

การพัฒนบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ
และสามมิติเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของ
นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปริญญานิพนธ์
ของ
นงคราญ สุนทรวัฒน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กุมภาพันธ์ 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**การพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ
และสามมิติเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของ
นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

บทคัดย่อ

ของ

นางคราญ สุนทรวันดี

14 ส.ย. 2547

**เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กุมภาพันธ์ 2547**

นงคราญ สุนทรวานต์. (2546). การพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร. จวีวรรณ เศวตมาลย์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระวีวรรณ พันธุ์พานิช.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และศึกษาความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัด กรุงเทพมหานคร โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มา 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน โดยใช้แบบแผนการวิจัย One –Group Pretest – Posttest Design สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ข้อมูลคือ t – test Dependent

ผลการศึกษาพบว่า

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียน โดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ภายหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICS LESSON ON THE RELATIONSHIP BETWEEN
TWO-DIMENSIONAL AND THREE-DIMENSIONAL GEOMETRIC FIGURES TO PROMOTE
MATHAYOMSUKSA I STUDENTS' SPATIAL ABILITY

AN ABSTRACT
BY
NONGKRAN SOONTRAWAN

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

February 2004

Nongkran Soontrawan. (2003). *Development of a Mathematics Lesson on the Relationship between Two-Dimensional and Three-Dimensional Geometric figures to Promote Mathayomsuksa I Students' Spatial Ability*. Master thesis, M.E.d. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot, University. Advisor Committee : Assoc. Prof. Dr. Chaweewan Sawetamalya. Asist.Prof. Raweewan Punpanich.

The purposes of this study were to develop a mathematics lesson on the relationship between two-dimensional and three-dimensional geometric figures and to investigate spatial ability of Mathayomsuksa I students.

The subjects of this study were 52 Mathayomsuksa I students in Patumwan Demonstration School Srinakharinwirot University, Pathumwan, Bangkok. In the first semester of 2003 academic year, obtained from cluster random sampling. The one group pretest - posttest design was used in this study. The t-test for dependent samples was used for data analysis.

The results of this study revealed that

1. the mathematics lesson on the relationship between two-dimensional and three-dimensional geometric figures possessed the efficiency of 80/80 criteria.
2. spatial ability of the experimental groups after being taught by using a mathematics lesson on the relationship between two-dimensional and three-dimensional geometric figures was higher than that before the experiment at the .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

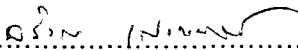
การพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ
และสามมิติเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของ
นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

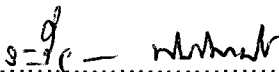
ของ
นางนงคราญ สุนทรวัฒน์

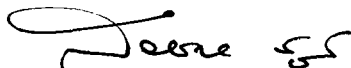
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพร หะวานนท์)
วันที่...19...เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์


.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิรวรรณ เศวตมาลย์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)


.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)


.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ล่องได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.จิวิวรรณ เศวตมาลย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้วยความเอาใจใส่ แนะนำในสิ่งที่เป็นประโยชน์ และช่วยปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณและความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ทั้งยังให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ยงยุทธ หนูกฤต รองศาสตราจารย์ ดร.นิภา ศรีไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล ดร.ละเอียด รักษ์เผ่า อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ อาจารย์สุวรรณา คล้ายกระแสน อาจารย์ชวลิต รวยอาจิน และอาจารย์สมนึก บุญพาไสว ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัฒนา จุฑะพันธุ์ และคณะครูอาจารย์หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน ที่ให้ความร่วมมือในการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือรวมทั้งดำเนินการทดลองในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ที่พึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา-มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ช่วยอบรมสั่งสอนและชี้แนะทางการศึกษา ตลอดจนสนับสนุนและเป็นที่กำลังใจให้ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

นงคราญ สุนทรวัฒน์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
	กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า.....	9
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	10
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
	หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน.....	12
	หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกลุ่มสาระ	
	การเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	12
	หลักสูตรคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา.....	14
	เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในรายวิชาพื้นฐาน	
	ของประเทศไทยระหว่างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น	
	พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) กับหลักสูตร	
	การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.....	15
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหนังสือแบบเรียน (บทเรียน) และคู่มือครู.....	8
	ความหมายและความสำคัญของแบบเรียน.....	18
	เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของหนังสือแบบเรียนตามพระราชบัญญัติ	
	การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2542.....	20
	ประสิทธิภาพของบทเรียน.....	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2(ต่อ) คู่มือครู.....	25
เอกสารและงานที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกเชิงปริภูมิ.....	30
ความสำคัญของความรู้สึกเชิงปริภูมิ.....	30
เรขาคณิตกับความรู้สึกเชิงปริภูมิ.....	32
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ.....	33
ความหมายของความสามารถเชิงปริภูมิ.....	33
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ.....	35
รูปแบบ และแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ.....	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบทางด้านความสามารถเชิงปริภูมิ.....	56
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	60
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	60
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	60
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	88
สังเขป ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า.....	88
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	91
อภิปรายผล.....	91
ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า.....	93
ข้อเสนอแนะ.....	94

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	95
ภาคผนวก.....	105
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	106
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	108
ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบบทเรียนคณิตศาสตร์.....	113
ภาคผนวก ง แผนการจัดการเรียนรู้ และบทเรียนคณิตศาสตร์.....	119
ภาคผนวก จ ตัวอย่างผลงานของนักเรียน.....	243
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	247

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการทดลอง.....	69
2 หน่วยการเรียนรู้ย่อย และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้จากการศึกษาสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และตำราเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาในช่วงชั้นที่ 3.....	75
3 ค่าประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ของบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูป เรขาคณิตสองมิติและสามมิติ จากการทดลองรายบุคคล.....	80
4 ค่าประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ของบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูป เรขาคณิตสองมิติและสามมิติ จากการทดลองรายกลุ่ม.....	82
5 ค่าประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ของบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูป เรขาคณิตสองมิติและสามมิติ จากการทดลองภาคสนาม.....	84
6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ทั้งสามฉบับ คือ แบบทดสอบการหาด้านตรงข้ามจาก ลูกบาศก์ แบบทดสอบรูปทรงมิติ และแบบทดสอบการนับลูกบาศก์.....	85
7 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของ นักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ.....	86
8 ผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	110
9 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	113
10 คะแนนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต สองมิติและสามมิติ.....	115
11 คะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง.....	117
12 ผลการประมวลจากโปรแกรม SPSS for WINDOWS แสดงการเปรียบเทียบ t เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	118

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการศึกษาค้นคว้า.....	9
2 แบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญาตามทฤษฎีโครงสร้างเซาว์ปัญญาของ กิลฟอร์ด.....	37

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศ แต่สภาพปัจจุบันประเทศไทยกำลังเผชิญวิกฤติ และปัญหาทางด้านคุณภาพการศึกษา จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ของกระทรวงศึกษาธิการ พบว่า นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ของไทย มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในลำดับที่ 21 และ 24 ในจำนวน 24 ประเทศ (กรมวิชาการ. 2545 : 1) และจากการประเมินคุณภาพการศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2540 ทั่วประเทศผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่า ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ถึง 4 วิชา ได้แก่ ภาษาอังกฤษ สังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2542 : 29) จากสภาพปัญหาการศึกษาของไทยที่ยังเผชิญวิกฤติดังกล่าว จึงก่อให้เกิดการปฏิรูปการศึกษาโดยมีพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เป็นกฎหมายรองรับ และเป็นกลไกที่สำคัญในการนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพทางการศึกษา อีกทั้งยังมีแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาศึกษา ศาสนา ศิลปะ และวัฒนธรรม ระยะที่ 9 (พ.ศ.2545-2549) มุ่งให้สังคมไทยเป็นสังคมแห่งภูมิปัญญา และการเรียนรู้ โดยคนไทยทุกคนคิดเป็น ทำเป็น มีเหตุผล สามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต รู้จักใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างหลากหลายเพื่อสร้างองค์ความรู้ และพัฒนาตนเอง คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งซึ่งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ทั้งยังมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีระบบ ระเบียบ และมีแบบแผนในการคิด สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และคณิตศาสตร์ยังเป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา ปัจจุบันวิวัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งความเจริญดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากความสำคัญดังกล่าว ทำให้นานาประเทศได้เล็งเห็นความสำคัญในการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงหลักสูตรทางคณิตศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องเหมาะสมกับสภาพความต้องการทางด้านเศรษฐกิจ และสังคมในโลกปัจจุบัน ดังเช่น สภาครูคณิตศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics NCTM) ได้จัดทำเอกสารเพื่อเป็นการกำหนดกรอบหลักสูตรและทิศทางการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับเกรด K-12 ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้ง

ประเทศทั้งในแง่ของเนื้อหาสาระของหลักสูตรการเรียนการสอน และการวัดและการประเมินผล ดังนี้ (ปานทอง กุลนาถศิริ. 2543: 14-16)

1. มาตรฐานหลักสูตรและการวัดผลที่ชื่อว่า The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 1989
2. มาตรฐานการสอนคณิตศาสตร์ที่ชื่อว่า The Professional Standards for Teaching Mathematics ในปี ค.ศ. 1991
3. มาตรฐานการวัดและการประเมินผลคณิตศาสตร์ ที่ชื่อว่า The Assessment Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 1995
4. หลักการและมาตรฐานทางคณิตศาสตร์ ที่ชื่อว่า Principles and Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 2000

นอกจากความเคลื่อนไหวในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลักสูตรในต่างประเทศแล้ว ประเทศไทยได้มีการปรับปรุงหลักสูตรทางคณิตศาสตร์เช่นกัน โดยในปี พ.ศ. 2533 ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลาย พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ในปี พ.ศ. 2542 ประเทศไทยได้มีพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพการศึกษา ปัจจุบันประเทศไทยได้มีหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยจะประกาศใช้ในปีพุทธศักราช 2546 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานนี้มีลักษณะเป็นหลักสูตรแกนกลางที่มีโครงสร้างหลักสูตรยืดหยุ่นทั้งทางด้านสาระ เวลา และการจัดการเรียนรู้ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนา และเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (กรมวิชาการ. 2544 : 1)

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของกลุ่มคณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้พื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้ ได้กำหนดให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตตลอดจนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูง (กรมวิชาการ. 2544 : 2) โดยกำหนดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

เรขาคณิตเป็นสาระหนึ่งที่บรรจุในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเรขาคณิตเป็นพื้นฐานหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ทุกระดับ อีกทั้งยังพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล ทำงานเป็นขั้นตอนอย่างมีระบบ การเรียนเรขาคณิตจะช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทำให้เกิดความซาบซึ้งในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน นักเรียนจำเป็น

จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและทรงเรขาคณิต ซึ่งเป็นรูปธรรมก่อนที่จะเป็นนามธรรมต่อไป นอกจากนี้การเรียนรู้เรขาคณิตจะช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการมองภาพ 3 มิติ ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการมองจะช่วยในการศึกษาด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม มณฑนศิลป์ เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ ธรณีวิทยา ดาราศาสตร์ และการแพทย์ (สิริพร ทิพย์คง. 2537) สารในเรื่องเรขาคณิตได้มีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ สำหรับผู้เรียนไว้ 2 มาตรฐานดังนี้

มาตรฐานที่ 1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐานที่ 2 : ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหาได้ (หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 : 13)

จากมาตรฐานการเรียนรู้ข้างต้น พบว่า เรขาคณิตมีความสัมพันธ์กับปริภูมิ (Spatial) ความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial Sense) และความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถเชิงปริภูมิ ดังที่เคนเนดีและทิปส์ (Kennedy & Tipps. 1997 : 350-351) ได้กล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างเรขาคณิต และความสามารถเชิงปริภูมิว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกัน เนื่องจาก การเรียนเรขาคณิตจะต้องเข้าใจรูปร่าง และคุณสมบัติทางเรขาคณิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งนั้น ดังนั้น การพัฒนาความสามารถเชิงปริภูมิจึงเป็นการช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ และลักษณะต่าง ๆ ในโลกสามมิติ ทั้งยังทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาและมีมโนคติเกี่ยวกับภาษา และเรขาคณิตซึ่งจะเป็นการเตรียมไปสู่การเรียนรู้ จำนวน การวัด และคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป (NCTM. 1995 : 1 ; citing NCTM. 1986 : 48) ความสามารถเชิงปริภูมินั้นเป็นส่วนหนึ่งของความรู้สึกเชิงปริภูมิ ซึ่งนักวัดผลและนักจิตวิทยาได้ให้ความสนใจ และศึกษาความสัมพันธ์ในรูปของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ มาแต่ก่อน สำหรับทางคณิตศาสตร์ได้ให้ความสนใจและเริ่มปรากฏชัดเจนในเอกสาร “มาตรฐานหลักสูตรและการวัดผลคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน” (The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. 1989) โดยสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา ได้จัดการเรียนเรขาคณิต และความรู้สึกเชิงปริภูมิไว้ด้วยกัน ในระดับเกรด K-4 และระดับเกรด 5-8 (Thomas & Loma. 1993 : 81) และต่อเนื่องมาจนถึงหลักสูตรมาตรฐานฉบับปัจจุบัน ของประเทศสหรัฐอเมริกา

ในการจัดสาระการเรียนรู้เรื่องเรขาคณิต และความรู้สึกเชิงปริภูมิข้างต้น ปรากฏว่าที่ผ่านมาเนื้อหาในเรื่องดังกล่าวไม่มีในหลักสูตรของไทย แต่ในปัจจุบันหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดเนื้อหานี้บรรจุลงในหลักสูตร จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น กอปรกับบทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติในช่วงชั้นที่ 3 (ระดับมัธยม

ศึกษาปีที่ 1-3) เป็นเรื่องใหม่ที่ยังไม่มีบทเรียนในหลักสูตรของไทย ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ โดยสอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ ให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิต เกิดจินตนาการในการแก้ปัญหาลดจนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานของหลายสาขาวิชา และการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยพิจารณาจาก

1. เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80
2. ความสามารถเชิงปริภูมิ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ได้บทเรียนที่มีคุณภาพ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ สำหรับนำไปใช้กับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 (ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ตามเกณฑ์มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และอาจเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนอื่นๆ สำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 7 ห้องเรียนรวมทั้งสิ้น 350 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม(Cluster random sampling) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 7 ห้องเรียน โดยทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนและความสามารถของนักเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 14 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง ทดลองสอน 12 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นสาระ : เรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยใช้กรอบสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยผู้วิจัยกำหนดเนื้อหาไว้ดังนี้

- | | |
|---|-----------|
| 1. รูปเรขาคณิตสองมิติ และ สามมิติ | 2 ชั่วโมง |
| 2. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ | 3 ชั่วโมง |
| 3. ภาพสองมิติที่เกิดจากการมองในด้านต่างๆ
ของรูปเรขาคณิตสามมิติ | 3 ชั่วโมง |
| 4. การวาดหรือการประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติ
จากรูปเรขาคณิตสองมิติ | 4 ชั่วโมง |

ตัวแปรที่ศึกษา

ประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยพิจารณาจาก

1. ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความสามารถเชิงปริภูมิ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ หมายถึง

ลักษณะของรูปเรขาคณิตที่เกิดจากการมองทรงสามมิติ(Spatial Visualization) ซึ่งอาจเป็นวัตถุจริง หรือรูปเรขาคณิตสามมิติใดๆ แล้วถ่ายทอดออกมาเป็นภาพสองมิติ หรือ การมองภาพสองมิติที่กำหนดให้แล้วถ่ายทอดออกมาเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยการวาด หรือการประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบจากลูกบาศก์(Cube Model)

2. บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

หมายถึง บทเรียนที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงโดยยึดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

รูปเรขาคณิตสองมิติ คือ รูปที่แสดงบนพื้นระนาบจะเห็นเฉพาะด้านกว้าง ด้านยาว

รูปเรขาคณิตสามมิติ คือ รูปที่แสดงบนพื้นระนาบ แล้วสามารถบอก ความกว้าง

ความยาว และความหนาหรือความสูง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ และลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติที่เกิดจากภาพสองมิติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ภาพสองมิติที่เกิดจากการมองภาพในด้านต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ความสามารถในการมองภาพสามมิติที่กำหนดให้ที่ละด้าน และถ่ายทอดออกมาเป็นภาพสองมิติในลักษณะต่างๆ กัน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การวาด หรือการประดิษฐ์ รูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิตสองมิติ

การวาดหรือการประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปทรงสองมิติ เป็นการประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ และวาดรูปจากสิ่งประดิษฐ์ที่กำหนดให้

หน่วยการเรียนรู้ย่อยแต่ละหน่วย ประกอบด้วย รายการต่อไปนี้

- ชื่อหน่วยการเรียนรู้ย่อย เป็นชื่อที่ตรงตามหัวข้อหน่วยการเรียนรู้ย่อย
- หัวข้อย่อยของเนื้อหา(ถ้ามี) เป็นหัวข้อย่อยของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ย่อย
- ใบงาน เป็นการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้

- แบบฝึกปฏิบัติ เป็นแบบฝึกความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ที่ช่วยส่งเสริมทักษะความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียน
- แบบฝึกทักษะ เป็นแบบฝึกทักษะที่ให้นักเรียนทบทวนความรู้ ความเข้าใจ นำความรู้จากใบงานมาใช้แก้ปัญหา และเป็นการฝึกทักษะ ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนทำโดยอิสระ
- สำคัญในลักษณะสรุปเนื้อหาที่นักเรียนควรต้องทราบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ไว้ในตอนท้ายของหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ
- การประเมินผลเป็นส่วนที่ผู้เรียนประเมินความรู้ความสามารถของตนเอง หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยประเมินจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้

3. ความสามารถเชิงปริภูมิ หรือ ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการมองเห็น การรับรู้ การเข้าใจ การจำแนกในเรื่องของวัตถุ หรือรูปทรง ทิศทางของวัตถุ ในลักษณะ 2 มิติ และ 3 มิติ และรวมถึงการใช้ความสามารถทางจินตนาการ เมื่อนำมาประกอบหรือแยกส่วนออกจากกันได้ ในการวิจัยครั้งนี้วัดจากคะแนนของการทำแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบการนับลูกบาศก์ และแบบรูปทรงสามมิติ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถเชิงปริภูมิ

3.1 ความสามารถเชิงปริภูมิแบบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ หมายถึงความสามารถในการสร้างจินตนาการที่เกี่ยวกับขนาด และมิติต่างๆ ตลอดจนรูปร่างของภาพทรงเรขาคณิตที่อยู่ในหลายระนาบ แล้วพิจารณาว่าด้านที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่กำหนดให้ควรเป็นด้านใด

3.2 ความสามารถเชิงปริภูมิแบบการนับลูกบาศก์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างจินตนาการที่เกี่ยวกับขนาด และมิติต่างๆ ตลอดจนรูปร่างของภาพทรงเรขาคณิตที่อยู่ในหลายระนาบมากองซ้อนทับกันให้เห็นบางส่วน แล้วให้จินตนาการการนับจำนวนลูกบาศก์

3.3 ความสามารถเชิงปริภูมิแบบรูปทรงสามมิติ หมายถึง ความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ ที่เป็นลูกบาศก์ซึ่งวางซ้อนทับกันแล้วมองออกมาเป็นภาพ 2 มิติ

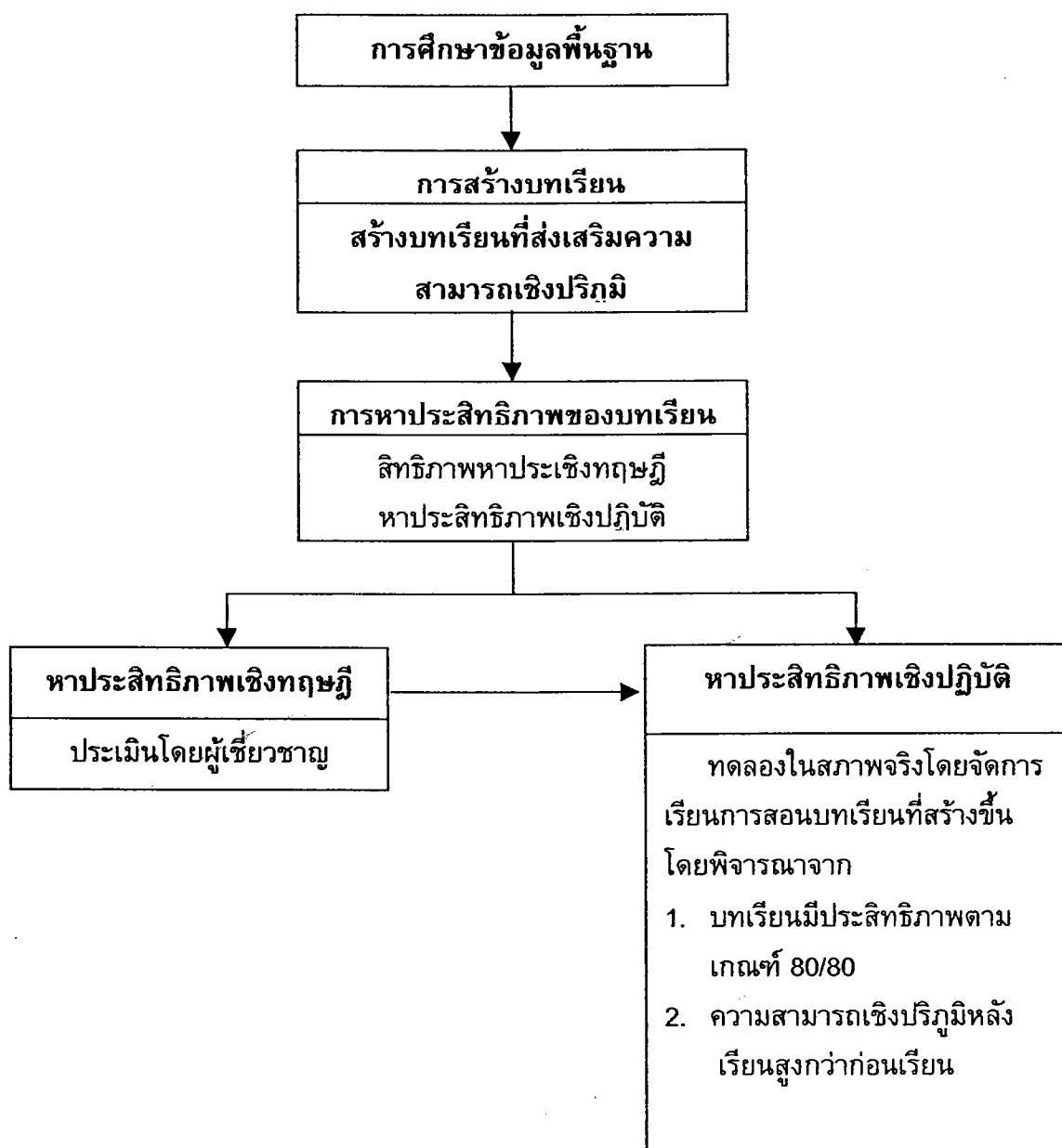
4. ประสิทธิภาพของบทเรียน หมายถึงคุณภาพของบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เป็นการตัดสินซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

การยอมรับประสิทธิภาพของแบบเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ถือค่าความแปรปรวน 2.5 % คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 2.5 % (ฉลองชัย สุวรรณบุรณ. 2528: 215)

กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สูงกว่าก่อนได้รับการสอน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เป็นแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน

1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2 หลักสูตรคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา

1.3 เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในรายวิชาพื้นฐานของประเทศไทยระหว่างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) กับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

2. เอกสารที่เกี่ยวกับหนังสือแบบเรียน(บทเรียน)และคู่มือครู

2.1 ความหมายและความสำคัญของแบบเรียน

2.2 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของหนังสือเรียนตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542

2.3 ประสิทธิภาพของบทเรียน

2.4 คู่มือครู

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกระหว่างปริภูมิ

3.1 ความสำคัญของความรู้สึกระหว่างปริภูมิ

3.2 เรขาคณิตกับความรู้สึกระหว่างปริภูมิ

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ

4.1 ความหมายของความสามารถเชิงปริภูมิ

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ

4.3 รูปแบบ และแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบทางด้านความสามารถเชิงปริภูมิ

1. หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน

1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วิสัยทัศน์การศึกษาคณิตศาสตร์ สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อ ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

- สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
- สาระที่ 2 การวัด
- สาระที่ 3 เรขาคณิต
- สาระที่ 4 พีชคณิต
- สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
- สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน มีดังนี้

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประเมินค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวน
ไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 : ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ
(spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต
(geometric mode) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และ
ฟังก์ชันต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปล
ความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ
คาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ
และแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 : มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทาง
คณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 : มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทาง
คณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 : มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.2 หลักสูตรคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics) ได้จัดทำหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนเป็นมาตรฐานทางการศึกษา 10 มาตรฐาน (Standards) ประกอบด้วย มาตรฐานที่เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ 5 มาตรฐาน และมาตรฐานที่เกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 มาตรฐาน ในการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ ดังนี้ (NCTM.2000:11)

มาตรฐานเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Content Standards) ได้แก่

1. จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operations)
2. รูปแบบ ฟังก์ชัน และพีชคณิต (Patterns, Functions and Algebra)
3. เรขาคณิต และความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Geometry and Spatial Sense)
4. การวัด (Measurement)
5. การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น (Data Analysis and Probability)

มาตรฐานกระบวนการคณิตศาสตร์ (Mathematics Process Standards) ได้แก่

1. การแก้ปัญหา (Problem Solving)
2. การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning and Proof)
3. การสื่อสาร/การสื่อความหมาย (Communication)
4. การเชื่อมโยง (Connection)
5. การแสดง/การนำเสนอ (Representation)

จะเห็นว่าสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกาได้ให้ความสำคัญของวิชาเรขาคณิต ซึ่งเป็นมาตรฐานที่เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยจัดโปรแกรมการเรียนการสอนเพื่อให้ นักเรียนทุกคนสามารถ

1. วิเคราะห์คุณลักษณะ และสมบัติของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และพัฒนาข้อขัดแย้งทางคณิตศาสตร์ทางด้านความสัมพันธ์ของเรขาคณิต
2. สามารถเลือก และใช้เรขาคณิตเชิงพิกัด (coordinate geometry) รวมทั้งเรขาคณิตในระบบต่างๆ
3. นำความรู้เกี่ยวกับการแปลง (transformations) และการสมมาตร (symmetry) ไปใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และการใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

1.3 เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในรายวิชาพื้นฐานของประเทศไทยระหว่างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) กับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.3.1 เนื้อหาเรขาคณิตในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) โครงสร้างกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาทางเรขาคณิตตามหนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์จัดโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ปรากฏอยู่ในวิชาบังคับแกน ประกอบด้วย รายวิชา ค 101 ค 203 และ ค 204 ดังต่อไปนี้ (สมพล เล็กสกุล และชุลีพร สุทธิระ . 2538 : 2 -16)

รายวิชา ค 101

1. เส้นตรงและมุม

1.1 ลักษณะสมบัติและการใช้สัญลักษณ์เกี่ยวกับจุด เส้นตรง ส่วนของเส้นตรง รังสี มุม การใช้สัญลักษณ์แทนความยาวของส่วนของเส้นตรง และขนาดของมุม

1.2 สมบัติของจุด และเส้นตรงบางประการ

1.3 การสร้าง (ใช้เพียงวงเวียนและสันตรง) โดยไม่ต้องเขียนคำอธิบายและวิธีสร้าง แต่ต้องแสดงให้เห็นร่องรอยการสร้าง

1.4 สมบัติที่ควรทราบหลังจากทำแบบฝึกหัด

รายวิชา ค 203

1. การเท่ากันทุกประการ

1.1 บทนิยามของความเท่ากันทุกประการ

1.2 ส่วนของเส้นตรงสองเส้นที่ยาวเท่ากันจะเท่ากันทุกประการ และส่วนของเส้นตรงสองเส้นที่เท่ากันทุกประการจะยาวเท่ากัน

1.3 มุมสองมุมที่มีขนาดเท่ากันทุกประการ และมุมสองมุมที่เท่ากันทุกประการจะมีขนาดเท่ากัน

1.4 มุมตรงข้ามที่เกิดจากเส้นตรงตัดกันย่อมมีขนาดเท่ากัน

1.5 รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ เมื่อด้านและมุมของรูปสามเหลี่ยมทั้งสองมีขนาดเท่ากันเป็นคู่ ๆ

1.6 ความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ประกอบด้วย ความสัมพันธ์แบบด้าน-มุม-ด้าน , แบบ มุม-ด้าน-มุม และ แบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน

1.7 บทนิยามของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

1.8 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

2. สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

3. ทฤษฎีบท ปีทาโกรัส : ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

รายวิชา ค 204

1. เส้นขนาน

1.1 บทนิยามของเส้นขนาน

1.2 สมบัติของเส้นขนาน

1.3 ผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมใดๆ รวมกันได้ 180 องศา หรือสองมุมฉาก

1.4 ถ้ามุมของรูปสามเหลี่ยมสองรูปใดๆ มีขนาดเท่ากันสองคู่แล้วมุมคู่ที่สามจะมีขนาดเท่ากันด้วย

1.5 ผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปสี่เหลี่ยมใดๆ รวมกันได้ 360 องศา

1.6 ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไป ขนาดของมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น

1.7 สมบัติของความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมสองรูป ที่มีความสัมพันธ์ แบบ มุม-ด้าน-มุม

1.8 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเพิ่มเติม

2. ความคล้าย

2.1 บทนิยามของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

2.2 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

รายละเอียดเนื้อหาทางเรขาคณิต ตามหนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ที่จัดทำโดย สสวท. ที่อยู่ในวิชาบังคับแกน รายวิชา ค 101 ค 203 และ ค 204 มีเนื้อหาทางเรขาคณิตในส่วนที่เกี่ยวกับสมบัติของรูปเรขาคณิต การสร้างและการนำไปใช้ คือเส้นตรงและ

มุม การเท่ากันทุกประการ สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เส้นขนาน และความคล้าย

1.3.2 เนื้อหาเรขาคณิตในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เกี่ยวกับสาระที่ 3 เรขาคณิต ช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1-3) รายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน จะมีสาระการเรียนรู้ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (สสวท. 2545 : 134)

1. พื้นฐานทางเรขาคณิต

1.1 การสร้างรูปเรขาคณิต โดยใช้วงเวียนและสันตรง และบอกขั้นตอนการสร้างพื้นฐาน

1.2 การนำการสร้างพื้นฐานไปใช้ในการสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่าย

2. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

2.1 รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

2.3 การวาด หรือการประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิตสอง

มิติ

3. การแปลง (transformation) ทางเรขาคณิต

3.1 การเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และการนำไปใช้

3.2 ภาพที่เกิดจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนรูปต้นแบบ

4. ความเท่ากันทุกประการ

4.1 สมบัติของความเท่ากันทุกประการ และความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม

4.2 การนำสมบัติของความเท่ากันทุกประการ ความคล้ายของรูป

สามเหลี่ยมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา

5. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

5.1 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับ

5.2 การใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับในการให้เหตุผล และแก้

ปัญหา

6. เส้นขนาน

6.1 สมบัติของเส้นขนาน

6.2 การนำสมบัติของเส้นขนาน ไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกสาระเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มาจัดทำเป็นบทเรียน เนื่องจากสาระเรื่องนี้เป็นสาระใหม่ที่ยังไม่ได้เคยบรรจุใน หลักสูตรคณิตศาสตร์ในประเทศไทยดังที่ผ่านมา แต่ได้นำมาบรรจุในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหนังสือแบบเรียน (บทเรียน) และคู่มือครู

เนื่องจากความหมายของบทเรียนไม่มีผู้ให้นิยามแต่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบเรียนไว้ดังต่อไปนี้

2.1 ความหมายและความสำคัญของแบบเรียน

กู๊ด (Good.1959 : 567-568) ได้ให้ความหมายของแบบเรียนไว้ดังนี้

1. หมายถึง หนังสือใดๆ ก็ตามที่ใช้ในการสอน
2. หมายถึง หนังสือที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่กำหนดไว้ในการเรียนรู้ โดยมีการจัดเรียงลำดับเรื่องไว้อย่างเป็นระบบ มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการสอนแต่ละระดับชั้น และเป็นอุปกรณ์การเรียนรู้ที่สำคัญ ตามวิชาที่กำหนด

ความหมายของคำว่า แบบเรียน จากหนังสือ Webster's New International Dictionary กล่าวไว้ว่า "Textbook : (n) a book on which a teacher lectures or comments; hence, any manual of instruction; a book containing a presentation of the principles of a subject, intended to be studied by the pupil and used as a basic of instruction by the teacher."

อรสา ปราชญ์นคร (2525 : 96) ได้ให้ความหมายของแบบเรียนไว้ว่า หมายถึง หนังสือที่บรรจุเนื้อหาตามหลักวิชา และกำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นหลักสำหรับการเรียนการสอน ระหว่างครูกับนักเรียน

วิชัย ราษฎร์ศิริ (2526 : 138) ได้ให้ความหมายของแบบเรียนไว้ว่า หมายถึง หนังสือที่เขียนตามแนวของหลักสูตรแต่ละระดับ ใช้เป็นหลักในการเรียนการสอน วิชาต่างๆ ระหว่างครูกับนักเรียน

สมศักดิ์ ชอบตรง (2526: 201) ได้ให้ความหมายของแบบเรียนไว้ว่า หมายถึง หนังสือที่บรรจุเนื้อหาตามหลักวิชา และกำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นหลักสำหรับการเรียนการสอน ระหว่างครูกับนักเรียน

จินตนา ไบกาชุย (2530 : 32) ได้ให้ความหมายของหนังสือแบบเรียนไว้ว่า หมายถึง หนังสือประเภทหนึ่งที่รวบรวมวิชาความรู้ในหมวดวิชาหนึ่ง ซึ่งมีเรื่องตรงตามหลักสูตรครบถ้วน หนังสือแบบเรียนมีจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนโดยเฉพาะ จึงมีกฎเกณฑ์การ

เขียนพิเศษ เช่น เขียนในรายวิชาสำหรับเรียนตามระดับชั้นต่าง ๆ มีความหมายง่ายตามวัยผู้เรียน ลักษณะการเรียบเรียง เป็นวิธีการเชิงวิชาการให้ แต่ข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง เทียงธรรมเมื่อจบบทเรียนแต่ละท้ายเล่มมักจะมีกิจกรรมเสนอแนะการเรียนการสอน

ตามที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบเรียนหมายถึง หนังสือที่บรรจุเนื้อหาความรู้ในหมวดวิชา และตรงตามหลักสูตร โดยมีจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียน เมื่อจบบทเรียนแต่ละท้ายเล่มจะมีกิจกรรมเสนอแนะการเรียนการสอน

ในด้านความสำคัญและประโยชน์ของแบบเรียนนั้นมีนักวิชาการไทย และต่างประเทศหลายท่าน เช่น ชำรง บัวศรี (2504 : 16) ประทีป จรัสรุ่งรวิธร (2514 : 4) ธาดาศักดิ์ วชิรปรีชาพงษ์ (2515 : 28) สมเกียรติ ศรีสกุล (2539 : 111) และเอดการ์ เดล (Edgar Dale. 1969 : 665) ได้ให้ความเห็นในเรื่องดังกล่าว ซึ่งพอสรุปได้เป็นประเด็นสำคัญดังนี้

1. เป็นอุปกรณ์สำคัญ และเป็นแกนกลางในด้านความคิด
 2. แบบเรียนจะใช้ได้ดี และเกิดประโยชน์มาก ถ้าครูรู้จักใช้อย่างเหมาะสม
 3. เป็นอุปกรณ์สำคัญที่มีบทบาทต่อการรวบรวมเนื้อหาวิชา จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน
 4. ช่วยแนะนำกิจกรรม และวัสดุประกอบการสอนที่เกี่ยวข้องกับแบบเรียน
 5. เป็นศูนย์กลางให้นักเรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลให้ร่วมเรียนในเรื่องเดียวกัน และเข้าใจในแนวเดียวกัน
 6. เป็นอุปกรณ์ที่มีเนื้อหาวิชาตรงตามหลักสูตร เพื่อให้ให้นักเรียนศึกษาความรู้ได้ตามความมุ่งหมายของหลักสูตร และตามวัตถุประสงค์ของโรงเรียน ดังนั้นแบบเรียน จึงมีบทบาทช่วยส่งเสริมการปรับปรุงหลักสูตร
 7. ช่วยสื่อความหมายให้ครูและนักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรื่องเดียวกันได้ตรงกัน เพื่อดำเนินการสอนให้บรรลุผลสำเร็จ
 8. ช่วยจัดลำดับ และรวบรวมเนื้อหาวิชาในการเรียนการสอน
 9. ช่วยให้ครูตั้งจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม
 10. กระตุ้นให้นักเรียนคิดหาเหตุผล วิเคราะห์และเปรียบเทียบ
 11. เป็นแหล่งความรู้ เพื่อช่วยในการศึกษา ค้นคว้า และสรุปบทเรียนของนักเรียน
 12. เป็นคู่มือวางแผนการสอนของครู
 13. เป็นคู่มือวางแผนการเรียนของนักเรียน
 14. เป็นเอกสารอ้างอิงในการวัด และประเมินผลตามหลักสูตร
- จะเห็นว่าในประเทศไทยครูได้ให้ความสำคัญ และผูกพันอยู่กับแบบเรียนมาก จากงานวิจัยของอรสา ปราชญ์นคร (2513 : 53) เรื่อง "ปัญหาการใช้สื่อทัศนูปกรณ์ในการสอนวิชา

ภาษาอังกฤษระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดพระนคร และธนบุรี” ผลการวิจัยปรากฏว่า แบบเรียนมีจำนวนการใช้ทุกครั้งถึงร้อยละ 100 ซึ่งเป็นเหตุผลเพื่อยืนยันว่า หนังสือเรียนมีความสำคัญต่อครูในด้านการนำไปใช้ถึงร้อยเปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตาม แบบเรียนที่ดี ถ้าครูรู้จักใช้อย่างเหมาะสม แบบเรียนก็จะเป็นพื้นฐานในการค้นคว้าของผู้เรียน ทั้งยังเป็นคู่มือวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างสมบูรณ์ และตรงตามหลักสูตร

2.2 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของหนังสือเรียนตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 64 ได้กำหนดไว้ว่า “รัฐต้องส่งเสริม และสนับสนุนให้มีการผลิต และพัฒนาแบบเรียนตำรา หนังสือทางราชการ สื่อสิ่งพิมพ์อื่น วัสดุอุปกรณ์ และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาอื่น โดยเร่งพัฒนาขีดความสามารถในการผลิต จัดให้มีเงินสนับสนุนการผลิตและมีการให้แรงจูงใจแก่ผู้ผลิต และพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ทั้งนี้ โดยเปิดให้มีการแข่งขันโดยเสรี และอย่างเป็นธรรม” โดยมีนโยบายการผลิต และพัฒนาหนังสือเรียนดังนี้ (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. 2524 : 133-134)

นโยบายการผลิตและพัฒนาหนังสือเรียนและสื่อการเรียนการสอน

1.1 นโยบายการผลิตและการควบคุมคุณภาพหนังสือเรียนและสื่อการเรียนการสอน

1.1.1 รัฐต้องมีนโยบายการผลิตหนังสือเรียนร่วมกันระหว่างรัฐกับบุคคลทั่วไปหรือนิติบุคคล โดยวิธีรัฐลดบทบาทลงในการผลิตและควบคุมคุณภาพหนังสือเรียน ให้มีการควบคุมคุณภาพและราคา ส่วนการผลิตสื่อการเรียนการสอนให้เอกชนทั้งระดับบุคคลทั่วไปหรือนิติบุคคลเป็นผู้ผลิตทั้งหมดโดยไม่มีการควบคุมคุณภาพและราคา

1.1.2 ด้านการผลิต รัฐต้องเปิดเสรีให้ทั้งบุคคลทั่วไปและนิติบุคคลทำการผลิตหนังสือเรียนได้ทุกวิชา และทุกระดับชั้นโดยมีเนื้อหาที่ถูกต้องและสอดคล้องกับสาระมาตรฐาน (area standards) ของหลักสูตรใหม่ ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ยึดผลการเรียนรู้ (learning outcomes) เป็นหลัก ส่งเสริมการผลิตและพัฒนาหนังสือเรียนโดยผลวิจัยและใช้กระบวนการวิจัย

1.1.3 ด้านการควบคุมคุณภาพ เพื่อให้เกิดความเป็นธรรมต่อผู้บริโภค และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 69 รัฐจำเป็นต้องมีบทบาทในการควบคุมคุณภาพหนังสือเรียนต่อไป

ก. กำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของหนังสือเรียน

1) มีเนื้อหาสาระถูกต้องและสอดคล้องกับหลักสูตรรวมทั้งยึดผลการเรียนรู้ (learning outcomes) และสาระมาตรฐานตามหลักสูตร (area standards) เป็นหลัก

2) มีเนื้อหาและเทคนิคการนำเสนอเนื้อหาที่ส่งเสริมการอ่าน เพิ่มพูนทักษะการคิดและชี้นำไปในทางที่ถูกต้อง ภาษาที่ใช้เหมาะสมและสอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน เนื้อหาที่นำเสนอสอดคล้องกับจิตวิทยาการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) ไม่ขัดต่อความมั่นคงและศีลธรรมอันดี อีกทั้งสอดคล้องกับเรื่องคุณธรรม จริยธรรม วัฒนธรรม ประเพณีที่ดีงามและสิ่งแวดล้อม

4) ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการใช้ทักษะ และวิธีทางวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมการใช้เทคโนโลยีเพื่อแสวงหาความรู้และทักษะด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตและสามารถประยุกต์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5) ส่งเสริมให้เกิดความรักและภาคภูมิใจในแผ่นดิน มีความเสียสละกตัญญูต่อชาติบ้านเมือง ส่งเสริมภูมิปัญญาไทย และภูมิปัญญาท้องถิ่น

ข. กำหนดขอบเขตของเนื้อหาสาระและผลที่คาดว่าจะได้รับ จากการใช้หนังสือเรียนในแต่ละรายวิชา โดยส่งเสริมให้มีการผลิตหนังสือเรียนที่มีมาตรฐาน แต่มีความหลากหลายได้ และประกาศให้ผู้เกี่ยวข้องที่สนใจในการผลิตหนังสือเรียนได้ทราบอย่างทั่วถึง

ค. ประกันคุณภาพผู้ตรวจหนังสือเรียน รัฐต้องจัดให้มีระบบการออก พักใช้ และเพิกถอนใบอนุญาตสำหรับผู้ตรวจหนังสือเรียนและสื่อการเรียนการสอน

ง. ให้มีระบบประกันคุณภาพการผลิตและพัฒนาหนังสือเรียน และสื่อการเรียนการสอน

จ. รัฐโดยคณะกรรมการส่วนกลางเป็นผู้จัดทำประกาศรายชื่อหนังสือเรียนในรายวิชาแกน เพื่อให้สถานศึกษาเป็นผู้ตัดสินใจเลือกหนังสือเรียนแต่ละวิชา ส่วนรายชื่อหนังสือเรียนในหลักสูตรท้องถิ่น ให้คณะกรรมการเขตพื้นที่เป็นผู้ประกาศให้สถานศึกษาทราบ การหาประสิทธิภาพของบทเรียน

2.3 ประสิทธิภาพของบทเรียน

ในการจัดการเรียนการสอน สื่อทุกประเภทที่จะนำมาประกอบการเรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการหาประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการประกันว่าจะมีประสิทธิภาพจริงตามที่มุ่งหวัง การหาประสิทธิภาพมีความจำเป็นด้วยเหตุผลหลายประการคือ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2523: 134 –142)

1. สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อการสอน เป็นการประกันคุณภาพของสื่อการสอนว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว หากผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องทำใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และเงินทอง

2. สำหรับผู้ใช้สื่อการเรียนการสอน สื่อการสอนจะทำหน้าที่สอนโดยที่ช่วยสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูผู้สอน บางครั้งต้องสอนแทนครู ดังนั้นก่อนนำสื่อการสอนไปใช้ครูจึงมั่นใจว่าสื่อการสื่อนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การหาประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราใช้สื่อการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิตสื่อการสอน การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสามารถที่บรรจุลงในสื่อการสอนเหมาะสมง่ายต่อความเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้นเป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลา และเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

2.3.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้สร้างบทเรียนจะพึงพอใจว่า หากบทเรียนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว บทเรียนนั้นก็มีความดีที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง(กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย(ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง(Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลายๆ พฤติกรรม เรียกว่า “ กระบวนการ ” ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม(รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคลได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย(Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของบทเรียน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจโดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เช่น 80/80 หมายความว่าเรียนจากสื่อการสอนแล้วผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดหรือไปงานได้ผลเฉลี่ย 80% ส่วน 80 ตัวที่สอง หมายความว่า เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว ผลการเรียนรู้จะต้องได้เฉลี่ยร้อยละ 80%

ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเป็นระดับที่ผู้สร้างบทเรียนพอใจว่าหากบทเรียนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว บทเรียนก็มีคุณค่า นำพอใจการกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 มีค่าเท่าใดนั้น โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำจะตั้งไว้ 80/80 85/85, หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะกระบวนการหรือเจตคติตั้งต่ำกว่า เช่น 75/75

การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียน มี 3 ระดับคือ (สุกิจ ศรีพรหม. 2541 : 71)

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกินกว่าร้อยละ 2.5
2. เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนเท่ากับเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์กำหนดแต่ไม่เกินร้อยละ 2.5
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5 ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

2.3.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

1. โดยใช้สูตร กระทำได้โดยสูตรต่อไปนี้ (อิทธิพร ศรียมก.2529:247)

			$E_1 = \frac{\bar{X}}{A} \times 100$
เมื่อ	E_1	แทน	ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้ในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำแบบฝึกหัดปฏิบัติระคนประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติระคนประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้
			$E_2 = \frac{\bar{F}}{P} \times 100$
เมื่อ	E_2	แทน	ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวม ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้ในการทำแบบทดสอบ

$\bar{F}$	แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบ
P	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น จะมีการนำคะแนนแบบฝึกหัดหรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม / เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียนมาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1/E_2

2. โดยวิธีการคำนวณธรรมชาติ

หากไม่ยากใช้สูตร ก็สามารถใช่วิธีการคำนวณธรรมชาติหาค่า E_1 และ E_2 ได้ สำหรับค่า E_2 ของแต่ละชุดการสอนไม่มีปัญหาในการคำนวณมากนัก เพราะอาจทำได้โดยการเอาคะแนนของนักเรียนทั้งหมดรวมกัน หาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อย เพื่อหาค่าร้อยละ

หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ผลลัพธ์ที่ได้มักจะใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวยืนยันได้ว่า นักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้าย หรืออีกนัยหนึ่งการที่นักเรียนจะสอบได้เท่าใด เช่น 90 % นั้น นักเรียนมีความรู้จริง หรือทำได้เพราะการเดาสุ่ม เมื่อมีการรายงานคะแนนเป็นเลข 2 ตัว เช่น 78/83 นั้นทำให้ทราบว่านักเรียนทำงานและแบบฝึกหัดทั้งปีได้ 78% และ สอบไล่ได้ 83% เป็นการยืนยันการเปลี่ยนพฤติกรรมนักเรียนค่อนข้างแน่นอน

2.2.3 การทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526: 127-129) ได้กล่าวว่าการประเมินสื่อเป็นการพิจารณาประสิทธิภาพและคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน สื่อที่ได้จะต้องได้รับการประเมินประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นสื่อที่ผลิตขึ้นมาตามหลักการสอน การประเมินสื่อโดยวิธีนี้จำต้องคำนึงจุดมุ่งหมายของสื่อการเรียนการสอนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ภายหลังจากที่เรียนจากสื่อ นั้นแล้ว

เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต (2528 : 290-291) กล่าวถึงการสร้างสื่อก่อนที่จะนำไปใช้ควรจะได้ทดลองแก้ไขปรับปรุงให้ได้มาตรฐานเสียก่อน เพื่อให้ทราบว่าสื่อนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่ ซึ่งการประเมินนี้ไม่ใช้การประเมินผลผู้เรียนแค่เป็นการประเมินผลสื่อ โดยการนำสื่อไปทดลองใช้กับคนหลายๆคน หลายๆกลุ่ม แล้วจึงเผยแพร่ใช้ออกใช้จริง เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของสื่อ นั้นอาจจะกำหนดเป็น 90/90 หรือ 85/85 หรือ 80/80 ขึ้นอยู่กับลักษณะวิชา การที่จะกำหนดเกณฑ์เท่าใดนั้นไม่ได้กำหนดขึ้นเองตามใจชอบ แต่ควรจะเป็นผลจากการทดลองใช้ก่อนในกรณีการศึกษาแบบสมรรถฐาน ถือเกณฑ์ 90/90 จึงจะถือว่าใช้ได้ความหมายของตัวเลข 90/90 หมายความว่า 90 ตัวแรก เป็นคะแนนที่ได้จาก

การทำกิจกรรมการเรียนรู้หรือแบบฝึกหัดโดยเฉลี่ยร้อยละ 90 ส่วน 90 ตัวหลังเป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบประเมินผลการเรียนรู้โดยเฉลี่ยร้อยละ 90

เมื่อสร้างบทเรียนเป็นต้นฉบับแล้ว ผู้วิจัยนำบทเรียนไปทดลองโดยกำหนดขั้นตอนการตรวจสอบและหาประสิทธิภาพของบทเรียน 3 ครั้ง ตามข้อเสนอแนะของ ฉลองชัย สุวรรณบุรณ์ (2528 : 214 – 216) ดังต่อไปนี้

1. การทดลองเป็นรายบุคคล เป็นการทดลองใช้บทเรียน ครั้งที่ 1 เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนในด้านต่างๆ ดังนี้ ความเหมาะสมของภาษา ความยากง่ายของเนื้อหา กิจกรรม ที่ให้ปฏิบัติเวลาที่ใช้ในการเรียน และอื่นๆ

2. การทดลองกลุ่มย่อย เป็นการทดลองใช้บทเรียน ครั้งที่ 2 โดยใช้กับนักเรียน 10 คน ที่ยังไม่เคยเรียนบทเรียนดังกล่าว ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนในด้านต่างๆ และหาประสิทธิภาพของบทเรียน เช่นเดียวกับครั้งที่ 1

3. การทดลองภาคสนาม เป็นการทดลองใช้บทเรียนครั้งที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของบทเรียน โดยทดลองกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับ เกณฑ์ที่กำหนดไว้หากต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกินร้อยละ 2.5 ยอมรับได้ ถ้าแตกต่างกันมาก ต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนใหม่โดยยึดหลักความเป็นจริง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียน คือ 80/80 โดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนมีประสิทธิภาพตั้งแต่ 82.5/82.5
2. เท่ากับเกณฑ์ เมื่อบทเรียนมีประสิทธิภาพ 80/80

2.4 คู่มือครู

ในการจัดทำคู่มือครูนั้น ได้มีการจัดทำในลักษณะที่แตกต่างกันไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งคู่มือครูคณิตศาสตร์ อาจจะจัดทำในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งนี้แล้วแต่จุดประสงค์ของผู้ที่จัดทำว่าต้องการเน้นในเรื่องใดซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน จะขอยกตัวอย่างพอสังเขปดังนี้ (ยุพิน พิพิธกุล.2536: 380-382)

แบบที่ 1 จัดทำเป็นคู่มือรายคาบ โดยเอาเนื้อหาในแต่ละบทมาแบ่งเป็นคาบเสียก่อน แล้วเขียนคู่มือครูแต่ละคาบ ตามหัวข้อต่อไปนี้

1.1 หัวข้อเรื่องที่จะสอน บอกหัวข้อเรื่องย่อ ๆ เช่น ความหมายของเซต วิธีเขียนเซต วิธีอ่านเซต

1.2 จุดประสงค์ เขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.3 เนื้อเรื่องที่สอน เป็นรายละเอียดลงไปว่าแต่ละข้อต้องการสอนอะไร

1.4 ตัวอย่างกิจกรรมการสอน ยกตัวอย่างว่า แต่ละตอนจะสอนอย่างไร
ให้นักเรียนร่วมกิจกรรมอย่างไร ครูเป็นผู้แสดงหรือนักเรียนเป็นผู้แสดง

แบบที่ 2 คู่มือที่เฉพาะตอนมาแสดงไว้ เพราะเนื้อหาเหล่านั้นจะนำไปสอน เมื่อ
ประสบปัญหา ในคู่มือแบบนี้ มักจะบอกหัวข้อต่าง ๆ ไว้ดังนี้

2.1 จุดประสงค์ของแต่ละหัวข้อเขียนในรูปจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2 ความมุ่งหมายของการสอนเนื้อหาบางเรื่องหมายถึงเหตุผลในการ
นำเนื้อหาเข้ามาสอน

2.3 คำอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติม ความรู้ให้แก่ครู

2.4 แบบฝึกหัดและเฉลยแบบฝึกหัด

2.5 แนววิธีสอนของบางเนื้อเรื่องที่เห็นว่าอธิบายยาก

แบบที่ 3 คู่มือประเภทบอกเนื้อหา และให้แบบฝึกหัด ไม่ใช่แบบฝึกหัด ไม่ใช่
หนังสือแบบเรียนในห้องแต่เป็นหนังสืออ่านประกอบ ผู้เขียนคู่มือประเภทนี้พยายามที่จะอธิบาย
เนื้อหาให้แจ่มชัดกว่าบทเรียน ที่มีอยู่ในแบบเรียน

แบบที่ 4 คู่มือครูประเภทสมุดแบบฝึกหัด คู่มือครูประเภทนี้ ผู้เขียนคู่มือ
พยายามสร้างโจทย์แบบฝึกหัดให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ได้เรียนในบทเรียน การทำแบบฝึกหัดนี้
ให้นักเรียนทำลงในสมุด แบบฝึกหัดได้เลย เป็นคู่มือครูที่สะดวกในการให้นักเรียนฝึกทักษะ

แบบที่ 5 เอกสารเสริมประสบการณ์ สำหรับครูคณิตศาสตร์ ได้จัดทำใน
ลักษณะที่แตกต่างกัน บ้างก็เอาเนื้อหามาเขียนให้ง่ายหรือสนุกขึ้นกว่าเดิม หาแนวคิดแปลกๆ
ใหม่ๆ บ้างก็อธิบายให้ผู้สอนเข้าใจรายละเอียดยิ่งขึ้น ในเนื้อหานี้มีปัญหาอะไรที่ควรเน้นบ้าง
โดยทำรายละเอียดเพิ่มเติม เพื่อช่วยในการสอนของครู และนอกจากนี้ยังมีบทต่อท้ายเกี่ยวกับ
อุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจ บทเรียนยิ่งขึ้น

แบบที่ 6 คู่มือครูที่แสดงกิจกรรมการเรียนการสอนคู่มือครูแบบนี้ จะเน้นวิธีสอน
และมีภาพประกอบเพื่อให้ผู้สอนเข้าใจยิ่งขึ้น

แบบที่ 7 คู่มือรายคาบ ได้กล่าวมาแล้วตอนต้น แต่บางเล่มก็เขียนละเอียดโดย
การเอาเนื้อหามาแบ่งออกเป็นรายคาบ และเขียนตามหัวข้อดังต่อไปนี้

7.1 จุดประสงค์ เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

7.2 มโนคติ (Concept) ต้องการให้นักเรียนเกิดมโนคติอะไรบ้าง

7.3 กิจกรรมเสนอแนะ แสดงให้เห็นว่าครูและนักเรียนจะร่วมกิจกรรม

การสอนอย่างไร

7.4 สรุป ในคู่มือแบบนี้ได้เขียนไว้แต่ละตอน

7.5 แนวความคิด และวิธีทำ

7.6 สื่อการเรียนการสอน ได้บอกไว้ว่าจะใช้สื่อการเรียนการสอน

อะไรบ้าง

7.7 แบบฝึกหัดเพิ่มเติม คือแบบฝึกหัดที่ครูร่างเพิ่มขึ้น นอกเหนือ

จากในบทเรียน

คู่มือครูและหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ สสวท.

คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ มีลักษณะที่จะให้ความสะดวก ในการเตรียมการสอนและใช้สอนนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญดังนี้

1. คำนำประจำบทจะบอกหัวข้อเรื่องของบทเรียน พร้อมด้วยคำอธิบายเนื้อหา ข้อที่ควรจำ และจุดประสงค์ปลายทาง
2. หนังสือเรียนของนักเรียน จะปรากฏอยู่ในกรอบของคู่มือครูตัวเลขแสดงหน้าของหนังสือเรียนที่อยู่ในคู่มือครู จะตรงกับตัวเลขแสดงหน้าในหนังสือเรียนของนักเรียน
3. ส่วนที่อยู่นอกกรอบ จะมีคำอธิบายเกี่ยวกับเนื้อหาของทุกหัวข้อ ในลักษณะต่างๆ กัน ดังนี้

3.1 ในบางหัวข้ออาจมีการอธิบายเหตุผล ในการนำเนื้อหาดังกล่าวมาสอน ซึ่งอาจจะเป็นการสร้างความสนใจของนักเรียนหรือให้นักเรียนได้ผ่านตาเพื่อให้เกิดความเคยชิน และระลึกได้เมื่อเรียนจริงๆ

3.2 จุดประสงค์ของการสอนแต่ละหัวข้อ ระบุสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ เพื่อให้ครูระลึกไว้ในใจตลอดเวลา จะได้ทดสอบให้ตรงจุดประสงค์หรือสอดคล้องกับจุดประสงค์ของแต่ละหัวข้อ

3.3 เชิงอรรถที่มีอยู่ในแต่ละหัวข้อ จะใช้ตัวเลขไทยกำกับไว้เหนือบรรทัดในหนังสือเรียนของนักเรียนและเหนือข้อความที่เป็นเชิงอรรถนั้น และในเชิงอรรถจะมีคำอธิบายที่เป็นส่วนเพิ่มเติม หรือเป็นคำตอบ หรือแนะวิธีสอนเฉพาะตอน

3.4 คำอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมความรู้ให้แก่ครู

3.5 คำตอบของแบบฝึกหัดในชั้น แบบฝึกหัดประจำหัวข้อ แบบฝึกหัดระคน และวิธีทำของแบบฝึกหัดบางข้อ

3.6 กิจกรรมเสริม ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเสนอแนะ ปัญหาชวนคิด เกม หรือแบบฝึกหัดเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่สนใจและต้องการโจทย์เพิ่มเติม

4. ตัวอย่างแบบทดสอบประจำบทเรียนแต่ละบท

หนังสือเรียน

หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ประกอบด้วย

1. คำอธิบายเนื้อหาซึ่งใช้ถ้อยคำสั้นๆ และง่าย ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่
2. แบบฝึกหัดในชั้นเพื่อนำทางให้นักเรียนค้นหากฎเกณฑ์ต่างๆ ได้ด้วยตนเอง และโดยการแนะนำของครู
3. คำถามสั้นๆ เพื่อชวนให้นักเรียนคิดสงสัยและเราให้สนใจในบทเรียนและตัวครู
4. แบบฝึกหัดท้ายหัวข้อให้นักเรียนทำเป็นการบ้านเพื่อฝึกทักษะ ทำให้เกิดความแม่นยำและรวดเร็ว
5. แบบฝึกหัดระคน (ในบางบท) ซึ่งเป็นโจทย์สำหรับการทบทวนและต้องการฝึกทักษะเพิ่มเติม

วิธีใช้หนังสือเรียน

1. วิธีสอน

ครูอาจดำเนินการสอนตามขั้นต่อไปนี้ประกอบกันตามความเหมาะสม

- 1.1 ให้นักเรียนอ่านคำอธิบายเองหรือครูอธิบาย
- 1.2 ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามหรือทำกิจกรรมในชั้นเรียน
- 1.3 ให้นักเรียนช่วยกันสรุปเอง หรือให้นักเรียนสรุปโดยมีครูช่วยเสริมแต่ง หรือสำหรับข้อสรุปที่ยากเกินไป ครูอาจจะสรุปโดยมีครูช่วยเสริมแต่ง หรือสำหรับข้อสรุปที่ยากเกินไป ครูอาจจะสรุปให้นักเรียนเองก็ได้

ครูควรดัดแปลงวิธีสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหา สติปัญญา สภาพแวดล้อมและพื้นฐานความรู้ของนักเรียนอยู่เสมอ

2. กิจกรรมและแบบฝึกหัดในชั่วโมงเรียน

ครูอาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีที่เห็นว่าเหมาะสมประกอบกันดังนี้

- 2.1 ให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม
- 2.2 ให้นักเรียนทำกิจกรรมในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน
- 2.3 ให้นักเรียนตอบปากเปล่า ตอบแบบอภิปรายหรือแสดงวิธีทำบนกระดาน

ครูควรให้นักเรียนจดคำตอบที่ได้ไว้ด้วย สำหรับคำตอบที่เป็นผลสรุปหลักเกณฑ์ให้ครูเขียนบนกระดานและควรให้นักเรียนจดลงในสมุด

3. แบบฝึกหัดประจำหัวข้อและแบบฝึกหัดระคน

แบบฝึกหัดทุกแบบฝึกหัดได้เรียงจากง่ายไปหายาก ส่วนข้อที่ใส่เครื่องหมาย

ดอกจัน (*) เป็นข้อที่ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียนทั่วไป ในบางครั้งแบบฝึกหัดข้อที่มีดอกจันอาจเรียงอยู่ตอนต้นๆ ของแบบฝึกหัดทั้งนี้เพื่อความต่อเนื่องของเนื้อหา

ครูอาจให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดข้อต้นๆ ในห้องเรียนได้ แต่โดยปกติแล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดประจำหัวข้อเป็นการบ้าน ส่วนจำนวนข้อของแบบฝึกหัดให้ครูกำหนดเองตามความสามารถของนักเรียนในชั้น ไม่จำเป็นต้องให้ทำแบบฝึกหัดหมดทุกข้อ

สำหรับแบบฝึกหัดระคน ให้ครูเลือกโจทย์เกี่ยวกับเนื้อหาที่ต้องการทบทวน หรือฝึกทักษะเพิ่มเติมตามจำนวนที่เหมาะสม ไม่จำเป็นต้องทำหมดทุกข้อ

อุปกรณ์

ในการสอนเนื้อหาบางเรื่อง ที่เกี่ยวกับสิ่งที่จับต้องได้ เช่น ปริมาตรของทรงกระบอก ควรใช้อุปกรณ์ที่หาได้ในท้องถิ่น เช่น กระบอกไม้ไผ่ กระป๋องหรืออาจใช้กระดาษพับเป็นรูปทรงที่ต้องการ

นอกจากอุปกรณ์ดังกล่าวแล้ว แผนภาพ หรือแผนภูมิ ก็นับว่าเป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น

อุปกรณ์ที่จะขาดไม่ได้ คือ ซอล์คสี ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการแสดงขั้นตอนและการแยกประเภท

การวัดผล

เนื้อหาที่จะทดสอบอาจดูได้จากจุดประสงค์ที่มีอยู่ในคู่มือครู ซึ่งมีทั้งจุดประสงค์ประจำหัวข้อและจุดประสงค์ประจำบท

จุดประสงค์ประจำหัวข้อมีไว้เพื่อให้ครูทดสอบเมื่อสอนจบหัวข้อหนึ่งๆ การทดสอบอาจใช้การสังเกต การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด หรือการทดสอบย่อย จุดประสงค์ใดที่ครูเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ผ่านในชั่วโมงต่อไปครูควรนำเนื้อหาในบทเรียนนั้น มาสอนซ่อมเสริมใหม่

จุดประสงค์ประจำบทเป็นจุดประสงค์ปลายทาง ซึ่งจะเป็นข้อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่จะใช้ทดสอบในการวัดผลตามจุดประสงค์นี้ให้วัดโดยใช้แบบทดสอบและได้ให้ตัวอย่างแบบทดสอบไว้ท้ายบทเรียนแต่ละบทในหนังสือคู่มือครูคณิตศาสตร์

จะเห็นว่าในการจัดทำคู่มือครูอาจจัดทำได้หลายรูปแบบซึ่งแล้วแต่จุดประสงค์ของผู้จัดทำว่าต้องการเน้นในเรื่องใด ทั้งนี้คู่มือครูคณิตศาสตร์จะช่วยอำนวยความสะดวกในการเตรียมการสอนของครู และนำไปใช้ สอนนักเรียนได้ตรงตามหลักสูตร ในที่นี้ผู้วิจัยได้สร้างคู่มือครูที่ประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้คู่มือครู และหัวข้อเรื่องของบทเรียน รายละเอียดของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย จำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน จำนวนหน่วยการเรียนรู้ย่อย ชื่อหน่วยการเรียนรู้ย่อย พร้อมด้วยคำอธิบายที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหา หรือแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้

บรรลุผล แนวทางคำตอบของใบงาน และแนวทางคำตอบของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมเสริมซึ่งประกอบด้วย กิจกรรมเสนอแนะ หรือปัญหาชวนคิดต่าง ๆ

3. เอกสารที่เกี่ยวกับความรู้สึกระเบียงปริภูมิ (Spatial Sense)

3.1 ความสำคัญของความรู้สึกระเบียงปริภูมิ

ความรู้สึกระเบียงปริภูมิเป็นความรู้สึกในการหยั่งรู้ของบุคคลที่มีต่อวัตถุต่าง ๆ และองค์ประกอบย่อยของวัตถุเหล่านั้น (NCTM. 1995 : 1) การพัฒนาความสามารถทางด้านการความรู้สึกระเบียงปริภูมิเป็นความสามารถทางสมองซีกขวา ที่ทำให้เกิดจินตนาการ (imagination) การสร้างมโนภาพ ทำให้เกิดความเข้าใจ ในการเปลี่ยนแปลงของวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ (เสาวลักษณ์สมานแก้ว. 2535 : 2 ; ประมวญ ดิคคินสัน. 2535 : 184) สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics : NCTM) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน โดยเฉพาะในส่วนของการเรียนการสอนเรขาคณิต ควรเน้นให้นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์ และ การพัฒนาความรู้สึกระเบียงปริภูมิ (Spatial Sense) ซึ่งจะเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป (วรรณวิภา สุทธิเกียรติ. 2542 : 3; อ้างอิงจาก NCTM. 1989 : 112-115)

นอกจากนี้ ชอว์ (Shaw.1990: 4) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการพัฒนาความรู้สึกระเบียงปริภูมิ และความสามารถเชิงปริภูมิว่าสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมเกี่ยวข้องกับความเป็นจริง และการปรับตัวของผู้คน ถ้าปราศจากความรู้สึกระเบียงปริภูมิและคำศัพท์ที่จะใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ แล้วจะไม่สามารถสื่อสารเกี่ยวกับตำแหน่ง หรือความสัมพันธ์ของวัตถุตั้งแต่สองอย่างขึ้นไปได้ ทั้งยังไม่สามารถให้คำแนะนำรูปเดิม เมื่อมีการแบ่งรูปนั้นออกเป็นส่วนย่อย ๆ และเชื่อมรูปนั้นกับรูปอื่นเข้าด้วยกัน

ความรู้สึกระเบียงปริภูมิมักจะเกี่ยวข้องกับ การรับรู้เชิงปริภูมิ (spatial perception) หรือ การนึกภาพ (spatial visualization) และยังสามารถแสดงถึงจำนวนของความสามารถเชิงปริภูมิ เช่นเดียวกับความสามารถของมโนภาพในการเคลื่อนที่หรือการแทนที่ที่เกิดจากการหมุน (rotating) การพับ (folding) หรือใช้ในการแทนที่ของวัตถุ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 7 ด้าน ดังนี้ (NCTM. 1995 : 1-4)

1. การประสานความเคลื่อนไหวทางสายตา (Eye-Motor Coordination) เป็นความสามารถของความสัมพันธ์ของสายตากับส่วนอื่นๆ ของร่างกาย เมื่อไรก็ตามที่เด็กวิ่ง กระโดด เตะลูกบอล หรือก้าวข้ามไปยังสิ่งกีดขวางสายตาของพวกเขาจะเป็นตัวกำหนดการ

เคลื่อนไหวของเท้า ตา และร่างกายก็จะทำงานไปทั้งคู่ด้วยกันเช่นเดียวกับการสวมเสื้อผ้า การถือจานไปวางบนโต๊ะ หรือเอจานไปเก็บ หรือปิดฝุ่นเฟอร์นิเจอร์

การประสานความเคลื่อนไหวทางสายตาเป็นทักษะที่สำคัญ เพราะเด็กที่มีปัญหาทางทักษะนี้จะพบปัญหาทางด้านการคิด เช่น ถ้าเขาไม่เข้าใจในการลากเส้นเชื่อมจุดในกระดาษจุด (dot paper) พวกเขาจะไม่ตระหนักถึงสมบัติของรูปที่เข้าได้สร้างขึ้น

2. การรับรู้เกี่ยวกับรูปและพื้นหลัง (Figure-ground perception) เป็นการมองเห็นสิ่งที่มีรูปร่างที่เหมือนและตรงกันข้ามจากภาพที่มีความซับซ้อน เช่น เด็กหญิงตัวเล็กๆ ที่กำลังโยน และรับลูกบอลในสนามโรงเรียนสมาธิทั้งหมดของเธอจะอยู่ที่ลูกบอล ในขณะที่สิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น พื้นทราย โรงพลศึกษาที่มีการแข่งขัน หรือเด็กคนอื่นๆ จะไม่ได้อยู่ในความสนใจของเธอ แต่เธอก็สามารถที่จะหลบจากการชนกับเด็กเหล่านั้นได้

3. ความคงตัวในการรับรู้ (Perceptual constancy) คือความสามารถในการจำแนกรูปหรือวัตถุในมิติ ไม่ว่ารูปหรือวัตถุนั้นจะมีขนาดใดหรือตำแหน่งใด เช่น รู้ว่าพื้นโต๊ะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ถึงแม้ว่าในการมองจะอยู่ในมุมที่แสดงให้เห็นว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูก็ตาม ทำนองเดียวกันคนที่คุ้นเคยกับลูกบาศก์บอล ก็จรรู้ว่าลูกบาศก์บอลที่อยู่ห่างออกไป 10 เมตร จะมีขนาดเดียวกับลูกบาศก์บอลที่อยู่ในมือของพวกเขา นั่นคือ ความคงตัวทางด้านขนาด

4. การรับรู้เกี่ยวกับตำแหน่งในมิติ (Position-in-space perception) เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงวัตถุในมิติด้วยตนเอง เด็กจะเป็นศูนย์กลางของมิติ โดยที่พวกเขาจะมองเห็นวัตถุ ทั้งด้านหลัง ด้านหน้า ด้านบน ด้านล่าง และด้านข้าง เด็กที่ฝึกการรับรู้ตำแหน่งของวัตถุในมิติต่าง ๆ จะเป็นประสบการณ์อีกรูปแบบหนึ่งเหมือนกับการอ่าน เขียน และทำเลขยากๆ กิจกรรมที่นำไปสู่การรับรู้ของวัตถุในมิติต่างๆ ได้แก่ การพลิก การหมุน การทำให้วัตถุเปลี่ยนตำแหน่ง รูปภาพที่เห็นในกระจก และการสมมาตร

5. การรับรู้ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงปริภูมิ (Perception of spatial relationships) เป็นความสามารถในการมองวัตถุ 2 สิ่ง หรือมากกว่าในความสัมพันธ์ของตัวเอง หรือความสัมพันธ์กับวัตถุอื่น การดำเนินการในการรับรู้ที่เกี่ยวกับการนึกภาพ (Visual spatial perception operations) จะต้องใช้ความรู้สึกที่มั่นคง (Strong sense) ของส่วนประกอบของตำแหน่งต่าง ๆ โดยการเรียนรู้ปริภูมิ และคำแนะนำอย่างละเอียดที่ทำให้เด็กประมาณลักษณะของสิ่งของ โดยการสร้างจินตนาการทางมิติกับสิ่งของนั้น เด็กจะเห็นความละเอียดอ่อนของสิ่งนั้น ในมุมมองที่มากกว่าสัมผัสด้วยมือธรรมดา

6. การจำแนกทางสายตา (Visual Discrimination) เป็นความสามารถในการแบ่งแยกประเภทของสิ่งของในส่วนที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน ไม่ว่าสิ่งของจะอยู่ในตำแหน่ง

ใด กิจกรรมที่ฝึกทักษะในการพิจารณาแยกประเภทนี้ อาจพิจารณาส่งของ 2 สิ่ง ว่ามีลักษณะเหมือนหรือต่างกัน เป็นการให้รู้จักคัดเลือก แยกประเภท และคุณสมบัติของสิ่งของต่าง ๆ เช่น กระดุม ฝาโอ่ง ใบไม้ หรืออื่น ๆ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เด็กเรียนรู้ และสร้างวิสัยในการพิจารณาแยกประเภทได้ (Hoffer. 1977 อ้างจาก NCTM. 1995 : 3)

7. การมีทัศนสัญญา (Visual Memory) เป็นความสามารถในการนึกแล้วเห็นสภาพเดิมได้ หรือจำได้ว่ามีสิ่งที่กลับกันจากเดิม หรือตำแหน่งเดิม หรือตำแหน่งไม่เหมือนเดิม สามารถเขียนรูปที่ขาดหายไป โดยทั่วไปคน ๆ หนึ่งจะมีประสิทธิภาพในการจำรายละเอียดในภาพได้ 5-7 อย่าง ในการมองวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ และจะจำรายละเอียดที่เด่น ๆ ได้ เราจะต้องค่อย ๆ สังเกตความจำให้ได้ยาวยิ่งขึ้น เพื่อสามารถจดจำสิ่งที่เป็นนามธรรม และจะได้เข้าใจและจดจำสัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้

ความสามารถเชิงปริภูมิไม่เพียงเกิดจากการฝึกทักษะเรขาคณิต แต่อาจเกิดจากการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมในที่ต่าง ๆ เช่น บนพื้นทราย ขณะเล่นน้ำ ขณะทำงานด้านศิลปะ ดนตรี ดังนั้น จึงควรออกแบบกิจกรรมที่จะสร้างประสบการณ์ทางเรขาคณิตให้ง่าย และดีที่สุดสำหรับเด็ก เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถเชิงปริภูมิเหล่านี้ เด็กที่ได้พัฒนาสัมผัสทางมิติจนมั่นคง และเชี่ยวชาญ ทำให้เด็กเกิดความคิดรวบยอดทางภาษาและเรขาคณิตซึ่งจะเป็นการเตรียมการไปสู่การเรียนรู้คณิตศาสตร์ขั้นสูง (NTCM.1989: 48) มิติไม่ได้มีความหมายแค่การวัดความยาว แต่รวมถึงพื้นที่และปริมาตร เด็กเรียนรู้การวัดโดยผสมผสานกันระหว่างสัมผัส (sensory) และทักษะการรับรู้ (Perception skills) กับสิ่งที่ได้เรียนรู้มาทางด้านเรขาคณิต และเลขคณิต

3.2 เรขาคณิตกับความรู้สึกเชิงปริภูมิ

เนื่องจากทุกคนต้องเกี่ยวข้องกับวัตถุรอบ ๆ ตัวในลักษณะของปริภูมิ(Spatial)อยู่เสมอ ดังนั้น นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้สิ่งแวดล้อมที่เต็มไปด้วยวัตถุรูปเรขาคณิต ที่สามารถจับต้องได้ เพื่อเรียนรู้คุณสมบัติทางเรขาคณิตและความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านั้น (กรมวิชาการ. 2544 : 10) สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน ในส่วนของการสอนเรขาคณิต โดยมีจุดมุ่งหมายที่ควรเน้นให้นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์และการพัฒนา ความคิดทางด้านความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial Sense) โดยการสร้าง การวาด การวัด การเปรียบเทียบ การแปลง และการจำแนกรูปเรขาคณิต ซึ่งการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การสื่อสารเพื่อตรวจสอบข้อคาดเดา(Conjecturing) กิจกรรมเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่ส่งเสริมในตัวนักเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเป็นผู้มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematically Literate) คือเป็นผู้มีความสามารถในการสำรวจตั้งข้อคาดเดา ให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล และเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินชีวิต

ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนมีจินตนาการเพื่อแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ เป็นการคิดเพิ่มพูนความรู้ และยังรวมถึงการพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเองที่จะสืบเสาะและเลือกใช้วิธีการที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ซึ่งในระยะยาวท้ายสุดจะส่งผลให้นักเรียนเป็นผู้มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Power) (NCTM.1989: 112-115)

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ

4.1 ความหมายของความสามารถเชิงปริภูมิ

เนื่องจากทางนักวัดผล และนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของคำว่า " Spatial Ability " คือ ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ ส่วนนักคณิตศาสตร์เรียกว่า ความสามารถเชิงปริภูมิ ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า ความสามารถเชิงปริภูมิ แทนคำว่าความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์

นักการศึกษาทั้งต่างประเทศและในประเทศได้ให้ความหมายของความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ ดังนี้

ไมเคิล , ซิมเมอร์แมน และกิลฟอร์ด (Michael, Zimmerman and Guilford. 1951:561-577) ได้แยกองค์ประกอบด้านปริภูมิออกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ ความสามารถด้านการมองมิติที่คงที่หรือภาพความสัมพันธ์ของมิติต่าง ๆ ตามรูปทรงเรขาคณิตทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ และความสามารถด้านการมองภาพมิติที่เคลื่อนที่หรือการเปลี่ยนตำแหน่งเปลี่ยนรูปทรง

เทอร์สโตน (Thurstone. 1958 : 121) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความเข้าใจมนุษย์เกี่ยวกับมิติ ซึ่งเป็นความสามารถทางสมอง ที่จะช่วยให้มนุษย์เกิดจินตนาการและนึกเห็นภาพประกอบต่างๆ เมื่อแยกออกจากกัน สามารถมองเห็นเค้าโครง หรือโครงสร้าง เมื่อเอาส่วนประกอบต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน รวมทั้งทิศทางของสิ่งต่างๆ ที่เปลี่ยนไปด้วย

แมคจี (McGee. 1976 : 126) กล่าวว่า มิติสัมพันธ์ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ การนึกภาพเป็นความสามารถในการมองเห็นวัตถุที่หมุนว่าเป็นอะไร เป็นภาพจินตนาการในความคิดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ส่วนการจัดภาพเป็นความสามารถในการเข้าใจภาพที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบภายใน เช่น การซ้อนภาพ การอ่านแผนที่ เป็นต้น

อนาสตาซี (Anastasi. 1961 : 344) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบที่แตกต่างกัน คือ การรับรู้ด้านทางด้านมิติสัมพันธ์ หรือความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต และการมองเห็นเมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือเปลี่ยนรูป

ชวาล แพรัตกุล (2514 : 65) กล่าวว่าความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์นี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาด และมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความใกล้-ไกล สูงต่ำ และพื้นที่ทรวดทรง ปริมาตร เป็นต้น เป็นความสามารถของสมองที่ช่วยให้เกิดจินตนาการ และมโนภาพนึกเห็นภาพของส่วนประกอบเมื่อถูกแยก และเห็นเค้าโครงสร้างเมื่อนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาผสมเข้าด้วยกัน

วิญญา วิศาลาภรณ์ (2522 : 46) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการมองเห็น หรือมีมโนภาพเกี่ยวกับรูปในมิติต่าง ๆ ทั้งชนิดที่เป็นรูปที่มีความหมายและไม่มีความหมาย ผู้ตอบจะต้องมีมโนภาพได้ว่ารูปทรงจะเปลี่ยนไปเป็นอย่างไรเมื่อรูปที่กำหนดหมุนไป หรือแปลงสภาพไป นอกจากนั้นผู้ตอบจะต้องสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่าง ๆ

ทองหล่อ วิภาวีน (2523 : 73) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการสร้างมโนภาพทำให้เกิดจินตนาการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อแยกสิ่งเหล่านี้ออกจากกันและเห็นเค้าโครงเมื่อนำสิ่งเหล่านั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ฉะนั้นสมรรถภาพสมองด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงมิติต่าง ๆ ได้แก่ รูปร่าง ความสูงต่ำ ใกล้-ไกล พื้นที่ ปริมาตร

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ (2528: 147) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นและเข้าใจความสัมพันธ์ด้านมิติ (space) ต่าง ๆ ระหว่างความกว้าง ความยาว ความสูง ความลึก จุด เส้น ความซับซ้อนของรูปที่เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต ตลอดจนปริมาตร และขนาด การกระระยะได้ถูกต้อง สามารถใช้จินตนาการในการรวมหรือแยกส่วนต่าง ๆ ได้

วรวรรณ เหมชะญาติ (2536 : 14) ได้ให้ความหมายของความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการคิดมโนภาพที่คาดว่าจะรับรู้ในเรื่องขนาด รูปร่าง และตำแหน่ง ทิศทางของวัตถุในลักษณะของวัตถุใดวัตถุหนึ่งคงที่ ลักษณะของวัตถุสองสิ่งที่มีความสัมพันธ์กัน ลักษณะของวัตถุในวัตถุหนึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนมุมมอง ลักษณะของวัตถุใดวัตถุหนึ่งเมื่อมีการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น

เสาวลักษณ์ สมานแก้ว (2539 : 10) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองเห็น การเข้าใจ การจำแนก การจินตนาการเกี่ยวกับมิติต่าง ๆ เช่น รูปร่าง ขนาด ทรวดทรง พื้นที่ ปริมาตร ความสูง-ต่ำ ใกล้-ไกล และเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของภาพต่าง ๆ แม้ว่าภาพนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปแบบใหม่แล้วก็ตาม

อุทัยวรรณ สายพัฒนะ (2539 : 11) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลในการรับรู้ และเข้าใจถึงขนาด และมิติต่าง ๆ ของ

วัตถุหรือรูปทรงต่าง ๆ ที่คงที่หรือเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนรูปทรง ทั้งในลักษณะ 2 มิติ และ 3 มิติ ซึ่งอาจใช้องค์ประกอบทางด้านจินตนาการร่วมด้วย

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2542 : 9) กล่าวถึง ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์สรุปได้ว่าเป็นความสามารถในการสร้างภาพ 3 มิติ ที่มองเห็นรอบ ๆ ตัวให้เกิดขึ้นในใจของตนเอง รับรู้เกี่ยวกับสี เส้น พื้นที่ รูปร่าง เนื้อที่ หรือความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนความสามารถที่จะมองเห็นและแสดงออกในสิ่งที่เห็น

พิชากร แปลงประสพโชค (2543 :1) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์เป็นการประสานงานของการเห็นภาพและการทำงานของสมองอย่างเป็นระบบเหมาะสมจะทำให้รับรู้โลกแห่งการมองเห็น และเรียนรู้ความหมายที่รับรู้เป็นสิ่งเปรียบเทียบไปใช้งานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เราสามารถเคลื่อน หมุน พลิกรูป ขยาย ย่อรูป โนมโนภาพได้ทั้งยังสร้างภาพจากประสบการณ์เดิมได้โดยไม่ต้องใช้สื่อชักนำ

ล้วน สายยศ (2543 : 22-23) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์หมายถึง ความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการ คือ ขนาด และมิติต่าง ๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียวกัน และหลายระนาบ และยังคลুমได้ถึงการมองภาพต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ้อนอยู่ภายใน ตลอดจนถึงการแยกภาพประกอบภาพ รวมถึงความสามารถในการจำแนกตำแหน่ง ที่อยู่ เช่น บน ล่าง ซ้าย ขวา และระยะทางใกล้หรือไกล

จากความหมายของความสามารถเชิงปริภูมิ สรุปได้ว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการมองเห็น การรับรู้ การเข้าใจ การจำแนก ในเรื่องของขนาด ของวัตถุหรือรูปทรง ทิศทางของวัตถุทั้งในวัตถุที่คงที่ หรือวัตถุที่เคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนตำแหน่ง ทั้งในลักษณะ 2 มิติ และ 3 มิติ และรวมถึงการใช้ความสามารถทางจินตนาการ เมื่อนำมาประกอบหรือแยกส่วนออกจากกันได้

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ

ในการศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองของมนุษย์นั้น มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้ศึกษาและตั้งทฤษฎีขึ้นมาแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเชื่อและการศึกษาค้นคว้าของแต่ละคนเป็นสำคัญ ซึ่งทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิมีอยู่ด้วยกัน 3 ทฤษฎี คือ

1. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multi-Factor Theory)

ผู้นำทฤษฎีนี้คือ เฮอร์สโตน (Thurstone) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ เมื่อปี ค.ศ. 1983 พบว่า ความสามารถพื้นฐานทางสมอง (Primary Mental Abilities) ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ดังนี้ (Anastasi. 1961 : 336-368)

1.1 องค์ประกอบด้านความเข้าใจภาษา (Verbal Comprehension : V) เป็นสมรรถภาพด้านความเข้าใจในการอ่าน อุปมาอุปไมยภาษา การจัดเรียงประโยค การจัดคู่ของคำพ้องหรือคำถาม ซึ่งสามารถวัดด้วยแบบทดสอบด้านภาษา

1.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency : W) เป็นความสามารถเกี่ยวกับการนำเอาตัวอักษรมาผสมผสานสร้างคำ หาคำที่มีเสียงพ้อง บอกชื่อคำตามที่กำหนด เช่น ชื่อเด็กหญิงที่ขึ้นต้นด้วยตัว P

1.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number : N) เป็นสมรรถภาพสมองในการมองเห็นความถูกต้องในการคำนวณเลขคณิต โดยการให้บวก ลบ คูณ และหารในวิชาเลขคณิต

1.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space : S) เป็นสมรรถภาพสมองในการมองเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต ระหว่าง จุด เส้น ความกว้าง ความยาว ความสูง ไกล ใกล้ และสมรรถภาพในการมองเห็นการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่หรือการแปลงรูป

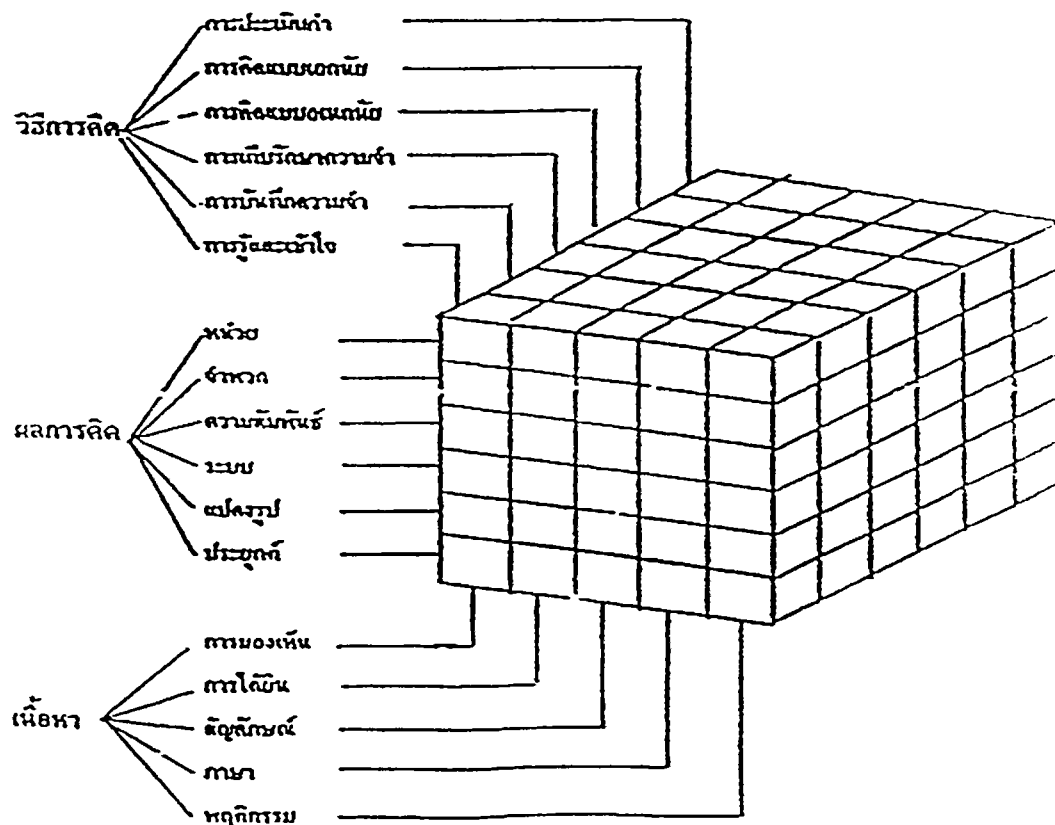
1.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Associative Memory : M) เป็นสมรรถภาพในการท่องจำ ระลึกเรื่องราว เหตุการณ์ และสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

1.6 องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perception Speed : P) เป็นสมรรถภาพสมองในการมองเห็นความแตกต่าง ความเหมือนของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

1.7 องค์ประกอบด้านเหตุผลทั่วไป (General Reasoning : R) บางที่ใช้ Induction : I เป็นองค์ประกอบที่มีความหมายยังไม่แจ่มชัดนัก เซอร์สโตนมององค์ประกอบทางด้านรูปของการให้เหตุผล แบบอุปมาอุปไมย ในระยะหลังผู้ศึกษาเรื่องนี้มองเห็นสมรรถภาพทางด้านนี้สามารถวัดได้ด้วยเหตุผลทางตรรกศาสตร์

2. ทฤษฎีโครงสร้างเชาว์ปัญญา (The Structure of Intellect)

กิลฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างเชาว์ปัญญาที่เรียกว่า Structure of Intellect หรือ Three - Dimensional model of the Structure of Intellect กิลฟอร์ดได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะโดยจัดระบบคุณลักษณะให้อยู่ในรูปแบบใหม่เป็นลูกบาศก์รวมกัน 120 องค์ประกอบ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541: 48) ต่อมาพบว่าในส่วนของภาพ (Figural) แบ่งออกเป็น การมองเห็น (Visual) และการได้ยิน (Auditory) ส่วนที่เป็นความจำ (Memory) แบ่งออกเป็น การบันทึกความจำ (Memory Recording) และ การเก็บรักษาความจำ (Memory Retention) แบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญาที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ประกอบด้วย มิติที่ 1 คือ วิธีการคิด 6 แบบ มิติที่ 2 คือ เนื้อหา 5 แบบ มิติที่ 3 คือ ผลของการคิด 6 แบบ ซึ่งนับองค์ประกอบรวมกันได้ 180 องค์ประกอบ ดังรูป (Guilford.1988:1-4)



ภาพประกอบ 2 แบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญาตามทฤษฎีโครงสร้างเชาวันปัญญาของ กิลฟอร์ด

มิติที่ 1 การคิด (Operations) เป็นกิจกรรมทางสมองที่สำคัญเป็นการรวบรวมข้อมูลข่าวสารที่ได้รับและพยายามเข้าใจความหมายประกอบด้วย

1.1 การรับรู้และเข้าใจ (Cognition) หมายถึง การที่คนเราสามารถค้นพบรู้จักสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ตัว และมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ

1.2 การบันทึกความจำ (Memory Recording) หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ที่เก็บสะสมความรู้ หรือข้อมูลต่างๆ ที่รู้จักไว้สามารถที่จะระลึกออกมาในรูปแบบที่ต้องการได้

1.3 การเก็บรักษาความจำ (Memory Retention) หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ที่จำสิ่งที่ผ่านมาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

1.4 การคิดเอนกนัย (Divergent thinking) เป็นการคิดที่เน้นความคิดใหม่ๆ ที่น่าจะเป็นไปได้หลายแบบ ความคิดประเภทนี้มีความสำคัญต่อความคิดสร้างสรรค์ เช่น ถามว่าการออกกำลังกายมีประโยชน์อย่างไร ซึ่งอาจมีหลายคำตอบ แต่ถ้าตอบได้หลายคำตอบและถูกต้องมาก แสดงว่ามีความสามารถในการคิดแบบเอนกนัย

1.5 การคิดเอกนัย (Convergent thinking) เป็นการคิดที่เน้นเรื่องความถูกต้องของคำตอบที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด ตัวอย่างเช่น $2 \times 2 = 4$

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) การตัดสินใจโดยถือ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และความพึงปรารถนาเป็นเกณฑ์

มิติที่ 2 เนื้อหา (Content) เป็นการจัดจำพวกหรือประเภทของข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ปรากฏด้วยระบบประสาทสัมผัสทั้งหลายแล้วบุคคลสามารถแยกแยะเพื่อจะรับรู้แบ่งออกเป็น 5 จำพวก คือ

2.1 การมองเห็น (Visual) หมายถึง สิ่งเร้าที่มีรูปร่างแน่นอนและสามารถรับรู้ด้วยการสัมผัส เช่น การมองเห็น หรือการจับต้องได้

2.2 การได้ยิน (Auditory) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นเสียงที่สัมผัสได้ทางหู เช่น เสียงดนตรี การพูดคุย

2.3 สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายหรือสัญญาณต่างๆ เช่น โน้ตดนตรี เครื่องหมายต่างๆ

2.4 ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่มักจะอยู่ในรูปความหมายซึ่งแทนด้วยถ้อยคำหรือรูปภาพที่มีความหมาย

2.5 พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่ได้จากกิริยาท่าทางที่ใช้ในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ประกอบด้วยทัศนคติ ความต้องการอารมณ์ ความตั้งใจของบุคคลที่มีส่วนร่วมในการปฏิสัมพันธ์

มิติที่ 3 ผลการคิด (Products) เป็นแบบต่างๆ ที่ใช้ในการคิดประกอบด้วย

3.1 แบบหน่วย (Units) หมายถึง สิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รวมตัวสมบูรณ์ เป็นหน่วยที่มีลักษณะเฉพาะตัว เช่น "I" เป็นหน่วยสัญลักษณ์ เป็นต้น

3.2 แบบกลุ่ม (Classes) หมายถึง กลุ่มของหน่วยต่างๆ ที่มีคุณสมบัติร่วมกัน ยกตัวอย่าง "นก" "ปลา" เป็นชื่อของสัตว์ที่มีลักษณะร่วมกันหลายอย่าง

3.3 แบบความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึงการเชื่อมโยงของหน่วยหรือจำพวกของข้อมูลข่าวสาร หรือหลักการและกฎเกณฑ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอด ตัวอย่างเช่น จำนวนของที่ประกอบด้วย 5 ชิ้น จะมากกว่าของที่ประกอบด้วย 2 ชิ้น

3.4 แบบระบบ (Systems) หมายถึงโครงสร้าง หรือการรวมหน่วยจำพวกของข้อมูลข่าวสารหรือการแสดงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของส่วนประกอบ ซึ่งอาจจะเป็นทฤษฎี กฎเกณฑ์หรือหลักการ

3.5 แบบการแปลงรูป (Transformations) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของข้อมูลข่าวสาร เป็นต้นว่าการให้คำจำกัดความใหม่หรือการคิดแปลงข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่แล้วเสียใหม่ ตัวอย่างเช่น เด็กเล็กถูกตีโดยเด็กโตเป็นเด็กโตตีเด็กเล็ก

3.6 แบบการประยุกต์ (Implications) หมายถึงการอธิบายหรือเปรียบเทียบข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่ในรูปของการคาดคะเนหรือการทำนาย

ทฤษฎีเชาวันปัญญาของกิลฟอร์ด จึงประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ 3 มิติ กิลฟอร์ดได้สร้างค่าการวัดความสามารถต่างๆ ตัวอย่างเช่น คำถามเพื่อวัดความสามารถเกี่ยวกับความคล่องในการใช้คำ (Word Fluency) ของกิลฟอร์ด ซึ่งประกอบด้วยวิธีการคิด อเนกนัย (Divergent Thinking) เนื้อหา (Content) สัญลักษณ์ (Symbolic) และผลผลิตหน่วย (Units) กิลฟอร์ด จะให้เขียนคำที่ขึ้นต้นด้วยตัว "r" และลงท้ายด้วยตัว "m" ให้มากที่สุดหรือให้คิดคำที่คล้องกับคำว่า "Room" นอกจากการคิดคำถาม เพื่อวัดความสามารถตามทฤษฎีที่ตั้งไว้ การสร้างแบบทดสอบเชาวันปัญญาของกิลฟอร์ดนั้นได้ปฏิบัติตามหลักของการสร้างแบบทดสอบที่ดีอย่างเคร่งครัด คือ เป็นแบบทดสอบที่มีความตรง (Validity) และความเที่ยง (Reliability) สูง

3. ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligence)

ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligence) ของ โฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) เชื่อว่า เชาวันปัญญาเป็นสิ่งที่ไม่คงที่เปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนี้ยังเป็นสิ่งที่จะพัฒนาการได้ด้วยการอบรมหรือฝึกฝน การ์ดเนอร์ได้ให้ความหมายของเชาวันปัญญา คือความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่างๆ และการผลิตผลงานต่างๆ ซึ่งขึ้นกับวัฒนธรรมของแต่ละแห่ง (สรวงศ์ โค้วตระกูล.2545:120) การ์ดเนอร์ได้จำแนกความสามารถหรือปัญญา (Intelligence) ของมนุษย์ออกเป็น 8 ด้าน คือ (อารี สัณหฉวี.2540:1-2)

1. ปัญญาด้านภาษา (Linguistic Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการใช้ภาษา ไม่ว่าจะเป็น การพูด เช่น นักเล่านิทาน นักพูด นักการเมือง หรือการเขียน เช่น กวี นักเขียนบทละคร บรรณาธิการ นักหนังสือพิมพ์ ปัญญาทางด้านนี้ยังรวมถึงความสามารถในการ

จัดกระทำเกี่ยวกับโครงสร้างของภาษา เสียง ความหมาย และเรื่องเกี่ยวกับภาษา เช่น สามารถใช้ภาษาในการหว่านล้อม อธิบาย และอื่น ๆ

2. ปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical – Mathematical Intelligence) เป็นความสามารถสูงในการใช้ตัวเลข เช่น นักบัญชี นักคณิตศาสตร์ นักสถิติ และผู้ให้เหตุผลดี เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักตรรกศาสตร์ นักจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ปัญญาทางด้านนี้ยังรวมถึงความไวในการเห็นความสัมพันธ์ แบบแผน ตรรกวิทยา การคิดเชิงนามธรรมและการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (cause – effect) และการคิดคาดการณ์ (if – then) วิธีการที่ใช้ได้แก่ การจำแนกประเภท การจัดหมวดหมู่ การสันนิษฐาน สรุปคิดคำนวณ และตั้งสมมติฐาน

3. ปัญญาทางด้านมิติ (Spatial Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการมองเห็นพื้นที่ ได้แก่ นายพราน ลูกเสือ ผู้นำทาง และสามารถปรับปรุงและคิดวิธีการใช้พื้นที่ได้ดี เช่น สถาปนิก มัณฑนากร ศิลปิน นักประดิษฐ์ ปัญญาทางด้านนี้รวมถึงความไวต่อสี เส้น รูปร่าง เนื้อที่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านี้ นอกจากนี้ยังหมายถึงความสามารถที่จะมองเห็นและแสดงออกเป็นรูปร่างถึงสิ่งที่เห็น และความคิดเกี่ยวกับพื้นที่

4. ปัญญาทางด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily – Kinesthetic Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการใช้ร่างกายของตนแสดงความคิด ความรู้สึก ได้แก่ นักแสดง นักแสดงท่าไม้ นักกีฬา นาฏกร นักฟิสิกส์ และความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์ เช่น นักปั้น ช่างแกะสลัก คัลยแพทย์ ปัญญาทางด้านนี้รวมถึงทักษะทางกาย เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ความยืดหยุ่น ความประณีต และความไวทางประสาทสัมผัส

5. ปัญญาทางด้านดนตรี (Musical Intelligence) คือ ความสามารถสูงทางด้านดนตรี ได้แก่ นักดนตรี นักแต่งเพลง นักวิจารณ์ดนตรี ปัญญาทางด้านนี้รวมถึงความไวในเรื่องจังหวะ ทำนองเสียงตลอดจนความสามารถในการเข้าใจและวิเคราะห์ดนตรี

6. ปัญญาทางด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการเข้าใจ อารมณ์ ความรู้สึก ความคิด และเจตนาของผู้อื่น ทั้งนี้รวมถึงความไวในการสังเกตน้ำเสียง ใบหน้า ท่าทางทั้งยังมีความสามารถสูงในการรู้ถึงลักษณะต่างๆของสัมพันธภาพของมนุษย์และสามารถตอบสนองได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เช่นสามารถทำให้บุคคลหรือกลุ่มบุคคลปฏิบัติตาม

7. ปัญญาทางด้านตนหรือการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการรู้จักตนเอง และสามารถประพฤติปฏิบัติตนได้จากความรู้จักตนนี้ ความสามารถในการรู้จักตน ได้แก่ รู้จักตัวเองตามความเป็นจริง เช่น มีจุดอ่อน จุดแข็งเรื่องใด มีความรู้เท่าทันอารมณ์ ความคิด ความปรารถนาของตน มีความสามารถที่จะฝึกตนเอง และเข้าใจตนเอง

8. ปัญญาทางด้านนักธรรมชาติวิทยา (Naturalist Intelligence) คือ ความสามารถในการรู้จักธรรมชาติของพืชและสัตว์ สามารถจัดจำแนกประเภท (ชาร์ลส์ ดาร์วิน เป็นผู้หนึ่งที่มีปัญญาทางด้านนี้สูง)

จากทฤษฎีดังกล่าวข้างต้นประกอบด้วยทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสามารถทางสมองของมนุษย์ ในการมองเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตในด้านขนาดและมิติต่าง ๆ เป็นต้น ทฤษฎีโครงสร้างเชาว์ปัญญาของกิลฟอร์ด สามารถวัดความสามารถได้ถึง 180 องค์ประกอบ และองค์ประกอบที่กล่าวถึงมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เช่นความสามารถในการรู้ และเข้าใจด้านการมองภาพเกี่ยวกับการแปลงรูป (CFT) เป็นต้น และทฤษฎีสุดท้ายที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ คือ ทฤษฎีเชาว์ปัญหาลากหลายของการ์ดเนอร์ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นหนึ่งในเชาว์ปัญญา 8 ด้าน ซึ่งทฤษฎีนี้ จะส่งผลให้สามารถรับรู้ภาพและการเปลี่ยนการรับรู้เมื่อรูปทรงการเปลี่ยนแปลงไป จะเห็นว่าทั้งสามทฤษฎีล้วนเกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ

4.3 รูปแบบและแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ

มีนักวัดผล และนักจิตวิทยาหลายท่านได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์แบ่งแยกรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตนไว้ต่าง ๆ กันหลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้

รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิของนักวัดผล และนักจิตวิทยาในประเทศ

สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2518: 45-52) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ มีอยู่หลายแบบ แต่ที่นิยมใช้กันมากมี 6 รูปแบบ คือ การหมุนภาพบนพื้นระนาบ แบบซ้อนรูป แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบนับบล็อก และแบบเติมภาพ

วิเชียร เกตุสิงห์ (2520:139-143) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบซ้อนรูป แบบซ้อนรูป แบบตัดรูป แบบต่อรูป แบบหมุนรูป แบบอนุกรมมิติ และแบบพับกล่อง

วิญญา วิศาลาภรณ์ (2522: 46-50) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบหมุนหรือเลื่อนรูป แบบตัดรูป แบบต่อรูป แบบซ้อนรูป แบบซ้อนรูป แบบพับกระดาษ และแบบพับกล่อง

ทองหล่อ วิภาวีน (2524: 73-81) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบซ่อนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบพับรูป และแบบพับกระดาษ

บุญชม ศรีสะอาด (2526: 53-56) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 9 รูปแบบ คือ แบบตัดกระดาษ แบบซ่อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบซ่อนภาพ แบบต่อภาพ แบบหาด้านตรงข้าม และแบบแยกภาพ

ไพศาล หวังพานิช (2526: 135-141) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 10 รูปแบบ คือ แบบซ่อนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบต่อภาพ แบบประกอบภาพ แบบเติมภาพหรือเติมสี่เหลี่ยม (Completing Square) แบบลบภาพ แบบคลี่ภาพ แบบพับกล่อง และแบบตัดกระดาษ

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2526: 9-11) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 8 รูปแบบ คือ แบบหมุนภาพบนพื้นระนาบ แบบซ่อนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบยุบรวมภาพ แบบปริมาตร แบบนับบล็อก แบบประกอบภาพให้เป็นจตุรัส และแบบสะกดรอย

อเนก เพียรอนุกุลบุตร (2527: 121-138) กล่าวถึงรูปแบบที่สำคัญในการทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ คือ แบบหมุนภาพบนพื้นระนาบ (Figure Rotation) แบบซ่อนภาพ (Hidden Figure) แบบซ่อนภาพ (Pattern Synthesis) แบบแยกภาพ (Figure Dividing) แบบพับกระดาษ (Paper Folding) แบบวาดกลับกัน (Reverse Drawing) แบบเงื่อนไข (Conditions) แบบภาคตัดขวางวัตถุ (Cross-section of solid) แบบเติมจตุรัส (Square Completion) แบบจับคู่ชิ้นส่วนกับภาพ (Matching Parts and Figures) แบบสร้างผิวหน้า (Surface Development) แบบนับบล็อก (Block Development) แบบสร้างสมการ (Form Equation) แบบเติมกระสวน (Pattern Completion) แบบลอกภาพ (Copying) แบบมองวัตถุจากด้านบน (Projection of Solid) แบบรู้มุมวัตถุ (Angle Recognition) แบบการรวมองค์ประกอบ (Assembly) แบบรอยวัตถุ (Trace Recognition) และแบบตัดต่อจตุรัส

สุศักดิ์ อมรัตน์ศักดิ์ (2530: 200-213) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 8 รูปแบบ คือ แบบซ่อนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบแยกภาพ แบบประกอบภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบตัดกระดาษ และแบบพับกล่อง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541: 79-87) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 10 รูปแบบ คือ แบบซ่อนภาพซึ่งแยกเป็นแบบซ่อนเดียวกับแบบซ่อนคงที่ แบบทดสอบซ่อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบ

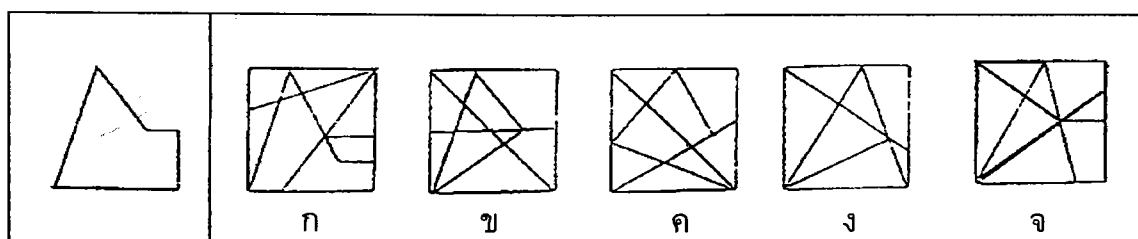
ต่อภาพ แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ แบบทดสอบภาพตัดกระตาช แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ และแบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

ตัวอย่าง ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ในประเทศที่มีชื่อเสียงและนิยมใช้กันในปัจจุบัน (ล้วน สายยศ . 2541 : 149 -160)

(1) แบบซ่อนภาพ ข้อสอบแต่ละข้อมุ่งวัดความสามารถในการค้นหาภาพที่กำหนดให้ว่าไปซ่อนอยู่ ณ ที่ใดในภาพสถานการณ์อื่นๆ คนที่มีความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ จะค้นหาสิ่งที่ต้องการในกองอื่นๆ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ก) แบบซ่อนเดี่ยว หมายความว่าข้อเดียวมีภาพที่กำหนดให้เพียงภาพเดียว แล้วนำภาพนั้นไปซ่อนในตัวเลือกว่าหนึ่งที่ถูก ส่วนตัวลวงต้องพยายามหาภาพที่คล้ายๆ ภาพที่กำหนดให้มากที่สุดซ่อนเอาไว้ เพื่อให้ข้อสอบยากขึ้นในตัวเลือกว่าจะต้องขีดเส้นผ่านไปตามด้วยจึงจะดี ดังภาพประกอบ 3

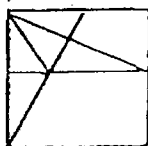
คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าภาพใดจาก ก - จ มีภาพที่มีรูปร่าง ขนาด ทิศทางเช่นเดียวกับภาพทางซ้ายมือที่กำหนดให้ซ่อนอยู่



ภาพประกอบ 3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ

ข) แบบซ่อนคงที่ วิธีการออกข้อสอบแบบนี้กำหนดแบบที่จะซ่อนคงที่ 5 ตัว หรือ 4 ตัว แล้วแต่ความต้องการ แล้วเขียนข้อสอบเป็นชุด ๆ ดังภาพประกอบ 4

คำชี้แจง ใช้ภาพที่กำหนดให้ ก ข ค ง และ จ ไปพิจารณาดูในข้อสอบแต่ละข้อว่ามี ภาพใดซ้อนอยู่ ภาพที่ซ้อนอยู่นั้นมีขนาดและทิศทางเหมือนเดิมทุกประการ



ก

ข

ค

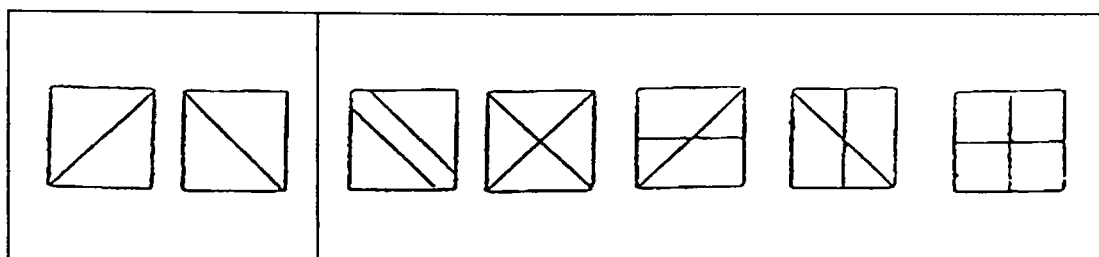
ง

จ

ภาพประกอบ 4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนคงที่

(2) แบบซ้อนภาพ ข้อสอบแต่ละข้อมักจะใช้วิธีกำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 2 ภาพ แล้วถามว่าถ้าเอาภาพ 2 ภาพนี้ซ้อนทับกันจะเป็นภาพอะไร การซ้อนภาพไม่นิยมซ้อนแบบบิดไปบิดมาเป็นมุมต่างๆ มักนิยมซ้อนกันตรงไปตรงมาตามตำแหน่งเดิม ดังภาพประกอบ 5

คำชี้แจง ให้พิจารณา 2 ภาพทางซ้ายมือ ซ้อนกันแล้วจะเป็นภาพใดจาก ก - จ



ก

ข

ค

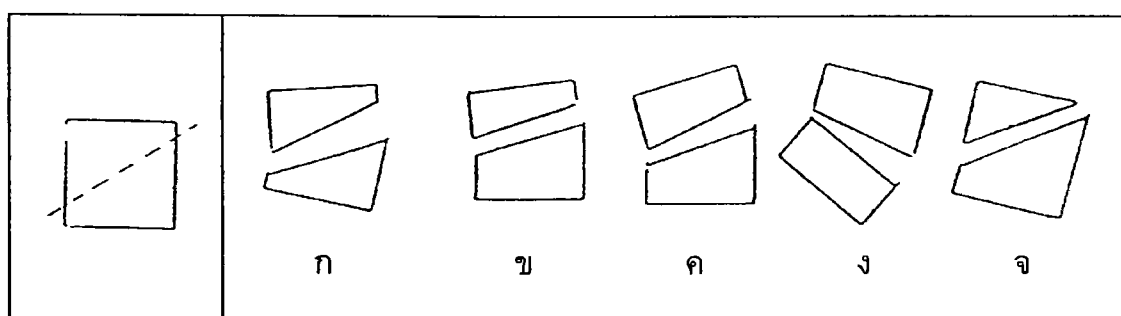
ง

จ

ภาพประกอบ 5 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ

(3) แบบแยกภาพ แบบทดสอบประเภทนี้มุ่งวัดความสามารถในการพิจารณาแยกภาพที่กำหนดให้ว่าถ้าแยกแล้วจะได้แก่กลุ่มใด วิธีสร้างข้อสอบมักกำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 1 ภาพ แล้วลากเส้นประไว้ให้ทราบว่าจะแยกตามเส้นนั้น ส่วนตัวเลือกจะเป็นประกอบที่แยกออกวางเรียงให้อยู่ในลักษณะต่างๆ กัน ดังภาพประกอบ 6

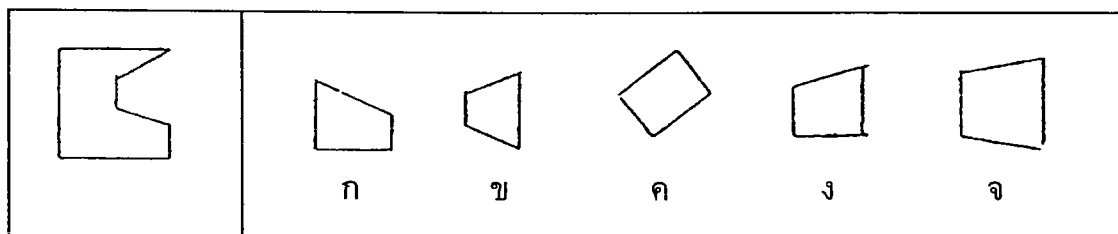
คำชี้แจง จงพิจารณา ภาพที่ให้มาเมื่อแยกเป็นชิ้นส่วนแล้ว จะตรงกับข้อใดโดยภาพชิ้นส่วนที่แยกออกจะมีขนาดและทิศทางเท่าเดิม



ภาพประกอบ 6 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ

(4) แบบต่อภาพ แนวความคิดของแบบทดสอบชนิดนี้คล้ายๆ กับแบบทดสอบแยกภาพ แต่ที่แตกต่างชัดเจนก็ตรงที่กำหนดภาพทางซ้ายมือให้เป็นแบบไม่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเลือกภาพทางขวามือซึ่งเป็นตัวเลือกเอามาประกอบ หรือต่อดูว่าจะเป็นรูปใดจึงจะทำให้ภาพทางซ้ายมือเป็นรูปสมบูรณ์แบบ ตัวแบบมักจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือวงกลมเป็นส่วนใหญ่ แต่ถ้าใช้แบบใดก็ควรอธิบายให้ผู้ตอบเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งมิฉะนั้นจะไม่รู้ว่าให้ประกอบเป็นภาพอะไร ดังภาพประกอบ 7

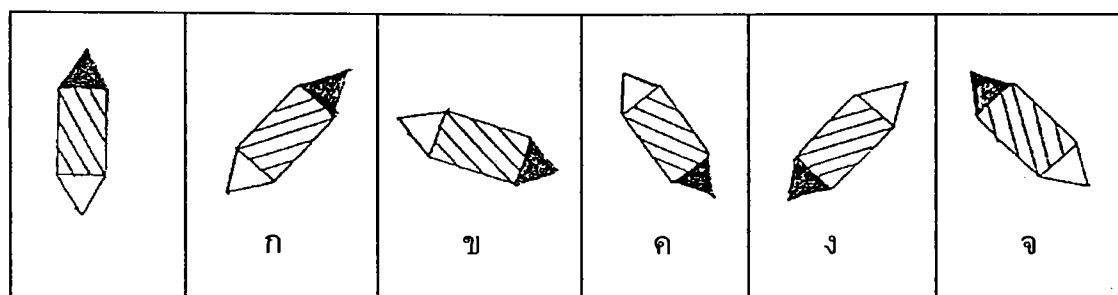
คำชี้แจง ให้พิจารณาว่า ภาพใดจาก ก - จ เมื่อต่อกับภาพทางซ้ายมือที่กำหนดให้จะได้ภาพที่สมบูรณ์



ภาพประกอบ 7 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ

(5) แบบหมุนภาพ แบบทดสอบแบบนี้กำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ แล้วสร้างเงื่อนไขว่าจะหมุนภาพไปทางใดต้องบอกไว้ให้ชัดเจน เช่น บอกว่าหมุนภาพที่กำหนดให้ไปตามแนวการหมุนของเข็มนาฬิกาหรือจะบอกว่าหมุนทวนเข็มนาฬิกาก็ได้ แบบทดสอบนี้ของเทอร์สโตนสามารถให้มีได้หลายคำตอบ แต่ในที่นี้ให้พยายามสร้างให้มีโอกาสถูกคำตอบเดียว การตรวจจะได้สะดวก ดังภาพประกอบ 8

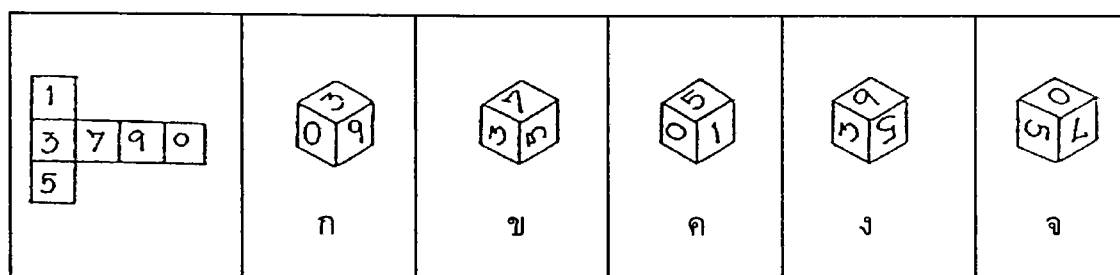
คำชี้แจง จงพิจารณาว่าภาพในข้อใด เกิดจากการหมุนภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือเมื่อหมุนตามเข็มนาฬิกา (กัลยาณี อุกฤษ.2542 : 45)



ภาพประกอบ 8 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

(6) แบบประกอบภาพสามมิติ แบบทดสอบประเภทนี้จะมีภาพทางซ้ายมือซึ่งเป็นแบบระนาบหรือแบบมิติเดียวให้ดูก่อน ซึ่งส่วนใหญ่สมมติให้เป็นแผ่นกระดาษหรืออะไรทำนองนั้น แล้วให้ผู้สอบพับเป็นกล่องสามมิติ ซึ่งจริงๆ ผู้เขียนข้อสอบพับเป็นกล่องให้แล้ว ในตัวลองเพียงแต่ให้ผู้สอบใช้จินตนาการว่าข้อใดพับแล้วถูกต้อง แบบนี้เป็นแนวข้อสอบมิติสัมพันธ์ของดีเอที (DAT) ดังภาพประกอบ 9

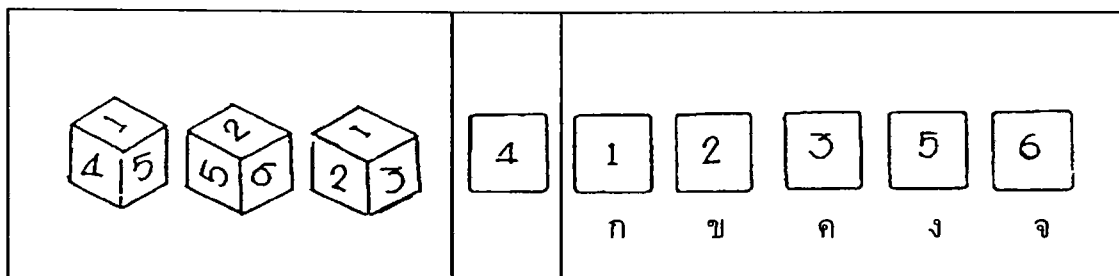
คำชี้แจง ให้พิจารณาว่ากล่องใดจาก ก – จ เป็นกล่องที่เกิดจากการพับกระดาษที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ (กัลยาณี อุกฤษ. 2542 : 145)



ภาพประกอบ 9 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพสามมิติ

(7) แบบการหาตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบนี้จะต้องอาศัยเหตุผลเข้าช่วยในการพิจารณาว่า ลูกบาศก์ที่ให้ไว้แต่ละหน้าจะมีสัญลักษณ์อะไร วิธีเขียนคือ กำหนดลูกบาศก์ให้ไว้ก่อน 3 ลูก แล้วถามว่าด้านตรงข้ามกับเครื่องหมายที่ให้ไว้เป็นเครื่องหมายอะไร

คำชี้แจง โจทย์จะกำหนดภาพทางซ้ายมือมาให้ 3 ภาพ จงพิจารณาว่าด้านใดจาก ก – จ เป็นด้านตรงข้ามกับด้านที่อยู่ในกรอบสี่เหลี่ยม (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ . 2541 : 361)

