

ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด
เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน”(Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

สารนิพนธ์
ของ
ไกรฤกษ์ พลพา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กุมภาพันธ์ 2551

ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด
เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

สารนิพนธ์
ของ
ไกรฤกษ์ พลพา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

กุมภาพันธ์ 2551

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด
เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

บทคัดย่อ
ของ
ไกรฤกษ์ พลพา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กุมภาพันธ์ 2551

ไกรฤกษ์ พลพา. (2551). ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เสวตมาลัย.

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้การวิจัยแบบ One – Short Case Study สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ t – test one group

ผลการศึกษาพบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 อยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

MATHEMATICAL LABORATORY ACTIVITY PACKAGES TO PREVENT THE
MISCONCEPTIONS ON "PERMUTATIONS" OF THE FIRST YEAR VOCATIONAL
CERTIFICATE STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
GRAILURK PHONPA

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
February 2008

Grailurk Phonpa. (2008). *Mathematical Laboratory Activity Packages to Prevent the Misconceptions on "Permutations" of the First Year Vocational Certificate Students*. Master's Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Assoc. Prof. Dr.Chaweewan Sawetamalya.

The purpose of this research was to construct mathematical laboratory activity packages to prevent the misconceptions on "permutations" of the first year vocational certificate students.

The subjects of the study were 35 students at the first year vocational certificate level of Intrachai Commercial College, Wangthonglang district in Bangkok during the second semester of the 2007 academic year. They were randomly selected through the simple random sampling. The experimental design was One – Short Case Study. The data were statistically analyzed by using t – test one group.

The result of this study revealed that :

The mathematics achievement of the students after being taught by using mathematical laboratory activity packages to prevent the misconceptions on "permutations" of the first year vocational certificate students was statistically higher than the 60 percent criterion at the .01 level of significance.

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรและคณะกรรมการ
สอบ ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบ
ยอดที่ผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นปีที่ 1 ของ ไกรฤกษ์ พลพา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

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

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

.....กรรมการสอบสารนิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

.....กรรมการสอบสารนิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

วันที่ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาและการให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ กรรมการสอบสารนิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ อาจารย์สมจิตร อำไพพัทธ์ และอาจารย์จินดา พ่อคำชำนาญ ที่มีความกรุณาให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ และคำปรึกษาในการแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา และได้อำนวยความสะดวกในการทดลองหาคุณภาพเครื่องมือและดำเนินการทดลองวิจัย ขอขอบใจนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย ปีการศึกษา 2550 เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองหาคุณภาพเครื่องมือและดำเนินการทดลองวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณครูวิรัตน์ พลพา คุณครูฉวีวรรณ พลพา ที่ให้กำลังใจชีวิต คอยให้การสนับสนุนช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่ และน้องสาวที่เป็นกำลังใจทุกๆด้านตลอดมา นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (กลุ่มการสอนคณิตศาสตร์) ทุกคนที่ให้ทั้งกำลังใจและกำลังใจที่ดีเยี่ยมตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและการทำสารนิพนธ์จนสำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ไกรฤกษ์ พลพา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	2
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	2
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	3
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	3
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	3
ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม	9
ความหมายของชุดกิจกรรม.....	9
ประเภทของชุดกิจกรรม.....	11
องค์ประกอบของชุดกิจกรรม.....	13
ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม.....	18
จิตวิทยาที่นำมาใช้ในชุดกิจกรรม.....	21
ประโยชน์ของชุดกิจกรรม.....	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม.....	23
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ.....	26
ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ.....	26
ความหมายของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ.....	27
จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ.....	28
ประเภทของการสอนแบบปฏิบัติการ.....	29
การนำวิธีการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้.....	30
การวางแผนการสอนแบบปฏิบัติการ.....	31
ขั้นตอนการดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการ.....	33
การจัดกลุ่มในการสอนแบบปฏิบัติการ.....	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2 (ต่อ)	คุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ.....	35
	ข้อดีข้อเสียของการสอนแบบปฏิบัติการ.....	36
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ.....	38
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอด.....	42
	ความหมายของความคิดรวบยอด.....	42
	ประเภทของความคิดรวบยอด.....	44
	กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด.....	46
	ความสำคัญของความคิดรวบยอด.....	47
	ความหมายของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์.....	48
	ความหมายของความคิดรวบยอดที่ผลิตผลทางคณิตศาสตร์.....	49
	ประเภทของความคิดรวบยอดที่ผลิตผลทางคณิตศาสตร์.....	50
	ลักษณะของความคิดรวบยอดที่ผลิตผลทางคณิตศาสตร์.....	51
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดที่ผลิตผลทางคณิตศาสตร์.....	53
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	56
	ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	56
	องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	60
	สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	62
การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	64	
แบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	65	
3	วิธีการศึกษาดำเนินการค้นคว้า.....	68
	การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	68
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	68
	ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	69
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	69
	การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	77
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	82
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	82
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	82
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	84
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	84
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	84
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	84
การดำเนินการศึกษาค้นคว้า	86
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	87
อภิปรายผล	87
ข้อเสนอแนะจากการศึกษาค้นคว้า	90
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก	104
ภาคผนวก ก	105
ภาคผนวก ข	111
ภาคผนวก ค	115
ภาคผนวก ง	117
ภาคผนวก จ	184
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	186

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ลักษณะความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร	70
2 ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง.....	74
3 แบบแผนการทดลอง	77
4 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกัน ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1	82
5 ผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ	106
6 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1	108
7 ค่า p ค่า q ค่า pq และค่าความเชื่อมั่น (r_H) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1	109
8 ผลการตรวจสอบสมมติฐานเพื่อทดสอบการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 หลังการทดลอง โดยใช้สถิติ t – test one group	112
9 การจัดกลุ่มให้นักเรียนมีความสามารถละกัน	116

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในยุคโลกาภิวัตน์ทุกประเทศมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม เศรษฐกิจ เทคโนโลยี การเมืองการปกครองที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เราต้องปรับตัวเพื่อให้ทันต่อการเจริญเติบโตและการแข่งขันของสังคม ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่กำลังพัฒนาเพื่อให้เจริญก้าวหน้าในทุกๆ ด้าน การพัฒนาประเทศให้เจริญและประชากรของประเทศมีคุณภาพชีวิตที่ดีได้นั้น การศึกษาเป็นกระบวนการสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาประชากรของประเทศให้มีศักยภาพทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและสังคม ดังพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 22 กล่าวว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมซึ่งเกี่ยวกับการคิดและการใช้สัญลักษณ์ ซึ่งการทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอด (Concept) ได้จะต้องมีการรับรู้จากสิ่งเร้าต่างๆ โดยผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้าส่วนหรือหลายๆส่วนพร้อมกัน (พรพิมล ยงฉิม. 2546: 10) การสร้างความคิดรวบยอดเป็นข้อสรุปที่ได้รับจากประสบการณ์ในการเรียนรู้ โดยผ่านกระบวนการของสมองในการจำแนกแยกแยะความคิด ความแตกต่างระหว่างความคิดรวบยอดที่มีอยู่เดิมกับความคิดรวบยอดใหม่ ครูจึงจำเป็นต้องคอยให้คำปรึกษาและการดูแลผู้เรียนอย่างใกล้ชิด ถ้าผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ความเข้าใจผิดอันเนื่องมาจากการรับรู้ ประสบการณ์และความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ ซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ที่ไม่บังเกิดผลหรือล่าช้าลง การเรียนคณิตศาสตร์ที่จะประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ในการเรียนก็เป็นไปได้ยาก จึงควรทำการศึกษาวิธีการจัดการเรียนการสอนและสาเหตุของการเกิดความรวบยอดที่ผิดพลาดของนักเรียนเพื่อหาแนวทางการป้องกันและแก้ไขความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดนั้น (สุริยา รัตนพลที่. 2545: 13, 53)

จากการศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร สุริยา รัตนพลที่ (2545: 45 – 47) ได้พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ในการนำความรู้เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ไปใช้แก้โจทย์ปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ วิธีเรียงสับเปลี่ยน การจัดหมู่ แฟกทอเรียล n ทฤษฎีทวินามและกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ ซึ่งสาเหตุของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ประการที่ 1 ตัวผู้เรียน เกิดจากความคิดรวบยอดพื้นฐานที่ผิดพลาด สับสนในนิยามและสัญลักษณ์ ไม่บรรลุผลด้านการใช้ภาษาในการตีความและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และประการที่ 2 พฤติกรรมการเรียนการสอน เกิดจากขาด

การฝึกฝนทักษะกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนบางเนื้อหาไม่เหมาะสมกับบทเรียนและตัวผู้เรียนในการที่จะสร้างความคิดรวบยอดให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะปัญหาหรือความแตกต่างของเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เป็นการเรียนอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง โดยผู้เรียนได้หาข้อสรุปจากการลงมือปฏิบัติและการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆจากประสบการณ์ที่ผ่านมาด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่วางเอาไว้ (สุรชัย จามรเนียม. 2548: 10) ชุดกิจกรรมเป็นรูปแบบประสมต่างๆที่ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิดและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมซึ่งชุดกิจกรรมมีวิธีการสร้างอย่างสมบูรณ์แบบ ซึ่งครูนำมาใช้กับผู้เรียนเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเองหรือทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยมีการนำหลักจิตวิทยามาใช้ประกอบการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด (อรทัย ศรีอุทธา. 2547: 10)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 เป็นทางเลือกให้กับครูผู้สอนในการที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น อีกทั้งเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations)
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ทำให้ได้แนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 และผลที่ได้รับจากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้จะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับครูคณิตศาสตร์หรือผู้สนใจที่จะได้นำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนแสวงหาความรู้และค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัย พณิชยการอินทราชัย เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 16 ห้อง จำนวน 560 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัย พณิชยการอินทราชัย เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 35 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียน เป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งนักเรียนในแต่ละห้องมีผลการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางวิทยาลัยได้ จัดห้องเรียนโดยลดความสามารถของนักเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัส (2000 – 1520) เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ (Fundamental Principle of Counting) ตาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2546) และผู้วิจัยเพิ่ม เนื้อหา

- แฟกทอเรียล n (Factorial n)
- วิธีเรียงสับเปลี่ยน (Permutations)

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โดยผู้ทำการวิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง ใช้เวลา 8 คาบๆ ละ 60 นาที ซึ่งประกอบด้วย

- เรียนเนื้อหาชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอด ที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” ประกอบด้วย

ชุดกิจกรรมที่ 1 กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ

จำนวน 2 คาบ

ชุดกิจกรรมที่ 2 แฟกทอเรียล n

จำนวน 1 คาบ

ชุดกิจกรรมที่ 3 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น	จำนวน	1	คาบ
ชุดกิจกรรมที่ 4 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม	จำนวน	1	คาบ
ชุดกิจกรรมที่ 5 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยน	จำนวน	2	คาบ
- ทดสอบหลังการเรียน	จำนวน	1	คาบ
	รวม	8	คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

คือ ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations)

ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ หมายถึง สื่อการสอนที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร ซึ่งประกอบไปด้วย ชื่อกิจกรรม คู่มือการปฏิบัติการ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ และแบบประเมินผล เพื่อเป็นเครื่องมือให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเองเพื่อช่วยให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ สามารถทำกิจกรรมแบบรายบุคคลหรือทำกิจกรรมแบบกลุ่ม โดยครูเป็นผู้คอยให้แนะนำช่วยเหลือทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง วิธีการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจากประสบการณ์ตรง เป็นกิจกรรมที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มมีผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำ 1 คน ปานกลาง 3 คน และสูง 1 คน ซึ่งวัดได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 1 รหัส (2000 – 1501) ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2550 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย โดยครูเป็นเพียงผู้คอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแนวทางที่ครูวางไว้ เพื่อค้นหาวิธีการ กระบวนการ ข้อสรุป ข้อเท็จจริง และกฎเกณฑ์หรือวิธีการต่างๆ ที่ถูกต้องด้วยตนเองจาก การปฏิบัติ กิจกรรมนั้นๆ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.1 ชั้นนำ ครูแนะนำผู้เรียนถึงขั้นตอนวิธีการเรียนแบบปฏิบัติการ

2.2 ชั้นปฏิบัติการ ประกอบด้วย

2.2.1 ผู้เรียนศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนที่ครูวางไว้

2.2.2 ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมตามชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการเพื่อค้นหา หลักการและกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง

2.3 ชั้นสรุป ประกอบด้วย

2.3.1 ผู้เรียนเสนอผลการปฏิบัติของกลุ่มย่อยโดยการอภิปราย

2.3.2 ผู้เรียนสรุปการปฏิบัติจนได้ข้อสรุป

2.4 การประเมินผล โดยประเมินจาก

2.4.1 ผลและกระบวนการในการปฏิบัติ

2.4.2 ผลการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน

2.4.3 ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน

3. ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่ผิดพลาด

หมายถึง สื่อการสอนที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้ เรียนจากการลงมือปฏิบัติจริง อาจจัดกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย เพื่อหาข้อสรุป ข้อเท็จจริง หรือกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเองและครูคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ เมื่อเรียนจบครูและนักเรียนร่วม อภิปรายเพื่อสรุปความผิดพลาดที่ถูกต้อง และป้องกันความผิดพลาดที่ผิดพลาดได้ หลังการใช้ ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียง สับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ซึ่งวัดได้จาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งแต่ละประกอบด้วยหัวข้อ ต่อไปนี้

- | | |
|---------------------------|--|
| - ชื่อกิจกรรม | เป็นชื่อชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ |
| - คำชี้แจง | เป็นส่วนอธิบายในการทำกิจกรรม |
| - ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง | เป็นผลการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ หลังจากนักเรียนได้เรียนและปฏิบัติกิจกรรม |
| - จุดประสงค์การเรียนรู้ | เป็นส่วนที่จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนทราบจุดประสงค์จาก การเรียนในแต่ละครั้ง |
| - ระยะเวลาที่ใช้ | เป็นส่วนที่บอกเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำกิจกรรม |

- เนื้อหาสาระ เป็นส่วนที่เสนอความรู้
- กิจกรรมแบบปฏิบัติการ (ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ) ประกอบด้วย
ใบกิจกรรมเป็นการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม
และแบบฝึกทักษะเป็นการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล
- สื่อการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุในกิจกรรมนั้นว่ามีวัสดุ อุปกรณ์
เอกสารประกอบไปด้วยใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ
ใบเฉลยกิจกรรม ใบเฉลยแบบฝึกทักษะ
- การประเมินผล เป็นแบบทดสอบเพื่อทดสอบความเข้าใจในขณะที่ยังนักเรียน
ได้ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด

4. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สามารถสรุปได้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากการได้เรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์ทั้งในทางตรงและทางอ้อม ความคิดขั้นสุดท้ายที่รวมเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วใช้ลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันแล้วสรุปเป็นความคิดความเข้าใจของตนเอง และสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่ม เป็นการสรุปกฎเกณฑ์ นิยามหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้นั้นนักเรียนจะต้องมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ มาก่อน

5. ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ ความเข้าใจผิดจากการสรุปเป็นกฎเกณฑ์ นิยามหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องในเรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน แฟกทอเรียล n กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ และโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิธีเรียงสับเปลี่ยน อันเนื่องมาจากการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ผ่านมาและความรู้ที่ไม่ครบถ้วน คลุมเครือ ที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้และไม่สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่ได้ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ที่ไม่บังเกิดผลหรือล่าช้าลง

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่แสดงถึงความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ในการศึกษาครั้งนี้วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของวิลสัน (Wilson. 1971: 643 – 696) จำแนกไว้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

6.1 ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในด้านความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ และหลักกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ แฟกทอเรียล n และ

วิธีเรียงสับเปลี่ยน สามารถใช้กระบวนการคิดคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาของวิธีเรียงสับเปลี่ยนที่กำหนดให้ได้

6.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการด้านความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ แฟกทอเรียล n และวิธีเรียงสับเปลี่ยน การสรุปอ้างอิง โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา การคิดตามแนวของเหตุผล และการอ่านตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนที่กำหนดให้

6.3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ แฟกทอเรียล n และวิธีเรียงสับเปลี่ยนที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตร

6.4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน การค้นหาความสัมพันธ์ การสร้างข้อพิสูจน์ การวิจารณ์การพิสูจน์และความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตรที่ใช้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ แฟกทอเรียล n และวิธีเรียงสับเปลี่ยน

7. เกณฑ์การเรียน หมายถึง การเปรียบเทียบคะแนนที่ได้ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยวิเคราะห์จากคะแนนหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์เป็นร้อยละ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งดัดแปลงมาจากเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547: 15) ดังนี้

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

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
 - 1.1 ความหมายของชุดกิจกรรม
 - 1.2 ประเภทของชุดกิจกรรม
 - 1.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม
 - 1.4 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม
 - 1.5 จิตวิทยาที่นำมาใช้ในชุดกิจกรรม
 - 1.6 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม
 - 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ
 - 2.1 ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ
 - 2.2 ความหมายของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ
 - 2.3 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ
 - 2.4 ประเภทของการสอนแบบปฏิบัติการ
 - 2.5 การนำวิธีการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้
 - 2.6 การวางแผนการสอนแบบปฏิบัติการ
 - 2.7 ขั้นตอนการดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการ
 - 2.8 การจัดกลุ่มในการสอนแบบปฏิบัติการ
 - 2.9 คุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ
 - 2.10 ข้อดีข้อเสียของการสอนแบบปฏิบัติการ
 - 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอด
 - 3.1 ความหมายของความคิดรวบยอด
 - 3.2 ประเภทของความคิดรวบยอด
 - 3.3 กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด
 - 3.4 ความสำคัญของความคิดรวบยอด
 - 3.5 ความหมายของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

- 3.6 ความหมายของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์
- 3.7 ประเภทของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์
- 3.8 ลักษณะของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์
- 3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

- 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 4.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 4.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 4.5 แบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

1.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม (Activity Packages) เป็นชุดที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติในการเรียนการสอน มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

แคปเฟอร์ จี และแคปเฟอร์ เอ็ม (Kapfer. G. and Kapfer. M. 1972: 3 – 10) ให้ความหมายชุดการเรียน หมายถึง รูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียนซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ การรวบรวมเนื้อหาที่นำมาสร้างชุดการเรียน นั้นได้มาจากขอบข่ายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจนที่จะสื่อความหมายให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียน

กูด (Good. 1973: 306) ได้กล่าวถึง ชุดการเรียนการสอน หมายถึง โปรแกรมการสอนที่ทุกอย่างจัดไว้โดยเฉพาะ โดยแต่ละหน่วยประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน คู่มือเนื้อหา แบบทดสอบและมีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนไว้ครบถ้วน

ปฐมาพร อาสน์วิเชียร (2541: 7) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดการเรียนที่มีการนำนวัตกรรมและกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่างๆมาบูรณาการ เพื่อให้ นักเรียนเกิดพฤติกรรมอันพึงประสงค์และบรรลุตามวัตถุประสงค์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วางไว้

เพ็ญประภา แสนลี (2542: 10) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการสอนซึ่งครูเป็นผู้สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน โดยครูอาจเป็นผู้ใช้สื่อการสอนหรือ นักเรียนเป็นผู้ใช้ศึกษาด้วยตนเองโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำและในแต่ละชุดของชุดการเรียน หรือ ชุดการเรียนการสอนจะประกอบด้วย สื่อ อุปกรณ์และกิจกรรมการเรียนการสอน

สุตารัตน์ ไผ่พงศาวงศ์ (2543: 52) ได้ให้ความหมาย ชุดกิจกรรม คือ ชุดการเรียน หรือ ชุดการสอนนั่นเอง ซึ่งหมายถึง สื่อการสอนที่ครูเป็นผู้สร้าง ประกอบขึ้นด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิด และองค์ประกอบอื่น เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือและมีการนำหลักการทางจิตวิทยามาใช้ประกอบในการเรียนเพื่อ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จ

กัลยา ทองสุ (2545: 54) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง การใช้สื่อการสอนหลายอย่าง ที่ จัดไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนของเนื้อหาพร้อมเข้ากันไว้เป็นชุด โดยผู้เรียนได้ศึกษาและปฏิบัติ กิจกรรมด้วยตัวเอง ครูมีหน้าที่แนะนำและช่วยเหลือ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุ จุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

พรทิพย์ แก้วใจดี (2545: 2) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดซึ่งบรรจุสื่อ การเรียนการสอนไว้ในกิจกรรมแต่ละชุด จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และยังเหมาะที่จะใช้ในห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาความคิดและการฝึกปฏิบัติ อันนำไปสู่การค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

พรศรี บุญรอด (2545: 10) ได้ให้ความหมาย ชุดกิจกรรม ก็คือ ชุดการเรียน หรือชุดการ สอนที่หมายถึง สื่อการสอนซึ่งครูสร้างขึ้นประกอบไปด้วย สื่ออุปกรณ์และกิจกรรมการเรียนการสอน อย่างหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนใช้ศึกษาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำและ ความช่วยเหลือ

สมควร ปานโม (2545: 23) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง ชุดการเรียนหรือชุดการสอนที่ หมายถึง สื่อประสมที่ครูสร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

อรุณี สุพรรณพงศ์ (2545: 29) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ผลิต ขึ้นอย่างมีระบบ สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาตามจุดประสงค์ของหลักสูตร โดยยึดหลักความแตกต่าง ระหว่างบุคคล ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคลอย่างมี ประสิทธิภาพ สามารถศึกษาด้วยตนเอง เพื่อเป็นการช่วยลดบทบาทของครูผู้สอน อีกทั้งยังเน้น นักเรียนเป็นสำคัญในการจัดการเรียนการสอน

ธัญสินี ฐานา (2546: 9) ได้ให้ความหมาย ชุดกิจกรรม หมายถึง ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ เป็นสื่อการสอนที่มีการนำนวัตกรรมและกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ มาบูรณา การโดยครูเป็นผู้สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นชุด ในแต่ละชุดประกอบไปด้วยสื่ออุปกรณ์กิจกรรมการเรียน การสอนที่หลากหลาย และแบบฝึกทักษะที่นำหลักการทางจิตวิทยามาใช้ประกอบ ทั้งนี้เพื่อให้ ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

อรทัย ศรีอุทธา (2547: 10) ได้ให้ความหมาย ชุดกิจกรรม หมายถึง ชุดการเรียน หรือ ชุดการสอนของสื่อแบบประสมต่าง ๆ ที่ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์หลายชนิดและกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ครูนำมาใช้กับนักเรียนเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วย

ตัวเองจนเกิดการเรียนรู้ โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำช่วยเหลือและมีการนำหลักจิตวิทยามาใช้ประกอบการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548: 12) ได้ให้ความหมาย ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการสอนที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมต่างๆด้วยตัวเอง ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการก็เป็นสื่ออย่างหนึ่งที่ครูจัดห้องเรียนเป็นเหมือนห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้ศึกษา โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำช่วยเหลือและเป็นที่ปรึกษา

สุรัชย์ จามรเนียม (2548: 10) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง ชุดการเรียนการสอนที่มีวิธีการสร้างอย่างสมบูรณ์แบบ ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตัวเองหรือทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่วางเอาไว้

จากการศึกษาความหมายของชุดกิจกรรมในข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการสอนที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร ซึ่งประกอบไปด้วย ชื่อกิจกรรม คู่มือการปฏิบัติกิจกรรม เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ และแบบประเมินผล เพื่อเป็นเครื่องมือให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเองเพื่อช่วยให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ สามารถทำกิจกรรมแบบรายบุคคลหรือทำกิจกรรมแบบกลุ่ม โดยครูเป็นผู้คอยให้แนะนำช่วยเหลือทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.2 ประเภทของชุดกิจกรรม

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึง ประเภทของชุดกิจกรรม ที่ช่วยให้ผู้สร้างได้ตัดสินใจว่าจะสร้างชุดกิจกรรมในรูปแบบใด ได้ให้ไว้หลายท่านดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 118 – 119) ได้กล่าวถึง ประเภทของชุดการสอน ไว้ 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการสอนที่มุ่งขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้นโดยกำหนดกิจกรรมและสื่อการสอนให้ครูใช้ประกอบการบรรยายบางครั้งจึงเรียกว่า “ชุดการสอนสำหรับครู” ชุดการสอนนี้จะมีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับผู้เรียนทั้งชั้น โดยแบ่งหัวข้อที่จะบรรยายและกิจกรรมไว้ตามลำดับชั้น ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ครูและเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้น้อยลงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนในการจัดกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้น ชุดการสอนประกอบการบรรยายนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษา สื่อการสอนที่ใช้อาจเป็นแผ่นคำสอน แผนภูมิ รูปภาพ ภาพยนตร์โทรทัศน์หรือกิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น สื่อการสอนชุดการสอนมักจะบรรจุในกล่องที่มีขนาดเหมาะสม แต่ถ้าเป็นวัสดุ

ที่มีราคาแพง ขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไป ตลอดจนเสียหายง่ายหรือไม่บรรจุในกล่องแต่จะกำหนดไว้ในคู่มือครูเพื่อจัดเตรียมก่อนสอบ

2. ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่ม เป็นชุดการสอนที่มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน ครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้บรรยายมาเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือผู้เรียน ชุดการสอนอาจจัดเรียนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน ชุดการสอนแต่ละชุดจะประกอบด้วยชุดการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วยในแต่ละศูนย์มีชื่อหรือบทเรียนครบตามชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้นซึ่งจัดไว้ในรูปสื่อประสม อาจใช้เป็นสื่อรายบุคคล หรือทั้งกลุ่มใช้ร่วมกันก็ได้ ในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้หากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอเมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละศูนย์แล้วผู้เรียนสนใจที่เรียนเสริมก็สามารถศึกษาได้จากศูนย์สำรองที่จัดเตรียมไว้โดยไม่เสียเวลารอคอยผู้อื่น

3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่จัดไว้ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองตามคำแนะนำที่ระบุไว้ แต่อาจมีการพิจาระระหว่างเรียนได้และเมื่อสงสัยไม่เข้าใจบทเรียนตอนไหนสามารถโต้ถามครูได้ การเรียนจากชุดการสอนรายบุคคลนี้นิยมใช้ห้องเรียนที่มีลักษณะพิเศษแบ่งเป็นสัดส่วนสำหรับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งเรียกว่า “ห้องเรียนรายบุคคล” ชุดการสอนรายบุคคลนี้นักเรียนอาจนำไปเรียนที่บ้านได้ด้วย โดยมีผู้ปกครองหรือบุคลากรอื่นให้ความช่วยเหลือ ชุดการสอนการบุคคลนี้เน้นหน่วยการสอนย่อยจึงนิยมเรียกว่า บทเรียนโมดูล “Instructional Module”

4. ชุดการสอนการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลา มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ วิทยุกระจายเสียง ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการสอนการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เป็นต้น

วีระ ตันตระกูล และปรีชา นิพนธ์พิทยา (2533: 92 – 94) ได้แบ่งชุดการเรียนไว้ 3 ประเภท คือ

1. ชุดการเรียนสำหรับครู เป็นชุดการเรียนประกอบการบรรยายของครู เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ครูในการสอน

2. ชุดการเรียนแบบศูนย์การเรียน เป็นชุดการเรียนใช้สำหรับการเรียนแบบกิจกรรมกลุ่ม นอกจากจะให้ประสบการณ์ทางการเรียนรู้โดยการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองแล้วยังส่งเสริมให้นักเรียนมีความซื่อสัตย์ สามัคคี เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ในหมู่คณะ ตลอดจนเสริมสร้างวินัยและประชาธิปไตยในระบบกลุ่มด้วย

3. ชุดการเรียนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนสำหรับนักเรียนใช้ศึกษาค้นคว้าเป็นรายบุคคล

สุรชัย จามรเนียม (2548: 12) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรม 3 ประเภทดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดกิจกรรมเพื่อช่วยลดบทบาทของครูให้พุดน้อยลงนักเรียนได้ทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้น

2. ชุติกิจกรรมสำหรับนักเรียนเป็นรายกลุ่ม เป็นชุตกิจกรรมที่ให้นักเรียนเรียนร่วมกัน ศึกษาคือเป็นรายกลุ่มย่อยแต่ละชุตกิจกรรมอาจมีชุตกิจกรรมย่อย ๆ ไปอีกเพื่อสะดวกแก่การศึกษาของ นักเรียน ครูมีหน้าที่เพียงคอยให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดสงสัยหรือไม่เข้าใจในชุตกิจกรรม

3. ชุติกิจกรรมสำหรับนักเรียนเป็นรายบุคคล เป็นชุตกิจกรรมสำหรับนักเรียนได้เรียนรู้ ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถเรียนนอกเวลาได้ เมื่อนักเรียนเกิดสงสัยครูมีหน้าที่คอยให้ความช่วยเหลือ เสนอแนะ

จากการศึกษาการแบ่งประเภทชุตกิจกรรมดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ชุตกิจกรรมแบ่งเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการทำกิจกรรมที่มุ่งให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง คือ ชุตกิจกรรมกลุ่มและชุต กิจกรรมรายบุคคล ซึ่งต้องการให้นักเรียนแต่ละคนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านการเรียนรู้ให้บรรลุ จุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยครูจะเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำเท่านั้น

1.3 องค์ประกอบของชุตกิจกรรม

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึง องค์ประกอบของชุตกิจกรรมไว้หลายท่านดังนี้

ฮุสตันและคนอื่น ๆ (Houston and Others. 1972: 10 – 15) ได้ให้ส่วนประกอบของ ชุตการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. คำชี้แจง (Prospectus) ในส่วนนี้จะอธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมายขอชุต ชุตการเรียนการสอน สิ่งที่ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ก่อนเรียนและขอชุตของกระบวนการทั้งหมดใน ชุตการเรียนการสอน

2. จุดมุ่งหมาย (Objectives) คือข้อความที่แจ่มชัดไม่กำกวมที่กำหนดว่าผู้เรียนจะ ประสบความสำเร็จอะไรหลังจากเรียนแล้ว

3. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment) มีจุดประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อให้ ทราบว่าผู้เรียนอยู่ในการเรียนชุตการเรียนการสอนนั้น และเพื่อดูว่าเขาได้สัมฤทธิ์ผลตาม จุดประสงค์เพียงใด การประเมินเบื้องต้นนี้อาจจะอยู่ในรูปของการทดสอบแบบข้อเขียนปากเปล่า การทำงานปฏิบัติการตอบสนองต่อคำถามง่าย ๆ เพื่อให้รู้ถึงความต้องการ และความสนใจ

4. การกำหนดกิจกรรม (Enabling Activities) คือ การกำหนดแนวทางและวิธีเพื่อไปสู่ จุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นด้วย

5. การประเมินขั้นสุดท้าย (Post-Assessment) เป็นข้อทดสอบเพื่อวัดผลการเรียน หลังจกที่เรียนแล้ว

คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973: 150) ได้กำหนดโครงสร้างของชุตการเรียนการสอน รายบุคคลว่าต้องประกอบ ด้วย

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Sub Topic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rational)

4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
5. การสอบก่อนเรียน (Pre – Test)
6. กิจกรรมและการประเมินตนเอง (Activities and Self – Evaluation)
7. การทดสอบย่อย (Quiz หรือ Formative Test)

ดวน (Duane. 1973: 169) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอนรายบุคคล 6 ประการ คือ

1. มีจุดมุ่งหมายและเนื้อหา
2. บรรยายเนื้อหา
3. มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. มีกิจกรรมให้เลือกเรียน
5. มีกิจกรรมที่ส่งเสริมเจตคติ
6. มีเครื่องมือวัดผลก่อนการเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน

ปฐมมาพร อาสน์วิเชียร (2541: 7) กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมว่ามีส่วนประกอบ ดังนี้ คือ

1. ชื่อกิจกรรม
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม และลักษณะของกิจกรรม
3. จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังจากที่นักเรียน ศึกษาชุดกิจกรรมแล้ว
4. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่บอกเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำกิจกรรม
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุในกิจกรรมนั้นว่ามีวัสดุ – อุปกรณ์ อะไรบ้าง
6. เนื้อหาสาระ เป็นส่วนที่เสนอความรู้ให้กับนักเรียน
7. กิจกรรม เป็นส่วนที่กำหนดให้นักเรียนปฏิบัติ
8. การประเมินผล เป็นส่วนที่กำหนดให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ ความสามารถและพฤติกรรมของตนจากการที่ได้ ปฏิบัติกิจกรรม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 95 – 102) ได้กำหนดองค์ประกอบที่สำคัญๆภายในชุดการสอน สามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสำหรับผู้สอน หรือผู้เรียนตามแต่ชนิดของชุดการสอน ภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการสอนเอาไว้อย่างละเอียดประกอบด้วย
 - คำนำ (สำหรับคู่มือที่เป็นเล่ม)
 - ส่วนประกอบของชุดการสอน
 - คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน

สิ่งที่ผู้สอนและผู้เรียนต้องเตรียม

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

การจัดห้องเรียน

แผนการเรียน

เนื้อหาสาระของชุดการสอน

แบบฝึกหัดปฏิบัติหรือกระดาษตอบคำถาม

1.10 แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน (พร้อมเฉลย)

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนการสอนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ประกอบด้วย

2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา

2.2 คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม

2.3 การสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่าง ๆ อาจประกอบด้วยบทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง ฟิล์มสตริป แผ่นภาพโปร่งใส วัสดุกราฟฟิก หุ่นจำลอง ของตัวอย่างรูปภาพ เป็นต้น

4. แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียน แบบประเมินผลที่อยู่ในชุดการสอนอาจจะเป็นแบบฝึกหัด ให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูก จับคู่ดูผลการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

พรทิพย์ แก้วใจดี (2545: 17) กล่าวถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรม มีส่วนประกอบดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม
2. จุดประสงค์ของกิจกรรม
3. เวลาที่ใช้
4. สถานที่
5. สื่อ
6. กิจกรรม
7. การประเมินผล

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 52) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนไว้ 4 ประการดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นคู่มือหรือแผนการสอนสำหรับผู้สอนใช้ศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดชี้แจงไว้อย่างชัดเจน เช่นการนำเข้าสู่วิธีเรียน การจัดชั้นเรียน บทบาทผู้เรียน เป็นต้น ลักษณะของคู่มืออาจจัดทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่งหรือบัตรงาน เป็นเอกสารที่บอกให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บรรจุอยู่ในชุดการสอน บัตรคำสั่งหรือบัตรงานจะมีครบตามจำนวนกลุ่มหรือจำนวนผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยคำอธิบายในเรื่องที่ศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมและ

การสรุปบทเรียน การจัดทำบัตรคำสั่งหรือบัตรงานส่วนใหญ่นิยมใช้กระดาษแข็งขนาด 6×8 นิ้ว

3. เนื้อหาสาระและสื่อการเรียนประเภทต่าง ๆ จัดไว้ในรูปของสื่อการสอนที่หลากหลาย อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

- ประเภทเอกสารสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ วารสาร บทความ ใบความรู้ (Fact Sheet) ของเนื้อหาเฉพาะเรื่อง บทเรียนโปรแกรม เป็นต้น
- ประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ สมุดภาพ เทปบันทึกเสียง เทปโทรทัศน์ สไลด์ (Slide) วีดิทัศน์ (Video) ซีดีรอม (CD – Rom) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นต้น

4. แบบประเมินผล เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดประเมินผลความรู้ด้วยตนเองทั้งก่อนและหลังเรียน อาจจะเป็นแบบทดสอบชนิดจับคู่เลือกตอบหรือกาเครื่องหมายถูกผิดได้

อรรถัย ศรีอุทธา (2547: 15) กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรม มีส่วนประกอบดังนี้

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. ชื่อกิจกรรม | เป็นชื่อชุดการเรียนคณิตศาสตร์ |
| 2. คำชี้แจง | เป็นส่วนอธิบายในการทำกิจกรรม |
| 3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง | เป็นผลการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดหลังจากนักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรม |
| 4. เวลาที่ใช้ | เป็นส่วนที่บอกเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำกิจกรรม |
| 5. สื่อการเรียนรู้ | เป็นส่วนที่ระบุในกิจกรรมนั้นว่ามีวัสดุ อุปกรณ์ เอกสาร อะไรบ้าง |
| 6. เนื้อหาสาระ | เป็นส่วนที่เสนอความรู้ |
| 7. กิจกรรมแบบปฏิบัติการ | เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล |
| 8. แบบประเมิน | เป็นแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจในขณะที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด |

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548: 7) กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรม มีส่วนประกอบด้วย

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. ชื่อกิจกรรม | เป็นชื่อของชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ พร้อมบอกรายละเอียดของชุดกิจกรรม |
| 2. คำชี้แจง | เป็นส่วนที่อธิบายลักษณะของกิจกรรมแบบปฏิบัติการ |
| 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ | เป็นส่วนที่ต้องให้เกิดขึ้นหลังจากที่นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล |
| 4. สาระการเรียนรู้ | เป็นส่วนที่เสนอความรู้และแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ซึ่งเป็นเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์ |

5. ระยะเวลา	เป็นส่วนที่บอกเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำกิจกรรม
6. กิจกรรมการเรียนรู้	เป็นส่วนที่กำหนดให้นักเรียนปฏิบัติและแบบฝึก ระหว่างเรียน
7. สื่อการเรียนรู้	เป็นส่วนระบุเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ในชุดกิจกรรม
8. การประเมินผล	เป็นแบบทดสอบย่อยหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม แบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แต่ละชุด

สรุขัย จามรเนียม (2548: 18) กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรม มีส่วนประกอบด้วย

1. ชื่อกิจกรรม	เป็นการตั้งชื่อชุดกิจกรรมให้มีความน่าสนใจและ สอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม
2. คำชี้แจง	เป็นส่วนที่อธิบายลักษณะของกิจกรรมการเรียน การสอนในชุดกิจกรรมนั้นๆ
3. จุดประสงค์	เป็นส่วนที่กล่าวถึงสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังจาก การทำชุดกิจกรรม
4. เวลาที่ใช้	เป็นส่วนที่บอกถึงเวลาที่ใช้ในการทำชุดกิจกรรม
5. สื่อ – อุปกรณ์	เป็นส่วนที่อธิบายถึง สื่อ วัสดุ – อุปกรณ์ที่จะต้อง ใช้ในชุดกิจกรรม
6. เนื้อหาสาระ	เป็นส่วนที่อธิบายถึงเนื้อหาที่ใช้ในชุดกิจกรรม ซึ่ง มีลักษณะของการบูรณาการเชิงเนื้อหา
7. กิจกรรม	เป็นส่วนที่อธิบายถึงขั้นตอนและวิธีการในการ ดำเนินกิจกรรม
8. การประเมินผล	เป็นส่วนที่ประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมของ นักเรียนซึ่งอาจจะประเมินโดยครูสอน เพื่อนประเมินหรือนักเรียนประเมินตนเอง

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรมจากนักการศึกษาหลายท่าน ผู้วิจัยได้สรุปว่า ชุดกิจกรรมต้องมีองค์ประกอบหลักดังนี้ ชื่อกิจกรรม คู่มือการปฏิบัติกิจกรรม เนื้อหาสาระ กิจกรรม การเรียนรู้ และแบบประเมินผล

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรม โดยการประยุกต์จาก ฮูลตันและคนอื่นๆ (Houston and Others. 1972: 10 – 15) คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973: 150) ดวน (Duane. 1973: 169) ปฐมมาพร อาสนวิเชียร (2541: 7) บุญเกื้อ ควรรหาเวช (2542: 95 – 102) พรทิพย์ แก้วใจดี (2545: 17) สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 52) อรทัย ศรีอุทธา (2547: 15) พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548: 7) สรุขัย จามรเนียม (2548: 18) นำมาประยุกต์รวมกัน ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- ชื่อกิจกรรม	เป็นชื่อชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์
- คำชี้แจง	เป็นส่วนอธิบายในการทำกิจกรรม
- ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	เป็นผลการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หลังจากนักเรียนได้เรียนและปฏิบัติกิจกรรม
- จุดประสงค์การเรียนรู้	เป็นส่วนที่จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนทราบจุดประสงค์จากการเรียนในแต่ละครั้ง
- ระยะเวลาที่ใช้	เป็นส่วนที่บอกเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำกิจกรรม
- เนื้อหาสาระ	เป็นส่วนที่เสนอความรู้
- กิจกรรมแบบปฏิบัติการ	(ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ) ประกอบด้วยใบกิจกรรมเป็นการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มและแบบฝึกทักษะเป็นการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล
- สื่อการเรียนรู้	เป็นส่วนที่ระบุในกิจกรรมนั้นว่ามีวัสดุ อุปกรณ์ เอกสาร ประกอบไปด้วยใบกิจกรรมแบบฝึกทักษะ ใบเฉลยกิจกรรม ใบเฉลยแบบฝึกทักษะ
- การประเมินผล	เป็นแบบทดสอบเพื่อทดสอบความเข้าใจในขณะที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด

1.4 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึง ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม ไว้หลายท่านดังนี้

เคมปีและเดย์ตัน (Kemp and Dayton. 1985: 14 – 15) กล่าวว่า ทฤษฎีทั้งสามกลุ่มต่างมีความคล้ายคลึงหรือจุดเน้นที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการใช้สื่อการเรียนการสอนดังนี้

1. แรงจูงใจ (Motivation) หากนักเรียนมีความต้องการ ความสนใจหรือความปรารถนาที่จะเรียนรู้ก็จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผลสำเร็จ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างให้นักเรียนเกิดความสนใจโดยการเสนอสื่อการสอนที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจ คือ จัดประสบการณ์หรือจัดกิจกรรมในการเรียนรู้ซึ่งมีความหมาย หรือน่าสนใจสำหรับนักเรียน

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) นักเรียนต่างคนต่างมีอัตราและวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกัน ดังนั้นการจัดสื่อการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงประเด็นนี้ด้วย

3. วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ (Learning Objectives) ในการจัดการเรียนการสอนหากนักเรียนทราบจุดประสงค์ในการเรียนรู้ก็จะทำให้นักเรียนมีโอกาสบรรลุจุดประสงค์ได้มากกว่าที่ไม่ทราบ นอกจากนี้วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้อย่างช่วยในการวางแผนสร้างสื่อการเรียนการสอนซึ่งจะทำให้ทราบว่าควรจะมีเนื้อหาอะไรในสื่อ

4. การจัดเนื้อหา (Organization of Content) การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับหากมีการจัดลำดับเนื้อหาสาระในการเรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอนและสมเหตุสมผล

5. การจัดเตรียมความรู้ที่มีมาก่อน (Pre – Learning Preparation) บางครั้งการเรียนรู้สาระหนึ่ง ๆ จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีมาก่อน ดังนั้นการสร้างชุดการเรียนรู้ควรคำนึงถึงธรรมชาติและระดับการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม เพื่อจัดเตรียมความรู้ให้กับกลุ่มผู้เรียน

6. อารมณ์ (Emotion) การเรียนรู้เกี่ยวกับอารมณ์และความรู้สึกของบุคคลพอๆ กับความสามารถทางสติปัญญา ดังนั้นการสร้างชุดการเรียนรู้ควรตอบสนองอารมณ์ซึ่งก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เป็นสำคัญ

7. การมีส่วนร่วม (Participation) การเรียนรู้จะเกิดผลอย่างรวดเร็วและคงทนหากได้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งทางสติปัญญาและทางกายภาพ ควรจัดเป็นเวลายาวนานกว่าการเรียนรู้โดยการฟังหรือการดู

8. การสะท้อนกลับ (Feedback) การเรียนรู้เพิ่มขึ้นหากนักเรียนได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจ

9. การเสริมแรง (Reinforcement) เมื่อนักเรียนบรรลุผลในการเรียนรู้เนื้อหาสาระใดแล้ว ก็จะถูกกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้เป็นรางวัลที่สร้างความเชื่อมั่นและส่งผลให้เกิดพฤติกรรมทางบวกแก่นักเรียน

10. การฝึกปฏิบัติและการกระทำซ้ำ (Practice and Repetition) บุคคลจะเกิดการเรียนรู้ในเรื่องของความรู้และทักษะได้จะต้องอาศัยการฝึกปฏิบัติและการทำซ้ำอยู่เสมอซึ่งจะนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้

11. การนำไปประยุกต์ใช้ (Application) ผลลัพธ์ที่พึงปรารถนาของการเรียนรู้ คือ การเพิ่มความสามารถของแต่ละบุคคลในการประยุกต์หรือการถ่ายโยงการเรียนรู้ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้กับปัญหาหรือสภาพการณ์ใหม่ได้

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2528: 292 – 293) กล่าวถึง หลักการและทฤษฎีที่สำคัญพื้นฐานในการสร้างชุดการเรียนรู้ คือ

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยาในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้เพราะถือว่าการสอนนั้นไม่สามารถปั้นผู้เรียนให้เป็นแม่พิมพ์เดียวกันได้ในเวลาที่เท่ากันเพราะผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ตามวิถีทางของเขาและใช้เวลาเรียนในเรื่องหนึ่งๆแตกต่างกันออกไป ความแตกต่างเหล่านี้มีความแตกต่างด้านความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์และสังคม ด้วยเหตุผลที่คนเรามีความแตกต่างกันดังกล่าว ผู้สร้างชุดการเรียนรู้จึงพยายามที่จะหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการที่จะทำให้ผู้เรียนเรียนอย่างบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ในชุดนั้นๆ ซึ่งวิธีที่เหมาะสมวิธีหนึ่งก็คือ การจัดการสอนรายบุคคลหรือการจัดการสอนตามเอกัตภาพหรือการศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งล้วนแต่เป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. การนำสื่อประสมมาใช้ (Multi – Media Approach) เป็นการนำเอาสื่อการสอนหลายประเภทมาใช้สัมพันธ์กันอย่างมีระบบ ความพยายามอันนี้ก็เพื่อจะเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนจากเดิมที่ยึดครูเป็นแหล่งให้ความรู้หลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อประเภทต่าง ๆ

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) จิตวิทยาการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนได้

เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ตรวจสอบผลการเรียนของตนว่าถูกหรือผิดได้ทันที

มีการเสริมแรง คือ ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจ ดีใจ ที่ตนเองทำได้ถูกต้อง เป็นการให้กำลังใจที่จะเรียนต่อไป ถ้าตนเองทำไม่ถูกจะได้ทราบว่าจะถูกต้องนั้นคืออะไร จะได้ไตร่ตรองพิจารณาทำให้เกิดความเข้าใจ ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดการท้อถอยหรือสิ้นหวังในการเรียน เพราะเขาจะมีโอกาสที่จะสำเร็จได้เหมือนคนอื่นเช่นกัน

เรียนรู้ไปทีละขั้น ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง

4. การใช้วิธีการวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) เป็นการนำเอาการวิเคราะห์ระบบมาใช้โดยจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียนทุกสิ่งทุกอย่างที่จัดไว้ในชุดของกิจกรรมจะสร้างขึ้นอย่างมีระบบ จะต้องมีการตรวจเช็คทุกขั้นตอนและทุกอย่างจะต้องสัมพันธ์สอดคล้องกันเป็นอย่างดีมีการทดลองปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเป็นที่เชื่อถือได้ จึงจะนำออกมาใช้

สุรชัย จามรเนียม (2548: 25 – 26) กล่าวถึง ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม ประกอบด้วย

1. การกำหนดหัวข้อเรื่องที่ต้องการทำในรูปกิจกรรม
2. ศึกษาหลักสูตรและเอกสารต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการทำ
3. กำหนดรูปแบบของชุดกิจกรรมเพื่อที่จะสามารถดำเนินการได้อย่างถูกต้อง
4. กำหนดจุดประสงค์ในชุดกิจกรรมนั้นๆ
5. กำหนดสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้
6. ออกแบบกิจกรรมในเรื่องนั้นๆ โดยคำนึงถึงตัวผู้เรียนเป็นหลัก ทั้งด้านสติปัญญา

ความสามารถ ความแตกต่างระหว่างบุคคล ฯลฯ

7. จัดทำใบงานหรือแบบฝึกหัดที่ใช้ในชุดกิจกรรมเพื่อเป็นการฝึกฝนและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

8. กำหนดรูปแบบการประเมินผล โดยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ อาจอยู่ในรูปของการทำแบบทดสอบ แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การประเมินจากรายงานหรือชิ้นงาน

จากการศึกษาขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมไว้ข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปว่า ผู้สอนควรศึกษาเนื้อหาสาระอย่างละเอียด มีการวางแผนแบ่งหน่วยการเรียนรู้ กำหนดเนื้อหา จุดมุ่งหมาย กำหนดเวลาใช้กิจกรรม สื่อการสอน การวัดผลประเมินผล ทำการทดลองใช้เพื่อปรับปรุงข้อบกพร่อง แล้วนำชุดการสอนไปใช้จริง และสรุปผล

1.5 จิตวิทยาที่นำมาใช้ในชุดกิจกรรม

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึง การนำจิตวิทยามาใช้ในชุดกิจกรรม ไว้หลายท่านดังนี้
 บลูม (Bloom. 1976: 115 – 124) กล่าวว่า การสอนที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วย ลักษณะที่สำคัญ 4 ประการคือ

1. การให้แนวทาง (Cues) คือ คำอธิบายของครูที่ทำให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนว่าเมื่อเรียนเรื่องนั้น ๆ แล้ว จะต้องมีความสามารถอย่างไร ต้องทำอะไรบ้าง
2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ (Participation) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
3. การเสริมแรง (Reinforcement) ทั้งการเสริมแรงภายนอก เช่น สิ่งของ การกล่าวชื่นชม หรือการเสริมแรงภายในตัวนักเรียนเอง เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ฯลฯ
4. การให้ข้อมูลย้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่อง (Feedback and Corrections) จะต้องมีการแจ้งผลการเรียนและข้อบกพร่องให้นักเรียนทราบ

เปรื่อง กุมุท (2519: 42) ได้กล่าวถึงเทคนิคการเรียนรู้ด้วยชุดการสอน ดังนี้

1. สอนด้วยวิธีให้ผู้เรียนกระทำหรือตอบสนองอยู่ตลอดเวลา
2. ทุกครั้งที่ผู้เรียนตอบ ก็จะได้รับรู้ผลการสนองตอบของตนทันทีว่าถูก หรือ ผิด และคำตอบที่ถูกเป็นอย่างไร
3. สอนให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ โดยพยายามทำให้เขาได้ทำสิ่งที่ต้องการ ให้เขาทำหรือตอบถูกต้องเป็นส่วนมากหรือถูกต้องทั้งหมด เพื่อที่เขาจะได้ไม่เบื่อที่จะเรียน และมีกำลังใจเรียน
4. สอนไปตามลำดับขั้นตอน ครั้งละเล็กละน้อย ไม่ยัดเยียดให้ครั้งละจำนวนมาก

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 119) ได้เสนอแนวความคิดซึ่งมาจากจิตวิทยาการเรียนรู้ที่นำมาสู่การผลิตชุดการสอน ดังนี้

1. เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เพื่อยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางด้วยการให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
3. มีสื่อการเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่ช่วยในการเรียนของนักเรียน เพื่อช่วยการสอนของครู
4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนที่เปลี่ยนไป เปลี่ยนจากครูเป็นผู้นำเป็นผู้มีอิทธิพลต่อนักเรียนมาก เปลี่ยนบทบาทมาเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง และให้คำปรึกษาคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

ศิริพร ศรีบุญ (2549: 36) กล่าวว่า จิตวิทยาที่นำมาใช้ในการสร้างชุดกิจกรรมนั้น ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนควรยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและให้การเสริมแรงขณะนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม

จากการศึกษาจิตวิทยาที่นำมาใช้ในชุดกิจกรรม ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การเรียนการสอนหรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ทั้งนี้ครูต้องเป็นผู้คอยแนะนำและคอยกระตุ้นให้นักเรียน

เกิดการเรียนรู้ที่มีการเสริมแรงขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมตามความสามารถของตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

1.6 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

สื่อการสอนมีประโยชน์ต่อกระบวนการเรียนการสอน เพราะเป็นตัวช่วยให้เกิดการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมไว้หลายท่านดังนี้

ชม ภูมิภาค (2524: 99 – 100) กล่าวถึงคุณค่าของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยครูไม่ต้องเสียเวลาคิดค้นมากและยังเป็นวิธีอบรมครูประจำการเรื่องการดำเนินการสอนได้อีกประการหนึ่ง
2. ช่วยให้นักเรียนรู้จักมุ่งหมายของการเรียนชัดเจน ตลอดจนรู้วิธีการที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายนั้นเป็นการเพิ่มพูนการจูงใจในการเรียน นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำ
3. ในการบริหารการศึกษา ทำให้การศึกษาเป็นกระบวนการที่ตรวจสอบ สามารถตรวจสอบคุณภาพการศึกษา ตรวจสอบผลการปฏิบัติหน้าที่ของครูได้
4. ชุดการสอนที่ดีต้องประกอบด้วยผลการเรียนรู้ทุกพิสัย คือ พุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย บรรดาสื่อก็ต้องมีหลายประเภทคือ ใช้สื่อประสมหลายอย่าง (Multimedia Approach) เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และเพิ่มพูนความสมบูรณ์ให้กับการรับรู้
5. กำหนดบทบาทของครูและนักเรียนได้ชัดเจนว่า ตอนใดใครจะทำอะไร อย่างไร ลดบทบาทในการกระทำของครูข้างเดียว นักเรียนได้กระทำ ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้แบบกิริยา (Active Learning)
6. เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครบถ้วนในเวลาที่กำหนด นักเรียนรู้ผลการกระทำของตนเป็นการเสริมแรงการเรียนรู้ประการหนึ่ง
7. ชุดการสอนเป็นกระบวนการที่ครบทั้งระบบ เริ่มตั้งแต่จุดมุ่งหมาย กระบวนการสอน และการประเมิน
8. ชุดการสอนเกิดจากการนำเอาวิธีระบบเข้ามาใช้ ย่อมจะมีประสิทธิภาพเพราะได้ผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพแล้ว โดยมีผู้เชี่ยวชาญทั้งเนื้อหาและวิธีการร่วมกันสร้างเป็นแม่บทและจะสามารถขยายเป็นชุดการสอนไปได้อีก

ชูชีพ อ่อนโคกสูง (2524: 11) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของชุดการสอนในการจัดปัญหาการศึกษาว่า

1. ช่วยอำนวยความสะดวกในการสอนของครู
2. แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลและส่งเสริมการศึกษารายบุคคลตามความสนใจตามเวลาและโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนซึ่งแตกต่างกัน

3. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู ชุติการสอนทำให้ผู้เรียนเรียนได้โดยอาศัยความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย ทั้งสามารถเรียนด้วยตนเอง ครูคนหนึ่งจึงสามารถสอนนักเรียนได้เป็นจำนวนมากขึ้น

4. ช่วยในการจัดการศึกษานอกระบบ เพราะชุตการสอนสามารถนำไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

พรทิพย์ แก้วใจดี (2545: 20) ประโยชน์ชุตกิจกรรมเป็นดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรเรียนรูด้วตนเองตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามความสามารถของแต่ละบุคคล
3. ผู้เรียนทราบผลการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ อย่างรวดเร็ว
4. ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายหรือเกิดความท้อถอยในการเรียนเพราะผู้เรียนมีสิทธิ์ที่จะกลับไปศึกษาเรื่องทีตนเองไม่เข้าใจใหม่ได้

จากการศึกษาจิตวิทยาทีนำมาในชุตกิจกรรม ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ประโยชน์ของชุตกิจกรรมช่วยให้กรเรียนกรสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรูด้และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ช่วยครูสอนด้วความมั่นใจ มีความพร้อมในการสอนและสะดวกในการสอนมากขึ้น

1.7 งานวิจัยทีเกี่ยวข้องกับชุตกิจกรรม

งานวิจัยต่างประเทศ

บรอว์เลย์ (Brawley. 1975: 4280) ได้ทำกรศึกษาประสิทธิภาพการใช้ชุตกรเรียนแบบสื่อผสม สอนเรื่องกรบอกเวลากับเด็กทีเรียนช้า กลุ่มตัวอย่างได้จากรสุมเด็กทีเรียนช้าโดยกรทดสอบเรื่อง Time Appreciation Test. Stanford Achievement Test for Primary Level มาใช้ทดสอบก่อนกรเรียน และหลังกรเรียน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองทีใช้ชุตกรเรียนบอกเวลาต่อเนื่องของบรอว์เลย์ (Brawley's Experimental Sequence on Time Telling) ซึ่งประกอบด้วยชุตอุปกรณ์และสื่อกรสอน 12 ชุต ใช้เวลาสอน 15 วัน มีผลการเรียนดีกว่กลุ่มควบคุมทีไม่ได้ใช้ชุตกรเรียน

เอ็ดเวอร์ต (Edward. 1975: 43) ได้กล่าวถึงกรวิจัยของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ทำกรเปรียบเทียบผลการเรียนในเรื่อง “ประสบกรณ์ในการสอนแบบจุลภาค” โดยใช้ชุตกรเรียนเรียนด้วตนเองและได้รับคำแนะนำจากรู กับกรใช้ชุตกรเรียนเรียนด้วตนเองโดยไม่ต้องมีผู้แนะนำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยจำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 25 คน ผลกรทดลองปรากฏว่ทั้ง 2 กลุ่มมีผลการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากกรวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่กรเรียนด้วตนเองไม่จำเป็นต้องอาศัยผู้แนะนำ ถ้าชุตกรเรียนนั้นได้สร้างขึ้นอย่างถูกต้องตามกระบวนการแล้ว ผู้เรียนจะสามารถเรียนด้วตนเองได้ผลดีเช่นกัน

วิลสัน (Wilson. 1989: 416) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการสอนของครู เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนช้าด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวกการลบ ผลการวิจัยพบว่าครูผู้สอนยอมรับว่าการใช้ชุดการสอนมีผลดีมากกว่าการสอนตามปกติ อันเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กนักเรียนช้า

บูล (Bull. 1993: 54) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การสำรวจประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 8 โดยใช้การเรียนแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นครูจำนวน 5 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 237 คน กลุ่มทดลองครูจะสอนโดยใช้ชุดการเรียน "Magic Math" โดยสังเกตการสอนของครูในชั้นเรียน ส่วนกลุ่มทดลองครูจะสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียน "Magic Math" มีความสามารถมากกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

ออร์ตัน - ฟลินน์ (Orton - Flynn. 1997: 59) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การออกแบบชุดการเรียนโดยใช้สื่อการเรียนมัลติมีเดีย นำมาใช้ในการสอนในเรื่องที่ยากสำหรับนักเรียน โดยนำชุดการเรียนที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ของสื่อมัลติมีเดีย (Multimedia Interaction Calculator) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสอนโดยให้นักเรียนไม่ต้องมีการเผชิญหน้ากัน จะมีการสังเกตและพิจารณาจากผลงานของนักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียน MIC ผลการศึกษาพบว่า ชุดการเรียนมีประสิทธิภาพโดยจะช่วยให้นักเรียนค้นพบแบบรูปของจำนวนและเข้าใจความจริงของจำนวนและได้แสดงถึงประโยชน์ในการสอนคณิตศาสตร์สำหรับเนื้อหาที่ยาก

วิลเลียม (William. 1999: 40 - 62) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด เรื่อง จำนวนกับการคิดในใจ ด้วยการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดในใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 13 คน โดยแบ่งกลุ่มทดลอง 183 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 230 คน และครูเข้าร่วมในการศึกษาจำนวน 6 คน กลุ่มทดลองใช้ชุดการสอนจำนวน 83 บทเรียน เรื่อง จำนวน กลุ่มควบคุมใช้การสอนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์การคิดในใจโดยวัดก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งสองกลุ่ม และแบบสัมภาษณ์กระบวนการคิดของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 9 คน โดยสัมภาษณ์ทั้งก่อนและหลังการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า ชุดการสอนที่ใช้มีผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ด้านการคิดในใจแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลจากการสัมภาษณ์กลุ่มทดลอง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในกระบวนการคิดในใจของนักเรียนก่อนและหลังการสอนโดยใช้ชุดการสอน

สัทเทอร์ฟีลด์ (Satterfield. 2001: Online) ได้ทำการศึกษาการใช้ชุดการสอนเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม Sketchpad Version 3 เป็นโปรแกรมที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เห็นถึงโครงสร้างของวิชาเรขาคณิตและเป็นสื่อที่จะอธิบายการเรียนในห้องเรียน ผลการทดลองพบว่าชุดการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการคิดในรูปแบบทางเรขาคณิตและเป็นสิ่งที่สร้างความถูกต้องแม่นยำในการคิดของนักเรียนด้วย

งานวิจัยในประเทศ

ปฐมพร อาสน์วิเชียร (2541: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสนใจในการเรียนและความภาคภูมิใจในตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบเรียนเป็นคู่ (Learning Cell) โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 80 คน เนื้อหาที่สอน เรื่อง เลขยกกำลัง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าสถิติ $t - test$ Difference Score ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเรียนเป็นคู่ (Learning Cell) โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความภาคภูมิใจในตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เพ็ญประภา แสนลี (2542: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการ เรื่อง พหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุดารัตน์ ใฝ่พงสาวงค์ (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้จัดการเรียนการสอน CIPPA MODEL เรื่อง เส้นขนานและความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดการเรียนการสอนแบบ CIPPA MODEL มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการสอบพบว่าหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมมีผลสัมฤทธิ์สูงวกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

กัลยา ทองสุ (2545: 97) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน (Representation) เรื่องระบบสมการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรทัย ศรีอุทธา (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิพนธ์ ฝ่ายบุญ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมโดยใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า

ชุดกิจกรรมโดยใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมโดยใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาตามความสามารถของแต่ละบุคคล และสามารถสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม สื่อและอุปกรณ์ต่างๆจะช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้ ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ

2.1 ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ ดังนี้

คูเนย์ (Cooney. 1975: 351 – 352) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบปฏิบัติการเป็นวิธีการสอนที่จัดให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน เป็นกลุ่มย่อยหรือเป็นรายบุคคล โดยมีใบคำสั่งขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นคู่มือให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมตาม หลังจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้สรุปความรู้ และกฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตนเอง สื่อที่ใช้ในการสอนได้แก่ บทเรียนกิจกรรม (Activity lesson) และบทเรียนปฏิบัติการ (Laboratory Lesson)

บราวน์และคนอื่นๆ (Brown, & Others. 1982: 93) ได้ให้ความหมายการสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนโดยผ่านประสบการณ์ตรง จากการใช้วัสดุในการสืบสวนหรือการทดลอง มีทั้งการปฏิบัติหรือการสังเกต สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสอนได้ทั้งการสอนเป็นกลุ่มย่อยและรายบุคคล

กาญจนา เกียรติประวัติ (2526: 140) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง กระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรงเพื่อให้ได้ผลผลิต หรือข้อเท็จจริงจากการสังเกต และการทดลองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม

วรรณ ฉลิมพรพงศ์ (2526: 3) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองจากบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครูคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ เมื่อจบบทเรียนครูและนักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อสรุปมโนคติ

อเนก สุดจำนงค์ (2531: 5) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนจากการปฏิบัติจริงจากประสบการณ์ตรง โดยนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมตามแนวทางที่ครูวางไว้ เพื่อหาวิธีการ กระบวนการและพิจารณาหาข้อสรุปข้อความจริงและกฎเกณฑ์ต่างๆ ได้ด้วยตนเอง

อารีย์ คำปล้อง (2536: 5) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนเรียนจากบทเรียนปฏิบัติการ ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองหรือปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อย เพื่อพิจารณาหาข้อสรุปข้อความจริงหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ หลังจากนั้นครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายผลงานของนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องแล้วจึงฝึกทักษะ

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548: 32) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการจัดกิจกรรมที่เน้นการกระทำหรือการปฏิบัติเพื่อค้นหาวิธีการกระบวนการต่างๆ เพื่อสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือมโนคติที่ต้องการ

จากความหมายข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง วิธีการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจากประสบการณ์ตรง เป็นกิจกรรมที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูเป็นเพียงผู้คอยให้ความช่วยเหลือแนะนำในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแนวทางที่ครูวางไว้ เพื่อค้นหาวิธีการ กระบวนการ ข้อสรุป ข้อเท็จจริง และกฎเกณฑ์หรือวิธีการต่างๆ ที่ถูกต้องด้วยตนเองจากการปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ

2.2 ความหมายของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ

คิตต์และคนอื่นๆ (Kidd, & others. 1970: 23) ได้กล่าวไว้ในหนังสือ “Laboratory Approach to Mathematics” ว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนตามหลักการที่ว่า การเรียนคือการทำกิจกรรมโดยมุ่งที่กระบวนการเรียนมากกว่ากระบวนการสอน

โคปแลนด์ (Copeland. 1974: 325 – 326) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกับวัตถุที่โต้พบเห็น ซึ่งช่วยให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นนามธรรมที่ห่างจากโลกจริง ผู้เรียนได้รับการพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดีจากการได้เรียนโดยการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ

ลาวัลย์ พลกล้า (2523: 2) ได้กล่าวไว้ในหนังสือ “การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ” ว่าเป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนจากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนจากประสบการณ์ตรง นักเรียนได้ทดลองปฏิบัติเสาะหาข้อมูลค้นหาวิธีการและกระบวนการด้วยตนเอง การสอนแบบปฏิบัติการมีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. ใช้วัสดุอุปกรณ์ซึ่งอาจเป็นรูปธรรม (ของจริง) กึ่งรูปธรรม (หุ่นจำลอง รูปภาพ) นามธรรม (สัญลักษณ์ สิ่งพิมพ์ต่างๆ)
2. มีการจดข้อมูล (Data) การจัดทำ (Manipulation) การคิดค้น การคำนวณหรือกิจกรรมกายภาพ (Physical activity) เช่น การสร้าง การวัด ฯลฯ
3. นักเรียนเป็นผู้กระทำการ (Active) มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ต่อกลุ่ม และมีวินัยในการควบคุมตัวเอง
4. ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างนักเรียน
5. ให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง

ยุพิน พิพิธกุล (2524: 81) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ หมายถึง วิธีการสอนที่ให้นักเรียนกระทำด้วยตนเอง เพื่อหาข้อสรุปจากการทดลองนั้น

กฤษฎา ศรีชนะ (2537: 7) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนโดยลงมือปฏิบัติจริงได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเองตามแนวทางที่ครูวางไว้ เพื่อหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆนักเรียนจะได้พิจารณาหาข้อสรุป ข้อความจริงและกฎเกณฑ์ต่างๆด้วยตนเอง

ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล (2543: 176) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ หมายถึง กระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรงเพื่อให้ได้ผลผลิตหรือข้อเท็จจริงจากการสังเกตและทดลอง เป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม

วงเดือน อินทนิเวศน์ (2544: 39) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ หมายถึง เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ทดลองทำ ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่มอันจะนำไปสู่การค้นพบ ข้อสรุปมโนมติ กฎ สูตรของเนื้อหาด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่คอยจัดสื่อและอุปกรณ์ต่างๆไว้ให้เหมาะสมกับการปฏิบัติกิจกรรม

นิพนธ์ ฝ่ายบุญ (2548: 9) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม อาจจัดเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย เพื่อหาข้อสรุป ข้อเท็จจริง หรือกฎเกณฑ์ ได้ด้วยตนเอง

จากความหมายข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ หรือการสอนแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการจัดกิจกรรมที่เน้นการกระทำหรือการปฏิบัติเพื่อค้นหาวิธีการกระบวนการต่างๆ อาจจัดเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย เพื่อหาข้อสรุป ข้อเท็จจริง หรือกฎเกณฑ์ ได้ด้วยตนเองและครูคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ

2.3 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524: 86) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ ดังนี้

1. เพื่อเรียนรู้ด้านวิธีการ (Learning a Technique) โดยนักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการสังเกต และการทดลอง
2. เพื่อฝึกทักษะ (Practicing a Skill) ควรเป็นทักษะขั้นพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ ส่วนการนำไปใช้ควรฝึกเพิ่มเติมนอกเหนือการปฏิบัติ
3. เพื่ออธิบายหลักการ (Illustrating a Principle) คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม จึงต้องอาศัยการปฏิบัติให้เข้าใจจากรูปธรรม
4. เพื่อฝึกการใช้เครื่องมือ (Learning to use Equipment) เป็นการพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือในการทดลอง

5. เพื่อรวบรวมข้อมูลและแปลความ (Gathering Data and Gaining Experience in Its Interpretation) โดยผู้เรียนมีโอกาสในการรวบรวมข้อมูล จัดหมวดหมู่ แล้วสรุปผลหรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

6. เพื่อปฏิบัติการสร้างสรรค์ (Performing Creative Work) เปิดโอกาสให้นักเรียนทดลองด้วยวิธีต่าง ๆ และการแสดงความคิด

ลีโอนาร์ด (ซัยคัคคี ลีลาจรัสกุล. 2543: 176 – 177; อ้างอิงจาก Leonard. 1972) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. เพื่อเรียนรู้ด้านวิธีการ ในการสอนครูจะสาธิตวิธีการเฉพาะอย่างให้ผู้เรียนสังเกต แต่ต้องให้ผู้เรียนมีโอกาสทดลองแสดงวิธีการนั้นด้วยตนเองด้วย

2. เพื่อฝึกทักษะ การปฏิบัติการชนิดนี้จะต้องจัดเวลาและสถานที่สำหรับผู้เรียนฝึกทักษะให้คล่องแคล่วเพื่อนำไปใช้

3. เพื่ออธิบายหลักการ การปฏิบัติในแฉนี้เป็นการขยายความสิ่งที่ได้ยินด้วยการบอกผู้เรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาใช้กับปัญหาจริง

4. เพื่อรวบรวมข้อมูลและแปลความ ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสรวบรวมข้อมูลหมวดหมู่แล้วสรุปผลหรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

5. เพื่อฝึกใช้เครื่องมือ ประสบการณ์ในห้องปฏิบัติการหรือโรงฝึกงานจำนวนมาก เป็นการสอนให้ผู้เรียนหัดใช้เครื่องมือที่จะเกี่ยวข้องกับการทำงานต่อไป

6. เพื่อปฏิบัติการสร้างสรรค์ เป็นโอกาสให้ผู้เรียนทดลองเทคนิคต่างๆจากการเรียนและแสดงความคิดในวิชาดนตรี จิตรกรรม ประติมากรรมและกวีนิพนธ์

ดังนั้นจากจุดมุ่งหมายของการสอนแบบปฏิบัติการ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการมีความมุ่งหมายเพื่อทำให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง โดยการเรียนรู้ด้านวิธีการ ฝึกปฏิบัติ ฝึกการใช้เครื่องมือ ฝึกการแก้ปัญหา การรวบรวมข้อมูล และสรุปผล เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.4 ประเภทของการสอนแบบปฏิบัติการ

ลาวัลย์ พลกล้า (2523: 2) ได้แบ่งการสอนแบบปฏิบัติการมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ใช้วัสดุอุปกรณ์ซึ่งอาจเป็นรูปธรรม (ของจริง) กึ่งรูปธรรม (หุ่นจำลอง รูปภาพ) นามธรรม (สัญลักษณ์ สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ)

2. มีการจดข้อมูล (Data) การจัดทำ (Manipulation) การคิดค้น การคำนวณหรือกิจกรรมกายภาพ (Physical Activity) เช่น การสร้าง การวัด ฯลฯ

3. นักเรียนเป็นผู้กระทำการ (Active) นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเอง ต่อกลุ่ม มีวินัยในการควบคุมตนเอง

4. ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างนักเรียน

5. ให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง

ระดับ เรื่องมาลัย (2524: 289 – 290) ได้แบ่งการสอนแบบปฏิบัติการออกเป็น 2 ประเภท โดยยึดกิจกรรมในการปฏิบัติเป็นหลัก คือ

1. การปฏิบัติการแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) มีขั้นตอนดังนี้
 - ครูตั้งปัญหาที่จะปฏิบัติการให้
 - ครูบอกวิธีที่จะรวบรวมข้อมูลให้
 - ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามที่ครูบอก
 - ให้นักเรียนจัดระเบียบข้อมูลตามที่ครูสั่ง
 - ให้นักเรียนตอบคำถามของครู
 - ให้นักเรียนหาข้อสรุปเอง
 - ให้นักเรียนเขียนรายงานส่งครู แล้วครูบอกว่าใครถูกหรือผิดอย่างไร

2. การปฏิบัติการแบบไม่กำหนดทิศทาง (Unstructured Laboratory) การปฏิบัติการในลักษณะนี้นักเรียนต้องค้นคว้าหาคำตอบเอง โดยครูกำหนดปัญหาให้หรือให้นักเรียนช่วยกันกำหนดแล้วช่วยวางแผนในการแก้ปัญหา โดยออกมาในรูปแบบของการอภิปรายก่อนการปฏิบัติ เมื่อได้แนวทางแล้วนักเรียนแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยก็จะแยกย้ายกันไปปฏิบัติการแล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายอีกครั้งหนึ่ง ครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงคอยให้คำแนะนำเท่านั้น

ดังนั้นจากประเภทของการสอนแบบปฏิบัติการ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ประเภทของการสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนที่ครูกำหนดการทำกิจกรรมไว้ให้นักเรียน ใช้วัสดุอุปกรณ์ซึ่งอาจเป็นรูปธรรม กึ่งรูปธรรม นามธรรม มีการจัดบันทึกข้อมูล การปฏิบัติการในลักษณะนี้นักเรียนต้องปฏิบัติตามความสามารถของตนเอง ค้นคว้าหาคำตอบ และหาข้อสรุปด้วยตนเอง

2.5 การนำวิธีการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้

การนำวิธีการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้ต้องอาศัยหลักการหลายอย่างประกอบกัน เพื่อให้ผู้สอนได้เตรียมวางแผนและดำเนินการสอนไปได้อย่างราบรื่นนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะหลักการต่างๆไว้ดังนี้

ลาวัลย์ พลกล้า (2523: 3 – 25) กล่าวถึงการนำวิธีการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการไปใช้ดังนี้

1. ต้องให้นักเรียนเข้าใจบทบาทในการเรียนแบบนี้ว่า นักเรียนต้องทำตามข้อปฏิบัติอย่างมีเหตุผล
2. ต้องมีการเตรียมบทเรียนอย่างดีให้มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความผิดหวังหรือความรู้สึกล้มเหลวในการเรียนแบบปฏิบัติการและครูต้องให้นักเรียนปรับตัวให้คุ้นเคยกับวิธีการเรียนแบบนี้

3. การทำงานเป็นรายบุคคลและแบบกลุ่มย่อย ๆ ต้องมุ่งให้นักเรียนรู้จักการระดมความคิดการหาเหตุผลเพื่อให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543: 177) กล่าวถึงบทบาทของครูในการนำวิธีการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้ว่า ครูต้องเตรียมผู้เรียนโดยการสร้างความสนใจและระบุดุดมมุ่งหมายของบทเรียนอย่างแจ่มแจ้ง เมื่อผู้เรียนเริ่มปฏิบัติการ หน้าที่ของครูจะเปลี่ยนเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำ ครูอาจจะตั้งคำถามคอยให้ความช่วยเหลือ สังเกตความก้าวหน้าของงาน ดูแลความปลอดภัย หลักการปฏิบัติการของผู้เรียน ครูมีบทบาทในการนำอภิปราย เพื่อสรุปผลการเรียนรู้ทุก ๆ ด้านในช่วงนี้ครูอาจสอนให้ผู้เรียนเก็บรักษาอุปกรณ์หรือประเมินผลการปฏิบัติงาน

ดังนั้นการนำวิธีการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การนำวิธีการสอนแบบปฏิบัติการไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูจะต้องเตรียมความพร้อมในการสอนและต้องยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองหรือรายกลุ่มก็ได้ ครูเป็นเพียงผู้คอยสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมให้คำแนะนำและประเมินผล

2.6 การวางแผนการสอนแบบปฏิบัติการ

ลาวัลย์ พลกล้า (2523: 5 – 13) ได้กล่าวถึงการวางแผนการสอนแบบปฏิบัติการดังต่อไปนี้

1. เลือกเนื้อหาที่จะสอน

ครูผู้สอนต้องดูว่ามีเนื้อหาใดในหลักสูตรที่ควรจะนำมาเป็นบทเรียนแบบปฏิบัติการให้นักเรียนทำปฏิบัติด้วยตนเอง โดยเฉพาะเนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นรูปธรรม เช่น การชั่ง ตวง วัด การหาพื้นที่ปริมาตร ความเท่ากันทุกประการ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส วงกลม การแยกตัวประกอบพหุนาม ความน่าจะเป็น เป็นต้น เมื่อเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมแล้วครูต้องกำหนดขอบเขตความลึกซึ้งและมโนคติของเนื้อหานั้นๆ

2. กำหนดความสามารถที่ต้องการฝึก

เนื้อหาที่กำหนดขึ้นจะเป็นเครื่องมือฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถ เนื้อหาบางเรื่องอาจใช้ฝึกความสามารถหลายอย่าง เช่น ความสามารถในการอ่าน การแปลความ ขยายความ แปลงข้อความเป็นสัญลักษณ์หรือภาพ สังเกต การวิเคราะห์หารูปแบบ บางเนื้อหาอาจจะเหมาะในการฝึกความสามารถในการวิเคราะห์หารูปแบบ การหาข้อสรุป ฯลฯ ครูควรจะทำตารางระบุเนื้อหาและความสามารถว่าเนื้อหานั้นๆควรจะฝึกความสามารถอะไร มีพฤติกรรมอย่างไร นักเรียนจะได้ประโยชน์อย่างไร ซึ่งครูแต่ละคนอาจจะสอนให้นักเรียนรู้เนื้อหาหนึ่งแต่นักเรียนอาจได้รับการฝึกความสามารถต่างกัน นอกจากนั้นครูควรพิจารณาว่านักเรียนควรฝึกความสามารถเพิ่มเติมอะไรบ้างที่นอกเหนือจากที่หลักสูตรกำหนด

3. สื่อการเรียนการสอน

วิธีการสอนแบบปฏิบัติการต้องอาศัยสื่อการสอนเป็นหลัก สื่อต่างๆที่จะนำไปใช้ได้แก่

บทเรียนปฏิบัติการ (Laboratory Lesson) เป็นสื่อการเรียนที่ให้นักเรียนได้เรียนตามวิธีทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องทำตามข้อปฏิบัติ (Laboratory Direction) ทำการทดลองบันทึกข้อมูลแล้วสรุปหาข้อความจริง สูตร กฎเกณฑ์ต่างๆจากข้อมูลเหล่านั้นด้วยตนเอง

บัตรงาน (Work Card, Work Sheet) เป็นสื่อการสอนที่ฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะในการคำนวณ เป็นการนำความรู้จากข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีต่างๆไปใช้หลังจากนักเรียนได้เรียนเนื้อหาแล้ว ในบัตรงาน จะระบุรายการดังต่อไปนี้ คือ เนื้อหา โจทย์ที่จะให้นักเรียนทำและให้นักเรียนคิดสร้างโจทย์เองแล้วหาคำตอบ

บัตรปัญหา (Problem Card) เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาต่างๆซึ่งบัตรปัญหานี้จะใช้กับนักเรียนบางคนหรือบางกลุ่มที่ทำงานเสร็จก่อน รอครูตรวจงานซึ่งอาจจูงใจเพราะนักเรียนไม่มีกิจกรรมการเรียน การให้นักเรียนทำบัตรปัญหาเองนับเป็นกิจกรรมเสริมความรู้อย่างหนึ่งด้วย

4. การจัดการ

การจัดการในการสอนแบบปฏิบัติการ ได้แก่ การจัดชั้นเรียน การสั่งงาน (Assignment) ให้นักเรียนเข้าใจถึงงานที่จะต้องทำว่าเขาจะต้องทำอะไร อย่างไร เมื่อใด รวมทั้งวางแผนเตรียมงานเพื่อสำหรับนักเรียนที่ทำงานที่สั่งไว้เสร็จเรียบร้อยแล้วการจัดการมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

สำรวจสื่อที่จะใช้ว่าในเนื้อหานั้นๆจะใช้สื่ออะไรบ้าง จะใช้ตอนไหนและจะใช้เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มย่อย ครูต้องจัดเตรียมให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

วางแผนสำหรับการสั่งงาน ครูควรเขียนแผนผังการปฏิบัติการติดไว้ให้นักเรียนดูล่วงหน้าก่อนวันปฏิบัติการหรืออัดสำเนาแจกนักเรียนไว้เป็นคู่มือ กรณีที่นักเรียนทำงานกลุ่ม ต้องคิดว่าแบ่งกลุ่มอย่างไร จัดชั้นอย่างไร

จัดที่สำหรับส่งบทเรียน พร้อมอุปกรณ์ (Task Station)

5. การรายงานผล และการประเมินผล

ครูต้องมีการวางแผนว่า จะตรวจงานอย่างไร จะให้นักเรียนอภิปรายรายงานคิดหาเหตุผลหรืออย่างอื่น การประเมินผลนั้นต้องประเมินจากกระบวนการและวิธีคิดของนักเรียนด้วย หากข้อสรุปของนักเรียนไม่ถูกต้อง ครูควรจะได้รับรู้วิธีคิด เหตุผลของนักเรียนและชี้แจงให้นักเรียนรู้ว่านักเรียนผิดพลาดอย่างไรหรือชี้แนะเพิ่มเติม เสริมความรู้บางอย่างที่นักเรียนบกพร่อง เพื่อช่วยให้นักเรียนหาข้อสรุปได้ถูกต้อง นอกจากนี้ควรคำนึงถึงความก้าวหน้าของนักเรียนในการเรียนแบบปฏิบัติการนับเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลด้วย เพื่อให้นักเรียนเกิดกำลังใจในการเรียน

อารีย์ ศรีเดือน (2547: 15 – 16) ได้กล่าวว่า การวางแผนการสอนแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์นั้น ควรเริ่มตั้งแต่เลือกเนื้อหาที่เหมาะสมที่จะใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ กำหนดความสามารถที่ต้องการฝึกกับผู้เรียน การจัดทำสื่อการเรียนการสอน จัดกิจกรรมในห้องเรียนอย่างเหมาะสมและสุดท้ายประเมินกระบวนการและวิธีคิดของนักเรียน

จากแนวความคิดการวางแผนการสอนแบบปฏิบัติการดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวางแผนการสอนแบบปฏิบัติการนั้น ควรเริ่มตั้งแต่เลือกเนื้อหาที่เหมาะสมที่จะใช้สอนแบบปฏิบัติการ กำหนดความสามารถที่ต้องการฝึกกับผู้เรียน จัดทำสื่อการเรียนการสอน จัดกิจกรรมในห้องเรียนอย่างเหมาะสม และประเมินกระบวนการและวิธีคิดของนักเรียน

2.7 ขั้นตอนการดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการ

โคปแลนด์ (Copeland. 1974: 351) ได้เสนอถึงขั้นตอนการดำเนินการสอนแบบปฏิบัติการว่าให้เริ่มจากการแจกบัตรสั่งการ (Assignment Card) ให้ผู้เรียนซึ่งบัตรนี้จะบอกขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรม เช่น ให้อัด เปรียบเทียบ จัดเข้าพวก ขึ้นต่อไปให้นักเรียนเสนอผลการทดลองเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ตามที่บัตรสั่งการกำหนดไว้ หลังปฏิบัติการทดลองให้นักเรียนเสนอผลการทดลองและอภิปรายปัญหาที่ครูเตรียมไว้โดยใช้ความรู้จากการทดลอง ภายหลังอภิปรายปัญหาจนค้นพบคำตอบ ข้อสรุป ก็ให้บันทึกคำตอบในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ

ยุพิน พิพิธกุล (2523: 82) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ ไว้ดังนี้

1. ขั้นนำ (Introduction Step) เป็นขั้นตอนการปฐมนิเทศเพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการสอนแบบปฏิบัติการ โดยครูจะต้องเตรียมทุกอย่างให้พร้อมและให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจนว่าจะต้องทำอะไร โดยใช้เอกสารแนะนำแนวทางหรือคู่มือปฏิบัติการเป็นเครื่องมือ

