

510.712

คช ๕ ๐

๖๖

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู

ปริญญานิพนธ์

ของ

สิริลักษณ์ วงศ์เพชร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มกราคม 2542

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน

(ดร. จวีวรรณ เศวตมัลย์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

(ดร. จวีวรรณ เศวตมัลย์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่...๒๓...เดือน...มกราคม...พ.ศ. 2541

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่าน โดยเฉพาะ ดร. ฉวีวรรณ เสวตมาลย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ รศ. ชูศรี วงศ์รัตน์ กรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนตรวจแก้ไขอย่างใกล้ชิด นับตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รศ. ศักดา บุญโต ร.ศ.ดร. พิชากร แปลงประสพโชค อาจารย์ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล อาจารย์สมศักดิ์ เผ่าจินดา ที่กรุณาให้คำแนะนำและความอนุเคราะห์ในการตรวจแผนการสอนและเครื่องมือในการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูของโรงเรียนวชิรธรรมสาริต โรงเรียนราชดำริ โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย โรงเรียนวัดธาตุทอง ที่เป็นกลุ่มทดลองเครื่องมือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการปัญญา คล้ายจันทร์ ดร. วัชรรัตน์ สุรวินญู และอาจารย์เพ็ญศรี รอมลี แห่งโรงเรียนสิริรัตนาร ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่และการทดลอง ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนสิริรัตนารทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. สมชาย ชูชาติ อาจารย์พรณี คล้ายจันทร์ คุณสุภาวดี ตั้งบุบผา และขอขอบคุณ อาจารย์คำเพียร ปราณราช คุณฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ และคุณสายรุ้ง แสงแจ้ง ตลอดจนเพื่อน ๆ นิสิตปริญญโท วิชาเอกการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่คอยให้กำลังใจ และให้ความร่วมมือช่วยเหลืองานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกถึงพระคุณของคุณแม่ คุณพ่อ พี่ ๆ ทุก ๆ คน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พี่ศิริอร และพี่อังคณา วงศ์เพชร ที่คอยให้กำลังใจ กำลังทรัพย์ และคอยให้ความห่วงใยช่วยเหลือตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา พี่สาวและพี่ชาย ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ศิริลักษณ์ วงศ์เพชร

สารบัญ

บทที่

หน้า

1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน	12
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน	28
เอกสารที่เกี่ยวกับการใช้คำถาม	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำถามในการเรียนการสอน	43
เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	46
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	49
เอกสารที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์.....	52
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์.....	76
เอกสารที่เกี่ยวกับเจตคติ	79
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	95
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	97
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	99
ประชากร	99
กลุ่มตัวอย่าง.....	99
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	100
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	100
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	101

บทที่	หน้า
แบบแผนการทดลอง.....	113
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	113
การวิเคราะห์ข้อมูล	114
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	114
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	120
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	120
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	127
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	127
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	127
กลุ่มตัวอย่าง	128
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	128
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	129
การวิเคราะห์ข้อมูล	129
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	130
อภิปรายผล	131
ข้อสังเกตบางประการจากการศึกษาค้นคว้า	136
ข้อเสนอแนะ	137
บรรณานุกรม.....	136
ภาคผนวก.....	153
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	360

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1 ลักษณะการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ^๑	24
2 การให้คะแนนความคิดริเริ่มของ Torrance (1969)	75
3 ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	92
4 เวลาในการทดลองของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม	100
5 เปรียบเทียบรูปแบบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู	103
6 การให้คะแนนความคิดริเริ่มของ Torrance (1969)	111
7 แบบแผนการทดลอง	113
8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	121
9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	122
10 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	123
11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน	124
12 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน	125
13 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบ สืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน	126
14 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	156
15 ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์	157
16 ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบ วัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	158

17	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	182
18	คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	183
19	คะแนนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	184
20	วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง “ลำดับ”.....	187

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ฯ..... 19
- 2 กระบวนการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์..... 59
- 3 องค์ประกอบของเจตคติ..... 84

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การที่ประเทศจะพัฒนาได้ย่อมต้องอาศัยปัจจัยหลายประการ ปัจจัยที่สำคัญมากประการหนึ่งก็คือ คุณภาพของคน ดังที่สมศักดิ์ สนิธระเวชชัย (2540 : 1) สรุปปรัชญาของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 8 ไว้ว่า “การพัฒนาประเทศคือ พัฒนาคคน การพัฒนาเศรษฐกิจควรเป็นแค่เครื่องมืออย่างหนึ่งของการพัฒนาคคนและคุณภาพของคนเท่านั้น” ซึ่งการที่จะพัฒนาคคนให้มีประสิทธิภาพเพื่อไปพัฒนาสังคมและพัฒนาโลกนั้น การศึกษาจึงต้องมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่ง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 1) และศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานในทุกสาขาวิชาที่นำไปสู่ความสำเร็จก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ คือ คณิตศาสตร์ (สมทรง ไชยวัต. 2538 : 2) ดังที่บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529 : 1) ได้กล่าวไว้ว่า “ความสำเร็จในวิทยาการทุกแขนงต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น และเป็นที่ยอมรับกันว่าคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์”

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ดังกล่าว กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์บรรจุอยู่ในคู่มือครูตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาและชั้นมัธยมศึกษา ทั้งที่เป็นวิชาบังคับและวิชาเลือก แต่ว่าคู่มือครูคณิตศาสตร์ไม่กำหนดวิธีสอนที่แน่นอน ชัดเจน เพียงแต่มุ่งเน้นที่การสอนแบบค้นพบ ครูไม่ทราบว่าจะใช้วิธีสอนอย่างไร จึงจะให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ ครูส่วนมากจึงใช้วิธีสอนแบบบรรยาย คือเป็นผู้พูดเพียงผู้เดียว และถามนักเรียนตอบบ้างเป็นครั้งคราว ซึ่งสอดคล้องกับยุพิน พิพิธกุล (2527 : 122 - 123) ได้กล่าวไว้ถึงกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นครูเป็นสำคัญ นักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากนัก นอกจากตอบคำถามของผู้สอนและซักถามเรื่องที่ไม่เข้าใจเท่านั้น จึงเป็นการยากที่ให้นักเรียนทุกคนบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนการสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพราะนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนรู้ของนักเรียนจะบังเกิดผลหรือล้มเหลว ย่อมขึ้นอยู่กับการจัดการเรียนการสอนเป็นส่วนประกอบสำคัญ เพราะการเรียนการสอนเป็นการจัดประสบการณ์ให้แก่ นักเรียน ครูควรใช้วิธีสอนที่จะให้นักเรียนได้รู้ถึงปัญหาและความต้องการ ให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น รู้จักนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (ไพบุลย์ จันทยศ. 2521 : 12 - 14) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่ต้องใช้ความคิด กระบวนการและเหตุผล จึงเป็นวิชาที่

นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่ายาก (สำราญ ศิลปธรรม. 2536 : 34) จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในระดับประเทศของกรมวิชาการ (2538 : 27) พบว่าในวิชาที่ได้รับการประเมิน วิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยเพียง 30.01% ซึ่งเป็นคะแนนที่ต่ำที่สุดจากวิชาทั้งหมด ข้อค้นพบดังกล่าวเป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นถึงความล้มเหลวในการเรียนของนักเรียน อันเป็นผลมาจากข้อบกพร่องของกระบวนการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. 2527 : 79 - 98) ปัญหาการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เกิดขึ้นทำให้นักการศึกษาได้ทำการคิดค้นวิจัยและพัฒนาเทคนิควิธีสอนต่าง ๆ เรื่อยมา เพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหาการเรียนการสอน (ฝนทิพย์ อมาตยกุล. 2531 : 1 - 2) และเปลี่ยนบทบาทของครูผู้สอนหรือผู้บรรยายมาเป็นเพียงผู้กำกับกับการเรียนการสอน เตรียมเอกสารวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอน และคอยแนะนำ ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่กำหนดไว้ (วิชัย คิสสระ. 2533 : 147) วิธีหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สามารถช่วยให้เด็กรู้จักคิด แก้ปัญหา ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองและมีความคิดสร้างสรรค์ได้นั้น คือ “การสอนแบบสืบสวนสอบสวน” เพราะวิธีการสอนนี้มุ่งเน้นที่ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาโดยครูจะตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (กรมวิชาการ. 2539 : 19) การสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะเน้นให้นักเรียนลงมือกระทำโดยมีนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน (วรากรณ์ ชัยโอภาส. 2521 : 53 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. n.d.)

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นกระบวนการตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์วิธีหนึ่งในการค้นหาข้อมูล ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ครูจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนเกิดความสงสัย สถานการณ์นั้นจึงเป็นปัญหาสำหรับนักเรียนทำให้นักเรียนต้องการค้นหาสาเหตุเพื่ออธิบายปัญหานั้นโดยครูและนักเรียนเป็นผู้สืบสวนสอบสวน ด้วยการตั้งคำถามโดยกำหนดจุดมุ่งหมายปลายทางคือให้ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช. 2527 : 92) วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้การใช้คำถามจึงมีความสำคัญอย่างมาก (ยุพิน พิพิธกุล. 2524 : 82) อาจกล่าวได้ว่า หัวใจของการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนก็คือ การใช้คำถามที่เหมาะสมนั่นเอง คลาร์ก (สุจิตรา โอสดอภิกฤษ. 2538 : 5 ; อ้างอิงมาจาก Clark .1995 : 506) ได้สรุปแนวคิดว่า ในการสร้างหรือพัฒนาให้เด็กมีความสามารถทางคณิตศาสตร์นั้นครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญและการที่จะเป็นครูแนะนำไปสู่ความสำเร็จดังกล่าว ครูจึงต้องมีกลยุทธ์ในการใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนได้สามารถสำรวจและค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดกับความคิดทาง

คณิตศาสตร์แบบอื่น ๆ มาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้เนื่องจากการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้มุ่งพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูพยายามไม่บอกความรู้ให้กับนักเรียน แต่จะใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดตลอดเวลาในขณะเดียวกันก็ช่วยฝึกให้นักเรียนใช้คำถามเพื่อแสวงหาคำตอบและกฎเกณฑ์ของวิชาต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ มีใช้ครูเป็นศูนย์กลาง และก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ. 2521 : 36) การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้มีความสัมพันธ์กับบรรยากาศคือสามารถส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิดแบบสังเคราะห์จนกระทั่งเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้และนักเรียนจะได้นำหลักการใหม่ที่ค้นพบมาปรับขยายโครงสร้างการรับรู้ รวมทั้งได้รับการกระตุ้นให้นำหลักการนั้นไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริง

ฮอลแลนด์ (Holland. 1961 : 136 - 137) ได้กล่าวว่า เด็กระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความคิดสร้างสรรค์ มักเป็นผู้ที่มีความคิดอย่างอิสระ มีความคิดริเริ่ม และเป็นผู้ที่ต้องการประสบความสำเร็จในอนาคต จากผลการวิจัยและการประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 1 - 2) พบว่า ความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เห็นว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เหมาะสมกับผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะมีความเหมาะสมกับการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถฝึกให้นักเรียนคิดค้นหาคำตอบ เป็นการฝึกกระบวนการคิด ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่แจ่มชัดและกว้างขวางยิ่งขึ้น (บุญชม ศรีสะอาด. 2537 : 74) การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเสริมสร้างสติปัญญาความสามารถทางความคิดของนักเรียน เช่น กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับที่ เคเตอร์ (Cator. 1967 : 666 - 688) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่กับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ได้พบข้อสังเกตว่าวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ กิจกรรมของครูมีโครงสร้างตามตำรา มีคำตอบตายตัว และง่ายต่อการควบคุม แต่ถ้าครูมีการสอนที่มีแบบแผน ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินรายการ หรือผู้จัดบันทึกข้อมูลลงบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิเคราะห์ ครูที่สร้างบรรยากาศแบบสืบสวนสอบสวนจะสังเกตเห็นความเจริญงอกงามของความยืดหยุ่นในความคิดสร้างสรรค์ของตัวนักเรียน นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ยังมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่นตัวอย่างงานวิจัยของ สมบูรณ์ แซ่กู่ (2525 : 50 - 56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 412 คน ผลปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์ส่วนมากมีเนื้อหาเป็นนามธรรมทำให้นักเรียนต้องการเวลาที่จะทำความเข้าใจในเนื้อหา ซึ่งนักเรียนในชั้นเรียนมีทั้งนักเรียนที่เรียนเก่งและนักเรียนที่เรียนอ่อน ถ้าครูคณิตศาสตร์สอนโดยวิธีเดียวกัน นักเรียนที่เรียนเก่งก็สามารถเข้าใจได้รวดเร็วและไม่มีปัญหาในการเรียน แต่สำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนนั้นอาจจะไม่เข้าใจก็ได้ ซึ่งนักเรียนเหล่านี้ก็จะมีความคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก และมีความรู้สึกไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ ดังที่ นพพร พานิชสุข (2522 : 43) ให้ความเห็นเกี่ยวกับเจตคติของนักเรียนสรุปได้ว่า นักเรียนจำนวนไม่น้อยเบื่อหน่ายการเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้ไม่ค่อยมีความตั้งใจ สนใจเรียนมากเท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะเหตุผลที่นักเรียนมักจะมีเจตคติไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ เออร์วิง (Irving, 1966 : 706-715) ที่ว่า “ก่อนที่จะให้การศึกษากับเด็กไม่ว่าจะเป็นวิชาใด ๆ ก็ตามจะต้องอาศัยธรรมชาติความต้องการและพื้นฐานของนักเรียนเสียก่อน จึงสามารถให้การศึกษากับเด็กได้ถูกต้อง เด็กจะเริ่มเรียนวิชาใด ๆ ได้เป็นผลดีจะต้องมีความรับผิดชอบหรือมีเจตคติที่ดีต่อวิชานั้นด้วย” จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องศึกษาเทคนิคการจัดกิจกรรมประกอบการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนของนักเรียน ให้มีความกระตือรือร้น ไม่เบื่อหน่าย และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ (สุภา ยธิกุล, 2533 : 4)