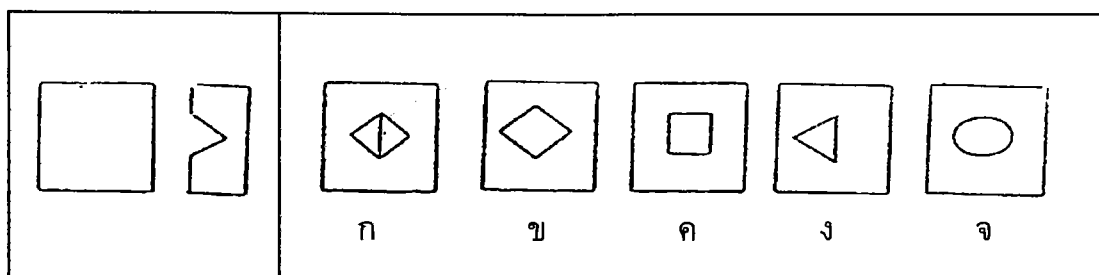


ภาพประกอบ 10 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบการหาตรงข้ามจากลูกบาศก์

(8) แบบภาพตัดกระดาษ แบบทดสอบประเภทนี้อาศัยจินตนาการจากการเอากระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มาพับกลางแล้วตัดส่วนที่พับนั้นออกแล้ว ถ้าตัดออกมาแล้วน่าจะมีรูปแบบใด ดังภาพประกอบ 11

คำชี้แจง ภาพทางซ้ายมือนี้ ถ้าพับและตัดตามเสร็จแล้ว เมื่อกางออกจะเป็นภาพใด

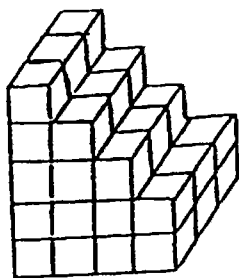
(ล่วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 159)



ภาพประกอบ 11 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบภาพตัดกระดาษ

(9) แบบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบประเภทนี้เป็นภาพสามมิติเหมือนกัน เกิดจากการนำเอาลูกบาศก์มากองซ้อนทับกันโดยให้เห็นเป็นบางส่วน แล้วให้ผู้สอบตอบโดยการใช้อจินตนาการนับจำนวนลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง ซึ่งก็ถือว่าเป็นแนวการวัดทางมิติสัมพันธ์แบบหนึ่งเหมือนกัน ดังภาพประกอบ 12

คำชี้แจง จงนับจำนวนลูกบาศก์ที่กำหนดให้ ว่ามีจำนวนเท่าใด (ล่วน สายยศ และอังคณา สายยศ . 2541 : 366)

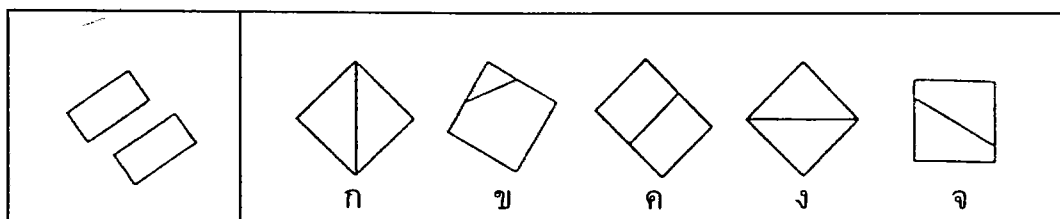


- ก. 36
- ข. 37
- ค. 42
- ง. 45
- จ. 48

ภาพประกอบ 12 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์

(10) แบบประกอบส่วนย่อย แบบทดสอบลักษณะนี้โจทย์จะกำหนดส่วนประกอบย่อยๆ มาให้ แล้วถามว่าถ้าเอาส่วนประกอบย่อยมาประกอบรวมกันโดยถูกวิธีแล้วจะได้เป็นรูปใดมีได้ทั้งภาพเหมือนและภาพทรงเรขาคณิต ภาพเหมือนอาจจะเป็นส่วนประกอบของเครื่องยนต์หรืออะไรก็ได้ส่วนภาพทรงเรขาคณิตแล้วแต่จะวาด ดังภาพประกอบ 13 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541:160)

คำชี้แจง จงพิจารณาว่า ถ้านำภาพทางซ้ายมือมาประกอบแล้ว จะมีรูปภาพดังภาพใดในตัวเลือก ก - จ



ภาพประกอบ 13 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบส่วนย่อย

รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิของนักวัดผล และนักจิตวิทยาต่างประเทศมีดังต่อไปนี้

เบน-เชม, ลัพเพน และฮวง (Ben-Chaim, Lappan and Houang.1988: 55-57) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 3 รูปแบบ คือ แบบรูประนาบ 2 มิติ (Two Dimension Flat View) แบบรูปทรง 3 มิติ (Three Dimension Corner View) และแบบรูปแปลน (Map Plan) ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบสามารถแยกย่อยออกได้อีก 10 ชนิด คือ แบบทดสอบบ่งชี้สภาพเมื่อกำหนดด้าน 3 ด้าน ให้แบบทดสอบหาด้านข้างจากรูปแปลน แบบทดสอบมองรูปทรง 3 มิติจากแปลน แบบทดสอบหาด้านต่างๆ จากรูปทรง 3 มิติ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปแปลน แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปทรงเมื่อบ่งชี้ลูกบาศก์ที่ถูกดึงออก แบบทดสอบรวมองค์ประกอบ และแบบทดสอบจำแนกรูปบล็อก

สำนักทดสอบ (The Nation Foundation for Education Research (NFER)) แห่งประเทศอังกฤษ ได้เสนอรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ต่างๆ ดังนี้ แบบวาดภาพ (Drawing) แบบจัดภาพลงกระดาน (Shape Direction Form Board) แบบหารูปที่คล้ายคลึงกัน (Spatial analogies) แบบซ้อนภาพ (Embedded Figures) แบบประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square Completing) แบบรูปแบบการรับรู้ (Pattern Perception) แบบประกอบภาพ (Pattern Completion) แบบวาดภาพกลับจากที่กำหนดให้ (Inverse Drawing) แบบสร้างสมการแบบ A (Form Equation A) แบบประกอบลูกบาศก์ (Block Building) แบบสร้างสมการแบบ B (Form Equation B) แบบตัดส่วนของวัตถุ (Section of Solids) แบบลอกภาพ (Copying) และแบบมองวัตถุจากด้านบน (Projection of Solids) เป็นต้น (Smith.1994: 365-371)

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ ที่มีชื่อเสียงและนิยมใช้กันทั่วไปนั้นพบว่ามียุรูปแบบที่ใช้ในการวัดแตกต่างกันหลายๆ รูปแบบ ดังนี้

แบบทดสอบ Multiple aptitude test (MAT) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการแนะแนวการศึกษาและอาชีพสำหรับเด็กเกรด 7-13 (ระดับวิทยาลัยปีที่ 1) ใช้แบบทดสอบความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ 3 รูปแบบ คือ แบบวิทยาศาสตร์ และเครื่องจักรกล แบบประกอบภาพใน 2 มิติ และแบบประกอบภาพใน 3 มิติ (พรทิพย์ ภัทรชาคร .2520: 10; อ้างอิงจาก Segal and Raskin.1959)

แบบทดสอบ Guilford Zimmerman Aptitude survey วัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ด้วยแบบทดสอบ 2 รูปแบบ คือ Form A ใช้แบบหมุนภาพ และ Form B ใช้แบบเล็งทิศทาง (Buros.1978: 486)

แบบทดสอบ The Chicago Nonverbal Examination เป็นแบบทดสอบที่รู้จักกันแพร่หลายและนิยมใช้กันในปี ค.ศ. 1936 -1947 โดยใช้กับกลุ่มเด็กอายุ 6 ปี จนถึงวัยผู้ใหญ่ตอน

ต้น ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 10 ฉบับ หนึ่งในจำนวนนี้เป็นแบบทดสอบย่อยที่วัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ซึ่งเป็นแบบประกอบภาพ 3 มิติ (Nunnally.1964: 233-235)

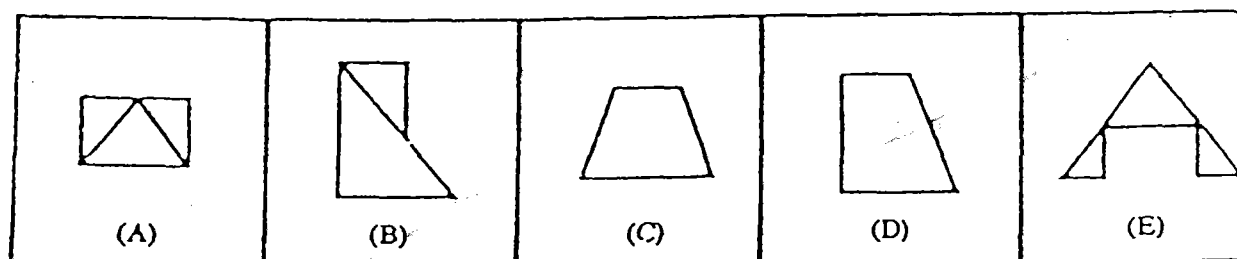
แบบทดสอบ Primary Mental Ability (PMA) ของเซอร์สโตน วัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้ แบบทดสอบหมุนภาพ 2 มิติบนพื้นราบ แบบทดสอบ 3 มิติแบบเล็งทิศทาง แบบตัดกระดาษ แบบนับลูกบาศก์ (Cronbach.1970 : 326-327)

แบบทดสอบ Mechanical Aptitude and Spatial Relations Tests เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันในปัจจุบันประกอบด้วยแบบทดสอบทางด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบการให้เหตุผลโดยใช้สัญลักษณ์ และแบบทดสอบความถนัดทางด้านเครื่องจักร (Levy and Levy . 2001)

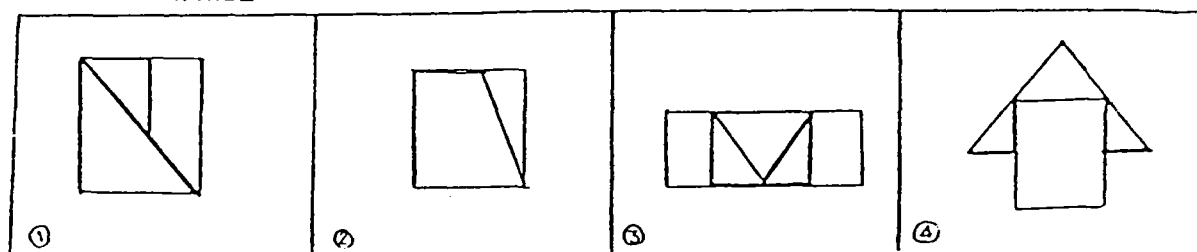
ตัวอย่าง ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ในต่างประเทศที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน (Levy and Levy . 2001)

(1) แบบซ่อนภาพ (Hidden Figure)

คำชี้แจง



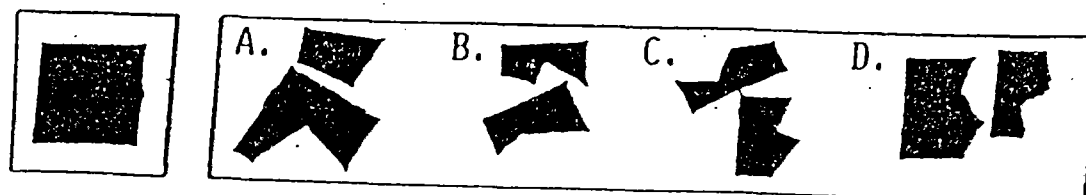
ให้พิจารณาจากภาพข้างบนที่กำหนดให้ (A) – (E) ว่าในข้อใดที่มีรูปร่าง ขนาด และทิศทางเช่นเดียวกับที่ซ่อนอยู่ในภาพ แล้วระบายข้อที่ถูกต้องลงไปในกระดาษคำตอบ



ภาพประกอบ 14 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ

(2) แบบจับคู่ชิ้นส่วนกับรูป (Matching Parts and Figures)

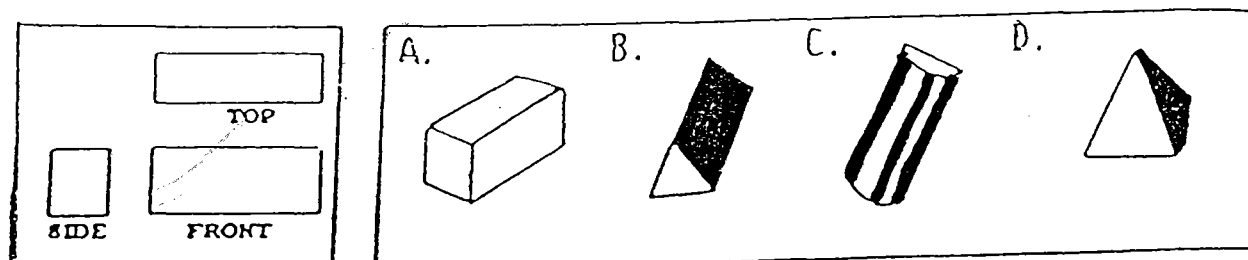
คำชี้แจง กำหนดรูปทางซ้ายมือ จงหาว่าชิ้นส่วนในข้อใดเมื่อต่อกันแล้วได้รูปทางซ้ายมือ



ภาพประกอบ 15 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบจับคู่ชิ้นส่วนกับรูป

(3) แบบทรงสามมิติ (Spatial Views)

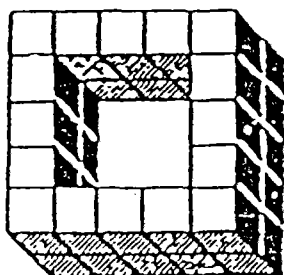
คำชี้แจง จากภาพสองมิติที่กำหนดให้ ดังรูปทางซ้ายมือเมื่อนำมาประกอบเป็นภาพสามมิติในรูปทางขวามือจะตรงกับข้อใด



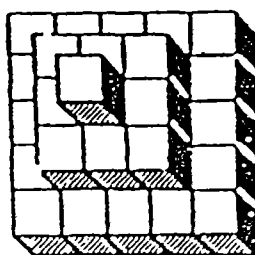
ภาพประกอบ 16 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบทรงสามมิติ

(4) แบบการนับลูกบาศก์ (Cube Counting)

คำชี้แจง จากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงหาจำนวนลูกบาศก์ที่ซ้อนกันในแต่ละภาพว่ามีกี่ลูก



จำนวน.....ลูก

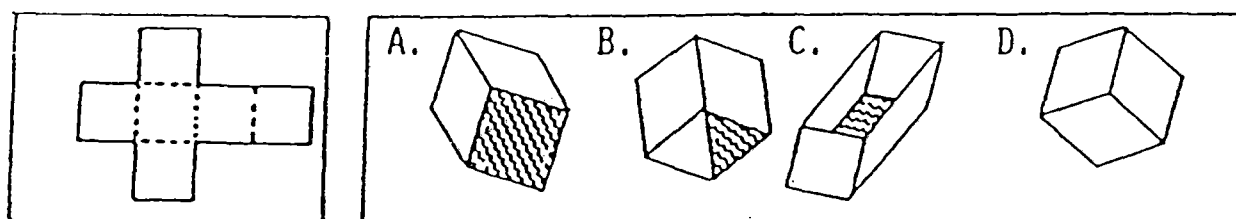


จำนวน.....ลูก

ภาพประกอบ 17 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบการนับลูกบาศก์

(5) แบบพับกระดาษ (Cardboard Folding)

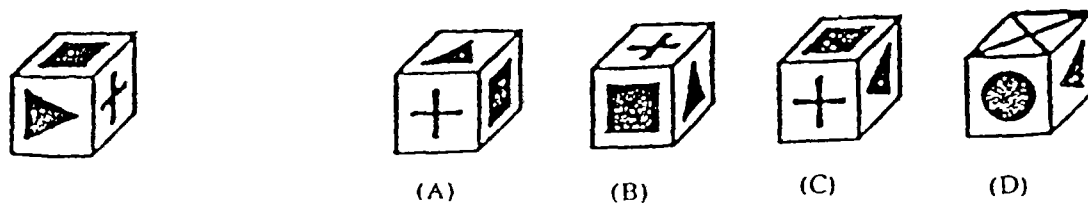
คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าเป็นภาพใดจากข้อ A – D ที่เกิดจากการพับกระดาษที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ



ภาพประกอบ 18 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ

(6) แบบหมุนภาพ (Figure Turning)

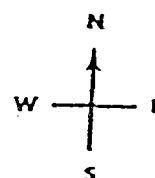
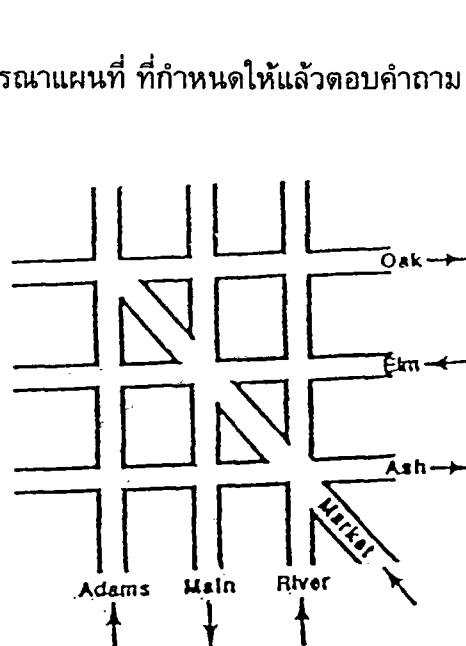
คำชี้แจง พิจารณาภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือเมื่อหมุนแล้วจะได้ภาพใด



ภาพประกอบ 19 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

(7) ทักษะในการใช้แผนที่ (Map Skills)

คำชี้แจง พิจารณาแผนที่ ที่กำหนดให้แล้วตอบคำถาม

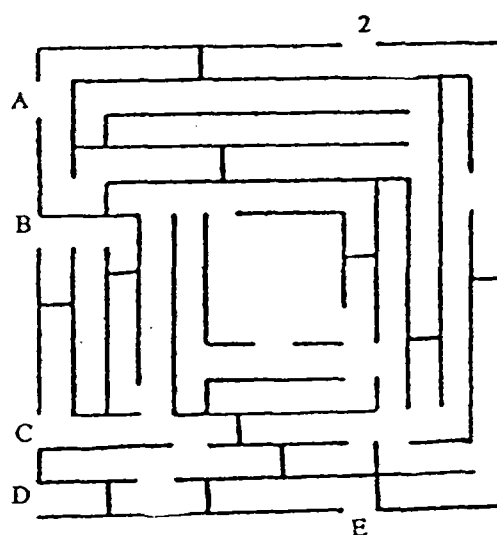


มีรถแท็กซี่อยู่บนถนน River ซึ่งอยู่ระหว่างถนน Ash และถนน Elm คนขับรถแท็กซี่จะต้องไปรับผู้โดยสารที่รออยู่ช่วงถนน Adam และถนน Oak จงหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการไปรับผู้โดยสาร

ภาพประกอบ 20 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบทักษะในการใช้แผนที่

(8) แบบการประสานสัมพันธ์ของการมอง (Visual – Motor Coordination)

คำชี้แจง จงหาทางออก โดยเริ่มต้นจากตัวเลขที่กำหนดให้



ภาพประกอบ 21 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบการประสานสัมพันธ์ของการมอง

จากที่กล่าวมาข้างต้น การวัดความสามารถเชิงปริภูมิ สามารถใช้แบบทดสอบได้หลายรูปแบบ ซึ่งในการเรียนวิชาเรขาคณิตจะต้องเข้าใจในรูปร่างและความสัมพันธ์ของมิติต่างๆ ของรูปทรงเรขาคณิตที่เป็น 2 มิติ และ 3 มิติ ดังนั้นความสามารถทางด้านการนี้ภาพ (Spatial Visualization) จึงมีส่วนสำคัญต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เพราะจากการศึกษาพบว่าเด็กเกิดการเรียนรู้ทางเรขาคณิตได้ดีถ้ามีความสามารถเชิงปริภูมิซึ่งรวมถึง การเลื่อน การหมุน และการพลิกภาพโดยใช้มโนภาพในการเคลื่อนที่ หรือใช้ในการแทนที่ของวัตถุ (Del Grande.1990:19) ดังนั้นผู้วิจัยได้กำหนดลักษณะของแบบวัดความสามารถเชิงปริภูมิไว้ดังนี้ แบบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบการนับลูกบาศก์ และแบบการมองรูปทรง 3 มิติ โดยใช้แบบทดสอบ Mechanical Aptitude and Spatial Relation Test เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบทางด้านความสามารถเชิงปริภูมิ

งานวิจัยต่างประเทศ

ไมเคิล , ซิมเมอร์แมน และกิลฟอร์ด (Michael, Zimmerman and Guilford. 1951 : 187-213) ศึกษาองค์ประกอบในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบ 14 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่ทราบดีว่าประกอบแน่นอน 8 ฉบับ อันได้แก่ ตัวประกอบด้านภาษา จำนวน เหตุผลและการรับรู้ทางสายตา อีก 6 ฉบับ เป็นแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชาย 360 คน ที่เรียนวิชาจิตวิทยาเบื้องต้นในภาคเรียนที่ 2 ที่มหาวิทยาลัยรัทเจอร์ (Rutgers) พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้ง 6 ฉบับ มีค่าอยู่ระหว่าง .35 ถึง .61 จากการวิเคราะห์ตัวประกอบสามารถแยกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็นสองตัวประกอบ คือ ตัวประกอบมิติสัมพันธ์ (Spatial Relation) และตัวประกอบการมองภาพ (Visualization) แบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบทางด้านมิติสัมพันธ์มากได้แก่ แบบทดสอบ ลูกบาศก์ของเทอร์สโตน (Thurston's Cubes) .43 แบบทดสอบธงของเทอร์สโตน (Thurstone's Flags) .44 และแบบทดสอบเล็งทิศทาง (Spatial Orientation) ของกิลฟอร์ดและซิมเมอร์แมน .58 ส่วนแบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบการมองภาพมากได้แก่แบบทดสอบเจาะรูของ เทอร์สโตน (Thurstone's Form Board) .52 และ แบบทดสอบหมุนภาพของกิลฟอร์ด และ ซิมเมอร์แมน (Spatial Visualization) .62 จากการวิจัยอีกครั้งโดยใช้กลุ่มตัวอย่างในระดับมัธยมศึกษาเกรด 12 เป็นชาย 151 คน หญิง 139 คน อายุระหว่าง 15 - 20 ปี พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ จากคะแนนนักเรียนชาย มีค่าระหว่าง .24 ถึง .63 ของนักเรียนหญิงอยู่ระหว่าง .21 ถึง .61 หลังจากวิเคราะห์ตัวประกอบสามารถแยกความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ 2 ตัวประกอบคือ ตัวประกอบมิติสัมพันธ์(Spatial Relation) และตัวประกอบ การมองภาพ (Visualization) เช่นเดียวกัน ทั้งจากผลการสอบของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ทางด้านความแตกต่างระหว่างเพศ พบว่า นักเรียนชายมีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิง ในแบบทดสอบหมุนภาพ เล็งภาพ มิติสัมพันธ์ของเทอร์สโตน ลูกบาศก์ และต่อภาพ ในส่วน แบบทดสอบเจาะรูและมิติสัมพันธ์ (Spatial Relation) ไม่ปรากฏความแตกต่าง

แรนนูคชี (Rannucci. 1964: 19 – 23) ได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่ส่ง ผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่าการเรียนคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความ สามารถทางด้านมิติสัมพันธ์สูง เพราะคณิตศาสตร์ทุกวิชาเวลาคำนวณต้องใช้คุณสมบัติทาง ความสามารถทางด้านนี้ ในการแก้โจทย์ปัญหาทุกคนมักจะลงมือด้วยการเขียนรูป หรือนึกภาพ ถ้าเราสามารถมองรูปที่สัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนได้ดี การแก้ปัญหาวทางวิชาคณิตศาสตร์ก็มักจะ ง่ายขึ้นและยังกล่าวว่า การเรียนเลขคณิต พีชคณิต และเรขาคณิต การแก้สถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ทุกอย่างส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางด้านมิติสัมพันธ์

เซอร์สโตน (Smith.1964 : 50 - 60 ; citing Thurstone. 1958) ทำการวิเคราะห์ตัวประกอบจากผลการสอบของนักเรียนอายุ 16 ถึง 25 ปี จำนวน 218 คน พบว่ามีแบบทดสอบ 13 ฉบับ ที่มีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์ (Visual Spatial) โดยเฉพาะแบบทดสอบธง (Flags) ซึ่งมีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุดรองลงมาคือ แบบทดสอบนับลูกบาศก์

เฟรนช์ (French. 1965 : 9 - 28) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบของการแก้ปัญหากับตัวประกอบในแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบ 15 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนชายเกรด 11 และ 12 จำนวน 177 คน ที่โรงเรียนพรินซ์ตัน (Princeton) ปรากฏว่าแยกตัวประกอบได้ 5 ตัวประกอบ ตัวประกอบ 1 เป็นมิติสัมพันธ์ (Spatial Visualization) แบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุดได้แก่ แบบทดสอบประกอบภาพ (Surface Developing) คือมีน้ำหนักตัวประกอบ .80 รองลงไปได้แก่ แบบทดสอบจำแนกบัตร (Cards) .57 ลูกบาศก์ .46 ช้อนภาพ .43 เเจาะรู .42 อุปมาอุปไมย .40 และเล็งทิศทาง .37 ตัวประกอบที่ 2 เป็นความเข้าใจในภาษา ตัวประกอบที่ 3 เป็นคณิตศาสตร์และตัวประกอบที่ 4 เป็นเหตุผล ส่วนตัวประกอบที่ 5 ไม่ได้กำหนดชื่อไว้ เพราะมีน้ำหนักตัวประกอบน้อยมาก

ซิค (Shich. 1965 : 3633) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางด้านมิติสัมพันธ์ เจตคติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 - 8 พบว่าสมรรถภาพสมองทางด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ

อิซาร์ด (Izard. 1990 : 44-47) ได้ศึกษาถึงการใช้สื่ออย่างง่ายที่สามารถใช้ในการสร้างประสบการณ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหา และการมองภาพ สำหรับนักเรียน โดยการใช้ปริศนา (Puzzle) สามมิติ สิ่งที่น่าสนใจคือการใช้ปริศนาเพื่อฝึกนักเรียนตั้งแต่ระดับง่ายไปสู่ที่ระดับที่ยากขึ้น กิจกรรมของเขาต้องการให้นักเรียนมองรูปสามมิติ ให้เป็นรูปแบบสองมิติ เขาศึกษากับนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นเกรดสี่จนถึงเกรดเก้า ซึ่งจากการศึกษาพบว่า นักเรียนบางคนสามารถแก้ปัญหาได้ในเวลาไม่ถึงหนึ่งนาที ในขณะที่บางคนใช้เวลาถึง 15 นาที

แยกเคิลและวีทลีย์ (Yackle and Wheatley. 1990 : 52-58) ได้สร้างกิจกรรมสำหรับนักเรียนเกรดสองเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการนึกภาพในใจ (Visual Imagery) กิจกรรมที่พวกเขาสร้างขึ้นมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้การจำแนกและการวาดรูปเรขาคณิต พัฒนามโนคติทางเรขาคณิตและเรียนรู้การใช้ภาษาทางเรขาคณิต ค้นพบรูปเรขาคณิตในภาพที่ซับซ้อนและพัฒนาการดำเนินการทางด้านมิติสัมพันธ์โดยการหมุนภาพในใจได้ และเสนอแนะว่ากิจกรรมที่พวกเขาสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ได้กับนักเรียนทุกระดับชั้น

งานวิจัยในประเทศ

บุญชม ศรีสะอาด (2513 : 71) ได้ศึกษาแบบต่างๆ (Styles) ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้น ป. 7, มศ. 3 และ มศ.5 ปีการศึกษา 2513 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 883 คน โดยใช้แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ 8 ฉบับ พบว่า แบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด ต่างมีน้ำหนักขององค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ร่วมกันเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ช้อนภาพ (.7472) ต่อภาพ (.7309) หาด้านตรงข้าม (.7173) ประกอบภาพ (.7100) ตัดกระดาษ (.6765) นักรูปลูกบาศก์ (.6741) หมุนภาพ (.6473) และ ช้อนภาพ (.5659)

พรทิพย์ ภัทรชาคร (2520: 28) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพฯ จำนวน 217 คน พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบช้อนภาพ หมุนภาพ ช้อนภาพ ประกอบภาพ และนักรูปลูกบาศก์มีค่าเท่ากับ 0.4191, 0.2699 ,0.2524, 0.3853 และ 0.4263 ตามลำดับ

นคร เทพวรรณ (2521 : 33) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดชลบุรี จำนวน 223 คน พบว่า สัมประสิทธิ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผล ด้านจำนวนและด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตมีค่าเท่ากับ 0.37, 0.62 และ 0.19 ตามลำดับ

กรรณิการ์ ชีระเวชเจริญชัย (2526 : 49-50) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน เหตุผลเชิงนามธรรมและมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 478 คน พบว่า ความสามารถด้านจำนวน เหตุผลเชิงนามธรรม และมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และพบว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในแต่ละด้านสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จรรยา สิงห์ทอง (2532: 57-60) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบช้อนภาพที่มีขนาดและทิศทางของภาพที่ซ้อนต่างกัน 6 แบบ คือ แบบช้อนภาพที่มีขนาดเท่าเดิมทิศทางเดิม แบบช้อนภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าเดิมทิศทางเดิม แบบช้อนภาพที่มีขนาดเล็กกว่าเดิมทิศทางเดิม แบบช้อนภาพที่มีขนาดเท่าเดิมเปลี่ยนทิศทาง แบบช้อนภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าเดิมเปลี่ยนทิศทาง และแบบช้อนภาพที่มีขนาดเล็กกว่าเดิมเปลี่ยนทิศทาง ผล

การศึกษาพบว่าแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ มีคุณภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งในด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ล้วน สายยศ (2532: 46-48) ได้ศึกษาผลของการซ่อนภาพบางแบบที่มีต่อคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบซ่อนภาพ 3 แบบ คือ แบบภาพซ่อนคงทิศทางเดิม แบบภาพซ่อนหมุน 90 องศา แบบภาพซ่อนหมุน 180 องศา พบว่า ความยากของแบบทดสอบซ่อนภาพทั้ง 3 แบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สัญญา จันทรอด (2534: 63-64) ได้เปรียบเทียบความยากของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 3 มิติ ที่มีมุมมองต่างกัน 5 แบบ คือ มองภาพด้านหน้า ด้านหลัง ด้านขวา ด้านซ้าย และด้านบน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , ปีที่ 2 และปีที่ 3 พบว่า มุมมองที่ต่างกัน มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบ

อุทัยวรรณ สายพัฒนา (2539: 59-63) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูป 3 มิติ จากรูปแปลงที่มีมุมมองที่ต่างกัน ระหว่าง การมองทางด้านขวากับการมองทางด้านบน การมองทางด้านขวากับการมองทางด้านหลัง การมองทางด้านซ้ายกับการมองทางด้านบน การมองทางด้านซ้ายกับการมองทางด้านหลัง และการมองทางด้านบนกับการมองทางด้านหลัง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัชชา กมล (2542: 48-49) ได้ศึกษาผลของการใช้เครื่องคำนวณกราฟฟิกที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคำนวณกราฟฟิกประกอบการเรียนคณิตศาสตร์มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาพบว่า แบบทดสอบทางด้านความสามารถเชิงปริภูมิมีความสัมพันธ์ในทางบวกทางด้านการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนในระดับชั้นต่าง ๆ ผู้ที่มีความสามารถทางด้านนี้จะมีความเข้าใจถึงมิติต่าง ๆ เช่น ขนาด รูปร่าง รูปทรงเรขาคณิต เป็นต้น โดยเฉพาะการฝึกทักษะการมอง (Visual Skill) ซึ่งถือเป็นการฝึกทางด้านความสามารถเชิงปริภูมิ จะช่วยให้นักเรียนเกิดจินตนาการและมองเห็นภาพของส่วนประกอบต่าง ๆ ทำให้มีความคล่องแคล่วว่องไวในการแก้ปัญหา ผู้ที่ขาดความสามารถทางด้านนี้แล้วจะมีความรู้สึกไม่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา และยังทำให้ความสำเร็จในอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิชาดังกล่าวน้อยลงด้วย (ล้วน สายยศ.2543 : 24 ; อ้างอิงจาก Smith.1964, McGee.1979, Egan.1981)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวน 350 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 52 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 7 ห้องเรียน โดยทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนลดความสามารถของนักเรียน

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
2. บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3) และคู่มือครู
3. แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิของบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 และแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และหนังสือที่เป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
2. วิเคราะห์สาระเพื่อกำหนดขอบข่ายของสาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
3. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย

3.1 รายวิชา / หน่วยการเรียนรู้ / ชั้น/เรื่อง / เวลาที่ใช้

3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ

3.3 สาระการเรียนรู้

3.4 ลำดับขั้นการเรียนการสอน เช่น สร้างความสนใจ แจกจุดประสงค์ สรรวจพื้นความรู้เดิม เสนอบทเรียนใหม่ ใ้แนวทางการเรียนรู้ ให้นักเรียนปฏิบัติ ให้ข้อมูลย้อนกลับ ประเมินผลระหว่างปฏิบัติ และส่งเสริมความแม่นยำ

3.5 สื่อการเรียนการสอน เช่น รูปภาพ แผนภูมิ ใบความรู้ ใบงาน ชุดฝึก เป็นต้น

3.6 การวัดผลประเมินผล เช่น ทดสอบก่อนหลังเรียน คำถามท้ายบท เป็นต้น

3.7 กิจกรรมสืบเนื่อง/กิจกรรมเสนอแนะ

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านคือ อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ธนุกฤต อาจารย์สุวรรณา คล้ายกระแสน อาจารย์สมนึก บุญพาไสว และผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจนและความถูกต้องของภาษาและกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อแก้ไขปรับปรุง

5. ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ของบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ตามคำแนะนำของประธานกรรมการ และผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ และคู่มือครู

1. การสร้างบทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

1.1 ศึกษาและกำหนดเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยผู้วิจัยได้ทำการการศึกษาโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 และแนวทางการจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากบทเรียนยังไม่เคยบรรจุในหลักสูตรของไทยที่ผ่านมา ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดเนื้อหาซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1.1 ศึกษาตำราเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาจาก

- ชุดปฏิรูปการเรียนรู้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ฉวีวรรณ เศรษฐมัลย์ และคณะ.2545)

- Geometry (Jurgensen et al.1990)

- Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics (Cruikshank & Sheffield. 1992)

- Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom (Dossey. et al. 2002)

1.1.2 หนังสือเรียนเรขาคณิตที่เกี่ยวกับการนิยามภาพ (Spatial visualization) จากหนังสือชื่อ Ruins of Montarek (Lappen. et al.1998)

1.1.3 เอกสาร หรือบทความงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนเรขาคณิต ทางด้านความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) จาก

- Spatial Visualization (Lappen & Winter. 1982)

- Developing Spatial Thinking in The Middle Grades (Moses.1990)

- Spatial abilities (Stanic.1990)

- Developing Spatial Skills with Three- Dimensional Puzzle (Izard.1990)

- การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง (กัลยาณี อุกฤษ . 2542)

1.1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545)

1.2 วิเคราะห์สาระเพื่อกำหนดขอบข่ายของ หน่วยการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของการสร้างบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และคู่มือครู

1.3 สร้างบทเรียน โดยใช้มาตรฐานการเรียนรู้เป็นแนวทางในการกำหนดเป็นสาระ และ กิจกรรมการเรียนรู้ของหน่วยหนึ่งหน่วย ใช้ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเป็นแนวทางในการตรวจ

สอบความรู้ระหว่างเรียน เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนการประเมินผลในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดบทเรียนโดยแบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งหน่วยการเรียนรู้ย่อยแต่ละหน่วย ประกอบด้วย รายการต่อไปนี้

- ชื่อหน่วยการเรียนรู้ย่อย เป็นชื่อที่ตรงตามหัวข้อหน่วยการเรียนรู้ย่อย
- หัวข้อย่อยของเนื้อหา(ถ้ามี) เป็นหัวข้อย่อยของเนื้อหาในแต่ละหน่วย

การเรียนรู้ย่อย

- ใบงาน เป็นการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้
- แบบฝึกปฏิบัติ เป็นแบบฝึกความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ที่

ช่วยส่งเสริมทักษะความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียน

- แบบฝึกทักษะ เป็นแบบฝึกที่ให้นักเรียนทบทวนความรู้ ความเข้าใจ นำความรู้จากใบงานมาใช้แก้ปัญหา และเป็นการฝึกทักษะซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนทำโดยอิสระ
- สารสำคัญในลักษณะสรุปเนื้อหาที่นักเรียนควรต้องทราบในแต่ละ

หน่วยการเรียนรู้ไว้ในตอนท้ายของหน่วยเรียนนั้น ๆ

- การประเมินผล เป็นส่วนที่ผู้เรียนประเมินความรู้ความสามารถของตนเอง หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยประเมินจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้

1.4 นำบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ พร้อมแผนการจัดการเรียนรู้เสนอประธานกรรมการ และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านคือ อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ธนุกฤต อาจารย์สุวรรณา คล้ายกระแสน อาจารย์สมนึก บุญพาไสว และผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล ตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ พร้อมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วเสนอประธานกรรมการตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข พร้อมทั้งจะนำไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพ

2. การสร้างคู่มือครู เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมการสอน และในการสอนให้ดำเนินไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ มีรายละเอียดของการสร้างคู่มือครูดังนี้

2.1 กำหนดโครงร่างคู่มือครู ในส่วนหน้าของเล่มประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้คู่มือครูและบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กำหนดคาบการสอน ต่อจากนั้นเป็นรายละเอียดของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย จำนวนคาบที่ใช้สอน จำนวนหน่วยการเรียนรู้ย่อย ชื่อหน่วยการเรียนรู้ย่อย พร้อมด้วยคำตอบของใบงาน และแนวทางคำตอบของแบบฝึกปฏิบัติ กิจกรรมเสริมซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเสนอแนะ หรือปัญหาชวนคิดต่าง ๆ ที่จะมีแทรกตามความเหมาะสม โดยจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้นั้น ได้มีปรากฏแล้วในบทเรียน สำหรับกิจกรรมที่มีปรากฏในใบงานของบทเรียนได้จัดทำไว้เป็นการ

เสนอแนะให้ครูได้เลือกใช้ หรือปรับปรุง ดัดแปลงตามความเหมาะสมของนักเรียนและสภาพห้องเรียน ส่วนกิจกรรมเสริมที่ปรากฏในคู่มือครูนี้มีไว้ให้ครูได้เลือกให้นักเรียนทำ หรือ เป็นแนวทางให้ครูได้สร้างกิจกรรมเพิ่มเติมในลักษณะเดียวกันนี้ เพื่อให้นักเรียนจะได้ฝึกคิดควบคู่ไปกับความสนุกสนาน ซึ่งอาจช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและชื่นชอบการเรียนมากขึ้น

2.2 นำโครงร่างที่ได้จาก ข้อ 2.1 มาสร้างคู่มือครู หลังจากนั้นนำคู่มือครูที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านคือ อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์ รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ธนุกฤต อาจารย์สุวรรณา คล้ายกระแสด อาจารย์สมนึก บุญพาไสว และผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล ตรวจสอบเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของคู่มือครู และปรับปรุงแก้ไข

2.3 นำคู่มือครูที่ปรับปรุงแล้ว เสนอประธานกรรมการตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข พร้อมทั้งจะนำไปทดลองใช้ร่วมกับบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

3. การหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพของบทเรียน ตามเกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการและผลลัพธ์โดยเฉลี่ย 80/80 ตามลำดับขั้นดังนี้

3.1 หาประสิทธิภาพเป็นรายบุคคล

ผู้วิจัยนำบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ไปทดลองรายบุคคลโดยการเลือกแบบสุ่มจากนักเรียนอาสาสมัครระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร และมีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน และระดับต่ำ 1 คน รวม 3 คน โดยพิจารณาข้อบกพร่องของบทเรียนทางด้านภาษา กิจกรรมการเรียนการสอน เก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิด ตลอดจนการประเมินผลการทำแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบย่อยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

3.2 หาประสิทธิภาพเป็นกลุ่ม

ผู้วิจัยนำบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่ได้รับการปรับปรุงจากขั้นตอนการสอนเป็นรายบุคคลมาทดลองกับนักเรียนจำนวน 9 คน โดยการเลือกแบบสุ่มจากนักเรียนอาสาสมัครระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ไม่เป็นนักเรียนข้อ 3.1 ระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับต่ำ 3 คน รวม 9 คน โดยสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด จากนั้นนำข้อบกพร่องทั้งหมดของบทเรียนทำการปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

3.3 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพภาคสนาม

ผู้วิจัยนำบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่ได้รับการปรับปรุงจากการทดลองเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มแล้วนำไปทดลองกับนักเรียน

ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจากการทดลองสองครั้งแรก จำนวน 52 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ตามเกณฑ์ 80/80

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของ บทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) เป็นแบบทดสอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบต่างๆ

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ โดยแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบการประกอบภาพสามมิติ แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ และแบบทดสอบรูปทรง 3 มิติ แบบละ 25 ข้อ รวม 75 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน คือ อาจารย์ละเอียด รักษ์เฒ่า รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ และอาจารย์ชวลิต รวยอาจิน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงตามนิยาม และให้ข้อเสนอแนะของรูปแบบของแบบทดสอบแต่ละชุด ตามความเหมาะสมของระดับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข ผลปรากฏว่าข้อสอบแต่ละข้อมีดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อประธานกรรมการตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ ที่ผ่านการพิจารณาและการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก และให้คะแนน 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบ

7. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ของ จุง เทห์ ฟาน (Chung-Teh Fan) จากโปรแกรมจินดา ผลปรากฏว่า แบบทดสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.11 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.70

8. เลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.24 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.70 จำนวน 45 ข้อ

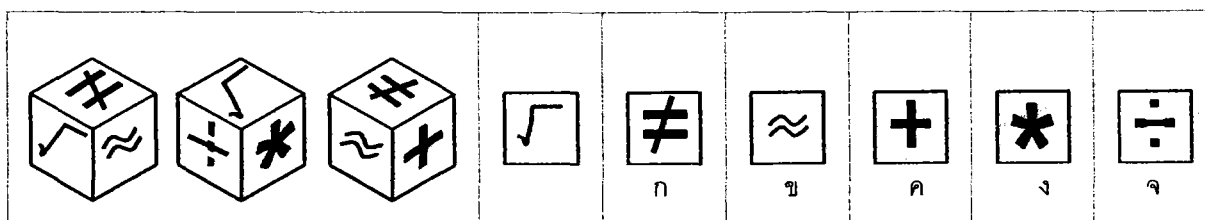
9. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 45 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson – 20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 197) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.76

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบการหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์

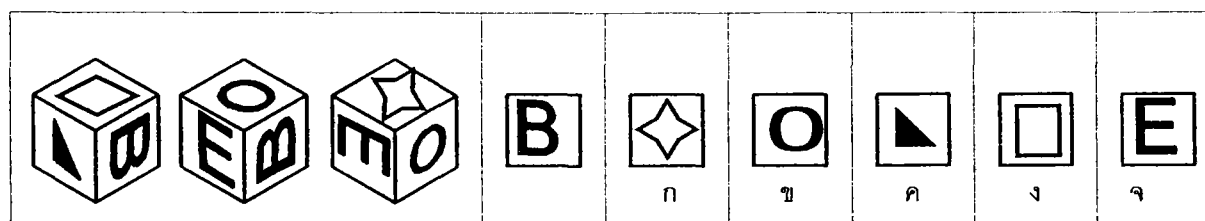
คำชี้แจง เมื่อกำหนดภาพลูกบาศก์มาให้ 1 ลูก โดยมีภาพแสดงที่แตกต่างกับลูกบาศก์ 3 ภาพ ให้นักเรียนพิจารณาว่า ด้านที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่กำหนดให้ควรเป็นด้านใด

0)



คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

00)

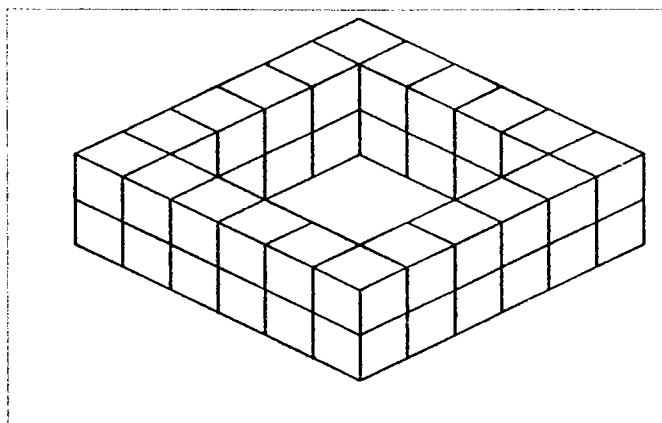


คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

2. แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบการนับลูกบาศก์

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพลูกบาศก์ที่กำหนดให้ในแต่ละข้อมีลูกบาศก์ซ้อนกันน้อยที่สุดกี่ลูก

0)



ก. 36

ข. 37

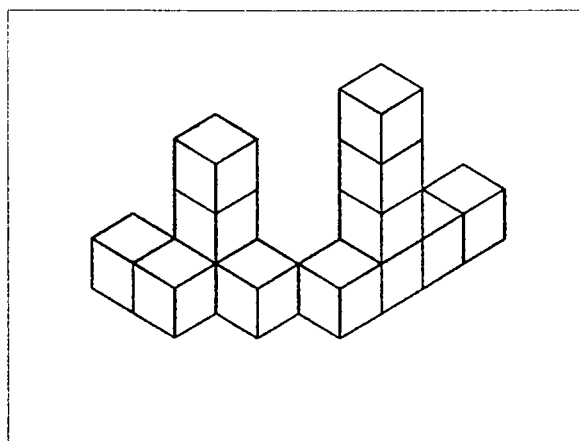
ค. 38

ง. 39

จ. 40

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ จ.

00)



ก. 10

ข. 11

ค. 12

ง. 13

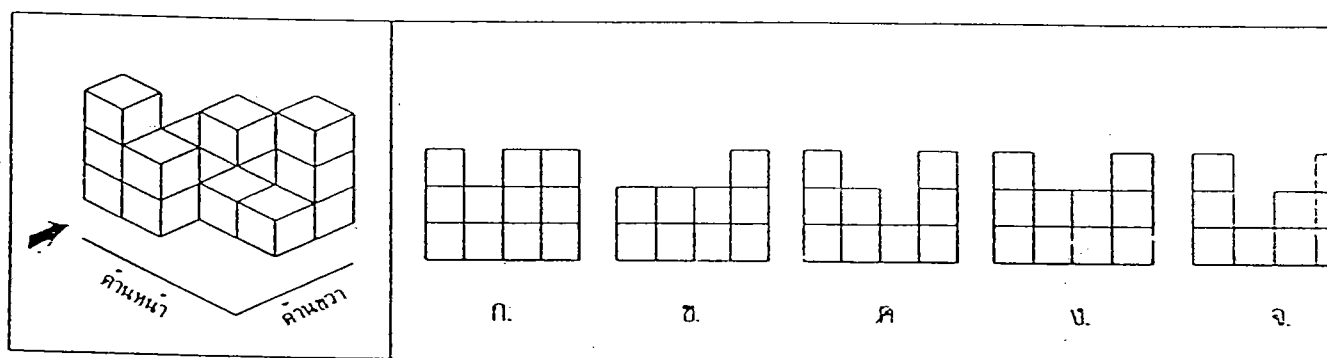
จ. 14

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง.

3. แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ 3 มิติ

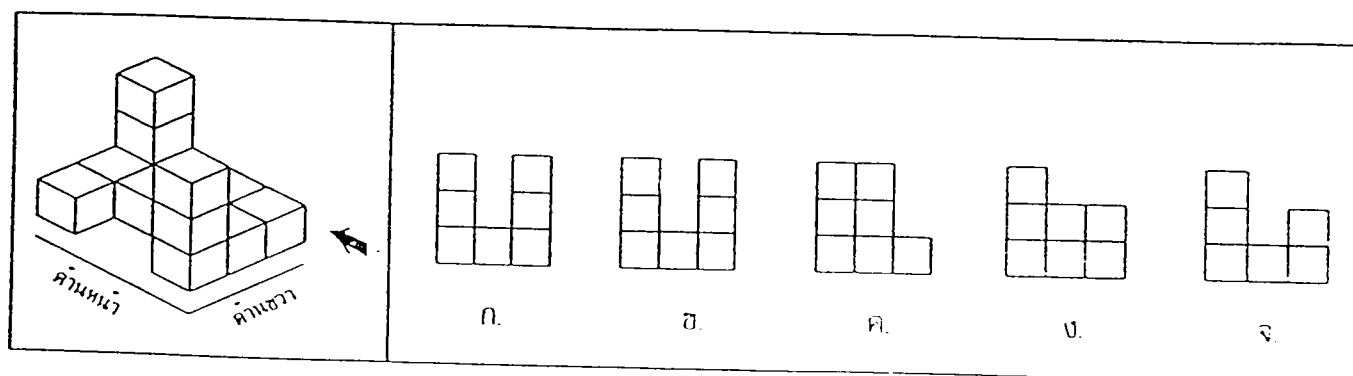
- คำชี้แจง ข้อคำถามแต่ละข้อจะกำหนดภาพ 3 มิติที่เป็นลูกบาศก์วางเรียง และซ้อนทับกันให้นักเรียนจินตนาการว่าถ้าให้ตนเองไปยืนอยู่ตรงทางลูกศร แล้วมองภาพนั้นจะเห็นเป็นภาพ 2 มิติ ภาพใด

0)



คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค.

00)



คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ข.

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการพัฒนาและทดลอง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One - Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 249)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

X หมายถึง การสอนโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ

T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนที่จะจัดกระทำทดลอง(Pre-test)

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังการจัดกระทำทดลอง(Post-test)

ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนที่จะทำการศึกษาดูงาน โดยเริ่มทำการทดลองในวันที่ 10 – 19 กันยายน พ.ศ. 2546 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ และผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้น
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ เพื่อให้นักเรียนจะได้ปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre-test)

4. ดำเนินการทดลองโดยใช้บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ จำนวน 12 ชั่วโมง ดังนี้

- | | |
|---|-----------|
| 1. รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ | 2 ชั่วโมง |
| 2. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ | 3 ชั่วโมง |
| 3. ภาพสองมิติที่เกิดจากการมองในด้านต่างๆ
ของรูปเรขาคณิตสามมิติ | 3 ชั่วโมง |
| 4. การวาดหรือการประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติ
จากรูปเรขาคณิตสองมิติ | 4 ชั่วโมง |

5. ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดวัดความสามารถเชิงปริภูมิ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	n	แทน	จำนวนคน
	X	แทน	คะแนนแต่ละคน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 79)

$$S = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	n	แทน	จำนวนคน
	X	แทน	คะแนนแต่ละคน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2527 : 69)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ จากโปรแกรมจินดา

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ โดยคำนวณจาก สูตร KR- 20 (Kuder-Richardson 20) ซึ่งมีสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 198-199)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_u	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนผู้ที่ทำถูกกับคนทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดหรือคือ $1 - p$
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียนและทดสอบสมมติฐาน

3.1 หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ใช้สูตร E_1 / E_2 (อิทธิพร ศรียมก. 2529 : 247)

$$E_1 = \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้ในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำแบบฝึกปฏิบัติของบทเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติของบทเรียน

$$E_2 = \frac{\bar{F}}{P} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวม ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้ในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ
	$\bar{F}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ
	P	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ

3.2 ทดสอบสมมติฐานโดยสถิติที่ใช้เป็น t-test dependent ซึ่งมีสูตรดังนี้
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 104)

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

$$df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

D แทน ผลต่างของคะแนนที่เกิดจากการสอบก่อนสอนและ
หลังสอน

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนที่เกิดจากการสอบก่อน
สอนและหลังสอน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนที่เกิดจาก
การสอบก่อนสอนและหลังสอน

$(\sum D)^2$ แทน กำลังสองของผลรวมของผลต่างของคะแนนที่เกิดจาก
การสอบก่อนสอนและหลังสอน

n แทน จำนวนนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
C.V.	แทน	สัมประสิทธิ์การแปรผัน
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ คิดเป็นร้อยละจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ
M	แทน	คะแนนวัดความสามารถเชิงปริภูมิทั้งสามฉบับ
M_1	แทน	คะแนนวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบการหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์
M_2	แทน	คะแนนวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบรูปทรงสามมิติ
M_3	แทน	คะแนนวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบการนับลูกบาศก์
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้แจกแจง (t – Distribution)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกระบวนการพัฒนาเป็นไปตามรายละเอียดในบทที่ 3 ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นดังนี้

1. ผลการสร้างบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และคู่มือครู
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของ

นักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

1. ผลการสร้างบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และคู่มือครู

การสร้างบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และคู่มือครูเพื่ออำนวยความสะดวกในการเตรียมการสอนและการดำเนินกิจกรรมการสอนของครูให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลการดำเนินการสร้างบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผลการสร้างบทเรียนเรื่อง เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษาระ และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 และตำราเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาในช่วงชั้นที่ 3 เป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนการประเมินผลของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ทำให้ผู้วิจัยกำหนดหัวข้อในบทเรียน ดังต่อไปนี้

ตาราง 2 หน่วยการเรียนรู้ย่อย และจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ได้จากการศึกษาสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 และตำราเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาในช่วงชั้นที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ย่อย	จุดประสงค์การเรียนรู้
1. รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	ด้านความรู้ นักเรียนสามารถบอกความหมายของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้ ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ 1. ให้เหตุผล 2. สื่อสารและนำเสนอ 3. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตาราง 2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ย่อย	จุดประสงค์การเรียนรู้
1. รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ (ต่อ)	ด้านคุณลักษณะ 1. มีความสนใจและกระตือรือร้น 2. มีความร่วมมือและรับผิดชอบ 3. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น
2. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	ด้านความรู้ นักเรียนสามารถบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้ ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนสามารถ 1. สื่อสาร โดยนำเสนอผลงานได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง 2. ร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล 3. คิดริเริ่มสร้างสรรค์ ด้านคุณลักษณะ 1. มีความรับผิดชอบ และมีวินัยในตนเอง 2. มีความร่วมมือและช่วยเหลือกัน
3. ภาพสองมิติที่เกิดจากการมองภาพในด้านต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	ด้านความรู้ นักเรียนสามารถอธิบายภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) และด้านบน (Top View) ของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนสามารถ 1. แก้ปัญหา 2. ให้เหตุผล 3. นำเสนอและสื่อสาร ด้านคุณลักษณะ 1. มีวินัยในตนเอง 2. กล้าเสนอความคิดเห็น 3. มีความร่วมมือในการทำงาน

ตาราง 2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ย่อย	จุดประสงค์การเรียนรู้
4. การวาด หรือการประดิษฐ์ รูปเรขาคณิตสามมิติ จากรูปเรขาคณิตสองมิติ	ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ 1. วาดหรือประดิษฐ์ทรงสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) หรือด้านบน (Top view) ได้ 2. เชื่อมโยงความรู้เรื่อง การสร้างรูปเรขาคณิตเพื่อสร้างสรรค์แบบจำลองทรงสามมิติที่สวยงาม และเหมาะสม ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนสามารถ 1. แก้ปัญหา 2. ให้เหตุผล 3. สื่อสารและนำเสนอ 4. เชื่อมโยง 5. คิดริเริ่มสร้างสรรค์ ด้านคุณลักษณะ 1. มีความร่วมมือ และรับผิดชอบ 2. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น 3. มีวินัยในตนเอง

ผู้วิจัยได้นำจุดประสงค์การเรียนรู้ดังกล่าวเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิต และเกิดจินตนาการในการคิด เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ทั้งยังดึงดูดความสนใจของนักเรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวปรากฏในใบงาน แบบฝึกทักษะ แบบฝึกปฏิบัติ และกิจกรรม ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ย่อย มีลักษณะของเนื้อหาและกิจกรรมดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 – 2 เป็นการทบทวนความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เป็นการตกลงเกี่ยวกับความหมายและลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน รายละเอียดในใบงานประกอบด้วย การทบทวนความรู้ ความเข้าใจ โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องร่วมกันปฏิบัติกับเพื่อนภายใน

กลุ่ม นอกจากนี้ยังมีแบบฝึกปฏิบัติที่ส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดจินตนาการในการคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 – 4 เป็นความรู้ใหม่ที่ไม่มีปรากฏในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น รายละเอียดของใบงาน และแบบฝึกปฏิบัติที่ส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดจินตนาการในการมอง และมีความสามารถในการคิดมโนภาพเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องร่วมกันปฏิบัติกับเพื่อนภายในกลุ่ม และรายบุคคล นอกจากนี้ยังมีแบบฝึกทักษะเพื่อทบทวนความรู้หลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว

1.2 ผลการสร้างคู่มือครู

ผู้วิจัยได้สร้างคู่มือครูตามขั้นตอนดำเนินการดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ในส่วนหน้าของเล่มประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้คู่มือครู กำหนดคาบการสอน ต่อจากนั้นเป็นรายละเอียดของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ชื่อเรื่องของหน่วยเรียนย่อย จุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยเรียนย่อย พร้อมคำอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาและข้อเสนอแนะในการสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และคำอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติม

2. แนวทางคำตอบของแบบฝึกทักษะ ใบงาน กิจกรรม ตลอดจนแบบฝึกปฏิบัติที่ส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability)

3. กิจกรรมเสริม ประกอบด้วย กิจกรรมเสนอแนะหรือปัญหาชวนคิดต่างๆ ซึ่งแทรกตามความเหมาะสม

บทเรียนและคู่มือครูที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

2.1 ผลการทดลองเป็นรายบุคคล

การทดลองเป็นรายบุคคลเป็นการทดลองใช้บทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติครั้งที่ 1 เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนในด้านต่างๆ ดังนี้ ความเหมาะสมของภาษา ความยากง่ายของเนื้อหา กิจกรรมที่ให้ปฏิบัติ เวลาที่ใช้ในการเรียนและอื่นๆ พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยทำการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน โดยดำเนินการตามขั้นตอนในบทที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูสอนด้วยตนเอง และใช้เวลาในการสอนตามที่วางแผนไว้ ทำให้ปรากฏผลดังนี้

2.1.1 ข้อคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้แสดงข้อคิดเห็นโดยรวมดังนี้

- ควรเพิ่มเวลาในการทำกิจกรรม ใบงานต่างๆ ในบทเรียน
- ภาพโจทย์ในบางแบบฝึกทักษะในบทเรียนค่อนข้างกำกวม
- เนื้อหาไม่สอดคล้องกับโจทย์ในแบบฝึกทักษะ
- กิจกรรมในบางใบงานควรเป็นใบงานที่มีขนาดใหญ่
- เป็นกิจกรรมที่สนุกสนาน ทำให้เกิดความสนใจ ไม่เบื่อหน่ายในการเรียน

ผู้วิจัยจึงได้ตัดบางตอนของกิจกรรมดังในใบงานที่ 1 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และใบงานที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ให้ทันกับเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม ปรับปรุงภาพที่ไม่ชัดเจน พร้อมทั้งแก้ไขแบบฝึกทักษะให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน

2.1.2 ข้อสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้บทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้บทเรียนนี้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 3 คน พบว่า นักเรียนได้ให้ความร่วมมือในการเรียนอย่างดียิ่ง มีความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียนและการร่วมกันทำกิจกรรมในบทเรียน ผลปรากฏในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสามคนดังนี้

- นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง และปานกลางเมื่อมีการทบทวนความรู้ในหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 และ 2 สามารถที่จะนำความรู้เดิมที่จำได้มาปฏิบัติกิจกรรมในใบงานได้ ในขณะที่นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำต้องให้นักเรียนทั้งสองคนในกลุ่มตัวอย่างช่วยอธิบายกิจกรรมในใบงาน นอกจากนี้ครูต้องอธิบายหรือถามนำในแบบฝึกให้กับนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำก่อนจึงทำได้

- หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 และ 4 เป็นเนื้อหาที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสามไม่เคยเรียนมาก่อน ครูอธิบายหรือถามนำเป็นการแนะแนวทางปรากฏว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง และปานกลางสามารถเข้าใจและปฏิบัติกิจกรรมในใบงานได้เร็วกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ แต่ในใบงานที่ 6 ในหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 ซึ่งเป็นการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำยังไม่เข้าใจในการปฏิบัติกิจกรรมเท่าที่ควรโดยนักเรียนทั้งสองระดับผลการเรียนต้องถามจากนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง

นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสามมีความเห็นตรงกันในเรื่องการปฏิบัติกิจกรรมใบงานในบทเรียนว่า มีความพึงพอใจมากเพราะว่าเป็นการเรียนรู้ที่สนุกไม่เครียดทั้งยังได้ทำงานเป็นกลุ่มมีการถามความคิดเห็นกัน และทำให้เข้าใจในเรขาคณิตได้ง่ายขึ้น

2.1.3 ประสิทธิภาพของบทเรียน

ในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คนข้างต้น โดยให้ทำแบบฝึกและการปฏิบัติกิจกรรมในระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากที่ได้ศึกษาครบทุกหน่วยการเรียนรู้ของบทเรียน แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์การตัดสินที่กำหนดเป็น 80/80 ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน (E_1) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกและการปฏิบัติกิจกรรมในระหว่างเรียน และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวม (E_2) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ปรากฏดังตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 ค่าประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ของบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ จากการทดลองรายบุคคล

หน่วยการเรียนรู้ที่	เกณฑ์ 80/80	
	E_1	E_2
1	86.15	88.23
2	83.46	84.60
3	84.27	87.31
4	87.28	88.62
เฉลี่ย	85.29	87.19

จากตาราง 3 จะเห็นว่า ค่า E_1 / E_2 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 จึงกล่าวได้ว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ แต่จากการสังเกตและสอบถามข้อคิดเห็นเกี่ยวกับ บทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ พบว่า ยังมีสิ่งที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขในเนื้อหาของบทเรียน และคู่มือครู

2.2 ผลการทดลองกลุ่มย่อย

การทดลองเป็นกลุ่มย่อยเป็นการทดลองใช้บทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติครั้งที่ 2 เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนในด้านต่าง ๆ

เช่นเดียวกับการทดลองเป็นรายบุคคลซึ่งเป็นการทดลองใช้บทเรียนครั้งที่ 1 โดยทำการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง 3 คน ปานกลาง 3 คน และต่ำ 3 คน โดยดำเนินการตามขั้นตอนในบทที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูสอนด้วยตนเอง และใช้เวลาในการสอนตามที่วางแผนไว้ปรากฏผลดังนี้

2.2.1 ข้อคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

จากการทดลองการปฏิบัติกิจกรรมในบทเรียน ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง 1 คน ปานกลาง 1 คน และต่ำ 1 คน ทำให้นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำบางคนระบุว่า ในการปฏิบัติกิจกรรมใบงานที่ 1 ในหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 ใบงานที่ 6 ในหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 และใบงานที่ 7 ในหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 4 ควรเพิ่มสมาชิกในกลุ่มเพราะจะได้ช่วยกันคิดได้มากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แบ่งกลุ่มนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มละ 4 – 5 คนเพื่อที่การปฏิบัติกิจกรรมเป็นไปตามเวลาที่กำหนด

2.2.2 ข้อสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนบทเรียนนี้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 9 คน พบว่า นักเรียนได้ให้ความร่วมมือในการเรียนอย่างดียิ่ง มีความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียน และการร่วมกันทำกิจกรรมในบทเรียน เช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้บทเรียนครั้งที่ 1 แต่ต้องใช้เวลาในการตอบข้อซักถามของนักเรียน เนื่องจากมีจำนวนนักเรียนที่มากขึ้น ผลปรากฏในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งเก้าคนดังนี้

- นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง และปานกลางเมื่อมีการทบทวนความรู้ในหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 และ 2 สามารถที่จะนำความรู้เดิมที่จำได้มาปฏิบัติกิจกรรมในใบงานได้ ในขณะที่นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำต้องให้นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง และปานกลางในกลุ่มตัวอย่างช่วยอธิบายกิจกรรมในใบงาน นอกจากนี้ครูต้องอธิบายหรือถามนำในแบบฝึกให้กับนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำก่อนจึงทำได้ เหมือนกับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้บทเรียนในครั้งที่ 1

- หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 – 4 เป็นเนื้อหาที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งเก้าคนไม่เคยเรียนมาก่อน ครูอธิบายหรือถามนำเป็นการแนะแนวทางปรากฏว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง และปานกลางสามารถเข้าใจและปฏิบัติกิจกรรมในใบงานได้เร็วกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ เหมือนดังกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้บทเรียนในครั้งที่ 1

นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งเก้าคนมีความเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจในบทเรียน ตรงกันกับกลุ่มตัวอย่างในครั้งที่ 1

2.2.3 ประสิทธิภาพของบทเรียน

ในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน โดยให้ทำแบบฝึกและการปฏิบัติการกิจกรรมในระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากที่ได้ศึกษาครบทุกหน่วยการเรียนรู้ย่อยของบทเรียน แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์การตัดสินที่กำหนดเป็น 80/80 ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน (E_1) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกและการปฏิบัติการกิจกรรมในระหว่างเรียน และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวม (E_2) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ปรากฏดังตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 4 ค่าประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ของบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ จากการทดลองรายกลุ่ม

หน่วยการเรียนรู้ที่	เกณฑ์ 80/80	
	E_1	E_2
1	87.10	89.37
2	91.54	91.80
3	89.83	89.94
4	87.97	92.21
เฉลี่ย	89.11	90.83

จากตาราง 4 จะเห็นว่า ค่า E_1 / E_2 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 จึงกล่าวได้ว่าบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ แต่ผู้วิจัยเห็นว่ายังมีบางส่วนที่จะต้องปรับปรุงให้เหมาะสมกับบทเรียน เช่น การปรับปรุงทางด้านเนื้อหาและเวลาในบางกิจกรรม เป็นต้น

2.3 ผลการทดลองภาคสนาม

การทดลองเป็นภาคสนามเป็นการทดลองใช้บทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติครั้งที่ 3 มีความมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของบทเรียน โดยทำการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 52 คน ซึ่งดำเนินตามขั้นตอนในบทที่ 3 ซึ่ง

ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูสอนด้วยตนเอง และใช้เวลาในการสอนตามที่วางแผนไว้ ทำให้ปรากฏผลดังนี้

2.3.1 ข้อคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

จากการทดลองนักเรียนส่วนใหญ่ระบุว่าเนื้อหาในบทเรียนดีแล้ว และชอบการปฏิบัติกิจกรรมในบทเรียนทำให้เข้าใจในเนื้อหา และสนุกสนานกับการร่วมกิจกรรมกลุ่ม

2.3.2 ข้อสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนบทเรียนนี้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 52 คน พบว่า นักเรียนได้ให้ความร่วมมือในการเรียนอย่างดียิ่ง มีความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียนและการร่วมกันทำกิจกรรมในบทเรียน เช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้บทเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แต่ต้องใช้เวลาในการตอบข้อซักถามของนักเรียนมากขึ้น เนื่องจากมีจำนวนนักเรียนที่มากขึ้น ผลปรากฏในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 52 คนดังนี้

- นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง และปานกลางเมื่อมีการทบทวนความรู้ในหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 และ 2 สามารถที่จะนำความรู้เดิมที่จำได้มาปฏิบัติกิจกรรมในใบงานได้ ในขณะที่นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำต้องให้นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง และปานกลางในกลุ่มตัวอย่างช่วยอธิบายกิจกรรมในใบงาน นอกจากนี้ครูต้องอธิบายหรือถามนำในแบบฝึกให้กับนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำก่อนจึงทำได้ เหมือนกับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้บทเรียนในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

- หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 – 4 เป็นเนื้อหาที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างไม่เคยเรียนมาก่อน ครูอธิบายหรือถามนำเป็นการแนะแนวทางปรากฏว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง และปานกลางสามารถเข้าใจและปฏิบัติกิจกรรมในใบงานได้เร็วกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ เหมือนดังกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้บทเรียนในครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2

นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 52 คนมีความเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจในบทเรียน ตรงกันกับกลุ่มตัวอย่างในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ดังปรากฏตัวอย่างความเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจในบทเรียนของนักเรียนในภาคผนวก จ

2.3.3 ประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

การทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนภาคสนาม โดยการทำแบบฝึก และการปฏิบัติกิจกรรมในระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากที่ได้ศึกษาครบ

ทุกหน่วยการเรียนรู้ย่อยของบทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์การตัดสินที่กำหนดเป็น 80/80 ด้วยการคำนวณรายละเอียดที่นำเสนอในภาคผนวก ผลปรากฏว่า ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน (E_1) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกและการปฏิบัติกิจกรรมในระหว่างเรียน และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวม (E_2) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ทำให้ได้ E_1/ E_2 ดังตาราง 5 ดังนี้

ตาราง 5 ค่าประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ของบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ จากการทดลองภาคสนาม

หน่วยการเรียนรู้ที่	เกณฑ์ 80/80	
	E_1	E_2
1	86.54	88.27
2	92.54	95.91
3	91.05	92.30
4	94.59	97.28
เฉลี่ย	91.18	93.44

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 แสดงว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งเป็นตามสมมติฐานข้อ 1

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

3.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนวัดความสามารถเชิงปริภูมิ

ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) รวม 3 ฉบับ ๆ ละ 15 ข้อ คือ แบบทดสอบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์

(M_1) แบบทดสอบรูปทรงสามมิติ (M_2) และแบบทดสอบการนับลูกบาศก์ (M_3) โดยนำมาสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 52 คน ได้ผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ทั้งสามฉบับ คือ แบบทดสอบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบรูปทรงสามมิติ และแบบทดสอบการนับลูกบาศก์

แบบทดสอบ	k	สอบก่อนเรียน (Pre-test)			สอบหลังเรียน (Post-test)		
		$\bar{X}$	S	C.V.	$\bar{X}$	S	C.V.
M_1	15	10.50	3.18	30.26	14.67	0.51	3.48
M_2	15	10.10	2.56	25.35	14.21	0.98	6.90
M_3	15	9.65	2.51	26.01	14.04	1.01	7.19
M	45	30.25	5.75	19.00	42.92	1.70	3.96

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นคะแนนความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ซึ่งแต่ละฉบับมีจำนวน 15 ข้อ คือ แบบทดสอบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์(M_1) แบบทดสอบรูปทรงสามมิติ (M_2) และแบบทดสอบการนับลูกบาศก์ (M_3) จะเห็นว่าก่อนที่นักเรียนจะได้รับการเรียนในบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 9.65 ถึง 10.50 โดยแบบทดสอบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์(M_1) มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของแบบทดสอบก่อนที่นักเรียนจะได้รับการเรียนในบทเรียน มีค่าตั้งแต่ 2.51 ถึง 3.18 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่าตั้งแต่ 25.35 ถึง 30.26 โดยแบบทดสอบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์(M_1) มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมากที่สุด

หลังจากการทำการสอนบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้งสามฉบับ ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับที่สอบก่อนเรียนมาทดสอบกับนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง ผลปรากฏว่ามีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 14.04 ถึง 14.67 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งสามฉบับสูงขึ้นกว่าตอนที่ยังไม่ได้เรียนบทเรียนคณิตศาสตร์ จะเห็นว่คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งสามฉบับมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ

คะแนนของแบบทดสอบหลังเรียนมีค่า 0.51 ถึง 1.01 และสัมประสิทธิ์การกระจายมีค่า 3.48 ถึง 7.19 โดยแบบทดสอบการนับลูกบาศก์ (M_3) มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมากที่สุด

3.2. เปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

หลังจากการทำทดลองเป็นที่เรียบร้อยแล้วผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์(M_1) แบบทดสอบรูปทรงสามมิติ (M_2) และแบบทดสอบการนับลูกบาศก์ (M_3) ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และการทดสอบหลังเรียน (Post-test) มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิ ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยใช้การวิเคราะห์แบบ t – test dependent ปรากฏผลดังตาราง 7 ดังนี้

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

แบบทดสอบ	k	สอบก่อนเรียน (Pre-test)		สอบหลังเรียน (Post-test)		t
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	
M_1	15	10.5000	3.1777	14.6731	.5134	9.393**
M_2	15	10.0962	2.5611	14.2115	.9769	11.714**
M_3	15	9.6538	2.5118	14.0385	1.0090	13.439**
M	45	30.2500	5.7424	42.9231	1.7017	17.083**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

t (.01 ,df=51=2.408)

จากตาราง 7 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางปรากฏว่า ความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ จากการทดสอบวัด

ความสามารถเชิงปริภูมิ 3 แบบ คือ แบบทดสอบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ (M_1) แบบทดสอบรูปทรงสามมิติ (M_2) และแบบทดสอบการนับลูกบาศก์ (M_3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอนซึ่งเป็นตามสมมติฐานข้อ 2

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาโดยมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

สังเขป ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้านี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยพิจารณาจาก

1. เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80
2. ความสามารถเชิงปริภูมิ

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวน 350 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 52 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 7 ห้องเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนละความสามารถของนักเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ตั้งแต่วันที่ 10 -19 กันยายน พ.ศ. 2546 ใช้เวลาทดลองสอนทั้งหมด 12 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาทำการ 8 วัน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นสาระ : เรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยใช้กรอบสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยผู้วิจัยกำหนดเนื้อหาไว้ดังนี้

- | | |
|--|-----------|
| 1. รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ | 2 ชั่วโมง |
| 2. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ | 3 ชั่วโมง |
| 3. ภาพสองมิติที่เกิดจากการมองในด้านต่างๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ | 3 ชั่วโมง |
| 4. การวาดหรือการประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติ จากรูปเรขาคณิตสองมิติ | 4 ชั่วโมง |

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนและคู่มือครูเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3) ซึ่งผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้น
2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) แบบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบการนับลูกบาศก์ และแบบรูปทรงสามมิติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย เลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ เวลา 30 นาที มีระดับความยาก (p) ตั้งแต่ 0.24 - 0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.22 - 0.70 และค่าความเชื่อมั่น 0.76

วิธีดำเนินการทดลอง

ขอความร่วมมือกับโรงเรียนที่จะทำการศึกษาดลองจำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าและผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้นโดยชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิที่สร้างขึ้นไปทำการทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre-test) แล้วดำเนินการทดลองโดยใช้บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ จำนวน 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการทดสอบหลังเรียน(Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน ทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบโดยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS FOR WINDOWS

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1 / E_2
2. เปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยใช้สถิติทดสอบ t – test dependent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.18/93.44

2. ความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนได้รับการสอนมีค่า 30.25 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการสอนมีค่า 42.92 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 45 คะแนน

อภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้ข้อค้นพบจากการทดลองกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ทุกข้อ โดยพบว่า บทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งยังช่วยส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำผลการวิจัยมาอภิปรายผลในประเด็นที่สำคัญ ดังนี้

1. บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 บทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาอย่างเป็นระบบโดยทำการศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และตำราเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาต่างๆ การวิเคราะห์สาระเพื่อกำหนดขอบข่ายของ หน่วยการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ในบทเรียนจะประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ย่อยซึ่งมีเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ แบบฝึกปฏิบัติ แบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้สำหรับทดสอบหลังการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนได้ทำการศึกษาและทำกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ย่อย ผู้วิจัยได้ทำการเฉลยทันทีที่นักเรียนทำเสร็จเพื่อให้นักเรียนได้ทราบผลการเรียนของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ยุพิน พิพิธกุล (2530 : 88) ที่ว่า กิจกรรมที่ผู้เรียนได้มีโอกาสทราบผลได้อย่างชัดเจนทันทีทันใดนั้น เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดการกระตือรือร้นในการเรียนรู้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ในบทเรียนมีทั้งเนื้อหาและการปฏิบัติกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดความเพลิดเพลินและสนุกกับการเรียนทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

1.2 ในการดำเนินการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนหลายรูปแบบ เช่น การเรียนเป็นรายบุคคล รายคู่ และรายกลุ่ม ทั้งยังกำหนดกิจกรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ร่วมกัน มีการช่วยเหลือกัน อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยครูมีบทบาทสำคัญในการเตรียมบทเรียน และอำนวยความสะดวกให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น ซึ่งผลจากการจัดกิจกรรมนั้นสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 13) และสอดคล้องกับผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อาทิ งานวิจัยของ สุดารัตน์ ไผ่พงสาวงค์ (2543 : 87) ที่พัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ที่ใช้จัดการเรียนการสอนแบบ CIPPA MODEL เรื่องเส้นขนานและความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จรรยา ภูอุดม (2544 : 110) ที่พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ รจนา รัตนานิคม (2544 : 29) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด และ พรศรี บุญรอด (2545 : 61) ที่พัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องปริมาตรและพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นต้น

1.3 ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ย่อยในบทเรียนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน เมื่อนักเรียนประกอบกิจกรรมเสร็จนักเรียนก็จะได้ผลสำเร็จของงานจากการปฏิบัติกิจกรรมที่เป็นรูปธรรม และยังช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ สนุกกับการคิด มีอิสระในการตัดสินใจ มีความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดบรรยากาศที่ดีต่อการเรียน ดังปรากฏข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนบทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนในภาคผนวก จ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของผ่องพรรณ เกิดพิทักษ์ และคมเพชร ฉัตรศุภกุล (2543 : 81) พบว่าบรรยากาศทางการเรียนเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อยุทธวิธีการเรียนและการศึกษาของนักเรียนวัยรุ่น

1.4 บทบาทของครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือส่งเสริมนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ โดยชี้แนะความสนใจของนักเรียนด้วยการสนทนา ใช้คำถามท้าทายให้เกิดการสำรวจ เพื่อนำไปสู่การสร้างหรือขยายมโนคติ ดังเช่น ในใบงานที่ 6 ของหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 และใบงานที่ 7 ในหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 4 ขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติกิจกรรมครูได้ใช้คำถามที่ท้าทายให้แต่ละกลุ่มหาวิธีการที่แตกต่างไปจากกลุ่มอื่น ทำให้นักเรียนเกิดการแข่งขัน และพยายามคิดหาวิธีการนอกเหนือจากกลุ่มอื่นที่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของแคททิน (Cattin. 1997:3374) ที่พบว่า นักเรียนชอบบทบาทของครูในฐานะเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ เป็นแหล่งข้อมูล และเป็นผู้ให้การสนับสนุนความพยายามของนักเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนโดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ซึ่งปรากฏว่าความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียน

คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องมาจาก

2.1 ผู้วิจัยได้ใช้แบบฝึกปฏิบัติความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ในบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อช่วยส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิโดยให้นักเรียนได้รับการฝึกฝน ทั้งยังเป็นแนวทางให้นักเรียนเกิดการคิด มีความสามารถในการแก้ปัญหา ส่งผลให้มีการพัฒนาความสามารถดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับ โฮวาร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) ที่เชื่อว่าเชาวน์ปัญญาเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ และยังเป็นสิ่งที่พัฒนาการได้ด้วยการฝึกฝน เพื่อพัฒนาให้ถึงศักยภาพของแต่ละบุคคล (สุรางค์ โค้วตระกูล.2545:120) และสอดคล้องกับการวิจัยของ กัลยาณี อุกฤษ (2542:52) ที่เปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) โดยผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถดังกล่าวโดยการปฏิบัติกิจกรรมในใบงานของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ย่อยของบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดจินตนาการ มีสามารถในการมองเห็นภาพของส่วนประกอบต่างๆ ทำให้มีความคล่องแคล่วว่องไวในการแก้ปัญหา ปฏิบัติกิจกรรมที่เป็นประสบการณ์ทางรูปธรรมทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ อิซาร์ด (Izard. 1990 : 44-47) ได้ศึกษาถึงการให้สื่ออย่างง่ายที่สามารถใช้ในการสร้างประสบการณ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหา และการมองภาพ สำหรับนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นเกรดสี่จนถึงเกรดเก้า โดยการใช้ปริศนา (Puzzle)สามมิติ แยกเคิลและวิทลีย์ (Yackle and Wheatley. 1990 : 52-58) ได้สร้างกิจกรรมสำหรับนักเรียนเกรดสองเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการนึกภาพในใจ (Visual Imagery) และบุษบา โคตพันธ์ (2546 : 40) ที่ศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต เรื่องรูปสี่เหลี่ยม รูปทรง และปริมาตร ที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า

จากการทดลองสอนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ได้พบข้อสังเกตบางประการซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน มีความกระตือรือร้นในการเรียน มีการ

ชักถามช่วยเหลือซึ่งกันและกัน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และเมื่อมีการสงสัยก็สามารถถามครูได้ เป็นการช่วยส่งเสริมบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน

2. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม และนำเสนอผลงานเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน จากการวิจัยพบว่า ในการนำเสนอผลงานของนักเรียนมีข้อบกพร่องทางการใช้ภาษา เมื่อมีการอภิปรายในชั้นเรียนครูจะเข้าช่วยโดยการใช้คำถามชี้แนะเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ และได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

3. ก่อนการทดลองผู้วิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนมากในกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) โดยวิธีการต่างๆ เช่น การเดา ทำตามเพื่อน (สังเกตจากการตรวจข้อสอบ) อาจเนื่องจากนักเรียนกลัวว่าจะนำไปรวมกับคะแนนการเรียนคณิตศาสตร์ และอายุที่จะได้คะแนนน้อยกว่าเพื่อน แต่หลังจากการทดลองผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความตั้งใจที่จะทำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ด้วยตนเอง โดยสังเกตจากที่นักเรียนทุกคนนำกระเป๋านักเรียนของตนเองมาบังเพื่อไม่ให้เพื่อนเห็น ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้บอกหรือบังคับให้นักเรียนเข้าขึ้นมา แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความมั่นใจในการทำข้อสอบหลังจากที่ได้เรียน และทำกิจกรรมการเรียนการสอนตามบทเรียนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

4. จากการทดลองพบว่า การปฏิบัติกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) นักเรียนชายปฏิบัติกิจกรรมได้เร็ว และถูกต้องกว่านักเรียนหญิง ในขณะที่นักเรียนหญิงต้องการคำอธิบายและการชี้แจงจากครูก่อน ถึงจะปฏิบัติกิจกรรมได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

1.1 ในการเรียนเรขาคณิตทุกระดับชั้นควรมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ควบคู่ไปด้วย เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบความสัมพันธ์และการพัฒนาความสามารถเชิงปริภูมิ เพื่อที่จะเป็นพื้นฐานการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรใช้สื่อที่เน้นการปฏิบัติจริง เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการเรียน มีโอกาสสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง มีความมั่นใจในการเรียน และทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ มีจินตนาการเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

1.3 ทักษะคิดที่มีต่อครูและการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรที่สำคัญส่วนหนึ่งต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้วิจัยได้สร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนต่อนักเรียนในห้อง มีกิจกรรมที่น่าสนใจ ทำให้สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวดังได้เป็นอย่างดี

1.4 การตรวจแบบฝึกอย่างสม่ำเสมอจะทำให้ครูทราบถึงข้อบกพร่องต่างๆ ของ

นักเรียนทำให้ครูสามารถแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น ทั้งยังทำให้นักเรียนทราบผลการตรวจเพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความพยายามในการทำแบบฝึกในการเรียนต่อไป

1.5 เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรจัดให้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และควรเพิ่มเวลาการทำแบบฝึกสำหรับนักเรียนที่เรียนรู้ช้า เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนได้ทัดเทียมกับคนอื่น

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรนำบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ นี้ ไปปรับปรุง แก้ไขแล้วนำไปทดลองกับนักเรียน เพื่อศึกษาเกี่ยวกับทักษะความคิดสร้างสรรค์

2.2 ควรมีการพัฒนาการวัดและประเมินผลโดยการประเมินตนเอง หรือเพื่อนร่วมงาน เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลด้านทักษะทางสังคมของผู้เรียนในการร่วมมือทำงานกับผู้อื่น

2.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีการใช้สื่อการสอนที่ทันสมัย เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ และจะทำให้ผู้เรียนมองเห็นเป็นรูปธรรมได้มากยิ่งขึ้น

2.4 ควรมีการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต ที่ส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ในเนื้อหาอื่นๆ ในรูปแบบของชุดการสอน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมที่หลากหลายในระดับชั้นประถมศึกษา มัธยมศึกษา โดยจัดให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ วีระเวชเจริญชัย. (2526). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน มิตีสัมพันธ์ และเหตุผลเชิงนามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (มัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. (2540). รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2540. กรุงเทพฯ : ศุภสภา ลาดพร้าว
- _____. (2544ก). สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : ศุภสภา ลาดพร้าว.
- _____. (2544ข). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รับส่งสินค้า และพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.)
- _____. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รับส่งสินค้า และพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.)
- กัลยาณี อุกฤษ. (2542). การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ชุดการฝึก และการปฏิบัติจริง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2541). นานาแนวคิดคณิตศาสตร์ โครงการพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ศุภสภา.
- จรรยา ภูอุดม. (2544). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- จรรยา สิงห์ทอง. (2532). การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพที่มีขนาด และทิศทางของภาพซ้อนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จัญญ มุ่งการนา และคณะ. (ม.ป.ป.). แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ประสานมิตร.
- จินตนา ไบกาชัย. (2530, มีนาคม). "หนังสือเรียนที่ไม่ใช่แบบเรียน", ประชากรศึกษา 28 (8) : 32.

- ฉวีวรรณ เศวตมัลย์ และคณะ. (2545). *ชุดปฏิบัติการเรียนรู้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม. 1-3) สาระที่ 3 เรขาคณิต*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ประสานมิตร.
- ฉลองชัย สุวัฒนบุรณ. (2528). *การเลือกและการใช้สื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อัดสำเนา.
- ชวาล แพรัตกุล. (2514). *การทดสอบเพื่อค้นพบและพัฒนาสมรรถภาพ. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร*.
- _____. (2520). *เทคนิคการเขียนข้อสอบ*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิชย์
- ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. (2528). *การวัดความถนัด*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2544, กันยายน – ธันวาคม). “แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผลตามแนวเทอร์สโตน,” *การวัดผลการศึกษา*. 23 (68) : 11-25.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2526). *การเลือกและการใช้สื่อการสอน*. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- ณัฏฐา กมล. (2542). *ผลของการใช้เครื่องคำนวณกราฟฟิกที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย. ปรินูญานิพนธ์ ค.ม. (มัธยมศึกษา)*. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ทองหล่อ วิภาวีน. (2533). *การวัดความถนัด*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2544). *การวัดความถนัด*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ธาดาศักดิ์ วชิรปรีชาพงษ์. (2515). *การวิเคราะห์หนังสือเรียนแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแง่รูปแบบวิธีการเสนอเนื้อหา. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)*. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธำรง บัวศรี. (2504). *ขนาดและตัวพิมพ์ไทยที่เหมาะสมแก่แบบเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา. ปรินูญานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร*.
- นคร เทพวรรณ. (2521). *สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)*. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2513). *การศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)*. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

- _____. (2526). แบบทดสอบความถนัด. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. (2527). การวัดและการประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์
- บุญส่ง นิลแก้ว. (2519). การวัดผลทางจิตวิทยา. กรุงเทพฯ : แพรวพิทยา.
- บุษบา โคตพันธ์. (2546). กิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตเรื่องรูปสี่เหลี่ยม รูปทรงและปริมาตร ที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2541, มีนาคม – เมษายน). “การสอนเรขาคณิตในระดับประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21,” คณิตศาสตร์. 41 (474-475) : 65-68.
- _____. (2543, มกราคม – มีนาคม). “ความเคลื่อนไหว...เกี่ยวกับ NCTM : Principles and Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 2000,” สสวท. 28(108) : 14-22.
- ประทีป จรัสรุ่งรวิธร. (2514). การวิเคราะห์หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในแง่รูปแบบและวิธีการนำเสนอเนื้อหา. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (บรรณารักษศาสตร์) : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- ประมวญ คิตคินสัน. (2535). จิตวิทยาการศึกษาเด็กพิเศษ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ผ่องพรรณ เกิดพิทักษ์ และคมเพชร จัตรศุภกุล. (2543). รายงานการวิจัยเรื่องยุทธวิธีการเรียนและการศึกษาของนักเรียนวัยรุ่น. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชากร แปลงประสพโชค. (2540). การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- _____. (2543). “ความสามารถเชิงมิติสัมพันธ์” ในเอกสารประกอบการอบรมในหลักสูตรพิเศษทางคณิตศาสตร์ โครงการส่งเสริมนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- พรทิพย์ ภัทรชาคร. (2520). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พรศรี บุญรอด. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์.
- ยรรยง ปกป้อง. (2534). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบต่างๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2536). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัทการพิมพ์.
- _____. (2545, มกราคม – กุมภาพันธ์). “จะสอนคณิตศาสตร์อย่างไร,” การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 30(116) : 15-22.
- รจนา รัตนานิคม. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ. (2532). ผลการช่อนภาพบางแบบที่มีต่อคุณภาพของแบบทดสอบมิตสัมพันธ์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- _____. (2543, มกราคม-เมษายน). “มิตสัมพันธ์สำคัญไฉน,” วิชาการศึกษาศาสตร์. 1 (2) : 24.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2527). หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- _____. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2541). เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วรรณวิภา สุทธิเกียรติ. (2542). การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- วรวรรณ เหมชะญาติ. (2536). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดของกาเยที่มีต่อความสามารถทางมิตสัมพันธ์ของเด็กก่อนวัยเรียน. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(ประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- วิญญา วิศาลาภรณ์. (2525). การวัดความถนัดเบื้องต้น. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2535). พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- _____. (2542). พลังการเรียนรู้ในกระบวนการทัศน์ใหม่. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วิชัย ราษฎร์ศิริ. (2526). หลักสูตรและแบบเรียนมัธยมศึกษา (ศึกษา 431) และประกอบการเรียนรู้วิชาศึกษา 31 : การมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2520). การวัดผลการศึกษา และสถิติเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดการพิมพ์ไชยวัฒน์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544ก). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2544ข). เรขาคณิต. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมพล เล็กสกุล และชุลีพร สุภธีระ. (2538). เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : มปป.
- สมศักดิ์ ขอบตรง. (2526). หลักสูตรและแบบเรียนมัธยมศึกษา. สุราษฎร์ธานี : วิทยาลัยครูสุราษฎร์ธานี.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2526). แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2542). 41 ปี กรมวิชาการ. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหนังสือกรมวิชาการ.
- สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. (2518). การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สมเกียรติ ศรีสกุล. (2539). หลักสูตร และการจัดการมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : อักษรพิพัฒน์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2537). “แนวโน้มการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์” ใน สารัตถะและวิทยวิธีการหาทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.
- สัญญา จันทรอด. (2534). การเปรียบเทียบความยากของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 3 มิติที่มีมุมมองต่างกัน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุกิจ ศรีพรหม. (2541, กันยายน). “ชุดการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน”, วารสารวิชาการ. 1(9) : 68-72.

- สุดารัตน์ ไผ่พงสาวงค์. (2543). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดการเรียนการสอนแบบ CIPPA MODEL เรื่องเส้นขนานและความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- สุธน สิทธิวิชาพร. (2532). ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2530). การสร้างแบบทดสอบ 2 แบบทดสอบความถนัด. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2545). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5 (ฉบับปรับปรุงแก้ไข). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). เทคนิคทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี สถาบันพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- เสาวลักษณ์ สมานแก้ว. (2539). การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกล่องที่วางตัวเลือกทิศทางต่างกัน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- อรพรรณ พรสีมา. (2530). เทคโนโลยีทางการสอน. ม.ป.พ.
- อริพร ศรียมก. (2529). “การประเมินผลสื่อประสม”, ในชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น หน่วยที่ 11-15. บุชิตา รัตน์โรสงค์ และอังคณา นันท์ธิพาวรรณ. หน้า 245-252. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อรสา ปราชญ์นคร. (2525). หลักสูตรและแบบเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- อุทัยวรรณ สายพัฒนะ. (2539). การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทาง 3 มิติ จากรูปแบบที่มีมุมต่างกัน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อเนก เพียรอนุกุลบุตร. (2527). การสร้างแบบทดสอบความถนัด. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อาร์มสตรอง, โทมัส. (2543).พหุปัญญาในห้องเรียน : วิธีการสอนเพื่อพัฒนาปัญญาหลายด้าน = Theory of Multiple Intelligences . อารี สันทนต์ แปลและเรียบเรียง. กรุงเทพฯ : สมาคมเพื่อการศึกษาเด็ก.

- Anastasi, Anne. (1961). *Psychological Test*. New York : Macmillan.
- Ben-Chaim, David ; Lappan Glenda & Houang Richard T. (1988, Spring). "The Effect of Instruction on Spatial Visualization on Skills of Middle School Boys and Girls," *American Education Research Journal*. 1(25) : 51-71.
- Buros, Oscar Krisew, Editor. *The mental Measurements Yearbook*. New Jersey : The Gryphon Press.
- Cattin, Deborah Schweikert. (1977, February). "A study of Self – Directed Learning in an Alternative Education Program for Adolescents", in *Dissertation Abstracts International*. 57 (8) 3374 – A .
- Crowley, Mary L. (1987). "The Van Hiele Model of the Development of Geometric Thought," in *Learning and Teaching Geometry, K - 12. Yearbook*. P1-17. Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Cronbach, Lee J. (1970). *Essentials of Psychological Testing*. 3rd ed. New York : Harper and Row Publisher.
- Cruikshank, Douglas E. & Sheffield, Linda Jenson. (1992). *Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics*. 2nd ed. New York : Macmillan.
- _____. (1990?). *Teaching Mathematics to Elementary School Children*. Columbus : Merrill.
- Del Grande, John J. (1990, February). "Spatial Sense," *Arithmetic Teacher*. 37(6) : 14-20.
- _____. (1987). "Spatial Perception and Primary Geometry," in *Learning and Teaching Geometry, K - 12. Yearbook*. P126-135. Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Dale, Edgar. (1957). *Audio Visual Methods in Teaching*. New York : Dryder Press.
- Dossey, John A. et.al. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom*. Canada : The Wadsworth Group. Brook/Cole.
- Fan, Chung-Teh. (1952). *Item Analysis Table*. Princeton, New Jersey : Educational Testing Service.
- French, John W. (1965, Spring). "The Relationship of Problem-Solving Styles to the Factor Composition of Tests," *Educational and Psychological Measurement*. 25 : 9 – 28.
- Fuy, David J. & Liebov, Amy K. (1993). "Geometry and Spatial Sense" in *Research Ideas for the Classroom Childhood Mathematics*. New York : Macmillan.

- Gardner, Howard. (1993). *Multiple Intelligences : The Theory in Practice*. New York : Harper Collins.
- Good, C.V. (1965). *Dictionary of Education*. New York : Mcgraw-Hill Book Company.
- Guilford, J.P. (1988, Spring). "Some Change in the Structure of Intellect Model," *Education and Psychological Measurement*. 48 (1) : 1-4.
- Hoffer, Alan R. (1988). "Geometry and Visual Thinking," in *Teaching Mathematics in Grade K-8*, edited by Post Thomas R. Boston : Allyn and Bacon. Inc.
- Izard, John. (1990, February). "Developing Spatial Skills with Three-Dimensional Puzzle," *Arithmetic Teacher*. 37(6) : 14-20.
- Jurgensen, Ray C., et al. (1990). *Geometry*. Illinois : Houghton Mifflin Company.
- Kennedy, Leonard M. & Tipps, Steve. (1997). "*Guiding Children's Learning of Mathematics*," 8th ed. California : Wadsworth.
- Lappan, Glenda., et al. (1998). *Ruins of Montarek Spatial Visualization*. Michigan : Dale Seymour.
- Lappan, Glenda. & Winter, Jean M. (1988). *Mathematics For The Middle Grades (5 - 9)*. 3rd ed. Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Levy, Joan U. & Levy, Norman. (2001) *Mechanical Aptitude & Spatial Relations Tests*. 5th ed. United States of America : Thomson Learning, Inc.
- Malaty, George. (1994, September-October). Can Young Children Learn Ideas in Geometry?, *The International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*. 25(5) : 751-758.
- Mcgee, M. (1979). *Human Spatial Abilities*. New York : Praeger Publishers.
- Michael, William B., Zimmerman Wayne S. & Guilford J.P.. (1951). "An Investigation of The Spatial-Relations and Visualization Factor in High School Samples," *Education and Psychological Measurement*. 11 : 561-577.
- Moses, Barbara. (1990, February). "Developing Spatial Thinking in The Middle Grades," *Arithmetic Teacher*. 37(6) : 59-63.
- Nunnally, Jum C. (1964). *Educational Measurement and Evaluation*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Rannucci, Ernest R. (1964, October) "The Role of the Space Perception in the Teaching Mathematics," *Bulletin of the International Study Groups of Mathematics Learning*. 11 : 19-23.

- Rowan, Thomas E. (1990, February). "The Geometry Standards in K - 8 mathematics," *Arithmetic Teacher*. 37(6) : 24-28.
- Sgroi, Richard J. (1990, February). "Communicating About Spatial Relationships," *Arithmetic Teacher*. 37(6) : 21-23.
- Shaw, Jean M. (1990, February). "Spatial Sense." *Arithmetic Teacher*. 37(6) : 4-5.
- Shich, Wenfu. (1985, December). "Spatial Visualization, Attitudes Toward Mathematics Achievement Among Chinese-American, Hispanic-American and Caucasian Seventh and Eighth Grade Student," *Dissertation Abstracts International*. 46 : 363.
- Smith Macfarland I. (1964). *Spatial Ability*. London : London University, Press.
- Stanic, George M.A. & Owens, Douglas T. (1990, February). "Spatial Abilities," *Arithmetic Teacher*. 37(6) : 48-51.
- Suydam, Marilyn. (1985, September). "The Shape of Instruction in Geometry : Some Highlight from Research," *Mathematics Teacher*. 78(6) : 481-485.
- Thomas E. Rowan & Morrow Lorna J.. (1993). "Geometry through the Standards", *Implementing the K - 8 Curriculum and Evaluation Standards*. Northern Iowa : National Council of Teachers of Mathematics.
- Thurstone, L.L. (1958). *Primary Mental Ability*. Chicago : University of Chicago Press.
- The National Council of Teachers of Mathematics. (1995). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics : Geometry and Spatial Sense*. 3rd ed. Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- _____. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. New York : National Council of Teachers of Mathematics.
- _____. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Wheatley, Grayson H. (1990, February). "Spatial Sense and Mathematics Learning," *Arithmetic Teacher*. 37(6) : 10-11.
- Yackel, Erna & Wheatley, Grayson H. (1990, February). "Promoting Visual Imagery in Young Pupils," *Arithmetic Teacher*. 37(6) : 52-58.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ บทเรียนและคู่มือครู เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และแผนการจัดการเรียนรู้

1. อาจารย์ประสาธ สำนวนวงศ์
รองอธิบดีกรมวิชาการ กรมวิชาการ
2. อาจารย์สุวรรณา คล้ายกระแสน
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. รองศาสตราจารย์ ยงยุทธ หนูกฤต
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
อาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปทุมวัน
5. อาจารย์สมนึก บุญพาไสว
ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

2. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability)

1. อาจารย์ละเอียต รัชษ์เผ่า
ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์
ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ
ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. ตารางผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) โดยผู้เชี่ยวชาญ
2. ตารางค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 8 ผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability)

โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1	ใช้ได้
16	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1	ใช้ได้
19	1	1	1	3	1	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1	ใช้ได้
23	1	1	1	3	1	ใช้ได้
24	1	1	1	3	1	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1	ใช้ได้
26	1	1	1	3	1	ใช้ได้
27	1	1	1	3	1	ใช้ได้
28	1	1	1	3	1	ใช้ได้
29	1	1	1	3	1	ใช้ได้
30	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
31	1	1	1	3	1	ใช้ได้
32	1	1	1	3	1	ใช้ได้
33	1	1	1	3	1	ใช้ได้
34	1	1	1	3	1	ใช้ได้
35	1	1	1	3	1	ใช้ได้
36	1	1	1	3	1	ใช้ได้
37	1	1	1	3	1	ใช้ได้
38	1	1	1	3	1	ใช้ได้
39	1	1	1	3	1	ใช้ได้
40	1	1	1	3	1	ใช้ได้
41	1	1	1	3	1	ใช้ได้
42	1	1	1	3	1	ใช้ได้
43	1	1	1	3	1	ใช้ได้
44	1	1	1	3	1	ใช้ได้
45	1	1	1	3	1	ใช้ได้
46	1	1	1	3	1	ใช้ได้
47	1	1	1	3	1	ใช้ได้
48	1	1	1	3	1	ใช้ได้
49	1	1	1	3	1	ใช้ได้
50	1	1	1	3	1	ใช้ได้
51	1	1	1	3	1	ใช้ได้
52	1	1	1	3	1	ใช้ได้
53	1	1	1	3	1	ใช้ได้
54	1	1	1	3	1	ใช้ได้
55	1	1	1	3	1	ใช้ได้
56	1	1	1	3	1	ใช้ได้
57	1	1	1	3	1	ใช้ได้
58	1	1	1	3	1	ใช้ได้
59	1	1	1	3	1	ใช้ได้
60	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
61	1	1	1	3	1	ใช้ได้
62	1	1	1	3	1	ใช้ได้
63	1	1	1	3	1	ใช้ได้
64	1	1	1	3	1	ใช้ได้
65	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
66	1	1	1	3	1	ใช้ได้
67	1	1	1	3	1	ใช้ได้
68	1	1	1	3	1	ใช้ได้
69	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
70	1	1	1	3	1	ใช้ได้
71	1	1	1	3	1	ใช้ได้
72	1	1	1	3	1	ใช้ได้
73	1	1	1	3	1	ใช้ได้
74	1	1	1	3	1	ใช้ได้
75	1	1	1	3	1	ใช้ได้

สรุปการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ข้อสอบแต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

ตาราง 9 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด
ความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r
1	0.74	0.52	24	0.43	0.63
2	0.57	0.70	25	0.61	0.56
3	0.50	0.56	26	0.43	0.56
4	0.69	0.56	27	0.61	0.33
5	0.52	0.37	28	0.78	0.30
6	0.56	0.67	29	0.50	0.33
7	0.59	0.59	30	0.61	0.33
8	0.74	0.52	31	0.52	0.22
9	0.65	0.56	32	0.65	0.26
10	0.48	0.44	33	0.80	0.33
11	0.46	0.48	34	0.33	0.30
12	0.74	0.44	35	0.59	0.22
13	0.65	0.48	36	0.48	0.52
14	0.59	0.59	37	0.70	0.30
15	0.54	0.48	38	0.70	0.22
16	0.67	0.67	39	0.61	0.26
17	0.76	0.48	40	0.67	0.37
18	0.65	0.33	41	0.74	0.44
19	0.44	0.30	42	0.54	0.48
20	0.59	0.44	43	0.56	0.30
21	0.78	0.37	44	0.63	0.37
22	0.41	0.44	45	0.61	0.33
23	0.24	0.41			

ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) = 0.76

ข้อ 1-15 เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) แบบการหาด้าน
ตรงข้ามของลูกบาศก์

ข้อ 16-30 เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) แบบรูปทรงสามมด

ข้อ 31-45 เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) แบบการนับลูกบาศก์

ภาคผนวก ค
ผลการตรวจสอบบทเรียนคณิตศาสตร์

1. ตารางคะแนนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรงเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
2. ตารางคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง
3. ตารางผลการประมวลจากโปรแกรม SPSS for WINDOWS แสดงผลการทดสอบ t เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ตาราง 10 คะแนนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด (65 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบ (34 คะแนน)	คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด (65 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบ (34 คะแนน)
1	65	33	16	65	34
2	65	32	17	65	33
3	65	33	18	65	32
4	59	33.5	19	65	33
5	65	32	20	65	34
6	65	33.5	21	50	32
7	65	34	22	46	29.5
8	65	34	23	65	33
9	65	32	24	50	31
10	65	32	25	50	29.5
11	48	33	26	65	32
12	52	33	27	65	32
13	61	30.5	28	56	29.5
14	65	33	29	61	31
15	65	34	30	65	32

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด (65 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบย่อย (32 คะแนน)	คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด (65 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบย่อย (32 คะแนน)
31	65	33	42	65	30
32	48	31.5	43	50	30
33	65	30.5	44	48	31.5
34	50	31.5	45	65	31.5
35	48	31.5	46	61	32
36	59	33	47	65	32
37	50	27	48	48	32
38	50	29	49	61	31.5
39	56	31	50	65	32.5
40	65	32	51	65	29
41	50	29	52	50	31

$$E_1 = \frac{\bar{X}}{A} \times 100 = \frac{59.27}{65} = 91.18$$

$$E_2 = \frac{\bar{F}}{P} \times 100 = \frac{31.77}{34} = 93.44$$

ตาราง 11 คะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิก่อนเรียนและหลังเรียนของ
กลุ่มทดลอง

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน (45 คะแนน)	คะแนน หลังเรียน (45 คะแนน)	ผลต่าง	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน (45 คะแนน)	คะแนน หลังเรียน (45 คะแนน)	ผลต่าง
1	36	44	8	27	34	44	10
2	33	45	12	28	33	43	10
3	28	39	11	29	19	44	25
4	34	45	11	30	28	45	17
5	30	45	15	31	37	44	7
6	29	43	14	32	27	44	17
7	38	44	6	33	26	42	16
8	29	45	16	34	24	41	17
9	35	42	7	35	27	43	16
10	33	45	12	36	34	45	11
11	28	44	16	37	30	44	14
12	28	44	16	38	20	42	22
13	31	44	13	39	25	41	16
14	28	43	15	40	25	44	19
15	32	45	13	41	13	37	24
16	33	45	12	42	16	45	29
17	20	44	24	43	27	40	13
18	32	45	13	44	32	44	12
19	32	44	12	45	25	42	17
20	33	44	11	46	19	42	23
21	29	45	16	47	24	41	17
22	27	43	16	48	19	42	23
23	29	43	14	49	25	43	18
24	28	45	17	50	20	41	21
25	28	43	15	51	22	40	18
26	28	44	16	52	29	42	13

ตาราง 12 ผลการประมวลผลจากโปรแกรม SPSS for WINDOWS แสดงผลการเปรียบเทียบ t เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tail)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Deviation	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair Post-Pre	12.74	5.35	.74	14.16	11.18	17.083	51	.000

การทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) เนื่องจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงปริภูมิหลังการทดลองสูงกว่าก่อนเรียนบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ดังนั้นสมมุติฐานของการทดสอบคือ

H_0 : คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิไม่สูงกว่าก่อนเรียน

H_1 : คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิสูงกว่าก่อนเรียน

จากตาราง ตัวสถิติทดสอบคือ $t = 17.083$ และ p -value เท่ากับ .000 ขอบเขตวิกฤตของการทดสอบ คือ ปฏิเสธ H_0 ถ้า p -value < 0.01 พบว่า p -value น้อยกว่า .01 จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงปริภูมิหลังการทดลองสูงกว่าก่อนเรียนบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ภาคผนวก ง
แผนการจัดการเรียนรู้ และบทเรียนคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ช่วงชั้นที่ 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
 รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค. 301 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ จำนวน 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. ให้เหตุผล
2. สื่อสารและนำเสนอ
3. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

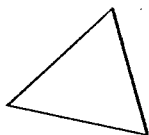
ด้านคุณลักษณะ

1. มีความสนใจและกระตือรือร้น
2. มีความร่วมมือและรับผิดชอบ
3. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น

สาระการเรียนรู้

1. รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

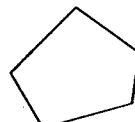
1.1 รูปเรขาคณิตสองมิติ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามลักษณะขอบหรือด้านของรูปได้แก่ กลุ่มที่มีขอบหรือด้านของรูปเป็นส่วนของเส้นตรง ได้แก่ รูปหลายเหลี่ยม และกลุ่มที่มีขอบหรือด้านเป็นส่วนโค้ง เช่น รูปวงกลม วงรี เป็นต้น
 ตัวอย่างของรูปหลายเหลี่ยม



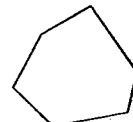
รูปสามเหลี่ยม



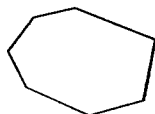
รูปสี่เหลี่ยม



รูปห้าเหลี่ยม



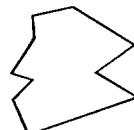
รูปหกเหลี่ยม



รูปเจ็ดเหลี่ยม



รูปแปดเหลี่ยม



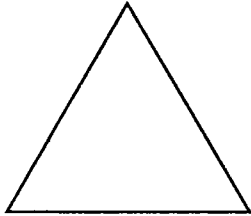
รูปสิบเหลี่ยม



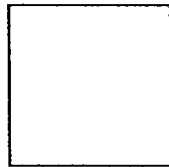
รูปสิบสองเหลี่ยม

รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า (regular polygon)

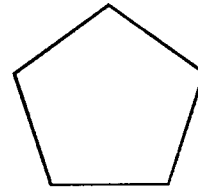
เป็นรูปหลายเหลี่ยมที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากันและมุมทุกมุมมีขนาดเท่ากัน
ตัวอย่างของรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า



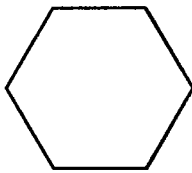
รูปสามเหลี่ยม



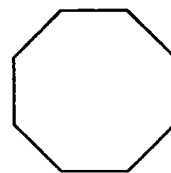
รูปสี่เหลี่ยม



รูปห้าเหลี่ยม



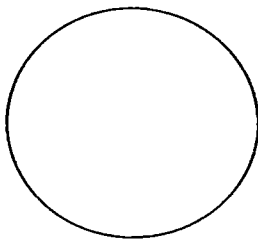
รูปหกเหลี่ยม



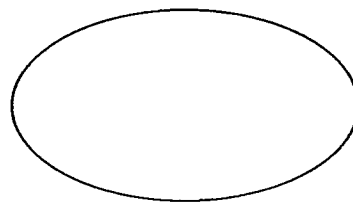
รูปแปดเหลี่ยม

กลุ่มที่มีขอบหรือด้านเป็นส่วนโค้ง

ตัวอย่างของรูปที่มีขอบเป็นเส้นโค้ง



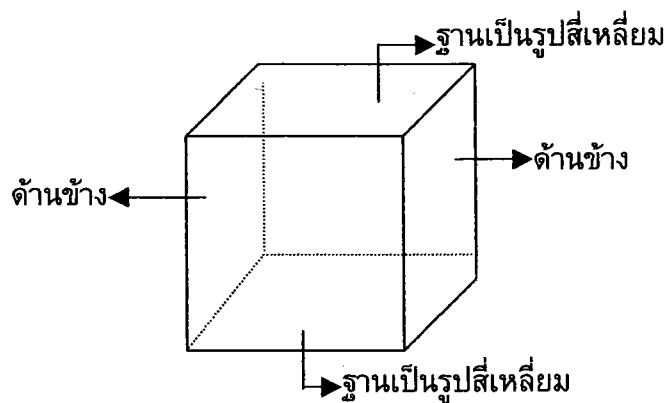
วงกลม



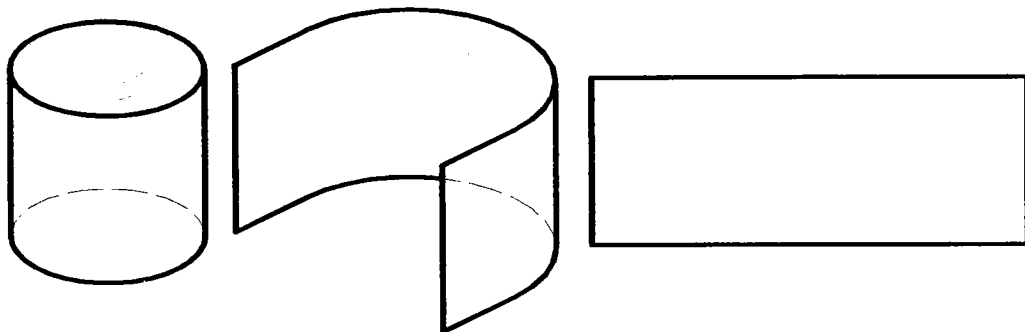
วงรี

1.2 รูปเรขาคณิตสามมิติหรือทรงสามมิติ เป็นรูปที่มีความกว้าง ความยาว และความหนา หรือความสูง การจำแนกรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นพิจารณาจากรูปร่างลักษณะของรูปเรขาคณิตที่ประกอบกันเป็นทรง ดังนี้

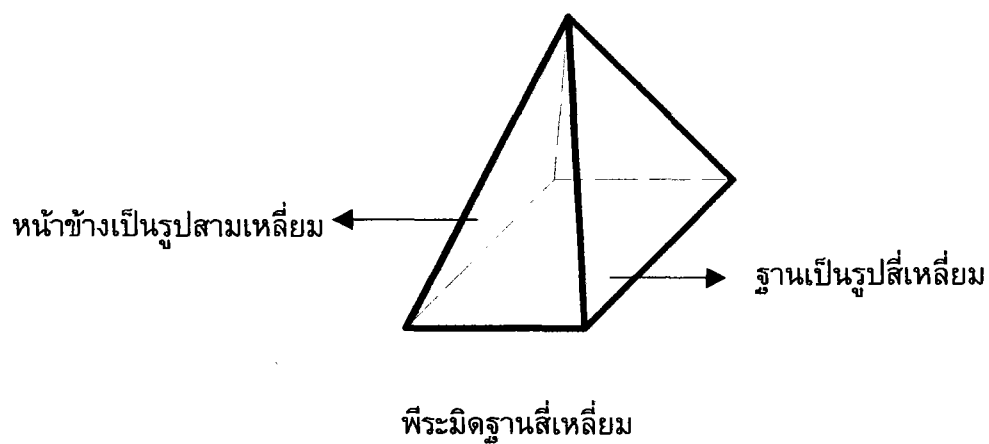
1. ปริซึม (prism) เป็นทรงสามมิติที่มีหน้าสองหน้าขนานกัน และหน้าทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมชนิดเดียวกันมีขนาดเท่ากัน เรียกหน้าทั้งสองนี้ว่า “ฐานของปริซึม” และเรียกหน้าอื่นๆ ซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากว่า “ด้านข้างของปริซึม” ชื่อของปริซึมจะตั้งตามรูปเหลี่ยมที่เป็นฐานของปริซึม เช่น ถ้าฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมก็จะเรียกว่า ปริซึมสี่เหลี่ยมดังภาพ



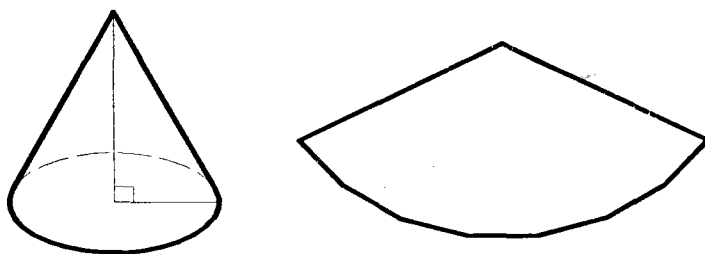
2. ทรงกระบอก (cylinder) เป็นทรงสามมิติที่มีฐานหรือหน้าตัดเป็นรูปวงกลม 2 รูป มีขนาดเท่ากัน และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน ผิวข้างมีลักษณะโค้ง เมื่อคลี่ผิวข้างของทรงกระบอกตามแนวความสูง จะได้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก



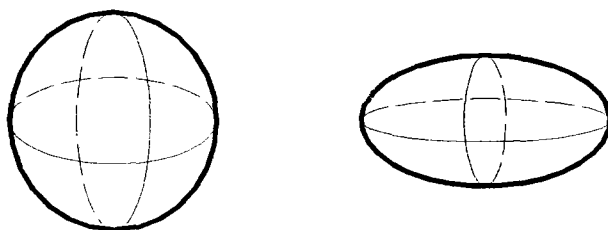
3. พีระมิด (pyramid) เป็นทรงสามมิติที่มีหน้าหนึ่งเป็นฐาน มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐานนั้น และหน้าข้างทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกันที่ยอดแหลมนั้น การเรียกชื่อพีระมิดเรียกตามลักษณะของฐาน เช่น พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมหมายถึง พีระมิดที่มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยม ดังภาพ



4. กรวย (cone) เป็นทรงสามมิติที่มีฐานเป็นวงกลมผิวข้างโค้ง และมียอดแหลม เมื่อคลี่ผิวข้างของกรวยออกจะได้รูปสามเหลี่ยมฐานโค้ง



5. ทรงอื่นๆ เป็นทรงที่มีลักษณะผิวโค้ง ได้แก่ ทรงกลม ทรงรี



กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ทางด้านความรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูทบทวนลักษณะของมิติต่าง ๆ เช่น จุดไม่มีมิติ , เส้นต่าง ๆ (เส้นโค้งเปิด) มี 1 มิติ
3. ครูยกตัวอย่างลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติบนกระดานให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาหลังจากนั้นครูให้นักเรียนให้อธิบายการแบ่งกลุ่มตามลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติ
4. ครูยกตัวอย่างรูปหลายเหลี่ยมของกลุ่มที่มีขอบหรือด้านของรูปเป็นส่วนของเส้นตรง ได้แก่ รูปหลายเหลี่ยม และรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า หลังจากนั้นครูให้นักเรียนให้อธิบายข้อแตกต่างของรูปหลายเหลี่ยมและรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า พร้อมทั้งยกตัวอย่างเพิ่มเติม
5. ครูยกตัวอย่างรูปหลายเหลี่ยมกลุ่มที่มีขอบหรือด้านเป็นส่วนโค้ง
6. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 ในบทเรียน เป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน
7. ครูให้นักเรียนให้นำเสนอผลงานใบงานที่ 1 หน้าชั้นเรียน
8. ตัวแทนแต่ละกลุ่มส่งผลงานของกลุ่ม เพื่อประเมินผลงานของกลุ่ม
9. นักเรียนและครูช่วยกันสรุปเนื้อหา
10. นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติ 1 ในบทเรียน ซึ่งเป็นแบบฝึกปฏิบัติความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) เป็นรายบุคคล โดยนักเรียนศึกษาคำชี้แจงในแบบฝึกปฏิบัติ ถ้ามีข้อสงสัยให้ซักถามครูและอภิปรายกับเพื่อนได้

ชั่วโมงที่ 2

1. ครูทบทวนเนื้อหาเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติ
- 1.* 2. ครูใช้อุปกรณ์ทรงสามมิติต่าง ๆ เช่น ปริซึมสี่เหลี่ยม ทรงกระบอก พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม กรวย ทรงกลม นำอภิปรายถึงลักษณะที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน แล้วแนะนำให้นักเรียนรู้จักชื่อของทรงสามมิตินั้น ๆ
3. ครูให้นักเรียนพิจารณาภาพของทรงสามมิติต่าง ๆ ในบทเรียนหน้า 11 - 13 พร้อมทั้งอธิบายลักษณะของทรงสามมิติต่าง ๆ ในบทเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนยกตัวอย่างเกี่ยวกับสิ่งของหรือวัตถุในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะคล้ายกับทรงสามมิติ หรือมีทรงสามมิติเป็นส่วนประกอบ
4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 1 ในบทเรียนหน้า 17 เป็นรายคู่
5. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทำแบบฝึกทักษะ 1 หน้าชั้นเรียน และตรวจคำตอบแบบฝึกทักษะให้ถูกต้อง
6. นักเรียนและครูช่วยกันสรุปเนื้อหา
7. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยชุดที่ 1 เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เป็นรายบุคคล (10 นาที)
8. นักเรียนทำใบงานที่ 2 ในบทเรียนเป็นรายบุคคล โดยนำมาส่งในชั่วโมงต่อไป

สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนคณิตศาสตร์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
2. ชุดทรงสามมิติ
3. ใบงานที่ 1 , 2
4. แบบฝึกปฏิบัติ 1

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือ
1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ 2. ตรวจผลงาน	คะแนนรวม 80 % ผ่านเกณฑ์ 80 %	- แบบสังเกตพฤติกรรม - แบบประเมินผลงานการทำงานของกลุ่ม - ใบงานที่ 1 , 2 - แบบฝึกปฏิบัติ 1 - แบบฝึกทักษะ 1
3. ทดสอบความรู้ความเข้าใจเรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	ถูกต้อง 80 %	- แบบทดสอบย่อยประจำชุดที่ 1

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินผลงานการทำงานกลุ่ม

เรื่อง.....