2. ขั้นปฏิบัติการ (Work Period) เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการทดลอง อาจจะทดลองเดี่ยวหรือกลุ่มย่อยก็ได้ตามคำสั่งโดยใช้สื่อที่ครูกำหนดให้มีการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ นักเรียนจะต้องสังเกตกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นด้วย

3. ขั้นสรุป (Culminating Activities)

เสนอผลการปฏิบัติ เป็นการสรุป อธิบายการทดลอง รายงานข้อมูลและแสดงวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

วัดและประเมินผล โดยวิธีการสังเกตการปฏิบัติงาน การอภิปราย การสรุปผล ความพร้อมในการปฏิบัติงานกลุ่ม นอกจากนี้ยังประเมินจากกระบวนการในการปฏิบัติงานอีกด้วย

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543: 177) กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการ ไว้ดังนี้

1. ขั้นปฐมนิเทศและสร้างความสนใจ ในขั้นนี้เป็นการพิจารณาธรรมชาติของงาน จุดมุ่งหมาย และการวางแผนงาน ความเข้าใจแจ่มแจ้งในสิ่งที่จะทำ จะช่วยไม่ให้ผู้เรียนต้องเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์

2. ขั้นปฏิบัติการ ผู้เรียนทุกคนอาจทำงานปัญหาเดียวกัน หรือคนละปัญหาก็ได้ในช่วงนี้จะเป็นการทำงานภายใต้การนิเทศ ความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการจัดมอบหมายหรือเวลาในการทำงานให้

3. ชั้นสรุปกิจกรรม อาจใช้การอภิปราย การรายงาน การจัดนิทรรศการผลงานและอธิบายเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือการค้นพบของผู้เรียน

ทั้งนี้ บารุง กัตติเจริญ และฉวีวรรณ กินาวงศ์ (2527: 113) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. การทดลอง (Experimental Type) มีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความรู้และเกิดทักษะในการสอบสวนค้นคว้าขั้นตอนของการดำเนินการวิเคราะห์และการพิสูจน์ปัญหา
2. การสังเกต (Observational Type) มีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักการสังเกตในการเลือกการดำเนินการและการบันทึกเหตุการณ์ เนื่องจากความแตกต่างของความรู้เกิดความแตกต่างของการสังเกต

จากขั้นตอนการดำเนินการและกระบวนการในการสอนแบบปฏิบัติการ ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสอนแบบปฏิบัติการมี 3 ขั้นตอนด้วยกัน

1. ขั้นนำ เป็นการสร้างความสนใจผู้เรียนและการทำความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติการ
2. ขั้นปฏิบัติการ เป็นการดำเนินกิจกรรมตามที่วางแผนไว้
3. ข้อสรุป เป็นการนำเสนอผลงานการอภิปรายผลการปฏิบัติการและนักเรียนได้ทำใบกิจกรรม แบบทดสอบ เป็นต้น และมีการประเมินผลให้กับผู้เรียน

2.8 การจัดกลุ่มในการสอนแบบปฏิบัติการ

นักการศึกษาได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับการจัดกลุ่มในการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

โคปแลนด์ (Copeland. 1974: 329 – 331) กล่าวว่า การปฏิบัติกิจกรรมของการสอนแบบปฏิบัติการนั้น มีทั้งเป็นรายบุคคลและกลุ่มย่อย งานที่ทำเป็นรายบุคคลนั้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนมีอิสระที่จะพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเอง ส่วนการทำงานกลุ่มย่อยจะสนองความต้องการทางด้านสังคม ความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เรียนรู้การอยู่ร่วมกันและการได้แสดงความคิดเห็น เป็นการส่งเสริมพัฒนาการด้านการพูด

ดุนน์ และดุนน์ (Dunn; & Dunn. 1976: 64) กล่าวถึง จำนวนสมาชิกที่เหมาะสมในการจัดกลุ่มย่อยว่าจำนวนสมาชิกที่จัดเข้ากลุ่มเพื่อปฏิบัติกิจกรรมในลักษณะกลุ่มย่อย ควรเป็น 4 – 5 คน

ลาวัลย์ พลกล้า (2523: 17) กล่าวว่า ในการจัดนักเรียนให้เรียนแบบกลุ่มปฏิบัติการ ถ้าเป็นกลุ่มย่อยควรมีสมาชิก 2 – 4 คน ไม่ควรเกิน 4 คน

อารีรัตน์ สุตเกตุ (2529: 17) กล่าวว่า การปฏิบัติกิจกรรมในกลุ่มย่อยเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกความร่วมมือกับกลุ่มในการปฏิบัติงาน และได้แสดงความคิดเห็นในกลุ่มของตน กลุ่มที่สมาชิกมาก ทำให้มีการแบ่งงานกันทั่วถึง นักเรียนทุกคนมีโอกาสร่วมกิจกรรม การจัดกลุ่มแบบคณะที่มีทั้งนักเรียนที่เรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อนนั้นเป็นการส่งเสริม ให้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

และทำให้การดำเนินการเรียนการสอนไม่ติดขัด เพราะนักเรียนแต่ละกลุ่มจะทำกิจกรรมเสร็จในเวลาไล่เลี่ยกัน

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548: 37) กล่าวว่า ควรจัดกลุ่มย่อยให้มีสมาชิก 2 – 5 คน เพราะนักเรียนจะได้แบ่งงานกันได้อย่างทั่วถึงร่วมกันทำทุกคนและควรมีการจัดกลุ่มแบบคละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อที่จะให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

จากการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกลุ่มในการสอนแบบปฏิบัติการ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดกลุ่มที่ดีควรจัดกลุ่มย่อยให้มีสมาชิก 2 – 5 คน เพราะจะได้แบ่งนักเรียนและแบ่งงานกันได้อย่างทั่วถึงร่วมกันทำทุกคน งานที่ทำเป็นรายบุคคลนั้นควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนมีอิสระที่จะพัฒนาความคิดของตนเอง และควรมีการจัดกลุ่มแบบคละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อที่จะให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและการอยู่ร่วมกันในสังคม

2.9 คุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ

คิตต์และคนอื่น ๆ (Kidd & Others. 1970: 172 – 178) ได้สรุปคุณค่าของการสอนแบบปฏิบัติการต่อวิชาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. ช่วยให้ครูได้ใช้วัสดุเพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียน การที่ได้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสภาพแวดล้อมจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และซาบซึ้งถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์
2. ช่วยในการสื่อความหมายให้นักเรียนเข้าใจได้ นักเรียนได้จับต้องวัสดุ ซึ่งวัสดุและกิจกรรมจะเชื่อมโยงไปถึงสัญลักษณ์ นักเรียนจะมีความสามารถในการสื่อความหมายที่เป็นนามธรรมมากขึ้น
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประสบผลสำเร็จในการปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนจะเห็นคุณค่าของตัวเองมากขึ้น ไม่กลัวความผิดพลาดและความล้มเหลว
4. ช่วยให้ครูได้ศึกษานิสัยในการทำงาน และความคิดของนักเรียน จากการทดลองแก้ปัญหา
5. สร้างแรงจูงใจแก่นักเรียนในการปรับปรุงสมรรถภาพด้านทักษะและมโนคติทางคณิตศาสตร์ จากการปฏิบัติที่ประสบผลสำเร็จ

ลาวัลย์ พลกล้า (2523: 3) ได้สรุปคุณค่าของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ดังต่อไปนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นๆ เกิดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการหากระบวนการและวิธีการต่างๆ
2. นักเรียนจะสามารถโยงคณิตศาสตร์เข้ากับโลกภายนอกห้องเรียน หรือชีวิตจริง เพราะคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนนั้น นักเรียนเรียนจากกิจกรรมที่ปฏิบัติจริงทำให้เกิดมโนภาพในเรื่องนั้นๆ นักเรียนจะรู้สึกว่าคุณคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสืกลับสำหรับเขา

3. การเรียนจากการปฏิบัติจริงนักเรียน จะเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ทำให้เกิดความสามารถในการถ่ายโยง (Transfer) การเรียนรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่พึงประสงค์อย่างยิ่งของการศึกษา

4. บรรยากาศในชั้นเรียนจะเป็นแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนไม่มีโอกาสนั่งฟังกลางวันคิดเรื่องต่างๆนอกเรื่องเรียน นักเรียนทุกคนต้องคิดต้องทำ ถ้าทำเป็นกลุ่มย่อยต้องมีกรแสดงความคิดเห็นรับผิดชอบต่องานของตนและของกลุ่ม

5. การเรียนแบบปฏิบัติการทำให้นักเรียนอยู่ในบรรยากาศที่ไม่เคร่งเครียดทำให้นักเรียนมีทัศนคติเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

6. เปิดโอกาสในการนำปัญหาต่างๆมาให้นักเรียนคิดโดยอาศัยวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เป็นเครื่องช่วยในการวิเคราะห์โจทย์นั้นให้เป็นรูปธรรมหรือกึ่งรูปธรรมให้เกิดภาพพจน์ เข้าใจปัญหาโจทย์

7. ช่วยเร้าให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา

8. เสริมสร้างทักษะในการคิดคำนวณ

จากการศึกษาคุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า คุณค่าหรือประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการนั้น เป็นการเปิดโอกาสในการนำปัญหาต่างๆ มาให้นักเรียนได้คิด โดยอาศัยวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหานั้นให้เป็นรูปธรรมหรือกึ่งรูปธรรม ทำให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจนและเร้าความสนใจในการแก้ปัญหาของนักเรียน

2.10 ข้อดีข้อเสียของการสอนแบบปฏิบัติการ

การสอนแบบปฏิบัติการหรือการสอนแบบทดลอง นับว่าเป็นการสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง และได้รับผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านในสถานการณ์เหมือนชีวิตจริง ซึ่งมีความสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้หลายประการ เช่น เป็นการเรียนจากรูปธรรมไปหานามธรรม และเป็นการเรียนรู้โดยการกระทำ นอกจากนั้นการสอนแบบปฏิบัติการยังเหมาะสมในการสร้างบุคลิกภาพบางอย่างให้นักเรียน เช่น ไม่เชื่อคำบอกกล่าวหรือข้อความต่างๆที่ได้ยินได้ฟังง่ายเกินไปโดยไม่มีหลักฐาน ซึ่งเป็นการปลูกฝังให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล ชอบพิสูจน์ ทดลองค้นคว้าหาความจริงต่างๆ ดังนี้

จอห์นสัน และไรซิง (Johnson & Rising. 1969: 302) กล่าวถึงการสอนแบบปฏิบัติการมีข้อดีดังนี้

1. นักเรียนได้ฝึกทักษะตามความสามารถของแต่ละคน
2. ได้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ
3. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
4. ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้
5. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม นักเรียนแต่ละคนได้คิด ได้เก็บข้อมูล เล่นเกมหรือทดลอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียน

ไฮเมอร์ และทรูบลัด (Heimer & Trueblood. 1977: 29) กล่าวว่าการสอนแบบปฏิบัติการมีข้อดีอย่างน้อย 2 ประการ คือ

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จากการปฏิบัติกิจกรรม
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้

สิริ (ยุพิน พิพิธกุล. 2523: 87 – 88; อ้างอิงจาก Sidhu. 1982. *The Teaching of Mathematics*. p. 93) ได้กล่าวถึงข้อดีในการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนสนใจเพราะได้ทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง
2. การสอนแบบปฏิบัติการยึดหลักจิตวิทยาสองประการ คือ การเรียนรู้จากรูปธรรมไปหานามธรรมและการเรียนโดยการกระทำ

3. นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
4. ทำให้นักเรียนมีอิสระในการทำงานและเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง
5. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักประสานงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
6. เมื่อนักเรียนปฏิบัติแล้วประสบความสำเร็จก็จะทำให้มีกำลังใจในการเรียน
7. นักเรียนจะใช้มือได้คล่องแคล่วขึ้นเพราะต้องจับเครื่องมือ และวัสดุต่างๆ
8. นักเรียนได้เป็นประโยชน์ในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้
9. เนื้อหาบางเรื่องนักเรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้นด้วยการปฏิบัติ

ถึงแม้ว่าการสอนแบบปฏิบัติการจะมีประโยชน์และข้อดีต่างๆหลายประการ ดังกล่าวข้างต้น แต่การสอนแบบนี้ก็ยังมีข้อจำกัดบางประการ ดังที่สุวัฒนา อุทัยรัตน์ (2526: 113) ได้กล่าวไว้ว่าไม่มีวิธีสอนใดที่จะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดที่จะนำไปใช้ได้ดีเสมอ การเลือกวิธีการสอนนั้นต้องขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่จะสอน

ยุพิน พิพิธกุล (2523: 88) ได้กล่าวถึงข้อเสียของการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ ดังนี้

1. ไม่สามารถใช้ได้กับทุกบทเรียน เพราะบางบทเรียนใช้วิธีนี้จะทำให้เสียเวลามาก
2. ทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในด้านการค้นพบความจริงมากกว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. ถ้าครูต้องเตรียมเครื่องมือหลายชุด บางโรงเรียนอาจจะไม่สามารถจัดหาได้
4. นักเรียนอาจจะไม่ประสบผลสำเร็จถ้าคำแนะนำไม่ชัดเจนพอหรือเครื่องมือที่เตรียมมาไม่เหมาะสม
5. ไม่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
6. ถ้าครูวางแผนและชี้แจงไม่ดี นักเรียนอาจจะเล่นเครื่องมือที่ใช้ทดลองนั้น ๆ มากกว่าจะค้นหาความจริงชั้นเรียนใหญ่ๆ จึงไม่เหมาะเพราะครูจะต้องเอาใจใส่นักเรียนเป็นรายบุคคล
7. นักเรียนที่เรียนอ่อนไม่สามารถจะค้นพบความจริงจากการทดลองบางเรื่องนอกจากจะเป็นเรื่องง่าย
8. นักเรียนอาจจะลอกผลการทดลองกัน ซึ่งครูจะต้องระมัดระวัง

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับข้อดีข้อเสียของการสอนแบบปฏิบัติการ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า

1. ข้อดีของการสอนแบบปฏิบัติการ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะความสามารถของแต่ละบุคคล ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง
2. ข้อเสียของการสอนแบบปฏิบัติการ ใช้ได้บางบทเรียน การปฏิบัติกิจกรรมเหมือนกันทุกชั่วโมงอาจทำให้นักเรียนเบื่อในการเรียน สื่อการเรียนบางอย่างอาจไม่เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมนั้น ครูต้องเตรียมเครื่องมือหลายชุด บางโรงเรียนอาจจะไม่สามารถจัดหาได้ ครูดำเนินการทำกิจกรรมไม่น่าสนใจนักเรียนอาจจะเล่นอุปกรณ์มากกว่าเรียน นักเรียนที่เรียนอ่อนไม่สามารถค้นพบด้วยตนเอง และนักเรียนบางคนอาจจะลอกผลการทดลองได้

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการ

งานวิจัยต่างประเทศ

คอร์วิน (Corwin. 1978: 6584 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการ และมีการพับกระดาษเป็นรูปทรงเรขาคณิตเป็นเครื่องช่วยการสอนแบบบรรยายและอภิปราย มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงการตอบสนองของครูที่มีต่อการสอนแบบปฏิบัติการ การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยครู 8 คน โดยครูแต่ละคนสอนนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนแบบปฏิบัติการ อีกกลุ่มหนึ่งสอนโดยวิธีบรรยายและอภิปราย ผลการวิจัยพบว่าเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนอกจากนี้ยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติมีความสัมพันธ์กันทางบวก สำหรับครูนั้นพบว่ามีความเจตคติในทางบวกต่อการสอนแบบปฏิบัติการ ทั้งครูและนักเรียนรู้สึกว่าการใช้เทคนิคพับกระดาษเป็นรูปทรงเรขาคณิตช่วยให้เห็นภาพพจน์และเข้าใจมนต์ได้ดี

เดจาร์เน็ท – ออนดรัส (Dejarnette – Ondrus. 1978: 3432 – A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการสลับกับการสอนตามปกติกับการสอนแบบบรรยาย – อภิปรายตลอดทั้ง 5 วัน กลุ่มทดลองมีนักเรียน 18 คน ให้เรียนจากการสอนแบบปฏิบัติการสัปดาห์ละ 2 วัน อีก 3 วันเรียนจากการสอนแบบบรรยาย-อภิปราย ใช้เวลาในการทดลอง 23 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ซัคเกอร์ (Sucker. 1978: 2814 – A) ได้ทำการศึกษาผลการสอนเรขาคณิต โดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการซึ่งนักเรียนได้เรียนในห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าการสอนแบบปฏิบัติการเป็นวิธีสอนที่ทำให้การเรียนเรขาคณิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เบลานท์ (Blount. 1980: 1990 – A) ได้ทำการศึกษาผลการสอนในห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อเสริมการสอนปกติในชั้นเรียน โดยศึกษาในแง่ของเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทำการทดลอง กับ นักศึกษาปีที่ 1 จำนวน 166 คน ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนปกติในชั้นเรียนมีผลต่อเจตคติในทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปกติ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นไม่แตกต่างกัน

ชีแลค (Schielack. 1988: Online) ได้ทำการศึกษาการเรียนแบบร่วมมือ กับวิธีการสอนแบบปฏิบัติการในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษาในอนาคต ในการศึกษาค้นคว้านี้ได้ ออกแบบการสอน 3 แบบ ได้แก่ การบรรยายกับการสาธิต การบรรยายกับการปฏิบัติการ และการบรรยายกับการปฏิบัติการควบคู่กับการเรียนแบบร่วมมือ โดยวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากนักเรียนที่คัดเลือกมาซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มที่เรียนคณิตศาสตร์และกลุ่มที่ไม่เรียนคณิตศาสตร์แล้วทดลอง พบว่าการสอนวิธีบรรยายกับการปฏิบัติที่ไม่มีการเรียนแบบร่วมมือแตกต่างกัน วิธีการสอนแบบบรรยายกับแบบสาธิตมีผลน้อยกว่าวิธีบรรยายและวิธีปฏิบัติการแบบร่วมมือ และการสอนวิธีปฏิบัติการแบบร่วมมือไม่มีผลต่อผู้ที่เรียนคณิตศาสตร์ ในบางกรณีมีผลมากกว่านักเรียนที่ไม่เรียนคณิตศาสตร์ จากงานวิจัยนี้จะเห็นว่ากิจกรรมแบบปฏิบัติการไม่ใช่ว่าการจัดกลุ่มอภิปรายหรือนำเสนอที่ชัดเจน ไม่ได้ส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ในผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ แต่จากประสบการณ์ในห้องปฏิบัติการทำให้ผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นพิเศษได้พัฒนาความเข้าใจของพวกเขา

บรานด์สมา (Brandsma. 2000: Online) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ใช้การสอบวัดความเข้าใจของนักเรียนประถมศึกษาที่เรียนสถิติเบื้องต้นโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการเลือกนักเรียนมาจากนักเรียนประถมศึกษา 2 โรงเรียนที่มีการเรียนสถิติเบื้องต้น แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุม 38 คน และกลุ่มทดลอง 40 คน กลุ่มทดลองได้เข้าร่วมกิจกรรมและวิเคราะห์ข้อมูล 10 แบบ ซึ่งอยู่ในการดูแลควบคุมของครู ผลการวิจัยเชิงปริมาณพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีเกรดดีขึ้นจากการสอบ 1 ใน 3 ครั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความเข้าใจความคิดรวบยอดจากเกณฑ์ 7 อย่างที่ใช้วัดโดยการประเมินผลทางสถิตินักเรียนเกิดความคิดรวบยอดรวบรวมข้อมูลและผลที่ได้ร่วมกับเพื่อนในชั้น จากการประเมินเจตคติและความเชื่อถือของนักเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

ปัทมา เรียววิศิษฐ์สกุล (2526: 56 – 57) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียน เรื่อง เส้นตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติโดยครูประจำชั้นเป็นผู้สอน ผลการศึกษาปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนปกติไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

วรรณ เฉลิมพรพงศ์ (2526: 22) ได้ศึกษาผลการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้พื้นฐานเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนปกติ โดยกลุ่มทดลองเป็นผู้วิจัยเป็นผู้สอน ส่วนกลุ่มควบคุมครูประจำชั้นเป็นผู้สอน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันที่ ระดับนัยสำคัญ .05

สุนทรี ดิษฐลักษณะ (2529: 56 – 57) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนคณิตศาสตร์โดยการสอนแบบปฏิบัติการและการสอนตามคู่มือครู กลุ่มทดลองเรียนด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการและกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปฏิบัติการและการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่อง ในการคิด ความคิดที่ยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ทั้งของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อารีรัตน์ สุดเกตุ (2529: 66) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติในวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิธีสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนตามแผนการสอนของกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ 4 กรุงเทพมหานคร กลุ่มทดลองเรียนด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการและกลุ่มควบคุมเรียนแผนการสอนของกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ 4 กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่เจตคติต่อวิธีสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อเนก สุตจางค์ (2531: 67 – 69) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันโดยการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ระดับความสามารถแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนที่มีความสามารถสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถปานกลางและต่ำ และความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อารีย์ คำปล้อง (2536: 44) ได้ศึกษาผลการสอนแบบปฏิบัติการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการและนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการสูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

กฤษฎา ศรีชนะ (2537: 74) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปทรงเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านตุม อำเภอสรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับวิธีการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ณยศ สงวนสิน (2547: 54) ได้ทำการวิจัยการสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคการสอนแบบอุปนัย - นิรนัย เรื่องพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมปฏิบัติการโดยใช้เทคนิคการสอนแบบอุปนัย - นิรนัย เรื่อง พหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

อรทัย ศรีอุทธา (2547: 59) ได้ทำการวิจัยชุดกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากใช้ชุดกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

นิพนธ์ ฝ่ายบุญ (2548: 57) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมโดยใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมโดยใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548: 89) ได้ทำการวิจัยชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์ ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมโดยใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์ อยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวข้องกับการสอนแบบปฏิบัติการข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการทำให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดในการเรียนคณิตศาสตร์ สามารถสร้างขั้นตอนการพิสูจน์หรือทฤษฎีมีเหตุผลในการแก้ปัญหา โดยการฝึกปฏิบัติด้วยตนเองมีความคิดสร้างสรรค์และเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอด

3.1 ความหมายของความคิดรวบยอด

คำว่า “ความคิดรวบยอด” มาจากคำภาษาอังกฤษว่า “Concept” ซึ่งคำๆ นี้ยังมีนักการศึกษาของไทยได้พยายามหาคำแปลให้มีความหมายให้ตรงกับศัพท์เดิมให้มากที่สุด ได้แก่ ความคิดรวบยอด สังกัป มโนทัศน์ มโนคติ มโนภาพ เป็นต้น ส่วนความหมายนั้นการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดไว้ดังนี้

มาโตเรลลา (Martorella. 1972: 2 – 3) กล่าวว่าไว้ว่า ความคิดรวบยอด คือ

1. การจัดลำดับชั้นของประสบการณ์ที่เป็นระเบียบ
2. ขอบข่ายของความสัมพันธ์ทางปัญญา ซึ่งนำมาจัดลำดับชั้นหรือจัดประเภทซึ่งไม่เพียงแต่จะจำแนกวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เราประสบ ถึงแม้เราจะเผชิญกับสิ่งใหม่ ๆ หรือประสบการณ์เก่า ๆ เราจะนำความคิดรวบยอดทั้งเก่าและใหม่มาสัมพันธ์กันในการแก้ปัญหา

กู๊ด (Good. 1973: 124) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ความคิดรวบยอดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบหรือลักษณะร่วมกันที่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มหรือเป็นพวกได้
2. ความคิดทั่วไปเชิงนามธรรมเกี่ยวกับ สภาพการณ์ หรือวัตถุ
3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิด หรือภาพความคิด

เดอเซกโก (DeCecco. 1974: 230) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอด คือ กลุ่มของสิ่งเร้า (สิ่งแวดล้อม) หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะร่วมกัน สิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์เหล่านั้นอาจเป็นวัตถุสิ่งของซึ่งเป็นนามธรรมอื่นๆ ก็ได้

กู๊ดวินและคลอสไมเออร์ (วนิดา มณีวรรณ. 2534: 11; อ้างอิงจาก Goodwin and Klausmeier. n.d.) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดจะบอกให้เราทราบถึงคุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการซึ่งทำให้เราแยกสิ่งต่าง ๆ นั้นออกจากสิ่งอื่น ๆ ได้และในขณะที่เดียวกันก็สามารถเชื่อมโยงเข้ากับสิ่งของประเภทเดียวกันได้ เราสามารถพูดถึงได้เป็น 2 ลักษณะคือ

1. Mental Construct เป็นความคิดรวบยอดที่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์การเรียนรู้ โดยเฉพาะของแต่ละบุคคลซึ่งจะมีอิทธิพลต่อการที่คนจะคิดกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว

2. Public Entity ได้แก่ความหมายของคำต่าง ๆ ที่จะพบในพจนานุกรม สารานุกรม และตามหนังสือต่าง ๆ ซึ่งความหมายเหล่านี้จะเป็นที่รับรู้ร่วมกันในกลุ่มคนที่พูดภาษาเดียวกัน

จรูญ มิลินทร์ (2505: 14) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด (Idea) ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างกว้างๆหรือรวม (Generalization) ไม่เจาะจงต่อสิ่งนั้นโดยเฉพาะ

ก้อ สวัสดิพาณิษฐ์ (2514: 126) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดรวบยอดเป็นความเข้าใจและความคิดสุดท้ายของคนคนหนึ่งซึ่งมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

สุชา จันท์เอม และสุรางค์ จันท์เอม (2515: 142) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ลักษณะที่ใช้แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่างๆหลาย ๆ อย่างที่มีความหมายรวมกันอยู่อย่างหนึ่ง

จำนง พรายแยมแห (2516: 47) ได้กล่าวว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง การเกิดมโนภาพขึ้นในความคิดของบุคคลด้วยวิธีการรวบรวมความรู้ต่างๆที่เคยเรียนมาแล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นความคิดขั้นสุดท้ายให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ชัยพร วิชชาวุธ (2519: 1) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ประเภทสิ่งของการกระทำหรือความคิด สิ่งมีชีวิตเป็นความคิดรวบยอดเพราะเป็นสิ่งของประเภทหนึ่ง ความขยันเป็นความคิดรวบยอดเพราะหมายถึงการกระทำประเภทหนึ่ง ในทำนองเดียวกันลัทธิการเมืองเป็นความคิดรวบยอดเพราะความคิดประเภทหนึ่ง

พรรณทิพย์ ม้ามณี (2520: 8) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนการสอน ความเข้าใจตนเอง การรู้จักนำเอาข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆที่เรียนรู้อาสมพันธ์กัน

เมธี ลิ้มอักษร (2520: 4) ได้กล่าวว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง การสรุปรวบยอดคุณสมบัติที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งที่เราได้ประสบพบเห็นแล้วสามารถกำหนดสัญลักษณ์หรือคุณสมบัติดังกล่าวได้

วารินทร์ สายโอบเชื้อ และสุนี ธีรดากร (2528: 103) ได้กล่าวว่า ความคิดรวบยอดเป็นความคิดขั้นสุดท้ายของคนเราที่มีต่อกลุ่มของสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์ต่างๆซึ่งมีลักษณะเฉพาะร่วมกัน

ยงยศ พุทฺธิให้ (2543: 11) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ความคิดความเข้าใจซึ่งเป็นความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่จะทำให้บุคคลสามารถช้บอกสิ่งเร้าแล้วจัดเข้าเป็นพวก โดยอาศัยลักษณะร่วมบางประการของสิ่งเร้าที่นั้นอาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์หรือบุคคลได้

สุรียา รัตนพลที (2545: 9) กล่าวว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นๆหลายๆแบบแล้วใช้ลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันและสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้

พรพิมล ยังฉิม (2546: 9) กล่าวว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่จะเข้าใจลักษณะร่วมกัน สามารถจำแนกหรือสรุปรวมเป็นกลุ่มหรือเป็นพวกได้ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ

จากความหมายดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สามารถสรุปได้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากการได้เรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์ทั้งในทางตรงและทางอ้อมที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นๆหลายๆแบบแล้วใช้ลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันแล้วสรุปเป็นความคิดความเข้าใจของตนเอง และสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้

3.2 ประเภทของความคิดรวบยอด

บรูเนอร์ และคณะ (Bruner, et al. 1957: 41 – 43) ได้จำแนกความคิดรวบยอดเป็น 3 ประเภท คือ

1. ความคิดรวบยอดร่วมลักษณะ (Conjunctive Concept) คือความคิดรวบยอดที่เกิดจากการมีส่วนร่วมกันของลักษณะเฉพาะ (Attributes) ตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไปเช่น สมุดสีเขียว ดอกไม้สีแดง สุนัขขนยาวสีขาวและสิ่งเร้าที่พบเห็นทั่วไปมีลักษณะร่วมกัน ได้แก่ รูปร่าง ขนาดสี เป็นต้น ความคิดรวบยอดต่างๆ ที่เราค้นเคยในชีวิตประจำวันมักเป็นความคิดรวบยอดร่วมลักษณะ

2. ความคิดรวบยอดแยกลักษณะ (Disjunctive Concept) คือความคิดรวบยอดที่เปิดโอกาสให้ตัดสินใจเลือกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างร่วมกันเช่นคำว่า “กา” อาจจะเป็นนกกาหรือกาต้มน้ำ หรือการจัดสัตว์สี่เท้าเข้าด้วยกัน เพราะเราแยกลักษณะตามจำนวนเท้า ๆ ที่เป็นสัตว์ต่างชนิดกัน

3. ความคิดรวบยอดเชิงสัมพันธ์ (Relative Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่ต้องอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกหรือส่วนของกลุ่มมาพิจารณาคุณลักษณะหรือคุณค่า ความคิดรวบยอดประเภทนี้ หากมองไม่เห็นส่วนที่สัมพันธ์กันแล้วจะทำให้การเรียนรู้ยากขึ้นตามลำดับ

เดอเซกโก (DeCecco. 1974: 231 – 293) แบ่งความคิดรวบยอดออกเป็นประเภทต่าง ๆ 3 ประเภท คือ

1. ความคิดรวบยอดชนิดเชื่อมโยงลักษณะ (Conjunctive Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่ประกอบด้วยคุณลักษณะประเภทต่าง ๆ ซึ่งปรากฏร่วมกันเป็นความคิดรวบยอดที่เกิดจากลักษณะตั้งแต่ 2 ลักษณะขึ้นไป เช่น ภูเขา มีลักษณะเฉพาะหลายอย่าง เช่น

รูปร่าง	-	ลักษณะกลมยาว
สี	-	เขียว, ฟ้า
ขนาด	-	ประมาณเท่าปลาไพล
นิสัย	-	ร่องไวกอบแลบลัน
พันธ์ุ	-	เป็นประเภทที่มีกระดูกสันหลัง

2. ความคิดรวบยอดชนิดแยกแยะลักษณะ (Disjunctive Concept) คือความคิดรวบยอดที่สามารถใช้ได้ตั้งแต่สองความหมายขึ้นไป จะหมายถึงอะไรก็ขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของผู้เลือก เช่น “หนู” อาจเป็นความคิดรวบยอดของสัตว์ชนิดหนึ่งหรือเป็นสรรพนามก็ได้ “เกม” อาจหมายถึงการเล่นประเภทหนึ่งหรือจบการแข่งขันก็ได้

3. ความคิดรวบยอดชนิดสัมพันธ์ (Relational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะ (Attribute) ของความคิดรวบยอดเช่น ความคิดรวบยอดของคำว่า “พ่อตา” เกิดจากความสัมพันธ์กันระหว่างลูกสาว (ของผู้เป็นพ่อ) แต่งงานกับกับชายคนหนึ่ง (ที่มาเป็นลูกเขย) หรือความคิดรวบยอดของระยะทาง (Distance) เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างจุดสองจุด

สุจินต์ วิทธีรานนท์ (2523: 94) ได้กล่าวถึงประเภทของความคิดรวบยอดไว้ดังนี้

1. ความคิดรวบยอดแสดงการแบ่งจำพวก เป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงขีดจำกัด ความ คำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติของสิ่งของ ปรากฏการณ์ กระบวนการหรือเหตุการณ์ เช่น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับแมลงเป็นสัตว์ที่มี 6 ขา มีปีก ลำตัวเป็นข้อปล้อง จัดเป็นความคิดรวบยอดแสดงการแบ่งจำพวก

2. ความคิดรวบยอดแสดงความสัมพันธ์ เป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของ เช่นความคิดรวบยอดที่แสดงว่าสูงกว่า ต่ำกว่าหรือระหว่าง เป็นต้น

3. ความคิดรวบยอดที่แสดงความรู้สึก ค่านิยมและอารมณ์ เป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงความรู้สึกค่านิยมและอารมณ์ เช่น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความอยาก رؤ้อยากเห็น ความตื่นเต้น ความสนใจใฝ่รู้ ความดี ความงาม

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523: 9 – 10) กล่าวว่าความคิดรวบยอดแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ความคิดรวบยอดที่มีลักษณะร่วมกันเป็นประเภทของความคิดรวบยอด ที่มีอยู่เป็นส่วนใหญ่ เรียนรู้ได้ง่ายมีลักษณะร่วมกันหลายอย่าง

2. ความคิดรวบยอดที่เป็นเชิงสัมพันธ์ ระหว่างสมาชิกหรือส่วนของกลุ่มมาพิจารณา ลักษณะหรือคุณค่าที่ผิดแผกแตกต่างกันแต่สมาชิกหรือส่วนประกอบมีความสัมพันธ์กันบางลักษณะ

3. ความคิดรวบยอดที่เป็นเชิงวิเคราะห์เป็นความคิดรวบยอดที่อยู่บนพื้นฐานของคุณลักษณะที่สังเกตได้จากส่วนของวัตถุสิ่งของเรื่องราวแต่ละอย่างภายในกลุ่มซึ่งละเอียดซับซ้อนกว่าความคิดรวบยอดสองประเภทที่กล่าวมาข้างต้น

ยงยศ พุทธให้ (2543: 14) ได้กล่าวถึงประเภทของความคิดรวบยอด หมายถึง ความคิดรวบยอดแสดงการแบ่งจำพวกโดยพิจารณาจากลักษณะที่รวมกันเป็นประเภท ความคิดรวบยอดแสดงความสัมพันธ์ ความคิดรวบยอดเชิงวิเคราะห์ซึ่งเป็นความรู้สึกรวมภายใน เช่น อารมณ์ ค่านิยม เป็นต้น

พรพิมล ยังฉิม (2546: 12) ได้กล่าวถึงประเภทของความคิดรวบยอด หมายถึง ความคิดรวบยอดที่เป็นลักษณะร่วม ความคิดรวบยอดแสดงความสัมพันธ์ ความคิดรวบยอดแบบแยก ลักษณะ ความคิดรวบยอดเชิงวิเคราะห์

จากความหมายดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปประเภทของความคิดรวบยอดได้ 3 ประเภท คือ ความคิดรวบยอดแสดงการเชื่อมโยง เป็นลักษณะความคิดรวบยอดที่เกิดจากลักษณะตั้งแต่ 2 ลักษณะขึ้นไป ความคิดรวบยอดแสดงความสัมพันธ์ เป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของต่างๆ และความคิดรวบยอดเชิงวิเคราะห์ เป็นความคิดรวบยอดที่อยู่บนพื้นฐานของคุณลักษณะซึ่งละเอียดซับซ้อนยิ่งขึ้น

3.3 กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด

การสร้างความคิดรวบยอดเป็นกระบวนการทางจิตใจที่ซับซ้อนซึ่ง

แมคโดนัลล์ (McDonald. 1959: 105) ได้กล่าวถึง กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดไว้ว่า

1. สามารถแยกแยะ (Discrimination) คือ ต้องสามารถแยกความแตกต่างได้ เช่น แยกความแตกต่างอ่าว แม่น้ำ มหาสมุทร หรืออื่นๆได้
2. สามารถสรุปครอบคลุม (Generalization) เช่น ต้องสามารถนึกถึงลักษณะอ่าวที่เขาสร้างขึ้นไปใช้กับอ่าวอื่นได้

รัสเซลล์ (สมชาย ธีฎชนกุล. 2516: 21 – 22; อ้างอิงจาก Russell. 1956) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดเป็นผลมาจากการรับรู้ (Perception) ความจำ (Memory) จินตนาการ (Imagination) และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ทั้งภายนอกและภายในตัวบุคคล เช่น อารมณ์ ความต้องการ ความคิดรวบยอดจะเกิดขึ้นเมื่อมีการผสมประสานกัน (Integration) ระหว่างการแยกแยะ การย่อและสรุปรวบยอดในระหว่างที่มีการสัมผัส การทำงานของกล้ามเนื้อ ฯลฯ สิ่งต่างๆเหล่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดโครงสร้างของความคิดรวบยอดขึ้น

ก๊อ สวัสดิพาณิชย์ (2514: 126) ลงความเห็นว่าคุณคิดรวบยอดเกิดจากพฤติกรรมทางจิตใจดังนี้

1. สัญชาต เป็นพฤติกรรมทางจิตใจเบื้องต้นที่ทำให้เกิดความคิดรวบยอด กล่าวคือ การแปลความหมายจากการสัมผัส ทำให้มีความเข้าใจเป็นประการแรก แล้วทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ละเอียดถี่ถ้วน
2. ความจำ เมื่อเข้าใจแล้วก็เก็บไว้ในระบบความจำยิ่งจำได้มากเท่าไรก็มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้มาก
3. การคิดหาเหตุผล การสรุปผลเพื่อทำให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ย่อมต้องอาศัยการหาเหตุผลอย่างมากและย่อมต้องอาศัยความรู้เดิมคนที่มีความรู้เดิมมากย่อมคิดหาเหตุผลได้มากซึ่งจะทำให้เขามีความคิดรวบยอดได้สมบูรณ์
4. การจัดระบบความคิดให้เป็นหมวดหมู่ โดยแยกแยะให้เห็นข้อแตกต่างกับสิ่งอื่น สรุปให้เห็นความคล้ายคลึงกันของสิ่งของ

ยุพิน พิพิธกุล (2519: 23 – 26) ได้เสนอการสร้างความคิดรวบยอดไว้ดังนี้

1. นักเรียนจะต้องมีความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และพร้อมที่จะเรียนเรื่องใหม่ จากความรู้เดิมของเขา เขาจะสังเกตเห็นคุณสมบัติร่วม (Common Properties) ความสัมพันธ์แบบแผน โครงสร้างของความคิดสิ่งเหล่านี้จะประมวลเข้าทำให้เขานำไปสู่ข้อสรุปได้
2. นักเรียนจะต้องได้รับแรงจูงใจ (Motivation) หรือถูกกระตุ้นให้อยากเรียนมีความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ผู้เรียนจะต้องนึกอยู่เสมอว่าเขากำลังทำอะไร รู้สึกอย่างไร คิดอย่างไร การเรียนจะเป็นไปได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนนั้นได้ตอบสนองต่อภาพการเรียนและเขาจะตอบสนองก็ต่อเมื่อเขาคิด

3. นักเรียนจะต้องมีความสามารถที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การเกิดความคิดรวบยอดนั้นเป็นกระบวนการของปัญญา ซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรมเช่น การเห็น การสั่ง การอ่าน การเขียน การคำนวณ การคิด การลงมือทำ การใช้นามธรรม การใช้สัญลักษณ์ การสรุป นั้นหมายความว่า ความคิดรวบยอดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนสามารถทำสิ่งเหล่านั้น

4. นักเรียนจะต้องได้รับการแนะแนวเพื่อจะเป็นแรงจูงใจให้เขาเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนแบบลองผิดลองถูกอาจทำให้เกิดความท้อถอยเพราะเขาไปไม่ถึงจุดมุ่งหมายสักที

5. จะต้องจัดวัสดุอุปกรณ์อย่างถูกต้องและเหมาะสม เช่น ของจริง ภาพ แบบเรียน เป็นต้น

6. นักเรียนจะต้องมีเวลาเพียงพอสำหรับที่จะมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ในการที่นักเรียนจะเกิดความคิดรวบยอดนั้นจะต้องใช้เวลา การเรียนเป็นกระบวนการที่ค่อยๆพัฒนาไปที่ละน้อย การที่จะสร้างความคิดรวบยอดได้นั้นต้องอาศัยประสบการณ์ที่ต่างกัน

จากกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดได้ต้องมีการรับรู้สิ่งเร้าต่างๆโดยผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้าส่วนหรือหลายๆส่วนพร้อมกัน แล้วผ่านกระบวนการสมองในการจำแนกแยกแยะ ความคิด ความแตกต่างระหว่างความคิดรวบยอดที่มีอยู่เดิมกับความคิดรวบยอดใหม่ เพื่อหาความสัมพันธ์แล้วสรุปให้ครอบคลุมเป็นความคิดรวบยอดใหม่ อย่างไรก็ตามการที่จะมีกระบวนการคิดรวบยอดต่อสิ่งใดนั้น จะต้องมีการประสบการณ์ต่อสิ่งนั้นมากพอสมควร

3.4 ความสำคัญของความคิดรวบยอด

เดอเซกโก (DeCecco, 1974: 296 – 300) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของความคิดรวบยอดไว้ว่า

1. ช่วยลดความซ้ำซ้อนของสิ่งเร้า (สิ่งแวดล้อม) เพราะเป็นการจัดประเภทไว้แล้ว
2. ทำให้สามารถรู้จักวัตถุต่างๆที่อยู่รอบตัวเรา ทำให้รู้ว่าอะไร เป็นอะไร ช่วยแยกวัตถุหรือสถานการณ์ต่างๆหรือเหตุการณ์ต่างๆออกจากกัน เมื่อเราพบกับสิ่งเร้าต่างๆเราสามารถบอกได้ว่าสิ่งเร้านั้นเป็นพวกเดียวกันหรือไม่ โดยพิจารณาจากลักษณะเฉพาะที่เด่นๆของความคิดรวบยอดนั้น
3. ประหยัดเวลาในการเรียนรู้ ไม่ต้องเรียนสิ่งเร้านั้นซ้ำแล้วซ้ำอีก ไม่ต้องเรียนอะไรใหม่อยู่เรื่อย ๆ ไม่จำเป็นต้องพูดถึงอยู่ตลอดเวลา
4. เป็นตัวกำหนดทิศทางสำหรับกิจกรรม เป็นสิ่งแนะนำทางในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ความคิดรวบยอดช่วยให้เรารู้ล่วงหน้าว่าจะทำอะไรกับสิ่งต่างๆเราจะทำอะไรได้บ้าง รวมทั้งแก้ปัญหาต่างๆด้วย

