

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ ที่มีต่อ
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2556

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ ที่มีต่อ
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ ที่มีต่อ
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2556

จินต์ จิระริยากุล. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล.

การศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยโปรแกรม Tinker Plots แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดำเนินการสอนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ จำนวน 5 คาบ แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One-Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test for Dependent Samples

ผลการศึกษา พบว่า

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่องสถิติ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่องสถิติ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

EFFECTS OF INQUIRY LEARNING ON STATISTICS USING Tinker Plots PROGRAM
TOWARD ANALYTICAL THINKING ABILITY AND MATHEMATICAL PROBLEM
SOLVING ABILITY OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS



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

May 2013

Jin Chirariyakul. (2013). *Effects of Inquiry Learning on Statistics Using Tinker Plots Program Toward Analytical Thinking Ability and Mathematical Problem Solving Ability of Mathayomsuksa III Students*. Master's Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Asst. Prof. Chaisak Leelajaruskul.

The purposes of this study were to compare analytical thinking ability and mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa III students before and after using Tinker Plots program.

The subjects of this study were 36 Mathayomsuksa III students of Materdei School, Phatumwon District, Bangkok in second semester of the 2012 academic year obtained from Cluster Random Sampling. Instrument research were lesson plan, analytical thinking ability test and mathematical problem solving ability test. The experimental group was taught by using Tinker Plots program on "statistic" for 5 hours. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for this study. The data were statistically analyzed by using t-test for dependent samples.

The results of this study revealed that:

1. The analytical thinking ability of Mathayomsuksa III students after using Tinker Plots program on "statistic" was statistically higher than before using Tinker Plots program at .01 level of significance.
2. The mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa III students after using Tinker Plots program on "statistic" was statistically higher than before using Tinker Plots program at .01 level of significance.

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ จินต์ จิระริยากุล ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

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

คณะกรรมการสอบ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

ประธาน

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

กรรมการสอบสารนิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

กรรมการสอบสารนิพนธ์

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2556

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ความช่วยเหลือ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องส่วนต่างๆ อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ และรองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ขวัญ เพี้ยชัย อาจารย์ ดร. แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์ และ ผศ. ดร. ชานนท์ จันทรา ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ และคำปรึกษา ในการแก้ไขเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคณะครูทุกท่าน ที่ให้โอกาสผู้วิจัยมาศึกษาหาความรู้ เพื่อพัฒนาตนเองและความก้าวหน้าทางวิชาการ พร้อมทั้งให้กำลังใจและให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี อีกทั้งให้ความช่วยเหลือในการทดลองเก็บข้อมูล ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพเครื่องมือ และดำเนินการทดลองเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยตลอดมา และขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน และรุ่นน้องสาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่มีในสารนิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู-อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

จินต์ จิระริยากุล

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	4
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	4
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	4
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	5
ตัวแปรที่ศึกษา	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า	8
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบสอบ.....	10
ความหมายของการสอนแบบสืบสอบ.....	10
รูปแบบและขั้นตอนการสอนแบบสืบสอบ.....	12
บทบาทของครูในการสอนแบบสืบสอบ.....	20
ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสอบ.....	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบสอบ.....	24
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม Tinker Plots.....	27
โปรแกรม Tinker Plots	27
ระบบวิธีใช้โปรแกรม Tinker Plots	29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Tinker Plots.....	34
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	35
ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	35
ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์.....	36
องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์.....	41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ลักษณะของการคิดวิเคราะห์.....	43
การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	44
แนวทางการสอนการคิดวิเคราะห์.....	46
การจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	50
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	52
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	55
ความหมายความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	55
ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์.....	56
ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ.....	59
องค์ประกอบที่ส่งเสริมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	60
ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	63
ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	67
ทักษะและเทคนิคการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	72
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา.....	74
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	76
3 วิธีดำเนินการวิจัย	79
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	79
ประชากร	79
กลุ่มตัวอย่าง	79
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	79
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	79
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	80
แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	80
แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	82
แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	85

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
การเก็บรวบรวมข้อมูล	88
การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล	89
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	93
การวิเคราะห์ข้อมูล	93
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	96
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	96
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	96
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	96
การเก็บรวบรวมข้อมูล	97
การวิเคราะห์ข้อมูล	98
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	98
อภิปรายผล	99
ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า	100
ข้อเสนอแนะ	101
บรรณานุกรม	102
ภาคผนวก	114
ภาคผนวก ก	115
ภาคผนวก ข	123
ภาคผนวก ค	129
ภาคผนวก ง	198
ภาคผนวก จ	216
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	218

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 กรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์.....	39
2 สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา.....	65
3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	85
4 แบบแผนการทดลอง One Group Pretest – Posttest Design.....	88
5 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ	94
6 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ.....	94
7 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สถิติ.....	116
8 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ.....	117
9 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สถิติ.....	118
ค่าความง่าย (P _E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดความสามารถในการ	
10 แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ.....	119
11 ค่าความแปรปรวนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ.....	120
12 คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ	124
13 คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots	126

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการศึกษา.....	8
2 ขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบสอบของบรูเนอร์.....	12
3 ขั้นตอนการสอนแบบสืบสอบ.....	16
4 การแสดงข้อมูลในโปรแกรม Tinker Plots.....	28
5 ตัวอย่างของ hat plots สำหรับการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ชุด.....	28
6 การนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม Tinker Plots.....	30
7 การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ด้วยโปรแกรม Tinker Plots.....	30
8 ฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่.....	31
9 การหาค่ากลางด้วยโปรแกรม Tinker Plots.....	31
10 การวัดการกระจายของข้อมูลด้วยโปรแกรม Tinker Plots.....	32
11 ข้อมูลของนักเรียน 79 คน เกี่ยวกับน้ำหนักของกระเป๋าเป้.....	32
12 ไอคอนถูกแยกออกเป็นสี่ช่วง แสดงน้ำหนักของกระเป๋าเป้ที่แตกต่างกัน.....	33
13 รูปแบบพฤติกรรมการเรียนรู้.....	37
14 ระดับของกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลตามทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน.....	39
15 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต.....	63

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นเครื่องมือในการผลิตคนที่มีคุณภาพและความพร้อมในการแข่งขันทางเศรษฐกิจและสังคมในระดับสากล ตามเป้าหมายของการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 คือการจัดการศึกษาที่เน้นการพัฒนาการรู้เพื่อปวงชน (Literacy for all) สอดคล้องกับปฏิญญาขององค์การส่งเสริมการศึกษา วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ จากการประชุมระดับโลกว่าด้วยการศึกษาเพื่อปวงชนในปี ค.ศ. 1990 ที่ว่า “ทุกคนจะต้องสามารถเข้าถึงประโยชน์จากการศึกษาที่เป็นพื้นฐานจำเป็นของการเรียนรู้ อันประกอบด้วย เครื่องมือสำคัญ เช่น ความรอบรู้ และสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ได้แก่ ความรู้ ทักษะ ค่านิยมและเจตคติ เพื่อที่จะใช้พัฒนาคุณภาพชีวิต ตัดสินใจและเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ตลอดชีวิต” (UNESCO, 2000: 1) คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ทำงานอย่างเป็นระบบและมีหลักการ คณิตศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ จากหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระบุว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการคิด ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนในระดับนานาชาติ (Program for International Students Assessment: PISA) ที่กำหนดให้มีการประเมินการรู้ (Literacy) ของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปีใน 3 ประการ ได้แก่ การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) และการรู้ทางการอ่าน (Reading Literacy) การประเมิน ความรอบรู้คณิตศาสตร์ของโครงการ PISA ในปี 2009 เน้นการประเมินความสามารถในการนำ ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งโครงการได้ระบุกรอบการประเมินไว้ 3 ประการ ได้แก่ 1) สถานการณ์หรือบริบททางคณิตศาสตร์ คือ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พบ ในชีวิตประจำวัน 2) เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ และ 3) สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสมรรถนะ ที่สำคัญ ได้แก่ การคิดและการใช้เหตุผล (Thinking and Reasoning) และการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) (สสวท. 2552) สามารถสรุปได้ว่าความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน แต่จากการศึกษาผลการประเมิน ความสามารถทางคณิตศาสตร์จากโครงการ PISA พบว่า ในทุกปีที่ประเทศไทยเข้าร่วมการประเมิน

นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้คณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ และจากการแบ่งเกณฑ์การประเมิน 6 ระดับ พบว่านักเรียนไทยถึงร้อยละ 52.5 รู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าพื้นฐาน (OECD, 2009) สอดคล้องกับผลการประเมินค่าสถิติจากคะแนนแบบทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2552 พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เพียงร้อยละ 32.66 และ 26.05 ตามลำดับ (สทศ. 2552: 6) แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ไม่สามารถพัฒนาวิธีคิดและวิเคราะห์แบบมีเหตุผล (สสทท. 2548: 2) ซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหา คือ การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยพัฒนาด้านสติปัญญาและความคิดของนักเรียน การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมหรือจัดประสบการณ์ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือให้นักเรียนได้เสาะแสวงหา ค้นคว้า และสรุปสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจะสามารถพัฒนาสติปัญญาและความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (กรมวิชาการ. 2546: 215)

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น สอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่นักเรียนต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการสืบค้น เสาะหา สืบสวนตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นจะเก็บเป็นข้อมูลในสมองได้อย่างยาวนาน (กรมวิชาการ. 2546: 218) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งอธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับ และซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมหากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาเชาว์ปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิตานา แชมมณี. 2540: 90 – 91)

การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบสอบ (Inquiry Process) ซึ่งเริ่มต้นพัฒนาในปี ค.ศ. 1957 โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาได้ร่วมประชุมปรึกษา เพื่อที่จะพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพด้านการศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เนื่องจากความรู้ทางด้านวิชาการต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จึงจำเป็นต้องปรับปรุงการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์และนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ วิธีการเรียนรู้แบบสืบสอบ (Inquiry Learning Method)

ได้ถูกพัฒนาเริ่มต้นมาจากวงจรการเรียนรู้ของ Karplus ในปี ค.ศ. 1961 โดยมีการปรับปรุงเรื่อยมาตามลำดับ จนกระทั่งปี ค.ศ.1990 Bybee และคณะได้พัฒนางจรการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เรียกว่า วงจรการเรียนรู้แบบ 5E (5E Learning Cycle) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (engage) เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา 2) ขั้นสำรวจค้นหา (explore) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การวัด และการรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นอธิบาย (explain) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ และจัดกระทำข้อมูลในรูปตารางกราฟ แผนภาพ เป็นต้น เพื่อการอภิปราย 4) ขั้นขยายความรู้ (elaborate) เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ 5) ขั้นประเมินผล (evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน (Lawson. 1995: 64 – 65) วงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็นหนึ่งในรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในแวดวงของการศึกษาวิทยาศาสตร์ แต่ในขณะเดียวกัน นักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้นำการเรียนรู้แบบสืบสอบมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ร่วมกับเครื่องมืออื่น ๆ ที่เหมาะสม เช่น งานวิจัยของ สันติ อธิพลนาวากุล (2550: 90 – 92) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้โปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ภาคตัดกรวยสูงกว่าก่อนได้รับการสอน การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้โปรแกรม GSP ประกอบการเรียนการสอน

นอกจากการปรับเปลี่ยนวิธีการสอนของครูแล้วสื่อการเรียนการสอนก็เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนอีกประการหนึ่งด้วย เพราะการเรียนการสอนจะบรรลุผลได้ดีเพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับครูผู้สอนจะสามารถเลือกหรือสร้างสื่อการเรียนการสอนได้เหมาะสมเพียงไร (ทิศนา แคมมณี. 2551: 72 - 76) โปรแกรม Thinker Plots เป็นโปรแกรมหนึ่ง ซึ่งครูสามารถนำไปใช้ เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถสร้างสื่อการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ สามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม แผนภูมิรูปภาพ เป็นต้น ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลในภาพรวมได้อย่างชัดเจน (Konold. 2007: 267 - 291)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงภาระหน้าที่ของครูผู้สอนและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ (Inquiry Method) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องสถิติ โดยนำโปรแกรม Tinker Plots มาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนและหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแนวทางให้ครู และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นแนวทางให้ครูสอนคณิตศาสตร์จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่องสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาพัฒนาและปรับปรุง ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน มาแตร์เดอีวิทยาลัย แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 144 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน มาแตร์เดอีวิทยาลัย แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ อยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 7 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ 5 คาบ และทำการทดสอบหลังเรียน 1 คาบ

1. วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน จำนวน 1 คาบ
2. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots จำนวน 5 คาบ
3. วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังเรียนจำนวน 1 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – ม.3) ตามหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร เรื่อง สถิติ ประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

- หน่วยที่ 1 ระเบียบวิธีทางสถิติ
- หน่วยที่ 2 การนำเสนอข้อมูล
- หน่วยที่ 3 การนำเสนอข้อมูลในตารางแจกแจงความถี่
- หน่วยที่ 4 ฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่
- หน่วยที่ 5 การคำนวณ และการเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูล

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **กิจกรรมเรียนรู้แบบสืบสอบ** หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย มีการตอบโต้กันระหว่างผู้เรียนและผู้สอนจนกระทั่งผู้เรียน ค้นพบข้อสรุป หลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆด้วยตนเองและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

2. **โปรแกรม Tinker Plots** หมายถึง โปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสามารถดังนี้

2.1 สามารถนำข้อมูลกรอกลงในโปรแกรม ในรูปแบบ ตาราง หรือกรอกลง ภาดเก็บข้อมูลที่ละข้อมูล และสามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม และแผนภูมิกราฟ

2.2 สามารถสร้างฮิสโทแกรมและรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ โดยใช้ข้อมูลที่นักเรียนกรอกไว้ในระบบก่อนหน้านี้ได้

2.3 สามารถคำนวณหาค่ากลางของข้อมูลโดยเลือกใช้คำสั่งจากเครื่องมือของโปรแกรมได้ ค่ากลางของข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่ามัธยฐานและฐานนิยม

2.4 สามารถวัดการกระจายของข้อมูลได้โดยการสังเกตจากการจัดเรียงตัวของข้อมูลที่ได้ออกจากการเคลื่อนไหวข้อมูลที่กำหนดให้อยู่ในการจัดเรียงตัวเป็นจำนวนนับ

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ ซึ่งมีขั้นตอนจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ

3.1 ขั้นสังเกต ผู้สอนจัดสถานการณ์หรือกิจกรรมที่กระตุ้นและสร้างความสนใจของผู้เรียนจากการนำเสนอข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2 ขั้นอธิบาย เมื่อสังเกตข้อมูลจากการนำเสนอข้อมูล จัดกระทำกับข้อมูลโดยใช้คำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม Tinker Plots ผู้เรียนหาเหตุผลเพื่ออธิบายสาเหตุของปัญหาจากประสบการณ์เดิมและข้อมูลที่มีอยู่

3.3 ขั้นทำนายและทดสอบ ผู้เรียนทดสอบวิธีการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาและคาดคะเนผลที่เกิดขึ้น ด้วยการจัดกระทำกับข้อมูลโดยใช้คำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม Tinker Plots

3.4 ขั้นนำไปใช้ จากการจัดกระทำกับข้อมูลโดยใช้คำสั่งต่างๆ ในโปรแกรม Tinker Plots ผู้เรียนนำหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีแก้ปัญหาที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้ได้จนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

4. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การพิจารณาแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญและสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการคิดพิจารณาอย่างมีเหตุมีผลเพื่อหาข้อสรุปหรือหลักการที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยการวัดด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยนำหลักการของบลูม (Bloom) 3 หลักการ คือ หลักการวิเคราะห์หน่วยย่อย หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และหลักการวิเคราะห์หลักการ และทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน (Marzano) 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการสรุป ด้านการประยุกต์ และด้านการคาดการณ์ มาบูรณาการร่วมกัน เป็นการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน คือ

4.1 ด้านการจำแนก ความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ และเหตุการณ์ที่เหมือนกันและแตกต่างกัน ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถระบุตัวอย่างหลักฐาน และลักษณะความเหมือน ความแตกต่างได้

4.2 ด้านการจัดหมวดหมู่ ความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ จัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะเดียวกันเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน

4.3 ด้านการเชื่อมโยง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

4.4 ด้านการสรุป ความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลสิ่งที่กำหนดให้ได้

4.5 ด้านการประยุกต์ ความสามารถในการนำความรู้หรือหลักการจากการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ สามารถคาดการณ์ พยากรณ์ คาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึงกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในการนำความรู้ ทักษะทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการวางแผนและหาวิธีการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดคำนวณ รวมทั้งความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง สถิติ ซึ่งวัดได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัย 5 ข้อ ตามแนวความคิดของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ

5.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา สิ่งแรกที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจก็คือ สัญลักษณ์ต่างๆ ในปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาในภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่ให้หา อะไรคือเงื่อนไข นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ ซ้ำแล้วซ้ำอีกจนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

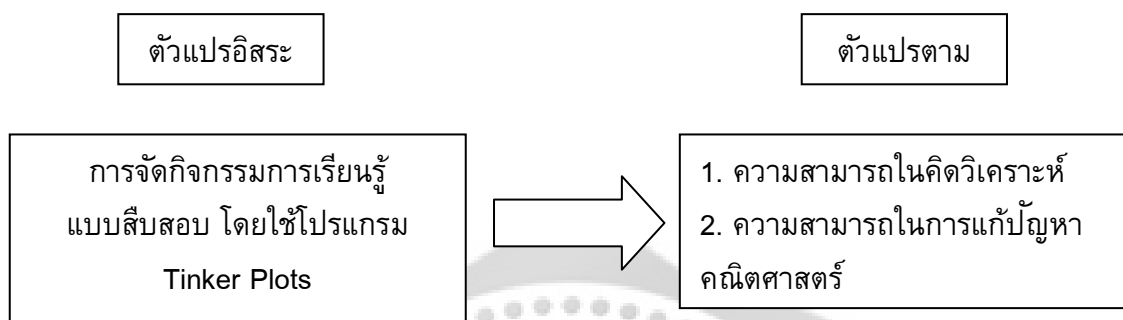
5.2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ในปัญหา สิ่งสำคัญที่นักเรียนจะต้องทำในขั้นนี้คือ การนึกทบทวนความรู้ที่มีว่ามีความรู้อะไรบ้าง ที่มีส่วนสัมพันธ์กับปัญหานั้นๆ เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยวางแผนในการแก้ปัญหา ได้แก่ การพยายามนึกถึงปัญหาที่เคยแก้มาก่อนซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกัน ในการวางแผนนั้นควรแบ่งเป็นขั้นๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ๆ และในขั้นตอนใหญ่ๆ ก็จะมีขั้นตอนเล็กๆ อีกมากมาย

5.3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้คือ ทักษะการคำนวณ รู้จักเลือกวิธีการคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

5.4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตรวจวิธีการและคำตอบ ขั้นนี้เป็นการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผล ตลอดจนขบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า

สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดของทิตานา แชมมณี (2551: 141) และ Konold (2007: 267 - 291) มากำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้าดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบสอบ
 - 1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบสอบ
 - 1.2 รูปแบบและขั้นตอนของการสอนแบบสืบสอบ
 - 1.3 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบสอบ
 - 1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสอบ
 - 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบสอบ
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม Tinker Plots
 - 2.1 โปรแกรม Tinker Plots
 - 2.2 ระบบวิธีใช้โปรแกรม Tinker Plots
 - 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Tinker Plots
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 3.1 ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 3.2 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์
 - 3.3 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์
 - 3.4 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์
 - 3.5 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 3.6 แนวทางการสอนการคิดวิเคราะห์
 - 3.7 การจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 4.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์
 - 4.3 ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ
 - 4.4 องค์ประกอบที่ส่งเสริมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 4.5 ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 4.6 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 4.7 ทักษะและเทคนิคการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 4.8 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา
 - 4.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบสอบ

การเรียนการสอนในปัจจุบันเห็นว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ทำให้เกิดการพัฒนาในเชิงทฤษฎีการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้นิยามของการสอนเปลี่ยนแปลงไป โดยมีกานิยามให้สอดคล้องกับเป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนการสอนยุคใหม่ ดังนั้น คำว่า “การสอน” จึงถูกใช้แทนด้วยคำว่า “การจัดการเรียนรู้” ซึ่งสำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ ทั้ง 2 คำนี้มีความหมายเป็นแบบเดียวกัน

1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบสอบ

วิธีสอนที่เรียกว่า Inquiry ได้มีนักการศึกษาหลายท่านเรียกชื่อต่าง ๆ กันออกไป เช่น “การสืบเสาะหาความรู้” “การสืบสวน” “การสอบสวน” “การสืบเรื่องราว” “การสืบคิดค้น” เป็นต้น สำหรับการกล่าวถึง Inquiry ในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้คำว่า “สืบสอบ”

ซันด์; และ โทรว์บริดจ์ (Sund; & Trowbridge. 1967: 73) ได้นิยามการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry) ว่า เป็นการค้นคว้าหาความรู้หรือความจริง โดยเน้นที่วิธีการหาความจริงมากกว่าอ้างความจริงซึ่งเป็นผลมาจากการค้นคว้า สิ่งสำคัญในการสอนแบบนี้คือ ครูจะต้องบอกให้นักเรียนรู้จักวิธีการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่าการสอนแบบสืบสอบนี้ มีความสัมพันธ์ในรูปแบบการสอนเป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา มุ่งให้ผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูจะเป็นผู้เ้าเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ช่วยจัดสถานการณ์และอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการแก้ปัญหา และอาจร่วมมืออภิปรายกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

กู๊ด (Good. 1973: 303) ได้ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบสอบว่ามีลักษณะเป็นแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา (Problem Solving Approach) โดยระบุลักษณะสำคัญคือ

1. เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น
2. ผู้เรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม

คาริน (Carin. 1993: 86) กล่าวว่า การสอนแบบสืบสอบเป็นกระบวนการที่เมื่อพบปัญหาแล้วมีการตั้งสมมติฐานหรือหาคำตอบที่เป็นไปได้ ทดสอบสมมติฐานนั้นด้วยข้อมูลที่รวบรวมได้ แล้วพยายามที่จะประยุกต์ข้อสรุปนั้นมาเป็นความรู้ใหม่ โดยมีประเด็นหลักอยู่ที่กระบวนการ (Process) มากกว่าผลผลิต

มัวร์; และ ควินน์ (Moore; & Quinn. 1994: 212) กล่าวว่า การสอนแบบสืบสอบเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งมั่นเพื่อจะแก้ปัญหา โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาตอบ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 92) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนว่า เป็นกระบวนการตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์อันหนึ่งอันใดในการค้นหาความจริง การสืบสอบเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเกิด ความสงสัยสถานการณ์นั้น จึงเป็นปัญหาสำหรับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนต้องค้นหาสาเหตุ

เพื่อมาอธิบายปัญหานั้นโดยผู้เรียนและผู้สอนเป็นผู้สืบสวนสอบสวน ด้วยการตั้งคำถาม จุดหมายปลายทาง คือ ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

สมชาย ชูชาติ (2538: 82) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยหลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้สติปัญญาของผู้เรียน

วิจิต สุรัตน์เรืองชัย (2540: 82) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง การสอนที่เน้นให้นักเรียนค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองโดยใช้การสังเกต สอบถาม และทดลองจนได้ข้อสรุป

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2542: 16) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry instruction) เป็นการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนดให้ เน้นการให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

กรมวิชาการ (2544: 36) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนว่า หมายถึง การสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเองโดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำวิธีการนั้นมาแก้ปัญหา

ไสว พักขาว (2544: 102) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry method) เป็นวิธีการสอนที่เน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหาโดยใช้คำถาม จัดเป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครูผู้สอนจะลดลง ผู้สอนจะเปิดโอกาสและชี้แนะให้ผู้เรียนได้ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมค้นคว้า และสรุปความรู้ด้วยตนเองจากการถามตอบ หรือครูและผู้เรียนผลัดกันถามก็ได้ แต่รูปแบบที่ผู้เรียนเป็นผู้ถามจะสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุด

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 136) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

ทิศนา แคมมณี (2551: 141) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสวนสอบสวน (Inquiry Instruction) หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการและการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

ราชบัณฑิตยสถาน (2551: 255) กล่าวว่า กระบวนการสืบสอบเป็นรูปแบบหนึ่งของการสอนที่มุ่งพัฒนาทักษะและความสามารถในการสืบสอบหาความรู้หรือคำตอบที่ต้องการโดยการใช้สถานการณ์ปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้ดำเนินการแสวงหาข้อมูลทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้และสรุปหาคำตอบ

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบสอบ หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย มีการตอบโต้กันระหว่างผู้เรียนและผู้สอนจนกระทั่งผู้เรียน ค้นพบข้อสรุป หลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆด้วยตนเองและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

1.2 รูปแบบและขั้นตอนของการสอนแบบสืบสอบ

บรูเนอร์ (Bruner, 1966: 89) ได้เสนอกระบวนการสืบสอบไว้เป็น 4 ขั้น ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อ OEP C Techniques ดังรายละเอียดต่อไปนี้

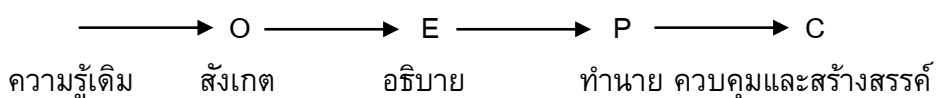
1. ขั้นสังเกต (Observation-O) เป็นขั้นที่สำคัญที่สุดอันดับแรกของกระบวนการแสวงหาความรู้ ขั้นสังเกตนี้ครูจัดสถานการณ์ กิจกรรมหรือสาธิตการทดลองให้ผู้เรียนสังเกต จะทำให้ผู้เรียนเกิดปัญหาคับข้องใจ (Conflict) ผู้เรียนจะถามเพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วจดบันทึกข้อมูลเหล่านั้นไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อจะนำมาประกอบการพิจารณาตั้งสมมติฐานต่อไป

2. ขั้นอธิบาย (Explanation-E) เมื่อใช้การสังเกตการณ์เก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นแรกแล้ว ต่อไปพยายามอธิบายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์นั้นๆ ว่ามีอะไรเป็นสาเหตุ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้นโดยพยายามหาแนวทางในการอธิบายไว้หลายๆ ทางตามแบบของการตั้งสมมติฐาน

3. ขั้นทำนายหรือคาดคะเน (Prediction-P) เมื่อทดลองสมมติฐานเพื่อหาทางอธิบายว่า ปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุจากอะไรแล้วผู้เรียนก็พอจับเค้าโครงของปัญหาได้แน่ชัดขึ้น ฉะนั้นจะสามารถคาดคะเนได้ว่าถ้ามีสาเหตุเช่นเดียวกันอีกจะเกิดอะไรตามมา แม้ว่าอาจจะไม่มีสถานการณ์ เช่นนั้นปรากฏให้เห็นจริงๆ

4. ขั้นนำไปใช้และสร้างสรรค์ (Control and creativity-C) คือ ขั้นที่สามารถนำแนวคิดที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาที่สถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง

สรุปขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบสอบของบรูเนอร์ ได้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบสอบของบรูเนอร์

ที่มา: เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). เทคโนโลยีทางการศึกษา. หน้า 180.

เบล (Bell. 1978: 240 – 258) กล่าวถึงรูปแบบการสอนแบบสืบสอบในวิชา
คณิตศาสตร์แบ่งเป็น 4 ชั้นคือ ชั้นสังเกต ชั้นอธิบาย ชั้นพยากรณ์และทดลอง และชั้นนำไปใช้ดังนี้

1. ชั้นสังเกต ผู้สอนจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์
ที่ฉงนสงสัย หรือพยายามค้นพบหลักการโดยสังเกต วิเคราะห์ ประเมินสถานการณ์และตั้งคำถาม
ผู้แก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและนักคณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จมากที่สุด คือ ผู้ที่ตั้งคำถาม
ดีที่สุด คำถามที่ดีจะนำไปสู่หลักการที่มีประโยชน์และคำถามที่ดีจะมีผลในการแก้ปัญหาที่ยาก
การหาสิ่งที่เป็นประโยชน์และน่าสนใจในการสืบสอบทางคณิตศาสตร์จะต้องดูว่าสิ่งที่กำหนดให้
คืออะไรและสืบสอบโดยพิจารณาตามสิ่งที่กำหนดให้ นั้น การสืบสอบมิได้ต้องการเพียงผลเท่านั้น
ควรจะสืบสวนให้มากกว่าที่ต้องการ ตัวอย่างการตั้งคำถาม เช่น

- ทำไมวิธีการนี้จึงทำได้
- ทำไมวิธีการนี้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง
- มีวิธีที่ดีกว่านี้หรือไม่
- มีรูปแบบทั่วไปหรือไม่
- ทฤษฎีบทนี้ทำให้นึกถึงทฤษฎีบทอื่นหรือไม่
- ปัญหานี้เป็นปัญหาหนึ่งของปัญหาทั่วไปหรือไม่
- จะสรุปเป็นรูปแบบทั่วไปได้หรือไม่
- อะไรเป็นข้อแตกต่างระหว่างสถานการณ์ทั้งสองเหล่านั้น
- มีอะไรคล้ายคลึงกันระหว่างระบบคณิตศาสตร์เหล่านี้
- จากตัวอย่างที่สังเกตได้นี้เป็นตัวแทนของกรณีทั่วไปได้หรือไม่
- มีตัวอย่างคัดค้านหรือไม่
- มีวิธีที่แก้ปัญหาดีกว่านี้ไหม
- มีอะไรเกิดขึ้นกับสิ่งเหล่านี้ไหม
- มีการคงเส้นคงวาเกิดขึ้นหรือไม่
- เรื่องราวหรือข้อมูลที่ได้นี้น่าจะยอมรับได้หรือไม่
- หลักการที่หาได้จะขยายต่อไปได้อีกไหม
- ตัวอย่างต่างๆที่แสดงมโนคติคืออะไร

2. ชั้นอธิบาย ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบเพื่อขจัดความสงสัยโดย
การใช้เหตุผล เป็นการวิเคราะห์การแก้ปัญหาไปสู่เหตุ ชั้นนี้เป็นขั้นรวบรวมความรู้และข้อมูลเพื่อ
นำมาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆซึ่งมี 2 ประการ

2.1 ในการที่จะแก้ปัญหานั้นผู้แก้ปัญหามีเทคนิคในการแก้ปัญหาและ
เรียนรู้กระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.2 ในการแก้ปัญหาต้องรู้แหล่งความรู้ รู้จักวิเคราะห์สังเคราะห์ความรู้ที่
ตลอดจนรู้จักรวบรวมข้อมูลและเรียงความรู้ให้เป็นระบบ การตั้งคำถามนับว่าเป็นสิ่งสำคัญควรมี
การตั้งคำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้

- มีข้ออ้างอิงที่เป็นมาตรฐานในเรื่องนี้หรือเปล่า
- ข้ออ้างอิงนั้นหาได้ที่ไหน
- แหล่งอื่นๆ ของความรู้คืออะไร
- แหล่งความรู้นั้นเชื่อถือได้เพียงใด
- คุณภาพของความรู้ที่ได้รับนี้ดีเพียงใด
- ความรู้ที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างไร
- ความรู้นี้เป็นหมวดหมู่และจัดระเบียบอย่างไร
- มโนคติ หลักการ และวิธีการใดที่มีในแหล่งความรู้
- ความรู้สัมพันธ์กับปัญหาที่กำลังพิจารณาหรือไม่
- ความรู้ที่นำมาใช้แก้ปัญหาได้เพียงไร
- ความรู้หรือวิธีการดำเนินการนี้นำไปใช้กับสถานการณ์อื่นได้ไหม

3. ขั้นพยากรณ์และทดสอบ เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้ออกมาอภิปรายปัญหาหรือข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้ และพยากรณ์ผลหรือทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ นำไปสู่ข้อสรุป เป็นขั้นซึ่งเกิดการค้นพบการแก้ปัญหา ในขั้นนี้เป็นการสร้างหลักการและความสัมพันธ์ต่างๆ แยกแยะโครงสร้างและนำไปสู่ข้อสรุป ผู้ที่เกี่ยวข้องในการทดสอบแบบสืบสอบควรมีความสามารถพิเศษที่จะวิเคราะห์สังเคราะห์ตลอดจนรู้จักประเมินผลงาน กิจกรรมในช่วงนี้จะต้องรู้จักจัดข้อมูลเป็นหมวดหมู่ มองหาความสัมพันธ์ ค้นหารูปแบบ และสรุปเป็นนัยทั่วไป

4. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นำเอาความรู้ที่ค้นพบไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ได้แก่ การวิเคราะห์และประเมินกระบวนการสืบสอบ ทั้งนี้เพื่อสร้างความเข้าใจให้ดีขึ้นและปรับปรุงการสืบสอบ ในขั้นนี้เป็นการพิจารณากระบวนการสืบสอบ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์แต่ละเนื้อหา ย่อมมีวิธีสืบสอบของมัน จุดประสงค์อันหนึ่งของผู้สืบสอบในแต่ละเนื้อหา ก็คือ การปรับปรุงกลวิธีการสืบสอบที่กระทำอยู่และรวบรวมกระบวนการสืบสอบเพื่อนำไปพัฒนาและใช้กับเนื้อหาอื่นๆ ต่อไป สิ่งที่ต้องการพิจารณาก็คือ กระบวนการสืบสอบ ตั้งแต่ต้นจนจบวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการที่จะวิเคราะห์และประเมินการสืบสอบ ก็คือ การถามและพยายามหาคำตอบ ตัวอย่างคำถามซึ่งจะนำมาใช้ในขั้นที่ 4 ตามที่ เบล (Bell, 1978: 240 – 258) กล่าวไว้มีดังต่อไปนี้

- วิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร
- อะไรเป็นตัวกระตุ้นให้ค้นพบนัยทั่วไป
- รูปแบบอะไรที่ค้นพบ
- ความรู้และวิธีการที่จะนำไปสู่การค้นพบแบบไม่คงเส้นคงวา คืออะไร
- แหล่งความรู้อะไรที่ใช้มากที่สุด
- วิธีดำเนินการอะไรที่เคยทำและรวบรวมข้อมูลอย่างไร
- ใช้รูปแบบการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลรูปแบบใดในการแก้ปัญหา
- กระบวนการคิดอะไรที่นำมาใช้กระทันหาข้อสรุปได้
- วิธีการแก้ปัญหานั้นนำไปใช้ได้ทั่วไปและประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอื่นๆ ได้

ลอร์สัน (Lawson. 1995: 121 – 133). กล่าวว่า Bybee และคณะได้พัฒนาวงจรการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เรียกว่าวงจรการเรียนรู้แบบ 5E (5E Learning Cycle) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (engage) เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา

2) ขั้นสำรวจค้นหา (explore) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การวัด และการรวบรวมข้อมูล

3) ขั้นอธิบาย (explain) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูลในรูป ตารางกราฟ แผนภาพ เป็นต้น เพื่อการอภิปราย

4) ขั้นขยายความรู้ (elaborate) เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่

5) ขั้นประเมินผล (evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521: 21 – 22) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

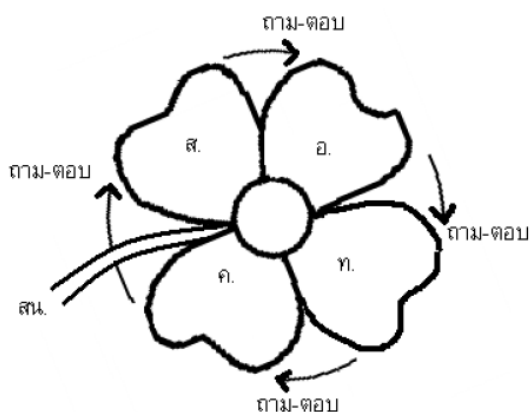
ขั้นที่ 1 ขั้นการให้สังเกตกับแนวหน้า (สน.) คือ ขั้นที่ครูปูพื้นฐานความพร้อมให้ผู้เรียนทั้งในด้านความรู้และการสร้างแรงจูงใจ ให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่จะแสวงหาความจริง

ขั้นที่ 2 ขั้นสังเกต (ส.) คือ ขั้นที่ครูสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้สังเกต ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือเป็นการแสดงละครปริศนา ในขั้นนี้ครูส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการคิดวิเคราะห์

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (อ.) คือ ขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือหาสาเหตุของปัญหาข้อขัดแย้งในรูปของการให้เหตุผล ในขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสฝึกการตั้งสมมติฐาน ทฤษฎี ฝึกการคิดแบบมีเหตุผล และฝึกการวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุหรือจากปัญหาไปหาสาเหตุ

ขั้นที่ 4 ขั้นทำนายและทดสอบ (ท.) คือ ขั้นที่ครูจะช่วยให้ นักเรียนรู้จักหาวิธีที่จะพิสูจน์คำอธิบายหรือทฤษฎีที่นักเรียนได้ช่วยกันสร้างขึ้น โดยการฝึกให้รู้จักการทำนายผล เมื่อเราแปรค่าสาเหตุ และฝึกให้รู้จักการแก้ปัญหาด้วยการตั้งสมมติฐานเชิงทำนาย ตลอดจนการทดสอบสมมติฐานนั้น

ขั้นที่ 5 ขั้นควบคุมและคิดสร้างสรรค์ (ค.) คือ ขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำเอาหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีแก้ปัญหาที่ค้นพบไปใช้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการควบคุมและสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกของมนุษย์ ซึ่งทุกขั้นตอนที่กล่าวมา นี้ครูใช้คำถามเป็นสื่อสำคัญในการสอนและเร้าให้นักเรียนถามคำถาม เพื่อการสืบสอบเป็นขั้นๆ จนสามารถค้นพบความจริง ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ที่มา: วีรยุทธ วิเชียรโชติ. (2521). *จิตวิทยาการเรียนรู้การสอนแบบสืบสอบ*. หน้า 21.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 96 – 97) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้ว่า

ขั้นที่ 1 สอนผู้เรียนว่าจะใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบอย่างไรและเรียนคณิตศาสตร์ โดยการผ่านการสืบสอบก็คือ การอธิบาย และอภิปราย 4 ขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบสอบ ผู้เรียนควรอภิปรายเกี่ยวกับการตั้งคำถามและกิจกรรมซึ่งกำหนดให้ภายใต้กระบวนการสอนแบบสืบสอบ ผู้เรียนควรรวบรวมคำถามและกิจกรรมเพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในแต่ละขั้นของการสอนแบบสืบสอบให้ประสบความสำเร็จ

ขั้นที่ 2 ในขั้นนี้ผู้สอนควรจะแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักแหล่งการเรียนรู้และวิธีรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการวิเคราะห์ สังเคราะห์ด้วยวิธีการฝึกตั้งคำถามเพื่อมองเห็นแนวทางว่าจะรวบรวมข้อมูลอย่างไร

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่จัดรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแนวทางสรุปปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนควรทำงานตามลำพังหรือเป็นกลุ่มย่อย ผู้สอนช่วยเหลือเพียงเล็กน้อย ผู้เรียนใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา กระบวนการสืบสอบจึงไปเป็นอย่างช้าๆ ข้อสำคัญก็คือ ผู้สอนต้องหลีกเลี่ยงการแทรกแซงและบอกผู้เรียนว่าทำอย่างไร

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์และประเมินวิธีการสืบสอบ เป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดของกระบวนการสืบสอบ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะตั้งคำถามว่าฉันได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไรบ้าง ผู้เรียนจะเข้าใจดียิ่งขึ้นโดยการประเมินด้วยตนเอง คำถามจะมีทั้งของครูผู้สอนและผู้เรียน ผู้เรียนควรตอบคำถามทุกคำถาม ผู้สอนควรมีบทบาทมากขึ้นในการถามนำเพื่อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์และประเมินเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ผู้เรียนควรจะถามตัวเองว่า “ ฉันได้เรียนอะไรเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และฉันเรียนรู้เกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีสืบสอบอย่างไร ”

วิชิต สุรัตน์เรืองชัย (2540: 82) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ 4 ขั้น ดังนี้

1. สังเกต เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหา หรือเรื่องราว หรือ การทดลองที่น่าสนใจให้นักเรียนสังเกตและเกิดความสงสัยขึ้น หากนักเรียนสังเกตแล้วไม่เกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหาขึ้น ครูผู้สอนอาจชี้นำปัญหาให้นักเรียนก็ได้

2. ทำนาย เป็นขั้นตอนที่นักเรียนคาดเดาคำตอบของปัญหาที่สงสัย โดยก่อนที่จะ ทำนายนักเรียนจะทำการสืบสอบโดยใช้คำถามต่างๆกับครูเพื่อให้ได้ข้อมูลมากที่สุด ครูจะตอบเพียง กว้างๆในหลักการ ไม่ตอบคำตอบโดยตรง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้คำถามอย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง จากนั้นนักเรียนจะทำนายคำตอบของปัญหาในขั้นตอนแรก

3. ทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินการพิสูจน์คำตอบที่คาดเดาหรือทำนายไว้ ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการทดลองตามแนวทางที่ครูผู้สอนเตรียมไว้ หรือหากเป็นปัญหาที่ไม่ต้อง ทดลองเพื่อหาคำตอบก็อาจใช้การศึกษาค้นคว้าหรือวิธีการอื่นใดเพื่อพิสูจน์คำตอบดังกล่าว

4. สรุป เป็นขั้นตอนการสรุปผลการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าคำตอบที่ทำนายไว้ ถูกหรือผิดและสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ต่อไป

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2542: 17) กล่าวถึง ขั้นตอนกระบวนการสืบสวนสอบสวน (Inquiry process) ไว้ 5 ขั้น ดังนี้

1. กำหนดปัญหา

- จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน สังเกต สงสัย ในเหตุการณ์หรือเรื่องราว

- กระตุ้นให้ผู้เรียนระบุปัญหาจากการสังเกตว่าอะไรคือปัญหา

2. กำหนดสมมติฐาน

- ตั้งคำถามให้ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิด

- ให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่คาดว่าจะจะเป็นคำตอบของปัญหานั้น

3. รวบรวมข้อมูล

- มอบหมายให้ผู้เรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ

- ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และประเมินว่า ข้อมูลนั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา หรือไม่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงไร

4. ทดสอบสมมติฐาน

- ให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้นำมาอภิปรายเพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

5. สร้างข้อสรุป

- ให้ผู้เรียนสรุปว่าปัญหานั้นมีคำตอบหรือข้อสรุปอย่างไร อาจสรุปในรูปของ รายงานหรือเอกสาร

กรมวิชาการ (2544: 36 – 37) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้

5 ขั้นดังนี้

1. ขั้นการสังเกตกับแนวหน้า คือ ขั้นที่ครูปูพื้นฐานความพร้อมในด้านความรู้ให้แก่ นักเรียน
2. ขั้นสังเกต คือ ครูสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือเป็นการแสดงละคร ปริศนาเพื่อให้นักเรียนสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหานั้นๆ ขั้นนี้ครูส่งเสริมให้ นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ ทำความเข้าใจ แปลความหมาย และจัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพปัญหา และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่จะแสวงหา ความจริง
3. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือสาเหตุของปัญหา ในรูปของเหตุผล ขั้นนี้นักเรียนฝึกการตั้งทฤษฎีหรือสมมติฐานเพื่ออธิบายที่มาสาเหตุของปัญหานั้น เป็นการฝึกวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุ
4. ขั้นทำนาย ให้นักเรียนรู้จักหาแนวทางหรือวิธีที่จะพิสูจน์ทำนายผลหรือ พยากรณ์ได้ว่าผลจะเป็นอย่างไร จะเกิดอะไรขึ้น เป็นการทดสอบสมมติฐานหรือพิสูจน์ทฤษฎีที่ตั้งขึ้น
5. ขั้นควบคุมและสร้างสรรค์ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้ อย่างกว้างขวาง ลักษณะพิเศษของวิธีสอนแบบนี้คือ ก้าวไกลว่าการสอนแบบวิทยาศาสตร์ในด้าน ที่คิดไปถึงการใช้ประโยชน์ต่อไปด้วย ไม่จำกัดเฉพาะแต่การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเท่านั้น

ไสว พักขาว (2544: 102 – 104) กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้

6 ขั้นดังนี้

1. ขั้นนำเสนอสถานการณ์หรือสิ่งที่เป็นปัญหา โดยครูอาจเล่าเรื่องโดยใช้สื่อหรือ อุปกรณ์ภาพประกอบหรือนำของจริงมาแสดงก็ได้
2. ขั้นสังเกต ครูให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งที่ครูนำเสนอโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรือ อาจใช้เครื่องมือบางอย่างช่วยก็ได้
3. ขั้นอธิบาย ครูให้ผู้เรียนคิดสาเหตุของปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานั้น จากความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
4. ขั้นทดสอบ ครูให้ผู้เรียนช่วยกันตั้งคำถามเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา ให้มากที่สุดเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยครูจะไม่พยายามตอบคำถามในลักษณะที่จะอธิบายคำตอบ ของปัญหา แต่อาจตอบเพียง“ใช่”หรือ“ไม่ใช่”เท่านั้น นอกจากการถามแล้ว ครูอาจให้ผู้เรียนศึกษา หรือทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานด้วยก็ได้ในกรณีที่เรื่องไม่ยุ่งยากและใช้เวลาไม่มาก
5. ขั้นสรุป ครูให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้จากขั้นทดสอบเพื่ออธิบายคำตอบของ ปัญหา
6. ขั้นนำความรู้ไปใช้ ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้ให้เกิด ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 138 – 141) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนเป็น 5 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้น“สน”คือ ขั้นของการให้สังเกตกับแนวหน้า ซึ่งได้แก่ การเตรียมความพร้อมทางการเรียนให้กับผู้เรียน โดยการดึงเอาความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สอนมาให้สัมพันธ์กัน รวมทั้งปูพื้นฐานความรู้ใหม่ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ เนื้อหาสาระใหม่ให้กับผู้เรียน

2. ขั้น“ส” คือ ขั้นของการสังเกตสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ในขั้นนี้จะสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตและวิเคราะห์องค์ประกอบและธรรมชาติของปัญหาอย่างละเอียด การเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้ คือ การเรียนรู้สังเกต ลักษณะร่วมของสถานการณ์ขององค์ประกอบต่างๆ ในสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

3. ขั้น“อ” คือ ขั้นของการอธิบายปัญหาข้อใจ โดยอาศัยความสามารถในการหาเหตุผลมาอธิบายถึงสาเหตุของปัญหา ส่วนมากการอธิบายมักจะอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลแบบฟังก์ชัน ขั้นนี้เป็นจุดเริ่มต้นของความสามารถในการสร้างทฤษฎีขึ้นมาสำหรับอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ การเรียนรู้ที่สำคัญที่สุดในขั้นนี้ คือ การเรียนรู้หลักว่า เมื่อปรากฏผลออกมาในรูปของปัญหาอย่างนี้อะไรควรจะเป็นเหตุหรือสาเหตุของการเกิดผลอันนั้น

4. ขั้น“ท” คือ ขั้นของการทำนายผลเมื่อเราแปลเหตุ เป็นขั้นตอนของการตั้งสมมติฐานเพื่อจะทดสอบดูว่าคำอธิบายขั้นที่ 3 ว่าถูกต้องมากน้อยเพียงใด และยังเป็น การคาดคะเนผลของสาเหตุต่างๆ ทั้งนี้เพื่อฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างรอบคอบ การเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้ คือ การเรียนรู้วิธีแก้ปัญหโดยนำหลักการที่เรียนรู้ในขั้นที่ 3 มาใช้

5. ขั้น“ค”คือ ขั้นของการควบคุมและสร้างสรรค์ทั้งสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายใน เป็นขั้นที่นำผลของการแก้ปัญหาปฏิบัติใช้ในชีวิตจริง เพื่อให้เกิดการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายใน (ทางจิตใจ) ขั้นนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ฉะนั้นการเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้ คือ การเรียนรู้วิธีสร้างสรรค์จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนการการสอนแบบสืบสอบเป็นไปในแนวเดียวกัน โดยเริ่มต้นด้วยการที่ผู้สอนสร้างสถานการณ์หรือปัญหาให้กับนักเรียน อาจจะเป็นการพูดหรือการใช้คำถามเพื่อสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด สังเกต คาดคะเนแนวทางในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา สรุปผลการแก้ปัญหา และนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปใช้

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสังเกต เป็นขั้นที่ผู้สอนสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและตั้งคำถามต่างๆ จากสถานการณ์นั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและประเมินสถานการณ์ที่ได้รับ เป็นการกระตุ้นและเร้าความสนใจของผู้เรียน

2. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นความคิดของผู้เรียนโดยการตั้งคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนพยายามหาคำอธิบาย หาสาเหตุของปัญหาหรือตอบใจทฤษฎีจากคำถามในขั้นแรก

โดยพยายามให้ผู้เรียนนำความรู้ประสบการณ์เดิมและข้อมูลที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการฝึกความคิดของผู้เรียนจากเหตุไปสู่ผลและจากผลไปสู่เหตุ

3. ขั้นทำนายและทดสอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลทั้งหมดร่วมกันอภิปรายความเป็นไปได้ของคำตอบและทดลองหาคำตอบของปัญหาจากวิธีการทั้งหมดที่คาดคะเนไว้เพื่อดูว่าวิธีการใดจะสามารถแก้ปัญหาได้ดีที่สุด โดยผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำหรือให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนต้องการ

4. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้อบรมไปปรับใช้กับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ๆ ที่คล้ายคลึงกัน

1.3 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบสอบ

กาลาฮาน และคนอื่นๆ (Callahan; et al. 1998: 261 – 262) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูในการสอนแบบสืบสอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำกับนักเรียนมากกว่าบอกให้นักเรียนทำตาม
2. ครูตั้งคำถาม เลือกประเด็นที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและพยายามค้นหาคำตอบ
3. ในขณะที่นักเรียนค้นหาคำตอบ ครูควรแนะนำในการค้นพบโดยหาความชัดเจนกับปัญหา
4. ครูพยายามสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่เป็นการส่งเสริมการสร้างข้อคาดการณ์ ตั้งข้อสงสัยและการคิดแก้ปัญหา
5. สนับสนุนให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบสมมติฐานด้วยตนเอง
6. ช่วยนักเรียนในการวิเคราะห์และประเมินความคิดของตนเอง โดยเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายเปิดในชั้นเรียนและพยายามกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดโดยไม่มีการข่มขู่เมื่อคำตอบไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521: 33 – 34) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ครูเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดการสืบสอบโดยการสร้างสถานการณ์ยั่วให้เด็กตั้งคำถามสอบสวนตามลำดับขั้นของคำถามแบบสืบสอบ
2. ครูเป็นผู้ให้การหนุนกำลัง เมื่อเด็กถามมากก็จะให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงภาษาในคำถามเพื่อให้เด็กเข้าใจในคำถามให้กระจ่างดียิ่งขึ้น
3. ครูเป็นผู้ทวนกลับ ครูจะทวนคำถามอยู่บ้างแต่ไม่มากนักเพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง อาจตั้งคำถามถามนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้วก่อนที่จะเรียนบทต่อไป

4. ครูเป็นผู้แนะนำและกำกับ ครูจะชี้ทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้องเป็นผู้กำกับควบคุมเมื่อเด็กออกนอกกลุ่มนอกทาง

5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียน

6. ครูเป็นผู้สร้างแรงจูงใจ ครูช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน
กรมวิชาการ (2544: 36); และ พิมพ์พันธ์์ เตชะคุปต์ (2544: 57) กล่าวถึง บทบาทของครูในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน สรุปได้ดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้น (catalyst) ให้นักเรียนคิด โดยกำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบเอง หรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและหาสาเหตุของปัญหานั้นด้วยการตั้งคำถาม

2. เป็นผู้ให้การเสริมแรง (reinforcer) โดยการให้รางวัล กล่าวชม เพื่อให้กำลังใจ เพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนการสอนแบบต่อเนื่อง

3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback actor) โดยการบอกข้อดีข้อบกพร่องแก่นักเรียน

4. เป็นผู้แนะนำและกำกับ (guide and director) เป็นผู้แนะนำเพื่อให้เกิดความคิดและกำกับควบคุมมิให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง

