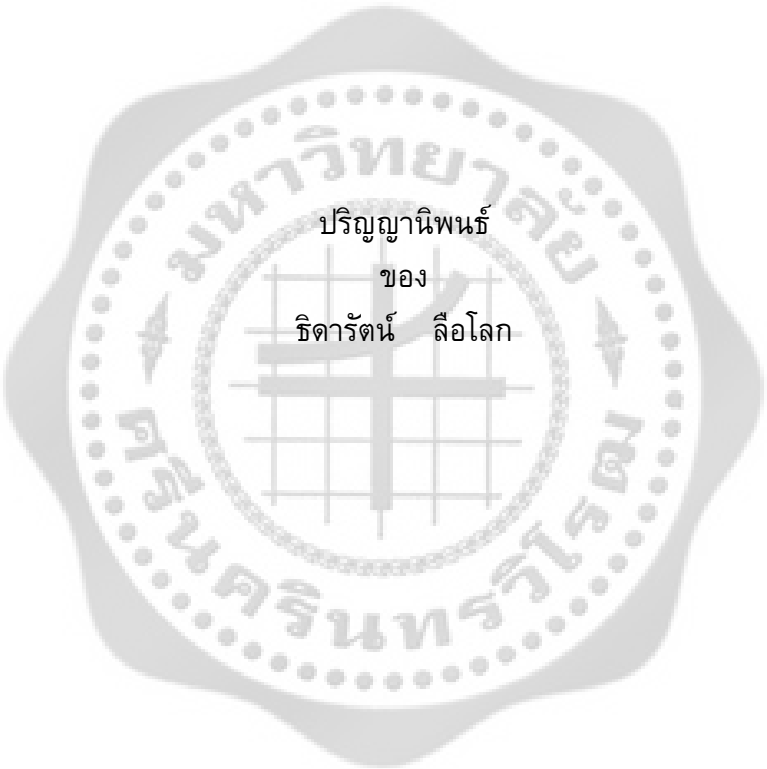
การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



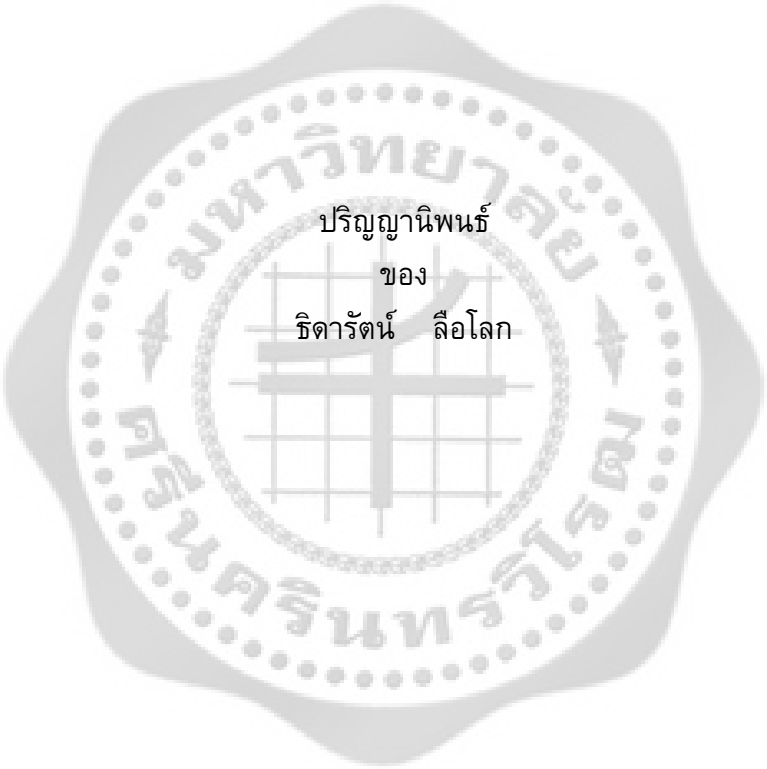
ปริญญานิพนธ์

ของ

ธิดารัตน์ ลือโลก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กุมภาพันธ์ 2554

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



ปริญญานิพนธ์

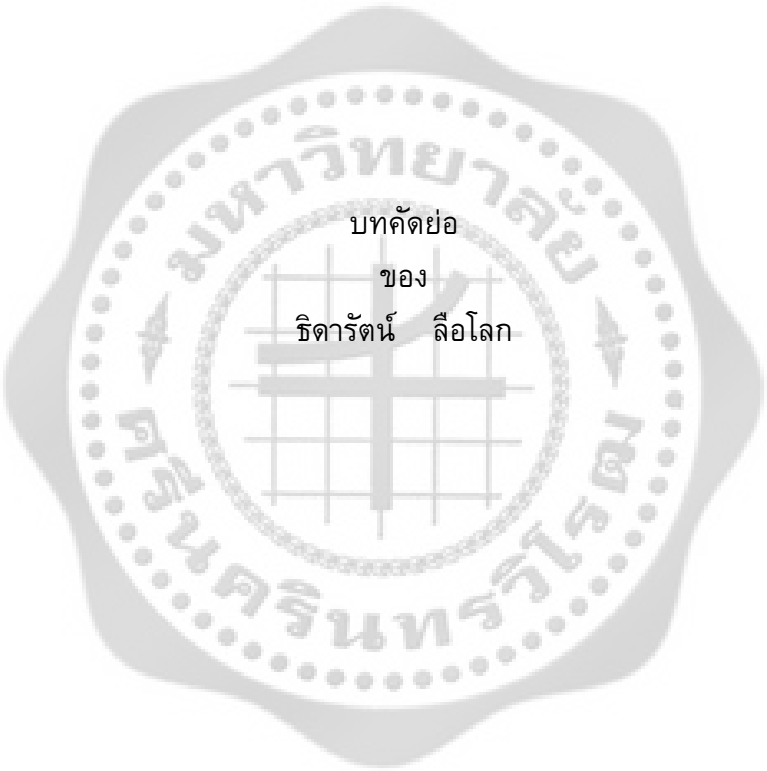
ของ

ธิดารัตน์ ลือโลก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กุมภาพันธ์ 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



บทคัดย่อ

ของ

ธิดารัตน์ ลือโลก

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กุมภาพันธ์ 2554

ธิดารัตน์ ลือโลก. (2554). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์, รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากการเรียนกับเกณฑ์ และเปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนภายหลังจากการเรียนกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 50 คน ใช้เวลาในการสอน 20 คาบ แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ Randomized One-Group Posttest-only Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ t – test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 86.02/84.72

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE DEVELOPMENT OF COMPUTER MULTIMEDIA INSTRUCTION ON CONIC SECTIONS TO ENHANCE LEARNING ACHIEVEMENT AND SPATIAL ABILITY OF MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

THIDARAT LOULOKE

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
February 2011

Thidarat Louloke. (2011). *The Development of Computer Multimedia Instruction on Conic Sections to Enhance Learning Achievement and Spatial Ability of Mathayomsuksa IV Students*. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee: Assoc. Prof. Dr.Chaweewan Sawetamalya , Assoc. Prof. Dr.Somson Wongyoonoi.

The purposes of this research were to develop computer multimedia instruction on conic sections to enhance learning achievement and spatial ability of mathayomsuksa IV students, as of the standardized criterion 80/80, to compare students' achievement after learning with a criterion and to compare students' spatial ability after learning with a criterion.

The subjects of this study were 50 Mathayomsuksa IV students in the second semester of 2010 academic year from Satri Angthong School, Angthong . They were selected by using cluster random sampling technique. The experiment lasted for 20 periods. The Randomized One-Group Posttest – only Design was used for this study. The data were analyzed by using t – test for One Sample.

The findings were as follows :

1. The efficiency of the computer multimedia instruction on conic sections to enhance learning achievement and spatial ability of Mathayomsuksa IV students was 86.02/84.72 higher than the 80/80 criteria.

2. The mathematics achievement of Mathayomsuksa IV students after learning by computer multimedia instruction on conic sections significantly passed the 65 percentage criterion at the .01 level of significance.

3. The spatial ability of Mathayomsuksa IV students after learning by computer multimedia instruction on conic sections significantly passed the 65 percentage criterion at the .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ของ
ธิดารัตน์ ลือโลก
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์	คณะกรรมการสอบปากเปล่า
.....ประธาน	.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)	(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)
.....กรรมการ	.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)	(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)
	.....กรรมการ
	(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)
	.....กรรมการ
	(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษา แนะแนวทางในการทำวิจัยจากรองศาสตราจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย กรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ประธานกรรมการสอบปากเปล่า อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน กรรมการสอบปากเปล่า ซึ่งท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่า เพื่อให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัยนี้แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.รวีวัตร์ สิริภูบาล นายอภิชาติ เพชรพลอย ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 และ อาจารย์ลออจิตร ผลามิตร ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้โดยได้ให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณคณะผู้บริหารโรงเรียนสตรีอ่างทองทุกท่านที่ให้การสนับสนุนในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการเรียน ขอขอบพระคุณคณะครูอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของโรงเรียนทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำจนผู้วิจัยทำการวิจัยได้สำเร็จ และขอขอบใจนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสตรีอ่างทอง ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเชวงศักดิ์ คุณแม่บุญยรัตน์ ลือโลก และครอบครัวทุกท่านผู้เป็นกำลังใจ และกำลังทรัพย์ สนับสนุนช่วยเหลือผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มิได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำและให้กำลังใจตลอดเวลา ผู้วิจัยจักระลึกถึงพระคุณของทุกท่านตลอดไป

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดาและครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

ธิดารัตน์ ลือโลก

สารบัญ

บทที่

หน้า

1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 3

ความสำคัญของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 4

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 4

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย 4

ตัวแปรที่ศึกษา 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย 8

สมมติฐานในการวิจัย 8

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 10

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 10

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 11

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี 13

ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 15

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 17

ความหมายของมัลติมีเดีย 18

ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 19

ประเภทของมัลติมีเดีย 20

องค์ประกอบของมัลติมีเดีย 23

การนำมัลติมีเดียมาใช้ทางการศึกษา 25

ประโยชน์ของมัลติมีเดีย 27

ทฤษฎีและหลักการทางจิตวิทยาสำหรับการออกแบบบทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 29

หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 35

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

2 (ต่อ)

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย..... 41
การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย..... 44
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย..... 46
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์..... 51
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์..... 51
องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์..... 54
สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์..... 56
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์..... 57
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ..... 60
ความหมายของความสามารถเชิงปริภูมิ..... 60
ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความสามารถเชิงปริภูมิ..... 61
รูปแบบและแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ..... 68
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ..... 78

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 85
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง..... 85
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 85
การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 94
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 94
สถิติที่ใช้ในการวิจัย..... 95

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 98
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 98
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 98
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 98

5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 101
ความมุ่งหมายของการวิจัย..... 101
สมมติฐานในการวิจัย..... 101

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

5 (ต่อ)

วิธีดำเนินการวิจัย..... 101

สรุปผลการวิจัย..... 103

อภิปรายผล..... 104

ข้อสังเกตจากการวิจัย..... 106

ข้อเสนอแนะ..... 106

บรรณานุกรม..... 108

ภาคผนวก..... 119

ภาคผนวก ก 120

ภาคผนวก ข..... 143

ภาคผนวก ค..... 176

ภาคผนวก ง..... 186

ภาคผนวก จ..... 201

ประวัติย่อผู้วิจัย..... 203

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการวิจัย.....	94
2	ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมมัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย.....	99
3	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65).....	99
4	การเปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65).....	100
5	ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย.....	122
6	ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความสามารถเชิงปริภูมิ.....	124
7	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 1 เรื่อง การเลื่อนแกนทางขนาน.....	127
8	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 2 เรื่อง วงกลม.....	129
9	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 3 เรื่อง วงรี.....	131
10	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 4 เรื่อง พาราโบลา.....	133
11	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 5 เรื่อง ไฮเพอร์โบลา.....	135
12	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน).....	137
13	คะแนนวัดความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียน หลังได้รับการสอนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน (คะแนนเต็ม 45 คะแนน).....	139

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 8
2 แบบจำลองขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของร็อบไบลเออร์และฮอลล์..... 41
3 แบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญาตามทฤษฎีโครงสร้างเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ด..... 64
4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ..... 69
5 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนคงที่..... 70
6 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ..... 70
7 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ..... 71
8 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ..... 71
9 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ..... 72
10 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพสามมิติ..... 72
11 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์..... 73
12 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบตัดกระดาษ..... 73
13 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์..... 73
14 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบส่วนย่อย..... 74
15 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ..... 75
16 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบจับคู่ชิ้นส่วนกับรูป..... 76
17 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบทรงสามมิติ..... 76
18 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบการนับลูกบาศก์..... 76
19 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ..... 77
20 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ..... 77
21 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบทักษะในการใช้แผนที่..... 77
22 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบการประสานสัมพันธ์ของการมอง..... 78

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศและการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์ทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ต้องอาศัยวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น และในชีวิตประจำวันของคนเราก็ได้ใช้วิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่รู้ตัว คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยก่อให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ทำให้โลกเจริญ เพราะการคิดค้นทางด้านวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ ดังมีคำกล่าวว่า “Mathematics is the queen of science” (สิริพร ทิพย์คง. 2533: 1) จะเห็นได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์นั้นนับว่าเป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดเหตุการณ์ วางแผนตัดสินใจ และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (กรมวิชาการ 2546: 1) แม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญมากก็ตาม แต่สภาพการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่าครูส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว ไม่มีสื่ออุปกรณ์ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน ทำให้การเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนใจเรียน ไม่ตั้งใจเรียน และมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (รุ่งฤดี ลุ่มร้อย. 2546: 1) จากรายงานโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) เป็นโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์กร Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD โครงการ PISA มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลรวมของการศึกษาภาคบังคับที่รัฐจัดให้ประชาชน สำหรับในประเทศไทยโครงการ PISA เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปีค.ศ. 2000 และปี พ.ศ 2549 (2006) คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยเป็น 417 คะแนน ซึ่งเท่ากับปี พ.ศ. 2546 (2003) และคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของ OECD เป็น 500 คะแนน ซึ่งจะเห็นคะแนนค่าเฉลี่ยของนักเรียนไทยต่ำกว่า OECD (สุนีย์ คล้ายนิลและคณะ. 2550: 4)

ด้วยเหตุของความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ดังนี้ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2551: 9)

เรขาคณิตเป็นสาระหนึ่งที่บรรจุในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเรขาคณิตเป็นพื้นฐานหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ทุกระดับ อีกทั้งยังพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล ทำงานเป็นขั้นตอนอย่างมีระบบ การเรียนเรขาคณิตจะช่วยพัฒนาความรู้ความ

เข้าใจ และทำให้เกิดความซาบซึ้งในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน นักเรียนต้องมีความเข้าใจรูปเรขาคณิตและทรงเรขาคณิต ซึ่งเป็นรูปธรรมก่อนที่จะเป็นนามธรรมต่อไป การเรียนเรขาคณิตจะช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการมองภาพสามมิติ ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการมองนี้จะช่วยในการศึกษาด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม มัณฑนศิลป์ เคมี ชีววิทยา ธรณีวิทยา ฟิสิกส์ ดาราศาสตร์ และการแพทย์ (สิริพร ทิพย์คง. 2537) ซึ่งสาระในเรื่องเรขาคณิตได้มีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ สำหรับผู้เรียนไว้ 2 มาตรฐานดังนี้

มาตรฐานที่ 1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐานที่ 2 : ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา (กรมวิชาการ 2551 : 10)

จากการเรียนรู้ที่ได้กล่าวข้างต้น นั้นพบว่าเรขาคณิตมีความสัมพันธ์กับปริภูมิ(Spatial) ความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial Sense) และความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถเชิงปริภูมิ ดังที่ชอว์ (Shaw.1990: 4-5) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการพัฒนาความรู้สึกเชิงปริภูมิและความสามารถเชิงปริภูมิ ว่ามีประโยชน์อย่างมากเพราะเกี่ยวข้องกับโลกแห่งความเป็นจริงและการปรับตัวของผู้คน ถ้าปราศจากความรู้สึกเชิงปริภูมิและคำศัพท์ที่จะใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ แล้ว จะไม่สามารถสื่อสารเกี่ยวกับตำแหน่งใดๆ จะไม่สามารถเขียนรูปใหม่ที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงรูปเดิม เมื่อมีการแบ่งรูปนั้นออกเป็นส่วนย่อยๆ เชื่อมรูปนั้นกับรูปอื่นเข้าด้วยกันหรือเคลื่อนรูปนั้นในปริภูมิ และจะเป็นตัวขัดขวางความสามารถในการวิเคราะห์รูปและความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบรูป นอกจากนี้ พิชากร แปลงประสพโชค (2543: 1) ยังกล่าวว่า ความสามารถเชิงปริภูมิเป็นการประสานงานของการมองเห็นภาพและการทำงานของสมองอย่างเป็นระบบเหมาะเจาะ ทำให้เรารับรู้โลกแห่งการมองเห็นและเรียนรู้ความหมายที่รับรู้เป็นสิ่งเปรียบเทียบไปใช้งานต่อไปอย่างถูกต้อง แม่นยำ เราสามารถเคลื่อน หมุน พลิกรูป ขยาย ย่อรูปในมโนภาพได้ ทั้งยังสร้างภาพจากประสบการณ์เดิมขึ้นมาได้โดยไม่ต้องใช้สื่อชักนำ

ดังนั้นการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรเปลี่ยนบทบาท และจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล การจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นกระบวนการพัฒนาทางด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรมของผู้รียนให้เจริญงอกงาม โดยการสร้างให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมรู้ ร่วมคิด ร่วมกระทำ ผู้สอนทำหน้าที่ร่วมวางแผนในกิจกรรมที่เหมาะสมกระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ส่งเสริมความคิด และอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ ตามความต้องการ ความสนใจและเต็มศักยภาพของผู้เรียน (กรมวิชาการ. 2546: 88) ในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ และให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย ซึ่งจะเป็นการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนได้อย่างเต็มที่ (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2545: 91) ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ มีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก และได้มีการประยุกต์ใช้งานกับทุกวงการ ทางด้านการศึกษาก็ได้นำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์

ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น ซึ่งเรียกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มีลักษณะต่างจากหนังสือ สไลด์ หรือวีดิทัศน์ เพราะนักเรียนสามารถโต้ตอบ ควบคุมบทเรียนและมีกิจกรรมรวมกับบทเรียนได้ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถามหรือต่อภาพ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมบทเรียนได้ผลดี ในแง่ของการประหยัดเวลาของผู้สอนและช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้เรียนตามความสามารถของตนเอง ผู้ที่เรียนเร็วก็สามารถเรียนล่วงหน้าไปได้ ส่วนผู้ที่เรียนช้าก็สามารถทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเองไม่จำกัดเวลา ลดความเหลื่อมล้ำทางการเรียนการสอนได้ (ประวิทย์ สุดแก้ว. 2538: 116)

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งพัฒนามาจากระบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อส่งเสริมหลักการเรียนการสอนดังกล่าวนี้ เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีหลากหลายรูปแบบในตัว มีทั้งภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิกต่างๆ (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536: 23-24) มีการตอบสนองกับผู้เรียนทันทีทันใด สามารถให้ภาพเคลื่อนไหว ตัดสินทางเลือกเมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือถูกได้ (ยืน ภู่วรวรรณ. 2536: 3) ผู้เรียนจะรู้ผลการเรียนของตนเองได้ทันทีทันใดหลังจากเรียนจบ และสามารถย้อนกลับไปทบทวนในสิ่งที่ไม่เข้าใจ หรือสงสัยได้ (ก่อสิทธิ์ ดีวงศ์. 2548: 2) ในการนำบทเรียนมัลติมีเดียมาใช้กับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนการสอน กลุ่มคณิตศาสตร์จะต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมก็ต้องสอดคล้องกับวุฒิภาวะ ความสนใจและความถนัดของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงจากการฝึกปฏิบัติ ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอนต้องผสมผสานสาระทั้งทางด้านเนื้อหา และด้านทักษะกระบวนการตลอดจนการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่ดีงาม และถูกต้องเหมาะสมให้แก่ผู้เรียน (กรมวิชาการ. 2546: 88)

จากข้อดีของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่กล่าวมาตอนต้น ถ้าให้นักเรียนได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง สามารถที่จะทบทวนความรู้เดิมได้ตลอดเวลาตามความต้องการของนักเรียน จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคโนโลยีต่อไปด้วย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65)

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียน ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65)

ความสำคัญของการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถเชิงปริภูมิ และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับผู้สอน และผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อเพื่อใช้ในการประกอบการสอนในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในวิชาคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 8 ห้องเรียน นักเรียน 353 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม และเรียนเรื่อง ภาคตัดกรวย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 50 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งแบ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน 18 คาบ และใช้ทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง ภาคตัดกรวย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

การเลื่อนแกนทางขนาน	2	คาบ
วงกลม	4	คาบ
วงรี	4	คาบ
พาราโบลา	4	คาบ
ไฮเพอร์โบลา	4	คาบ
รวม	18	คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ตัวแปรที่ทำการศึกษา คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

2. ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ตัวแปรอิสระ คือ การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย

ตัวแปรตาม คือ

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ความสามารถเชิงปริภูมิ

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดศัพท์ในการวิจัยเพื่อการเข้าใจที่ตรงกัน ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอเนื้อหาสาระ โดยการนำเสนอนั้นใช้สื่อประสมที่ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง มีรูปแบบปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอเนื้อหา ถามคำถามและรับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนรู้

2. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง การสร้างและทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดี โดยการนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในสภาพจริง และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุง และนำไปทดลองเพื่อยืนยันผลอีกครั้ง เพื่อให้มีประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก เป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละชุดการเรียน โดยนำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

80 ตัวหลัง เป็น คะแนนเฉลี่ยที่ผู้เรียนทั้งหมดทำได้จากแบบทดสอบภายหลังการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย นำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ถือค่าความแปรปรวน 2.5% คือประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 2.5% (ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์. 2528: 215)

3. ความสามารถเชิงปริภูมิ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการมองเห็น จำแนก ขนาด และ วัตถุหรือรูปทรง ทิศทางของวัตถุในการเคลื่อนที่และคงที่ หรือเปลี่ยนตำแหน่ง ทั้งในลักษณะ 2 มิติ และรวมไปถึงการใช้ความสามารถในการจินตนาการ เพื่อนำมาประกอบหรือการแยกชิ้นส่วนออกจากกันได้ ในการวิจัยครั้งนี้จะวัดจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบชนิด
5 ตัวเลือก จำนวนแบบทดสอบละ 15 ข้อ รวม 45 ข้อ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

3.1 ความสามารถเชิงปริภูมิแบบซ้อนภาพ หมายถึง ความสามารถในการสร้างจินตนาการในการมองภาพที่ทับซ้อนกันหรือซ้ำกัน โดยจะกำหนดภาพมา 2 ภาพ แล้วให้ผู้ตอบใช้จินตนาการว่าถ้านำภาพทั้ง 2 มาซ้อนทับกัน ภาพที่ได้ใหม่นั้นจะมีลักษณะอย่างไร

3.2 ความสามารถเชิงปริภูมิแบบซ่อนภาพ หมายถึง ความสามารถในการสร้างจินตนาการในการค้นหาภาพที่กำหนดให้ว่าภาพนั้นซ่อนอยู่ในภาพใด แล้วให้ผู้ตอบใช้จินตนาการว่าภาพที่กำหนดให้นั้นซ่อนอยู่ในภาพได้

3.3 ความสามารถเชิงปริภูมิแบบหมุนภาพ หมายถึง ความสามารถในการสร้างจินตนาการการมองภาพที่เปลี่ยนทิศทางจากการหมุนโดยหมุนจุดใดจุดหนึ่ง โดยที่ขนาดและรูปร่างไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนด้านสติปัญญา (Cognitive domain) อันเป็นผลจากกิจกรรมการเรียน ตามที่วิลสัน (Wilson. 1971: 643 – 685) ได้จำแนกไว้ 4 ด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ ในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และการใช้ทักษะกระบวนการในการคำนวณ

4.2 ด้านความเข้าใจ เกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ กฎ การสรุป อ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง การคิดตามแนวเหตุผล การอ่านและการตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.3 ด้านการนำไปใช้ ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การสังเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนและสมมาตร

4.4 ด้านการวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียน การค้นหาความสัมพันธ์ การพิสูจน์ การสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เองโดยสร้างเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

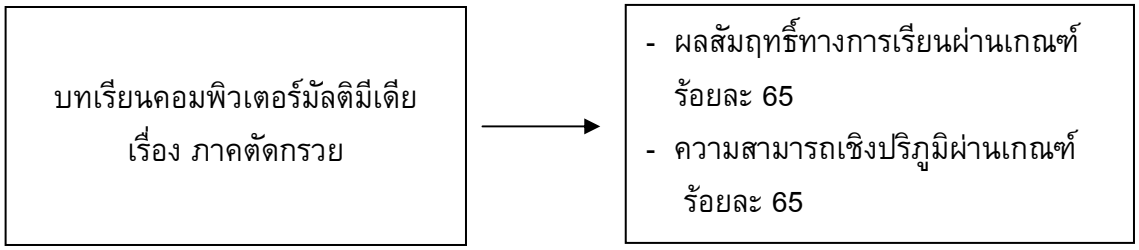
5. เกณฑ์ หมายถึง การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และคะแนนด้านความสามารถเชิงปริภูมิ ที่ได้แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานโดยวิเคราะห์จากคะแนนสอบหลังเรียนแล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์เป็นร้อยละ

โดยใช้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547: 15) ให้ระดับผลการเรียนเป็น 8 ระดับ โดยมีแนวการให้ระดับผลการเรียนดังนี้

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 80-100 หมายถึง ผลการเรียนดีเยี่ยม ระดับผลการเรียน 4
ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 75-79 หมายถึง ผลการเรียนดีมาก ระดับผลการเรียน 3.5
ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 70-74 หมายถึง ผลการเรียนดี ระดับผลการเรียน 3
ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 65-69 หมายถึง ผลการเรียนค่อนข้างดี ระดับผลการเรียน 2.5
ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 60-64 หมายถึง ผลการเรียนน่าพอใจ ระดับผลการเรียน 2
ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 55-59 หมายถึง ผลการเรียนพอใช้ ระดับผลการเรียน 1.5
ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 50-54 หมายถึง ผลการเรียนต่ำ ระดับผลการเรียน 1
ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 0-49 หมายถึง ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ ระดับผลการเรียน 0

โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 65

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป
3. ความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้รวบรวมมาเรียบเรียงไว้ตามหัวข้อดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 1.3 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี
   - 1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
   - 2.1 ความหมายของมัลติมีเดีย
   - 2.2 ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
   - 2.3 ประเภทของมัลติมีเดีย
   - 2.4 องค์ประกอบของมัลติมีเดีย
   - 2.5 การนำมัลติมีเดียมาใช้ทางการศึกษา
   - 2.6 ประโยชน์ของมัลติมีเดีย
   - 2.7 ทฤษฎีและหลักการทางจิตวิทยาสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
   - 2.8 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
   - 2.9 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
   - 2.10 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
   - 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
   - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
   - 3.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
   - 3.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
   - 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ
   - 4.1 ความหมายของความสามารถเชิงปริภูมิ
   - 4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความสามารถเชิงปริภูมิ
   - 4.3 รูปแบบและแบบทดสอบวัดความสมารถเชิงปริภูมิ
   - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาจากภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction หรือเรียกย่อๆ ว่า CAI นั้นมีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่านดังนี้

ซิพเพิล (Sipple. 1981: 77) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นเครื่องมือที่ถูกนำมาช่วยในการเรียนการสอน ซึ่งได้ประยุกต์เป็นการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามขั้นตอนที่จัดไว้ซึ่งสามารถตอบข้อที่บกพร่องของผู้เรียนได้เมื่อทำผิดพลาด

ขนิษฐา ชานนท์ (2532: 7) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ไว้ว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนโดยที่เนื้อหา แบบฝึกหัด และการทดสอบ จะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะเรียนจากคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์สามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจจะเป็นรูป ตัวหนังสือภาพกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่นักเรียน

พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์ (2536: 16) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยครูในการเรียนการสอน นักเรียนเรียนรู้เนื้อหา บทเรียนและการฝึกฝนทักษะจากคอมพิวเตอร์ แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชาบางบทเรียน การเรียนการสอนกับคอมพิวเตอร์จะถูกดำเนินไปเป็นระบบคอมพิวเตอร์จะสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้ เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอนและคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนยังเป็นเครื่องมือ ที่ช่วยสนองความแตกต่างของความสามารถระหว่างบุคคลของนักเรียนได้ด้วย

ยืน ภู่วรวรรณ (2539: 271) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนแต่ละคน

ทักษิณา สวนานนท์ (พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์.2535: 88) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การสร้างโปรแกรมบทเรียนหรือหน่วยการเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นรายบุคคลถือว่าคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การสอนแต่ไม่ใช่ครูผู้สอน

กิดานันท์ มลิทอง (2543ข: 227) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่าเป็นการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน มีการโต้ตอบกันได้ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน

สท้าน เขตวิทย์ (2548: 7) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า หมายถึง การสอนโดยการให้คอมพิวเตอร์กับบทเรียนโปรแกรม ที่สร้างขึ้นเป็นสื่อที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อเสนอเนื้อหา คำสั่ง กิจกรรมจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเสนอเป็นภาษาไทยทางจอภาพ (Monitor) เป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์โดยมีครูคอยแนะนำและควบคุมชั้นเรียน

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหาในการเรียนการสอน ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมในรูปแบบที่เน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถเป็นตัวช่วยเสริมแรง ดึงดูดความสนใจของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนอยากที่จะเรียนรู้

1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทักษิณา สวนานนท์ (2530: 216 - 220) ; ช่วงโชติ พันธุเวช (2535: 50 - 51) ; กิดานันท์ มลิทอง (2536: 169 - 173) และบุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 65 - 68) ได้จัดแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกเป็นประเภทไว้ดังนี้

1. การสอนเนื้อหา (Tutorial) เป็นโปรแกรมที่สร้างในลักษณะบทเรียน ที่มุ่งเน้นการนำเสนอเนื้อหา โดยอาศัยแนวคิด เช่นเดียวกับบทเรียนโปรแกรมแบบสิ่งพิมพ์ กล่าวคือ จะมีบทนำ คำอธิบาย ซึ่งประกอบไปด้วยทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบายและแนวคิดที่จะสอน หลังจากที่ผู้เรียนเรียนไปแล้วจะมีคำถามเพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน มีการแสดงผลย้อนกลับตลอดจนมีการเสริมแรง สามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับไปยังบทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่ผู้เรียนเรียนรู้แล้ว บทเรียนแบบการสอนนี้ยังนับว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอบทเรียนในรูปแบบบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้ได้แทบทุกสาขาวิชา เป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง เพื่อการเรียนรู้ทางด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านการแก้ปัญหา

2. การฝึกและการปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นโปรแกรมที่ครูผู้สอนใช้สอนเสริมเมื่อได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้ผู้เรียนฝึกทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์ เพื่อจะวัดระดับหรือให้ผู้เรียนมาฝึกจนถึงระดับที่ยอมรับได้ บทเรียนประเภทนี้จึงประกอบด้วย คำถามและคำตอบและจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เช่น มีคำเฉลยหรือคำอธิบายเพิ่มเติม หรือประเมินผลการเรียนทันที ทำให้นักเรียนสามารถฝึกหัดได้ด้วยตนเองจนเป็นที่พอใจ

3. การแก้ปัญหา (Problem solving) เป็นโปรแกรมที่มี 2 แบบ ได้แก่ แบบเรียนแรก ผู้เรียนจะเขียนโปรแกรมเอง โดยระบุถึงปัญหาและแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะทำแต่ในสิ่งที่จำเป็น เช่น ช่วยในการคำนวณที่ซับซ้อน ส่วนอีกแบบหนึ่ง คือโปรแกรมที่เขียนขึ้นไว้

แล้ว คอมพิวเตอร์จึงเป็นผู้ช่วยแก้ปัญหาให้ เช่น คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่คำนวณให้หมดที่นักเรียนมีหน้าที่ป้อนตัวแปรเข้าไปให้เท่านั้น

4. การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นโปรแกรมที่สร้างสถานการณ์จำลองที่เหมือนจริงได้ ทำให้บทเรียนมีความสมจริงและน่าใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีเหตุการณ์ต่างๆ อยู่ในโปรแกรมและนักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลง หรือจะจัดกระทำได้ มีการโต้ตอบ และมีตัวแปรหรือทางให้เลือกหลายๆ ทาง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกได้เพื่อการศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้นจากทางเลือกเหล่านั้น

5. เกมการศึกษา (Education game) เกมการศึกษาหลายๆ เรื่องมุ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดความอ่านต่างๆ ได้ดี เช่น เกมเติมคำ เกมการแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากการเล่น ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นสำคัญ ซึ่งมีทั้งการแข่งขันและการร่วมมือกัน อาจเล่นคนเดียว หรือหลายคนก็ได้

6. บทสนทนา (Dialogue) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน คือ พยายามให้มีการพูดคุยกันระหว่างครูกับนักเรียน โดยคอมพิวเตอร์จะใช้ตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาคำถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง

7. การสาธิต (Demonstration) เป็นการสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ จะมีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์จะน่าสนใจมากกว่า เพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงามตลอดจนสีและเสียง โดยครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อการสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง

8. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะต้องรวมการทดสอบ เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยบทเรียนในลักษณะนี้แบบทดสอบจะมีการประเมินผลทันที ผู้สร้างต้องคำนึงถึงการสร้างข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

9. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด แนวคิด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ซึ่งสามารถแสดงได้ทันที เมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่ายๆ ที่ผู้เรียนที่ต้องการเรียนรู้สามารถทำได้ด้วยระบบง่ายๆ จากโปรแกรมที่จัดไว้

10. แบบค้นพบ (Discovery) ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนเพียงแต่นำโปรแกรมการเรียนมาให้ผู้เรียนศึกษา แล้วผู้เรียนจะเป็นผู้สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานด้วยตนเอง ไม่มีคำตอบที่แน่นอนไว้ล่วงหน้า เช่น การสอนภาษาคอมพิวเตอร์ต่างๆ ให้กับผู้เรียนแล้วให้นักเรียนเลือกใช้คำสั่งที่เรียนผ่านมาแล้ว มาสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามต้องการ

11. แบบรวมวิธีการต่างๆ (Combination) บทเรียนประเภทนี้สามารถสร้างวิธีการสอนได้หลายแบบตามที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อทำให้เกิดความหลากหลายและเป็นธรรมชาติของการเรียนการสอน ซึ่งมีความต้องการวิธีสอนหลายๆ แบบ ความต้องการนี้ต้องมาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนผู้เรียนและองค์ประกอบหรือกิจกรรมต่างๆ บทเรียนคอมพิวเตอร์หนึ่งอาจมีทั้งลักษณะที่เป็นการนำเสนอเนื้อหา การฝึกหัด การทดสอบ เกม สถานการณ์จำลอง

การสาธิตและการสอนแก้ปัญหารวมเข้าไปด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายและน่าสนใจ

จากการศึกษาองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักการศึกษา สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีความหลากหลายประเภททั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ในการเรียนการสอนที่มีรูปแบบแตกต่างกันออกไป เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหา และบทเรียน ทั้งนี้ก็ต้องขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้ของผู้ใช้

1.3 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

แฮนนาฟินและเพค (บุญเกื้อ ควรหาเวช. 2542: 71 – 74; อ้างอิงจาก Hannafin and Peck. 1988: 17 - 23) ได้ให้ข้อคำนึงในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และลักษณะของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีไว้ 12 ประการดังนี้

1. สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ของการสอน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนจากบทเรียนนั้น มีความรู้และทักษะ และเจตคติตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และนักเรียนสามารถประเมินผลด้วยตนเองว่าบรรลุตามจุดประสงค์หรือไม่

2. บทเรียนที่ดีต้องเหมาะสมกับลักษณะของนักเรียน การสร้างบทเรียนจะต้องคำนึงถึงนักเรียนเป็นสำคัญว่ามีความรู้พื้นฐานอยู่ในระดับใด ไม่ควรที่จะง่ายหรือยากจนเกินไป

3. บทเรียนที่ดีควรมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนให้มากที่สุด การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนจากในหนังสือ เพราะสามารถสื่อสารกับนักเรียนได้ทั้งสองทาง

4. บทเรียนที่ดีควรมีลักษณะเป็นการสอนรายบุคคล นักเรียนสามารถที่จะเลือกเรียนได้ตามหัวข้อที่ตนสนใจและต้องการที่จะเรียน สามารถที่จะข้ามบทเรียนที่ตนมีความเข้าใจได้ และบทเรียนที่ตนไม่เข้าใจก็สามารถเรียนซ่อมเสริมได้

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ดีควรคำนึงถึงความสนใจของนักเรียน ควรมีลักษณะเร้าความสนใจของนักเรียนได้ตลอดเวลา เพื่อให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน

6. บทเรียนที่ดีควรจะสร้างความรู้สึกในทางบวกให้กับนักเรียน มุ่งให้นักเรียนรู้สึกเพลิดเพลินเกิดกำลังใจ

7. ควรจัดทำบทเรียนให้สามารถแสดงผลย้อนกลับไปยังนักเรียนให้มากๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสดงผลย้อนกลับในทางบวก

8. บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอนบทเรียนควรปรับเปลี่ยนให้ง่ายต่อกลุ่มนักเรียน เหมาะกับการจัดเวลาเรียน สถานที่ติดตั้งเครื่องมือความเหมาะสม

9. บทเรียนที่ดีควรมีวิธีการประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนอย่างเหมาะสม โดยหลีกเลี่ยงคำถามที่ง่ายและตรงเกินไป หลีกเลี่ยงคำถามที่ไร้ความหมาย การตัดสินคำตอบต้องชัดเจนไม่คลุมเครือ

10. บทเรียนควรใช้กับคอมพิวเตอร์ ที่จะเป็นทรัพยากรทางการเรียนอย่างชาญฉลาด ควรใช้สมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างเต็มที่ เช่น การเสนอด้วยกราฟ ภาพเคลื่อนไหวประกอบอักษร ใช้แสงหรือสีเน้นข้อความสำคัญ

11. บทเรียนที่ดีต้องอยู่บนพื้นฐานของการออกแบบการสอนคล้ายๆ กับการผลิตสื่อชนิดอื่นๆ การออกแบบบทเรียนที่ดีย่อมที่จะเร้าความสนใจของนักเรียนได้มาก การออกแบบย่อมประกอบด้วยการตั้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน การจัดลำดับขั้นตอนของการสอน การสำรวจทักษะที่จำเป็นต่อนักเรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนด

12. บทเรียนที่ดีควรมีการประเมินผลทุกแง่ทุกมุม เช่น การประเมินคุณภาพของนักเรียน ประสิทธิภาพของบทเรียน ความสวยงาม ความตรงประเด็นและตรงกับทัศนคติของนักเรียนเป็นต้น

พรเทพ เมืองแมน (2544). ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ไว้ดังนี้

1. มีกิจกรรมที่หลากหลาย และเหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างเหมาะสม

2. นำเสนอในลักษณะสื่อหลายมิติ ได้แก่ ข้อความ กราฟิก แผนภูมิ แผนภาพ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและเสียง โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาบทเรียน

3. นำเสนอในลักษณะที่แปลกใหม่ เพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียน

4. มีการให้การเสริมแรงทั้งทางบวกและทางลบที่พอเหมาะ เช่น การให้รางวัลในรูปแบบต่างๆ เมื่อทำกิจกรรมถูกต้องหรือให้กำลังใจหรือคำอธิบายเมื่อทำกิจกรรมไม่ถูกต้อง เป็นต้น

5. แบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยๆ และจัดเนื้อหา(Organize) ตามลำดับการเรียนรู้ที่ดี และนำเสนอตามลำดับจากง่ายไปหายาก

6. มีการให้ผลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) หลังจากที่ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมในบทเรียน

7. ให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ และความสามารถของตนเอง เช่น ให้เลือกเรียนหัวข้อ หรือเนื้อหาใดก่อนหลังได้ หรือเลือกทำกิจกรรมที่มีระดับความยาก – ง่ายตามความสามารถของตนเองได้ เป็นต้น

8. กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทำควรเป็นกิจกรรมที่ท้าทาย

9. ให้ผู้เรียนทราบวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายในการเรียน เช่น บอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน การบอกโครงสร้างเนื้อหาบทเรียน เป็นต้น

10. ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ และทักษะมากขึ้นโดยการมีแบบฝึกหัดในระหว่างเรียนแต่ละหน่วยของเนื้อหาบทเรียน

11. ควรมีบทสรุป เพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง โดยอาจให้หลักของแผนภูมิมโนทัศน์ (Concept Mapping)

12. ให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ โดยการมีแบบทดสอบหลังจากจบบทเรียน หรือหลังจบแต่ละหน่วยของบทเรียน และทราบผลการประเมินทันที

จากการศึกษาลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีนั้นควรจะนำเสนอเนื้อหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้ใช้ต้องการ การออกแบบบทเรียนควรศึกษาให้สอดคล้องกับความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ และที่สำคัญคือต้องออกแบบบทเรียนให้มีความน่าสนใจและมีความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา ตลอดจนการใช้คำถาม และการประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ

1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่มีลักษณะที่เด่นๆ หลายประการ ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงมีหลายประการ ดังที่มีผู้กล่าวไว้หลายทท่านดังนี้

ฮอลล์ (Hall. 1982: 362) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครูผู้สอนไว้ดังนี้

1. ลดชั่วโมงสอนเพื่อจะได้ปรับปรุงการสอน
2. ลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียน
3. มีเวลาศึกษาตำรา งานวิจัย และพัฒนาความสามารถให้มากขึ้น
4. ช่วยการสอนในชั้นเรียนสำหรับผู้ที่มีงานสอนมาก โดยการเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียนมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์
5. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ สำหรับหลักสูตรและวัสดุเพื่อการศึกษา
6. เพิ่มวิชาสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของนักเรียน
7. ช่วยพัฒนางานวิชาการ
8. ช่วยให้มีเวลาสำหรับการตรวจสอบและพัฒนาหลักสูตรตามหลักวิชาการ
9. ช่วยเพิ่มวัตถุประสงค์ของการสอนได้เท่าที่จะเป็นได้ เช่น การฝึกหัดดนตรี จัดนิทรรศการงานกราฟิก ช่วยแก้ปัญหาของผู้เรียนเกี่ยวกับสถาปัตย์

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541: 12) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะ และเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ช่วยในการสอนเสริม

หรือสอนทบทวนการสอนปรกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทันหรือจัดการสอนเพิ่มเติม

2. ผู้เรียนก็สามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลาและสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก เช่น แทนที่จะต้องเดินทางมายังชั้นเรียนปรกติ ผู้เรียนก็สามารถเรียนด้วยตนเองจากที่บ้านได้ นอกจากนั้นยังสามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ เป็นต้น

3. ข้อได้เปรียบที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีถูกต้องตามหลักของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้น ที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนตามแนวความคิดของผู้เรียนในปัจจุบันที่ว่า “Learning is Fun” ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 68-69) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเอกัตภาพ

2. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนซ้ำได้หลายครั้งเท่าที่ต้องการ

3. ผู้เรียนมีโอกาสโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ และสามารถควบคุมวิธีการเรียนเองได้

4. มีภาพ มีภาพเคลื่อนไหว มีสี และเสียง ที่ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายในเนื้อหาที่เรียน

5. ตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ความแตกต่างของผู้เรียนไม่มีผลต่อการเรียนรู้ดังเช่นวิธีการอื่นๆ

6. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนไปตามขั้นตอนได้ เรียนจากง่ายไปหายาก หรือเลือกเรียนในหัวข้อที่ตนเองสนใจก่อนได้

7. ช่วยฝึกให้คิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องแก้ปัญหาตลอดเวลา

จากประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาข้างต้นนั้น พอจะสรุปได้ว่าประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยสอนเสริม หรือทบทวนการสอนปรกติในชั้นเรียนได้ โดยครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนเสริมให้กับผู้เรียนที่เรียนไม่ทัน

2. ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ในเวลาและนอกเวลาเรียน หรือนอกสถานที่นักเรียนสะดวก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนได้รับการเรียนเป็นรายบุคคล ทำให้ตอบสนองความต้องการที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล และนักเรียนก็สามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจของตนเอง

4. ถ้าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดี ก็สามารถที่จะจูงใจนักเรียนให้เกิดความกระตือรือร้นที่อยากจะเรียนได้

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถลดชั่วโมงในการสอน ทำให้ครูมีเวลาที่จะศึกษาตำรา และพัฒนาหลักสูตรตามหลักวิชาการ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีข้อดีอยู่มากมายแต่ก็ยังมีข้อจำกัดในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วารินทร์ รัศมีพรหม (2531: 193) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. แม้ว่าคอมพิวเตอร์จะมีราคาลดลงเรื่อยๆ แต่ก็ค่อนข้างสูงในการนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะประโยชน์ที่ได้รับ และยังมีปัญหาในเรื่องการบำรุงรักษาและแก้ไขเมื่อเกิดการขัดข้องขึ้นด้วย

2. การออกแบบและผลิตโปรแกรมการสอนยังล้าหลังโปรแกรมด้านอื่นอยู่มาก

3. ยังขาดแคลนวัสดุการเรียนการสอนที่มีคุณค่าในการใช้คอมพิวเตอร์ และโปรแกรมการสอนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ยี่ห้อหนึ่งก็อาจใช้กับคอมพิวเตอร์อีกยี่ห้อหนึ่งไม่ได้

4. การออกแบบโปรแกรมการสอนใช้เวลามาก และต้องมีทักษะในการออกแบบเป็นอย่างดีด้วย ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องสำคัญ ซึ่งอาจทำให้โปรแกรมที่ขาดความคิดสร้างสรรค์ไม่เป็นที่น่าสนใจสำหรับผู้เรียน

วิราพร นพพิทักษ์ (2546: 19 - 20) ได้สรุปข้อจำกัดของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ราคาอุปกรณ์ที่ใช้ค่อนข้างสูง เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ทำให้ได้จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมีจำกัด ไม่เพียงพอต่อจำนวนของนักเรียน

2. นักเรียนต้องมีพื้นฐานการใช้คอมพิวเตอร์พอสมควร จึงจะสามารถทำให้การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบรรลุไปด้วยดี ไม่ต้องสอนความรู้คอมพิวเตอร์ให้เป็นผลกระทบต่อการเรียนรู้วิชาที่สอนในขณะนั้น

3. เกี่ยวกับแสงจอภาพทำให้ประสิทธิภาพทางสายตาสำหรับนักเรียนที่ไม่เคยชินกับการมองจอภาพนานๆ อาจทำให้นักเรียนมีอาการเบลอไม่เข้าใจบทเรียนได้

4. คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ทันสมัย หรือไม่ครบองค์ประกอบ เช่น จอภาพมองจอภาพขาวดำ ไม่มีการ์ดเสียง ไม่มีเครื่อง CD-ROM หรือที่เป็นเครื่องรุ่นเก่า อาจไม่สามารถใช้กับบทเรียนที่สร้างขึ้นในยุคปัจจุบันได้

5. ผู้สอนไม่มีความสามารถในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นยังไม่สามารถแก้ไขสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการสอน เช่น โปรแกรมมีปัญหาหรือคอมพิวเตอร์มีปัญหา เป็นต้น

6. ความแตกต่างและปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการใช้ software ทำให้ไม่สามารถใช้กับบทเรียนที่จะใช้สอนได้

7. การใช้สภาพแวดล้อมการทำงานบนวินโดวส์ เสียงและภาพจะถูกเก็บไว้ในรูปของ File การกำหนดเส้นทางที่ถูกต้องและสมบูรณ์ จะทำให้การใช้ประสิทธิภาพ ซึ่งหากนำไปใช้กับเครื่องอื่นแล้ว อาจไม่สามารถใช้บทเรียนได้อย่างสมบูรณ์

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะมีประโยชน์มากมายแต่ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายอย่าง ซึ่งพอที่จะสรุปข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการซื้อคอมพิวเตอร์สูง และการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นก็ใช้จ่ายสูง และยังมีปัญหาในการบำรุงรักษาและซ่อมแซมเมื่อเกิดข้อขัดข้องอีกด้วย

2. ยังขาดบุคลากรที่สามารถพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. การออกแบบโปรแกรมเพื่อการสอนใช้เวลามาก และต้องมีทักษะในการออกแบบเป็นอย่างดี เพื่อที่จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความน่าสนใจ

4. ขนาดของบทเรียนมีขนาดใหญ่อาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับการเก็บข้อมูล หรือไวรัสอาจมาทำลายข้อมูลที่อยู่ในเครื่องได้

5. ยังขาดแคลนวัสดุการเรียนการสอนที่มีคุณค่าในการใช้คอมพิวเตอร์ และโปรแกรมการสอน คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่ทันสมัย หรือมี่ครบองค์ประกอบ หรือเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องรุ่นเก่า อาจไม่สามารถนำมาใช้กับบทเรียนที่สร้างขึ้นในยุคปัจจุบันได้

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.1 ความหมายของมัลติมีเดีย

ไฮนิก (Heinich. 1993: 267) ได้ให้ความหมายของคำว่า มัลติมีเดีย หมายถึง การรวมสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความกราฟิก เสียง ภาพ และภาพวีดิทัศน์ ระบบของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จะมีความคล้ายคลึงกับระบบวีดิทัศน์ปฏิสัมพันธ์ จะแตกต่างกันตรงที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน

ทเวย์ (Tway. 1995: 2) ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดียในความหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นจากการใช้ข้อความ กราฟิก และเพิ่มเสียง Animation Graphic และวีดิทัศน์ และมีความรวมถึงการเอาโปรแกรมที่มีการปฏิสัมพันธ์ เพื่อให้นักเรียนสามารถควบคุมข้อมูลที่จัดไว้ให้ได้

คิน (Khine. 1996: 231) ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดียว่า เป็นโปรแกรมที่ประกอบด้วยข้อมูลข่าวสารต่างๆ และจะนำเสนอในลักษณะของอักขระ กราฟิก และเสียง

ยืน ภู่วรวรรณ (2538: 159) ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดีย ว่า มัลติ แปลว่า หลากหลาย ส่วนคำว่า มีเดีย แปลว่า สื่อ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า มัลติมีเดีย หมายถึง สื่อหลายอย่าง สื่อหรือตัวกลาง คือ สิ่งที่จะส่งความเข้าใจระหว่างกันของผู้ใช้ เช่น ข้อความ ตัวอักษร ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ และอื่นๆ อีกที่นำมาประยุกต์ร่วมกัน

ราชบัณฑิตยสถาน (2540: 96) ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดีย (Multimedia) ว่า หมายถึง 1. สื่อหลายแบบ 2. สื่อประสม

กิดานันท์ มลิทอง (2540: 256 - 258) ได้ให้ความหมายของสื่อประสม หรือมัลติมีเดีย ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มแรก เป็นสื่อที่ใช้โดยการนำสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกันในการเรียนการสอน เช่น นำวีดิทัศน์มาสอนประกอบการบรรยายของครู โดยมีสื่อพิมพ์ประกอบ หรือการใช้ชุดการเรียนหรือชุดการสอน การใช้สื่อประสมแบบที่ 1 นี้นักเรียนและสื่อจะไม่มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกัน และจะมี

ลักษณะเป็น “สื่อหลายแบบ” หรือ “สื่อเอนกทัศน์” ตามศัพท์บัญญัติของพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน

กลุ่มที่สอง เป็นสื่อประสมที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในการเสนอสารสนเทศ หรือการผลิตเพื่อเสนอข้อมูลประเภทต่างๆ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษร และเสียงในลักษณะที่เป็น “สื่อหลายมิติ” โดยที่ผู้ใช้มีการโต้ตอบกับสื่อโดยตรง

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษา สรุปได้ว่ามัลติมีเดีย หมายถึง การนำเสนอข้อมูลสารสนเทศ หรือแม้แต่การนำเสนอบทเรียน โดยมีลักษณะเป็นสื่อประสม ทั้งภาพกราฟิก ตัวอักษร ข้อความ เสียง เพื่อสื่อความหมายของข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ไปยังผู้ใช้ ทั้งนี้จะมีประสิทธิภาพและน่าสนใจมากยิ่งขึ้นหากมีการสื่อสารได้ระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์

2.2 ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

กรีน (Green. 1993: 2577 – A) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย คือ การใช้คอมพิวเตอร์มาควบคุมสื่อต่างๆ เพื่อให้ทำงานร่วมกัน เช่น การสร้างโปรแกรมเพื่อนำเสนองานที่เป็นข้อความ ภาพเคลื่อนไหว หรือมีเสียงบรรยายประกอบ สลับกับเสียงดนตรี สร้างบรรยากาศให้น่าสนใจ เป็นสื่อที่เข้าร่วมในระบบที่มีทั้งภาพและเสียงพร้อมๆ กัน โดยการนำเสนอเนื้อหาวิธีการเรียงและการประเมินผล

พอลลิสเซน และเฟรเทอร์ (Paulissen and Frater. 1994: 3) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ในการรวมสื่อและควบคุมอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิด เช่น จอคอมพิวเตอร์ เครื่องเล่นวิดีโอแบบเลเซอร์ดิสต์ เครื่องเล่นแผ่นเสียงจากแผ่นซีดี เครื่องสังเคราะห์เสียงดนตรีและคำพูด เพื่อสื่อความหมาย

ฮอลล์ (Hall. 1996: 112) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย คือ โปรแกรมซอฟต์แวร์ที่อาศัยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งรวมถึงการนำเสนอข้อความสีสัน ภาพกราฟิก (graphic images) ภาพเคลื่อนไหว (animation) เสียง (audio sound) และภาพยนต์วีดิทัศน์(full motion video) ส่วนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (interactive multiedia) จะเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่รับการตอบสนองจากผู้ใช้โดยใช้คีย์บอร์ด (keyboard) เมาส์ (mouse) หรือตัวชี้ (pointer) เป็นต้น การใช้มัลติมีเดียในลักษณะปฏิสัมพันธ์ก็เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้หรือทำกิจกรรมรวมถึงดูสื่อต่างๆ ด้วยตนเองได้ สื่อต่างๆ ที่นำมารวมไว้ในมัลติมีเดีย เช่น ภาพ เสียง วีดิทัศน์ จะช่วยให้เกิดความหลากหลายในการใช้คอมพิวเตอร์ อันเป็นเทคโนโลยีในแนวทางใหม่ที่ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจ เพิ่มความสนุกสนานในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

บุปผชาติ ทัพหิกรณ์ (2538: 25) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย คือ การประสมประสาน อักขระ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและภาพวีดิทัศน์ สื่อความหมายข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ไปสู่ผู้ใช้โปรแกรม

วิภาวดี วงศ์เลิศ (2544: 21) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง สื่อประสมที่ประกอบด้วย อักขระ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวีดิทัศน์ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอและควบคุมการทำงานให้เป็นระบบที่สมบูรณ์ และเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

เผชิญ กิจระการ (2549: 42) ได้กล่าวถึง คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียว่า คือ การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ในการสื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ กราฟิก (Graphic) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Sound) และวีดิทัศน์ (Video) เป็นต้น

จากการให้ความหมายคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอเนื้อหาสาระ โดยการนำเสนอนั้นใช้สื่อประสมที่ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง มีรูปแบบปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอเนื้อหา ถามคำถามและรับคำตอบจากผู้เรียนตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนรู้

2.3 ประเภทของมัลติมีเดีย

พอลลิสเซน และเฟรเทอร์ (นพพร มานะ 2542: 12 – 14; อ้างอิงจาก Paulissen and Frater.1994: 5 -10) ได้กล่าวว่า มัลติมีเดียสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการใช้งาน ได้ดังนี้

1. มัลติมีเดียเพื่อการศึกษา (Education Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน เริ่มได้รับความนิยมและนำมาใช้ฝึกอบรม (Computer Based Training) เฉพาะงาน ก่อนที่จะนำมาใช้ในระบบชั้นเรียนอย่างจริงจัง เช่น โปรแกรมการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โปรแกรมพัฒนาภาษา โปรแกรมทบทวนสำหรับเด็ก ฯลฯ มี 3 รูปแบบ แบ่งตามประเภทการใช้งาน ดังนี้

1.1 Self Training เป็นโปรแกรมการศึกษาที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองในด้านทักษะต่างๆ มีการนำเสนอ (Presentation) หลายรูปแบบ เช่น การฝึกหัด (Drill and Practice) แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นต้น จะเน้นการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล เป็นสื่อที่ทั้งการสอนความรู้ การฝึกหัด และการประเมินผลภายในโปรแกรมเดียว ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีครูผู้สอน

1.2 Assisted Instruction เป็นโปรแกรมการศึกษาที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้ข้อมูล หรือใช้ประกอบการสอนเนื้อหาต่างๆ (Tutorial) เป็นต้น หรือในโปรแกรมจะสร้างเป็นไฮเปอร์เท็กซ์ ที่ใช้สำหรับเชื่อมโยงเข้าสู่รายละเอียดที่นำเสนอไว้ ช่วยให้ได้ค้นคว้าง่ายขึ้น

1.3 Edutainment เป็นโปรแกรมการศึกษาที่ประยุกต์ความบันเทิงกับความมีรูปแบบในการนำเสนอแบบเกม(Games) หรือการเสนอความรู้ในลักษณะเกมสถานการณ์จำลอง (Game Simulation) หรือจะเป็นการนำเสนอเรื่องสั้น (Mini Series) เป็นต้น

2. มัลติมีเดียเพื่อฝึกอบรม (Training Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อการฝึกอบรม เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพบุคคล ด้านทักษะการทำงาน เจตคติต่อการทำงานในหน่วยงาน

3. มัลติมีเดียเพื่อความบันเทิง (Entertainment Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อความบันเทิง เช่น เพลง การ์ตูน ภาพยนตร์ เป็นต้น

4. มัลติมีเดียเพื่องานด้านข่าวสาร (Information Access Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่รวบรวมข้อมูลใช้เฉพาะงาน ข้อมูลเก็บไว้ในรูปของ CD-ROM หรือมัลติมีเดียเพื่อช่วยรับส่งข่าวสาร (Conveying Information) ใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการรับส่งข่าวสารการประชาสัมพันธ์ไปยังกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ

5. มัลติมีเดียเพื่องานขายและการตลาด (Sales and Marketing Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดีย เพื่อการนำเสนอและส่งข่าวสาร (Presentation and Information) เป็นการนำเสนอและส่งข่าวสารในรูปแบบวิธีการที่น่าสนใจ ประกอบด้วยสื่อหลายอย่างประกอบการนำเสนอ เช่น ด้านการตลาด รวบรวมข้อมูลการซื้อขาย แหล่งซื้อสินค้าต่างๆ นำเสนอข่าวสารด้านการซื้อขายทุกด้าน ผู้ที่สนใจยังสามารถสั่งซื้อสินค้าหรือคำอธิบายเพิ่มเติมในเรื่องนั้นๆ ได้ทันที

6. มัลติมีเดียเพื่อการค้นคว้า (Book Adaptation Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่รวบรวมความรู้ต่างๆ เช่น แผนผัง แผนที่ ภูมิประเทศของประเทศต่างๆ ทำให้การค้นคว้าเป็นไปอย่างสนุกสนาน มีรูปแบบเป็นฐานข้อมูลมัลติมีเดีย (Multimedia Databases) โดยผ่านโครงสร้างไฮเปอร์แท็กซ์ เช่น สารานุกรมต่างๆ โปรแกรม Microsoft Bookshelf , Compton's Family Encyclopedia , Tourist Information Medical Databases , Foreign databases etc.,

7. มัลติมีเดียเพื่อช่วยงานการวางแผน (Multimedia as a Planning Aid) เป็นกระบวนการสร้าง และนำเสนองานแต่ละชนิดให้มีความเสมือนจริง (Virtual Reality) มี 3 มิติ เช่น การออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรมและภูมิศาสตร์ หรือนำไปใช้ในด้านการแพทย์ การทหาร การเดินทางโดยสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อให้ผู้ใช้ได้สัมผัสเหมือนกับอยู่ในสถานการณ์จริง ซึ่งบางครั้งไม่สามารถที่จะไปอยู่ในสถานการณ์จริงได้

8. มัลติมีเดียเพื่อเป็นสถานีข่าวสาร (Information Terminals) จะพบเห็นในงานบริการข้อมูลข่าวสารในงานธุรกิจจะติดตั้งอยู่ส่วนหน้าของหน่วยงาน เพื่อบริการลูกค้า โดยลูกค้าสามารถเข้าสู่ระบบบริการของหน่วยงานได้ด้วยตนเอง สามารถใช้บริการต่างๆ ที่นำเสนอไว้โดยผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ สะดวกทั้งผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ มีลักษณะเป็นป้ายหรือจออิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ติดตามกำแพง (Multimedia Wall System) เสนอภาพ เสียง ข้อความต่างๆ ที่น่าสนใจ

9. ระบบเครือข่ายมัลติมีเดีย (Networking with Multimedia)

กิดานันท์ มลิทอง (2540: 262) ได้แบ่งประเภทของมัลติมีเดียทางการศึกษาในลักษณะต่างๆ ไว้ดังนี้

1. เกมเพื่อการศึกษา

การใช้เกมในลักษณะของมัลติมีเดีย จะเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี นอกเหนือไปจากความสนุกสนานจากการเล่นตามปกติ เกมจะมีการสอดแทรกความรู้ต่างๆ เช่น คำศัพท์ ความหมายของวัตถุ การฝึกทักษะด้านความเร็วในการคิดคำนวณ เกมจะแบ่งเป็นหลายประเภทเพื่อการเรียนรู้ในแต่ละด้าน เช่น เกมเพื่อการกีฬาจะช่วยให้เรียนรู้ด้านกฎกติกาในการแข่งขัน เปิดโอกาสให้เด็กปลดปล่อยความก้าวร้าวในตัวออกมา ช่วยให้ความว้าวุ่นสงบลง หรือ เกมด้านความเร็ว จะช่วยพัฒนาทักษะและประสาทมือและตาให้มีการทำงานที่สัมพันธ์กัน เป็นต้น

2. การสอบและทบทวน

มัลติมีเดียทางการศึกษาเพื่อการสอนและการทบทวนจะมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ เช่น การฝึกสะกดคำ การคำนวณและการเรียนภาษา ผู้เรียนจะมีโอกาสได้เรียนรู้จากการสอนในเนื้อหา และฝึกปฏิบัติเพื่อทบทวนไปด้วยในตัว จนกว่าจะเรียนเนื้อหาในแต่ละตอนได้เป็นอย่างดีแล้วจึงจะเริ่มในเนื้อหาใหม่ตามหลักของการสอนใช้คอมพิวเตอร์ เช่น ตัวอย่างของการเรียนภาษาสเปน จะเริ่มเรียนจากคำศัพท์แต่ละคำโดยมีภาพวีดิทัศน์ของเจ้าของภาษาพูดให้ฟัง เพื่อให้ผู้เรียนได้พูดตาม การฝึกพูดนี้สามารถบันทึกเสียงไว้ได้เพื่อผู้เรียนจะได้ฟังเสียงตนเองว่าพูดถูกต้องหรือไม่

3. สารสนเทศอ้างอิง

มัลติมีเดียที่ใช้สำหรับสารสนเทศเพื่อการศึกษา จะบรรจุในรูปแบบ CD-ROM เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้มาก โดยจะเป็นลักษณะเนื้อหาข้อมูลนานาประเภท เช่น พจนานุกรม สารานุกรม เป็นต้น

4. การจำลอง

มัลติมีเดียทางการศึกษาในลักษณะการจำลองสถานการณ์ นั้นเป็นวิธีการเลียนแบบหรือสร้างสถานการณ์จำลองโดยผู้เรียนได้สัมผัสกับเหตุการณ์ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์จริง การสัมผัสกับเหตุการณ์ อาจจะหมายถึง การทำความเข้าใจสถานการณ์ การเรียนรู้ที่จะควบคุมเหตุการณ์ การตัดสินใจในการแก้ปัญหาและการตอบโต้กับสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ โดยที่ในชีวิตจริงผู้เรียนอาจไม่สามารถแสดงปฏิกิริยาเหล่านี้ได้ มัลติมีเดียแบบจำลอง จะเริ่มด้วยการนำเสนอการจำลองสถานการณ์ ที่รูปแบบและกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของเนื้อหาข้อมูล และประเภทของการจำลอง ซึ่งกิจกรรมต่างๆ จะช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาจนกระทั่งเกิดการเรียนรู้

โปรแกรมจำลองสถานการณ์แบ่งเป็น

- การจำลองสถานการณ์เชิงกายภาพ เป็นการจำลองซึ่งจะอธิบายเนื้อหาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่สังเกตเห็นได้ เช่น การจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวกับเครื่องจักรกล เพื่อให้ได้เรียนรู้วิธีการบังคับเครื่องจักรกล เป็นต้น

- การจำลองสถานการณ์เชิงกระบวนการ เป็นการจำลอง ที่มุ่งอธิบายเนื้อหาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการ หรือแนวคิดใดๆ ที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ เช่น การทำงานด้านเศรษฐกิจ ผลกระทบของอุปสงค์ หรืออุปทานก่อตั้งราคา การเติบโตของประชากร เป็นต้น

จากการศึกษาประเภทของมัลติมีเดีย สรุปได้ว่า ประเภทของมัลติมีเดียนั้น มีหลากหลายประเภททั้งต้องขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ในเนื้อหาการเรียนการสอนที่รูปแบบแตกต่างกันออกไป เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับเนื้อหาในบทนั้นๆ

2.4 องค์ประกอบของมัลติมีเดีย

มัลติมีเดีย เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่รวบรวมความสามารถหลายๆ ด้านเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความน่าสนใจในสื่อ มีทั้งระบบการนำเสนอภาพและเสียงพร้อมๆ กัน ซึ่งลดช่วยปริมาณงานที่เป็นรูปแบบเอกสาร เพิ่มระบบการค้นหาคำที่เป็นระบบในงานเอกสารที่เรียกว่า “Hypertext” มัลติมีเดียจึงต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ (Green. 1993: 12-16; Tway. 1995: 5-7)

1. ข้อความ (Text) หมายถึง ตัวหนังสือหรือข้อความที่สามารถสร้างได้หลายแบบหลายขนาด การออกแบบให้ข้อความเคลื่อนไหวให้สวยงาม แปลกตาและน่าสนใจได้ตามความต้องการ สามารถสร้างข้อความให้มีการเชื่อมโยงกับคำสำคัญอื่นๆ ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการเน้นข้อความนั้นด้วยสี หรือขีดเส้นใต้ ที่เรียกว่า “Hypertext” ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการเน้นสีตัวอักษร (Heavy Index) เพื่อให้ผู้ใช้ทราบตำแหน่งที่จะเข้าสู่คำอธิบายเพิ่มเติม

2. เสียง (Sound) เป็นการนำเสียงมาประกอบในการนำเสนอ เช่น เสียงดนตรี เสียงบรรยาย เสียงจากธรรมชาติ เพื่อประกอบการนำเสนอที่เหมือนจริง และให้ผู้ใช้รู้สึกว่าได้อยู่ในเหตุการณ์จริง

2.1 เสียงในระบบมัลติมีเดียเป็นสัญญาเสียงดิจิตอล หมายถึง การนำเอาสัญญาณเสียงต่อเนื่องที่เรียกว่า “อนาล็อก” เปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยการสุ่มเป็นช่วงๆ แล้วเก็บค่าความแรงของสัญญาณเป็นตัวเลข แล้วนำไปบันทึกตัดต่อเข้ากับข้อมูลปกติ เรียกว่า “Sampling rate” หมายถึง จำนวนครั้งในการอ่านสัญญาณเสียงต่อวินาที จำนวนบิตที่ใช้เก็บค่าสัญญาณแต่ละค่าที่ได้จากการสุ่มแต่ละครั้ง เรียกว่า “Sampling size” เท่ากับ 8 บิต หรือ 16 บิต ที่เป็นมาตรฐานของ CD-DA คือ 16 บิต Sampling size 44.1 kHz ซึ่งให้เสียงได้ทุกเสียงเท่าที่ความสามารถของหูมนุษย์ทุกคนจะได้ยิน

2.2 แฟ้มเสียง เสียงดิจิตอลที่บันทึกด้วยคอมพิวเตอร์แมคอินทอช นิยมใช้ชื่อแฟ้มลงท้ายด้วย .AIF หรือ .SND ส่วนในประกอบด้วยวินโดว์ส .WAF แฟ้มเสียงที่เกิดจากเครื่องดนตรีสังเคราะห์ที่มีระบบมิติจะลงท้ายด้วย .MIDI ซึ่งย่อมาจาก “Music Instrument Digital Interface” เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เพื่อสังเคราะห์เสียงดนตรีจากผู้ผลิตหลายยี่ห้อ สามารถติดต่อกันโดยสัญญาณข้อมูลผ่านสายเคเบิล MIDI ผู้ใช้สามารถที่จะอัดเสียงร้องเพลงและเสียงจากคีย์บอร์ดหรือดนตรีอื่นๆ พร้อมๆ กันได้

3. ภาพ (Picture) นำเสนอด้วยภาพวาด ภาพถ่าย หรือนำเสนอในรูปไอคอนแทนการเสนอภาพทั้งหมด

3.1 ภาพนิ่ง (Still Picture) สามารถสร้างได้ด้วยเครื่องสแกนภาพมาเก็บไว้ หรือใช้โปรแกรมสำหรับสร้างภาพนิ่ง เช่น โปรแกรมประเภท CAD 3D Studio

3.2 ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) ภาพเคลื่อนไหวเกิดจากการนำภาพนิ่งที่ต่อเนื่องกันมาแสดงติดต่อกันด้วยความเร็วที่สายตาไม่สามารถจับได้ จำนวนภาพที่ใช้สำหรับทีวีทั่วไป คือ 30 ภาพต่อวินาที ภาพนิ่ง 1 ภาพ เรียกว่า 1 เฟรม เนื่องจากการสร้างภาพสีต้องใช้หน่วยความจำมาก จึงได้มีการคิดค้นการบีบอัดสัญญาณภาพให้มีหน่วยความจำลดลง เรียกว่า Video Compression หรือที่รู้จักกันคือ MPEC (Moving Picture Expert Group) ซึ่งบีบอัดได้ทั้งภาพและเสียง

4. ปฏิสัมพันธ์ (Interactive) นับว่าเป็นประโยชน์ที่มีความโดดเด่นมากกว่าสื่ออื่นๆ สามารถทำให้ผู้ใช้ได้โต้ตอบกับสื่อได้ด้วยตนเอง และมีโอกาสเลือกที่จะเข้าสู่ส่วนใดส่วนหนึ่งของการนำเสนอได้ตามความสนใจของตน

กิดานันท์ มลิทอง (2543ก: 271-272) อธิบายว่า มัลติมีเดียในปัจจุบันจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการเสนอสารสนเทศในรูปแบบรวมของข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว และภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ เพื่อรวมเป็นองค์ประกอบของมัลติมีเดียในลักษณ์ของ “สื่อหลายมิติ” โดยก่อนที่จะมีการประมวลเป็นสารสนเทศนั้น ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับรูปแบบโดยแบ่งเป็นลักษณะดังนี้

1. ภาพนิ่ง ก่อนที่จะภาพถ่ายหรือภาพต่างๆ ที่เป็นภาพนิ่งจะเสนอบนจอคอมพิวเตอร์ให้ดูสวยงามนั้น ภาพเหล่านี้จะต้องถูกเปลี่ยนรูปแบบก่อนเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถใช้และเสนอภาพเหล่านั้นได้ โดยมีรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก 2 รูปแบบ คือ

1.1 กราฟิกแผนที่บิท (Bitmapped graphics) เป็นกราฟิกที่แสดงด้วยจุดภาพในแนวตั้งและแนวนอนเพื่อประกอบรวมเป็นภาพ ภาพที่อยู่ในรูปแบบนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย .gif, .tiff และ.bmp

1.2 กราฟิกเส้นสมมติ (Vector graphics) เป็นกราฟิกที่ใช้สูตรคณิตศาสตร์ในการสร้างภาพ โดยที่จุดภาพจะถูกระบุด้วยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แทนที่จะอยู่ในแนวตั้งและแนวนอน ภาพกราฟิกประเภทนี้จะสร้างและแก้ไขได้ง่ายและมองดูสวยงามกว่ากราฟิกแผนที่บิท ภาพที่อยู่ในรูปแบบนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย .eps, .wmf, และ .pict

2. ภาพเคลื่อนไหว หมายถึง ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว หรือที่เรียกกันว่าภาพแอนิเมชั่น (Animation) ซึ่งนำภาพกราฟิกที่วาดหรือถ่ายเป็นภาพนิ่งไว้มาสร้างให้เคลื่อนไหวด้วยโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการจำลองสถานการณ์จริง เช่น ภาพการขับเครื่องบินนอกจากนี้ยังอาจใช้การเพิ่มผลพิเศษ เช่น การหลอมภาพ (Morphing) ซึ่งเป็นเทคนิคการทำให้เคลื่อนไหวโดยใช้ “การเติมช่องว่าง” ระหว่างภาพที่ไม่เหมือนกัน เพื่อให้ดูเหมือนว่าภาพหนึ่งถูกหลอมละลายไปเป็นอีกภาพหนึ่ง โดยมีการแสดงการหลอมของภาพหนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่ง

3. ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ การบรรจุภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ลงในคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องใช้โปรแกรมและอุปกรณ์เฉพาะในการจัดทำ ปกติแล้วแฟ้มภาพวีดิทัศน์จะมีขนาดเนื้อที่บรรจุใหญ่มาก ดังนั้นจึงต้องลดขนาดแฟ้มภาพลงด้วยการใช้เทคนิคการบีบอัดภาพ (Compression) ด้วยการลดพารามิเตอร์บางส่วนของสัญญาณในขณะที่คงเนื้อหาสำคัญไว้รูปแบบของภาพวีดิทัศน์บีบอัดที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ Quick Time, AVI และ MPEG

4. เสียง เช่นเดียวกับข้อมูลภาพ เสียงที่ใช้ในมัลติมีเดียจำเป็นต้องบันทึกและจัดรูปแบบเฉพาะเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและใช้ได้ รูปแบบเสียงที่นิยมใช้กันมากจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ Waveform (WAV) และ Musical instrument digital interface (MIDI) แฟ้มเสียง WAV จะบันทึกเสียงจริงดังเช่นเสียงเพลงในแผ่นซีดีและจะเป็นแฟ้มขนาดใหญ่จึงจำเป็นต้องได้รับการบีบอัดก่อนนำไปใช้แฟ้มเสียง MIDI จะเป็นการสังเคราะห์เสียงเพื่อสร้างเสียงใหม่ขึ้นมาจึงทำให้แฟ้มมีขนาดเล็กกว่าแฟ้มเสียง WAV แต่คุณภาพเสียงจะด้อยกว่า

5. ส่วนต่อประสาน เมื่อมีการนำข้อมูลต่างๆ มารวบรวมสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลด้วยโปรแกรมสร้างสื่อประสมแล้ว การที่จะนำองค์ประกอบต่างๆมาใช้งานได้นั้นจำเป็นต้องใช้ส่วนต่อประสาน (Interface) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานโต้ตอบกับข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้นได้ส่วนต่อประสารที่ปรากฏบนจอภาพจะมีมากมายหลายรูปแบบ เช่น รายการเลือกแบบผุดขึ้น (Pop-up menus) แถบเลื่อน (Scroll bar) และสัญลักษณ์รูปแบบต่างๆ เป็นต้น

6. การเชื่อมโยงหลายมิติ ส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของการใช้งานในรูปแบบสื่อประสมในลักษณะของสื่อหลายมิติ คือ ข้อมูลต่างๆสามารถเชื่อมโยงกันได้อย่างรวดเร็วโดยใช้จุดเชื่อมโยงหลายมิติ (Hyperlink) การเชื่อมโยงนี้จะสร้างการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลตัวอักษร ภาพและเสียง โดยการใช้สีข้อความขีดเส้นใต้ หรือรูปที่ใช้แทนสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น รูปลำโพง รูปฟิล์ม ฯลฯ เพื่อให้ผู้ใช้คลิกที่จุดเชื่อมโยงเหล่านั้นไปยังข้อมูลที่ต้องการ

จากการศึกษาองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจากนักการศึกษา สรุปได้ว่าองค์ประกอบของมัลติมีเดียที่สำคัญนั้นมีด้วยกัน 4 ประการด้วยกัน คือ ข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ซึ่งถือว่าเป็นคุณสมบัติของสื่อการสอนที่มีความสามารถสูงประเภทหนึ่ง

2.5 การนำมัลติมีเดียมาใช้ทางการศึกษา

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2542: 68 - 72) ได้กล่าวถึงการนำระบบมัลติมีเดียไปใช้ทางการศึกษาได้ดังนี้

1. ใช้สนับสนุนการบรรยาย (Computer – Generated lecture Support) การนำเสนอภาพ อักษร และเสียงผ่านจอภาพขนาดใหญ่ให้ผู้เรียนได้ชมขณะบรรยายสามารถช่วยสนับสนุนการบรรยายให้มีประสิทธิภาพขึ้น เพราะนอกจากจะสามารถตัดต่อได้อย่างทันทีแล้วยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีส่วนร่วมได้อีกด้วย

2. ใช้สำหรับการสื่อสารผ่านเครือข่าย (On – line Communication) การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเป็นระบบเครือข่ายทำให้สามารถติดต่อ ส่งข่าวสาร ส่งรายงาน การบ้าน รวมทั้งการเรียนแบบประชุมทางไกล และยังนำเสนอได้ทั้งภาพนิ่งและ ภาพวีดิทัศน์ กราฟิก การจำลองสถานการณ์ (Simulation) ต่างๆ ได้

3. ใช้ในการค้นคว้าข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อการวิจัย (Database Research) การสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลระยะไกลหรือจากฐานข้อมูลบนแผ่น CD – ROM ช่วยให้การสืบค้นเพื่อทำการวิจัยสะดวกขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถคัดลอกเอาคำบรรยายภาพ เสียง หรือ วีดิทัศน์ นำออกมาใช้ได้สะดวกรวดเร็ว

4. ใช้สำหรับการเรียนการสอน (Computer – Instruction หรือ Computer – Based Training หรือ Computer – Assisted Instruction) เป็นการสร้างบทเรียนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนกับคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง โดยบทเรียนได้มีการจัดเตรียมไว้แล้วให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนที่สามารถนำเสนอได้ทั้งภาพ เสียง สถานการณ์จำลอง และคำบรรยาย บทเรียนที่สร้างขึ้นในปัจจุบันเป็นระบบมัลติมีเดียเป็นส่วนมาก

5. ใช้ในการฝึกทักษะด้วยการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) คอมพิวเตอร์ที่สามารถสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มทักษะและเตรียมตัวก่อนลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งอาจช่วยลดอันตรายและค่าใช้จ่ายจากการฝึกสถานการณ์จริงได้

6. ใช้สนับสนุนการปฏิบัติงาน (Performance Support System) ความสามารถในการนำเสนอสารสนเทศในรูปแบบต่างๆ ทั้งภาพเสียง อักษร และสถานการณ์จำลองรากฐานข้อมูลทั้งใกล้และไกลให้ปรากฏขึ้นบนจอภาพได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถใช้เป็นสิ่งสนับสนุนให้การทำงานดีขึ้น เช่น การช่วยจำให้คำแนะนำค้นหา แสดงประวัติ ความหมาย แผนที่ และอื่นๆ ที่ต้องใช้ข้อมูลเหล่านี้ในสถานศึกษาอยู่เสมอ ทั้งอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และผู้เรียนสามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยให้ภารกิจของตนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เผชิญ กิจระการ (2549: 40) ได้กล่าวถึงบทบาทของมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาในปัจจุบัน มีดังต่อไปนี้

1. มัลติมีเดียในรูปแบบของซีดีรอมมีลักษณะเด่นคือเก็บข้อมูลได้มาก ผู้เรียนสามารถใช้ได้ง่าย นอกจากนั้นยังเก็บรักษาและพกพาได้สะดวก

2. มัลติมีเดียช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพ ความสะดวก และความต้องการของตน

3. มัลติมีเดียเปลี่ยนบทบาทของครูจากผู้สอนและป้อนความรู้ให้แก่นักเรียน เป็นผู้ทำหน้าที่ช่วยชี้แนะและกำกับ

4. มัลติมีเดียทำให้เกิดการสอนที่หลากหลายรูปแบบ เช่น สามารถสร้างสถานการณ์จำลองช่วยให้มีการฝึกฝนการแก้ไขปัญหา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อวิธีการเรียนรู้ และกระบวนการคิดหาคำตอบ

5. มัลติมีเดียเพื่อการศึกษา สามารถออกแบบให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายต่างๆ โดยเฉพาะเจาะจงเช่น กลุ่มอายุ อาชีพ และความรู้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของผู้เรียน

6. ปัจจุบันนี้ มีการพัฒนาโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนที่ง่ายต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น ทำให้ครู นักเรียน และบุคคลทั่วไปสามารถสร้างบทเรียนมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาด้วยตนเองได้

7. มัลติมีเดียช่วยลดข้อจำกัดด้านสภาพภูมิศาสตร์ เพราะผู้เรียนสามารถติดต่อโต้ตอบกับครู และนักเรียนด้วยกันได้ตลอดเวลา ทั้งแบบ synchronous และ asynchronous ทั้งยังสามารถเชื่อมโยง บันทึก และเรียกใช้ข้อมูลจากคลัง (digital archive) ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ และสถานศึกษาทั่วโลกได้ เป็นการส่งเสริมโอกาสที่เท่าเทียมกันในการศึกษาอีกทางหนึ่ง

8. ศักยภาพของมัลติมีเดียมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว และหลากหลายรูปแบบตามวิวัฒนาการของเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเฉพาะเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตซึ่งช่วยส่งเสริมให้ศักยภาพของมัลติมีเดียสามารถให้บริการในรูปแบบต่างๆ แก่ผู้ใช้จำนวนมหาศาลบนเครือข่ายสากล อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาที่ไร้พรมแดนอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

จากการศึกษาการนำมัลติมีเดียมาใช้ทางการศึกษา สรุปได้ว่า การนำมัลติมีเดียมาใช้ในการศึกษามีบทบาทสำคัญในการศึกษามากขึ้น ทั้งยังสามารถช่วยให้การเรียนการสอนนั้นสะดวก ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้น ทำให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้ อีกทั้งยังสามารถนำบทเรียนที่เก็บลงซีดีรอมพกพาไปเรียนในที่ที่เราต้องการได้ด้วย

2.6 ประโยชน์ของมัลติมีเดีย

แฮนนาฟิน และเพค (Hannafin and Peck. 1988: 63) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมัลติมีเดียไว้ดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหาฉับไว แทนที่ผู้เรียนจะต้องเปิดเนื้อหาบทเรียนทีละหน้าก็กดแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์เพื่อเลือกบทเรียนแทน

2. คอมพิวเตอร์สามารถเสนอรูปภาพเคลื่อนไหว ซึ่งมีประโยชน์มากต่อบทเรียนที่มีภาพสลับซับซ้อนและเหตุการณ์ที่ควรเน้น

3. มีเสียงประกอบได้ทำให้เกิดความน่าสนใจ และเพิ่มศักยภาพทางการเรียน

4. สามารถเก็บข้อมูลเนื้อหาได้มากกว่าหนังสือหลายเท่า เช่น แผ่นซีดีรอม 1 แผ่น เก็บข้อมูลได้ 6800 ล้านตัวอักษร ส่วนหนังสือ 300 หน้า มีตัวหนังสือประมาณสามแสนถึงสี่แสนตัว ดังนั้น ซีดีรอม 1 แผ่น จะเก็บหนังสือได้ประมาณ 200 เล่ม

5. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้อย่างแท้จริง บทเรียนสามารถควบคุม และช่วยเหลือผู้เรียนได้มากในขณะที่หนังสือทำไม่ได้

6. บทเรียนมัลติมีเดียสามารถบันทึกผลการเรียนประเมินผล การเรียนซ้ำๆ หลายครั้งโดยไม่จำกัด

7. สามารถนำติดตัวไปเรียนที่สถานที่ต่างๆ ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์โดยไม่จำกัดเวลาทำให้เกิดการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กิดานันท์ มลิทอง (2543ข: 253 - 254) ได้สรุปประโยชน์ของมัลติมีเดียไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่

2. การใช้สี ภาพลายเส้นที่ดูคล้ายเคลื่อนไหวได้ ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเสมือนจริง และเร้าใจให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมต่างๆ

3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ จะช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นตอนต่อไป

4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน และแสดงผลของความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน จะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้าสามารถไปได้ตามความสามารถของตน โดยสะดวกและไม่รีบเร่งไม่ต้องอายผู้อื่นและไม่ต้องอายเมื่อตอบคำถามผิด

6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอน ในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถที่จะบรรจุข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการนำออกมาใช้

ช่อบุญ จิรานุภาพ (2542: 18) ได้สรุปถึงประโยชน์ของมัลติมีเดียไว้ดังนี้

1. มัลติมีเดียเป็นสื่อประสมที่มีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษร และเสียง ซึ่งนำเสนอผ่านทางคอมพิวเตอร์ นั้นนับว่าเป็นสื่อที่สามารถดึงดูดความสนใจ และทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย

2. มัลติมีเดียเป็นการนำสื่อหลายประเภทมารวมเข้าด้วยกัน โดยมีคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการผลิต ซึ่งสื่อความหมายได้ดี

3. ผู้ที่ใช้สื่อประสมมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และสื่อต่างๆ โดยมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อกิจกรรมการเรียนรู้

4. สื่อความหมายได้ดีและรวดเร็ว เข้าใจได้ง่าย สามารถจัดลำดับให้ผู้เรียนติดตาม

5. ลดเวลาในการจัดการเรียนการสอน เพราะความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนบางคนไม่จำเป็นต้องเข้าห้องเรียน เพื่อศึกษาจากบทเรียนมัลติมีเดีย

6. ประหยัดทรัพยากรบุคคลในการเรียนการสอน

จากการศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์ของมัลติมีเดีย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. มัลติมีเดียเป็นสื่อที่มีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และตัวอักษร จึงเป็นการสร้างบรรยากาศ ดึงดูดความสนใจทำให้นักเรียนอยากที่จะเรียน ทั้งยังไม่น่าเบื่อหน่ายอีกด้วย

2. ความสามารถในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์มาก จึงทำให้สามารถบันทึกคะแนนนักเรียนได้หลายครั้งโดยไม่จำกัด

3. เป็นสื่อประสมที่มีความหลากหลาย การนำเสนอข้อความรู้ในเรื่องเดียวกันสามารถทำได้ชัดเจน และสื่อความหมายได้ดี ทั้งยังสามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่างๆ ที่มีคอมพิวเตอร์ได้ด้วย

4. ทำให้ลดเวลาในการเรียน ทำให้ผู้สอนขยายขีดความสามารถในการควบคุมนักเรียนได้ใกล้ชิดมากขึ้น

5. ผู้ใช้สื่อสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์และสื่อต่างๆ ที่มาประกอบได้ โดยมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อกิจกรรมที่เป็นการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ในรูปของการสื่อสารสองทาง ทำให้เรียนรู้ได้เป็นอย่างดี เข้าใจได้ง่าย และสามารถจัดลำดับในการเรียนให้ผู้เรียนติดตาม

6. ประหยัดทรัพยากรบุคคลในการสอน

2.7 ทฤษฎีและหลักการทางจิตวิทยาสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การออกแบบโครงสร้าง หรือลำดับการนำเสนอเนื้อหาด้วยแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สร้างจะต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการออกแบบ ซึ่งต้องอาศัยทฤษฎีและหลักการมาเกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างถูกต้อง

แฮนนาฟินและเพค (Hannafin and Peck. 1988: 46-50) ได้กล่าวถึง การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ว่าจะต้องอาศัยหลักการ และการประยุกต์จากทฤษฎีการเรียนรู้พฤติกรรมนิยม (Behavioral Learning Theory) ซึ่งเน้นความสำคัญของสิ่งเร้า พฤติกรรมการตอบสนองซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ และการเสริมแรงซึ่งจะช่วยทำให้เกิดพฤติกรรม นอกจากนั้นการออกแบบโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพยังต้องอาศัยทฤษฎีปัญญานิยม ซึ่งมีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากผู้เรียนรับสิ่งเร้าผ่านกระบวนการสัมผัส แล้วจัดรูปแบบเก็บไว้ในความจำระยะสั้น และเปลี่ยนรูปหรือที่เรียกว่า การเข้ารหัส (Encoding) เก็บไว้ในความจำระยะยาว หลังจากนั้นสามารถเรียกสิ่งที่เรียนไปแล้วมาใช้ได้

อเลสซี่และทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1991: 11-13) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitive Threory) ว่ามีความสำคัญที่สุดต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ องค์ประกอบจากทฤษฎีปัญญานิยมที่ต้องคำนึงถึงสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ได้แก่

1. การรับรู้และการใส่ใจ (Perception and Attention) การเรียนรู้นั้นขึ้นอยู่กับการใส่ใจกับสิ่งเร้าและรับรู้สิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง องค์ประกอบที่อาจจะช่วยให้เกิดการรับรู้ของนักเรียน คือ การออกแบบการนำเสนอ เช่น รายละเอียดของเนื้อหาและการมีลักษณะที่เหมือนจริง การใช้สีและเสียงประกอบ รูปแบบและขนาดตัวอักษร นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงระดับความสามารถ ความสนใจ องค์ประกอบเหล่านี้จะทำให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนตลอดเวลา

2. ความจำ (Memory) เนื้อหาที่เรียนรู้จะต้องเก็บไว้ในความจำ และความสามารถในการนำออกมาใช้ได้ หลักสองประการที่จะช่วยในการจำของนักเรียน คือ หลักการจัดและรวบรวม

(Organization) และหลักการกระทำซ้ำ (Repetition) การเรียนเนื้อหาใหม่ของนักเรียน หากนักเรียนใช้หลักการจัดและรวบรวมยังไม่เหมาะสม อาจจะใช้หลักการกระทำซ้ำเพื่อช่วยในการจำของนักเรียน

3. ความเข้าใจ (Comprehension) เมื่อนักเรียนรับรู้สิ่งเร้าและนำมาเก็บไว้ในความจำ นักเรียนจะต้องสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาได้

4. การเรียนรู้โดยการแสดงพฤติกรรมหรือการกระทำ (Active Learning) นักเรียนควรได้เรียนรู้โดยการกระทำ ไม่ใช่เรียนรู้โดยการสังเกต การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะทำให้นักเรียนสามารถรับรู้ เข้าใจความรู้ใหม่และเกิดทักษะ

5. แรงจูงใจ (Motivation) เป็นองค์ประกอบที่จะช่วยให้บทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นที่น่าสนใจและสร้างแรงจูงใจให้เกิดกับนักเรียน นั้นควรจะต้องคำนึงถึงการสร้างความท้าทาย สร้างความกระตือรือร้นแก่นักเรียน และการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการควบคุมบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจและเกิดการเรียนรู้

6. สภาพการควบคุม (Locus of Control) การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรจะคำนึงถึงการควบคุมลำดับการนำเสนอ การควบคุมเนื้อหาและวิธีการ ตลอดจนองค์ประกอบอื่นๆ ทั้งนักเรียนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ ควรจะมีส่วนร่วมในการควบคุมการเรียนการสอน

7. การถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of Learning) นักเรียนควรที่จะสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในโลกแห่งความเป็นจริง ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการที่นักเรียนได้รับการฝึกหัด การมีปฏิสัมพันธ์ การมีลักษณะที่เหมือนจริงของการสอนและวิธีการใช้งานในบทเรียนคอมพิวเตอร์

8. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล วิธีการนำเสนอและกิจกรรมควรจะสนองตอบและสอดคล้องตามระดับความสามารถของนักเรียน ควรมีระบบให้ความช่วยเหลือหรือ แนะนำนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนต่ำ

พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2539: 46) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการเรียนการสอนที่ใช้เป็นหลักการในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้แนวคิดกระบวนการของจิตวิทยาการเรียนรู้ซึ่งเป็นจิตวิทยาที่เน้นกระบวนการคิด และใช้วิธีวิเคราะห์การเรียนรู้ข่าวสารของมนุษย์ดังนี้

กิจกรรมในการเรียนการสอน	กระบวนการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน
1. สร้างความตั้งใจในตัวผู้เรียน	- ก่อให้เกิดความสนใจขึ้น
2. บอกเป้าหมายของการเรียนในบทเรียน	- ก่อให้เกิดความตั้งใจมากยิ่งขึ้น
3. กระตุ้นความทรงจำในบทเรียนที่เคยเรียนมาก่อนหน้านี้	- เกิดการระลึกถึงความรู้เดิม
4. เสนอสิ่งเร้าที่หลากหลาย	- คัดเลือกสิ่งที่น่าสนใจต่อลักษณะของแต่ละเนื้อหาวิชา

กิจกรรมในการเรียนการสอน	กระบวนการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน
5. แนะนำการเรียนในระหว่างบทเรียน	- เกิดข้อสรุปในเนื้อหาวิชา
6. ใช้วัสดุการเรียนช่วยเร้าในระหว่างเรียน	- เปิดโอกาสให้ตอบคำถามเพื่อให้เป็นช่องทางที่จะดึงเอาความรู้ออกจากความทรงจำ
7. ให้มีการบอกข้อมูลหรือเนื้อหาซ้ำๆ อย่างเพียงพอในขณะเรียนบทเรียน	- ช่วยย้ำการจำแนกเกี่ยวกับการเรียน
8. กำหนดความสำเร็จของการเรียนในระหว่างเรียนบทเรียน	- การเรียนรู้จะเกิดขึ้นและอ้างอิงไปถึงเป้าหมายของการเรียนได้
9. สนับสนุนให้เกิดความคงทนและความจำในการเรียน เพื่อถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่ความเข้าใจใน Concept ของเรื่องนั้นๆ	- ถ่ายโยงการเรียนรู้ หรือ Concept ไปสู่งาน หรือ เรื่องที่คล้ายๆ กันได้

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541: 51 – 67) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีหลักๆที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์และส่งผลต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังนี้

1. ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)

นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ที่มีความเชื่อในทฤษฎีพฤติกรรมนิยมที่มีชื่อเสียงมากที่สุด ได้แก่ สกินเนอร์ (B.F Skinner) โดยนักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีความเชื่อว่า การเรียนรู้ของมนุษย์นั้นเป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก และเชื่อในทฤษฎีเกี่ยวกับการวางเงื่อนไข (Operant Conditioning) โดยมีแนวความคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนอง (S – R Theory) และการให้การเสริมแรง (Reinforcement) ทฤษฎีนี้เชื่อว่า “การเรียนรู้เกิดจากการที่มนุษย์ตอบสนองต่อสิ่งเร้า และพฤติกรรมการตอบสนองจะเข้มข้นขึ้นหากได้รับการเสริมแรงที่เหมาะสม”

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวความคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยม นี้จะเป็นโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะเชิงเส้นตรง (Linear) โดยนักเรียนทุกคนจะได้รับการนำเสนอเนื้อหาในลำดับที่เหมือนกันและตายตัว ซึ่งเป็นลำดับที่ผู้สอนได้พิจารณาแล้วว่าเป็นลำดับการสอนที่ดี และนักเรียนสามารถจะเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนั้นจะมีการตั้งคำถามเพื่อถามนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ โดยหากนักเรียนตอบถูกก็จะได้รับการตอบสนองในรูปแบบผลป้อนกลับทางบวกหรือรางวัล (Reward) เช่นคำชมเชย หรือการเสริมแรงทางลบ เช่น การกลับไปศึกษาบทเรียนอีกครั้ง หรือคำอธิบายเพิ่มเติม เป็นต้น

2. ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism Theory)

ทฤษฎีปัญญานิยมนี้ เกิดจากแนวคิดของชอมสกี้ (Chomsky) ที่มีแนวความคิดที่แตกต่างไปจากทฤษฎีพฤติกรรมนิยม โดยชอมสกี้เชื่อว่าพฤติกรรมมนุษย์นั้นเป็นเรื่องของภายในจิตใจ เชื่อว่ามนุษย์นั้นมีความแตกต่างกันทั้งในด้านความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ ความสนใจ และความถนัด ดังนั้นในการเรียนรู้จึงมีกระบวนการหรือขั้นตอนที่แตกต่างกัน ทฤษฎีปัญญานิยมนี้

ส่งผลต่อการเรียนการสอนที่สำคัญในยุคนั้น กล่าวคือ ทฤษฎีปัญญานิยมทำให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบในลักษณะสาขา (Branching) ของ คราวเดอร์ (Crowder) โดยคราวเดอร์ ได้ออกแบบบทเรียนในลักษณะสาขา (Branching) ซึ่งเป็นบทเรียนในลักษณะที่ให้ผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตนเองมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีอิสระในการเลือกลำดับของการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมกับตัวเอง นักเรียนแต่ละคนไม่จำเป็นต้องเรียนตามลำดับที่เหมือนกัน เนื้อหาของบทเรียนจะได้รับการนำเสนอ โดยขึ้นอยู่กับความสนใจ ความถนัด และความสามารถของนักเรียนเป็นสำคัญ

3. ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Scheme Theory)

ทฤษฎีโครงสร้างความรู้เป็นทฤษฎีที่อยู่ภายใต้ทฤษฎีปัญญานิยม เพียงแต่ทฤษฎีโครงสร้างความรู้จะเน้นในเรื่องของโครงสร้างภายในของความรู้มนุษย์นั้น มีลักษณะที่เชื่อมโยงกันเป็นกลุ่ม หรือโหนด (Node) การที่มนุษย์จะเรียนรู้อะไรใหม่ๆ นั้นจะเป็นการนำความรู้ใหม่ๆ นั้นไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม นอกจากนั้น ทฤษฎีนี้ยังมีความเชื่อเกี่ยวกับความสำคัญของการรับรู้ โดยเชื่อว่าการรับรู้เป็นสิ่งสำคัญของการเรียนรู้ ไม่มีการเรียนรู้ใดที่เกิดขึ้นโดยปราศจากการรับรู้ จากการกระตุ้นจากเหตุการณ์หนึ่งๆ ทำให้เกิดการรับรู้ และการรับรู้จะเป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม นอกจากนั้น โครงสร้างความรู้ยังช่วยในการระลึก (Recall) ถึงสิ่งต่างๆ ที่เราเคยเรียนรู้มาแล้วอีกด้วย

ทฤษฎีโครงสร้างความรู้มีผลต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะของการนำเสนอเนื้อหาที่มีการเชื่อมโยงกันไปมา คล้ายกับใยแมงมุม (Webs) หรือบทเรียนในลักษณะที่เรียกว่า บทเรียนแบบสื่อหลายมิติ (Hypermedia) โดยมีการวิจัยหลายๆ เรื่องที่สนับสนุนเรื่องการจัดโครงสร้างการนำเนื้อหาของบทเรียน ในลักษณะหลายมิติจะตอบสนองวิธีการเรียนรู้ของมนุษย์ ในความพยายามที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิมนั้นได้เป็นอย่างดี

4. ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility Theory)

ทฤษฎีนี้เกิดขึ้นมาใหม่เมื่อไม่นานมานี้ คือ ประมาณต้นปี ค.ศ. 1990 เป็นทฤษฎีที่พัฒนามาจากทฤษฎีโครงสร้างความรู้ โดยมีความเชื่อเกี่ยวกับโครงสร้างความรู้เช่นกัน แต่ได้ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างขององค์ความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ และได้ข้อสรุปว่าความรู้แต่ละองค์ความรู้นั้นมีโครงสร้างที่แน่ชัด และสลับซับซ้อนมากมายแตกต่างกันไป โดยองค์ความรู้บางสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์กายภาพนั้นจะมีลักษณะที่มีโครงสร้างตายตัว ไม่สลับซับซ้อน เนื่องจากมีความเป็นตรรกะ และมีความเป็นเหตุเป็นผลที่แน่นอนของธรรมชาติขององค์ความรู้ ในขณะเดียวกันองค์ความรู้บางสาขาวิชา เช่น จิตวิทยาหรือสังคมวิทยา นั้นจะมีลักษณะโครงสร้างที่สลับซับซ้อนและไม่ตายตัว เพราะความไม่เป็นเหตุผลของธรรมชาติขององค์ความรู้ อย่างไรก็ตามในบางส่วนขององค์ความรู้อาจจะมีโครงสร้างที่ตายตัว ในขณะที่บางส่วนขององค์ความรู้ก็อาจจะมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อนได้

5. หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นโดยทั่วไป ส่วนใหญ่จะเป็นบทเรียนที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นผู้ที่ออกแบบบทเรียนจึงจำเป็นจะต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการเรียนด้วยตนเอง เช่นเดียวกับบทเรียนโปรแกรม

หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่

5.1 การรับรู้ (Perception)

การเรียนรู้ของมนุษย์จะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าปราศจากการรับรู้ การรับรู้จึงเป็นบันไดขั้นแรกที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ ดังนั้นการเรียนรู้ที่ดีต้องเกิดจากการรับรู้สิ่งที่ถูกต้อง การรับรู้ที่ดีและถูกต้องของมนุษย์จะเกิดจากการได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าที่เหมาะสม เพราะว่ามนุษย์เราจะเลือกรับรู้สิ่งเร้าที่ตรงกับความสนใจของตนเองมากกว่าสิ่งเร้าที่เราไม่สนใจ ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้ออกแบบจะต้องออกแบบสิ่งเร้าที่เหมาะสมกับนักเรียนโดยคำนึงถึงคุณลักษณะในด้านต่างๆ ของนักเรียนด้วย ไม่ว่าจะเป็นระดับผู้เรียน ความสนใจ ความรู้พื้นฐาน ความยากง่ายของบทเรียน ความคุ้นเคยกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ความเร็วช้าของการเรียน ฯลฯ การรับรู้และการให้ความสนใจของผู้เรียนนับว่าเป็นความสำคัญมาก เพราะจะเป็นสิ่งที่ช่วยชี้นำการออกแบบหน้าจอ รูปแบบการปฏิสัมพันธ์และการสร้างแรงจูงใจต่างๆ

5.2 การจดจำ (Memory)

การที่มนุษย์จะสามารถเรียนรู้สิ่งใดแล้วสามารถที่จะจดจำสิ่งนั้นได้ดี และสามารถที่จะนำมาใช้ได้ในภายหลังนั้น ก็ขึ้นอยู่กับว่านักเรียนสามารถจัดเก็บความรู้นั้นได้อย่างเป็นระบบการที่นักเรียนได้ฝึกหรือทำซ้ำๆ ก็จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะความชำนาญและสามารถจดจำได้ดีด้วย

5.3 การมีส่วนร่วม (Participation) และการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction)

การที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วม และมีปฏิสัมพันธ์กัน ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมหรือปฏิบัติในลักษณะต่างๆ รวมถึงการมีการโต้ตอบกับบทเรียนอย่างต่อเนื่องนั้น จะเป็นลักษณะการเรียนอย่างกระตือรือร้น (Active Learning) จะทำให้เกิดความรู้ และทักษะใหม่ๆ ในตัวของนักเรียน ดังนั้นผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรให้บทเรียนมีกิจกรรมและการโต้ตอบที่เหมาะสมกับเนื้อหา และทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับจากบทเรียน

5.4 แรงจูงใจ (Motivation)

การสร้างแรงจูงใจถือเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถ้าเราสร้างแรงจูงใจที่เหมาะสมก็จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี บทเรียนที่สามารถสร้างแรงจูงใจที่ดีได้ จะทำให้นักเรียนอยากเรียน และเรียนด้วยความสนุกสนาน ดังนั้นผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรให้ความสนใจ และศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแรงจูงใจที่ดี เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบบทเรียนให้สามารถสร้างแรงจูงใจที่เหมาะสมกับนักเรียน

5.5 การถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer of Learning)

การถ่ายโอนการเรียนรู้ เป็นการนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิจประจำวัน ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้ บทเรียนที่จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ได้ดี จะต้องเป็นบทเรียนที่มีความใกล้เคียง หรือเหมือนสถานการณ์ในชีวิตจริงมากที่สุด

5.6 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference)

นักจิตวิทยามีความเชื่อเกี่ยวกับทฤษฎีของความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเชื่อว่ามนุษย์แต่ละคนนั้นมีความแตกต่างกัน ในด้านต่างๆ เช่น ความสนใจ อารมณ์ ความถนัด สติปัญญา เป็นต้น ซึ่งทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนจะสามารถเรียนรู้ได้เร็วหรือช้าก็แตกต่างกัน นอกจากนั้นแล้ววิธีการเรียนรู้ของแต่ละคนก็แตกต่างกัน ดังนั้นผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงต้องคำนึงถึงความแตกต่างเหล่านี้ เพื่อให้บทเรียนมีความยืดหยุ่น และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์และคณะ (2544: 35 - 42) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ว่า ในการออกแบบการเรียนการสอน ผู้ที่ออกแบบได้ดีควรมีพื้นฐานความรู้ด้านหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอย่างกว้างขวาง เช่น หลักการวัดและประเมินผล หลักการสอนและวิธีสอน ทฤษฎีการเรียนรู้และทฤษฎีการสอน หลักการและทฤษฎีดังกล่าวเกิดขึ้นจากการศึกษาค้นคว้าและการวิจัยของนักจิตวิทยาการศึกษาเกือบทั้งสิ้น เช่น ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behavioral theories) และทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitive theories) ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการเรียนการสอน

1. ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behavioral theories) พื้นฐานความคิดของทฤษฎี เชื่อว่าพฤติกรรมของมนุษย์เกิดจากการเรียนรู้ สามารถสังเกตพฤติกรรมได้ในรูปแบบต่างๆ กัน และเชื่อว่าการใช้ตัวเสริมแรง (Reinforcer) จะช่วยกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมตามต้องการได้

จากทฤษฎีการเรียนรู้จากกลุ่มพฤติกรรมนิยมดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ได้ดังนี้ ควรแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อย แต่ละหน่วยย่อยควรบอกเป้าหมายและวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน ผู้เรียนสามารถเลือกความยากง่ายของเนื้อหา และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการและความสามารถของตนเอง ควรให้ข้อมูลป้อนกลับในรูปแบบที่น่าสนใจทันที ควรใช้ภาพและเสียงที่เหมาะสม

2. ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitive theories) เกิดจากแนวความคิดของ ชอมสกี้ (Chomsky) ที่มีความเห็นที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มพฤติกรรมนิยม ชอมสกี้เชื่อว่าพฤติกรรมมนุษย์นั้นเกิดขึ้นจากจิตใจ ความคิด อารมณ์ และความรู้สึกที่แตกต่างกันออกไป เขามีวิธีอธิบายพฤติกรรมของมนุษย์ ว่า พฤติกรรมมนุษย์มีความเชื่อมโยงกับความเข้าใจ การรับรู้ การระลึกหรือจำได้ การคิดอย่างมีเหตุผล การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การสร้างจินตนาการ การจัดกลุ่มสิ่งของ และการตีความ

จากทฤษฎีทการเรียนรู้จากกลุ่มปัญญานิยมดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ได้ดังนี้ ควรสร้างความน่าสนใจในการศึกษาบทเรียนอย่าง

ต่อเนื่อง ด้วยวิธีการและรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนในแง่ของการเลือกเนื้อหาการเรียน การเลือกกิจกรรมการเรียน การควบคุมการศึกษาบทเรียน การใช้ภาษา การใช้กราฟิกประกอบบทเรียน

จากการศึกษาทฤษฎีและหลักการทางจิตวิทยาสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สรุปได้ว่า การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียนั้นผู้ออกแบบควรผสมผสานแนวคิดทฤษฎีต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เหมาะสมตามเนื้อหาและโครงสร้างขององค์ความรู้ ตลอดจนลักษณะต่างๆ ของนักเรียน เพื่อให้บทเรียนนั้นเป็นประโยชน์และมีประสิทธิภาพ

2.8 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

บทเรียนคอมพิวเตอร์จะมีประสิทธิภาพนั้นต้องได้รับการออกแบบตามหลักการเรียนรู้และผ่านการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับหลักการในการออกแบบ กาเย่ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541: 41 – 48 ; อ้างอิงจาก Gagne´. 1988: 180 - 181) ได้แนะนำแนวทางในการออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ หลักการเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ (Leraning Process) โดยเสนอแนะขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน 9 ขั้นตอน ไว้ดังนี้

1. ดึงดูดความสนใจ (Gain Attention)

ขั้นตอนแรกของการสอนก็คือ การดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียน ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนสูงย่อมจะเรียนได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีแรงจูงใจน้อยหรือไม่มีแรงจูงใจเลย ตามหลักจิตวิทยาแล้วการจูงใจถือเป็นกระบวนการที่นำไปสู่พฤติกรรมที่มีเป้าหมาย (motivated behavior) และเป้าหมาย (goal) ในที่สุด

ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรริเริ่มด้วยหน้านำเรื่อง (Title Page) ซึ่งมีการใช้ภาพ สีหรือภาพเคลื่อนไหวต่างๆ เพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน โดยมีเงื่อนไขว่าหน้านำเรื่องซึ่งใช้ภาพ สีหรือภาพเคลื่อนไหวนี้จะต้องเกี่ยวกับบทเรียนด้วย ที่นิยมทำกันก็คือ การแสดงชื่อของบทเรียน ชื่อผู้สร้างบทเรียน แนะนำตัวนำเรื่อง(ที่อาจมี) ในบทเรียนหรือแนะนำเนื้อหาทั่วไปในบทเรียนเป็นต้น จากประสบการณ์การออกแบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านมาพบว่าการใช้มัลติมีเดียในการช่วยเร้าความสนใจเป็นสิ่งสำคัญ หากการใช้ที่มากเกินไปนั้นอาจก่อให้เกิดผลในทางตรงกันข้ามแทนได้ (More doesn’t always mena better.) นอกจากนี้การใช้กราฟิกหรือภาพเคลื่อนไหวที่ค่อนข้างนาน สลับซับซ้อนและมีเสียงประกอบต่างๆ จะทำให้ผู้ใช้รำคาญได้หลังจากการเข้าใช้ 2 – 3 ครั้ง ดังนั้นผู้ออกแบบควรที่จะหาทางเลือกให้ผู้ใช้ในการข้ามหรือหยุดการใช้กราฟิกหรือภาพเคลื่อนไหวนั้นๆ เสมอ

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

ขั้นตอนที่สองของการสอนก็คือ การบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายในการเรียนโดยรวมหรือสิ่งต่างๆ ที่ผู้เรียนจะสามารถทำได้หลังจากที่เรียนจบบทเรียน การบอกวัตถุประสงค์นี้อาจจะอยู่ในรูปของวัตถุประสงค์กว้างๆ จนถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากหลักฐานทางการวิจัยพบว่าการบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญซึ่งช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น นอกจากนี้ตามทฤษฎี ARCS ของเคลเลอร์และซูซูกิ (Keller and Suzuki) แล้วการที่ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายของการเรียนของตนยังนับว่าเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนตระหนักในเป้าหมายของตน จนเกิดความพยายามมากขึ้นในการที่จะไปให้ถึงเป้าหมายนั่นเอง

การบอกวัตถุประสงค์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นควรที่จะสั้น กระชับ ได้ใจความและใช้ข้อความซึ่งเหมาะสมกับระดับของกลุ่มเป้าหมาย นอกจากนี้การบอกวัตถุประสงค์ไม่จำเป็นจะต้องเขียนเป็นข้อๆ หรือใช้รูปแบบเดียวกับในตำราเรียนเสมอไป นักออกแบบควรที่จะใช้ความคิดสร้างสรรค์เทคนิคการบอกวัตถุประสงค์ในลักษณะที่น่าสนใจ เช่น หากกลุ่มเป้าหมายเป็นเด็กการบอกวัตถุประสงค์อาจจะอยู่ในรูปของการใช้กราฟิกและเสียงเข้าช่วยแทน

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

ขั้นตอนที่สามของการสอน ก็คือการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน ตามทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) การรับรู้ (perception) เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เนื่องจากไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นได้โดยปราศจากการรับรู้ นอกจากนี้การรับข้อมูลนั้นเป็นการสร้างความหมายโดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่และจากการกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้นเข้าด้วยกัน ดังนั้นการปูพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นในการรับรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น

โดยปกติแล้วผู้เรียนจะมีพื้นฐานความรู้แตกต่างกันออกไป ในการที่จะทราบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานที่จำเป็นในการรับความรู้ใหม่หรือไม่นั้นจำเป็นต้องมีการประเมินความรู้เดิม (Pretest) การประเมินความรู้ผู้เรียนนี้นอกจากจะเป็นการทดสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของผู้เรียนแล้ว ยังถือเป็นการกระตุ้นให้เกิดการระลึกถึงความรู้เก่าเพื่อเตรียมพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เก่านี้เข้ากับความรู้ใหม่ด้วย หากประเมินแล้วพบว่าความรู้ก่อนเรียนยังสามารถใช้ทดสอบว่าผู้เรียนมีความพร้อมมากน้อยขนาดไหนในส่วนของเนื้อหาใหม่ที่จะเรียนได้ด้วย หากประเมินแล้วพบว่าผู้เรียนมีความรู้ในส่วนของเนื้อหาใหม่แล้วก็อาจที่ให้ผู้เรียนข้ามไปบทเรียนอื่นๆ ต่อไปได้

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present Information)

ขั้นตอนที่สี่ของการสอนก็คือ การเสนอเนื้อหาใหม่โดยใช้ตัวกระตุ้น (stimuli) ที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาใหม่เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสอน ทั้งนี้เพื่อช่วยในการรับรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบในการนำเสนอเนื้อหานั้นมีด้วยกันหลายลักษณะตั้งแต่การใช้ข้อความภาพนิ่ง ตารางข้อมูล กราฟ กราฟิก ไปจนถึงการใช้ภาพเคลื่อไหว จากหลักฐานการวิจัยพบว่าการนำเสนอเนื้อหาโดยใช้สื่อหลายรูปแบบหรือที่เรียกว่า มัลติมีเดียนั้นนับว่าเป็นการนำเสนอที่มี

ประสิทธิภาพ เพราะนอกจากจะเร้าความสนใจของผู้เรียนแล้ว ยังช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้น กล่าวคือ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำ (retention) มากขึ้นอีกด้วย

ในปัจจุบันด้วยศักยภาพของคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยให้นำเสนอข้อมูลเนื้อหาต่างๆ ในลักษณะของมัลติมีเดียในปัจจุบันจึงไม่ยากเหมือนในอดีต อย่างไรก็ตามการนำเสนอข้อมูลเนื้อหาต่างๆ ในลักษณะของมัลติมีเดียควรที่จะเลือกใช้อย่างเหมาะสมในเชิงปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งควรที่จะคำนึงถึงลักษณะและความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเป็นปัจจัยสำคัญ

5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ขั้นตอนที่ห้าของการสอนก็คือ การชี้แนวทางการเรียนรู้ ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนตามปกติ บ่อยครั้งที่เราจะสังเกตว่าครูผู้สอนจะไม่บอกคำตอบหรือนำเสนอแนวคิดหรือเนื้อหาโดยตรงแก่ผู้เรียน แต่ในทางตรงข้ามครูผู้สอนจะใช้การสอนแบบค้นพบหรือการสอนแบบอุปมาน ตัวอย่างเช่น การยกตัวอย่างหรือตั้งคำถามชี้แนะกว้างๆ และแคบลงไปเรื่อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนพยายามคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบหรือค้นพบแนวคิดหรือเนื้อหาใหม่นั้นด้วยตนเอง การสอนแบบค้นพบและการสอนแบบอุปมานนี้ถือว่าเป็นการชี้แนวทางการเรียนรู้ (Gagne´ et al., 1988) อย่างไรก็ดีการที่ครูผู้สอนจะชี้แนวทางการเรียนแก่ผู้เรียนมากน้อยเพียงใดนั้นแตกต่างกันไปตามลักษณะของเนื้อหาและความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน หากเนื้อหาเป็นเนื้อหาในลักษณะที่ไม่ต้องการการค้นพบ เช่น การเรียนคำศัพท์ใหม่ๆ การชี้แนวทางอาจมีความจำเป็นน้อยหรือไม่มีเลย และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงย่อมต้องการการชี้แนวทางการเรียนรู้น้อยกว่าผู้ที่มีความสามารถทางการเรียนรู้ต่ำ เป็นต้น นอกจากนี้ลักษณะของผู้เรียนยังเป็นตัวกำหนดรูปแบบของการชี้แนวทางการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อีกด้วย กล่าวคือ หากผู้เรียนมีประสิทธิภาพทางการอ่านต่ำ การใช้ภาพเสียงในการชี้แนวทางถือว่าเป็นทางเลือกของการชี้แนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมกว่าการใช้ข้อความเพียงอย่างเดียว

สำหรับการชี้แนวทางการเรียนรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น แทนที่จะออกแบบให้บทเรียนนำเสนอเนื้อหาโดยตรงแก่ผู้เรียน ผู้ออกแบบควรที่จะใช้เวลาในการสร้างสรรค์เทคนิคเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เช่น การออกแบบกิจกรรมงานต่างๆ เช่น การถามคำถามให้ผู้เรียนตอบหรือการใช้ภาพในการนำเสนอตัวอย่างต่างๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาและให้ผู้เรียนได้ทดลองหรือมีการโต้ตอบกับตัวอย่างนั้นๆ จนผู้เรียนสามารถค้นพบแนวคิดด้วยตนเองก่อนที่บทเรียนจะมีการสรุปแนวคิดให้ผู้เรียนอีกครั้ง เป็นต้น นอกจากนี้การชี้แนวทางการเรียนรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจอยู่ในรูปแบบการให้คำแนะนำในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งคำแนะนำส่วนใหญ่ก็เหมือนกันกับคำแนะนำในการเรียนจากตำราทั่วไป กล่าวคือเป็นการแนะนำเกี่ยวกับลำดับของการเรียนรู้ที่ผู้สอนคิดว่าดีที่สุดสำหรับผู้เรียนซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะโครงสร้างเนื้อหา นอกจากนี้แล้วยังมีคำแนะนำในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่อีกลักษณะหนึ่ง ซึ่งได้แก่ คำแนะนำในลักษณะของคำชี้แจงในการใช้บทเรียน การให้คำแนะนำ

ในการใช้บทเรียนนี้ถือว่าเป็นองค์ประกอบหลักอย่างหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากผู้ใช้บทเรียนสามารถใช้ประโยชน์จากส่วนของคำแนะนำในการใช้บทเรียนเพื่อการสืบไปในบทเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้พัฒนาบทเรียนจึงควรที่จะจัดให้มีคำแนะนำการใช้บทเรียนเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลคำแนะนำได้โดยสะดวก

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

ขั้นตอนที่หกของการสอนก็คือ การกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากผู้เรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนต่อจากขั้นของการชี้แนวทางการเรียนรู้ กล่าวคือหลังจากที่ผู้เรียนได้รับการชี้แนวทางการเรียนรู้แล้วขั้นต่อไปก็คือ การอนุญาตให้ผู้สอนหรือครูได้มีโอกาสทดสอบว่าผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ตนกำลังสอนอยู่หรือไม่ และผู้เรียนก็ได้มีโอกาสได้ทดสอบความเข้าใจของตนเองในเนื้อหาที่กำลังศึกษาอยู่

สำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น การกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองนี้มักจะออกมาในรูปของกิจกรรมต่างๆ ที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและการปฏิบัติเชิงโต้ตอบ โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการให้ผู้เรียนแสดงถึงความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียน ดังนั้นการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้ออกแบบจึงควรที่จะจัดให้มีกิจกรรมที่สร้างสรรค์ต่างๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อให้เกิดการตอบสนองจากผู้เรียน

7. ให้ผลป้อนกลับ (Provide Feedback)

หลังจากที่ผู้เรียนได้มีโอกาสทดสอบความเข้าใจของตนในเนื้อหา ที่กำลังศึกษาจากขั้นตอนของการกระตุ้นการตอบสนองแล้ว ขั้นตอนที่เจ็ดของการสอนก็คือ การให้ผลป้อนกลับหรือการให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เรียนเกี่ยวกับความถูกต้อง และระดับความถูกต้องของคำตอบนั้นๆ การให้ผลป้อนกลับถือว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่งซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน การให้ผลป้อนกลับนอกจากจะทำให้ผู้เรียนทราบว่าสิ่งที่ตนเข้าใจนั้นถูกต้องมากน้อยเพียงใดแล้ว ยังทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนอีกด้วย

เราสามารถแบ่งผลป้อนกลับได้ 4 ประเภทตามลักษณะการปรากฏ (appearance) ได้ดังนี้

1) แบบไม่เคลื่อนไหว (Passive Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงคำหรือข้อความว่า ถูกต้อง ผิด ข้อความว่า ตอบอีกครั้ง และคำเฉลยหรือข้อความที่บอกเป็นนัย

2) แบบเคลื่อนไหว (Active Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงภาพ หรือกราฟิก เช่น ภาพหน้ายิ้ม หน้าเสียใจ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักจะออกแบบให้มีลักษณะเคลื่อนไหวได้ นอกจากนั้นยังครอบคลุมถึงการใช้ภาพอธิบายคำตอบของผู้เรียน ซึ่งในบางครั้งการใช้ข้อความอธิบายอาจไม่ชัดเจนพอ

3) การโต้ตอบ (Interactive Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมเชิงโต้ตอบกับบทเรียนซึ่งกิจกรรมนั้นๆ ไม่ใช่เนื้อหาโดยตรง เช่น การเล่นเกมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

4) แบบทำเครื่องหมาย (Markup Feedback) หมายถึง การทำเครื่องหมายบนคำตอบของผู้เรียนเมื่อคำตอบของผู้เรียนถูกเพียงบางส่วนซึ่งเครื่องหมายมักจะอยู่ในรูปของการขีดเส้นใต้ การใช้สีที่แตกต่าง เป็นต้น การทำเครื่องหมายนี้จำกัดเฉพาะ ข้อคำถามประเภทเติมคำหรือข้อความให้สมบูรณ์

นอกจากนี้เรายังสามารถแบ่งผลป้อนกลับออกตามธรรมชาติเนื้อหา (content) เป็น 2 ลักษณะกว้างๆ ได้แก่

1) ผลป้อนกลับพร้อมคำอธิบาย (condtructive feedback) หมายถึง ผลป้อนกลับซึ่งช่วยให้คำอธิบายแก่ผู้เรียนทำถูกหรือผิด ถูกและผิดอย่างไร เพราะอะไร ซึ่งข้อมูลจากผลป้อนกลับอาจอยู่ในลักษณะของการชี้ข้อผิดพลาดของคำตอบของผู้เรียนหรืออาจเป็นการบอกใบ้ให้แก่ผู้เรียนในการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งผลป้อนกลับในลักษณะนี้นอกจากจะเป็นการเสริมแรงแล้วยังเป็นการให้ข้อมูลเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนในการพยายามคิดหาหรือสร้าง (construct) คำตอบที่ถูกต้องในการพยายามครั้งต่อไปอีกด้วย

2) ผลป้อนกลับไร้คำอธิบาย (non – condtructive feedback) หมายถึง ผลป้อนกลับซึ่งไม่ได้นำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมอะไรแก่ผู้เรียนนอกจากข้อมูลว่าคำตอบที่ผู้เรียนเลือกนั้นถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง non – condtructive feedback จะไม่มีเหตุผลว่าทำไมถูก และผิดอย่างไร เพราะอะไร

ผู้ออกแบบบทเรียนควรที่จะจัดหาประเภทของการให้ผลป้อนกลับที่สร้างสรรค์และเหมาะสมกับลักษณะและความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน

8. ทดสอบความรู้ (Assess Performance)

ขั้นตอนที่แปดของการสอนได้แก่ การทดสอบความรู้ (Posttest) ซึ่งเป็นการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือไม่อย่างไร การทดสอบความรู้นั้นอาจจะเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนได้เรียนจบจุดประสงค์หนึ่ง ซึ่งอาจเป็นช่วงระหว่างบทเรียนหรืออาจจะเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนได้เรียนจบทั้งบทเรียนแล้วก็ได้ โดยการทดสอบความรู้นั้นนอกจากจะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองแล้ว ผู้สอนก็ยังสามารถนำประโยชน์ของการทดสอบความรู้ไปใช้ในการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้รับความรู้และความเข้าใจเพียงพอที่จะผ่านไปศึกษาบทต่อไปหรือไม่ อย่างไร

ดังนั้นการทดสอบความรู้เป็นสิ่งจำเป็นและขาดไม่ได้เลยในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้ออกแบบบทเรียนควรใช้เวลาในการออกแบบการทดสอบความรู้ให้มากเพื่อให้ได้มาซึ่งการทดสอบความรู้ที่เชื่อถือได้ (valid) นอกจากนี้ผู้ออกแบบควรหลีกเลี่ยงข้อจำกัดในเรื่องของความยืดหยุ่นของโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสร้างแบบทดสอบ ในขณะเดียวกันก็ควรที่จะพยายามใช้ข้อได้เปรียบของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมที่มีลักษณะที่ช่วยในการสร้างแบบทดสอบ

9. การจำและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

ขั้นตอนสุดท้ายของการสอนได้แก่การจำและนำไปใช้ สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้ใดข้อมูลความรู้หนึ่งนั้น ก็คือการทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียน (meaningful confext) การทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียนนั้นหมายถึงการให้ผู้เรียนตระหนักว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไปนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยอย่างไร สำหรับขั้นตอนการสอนในส่วนของการนำไปใช้นั้น ผู้สอนก็จะต้องมีการจัดกิจกรรมใหม่ๆ และหลากหลายไว้ให้สำหรับผู้เรียน โดยกิจกรรมที่จัดหามานี้จะต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้มาที่แตกต่างไปจากตัวอย่างที่ใช้ในบทเรียน

ดังนั้นในขั้นตอนสุดท้ายนี้ ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรที่จะนำเสนอการสรุปแนวคิดที่สำคัญซึ่งครอบคลุมถึงการเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของผู้เรียนทั้งยกตัวอย่างสถานการณ์หรือบริบทอื่นๆ ที่แตกต่างไปจากตัวอย่างที่ใช้ในบทเรียนด้วยและนอกจากนี้ยังควรจัดให้มีคำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งความรู้เพิ่มเติมอีกด้วย

ชเวียร์ และมิซานชุค (Schwier and Misanchuk. 1994: 180) ได้กล่าวถึงหลักการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ ดังนี้

1. สามารถควบคุมโปรแกรมและเข้าถึงข้อมูลในดิสก์ได้อย่างรวดเร็ว และสะดวก
2. เข้าถึงข้อมูลช้าควรมีคำว่า“รอสักครู่” “กำลังอ่านข้อมูลอยู่” เป็นต้นเพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบ
3. ให้ผู้เรียนสามารถควบคุมโปรแกรมการเรียนได้อย่างเหมาะสม
4. ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถหยุดหรือขัดขวางโปรแกรมการเรียนได้ และมีข้อความให้การช่วยเหลือผู้เรียนปรากฏขึ้น
5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดแปลงโปรแกรมการเรียนได้ทั้งนี้ เพราะผู้เรียนนั้นแตกต่างกันและเป็นไปตามความต้องการ
6. ให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นรายบุคคล และต้องมีเหตุผลที่สัมพันธ์กับเนื้อหาที่ผู้เรียนปฏิสัมพันธ์ด้วย
7. สร้างส่วนประกอบนอกเหนือจากการสอนเนื้อหาให้มาก และหลากหลาย เพื่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ขึ้น

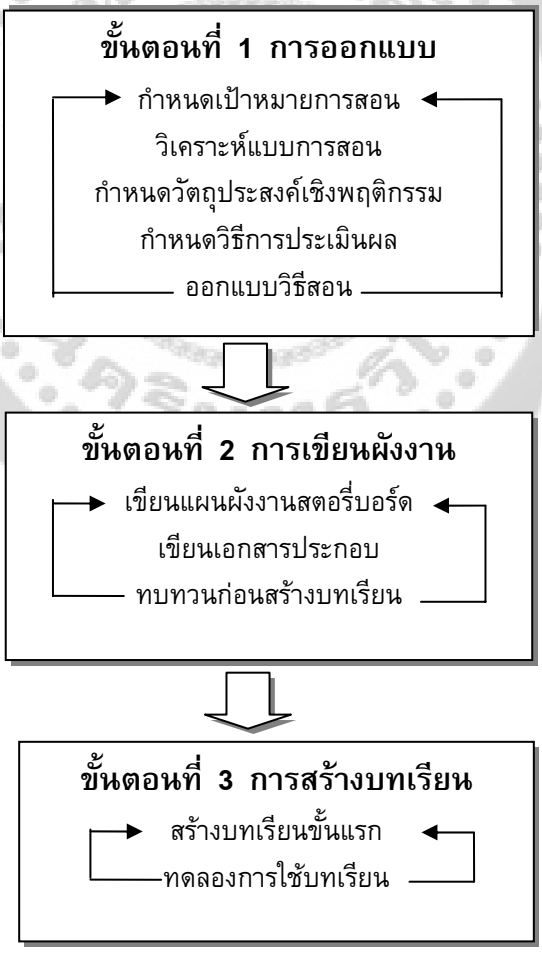
จากการศึกษาหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียข้างต้น สรุปได้ว่าหลักการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียนั้น ผู้สร้างต้องคำถึงหลักการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย คือ ต้องเร้าความสนใจ ต้องบอกจุดประสงค์ในแต่ละบทเรียน ต้องมีการทบทวน การนำเสนอเนื้อหาใหม่ การชี้แนวทางการเรียนรู้ กระตุ้นการตอบสนอง การทดสอบความรู้ และต้องเสริมแรงให้เกิดการอยากเรียนมากขึ้น ทั้งนี้บทเรียนนั้นต้องสร้างให้ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนเองได้ ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล รวมทั้งต้องให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียน

2.9 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เคมพ์ (Kemp. 1985: 248) ได้เสนอแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ 8 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือในการใช้งาน
2. ออกแบบ และเขียนแผนผังลำดับของขั้นการสอน
3. พัฒนาคำถาม เพื่อสอนและทบทวน
4. สร้างกรอบความคิดที่เสนอบทเรียนบนจอคอมพิวเตอร์
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6. เพิ่มเติมเทคนิคด้านภาพ แสง และเสียง เพื่อให้บทเรียนมีความน่าใจมากยิ่งขึ้น
7. จัดเตรียมวัสดุสิ่งพิมพ์ที่ใช้ประกอบบทเรียน
8. ทดสอบและปรับปรุง

ร็อบไบลเออร์และฮอลล์ (Roblyer and Hall. 1985: 123 - 124) ได้เสนอแบบจำลองขั้นตอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมี 3 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แบบจำลองขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของร็อบไบลเออร์และฮอลล์ (Roblyer and Hall. 1985: 123 - 124)

จากแบบจำลองการสร้างและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของร็อบไบลเออร์และฮอลล์ (Roblyer and Hall. 1985: 112) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบ เริ่มต้นการกำหนดเป้าหมายของการสอน ตามด้วยการวิเคราะห์รูปแบบการสอนที่เหมาะสม การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดวิธีการประเมินผล และออกแบบวิธีการสอน

ขั้นตอนที่ 2 การเขียนผังงาน ประด้วยการเขียนแผนผัง การสร้างสตอรี่บอร์ด และการเขียนเอกสารประกอบ พร้อมทั้งการทบทวนการออกแบบการสร้างบทเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างบทเรียน ประกอบไปด้วยการสร้างบทเรียนขั้นแรก และทดสอบการใช้บทเรียนในที่สุด

รอมิสซอสกี (Romiszowski. 1986: 271- 272) ได้แนะนำขั้นตอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์
2. วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการของนักเรียน เพื่อสร้างรูปแบบของบทเรียน
3. ออกแบบบทเรียน
4. สร้างบทเรียน
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับการเรียน
6. ทดลองใช้เพื่อพัฒนาบทเรียน
7. ประเมินทั้งด้านการสอนและเทคนิคคอมพิวเตอร์

อเลสซี่และทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1991: 252) ได้เสนอแบบจำลองการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้น ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : ขั้นเตรียม (Prepare)

- กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)
- เก็บข้อมูล (Collect Resources)
- เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content)
- สร้างความคิด (Generate Ideas)

ขั้นตอนที่ 2 : ออกแบบ (Design)

- ทอนความคิด (Eliminate the Ideas)
- วิเคราะห์งานและมโนมติ (Analyse Task and Concept)
- ออกแบบบทเรียน (Design Preliminary Lesson)
- ประเมิน / แก้ไขการออกแบบ (Evaluate and Revise the Design)

ขั้นตอนที่ 3 : เขียนผังงาน (Create Flowchart Lesson)

ขั้นตอนที่ 4 : สร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard

ขั้นตอนที่ 5 : ผลิต / เขียนโปรแกรม (Create Program Lesson)

ขั้นตอนที่ 6 : ผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials)

ขั้นตอนที่ 7 : ประเมินผล และแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง (2548: 17 - 19) ได้กล่าวถึงการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบ่งได้ 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา

การวิเคราะห์เนื้อหาจะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้ต้องใช้ความรอบคอบ ต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เข้าช่วย รวมทั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ เริ่มตั้งแต่การพิจารณาหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์ และการกำหนดขอบข่ายของเนื้อหา

2. การออกแบบการดำเนินเรื่อง (Flowchart)

การออกแบบการดำเนินเรื่องเพื่อกำหนดขั้นตอนเข้าสู่ส่วนต่างๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เช่น ส่วนของชื่อเรื่อง ส่วนแนะนำการใช้บทเรียน ส่วนวัตถุประสงค์ในการเรียนส่วนเนื้อหา ส่วนของแบบทดสอบ ตลอดจนการกำหนดในส่วนของการออกจากบทเรียน การออกแบบในส่วนของการดำเนินเนื้อหานั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ผู้ออกแบบต้องกำหนดการเดินเรื่องในบทต่างๆ และเนื้อหาย่อยๆ ในบทเรียนแต่ละบทให้มีความสะดวกในการเรียน ดังนั้นในขั้นตอนนี้ผู้สร้างจะต้องนำหลักการออกแบบการสอนมาช่วยในการออกแบบ

3. การเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard)

การเขียนบท หมายถึง การเขียนเรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหา แบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นเฟรมย่อยๆ เรียงลำดับเฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียน บทดำเนินเรื่องจะประกอบด้วยภาพ ข้อความ ลักษณะของภาพและเงื่อนไขต่างๆ โดยมีลักษณะเช่นเดียวกันกับบทสคริปต์ของการถ่ายทำสไลด์ หรือภาพยนตร์ การเขียนบทดำเนินเรื่องจะยึดหลักของ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผ่านมาเป็นหลัก บทดำเนินเรื่องจะใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป ดังนั้นการสร้างบทดำเนินเรื่องจึงต้องมีความละเอียดรอบคอบและสมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนในขั้นต่อไปทำได้ง่ายและเป็นระบบ อีกทั้งยังสะดวกต่อการแก้ไขบทเรียนในภายหลัง การเขียนบทที่ดีผู้เขียนต้องมีความรู้ในเรื่องของเทคโนโลยีทางการศึกษา เช่น การถ่ายทำโทรทัศน์ การตัดต่อ การบันทึกเสียง การถ่ายภาพนิ่ง การใช้คอมพิวเตอร์สร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก และใช้ภาษาเทคนิคต่างๆ ที่ผู้เขียนบทใช้สื่อสารกับผู้ปฏิบัติได้อย่างเข้าใจ นอกจากนี้ผู้เขียนบทต้องมีความคิดสร้างสรรค์ ต้องใช้จินตนาการและสามารถนำหลักการทางด้านจิตวิทยาการศึกษามาประยุกต์ใช้ในการกำหนดภาพ และเสียงได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหา และลักษณะของผู้เรียน

4. การเลือกโปรแกรมหลักและโปรแกรมตกแต่งในการสร้างบทเรียน

โปรแกรมหลักและโปรแกรมเสริมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนนั้นมีหลายโปรแกรม เช่น Macromedia Authorware, Macromedia Dreamweaver, Toolbook, Director, Macromedia Flash, 3 D Studio Max , Adobe Photoshop, Adobe Illustrator เป็นต้น การเลือกใช้โปรแกรมใด

นั้นโดยมากจะขึ้นอยู่กับความถนัดของผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มักใช้โปรแกรมหลักที่ใช้ในการสร้างเพียงโปรแกรมเดียว แต่อีกลักษณะหนึ่งคือการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ วิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบนี้จะเป็นการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยที่ผู้สร้างจะต้องอาศัยความชำนาญ และมีประสบการณ์ในด้านการเขียนโปรแกรมต่างๆ มาแล้วเป็นอย่างดี แต่การตกแต่งให้สวยงามและการทำเทคนิคต่างๆ มีความจำเป็นต้องใช้หลายโปรแกรมร่วมกัน นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงเครื่องมืออื่นๆ อีกมากมาย เช่น กล้องโทรทัศน์ เครื่องตัดต่อหรือโปรแกรมที่ใช้ในการตัดต่อเพื่อสร้างภาพเคลื่อนไหว ห้องบันทึกเสียงและอุปกรณ์สำหรับบันทึกเสียง กล้องถ่ายภาพนิ่งสำหรับสร้างภาพนิ่ง เป็นต้น

5. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในขั้นนี้จะใช้โปแกรมคอมพิวเตอร์ หรือใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์สร้างตามขั้นตอนที่ดำเนินการมาแล้วทั้งหมด คือ การดำเนินเรื่อง (Flowchart) และบทดำเนินเรื่อง (Storyboard)

จากการศึกษาแนวคิดและแบบจำลองขั้นตอนของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปขั้นตอนหลักในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 : การวางแผน
ขั้นตอนที่ 2 : การออกแบบบทเรียน
ขั้นตอนที่ 3 : การสร้างบทเรียน
ขั้นตอนที่ 4 : การประเมินผล และแก้ไขบทเรียน

2.10 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ก่อนที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน ควรนำบทเรียนไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนด เพื่อที่จะทราบว่าบทเรียนนั้นมีข้อบกพร่องอย่างไรและมีคุณภาพมากน้อยเพียงไร แล้วปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพและได้มาตรฐาน โดยการนำบทเรียนไปทดลองภาคสนาม (Field – Test Evaluation) กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรในสถานการณ์การเรียนการสอนในชั้นเรียนจริง (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 284 - 285)

2.10.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียพึงพอใจว่าหากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าบทเรียนชุดนี้มีคุณภาพพอที่จะนำไปสอนในชั้นเรียนปกติได้จริง

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียนั้นกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท กล่าวคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สร้างคาดหมายว่านักเรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่น่าพอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำงานการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมด ต่อค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนนทั้งหมด นั้นคือ E_1/E_2 หรือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การกำหนดเกณฑ์ E_1/ E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นผู้สร้างบทเรียนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ความจำมักตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ที่ 70/70, 75/75

2.10.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \qquad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียคิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบฝึกหัดและหรือประกอบกิจกรรมการเรียนระหว่างเรียน

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์(พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังจากเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย) คิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบฝึกหัดหลังเรียนและหรือประกอบกิจกรรมการเรียนหลังเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือและหรือการประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและหรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มจากแบบฝึกหัดและหรือกิจกรรมการเรียน

B แทน คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียนและหรือกิจกรรมหลังเรียน

2.10.3 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เมื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแล้วจะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปทดลองหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอนดังนี้คือ

2.10.3.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน 3 คน โดยเลือกระดับผลการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ เพื่อจะดูว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีความเหมาะสมกับผู้เรียนอย่างไร และบทเรียนคอมพิวเตอร์มีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2.10.3.2 ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (1:10) การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ไปทดลองใช้กับนักเรียน 6 – 10 คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ (คละผู้เรียน) หลังจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

2.10.3.3 ทดลองแบบภาคสนาม (1:100) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ทดลองกับกลุ่มเล็กและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนทั้งชั้น 30 – 100 คน นำผลที่ได้จากไปหาค่าประสิทธิภาพ เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.10.3.4 การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมี 3 ระดับ (ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์. 2528: 215) คือ

“สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกินกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป

“เท่ากับเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่มีค่าไม่เกิน 2.5 เปอร์เซ็นต์

“ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่มีค่าไม่ต่ำกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ที่ 80/80 และใช้เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่มีระดับความแปรปรวนไว้ร้อยละ $\pm$ 2.5%

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

งานวิจัยต่างประเทศ

เจเกอร์ (Jaeger. 1987: 5020 - A) ได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของการเสริมแรงต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ 4 แบบ ซึ่งใช้จำนวนเวลาเรียนเท่ากันเพื่อสอนเรื่อง ระบบจำนวนในชั้นเรียนมัธยมศึกษา บทเรียน 4 แบบ มีความแตกต่างกันในเรื่องโครงสร้างของการเสริมแรง ซึ่งมีตั้งแต่การใช้เสียงและภาพกราฟิกไปจนถึงการให้รู้เพียงคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น โปรแกรมถูกออกแบบให้สามารถควบคุมเวลาเรียนได้ในการอ่านเฟรมการสอน อ่านคำถามและคำตอบ ตลอดจนคอยดูคำชมเชย ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้การเสริมแรงทั้ง 4 แบบ นั้นไม่แตกต่างกัน แต่ผู้วิจัยได้เสนอแนะไว้ว่า

ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมต่อไปเพื่อค้นหาว่าจะใช้ยุทธศาสตร์การให้แรงเสริมแบบใดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เกี่ยวกับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แฟรงค์ (Franke. 1989: 3066 - A) ได้ประเมินผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 การศึกษาครั้งแรกพบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้คะแนนเฉลี่ยในการทดสอบสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์เล็กน้อย ส่วนการศึกษาครั้งที่สองพบว่า กลุ่มทดลองไม่ได้พัฒนาไปมากกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากการศึกษาครั้งแรกกลุ่มทดลองเต็มใจที่จะเรียน ในขณะที่การศึกษาครั้งที่สองนั้น นักเรียนได้รับมอบหมายงานให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลจากการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าความตั้งใจเรียนของนักเรียนที่จะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สภาพแวดล้อมรอบๆ ตัว และวิธีการนำเสนอของบทเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถจะส่งผลต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

พาร์ค (Park. 1991: 119 - A) ได้ทำการศึกษาการประเมินผลวิชาแคลคูลัสและคณิตศาสตร์ (Calculus and Mathematics Course) ที่มีผลการปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ให้เรียนแคลคูลัสจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนปกติ ที่ University of Ilinois สหรัฐอเมริกา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความเข้าใจเชิงมโนมติเนื้อหาวิชาแคลคูลัสได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม

โอโซโก (Osoko. 1999: 4049 – A) ได้ทำการศึกษาการใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดีย เพื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน St. Louis Public School แหล่งข้อมูลได้จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครูผู้สอน จำนวน 35 คน ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าเทคโนโลยีสามารถเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนและก่อให้เกิดผลในเชิงบวกต่อการเรียนการสอน

บราวน์ (Brown. 2000 : Online) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์เพื่อปรับปรุงคะแนนทดสอบของนักเรียน ได้แบ่งนักเรียนเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองนั้นได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนกลุ่มควบคุมไม่รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนควรจะได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและพีชคณิต

อาช (Ash. 2004: Online) ได้ทำการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้แบ่งนักเรียนเป็นสองกลุ่ม โดยกลุ่มแรกได้รับการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้โปรแกรม Orchard Softwaregram ในการเรียน และกลุ่มสองไม่ได้รับการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากผลการทดลองพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สอนด้วยโปรแกรม Orchard Software มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า

บัมพ์ (Bump. 2004: Online) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางคณิตศาสตร์ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัย Houston การวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียนั้นมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทาบาสสัม (Tabassum. 2004: Online) ได้ทำการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ทำการทดลองทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ โดยกลุ่มทดลองได้เรียนและฝึกฝนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมจะได้รับการสอนปกติ จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนปกติมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แล้วยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฟาร์ฮาเดียน ; เอสลามิ และฟาดาอี (Farhadian ; Eslami & Fadaee. 2007: Online)ได้ทำการศึกษาการเรียนแบบร่วมมือร่วมกับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการเรียนแบบร่วมมือร่วมกับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกัน

งานวิจัยในประเทศ

พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์ (2536: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มๆ ละ 25 คน ทำการทดสอบก่อนเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จากนั้นจัดให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีเจตคติไม่แตกต่างกัน เจตคติต่อต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนและหลังการทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมตามคู่มือครูก่อนและหลังการทดสอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

บุญญา เพียรสวรรค์ (2540: 66 - 67) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามขั้นตอนการพัฒนา 14 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยที่ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวมเท่ากับ 74.67 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เฉพาะจุดประสงค์ปลายทางทั้ง 4 ข้อ เป็น 81.00 , 73.67 , 75.00 และ 72.88 ตามลำดับ นักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนตั้งใจเรียนมีความกระตือรือร้น

จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ชอบเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชันระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีปกติมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยรวมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

วิภาวดี วงศ์เลิศ (2544: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง “เซต” โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิด อภิปราย กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง เซต ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 88.56/85.66 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคิดเห็นของครูผู้สอนต่อบทเรียนอยู่ในระดับความเหมาะสมมากและมากที่สุด และ ความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนอยู่ในระดับพึงพอใจมากและมากที่สุด

วิราพร นพพิทักษ์ (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ของโรงเรียนริ้วหว้าวิทยาคม อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทอง ผลการการศึกษาวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีประสิทธิภาพ เท่า 88.33/83.22 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากได้รับการสอนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เชวงศักดิ์ ซ้อนบุญ (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย โดยใช้กิจกรรมคิด – จับคู่ – เล่าสู่กันฟัง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนปกติ และเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนคอนสวรรค์ จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 46 คน เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย โดยใช้กิจกรรมคิด – จับคู่ – เล่าสู่กันฟัง กลุ่มควบคุมจำนวน 42 คน ได้รับการสอนโดยวิธีการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียดีกว่าก่อนเรียน

ทิพสุคนธ์ ศรีแก้ว (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 63 คน ของโรงเรียนราชินีบน กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ความน่าจะเป็น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.26/81.40 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สท้าน เขตวิทย์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คู่อันดับและกราฟ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คู่อันดับและกราฟ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 90.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิริวรรณ จันทร์งาม (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า เรื่องปริมาตรและพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 45 คน ของโรงเรียนหนองกี่พิทยาคม อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการศึกษาวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 84.34/84.62 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามรูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มณีชัย ชูราษี (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authoware 6.5 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 47 คน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authoware 6.5 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.96/88.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ภายหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authoware 6.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กัลยกร อนุฤทธิ์ (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 45 คน ของโรงเรียนหินกอง (พิบูลอนุสรณ์) อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี การศึกษาวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 82.01/82.81 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเอกสารและงานวิจัยที่ศึกษาค้นคว้าข้างต้น พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นสื่อที่สามารถนำมาประยุกต์และพัฒนาบทเรียน เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เพราะคอมพิวเตอร์มีส่วนที่ช่วยในการสนับสนุนการเรียนรู้ ทั้งเป็นสื่อการเรียนที่น่าสนใจทำให้นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมตอบสนองในการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น และผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถที่จะทบทวนความรู้ที่ได้ไปแล้วได้ตลอดเวลา และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นด้วย

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson. 1971: 643-696) ได้จำแนกพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาออกเป็น 2 ด้าน

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ความคิด (Cognitive Domain)

2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัยหรือด้านความรู้สึก (Affective Domain)

สำหรับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ความคิด (Cognitive Domain) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

1. การคิดคำนวณด้านความรู้ความจำ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุดแบ่งเป็น 3 ขั้นคือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับคำศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithm) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกให้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ (Knowledge of Concept) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะเป็นมโนมติเป็นนามธรรมที่ประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหมายหรือยกตัวอย่างของมโนมตินั้นโดย ใช้

คำพูดของตน หรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือ ยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules, and Generalization) เป็นความสามารถในการเอาหลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถาม นั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวน และโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from one Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้ เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางด้านสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างการเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจซึ่งปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomerism, and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือเคยกระทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้นดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัด หรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา แทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) เป็นความสามารถเป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กันกับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการพิจารณาเป็นพฤติกรรมที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนมติ หลักการ กฎ นิยาย หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and Validate Generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นใหม่โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือการถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544: 23) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จความสำหวังในด้านการเรียนรู้ รวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนนั้น จะทำให้แยกกลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมินออกเป็นระดับต่างๆ เช่น สูง กลาง และต่ำ เป็นต้น

สท้าน เขตวิทย์ (2548: 32) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จากการเรียนรู้ที่ได้จากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ตามลำดับขั้นตอนของการสอน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถของนักเรียนด้านสติปัญญา (Cognitive domain) อันเป็นผลจากกิจกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามที่วิลสัน (Willson. 1971: 643 – 685) ได้จำแนกไว้ 4 ระดับ ดังนี้

4.1 ด้านความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ ในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และการใช้ทักษะกระบวนการในการคำนวณ

4.2 ด้านความเข้าใจ เกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ กฎ การสรุป อ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง การคิดตามแนวเหตุผล การอ่านและการตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.3 ด้านการนำไปใช้ ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การสังเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนและสมมาตร

4.4 ด้านการวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียน การค้นหาความสัมพันธ์ การพิสูจน์ การสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เองโดยสร้างเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนและสรุปผลการศึกษาว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคคลิกภาพท่าทาง

2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544 : 25) กล่าวว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีองค์ประกอบมากมายหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

1. ด้านคุณลักษณะการจัดระบบในโรงเรียน ตัวแปรด้านนี้จะประกอบด้วยขนาดของโรงเรียน อัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนของนักเรียนต่อห้องซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2. ด้านคุณลักษณะของครู ตัวแปรทางด้านคุณลักษณะของครูประกอบด้วยอายุ วุฒิครู ประสบการณ์ของครู การฝึกอบรมของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่งสัปดาห์ของครู ความเอาใจใส่ในหน้าที่ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ล้วนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสิ้น

3. ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวกับตัวนักเรียน เช่น เพศ อายุ สติปัญญา การเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน สมาชิกในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดามารดา อาชีพของผู้ปกครอง ความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์การเรียน ระยะทางไปเรียน การมีอาหารกลางวันรับประทาน ความเอาใจใส่ในการเรียน ทัศนคติเกี่ยวกับการเรียนการสอน ฐานะทางครอบครัว การขาดเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น ตัวแปรเหล่านี้ก็มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. ด้านภูมิหลังเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของนักเรียน การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางเศรษฐกิจ สังคมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในต่างประเทศซึ่งประกอบด้วย ขนาดครอบครัว ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ตั้งบ้าน การมีสื่อทางการศึกษาต่างๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ ผลการศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมาพบว่าตัวแปรเหล่านี้ก็มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นันทพร ระภักดี (2551: 53) กล่าวว่า อิทธิพลที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีปัจจัย 2 ประการ ได้แก่ ปัจจัยโดยตรง คือ ตัวนักเรียนเองไม่ว่าจะเป็นสติปัญญา สุขภาพร่างกาย ความสนใจ และเจตคติต่อการเรียน ปัจจัยทางอ้อมคือ ครอบครัว สภาพในการเรียน สังคม วัฒนธรรม การบริหารจัดการของโรงเรียน ครู สื่อการสอน วิธีการสอนของครู ฯลฯ

จากการเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า องค์ประกอบหลายประการที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีปัจจัยทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ความสนใจ สติปัญญา เจตคติต่อการเรียน ตัวครู สังคม สิ่งแวดล้อมของนักเรียน ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยต่างๆ ของนักเรียนเพื่อที่จะจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของนักเรียน

3.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สำหรับสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดีนั้น วัชรี บูรณสิงห์ (2525: 435) กล่าวไว้ว่า เป็นนักเรียนที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q.) อยู่ระหว่าง 75 – 90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30
2. อัตราการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่ำกว่านักเรียนคนอื่น
3. มีความสามารถทางการเรียนต่ำ
4. จำหลักหรือมโนมติเบื้องต้นหรือที่เรียนไปแล้วไม่ได้
5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ
6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งของต่างๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์โดยทั่วไป
7. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย สังเกตจากการสอบตกบ่อยครั้ง
8. มีเจตคติไม่ดีต่อโรงเรียนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์
9. มีความกดดันและความรู้สึกกังวลต่อความล้มเหลวทางด้านการเรียนของตนเองและบางครั้งรู้สึกดูถูกตัวเอง
10. ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง
11. อาจมาจากครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนอื่นๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน
12. ขาดทักษะในการฟัง และไม่มีความตั้งใจในการเรียน หรือมีความตั้งใจในการเรียนเพียงชั่วระยะเวลาสั้นๆ
13. มีข้อบกพร่องในด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาด้านการฟังเสียง และข้อบกพร่องในด้านทักษะการใช้มือ
14. ไม่ประสบผลสำเร็จในด้านการเรียนทั่วๆ ไป
15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถซักถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองก็ยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้นๆ
16. มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำกว่าทั้งทางอารมณ์และสติปัญญา

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 121) กล่าวถึงสาเหตุ หรือที่มาที่ทำให้นักเรียนเรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ เช่น

1. ข้อบกพร่องทางร่างกาย หรือสุขภาพไม่อื้ออำนวย
2. ระดับสติปัญญาต่ำ
3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีในวิชาคณิตศาสตร์มาก่อน ทำให้ฝังใจ เกิดการต่อต้านไม่ยอมรับ ปิดกั้นตัวเองแบบรู้ตัวและไม่รู้ตัว
4. สิ่งแวดล้อมทางบ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียน ตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่างๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม กล้าแสดงออก ความอดทน ความเพยรพยายาม การรู้จักแบ่งเวลา ความมีวินัยในตนเอง ความรับผิดชอบ การมีสมาธิ
5. วุฒิภาวะต่ำ
6. พื้นฐานความรู้เดิมมีไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้เรียนตามเพื่อนไม่ทัน ไม่เข้าใจบทเรียนใหม่

อัญชนา โพธิพลากร (2545: 96) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและสร้างเจตคติความรู้สึกต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูโดยตรงที่จะจัดหาวิธีสอน และเทคนิคการสอนที่เหมาะสมนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น

นันทพร ระภักดี (2551: 55) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์และมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การสร้างเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ การมีส่วนร่วมของนักเรียน สภาพแวดล้อมทางครอบครัวและวุฒิภาวะ ซึ่งจากสาเหตุดังกล่าวครูจึงจำเป็นต้องจัดหากิจกรรมการเรียนการสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

สรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นอาจเกิดจากหลายสาเหตุ ทั้งด้านตัวนักเรียน ครอบครัว สภาพแวดล้อม เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ครูและโรงเรียน ดังนั้นครูจึงควรจะค้นหาสาเหตุของปัญหาของนักเรียนแต่ละคนว่าเกิดจากสาเหตุใดแล้วจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพของนักเรียน

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

บูล (Bull. 1993: 54) ได้ศึกษาเรื่อง การสำรวจประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 8 โดยใช้การเรียนแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นครูจำนวน 5 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 274 คน และกลุ่มควบคุม คือ ครู จำนวน 4 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 237 คน กลุ่มทดลองครูจะสอนโดยใช้ชุดการเรียน

“Magic Math” โดยสังเกตการสอนของครูในชั้นเรียน ส่วนกลุ่มทดลองครูสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนจากชุดการเรียน “Magic Math” มีความสามารถมากกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

ฟินน์ และคนอื่นๆ (Finn,et al. 2003: 228 – A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครู กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลัก โดยทำการศึกษากับครู 40 คน นักเรียน 1,466 คน จาก 26 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า สิ่งที่สำคัญมากที่สุด คือ การเตรียมการสอนตามหลักสูตร รองลงมา คือ พฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งมีผลในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

อะลิ และคนอื่นๆ (Ali ; et al. 2010: Online) ได้ศึกษา เรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการสอนแบบแก้ปัญหาในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 ของโรงเรียนรัฐ และเอกชน ในการทดลองจะแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมจะได้รับการสอนแบบเดิม ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสอนแบบแก้ปัญหาทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้น และผลสัฤทธิ์ทางการเรียนของการสอนแบบวิธีการแก้ปัญหาและการสอนแบบเดิมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ซากาเรีย ; ชิน และ ดอด (Zakaria ; Chin & Daud. 2010: Online) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยทำการทดลองกับนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 44 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 38 คน ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสอนแบบร่วมมือสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์ (2536: 111) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. เรื่อง พื้นที่และปริมาตร ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูของสสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของผู้เรียนที่ได้รับการสอนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

วนิดา พรชัย (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมกล้าแสดงออกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเคียนซาพิทยา อำเภอเคียนซา จังหวัดสุราษฎ์ธานี จำนวน 1 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงจะมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบแบบซิปปา (CIPPA MODEL) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชานนท์ ศรีผ่องงาม (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมะค่าวิทยา อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 ห้องเรียน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 86.04/82.16 ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01และความก้าวหน้าของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการเรียนด้วยชุดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.02

ปริญญา สองสีดา (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีพฤฒา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4MAT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมหลังได้รับการสอนแบบ 4MAT สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมหลังการเรียนการสอนแบบ 4MAT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทพร ระภักดี (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้เทคนิคอุปนัย – นิรนัย เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมหนองศาลา อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเอกสารงานและวิจัยที่ศึกษาค้นคว้าข้างต้น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นจะเป็นตัวชี้วัดอย่างหนึ่งที่บ่งบอกถึงความสามารถของผู้เรียน ทั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการเลือกใช้นวัตกรรมต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถเชิงปริภูมิ

4.1 ความหมายของความสามารถเชิงปริภูมิ

เนื่องจากทางนักวัดผล และนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของคำว่า “Spatial Ability” คือ ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ ส่วนนักคณิตศาสตร์เรียกว่า ความสามารถเชิงปริภูมิ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า ความสามารถเชิงปริภูมิ แทนคำว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์

นักการศึกษาทั้งต่างประเทศและในประเทศได้ให้ความหมายของความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ ไว้ดังนี้

ไมเคิล,ซิลเมอร์แมน และกิลฟอร์ด (Michael, Zimmerman & Guilford. 1951: 561 - 577) ได้แยกองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 2 องค์ประกอบย่อย คือ ความสามารถด้านการมองมิติที่คงที่ หรือภาพความสัมพันธ์ของมิติต่างๆ ตามรูปทรงเรขาคณิตทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ และความสามารถด้านการมองภาพมิติที่เคลื่อนที่หรือการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง เปลี่ยนรูปทรง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1995: 1) ได้กล่าวว่า ความรู้สึกเชิงปริภูมิ (spatial perception) หรือการนึกภาพ (spatial visualization) และยังสามารถแสดงถึงจำนวนของความสามารถเชิงปริภูมิ เช่นเดียวกับความสามารถของมโนภาพในการเคลื่อนที่หรือการแทนที่ที่เกิดจากการหมุน การพับ หรือใช้การแทนที่ของวัตถุ

เธอร์สโตน (Thurstone. 1958: 121) กล่าวว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึงความเข้าใจมนุษย์เกี่ยวกับมิติ ซึ่งเป็นความสามารถทางสมอง ที่จะช่วยให้มนุษย์เกิดจินตนาการและนึกเห็นภาพประกอบต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน รวมทั้งทิศทางของสิ่งต่างๆที่เปลี่ยนไปด้วย

อนาสตาซี (Anastasi. 1961: 334) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบที่แตกต่างกัน คือ การรับรู้ทางด้านมิติสัมพันธ์ หรือความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต และการมองเห็นเมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือเปลี่ยนรูป

แมคกี (McGee. 1979: 126) กล่าวว่า มิติสัมพันธ์ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ การนึกภาพเป็นความสามารถในการมองเห็นวัตถุที่หมุนว่าเป็นอะไร เป็นภาพจินตนาการในความคิดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ส่วนการจัดภาพเป็นความสามารถในการเข้าใจภาพที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบภายใน เช่น การซ่อนภาพ การอ่านแผนที่ เป็นต้น

ชวาล แพรัตกุล (2514: 65) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์นี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาด และมิติต่างๆ อันได้แก่ ความใกล้ – ไกล สูงต่ำ และพื้นที่ทรวดทรงปริมาตร เป็นต้น เป็นความสามารถของสมองที่ช่วยให้เกิดจินตนาการ และมโนภาพนึกเห็นภาพของส่วนประกอบเมื่อถูกแยก และเห็นเค้าโครงสร้างเมื่อนำชิ้นส่วนต่างๆ มาผสมเข้าด้วยกัน

ทองห่อ วิภาวิน (2523: 73) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการสร้างมโนภาพทำให้เกิดจินตนาการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆ เมื่อแยกสิ่งเหล่านี้ออกจากกันและเห็นเค้าโครงเมื่อนำสิ่งเหล่านั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ฉะนั้นสมรรถภาพสมองด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงมิติต่างๆ ได้แก่ รูปร่าง ความสูงต่ำ ใกล้ – ไกล พื้นที่ปริมาตร

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ (2528: 147) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นและเข้าใจความสัมพันธ์ด้านมิติ (space) ต่างๆ ระหว่าง ความกว้าง ความยาว ความลึก จุด เส้น ความซับซ้อนของรูปที่เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต ตลอดจนปริมาตร และขนาด การกะระยะได้ถูกต้อง สามารถใช้จินตนาการในการรวมหรือแยกส่วนต่างๆ ได้

เสาวลักษณ์ สมานแก้ว (2539: 10) กล่าวว่า ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการมองเห็น การเข้าใจ การจำแนก การจินตนาการเกี่ยวกับมิติต่างๆ เช่น รูปร่าง ขนาด ทรวดทรง พื้นที่ ปริมาตร ความสูง – ต่ำ ใกล้ – ไกล และเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของภาพต่างๆ แม้ว่าภาพนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปแบบใหม่แล้วก็ตาม

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2542: 9) กล่าวว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สรุปได้ว่า เป็นความสามารถในการสร้างภาพ 3 มิติ ที่มองเห็นรอบๆ ตัวให้เกิดขึ้นในใจของตนเอง รับรู้เกี่ยวกับสี เส้น พื้นที่ รูปร่าง เนื้อที่ หรือความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ตลอดจนความสามารถที่จะมองเห็นและแสดงออกในสิ่งที่เห็น

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 22 - 23) กล่าวว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการ คือ ขนาด และมิติต่างๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียวกัน และหลายระนาบ และยังคลุมได้ถึงการมองภาพต่างๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ่อนอยู่ภายใน ตลอดจนถึงการแยกภาพประกอบภาพ รวมถึงความสามารถในการจำแนกตำแหน่งที่อยู่ เช่น บน ล่าง ซ้าย ขวา และระยะใกล้หรือไกล

จากศึกษาแนวคิดของนักการศึกษา สรุปได้ว่า ความสามารถเชิงปริภูมิ เป็นความสามารถของบุคคลในการมองเห็น รับรู้ เข้าใจ การจำแนก ในเรื่องของขนาด วัตถุหรือรูปทรง ทิศทางของวัตถุในการเคลื่อนที่และคงที่ หรือเปลี่ยนตำแหน่ง ทั้งในลักษณะ 2 มิติ และ 3 มิติ และรวมไปถึงการใช้ความสามารถในการจินตนาการ เพื่อนำมาประกอบหรือการแยกชิ้นส่วนออกจากกันได้

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความสามารถเชิงปริภูมิ

บุคคลแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่บุคคลนั้นได้รับ ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างภายในแต่ละคนหรือสิ่งแวดล้อมที่บุคคลได้สัมพันธ์ โครงสร้างภายในที่สำคัญก็ คือ สติปัญญา ซึ่งถือว่าเป็นความสามารถทางสมองที่ติดตัวมาแต่กำเนิดทำให้มนุษย์สามารถเรียนรู้และทำกิจกรรมต่างๆได้ ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้นักจิตวิทยาและนักการศึกษาต่างๆ ให้ความสนใจที่จะศึกษาทำความเข้าใจสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมอง เพื่อต้องการพัฒนาบุคคลให้เจริญก้าวหน้าเต็มศักยภาพที่มี สำหรับทฤษฎีความสมรรถภาพทางสมองที่เกี่ยวข้องนั้นมีอยู่หลายทฤษฎี คือ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541: 43)

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni-Factor Theory)

ทฤษฎีนี้บางทีเรียกว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บิเน่ท์และซิมอน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541: 43 ; อ้างอิงจาก Binet and Simon.1905) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเชาวน์ปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวกันไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับความสามารถทั่วไป (General ability) คือ การวัดออกมาเป็นคะแนนเดียวแล้วแปลความหมายว่าใครมีความสามารถทางสมองในระดับใดที่เรียกว่า IQ นั่นเอง

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi-Factor Theory)

ทฤษฎีนี้นำโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อสเปียร์แมน (Charles Spearman) ในปี ค.ศ. 1927 เป็นทฤษฎีที่เกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะโดยกระบวนการทางสถิติ พบว่ากิจกรรมทางสมองทั้งหลายเมื่อวิเคราะห์ดูแล้วมีองค์ประกอบร่วมอันหนึ่ง เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) เรียกย่อๆ ว่า G - factor เนื่องจากหาสหสัมพันธ์เกี่ยวพันกันในแต่ละแบบทดสอบ (Intercorrelations) มีค่าสูง แต่สูงอย่างไม่สมบูรณ์แบบ จึงให้ชื่อองค์ประกอบอื่นย่อย ๆ นี้ว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) เรียกย่อ ๆ ว่า S-factor แต่ละองค์ประกอบเฉพาะนี้มีกิจกรรมเฉพาะตัวชนิดหนึ่งของมันเอง

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple – Factor Theory)

ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้คือ เธอร์สโตน (L.L Thurstone.) เขาได้เสนอทฤษฎีนี้เมื่อปี ค.ศ. 1993 เขาได้ทำการวิจัยโครงสร้างสมองอย่างกว้างขวาง และใช้หลักจิตวิทยาสมัยใหม่ที่เรียกว่า “การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)” ทำให้สามารถแยกความสามารถทางสมองออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้หลายอย่าง โดยเชื่อว่าความสามารถทางสมองไม่ได้ประกอบด้วยความสามารถเป็นแกนกลาง แต่ประกอบด้วยองค์ประกอบเป็นกลุ่มๆ เธอร์สโตนให้ชื่อว่า ความสามารถปฐมภูมิของสมอง หรือความสามารถทางสมองขั้นพื้นฐาน (Primary Mental Abilities) แยกองค์ประกอบย่อยโดยยึดน้ำหนักขององค์ประกอบ (Loading Factor) เป็นสำคัญ แต่จริงๆ แล้วกลุ่มของความสามารถหรือองค์ประกอบก็ยังทำหน้าที่เกี่ยวข้องกันบ้างเหมือนกัน (Anastasi.1961: 336 - 368)

เธอร์สโตนพยายามวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถของมนุษย์ออกมาได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นได้ชัดและสำคัญๆ มีอยู่ 7 ประการ คือ

3.1 องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor : V - Factor.) องค์ประกอบส่วนนี้ของสมองจะส่งผลให้รู้ถึงความสามารถด้านความเข้าใจในภาษาและการสื่อสารทั่ว ๆ ไป ผู้ที่มีองค์ประกอบด้านนี้สูงจะมีความสามารถในการอ่านเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของศัพท์ได้อย่างดี

3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor : W - Factor.) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด เช่น ให้หาคำขึ้นต้นด้วย “ ต ” มามาก

ที่สุดในเวลาจำกัด เป็นต้น ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มีความสามารถในการเจรจา และการประพันธ์ทั้งร้อยแก้ว และร้อยกรองตอบโต้ทันทีทันใด

3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor : N - Factor.) องค์ประกอบนี้ส่งผลให้มีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ต่างๆ ได้ดีมีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และความหมายของจำนวน และมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างดีด้วย

3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor : S - Factor.) เป็นความสามารถในการมองเห็น หรือมโนภาพในการหมุนรูปทรงเรขาคณิตในมิติต่างๆ สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อย และส่วนผสมของวัตถุต่างๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้สัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต เมื่อเปลี่ยนตำแหน่ง หรือหมุนภาพนั้นไปจากเดิมซึ่งต้องให้องค์ประกอบด้านจินตนาการ

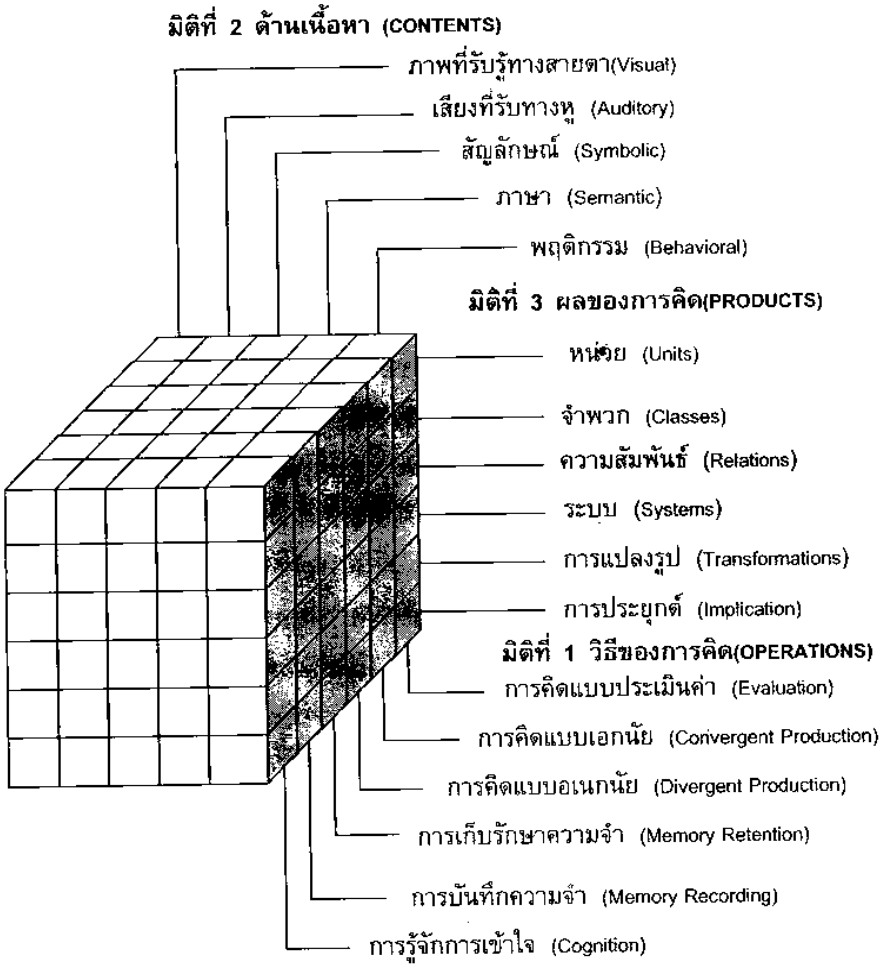
3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor : M - Factor.) เป็นความสามารถด้านความทรงจำเรื่องราว และมีสติระลึกรู้จนสามารถถ่ายทอดได้ ความจำในที่นี้อาจจะเป็นความจำแบบนกแก้ว หรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์กันได้ ซึ่งถือว่า เป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งนั้น

3.6 องค์ประกอบด้านสังเกตและพิจารณา (Perceptual Factor : P - Factor.) องค์ประกอบของสมองด้านนี้ได้แก่ ความสามารถด้านเห็นรายละเอียด ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor : R - Factor.) บางทีก็ใช้ Induction หรือ General Reasoning องค์ประกอบนี้แสดงถึงความสามารถด้านวิจารณญาณหาเหตุหาผล ค้นคว้าความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎีตอนแรกๆ เธอร์สโตน ให้ความหมายองค์ประกอบนี้ไม่กระจ่างนัก เขามองในรูปอุปมาน และอนุมานระยะหลังผู้ศึกษาด้านนี้มองเห็นว่าจะวัดเหตุผลทั่วไปได้ดีต้องวัดด้วยเหตุผลทางเลขคณิต (Arithmetic reasoning) ซึ่งแบ่งรูปแบบของความสามารถด้านเหตุผลได้ 5 ด้าน คือ การจำแนกประเภท อุปมาอุปไมย อนุกรม สรุปความ และวิเคราะห์

4. ทฤษฎีโครงสร้างเชาวน์ปัญญา (The Structure of Intellect)

กิลฟอร์ด (Guilford. 1988: 1 - 4)นักจิตวิทยาชาวอเมริกันได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างเชาวน์ปัญญาที่เรียกว่า Structure of Intellect หรือ Three – Dimensional model of the Structure of Intellect กิลฟอร์ดได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะโดยจัดระบบคุณลักษณะให้อยู่ในรูปแบบใหม่เป็นลูกบาศก์รวมกัน 120 องค์ประกอบต่อมาพบว่าในส่วนของภาพ (Figural) แบ่งออกเป็นการมองเห็น (Visual) และการได้ยิน (Auditory) ส่วนที่เป็นความจำ (Memory) แบ่งออกเป็นการบันทึกความจำ (Memory Recording) และการเก็บรักษาความจำ (Memory Retention) แบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญาที่ได้รับ การปรับปรุงใหม่ประกอบด้วย
มิติที่ 1 คือ วิธีการคิด 6 แบบ มิติที่ 2 คือ เนื้อหา 5 แบบ มิติที่ 3 คือ ผลของการคิด 6 แบบ ซึ่งนับองค์ประกอบรวมกันได้ 180 องค์ประกอบ ดังรูป



ภาพประกอบ 3 แบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญาตามทฤษฎีโครงสร้างเชาวน์ปัญญา ของ กิลฟอร์ด (Guilford. 1988: 1 - 4)

มิติที่ 1 การคิด (Operations) เป็นกิจกรรมทางสมองที่สำคัญเป็นการรวบรวมข้อมูล ข่าวสารที่ได้รับและพยายามเข้าใจความหมาย ประกอบด้วย

1.1 การรับรู้และเข้าใจ (Cognition) หมายถึง การที่คนเราสามารถค้นพบ รู้จักสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ตัว และมีความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง

1.2 การบันทึกความจำ (Memory Recording) หมายถึง ความหมายสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ที่เก็บสะสมความรู้ หรือข้อมูลต่างๆ ที่รู้จักไว้สามารถที่จะระลึกออกมาในรูปเดิมที่ต้องการได้

1.3 การเก็บรักษาความจำ (Memory Retention) หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ที่จำสิ่งที่ผ่านมาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

1.4 การคิดเอนกนัย (Divergent thinking) เป็นการคิดที่เน้นความคิดใหม่ๆ ทางที่น่าจะเป็นไปได้หลายแบบ ความคิดประเภทนี้มีความสำคัญต่อความคิดสร้างสรรค์ เช่น ถามว่า

การออกกำลังกายมีประโยชน์อย่างไร ซึ่งอาจมีหลายคำตอบ แต่ถ้าตอบได้หลายคำตอบและถูกต้องมาก แสดงว่ามีความสามารถในการคิดเอนกนัย

1.5 การคิดเอกนัย (Convergent thinking) เป็นการคิดที่เน้นเรื่องความถูกของคำตอบที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปเป็นคำตอบที่ดีที่สุด ตัวอย่างเชาวน์ 2 x 2 = 4

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) การตัดสินใจโดยถือความถูกต้อง ความเหมาะสมและความพึงปรารถนาเป็นเกณฑ์

มิติที่ 2 เนื้อหา (Content) เป็นการจัดจำพวกหรือประเภทของข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ปรากฏด้วยระบบประสาทสัมผัสทั้งหลาย แล้วบุคคลสามารถแยกแยะเพื่อจะรับรู้ แบ่งออกเป็น 5 พวก คือ

2.1 การมองเห็น (Visual) หมายถึง สิ่งเร้าที่มีรูปแบบแน่นอนและสามารถรับรู้ด้วยการสัมผัส เช่น การมองเห็น หรือการจับต้องได้

2.2 การได้ยิน (Auditory) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นเสียงที่สัมผัสได้ทางหู เช่น เสียงดนตรี เสียงพูดคุย

2.3 สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลที่เป็นเครื่องหมาย หรือสัญญาณต่างๆ เช่น โน้ตดนตรี เครื่องหมายต่างๆ

2.4 ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่มักจะอยู่ในรูปความหมาย ซึ่งแทนด้วยถ้อยคำหรือรูปภาพที่มีความหมาย

2.5 พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่ได้จากกิริยาท่าทางที่ใช้ในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ประกอบด้วยทัศนคติ ความต้องการ อารมณ์ ความตั้งใจ ของบุคคลที่มีส่วนร่วมในการปฏิสัมพันธ์

มิติที่ 3 ผลการคิด (Products) เป็นแบบต่างๆ ที่ใช้ในการคิดประกอบด้วย

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

3.2 แบบกลุ่ม (Classes) หมายถึง กลุ่มของหน่วยต่างๆ ที่มีคุณสมบัติร่วมกัน ยกตัวอย่างเช่น “นก” “ปลา” เป็นชื่อของสัตว์ที่มีลักษณะร่วมกันหลายอย่าง

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

3.4 แบบระบบ (Systems) หมายถึง โครงสร้างหรือการรวมหน่วยจำพวกของข้อมูลข่าวสารหรือการแสดงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของส่วนประกอบ ซึ่งอาจจะเป็นทฤษฎี กฎเกณฑ์ หรือหลักการ

3.5 แบบการแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของข้อมูลข่าวสาร เป็นต้นว่าการให้คำจำกัดความใหม่ หรือการคิดแปลงข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่แล้วเสียใหม่ ตัวอย่างเช่น เด็กเล็กถูกตีโดยเด็กโตเป็นเด็กโตตีเด็กเล็ก

3.6 แบบการประยุกต์ (Implications) หมายถึง การอธิบายหรือเปรียบเทียบข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่ในรูปของการคาดคะเนหรือการทำนาย

ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ด จึงประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ 3 มิติ กิลฟอร์ดได้สร้างค่าการวัดความสามารถต่างๆ ตัวอย่างเช่น คำถามเพื่อใช้วัดความสามารถเกี่ยวกับความคล่องในการใช้คำ (Word Fluency) ของกิลฟอร์ด ซึ่งประกอบด้วยวิธีการคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) เนื้อหา (Content) สัญลักษณ์ (Symbolic) และผลผลิตหน่วย (Units) กิลฟอร์ด จะให้เขียนคำที่ขึ้นต้นด้วย “r” และลงท้ายด้วย “m” ให้มากที่สุดหรือให้คิดคำที่คล้องกับคำว่า “Room” นอกจากการคิดคำถาม เพื่อวัดความสามารถตามทฤษฎีที่ตั้งไว้ การสร้างแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ดนั้นได้ปฏิบัติตามหลักของการสร้างแบบทดสอบที่ดีอย่างเคร่งครัด หรือ เป็นแบบทดสอบที่มีความตรง (Validity) และความเที่ยง (Reliability) สูง

5. ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligence)

ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligence) ของโฮวาร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) เชื่อว่าเชาวน์ปัญญาเป็นสิ่งที่ไม่คงที่เปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนี้ยังเป็นสิ่งที่จะพัฒนาการได้ด้วยการอบรมหรือฝึกฝน การ์ดเนอร์ได้ให้ความหมายของเชาวน์ปัญญา คือความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่างๆ และการผลิตผลงานต่างๆ ซึ่งขึ้นกับวัฒนธรรมของแต่ละแห่ง (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2545 : 120) การ์ดเนอร์ได้จำแนกความสามารถหรือปัญญา (Intelligence) ของมนุษย์ออกเป็น 8 ด้าน คือ (อาร์มสตรอง. 2543: 1 - 2)

1. ปัญญาทางด้านภาษา (Linguistic Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการใช้ภาษา ไม่ว่าจะพูด เช่น นักเล่านิทาน นักพูด นักการเมือง หรือนักเขียน เช่น กวี นักเขียนบทละคร บรรณาธิการ นักหนังสือพิมพ์ ปัญญาทางด้านนี้ยังรวมถึงความสามารถในการจัดกระทำเกี่ยวกับโครงสร้างของภาษา เสียง ความหมาย และเรื่องที่เกี่ยวกับภาษา เช่น สามารถใช้ภาษาในการหว่านล้อม อธิบาย และอื่นๆ

2. ปัญญาทางด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical – Mathematical Intelligence) เป็นความสามารถสูงในด้านการใช้ตัวเลข 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 ความสามารถสูงในด้านการมองเห็นพื้นที่ ได้แก่ นายพราน ลูกเสือ ผู้นำทาง และสามารถปรับปรุงและคิดวิธีการใช้เนื้อที่ได้ดี เช่น สถาปนิก มัณฑนากร ศิลปิน นักประดิษฐ์ ปัญญาด้านนี้รวมไปถึงความไวต่อสี เส้น รูปร่าง เนื้อที่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านี้ นอกจากนี้ยังหมายถึงความสามารถที่จะมองเห็น และแสดงออกเป็นรูปร่างถึงสิ่งที่เห็น และความคิดเกี่ยวกับพื้นที่

4. ปัญญาทางด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily – Kinesthetic Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการใช้ร่างกายของตนเองแสดงความคิด ความรู้สึก ได้แก่ นักแสดง นักแสดงท่าใบ้ นักกีฬา นาฏกร นักฟ้อนรำ และความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์ เช่น นักปั้น ช่างแก้รถยนต์ ศัลยแพทย์ ปัญญาทางด้านนี้รวมถึงทักษะทางกาย เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ความยืดหยุ่น ความประณีต และความไวทางประสาทสัมผัส

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

6. ปัญญาทางด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการเข้าใจ อารมณ์ ความรู้สึก ความคิด และเจตนาของผู้อื่น ทั้งนี้รวมถึงความไวในการสังเกตน้ำเสียง ใบหน้า ท่าทางทั้งนี้ยังมีความสามารถสูงในการรู้ถึงลักษณะต่างๆ ของสัมพันธภาพของมนุษย์ และสามารถตอบสนองได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เช่น สามารถทำให้บุคคลหรือกลุ่มบุคคลปฏิบัติตาม

7. ปัญญาทางด้านตนหรือเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการรู้จักตน ได้แก่ รู้จักตนเองตามความเป็นจริง เช่น มีจุดอ่อน จุดแข็งเรื่องใด มีความรู้เท่าทันอารมณ์ ความคิด ความปรารถนาของตน มีความสามารถที่จะฝึกตนเอง และเข้าใจตนเอง

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

จากการศึกษาทฤษฎีดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ประกอบด้วยทฤษฎีองค์ประกอบเดียว บิเน่ท์และซิมอนที่กล่าวว่ามนุษย์มีความสามารถอันหนึ่งอันเดียวกันไม่แยกจากกัน ทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมนที่ว่ามนุษย์มีสององค์ประกอบ คือ องค์ประกอบทั่วไป หรือความสามารถโดยทั่วไป กับองค์ประกอบเฉพาะมีลักษณะเฉพาะตัวของมันเอง ทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสามารถทางสมองของมนุษย์ในการมองเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตในด้านขนาดและทางด้านมิติต่างๆ ทฤษฎีโครงสร้างเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ด สามารถวัดความสามารถได้ 180 องค์ประกอบ และองค์ประกอบที่กล่าวนั้น ก็มีความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ เช่น ความสามารถในการรับรู้ และการเข้าใจด้านการมองภาพเกี่ยวกับการแปลงรูป (CFT) และทฤษฎีสุดท้ายก็คือ ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาหลากหลายของการ์ดเนอร์ ที่ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นหนึ่งในเชาวน์ปัญญา 8 ด้าน ซึ่งทฤษฎีนี้ส่งผลให้สามารถรับรู้ภาพ และการเปลี่ยนการรับรู้เมื่อรูปทรงเปลี่ยนแปลงไป จะเห็นว่าทฤษฎีที่ได้กล่าวไปแล้วนี้ล้วนเกี่ยวข้องกับความสามารถเชิงปริภูมิ

4.3 รูปแบบและแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ

มีนักวัดผล และนักจิตวิทยาหลายท่านได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์แบ่งแยกรูปแบบ (Style) ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตนไว้ต่างๆ กันหลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้

รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิของนักวัดผล และนักจิตวิทยาในประเทศ

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเริงรัตน์ (2518: 45 - 52) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์มีอยู่หลายแบบ แต่ที่นิยมใช้กันมากมี 6 รูปแบบ คือ การหมุนภาพบนพื้นระนาบ แบบซ่อนรูป แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบนับบล็อก และแบบเติมภาพ

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

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

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

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

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

อเนก เพียรอนุกูลบุตร (2527: 121 - 138) กล่าวถึงรูปแบบที่สำคัญในการทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ คือ แบบหมุนภาพบนพื้นระนาบ (Figure Rotation) แบบซ่อนภาพ (Hidden Figure) แบบซ้อนภาพ (Pattern Synthesis) แบบแยกภาพ (Figure Dividing) แบบพับกระดาษ (Paper Folding) แบบวาดกลับกัน (Reverse Drawing) แบบเงื่อนไข (Conditions) แบบภาพตัดขวางวัตถุ (Cross – section of solid) แบบเติมจัตุรัส (Square Completion) แบบจับคู่ชิ้นส่วนกับภาพ (Matching Parts and Figures) แบบสร้างผิวหน้า

(Surface Development) แบบนับบล็อก (Block Development) แบบสร้างสมการ (From Equation) แบบเติมกระสวน (Pattern Completion) แบบลอกภาพ (Copying) แบบมองวัตถุจากด้านบน (Projection of Solid) แบบรู้มุมวัตถุ (Angle Recognition) แบบการรวมองค์ประกอบ (Assembly) แบบรอยวัตถุ (Trace Recognition) และแบบตัดต่อจัตุรัส

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2530: 200 - 213) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 8 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบแยกภาพ แบบประกอบภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบตัดกระดาษและแบบพับกล่อง

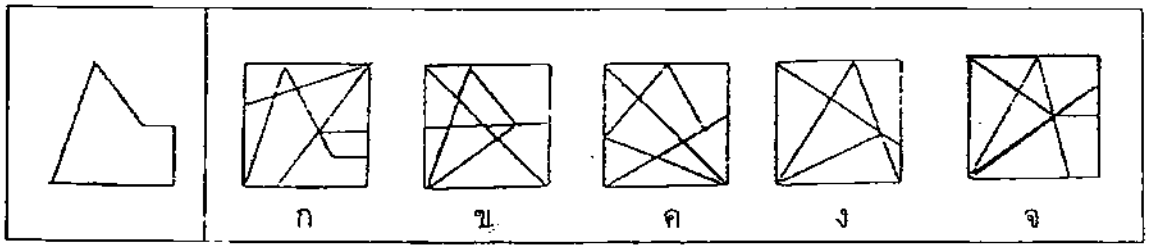
ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 79 - 87) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 10 รูปแบบ คือ แบบซ่อนภาพซึ่งแยกเป็น แบบซ่อนเดี่ยวกับแบบคงที่ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบต่อภาพ แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ 3 มิติ แบบหาด้านตรงข้ามของลูกบาศก์ แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ และแบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ในประเทศที่นิยมใช้ในวัดกันในปัจจุบัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ : 2541: 149 - 160)

1. แบบซ่อนภาพ ข้อสอบแต่ละข้อมุ่งวัดความสามารถในการค้นหาภาพที่กำหนดให้ว่าไปซ่อนอยู่ ณ ที่ใดในภาพสถานการณ์อื่นๆ คนที่มีความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ จะค้นหาสิ่งที่ต้องการในกองอื่นๆ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ก) แบบซ่อนเดี่ยว หมายความว่า ข้อเดียวมีภาพที่กำหนดให้เพียงภาพเดียว แล้วนำภาพนั้นไปซ่อนในตัวเลือกตัวหนึ่งที่ถูก ส่วนตัวลวงต้องพยายามหาภาพที่คล้ายๆ ภาพที่กำหนดให้มากที่สุดซ่อนเอาไว้ เพื่อให้ข้อสอบยากขึ้นในตัวเลือกจะต้องขีดเส้นผ่านไปมาด้วยจึงจะดี ดังภาพประกอบ 4

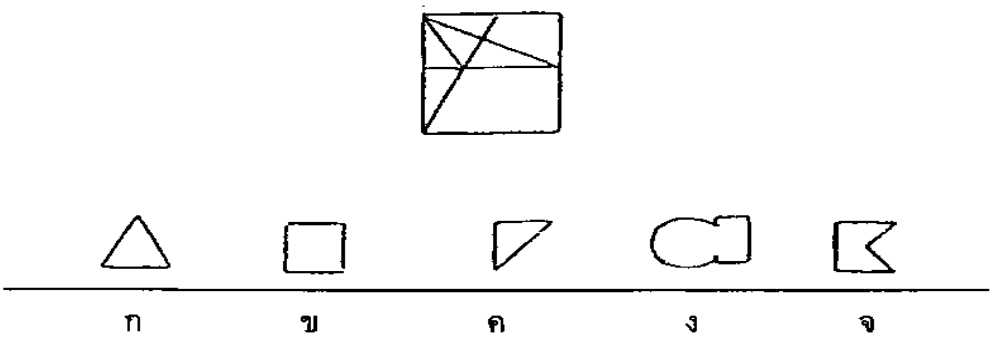
คำชี้แจง ให้พิจารณาดูว่าภาพใดจาก ก – จ มีภาพที่มีรูปร่าง ขนาด ทิศทางเช่นเดียวกับภาพทางซ้ายมือที่กำหนดให้ซ่อนอยู่



ภาพประกอบ 4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ

ข) แบบซ่อนคงที่ วิธีการออกข้อสอบแบบนี้กำหนดแบบที่จะซ่อนคงที่ 5 ตัว หรือ 4 ตัว แล้วแต่ความต้องการ แล้วเขียนข้อสอบเป็นชุดๆ ดังภาพประกอบ 5

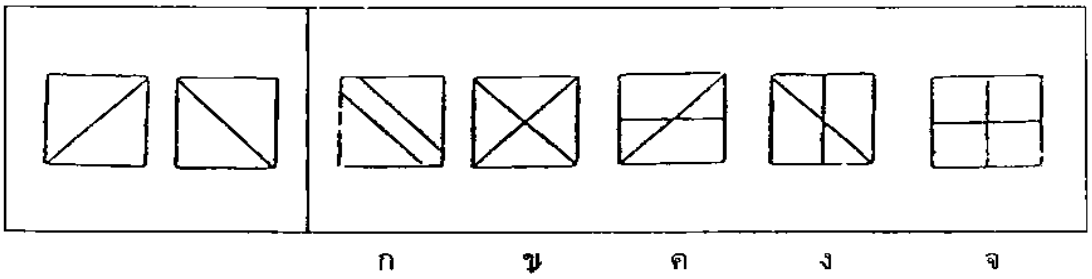
คำชี้แจง ใช้ภาพที่กำหนดให้ ก ข ค ง และ จ ไปพิจารณาดูในข้อสอบแต่ละข้อว่ามีภาพใดซ่อนอยู่ ภาพที่ซ่อนอยู่นั้นมีขนาดและทิศทางเหมือนเดิมทุกประการ



ภาพประกอบ 5 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนคงที่

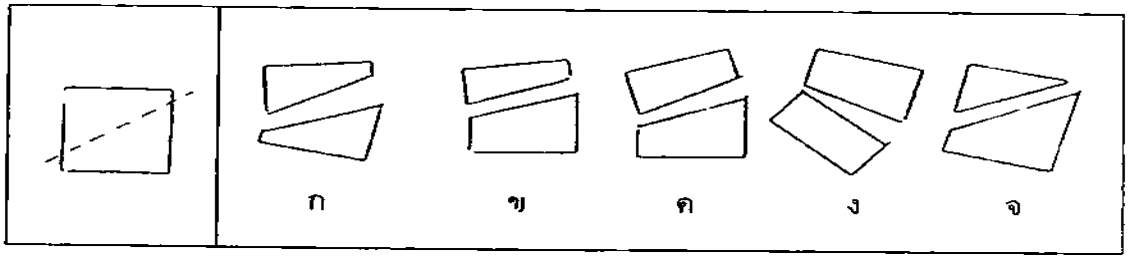
2. แบบซ้อนภาพ ข้อสอบแต่ละข้อมักจะใช้วิธีกำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 2 ภาพ แล้วถามว่า ถ้าเอาภาพ 2 ภาพนี้มาซ้อนทับกันจะเป็นภาพอะไร การซ้อนภาพไม่นิยมซ้อนแบบบิดไปบิดมาเป็นมุมต่างๆ มักนิยมซ้อนกันตรงไปตรงมาตามตำแหน่งเดิม ดังภาพประกอบ 6

คำชี้แจง ให้พิจารณา 2 ภาพทางซ้ายมือ ซ้อนกันแล้วจะเป็นภาพใดจาก ก – จ



ภาพประกอบ 6 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ

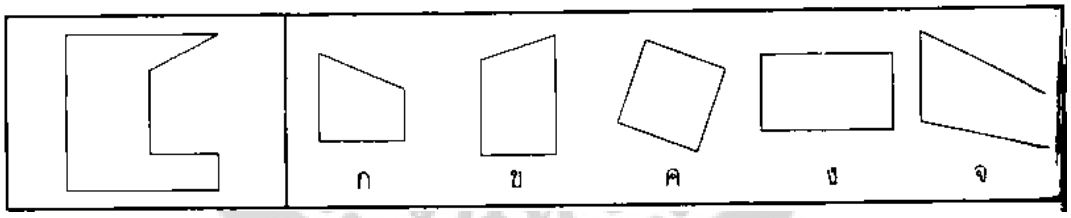
3. แบบแยกภาพ แบบทดสอบประเภทนี้มุ่งวัดความสามารถในการพิจารณาแยกภาพที่กำหนดให้ว่าถ้าแยกแล้วจะได้แก่กลุ่มใด วิธีสร้างข้อสอบมักกำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 1 ภาพ แล้วลากเส้นประไว้ให้ทราบว่าจะแยกตามเส้นนั้น ส่วนตัวเลือกจะเป็นส่วนประกอบที่แยกออกวางเรียงให้อยู่ในลักษณะต่างๆ กัน ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ

4. แบบต่อภาพ แนวคิดของแบบทดสอบชนิดนี้คล้ายๆ กับแบบทดสอบแยกภาพ แต่มีที่แตกต่างกันชัดเจนก็ตรงที่กำหนดภาพทางซ้ายมือให้เป็นแบบไม่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเลือกภาพทางขวามือซึ่งเป็นตัวเลือกเอามาประกอบ หรือต่อดูว่าจะเป็นรูปใดจึงจะทำให้ภาพทางซ้ายมือสมบูรณ์แบบ ตัวแบบมักจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือวงกลมเป็นส่วนใหญ่ ส่วนถ้าใช้แบบใดก็ควรอธิบายให้ผู้ตอบเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งมิฉะนั้นจะไม่รู้ว่าให้ประกอบเป็นภาพอะไร ดังภาพประกอบ 8

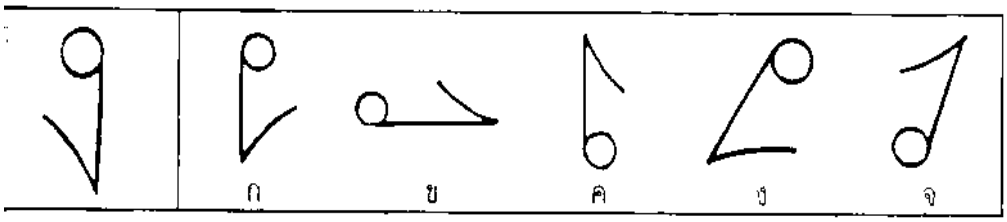
คำชี้แจง ให้พิจารณาดูว่า ภาพใดจาก ก – จ เมื่อต่อกับภาพทางซ้ายมือที่กำหนดให้จะได้ภาพที่สมบูรณ์



ภาพประกอบ 8 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบต่อภาพ

5. แบบหมุนภาพ แบบทดสอบแบบนี้กำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ แล้วสร้างเงื่อนไขว่าจะหมุนภาพไปทางใดต้องบอกไว้ให้ชัดเจน เช่น บอกว่าหมุนภาพที่กำหนดให้ไปตามแนวการหมุนของเข็มนาฬิกา หรือจะบอกว่าหมุนทวนเข็มนาฬิกาก็ได้ แบบทดสอบนี้เธอร์สโตนสามารถให้มีได้หลายคำตอบ แต่ในที่นี้ให้พยายามสร้างให้มีโอกาสถูกคำตอบเดียว การตรวจจะได้สะดวก ดังภาพประกอบ 9

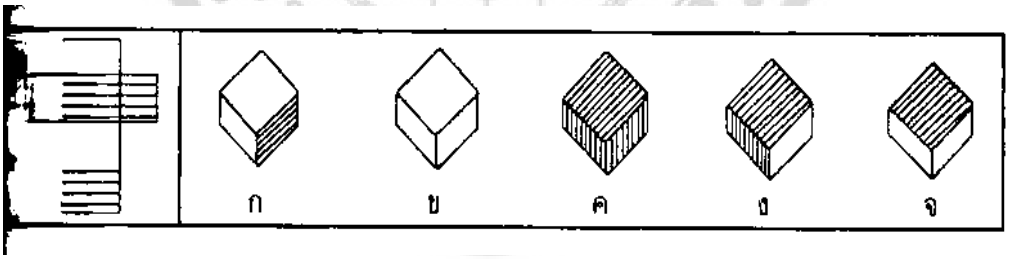
คำชี้แจง จงพิจารณาว่าภาพในข้อใด เกิดจากการหมุนภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือเมื่อหมุนตามเข็มนาฬิกา



ภาพประกอบ 9 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

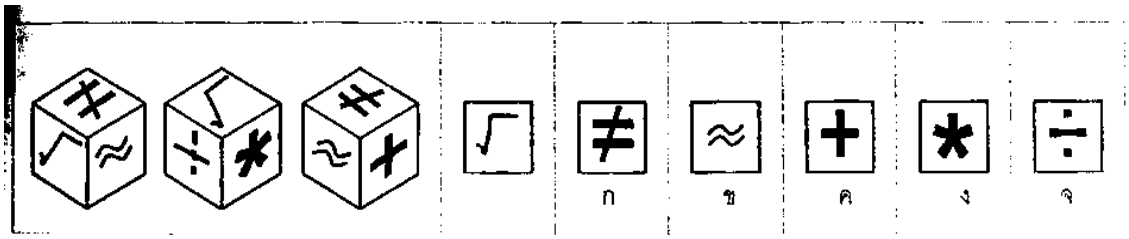
6. แบบประกอบภาพสามมิติ แบบทดสอบประเภทนี้จะมีภาพทางซ้ายมือซึ่งเป็นแบบระนาบหรือแบบมิติเดียวให้ดูก่อน ซึ่งส่วนใหญ่สมมติให้เป็นแผ่นกระดาษหรืออะไรทำนองนั้น แล้วให้ผู้สอบพับเป็นกล่องสามมิติ ซึ่งจริงๆ ผู้เขียนข้อสอบพับเป็นกล่องให้แล้ว ในตัวลวงเพียงแต่ให้ผู้สอบใช้จินตนาการว่าข้อใดพบแล้วถูกต้อง แบบนี้เป็นแนวข้อสอบมิติสัมพันธ์ของดีเอที (DAT) ดังภาพประกอบ 10

คำชี้แจง ให้พิจารณาว่ากล่องใดจาก ก – จ เป็นกล่องที่เกิดจากการพับกระดาษที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ



ภาพประกอบ 10 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพสามมิติ

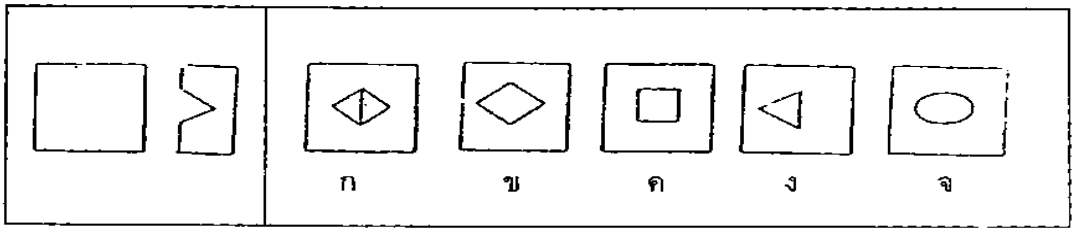
7. แบบการหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ แบบทดสอบนี้ต้องอาศัยเหตุผลเข้าช่วยในการพิจารณาว่าลูกบาศก์ที่ให้ไว้แต่ละหน้ามีสัญลักษณ์อะไร วิธีเขียนคือ กำหนดลูกบาศก์ให้ไว้ก่อน 3 ลูก แล้วถามว่าด้านตรงข้ามกับเครื่องหมายที่ให้ไว้นั้นเป็นเครื่องหมายอะไร ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์

8. แบบภาพตัดกระดาษ แบบทดสอบประเภทนี้อาศัยจินตนาการจากการเอากระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามาพับกลางแล้วตัดส่วนที่พับนั้นอยากรู้ว่าถ้าคลี่ออกมาแล้วจะมีรูปแบบใด ดังภาพประกอบ 12

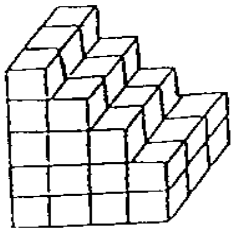
คำชี้แจง ภาพทางซ้ายมือ ถ้าพับและตัดตามเส้นจแล้ว เมื่อกางออกจะเป็นภาพใด



ภาพประกอบ 12 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบตัดกระดาษ

9. แบบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบประเภทนี้เป็นภาพสามมิติเหมือนกัน เกิดจากการนำเอาลูกบาศก์มากองซ้อนทับกันโดยให้เห็นเป็นบางส่วน แล้วให้ผู้สอบตอบโดยการใช้จินตนาการนับลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง ซึ่งก็ถือว่าเป็นแนวการวัดทางมิติสัมพันธ์แบบหนึ่งเหมือนกัน ดังภาพประกอบ 13

คำชี้แจง จงนับลูกบาศก์ที่กำหนดให้ว่ามีจำนวนเท่าใด

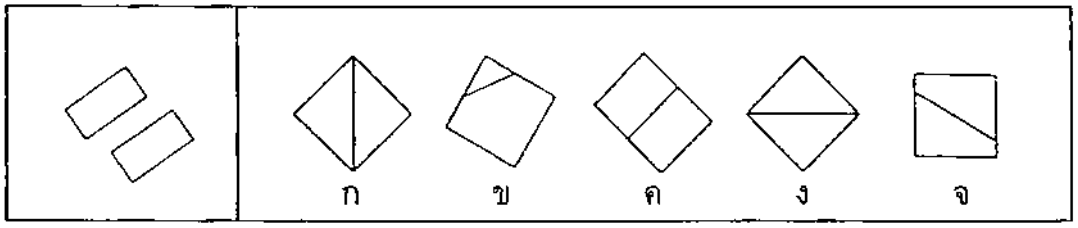


ก. 36
ข. 37
ค. 42
ง. 45
จ. 48

ภาพประกอบ 13 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์

10. แบบประกอบส่วนย่อย แบบทดสอบลักษณะนี้โจทย์จะกำหนดส่วนประกอบย่อยๆ มาให้ แล้วถามว่าถ้าเอาส่วนประกอบย่อยมาประกอบรวมกันโดยถูกวิธีแล้วจะได้เป็นรูปใดมีได้ทั้งภาพเหมือนและภาพทรงเรขาคณิต ภาพเหมือนอาจจะเป็นส่วนประกอบของเครื่องยนต์ หรืออะไรก็ได้ ส่วนภาพทรงเรขาคณิตแล้วแต่จะวาด ดังภาพประกอบ 14

คำชี้แจง จงพิจารณาว่า ถ้านำภาพทางซ้ายมือมาประกอบแล้ว จะมีรูปภาพดังภาพใดในตัวเลือก ก – จ



ภาพประกอบ 14 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบส่วนย่อย

รูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิของนักวัดผล และนักจิตวิทยาในต่างประเทศมีดังต่อไปนี้

สำนักทดสอบ (The Nation Foundation for Education Research (NFER)) แห่งประเทศอังกฤษได้เสนอรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ต่างๆ ดังนี้ แบบวาดภาพ (Drawing) แบบจัดภาพลงกระดาน (Shape Direction From Board) แบบหารูปที่คล้ายคลึงกัน (Spatial analogies) แบบซ่อนภาพ (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) (Smith. 1964: 365 - 371)

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ ที่มีชื่อเสียงและนิยมใช้กันโดยทั่วไปนั้น พบว่ามีรูปแบบที่ใช้ในการวัดแตกต่างกันหลายๆ รูปแบบ ดังต่อไปนี้

แบบทดสอบ Multiple Aptitude Test (MAT) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการแนะแนวทางการศึกษาและอาชีพสำหรับเด็กเกรด 7 – 13 (ระดับวิทยาลัยปีที่ 1) ใช้แบบทดสอบความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ 3 รูปแบบ คือ แบบวิทยาศาสตร์ประยุกต์และเครื่องจักรกล แบบประกอบภาพใน 2 มิติ และแบบประกอบภาพใน 3 มิติ (พรทิพย์ ภัทรชาคร. 2520: 10; อ้างอิงจาก Segal and Raskin. 1959)

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

แบบทดสอบ The Chicago Nonverbal Examination เป็นแบบทดสอบที่รู้จักแพร่หลายและนิยมใช้กันในปี ค.ศ.1936 – 1947 โดยใช้กับกลุ่มอายุ 6 ปี จนถึงวัยผู้ใหญ่ตอนต้น ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 10 ฉบับ หนึ่งในจำนวนนี้เป็นแบบทดสอบย่อยที่วัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ซึ่งเป็นแบบประกอบภาพ 3 มิติ (Nunnally. 1964: 233 - 235)

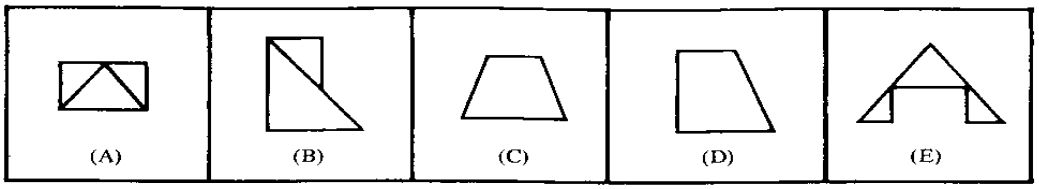
แบบทดสอบ Primary Mental Ability (PMA) ของเธอร์สโตน วัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้แบบทดสอบหมุนภาพ 2 มิติบนพื้นราบ แบบทดสอบ 3 มิติแบบเล็งทิศทาง แบบตัดกระดาษ แบบนับลูกบาศก์ (Cronbach. 1970: 326 - 327)