5. ทำให้การเรียนการสอนดำเนินการไปได้ตามลำดับขั้น ทำให้ครูสามารถทำการสอนได้เพราะการเรียนจำเป็นต้องใช้ความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานและความคิดรวบยอดช่วยให้ครูผู้สอนคิดหาแนวทางในการจัดกิจกรรม

อาคม จันทสุนทร (2522: 47 – 50) ได้กล่าวถึงความสำคัญของความคิดรวบยอดไว้ว่า

1. ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีระบบไม่สับสน เรียนรู้ง่ายไม่ยุ่งยาก
2. ทำให้เกิดความประหยัดที่ไม่ต้องเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น
3. ทำให้สามารถนำความรู้ไปใช้ได้กว้างขวาง เสริมความรู้ต่อไปได้มากขึ้นและรวดเร็ว

พรพิมล ยงนิม (2546: 13) ได้กล่าวถึงความสำคัญของความคิดรวบยอดไว้ว่า ความคิดรวบยอดมีประโยชน์ต่อผู้เรียน เพราะความคิดรวบยอดนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีการคิดที่เป็นระเบียบไม่เกิดความซ้ำซากของความคิด รู้จักจัดหมวดหมู่ของความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับ ช่วยในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ในระดับสูงต่อไปทำได้ดีรวมทั้งนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ

จากความสำคัญของความคิดรวบยอด ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดมีประโยชน์ต่อความคิดต่างๆของผู้เรียนเพราะการรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ช่วยในการเินออกมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลาในการเรียนรู้ไม่ต้องเรียนรู้ใหม่ทุกครั้งที่เคยกับปัญหาหรือสภาพการที่เคยเกิดมาแล้วได้

3.5 ความหมายของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

รัสเซลล์ (Russell. 1956: 447) ได้ให้ความหมายของ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) คือ ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับจำนวนและการวัดซึ่งมีอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน

เบลล์ (Bell. 1981: 108) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดทางนามธรรมในการจัดกลุ่มสิ่งของหรือเหตุการณ์ใดที่เป็นตัวอย่างและไม่ใชตัวอย่าง เช่น คำว่า เซต สับเซต การเท่ากัน การไม่เท่ากัน รูปสามเหลี่ยม การเรียนรู้ความคิดรวบยอดอาจจะใช้บทนิยามหรือสังเกตโดยตรง เช่น ฟัง ดู จับต้อง อภิปราย หรือคิดจากสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใชตัวอย่าง และดูจากสิ่งที่มีสมบัติตรงข้าม

อุทุมพร ทองอุไทย (2510: 12) ได้กล่าวถึง ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความคิดความเข้าใจที่สรุปรวมเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้นั้นนักเรียนจะต้องมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ มาก่อน

สุรัชย์ ขวัญเมือง (2522: 13) ได้ให้ความหมาย ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสร้างความคิดอันหนึ่งให้เกิดขึ้นเป็นการสรุปความคิดหรือข้อคิดที่เหมือนกันอันเกิดจากประสบการณ์หรือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

อัจฉราพรรณ เกิดแก้ว (2524: 21) ได้ให้ความหมาย ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ รวมทั้งความสามารถในการสรุปและจำแนกสิ่งต่างๆที่เป็นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ยงยศ พุทธิให้ (2543: 12) กล่าวว่าไว้ว่า ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดขั้นสุดท้ายซึ่งเป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

สุรียา รัตนพลที (2545: 13) กล่าวว่าไว้ว่า ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดขั้นสุดท้าย ซึ่งเป็นการสรุปกฎเกณฑ์ นิยามหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ อันเกิดจากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งมีอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน

พรพิมล ยังฉิม (2546: 10) กล่าวว่าไว้ว่า ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่เป็นข้อสรุปที่ได้จากการได้รับประสบการณ์ ซึ่งข้อสรุปนี้นำไปสู่ความสามารถในการจำแนก หรือจัดกลุ่มของสิ่งต่างๆและการนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์

จากความหมายของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สามารถสรุปได้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากการได้เรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์ทั้งในทางตรงและทางอ้อม ความคิดขั้นสุดท้ายที่รวมเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วใช้ลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันแล้วสรุปเป็นความคิดความเข้าใจของตนเอง และสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่ม เป็นการสรุปกฎเกณฑ์ นิยามหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้นั้นนักเรียนจะต้องมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ มาก่อน

3.6 ความหมายของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดมาจากภาษาอังกฤษว่า Misconception หรือคำอื่นๆที่มีความหมายใกล้เคียงกัน เช่น Alternative Conception, Erroneous Idea, Alternative Framework (Cho, et al. 1985: 707; Fischbein. 1985: 53) และมีผู้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดพอสรุปได้ดังนี้

เพาเวลล์ (Powell. 1983: 20) ได้ให้ความหมาย ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด หมายถึง ความเข้าใจผิดอันมีพื้นฐานมาจากการให้ความหมายในสิ่งนั้นๆ ไม่ถูกต้อง

รอน ฮอซ (Ron Hoz. 1983: 154) ได้ให้ความหมาย ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด หมายถึง โครงสร้างของความคิดที่ไม่ถูกต้อง

สุชาติ โสมประยูร (2512: 27) ได้ให้ความหมาย ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด หมายถึง ความเชื่อและความเข้าใจที่ได้มาจากความคิดหรือความรู้ที่ไม่ถูกต้องความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ กลุ่มเครือ

โสภาพรรณ แสงศัพท์ (2518: 12) ได้ให้ความหมาย ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด หมายถึง ความเชื่อความเข้าใจที่ได้มาจากความคิดหรือความรู้ที่ไม่ถูกต้องความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ กลุ่มเครือ

ยงยศ พุทธให้ (2543: 17) ได้ให้ความหมาย ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ความเข้าใจผิดอันเนื่องมาจากการรับรู้ประสบการณ์ และความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ

สุรียา รัตนพลที่ (2545: 13) ได้ให้ความหมาย ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ คือ ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ความเข้าใจผิดอันเนื่องมาจากการรับรู้ประสบการณ์ และความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ ซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ที่ไม่บังเกิดผลหรือล่าช้าลง

พรพิมล ยังนิม (2546: 17) ได้ให้ความหมายคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ คือ ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง คลุมเครือ เกี่ยวกับคิดรวบยอดต่างๆที่ได้รับจากการเรียนรู้

จากความหมายของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความคิด ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ ความเข้าใจ ผิดจากการสรุป เป็นกฎเกณฑ์ นิยามหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องในเรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน แฟกทอเรียล n และกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยน อันเนื่องมาจากการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ผ่านมาและความรู้ที่ไม่ครบถ้วน คลุมเครือ ที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้และไม่สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่ได้ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ที่ไม่บังเกิดผลหรือล่าช้าลง

3.7 ประเภทของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

ไพน์ส และเวสต์ (Pines & West. 1983: 47 – 48) ประเภทของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดแบ่งเป็น 3 ประเภท ตามสถานการณ์การเรียนรู้ซึ่งแตกต่างกันดังนี้

1. ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดอันเกิดจากสถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน (Misconception Derived From Conflict Learning Situation) ซึ่งถูกต้องแบ่งตามขั้นตอนได้ 3 ระยะ คือ

1.1 ระยะของการรับรู้ (Awareness Phase) ครูต้องเตรียมกิจกรรมต่างๆ อันเป็นการชักนำสิ่งที่มีในตัวนักเรียนให้ปรากฏออกมา ครูต้องทุ่มเวลาให้กับช่วงนี้เนื่องจากนักเรียนจะเสาะหาทำความเข้าใจกับความรู้อื่นๆ ภายในขอบเขตของตนเองและไม่พบสิ่งซึ่งไม่พอใจสำหรับเขา อาจก่อให้เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาดขึ้นได้ ครูต้องหาทางแก้ไขความคิดที่ผิดนี้

1.2 ระยะของการไม่สมดุล (Disequilibrium Phase)

1.3 ระยะจัดระบบใหม่ (Reformulation Phase)

2. ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดอันเกิดจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกัน (Misconception Derived From Congruent Learning Situation) เช่น การขยายความหมายของคำแบบการหยั่งรู้ (Intuitive Meaning) สู่ความหมายใหม่ (New Meaning) หรือการละทิ้งบางแง่มุมของความหมายการหยั่งรู้เพื่อคงไว้ซึ่งแง่มุมใหม่ๆ ที่ตนพอใจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหมายของคำอันกลายเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติของเด็กๆ เช่น เกิดความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับกระบวนการ

สังเคราะห์แสงและอาหารของพืชซึ่งนักเรียนจะนำความหมายของคำว่า อาหารโดยทั่วไปเชื่อมโยงกับความหมายแห่งอาหารของพืชทำให้เกิดความสับสนและความคิดรวบยอดที่ผิดว่าอาหารของพืชมาจากการที่พืชดูดอาหารจากดิน

3. ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดอันเกิดจากสถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยใช้สัญลักษณ์ (Misconception Derived From a Symbolic Knowledge Situation) ความรู้จากสัญลักษณ์ต่าง ๆ นี้จะเห็นได้ชัดเจน เช่น ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาของเบนซินและอนุพันธ์ต่างๆของเบนซิน ปฏิกิริยาโพรมิเนชันหรือสารประกอบอโรเมติก เป็นต้น นักเรียนไม่สามารถมองเห็นภาพจริงของปฏิกิริยาและสารประกอบเหล่านี้ได้กล่าวโดยสรุปคือ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์ (Symbolic Knowledge) ให้มาสัมพันธ์กับความรู้จริง (Real World Knowledge)

จากประเภทของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ถ้าเกิดกับบุคคลใดแล้วก็จะมีต่อการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ และมีผลทำให้เกิดการผิดพลาดได้ง่ายขึ้น ครูควรดูแลเอาใจใส่คอยให้คำแนะนำเพื่อไม่ให้เกิดความคิดที่ผิดพลาดขึ้นกับนักเรียน และนักเรียนมักฝังใจกับสิ่งผิดนั้นยากแก่การเปลี่ยนแปลงแก้ไข โดยคิดว่าเข้าใจและตีความหมายถูกต้องแล้วในสิ่งที่ครูสอน เมื่อเรียนรู้เรื่องใหม่ก็จะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ ทำให้ช้าและไม่บังเกิดผล

3.8 ลักษณะของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

ทรูแรน (Truran. 1987: 92) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ความผิดพลาดและเทคนิคการสอนเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นเพื่อหาสาเหตุที่ผิดและแบ่งระดับความผิดพลาดที่นักเรียนทำได้ 9 ลักษณะด้วยกันคือ

1. รูปแบบของการใช้คำถาม
2. การอ่านคำถาม
3. ความเข้าใจในคำถาม
4. กลยุทธ์ในการเลือกใช้ความรู้
5. ทักษะการเลือกใช้ความรู้
6. ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้
7. การเสนอคำตอบ
8. ความผิดพลาดซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอนได้เนื่องจากขาดความระมัดระวัง
9. ความผิดพลาดที่ครูทราบได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

โมฟโซวิทซ์ – ฮาดาร์ และคณะ (Movshovitz – Hadar, et al. 1987: 3 – 14) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์และหาความคลาดเคลื่อนทางเลขคณิตได้สรุปข้อผิดพลาดการเรียนเลขคณิตไว้ 4 ด้าน คือ

1. ความผิดพลาดในการมีลำดับความสำคัญมากกว่าหรือการทำผิดลำดับขั้นตอน เช่น บวกก่อนคูณ บวกก่อนหาร ลบก่อนหาร ละเลยความสำคัญของวงเล็บ เป็นต้น
2. ความผิดพลาดในการทำผิดความหมาย เช่น หารแทนการบวก ลบแทนการบวก คูณแทนการหาร เป็นต้น
3. ความผิดพลาดอื่น ๆ เช่น การปฏิเสธที่จะแก้ปัญหา
4. ความผิดพลาดที่ไม่มีรูปแบบแน่นอนเนื่องจากขาดการระมัดระวังในการคำนวณ เช่น ขาดความระมัดระวังการบวก (บวกผิด) เป็นต้น

ยงยศ พุทธิให้ (2543: 19) ได้กล่าวถึงลักษณะความผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า อาจเกิดมาจากครูและนักเรียน ข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากครูเนื่องมาจากรูปแบบคำถาม การใช้ภาษา การให้ข้อมูลผิดพลาด เป็นต้น ส่วนข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากนักเรียนมีด้วยกันหลายสาเหตุ เช่น การอ่านคำถาม ความเข้าใจในคำถาม กลยุทธ์ และทักษะการเลือกใช้ความรู้ การบิดเบือนทฤษฎีและนิยาม ขาดความระมัดระวังในการคำนวณ เป็นต้น

สุรียา รัตนพลที (2545: 15) ได้กล่าวถึงลักษณะความผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า อาจเกิดมาจากครูและนักเรียน ลักษณะความผิดพลาดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เนื่องมาจากครู การใช้ภาษา การใช้คำถาม การให้ข้อมูลที่ผิดพลาดเช่น การอธิบายหรือการให้นิยามโดยการตัดข้อความบางตอนออกเพื่อให้สั้นและกะทัดรัดจนทำให้ความหมายผิดไปจากเดิม เป็นต้น ส่วนลักษณะความผิดพลาดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากตัวนักเรียนอาจเนื่องมาจากการขาดประสบการณ์ การรับรู้ข้อมูลที่ผิดพลาด ความจำที่คลาดเคลื่อน และมีการหาเหตุผลที่ผิดพลาด (ซึ่งอาจเนื่องมาจากลักษณะส่วนตัวของผู้นั้น เช่น มีความลำเอียงหรือความคิดเห็นเอียงไปด้านใดด้านหนึ่งหรือเพราะความไม่รอบคอบ หรือมีข้อมูลน้อยเกินไป) จึงทำให้สรุปข้อมูลที่ได้มาอย่างไม่ถูกต้อง

พรพิมล ยังฉิม (2546: 18) ได้กล่าวถึงลักษณะความผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ประเภทของความผิดพลาดแบ่งตามสถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน สถานการณ์ที่สอดคล้องกันและสถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยใช้สัญลักษณ์ไม่สามารถมองเห็นภาพจริงได้

จากลักษณะของความผิดพลาดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ลักษณะความผิดพลาดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ อาจเกิดมาจากครูและนักเรียน ข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เนื่องมาจากครูในเรื่อง รูปแบบคำถาม การใช้ภาษา การให้ข้อมูลที่ผิดพลาด เป็นต้น ส่วนลักษณะความผิดพลาดที่ผิดพลาดจากนักเรียนอาจเนื่องมาจากการขาดประสบการณ์การเรียนรู้ข้อมูลที่ผิดพลาด ความจำที่คลาดเคลื่อน และมีการหาเหตุผลที่ผิดพลาด จึงทำให้สรุปข้อมูลที่ได้มาอย่างไม่ถูกต้อง

3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดดังต่อไปนี้
งานวิจัยต่างประเทศ

เดวิส (Davis, 1979: 17 – 18) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อผิดพลาดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับโครงสร้างของสาเหตุข้อผิดพลาด พร้อมทั้งวิธีการแก้ไข ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเลขคณิต เรขาคณิต และแคลคูลัส 7 อย่างได้แก่ การสับสน กฎเกณฑ์ โครงสร้าง การตีความด้านภาษา การสรุปประโยคที่แสดงเกี่ยวกับกิริยา การให้เหตุผล และการใช้กฎที่ผิดลำดับขั้นตอน

บราวน์และฮาร์ท (Brown and Hart, 1981: 72 – 73) ได้ศึกษาวิธีแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียนชาวอังกฤษที่มีอายุ 11 – 16 ปี พบว่านักเรียนส่วนมากเชื่อว่า การคูณจะทำให้ผลลัพธ์เพิ่มขึ้นเสมอ การลบจะทำให้ผลลัพธ์มีค่าน้อยลงและตัวหารจะต้องน้อยกว่าตัวตั้งเสมอ

คาร์เพนเตอร์ และคณะ (Carpenter, et al. 1981: 36) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดของทศนิยม พบว่า เด็กชาวอเมริกันที่มีอายุ 12 – 16 ปี มีปัญหาเกี่ยวกับการเรียงค่าของทศนิยมจากมากไปหาน้อยหรือจากน้อยไปหามากประมาณร้อยละ 50 ของนักเรียนจะตัดจุดทศนิยมออกและคิดว่าทศนิยมนั้นคือจำนวนเต็ม จึงทำให้เรียงค่าของทศนิยมผิดพลาดไป

เบลล์และคณะ (Bell, et al. 1984: 40) พบว่านักเรียนชาวอังกฤษ ที่มีอายุ 11 – 16 ปี ส่วนมากคิดว่า 1.07 ปอนด์ คือ 1 ปอนด์ 7 ออนซ์ และความเร็ว 11.9 ไมล์ต่อชั่วโมง คือ 11 ไมล์ต่อ 9 ชั่วโมง และนักเรียนส่วนมากคิดว่า 0.8 คือ เศษหนึ่งส่วนแปด นอกจากนี้ยังได้ศึกษานักเรียนชาวอังกฤษที่อายุ 12 ปี เกี่ยวกับการแก้ไขโจทย์ทศนิยม ตัวอย่างคำถามเช่น น้ำมันราคาแกลลอนละ 1.33 ปอนด์ ถ้าต้องการเพียง 0.53 แกลลอน จะต้องจ่ายเงินเท่าใด นักเรียนส่วนมากจะตอบว่า จะต้องจ่ายเงินเพียง 1.33 หาร 0.53 ซึ่งเท่ากับ 2.51 ปอนด์

บูธและคณะ (Booth, et al. 1984: 45) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์และข้อผิดพลาดทางการเรียนพีชคณิต ของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการออกข้อสอบและข้อผิดพลาดในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษากลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาประเทศอังกฤษที่มีอายุระหว่าง 13 – 15 ปี จำนวน 3,500 คน เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่มีชื่อว่า CSMS (Concepts In Secondary Mathematics and Science) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความผิดพลาดในด้านต่าง ๆ เช่น การให้ความหมายของตัวอักษร ความสัมพันธ์ของตัวอักษร เครื่องหมาย กฎและสัญลักษณ์ วิธีการที่นักเรียนใช้ในการคำนวณ วิธีการใช้สัญลักษณ์ เป็นต้น

ฟิชเชบิน และคณะ (Fischbein, et al. 1985: 12) พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชาวอิตาลีคิดว่าการคูณที่มีตัวคูณเป็นทศนิยมนั้นยากและทศนิยมที่นักเรียนไม่คุ้นเคย เช่น 0.65 นั้นยากกว่าทศนิยมที่นักเรียนคุ้นเคย เช่น 0.75

โมฟโซวิทซ์ – ฮาดาร์ (Movshovitz – Hadar. 1987: 3 – 14) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์รูปแบบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา” ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 11 จำนวน 110 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือลักษณะข้อบกพร่องจำนวน 5 ด้าน และแบบสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องตามลักษณะข้อบกพร่องเรียงตามลำดับความถี่จากมากไปหาน้อยในด้านต่างๆต่อไปนี้คือ การบิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม การใช้เทคนิคในการทำผิด การให้ข้อมูลผิด ข้อผิดพลาดในการใช้ภาษาสื่อสาร การอ้างอิง วิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์และไม่มี การตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา

งานวิจัยในประเทศ

สิริพร ทิพย์คง (2532: 71 – 75) ได้ศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับทศนิยมของนักศึกษาครูสาขาประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดที่พบมากที่สุดได้แก่ การทิ้งเลขศูนย์ในตำแหน่งหลักส่วนสิบ นอกจากนี้ยังพบว่าโจทย์ปัญหาสองชั้นยากกว่าโจทย์ปัญหาชั้นเดียว ทศนิยมที่มีค่าน้อยกว่าหนึ่งยากกว่าทศนิยมที่มีค่ามากกว่าหนึ่ง

ยุพิน กรณ์ทอง (2533: 63 – 64) ได้ศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ 1 ในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดในเรื่องโจทย์สมการเกี่ยวกับอายุ อัตราเร็ว และการแก้สมการที่อยู่ในรูปเศษส่วนของพหุนาม นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงที่ศึกษาในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกันมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วนิดา มณีวรรณ (2534: 39 – 41) ศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นักเรียนชายมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดมากกว่านักเรียนหญิง นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่มีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดมากกว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยงยศ พุทธิให้ (2543: 65 – 66) ได้ศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่อง “เซต” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสายปัญญา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่อง “เซต” โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้คือ การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ 93 การเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขสมาชิกร้อยละ 89 เพาเวอร์เซตร้อยละ 84 สับเซตร้อยละ 76 เซตที่

เท่ากันร้อยละ 70 คอมพิวเตอร์ร้อยละ 68 ยูเนียนและอินเตอร์เซกชันร้อยละ 65 ผลต่างร้อยละ 52 เอกภาพสัมพัทธ์และการเขียนแผนภาพเวนอเอลเลอร์ร้อยละ 16

สุรียา รัตนพลที (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยม วัดเบญจมบพิตร ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร มีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่” ในเรื่องการนำความรู้เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ไปใช้แก้โจทย์ปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ วิธีเรียงสับเปลี่ยน การจัดหมู่ แฟกทอเรียล n ทฤษฎีทวินามและกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ ซึ่งสาเหตุของความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ประการที่ 1 ตัวผู้เรียน เกิดจากความคิดรวบยอดพื้นฐานที่ผิดพลาด สับสนในนิยามและสัญลักษณ์ ไม่บรรลุผลด้านการใช้ภาษาในการตีความและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และประการที่ 2 พฤติกรรมการเรียนการสอน เกิดจากขาดการฝึกฝนทักษะกระบวนการการแก้โจทย์ปัญหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบางเนื้อหาไม่เหมาะสมกับบทเรียนและตัวผู้เรียนในการที่จะสร้างความคิดรวบยอดให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะปัญหาหรือความแตกต่างของเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา

2. นักเรียนที่มีสมรรถภาพสมองด้านความเข้าใจทางภาษาสูงมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ น้อยกว่านักเรียนที่มีสมรรถภาพสมองด้านความเข้าใจทางภาษาต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่มีสมรรถภาพสมองด้านความเข้าใจทางภาษาสูงกับปานกลางและนักเรียนที่มีสมรรถภาพสมองด้านความเข้าใจทางภาษาปานกลางกับต่ำมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่มีภูมิหลังด้านการศึกษาของผู้ปกครองระดับต่ำกว่าปริญญาตรีกับนักเรียนที่มีภูมิหลังด้านการศึกษาของผู้ปกครองตั้งแต่ระดับปริญญาตรีขึ้นไปมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พรพิมล ยังฉิม (2546: 54) ได้ศึกษาการแก้ไขความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณโดยใช้เทคนิคการสอนแบบระดมความคิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสวนแตงวิทยา จำนวน 28 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสวนแตงวิทยา จังหวัดสุพรรณบุรี ปีการศึกษา 2545 ที่มีผลการเรียน 0 ในรายวิชาคณิตศาสตร์ (ค 013) มีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่อง รากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณ โดยแยกเนื้อหาเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ นิยามของรากที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 100 นิยามของรากที่ n คิดเป็นร้อยละ 92.86 การเขียนสัญลักษณ์แทนรากที่ n การหาผลบวกและผลต่างของกรณ คิดเป็นร้อยละ 53.57 สมบัติของรากที่ n คิดเป็นร้อยละ 35.71 การหาผลคูณและผลหารของกรณ คิดเป็นร้อยละ 32.14 การเขียนสัญลักษณ์แทนรากที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 28.57 และสมบัติของรากที่ 2 ที่ไม่เป็นลบ คิดเป็นร้อยละ 21.43 นักเรียนชายมีความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่อง

รากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์ แตกต่างจากนักเรียนหญิงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนภายหลังจากที่ได้รับการแก้ไขความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดโดยใช้เทคนิคการสอนแบบระดมความคิดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศและในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่มีความผิดพลาดในด้านต่างๆ เช่น การบิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม โครงสร้างความสัมพันธ์ เครื่องหมาย และสัญลักษณ์ การใช้เทคนิคในการทำผิด การให้ข้อมูลผิด ข้อผิดพลาดในการใช้ภาษา สื่อสาร การอ้างอิง วิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์และไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา การใช้กฎที่ผิดลำดับขั้นตอน และการสรุปประโยคที่แสดงเหตุผล ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิลสัน (Wilson. 1971: 643 – 665) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาออกเป็น 2 ด้าน คือ

1. Cognitive Domain
2. Affective Domain

สำหรับพฤติกรรมด้านความรู้และการคิด (Cognitive Domain) แบ่งเป็น 4 ระดับคือ

1. ความรู้ความจำด้านคิดคำนวณ (Computation)

พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts)

ความหมายที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนให้ส่งสมมาเป็นระยะเวลาแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเป็นเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology)

เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์หรือนิยามต่างๆได้โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms)

เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension)

ความเข้าใจเป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิด คำนวณซับซ้อนกว่าแบ่งเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเห็น

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules, and Generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problems) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆโดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application)

การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นคือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกันกับที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้าง ที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วนตัวๆ มีการตัดสินใจหลายๆครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphism, and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจถึงสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งกำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis)

การวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งจะต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Non – Routine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจโมเมติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างหาความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบแล้วใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยามทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to Formulate and Validate Generalizations) นักเรียนสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วย คือ การจะถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจจะถามให้นักเรียนสร้างขบวนการคิดคำนวณใหม่พร้อมทั้งแสดงการใช้ขบวนการนั้น

อัญชนา โพธิพลากร (2545: 93) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ (Cognitive Domain)

จำปี นิลอรุณ (2548: 34) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ หรือความสำเร็จในด้านต่าง ๆ เช่น ความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหาความสามารถในการนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เป็นต้น รวมถึงประสิทธิภาพที่ได้จากการเรียนรู้ซึ่งได้รับจากการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า หมายถึง ผลการเรียนที่แสดงถึงความสามารถหรือความสำเร็จรวมถึงประสิทธิภาพที่ได้จากการเรียนรู้ซึ่งได้รับจากการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ในด้านต่างๆ เช่น ความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหา ความสามารถในการนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เป็นต้น ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

ในการศึกษาครั้งนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของวิลสัน (Wilson. 1971: 643 – 696) จำแนกไว้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในด้านความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ และหลักกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ แฟกทอเรียล n และวิธีเรียง

ลับเปลี่ยน สามารถใช้กระบวนการคิดคำนวณเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาของวิธีเรียงสับเปลี่ยนที่กำหนดให้ได้

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการด้านความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหลักการ กฎของวิธีเรียงสับเปลี่ยน การสรุปอ้างอิงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา การคิดตามแนวของเหตุผลและการอ่านตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนที่กำหนดให้

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตร

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน การค้นหาความสัมพันธ์ การสร้างข้อพิสูจน์ การวิจารณ์การพิสูจน์และความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตรที่ใช้เกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยน

4.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14 – 16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกายข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางด้านความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆด้วยกัน ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

แคร์รอล (Carroll. 1963: 723 – 733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียนและหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้

ที่นักเรียนจะได้รับ

อัญชานา โปธิพลากร (2545: 95) กล่าวว่า ปัจจัยและองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายประการ คือ ด้านตัวนักเรียน เช่น สถิติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน ด้านตัวครู เช่น คุณภาพของครู การจัดระบบ การบริหารของผู้บริหาร ด้านสังคม เช่น สภาพเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวของนักเรียน เป็นต้น แต่ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก็คือ การสอนของครูนั่นเอง

พรพรหม อุตตวัฒนากุล (2547: 34) กล่าวว่า มีองค์ประกอบหลายประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เช่น ตัวนักเรียน สภาพแวดล้อม ครอบครัว และที่สำคัญคือการสอนของครู

ปรีชา วันโนนาม (2548: 44) กล่าวว่า อิทธิพลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีปัจจัย 2 อย่าง ปัจจัยโดยตรง คือ ตัวนักเรียนเอง ได้แก่ สถิติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ และเจตคติต่อการเรียนและการได้รับความช่วยเหลือทางการเรียน ฯลฯ ปัจจัยทางอ้อม ได้แก่ ครอบครัว สภาพแวดล้อม วัฒนธรรม สังคม ตัวครู และวิธีการสอนของครู ฯลฯ

ศิรินทิพย์ คำพุทธ (2548: 71) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีองค์ประกอบอยู่หลายประการ โดยเฉพาะองค์ประกอบเกี่ยวกับตัวนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ร่างกาย สถิติปัญญา ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน ทักษะที่มีต่อรายวิชานั้นๆ รวมถึงองค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคมของนักเรียน การอบรมเลี้ยงดู แต่สิ่งหนึ่งที่มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ การสอนของครูผู้สอนนั่นเอง

ดรุณี เตชะวงศ์ประเสริฐ (2549: 99) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี องค์ประกอบอยู่หลายประการ ด้านนักเรียน ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิม ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เจตคติและความสนใจของนักเรียน การใช้เวลาเรียนหรือทำการบ้าน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ด้านครู ได้แก่ ประสิทธิภาพของการสอน วุฒิการศึกษา การได้รับการอบรมทางการสอน คณิตศาสตร์ของครูวิธีการสอนของครู เพศของครู จำนวนคาบสอนของครู การใช้สื่อการสอน ด้านโรงเรียน ได้แก่ ขนาดของโรงเรียน ความเป็นผู้นำของผู้บริหาร ด้านสภาพแวดล้อมที่บ้าน ได้แก่ การศึกษาของบิดา มารดา หรือผู้ปกครอง การส่งเสริมและสนับสนุน เอาใจใส่ และติดตามผลการเรียนของบิดา มารดา หรือผู้ปกครอง รายได้ของผู้ปกครอง อาชีพของบิดามารดา

จากองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มีองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ร่างกาย สถิติปัญญา อารมณ์ การปรับตัว วัฒนธรรมและสังคม ความรู้พื้นฐานเดิม ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียน และความสนใจของนักเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การใช้สื่อการสอน ความในเพื่อนวัยเดียวกัน ความสนใจ เจตคติ การอธิบายเนื้อหาวิธีการสอนของครูและการส่งเสริม สนับสนุน และเอาใจใส่ของพ่อแม่หรือผู้ปกครอง

4.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สาเหตุของการสอบตก และการออกจากโรงเรียนของนักเรียนระดับประถมศึกษา
เรวัต และคุปตะ (Rawat and Cupta. 1970: 7 – 69) ได้กล่าวว่า มาจากสาเหตุหลาย
ประการได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกร่วมในการมีส่วนร่วมกับโรงเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดการเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจในการศึกษาของบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกซ้ำชั้น เพราะระบบการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่น ๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก อพยพย้ายที่อยู่ เป็นต้น

วัชรวิ บูรณสิงห์ (2525: 435) สำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนวิชาคณิตศาสตร์ จะมีลักษณะ
ดังนี้

1. ระดับปัญญา (I.Q.) อยู่ระดับ 75 ถึง 90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์
จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30

2. อัตราการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่านักเรียนคนอื่น ๆ
3. มีความสามารถทางการเรียนต่ำ
4. จำหลักเกณฑ์ หรือความคิดรวบยอดเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้ว

ไม่ได้

5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ
6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์

โดยทั่วไป

7. มีพื้นความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย สืบเนื่องจากการสอบตกทางคณิตศาสตร์

บ่อยครั้ง

8. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียน โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์
9. มีความกดดัน และสับสนต่อความล้มเหลวทางด้านการเรียนของตนเอง
10. ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง

11. อาจมาจากสภาพครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ๆ

ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน

12. ขาดทักษะในการฟังและไม่มีความตั้งใจเรียนหรือมีความตั้งใจเรียนเพียงชั่วระยะเวลาสั้นๆ
 13. มีข้อบกพร่องด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาทางด้านการฟังและข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ
 14. ไม่ประสบความสำเร็จในด้านการเรียนทุกๆไป
 15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้นๆ
 16. มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางด้านอารมณ์ และสังคม
- สมควร ปานโม (2545: 37) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน นักศึกษา คือ การจัดการเรียนการสอน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สภาพแวดล้อมทางครอบครัวและวุฒิภาวะ จากสาเหตุดังกล่าวจึงต้องเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องจัดหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดีที่สุด
- อัญชนา โพธิ์พลากร (2545: 96) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการสร้างเจตคติ ความรู้สึกต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูโดยตรงที่จะจัดหาวิธีสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสม นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น
- ยุทธร ภาวมา (2546: 37) กล่าวว่า สาเหตุส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนั้น คือ การจัดการเรียนการสอนและการมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนของผู้เรียนเอง ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้สอนโดยตรงที่จัดหาวิธีการที่เหมาะสมนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น
- ศิรินทิพย์ คำพุทธ (2548: 73) กล่าวว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน คือ กระบวนการจัดการเรียนการสอนการสร้างเจตคติ ความรู้สึกต่อการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะจัดหาวิธีการที่เหมาะสม นำมาใช้ในการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนของตน เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
- เสาวภา อนุเพชร (2548: 38) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ระดับสติปัญญา พื้นฐานความรู้เดิมและความบกพร่องทางด้านร่างกาย รวมถึงเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์
- ดรุณี เตชะวงศ์ประเสริฐ (2549: 105) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการสร้างให้เกิดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆของผู้เรียนย่อมเป็นสาเหตุที่สำคัญ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องหาวิธีการแก้ไขให้ผู้เรียนเกิดความสนใจศึกษาเล่าเรียน และพัฒนาความสามารถในด้านต่างๆ ตามแต่ลักษณะของปัญหา ดังนั้นหน้าที่ของครูผู้สอน

โดยตรงก็คือ ควรจัดหาเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมมาใช้เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้ นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ และเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มายิ่งขึ้นกว่าเดิม

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุป ได้ว่า เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ตลอดจนการไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆของผู้เรียน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ครูผู้สอน จะต้องหาวิธีแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และสามารถพัฒนา ความสามารถของผู้เรียนตามศักยภาพที่ผู้เรียนมี โดยครูผู้สอนจะต้องหาวิธีการที่เหมาะสมมาใช้ในการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดคำนวณ การได้ลงมือ ปฏิบัติด้วยตนเอง และเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น

4.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 119) กล่าวว่า การวัดและ การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรจัดให้ครอบคลุม ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีและมาตรฐานการ เรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษาความมุ่งเน้นการวัดสมรรถภาพโดยรวมของผู้เรียนเป็น หลัก จุดประสงค์หลักของการวัดและประเมินผลไม่ใช่อยู่ที่การวัดผลเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ของ ผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการวัดและประเมินผลเพื่อนำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการ เรียนการสอน เพื่อช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็ม ตามศักยภาพ

คุณภาพของผู้เรียนที่ต้องประเมิน

ในการวัดและประเมินผลของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์นั้น หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดให้ทำการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหลายปี มีตัวชี้วัดในการ วัดและประเมินผลที่ต้องนำมาพิจารณาดังนี้

1. ด้านความรู้

ในการวัดและประเมินผลด้านความรู้ต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ 5 สาระ ดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ

การวัด

เรขาคณิต

พีชคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

2. ด้านทักษะ / กระบวนการ

ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะ/กระบวนการ เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนครอบคลุมประเด็นที่ต้องประเมิน ดังนี้

การแก้ปัญหา

การให้เหตุผล

การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ

การเชื่อมโยง

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัดและประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ครอบคลุมประเด็นที่ต้องประเมินดังนี้
ทำงานอย่างเป็นระบบ

มีระเบียบวินัย

มีความรอบคอบ

มีความรับผิดชอบ

มีวิจรณ์ญาณ

มีความเชื่อมั่นในตนเอง

ตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548: 67) กล่าวว่า ในปัจจุบันนี้การศึกษา มีความก้าวหน้าไปมาก มีการปฏิรูปการศึกษา และการประกันคุณภาพการศึกษา เพื่อให้การจัดการศึกษานั้นส่งเสริมให้บุคคล มีการพัฒนาเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการวัดและประเมินอย่างหลากหลายและครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ให้ผู้เรียนเป็นคนดี เก่งและมีความสุขได้อย่างแท้จริง

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ควรมีการวัดผลและประเมินผลที่หลากหลายและครอบคลุมเนื้อหา ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เต็มศักยภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่ตั้งไว้

4.5 แบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ต่าง ๆ กัน ซึ่งดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538: 171 – 172) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

(Performance Test) แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐาน

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้าง ซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ฯลฯ ตามแต่ที่ครูปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปรกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้วัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่างๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ คือ ไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้จะต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไร และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

สมนึก ภัททิยธนี (2541: 73 – 98) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย (Subjective or Essay Test)
2. ข้อสอบกาถูก – ผิด (True – False Test)
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test)
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short Answer Test)
5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test)
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

ทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกันคือจะเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียนไปแล้ว สำหรับพฤติกรรมที่ใช้วัดจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ มักนิยมใช้ตามหลักที่ได้จากผลการประชุมของนักวัดผล ซึ่ง บลูม (Bloom. 1976: 115 – 124) ได้เขียนรวมไว้ในหนังสือ Taxonomy of Educational Objectives สรุปได้ว่า การวัดผลด้านสติปัญญาควรวัดพฤติกรรม ดังนี้

1. วัดด้านความรู้ – ความจำ (Knowledge)
2. วัดด้านความเข้าใจ (Comprehension)
3. วัดด้านการนำไปใช้ (Application)
4. วัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis)

5. วัดด้านการสังเคราะห์ (Synthesis)

6. วัดด้านการประเมินค่า (Evaluation)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมา ผู้สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐาน สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นโดยสร้างเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

สำหรับการวิจัยผู้สอนมุ่งให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล โดยการฝึกคิด การวิเคราะห์ ใช้กระบวนการแก้ปัญหาและสรุปแนวคิด โดยฝึกจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม พูดคุย อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ชี้แจงเหตุผลของตนเองเพื่อเป็นการยืนยัน การคัดค้าน เพื่อหาข้อสรุปการจัดกิจกรรมเป็นแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม จากสถานการณ์หรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutation) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยกำหนดในชุดกิจกรรมแต่ละชุด

บทที่ 3

วิธีการศึกษาดำเนินการค้นคว้า

ในการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 16 ห้อง จำนวน 560 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 1 ห้อง จำนวน 35 คน ซึ่งนักเรียนในแต่ละห้องมีผลการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางวิทยาลัยได้จัดห้องเรียนแบบ คละความสามารถของนักเรียน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัส (2000 – 1520) เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ (Fundamental Principle of Counting) ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2546) และผู้วิจัยเพิ่มเนื้อหา

- แฟกทอเรียล n (Factorial n)
- วิธีเรียงสับเปลี่ยน (Permutations)

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โดยผู้ทำการวิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง ใช้เวลา 8 คาบ คาบละ 60 นาที ประกอบด้วย

- เรียนเนื้อหาชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน ประกอบด้วย

ชุดกิจกรรมที่ 1 กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ	จำนวน	2	คาบ
ชุดกิจกรรมที่ 2 แฟกทอเรียล n	จำนวน	1	คาบ
ชุดกิจกรรมที่ 3 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น	จำนวน	1	คาบ
ชุดกิจกรรมที่ 4 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม	จำนวน	1	คาบ
ชุดกิจกรรมที่ 5 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยน	จำนวน	2	คาบ
- ทดสอบหลังการเรียน	จำนวน	1	คาบ
รวม		8	คาบ

4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. ผลการศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของ สุริยา รัตนพลที่ (2545: 45 – 53) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544

2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations)

3. ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” ประกอบด้วย

- ชุดกิจกรรมที่ 1 กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ
- ชุดกิจกรรมที่ 2 แฟกทอเรียล n
- ชุดกิจกรรมที่ 3 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น
- ชุดกิจกรรมที่ 4 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม
- ชุดกิจกรรมที่ 5 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยน

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) จำนวน 30 ข้อ

ขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. อ้างอิงผลการวิจัยจากเอกสารเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

การอ้างอิงผลการวิจัยจากเอกสารเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาโดยมีวิธีดำเนินการตามลำดับดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหาและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความผิดพลาดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

1.2 ศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความผิดพลาดที่ผิดพลาด (สุริยา รัตนพลที. 2545: 38) พบลักษณะความผิดพลาดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ดังตาราง 1

ตาราง 1 ลักษณะความผิดพลาดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

เรื่อง	นักเรียน	คิดเป็นร้อยละ	ลักษณะความผิดพลาดที่ผิดพลาดทาง	จำนวนนักเรียน	คิดเป็นร้อยละ
1. กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ	8	8.42			
กฎข้อที่ 1	3		ก. ไม่เข้าใจความหมายของกฎข้อที่ 1 และ	3	37.5
กฎข้อที่ 2	5		กฎข้อที่ 2		
			ข. วิเคราะห์โจทย์ที่มีเงื่อนไขไม่เป็น	5	62.5
2. แฟกทอเรียล n	85	89.47			
			ก. ไม่เข้าใจความหมายของคำนิยามแฟกทอเรียล n	13	15.29
			ข. แก่สมการเกี่ยวกับแฟกทอเรียลไม่เป็น	42	49.41

ตาราง 1 (ต่อ)