5. เป็นผู้จัดระเบียบ (organizer) เป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งอุปกรณ์สื่อการสอนแก่นักเรียน

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 142) กล่าวถึง บทบาทผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ไว้ดังนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ คิดปัญหา วางแผนและแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนมีเหตุผลด้วยตนเอง

2. กระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ วิธีและใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา

3. เสริมแรงหรือให้กำลังใจแก่ผู้เรียน

4. ช่วยเหลือ แนะนำ กำกับอย่างใกล้ชิด ตลอดจนเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปได้ด้วยความเรียบร้อย

5. จัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญให้แก่ผู้เรียน

6. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งข้อดีและข้อบกพร่องแก่ผู้เรียน

จากการศึกษาค้นคว้าดังกล่าวสรุปได้ว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวน มีดังนี้

1. ครูเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดการสืบสวน มีความสนใจ คิดปัญหา วางแผนและแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

2. กระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี และใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ช่วยในการแก้ปัญหา
3. เสริมแรงหรือให้กำลังใจผู้เรียน
4. ช่วยเหลือแนะนำ กำกับอย่างใกล้ชิด ตลอดจนเพื่ออำนวยความสะดวกเพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย
5. จัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญ หรือสื่อการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน
6. จัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้
7. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งข้อดี และข้อที่ควรปรับปรุง

1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสอบ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 94 – 95); และ ภพ เลหาไพบูลย์ (2537: 126) ได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ดังนี้

ข้อดี

1. นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์
2. ให้นักเรียนรู้จักอภิปราย และทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล
3. ให้นักเรียนรู้จักสังเกตและวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหานั้นโดยละเอียด
4. นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา
5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
6. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีสืบสอบด้วยตนเอง ทำให้ความรู้งอกงอกและถ่ายทอดการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย
7. นักเรียนจะเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อจำกัด

1. ถ้าสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่ชวนสงสัยจะทำให้นักเรียนเบื่อและไม่อยากเรียน
2. ถ้าครูควบคุมมากเกินไปก็จะไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสืบสอบด้วยตนเอง
3. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
4. นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

สมชาย ชูชาติ (2538: 82); วิชิต สุรัตน์เรืองชัย (2540: 82); และ ไสว พักขาว (2544: 102 – 103) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ สรุปได้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน เพราะเขาจะต้องกำกับการเรียนการสอนด้วยตนเอง ดังนั้นบทบาทของผู้เรียนจึงเป็นผู้มีความกระฉับกระเฉงไม่เป็นผู้ที่เฉื่อยชาต่อไป
2. เป็นการเรียนโดยการเน้นด้วยปัญหา จะมีประโยชน์ต่อผู้เรียนในแง่ที่ว่าฝึกให้เขาเป็นผู้ที่รู้จักลักษณะวิธีการแก้ปัญหา
3. เป็นการเรียนที่ฝึกทักษะและความสามารถในการตัดสินใจ
4. ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมคิดอย่างมีเหตุผล และสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง
5. บทบาทของครูผู้สอนเปลี่ยนจากผู้บอกมาเป็นผู้ถาม ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น
6. เป็นการยอมรับเจตคติของผู้เรียนแต่ละคนโดยเฉพาะในเรื่องค่านิยมและเจตคติของผู้เรียน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาค่านิยมและเจตคติไปในด้านที่ดีด้วย
7. บทบาทของครูผู้สอนเปลี่ยนแปลงไป ไม่เป็นผู้ควบคุมการเรียนการสอน กลายเป็นผู้เรียนไปกับผู้เรียนด้วย
8. ไม่ส่งเสริมการเรียนในเชิงแข่งขันเพื่อคะแนน แต่ผู้เรียนสามารถเรียนไปโดยมุ่งที่จะบรรลุเป้าหมายของตนเอง
9. บรรยากาศการเรียนน่าสนใจ มีความเป็นกันเองระหว่างผู้เรียนและผู้สอน
10. ส่งเสริมการแสดงออกของผู้เรียน

ข้อจำกัด

1. เตรียมสถานการณ์ที่จะก่อให้เกิดปัญหาให้แก่ผู้เรียนลำบาก เพราะต้องควบคุมให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยในปัญหาที่กำหนดไว้แล้ว
2. ในกรณีที่นำการสอนแบบสืบสอบมาใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่มีใช้รายบุคคลผู้เรียนอาจไม่มีโอกาสร่วมกิจกรรมทุกคน มีผู้เรียนเพียงบางคนเท่านั้นที่มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็น การตัดสินใจ
3. การสอนแบบสืบสอบนั้นเป็นวิธีที่มุ่งให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล วิธีการดังกล่าวต้องใช้เวลามากพอสมควร แต่การสอนในชั้นเรียนส่วนใหญ่ผู้สอนมักมีแนวโน้มที่จะเร่งรัดคำตอบหรือข้อโต้ตอบของผู้เรียนเสมอ
4. ในบางครั้งผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าปัญหาหรือประเด็นที่ผู้สอนหยิบยกขึ้นมาเพื่อการสืบเสาะหาความรู้ นั้น แท้จริงแล้วผู้สอนมีคำตอบอยู่ในใจไว้ก่อน ซึ่งดูเหมือนว่าผู้เรียนถูกตะล่อมให้ไปตามสิ่งที่ผู้สอนคิดไว้แล้ว
5. เหมาะกับวิชาที่ต้องใช้เหตุผล

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 148 – 150) กล่าวถึง ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนได้รู้วิธีค้นหาความรู้และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่ามีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นานสามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระมีชีวิตชีวา และสนุกสนานกับการเรียนรู้
4. ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้ง และบางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนด
2. ถ้าปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เข้าใจหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเบื่อหน่ายไม่ยอมเรียน
3. เป็นวิธีการที่มีการลงทุนสูง ซึ่งบางครั้งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
4. ผู้สอนต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสอบ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาความรู้ ร่วมคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล และสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง
2. เป็นการเรียนที่ฝึกทักษะและความสามารถในการตัดสินใจ ตลอดจนฝึกฝนวิธีการแก้ปัญหา
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และรู้จักยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่าง
4. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีบรรยากาศ และสิ่งแวดล้อม เอื้อต่อการคิด และการแก้ปัญหา
5. เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียน ช่วยเหลือ และพึ่งพาเพื่อให้ได้มาซึ่งเป้าหมายร่วมกัน มากกว่าการแข่งขันเพื่อให้ได้มาซึ่งคะแนน
6. การสอนแบบสืบสอบต้องใช้เวลามากพอสมควร เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบสอบ

งานวิจัยต่างประเทศ

ทอมสัน (Thomson. 2000: 61-10B) ได้ศึกษาการสอนแบบสืบสอบและการใช้ตัวแทนในการสืบสอบวิชาคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย ศึกษาโดยการสังเกตจากครูและผู้เรียนจำนวน 2 ห้องเรียน ในขณะที่มีการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัสสำหรับคณิตศาสตร์ในชีวิตโดยดูจากสภาพทั่วไปของห้องเรียนและทักษะการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน การเก็บ

รวบรวมข้อมูลใช้การบันทึกเทปวีดีโอและสัมภาษณ์ครู 1 คนกับผู้เรียน 6 คน และศึกษาจากรายงาน การทดลองของผู้เรียน ผลจากการวิจัยพบว่า จุดมุ่งหมายของครูและเวลาเรียนมีผลต่อ การพัฒนาการสืบสอบ การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจของผู้เรียน ผู้เรียนมี การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์บ่อยครั้ง แต่ถ้ามีเวลาน้อยการเรียนจะดำเนินไปโดย การใช้คำถามและวิธีการของครูเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาหัวข้อต่างๆ มีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับวิทยาศาสตร์น้อย ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มยังคงไว้ซึ่งกระบวนการของความคิดรวบยอดของ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และสามารถประยุกต์วิธีการได้และมีความมั่นใจที่จะบอกครูในเรื่องของ ความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

เฮเยอร์ (Heyer. 2005: online) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสอบ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ที่มีความสามารถพิเศษระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน แบบสืบสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาชราฟ (Ashcraft. 2006: 85) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจของนักเรียน เรื่องฤดูกาลในวิชาฟิสิกส์โดยการใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบและวิธีการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัย พบว่า คะแนนทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบสูงกว่าคะแนนทดสอบหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนทดสอบก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและ คะแนนทดสอบของนักเรียนหลังจากได้รับการสอนแบบสืบสอบสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แมคคลาฟลิน (McLoughlin. 2008: 2) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบ เป็นฐานด้วยวิธีการสอนแบบ MMM (A Modified Moore Method) เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า ของนิสิตระดับปริญญาตรี โดยใช้ MMM ผ่านหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์และสอนในหลายชั้นเรียน ได้แก่ ชั้นเรียนคณิตศาสตร์เบื้องต้น พื้นฐานของคณิตศาสตร์ 1 และ 2 แคลคูลัส 1 , 2 และ 3 ทฤษฎีเซต พีชคณิตเชิงเส้น การเชื่อมโยงไปสู่คณิตศาสตร์ระดับสูง ความน่าจะเป็นและสถิติ 1 และ 2 การวิเคราะห์จำนวนจริง 1 และ 2 และชั้นเรียนโทโพโลยี ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้โดยใช้ การสืบสอบเป็นฐานด้วยวิธีการสอนแบบ MMM เป็นวิธีที่ช่วยหล่อหลอมการศึกษาค้นคว้าของ นิสิตในระยะยาว และยังส่งเสริมให้นิสิตศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนอีกด้วย

หวาง และหลิน (Wang; & Lin. 2008: 459 - 460) ได้ศึกษาผลของหลักสูตร วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่ใช้การสอนแบบสืบสอบ ที่มีต่อความคิดรวบยอดและความเข้าใจ ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า อิทธิพลทางด้านวัฒนธรรม ประสบการณ์และปัจจัยด้านสถานการณ์ ส่งผลต่อความคิดรวบยอดและความเข้าใจของนักเรียน แหล่งข้อมูลได้จากการเขียนตอบคำถาม ปัญหาปลายเปิด บันทึกประจำวัน การวางแผนการสอนของครูและการอัดวีดีโอเทปในแต่ละชั่วโมง

ผลจากการเขียนตอบคำถามปลายเปิดและการวางแผนการสอนของครู พบว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาโดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ในชุมชนและวิธีการประเมินผลแบบย้อนกลับ จะพัฒนาเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของนักเรียน ส่วนอิทธิพลทางด้านวัฒนธรรม สภาวะแวดล้อม และการออกแบบหน่วยการเรียนรู้จะส่งผลต่อความเข้าใจของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และระบุด้วยว่าหลักสูตรนี้จัดเตรียมไว้สำหรับครูนักวิชาการเพื่อเป็นแนวทางว่า วิธีที่ทำให้นักเรียนแสดงความคิดรวบยอดและความเข้าใจของพวกเขาออกมาได้นั้นควรใช้การสอนแบบสืบสอบยิ่งไปกว่านั้น ผลการวิจัยในครั้งนี้ อาจจะเป็นสัญญาณในเรื่องของกลวิธีการสอนที่เหมาะสมสำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ต่อไป

งานวิจัยในประเทศ

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547: 117) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบสอบสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สันติ อิทธิพลนาวากุล (2550: 90 – 92) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการสอนสูงชัน้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ภาคตัดกรวย สูงชัน้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัชระ น้อยมี (2551: 124) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนเรื่อง การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบ เรื่อง การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิริยพงศ์ เตชะศิริยีนง. (2552: 60 – 62) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อ้อมฤดี แซ่มอุปบล (2553: 117 – 119) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหมวกความคิดหกใบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เน้นการใช้คำถามหมวกความคิดหกใบสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เน้นการใช้คำถามหมวกความคิดหกใบสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบสอบ พบว่า การสอนแบบสืบสอบมีส่วนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนสูงขึ้น ยังช่วยส่งเสริมความคิดรวบยอดของผู้เรียน ปลุกฝังนิสัยการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลของผู้เรียนและสำหรับในวิชาคณิตศาสตร์นั้น ยังช่วยพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย

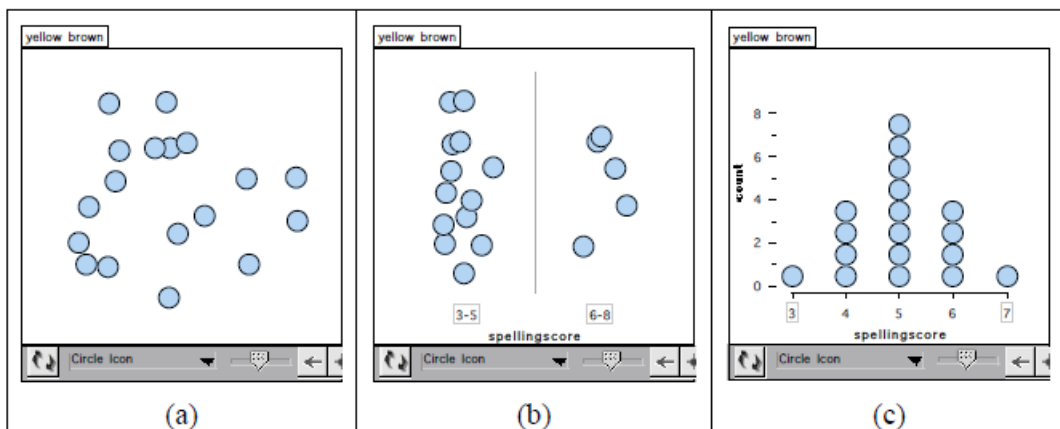
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Tinker Plots

2.1 โปรแกรม Tinker Plots

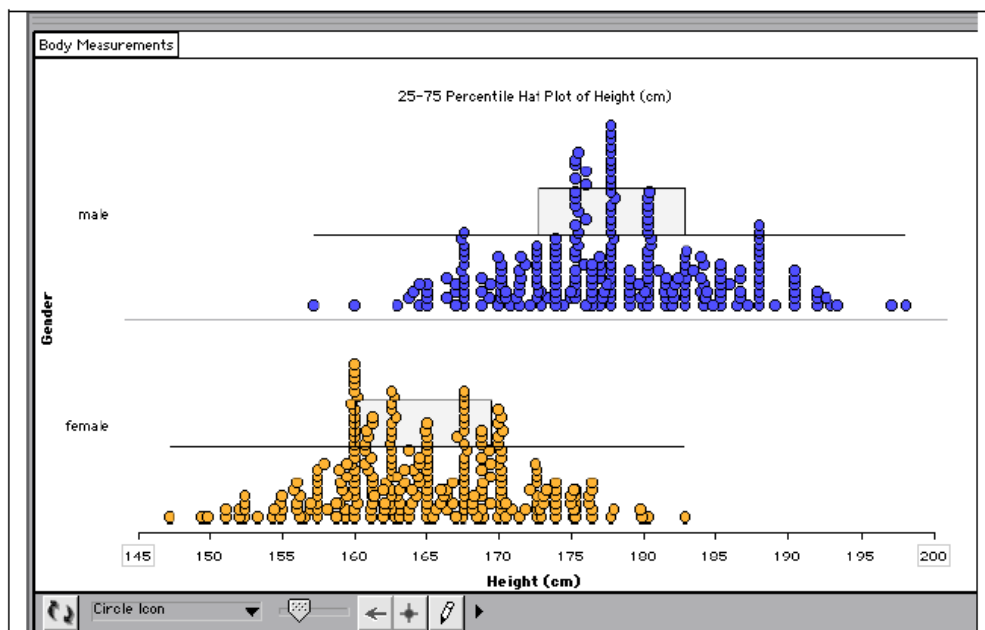
วัตสัน และดอนเน่ (Watson; & Donne. 2009: ออนไลน์) ได้กล่าวว่า โปรแกรม Tinker Plots เป็นโปรแกรมทางสถิติที่ถูกสร้างขึ้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จากมุมมองคอนสตรัคติ (Konold. 2007: 267 – 272) การป้อนข้อมูลจะเกิดขึ้นทั้งทางตรงโดยใช้บัตรข้อมูลหรือตาราง หรือโดยการนำเข้าไฟล์จากกระดาษคำนวณหรือเว็บไซต์ ได้อย่างถูกต้อง การเตรียมระบุนชนิดของการเป็นตัวแทนสำหรับชุดข้อมูลเช่นใน Excel ข้อมูลเป็นครั้งแรก นำเสนอในแบบส้อมในสองมิติบนหน้าจอ (ดูภาพประกอบ 4a) นักเรียนสามารถแล้วเลือกตัวแปรที่เรียกว่า " attributes " ต้องลากและวางพล็อต ลากไอคอนในพล็อตซ้ายหรือขวา (ขึ้นหรือลง) สร้างถึงขยะมากขึ้นหรือน้อยลง ด้วยความเป็นไปได้ของขนาดอย่างต่อเนื่องสำหรับแอตทริบิวต์ที่เป็นตัวเลข (ดูภาพประกอบ 4 (b) และ(c)) เครื่องมือที่สามารถใช้ได้สำหรับการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบ เส้น วงกลม hat plots และ box plots ขนาดของกลุ่ม (n) เป็นร้อยละ มัธยฐานและค่าเฉลี่ย

โปรแกรม Tinker Plots เป็นโปรแกรมทางการศึกษา แสดงความสัมพันธ์กับค่าต่าง ๆ และพบว่า โปรแกรมนี้มีความพึงพอใจหกเกณฑ์ที่สำคัญ:(1) การเข้าถึงและใช้งานง่าย (2) ช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจและการเป็นตัวแทนในหลายรูปแบบ (3) การอำนวยความสะดวกระหว่างภาษาทางคณิตศาสตร์และธรรมชาติ (4) ให้นำหน่วยความจำเพิ่มเติม เพื่อการจัดระเบียบข้อมูล (5) ช่วยให้

entry points สำหรับนามธรรมของแนวคิด และ (6) การตีความและการแสดงออกให้เป็นรูปภาพ การใช้โปรแกรม Tinker Plots เป็นพื้นฐานสำหรับการสำรวจข้อมูลสำหรับเด็กผู้หญิงอายุ 8 ปี พบว่า มีการใช้โปรแกรมนี้ กับการสอนนักเรียนในเกรด 6 และเกรด 7 ค่าที่ระบุของ hat plot สำหรับดำเนินการวัตถุประสงค์ยังได้รับการสำรวจ hat plots แสดงในรูปแบบ ตัวอย่างเช่น การครอบคลุมประมาณกลาง 50% ของข้อมูล และต่ำสุด 25% และสูงสุด 25% ของข้อมูลความสูงของผู้ชายและผู้หญิงทั่วไป ที่ได้แสดงในโปรแกรม Tinker Plots ทั้งครูและนักเรียนสามารถมีส่วนร่วม และง่ายต่อการใช้งานเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว



ภาพประกอบ 4 การแสดงข้อมูลในโปรแกรม Tinker Plots (a) ขั้นสร้างระดับความถี่กราฟ(b)และ(c)



ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างของ hat plots สำหรับการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ชุด

วิกิพีเดีย (Wikipedia. 2008 :ออนไลน์) กล่าวถึง โปรแกรม Tinker Plots เป็นโปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูลออกแบบเพื่อใช้สำหรับนักเรียน เกรด 4 – 8 ซึ่งถูกออกแบบโดย Clifford Konold และ Craig Miller แห่งมหาวิทยาลัย Massachusetts Amherst และเผยแพร่โดย Key curriculum press สามารถนำไปใช้ได้บน Windows 98 และ Mac OS 10.1 หรือสูงกว่า โปรแกรมนี้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลของตน หรือนำข้อมูลมาจากโปรแกรมอื่นหรือข้อมูลจากเว็บไซต์ เมื่อใช้โปรแกรม Tinker Plots นักเรียนสามารถสร้างกราฟของข้อมูลได้อย่างหลากหลายรูปแบบ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ของโรงเรียน และมาตรฐานวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียน แต่แทนที่นักเรียนจะทำกราฟโดยตรง นักเรียนต้องกรอกกราฟด้วยระบบต่อเนื่อง ร่วมกับเครื่องมือพื้นฐาน “stack” “order” และ “separate” ตอบสนองต่อการดำเนินการ สามารถเคลื่อนไหวไอคอนในตำแหน่งที่หน้าจอที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า โปรแกรม Tinker Plots เป็นโปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูลออกแบบ มีความสามารถดังนี้

2.1.1 สามารถนำข้อมูลกรอกลงในโปรแกรม ในรูปแบบ ตาราง หรือกรอกลง 表格เก็บข้อมูลที่ละข้อมูล และสามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม และแผนภูมิกราฟ

2.1.2 สามารถสร้างฮิสโทแกรมและรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ โดยใช้ข้อมูลที่นักเรียนกรอกไว้ในระบบก่อนหน้านี้ได้

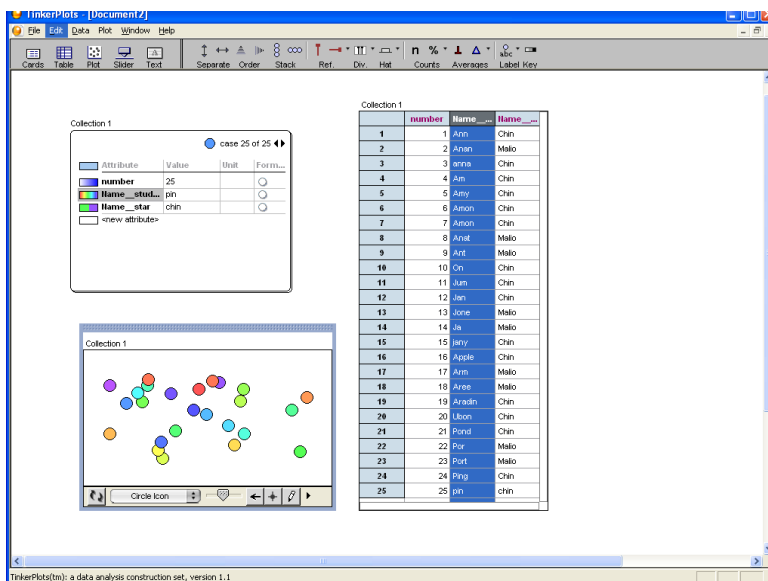
2.1.3 สามารถคำนวณหาค่ากลางของข้อมูลโดยเลือกใช้คำสั่งจากเครื่องมือของโปรแกรมได้ ค่ากลางของข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่ามัธยฐานและฐานนิยม

2.1.4 สามารถวัดการกระจายของข้อมูลได้โดยการสังเกตจากการจัดเรียงตัวของข้อมูลที่ได้จากการเคลื่อนไหวข้อมูลที่กำหนดให้อยู่ในรูปการจัดเรียงตัวเป็นจำนวนนับ

2.2 ระบบวิธีใช้โปรแกรม Tinker Plots

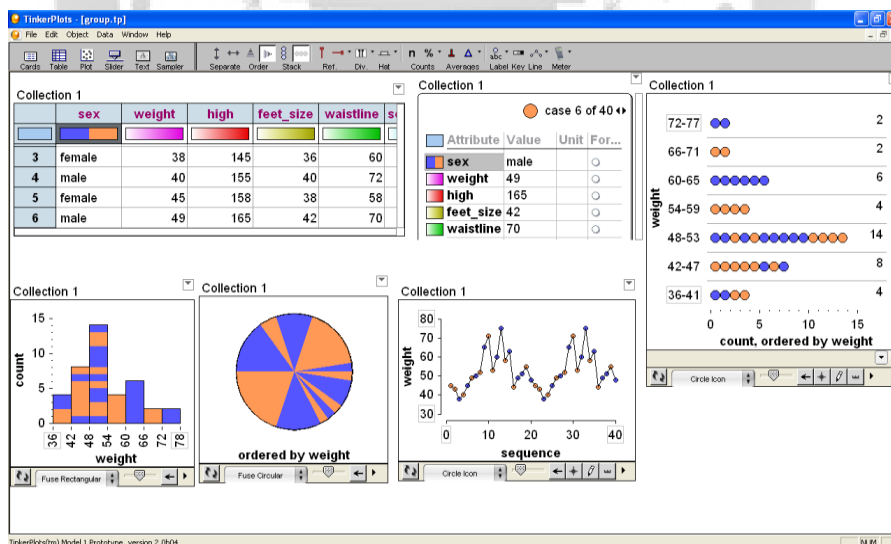
ทอม (Tom. 2005: 54 – 60) ได้กล่าวถึงความสามารถของโปรแกรม Tinker Plots ไว้ว่า เป็นโปรแกรมที่สามารถ

2.2.1 การนำเสนอข้อมูล ด้วยโปรแกรม Tinker Plots นักเรียนสามารถนำข้อมูลกรอกลงในโปรแกรม ในรูปแบบ ตาราง หรือกรอกลง 表格เก็บข้อมูลที่ละข้อมูล



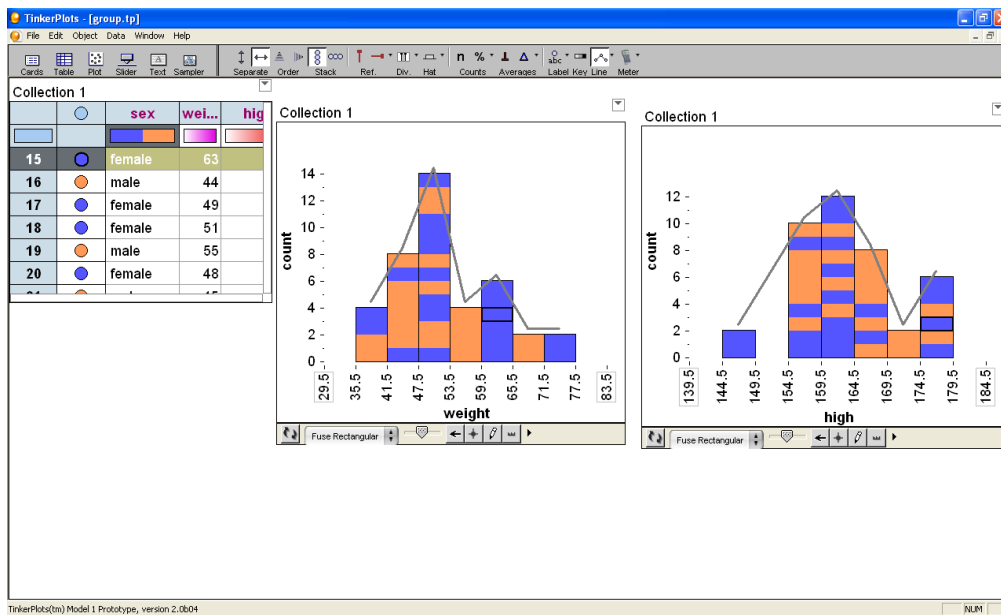
ภาพประกอบ 6 การนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม Tinker Plots

และสามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม และกราฟ



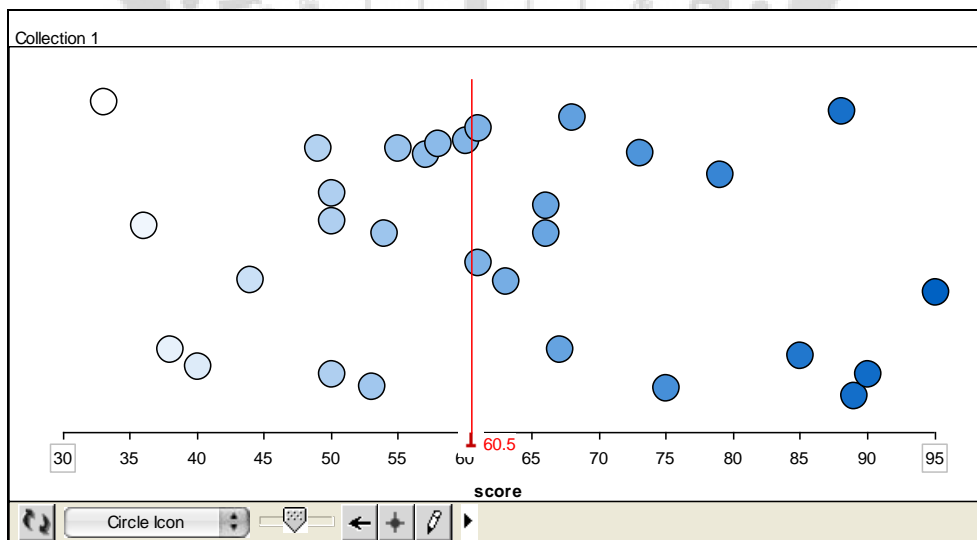
ภาพประกอบ 7 การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ด้วยโปรแกรม Tinker Plots

2.2.2 อีส์โทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ นักเรียนสามารถสร้าง อีส์โทแกรมและรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ โดยใช้ข้อมูลที่นักเรียนกรอกไว้ในระบบก่อนหน้านี้ได้



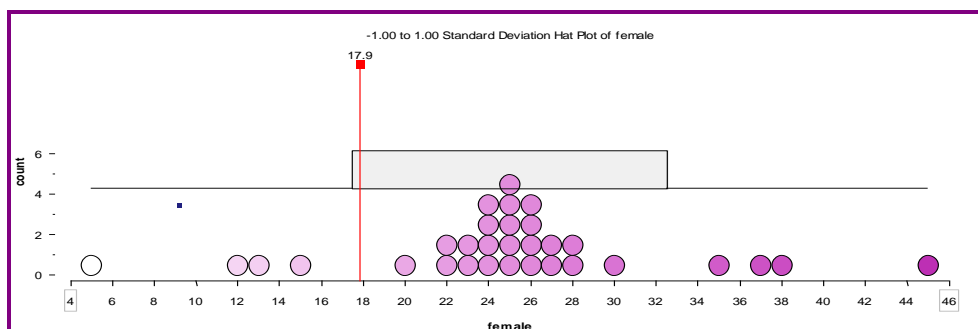
ภาพประกอบ 8 ฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่

2.2.3 ค่ากลางของข้อมูล นักเรียนสามารถคำนวณหาค่ากลางของข้อมูลโดยเลือกใช้คำสั่งจากเครื่องมือของโปรแกรมได้ ค่ากลางของข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม



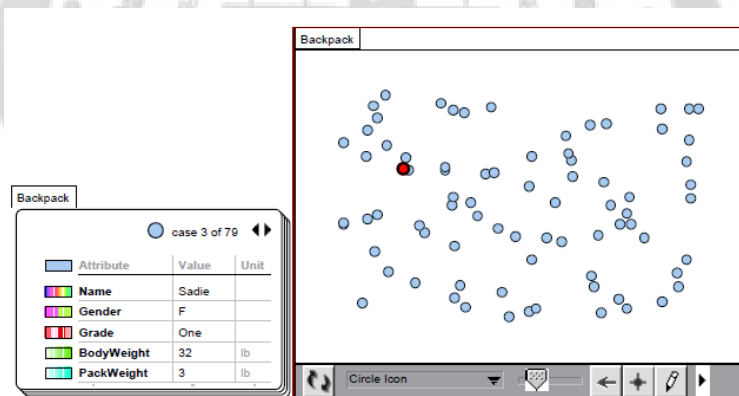
ภาพประกอบ 9 แสดงการหาค่ากลางด้วยโปรแกรม Tinker Plots

2.2.4 การกระจายของข้อมูล นักเรียนสามารถวัดการกระจายของข้อมูลได้ โดยการสังเกตจากการจัดเรียงตัวของข้อมูลที่ได้จากการเคลื่อนไหวข้อมูลที่กำหนดให้อยู่ในรูปการจัดเรียงตัวเป็นจำนวนนับ



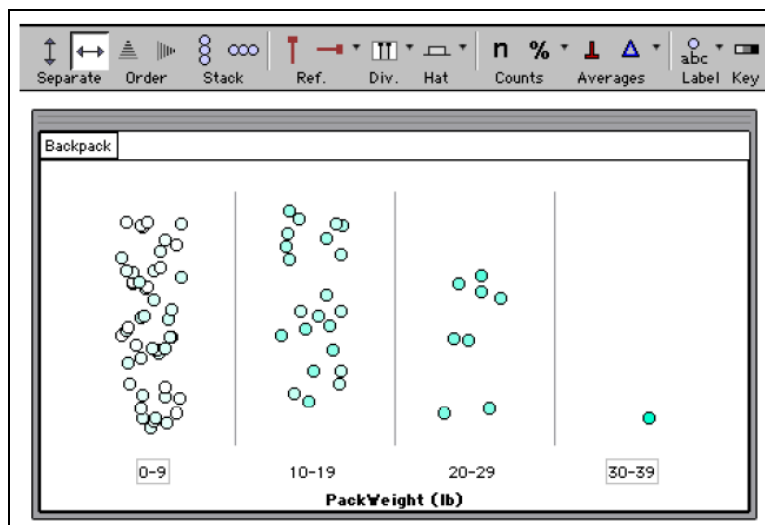
ภาพประกอบ 10 การวัดการกระจายของข้อมูลด้วยโปรแกรม Tinker Plots

โคนัลล์ และ มิลเลอร์ (Konold; & Miller. 2005: ออนไลน์) กล่าวถึง การแสดงผลข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ว่า ในครั้งแรกการเปิดหน้าต่างแสดงผลในโปรแกรม Tinker Plots ไอคอนแต่ละกรณีจะปรากฏอยู่ในนั้น ให้เป้าหมายของการตอบคำถามที่เฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับ ปัญหาปัจจุบันที่นักเรียนสนใจเป็นวิธีการที่จะกำหนดบางองค์ประกอบที่เหมาะสมในไอคอนของ โปรแกรม Tinker Plots มาพร้อมกับจอแสดงผลว่างเปล่า – ไม่มีกราฟแท่ง แผนภูมิวงกลม หรือ ฮิสโทแกรม เพื่อให้นักเรียนได้สร้างแนวทาง โดยดำเนินการจัดไอคอนข้อมูลในหน้าต่างพล็อต โดยใช้คำสั่งพื้นฐานได้แก่ จัดการ (order), กอง (stack), และ แยก (separate)



ภาพประกอบ 11 ข้อมูลของนักเรียน 79 คน เกี่ยวกับน้ำหนักของกระเป๋าเป้ ที่แสดงอยู่ใน โปรแกรม Tinker Plots ซึ่งวงกลมหนึ่งวงแทนนักเรียน 1 คน

ภาพประกอบ 11 แสดงข้อมูลที่มักจะใช้เป็นส่วนหนึ่งของการแนะนำครั้งแรก ให้กับโปรแกรม Tinker Plots คำถามว่าพวกเขาคิดว่านักเรียนในระดับที่สูงขึ้นมีกระเป๋าเป้หนักกว่า นักเรียนในระดับต่ำกว่า พวกเขาได้สำรวจข้อมูลโดยกำหนดให้เห็นว่าจะสนับสนุนความคาดหวัง ภาพประกอบ 12 เป็นชุดของภาพหน้าจอแสดงวิธีหนึ่ง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกจัดให้มีการใช้โปรแกรม Tinker Plots เพื่อตอบคำถามนี้



ภาพประกอบ 12 ไอคอนถูกแยกออกเป็นสี่ช่วง แสดงน้ำหนักของกระเป๋าเป้ที่แตกต่างกัน

ภาพประกอบ 12 กรณีที่ได้ถูกแยกออกเป็นสี่อันดับตามน้ำหนักของกระเป๋าเป้สะพายหลัง การแยกนี้ต้องเลือกแอตทริบิวต์ "PackWeight" ในบัตรข้อมูลแล้วดึงไอคอนวางแผ่นแสดงผลในแนวอนแล้วแบ่งตามจำนวนที่ต้องการของอันดับ ไปยังหน้าการเป็นตัวแทน ไอคอนถูกซ้อนกันแล้วแยกจนกว่าไอคอนกรณีปรากฏขึ้น ค่าความเป็นจริงจะปรากฏบนเส้นจำนวนแล้วเลือกแอตทริบิวต์ "เกรด (Grade)" (แสดงผลที่ไอคอนพล็อตจะปรากฏเจดสีแดงต่าง ๆ) เกรดที่เลือก มีเกรดของนักเรียนห้าคนแยกจากแนวเกรดอื่น ๆ ถ้าเราจะยังคงดึงออก โดยจากนั้นเราจะได้เห็นการกระจายของ "PackWeight" สำหรับแต่ละเกรดสีในชุดของข้อมูล (เกรดหนึ่ง สามห้า และเจ็ด) เราสามารถที่จะวางวงเวียนเพื่อระบุที่กลุ่ม หรือแสดงตำแหน่งของวิธีการทั้งสี่กลุ่มสำหรับคำอธิบายของการเลือกต่างๆ ของโปรแกรม Tinker Plots ที่ใช้ในการทำให้เกิดการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

การแสดงผลเหล่านี้ ในโปรแกรม Tinker Plots เป็นอย่างมาก ที่ซับซ้อนมากขึ้นกว่ามันจะเป็นใน Datascope, Tabletop, Fathom หรือส่วนใหญ่ใด ๆ มีอาชีพหรือการศึกษาเครื่องมือ ในเกือบทั้งหมดของเหล่านี้ แพคเกจหนึ่งจะเพียงแค่ระบุคุณลักษณะและสองประเภทกราฟที่เหมาะสม(เช่นพล็อตซ้อน dot) ในขณะที่เราได้เห็นการทำเช่นพล็อตซ้อนจุดในโปรแกรม Tinker Plots อาจจะต้องแยกสืบขั้นตอน เป็นสิ่งที่สำคัญกับสิ่งที่เก็บไว้ในใจ แต่ที่เป็นนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพวกเขาเป็นเพียงการเรียนรู้เครื่องมือมักจะไม่ได้อยู่ในใจ ประเภทกราฟเฉพาะที่พวกเขาต้องการที่จะจัดระเบียบข้อมูล แต่พวกเขาใช้เวลาในโปรแกรม Tinker Plots แต่ละขั้นตอนมีแรงบันดาลใจจากเป้าหมายของการเปลี่ยนแปลงแล้วแสดงผลให้ใกล้เคียงกับเป้าหมายของพวกเขา ในการนี้กรณีของความสามารถในการเปรียบเทียบน้ำหนักกระเป๋าเป้ของเกรดที่แตกต่างกัน แต่ละขั้นตอนค่อนข้างง่ายสำหรับนักเรียนที่จะประเมินว่ามีขั้นตอนที่การปรับปรุงหรือไม่ ถ้ามันไม่เป็นไปตามที่พวกเขาต้องการ ข้อเท็จจริงที่ว่า ขั้นตอนไอคอนเคลื่อนไหวในแต่ละ

ตำแหน่งยังช่วยให้นักเรียนกำหนดลักษณะ และประเมินแต่ละการเปลี่ยนแปลงของจำนวน ซึ่งเป็นเหตุผลในการออกแบบโปรแกรม Tinker Plots เป็นชุดการสร้าง วัตถุประสงค์หลัก คือการให้พื้นฐานแก่นักเรียนเพิ่มเติมเป็นทางเลือกเกี่ยวกับวิธีการแสดงข้อมูลที่พวกเขาจะพัฒนาการทำภาพแสดงของข้อมูลมากกว่าการเลือกจากชุดของตัวเลือก เมื่อให้นักเรียนตรวจสอบข้อมูลของกระเป๋ากับโปรแกรม Tinker Plots พวกเขาสามารถใช้ในการตอบคำถามข้างต้นได้ โปรแกรม Tinker Plots เป็นการเรียนรู้ขั้นแรกที่มีความสำคัญ โดยไม่ต้องตั้งเป้าหมายที่ชัดเจน นักเรียนจะมีปลายทาง และพื้นฐานสำหรับการประเมินการกระทำของพวกเขา

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า โปรแกรม Tinker Plots เป็นโปรแกรมทางสถิติที่ถูกสร้างขึ้นสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา สามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างดี อีกทั้งยังสามารถนำสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน มาสอดแทรกในกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างน่าสนใจ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Tinker Plots

งานวิจัยต่างประเทศ

แพต (Pratt, 1999: 3220-A) ได้แสดงให้เห็นว่า เมื่อให้โอกาสในการเรียนรู้ร่วมกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ช่วยสนับสนุนการเสริมสร้างความรู้ นั่น แม้แต่เด็กที่อายุน้อยๆ ก็สามารถที่จะเข้าใจในความคิดรวบยอดพื้นฐานทางสถิติได้ โปรแกรมทางการศึกษาอย่าง โปรแกรม Tinker Plots นั้น มีประโยชน์ช่วยให้ผู้เรียนได้สำรวจแนวคิด ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับสถิติ ในแบบของผู้เรียนเอง โปรแกรมไม่ใช่แค่เพียงการแสดงข้อมูล และเครื่องฉายภาพนิ่ง รวมถึงการคิด และการแก้ปัญหา การใช้โปรแกรมนี้ร่วมกับแผนการสอนที่เหมาะสม และอุปกรณ์อื่นๆ สามารถช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาแนวคิดได้อย่างแข็งแกร่งซึ่งต่อไปจะช่วยให้เกิดการศึกษเกี่ยวกับสถิติแบบเป็นหลักการ

มาเรีย และอีเฟ (Maria M.; & Efi P. 2008: 83 – 102) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะในการสรุปของนักเรียนเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots พบว่า ความสามารถในการรับรู้ข้อมูลได้กลายเป็นทักษะพื้นฐานในชีวิตประจำวัน ในการทำการตัดสินใจที่สำคัญ ซึ่งมักจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อที่จะให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในการทำความเข้าใจข้อมูล และตัดสินใจในข้อมูลนั้น ควรจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนในวิธีการสอน และอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องเรียนเกี่ยวกับ ความคิดรวบยอดทางสถิติ เทคโนโลยีแบบเฉพาะเจาะจงนั้น ควรที่จะเน้นที่บทบาทสำคัญของการเรียน และการสอนสถิติ ศักยภาพของโปรแกรม Tinker Plots ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ถูกออกแบบ เพื่อสนับสนุนการสอนวิชาสถิติให้กับนักเรียนระดับชั้นต้น เราได้สำรวจความเข้าใจ และปฏิกิริยาของกลุ่มครู ที่ใช้โปรแกรมนี้ในระหว่างการสัมมนาระดับวิชาชีพ เพื่อการพัฒนา

มาเรีย อีเฟ และเดสปินา (Maria M.; Efi P.; & Despina. 2009: 57 – 78) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการยกระดับการสอนสถิติในโรงเรียนประถม พบว่า โปรแกรม Tinker Plots ได้ให้การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญให้กับครูที่เข้าร่วมให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอน เรื่องสถิติ ด้วยโปรแกรมนี้เพิ่มขึ้น ความสนใจของครูเกี่ยวกับโปรแกรมทางสถิตินี้ ทำให้ครูเข้าถึงการสำรวจข้อมูล ในวิธีที่ไม่เคยทำมาก่อน โปรแกรมนี้สามารถวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ให้กับครู เพื่อที่จะมุ่งคิดไปที่ความเข้าใจในแนวความคิดทางสถิติ และการแก้ปัญหา มากกว่าสูตรและวิธีการคำนวณจากการศึกษานี้ ทำให้เชื่อว่า การเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots นั้น นำนักเรียนไปสู่การสร้างความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางสถิติ

วัตสัน และดอนเน (Watson; & Donne. 2009: ออนไลน์) ได้ใช้ โปรแกรม Tinker Plots เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อสำรวจความเข้าใจของนักเรียน การใช้โปรแกรมในห้องเรียนสถิตินี้ สามารถช่วยเพิ่มการสร้างความรู้โดยการโน้มน้าวให้นักเรียนได้ความรู้ความเข้าใจ และการหยั่งรู้ทางสถิติ โปรแกรมนี้สามารถเริ่มใช้ได้ตั้งแต่เด็ก ๆ อายุหน่อย ๆ การใช้โปรแกรม Tinker Plots ร่วมกับแผนการสอน และอุปกรณ์การสอนอื่นๆ สามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาแนวความคิดทางสถิติให้แข็งแกร่งขึ้น

จากการศึกษาค้นคว้า พบว่า การนำโปรแกรม Tinker Plots สามารถวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ให้กับครู เพื่อที่จะมุ่งคิดไปที่ความเข้าใจในแนวความคิดทางสถิติ และการแก้ปัญหา มากกว่าสูตรและวิธีการคำนวณ การเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots นั้น นำนักเรียนไปสู่การสร้างความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางสถิติ และเมื่อนำมาใช้ร่วมกับแผนการสอน และอุปกรณ์อื่นๆ ช่วยให้ผู้เรียนได้สำรวจแนวคิด ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับสถิติ ในแบบของผู้เรียนเอง

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.1 ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถทางสมองที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ศึกษาและให้ความหมาย ไว้ดังนี้

ดิวอี้ (Dewey. 1933: 30) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรองโดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

บลูม (Bloom. 1956: 36 – 38) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

กู๊ด (Good. 1973: 680) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

เชดคักดี โฆวาสิษฐ์ (2530: 98) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ว่า หมายถึงความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดของสิ่งสำเร็จรูปออกเป็นส่วนย่อยๆ อย่างมีหลักเกณฑ์เพื่อหาข้อเท็จจริงที่แฝงอยู่ในเรื่องราวนั้น

วิลพร คำเพราะ (2539: 53) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การพินิจพิจารณาความเชื่อ ความรู้ คำกล่าวอ้างและสิ่งต่างๆ อย่างสุขุมรอบคอบ โดยหาสาเหตุเพื่อสรุปได้อย่างถูกต้องก่อนจะตัดสินใจเชื่อหรือสรุปเลือก

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 25) ให้ความหมายความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking) ว่า หมายถึง ความสามารถในการสืบค้นข้อเท็จจริงเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่าง โดยการตีความ การจำแนกแยกแยะ และการทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้นและองค์ประกอบอื่นๆ ที่สัมพันธ์กันรวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลที่ไม่ขัดแย้งกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เหตุผลที่หนักแน่นน่าเชื่อถือทำให้เราได้อธิบายข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจแก้ปัญหา ประเมิน และตัดสินใจเรื่องต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

สุวิทย์ มูลคำ (2548: 9) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) หมายถึง การพิจารณาแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญและสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการคิดพิจารณาอย่างมีเหตุมีผลเพื่อหาข้อสรุปหรือหลักการที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

3.2 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์

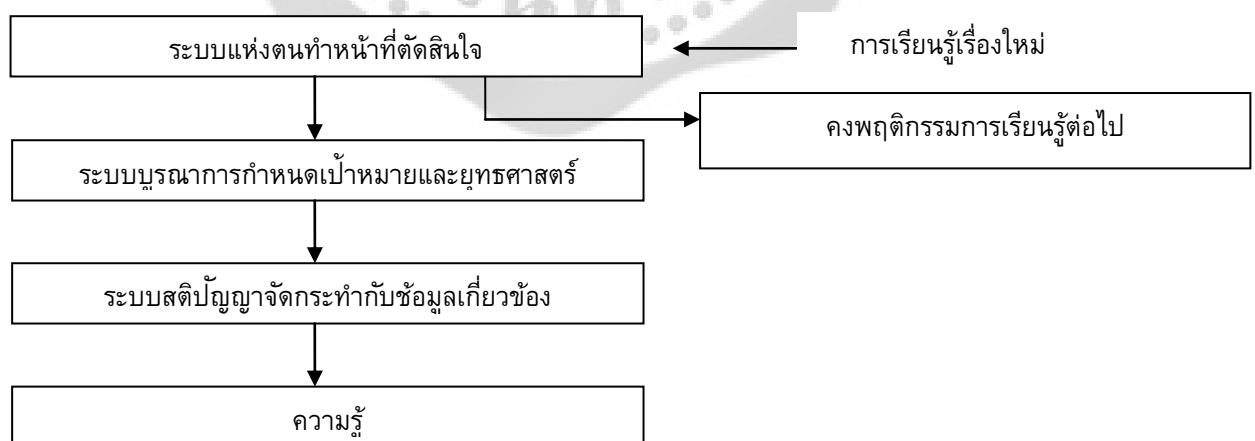
3.2.1 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของบลูม

บลูม (Bloom. 1956: 201 – 207) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Bloom's Taxonomy of Educational Objectives) เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการรู้คิด ด้านจิตพิสัยและด้านทักษะพิสัยของบุคคลส่งผลต่อความสามารถทางการคิด ซึ่งบลูมจำแนกไว้เป็น 6 ระดับ คำถามในแต่ละระดับมีความซับซ้อนแตกต่างกัน ได้แก่ ระดับที่ 1 ระดับความรู้ความจำ แยกเป็นความรู้ในเนื้อหา เช่น ความรู้ในศัพท์ที่ใช้และความรู้ในข้อเท็จจริงเฉพาะ ความรู้ในวิธีดำเนินการ เช่น ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำแนกประเภทความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ต่างๆ และความรู้เกี่ยวกับวิธีการ ความรู้รวบยอดในเรื่อง เช่น ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายความ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง ระดับที่ 2

ระดับความเข้าใจแยกเป็น การแปลความ การตีความ และการขยายความ ระดับที่ 3 ระดับ การนำไปใช้ หรือการประยุกต์ ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ แยกเป็นการวิเคราะห์ส่วนประกอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ แยกเป็น การสังเคราะห์ การสื่อความหมาย การสังเคราะห์แผนงานและการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ และ ระดับที่ 6 ระดับการประเมินค่า แยกเป็นการประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในและ การประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอก การที่บุคคลจะมีทักษะในการแก้ปัญหาและ การตัดสินใจ บุคคลนั้นจะต้องสามารถวิเคราะห์ และเข้าใจสถานการณ์ใหม่หรือข้อความจริงใหม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นทักษะการคิดระดับพื้นฐานของนักเรียน ผู้ความสามารถทางการคิดในระดับสูง เพราะนักเรียนจะเข้าใจเหตุการณ์ต่างๆ อย่างชัดเจนผ่าน กระบวนการวิเคราะห์หน่วยย่อย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ โดยนักเรียน สามารถวิเคราะห์ประเด็นต่างๆ จากส่วนย่อยสู่ส่วนใหญ่ และเชื่อมความสัมพันธ์ของประเด็นต่างๆ เข้าด้วยกันจนสามารถสรุปอย่างเป็นหลักการโดยมีเหตุผลรองรับ

3.2.2 ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy)

มาร์ซาโน (Marzano, 2001: 11 – 12) อธิบายว่า รูปแบบพฤติกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ระบบ ได้แก่ ระบบแห่งตน ระบบการบูรณาการ และระบบสติปัญญา ระบบแห่งตน ตัดสินการยอมรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ เมื่อระบบแห่งตนรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ระบบบูรณาการจะ เข้ามาเกี่ยวข้องกับการกำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้นั้น โดยการออกแบบกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อ การบรรลุเป้าหมายแห่งการเรียนรู้ และระบบสติปัญญาจะทำหน้าที่จัดกระทำข้อมูลในลักษณะของ การวิเคราะห์ ดังนั้น ปริมาณความรู้ของนักเรียนแต่ละคนจึงมีผลต่อความสำเร็จอย่างสูงในการเรียนรู้ เรื่องใหม่ ซึ่งความรู้ใหม่สามารถต่อยอดจากความรู้เดิมได้อย่างกว้างขวาง ดังแสดงตาม ภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 รูปแบบพฤติกรรมการเรียนรู้

ที่มา: Marzano ,Robert J.(2001). Designing a New Taxonomy of Education Objectives. P.11.