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงนำการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมาทดลองใช้สอนกับวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยนำมาสอนเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งน่าจะเป็นผลดีต่อการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู

4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังจากที่ได้รับ
การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน
และหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
6. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากที่ได้รับ
การสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะเป็นแนวทางสำหรับครู ผู้บริหาร และผู้เกี่ยวข้องได้นำไป
ปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอน และพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ให้มี
ประสิทธิภาพมากขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541
โรงเรียนสิริรัตนาร เขตพระโขนง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน
จำนวน 160 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสิริรัตนาร เขตพระโขนง
จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน โดยวิธีการดังนี้
 - 2.1 สุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลากจากจำนวน
4 ห้อง ให้เหลือ 2 ห้อง ได้นักเรียนมาจำนวน 60 คน
 - 2.2 จับสลากนักเรียนที่ได้จากข้อ 1 จำนวน 60 คน เพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ
30 คน แล้วจับสลากอีกครั้งเพื่อให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
 - กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
 - กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู
3. เนื้อหา เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง “ลำดับ” ตามหลัก
สูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

4. ระยะเวลาในการทดลอง ทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 12 คาบ ๆ ละ 50 นาที

5. ตัวแปร ตัวแปรที่ศึกษาแบ่งเป็น 2 ประเภท

5.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ การสอน แบ่งเป็น 2 แบบคือ

5.1.1 การสอนแบบสืบสวนสอบสวน

5.1.2 การสอนตามคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

5.2.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

5.2.3 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) หมายถึง การสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางความคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้หลักการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ปรับปรุงมาจาก เบล (Bell, 1978 : 240 – 342) แบ่งเป็น 4 ขั้น คือ

1.1 ขั้นสังเกต วิเคราะห์ ประเมินสถานการณ์ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนจับกลุ่มกลุ่มละ 2 คนเพื่อทำกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ขึ้นเพื่อให้สืบสวนสอบสวน โดยที่ผู้สอนจะใช้คำถามที่มักขึ้นต้นด้วยคำว่า “อะไร” “ใคร” “ที่ไหน” “อย่างไร” ถามผู้เรียนเพื่อให้แต่ละกลุ่มสำรวจสภาพปัญหาในกิจกรรมที่กำหนดให้

1.2 ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ เพื่อขจัดความสงสัยในขั้นนี้ให้แต่ละกลุ่มพยายามรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และค้นหาวิธีการอธิบายปัญหาในกิจกรรมที่ผู้สอนได้กำหนดไว้ในข้อ 1.1 โดยผู้สอนจะใช้คำถามที่มักขึ้นต้นประโยคด้วยคำว่า “ทำไม” “เพราะ” “เหตุใด” “อะไรคือสาเหตุ” ประกอบการสืบสวนสอบสวน

1.3 ขั้นพยากรณ์และทดสอบ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพยากรณ์จากข้อมูลที่รวบรวมไว้ในขั้นของการอธิบาย โดยตั้งเป็นสมมติฐานและทดสอบสมมติฐานนั้นว่าถูกต้องหรือไม่เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป โดยผู้สอนให้แต่ละกลุ่มบอกเหตุผลว่าทำไมจึงพยากรณ์รูปแบบนี้

และทดสอบได้จริงทุกกรณีหรือไม่ การแก้ปัญหาในขั้นนี้จะเป็นการสร้างหลักการและหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ แยกแยะโครงสร้างและนำไปสู่ข้อสรุป

1.4 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่วิเคราะห์และประเมินกระบวนการสืบสวนสอบสวน โดยผู้สอนจะให้สถานการณ์ หรือตัวอย่างใหม่เพื่อให้นักเรียนทุกคนแก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกับที่ได้สืบสวนสอบสวนมาแล้ว เพื่อนำหลักการใหม่ที่ค้นพบมาปรับขยายโครงสร้างการรับรู้ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับเนื้อหาอื่น ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

2. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนที่ผู้วิจัยทำการสอนโดยยึดแนวการสอนตามคู่มือครู ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ขั้นแจ้งจุดประสงค์ของการเรียนรู้ ครูเป็นผู้แจ้งให้นักเรียนทราบถึงจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2 ขั้นนำเข้าสู่วิธีเรียน โดยการสนทนา อภิปราย ชักถาม เพื่อสร้างความสนใจและทบทวนพื้นฐานให้แก่ นักเรียน

2.3 ขั้นดำเนินการสอน ครูสอนเนื้อหาด้วยวิธีต่าง ๆ มีการอภิปราย ถามตอบสั้น ๆ เกม และการสาธิต ตามความเหมาะสมของเนื้อหา

2.4 ขั้นสรุป โดยให้นักเรียนสรุป หรือทั้งครูและนักเรียนช่วยกันสรุป

2.5 ขั้นการวัดและการประเมินผล วัดจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การตอบคำถาม การปฏิบัติกิจกรรม การทำแบบฝึกหัดและการทำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ถ้านักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ 80 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป จะนำเนื้อหานั้นมาสอนซ่อมเสริมท้ายคาบเรียน โดยครูเป็นผู้ซ่อมเสริมทั้งชั้นในกรณีที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ผ่าน หรือซ่อมเสริมเป็นกลุ่มย่อยในกรณีที่ไม่ผ่านเป็นบางคน โดยนักเรียนที่ผ่านแล้วทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมไปพร้อมกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนจากการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง “ลำดับ” เป็นความรู้ความสามารถของนักเรียนในการเรียน ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบปรนัยแบบ

เลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ และตรวจสอบคุณภาพให้สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านสติปัญญาความรู้และการคิด ซึ่ง วิลสัน (Wilson, 1971 : 643 - 685) แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

3.1 ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) ประกอบด้วยความรู้ความจำที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม และความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่ได้เคยเรียนรู้มาแล้ว

3.2 ความเข้าใจ (Comprehension) ประกอบด้วยความเข้าใจเกี่ยวกับโมเดล หลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนโจทย์ปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล และความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์คณิตศาสตร์

3.3 การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ คล้ายคลึงกับที่เรียนมา ตลอดจนความสามารถในการเปรียบเทียบ วิเคราะห์ข้อมูล และความสามารถมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตรกัน

3.4 การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน ซึ่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง แต่ก็อยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เรียน และความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์โดยการจัดการส่วนต่างๆ ที่โจทย์ใช้กำหนดให้ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดละเอียดลออจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของสุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 153 – 158) ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน ดังนี้

4.1 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

4.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่คิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีเดิมจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

4.3 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่างๆ จากความสัมพันธ์ ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์นั้นแล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์ หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้อง จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

4.4 ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบจากการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างไม่จำกัดจำนวน

4.5_ความสามารถในการเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่นหมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบ โดยหลีกเลี่ยงความคิดเดิม และวิธีการคิดย้อนกลับได้โดยไม่จำกัดจำนวน

5. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกที่นักเรียนมีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในด้านวิธีสอน กิจกรรมการเรียนการสอน เทคนิคการสอน เนื้อหา และต่อครูผู้สอน ภายหลังจากที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยวัดออกมาเป็นคะแนน โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) และจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ นวลน้อย เจริญผล (2533 : 136-138) มนูญ ศีวารมย์ (2532 : 86-91) จันทร์เพ็ญ ธนาสุภกรกุล (2526 : 153-159)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

- 1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
- 1.2 เป้าหมายของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
- 1.3 รูปแบบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
- 1.4 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
- 1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

- 2.1 งานวิจัยต่างประเทศ
- 2.2 งานวิจัยในประเทศ

3. เอกสารที่เกี่ยวกับการใช้คำถาม

- 3.1 จุดประสงค์ในการใช้คำถามในการเรียนการสอน
- 3.2 ลักษณะของคำถาม
 - 3.2.1 ลักษณะของคำถามที่ดี
 - 3.2.2 ลักษณะของคำถามที่ควรหลีกเลี่ยง
- 3.3 ประเภทของคำถามในวิชาคณิตศาสตร์
- 3.4 เทคนิคการใช้คำถาม

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำถามในการเรียนการสอน

- 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
- 4.2 งานวิจัยในประเทศ

5. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

- 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.1 ประเภทและรูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.2 หลักการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ

6. งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

6.1 งานวิจัยต่างประเทศ

6.2 งานวิจัยในประเทศ

7. เอกสารที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

7.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

7.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

7.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

7.4 คุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

7.5 แนวความคิดในการสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

7.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์

8. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

8.1 งานวิจัยต่างประเทศ

8.2 งานวิจัยในประเทศ

9. เอกสารที่เกี่ยวกับเจตคติ

9.1 ความหมายของเจตคติ

9.2 ลักษณะของเจตคติ

9.3 องค์ประกอบของเจตคติ

9.4 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

9.5 การวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

9.6 ประโยชน์ของการวัดเจตคติ

10. งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

10.1 งานวิจัยต่างประเทศ

10.2 งานวิจัยในประเทศ

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เริ่มครั้งแรกที่ฮิลลินอยส์ ในปี ค.ศ. 1957 อันเป็นระยะที่อเมริกากำลังตื่นตัว เพราะพบว่ารัสเซียมีความก้าวหน้าถึงขั้นส่งจรวดขึ้นสู่อวกาศได้สำเร็จ จึงได้มีการปรับปรุงวิชาการด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ กันอย่างกว้างขวาง และได้มีผู้ทดลองวิจัยกันตลอดมา แม้ในวงการศึกษปัจจุบัน ก็ยังคงกล่าวถึงกันอยู่ ถ้าจะมองในแง่ของการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด สงสัย อาจกล่าวได้ว่า การสอนเช่นนี้มีมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว เช่น วิธีการซักถามของ Socrates หรือการปจฉาวิสัชนาขององค์สมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้า (ประภาพรรณ ไชยวงษ์, 2522 : 12 และ ยุพดี นาคพิระยุทธ, 2522 : 12)

กู๊ด (Good, 1973 : 303) ได้ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีลักษณะเป็นแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา (Problem - Solving Approach) โดยระบุลักษณะสำคัญดังนี้

1. เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น
2. นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

โสภี วงศ์ทองเหลือ (2520 : 27) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบสวนสอบสวนว่าเป็นการจัดให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากที่สุด เช่นให้นักเรียนทำการทดลอง บันทึกการทดลอง แปลความหมายจากการทดลอง มีการซักถามโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียน โดยที่ครูพยายามบอกนักเรียนให้น้อยที่สุด พยายามทำตัวเป็นผู้แนะแนวทางมิใช่ผู้ชี้ทาง ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักแสดงความคิดเห็นของตนเอง ซึ่งจะทำให้ นักเรียนรู้ความสามารถของตน

เสริมศรี เสวตามร และสาลิ งามศิริ (2521 : 68) " ได้อธิบายว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry) เป็นวิธีการในการแก้ปัญหาที่เกิดจากความสงสัย อยากรู้ และอาจเกิดจากการคิดค้นหาเหตุผลด้วยตนเองก็ได้ ในห้องเรียนนั้น ปัญหาหรือข้อสงสัยจะเกิดขึ้นได้เมื่อครูได้วางแผนการสอนไว้แล้วอย่างรัดกุม ครูพยายามสร้างบรรยากาศในห้องเรียน เป็นการกระตุ้นให้เกิดความสงสัย นักเรียนจะได้รับการชักจูงไปสู่การตั้งคำถามและตอบคำถาม การสำรวจข้อมูล

และการค้นพบ ซึ่งกินเวลาดังแต่ 1-2 คาบ ถึง 2-3 สัปดาห์ หรือมากกว่านั้น การคิดสืบค้น เป็นการคิดสืบหาเหตุผล เพื่อสร้างแนวคิดใหม่ หรือขยาย หรือเลิกล้มแนวคิดเดิม

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2524 : 1 - 5) ได้อธิบายความหมายของการสอนแบบสืบสวน สอบสวนว่าเป็นกระบวนการสืบแสวงหาความจริง เพื่อนำไปสู่การค้นพบตามธรรมชาติ คุณลักษณะต่าง ๆ ตลอดจนค้นพบกฎเกณฑ์ของธรรมชาติ และนำกฎเกณฑ์ที่ค้นพบนั้นมา ประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์ เพื่อควบคุมสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกของมนุษย์ สิ่งแวดล้อม ภายในของมนุษย์คือโลกทางจิต สิ่งแวดล้อมภายนอกคือโลกทางสังคม สุโขทัยธรรมาธิราช (2527 : 91) ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาคณิตศาสตร์ว่าเป็น การเรียนการสอนที่ผู้สอนจะจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย เมื่อผู้เรียนสังเกต จนพบปัญหานั้นก็พยายามที่จะค้นหาสาเหตุด้วยการใช้คำถาม และรวบรวมข้อมูลมาอธิบาย เป็นการวิเคราะห์จากปัญหามาสาเหตุ ผู้เรียนจะใช้คำถามสืบสวนสอบสวนจนกระทั่งแก้ปัญหาหรือหา ข้อสรุปได้

กรมวิชาการ (2540 : 19) กล่าวถึงการสอนแบบสืบสวนในวิชาคณิตศาสตร์ว่า เป็นวิธีสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางความคิด หาเหตุผล จน ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นัก เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน

จากแนวความคิดของนักการศึกษา สรุปได้ว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง การสอนที่ครูจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาย่อยและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย โดย นักเรียนจะเป็นผู้หาวิธีการที่จะเรียนรู้และเมื่อนักเรียนสังเกตจนพบปัญหานั้นก็พยายามที่จะ ค้นหาสาเหตุด้วยการใช้คำถาม และการรวบรวมข้อมูลมาอธิบาย การหาเหตุผล การพยากรณ์ และการทดลอง จนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง

1.2 เป้าหมายของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนทางคณิตศาสตร์มีจุดประสงค์ทั่วไปเพื่อให้ผู้เรียน (Bell, 1978 : 342 ; citting Suchman, 1962)