เรื่อง	นักเรียน	คิดเป็นร้อยละ	ลักษณะความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทาง	จำนวนนักเรียน	คิดเป็นร้อยละ
			ค. ใส่เครื่องหมายแพกทอเรียลของจำนวนที่อยู่ในรูปพหุนามดีกรีสองไม่เป็น	30	35.29
3. วิธีเรียงสับเปลี่ยน	90	94.74	ก. วิเคราะห์โจทย์ปัญหาหัวข้อที่ 3.1 วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมด	42	46.67
3.1 วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมด	17		และหัวข้อที่ 3.2 วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันโดยจัดคราวละ r สิ่ง		
3.2 วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันโดยจัดคราวละ r สิ่ง	25		สิ่งไม่เป็นเชิงวงกลมสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมด	35	41.18
3.3 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลมสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมด	35		ข. แก้โจทย์ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลมที่มีเงื่อนไขไม่เป็น	35	
3.4 วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด	13		ค. แก่สมการเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนไม่เป็น	46	51.11
4. วิธีจัดหมู่	89	93.68	ก. แก่สมการเกี่ยวกับการจัดหมู่ไม่เป็น	16	17.58
			ข. ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเป็นโจทย์ของการจัดหมู่หรือไม่	72	79.12

ตาราง 1 (ต่อ)

เรื่อง	นักเรียน	คิดเป็นร้อยละ	ลักษณะความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทาง	จำนวนนักเรียน	คิดเป็นร้อยละ
			ค. ในการกระทำใดๆ ถ้าสามารถเลือกกระทำได้มากกว่าหนึ่งทางเคราะห์ ไม่ได้ว่าเมื่อใดจะนำจำนวนวิธีการในการกระทำมาบวกกันหรือเมื่อใดจะนำจำนวนวิธีการในการกระทำมาคูณกัน	81	89.01
5. ทฤษฎีทวินาม	79	83.16	ก. ไม่เข้าใจวิธีการกระจายทวินาม	27	34.18
5.1 การกระจายทวินาม	27		ข. ไม่เข้าใจวิธีหาสัมประสิทธิ์ของทวินาม	45	56.96
5.2 การหาเทอมต่างๆของทวินาม	52		ค. ไม่เข้าใจการหาเทอมต่างๆของทฤษฎีบททวินาม	52	65.82
6. การนำความรู้เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ไปใช้แก้โจทย์ปัญหา	91	95.79	ก. ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้	78	85.71
			ข. ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเมื่อใดจะใช้วิธีเรียงสับเปลี่ยนเมื่อใดจะใช้วิธีการจัดหมู่	89	97.80

1.3 ศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากนักการศึกษา ยงยศ พุทธิให้ (2543: บทคัดย่อ) สุรียา รัตนพลที่ (2545: 45 – 53) พรพิมล ยังฉิม (2546: บทคัดย่อ) สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำมาศึกษาและประยุกต์รวมกันเพื่อใช้ในการสร้างชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations)

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกัน ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกัน
ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) จำนวน 7 แผนการเรียนรู้
ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีวิธีดำเนินการตามลำดับดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช
2546) วิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัส 2000 – 1520 เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ
(Fundamental Principle of Counting) และผู้วิจัยเพิ่มเนื้อหา แฟกทอเรียล n (Factorial n) และวิธี
เรียงสับเปลี่ยน (Permutations) จากหนังสือ เอกสาร คู่มือครูและแบบเรียนต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางใน
การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผนการเรียนรู้

2.2 ศึกษาวิธีการสอนแบบปฏิบัติการ (Laboratory Approach) จากหนังสือ Laboratory
Approach to Mathematics ของคิตต์ (Kidd. 1970: 1 – 30) หนังสือการสอนคณิตศาสตร์แบบ
ปฏิบัติการ ของลาวัลย์ พลกล้า (2523: 1 – 119) และจากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่ง
ผู้สอนได้ประยุกต์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์
เพื่อใช้ในการสอนแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์

2.3 นำสาระการเรียนรู้และผลการเรียนที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มา
วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้และผลการเรียนที่คาดหวังกับกระบวนการจัดการ
เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์

2.4 ผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่
คาดหวังกับกระบวนการเรียนรู้ เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ซึ่งมีส่วนประกอบคือ

- ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้
- สาระสำคัญ
- ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- สาระการเรียนรู้
- กิจกรรมการเรียนรู้
- สื่อการเรียนรู้
- การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้
- บันทึกหลังการสอน

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติ
การคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จแล้วนำไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญจำนวน
3 ท่าน ตรวจสอบถูกต้อง ความเที่ยงตรงของสาระการเรียนรู้ ความถูกต้องของภาษาและความ
เหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปสร้างชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน (Permutations)

3. ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด

ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีวิธีดำเนินการตามลำดับดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรายละเอียดของหลักการและวิธีสร้างจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์

3.2 วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดจุดประสงค์หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

3.3 สร้างชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยการประยุกต์จาก ฮูลตันและคนอื่นๆ (Houston and Others. 1972: 10 – 15) คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973: 150) ดวน (Duane. 1973: 169) ปฐมพร อาสนวิเชียร (2541: 7) บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 95 – 102) พรทิพย์ แก้วใจดี (2545: 17) สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 52) อรทัย ศรีอุทธา (2547: 15) พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548: 7) สุรัชย์ จามรเนียม (2548: 18) นำมาประยุกต์รวมกัน เพื่อให้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรม จำนวน 5 กิจกรรม ดังตาราง 2

ตาราง 2 ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ชุดกิจกรรมที่	เรื่อง	ความคิดรวบยอดที่ป้องกัน	จำนวน (คาบ)
1	กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ (กฎข้อที่ 1) - กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ (กฎข้อที่ 2)	- ความหมายของกฎข้อที่ 1 และกฎข้อที่ 2 - การวิเคราะห์โจทย์กฎข้อที่ 1 และกฎข้อที่ 2 ที่มีเงื่อนไข	2
2	แฟกทอเรียล n	- ความหมายบทนิยามแฟกทอเรียล n - การใส่เครื่องหมายที่อยู่ในรูปสมการกำลังสองของแฟกทอเรียล n - การแก้สมการแฟกทอเรียล n	1

ตาราง 2 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมที่	เรื่อง	ความคิดรวบยอดที่ป้องกัน	จำนวน (คาบ)
3	วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น	- การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมด - วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันโดยจัดคราวละ r	1
4	วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม	การแก้โจทย์ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลมที่มีเงื่อนไข	1
5	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยน	- การหาจำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของ n สิ่งเหมือนกันเป็นกลุ่ม ๆ - การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยน	2
รวม			7

ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเองเพื่อให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งแต่ละชุดประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- ชื่อกิจกรรม เป็นชื่อชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์
- คำชี้แจง เป็นส่วนอธิบายในการทำกิจกรรม
- ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เป็นผลการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หลังจากนักเรียนได้เรียนและปฏิบัติกิจกรรม
- จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนทราบจุดประสงค์จากการเรียนในแต่ละครั้ง
- ระยะเวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่บอกเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำกิจกรรม
- สื่อการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุในกิจกรรมนั้นว่ามีวัสดุ อุปกรณ์ เอกสารประกอบไปด้วยใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ ใบเฉลยกิจกรรม ใบเฉลยแบบฝึกทักษะ
- เนื้อหาสาระ เป็นส่วนที่เสนอความรู้

- กิจกรรมแบบปฏิบัติการ (ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ) ประกอบด้วย
 - ใบกิจกรรมเป็นการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม
 - และแบบฝึกทักษะเป็นการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล
- การประเมินผล เป็นแบบทดสอบเพื่อทดสอบความเข้าใจในขณะที่ยังนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด

3.4 นำชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ตรวจสอบคุณภาพ ความถูกต้องของภาษาและความเหมาะสมของชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งและนำชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีวิธี ดำเนินการตามลำดับดังนี้

4.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน และวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัส 2000 – 1520 จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ

4.2 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

4.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้แล้วนำไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

4.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเกณฑ์การประเมินที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงของเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเกณฑ์การประเมินที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วนำไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องอีกครั้ง

4.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย ซึ่งผ่านการเรียนเรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนแล้วจำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

4.7 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยให้ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน

4.8 นำผลจากข้อ 4.7 มาวิเคราะห์หาระดับค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยเลือกข้อที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.2 – 0.8 และเลือกข้อสอบที่มีค่า (p) ระหว่าง 0.22 – 0.67 ส่วนค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และเลือกข้อสอบที่มีค่า (r) ระหว่าง 0.24 – 0.78 จำนวน 30 ข้อ

4.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR. – 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 249) ซึ่งได้ความเชื่อมั่นเป็น 0.724

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 มีการทดลองและการทดสอบหลังเรียน โดยผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลอง One – Short Case Study (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 249) ดังตาราง 3

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	ทดลอง	สอบหลัง
E	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	หมายถึง	กลุ่มทดลอง
T ₂	หมายถึง	การทดสอบหลังการทดลอง
X	หมายถึง	การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีลำดับดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 จำนวน 7 แผนการเรียน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเอง
2. ผู้วิจัยสร้างแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างภายหลังการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความผิดพลาดของผลผลิต เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน จำนวน 30 ข้อ
3. ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย
4. จัดกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มมีผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำ 1 คน ปานกลาง 3 คน และสูง 1 คน ซึ่งวัดได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 1 รหัส (2000 – 1501) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย ครอบคลุมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 7 กลุ่มเพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียน บทบาทของนักเรียน จุดประสงค์ของการเรียนและวิธีการประเมินผลการเรียน
5. ทำการสอนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความผิดพลาดของผลผลิต เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้จำนวน 7 แผนการเรียนๆละ 60 นาที
6. ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบปรนัย เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความผิดพลาดของผลผลิต เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน จำนวน 30 ข้อ
7. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ตั้งไว้โดยให้ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน ซึ่งนักเรียนจะผ่านเกณฑ์การทดสอบที่ร้อยละ 60 หรือได้คะแนนตั้งแต่ 18 คะแนนขึ้นไป
8. นำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาผลการป้องกันความผิดพลาดของผลผลิตเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับคะแนนหลังการใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์กับเกณฑ์โดยใช้ $t - test$ one group (ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2545: 179 – 184)

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 การหาค่าความแปรปรวน (Variance) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ.

2538: 62 – 63)

$$s^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	s^2	แทน	ค่าความแปรปรวน
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum x)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	N – 1	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ (Degree of Freedom)

1.3 การหาค่าร้อยละของคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน (บุญชม ศรีสะอาด.

2537: 101)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 นำแบบทดสอบมาหาค่า IOC (Index of Consistency) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539: 248 – 249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับลักษณะพฤติกรรม
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 คำนวณค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 130 – 131)

ค่าความยาก (p) $p = \frac{R}{N}$

ค่าอำนาจจำแนก (r) $r = \frac{R_u - R_e}{\frac{N}{2}}$

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
	R	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อถูกแต่ละข้อ
	R _u	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	R _e	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนคนที่สอบทั้งหมด

2.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณจากสูตร KR – 20 (Kuder Richardson Consistency) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2539: 197 – 199)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบของเครื่องมือวัด
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อสอบได้ในข้อหนึ่ง ๆ = จำนวนคนที่ตอบถูก / จำนวนคนทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อสอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ คือ $1 - p$
	s_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 นำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์โดยใช้ t – test one group (ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2545: 179 – 184)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}, \quad df = n - 1$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบที่นักเรียนทำได้
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 60
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลความหมายข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบที่นักเรียนทำได้
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 60
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ
N	แทน	จำนวนนักเรียนที่สอบทั้งหมด
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา (t – test one group)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความวิตกรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยนำคะแนนสอบหลังการทดลองมาคำนวณ โดยใช้วิธีการทางสถิติได้ผลดังตาราง

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความวิตกรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

N	\bar{X}	μ_0	s	t
35	20.06	18	2.85	4.29**

$$t_{(.01, 34)} = 2.443 \text{ , ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01}$$

จากตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) คิดเป็นร้อยละ 20.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบคือ 2.85 นักเรียนสอบได้คะแนนความสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความวิตรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 หลังปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สามารถสรุปสาระสำคัญดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความวิตรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations)
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความวิตรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความวิตรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 16 ห้อง จำนวน 560 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 1 ห้อง จำนวน 35 คน ซึ่งนักเรียนในแต่ละห้องมีผลการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางวิทยาลัยได้จัดห้องเรียนแบบ คณะความสามารถของนักเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

คือ ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations)

ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัส (2000 – 1520) เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ (Fundamental Principle of Counting) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2546) และผู้วิจัยเพิ่มเนื้อหา

- แฟกทอเรียล n (Factorial n)
- วิธีเรียงสับเปลี่ยน (Permutations)

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โดยผู้ทำการวิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง ใช้เวลา 8 คาบ uly 60 นาที ซึ่งประกอบด้วย

- เรียนเนื้อหาชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน ประกอบด้วย

ชุดกิจกรรมที่ 1 กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ	จำนวน	2	คาบ
ชุดกิจกรรมที่ 2 แฟกทอเรียล n	จำนวน	1	คาบ
ชุดกิจกรรมที่ 3 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น	จำนวน	1	คาบ
ชุดกิจกรรมที่ 4 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม	จำนวน	1	คาบ
ชุดกิจกรรมที่ 5 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยน	จำนวน	2	คาบ

- ทดสอบหลังการเรียน	จำนวน	1	คาบ
	รวม	8	คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. ผลการศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของ สุริยา รัตนพลที่ (2545: 45 – 53) เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations)
3. ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน ประกอบด้วย
 - ชุดกิจกรรมที่ 1 กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ
 - ชุดกิจกรรมที่ 2 แฟกทอเรียล n
 - ชุดกิจกรรมที่ 3 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น
 - ชุดกิจกรรมที่ 4 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม
 - ชุดกิจกรรมที่ 5 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยน
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) จำนวน 30 ข้อ

การดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับทางวิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบละความสามารถ จากจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 16 ห้อง ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 1 ห้อง จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้
2. ชี้แจงให้นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทราบถึงการเรียนการสอนโดยชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด

เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) เพื่อนักเรียนจะได้ปฏิบัติตนในการทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง

3. ครูจัดกลุ่มนักเรียนแบบความสามารถเป็นกลุ่มย่อย 7 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 1 รหัส (2000 – 1501) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ภายในกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ 1 คน ปานกลาง 3 คน และสูง 1 คน โดยเรียงลำดับความสามารถจากสูงที่สุดไปหาต่ำสุด แล้วจัดนักเรียนเข้ากลุ่มต่างๆ โดยหมุนเวียนตามลำดับคะแนน

4. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ เพื่อป้องกันความผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง จำนวน 35 คน รวมเวลาจำนวน 8 คาบ

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง หลังการเรียนโดยชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทดลองครั้งนี้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post - test)

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) อยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานและสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิพนธ์ ฝ่ายบุญ (2548 : 57) พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548 :

89) อรทัย ศรีอุทธา (2547 : 60) และวงเดือน อินทนิเวศน์ (2544 : 59) ซึ่งพอสรุปได้ว่ามาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นอย่างมีระบบ โดยศึกษาจากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2546) และจากหนังสือ เอกสาร คู่มือครู แบบเรียนต่างๆ เนื้อหาสาระ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หลักการและวิธีการสร้างชุดกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานและสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2528: 292 – 293) และสุรัชย์ จามรเนียม (2548: 25 – 26) โดยได้กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับผล การเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาสาระ และความแตกต่างของแต่ละบุคคล ในแต่ละชุดกิจกรรม ประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้ สื่อการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมแบบปฏิบัติการและการประเมินผลเพื่อ ทดสอบความเข้าใจในขณะที่นักเรียนได้ปฏิบัติ พร้อมทั้งสร้างแบบทดสอบหลังเรียน เฉลยทันทีที่ นักเรียนทำเสร็จเพื่อให้ นักเรียนได้ทราบผลการเรียนของตนเองทันทีซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ยุพิน พิพิธกุล (2530 : 88) ที่กล่าวว่ากิจกรรมที่ผู้เรียนได้มีโอกาสทราบผลได้อย่างชัดเจนในทันทีทันใดนั้นเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนเป็นอย่างดี ในชุด กิจกรรมแบบปฏิบัติการแต่ละชุดมีการสอดแทรกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เป็นการ ผสมผสานระหว่างความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่กับความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้รับ

2. การจัดกลุ่มในการสอนแบบปฏิบัติการนั้น ผู้วิจัยได้จัดมีทั้งเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน สมาชิกภายในกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ มีความสามารถต่ำ 1 คน ปานกลาง 3 คน และสูง 1 คน คณะความสามารถอยู่ภายในกลุ่ม ซึ่งเป็น จำนวนที่ใกล้เคียงกับ ลาวัลย์ พลกล้า (2523 : 17) เสนอไว้ว่า ในการจัดให้นักเรียน เรียนแบบ ปฏิบัติการ ถ้ากลุ่มย่อยควรมีสมาชิก 2 – 4 คน สำหรับในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มนั้นในแต่ละกลุ่ม ควรมีนักเรียนเก่งปานกลาง อ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อจะได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เรียนรู้การ อยู่ร่วมกับผู้อื่น และการได้แสดงความคิดเห็น เป็นการส่งเสริมพัฒนาการด้านการพูด (Copeland. 1974 : 2 – 331) นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม และครู รั้งการบริหารงาน ภายในกลุ่ม ทำให้บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน เพราะกิจกรรมมีหลากหลาย

3. สื่อการเรียนการสอนเป็นของจริง นักเรียนสามารถจับต้องได้ ช่วยให้นักเรียนเห็น ภาพพจน์ และเข้าใจมโนคติได้ดี มีจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ (Cowin. 1978 : A) เช่น ไบกิจกรรม รูปทรงต่างๆ ที่นักเรียนสร้างขึ้น สักกับกระดาษในการออกแบบลวดลายต่างๆ ไบความรู้ แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบค่อยเป็นค่อยไป และสามารถตรวจคำตอบ จากไบเฉลยด้วยตนเอง นักเรียนได้ทราบถึงความก้าวหน้า มีความกระตือรือร้นที่จะชวนช่วยหา ความรู้ต่อไป ซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนสามารถโยงคณิตศาสตร์เข้ากับโลกภายนอกห้องเรียนหรือชีวิต จริง เพราะคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนนั้น นักเรียนเรียนจากกิจกรรมที่ปฏิบัติจริง ทำให้เกิดมโน ภาพในเรื่องนั้น ๆ นักเรียนไม่รู้สึกรู้สึกว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งลึกลับ จากการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง

นักเรียนจะเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำให้สามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่พึงประสงค์อย่างยิ่งของการศึกษา ส่งผลทำให้บรรยากาศในชั้นจะเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนต้องทำกิจกรรมตลอดเวลา ทำให้บรรยากาศไม่เคร่งเครียด นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสในการนำปัญหาต่าง ๆ มาให้นักเรียนคิด โดยอาศัยวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์โจทย์นั้นให้เป็นรูปธรรม หรือกึ่งรูปธรรม ให้เกิดภาพพจน์ เข้าใจปัญหา โจทย์ (ลาวัลย์ พลกล้า. 2523 : 3)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า

จากการทดลองสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการพอสรุปได้ ดังนี้

1. การเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) นักเรียนได้นั่งเรียนกันเป็นกลุ่มๆ และนักเรียนในห้องมีจำนวนมากจึงส่งเสียงคุยกัน และทำให้บางกลุ่มฟังครูอธิบายวิธีการเรียนและการใช้อุปกรณ์ประกอบในแต่ละชุดกิจกรรมไม่ชัดเจน ครูจึงต้องไปอธิบายในกลุ่มย่อยที่ละกลุ่มอีกครั้ง มีผลทำให้เสียเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด

2. อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในแต่ละชุดกิจกรรมเป็นของจริงเป็นส่วนใหญ่ เช่น เหรียญ ลูกเต๋า หลอดกาแฟ ลูกบิด กระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส บัตรตัวเลข ปากกาสี เป็นต้น มีนักเรียนบางคนเล่นอุปกรณ์จนเพลิน ทำให้การปฏิบัติกิจกรรมไม่ทันเวลา และมีนักเรียนบางกลุ่มไม่ค่อยใช้อุปกรณ์ที่ครูแจก เนื่องจากนักเรียนเหล่านั้นจะไม่ค่อยเข้าใจเนื้อหาจากการปฏิบัติกิจกรรมที่เป็นรูปธรรม เช่น การเรียงเหรียญ การเรียงบัตรตัวเลข การร้อยลูกบิด เป็นต้น

3. นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจในการสอนแบบปฏิบัติการเพราะได้จับต้องอุปกรณ์ที่เป็นของจริงและได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างเพื่อนในกลุ่มการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ กล้าลองผิดลองถูก ทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนไม่เคร่งเครียดในการเรียนการสอน นักเรียนเกิดความสนุกสนาน เข้าใจเนื้อหามากขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และต่อครูสอนคณิตศาสตร์มากขึ้น

4. การแบ่งกลุ่มโดยแบ่งตามความสามารถที่ละกันระหว่างนักเรียนที่เรียงเก่ง ปานกลาง และอ่อน มีผลดีคือการที่นักเรียนที่ถูกแยกออกจากกลุ่มเดิม จะทำให้นักเรียนได้เปลี่ยนกลุ่มเพื่อน

และได้เพื่อนกลุ่มใหม่ๆ ซึ่งแต่ละคนก็ได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง ตั้งใจในการทำกิจกรรมมากขึ้น ไม่เสียเวลาในการคุยและเล่นมากนักและทำกิจกรรมแต่ละชุดได้ทันเวลา

5. เนื้อหาในเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) นักเรียนไม่ค่อยได้นำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหามากนัก คิดว่าเป็นปัญหาที่ยากและอาจจะกลายเป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียน จึงต้องใช้เวลาในการทำให้นักเรียนมีความคุ้นเคยในเรื่องนี้มากขึ้น แต่สำหรับนักเรียนบางคนสามารถเข้าใจได้โดยง่าย และสามารถคิดและแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้

6. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำหรือไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ รู้สึกมีกำลังใจในการเรียนมากขึ้น สังเกตได้จากการทำกิจกรรมแต่ละชุด นักเรียนเหล่านั้นจะมีความพยายามอย่างมากในการทำกิจกรรม มีความเพลิดเพลินในการทำกิจกรรม เพราะไม่ต้องคิดคำนวณมากนัก

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาค้นคว้า

1. ข้อเสนอแนะในการเรียนการสอน

การใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง ใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้ ดังนั้นครูผู้สอนต้องคอยสังเกตนักเรียน ให้ความช่วยเหลือ คอยแนะนำอย่างใกล้ชิด เมื่อสังเกตว่านักเรียนต้องการความช่วยเหลือหรือมีปัญหาสงสัยคำสั่งต่างๆ ในชุดกิจกรรม ตลอดจนมีความสามารถในการควบคุมชั้นเรียนได้ดี

ผู้ที่จะนำชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ไปใช้ในการเรียนการสอนจะต้องศึกษาคำชี้แจงอย่างละเอียด เพื่อให้เข้าใจลักษณะและวิธีการปฏิบัติในชุดกิจกรรมแต่ละชุด

ก่อนที่จะนำชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ไปใช้สอนในแต่ละคาบ ครูผู้สอนจะต้องมีเวลาในการจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ อาจแก้ปัญหาโดยการสั่งให้นักเรียนเตรียมมาจากบ้าน หรือจัดทำมาล่วงหน้า เช่น เหรียญ ลูกเต๋า หลอดกาแฟ ลูกปัด กระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส บัตรตัวเลข ปากกาสี เป็นต้น จะได้ไม่ต้องเป็นภาระแก่ครูผู้สอนมากนัก แต่ทั้งนี้ครูผู้สอนเองจะต้องมีอุปกรณ์สำรองไว้ใช้เมื่อนักเรียนไม่นำมาในชั่วโมงนั้นด้วย

การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับบทเรียนเรื่องอื่นๆ ได้ทั้งในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพและระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ทั้งนี้ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้พิจารณาเลือกสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนแบบนี้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรส่งเสริมให้มีการใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ในเรื่องอื่นๆ ที่เป็นเนื้อหาใหม่ เพราะจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเหล่านั้นมากขึ้น

ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการศึกษาในด้านอื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหา การให้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ เกม และสื่อประสม เป็นต้น

ควรทำการวิจัยเรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” โดยดัดแปลงเนื้อหาให้เหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นต่างๆ เพราะเนื้อหานี้ได้บรรจุอยู่ในช่วงระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2546) ซึ่งครูผู้สอนก็จะสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

- กฤษฎา ศรีชนะ. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ระดับความสามารถต่างกัน โดยการสอนแบบปฏิบัติการ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ก่อ สวัสดิพาณิชย์, นาฏเจลีเยว สุมาวงศ์และเชื้อ สาริमान. (2514). จิตวิทยา. กรุงเทพฯ: คุรุสภา.
- กัลยา ทองสุ. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน (Representation) เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524). วิธีการสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช. _____ (2526). วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จรรยา มิลินทร์และคณะ. (2505). พจนานุกรมศัพท์การศึกษา. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- จำนง พรายแย้มแซ. (2516). เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- จำปี นิลอรุณ. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชม ภูมิภาค. (2524). เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ประสานมิตร.
- ชัยพร วิชชาวุธ. (2519). จิตวิทยาฉบับประสบการณ์. กรุงเทพฯ: บริษัทสารมวลชนจำกัด.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษากับการสอนระดับอนุบาล. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2543). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.
- ชูชีพ อ่อนโลกสูง. (2524). การผลิตชุดการสอนระดับประถมศึกษา กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง เสียง. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน.

- ณยศ สงวนสิน. (2547). การสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นිරนัย เรื่อง พหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดรุณี เตชะวงศ์ประเสริฐ. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนบูรณาการแบบสอดแทรก. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธัญสินี ฐานา. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องทางด้านทักษะกระบวนการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิพนธ์ ฝ่ายบุญ. (2548). การพัฒนาชุดกิจกรรมโดยใช้วิธีสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บำรุง กัดเจริญ และฉวีวรรณ กินวงศ์. (2527). วิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พิมพ์เนศ.
- บุญเกื้อ คอระหาเวช. (2542). นวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเสริม ฤทธาภิรมย์. (2523, กุมภาพันธ์). “การเรียนรู้แบบสร้างความคิดรวบยอด,” ประชาศึกษา. 31: 6 – 17.
- ปฐมพร อาสนวีเชียร. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสนใจการเรียนและความภูมิใจในตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบเรียนเป็นคู่ (Learning Cell) โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประดับ เรืองมัลย์. (2524). หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ปรีชา วันโนนาม. (2548). ผลของการใช้ชุดการเรียนโดยเพื่อนสอนเพื่อนหน่วยการเรียนรู้ “เส้นขนาน” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปัทมา เขียววิศิษฐ์สกุล. (2526). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเส้นตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- เป็รื่อง กุมุท. (2519). *เทคนิคการเขียนบทเรียนโปรแกรม*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พนารัตน์ แซ่มชื่น. (2548). *ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรทิพย์ แก้วใจดี. (2545). *การพัฒนาชุดกิจกรรมที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะที่พึงประสงค์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรพรหม อัดตวัฒน์กุล. (2547). *ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรพิมล ยังฉิม. (2546). *ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง รากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์โดยใช้เทคนิคการสอนแบบระดมความคิด*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณทิพย์ ม้ามณี. (2520). *การสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- พรศรี บุญรอด. (2545). *การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- เพ็ญประภา แสนลี. (2542). *การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการ เรื่อง พหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เมธี ลิ้มอักษร. (2520). *แนวคิดในการสอนคณิตศาสตร์*. สงขลา: ภาควิชาคณิตศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ยงยศ พุทให้. (2543). *การศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “เซต” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสายปัญญา*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ยุทธกร ถามา. (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ ความสนใจและความมีวินัยในตนเองทางการเรียนรู้ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน กรณ์ทอง. (2533). การศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ 1 ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์ – การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2519). การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2523). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- _____. (2524). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- _____. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. (2545). เอกสารการสอนประกอบวิชาสถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิควิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลาวัลย์ พลกล้า. (2523). การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วงเดือน อินทนิเวศน์. (2544). การพัฒนาชุดการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ภายใต้สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วนิดา มณีวรรณ. (2534). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ 4. ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์ – การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณณา เฉลิมพรพงศ์. (2526). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความรู้พื้นฐานเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแบบปฏิบัติการ. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- วัชรีย์ บุรณสิงห์. (2525). "การสอนคณิตศาสตร์ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล," ในเอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วารินทร์ สายโอบเชื้อ และสุนี ธีรดากร. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครูพระนคร.
- วีระ ตันตระกูล และปรีชา นิพนธ์พิทยา. (2533). *บันไดสู่ความก้าวหน้าของข้าราชการครู กทม.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศิรินทิพย์ คำพุทธ. (2548). *ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ STAD เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร ศรีปุย. (2549). *ผลของการใช้ชุดกิจกรรม WALLY RALLY คณิตศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบค้นพบ เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 – 4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมควร ปานโม. (2545). *การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาชีพ เรื่อง "เซต" ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ภาควิชาเกษตรกรรม*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมชาย วัฒนกุล. (2516). *การสร้างสังกัดชนิดสังเคราะห์ลักษณะความตั้งใจเรียนและผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2541). *การวัดผลการศึกษา*. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2547). *แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สิริพร ทิพย์คง. (2532, มีนาคม). "ความคลาดเคลื่อนทางมโนทัศน์เกี่ยวกับทศนิยมของนักศึกษาครูสาขาประถมศึกษา," ใน *เกษตรศาสตร์ (สังคม)*. หน้า 71 – 75.
- สุจินต์ วิศวะธีรานนท์. (2523). *ระบบการเรียนรู้การสอนหน่วย 1 – 5*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุชา จันท์เอม และสุรางค์ จันท์เอม. (2515). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จรัสสินทวงศ์.

- สุชาติ โสภประยูร. (2512,16 กุมภาพันธ์). “ความเชื่อและความเข้าใจผิดเกี่ยวกับเรื่องเพศ,”
ศูนย์ศึกษา, หน้า 27 – 28.
- สุดารัตน์ ไผ่พงสาวงค์. (2543). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดการเรียนการสอน
แบบ CIPPA MODEL เรื่อง เส้นขนานและความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินุญานิพนธ์
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- สุนทรี ดิษฐลักษณ์. (2529). การศึกษาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ. ปรินุญานิพนธ์
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- สุรัชย์ ขวัญเมือง. (2522). วิธีสอนและการวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพฯ:
เทพนิมิตการพิมพ์.
- สุรัชย์ จามรเนียม. (2548). ผลของการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์บูรณาการเชิงเนื้อหา เรื่อง พื้นที่
ผิวและปริมาตรที่มีต่อความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรียา รัตนพลที. (2545). ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน
และการจัดหมู่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร.
สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒนา อุทัยรัตน์. (2526). สมรรถภาพของครูคณิตศาสตร์. ในเอกสารการสอนชุดวิชาการสอน
คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 1 – 7. หน้า 92 – 128. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 20 วิธีการจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). เทคโนโลยีทางการศึกษา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เสาวภา อนุเพชร. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนต่ำ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยได้รับการสอนเสริม
ด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้นทนาการ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- โสภภาพรรณ แสงศัพท์. (2518). การสำรวจความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากแบบเรียนวิทยาศาสตร์
ในมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- อเนก สุตจํานงค์. (2531). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับความสามารถต่างกันโดยการสอน แบบปฏิบัติการ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรทัย ศรีอุทธา. (2547). ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสอง มิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรุณี สุพรรณพงศ์. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสรรค์สร้างองค์ความรู้ด้วย ตนเอง โดยวิธีสอนแบบค้นพบด้วยการแนะแนวทาง เรื่อง เส้นตรงและมุม ความยาว พื้นที่ และปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัจฉราพรรณ เกิดแก้ว. (2524). การเปรียบเทียบมโนทัศน์ขั้นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้วยชุดสื่อ การสอนและการบรรยายสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชนา โพธิพลากร. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อาคม จันทสุนทร. (2522, 4 สิงหาคม). “ความคิดรวบยอดและหลักการ,” ในคुरुปริทัศน์, หน้า 47 – 50.
- อารีย์ คำปล้อง. (2536). การสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง คุณสมบัติของวงกลม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีย์ ศรีเดือน. (2547). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่อง การประยุกต์ 1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีรัตน์ สุดเกตุ. (2529). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนคติในวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบปฏิบัติการ กับการสอนตามแผนการสอนของกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ 4. กรุงเทพมหานคร. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุทุมพร ทองอุไทย. (2510). การเปรียบเทียบความเข้าใจหลักคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ในจังหวัดพระนคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (ประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- Bell, A.; Fischbein, E.; & Greer, B. (1984, April). "Choice of Operation in Verbal Arithmetic Problem: The Effects of Number Size Problem Structure and Context," *Educational Studies in Mathematics*. pp. 129 – 147.
- Bell, F.H. (1981). *Teaching and Learning Mathematics*. Dubuque, Iowa : Wm.c. Brown Company Publishers.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Taxonomy of Education Objective Handbook: Cognitive Domain*. New York : David McKay Company Inc.
- Blount, Morris Alonzo. (1980, November). Effect of a Recycling Laboratory on Attitude Toward and Achievement on Mathematics Among College Freshmen. *Dissertation Abstracts*. 41(5): 1990 – A.
- Booth, L.R.; et al. (1984). *A Study of Thinking*. New York: John, Wiley and Sons.
- Brandsma, Jane Ann. (2000). Data Collection Analysis: Examining community college students' understanding of elementary statistics through laboratory activities. *Dissertation Abstracts International*. (Online). Available: <http://wwwlib.uni.com/dissertatons/citations/print>. Retrieved March, 28 2004.
- Brawley, Olethe Daniels. (1975, January). "A Study to Evaluate the Effects of using Multimedia Instructional Modules to Teach Time – Telling to Retarded Learner," *Dissertation Abstracts*. 35(7): 4280 – A.
- Brown, K. ; & Hart, K.M. (1981). *Children's Understanding of Mathematics*. London : John Murrang.
- Brown, Nacino R.; Festus, Oke.; & Desmond, Brown P. (1982). *Curriculum and Instruction*. Hong Kong : The Macmillan Press Ltd.
- Bruner, J.S.; Goodnow, Jacqueline J.; & Austin, George A. (1957). *A Study of Thinking*. New York : John, Wiley and Sons.
- Bull, Michael Porter. (1993). "Exploring the Effects on Mathematics Achievement of Eighth Grade Students that are Taught Problem – Solving Through a Four – Step Method that Addresses the Perceptual Strengths Each Student (Magic Math)," *Dissertation Abstracts Online*. 54 – 07A.
- Cardarelli, Sally M. (1973). *Individualized Instruction Programmed and Material*. Englewood Cliffs, New Jersey : Educational Technology Publication.
- Carpenter, T.P.; et al. (1981, April). "Decimals: Results And Implications From National Assessment," *Arithmetic Teacher*. 28 (1981): 34 – 37.
- Carroll, John B. (1963, May). *A Model of School Learning*. Teacher College Record. 64: 726 – 733.

- Cho, H.H.; Kahle, J.B.; & Nordland, R.H. (1985, October). "An Investigation of High School Biology Textbooks as Source of Misconception and Difficulties in Genetics and Some Suggest Teaching Genetics," *Science Education*. 69: 707 – 719.
- Cooney, Thomas J. (1975). *Dynamic of Teaching Secondary School Mathematics*. Boston: Houghton Mifflin, Co.
- Copeland, Richard W. (1974). *How Children Learn Mathematics*. New York : Macmillan, Press Ltd.
- Corwin, Vera Anna; & Whittier, Vera elf. (1978, May). A Comparison of Learning Geometry With or Without Laboratory Activities Using Manipulative Aids and Paper Folding Techniques. *Dissertation Abstracts*. 11 (65): 6584 – A.
- Davis, R.B. (1979). "Error Analysis in High School Mathematics," *Annual Meeting of the American Education Research Association*. 8 – 12: 17 – 18.
- De Cecco, John P.; & Grawford, William R. (1974). *The Psychology of Learning and Instruction*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall, Inc.
- Dejarnette – Ondrus, Patricia Sue. (1978, December). A Study of the Effect of A Laboratory Approach in Conjunction with Classroom Instruction on Student Performance in and Attitude Toward Mathematics. *Dissertation Abstracts*. 36(6): 3432 – A.
- Duane, James E. (1973). *Individualized Instructional Program and Materials*. Englewood Cliffs, New Jersey : Educational Technology Publication.
- Dunn, Rita; & Dunn, Kenneth. (1976). *Teaching Students Through Their Individual Learning Styles: A Practical Approach*. New York : Reston Instruction. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall, Inc.
- Edward, C.H. (1975, February). Changing Teacher Behavior Through Self – Instruction and Supervised Teaching in A Competency Based Program. *The Journal of Education Research*. 87 (2): 43.
- Fischbein, E. M.; Deri.; Nello M.; & Marino, M. (1985, January). "The Role of Implicit Models in Multiplication and Division," *Journal for Research in Mathematics Education*. 16: 3 – 17.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York : McGraw – Hill Book Company, Inc.
- Heimer, Ralph T.; & Trueblood, Cecil R. (1977). *Strategies for Teaching Children Mathematics*. Washington D.C. : Addison – Wesley Publishing Company, Inc.

- Houston, Robert W.; & Others. (1972). *Developing Instruction Modules; A Modulate System for Writing Modules*. College of Education Texas: University of Houston.
- Johnson, Donovan A.; & Rising, Gerald R. (1969). *Guidelines for Teaching Mathematics*. California : Wadsworth Publishing Company, Inc.
- Kapfer, Phillip G.; & Kapfer, Mirian B. (1972). *Learning Package in American Education*. Englewood Cliffs, N.T. Education Technology Publication.
- Kemp, J.E.; & Dayton, D.K. (1985). *Planning and Producing Instructional Media*, (5th ed). New York : Happer and Row.
- Kidd, Kenneth P.; Myers, Shirley S.; & Ciley, David M. (1970). *The Laboratory Approach to Mathematics*. Science Research Associates, Inc.
- Martorella, Peter H. (1972). *Concept – Learning Designs for Instruction*. Copyright by International Textbook Company.
- Mc Donald, F.J. (1959). *Education Psychology*. San Francisco: Wadsworth Publishing.
- Movshovitz – Hadar, N.; Zaslusky, O.; & S. Inbar, S. (1987, January). “Analyzing and Modeling Arithmetic Errors,” *Journal for Research in Mathematics Education*. 18: 3 – 14.
- Orton – Flynn, Susan Jane. (1997). “The Design of A Multimedia Calculator and Its Use in Teaching Numerical to Those With Learning Difficulties,” *Dissertation Abstracts Online*. 59 – 0A.
- Pines, A.L.; & West, L.H.T. (1983). “A Framework for Conceptual Change Special Reference to Misconceptions,” pp. 47 – 51. *Proceedings of the International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics*. Ithaca, New York : Cornell University Press.
- Powell, A. (1983). “Misconceptions in Mathematics and Imagery,” *Proceedings of the International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics*. p. 20. Ithaca, New York : Cornell University Press.
- Prescott, Daniel A. (1961). *Report of Conference on Child Study*, Educational Bulletin. Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- Rawat, D.S.; & Cupta, S.L. (1970). *Educational Wastage at the Primary Level: A Hand Book for Teacher*. New Delhi: S.K. Kitchula at Nalanda Press.

