนดให้ซ่อนอยู่

ตัวอย่าง

คำที่ให้มา : FORMER

ตัวอย่างคำตอบ : For merely one dollar ; Inform errors ; Yourself or Mervin ; Arrest all informers.

5.4 Seeing Letter Changes จับคู่คำที่เปลี่ยนตัวอักษรในตำแหน่งเดียวกัน

ตัวอย่าง : 1. cad – cod 2. cry – pry 3. tin – nit 4. aye – yea

A. die – lie B. tan – ant C. set – sit D. cat – cat E. nap – pan

ตัวอย่างคำตอบ : 1 – C ; 2 – A ; 3 – E ; 4 – B

6. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการประยุกต์ (DSI)

6.1 Word-Pair Revisions และ Limited Words สร้างคำ 2 คำ จากใช้ตัวอักษรของคำ 2 คำที่กำหนดให้

ตัวอย่าง

คำที่ให้มา 2 คำ : HIS NOT

ตัวอย่างคำตอบ : SIN HOT , HIT SON , THIS NO

6.2 Symbol Elaboration เขียนสมการใหม่จากสมการที่ให้มา

ตัวอย่าง

สมการที่ให้มา : B – C = D , Z = 2A + D

ตัวอย่างคำตอบ : D = Z - 2A , B – C = Z - 2A

6.3 Hidden-Word Production เขียนวลีหรือประโยคโดยที่มีคำที่กำหนดให้ซ่อนอยู่

ตัวอย่าง

คำที่ให้มา : FORMER

ตัวอย่างคำตอบ : For merely one dollar ; Inform errors ; Yourself or Mervin ; Arrest all informers.

6.4 Number Rules กำหนดจำนวนเริ่มต้นและผลลัพธ์มาให้ โดยจัดกระทำกับจำนวนที่กำหนดให้แล้วได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดให้

ตัวอย่าง : เริ่มต้นด้วย 2 ผลลัพธ์ 6

ตัวอย่างคำตอบ : + 4 ; x 3 ; x 2 , + 2 ; + 5 , - 1

6.5 Reading Backwards ให้ตอบคำถาม จากรูปประโยคที่เรียงกลับ

ตัวอย่าง : 1. sthgie eerth etirw _____ .

2. nezod a ni selppa ynam woh _____ .

คำตอบ : 1. 888

2. 12

และจากงานวิจัยของพิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์ ได้เสนอตัวอย่างแบบทดสอบที่กิลฟอร์ดได้สร้างขึ้น ดังนี้ (พิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์. 2529 : 35-39 ; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1950 : 444 – 454)

1. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบหน่วย (DSU)

1.1 ความคล่องแคล่วในการใช้คำ(Word Fluency) ให้เขียนคำที่มีพยัญชนะที่กำหนดให้ ให้มากที่สุด

1.2 ความคล่องแคล่วในการใช้คำปัจจัย (Suffixes W-2) ให้เขียนคำที่ลงท้ายด้วยปัจจัยที่กำหนดให้ เช่น เขียนคำที่ลงท้ายด้วย – sion

1.3 ความคล่องแคล่วในการใช้คำอุปสรรค (Prefixes W-2) ให้เขียนคำที่ขึ้นด้วยคำอุปสรรคที่กำหนดให้ เช่น เขียนคำที่ขึ้นต้นด้วย sub –

1.4 ความคล่องแคล่วในการใช้อักษรตัวแรกและตัวท้าย (First and Last Letters W-3) ให้เขียนคำที่กำหนดอักษรตัวแรกและตัวท้ายให้ที่กำหนดให้

2. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบจำพวก (DSC)

การจัดกลุ่มตัวเลข (Number Grouping) กำหนดเซทเลขจำนวนต่างๆ ให้จัดเลขเข้าเป็นกลุ่มหลายๆ วิธี โดยแต่ละกลุ่มต้องมีเลขอย่างน้อย 3 ตัว เช่น กำหนด 2 3 4 5 6 47 และ 36 ให้

3. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบสัมพันธ์ (DSR)

3.1 ความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอักษร (Letter Group Relation) กำหนดเซทของตัวอักษร 4 ตัว ซึ่งมีความสัมพันธ์ในวิถีทางที่เป็นไปได้หลายทาง ให้เลือกเซทของตัวอักษรอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์เดียวกัน

3.2 กฎของตัวเลข (Number Rules) กำหนดเลขที่ตั้งให้ ให้นำเลขตัวนั้นไปสัมพันธ์กับตัวเลขอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลตามที่กำหนดให้ เช่น กำหนดเลข 2 ทำให้ได้ 6 (คำตอบที่เป็นไปได้คือ 2 + 4 , 2 x 3)

4. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบระบบ (DSS)

4.1 การทำโค้ต (Make a code) ให้ประดิษฐ์ระบบโค้ตต่างๆ โดยใช้ตัวเลขและตัวอักษร

4.2 การสร้างสมการจากตัวเลข (Number Combinations) กำหนดเลขจำนวนหนึ่ง (เช่น 2 , 3, 4 , 5 , 6) ให้สร้างสมการต่างๆ

5. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการแปลงรูป (DST)

การเปลี่ยนตัวอักษร (Multiple Letter Changes) กำหนดคำซึ่งประกอบด้วยตัวอักษรหลาย ๆ ตัวให้ ให้เปลี่ยนตัวอักษรหรือสามตัวภายในคำนั้น เพื่อให้เป็นคำใหม่โดยที่ตำแหน่งและจำนวนของตัวอักษรคงเดิม เช่น Folder (ให้เปลี่ยนตัวอักษรสองหรือสามตัว) คำตอบที่อาจเป็นไปได้คือ Finder, Silver , Fuller , Softer, Feeder

6. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบประยุกต์ (DSI)

6.1 การสร้างคำใหม่จากคำที่กำหนด (Limited Words) กำหนดคำให้ 2 คำ ให้สร้างคำใหม่ 2 คำ จากตัวอักษรที่อยู่ในคำที่กำหนดให้ และต้องใช้ตัวอักษรทั้งหมดที่มีอยู่ในคำที่กำหนดให้นั้น เช่น กำหนดคำว่า Shirt bean คำตอบที่อาจเป็นไปได้คือ hairs bent , bear thin

6.2 การสร้างสมการ (Symbol Elaborations) กำหนดสมการชั้นเดียวให้ 2สมการ ที่ประกอบด้วยตัวอักษรให้อนุมานสมการอื่น ๆ ที่เป็นผลจากสมการทั้ง 2 นั้น เช่น สมการที่กำหนดให้ V = R + K และ T = K + C คำตอบที่เป็นไปได้ที่คือ K = T – C และ K = V – R

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

4.1 ความหมายของแบบฝึก

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (โสภา พรหมรักษ์. 2526 : 8 ; อ้างอิงจาก กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2532 : 3) กล่าวว่า "แบบฝึกมีไว้ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อช่วยเสริมให้เกิดทักษะและความแตกฉานในบทเรียน" และแบบฝึกที่ดีจะต้องให้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน แบบฝึกในภาษาไทยมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป เช่น แบบฝึก แบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะ แบบฝึกหัดฝึกทักษะ เป็นต้น

วาสนา สุพัฒน์ (2530 : 11) กล่าวว่าแบบฝึกหัด หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้ นักเรียนทำเพื่อทบทวนความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะซึ่งสามารถนำไปแก้ปัญหาได้

อัจฉรา ชีวพันธ์ และคนอื่น ๆ (2532 : 102) ได้กล่าวว่าแบบฝึกหัด หมายถึง สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อเสริมความเข้าใจ และเสริมเพิ่มเติมเนื้อหาบางส่วน ที่ช่วยให้นักเรียนได้ปฏิบัติและนำเอาความรู้ไปใช้ได้อย่างแม่นยำ ถูกต้อง คล่องแคล่ว

จากนิยามที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า แบบฝึก หมายถึง งาน กิจกรรม หรือประสบการณ์ที่ ครูจัดให้นักเรียนได้ฝึกหัดกระทำ เพื่อทบทวนฝึกฝนเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งจะช่วยเสริมความเข้าใจ และเสริมเพิ่มเติมเนื้อหาบางส่วน จนสามารถปฏิบัติได้ด้วยความชำนาญ

4.2 หลักในการสร้างแบบฝึก

สำหรับหลักในการสร้างแบบฝึกนั้น โรจนา แสงรุ่งระวี (2531 : 20) กล่าวถึง การสร้างแบบฝึกที่ดีมีประสิทธิภาพว่า ครูต้องคำนึงถึงตัวนักเรียนเป็นสำคัญ โดยดูความพร้อม ระดับสติปัญญาและความสามารถ ความเหมาะสม ในการใช้สำนวนภาษา ตลอดจนเนื้อหาและระยะเวลาในการทำแบบฝึก ซึ่งจะทำให้นักเรียนสนใจที่จะนำเอาแบบฝึกที่ครูสร้างขึ้นมาแก้ไขข้อบกพร่องมาส่งเสริมทักษะให้ดียิ่งขึ้น

วิชัย เพ็ชรเรือง (2531 : 77) ได้สรุปหลักในการทำแบบฝึกว่า ควรมีลักษณะดังนี้

1. แบบฝึกต้องมีเอกภาพและความสมบูรณ์ในตัวเอง
2. เกิดจากความต้องการของผู้เรียนและสังคม
3. ครอบคลุมหลายลักษณะวิชาโดยบูรณาการให้เข้ากับการอ่าน
4. ใช้แนวคิดใหม่ในการจัดกิจกรรม
5. สนองความสนใจใคร่รู้และความสามารถของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนเต็มที่
6. คำนึงถึงพัฒนาการและวุฒิภาวะของผู้เรียน
7. เน้นการแก้ปัญหาครูและนักเรียนได้มีโอกาสวางแผนร่วมกัน
8. แบบฝึกควรเป็นสิ่งที่น่าสนใจ คือเป็นสิ่งที่มีความแปลกใหม่พอสมควรเป็นสิ่งซึ่งสนองสามารถปรับเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดของเด็กได้

สุจินดา จันทวรรณ์ (2534 : 22-23) บาร์เนท (Bar nelt) อ้างในศิริกุล ว่องวิจิตรศิลป์ : 20) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกว่าแบบฝึกที่ดีควรมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ นอกจานั้นแบบฝึกควรให้มีตัวเลือกทั้งแบบจำกัดการตอบและแบบตอบได้อย่างเสรี คำสั่งหรือตัวอย่างที่ยกมาไม่ควรยากเกินไปและไม่ควรยากแก่การทำความเข้าใจนอกจากนั้นถ้าเป็นแบบฝึกที่ดีต้องให้ศึกษาด้วยตนเอง แบบฝึกนั้นก็ควรจะมีหลายรูปแบบและให้ความหมายแก่ผู้ฝึกทำ

แฮริส (Haress.ม.ป.ป. : 93-94) ได้กล่าวถึง หลักการสร้างแบบฝึกว่าแบบฝึกจะต้องใช้ภาษาให้เหมาะสมกับนักเรียนและควรสร้างโดยอาศัยหลักจิตวิทยาในการแก้ปัญหาและการตอบสนองไว้ดังนี้

1. สร้างแบบฝึกหลายๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่สร้างขึ้นนั้นจะต้องให้นักเรียนสามารถพิจารณาได้ว่าต้องการให้นักเรียนทำอะไร
3. ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงตามเป้าหมาย
4. ให้นักเรียนตอบสนองสิ่งเร้าด้วยการแสดงความสามารถและความเข้าใจในแบบฝึก
5. กำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้นักเรียนตอบแบบฝึกแต่ละชนิด แต่ละรูปแบบด้วยวิธีการตอบอย่างไร

สุจริต เพียรชอบและสายใจ อินทรัมพรรย์ (2523 : 52-62) กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ว่า ต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาดังนี้

1. กฎของธอร์นไดค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกซึ่งกล่าวว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อยๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องตัวและสามารถทำได้ดี ในทางตรงข้ามสิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกหรือทอดทิ้งไปนานแล้วย่อมจะทำได้ไม่ดี
2. ความแตกต่างระหว่างบุคคลควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถและความสนใจแตกต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกจึงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ต้องไม่ยากไม่ง่ายจนเกินไปและควรมีหลายๆ รูปแบบ
3. การจูงใจผู้เรียน ควรจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายากเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยยั่วยุให้อยากฝึกต่อไป
4. ใช้แบบฝึกสั้นๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ฤทธิโยธี (2520 : 1) กล่าวว่า แบบฝึกที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับวัยหรือความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงสั้นๆ ให้เด็กเข้าใจง่าย
4. ใช้เวลาในการฝึกไม่มากหรือน้อยเกินไป
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้อยากแสดงความสามารถ

บัตตส์ (Butts. 1974 : 85) ได้เสนอหลักการสร้างแบบฝึก ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงสร้างร่างไว้คร่าวๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไรและมีวัตถุประสงค์อย่างไร

2. ศึกษางานทางด้านวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

4. แจ้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อยโดยจะต้องคำนึงความเหมาะสมของผู้ที่จะเรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึกหัด

6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. การประเมินผล จะประเมินผลก่อนฝึกและประเมินผลหลังฝึก

สำหรับขั้นตอนในการฝึกนั้น จะเริ่มต้นด้วยการทดสอบก่อน (Pre-test) แล้วให้นักเรียนศึกษาแบบฝึกหัดด้วยตนเอง เมื่อจบแบบฝึกแล้วจึงทำการทดสอบอีกครั้ง (Post-test)

นอกจากนี้ บัตตส์ (Butts. 1974 : 2) ยังได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ดังนี้

1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ทั่วไปให้เข้าใจก่อน

2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่าสามารถทำได้หรือไม่

3. พิจารณาเนื้อหาและกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่

4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่

5. แบบฝึกนั้นเหมาะกับระดับของนักเรียนหรือผู้ฝึกหรือไม่

6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม

7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมหรือไม่

8. อภิปรายร่วมกับนักเรียนหรือผู้ฝึกหลังจากที่ได้ทำแบบฝึกหัดแล้ว เพื่อศึกษาถึงปฏิกิริยาตอบสนองของนักเรียนว่าเข้าใจหรือไม่

สำหรับหลักในการสร้างแบบฝึกนั้น รัชนี ศรีไพวรรณ (2527 : 412-413) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึกดังนี้

1. ต้องสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาและพัฒนาการของเด็กและลำดับขั้นของการเรียน

2. เมื่อมีจุดมุ่งหมายฝึกด้านใดควรจัดเนื้อหาให้ตรงกับความมุ่งหมายนั้น

3. คำนึงถึงความแตกต่างของเด็ก ถ้าสามารถจัดทำแบบฝึกที่แก้ไขข้อบกพร่องที่ตรงจุดของเด็กได้เป็นเรื่องดี