1. พัฒนาทักษะทางสมองในการค้นหาและพัฒนาระบวนการแสวงหาความรู้
2. เรียนหลักการต่าง ๆ ทางตรรกศาสตร์
3. เข้าใจเหตุและผลที่สัมพันธ์กัน
4. เรียนวิธีการถามหรือสืบสวนสอบสวนอย่างเป็นอิสระ

5. ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งนำไปสู่แนวท้าวทางคณิตศาสตร์
6. ให้คุณค่าแก่กลวิธีการสืบสวนสอบสวนเสมือนเป็นวิธีที่นำไปสู่การค้นพบและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7. เข้าใจวิธีต่าง ๆ ของการพิสูจน์และการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
8. ได้รับความเข้าใจดียิ่งขึ้นเกี่ยวกับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และธรรมชาติของการเรียน

9. ค้นพบวิธีและหลักการทางคณิตศาสตร์
 10. ได้วิธีทางคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสม
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 143) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่

1. สามารถสังเกตและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมด้วยประสาททั้งห้าอย่างละเอียดและถูกต้อง
2. สามารถอธิบายสาเหตุแห่งปัญหาในรูปของความสัมพันธ์เชิงเหตุผลเป็นสายโซ่
3. สามารถตั้งสมมติฐานเชิงทำนายจากทฤษฎีและสมมติฐานทั่วไปและสามารถออกแบบเพื่อทดสอบสมมติฐานเชิงทำนายนั้นได้ด้วยการทดลอง
4. สามารถนำหลักการและกฎเกณฑ์ที่เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองไปประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์ในการควบคุมสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกของมนุษย์

1.3 รูปแบบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

เบล (Bell. 1978 : 240 – 342) กล่าวถึงรูปแบบของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 4 ขั้นคือ ขั้นสังเกต ขั้นอธิบาย ขั้นพยากรณ์และทดลอง และขั้นนำไปใช้ ดังนี้

1. ขั้นสังเกต ผู้สอนจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์ที่ฉงนสงสัย หรือพยายามค้นพบหลักการ โดยการสังเกต วิเคราะห์ ประเมินสถานการณ์และตั้งคำถาม ผู้แก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและนักคณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดคือบุคคลที่ตั้งคำถามดีที่สุด

คำถามที่ดีจะนำไปสู่หลักการที่มีประโยชน์และคำถามที่ดีจะส่งผลในการแก้ปัญหาที่ยาก การหาสิ่งที่เป็ประโยชน์และน่าสนใจในการสืบสวนสอบสวนทางคณิตศาสตร์จะต้องดูว่าสิ่งที่กำหนดให้คืออะไร และสืบสวนสอบสวนโดยพิจารณาตามสิ่งที่กำหนดให้นั้นการสืบสวนสอบสวนมิได้ต้องการผลเพียงเท่านั้น ควรจะสืบสวนสอบสวนให้มากกว่าที่ต้องการ

การตั้งคำถาม เช่น

1. ทำไมวิธีการนี้จึงทำได้
2. ทำไมวิธีการนี้ให้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง
3. มีวิธีที่ดีกว่าวิธีนี้ไหม
4. มีรูปแบบทั่วไปไหม
5. ทฤษฎีบทนี้ทำให้นึกถึงทฤษฎีบทอื่นไหม
6. ปัญหานี้เป็นปัญหาหนึ่งของปัญหาทั่วไปหรือไม่
7. จะสรุปรูปแบบทั่วไปได้ไหม
8. อะไรเป็นข้อแตกต่างระหว่างสถานการณ์ทั้งสองเหล่านั้น
9. มีอะไรที่คล้ายคลึงกันระหว่างระบบคณิตศาสตร์เหล่านี้
10. จากตัวอย่างที่สังเกตได้นี้จะเป็นตัวแทนของกรณีทั่วไปได้หรือไม่
11. มีตัวอย่างคัดค้านหรือไม่
12. มีวิธีที่จะแก้ปัญหาคิดว่าไหม
13. มีอะไรเกิดขึ้นกับสิ่งเหล่านี้
14. มีการไม่คงเส้นคงวาเกิดขึ้นหรือไม่
15. เรื่องราวหรือข้อมูลที่ได้นี้น่าจะยอมรับได้หรือไม่
16. หลักการที่หาได้จะขยายต่อไปอีกได้ไหม
17. ตัวอย่างต่าง ๆ ที่แสดงมโนคติคืออะไร

ฯลฯ

2. ขั้นการอธิบาย ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ เพื่อจัดความสงสัยด้วยการใช้เหตุผลเป็นการวิเคราะห์จากปัญหาไปสู่เหตุ ขั้นนี้จึงเป็นขั้นที่รวบรวมความรู้และข้อมูล เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ซึ่งมี 2 ประการ

ประการที่ 1 ในการที่จะแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหามustต้องมีเทคนิคในการแก้ปัญหารู้กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ประการที่ 2 การแก้ปัญหามustต้องรู้แหล่งความรู้ รู้จักวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความรู้นั้น ตลอดจนรู้จักรวบรวมข้อมูลและเรียบเรียงความรู้ให้มีระบบ การตั้งคำถามที่นับว่าเป็นสิ่งสำคัญ ควรจะมีการตั้งคำถามดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. มีข้ออ้างอิงที่เป็นมาตรฐานในเรื่องนี้หรือเปล่า
2. ข้ออ้างอิงนั้นหาได้ที่ไหน
3. แหล่งอื่น ๆ ของความรู้คืออะไร

4. แหล่งความรู้เหล่านี้เชื่อถือได้เพียงใด
5. คุณภาพของความรู้ที่ได้รับนี้ดีเพียงใด
6. ความรู้นี้ใช้ประโยชน์ได้อย่างไร
7. ความรู้นี้เป็นหมวดหมู่และจัดระเบียบอย่างไร
8. มโนคติ หลักการ และวิธีการใดที่มีในแหล่งความรู้
9. ความรู้นี้สัมพันธ์กับปัญหาที่กำลังพิจารณาหรือไม่
10. ความรู้ที่นำมาใช้สามารถแก้ปัญหาได้เพียงไร
11. ความรู้หรือวิธีดำเนินการเหล่านี้จะนำไปใช้กับสถานการณ์อื่นได้ไหม

ฯลฯ

3. ขั้นพยากรณ์และทดสอบ เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่รวบรวมไว้มาอภิปรายปัญหา หรือข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้ และพยากรณ์ผลหรือทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนำไปสู่ข้อสรุปเป็นขั้นซึ่งเกิดการค้นพบ การแก้ปัญหาในขั้นนี้เป็นการสร้างหลักการและหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ แยกแยะโครงสร้างและนำไปสู่ข้อสรุป

ผู้ที่เกี่ยวข้องในการทดสอบแบบสืบสวนสอบสวนควรมีความสามารถพิเศษ ที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตลอดจนรู้จักประเมินผลงาน กิจกรรมในช่วงนี้จะต้องรู้จักจัดข้อมูลเป็นหมวดหมู่ มองหาความสัมพันธ์ ค้นหารูปแบบ และสรุปเป็นนัยทั่วไป

4. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นำเอาความรู้ที่ค้นพบไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ขั้นนี้ได้แก่ การวิเคราะห์และประเมินกระบวนการสืบสวนสอบสวน ทั้งนี้ เพื่อสร้างความเข้าใจให้ดีขึ้นและปรับปรุงการสืบสวนสอบสวน ในขั้นนี้เป็นขั้นพิจารณากระบวนการสืบสวนสอบสวนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์แต่ละเนื้อหาห้อมมีวิธีสืบสวนสอบสวนของตนเอง จุดประสงค์อันหนึ่งของผู้สืบสวนสอบสวนในแต่ละเนื้อหา ก็คือ การปรับปรุงกลการสืบสวนสอบสวนที่กระทำอยู่และรวบรวมกระบวนการสืบสวนสอบสวนเพื่อนำไปพัฒนาและใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป

สิ่งที่จะต้องพิจารณา ก็คือ กระบวนการสืบสวนสอบสวนตั้งแต่ต้นจนจบ วิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการที่จะใช้วิเคราะห์และประเมินกระบวนการสืบสวนสอบสวน ก็คือ การถามและพยายามหาคำตอบ ตัวอย่างคำถามซึ่งจะนำมาใช้ในขั้นที่ 4 มีดังต่อไปนี้คือ

1. วิธีดำเนินการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร
2. อะไรที่เป็นตัวกระตุ้นให้ค้นพบนัยทั่วไป
3. รูปแบบอะไรที่ค้นพบ
4. ความรู้และวิธีการที่นำไปสู่การค้นพบแบบไม่คงเส้นคงวาคืออะไร

5. แหล่งความรู้อะไรที่ใช้มากที่สุด
6. วิธีดำเนินการอะไรที่เคยทำและรวบรวมข้อมูลอย่างไร
7. ใช้รูปแบบการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลรูปแบบใดในการแก้ปัญหา
8. กระบวนการคิดอะไรที่นำมาใช้จนกระทั่งหาข้อสรุปได้
9. วิธีการแก้ปัญหานำไปใช้ได้ทั่วไปและประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาลอื่น ๆ ได้ไหม

วินัส หมายสุข (2526 : 11 – 14) อธิบายถึงรูปแบบของการสอนแบบสืบสวน
 สอบสวน แบ่งออกได้ 3 ชนิด คือ

1. แบบครูเป็นผู้ถาม ฮิลดา ทาบ (Hilda Taba) เป็นผู้คิดวิธีนี้ขึ้น ครูจะตั้ง
 คำถามชั้นต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนคิดค้นหาคำตอบ จนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง ภายใต้
 (Gange ‘) จัดลำดับขั้นของกระบวนการสืบสวนสอบสวนโดยวิธีนี้ออกเป็น 11 ขั้น โดยเริ่มจาก
 ลำดับต่ำสุดไปหาสูงสุดตามหลักการเรียนรู้ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างคิดรวบยอด แบ่งเป็น

1.1.1 การสังเกต (Observing)

1.1.2 การแบ่งประเภท (Identifying Categories)

1.1.3 การให้คำนิยาม (Defining)

1.2 ขั้นสรุปหลักการ แบ่งเป็น

1.2.1 การเปรียบเทียบความเหมือนความต่าง (Comparing and
 Contrasting)

1.2.2 การสรุปหลักการหรือตั้งกฎเกณฑ์ (Generalization)

1.2.3 การทำนาย (Prediction)

1.3 ขั้นนำไปใช้

1.3.1 การตรวจสอบคำทำนาย (Verifying Prediction)

1.3.2 การสร้างแบบจำลอง (Developing Hypothesis)

1.3.3 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

1.3.4 การพิสูจน์สมมติฐาน (Testing Hypothesis)

1.3.5 การตัดสินใจ (Making Decision)

2. แบบที่ให้นักเรียนเป็นผู้ถาม วิธีสอนวิธีนี้ ริชาร์ด เจ ซัซแมน (Richard J.
 Suchman) เป็นผู้คิดขึ้น ลักษณะการสอนคือ นักเรียนจะเป็นผู้สืบสวนสอบสวนหาความรู้โดยการ
 ตั้งคำถามหรือซักถาม ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนซักถามชั้นต่าง ๆ จนสามารถสรุปความรู้ด้วย
 ตนเอง ลำดับ ขั้นตอนของการสอนมีดังนี้ (นันทวล ทศวัฒน์. 2522 : 22 – 23)

2.1 การสังเกต เป็นขั้นสำคัญมากเพราะการจะค้นพบสิ่งต่าง ๆ ย่อมมีจุดเริ่มต้น การสังเกต วัตถุประสงค์ของการสังเกตเพื่อให้เกิดความสงสัยและรู้จักเก็บข้อมูลไว้เป็นหลักฐาน เมื่อเกิดความสงสัยงสัยให้ซักถามครูให้ได้ข้อมูลเพื่ออธิบายข้อสงสัยนั้น คำตอบต้องเป็นไปในลักษณะผู้ถามเป็นผู้หาย หรือบอกลักษณะคุณสมบัติ ประโยชน์ ฯลฯ ครูจะตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ผู้ซักถามจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งนั้นไว้จนเพียงพอจนเกิดความเข้าใจหรือหายสงสัย รู้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้น “อะไร”

2.2 การอธิบาย เมื่อผู้เรียนซักถามจนเก็บข้อมูลได้เพียงพอแล้วก็จะตั้งสมมติฐานว่าปัญหานั้นหรือสิ่งนั้นหรือปรากฏการณ์นั้นคืออะไร มีอะไรเป็นมูลเหตุ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น การอธิบายขั้นนี้เรียกว่า “การตั้งสมมติฐาน” ก็ได้ ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้น “ทำไม”

2.3 การทำนาย เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลและทราบว่าสิ่งนั้น ปัญหานั้น สถานการณ์นั้น หรือปรากฏการณ์นั้นคืออะไร มาจากข้อมูลเหตุอะไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้นแล้วผู้เรียนจะสามารถนำคำอธิบายหรือสมมติฐานไปทำนายปรากฏการณ์หรือปัญหาอื่น ๆ ที่สภาพหรือลักษณะเดียวกัน ได้ว่าจะเกิดผลอย่างไร ซึ่งคล้ายกับการทดสอบสมมติฐาน ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้น “ถ้า...แล้วจะ”