- Ron, H. (1983). "Enhancement and Assessment of the Reliability of Instruments for the Measurement of Conceptual Framework," pp. 153 – 161. *Proceedings of the International Seminar Misconception in Science and Mathematics*, Ithaca, New York : Cornell University Press.
- Russell, David H. (1956). *Children's Thinking*. Boston: Ginner and Company. p. 447.
- Satterfielf, Melanie. (2001). "Geometer's Sketchpad: single – user package, version 3" *Dissertation Abstracts International*. (Online). Available: <http://vnweb.hwwilsonweb.com> Retrieved April, 8 2004.
- Schielack, Debra Jane Faith. (1988). A cooperative learning, laboratory approach in a mathematics course for prospective elementary teachers. *Dissertation Abstracts International*. (Online). Available: <http://wwwlib.uni.com/dissertatons/citations/Print>. Retrieved March, 28 2004.
- Sucker, Andrew Arthur. (1978, November). Laboratory Activities and Reading in High School Geometry. *Dissertation Abstract*. 39(5): 2084.
- Truran, K.M. (1987, June). "Error Analysis as Remedial Teaching Technique," *Proceedings of Fourth Southeast Asian Conference on Mathematics Education*. 1(3): 92 – 96.
- William, Weber, B.Jr. (1999, February). "Connecting Concepts of Number to Mental Computation Procedures: An Examination of Middle Grade Students' Achievement And Thinking," *Focus on Learning Problems in Mathematics*. 21(4): 40 – 62.
- Wilson, Cynthia Louise. (1989, August). An Analysis of a Direct Instruction Produce in Teaching Word Problem – Solving to Learning Disabled Student. *Dissertation Abstracts International*. 50 (02A): 416.
- Wilson, James W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. In *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*, pp. 643 – 696. Ed. By Benjamin S. Bloom, U.S.A. : McGraw – Hill Book.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1 ผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ
- 2 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1
- 3 ค่า p ค่า q ค่า pq และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

ตาราง 5 ผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2
รหัสวิชา (2000 – 1520) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	สรุปผล
1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1	ใช้ได้
16	1	1	1	3	1	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1	ใช้ได้
19	1	1	1	3	1	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1	ใช้ได้
23	1	1	1	3	1	ใช้ได้
24	1	1	1	3	1	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1	ใช้ได้
26	1	1	1	3	1	ใช้ได้
27	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่า IOC	สรุปผล
28	1	1	1	3	1	ใช้ได้
29	1	1	1	3	1	ใช้ได้
30	1	1	1	3	1	ใช้ได้

สรุปผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ข้อสอบทุกข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ตาราง 6 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน”
 (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

ข้อสอบข้อที่	p	r	ข้อสอบข้อที่	p	r
1	0.22	0.48	16	0.66	0.52
2	0.66	0.44	17	0.50	0.68
3	0.31	0.56	18	0.53	0.66
4	0.30	0.28	19	0.39	0.58
5	0.61	0.54	20	0.46	0.76
6	0.55	0.72	21	0.34	0.60
7	0.33	0.58	22	0.30	0.34
8	0.38	0.42	23	0.31	0.54
9	0.52	0.62	24	0.34	0.52
10	0.66	0.74	25	0.39	0.56
11	0.67	0.68	26	0.33	0.66
12	0.37	0.46	27	0.35	0.24
13	0.24	0.30	28	0.34	0.54
14	0.33	0.26	29	0.49	0.78
15	0.50	0.56	30	0.37	0.66

ตาราง 7 ค่า p ค่า q ค่า pq และค่าความเชื่อมั่น (r_u) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

ข้อสอบข้อที่	p	q	pq	ข้อสอบข้อที่	p	q	pq
1	0.81	0.19	0.1539	16	0.82	0.18	0.1476
2	0.79	0.21	0.1659	17	0.83	0.17	0.1411
3	0.82	0.18	0.1476	18	0.82	0.18	0.1476
4	0.88	0.12	0.1056	19	0.66	0.34	0.2244
5	0.78	0.22	0.1716	20	0.86	0.14	0.1204
6	0.86	0.14	0.1204	21	0.71	0.29	0.2059
7	0.85	0.15	0.1275	22	0.76	0.24	0.1824
8	0.88	0.12	0.1056	23	0.86	0.14	0.1204
9	0.8	0.20	0.1600	24	0.84	0.16	0.1344
10	0.86	0.14	0.1204	25	0.8	0.20	0.1600
11	0.74	0.26	0.1924	26	0.93	0.07	0.0651
12	0.92	0.08	0.0736	27	0.87	0.13	0.1131
13	0.77	0.23	0.1771	28	0.87	0.13	0.1131
14	0.89	0.11	0.0979	29	0.91	0.09	0.0819
15	0.8	0.20	0.1600	30	0.89	0.11	0.0979

$$\sum pq = 4.1348$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

$$n = 30$$

$$\sum pq = 4.135$$

$$s^2 = 13.766$$

$$r_u = \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{4.135}{13.766} \right]$$

$$= \frac{30}{29}(1 - 0.300)$$

$$= 1.034 \times 0.7$$

$$= 0.724$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 เท่ากับ 0.724

ภาคผนวก ข

ผลการตรวจสอบสมมติฐานเพื่อทดสอบการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 หลังการทดลอง โดยใช้สถิติ $t - test one group$

ตาราง 8 ผลการตรวจสอบสมมติฐานเพื่อทดสอบการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 หลังการทดลอง โดยใช้สถิติ t – test one group

คนที่ (N)	คะแนน (X)	x^2
1	21	441
2	16	256
3	19	361
4	20	400
5	24	576
6	19	361
7	20	400
8	23	529
9	18	324
10	20	400
11	19	361
12	22	484
13	19	361
14	15	225
15	18	324
16	20	400
17	19	361
18	25	625
19	20	400
20	19	361
21	22	484
22	18	324
23	26	676
24	20	400
25	25	625
26	13	169
27	21	441

ตาราง 8 (ต่อ)

คนที่ (N)	คะแนน (X)	x^2
28	19	361
29	20	400
30	24	576
31	21	441
32	18	324
33	16	256
34	23	529
35	20	400

$$\sum x = 702$$

$$\sum x^2 = 14,356$$

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

$$s = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

$$= \frac{702}{35}$$

$$= \sqrt{\frac{35(14,356) - (702)^2}{35(35-1)}}$$

$$= 20.06$$

$$= \sqrt{\frac{502,460 - 492,804}{1,190}}$$

$$= \sqrt{\frac{9,656}{1,190}}$$

$$= \sqrt{8.11}$$

$$= 2.85$$

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานเพื่อทดสอบการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}, \quad df = n - 1$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบที่นักเรียนทำได้
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 60
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

ดังนั้นจากสูตรจะได้

$$\bar{X} = 20.06, \quad n = 35, \quad s = 2.85, \quad d = 0.01$$

จุดวิกฤตจากตาราง t ที่ $df = 35 - 1 = 34$ มีค่า 2.443

$$\begin{aligned} \text{คำนวณ} \quad t &= \frac{20.06 - \frac{60}{100} \times 30}{\frac{2.85}{\sqrt{35}}} \\ &= \frac{20.06 - 18}{\frac{2.85}{5.92}} \\ &= \frac{20.06 - 18}{0.48} \\ &= \frac{2.06}{0.48} \\ &= 4.29 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ค

การจัดกลุ่มให้นักเรียนมีความสามารถต่างกัน

การจัดกลุ่มให้นักเรียนมีความสามารถคละกัน

การจัดกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย 7 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 1 รหัส (2000 – 1501) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ภายในกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ 1 คน ปานกลาง 3 คน และสูง 1 คน โดยเรียงลำดับความสามารถจากสูงสุดไปหาต่ำสุด แล้วจัดนักเรียนเข้ากลุ่มต่างๆ หมุนเวียนตามลำดับคะแนน ดังตาราง 9

ตาราง 9 การจัดกลุ่มให้นักเรียนมีความสามารถคละกัน

กลุ่มที่	ลำดับที่ของนักเรียนเรียงตามคะแนนสูงสุดไปหาต่ำสุด				
1	1	14	15	28	29
2	2	13	16	27	30
3	3	12	17	26	31
4	4	11	18	25	32
5	5	10	19	24	33
6	6	9	20	23	34
7	7	8	21	22	35
ระดับความสามารถ	สูง	ปานกลาง			ต่ำ

ภาคผนวก ง

- 1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations)
- 2 ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1
- 3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชา คณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1
เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ จำนวน 1 คาบ เวลา 60 นาที

สาระสำคัญ

ในชีวิตประจำวันเรามักจะพบปัญหาเกี่ยวกับการนับจำนวนวิธีทั้งหมดที่เหตุการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งจะเป็นได้ หรือจำนวนวิธีการจัดชุดของสิ่งต่างๆ เช่น การจัดชุดเสื้อผ้า การจัดชุดอาหาร การจัดการแข่งขันกีฬา เป็นต้น การคำนวณเพื่อหาคำตอบของปัญหาประเภทต่างๆ ดังกล่าวจะทำให้ได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วขึ้นถ้าเข้าใจกฎเกณฑ์บางข้อ ซึ่งเรียกว่า **หลักมูลฐานเกี่ยวกับการนับ** เป็นการหาจำนวนวิธีของผลลัพธ์ของสิ่งที่เราสนใจ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 1 ได้
2. หาจำนวนวิธีของเหตุการณ์โดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับและเขียนแผนภาพต้นไม้ได้อย่างง่ายได้
3. แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 1 ได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถในการ

1. แก้ปัญหา
2. ให้เหตุผล
3. สื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีความรับผิดชอบ
2. ให้ความร่วมมือ
3. มีระเบียบวินัย
4. เชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงออก

สาระการเรียนรู้

กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ เป็นการหาจำนวนวิธีของผลลัพธ์ของสิ่งที่เราสนใจ

กฎข้อที่ 1 ถ้าต้องการทำงานสองอย่าง โดยที่งานอย่างแรกทำได้ n_1 วิธี และในแต่ละวิธีที่เลือกทำงานอย่างแรกนี้ มีวิธีที่จะทำงานอย่างที่สองได้ n_2 วิธี จำนวนวิธีที่จะเลือกทำงานทั้งสองอย่างเท่ากับ $n_1 \times n_2$ วิธี

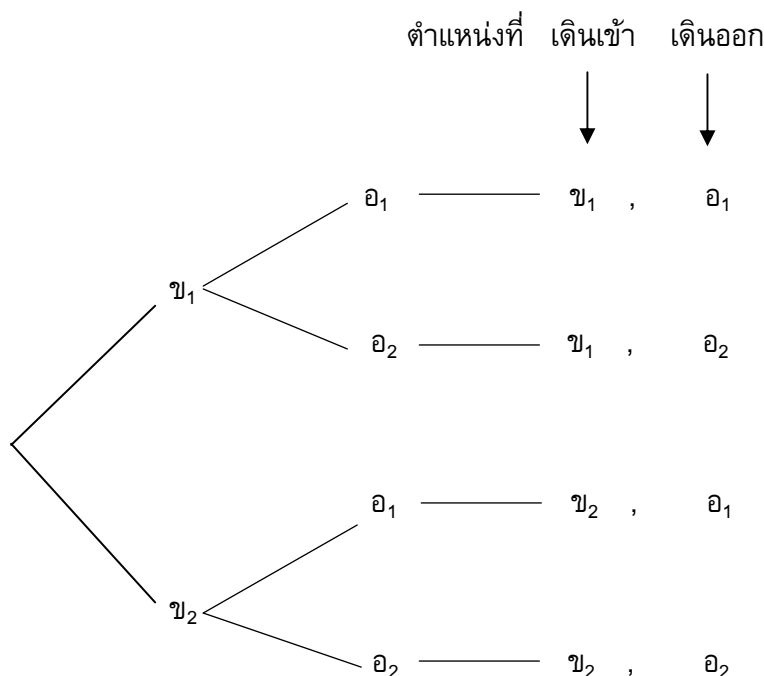
แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) หมายถึง แผนภาพที่เขียนเพื่อแสดงการจับคู่ของจำนวน โดยเริ่มจากจำนวนหนึ่ง และแยกออกไปเรื่อยๆ มีลักษณะคล้ายต้นไม้ เช่น แผนภาพแสดงการผลลัพธ์ของการเดินเข้า – ออก ห้องพัก 1 ห้อง ซึ่งมีประตู 2 ประตู เขียนได้ดังนี้

การเดินเข้า – ออก ห้องพัก 1 ห้อง ซึ่งมีประตู 1 ประตู ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด 2 วิธี คือ เดินเข้า (ข) และ เดินออก (อ)

สมมติมีประตูที่ 1 คือ $ข_1$ (เดินเข้าประตูที่ 1) และ $อ_1$ (เดินออกประตูที่ 1)

และสมมติมีประตูที่ 2 คือ $ข_2$ (เดินเข้าประตูที่ 2) และ $อ_2$ (เดินออกประตูที่ 2)

จะเดินเข้า – ออก ห้องพัก 1 ห้อง ซึ่งมีประตู 2 ประตูโดยผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ กันทั้งหมดตั้งแผนภาพต้นไม้



จะเห็นได้ว่ามีเดินเข้า – ออก ห้องพักซึ่งมีประตู 2 ประตูได้ทั้งหมด 4 วิธี คือ $(ข_1, อ_1)$, $(ข_1, อ_2)$, $(ข_2, อ_1)$ และ $(ข_2, อ_2)$

เมื่อเข้าใจวิธีคิดแล้วอาจทำสั้นๆดังนี้

มีวิธีการเดินเข้าห้องพักได้ 2 ประตู ให้ $n_1 = 2$

และมีวิธีการเดินออกจากห้องพักได้ 2 ประตู ให้ $n_2 = 2$

ดังนั้น มีวิธีการเดินเข้า – ออก จากห้องพักได้แตกต่างกันทั้งหมด $n_1 \times n_2 = 2 \times 2 = 4$ วิธี

ตัวอย่าง

ก้อยมีกระโปรง 2 ตัว เสื้อ 4 ตัว เธอจะเลือกสวมกระโปรงและเสื้อทั้งหมดได้กี่ชุด

วิธีทำ สมมติมีกระโปรง 2 ตัว ให้กระโปรงตัวที่ 1 คือ π_1 และกระโปรงตัวที่ 2 คือ π_2

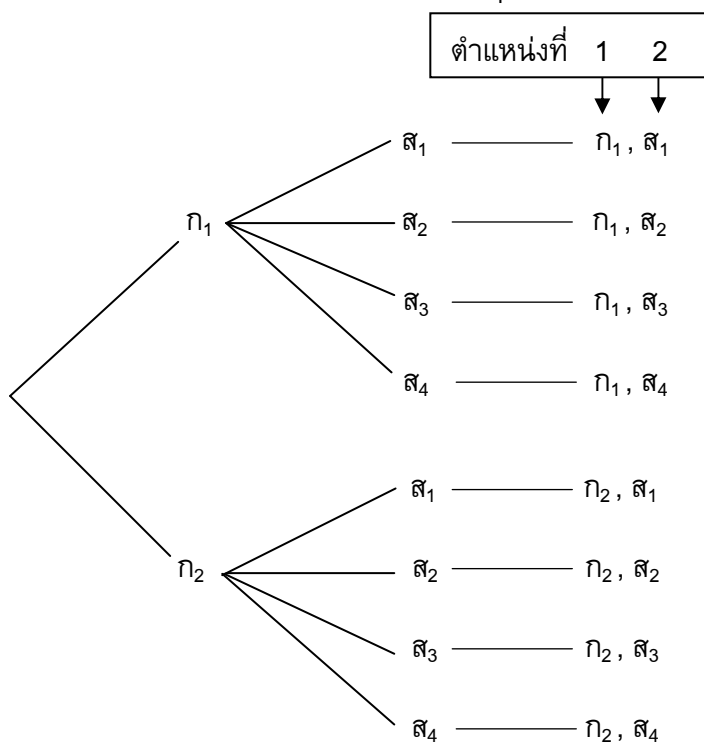
และสมมติมีเสื้อ 4 ตัว ให้เสื้อตัวที่ 1 คือ σ_1

เสื้อตัวที่ 2 คือ σ_2

เสื้อตัวที่ 3 คือ σ_3

และเสื้อตัวที่ 4 คือ σ_4

จะเลือกแต่งกายโดยจัดชุดได้ต่าง ๆ กัน ดังแผนภาพต้นไม้



จะเห็นได้ว่ามีวิธีสวมกระโปรงและเสื้อได้ทั้งหมด 8 วิธี คือ $(\pi_1, \sigma_1), (\pi_1, \sigma_2), (\pi_1, \sigma_3),$

$(\pi_1, \sigma_4), (\pi_2, \sigma_1), (\pi_2, \sigma_2), (\pi_2, \sigma_3)$ และ (π_2, σ_4)

ดังนั้น มีวิธีเลือกสวมกระโปรง 2 ตัว ให้ $n_1 = 2$

และมีวิธีเลือกสวมเสื้อ 4 ตัว ให้ $n_2 = 4$

เธอจะสวมกระโปรงและเสื้อได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 = 2 \times 4 = 8$ ชุด

กิจกรรมการเรียนรู้ (วิธีสอนแบบปฏิบัติการ)

ขั้นนำ (5 นาที)

1. ครูซักถามความรู้พื้นฐานของนักเรียนเรื่องกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับในรูปแบบต่างๆที่นักเรียนเคยพบในชีวิตประจำวัน
2. ครูอธิบายวิธีการเรียนและการใช้สื่อการเรียนรู้ แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ประกอบการชี้แจงให้ผู้เรียนเห็นแนวทางในการทำชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์

ขั้นปฏิบัติการ (40 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้ผู้เรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน เป็นอัตราส่วน 1 : 3 : 1 และส่งตัวแทนออกมาเพื่อรับชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ กฎข้อที่ 1
2. ครูให้นักเรียนอ่านคำชี้แจง และจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เข้าใจแล้วการดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการตามชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ กฎข้อที่ 1
4. หากนักเรียนมีข้อสงสัย สามารถซักถามครูได้ตลอดเวลาในขณะที่ปฏิบัติการ
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มเมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วให้ส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าห้องเรียน

ขั้นสรุป (15 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติการ และหาข้อสรุปที่ถูกต้อง นักเรียนจดบันทึกผลสรุปของตนเอง
2. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาสาระและตัวอย่างทำชุดกิจกรรมหลังจากการดำเนินการปฏิบัติการตามขั้นตอนที่ระบุไว้
3. ให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกทักษะ แบบทดสอบย่อยแล้วตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกทักษะ และใบเฉลยแบบทดสอบย่อย
4. ให้นักเรียนทำแบบบันทึกหลังเรียน เพื่อให้ครูตรวจสอบความเข้าใจ ปัญหาและข้อคิดเห็นของนักเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ ประกอบด้วย
 - กิจกรรมที่ 1 กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 1
2. เงินเหรียญชนิดต่างๆ
3. ลูกเต๋า
4. ดินสอ

5. ยางลบ
6. ใบกิจกรรม
7. แบบฝึกทักษะ
8. แบบทดสอบย่อย
9. ใบเฉลยกิจกรรม
10. ใบเฉลยแบบฝึกทักษะ
11. ใบเฉลยแบบทดสอบย่อย

การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือ
1. ตรวจสอบผลงาน	คะแนนรวม 80 % ขึ้นไป	- ใบกิจกรรม - แบบฝึกทักษะ
2. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	คะแนนรวม 80 % ขึ้นไป	- แบบประเมินคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์ของนักเรียน
3. ทดสอบความรู้ความเข้าใจเรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ กฎข้อที่ 1	คะแนนรวม 80 % ขึ้นไป	- แบบทดสอบย่อยหลัง ชุดกิจกรรมที่ 1

บันทึกผลหลังสอน

ผลการสอน

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

แนวทางแก้ไข

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายไกรฤกษ์ พลพา)

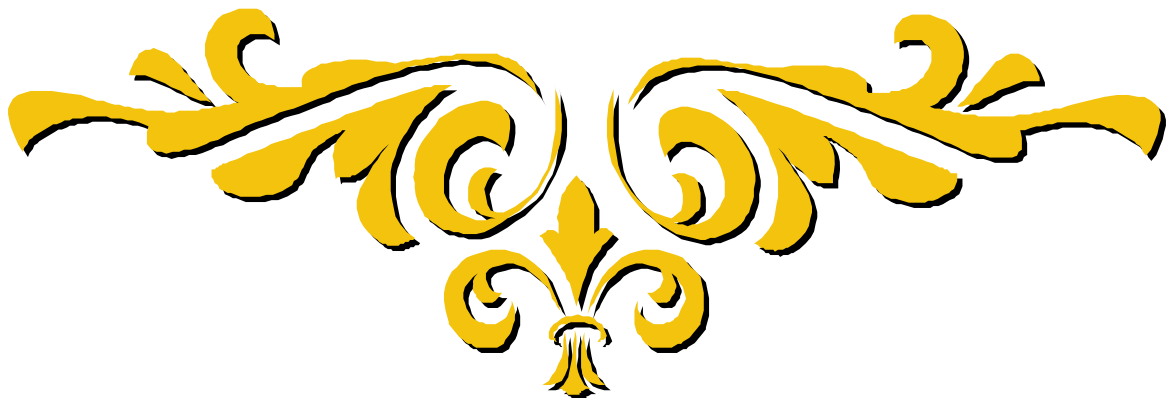
...../...../.....



ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์

เรื่อง “วิธีเรียงสับเปลี่ยน” (Permutations)

ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1



ชุดที่ 1

ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ



วิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา 2000 – 1520
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 เวลา 1 คาบ

ชุดกิจกรรมนี้เป็นชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์
เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดในการเรียนคณิตศาสตร์
ดังนั้นผู้เรียนต้องปฏิบัติตามกิจกรรมให้ครบทุกขั้นตอน
ตามที่กำหนดไว้เพื่อให้บรรลุผลที่ตั้งไว้

ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ

คำชี้แจง :

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5 คน ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ให้ส่งตัวแทนมารับชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 ประกอบไปด้วย
 - ใบกิจกรรม ใช้เวลาทำกิจกรรม 20 นาที
 - แบบฝึกทักษะ ใช้เวลาทำกิจกรรม 20 นาที
 - แบบทดสอบย่อย ใช้เวลาทำกิจกรรม 15 นาที
3. ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรมในใบกิจกรรมแบบปฏิบัติการที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด
4. ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาเนื้อหาและตัวอย่างจากกิจกรรมในชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการที่กำหนดไว้
5. ให้นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรมแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบย่อยเสร็จแล้วให้นักเรียนมารับใบเฉลยจากครูไปตรวจคำตอบ
6. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยใดๆสามารถสอบถามหรือขอคำแนะนำจากครูได้ตลอดเวลา



จุดประสงค์การเรียนรู้ / สื่อการเรียนรู้

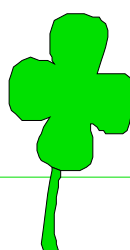
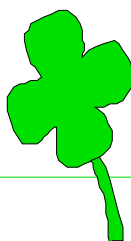
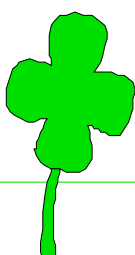
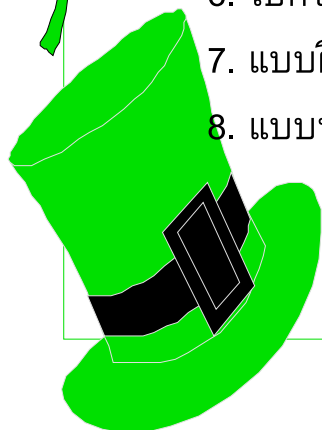
จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถ

1. บอกกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 1 ได้
2. หาจำนวนวิธีของเหตุการณ์โดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ และเขียนแผนภาพต้นไม้ได้อย่างง่ายได้
3. แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 1 ได้

ระยะเวลาที่ใช้ 55 นาที

สื่อการเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ
2. เงินเหรียญชนิดต่างๆ
3. ลูกเต๋า
4. ดินสอ
5. ยางลบ
6. ใบกิจกรรม
7. แบบฝึกทักษะ
8. แบบทดสอบย่อย



กิจกรรมแบบปฏิบัติการ (ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ) ประกอบด้วย

- ใบกิจกรรมเป็นการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 20 นาที
- และแบบฝึกทักษะเป็นการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 20 นาที

การประเมินผล

เป็นแบบทดสอบย่อยเพื่อทดสอบความเข้าใจในหลังจากที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด ใช้เวลา 15 นาที



ใบกิจกรรมชุดที่ 1



ชื่อกลุ่ม

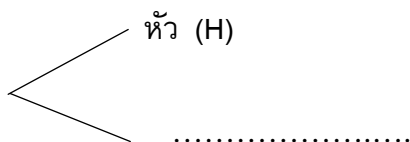
สมาชิก 1. 2. 3.
4. 5.

คำสั่ง ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันเขียนแผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) และปฏิบัติกิจกรรมทุกข้อ



1. ให้นักเรียนโยนเหรียญ 1 เหรียญ 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ เหรียญ 1 เหรียญ มีทั้งหมด.....หน้า ได้แก่ หัว (H) และ (T)
แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงเหตุการณ์ของการโยนเหรียญ 1 เหรียญ 1 ครั้ง
ที่เป็นไปได้ต่างกันทั้งหมด เขียนได้ดังนี้



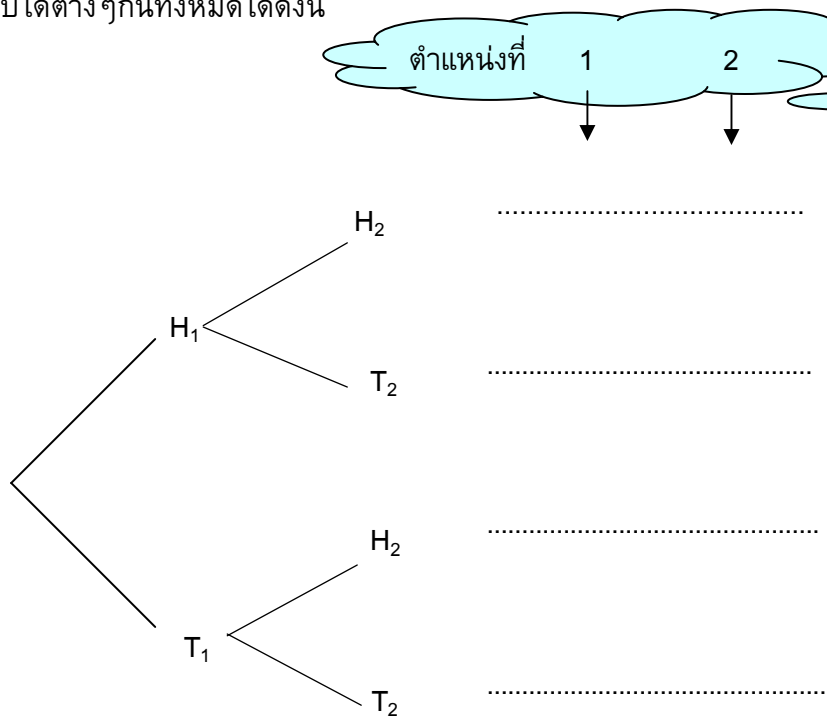
จะเห็นว่าวิธีโยนเหรียญได้ทั้งหมด วิธี คือ

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มโยนเหรียญพร้อมกัน 2 เหรียญ 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ การโยนเหรียญ 2 เหรียญ 1 ครั้ง เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดคือ และ

สมมติเหรียญที่ 1	ให้เหตุการณ์ที่ขึ้นหัว (H) คือ
	และเหตุการณ์ที่ขึ้นก้อย (T) คือ	T_1
สมมติเหรียญที่ 2	ให้เหตุการณ์ที่ขึ้นหัว (H) คือ	H_2
	และเหตุการณ์ที่ขึ้นก้อย (T) คือ

แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงการโยนเหรียญพร้อมกัน 2 เหรียญ โดยเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ กันทั้งหมดได้ดังนี้



จะเห็นได้ว่าการโยนเหรียญพร้อมกัน 2 เหรียญ 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์แตกต่างกันทั้งหมด ได้แก่

.....

.....

.....

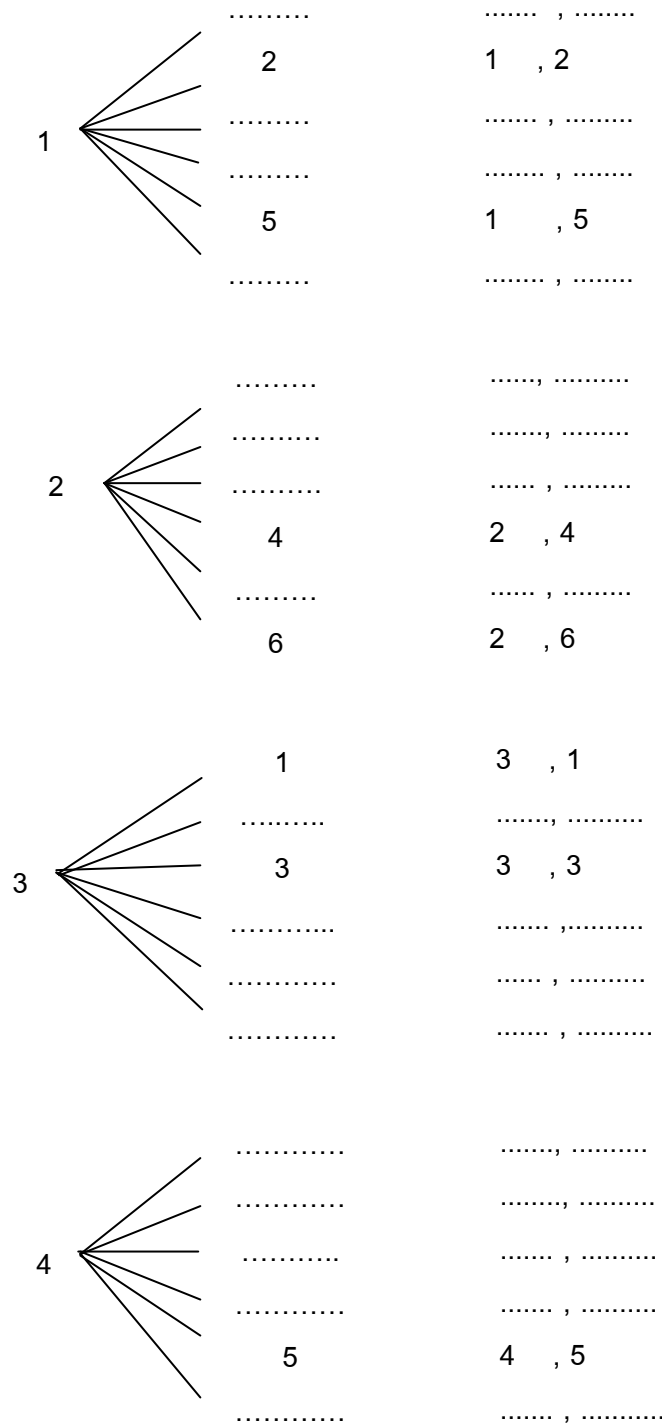
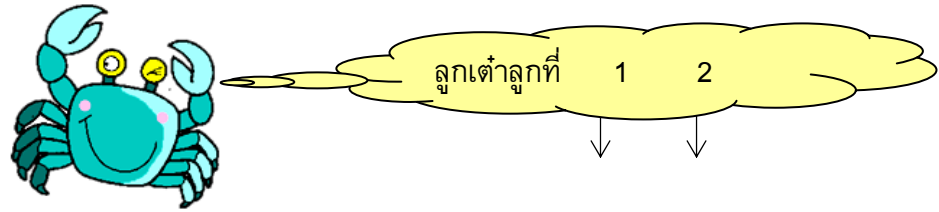
ดังนั้น เหรียญที่ 1 มี หน้า ให้ $n_1 = \dots\dots\dots$
 และเหรียญที่ 2 มี หน้า ให้ $n_2 = \dots\dots\dots$
 จะเห็นได้ว่ามีวิธีการโยนเหรียญพร้อมกัน 2 เหรียญ 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์แตกต่างกันทั้งหมด $n_1 \times n_2 = \dots\dots\dots$
 $= \dots\dots\dots$ วิธี

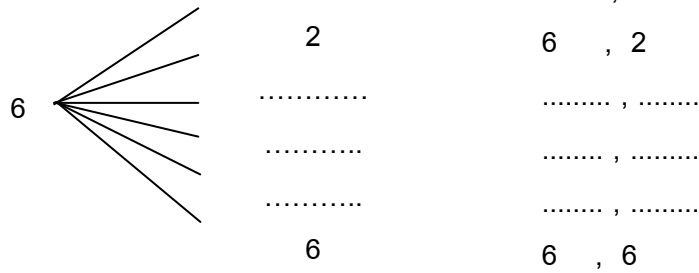
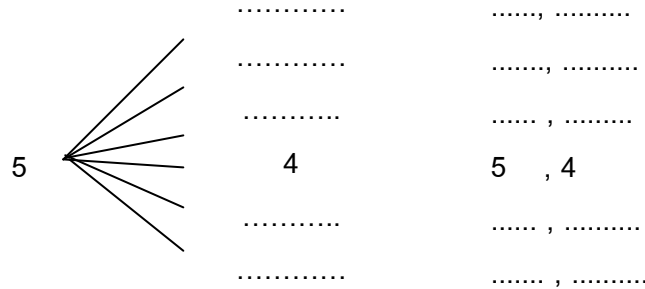
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทอดลูกเต๋าพร้อมกัน 2 ลูก 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

ให้นักเรียนพิจารณาลูกเต๋า 1 ลูก มีทั้งหมด หน้า ได้แก่

วิธีทำ สมมติมีลูกเต๋าลูกที่ 1 คือ มีทั้งหมด หน้า
 สมมติมีลูกเต๋าลูกที่ 2 คือ มีทั้งหมด หน้า

แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงการทอดลูกเต๋าพร้อมกัน 2 ลูก 1 ครั้ง โดยเขียนเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ กันทั้งหมดดังนี้





จะเห็นได้ว่าการทอดลูกเต๋าร่วมกัน 2 ลูก 1 ครั้งจะเกิดเหตุการณ์แตกต่างกันทั้งหมด ได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ดังนั้น สมมติมีการทอดลูกเต๋าลูกที่ 1 มีหน้า ให้ $n_1 = \dots\dots\dots$

และสมมติมีการทอดลูกเต๋าลูกที่ 2 มีหน้า ให้ $n_2 = \dots\dots\dots$

จะเห็นได้ว่ามีวิธีการทอดลูกเต๋าร่วมกัน 2 ลูก 1 ครั้งจะเกิดเหตุการณ์ได้แตกต่างกัน

ทั้งหมด $n_1 \times n_2 = \dots\dots\dots$
 $= \dots\dots\dots$ วิธี



4. ให้นักเรียนพิจารณาเหรียญ 1 เหรียญ และลูกเต๋า 1 ลูก



- นักเรียนแต่ละกลุ่มโยนเหรียญ 1 เหรียญและทอดลูกเต๋า 1 ลูก พร้อมกัน 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์ได้ทั้งหมดกี่วิธี

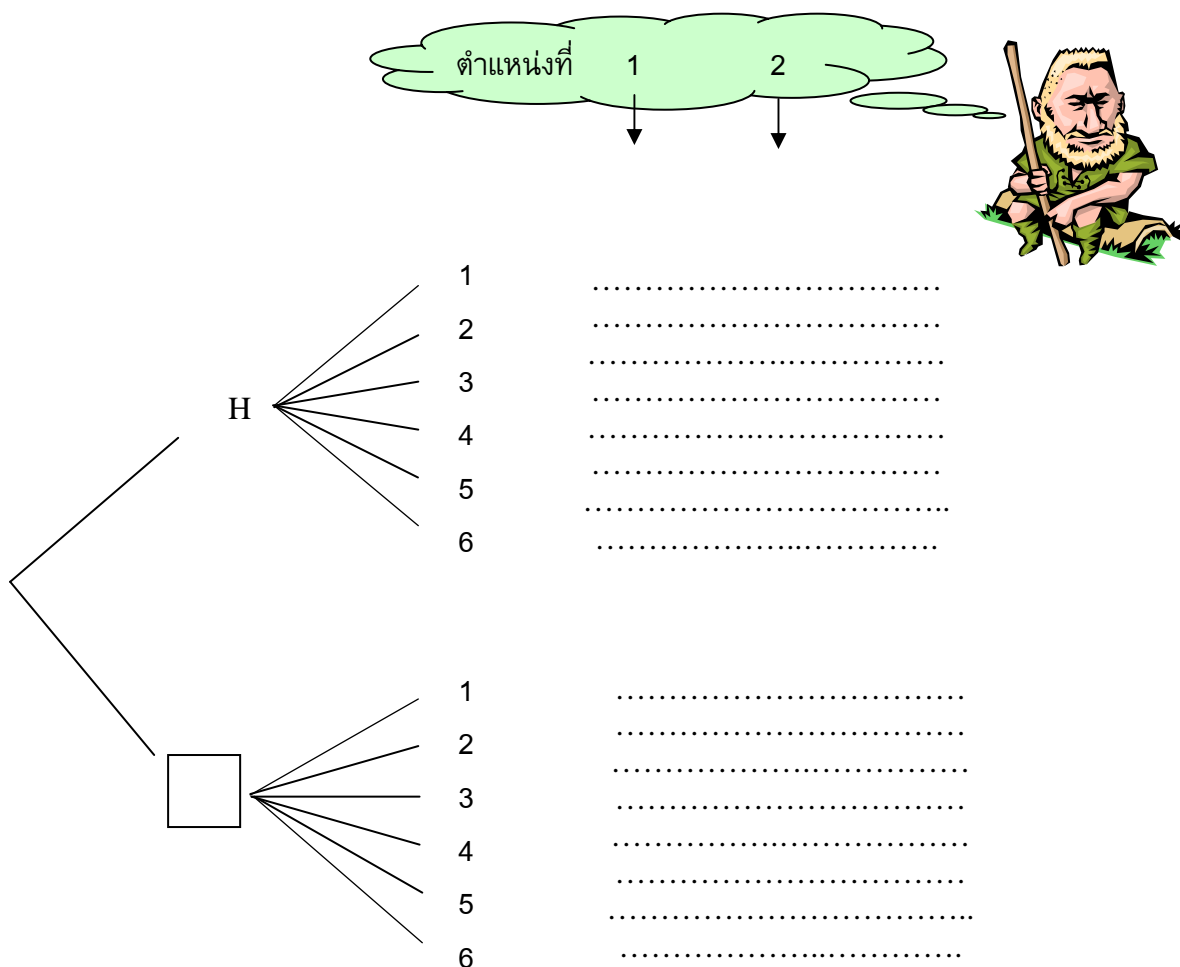
วิธีทำ สมมติมีการโยนเหรียญ 1 เหรียญ 1 ครั้ง

เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดคือ

และสมมติมีการทอดลูกเต๋า 1 ลูก 1 ครั้ง

เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดคือ

แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงการโยนเหรียญ 1 เหรียญ และทอดลูกเต๋า 1 ลูก พร้อมกัน 1 ครั้ง โดยเขียนเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ กันทั้งหมดดังนี้



จะเห็นได้ว่าการโยนเหรียญ 1 เหรียญและทอดลูกเต๋า 1 ลูก พร้อมกัน 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์
แตกต่างกันทั้งหมดได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

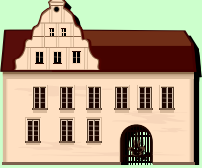
.....

.....

ดังนั้น การโยนเหรียญ 1 เหรียญ 1 ครั้ง มีหน้า ให้ $n_1 = \dots\dots\dots$
 และทอดลูกเต๋า 1 ลูก 1 ครั้ง มีหน้า ให้ $n_2 = \dots\dots\dots$
 จะเห็นได้ว่ามีวิธีการโยนเหรียญ 1 เหรียญและทอดลูกเต๋า 1 ลูก พร้อมกัน 1 ครั้ง

จะเกิดเหตุการณ์ได้แตกต่างกันทั้งหมด $n_1 \times n_2 = \dots\dots\dots$

= วิธี



5. ให้นักเรียนมองรอบห้องจะพบว่าห้องเรียนมีประตูทั้งหมด ประตู
 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มละ 1 คน แล้วทดลองเดินเข้า – ออกห้องเรียน
 1 ห้อง โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ สมมติมีการเดินเข้าห้องเรียน 1 ห้อง ซึ่งมีประตู 4 ประตู

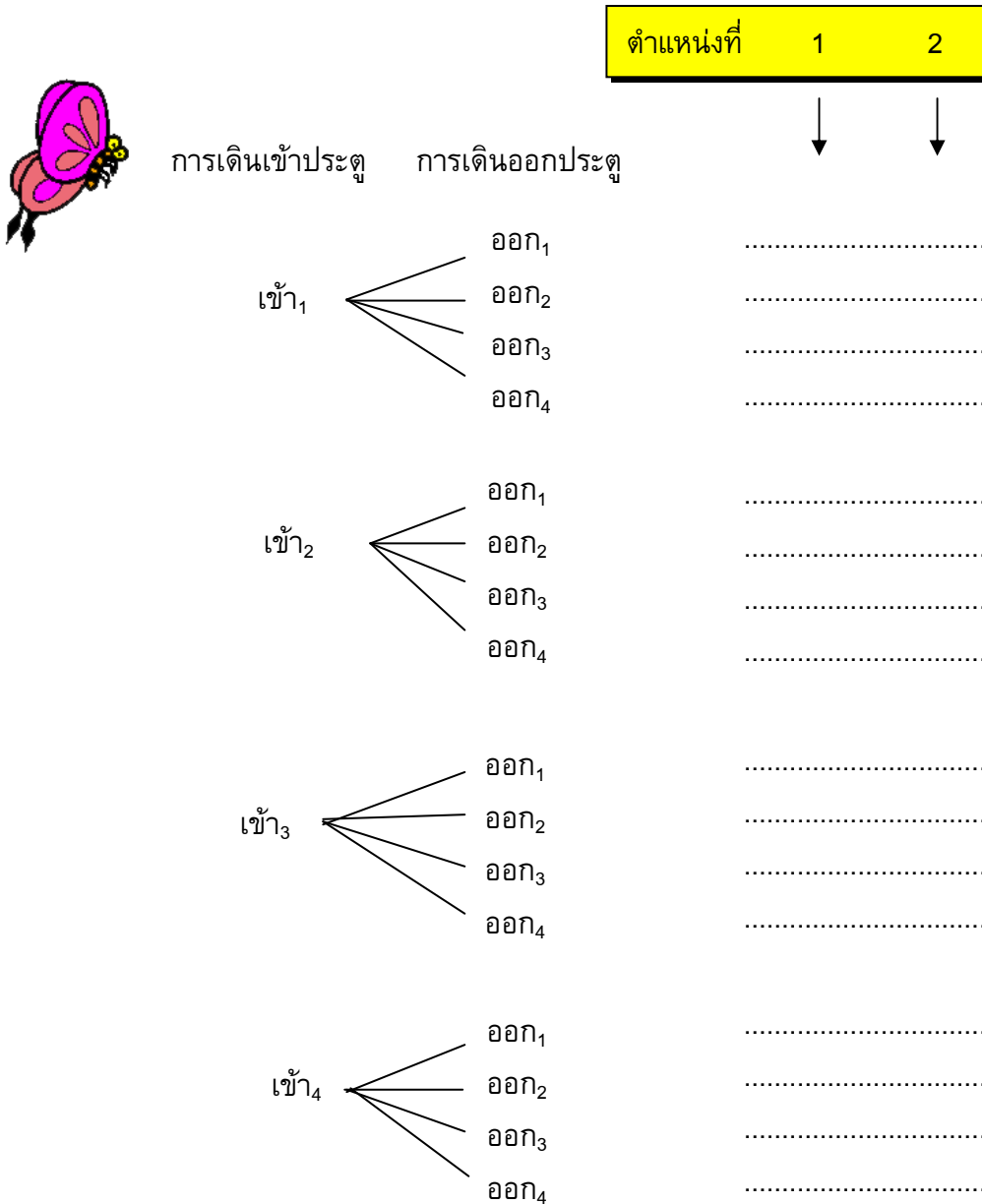
- ได้แก่ เดินเข้าประตูที่ 1 คือ
- เดินเข้าประตูที่ 2 คือ
- เดินเข้าประตูที่ 3 คือ
- เดินเข้าประตูที่ 4 คือ

และสมมติการเดินออกจากห้องเรียน 1 ห้อง ซึ่งมีประตู 4 ประตู

- ได้แก่ เดินออกประตูที่ 1 คือ
- เดินออกประตูที่ 2 คือ
- เดินออกประตูที่ 3 คือ
- เดินออกประตูที่ 4 คือ



แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงการเดินทางเข้า – ออกจากห้องเรียน โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ โดยเขียนเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ กันทั้งหมดดังนี้



จะเห็นว่ามีการเดินเข้า – ออกห้องเรียน 1 ห้อง โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ได้แตกต่างกันทั้งหมดได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

ดังนั้น การเดินเข้าห้องเรียน 1 ห้อง มีประตูประตู ให้ $n_1 = \dots\dots\dots$
 และการเดินออกจากห้องเรียน 1 ห้อง มีประตูประตู ให้ $n_2 = \dots\dots\dots$
 จะเห็นว่าวิธีวิธีการการเดินเข้า – ออกห้องเรียน 1 ห้อง โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ

จะเกิดเหตุการณ์ได้แตกต่างกันทั้งหมด $n_1 \times n_2 = \dots\dots\dots$
 $= \dots\dots\dots$ วิธี

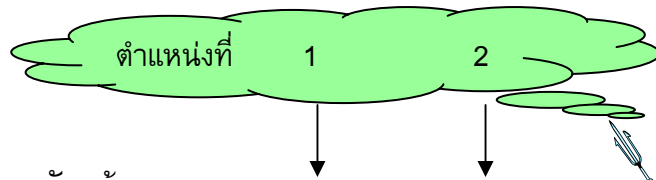
6. ให้นักเรียนนับจำนวนสมาชิกภายในกลุ่มของตนเองมีทั้งหมด คน และนักเรียนแต่ละกลุ่มคัดเลือกหัวหน้ากลุ่ม และรองหัวหน้า จากสมาชิกภายในกลุ่มของตนเองจะเลือกได้ทั้งหมดกี่วิธี โดยสมาชิกแต่ละคนสามารถลงคะแนนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น

วิธีทำ จำนวนสมาชิกภายในกลุ่มของตนเองมีทั้งหมด คน
 สมมติมีการคัดเลือกหัวหน้ากลุ่ม มีคน
 ได้แก่ คนที่ 1 คือ
 คนที่ 2 คือ
 คนที่ 3 คือ
 คนที่ 4 คือ
 และคนที่ 5 คือ

และสมมติการคัดเลือกรองหัวหน้า มีคน
 ได้แก่ คนที่ 1 คือ
 คนที่ 2 คือ
 คนที่ 3 คือ
 คนที่ 4 คือ
 และคนที่ 5 คือ

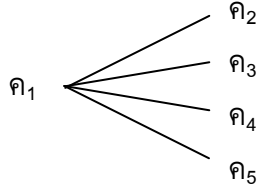


แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงการคัดเลือกหัวหน้ากลุ่ม และรองหัวหน้า โดยสมาชิกแต่ละคนสามารถลงคะแนนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น เขียนเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ต่างๆกันทั้งหมดดังนี้



เลือกหัวหน้ากลุ่ม

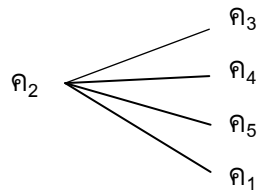
รองหัวหน้า



.....