แบบทดสอบ Mechanical Aptitude and Spatial Relation Test เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันในปัจจุบันประกอบด้วยแบบทดสอบทางด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบการให้เหตุผลโดยการใช้สัญลักษณ์ และแบบทดสอบความถนัดทางด้านเครื่องจักร (Levy and Levy. 2001)

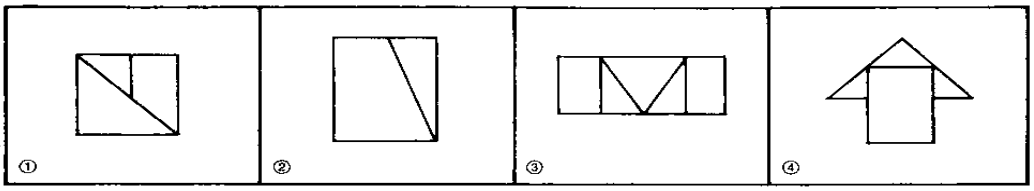
ตัวอย่าง ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ในต่างประเทศที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน (Levy and Levy. 2001)

1. แบบซ่อนภาพ (Hidden Figure)

คำชี้แจง



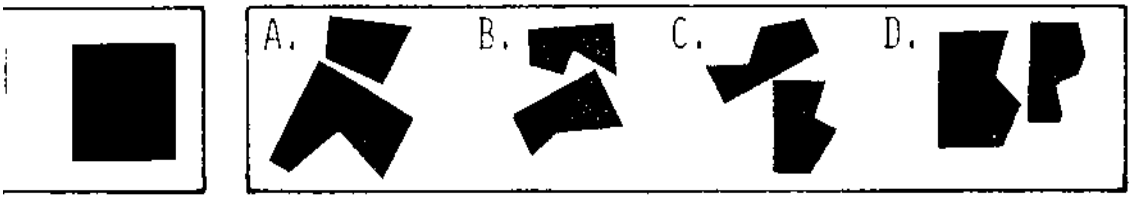
ให้พิจารณจากภาพข้างบนที่กำหนดให้ (A) – (E) ว่าในข้อใดที่มีรูปร่าง ขนาดและทิศทางเช่นเดียวกับที่ซ่อนอยู่ในภาพ แล้วแรเงาข้อที่ถูกต้องลงไปในกระดาษคำตอบ



ภาพประกอบ 15 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพ

2. แบบจับคู่ชิ้นส่วนกับรูป (Matching Parts and Figures)

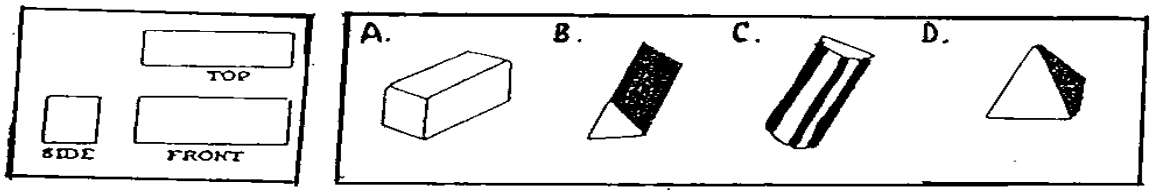
คำชี้แจง กำหนดรูปทางซ้ายมือ จงหาว่าชิ้นส่วนในข้อใดเมื่อต่อกันแล้วได้รูปทางซ้ายมือ



ภาพประกอบ 16 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบจับคู่ชิ้นส่วนกับรูป

3. แบบทรงสามมิติ (Spatial Views)

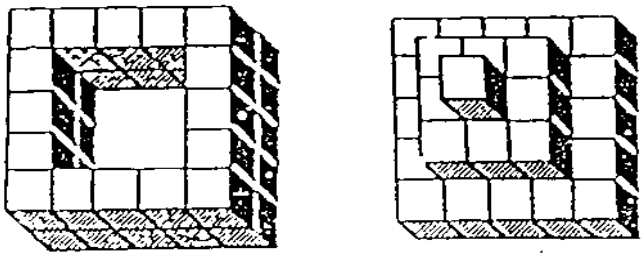
คำชี้แจง จากภาพสองมิติที่กำหนดให้ ดังรูปทางซ้ายมือเมื่อนำมาประกอบเป็นภาพสามมิติในรูปทางขวามือจะตรงกับข้อใด



ภาพประกอบ 17 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบทรงสามมิติ

4. แบบการนับลูกบาศก์ (Cube Counting)

คำชี้แจง จากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงหาว่าจำนวนลูกบาศก์ที่ซ้อนกันในแต่ละภาพว่ามีกี่ลูก

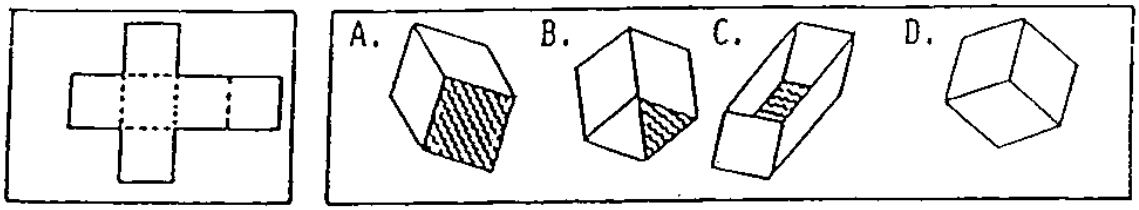


จำนวน.....ลูก จำนวน.....ลูก

ภาพประกอบ 18 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบการนับลูกบาศก์

5. แบบพับกระดาษ (Cardboard Folding)

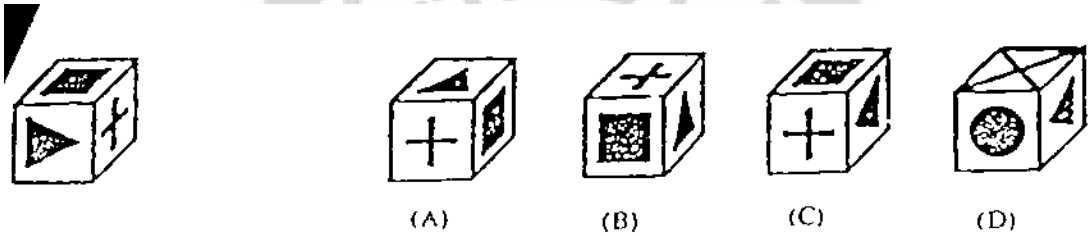
คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าเป็นภาพใดจากภาพข้อ A – D ที่เกิดจากการพับกระดาษที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ



ภาพประกอบ 19 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ

6. แบบหมุนภาพ (Figure Turning)

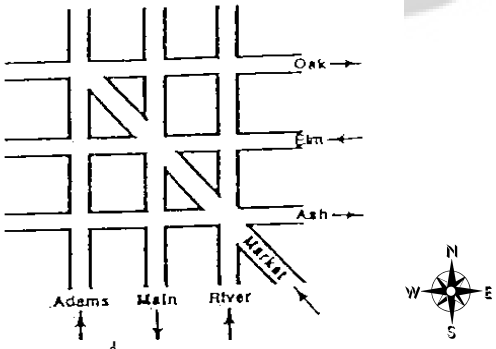
คำชี้แจง พิจารณาภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือเมื่อหมุนแล้วจะได้ภาพใด



ภาพประกอบ 20 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ

7. ทักษะในการใช้แผนที่ (Map Skills)

คำชี้แจง จงพิจารณาแผนที่ ที่กำหนดให้แล้วตอบคำถาม

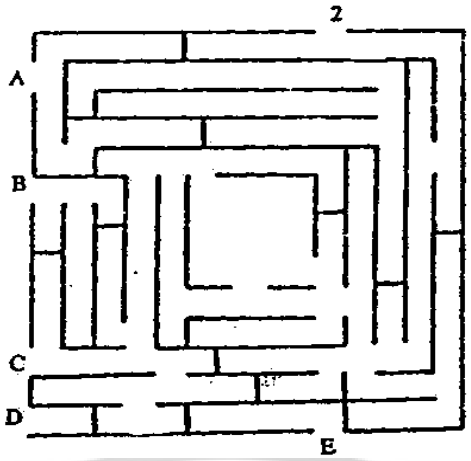


มีรถแท็กซี่อยู่บนถนน River ซึ่งอยู่ระหว่างถนน Ash และถนน Eim คนขับรถแท็กซี่จะต้องไปรับผู้โดยสารที่รออยู่ช่วงถนน Adams และถนน Oak จงหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการไปรับผู้โดยสาร

ภาพประกอบ 21 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบทักษะในการใช้แผนที่

8. แบบการประสานสัมพันธ์ของการมอง (Visual – Motor Coordination)

คำชี้แจง จงหาทางออกโดยเริ่มต้นจากตัวเลขที่กำหนดให้



ภาพประกอบ 22 แบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์แบบการประสานสัมพันธ์ของการมอง

จากการศึกษารูปแบบและแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ สรุปได้ว่า การวัดความสามารถเชิงปริภูมินั้นสามารถใช้แบบทดสอบวัดได้หลายรูปแบบ และแบบทดสอบที่ผู้วิจัยใช้วัดก็คือ แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบซ้อนภาพ แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบซ่อนภาพ และแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบหมุนภาพ

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องความสามารถเชิงปริภูมิ

งานวิจัยต่างประเทศ

ไมเคิล, ซิมเมอร์แมน และกิลฟอร์ด (Michael, Zimmerman and Guilford. 1951: 187 - 213) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบ 14 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่ทราบตัวประกอบแน่นอน 8 ฉบับ อันได้แก่ ตัวประกอบด้านภาษา จำนวน เหตุผลและการรับรู้ทางสายตา อีก 6 ฉบับ เป็นแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย 360 คน ที่เรียนวิชาจิตวิทยาเบื้องต้นในภาคเรียนที่ 2 ที่มหาวิทยาลัยรัทเจอร์ (Rutgers) พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้ง 6 ฉบับ มีค่าอยู่ระหว่าง .35 ถึง .61 จากการวิเคราะห์ตัวประกอบสามารถแยกวามสามารถด้านมิติสัมพันธ์ นั้นออกได้เป็น 2 ตัว คือ ตัวประกอบมิติสัมพันธ์ (Spatial Relation) และตัวประกอบการมองภาพ (Visualization) แบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบทางด้านมิติสัมพันธ์มากได้แก่ แบบทดสอบลูกบาศก์ของเธอร์สโตน (Thurston’s Cubes) .43 แบบทดสอบธงของเธอร์สโตน (Thurston’s Flags) .44 และแบบทดสอบเล็งทิศทาง (Spatial Orientation) ของกิลฟอร์ดและซิมเมอร์แมน .58 ส่วนแบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบการมองภาพมาก ได้แก่ แบบทดสอบเจาะรูปของเธอร์สโตน (Thurston’s From

Board) .52 และแบบสอบหมุนภาพของกิลฟอร์ด และซิมเมอร์แมน (Spatial Visualization) .62 จากการวิจัยอีกครั้งโดยใช้กลุ่มตัวอย่างในระดับมัธยมศึกษาเกรด 12 เป็นชาย 151 คน หญิง 139 คน อายุระหว่าง 15 – 20 ปี ผลการวิจัยพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์จากคะแนนนักเรียนชายมีค่าระหว่าง .24 ถึง .63 ของนักเรียนหญิงอยู่ระหว่าง .21 ถึง .61 หลังจากวิเคราะห์ตัวประกอบสามารถแยกความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ 2 ตัวประกอบ คือ ตัวประกอบมิติสัมพันธ์ (Spatial Relation) และตัวประกอบการมองภาพ (Visualization) เช่นเดียวกันทั้งจากผลการสอบของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงทางด้านความแตกต่างระหว่างเพศ พบว่า นักเรียนชายมีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิงในแบบทดสอบหมุนภาพ เล็งภาพ มิติสัมพันธ์ของเธอร์สโตน ลูกบาศก์ และต่อภาพ ในส่วนแบบทดสอบเจาะรูปและมิติสัมพันธ์ (Spatial Relation) ไม่ปรากฏความแตกต่าง

อาร์เชอร์ (Archer. 1955: 454 - 460) ได้ทำการศึกษารายละเอียดของรูปภาพว่าจะมีผลต่อความคิดรวบยอดของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยเป็นอย่างไร เครื่องมือที่สร้างขึ้นเป็นรูปภาพทรงเรขาคณิต ซึ่งมีคุณสมบัติที่เด่นชัดที่นำมาศึกษา ได้แก่ รูปทรง (สี่เหลี่ยมจัตุรัสและสี่เหลี่ยมคางหมู) ขนาด (เล็กและใหญ่) สี (เขียวและแดง) ส่วนคุณสมบัติที่ไม่เด่นชัด ได้แก่ จำนวน 1 รูป และ 2 รูป จุดในภาพ (ขาวและดำ) มุมมองรูป (แปรเปลี่ยนองศาเล็กน้อย) และการแรเงาภาพ ผลการศึกษาพบว่า สิ่งเร้าที่เกี่ยวกับขนาดชวนให้ผู้เรียนจัดประเภทความคิดรวบยอดได้ง่ายกว่าสิ่งเร้าอื่นๆ คือ สี จำนวน การแรเงา จุด และมุม ไม่มีผลทำให้ผู้เรียนจัดประเภทความคิดรวบยอด

แรนนัคซี (Rannucci. 1964: 19 - 23) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบบางประการที่ส่งต่อผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่าการเรียนคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์สูง เพราะคณิตศาสตร์ทุกวิชาคำนวณต้องใช้คุณสมบัติทางความสามารถด้านนี้ ในการแก้โจทย์ปัญหาทุกคนมักจะลงมือด้วยการเขียนรูป หรือนึกภาพ ถ้าเราสามารถมองรูปที่สัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนได้ดี การแก้ปัญหาทางวิชาคณิตศาสตร์ก็มักจะง่ายขึ้น และยังกล่าวว่า การเรียนเลขคณิต พีชคณิต และเรขาคณิต การแก้สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ทุกอย่างส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางด้านมิติสัมพันธ์

เธอร์สโตน (Smith. 1964: 50 –60 ; Citing Thurston. 1958) ได้ทำการวิเคราะห์ตัวประกอบจากผลการสอบของนักเรียนอายุ 16 –25 ปี จำนวน 218 คน พบว่ามีแบบทดสอบ 13 ฉบับที่มีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุดลงมาคือ แบบทดสอบนับลูกบาศก์

เฟร็นช์ (French.1965: 9 - 28) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบของการแก้ปัญหากับตัวประกอบในแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบ 15 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนชายเกรด 11 และ 12 จำนวน 177 คน ที่โรงเรียนพรินซตัน (Princeton) ปรากฏว่าแยกตัวประกอบได้ 5 ตัวประกอบ ตัวประกอบ 1 เป็นมิติสัมพันธ์ (Spatial Visualization) แบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุด ได้แก่ แบบทดสอบประกอบภาพ (Surface Developing) คือมีน้ำหนักตัวประกอบ .80 รองลงไปได้แก่ แบบทดสอบจำแนกบัตร (Cards) .57 ลูกบาศก์ .46 ซ่อนภาพ .43 เจาะรู .42 อุปมาอุปไมย .40 และเล็งทิศทาง .37 ตัวประกอบที่ 2 เป็นความเข้าใจใน

ภาษา ตัวประกอบที่ 3 เป็นคณิตศาสตร์ และตัวประกอบที่ 4 เป็นเหตุผล ส่วนตัวประกอบที่ 5 ไม่ได้กำหนดชื่อไว้ เพราะมีน้ำหนักตัวประกอบน้อยมาก

ชิค (Shich. 1985: 363) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางด้านมิติสัมพันธ์ เจตคติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 – 8 พบว่า สมรรถภาพสมองทางด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชายหญิง พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชายสูงกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญ

สกรอย (Sgroi. 1990: 21 - 22) ได้สร้างกิจกรรมเพื่อฝึกฝนให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร เพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงปริภูมิของรูปเรขาคณิตที่พวกเขามองเห็น กิจกรรมที่เขาสร้างขึ้นต้องการให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการมองภาพ และสื่อสาร ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ใช้ฝึกได้ตั้งแต่นักเรียนระดับประถมศึกษาจนถึงนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นการเตรียมพวกเขาไปสู่การเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมต่อไป กิจกรรมที่เขาสร้างเริ่มจากง่ายไปหายาก และจากภาพสองมิติไปสู่รูปเรขาคณิตสามมิติ เขาสรุปว่าการมองภาพเชิงปริภูมิต้องอาศัยความสามารถในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์และการสื่อสาร นักเรียนทุกคนควรมีโอกาสได้ฝึกฝนความสามารถเหล่านี้

อิซาร์ด (Izard. 1990: 44 -47) ได้ทำการศึกษาถึงการใช้สื่ออย่างง่ายที่สามารถใช้ในการสร้างประสบการณ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหา และการมองภาพ สำหรับนักเรียนโดยการใช้ปริศนา (Puzzle) สามมิติ สิ่งที่นำมาเสนอคือการใช้ปริศนาเพื่อฝึกนักเรียนตั้งแต่ระดับง่ายไปสู่ที่ระดับที่ยากขึ้น กิจกรรมของเขาต้องการให้นักเรียนมองรูปสามมิติให้เป็นรูปสองมิติ เขาศึกษากับนักเรียนตั้งแต่ระดับเกรดสี่จนถึงเกรดเก้า ซึ่งจากการศึกษาพบว่า นักเรียนบางคนสามารถแก้ปัญหาได้ในเวลาไม่ถึงหนึ่งนาที ในขณะที่บางคนใช้เวลาถึง 15 นาที

แยคเคิล และวีทลีย์ (Yackle and Wheatley.1990: 52 - 58) ได้สร้างกิจกรรมสำหรับนักเรียนเกรดสองเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการนึกภาพในใจ (Visual Imagery) กิจกรรมที่พวกเขาสร้างขึ้นนั้นมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้การจำแนกและการวาดรูปเรขาคณิต พัฒนามโนมติทางเรขาคณิตและเรียนรู้การใช้ภาษาทางเรขาคณิต คนพบรูปเรขาคณิตในภาพที่ซับซ้อนและพัฒนาการดำเนินการทางด้านมิติสัมพันธ์ โดยการหมุนภาพในใจได้ และเสนอแนะว่ากิจกรรมที่พวกเขาสร้างขึ้นมาสามารถนำไปใช้กับนักเรียนทุกระดับชั้น

เออร์บิลจินและเฟอร์นันเดซ (Erbilgin and Fernandez. 2004 : Online) ได้ทำการศึกษาความสามารถเชิงปริภูมิ ผลสัมฤทธิ์ และการใช้การนำเสนอที่หลากหลายในวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 4 คน เขาใช้แบบทดสอบ WSAT เพื่อทดสอบระดับความสามารถเชิงปริภูมิ และแบบทดสอบ SCAT เพื่อทดสอบระดับผลสัมฤทธิ์ โดยเขาได้แบ่งนักเรียนเป็น 4 แบบ คือ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง – ความสามารถเชิงปริภูมิสูง

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูง – ความสามารถเชิงปริภูมิต่ำ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ-ความสามารถเชิงปริภูมิสูง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ- ความสามารถเชิงปริภูมิต่ำ ในการสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคนจะถูกถามปัญหาทางฟังก์ชันเชิงเส้น จากการศึกษานั้นพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถเชิงปริภูมิแตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน มีแนวโน้มและความคล่องแคล่วในการนำเสนอต่างกัน ถึงแม้ว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ – ความสามารถเชิงปริภูมิต่ำ มีการเอาใจใส่น้อยกว่า แต่เมื่อผู้วิจัยสัมภาษณ์และแนะนำในการนำเสนอนั้น นักเรียนก็สามารถค้นพบความคิดและวิธีการแก้ปัญหาได้

แฮนนาฟิน และเวอมิลเลียน (Hannafin and Vermillion. 2008: Online) ได้ทำการศึกษาความสามารถเชิงปริภูมิและบทเรียนโปรแกรมเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิต ของนักเรียนเกรด 6 เป็นโรงเรียนที่อยู่ใกล้กับ Northeastern University ทำการทดลองโดยการแบ่งนักเรียนเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกเรียนด้วยซอฟต์แวร์โปรแกรม GSP กลุ่มที่สองเรียนด้วยบทเรียนจากครูเป็นผู้สอน จากการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยซอฟต์แวร์โปรแกรม GSP มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่ครูเป็นผู้สอน ทั้งนี้ยังพบอีกว่า นักเรียนที่มีความสามารถเชิงปริภูมิสูงนั้นจะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถเชิงปริภูมิต่ำ

งานวิจัยในประเทศ

บุญชม ศรีสะอาด (2513: 71) ได้ทำการศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้น ป.7 มศ.3 และ มศ.5 ปีการศึกษา 2513 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 883 คน โดยใช้แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ 8 ฉบับ พบว่าแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด ต่างมีน้ำหนักขององค์ประกอบด้านมิติสมัพันธ์ร่วมกันเรียงตามลำดับมากไปหาน้อย คือ ซ้อนภาพ (.7472) ต่อภาพ (.7309) หาด้านตรงข้าม (.7173) ประกอบภาพ (.7100) ตัดกระดาษ (.6765)นับรูปลูกบาศก์ (.6741) หมุนภาพ (.6473) และซ่อนภาพ (.5659)

พรทิพย์ ภัทรชาคร (2520: 28) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 217 คน พบว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ หมุนภาพ ซ่อนภาพ ประกอบภาพ และนับลูกบาศก์มีค่าเท่ากับ .4191, 0.2699 , 0.2524 , 0.3853 และ 0.4263 ตามลำดับ

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

จรรยา สิงห์ทอง (2532: 57 - 60) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพที่มีขนาด และทิศทางของภาพที่ซ่อนต่างกัน 6 แบบ คือ แบบซ่อนภาพ

ที่มีขนาดเท่าเดิม แบบซ่อนภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าทิศทางเดิม แบบซ่อนภาพที่มีขนาดเล็กกว่าเดิม ทิศทางเดิม แบบซ่อนภาพที่มีขนาดเท่าเดิมเปลี่ยนทิศทาง แบบซ่อนภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าเดิม เปลี่ยนทิศทาง และแบบซ่อนภาพที่มีขนาดเล็กกว่าเดิมเปลี่ยนทิศทาง ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ มีคุณภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งในด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

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

สุธน สิทธิวิชชาพร (2532: 75 - 80) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยสร้างแบบทดสอบรวม 7 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบหารูปทรง 3 มิติ จากแปลน แบบทดสอบหาด้านต่างๆ จากรูปทรง 3 มิติ แบบทดสอบหารูปทรงเมื่อบ่งชี้ลูกบาศก์ที่ถูกดึงออก แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบรวมองค์ประกอบ และแบบทดสอบจำแนกรูปบล็อกกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าแบบทดสอบทุกฉบับมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สัญญา จันทรอด (2534: 63 - 64) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความยากของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 3 มิติ ที่มีมุมมองต่างกัน 5 แบบ คือมองภาพด้านหน้า ด้านหลัง ด้านขวา ด้านซ้าย และด้านบน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 , ปีที่ 2 , และปีที่ 3 พบว่ามุมมองที่ต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบ

อุทัยวรรณ สายพัฒนะ (2539: 59 - 63) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูป 3 มิติ จากรูปแปลนที่มีมุมมองต่างกัน ระหว่าง การมองทางด้านขวากับการมองทางด้านบน การมองทางด้านขวากับการมองทางด้านหลัง การมองทางด้านซ้ายกับการมองทางด้านบน การมองทางด้านซ้ายกับการมองทางด้านหลัง และการมองทางด้านบนกับการมองทางด้านหลัง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัชชา กมล (2542: 48 - 49) ได้ทำการศึกษาผลการใช้เครื่องคำนวณกราฟิกที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคำนวณกราฟฟิกประกอบการเรียนคณิตศาสตร์มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุจิรา มุสิกะเจริญ (2542: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานและความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตมีความสามารถด้าน

มิติสัมพันธ์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้ซอฟต์แวร์ทางเรขาคณิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานและความคล้าย ไม่แตกต่างกันจากนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บุษบา โคตพันธ์ (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปทรง และปริมาตร ที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเป็น 70.81 และร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปทรง และปริมาตร เป็นร้อยละ 68.65 ดังนั้น E_1/E_2 เป็น 70.81/68.65 ซึ่งถือได้ว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01 นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียน เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปทรง และปริมาตร มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 ความสัมพันธ์ของคะแนนความรู้สึกเชิงปริภูมิและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์แบบสเปียร์แมนเป็น .783 ที่ระดับนัยสำคัญ .01

นงคราญ สุนทราวันต์ (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และ ความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียน โดยใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ภายหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อนงค์นาฏ เดชอัมพร (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบค้นพบ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบค้นพบ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70% และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบค้นพบ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิรฉัตร ทิพย์ศรี (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาความรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสิเกาประชาผดุงวิทย์ จังหวัดตรัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 39 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียน ส่วนใหญ่มีความรู้สึกเชิงปริภูมิเพิ่มขึ้น ที่ในด้านการแยกแยะด้วยสายตา

ด้านความคงตัวในการรับรู้ ด้านการรับรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงปริภูมิ และด้านการรับรู้เกี่ยวกับตำแหน่งในมิติ ตามลำดับ

มยุรัตน์ ธินะ (2552: บทคัดย่อ). ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาความรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้สื่อประสม กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนสันทรายวิทยาคม อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งสองชุดของแบบวัดความรู้สึกเชิงปริภูมิหลังจากที่ใช้สื่อประสมสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการใช้สื่อประสม ซึ่งชุดที่ 1 ร้อยละของคะแนนที่เพิ่มขึ้น คือ 29.73 และชุดที่ 2 ร้อยละของคะแนนที่เพิ่มขึ้นคือ 65.67

จากเอกสารและงานวิจัยที่ศึกษาค้นคว้าข้างต้น พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมินั้นมีความสัมพันธ์ต่อทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในระดับชั้นต่างๆ มาก เพราะยังจะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนเรขาคณิตสูงขึ้นแล้ว ยังทำให้นักเรียนมีการพัฒนาการทางด้านต่างๆ สูงขึ้นด้วย ดังนั้นผู้ที่มีความสามารถในด้านนี้จะเข้าใจในด้านมิติต่างๆ ทั้งขนาด รูปร่าง รูปทรงเรขาคณิต ทั้งนี้ยังจะช่วยให้นักเรียนได้เกิดจินตนาการ และการมองเห็นภาพของส่วนประกอบต่างๆ ทำให้สามารถมีความคล่องแคล่วว่องไวมากขึ้นในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ยังทำให้ความสำเร็จในด้านอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิชาดังกล่าวนั้นน้อยลง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 8 ห้องเรียน นักเรียน 353 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม และเรียนเรื่อง ภาคตัดกรวย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 50 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง ภาคตัดกรวย ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก
4. แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน มีทั้งหมด 5 หน่วยการเรียน เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก
5. แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เป็นบทเรียนที่รวมวิธีต่างๆ เข้าด้วยกัน กล่าวคือ ผสมผสานบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหา แบบฝึกทักษะ ในลักษณะต่างๆ

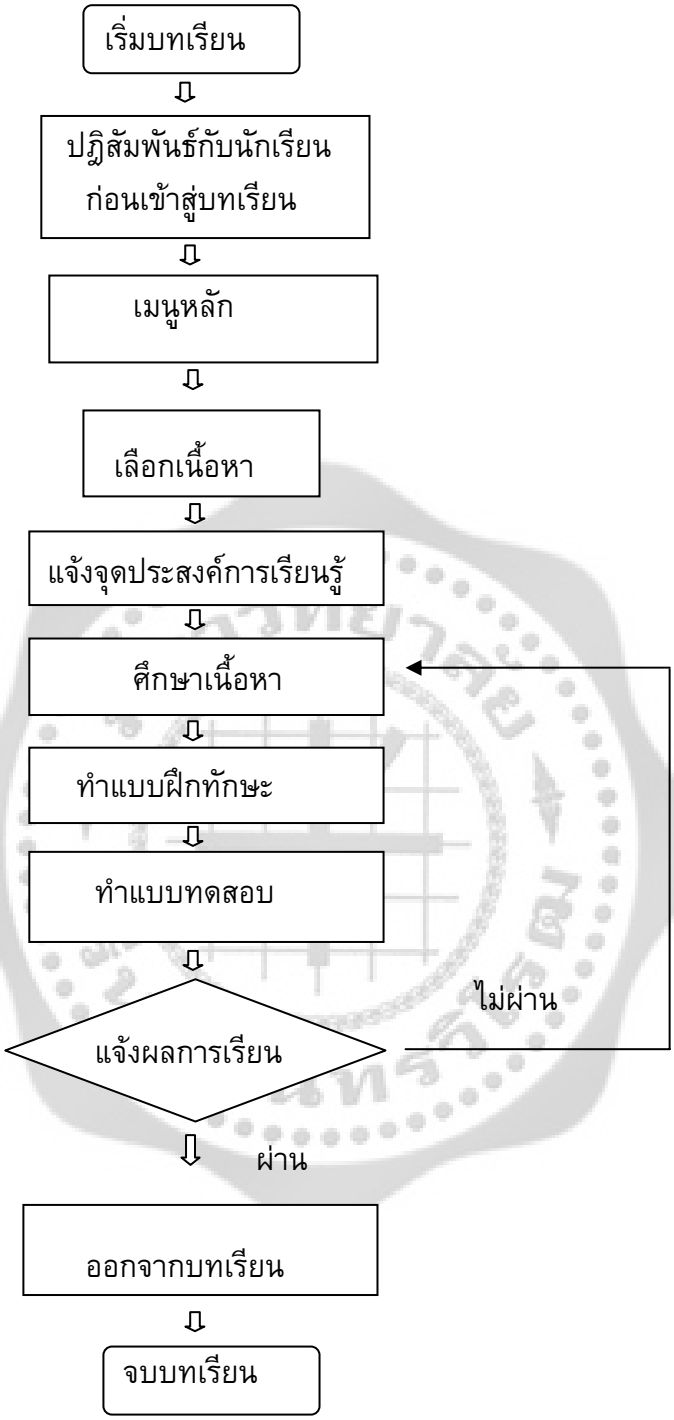
1. ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามหลักสูตรสถานศึกษา และกำหนดเป็นหัวข้อย่อย ดังนี้

หน่วยที่ 1 การเลื่อนแกนทางขนาน	2	คาบ
หน่วยที่ 2 วงกลม	4	คาบ
หน่วยที่ 3 วงรี	4	คาบ
หน่วยที่ 4 พาราโบลา	4	คาบ
หน่วยที่ 5 ไฮเพอร์โบลา	4	คาบ

3. ออกแบบเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 กำหนดโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยจัดเรียงตามลำดับเนื้อหาดังแผนภูมิ ดังนี้



ภาพประกอบ 23 แผนภูมิโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ในแต่ละบทเรียน

3.2 เขียนเรื่องราวในแต่ละกรอบลงในกระดาษเป็นแผ่นเรื่องราว (Storyboard) โดยแต่ละแผ่นประกอบด้วย สีพื้น การกำหนดสี/ขนาด ตัวอักษร/รูปแบบของตัวอักษร รวมทั้งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. การตรวจสอบและแก้ไข Storyboard

นำแผ่นเรื่องราว (Storyboard) ที่กำหนดไปเสนอประธานและกรรมการควบคุม ปริญญานิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ทั้ง 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของด้านเนื้อหา การนำเสนอบทเรียน ภาพ เสียง การใช้ภาษา การเสริมแรง ในระหว่างการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

5. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เมื่อแผ่นเรื่องราว (Storyboard) ได้ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขในเรื่องผลการเรียนรู้ และเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ถูกต้องเหมาะสมดีแล้ว นำมาสร้างลงบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามเนื้อหาบทเรียนที่ได้กำหนดไว้ โดยอาศัยโปรแกรม Authorware Professional Version 7

6. ตรวจสอบและแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

นำบทเรียนที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อประธานกรรมการ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของโปรแกรมอีกครั้งเพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขในเรื่องการเสริมแรง เสียง และการเชื่อมโยงของเมนูย่อย ก่อนการนำไปทดลองใช้

7. การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้รับการปรับปรุงแก้ไขจนเสร็จสิ้นเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ จำเป็นต้องนำมาทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

7.1 การหาประสิทธิภาพเป็นรายบุคคล (1:4)

ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคล จำนวน 4 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน คือ นักเรียน เก่ง: ปานกลาง: อ่อน เป็นสัดส่วน 1: 2: 1 ตามลำดับ เพื่อสังเกตปัญหาต่างๆ ตลอดจนพฤติกรรม และปฏิกิริยาของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และสำรวจความคิดเห็นนักเรียนนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องในเรื่อง การเชื่อมโยงระหว่างเมนูย่อย ความสัมพันธ์ของเสียงกับข้อความ

7.2 การหาประสิทธิภาพเป็นรายกลุ่ม (1:12)

ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่แก้ไขปรับปรุงแล้วจากขั้นทดลองรายบุคคล ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน คือ นักเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน เป็นส่วนสัด 1 : 2 : 1 ดำเนินการทดลองจนครบ 18 คาบเรียน และสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องในเรื่องของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและตัวอย่างที่ยังไม่ชัดเจน

การเชื่อมโยง เวลาในการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

7.3 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพภาคสนาม (1:40)

ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากขั้นการสอนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ซึ่งนักเรียนมีความสามารถต่างกัน คือ นักเรียน เก่ง: ปานกลาง: อ่อน เป็นสัดส่วน 1: 2: 1 เพื่อประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

7.4 การหาประสิทธิภาพเพื่อยืนยันประสิทธิภาพ

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาทดลองกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จำนวน 50 คน เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวยตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 86.02/84.72

แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้/รายภาค สำหรับเนื้อหา เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที 4

3. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

5. จัดทำแผนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำหนดไว้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

5.1 ผลการเรียนรู้

5.1.1 ด้านความรู้

5.1.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

5.1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.2 สาระการเรียนรู้

5.3 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.3.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

5.3.2 ขั้นสอน

5.3.3 ขั้นสรุป

5.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

5.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

5.6 บันทึกหลังการสอน

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจความเหมาะสมและความถูกต้องของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ ระยะเวลา และภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขในด้านความถูกต้องของเนื้อหาสาระการเรียนรู้

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขด้านผลการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาการเรียนรู้ ไปเสนอต่อประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

8. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของประธานควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักการสร้างแบบทดสอบ หลักการวัด และการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2. ศึกษาผลการเรียนรู้ และเนื้อหากลุ่มสาระคณิตศาสตร์

3. สร้างตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไปให้ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา สำนวนคำถามและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

+ 1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้

6. นำผลการตรวจสอบความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง

ระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้ IOC เพื่อคัดข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคัดข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้ (IOC) ที่อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 จำนวน 39 ข้อ

7. นำมาทดสอบกับนักเรียนที่ผ่านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย มาแล้วจำนวน 100 คน นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดให้ 0 คะแนน ไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อสอบดังนี้

7.1 หาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยสูตรสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง – กลุ่มต่ำ คัดเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก (p) ระหว่าง 0.2 – 0.8 และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก (p) ระหว่าง 0.42 – 0.72 และอำนาจจำแนก(r) ระหว่าง 0.44 – 0.72 ซึ่งคัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ

7.2 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย มาแล้วอีก 100 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยคำนวณจากสูตร KR-20 (Kuder Richardson – 20) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

7.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน

แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 5 หน่วยการเรียน ซึ่งแต่ละหน่วยการเรียนจะมีหน่วยละ 10 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 50 ข้อ

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบย่อย จากตำราเกี่ยวกับการสร้างและการวิเคราะห์ข้อสอบ

2. ศึกษาเนื้อหา ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้

3. สร้างแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนทั้ง 5 หน่วย เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำไปให้ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องครอบคลุมและความเหมาะสมของคำถาม และสำนวนภาษา

4. นำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนที่ได้ปรับปรุงแล้วไปเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งตามข้อเสนอแนะ

5. แล้วนำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนที่ได้ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability)

แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) เป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวนแบบทดสอบละ 15 ข้อ รวม 45 ข้อ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบต่างๆ

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบการซ้อนภาพ แบบทดสอบการซ่อนภาพ และแบบทดสอบการหมุนภาพ แบบละ 25 ข้อ รวม 75 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิที่สร้างขึ้นไปให้ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) และให้ข้อเสนอแนะของรูปแบบของแบบทดสอบแต่ละชุด ตามความเหมาะสมของระดับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้สอดคล้องกับนิยามโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

+ 1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามนิยาม
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงหรือไม่ตรงตามนิยาม
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามนิยาม

4. นำผลการตรวจสอบความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง IOC เพื่อคัดข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคัดข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 จำนวน 71 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิที่ผ่านการพิจารณาและการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดให้ 0 คะแนน ไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อสอบดังนี้

5.1 หาค่าความยาก(p) และอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ โดยวิเคราะห์ข้อสอบแล้วคัดเลือกข้อที่ได้ตามเกณฑ์คือ(p) ระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก (p) ระหว่าง 0.50 – 0.74 และค่าอำนาจจำแนก(r) ระหว่าง 0.44 – 0.68 ซึ่งคัดเลือกไว้จำนวน 45 ข้อ แบ่งเป็นแบบทดสอบละ 15 ข้อ

5.2 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อีก 100 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยคำนวณจากสูตร KR-20 (Kuder Richardson – 20) ได้ค่าความเชื่อมันเท่ากับ 0.94

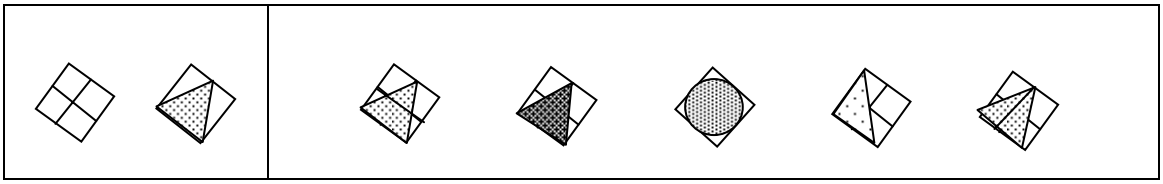
5.3 แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบซ้อนภาพ

คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าถ้านำภาพทั้งสองนี้มาซ้อนกันให้สนิทโดยไม่เปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่าง แล้วจะได้ภาพใดจากภาพที่กำหนดให้ในข้อ ก – จ

0)



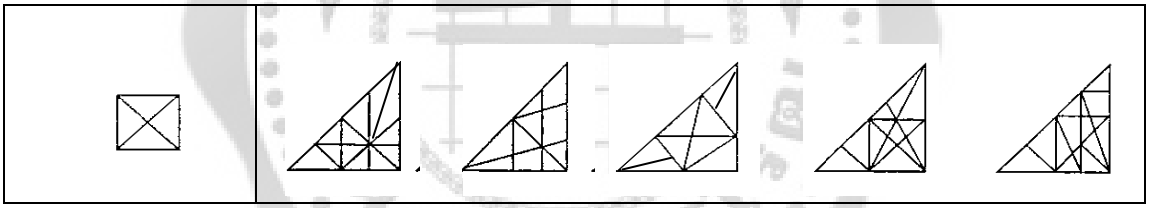
ก ข ค ง จ

เฉลย ก.

2. แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบซ่อนภาพ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพ ก – จ ภาพใดมีภาพที่มีรูปร่าง ขนาด และทิศทาง เช่นเดียวกับภาพทางซ้ายมือที่กำหนดให้ซ่อนอยู่

0)



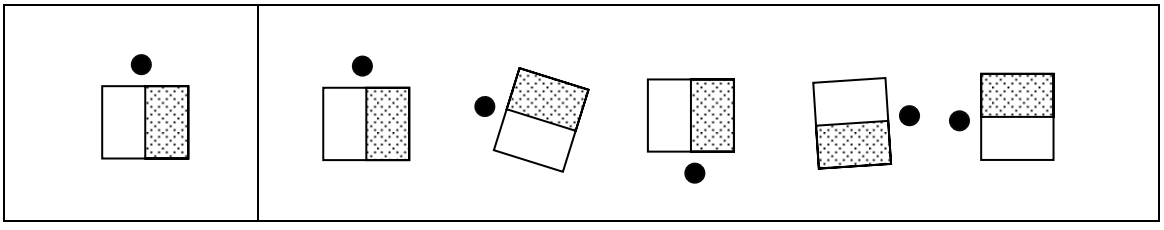
ก ข ค ง จ

เฉลย ง.

3. แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิแบบหมุนภาพ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าถ้าหมุนภาพทางด้านซ้ายมือนี้ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาแล้ว จะได้ภาพใด

0)



ก ข ค ง จ

เฉลย ง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นการพัฒนาและการทดลอง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนในการวิจัยแบบ Randomized One – Group Posttest-only Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540: 252)

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลัง
E	-	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

T_2 แทน การสอบหลังเรียน (Posttest)

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลช่วงวันที่ 30 พฤศจิกายน – วันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2553 ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

2. ดำเนินการทดลองสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งใช้เวลาในการทดลอง จำนวน 18 คาบ

3. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย เป็นเวลา 2 คาบ

4. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วนำผลการทดลองที่เก็บรวบรวมไว้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยการใช้ t – test for One Sample

4.3 เปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนโดยการใช้ t – test for One Sample

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

5.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย

5.1.1 ค่าเฉลี่ย โดยใช้คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538: 73)

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

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$N-1$ แทน จำนวนตัวแปรอิสระ (Degrees of Freedom)

5.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยได้แก่

5.2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 248 - 249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5.2.2 ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย และแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ โดยใช้สูตรสัดส่วนความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง – กลุ่มต่ำ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 129)

$$p = \frac{R}{N}$$

p แทน ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

5.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย และแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ คำนวณโดยใช้สูตรสัดส่วนความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง – กลุ่มต่ำ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 130)

$$r = \frac{R_u - R_\ell}{N_u}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

R_u แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง

R_ℓ แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน

N_u แทน จำนวนคนในกลุ่มเก่งทั้งหมด

5.2.4 หาค่าเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson 20) ซึ่งมีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{s_t^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p_i แทน สัดส่วนผู้ที่ทำถูกต้องในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อที่ i

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

5.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

5.3.1 การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ใช้ E_1/E_2 (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 295)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \qquad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียคิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบฝึกหัดและหรือประกอบกิจกรรมการเรียนระหว่างเรียน

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์(พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังจากเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย) คิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบฝึกหัดหลังเรียนและหรือประกอบกิจกรรมการเรียนหลังเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือและหรือการประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและหรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มจากแบบฝึกหัดและหรือกิจกรรมการเรียน

B แทน คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียนและหรือกิจกรรมหลังเรียน

5.3.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และข้อที่ 3 วิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ t – test for One Sample จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540: 240)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_o}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-Distributions

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

μ_o แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (μ_o = ร้อยละ 65)

s แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการอ่านผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	กลุ่มนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
μ_o	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (μ_o = ร้อยละ 65)
t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-Distributions

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง ภาคตัดกรวย ตามเกณฑ์ 80/80

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65) โดยใช้สถิติ t – test for One Sample

3. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65) โดยใช้สถิติ t – test for One Sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ตามเกณฑ์ 80/80 ปรากฏผลในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมมัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย

หน่วยที่	เรื่อง	เกณฑ์ 80/80	
		E_1	E_2
1.	การเลื่อนแกนทางขนาน	85.27	89.00
2.	วงกลม	86.05	87.00
3.	วงรี	84.80	81.00
4.	พาราโบลา	88.90	85.60
5.	ไฮเพอร์โบลา	85.10	81.20
	เฉลี่ย	86.02	84.72

จากตาราง 2 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง “ภาคตัดกรวย” มีประสิทธิภาพเฉลี่ย เท่ากับ 86.02/84.72 ซึ่งเมื่อพิจารณาในแต่ละหน่วยการเรียนพบว่าทุกหน่วยการเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ ใช้สถิติ t – test for One Sample ปรากฏผลในตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65)

N	k	$\overline{X}$	s	μ_o(65%)	t
50	20	15.14	2.09	13	7.13**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.70

3. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ ใช้สถิติ t – test for One Sample ปรากฏผลในตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจาก การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65)

N	k	$\overline{X}$	s	μ_o(65%)	t
50	45	34.78	2.64	29.25	14.27**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 พบว่าความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.28

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงพัฒนามีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถเชิงปริภูมิ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีสาระสำคัญของการศึกษาค้นคว้าดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65)
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียน ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65)

สมมติฐานในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป
3. ความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 8 ห้องเรียน นักเรียน 353 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม และเรียนเรื่อง ภาคตัดกรวย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 50 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง ภาคตัดกรวยซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง ภาคตัดกรวย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

การเลื่อนแกนทางขนาน	2	คาบ
วงกลม	4	คาบ
วงรี	4	คาบ
พาราโบลา	4	คาบ
ไฮเพอร์โบลา	4	คาบ
รวม	18	คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย 5 หน่วยการเรียน คือ

1.1 การเลื่อนแกนทางขนาน

1.2 วงกลม

1.3 วงรี

1.4 พาราโบลา

1.5 ไฮเพอร์โบลา

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ นำไปหาค่าความยาก (p) ได้ค่าความยาก(p) อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.72 และ ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.44 – 0.72 และมีความเชื่อมั่น 0.88

3. แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ โดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ นำไปหาค่าความยาก (p) ได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.74 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.44 – 0.68 และมีความเชื่อมั่น 0.94

วิธีดำเนินการทดลอง

1. การประเมินเป็นรายบุคคล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับกลุ่มเป็นรายบุคคล จำนวน 4 คน เพื่อหาความบกพร่องเบื้องต้นของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เช่น การนำเสนอบทเรียน (การเข้าและการออกจากบทเรียน, ความเหมาะสมของเวลา, ความชัดเจนถูกต้องของเนื้อหา) การนำเสนอภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบคำบรรยาย ขนาด

ตัวอักษร สี เป็นต้น ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนเป็นรายบุคคล แล้วทำการสังเกต และสัมภาษณ์ เพื่อเก็บข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2. การประเมินเป็นรายกลุ่ม

หลังจากได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนจากการทดลองครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย กับกลุ่มเป็นรายกลุ่มจำนวน 12 คน โดยให้นักเรียนเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จนครบ 5 หน่วยการเรียน แล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากการเรียนแล้วผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทั้ง 12 คนร่วมกันอภิปรายบทเรียนในส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

3. การประเมินภาคสนาม เพื่อหาประสิทธิภาพ

หลังจากการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนจากการทดลองครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 40 คน โดยให้นักเรียนได้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจนครบ 5 หน่วยการเรียน แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ นำผลที่ได้มาหาค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง ก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อยืนยันค่าประสิทธิภาพ

4. การทดลองเพื่อยืนยันค่าประสิทธิภาพ

หลังจากการประเมินภาคสนามผู้วิจัยได้ทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 50 คน โดยให้นักเรียนได้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจนครบ 5 หน่วย แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ นำคะแนนที่ได้มาหาประสิทธิภาพ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

สรุปผลการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวยมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดโดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ย เท่ากับ 86.02/84.72 และเมื่อพิจารณาแต่ละหน่วยการเรียนมีประสิทธิภาพดังนี้

หน่วยการเรียนที่ 1	มีประสิทธิภาพในระดับ	85.27/89.00
หน่วยการเรียนที่ 2	มีประสิทธิภาพในระดับ	86.05/87.00
หน่วยการเรียนที่ 3	มีประสิทธิภาพในระดับ	84.80/81.00
หน่วยการเรียนที่ 4	มีประสิทธิภาพในระดับ	88.90/85.60
หน่วยการเรียนที่ 5	มีประสิทธิภาพในระดับ	85.10/81.20

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย หลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ผ่านเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียน หลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ผ่านเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากผลการทดลองการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รวบรวมข้อมูลและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับงานวิจัย ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารมเชิงปริภูมิ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยภาพรวมมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 86.02/84.72 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ได้พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบคือได้นำหลักการและขั้นตอนการวิจัยและ พัฒนาของร็อบไบลเออร์ และฮอลล์(Roblyer and Hall. 1985: 123 - 124) และนอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียยังได้รับการทดสอบ และการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพตามแนวทางการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียของ เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2528: 284 – 285)

1.2 ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวยนั้นประกอบไปด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง เพลงบรรเลง และเทคนิคต่างๆ ซึ่งเป็นลักษณะการนำเสนอในรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้อย่างน่าสนใจพร้อมทั้งความสนุกเพลิดเพลิน ในบทเรียนยังมีการเสริมแรงทันทีทำให้เกิดแรงจูงใจโดยตรงต่อการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ แฮนนาฟินและเพค (Hannafin and Peck. 1988: 63) ที่กล่าวถึงประโยชน์ของมัลติมีเดียดังนี้ การนำเสนอเนื้อหาฉับไว สามารถนำเสนอรูปภาพเคลื่อนไหว และภาพที่ซับซ้อน เหตุการณ์ที่ควรเน้น มีเสียงประกอบทำให้เกิดความสนใจ และเพิ่มศักยภาพในการเรียน สามารถเก็บข้อมูลเนื้อหาได้มากกว่าหนังสือ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันได้อย่างแท้จริง สามารถควบคุมบทเรียน สามารถบันทึกผลการเรียน ประเมินผลการเรียนซ้ำๆ หลายครั้ง และสามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานการณ์ต่างๆ ได้โดยไม่จำกัดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ วิราพร นพพิทักษ์ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนเท่ากับ 88.33/83.22 และกัลยกร อนุฤทธิ์ (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนเท่ากับ 82.01/82.81

2. จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 15.14 คิดเป็นร้อยละ 75.70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขและตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหา และด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา มีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ รวมทั้งบทเรียนที่พัฒนาขึ้นได้มีการเสริมแรงและให้ผลป้อนกลับในแบบฝึกหัดซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ กาเย่ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541: 41 – 48 ; อ้างอิงจาก Gagne´.1988: 180 – 181) ที่ว่าการให้ผลป้อนกลับถือว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน และยังทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนด้วย

2.2 การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีลักษณะให้นักเรียนได้เรียนจากเนื้อหาด้วยตนเอง ฝึกทักษะจากแบบฝึกหัด และแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย จึงช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่อง และนักเรียนยังสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปเรียนเสริมนอกเวลาเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541: 12) ที่ได้กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามในการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะ และเพิ่มเติมความรู้เพื่อปรับปรุงการเรียนของตน และผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลา และสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ไปช่วยในการสอนเสริม หรือทบทวนการสอนในเวลาปกติในเวลาเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำ นอกจากนี้ได้ประเมินผลการเรียนรู้จากแบบทดสอบในแต่ละหน่วยการเรียน ซึ่งถือว่าเป็นการทบทวนความรู้ของนักเรียนไปได้ด้วยอีกวิธีหนึ่งซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มณีชัย ชูราษี (2548: บทคัดย่อ) พบว่าได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authoware 6.5 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และของกัลยกร อนุฤทธิ์ ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย เรื่อง ประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องภาคตัดกรวย ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความสามารถเชิงปริภูมิเฉลี่ย 34.78 คิดเป็นร้อยละ 77.28 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

3.1 ผู้วิจัยได้ฝึกความสามารถเชิงปริภูมิ โดยให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนในรูปแบบเกม ซึ่งสอดแทรกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นแนวทางให้นักเรียนเกิดการคิดสามารถที่จะแก้ปัญหา ส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับ โฮวาร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) ที่เชื่อว่าเชาวน์ปัญญาเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ และยังเป็นสิ่งที่ต้องพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน เพื่อพัฒนาให้ถึงศักยภาพของแต่ละบุคคล (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2545: 120)

3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิที่ผู้วิจัยส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ นักเรียนได้รับการพัฒนาการดังกล่าว ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และกิจกรรมในรูปแบบของเกมที่สอดแทรกเข้าไปในแต่ละชั่วโมง เพื่อที่จะส่งเสริมนักเรียนให้ได้เกิดจินตนาการ สามารถมองเห็นภาพของส่วนประกอบต่างๆ ทำให้แก้ปัญหาได้คล่องแคล่ว ปฏิบัติกิจกรรมที่เป็นประสบการณ์ทางรูปธรรมทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับ อิซาร์ด (Izard. 1990: 44 – 47) ได้ศึกษาถึงการใช้สื่ออย่างง่ายที่สามารถใช้ในการสร้างประสบการณ์ เพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหา และการมองภาพสำหรับนักเรียนเกรดสี่จนถึงเกรดเก้า โดยการใช้ปริศนา (Puzzle) สามมิติ ในการฝึกฝนนักเรียน แฮนนาฟินและเวอมิลเลียน (Hannafin and Vermillion. 2008: Online) ได้ทำการศึกษาความสามารถเชิงปริภูมิและบทเรียนโปรแกรมเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนเกรด 6 และนงคราญ สุนทราวันต์ (2547: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และของมยุรัตน์ ธินะ (2552: บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้สื่อประสม ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งสองชุดของแบบทดสอบความรู้สึกเชิงปริภูมิ หลังใช้สื่อประสมสูงกว่าก่อนใช้สื่อประสม ซึ่งชุดที่ 1 ร้อยละของคะแนนที่เพิ่มขึ้น คือ 29.73 และชุดที่ 2 ร้อยละของคะแนนที่เพิ่มขึ้นคือ 65.67

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการทดลองสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย พอสรุปได้ดังดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนในคาบแรกค่อนข้างใช้เวลานาน เนื่องจากนักเรียนยังไม่มีความคุ้นเคยกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจึงปฏิบัติตามขั้นตอนผิดพลาด รวมทั้งยังไม่ค่อยกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นอย่างไรก็ตามในคาบต่อมานักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และให้ความร่วมมือในกิจกรรมเป็นอย่างดี

2. นักเรียนมีความสนใจ และตั้งใจศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพราะว่านักเรียนสนใจ สีสัน ตัวอักษร ภาพเคลื่อนไหว การเสริมแรงในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

3. เมื่อนักเรียนได้ศึกษา และทำแบบฝึกหัดนักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะออกไปนำเสนอผลงาน นักเรียนที่นำเสนอจะมีความตั้งใจในการอธิบาย และนักเรียนที่นั่งฟังต่างก็ฟังด้วยความตั้งใจ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ก่อนทำการเรียนควรมีการจัดเตรียมอุปกรณ์ให้มีความพร้อมในการเรียน ซึ่งจะทำให้การเรียนไม่สะดุดและเกิดความล่าช้า และนักเรียนทุกคนสามารถเรียนได้

2. ผู้สอนควรเอาใจใส่ ให้กำลังใจ และคอยช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพราะนักเรียนบางคนยังไม่คล่อง หรือเรียนรู้ได้ช้า

3. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มาใช้เพื่อทบทวนในชั่วโมงที่นักเรียนว่าง เพื่อให้นักเรียนได้มีการทบทวนบทเรียนอยู่เสมอๆ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ อื่นๆ เช่น เลขยกกำลัง เส้นขนาน กำหนดการเชิงเส้น เป็นต้น

2. ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิร่วมกับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

3. ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่บูรณาการกับเทคนิคการสอนอื่นๆ เช่น การสอนแบบเกม การสอนแบบค้นพบ การสอนแบบสืบสวน เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ.กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน.* กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

-------(2546). *รายงานการติดตามและประเมินผลการจัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนเครือข่าย.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

-------.(2551). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2536). *เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา.*กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ก่อสิทธิ์ ดีวงศ์. (2548). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

กัลยกร อนุฤทธิ์. (2550). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

กิดานันท์ มลิทอง. (2536). *เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

-------.(2540). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.* กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

-------.(2543ก). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.* พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.