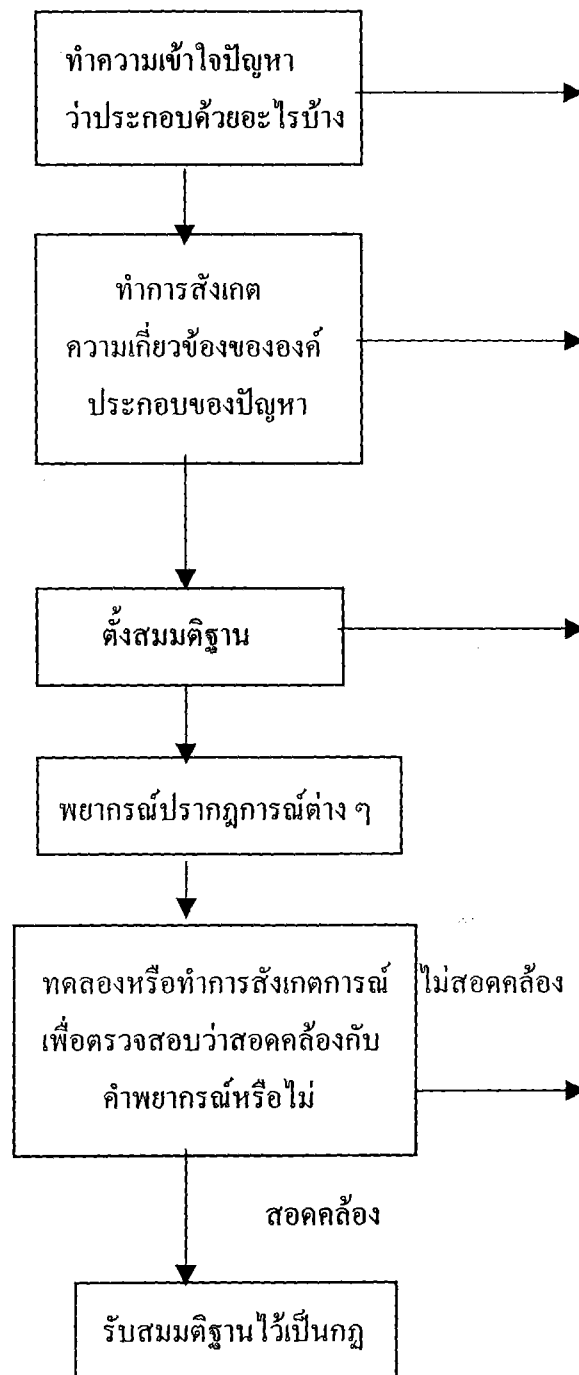
2.4 การนำไปใช้หรือสร้างสรรค์ คือการนำความรู้หรือกฎเกณฑ์ที่ได้ในขั้นที่ 1-3 มาใช้ หรือสร้างสรรค์ให้เกิดประโยชน์ เช่น นำไปใช้แก้ปัญหที่ประสบในชีวิตประจำวัน นำไปใช้ประดิษฐ์สิ่งของ ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้น “อย่างไร”

3. แบบผสม เป็นการสอนสืบสวนสอบสวนที่ผสมระหว่างสองแบบแรกดังกล่าวข้างต้น วิธีนี้ครูและนักเรียนช่วยกันตั้งคำถามให้นักเรียนสรุปความรู้ได้เอง นับว่าเป็นขั้นที่นำมาประยุกต์ใช้ทั่วไป วิธีสอนมีลักษณะคล้ายกับวิธีทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 6 ขั้น ดังนี้

- 3.1 ขั้นตั้งปัญหา
- 3.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน
- 3.3 ขั้นรวบรวมข้อมูล
- 3.4 ขั้นประเมินผลและวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 ขั้นสรุป
- 3.6 ขั้นนำไปใช้

วิรุฬห์ บุญสมบัติ (2521 : 10) อธิบายขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ดังนี้



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของวิรุฬห์ บุญสมบัติ (2521 : 10)

วิรุทธ วิเชียรโชติ (2527 : 5 - 7) ได้แบ่งขั้นของการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็น 5 ขั้น ดังนี้ คือ

1. ขั้น “สน.” คือขั้นของการให้ตั้งกับแนวทางซึ่งได้แก่การเตรียมความพร้อมทางการเรียนให้ผู้เรียน โดยการดึงเอาความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะสอนให้มาสัมพันธ์กัน รวมทั้งการปูพื้นความรู้ใหม่ที่จำเป็น สำหรับการเรียนรู้เนื้อหาสาระใหม่ให้กับผู้เรียนและเป็นการจูงใจให้พร้อมที่จะเรียน

คำถามประเภทตั้งกับแนวทาง (สน.) มักจะขึ้นต้นหรือลงท้ายคำว่า “เกี่ยวข้องกับอย่างไร”, “สิ่งนี้หรือความรู้ข้อนี้เกี่ยวข้องกับกันอย่างไร”, ซึ่งเป็นคำถามที่มุ่งดึงประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ใหม่ หรือคำถามที่ว่า “ความรู้ข้อนี้มีอะไรเป็นพื้นฐาน”, ซึ่งเป็นคำถามที่อาจจะนำไปสู่การสำรวจว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอหรือไม่ และถ้าหากพบว่าผู้เรียนยังขาดความรู้พื้นฐานสำหรับที่จะเรียนรู้ความรู้ขั้นสูงต่อไป ครูก็อาจจะใช้คำถามให้ผู้เรียนค้นพบสิ่งกับและหลักการใหม่ ๆ ที่จำเป็นสำหรับเป็นบันไดขึ้นต้นในการที่จะก้าวขึ้นไปสู่ความรู้ขั้นสูงต่อไป

2. ขั้น “ส” คือ ขั้นของการสังเกตสถานการณ์ที่เป็นปัญหาข้อจิตในขั้นนี้จะสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาข้อจิตขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตและวิเคราะห์องค์ประกอบและธรรมชาติของปัญหาอย่างละเอียด การเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้ก็คือการเรียนรู้ตั้งกับ ลักษณะร่วมของสถานการณ์ (ความหมายสรุปรวม) ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาข้อจิต

คำถามประเภทสังเกตมักจะ ขึ้นต้นหรือลงท้ายด้วยคำว่า “อะไร”, “ใคร”, “ที่ไหน”, “อย่างไร” เป็นคำถามที่ผู้เรียนใช้สำรวจสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการของปรากฏการณ์ต่าง ๆ และมักจะเป็นคำถามเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ลักษณะคุณสมบัติ ธรรมชาติ โครงสร้าง และกระบวนการของสิ่งต่าง ๆ และเหตุการณ์ต่าง ๆ คำถามที่ขึ้นต้นหรือลงท้ายประโยคด้วยคำว่า “อะไร”

หลักสำคัญในการพิจารณาว่าคำถามใดเป็นคำถามประเภทสังเกตหรือไม่ เราใช้เกณฑ์ที่ว่า คำถามนั้นเป็นผลของการสังเกตสถานการณ์ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้าหรือไม่ และถามเกี่ยวกับสิ่งที่สามารถสังเกตในขณะนั้นได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้าหรือไม่ สรุปแล้วคำถามประเภทสังเกตเป็นการให้เกิดการเรียนรู้ตั้งกับ (ความคิดรวบยอด) นั้นเอง

3. ขั้น “อ” คือขั้นของการอธิบายปัญหาข้อจิต โดยอาศัยความสามารถในการหาเหตุผลมาอธิบายถึงสาเหตุของปัญหาข้อจิต ส่วนมากการอธิบายมักจะอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลแบบ ฟังก์ชัน ขั้นนี้เป็นจุดเริ่มต้นของความสามารถในการสร้างทฤษฎี

ขึ้นมาสำหรับอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ การเรียนที่สำคัญในขั้นนี้คือการเรียนรู้หลักว่า เมื่อผลปรากฏออกมาในรูปของปัญหาอย่างนี้ อะไรควรจะเป็นเหตุหรือสาเหตุของการเกิดผลอันนั้น

คำถามประเภทอธิบาย มักจะขึ้นต้นประโยคด้วยคำว่า “ทำไม” , “เพราะ” , “เหตุใด” , “อะไรคือสาเหตุ” , “เหตุใด” , “หรือ” , “อะไรเป็นเหตุปัจจัย” , คำถามประเภทอธิบายเป็นคำถามที่แสวงหาสาเหตุของปัญหาข้อจิต เพื่อตั้งสมมติฐานทั่วไป อันจะนำไปสู่การสร้างทฤษฎีที่อาจใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

คำถามประเภท “ทำไม” นี้ เรามักจะใช้มากในกรณีที่เราเกิดความสงสัย ในรูปของปัญหาข้อจิตซึ่งมักจะเกิดขึ้นได้ง่าย ในกรณีที่เราสงสัยสิ่งต่าง ๆ อย่างเปรียบเทียบ

หลักสำคัญในการพิจารณาว่า คำถามใดเป็นคำถามประเภทอธิบายหรือไม่ ก็คือ การใช้เกณฑ์ว่า คำถามนั้นถามเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาหรือไม่ เป็นคำถามที่แสวงหาความสัมพันธ์ระหว่างผลกับเหตุหรือไม่ สรุปแล้วคำถามประเภทอธิบายเป็นการถามเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และหลักการ

4. ขั้น “ท” คือขั้นของการทำนายผล เมื่อเราแปลเหตุ เป็นขั้นของการตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบดูว่า คำอธิบายในขั้นที่ 3 นั้น ถูกต้องมากน้อยประการใด นอกจากนั้นยังเป็นการคาดคะเนผลของสาเหตุต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างรอบคอบแบบ “คิดหน้าคิดหลัง” เสียก่อน แล้วจึงลงมือปฏิบัติ การเรียนที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรู้วิธีแก้ปัญหโดยนำหลักการที่เรียนรู้ในขั้นที่ 3 มาใช้

คำถามประเภททำนาย มักจะขึ้นต้นประโยคด้วยคำว่า “ถ้า” , “หาก” , “แม้ว่า” และลงท้ายประโยคด้วย “ใช่ไหม” , “หรือ” , “อะไรจะเกิดขึ้นบ้าง” คำถามประเภทนี้เป็น การคาดการณ์ล่วงหน้า และมักจะเป็นคำถามในรูปของสมมติฐานเชิงทำนายผลในเมื่อเราแปลเปลี่ยนเหตุในอีกความหมายหนึ่ง คำถามประเภททำนายนี้ใช้ในโอกาสที่เรานำกฎที่ค้นพบมาเป็นแนวทางในการทำนายปรากฏการณ์ใหม่ ๆ

หลักสำคัญในการพิจารณา คำถามใดเป็นคำถามประเภททำนาย เราใช้เกณฑ์ที่ว่าคำถามนั้นเป็นการพยากรณ์ผลของเหตุปัจจัยหรือไม่ สรุปแล้วคำถามประเภททำนายเป็นคำถามที่ทำให้เกิดการเรียนรู้วิธีตั้งสมมติฐาน และรู้วิธีแก้ปัญหโดยอาศัยหลักการหรือปรากฏการณ์กฎเกณฑ์ที่ค้นพบ

5. ขั้น “ค” คือขั้นของการควบคุม และสร้างสรรค์ทั้งสิ่งแวดล้อมภายนอก และสิ่งแวดล้อมภายใน เป็นขั้นที่นำผลของการแก้ปัญหามาปฏิบัติใช้ในชีวิตจริงเพื่อให้เกิดการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายใน (ทางจิตใจ) ขั้นนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ฉะนั้น การเรียนที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรู้วิธีสร้างสรรค์

คำถามประเภทควบคุมความคิดสร้างสรรค์มักจะลงท้ายด้วยคำว่า “ได้อย่างไร” , “ได้หรือไม่” คำถามประเภทนี้เป็นคำถามในกรณีเรานำเอาหลักการและกฎเกณฑ์ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งอาจจะกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าเป็นคำถามแบบประยุกต์วิทยา ที่มุ่งจะควบคุมตัวสาเหตุเพื่อให้เกิดผลตามที่เรต้องการและเป็นคำถามที่กระตุ้นให้เกิดความคิดที่จะแก้ปัญหาในลักษณะริเริ่มสร้างสรรค์

หลักการสำคัญในการพิจารณาว่าคำถามใด เป็นคำถามประเภทควบคุมและคิดสร้างสรรค์ เราจะใช้เกณฑ์ที่ว่า คำถามนั้นเป็นคำถามที่นำเอาหลักการที่ค้นพบมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือการแก้ไขปรับปรุงสภาพชีวิต ความเป็นอยู่อย่างเป็นจริงหรือไม่ และการนำเอาหลักการมาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์หรือไม่ สรุปแล้วคำถามประเภทควบคุมและคิดสร้างสรรค์เป็นคำถามที่ทำให้เกิดการเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการอย่างสร้างสรรค์

1.4 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 33 - 34) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ครูเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดการสืบสวนสอบสวน โดยสร้างสถานการณ์ชักชวนให้เด็กตั้งคำถามสอบสวนตามลำดับขั้นของคำถามแบบสืบสวนสอบสวน
 2. ครูเป็นผู้ให้การหนุนกำลัง เมื่อเด็กถามมาก็จะให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงภาษาในคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในคำถามให้กระจ่างดียิ่งขึ้น
 3. ครูเป็นผู้ทวนกลับ ครูจะเป็นผู้ทวนคำถามอยู่บ้างแต่ไม่มากนัก เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง อาจตั้งคำถามถามนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้วก่อนที่จะเรียนบทต่อไป
 4. ครูเป็นผู้แนะนำและกำกับ ครูจะชี้ทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง เป็นผู้กำกับควบคุมเมื่อเด็กออกนอกกลุ่มนอกทาง
 5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียน สร้างบรรยากาศให้เหมาะสมกัน โดยจัดเป็นกลุ่มหรือชั้น เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ
 6. ครูเป็นผู้สร้างแรงจูงใจ ครูช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน
- นอกจากนี้ รัศมี ภีบาลแทน (2524 : 170) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนดังนี้

1. ครูควรเป็นผู้เลือกบทเรียนและอุปกรณ์การสอน ควรเป็นผู้รู้ดีว่าปัญหาใดควรศึกษาหรือน่าสนใจ ผู้สอนต้องเตรียมตัวล่วงหน้าว่าจะดำเนินการสอนแบบใด แต่ไม่ได้หมายความว่าผู้สอนต้องรู้คำตอบไว้ล่วงหน้า เพียงแต่มีขอบเขตอย่างกว้าง ๆ ว่าผลที่ได้เป็นอย่างไร

2. ครูควรให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนคิด ทำ และร่วมกันอภิปราย

3. ครูควรเลือกใช้คำถามให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถสูงให้ได้ใช้ความสามารถอย่างเต็มที่ ขณะเดียวกันก็ไม่ละเลยนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ

4. ให้นักเรียนได้ดำเนินการสืบสวนสอบสวนหาวิธีการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบตามความต้องการ ไม่แสดงความไม่พอใจหรือบังคับเกี่ยวข้องเมื่อนักเรียนตอบไม่ถูกใจ

5. ครูเป็นผู้ช่วยนักเรียนในการดำเนินการแก้ปัญหา และหาทางออกให้ เมื่อนักเรียนติดขัด การช่วยเหลือใช้วิธีการตั้งคำถามเพื่อให้เกิดแนวทางในการคิดจนได้ผลสรุป

6. ในการเรียนการสอนอาจมีโอกาสดังที่ครูไม่สามารถตอบคำถามที่นักเรียนซักได้ ควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่ผู้รอบรู้ปัญหาทุกอย่าง ดังนั้นครูและนักเรียนควรจะได้ช่วยกันค้นหาคำตอบนั้น

7. เมื่อนักเรียนถามอย่าตอบคำถามทันที ต้องพยายามให้คำแนะนำที่อาจเป็นทางช่วยให้นักเรียนตอบได้เอง

8. อย่าให้นักเรียนสรุปหลักการหรือแนวคิดเร็วจนเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ควรแนะนำให้พิสูจน์ซ้ำอีกจนได้ค่อยสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ประภาพรณ ไชยวงษ์. 2522 :16 - 18) กล่าวถึงลักษณะการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry) นั้นครูจะต้องมีสมรรถภาพการสอนหลายประการ ซึ่งสมรรถภาพการสอนที่เชื่อกันว่าจำเป็นและสำคัญ ได้แก่

ตาราง 1 ลักษณะการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของสถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ประภาพรรณ ไชยวงษ์, 2522 : 16 - 18)

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน	สมรรถภาพการสอน
1. ครูเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนสนใจในปัญหา อยากรู้คำตอบ เกิดความสงสัย นักเรียนเป็นผู้ มองเห็นปัญหาก็เกิดความสงสัย อยากรู้คำตอบ	1. <u>การชักจูง</u> (โดยการใช้คำถาม การสร้างสถานการณ์ และการใช้อุปกรณ์ชวน ให้คิด ชวนให้สงสัย)
2. ครูเป็นผู้ช่วยทำให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียน เป็นผู้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	2. <u>การใช้คำถาม</u> ตามลำดับความคิดของ การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน แก้ปัญหา (ถามให้สังเกตให้อธิบาย ให้สร้างสมมติฐานให้ออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร ให้นำความรู้ไปใช้)
3. เมื่อนักเรียนมีข้อติดขัดตอนใด ครูไม่ใช่ ผู้ให้คำตอบโดยตรง แต่เป็นผู้ตอบคำถามของ นักเรียนในลักษณะที่กระตุ้นให้นักเรียนถามย้อน หรือชักชวนให้ไตร่ตรอง นักเรียนคิดลึกซึ้ง ละเอียดยิ่งขึ้นในลักษณะที่ วิเคราะห์ด้วยเหตุผล ด้วยหลักฐานที่ปรากฏ สามารถแสดงความคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ อย่างชัดเจน	3. <u>การตอบคำถามโดยการย้อนถามหรือชักชวน ให้ไตร่ตรอง</u> (ถามให้ให้ความชัดเจน ให้อธิบายความ ให้แสดงเหตุผล ให้นำหลักฐาน)
4. ครูรับคำตอบของนักเรียนแต่ละคนไว้โดยไม่ ตัดสินถูกหรือผิดในทันทีทันใด เพื่อให้โอกาส นักเรียนและนักเรียนคนอื่นได้คิดหาคำตอบ ต่อไป นักเรียนไม่ตัดสินใจหรือเชื่อว่า คำตอบใดถูก หรือผิดในทันทีทันใด นักเรียนติดต่อและฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น	4. <u>การเสริมพลัง</u> (โดยใช้วาจาหรือท่าทางแสดง การยอมรับหรือการกระทำของนักเรียน การชื่นชม การแสดงความสามารถ กระตือรือร้น การเปิด โอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นการช่วย เสริมสิ่งที่นักเรียนกำลังกระทำอยู่ ให้ถูกต้อง)

ตาราง 1 (ต่อ)

การสอนแบบสืบสวนสอบสวน	สมรรถภาพการสอน
5. ครูสนับสนุนคำตอบที่ต่างไปจากคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง แต่เป็นคำตอบที่มีส่วนถูกต้องหรือเป็นไปได้ คำตอบที่นักเรียนต้องใช้เกณฑ์ของนักเรียนเองหรือเกณฑ์ที่วางไว้ตัดสินนักเรียนมีความรู้สึก ว่า คำตอบโดยความคิดของนักเรียนเองได้รับความสนใจ นักเรียนจึงอยากตอบคำถามจากความคิด ประสบการณ์ และความรู้สึกของนักเรียนเองโดยไม่กลัวผิด ไม่ต้องกังวลว่า จะต้องถูกตรงกับตำรา อยากคิดกว้างขวางขึ้นอยากคิดอะไรใหม่ๆ มีความคิดสร้างสรรค์ รู้จักตัดสินใจ	5. <u>การใช้คำถามแบบกว้าง</u> ที่มีคำตอบได้หลายอย่างและที่ต้องใช้เกณฑ์ของนักเรียนเองหรือที่วางไว้ตัดสินใจในการตอบ
6. ครูพยายามให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าการสืบสวนสอบสวนนั้นเขาได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาต่าง ๆ นักเรียนแต่ละคนเป็นผู้ตอบคำถามเป็นผู้เสนอความคิด เป็นผู้เลือกวิธีการ เป็นผู้ตัดสิน นักเรียนรู้สึกว่าปัญหานั้นเป็นปัญหาของนักเรียน นักเรียนอยากแก้ปัญหาและสามารถแก้ได้ด้วยตนเอง มีความเชื่อมั่นและนับถือตนเอง	6. <u>การเสริมพลัง</u>
7. ครูให้เวลานักเรียนคิด (เวลาที่สูญเสียไปอาจจะได้รับการชดเชยในแง่ที่นักเรียนรู้จักคิดอย่างรอบคอบก่อนจะตัดสินใจ ทำให้แก้ปัญหาดีขึ้น และสามารถเก็บรักษาสิ่งที่คิดไว้ได้นาน)	7 <u>การรอคำตอบ</u> โดยให้เวลาคิดพอสมควร

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นการสอนที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ทำให้ผู้เรียนต้องการค้นหาสาเหตุเพื่อนำมาอธิบายปัญหานั้น ผู้สอนและผู้เรียนเป็นผู้สืบสวนสอบสวนด้วยการตั้งคำถาม ทั้งนี้จุดหมายปลายทางก็คือให้ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง (สุโขทัยธรรมมาธิราช. 2527 : 57)

การสอนแบบสืบสวนสอบสวนในวิชาคณิตศาสตร์นั้นทั้งผู้เรียนและผู้สอนควรปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้ (สุโขทัยธรรมมาธิราช . 2527 : 96 - 97)

ขั้นที่ 1 ในการสอนควรจะใช้วิธีการสืบสวนสอบสวนอย่างไรกับผู้เรียน ควรให้ผู้เรียนใช้วิธีการใช้การอธิบาย และการอภิปรายสี่ขั้นของกระบวนการสืบสวนสอบสวน ผู้เรียนควรอภิปรายเกี่ยวกับการตั้งคำถามและกิจกรรมซึ่งกำหนดให้ภายใต้ขั้นตอนของกระบวนการสืบสวนสอบสวน ผู้เรียนควรจะรวบรวมคำถามและกิจกรรมเพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในแต่ละขั้นของการสืบสวนสอบสวนให้ประสบผลสำเร็จ

ในขั้นนี้ผู้เรียนควรจะได้รับภาระกระตุ้นให้ค้นหารูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิธีดำเนินการ และการสรุปทั่วไป ความกระตือรือร้นเป็นลักษณะที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ ครูควรใช้คำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนตอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและหลักการทางคณิตศาสตร์ การให้การบ้านก็ควรจะให้รู้จักวิเคราะห์วิธีการ ควรจะถามให้ผู้เรียนเปรียบเทียบวิธีต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา การถามตอบควรเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนแบบสืบสวนสอบสวน และคำถามของผู้เรียนควรจะได้รับภาระอภิปรายผู้สอนควรจะยกตัวอย่างให้ผู้เรียนยอมรับและชื่นชมเพื่อจะได้ตั้งคำถามต่อไป

ขั้นที่ 2 ในขั้นนี้ผู้สอนควรจะแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักแหล่งความรู้และวิธีรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนมักจะยึดหนังสือเรียนและผู้สอนเป็นประการแรก การอ่านหนังสือห้องสมุดก็มักจะไม่ค่อยทำ จึงไม่มีประสบการณ์ในการที่จะแยกแยะรวบรวมและจัดข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ ผู้สอนควรจะฝึกผู้เรียนให้รู้จักวิเคราะห์ สังเคราะห์ ด้วยการฝึกตั้งคำถาม เพื่อให้มองเห็นแนวทางว่าจะรวบรวมข้อมูลอย่างไร

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่จะจัดรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแนวทางสรุปปัญหาในขั้นนี้ผู้เรียนควรทำงานตามลำพังหรือเป็นกลุ่มย่อย ผู้สอนช่วยเหลือเพียงเล็กน้อย ผู้เรียนจะใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา กระบวนการสืบสวนสอบสวนจึงเป็นไปอย่างช้า ๆ ข้อสำคัญที่สุดคือผู้สอนต้องหลีกเลี่ยงการแทรกแซงและบอกผู้เรียนว่าให้ทำอะไร

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์และการประเมินวิธีการสืบสอบเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดของกระบวนการสืบสวนสอบสวน ในขั้นนี้ผู้ค้นคว้าหรือผู้เรียนควรจะต้องตั้งคำถามว่าฉันได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไรบ้าง ผู้เรียนจะเข้าใจดียิ่งขึ้นโดยประเมินด้วยตนเอง คำถามดังที่กล่าวแล้วในกระบวนการสืบสวน

สอบสวนควรนำมาใช้มีทั้งคำถามทั้งของผู้สอนและผู้เรียน ผู้เรียนควรจะต้องตอบทุกคำถาม ผู้สอนอาจจะมีความท้าทายขึ้นในการถามเพื่อช่วยผู้เรียนในการวิเคราะห์และประเมิน เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ ผู้เรียนควรจะต้องถามตนเองว่า “ฉันได้เรียนอะไรเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และฉันเรียนรู้เกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีสืบสวนสอบสวนอย่างไรบ้าง”

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยทดลองสอนโดยยึดแนวขั้นตอนสอนของ เบล (Bell, 1978) แบ่งเป็น

4 ขั้นคือ

1. ขั้นสังเกต
2. ขั้นอธิบาย
3. ขั้นพยากรณ์และทดสอบ
4. ขั้นนำไปใช้

1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ข้อดีของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (สุโขทัยธรรมาราช, 2527 : 94 - 95.

และ กพ เลหไพบูลย์, 2537 : 126) สรุปข้อดีได้ดังนี้

1. นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์
2. ให้นักเรียนรู้จักอภิปราย และทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล
3. ให้นักเรียนรู้จักสังเกตและวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหานั้นโดยละเอียด
4. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

จึงมีความอยากรเรียนรู้ตลอดเวลา

5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
6. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีสืบสวนสอบสวนด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย
7. นักเรียนจะเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (สุโขทัยธรรมาราช, 2527 : 94 - 95.

และ กพ เลหไพบูลย์, 2537 : 126) สรุปข้อจำกัดได้ดังนี้

1. ถ้าสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่ชวนสงสัยจะทำให้ให้นักเรียนเบื่อและไม่อยากเรียน

โดยวิธีนี้

2. ถ้าครูควบคุมมากเกินไป ก็จะไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสืบสวนสอบสวนด้วย

ตนเอง

3. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

4. นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848 - A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ ในวิชาฟิสิกส์ คือการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีการชี้แนะทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบสวนสอบสวนที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีการชี้แนะแนวทาง และกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นอร์วอล (Norval. 1976 : 4164 - A) ได้ศึกษาบทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อการคิดแบบต่าง ๆ ใช้วิธีสอนปรับปรุงมาจากการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของซัทแมนโดยมีนักเรียนเกรด 5 ในเมืองคิทรอยด์ จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ใช้เวลาทดลองสอนติดต่อกัน 3 ปี และวัดความสามารถในการคิดทุก ๆ ปี รวม 3 ครั้ง เปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในปี ค.ศ. 1962 กลุ่มทดลองมีความสามารถคิดวิเคราะห์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนการคิดแบบสรุปอ้างอิงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เดวิส (Davis. 1976 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้การเรียนชี้แนะแนวทางกับการสอนแบบครูบอกความรู้ตาม ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 103 คน แบ่งออกเป็น กลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีการชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คนได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มาเรีย (Maria. 1981 : 624 - A) ได้ประเมินประสิทธิภาพการสอนแบบสืบสวน สอบสวนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ในกลุ่มนักเรียนเกรด 4 – 6 พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนแตกต่างและสูงกว่า กลุ่มควบคุม

2.2 งานวิจัยในประเทศ

อรรถัย เสธฐธักโก (2514 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวนตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค กับความคิดสร้างสรรค์ พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อคำนึงถึงระดับความคิดสร้างสรรค์เป็นเกณฑ์ ปรากฏว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ปานกลาง และนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 นอกจากนั้นแล้วเมื่อคำนึงระดับอายุเป็นเกณฑ์ปรากฏว่า นักเรียนที่มีอายุ ต่ำกว่า 13 ปี และนักเรียนที่มีอายุ 13 ปี มีความคิดสร้างสรรค์พอ ๆ กัน แต่มากกว่านักเรียนที่มีอายุสูงกว่า 13 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05