จากภาพประกอบ 13 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการถ่ายเทของข้อมูลเริ่มจากระบบแห่งตนต่อเนื่องมาที่ระบบบูรณาการ ระบบสติปัญญาและสิ้นสุดที่ความรู้ ระบบแต่ละระบบจะส่งผลสะท้อนต่ออีกระบบที่ตามมาอย่างต่อเนื่อง ถ้าระบบแห่งตนไม่เชื่อว่าการเรียนรู้เรื่องใหม่เป็นเรื่องสำคัญแรงจูงใจในการเรียนรู้จะต่ำ หรือถ้าระบบบูรณาการกำหนดเป้าหมายไม่ชัดเจนการเรียนรู้จะประสบอุปสรรค หรือแม้การกำหนดเป้าหมายชัดเจนและกำกับตรวจสอบอย่างมีประสิทธิภาพ แต่กระบวนการจัดกระทำข้อมูลในระบบสติปัญญาปฏิบัติการไม่มีประสิทธิภาพ การเรียนรู้จะไม่ประสบผลสำเร็จดังนั้น ระบบทั้ง 3 จึงเป็นระบบที่มีการจัดลำดับถูกต้องในกระบวนการถ่ายเทข้อมูล

มาร์ซาโน (Marzano, 2001: 30 – 60) ได้พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ (A New Taxonomy of Educational Objectives) ประกอบด้วยความรู้ 3 ประเภทและกระบวนการจัดกระทำข้อมูล 6 ระดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประเภทของความรู้ ได้แก่

1. ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็น จากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ลำดับเหตุการณ์ สมเหตุและผล เฉพาะเรื่องและหลักการ
2. กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการอัตโนมัติอันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้
3. ทักษะ เน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ำเนื้อ จากทักษะง่ายสู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้นระบบแห่งตนทำหน้าที่ตัดสินใจระบบบูรณาการกำหนดเป้าหมายและยุทธศาสตร์ระบบสติปัญญาจัดกระทำกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องของความรู้การเรียนรู้เรื่องใหม่คงพฤติกรรมการเรียนรู้ต่อไปโดยมีกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ชั้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความรู้ความจำการรู้ความจำนำไปใช้ในการปฏิบัติการโดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของความรู้นั้น

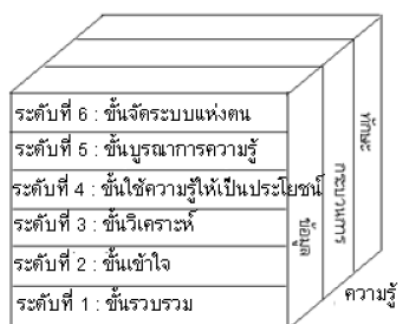
ระดับที่ 2 ชั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์ เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของความรู้นั้นโดยเข้าใจประเด็นสำคัญ

ระดับที่ 3 ชั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างอย่างมีหลักการการจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้และการคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ชั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยุ่ยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่างและการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุปสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมติฐาน และการทดลองสมมติฐานนั้นบนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ชั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับติดตามการเรียนรู้ และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ชั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อภาวะการณ์เรียนรู้และภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้ รวมทั้งความตระหนักในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตนมี ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 ระดับของกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลตามทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน

ที่มา: Marzano, Robert J. (2001). Designing a New Taxonomy of Educational Objectives. P.60

ถ้าสังเคราะห์แนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) และมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy) สามารถเชื่อมโยงเพื่อเป็นกรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยสรุปเป็น 5 ด้านตามทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโนเป็นสำคัญ เพราะทฤษฎีการคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) เมื่อบูรณาการกับทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy) พบว่า 5 ด้านของชั้นการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโนสอดคล้องกับ 3 หลักการวิเคราะห์ของบลูม และสามารถนำไปเป็นกรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์ได้อย่างเป็นรูปธรรม (ปรียานุช สถาวรมณี. 2548: 27) ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 กรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์

ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom's Taxonomy)	ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน (Marzano' Taxonomy)
1. หลักการวิเคราะห์หน่วยย่อย	1. ด้านการจำแนก
2. หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	2. ด้านการจัดหมวดหมู่
3. หลักการวิเคราะห์หลักการ	3. ด้านการสรุป
	4. ด้านการประยุกต์
	5. ด้านการคาดการณ์

ที่มา: 1. Bloom Benjamin S.; et al. (1956). Taxonomy of Educational Objectives Book1: Cognitive Domain. P. 201 – 207

2. Marzano, Robert J. (2001). Designing a New Taxonomy of Educational Objectives. P. 60

ทฤษฎีการคิดของบลูมและทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโนในขั้นการคิดวิเคราะห์ สามารถหลอมรวมได้ดังนี้ (ปริยานุช สถาวรมณี. 2548: 27 – 28)

1. หลักการวิเคราะห์หน่วยย่อยของบลูมกับทักษะการคิดด้านการจำแนกและด้านการจัดหมวดหมู่ของมาร์ซาโน เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ และเหตุการณ์ที่มีความเหมือนกันและแตกต่างกันออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ และเป็นความสามารถในการจัดลำดับ ประเภท และกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงเข้าด้วยกัน โดยด้านการจำแนกและด้านการจัดหมวดหมู่สามารถพัฒนาด้วยกิจกรรมการสร้างผังมโนทัศน์ กิจกรรมการใช้เทคนิคในการตั้งคำถาม

2. หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบลูมกับทักษะด้านการสรุปของมาร์ซาโน เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่าและข้อมูลใหม่สู่การสรุปอย่างมีเหตุผลเป็นประเด็นต่างๆ โดยด้านการสรุปอย่างมีเหตุผลสามารถพัฒนาด้วยกิจกรรมการทำโครงการ กิจกรรมการอภิปราย กิจกรรมระดมสมอง

3. หลักการวิเคราะห์หลักการของบลูมกับทักษะการคิดด้านประยุกต์และด้านการคาดการณ์ของมาร์ซาโน เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ใหม่และในการกะประมาณ คาดเดาสิ่งที่จะเกิดในอนาคตได้ โดยด้านการประยุกต์และด้านการคาดการณ์สามารถพัฒนาด้วยกิจกรรมการสร้างผังมโนทัศน์ กิจกรรมการใช้เทคนิคในการตั้งคำถาม กิจกรรมการทำโครงการ กิจกรรมการอภิปราย กิจกรรมการระดมสมอง กิจกรรมการใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนและธรรมชาติ

จากการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ว่า ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ ได้ดังนี้

1. ด้านการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ และเหตุการณ์ที่มีความเหมือนกันและแตกต่างกันออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์
2. ด้านการสรุป เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่าและข้อมูลใหม่สู่การสรุปอย่างมีเหตุผลเป็นประเด็นต่างๆ
3. ด้านประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ใหม่และในการประมาณ คาดเดาสິงที่จะเกิดในอนาคตได้

3.3 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

วัตสัน; และ เกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10) ได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ว่า ประกอบด้วยทัศนคติ ความรู้ และทักษะในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ทัศนคติในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการเห็นปัญหาและความต้องการที่จะสืบเสาะ ค้นหาข้อมูล หลักฐานมาพิสูจน์เพื่อหาข้อเท็จจริง
2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิงและการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล
3. ทักษะในการใช้ความรู้และทัศนคติดังที่กล่าวมาข้างต้น

จากผลการวิจัยต่างๆ วัตสันและเกลเซอร์ สรุปว่า การคิดวิเคราะห์ประกอบไปด้วยความสามารถย่อยๆ 5 ประการ คือ

1. ความสามารถในการอ้างอิง
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การนิรนัย
4. การแปลความ
5. การประเมินข้อโต้แย้งต่างๆ

ฮัดกินส์ (Hudgins. 1977: 173 – 180) ได้อธิบายทักษะที่ประกอบกันเป็นการคิดวิเคราะห์ 4 ประการ คือ

1. ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญของการอ้างเหตุผลโดยขั้นต้น ผู้เรียนต้องมีพื้นฐานทางมโนทัศน์และข้อมูลเพียงพอสำหรับการพิจารณาความจริงที่อาจเป็นไปได้ของการอ้างเหตุผล หรือความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ที่คาดการณ์ไว้ นอกจากนี้ผู้เรียนจะต้องมีลักษณะที่จำเป็นในการประเมินการอ้างเหตุผลด้วย
2. ผู้เรียนจะต้องแสวงหาหลักฐานที่นำมาใช้ในการอ้างเหตุผลหรือการลงสรุป โดยจะต้องพิจารณาว่า ข้อสรุปที่นำมาอ้างมีข้อมูลสนับสนุนหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาว่าหลักฐานที่นำมาอ้างอิงมีอคติหรือไม่
3. ผู้เรียนจะต้องพิจารณา ไตร่ตรอง และประเมินทั้งหลักฐานที่นำมาใช้และลักษณะการใช้เหตุผลที่นำมาใช้ในการอ้างเหตุผลก่อนการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธข้อสรุปนั้น
4. ผู้เรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ที่เกี่ยวข้องกับการอ้างอิงเหตุผล

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 26 - 30) ได้แบ่งการคิดวิเคราะห์เป็น 4 องค์ประกอบดังนี้

1. ความสามารถในการตีความ หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้นเป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยเกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินใจย่อมแตกต่างกันตามความรู้ ประสบการณ์ ค่านิยมของแต่ละบุคคล และความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุผล

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ หมายถึง เราจะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานของเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อยๆ อะไรบ้าง มีที่หมวดหมู่จัดลำดับความสัมพันธ์อย่างไรและรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุ

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม หมายถึง นักคิดเชิงวิเคราะห์ต้องมีองค์ประกอบทั้ง 3 นี้ร่วมด้วย เพราะจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ ขอบเขตของคำถามจะต้องยึดหลัก 5 W 1 H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) เพราะเหตุใด (Why) อย่างไร (How)

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลจำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จ สิ่งใดมีรายละเอียดสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร

สุวิทย์ มูลคำ (2548: 17) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้ เป็นสิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์ เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราวเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นต้น

2. หลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหา ลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน เป็นต้น

3. การค้นหาความจริงหรือความสำคัญ เป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปจากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ประกอบไปด้วยความสามารถในการตีความ ความสามารถในการทำความเข้าใจ ความอยากรู้อยากเห็น การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และความสามารถในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแต่ละองค์ประกอบจะใช้อย่างต่อเนื่องกัน

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการอ้างอิง ผู้เรียนต้องแสวงหาหลักฐานที่นำมาใช้อ้างอิงหาเหตุผล หรือสรุป
2. ความสามารถในการตีความ เป็นการพยายามทำความเข้าใจ และให้เหตุผลกับสิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรง เป็นหารสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์
3. ความสามารถในการค้นหาความจริง หรือความสำคัญ เป็นการพิจารณาถึงส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป
4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เป็นความสามารถในการใช้เหตุผลในการจำแนกแยกแยะ ความจริงและความคิดเห็น แล้วหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งองค์ประกอบทั้งหมดนี้จะถูกใช้อย่างเป็นระบบ และความสัมพันธ์กัน

3.4 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

บลูม (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 41 – 42; อ้างอิงจาก Bloom. 1956: 79 – 81) แบ่งการคิดวิเคราะห์แยกย่อยออกเป็น 3 อย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่าความสำคัญย่อยๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร
3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุสิ่งของเรื่องราวและการกระทำต่างๆ ว่า สิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลักเป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไรหรือยึดคติใด

เซฟเวอร์ (นิพล นาสมบูรณ์. 2536: 4 – 5; อ้างอิงจาก Shaver. 1997: 102 – 104) ได้แบ่งความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (มาลินี ศิริจารี. 2545: 40; อ้างอิงจาก Ennis. 1985: 44 – 48) ดังนี้

1. ความสามารถพื้นฐาน ได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจเรื่องราว ซึ่งครอบคลุมการย่อความ การสรุปเรื่อง การเล่าเรื่อง และการแปลความหมาย เป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของนักเรียนในการทำความเข้าใจเรื่องราว
2. ความสามารถในการวิเคราะห์อนุมานข้อมูล ซึ่งได้แก่
 - 2.1 การจำแนก
 - 2.2 การวางหลักการ
 - 2.3 การตั้งข้อสันนิษฐาน

2.4 การเปรียบเทียบ

3. ความสามารถในการตัดสินใจและการลงสรุปความเห็น ได้แก่

3.1 การวิจารณ์

3.2 การประเมินผล

3.3 การตัดสินใจ

จากการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ว่า ลักษณะของการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย ความสามารถพื้นฐาน ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล และความสามารถในการตัดสินใจ และการลงสรุปความเห็น

3.5 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.5.1 ความหมายการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

บลูม (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 43 – 44;อ้างอิงจาก Bloom. 1956: 79 – 81) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คือ การแยกแยะส่วนย่อยๆ ของ เหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมีส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใดจะเห็นว่าสมรรถภาพด้านวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุมาใช้ประกอบการพิจารณา การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณา การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่อยู่นั้นอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถามเช่น ศิลปินข้อใดสำคัญที่สุด

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องของส่วนย่อยในปรากฏการณ์หรือเนื้อหานั้น เพื่อนำมาอุปมาอุปไมยหรือค้นหาว่าแต่ละเหตุการณ์นั้นมีความสำคัญอะไรที่ไปเกี่ยวพันกัน ตัวอย่างคำถาม เช่น เหตุใดแสงจึงเร็วกว่าเสียง

3. วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้นว่า ยึดหลักการใด มีเทคนิคหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ตัวอย่างคำถาม เช่น รถยนต์วิ่งได้โดยอาศัยหลักการใด

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 11) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คือ การวัดความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ โดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการพิจารณา ในการตัดสินใจเรื่องราวต่างๆ หรือสถานการณ์ต่างๆ นอกจากนั้นที่สำคัญก็คือ ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ก็มีความเกี่ยวข้องเป็นเหตุเป็นผลกัน ซึ่งจะเห็นว่าการคิดวิเคราะห์จะต้องมีการหาสาเหตุและผลมาเพื่อพิจารณาอยู่เสมอ

สมนึก ภัททิยธนี (2546: 144 – 147) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการใช้วิจารณ์ญาณเพื่อไต่ตรอง การแยกแยะพิจารณาถูรายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวต่างๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด ชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้ หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านการวิเคราะห์เนื้อหา หมายถึง ความสามารถในการสรุปและการแยกแยะข้อมูล ระหว่างข้อเท็จจริง สมมติฐาน โครงสร้าง องค์ประกอบและปัญหาได้
2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบความเกี่ยวข้องของข้อมูลนั้นๆ ว่ามีความสอดคล้องสัมพันธ์กันอย่างไร เชื่อมโยงข้อมูล ตรวจสอบแนวคิดสำคัญและความเป็นเหตุเป็นผลกันได้
3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ คือ ความสามารถในการวิเคราะห์รูปแบบเทคนิค วิธีการและการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดจากความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบ เพื่ออธิบายและหาข้อสรุปของปัญหาได้

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ หรือเรื่องราว มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ โดยอาศัยหลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาเป็นเหตุผลประกอบการพิจารณา ซึ่งเป็นการพิจารณาอย่างมีเหตุผล สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

3.5.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ทีศนา แชมมณี; และคนอื่นๆ (2544: 180 – 186) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ วัดด้วยแบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดซึ่งมีผู้สร้างไว้แล้วกับวัดด้วยแบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการคิดที่สร้างขึ้นใช้เอง

1. แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดซึ่งมีผู้สร้างไว้แล้ว แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบการคิดทั่วไป และแบบทดสอบการคิดเฉพาะด้าน

1.1 แบบทดสอบการคิดทั่วไป เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดให้ครอบคลุมความสามารถในการคิดโดยเป็นความคิดที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทั่วไป แบบทดสอบลักษณะนี้ส่วนใหญ่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับการวัดความสามารถในการคิดทั่วไปที่สำคัญมีดังนี้

- 1.1.1 Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal
- 1.1.2 Cornell Critical Thinking Test, Level X and Level Z
- 1.1.3 Ross Test of Higher Cognitive Processes
- 1.1.4 New Jersey Test of Reasoning Skills
- 1.1.5 Judge : Deductive Logic and Assumption Recognition
- 1.1.6 Test of Enquiry Skills
- 1.1.7 The Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test

1.2 แบบทดสอบการคิดเฉพาะด้าน เป็นแบบมุ่งวัดความสามารถในการคิดเฉพาะ แบบที่แสดงถึงลักษณะของการคิด เช่น การคิดแบบนิรนัย (deductive) ความสามารถประเมินข้อมูลที่ได้จากการสังเกต เป็นต้น แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดเฉพาะด้านที่สำคัญ มีดังนี้

1.2.1 Cornell Class Reasoning Test, Form X

1.2.2 Cornell Conditional Reasoning Test, Form X

1.2.3 Logical Reasoning

1.2.4 Test on Appraising Observations

2. แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการคิดที่สร้างขึ้นใช้เอง ถ้าแบบทดสอบมาตรฐานสำหรับการคิดที่มีอยู่ทั่วไปไม่สอดคล้องกับเป้าหมายการวัด เช่น จุดเน้นที่ต้องการขอบเขตความสามารถทางการคิดที่มุ่งวัด หรือกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการใช้สอบ ก็สามารถสร้างแบบวัดการคิดขึ้นใช้เองเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการในการวัดอย่างแท้จริง

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545: 210 – 211) กล่าวถึง แบบทดสอบที่วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ว่า จะต้องให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างแท้จริง โดยคำถามต้องให้นักเรียนได้แยกส่วนย่อยต่างๆ ที่รวมกันอยู่ หรือดูความสัมพันธ์ หรือชี้ถึงการจัดระบบระเบียบของหลักการต่างๆ ซึ่งเหมาะที่จะใช้แบบทดสอบประเภทปรนัยหลายตัวเลือก โดยคำถามควรมีลักษณะดังนี้

1. ชี้ให้เห็นความคลาดเคลื่อนเชิงเหตุผลในเรื่องราวต่างๆ เช่น ความขัดแย้ง ความคลาดเคลื่อนในการอนุมาน หรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการตีความ

2. ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์หรือจำแนกประเภทของเรื่องราวต่างๆ เช่น ข้อเท็จจริง ข้อสันนิษฐาน ข้อสมมติฐาน ข้อสรุป และแนวความคิด ฯลฯ ในเรื่องราวนั้นๆ ด้วยเหตุนี้ ข้อคำถามที่ใช้ในระดับนี้โดยปกติแล้วมักจะเป็นการฝึกการใช้กระบวนการทางตรรกวิทยา

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อวัดการพิจารณาแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญและสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการคิดพิจารณาอย่างมีเหตุมีผลเพื่อหาข้อสรุปหรือหลักการที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3.6 แนวทางการสอนการคิดวิเคราะห์

เบเยอร์ (Beyer, 1985: 279 – 303) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ในการเรียนการสอน ได้ดังนี้

1. แนะนำทักษะที่ฝึก
2. ผู้เรียนทบทวนกระบวนการค้น ทักษะ กฎ และความรู้ที่เกี่ยวกับทักษะที่ฝึก
3. ผู้เรียนใช้ทักษะเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนด
4. ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่คิดหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในสมองขณะที่ทำกิจกรรม

อุษณีย์ โพธิสุข (2537: 99 – 100) ได้เสนอแนวการสอนเพื่อช่วยปรับปรุงการคิดวิเคราะห์ของเด็กไว้ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง การให้เด็กศึกษาเรื่องชุมชนของเราจากหนังสืออาจไม่ดีเท่าให้เด็กไปสถานที่ที่เป็นชุมชนของตนเอง เช่น โรงพยาบาล โรงพัก ตลาด บ้านผู้ใหญบ้าน และกิจกรรมที่เขาทำอยู่ว่ามีอะไรบ้าง มีประโยชน์อย่างไร ฯลฯ การจัดให้เด็กไปทัศนศึกษาหรือเปิดโอกาสให้เด็กทดลองปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองจะเป็นการให้โอกาสที่สำคัญยิ่ง

2. การทำวิจัยหรือการศึกษาหาความรู้ความจริงด้วยตนเอง เป็นทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองให้เด็กได้มีขั้นตอนการศึกษาอย่างถูกต้อง เช่น การทำรายงาน เรื่อง “ไดโนเสาร์” เป็นต้น

3. การใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้นความคิดเป็น เช่น การพาไปดูการโต้วาที จัดให้โต้วาที การอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ การจัดมุมหรือชมรมนักคิด ฯลฯ

4. การใช้สถานการณ์สมมติ เป็นกิจกรรมและวิธีสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจกระจ่างขึ้นและมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งการพยายามคิดค้นการแก้ปัญหา

5. ให้นักเรียนได้โอกาสเสนอผลงานที่ตนเองศึกษาให้ผู้อื่นฟัง อาจเป็นเพื่อนระดับเดียวกันหรือเพื่อนต่างระดับ หรือให้คนอื่นฟัง

6. กิจกรรมกลุ่ม การระดมพลังสมอง การระดมความคิด การไตร่ตรองความคิดของกลุ่มรวมถึงการวิจารณ์อย่างมีเหตุผล การวิจารณ์ในการสร้างงานล้วนเป็นทักษะระดับสูงทางปัญญาและทางสังคมทั้งสิ้นสิ่งเหล่านี้จะช่วยทำให้เด็กได้มีข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความคิดเห็นของตนเองและผู้อื่น รวมทั้งกลยุทธ์ทางความคิดของผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

ชาติ แจ่มนุช (2545: 54 – 55) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ไว้เป็นขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดสิ่งสำเร็จรูปสิ่งหนึ่งขึ้นมาเป็นตัวต้นเรื่อง เช่น ดิน น้ำ โคลง กลอน บทหนึ่ง รูปภาพ กราฟ บทความ เหตุการณ์ต่าง ๆ

2. กำหนดคำถามหรือปัญหาเพื่อค้นหาความจริงหรือความสำคัญต่าง ๆ เช่น ภาพนี้หรือกราฟนี้ต้องการสื่อหรือบอกอะไรที่สำคัญที่สุด

3. พินิจพิเคราะห์แยกแยะกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ

4. ค้นหาความจริงหรือความสำคัญที่กำหนด

5. สรุปเป็นคำตอบ หรือตอบปัญหานั้น ๆ

ชาญชัย ยมดิษฐ์ (2548: 161) กล่าวว่า การสอนการคิดวิเคราะห์ ทำได้ 2 วิธี คือ

1. ใช้วิธีของสูตร W5H คือ

- อะไร (what) มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง มีรายละเอียดอย่างไร
- ใคร (who) ใครกันที่เป็นต้นเรื่อง เจ้าของเรื่อง บุคคลสำคัญของเรื่อง ผู้ได้รับ

ผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบ

- ที่ไหน (where) สถานที่ หรือตำแหน่งแห่งหนที่ชัดเจน
- เมื่อใด (when) ที่เหตุการณ์นั้นได้เกิดขึ้นหรือจะเกิดขึ้น
- ทำไม (why) ทำไมหรือเพราะเหตุใดเรื่องนี้จึงเกิดขึ้น ทำไมแต่ละเหตุการณ์

จะต้องเป็นไปอย่างนั้นอย่างนี้

- อย่างไร (How) เป็นรายละเอียดในสิ่งที่ได้เกิดไปแล้ว หรือกำลังจะเกิดขึ้นว่า จะมีความเป็นไปได้ในลักษณะใด

2. ใช้กระบวนการเปรียบเทียบเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น เปรียบเทียบรูปภาพ การเปรียบเทียบคะแนนตามเกณฑ์ (criteria rating) และการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ทั้งด้านการเงิน ด้านเทคนิค ด้านกำหนดเวลา การวิเคราะห์ตามอนุกรมเวลา

ผจกกาญจน์ ภูวิภาดาวรรณ (2541: 9 – 17) ได้เสนอแนวทางการส่งเสริมให้นักเรียน พัฒนาความคิดเชิงวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ อย่างรู้ตัวและไม่รู้ตัวด้วยการจัดสภาพแวดล้อม บรรยากาศต่าง ๆ ดังนี้

1. การจัดบรรยากาศด้านกายภาพ เช่น สภาพแวดล้อมของห้องเรียน โรงเรียน มีลักษณะที่ส่งเสริมให้คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ ทำทนายการเรียนรู้ สร้างความสนใจเพื่อให้เกิด การสังเกตและคิดตลอดเวลา

2. การจัดบรรยากาศด้านสมอง เช่น การกระตุ้นให้ตอบ แสวงหา ให้ตั้งคำถาม แบบต่าง ๆ กระตุ้นให้คิดตาม กระตุ้นให้คิดแบบอุปมาอุปมัย กระตุ้นให้คิดการเชื่อมโยงสัมพันธ์ กระตุ้นให้คิดนอกกรอบ

3. การจัดบรรยากาศด้านอารมณ์ เช่น การสร้างเจตคติเชิงบวกต่อการคิด วิเคราะห์คิดสร้างสรรค์ ครู อาจารย์และผู้เกี่ยวข้องจะต้องส่งเสริมให้โอกาส ให้อิสระเสรีในการคิด การแสดงออกหรือการมีจินตนาการในรูปแบบต่าง ๆ ของนักเรียน

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 11 – 17) ได้เสนอแนวคิดในการส่งเสริมพัฒนา การคิดเชิงวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดอย่างใคร่ครวญแสวงหาคำตอบอย่างมีเหตุผล การส่งเสริมพัฒนา ทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ คือ การให้ผู้เรียนได้ค้นพบข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยอาศัย องค์ประกอบดังนี้

1. ส่งเสริมให้ตีความ การพยายามทำความเข้าใจ ให้เหตุผล การแปลความจาก ข้อมูลที่ยังไม่ครบ

2. ส่งเสริมให้แสวงหาความรู้ ความเข้าใจ หรือข้อมูลเป็นการตอบคำถาม แจกแจงจำแนก จัดลำดับหมวดหมู่ หาเหตุผล ความสัมพันธ์ ผลกระทบ

3. ส่งเสริมให้ช่างสังเกต สงสัย ช่างถาม เพื่อการค้นพบหาคำตอบ หาเหตุผล

4. ส่งเสริมให้หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เพื่อการตัดสินใจ แก้ปัญหา การประเมินค่าในเรื่องต่างๆ

สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์; และ พรรณี สินธพานนท์ (2550: 24 - 26) เสนอแนวทางการฝึกนักเรียนให้มีทักษะการคิด ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียนรู้และเอื้อต่อการคิด มีการจัดบรรยากาศในห้องเรียนที่เอื้อต่อการเรียนและฝึกการคิด มีการใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่โน้มน้าวจิตใจ เช่น การตั้งคำถาม การใช้เพลง คำขวัญ คำกลอน นิทาน ข่าว เกม เพื่อโยงเข้าสู่การฝึกทักษะการคิด ช่วยให้นักเรียนมีความพร้อม กระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรม

2. ในการจัดการเรียนรู้ทุกกิจกรรม ครูควรมีบทบาทในการปลุกเร้าและเสริมแรงให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง รู้จักทำงานเป็นกลุ่ม

3. ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ควรแทรกให้นักเรียนได้ฝึกการคิด เช่น กิจกรรมที่เกี่ยวกับการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม ความมีระเบียบวินัย เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญ ความจำเป็นและผลที่จะได้รับจากการปฏิบัติตามและไม่ปฏิบัติตาม

4. ควรใช้วิธีสอน/เทคนิคการสอน/วิธีการจัดการเรียนรู้หลากหลายวิธี เพราะแต่ละวิธีนั้นจะส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียนหลากหลายต่าง ๆ กันไป

5. การใช้แหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษาเป็นที่เสาะแสวงหาความรู้และฝึกการคิดค้นหาคำตอบต่างๆ การค้นพบสิ่งต่างๆที่เป็นข้อมูลในเรื่องที่เรียนอย่างหลากหลายนั้น จะช่วยฝึกให้นักเรียนได้รู้จักแยกข้อมูลที่จริงหรือเท็จ รู้จักแยกข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยการคิดวิเคราะห์ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกข้อมูลนั้นๆ เป็นการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

6. ครูจะต้องรู้จักฝึกกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิดในรูปแบบต่างๆ

7. ครูควรกำหนดขั้นตอนของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมให้ชัดเจนว่าควรจะมีขั้นตอนการคิดวิเคราะห์อยู่ในตอนใดของการเรียนรู้

8. ในการแบ่งกลุ่มนักเรียนในการทำกิจกรรมกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มต้องไม่มากเกินไป

9. ครูอาจใช้วิธีวัดและประเมินผลได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ วัดและประเมินผลจากแบบทดสอบความคิดที่มีรูปแบบต่างๆกัน เช่น สร้างสถานการณ์มาให้นักเรียนคิดและตัดสินใจ การตอบคำถาม การนำข่าวหรือบทความมาให้วิเคราะห์ตามประเด็นที่กำหนด เป็นต้น จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทางการสอนการคิดวิเคราะห์สามารถทำได้ดังนี้

1. จัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อเป็นสื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สังเกตและคิดตลอดเวลา

2. ให้ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้หรือลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง

3. ใช้รูปแบบการสอน เทคนิค/วิธีการสอนและการประเมินผลการสอน

หลากหลาย

4. เน้นการใช้กระบวนการกลุ่ม

5. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและให้เวลากับนักเรียนสำหรับแต่ละคำถาม และจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนและการฝึกคิด

3.7 การจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การจัดการเรียนการสอนเป็นสภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่างๆ โดยประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดที่ยึดถือซึ่งได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้นๆ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2549: 50) รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์มีหลายรูปแบบครูผู้สอนสามารถเลือกใช้รูปแบบที่เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมที่จัดให้กับนักเรียน ดังนี้ (เสียม ไตรรัตน์. 2546: 29 – 30)

1. การสอนแบบบรรยาย การสร้างการคิดวิเคราะห์จะเกิดขึ้นได้ในการบรรยายที่มีการหยุดการบรรยายเป็นระยะๆ และถามคำถามผู้เรียนให้ค้นหาคำตอบที่ต้องใช้ความคิดเกี่ยวกับสาระที่ได้ฟังจากการบรรยาย และผู้บรรยายจะต้องคอยฟังคำตอบจากผู้เรียน โดยให้เวลาผู้เรียนมีโอกาสคิดก่อนตอบ การถามคำถามควรเรียกชื่อผู้เรียนให้ตอบ ถ้าตอบไม่ได้ก็ควรช่วยโดยการขยายความให้เข้าใจ เช่น การตั้งคำถามที่ช่วยนำไปสู่การคิด เช่น ต้องการข้อมูลส่วนใดเพิ่มเติมในการตอบข้อคำถาม ข้อมูลนั้นจะนำมาช่วยตอบคำถามอย่างไร หรือผู้บรรยายอาจจะช่วยถามคำถามง่ายๆ ที่เกี่ยวกับข้อมูลด้านข้อเท็จจริงก่อน เพราะผู้เรียนบางคนอาจมีปัญหาเรื่องการจับข้อเท็จจริงเบื้องต้นยังไม่ได้ตั้งใจฟังบรรยาย ขาดทักษะการเป็นผู้ฟังที่ดีหรือขาดกลยุทธ์ในการฟังบรรยายไม่สามารถรวบรวมความคิดและจดบันทึกได้ ดังนั้น วิธีการเบื้องต้นของการคิดวิเคราะห์ คือ จะต้องรู้วิธีการฟังบรรยายอย่างมีปฏิริยาโต้ตอบมากกว่าการฟังเฉยๆ นักเรียนหลายคนขาดทักษะนี้เพราะไม่ได้ฝึก ดังนั้นก่อนที่นักเรียนจะตอบข้อคำถามวิเคราะห์ได้ นักเรียนจะต้องเข้าใจเรื่องที่ฟังสามารถสรุปประเด็นเกี่ยวกับเรื่องที่ฟังเสียก่อน ในสังคมไทยนักเรียนส่วนใหญ่จะถูกสอนให้จำกฎเกณฑ์ให้เป็นผู้รับข้อมูลจากผู้สอนมากกว่ากระตุ้นให้เขาพูดและเชื่อมั่นในสิ่งที่เขาพูด คำถามที่กระตุ้นความคิดและค้นหาคำตอบนั้นอาจจะฟังดูกำกวม สร้างความไม่แน่ใจแก่ผู้ตอบ ถ้าผู้เรียนได้มีโอกาสคิดอย่างลึกซึ้งและเชื่อมั่นในคำตอบและความคิดของตนเองก็จะเป็นโอกาสสำคัญที่จะเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ขึ้นในตัวผู้เรียนได้ นอกจากนี้ก่อนที่การบรรยายจะสิ้นสุดลงควรให้ผู้เรียนใช้เวลาเขียน 1 – 2 นาที เกี่ยวกับเรื่องที่ฟัง เช่น การบรรยายวันนี้มีประเด็นใดที่สำคัญที่สุด ให้นักเรียนระบุหนึ่งประเด็นที่คิดว่ายังรู้สึกสับสน คำถามลักษณะนี้เป็นสิ่งสำคัญ โดยครูจะต้องให้คำตอบย้อนกลับทันทีว่า วันนี้นักเรียนเรียนรู้อะไรและมีประเด็นใดที่นักเรียนจำเป็นต้องทำความเข้าใจ การทำเช่นนี้จะเป็นการพัฒนาความคิดวิเคราะห์

2. การปฏิบัติในห้องปฏิบัติการและการทำโครงการ การทำโครงการต่างๆ การฝึกในห้องปฏิบัติการ เป็นวิธีการที่ดีมากในการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากการเรียนการสอนแบบโครงการและการปฏิบัติการจะต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ ดังนั้นทางที่จะช่วยเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ที่ดีน่าจะเริ่มโดยการให้นักเรียนฝึกการทดลองการทำโครงการให้มากเพราะวิธีการสอนโดยการปฏิบัติและการทำโครงการเป็นการเรียนรู้แบบการแก้ปัญหา ซึ่งจะต้องมีการรวบรวมข้อมูล คัดเลือกข้อมูลหลักฐานอย่างรอบคอบก่อนการสรุป

3. การให้การบ้าน มีโอกาสมากมายที่จะเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์โดยการให้การบ้านนักเรียน เช่น การบ้านการอ่าน ครูควรแนะนำให้นักเรียนถามคำถามต่างๆไปที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องบทอ่านก่อนที่นักเรียนจะอ่านและให้นักเรียนระดมสมองเพื่อเรียบเรียงเกี่ยวกับคำถามเหล่านั้น การให้นักเรียนเขียนเป็นสิ่งที่ดีเยี่ยมและง่ายที่สุดในการเพิ่มพูนการคิดวิเคราะห์แต่ไม่ใช่การลอกงานเขียนการเขียนจะช่วยให้นักเรียนพยายามเรียบเรียงความคิดและวิเคราะห์เกี่ยวกับเรื่องที่จะเขียน เช่น ให้นักเรียนอ่านกลอนง่ายๆ และถามความรู้สึกเกี่ยวกับกลอน เช่น เรื่องเกิดขึ้นที่ใด น้ำเสียงของภาษาเป็นอย่างไรหรือให้นักเรียนอ่านข่าวแล้วให้เขียนสมมติฐานที่ทำให้เกิดข่าวนั้น เป็นการฝึกให้นักเรียนเขียนเหตุผลที่รัดกุมที่จะชักจูงให้คนเชื่อหรือไม่เชื่อจากข่าวที่ได้อ่านมา

4. การทำรายงาน การทำรายงานจะช่วยเสริมการคิดวิเคราะห์เพราะผู้เรียนจะต้องค้นหาความรู้ วิเคราะห์เนื้อหาอย่างมีเหตุผล และเสนอข้อมูลในรูปของการสรุปลงในรูปแบบรายงาน ช่วงที่นักเรียนค้นหาความรู้และเขียนรายงาน นักเรียนจะต้องคิดวิเคราะห์

5. การสอบ ในการสอบนักเรียนจะต้องคิดและเขียนไปพร้อมกัน นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปข้อมูล ตัวอย่างข้อสอบเชิงการคิดวิเคราะห์อาจจะถามได้ดังนี้ จงใช้โครงสร้างแผนภูมิเรื่องที่กำหนดให้เขียนเรื่องเพื่อสอนใจด้านความมีวินัยในตัวเอง

สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร (2549: 10) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดของผู้เรียนนั้น กิจกรรมการเรียนการสอนควรมีลักษณะเป็นรูปธรรม เช่น การใช้เกม การเรียนโดยค้นพบ เป็นต้น การสอนจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งครูจะต้องมีความยืดหยุ่นและมีความรู้ดียิ่ง นอกจากนี้ครูควรดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ดังนี้

1. ก่อนเริ่มจัดกิจกรรม: ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ล่วงหน้าเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ กลวิธี กฎ และขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาที่ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์

2. ระหว่างจัดกิจกรรม: ครูมีบทบาทชักชวนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน แลกเปลี่ยนประสบการณ์ การปฏิบัติกิจกรรมกับเพื่อนในกลุ่มอื่น โดยนำเสนอว่ากลุ่มของเรามีแนวคิด ความรู้สึก การวิเคราะห์วิจารณ์ การดำเนินงาน และผลงานของตน พร้อมทั้งรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่น

3. หลังปฏิบัติการกิจกรรม: ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอธิบายและสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกลวิธีที่ใช้และการปฏิบัติตามกฎ หรือกลวิธีทางเลือกต่างๆ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในอนาคต

สัว์ฉน์ วิวัฒน์านนท์ (2550: 58 – 60)ได้เสนอเทคนิคการสอนที่เน้นการคิดสรุปได้ดังนี้

1. เทคนิคการใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดในลักษณะต่างๆมากขึ้น ว่าเดิมครูทำความเข้าใจการคิดในลักษณะต่างๆ และตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนคิดในลักษณะนั้นๆ เช่น คิดคล่อง คิดหลากหลาย คิดละเอียด คิดชัดเจน คิดอย่างมีเหตุผล คิดถูกทาง คิดกว้าง คิดลึกซึ้ง คิดไกล

2. การระดมสมอง เพื่อช่วยให้ได้ความคิดจำนวนมากมาใช้ในการคิดแบบต่างๆ เช่น การคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ ครูชี้แจงปัญหาอย่างละเอียด ให้สมาชิกคิดวิธีการแก้ปัญหา โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดทั้งของตนเองและผู้อื่น พยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างออกไป เพื่อให้ได้คำตอบมากที่สุด

3. เทคนิคการใช้สมุดบันทึกและแผ่นป้ายนิเทศ เพื่อช่วยในการรวบรวมข้อมูลและแนวทางแก้ปัญหา ทำให้การคิดแก้ปัญหา มีความรอบคอบและแยบยลยิ่งขึ้น

4. เทคนิคการใช้หมวกแห่งความคิดหกใบ (De Bono) เพื่อช่วยให้มีการคิดในแง่มุมที่หลากหลายและช่วยให้การคิดมีความรอบคอบมากขึ้น ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น 6 แบบ ตามความหมายของสีหมวก ได้แก่ สีขาวแทนความคิดที่เป็นกลาง ไม่มีอคติ สีแดงแทนความคิดที่เป็นความรู้สึกและอารมณ์ต่างๆ ทั้งทางบวกและทางลบ สีดำแทนความคิดในด้านลบ สีเหลืองแทนความคิดด้านบวก สีเขียวแทนความคิดสร้างสรรค์ ความคิดใหม่ๆ ที่เป็นไปได้ สีน้ำเงินแทนการควบคุมกลุ่มให้ดำเนินการคิดไปได้ด้วยดี

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์มีหลายรูปแบบ ได้แก่ 1. การสอนแบบบรรยาย 2. การปฏิบัติในห้องปฏิบัติ และการโครงการ 3. การให้การบ้าน 4. การทำรายงาน 5. การสอบ นอกจากนี้ การพัฒนาการคิดของผู้เรียนสามารถทำได้โดยการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมซึ่งเกิดได้ตั้งแต่ก่อนเริ่มกิจกรรม ระหว่างจัดกิจกรรม และหลังปฏิบัติการ เทคนิคการสอนที่เน้นการคิด ได้แก่ 1. เทคนิคการใช้คำถาม 2. การระดมสมอง 3. เทคนิคการใช้สมุดบันทึกและป้ายนิเทศ 4. เทคนิคการใช้หมวกหกใบ

3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

งานวิจัยต่างประเทศ

คลาค; และคนอื่นๆ (Clark; et al. 2001: 811) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของหลักสูตรร่วมพีชคณิต/วิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนิสิตมหาวิทยาลัยโอกลาโฮมา ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า 1. ทักษะการแก้ปัญหของนิสิตหลักสูตรพีชคณิต/วิทยาศาสตร์และนิสิตหลักสูตรพีชคณิตแตกต่างกันอย่าง

ไม่มีนัยสำคัญ 2. นิสิตหลักสูตรพีชคณิต/วิทยาศาสตร์มีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น 3. ทักษะคิดในแง่บวกต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนิสิตหลักสูตรพีชคณิต/วิทยาศาสตร์มากกว่านิสิตหลักสูตรพีชคณิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แอสเตอร์ฟีค (Satterfield. 2002: 763) ได้ทำการวิเคราะห์เพศและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทางด้านทักษะย่อยของการคิดวิเคราะห์-การสังเคราะห์ในกรณีศึกษาเป็นการออกแบบถึง การสืบค้นถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชายในระดับประถมศึกษาในความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทางด้านทักษะย่อยของการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบ Woodcock-Johnson เป็นการวัดความรู้ความเข้าใจ พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีเพศต่างกันไม่ส่งผลให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสังเคราะห์ต่างกัน

บรอนสัน (Bronson. 2008: online) ได้ศึกษาความสามารถในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาที่เรียนผ่านระบบทางไกลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและนักศึกษาที่เรียนในชั้นเรียนปกติผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความสามารถในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โกยาค (Goyak. 2009: online) ได้ศึกษาผลของเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อการรับรู้สภาพแวดล้อมในชั้นเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ของครูฝึกสอน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนรู้แบบร่วมมือ 4 กลุ่มจากทั้งหมด 8 กลุ่มนั้น มีการรับรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและผลการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคการบรรยายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เนลสันและซูซาน(Nelson; & Susan. 2010: 1 – 5) ได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการคิดสังเคราะห์ในการศึกษาเทคโนโลยี โดยใช้ระบบ SMILE (State Machine Interactive Learning Enviroment) ซึ่งจะเป็นการสร้างและการใช้ความรู้ในการออกแบบระบบคอมพิวเตอร์ พบว่าผู้เรียนต้องใช้ความสามารถในการคิดสูตรและปรับเปลี่ยนสัญลักษณ์ที่ใช้ในการออกแบบ และการออกแบบเป็นแบบลำดับขั้นตอนโดยใช้แผนภูมิสายงานซึ่งพฤติกรรมที่แสดงออกมาแสดงถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการคิดสังเคราะห์

วิจัยในประเทศ

บุญเชิด ชุมพล (2547: 48) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนอานวยวิทย์ พบว่า การจัดกิจกรรมหรือกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ สามารถค้นหาเหตุผลด้วยตนเองและคิดเป็นกลุ่มได้นั้น

เป็นการฝึกให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาที่อาจจะต้องเผชิญในอนาคตได้อย่างสมเหตุสมผล

ณาดยา อุทยารัตน์ (2549: 76 – 77) ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียนต่างกัน ในโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนที่เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีที่ 5 และปีที่ 6 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในระดับปานกลางและความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะสูงขึ้น เมื่อเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียนทั้งระดับปานกลางและระดับสูงจะมีพัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับชั้นที่สูงขึ้นด้วย

อุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์ (2549: 47 – 44) ได้ศึกษาผลการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์ที่มีต่อความสามารถในการจำแนกประเภทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทั้งกลุ่มที่ได้รับการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์และไม่ได้รับการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์ มีความสามารถในการจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มที่ได้รับการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์มีความสามารถในการจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กฤษฎา แก้วสิงห์ (2551: 110) ได้ศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการวัดและประเมินควบคู่กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังใช้การวัดและประเมินความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ควบคู่กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุชาติ ปันโฉม (2551: 63 – 64) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนกลุ่ม 3 เขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลทางตรงต่อการคิดวิเคราะห์ในวิชาคณิตศาสตร์ คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง คุณภาพการสอนของครู การอบรมเลี้ยงดูของครอบครัว และสภาพแวดล้อมของโรงเรียน

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนสามารถพัฒนาได้ด้วยวิธีการสอนที่หลากหลาย ซึ่งต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิดหาเหตุผลด้วยตนเอง เพื่อเป็นการฝึกสมรรถภาพทางสมองซึ่งจะช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ลอล่า (Lola, June May. 1970: 266) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนเกี่ยวกับการหยั่งเห็น การจินตนาการ การจับต้อง นามธรรม และความสัมพันธ์ทางความคิด

ครูลิก และเรย์ (Krulik; & Reys. 1980: 3 – 4) ได้อ้างถึงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปไว้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมาย (Problem Solving as a Goal) จะพบคำถามว่าทำไมต้องสอนคณิตศาสตร์ อะไรเป็นเป้าหมายในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักการศึกษา นักคณิตศาสตร์ และบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถามเหล่านี้เข้าใจว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ถูกนำมาพิจารณาว่าเป็นเป้าหมายอันหนึ่ง การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จึงเป็นอิสระจากปัญหาเฉพาะ (Specific Problem) กระบวนการและวิธีการ ตลอดจนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แต่การพิจารณาที่สำคัญคือจะต้องคำนึงถึงว่าจะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างไร ซึ่งเป็นเหตุผลแรกสำหรับศึกษาคณิตศาสตร์ ข้อพิจารณานี้มีอิทธิพลต่อหลักสูตรทั้งหมด และมีความสำคัญต่อการนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องเรียน

2. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process) การตีความในลักษณะนี้จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อนักเรียนตอบปัญหา ตลอดจนกระบวนการ หรือขั้นตอนที่กระทำเพื่อจะได้คำตอบ สิ่งสำคัญควรนำมาพิจารณาคือ วิธีการ กระบวนการและกลวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเป็นสิ่งสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill) การตีความลักษณะนี้จะพิจารณาเฉพาะในเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหา คำนึงถึงรูปแบบของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การพิจารณาถึงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นทักษะพื้นฐาน จึงช่วยในการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งประกอบด้วย การสอนทักษะ (Skill) มโนคติ (Concept) และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Problem Solving) ในทุกครั้งที่สอน

โพลยา (Polya. 1980: 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อให้ได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

เคนเนดี (Kennedy. 1983: 81) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

ครูลิก และรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1987: 4) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ก่อนที่จะได้มาซึ่งความรู้ ทักษะและความเข้าใจ เพื่อ

จะดำเนินการตามความต้องการของสถานการณ์ที่ไม่เคยเจอ นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ต่าง ๆ ที่ตัวเองมีและประยุกต์ความรู้เหล่านั้นต่อสถานการณ์ใหม่ๆ และสถานการณ์ที่ต่างกัน

โซว์ชิค (Sovchik. 1989: 256) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่พยายามจะแก้สถานการณ์ให้ได้มาซึ่งคำตอบและคำตอบที่ได้จะไม่เกิดขึ้นทันที

คัตซ์ (Kutz. 1991: 91) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นเมื่อมีเงื่อนไขต่อไปนี้

1. มีเป้าหมายของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่สามารถจะเป็นไปได้ ซึ่งเป้าหมายนั้นจะถูกทำความเข้าใจโดยผู้แก้ปัญหานั้น
2. วิธีที่จะไปสู่เป้าหมายนั้นจะมีอุปสรรค ซึ่งผู้แก้ปัญหามิรู้วิธีที่บรรลุเป้าหมายนั้น
3. ผู้แก้ปัญหามิรู้ขั้นตอนเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้แก้ปัญหามิรู้วิธีที่จะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์เดิมและทักษะพื้นฐานต่าง ๆ นำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีเงื่อนไข คือ

1. มีเป้าหมายของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ
2. วิธีที่จะไปสู่เป้าหมายนั้นจะมีอุปสรรค ต้องการค้นหาคำตอบโดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที
3. ผู้แก้ปัญหามิรู้ขั้นตอนเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

4.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

จากความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้น ได้มีผู้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

รัสเซล (Russel. 1961: 255) แบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ปัญหาที่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่มีปรากฏอยู่ในแบบเรียน และหนังสือทั่วไป
2. ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่พบทั่วไป ในชีวิตประจำวัน

ครูลิค และ เรย์ (Krulik; & Reys. 1980: 24) ได้แบ่งปัญหาไว้ ดังนี้

1. ปัญหาที่เป็นความรู้ความจำ
2. ปัญหาทางด้านพีชคณิต
3. ปัญหาที่เป็นการประยุกต์ใช้
4. ปัญหาที่ไม่สมบูรณ์ หรือ ให้ค้นหาส่วนที่หายไป

5. ปัญหาที่เกี่ยวกับสถานการณ์

ชาร์ลีน เวิร์ธและแคเรน (Charles, worth; & Karen. 1982: 6 – 10) ได้จำแนกประเภทของปัญหาและเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาแต่ละประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีและการคำนวณเบื้องต้น

2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple translation problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้มีความเข้าใจโมติทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดคำนวณ

3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 การดำเนินการ

4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็นการพัฒนายุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาการประยุกต์ (Applied problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวม และการแทนข้อมูล และต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณเป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ มโนคติและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดา สุ่มไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาและเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

โพลยา (Polya. 1985: 123 – 127) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่จะต้องพิสูจน์

เรย์ ชุยดัม และลินด์ควิสต์ (Reys; Suysdam; & Lindquist. 1992: 29) แบ่ง
ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้
การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคย
ในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้าง
ซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามustประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อ
นำมาแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามustประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้
ในการแก้ปัญหา

แฮทฟิลด์ เอ็ดเวิร์ดส์ และบิทเทอร์ (Hatfield; Edwards; & Bitter. 1993: 37) แบ่ง
ปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นได้
หลายคำตอบ ปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้าย
ของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีแก้ได้หลากหลายวิธี

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery) เป็นปัญหาที่มี
ลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ (Clues) และคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้อง
ค้นหาหรือ ไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

นอกจากนี้ ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของปัญหาดังนี้

บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 260 – 261) แบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาค้นเคยในวิธีการ ในโครงสร้างของ
ปัญหา อาจเคยพบด้วยตนเองมาก่อน และการหาคำตอบที่จะมุ่งเน้นการฝึกทักษะใดทักษะหนึ่ง

2. ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามustประมวลความรู้
ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา วิธีการหาคำตอบอาจมีได้หลาย
วิธีการ คำตอบก็อาจจะมากกว่าหนึ่งคำตอบ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62 – 63) กล่าวถึงประเภทของปัญหาพอสรุปได้ ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยการพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา
ทำให้สามารถแบ่งปัญหาได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่ให้ค้นพบคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูป
ปริมาณ จำนวน หรือหาวิธีการ คำอธิบาย พร้อมให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความ
ที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

2. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยการพิจารณาจากผู้แก้ปัญหา และความ
ซับซ้อนของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาได้ 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหา มีความคุ้นเคยในโครงสร้าง และวิธีการในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามอง ประมวลความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์อาจแบ่งเป็นปัญหา ที่เป็นสามารถแก้ปัญหาได้ทันที และปัญหาที่ยากต่อการแก้ปัญหา โดยผู้แก้ปัญหามอง ประมวล ความรู้หลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะนำมาแก้ไขปัญหานั้น

4.3 ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจไว้ ดังนี้ เฟอร์ (Fehr. 1972: 424) ได้กล่าวว่า เทคนิคที่ช่วยในการทำให้ปัญหาคณิตศาสตร์ น่าสนใจ คือ การให้นักเรียนได้ช่วยกันสร้างปัญหาขึ้นมาเอง

ครูลิคและเรย์ (Kruilik; & Reys. 1980: 208) ได้กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่น่าสนใจ ควรเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่ค่อยพบในห้องเรียน ซึ่งในการสร้างปัญหามองคำนึงถึงความรู้พื้นฐาน ทางคณิตศาสตร์ของผู้แก้ปัญหา กลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้ภาษา ของผู้แก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2533: 79) กล่าวว่า ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรเป็นดังนี้

1. ภาษาที่ใช้สามารถเข้าใจง่าย ไม่สั้นและยาวเกินไป
2. ช่วยกระตุ้นพัฒนาความคิด
3. ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับความสามารถของเด็กในวัยนั้นๆ
4. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
5. ข้อมูลที่มีอยู่ต้องทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
6. สามารถใช้การวาดแผนภาพไดอะแกรมหรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา
7. ในการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยประสบการณ์หรือความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว
8. ก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหาซึ่งเป็นขบวนการที่สำคัญในทาง

ความคิด

9. คำตอบที่ดีควรเป็นคำตอบที่มีเหตุผล ไม่ใช่คำตอบที่ได้จากการจำ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 90) กล่าวว่า สิ่งที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการจัดกิจกรรม การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือตัวปัญหาที่จะนำมาให้นักเรียนคิดหาคำตอบ ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่ดีมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ทำทลายความสามารถของนักเรียน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไปนักเรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ ได้สำเร็จ

2. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะกับวัยของนักเรียน สถานการณ์ของปัญหาควรเป็นเรื่องที่ไม่ห่างไกลเกินไปกว่าที่นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ และนอกจากนี้ถ้าเป็นสถานการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ก็จะดีไม่น้อย

3. แปลกใหม่ ควรเป็นปัญหาที่ไม่ธรรมดา และนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่นั้นมาก่อน

4. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหาทางเลือกในการหาคำตอบได้หลายวิธี และได้พิจารณาเปรียบเทียบเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด

5. ใช้ภาษาที่กระชับ รัดกุมถูกต้อง ปัญหาที่ดีไม่ควรทำให้นักเรียนต้องมีปัญหากับภาษาที่ใช้ควรเน้นอยู่ที่ความเป็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบของตัวปัญหามากกว่า

จากการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ทำทลายความคิด ความสามารถ แปลกใหม่ เหมาะสมกับวัยและพื้นฐานความรู้ของนักเรียน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ตรงประเด็น มีความหลากหลายของวิธีการที่จะได้มาซึ่งคำตอบที่สมเหตุสมผล

4.4 องค์ประกอบที่ส่งเสริมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya.1957: 225) ได้กล่าวถึง สิ่งที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือความรู้สึเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของปัญหา ความเป็นไปได้ของคำตอบและกลวิธีต่างๆ เช่น การลองผิดลองถูก เป็นต้น

ไคลด์ (Clyde. 1967 : 112) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. วุฒิภาวะและประสบการณ์จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น
2. ความสามารถในการอ่าน
3. สติปัญญา

ออสซูเบล (Ausubel. 1968 : 538) ได้กล่าวว่า “ในการแก้ปัญหาโดยทั่วไปนั้นต้องใช้ องค์ประกอบหลายอย่าง เช่น สติปัญญาและองค์ประกอบทางการคิด เช่น ความยืดหยุ่นทางการคิด การรวบรวมความคิด ความตั้งใจ”

สเตอร์นเบิร์ก (Sternberg. 1986: 41 – 78) ได้กล่าวถึงกระบวนการประมวลผล ข้อมูลอย่างสมบูรณ์แบบ (Executive Information Processing) ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนา สติปัญญาในการวางแผน การตรวจสอบ และการประเมินการแก้ปัญหา ตลอดจนการปฏิบัติที่ เรียกว่า Metacomponents วิธีการนี้สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี โดย สเตอร์นเบิร์กเสนอแนะไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนิยามธรรมชาติของปัญหา เป็นการทบทวนปัญหาเพื่อทำความเข้าใจ จากนั้นเป็นการตั้งเป้าหมาย และนิยามปัญหา เพื่อที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้

2. การเลือกองค์ประกอบ หรือขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดขั้นตอนให้แต่ละขั้นตอนมีขนาดที่เหมาะสม ไม่กว้างเกินไป หรือไม่แคบเกินไป ขั้นแรกควรเป็นขั้นตอนที่ง่ายไว้ก่อน เพื่อเป็นการเริ่มต้นที่ดี ก่อนที่จะกำหนดขั้นตอนต่อไป ควรจะพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนให้ถี่ถ้วนก่อน

3. การเลือกยุทธวิธีในการจัดลำดับองค์ประกอบในการแก้ปัญหา ต้องแน่ใจว่าการเรียงลำดับขั้นตอนเป็นไปตามลักษณะธรรมชาติ หรือหลักเหตุผลที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ

4. การเลือกตัวแทนทางความคิดเกี่ยวกับข้อมูลของปัญหา ซึ่งต้องทราบรูปแบบความสามารถของตน ใช้ตัวแทนทางความคิดในรูปแบบต่างๆ จากความสามารถที่มีอยู่ ตลอดจนการใช้ตัวแทนจากภายนอกมาเพิ่มเติม

5. การกำหนดแหล่งข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ จะต้องมีการทุ่มเทเวลาให้กับ การวางแผนอย่างรอบคอบ ใช้ความรู้ที่มีอยู่อย่างเต็มที่ในการวางแผน และการกำหนดแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ประโยชน์ มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงแผนและแหล่งข้อมูล เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ในการแก้ปัญหา และแสวงหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์แหล่งใหม่ๆ อยู่เสมอ

6. การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา ว่าเป็นวิธีการที่นำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้หรือไม่
ครูลีค และ เจซซี่ (Krulik; & Jesse. 1987: 111 – 112) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาต่างๆ ไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงจุด (Heuristic) โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การอ่านโจทย์ (Read) ประกอบด้วย การบันทึกคำสำคัญจากโจทย์ การอธิบายปัญหาการทวนปัญหาด้วยคำพูดของตนเอง บอกว่าโจทย์ไม่มีอะไร และบอกว่าโจทย์กำหนดข้อมูลใดมาให้บ้าง

2. การสำรวจรายละเอียดของปัญหา (Explore) ประกอบด้วย การจัดระบบข้อมูล การบอกว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ การบอกว่าข้อมูลมากเกินไปหรือไม่ การวาดรูป หรือไดอะแกรม และการเขียนแผนภูมิ หรือตาราง

3. การเลือกยุทธวิธี (Select a Strategy) ประกอบด้วย การระลึกรูปแบบการทำงานย้อนกลับ การคาดคะเน และการตรวจสอบ การสร้างสถานการณ์ หรือการทดลอง การเขียนโครงสร้างในการจัดระบบ หรือรายการที่จะช่วยในการแก้ปัญหา การอนุมานทางตรรกศาสตร์ และการแบ่งปัญหาออกเป็นตอนๆ เพื่อเตรียมการแก้ปัญหา

4. การลงมือแก้ปัญหา (Solve) ประกอบด้วย การดำเนินการตามแผน การใช้ทักษะการคำนวณ การใช้ทักษะทางเรขาคณิต การใช้ทักษะทางพีชคณิต และการใช้ตรรกศาสตร์เบื้องต้น

5. การพิจารณาคำตอบ และการขยายผล (Review and Extend) ประกอบด้วย การทบทวนคำตอบ การพิจารณาข้อความปัญหาบางตอนที่น่าสนใจ การใช้คำถาม ถ้า ...แล้ว (if ...then) และการอภิปรายการแก้ปัญหา

ไฮเมอร์ และทรูบลัด (Heimer; & Trueblood. 1997: 30 - 32) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญบางประการที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับภาษาหรือคำพูด สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ
2. ความสามารถในการคำนวณ
3. ความสามารถในการรวบรวมความรู้รอบตัว
4. ความสามารถในการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้มา
5. ความสามารถในการให้เหตุผลสำหรับคำตอบที่ตั้งจุดมุ่งหมายไว้
6. ความสามารถในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป
8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยค

สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

สุร กาญจนมยุร (2542: 3 – 4)กล่าวถึงองค์ประกอบช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับภาษา ได้แก่ คำและความหมายของคำต่างๆ ที่อยู่ใน โจทย์ปัญหาแต่ละข้อมีความหมายอย่างไร
2. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ เป็นขั้นตีความและแปลความจาก ข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหาออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบด้วยวิธีการ บวก ลบ คูณและหาร ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดได้ด้วยตนเอง
3. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องมีทักษะในการ บวก ลบ คูณและหาร ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ
4. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการแสดงวิธีทำ ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนฝึกการอ่าน ย่อความจากโจทย์แต่ละตอน โดยเขียนสั้นๆ รัดกุมและมีความชัดเจนตามโจทย์
5. องค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ผู้สอนจะต้องเริ่มฝึกทักษะ การแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทุกคนจากง่ายไปหายาก กล่าวคือเริ่มฝึกทักษะตามตัวอย่างหรือ เลียนแบบตัวอย่างที่ครูผู้สอนทำให้ดูก่อน จึงไปฝึกทักษะการแปลความและฝึกทักษะจากหนังสือ เรียนต่อไป

จากการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ส่งเสริมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มี สององค์ประกอบที่สำคัญ คือ

1. ความสามารถทางด้านภาษา
 - 1.1 การอ่านโจทย์เพื่อทำความเข้าใจกับคำและความหมายของแต่ละคำ ในสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ถาม
 - 1.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้
 - 1.3 ความสามารถในการตีความและแปลความจากโจทย์ปัญหา
2. สถิติปัญญา และประสบการณ์

- 2.1 ความสามารถในการคำนวณ
- 2.2 ความสามารถในการเลือกวิธีการ และการเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา
- 2.3 การลงมือแก้ปัญหาตามการดำเนินการตามแผน

4.5 ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ โพลยา (Polya. 1957:

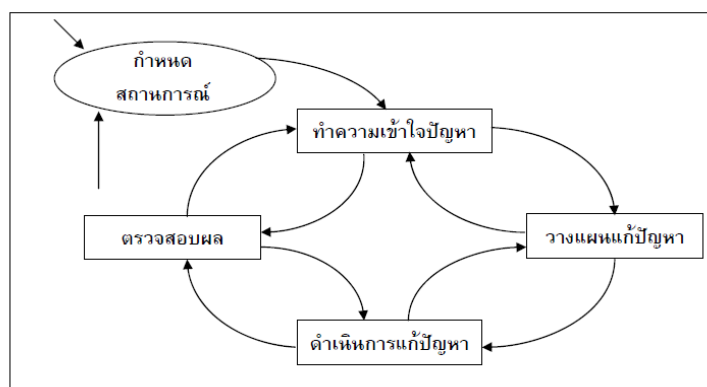
16 – 17) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวปัญหาพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไรปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะ อยู่ใน รูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียน สาระปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญห ด้วยวิธีการใดจะแก้ปัญหายังไร ปัญหาที่ทำให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหามือถือแล้วกำหนดแนวทางใน การแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือ ปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอน ต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาและมีวิธีการแก้ปัญหาอื่น อีกหรือไม่



ภาพประกอบ 15 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นพลวัต

ที่มา : Wilson, Cynthia Louise. (1989: 416-A).

ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2517: 43 – 45) ได้วิเคราะห์กระบวนการในการคิดแก้ปัญหา และสรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหาจากโจทย์
 - 1.1 การบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้
 - 1.2 การบอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา
 - 1.3 การบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
 - 1.4 การระบุค่าที่ยากต่อการเข้าใจ
2. การสร้างตัวแทนปัญหา
 - 2.1 การวาดรูป แสดงข้อมูลต่างๆ ที่โจทย์กำหนด
 - 2.2 การสร้างแผนภูมิ หรือแผนภาพ
 - 2.3 การเขียนสัญลักษณ์ต่างๆ แทนข้อความในโจทย์
 - 2.4 การแปลงโจทย์ให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์
 - 2.5 การจัดระบบข้อมูลใหม่
3. การวางแผนในการแก้ปัญหา
 - 3.1 การระบุเงื่อนไขจากโจทย์
 - 3.2 การแบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหา
 - 3.3 การเลือกขั้นตอนในการทำงาน
 - 3.4 การจัดลำดับขั้นตอน
 - 3.5 การระบุว่าปัญหาเกี่ยวข้องกับการใช้สูตร กฎ หรือหลักเกณฑ์เรื่องใด
4. การลงมือแก้ปัญหา
 - 4.1 การดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้
 - 4.2 การใช้ทักษะด้านพีชคณิต และเรขาคณิต
 - 4.3 การระบุเหตุผลในการคำนวณ
 - 4.4 การใช้กฎเกณฑ์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ
5. การตรวจสอบการแก้ปัญหา
 - 5.1 การตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา
 - 5.2 การทบทวนคำตอบโดยพิจารณาจากการคิดคำนวณ
 - 5.3 การตรวจสอบคำตอบว่าตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่
 - 5.4 การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ
 - 5.5 การทบทวนคำตอบจากการประมาณค่า

ฉวีวรรณ เศรษฐมาลัย (2542: 35 – 36) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาไว้
ดังนี้

ตาราง 2 สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา

ขั้นที่	วิธีการ
ขั้นที่ 1 ต้องเข้าใจ ปัญหา	ทำความเข้าใจปัญหา ต้องการอะไร มีข้อมูลอะไร และมีเงื่อนไขอะไรบ้าง เป็นไปได้หรือไม่ที่จะทำ ตามเงื่อนไข เงื่อนไขนั้นเพียงพอที่จะนำมาพิจารณาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ หรือ ว่าไม่เพียงพอ ซ้ำซาก หรือขัดแย้ง วาดรูป ตั้งข้อสังเกตที่เห็นสมควร แยกเงื่อนไขออกเป็นข้อย่อยๆ ท่านเขียนออกมาได้บ้างหรือไม่
ขั้นที่ 2 หา ความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูล ที่กำหนดและ สิ่งที่ต้องการ อาจจะลอง ปัญหาที่ คล้ายๆ กัน ถ้ายังหา ความสัมพันธ์ ไม่พบ ท้ายที่ สุดควรจะหา แผนที่จะ แก้ปัญหา	คิดวางแผน ท่านเคยเห็นปัญหานี้หรือไม่ หรือท่านเคยเห็นปัญหาที่เหมือนๆ กับปัญหา เหล่านี้ แต่มีข้อแตกต่างกันเล็กน้อย ท่านรู้จักปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้หรือไม่ ท่านรู้จักทฤษฎีที่อาจจะนำมาใช้ประโยชน์บ้างหรือไม่ จงมองดูสิ่งที่ต้องการหา และพยายามคิดถึงปัญหาที่เคยทำมาแล้วที่มีสิ่งที่ ต้องการหาที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน นี่คือนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของท่าน และท่านเคยแก้ได้แล้ว ท่านจะใช้มันได้หรือไม่ ท่านจะใช้ผลของมันบ้างหรือไม่ ท่านจะใช้วิธีการของมันได้ไหมท่านควรจะนำส่วนต่างๆ สারণมาใช้เป็น ประโยชน์ได้บ้างไหม ท่านเขียนโจทย์ใหม่ได้ไหม ท่านจะเขียนใหม่โดยที่ให้ แตกต่างกันได้หรือไม่ กลับไปดูนิยามถ้าท่านไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ลองแก้ไข ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกันดูก่อน ท่านนึกถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องที่ง่าย ๆ ได้ ไหม ปัญหาทั่วๆ ไปละ ปัญหาพิเศษ ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน ท่านแก้ปัญหาได้ บ้างตอนไหน มันเปลี่ยนไปอย่างไร ท่านสรุปอะไรที่เป็นประโยชน์จากสิ่งที่ กำหนดได้บ้าง ท่านคิดถึงข้อมูลที่เหมาะสมอื่นๆ ที่จะนำมาหาสิ่งที่ต้องการได้ บ้างหรือไม่ ท่านสามารถเปลี่ยนสิ่งที่ต้องการหา ข้อมูล หรือทั้งสองอย่างถ้า จำเป็นได้ไหมเพื่อว่าสิ่งที่ต้องการใหม่ หรือข้อมูลใหม่จะได้ใกล้เคียงกันมากขึ้น ท่านได้ใช้ข้อมูลหมดหรือไม่ท่านใช้เงื่อนไขทั้งหมดไหม ท่านได้นำข้อสังเกต ที่จำเป็นที่เกี่ยวข้องกับโจทย์มาพิจารณาหรือไม่
ขั้นที่ 3 ดำเนินไปตาม แผนของท่าน	ดำเนินไปตามแผน ทำตามแผนแก้ปัญหาของท่าน ตรวจสอบแต่ละขั้นท่านเห็นชัดเจนหรือไม่ว่า ขั้นตอนถูกต้อง ท่านพิสูจน์ได้หรือไม่ว่ามันถูกต้อง

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นที่	วิธีการ
ขั้นที่ 4	ตรวจสอบ
ตรวจสอบ คำตอบได้	ท่านตรวจสอบผลที่ได้ได้หรือไม่ ท่านตรวจสอบข้อโต้แย้งได้ไหม ท่านหาคำตอบได้หลายวิธีไหม ท่านมองเห็นทันทีหรือไม่ ท่านสามารถใช้ผลที่ได้ หรือวิธีการกับปัญหาอื่นๆ บางข้อได้ไหม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 191 – 192) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนก่อน แล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา หรือวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ

ในกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนนี้ยังอาศัยทักษะอื่นๆ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา หรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษา ซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้และโจทย์ต้องการให้หาอะไร หรือพิสูจน์ข้อความใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้หลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้ว ทักษะในการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้การเขียนรูป หรือแผนภาพ ตาราง การสังเกตหาแบบรูปหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า คาดการณ์ หรือคาดคะเนคำตอบประกอบด้วย ผู้สอนจะต้องหาวิธีฝึกวิเคราะห์แนวคิดในขั้นนี้ให้มาก

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะในการคำนวณ การประมาณ คำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้โดยอาศัยความรู้สึกเชิงจำนวน (number sense) หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ (spatial sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

จากการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนหรือกระบวนการที่สำคัญ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา สิ่งแรกที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจก็คือ สัญลักษณ์ต่างๆในปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาในภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่ให้หา อะไรคือเงื่อนไข นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ ซ้ำแล้วซ้ำอีกจนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆในปัญหา สิ่งสำคัญที่นักเรียนจะต้องทำในขั้นนี้คือ การนึกทบทวนความรู้ที่มีว่า มีความรู้อะไรบ้าง ที่มีส่วนสัมพันธ์กับปัญหานั้นๆ เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยวางแผนในการแก้ปัญหาได้แก่ การพยายามนึกถึงปัญหาที่เคยแก้มาก่อนซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกัน ในการวางแผนนั้นควรแบ่งเป็นขั้นๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ๆ และในขั้นตอนใหญ่ๆ ก็จะมีขั้นตอนเล็กๆ อีกมากมาย

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือ ทักษะการคำนวณ รู้จักเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ เป็นขั้นตรวจวิธีการและคำตอบ ขั้นนี้เป็น การตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผล ตลอดจน ขบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

ซึ่งทั้ง 4 ขั้นตอนล้วนมีความสำคัญ และมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ตลอดจน มีความสัมพันธ์กับความสมเหตุสมผลกับคำตอบที่ได้

4.6 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

แคโรล กรีนส์และคณะ (ยุพิน พิพิธกุล. 2530: 134 - 135; อ้างอิงจาก Carole Greens;et al. 1972: 67; Problem Solving in The Mathematics Laboratory) ได้กล่าวถึงวิธีการในการแก้ปัญหาว่าอาจจะใช้กลวิธีหลายๆ อย่าง จึงจะแก้ปัญหาได้ กลวิธีต่างๆ มีดังนี้

1. วิธีการคาดคะเนหรือเดาคำตอบไว้ล่วงหน้า ลองเดาดูเสียก่อนเพื่อจะได้หาสิ่งที่จะต้องอ้างถึงต่อไป

2. การทำให้เป็นอย่างง่าย ๆ มี 2 แบบ คือ

2.1 ทำโจทย์ให้เป็นกรณีที่ย่างๆ เท่าที่จะทำได้แล้วลองหารูปและความสัมพันธ์เพื่อขยายไปเป็นโจทย์เดิมที่ซับซ้อนขึ้น

2.2 แยกแยะโจทย์เดิม วิเคราะห์ปัญหาย่อยๆ แล้วรวบรวมผลเข้าสู่ปัญหาเดิม

3. การทดลอง ใช้การทดลองเพื่อแก้ปัญหา เช่น การโยนลูกเต๋า การสร้างรูป การวัดการคำนวณ ฯลฯ คอยสังเกตดูว่าผลจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร เป็นการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลพิจารณา

4. การสร้างแผนภาพ ช่วยทำให้ปัญหาเป็นรูปธรรมที่เห็นได้ชัดเจน ซึ่งทำให้มองเห็นแนวทางในการคิด ช่วยในการหาคำตอบได้

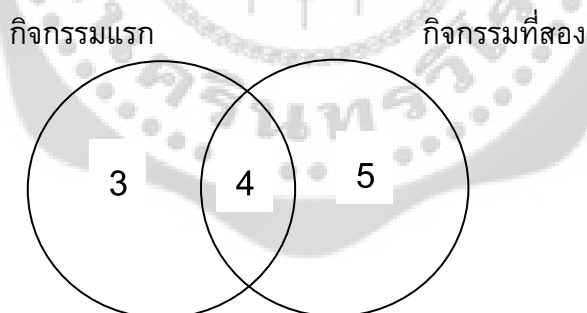
5. การทำตารางเก็บข้อมูลจากโจทย์ปัญหา การทำตารางจะช่วยให้มองเห็นข้อที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน เห็นรูปแบบได้ชัดเจน อันจะนำไปสู่การสรุปการแก้ปัญหาได้

6. การเขียนกราฟ กราฟเป็นสิ่งที่แทนข้อมูลต่างๆ ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลเห็นแนวทางของสิ่งที่น่าจะเป็นไปได้

เคนดี้ (Kenndy. 1983: 82) ได้ให้ความคิดเห็นในเรื่องยุทธวิธีในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การหารูปแบบ เป็นการจัดระบบของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดและจัดเป็นรูปแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจเป็นรูปแบบของจำนวนหรือรูปแบบของรูปเรขาคณิต เช่น การหารูปทั่วไปของจำนวนสามเหลี่ยม (Triangular Number)

2. เขียนแผนผังหรือภาพประกอบ เป็นการเขียนแผนผังหรือภาพต่างๆ ของสถานการณ์ปัญหา เพื่อช่วยให้เห็นความสัมพันธ์และแนวทางในการหาคำตอบ เช่น กำหนดปัญหา “ครูมานะต้องการจัดนักเรียน 12 คน ทำกิจกรรม 2 อย่างโดยมีเงื่อนไขให้นักเรียนทำกิจกรรมแรกจำนวน 3 คน และทำกิจกรรมแต่ละอย่าง” เขียนแผนภาพแทนสถานการณ์ปัญหาข้างต้นได้ดังนี้

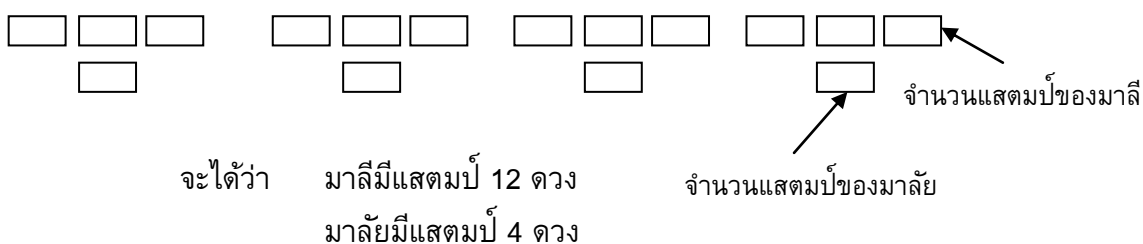


จากแผนภาพจะได้ว่า

กิจกรรมแรกมีนักเรียน 7 คน

กิจกรรมที่สองมีนักเรียน 9 คน

3. สร้างรูปแบบ เป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่คล้ายกับการเขียนแผนภาพ แต่มีประโยชน์ดีกว่าตรงที่นักเรียนสามารถเคลื่อนสิ่งที่นำมาจัดรูปแบบได้ เช่น เมื่อกำหนดปัญหา “มาลีมีแสตมป์เป็นสามเท่าของมาลัย ถ้ามาลัยมีแสตมป์มากกว่าที่มีอยู่เดิม 8 ดวง เขาทั้งสองจะมีแสตมป์เท่ากัน จงหาว่ามาลีมีแสตมป์กี่ดวง” จัดรูปแบบได้ดังนี้



4. การสร้างตารางหรือกราฟ การจัดข้อมูลลงในตารางเป็นการนำเสนอข้อมูลที่ง่ายและนำไปสู่การค้นพบรูปแบบและข้อชี้แนะอื่นๆ

5. การเดาและตรวจสอบ เป็นการหาคำตอบของปัญหาจากสามัญสำนึก ผู้แก้ปัญหาคาดเดาแล้วตรวจสอบถ้าไม่ได้คำตอบก็เปลี่ยนการเดาและตรวจสอบอีกครั้งจนกระทั่งได้คำตอบของปัญหา การเดาและการตรวจสอบเป็นวิธีการที่ง่าย แต่อาจใช้เวลามากกว่าวิธีอื่นๆ

6. การแจงกรณีที่เป็นไปได้ เป็นการแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา ใช้ได้ดีในกรณีที่มีจำนวนที่เป็นไปได้ที่แน่นอน มักจะใช้ตารางช่วยในการแจงกรณี

7. เขียนประโยคทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงสถานการณ์ของปัญหา มีเป้าหมาย 2 ประการ คือ เป็นการแสดงความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและเป็นการแสดงให้รู้ว่าต้องคิดคำนวณอย่างไรในการแก้ปัญหา นักเรียนที่เขียนประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องแสดงว่าเข้าใจปัญหานั้นและนำไปสู่การดำเนินการหาคำตอบได้ถูกต้อง

8. การดำเนินการแบบย้อนกลับ ยุทธวิธีนี้เริ่มจากข้อมูลที่ได้รับจากขั้นตอนสุดท้าย แล้วทำย้อนขั้นตอนกลับสู่ข้อความสำคัญที่กำหนดเริ่มต้น ใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

9. ระบบข้อมูลที่ต้องการและข้อมูลที่กำหนดให้

10. การแบ่งปันเป็นปัญหาย่อยๆ หรือเปลี่ยนมุมมองของปัญหา บางปัญหา มีความซับซ้อนหรือมีหลายขั้นตอน เพื่อความสะดวกอาจแบ่งปัญหาให้เป็นปัญหาที่เล็กลงเพื่อง่ายต่อการหาคำตอบ แล้วนำผลการแก้ปัญหาย่อยๆ นี้ไปตอบปัญหาที่กำหนดหรือบางปัญหาอาจต้องใช้การคิดและเปลี่ยนมุมมองที่ต่างไปจากที่คุ้นเคยที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้น

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 64) ได้เสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

วิธีการแก้ปัญหามีความน่าสนใจในเรื่องกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการพัฒนาวิธีการแก้ไขสิ่งที่ไม่รู้ ดังนั้นนักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องมี “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” ซึ่งจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ด้วยความระมัดระวังในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ และใช้คุณสมบัติที่เหมาะสมในการกำหนดปัญหามนสถานการณ์พื้นฐานที่เขาพบ ตัวอย่างเช่น เด็กน้อยคนหนึ่งรู้สึกประหลาดใจเมื่อเขาคิดว่า จะต้องใช้เวลานานเท่าไรในการนับเลขจากหนึ่งถึงล้าน

การแก้ปัญหที่ดีเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกจะทำให้ความรู้อันมั่นคงและเพิ่มพูนโดยจะกระตุ้นให้เกิดความสนใจที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ซึ่งความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ทั้งหลายนั้น

สามารถที่จะเกิดขึ้นได้โดยผ่านทางปัญหาพื้นฐานและจากมวลประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนหรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสนใจที่จะหาสูตรทำพินช์ (punch) ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างน้ำกับน้ำตาลไม้ เพื่อให้มีรสผลไม้มากขึ้น ซึ่งนักเรียนพยายามคิดวิธีที่แตกต่างกัน ถึงตอนนั้นครูช่วยให้นักเรียนเกิดการใช้ทักษะสัมพันธ์ร่วมกัน การกระทำดังนี้เป็นความสำคัญอันดับแรกที่จะนำไปสู่ความคิดรวบยอดที่สูงขึ้นไป

นักเรียนต้องการที่จะพัฒนากรอบของยุทธวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจใช้แผนภาพสังเกตรูปแบบรูป หรือพยายามหาความหมายพิเศษ หรือเลือกใช้การตรวจสอบ ยุทธวิธีเหล่านี้ต้องการชี้แนะอย่างยั้ง เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาควรต้องมีความสอดคล้องกับหลักสูตรด้วย ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน ที่จะตรวจสอบและปรับปรุงยุทธวิธี ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

การสอนของครูมีบทบาทที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนครูต้องเลือกปัญหาที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน หัววิธีการ สถานการณ์แวดล้อมที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจ ลองผิดลองถูก แบ่งปันความล้มเหลว และความสำเร็จร่วมกัน ซึ่งครู ควรใช้คำถามนำเรื่อยไป ดังนั้นภายในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเชื่อมั่นและต้องการที่จะสำรวจปัญหาต่างๆ สามารถพิจารณาและตัดสินใจภายใต้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาของตนเองได้

จิวีวรรณ เศวตมัลย์ (2542: 36 – 38) ได้เสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะของปัญหา (Characterize the problem) อะไรคือสิ่งที่กำหนดอะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรขาดหายไป ท่านกำลังค้นหาอะไร ข้อมูลที่จำเป็นกำหนดมาให้หรือไม่ จงดูตัวอย่าง ข้อมีกรณีพิเศษใดหรือไม่ที่กำหนดขอบข่ายของคำตอบที่เป็นไปได้ ท่านสามารถทำปัญหานั้นให้ง่ายลง โดยใช้ประโยชน์จากการสมมาตรหรือทำข้อความ “โดยไม่สูญเสียความเป็นกรณีทั่วไป” เพื่อย่อเจตย์ทั้งข้อเป็นกรณีเฉพาะได้หรือไม่

2. ท่านเคยเห็นปัญหานั้นมาก่อนหรือไม่ (Have you seen this before?) หรือท่านเคยเห็นปัญหานี้ในรูปแบบที่แตกต่างไปเพียงเล็กน้อยไหม ถ้าเคย ท่านสามารถถ่ายทอดไปสู่ปัญหานี้แล้วใช้วิธีการบางตอนที่เคยแก้ปัญหาเดิมมาใช้ได้หรือไม่ จงตั้งปัญหาที่คล้ายคลึงกันที่มีตัวแปรน้อยกว่าแล้วแก้ดูโดย “การคล้าย” เจื่อนไขในข้อหนึ่งหรือมากกว่านั้น ท่านสามารถเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหาเดิมบ้างหรือไม่

3. ค้นหารูปแบบ (Look for a Pattern) โดยการพิจารณาลักษณะโดยภาพรวมของอนุกรม $1 + 2 + \dots + 100$ หุ่น้อย Frederick Gauss ก็สร้างรูปแบบนี้ได้ : $1+100 = 2 + 99 = \dots 101$ ความเข้าใจยั้งนี้ได้นำไปสู่การสังเกตทันทีว่า ตัวเลขอีก 50 คู่ เช่นนี้ก็สามารสร้างขึ้นมาได้เจตย์การหาผลบวกตั้งแต่ 1 ถึง 100 ก็กลายเป็นงานหาผลคูณอย่างง่าย, $50 \times 101 = 5,050$

4. การทำให้ง่ายลง (Simplification) บางครั้งความสัมพันธ์หรือรูปแบบง่าย ๆ อาจถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบหรือนิพจน์ที่ “ยุ่งเหยิง” จงพยายามแทนค่ารูปที่ยุ่งเหยิงด้วยสัญลักษณ์ง่าย ๆ

แล้วค้นหาความสัมพันธ์ที่อยู่เบื้องหลัง การจัดพจน์ในนิพจน์ที่ซับซ้อนเสียใหม่อาจจะนำไปสู่ผลสำเร็จที่ปลายทางเดียวกัน

5. การลดลง (Reduction) ปัญหาของท่านสามารถแบ่งปัญหาย่อยๆ ที่จะแก้ได้ง่ายขึ้นหรือไม่

6. การทำย้อนกลับ (Work backwards) เมื่อท่านพยายามพิสูจน์ทฤษฎีบทที่ท่านทราบอยู่แล้วว่าเป็นจริง อาจจะง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นทำจากข้อสรุปขึ้นไปหาเหตุผล

7. จัดทำรายการ (Make a list) ถ้าท่านใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ มันอาจจะเป็นไปได้ที่จะจัดทำรายการทั้งหมดของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการบางอย่าง ถ้าท่านสนใจในผลลัพธ์ใดโดยเฉพาะของกระบวนการนั้น มันก็ควรจะรวมอยู่ในรายการทั้งหมดนั้น

8. สถานการณ์จำลอง (Simulation and modeling) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อาจสร้างโดยการเลียนแบบกระบวนการที่ซับซ้อนในคณิตศาสตร์หรือในโลกแห่งความจริงนั้นถ้าผลที่ได้รับโดยใช้สถานการณ์จำลองถูกต้องแม่นยำแล้ว สถานการณ์จำลองนั้นคือความสำเร็จ

9. ตรรกศาสตร์ทางการ (Formal Logic) อุปนัยทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในคณิตศาสตร์หลายสาขา เช่นเดียวกับเทคนิคที่เรียกว่า การพิสูจน์โดยอ้อม (Indirect prove) ซึ่งเป็นที่รู้กันว่าเป็นการพิสูจน์แบบ Contrapositive ด้วย

10. คำตอบของท่านมีความหมายหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบของท่านโดยใช้สามัญสำนึกและการให้เหตุผลแบบมีทางเลือก

11. ข้อสุดท้าย เมื่อใดก็ตามที่ท่านพยายามจะแก้ปัญหา จงค้นหาวิธีหลายๆ วิธีเพื่อเป็นตัวแทนลักษณะของปัญหา จงสร้างรูปและระบุชื่อประกอบ จัดทำรายการคุณลักษณะ เขียนรายการแสดงความสัมพันธ์ เป็นต้น ยิ่งท่านมีวิธีแทนปัญหาได้มากเท่าใด ก็ยังมีแนวโน้มที่ท่านจะค้นพบความสัมพันธ์ที่แอบแฝงอยู่ ซึ่งจะเป็นกุญแจไขไปสู่คำตอบได้มากเท่านั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 191-195) ได้เสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะ / กระบวนการแก้ปัญหาได้ ผู้สอนต้องให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหาหรือเกมที่น่าสนใจ ทำท่ายให้อยากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนหรือผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยอาจเริ่มด้วยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ก่อน ต่อจากนั้นจึงเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถสูงผู้สอนควรเพิ่มปัญหาที่ยากซึ่งต้องใช้ความรู้ที่ซับซ้อนหรือมากกว่าที่กำหนดไว้ในหลักสูตรให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยกำหนดประเด็นคำถามนำให้คิดและหาคำตอบเป็นลำดับเรื่อยไปจนผู้เรียนหาคำตอบได้ หลังจากนั้นให้ปัญหาต่อๆ ไป ผู้สอนจึงค่อยๆ ลดประเด็นคำถามลงไปจนสุดท้ายเมื่อเห็นว่าผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาเพียงพอแล้วก็ไม่จำเป็นต้องให้ประเด็นคำถามซ้ำๆ ก็ได้

ในการจัดให้ผู้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนนั้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแล้ว การพัฒนาให้มีทักษะ ผู้สอนควรเน้นฝึกการวิเคราะห์แนวคิดอย่างหลากหลายในชั้นวางแผนแก้ปัญหาให้มาก เพราะเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและยากสำหรับผู้เรียน

ตัวอย่างการแก้ปัญหา

กำหนดสถานการณ์ปัญหา “ไต่กับกระต่าย” ดังนี้

พ่อของนิตยาเลี้ยงไต่กับกระต่ายไว้จำนวนหนึ่ง ปกติพ่อจะแยกเลี้ยงไต่ไว้ในเล้า และเลี้ยงกระต่ายไว้ในกรง วันหนึ่งพ่อปล่อยให้ไต่กับกระต่ายออกมาวิ่งเล่นในทุ่งหญ้าหลังบ้าน นิตยาออกมาเดินเล่นเห็นเข้าจึงไปถามพ่อ

นิตยา : คุณพ่อเลี้ยงไต่กับกระต่ายไว้ยี่สิบตัว

พ่อ : ถ้าลูกอยากรู้ต้องหาคำตอบเองนะ พ่อรู้ว่านับไต่ กระต่าย รวมกันได้ 30 ตัว ถ้านับขาไต่กับกระต่ายรวมกัน จะได้ 86 ขา

นิตยา : ไม่ยากเลยคะคุณพ่อ หนูหาคำตอบได้

จากการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ว่า ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการให้โอกาสนักเรียนวิเคราะห์ปัญหา สร้างความสัมพันธ์และแบบรูปขึ้นจากปัญหา แบ่งประเด็นปัญหา ออกเป็นปัญหาย่อยๆ เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหานั้นๆ ตลอดจนการให้นักเรียนรู้จักการคาดเดาคำตอบ และการตรวจสอบคำตอบที่ได้ ภายใต้สภาพแวดล้อมหรือสถานการณ์จำลองที่เอื้อ และส่งเสริมให้นักเรียนได้คิด

4.7 ทักษะและเทคนิคการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

คิลแพทริก (Kilpatrick. 1985: 1 – 15) สรุปว่าวิธีการเรียนแก้ปัญหาที่ใช้กันมากมี 5 เทคนิควิธีการผสมผสาน ได้แก่

1. ออสโมซิส (Osmosis) สอนการแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมของปัญหาส่งเสริมให้เด็กทำการแก้ปัญหาโดยจัดบรรยากาศแห่งการสนับสนุนให้ความกดดันในเรื่องเวลา กลัวความล้มเหลวหรือความกดดันอื่นๆ นักเรียนจะเรียนรู้เทคนิควิธีการแก้ปัญหาได้เอง

2. การจดจำ (Memorization) ครูสอนขั้นตอนการหาคำตอบให้แก้ปัญหาที่กำหนด และให้เด็กจดจำวิธีทำ เทคนิค วิธีลัดระดับของปัญหาเป็นเพียงแบบฝึกหัดและไม่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้การแก้ปัญหาชุดอื่นๆ ได้ เทคนิคการจดจำที่นักเรียนใช้กันบ่อยๆ ก็คือ การจดจำวิธีการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา (Polya' s Four-Phase Approach) คือขั้นทำความเข้าใจ

ปัญหา (Understanding the Problem) วางแผน (Devising a Plan) ดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan) และตรวจสอบ (Looking Back)

3. การเลียนแบบ (Imitation) วิธีนี้ครูจะให้นักเรียนวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคำตอบ (Problem Solution) ของตนกับของผู้เฉลยปัญหา ซึ่งถือว่าเป็นแม่แบบที่ผู้อื่นทำไว้เป็นต้นแบบเช่นของผู้แต่งตำราเล่มที่นักเรียนใช้อยู่ เพื่อจะได้เลียนแบบวิธีการแก้ปัญหาที่ตามแม่แบบ

4. การร่วมมือกับเพื่อน (Co-operation) วิธีการนี้ครูจะส่งเสริมให้นักเรียนร่วมแก้ปัญหาโดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อยเพื่อจะได้ช่วยกันคิดและค้นหาวิธีการหาคำตอบของปัญหา วิธีการนี้ทำให้นักเรียนสามารถประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งถ้านักเรียนคิดและทำคนเดียวอาจยากเกินไปและอาจยากเกินความสามารถ

5. วิธีการสะท้อนความคิด หรือประเมินความคิด (Reflection) พาเพิท (Kilpatrick. 1985: 1 – 15 ; citing Papert. n.d.) เชื่อว่าเด็กเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงและโดยการประเมินความคิดของตนเองออกมา การใช้วิธีนี้ครูจะส่งเสริมให้เด็กทำบันทึก (Journal) เกี่ยวกับกิจกรรมการแก้ปัญหาของตนซึ่งรวมทั้งตัวปัญหา วิธีการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหาและการตรวจสอบปัญหาวิธีการและผลลัพธ์

สุลัดดา ลอยฟ้า และคณะ (2530: 13 – 15) กล่าวถึงทักษะที่ต้องนำมาใช้ในวิธีการเรียนแบบแก้ปัญหา คือ

1. ทักษะการเขียนประโยคสัญลักษณ์ ครูจะต้องสอนให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อความที่เป็นคำพูดให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้

2. ทักษะการคิดคำนวณ เป็นทักษะที่จำเป็นหลังจากเปลี่ยนโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์

3. ทักษะการเขียนภาพ หรือวาดภาพแทนโจทย์ปัญหา ปัญหาหลายปัญหาจะชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้น ถ้าวาดภาพหรือเขียนแผนภาพประกอบ ทักษะการเขียนภาพหรือวาดภาพแทนปัญหาถือว่าเป็นทักษะที่จำเป็นในการแก้ปัญหา

4. ทักษะการใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหา

5. ทักษะการพิจารณาข้อมูลหรือส่วนที่จำเป็นเพิ่มเติม ในการแก้ปัญหามีหลายกรณีที่เงื่อนไขหรือข้อมูลที่กำหนดให้ในสถานการณ์ของปัญหายังไม่เพียงพอที่จะหาคำตอบได้ นักเรียนควรมีประสบการณ์ในการพิจารณาข้อมูลหรือเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการหาคำตอบที่ขาดหายไป

6. ทักษะการพิจารณาข้อมูลหรือส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องสำหรับการหาคำตอบ

7. ทักษะการประมาณค่าผลลัพธ์หรือคำตอบ การประมาณค่าเป็นทักษะที่สำคัญมากที่ใช้ในชีวิตประจำวัน มีหลายสถานการณ์ที่จำเป็นต้องหาคำตอบอย่างรวดเร็ว และรวดเร็ว นอกจากนี้ถ้านักเรียนมีทักษะในการประมาณค่าจะช่วยให้นักเรียนพิจารณาคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาคือเป็นคำตอบที่เป็นไปได้และสมเหตุสมผล

8. ทักษะการสร้างปัญหา นักคณิตศาสตร์หลายท่านเชื่อว่า ถ้านักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนได้ดีขึ้น เพราะนักเรียนจะเข้าใจปัญหาและโครงสร้างปัญหาได้ดีกว่า

9. ทักษะการอ่านแผนภูมิ การเสนอข่าวสารข้อมูลที่จำเป็นในชีวิตประจำวันทุกวันนี้ ส่วนมากมักจะพบเสมอในแผนภูมิหรือแผนภาพต่างๆ จึงจำเป็นที่นักเรียนจะต้องมีทักษะในการอ่าน เพื่อจะเก็บข้อมูลที่จำเป็นสำหรับแก้ไขปัญหาก็ได้ถูกต้อง

10. ทักษะการเขียนแผนผัง (Flow Charts) เป็นทักษะที่ถือว่าสำคัญสำหรับสังคมปัจจุบัน

จากการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ว่า การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูต้องคอยส่งเสริมและพัฒนาทักษะต่างๆ เหล่านี้ให้กับนักเรียน

1. ทักษะการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา บอกได้ว่า โจทย์ให้อะไรมา และโจทย์ต้องการให้หาอะไรมา

2. ทักษะการเขียนประโยคสัญลักษณ์ สอนให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อความที่เป็นคำพูดให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้

3. ทักษะการเชื่อมโยง การนำความรู้และทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ

4. ทักษะการคำนวณ การคิดหาคำตอบโดยการบวก ลบ คูณ หาร โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. ทักษะการให้เหตุผล สามารถหาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล

6. ทักษะการเขียนสัญลักษณ์ เช่น รูปภาพ แผนผัง แบบรูป

7. ทักษะการประมาณค่าคำตอบ และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

4.8 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา

บทบาทครู

สเตซี และโกรฟ (Schoenfeld. 1989: 83 – 103 : citing Stacey; & Groves. n.d.) ได้สรุปบทบาทของครูในการเรียนแก้ปัญหาว่า

1. ช่วยให้นักเรียนยอมรับความท้าทายที่ว่า “ปัญหาจะไม่ใช้ปัญหามากกว่าเขาต้องการจะแก้มัน”

2. สร้างบรรยากาศที่สนับสนุนการแก้ปัญหา กล่าวคือ บรรยากาศที่เด็กพร้อมจะแก้ปัญหาก็ไม่คุ้นเคยและไม่ตกอยู่ในความกลัวเมื่อติดขัดขณะกำลังทำ

3. ให้เด็กได้ทำงานในแนวทางของตนเองเพื่อหาคำตอบและครูจะช่วยเมื่อจำเป็นแต่ไม่ใช่ด้วยการบอกคำตอบ

4. ให้สอนการทำงาน เช่น ให้เด็กคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ทำ สิ่งที่อยู่รอบตัว หรือเขียนออกมาเพื่อให้เด็กเข้าใจกระบวนการที่เกี่ยวข้อง

5. อภิปรายกับเด็กเกี่ยวกับกระบวนการที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้เด็กได้สัมผัสกับสิ่งที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป เด็กจะเรียนรู้มากขึ้น ถ้าครูเบนความสนใจของเขาไปสู่ยุทธวิธีหรือกระบวนการที่เกี่ยวข้อง

บทบาทของผู้แก้ปัญหา

ชุยแดม (Suydam. 1980: 36) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักแก้ปัญหาที่ดีไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. มีความสามารถในการเข้าใจในความคิดรวบยอด (Concepts) และข้อความทางคณิตศาสตร์

2. มีความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึงกันหรือความแตกต่างกัน

3. มีความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง

4. มีความสามารถแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

5. มีความสามารถในการวิเคราะห์และประมาณค่า

6. มีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และตีความหมายของข้อเท็จจริง

เชิงปริมาณ

7. มีความสามารถในการกล่าวถึงส่วนสำคัญของตัวอย่างที่กำหนดให้

8. มีความสามารถในการเปลี่ยนวิธีการคิดได้อย่างถูกต้อง

9. มีความเชื่อมั่นในตนเองสูงและมีสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่น

10. มีความวิตกกังวลต่ำ

สูลัดดา ลอยฟ้า และคณะ (2530: 12 – 13) ได้เสนอแนะบทบาทของผู้แก้ปัญหาคอร์จะมีลักษณะดังนี้

1. สังเกตและวิเคราะห์สถานการณ์อะไรคือปัญหา

2. พิจารณาและทำปัญหาให้ง่ายในการแก้ปัญหา เช่น ตัดส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออก

เขียนภาพหรือวาดภาพประกอบ

3. เปลี่ยนให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

4. คิดคำนวณหาผลลัพธ์หรือคำตอบจากประโยคสัญลักษณ์

5. นำผลลัพธ์ไปตอบปัญหา แปลความหมายของผลลัพธ์ไปสู่ปัญหา

6. นำปัญหาที่แก้ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง

ยุพิน พิพิธกุล(2539: 87) ได้กล่าวสรุปพื้นฐานความรู้ของผู้แก้ปัญหาว่า

1. ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาอย่างถ่องแท้

2. ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจข้อสรุปทั้งหลายอย่างถูกต้อง

3. ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการอ่าน การตีความ การขยายความ

4. ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการแปลข้อความเป็นสัญลักษณ์หรือแผนภาพ
5. ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ ความเกี่ยวข้องระหว่างประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ที่มีอยู่ใหม่
6. ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการจัดข้อมูล จัดลำดับตามขั้นตอน วิเคราะห์หารูปแบบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

จากการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ว่า บทบาทของครูมีส่วนช่วยในพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนให้ดีขึ้น โดยการเป็นแบบอย่างในการแก้ปัญหา การเลือกวิธีการและการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แก้ปัญหตามกระบวนการการแก้ปัญหาที่ดี อันประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้คิด

4.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

เพอร์โรน (Perrine. 2001 : Online) ได้ศึกษาผลกระทบของการแก้ปัญหาพื้นฐานในการสอนคณิตศาสตร์ของการให้เหตุผลที่เกี่ยวกับสัดส่วนของครู การพัฒนาการให้เหตุผลในเรื่องสัดส่วนมีความสำคัญในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งครูผู้สอนต้องมีวิธีการสอนที่น่าสนใจเพื่อดึงดูดผู้เรียน ทำให้เข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาในการเรียน 1 ภาค จะต้องมีการเก็บคะแนน การเพิ่มขึ้นของคะแนนจะมีผลต่อการเรียนในปีต่อไป มีผู้เข้าร่วมในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 187 คน มีวิทยากรจำนวน 6 ท่าน หนึ่งในนั้นเป็นครูประจำชั้นซึ่งสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ในชั้นเรียนได้ ใน 187 คนนี้ เมื่อถึงภาคเรียนที่ 2 มีนักเรียน 108 คน ประสบปัญหาในการสอน ปลายภาค และในต้นภาคเรียนที่ 3 ผลรวมแสดงออกมาให้เห็นว่าการแก้ปัญหามีเหตุผลมีนัยสำคัญทางสถิติ การแก้ปัญหามีเหตุผลเป็นปัจจัยหลักในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ครูต้องมีวิธีการสอนที่แตกต่างไปจากการสอนแบบเดิม

ฮีแมนเดซ (Hernandez. 2002: 123 – 127) ได้ศึกษาเรื่อง ผลกระทบของภาษาธรรมชาติของนักเรียนในการอธิบายความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การศึกษาทฤษฎีพื้นฐานนี้ทดสอบโดยวิธีการที่นักเรียนใช้ภาษาธรรมชาติของพวกเขา ในการช่วยปัญหาของการเข้าใจคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ และหาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาของเขา ข้อมูลถูกรวบรวมเป็นระยะเวลามากกว่า 8 สัปดาห์โดยวิธีการดำเนินการเชิงคุณภาพ กล่าวคือการสังเกต การเน้นกลุ่ม การอธิบายในกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ และการบันทึกประจำวันของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนระดับเกรด 8 จำนวน 30 คน (ชาย 12 คน และหญิง 18 คน) ซึ่งมีเชื้อสายลาตินอเมริกา-แอฟริกาและจาไมกา ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่เพียงแต่

มีความสุขอย่างเดียวในการใช้ภาษาธรรมชาติในการอภิปรายปัญหาคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ แต่ทำให้การอภิปรายนั้นง่ายขึ้นในการอ่าน และเข้าใจถึงปัญหา และทักษะการดำเนินการมีการพัฒนา ร่วมกันในการแก้ปัญหาของพวกเขา นักเรียนมีการพัฒนาการสื่อสารทางสังคมที่ช่วยพวกเขาในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มที่ทำให้ชิ้นงานที่มอบหมายนั้นเสร็จบันทึกประจำวันแสดงความคิดเห็น ในการปรับปรุงเจตคติทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น และการเพิ่มความมั่นใจในตนเองและความเคารพตนเองเช่นเดียวกับที่พวกเขามีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของเขาเอง

วิลเลียมส์ (Williams. 2003: 185 – 187) ได้ศึกษาถึงการเขียนตามขั้นตอน

กระบวนการแก้ปัญหาว่า สามารถช่วยส่งเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิตจำนวน 42 คน แบ่งกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มทดลองสามารถทำงานแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม การเขียนตามขั้นตอนกระบวนการการแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองเรียนรู้การใช้ขั้นตอนตามกระบวนการ การแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเขียน และนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

แอนเดอสัน (Anderson. 2007: 58 – 62) ได้ทำการวิจัยผลสัมฤทธิ์ของการรวมระบบการเรียน(ILS; Intergrated Learning System) เพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมเกรด 3 ถึงเกรด 6 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมในการศึกษาโดยเปรียบเทียบกับเด็กที่เรียนจากโรงเรียนที่จัดพิเศษโดยเฉพาะ ผลปรากฏว่า ไม่พบความแตกต่างระหว่างเด็กทั้งสองกลุ่มในด้านการพัฒนาการของคะแนนคณิตศาสตร์ และพบว่า นักเรียนจำนวน 10 คน จาก 56 คน มีคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสัมพันธ์กับด้านทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างโดดเด่น เมื่อเรียนโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาร่วมในการเรียนรู้ ร่วมกับการได้รับคำแนะนำจากครู

งานวิจัยในประเทศ

ปฐมพร บุญลี (2545: 68) ได้ศึกษาการสร้างแบบฝึกหัดทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการทดลองสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะสูงกว่าก่อนการทดลองสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่าประสิทธิภาพของชุดแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร โดยภาพรวมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

เทอดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์ (2547: 51 – 52) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและเชื่อมโยง เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สอบผ่านเกณฑ์การเรียนมากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

นัญญกัญญา เจริญเกียรติบวร (2547: 61 – 65) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากใช้การเรียนแบบร่วมมือ สูงกว่าก่อนใช้แบบการเรียนแบบร่วมมือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วลีพร เดชเดชา (2547: 42 – 45) ได้ทำการวิจัย เพื่อการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จินดาภรณ์ ช่วยสุข (2549: 72 – 77) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยหนังสือเล่มเล็กโดยใช้กิจกรรมกลุ่ม พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยหนังสือเรียนเล่มเล็กโดยใช้กิจกรรมกลุ่มสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จินตนา วงศามารถ (2549: 70 – 75) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้เกมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้เกม สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 และ ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนภายหลังปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้เกมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนรวมทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดังกล่าว พบว่า มีวิธีการสอนที่หลากหลายที่เป็นกระบวนการที่พัฒนาในการวิเคราะห์ แก้ปัญหา ที่จะสามารถทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาวิธีการสอนที่ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 144 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง สถิติ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาดำเนินการศึกษาค้นคว้า ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลา 7 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ทดสอบหลังเรียน 1 คาบ และดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots 5 คาบ โดยแบ่งหัวข้อไว้ ดังนี้