กลุ่มที่.....จำนวนสมาชิก.....คน

เลขที่	ชื่อ – สกุล	ความรับผิดชอบ			รวม	ความร่วมมือ			รวม	ระเบียบวินัย			รวม
		ครั้งที่				ครั้งที่				ครั้งที่			
		1	2	3		1	2	3		1	2	3	
1													
2													
3													
4													
5													

น้ำหนัก

2

2

1

ความรับผิดชอบ หมายถึง

- 4 หมายถึง
- 3 หมายถึง
- 2 หมายถึง
- 1 หมายถึง
- 0 หมายถึง

การปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้ครบ เสร็จตามระยะเวลาที่ได้ตกลงไว้
โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมายทุกครั้ง
ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมาย 2 ครั้ง
ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมาย 1 ครั้ง
ได้มอบหมายเกินกว่า 1 ครั้ง
ไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย

ความร่วมมือ หมายถึง

- 4 หมายถึง
- 3 หมายถึง
- 2 หมายถึง
- 1 หมายถึง
- 0 หมายถึง

การร่วมกิจกรรมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติงานจนสำเร็จด้วยดี
โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ร่วมแสดงความคิดเห็น และเข้าร่วมปฏิบัติงานจนสำเร็จด้วยดีทุกครั้ง
ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่เข้าร่วมปฏิบัติงานเพียง 2 ครั้ง ไม่ได้ร่วม
แสดงความคิดเห็นหรือแสดงความคิดเห็นบ้าง แต่เข้าร่วมปฏิบัติงาน
จนสำเร็จด้วยดีทุกครั้ง
ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่เข้าร่วมปฏิบัติงานเพียง 1 ครั้ง
ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่ไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย
ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็น และไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย

ระเบียบวินัย	หมายถึง	การปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่ม โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้
4	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน
3	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด เพียง 2 ครั้งที่ปฏิบัติงาน
2	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด เพียง 1 ครั้งที่ปฏิบัติงาน
1	หมายถึง	ปฏิบัติตนไม่สม่ำเสมอในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่ม
0	หมายถึง	ไม่ปฏิบัติตามข้อตกลงที่กำหนดไว้ในกลุ่มเลย

แบบสังเกตพฤติกรรม

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

[illegible]

เกณฑ์การให้คะแนน

ความกระตือรือร้น	หมายถึง	นักเรียน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ว่าง
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ว่าง
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ว่าง
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ไม่ตั้งใจเรียน คุย เล่น หรือว่าง
ตรวจสอบงาน	หมายถึง	นักเรียน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ไม่ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
งานเสร็จทันเวลาหมายถึง	นักเรียนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย	
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกไม่เสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
ผลสำเร็จของงาน	หมายถึง	ผลของการทำใบงาน
2 คะแนน	หมายถึง	ทำใบงานได้ถูกต้อง
1 คะแนน	หมายถึง	ทำใบงานผิด
0 คะแนน	หมายถึง	ไม่ทำใบงาน
อภิปรายร่วมกับเพื่อน	หมายถึง	นักเรียนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนไม่ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ช่วงชั้นที่ 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
 รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค. 301 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
 จำนวน 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. สื่อสาร โดยนำเสนอผลงานได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง
2. ร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
3. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

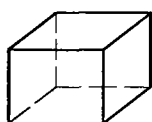
ด้านคุณลักษณะ

1. มีความรับผิดชอบ และมีวินัยในตนเอง
2. มีความร่วมมือและช่วยเหลือกัน

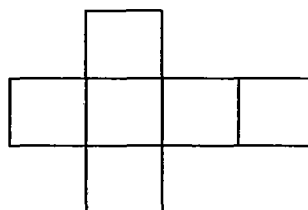
สาระการเรียนรู้

รูปคลี่ของทรงสามมิติใด ๆ เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถนำมาประกอบต่อกันแล้วได้ทรงสามมิตินั้น ๆ เช่น

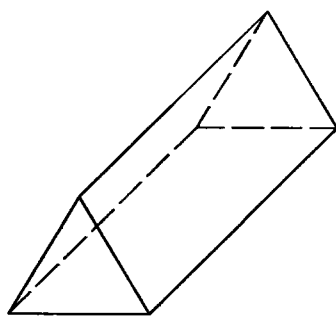
รูปเรขาคณิตสามมิติ



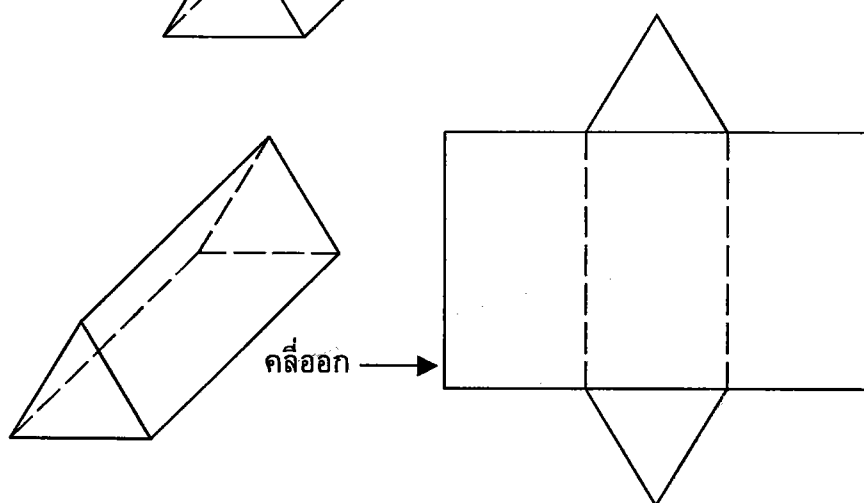
รูปคลี่



ตัวอย่างที่ 1 จากรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้จะประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติรูปใดบ้าง และมีกี่รูป



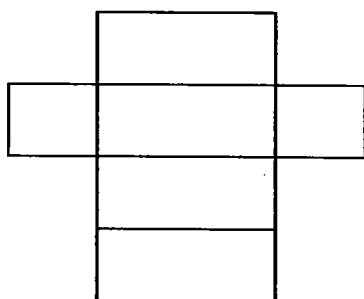
วิธีทำ



รูปสองมิติจะประกอบด้วย รูปสามเหลี่ยม 2 รูป และรูปสี่เหลี่ยม 3 รูป

ตัวอย่างที่ 2 จากภาพสองมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้ สามารถพับเป็นทรงสามมิติได้หรือไม่

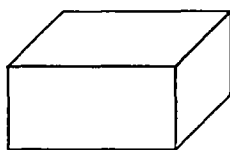
(ก)



(ข)



วิธีทำ (ก) จากรูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้ สามารถพับเป็นทรงสามมิติได้ดังนี้



(ข) จากรูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้ ไม่สามารถพับเป็นทรงสามมิติได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ทางด้านความรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูทบทวนลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ นำมาอภิปรายถึงลักษณะที่ต่างกัน และเหมือนกันของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
3. ครูนำกล่องช็อกโกแลตที่มีลักษณะเป็นทรงปริซึมสามเหลี่ยมดังภาพในตัวอย่างที่ 1 ในบทเรียนหน้า 19 โดยครูคลี่กล่องช็อกโกแลตออก จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาว่าจะเป็กรูปเรขาคณิตสองมิติภาพใดบ้าง
4. ครูนำกล่องกระดาษทรงปริซึมสี่เหลี่ยมที่คลี่ออกเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ และกล่องกระดาษที่มีด้านเปิดอยู่ 1 ด้านที่คลี่ออกเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติเช่นกัน ดังภาพในบทเรียนหน้า 20 ตัวอย่างที่ 2 รูป (ก) และ (ข) แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าสามารถพับเป็นทรงสามมิติได้หรือไม่ โดยสุ่มนักเรียนให้พับทรงสามมิติที่กำหนดหน้าชั้นเรียน
5. นักเรียนทำใบงานที่ 3 และ 4 ในบทเรียนเป็นรายกลุ่ม ๆ ละ 5 คน
6. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลงานใบงานที่ 3 และ 4 หน้าชั้นเรียน
7. ตัวแทนแต่ละกลุ่มส่งผลงานของกลุ่ม เพื่อประเมินผลงานของกลุ่ม
8. นักเรียนและครูช่วยกันสรุปเนื้อหา
9. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 2 ในบทเรียนเป็นรายบุคคล โดยนำมาส่งในชั่วโมงต่อไป

ชั่วโมงที่ 2

1. ครูทบทวนความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติเกี่ยวกับรูปคลี่ พร้อมทั้งเฉลยคำตอบในแบบฝึกทักษะ 2
2. นักเรียนแบ่งกลุ่มโดยการจับสลากกลุ่มละ 5 คน
3. แจกใบกิจกรรมที่ 1 ให้กับกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด
4. ให้นักเรียนศึกษาคำชี้แจงที่กำหนดในใบกิจกรรมที่ 1 ในบทเรียน และปฏิบัติกิจกรรม
5. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลงานการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1
6. นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติ ซึ่งเป็นแบบฝึกปฏิบัติความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) เป็นรายบุคคล โดยนักเรียนศึกษาคำชี้แจงในแบบฝึกปฏิบัติ และจะต้องปฏิบัติกิจกรรมให้ทันภายในเวลาที่กำหนด
7. ขณะที่นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติ ครูเดินดูการทำแบบฝึกของนักเรียนพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ และตอบคำถามนักเรียนที่มีปัญหา
8. สุ่มนักเรียนแสดงผลการทำแบบฝึกปฏิบัติ หน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน พร้อมทั้งตรวจคำตอบแบบฝึกปฏิบัติให้ถูกต้อง

ชั่วโมงที่ 3

1. นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมจากชั่วโมงที่แล้ว กลุ่มละ 5 คน
2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 ให้กับกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด
3. นักเรียนศึกษาคำชี้แจงในใบกิจกรรมที่ 2 และนำกล่องสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ที่ทำด้วยกระดาษโปสเตอร์แข็งกลุ่มละ 36 ลูก ตามแบบที่กำหนดให้ (นักเรียนจัดทำมาล่วงหน้า) มาใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 โดยมีการอภิปราย และซักถามกันได้กับสมาชิกในกลุ่มของตน
4. ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูเดินดูการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ และตอบคำถามนักเรียนที่มีปัญหา
5. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลงานจากการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 2 หน้าชั้นเรียน
6. ตัวแทนแต่ละกลุ่มส่งผลงานของกลุ่ม เพื่อประเมินผลงานของกลุ่ม
7. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย ชุดที่ 2 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ เป็นรายบุคคล (10 นาที)

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนคณิตศาสตร์หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
2. กล่องช็อกโกแลตที่เป็นทรงปริซึมสามเหลี่ยม กล่องกระดาษทรงปริซึมสี่เหลี่ยมที่คั่นออกเป็นรูปเรขาคณิตสองคณิตสองมิติ และกล่องกระดาษที่มีด้านเปิดอยู่ 1 ด้านที่นำมาคลี่เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ
3. ใบงานที่ 3 , 4
4. แบบฝึกทักษะ 2
5. ใบกิจกรรมที่ 1
6. แบบฝึกปฏิบัติ 2

การวัดผลการประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือ
1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ 2. ตรวจผลงาน	คะแนนรวม 80 % ผ่านเกณฑ์ 80 %	- แบบสังเกตพฤติกรรม - แบบประเมินผลงานการทำงานกลุ่ม - ใบงานที่ 3 , 4 - แบบฝึกทักษะ 2 - แบบฝึกปฏิบัติ 2 - ใบกิจกรรมที่ 1 - แบบทดสอบย่อยประจำชุดที่ 2
3. ทดสอบความรู้ความเข้าใจเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	ถูกต้อง 80 %	

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินผลงานการทำงานกลุ่ม

เรื่อง

กลุ่มที่ จำนวนสมาชิก คน

เลขที่	ชื่อ – สกุล	ความรับผิดชอบ			รวม	ความร่วมมือ			รวม	ระเบียบวินัย			รวม
		ครั้งที่				ครั้งที่				ครั้งที่			
		1	2	3		1	2	3		1	2	3	
1													
2													
3													
4													
5													

น้ำหนัก

2

2

1

ความรับผิดชอบ หมายถึง

- 4 หมายถึง
- 3 หมายถึง
- 2 หมายถึง
- 1 หมายถึง
- 0 หมายถึง

การปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้ครบ เสร็จตามระยะเวลาที่ได้ตกลงไว้

โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมายทุกครั้ง
 ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมาย 2 ครั้ง
 ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมาย 1 ครั้ง
 ได้มอบหมายเกินกว่า 1 ครั้ง
 ไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย

ความร่วมมือ หมายถึง

- 4 หมายถึง
- 3 หมายถึง
- 2 หมายถึง
- 1 หมายถึง
- 0 หมายถึง

การร่วมกิจกรรมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติงานจนสำเร็จด้วยดี

โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ร่วมแสดงความคิดเห็น และเข้าร่วมปฏิบัติงานจนสำเร็จด้วยดีทุกครั้ง
 ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่เข้าร่วมปฏิบัติงานเพียง 2 ครั้ง ไม่ได้ร่วม
 แสดงความคิดเห็นหรือแสดงความคิดเห็นบ้าง แต่เข้าร่วมปฏิบัติงาน
 จนสำเร็จด้วยดีทุกครั้ง
 ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่เข้าร่วมปฏิบัติงานเพียง 1 ครั้ง
 ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่ไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย
 ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็น และไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย

ระเบียบวินัย	หมายถึง	การปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่ม โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้
4	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน
3	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด เพียง 2 ครั้งที่ปฏิบัติงาน
2	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด เพียง 1 ครั้งที่ปฏิบัติงาน
1	หมายถึง	ปฏิบัติตนไม่สม่ำเสมอในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่ม
0	หมายถึง	ไม่ปฏิบัติตามข้อตกลงที่กำหนดไว้ในกลุ่มเลย

แบบสังเกตพฤติกรรม

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

[illegible]

[illegible]

เกณฑ์การให้คะแนน

ความกระตือรือร้น	หมายถึง	นักเรียน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ไม่ตั้งใจเรียน คุย เล่น หรือง่วง
ตรวจสอบงาน	หมายถึง	นักเรียน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ไม่ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
ทำงานเสร็จทันเวลา	หมายถึง	นักเรียนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกไม่เสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
ผลสำเร็จของงาน	หมายถึง	ผลของการทำใบงาน
2 คะแนน	หมายถึง	ทำใบงานได้ถูกต้อง
1 คะแนน	หมายถึง	ทำใบงานผิด
0 คะแนน	หมายถึง	ไม่ทำใบงาน
อภิปรายร่วมกับเพื่อน	หมายถึง	นักเรียนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนไม่ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ช่วงชั้นที่ 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
 รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค. 301 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ภาพสองมิติที่เกิดจากการมองภาพในด้านต่างๆของรูปเรขาคณิต
 สามมิติ จำนวน 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถอธิบายภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า (Front view)
 ด้านข้าง (Side view) และด้านบน (Top View) ของรูปเรขาคณิตสามมิติได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. แก้ปัญหา
2. ให้เหตุผล
3. นำเสนอและสื่อสาร

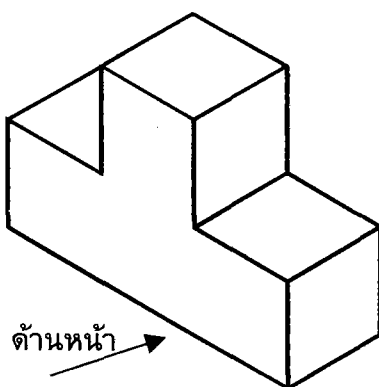
ด้านคุณลักษณะ

1. มีวินัยในตนเอง
2. กล้าเสนอความคิดเห็น
3. มีความร่วมมือในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

การมองวัตถุต่างๆ เราสามารถนำเสนอลักษณะของทรงสามมิติ โดยการเขียนเพื่อแสดงรูปร่าง
 ของวัตถุซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในการเขียนแบบแสดงรายละเอียดสัณฐานต่างๆ ออกมาในรูปเรขาคณิตสองมิติ เรา
 แยกมองวัตถุเป็นส่วนๆ ดังนี้ ด้านบน ด้านล่าง ด้านข้างซ้าย ด้านข้างขวา ด้านหน้า และด้านหลัง

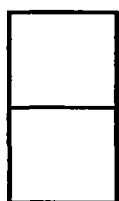
ตัวอย่าง ภาพด้านต่างๆที่ใช้ในการเขียนแบบของทรงสามมิติ



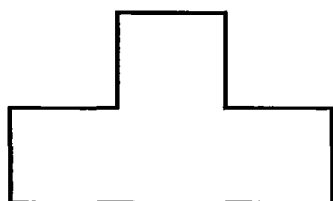
ทรงสามมิติ



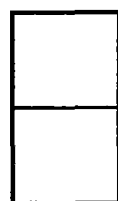
ด้านบน



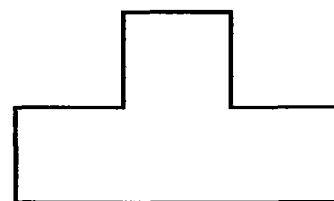
ด้านข้างซ้าย



ด้านหน้า



ด้านข้างขวา



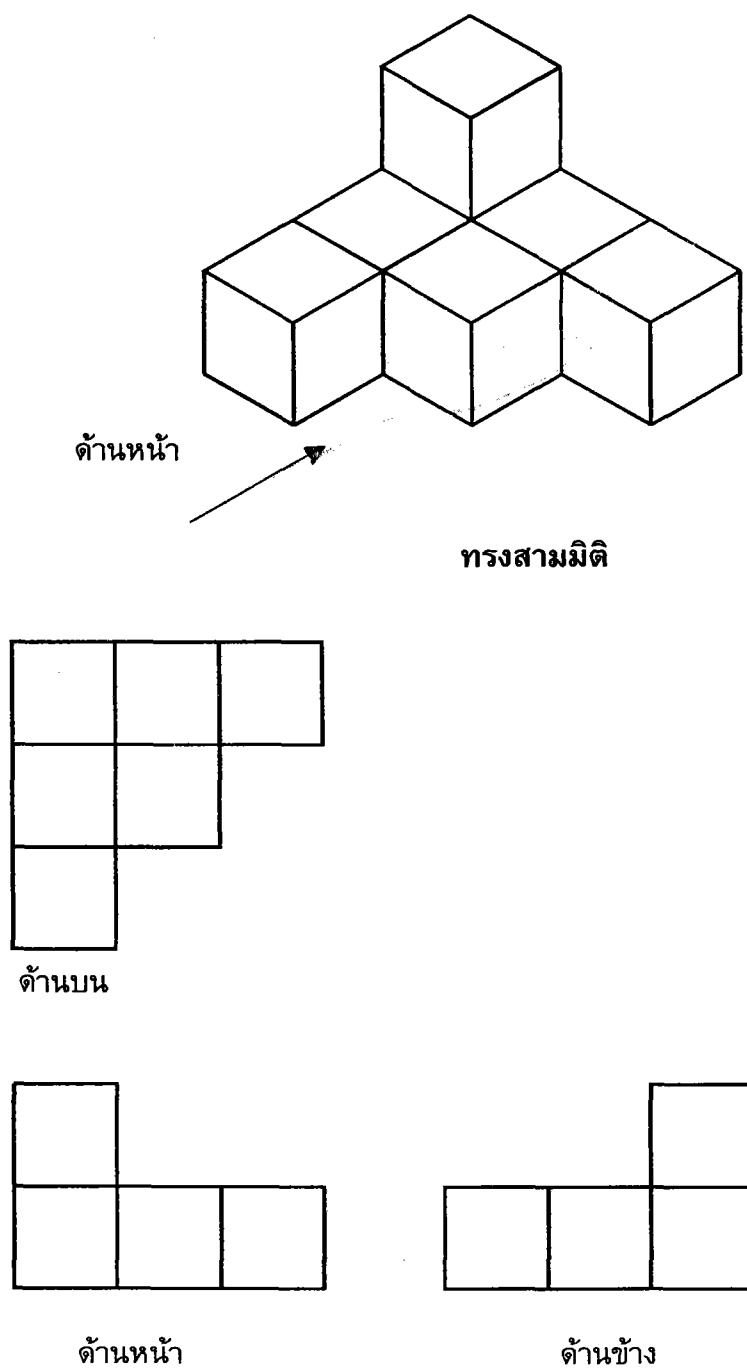
ด้านหลัง



ด้านล่าง

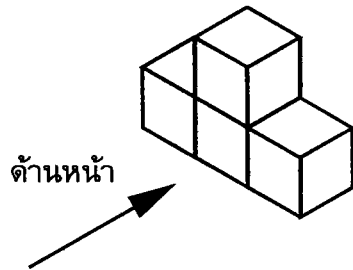
โดยทั่วไปการเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติ ในการอธิบายลักษณะของวัตถุต่าง ๆ หรือทรงสามมิติที่ประกอบเป็นลูกบาศก์ จะนิยมเขียนเพียง 3 ด้าน คือ ด้านบน(Top View) ด้านหน้า(Front View) และด้านข้าง(Side View) ของทรงสามมิติ

ตัวอย่าง การเขียนแบบแสดง 3 ด้านประกอบด้วย ด้านบน ด้านหน้าและด้านข้าง

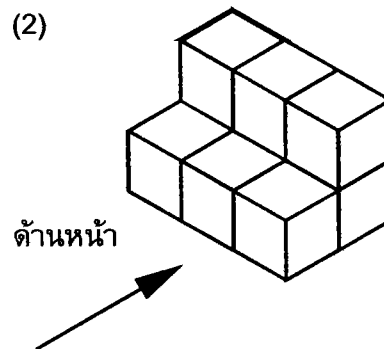


ตัวอย่าง จงแรเงาพร้อมทั้งเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็นด้านหน้าของทรงสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้

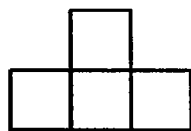
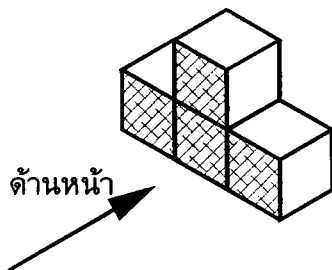
(1)



(2)

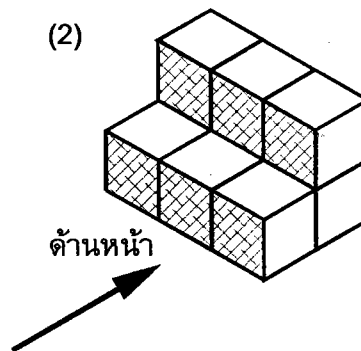
**วิธีทำ**

(1)



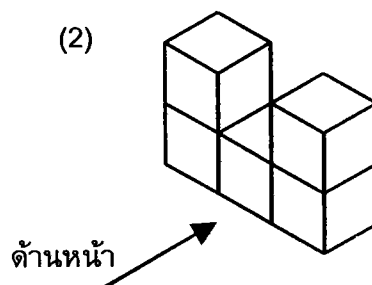
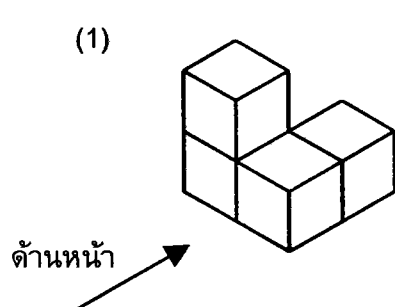
ด้านหน้า

(2)

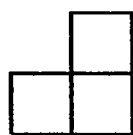
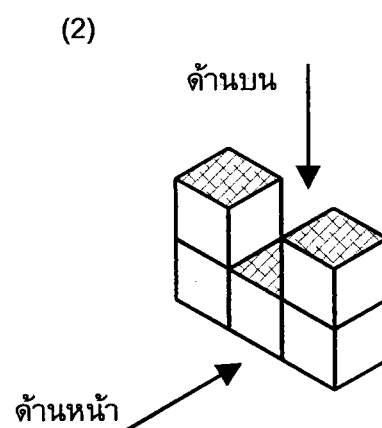
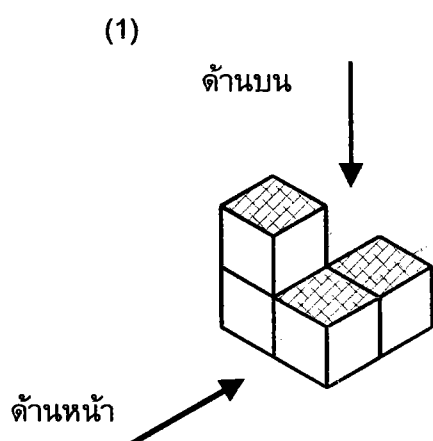


ด้านหน้า

ตัวอย่าง จงแรเงาพร้อมทั้งเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็นด้านบน ของทรงสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้



วิธีทำ

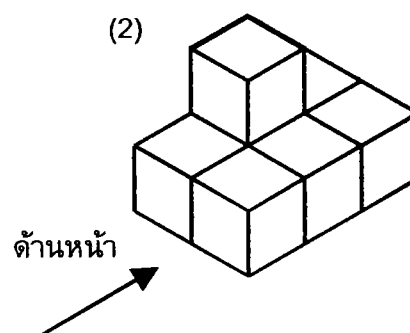
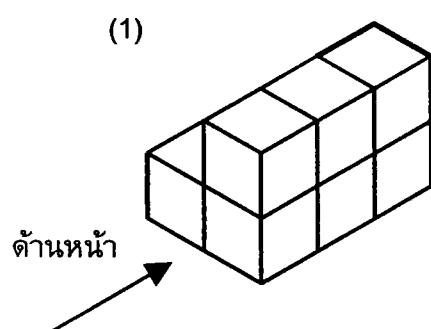


ด้านบน

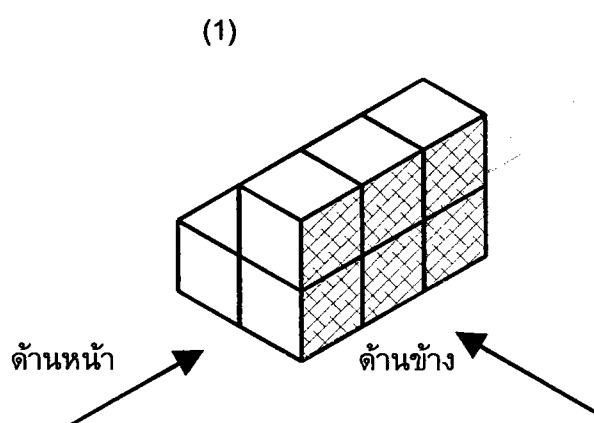


ด้านบน

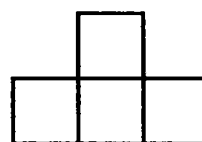
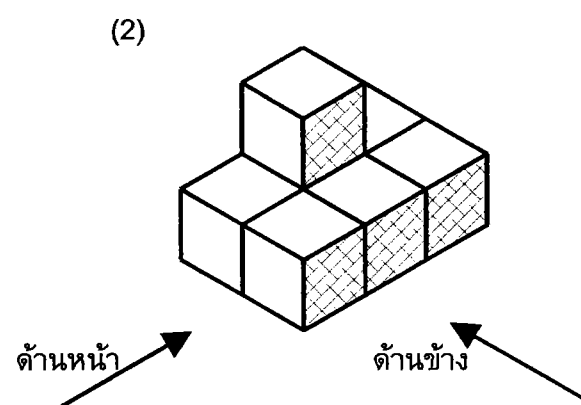
ตัวอย่าง จงเรเงาพร้อมทั้งเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็นด้านข้าง ของทรงสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้



วิธีทำ



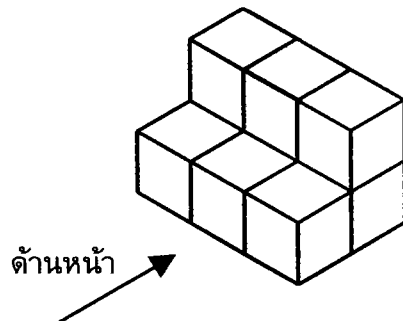
ด้านข้าง



ด้านข้าง

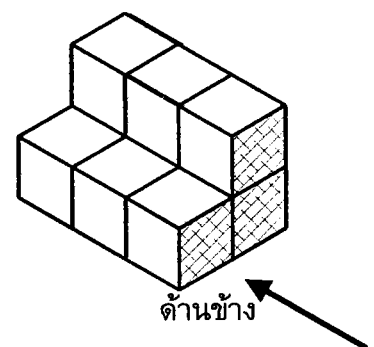
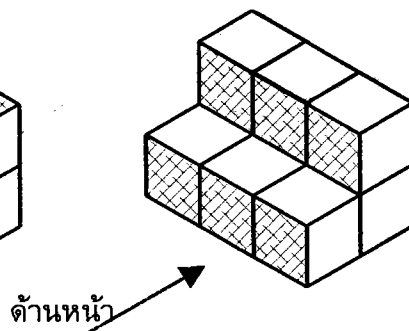
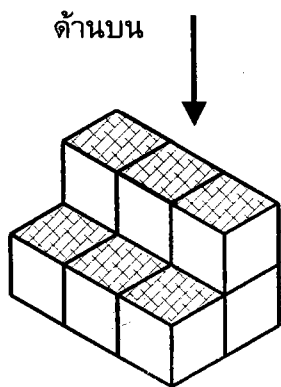
ตัวอย่าง จงร่างภาพพร้อมทั้งเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็นด้านหน้า ด้านบน และด้านข้างของทรงสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้

(1)



วิธีทำ (1)

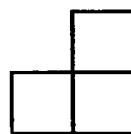
ด้านบน



ด้านบน

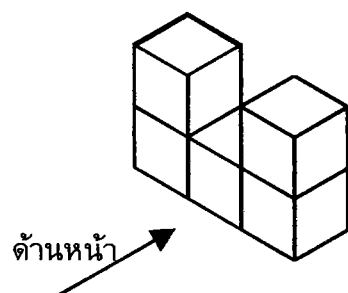


ด้านหน้า

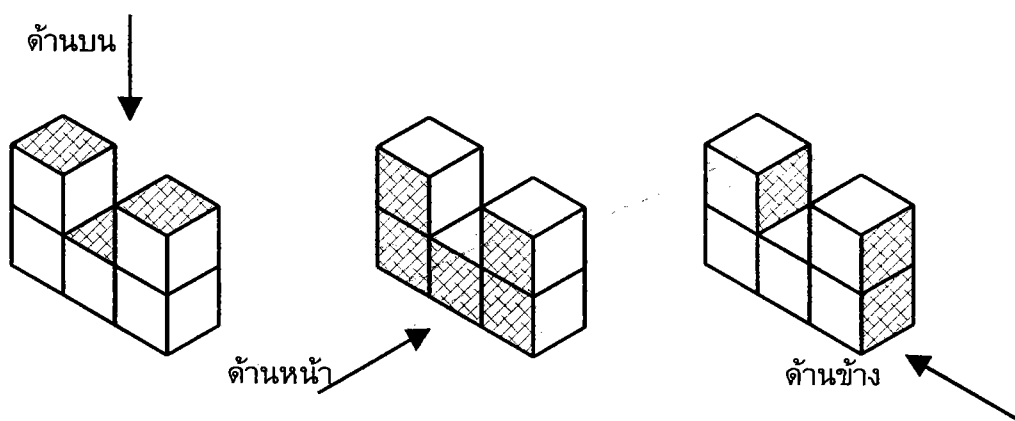


ด้านข้าง

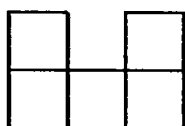
(2)



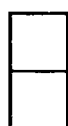
วิธีทำ



ด้านบน

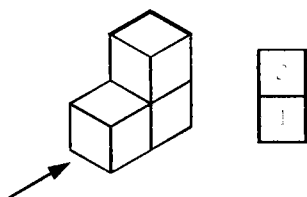


ด้านหน้า

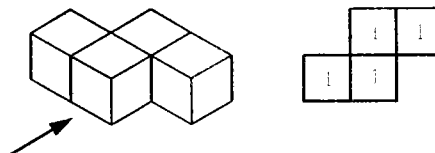


ด้านข้าง

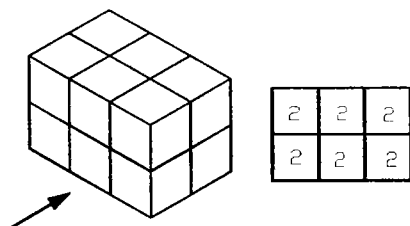
ในการเขียนแบบต่างๆ นั้น มีอยู่ชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นแบบอย่างง่ายในการเขียนเรียกว่า แบบด้านฐาน (base plan) ซึ่งเป็นการวาดฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสย่อยๆ และมีตัวเลขที่แสดงความสูงของลูกบาศก์แต่ละแท่งของทรงสามมิติที่กำหนดให้ เช่น



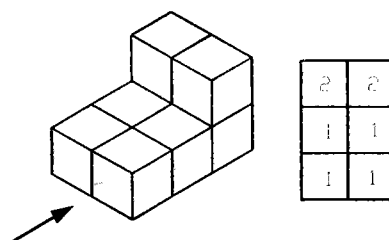
ด้านหน้า



ด้านหน้า



ด้านหน้า



ด้านหน้า

ตัวอย่าง ให้นักเรียนใช้ลูกบาศก์ในการประกอบแบบด้านฐานที่กำหนดให้ต่อไปนี้ แล้วเขียนรูปด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง

(ก)

3	3
2	1
1	1

ด้านหน้า

(ข)

3	2
2	1
2	1
2	1

ด้านหน้า

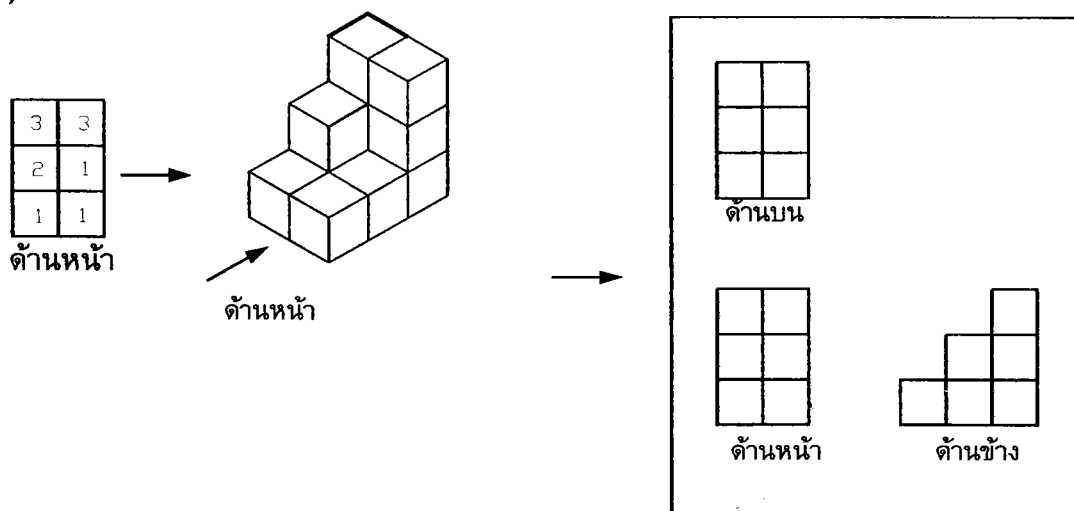
(ค)

3	3	2
2	2	1
1	1	1

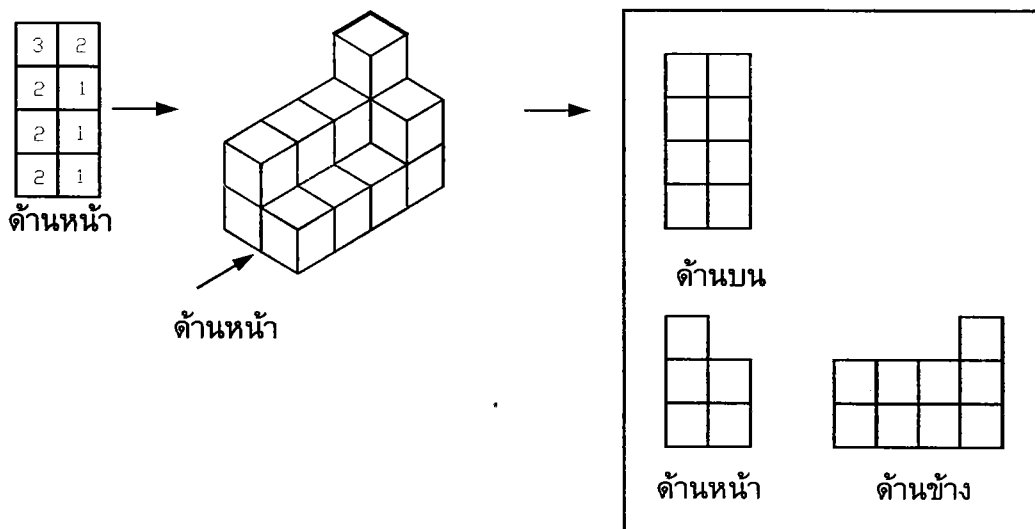
ด้านหน้า

วิธีทำ จากแบบฐานเมื่อนำลูกบาศก์มาประกอบเป็นทรงสามมิติจะได้ภาพดังต่อไปนี้

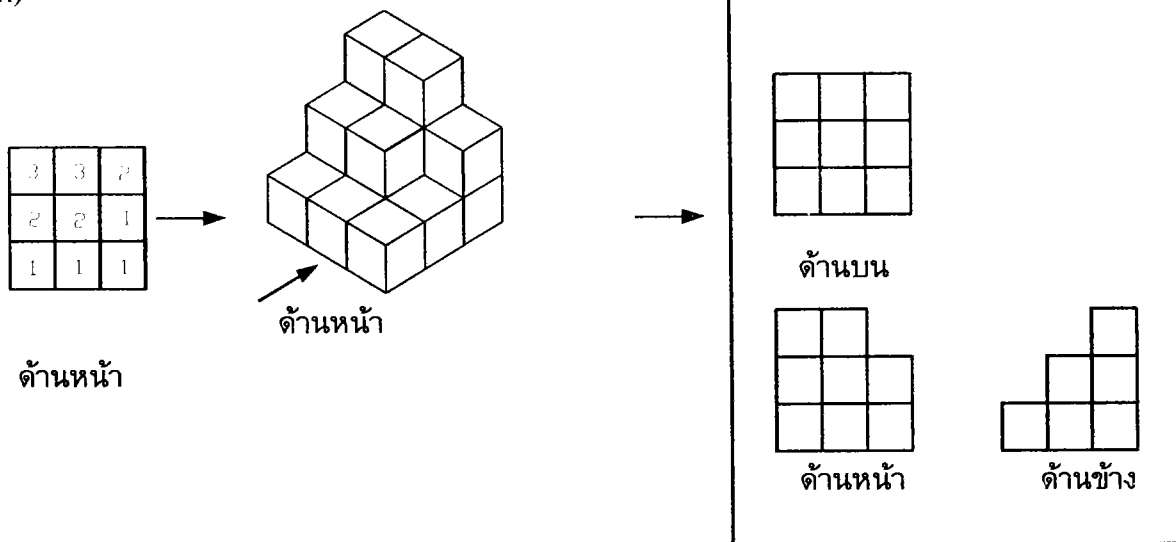
(ก)



(ข)



(ค)



จะเห็นว่าแบบด้านฐาน (base plan) นั้นก็คือ รูปด้านบนในการเขียนแบบทรงสามมิตินั้นเองเพียงแต่มีตัวเลขแสดงความสูงของลูกบาศก์แต่ละตำแหน่งกำกับเอาไว้

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ทางด้านความรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูนำลูกบาศก์จำนวน 3 ลูก ให้กับนักเรียนเป็นรายคู่
3. นักเรียนวางลูกบาศก์ดังภาพในบทเรียนหน้า 36 ดังภาพในตัวอย่างที่ 1 รูป (ก) และ (ข) หลังจากนั้นให้นักเรียนพิจารณาลูกบาศก์โดยการมองจากด้านบนแล้วให้นักเรียนวาดรูปการจัดวางลักษณะของลูกบาศก์
4. นักเรียนวางลูกบาศก์ดังภาพในบทเรียนหน้า 37 ดังภาพในตัวอย่างที่ 2 หลังจากนั้นให้นักเรียนพิจารณาลูกบาศก์โดยการมองจากด้านหน้าแล้วให้นักเรียนวาดรูปการจัดวางลักษณะของลูกบาศก์
5. นักเรียนวางลูกบาศก์ดังภาพในบทเรียนหน้า 37 ดังภาพในตัวอย่างที่ 3 หลังจากนั้นให้นักเรียนพิจารณาลูกบาศก์โดยการมองจากด้านข้างแล้วให้นักเรียนวาดรูปการจัดวางลักษณะของลูกบาศก์
6. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นถึงภาพจากมุมมองในด้านต่างๆ ของทรงสามมิติ เช่น ลูกบาศก์ซึ่งจะเห็นได้ว่าภาพที่แตกต่างกันออกไป ทำให้ต้องมีการกำหนดด้านหลัก คือด้านหน้า เพื่อที่จะทำให้การมองและการเขียนภาพในด้านต่าง ๆ เป็นรูปเดียวกัน

7. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 3 ในบทเรียนหน้า 52 ข้อ 1 และ 2 เป็นรายคู่
8. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำแบบฝึกทักษะ 3 หน้าชั้นเรียน และตรวจคำตอบแบบฝึกทักษะ 2 ให้ถูกต้อง
9. นักเรียนและครูช่วยกันสรุปเนื้อหา

ชั่วโมงที่ 2

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับภาพด้านต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขียนแบบ พร้อมทั้งพูดถึงที่มาของการเขียนแบบ และความสัมพันธ์ของวิชาเรขาคณิตกับการเขียนแบบ
2. นักเรียนดูภาพในบทเรียน หน้า 39-45 แสดงการแรเงาและการเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติในแต่ละด้านที่ประกอบด้วย ด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง อีกทั้งการแรเงาและการเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติทั้ง 3 ด้าน
3. นักเรียนทำใบงานที่ 5 ในบทเรียนเป็นรายบุคคล ขณะที่นักเรียนทำใบงานครูดูแลนักเรียนและตอบข้อซักถามของนักเรียนทั้งยังให้คำแนะนำแก่นักเรียนที่มีปัญหา
4. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำใบงานหน้าชั้นเรียน และตรวจคำตอบในใบงานให้ถูกต้อง
5. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุป การเขียนภาพด้านหน้า ด้านบน และด้านข้าง จากทรงสามมิติอีกครั้งหนึ่ง

ชั่วโมงที่ 3

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน พร้อมทั้งนำลูกบาศก์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มๆ ละ 16 ก้อน
2. ครูพูดถึงการเขียนแบบมีวิธีต่าง ๆ ในการเขียน แต่มีวิธีหนึ่งที่ใช้เป็นแบบอย่างง่ายในการเขียน เรียกว่า แบบด้านฐาน (Base plan) พร้อมทั้งอธิบายความหมายและยกตัวอย่างแบบด้านฐาน ในบทเรียนหน้า 50
3. นักเรียนใช้ลูกบาศก์นำมาประกอบเป็นทรงสามมิติจากแบบด้านฐาน ดังตัวอย่างในบทเรียน หน้า 50 - 52 พร้อมทั้งเขียนรูปด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง
4. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 3 ในบทเรียนหน้า 53 - 56 ข้อ 3-4
5. สุ่มนักเรียนเสนอผลการทำแบบฝึกทักษะ 3 หน้าชั้นเรียนพร้อมเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง
6. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา

ชั่วโมงที่ 4

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน พร้อมทั้งแจกใบกิจกรรม และลูกบาศก์ที่ประกอบเป็นทรงสามมิติต่าง ๆ ทั้งหมด 7 รูปแบบ ให้แก่นักเรียน
2. นักเรียนศึกษาคำชี้แจงในใบงานที่ 6 และปฏิบัติกิจกรรมที่แจ้งไว้ในใบงานให้ทันในเวลาที่กำหนด โดยมีการอภิปราย และซักถามกันได้กับสมาชิกในกลุ่มของตน
3. ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูเดินดูการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ และตอบคำถามนักเรียนที่มีปัญหา
4. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลงานในการปฏิบัติกิจกรรม หน้าชั้นเรียน
5. ตัวแทนแต่ละกลุ่มส่งผลงานของกลุ่ม เพื่อประเมินผลงานของกลุ่ม
6. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย ประจำชุดที่ 3 (10 นาที)

สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เรื่อง ภาพสองมิติที่เกิดจากการมองภาพในด้านต่างๆของรูปเรขาคณิตสามมิติ
2. แบบฝึกทักษะ 3
3. ใบงานที่ 5 , 6
4. ลูกบาศก์

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือ
1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ 2. ตรวจผลงาน	คะแนนรวม 80 % ผ่านเกณฑ์ 80 %	- แบบสังเกตพฤติกรรม - แบบประเมินผลงานการทำงานกลุ่ม - ใบงานที่ 5 , 6 - แบบฝึกทักษะ 3
3. ทดสอบความรู้ความเข้าใจเรื่อง ภาพสองมิติที่เกิดจากการมองภาพในด้านต่างๆของรูปเรขาคณิตสามมิติ	ถูกต้อง 80 %	- แบบทดสอบย่อยประจำชุดที่ 3

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....



แบบประเมินผลงานการทำงานกลุ่ม

เรื่อง

กลุ่มที่ จำนวนสมาชิก คน

เลขที่	ชื่อ – สกุล	ความรับผิดชอบ			รวม	ความร่วมมือ			รวม	ระเบียบวินัย			รวม
		ครั้งที่				ครั้งที่				ครั้งที่			
		1	2	3		1	2	3		1	2	3	
1													
2													
3													
4													
5													
น้ำหนัก		2				2				1			

ความรับผิดชอบ หมายถึง

- การปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้ครบ เสร็จตามระยะเวลาที่ได้ตกลงไว้ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้
- 4 หมายถึง ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมายทุกครั้ง
 - 3 หมายถึง ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมาย 2 ครั้ง
 - 2 หมายถึง ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมาย 1 ครั้ง
 - 1 หมายถึง ได้มอบหมายเกินกว่า 1 ครั้ง
 - 0 หมายถึง ไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย

ความร่วมมือ หมายถึง

- การร่วมกิจกรรมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติงานจนสำเร็จด้วยดี โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้
- 4 หมายถึง ร่วมแสดงความคิดเห็น และเข้าร่วมปฏิบัติงานจนสำเร็จด้วยดีทุกครั้ง
 - 3 หมายถึง ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่เข้าร่วมปฏิบัติงานเพียง 2 ครั้ง ไม่ได้ร่วมแสดงความคิดเห็นหรือแสดงความคิดเห็นบ้าง แต่เข้าร่วมปฏิบัติงานจนสำเร็จด้วยดีทุกครั้ง
 - 2 หมายถึง ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่เข้าร่วมปฏิบัติงานเพียง 1 ครั้ง
 - 1 หมายถึง ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่ไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย
 - 0 หมายถึง ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็น และไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย

ระเบียบวินัย	หมายถึง	การปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่ม โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้
4	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน
3	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด เพียง 2 ครั้งที่ปฏิบัติงาน
2	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด เพียง 1 ครั้งที่ปฏิบัติงาน
1	หมายถึง	ปฏิบัติตนไม่สม่ำเสมอในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่ม
0	หมายถึง	ไม่ปฏิบัติตามข้อตกลงที่กำหนดไว้ในกลุ่มเลย

แบบสังเกตพฤติกรรม

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

[illegible]

เกณฑ์การให้คะแนน

ความกระตือรือร้น	หมายถึง	นักเรียน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ไม่ตั้งใจเรียน คุย เล่น หรือง่วง
ตรวจสอบงาน	หมายถึง	นักเรียน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ไม่ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
ทำงานเสร็จทันเวลา	หมายถึง	นักเรียนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกไม่เสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
ผลสำเร็จของงาน	หมายถึง	ผลของการทำใบงาน
2 คะแนน	หมายถึง	ทำใบงานได้ถูกต้อง
1 คะแนน	หมายถึง	ทำใบงานผิด
0 คะแนน	หมายถึง	ไม่ทำใบงาน
อภิปรายร่วมกับเพื่อน	หมายถึง	นักเรียนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนไม่ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ช่วงชั้นที่ 3 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

รหัสวิชา ค. 301

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิตสองมิติ
จำนวน 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. วาดหรือประดิษฐ์ทรงสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) หรือด้านบน (Top view) ได้
2. เชื่อมโยงความรู้เรื่อง การสร้างรูปเรขาคณิตเพื่อสร้างสรรค์แบบจำลองทรงสามมิติที่สวยงาม และเหมาะสม

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. แก้ปัญหา
2. ให้เหตุผล
3. สื่อสารและนำเสนอ
4. เชื่อมโยง
5. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

ด้านคุณลักษณะ

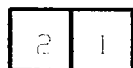
1. มีความร่วมมือ และรับผิดชอบ
2. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น
3. มีวินัยในตนเอง

สาระการเรียนรู้

การวาดรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ มีหลายวิธีด้วยกัน มีวิธีหนึ่งที่ง่ายต่อการวาด คือ การใช้กระดาษจุดไอโซเมตริก (isometric dot paper)

ตัวอย่าง จากแบบด้นฐาน (base plan) ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงวาดทรงสามมิติที่ประกอบขึ้น
จากลูกบาศก์โดยใช้กระดาษจุดไอโซเมตริก (isometric dot paper)

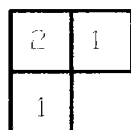
(ก)



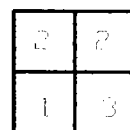
(ข)



(ค)

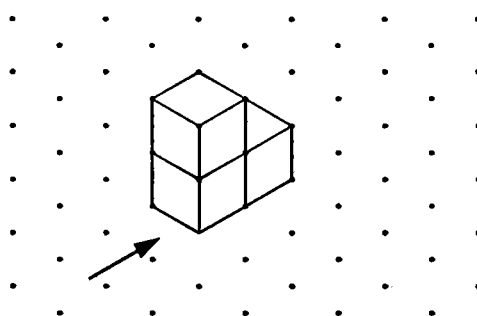
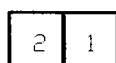


(ง)

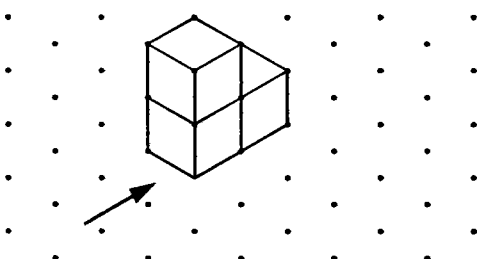
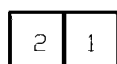


วิธีทำ

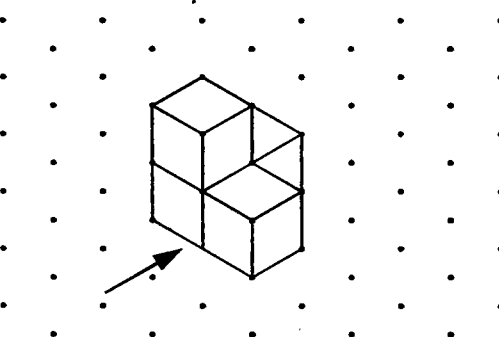
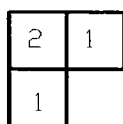
(ก)



(ข)

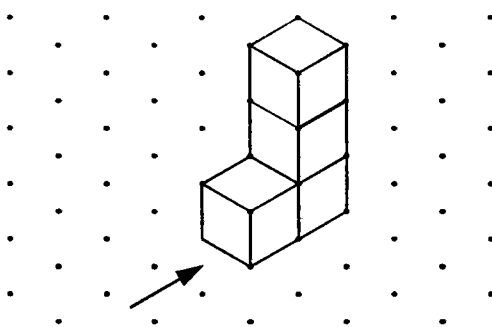


(ค)



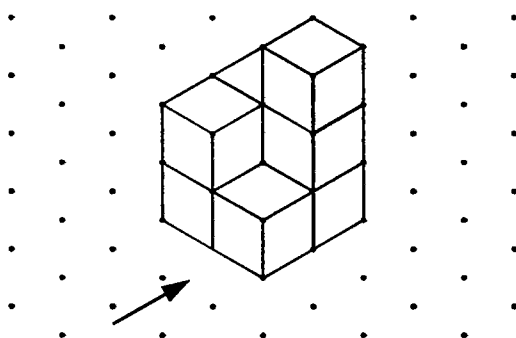
(ง)

3
1



(จ)

2	2
1	3



กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูแนะนำวิธีต่าง ๆ ในการเขียนแบบรูปเช่น การเขียนโดยใช้มุม 30° หรือใช้มุม 45° และ 60° ในการสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติ แต่วิธีเหล่านี้ค่อนข้างยาก แต่มีวิธีหนึ่งที่ย่ง่ายในการเขียน ก็คือ การใช้กระดาษไอโซเมตริก (isometric dot paper)
3. นักเรียนพิจารณา กระดาษจุดไอโซเมตริกในบทเรียน หน้า 60 แล้วตอบคำถาม โดยนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะของกระดาษจุดไอโซเมตริก
4. นักเรียนเขียนภาพลูกบาศก์ 1 ลูก โดยใช้กระดาษจุดไอโซเมตริกพร้อมกับให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพด้านบนและภาพด้านล่างของลูกบาศก์
5. นักเรียนวาดทรงสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ โดยใช้แบบด้านฐาน (base plan) ที่กำหนดให้ ดังภาพในบทเรียนหน้า 61 ข้อ (ก) และ (ข)
6. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 4 ในบทเรียนหน้า 64 - 65 ข้อ 1-2 เป็นรายคู่
7. สุ่มนักเรียนแสดงผลการทำแบบฝึกทักษะหน้าชั้นเรียน พร้อมเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

ชั่วโมงที่ 2

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับการวาดรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ โดยใช้กระดาษจุดไอโซเมตริก (isometric dot paper)
2. ครูแจกชุดแบบฝึกปฏิบัติ 3 ในบทเรียน ซึ่งเป็นแบบฝึกปฏิบัติความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ให้นักเรียนได้ปฏิบัติเป็นรายบุคคล โดยนักเรียนศึกษาคำชี้แจงในแบบฝึกปฏิบัติ ถ้ามีข้อสงสัยให้ซักถามครู
3. ขณะที่นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติ ครูเดินดูการทำแบบฝึกของนักเรียนพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ และตอบคำถามนักเรียนที่มีปัญหา
4. สุ่มนักเรียนแสดงผลการทำแบบฝึกปฏิบัติ หน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน พร้อมทั้งตรวจคำตอบแบบฝึกปฏิบัติให้ถูกต้อง

ชั่วโมงที่ 3

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับการเขียนแบบ ภาพด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
2. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน พร้อมทั้งแจกลูกบาศก์ให้แต่ละกลุ่ม ๆ ละ 20 ก้อนให้นักเรียน
3. นักเรียนศึกษาคำชี้แจงในใบงานที่ 7 ที่อยู่ในบทเรียนและปฏิบัติกิจกรรมที่แจ้งไว้ให้ทันในเวลาที่กำหนด โดยมีการอภิปราย และซักถามกันได้กับสมาชิกในกลุ่มของตน
4. ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูเดินดูการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ และตอบคำถามนักเรียนที่มีปัญหา
5. สุ่มนักเรียนนำเสนอผลงานในการปฏิบัติกิจกรรม หน้าชั้นเรียน
6. ตัวแทนแต่ละกลุ่มส่งผลงานของกลุ่ม เพื่อประเมินผลงานของกลุ่ม
7. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย ประจำชุดที่ 4 (10 นาที)
8. นักเรียนทำใบงานที่ 8 ในบทเรียนเป็นรายบุคคล โดยนำมาส่งในชั่วโมงต่อไป

สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เรื่อง การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิตสองมิติ
2. ลูกบาศก์
3. แบบฝึกทักษะ 4
4. แบบฝึกปฏิบัติ 3

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือ
1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ 2. ตรวจผลงาน	คะแนนรวม 80 % ผ่านเกณฑ์ 80 %	- แบบสังเกตพฤติกรรม - แบบประเมินผลงานการทำงานกลุ่ม - ใบงานที่ 7 , 8 - แบบฝึกทักษะ 4 - แบบฝึกปฏิบัติ 3 - แบบทดสอบย่อยประจำชุดที่ 4
3. ทดสอบความรู้ความเข้าใจเรื่อง การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิตสองมิติ	ถูกต้อง 80 %	

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินผลงานการทำงานกลุ่ม

เรื่อง

กลุ่มที่ จำนวนสมาชิก คน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ความรับผิดชอบ			รวม	ความร่วมมือ			รวม	ระเบียบวินัย			รวม
		ครั้งที่				ครั้งที่				ครั้งที่			
		1	2	3		1	2	3		1	2	3	
1													
2													
3													
4													
5													

น้ำหนัก

2

2

1

ความรับผิดชอบ หมายถึง

4 หมายถึง

3 หมายถึง

2 หมายถึง

1 หมายถึง

0 หมายถึง

การปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้ครบ เสร็จตามระยะเวลาที่ได้ตกลงไว้

โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมายทุกครั้ง

ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมาย 2 ครั้ง

ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้เสร็จตามระยะเวลาที่กลุ่มได้มอบหมาย 1 ครั้ง

ได้มอบหมายเกินกว่า 1 ครั้ง

ไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย

ความร่วมมือ หมายถึง

4 หมายถึง

3 หมายถึง

2 หมายถึง

1 หมายถึง

0 หมายถึง

การร่วมกิจกรรมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติงานจนสำเร็จด้วยดี

โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ร่วมแสดงความคิดเห็น และเข้าร่วมปฏิบัติงานจนสำเร็จด้วยดีทุกครั้ง

ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่เข้าร่วมปฏิบัติงานเพียง 2 ครั้ง ไม่ได้ร่วมแสดงความคิดเห็นหรือแสดงความคิดเห็นบ้าง แต่เข้าร่วมปฏิบัติงานจนสำเร็จด้วยดีทุกครั้ง

ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่เข้าร่วมปฏิบัติงานเพียง 1 ครั้ง

ร่วมแสดงความคิดเห็น แต่ไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย

ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็น และไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานเลย

ระเบียบวินัย	หมายถึง	การปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่ม โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้
4	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน
3	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด เพียง 2 ครั้งที่ปฏิบัติงาน
2	หมายถึง	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่มอย่างเคร่งครัด เพียง 1 ครั้งที่ปฏิบัติงาน
1	หมายถึง	ปฏิบัติตนไม่สม่ำเสมอในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันในกลุ่ม
0	หมายถึง	ไม่ปฏิบัติตามข้อตกลงที่กำหนดไว้ในกลุ่มเลย

แบบสังเกตพฤติกรรม

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

[illegible]