พิชิต แสงลอย (2522 : 25 - 43) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบ สสวท. กับแบบสืบสวน-สอบสวน ตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2” โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยวิธีการสอนแบบ สืบสวน - สอบสวนจำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนโดยวิธีการสอนแบบ สสวท. จำนวน 30 คน ผลปรากฏว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสวน - สอบสวน ตามขั้นตอน สน-ส-อ-ท-ค กับการเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสวน - สอบสวน ตามขั้นตอน สน-ส-อ-ท-ค มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญที่สถิติที่ระดับ .01

ทองคลัง โพธิ์สวัสดิ์ (2526 : 1 - 56) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติต่อวิธีสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบสวน - สอบสวน ตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค กับวิธีสอนแบบปกติ” จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและต่อเจตคติต่อสาขาวิชาต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาว่าวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำถาม

3.1 จุดประสงค์ในการใช้คำถามในการเรียนการสอน

การใช้คำถามมีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก เพราะไม่ว่าครูจะสอนโดยวิธีใดก็ตาม ครูมักจะใช้คำถามประกอบการสอนเพื่อจุดประสงค์ต่าง ๆ เสมอ ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงจุดประสงค์ในการใช้คำถามในการเรียนการสอนดังนี้

คลาρκ และ สตาร์ (Clark and Star. 1967 : 218) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของการใช้คำถามในการเรียนการสอน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจ
2. เพื่อให้ทราบว่านักเรียนรู้อะไรไปบ้าง
3. เพื่อค้นหาความสนใจของนักเรียน
4. เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน
5. เพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียน
6. เพื่อทบทวนความรู้เดิม
7. เพื่อย้ำประเด็นสำคัญของข้อมูล
8. เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการฝึกทักษะต่าง ๆ
9. เพื่อช่วยนักเรียนในการตีความหมายของข้อมูล
10. เพื่อช่วยนักเรียนในการจัดระบบความรู้ที่ได้
11. เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน
12. เพื่อประเมินผลการสอนของครู

นอกจากนี้ ฮันคินส์ (Hunkins. 1971 : 78 - 88) ได้กำหนดจุดประสงค์ในการใช้คำถามสรุปได้ว่า

1. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดและสนใจในบทเรียน

2. เพื่อพัฒนาระดับความคิดของนักเรียนทั้งในระดับความคิดขั้นเดิมและระดับความคิดที่สูงขึ้นไป

3. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความพยายามในการเอาชนะปัญหาต่าง ๆ

4. เพื่อควบคุมความประพฤติของนักเรียน และรักษาภาวะภายในห้องเรียนให้อยู่ในบรรยากาศทางวิชาการอยู่เสมอ

สำหรับนักการศึกษาไทยก็ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการใช้คำถาม สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักการศึกษาชาวต่างประเทศ ดังเช่น

ยุพิน พิพิธกุล (2524 : 92) และ จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช (2524 : 57 - 58) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของการใช้คำถามสอดคล้องกัน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อวัดและประเมินผลการสอน
2. เพื่อทบทวนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน
3. เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ โดยให้มีส่วนร่วมในการที่จะตอบคำถาม
4. เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป
5. เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักฟังด้วยเหตุและผล
6. เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดและหาความรู้ได้ด้วยตนเอง
7. เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักเรียงลำดับขั้นตอนในการคิด

นอกจากนี้ กัลยา เขียวจำ (2525 : 19) ได้กล่าวเสริมถึงจุดประสงค์ของการใช้คำถามอีกว่า

1. เพื่อเสริมสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน
2. เพื่อสร้างบรรยากาศการสนทนา
3. เพื่อกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายอย่างต่อเนื่อง ช่วยพัฒนาความคิดแบบวิพากษ์

วิจารณ์

4. เพื่อเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ให้ต่อเนื่องกัน

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าว พอจะสรุปได้ว่าครูใช้คำถามในการเรียนการสอนเพื่อจุดประสงค์ 3 ด้าน ดังนี้

1. เพื่อเสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน เช่น กระตุ้นความสนใจและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ช่วยให้เกิดการอภิปรายและเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นของตนเองรวมทั้งควบคุมความประพฤติของนักเรียนที่ไม่สนใจเรียนให้อยู่ในทิศทางที่ครูต้องการ

2. เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน อาจจะเป็นการประเมินสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว หรือประเมินผลตามจุดมุ่งหมายของบทเรียนว่านักเรียนมีความเข้าใจหรือไม่ เพียงไร รวมไปถึงการสรุปบทเรียน นอกจากนี้ยังช่วยประเมินผลการสอนของครูอีกด้วย

3. เพื่อเสริมสร้างสติปัญญาความสามารถทางความคิดของนักเรียน เช่น กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ รู้จักคิดตามลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของปัญหาต่าง ๆ และแยกแยะปัญหาเหล่านั้นได้

ในการวิจัยผู้วิจัยยึดแนวการใช้คำถามในการเรียนการสอนของ คลาค และ สตาร์ (Clark and Star. 1967 : 218)

3.2 ลักษณะของคำถาม

จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัย พอที่จะนำเสนอแนวความคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของคำถามได้ดังต่อไปนี้

3.2.1 ลักษณะของคำถามที่ดี

3.2.2 ลักษณะของคำถามที่ควรหลีกเลี่ยง

3.2.1 ลักษณะของคำถามที่ดี

คำถามที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างมีระบบ และเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ครูตั้งไว้ ดังนั้นนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีไว้ดังนี้

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ (2521 : 15) ได้กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีในการเรียนการสอนทั่วไปว่า

1. เป็นคำถามที่ตอบได้หลายคน และตอบได้หลายคำตอบ
2. เป็นคำถามที่ผู้ตอบไม่รู้สึกลำบากใจ
3. เป็นคำถามที่มุ่งถามเหตุผลและความเป็นจริง
4. เป็นคำถามที่ผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นและความรู้สึกได้อย่าง

เสรี

5. เป็นคำถามที่มีการวางแผนอย่างดีแล้ว มีลำดับขั้น ทำให้ผู้ตอบไม่สับสน
6. เป็นคำถามที่ให้เวลาในการตอบ
7. เป็นคำถามที่เร้าใจให้อยากตอบ

นอกจากนี้ จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช (2524 : 55) ได้กล่าวเสริมถึงลักษณะของคำถามที่ดีที่ครูควรใช้ในชั้นเรียนทั่วไปอีกว่า คำถามที่ดีจะต้องมีลักษณะที่สำคัญ 5 ประการดังนี้

1. มีความหมายชัดเจนไม่คลุมเครือ นักเรียนอาจจะไม่รู้คำตอบแต่นักเรียนต้องเข้าใจคำถาม รู้ว่าครูถามอะไร
2. มีข้อความกะทัดรัด ไม่เยิ่นเย้อหรือยาวเกินไป คำถามที่ดีไม่ควรมีข้อความหลาย ๆ ประเด็นพร้อมกัน ควรถามทีละคำถาม มิฉะนั้นนักเรียนจะจับใจความของคำถามไม่ได้
3. เป็นข้อความที่สมบูรณ์ ไม่ควรละข้อความบางส่วนของคำถามไว้ให้นักเรียนคิดเอาเอง เพราะจะทำให้นักเรียนไม่แน่ใจว่าครูถามอะไร เมื่อนักเรียนไม่แน่ใจในคำถามจะทำให้ให้นักเรียนสับสนและไม่สามารถหาคำตอบได้
4. มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน คือ ไม่เป็นคำถามที่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป
5. เป็นคำถามที่ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม

สำหรับในวิชาคณิตศาสตร์ ก็ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีไว้เช่นกัน เช่น รีฟ (Reeve. 1883 : 164) สรุปได้ว่าคำถามที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นคำถามที่กระตุ้นความคิด เรียกร้องความสนใจของนักเรียน และเร้าการตอบสนองของนักเรียน
 2. ใช้ภาษาง่าย ๆ ตรงไปตรงมา มีความหมายชัดเจนไม่คลุมเครือและมีขอบเขตของคำตอบ
 3. เป็นคำถามที่ครูต้องปรับให้เหมาะสมกับความรู้พื้นฐานของนักเรียน คำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนความยากง่ายของเนื้อหาวิชาที่ถามจะต้องปรับให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนแต่ละห้อง
 4. เป็นคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละบทเรียน
- ยูพิน พิศกุล (2524 : 92) ก็ได้กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีที่ครูควรใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้เช่นกัน ซึ่งสรุปได้ดังนี้
1. จะต้องมีประเด็นเดียวในแต่ละคำถาม
 2. คำศัพท์ที่นำมาใช้จะต้องชัดเจน และนักเรียนจะต้องผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับคำศัพท์นั้นมาแล้ว
 3. คำถามทุกคำถามควรจะดำเนินตามบทเรียน

4. ควรเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเขาได้ในบางครั้งบางคราวเพื่อหาข้อมูลที่ต้องการ

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าว พอจะสรุปได้ว่าคำถามที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. มีความหมายชัดเจนไม่คลุมเครือ มีข้อความที่สมบูรณ์ กระชับรัดกุม ไม่เยิ่นเย้อ คำถามที่ดีไม่ควรมีย่อคำถามหลายประเด็นพร้อมกัน ควรถามทีละคำถามเพื่อให้นักเรียนจับใจความสำคัญของคำถามได้
2. เป็นคำถามที่ส่งเสริมความคิดของนักเรียน มุ่งถามถึงเหตุผลมากกว่าถามความรู้ความจำ เพื่อกระตุ้นระดับความคิดของนักเรียนให้สูงขึ้น
3. เป็นคำถามที่น่าสนใจและเร้าใจให้นักเรียนอยากตอบคำถามนั้น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน
4. มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน คือ ต้องไม่เป็นคำถามที่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป เพราะคำถามที่ยากเกินไปจะให้นักเรียนไม่อาจคิดคำตอบได้ จนทำให้นักเรียนเกิดความท้อถอย ส่วนคำถามที่ง่ายเกินไปนอกจากจะไม่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดแล้ว อาจทำให้เกิดความเบื่อหน่ายต่อกิจกรรมการเรียนการสอนได้

3.2.2 ลักษณะของคำถามที่ควรหลีกเลี่ยง

สเตปป์เกแมน (สุจิตรา โอสตอกรักษ์, 2538 : 37 – 39 ; อ้างอิงมาจาก Stepelman, 1965: 26 – 29) ได้กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ควรหลีกเลี่ยงในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่าคำถามที่ควรหลีกเลี่ยงมีลักษณะดังนี้

1. คำถามซ้อนคำถาม (Overlaid Questions) หมายถึง ในหนึ่งประโยคจะมีคำถามอยู่สองคำถาม โดยที่คำถามที่สองใช้เพื่อขยายความจากคำถามแรก ตัวอย่างเช่น
 - ก. รูปสามเหลี่ยมสองรูปใดที่เท่ากันทุกประการ และมีมุมร่วมกัน
 - ข. ควรใช้วิธีใดในการแก้ปัญหานี้ และทำอย่างไรจึงจะหาผลลัพธ์ได้เร็วที่สุด
2. คำถามที่มีหลายประเด็น (Multiple Questions) มีลักษณะคล้ายคำถามซ้อนคำถาม แต่คำถามที่สองไม่ใช่คำถามที่ขยายจากคำถามแรก แต่ถามคนละประเด็นกับคำถามแรก ตัวอย่างเช่น รูปสามเหลี่ยมรูปใดที่เราจะพิสูจน์ว่าเท่ากันทุกประการ และจะทำอย่างไรจึงจะพิสูจน์ได้ว่าเส้นตรง AB ขนานกับเส้นตรง CD
3. คำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Factual Questions) ควรหลีกเลี่ยงเนื่องจากเป็นคำถามที่ไม่ได้ส่งเสริมความคิดของนักเรียน ตัวอย่างเช่น "ทฤษฎีบทพีทาโกรัส" กล่าวว่อย่างไร

4. คำถามที่ไม่ชัดเจน (Elliptical Questions) เป็นคำถามกว้าง ๆ ที่ครูไม่ได้เจาะจงว่าคำตอบเป็นเช่นไร ตัวอย่างเช่น
- ก. มุมสองมุมนี้เป็นอย่างไร
 - ข. เส้นขนานคู่นี้เป็นอย่างไร
5. คำถามให้ตอบรับหรือปฏิเสธ (Yes - No or Guessing Questions) ตัวอย่างเช่น
- ก. เส้นตรง AB ตั้งฉากกับเส้นตรง CD ใช่หรือไม่
 - ข. รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วถูกไหม
6. คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง (Ambiguous Questions) ตัวอย่างเช่น
- ก. "กฎของ sine" ต่างจาก "กฎของ cosine" อย่างไร
 - ข. อะไรคือความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของวงกลมกับเส้นรอบรูปวงกลม
7. คำถามที่ให้นักเรียนตอบเป็นหมู่คณะ (Chorus Response Questions) ตัวอย่างเช่นรูปสี่เหลี่ยม ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมอะไร ตอบพร้อมกันซิ
8. คำถามที่ไม่ได้เตรียมตัวมาก่อนล่วงหน้า (Whiplash Questions) เป็นคำถามที่ครูนึกขึ้นได้จึงถามทันที ซึ่งครูมักจะใช้ภาษาในการถามไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น
- ก. ความชันของเส้นตรงเส้นนี้.....มันคืออะไร
 - ข. เส้นตรง AB ขนานกับเส้นตรง CD จากกฎข้อใด
9. คำถามชี้นำ (Leading Questions) เป็นคำถามที่มีคำตอบอยู่แล้ว ครูใช้คำถามนี้เพียงเพื่อให้นักเรียนยืนยันคำตอบเท่านั้น ตัวอย่างเช่น
- ก. รูปสามเหลี่ยม ABC ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ถูกไหม
 - ข. 7 เป็นตัวประกอบของ 35 ใช่หรือเปล่า
10. คำถามที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher-Centered Questions) ตัวอย่างเช่น
- ก. บอกครูซิว่าคำตอบของสมการ $3x - 5 = 2$ คืออะไร
 - ข. ในการแก้โจทย์ปัญหานี้คุณจะไป ครูควรทำอย่างไร