-------. (2543ข). *เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย.* กรุงเทพฯ : เอดิสันเพรสโพรดักส์.

ขนิษฐา ชานนท์. (2532 , มิถุนายน). “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับเรียนการสอน,”*เทคโนโลยีทางการศึกษา.* 1(1) : 7 – 12.

จรรยา สิงห์ทอง. (2532). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพที่มีขนาด และทิศทางของภาพซ่อนต่างกัน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์. (2528). *การเลือกใช้และการใช้สื่อการสอน.* กรุงเทพฯ: ภาคเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ชวาล แพรัตกุล. (2514). *การทดสอบเพื่อค้นพบและพัฒนาสมรรถภาพ*.สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา.วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร.

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. (2528). *การวัดความถนัด*.กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชานนท์ ศรีผ่องงาม. (2549). *การพัฒนาชุดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division : STAD) เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ช่วงโชติ พันธุเวช. (2535 , มีนาคม). *การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. วารสารรามคำแหง. 2: 50 – 51.

ช่อบุญ จิรานุภาพ. (2542). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่อง การใช้บริการห้องสมุดสำหรับนิสิตปริญญาตรีชั้นปีที่ 1*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เชวงศักดิ์ ซ้อนบุญ. (2546). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรม คิด – จับคู่ – เล่าสู่กันฟัง*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ณัชชา กมล. (2542). *ผลของการใช้เครื่องคำนวณกราฟฟิกที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2541). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศน์ศึกษา ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทักษิณา สวนานนท์. (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

-------.(2535). *พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย.

ทิพสุคนธ์ ศรีแก้ว. (2546). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ทองห่อ วิภาวิน. (2523). *การวัดความถนัด*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นคร เทพวรรณ. (2521). *สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดชลบุรี*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นงคราญ สุนทราวันต์. (2547). *การพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร

นพพร มานะ. (2542). *ผลการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการฝึกอบรม เรื่อง เทคนิคการแก้ปัญหาระบบปฏิบัติการเรื่องคอมพิวเตอร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นันทพร ระภักดี. (2551). *การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้เทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย เรื่องความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : เอสอาร์พริ้นติ้ง.

บุญชม ศรีสะอาด. (2513). *การศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร

-------.(2526). *แบบทดสอบความถนัด.*มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2521). *ทฤษฎีการทดสอบ.*กรุงเทพฯ: ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญญา เพียรสวรรค์. (2540). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บุษบา โคตพันธ์.(2546). *กิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปทรง และปริมาตรที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์ .(2538. กรกฎาคม – กันยายน). มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์. *“วารสาร สสวท”.* 23(90): 25 – 35.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์และคณะ. (2544). *ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา.*พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ประวิทย์ สุดแก้ว. (2538. กรกฎาคม – กันยายน). *“ห้องเรียนในปี ค.ศ.2000” . วิทยาศาสตร์ มช.* 3(23): 112-118.

ปริญญา สองสีดา. (2550). *ผลการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เผชิญ กิจระการ. (กันยายน – ตุลาคม 2549). สื่อสร้างสรรค์เทคโนโลยีมัลติมีเดีย. *วารสารแม่โจ้ปริทัศน์*. 7(5): 39 – 45.

พรรณี ช. เจนจิต. (2528). *จิตวิทยาการเรียนการสอน : จิตวิทยาการศึกษาสำหรับครูในชั้นเรียน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: อมรินทร์การพิมพ์.

พรทิพย์ ภัทรชาคร. (2520). *ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2539, กันยายน). ระบบการเรียนการสอน IMCAI (Interactive Multimedia Computer – Assisted Instruction System). *วารสารเทคโนโลยีทางการศึกษา.* 3(3): 43 -57

พรเทพ เมืองแมน. (2544). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Authorware Professional 5.* ปัตตานี: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์. (2536). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิชากร แปลงประสพโชค.(2543). *"ความสามารถเชิงมิติสัมพันธ์"* ในเอกสารประกอบการอบรมในหลักสูตรพิเศษทางคณิตศาสตร์ โครงการส่งเสริมนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา.*กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

มณีชัย ชูราษี.(2548). บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย *โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

มยุรัตน์ ธินะ. (2552). *การพัฒนาความรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้สื่อประสม*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2554 จาก http://library.cmu.ac.th/digital_collection/etheses/detail.php?id=20893&word=

ยืน ภู่วรวรรณ.(2536, กรกฎาคม – ธันวาคม). *เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สมัยใหม่จะช่วยการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างไร.*วารสาร สสวท.26(83): 3-10

-------.(2538 , มิถุนายน – กรกฎาคม). “เทคโนโลยีมัลติมีเดีย,” *Technology Journal.* 22(121): 159 – 163

-------.(2539, พฤษภาคม). “ถนนทุกเส้นมุ่งตรงไปยังเทคโนโลยีมัลติมีเดีย,” *ไมโครคอมพิวเตอร์.* 11(130): 271.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2540). *ศัพท์คอมพิวเตอร์.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย

รุ่งฤดี ลุ่มร้อย. (2546). *ชุดสื่อประสมเพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง.(2548). *การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.* กรุงเทพฯ : ภาคเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ล้วน สายยศ. (2532). *ผลการซ่อนภาพบางแบบที่มีต่อคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

-------. (2543, มกราคม – เมษายน). “มิติสัมพันธ์สำคัญไฉน, ”*วิชาการศึกษาศาสตร์.*1(2): 24.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

-------. (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

-------. (2541). เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

-------. (2543). เทคนิควัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก

วนิดา พรชัย. (2548). *ผลการจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการกล้าแสดงออกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วัชรี บูรณสิงห์. (2525). “การสอนคณิตศาสตร์ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8 – 15” . กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วัญญา วิศาลาภรณ์. (2522). *การวัดความถนัดเบื้องต้น.* คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. การพิมพ์ไชยวัฒน์.

วารินทร์ รัศมีพรหม. (2531). *สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ชวนพิมพ์.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). *พลังการเรียนรู้ในกระบวนทัศน์ใหม่.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วิเชียร เกตุสิงห์. (2520). *การวัดผลการศึกษา และสถิติเบื้องต้น.* กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด.

วิภาวดี วงศ์เลิศ. (2544). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง เซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบคู่คิดอภิปราย*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วิราพร นพพิทักษ์. (2546). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศิรฉัตร ทิพย์ศรี. (2549). *การพัฒนาความรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสิเกาประชาผดุงวิทย์ จังหวัดตรัง*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2554 จาก http://library.cmu.ac.th/digital_collection/etheses/detail.php?id=5917&word=

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2526). *แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน.* กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. (2518). *การวัดความถนัด.* กรุงเทพฯ: อักษรพิพัฒน์.

สท้าน เขตวิทย์. (2548). *บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คู่อันดับและกราฟ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ค204.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สัญญา จันทรอด. (2534). *การเปรียบเทียบความยากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 3 มิติที่มุมมองต่างกัน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สิริพร ทิพย์คง. (2533). *ทฤษฎีและวิธีการสอนวิชาคณิตศาสตร์.*กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

-------.(2537). *"แนวโน้มการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์"* ในสารัตถะและวิทยวิธีการทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

สิริวรรณ จันทร์งาม. (2548). *การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า (ADVANCE ORDANIZER MODEL) เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุจิรา มุสิกะเจริญ. (2542). *การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานและความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต.* วิทยานิพนธ์ ค.ม.(การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

สุนีย์ คล้ายนิลและคณะ. (2550). *บทสรุปเพื่อการบริหาร: การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ของนักเรียนวัย 15 ปี.* สืบค้นเมื่อวันที่ 5 กันยายน 2551, จาก http://www.ipst.ac.th

สุธน สิทธิวิชชาพร. (2532). *ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2530). *การสร้างแบบทดสอบ - แบบทดสอบความถนัด.* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2545). *จิตวิทยาการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 5 (ฉบับปรับปรุงแก้ไข). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เสาวลักษณ์ สมานแก้ว. (2539). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกล่องที่วางตัวเลือกทิศทางต่างกัน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.(2547). *แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.* กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.

อนงค์นาฏ เดชอัมพร. (2548). *ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบค้นพบ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตที่เน้นความรู้สึกเชิงปริภูมิ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อุทัยวรรณ สายพัฒนะ. (2539). *การเปรียบเทียบคุณภาพแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบมองรูปทาง 3 มิติ จากแปลน ที่มีมุมต่างกัน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อเนก เพียรอนุกูลบุตร. (2527). *การสร้างแบบทดสอบความถนัด.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

อัญชนา โพธิพลากร. (2545). *การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันและได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมแบบ STAD กับกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ถ่ายเอกสาร.

อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อาร์มสตรอง, โธมัส. (2543). พหุปัญญาในห้องเรียน : วิธีการสอนเพื่อพัฒนาพหุปัญญาหลายด้าน Theory of Multiple Intelligences. แปลโดยอารี สัณหฉวี กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ.

Alessi, Stephen M. and Trollip, Stanly R. (1991). *Computer – Based Instruction : Methods and Development*. New Jersey : Prentice – Hall.

Ali, Riasat ; & et. al. (2010). Effect of Using Problem Solving Method in Teaching Mathematics on the Achievment of Mathematics Students. Retrieved January 10, 2011 from http://www.ccsent.org/journal/index.php/ass/article/view/5040.

Anastasi, Anne. (1961). *Psychological Test.* New York : Macmillan.

Archer , Jamer E. (1955). Concept Identification as a Function of Obviousness of Relevant and Irrelevant Information. In *Reading in the Psychology of Cognition.* New York : Hoit Rinehart and Winston, Inc.

Ash, John. (2004). “Computer-Assisted Instruction Boosts Math Skills, Study Reveals”. Retrieved September 29,2008 from http://www.siboneylearninggroup.com/pr/pr110106.html.

Brown,Frank. (2000). “Computer-Assisted Instruction in Mathematics Can Improve Students’ Test Scores : A Study”.

Bull , Michael Parter. (1993 , May). *Exploring the Effects on Mathematics Achievement of Eights Grade Students that are Taught Problem – Solving Through a Four – Step Method That Addresses the Perceptual Strengths of Each Student (Magic Math). Dissertation Abstracts*. 54(11) : 5407 – A.

Bump, Douglas Edwin. (2004). *The Effect of a Computer Multimedia Interactive Mathematics Program on the Mathematics Achievement of Developmental Mathematics College Students*. Retrieved September 5,2008 from http://proquest.umi.com

Buros, Oscar Krisew.(1978). *The Mental Measurements Yearbook.* New Jersey : The Gryphon Press. Retrieved September 29,2008 from http://eric.ed.gov.

Cronbach, Lee J. (1970). *Essentials of Psychological Testing. 3rd ed.* New York : Harper and Row Publisher.

Del Grande, John J. (1990, February). "Spatial Sense," *Arithmetic Teacher.* 37(6) : 14 – 20.

Erbilgin, Evrim and Fernandez, Maria L.. (2004). *Spatial Ability, Achievement, and Use of Multiple Representation in Mathematics*. Retrieved September 5,2008 from http://allacdemic.com

Farhadian, Mahmood ; Eslami ,Esfandiar and Fadaee, Mohammad Reza. (2007). The cooperative Computer – Assisted Instruction in Mathematics Education. Retrieved September 10,2011 from http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/itj/2007 /82 – 88.pdf.

Finn ,Kelly F; & et. al. (2003, June). "Teacher Variables That Relate to Student Achievement When Using a Standards – based Curriculum" *Journal for Research in Mathematics Education*. 34(3) : 228 – A.

Franke, Robert James. (1989, June). *An Evaluation of a Computer – Assisted Instruction Program in Seventh – Grade Mathematics : Implication for Curriculum Planning. Dissertation Abstracts International*. 48(12) : 3066 – A.

French, John W. (1965, Spring). "*The Relationship of Problem – Solving Styles to the Factor Composition of Test*," *Educational and Psychological Measurement.* 25 : 9-28

Green, Babara and other. (1993). *Technology Edge : Guide to Multimedia*. New Jersey : New Rider Publishing.

Guilford, J.P.(1988, Spring). "Some Change in the Structure of Intellect Model," *Education and Psychological Measurement.* 48(1) : 1-4

Hall, K.A.(1982). "*Computer – Based Education",* Encyclopedia of Education. New York: Macmillan and Free Press.

-------.(1996). "*Computer – Based Education," in Encyclopedia of Educational Research. 5th ed. Vol : 362.* H.E. Mitzel,J.H. Best, and W. Rabinowithz, eds. New York: Free Press.

Hannafin, Michael J.; & Peck, Kyle L. (1988). *The Design, Development, and Evaluation of Instructional Software.* New York : Macmillan.

Hannafin, Robert D. and Vermillion, Jennifer R. (2008). *Effects of Spatial Ability and Instructional Program on Geometry Achievement.* Retrieved September 5,2008 from http://search.ebcohost.com

Heinich, Robert ; & et al. (1993). *Instructional Media and New Technology of Instruction*. New York : Von Hoffman.

Izard, John. (1990, February). “Developing Spatial Skill with Three-Dimensional Puzzle,” *Arithmetic Teacher.* 37(6) : 14-20

Jaeger, Michael J. (1987, May) “The Effect of Differential Reinforcement Structure on Computer Assisted Instruction Learning,” *Dissertation Abstracts International*. 47(5) : 3963 – A.

Kemp, J.E. (1985). *Planning and Productional Media*. 5th ed. New York : Harper and Row Publisher.

Khine, Myint Swe. (1996,March). “The Interactive of Cognitive Styles with Varying Levels of Feedback in Multimedia Presentation” *Journal of Instructional Media*. 12(3) : 231.

Levy, Joan U. & Levy, Norman. (2001). *Mechanical Aptitude & Spatial Relations Tests.* 5th ed. United States of America : Thomson Learning, Inc.

McGee, M. (1979). *Human Spatial Abilities.* New York : Praeger Publishers.

Michael ,William B., Zimmerman, Wayn 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.

National Council of Teachers of Mathematics. (1995). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics : Geometry and Spatial Sense*. 3rd ed. The National Council of Teachers of Mathematics.

Nunnally , Jurn C. (1964). *Educational Measurement and Evaluation.* New York : McGraw-Hill Book Company, Inc.

Osoko, Medinah Khadiah. (1999, May). *Using Technology*. *Dissertation Abstracts Alternative – A*. 59(11) : 40 – 49

Park, O. (1991, August). “Hypermedia : Function Features and Research Issues,” *Educational Technology.* 31(8) : 24 – 30.

Paulissen´, Dirk and Frater´, Harald. (1994).*Multimedia Mania. Miame : Abacus Inc.* Grand Rapid.

Prescott , Daniel A. (1961). Report of Conference on Child Study. *Education Bulletin. Faculty of Education*. Bangkok : Chulalongkorn University.

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

Roblyer, M. and Hall, K. (1985). *Systematic Instruction Design of Computer Courseware : A Workshop Handbook*. Tallahassee, FL: Florida A&M University.

Romiszowski, A.J. (1986). *Developing Auto – Instruction Materials*. New York : London Nicols Publishing.

Schwier, Richard A. & Misanchuk, E.R. (1994, April). "Interactive Multimedia Instruction," *Educational Technology Publication.* 51(2) : 180

Sgroi, Richard J. (1990, February). "Communicating About Spatial Relationships," *Arithmetic Teacher.* 37(6) : 24-28

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 Students," *Dissertation Abstracts International.* 46 : 363

Sipple , Charles J. (1981). *Microcomputer Dictionary*. 2nd ed. U.S.A. : Howard W. Sams.

Smith, Macfarland I. (1964). *Spatial Ability.* London : London University , Press.

Tabassum, Rabia (2004). Effect of Computer Assisted Instruction (CAI) on the Secondary School Students Achievement in Science. Retrieved September 5,2008 from http://eprints.hec.gov.pk/350/

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 Teachers of Mathematics.

Thurstone, L.L. (1958). *"Primary Mental Ability".* Chicago : University of Chicago Press.

Tway, Linda . (1995). *Multimedia in Action*. New York Academic Press. Inc.

Wilson, J.W. (1971). "Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics," *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York : McGraw-Hill Book.

Yackle , Erna & Wheatley , Grayson H. (1990 , February). "Promoting Visual Imagery in Young Pupils," *Arithmetic Teacher.* 37 (6) : 52 – 58.

Zakaria, Effandi ; Chin, L.C. and Daud, M.Y. (2010). The Effects of Cooperative Learning On Students' Mathematics Achievement and Attitude towards Mathematics. Retrieved September 10,2011 from http://www.thescipub.com/abstract/10.3844/Jssp.2010.272.275

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย
- ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ
- ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ในแต่ละหน่วยการเรียน
- คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
- คะแนนวัดความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียน หลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน (คะแนนเต็ม 45 คะแนน)

ตาราง 5 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย

ข้อที่	p	r	pq
1	0.68	0.48	0.22
2	0.72	0.58	0.20
3	0.68	0.48	0.22
4	0.62	0.44	0.24
5	0.56	0.48	0.25
6	0.56	0.56	0.25
7	0.54	0.60	0.25
8	0.52	0.72	0.25
9	0.50	0.52	0.25
10	0.42	0.44	0.24
11	0.54	0.60	0.25
12	0.42	0.44	0.25
13	0.48	0.64	0.25
14	0.46	0.52	0.25
15	0.48	0.50	0.25
16	0.50	0.60	0.25
17	0.58	0.60	0.24
18	0.48	0.56	0.25
19	0.62	0.52	0.24
20	0.72	0.48	0.20
รวม			4.80

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยคำนวณจากสูตร KR-20 (Kuder Richardson 20)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1-\frac{\sum p_i q_i}{s_t^{\,2}}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p_i แทน สัดส่วนผู้ที่ทำถูกต้องในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อที่ i

$s_t^{\,2}$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

เมื่อ n = 20, $\sum p_i q_i$ = 4.80 , $s_t^{\,2}$ = 31. 79

$$r_{tt} = \frac{20}{20-1}\left[1-\frac{4.80}{31.79}\right]$$

$$= \frac{20}{19}\left[\frac{31.79-4.80}{31.79}\right]$$

$$= (1.05)(0.84)$$

$$= 0.88$$

ค่าความเชื่อมั่นขอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.88

ตาราง 6 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ

ข้อที่	p	r	pq
1	0.60	0.56	0.24
2	0.66	0.52	0.22
3	0.60	0.56	0.24
4	0.64	0.56	0.23
5	0.62	0.52	0.23
6	0.62	0.60	0.23
7	0.60	0.48	0.24
8	0.60	0.48	0.24
9	0.60	0.56	0.24
10	0.66	0.52	0.22
11	0.62	0.52	0.23
12	0.64	0.56	0.23
13	0.62	0.52	0.23
14	0.58	0.44	0.24
15	0.66	0.52	0.22
16	0.64	0.48	0.23
17	0.68	0.56	0.21
18	0.72	0.48	0.20
19	0.66	0.44	0.22
20	0.68	0.48	0.21
21	0.64	0.48	0.23
22	0.68	0.48	0.21
23	0.68	0.48	0.21

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	pq
24	0.66	0.52	0.22
25	0.68	0.48	0.21
26	0.74	0.52	0.19
27	0.70	0.52	0.21
28	0.68	0.48	0.21
29	0.68	0.48	0.21
30	0.74	0.52	0.19
31	0.58	0.52	0.24
32	0.56	0.56	0.24
33	0.58	0.60	0.24
34	0.60	0.56	0.24
35	0.58	0.52	0.24
36	0.54	0.60	0.24
37	0.54	0.60	0.24
38	0.52	0.56	0.24
39	0.50	0.60	0.25
40	0.54	0.64	0.24
41	0.56	0.64	0.24
42	0.54	0.68	0.24
43	0.52	0.56	0.24
44	0.54	0.68	0.24
45	0.50	0.60	0.25
รวม			10.22

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 (Kuder Richardson 20)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1-\frac{\sum p_i q_i}{s_t^{\,2}}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p_i แทน สัดส่วนผู้ที่ทำถูกต้องในข้อที่ i

q_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อที่ i

$s_t^{\,2}$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

เมื่อ n = 45, $\sum p_i q_i$ = 10.22 , $s_t^{\,2}$ = 142.28

$$r_{tt} = \frac{45}{45-1}\left[1-\frac{10.22}{142.28}\right]$$

$$= \frac{45}{44}\left[\frac{142.28-10.22}{142.28}\right]$$

$$= (1.02)(0.92)$$

$$= 0.94$$

ค่าความเชื่อมั่นขอแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ เท่ากับ 0.94

ตาราง 7 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย
หน่วยการเรียนที่ 1 เรื่อง การเลื่อนแกนทางขนาน

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	แบบฝึกหัด(30)	แบบทดสอบ(10)		แบบฝึกหัด(30)	แบบทดสอบ(10)
1	25	8	26	26	9
2	28	10	27	26	8
3	26	9	28	28	10
4	25	8	29	26	9
5	24	8	30	28	10
6	29	10	31	29	10
7	24	8	32	25	9
8	27	10	33	21	8
9	30	10	34	22	8
10	23	8	35	24	8
11	24	8	36	22	9
12	28	10	37	24	9
13	26	9	38	24	8
14	25	8	39	26	9
15	27	10	40	25	9
16	29	10	41	28	10
17	23	8	42	26	9
18	26	10	43	30	10
19	24	8	44	24	8
20	26	10	45	25	9
21	23	8	46	26	9
22	25	8	47	22	8
23	27	9	48	28	10
24	28	10	49	24	8
25	23	7	50	25	9
รวม				1,279	445

การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 1 เรื่อง การเลื่อนแกนทางขนาน

จากสูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ $\sum X = 1,279$, $N = 50$, $A = 30$

$$E_1 = \frac{\frac{1,279}{50}}{30} \times 100$$

$$= \frac{25.58}{30} \times 100$$

$$= 0.8527 \times 100$$

$$= 85.27$$

จากสูตร

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ $\sum F = 445$, $N = 50$, $B = 10$

$$E_2 = \frac{\frac{445}{50}}{10} \times 100$$

$$= \frac{8.9}{10} \times 100$$

$$= 0.89 \times 100$$

$$= 89.00$$

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 1 เท่ากับ 85.27/89.00

ตาราง 8 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 2 เรื่อง วงกลม

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	แบบฝึกหัด(40)	แบบทดสอบ(10)		แบบฝึกหัด(40)	แบบทดสอบ(10)
1	33	7	26	34	9
2	38	10	27	36	9
3	32	8	28	37	10
4	35	9	29	35	8
5	32	7	30	38	9
6	38	10	31	38	10
7	33	8	32	33	9
8	34	9	33	30	8
9	39	10	34	32	7
10	31	8	35	32	8
11	32	8	36	34	9
12	38	10	37	33	8
13	34	8	38	34	8
14	30	8	39	35	10
15	34	8	40	37	9
16	38	10	41	39	10
17	36	9	42	33	8
18	39	10	43	38	10
19	34	8	44	32	8
20	33	8	45	35	9
21	34	8	46	32	8
22	33	9	47	32	8
23	30	7	48	39	10
24	37	10	49	30	8
25	32	8	50	34	9
รวม				1,721	435

การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 2 เรื่อง วงกลม

จากสูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ $\sum X$ = 1,721 , N = 50, A = 40

$$E_1 = \frac{\frac{1,721}{50}}{40} \times 100$$

$$= \frac{34.42}{40} \times 100$$

$$= 0.8605 \times 100$$

$$= 86.05$$

จากสูตร

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ $\sum F$ = 435 , N = 50, B = 10

$$E_2 = \frac{\frac{435}{50}}{10} \times 100$$

$$= \frac{8.7}{10} \times 100$$

$$= 0.87 \times 100$$

$$= 87.00$$

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 2 เท่ากับ 86.05/87.00

ตาราง 9 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 3 เรื่อง วงรี

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	แบบฝึกหัด(40)	แบบทดสอบ(10)		แบบฝึกหัด(40)	แบบทดสอบ(10)
1	33	6	26	33	6
2	36	9	27	34	8
3	32	7	28	37	9
4	34	8	29	32	8
5	35	8	30	35	9
6	37	9	31	36	9
7	34	8	32	32	9
8	33	7	33	30	6
9	38	9	34	33	7
10	32	7	35	32	8
11	34	8	36	31	6
12	37	10	37	32	9
13	34	8	38	33	9
14	32	8	39	34	8
15	34	8	40	36	9
16	37	9	41	38	10
17	34	8	42	32	8
18	36	9	43	39	10
19	34	8	44	33	8
20	32	8	45	32	8
21	35	9	46	34	9
22	32	7	47	32	8
23	30	6	48	36	10
24	36	10	49	33	6
25	32	7	50	34	7
รวม				1,696	405

การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 3 เรื่อง วงรี

จากสูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ $\sum X$ = 1,696 , N = 50, A = 40

$$E_1 = \frac{\frac{1,696}{50}}{40} \times 100$$

$$= \frac{33.92}{40} \times 100$$

$$= 0.848 \times 100$$

$$= 84.80$$

จากสูตร

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ $\sum F$ = 405 , N = 50, B = 10

$$E_2 = \frac{\frac{405}{50}}{10} \times 100$$

$$= \frac{8.1}{10} \times 100$$

$$= 0.81 \times 100$$

$$= 81.00$$

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 3 เท่ากับ 84.80/81.00

ตาราง 10 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 4 เรื่อง พาราโบลา

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	แบบฝึกหัด(40)	แบบทดสอบ(10)		แบบฝึกหัด(40)	แบบทดสอบ(10)
1	36	7	26	36	8
2	37	10	27	35	8
3	35	8	28	38	9
4	34	7	29	35	8
5	35	9	30	36	9
6	36	10	31	37	10
7	35	9	32	36	9
8	34	8	33	34	8
9	39	10	34	33	7
10	34	7	35	35	8
11	36	9	36	34	7
12	38	10	37	35	9
13	36	9	38	36	8
14	34	8	39	35	8
15	34	8	40	36	9
16	38	9	41	38	10
17	35	8	42	35	9
18	37	9	43	38	10
19	34	8	44	35	8
20	35	9	45	34	7
21	36	9	46	35	8
22	35	9	47	34	9
23	33	8	48	38	10
24	38	10	49	35	8
25	35	7	50	36	9
รวม				1,778	428

การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 4 เรื่อง พาราโบลา

จากสูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ $\sum X = 1,778$, $N = 50$, $A = 40$

$$E_1 = \frac{\frac{1,778}{50}}{40} \times 100$$

$$= \frac{35.56}{40} \times 100$$

$$= 0.889 \times 100$$

$$= 88.90$$

จากสูตร

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ $\sum F = 428$, $N = 50$, $B = 10$

$$E_2 = \frac{\frac{428}{50}}{10} \times 100$$

$$= \frac{8.56}{10} \times 100$$

$$= 0.856 \times 100$$

$$= 85.60$$

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 4 เท่ากับ 88.90/85.60

ตาราง 11 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 5 เรื่อง ไฮเพอร์โบลา

คนที่	คะแนน		คนที่	คะแนน	
	แบบฝึกหัด(40)	แบบทดสอบ(10)		แบบฝึกหัด(40)	แบบทดสอบ(10)
1	33	7	26	29	6
2	36	9	27	33	8
3	33	7	28	36	10
4	34	8	29	32	7
5	34	8	30	38	10
6	37	10	31	37	9
7	36	9	32	34	8
8	35	8	33	32	7
9	37	10	34	34	8
10	33	7	35	35	9
11	35	8	36	34	8
12	37	10	37	33	8
13	36	8	38	30	7
14	30	6	39	31	7
15	34	8	40	34	9
16	36	9	41	36	9
17	35	8	42	33	8
18	38	10	43	38	9
19	33	8	44	31	7
20	32	7	45	35	8
21	34	9	46	33	8
22	32	8	47	35	8
23	32	7	48	36	10
24	36	9	49	32	7
25	30	6	50	33	8
รวม				1,698	406

การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 5 เรื่อง ไฮเพอร์โบลา

จากสูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ $\sum X$ = 1,698 , N = 50, A = 40

$$E_1 = \frac{\frac{1,698}{50}}{40} \times 100$$

$$= \frac{33.96}{40} \times 100$$

$$= 0.849 \times 100$$

$$= 84.90$$

จากสูตร

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ $\sum F$ = 406 , N = 50, B = 10

$$E_2 = \frac{\frac{406}{50}}{10} \times 100$$

$$= \frac{8.12}{10} \times 100$$

$$= 0.8120 \times 100$$

$$= 81.20$$

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย หน่วยการเรียนที่ 5 เท่ากับ 84.90/81.20

ตาราง 12 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	คะแนนหลังเรียน	X^2	คนที่	คะแนนหลังเรียน	X^2
1	15	225	26	13	169
2	17	289	27	15	225
3	15	225	28	18	324
4	14	196	29	15	225
5	16	256	30	18	324
6	19	361	31	17	289
7	15	225	32	14	196
8	16	256	33	13	169
9	18	324	34	12	144
10	13	169	35	12	144
11	15	225	36	14	196
12	20	400	37	16	256
13	15	225	38	15	225
14	13	169	39	13	169
15	15	225	40	16	256
16	17	289	41	15	225
17	14	196	42	14	196
18	16	256	43	20	400
19	14	196	44	15	225
20	15	225	45	15	225
21	13	169	46	16	256
22	15	225	47	14	196
23	14	196	48	18	324
24	9	81	49	12	144
25	11	121	50	13	159
รวม				757	11,675

คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบหลังการทดลอง ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$
$$= \frac{757}{50}$$
$$= 15.14$$

คำนวณหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบหลังการทดลอง ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$
$$= \sqrt{\frac{50(11,675) - (757)^2}{50(50-1)}}$$
$$= \sqrt{\frac{583,750 - 573,049}{50(49)}}$$
$$= \sqrt{\frac{10,701}{2,450}}$$
$$= 2.09$$

การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้วิธีการทางสถิติ t – test One Sample เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (ร้อยละ 65)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_o}{\frac{S}{\sqrt{N}}} \quad ; \quad df = N - 1$$

$$t = \frac{15.14 - 13}{\frac{2.09}{\sqrt{50}}}$$

$$t = \frac{2.14}{0.30}$$

$$t = 7.13$$

(เปิดตาราง จะได้ค่าวิกฤตของ t จากตารางแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.404 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ df = 50 – 1 = 49)

ตาราง 13 คะแนนวัดความสามารถเชิงปริภูมิของนักเรียน หลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน (คะแนนเต็ม 45 คะแนน)

คนที่	คะแนนหลังเรียน	X^2	คนที่	คะแนนหลังเรียน	X^2
1	33	1,089	26	34	1,156
2	38	1,444	27	36	1,296
3	34	1,156	28	38	1,444
4	35	1,225	29	36	1,296
5	34	1,156	30	40	1,600
6	38	1,444	31	39	1,521
7	35	1,225	32	33	1,089
8	34	1,156	33	31	961
9	38	1,444	34	30	900
10	31	961	35	29	841
11	34	1,156	36	35	1,225
12	40	1,600	37	36	1,296
13	35	1,225	38	34	1,156
14	34	1,156	39	31	961
15	33	1,089	40	34	1,156
16	39	1,521	41	38	1,444
17	34	1,156	42	32	1,024
18	37	1,369	43	38	1,444
19	31	961	44	37	1,369
20	34	1,156	45	34	1,156
21	33	1,089	46	33	1,089
22	32	1,024	47	35	1,225
23	34	1,156	48	38	1,444
24	37	1,369	49	36	1,296
25	32	1,024	50	35	1,225
รวม				1,739	60,825

คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบหลังการทดลอง ของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$
$$= \frac{1,739}{50}$$
$$= 34.78$$

คำนวณหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบหลังการทดลอง ของแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$
$$= \sqrt{\frac{50(60,825) - (1,739)^2}{50(50-1)}}$$
$$= \sqrt{\frac{3,041,250 - 3,024,121}{50(49)}}$$
$$= \sqrt{\frac{17,129}{2,450}}$$
$$= 2.64$$

การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้วิธีการทางสถิติ t – test One Sample เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (ร้อยละ 65)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_o}{\frac{S}{\sqrt{N}}} \quad ; \quad df = N - 1$$

$$t = \frac{34.78 - 29.25}{\frac{2.64}{\sqrt{50}}}$$

$$t = \frac{5.28}{0.37}$$

$$t = 14.27$$

(เปิดตาราง จะได้ค่าวิกฤตของ t จากตารางแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.404 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ df = 50 – 1 = 49)

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ค31202 เรื่อง ภาคตัดกรวย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 31202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง วงกลม เวลา 2 คาบ

---

1. ผลการเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นวงกลม เมื่อกำหนดส่วนต่างๆ ของวงกลมให้ และเขียนกราฟของวงกลมได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. แก้ปัญหา
2. ให้เหตุผล
3. สื่อสาร/สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ

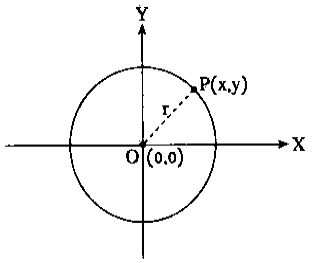
ด้านคุณลักษณะ นักเรียน

1. มีความรับผิดชอบ
2. มีระบบ รอบคอบ
3. มีความกระตือรือร้น ใฝ่เรียนรู้

2. สาระการเรียนรู้

วงกลม (Circle)

บทนิยาม วงกลม คือ เซตของจุดทุกจุดบนระนาบที่มีระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะคงที่เสมอ



เรียกจุดคงที่ว่า “จุดศูนย์กลางของวงกลม”

เรียกระยะคงที่ว่า “ความยาวรัศมีของวงกลม”

จากรูป P (x,y) เป็นจุดใดๆบนวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ O (0,0) รัศมียาว r หน่วย

จากบทนิยาม จะได้ PO = r

$$\sqrt{(x-0)^2+(y-0)^2} = r$$

ยกกำลังสองทั้งสองข้างได้ $x^2 + y^2 = r^2$

ดังนั้น ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (0, 0) และรัศมียาว

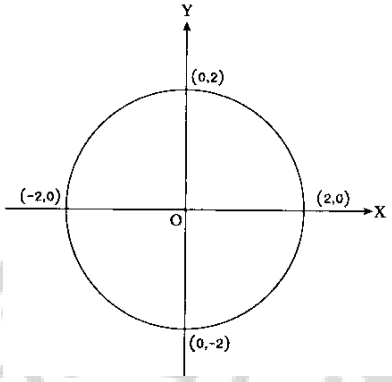
r หน่วย คือ $\{ (x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = r^2 \}$

ตัวอย่างที่ 1 จงเขียนกราฟของความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ $\{ (x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = 4 \}$

<u>วิธีทำ</u> จากกราฟความสัมพันธ์ของวงกลม $x^2 + y^2 = 4$

ดังนั้นจากสมการ $x^2 + y^2 = 4$ จะได้ว่าสมการวงกลมนี้มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 2 หน่วย

จะได้กราฟดังนี้



<u>ตอบ</u> ความสัมพันธ์ของสมการวงกลม $x^2 + y^2 = 4$ มีศูนย์กลางที่จุด (0,0) รัศมียาว 2 หน่วย

ตัวอย่างที่ 2 จงหาสมการวงกลมที่มีสมบัติต่อไปนี้

(1) จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 2 หน่วย

(2) จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 3 หน่วย

<u>วิธีทำ</u> (1) สมการวงกลมที่มีจุด (0,0) เป็นจุดศูนย์กลาง และรัศมียาว r หน่วย คือ $x^2 + y^2 = r^2$

เมื่อกำหนดให้ r = 2 หน่วย

สมการวงกลมที่ได้คือ $x^2 + y^2 = 2^2$

<u>ตอบ</u> ดังนั้นจะได้สมการวงกลม คือ $x^2 + y^2 = 4$

(2) สมการวงกลมที่มีจุด (0,0) เป็นจุดศูนย์กลาง และรัศมียาว r หน่วย คือ $x^2 + y^2 = r^2$

เมื่อกำหนดให้ r = 3 หน่วย

สมการวงกลมที่ได้คือ $x^2 + y^2 = 3^2$

<u>ตอบ</u> ดังนั้นจะได้สมการวงกลมคือ $x^2 + y^2 = 9$

3. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นนำ

1. ครูสนทนาซักถามกับนักเรียนในเรื่องปัญหา และอุปสรรคในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2. ครูแจ้งผลการเรียนรู้ ในเรื่อง วงกลม ให้นักเรียนทราบ รวมทั้งทบทวน เรื่อง การเลื่อนแกนทางขนาน

ขั้นสอน

1. ให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0, 0) จนถึงตัวอย่างที่ 1 แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนของบทเรียน และจดบันทึกรายละเอียดในส่วนที่นักเรียนต้องการลงไปในสมุดบันทึก จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายรายละเอียดของเนื้อหาที่ศึกษา

2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2.1 ให้นักเรียนทำ

3. จากนั้นให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีทำใบกิจกรรมที่ 2.1 เป็นบางข้อ โดยครูและนักเรียนที่เหลือช่วยกันตรวจสอบคำตอบที่ได้อีกครั้ง

4. ครูเฉลยใบกิจกรรมที่ 2.1

ขั้นสรุป

1. ครูให้นักเรียนซักถามในเรื่องที่ยังสงสัย และให้นักเรียนช่วยอภิปรายสรุปเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนไปในวันนี้โดยครูใช้การถามตอบเพื่อให้นักเรียนได้สรุปสิ่งที่เรียน

2. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 4 – 5 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวกับวงกลมว่าวงกลมสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

คาบที่ 2

ขั้นนำ

ครูสนทนา ซักถามถึงเรื่องที่เรียน ปัญหาอุปสรรคในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย พร้อมทั้งทบทวนในสิ่งที่ได้เรียนไปในคาบที่แล้ว

ขั้นสอน

1. นักเรียนส่งตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานที่ให้ไปศึกษาค้นคว้ามา จากนั้น ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในเรื่อง วงกลม จากนั้นให้นักเรียนศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0, 0) ในตัวอย่างที่ 2

2. จากนั้นครูแจกใบกิจกรรมที่ 2.2 ให้นักเรียนทำตามเวลาที่กำหนด

3. ให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีทำใบกิจกรรมที่ 2.2 คนละข้อจนครบทุกข้อ โดยครูและนักเรียนที่เหลือช่วยกันตรวจสอบคำตอบอีกครั้ง

4. จากนั้นครูแจกให้นักเรียนเล่น เกม “คู่ฉันคือใคร” โดยให้นักเรียนทำในเวลาที่กำหนดให้

5. หลังจากนั้นสุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเฉลย พร้อมทั้งแสดงวิธีการคิดหาคำตอบออกมา ครูและนักเรียนที่เหลือช่วยกันตรวจคำตอบที่ได้อีกครั้งหนึ่ง และครูเฉลยเกม คู่ฉันคือใคร

ขั้นสรุป

ครูใช้คำถามตอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้สรุปบทนิยามของวงกลม และความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นวงกลม ทั้งนี้ให้นักเรียนเขียนสรุปเรื่องที่เรียนลงในสมุดมาส่งในคาบต่อไป

4. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0, 0)
2. ใบกิจกรรมที่ 2.1
3. ใบกิจกรรมที่ 2.2
4. เกม คู่ฉันคือใคร

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. สังเกตการร่วมกิจกรรมของนักเรียน	คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป	- แบบคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน
2. ปฏิบัติใบกิจกรรมที่ 2.1	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	- ใบกิจกรรมที่ 2.1
3. ปฏิบัติใบกิจกรรมที่ 2.2	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	- ใบกิจกรรมที่ 2.2
4. ปฏิบัติ เกมคู่ฉันคือใคร	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	- เกม คู่ฉันคือใคร

6. บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

ในการสอนนักเรียน เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย พบว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรม และ เกม “คู่ฉันคือใคร” เป็นอย่างดี นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และการแสดงออกในการนำเสนอมาขึ้น และเมื่อมีปัญหาก็ซักถามปัญหาข้อที่สงสัย นักเรียนให้ความช่วยเหลือกันดี

ปัญหาอุปสรรค

นักเรียนบางคนยังปฏิบัติกิจกรรมช้า ไม่ทันเพื่อน

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจนักเรียน

ชิดารัตน์ ลือโลก

ผู้สอน

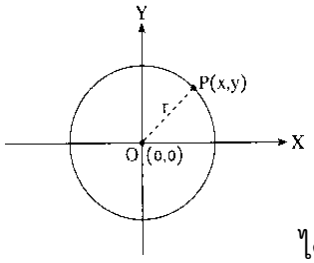
ใบกิจกรรมที่ 2.1

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างต่อไปนี้

1. **บทนิยาม** วงกลม คือ .....

.....



ซึ่งจุดคงที่ เรียกว่า..... ของวงกลม

ระยะทางที่เท่ากัน เรียกว่า.....ของวงกลม

จากบทนิยาม PO = r

$$PO = \sqrt{(x-0)^2 + (y-0)^2}$$

ได้ .....

.....

.....

.....

.....

ดังนั้นความสัมพันธ์ของสมการที่มีกราฟเป็นวงกลม (0,0) รัศมี r หน่วย คือ

$\{(x,y) \in R \times R \mid$ .....$\}$

2. จากความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นวงกลม จงหาจุดศูนย์กลาง และรัศมีของวงกลม พร้อมทั้งเขียนกราฟของสมการความสัมพันธ์ที่กำหนดให้

1) $\{(x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = 9\}$

.....

.....

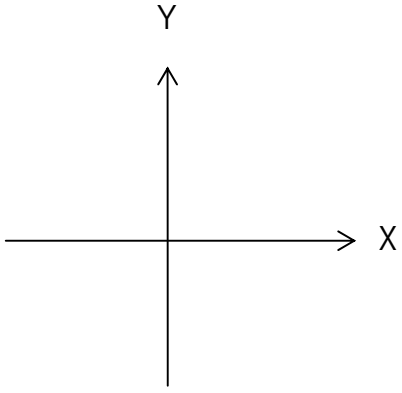
.....

.....

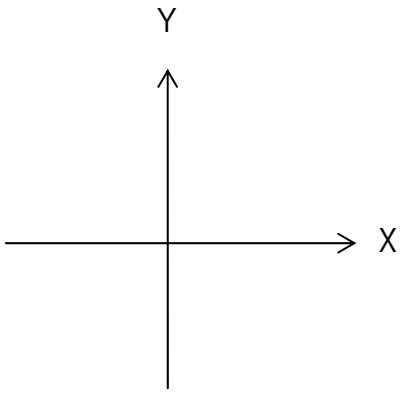
.....

.....

.....



2) $\{(x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 - 36 = 0\}$



.....

.....

.....

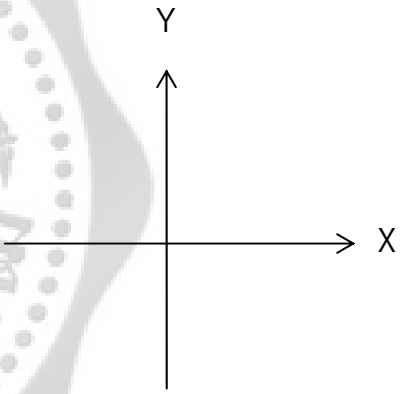
.....

.....

.....

.....

3) $\{(x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = 25\}$



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2.2

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

จงหาสมการวงกลมที่มีสมบัติดังต่อไปนี้

1. จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 3 หน่วย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 6 หน่วย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 7 หน่วย

.....

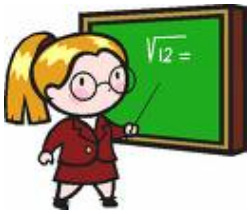
.....

.....

.....

.....

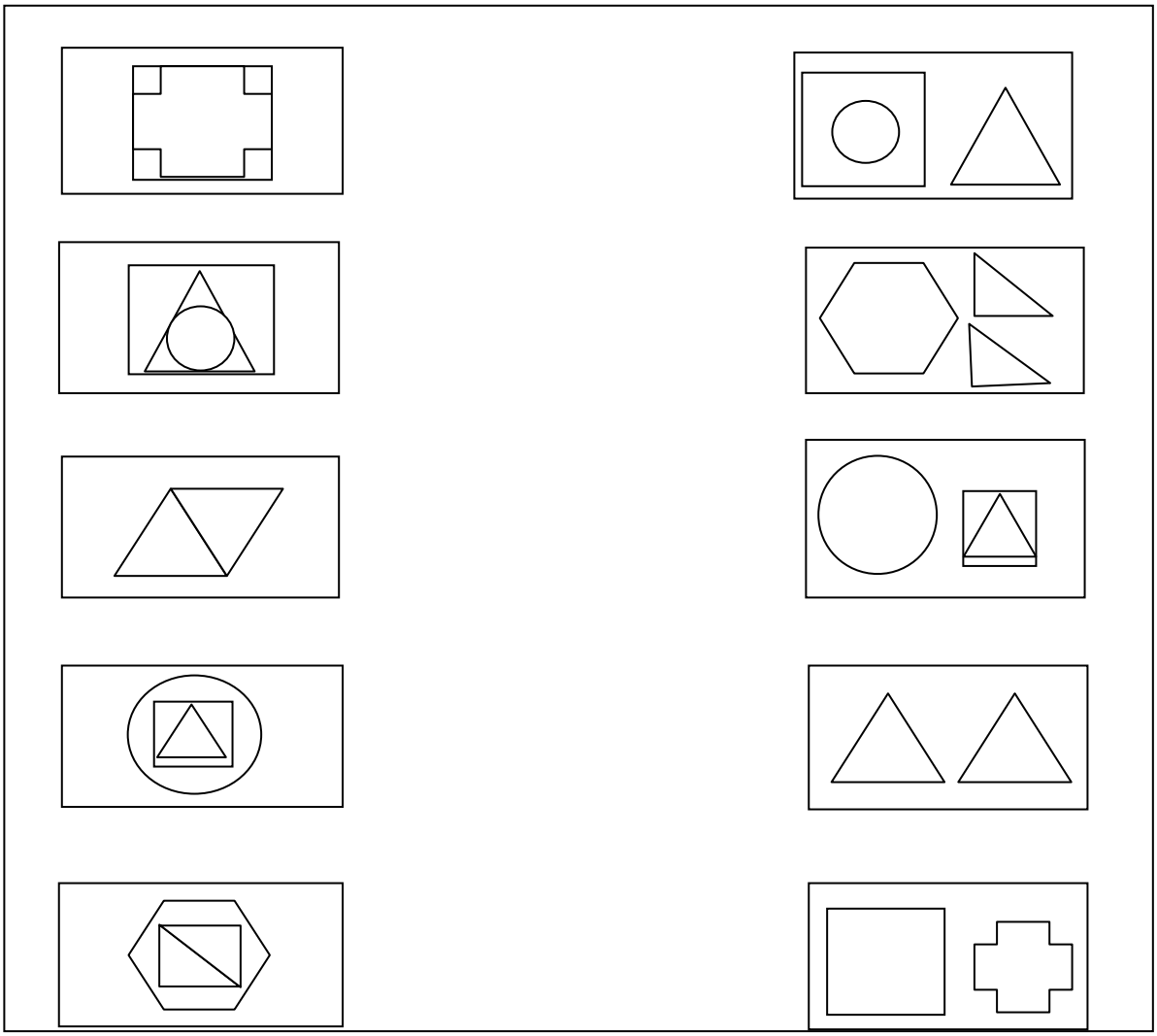
.....



เกม “คู่ฉันคือใคร”

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตภาพทางซ้ายมือ ว่ามีภาพใดที่ซ่อนอยู่บ้าง แล้วนำมาจับคู่กับภาพทางขวามือให้ถูกต้อง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....