- | | |
|--|-------|
| 1. ระเบียบวิธีทางสถิติ | 1 คาบ |
| 2. การนำเสนอข้อมูล | 1 คาบ |
| 3. การนำเสนอข้อมูลในตารางแจกแจงความถี่ | 1 คาบ |
| 4. ฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ | 1 คาบ |
| 5. การคำนวณ และการเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูล | 1 คาบ |

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่องสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. **แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots** มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม

1.2 ศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ

1.3 ศึกษาสาระการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ จากหนังสือแบบเรียน วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคู่มือครูตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4 กำหนดเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- 1.4.1 สาระที่
- 1.4.2 มาตรฐานการเรียนรู้
- 1.4.3 ตัวชี้วัด
- 1.4.4 สาระสำคัญ
- 1.4.5 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.4.5.1 ด้านความรู้
 - 1.4.5.2 ด้านทักษะ/ กระบวนการ
 - 1.4.5.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 1.4.6 สาระการเรียนรู้
- 1.4.7 กิจกรรมเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. **ขั้นสังเกต** เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์หรือกิจกรรมที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเผชิญเป็นการกระตุ้นและเร้าความสนใจของผู้เรียน เน้นการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้และตอบได้ว่ามีข้อมูลอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น และคำถามเพื่อให้ทราบถึงความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อสถานการณ์หรือกิจกรรมที่จัดขึ้น

2. **ขั้นอธิบาย** เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามหาคำอธิบาย หรือหาสาเหตุของปัญหาในขั้นแรก เน้นการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหาสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหาและเสนอทางเลือกในการแก้ปัญหา คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนบอกถึงการดำเนินการในการแก้ปัญหาหรือการวางแผนการแก้ปัญหา และคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนบอกประโยชน์ของข้อมูลที่มีอยู่ว่าสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างไร

3. **ขั้นทำนายและทดสอบ** เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกัน และทำการทดลองเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ เน้นการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพิจารณาความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีและเลือกทดสอบวิธีที่ดีที่สุดโดยคำนึงถึงข้อจำกัดของแต่ละวิธี คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนบอกถึงข้อดีของวิธีการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนเลือกนำมาใช้ และคำถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธี

4. **ขั้นนำไปใช้** เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ เน้นการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสรุปหลักการ กฎเกณฑ์ ความรู้หรือวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง และคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบให้ได้ว่าหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีแก้ปัญหาที่ค้นพบนำไปปรับใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้อย่างไร

1.4.8 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1.4.9 ภาระงาน/ ชิ้นงาน

1.4.10 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.4.11 บันทึกหลังสอน

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งสื่อการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ไปให้อาจารย์ที่ศึกษาศาสตร์นิพนธ์ตรวจสอบก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจนและความถูกต้องของภาษา และความเหมาะสมของกิจกรรมที่ใช้ในการเรียนรู้ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับความถูกต้องของเนื้อหา รูปแบบของใบงาน และการใช้ภาษาให้เป็นรูปธรรม

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับความถูกต้องของเนื้อหา เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และปรับจำนวนข้อของใบกิจกรรม/ ใบงานให้มีความเหมาะสม รวมถึงการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้แล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ศึกษาศาสตร์นิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน จากนั้นสังเกตและบันทึกข้อบกพร่องของความยากง่ายของเนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรม เวลา และภาษาที่ใช้ในการเรียนการสอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหา สถานการณ์ บทความเรื่องราวต่างๆ รวมจำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีคำถามครอบคลุมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

ด้านการจำแนก	4 ข้อ
ด้านการจัดหมวดหมู่	4 ข้อ
ด้านการเชื่อมโยง	4 ข้อ
ด้านการสรุป	4 ข้อ
ด้านการประยุกต์	4 ข้อ

โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยแบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการเชื่อมโยง ด้านการสรุป และด้านการประยุกต์

2.2 ศึกษาทฤษฎี นิยาม เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.3 เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเขียนนิยามตามคุณลักษณะที่ต้องการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 1 ฉบับ ตามที่นิยามไว้มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหา สถานการณ์ บทความ เรื่องราวต่างๆ ซึ่งมีคำถามครอบคลุมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน รวมจำนวน 30 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์พิจารณาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำเกี่ยวกับการเรียงลำดับตัวเลือกของแบบทดสอบ การใช้ตัวหนาเน้นข้อความที่เป็นปฏิเสธ และการใช้ภาษาให้กระชับและเข้าใจง่ายขึ้น

2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำแบบทดสอบไปคำนวณหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบรายข้อ (IOC) คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1 จำนวน 30 ข้อ

2.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย เขตปทุมวัน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง สถิติ มาแล้ว จำนวน 50 คน จากนั้นตรวจให้คะแนนโดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบถูก และให้

0 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบผิดและไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก แล้วนำผลการตอบแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EVANA แล้วคัดเลือกข้อที่มีความยาก(p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก(r) 0.20 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ ที่ครอบคลุมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน เป็นข้อสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งได้หาค่าความยาก(p) ระหว่าง 0.46 - 0.79 และค่าอำนาจจำแนก(r) อยู่ระหว่าง 0.25 - 0.83

2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปทดลองครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ที่ผ่านการเรียนเรื่อง สถิติ มาแล้ว จำนวน 50 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตามสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson KR-20) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2540: 183 – 184) โดยใช้โปรแกรม EVANA ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

2.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์มาจัดพิมพ์ เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.10 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ในข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. บริษัทนำเข้ารถยนต์ได้ทำการสำรวจสีของรถยนต์ที่ลูกค้ามีความประสงค์จะซื้อจากลูกค้า 10,000 คน เพื่อนำเข้ารถยนต์ จากข้อมูลข้างต้นบริษัทนำเข้ารถยนต์ต้องใช้ค่ากลางประเภทใดในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
- 2) มัชฐาน
- 3) ฐานนิยม
- 4) ค่ากึ่งกลางพิสัย

ตอบ ข้อ 3) ฐานนิยม เพราะสีรถยนต์เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ฐานนิยมจึงเป็นค่ากลางในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสมที่สุด

2. ข้อมูลชุดหนึ่งมีดังนี้ 2, 4, 3, 5, 12, 5, 18, 6, 4, 2, 9, 4 ให้ A เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต B เป็นมัชฐาน C เป็นฐานนิยม ค่ากลางทั้งสามเรียงจากน้อยไปมากตรงกับข้อใด

- 1) A, B, C
- 2) C, B, A
- 3) B, C, A
- 4) A, C, B

ตอบ ข้อ 1) A, B, C เพราะค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 6.17 มัธยฐาน เท่ากับ 4.5 และฐานนิยม เท่ากับ 4

3. มีพี่น้อง 4 คน มี 2 คน น้ำหนักเท่ากันและหนักน้อยกว่า 2 คนที่เหลือ ถ้าฐานนิยม มัธยฐาน และ พิสัยของน้ำหนักของเด็กทั้ง 4 คนนี้คือ 40 , 41 และ 6 กิโลกรัมแล้วค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักของเด็กทั้ง 4 นี้เท่ากับข้อใด

- 1) 41 กิโลกรัม
- 2) 42 กิโลกรัม
- 3) 43 กิโลกรัม
- 4) 44 กิโลกรัม

ตอบ ข้อ 2) 42 กิโลกรัม เพราะ ฐานนิยม เท่ากับ 40 มี 2 คน น้ำหนักเท่ากัน จึงมีน้ำหนักเท่ากับ 40 มัธยฐาน เท่ากับ 41 หาได้จาก

$$(\text{ตำแหน่งที่ } 2 + \text{ตำแหน่งที่ } 3) \div 2 = 41$$

$$\text{จะได้ว่า } (40+x) \div 2 = 41$$

$$\text{ดังนั้น } x = 42$$

และ พิสัย เท่ากับ 6 พิสัยหาได้จาก ค่าสูงสุด - ค่าต่ำสุด

$$\text{จะได้ว่า } \text{ค่าสูงสุด} - 40 = 6$$

$$\text{ดังนั้น } \text{ค่าสูงสุด} = 46$$

จากข้างต้น จะได้ว่า น้ำหนักของพี่น้อง 4 คน คือ 40, 40, 42, 46

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ $(40+40+42+46) \div 4 = 42$

4. ในห้องเรียนห้องหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนนักเรียนหญิง ถ้าความสูงเฉลี่ยของนักเรียนหญิงเป็น 152 เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าความสูงเฉลี่ยของนักเรียนชายอยู่ 3 เซนติเมตร ความสูงของนักเรียนทั้งห้องเป็นเท่าใด

- 1) 152 เซนติเมตร
- 2) 153 เซนติเมตร
- 3) 154 เซนติเมตร
- 4) 155 เซนติเมตร

ตอบ ข้อ 2) 153 เซนติเมตร

เนื่องจาก ให้ มีนักเรียนชาย x คน มีนักเรียนหญิง $2x$ คน

$$\begin{aligned} \text{จะได้ว่า } \text{ความสูงของนักเรียนทั้งห้อง} &= \frac{152(2x) + 155x}{3x} \\ &= \frac{304x + 155x}{3x} \\ &= \frac{459x}{3x} = 153 \end{aligned}$$

ดังนั้น ความสูงของนักเรียนทั้งห้องเป็น 153 เซนติเมตร

3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 10 คะแนน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง สถิติ จากหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียนหรือตำราเรียนต่างๆ

3.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

3.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

3.4 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมเชิงเนื้อหา เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของแต่ละข้อ โดยพิจารณาจากค่า IOC ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 โดยใช้สูตรโรวิเนลลี และแฮมเบิลตัน ซึ่งผลการพิจารณาค่า IOC ได้เท่ากับ 1 ทุกข้อ

3.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับการใช้ภาษาของข้อคำถาม แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานครที่ผ่านการเรียน เรื่อง สถิติ มาแล้ว จำนวน 50 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด

3.6 นำผลการสอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน มีเกณฑ์การให้คะแนน โดยตรวจเป็นรายข้อ ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ขั้นตอน	ระดับคะแนน
ความเข้าใจปัญหา	ให้ 2 คะแนน เมื่อเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาและสิ่งที่โจทย์ให้หาคำตอบถูกต้องทั้งหมด
	ให้ 1 คะแนน เมื่อเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาและสิ่งที่โจทย์ให้หาถูกต้องบางส่วน
	ให้ 0 คะแนน เมื่อเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาและสิ่งที่โจทย์ให้หาไม่ถูกต้อง

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	ระดับคะแนน
การวางแผนและการแก้ปัญหา	ให้ 2 คะแนน เมื่อเขียนแสดงความสัมพันธ์และวิธีการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมด
	ให้ 1 คะแนน เมื่อเขียนแสดงความสัมพันธ์และวิธีการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน
	ให้ 0 คะแนน เมื่อเขียนแสดงความสัมพันธ์และวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
ดำเนินการตามแผน	ให้ 5 คะแนน เมื่อดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพอธิบายถึงเหตุผล ในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
	ให้ 4 คะแนน ใช้ดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ชัดเจนกว่านี้
	ให้ 3 คะแนน ใช้การดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เพียงบางส่วน
	ให้ 2 คะแนน ใช้การดำเนินการแก้ปัญหาได้บ้างเล็กน้อย แต่อธิบายเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวไม่ได้
	ให้ 1 คะแนน มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมต้องใช้วิธีการนั้น อธิบายต่อไม่ได้แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
	ให้ 0 คะแนน ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการ
การแก้ปัญหาตรวจสอบคำตอบ	ให้ 1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้อง
	ให้ 0 คะแนน เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบ

3.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จำนวน 5 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า แบบวัดมีค่าความง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.39 – 0.60 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.37 – 0.69

3.8 นำแบบวัดที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว จำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย เขตปทุมวัน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง สถิติ มาแล้ว จำนวน 50 คน และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบัค ได้เท่ากับ 0.81 แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

3.9 นำแบบวัดไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ พร้อมทั้งแสดงเหตุผลอย่างละเอียดและชัดเจน

ข้อ (0) ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 2 ของนักเรียนชาย 5 คน กับนักเรียนหญิง 5 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนทั้ง 10 คน เป็น 88 คะแนน ให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบนักเรียนชาย 5 คน เป็น 84 คะแนน จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนหญิง 5 คน

ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

.....

การวางแผนและแก้ปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ

ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นการศึกษาศักยภาพในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2546: 185) มีลักษณะดังตาราง 4

ตาราง 4 แบบแผนการทดลอง One-Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

T₁ แทน การสอบก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots (Pre-test)

T₂ แทน การสอบหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots (Post-test)

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับทางโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

3. นำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เวลา 50 นาที แล้วบันทึกคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยใช้เวลา 5 คาบ คาบละ 50 นาที

5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ครบแล้วทำการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อีกครั้ง โดยใช้เวลา 50 นาที และบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post-test)

6. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2546: 185)

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

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

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2546: 185)

$$\text{สูตร} \quad s = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 $n - 1$ แทน จำนวนตัวแปรอิสระ (Degree of Freedom)

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.1.1 คำนวณค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 248 – 249)

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

สูตร

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EVANA

2.1.3 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จากโปรแกรมสำเร็จรูป EVANA ตามสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson KR-20) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 215) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right\}$$

สูตร

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำถูก
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำผิด (1 - p)
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของแบบทดสอบ

2.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุนภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.2.1 หาดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 248 – 249)

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

สูตร

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2.2 หาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิตินัยของวิทนีย์และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 199 – 201)

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

สูตร

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

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

เมื่อ

D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
S_U	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
S_L	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 218)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right\}$$

สูตร

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

2.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots โดยใช้สูตร t-test for dependent samples (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2546: 193)

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

สูตร

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

$(\sum D)^2$ แทน กำลังสองของผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างจำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่างคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมาย ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็ม
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t-Distribution
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design ข้อมูลที่ได้สามารถแสดงค่าสถิติ โดยจำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา ได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ โดยนำคะแนนก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ปรากฏใน ตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ

การทดสอบ	N	K	\bar{X}	s	t
ก่อนเรียน	36	20	9.28	3.36	
หลังเรียน	36	20	14.31	3.08	15.66**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t_{(.01; df 35)} = 2.438$$

จากตาราง 5 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่องสถิติ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่องสถิติ โดยนำคะแนนก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ปรากฏใน ตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ

การทดสอบ	N	K	\bar{X}	s	t
ก่อนเรียน	36	50	13.56	6.67	
หลังเรียน	36	50	25.31	7.14	9.56**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t_{(.01; df 35)} = 2.438$$

จากตาราง 6 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่องสถิติ สูงวก่อก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษา ได้ ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 144 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – ม.3) ตามหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร เรื่อง สถิติ ประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

1. ระเบียบวิธีทางสถิติ	1 คาบ
2. การนำเสนอข้อมูล	1 คาบ
3. การนำเสนอข้อมูลในตารางแจกแจงความถี่	1 คาบ
4. ฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่	1 คาบ
5. การคำนวณ และการเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูล	1 คาบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง 7 คาบๆ ละ 50 นาที โดยทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ 5 คาบ และทดสอบหลังเรียน 1 คาบ โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับทางโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ที่ผู้วิจัยใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

3. นำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เวลา 50 นาที แล้วบันทึก คะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ โดยใช้เวลาการสอน 5 คาบ คาบละ 50 นาที พร้อมทั้งทำการสังเกตพฤติกรรมและบันทึก คะแนน

5. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ครบ แล้ว ทำการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ อีกครั้ง โดยใช้เวลา 50 นาที และบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post-test)

6. นำคะแนนที่ได้จากตรวจแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples
2. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots สูงกว่าก่อนได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ที่มี ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้าได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 การคิดเป็นสิ่งที่เรียนรู้และพัฒนาได้ การคิดจึงเป็นสิ่งที่สอนได้ (Schiever. 1991: 138) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เป็นการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนที่สัมพันธ์กันมีความต่อเนื่องเน้นการทำให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล และทำให้ผู้เรียนค้นพบข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของทิสนา แชมมณี (2551: 141) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสวนสอบสวน (Inquiry Instruction) คือ การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอ้อมฤดี แซ่มอุบล (2553: 117) ซึ่งทำงานวิจัยเกี่ยวข้องกับจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เน้นการใช้คำถามแบบหมวกหกใบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่เน้นการใช้คำถามหมวกหกใบคิดหกใบสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดกระบวนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ.2551: 1 – 2) ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของสุลักขณา คุ่มทรัพย์ (2555: 82) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งพบว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.3 โปรแกรม Tinker Plots เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียนเรื่อง สถิติ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และยังช่วยให้นักเรียนคิดได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น (Tom. 2005: 54 – 60) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวัตสัน และดอนเน (Watson; & Donne. 2009: ออนไลน์) ได้ใช้โปรแกรม Tinker Plots เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อสำรวจความเข้าใจของนักเรียน การใช้โปรแกรม Tinker Plots ในห้องเรียนสถิตินี้ สามารถช่วยเพิ่มการสร้างความรู้โดยการโน้มน้าวให้นักเรียนได้ความรู้ความเข้าใจ และการหยั่งรู้ทางสถิติ โปรแกรมนี้สามารถเริ่มใช้ได้ตั้งแต่เด็ก ๆ

อายุน้อยๆ การใช้โปรแกรม Tinker Plots ร่วมกับแผนการสอน และอุปกรณ์การสอนอื่นๆ สามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาแนวความคิดทางสถิติให้แข็งแกร่งขึ้น

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

2.1 การสอนแบบสืบสอบเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ คิดปัญหา วางแผน และแก้ปัญหาลดลงจนกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาหลายวิธี และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา (สุวิทย์ มูลคำ ;และอรทัย มูลคำ. 2545: 142) ซึ่งทำให้นักเรียนที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีทักษะ ประสิทธิภาพ และความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ คัทซ์ (Kutz. 1991: 91) ที่ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องมีเป้าหมายของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้แก้ปัญหานั้นต้องเข้าใจ ปัญหา รู้จักวางแผน และถูกกระตุ้นให้บรรลุตามเป้าหมายในการแก้ปัญหานั้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของเฮเยอร์ (Heyer. 2005: online) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 โปรแกรม Tinker Plots ยังเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจปัญหาที่เป็นนามธรรมในรูปของรูปธรรมมากขึ้น (Tom. 2005: 54 – 60) ทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและสามารถวางแผนในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมาเรีย และอีเฟ (Maria; & Efi. 2008: 90 – 99) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะในการสรุปของนักเรียนเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots พบว่า ความสามารถในการรับรู้ข้อมูลได้กลายเป็นทักษะพื้นฐานในการทำการตัดสินใจที่สำคัญ ซึ่งมักจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อที่จะให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในการทำความเข้าใจ วิเคราะห์ เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหา

ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า

1. ในคาบแรกของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนรู้ขั้นตอน และวิธีการใช้โปรแกรม Tinker Plots ค่อนข้างมาก เนื่องจากผู้เรียนยังใช้โปรแกรม Tinker Plots ไม่ชำนาญพอ แต่เมื่อผู้วิจัยได้สาธิตและยกตัวอย่างประกอบ ผู้เรียนจึงเข้าใจในกระบวนการทำงานของโปรแกรมดีขึ้น

2. หลังจากที่นักเรียนมีความชำนาญในการใช้โปรแกรม Tinker Plots มากขึ้น นักเรียนก็ให้ความสนใจในบทเรียน มีส่วนร่วมในการตั้งคำถาม และแบ่งปันความรู้ร่วมกันมากขึ้น

3. ในช่วงแรกที่คุณวิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบมาใช้กับนักเรียน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนยังมีปัญหาในการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ผู้วิจัยจึงได้ยกตัวอย่างเพิ่มเติม และจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้มีการโต้ตอบมากขึ้น

4. ในช่วงท้ายของการวิจัย ผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา อีกทั้งยังมีกระบวนการแก้ปัญหามีระบบมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การใช้โปรแกรม Tinker Plots ในการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนควรศึกษาและฝึกใช้โปรแกรม Tinker Plots เพื่อให้เกิดความชำนาญ

1.2 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ควรคำนึงและพิจารณาถึงความรู้พื้นฐานของนักเรียน เพื่อจะได้ทราบว่าเนื้อหาในเรื่องใดที่จะสามารถนำความรู้พื้นฐานของนักเรียนมาใช้ได้

1.3 โปรแกรม Tinker Plots สามารถแสดงภาพรวมของข้อมูล แต่จะต้องมีปริมาณข้อมูลที่มากเพียงพอถึงจะคาดการณ์แนวโน้มของข้อมูลทั้งหมดได้

1.4 การใช้โปรแกรม Tinker Plots ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดำเนินการสอนอย่างเป็นขั้นตอนไม่ควรเร่งรีบจนเกินไป และควรสอนร่วมกับการใช้สื่ออุปกรณ์ต่างๆ เช่น โปรเจคเตอร์

1.5 ในการทำใบกิจกรรมและใบงานที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ต่างๆ ไม่ควรมีข้อความที่ยาวเกินไป เนื่องจากนักเรียนต้องวิเคราะห์ และเขียนแสดงวิธีการหาคำตอบ จะทำให้นักเรียนรู้สึกท้อแท้ ไม่อยากแก้ปัญหา จึงควรปรับข้อความให้มีความกะทัดรัด และมีความชัดเจน

1.6 ก่อนจัดการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยการใช้โปรแกรม Tinker Plots ผู้เรียนควรได้รับการฝึกใช้โปรแกรม Tinker Plots เบื้องต้น จนมีความชำนาญ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ในการวิจัยครั้งนี้ มุ่งเน้นในการนำโปรแกรม Tinker Plots ไปใช้ในเรื่อง สถิติ เพียงเรื่องเดียว ทั้งนี้โปรแกรม Tinker Plots ยังสามารถนำไปใช้ในเนื้อหาอื่นๆ ได้ เช่น เรื่อง ความน่าจะเป็น คู่อันดับและกราฟ เป็นต้น

2.2 ควรส่งเสริมให้มีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดด้านอื่นๆ เช่น การคิดสังเคราะห์ ความคิดรวบยอด เป็นต้น



บูรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สืบค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2555, จาก <http://www.curriculum51.net>
- กชกร รุ่งหัวไผ่. (2547). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3). ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ. (2542). การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment). กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- (2544). รายงานการวิจัยเรื่อง การสังเคราะห์วิธีสอนวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษากรมฯ.
- (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กฤษฎา แก้วสิงห์. (2551). การศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการวัดและประเมินควบคู่กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขต พื้นการศึกษานครราชสีมาเขต 4. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: ชัคเชส มีเดีย.
- จินดาภรณ์ ช่วยสุข. (2549). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องการประยุกต์ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยหนังสือเรียนเล่มเล็ก โดยใช้กิจกรรมกลุ่ม. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จินตนา วงสามารถ. (2549). ผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้เกมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉวีวรรณ เศรษฐมาลัย. (2542). "การแก้ปัญหา," เอกสารประกอบการอบรมกิจกรรมคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สาขามัธยมศึกษาการศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ชาติ แจ่มนุช. (2545). *สอนอย่างไรให้คิดเป็น*. กรุงเทพฯ: เลียงเชียง.
- ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). *เทคนิคและวิธีการสอนร่วมสมัย*. กรุงเทพฯ: หลักพิมพ์.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2546). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2530). *การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณาดยา อุทัยรัตน์. (2549). *พัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียนต่างกัน ในโรงเรียนกลุ่มมัธยมโกสินทร์ กรุงเทพมหานคร*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แชมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แชมมณี; และคนอื่นๆ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- เทอดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์. (2547). *กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการเชื่อมโยง เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทองหล่อ วงษ์อินทร์. (2517). *ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลในเชิงตรรกศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ วิชาวิทยาศาสตร์ และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนที่จบชั้นประถมศึกษาตอนต้น*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา) กรุงเทพฯ: วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- นัฐกัญญา เจริญเกียรติบวร. (2547). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิพล นาสสมบูรณ์. (2536). *ผลของการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- บุญเชิด ชุมพล. (2547). การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนอานวยวิทย. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปฐมพร บุญลี. (2545). การสร้างแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). “หน่วยที่ 12 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์,” ใน ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ
และวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปรียานุช สถาวรณ. (2548). การพัฒนากิจกรรมในหลักสูตรเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์
ของนักเรียน. ปริญญาโท กศ.ด. (การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ผจงกาญจน์ ภูวิภาดารรรณ. (2541). ความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศชั้นเรียนและความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- พริยพงศ์ เตชะศิริยีนง. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผล. สารนิพนธ์
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไฟบุลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2537). ประมวลสาระชุดวิชา สารัตถะและวิทยวิธีการทางคณิตศาสตร์
หน่วยที่ 8-11. กรุงเทพฯ: สาขาศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- มาลินี ศิริจारी. (2545). การเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และความสามารถ
ทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วย
บทเรียนไฮเปอร์เท็กซ์และบทเรียนสื่อประสมในวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์. ปริญญาโท
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ยุพิน พิพิธกุล. (2537). “หน่วยที่ 8 รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (1),” เอกสารการสอน
ชุดวิชาสารัตถะทางคณิตศาสตร์. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์ จำกัด.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2545). การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2551). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร A – L ฉบับราชบัณฑิตยสถาน.
กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ:
สุริยวิยาสัน.
- (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุริยวิยาสัน.
- (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วลีพร เดชเดชา. (2547). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมภาพลักษณ์โมทัศน์ทางเรขาคณิต.
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัชระ น้อยมี. (2551). การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง การให้เหตุผลและ
การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนาพร ระวังทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: แอล.ที. เพลส.
- วิจิต สุรัตน์เรืองชัย. (2540). เอกสารประกอบการสอนวิชา 404361 วิธีสอนทั่วไป. ชลบุรี:
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิไลพร คำเพราะ. (2539). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์
วิจารณ์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดย
ใช้ชุดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ. (2521). จิตวิทยาการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ: อำนวยการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ OECD/PISA*. สืบค้นเมื่อ 31 สิงหาคม 2553, จาก <http://www.ipst.ac.th/pisa/index.html>
- สมชาย ชูชาติ. (2538). *เอกสารคำสอนวิชา ศษ 361 วิธีสอนทั่วไป*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมนึก ภัททิยชนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. มหาสารคาม : ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สันติ อธิธิพลนาวากุล. (2550). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวยระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2533). *ทฤษฎีและวิธีสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรณรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์; และ พรรณี สินธพานนท์. (2550). *พัฒนาทักษะการคิดพิชิตการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2548). *การสอนเชิงกลยุทธ์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวัฒน์ วิวัฒน์านนท์. (2550). *ทักษะการอ่าน คิด วิเคราะห์ และเขียน*. นนทบุรี: ซีซีเนอล ลิตจิงคส์.
- สุวรรณ การจนมยุร. (2542). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา เล่ม 3*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สุชาติ ปันโฉม. (2551). *ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนกลุ่ม 3 เขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุลักขณา คุ่มทรัพย์. (2555). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อประสมเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจไม่ล้มเหลวทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุลัดดา ลอยฟ้าและคณะ. (2530). *รายงานการวิจัยการพัฒนารูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- เสงี่ยม ไตรรัตน์. (2546,มิถุนายน-ตุลาคม). การสอนเพื่อสร้างเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 1(1): 26-37
- ไสว พักขาว. (2544). หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เอมพันธ์.
สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2549). แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ
การคิดวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร. (2549). เอกสารแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ดวงกมล
- อุษณีย์ เตรียมเชิดดวงศ์. (2549). ผลการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์ที่มีต่อความสามารถในการจำแนกประเภท
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขตบางรัก
กรุงเทพมหานคร. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุษณีย์ โพธิสุข. (2537). สร้างลูกให้เป็นอัจฉริยะ. กรุงเทพฯ: ผู้จัดการ.
- อ้อมฤดี แซ่มอุบล. (2553). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหวน
ความคิดทบทวนเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถ
ในการคิดวิเคราะห์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Anderson, K. B. (2007). Problem-Solving in Mathematics in The Learning of Mathematics : *The Theory and Practices*. Washington. D. C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Ashcraft, Paul G. (2006). A Comparison of Student Understanding of Seasons Using Inquiry and Didactic Teaching Methods. *Physics Education Research Conference*. p.85
- Ausubel, David P. (1968). *Education Psychology : A Cognitive View*. New York: Holt Rinehart and Winston. Inc.
- Baroody, A. J. (1993). Fostering the mathematical learning of young children. In B. Spodek (Ed.), *Handbook of research in early childhood education* (pp. 151-175). New York: Macmillan.
- Bell, Frederick H. (1978). *Teaching and Learning Mathematics (in Secondary)*. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown.
- Beyer, B. K. (1985, April). Critical Thinking : What is it ?. *Social Education*. 25: 279-303.

- Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives Book 1 Cognitive Domain*. London: Longman Group.
- (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: McGraw-Hill Book.
- Bronson, Rowan W. (2008). *Critical Thinking as an Outcome of Distance Learning : A Study of Critical Thinking in a Distance Learning Environment*. Washington: The George Washington University. Retrieved July 13, 2009, from <http://proquest.umi.com/pqdweb>
- Bruner, Jerome S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. London: Oxford University Press.
- Callahan, Joseph F.; et al. (1998). *Teaching in the Middle and Secondary School*. 3rd ed. New York: Macmillan.
- Carin, Arthur. (1993). *Teaching Science Through Discovery*. 7th ed. New York: Macmillan.
- Charles, worth; & Karen. (1982). *Math and Science For Young Children*. 3rd ed. New York: Delmar Publisher a Division of international Thomson Publishing Inc.
- Clark, Bryon.; et al. (2001). The Effect of an Interdisciplinary Algebra/Science Course on Student 's Problem Solving Skills, Critical Thinking Skills and Attitudes towards Mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 6(32): 811.
- Clyde, Carle G. (1967). *Teaching Mathematics in the Elementary School*. New York: The Ronald Press Company.
- Dewey, John. (1933). *How We Think?*. New York: D.C. Health and Company.
- Fehr, Howard F. (1972). *Teaching Modern Mathematics in the Elementary School* . Philippines: Addison Wesley Publishing.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: Teacher College Press.
- Goyak, Antone M. (2009). *The effects of cooperative learning techniques on perceived classroom environment and critical thinking skills of preservice teachers*. Virginia: Liberty University. Retrieved July 13, 2009, from <http://proquest.umi.com>
- Hatfield, Mary M.; Edwards, Nancy Tanner; & Bitter, Gary G. (1993). *Mathematics methods for the elementary and middle school*. 2nd ed. Boston : Allyn and Bacon.
- Heimer, R. T. and C.R. Trueblood. (1997). *Strategies for Teaching Children's Mathematics*. New York: Addison Wesley Publishing Company, Inc.

- Hernandez Garduno. (2002). Effects of Teaching Problem- Solving Through Cooperative Learning Methods on Student Mathematics Achievement, Attitudes Toward Mathematics, mathematics Self Efficacy, and Metacognition, *Dissertation Abstracts International*. 58(8): 3053-A.
- Heyer, Stephanie M. (2005). *The effects of gradually incorporating inquiry-based science instruction into eighth grade physical science classes for gifted learners on science achievement and student attitudes toward science*. California: California State University. Retrieved July 12, 2009, from <http://proquest.umi.com/pqdweb?index=0&did=1075705581&SrchMode=1&sid=5&Fmt=14&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1247635858&clientId=61839>.
- Hudgins, Bryce B. (1977). *Learning and Thinking : A Primer for Teachers*. Illinois: F.E. Peacock.
- Kennedy, Leonard M. (1983). *Guiding children's learning of mathematics*. 4th ed. Belmont, Calif. : Wadsworth
- Kilpatrick, J.A. (1985). Retrospective Account of The Past 25 years of Research on Teaching Mathematical Problem Solving. In E. Silver (Ed.), *Teaching and Learning Mathematical Problem Solving : Multiple Research Perspective*. P. 1-15. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Konold, C. (2005). *Exploring Data with Tinker Plots*. Key Curriculum Press, ISBN 1-55953-750-7. Contents: Getting Started, Learning Tinker Plots, Teaching with Tinker Plots, Activities, Activity Notes.
- .(2007). Designing a data tool for learners, In M. Lovett & P. Shah (Eds.), *Thinking with data: The 33rd Annual Carnegie Symposium on Cognition*, pp. 267 - 292. Hillside, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Konold, C. and Miller, C. D. (2005). *Tinker Plots: Dynamic Data Exploration*. Emeryville, CA: Key Curriculum Press.
- Krulik, Stephen and Jesse A. Rudnick. (1987). *Problem Solving. A Handbook for Teachers*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Krulik Stephen and Reys, Robert E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics*. Washington D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.

- Kutz, R.E. (1991). *Teaching Elementary Mathematics*. Massachusetts: A Division of Simon & Schuster, Inc.
- Lawson, A.E.(1995). *Science teaching and development of thinking*. California: Wadsworth.
- Lola, June May. (1970). *Mathematics in the Elementary School*. New York: The Free Press A Division of The Macmillan Company.
- Maria Meletiou M; & Efi Paparistodemou. (2008). Developing young student s' informal inference skills in data analysis. *Statistics education research journal*. 7(2): 83 – 106
- Maria Meletiou M.; Efi Paparistodemou; & Despina Stylianou. (2009). Enhancing Statistics Instruction in Elementary School: Integrating Technology in Professional Development. *The Montana Mathematics Enthusiast*. 6(2): 57 – 78.
- Marzano, Robert J. (2001). *Designing A New Taxonomy of Educational Objectives*. California : Corwin Press.
- McLoughlin, Padraig M. (2008). *Inquiry Based Learning : A Modified Moore Method Approach to Encourage Student Research*. Retrieved April 3, 2009, from ERIC Acc. No. ED502664.
- Moore, Kenneth D.; & Quinn, Cheri. (1994). *Secondary Instructional Method*. Wm.C. Brown: Communications.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. United States of America: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Nelson, Susan Ellen. (2010). *A Study of Stress Factors and Coping Strategies Among Elementary School Principals*. *Dissertation Abstracts International*. 46: 2880-A.
- Perrine. Vicki. (2001). *Effect of a problem-solving- based mathematics course on the proportional veasoning of presservice teachers*. *Dissertation Abstract International*. (Online). Available : [http://www lib.uni.com / dissertational fullcit / 3006601](http://www.lib.uni.com/dissertational/fullcit/3006601). Retrieved April, 10 2004.
- Polya, George. (1957). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City, New York: Doubleday Company.
- (1980). On Solving Mathematical Problems in High School. *Problem Solving in School Mathematics : 1980 Yearbook*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.

- (1985). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- Pratt, J.H. (1999). Effect of Model for Critical Thinking on Students Achievement in Primary Source Document Analysis and Interpretation, Argumentative, Reasoning, Critical Thinking Disposition, and History Source. *Dissertation Abstracts International*. 59(11): 3220-A.
- Reys, Robert E.; Marilyn N. Suydam; and Mary Montgomery Lindquist. (1992). *Helping Children Learn Mathematics*. 3rd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- (1995). *Helping Children Learn Mathematics*. 4th ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Russel, P.V. (1961). *Essentials of Mathematics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Satterfiel, Moclanie. (2002). *Gemeter's Sketchpad : Single-user package, version 3* *Dissertation Abstracts International*. Retrieved April 8, 2008, from <http://vnweb.hwwilsonweb.com>.
- Schoenfeld, A.H. (1989). Teaching Mathematical Thinking and Problem Solving. In L.B. Resneck and L.E. Kloper (Eds.), *Toward the Thinking Curriculum: current Cognitive Research*. (1989 Yearbook of the Association for Supervision and Curriculum Development). p.83-103. ASCD.
- Sovchik, Robert J. (1989). *Teaching Mathematics to Children*. New York: Harper & Row. Publisher, Inc.
- Sternberg, R.J. (1986). *Intelligence Applied*. New York: Harcourt Brace Jovanovich. Publisher.
- Sund, Robert B.; & Trowbridge, Leslie W. (1967). *Science : Study and Teaching (Secondary)*. Columbus, Ohio: C. E. Merrill Books.
- Suydam, Marilyn N. (1980). Untangling Clues from Research on Problem - Solving Problem Solving in School Mathematics. *National Council of Teachers of Mathematics Inc*.
- Thomson, Heather Anne. (2000). *Investigating and Representing Inquiry in a College Mathematics Course*. *Dissertation Abstracts International*. 61-10B.
- Tom Steinke. (2005, April). Tinker Plots Turns Students Into Data Analysts , T.H.E. (*Technological Horizons in Education*) *Journal*
- UNESCO.(2000). *Scientific and Technological literacy for all*. [online]. Available from <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001200/120041Eo.pdf>[August 6,2011]

- Wang, Jing-ru.; & Lin, Sheau-wen. (2008, September). *Examining Reflective Thinking : A Study of Changes in Methods Students' Conceptions and Understandings of Inquiry Teaching*. *International Journal of Science & Mathematics Education*. (6): 459-460.
- Watson, G.; & Glazer, E.M. (1964). *Watson-Glazer Critical Thinking Appraisal Manual*. New York: Harcourt Brace and World.
- Watson, Jane.; & Donne, Julie. (2009). *Tinker Plots as a Research Tool to Explore Student Understanding*. *Technology Innovations in Statistics Education*. 3(1). Retrieved from <http://escholarship.org/uc/item/8dp5t34t>.
- Wikipedia. (2008). *Tinker Plots*. Retrieved April 18, 2010, from <http://en.wikipedia.org/wiki/TinkerPlots>
- Williams, Kenneth M. (2003, March). *Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-Solving Performance*. *Mathematics Teacher*. 96(3): 185-187.
- Wilson, Cynthia Louise. (1989, August). "An Analysis of a Direct Instruction Produce in Teaching Word Problem Solving to Learning Disabled Student, *Dissertation Abstracted International*. 50(2): 416-A.





ภาคผนวก ก

- ตารางแสดงค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สถิติ
- ตารางแสดงค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ
- ตารางแสดงค่าความง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สถิติ
- ตารางแสดงค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ
- ตารางแสดงค่าความแปรปรวนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตาราง 7 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
เรื่อง สถิติ

ข้อ ที่	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การ พิจารณา	ข้อ ที่	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การ พิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	1	+1	+1				+1	1	คัดเลือกไว้		
2	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	17	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
3	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	18	+1	+1	0	0.67	คัดเลือกไว้
4	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	19	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
5	+1	0	+1	0.67	คัดเลือกไว้	20	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
6	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	21	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
7	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	22	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
8	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	23	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
9	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	24	0	+1	+1	0.67	คัดเลือกไว้
10	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	25	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
11	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	26	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
12	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	27	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
13	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	28	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
14	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	29	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
15	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้	30	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้

คัดเลือกแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.50$ จึงเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1 จำนวน 30 ข้อ

ตาราง 8 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
1	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
2	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
3	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
4	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
5	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
6	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
7	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
8	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
9	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้
10	+1	+1	+1	1	คัดเลือกไว้

คัดเลือกแบบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิง
เนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.50$ จึงเลือกข้อที่มีค่า $IOC = 1$ จำนวน 10 ข้อ

ตาราง 9 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สถิติ

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
1	.79	.25	คัดเลือกไว้	16	.92	.17	ตัดทิ้ง
2	.66	.54	คัดเลือกไว้	17	.79	.25	คัดเลือกไว้
3	.46	.42	คัดเลือกไว้	18	.43	.03	ตัดทิ้ง
4	.78	.33	คัดเลือกไว้	19	.54	.58	คัดเลือกไว้
5	.92	.00	ตัดทิ้ง	20	.67	.67	คัดเลือกไว้
6	.60	.54	ตัดทิ้ง	21	.71	.25	คัดเลือกไว้
7	.64	.54	ตัดทิ้ง	22	.88	.08	ตัดทิ้ง
8	.92	.00	ตัดทิ้ง	23	.71	.58	คัดเลือกไว้
9	.64	.25	คัดเลือกไว้	24	.50	.15	ตัดทิ้ง
10	.67	.33	คัดเลือกไว้	25	.92	.17	ตัดทิ้ง
11	.56	.48	คัดเลือกไว้	26	.67	.67	คัดเลือกไว้
12	.54	.68	คัดเลือกไว้	27	.67	.67	คัดเลือกไว้
13	.79	.25	คัดเลือกไว้	28	.50	.83	คัดเลือกไว้
14	.58	.67	คัดเลือกไว้	29	.54	.58	คัดเลือกไว้
15	.68	.33	คัดเลือกไว้	30	.62	.48	ตัดทิ้ง

คัดเลือกข้อที่มีความยาก (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบนี้สามารถนำมาคัดเลือกได้ 23 ข้อ แต่คัดเลือกเพื่อนำมาเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.46 – 0.79 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตามสูตร KR-20 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EVANA ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

ตาราง 10 ค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

ข้อที่	P_E	D	การพิจารณา
1	0.39	0.54	คัดเลือก
2	0.39	0.51	คัดเลือก
3	0.60	0.69	คัดเลือก
4	0.45	0.51	คัดเลือก
5	0.46	0.37	คัดเลือก

การคำนวณค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์แบบอัตนัยของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers)

ตัวอย่างการหาค่าความง่าย (P_E) ข้อที่ 1

$$P_E = \frac{S_u + S_L - (2N \times X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

$$P_E = \frac{102 + 42 - (2 \times 14 \times 2)}{2 \times 14(10 - 2)}$$

$$P_E = \frac{88}{224}$$

$$P_E = 0.39$$

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
	S_u	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

ตัวอย่างการหาค่าอำนาจจำแนก (D) ข้อที่ 1

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

$$D = \frac{102 - 42}{14(10 - 2)}$$

$$D = \frac{60}{112}$$

$$D = 0.54$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_u	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

ตาราง 11 ค่าความแปรปรวนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	s_i^2
1	166	718	3.41
2	210	1248	4.47
3	377	3027	3.76
4	364	2860	4.29
5	346	2554	3.26
			$\sum s_i^2 = 19.19$

ค่าความแปรปรวนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

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

เมื่อ	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
	$\sum X$	แทน	ผลทั้งหมดของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลัง
	N	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ

เนื่องจาก $N = 50$; $\sum X = 1,463$; $\sum X^2 = 45,467$

$$s^2 = \frac{50(45,467) - (1,463)^2}{50(50-1)}$$

$$s^2 = \frac{132,981}{2,450}$$

$$s^2 = 54.28$$

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right\}$$

เนื่องจาก $k = 5$; $\sum s_i^2 = 19.19$; $s^2 = 54.28$

$$\alpha = \frac{5}{5-1} \left\{ 1 - \frac{19.19}{54.28} \right\}$$

$$\alpha = \frac{5}{4} \left\{ 1 - 0.35 \right\}$$

$$\alpha = 0.81$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

โดยที่
$$s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N^2}$$

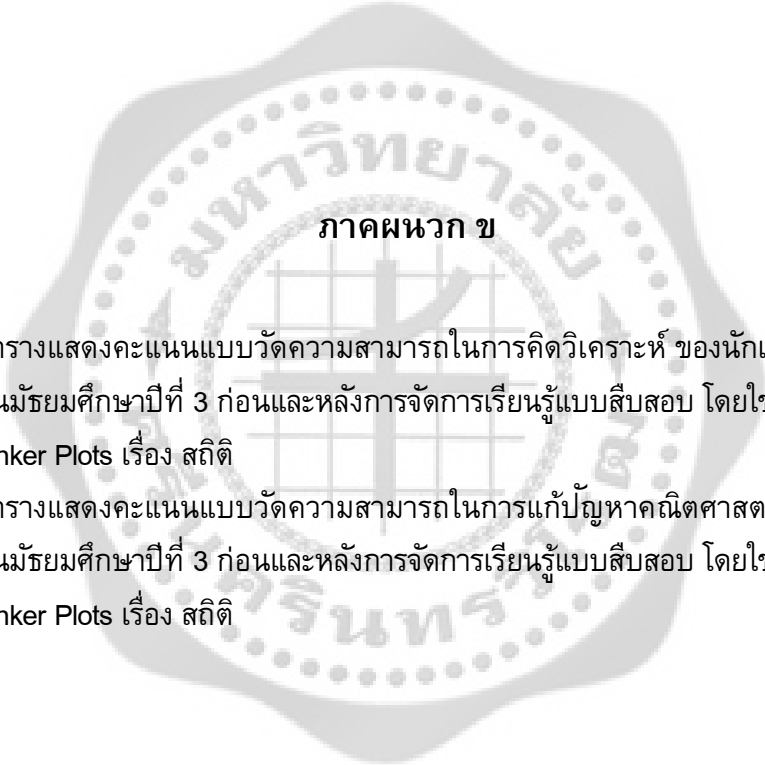
เมื่อ s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

$\sum X_i$ แทน ผลทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i

$\sum X_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังในข้อที่ i

N แทน จำนวนคนเข้าสอบ





ภาคผนวก ข

- ตารางแสดงคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม
Tinker Plots เรื่อง สถิติ
- ตารางแสดงคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม
Tinker Plots เรื่อง สถิติ

ตาราง 12 คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ก่อน(X_1) และหลัง(X_2) การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	$(X_2)^2$	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	$(X_2)^2$	ผลต่าง	
				D	D^2					D	D^2
1	2	9	81	7	49	19	4	15	225	11	121
2	12	19	361	7	49	20	14	18	324	4	16
3	5	12	144	7	49	21	4	17	289	13	169
4	5	15	225	10	100	22	10	17	289	7	49
5	5	9	81	4	16	23	9	16	256	7	49
6	6	10	100	4	16	24	11	15	225	4	16
7	6	18	324	12	144	25	6	15	225	9	81
8	7	17	289	10	100	26	4	19	361	15	225
9	2	13	169	11	121	27	6	11	121	5	25
10	4	15	225	11	121	28	16	19	361	3	9
11	8	14	196	6	36	29	6	11	121	5	25
12	5	13	169	8	64	30	6	14	196	8	64
13	2	9	81	7	49	31	2	11	121	9	81
14	3	16	256	13	169	32	4	14	196	10	100
15	12	18	324	6	36	33	5	11	121	6	36
16	5	14	196	9	81	34	7	17	289	10	100
17	5	11	121	6	36	35	8	12	144	4	16
18	5	18	324	13	169	36	5	13	169	8	64
รวม								515	7699	289	2651

เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots สถิติในการทดสอบสมมติฐาน คือ t-test for Dependent Samples

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

เนื่องจาก $\sum D = 289$; $\sum D^2 = 2651$; $(\sum D)^2 = 83521$; $n = 36$

$$\begin{aligned} t &= \frac{289}{\sqrt{\frac{36(2651) - (289)^2}{35}}} \\ &= \frac{289}{\sqrt{\frac{95436 - 83521}{35}}} \\ &= \frac{289}{18.45} \\ &= 15.66 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤติของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4377 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{515}{36} \\ &= 14.30 \end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

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

เนื่องจาก $\sum X^2 = 7,699$; $\sum X = 515$; $n = 36$

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{36(7699) - (515)^2}{36(36-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{277164 - 265225}{1260}} \\
 &= \sqrt{\frac{11939}{1260}} \\
 &= 3.08
 \end{aligned}$$

ตาราง 13 คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อน(X_1) และหลัง(X_2) การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	$(X_2)^2$	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	$(X_2)^2$	ผลต่าง	
				D	D^2					D	D^2
1	20	22	484	2	4	19	20	25	625	5	25
2	8	21	441	13	169	20	4	22	484	18	324
3	16	20	400	4	16	21	20	21	441	1	1
4	0	28	784	28	784	22	16	22	484	6	36
5	16	20	400	4	16	23	4	30	900	26	676
6	27	27	729	0	0	24	20	41	1681	21	441
7	8	39	1521	31	961	25	11	18	324	7	49
8	23	33	1089	10	100	26	14	23	529	9	81
9	11	31	961	20	400	27	10	18	324	8	64
10	20	29	841	9	81	28	8	33	1089	25	625
11	6	23	529	17	289	29	16	18	324	2	4
12	20	42	1764	22	484	30	8	18	324	10	100
13	8	18	324	10	100	31	12	20	400	8	64
14	12	19	361	7	49	32	4	21	441	17	289
15	21	37	1369	16	256	33	4	17	289	13	169
16	25	37	1369	12	144	34	12	25	625	13	169
17	18	19	361	1	1	35	16	24	576	8	64
18	14	26	676	12	144	36	16	24	576	8	64
รวม								911	24839	432	7243

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots สถิติในการทดสอบสมมติฐาน คือ t-test for dependent samples

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

เนื่องจาก $\sum D = 432$; $\sum D^2 = 7243$; $(\sum D)^2 = 189216$; $n = 36$

$$\begin{aligned} t &= \frac{432}{\sqrt{\frac{36(7243) - (432)^2}{35}}} \\ &= \frac{432}{\sqrt{\frac{260748 - 189216}{35}}} \\ &= \frac{432}{45.21} \\ &= 9.56 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤติของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.438 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{911}{36} \\ &= 25.31 \end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

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

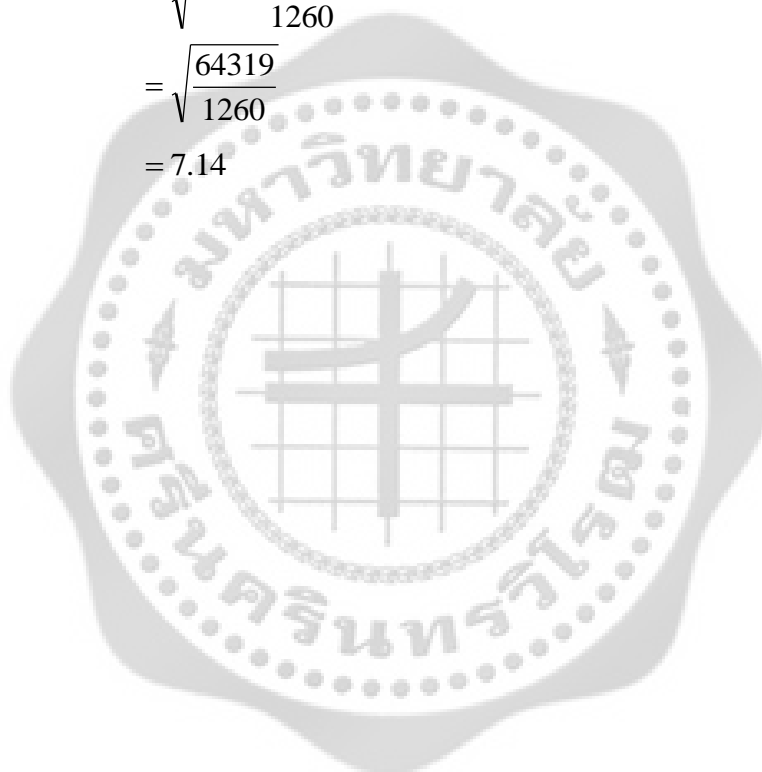
เนื่องจาก $\sum X^2 = 24,839$; $\sum X = 911$; $n = 36$

$$= \sqrt{\frac{36(24839) - (911)^2}{36(36-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{894240 - 829921}{1260}}$$

$$= \sqrt{\frac{64319}{1260}}$$

$$= 7.14$$



ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระเบียบวิธีทางสถิติ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การนำเสนอข้อมูล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางแจกแจงความถี่
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล
- แบบประเมินทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์
- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2
เรื่อง ระเบียบวิธีทางสถิติ เวลา 1 คาบ

+++++
สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
ตัวชี้วัด

ค 5.1 - 1. กำหนดประเด็น และเขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ
รวมทั้งกำหนดวิธีการศึกษา และการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม

ค 5.1 - 3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม

ค 5.1 - 4. อ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการนำเสนอ

สาระสำคัญ

ระเบียบวิธีทางสถิติแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูล
การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล

ความหมายของสถิติมีสองนัย คือ

สถิติ หมายถึง ตัวเลขที่แทนจำนวนหรือข้อเท็จจริงของสิ่งที่เราต้องการศึกษา

สถิติ หมายถึง ศาสตร์ที่ว่าด้วยระเบียบวิธีทางสถิติ ซึ่งประกอบด้วย การเก็บรวบรวม
ข้อมูล

การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล

ข้อมูล คือ ข้อเท็จจริงที่อาจเป็นตัวเลข หรือข้อความ

ลักษณะของข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลขใช้แสดงปริมาณซึ่งวัดออกมาเป็น
จำนวนที่สามารถนำไปคำนวณเปรียบเทียบได้

2) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่อธิบายลักษณะหรือสมบัติในเชิงคุณภาพ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

1. บอกลำดับขั้นตอนระเบียบวิธีทางสถิติได้ (K1)

2. บอกความหมายของสถิติได้ (K2)

3. บอกได้ว่าข้อมูลที่กำหนดให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ (K3)

ด้านทักษะและกระบวนการ (P) : นักเรียนสามารถ

1. ให้เหตุผลประกอบการวิเคราะห์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ (P1)
2. สื่อสารและการนำเสนอข้อมูล (P2)

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนสามารถ

1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน (A1)
2. มุ่งมั่นในการทำงาน (A2)

สาระการเรียนรู้

1. ระเบียบวิธีทางสถิติ
2. ความหมายของสถิติ
3. ลักษณะของข้อมูล

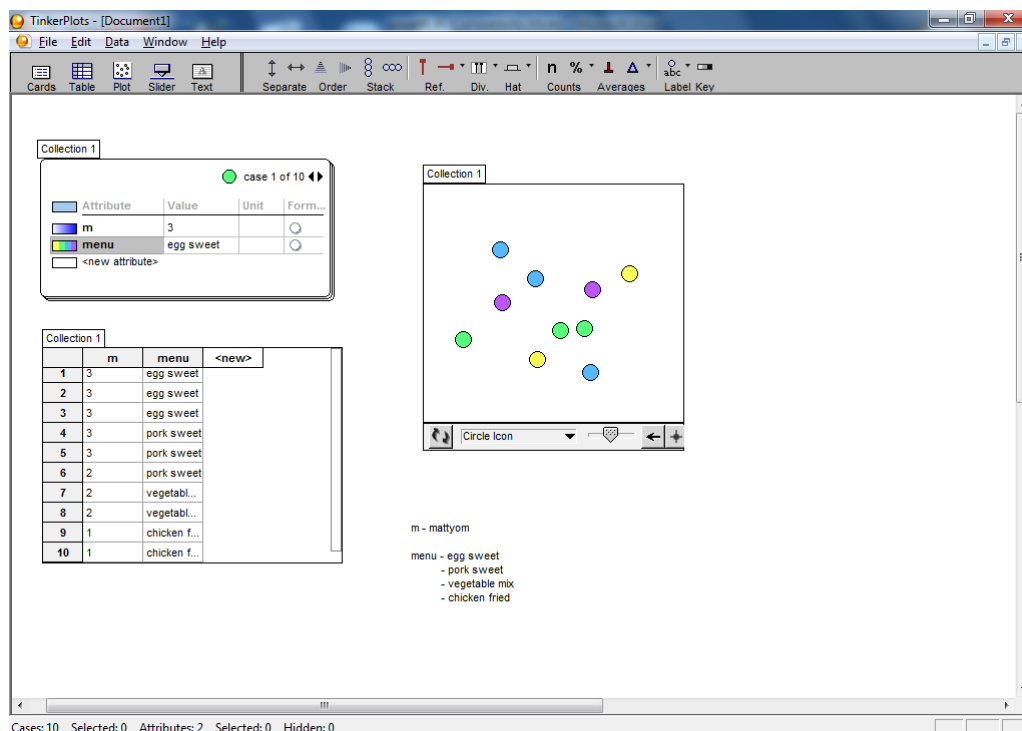
กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสังเกต

1. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ ด้วยคำถาม “ถ้านักเรียนอยากทราบว่า เมนูอาหารใดในโรงเรียนที่นักเรียนในโรงเรียนเราชอบรับประทานมากที่สุด นักเรียนจะหาคำตอบได้อย่างไร” (K1,P1)

2. ครูแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับขั้นตอนทางสถิติสามารถช่วยในการหาคำตอบได้ โดยใช้คำถามให้เกิดการอภิปราย เพื่อนำสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับระเบียบวิธีทางสถิติ คือ การเก็บรวบรวมข้อมูล (การสอบถาม โดยใช้แบบสอบถาม เพื่อสำรวจเมนูอาหารที่นักเรียนชอบรับประทาน) การนำเสนอข้อมูล (ใช้ตาราง แผนภูมิหรือกราฟเส้น เพื่อแสดงลักษณะข้อมูลได้ชัดเจน) การวิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมาย (ทำให้ทราบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ชอบรับประทานเมนูอาหารใด อาจเรียงลำดับตามความชอบได้) ซึ่งขั้นตอนที่กล่าวมาเป็นส่วนหนึ่งของระเบียบวิธีทางสถิติ(K1,P1, A1)

3. ครูแนะนำให้นักเรียน รู้จักกับ โปรแกรม Tinker Plots ซึ่งเป็นโปรแกรมทางสถิติ อย่างหนึ่ง ที่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นได้อย่างน่าสนใจ (K2, P1)



ข้ออธิบาย

4. ครูให้นักเรียนพิจารณาตารางแสดงผลการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก 2012 จำนวน 11 ประเทศ แล้วร่วมกันอภิปรายโดยการถาม-ตอบ เรื่อง “ความหมายของสถิติ” (K2, A1)

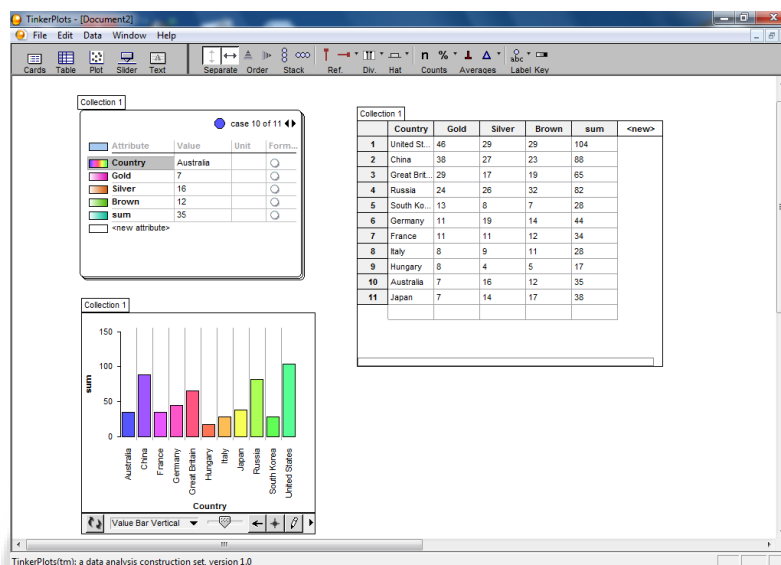
	Country	Gold	Silver	Brown	sum
1	United States	46	29	29	104
2	China	38	27	23	88
3	Great Britain	29	17	19	65
4	Russia	24	26	32	82
5	South Korea	13	8	7	28
6	Germany	11	19	14	44
7	France	11	11	12	34
8	Italy	8	9	11	28
9	Hungary	8	4	5	17
10	Australia	7	16	12	35
11	Japan	7	14	17	38

ตารางแสดงจำนวนเหรียญรางวัลกีฬาโอลิมปิกปี 2012 ที่แต่ละประเทศได้รับจำนวน 12 ประเทศ

ข้อมูลจาก <http://sport.sanook.com/olympic2012/medal/>

5. ครูให้นักเรียนเปิด ไฟล์ Olympic_01.tp โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เพื่อพิจารณาข้อมูล และร่วมกันอภิปรายข้อมูลดังกล่าว(K2)

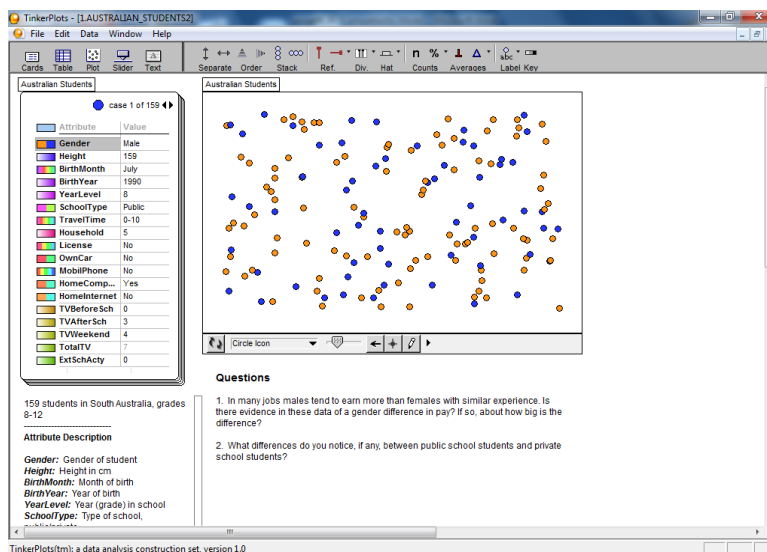
6. ครูนำเสนอข้อมูลที่ได้จาก ตารางแสดงผลการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก 2012 จำนวน 11 ประเทศ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ในรูปแบบต่างๆ แล้วครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการนำเสนอ(K2, P2, A2)



7. ครูแสดงตัวอย่างไฟล์ ชื่อ austrian_students2.tp (ไฟล์อยู่ในภาคผนวก) เพื่อแสดงให้เห็นลักษณะของข้อมูล ซึ่งข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ (K3, P1)

ลักษณะของข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลขใช้แสดงปริมาณซึ่งวัดออกมาเป็นจำนวนที่สามารถนำไปคำนวณเปรียบเทียบได้
- 2) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่อธิบายลักษณะหรือสมบัติในเชิงคุณภาพ



ขั้นทำนาย

8. ครูยกสถานการณ์ให้นักเรียนใช้ระเบียบวิธีทางสถิติแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนบันทึกวิธีการแก้ปัญหาตามระเบียบวิธีทางสถิติลงในใบงาน เรื่อง ระเบียบวิธีทางสถิติ และร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่การให้ระเบียบวิธีทางสถิติที่ถูกต้อง (K1, P1)

“ ทางโรงเรียนต้องการจัดเลี้ยงอาหารในวันฉลองพระคริสตสมภพ(คริสมาสต์) ต้องเลือกอาหารสัก 3 – 4 อย่าง นักเรียนคิดว่าทางโรงเรียนควรดำเนินการอย่างไร จึงจะให้นักเรียนส่วนใหญ่พอใจในอาหารครั้งนี้ ”

9. ครูสุ่มให้นักเรียนบางคนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots (K1, P2)

ขั้นนำไปใช้

10. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปสิ่งที่เรียน ได้แก่ ระเบียบวิธีทางสถิติ ความหมายของสถิติ และลักษณะของข้อมูล (K1, K2, K3)

11. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ เรื่อง ระเบียบวิธีทางสถิติ เป็นการทำงาน (P1, K1)

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. โปรแกรม Tinker Plots

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. ใบงาน เรื่อง ระเบียบวิธีทางสถิติ
2. แบบฝึกทักษะ เรื่อง ระเบียบวิธีทางสถิติ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
<p>ด้านความรู้ (K)</p> <p>1. บอกลำดับขั้นตอน ระเบียบวิธีทางสถิติได้ (K1)</p> <p>2. บอกความหมาย ของสถิติได้ (K2)</p> <p>3. บอกได้ว่าข้อมูลที่ กำหนดให้เป็นข้อมูล เชิงปริมาณหรือข้อมูล เชิงคุณภาพ (K3)</p>	<p>ตรวจจากแบบฝึก ทักษะและใบงาน</p>	<p>- แบบฝึกทักษะ - ใบงาน</p>	<p>ถูกต้อง ร้อยละ 60 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านทักษะและ กระบวนการ (P)</p> <p>1. ให้เหตุผล ประกอบการวิเคราะห์ จากข้อมูลที่กำหนดให้ ได้ (P1)</p> <p>2. สื่อสารและการ นำเสนอข้อมูล (P2)</p>	<p>- สังเกตจากการร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการทำกิจกรรม ในแบบฝึกทักษะ/ใบ งาน</p> <p>- สังเกตจากการแสดง ความคิดเห็นการ อภิปราย และการ นำเสนอ</p>	<p>- แบบประเมินทักษะ/ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์</p>	<p>คะแนนรวม ร้อยละ 60 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านคุณลักษณะ (A)</p> <p>1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน (A1)</p> <p>2. มุ่งมั่นในการ ทำงาน (A2)</p>	<p>สังเกตจากการร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการทำกิจกรรม ในแบบฝึกทักษะ/ใบ งาน</p>	<p>แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ในระดับ ดี</p>

บันทึกหลังสอน

ผลการสอน

- นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ระเบียบวิธีทางสถิติ ซึ่งประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมาย โดยสามารถบอกลำดับของระเบียบวิธีทางสถิติ ในคาบแรกของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots
 - ผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนรู้ขั้นตอน และวิธีการใช้โปรแกรม Tinker Plots ค่อนข้างมาก เนื่องจากผู้เรียนยังใช้โปรแกรม Tinker Plots ไม่ชำนาญพอ แต่เมื่อผู้วิจัยได้สาธิตและยกตัวอย่างประกอบผู้เรียนจึงเข้าใจในกระบวนการทำงานของโปรแกรมดีขึ้น

ปัญหา / อุปสรรค

- นักเรียนบางคนใช้เวลามากในการเรียนรู้วิธีการใช้โปรแกรม Tinker Plots เนื่องจากขาดความชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์พื้นฐาน

ข้อเสนอแนะ

- ครูควรคอยดูแล และให้คำแนะนำนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยอธิบายขั้นตอนการใช้โปรแกรม Tinker Plots ให้นักเรียนเข้าใจ และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบ
 - ครูควรเสริมสร้างบรรยากาศความเป็นกันเอง กระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงออกในการนำเสนอมากขึ้น

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม. 3 / เลขที่

แบบฝึกทักษะ
เรื่อง ระเบียบวิธีทางสถิติ

1. จงเติมคำในช่องว่างให้ถูกต้อง

1.1) ระเบียบวิธีทางสถิติแบ่งเป็น.....ชั้น คือ

.....
.....

1.2) สถิติ หมายถึง.....

.....
.....

1.3) ข้อมูล คือ

1.4) ลักษณะของข้อมูลแบ่งออกเป็น.....ประเภท คือ

.....
.....

1.5) ข้อมูลเชิงปริมาณ หมายถึง.....

.....
.....

1.7) ยกตัวอย่างข้อมูลเชิงปริมาณ มา 3 อย่าง

1.8) ข้อมูลเชิงคุณภาพ หมายถึง.....

.....
.....

1.9) ยกตัวอย่างข้อมูลเชิงคุณภาพ มา 3 อย่าง

1.10) หากนักเรียนได้รับหน้าที่ให้จัดทำและจำหน่ายเสื้อรุ่น โดยจะนำรายได้หลังหักค่าใช้จ่ายไปใช้ในการซื้อหมวกให้กับโรงเรียนน้อง(ต.ช.ด) ในขั้นตอนการเลือกสายเสื้อ นักเรียนจะใช้ระเบียบวิธีทางสถิติอย่างไรในการจัดทำเสื้อครั้งนี้

.....
.....
.....
.....
.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2
เรื่อง การนำเสนอข้อมูล เวลา 1 คาบ

+++++
สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
ตัวชี้วัด

ค 5.1 - 1. กำหนดประเด็น และเขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ
 รวมทั้งกำหนดวิธีการศึกษา และการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม

ค 5.1 - 3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม

ค 5.1 - 4. อ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการนำเสนอ

สาระสำคัญ

การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง เป็นการนำเสนอข้อมูลแบบแผนภูมิที่แสดงด้วย
 แท่งสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความสูงของแท่งแทนปริมาณของข้อมูล และแต่ละแท่งมีความกว้างของแท่ง
 เท่ากัน

การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ใช้พื้นที่รูปวงกลมหนึ่งวง
 แทนปริมาณข้อมูลทั้งหมดและแบ่งพื้นที่ในวงกลมจากจุดศูนย์กลางออกเป็นส่วนของวงกลมย่อย ๆ
 ตามส่วนของปริมาณข้อมูลที่นำเสนอ

การนำเสนอข้อมูลในรูปกราฟเส้น เรานิยมใช้กราฟเส้นเพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล
 ตามลำดับก่อนหลังของเวลาที่ข้อมูลนั้น ๆ เกิดขึ้น กราฟเส้นทำให้สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลง
 เกี่ยวกับข้อมูลได้รวดเร็ว ช่วยให้เห็นแนวโน้มและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ระหว่างข้อมูลซึ่ง
 สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์เกี่ยวกับข้อมูลนั้นได้อีกด้วย

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

1. อ่านและแปลความหมายของข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลมและกราฟเส้นได้(K1)
2. นำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม และกราฟเส้นได้ (K2)

ด้านทักษะและกระบวนการ (P) : นักเรียนสามารถ

1. ให้เหตุผลประกอบการวิเคราะห์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ (P1)
2. สื่อสารและการนำเสนอข้อมูล (P2)

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนสามารถ

1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน (A1)
2. มุ่งมั่นในการทำงาน (A2)

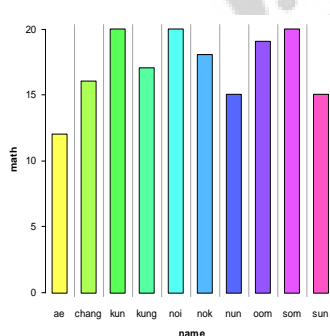
สาระการเรียนรู้

ข้อมูลทางสถิติโดยทั่วไป สามารถนำเสนอข้อมูลได้หลายวิธี เช่น การนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิวงกลม และกราฟเส้น เป็นต้น การนำเสนอข้อมูลเช่นนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ที่สนใจได้รับข้อมูลในรูปแบบที่กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมรายละเอียดของข้อมูล

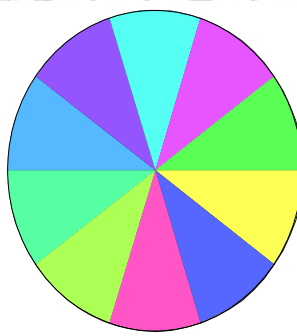
กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสังเกต

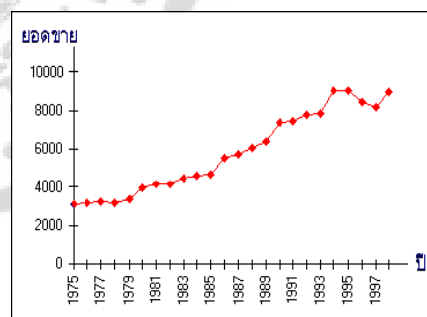
1. ครูทบทวนการนำเสนอข้อมูลในรูปตารางโดยใช้ข้อมูลในเรื่องการแข่งขันโอลิมปิก 2012 โดยการถาม – ตอบ (K1, P1, P2, A1)
2. ครูถามนักเรียนว่านอกจากการนำเสนอข้อมูลในรูปตารางแล้ว เราอาจนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใดได้อีกบ้าง ครูแนะนำแผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม และกราฟเส้น ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว (K1, P1, A1)



แผนภูมิแท่ง



แผนภูมิวงกลม

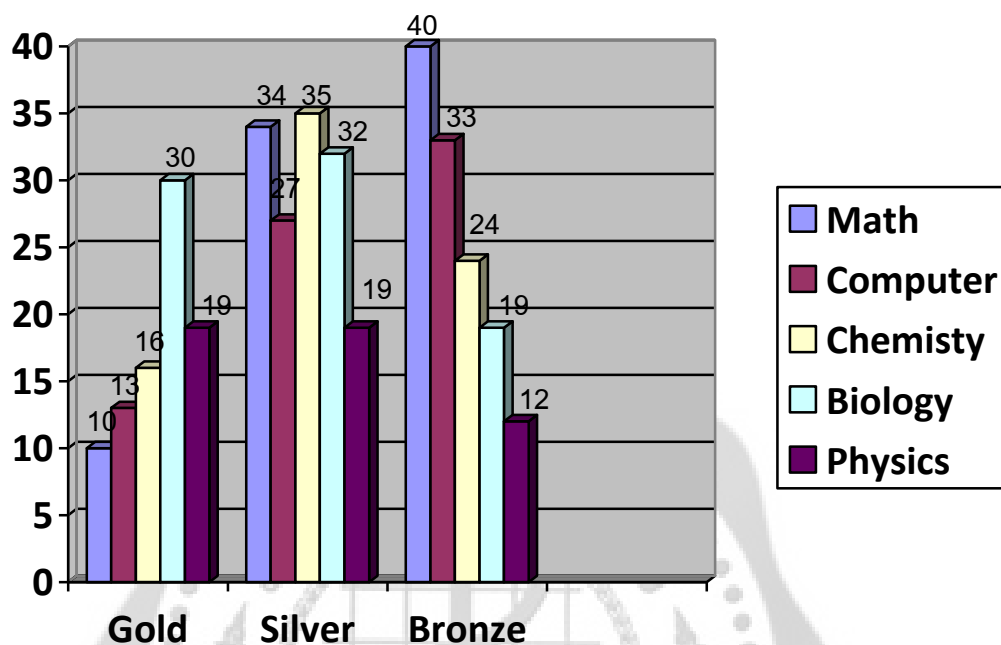


กราฟเส้น

ขั้นอธิบาย

3. ครูยกตัวอย่างให้นักเรียนดูแผนภูมิแท่งและใช้การถามตอบจนกระทั่งนักเรียนสรุปได้ว่าการนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแท่งเป็นการนำเสนอข้อมูลโดยใช้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากในแนวตั้งหรือแนวนอน โดยให้ความกว้างของแต่ละแท่งเท่ากัน ความสูงของแต่ละแท่งแปรผันตามของข้อมูล (K1,P1,A1)

ตัวอย่าง แผนภูมิแสดงจำนวนเหรียญรางวัลการแข่งขันคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์โอลิมปิก
ระหว่างประเทศ พ.ศ.2532 - 2554



4. ครูแนะนำ Tinker Plots Files โดยการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ (K2, P2, A2)

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลในตารางแล้วนำมาบันทึกใน Tinker Plots

Subject	Gold	Silver	Bronze
Math	10	34	40
Computer	13	27	33
Chemistry	16	35	24
Biology	30	32	19
Physics	19	19	12

TinkerPlots(tm): a data analysis construction set, version 1.0

	Subject	Gold	Silver	Bronze	<new>
1	Math	10	34	40	
2	Computer	13	27	33	
3	Chemistry	16	35	24	
4	Biology	30	32	19	
5	Physics	19	19	12	

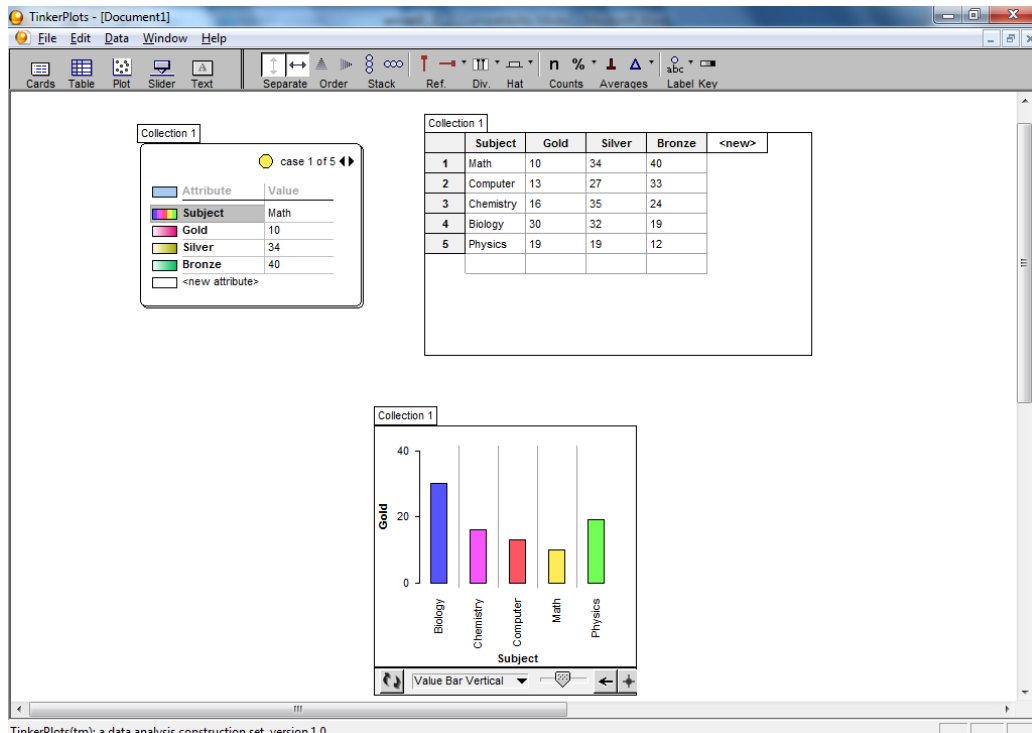
ขั้นที่ 2 คลิ๊ก Cards มาวางไว้จะปรากฏ ดังรูป

TinkerPlots(tm): a data analysis construction set, version 1.0

Attribute	Value
Subject	Math
Gold	10
Silver	34
Bronze	40
<new attribute>	

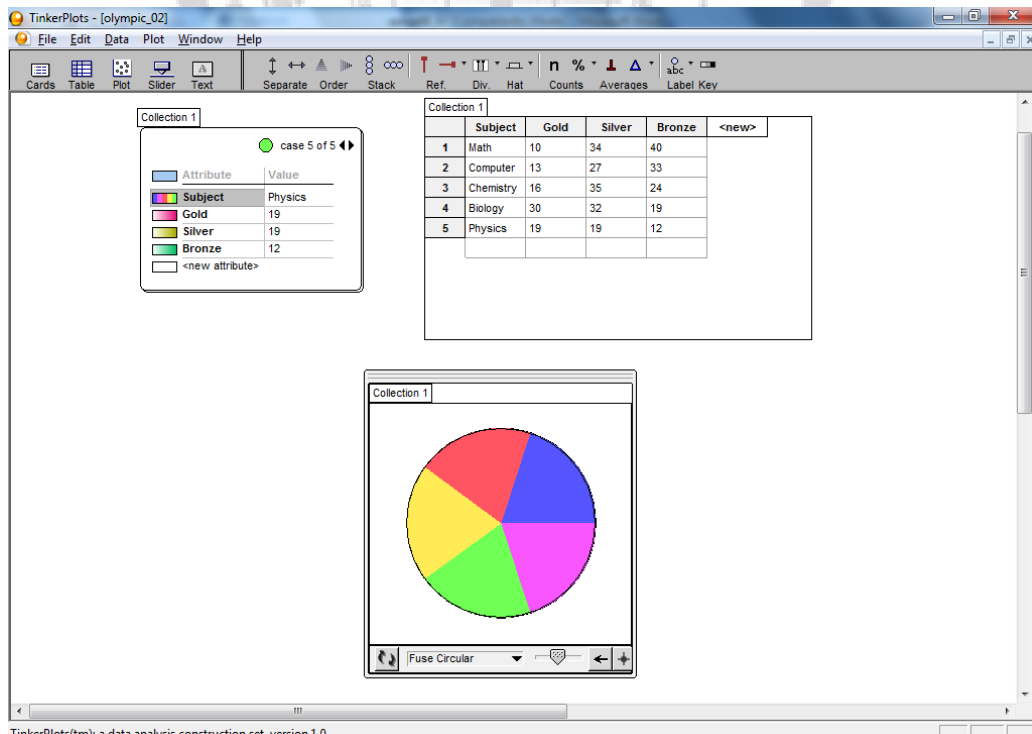
	Subject	Gold	Silver	Bronze	<new>
1	Math	10	34	40	
2	Computer	13	27	33	
3	Chemistry	16	35	24	
4	Biology	30	32	19	
5	Physics	19	19	12	

ขั้นที่ 3 คลิก Plot มาวางไว้และคลิก Icon Type เพื่อเลือก Value Bar Vertical จะได้ดังรูป



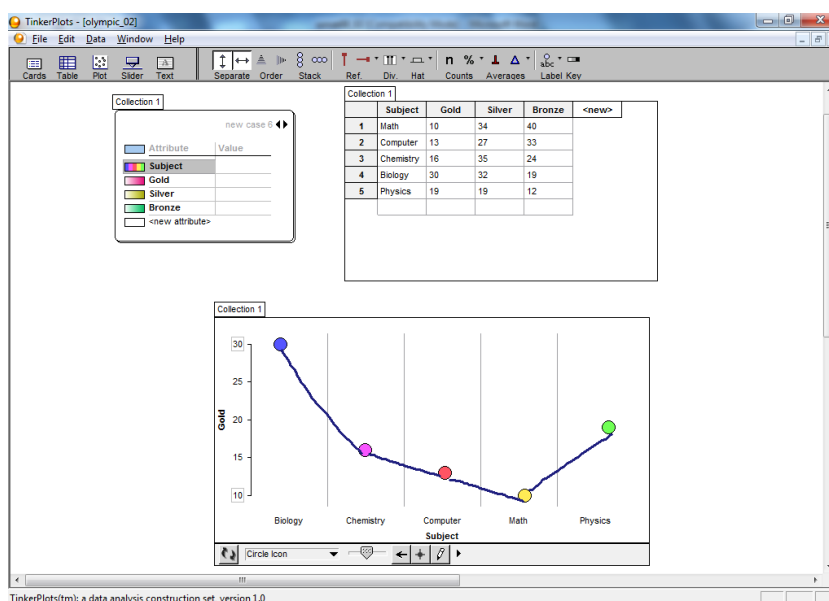
TinkerPlots(tm): a data analysis construction set, version 1.0

ขั้นที่ 4 คลิก Plot และคลิก Icon Type เพื่อเลือก Fuse Circular จะได้ดังรูป



TinkerPlots(tm): a data analysis construction set, version 1.0

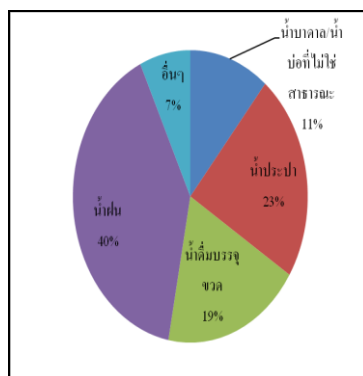
ขั้นที่ 5 คลิก Plot และคลิก Mix up the plot ลากให้เครื่องมือวาดเส้นลากเชื่อมข้อมูล ดังรูป



ขั้นทำนาย

- ครูให้นักเรียนศึกษาใบงาน เรื่อง การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง โดยใช้ Tinker Plots แล้วให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง หลังจากนั้นให้ตอบคำถามในใบงาน (K1, P2 , A1)
- ครูสุ่มนักเรียนบางคนเฉลยใบงาน ครูตรวจสอบความถูกต้อง (K1, P2, A2)
- ครูแนะนำนักเรียนว่า แผนภูมิแท่งนิยมใช้ในการนำเสนอเพื่อเปรียบเทียบข้อมูล แผนภูมิแท่งมีหลายแบบ เช่น แผนภูมิแท่งเชิงเดี่ยว และแผนภูมิแท่งเชิงซ้อน (K1, A1)
- ครูแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับแผนภูมิรูปวงกลม โดยการถาม-ตอบ และยกตัวอย่างแผนภูมิรูปวงกลมอย่างง่าย แล้วให้ทำใบงาน เรื่อง แผนภูมิวงกลม (K1, K2, P1, P2, A2)

ตัวอย่าง แผนภูมิแสดงร้อยละของครัวเรือนส่วนบุคคลจำแนกตามแหล่งที่มาของน้ำดื่ม ปี 2553



10. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามจากใบงาน เรื่อง การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟเส้น อย่างอิสระตามความคิดของแต่ละกลุ่ม (K1, K2, P2, A2)

11. ให้นักเรียนใช้โปรแกรม Tinker Plots เพื่อช่วยหาคำตอบจากใบงาน โดยกำหนดให้สร้างกราฟในรูปแบบต่าง ๆ (K2, P1, P2, A1, A2)

ขั้นนำไปใช้

12. ครูให้นักเรียนศึกษาแบบฝึกทักษะ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots แล้วให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิรูปวงกลม หลังจากนั้นให้ตอบคำถามในใบงาน (K1, K2)

13. ครูสุ่มนักเรียนหนึ่งกลุ่มเฉลย ครูตรวจสอบความถูกต้อง

14. ครูให้นักเรียนสรุปการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่ได้เรียนมาแล้ว (K1, K2, K3) ได้แก่

- 1) การนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง
- 2) การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิแท่ง
- 3) การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิวงกลม
- 4) การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟเส้น

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. โปรแกรม Tinker Plots
2. ใบงาน เรื่อง การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง
3. ใบงาน เรื่อง การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิวงกลม
4. ใบงาน เรื่อง การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟเส้น

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. แบบฝึกทักษะ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
<p>ด้านความรู้ (K)</p> <p>1. บอกลำดับขั้นตอนระเบียบวิธีทางสถิติได้ (K1)</p> <p>2. บอกความหมายของสถิติได้ (K2)</p> <p>3. บอกได้ว่าข้อมูลที่กำหนดให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ (K3)</p>	<p>ตรวจจากแบบฝึกทักษะและใบงาน</p>	<p>- แบบฝึกทักษะ</p> <p>- ใบงาน</p>	<p>ถูกต้อง</p> <p>ร้อยละ 60 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านทักษะและกระบวนการ (P)</p> <p>1. ให้เหตุผลประกอบการวิเคราะห์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ (P1)</p> <p>2. สื่อสารและการนำเสนอข้อมูล (P2)</p>	<p>- สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการทำกิจกรรมในแบบฝึกทักษะ/ใบงาน</p> <p>- สังเกตจากการแสดงความคิดเห็นการอภิปราย และการนำเสนอ</p>	<p>- แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์</p>	<p>คะแนนรวม</p> <p>ร้อยละ 60 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านคุณลักษณะ (A)</p> <p>1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน (A1)</p> <p>2. มุ่งมั่นในการทำงาน (A2)</p>	<p>สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการทำกิจกรรมในแบบฝึกทักษะ/ใบงาน</p>	<p>แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ในระดับดี</p>

บันทึกหลังสอน

ผลการสอน

- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำเสนอข้อมูลด้วย แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม และกราฟ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ได้
- ในการทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนสามารถร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบในใบงานที่ได้รับ โดยครูคอยตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกัน
- นักเรียนสามารถใช้โปรแกรม Tinker Plots ได้ชำนาญขึ้นกว่าการเรียนการสอนในคาบแรก และทำให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปได้เป็นอย่างดี

ปัญหา / อุปสรรค

- นักเรียนบางกลุ่มยังทำงานเป็นกลุ่มได้ไม่ดีเท่าที่ควร ขาดความร่วมมือในการทำงาน
- นักเรียนบางคนไม่ค่อยพูดหรือเขียนแสดงความคิดเห็น

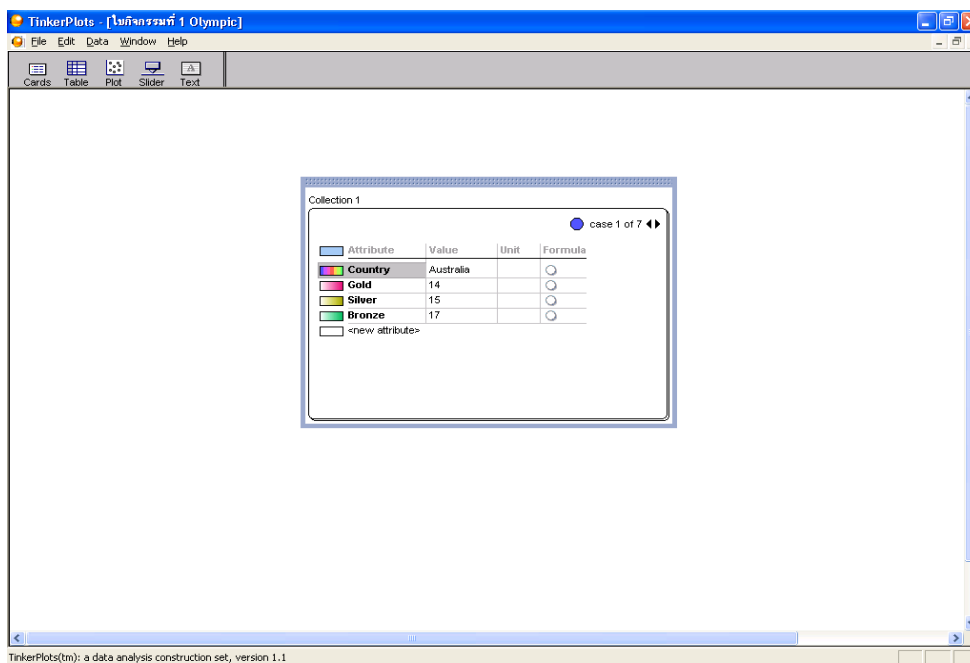
ข้อเสนอแนะ

- ระหว่างทำกิจกรรมในชั้นเรียน ครูควรเอาใจใส่ และคอยสังเกตรายละเอียดทุกอย่างที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อวิเคราะห์พัฒนาการของนักเรียน
- ครูควรให้เวลานักเรียนได้คิดหรือค้นพบคำตอบด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนมีปัญหา หรือคิดไม่ออกการใช้คำถามของครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบได้

ใบงาน เรื่องการนำเสนอข้อมูล ด้วยแผนภูมิแท่ง

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนเปิด Tinker Plots Files เลือก Olympic.tp



- นำข้อมูลจากไฟล์ชื่อ Olympic.tp สร้างแผนภูมิแท่ง และตอบคำถามต่อไปนี้

คำถาม

- ประเทศใดได้รับเหรียญทองมากเป็นอันดับหนึ่ง และประเทศใดได้รับเหรียญเงินมากเป็นอันดับหนึ่ง

ตอบ

- ประเทศใดได้รับจำนวนเหรียญมากเป็นอันดับหนึ่ง

ตอบ

- ประเทศใดได้รับจำนวนเหรียญทองแดงน้อยที่สุด

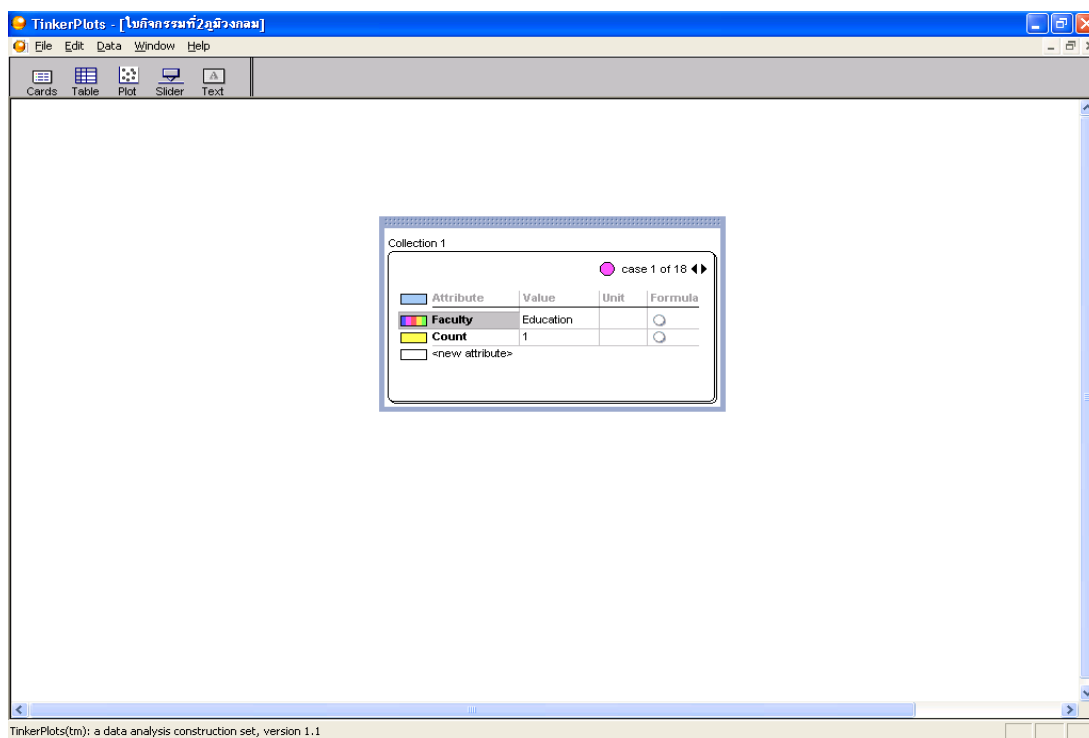
ตอบ



ใบงาน

เรื่อง การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิรูปร่างกลม

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปิด Tinker Plots Files เลือก Faculty.tp คลิกเพื่อสร้างแผนภูมิรูปร่างกลม แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



1. นักศึกษาคณะใดมีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละเท่าใดของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด

ตอบ.....

2. นักศึกษาคณะใดมีจำนวนเท่ากัน

ตอบ.....

3. คณะใดที่มีจำนวนนักศึกษารวมกันเท่ากับจำนวนนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ

ตอบ.....

ใบงาน

เรื่อง การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟเส้น

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้ให้อย่างอิสระ
2. ให้นักเรียนใช้โปรแกรม Tinker Plots สร้างกราฟในรูปแบบต่างๆ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ตารางแสดงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ เทียบกับเงินไทย ปี พ.ศ. 2542 – 2551

สกุลเงิน / ปี พ.ศ.	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551
ดอลลาร์(\$US)	37.8	40.2	44.4	43.0	41.5	40.2	40.2	37.9	34.5	33.3
เยน(Yen)	33.4	37.2	36.6	34.3	35.8	37.2	36.6	32.6	29.3	32.3
ยูโร(Euro)	40.3	37.0	39.8	40.6	46.9	50.0	50.0	47.6	47.3	48.9

ที่มาจาก : ธนาคารแห่งประเทศไทย

คำถาม

1. เมื่อพิจารณาข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเทียบกับเงินไทยทั้งสามสกุล แล้วนักเรียนคิดว่ามีแนวโน้มเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างราคาอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ เทียบกับเงินไทยทั้งสามสกุล นักเรียนคิดว่าเป็นอย่างไร

.....

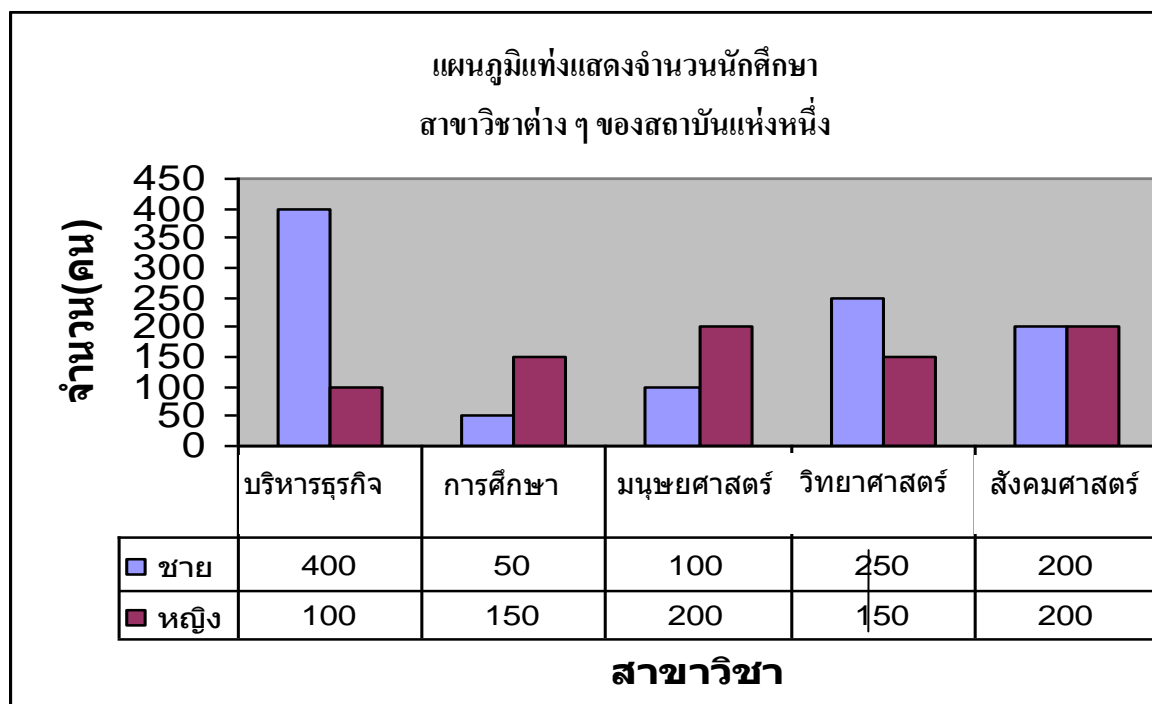
.....

.....

.....

แบบฝึกทักษะ
เรื่องการนำเสนอข้อมูล

1. จากแผนภูมิแท่งที่กำหนด ให้นักเรียนตอบคำถามด้านล่าง



- 1.) จากแผนภูมิแท่ง สาขาวิชาใดมีนักศึกษาชายเรียนมากที่สุด

ตอบ.....

- 2) สาขาวิชาใดมีนักศึกษาหญิงและชายเท่ากัน

ตอบ.....

- 3) สาขาวิชาใดที่มีนักศึกษารวมจำนวนเท่ากัน

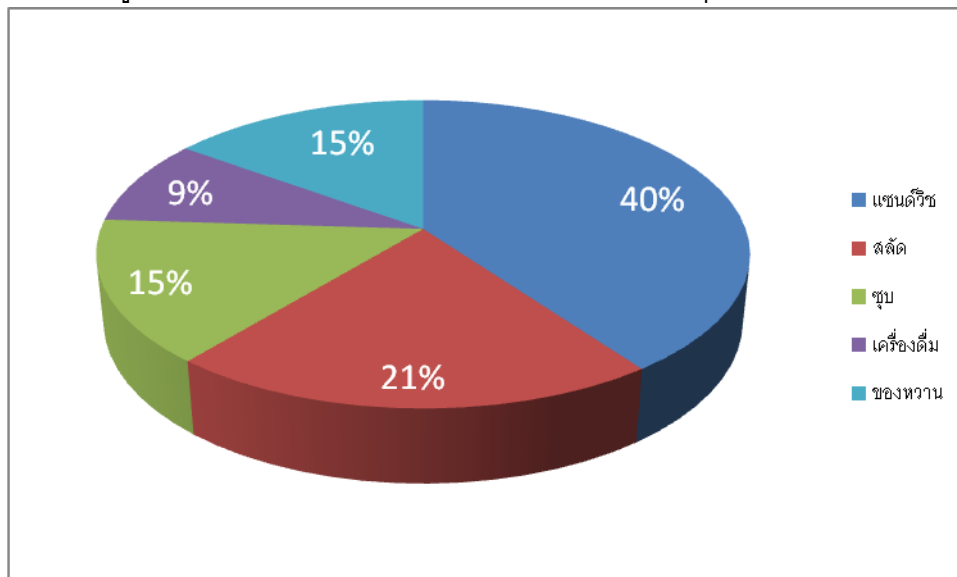
ตอบ.....

- 4) สาขาวิชาใดที่มีนักศึกษาหญิงน้อยที่สุด

ตอบ.....

2. จากแผนภูมิวงกลมที่กำหนดให้ จงตอบคำถาม

แผนภูมิแสดงยอดขายอาหารของร้านอาหารของบริษัท สุชาติ เดือนมกราคม



1) จากแผนภูมิวงกลมที่กำหนดให้ อาหารประเภทใดที่มียอดขายสูงที่สุด

ตอบ.....

2) อาหารประเภทใด ที่มียอดขายในเดือนม.ค. เท่ากัน

ตอบ.....

3) อาหารประเภทใดที่มียอดขายต่ำที่สุด

ตอบ.....

4) ยอดขายสลัด และของหวานต่างกันเท่าใด

ตอบ.....

3. ให้นักเรียนใช้โปรแกรม Tinker Plots สร้างกราฟเส้น แล้วตอบคำถามต่อไปนี้
ตารางแสดงปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิไทยเป็นรายเดือนใน พ.ศ. 2544-2547
(หน่วย:1หมื่นตัน)

เดือน พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2544	2.2	2.1	2.0	1.9	2.0	1.6	1.7	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8
2545	2.1	2.3	4.9	2.2	5.0	15	18.5	23	16	16	24	25
2546	22.2	22.2	17	16.1	15	17	17	20	11	13	28	24.5
2547	19.8	18.8	17	16	18	18	17	18	18	17.5	27	24.5

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร

คำถาม

1. หากพิจารณาข้อมูลปริมาณข้าวหอมมะลิที่ส่งออกในแต่ละปีแล้ว นักเรียนคิดว่ามีแนวโน้ม
เป็นอย่างไร แสดงเหตุผลประกอบการอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการส่งออกในแต่ละช่วงเวลาของปี มีลักษณะเป็น
อย่างไร

.....

.....

.....

.....