.....

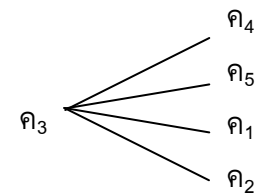
.....



.....

.....

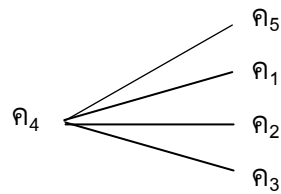
.....



.....

.....

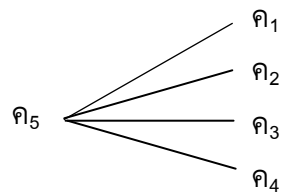
.....



.....

.....

.....



.....

.....

.....

จะเห็นได้ว่าการคัดเลือกหัวหน้ากลุ่ม และรองหัวหน้า จากสมาชิกภายในกลุ่มของตนเอง
ได้แตกต่างกันทั้งหมดได้แก่

.....

.....

.....

.....



กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ เป็นการหาจำนวนวิธีของผลลัพธ์ของสิ่งที่เราสนใจ

กฎข้อที่ 1 ถ้าต้องการทำงานสองอย่าง โดยที่งานอย่างแรกทำได้ n_1 วิธี และในแต่ละวิธีที่เลือกทำงานอย่างแรกนี้ มีวิธีที่จะทำงานอย่างที่สองได้ n_2 วิธี จำนวนวิธีที่จะเลือกทำงานทั้งสองอย่างเท่ากับ $n_1 \times n_2$ วิธี

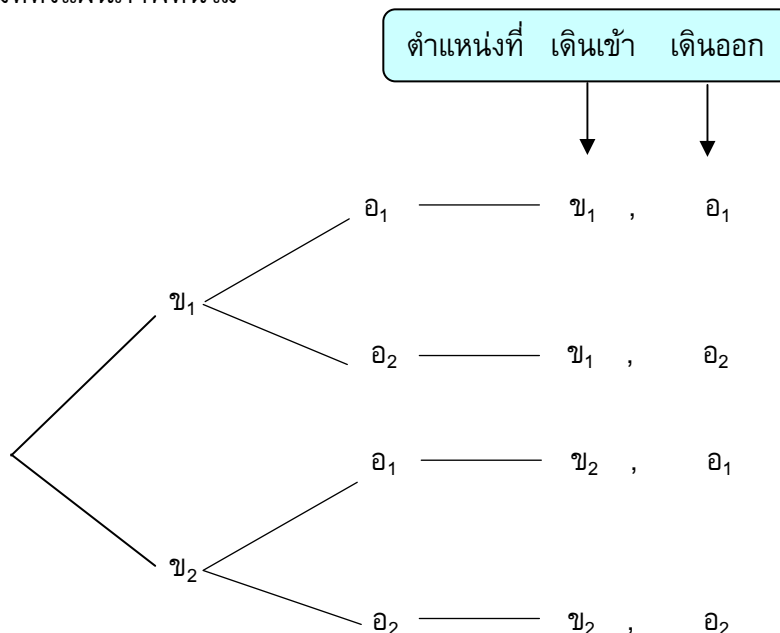
แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) หมายถึง แผนภาพที่เขียนเพื่อแสดงการจับคู่ของจำนวน โดยเริ่มจากจำนวนๆหนึ่ง และแยกออกไปเรื่อยๆ มีลักษณะคล้ายต้นไม้ เช่น แผนภาพแสดงการผลลัพธ์ของการเดินเข้า – ออก ห้องพัก 1 ห้อง ซึ่งมีประตู 2 ประตู เขียนได้ดังนี้

การเดินเข้า – ออก ห้องพัก 1 ห้อง ซึ่งมีประตู 1 ประตู เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด 2 วิธี คือ เดินเข้า (ข) และ เดินออก (อ)

สมมติมีประตูที่ 1 คือ $ข_1$ (เดินเข้าประตูที่ 1) และ $อ_1$ (เดินออกประตูที่ 1)

และสมมติมีประตูที่ 2 คือ $ข_2$ (เดินเข้าประตูที่ 2) และ $อ_2$ (เดินออกประตูที่ 2)

จะเดินเข้า – ออก ห้องพัก 1 ห้อง ซึ่งมีประตู 2 ประตู โดยเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ กัน ทั้งหมดดังแผนภาพต้นไม้



จะเห็นได้ว่ามีเดินเข้า – ออก ห้องพักซึ่งมีประตู 2 ประตูได้ทั้งหมด 4 วิธี คือ $(ข_1, อ_1)$, $(ข_1, อ_2)$, $(ข_2, อ_1)$ และ $(ข_2, อ_2)$

เมื่อเข้าใจวิธีคิดแล้วอาจทำสั้นๆดังนี้

มีวิธีการเดินเข้าห้องพักได้ 2 ประตู ให้ $n_1 = 2$

และมีวิธีการเดินออกจากห้องพักได้ 2 ประตู ให้ $n_2 = 2$

ดังนั้น มีวิธีการเดินเข้า – ออก จากห้องพักได้แตกต่างกันทั้งหมด $n_1 \times n_2 = 2 \times 2$
 $= 4$ วิธี



ตัวอย่าง

ก้อยมีกระโปรง 2 ตัว เสื้อ 4 ตัว เธอจะเลือกสวมกระโปรงและเสื้อทั้งหมดได้กี่ชุด

วิธีทำ

สมมติมีกระโปรง 2 ตัว ให้กระโปรงตัวที่ 1 คือ $ก_1$ และกระโปรงตัวที่ 2 คือ $ก_2$

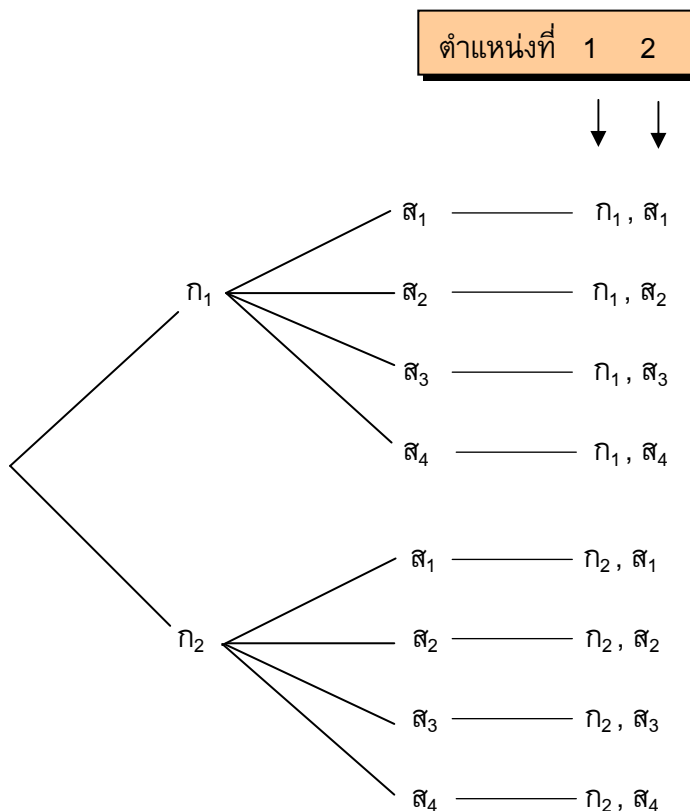
และสมมติมีเสื้อ 4 ตัว ให้เสื้อตัวที่ 1 คือ $ส_1$

เสื้อตัวที่ 2 คือ $ส_2$

เสื้อตัวที่ 3 คือ $ส_3$

และ เสื้อตัวที่ 4 คือ $ส_4$

จะเลือกแต่งกายโดยจัดชุดได้ต่างกัน ดังแผนภาพต้นไม้



จะเห็นว่าวิธีสวมกระโปรงและเสื้อได้ทั้งหมด 8 ชุด คือ $(ก_1, ส_1), (ก_1, ส_2), (ก_1, ส_3), (ก_1, ส_4), (ก_2, ส_1), (ก_2, ส_2), (ก_2, ส_3)$ และ $(ก_2, ส_4)$

ดังนั้น มีวิธีเลือกสวมกระโปรง 2 ตัว ให้ $n_1 = 2$

และมีวิธีเลือกสวมเสื้อ 4 ตัว ให้ $n_2 = 4$

$$\begin{aligned} \text{เธอจะสวมกระโปรงและเสื้อได้ทั้งหมด } n_1 \times n_2 &= 2 \times 4 \\ &= 8 \quad \text{ชุด} \end{aligned}$$



ทำแบบฝึกทักษะกันครับ

แบบบันทึกหลังเรียน

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ห้อง
 วิชา คณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา 2000 – 1520 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1
 วันที่ เดือน พ.ศ. ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน

ข้อ	เนื้อหา	เข้าใจ	ไม่เข้าใจ	บันทึกเพิ่มเติม
1	ความหมายของกฎเกณฑ์เบื้องต้น เกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 1			
2	การหาจำนวนวิธีของเหตุการณ์โดยใช้ กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ และแผนภาพต้นไม้อย่างง่าย			
3	การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กฎเกณฑ์ เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 1			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

วิชา คณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1
เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ (ต่อ) จำนวน 1 คาบ เวลา 60 นาที

สาระสำคัญ

ในชีวิตประจำวันเรามักจะพบปัญหาเกี่ยวกับการนับจำนวนวิธีทั้งหมดที่เหตุการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งจะเป็นได้ หรือจำนวนวิธีการจัดชุดของสิ่งต่างๆ เช่น การจัดหนังสือเข้าชั้นหนังสือ การจัดชุดแต่งกาย การจัดชุดอาหาร การจัดการแข่งขันกีฬา เป็นต้น ถ้าในการทำงานมีหลายอย่างที่เราสามารถทำพร้อมกันได้ การคำนวณเพื่อหาคำตอบปัญหาดังกล่าว ซึ่งเรียกว่า กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ เป็นการหาจำนวนวิธีของผลลัพธ์ของสิ่งที่เราสนใจ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 2

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 2 ได้
2. หาจำนวนวิธีของเหตุการณ์โดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับได้
3. แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 2 ได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถในการ

12. แก้ปัญหา
13. ให้เหตุผล
14. สื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. มีความรับผิดชอบ
5. ให้ความร่วมมือ
6. มีระเบียบวินัย
7. เชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงออก

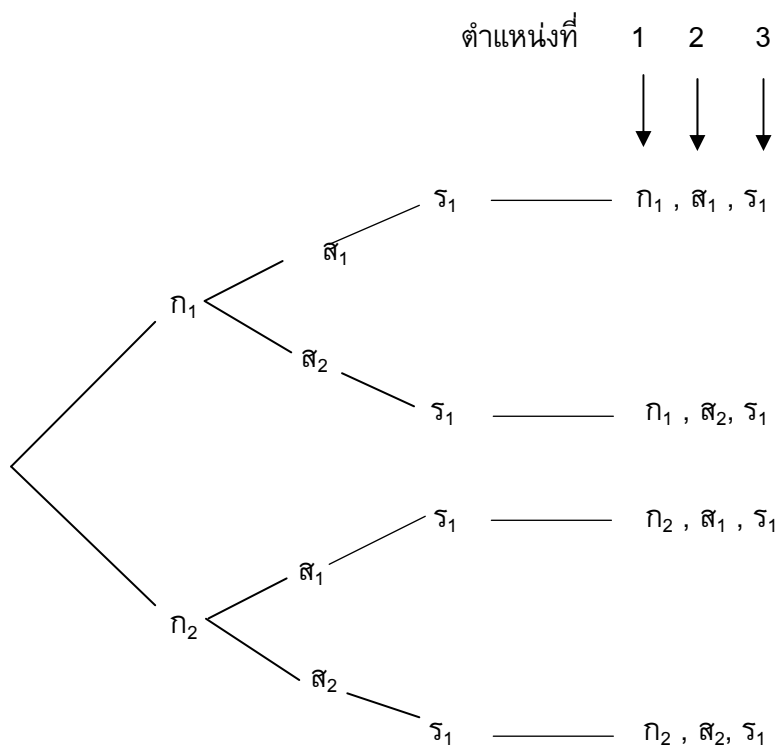
สาระการเรียนรู้

กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ เป็นการหาจำนวนวิธีของผลลัพธ์ของสิ่งที่เราสนใจ โดยการขยายกฎข้อที่ 1 ให้ใช้กับการทำงานหรือปฏิบัติการมากกว่า 2 อย่างจะได้กฎทั่วไปสำหรับคำนวณจำนวนวิธีทั้งหมดสำหรับการทำงาน k อย่าง สรุปได้เป็นกฎข้อที่ 2 คือ

กฎข้อที่ 2 ถ้างานอย่างแรกมีวิธีทำได้ n_1 วิธี ในแต่ละวิธีที่เลือกทำงานอย่างแรก มีวิธีที่จะทำงานอย่างที่สองได้ n_2 วิธี และในแต่ละวิธีที่เลือกทำงานอย่างแรกและงานอย่างที่สอง มีวิธีที่จะทำงานอย่างสามได้ n_3 วิธี ฯลฯ จำนวนวิธีทั้งหมดที่จะเลือกทำงาน k อย่างเท่ากับ $n_1 \times n_2 \times n_3 \times \dots \times n_k$ วิธี

ตัวอย่างที่ 1 ปรียานุชมีกระโปรง 2 ตัว เสื้อ 2 ตัว และรองเท้า 1 คู่ เธอจะสวมกระโปรง เสื้อ และรองเท้า ได้แตกต่างกันทั้งหมดกี่ชุด

วิธีทำ สมมติมีกระโปรง 2 ตัว ให้กระโปรงตัวที่ 1 คือ π_1 และกระโปรงตัวที่ 2 คือ π_2
 สมมติมีเสื้อ 2 ตัว ให้เสื้อตัวที่ 1 คือ σ_1
 และเสื้อตัวที่ 2 คือ σ_2
 และสมมติมีรองเท้า 1 คู่ ให้รองเท้า 1 คู่ คือ τ_1
 จะเลือกแต่งกายโดยจัดชุดได้ต่าง ๆ กัน ดังแผนภาพต้นไม้



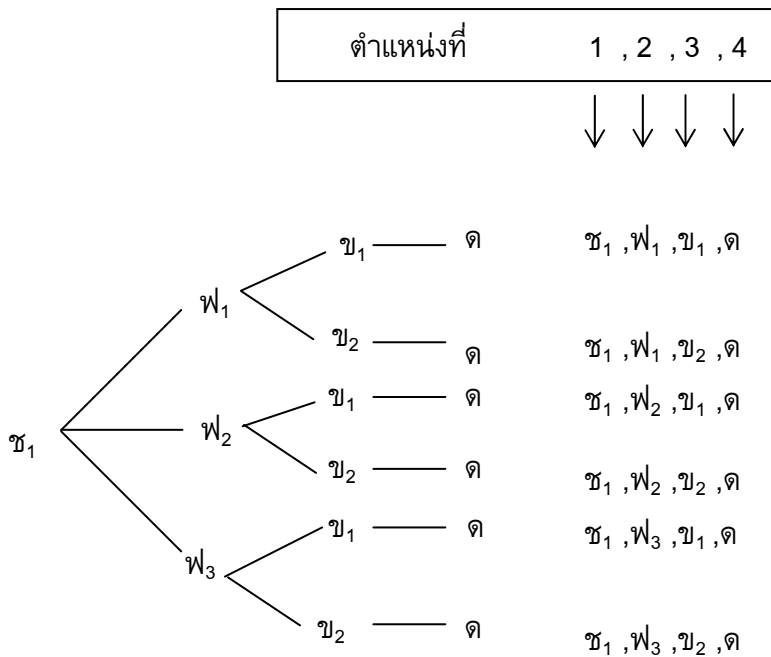
เธอจะเลือกสวมกระโปรง เสื้อ และรองเท้า ได้แตกต่างกันทั้งหมดได้แก่ $(\pi_1, \sigma_1, \tau_1)$, $(\pi_1, \sigma_2, \tau_1)$, $(\pi_2, \sigma_1, \tau_1)$ และ $(\pi_2, \sigma_2, \tau_1)$

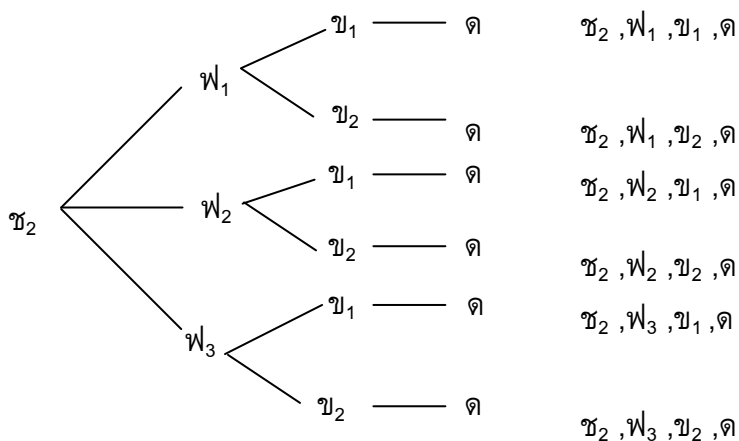
ดังนั้น จากกฎข้อที่ 2 จะเห็นได้ว่ามีวิธีเลือกสวมกระโปรง 2 ตัว ให้ $n_1 = 2$
 มีวิธีเลือกสวมเสื้อ 2 ตัว ให้ $n_2 = 2$
 และมีวิธีเลือกสวมรองเท้า 1 คู่ ให้ $n_3 = 1$
 เธอจะเลือกสวมกระโปรง เสื้อ และรองเท้า ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times n_3 = 2 \times 2 \times 1$
 $= 4$ ชุด

ตัวอย่างที่ 2

นักทฤษฎีต้องการเลือกกระดาดสีที่ครูแจกให้ซึ่งประกอบด้วย สีชมพู 2 แผ่น สีฟ้า 3 แผ่น สีขาว 2 แผ่น และสีดำ 1 แผ่น แต่ละแผ่นมีขนาดต่างกัน โดยนักทฤษฎีหยิบทีละแผ่น จะหยิบได้แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

<u>วิธีทำ</u>	สมมติมีกระดาดสีชมพู 2 แผ่น	ให้กระดาดสีชมพูแผ่นที่ 1	คือ $ช_1$
		กระดาดสีชมพูแผ่นที่ 2	คือ $ช_2$
สมมติมีกระดาดสีฟ้า 3 แผ่น	ให้กระดาดสีฟ้าแผ่นที่ 1	คือ $ฟ_1$	
	กระดาดสีฟ้าแผ่นที่ 2	คือ $ฟ_2$	
	และกระดาดสีฟ้าแผ่นที่ 3	คือ $ฟ_3$	
สมมติมีกระดาดสีขาว 2 แผ่น	ให้กระดาดสีขาวแผ่นที่ 1	คือ $ข_1$	
	และกระดาดสีขาวแผ่นที่ 2	คือ $ข_2$	
และสมมติมีกระดาดสีดำ 1 แผ่น	ให้กระดาดสีดำ	คือ $ด$	





นำทิพย์จะมีวิธีเลือกกระดาสีได้แตกต่างกันทั้งหมดได้แก่ $(ช_1, ฟ_1, ข_1, ด)$, $(ช_1, ฟ_1, ข_2, ด)$, $(ช_1, ฟ_2, ข_1, ด)$, $(ช_1, ฟ_2, ข_2, ด)$, $(ช_1, ฟ_3, ข_1, ด)$, $(ช_1, ฟ_3, ข_2, ด)$, $(ช_2, ฟ_1, ข_1, ด)$, $(ช_2, ฟ_1, ข_2, ด)$, $(ช_2, ฟ_2, ข_1, ด)$, $(ช_2, ฟ_2, ข_2, ด)$, $(ช_2, ฟ_3, ข_1, ด)$, และ $(ช_2, ฟ_3, ข_2, ด)$

ดังนั้น จากกฎข้อที่ 2 จะเห็นได้ว่ามีวิธีเลือกหยิบกระดาสีชมพู 2 แผ่น ให้ $n_1 = 2$
 มีวิธีเลือกหยิบกระดาสีฟ้า 3 แผ่น ให้ $n_2 = 3$
 มีวิธีเลือกหยิบกระดาสีขาว 2 แผ่น ให้ $n_3 = 2$
 และมีวิธีเลือกหยิบกระดาสีดำ 1 แผ่น ให้ $n_4 = 1$
 เธอจะเลือกกระดาสีชมพู สีฟ้า สีขาว และสีดำ ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times n_3 \times n_4$
 $= 2 \times 3 \times 2 \times 1$
 $= 12$ วิธี

กิจกรรมการเรียนรู้ (วิธีสอนแบบปฏิบัติการ)

ขั้นนำ (5 นาที)

1. ครูซักถามความรู้พื้นฐานของนักเรียนเรื่องกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับในรูปแบบต่างๆที่นักเรียนเคยพบในชีวิตประจำวัน
2. ครูอธิบายวิธีการเรียนและการใช้สื่อการเรียนรู้ แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ประกอบการชี้แจงให้ผู้เรียนเห็นแนวทางในการทำชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์

ขั้นปฏิบัติการ (40 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้ผู้เรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน เป็นอัตราส่วน 1 : 3 : 1 และส่งตัวแทนออกมาเพื่อรับชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ กฎข้อที่ 2
2. ครูให้นักเรียนอ่านคำชี้แจง และจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เข้าใจแล้วการดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1

3. นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ กฎข้อที่ 2
4. หากนักเรียนมีข้อสงสัย สามารถซักถามครูได้ตลอดเวลาในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มเมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วให้ส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าห้องเรียน
ขั้นสรุป (15 นาที)
 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรม และหาข้อสรุปที่ถูกต้อง นักเรียนจดบันทึกลงสมุดของตนเอง
 2. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาสาระและตัวอย่างทำชุดกิจกรรมหลังจากการดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่ระบุไว้
 3. ให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกทักษะ แบบทดสอบย่อยแล้วตรวจคำตอบจากใบเฉลยแบบฝึกทักษะ และใบเฉลยแบบทดสอบย่อย
 4. ให้นักเรียนทำแบบบันทึกหลังเรียน เพื่อให้ครูตรวจสอบความเข้าใจ ปัญหาและข้อคิดเห็นของนักเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ ประกอบด้วย
 - กิจกรรมที่ 1 (ต่อ) กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 2
2. เงินเหรียญชนิดต่างๆ
3. ลูกเต๋า
4. ชุดตัวเลข
5. ชุดสินค้าต่างๆ
6. กระดุมสี
7. ชุดเครื่องเขียน
8. ใบกิจกรรม
9. แบบฝึกทักษะ
10. แบบทดสอบย่อย
11. ใบเฉลยกิจกรรม
12. ใบเฉลยแบบฝึกทักษะ
13. ใบเฉลยแบบทดสอบย่อย

การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือ
1. ตรวจสอบผลงาน	คะแนนรวม 80 % ขึ้นไป	- ใบกิจกรรม - แบบฝึกทักษะ
2. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	คะแนนรวม 80 % ขึ้นไป	- แบบประเมินคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์ของนักเรียน
3. ทดสอบความรู้ความเข้าใจเรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ กฎข้อที่ 2	คะแนนรวม 80 % ขึ้นไป	- แบบทดสอบย่อยหลัง ชุดกิจกรรมที่ 1

บันทึกผลหลังสอน

ผลการสอน

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

แนวทางแก้ไข

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายไกรฤกษ์ พลพา)

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

ชุดที่ 1

ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์
เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ (ต่อ)



วิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา 2000 – 1520
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 เวลา 1 คาบ

ชุดกิจกรรมนี้เป็นชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์
เพื่อป้องกันความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดในการเรียนคณิตศาสตร์
ดังนั้นผู้เรียนต้องปฏิบัติตามกิจกรรมให้ครบทุกขั้นตอน
ตามที่กำหนดไว้เพื่อให้บรรลุผลที่ตั้งไว้

- ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 ○
- เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ (ต่อ) ○

คำชี้แจง :

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5 คน ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ให้ส่งตัวแทนมารับชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 (ต่อ) ประกอบไปด้วย
 - ใบกิจกรรม ใช้เวลาทำกิจกรรม 20 นาที
 - แบบฝึกทักษะ ใช้เวลาทำกิจกรรม 20 นาที
 - แบบทดสอบย่อย ใช้เวลาทำกิจกรรม 15 นาที
3. ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรมในใบกิจกรรมแบบปฏิบัติการที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด
4. ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาเนื้อหาและตัวอย่างจากกิจกรรมในชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการที่กำหนดไว้
5. ให้นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรมแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบย่อยเสร็จแล้วให้นักเรียนมารับใบเฉลยจากครูไปตรวจคำตอบ
6. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยใดๆสามารถสอบถามหรือขอคำแนะนำจากครูได้ตลอดเวลา

จุดประสงค์การเรียนรู้ / สื่อการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถ

1. บอกกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 2 ได้
2. หาจำนวนวิธีของเหตุการณ์โดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับได้
3. แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 2 ได้

ระยะเวลาที่ใช้ 55 นาที

สื่อการเรียนรู้

2. ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ชุดที่ 1
เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ (ต่อ)
2. เงินเหรียญชนิดต่างๆ
3. ลูกเต๋า
4. ชุดตัวเลข
8. ชุดสินค้าต่างๆ
9. กระดุมสี
10. ชุดเครื่องเขียน
8. ใบกิจกรรม
9. แบบฝึกทักษะ
10. แบบทดสอบย่อย

กิจกรรมแบบปฏิบัติการ (ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ) ประกอบด้วย

- ใบกิจกรรมเป็นการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ใช้เวลา 20 นาที
- และแบบฝึกทักษะเป็นการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล ใช้เวลา 20 นาที

การประเมินผล

เป็นแบบทดสอบย่อยเพื่อทดสอบความเข้าใจในหลังจากที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด ใช้เวลา 15 นาที



ใบกิจกรรมชุดที่ 1 (ต่อ)



ชื่อกลุ่ม

สมาชิก 1. 2. 3.
4. 5.

คำสั่ง ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันเขียนแผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) และปฏิบัติกิจกรรมทุกข้อ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มโยนเหรียญ 3 เหรียญ พร้อมกัน 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์ที่แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี



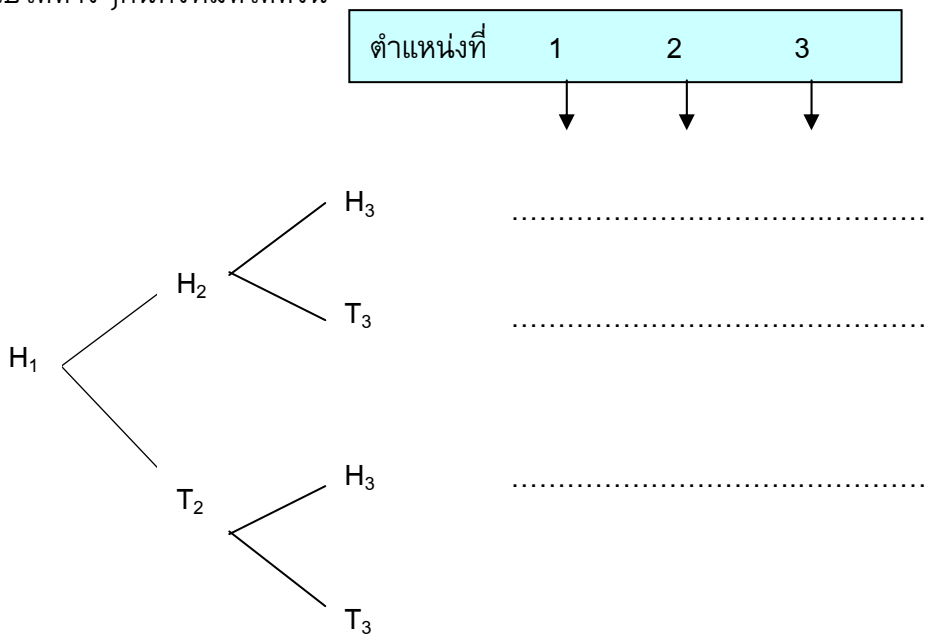
วิธีทำ การโยนเหรียญ 1 เหรียญ 1 ครั้ง เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดคือ หัว (H) และ ก้อย (T)

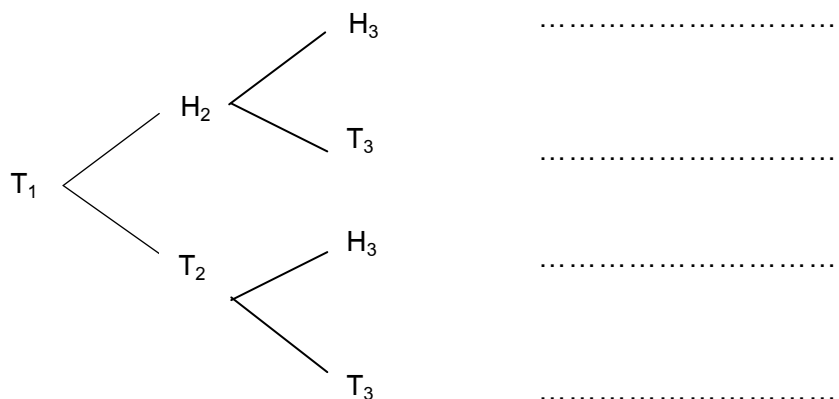
สมมติเหรียญที่ 1 ให้เหตุการณ์ที่ขึ้นหัว (H) คือ
และเหตุการณ์ที่ขึ้นก้อย (T) คือ

สมมติเหรียญที่ 2 ให้เหตุการณ์ที่ขึ้นหัว (H) คือ
และเหตุการณ์ที่ขึ้นก้อย (T) คือ

และสมมติเหรียญที่ 3 ให้เหตุการณ์ที่ขึ้นหัว (H) คือ
และเหตุการณ์ที่ขึ้นก้อย (T) คือ

แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงการโยนเหรียญพร้อมกัน 3 เหรียญ โดยเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ กันทั้งหมดได้ดังนี้





การโยนเหรียญพร้อมกัน 3 เหรียญ 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์แตกต่างกันทั้งหมด
 ได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

ดังนั้น เหรียญที่ 1 มี หน้า ให้ $n_1 = \dots\dots\dots$
 เหรียญที่ 2 มี หน้า ให้ $n_2 = \dots\dots\dots$
 และเหรียญที่ 3 มี หน้า ให้ $n_3 = \dots\dots\dots$
 จะเห็นว่า มีวิธีการโยนเหรียญพร้อมกัน 3 เหรียญ 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์แตกต่างกัน
 ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times n_3 = \dots\dots\dots$
 $= \dots\dots\dots$ วิธี

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มทอดลูกเต๋า 1 ลูก และโยนเหรียญ 2 เหรียญ พร้อมกัน 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์
 แตกต่างกันทั้งหมดได้กี่วิธี

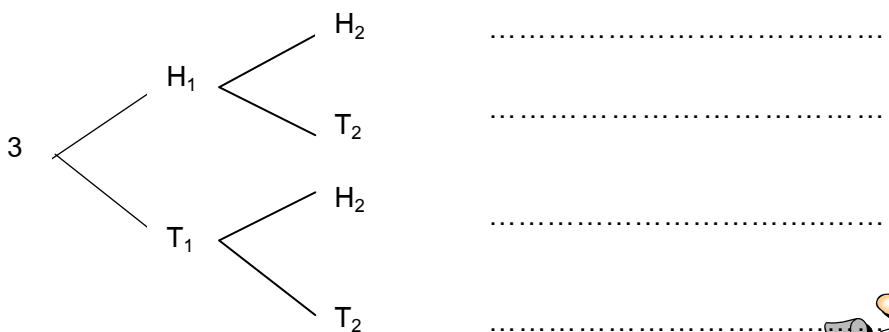
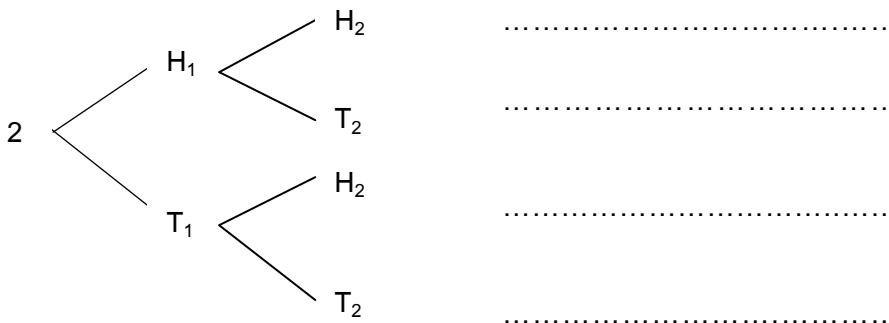
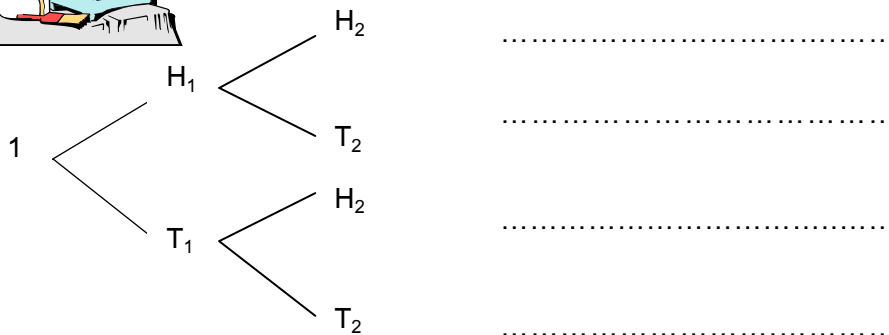
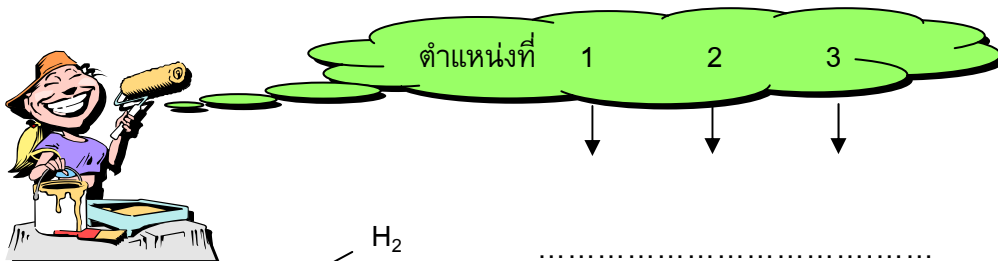


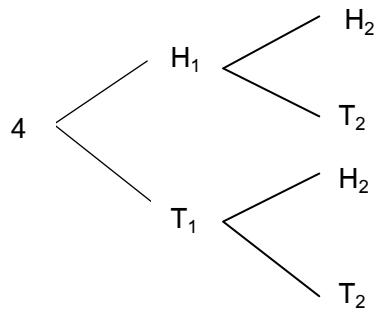

วิธีทำ การทอดลูกเต๋า 1 ลูก 1 ครั้ง มีทั้งหมด หน้า ได้แก่
 สมมติมีลูกเต๋า 1 ลูก เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ คือ
 การโยนเหรียญ 1 เหรียญ 1 ครั้ง เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดคือ หัว (H) และ ก้อย (T)

สมมติเหรียญที่ 1 ให้เหตุการณ์ที่ขึ้นหัว (H) คือ
 และเหตุการณ์ที่ขึ้นก้อย (T) คือ

และสมมติเหรียญที่ 2 ให้เหตุการณ์ที่ขึ้นหัว (H) คือ
 และเหตุการณ์ที่ขึ้นก้อย (T) คือ

แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงการทอดลูกเต๋า 1 ลูก และโยนเหรียญ 2 เหรียญ
 พร้อมกัน 1 ครั้ง โดยเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ กันทั้งหมดได้ดังนี้



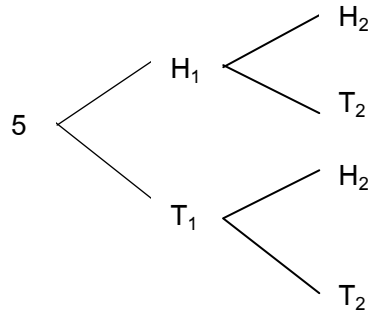


.....

.....

.....

.....

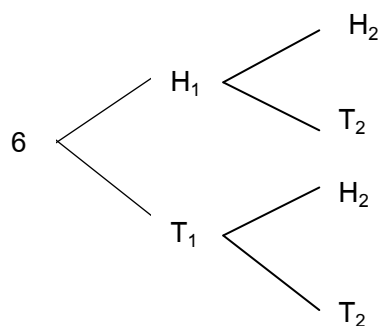


.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

การทอดลูกเต๋า 1 ลูก และโยนเหรียญ 2 เหรียญ พร้อมกัน 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์แตกต่างกันทั้งหมดได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

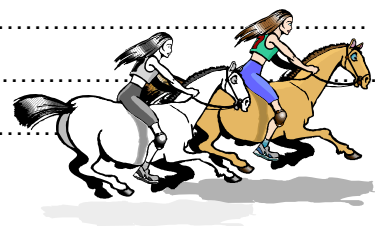
.....

.....

.....

.....

.....



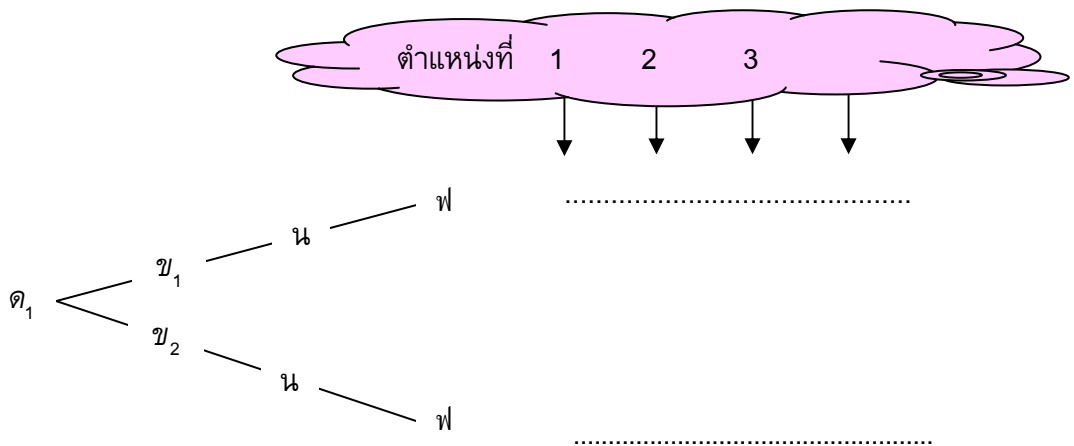
ดังนั้น ลูกเต๋า 1 ลูก มีหน้า ให้ $n_1 = \dots\dots\dots$
 เหรียญที่ 1 มีหน้า ให้ $n_2 = \dots\dots\dots$
 และเหรียญที่ 2 มีหน้า ให้ $n_3 = \dots\dots\dots$

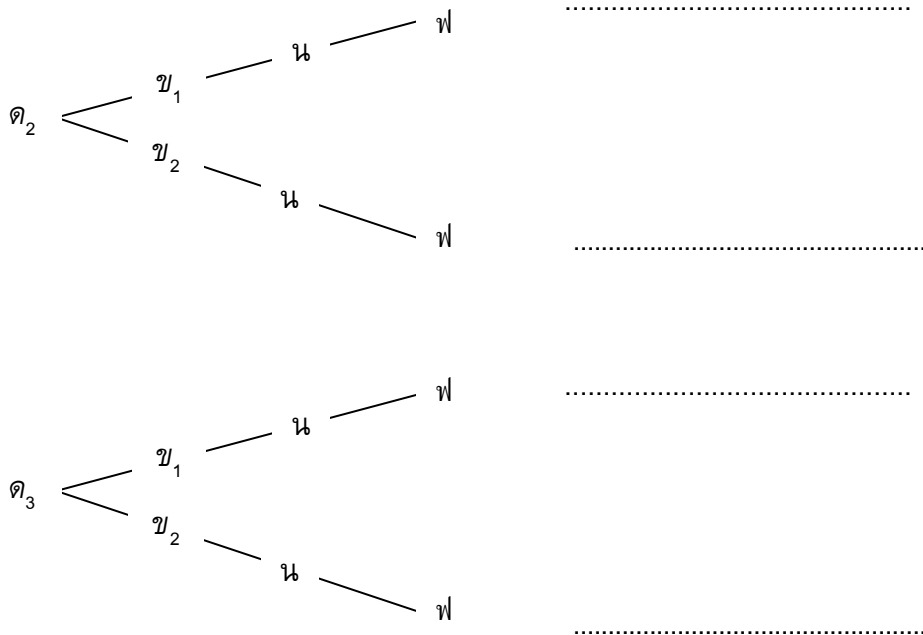
จะเห็นได้ว่ามีวิธีการทอดลูกเต๋า 1 ลูก และโยนเหรียญ 2 เหรียญ พร้อมกัน 1 ครั้ง จะเกิดเหตุการณ์
 แตกต่างกันทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times n_3 = \dots\dots\dots$
 $= \dots\dots\dots$ วิธี

3. ให้นักเรียนช่วยกันเลือกกระดุมสีที่มีขนาดแตกต่างกัน ที่ครูแจกให้ซึ่งประกอบด้วย สีแดง 3 เม็ด สีน้ำเงิน 1 เม็ด สีเขียว 2 เม็ด และสีฟ้า 1 เม็ด โดยหยิบทีละ 1 เม็ด จะหยิบได้ทั้งหมดกี่วิธี



วิธีทำ สมมติมีกระดุมสีแดง 3 เม็ด ที่มีขนาดแตกต่างกัน ให้ $n_1 = \dots\dots\dots$
 ให้กระดุมสีแดงเม็ดที่ 1 คือ
 กระดุมสีแดงเม็ดที่ 2 คือ
 และให้กระดุมสีแดงเม็ดที่ 3 คือ
 สมมติมีกระดุมสีเขียว 2 เม็ด ที่มีขนาดแตกต่างกัน ให้ $n_2 = \dots\dots\dots$
 ให้กระดุมสีเขียวเม็ดที่ 1 คือ
 และกระดุมสีเขียวเม็ดที่ 2 คือ
 สมมติมีกระดุมสีน้ำเงิน 1 เม็ด คือ ให้ $n_3 = \dots\dots\dots$
 และสมมติมีกระดุมสีฟ้า 1 เม็ด คือ ให้ $n_4 = \dots\dots\dots$
 แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงการเลือกกระดุมสีที่มีขนาดแตกต่างกัน
 โดยเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ กันทั้งหมดได้ดังนี้





นักเรียนจะหิยกระดุมสี่ที่มีขนาดแตกต่างกันได้ทั้งหมด คือ

.....