4. ในแบบฝึกต้องมีคำชี้แจงง่ายๆ สั้นๆ เพื่อให้เด็กเข้าใจถ้าเด็กยังอ่านไม่ได้ ครูต้องชี้แจงด้วยคำพูดที่ใช้ภาษาง่ายๆ ให้เด็กสามารถทำตามคำสั่งได้

5. แบบฝึกต้องมีความถูกต้องไม่มีข้อผิดพลาด

6. การให้เด็กทำแบบฝึกหัดแต่ละครั้ง ต้องให้เหมาะสมกับเวลาและความสนใจของเด็ก

7. ควรทำแบบฝึกหลายๆ แบบเพื่อให้เด็กเรียนรู้ได้กว้างขวางและส่งเสริมให้เด็กเกิดความคิด

8. กระดาษที่ทำแบบฝึกหลายจะต้องเหนียวและทนทาน

จะเห็นได้ว่า หลักสำคัญในการสร้างแบบฝึก คือ ต้องกำหนดวัตถุประสงค์ที่จะฝึกให้แน่นอนว่าจะฝึกเรื่องอะไร แล้วจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั้งนี้จะต้องสร้างแบบฝึกให้เหมาะสมกับวัยและระดับความสามารถของผู้เรียนและแบบฝึกควรมีหลายรูปแบบ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวาง

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

อัลบาโน (Albano. 1987 : abstract) ได้ทำการทดลองฝึกความคิดสร้างสรรค์ภายใต้สมมติฐานที่ว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยทักษะ 4 ประการคือ

1. ทักษะด้านจินตนาการ
2. ทักษะด้านอุปมา
3. ทักษะด้านโยงความสัมพันธ์
4. ทักษะการเปลี่ยนแปลงรูป

โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทหารในรัฐนิวเจอร์ซี่ สหรัฐอเมริกา จำนวน 66 คน ใช้เวลาฝึก 20 ชั่วโมง แล้วทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ ผลการทดลองสรุปว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นทั้งในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม

บอลกา (สุภาวดี ตั้งบุบผา. 2533 : 58 – 59 ; อ้างอิงจาก Balka , 1974 : 98 A) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดลองจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80 % ขึ้นไป นำมาสร้างแบบทดสอบ เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้ คือ

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้น

5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจงได้

ในการวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และ เกรด 8 จำนวน 500 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ การคิดแบบอเนกนัยกับการคิดแบบเอกนัยและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สติปัญญาและความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

เจนเซน (Jensen. 1973 : 2168 – A) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความถนัดทางตัวเลขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเขาให้คำนิยามปฏิบัติการของคำว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการเขียนคำตอบที่เป็นตัวเลข กราฟหรือแผนภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งคำตอบมีลักษณะของการประยุกต์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 232 คน ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความถนัดทางตัวเลขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยความสำคัญทางสถิติ

แสลนด์ดาแนนท์ (Salandanan. 1976 : 799 A) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด (Conceptual Style) กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical creativity) ของนักเรียนเกรด 7 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า การคิดแบบวิเคราะห์ (Analytic Conceptual Style) กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในกลุ่มนักเรียนปกติแต่ในกลุ่มนักเรียนปัญญาเลิศการคิดแบบสรุปอ้างอิง (Inferential Conceptual Style)มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการคิดแบบวิเคราะห์ (Analytic Conceptual Style) และการคิดแบบสัมพันธ์ (Relational Style) จากการพยากรณ์ยังพบว่าการคิดแบบวิเคราะห์ (Analytic Conceptual Style) สามารถทำนายความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ถึง 58%

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1962) ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชายและหญิงเกรด 1 ถึงเกรด 12 โดยใช้แบบทดสอบชุดการถามและการเดาคำตอบ ผลการศึกษาพบว่าเด็กที่ทดสอบก่อนและหลังการสอนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรควบคุม คือ เพศ สติปัญญา ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและวิธีการสอน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติและนักเรียนหญิงที่มีสติปัญญาสูงทำคะแนนด้านความคิดคล่องตัวสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยในต่างประเทศ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้โดยการฝึกรูปแบบต่างๆ กัน และ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หรืออาจกล่าวได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์

5.2 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 76 – 76) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถทางคณิตศาสตร์ 7 ด้าน ดังนี้ ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในกรณีทั่วไปและความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลขหรือทรงเรขาคณิตหรือการจัดกระทำ (Operation) ทางคณิตศาสตร์ โดยให้คะแนนเป็น 3 ด้าน คือ ความคล่องแคล่วในการคิดความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร ท้องที่เขตการศึกษา 2 มีจำนวนทั้งหมด 367 คน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ ดังนี้ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบทุกข้อของคะแนนทั้ง 3 องค์ประกอบมีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.789 และมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง

จุดิพร โพธิศิริ (2534 : 73 – 74) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยตนเองกับการฝึกโดยครูที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมโลก จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีเชาวน์ปัญญาระดับปานกลางและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง สุ่มอย่างง่ายเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน คือ ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการจัดกลุ่มตัวเลข ความสามารถในการเปลี่ยนรูปตัวเลข ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของตัวเลข และความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ

ดิลก ดิลกานนท์ (2534 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบฝึกทักษะการคิด 4 ด้าน คือ ด้านการรับรู้ การอุปมาอุปไมย การโยงความสัมพันธ์และการจินตนาการ ผลการทดลองใช้แบบฝึกทักษะการคิดพบว่าแบบฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สูง กล่าวคือนักเรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการคิดจะมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้แบบฝึกทักษะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติไม่ว่ากับกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูจากบิดามารดาแบบประชาธิปไตย อัตตาธิปไตยหรือกับกลุ่มที่มีความอยากรู้อยากเห็นสูง ปานกลางหรือต่ำ

วินัย สอนดี (2534 : บทคัดย่อ) ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามรูปแบบของวิลเลี่ยมส์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรพิมล สุวรรณรัตน์ (2537 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2537 จำนวน 100 คน ได้ใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนในกลุ่มทดลอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จินดา กิจพูนวงศ์ (2537 : 89 – 91) ศึกษาผลการฝึกความคิดเอนกนัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดเอนกนัยและผลผลิต ที่มีเนื้อหาต่างกันมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่มและความคิดสร้างสรรค์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน มีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดสร้างสรรค์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฝึกกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่มและความคิดสร้างสรรค์รวมทุกด้านอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วาสนา เศษสวย (2540 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP และ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ด้านเหตุผล ด้านการ

แก้โจทย์ปัญหาและรวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แบบ ESP และ NSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณและด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แบบ NSP และ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้านการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

พัชนี ตระกูลแก้ว (2541 : บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการสอน ความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบของแฟรงค์ วิลเลี่ยมส์และแบบทดลองวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวมสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบตามองค์ประกอบ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกองค์ประกอบ

มณเฑียร รื่นวิชา (2542 : 54) ศึกษาการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่าการจัดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีผลทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านคือ ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและรวมทุกด้านสูงขึ้นกว่าก่อนการจัดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จักรกฤษณ์ บรรจงคชาธาร (2543: บทคัดย่อ) ศึกษาการเปรียบเทียบผลการฝึกความคิดอเนกนัย ในผลผลิตต่างกันที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดเอนกนัยทางเนื้อหาในผลผลิต แบบการประยุกต์กับแบบความสัมพันธ์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดเอนกนัยทางเนื้อหาในผลผลิต แบบความสัมพันธ์กับแบบการแปลงรูป มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดเอนกนัยทางเนื้อหาในผลผลิตแบบแปลงรูปกับแบบการประยุกต์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทาง

วิทยาศาสตร์ต่ำ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดยืดหยุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปฏิสัมพันธ์ด้านความคิดริเริ่มและความคิดคล่องตัวมีผลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กานดา ทิววัฒน์ปกรณ์ (2543 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการฝึกแบบการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบการคิดด้านอุปมาอุปไมยกับด้านการเปลี่ยนแปลงรูปและด้านโยงความสัมพันธ์มีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบการคิดด้านการเปลี่ยนแปลงรูปกับด้านโยงความสัมพันธ์มีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่นและรวมทุกด้านไม่พบความแตกต่างกันระหว่างการฝึกแบบการคิดทั้ง 3 แบบ นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและรวมทุกด้านแตกต่างกันสร้างสรรค์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องตัวและรวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่นและรวมทุกด้านอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลงานวิจัยในประเทศสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยการเล่นเกม การใช้ชุดกิจกรรมฝึก และวิธีการฝึก สามารถพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการฝึกด้วยแบบฝึกความคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด

สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันเมื่อได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นโรงเรียนหญิง จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 176 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นโรงเรียนหญิง จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนแต่ละห้องเป็นกลุ่ม แล้วใช้ระดับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกกลุ่มวิชาของนักเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ที่สอบได้มาจัดเรียงลำดับ และใช้เทคนิค 25 % ในการจัดแบ่งกลุ่ม สูง ปานกลาง และต่ำ ดังตาราง 2

ตาราง 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวน (คน)
สูง	11
ปานกลาง	22
ต่ำ	11
รวม	44

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ ซึ่งประกอบด้วยแบบฝึก ดังนี้

1.1 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบหน่วย (Divergent Symbolic Units : DSU) จำนวน 2 กิจกรรม

1.2 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบจำพวก (Divergent Symbolic Classes : DSC) จำนวน 2 กิจกรรม

1.3 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบความสัมพันธ์ (Divergent Symbolic Relations : DSR) จำนวน 2 กิจกรรม

1.4 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบระบบ (Divergent Symbolic Systems : DSS) จำนวน 2 กิจกรรม

1.5 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการแปลงรูป (Divergent Symbolic Transformations : DST) จำนวน 2 กิจกรรม

1.6 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการประยุกต์ (Divergent Symbolic Implications ; DSI) จำนวน 2 กิจกรรม

2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ปรับปรุงเนื้อหาจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกา (Balka) โดยให้มีความเหมาะสมกับผู้สอบมากที่สุด ในแบบทดสอบมีลักษณะคำถามเป็น 5 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

2.2 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ จำนวน 2 ข้อ

2.3 ด้านความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

2.4 ด้านความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

2.5 ด้านความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้ จำนวน 2 ข้อ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์

การสร้างแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายการสร้างแบบฝึก สร้างเพื่อใช้ฝึกนักเรียนที่ใช้ในการวิจัย

2. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกความคิดอเนกนัยของกิลฟอร์ด ด้านสัญลักษณ์ ในผลผลิตทั้ง 6 แบบ

3. สร้างแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ของกิลฟอร์ด ในแต่ละผลผลิตตามที่นิยามไว้ ดังนี้

3.1 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบหน่วย (DSU) จำนวน 4 กิจกรรม

3.2 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบจำพวก (DSC) จำนวน 4 กิจกรรม

3.3 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบความสัมพันธ์ (DSR) จำนวน 4 กิจกรรม

3.4 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบระบบ (DSS) จำนวน 4 กิจกรรม

3.5 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการแปลงรูป (DST) จำนวน 4 กิจกรรม

3.6 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการประยุกต์ (DSI) จำนวน 4 กิจกรรม

4. นำแบบฝึกความคิดอเนกนัยที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามในแต่ละกิจกรรมกับนิยามเกี่ยวกับความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามโครงสร้างด้านความคิดอเนกนัยของกิลฟอร์ดโดยวิธีของโรวิแนลลีและแฮมเบลตัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายศ. 2539 : 249) จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่าแบบฝึกที่สร้างขึ้นทั้งหมด 24 กิจกรรม มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 แสดงว่าแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ของกิลฟอร์ดในแต่ละผลผลิตที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับนิยาม แล้วคัดเลือกไว้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบหน่วย (DSU) จำนวน 4 กิจกรรม มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 คัดเลือกไว้ 2 กิจกรรม มีค่า IOC 1.00

4.2 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบจำพวก (DSC) จำนวน 4 กิจกรรม มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 คัดเลือกไว้ 2 กิจกรรม มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00

4.3 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบความสัมพันธ์ (DSR) จำนวน 4 กิจกรรม มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 คัดเลือกไว้ 2 กิจกรรม มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00

4.4 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบระบบ (DSS) จำนวน 4 กิจกรรม มีค่า IOC 0.80 คัดเลือกไว้ 2 กิจกรรม มีค่า IOC 0.80

4.5 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการแปลงรูป (DST) จำนวน 4 กิจกรรม มีค่า IOC 0.80 คัดเลือกไว้ 2 กิจกรรม มีค่า IOC 0.80

4.6 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการประยุกต์ (DSI) จำนวน 4 กิจกรรม มีค่า IOC 0.80 คัดเลือกไว้ 2 กิจกรรม มีค่า IOC 0.80

5. นำแบบฝึกความคิดอเนกนัยที่คัดเลือกไว้ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมเกี่ยวกับเวลาและภาษาที่ใช้ของแบบฝึก ผลปรากฏว่า นักเรียนเข้าใจและตอบสนองได้ถูกต้อง แต่มีบางส่วนต้องปรับปรุงเพื่อให้สื่อความหมายให้ชัดเจนขึ้น

6. นำแบบฝึกที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ จำนวน 44 คน

การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดทางคณิตศาสตร์ สร้างเพื่อใช้ทดสอบนักเรียนที่ใช้ในการวิจัย

2. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบาลกา และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3. เขียนนิยามความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะคิดปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทางด้วยการปรับปรุง ออกแบบ ดัดแปลง ต่อเติม หาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในแง่มุมต่างๆ อันที่จะทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ซึ่งประกอบด้วยลักษณะคำถาม 5 ด้าน

4. สร้างแบบทดสอบความวัดคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตามนิยามที่เขียนไว้ ประกอบด้วย 5 ด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ

4.2 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ จำนวน 6 ข้อ

4.3 ด้านความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ

4.4 ด้านความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ

4.5 ด้านความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้ จำนวน 6 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ด้านละ 6 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามที่เขียนไว้โดยวิธีของโรวิแนลลีและแฮมเบลตัน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539 : 248-249 ; อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton.1977) จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่าข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้านละ 6 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 แสดงว่าแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับนิยาม แล้วคัดเลือกข้อคำถามไว้ด้านละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00

6. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 44 คน เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และหาคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ ด้านค่าความยากโดยคำนวณจากสูตรของ วิทเนย์ และ. ซาเบอร์ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539 : 248-249 ; อ้างอิงมาจาก Whitney and Sabers. 1970) และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของแบบทดสอบอัตนัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.1 ด้านความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ มีคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้ ด้านความคิดคล่อง มีค่าความยาก 0.34 ถึง 0.43 มีค่าอำนาจจำแนก 0.44 ถึง 0.59 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าความยาก 0.65 ถึง 0.76 มีค่าอำนาจจำแนก 0.43 ถึง 0.58 ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าความยาก 0.18 ถึง 0.42 มีค่าอำนาจจำแนก 0.33 ถึง 0.62 แล้วคัดเลือกไว้ 2 ข้อ มีคุณภาพ ดังนี้ ด้านความคิดคล่อง มีค่าความยาก 0.39 ถึง 0.40 มีค่าอำนาจจำแนก 0.53 ถึง 0.59 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าความยาก 0.73 ถึง 0.76 มีค่าอำนาจจำแนก 0.43 ถึง 0.55 ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าความยาก 0.32 ถึง 0.42 มีค่าอำนาจจำแนก 0.52 ถึง 0.62

6.2 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ จำนวน 4 ข้อ ด้านความคิดคล่อง มีค่าความยาก 0.53 ถึง 0.84 มีค่าอำนาจจำแนก 0.32 ถึง 0.64 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าความยาก 0.48 ถึง 0.95 มีค่าอำนาจ

จำแนก 0.09 ถึง 0.64 ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าความยาก 0.00 ถึง 0.27 มีค่าอำนาจจำแนก 0.00 ถึง 0.53 แล้วคัดเลือกไว้ 2 ข้อ มีคุณภาพ ดังนี้ ด้านความคิดคล่อง มีค่าความยาก 0.53 ถึง 0.63 มีค่าอำนาจจำแนก 0.49 ถึง 0.64 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าความยาก 0.48 ถึง 0.77 มีค่าอำนาจจำแนก 0.45 ถึง 0.64 ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าความยาก 0.23 ถึง 0.27 มีค่าอำนาจจำแนก 0.45 ถึง 0.53

6.3 ด้านความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ด้านความคิดคล่อง มีค่าความยาก 0.28 ถึง 0.56 มีค่าอำนาจจำแนก 0.37 ถึง 0.52 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าความยาก 0.41 ถึง 0.59 มีค่าอำนาจจำแนก 0.30 ถึง 0.55 ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าความยาก 0.05 ถึง 0.28 มีค่าอำนาจจำแนก 0.09 ถึง 0.57 แล้วคัดเลือกไว้ 2 ข้อ มีคุณภาพ ดังนี้ ด้านความคิดคล่อง มีค่าความยาก 0.28 ถึง 0.43 มีค่าอำนาจจำแนก 0.37 ถึง 0.38 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าความยาก 0.41 ถึง 0.59 มีค่าอำนาจจำแนก 0.52 ถึง 0.55 ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าความยาก 0.26 ถึง 0.28 มีค่าอำนาจจำแนก 0.52 ถึง 0.57

6.4 ด้านความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ด้านความคิดคล่อง มีค่าความยาก 0.32 ถึง 0.42 มีค่าอำนาจจำแนก 0.48 ถึง 0.67 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าความยาก 0.25 ถึง 0.44 มีค่าอำนาจจำแนก 0.33 ถึง 0.52 ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าความยาก 0.14 ถึง 0.26 มีค่าอำนาจจำแนก 0.27 ถึง 0.43 แล้วคัดเลือกไว้ 2 ข้อ มีคุณภาพ ดังนี้ ด้านความคิดคล่อง มีค่าความยาก 0.32 ถึง 0.34 มีค่าอำนาจจำแนก 0.48 ถึง 0.57 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าความยาก 0.30 ถึง 0.44 มีค่าอำนาจจำแนก 0.48 ถึง 0.52 ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าความยาก 0.22 ถึง 0.26 มีค่าอำนาจจำแนก 0.43 ถึง 0.53

6.5 ด้านความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้ จำนวน 4 ข้อ ด้านความคิดคล่อง มีค่าความยาก 0.21 ถึง 0.48 มีค่าอำนาจจำแนก 0.14 ถึง 0.55 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าความยาก 0.25 ถึง 0.48 มีค่าอำนาจจำแนก 0.14 ถึง 0.55 ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าความยาก 0.05 ถึง 0.32 มีค่าอำนาจจำแนก 0.09 ถึง 0.64 แล้วคัดเลือกไว้ 2 ข้อ มีคุณภาพ ดังนี้ ด้านความคิดคล่อง มีค่าความยาก 0.21 มีค่าอำนาจจำแนก 0.36 ถึง 0.42 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าความยาก 0.27 ถึง 0.30 มีค่าอำนาจจำแนก 0.50 ถึง 0.55 ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าความยาก 0.27 ถึง 0.32 มีค่าอำนาจจำแนก 0.55 ถึง 0.64

7. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์คัดเลือกไว้ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนเซนต์ฟรัง

ซีสซาเวียร์คอนแวนต์ จำนวน 44 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรแบบฮอยท์ (Hoyt ' s ANOVA Procedure) ผลปรากฏ ดังนี้

7.1 ด้านความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.88

7.2 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ มีค่าความเชื่อมั่น 0.61

7.3 ด้านความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.40

7.4 ด้านความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.75

7.5 ด้านความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้ มีค่าความเชื่อมั่น 0.50

เมื่อรวมทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่น ด้านความคิดคล่อง 0.75 ค่าความเชื่อมั่น ด้านความคิดยืดหยุ่น 0.72 ค่าความเชื่อมั่น ด้านความคิดริเริ่ม 0.71 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ 0.76

8. จัดพิมพ์รูปเล่ม เพื่อนำไปเก็บข้อมูลในการวิจัยต่อไป

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์

1.1 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบหน่วย (Divergent Symbolic Units : DSU)

<u>กิจกรรมที่ 1</u>

<u>คำชี้แจง</u> จากประโยคที่กำหนดให้นี้ นักเรียนจงวิเคราะห์แล้วเขียนข้อเท็จจริง หรือข้อสันนิษฐานที่ได้จากข้อความที่กำหนดให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

1. โรงเรียนมีคูปองราคา 1 บาท 5 บาทและ 10 บาท ถ้านารีมีคูปองรวม 100 บาท ถามว่าเป็นคูปองราคาเท่าไรได้บ้าง ? และมีอย่างละกี่ใบ ?

<u>แนวคำตอบ</u>

ใบละ 1	ใบละ 5	ใบละ 10
-	-	10
-	10	5

1.2 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบจำพวก (Divergent Symbolic Classes : DSC)

กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง จากกลุ่มจำนวนที่ให้ นักเรียนจงจัดกลุ่มให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ พร้อมให้เหตุผลในการจัดกลุ่มนั้น ๆ โดยหนึ่งกลุ่มต้องมีสมาชิกอย่างน้อย 2 จำนวน

1. กำหนดจำนวนให้ ดังนี้

12	13	14	15	16	17	18

แนวคำตอบ

กลุ่มที่ 1 คือ 12 , 14 , 16 , 18 เหตุผล เป็นจำนวนคู่

กลุ่มที่ 2 คือ 12 , 15 , 18 เหตุผล มี 3 เป็นตัวประกอบ

1.3 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบความสัมพันธ์ (Divergent Symbolic Relations : DSR)

กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่ขึ้นต้นด้วยจำนวนที่กำหนดให้ โดยใช้วิธี บวก ลบ คูณ หาร หรือระคนกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้มากที่สุด

1. จำนวนที่กำหนดให้ 8 ทำให้ได้ผลลัพธ์ เท่ากับ 24

แนวคำตอบ 1. 8 + 16 = 24

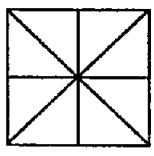
2. 8 x 3 = 24

1.4 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบระบบ (Divergent Symbolic Systems : DSS)

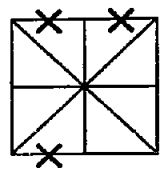
กิจกรรมที่ 1

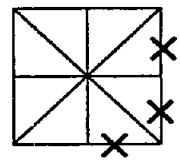
คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้ แล้วทำสัญลักษณ์ " ✕" บนด้านที่นักเรียนต้องการเอาออก 3 ด้าน เพื่อให้ได้รูปสามเหลี่ยม 5 รูป

ภาพที่กำหนดให้



แนวคำตอบ





1.5 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการแปลงรูป (Divergent Symbolic Transformations : DST)

กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้คำหรือพยางค์จากคำที่กำหนดให้มา สร้างคำใหม่ที่มีความหมายให้ได้มากที่สุด

1.

ท้องเสีย	น้ำเขียว	หายใจ	กินข้าว	ตัดเสื้อ	ตัวเย็น

แนวคำตอบ 1. กินน้ำ

2. น้ำเสีย

1.6 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการประยุกต์ (Divergent Symbolic Implications ; DSI)

กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง จากคำที่กำหนดให้เป็นคู่นี้ นักเรียนจงสร้างคำคู่ใหม่ที่มีความหมาย ให้มากที่สุดเท่าที่จะเขียนได้โดยใช้ตัวอักษรและสระของคำที่กำหนดให้

1.

หอย	ลา

แนวคำตอบ 1. ลอย , หา

2. ลาย , หอ

2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยคำถาม 5 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาสมการให้ได้มากที่สุด เมื่อกำหนดตัวเลขเริ่มต้นและผลลัพธ์ให้

ตัวอย่าง 0) ตัวเลขเริ่มต้น 6 ทำให้ได้ผลลัพธ์ 24

แนวคำตอบ 1. 6 + 18 = 24

2. (6 + 2) +12 = 24

ด้านที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

คำชี้แจง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจงตอบคำถามตามความคิดของนักเรียนให้มากที่สุด

ตัวอย่าง 0) ถ้านักเรียนมีเงินอยู่ 500 บาท จะไปจ่ายตลาด ซื้อไก่ราคากิโลกรัมละ 50 บาท ปลาราคากิโลกรัมละ 40 บาท และหอยแครง 5 กิโลกรัม ราคา 100 บาท ถ้านักเรียนต้องการซื้อไก่ ปลาและหอยแครงทั้งสามชนิดด้วยเงินจำนวน 500 บาท พอดี

ถามว่านักเรียนจะแบ่งเงินซื้อสัตว์แต่ละชนิดได้อย่างละกี่กิโลกรัม

แนวคำตอบ 1. ซื้อไก่ 4 กิโลกรัม ปลา 5 กิโลกรัม และหอยแครง 5 กิโลกรัม

2. ซื้อไก่ 2 กิโลกรัม ปลา 5 กิโลกรัม และหอยแครง 10 กิโลกรัม

ด้านที่ 3 ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจงตอบคำถามตามความคิดของนักเรียนให้มากที่สุด

<u>ตัวอย่าง</u> 0) อัตราค่าบริการจอดรถยนต์ของตึก A เสีย 35 บาท สำหรับการจอดชั่วโมงแรกและชั่วโมงต่อไปเสียค่าจอดชั่วโมงละ 30 บาท ตึก B เสีย 60 บาท สำหรับการจอดสองชั่วโมงแรกและชั่วโมงต่อไปเสียค่าจอดชั่วโมงละ 35 บาท จากข้อมูลที่กำหนดให้นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการตัดสินใจเลือกจอดรถ

<u>แนวคำตอบ</u> 1. ถ้าจอด 1 ชั่วโมง เลือกจอดตึก A เสียค่าจอด 35 บาท ถูกกว่าจอดตึก B

2. ถ้าจอด 2 ชั่วโมง เลือกจอดตึก B เสียค่าจอด 60 บาท ถูกกว่าจอดตึก A

ด้านที่ 4 ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนกำหนดข้อมูลเพิ่มเติมโดยพิจารณาจากข้อมูลที่กำหนดให้ และสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมหาผลลัพธ์จากโจทย์ที่นักเรียนสร้างขึ้นได้

<u>ตัวอย่าง</u> 0) แววันเลี้ยงเป็ด 50 ตัว เลี้ยงไก่ 60 ตัว เลี้ยงหมู 20 ตัว เลี้ยงปลา 120 ตัว

<u>แนวคำตอบ</u>

โจทย์	ผลลัพธ์
1. ถ้าแววันเลี้ยงเป็ด 50 ตัว เลี้ยงไก่ 60 ตัว เลี้ยงหมู 20 ตัว เลี้ยงปลา 120 ตัว แล้วแววันเลี้ยงปลามากกว่าไก่กี่ตัว	60 ตัว
2. ถ้าแววันขายเป็ด, ไก่, หมู และ ปลา ในราคาตัวละ 40, 25, 100 และ 20 บาท ตามลำดับ แล้ว แววันขายสัตว์ชนิดใดได้เงินมากที่สุด	ปลา

ด้านที่ 5 ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้

<u>คำชี้แจง</u> จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ นักเรียนจงแสดงวิธีหาคำตอบตามความคิดของนักเรียนให้มากวิธีที่สุด

<u>ตัวอย่าง</u> 0) จงอธิบายวิธีการสร้างมุม 135 องศา โดยใช้วงเวียนและสันตรง

<u>แนวคำตอบ</u> 1. สร้างมุม 90 องศา แล้วสร้างมุม 45 องศา

2. สร้างมุม 60 องศา 60 องศา แล้วสร้างมุม 15 องศา

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนมี 3 ด้าน ดังนี้

1. คะแนนความคล่องแคล่วในการคิดพิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกตามเงื่อนไขของข้อสอบแต่ละข้อ โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

2. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดพิจารณาจากจำนวนกลุ่มหรือทิศทางของคำตอบกล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคล่องแคล่วไปแล้ว มาจัดเป็นกลุ่มหรือคำตอบที่เป็นทิศทางเดียวกันหรือความหมายอย่างเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้วให้นับจำนวนกลุ่ม โดยให้คะแนนกลุ่มละ 1 คะแนน

ในกรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มที่จัดไว้เรียบร้อยแล้วได้ผู้ตรวจอาจจัดกลุ่มขึ้นใหม่ได้อีกตามความจำเป็น จนกว่าจะครบตามคำตอบ

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น คะแนนความริเริ่มนี้พิจารณาจากคำตอบของผู้เข้าสอบในครั้งเดียวกัน โดยใช้เกณฑ์การตอบซ้ำดังนี้

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

ดังนั้นการให้คะแนนความคิดริเริ่ม จึงต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วจึงนำความถี่นั้นเทียบกับกฎเกณฑ์ข้างต้นแล้วจึงให้คะแนน

คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากผลบวกของคะแนน ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลอง One – Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 249) มีลักษณะ ดังนี้

ตาราง 3 แสดงแบบแผนการทดลอง แบบ One – Group Pretest – Posttest Design

สอบก่อน	การฝึก	สอบหลัง
T_1	X	T_2

จากตารางกำหนดสัญลักษณ์ ดังนี้

T_1 แทน การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนฝึก (Pretest)

X แทน การฝึกความคิดอเนกนัย

T_2 แทน การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังฝึก (Posttest)

2. การดำเนินการทดลอง

ในการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. สุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ โดยวิธีสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คน