สรุป นักเรียนได้อะไรจากการทำกิจกรรมนี้บ้าง .....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 2.1

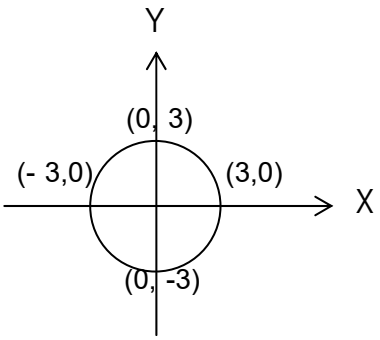
2. จากความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นวงกลม จงหาจุดศูนย์กลาง และรัศมีของวงกลม พร้อมทั้งเขียนกราฟของสมการความสัมพันธ์ที่กำหนดให้

1) $\{(x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = 9\}$

จากสมการวงกลม $x^2 + y^2 = 9$

$r^2 = 9$ ดังนั้น $r = 3$

ดังนั้นจะได้กราฟที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 3 หน่วย



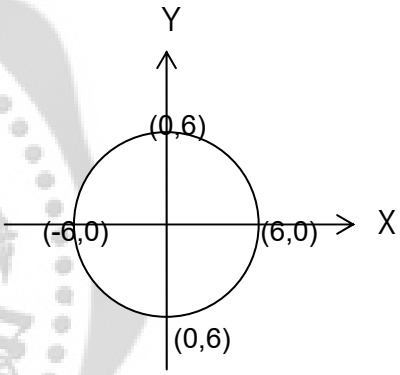
2) $\{(x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 - 36 = 0\}$

จากสมการวงกลม $x^2 + y^2 - 36 = 0$

จัดสมการใหม่ได้ $x^2 + y^2 = 36$

$r^2 = 36$ ดังนั้น $r = 6$

ดังนั้นจะได้กราฟที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 6 หน่วย



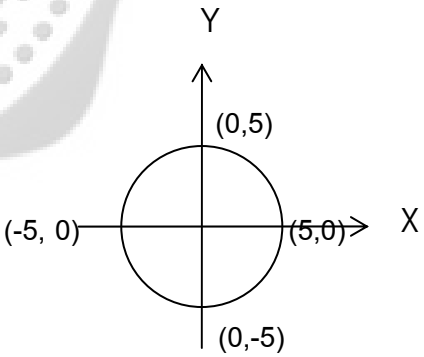
3) $\{(x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 = 25\}$

จากสมการวงกลม $x^2 + y^2 = 25$

จากสมการ $x^2 + y^2 = 25$

$r^2 = 25$ ดังนั้น $r = 5$

ดังนั้นจะได้กราฟที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 5 หน่วย



เฉลยใบกิจกรรมที่ 2.2

จงหาสมการวงกลมที่มีสมบัติดังต่อไปนี้

1. จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 3 หน่วย

   จากสมการ $x^2 + y^2 = r^2$

   แทนค่าจะได้ สมการวงกลม คือ $x^2 + y^2 = 3^2$

   หรือ $x^2 + y^2 = 9$

2. จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 6 หน่วย

   จากสมการ $x^2 + y^2 = r^2$

   แทนค่าจะได้ สมการวงกลม คือ $x^2 + y^2 = 6^2$

   หรือ $x^2 + y^2 = 36$

3. จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และรัศมียาว 7 หน่วย

   จากสมการ $x^2 + y^2 = r^2$

   แทนค่าจะได้ สมการวงกลม คือ $x^2 + y^2 = 7^2$

   หรือ $x^2 + y^2 = 49$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 31202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h,k) เวลา 2 คาบ

---

1. ผลการเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นวงกลม เมื่อกำหนดส่วนต่างๆ ของวงกลมให้ และเขียนกราฟของวงกลมได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. แก้ปัญหา
2. ให้เหตุผล
3. สื่อสาร/สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ

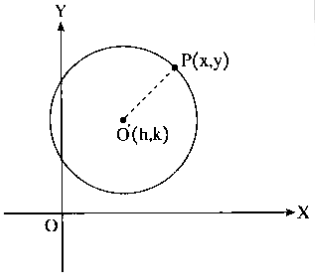
ด้านคุณลักษณะ นักเรียน

1. มีความรับผิดชอบ
2. มีระบบ รอบคอบ
3. มีความกระตือรือร้น ใฝ่เรียนรู้

2. สาระการเรียนรู้

วงกลม (Circle)

วงกลมมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (h,k) และมีรัศมี r หน่วย



จากสมการวงกลมที่ (0,0) เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมรัศมียาว r หน่วย คือ $x^2 + y^2 = r^2$ ถ้าเลื่อนแกนไปที่ (h,k) จะได้สมการวงกลมเทียบกับแกนใหม่ คือ $(x')^2 + (y')^2 = r^2$ โดยที่ $x' = x-h$ และ $y' = y-k$

ดังนั้นวงกลมเทียบกับแกนเดิม คือ

$(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2 \Rightarrow$ รูปแบบมาตรฐาน

ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (h,k) และมีรัศมียาว r หน่วยคือ $\{ (x,y) \in R \times R \mid (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2 \}$

การหารัศมี และจุดศูนย์กลางของวงกลม

จากสมการวงกลม $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$ ซึ่งเป็นกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h,k) และรัศมียาว r หน่วย

เมื่อกระจายสมการ $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$

จะได้ $(x^2-2hx+h^2)+(y^2-2ky+k^2)=r^2$

$x^2-2hx+h^2+y^2-2ky+k^2-r^2=0$

$x^2+y^2-2hx-2ky+h^2+k^2-r^2=0$

เมื่อเทียบกับสมการในรูปทั่วไป $x^2+y^2+Dx+Ey+F=0$ เมื่อ D,E,F เป็นค่าคงที่

ดังนั้น $-2h=D$, $-2k=E$

จะได้ $h=-\frac{D}{2}$, $k=-\frac{E}{2}$

และ $h^2+k^2-r^2=F$ ดังนั้น $r^2=h^2+k^2-F$

จากสมการวงกลมในรูปทั่วไป คือ $x^2+y^2+Dx+Ey+F=0$

จะมีจุดศูนย์กลาง $C(h,k)=\left(-\frac{D}{2},-\frac{E}{2}\right)$

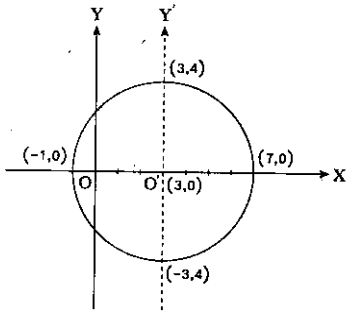
และ $r=\sqrt{h^2+k^2-F}$

หรือ $r=\frac{1}{2}\sqrt{D^2+E^2-4F}$

ตัวอย่างที่ 1 จงเขียนกราฟของความสัมพันธ์ $\{(x,y)\in R\times R \mid x^2+y^2-6x-7=0\}$

<u>วิธีทำ</u> สมการวงกลมที่มีจุด (h,k) เป็นจุดศูนย์กลาง และรัศมียาว r หน่วย คือ $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$

สามารถวาดรูปได้ดังนี้



ดังนั้นจัดสมการใหม่ให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์

จะได้ $x^2+y^2-6x-7=0$

$(x^2-6x)+y^2=7$

$(x^2-6x+9)+y^2=7+9$

$(x-3)^2+y^2=16$

$$(x-3)^2 + (y-0)^2 = 4^2$$

ดังนั้นสมการกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (3,0) และ รัศมียาว 4 หน่วย วาดรูปได้ดังนี้

ตอบ ดังนั้นกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (3, 0) รัศมียาว 4 หน่วย

ตัวอย่างที่ 2 กำหนดจุด (1,2) และ (4,5) เป็นจุดปลายของเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม จงหาสมการวงกลม

วิธีทำ จากโจทย์ได้บอกจุดศูนย์กลางมา

หาจุดศูนย์กลางได้จากจุดกึ่งกลางของเส้นผ่านศูนย์กลาง

โดยใช้สูตร $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2}{2}$ และ $\bar{y} = \frac{y_1 + y_2}{2}$

ได้จุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(\bar{x}, \bar{y})$

แทนค่าสูตร $\bar{x} = \frac{1+4}{2} = \frac{5}{2}$

$\bar{y} = \frac{2+5}{2} = \frac{7}{2}$

โจทย์ได้บอกรัศมีมา

รัศมี คือ ครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างจุด (1, 2) และ (4, 5)

$$r = \frac{\sqrt{(1-4)^2 + (2-5)^2}}{2}$$

$$= \frac{\sqrt{9+9}}{2}$$

$$= \frac{\sqrt{18}}{2}$$

จากสมการวงกลมรูปแบบมาตรฐาน $(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2$

ได้ $h = \frac{5}{2}$, $k = \frac{7}{2}$ และ $r = \frac{\sqrt{18}}{2}$

ดังนั้นสมการรูปแบบมาตรฐานคือ $\left(x-\frac{5}{2}\right)^2 + \left(y-\frac{7}{2}\right)^2 = \frac{18}{4}$

กระจายรูป และจัดสมการรูปใหม่ $x^2 - 5x + \frac{25}{4} + y^2 - 7y + \frac{49}{4} = \frac{18}{4}$

นำ 4 คูณทั้งสองข้างสมการ $4x^2 - 20x + 25 + 4y^2 - 28y + 49 = 18$

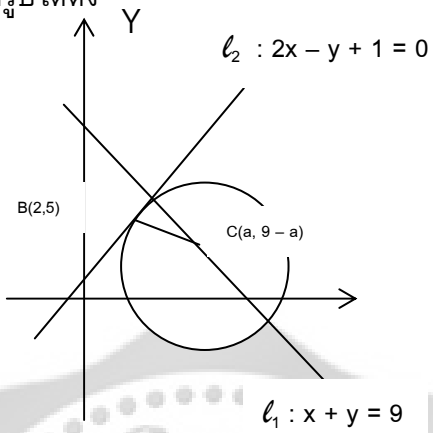
$$4x^2 + 4y^2 - 20x - 28y + 56 = 0$$

ดังนั้นสมการรูปแบบทั่วไปคือ $4x^2 + 4y^2 - 20x - 28y + 56 = 0$

ตอบ สมการรูปแบบทั่วไป ของวงกลม คือ $4x^2 + 4y^2 - 20x - 28y + 56 = 0$

ตัวอย่างที่ 3 จงหาสมการกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางของวงกลมอยู่บนเส้นตรง x +y = 9 และสัมผัสเส้นตรง 2x – y + 1 = 0 ที่จุด B (2, 5)

วิธีทำ จากโจทย์สามารถวาดรูปได้ดังนี้



กำหนดให้ $\ell_1 : x + y = 9$

$\ell_2 : 2x - y + 1 = 0$

และ กำหนดให้จุดศูนย์กลาง C(x,y) อยู่บนเส้นตรง ℓ_1

ให้ x = a จะได้ y = 9 – a

ดังนั้น จุด C(x,y) = C(a, 9 – a) ——— (1)

ดังนั้นทำจุด C ให้เหลือตัวแปรเดียว เพื่อง่ายต่อการแก้สมการ

จากรูปนั้นจะได้ $\overline{BC} \perp \ell_2$

ทำให้ $m_{\overline{BC}} \cdot m_{\ell_2} = -1$ ——— (2)

ต้องหา $m_{\overline{BC}}$ ได้ $m_{\overline{BC}} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$

$$= \frac{(9-a)-(5)}{(a)-2}$$

$$= \frac{4-a}{a-2}$$

หา m_{ℓ_2} ได้ $2x - y + 1 = 0$

$y = 2x + 1$

จะได้ $m_{\ell_2} = 2$

จาก (2) $m_{\overline{BC}} \cdot m_{\ell_2} = -1$

จะได้ $\left[\frac{4-a}{a-2}\right] \cdot 2 = -1$

$2(4 - a) = -1(a - 2)$

$8 - 2a = -a + 2$

$a = 6$

แทนค่า a ใน (1) จะได้จุดศูนย์กลางคือ C(6,3)

หา รัศมีของวงกลมได้จาก

รัศมีของวงกลม r = ระยะห่างระหว่างจุด C (6,3) และ B(2,5)

$$= \sqrt{(6-2)^2 + (3-5)^2}$$

$$= \sqrt{16+4}$$

$$r = \sqrt{20}$$

ตอบ ดังนั้นสมการกราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (6,3) และรัศมียาว $\sqrt{20}$ หน่วย คือ $(x-6)^2 + (y-3)^2 = \left(\sqrt{20}\right)^2$ หรือ $x^2 + y^2 - 12x - 6y + 25 = 0$

3. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นนำ

ครูสนทนาซักถามกับนักเรียนในเรื่องที่เรียน และสอบถามในเรื่องปัญหาอุปสรรคในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย รวมถึงทบทวนในการเรียน เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) จากนั้นแจ้งผลการเรียนรู้ในการเรียนครั้งนี้ให้นักเรียนทราบ

ขั้นสอน

1. ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h,k) จนถึงตัวอย่างที่ 2 แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนของบทเรียน และจดบันทึกรายละเอียดในส่วนที่นักเรียนต้องการลงไปในสมุดบันทึก

2. เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาเสร็จแล้วครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงรายละเอียดที่ได้เรียน

3. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3.1 และ ใบกิจกรรมที่ 3.2 ให้นักเรียนทำ

4. ให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีทำใบกิจกรรมที่ 3.1 และ ใบกิจกรรมที่ 3.2 ครูให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบคนละข้อ จนครบทุกข้อ ส่วนครูและนักเรียนที่เหลือช่วยกันตรวจสอบคำตอบอีกครั้ง

5. จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในเรื่องที่นักเรียนยังสงสัยอยู่

ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบ เพื่อให้นักเรียนได้สรุปเรื่องวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h,k) และความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นวงกลมที่เรียนไปในวันนี้

คาบที่ 2

ขั้นนำ

ครูสนทนา ซักถามถึงเรื่องที่เรียน ทบทวน เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h,k) พร้อมทั้งถามถึงปัญหาอุปสรรคในการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ขั้นสอน

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มละ 4 – 5 คน จากนั้นให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h,k) ในตัวอย่างที่ 3
2. เมื่อเสร็จแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในรายละเอียดของเนื้อหาที่ได้เรียน
3. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3.3 ให้นักเรียนทำในเวลาที่กำหนดไว้
4. ให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีทำใบกิจกรรมที่ 3.3 โดยครูและนักเรียนที่เหลือช่วยกันตรวจสอบคำตอบที่ได้อีกครั้ง และครูเฉลยใบกิจกรรมที่ 3.3
5. หลังจากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในสิ่งที่สงสัย พร้อมทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปเพื่อให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์ที่สำคัญ จากนั้นจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนที่ 2 เรื่อง วงกลม เพื่อประเมินความรู้ที่ได้เรียนไป

ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบเพื่อให้นักเรียนได้สรุปหลักเกณฑ์สำคัญใน เรื่อง วงกลมที่ได้เรียนไปแล้ว ทั้งนี้ให้นักเรียนเขียนสรุปเรื่องที่เรียนลงในสมุดมาส่งในคาบต่อไป

4. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k)
2. ใบกิจกรรมที่ 3.1
3. ใบกิจกรรมที่ 3.2
4. ใบกิจกรรมที่ 3.3
5. แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนที่ 2 เรื่อง วงกลม

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. สังเกตการร่วมกิจกรรมของนักเรียน	คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป	- แบบคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน
2. ปฏิบัติใบกิจกรรมที่ 3.1	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	- ใบกิจกรรมที่ 3.1
3. ปฏิบัติใบกิจกรรมที่ 3.2	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	- ใบกิจกรรมที่ 3.2
4. ปฏิบัติใบกิจกรรมที่ 3.3	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	- ใบกิจกรรมที่ 3.3
5. แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนที่ 2 เรื่อง วงกลม	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	- แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนที่ 2 เรื่อง วงกลม

6. บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

นักเรียนให้ความสนใจ และให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี มีความรับผิดชอบและมีความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรม และให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันดี

ปัญหาอุปสรรค

นักเรียนบางคนยังไม่สามารถหากำลังสองสมบูรณ์ได้ จึงทำให้การปฏิบัติกิจกรรมช้ากว่าเพื่อน

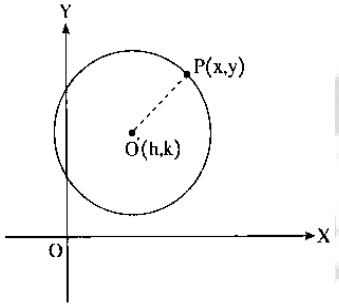
ข้อเสนอแนะ/ แนวทางแก้ไข

ครูต้องคอยชี้แนะ และอธิบายการหากำลังสองสมบูรณ์แล้วให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมเป็นลำดับขั้นตอน

ใบกิจกรรมที่ 3.1

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์



จากสมการวงกลมที่ (0,0) เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม รัศมียาว r หน่วย คือ.....ถ้าเลื่อนแกนไปที่ (h,k) จะได้สมการวงกลมเทียบกับแกนใหม่ คือ $(x')^2 + (y')^2 = r^2$ โดยที่ x'=..... และ y'=.....

ดังนั้นวงกลมเทียบกับแกนเดิม คือ..... เรียกว่าสมการรูปแบบมาตรฐาน

ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (h,k)และมีรัศมียาว r หน่วย คือ $\{ (x,y) \in R \times R \mid$ .....$\}$

ใบกิจกรรมที่ 3.2

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. จากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ ซึ่งมีกราฟเป็นวงกลม จงหาจุดศูนย์กลาง และความยาวรัศมีของวงกลมจากสมการที่กำหนดให้

1) $\{ (x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 + 8x + 6y - 24 = 0 \}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) $\{ (x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 - 6x - 7 = 0 \}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) $\{ (x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 - 8x + 10y + 5 = 0 \}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3.3

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. จงหาสมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (3, - 5) และรัศมียาว 4 หน่วย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงหาสมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (1,2) และผ่านจุด (-2,-2)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงหาสมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (3, 4) และสัมผัสเส้นตรงที่ลากผ่านจุด (2, 1) และ (-2,4)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 3.2

1. จากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ ซึ่งมีกราฟเป็นวงกลม จงหาจุดศูนย์กลาง และความยาวรัศมีของวงกลมจากสมการที่กำหนดให้

1) $\{ (x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 + 8x + 6y - 24 = 0 \}$

วิธีทำ จัดสมการใหม่ $(x^2 + 8x) + (y^2 + 6y) = 24$

$(x^2 + 8x + 16) + (y^2 + 6y + 9) = 24$

$(x + 4)^2 + (y + 3)^2 = 24 + 16 + 9$

$(x + 4)^2 + (y + 3)^2 = 7^2$

ตอบ ดังนั้น จะได้กราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (-4,-3) และรัศมียาว 7 หน่วย

2) $\{ (x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 - 6x - 7 = 0 \}$

วิธีทำ จัดสมการใหม่ $(x^2 - 6x) + y^2 = 7$

$(x^2 - 6x + 9) + y^2 = 7 + 9$

$(x - 3)^2 + y^2 = 16$

$(x - 3)^2 + (y - 0)^2 = 4^2$

ตอบ ดังนั้น จะได้กราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (3,0) และรัศมียาว 4 หน่วย

3) $\{ (x,y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 - 8x + 10y + 5 = 0 \}$

วิธีทำจัดสมการใหม่ $(x^2 - 8x) + (y^2 + 10y) = -5$

$(x^2 - 8x + 16) + (y^2 + 10y + 25) = -5 + 16 + 25$

$(x - 4)^2 + (y + 5)^2 = 36$

$(x - 4)^2 + (y + 5)^2 = 6^2$

ตอบดังนั้น จะได้กราฟวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (4, -5) และรัศมียาว 6 หน่วย

เฉลยใบกิจกรรมที่ 3.3

1. จงหาสมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (3, - 5) และรัศมียาว 4 หน่วย

วิธีทำ จากสมการวงกลม $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$

จากโจทย์จะได้จุด (h,k) = (3, -5) และ r = 4

แทนค่าในสมการวงกลม จะได้ $(x - 3)^2 + (y+ 5)^2 = 4^2$

$$(x^2 - 6x + 9) + (y^2 + 10y + 25) = 16$$
$$x^2 - 6x + y^2 + 10y = 16 - 9 - 25$$
$$x^2 - 6x + y^2 + 10y = - 18$$
$$x^2 - 6x + y^2 + 10y - 18 = 0$$

ตอบ ดังนั้นจะได้สมการวงกลม คือ $x^2 - 6x + y^2 + 10y - 18 = 0$

2. จงหาสมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (1,2) และผ่านจุด (-2,-2)

วิธีทำ จาก รัศมีของวงกลมนี้ = ระยะระหว่างจุด (1,2) และ (-2,-2)

$$\text{รัศมีวงกลมนี้} = \sqrt{(1+2)^2 + (2+2)^2}$$
$$= \sqrt{9+16} = \sqrt{25}$$
$$= 5$$

ดังนั้นวงกลมนี้มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (1,2) และ รัศมียาว 5 หน่วย

แทนค่าในสมการวงกลม จะได้ $(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 5^2$

$$x^2 - 2x + 1 + y^2 - 4y + 4 = 25$$
$$x^2 - 2x + y^2 - 4y = 25 - 1 - 4$$
$$x^2 - 2x + y^2 - 4y = 20$$
$$x^2 - 2x + y^2 - 4y - 20 = 0$$

ตอบ ดังนั้นจะได้สมการวงกลม คือ $x^2 - 2x + y^2 - 4y - 20 = 0$

3. จงหาสมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (3, 4) และสัมผัสเส้นตรงที่ลากผ่านจุด (2, 1) และ (-2,4)

วิธีทำ เส้นตรงที่ลากผ่านจุด (2,1) และ (-2,4) คือ $y - 1 = \frac{4-1}{-2-2}(x-2)$

$$y - 1 = -\frac{3}{4}(x-2)$$
$$4y - 4 = - 3x + 6$$
$$3x + 4y - 10 = 0$$

ดังนั้น r = ระยะระหว่างจุด (3,4) และเส้นตรง $3x + 4y - 10 = 0$

$$r = \frac{|(3)(3)+(4)(4)-10|}{\sqrt{3^2+4^2}}$$

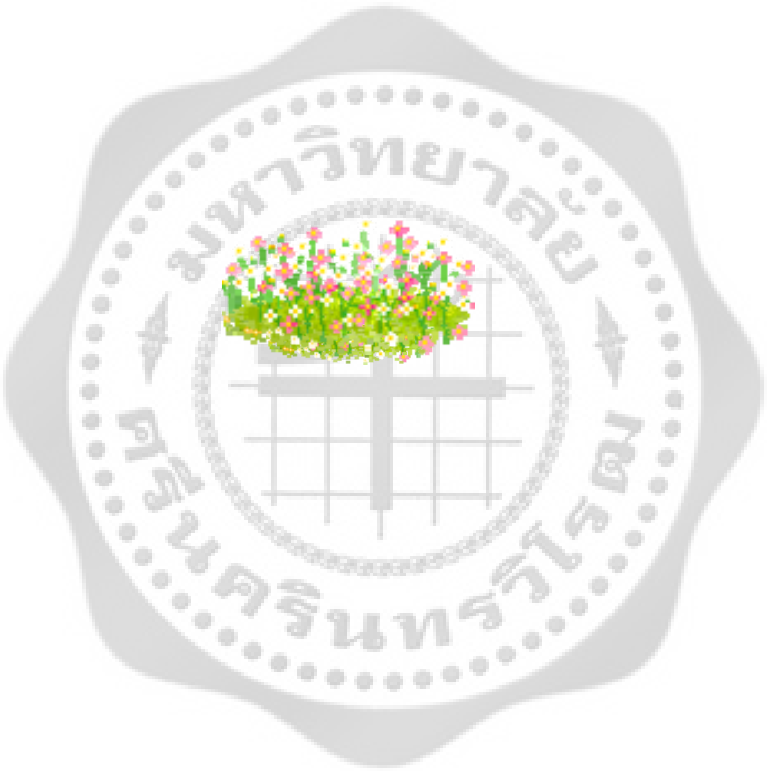
$$= \frac{15}{5} = 3$$

สมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (3,4) และรัศมียาว 3 หน่วย คือ

$$(x-3)^2 + (y-4)^2 = 3^2$$

หรือ $x^2 + y^2 - 6x - 8y + 16 = 0$

ตอบ $x^2 + y^2 - 6x - 8y + 16 = 0$



แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน

หน่วยที่ 2 เรื่อง วงกลม

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย **X** ในคำตอบที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

---

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการของวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (0,0) และรัศมียาว 3 หน่วย

   1) $x^2 - y^2 - 3 = 0$ 2) $x^2 + y^2 + 3 = 0$

   3) $x^2 + y^2 + 9 = 0$ 4) $x^2 + y^2 - 9 = 0$

2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการของวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (0,0) และรัศมียาว 5 หน่วย

   1) $x^2 - y^2 - 5 = 0$ 2) $x^2 + y^2 + 5 = 0$

   3) $x^2 + y^2 - 25 = 0$ 4) $x^2 + y^2 + 25 = 0$

3. ข้อใดต่อไปนี้เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมที่มีสมการเป็น $x^2 + y^2 - 2x - 6y + 6 = 0$

   1) (1, 3) 2) (1, -3)

   3) (-1, 3) 4) (-1, -3)

4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมที่มีสมการเป็น $(x + 1)^2 + (y - 2)^2 = 81$

   1) (-1, 2) 2) (1, 2)

   3) (1, -2) 4) (-1, -2)

5. ข้อใดต่อไปนี้เป็นความยาวรัศมีของวงกลมที่มีสมการเป็น $(x + 1)^2 + (y - 2)^2 = 1$

   1) 4 2) 3

   3) 2 4) 1

6. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการของวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (1, 2) และรัศมียาว 3 หน่วย

   1) $(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 9$ 2) $(x + 1)^2 + (y + 2)^2 = 9$

   3) $(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 3$ 4) $(x + 1)^2 + (y + 2)^2 = 3$

7. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการของวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (2,3) และรัศมียาว 5 หน่วย

   1) $(x + 2)^2 + (y + 3)^2 = 25$ 2) $(x - 2)^2 + (y - 3)^2 = 25$

   3) $(x - 2)^2 + (y - 3)^2 = 5$ 4) $(x + 2)^2 + (y + 3)^2 = 5$

8. ข้อใดเป็นสมการของวงกลม ซึ่งมีกราฟวงกลมที่มีจุด (1, 4) และ (-3, 1) เป็นจุดปลายของเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม

   1) $(x+1)^2 + \left(y + \frac{5}{2}\right)^2 = \left(\frac{5}{2}\right)^2$ 2) $(x-1)^2 + \left(y - \frac{5}{2}\right)^2 = \left(\frac{5}{2}\right)^2$

   3) $(x-1)^2 + \left(y + \frac{5}{2}\right)^2 = \left(\frac{5}{2}\right)^2$ 4) $(x+1)^2 + \left(y - \frac{5}{2}\right)^2 = \left(\frac{5}{2}\right)^2$

9. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการของวงกลมที่สัมผัสแกน X มีจุดศูนย์กลางอยู่บนเส้นตรง x= 4 ผ่านจุด (7, 3)

   1) $x^2 + y^2 - 8x - 6y + 16 = 0$ 2) $x^2 + y^2 - 8y - 6y = 16$

   3) $x^2 + y^2 - 8x + 6y = 20$ 4) $x^2 + y^2 - 8x - 6y = 0$

10. ข้อใดเป็นสมการของวงกลมซึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (-2, 3) และสัมผัสเส้นตรง $20x - 21y - 42 = 0$

   1) $x^2 + y^2 + 4x + 6y - 12 = 0$ 2) $x^2 + y^2 + 4x - 6y + 12 = 0$

   3) $x^2 + y^2 - 4x - 6y - 12 = 0$ 4) $x^2 + y^2 - 4x + 6y - 12 = 0$

เฉลยแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน
หน่วยที่ 2 เรื่อง วงกลม

1. 4	2. 3	3. 3	4. 1	5. 4
6. 1	7. 2	8. 4	9. 1	10. 2

แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ – นามสกุล	คุณลักษณะที่พึงประสงค์								
		ความรับผิดชอบ			ความมีระบบรอบคอบ			มีความกระตือรือร้นใฝ่เรียนรู้		
		3	2	1	3	2	1	3	2	1
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										
11.										
12.										
13.										
14.										
15.										
16.										
17.										
18.										
19.										
20.										
21.										
22.										
23.										
รวม										

ผู้ประเมิน.....

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1. มีความรับผิดชอบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลานัดหมาย - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย เป็นระบบแก่ผู้อื่น และแนะนำชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติ
2 ดี	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด - ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ

2. มีระบบ รอบคอบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- มีการวางแผนดำเนินงานเป็นระบบ - การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ตัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ถูกต้องครบถ้วน
2 ดี	- มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลังได้เป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	- ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข - ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ

3. มีความกระตือรือร้น ใฝ่เรียนรู้

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- ลงมือปฏิบัติงานทันทีที่ได้รับมอบหมาย และปฏิบัติเอง - ปรึกษา ค้นคว้าและซักถาม รวมทั้งแสดงความคิดเห็นด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีคนแนะนำ
2 ดี	- ลงมือปฏิบัติงานค่อนข้างช้า แต่พอมีเหตุผลที่พอรับฟังได้ - ปรึกษา ค้นคว้า และซักถามเสมอ แต่ไม่ทุกครั้ง
1 พอใช้	- ลงมือปฏิบัติงานช้ามาก ต้องมีคนคอยกระตุ้นหรือแนะนำ - นานๆ ครั้งจึงจะปรึกษา ค้นคว้า และซักถาม โดยมีคนคอยกระตุ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ – นามสกุล	คุณลักษณะที่พึงประสงค์														
		การแก้ปัญหา			การให้เหตุผล			การสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอ			การเชื่อมโยง			ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์		
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0
1.																
2.																
3.																
4.																
5.																
6.																
7.																
8.																
9.																
10.																
11.																
12.																
13.																
14.																
15.																
16.																
17.																
18.																
19.																
20.																
21.																
22.																
รวม																

ผู้ประเมิน.....

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาและการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าว

คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
1	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้บางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

2. การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างอิง การเสนอแนวความคิดประกอบการตัดสินใจ

คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
2	มีการอ้างอิง เสนอแนวความคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
1	มีการอ้างอิงเหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวความคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีการอ้างอิงหรือแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

3. การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง การใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบ

คะแนน	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือ ตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ กระชับ ชัดเจน
1	ใช้ภาษาใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์บางส่วน และพยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือ ตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนเป็นบางส่วน
0	ไม่นำเสนอ

4. การเชื่อมโยง หมายถึง การนำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น / ชีวิตประจำวัน

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น/ ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
1	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
0	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

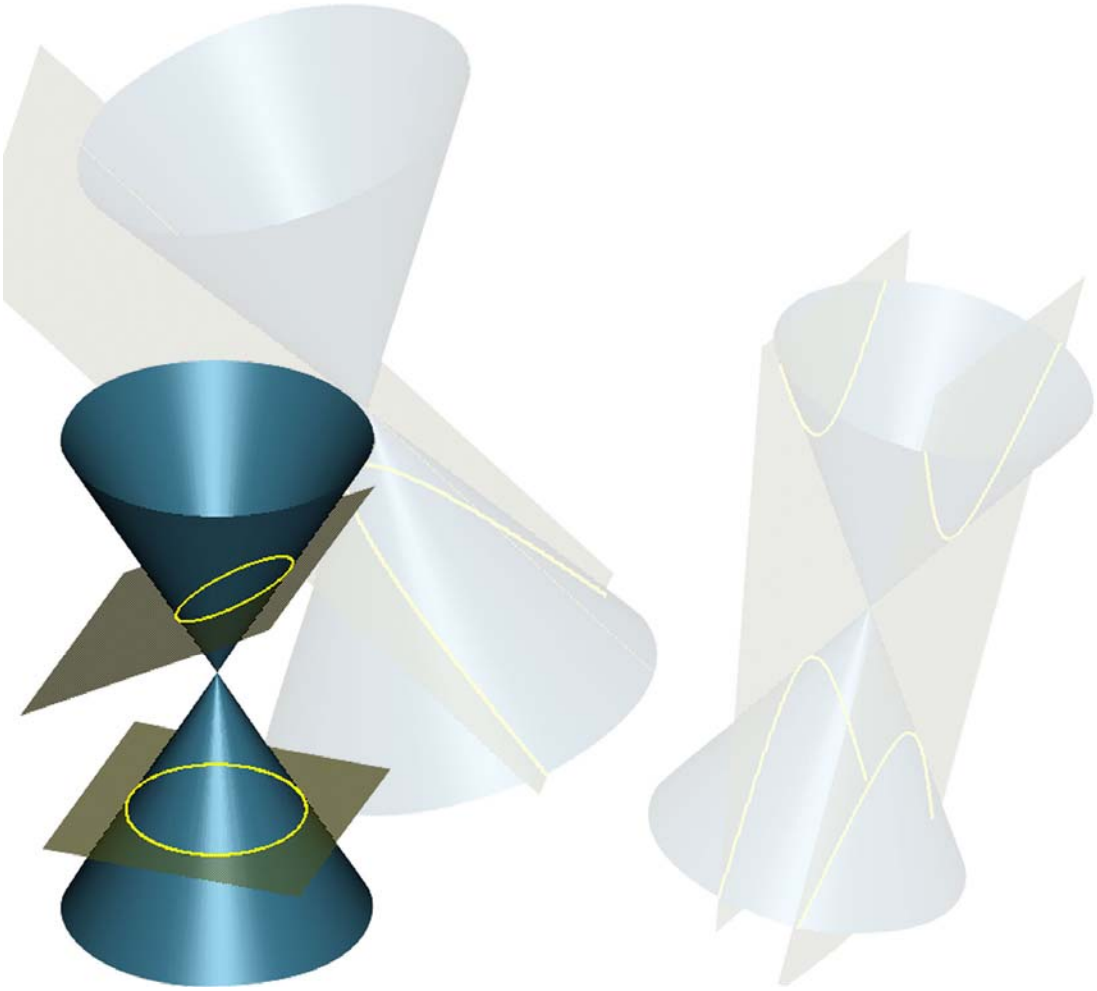
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง แนวคิด/ วิธีการที่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติ

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	มีแนวคิด/ วิธีการที่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง สมบูรณ์
1	มีแนวคิด / วิธีการไม่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
0	ไม่มีผลงาน

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถเชิงปริภูมิ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



จัดทำโดย
นางสาวธิดารัตน์ ลือโลก
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 หน่วยการเรียน ดังนี้

หน่วยการเรียนที่ 1	เรื่อง	การเลื่อนแกนทางขนาน	จำนวน	2	คาบ
หน่วยการเรียนที่ 2	เรื่อง	วงกลม	จำนวน	4	คาบ
หน่วยการเรียนที่ 3	เรื่อง	วงรี	จำนวน	4	คาบ
หน่วยการเรียนที่ 4	เรื่อง	พาราโบลา	จำนวน	4	คาบ
หน่วยการเรียนที่ 5	เรื่อง	ไฮเพอร์โบลา	จำนวน	4	คาบ

สำหรับครูผู้สอนจะมีแผนการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับใช้สอนในชั้นเรียน โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยสามารถปรับเปลี่ยนเวลาได้ตามความเหมาะสม

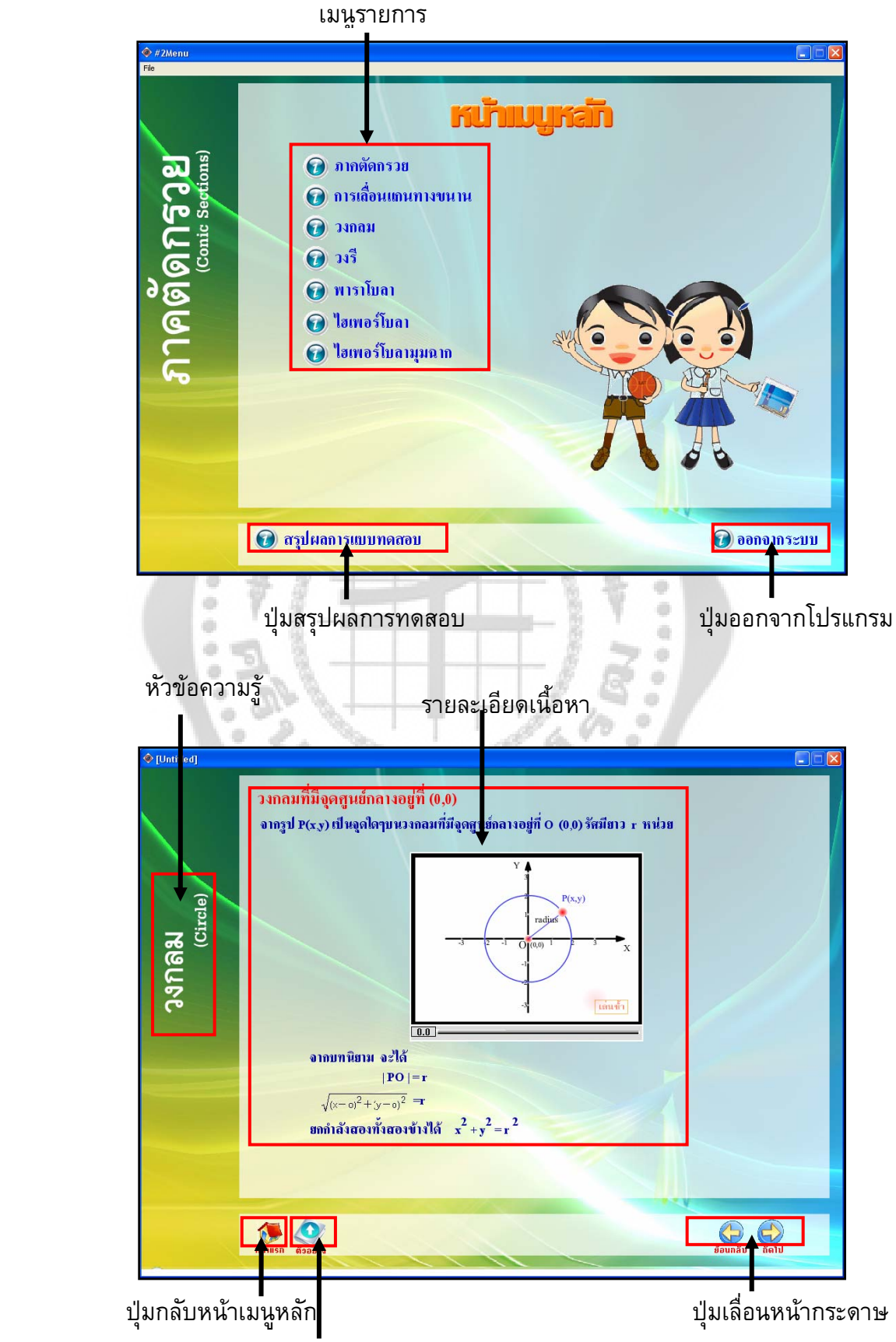
อุปกรณ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียน

1. ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows
2. CPU อย่างน้อย Pentium4
3. ขนาดแรมที่สามารถใช้งานได้ 512 MB
4. พื้นที่ว่างของฮาร์ดดิสด์อย่างน้อย 900 MB
5. ความละเอียดหน้าจอ SVGA 1024x768 พิกเซส.
6. คีย์บอร์ดชนิด 104 คีย์ ภาษาไทย/ภาษาอังกฤษ และเมาส์

วิธีการเข้าใช้โปรแกรมบทเรียน

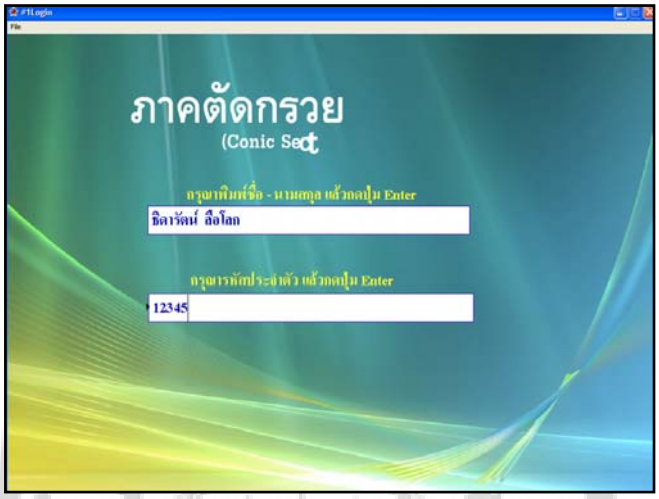
1. เปิดโปรแกรมระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows
2. ใส่แผ่นโปรแกรมเข้าไปในช่องเครื่องอ่าน CD/DVD
3. รอสักครู่โปรแกรมจะเปิดขึ้นมา
4. ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของบทเรียน

ส่วนประกอบหน้าจอโปรแกรม



การเข้าใช้งานในบทเรียน

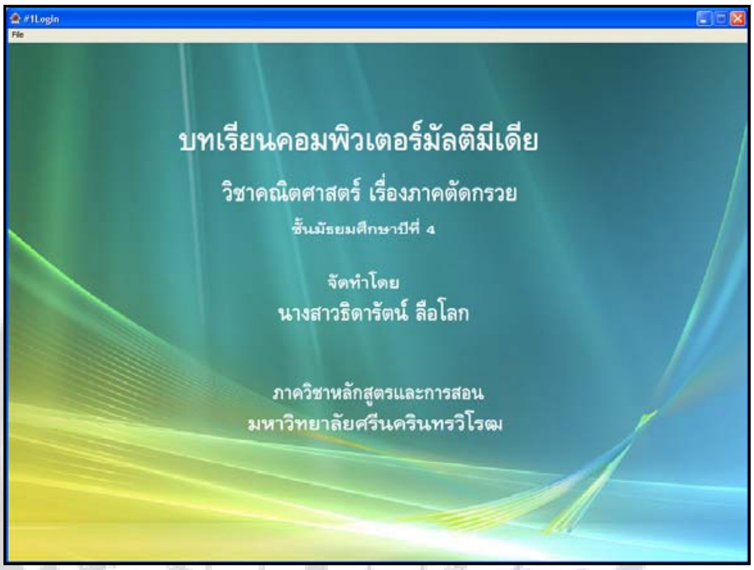
1. พิมพ์ชื่อ-นามสกุล จากนั้นกดปุ่ม Enter
2. พิมพ์รหัสประจำตัว และกดปุ่ม Enter

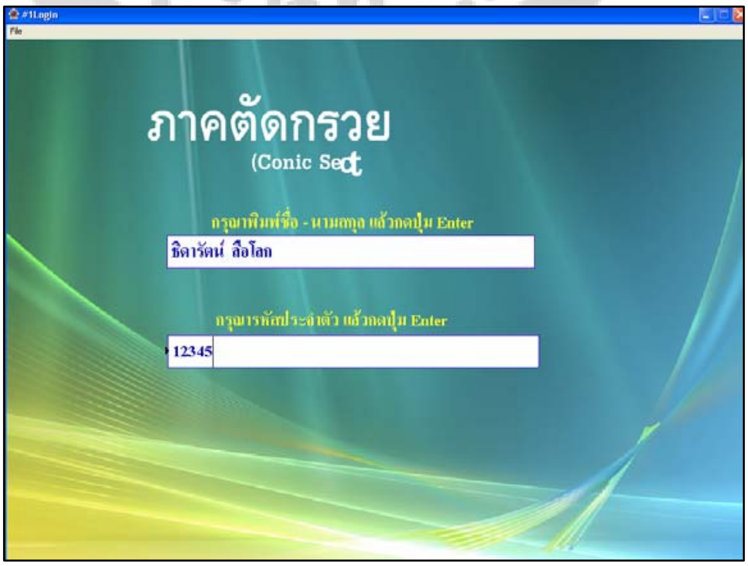


3. โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างต้อนรับ พร้อมเข้าสู่หน้าต่างเมนูรายการ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถเชิงปริภูมิ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊❊

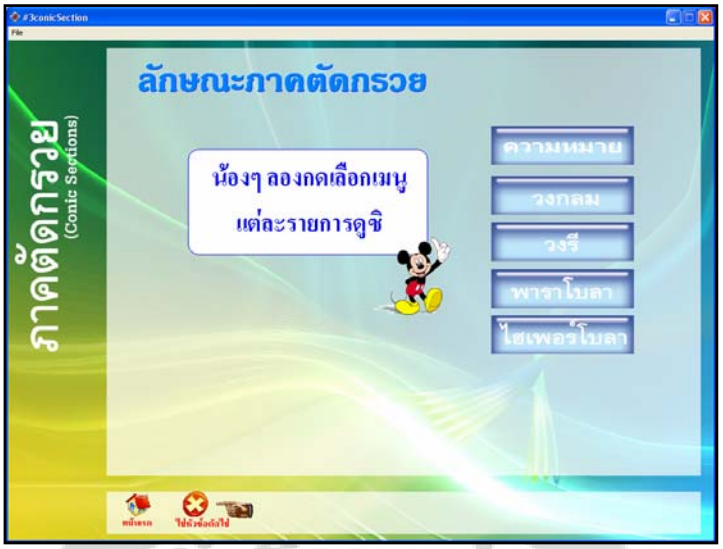




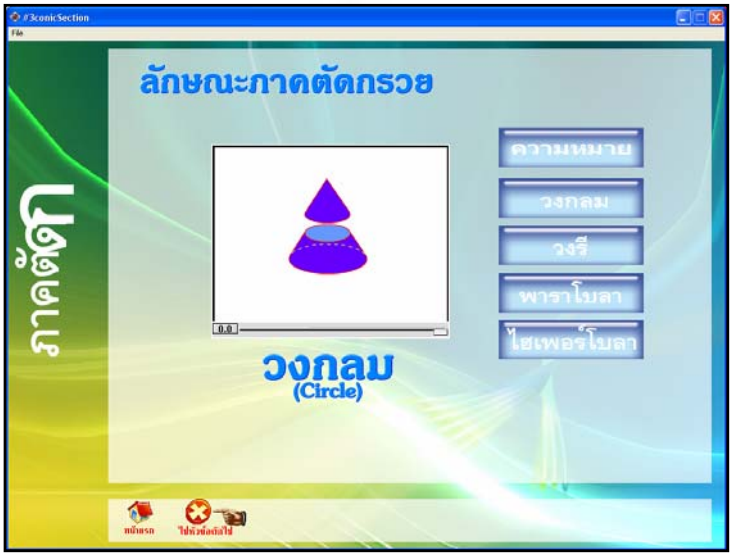
#1Login
File
ยินดีต้อนรับ
คุณ ธิดารัตน์ ลือโลก
รหัสประจำตัว 12345
เข้าสู่เนื้อหาการเรียนรู้

#2Menu
File
หน้าเมนูหลัก
ภาคตัดกรวย
(Conic Sections)
ภาคตัดกรวย
การเลื่อนแกนทางขนาน
วงกลม
วงรี
พาราโบลา
ไฮเพอร์โบลา
ไฮเพอร์โบลามุมฉาก
สรุปผลการเบบทดสอบ
ออกจากระบบ

#3conicSection
File
ลองทายดูสิ ว่าภาพนี้เป็น ภาคตัดกรวยชนิดใด ?
วงกลม
วงรี
พาราโบลา
ไฮเพอร์โบลา
ผิดค่ะ!!! คำตอบคือ "พาราโบลา"

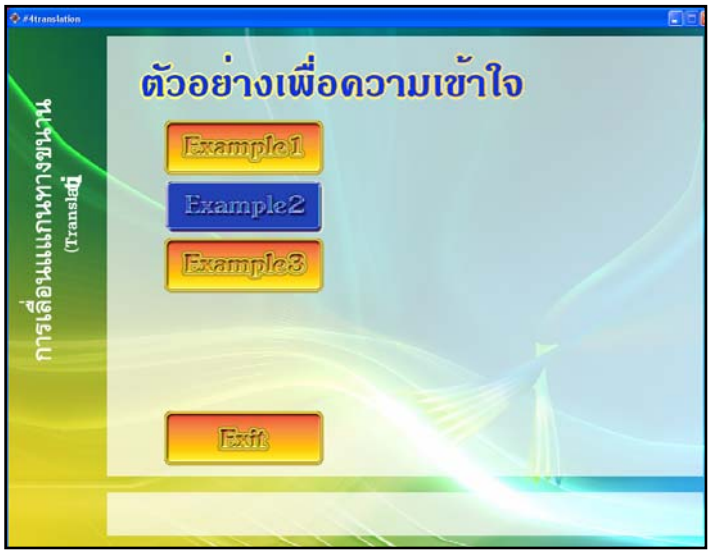

ลักษณะภาคตัดกรวย
ภาคตัดกรวย
(Conic Sections)
น้องๆ ลองกดเลือกเมนู
แต่ละรายการดูซิ
ความหมาย
วงกลม
วงรี
พาราโบลา
ไฮเพอร์โบลา

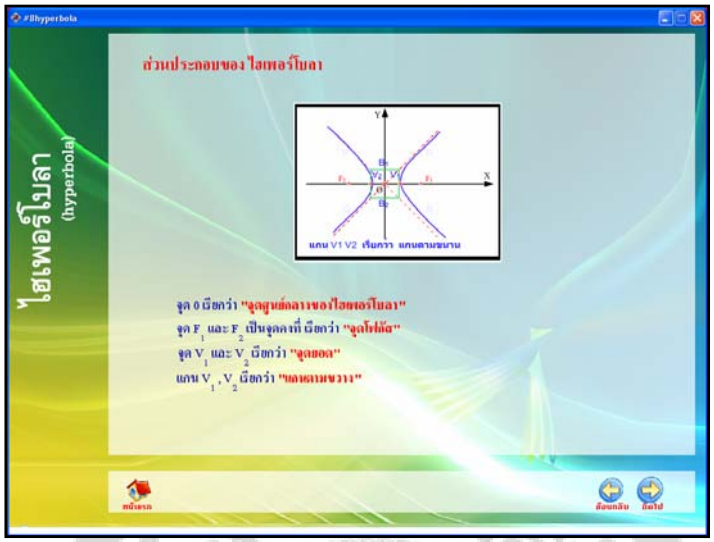
ลักษณะภาคตัดกรวย
ภาคตัดกรวย
ภาคตัดกรวย หมายถึง
เส้นโค้งซึ่งเป็นรอยตัดที่เกิดจากการตัดกัน
ของกรวยกลมกับระนาบ ซึ่งทำให้เกิดวงกลม
วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา
ความหมาย
วงกลม
วงรี
พาราโบลา
ไฮเพอร์โบลา


ลักษณะภาคตัดกรวย
ภาคตัดกรวย
วงกลม
(Circle)
ความหมาย
วงกลม
วงรี
พาราโบลา
ไฮเพอร์โบลา

#4translation
รายการเนื้อหาบทเรียนเรื่องการเลื่อนแกนทางขนาน
ผลการเรียนรู้
ความหมาย
ตัวอย่างเพื่อความเข้าใจ
แบบทดสอบ
กลับหน้าเมนูหลัก

#4translation
การเลื่อนแกนทางขนาน
(Translation of Axes)
การเลื่อนแกนทางขนาน
Y
P(x,y)
X
O (0,0)
การเลื่อนแกนทางขนานนับว่าเป็นพื้นฐานสำคัญที่ช่วยในการศึกษาเกี่ยวกับสมการ
ได้สะดวกขึ้น เราใช้แกน X และแกน Y สำหรับอ้างอิงพิกัด หรือตำแหน่งจุดในระนาบ


#4translation
การเลื่อนแกนทางขนาน
(Translati
ตัวอย่างเพื่อความเข้าใจ
Example1
Example2
Example3
Exit


#Hhyperbola
ไฮเพอร์โบลา
(hyperbola)
ส่วนประกอบของไฮเพอร์โบลา
Y
X
แกน V1 V2 เรียกว่า แกนตามขวาง
จุด o เรียกว่า "จุดศูนย์กลางของไฮเพอร์โบลา"
จุด F1 และ F2 เป็นจุดโฟกัส เรียกว่า "จุดโฟกัส"
จุด V1 และ V2 เรียกว่า "จุดยอด"
แกน V1 ,V2 เรียกว่า "แกนตามขวาง"
หน้าแรก
ย้อนกลับ
ต่อไป