เฉลยคำตอบใบกิจกรรม เรื่องการนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง

1. ประเทศจีนได้รับเหรียญทองมากเป็นอันดับหนึ่ง
ประเทศสหรัฐอเมริกาได้รับเหรียญเงินมากเป็นอันดับหนึ่ง
2. ประเทศสหรัฐอเมริกาได้รับจำนวนเหรียญมากเป็นอันดับหนึ่ง
3. ประเทศเกาหลีได้รับจำนวนเหรียญทองแดงน้อยที่สุด

เฉลยใบกิจกรรม เรื่อง การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิวงกลม

1. คณะบริหารธุรกิจ คิดเป็นร้อยละ 27.77
2. คณะวิทยาศาสตร์และคณะสังคมศาสตร์
3. คณะมนุษยศาสตร์ และ คณะศึกษาศาสตร์

เฉลยแบบฝึกทักษะ เรื่องการนำเสนอข้อมูล

- 1.) บริหารธุรกิจ
- 2.) สังคมศาสตร์
- 3.) วิทยาศาสตร์ และ สังคมศาสตร์
- 4.) บริหารธุรกิจ



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2
 เรื่องการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางแจกแจงความถี่ เวลา 1 คาบ

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
 ตัวชี้วัด

ค 5.1 - 1. กำหนดประเด็น และเขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ
 รวมทั้งกำหนดวิธีการศึกษา และการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม

ค 5.1 - 3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม

ค 5.1 - 4. อ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการนำเสนอ

ค 5.2 - 2. อภิปรายความคาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้ จากการนำเสนอข้อมูล

สาระสำคัญ

การนำเสนอข้อมูลในรูปตารางแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution) เป็นการนำเสนอ
 ข้อมูลทางสถิติที่อยู่ในรูปแบบของตาราง การนำเสนอข้อมูลในลักษณะนี้จะแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มๆ
 และแจกแจงความถี่ในแต่ละกลุ่ม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

1. บอกพิสัยของข้อมูลได้ (K1)
2. หาคความกว้างของอันตรภาคชั้นของข้อมูลในแต่ละชั้นได้ (K2)
3. หาจำนวนชั้นของตารางแจกแจงความถี่ได้ (K3)
4. สร้างตารางแจกแจงความถี่ได้ (K4)

ด้านทักษะและกระบวนการ (P) : นักเรียนสามารถ

1. ให้เหตุผลประกอบการวิเคราะห์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ (P1)
2. สื่อความหมายและการนำเสนอข้อมูล (P2)

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนสามารถ

1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน (A1)
2. มุ่งมั่นในการทำงาน (A2)

สาระการเรียนรู้

การสร้างตารางแจกแจงความถี่ มีขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าสูงสุด(Max) และค่าต่ำสุด (Min) แล้วนำค่าดังกล่าวไปหาพิสัย (Range)

โดย พิสัย = ค่าสูงสุด - ค่าต่ำสุด

2. ถ้าโจทย์กำหนดจำนวนอันตรภาคชั้นมาให้ เราต้องคำนวณหาความกว้างของแต่ละอันตรภาคชั้น โดยใช้สูตร

$$\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{พิสัย}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

** ถ้าเป็นทศนิยม ให้ปัดขึ้นเป็นจำนวนเต็มเสมอ**

ถ้าโจทย์กำหนดความกว้างของอันตรภาคชั้นมาให้ เราสามารถหาจำนวนของอันตรภาคชั้น โดยใช้สูตร

$$\text{จำนวนของอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{พิสัย}}{\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น}}$$

3. เขียนอันตรภาคชั้นเรียงตามลำดับ แล้วดูว่าค่าจากการสังเกตแต่ละค่าของข้อมูลอยู่ในอันตรภาคชั้นใด ก็ให้ขีด “ | ” ลงในอันตรภาคชั้นไปเรื่อยๆ จนครบทุกค่าจากการสังเกตของข้อมูล

4. นับจำนวนขีดในแต่ละอันตรภาคชั้นและสรุปออกมาเป็นจำนวนซึ่งจำนวนดังกล่าวคือความถี่

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสังเกต

1. ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับลักษณะของข้อมูล(ข้อมูลเชิงคุณภาพ กับข้อมูลเชิงปริมาณ) ด้วยการถาม - ตอบ แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างประกอบ เช่น น้ำหนักของนักเรียน ส่วนสูงของนักเรียน จำนวนเงินค่าอาหารกลางวันที่นักเรียนนำมาโรงเรียน คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ เบอร์รองเท้าที่นักเรียนใส่ ฯลฯ (P1, P2, A1)

2. แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มสำรวจข้อมูลของสมาชิกในหัวข้อต่อไปนี้ น้ำหนัก ส่วนสูง เบอร์รองเท้า ความยาวรอบเอว คณะสีบ้าน แล้วบันทึกข้อมูลลงในใบงาน (P1, P2, A2)

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้นำบันทึกใน โปรแกรม Tinker Plots (P2, A2)

	sex	weight	high	feet_size	waistline	<new>
1	male	45	158	40	75	
2	male	43	160	40	75	
3	female	38	145	36	60	
4	male	40	155	40	72	
5	female	45	158	38	58	
6	male	49	165	42	70	
7	female	50	163	40	60	
8	male	52	175	43	70	
9	female	65	168	41	80	
10	male	71	172	42	80	

4. ให้นักเรียนเลือกข้อมูล จากข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาข้อมูลที่ได้รับ จากนั้นตอบคำถามในใบงานโดยใช้ โปรแกรม Tinker Plots ซึ่งมีข้อมูลให้เลือก (P1,P2,A2) ดังนี้

ข้อมูลน้ำหนัก

- คำถาม 1) นักเรียนในห้องส่วนใหญ่หนักประมาณเท่าใด
- คำถาม 2) นักเรียนสีแดงหรือนักเรียนสีฟ้าที่หนักมากกว่ากัน พิจารณาจากอะไร จึงให้เหตุผล

ข้อมูลส่วนสูง

- คำถาม 1) นักเรียนในห้องส่วนใหญ่มีความสูงประมาณเท่าใด
- คำถาม 2) นักเรียนสีเหลืองหรือนักเรียนสีเขียวที่มีความสูงมากกว่ากัน พิจารณาจากอะไร จึงให้เหตุผล

ข้อมูลเบอร์รองเท้า

- คำถาม 1) นักเรียนในห้องส่วนใหญ่ใส่รองเท้าเบอร์ใด
- คำถาม 2) นักเรียนสีแดงหรือนักเรียนสีเขียวที่ใส่รองเท้าเบอร์ใหญ่กว่ากัน พิจารณาจากอะไร จึงให้เหตุผล

ข้อมูลความยาวรอบเอว

- คำถาม 1) นักเรียนในห้องส่วนใหญ่มีความยาวรอบเอวประมาณเท่าใด
- คำถาม 2) นักเรียนแดงหรือนักเรียนสีเหลืองที่ความยาวรอบเอวมมากกว่ากัน พิจารณาจากอะไร จึงให้เหตุผล

5. ครูสุ่มเลือกให้นักเรียนบางกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนกลุ่มอื่นและครูร่วมกันอภิปราย สรุปผลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมทั้งหมด (P2, A2)

ข้ออธิบาย

6. ครูยกตัวอย่างการสร้างตารางแจกแจงความถี่ จากการสำรวจน้ำหนักของนักเรียนชั้น ม.3/1 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง (K1, K2, K3, K4, P2, A1) เป็นดังนี้

45	43	38	40	45	49	50	52	65	71
53	60	75	58	63	44	49	51	55	48
45	43	38	40	45	49	50	52	65	71
53	60	75	58	63	44	49	51	55	48

จงสร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยให้มีความกว้างของอันตรภาคชั้นเท่ากับ 6

วิธีทำ น้ำหนักมากที่สุด เท่ากับ 75 กิโลกรัม

น้ำหนักน้อยที่สุด เท่ากับ 38 กิโลกรัม

พิสัยของข้อมูล เท่ากับ $75 - 38 = 37$

$$\text{จำนวนชั้น} = \frac{\text{พิสัย}}{\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น}}$$

$$= \frac{37}{6}$$

$$= 6.1$$

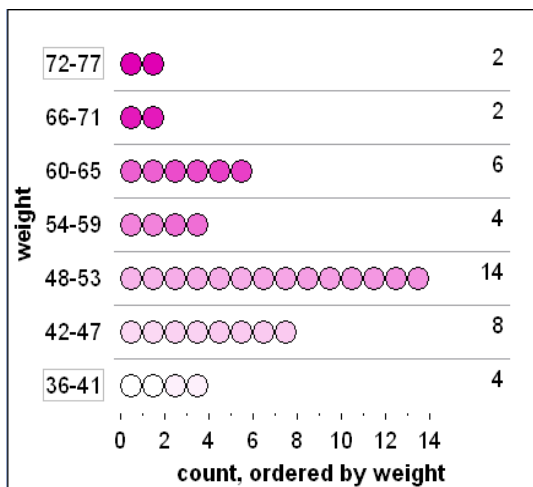
(ในการหาจำนวนอันตรภาคชั้นข้างต้น เศษที่ได้จากการหารจะปัดขึ้นให้เป็นจำนวนเต็ม)

$$= 7 \text{ ชั้น}$$

จากข้อมูลข้างต้น นำมาจัดอันตรภาคชั้นในตารางแจกแจงความถี่ ดังนี้

ตารางแจกแจงความถี่ของน้ำหนักนักเรียน ชั้น ม.3/1		
น้ำหนัก	รอยขีด	ความถี่
36 - 41	||||	4
42 - 47	|||||	8
48 - 53	|||||	14
54 - 59	||||	4
60 - 65	|||||	6
66 - 71	||	2
72 - 77	||	2
รวม		40

ตารางแจกแจงความถี่จากโปรแกรม Tinker Plots

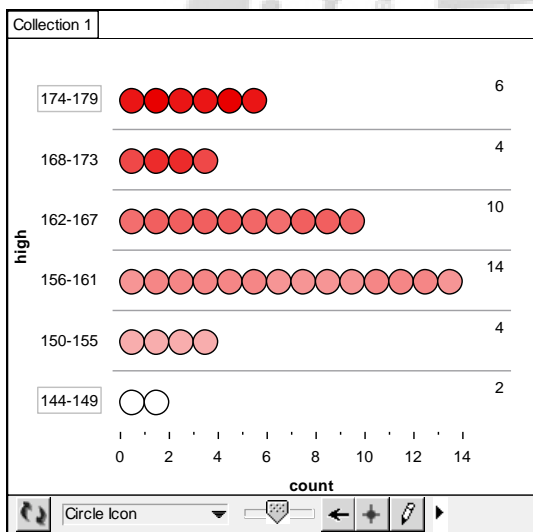


น้ำหนัก	รอยขีด	ความถี่
36 - 41		4
42 - 47		8
48 - 53		14
54 - 59		4
60 - 65		6
66 - 71		2
72 - 77		2
รวม		40

ขั้นทำนาย

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้ มาสร้างตารางแจกแจงความถี่ ตามวิธีการที่ครูได้อธิบายให้ฟัง และสร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้

(K1, K2, K3, K4, P2, A2)



ส่วนสูง	รอยขีด	ความถี่
144 - 149	||	2
150 - 155	||||	4
156 - 161	|||| |	14
162 - 167	|||| |	10
168 - 173	||||	4
174 - 179	|||| |	6

8. ให้นักเรียนตอบคำถามจากใบงาน เรื่อง การสร้างตารางแจกแจงความถี่(K1,K4,P2,A2) **ขั้นนำไปใช้**

9. จากกิจกรรมการสร้างตารางแจกแจงความถี่ที่ครูนำเสนอและกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ ให้นักเรียนอภิปรายหาข้อสรุปร่วมกันว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (K4, P2)

10. ให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ เรื่องการสร้างตารางแจกแจงความถี่เป็นการบ้าน (K1, K2)

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. โปรแกรม Tinker Plots
2. ใบงาน เรื่อง การสร้างตารางแจกแจงความถี่

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. แบบฝึกทักษะ เรื่อง การสร้างตารางแจกแจงความถี่

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
<p>ด้านความรู้ (K)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกลำดับขั้นตอนระเบียบวิธีทางสถิติได้ (K1) 2. บอกความหมายของสถิติได้ (K2) 3. บอกได้ว่าข้อมูลที่กำหนดให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ (K3) 	<p>ตรวจจากแบบฝึกทักษะและใบงาน</p>	<p>- แบบฝึกทักษะ - ใบงาน</p>	<p>ถูกต้อง ร้อยละ 60 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านทักษะและกระบวนการ (P)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ให้เหตุผลประกอบการวิเคราะห์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ (P1) 2. สื่อสารและการนำเสนอข้อมูล (P2) 	<p>- สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการทำกิจกรรมในแบบฝึกทักษะ/ใบงาน</p> <p>- สังเกตจากการแสดงความคิดเห็นการอภิปราย และการนำเสนอ</p>	<p>- แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์</p>	<p>คะแนนรวม ร้อยละ 60 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านคุณลักษณะ (A)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน (A1) 2. มุ่งมั่นในการทำงาน (A2) 	<p>สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการทำกิจกรรมในแบบฝึกทักษะ</p>	<p>แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ในระดับดี</p>

บันทึกหลังสอน

ผลการสอน

- การทำกิจกรรมกลุ่มในชั้นสังเกตค่อนข้างใช้เวลาพอสมควร ในช่วงการนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มจึงต้องใช้วิธีการสุ่มให้นักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอ
- การสร้างตารางแจกแจงความถี่โดยวิธีปกติ กับการสร้างตารางแจกแจงความถี่โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots ได้ผลไม่แตกต่างกัน แต่การใช้โปรแกรม Tinker Plots ใช้เวลาน้อยกว่า

ปัญหา / อุปสรรค

- การอธิบายวิธีการสร้างตารางแจกแจงความถี่ด้วยวิธีปกติด้วยการบรรยาย ทำให้นักเรียนขาดความสนใจในบทเรียนบางช่วง ครูจึงต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

- ครูควรฝึกให้ผู้เรียน เรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยตัวเองหรือปรึกษากันภายในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน ครูเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือมากกว่าจะเป็นผู้บอกความรู้ให้แก่ผู้เรียน



ใบงาน

เรื่อง การสร้างตารางแจกแจงความถี่

1. ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม กรอกข้อมูลส่วนตัวของตนเองลงในตารางให้ครบถ้วน แล้วให้หัวหน้ากลุ่มรวบรวมข้อมูลส่งครูเพื่อบันทึกเป็นข้อมูลของทั้งห้อง ลงในโปรแกรม Tinker Plots

ลำดับ ที่	เลขที่	ชื่อ - สกุล	เพศ	น้ำหนัก (ก.ก.)	ส่วนสูง (ซม.)	เบอร์ รองเท้า	ความยาว รอบเอว(ซม.)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots แล้วตอบคำถามตามหัวข้อที่ได้เลือก

หัวข้อที่เลือก คือ คำถามที่ 1 ตอบ คำถามที่ 2 ตอบ
--

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนกลุ่มอื่นและครูร่วมกันอภิปราย สรุปผลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมทั้งหมด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2
เรื่องฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ เวลา 1 คาบ

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
ตัวชี้วัด

ค 5.1 - 1. กำหนดประเด็น และเขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ
รวมทั้งกำหนดวิธีการศึกษา และการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม

ค 5.1 - 3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม

ค 5.1 - 4. อ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการนำเสนอ

ค 5.2 - 2. อภิปรายความคาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้ จากการนำเสนอข้อมูล

สาระสำคัญ

การสร้างฮิสโทแกรม (Histogram) เป็นการแจกแจงความถี่ด้วยแผนภูมิแท่ง โดยความสูง
ของแต่ละแท่งสี่เหลี่ยมจะแทนด้วยความถี่ของกลุ่มข้อมูลในแต่ละอันตรภาคชั้น ส่วนความกว้างของ
ฐานแท่งสี่เหลี่ยมจะแทนด้วยความกว้างของแต่ละอันตรภาคชั้น

รูปหลายเหลี่ยมของความถี่ เป็นรูปที่เกิดจากการต่อจุดกึ่งกลางของกราฟฮิสโทแกรม โดย
หาจุดกึ่งกลางด้านบนของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูป แล้วลากส่วนของเส้นตรงเชื่อมจุดกึ่งกลาง
เหล่านั้น เพื่อให้เส้นที่ลากต่อไปพบแกนนอนที่จุดกึ่งกลางของชั้นก่อนชั้นแรก และหลังชั้นสุดท้าย

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

1. หาขอบบน – ขอบล่างของข้อมูลในแต่ละอันตรภาคชั้นได้ (K1)
2. หาจุดกึ่งกลางชั้นของข้อมูลในแต่ละอันตรภาคชั้นได้ (K2)
3. สร้างฮิสโทแกรมและรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ได้ (K3)

ด้านทักษะและกระบวนการ (P) : นักเรียนสามารถ

1. ให้เหตุผลประกอบการวิเคราะห์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ (P1)
2. สื่อความหมายและการนำเสนอข้อมูล (P2)

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนสามารถ

1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน (A1)
2. มุ่งมั่นในการทำงาน (A2)

สาระการเรียนรู้

ฮิสโทแกรม

เป็นการนำเสนอข้อมูลจากตารางแจกแจงความถี่ไปเขียนเป็นแผนภูมิแท่งมีลักษณะเป็นแท่งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงติดกันโดยที่ความกว้างของแต่ละแท่งเท่ากับความกว้างของอันตรภาคชั้นและความสูงของแต่ละแท่ง เท่ากับ ความถี่ของแต่ละ อันตรภาคชั้น

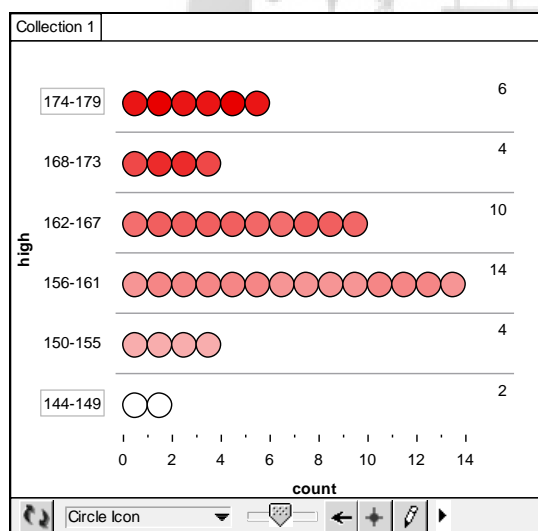
การสร้างรูปหลายเหลี่ยมของความถี่

- 1) ให้หาจุดกึ่งกลางของด้านบนของแต่ละรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูป
- 2) ลากส่วนของเส้นตรงเชื่อมจุดเหล่านี้
- 3) ให้เส้นที่ลากต่อไปพบแกนนอน จะต้องเพิ่มจุดบนแกนนอนอีกสองจุดคือ จุดกึ่งกลางชั้นของอันตรภาคชั้นที่อยู่ก่อนอันตรภาคชั้นต่ำสุด และจุดกึ่งกลางชั้นของอันตรภาคชั้นที่อยู่ถัดจากอันตรภาคชั้นสูงสุด

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสังเกต

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนการสร้างตารางแจกแจงความถี่จากตัวอย่างที่กำหนดให้ (P1)



ส่วนสูง	รอยขีด	ความถี่
144 – 149	||	2
150 – 155	||||	4
156 – 161	||||| |||	14
162 – 167	|||||	10
168 – 173	||||	4
174 – 179	|||| |	6

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของ “ฮิสโทแกรม” (เป็นการนำเสนอข้อมูลจากตารางความถี่มาเขียนกราฟแท่ง โดยให้ความยาวของแต่ละสี่เหลี่ยมมุมฉากแทนความถี่ และความกว้างของแต่ละสี่เหลี่ยมมุมฉากแทนความกว้างของอันตรภาคชั้น) และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ (เป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เกิดจากการลากส่วนของเส้นตรงโยงจุดกึ่งกลางของยอดของแต่ละสี่เหลี่ยมผืนผ้าแต่ละรูปไปยังแกนนอนทั้ง 2 ข้าง โดยเพิ่มอันตรภาคชั้นบนสุดและต่ำสุดข้างละ 1 ชั้น โดยสมมติความถี่เป็นศูนย์ พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมความถี่จะเท่ากับพื้นที่ของฮิสโทแกรม) (P2)

ชั้นอธิบาย

3. ครูปกติตัวอย่างเกี่ยวกับวิธีการสร้างฮิสโทแกรม (K1, K2, K3, P2, A1, A2)ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

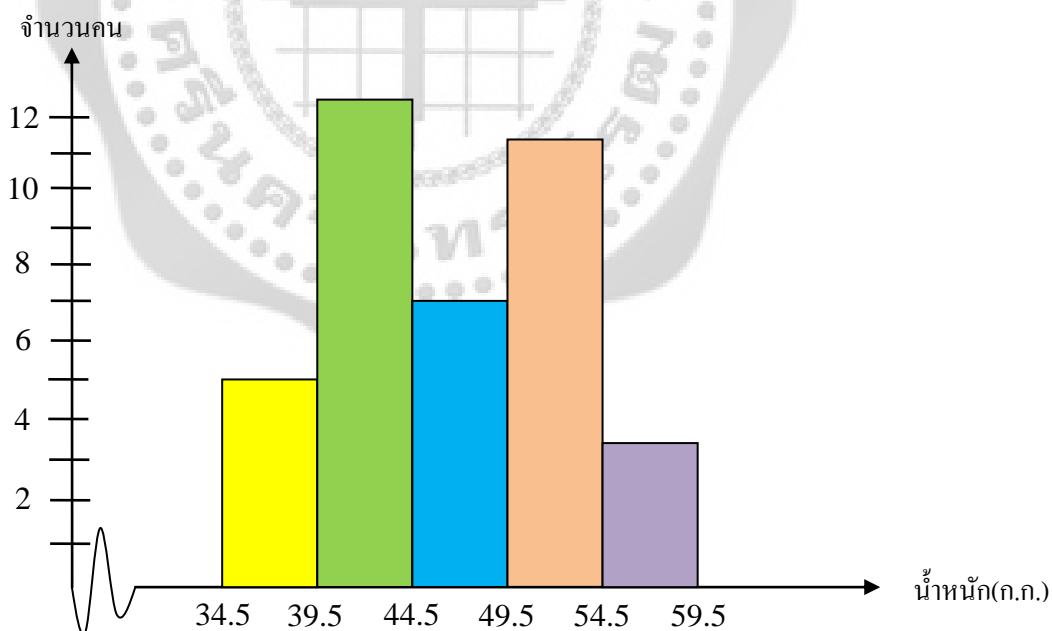
ขั้นที่ 1 หาขอบล่างของอันตรภาคชั้น และขอบบนของอันตรภาคชั้น ที่มีค่าจากการสังเกตค่าสูงสุด จากตารางแจกแจงความถี่ที่กำหนดให้

อันตรภาคชั้น	ความถี่	ขอบล่าง	ขอบบน
35 – 39	5	34.5	39.5
40 – 44	12	39.5	44.5
45 – 49	7	44.5	49.5
50 – 54	11	49.5	54.6
55 – 59	3	54.5	59.5

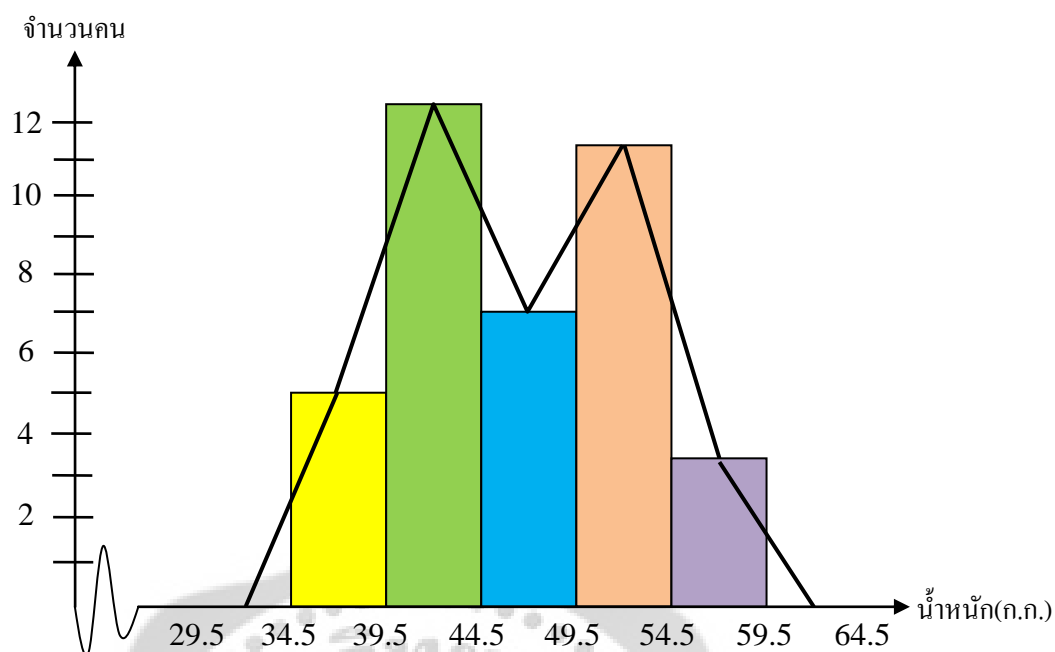
ขั้นที่ 2 กำหนดแกนพิภคจาก โดยให้แกนนอนเป็นข้อมูลของอันตรภาคชั้น ซึ่งแต่ละอันตรภาคชั้น จะใช้ขอบล่างเขียนลงบนแกนนอน ส่วนแกนตั้งแสดงความถี่ของแต่ละอันตรภาคชั้น

ขั้นที่ 3 เขียนแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยให้ความกว้างเท่ากับความกว้างของอันตรภาคชั้น

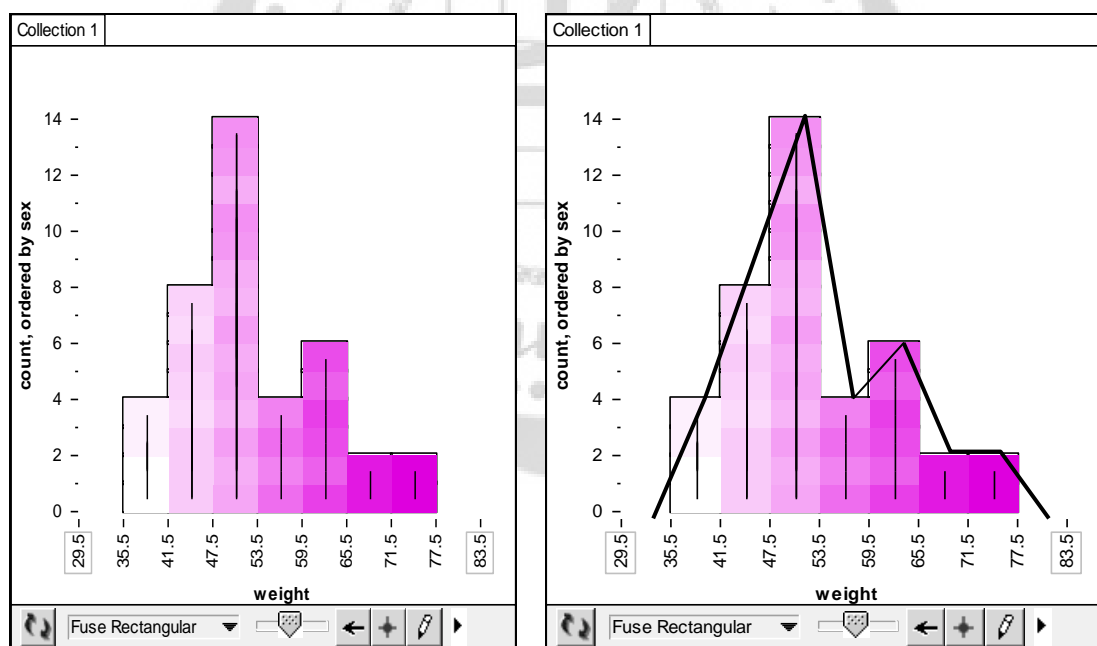
ขั้นที่ 4 ในกรณีที่ความกว้างของอันตรภาคชั้นเท่ากันทุกอันตรภาคชั้น ความสูงของแต่ละแท่งเท่ากับความถี่ของอันตรภาคชั้นนั้น



4. ครูปกติตัวอย่างเพื่อนำเข้าสู่การสร้างรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ โดยรูปหลายเหลี่ยมของความถี่เกิดจากการลากส่วนของเส้นตรงเชื่อมจุดกึ่งกลางด้านบนของแท่งฮิสโทแกรมทุกแท่ง และจุดกึ่งกลางของอันตรภาคชั้นต่ำกว่าชั้นต่ำสุดหนึ่งชั้นและอันตรภาคชั้นที่สูงกว่าชั้นสูงสุดหนึ่งชั้น (K3,P2,A2)



5. ครูสาธิตวิธีการสร้างฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ (K3, P2, A2) โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots



ขั้นทำนาย

6. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4 – 5 คน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามกิจกรรมจากใบงาน เรื่องฮิสโทแกรมและรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ (K1, K2, K3, P2, A1, A2)

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างฮิสโทแกรมและรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots และใช้ข้อมูลเดิมที่นักเรียนเก็บรวบรวมมา (K3, P2, A2)

ขั้นนำไปใช้

8. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างฮิสโทแกรมและรูปหลายเหลี่ยมของความถี่จากแบบฝึกทักษะเรื่องฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ (K3, P2, A1, A2)
9. ครูสุ่มให้นักเรียนบางกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน (K3, P2, A2)
10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความถูกต้องที่นักเรียนออกมานำเสนอ (P2)

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. โปรแกรม Tinker Plots
2. ใบงาน เรื่อง ฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. แบบฝึกทักษะ เรื่อง ฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่



การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
<p>ด้านความรู้ (K)</p> <p>1. บอกลำดับขั้นตอน ระเบียบวิธีทางสถิติได้ (K1)</p> <p>2. บอกความหมาย ของสถิติได้ (K2)</p> <p>3. บอกได้ว่าข้อมูลที่ กำหนดให้เป็นข้อมูล เชิงปริมาณหรือข้อมูล เชิงคุณภาพ (K3)</p>	<p>ตรวจจากแบบฝึก ทักษะและใบงาน</p>	<p>- แบบฝึกทักษะ - ใบงาน</p>	<p>ถูกต้อง ร้อยละ 60 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านทักษะและ กระบวนการ (P)</p> <p>1. ให้เหตุผล ประกอบการวิเคราะห์ จากข้อมูลที่กำหนดให้ ได้ (P1)</p> <p>2. สื่อสารและการ นำเสนอข้อมูล (P2)</p>	<p>- สังเกตจากการร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการทำกิจกรรม ในแบบฝึกทักษะ/ใบ งาน</p> <p>- สังเกตจากการแสดง ความคิดเห็นการ อภิปราย และการ นำเสนอ</p>	<p>- แบบประเมินทักษะ/ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์</p>	<p>คะแนนรวม ร้อยละ 60 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านคุณลักษณะ (A)</p> <p>1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน (A1)</p> <p>2. มุ่งมั่นในการทำงาน (A2)</p>	<p>สังเกตจากการร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการทำกิจกรรม ในแบบฝึกทักษะ/ใบ งาน</p>	<p>แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ใน ระดับดี</p>

บันทึกหลังสอน

ผลการสอน

- กิจกรรมเรียนรู้ในคาบนี้ นักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี นักเรียนกระตือรือร้นในการตอบคำถาม ที่ครูกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ดี

ปัญหา / อุปสรรค

- ครูยกตัวอย่างการสร้างฮิสโทแกรมน้อยไป นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่

ข้อเสนอแนะ

- การใช้โปรแกรม Tinker Plots ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดำเนินการสอนอย่างเป็นขั้นตอนไม่ควรเร่งรีบจนเกินไป และควรสอนร่วมกับการใช้สื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โปรเจคเตอร์



ใบงาน

เรื่อง “ การสร้างฮิสโทแกรมและรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ ”

1. ให้นักเรียนสร้างฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ตามขั้นตอนต่อไปนี้

วิธีการสร้างฮิสโทแกรม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

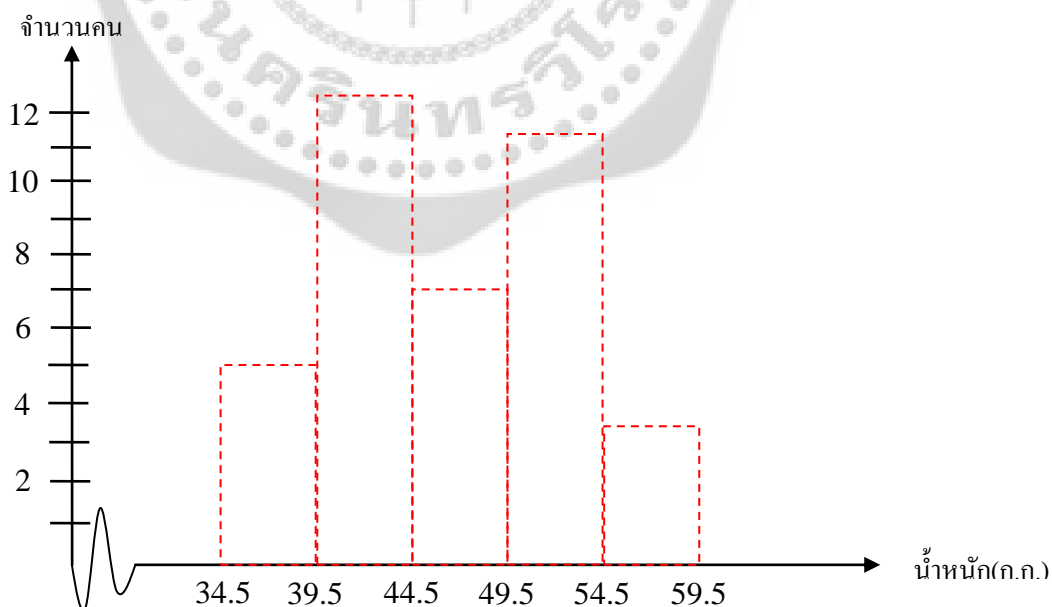
ขั้นที่ 1 หาขอบล่างของทุกๆ อันตรภาคชั้น และขอบบนของอันตรภาคชั้น ที่มีค่าจากการสังเกตค่าสูงสุด จากตารางแจกแจงความถี่ที่กำหนดให้

อันตรภาคชั้น	ความถี่	ขอบล่าง	ขอบบน
35 – 39	5	34.5	39.5
40 – 44	12	39.5	44.5
45 – 49	7	44.5	49.5
50 – 54	11	49.5	54.6
55 – 59	3	54.5	59.5

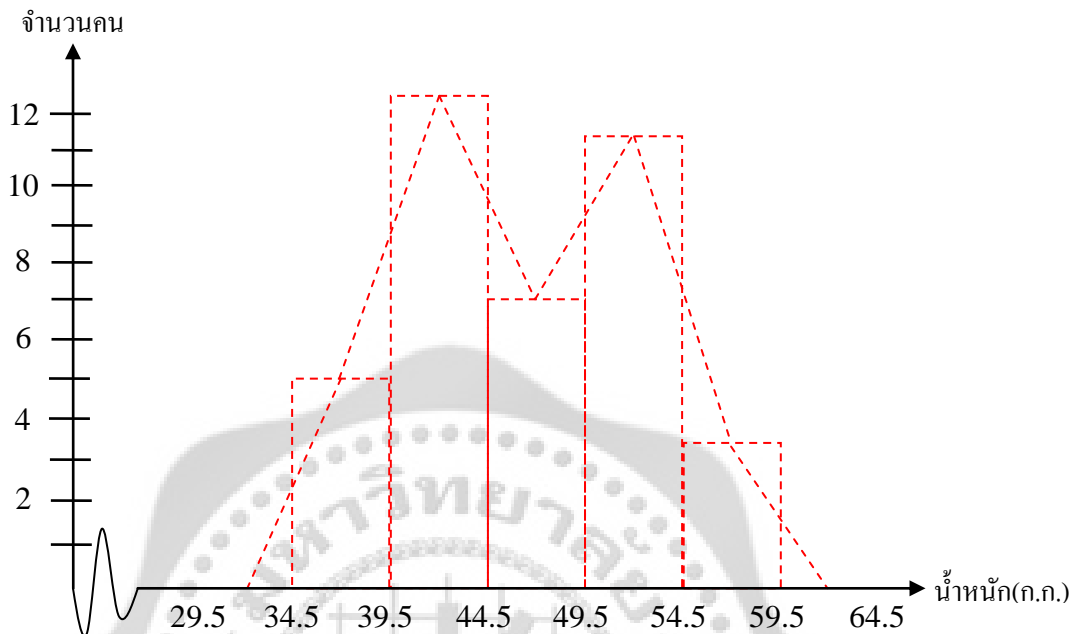
ขั้นที่ 2 กำหนดแกนพิกัดจาก โดยให้แกนนอนเป็นข้อมูลของอันตรภาคชั้น ซึ่งแต่ละอันตรภาคชั้น จะใช้ขอบล่างเขียนลงบนแกนนอน ส่วนแกนตั้งแสดงความถี่ของแต่ละอันตรภาคชั้น

ขั้นที่ 3 เขียนแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยให้ความกว้างเท่ากับความกว้างของอันตรภาคชั้น

ขั้นที่ 4 ในกรณีที่มีความกว้างของอันตรภาคชั้นเท่ากันทุกอันตรภาคชั้น ความสูงของแต่ละแท่งเท่ากับความถี่ของอันตรภาคชั้นนั้น



การสร้างรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ รูปหลายเหลี่ยมของความถี่เกิดจากการลากส่วนของเส้นตรงเชื่อมจุดกึ่งกลางด้านบนของแท่งฮิสโทแกรมทุกแท่ง และจุดกึ่งกลางของอันตรภาคชั้นต่ำกว่าชั้นต่ำสุดหนึ่งชั้น และอันตรภาคชั้นที่สูงกว่าชั้นสูงสุดหนึ่งชั้น



2. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้รับสร้างฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ โดยใช้โปรแกรม

Tinker Plots

คะแนน	ความถี่	ขอบล่าง - ขอบบน	จุดกึ่งกลางชั้น
40 - 49	5		
50 - 59	9		
60 - 69	12		
70 - 79	10		
80 - 89	4		

ผลการดำเนินการ

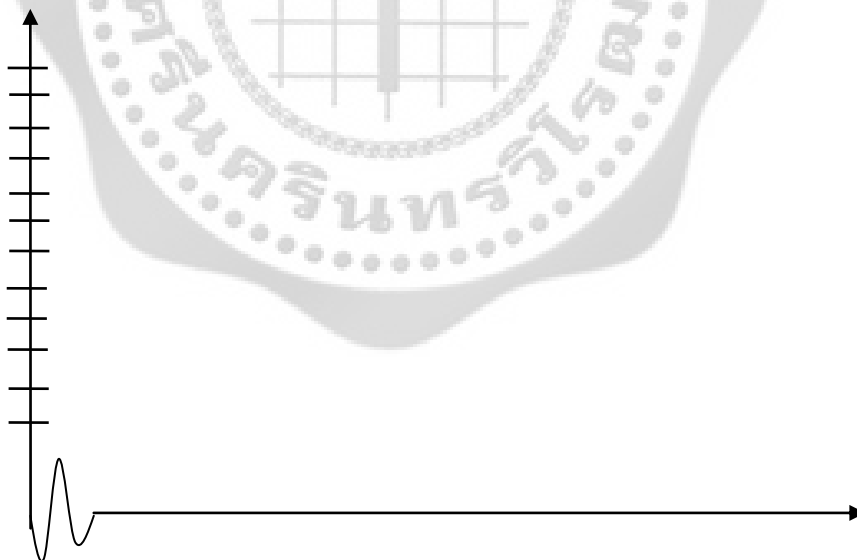


แบบฝึกทักษะ
เรื่องฮิสโทแกรมและรูปหลายเหลี่ยมของความถี่

1. จากตารางแจกแจงความถี่ที่กำหนดให้ จงสร้างฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่

คะแนน	ความถี่
13 – 17	3
18 – 22	4
13 – 27	2
28 – 32	1

คะแนน	ความถี่	ขอบล่าง	ขอบบน	จุดกึ่งกลางชั้น
13 – 17	3	.....	.....	.....
18 – 22	4	.....	.....	.....
13 – 27	2	.....	.....	.....
28 – 32	1	.....	.....	.....



2. จากตารางแจกแจงความถี่ที่กำหนดให้ จงสร้างฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่

อันตรภาคชั้น	ความถี่	ขอบล่าง	ขอบบน	จุดกึ่งกลางชั้น
5 – 9	4	.....	.....	.....
11 – 14	6	.....	.....	.....
15 – 19	9	.....	.....	.....
20 – 24	6	.....	.....	.....
25 – 29	5	.....	.....	.....

3. จงสร้างฮิสโทแกรมและรูปหลายเหลี่ยมของความถี่จากตารางแสดงส่วนสูงของนักเรียน

ความสูง(ซม.)	จำนวนนร.(คน)	ขอบล่าง	ขอบบน	จุดกึ่งกลางชั้น
120 – 124	4	.....	.....	.....
125 – 129	6	.....	.....	.....
130 – 134	12	.....	.....	.....
135 – 139	18	.....	.....	.....
140 – 144	8	.....	.....	.....
145 – 149	2	.....	.....	.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2
เรื่องค่ากลางของข้อมูล เวลา 1 คาบ

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
ตัวชี้วัด

ค 5.1 – 2 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม ของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม

สาระสำคัญ

ค่ากลางของข้อมูล คือ ค่าที่เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ จำนวนที่ได้จากการหารผลบวกของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด

มัธยฐาน คือ ค่าที่อยู่กึ่งกลางของข้อมูลทั้งหมดที่ได้เรียงตามลำดับเรียบร้อยแล้ว

ฐานนิยม คือ ข้อมูลที่มีความถี่สูงที่สุดในข้อมูลชุดนั้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมได้ (K1)
2. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมได้ (K2)
3. เลือกใช้ค่ากลางของข้อมูลได้อย่างเหมาะสม (K3)

ด้านทักษะและกระบวนการ (P) : นักเรียนสามารถ

1. ให้เหตุผลประกอบการวิเคราะห์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ (P1)
2. สื่อสารและการนำเสนอข้อมูล (P2)

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนสามารถ

1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน (A1)
2. มุ่งมั่นในการทำงาน (A2)

สาระการเรียนรู้

การเลือกใช้ค่ากลางให้เหมาะสมกับข้อมูล ทำได้ดังนี้

1) ถ้าข้อมูลมีค่ามากบ้างน้อยบ้าง และข้อมูลที่มีค่ามากมีจำนวนใกล้เคียงกับจำนวนข้อมูลที่มีค่าน้อย ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจึงไม่แตกต่างจากข้อมูลแต่ละจำนวนมากนัก ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจึงเป็นค่ากลางที่เหมาะสมที่สุดของข้อมูลชุดนั้น

2) ถ้าข้อมูลซ้ำๆ กัน และข้อมูลที่ซ้ำกันมีจำนวนมาก และไม่แตกต่างจากข้อมูลอื่นมากเกินไป ข้อมูลที่ซ้ำกันมากที่สุด(ความถี่สูงสุด) ฐานนิยมจึงเป็นค่ากลางที่เหมาะสมที่สุดของข้อมูลชุดนั้น

3) ถ้าเมื่อใดไม่เหมาะสมทั้งค่าเฉลี่ยเลขคณิต และฐานนิยม ค่ากลางที่เลือกใช้ คือ มัชฌิม เพราะเป็นข้อมูลตัวที่อยู่กึ่งกลางระหว่างข้อมูลทั้งหลายที่เรียงลำดับแล้ว

กิจกรรมการเรียนรู้

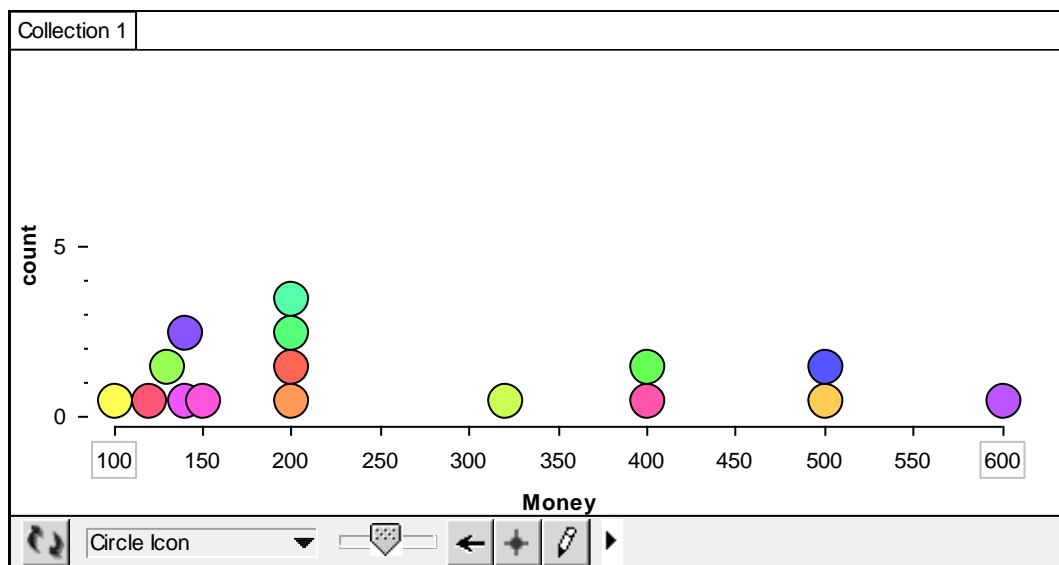
ขั้นสังเกต

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยคำถามเกี่ยวกับจำนวนเงินที่นักเรียนนำมาโรงเรียนในแต่ละวัน เพื่อนำไปสู่การรวบรวมข้อมูลจำนวนเงินของนักเรียนในห้องทั้งหมด (P1, A1)
2. บันทึกข้อมูลจำนวนเงินที่นักเรียนนำมาโรงเรียน ลงในโปรแกรม Tinker Plots (P2, A2)

Name	Money	Name	Money
Jin	200	May	320
Jum	500	Peter	200
Joy	200	Ann	500
Jim	120	Mo	130
Gift	400	Lek	100
Pear	200	Pao	400
Boy	600	Coco	150
Bank	140	Chan	140

Collection 1			
	Name	Money	<new
1	Jin	200	
2	Jum	500	
3	Joy	200	
4	Jim	120	
5	Gift	400	
6	Pear	200	
7	Boy	600	
8	Bank	140	
9	May	320	
10	Peter	200	
11	Ann	500	
12	Mo	130	
13	Lek	100	
14	Pao	400	
15	Coco	150	
16	Chan	140	

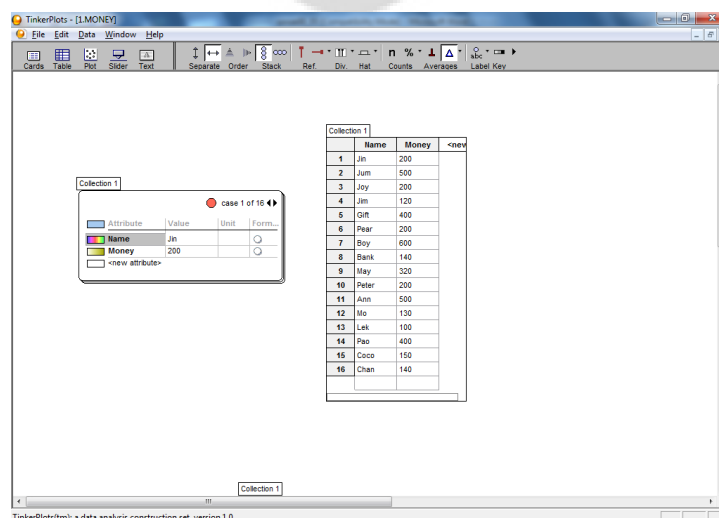
3. ให้นักเรียนใช้โปรแกรม Tinker Plots สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเงินกับความถี่หรือจำนวนนักเรียนที่นำเงินมาในแต่ละวัน (P2, A2)



ข้ออธิบาย

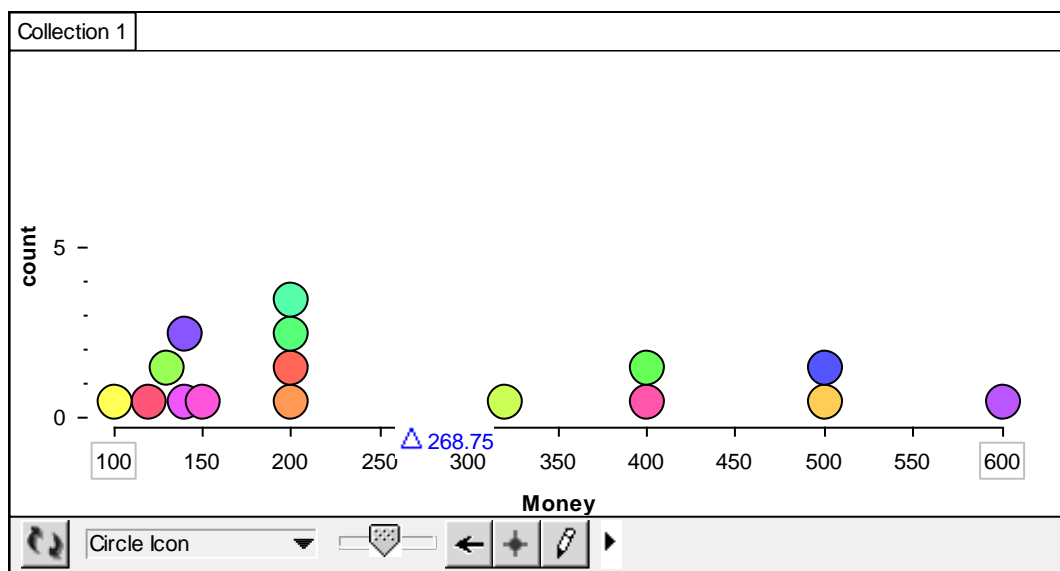
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายค่ากลางของข้อมูล และร่วมกันสรุปได้ ดังนี้ “ ถ้าใช้จำนวนเงินน้อยที่สุดหรือจำนวนเงินที่มากที่สุดเป็นตัวแทนของข้อมูลจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการสื่อความหมายทางสถิติ การเลือกตัวแทนของข้อมูลที่บ่งบอกลักษณะของข้อมูลชุดใดชุดหนึ่ง จะสามารถทำได้โดยใช้ระเบียบวิธีการทางสถิติในหลากหลายรูปแบบจะเรียกค่าเป็นตัวแทนที่เหมาะสมนี้ว่า ค่ากลางของข้อมูล ” (K1, P1, A1)

5. ครูสาธิตวิธีการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots โดยให้นักเรียนเปิดไฟล์ข้อมูลที่กำหนดให้ (Money.tp) (K2, P2, A2) ดังนี้



การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมของข้อมูลทั้งหมด ทำได้ดังนี้

- นำข้อมูลมาเรียงในแนวนอนโดยเลือกคำสั่ง **stack** ที่แถบเครื่องมือ ข้อมูลจะเรียงเชิงปริมาณเพื่อกำหนดเส้นแสดงตำแหน่งของค่าเฉลี่ยเลขคณิต
- ไปที่แถบเครื่องมือ คำสั่ง **average** ให้คลิกที่สัญลักษณ์ ∇ เลือกคำสั่ง **show average line** แสดงเส้นในแนวตั้ง แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิต ดังภาพ




6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ดังนี้ *ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคือจำนวนที่ได้จากการหารผลบวกของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูล* ถ้าข้อมูลมีค่ามากบ้างน้อยบ้างหรือข้อมูลที่มีค่ามากมีจำนวนใกล้เคียงกับจำนวนข้อมูลที่มีค่าน้อย ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจึงไม่แตกต่างจากข้อมูลแต่ละจำนวนมากนัก ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจึงเป็นค่ากลางที่เหมาะสมที่สุดของข้อมูลชุดนั้น (K2, K3, P1, A1)

7. ครูกล่าวนำเข้าสู่การหามัธยฐาน ซึ่งเป็นค่ากลางของข้อมูลชุดหนึ่ง โดยให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลจำนวนเงินที่นักเรียนนำมาโรงเรียน เมื่อนำมาเรียงลำดับแล้วพบว่า ตำแหน่งที่อยู่กึ่งกลาง คือ ตำแหน่งที่ 8 และตำแหน่งที่ 9 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 200 , 200 จะได้ว่า มัธยฐาน เท่ากับ 200 (K2, P1, A2)

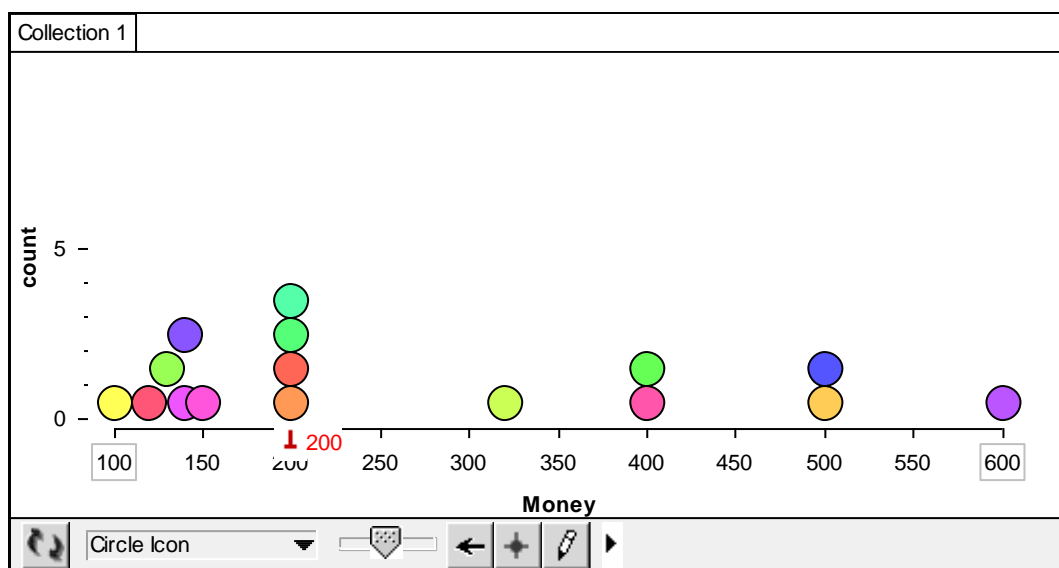
8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความหมายมัธยฐาน ดังนี้ *มัธยฐาน คือ ค่าที่อยู่กึ่งกลางของข้อมูลที่ได้นำมาจัดเรียงเรียงลำดับจากน้อยไปมาก หรือมากไปน้อยแล้ว* (K2, P1, A2)

9. ครูให้นักเรียนเปิดไฟล์ Money.tp ประกอบการสาธิตวิธีการหามัธยฐานโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots (K2, P2, A1)

วิธีการหามัธยฐานโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots สามารถทำได้ดังนี้