2. ทำการทดสอบก่อนการฝึกความคิดอเนกนัย (Pre Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นฝึกในคาบเรียน เป็นเวลา 12 ครั้ง ครั้งละประมาณ 1 คาบ ทำการทดลองสัปดาห์ละ 4 ครั้ง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ต่อเนื่อง

ขั้นตอนในการฝึก ดังนี้

3.1 ชี้แจงจุดประสงค์ในการทำแบบฝึกแต่ละแบบฝึกให้นักเรียนทราบ

3.2 แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 5 – 6 คน โดยทุกกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ แล้วแจกแบบฝึกให้นักเรียนทุกคน

3.3 แนะนำ อธิบายขั้นตอนในการทำแบบฝึกและการตรวจให้คะแนน พร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้นักเรียนซักถามให้เข้าใจวิธีการตอบ

3.4 ให้นักเรียนทุกคนลงมือทำแบบฝึกในเวลาที่กำหนด

3.5 ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนภายในกลุ่มของตนเอง

3.6 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายและสรุปความคิดของทุกกลุ่มเกี่ยวกับคำตอบ

4. ทำการทดสอบหลังการฝึกความคิดอเนกนัย (Post Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นชุดเดียวกับที่ทดสอบก่อนฝึก

5. นำผลการวัดของกลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ เพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

5.1 เปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการฝึกความคิดอเนกนัย

5.2 เปรียบเทียบการพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งโดยนำระดับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกกลุ่มวิชาของกลุ่มทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ที่สอบได้มาจัดเรียงลำดับ และใช้เทคนิค 25 % ในการจัดแบ่งกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยวิธีของโรวิเนลลีและแฮมเบิลตัน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539 : 248-249 ; อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton.1977)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC แทน ดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
ซึ่งพิจารณาจากความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 การหาค่าความง่ายของแบบทดสอบวัดความสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร วิทเนย์ และ. ซาเบอร์ (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 :199-200)

$$P = \frac{S_U + S_L - (2N\ X_{min})}{2N\ (X_{max} - X_{min})}$$

P แทน ดัชนีค่าความง่าย

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัย (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 201)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N\ (X_{max} - X_{min})}$$

D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีของฮอยท์ (Hoyt ' s ANOVA procedure) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 220)

$$r = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

เมื่อ MS_E แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_P แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน (Between people)

2. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน

2.1.1. ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

2.1.2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

2.2 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ใช้สูตร t-test for dependent samples (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2540 :248)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{(n\sum D^2 - (\sum D)^2)}{n-1}}} \quad \text{เมื่อ} \quad df = n - 1$$

เมื่อ D แทน ความแตกต่างของคะแนนสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวกำลังสอง

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

2.3 เปรียบเทียบการพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันโดยใช้คะแนนผลต่างก่อนฝึกและหลังฝึกแล้ว ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทิศทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2540 : 286-288)

$$F = \frac{MS_b}{MS_E}$$

MS_b แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (Between Group)

MS_E แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

ถ้ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีของเชฟเฟ่ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2540 : 322)

$$S = \sqrt{(k-1)\,F_{\alpha\,(df_1,\,df_2)}}\sqrt{MS_E\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}$$

S แทน ค่าวิกฤติของ Scheffe's S – test

k แทน จำนวนกลุ่ม

α แทน ระดับนัยสำคัญที่กำหนดตอนทดสอบ ANOVA

df_1 df_2 แทน degree of freedom เปิดจากตาราง F

n_1 n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2

สำหรับการวิเคราะห์ค่าสถิติในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ แทนความหมาย ดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{D}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
S_D	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
$S_{\overline{D}}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
$\overline{X}_{pre}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดกิจกรรมฝึก
$\overline{X}_{pre}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยหลังการจัดกิจกรรมฝึก
t	แทน	ค่านัยสำคัญของการแจกแจง t
SS	แทน	ผลบวกกำลังสอง
df	แทน	ชั้นของความเป็นอิสระ
MS	แทน	คะแนนความแปรปรวน
F	แทน	ค่านัยสำคัญของการแจกแจง F

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผล ผู้วิจัยได้กระทำดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน จำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. เปรียบเทียบการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน
3. เปรียบเทียบการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน จำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน จำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยนำคะแนนผลต่างระหว่างก่อนได้รับการฝึกกับหลังได้รับการฝึกในแต่ละด้าน จำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาคำนวณหาค่าสถิติพื้นฐาน ดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้าน จำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	ระดับผลสัมฤทธิ์	$\overline{X}_{pre}$	$\overline{X}_{post}$	$\overline{D}$	S_D	CV
ความคิดคล่อง	กลุ่มต่ำ	28.27	35.09	6.82	5.64	82.70
	กลุ่มปานกลาง	39.55	50.36	10.82	7.10	65.62
	กลุ่มสูง	50.18	77.36	27.18	17.18	63.21
	รวม	39.39	53.30	13.91	12.78	91.88
ความคิดยืดหยุ่น	กลุ่มต่ำ	14.00	18.82	4.82	4.14	85.89
	กลุ่มปานกลาง	17.59	24.23	6.64	3.22	48.49
	กลุ่มสูง	19.09	31.18	12.09	5.24	43.34
	รวม	17.07	24.61	7.55	4.80	63.58
ความคิดริเริ่ม	กลุ่มต่ำ	22.82	31.91	9.09	8.35	91.86
	กลุ่มปานกลาง	34.32	53.05	18.73	12.51	66.79
	กลุ่มสูง	51.82	108.91	57.09	41.82	73.25
	รวม	35.82	61.73	25.91	29.10	112.31

จากตาราง 4 ถ้าพิจารณาระหว่างระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม มีค่าอยู่ระหว่าง 28.27 - 50.18 , 14.00 - 19.09 และ 22.82 - 51.82

ตามลำดับ โดยนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางและต่ำ ตามลำดับ ส่วนคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานนั้น เมื่อจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม มีค่าอยู่ระหว่าง 5.64 – 17.18 , 4.14 – 5.24 และ 8.35 – 41.82 ตามลำดับ แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนแตกต่างกันค่อนข้างมาก ส่วนสัมประสิทธิ์การกระจายด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มมีค่าอยู่ระหว่าง 63.21 – 91.88 , 43.34 – 85.89 และ 66.79 – 112.31 ตามลำดับ แสดงว่ามีการกระจายสูง

2. เปรียบเทียบการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน

ในการเปรียบเทียบการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้านนั้น ผู้วิจัยนำคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนได้รับการฝึกกับหลังการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิต ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและคามคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองมาทำการวิเคราะห์โดยใช้ t – test ปรากฏผลตามตาราง 5 ดังนี้

ตาราง 5 เปรียบเทียบคะแนนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านก่อนและหลังการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิต

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	$\overline{X}_{pre}$	$\overline{X}_{post}$	$\overline{D}$	$S_{\overline{D}}$	t
ความคิดคล่อง	39.39	53.30	13.91	12.78	7.217*
ความคิดยืดหยุ่น	17.07	24.61	7.55	4.80	10.426*
ความคิดริเริ่ม	35.82	61.73	25.91	29.10	5.906*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตาราง 5 แสดงว่าหลังการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตแล้ว นักเรียนมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านคือ ด้านความคิดคล่องแคล่ว ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านความคิดริเริ่มมีค่าสูงขึ้นกว่าก่อนการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3. เปรียบเทียบการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน จำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย เปรียบเทียบการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้าน จำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการนำคะแนนเฉลี่ยของผลต่างระหว่างก่อนและหลังการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาทำการวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว แล้วเปรียบเทียบรายคู่โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการของเชฟเฟ่ (Scheffe′) ปรากฏผลตามตาราง 6 ถึง 11

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่องของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

แหล่ง	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	2701.091	2	1350.545	12.798*
ภายในกลุ่ม	4326.545	41	105.525	
รวม	7027.636	43		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ปรากฏว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องอย่างน้อย 1 คู่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการทดสอบว่าระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันโดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการของเชฟเฟ่ (Scheffe′) เพื่อค้นหาว่าระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มใดที่มีคะแนนเฉลี่ยของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

กลุ่ม		กลุ่มต่ำ	กลุ่มปานกลาง	กลุ่มสูง
	$\overline{X}$	6.82	10.82	27.18
กลุ่มต่ำ	6.82	-	4.00	20.36*
กลุ่มปานกลาง	10.82		-	16.36*
กลุ่มสูง	27.18			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

แหล่ง	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	327.273	2	163.636	10.110*
ภายในกลุ่ม	663.636	41	16.186	
รวม	990.909	43		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 แสดงว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ปรากฏว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการทดสอบว่าระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันโดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการของเชฟเฟ่ (Scheffe′) เพื่อค้นหาว่าระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มใดที่มีคะแนนเฉลี่ยของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

กลุ่ม		กลุ่มต่ำ	กลุ่มปานกลาง	กลุ่มสูง
	$\overline{X}$	4.82	6.64	12.09
กลุ่มต่ำ	482	-	1.82	7.27*
กลุ่มปานกลาง	6.64		-	5.45*
กลุ่มสูง	12.09			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

แหล่ง	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	14941.455	2	7470.727	14.265*
ภายในกลุ่ม	21472.182	41	523.712	
รวม	36413.636	43		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันการพัฒนาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ปรากฏว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการทดสอบว่าระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันโดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการของเชฟเฟ่ (Scheffe') เพื่อค้นหาว่าระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มใดที่มีคะแนนเฉลี่ยของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

กลุ่ม		กลุ่มต่ำ	กลุ่มปานกลาง	กลุ่มสูง
	$\overline{X}$	9.09	18.73	57.09
กลุ่มต่ำ	9.09	-	9.64	48.00*
กลุ่มปานกลาง	18.73		-	38.36*
กลุ่มสูง	57.09			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วยแบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นโรงเรียนหญิง จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 176 คน

2. กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์ แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นโรงเรียนหญิง จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนแต่ละห้องเป็นกลุ่ม แล้วใช้ระดับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกกลุ่มวิชาของนักเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ที่สอบได้มาจัดเรียงลำดับ และใช้เทคนิค 25 % ในการจัดแบ่งกลุ่ม สูง ปานกลางและต่ำ

สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันเมื่อได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ ซึ่งประกอบด้วยแบบฝึก ดังนี้

1.1 แบบฝึกความคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบหน่วย (Divergent Symbolic Units : DSU) จำนวน 2 กิจกรรม

1.2 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบจำพวก (Divergent Symbolic Classes : DSC) จำนวน 2 กิจกรรม

1.3 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบความสัมพันธ์ (Divergent Symbolic Relations : DSR) จำนวน 2 กิจกรรม

1.4 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบระบบ (Divergent Symbolic Systems : DSS) จำนวน 2 กิจกรรม

1.5 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการแปลงรูป (Divergent Symbolic Transformations : DST) จำนวน 2 กิจกรรม

1.6 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการประยุกต์ (Divergent Symbolic Implications ; DSI) จำนวน 2 กิจกรรม

2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยปรับปรุงเนื้อหาจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกา (Balka) ให้มีความเหมาะสมกับผู้สอบมากที่สุด ในแบบทดสอบมีลักษณะคำถามเป็น 5 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ตั้งแต่ 0.32 ถึง .76 และ ตั้งแต่ 0.43 ถึง 0.62

2.2 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.77 และ ตั้งแต่ 0.45 ถึง 0.64

2.3 ด้านความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.59 และ ตั้งแต่ 0.37 ถึง 0.57

2.4 ด้านความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.44 และ ตั้งแต่ 0.43 ถึง 0.57

2.5 ด้านความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.32 และ ตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.64

ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่อง มีค่าความเชื่อมั่น 0.75 ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าความเชื่อมั่น 0.72 ความคิดริเริ่ม มีค่าความเชื่อมั่น 0.71 และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่น 0.76

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ ซึ่งเป็นโรงเรียนหญิง โดยวิธีสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คน ทำการทดสอบก่อนการฝึกความคิดอเนกนัย (Pre Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นฝึกในคาบเรียน เป็นเวลา 12 ครั้ง ครั้งละประมาณ 1 คาบ สัปดาห์ละ 4 ครั้ง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ต่อเนื่องกัน แล้วทำการทดสอบหลังการฝึกความคิดอเนกนัย (Post Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นชุดเดียวกับที่ทดสอบก่อนฝึกและนำผลการวัดของกลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปได้ดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ยด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีค่าสูงสุด รองลงมาคือนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางและต่ำตามลำดับ ส่วนคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานนั้นเมื่อจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วปรากฏว่ามีการกระจายของคะแนนแตกต่างกันค่อนข้างมาก

2. นักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดแล้วมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 นั่นคือ การฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดมีผลทำให้การพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนการฝึก

3. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับ

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

ผู้วิจัยอภิปรายผลของการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตที่มีต่อการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตแล้วมีคะแนนการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นกว่าก่อนได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยและสอดคล้องกับผลการศึกษาของมณเฑียร รื่นวิชา (2532 : 54) และกานดา ทิววัฒน์ปกรณ์ (2543 : บทคัดย่อ) ที่ศึกษาพบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นหลังจากได้รับการฝึกซึ่งตรงกับแนวคิดของ โรเจอร์ (Rogers) (อารี รังสินันท์. 2534 : 65. ; อ้างอิงมาจาก Rogers. 1959) ว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติที่มีอยู่ในตัวเด็กทุกคนและสามารถส่งเสริมให้พัฒนาได้โดยทางตรง คือ การสอน การอบรม การฝึกฝนและในทางอ้อม คือ การสร้างสภาพ บรรยากาศ การจัดสิ่งแวดล้อมและการส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้และสอดคล้องกับผลการวิจัยของดิลก ดิลกานนท์ (2534 : บทคัดย่อ) ที่ว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกจะมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึก ทั้งนี้มาจากการให้นักเรียนทำแบบฝึกซึ่งเป็นกิจกรรมที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นและจากการศึกษาค้นคว้าพบว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มสูงขึ้นหลังได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิต

จากผลการศึกษาในครั้งนี้และผลการวิจัยที่สอดคล้องดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการฝึกความคิดความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้นได้

2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย ทั้งนี้เนื่องมาจากความสามารถของนักเรียนแตกต่างกันมากและการทดสอบเป็นการตอบสนองในเวลาที่จำกัด นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจึงตอบสนองได้ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวาสนา เศษสวย (2540 : 80 - 81) ที่ศึกษาผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และ

ผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและจินดา กิจพูนวงศ์ (2537 : 89 – 91) ศึกษาผลการฝึกความคิดเอนกนัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดสร้างสรรค์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยทั้งนี้เนื่องมาจากความสามารถของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำใกล้เคียงกันมากจึงทำให้การพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาได้ โดยการฝึกความคิดความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด ดังนั้นถ้าต้องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก็สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกความคิดความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด

2. ในการฝึกความคิดความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดควรมีการวางแนวทางการอภิปรายให้นักเรียนด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ควรทำการวิจัยที่ใช้การฝึกความอเนกนัยด้านสัญลักษณ์กับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ เช่น เด็กปัญญาเลิศหรืออัจฉริยะ เด็กที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน บกพร่องทางด้านสติปัญญาและเด็กที่มีความบกพร่องด้านร่างกายหรือพิการ

2. ควรทำการวิจัยโดยใช้การฝึกความอเนกนัยด้านสัญลักษณ์กับตัวแปรตามอื่น เช่น ความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาไทย ความคิดสร้างสรรค์ด้านศิลปะ เป็นต้น

3. ควรทำการวิจัยที่ใช้การฝึกความอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตกับโรงเรียนสหศึกษาหรือโรงเรียนชาย เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับการวิจัยครั้งนี้ที่ฝึกกับนักเรียนหญิงเท่านั้นว่าได้ผลแตกต่างกันหรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กานดา ทิววัฒน์ปกรณ์ (2543). *ผลการฝึกแบบการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จักรกฤษณ์ บรรจงคชาธาร. (2543). *การเปรียบเทียบผลการฝึกความคิดอเนกนัย ในผลผลิตต่างกันที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จินดา กิจพูนวงศ์. (2533). *ผลการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จุติพร โพธิศิริ. (2534). *การเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยตนเองกับการฝึกโดยครูที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ดิลก ดิลกานนท์. (2534). *การฝึกทักษะการคิดที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นิตยา ฤทธิโยธี.(2520). *การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ.* เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมสามัญศึกษา.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. (2526,กรกฎาคม). "การสังเกตทางวิทยาศาสตร์," *ข่าวสารสสวท.* 11(4) : 2 – 5.

ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร. (2542). *ผลของการฝึกคิดตามแบบของบอลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง.* ปริญญานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

พรพิมล สุวรรณรัตน์. (2537). *การใช้ชุดฝึกกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พัชนี ตระกูลแก้ว. (2541). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ ศศ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์. (2529). *การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเอนกนัยด้านสัญลักษณ์ตัวเลขตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

มณเฑียร รื่นวิชา. (2542). *การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.* สารนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รัชนี ศรีไพวรรณ. (2527). "แบบฝึกทักษะวิชาภาษาไทยสำหรับเด็กแรกเรียน," *คู่มือแนวความคิดและทรรศนะบางประการเกี่ยวกับกุศโลบายการสอนเด็กเริ่มเรียนที่พูดสองภาษา.* พิมพ์ครั้งที่ 2. นครราชสีมา : สำนักงานศึกษาธิการเขต 11.

โรจนา แสงรุ่งรวี. (2531) . *ผลสัมฤทธิ์ในการเขียนสะกดคำด้วยการใช้แบบฝึกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* กรุงเทพมหานคร : ชมรมเด็ก.

_____ . (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย.* กรุงเทพมหานคร : ชมรมเด็ก.

_____ . (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน.* กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

วาสนา เศษสวย. (2540). *ผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วาสนา สุพัฒน์. (2530). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยคู่มือครูโดยการทำแบบฝึกหัดแบบปรนัยชนิดเลือกตอบแบบฝึกหัดแบบอัตนัย กับการทำแบบฝึกหัดในหนังสือแบบเรียน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วิชาการ , กรม. (2535). *ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎี การเรียนการสอนการวัดผลประเมินผล.* กรุงเทพมหานคร.

วิชาการ , กรม. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ.

วิเชียร กลิ่นมาลัย. (2543). *การศึกษาคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษา จังหวัดชัยภูมิ.* ปริญญานิพนธ์ ศศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

วิชัย เพ็ชรเรือง. (2531). *ความสามารถในการอ่านภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่พูดภาษาถิ่นระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกซ่อมเสริมกับกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกซ่อมเสริมทั่วไป ของโรงเรียนสุนทรวัฒนา สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วินัย สอนดี. (2534). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามรูปแบบของวิเลี่ยมส์.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถ่ายเอกสาร.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์และคณะ. (2543). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.* กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

สุจริต เพียรชอบและสายใจ อินทรัมพรรย์. (2523).*วิธีการสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา.* ไทยวัฒนาพานิช. 277 หน้า.

สุจินดา จันทวรรณ์. (2534). *รายงานการวิจัยสร้างแบบฝึกหัดเสริมทักษะการฟังภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.* สตูล : ฝ่ายวิจัยและประเมินผลทางการศึกษาหน่วยศึกษานิเทศน์ สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสตูล.

สุภาวดี ตั้งบุบผา. (2533). *การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สิริลักษณ์ วงศ์เพชร. (2542). *เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

โสภา พรหมรักษ์. (2526). *การเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเชิงซ้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกับไม่ใช้แบบฝึก.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ถ่ายเอกสาร.

อารี รังสินันท์. (2534). *เอกสารประกอบการสอนวิชากิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน.* กรุงเทพ ฯ : ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อัจฉรา ชีวพันธ์และคณะ. (2532). *หลักภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.* กรุงเทพฯ : บรรณกิจการพิมพ์.

Albano, Charles. (1987). *The effects of An Experimental Training program on The Creative of Adults.* Doctor Thesis. Temple Universiy.

Balka. D.S.. (1974). "Creative Ability in Mathematics," *Arithmetic Teacher.* 21(7) : 633 – 639.

Butts, David. (1974). *The Teaching of Science A Self Directed Planning Guide.* New York : Harper & Row Publisher .

Darren , Melen Fisher and Van R.Allen. (1971). *Independent Activities for Creative Learning.* Teacher College.

Gerhard , Muriel. (1971). *Effective Teaching Strategies with the Behavioral Outcomes Approach.* New York : Parker Publishing.

Gilhooly,K.J. (1982). *Thinking Directed Undirected and Creative* . London : Academic Press Inc..

Guildford, J.P. (1959). *Personality.* New York : McGraw – Hill.

_____ . (1967). *The Nature of Human Intelligence* . New York : McGraw – Hill.

_____ . (1988). "Some Change in the Structure of Intellect Model," *Educational and Psychological Measurement.* 48 (1) : 1-4 ; Spring.

Guildford, J.P. and Ralph Hoepfner. (1971). *The Analysis of Intelligence* .New York : McGraw – Hill.

Hallman, Ralph J. (1971). "Techniques of Creative Teaching," *Training CreativeThinking.* Gary A. Davis and Joseph A. Scott. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc..

Haress, Green. "Language Work books and Practice Materials, "*A Hand Book of Programmed Learning.* Indiana Anand Press, n.d. P 93 –94.

Jensen, Linda Rae . (1973). "The Relationships Among Mathematical Creativity , Numericial Aptitude and Mathematical Achievement," *PH. D Dissertation Abstracts* : 2168 A.

Orton , Antony. (1987). *Learning Mathematics : Issues Theory and Classroom Practice.* London : Cassell Education.

Roy , S. (1982). "Mathematical Creativity – Can It Be Taught at an Early Age?," *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology.* 13(2) : 143 – 147.

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

Torrance E.P. (1962). *Guilding Creative Talent.* Englewood Cliffs, N.J. Princeton Hall.

Wallach, Michael A. and Nathan Kogan. (1965). *Model of Thinking in Young Children.* New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc..

ภาคผนวก

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> ในการตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 5 ด้าน
   ด้านที่ 1 (มี 2 ข้อ) ใช้เวลาในการทำข้อละ 4 นาที
   ด้านที่ 2 (มี 2 ข้อ) ใช้เวลาในการทำข้อละ 5 นาที
   ด้านที่ 3 (มี 2 ข้อ) ใช้เวลาในการทำข้อละ 6 นาที
   ด้านที่ 4 (มี 2 ข้อ) ใช้เวลาในการทำข้อละ 5 นาที
   ด้านที่ 5 (มี 2 ข้อ) ใช้เวลาในการทำข้อละ 6 นาที
2. คำถามทุกข้อเป็นแบบให้เขียนตอบ ให้นักเรียนเขียนตอบลงในข้อสอบ ซึ่งเว้นที่ไว้ให้
3. ในแต่ละข้อในแต่ละตอนจะมีตัวอย่างให้ศึกษาก่อนทำ ซึ่งผู้ดำเนินการสอบจะชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจ
4. ข้อสอบแต่ละข้อจะมีคำตอบถูกหลายคำตอบ ให้นักเรียนตอบให้ได้มากที่สุดและแตกต่างจากเพื่อนมากที่สุดจึงจะได้คะแนนมาก
5. นักเรียนต้องทำทุกข้อ
6. ถ้านักเรียนสงสัยอย่างใด ให้ยกมือถามก่อนที่จะเริ่มจับเวลา

No.		
Fu	Fe	O

ชื่อ _____ ชั้น ม.1/ _____

No.		
Fu	Fe	O

ด้านที่ 1 ด้านความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนสร้างสมการให้ได้มากที่สุด เมื่อกำหนดตัวเลขเริ่มต้นและผลลัพธ์ให้

<u>ตัวอย่าง</u> 0) ตัวเลขเริ่มต้น 6 ทำให้ได้ผลลัพธ์ 24

<u>แนวคำตอบ</u> 1. 6 + 18 = 24

2. 6 x 4 = 24

3. (6 + 2) +12 = 24

No.		
Fu	Fe	O

1. ตัวเลขเริ่มต้น 16 ทำให้ได้ผลลัพธ์ 8

= 8	= 8	= 8
= 8	= 8	= 8
= 8	= 8	= 8
= 8	= 8	= 8
= 8	= 8	= 8
= 8	= 8	= 8
= 8	= 8	= 8
= 8	= 8	= 8

Fu	Fe	O

2. ตัวเลขเริ่มต้น 32 ทำให้ได้ผลลัพธ์ 12

= 12	= 12	= 12
= 12	= 12	= 12
= 12	= 12	= 12
= 12	= 12	= 12
= 12	= 12	= 12
= 12	= 12	= 12
= 12	= 12	= 12
= 12	= 12	= 12

No.		
Fu	Fe	O

ด้านที่ 2 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

คำชี้แจง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจงตอบคำถามตามความคิดของนักเรียนให้มากที่สุด

ตัวอย่าง 0) ถ้านักเรียนมีเงินอยู่ 500 บาท จะไปจ่ายตลาด ซื้อไก่ราคากิโลกรัมละ 50 บาท ปลาราคากิโลกรัมละ 40 บาท และหอยแครง 5 กิโลกรัม ราคา 100 บาท ถ้านักเรียนต้องการซื้อไก่ ปลา และหอยแครงทั้งสามชนิดด้วยเงินจำนวน 500 บาท พอดี ถามว่านักเรียนจะแบ่งเงินซื้อสัตว์แต่ละชนิดได้อย่างละกี่กิโลกรัม

แนวคำตอบ

1. ซื้อไก่ 4 กิโลกรัม ปลา 5 กิโลกรัม และหอยแครง 5 กิโลกรัม
2. ซื้อไก่ 2 กิโลกรัม ปลา 5 กิโลกรัม และหอยแครง 10 กิโลกรัม

No.		
Fu	Fe	O

1. ในการขายคูปองอาหารมีคูปองใบละ 5 บาท ใบละ 10 บาท และใบละ 20 บาท นักเรียนต้องการซื้อคูปองจำนวน 50 บาท ถามว่า คนขายจะมีวิธีการจ่ายคูปองให้นักเรียนอย่างไร

คำตอบที่	ใบละ 5 บาท		ใบละ 10 บาท		ใบละ 20 บาท		รวมเป็นเงิน (บาท)
	จำนวน (ใบ)	คิดเป็นเงิน (บาท)	จำนวน (ใบ)	คิดเป็นเงิน (บาท)	จำนวน (ใบ)	คิดเป็นเงิน (บาท)	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

2. ทุกวันยลดาได้ค่าอาหารโรงเรียนวันละ 50 บาท และเหลือเงินกลับบ้านวันละ 15 บาท ถ้าโรงเรียนขายอาหารจานละ 15 บาท น้ำหวานแก้วละ 3 บาท ไอศกรีมถ้วยละ 10 บาท ลูกชิ้นไม้ละ 2 บาท ขนมปังชิ้นละ 8 บาท ถามว่า ยลดาซื้ออะไรไปบ้าง

No.		
Fu	Fe	O

1	อาหาร ..... จาน	เป็นเงิน ..... บาท	น้ำหวาน ..... แก้ว	เป็นเงิน ..... บาท
	ไอศกรีม ..... ถ้วย	เป็นเงิน ..... บาท	ลูกชิ้น ..... ไม้	เป็นเงิน ..... บาท
	ขนมปัง ..... ชิ้น	เป็นเงิน ..... บาท	รวม ..... บาท	เหลือเงิน ..... บาท
2	อาหาร ..... จาน	เป็นเงิน ..... บาท	น้ำหวาน ..... แก้ว	เป็นเงิน ..... บาท
	ไอศกรีม ..... ถ้วย	เป็นเงิน ..... บาท	ลูกชิ้น ..... ไม้	เป็นเงิน ..... บาท
	ขนมปัง ..... ชิ้น	เป็นเงิน ..... บาท	รวม ..... บาท	เหลือเงิน ..... บาท
3	อาหาร ..... จาน	เป็นเงิน ..... บาท	น้ำหวาน ..... แก้ว	เป็นเงิน ..... บาท
	ไอศกรีม ..... ถ้วย	เป็นเงิน ..... บาท	ลูกชิ้น ..... ไม้	เป็นเงิน ..... บาท
	ขนมปัง ..... ชิ้น	เป็นเงิน ..... บาท	รวม ..... บาท	เหลือเงิน ..... บาท
4	อาหาร ..... จาน	เป็นเงิน ..... บาท	น้ำหวาน ..... แก้ว	เป็นเงิน ..... บาท
	ไอศกรีม ..... ถ้วย	เป็นเงิน ..... บาท	ลูกชิ้น ..... ไม้	เป็นเงิน ..... บาท
	ขนมปัง ..... ชิ้น	เป็นเงิน ..... บาท	รวม ..... บาท	เหลือเงิน ..... บาท
5	อาหาร ..... จาน	เป็นเงิน ..... บาท	น้ำหวาน ..... แก้ว	เป็นเงิน ..... บาท
	ไอศกรีม ..... ถ้วย	เป็นเงิน ..... บาท	ลูกชิ้น ..... ไม้	เป็นเงิน ..... บาท
	ขนมปัง ..... ชิ้น	เป็นเงิน ..... บาท	รวม ..... บาท	เหลือเงิน ..... บาท
6	อาหาร ..... จาน	เป็นเงิน ..... บาท	น้ำหวาน ..... แก้ว	เป็นเงิน ..... บาท
	ไอศกรีม ..... ถ้วย	เป็นเงิน ..... บาท	ลูกชิ้น ..... ไม้	เป็นเงิน ..... บาท
	ขนมปัง ..... ชิ้น	เป็นเงิน ..... บาท	รวม ..... บาท	เหลือเงิน ..... บาท