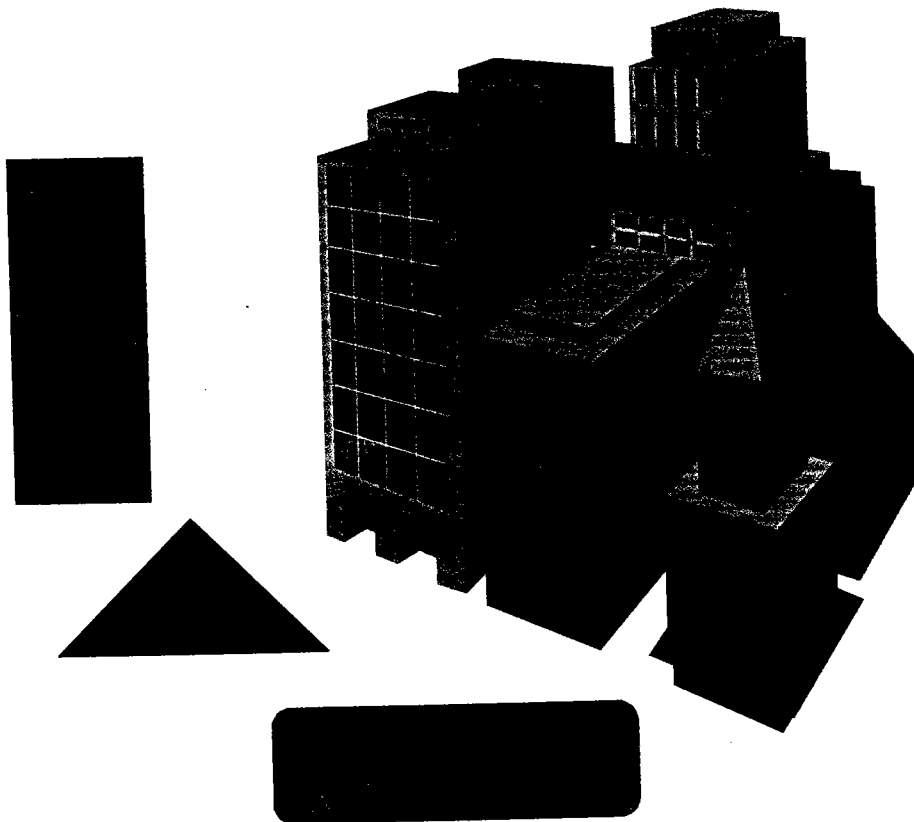
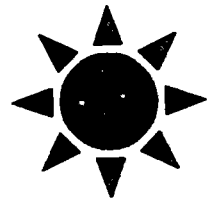
[illegible]

เกณฑ์การให้คะแนน

ความกระตือรือร้น	หมายถึง	นักเรียน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ไม่ตั้งใจเรียน คุย เล่น หรือง่วง
ตรวจสอบงาน	หมายถึง	นักเรียน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคน ไม่ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
ทำงานเสร็จทันเวลา	หมายถึง	นักเรียนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคนทำแบบฝึกเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกไม่เสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
ผลสำเร็จของงาน	หมายถึง	ผลของการทำใบงาน
2 คะแนน	หมายถึง	ทำใบงานได้ถูกต้อง
1 คะแนน	หมายถึง	ทำใบงานผิด
0 คะแนน	หมายถึง	ไม่ทำใบงาน
อภิปรายร่วมกับเพื่อน	หมายถึง	นักเรียนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
2 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
1 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนบางคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม
0 คะแนน	หมายถึง	นักเรียนทุกคนไม่ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานกลุ่ม



บทเรียนที่ ๑
ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตของมิติและสามมิติ



คำชี้แจงในการใช้บทเรียนและคู่มือครู เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

บทเรียนและคู่มือครูเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 (ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกในการเตรียมการสอน และในการสอน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

บทเรียนและคู่มือครูประกอบด้วย

1. คำนำประจำบท ซึ่งจะบอกชื่อเรื่องของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จำนวนคาบที่ใช้สอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้
2. บทเรียนของนักเรียนปรากฏอยู่ในกรอบของคู่มือครู
3. ส่วนที่อยู่นอกกรอบ จะมีคำอธิบายเกี่ยวกับเนื้อหาในลักษณะต่างๆ กัน ดังนี้
 - 3.1 ในบางหน่วยการเรียนรู้ อาจมีคำอธิบายเหตุผลในการนำเนื้อหาดังกล่าวมาสอน ซึ่งอาจเป็นการเร้า เพื่อให้นักเรียนสนใจในหัวข้อที่กำลังจะศึกษา
 - 3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้การสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งระบุสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้เอาไว้
 - 3.3 เชิงอรรถที่มีอยู่แต่ละหัวข้อ จะใช้เลขไทยกำกับไว้ หรือบรรทัดหรือข้อความในบทเรียนของนักเรียน ในเชิงอรรถจะมีคำอธิบายที่เป็นส่วนเพิ่มเติมนอกเหนือจากบทเรียน หรืออาจเป็นคำตอบ หรือเสนอแนะการสอนเฉพาะตน
 - 3.4 คำอธิบายเพิ่มเติม เพื่อให้ความรู้แก่ผู้สอน
 - 3.5 คำตอบของใบงาน และแบบฝึกปฏิบัติ ซึ่งเป็นการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้
 - 3.6 กิจกรรมเสริม ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเสนอแนะ ปัญหาชวนคิด

บทเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ (12 คาบ)

ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ต่อไปนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ (2 คาบ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ (3 คาบ)
เรขาคณิตสามมิติ (3 คาบ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การวาดหรือการประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิต
สองมิติ (4 คาบ)

บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิตินี้มุ่งให้นักเรียนมีความสามารถในการมองทรงสามมิติซึ่งอาจเป็นวัตถุ หรือรูปเรขาคณิตสามมิติใดก็ได้ โดยมองเห็นเป็นทรงที่จริงทุกด้านแม้แต่ด้านที่ถูกบังไว้ แล้วสามารถถ่ายทอดออกมาเป็นภาพสองมิติได้ในทางตรงข้ามนักเรียนสามารถมองภาพสองมิติที่กำหนดให้ และถ่ายทอดออกมาเป็นทรงสามมิติในลักษณะต่างๆ

ในการจัดการเรียนการสอน ครูควรดัดแปลงวิธีการสอนที่เหมาะสมให้นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์ดังกล่าว และพัฒนาความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) โดยการมอง การวาด การสร้าง และการจัดประเภทรูปทรงเรขาคณิต บางหน่วยการเรียนรู้ อาจให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง หรือนักเรียนร่วมทำกิจกรรมในห้องเรียน

มาตรฐาน การเรียนรู้ มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติ
และสามมิติได้

- ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
1. อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติที่กำหนดให้ได้
 2. ระบุภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า (Front View) ด้านข้าง (Side View) หรือด้านบน (Top View) ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ที่กำหนดให้ได้
 3. วาด หรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้ จากการมองทางด้านหน้า (Front view) ด้านข้าง (Side view) หรือด้านบน (Top View) ได้

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

เรขาคณิตมีส่วนเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของมนุษย์ตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเราล้วนเต็มไปด้วยวัตถุรูปเรขาคณิต นอกจากนี้เราใช้เรขาคณิตเพื่อทำความเข้าใจหรืออธิบายสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เช่น ในการสำรวจพื้นที่ สร้างผังเมือง สร้างตึกที่อยู่อาศัย หรือเราอาจแทนความคิดหรือสิ่งต่าง ๆ ด้วยรูปเรขาคณิต ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติทั้งสิ้น

1. รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

1.1 รูปเรขาคณิตสองมิติ (two-dimensional geometric figures)

รูปเรขาคณิตสองมิติ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ตามลักษณะขอบหรือด้านของรูป ได้แก่ กลุ่มที่มีขอบหรือด้านของรูปเป็นส่วนของเส้นตรง ได้แก่ รูปหลายเหลี่ยม และกลุ่มที่มีขอบหรือด้านเป็นส่วนโค้ง เช่น รูปวงกลม วงรี เป็นต้น กลุ่มนี้ไม่มีชื่อเรียกโดยเฉพาะ

กลุ่มที่มีขอบหรือด้านของรูปเป็นส่วนของเส้นตรง

รูปหลายเหลี่ยม (polygon)

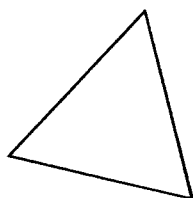
รูปหลายเหลี่ยมเกิดจากส่วนของเส้นตรงตั้งแต่ 3 เส้นขึ้นไป เช่น $\overline{AB}$, $\overline{BC}$, $\overline{CD}$, ... โดยที่จุด A, B, C, ... เป็นจุดที่แตกต่างกันบนระนาบและไม่มี 3 จุดใดอยู่บนส่วนของเส้นตรงเดียวกัน

ส่วนของเส้นตรง $\overline{AB}$, $\overline{BC}$, $\overline{CD}$, ... เรียกว่า **ด้านของรูปหลายเหลี่ยม**

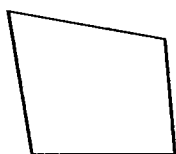
จุด A, B, C, ... เรียกว่า **จุดยอด**

จำนวนมุมในรูปหลายเหลี่ยมจะเท่ากับจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยม

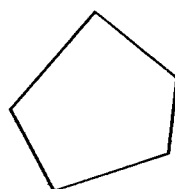
ตัวอย่างของรูปหลายเหลี่ยม



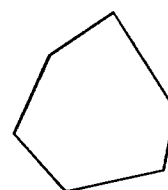
รูปสามเหลี่ยม



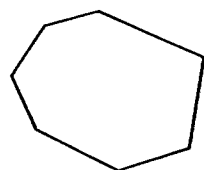
รูปสี่เหลี่ยม



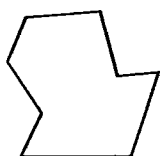
รูปห้าเหลี่ยม



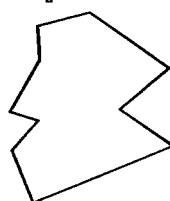
รูปหกเหลี่ยม



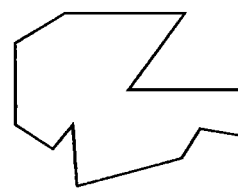
รูปเจ็ดเหลี่ยม



รูปแปดเหลี่ยม



รูปสิบเหลี่ยม

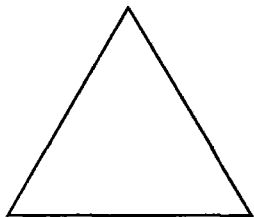


รูปสิบสองเหลี่ยม

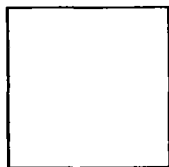
รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า (regular polygon)

เป็นรูปหลายเหลี่ยมที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากันและมุมทุกมุมมีขนาดเท่ากัน

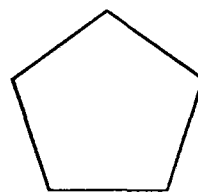
ตัวอย่างของรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า



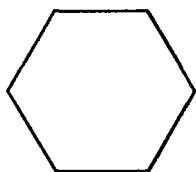
รูปสามเหลี่ยม



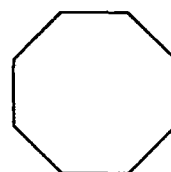
รูปสี่เหลี่ยม



รูปห้าเหลี่ยม



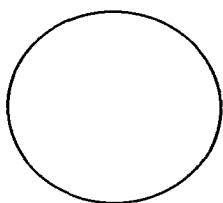
รูปหกเหลี่ยม



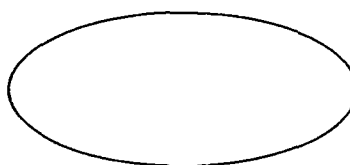
รูปแปดเหลี่ยม

กลุ่มที่มีขอบหรือด้านเป็นส่วนโค้ง

ตัวอย่างของรูปที่มีขอบเป็นเส้นโค้ง



วงกลม



วงรี

ใบงานที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ช่วงชั้นที่ 3

เรื่อง

รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้ นักเรียนรู้จักลักษณะของรูปสองมิติ

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ.

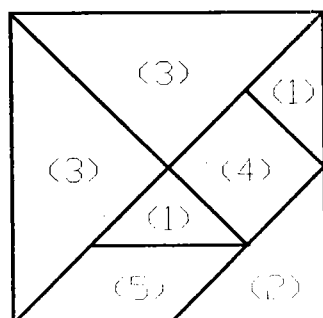
1. ให้เหตุผล
2. สื่อสาร และนำเสนอ
3. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

ด้านคุณลักษณะ

1. มีความร่วมมือและรับผิดชอบ
2. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น

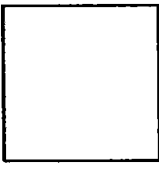
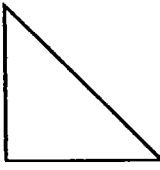
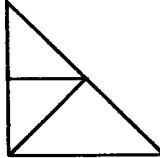
แผนแกรม ประกอบด้วยชิ้นส่วน 7 ชิ้น ดังนี้

- | | |
|---------------------------|-------|
| (1) รูปสามเหลี่ยมขนาดเล็ก | 2 รูป |
| (2) รูปสามเหลี่ยมขนาดกลาง | 1 รูป |
| (3) รูปสามเหลี่ยมขนาดใหญ่ | 2 รูป |
| (4) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส | 1 รูป |
| (5) รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน | 1 รูป |

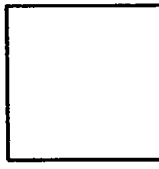
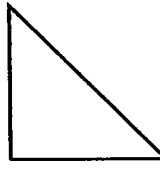
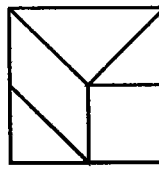


คำชี้แจง จงนำชิ้นส่วนของแทนแกรมจัดเป็นรูปใหม่ ตามเงื่อนไขที่กำหนดในตาราง

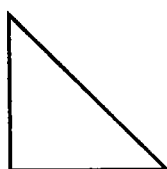
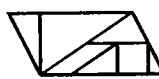
1. ใช้รูปสามเหลี่ยม 3 รูป

รูปแบบ					
					

2. ใช้รูป 5 รูป

รูปแบบ			
			

3. ใช้รูป 7 รูป

รูปแบบ			
			

แบบฝึกปฏิบัติ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ช่วงชั้นที่ 3
เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

คำชี้แจง

1. แบบฝึกปฏิบัตินี้เป็นแบบฝึกความสามารถเชิงปริภูมิ(Spatial Ability) ที่ช่วยส่งเสริม ทักษะในการใช้ความสามารถเชิงปริภูมิ โดยให้นักเรียนหาภาพที่จะต้องนำมาต่อกับภาพที่กำหนดให้ แล้วเกิดเป็นรูปเรขาคณิตตามที่กำหนด

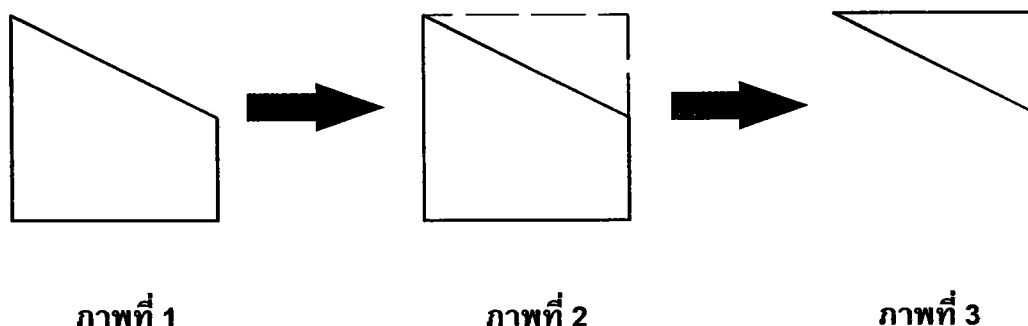
2. ให้นักเรียนพิจารณาว่าจะต้องเติมภาพที่มีลักษณะอย่างไรลงไปจึงจะทำให้ภาพที่กำหนดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สมบูรณ์ โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

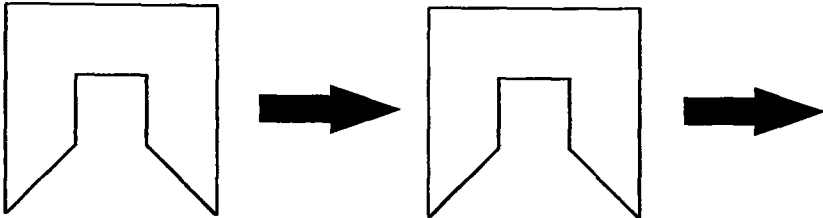
ภาพที่ 1 เป็นภาพที่กำหนดให้

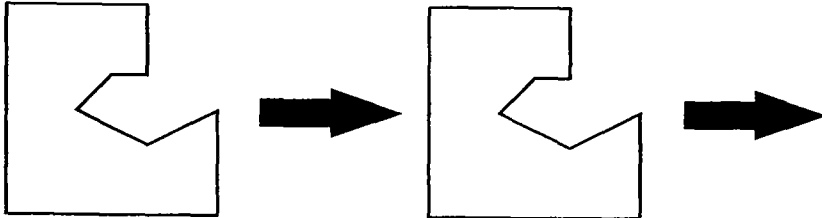
ภาพที่ 2 ลากเส้นต่อจากภาพที่กำหนดให้ ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยใช้เส้นประ

ภาพที่ 3 ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพที่จะนำมาต่อเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สมบูรณ์ในภาพที่ 2 มีลักษณะอย่างไร แล้ววาดเฉพาะส่วนที่จะนำมาต่อเท่านั้น

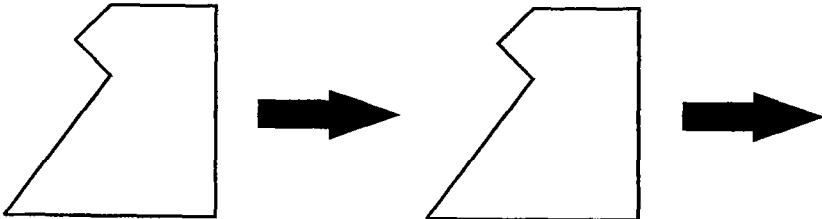
ตัวอย่าง

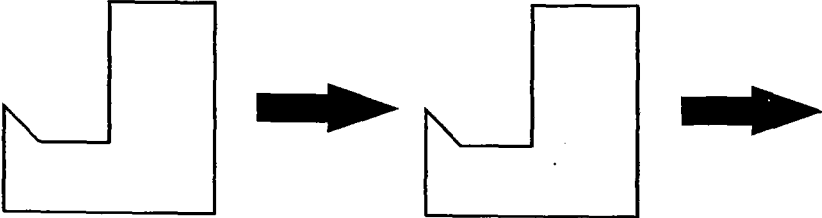


1. 

ภาพที่ 1 ภาพที่ 2 ภาพที่ 3
2. 

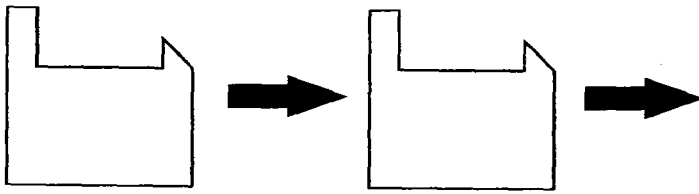
ภาพที่ 1 ภาพที่ 2 ภาพที่ 3
3. 

ภาพที่ 1 ภาพที่ 2 ภาพที่ 3
4. 

ภาพที่ 1 ภาพที่ 2 ภาพที่ 3
5. 

ภาพที่ 1 ภาพที่ 2 ภาพที่ 3

6.

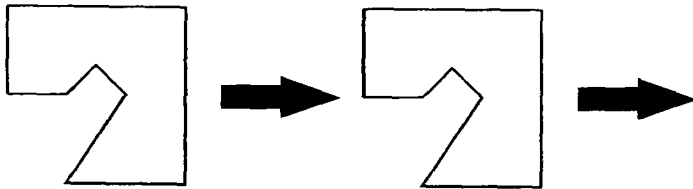


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

7.

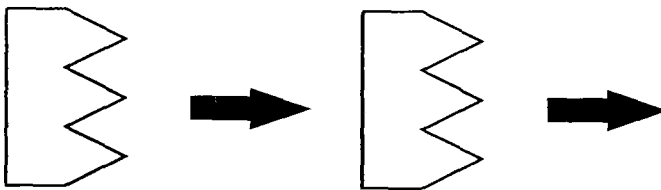


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

8.

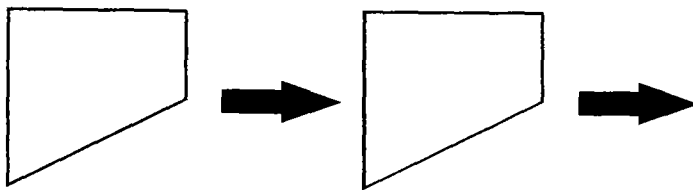


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

9.

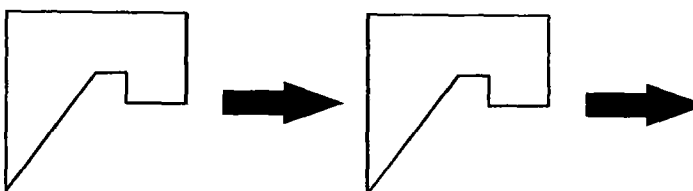


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

10.



ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

แบบฝึกปฏิบัติ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ช่วงชั้นที่ 3
เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

คำชี้แจง

1. แบบฝึกปฏิบัตินี้เป็นแบบฝึกความสามารถเชิงปริภูมิ(Spatial Ability) ที่ช่วยส่งเสริม ทักษะในการใช้ความสามารถเชิงปริภูมิ ให้นักเรียนหาภาพที่จะต้องนำมาต่อกับภาพที่กำหนดให้ แล้วเกิดเป็นรูปเรขาคณิตตามที่กำหนด

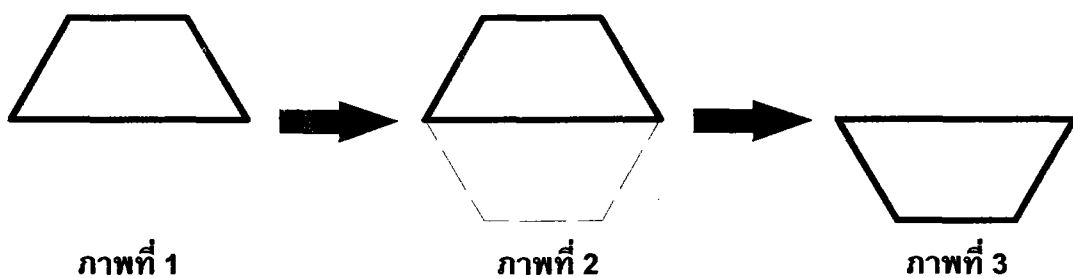
2. ให้นักเรียนพิจารณาว่าจะต้องเติมภาพที่มีลักษณะอย่างไรลงไปจึงจะทำให้ภาพที่กำหนดให้เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าที่สมบูรณ์ โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

ภาพที่ 1 เป็นภาพที่กำหนดให้

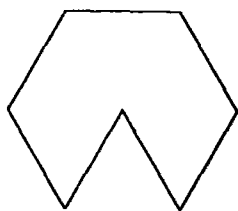
ภาพที่ 2 ลากเส้นต่อจากภาพที่กำหนดให้ ให้เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า โดยใช้เส้นประ

ภาพที่ 3 ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพที่จะนำมาต่อเป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าที่สมบูรณ์ในภาพที่ 2 มีลักษณะอย่างไร แล้ววาดเฉพาะส่วนที่จะนำมาต่อเท่านั้น

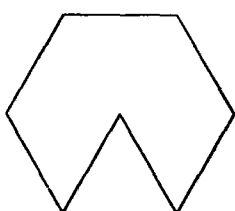
ตัวอย่าง



1.



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

2.



ภาพที่ 1

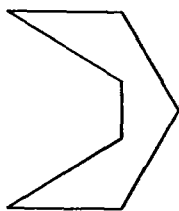


ภาพที่ 2

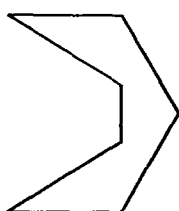


ภาพที่ 3

3.



ภาพที่ 1

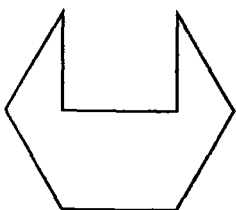


ภาพที่ 2

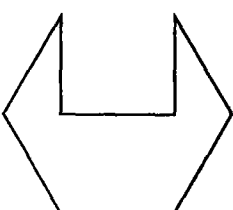


ภาพที่ 3

4.



ภาพที่ 1

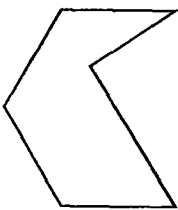


ภาพที่ 2

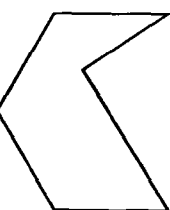


ภาพที่ 3

5.



ภาพที่ 1

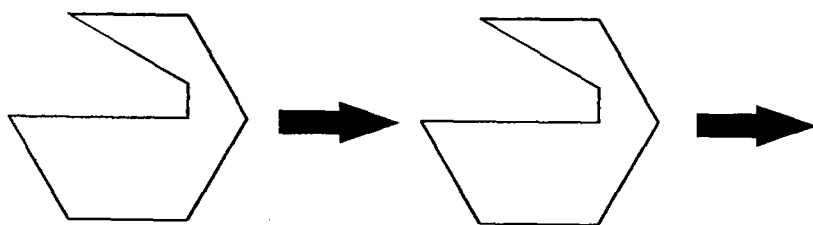


ภาพที่ 2



ภาพที่ 3

6.

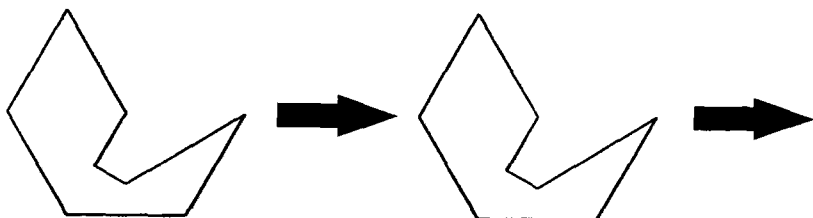


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

7.

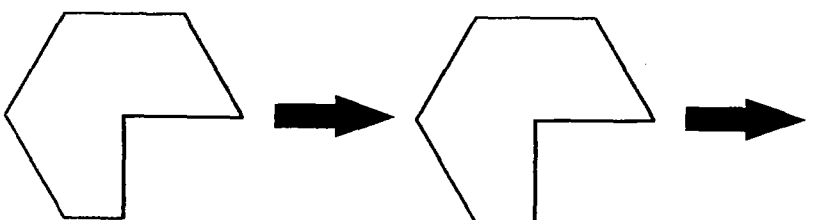


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

8.

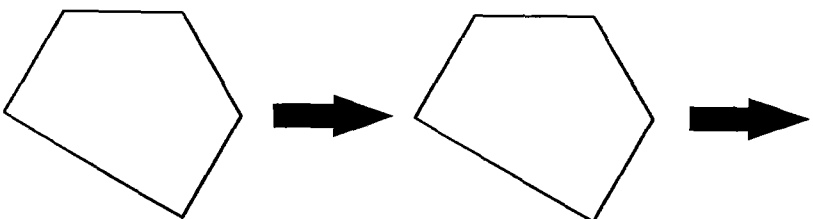


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

9.

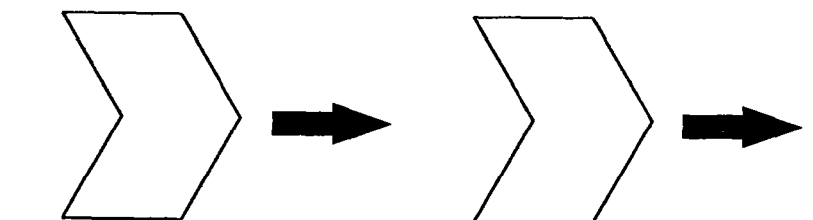


ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

10.



ภาพที่ 1

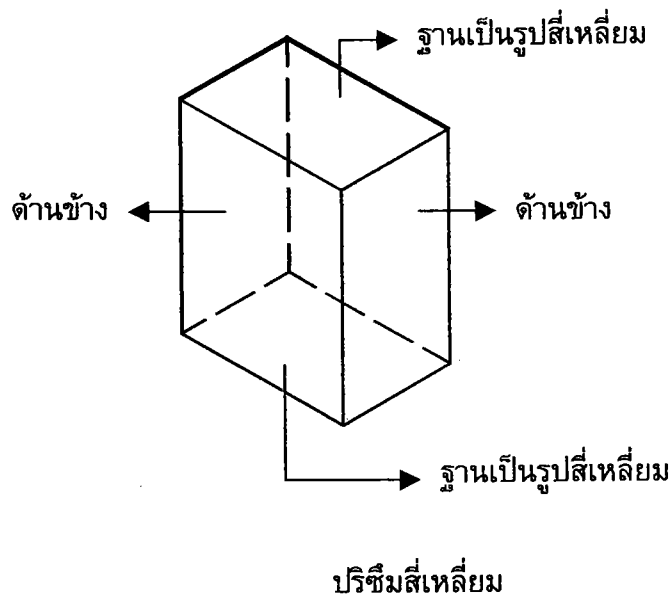
ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

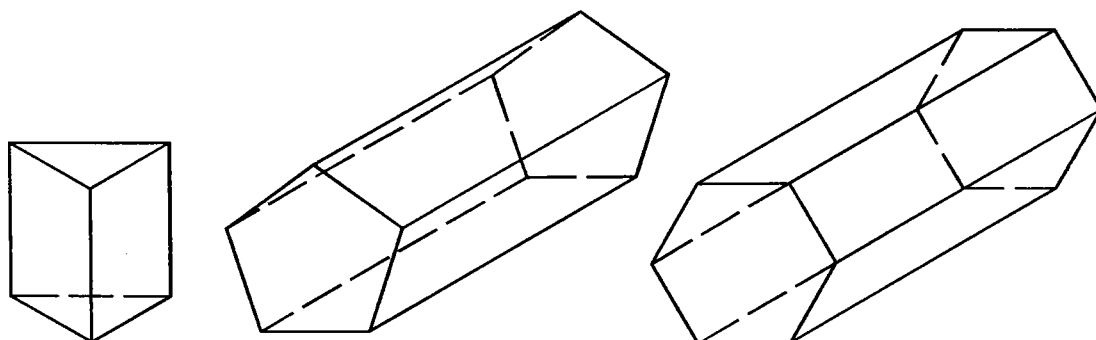
1.2 รูปเรขาคณิตสามมิติ (three-dimensional geometric figures)

ในชีวิตประจำวันเราจะพบเห็นสิ่งต่าง ๆ หรือวัตถุรอบตัวเรามีลักษณะ คือ มีความกว้าง ความยาว และความหนาหรือความสูงซึ่งเรียกรูปเรขาคณิตสามมิติหรือทรงสามมิติ การจำแนกรูปเรขาคณิตสามมิติพิจารณาจากรูปร่างลักษณะของรูปเรขาคณิตที่ประกอบกันเป็นทรง ดังนี้

1. ปริซึม (prism) เป็นทรงสามมิติที่มีหน้าสองหน้าขนานกัน และหน้าทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมชนิดเดียวกันมีขนาดเท่ากันเรียกหน้าทั้งสองนี้ว่า “ฐานของปริซึม” และเรียกหน้าอื่นๆซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากว่า “ด้านข้างของปริซึม” ชื่อของปริซึมจะตั้งตามรูปเหลี่ยมที่เป็นฐานของปริซึม เช่น ถ้าฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมก็จะเรียกว่า ปริซึมสี่เหลี่ยม ดังภาพ



ตัวอย่างของปริซึม



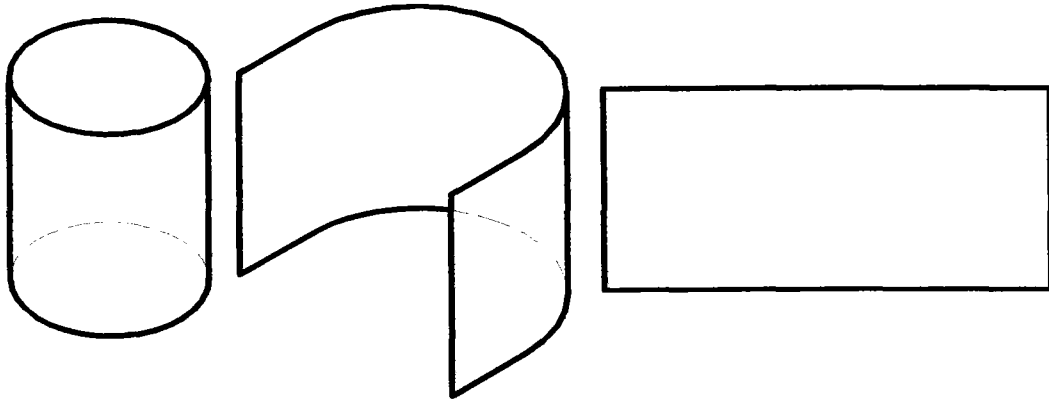
ปริซึมสามเหลี่ยม

ปริซึมห้าเหลี่ยม

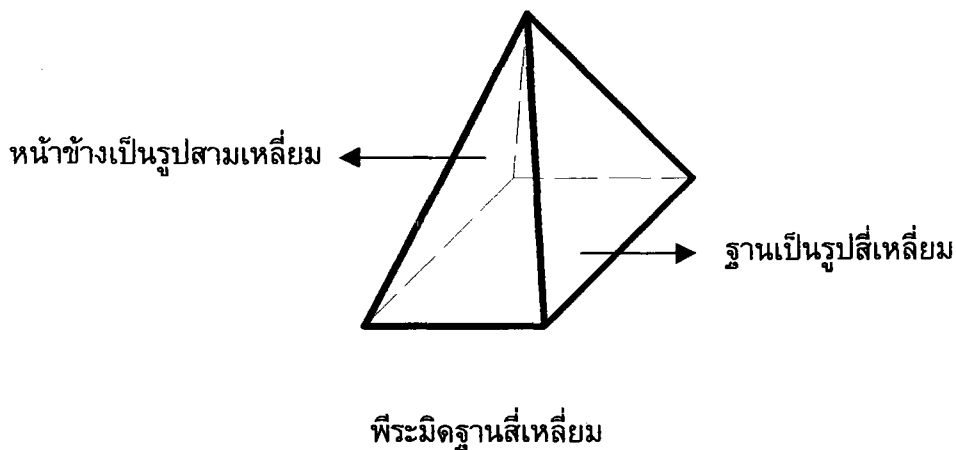
ปริซึมหกเหลี่ยม

บางครั้งเราเรียกปริซึมสี่เหลี่ยมว่า ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก นอกจากนี้ในกรณีที่ปริซึมสี่เหลี่ยมที่มีหน้าทุกหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเราจะเรียกว่า ลูกบาศก์

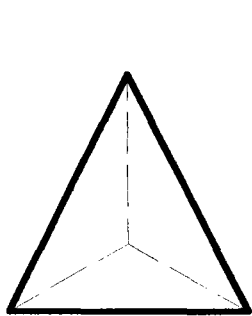
2. ทรงกระบอก (cylinder) เป็นทรงสามมิติที่มีฐานหรือหน้าตัดเป็นรูปวงกลม 2 รูป มีขนาดเท่ากัน และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน ผิวข้างมีลักษณะโค้ง เมื่อคลี่ผิวข้างของทรงกระบอกตามแนวความสูง จะได้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก



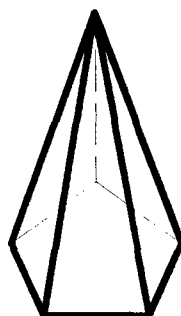
3. พีระมิด (pyramid) เป็นทรงสามมิติที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐานนั้น และหน้าข้างทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดรวมกันที่ยอดแหลมนั้น การเรียกชื่อพีระมิดเรียกตามลักษณะของฐาน เช่น พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมหมายถึง พีระมิดที่มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยม ดังภาพ



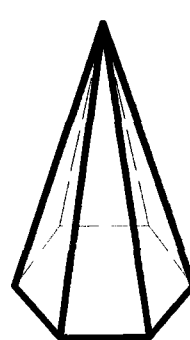
ตัวอย่างพีระมิด



พีระมิดฐานสามเหลี่ยม

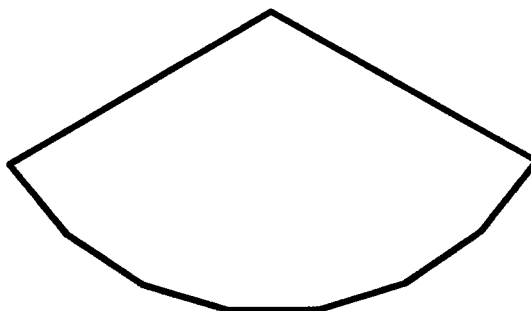
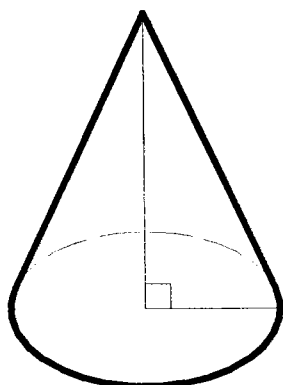


พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม

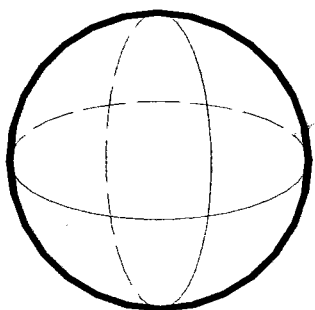


พีระมิดฐานหกเหลี่ยม

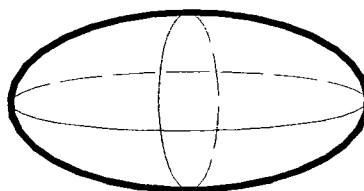
4. กรวย (cone) เป็นทรงสามมิติที่มีฐานเป็นวงกลมผิวข้างโค้ง และมียอดแหลม เมื่อคลี่ผิวข้างของกรวยออกจะได้รูปสามเหลี่ยมฐานโค้ง



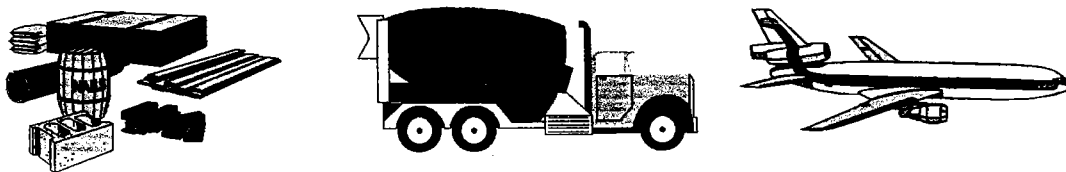
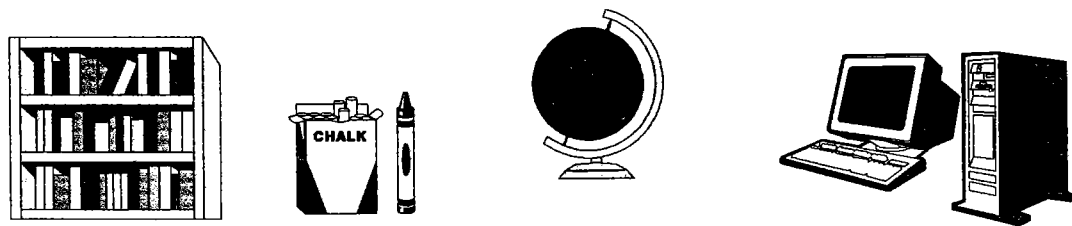
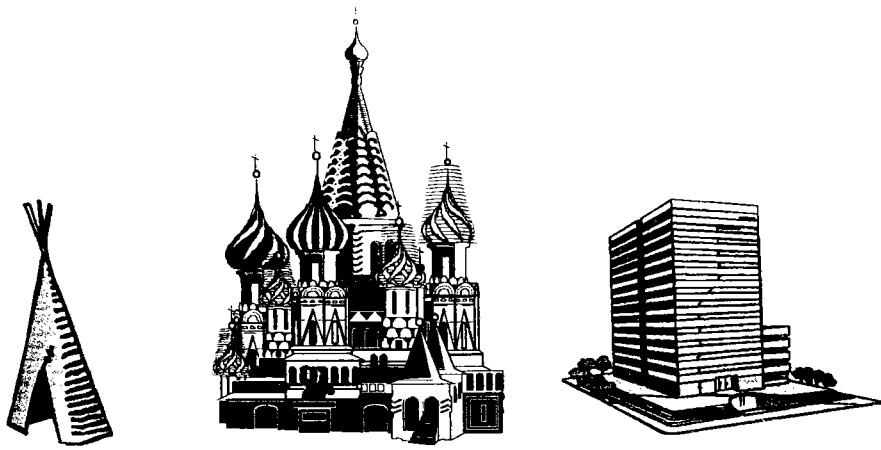
5. ทรงอื่นๆ เป็นทรงที่มีลักษณะผิวโค้ง ได้แก่ ทรงกลม ทรงรี



ทรงกลม



ทรงรี



ทรงสามมิติที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

ใบงานที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ช่วงชั้นที่ 3
เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนรู้จักลักษณะของรูปสามมิติ

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. ให้เหตุผล
2. สื่อสาร และนำเสนอ
3. เชื่อมโยง
4. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

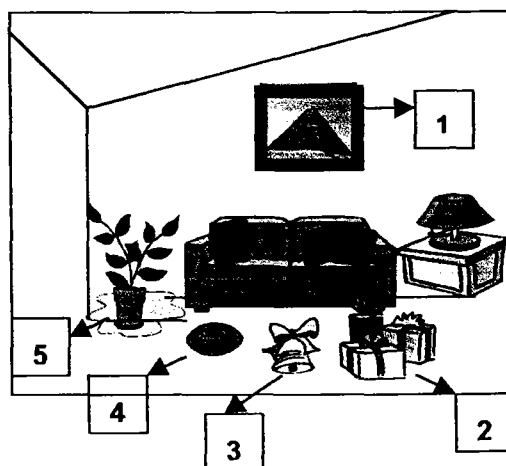
ด้านคุณลักษณะ

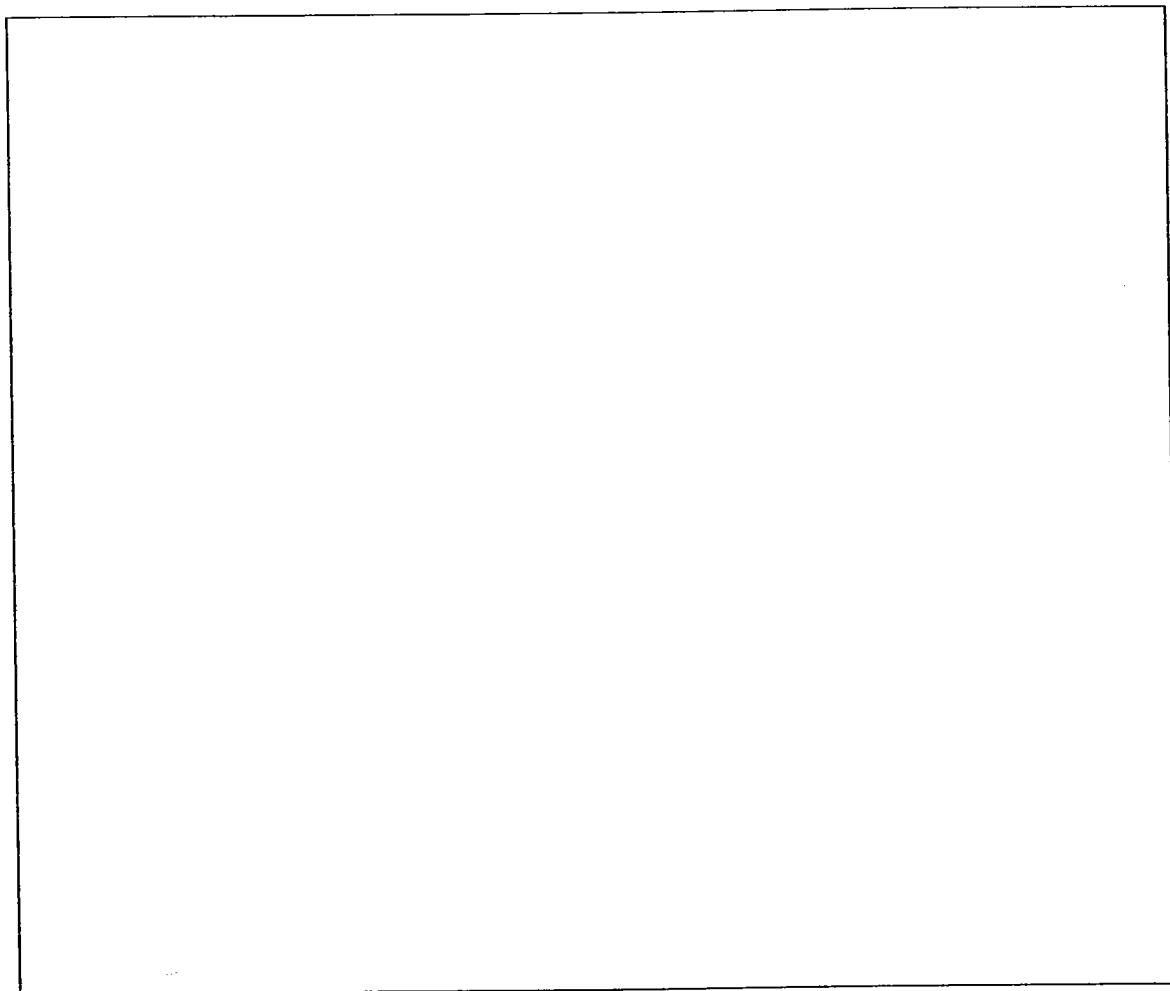
1. มีความร่วมมือและรับผิดชอบ
2. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น

คำชี้แจง ให้นักเรียนช่วยกันวาดรูปวัตถุหรือสิ่งของที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะคล้ายกับทรงสามมิติ หรือมีทรงสามมิติเป็นส่วนประกอบ จำนวน 5 ชนิดขึ้นไป พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม

ตัวอย่าง

- 1 พียะมิดฐานสี่เหลี่ยม
- 2 ปริซึมสี่เหลี่ยม
- 3 กรวย
- 4 ทรงรี
- 5 ทรงกระบอก





ภาพที่วาดประกอบด้วยทรงสามมิติต่าง ๆ ดังนี้

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

6.....

7.....

8.....

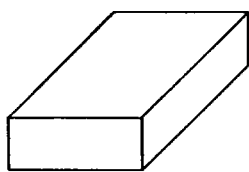
9.....

10.....

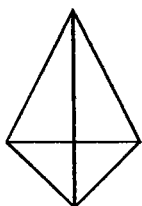
แบบฝึกทักษะ 1

จงบอกชื่อของทรงหลายหน้าต่อไปนี้ ว่าเป็นปริซึมหรือพีระมิดชนิดใด

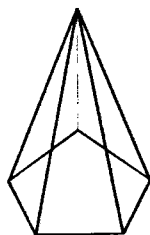
1



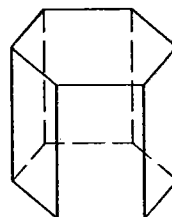
2



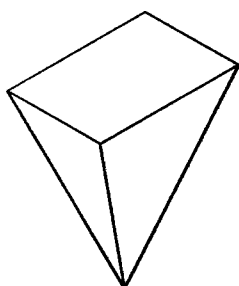
3



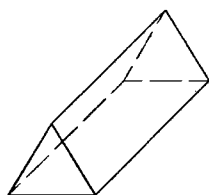
4



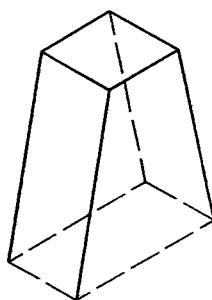
5



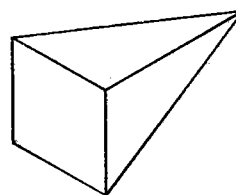
6



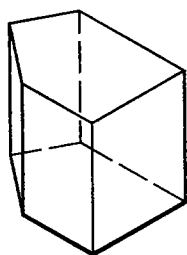
7



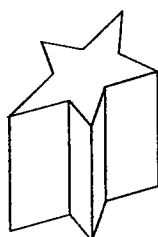
8



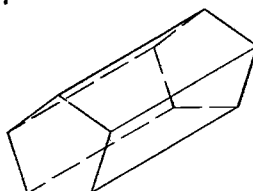
9



10



11

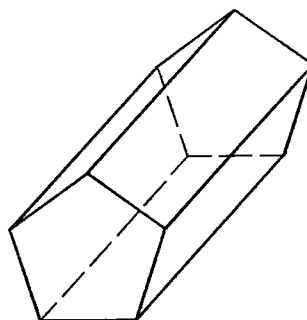
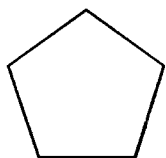
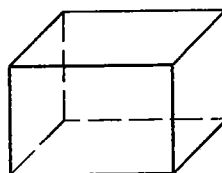
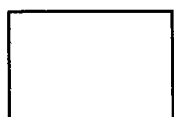
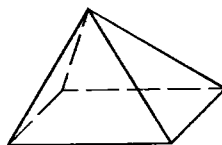


12



2. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

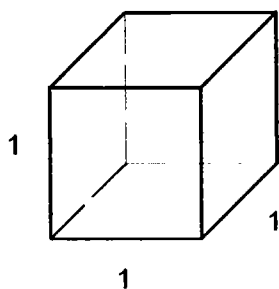
นักเรียนพิจารณารูปต่อไปนี้



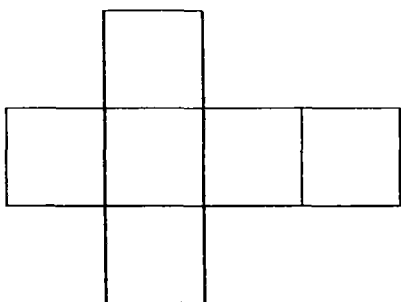
จะเห็นว่ารูปเรขาคณิตสองมิตินั้นต่างจากรูปเรขาคณิตสามมิติ ตรงที่รูปเรขาคณิตสามมิติมีความหนาหรือความสูงแต่รูปเรขาคณิตสองมิตินั้นไม่มี นอกจากนี้เราจะเห็นได้จากรูปเรขาคณิตสองมิติเป็นรูปที่แสดงเส้นขอบหรือเส้นรอบรูปของพื้นผิวส่วนที่มองเห็นของรูปเรขาคณิตสามมิติ

2.1 ลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติ

พิจารณาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง 1 หน่วย เท่ากัน เราเรียกทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนี้ว่า ลูกบาศก์



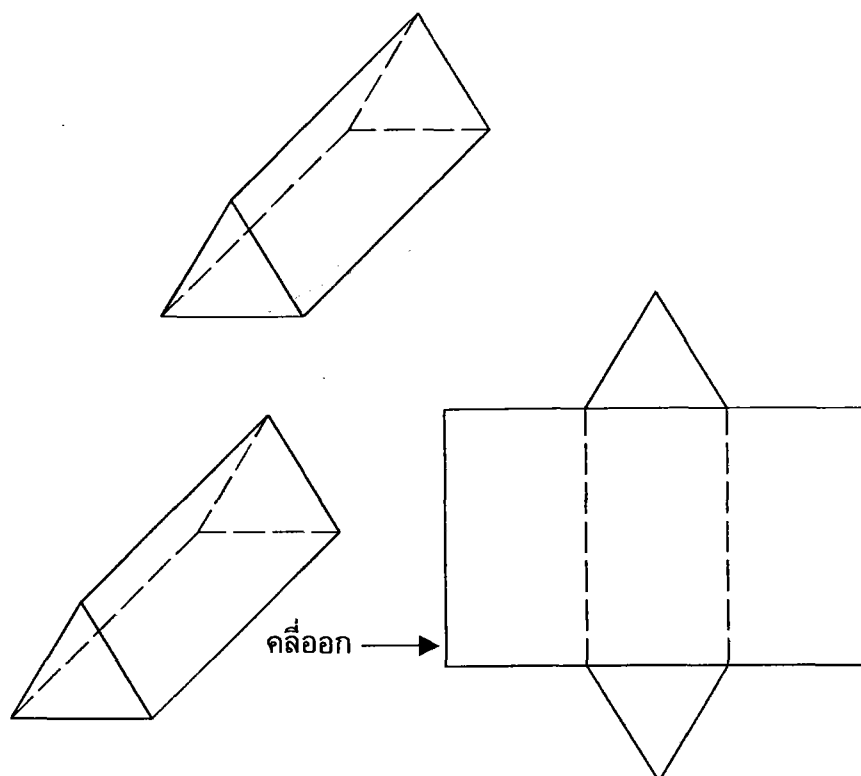
ถ้าเรานำลูกบาศก์มาคลี่ออกบนระนาบสองมิติ จะได้ส่วนประกอบที่เป็นภาพสองมิติ ดังนี้



จากรูปจะเห็นว่าทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากหรือลูกบาศก์ซึ่งเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติจะประกอบขึ้นจากรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติจำนวน 6 รูป

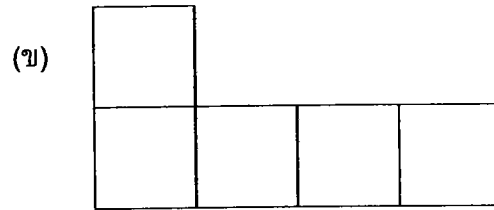
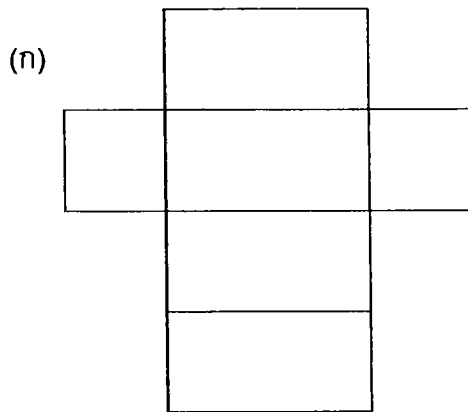
ตัวอย่างที่ 1 จากรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ จะประกอบด้วยรูปสองมิติรูปใดบ้าง และมีกี่รูป

วิธีทำ

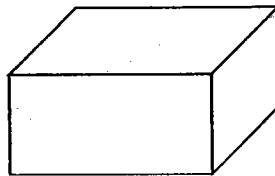


รูปสองมิติจะประกอบด้วย รูปสามเหลี่ยม 2 รูป และรูปสี่เหลี่ยม 3 รูป

ตัวอย่างที่ 2 จากภาพสองมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้ สามารถพับเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้หรือไม่



วิธีทำ (ก) จากภาพสองมิติที่กำหนดให้ สามารถพับเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้ดังนี้



(ข) จากภาพสองมิติที่กำหนดให้ ไม่สามารถพับเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้ เนื่องจากเมื่อนำมาประกอบแล้วมีด้านเปิดอยู่ 1 ด้าน

ใบงานที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกจำนวนรูปสองมิติที่นำมาประกอบกันเป็นทรงสามมิติ
2. รู้จักลักษณะรูปเรขาคณิตสามมิติที่เกิดจากรูปเรขาคณิตสองมิติ

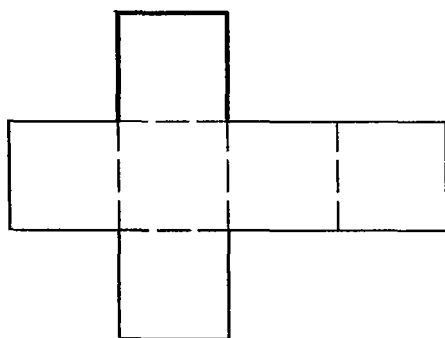
ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถ

1. ให้เหตุผล
2. สื่อสารและนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนมีความร่วมมือและความรับผิดชอบ

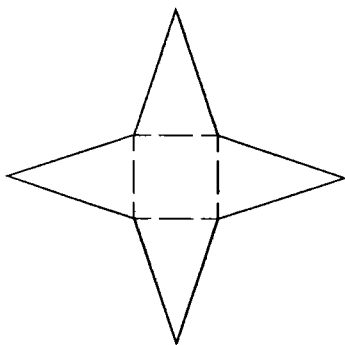
คำชี้แจง ให้นักเรียนตัดภาพสองมิติต่อไปนี้ นำมาประกอบเป็นทรงต่าง ๆ โดยพับที่เส้นประ และติดเทปใสที่เส้นทึบก่อนตัด พร้อมทั้งบอกจำนวนของรูปหลายเหลี่ยมที่ใช้ในการประกอบ และบอกชื่อทรงที่ได้จากการประกอบ

เช่น

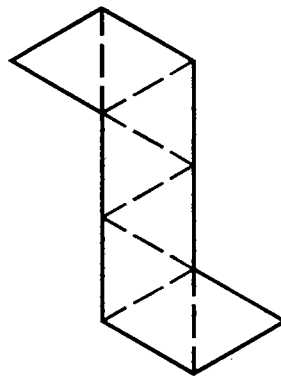


ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยม 6 รูป ได้ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

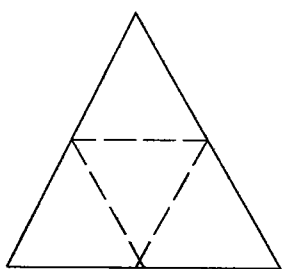
1.



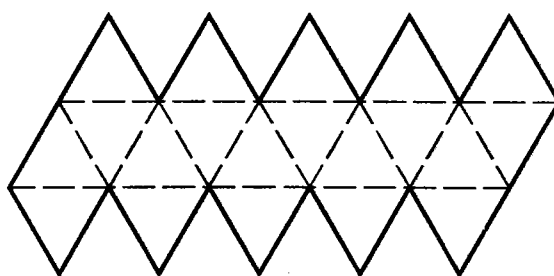
5.



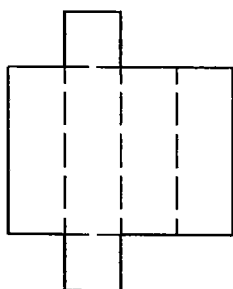
2.



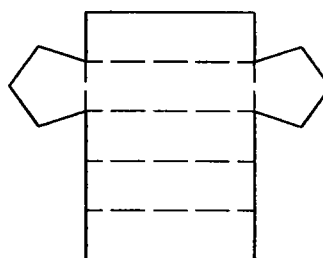
6.



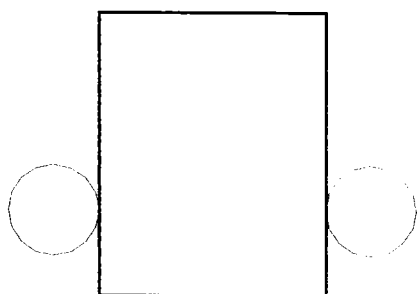
3.



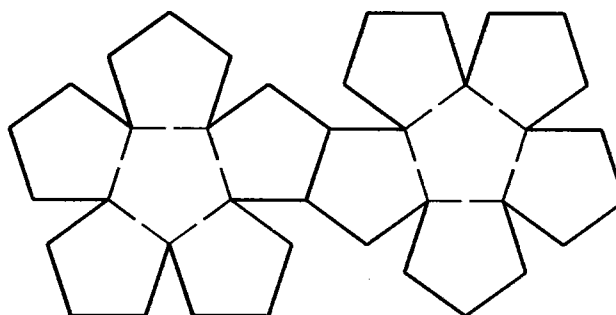
7.



4.



8.



ใบงานที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกจำนวนรูปสองมิติที่นำมาประกอบกันเป็นทรงสามมิติ
2. รู้จักลักษณะรูปเรขาคณิตสามมิติที่เกิดจากรูปเรขาคณิตสองมิติ

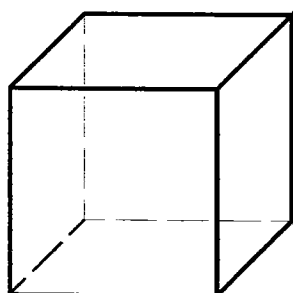
ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถ

1. ให้เหตุผล
2. สื่อสารและนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนมีความร่วมมือและความรับผิดชอบ

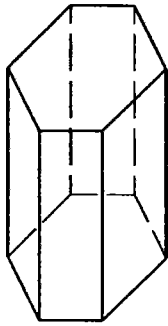
คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาทรงสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้ว่าประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติรูปใดบ้าง และมีกี่รูป

เช่น



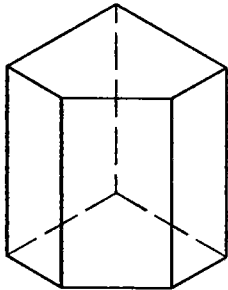
ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 6 รูป

1.



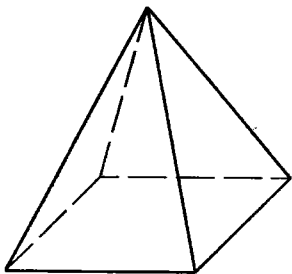
ประกอบด้วย.....
.....
.....

2.