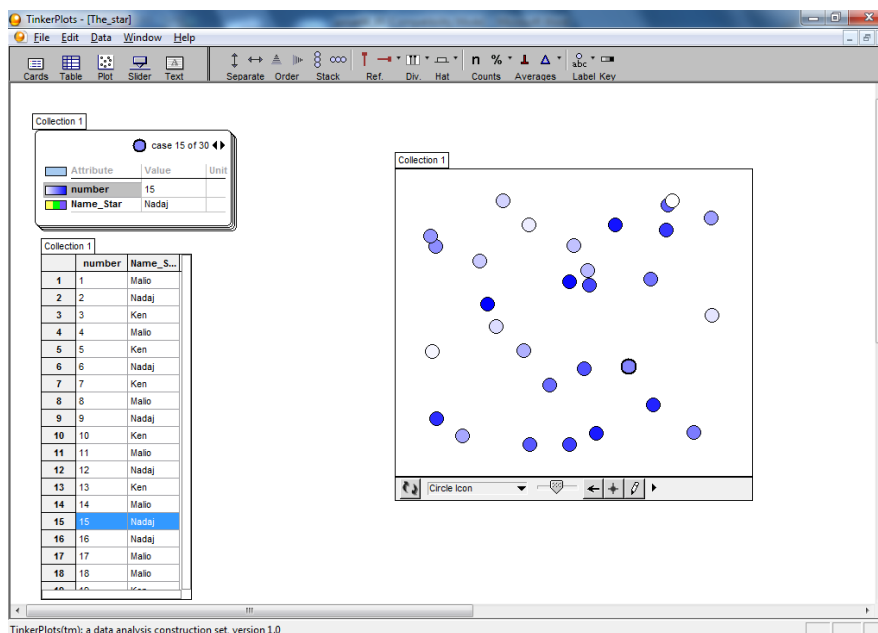
- นำข้อมูลมาเรียงในแนวนอนโดยเลือกคำสั่ง stack บนแถบเครื่องมือ
- คลิกสัญลักษณ์  บนแถบเครื่องมือ แล้วไปที่ คำสั่ง average คลิกที่ ▾

เลือกคำสั่ง show average line เพื่อแสดงเส้นดิ่งแทนตำแหน่งของมัธยฐาน



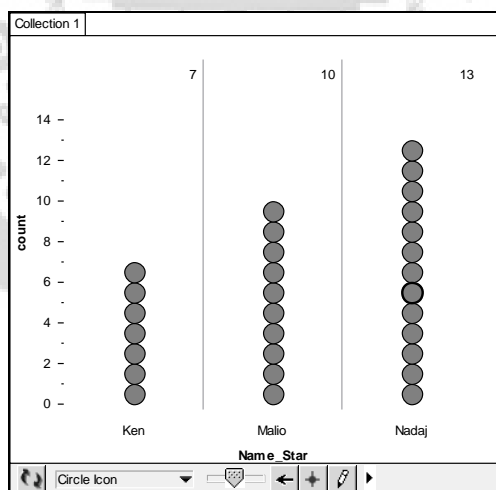
10. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับดาราที่นักเรียนชื่นชอบมากที่สุด นักเรียนมีคำตอบที่ต่างกันอย่างซ้ำกันบ้าง ถ้าซ้ำกันมากที่สุด แสดงว่า ดาราคนนั้นเป็นที่นิยมมากที่สุด ครูกล่าวนำเข้าสู่ค่ากลางของข้อมูลตัวสุดท้ายนั้นคือ ฐานนิยม (K2, P1, A1)

11. ครูให้นักเรียนเปิดไฟล์ The_star.tp ประกอบการสาธิตวิธีการหาฐานนิยมโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots (K2, P1, A2)



วิธีการหาฐานนิยมโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots สามารถทำได้โดย

➤ คลิก separate บนแถบเครื่องมือเพื่อให้ข้อมูลจัดแยกออกเป็นกลุ่ม แล้วคลิกที่ stack เพื่อเรียงข้อมูลในแนวตั้ง สามารถเปรียบเทียบจำนวนข้อมูลของความนิยมในตัวตาราทั้งสามคน



12. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของฐานนิยม ดังนี้ ฐานนิยมของข้อมูลชุดหนึ่ง คือ ข้อมูลที่มีความถี่สูงสุดในข้อมูลชุดนั้น ถ้าข้อมูลที่ซ้ำกันมีจำนวนมาก และไม่แตกต่างจากข้อมูลอื่นมากเกินไป ข้อมูลที่ซ้ำกันมากที่สุด(ความถี่สูงสุด) ฐานนิยมจึงเป็นค่ากลางที่เหมาะสมที่สุดของข้อมูลชุดนั้น (K2, K3, P2, A2)

ขั้นทำนาย

13. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 3 คน (A1)

14. ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม ให้นักเรียนในกลุ่มแบ่งงานเพื่อศึกษาใบกิจกรรมคนละส่วน ซึ่งใบกิจกรรมแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 2) มัธยฐาน 3) ฐานนิยม และหาคำตอบโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots (K3, P2,A1)

15. นักเรียนแลกเปลี่ยนผลการดำเนินงานภายในกลุ่ม และความรู้ที่ได้เพื่อเปรียบเทียบเกี่ยวกับวิธีการหาค่ากลางของข้อมูล และความเหมาะสมของค่ากลางที่จะนำมาใช้กับข้อมูลในรูปแบบต่างๆ (K2, A2)

ขั้นนำไปใช้

16. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความรู้ที่ได้เกี่ยวกับการหาค่ากลางของข้อมูล และการเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูลให้เหมาะสมกับข้อมูลลักษณะต่างๆ(K2, K3, P1)

17. ทำแบบฝึกทักษะ เรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม (K2, A2)

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. โปรแกรม Tinker Plots
2. ใบงาน เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล
3. ใบงาน เรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. แบบฝึกทักษะ เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
<p>ด้านความรู้ (K)</p> <p>1. บอกลำดับขั้นตอนระเบียบวิธีทางสถิติได้ (K1)</p> <p>2. บอกความหมายของสถิติได้ (K2)</p> <p>3. บอกได้ว่าข้อมูลที่กำหนดให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ (K3)</p>	<p>ตรวจจากแบบฝึกทักษะและใบงาน</p>	<p>- แบบฝึกทักษะ</p> <p>- ใบงาน</p>	<p>ถูกต้อง ร้อยละ 60 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านทักษะและกระบวนการ (P)</p> <p>1. ให้เหตุผลประกอบการวิเคราะห์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ (P1)</p> <p>2. สื่อสารและนำเสนอข้อมูล (P2)</p>	<p>- สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการทำกิจกรรมในแบบฝึกทักษะ/ใบงาน</p> <p>- สังเกตจากการแสดงความคิดเห็นการอภิปราย และการนำเสนอ</p>	<p>- แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์</p>	<p>คะแนนรวม ร้อยละ 60 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านคุณลักษณะ (A)</p> <p>1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน (A1)</p> <p>2. มุ่งมั่นในการทำงาน (A2)</p>	<p>สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการทำกิจกรรมในแบบฝึกทักษะ/ใบงาน</p>	<p>แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ในระดับดี</p>

บันทึกหลังสอน

ผลการสอน

- การยกตัวอย่างข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของข้อมูลได้อย่างชัดเจน ซึ่งนำไปสู่การเลือกใช้ค่ากลางให้เหมาะสมกับข้อมูลที่กำหนดให้ได้
- การใช้โปรแกรม Tinker Plots ในการหาค่ากลางของข้อมูลได้คำตอบไม่แตกต่างจากการใช้วิธีปกติ แต่โปรแกรม Tinker Plots สามารถทำได้รวดเร็วกว่า และสร้างมองเห็นข้อมูลในภาพรวมได้

ปัญหา / อุปสรรค

- ในขั้นสังเกต ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับวิธีการหาค่ากลางของข้อมูล โดยแต่ละข้อมูลมีลักษณะที่แตกต่างกัน ทำให้ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมเรียนรู้มากกว่าที่วางแผนไว้

ข้อเสนอแนะ

- ในการทำใบกิจกรรมและใบงานที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ต่างๆ ไม่ควรมีข้อความที่ยาวเกินไป เนื่องจากนักเรียนต้องวิเคราะห์ และเขียนแสดงวิธีการหาค่าตอบ จะทำให้นักเรียนรู้สึกท้อแท้ ไม่อยากแก้ปัญหา จึงควรปรับข้อความให้มีความกะทัดรัด และมีความชัดเจน

ใบงาน เรื่อง “ ค่ากลางของข้อมูล ”

คำชี้แจง

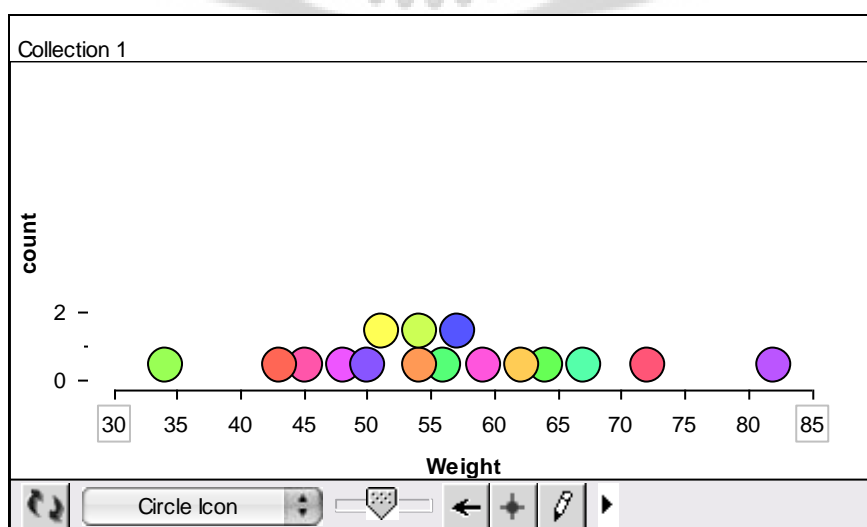
- ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูล (น้ำหนักของนักเรียนในห้องทั้งหมด) แล้วนำมาบันทึกลงใน Tinker Plots

Name	Weight	Name	Weight
Jin	43	May	54
Jum	62	Peter	67
Joy	54	Ann	57
Jim	72	Mo	34
Gift	45	Lek	51
Pear	56	Pao	64
Boy	82	Coco	59
Bank	50	Chan	48



Collection 1			
	Name	Weight	<
1	Jin	43	
2	Jum	62	
3	Joy	54	
4	Jim	72	
5	Gift	45	
6	Pear	56	
7	Boy	82	
8	Bank	50	
9	May	54	
10	Peter	67	
11	Ann	57	
12	Mo	34	
13	Lek	51	
14	Pao	64	
15	Coco	59	
16	Chan	48	

- จากข้อมูลที่ได้ จงตอบคำถามต่อไปนี้



- 2.1) น้ําหนักของนักเรียนที่น้อยที่สุด คือ
- 2.2) น้ําหนักของนักเรียนที่มากที่สุด คือ
- 2.3) รวมน้ําหนักของนักเรียนทั้งหมด แล้วหารด้วยจำนวนนักเรียนทั้งหมดเป็นเท่าไร
 รวมน้ําหนักของนักเรียนทั้งหมด คือ
 จำนวนนักเรียนทั้งหมด คือ
 ค่าที่ได้จากการคำนวณ คือ
- 2.4) นักเรียนส่วนใหญ่หนัก ก.ก.
- 2.5) เรียงลำดับน้ําหนักของนักเรียนจากน้อยไปหามาก น้ําหนักที่อยู่ตรงกลางคือ.....

3. ถ้าต้องการทราบว่า นักเรียนในห้องโดยทั่วไปมีน้ําหนักประมาณเท่าใด โดยพิจารณาจากคำตอบที่ได้จากข้อ 2 นักเรียนจะเลือกคำตอบในข้อใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

4. ข้อสรุปจากการอภิปราย

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน เรื่อง
“ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม ”

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

คำชี้แจง จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

“ เมื่อฤดูร้อนที่ผ่านมา ตู๋ย และเพื่อนๆ รวม 5 คน ไปเที่ยวเกาะช้าง จ.ตราด เป็นเวลา 3 วัน 2 คืน มีค่าใช้จ่ายที่แต่ละคนต้องจ่ายก่อน ดังนี้ ตู๋ยจ่าย 5,500 บาท ตี๋จ่าย 5,000 บาท วิทย์จ่าย 6,400 บาท นัทจ่าย 4,300 บาท และต้อลจ่าย 5,800 บาท ”

1. จากข้อมูลที่กำหนดให้ จงออกแบบตารางนำเสนอข้อมูล และกรอกข้อมูลลงใน Tinker Plots

Name	Expend
Tui	5,500
Tee	5,000
Vit	6,400
Nut	4,300
Ton	5,800

Collection 1

Attribute	Value	Unit	Formula
Name	Tui		
Expend	5500		
<new attribute>			

Collection 1

	Name	Expend
1	Tui	5500
2	Tee	5000
3	Vit	6400
4	Nut	4300
5	Ton	5800

2. คำนวณหาผลรวมของค่าใช้จ่ายของทุกคนแล้วหารด้วยจำนวนคนทั้งหมด

ผลรวมของค่าใช้จ่ายของทุกคน คือ

จำนวนคนทั้งหมด คือ

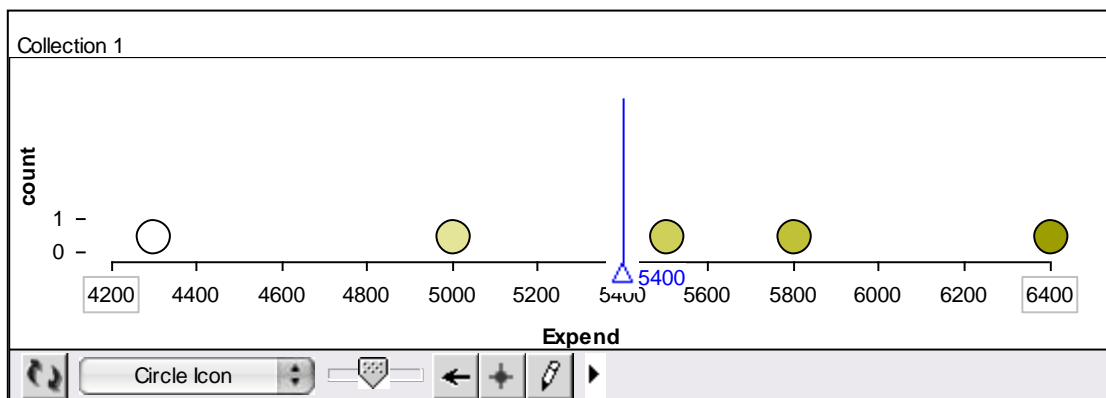
ค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ คือ

3. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อ 2 เรียกว่า.....

4. สรุปความหมาย

.....
.....
.....

5. คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots



6. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่ได้จากการใช้โปรแกรม Tinker Plots คือ

ตอนที่ 2 มัธยมศึกษา

คำชี้แจง จงพิจารณาอายุของเด็ก 12 คน ดังนี้

อายุ	3	4	5	6
จำนวนคน	2	5	8	2

1. กรอกข้อมูลลงในโปรแกรม Tinker Plots

Collection 1

● case 9 of 12 ◀▶

Attribute	Value	Unit	Form...
age	5		○
<new attribute>			

Collection 1

	age	<new >
1	3	
2	3	
3	4	
4	4	
5	4	
6	4	
7	4	
8	5	
9	5	
10	5	
11	6	
12	6	

2. นำข้อมูลที่กำหนดให้ เขียนเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

.....

3. คำนวณหาตำแหน่งกึ่งกลาง โดยใช้สูตร

$$\text{ตำแหน่งกึ่งกลาง} = \frac{n+1}{2}$$

เมื่อ n เป็นจำนวนข้อมูลทั้งหมด

∴ ตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูล คือ

4. อายุของเด็กที่อยู่กึ่งกลาง คือ

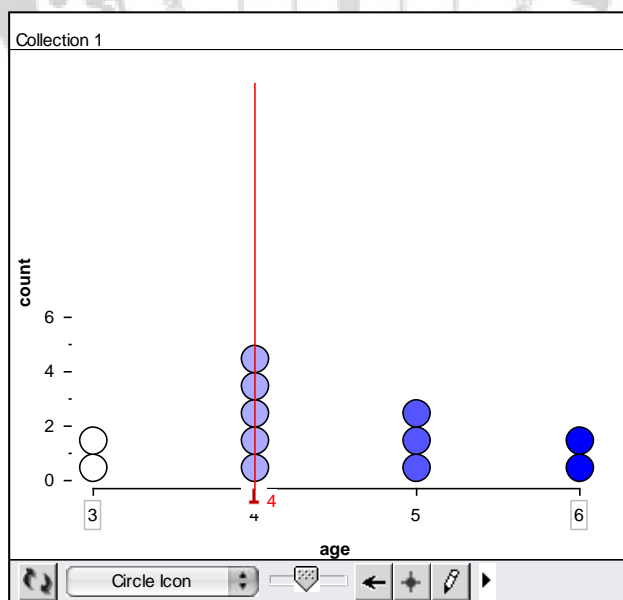
5. ค่าที่ได้จากข้อ 4 เรียกว่า

.....

.....

.....

6. คำนวณหาค่ามัธยฐานโดยใช้โปรแกรม Tinker Plots



7. ค่ามัธยฐานที่ได้จากการใช้โปรแกรม Tinker Plots คือ

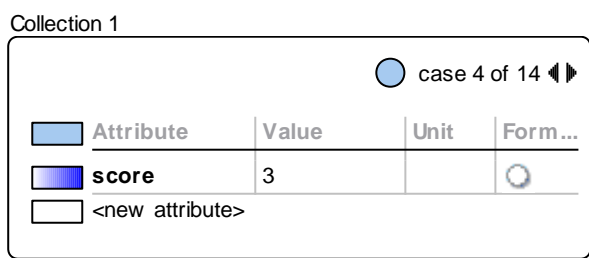
ตอนที่ 3 ฐานนิยม

คำชี้แจง จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

คะแนนสอบของนักเรียนจำนวน 14 คน

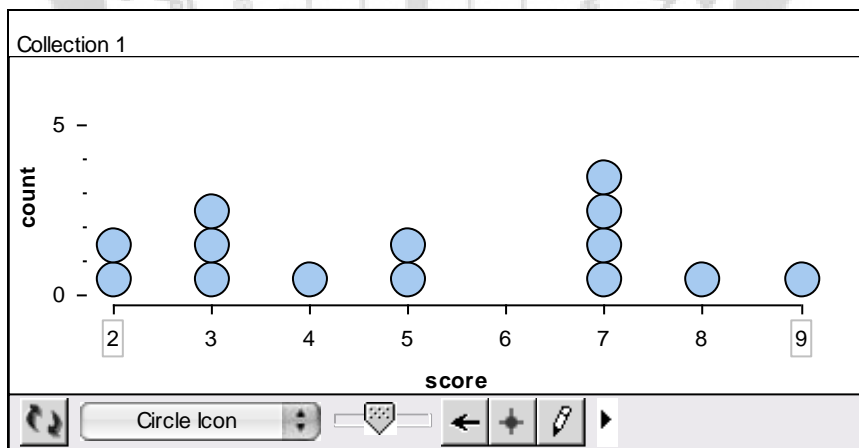
คะแนนสอบ	2	3	4	5	7	8	9
จำนวนนักเรียน	2	3	1	2	4	1	1

1. กรอกข้อมูลลงในโปรแกรม Tinker Plots



Collection 1		<new>
	score	
1	2	
2	2	
3	3	
4	3	
5	3	
6	4	
7	5	
8	5	
9	7	
10	7	
11	7	
12	7	
13	8	
14	9	

2. จัดข้อมูลที่กำหนดให้ ในโปรแกรม Tinker Plots



- นักเรียนส่วนใหญ่สอบได้ คะแนน
- ค่าที่ได้จากข้อ 3 เรียกว่า
- สรุปความหมาย

.....

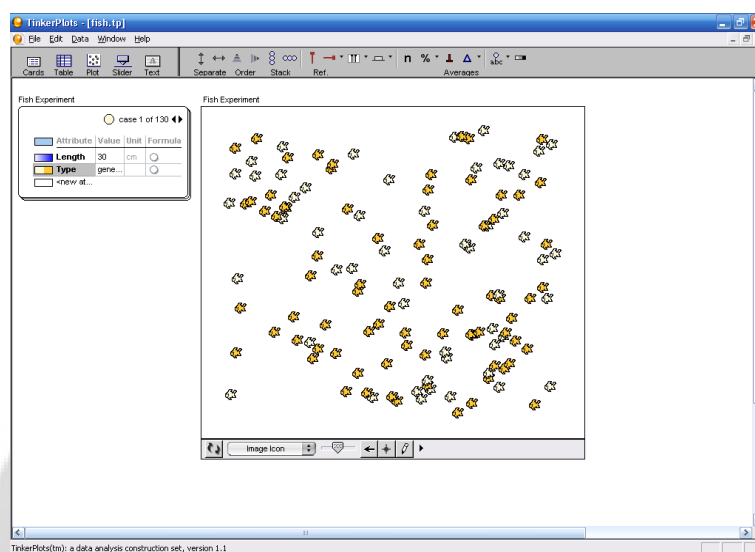
.....

.....

แบบฝึกทักษะ เรื่อง “ค่ากลางของข้อมูล”

คำชี้แจง จากข้อมูลที่กำหนดให้ จงตอบคำถาม โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots

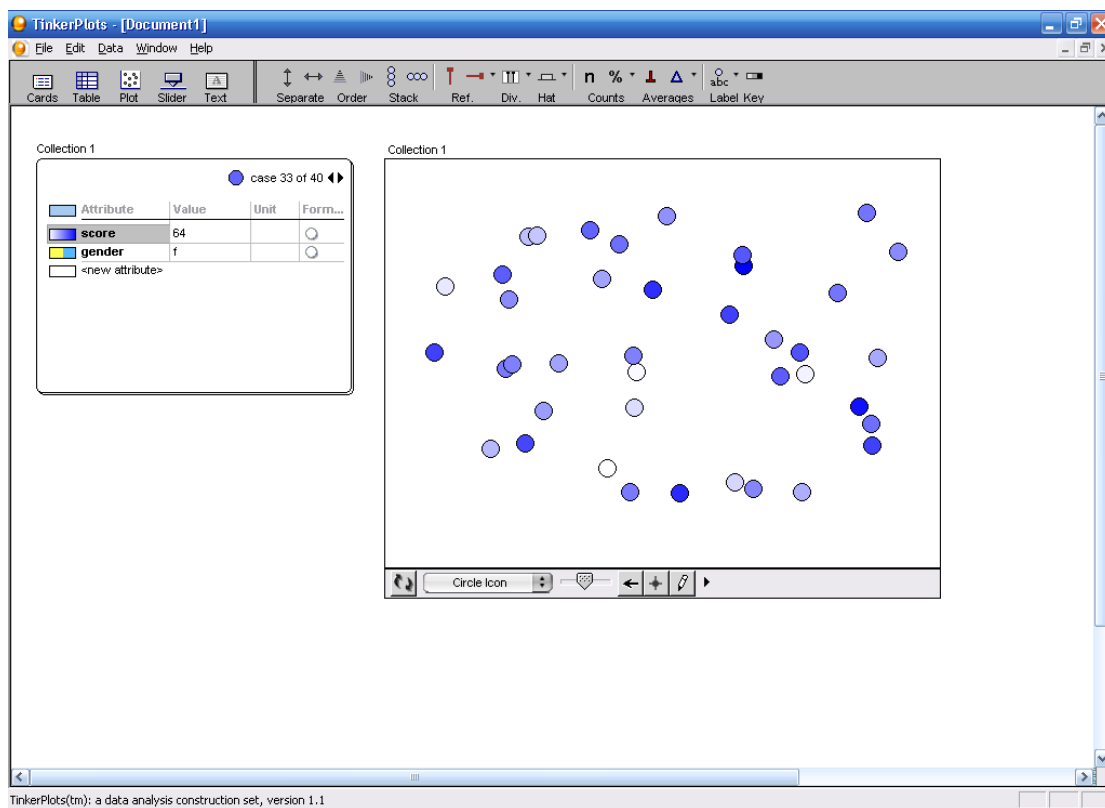
1. นากกับสิริ ไปเที่ยวอ่างเก็บน้ำแห่งหนึ่ง เห็นปลาอยู่ในอ่างเก็บน้ำจำนวนมาก นากกับสิริจึงรวบรวมข้อมูลของปลา จำนวน 130 ตัว เกี่ยวกับความยาว และ ชนิดของปลา



จงตอบคำถาม

- 1.1 มีปลาที่ชนิด และมีชนิดใดมากกว่ากัน.....
- 1.2 มีปลาที่มีความยาวมากกว่า 24 เซนติเมตร กี่ตัว.....
- 1.3 โดยเฉลี่ยปลาทั้งหมด มีความยาว
- 1.4 ค่ามัธยฐานของความยาวของปลา มีค่า
- 1.5 ฐานนิยมของข้อมูล มีค่า

2. คะแนนสอบของนักเรียนจำนวน 40 คน



จงตอบคำถาม

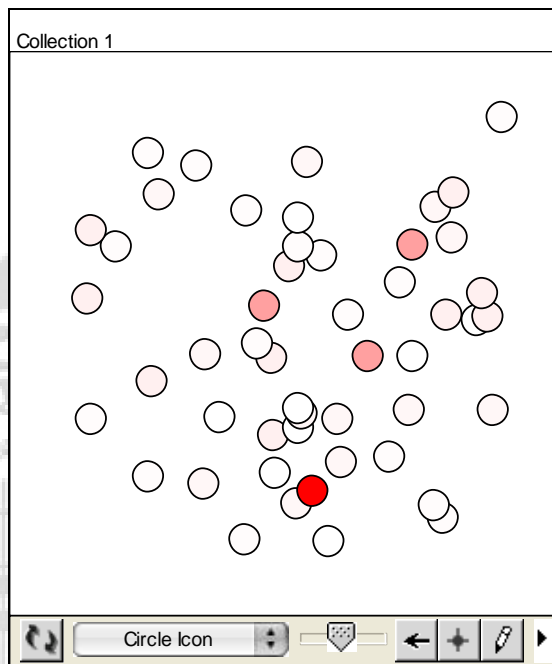
1. นักเรียนที่มีคะแนนสูงที่สุด เท่ากับ คะแนน
2. นักเรียนที่มีคะแนนต่ำที่สุด เท่ากับ คะแนน
3. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด เท่ากับ คะแนน
4. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายทั้งหมด เท่ากับ คะแนน
5. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิงทั้งหมด เท่ากับ คะแนน
6. มัธยฐานของนักเรียนทั้งหมด เท่ากับ คะแนน
7. ฐานนิยมของนักเรียนทั้งหมด เท่ากับ คะแนน
8. มัธยฐานของนักเรียนชายทั้งหมด เท่ากับ คะแนน
9. ฐานนิยมของนักเรียนชายทั้งหมด เท่ากับ คะแนน
10. มัธยฐานของนักเรียนหญิงทั้งหมด เท่ากับ คะแนน
11. ฐานนิยมของนักเรียนหญิงทั้งหมด เท่ากับ คะแนน
12. นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงใครได้คะแนนดีกว่ากัน

3. จงพิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้ต่อไปนี้

Salary	120,000	50,000	15,000	12,000	10,000	8,500
Count	1	3	10	12	16	8

กรอกข้อมูลต่อไปนี้ลงในโปรแกรม Tinker Plots

Collection 1	
	salary
1	120000
2	50000
3	50000
4	50000
5	15000
6	15000
7	15000
8	15000
9	15000
10	15000



จากข้อมูลที่ได้ นักเรียนจงพิจารณาคำตอบต่อไปนี้

3.1 จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยมของชุดข้อมูล

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต =

ค่ามัธยฐาน =

ค่าฐานนิยม =

3.2 ถ้ามีการเจรจาเพื่อตกลงเรื่องการปรับขึ้นเงินเดือนของพนักงาน โดยมีผู้เกี่ยวข้อง 3 ฝ่ายคือ เจ้าของบริษัท ตัวแทนพนักงานและคนกลางผู้ไกล่เกลี่ย นักเรียนคิดว่าแต่ละฝ่ายน่าจะเลือกค่ากลางใดเป็นข้ออ้างในการเจรจา จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน								รวม
		ให้เหตุผล ประกอบการ วิเคราะห์จากข้อมูลที่ กำหนดให้				สื่อสารและ การนำเสนอข้อมูล				
		3	2	1	0	3	2	1	0	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(นางสาวจินต์ จิระรียากุล)

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ให้เหตุผลประกอบการวิเคราะห์จากข้อมูลที่กำหนดให้

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3/ ดีมาก	คำตอบถูกต้อง มีขั้นตอนกระบวนการคิดและให้เหตุผลชัดเจนเป็นระบบ
2/ ดี	คำตอบถูกต้องบางส่วน มีขั้นตอนกระบวนการคิดและให้เหตุผลค่อนข้างชัดเจน
1/ พอใช้	คำตอบไม่ถูกต้อง มีขั้นตอนกระบวนการคิดและให้เหตุผลไม่ชัดเจน
0/ ควรปรับปรุง	ไม่มีร่องรอยของการคิดหาคำตอบ

2. สื่อสารและการนำเสนอข้อมูล

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3/ ดีมาก	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องชัดเจนและมีรายละเอียดที่สมบูรณ์
2/ ดี	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
1/ พอใช้	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง มีรายละเอียดบางส่วน
0/ ควรปรับปรุง	ไม่มีการนำเสนอ

การแปลผล ใช้เกณฑ์ ดังนี้

- คะแนน 8-9 หมายถึง ดีมาก
- คะแนน 6-7 หมายถึง ดี
- คะแนน 4-5 หมายถึง ปานกลาง
- คะแนน 0-3 หมายถึง ควรปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน								รวม
		ใฝ่รู้ใฝ่เรียน				มุ่งมั่น ในการทำงาน				
		3	2	1	0	3	2	1	0	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นางสาวจินต์ จิระริยากุล)

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน


คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3/ ดีมาก	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เป็นประจำ
2/ ดี	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ บ่อยครั้ง
1/ พอใช้	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เป็นบางครั้ง
0/ ควรปรับปรุง	ไม่ตั้งใจเรียน

2. มุ่งมั่นในการทำงาน

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3/ ดีมาก	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จลุล่วง มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นด้วยตนเอง
2/ ดี	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จลุล่วง มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้น
1/ พอใช้	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จลุล่วง
0/ ควรปรับปรุง	ไม่ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

- คะแนน 8-9 หมายถึง ดีมาก
- คะแนน 6-7 หมายถึง ดี
- คะแนน 4-5 หมายถึง ปานกลาง
- คะแนน 0-3 หมายถึง ควรปรับปรุง



ภาคผนวก ง

- แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์
เรื่อง สถิติ

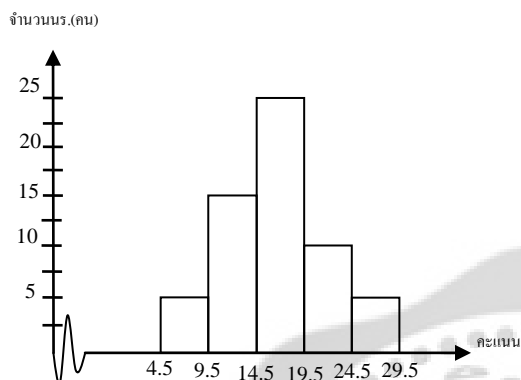
คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 20 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

<p>1 ข้อมูลในข้อใด <u>ไม่ใช่</u> ข้อมูลเชิงคุณภาพ</p> <p>1) เพศ</p> <p>2) ศาสนา</p> <p>3) อายุ</p> <p>4) สัญชาติ</p>	<p>4 จากข้อมูล 11, 3, 9, 11, 6, 3, 11, 6</p> <p>ตัวเลข 11 เป็นค่ากลางชนิดใดของข้อมูล</p> <p>1) พิสัย</p> <p>2) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต</p> <p>3) มัชฌิม</p> <p>4) ฐานนิยม</p>												
<p>2 บริษัทนำเข้ารถยนต์ได้ทำการสำรวจจีซีของรถยนต์ที่ลูกค้ามีความประสงค์จะซื้อจากลูกค้า 10,000 คน เพื่อนำเข้ารถยนต์จากข้อมูลข้างต้นบริษัทนำเข้ารถยนต์ต้องใช้ค่ากลางประเภทใดในการวิเคราะห์ข้อมูล</p> <p>1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต</p> <p>2) มัชฌิม</p> <p>3) ฐานนิยม</p> <p>4) ค่ากึ่งกลางพิสัย</p>	<p>5 จากตารางที่กำหนดให้ ค่าของจำนวนใด <u>ไม่เข้าพวก</u></p> <table border="1" data-bbox="975 1144 1315 1518"> <thead> <tr> <th>คะแนน</th> <th>จำนวนคน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 – 6</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>7 – 12</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>13 – 18</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>19 – 24</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>25 – 30</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	คะแนน	จำนวนคน	1 – 6	2	7 – 12	5	13 – 18	4	19 – 24	8	25 – 30	7
คะแนน	จำนวนคน												
1 – 6	2												
7 – 12	5												
13 – 18	4												
19 – 24	8												
25 – 30	7												
<p>3 การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใดเกิดความคลาดเคลื่อนในการนำเสนอได้ง่ายที่สุด</p> <p>1) แผนภูมิรูปภาพ</p> <p>2) แผนภูมิวง</p> <p>3) แผนภูมิแท่ง</p> <p>4) กราฟเส้น</p>	<p>1) 3.5</p> <p>2) 9.5</p> <p>3) 18.5</p> <p>4) 27.5</p>												

<p>6 จากข้อมูลที่ในข้อใด มีฐานนิยม<u>ต่างจาก</u> ข้ออื่น</p> <p>1) 1 2 2 2 4 5 6</p> <p>2) 1 3 3 3 2 2 2 4 6</p> <p>3) 1 5 6 2 2 7</p> <p>4) 1 2 1 2 3 4 2 6</p> <p>7 อัตราภาคชั้นในข้อใดที่มีความกว้างของ อัตราภาคชั้นแตกต่างจากข้ออื่น</p> <p>1) 47 - 50</p> <p>2) 51 - 53</p> <p>3) 54 - 57</p> <p>4) 58 - 61</p> <p>8 ข้อมูลชุดหนึ่งมีดังนี้ 2, 4, 3, 5, 12, 5, 18, 6, 4, 2, 9, 4 ให้ A เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต B เป็นมัธยฐาน C เป็นฐานนิยม ค่ากลางทั้งสามเรียงจาก<u>น้อยไปมาก</u> ตรงกับข้อใด</p> <p>1) A, B, C</p> <p>2) C, B, A</p> <p>3) B, C, A</p> <p>4) A, C, B</p>	<p>9 มีพี่น้อง 4 คนมี 2 คนน้ำหนักเท่ากันและหนักน้อยกว่า 2 คนที่เหลือ ถ้าฐานนิยม มัธยฐาน และ พิสัยของน้ำหนักของเด็ก ทั้ง 4 คนนี้คือ 40 , 41 และ 6 กิโลกรัมแล้ว ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักของเด็กทั้ง 4 นี้เท่ากับข้อใด</p> <p>1) 41 กิโลกรัม</p> <p>2) 42 กิโลกรัม</p> <p>3) 43 กิโลกรัม</p> <p>4) 44 กิโลกรัม</p> <p>10 ถ้า x , y และ z มีค่าเฉลี่ยเป็น 5 และ x , y , z , a , b และ c มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 8 ดังนั้นค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ a , b และ c ตรงกับข้อใด</p> <p>1) 6.5</p> <p>2) 11</p> <p>3) 13</p> <p>4) 15</p> <p>11 ข้อมูลชุดหนึ่งมี 6 ตัว คือ x , y , 5 , 1 , 3 และ 10 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ 5 ฐานนิยมได้ 5 ค่าของ xy ตรงกับข้อใด</p> <p>1) 40</p> <p>2) 35</p> <p>3) 30</p> <p>4) 25</p>
---	--

ใช้ฮิสโทแกรมต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 12
ฮิสโทแกรมแสดงคะแนนสอบวิชา
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3



12 จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนสูงกว่า 20
คะแนนมีกี่คน

- 1) 10
- 2) 15
- 3) 20
- 4) 25

13 ข้อมูลชุดหนึ่งประกอบด้วย 12, 14, 15, 19,
16, 18, และ 15 ข้อใดต่อไปนี้

กล่าวถูกต้อง

- 1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีค่าน้อยสุด
- 2) มัธยฐานและฐานนิยมมีค่าเท่ากัน
- 3) ฐานนิยมมีค่ามากที่สุด
- 4) มัธยฐานมีค่ามากที่สุด

14 จะต้องเพิ่มจำนวนในข้อใด ในข้อมูล

1, 8, 15, 9, 11, 18 และ 15

จึงจะทำให้ค่าเฉลี่ยเปลี่ยนจาก 11 เป็น 12

- 1) 12
- 2) 11
- 3) 19
- 4) 21

15 จำนวน 3 จำนวนมีมัธยฐานเท่ากับ 35

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 36 และพิสัย

เท่ากับ 9 จำนวนที่น้อยที่สุดตรงกับข้อใด

- 1) 34
- 2) 33
- 3) 32
- 4) 31

16 ในห้องเรียนห้องหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชาย

เป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนนักเรียนหญิง

ถ้าความสูงเฉลี่ยของนักเรียนหญิงเป็น

152 เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าความสูงเฉลี่ย

ของนักเรียนชายอยู่ 3 เซนติเมตร

ความสูงของนักเรียนทั้งห้องเป็นเท่าใด

- 1) 152 เซนติเมตร
- 2) 153 เซนติเมตร
- 3) 154 เซนติเมตร
- 4) 155 เซนติเมตร

ใช้ตารางข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 17
ในการสอบวิชาสถิติมีนักเรียนเข้าสอบ 35
คน ทำคะแนนได้ดังตาราง

คะแนน	จำนวนคน
5 – 9	2
10 – 14	5
15 – 19	4
20 – 24	8
25 – 29	7
30 – 34	6
35 – 39	3

17 นักเรียนที่สอบได้ตั้งแต่ 20 คะแนนขึ้นไป
คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของนักเรียนทั้งหมด

- 1) $68\frac{4}{7}\%$
- 2) $56\frac{2}{7}\%$
- 3) $48\frac{1}{7}\%$
- 4) $31\frac{1}{7}\%$

18 จากการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล 10
ตัวเป็น 12 แต่ปรากฏว่าภายหลังทราบว่า
มีข้อมูลตัวหนึ่งอ่านผิดไปโดยค่าที่ถูกต้อง
คือ 3 แต่อ่านเป็น 8 จงหาค่าเฉลี่ยเลข
คณิตที่ถูกต้อง

- 1) 10.5
- 2) 11
- 3) 11.5
- 4) 12

19 ในการสอบครั้งหนึ่งมีนักเรียนเข้าสอบ 16
คน ได้คะแนนดังนี้ 61 , 53 , 40 , 46 , 52
, 50 , 37 , 41 , 71 , 38 47 , 64 , 54 , 45
, 32 และ 73 ถ้ามีนักเรียนเข้าสอบเพิ่มอีก

2 คนจะทำให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเพิ่มขึ้นจาก
เดิมอีก 0.25 คะแนน จงหาว่านักเรียนที่
สอบเพิ่มใหม่อีก 2 คนได้คะแนนเฉลี่ย
เท่าใด

- 1) 52.5 คะแนน
- 2) 51.5 คะแนน
- 3) 50.5 คะแนน
- 4) 48.5 คะแนน

20 ข้อมูลชุดหนึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26 เมื่อ
เพิ่มข้อมูลลงไปอีก 2 รายการคือ 32 และ
37 จะทำให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีค่าเป็น 27
เดิมข้อมูลชุดนี้มีกี่จำนวน

- 1) 12 จำนวน
- 2) 13 จำนวน
- 3) 14 จำนวน
- 4) 15 จำนวน

เฉลยแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์
เรื่อง สถิติ

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	3)	11	3)
2	3)	12	2)
3	1)	13	2)
4	4)	14	3)
5	3)	15	3)
6	2)	16	2)
7	2)	17	1)
8	1)	18	3)
9	2)	19	1)
10	2)	20	4)

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบอัตโนมัติ จำนวน 5 ข้อ
2. แบบวัดฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ
3. ข้อสอบทุกข้อมีเกณฑ์การให้คะแนน (ข้อละ 10 คะแนน)
4. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ พร้อมทั้งแสดงเหตุผลอย่างละเอียดและชัดเจน



ข้อ 1

ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 2 ของนักเรียนชาย 5 คน กับนักเรียนหญิง 5 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนทั้ง 10 คน เป็น 88 คะแนน ให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบนักเรียนชาย 5 คน เป็น 84 คะแนน จงคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนหญิง 5 คน

ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

.....

การวางแผนและแก้ปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ

ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 2

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนชุดที่ 1 มี 12 จำนวน คือ 33 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนชุดที่ 2 มี 18 จำนวน คือ x และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนทั้งสองชุดนี้คือ 40.8 จงหาค่า x

ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

.....

การวางแผนและแก้ปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ

ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 3

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มหนึ่งจำนวน m คน เท่ากับ 151 เซนติเมตร ต่อมามีคนมาเพิ่มอีก 3 คน ซึ่งมีส่วนสูงดังนี้ 152, 153 และ 154 เซนติเมตร ทำให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มใหม่เป็น 151.4 เซนติเมตร จงหาค่า m

ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

.....

การวางแผนและแก้ปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ

ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 4

จากการบันทึกเวลาการร้องเพลงในแต่ละเพลงของอัลบั้มหนึ่ง ผลเป็นดังนี้

เพลงที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา (นาที)	3.20	3.45	2.50	4.02	3.05	3.65	3.81	4.25	4.15	2.58

นักเรียนคิดว่าค่ากลางใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ เพราะเหตุใด พร้อมทั้งหาค่ากลางนั้นด้วย

ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

การวางแผนและแก้ปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

ดำเนินการแก้ปัญหา.....

ตอบ

ตรวจสอบคำตอบ

ข้อ 5

ผลการสำรวจรายได้ต่อเดือนของแต่ละครัวเรือน จำนวน 8 ครัวเรือน ผลเป็นดังนี้ รายได้ 10,000 บาท จำนวน 1 ครัวเรือน รายได้ 54,000 บาท จำนวน 3 ครัวเรือน รายได้ 58,000 บาท จำนวน 2 ครัวเรือน และรายได้ 69,000 บาท จำนวน 2 ครัวเรือน นักเรียนคิดว่า ค่ากลางใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้เพราะเหตุใด พร้อมทั้งหาค่ากลางนั้นด้วย

ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

การวางแผนและแก้ปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา.....

ดำเนินการแก้ปัญหา.....

ตอบ

ตรวจสอบคำตอบ

เฉลยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ข้อ 1 ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 2 ของนักเรียนชาย 5 คน กับนักเรียนหญิง 5 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนทั้ง 10 คน เป็น 88 คะแนน ให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบนักเรียนชาย 5 คน เป็น 84 คะแนน จงคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนหญิง 5 คน

ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนหญิง 5 คน
สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

- ผลการสอบ ของนักเรียนชาย 5 คน กับนักเรียนหญิง 5 คน
- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนทั้ง 10 คน เป็น 88 คะแนน
- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบนักเรียนชาย 5 คน เป็น 84 คะแนน

การวางแผนและแก้ปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา

- หาผลรวมของคะแนนสอบนักเรียนทั้งหมด
- หาผลรวมของคะแนนสอบนักเรียนชาย จะได้ผลรวมของคะแนนนักเรียนหญิง
- นำผลรวมของคะแนนนักเรียนหญิง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบนักเรียนหญิง จำนวน 5 คน

ดำเนินการแก้ปัญหา ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ผลรวมของคะแนนสอบนักเรียนทั้งหมด} &= \text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิต} \times \text{จำนวนข้อมูล} \\ &= 88 \times 10 \\ &= 880 \text{ คะแนน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ผลรวมของคะแนนสอบนักเรียนชาย} &= \text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบนักเรียนชาย} \times \text{จำนวนนักเรียนชาย} \\ &= 84 \times 5 = 420 \text{ คะแนน} \end{aligned}$$

$$\text{จะได้ผลรวมของนักเรียนหญิง} = 880 - 420 = 460 \text{ คะแนน}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบนักเรียนหญิง} = 460 \div 5 = 92 \text{ คะแนน}$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบนักเรียนหญิง จำนวน 5 คน เท่ากับ 92 คะแนน

ตอบ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบนักเรียนหญิง จำนวน 5 คน เท่ากับ 92 คะแนน

ตรวจสอบคำตอบ

$$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนทั้ง 10 คน} &= 88 \\ \text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนหญิง} + \text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนชาย} &= 88 \end{aligned}$$

2

$$\frac{92 + 84}{2} = 88$$

$$88 = 88 \text{ เป็นจริง}$$

ข้อ 2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนชุดที่ 1 มี 12 จำนวน คือ 33 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนชุดที่ 2 มี 18 จำนวน คือ x และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนทั้งสองชุดนี้คือ 40.8 จงหาค่า x

ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - หาค่า x

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนชุดที่ 1 มี 12 จำนวน คือ 33
- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนชุดที่ 2 มี 18 จำนวน คือ x
- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนทั้งสองชุดนี้คือ 40.8

การวางแผนและแก้ปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา

- หาผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
- หาผลรวมของข้อมูลชุดที่ 1 และชุดที่ 2
- ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด เท่ากับผลรวมของข้อมูลชุดที่ 1 + ผลรวมของข้อมูลชุดที่ 2 จะได้สมการ แล้วแก้สมการหาค่า x

ดำเนินการแก้ปัญหา ได้ดังนี้

จาก	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด	=	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต x จำนวนข้อมูล	
จะได้	ผลรวมของจำนวนในชุดที่ 1	=	33×12	= 396
	ผลรวมของจำนวนในชุดที่ 2	=	$x \times 18$	= $18x$
และ	ผลรวมของจำนวนทั้งสองชุด	=	40.8×30	= 1,224
จาก	ผลรวมของจำนวนทั้งสองชุด	=	ผลรวมของจำนวนในชุดที่ 1 + ผลรวมของจำนวนในชุดที่ 2	
แทนค่า	1,224	=	$396 + 18x$	
	828	=	$18x$	
	46	=	x	

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนในชุดที่ 2 เท่ากับ 46

ตอบ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนในชุดที่ 2 เท่ากับ 46

ตรวจสอบคำตอบ

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนทั้งสองชุด	=	40.8
<u>ผลรวมของจำนวนในชุดที่ 1 + ผลรวมของจำนวนในชุดที่ 2</u>	=	40.8
30		
$\frac{396 + 18(46)}{30}$	=	40.8
40.8	=	40.8 เป็นจริง

ข้อ 3 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มหนึ่งจำนวน m คน เท่ากับ 151 เซนติเมตร ต่อมามีคนมาเพิ่มอีก 3 คน ซึ่งมีส่วนสูงดังนี้ 152, 153 และ 154 เซนติเมตร ทำให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มใหม่เป็น 151.4 เซนติเมตร จงหาค่า m

ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - หาค่า m

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มหนึ่งจำนวน m คน เท่ากับ 151 ซม.
- มีคนมาเพิ่มอีก 3 คน ซึ่งมีส่วนสูงดังนี้ 152, 153 และ 154 ซม.
- ทำให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มใหม่เป็น 151.4 ซม.

การวางแผนและแก้ปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา

- หาผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
- หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มใหม่ มีค่าเท่ากับผลรวมของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มใหม่หารด้วยจำนวนนักเรียนทั้งหมด แล้วแก้สมการหาค่า m

ดำเนินการแก้ปัญหา ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด} &= \text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิต} \times \text{จำนวนข้อมูล} \\ &= 151 \times m = 151m \end{aligned}$$

ต่อมามีคนมาเพิ่มอีก 3 คน ซึ่งมีส่วนสูง 152, 153 และ 154 เซนติเมตร ทำให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มใหม่เป็น 151.4 เซนติเมตร จะได้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มใหม่

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{ผลรวมของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มใหม่}}{m+3} \\ \text{แทนค่า} \quad 151.4 &= \frac{(151m + 152 + 153 + 154)}{m + 3} \\ 151.4(m+3) &= 151m + 459 \\ 151.4m + 454.2 &= 151m + 459 \\ 0.4m &= 4.8 \\ m &= 12 \end{aligned}$$

ดังนั้น จำนวนนักเรียนกลุ่มเดิม เท่ากับ 12 คน

ตรวจสอบคำตอบ

$$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของส่วนสูงของนักเรียนกลุ่มใหม่} &= 151.4 \\ \frac{151(12) + 152 + 153 + 154}{12 + 3} &= 151.4 \\ \frac{2271}{15} &= 151.4 \\ 151.4 &= 151.4 \quad \text{เป็นจริง} \end{aligned}$$

ข้อ 4 จากการบินที่กเวลาการร้องเพลงในแต่ละเพลงของอัลบั้มหนึ่ง ผลเป็นดังนี้

เพลงที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา (นาที)	3.20	3.45	2.50	4.02	3.05	3.65	3.81	4.25	4.15	2.58

นักเรียนคิดว่าค่ากลางใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ เพราะเหตุใด พร้อมทั้งหาค่ากลางนั้นด้วย

ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - ค่ากลางใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ - ผลการบินที่กเวลาการร้องเพลง (ข้อมูลตามตาราง)

การวางแผนและแก้ปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา

- เลือกค่ากลางของข้อมูลที่เหมาะสม พร้อมบอกเหตุผล

- คำนวณหาค่ากลางของข้อมูล

ดำเนินการแก้ปัญหา ได้ดังนี้

ค่ากลางที่เหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเพราะเป็นข้อมูลที่มีค่าใกล้เคียงกัน

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด / จำนวนข้อมูล

$$= (3.20 + 3.45 + 2.50 + 4.02 + 3.05 + 3.65 + 3.81 + 4.25 + 4.15 + 2.58)/10$$

$$= \frac{34.66}{10}$$

$$= 3.466$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนี้ เท่ากับ 3.466

ตรวจสอบคำตอบ

$$\text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิต} = 3.466$$

$$(3.20 + 3.45 + 2.50 + 4.02 + 3.05 + 3.65 + 3.81 + 4.25 + 4.15 + 2.58)/10 = 3.466$$

$$\frac{34.66}{10} = 3.466$$

$$3.466 = 3.466 \text{ เป็นจริง}$$

ข้อ 5 ผลการสำรวจรายได้ต่อเดือนของแต่ละครัวเรือน จำนวน 8 ครัวเรือน ผลเป็นดังนี้ รายได้ 10,000 บาท จำนวน 1 ครัวเรือน รายได้ 54,000 บาท จำนวน 3 ครัวเรือน รายได้ 58,000 บาท จำนวน 2 ครัวเรือน และรายได้ 69,000 บาท จำนวน 2 ครัวเรือน นักเรียนคิดว่า ค่ากลางใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้เพราะเหตุใด พร้อมทั้งหาค่ากลางนั้นด้วย

ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ - ค่ากลางใดเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ - ผลการสำรวจรายได้ต่อเดือนของแต่ละครัวเรือน จำนวน 8 ครัวเรือน

การวางแผนและแก้ปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ปัญหา - เลือกค่ากลางของข้อมูลที่เหมาะสม พร้อมบอกเหตุผล

- คำนวณหาค่ากลางของข้อมูล

ดำเนินการแก้ปัญหา ได้ดังนี้ ค่ากลางที่เหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ คือ มัธยฐาน เพราะเป็นข้อมูลที่มีอยู่ 1 ค่า ที่ต่ำกว่าค่าอื่น ๆ มากเกินไป เรียงลำดับข้อมูลได้ดังนี้

10,000 54,000 54,000 54,000 58,000 58,000 69,000 69,000

เนื่องจาก จำนวนข้อมูลเป็นจำนวนคู่

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad \text{มัธยฐาน} &= (54,000 + 58,000) / 2 \\ &= 112,000 / 2 \\ &= 56,000 \end{aligned}$$

ดังนั้น มัธยฐานของข้อมูลชุดนี้ เท่ากับ 56,000

ตรวจสอบคำตอบ

$$\begin{aligned} \text{มัธยฐาน} &= 56,000 \\ \frac{54,000 + 58,000}{2} &= 56,000 \\ \frac{112,000}{2} &= 56,000 \\ 56,000 &= 56,000 \quad \text{เป็นจริง} \end{aligned}$$



ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ โดยใช้โปรแกรม Tinker Plots เรื่อง สถิติ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ ดร. ขวัญ เพ็ญชัย
ภาควิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์ ดร. แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์
สำนักนวัตกรรมการเรียนรู้
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
3. ผศ. ดร. ชานนท์ จันทรา
ภาควิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร





ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวจินต์ จิระรียากุล
วันเดือนปีเกิด	20 เมษายน 2524
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	49 ถนนกรุงเทพกรีฑา แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2542	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนศรีพฤฒา เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2547	การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2556	การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