No.		
Fu	Fe	O

ด้านที่ 3 ด้านความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจงตอบคำถามตามความคิดของนักเรียนให้มากที่สุด

<u>ตัวอย่าง</u> 0) อัตราค่าบริการจอดรถยนต์ของตึก A เสีย 35 บาท สำหรับการจอดชั่วโมงแรกและชั่วโมงต่อไปเสียค่าจอดชั่วโมงละ 30 บาท ตึก B เสีย 60 บาท สำหรับการจอดสองชั่วโมงแรกและชั่วโมงต่อไปเสียค่าจอดชั่วโมงละ 35 บาท จากข้อมูลที่กำหนดให้ นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการตัดสินใจเลือกจอดรถ

<u>แนวคำตอบ</u>

1. ถ้าจอด 1 ชั่วโมง เลือกจอดตึก A เสียค่าจอด 35 บาท ถูกกว่าจอดตึก B
2. ถ้าจอด 2 ชั่วโมง เลือกจอดตึก B เสียค่าจอด 60 บาท ถูกกว่าจอดตึก A

No.		
Fu	Fe	O

1. มีถังขนาด 5 ลิตร 6 ลิตร และ 7 ลิตร อย่างละ 1 ถัง ต้องการตักน้ำจากแม่น้ำจำนวน 1 ลิตร ต้องทำอย่างไรจึงจะตักน้ำได้ตามต้องการ จงอธิบาย

1)

2)

3)

4)

5)

No.		
Fu	Fe	O

2. ร้านเกมที่1 คิดราคาชั่วโมงละ 20 บาท เล่น 3 ชม.ลดให้ 10 บาท ร้านที่ 2 คิดชั่วโมงละ 25 บาท เล่น 2 ชม. แถม 1 ชม. นักเรียนจะเลือกเล่นเกมร้านไหน เพราะเหตุใด

1)

2)

3)

4)

5)

No.		
Fu	Fe	O

ด้านที่ 4 ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนกำหนดข้อมูลเพิ่มเติมโดยพิจารณาจากข้อมูลที่กำหนดให้ และสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมหาผลลัพธ์จากโจทย์ที่นักเรียนสร้างขึ้นได้

<u>ตัวอย่าง</u> 0) แววันเลี้ยงเป็ด 50 ตัว เลี้ยงไก่ 60 ตัว เลี้ยงหมู 20 ตัว เลี้ยงปลา 120 ตัว
<u>แนวคำตอบ</u>

โจทย์	ผลลัพธ์
1. ถ้าแววันเลี้ยงเป็ด 50 ตัว เลี้ยงไก่ 60 ตัว เลี้ยงหมู 20 ตัว เลี้ยงปลา 120 ตัว แล้วแววันเลี้ยงปลามากกว่าไก่กี่ตัว	60 ตัว
2. ถ้าแววันขายเป็ด, ไก่, หมู และ ปลา ในราคาตัวละ 40, 25, 100 และ 20 บาท ตามลำดับ แล้ว แววันขายสัตว์ชนิดใดได้เงินมากที่สุด	ปลา

No.		
Fu	Fe	O

1. นักเรียนยืนเข้าแถวเรียงหน้ากระดานโดยที่ A ยืนอยู่ท้ายแถวใกล้ C ส่วน D คือคนที่สองจากหัวแถว F ยืนชิดกับ G และ D และ F ก็อยู่ตรงกลางระหว่าง B กับ C ด้วย

โจทย์	ผลลัพธ์
1)	
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
7)	

2. บ้านต้นอยู่ห่างจากบ้านของแดงไปทางทิศเหนือ 200 เมตร
บ้านของดาวห่างจากบ้านของต้นไป ทางทิศตะวันออก 300 เมตร
และอยู่ห่างจากบ้านของปลาไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ 400 เมตร
บ้านของศรอยู่ห่างจากบ้านของต้นไปทางทิศตะวันตก 300 เมตร
และอยู่ห่างจากบ้านของปลาไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ 400 เมตร

No.		
Fu	Fe	O

โจทย์	ผลลัพธ์
1)	
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
7)	

No.		
Fu	Fe	O

ด้านที่ 5 ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้

คำชี้แจง จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ นักเรียนจงแสดงวิธีหาคำตอบตามความคิดของนักเรียนให้มากวิธีที่สุด

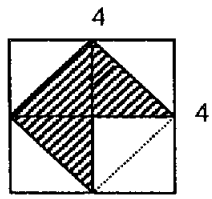
ตัวอย่าง 0) จงอธิบายวิธีการสร้างมุม 135 องศา โดยใช้วงเวียนและสันตรง

แนวคำตอบ

1. สร้างมุม 90 องศา แล้วสร้างมุม 45 องศา
2. สร้างมุม 60 องศา 60 องศา แล้วสร้างมุม 15 องศา

No.		
Fu	Fe	O

1. จงแสดงวิธีคิดการหาพื้นที่ของรูปแรเงา ที่อยู่ในสี่เหลี่ยมจตุรัสกว้าง 4 หน่วย



1)

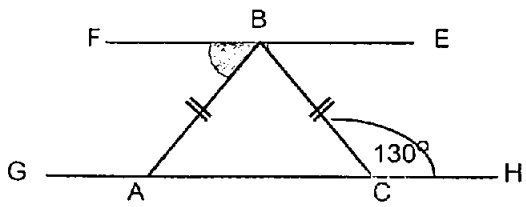
2)

3)

4)

5)

2. จงหาแสดงวิธีการหาขนาดของมุมแรเงา FBA



No.		
Fu	Fe	O

1)

2)

3)

4)

5)

คู่มือการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิต ตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หลักการและเหตุผล

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ ดังนั้น ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นเป้าหมายที่สำคัญที่จะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นในเยาวชนของชาติตั้งแต่เยาว์วัย ดังจะเห็นได้จากการที่กำหนดไว้ในมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานด้านผู้เรียนที่ใช้เป็นกรอบในการประเมินคุณภาพภายนอกของการประกันคุณภาพการศึกษาภายนอกตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ตั้งแต่ใกล้ตัวจนไกลตัว และเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาวิทยาการแขนงอื่นๆ อีกด้วย ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ควรได้รับการปลูกฝังและเสริมสร้างให้กับผู้เรียนในทุกระดับ จากการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการสอน ฝึกฝน และฝึกปฏิบัติ ที่ถูกวิธี และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดในลักษณะอเนกนัย (Divergent Thinking) สำหรับการฝึกครั้งนี้เลือกใช้แบบการฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด

จุดมุ่งหมาย

เพื่อทดลองฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด ว่าจะมีผลต่อการพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หรือไม่ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โครงสร้างของแบบฝึก

แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด มี 6 ชุด คือ

ชุดที่ 1 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบหน่วย (Divergent Symbolic Units : DSU) จำนวน 2 กิจกรรม

ชุดที่ 2 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบจำพวก (Divergent Symbolic Classes : DSC) จำนวน 2 กิจกรรม

ชุดที่ 3 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบความสัมพันธ์ (Divergent Symbolic Relations : DSR) จำนวน 2 กิจกรรม

ชุดที่ 4 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบระบบ (Divergent Symbolic Systems : DSS) จำนวน 2 กิจกรรม

ชุดที่ 5 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการแปลงรูป (Divergent Symbolic Transformations : DST) จำนวน 2 กิจกรรม

ชุดที่ 6 แบบฝึกความคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในผลผลิตแบบการประยุกต์ (Divergent Symbolic Implications ; DSI) จำนวน 2 กิจกรรม

แนวปฏิบัติในการใช้แบบฝึก

ในการใช้แบบฝึกนี้ ผู้ใช้ควรศึกษาแนวทางในการดำเนินกิจกรรมของแบบฝึกให้เข้าใจดังนี้

1. ชี้แจงจุดประสงค์ในการทำแบบฝึกแต่ละแบบฝึกให้นักเรียนทราบ
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 5 – 6 คน โดยทุกกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ แล้วแจกแบบฝึกให้นักเรียนทุกคน
3. แนะนำ อธิบายขั้นตอนในการทำแบบฝึกและการตรวจให้คะแนน พร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้นักเรียนซักถามให้เข้าใจวิธีการตอบ
4. ให้นักเรียนทุกคนลงมือทำแบบฝึกในเวลาที่กำหนด
5. ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนภายในกลุ่มของตนเอง
6. ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายและสรุปความคิดของทุกกลุ่มเกี่ยวกับคำตอบ

DSU

กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง จากประโยคที่กำหนดให้นี้ นักเรียนจงวิเคราะห์แล้วเขียนข้อเท็จจริง หรือข้อสันนิษฐานที่ได้จากข้อความที่กำหนดให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ตัวอย่าง

0. โรงเรียนมีคูปองราคา 1 บาท 5 บาท และ 10 บาท ถ้านารีมีคูปองรวม 100 บาท ถามว่าเป็นคูปองราคาเท่าไรบ้าง ? และมีอย่างละกี่ใบ ?

แนวคำตอบ

ใบละ 1	ใบละ 5	ใบละ 10
-	-	10
-	10	5

1. ตุ๊กนับธนบัตรทั้งหมดเป็นเงิน 7,620 บาท ถามว่าเป็นธนบัตรใบละเท่าไรบ้าง ? และมีอย่างละกี่ใบ ?

ใบละ 20	ใบละ 50	ใบละ 100	ใบละ 500	ใบละ 1,000

2. มีส้ม 165 ผล มะม่วง 210 ผล และ มังคุด 195 ผลนำมาจัดแบ่งเป็นกอง กองละ เท่า ๆ กัน ถามว่าจะจัดผลไม้ได้กี่กอง และกองละกี่ผล

กองละ (ผล)	ส้ม (กอง)	มะม่วง (กอง)	มังคุด (กอง)

3. นกแลกคูปองอาหาร 40 บาท ซึ่งร้านอาหารมีคูปอง 3 ราคา คือ 25 บาท 10 บาท และ 5 บาท ถามว่านกมีโอกาสที่จะได้คูปองใบละเท่าไรอย่างละกี่ใบบ้าง ?

คูปองราคา 5 บาท	คูปองราคา 10 บาท	คูปองราคา 25 บาท

กิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนจำนวนตามที่โจทย์ต้องการให้มากที่สุด

ตัวอย่าง

0. จงเขียนจำนวนไม่เกิน 3 หลัก ที่หารด้วย 5 ลงตัว ให้มากที่สุด

แนวคำตอบ 5 10 15

1. จงเขียนจำนวนไม่เกิน 3 หลัก ที่หารด้วย 6 ลงตัว ให้มากที่สุด

2. จงเขียนจำนวนไม่เกิน 3 หลัก ที่หารด้วย 2 แล้วเหลือเศษ 1 ให้มากที่สุด

3. จงเขียนจำนวนไม่เกิน 3 หลัก ที่หาร 260 ลงตัว ให้มากที่สุด

4. จงเขียนจำนวนไม่เกิน 3 หลัก ที่คูณด้วย 2 แล้วลงท้ายด้วย 2

5. จงเขียนจำนวนไม่เกิน 3 หลัก ที่หารด้วย 3 แล้วเหลือเศษ 2

DSC

กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง จากกลุ่มจำนวนที่ให้ นักเรียนจงจัดกลุ่มให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ พร้อมให้เหตุผลในการจัดกลุ่มนั้น ๆ โดยหนึ่งกลุ่มต้องมีสมาชิกอย่างน้อย 2 จำนวน

ตัวอย่าง

0. กำหนดจำนวนให้ ดังนี้

12	13	14	15	16	17	18

แนวคำตอบ กลุ่มที่ 1 คือ 12 , 14 , 16 , 18 เหตุผล เป็นจำนวนคู่

กลุ่มที่ 2 คือ 12 , 15 , 18 เหตุผล มี 3 เป็นตัวประกอบ

1. กำหนดจำนวนให้ ดังนี้

12	24	35	42	63	74	132

กลุ่มที่ 1 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 2 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 3 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 4 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 5 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 6 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 7 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 8 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 9 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 10 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 11 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 12 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 13 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 14 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 15 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 16 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 17 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 18 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 19 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 20 คือ _____ เหตุผล _____

2. กำหนดจำนวนให้ ดังนี้

4	8	6	14	24	10	9

กลุ่มที่ 1 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 2 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 3 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 4 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 5 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 6 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 7 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 8 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 9 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 10 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 11 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 12 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 13 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 14 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 15 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 16 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 17 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 18 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 19 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 20 คือ _____ เหตุผล _____

3. กำหนดจำนวนให้ ดังนี้

101	201	732	132	652	401	301

กลุ่มที่ 1 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 2 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 3 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 4 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 5 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 6 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 7 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 8 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 9 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 10 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 11 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 12 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 13 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 14 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 15 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 16 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 17 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 18 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 19 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 20 คือ _____ เหตุผล _____

4. กำหนดจำนวนให้ ดังนี้

2	9	6	3	11	18	7

กลุ่มที่ 1 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 2 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 3 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 4 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 5 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 6 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 7 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 8 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 9 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 10 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 11 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 12 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 13 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 14 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 15 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 16 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 17 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 18 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 19 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 20 คือ _____ เหตุผล _____

5. กำหนดจำนวนให้ ดังนี้

123	153	355	163	345	456	555

กลุ่มที่ 1 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 2 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 3 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 4 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 5 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 6 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 7 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 8 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 9 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 10 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 11 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 12 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 13 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 14 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 15 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 16 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 17 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 18 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 19 คือ _____ เหตุผล _____

กลุ่มที่ 20 คือ _____ เหตุผล _____

กิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง จากตัวเลือกที่กำหนดให้ จงพิจารณาว่าจำนวนในตัวเลือกใดที่จัดอยู่ในกลุ่ม 1 และ กลุ่ม 2 พร้อมให้เหตุผลประกอบการจัดกลุ่ม

ตัวอย่าง

0.

กลุ่ม 1	2	4	8			
กลุ่ม 2	11	13	19			
ตัวเลือก	5	7	10	12	14	17

แนวคำตอบ 10,12,14 อยู่ที่กลุ่ม 1 เพราะ มี 2 เป็นตัวประกอบ

10,12,14,17 อยู่ที่กลุ่ม 2 เพราะ เป็นจำนวน 2 หลัก

1.

กลุ่ม 1	5	11	7			
กลุ่ม 2	6	12	30			
ตัวเลือก	13	10	4	3	18	17

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

2.

กลุ่ม 1	235	355	525			
กลุ่ม 2	46	64	56			
ตัวเลือก	54	255	65	535	58	253

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

3.