3.3 ประเภทของคำถามในวิชาคณิตศาสตร์

สำหรับในวิชาคณิตศาสตร์ก็ได้มีผู้เห็นความสำคัญของการกำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูม และนำมาเป็นแนวทางในการจำแนกประเภทของคำถามที่ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เช่นกัน คือ ชมาลส์ (Schmalz, 1973 : 619 - 626) ซึ่งได้แบ่งคำถามออกเป็น 5 ประเภท โดยที่คำถามสามประเภทแรกเป็นคำถามที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา

คณิตศาสตร์ และคำถามสองประเภทหลังเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. คำถามเน้นความ (Rhetorical Questions) หมายถึง คำถามที่ครูใช้โดยไม่ได้คาดหวังให้นักเรียนตอบ หรือคำถามที่ครูตอบคำถามของตนเองโดยไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบ ได้แก่

1.1 คำถามที่ลงท้ายด้วยคำว่า "ถูกต้องหรือไม่" หรือ "จริงหรือไม่" ตัวอย่างเช่น จำนวนเหล่านี้เป็นเลขคู่ ถูกหรือไม่

1.2 คำถามที่ครูตอบคำถามตัวเอง หรือคำถามที่ครูถามต่อทันทีโดยไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบคำถาม ตัวอย่างเช่น เราจะหาค่าของสัมประสิทธิ์ได้อย่างไร มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขในอันดับกับสัมประสิทธิ์หรือไม่

1.3 คำถามที่รวมคำตอบอยู่ในประโยคคำถามนั้นแล้ว ซึ่งครูไม่ได้หวังให้นักเรียนตอบ นอกจากแสดงความเห็นด้วยกับที่ครูพูด ตัวอย่างเช่น $2 + 3$ มากกว่า 4 ดังนั้น 2 จึงเป็นคำตอบของสมการ $X + 3 > 4$ ถูกหรือไม่

1.4 คำถามที่ครูถามซ้ำ ๆ โดยไม่มีนักเรียนคนใดตอบได้ ตัวอย่างเช่น

ครู: พจน์ที่ 21 ของอันดับนี้คืออะไร

นักเรียน: (เงียบ)

ครู: คู่อีกทีสิ พจน์ที่ 21 คืออะไร

2. คำถามให้แสดงความคิดเห็น (Opinion Questions) หมายถึง คำถามที่ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่

2.1 คำถามที่ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ตัวอย่างเช่น นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์ไหม

2.2 คำถามที่ให้นักเรียนคาดเดาคำตอบได้อย่างเสรี ตัวอย่างเช่น นักเรียนคิดว่าในกล่องนี้มีลูกแก้วกี่ลูก

3. คำถามเกี่ยวกับการดำเนินการในชั้นเรียน (Procedural Questions) ได้แก่

3.1 คำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ใครจะอาสาอ่านโจทย์ข้อต่อไป

3.2 คำถามที่ให้นักเรียนอ่านข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ดูโจทย์บนกระดานซิ... ด้าน AB ยาวเท่าไร

3.3 คำถามที่ให้นักเรียนเลือกจำนวนจากเซตที่กำหนดให้ ตัวอย่างเช่น เลข 1 ถึง 10 เธอชอบเลขอะไร

4. คำถามระดับต่ำ (Lower-order Questions) หมายถึง คำถามที่ให้นักเรียน

ระลึกถึงข้อเท็จจริง คำถามที่ให้แสดงวิธีคำนวณอย่างง่าย หรือให้แก้ปัญหาที่คล้ายกับตัวอย่างที่เคยพบมาแล้ว ได้แก่

4.1 คำถามที่ให้ระลึกถึงข้อเท็จจริงหรือนิยาม ตัวอย่างเช่น

ก. "อินเวอร์สการบวก" หมายความว่าอย่างไร

ข. " $6 \times 6 \times 6$ " มีชื่อเรียกอีกอย่างว่าอะไร

4.2 คำถามที่ให้ระลึกถึงวิธีการในการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น

ก. เราจะหาพื้นที่ของสามเหลี่ยมรูปนี้ได้อย่างไร

ข. วิธีใดที่ใช้ตรวจสอบว่า 498,276 สามารถหารด้วย 3 ได้ลงตัว

4.3 คำถามที่ให้ระลึกถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างเช่น

ก. เลข 4 แต่ละตัวของจำนวน 4,347 มีค่าเท่าไร

ข. ถ้า a น้อยกว่า b แล้ว ความสัมพันธ์ระหว่าง $1/a$ กับ $1/b$ จะเป็นอย่างไร

4.4 คำถามที่ให้นักเรียนคิดแปลงคำตอบ ตัวอย่างเช่น

ก. ถ้าเราเรียกจำนวนนี้ว่าจำนวนเต็มบวกแล้ว เราสามารถเรียกอีกชื่อหนึ่ง

ว่าอะไร

ข. ถ้าเราเรียก $a(b + c) = ab + ac$ ว่า "กฎการแจกแจงทางซ้าย" แล้วเราจะ

เรียก $(b + c)a = ba + ca$ ว่าอย่างไร

4.5 คำถามที่ให้นักเรียนตัดสินใจว่าคำตอบที่ได้ถูกหรือผิด ตัวอย่างเช่น

นักเรียน: รากที่สองของ 289 ควรจะลงท้ายด้วยเลข 3 เพราะ 3 คูณ 3 ได้ 9

ครู: เธอคิดว่าถูกต้องแล้วหรือ

4.6 คำถามที่ใช้ในการแก้ไขข้อผิดพลาดของนักเรียน ตัวอย่างเช่น

ครู: 7^2 มีค่าเท่าไร

นักเรียน: 14 ครับ

ครู: 7^2 มีค่าเท่ากับ 7 คูณ 2 หรือเปล่า

นักเรียน: ไม่ครับ 7^2 เท่ากับ 49 ครับ

4.7 คำถามที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่คล้ายกับตัวอย่างที่เคยพบมาแล้ว ตัวอย่างเช่น

ก. ค่าสัมบูรณ์ของ $4 + 3i$ มีค่าเท่าไร

ข. เซตคำตอบของ $3x - 2 = 7$ คืออะไร

5. คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์จากข้อมูลที่กำหนดให้ ตัวอย่างเช่น
ถ้าให้ $a = 3b - 1$ แล้วข้อมูลต่อไปนี้ถูกหรือไม่

a	5	7	11
b	2	3	5

6. คำถามระดับสูง (Higher - order Questions) หมายถึง คำถามที่ให้นักเรียน
เปรียบเทียบ สรุปกฎเกณฑ์อย่างมีเหตุผล คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบรูปแบบใหม่ ๆ รวมถึงคำถามที่
ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ได้แก่

6.1 คำถามที่ให้นักเรียนแสดงความหมายของนามธรรมโดยการยกตัวอย่าง
ที่เป็นรูปธรรม ตัวอย่างเช่น

ก. จงยกตัวอย่างความสัมพันธ์ที่ไม่สามารถถ่ายทอดได้

ข. จงหาฟังก์ชัน f และ g ที่ทำให้

$$f \circ g = g \circ f \text{ เป็นจริงทุกค่า}$$

6.2 คำถามที่ให้นักเรียนใช้วิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น กำหนดให้เซตนี้
มีสมบัติภายใต้เครื่องหมาย $\#$ ถ้า a และ b เป็นสมาชิกของเซต และมี $a \# b$ อยู่ภายในเซต เซตนี้
จะมีสมบัติปิดภายใต้การคูณหรือไม่

6.3 คำถามที่ให้นักเรียนอธิบายข้อความโดยใช้ภาษาของตนเอง ตัวอย่างเช่น
นักเรียนสามารถเปลี่ยนความหมายในแบบเรียนให้เป็นคำพูดของนักเรียนเองได้อย่างไร

6.4 คำถามที่ให้นักเรียนแปลความหมายจากข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปประโยค
สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือในทางที่กลับกัน ตัวอย่างเช่น สมมติให้จอห์นมีอายุเป็น x ถ้าเรา
บอกว่าพี่ชายของจอห์นมีอายุ $x + 5$ นักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับอายุของพี่ชายของจอห์น

6.5 คำถามที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบหรือบอกความแตกต่าง ตัวอย่างเช่น

ก. นักเรียนคิดว่า "สมการเชิงเส้น" กับ "ฟังก์ชันเชิงเส้น" ต่างกันอย่างไรบ้าง

ข. จำนวนใดในเซตข้างล่างนี้ที่เป็นตัวประกอบร่วมของทุกจำนวน

$$\{ 3, 9, 15, 27, 45, 72, 105 \}$$

6.6 คำถามที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ตัวอย่างเช่น

ก. ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ใหญ่ที่สุดที่สามารถบรรจุอยู่ในรูปสี่เหลี่ยม
ที่กำหนดจะเป็นเท่าไร

ข. นายสมิธอาศัยอยู่ในห้องขนาด 9×14 ตารางฟุต พรหมปูพื้นห้องของเขา
มีขนาด 8×11 ตารางฟุต มีพื้นที่ห้องอยู่เท่าไรที่ไม่ได้ปูพรหม

6.7 คำถามที่ให้นักเรียนพิสูจน์ ตัวอย่างเช่น

ก. จงพิสูจน์ว่า "มุมตรงข้าม" ย่อมมีขนาดเท่ากัน

6.8 คำถามที่ให้นักเรียนพิจารณาว่าประโยชน์ที่ดัดแปลงมาถูกต้องหรือไม่ โดยอาศัยการอ้างเหตุผล ตัวอย่างเช่น บ๊อบมีความคิดดังนี้... ทุกครั้งที่แมรี่มางานปาร์ตี้ จิมจะมาด้วยเสมอ แต่คืนนี้จิมมีธุระที่นอกเมือง ดังนั้น แมรี่จะไม่มาร่วมงานปาร์ตี้... นักเรียนคิดว่าบ๊อบคิดถูกต้องหรือไม่

6.9 คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบรูปแบบต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ให้ S_2, S_3, S_5 และ S_7 อยู่ในขอบเขตที่กำหนด และ S_4, S_6, S_8, S_9 และ S_{10} ไม่อยู่ในขอบเขต ถ้า n แทนจำนวนใด ๆ นักเรียนคิดว่า S_n อยู่ในขอบเขตหรือไม่

6.10 คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบวิธีการหรือข้อมูลที่นำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา ตัวอย่างเช่น

ก. ในการหาจำนวนสับเซตของเซตที่มีจำนวนสมาชิกอยู่ 40 ตัว เราจะต้องทราบอะไรจึงจะหาคำตอบนี้ได้

ข. ต้องการทราบว่า ในการพาลูกบอลเคลื่อนที่จากจุด A ไปจุด B ลูกบอลจะเคลื่อนที่ไปทิศทางใด นักเรียนมีวิธีทดสอบอย่างไร

6.11 คำถามที่ให้นักเรียนคิดแบบกว้าง ตัวอย่างเช่น

ก. จากอสมการ $t + 5 > 18$ นักเรียนลองสร้างโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับอสมการนี้

ข. กำหนดให้ $\frac{a}{c} + \frac{b}{d} = \frac{a+b}{c+d}$ ผลสืบเนื่องจากนิยามนี้มีอะไรบ้าง

จากการจำแนกคำถามออกเป็นประเภทต่าง ๆ ที่นำเสนอดังกล่าว เมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้วจะเห็นว่า การจำแนกประเภทของคำถามตามแนวคิดของบลูม (Bloom's Classification of Questions) เป็นการจำแนกที่เป็นระบบต่อเนื่องตามลำดับขั้นตอนของการใช้ความคิด สามารถพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนจากพฤติกรรมการใช้ความคิดที่ซับซ้อนที่น้อยที่สุดไปสู่พฤติกรรมการใช้ความคิดระดับสูงสุด และจากการศึกษาประเภทของคำถามที่จำแนกโดยนักการศึกษาตามแนวคิดของบลูม ผู้วิจัยมีความเห็นว่าประเภทของคำถามที่จำแนกโดย โรสแมรี ชมาลด์ (Rosemary Schmalz) มีความเหมาะสมและสะดวกที่จะนำมาใช้วิเคราะห์คำถามของครูในวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด ดังนั้น ประเภทของคำถามสำหรับงานวิจัยครั้งนี้จึงปรับปรุงมาจากคำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ โรสแมรี ชมาลด์ (Rosemary Schmalz)

3.4 เทคนิคการใช้คำถาม

นอกจากครูต้องทราบว่าคำถามที่ดีมีลักษณะอย่างไร คำถามประเภทใดบ้างที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดแล้ว ครูจำเป็นต้องทราบถึงเทคนิคการใช้คำถาม คือทราบว่าควรจะถามอย่างไรจึงจะไม่ขัดขวางกระบวนการคิดของนักเรียน แต่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาวิธีการคิดอย่างมีระบบและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนอย่างทั่วถึง ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้แนะนำเทคนิคการใช้คำถามดังนี้

กองวิชาการ กรมประชาสัมพันธ์ (2517 : 59 - 61) ได้แนะนำเทคนิคการใช้คำถามของครูที่ใช้ในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้

1. ต้องเลือกใช้คำถามในเวลาต่าง ๆ กันในขณะที่สอน ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นความเข้าใจของนักเรียน หรือไมก็เพื่อนั้นให้เห็นความสำคัญของเนื้อหาตอนหนึ่งตอนใด
2. หัวใจสำคัญของเทคนิคการใช้คำถามอยู่ที่คำถามซึ่งได้เรียบเรียงไว้แล้วเป็นอย่างดี กล่าวคือ ครูต้องเลือกใช้เฉพาะคำถามที่ดีเท่านั้น
3. เมื่อจะถามคำถาม จงใช้เทคนิคของการ "ถาม-หยุดเว้นระยะ-เรียกให้ตอบ"

ดังนี้

3.1 การตั้งคำถามไปยังนักเรียนทั้งชั้นโดยไม่เรียกให้คนหนึ่งผู้ใดตอบคำถามนั้น ด้วยสุ่มเสี่ยงและสำเนียงของการสนทนาอย่างเป็นธรรมชาติ จงหลีกเลี่ยงสิ่งที่จะก่อให้เกิดการขู่เข็ญหรือคุกคาม