.....

.....

.....

.....

ดังนั้น นักเรียนจะช่วยกันเลือกกระดุมสี่ที่มีขนาดแตกต่างกันได้ทั้งหมด

$$= n_1 \times n_2 \times n_3 \times n_4 \text{ วิธี}$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots \text{วิธี}$$

4. ให้นักเรียนเขียนจำนวนที่ประกอบด้วยเลขสามหลักจากเลขโดด **2** , **5** หรือ **8** จะเขียนได้ทั้งหมดกี่จำนวน โดยไม่เขียนเลขโดดซ้ำกัน

วิธีทำ มีวิธีการเขียนเลขโดดจำนวน 3 ตัว คือ

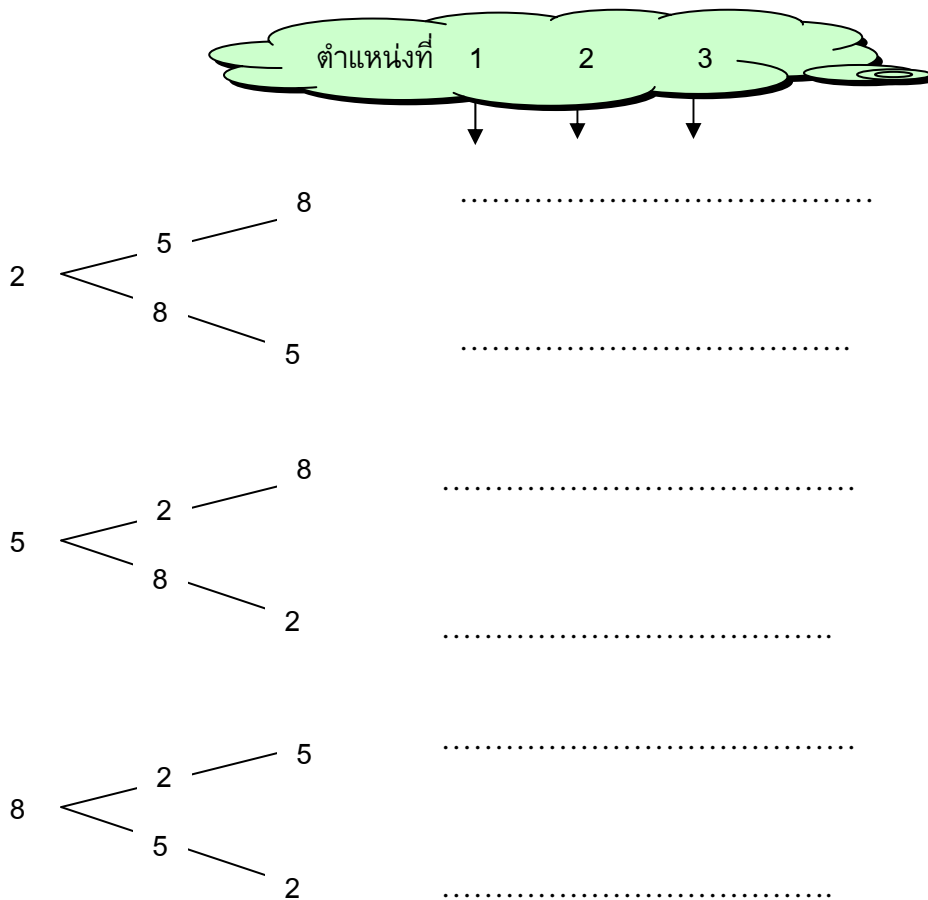
และเขียนในหลักต่างๆ คือ หลัก

สมมติมีการเขียนเลขโดดในหลักร้อยได้ต่างๆกัน วิธี ให้ $n_1 = \dots\dots\dots$

แต่ละวิธีที่เขียนเลขโดดในหลักร้อย จะเหลือวิธีเขียนเลขโดดในหลักสิบได้วิธี
ให้ $n_2 = \dots\dots\dots$

และแต่ละวิธีที่เขียนเลขโดดในหลักร้อยและหลักสิบ จะเหลือวิธีเขียนเลขโดดในหลักหน่วย
ได้ วิธี ให้ $n_3 = \dots\dots\dots$

แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงการเขียนจำนวนที่ประกอบด้วยเลขสามหลัก
โดยเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ กันทั้งหมดได้ดังนี้



นักเรียนเขียนจำนวนที่ประกอบด้วยเลขสามหลักจากเลขโดดได้แตกต่างกันทั้งหมดได้แก่

.....

ดังนั้น กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ จำนวนที่มีสามหลักที่เขียนโดยใช้เลขโดด

โดยที่เลขโดดในแต่ละหลักไม่ซ้ำกันได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times n_3 = \dots\dots\dots$
 $= \dots\dots\dots$ จำนวน

นักเรียนจะช่วยกันเลือกจัดชุดสินค้าได้แตกต่างกันทั้งหมด คือ

.....

.....

.....

.....

.....

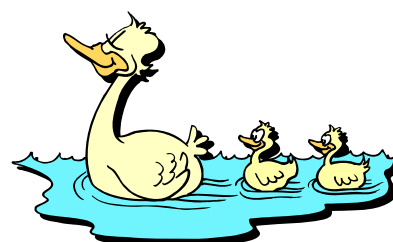
.....

ดังนั้น นักเรียนจะช่วยกันเลือกจัดชุดสินค้าได้แตกต่างกันทั้งหมด

$$= n_1 \times n_2 \times n_3 \times n_4$$

$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots \text{วิธี}$$



6. ให้นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันหยิบ สมุด ดินสอและยางลบ ซึ่งประกอบด้วย สมุด 4 เล่ม เล่มละ 1 สี ปากกา 3 ด้าม ด้ามละ 1 สี และยางลบ 2 ก้อน ก้อนละ 1 แบบ โดยหยิบทีละ 1 อย่าง นักเรียนจะหยิบได้แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ

สมมติมีสมุด 4 เล่ม เล่มละ 1 สี

ให้ $n_1 = \dots\dots\dots$

ให้สมุดเล่มที่ 1 คือ

ให้สมุดเล่มที่ 2 คือ

ให้สมุดเล่มที่ 3 คือ

ให้สมุดเล่มที่ 4 คือ

สมมติมีปากกา 3 ด้าม ด้ามละ 1 สี

ให้ $n_2 = \dots\dots\dots$

ให้ปากกาด้ามที่ 1 คือ

ให้ปากกาด้ามที่ 2 คือ

ให้ปากกาด้ามที่ 3 คือ

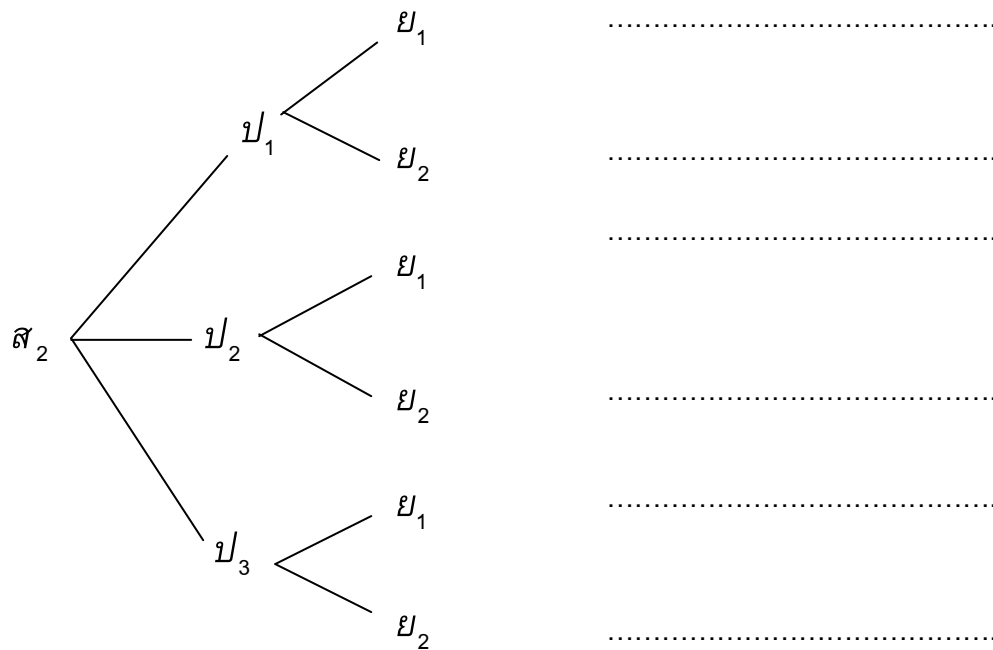
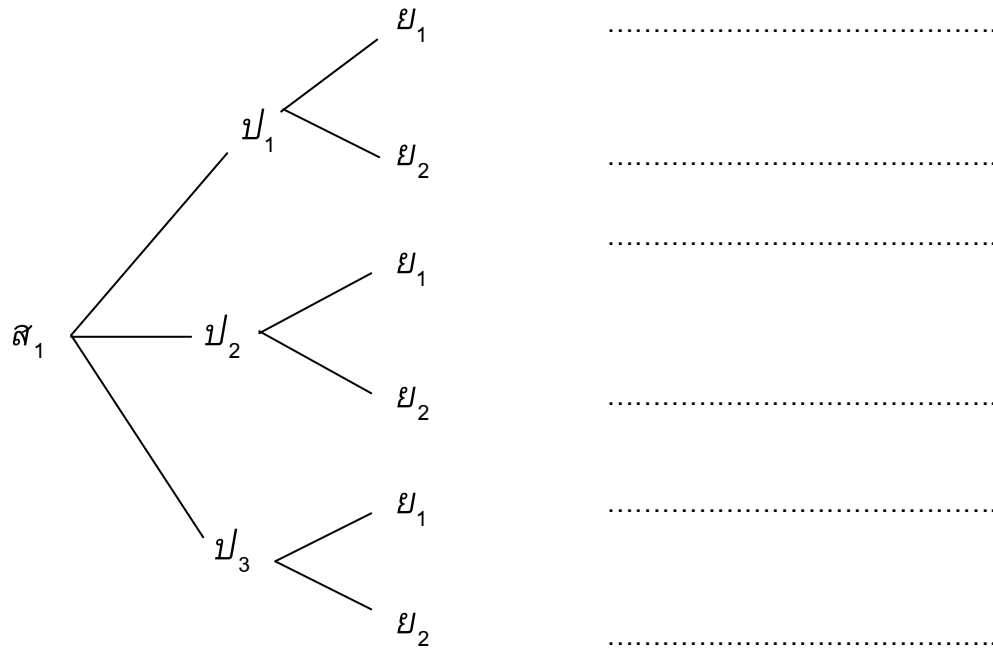
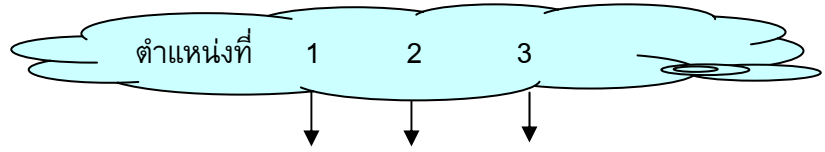
และสมมติมียางลบ 2 ก้อน ก้อนละ 1 แบบ

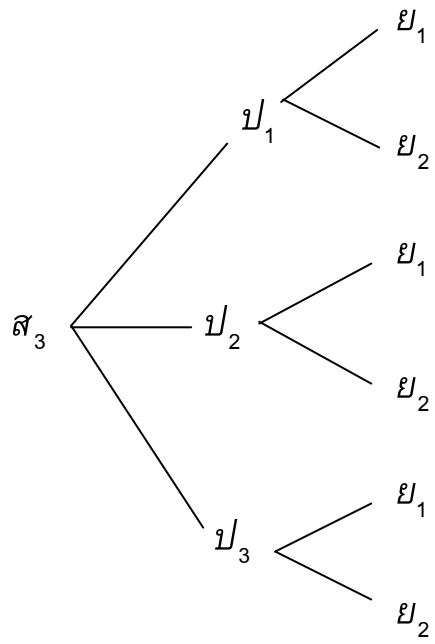
ให้ $n_3 = \dots\dots\dots$

ให้ยางลบก้อนที่ 1 คือ

ให้ยางลบก้อนที่ 2 คือ

แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) แสดงการหยิบ สมุด ปากกาและยางลบ ทีละ 1 อย่าง โดย เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ต่าง ๆ กันทั้งหมดได้ดังนี้





.....

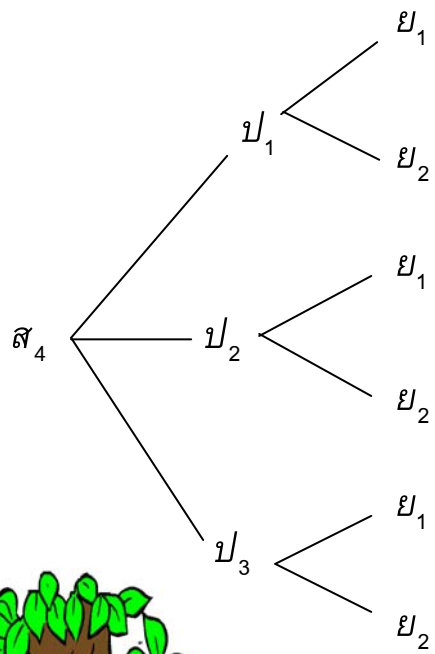
.....

.....

.....

.....

.....



.....

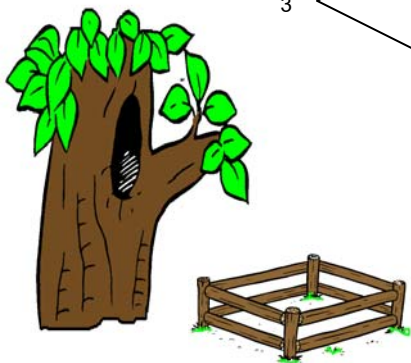
.....

.....

.....

.....

.....





กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ เป็นการหาจำนวนวิธีของผลลัพธ์ของสิ่งที่เราสนใจโดยการขยายกฎข้อที่ 1 ให้ใช้กับการทำงานหรือปฏิบัติการมากกว่า 2 อย่างจะได้กฎทั่วไปสำหรับคำนวณจำนวนวิธีทั้งหมดสำหรับการทำงาน k อย่าง สรุปได้เป็นกฎข้อที่ 2 คือ

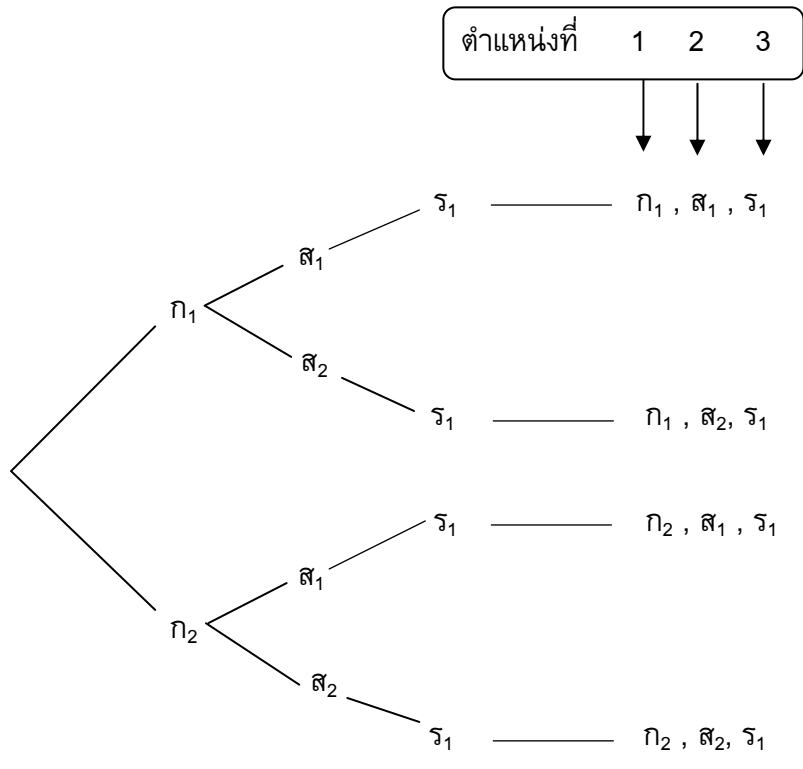
กฎข้อที่ 2 ถ้างานอย่างแรกมีวิธีทำได้ n_1 วิธี ในแต่ละวิธีที่เลือกทำงานอย่างแรก มีวิธีที่จะทำงานอย่างที่สองได้ n_2 วิธี และในแต่ละวิธีที่เลือกทำงานอย่างแรกและงานอย่างที่สอง มีวิธีที่จะทำงานอย่างสามได้ n_3 วิธี ฯลฯ จำนวนวิธีทั้งหมดที่จะเลือกทำงาน k อย่างเท่ากับ $n_1 \times n_2 \times n_3 \times \dots \times n_k$ วิธี



ตัวอย่างที่ 1

ปรียานุชมีกระโปรง 2 ตัว เสื้อ 2 ตัว และรองเท้า 1 คู่ เธอจะสวมกระโปรง เสื้อ และรองเท้า ได้แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ สมมติมีกระโปรง 2 ตัว ให้กระโปรงตัวที่ 1 คือ $ก_1$ และกระโปรงตัวที่ 2 คือ $ก_2$
 สมมติมีเสื้อ 2 ตัว ให้เสื้อตัวที่ 1 คือ $ส_1$
 และเสื้อตัวที่ 2 คือ $ส_2$
 และสมมติมีรองเท้า 1 คู่ ให้รองเท้า 1 คู่ คือ $ร_1$
 จะเลือกแต่งกายโดยจัดชุดได้ต่าง ๆ กัน ดังแผนภาพต้นไม้



เธอจะเลือกสวมกระโปรง เสื้อ และรองเท้า ได้แตกต่างกันทั้งหมดได้แก่ (r_1, s_1, v_1) , (r_1, s_2, v_1) , (r_2, s_1, v_1) และ (r_2, s_2, v_1)

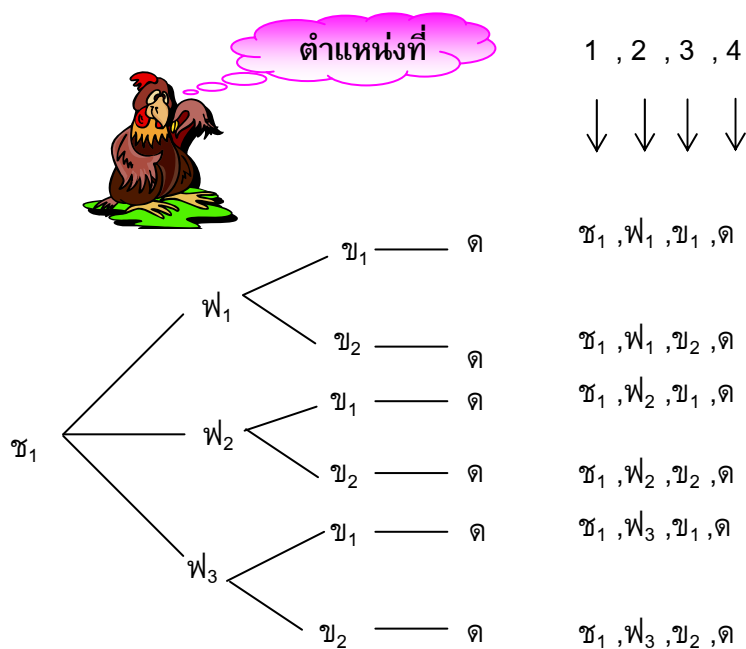
ดังนั้น จากกฎข้อที่ 2 จะเห็นได้ว่ามีวิธีเลือกสวมกระโปรง 2 ตัว ให้ $n_1 = 2$
 มีวิธีเลือกสวมเสื้อ 2 ตัว ให้ $n_2 = 2$
 และมีวิธีเลือกสวมรองเท้า 1 คู่ ให้ $n_3 = 1$
 เธอจะเลือกสวมกระโปรง เสื้อ และรองเท้า ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times n_3 = 2 \times 2 \times 1 = 4$ วิธี

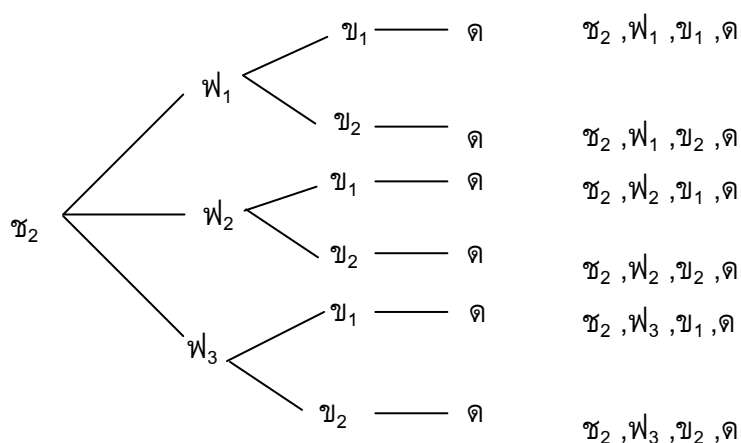


ตัวอย่างที่ 2

น้ำทิพย์ต้องการเลือกกระดาศสีที่ครูแจกให้ซึ่งประกอบด้วย สีชมพู 2 แผ่น สีฟ้า 3 แผ่น สีขาว 2 แผ่น และสีดำ 1 แผ่น แต่ละแผ่นมีขนาดต่างกัน โดยน้ำทิพย์หยิบทีละแผ่น จะหยิบได้แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

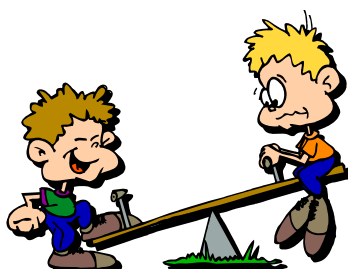
<u>วิธีทำ</u>	สมมติมีกระดาศสีชมพู 2 แผ่น	ให้กระดาศสีชมพูแผ่นที่ 1	คือ $ช_1$
		กระดาศสีชมพูแผ่นที่ 2	คือ $ช_2$
สมมติมีกระดาศสีฟ้า 3 แผ่น	ให้กระดาศสีฟ้าแผ่นที่ 1	คือ $ฟ_1$	
	กระดาศสีฟ้าแผ่นที่ 2	คือ $ฟ_2$	
	และกระดาศสีฟ้าแผ่นที่ 3	คือ $ฟ_3$	
สมมติมีกระดาศสีขาว 2 แผ่น	ให้กระดาศสีขาวแผ่นที่ 1	คือ $ข_1$	
	และกระดาศสีขาวแผ่นที่ 2	คือ $ข_2$	
และสมมติมีกระดาศสีดำ 1 แผ่น	ให้กระดาศสีดำ	คือ $ด$	





นำทฤษฎีจะมีวิธีเลือกกระดาศสีได้แตกต่างกันทั้งหมดได้แก่ (ช₁, ฟ₁, ข₁, ด), (ช₁, ฟ₁, ข₂, ด), (ช₁, ฟ₂, ข₁, ด), (ช₁, ฟ₂, ข₂, ด), (ช₁, ฟ₃, ข₁, ด), (ช₁, ฟ₃, ข₂, ด), (ช₂, ฟ₁, ข₁, ด), (ช₂, ฟ₁, ข₂, ด), (ช₂, ฟ₂, ข₁, ด), (ช₂, ฟ₂, ข₂, ด), (ช₂, ฟ₃, ข₁, ด), และ (ช₂, ฟ₃, ข₂, ด)

ดังนั้น จากกฎข้อที่ 2 จะเห็นได้ว่ามีวิธีเลือกหยิบกระดาศสีชมพู 2 แผ่น ให้ $n_1 = 2$
 มีวิธีเลือกหยิบกระดาศสีฟ้า 3 แผ่น ให้ $n_2 = 3$
 มีวิธีเลือกหยิบกระดาศสีขาว 2 แผ่น ให้ $n_3 = 2$
 และมีวิธีเลือกหยิบกระดาศสีดำ 1 แผ่น ให้ $n_4 = 1$
 เธอจะเลือกกระดาศสีชมพู สีฟ้า สีขาว และสีดำ ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times n_3 \times n_4$ วิธี
 $= 2 \times 3 \times 2 \times 1$
 $= 12$ วิธี



แบบฝึกทักษะชุดที่ 1 (ต่อ)



ชื่อ..... สกุล กลุ่ม เลขที่

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำทุกข้อ

- บริษัทปลูกบ้านจัดสรรแห่งหนึ่งมีบ้านให้เลือก 2 แบบ มีเนื้อที่ขนาดต่างๆ ให้เลือก 3 ขนาด และมีสีต่างๆ ให้เลือก 3 สี ถ้าจะซื้อบ้านจัดสรร 1 หลัง อยากทราบว่า จะเลือกซื้อบ้านได้กี่วิธี

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- สุ่มตัวอย่างประชาชน 5 คน เพื่อถามความเห็นการกำหนดเวลาขายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย จะมีคำตอบที่แตกต่างกันได้กี่คำตอบ

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

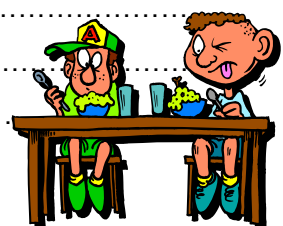
.....

.....

.....

.....

.....



แบบบันทึกหลังเรียน

ชื่อ นามสกุล เลขที่ ห้อง
 วิชา คณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา 2000 – 1520 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1
 วันที่ เดือน พ.ศ. ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ลงช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน

ข้อ	เนื้อหา	เข้าใจ	ไม่เข้าใจ	บันทึกเพิ่มเติม
1	ความหมายของกฎเกณฑ์เบื้องต้น เกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 2			
2	การหาจำนวนวิธีของเหตุการณ์โดยใช้ กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ และแผนภาพต้นไม้อย่างง่าย			
3	การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กฎเกณฑ์ เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับกฎข้อที่ 2			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เรียน

แบบทดสอบย่อยชุดที่ 1 (ต่อ)

คำชี้แจง : จงทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบหน้าข้อที่ถูกเพียงข้อเดียว

-
1. ทอดลูกเต๋า 3 ลูกพร้อมกัน 1 ครั้ง จะเกิดผลลัพธ์ได้กี่วิธี
 ก. 9 ข. 18 ค. 36 ง. 216

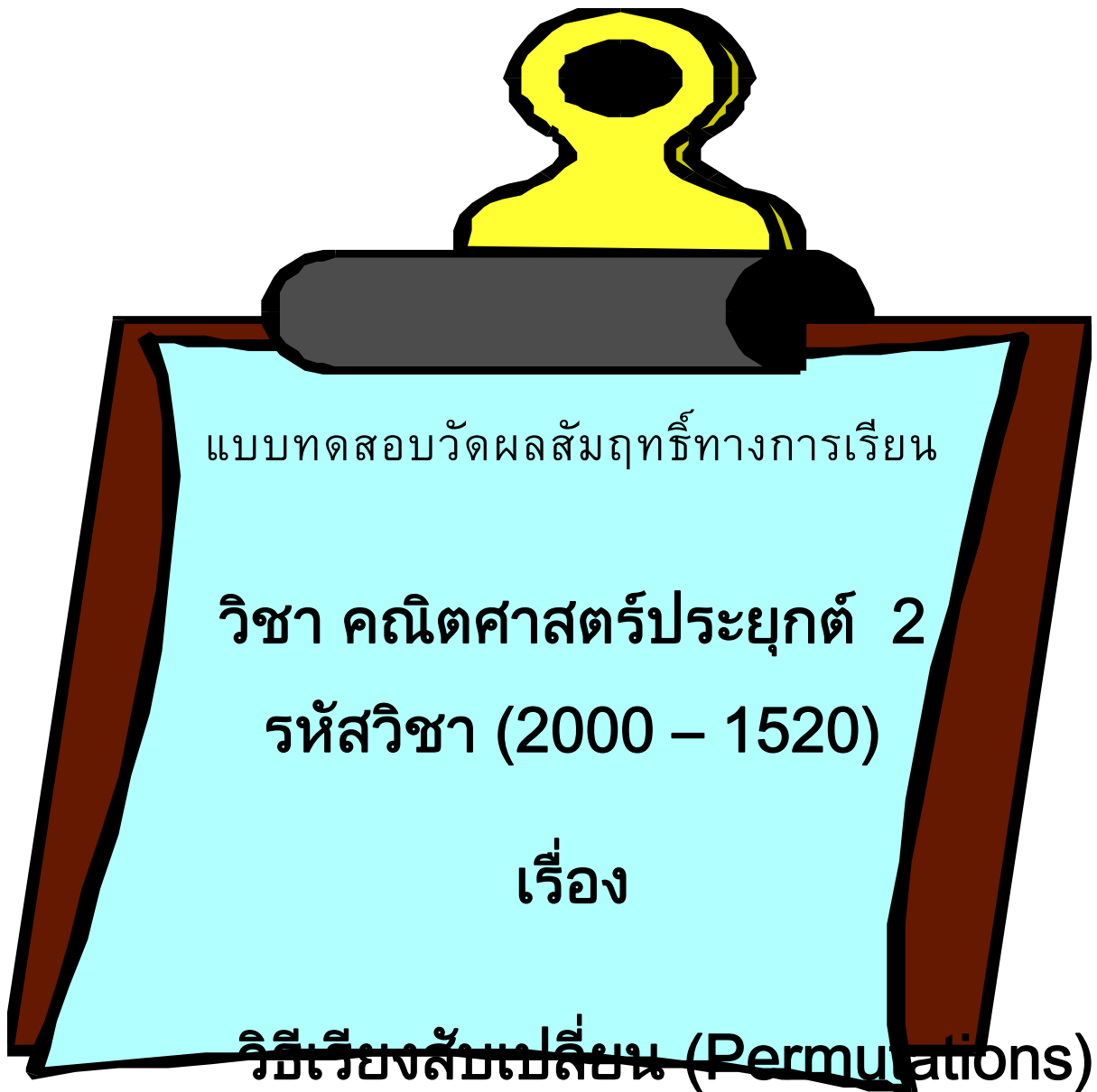
 2. มีนกแก้ว 4 ตัว เลือกเกาะกิ่งไม้ 3 กิ่ง ได้ทั้งหมดกี่วิธี
 ก. 12 ข. 64 ค. 81 ง. 256

 3. ถ้ามีหมวก 2 ใบ กางเกง 5 ตัว เสื้อ 4 ตัว และรองเท้า 2 คู่ สามารถเลือกใส่หมวก กางเกง เสื้อ และรองเท้า ได้แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี
 ก. 1 ข. 13 ค. 40 ง. 80

 4. ถ้าโยนเหรียญ 3 เหรียญและทอดลูกเต๋า 2 ลูกพร้อมกันหนึ่งครั้งได้ผลลัพธ์กี่วิธี
 ก. 288 ข. 216 ค. 96 ง. 72

 5. ต้องการเขียนจำนวนที่ประกอบด้วยเลข 3 หลักโดยใช้เลขโดด 0, 1, 2, 3, 5, 6 หรือ 8 จะเขียนได้ทั้งหมดกี่จำนวน โดยเขียนตัวเลขไม่ซ้ำกัน
 ก. 21 ข. 180 ค. 210 ง. 294

 6. มีโรงแรม 7 แห่งอยากทราบว่าผู้ชาย 4 คน จะเลือกเข้าพักโรงแรมโดยไม่ซ้ำกันได้กี่วิธี
 ก. 28 ข. 343 ค. 840 ง. 2,401



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชา คณิตศาสตร์ประยุกต์ 2 รหัสวิชา (2000 – 1520)
เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน (Permutations)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบตอนนี้เป็นแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก มีข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อ 30 คะแนนให้นักเรียนเลือกคำตอบเพียงคำตอบเดียว เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบได้แล้วให้ใช้ปากกาทำเครื่องหมาย \times ในช่อง ที่มีตัวอักษรตรงกับตัวเลือกที่ต้องการในกระดาษคำตอบ
2. นักเรียนมีเวลาทำข้อสอบ 60 นาที
3. ตัวอย่างคำถามและวิธีตอบ

3.1 ตัวอย่างคำถาม

0. โยนเหรียญพร้อมกัน 2 เหรียญ จำนวนเหตุการณ์ที่แตกต่างกันทั้งหมดจากการทดลองมีกี่วิธี

ก. 1

ข. 4

ค. 6

ง. 8

3.2 วิธีตอบ

ถ้านักเรียนคิดว่าตัวเลือก ก. เป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือเหมาะสมที่สุดให้นักเรียนให้ใช้ปากกาทำเครื่องหมาย \times ในช่อง ซึ่งตรงกับตัวอักษร ก. กับตัวเลือกที่ต้องการลงในกระดาษคำตอบ ดังนี้

กระดาษคำตอบ

0.

ก	ข	ค	ง	จ
			\times	

4. ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบใหม่เป็นตัวเลือก ข. ให้ขีดสองเส้นทับคำตอบเดิมให้เรียบร้อย แล้วเลือกคำตอบที่ต้องการลงในกระดาษคำตอบ ดังนี้

กระดาษคำตอบ

0.

ก	ข	ค	ง	จ
	\times			

5. ห้ามขีด เขียนข้อความใดๆในแบบทดสอบ

ค. 260

ง. 720

14. จากอักษรในคำว่า "MONSTER" นำอักษรมาเรียงสับเปลี่ยน โดยไม่คำนึงถึงความหมาย ได้แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

ก. 840

ข. 1,040

ค. 5,040

ง. 7,240

15. มีหนังสืออ่านนอกเวลาจำนวน 9 เล่ม ต้องการจัดเรียงหนังสือเข้าชั้นหนังสือ ได้ทั้งหมดกี่วิธี

ก. 362,880

ข. 181,440

ค. 60,480

ง. 12,096

16. $P_{15, 1}$ มีค่าเท่าใด

ก. 0

ข. 1

ค. 14

ง. 15

17. ปราถณามีตู้ปลาสวยงาม 9 ตู้ ต้องการจัดเรียงตู้ปลาให้เป็นแถวตรง โดยนำมาเรียงครั้งละ 4 ตู้ ปราถณีจะมีวิธีเรียงตู้ปลาสวยงามได้ทั้งหมดกี่วิธี

ก. 6,561

ข. 5,120

ค. 4,260

ง. 3,024

18. จากอักษรในคำว่า "LOGIC" นำตัวอักษรมาเขียนเรียงกันคราวละ 2 ตัว โดยไม่สนใจความหมายได้แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

ก. 6

ข. 20

ค. 25

ง. 60

19. มีครู 1 คน นักเรียนชาย 3 คน และนักเรียนหญิง 2 คน ยืนเรียงกันเป็นแถวหน้ากระดานได้กี่วิธี โดยนักเรียนหญิงต้องยืนติดกันเสมอ

ก. 720

ข. 360

ค. 240

ง. 120

20. ครูต้องการคัดเลือกนักเรียนเพื่อเป็นตัวแทนไปแข่งขันการตอบปัญหาวิชาการ จากนักเรียนที่สมัครทั้งหมด 10 คน โดยคัดเลือกนักเรียนครั้งละ 3 คน ครูจะมีวิธีการคัดเลือกได้ทั้งหมดกี่วิธี

ก. 1,540

ข. 720

ค. 30

ง. 13

21. มีแก้วอี 8 ตัว กระจก 1 สี นำแก้วอีมาจัดเป็นวงกลม ได้แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

ก. 40,320

ข. 5,040

ค. 1,520

ง. 720

22. ถ้าต้องการนำเสาธงไปปักกรอบวงเวียนแห่งหนึ่ง ประกอบด้วยสีแดง, เขียว, ดำ, ม่วง, น้ำเงิน, และขาว อย่างละ 1 ต้น จะจัดได้กี่วิธี

ก. 120

ข. 240

ค. 360

ง. 720

23. มีผู้ชาย 5 คน และผู้หญิง 4 คน ต้องการจัดคน 9 คนนั่งรอบโต๊ะกลม จัดคนนั่งได้ทั้งหมดกี่วิธี

ก. 1,520

ข. 5,040

ค. 40,320

ง. 362,880

24. มีคน 7 คน เป็นเด็ก 3 คน และผู้ใหญ่ 4 คน จัดให้ยืนเป็นวงกลมโดยเด็ก 3 คนต้องยืนติดกันเสมอจะจัดได้ทั้งหมดกี่วิธี

ก. 5,040

ข. 1,250

ค. 255

ง. 144

25. ครอบครัวหนึ่งมีพ่อแม่ และลูก 4 คน นั่งรับประทานอาหารรอบโต๊ะกลม โดยให้ลูกทั้งหมดนั่งติดกันเสมอได้กี่วิธี

ก. 720

ข. 120

ค. 48

ง. 10

26. มีผู้ชาย 4 คน และผู้หญิง 4 คน นั่งประชุมรอบโต๊ะกลมโดยให้ผู้ชายนั่งสลับกับผู้หญิง จะมีวิธีการจัดนั่งได้กี่วิธี

ก. 144

ข. 82

ค. 24

ง. 16

27. มีหนังสือคณิตศาสตร์เหมือนกัน 2 เล่ม หนังสือภาษาไทยเหมือนกัน 4 เล่ม และหนังสือวิทยาศาสตร์เหมือนกัน 3 เล่ม นำหนังสือมาจัดเรียงบนชั้นหนังสือจะจัดได้กี่วิธี

ก. 24

ข. 254

ค. 720

ง. 1,260

28. จากอักษรในคำว่า “STATISTICS” นำตัวอักษรมาเรียงสับเปลี่ยน โดยไม่คำนึงถึงความหมาย จะได้กี่วิธี

ก. 362,880

ข. 50,400

ค. 42,880

ง. 32,400

29. ลูกบอลสีแดงมีขนาดเท่ากัน 3 ลูก สีขาวมีขนาดเท่ากัน 3 ลูก สีเขียวมี 1 ลูก และสีฟ้ามีขนาดเท่ากัน 2 ลูก นำลูกบอลสีแดง สีขาว สีเขียว และสีฟ้ามาเรียงกันเป็นเส้นตรงได้กี่วิธี

ก. 5,040

ข. 4,640

ค. 4,260

ง. 1,050

30. กระเป๋ายี่สิบหนึ่งมีธนบัตรจำนวน 8 ฉบับ ฉบับหนึ่งร้อยบาทจำนวน 3 ฉบับ ฉบับห้าสิบบาทจำนวน 2 ฉบับ และฉบับยี่สิบบาทจำนวน 3 ฉบับ จะเรียงธนบัตรเป็นเส้นตรงได้ทั้งหมดกี่วิธี

ก. 144

ข. 240

ค. 350

ง. 560



ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน (Permutations)

1. อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์
ข้าราชการบำนาญ
สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ
2. อาจารย์สมจิตร อำไพพัทธ์
ข้าราชการบำนาญ อดีตรองหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์จินดา พ่อคำชำนาญ
ตำแหน่ง ครู คศ. 3 โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย เขตสาทร กรุงเทพมหานคร

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นายไกรฤกษ์ พลพา
วันเดือนปีเกิด	31 มกราคม 2520
สถานที่เกิด	อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	11/4 หมู่ 10 ตำบลสะแก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์
ตำแหน่งในหน้าที่การงาน	ครู คศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	880 โรงเรียนวัดไผ่เงินโชตนาราม ซอยวัดไผ่เงิน ถนนจันทร์ แขวงบางโคล่ เขตบางคอแหลม กรุงเทพมหานคร 10120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2539	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์
พ.ศ. 2543	ค.บ. (คณิตศาสตร์) สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์
พ.ศ. 2551	กศ.ม. การมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