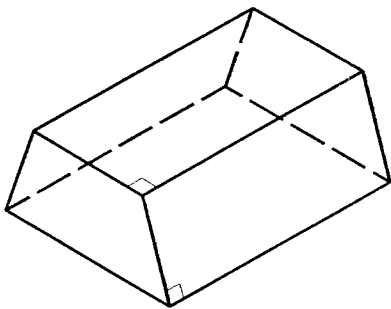
ประกอบด้วย.....
.....
.....

3.



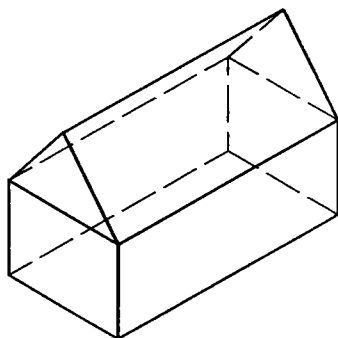
ประกอบด้วย.....
.....
.....

4.



ประกอบด้วย.....
.....
.....

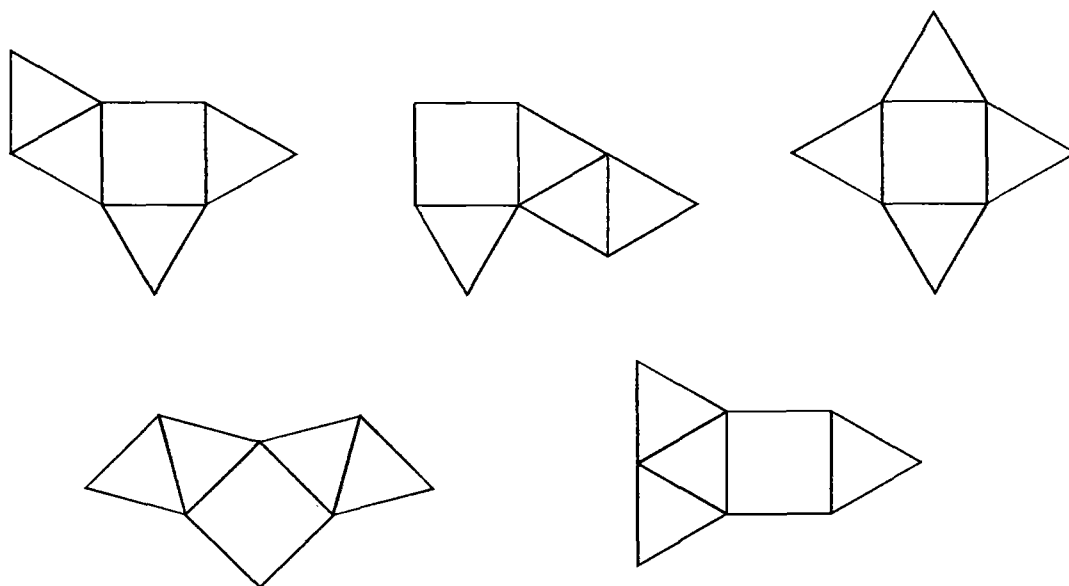
5.



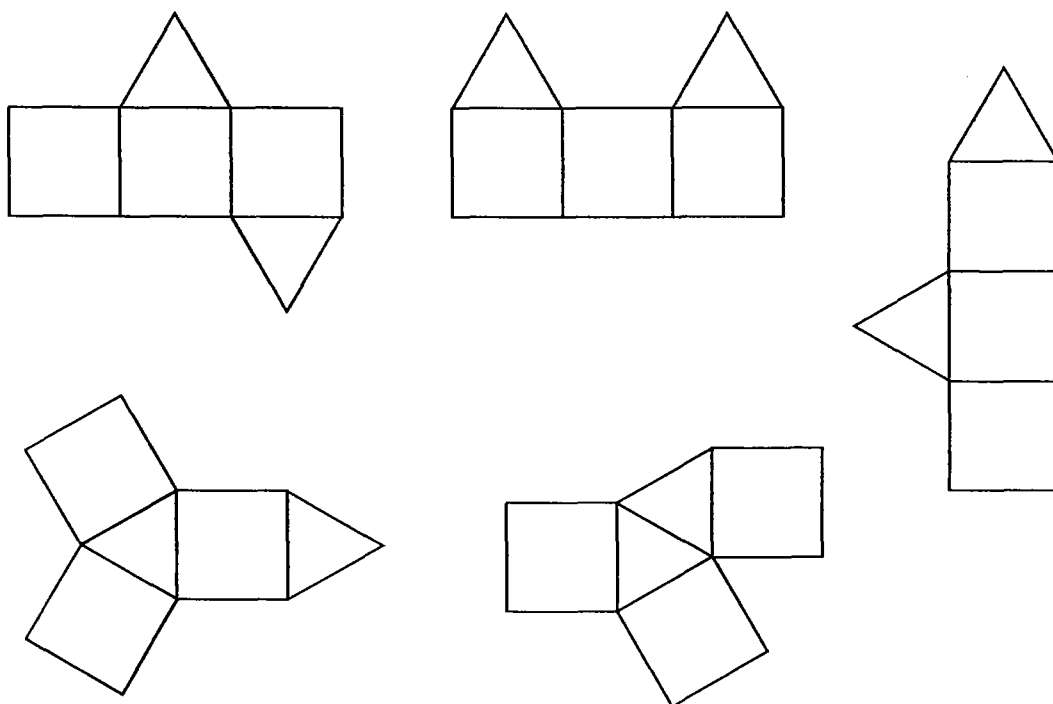
ประกอบด้วย.....
.....
.....

แบบฝึกทักษะ 2

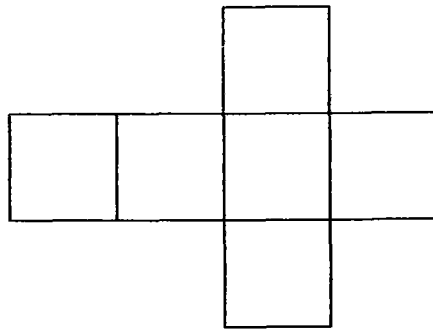
1. จากภาพข้างล่างนี้ ภาพใดบ้างที่สามารถสร้างเป็นพีระมิดสี่เหลี่ยม



2. จากภาพข้างล่างนี้ ภาพใดบ้างที่สามารถสร้างเป็นปริซึมสามเหลี่ยม



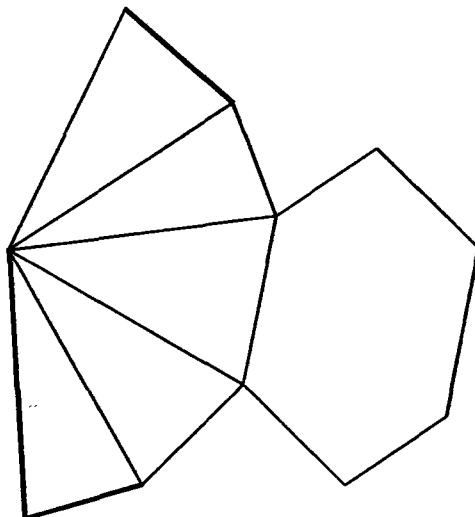
3. จากแบบข้างล่างนี้ นักเรียนจะได้ปริซึมชนิดใด



4. จงเขียนแบบเพื่อใช้ในการสร้างปริซึมที่มีฐานเป็นรูปต่อไปนี้

- (1) รูปสามเหลี่ยมชนิดใดก็ได้
- (2) รูปห้าเหลี่ยมชนิดใดก็ได้

5. จากแบบข้างล่างนี้ นักเรียนจะได้พีระมิดชนิดใด



6. จงเขียนแบบเพื่อใช้ในการสร้างพีระมิดที่มีฐานต่อไปนี้

- (1) ฐานสี่เหลี่ยม
- (2) ฐานห้าเหลี่ยม

กิจกรรมที่ 1

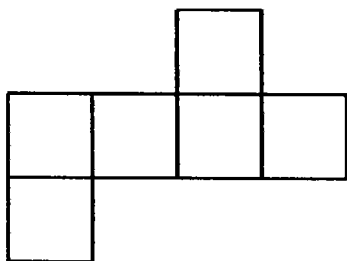
“ประกอบได้หรือไม่”

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

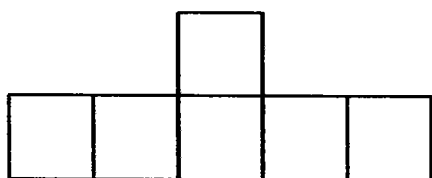
เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 10 รูปที่กำหนดให้นำมาประกอบเป็นลูกบาศก์โดยที่ไม่มีหน้าใดซ้อนกันได้หรือไม่เพราะเหตุใด

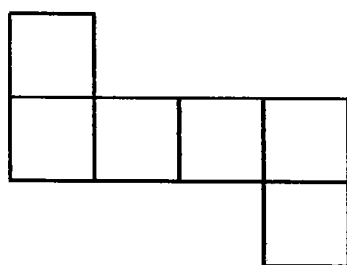
1.



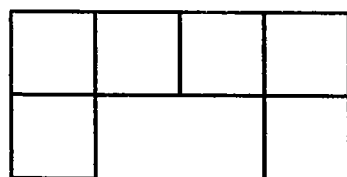
2.



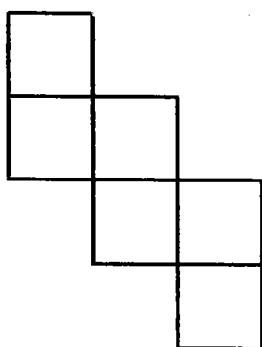
3.



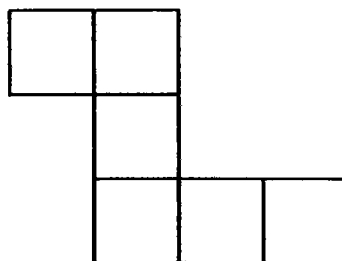
4.



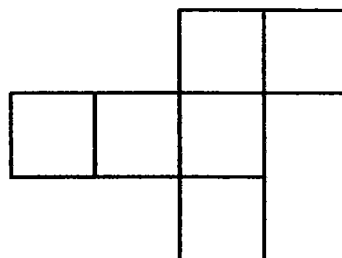
5.



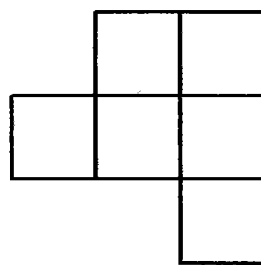
6.



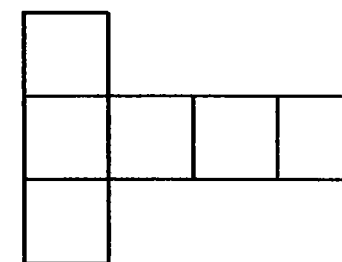
7.



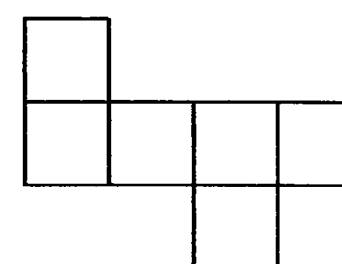
8.



9.



10.



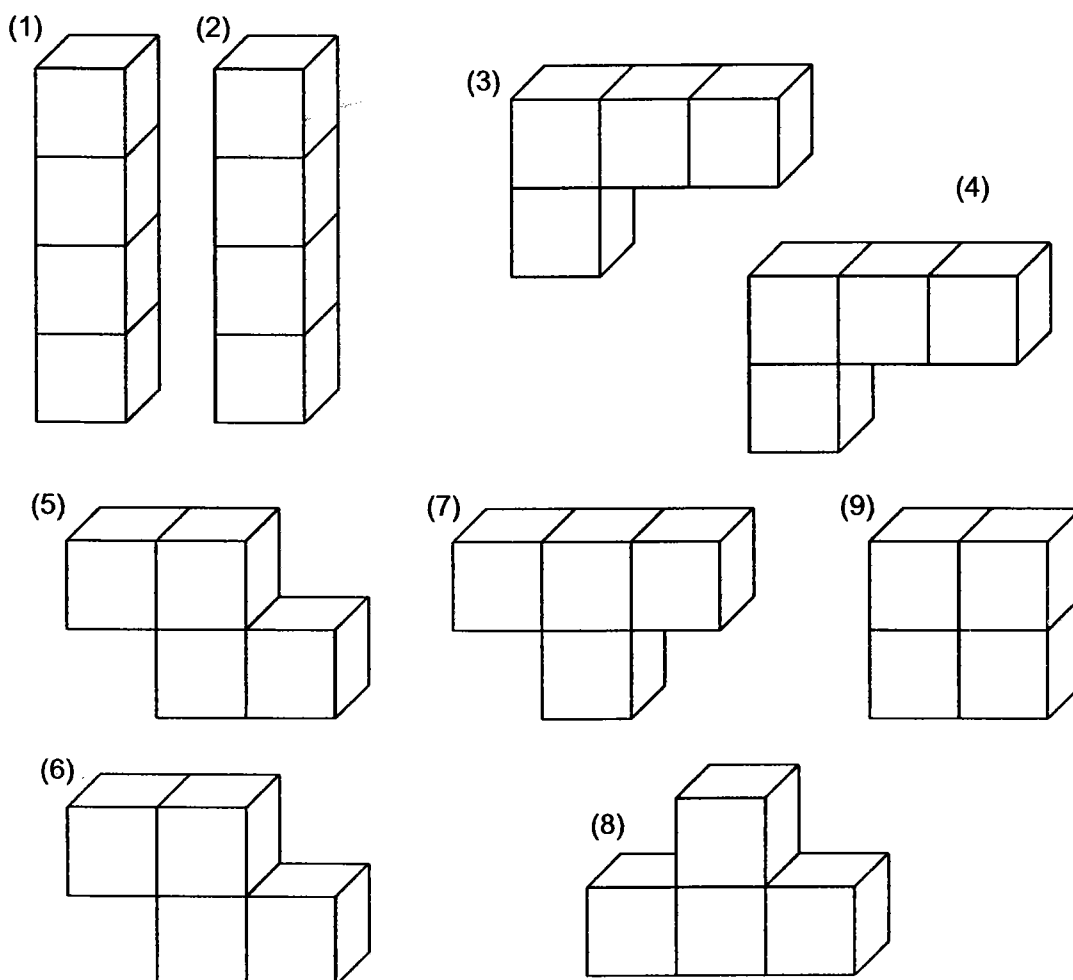
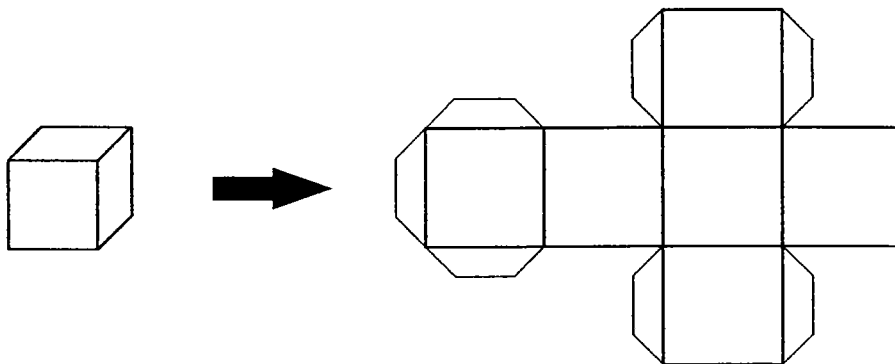
กิจกรรมที่ 2

“ลูกบาศก์สร้างสรรค์”

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำกล่องสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ด้วยกระดาษโปสเตอร์แข็ง
กลุ่มละ 36 ลูก โดยมีขนาดเท่ากัน แล้วนำมาทากาวตามแบบ จากนั้นนำทรงที่
ต่อตามแบบไปสร้างสรรค์เป็นทรงใหม่ พร้อมตั้งชื่อชิ้นงานนั้น



แบบฝึกปฏิบัติ 2

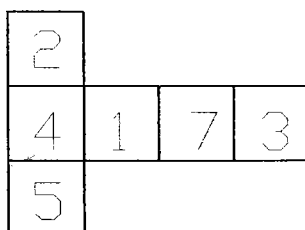
กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

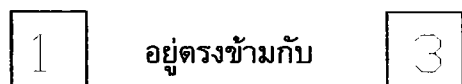
คำชี้แจง

1. แบบฝึกปฏิบัตินี้เป็นแบบฝึกปฏิบัติความสามารถเชิงปริภูมิ(Spatial Ability) ที่ช่วยส่งเสริมทักษะในการใช้ความสามารถเชิงปริภูมิ โดยให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้โดยจะต้องนำมาพับเป็นกล่องตามที่กำหนด
2. ให้นักเรียนฝึกพิจารณา และฝึกคิดตามแนวคิดและเติมภาพต่างๆ ในช่องที่ว่างไว้

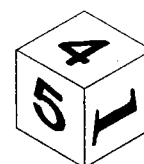
ตัวอย่าง



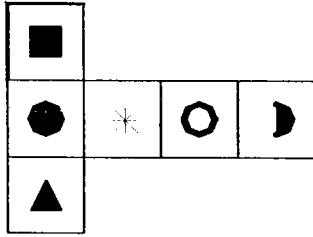
แนวคิด จากภาพจะเห็นว่า



เมื่อให้  เป็นภาพด้านหน้าที่เกิดจากการพับกล่องจะได้ภาพดังนี้



1.



แนวคิด จากภาพจะเห็นว่า



อยู่ตรงข้ามกับ



อยู่ตรงข้ามกับ



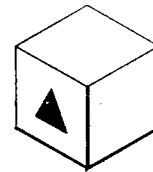
อยู่ตรงข้ามกับ



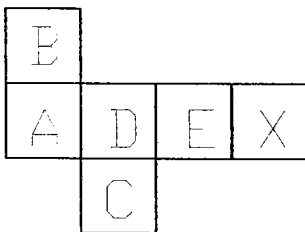
เมื่อให้



เป็นภาพด้านหน้าที่เกิดจากการพับกล่องจะได้ภาพดังนี้



2.



แนวคิด จากภาพจะเห็นว่า



อยู่ตรงข้ามกับ



อยู่ตรงข้ามกับ



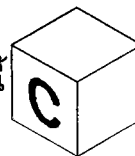
อยู่ตรงข้ามกับ



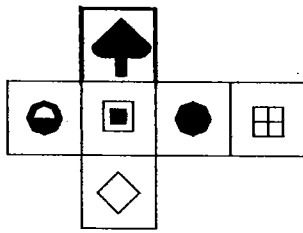
เมื่อให้



เป็นภาพด้านหน้าที่เกิดจากการพับกล่องจะได้ภาพดังนี้



3.



แนวคิด จากภาพจะเห็นว่า



อยู่ตรงข้ามกับ



อยู่ตรงข้ามกับ



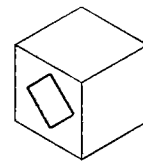
อยู่ตรงข้ามกับ



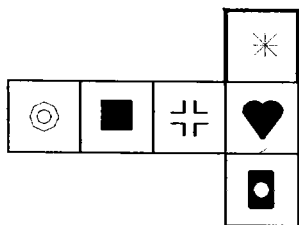
เมื่อให้



เป็นภาพด้านหน้าที่เกิดจากการพับกล่องจะได้ภาพดังนี้



4.



แนวคิด จากภาพจะเห็นว่า



อยู่ตรงข้ามกับ



อยู่ตรงข้ามกับ



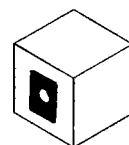
อยู่ตรงข้ามกับ



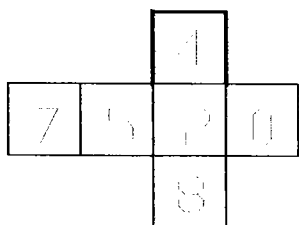
เมื่อให้



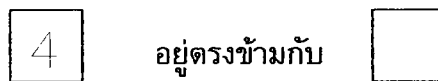
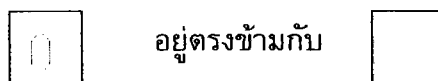
เป็นภาพด้านหน้าที่เกิดจากการพับกล่องจะได้ภาพดังนี้



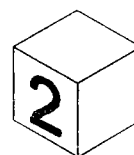
5.



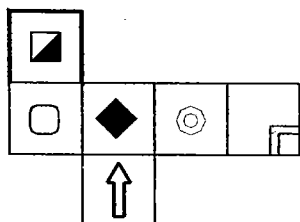
แนวคิด จากภาพจะเห็นว่า



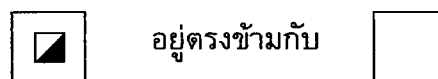
เมื่อให้  เป็นภาพด้านหน้าที่เกิดจากการพับกล่องจะได้ภาพดังนี้



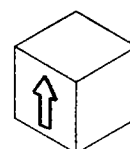
6.



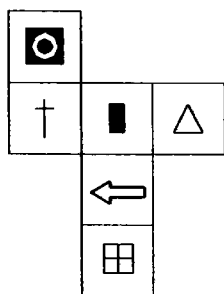
แนวคิด จากภาพจะเห็นว่า



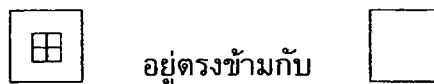
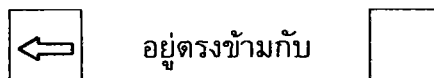
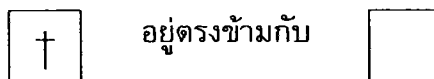
เมื่อให้  เป็นภาพด้านหน้าที่เกิดจากการพับกล่องจะได้ภาพดังนี้



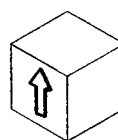
7.



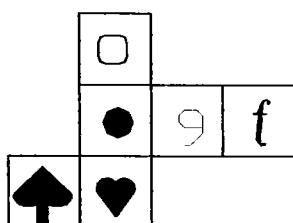
แนวคิด จากภาพจะเห็นว่า



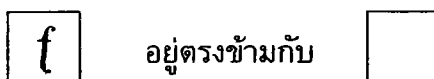
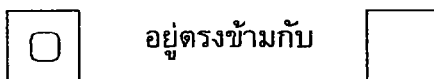
เมื่อให้  เป็นภาพด้านหน้าที่เกิดจากการพับกล่องจะได้ภาพดังนี้



8.



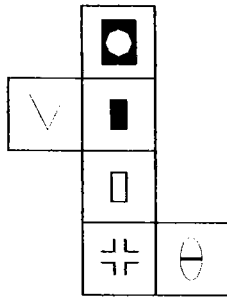
แนวคิด จากภาพจะเห็นว่า



เมื่อให้  เป็นภาพด้านหน้าที่เกิดจากการพับกล่องจะได้ภาพดังนี้



9.



แนวคิด จากภาพจะเห็นว่า



อยู่ตรงข้ามกับ



อยู่ตรงข้ามกับ



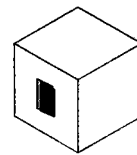
อยู่ตรงข้ามกับ



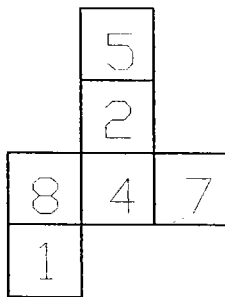
เมื่อให้



เป็นภาพด้านหน้าที่เกิดจากการพับกล่องจะได้ภาพดังนี้



10.



แนวคิด จากภาพจะเห็นว่า



อยู่ตรงข้ามกับ



อยู่ตรงข้ามกับ



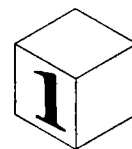
อยู่ตรงข้ามกับ



เมื่อให้



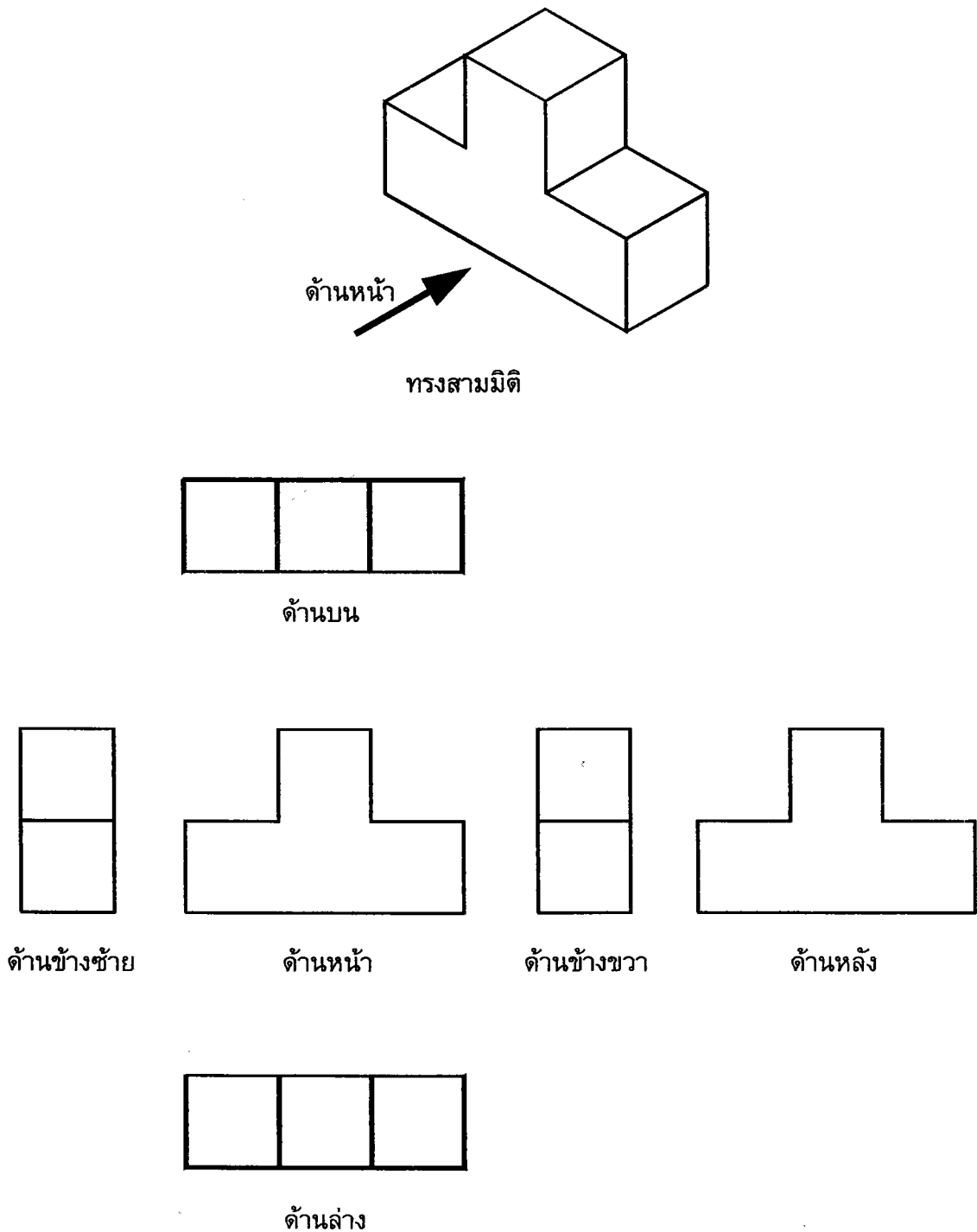
เป็นภาพด้านหน้าที่เกิดจากการพับกล่องจะได้ภาพดังนี้



3. ภาพสองมิติที่เกิดจากการมองภาพในด้านต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

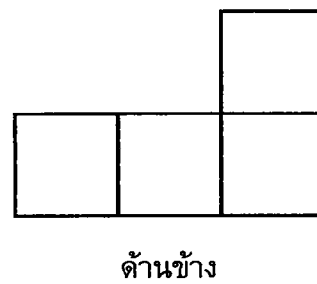
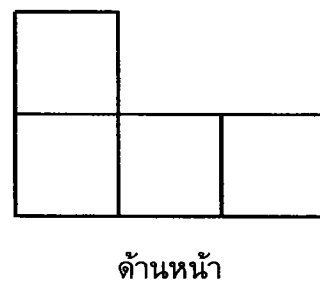
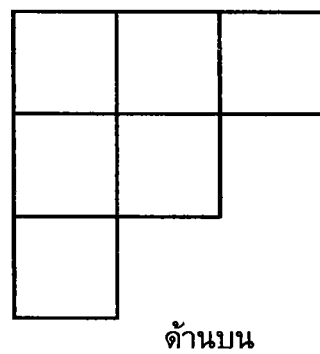
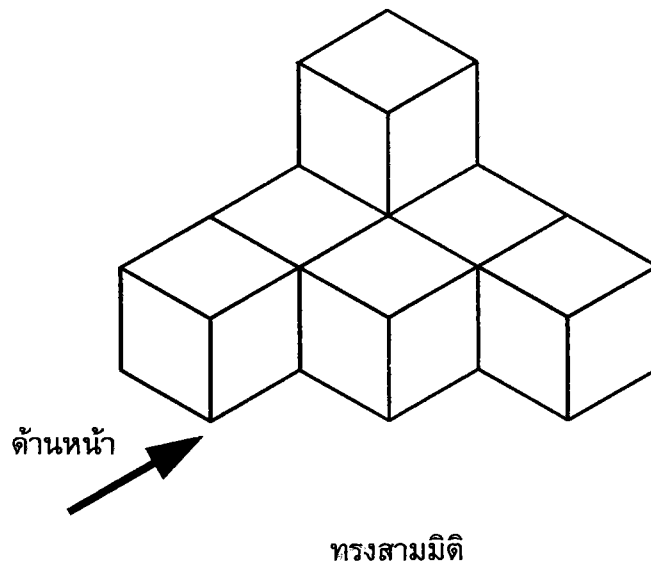
การมองวัตถุต่างๆ เราสามารถนำเสนอลักษณะของทรงสามมิติ โดยการเขียนเพื่อแสดงรูปร่างของวัตถุซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในการเขียนแบบแสดงรายละเอียดสัดส่วนต่างๆ ออกมาในรูปเรขาคณิตสองมิติ เราแยกมองวัตถุเป็นส่วนๆ ดังนี้ ด้านบน ด้านล่าง ด้านข้างซ้าย ด้านข้างขวา ด้านหน้า และด้านหลัง

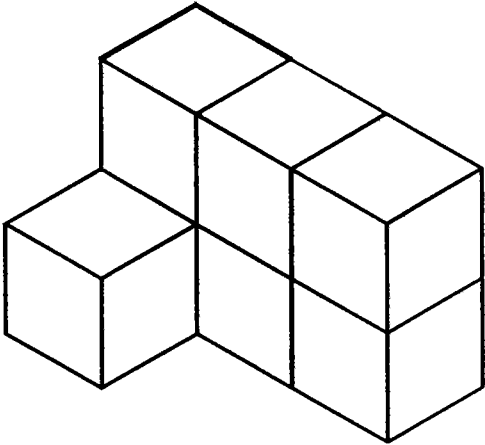
ตัวอย่าง ภาพด้านต่างๆ ที่ใช้ในการเขียนแบบของทรงสามมิติ



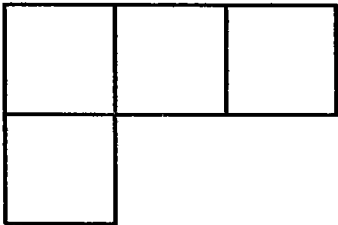
โดยทั่วไปการเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติ ในการอธิบายลักษณะของวัตถุต่าง ๆ หรือทรงสามมิติ จะนิยมเขียนเพียง 3 ด้าน คือ ด้านบน(Top View) ด้านหน้า(Front View) และด้านข้าง(Side View) ของทรงสามมิติ

ตัวอย่าง การเขียนแบบแสดง 3 ด้านประกอบด้วย ด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง

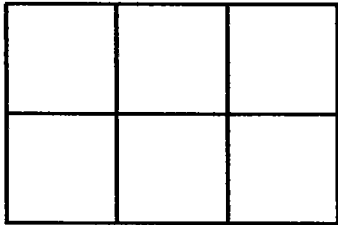




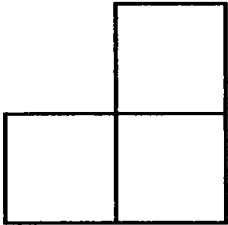
ทรงสามมิติ



ด้านบน



ด้านหน้า

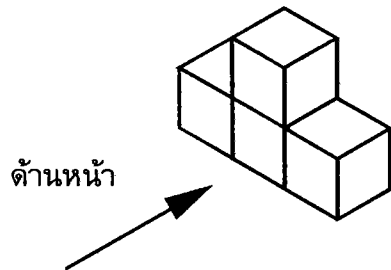


ด้านข้าง

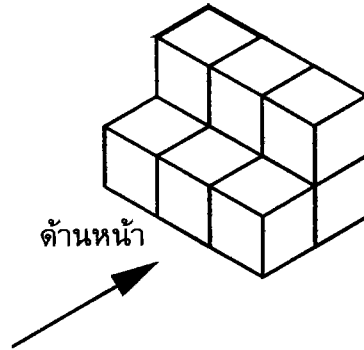
จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นว่าเราสามารถเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติเพียง 3 รูปในการอธิบายลักษณะของทรงสามมิติได้ โดยปกติใช้รูปเรขาคณิตสองมิติที่มองเห็นในระนาบที่ตั้งฉากจากด้านหน้า ด้านบน และด้านข้าง

ตัวอย่าง จงแรเงาพร้อมทั้งเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็นด้านหน้าของทรงสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้

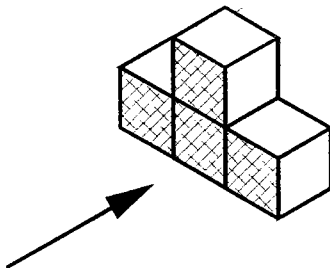
(1)



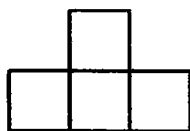
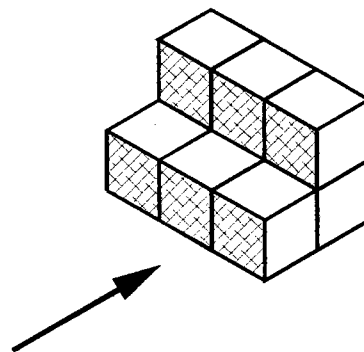
(2)



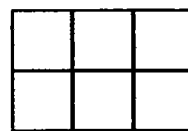
(1)



(2)



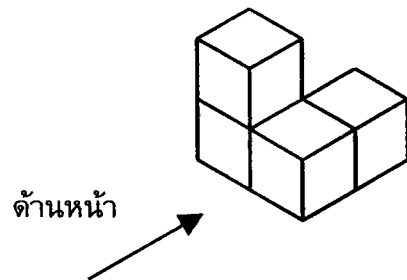
ด้านหน้า



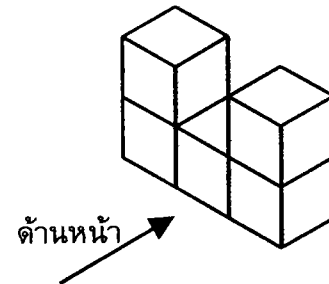
ด้านหน้า

ตัวอย่าง จงแรเงาพร้อมทั้งเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็นด้านบนของทรงสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้

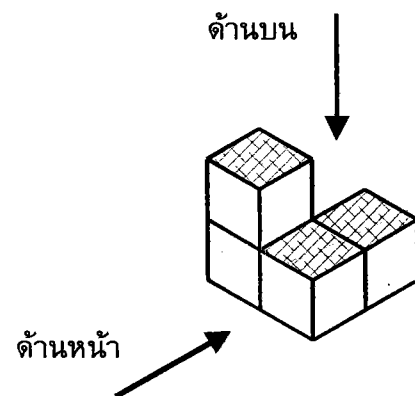
(1)



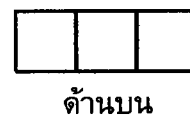
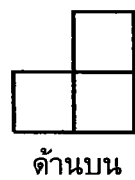
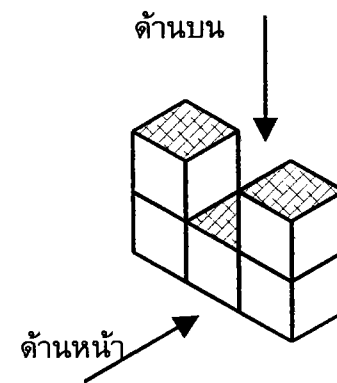
(2)



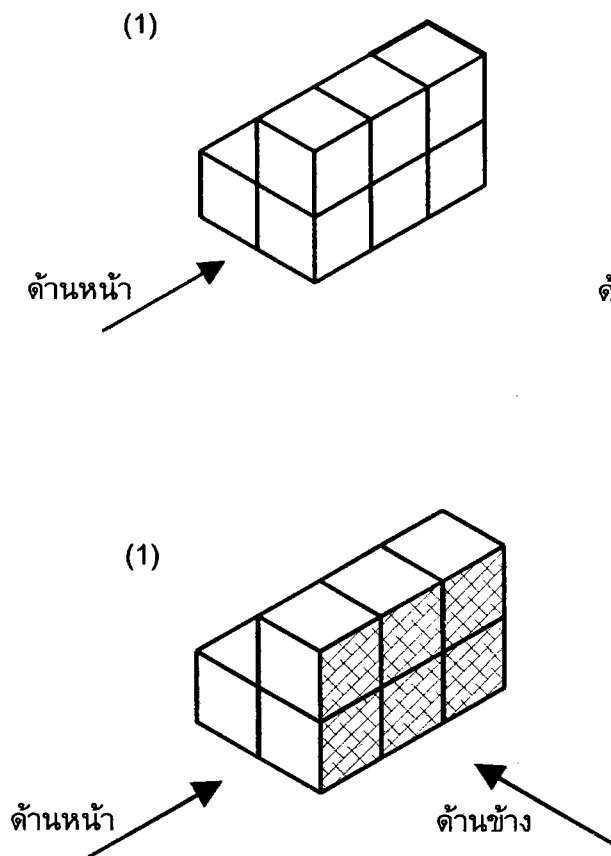
(1)



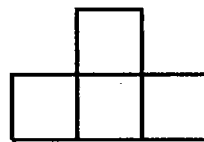
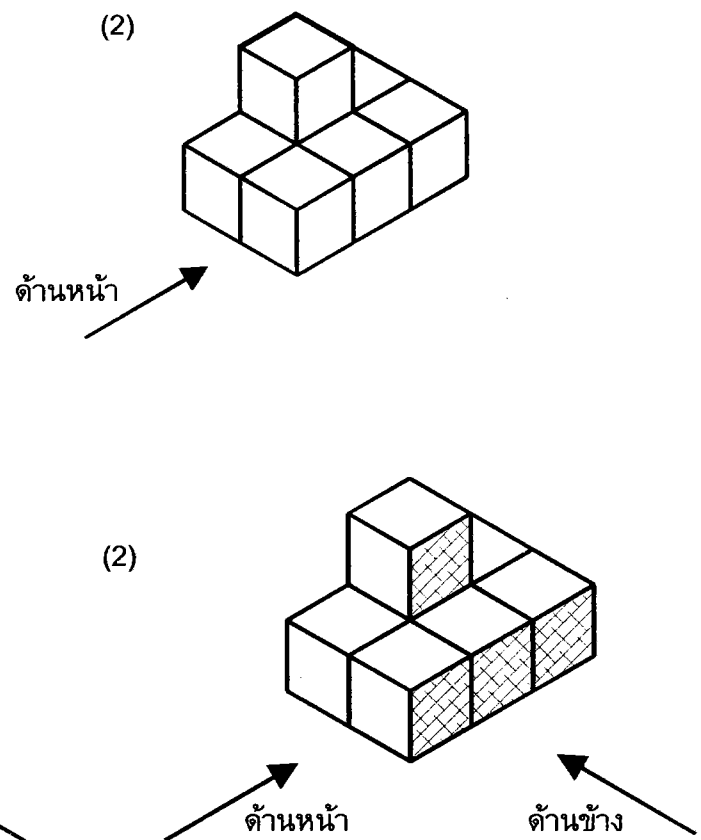
(2)



ตัวอย่าง จงร่างภาพพร้อมทั้งเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็นด้านข้างของทรงสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้



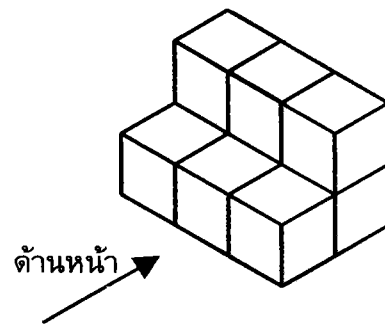
ด้านข้าง



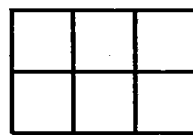
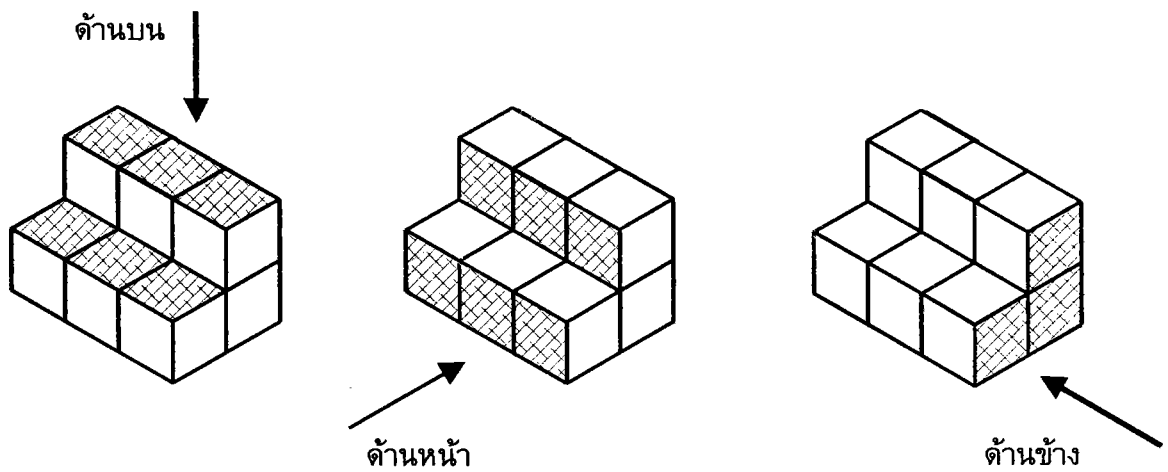
ด้านข้าง

ตัวอย่าง จงแรเงาพร้อมทั้งเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็นด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง
ของทรงสามมิติที่กำหนดให้ต่อไปนี้

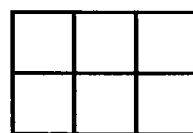
(1)



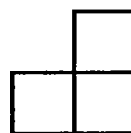
วิธีทำ



ด้านบน

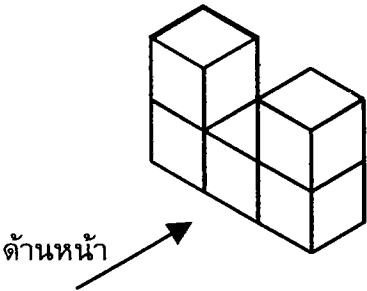


ด้านหน้า

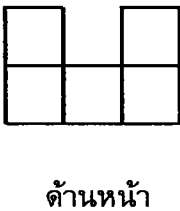
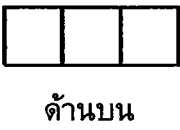
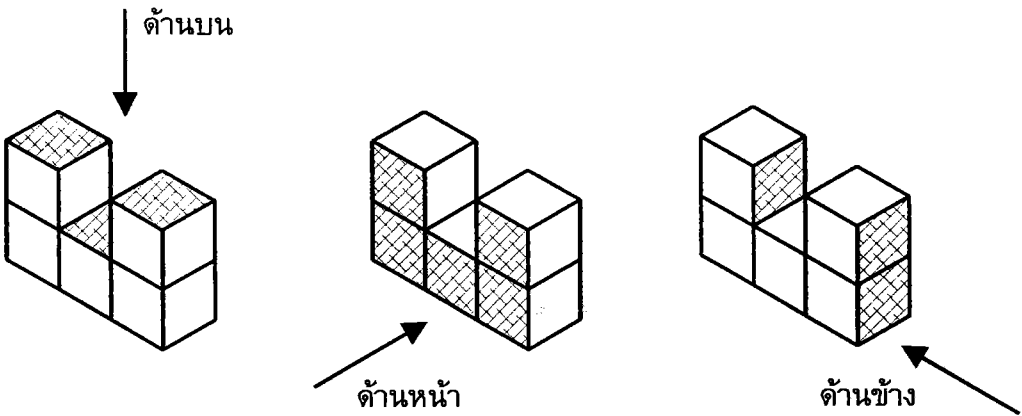


ด้านข้าง

(2)



วิธีทำ



ใบงานที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

เรื่อง ภาพสองมิติที่เกิดจากการมองภาพในด้านต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถเขียนภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านบน ด้านหน้า และด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ

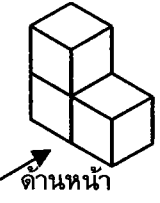
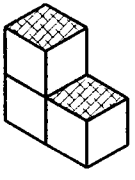
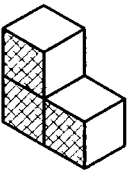
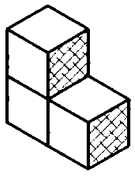
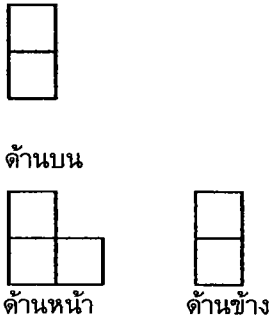
ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

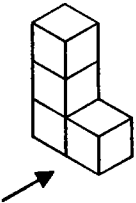
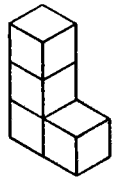
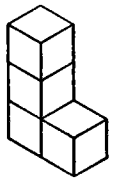
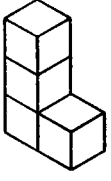
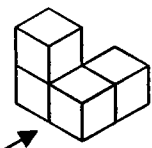
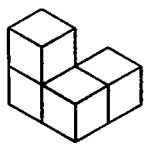
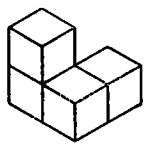
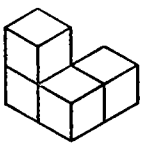
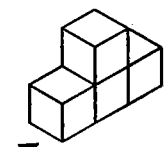
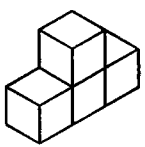
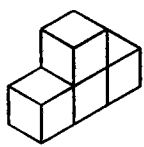
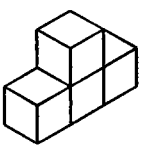
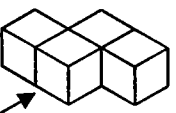
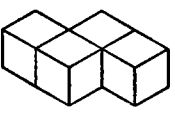
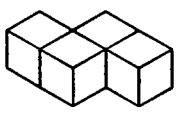
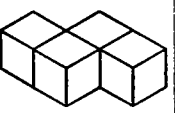
1. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ
2. สื่อสารและการนำเสนอ

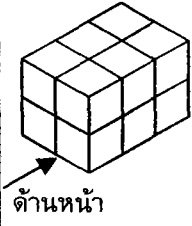
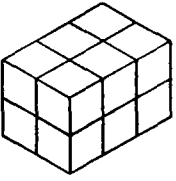
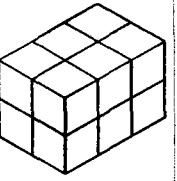
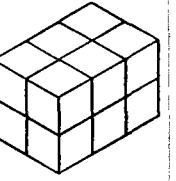
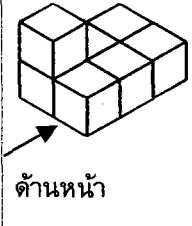
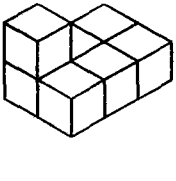
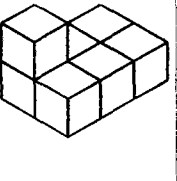
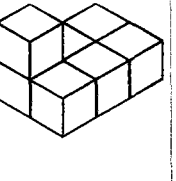
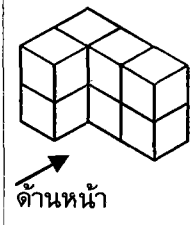
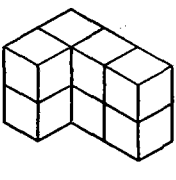
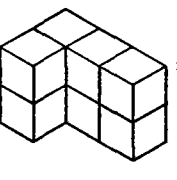
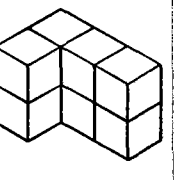
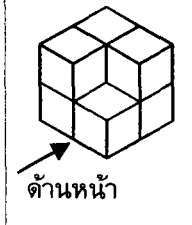
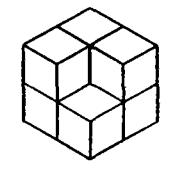
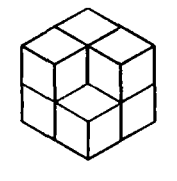
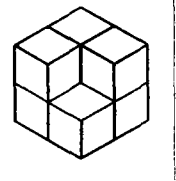
ด้านคุณลักษณะ นักเรียนมีความร่วมมือและความรับผิดชอบ

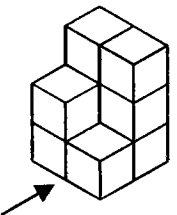
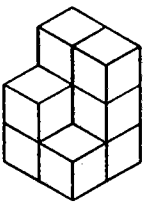
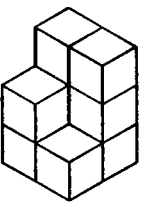
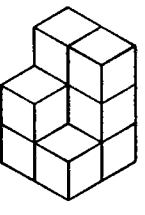
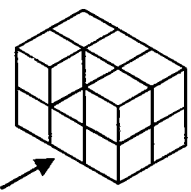
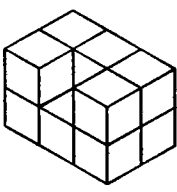
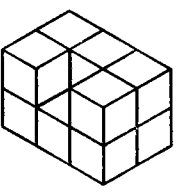
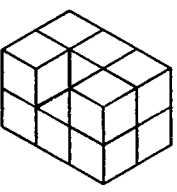
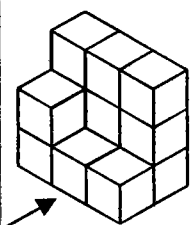
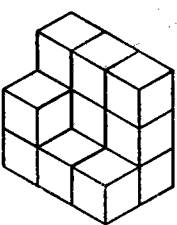
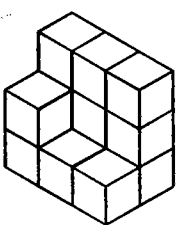
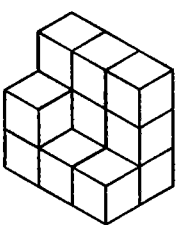
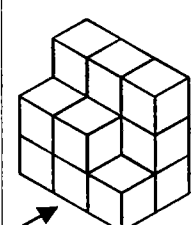
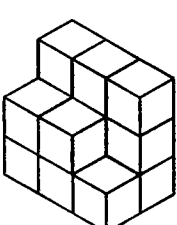
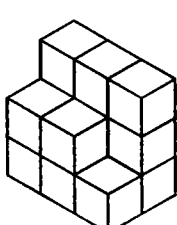
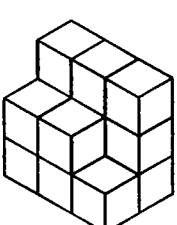
คำชี้แจง ให้นักเรียนแรเงาและเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็นด้านบน ด้านหน้า และด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้

ตัวอย่าง

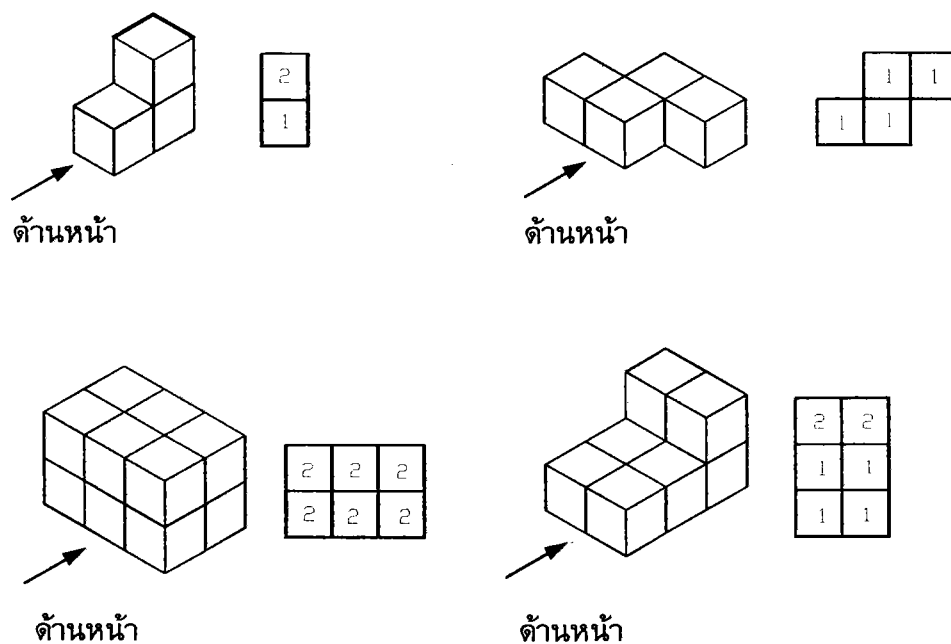
รูปเรขาคณิตสามมิติ	ด้านบน	ด้านหน้า	ด้านข้าง	รูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็นด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง
 ด้านหน้า				 ด้านบน ด้านหน้า ด้านข้าง

รูปเรขาคณิต สามมิติ	ด้านบน	ด้านหน้า	ด้านข้าง	รูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็น ด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง
 ด้านหน้า				
 ด้านหน้า				
 ด้านหน้า				
 ด้านหน้า				

รูปเรขาคณิต สามมิติ	ด้านบน	ด้านหน้า	ด้านข้าง	รูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็น ด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง
 ด้านหน้า				
 ด้านหน้า				
 ด้านหน้า				
 ด้านหน้า				

รูปเรขาคณิต สามมิติ	ด้านบน	ด้านหน้า	ด้านข้าง	รูปเรขาคณิตสองมิติส่วนที่เป็น ด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง
 ด้านหน้า				
 ด้านหน้า				
 ด้านหน้า				
 ด้านหน้า				

ในการเขียนแบบต่าง ๆ นั้น มีอยู่ชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นแบบอย่างง่ายในการเขียนเรียกว่า แบบด้านฐาน (base plan) ซึ่งเป็นการวาดฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสย่อยๆ และมีตัวเลขที่แสดงความสูงของลูกบาศก์แต่ละแห่งของทรงสามมิติที่กำหนดให้ เช่น



ตัวอย่าง ให้นักเรียนใช้ลูกบาศก์ในการประกอบแบบด้านฐานที่กำหนดให้ต่อไปนี้ แล้วเขียนรูปด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง

(ก)

3	3
2	1
1	1

ด้านหน้า

(ข)

3	2
2	1
2	1
2	1

ด้านหน้า

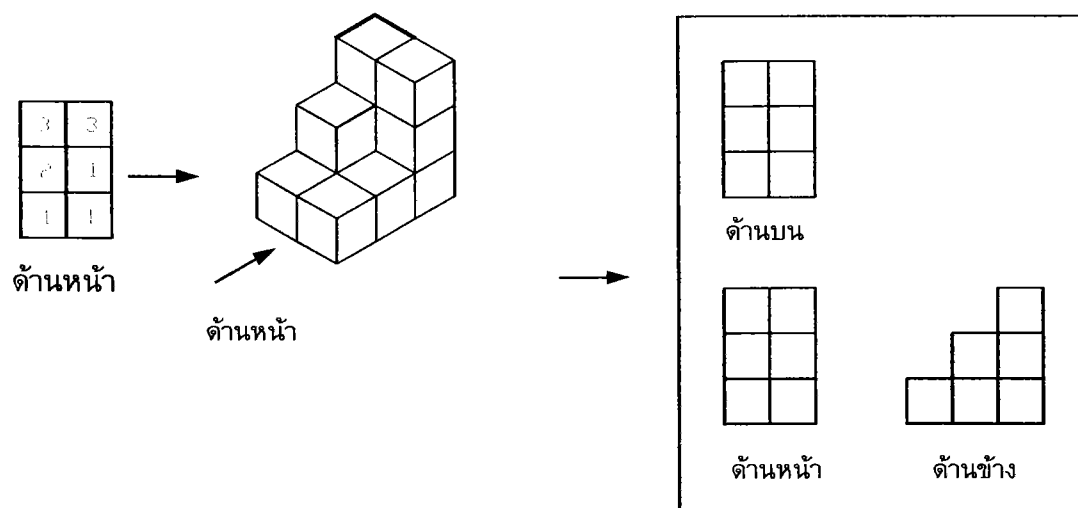
(ค)

3	3	2
2	2	1
1	1	1

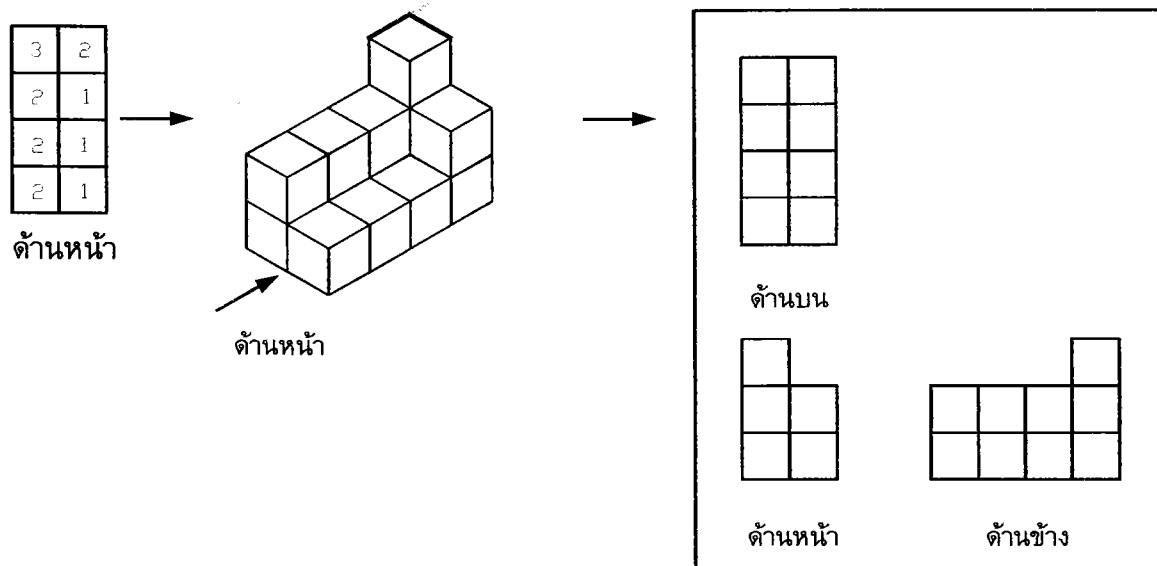
ด้านหน้า

วิธีทำ จากแบบฐานเมื่อนำลูกบาศก์มาประกอบเป็นทรงสามมิติจะได้ภาพดังต่อไปนี้

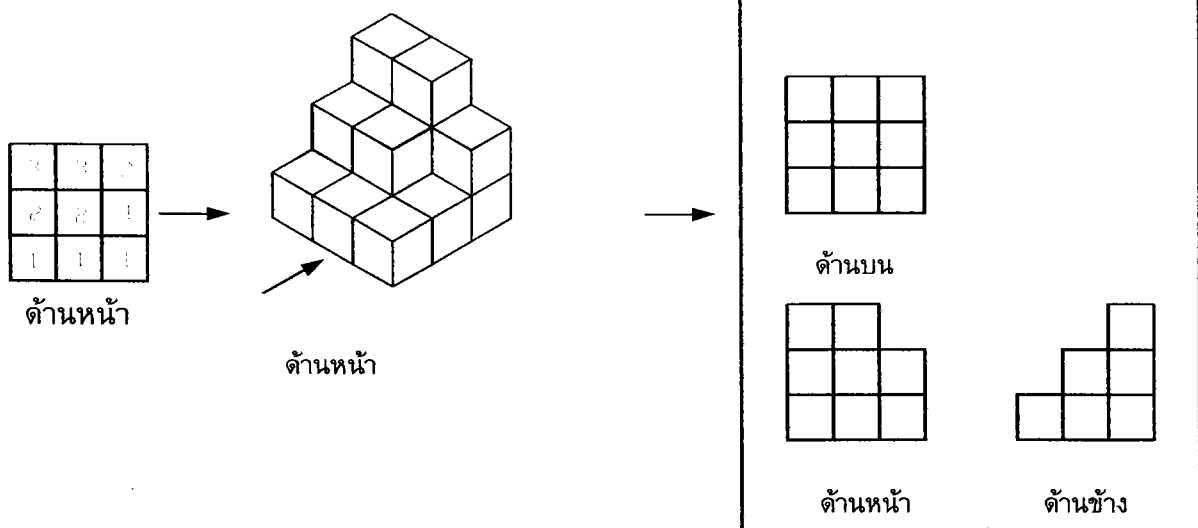
(ก)