กลุ่ม 1	232	162	342			
กลุ่ม 2	244	322	411			
ตัวเลือก	522	42	99	344	62	611

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

_____ อยู่กลุ่มที่ _____ เพราะ _____

DSR

กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่ขึ้นต้นด้วยจำนวนที่กำหนดให้ โดยใช้วิธี บวก ลบ คูณ หาร หรือระคนกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้มากที่สุด

ตัวอย่าง 0. จำนวนที่กำหนดให้ 8 ทำให้ได้ผลลัพธ์ เท่ากับ 24

แนวคำตอบ 1. 8 + 16 = 24

2. 8 x 3 = 24

1. จำนวนที่กำหนดให้ 12 ทำให้ได้ผลลัพธ์ เท่ากับ 36

=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=

2. จำนวนที่กำหนดให้ 3 ทำให้ได้ผลลัพธ์ เท่ากับ 48

=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=

3. จำนวนที่กำหนดให้ 8 ทำให้ได้ผลลัพธ์ เท่ากับ 180

=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=

4. จำนวนที่กำหนดให้ 65 ทำให้ได้ผลลัพธ์ เท่ากับ 30

=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=

5. 220 ทำให้ได้ผลลัพธ์ เท่ากับ 50

=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=
=	=

กิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง จากจำนวนและเครื่องหมายที่กำหนดให้ นักเรียนจงสร้างสมการโดย**ห้าม**ใช้จำนวนซ้ำกันในสมการเดียวกัน

ตัวอย่าง

0.	1	2	3	4	5	+	-	x

แนวคำตอบ $2 + 3 = 5$ $(2 \times 3) - 1 = 5$

1.	2	1	3	8	10	+	-	x

2.	3	10	5	18	2	+	-	x

3.

5	1	3	12	20	+	-	x	÷

4.

36	2	8	20	6	+	-	x

5.

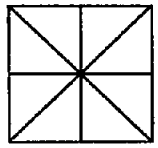
9	3	27	2	6	+	-	x	÷

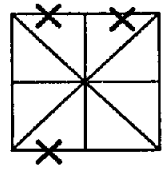
DSS

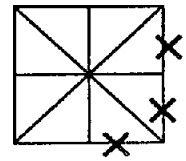
กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้ แล้วทำสัญลักษณ์ " ✕" บนด้านที่นักเรียนต้องการเอาออก 3 ด้าน เพื่อให้ได้รูปสามเหลี่ยม 5 รูป

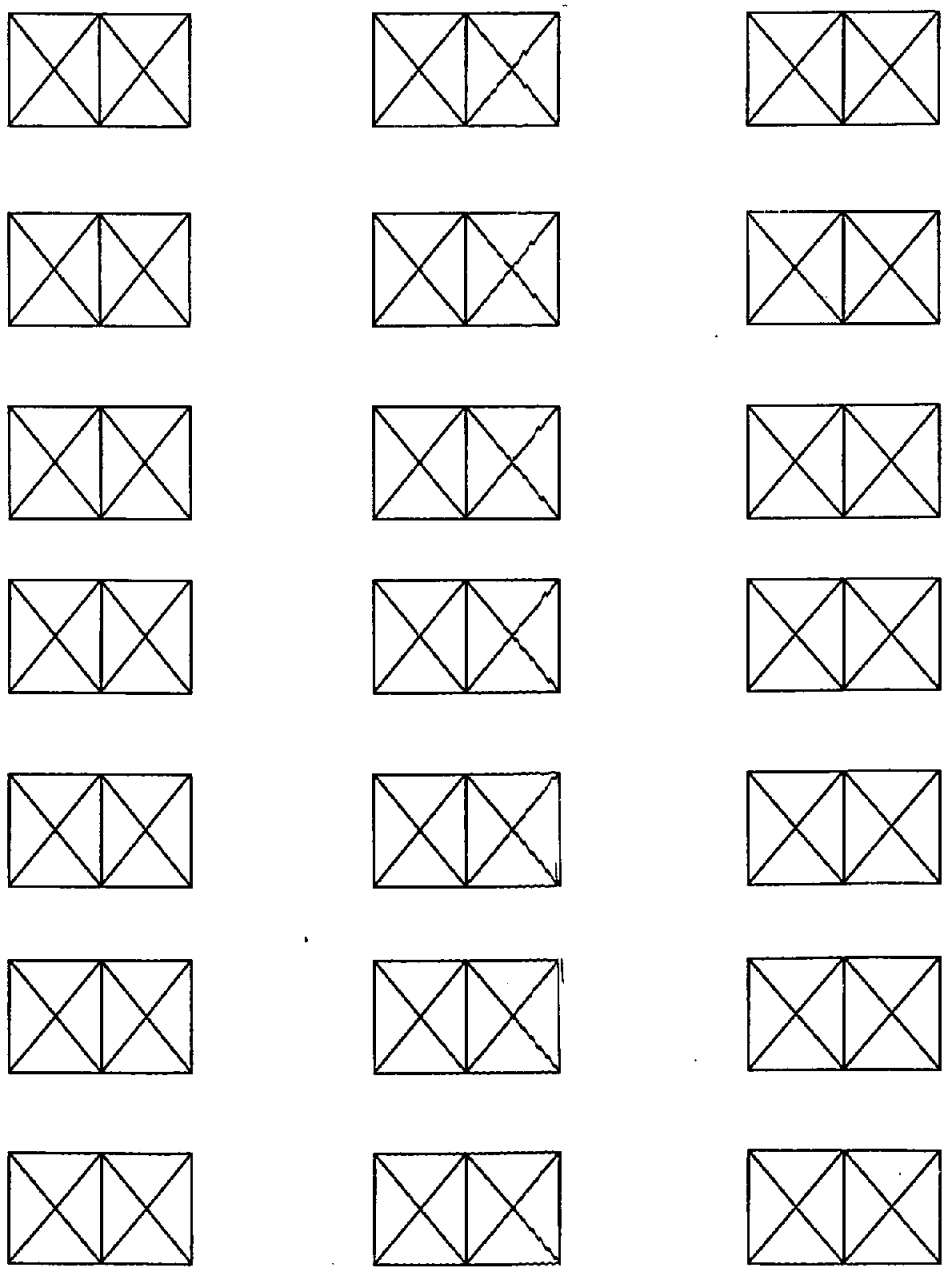
ตัวอย่าง ภาพที่กำหนดให้ แนวคำตอบ



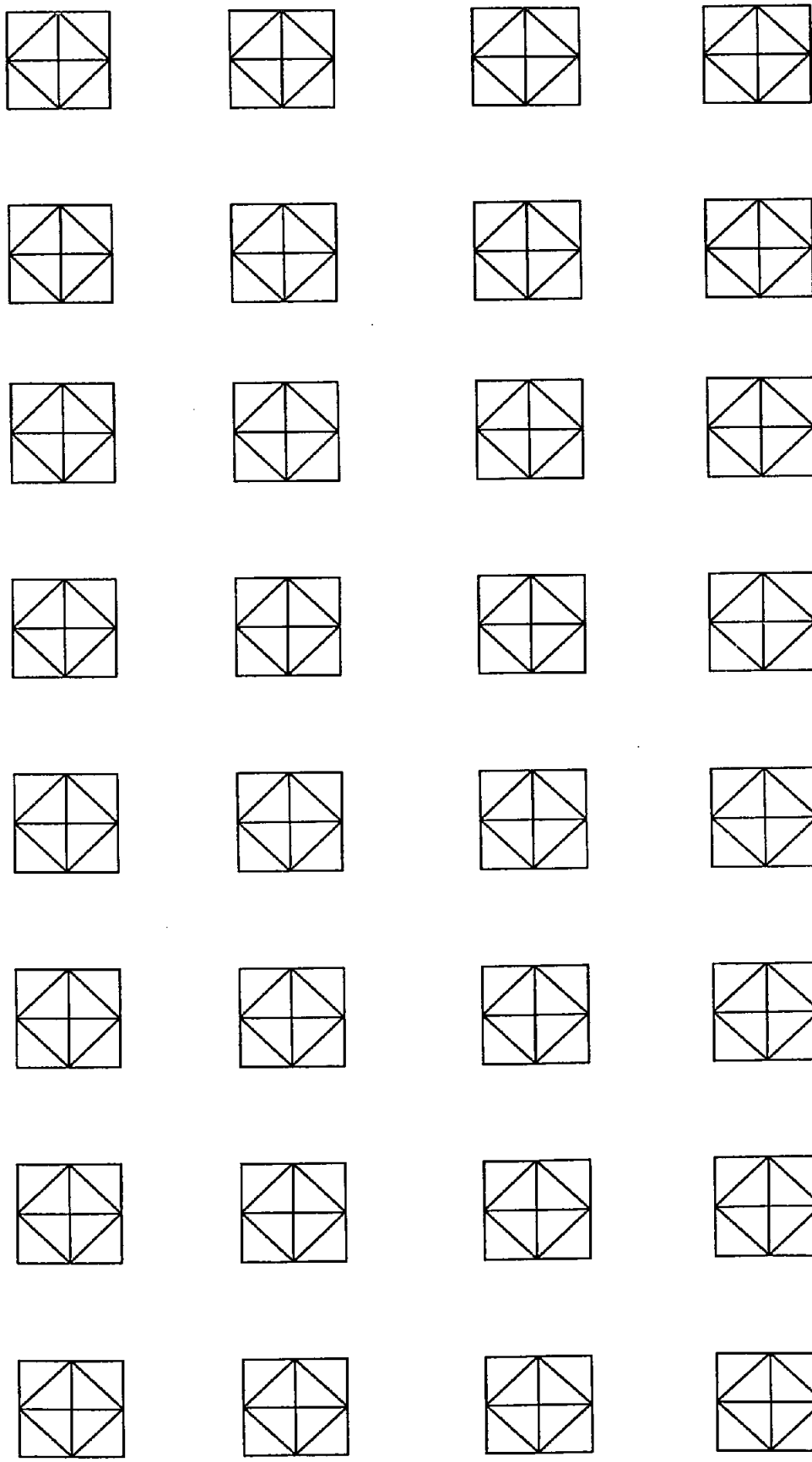




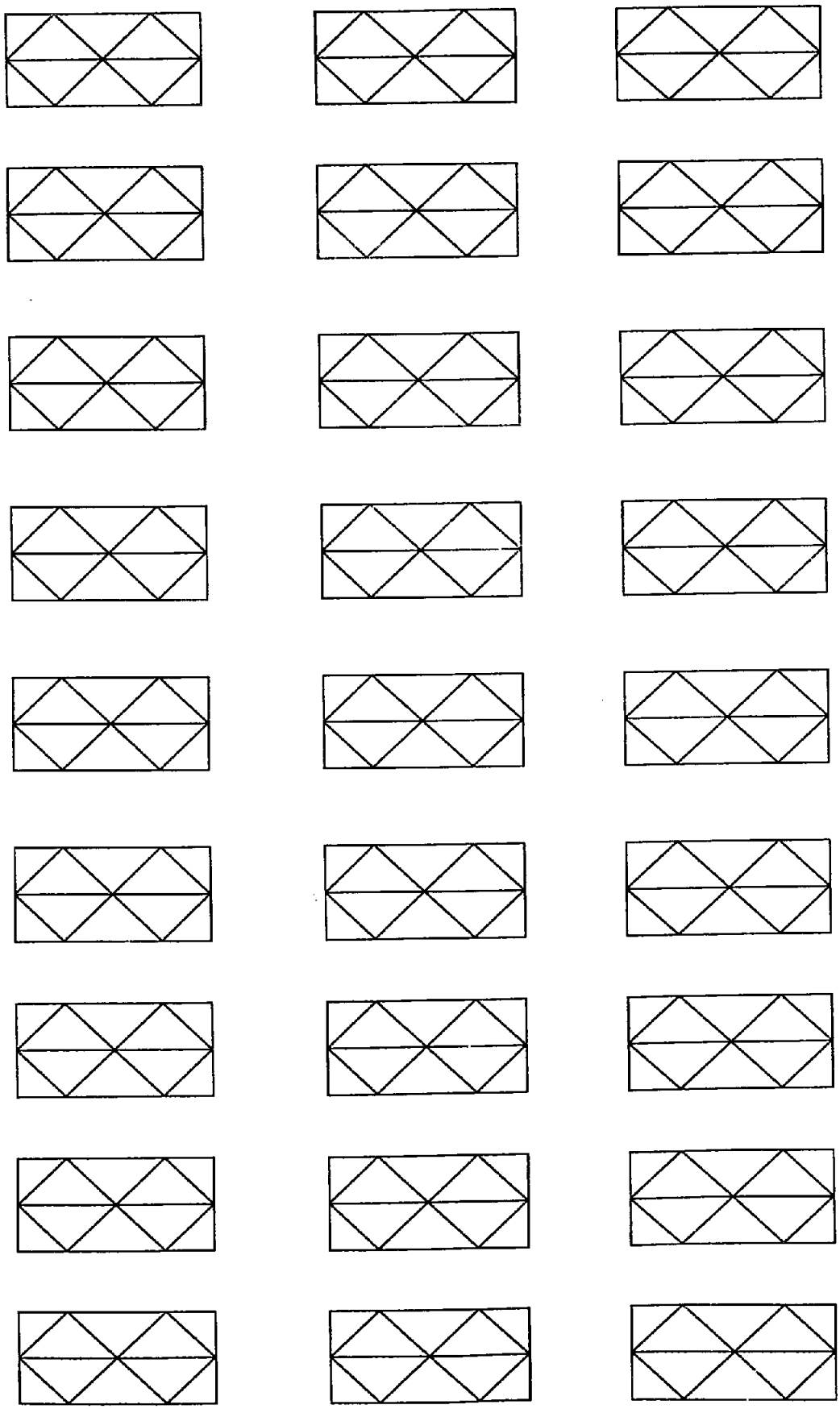
1.



2.



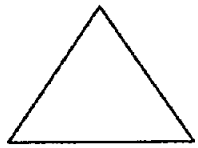
3.