#2menu
File
สวัสดี

ภาคผนวก ง

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง ภาคตัดกรวย

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย **X** ในคำตอบที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

---

1. จุด P และ จุด Q มีพิกัด (0, 5) และ (-5, 3) ตามลำดับ ถ้าเลื่อนขนานแกนโดยให้จุดกำเนิดอยู่ที่จุด (- 2, 4) แล้วพิกัดของจุด P′ และ Q′ เมื่อเทียบกับแกนใหม่ตรงกับข้อใด ตามลำดับ
   1) (2, 1) และ (-3, 1)
   2) (2, 1) และ (-3, -1)
   3) (-2, 1) และ (-3, 1)
   4) (-2, 1) และ (-3, -1)
2. ถ้าเลื่อนขนานแกนโดยให้จุด (h, k) เป็นจุดกำเนิด และจัดสมการ $x^2 + y^2 + 2x - 6y + 6 = 0$ ให้อยู่ในรูป $(x')^2 + (y')^2 = 4$ แล้วพิกัด (h, k) ตรงกับข้อใด
   1) (1, 3)
   2) (1, - 3)
   3) (- 1, 3)
   4) (-1, - 3)
3. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0, 0) และ รัศมียาว 4 หน่วย
   1) $x^2 + y^2 - 4 = 0$
   2) $x^2 + y^2 + 4 = 0$
   3) $x^2 + y^2 + 16 = 0$
   4) $x^2 + y^2 - 16 = 0$
4. จากสมการ $x^2 + y^2 - 25 = 0$ จะมีจุดศูนย์กลาง และรัศมีตามข้อใดต่อไปนี้
   1) จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0, 0) และรัศมียาว - 25 หน่วย
   2) จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0, 0) และรัศมียาว 25 หน่วย
   3) จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0, 0) และรัศมียาว - 5 หน่วย
   4) จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0, 0) และรัศมียาว 5 หน่วย
5. จากสมการวงกลม $x^2 + y^2 - 6x + 2y - 15 = 0$ ข้อใดกล่าวถึงส่วนประกอบของวงกลมที่เป็นกราฟของสมการได้<u>ถูกต้อง</u>
   1) จุดศูนย์กลาง คือ (3, -1) รัศมียาว $\sqrt{5}$ หน่วย
   2) จุดศูนย์กลาง คือ (3, -1) รัศมียาว 5 หน่วย
   3) จุดศูนย์กลาง คือ (- 3, -1) รัศมียาว 5 หน่วย
   4) จุดศูนย์กลาง คือ (- 3, -1) รัศมียาว $\sqrt{5}$ หน่วย
6. วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (2, 3) และ รัศมียาว 3 หน่วย จะมีสมการตรงกับข้อใด
   1) $x^2 + y^2 - 4x - 6y + 4 = 0$
   2) $x^2 + y^2 - 4x + 6y + 4 = 0$
   3) $x^2 + y^2 + 4x + 6y - 4 = 0$
   4) $x^2 + y^2 - 4x + 6y - 4 = 0$

7. ถ้าเส้นตรง $3x + 4y + 5 = 0$ สัมผัสวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (3, 4) แล้ว สมการวงกลมนี้คือข้อใด

   1) $x^2 + y^2 - 6y - 8y - 11 = 0$
   2) $x^2 + y^2 - 6x - 8y + 9 = 0$
   3) $x^2 + y^2 - 6x - 8y = 0$
   4) $x^2 + y^2 - 6x - 8y + 16 = 0$

8. วงรีที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (6, 0) และจุดโฟกัสอยู่ที่จุด (4, 0) และ (- 4, 0) จะมีสมการตรงกับข้อใด

   1) $36y^2 + 25x^2 - 900 = 0$
   2) $25x^2 + 36y^2 - 900 = 0$
   3) $36x^2 + 20y^2 - 720 = 0$
   4) $20x^2 + 36y^2 - 720 = 0$

9. กราฟสมการวงรี $16x^2 + 9y^2 - 32x - 36y - 92 = 0$ มีจุดยอดอยู่ที่จุดใดต่อไปนี้

   1) (1, 6) และ (1, - 2)
   2) (1, - 6) และ (1, - 2)
   3) (-1, 6) และ (- 1, 2)
   4) (- 1, - 6) และ (-1, 2)

10. กำหนดสมการ $x^2 + 4y^2 - 16x + 16y + 76 = 0$ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

   ก) วงรีนี้มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (8, - 2)

   ข) วงรีนี้มีความยาวเลตัสเรกตัมเท่ากับ 1 หน่วย

   ค) แกนเอกของวงรีนี้อยู่บนแกน X

   ข้อใดต่อไปนี้สรุปถูกต้อง

   1) ถูกเพียงข้อเดียว
   2) มีข้อถูก 2 ข้อ
   3) ถูกเพียง 3 ข้อ
   4) ถูกทุกข้อ

11. วงรีมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (4, -1) มีจุดโฟกัสอยู่ที่ (7, -1) และผ่านจุด (0, -2) จะมีสมการตรงกับข้อใด

   1) $3x^2 + 6y^2 - 8x + 12y = 0$
   2) $3x^2 + 6y^2 - 24x + 12y = 0$
   3) $6x^2 + 3y^2 - 8x + 12y = 0$
   4) $6x^2 + 3y^2 - 24x + 12y = 0$

12. จากสมการ $y^2 - 10y - 10x + 1 = 0$ ข้อใดกล่าวถึงส่วนประกอบของพาราโบลาที่เป็นกราฟของสมการได้ถูกต้อง

   1) จุดโฟกัสของพาราโบลาอยู่ที่จุด (- 1, 5)
   2) พาราโบลามีจุดยอดอยู่ที่จุด (2, 5)
   3) สมการไดเรกตริกซ์คือ $x = - 5$
   4) ความยาวเลตัสเรกตัมเท่ากับ 10 หน่วย

13. กำหนดสมการ $y^2 + 4y + 20x + 24 = 0$ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

   ก) กราฟของสมการเป็นพาราโบลาเปิดทางขวา และมีจุดยอดอยู่ที่จุด (-1, -2)

   ข) กราฟของสมการเป็นพาราโบลาที่มีจุดโฟกัสอยู่ที่จุด (-6, -2)

   ค) กราฟของสมการเป็นพาราโบลาที่มีเส้นไดเรกตริกซ์ คือ $x - 4 = 0$

   ข้อใดต่อไปสรุปได้ถูกต้อง

   1) มีข้อถูก 1 ข้อ
   2) มีข้อถูก 2 ข้อ
   3) มีข้อถูก 3 ข้อ
   4) ผิดทั้ง 3 ข้อ

14. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการของพาราโบลาที่ผ่านจุด (4, 5) มีจุดยอดอยู่ที่จุด (2, 3) และจุดโฟกัสอยู่บนเส้นตรง x = 2

    1) $x^2 - 2x - 4y = 0$
    2) $x^2 - 4x - 2y + 10 = 0$
    3) $y^2 - 4y - 2x = 0$
    4) $y^2 - 2x - 4y + 10 = 0$

15. พาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (-2, 3) และสมการของไดเรกตริกซ์เป็น x = 0 จะมีสมการตรงกับข้อใด

    1) $y^2 + 6y - 8x - 25 = 0$
    2) $y^2 + 6y + 8x - 25 = 0$
    3) $y^2 - 6y - 8x + 25 = 0$
    4) $y^2 - 6y + 8x + 25 = 0$

16. ไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0,0) และมีจุดยอดจุดหนึ่งอยู่ที่ (3,0) โดยมีจุด (0,4) เป็นจุดปลายข้างหนึ่งของแกน จะมีสมการตรงกับข้อใด

    1) $9y^2 - 4x^2 = 36$
    2) $9y^2 + 4x^2 = -36$
    3) $4x^2 - 9y^2 = 36$
    4) $4x^2 - 9y^2 = -36$

17. ไฮเพอร์โบลาซึ่งมีจุดยอด 2 จุดคือ (0, 0) กับ (8, 0) และจุดมีโฟกัส 2 จุด คือ (-1, 0) กับ (9, 0) จะมีสมการตรงกับข้อใด

    1) $9x^2 - 25y^2 - 72x - 144 = 0$
    2) $9x^2 - 16y^2 - 72x = 0$
    3) $9y^2 - 16x^2 - 72y - 144 = 0$
    4) $9y^2 - 16x^2 - 72y = 0$

18. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (4, - 2) มีจุดโฟกัสจุดหนึ่งอยู่ที่ (4, - 5) และแกนตามขวางยาว 4 หน่วย

    1) $4x^2 - 5y^2 - 32x - 20y + 64 = 0$
    2) $4x^2 - 5y^2 + 32x - 20y + 64 = 0$
    3) $4x^2 + 5y^2 - 32x - 20y + 64 = 0$
    4) $4x^2 + 5y^2 + 32x - 20y + 64 = 0$

19. จาก $9y^2 - 16x^2 - 32x + 54y - 79 = 0$ ข้อกล่าวถึงส่วนประกอบของไฮเพอร์โบลาที่เป็นกราฟของสมการ<u>ได้ถูกต้อง</u>

    1) แกนตามขวางอยู่บนเส้นตรง y = -3
    2) จุดโฟกัสอยู่ที่จุด (-1, -8) และ (-1, 2)
    3) สมการของเส้นกำกับคือ $(y+1) = \pm\frac{3}{4}(x + 3)$
    4) ความยาวเลตัสเรกตัม เท่ากับ 1.4 หน่วย

20. ไฮเพอร์โบลา xy = - 4 มีจุดศูนย์กลาง และจุดยอดอยู่ที่จุดใดต่อไปนี้

    1) จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0, 0) จุดยอดอยู่ที่จุด (-2, 2) และ (2, -2)
    2) จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0, 0) จุดยอดอยู่ที่จุด (4, 4) และ (- 4, 4)
    3) จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (2, 2) จุดยอดอยู่ที่จุด (-2, - 2)
    4) จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (2, 2) จุดยอดอยู่ที่จุด (4, 4) และ (- 4, - 4)

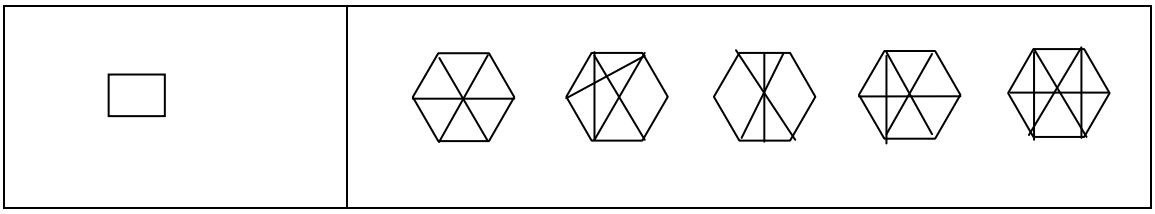
เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. 2	2. 3	3. 4	4. 4	5. 2
6. 1	7. 1	8. 4	9. 1	10. 2
11. 2	12. 3	13. 3	14. 2	15. 4
16. 3	17. 2	18. 1	19. 2	20. 1

แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ

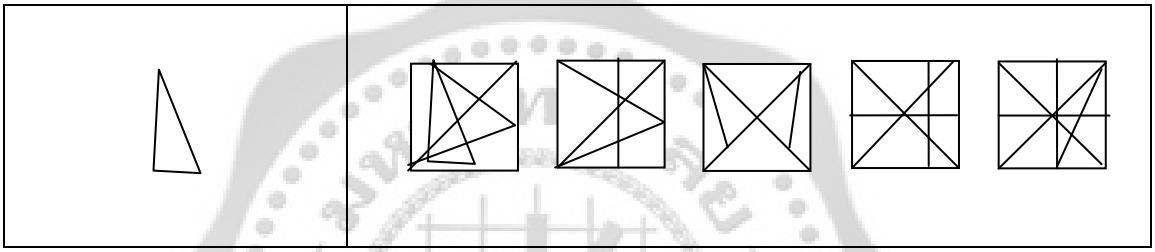
คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าภาพในข้อใดถูกซ่อนอยู่ แล้วจะได้ภาพใดจากภาพที่กำหนดให้ในข้อ ก – จ

1.



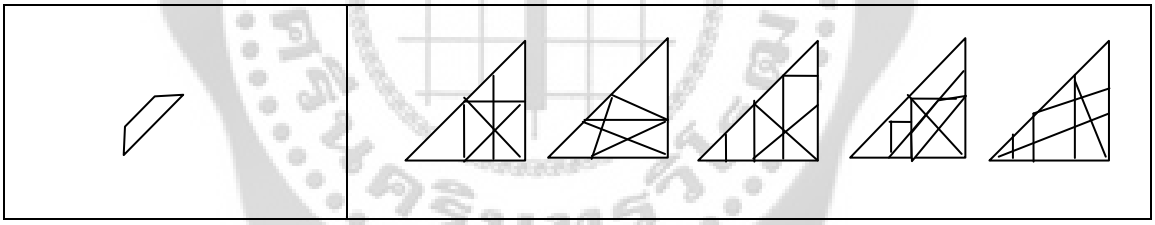
ก. ข. ค. ง. จ.

2.



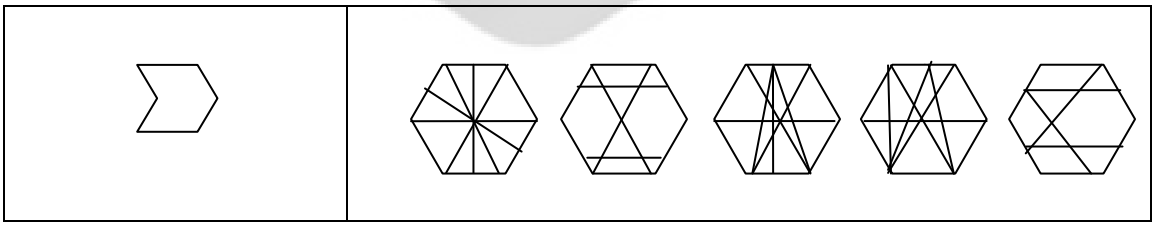
ก. ข. ค. ง. จ.

3.



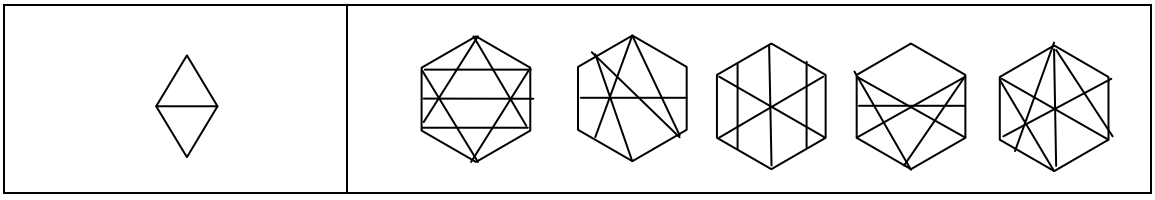
ก. ข. ค. ง. จ.

4.



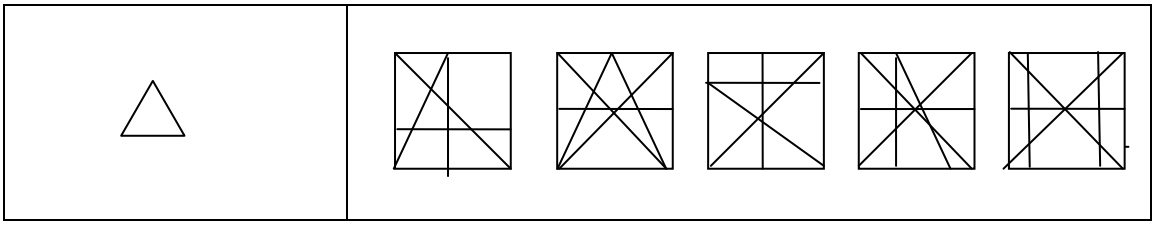
ก. ข. ค. ง. จ.

5.



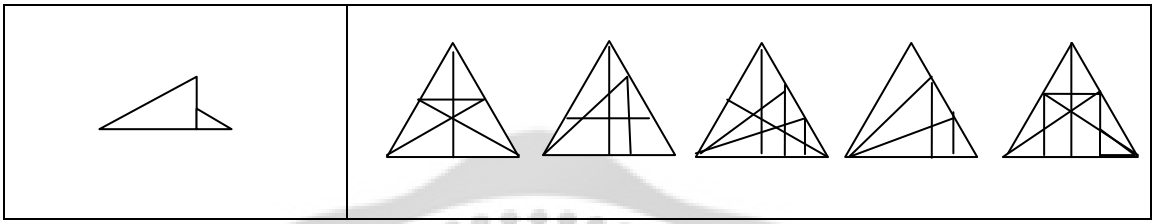
ก. ข. ค. ง. จ.

6.



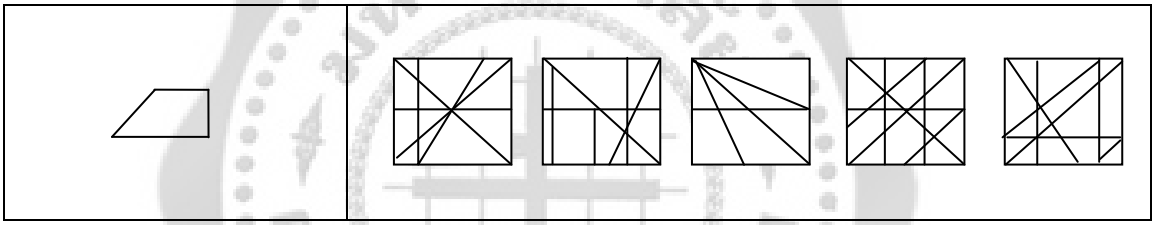
ก. ข. ค. ง. จ.

7.



ก. ข. ค. ง. จ.

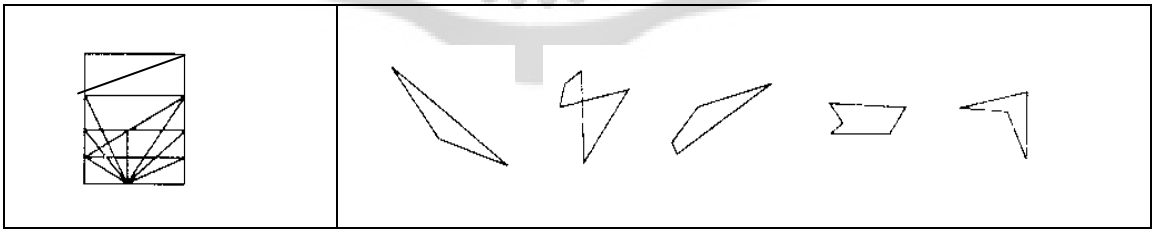
8.



ก. ข. ค. ง. จ.

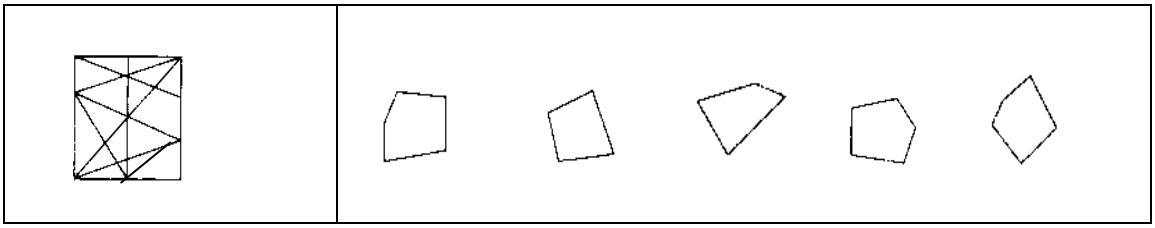
คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าภาพในข้อใดถูกซ่อนอยู่ แล้วจะได้ภาพใดจากภาพที่กำหนดให้ ในข้อ ก – จ

9.



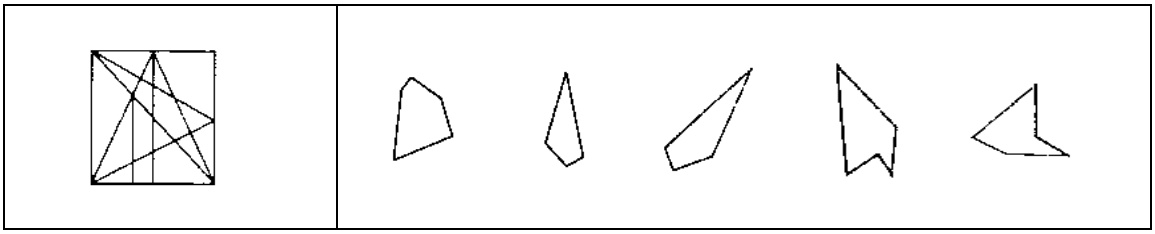
ก. ข. ค. ง. จ.

10.



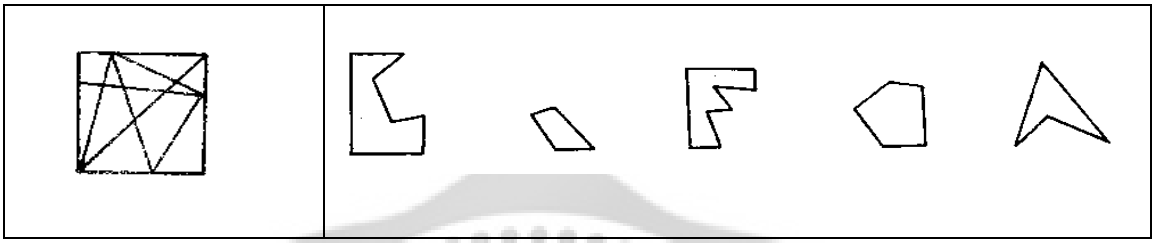
ก. ข. ค. ง. จ.

11.



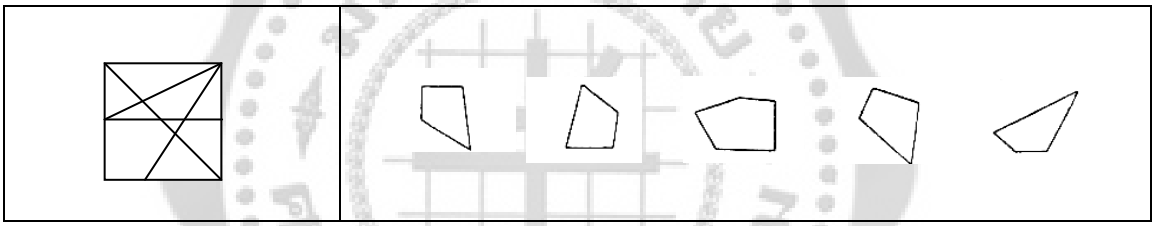
ก. ข. ค. ง. จ.

12.



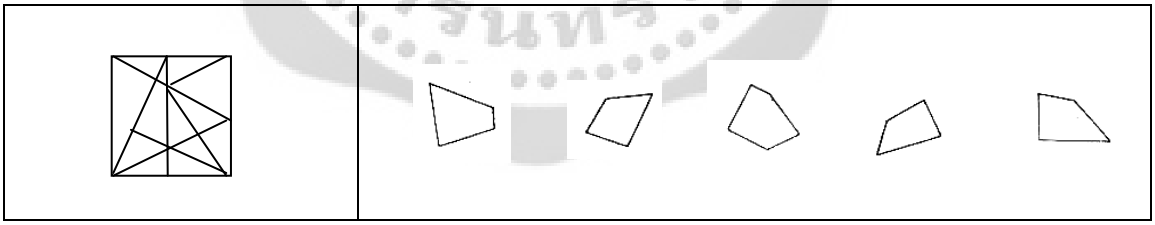
ก. ข. ค. ง. จ.

13.



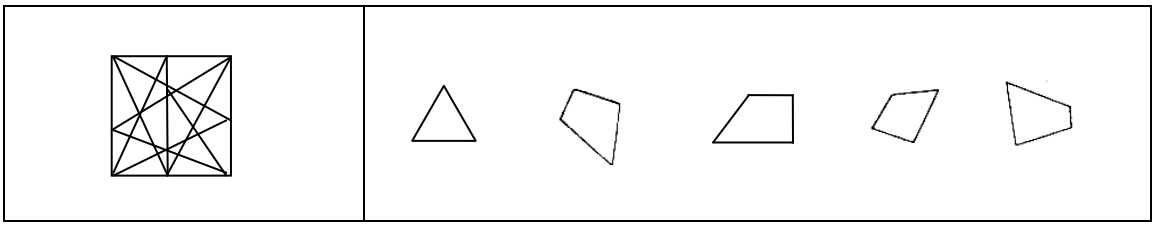
ก. ข. ค. ง. จ.

14.



ก. ข. ค. ง. จ.

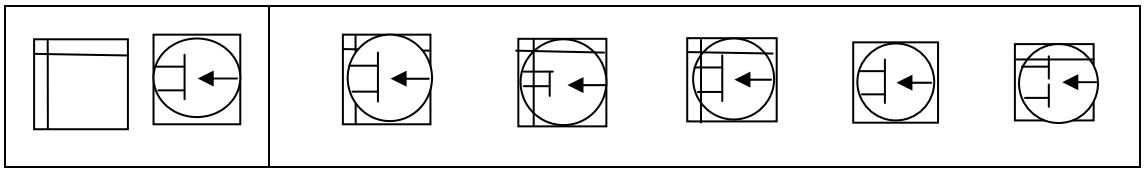
15.



ก. ข. ค. ง. จ.

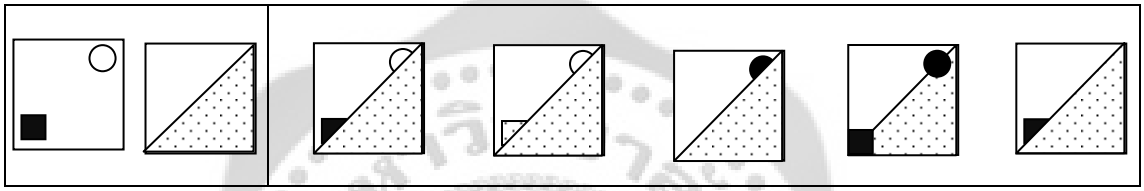
คำชี้แจง ให้พิจารณาว่าถ้านำภาพทั้งสองนี้มาซ้อนกันให้สนิทโดยไม่เปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่าง แล้วจะได้ภาพใดจากภาพที่กำหนดให้ในข้อ ก – จ

16.



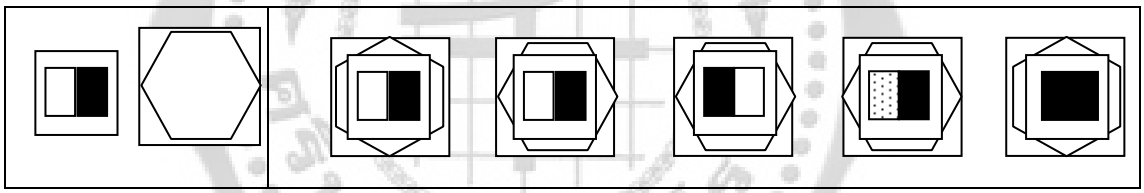
ก. ข. ค. ง. จ.

17.



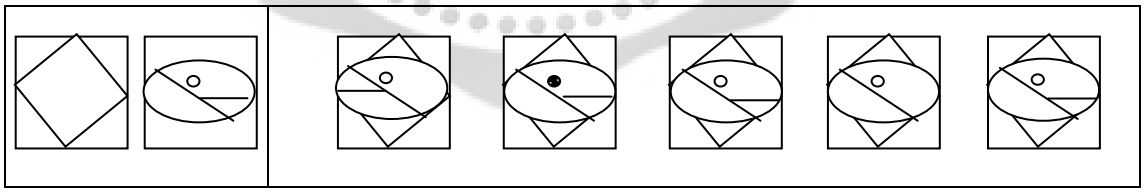
ก. ข. ค. ง. จ.

18.



ก. ข. ค. ง. จ.

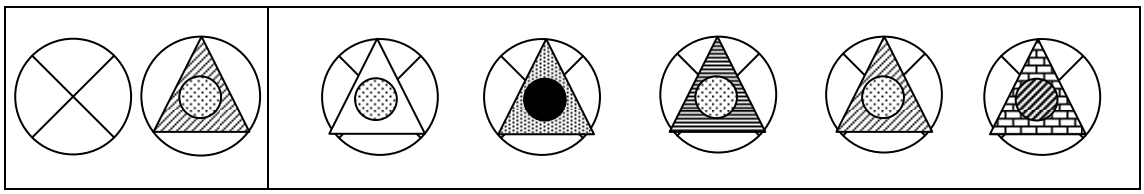
19.



ก. ข. ค. ง. จ

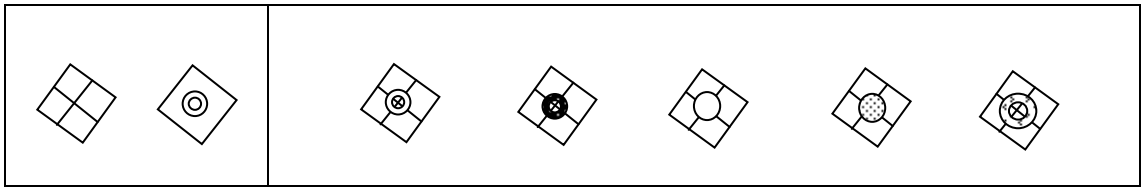
.

20.



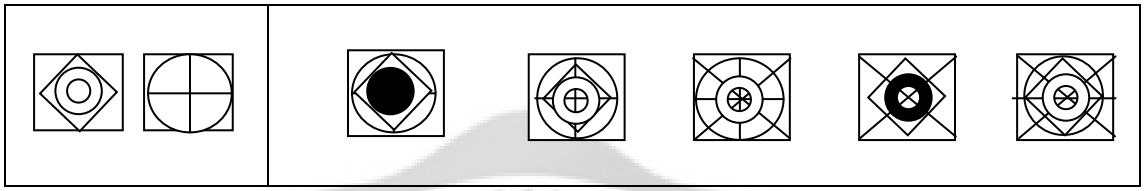
ก. ข. ค. ง. จ.

21.



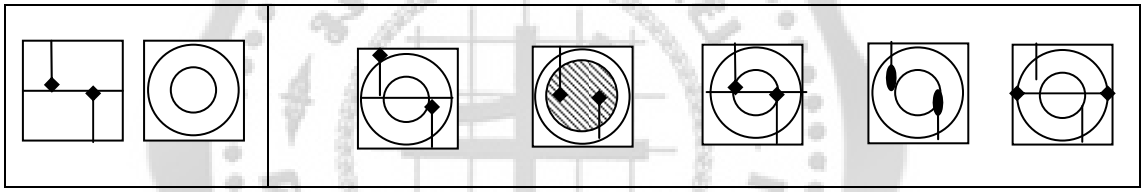
ก. ข. ค. ง. จ.

22.



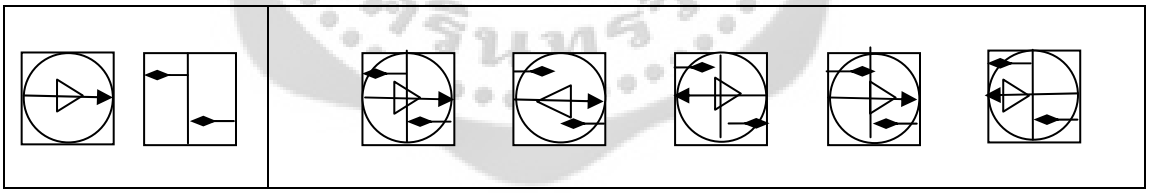
ก. ข. ค. ง. จ.

23.



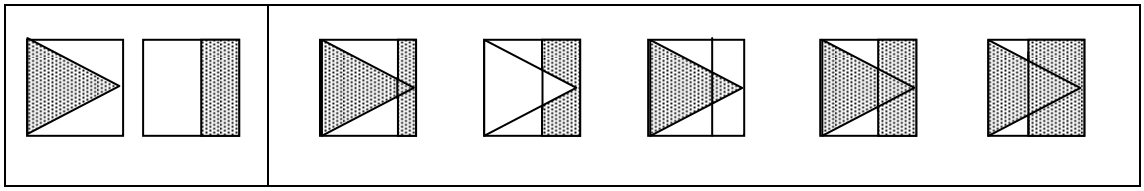
ก. ข. ค. ง. จ.

24.



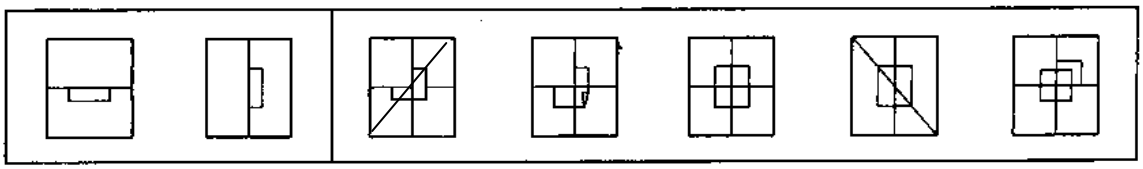
ก. ข. ค. ง. จ.

25.



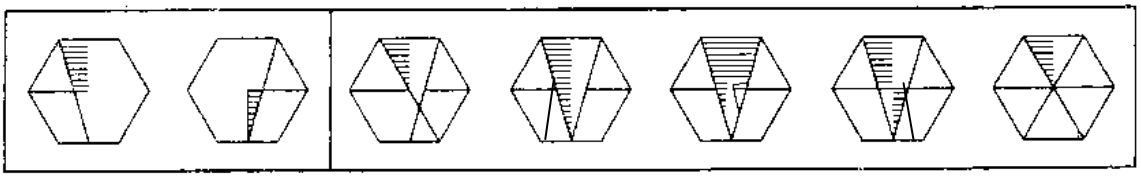
ก. ข. ค. ง. จ.

26.



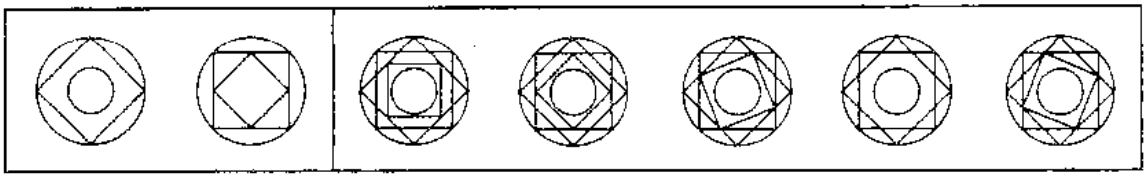
ก. ข. ค. ง. จ.

27.



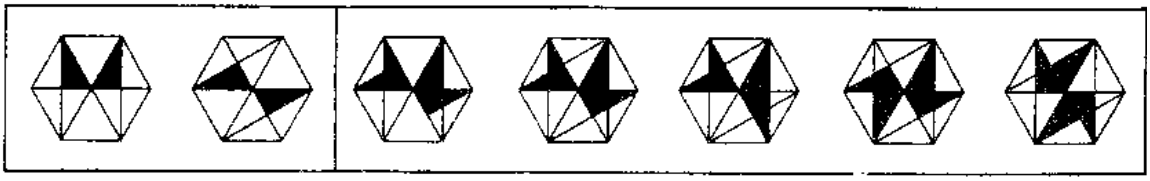
ก. ข. ค. ง. จ.

28.



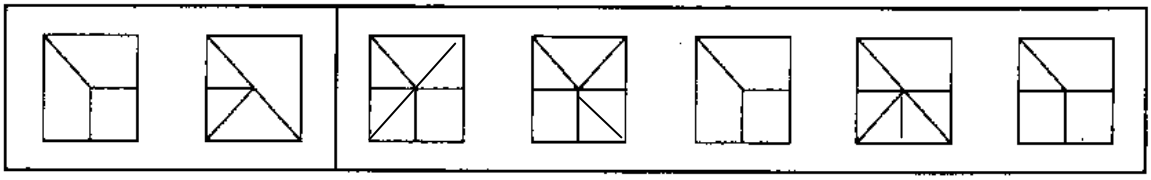
ก. ข. ค. ง. จ.

29.



ก. ข. ค. ง. จ.

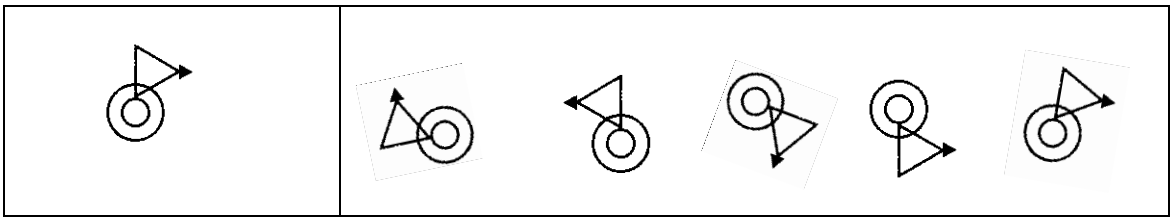
30.



ก. ข. ค. ง. จ.

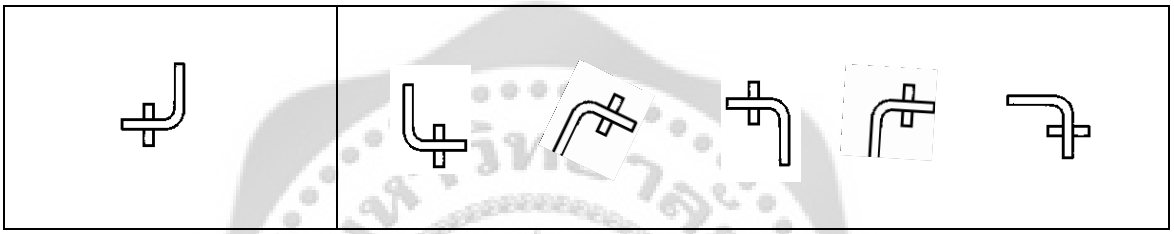
คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าถ้าหมุนภาพทางด้านซ้ายมือนี้ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาแล้ว จะได้ภาพใด

31.



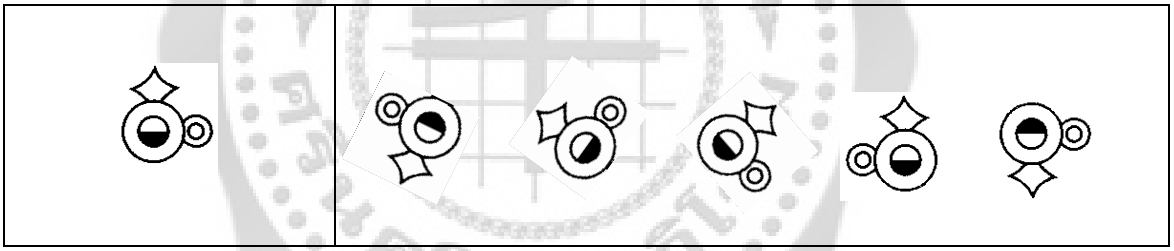
ก. ข. ค. ง. จ.

32.



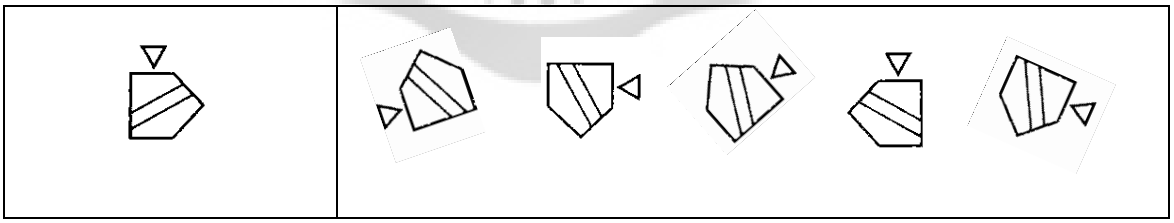
ก. ข. ค. ง. จ.

33.



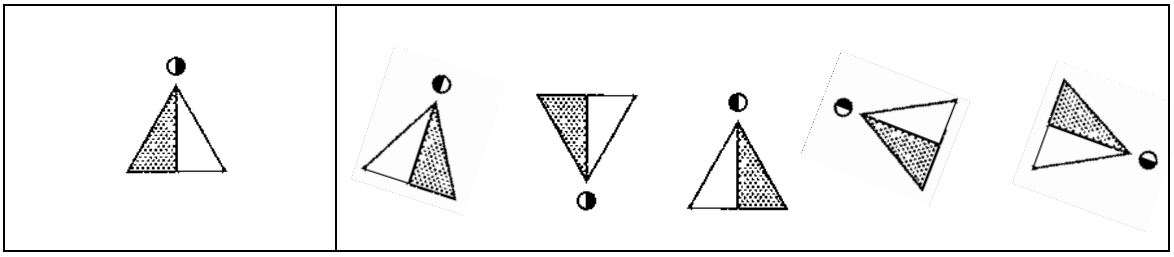
ก. ข. ค. ง. จ.

34.



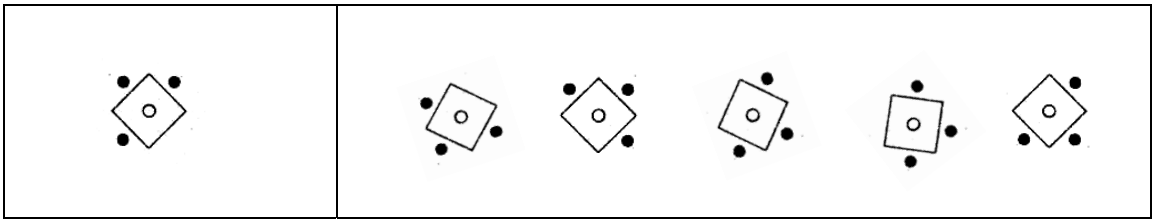
ก. ข. ค. ง. จ.

35.



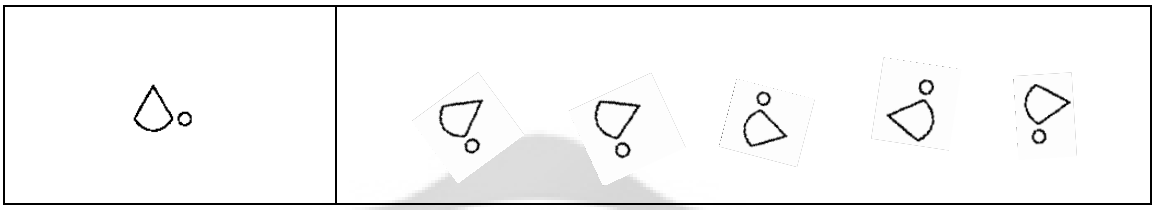
ก. ข. ค. ง. จ.

36.



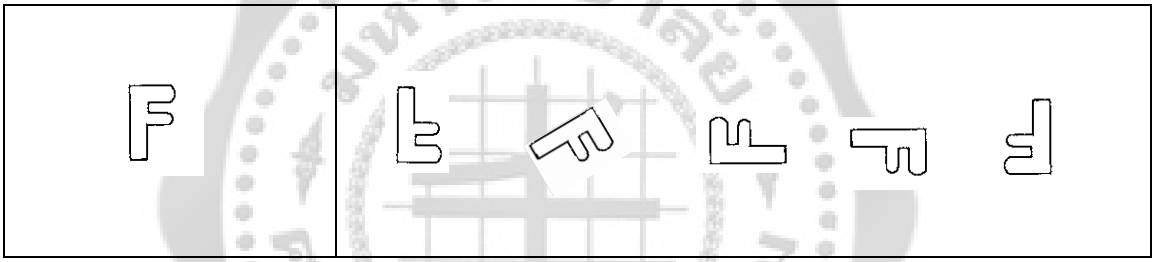
ก. ข. ค. ง. จ.

37.



ก. ข. ค. ง. จ.

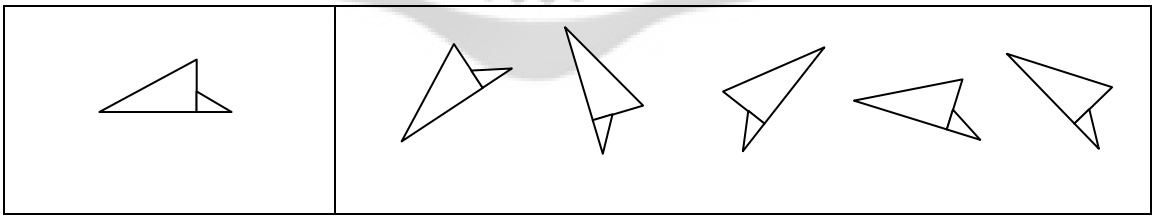
38.



ก. ข. ค. ง. จ.

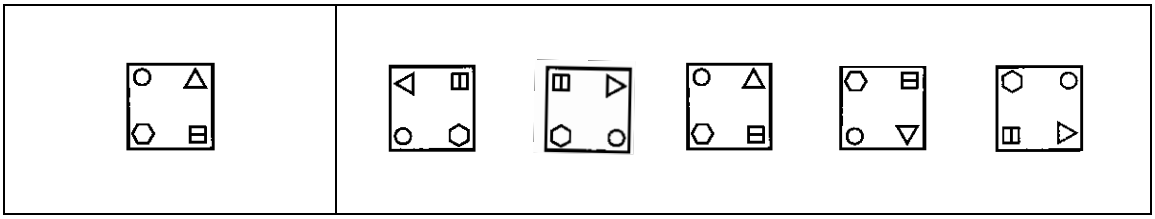
คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าถ้าหมุนภาพขวามือนี้ไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาแล้ว จะได้ภาพใด

39.



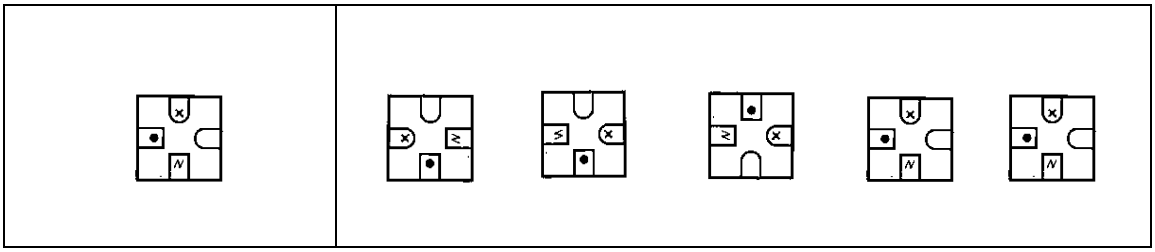
ก. ข. ค. ง. จ.

40.



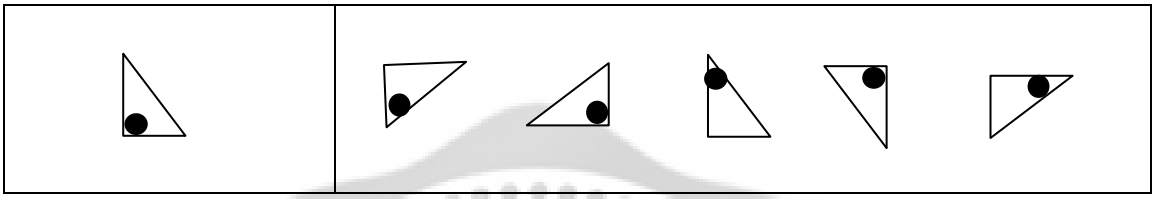
ก. ข. ค. ง. จ.

41.



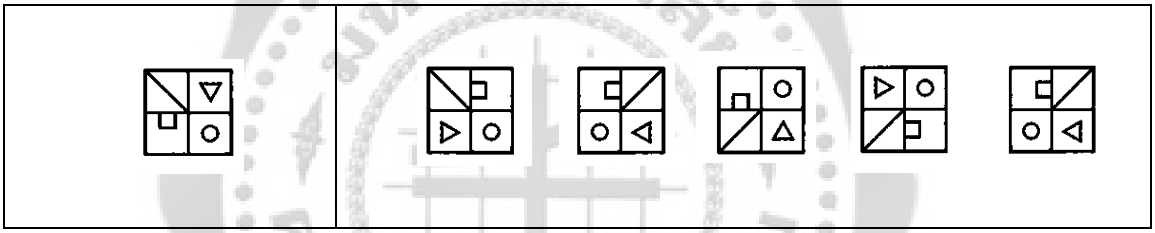
ก. ข. ค. ง. จ.

42.



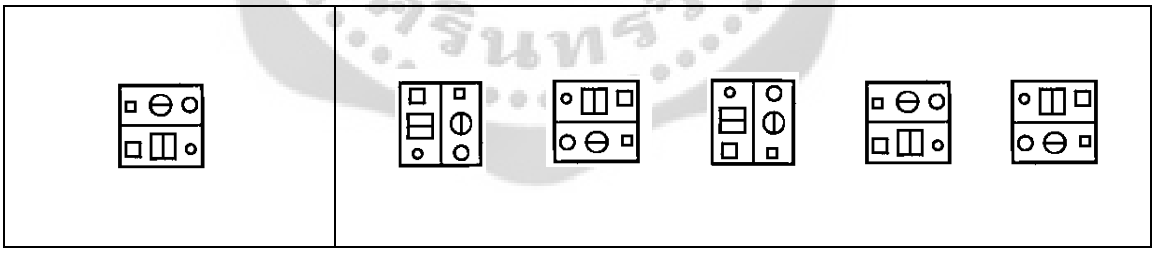
ก. ข. ค. ง. จ.

43.



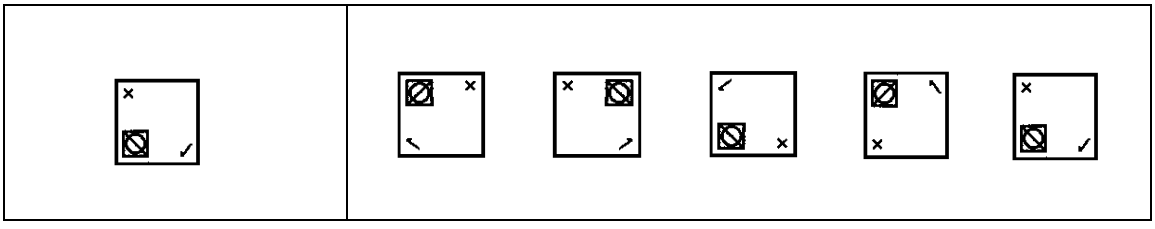
ก. ข. ค. ง. จ.

44.



ก. ข. ค. ง. จ.

45.



ก. ข. ค. ง. จ.

แบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ

1. จ.	2. ก.	3. ง.	4. จ.	5. ก.
6. ข.	7. จ.	8. ง.	9. ง.	10. ค.
11. ก.	12. ง.	13. จ.	14. ค.	15. ค.
16. ค.	17. ก.	18. ข.	19. จ.	20. ง.
21. ก.	22. ข.	23. ค.	24. ก.	25. ง.
26. ง.	27. ก.	28. ข.	29. ข.	30. ง.
31. ก.	32. จ.	33. ข.	34. ก.	35. จ.
36. ก.	37. ง.	38. ค.	39. ข	40. จ.
41. ค.	42. ง.	43. จ.	44. ข.	45. ก.

ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถเชิงปริภูมิ

1. ดร.รวีวัตร์ สิริภูบาล
   อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

2. นายอภิชาติ เพชรพลอย
   ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5

3. นางลออจิตร ผลามิตร
   ครูชำนาญการ โรงเรียนสตรีอ่างทอง

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวธิดารัตน์ ลือโลก
วันเดือนปีเกิด	6 ตุลาคม 2527
สถานที่เกิด	อำเภอพรหมบุรี จังหวัดสิงห์บุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	6/1 หมู่ 6 ต.ชัยฤทธิ์ อ.ไชโย จ.อ่างทอง 14140

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
พ.ศ. 2549	วิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พ.ศ. 2554	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