(ข)



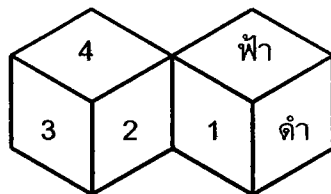
(ค)



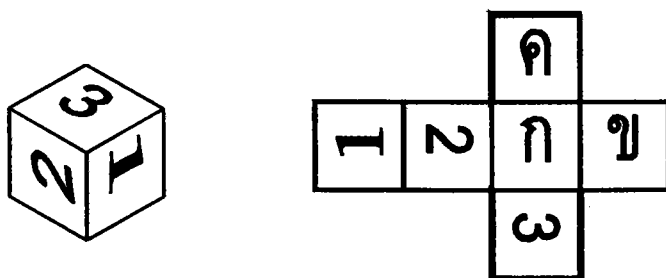
จะเห็นว่าแบบด้านฐาน (base plan) นั้นก็คือ รูปด้านบนในการเขียนแบบทรงสามมิตินั้นเองเพียงแต่มีตัวเลขแสดงความสูงของลูกบาศก์แต่ละตำแหน่งกำกับเอาไว้

แบบฝึกทักษะ 3

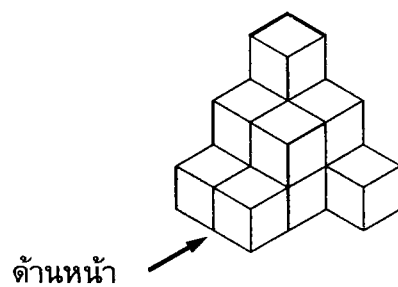
- มีลูกบาศก์ 2 ลูกแต่ละลูกทาสีฟ้า สีดำ และสีเหลือง ไว้สีละสองหน้าโดยที่สีของแต่ละหน้าที่อยู่ตรงข้ามกันเป็นสีเดียวกันเสมอ และด้านข้างที่อยู่ติดกันต้องเป็นสีเดียวกัน อยากทราบว่าจากภาพตำแหน่งหมายเลข 1-4 ควรเป็นสีอะไร



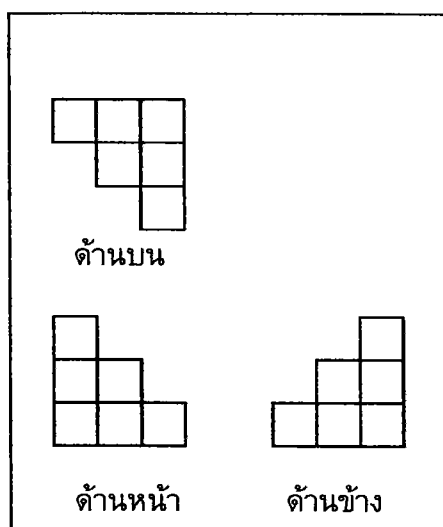
- แต่ละด้านของลูกบาศก์ประกอบไปด้วยตัวเลข 1,2,3,4,5 หรือ 6 โดยที่ตัวเลขที่อยู่ด้านตรงข้ามกันจะบวกกันได้เท่ากับ 7 จากภาพด้านล่างที่กำหนดให้ จงหาว่า ก. ,ข. และ ค. ควรเป็นตัวเลขใด



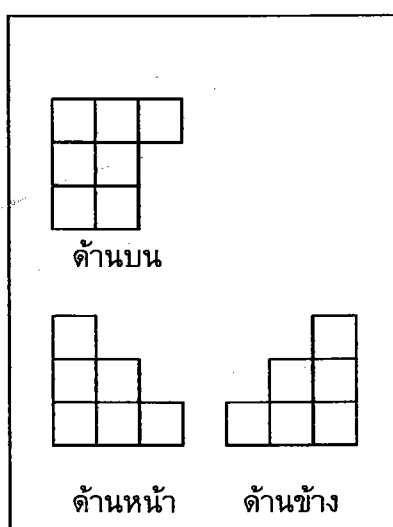
3. จากแบบของตึกจำลองที่กำหนดให้ดังรูป



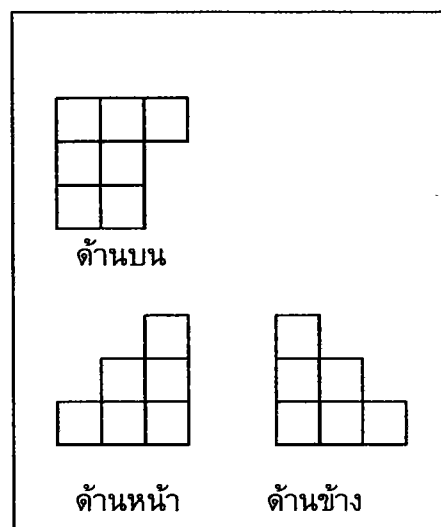
จากแบบที่กำหนดให้ต่อไปนี้เป็นแบบใดที่สอดคล้องกับรูปด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง ของตึกจำลอง



แบบที่ 1

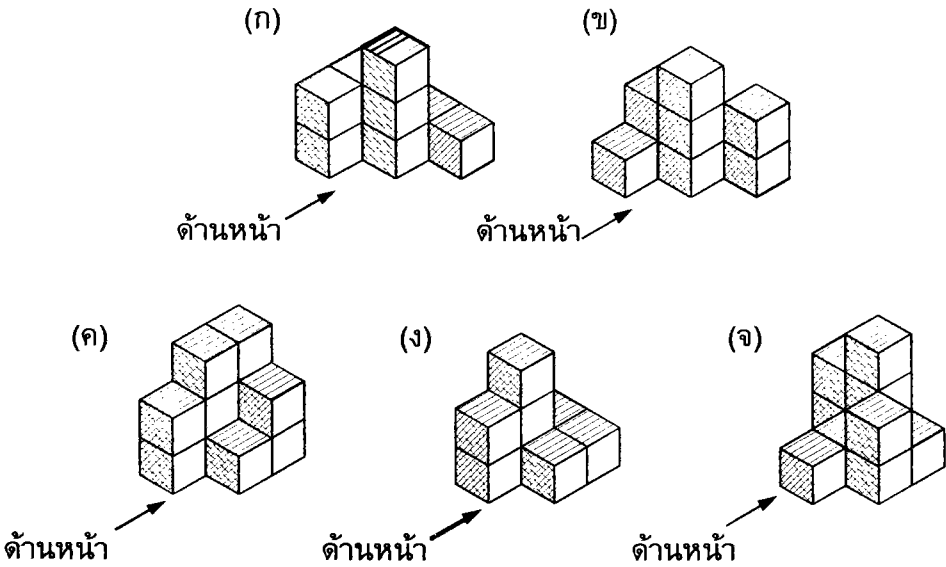


แบบที่ 2

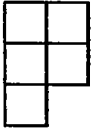
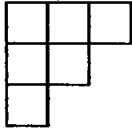
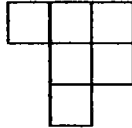
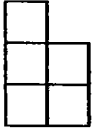
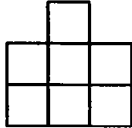
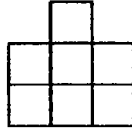
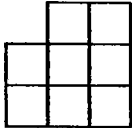
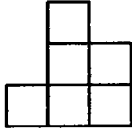
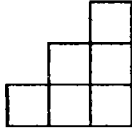


แบบที่ 3

4. จากแบบจำลองของแต่ละตึกต่อไปนี้



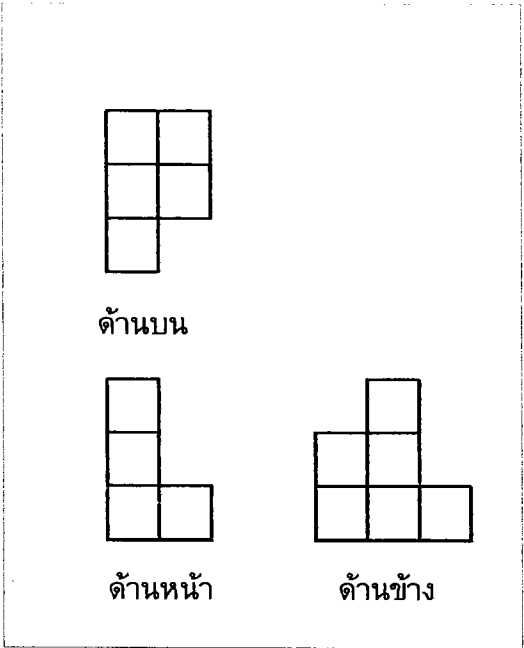
จงจับคู่ตึกจำลองของแต่ละแบบของรูปด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง ที่กำหนดให้

 ด้านบน	 ด้านบน	 ด้านบน
 ด้านหน้า	 ด้านหน้า	 ด้านหน้า
 ด้านข้าง	 ด้านข้าง	 ด้านข้าง

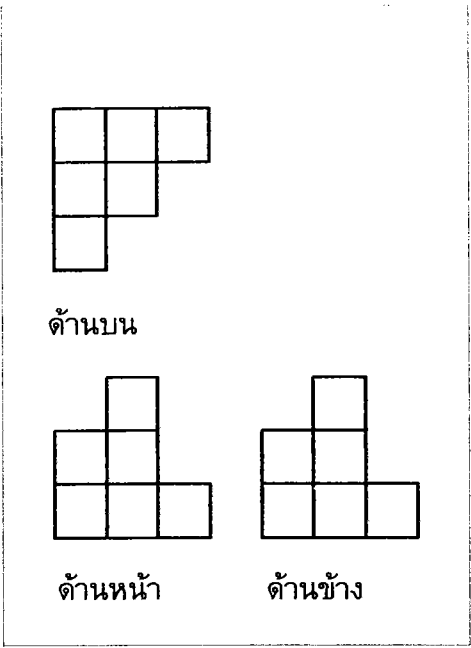
แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 3



แบบที่ 4



แบบที่ 5

ใบงานที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

เรื่อง ภาพสองมิติที่เกิดจากการมองภาพในด้านต่างๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

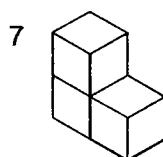
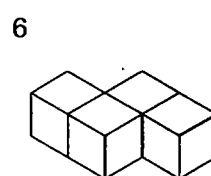
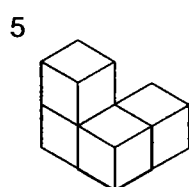
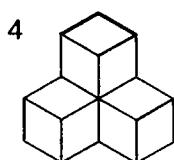
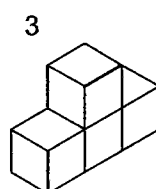
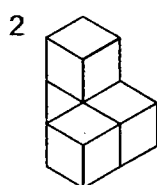
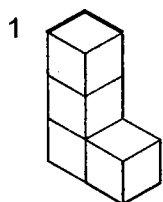
ด้านความรู้ นักเรียนมีความสามารถในการประกอบทรงสามมิติขึ้นเป็นทรงต่างๆ ที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

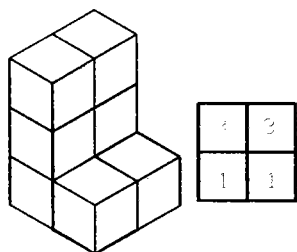
1. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ
2. สื่อสารและนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนมีความร่วมมือและความรับผิดชอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำทรงสามมิติที่ประกอบเป็นลูกบาศก์ที่กำหนดให้จำนวน 7 แบบมาประกอบกันเป็นทรงสามมิติใหม่ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยในการประกอบตามแบบที่กำหนดนั้นอาจจะวางในวิธีใดก็ได้ และจะไม่ใช้แบบที่ซ้ำกัน

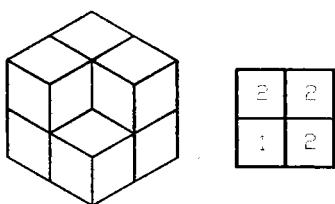


ตัวอย่าง กำหนดให้ใช้ 2 แบบจาก 7 แบบมาประกอบดังภาพ



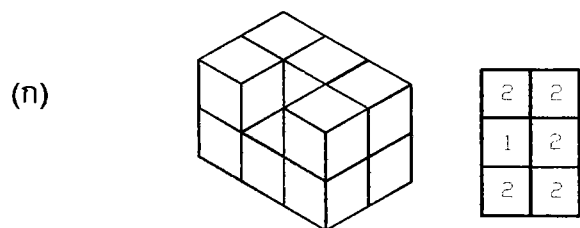
จากภาพจะเห็นว่าใช้แบบ (1) และแบบ (2) ในการประกอบทรงสามมิติที่กำหนดโดยไม่ใช้แบบ (1) ซ้ำกันในการประกอบ

1. ใช้ 2 แบบจาก 7 แบบในการประกอบ

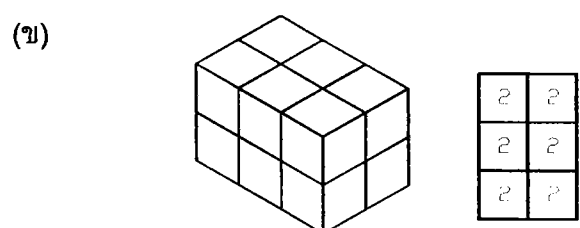


ใช้แบบที่.....และ.....
ในการประกอบ

2. ใช้ 3 แบบจาก 7 แบบในการประกอบ

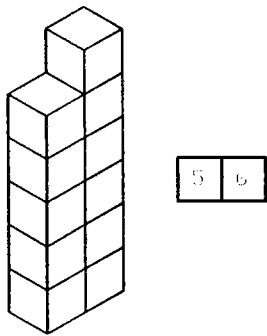


ใช้แบบที่.....,.....
และ.....ในการประกอบ



ใช้แบบที่.....,.....
และ.....ในการประกอบภาพ

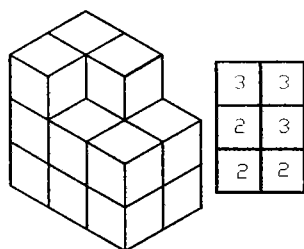
(ค)



ใช้แบบที่
และ.....ในการประกอบ

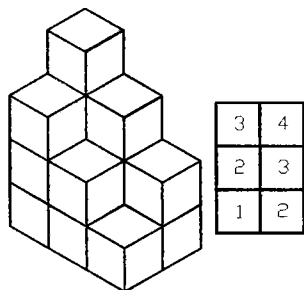
3. ใช้ 4 แบบจาก 7 แบบในการประกอบ

(ก)



ใช้แบบที่.....
และ.....ในการประกอบ

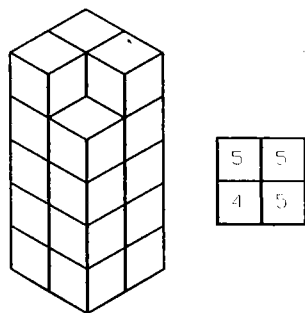
(ข)



ใช้แบบที่.....
และ.....ในการประกอบ

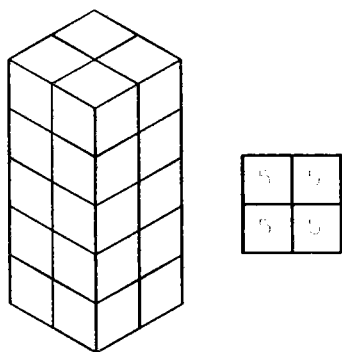
4. ใช้ 5 แบบจาก 7 แบบในการประกอบ

(ก)



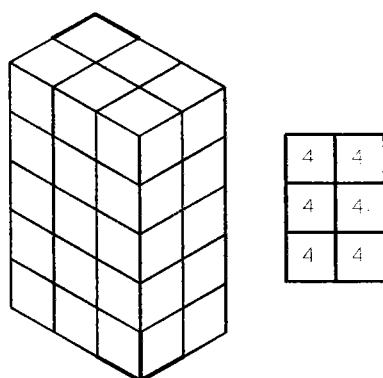
ใช้แบบที่.....
.....และ.....ในการ
ประกอบ

(๗)



ใช้แบบที่.....,.....,
และ.....ในการ
 ประกอบ

5. ใช้ 6 แบบจาก 7 แบบในการประกอบ



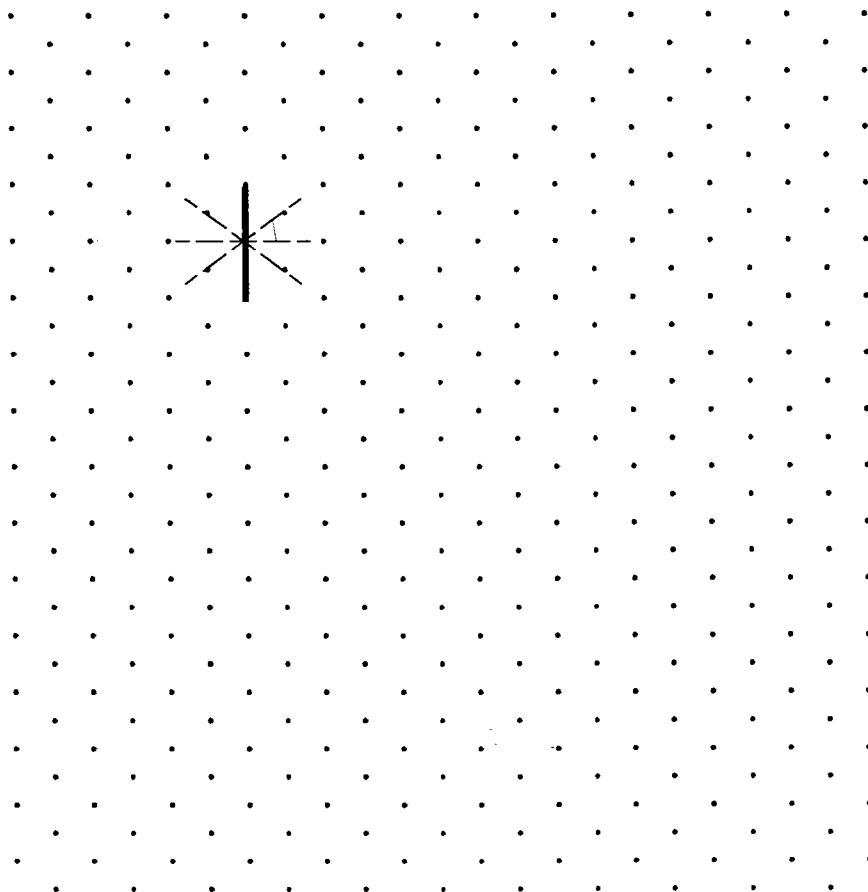
ใช้แบบที่.....
,.....และ.....ในการ
 ประกอบ

4. การวาดหรือการประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิตสองมิติ

เราสามารถวาดรูปเรขาคณิตสามมิติหรือทรงสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์บนกระดาษที่เรียกว่า กระดาษจุดไอโซเมตริก (isometric dot paper) คำว่า “ไอโซเมตริก” (isometric) มาจากภาษากรีก ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ “ไอโซ” (iso) ซึ่งหมายความว่า เท่ากัน และ “เมตริก” (metric) หมายความว่า การวัด ดังนั้น ไอโซเมตริก (isometric) จึงมีความหมายว่า การวัดที่เท่ากัน

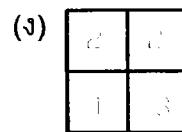
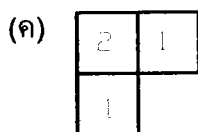
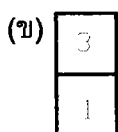
จากภาพข้างล่างนี้เป็นส่วนหนึ่งของกระดาษจุดไอโซเมตริก (isometric dot paper) นักเรียนลองพิจารณาดูว่า ทำไมจึงเรียกกระดาษนี้ว่ากระดาษจุดไอโซเมตริก โดยให้นักเรียนตอบปัญหาต่อไปนี้

- ในแต่ละจุด จะมี 6 จุดที่ล้อมรอบและเป็นจุดที่ใกล้กันที่สุด ให้นักเรียนทำเครื่องหมายให้จุดที่ต้องการเป็นจุดศูนย์กลาง และมีจุดรอบๆ 6 จุด เพื่อหาขนาดของมุมจาก 3 จุดใดๆ ที่นักเรียนทำเครื่องหมายไว้
- ความยาวของด้านที่สั้นที่สุดของสามเหลี่ยมที่นักเรียนสร้างจากจุดเชื่อมของจุด 3 จุด มีขนาดเท่าไร
- รูปแบบอื่นที่นักเรียนมองเห็นจากวิธีการจัดเรียงจุดในกระดาษจุด

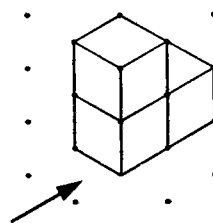
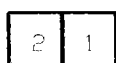


จะเห็นว่ากระดาษจุดไอโซเมตริก (isometric dot paper) นั้นมีขนาดของมุมที่เท่ากัน เส้นที่เชื่อมกันระหว่างจุดที่อยู่ติดกันมีความยาวเท่ากันและเส้นที่มีทิศทางเดียวกันก็จะขนานกันไปอีกด้วย

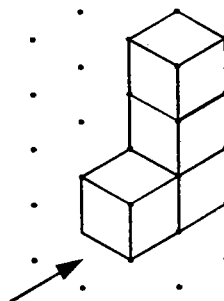
ตัวอย่าง จากแบบด้านฐาน (base plan) ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงวาดทรงสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์โดยใช้กระดาษจุดไอโซเมตริก (isometric dot paper)



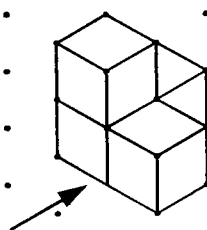
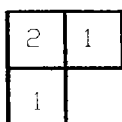
(ก)



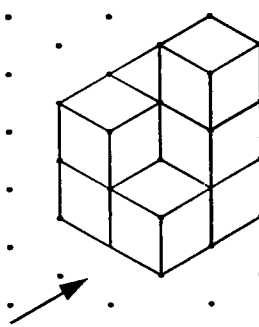
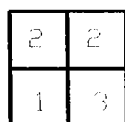
(ข)



(ค)



(ง)



ใบงานที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
เรื่อง การวาดหรือการประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิตสองมิติ
ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

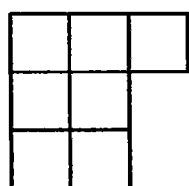
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถในการประกอบทรงสามมิติจากรูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

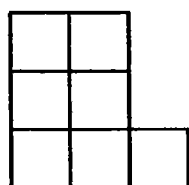
1. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ
2. สื่อสารและนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนมีความร่วมมือและความรับผิดชอบ

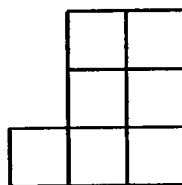
คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดทรงสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์จากแบบด้านฐาน (base plan) ที่กำหนดให้ ด้วยกระดาษจุดไอโซเมตริก (isometric dot paper)



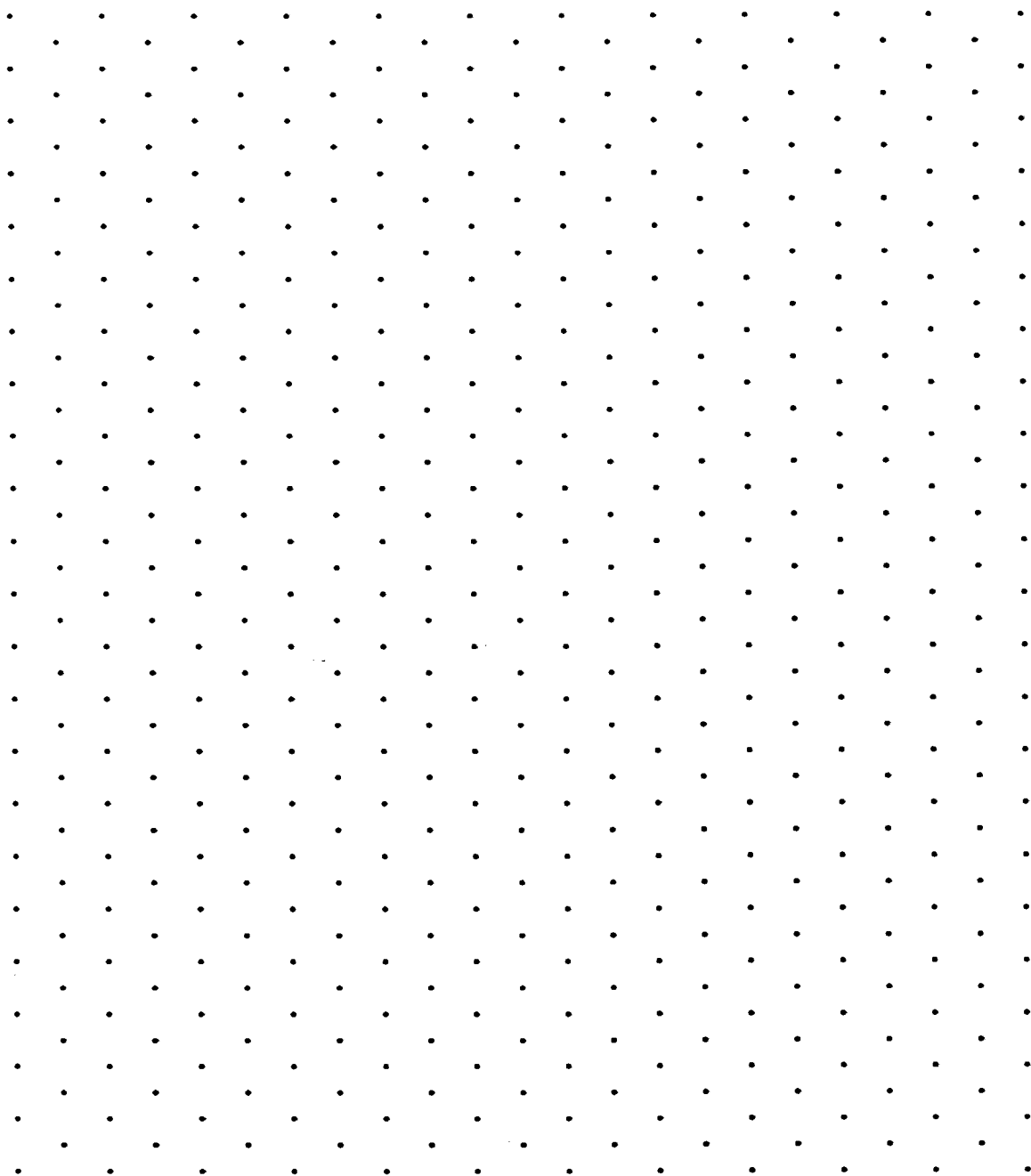
ด้านบน



ด้านหน้า



ด้านข้าง



นักเรียนพบว่าในกลุ่มของนักเรียนมีวิธีสร้างตึกจำลองได้แตกต่างกัน..... วิธี
 จำนวนลูกบาศก์ที่ใช้ในการสร้างตึกจำลองที่น้อยที่สุด..... ลูก
 มี..... วิธีที่สร้างตึกจำลองโดยใช้จำนวนลูกบาศก์ที่มากที่สุด และใช้ทั้งหมด..... ก้อน

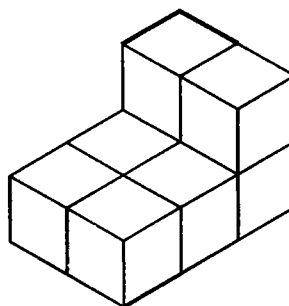
แบบฝึกทักษะ 4

1. จงจับคู่แบบฐานที่สอดคล้องกับทรงสามมิติที่กำหนดให้

(1)

3	3
3	3

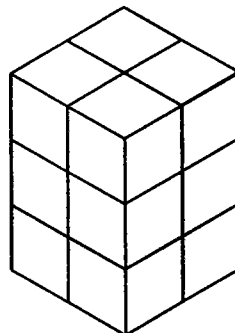
ด้านหน้า



(2)

2	2	2
2	2	
2		

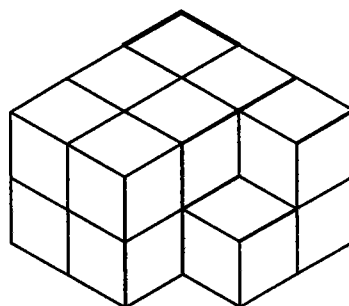
ด้านหน้า



(3)

3	2	1
2	1	

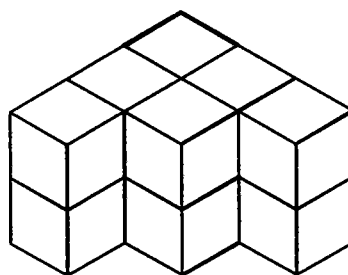
ด้านหน้า



(4)

2	2
1	1
1	1

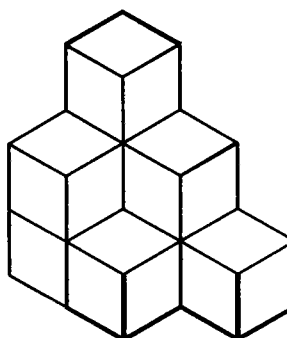
ด้านหน้า



(5)

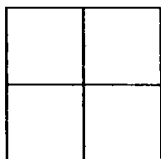
2	2	2
2	2	1
2	2	

ด้านหน้า

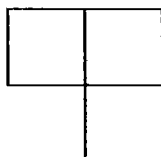


2. จากแบบพื้นฐาน (base plan) ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงวาดทรงสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์โดยใช้กระดาษจุดไอโซเมตริก (isometric dot paper)

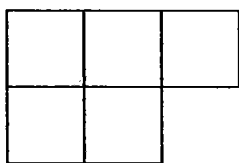
2.1



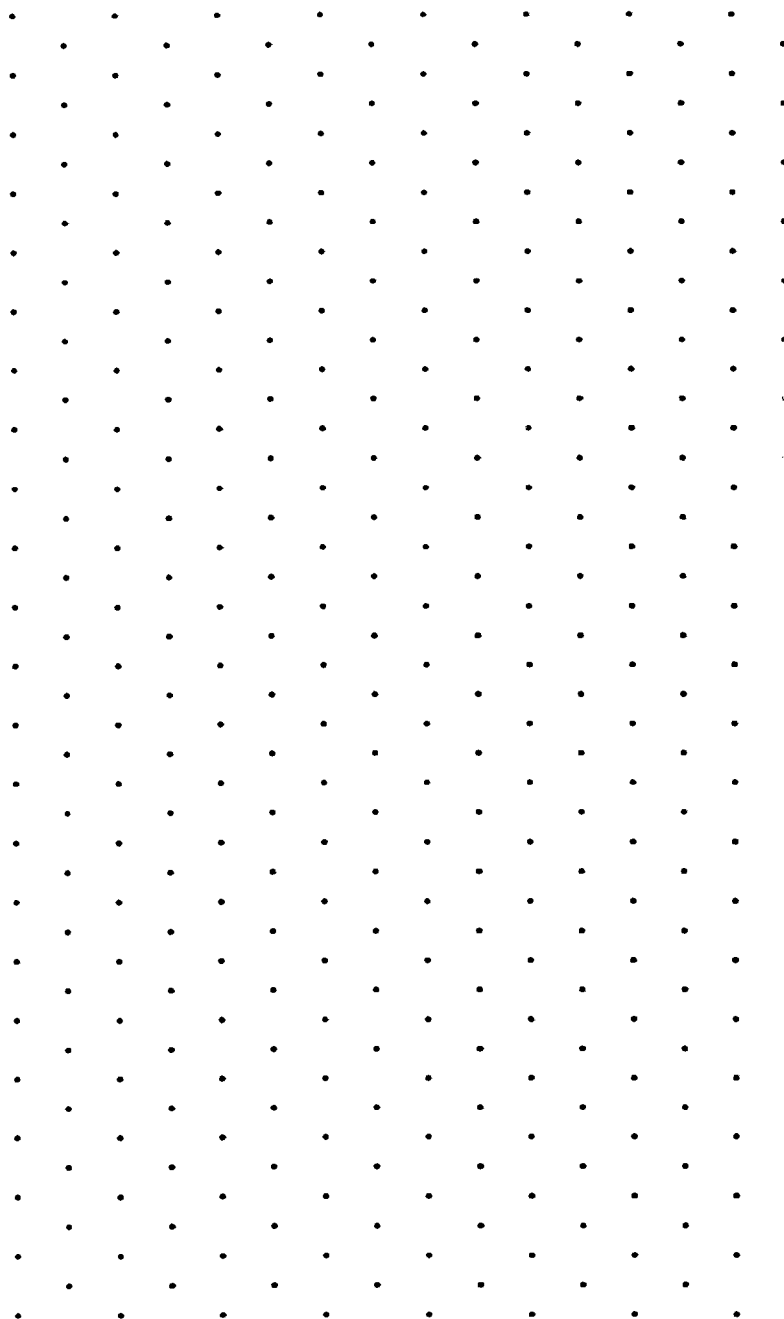
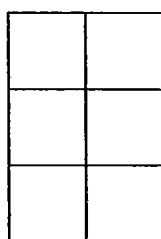
2.2



2.3

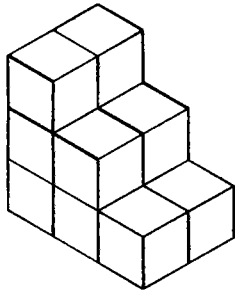


2.4

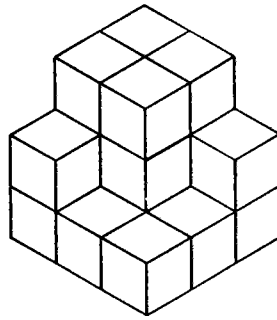


3. จากภาพที่กำหนดให้จะต้องใช้ลูกบาศก์จำนวนเท่าใดที่ทำให้เป็นลูกบาศก์มีขนาด $3 \times 3 \times 3$ ลูกบาศก์หน่วย

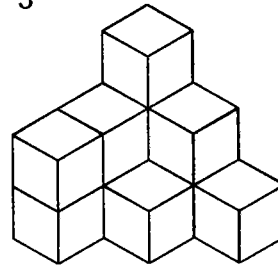
1



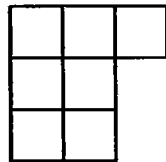
2



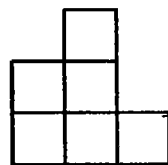
3



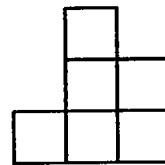
4. จากแบบด้านบน ด้านหน้า และด้านข้างของตึกจำลองที่กำหนดให้ จงวาดรูปตึกจำลองในกระดาษจุดไอโซเมตริก (isometric dot paper)



ด้านบน



ด้านหน้า



ด้านข้าง

ใบงานที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
เรื่อง การวาดหรือการประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิตสองมิติ
ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

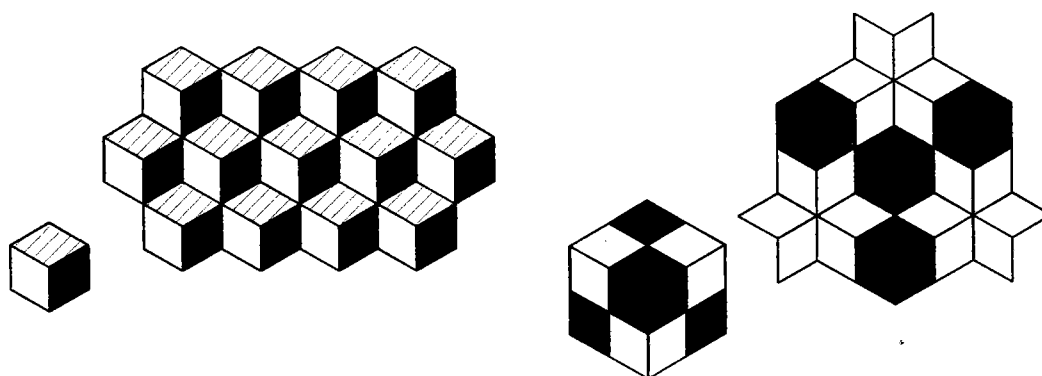
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถในการวาดและออกแบบทรงสามมิติ

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. เชื่อมโยง
2. คิดริเริ่มสร้างสรรค์
3. สื่อสารและนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนมีความร่วมมือและความรับผิดชอบ

คำชี้แจง ภาพเทสเรชั่น (Tesselations) เป็นแบบรูปของรูปต่างๆ ซึ่งอาจประกอบด้วยรูปแบบเดียวกัน หรือมากกว่าหนึ่งแบบก็ได้ แต่เป็นการนำรูปเหล่านั้นจัดเรียงต่อกันไปบนพื้นที่จนครบเต็มพื้นที่



ให้นักเรียนออกแบบภาพเทสเรชั่น (Tesselations) โดยใช้ลูกบาศก์จัดทำเป็นลวดลายให้สวยงาม วิธีในการเริ่มต้นในการจัดเรียงนั้นควรตัดกระดาษแข็งออกเป็นรูปร่างที่ต้องการและใช้รูปเหล่านั้นมาเป็นแบบในการวาดรูป

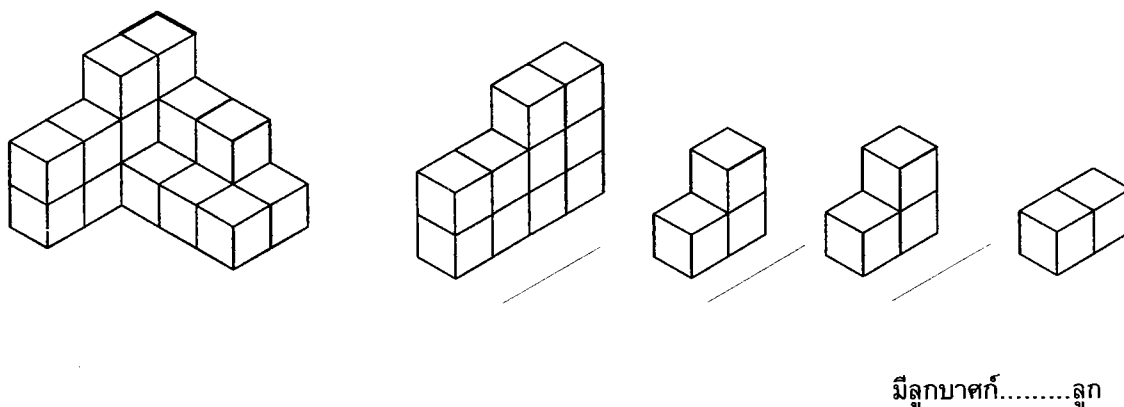
แบบฝึกปฏิบัติ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ช่วงชั้นที่ 3
เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

คำชี้แจง

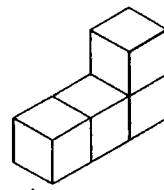
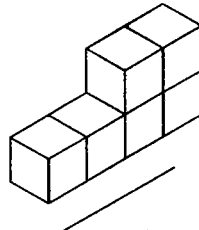
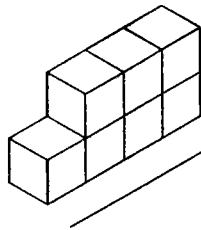
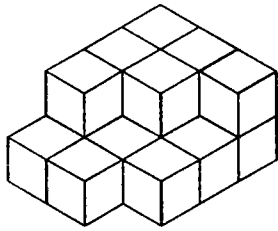
1. แบบฝึกปฏิบัตินี้เป็นแบบฝึกความสามารถเชิงปริภูมิ(Spatial Ability)ในการนับลูกบาศก์ ที่ช่วยส่งเสริมทักษะในการใช้ความสามารถเชิงปริภูมิ โดยให้นักเรียนนำภาพที่เกิดจากการนำลูกบาศก์มาเรียงซ้อนกันหลายๆ แถว มาฝึกแยกและนับจำนวนลูกบาศก์
2. ข้อ 1 – 8 ให้นักเรียนพิจารณาภาพลูกบาศก์ที่กำหนดให้ มีลูกบาศก์ที่เรียงซ้อนกันอยู่กี่ลูก แล้วเติมตัวเลขในช่องที่กำหนด
3. ข้อ 9 – 15 ให้นักเรียนฝึกวาดภาพลูกบาศก์ที่เรียงซ้อนกัน ให้แยกจากกันทีละแถว และนับจำนวนลูกบาศก์ที่กำหนดให้

ตัวอย่าง



ภาพที่เกิดจากการแยกแถวลูกบาศก์ทีละแถว

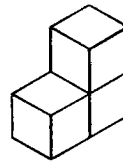
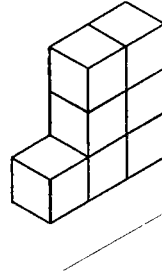
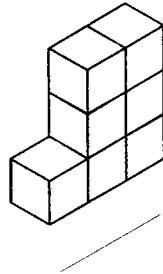
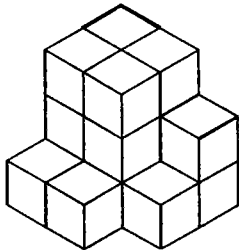
1.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแถวลูกบาศก์ทีละแถว

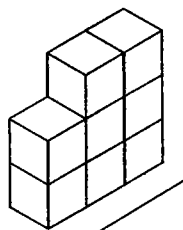
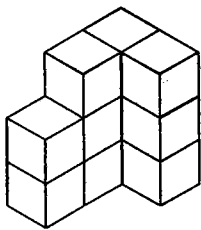
2.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแถวลูกบาศก์ทีละแถว

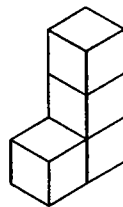
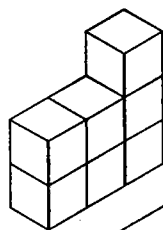
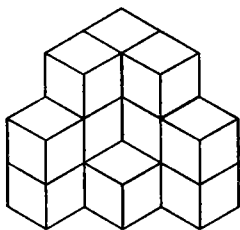
3.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแถวลูกบาศก์ทีละแถว

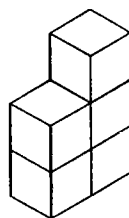
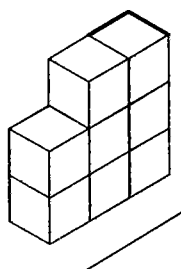
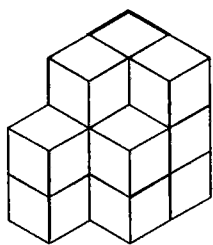
4.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแถวลูกบาศก์ทีละแถว

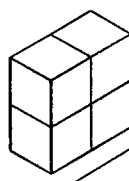
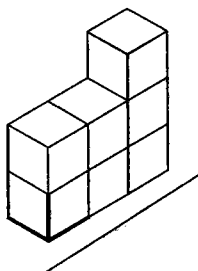
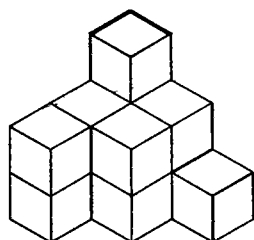
5.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแถวลูกบาศก์ทีละแถว

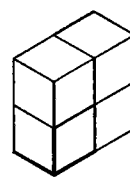
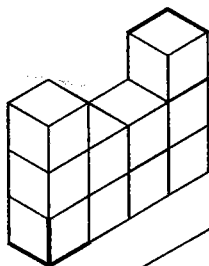
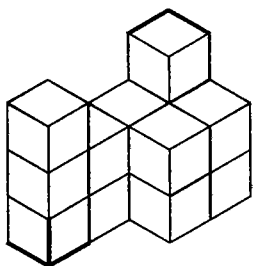
6.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแถวลูกบาศก์ทีละแถว

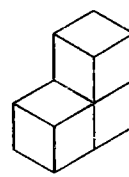
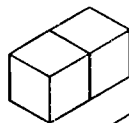
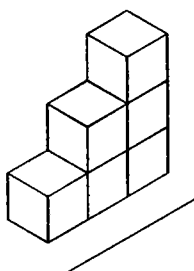
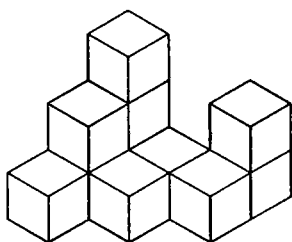
7.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแถวลูกบาศก์ทีละแถว

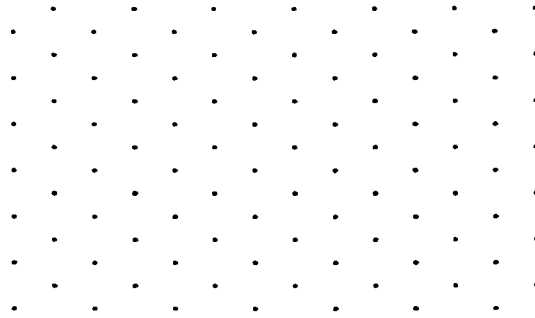
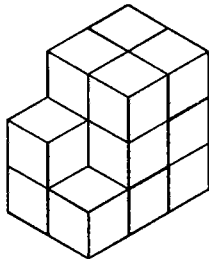
8.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแถวลูกบาศก์ทีละแถว

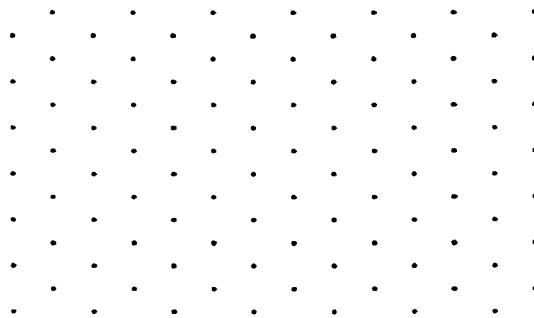
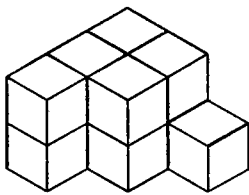
9.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแฉกลูกบาศก์ทีละแถว

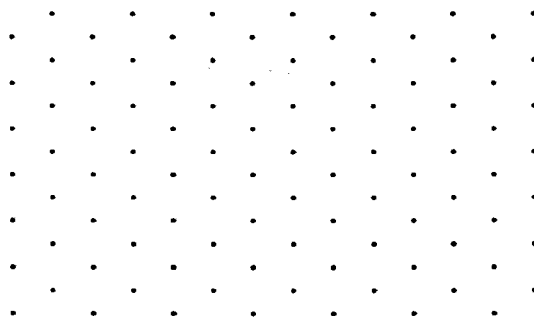
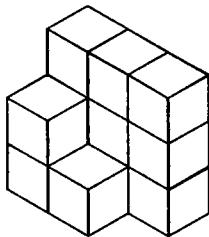
10.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแฉกลูกบาศก์ทีละแถว

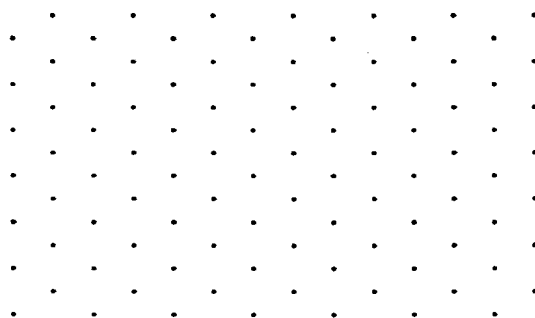
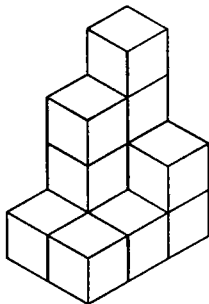
11.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแฉกลูกบาศก์ทีละแถว

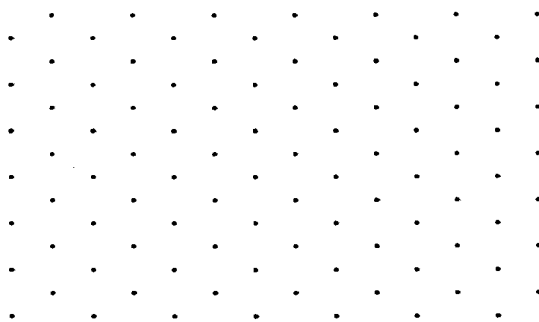
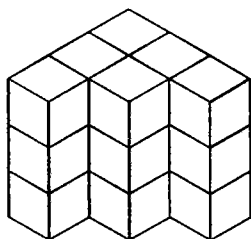
12.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแฉกลูกบาศก์ทีละแถว

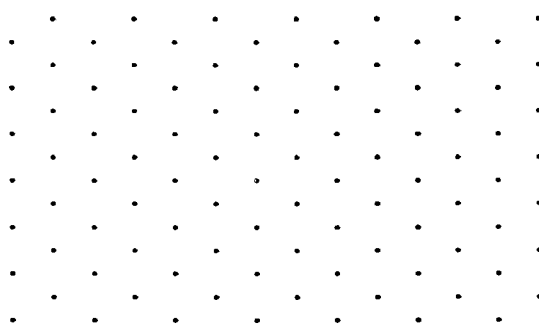
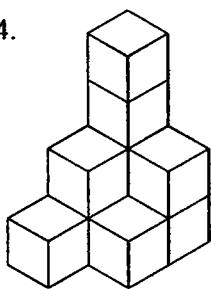
13.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแฉวลูกบาศก์ทีละแถว

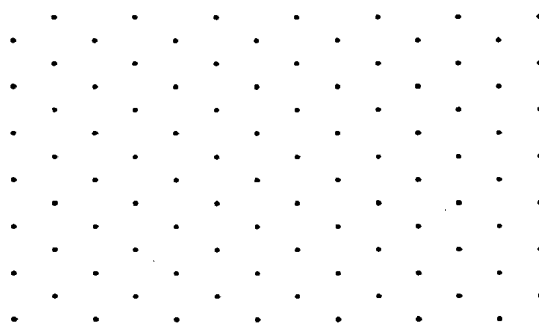
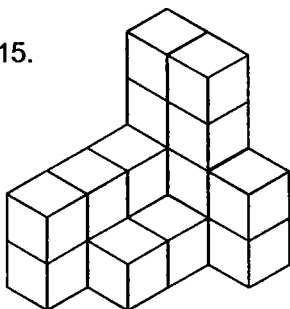
14.



มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแฉวลูกบาศก์ทีละแถว

15.

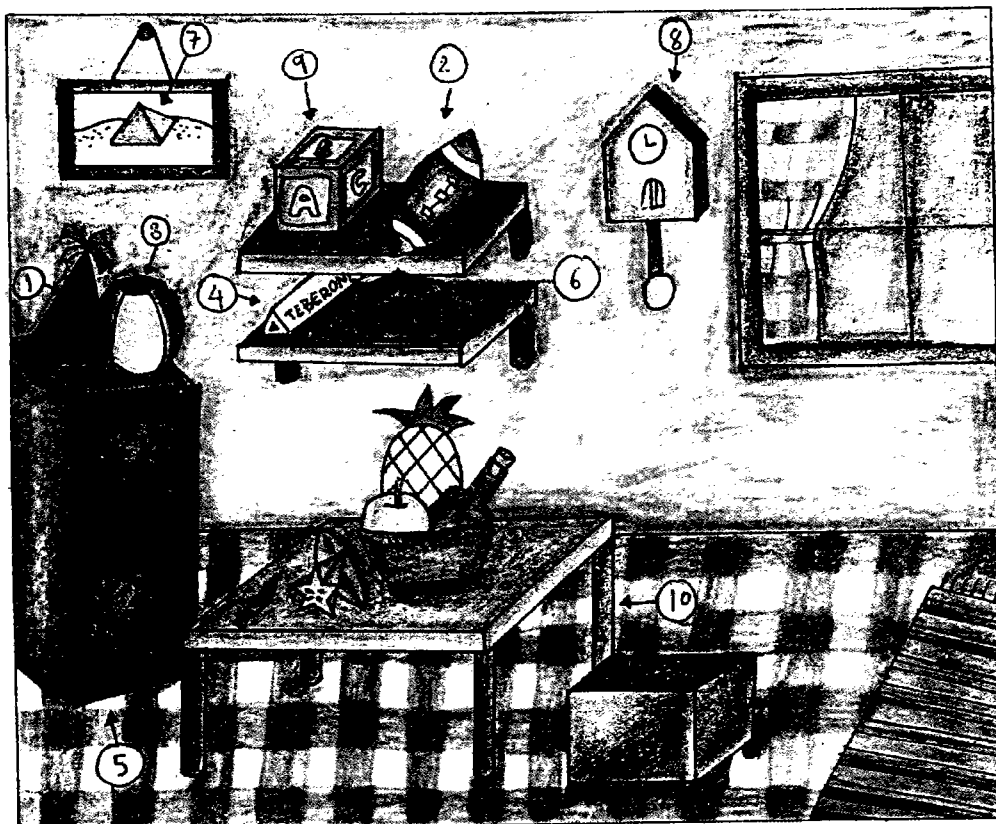


มีลูกบาศก์.....ลูก

ภาพที่เกิดจากการแยกแฉวลูกบาศก์ทีละแถว

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างผลงานนักเรียน

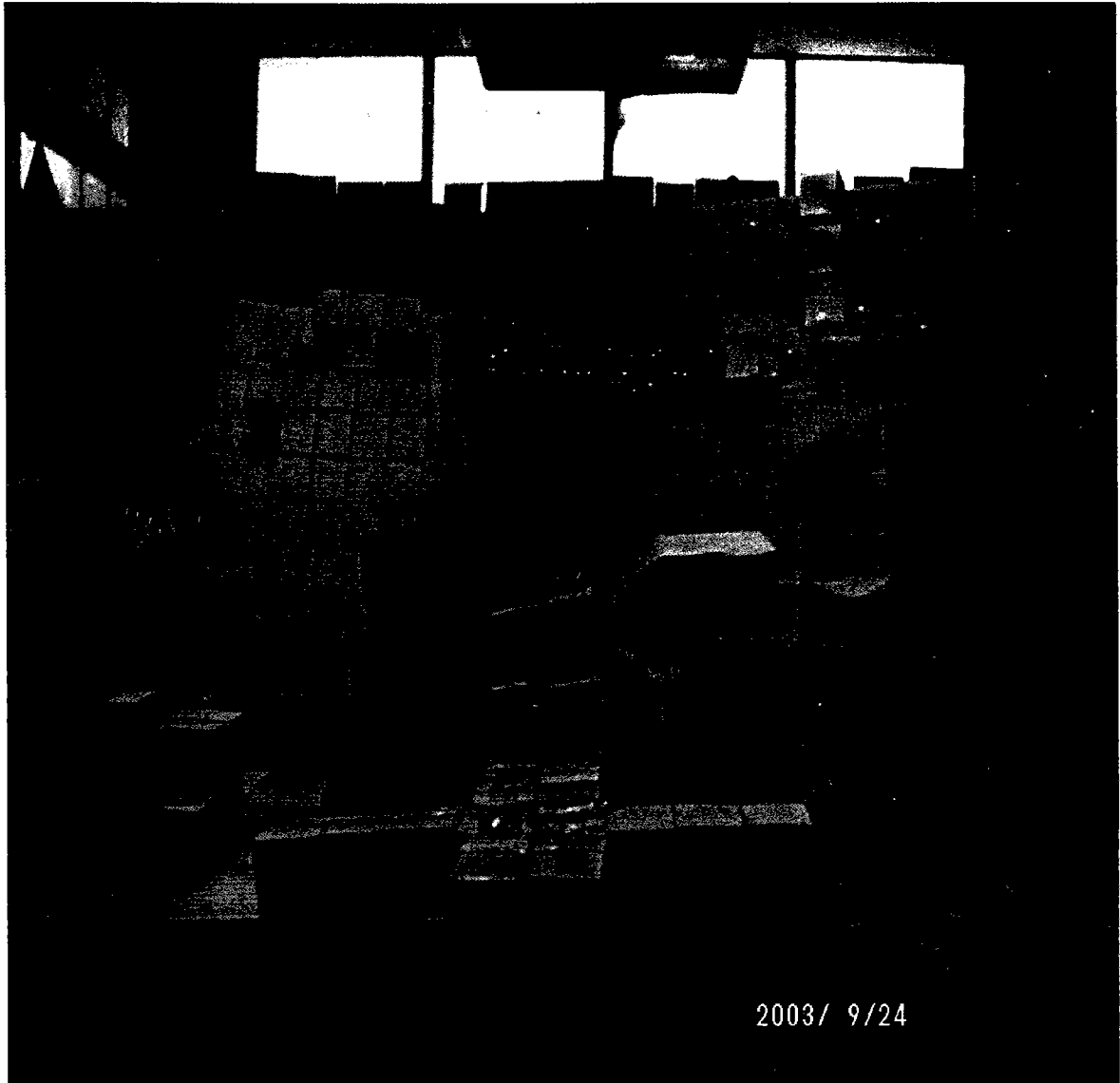
ตัวอย่างผลงานนักเรียน
 ใบงานที่ 2
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ



ภาพที่วาดประกอบด้วยทรงสามมิติต่าง ๆ ดังนี้

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. กรวย | 2. กว๊วรี |
| 3. ทวอว | 4. ปริซึม สามเหลี่ยม |
| 5. ปริซึม สี่เหลี่ยม | 6. ปริซึม หกเหลี่ยม |
| 7. ปริซึม สามเหลี่ยม | 8. ปริซึม น้ำเหลี่ยม |
| 9. ลูกบาศก์ | 10. ทวอวรูปอว |

ตัวอย่างผลงานนักเรียน
กิจกรรมที่ 2 “ลูกบาศก์สร้างสรรค์”
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ



ตัวอย่าง การแสดงความคิดเห็นนักเรียนในการเรียน บทเรียนคณิตศาสตร์
เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

อาจารย์สอนแล้ว เรียบร้อยเรียนจบแล้ว ยังไม่รู้เรื่องอะไรเลย
มีสื่อประกอบด้วย แต่ไม่ได้ดูอะไรเลย เพราะมันยากเกินไป
และสอนแล้ว มันก็ยากเกินไป มันก็ยากเกินไป มันก็ยากเกินไป
มันก็ยากเกินไป มันก็ยากเกินไป มันก็ยากเกินไป

อาจารย์เป็นคนสอนดีมาก สอนให้เข้าใจในบทเรียน และจากนั้นก็จะ
ให้เราไปทำข้อสอบด้วย พออาจารย์ถามก็ยังไม่เข้าใจเลย ไปดูแบบอาจารย์สอน
แบบไม่เข้าใจ และอาจารย์ก็ยังไม่เข้าใจ สอนให้เข้าใจมากขึ้น อาจารย์เป็นคนใจดีมาก...

ครูก็สอนเข้าใจง่าย ตาม - ตาม ก็ดีแหละ จะไม่รู้ว่าอะไรก็เข้าใจ
การทำงานก็ง่ายก็ดีแหละ จะไม่รู้ว่าอะไรก็เข้าใจ
เราเรียนกันมาในใจก็เข้าใจ แต่ถ้าไม่เข้าใจก็ถามครู
ก็จะได้รู้ แล้วก็จะได้รู้ แล้วก็จะได้รู้

ชอบเรียนบทเรียนนี้มาก อาจารย์สอนดีมาก สอนให้เข้าใจในบทเรียน และจากนั้นก็จะ
ให้เราไปทำข้อสอบด้วย พออาจารย์ถามก็ยังไม่เข้าใจเลย ไปดูแบบอาจารย์สอน
แบบไม่เข้าใจ และอาจารย์ก็ยังไม่เข้าใจ สอนให้เข้าใจมากขึ้น อาจารย์เป็นคนใจดีมาก...

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางนงคราญ สุนทรวานต์
วันเดือนปีเกิด	19 พฤศจิกายน 2510
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	48/1 หมู่ 2 ถนนติวานนท์ อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี 25130

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2527	จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนสตรีวิทยา กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2531	จบการศึกษา กศ.บ. วิชาเอกคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2546	จบการศึกษา กศ.ม. วิชาเอกการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