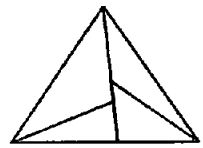


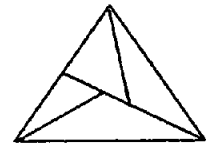
กิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง จากภาพที่กำหนดให้ จงลากเส้นภายในรูปที่กำหนด จำนวน 3 เส้น ในแบบต่างกัน เพื่อแบ่งส่วนภายในให้ได้จำนวน 4 ส่วน โดยทุกเส้นที่ลากนั้นจะต้องเริ่มต้นจากมุมใดมุมหนึ่งของรูปภาพ

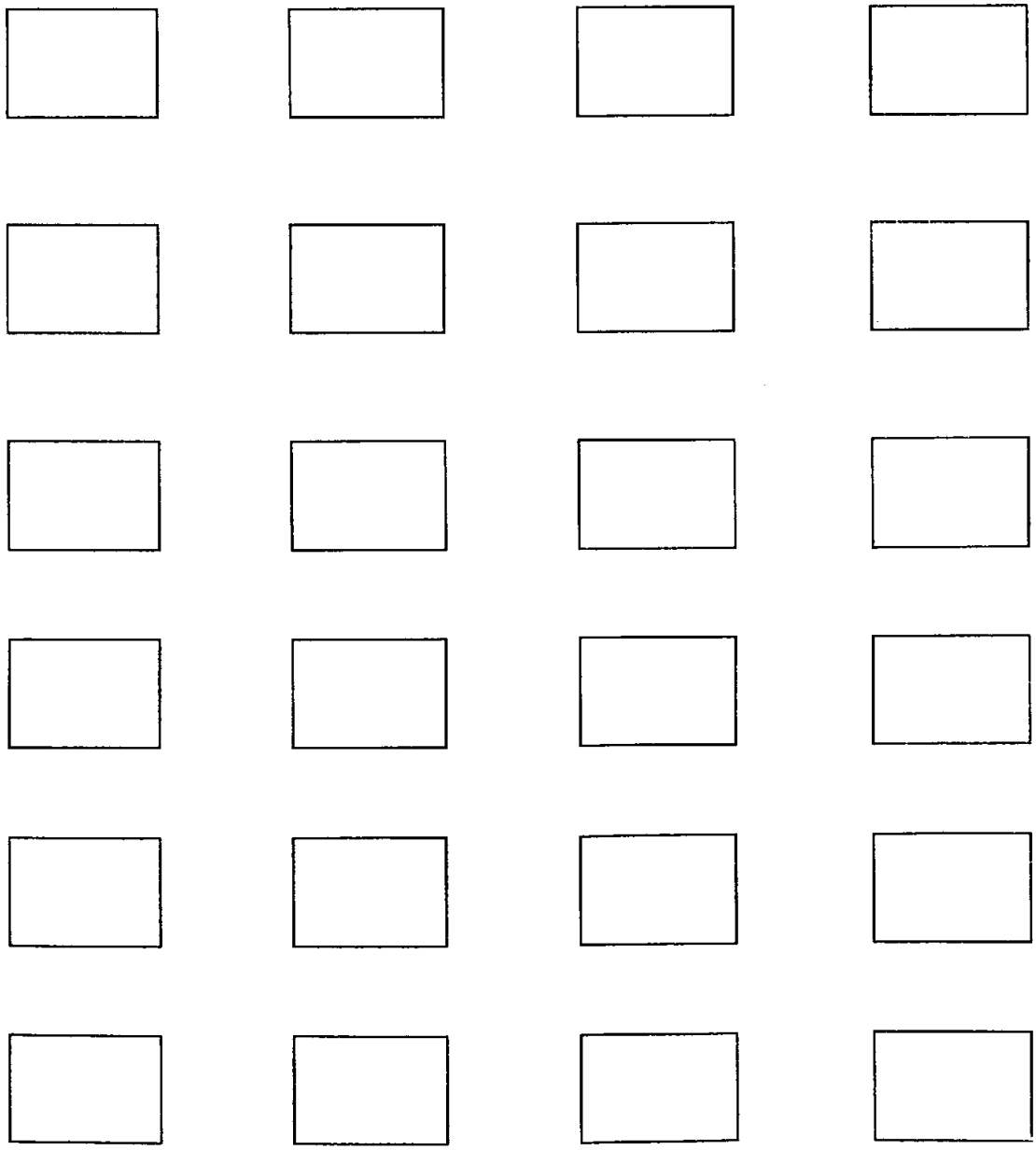
ตัวอย่าง ภาพที่กำหนดให้ แนวคำตอบ



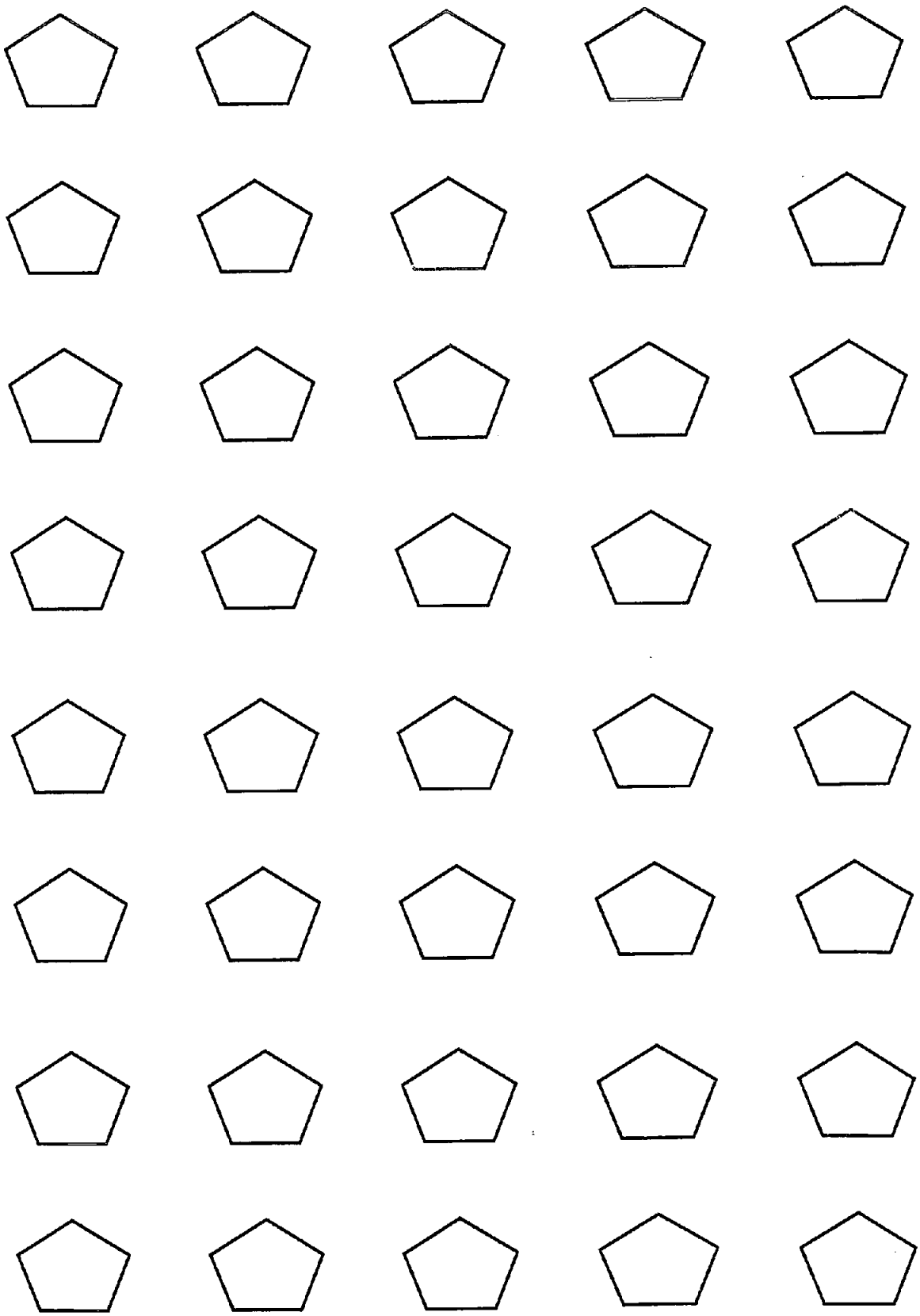




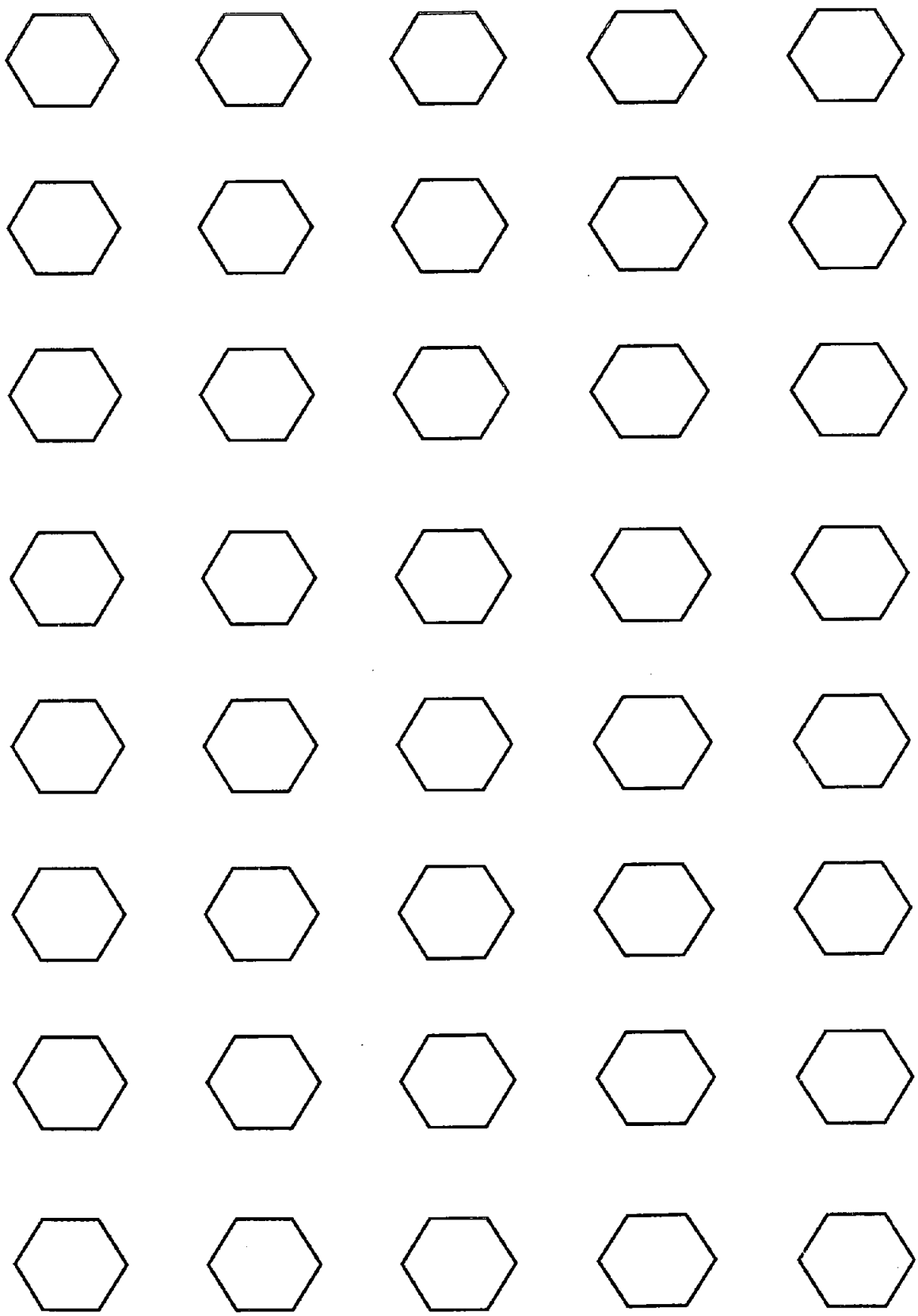
1.



2.



3.



DST

กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้คำหรือพยางค์จากคำที่กำหนดให้มา สร้างคำใหม่ที่มีความหมายให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง

0.	ท้องเสีย	น้ำเขียว	หายใจ	กินข้าว	ตัดเสื้อ	ตัวเย็น

แนวคำตอบ 1. กินน้ำ

2. น้ำเสีย

1.	ใจหาย	น้ำป่า	ปากเสีย	นกแก้ว	ตัวดำ	หนาวเย็น

2.	แก้วแตก	ตุ๊กตา	จานชาม	ป่าไม้	หลังคา	บ้านเมือง

3.

ยิ้มแย้ม	หน้าต่าง	ดอกไม้	เนื้อหมู	มือด้าน	สดชื่น

4.

ดุร้าย	กวาดบ้าน	โต๊ะไม้	ม้าหมุน	ทำงาน	ส่งของ

5.

คนดี	อ่านออก	ห้ามพูด	มีเงิน	เดินเล่น	น้ำใจ

กิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง จากสมการที่กำหนด ให้นักเรียนเขียนสมการขึ้นใหม่ โดยเปลี่ยนตัวเลขจากสมการเดิมได้ ไม่เกิน 2 ตัว แต่ให้คำตอบคงเดิม และขีดเส้นใต้ตัวที่นักเรียนเปลี่ยนไว้ด้วย

ตัวอย่าง 0. 5 + 6 + 3 + 4 = 18

แนวคำตอบ 4 + 7 + 3 + 4 = 18 5 + 7 + 2 + 4 = 18

1. 7 + 2 + 4 + 1 = 14

2. (6 + 5 + 3) – 2 = 12

3. $(3 + 9 + 5) - 3 = 14$

DSI

กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง จากคำที่กำหนดให้เป็นคู่นี้ นักเรียนจงสร้างคำคู่ใหม่ที่มีความหมาย ให้มากที่สุดเท่าที่จะเขียนได้โดยใช้ตัวอักษรและสระของคำที่กำหนดให้

ตัวอย่าง 0. | หอย | ลา |

แนวคำตอบ 1. ลอย , หา 2. ลาย , หอ

1. | มอบ | จาน |

2. | งาม | โกย |

3. | หอก | ตา |

4. | ลาบ | นวด |

5. | รอก | วาง |

กิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง จากสมการที่กำหนดให้ นักเรียนจงสลับจำนวนของโจทย์ในสมการให้ได้สมการใหม่มากที่สุด แล้วหาคำตอบของสมการที่นักเรียนเขียนขึ้น

ตัวอย่าง 0. (6 x 5) - (3 x 2)

แนวคำตอบ (3 x 5) - (6 x 2) = 3 (6 x 3) - (5 x 2) = 8

1. (7 x 3) - (6 x 2)

2. (12 – 4) x (7 + 3)

3. $3 + 8 + 4 + (5 - 2)$

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบฝึกและแบบทดสอบ

1. ดร.อุทัยวรรณ พงศ์อร่าม ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการโรงเรียนหงษ์เจริญวิทยาคม
2. อาจารย์อัมพร ยิ้มแย้ม ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7
3. อาจารย์พรรณี จินดมาศ ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7
4. อาจารย์เพลินพิศ กาสลัก ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7
5. นายวัฒนชัย จันทร์วีนุกูล ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 6 ว

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวทิพย์บุบผา สาคร
วัน เดือน ปีเกิด	8 กุมภาพันธ์ 2508
ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน	ครูผู้สอน
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนเซนต์ฟรังซีสซาเวียร์คอนแวนต์ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2530	ครุศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
พ.ศ. 2546	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