3.2 หยุดสักระยะหนึ่ง เมื่อถึงช่วงนี้นักเรียนแต่ละคนจะรู้สึกว่าคุณเองถูกกระตุ้นให้คิดพิจารณาถึงคำตอบ เพราะว่าไม่มีใครทราบว่านักเรียนคนใดจะถูกเรียกให้ตอบคำถามนั้น วิธีนี้จะสามารถเรียกร้องความสนใจจากนักเรียนทั้งชั้นได้ จะเห็นได้ว่าหากมีการเรียกชื่อนักเรียนคนหนึ่งคนใดให้ตอบก่อนที่จะได้ตั้งคำถามออกไป ก็จะทำให้ให้นักเรียนที่เหลือเกิดความไม่เอาใจใส่ เป็นการลดสมรรถภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้น

3.3 เรียกนักเรียนคนหนึ่งคนใดให้ตอบคำถามนั้น พยายามตั้งคำถามให้ทั่วถึง ซึ่งจะทำให้ผู้ที่วังเวงหรือไม่สนใจบังเกิดความเอาใจใส่ไปพร้อม ๆ กับผู้อื่นด้วย

3.4 ยอมรับคำตอบของนักเรียนผู้นั้น ถึงแม้จะตอบคำถามได้ไม่ถูกต้อง ก็อย่าผ่านเลยไปเสียโดยหันไปถามนักเรียนที่สามารถตอบได้ดีกว่า เพราะจะทำให้ นักเรียนคนแรกเกิดความรู้สึกว่าถูกลบหลู่และหมดกำลังใจ จงให้ความสนใจแก่ผู้ตอบคำถาม ถึงแม้ว่าจะตอบผิดก็จงพยายามช่วยนักเรียนผู้นั้นหาคำตอบที่ถูกต้องหรือ อย่างน้อยก็ให้ได้คำตอบที่ใกล้เคียง เสร็จแล้วจึงให้การยอมรับแก่เขาก่อนที่จะผ่านไปหาคำตอบที่สมบูรณ์กว่าจากนักเรียนคนอื่นต่อไป

4. พยายามกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงท้ายซึ่งเป็นช่วงสรุปและประเมินผลการเรียนการสอน มีบ่อยครั้งที่พบว่าคำถามที่ถามอย่างใช้สติปัญญามักจะเป็นการแสดงให้เห็นว่าการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ หากครูไม่สามารถจะตอบคำถามนั้นได้ ครูก็ไม่ควรที่จะทำให้เกิดการหลงเข้าใจผิด แต่ควรแจ้งให้นักเรียนทราบว่าขอเวลาไปแสวงหาคำตอบและจะบอกให้ทราบภายหลัง

ชาญชัย อินทรประวัติ (2522: 83 - 84) เป็นนักการศึกษาอีกท่านหนึ่งที่ได้กล่าวถึงเทคนิคการใช้คำถามที่ครูควรใช้ในชั้นเรียนทั่วไปว่า

1. ตั้งคำถามก่อนแล้วจึงระบุตัวนักเรียนให้ตอบ
2. ให้ความแก่นักเรียนเพื่อคิดหาคำตอบ เพราะเมื่อถามไปแล้วนักเรียนย่อมต้องการเวลาในการคิด และในขณะที่นักเรียนกำลังคิดอยู่นั้น ครูก็ควรจะเงียบเพื่อให้เขาได้คิดจริง ๆ รวมทั้งเตือนให้นักเรียนคนอื่น ๆ เงียบด้วย เพราะการที่มีเสียงพูดอยู่ตลอดเวลาเป็นการทำลายสมาธิของนักศึกษา

3. พยายามถามนักเรียนให้ทั่วถึง จะมีนักเรียนบางส่วนที่มักจะเสนอตัวเพื่อเป็นผู้ตอบคำถามทุก ๆ คำถาม ในขณะที่นักเรียนอีกส่วนหนึ่งมักไม่ค่อยยกมือ ทั้ง ๆ ที่รู้คำตอบคืออะไรซึ่งเหตุผลที่เขาไม่ยกมืออาจจะเป็นเพราะความอาย หรืออาจจะมีเจตคติที่ไม่ดีกับครูก็ได้ ครูจึงต้องพยายามสังเกตและแก้ไขและพยายามเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามอย่างทั่วถึง

4. พยายามช่วยเหลือนักเรียนที่ไม่เคยเสนอตัวตอบคำถามเลยโดยการศึกษาให้นักเรียนให้ลึกลงไปถึงเรื่องส่วนตัว เช่น งานอดิเรก ปมด้อย และเมื่อนักเรียนยอมตอบคำถาม ครูจะต้องให้การเสริมแรงที่เหมาะสมทันที

5. นักเรียนที่พยายามเสนอตัวตอบคำถามทุกคำถามจนก่อให้เกิดความไม่เรียบร้อยขึ้นในห้อง เป็นบุคคลที่ครูควรหาเวลาพูดด้วยนอกชั้นเรียนเพื่อค้นหาคำตอบว่าทำไมจึงเรียกร้องความเอาใจใส่จากคนอื่นมากมายอย่างนั้น จากนั้นจึงพยายามแก้ไขพฤติกรรมของเขาต่อไป

6. ครูควรใช้คำถามในลักษณะที่เป็นกันเอง ไม่มีการจับผิดแฝงอยู่
7. ไม่ควรใช้วิธีถามแบบใดแบบหนึ่งที่มีระบบเฉพาะ ซึ่งอาจจะทำให้นักเรียนคาดคะเนได้ว่าคนต่อไปครูจะถามใคร เช่น การถามเป็นแถวเรียงกันไป เป็นต้น

8. พยายามหลีกเลี่ยงการพูดคำตอบหรือคำถามซ้ำอีกครั้งหนึ่งเพื่อจะฝึกนิสัยให้นักเรียนรู้จักฟังอย่างตั้งใจ

9. พยายามฝึกนิสัยการฟังอย่างวิเคราะห์ให้แก่นักเรียน โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ไขข้อผิดพลาดเล็ก ๆ น้อย ๆ ของคนอื่น หรือวิพากษ์วิจารณ์แนวคิดที่คนอื่นเสนอมา ทั้งนี้มิได้หมายความว่า คำตอบที่นักเรียนตอบมาทุกข้อจะต้องถูกคัดค้านหรือวิจารณ์เสมอไป

10. เมื่อตั้งคำถามออกไปแล้ว ปรากฏว่าไม่สามารถจะหาคำตอบได้จากนักเรียน ครูจะต้องทบทวนคำถามของตนเองเสียอีกครั้งหนึ่งว่า การใช้ภาษาดีพอหรือยัง มีลักษณะคำถาม หรือเปล่า หรือว่ายากเกินไปสำหรับนักเรียน ถ้าทบทวนดูแล้วเป็นเช่นนั้นจริง ๆ ครูต้องเปลี่ยนคำถามเสียใหม่ให้เหมาะสมขึ้นโดยที่ยังครอบคลุมเนื้อหาสาระเท่าเดิม แต่ต้องระวังอย่าให้ตื้นเกินไป เปลี่ยนคำถามทุกครั้งทีถามคำถามเดิมใหม่อีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นจึงต้องให้แน่ใจจริงๆว่าคำถามแรกนั้น ใช้ไม่ได้จริง ๆ

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2524: 56 - 57) เป็นนักการศึกษาอีกท่านหนึ่งที่มีความสำคัญของการใช้คำถามและมีความเห็นว่า เทคนิคการใช้คำถามเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในเรื่องของการใช้คำถาม และเทคนิคที่จำเป็นสำหรับการตั้งคำถามมีดังนี้

1. เตรียมตั้งคำถามไว้ล่วงหน้าและลองตอบคำถามนั้น ๆ เพื่อตัดคำถามที่คลุมเครือออก ในบางครั้งนักเรียนอาจตอบคำถามอันนำไปสู่ประเด็นอื่น นอกเหนือจากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ครูจะต้องใช้คำถามโยกให้กลับไปสู่ประเด็นที่ต้องการ ในกรณีเช่นนี้การเตรียมคำถามและลองตอบคำถามไว้ล่วงหน้าจะช่วยแก้ปัญหาได้

2. ต้องคำนึงถึงลักษณะคำถามที่ดี คือ ใช้ภาษาที่ถูกต้อง มีความชัดเจน สมบูรณ์

3. พยายามใช้คำถามหลาย ๆ ประเภท โดยเฉพาะคำถามระดับสูง เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน

4. ให้นักเรียนตอบคำถามด้วยความสมัครใจ การเรียกให้นักเรียนตอบคำถามโดยนักเรียนคนนั้นยังไม่พร้อม จะทำให้นักเรียนคนนั้นเกิดความไม่มั่นใจและเสียกำลังใจ แต่บางครั้งก็อาจมีความจำเป็นที่ให้นักเรียนตอบคำถามโดยไม่ได้สมัครใจตอบ เช่น นักเรียนที่ไม่สนใจเรียน หรือนักเรียนที่กำลังทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวกับการเรียนการสอนในขณะนั้น เป็นต้น

5. ควรใช้คำถามปูพื้นเมื่อนักเรียนตอบคำถามแรกไม่ได้ ครูไม่ควรตอบคำถามเสียเอง ในบางครั้งอาจขอให้นักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยตอบได้

6. เมื่อได้คำตอบที่ยังไม่ชัดเจนหรือยังไม่สมบูรณ์ ครูควรถามเพื่อให้นักเรียนขยายคำตอบให้ชัดเจนขึ้น

7. พยายามใช้คำถามที่ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคำตอบกับประสบการณ์เดิมได้

นอกจากนี้ รุ่งทิวา จักรกร (2527 : 169 - 170) ยังได้กล่าวเสริมถึงเทคนิคการใช้คำถามที่ควรปฏิบัติ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ใช้คำถามด้วยความมั่นใจ คำถามที่ต้องใช้ความคิดอาจยาวเกินกว่าที่จะคิดได้ทันทีในขณะที่สอน ด้วยเหตุนี้ถ้าไม่เตรียมไว้จะขาดความมั่นใจในการถาม ถามวกไปวนมาจนทำให้นักเรียนไม่อาจหาคำตอบได้

2. มีความกลมกลืนในการถาม ในบางครั้งเวลาใช้อุปกรณ์การสอนหรือสาธิตการทดลอง ครูก็ตั้งใจปฏิบัติภารกิจนั้น ๆ จนเสร็จ โดยไม่มีการถามเลย การกระทำเช่นนั้น ผลของการเรียนรู้จะไม่ดีเท่ากับการใช้คำถามให้กลมกลืนไปกับกิจกรรมนั้น

3. การเลือกถามคำถามนักเรียน ครูควรถามคนที่สมัครใจตอบพอ ๆ กับคนที่ไม่สมัครใจตอบ

4. ไม่ควรเรียกนักเรียนที่มีข้อบกพร่องส่วนตัวบางอย่าง เช่น การพูดติดอ่าง พูดไม่ชัดครูอาจถามเป็นการส่วนตัวดีกว่าจะเรียกให้ตอบในชั้นเรียน

5. ใช้ท่าทางและน้ำเสียงเป็นส่วนประกอบในการถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจคำถามมากยิ่งขึ้น

6. ใช้คำถามรุกในกรณีที่คำตอบของนักเรียนไม่ชัดเจน การที่ครูรู้จักเปลี่ยนคำถามต่อเนื่องไปอีกจะสามารถดึงความรู้และขยายความคิดของนักเรียนมากยิ่งขึ้น บางครั้งคำตอบครั้งแรกของนักเรียนอาจเกิดจากความไม่เข้าใจจริง เมื่อซักถามต่อไปจึงทำให้ครูแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียนได้

เทคนิคการใช้คำถามที่กล่าวมามีได้เป็นเทคนิคตายตัว ครูจำเป็นต้องปรับปรุงวิธีการให้เหมาะสมกับสภาพห้องเรียน พื้นความรู้ของนักเรียน ตลอดจนเนื้อหาวิชาที่จะสอน และเพื่อให้เกิดผลดียิ่งขึ้น ครูจำเป็นต้องพัฒนาการใช้คำถามของตนเอง โดยฝึกฝนการใช้คำถามให้คล่องแคล่ว น่าสนใจจนกลายเป็นทักษะส่วนตัว เพื่อประโยชน์ต่อการเรียนการสอนต่อไป

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำถามในการเรียนการสอน

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยในต่างประเทศ พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำถามของครูในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ มีอยู่ค่อนข้างน้อย ซึ่งพอจะนำเสนอได้ดังนี้

ลือคูดู (Lockwood. 1970 : 6472-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์การใช้คำถามของครูในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ (An Analysis of Teacher - Questioning in Mathematics Classroom) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อพฤติกรรมการถาม - ตอบ

ของครูในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ มีวิธีดำเนินการวิจัยโดยใช้วิธีค้นบันทึกพฤติกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไปที่สอนในระดับ 7, 8 และ 10 วิชาพีชคณิต 1 วิชาเรขาคณิต และวิชาพีชคณิต 2 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 47 คาบเรียน แล้วนำเทปที่บันทึกมาฉายและอภิปรายในที่ประชุมซึ่งประกอบด้วยอาจารย์คณิตศาสตร์ 4 ท่าน ซึ่งได้รับการรับรองจากสถาบันต้นสังกัดว่าเป็นครูดีเด่นและมีประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 3 ปี ผลการอภิปรายในที่ประชุมสรุปได้ว่า

1. มีองค์ประกอบใหญ่ ๆ 2 องค์ประกอบ ที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้คำถามของครู คือ องค์ประกอบที่เกี่ยวกับตัวครู และองค์ประกอบที่เกี่ยวกับตัวนักเรียน
2. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับตัวครูมีทั้งสิ้น 17 ข้อ เช่น ความรับผิดชอบต่อการสอน วิธีการในการแก้ปัญหา การมีตรรกะทางคณิตศาสตร์ รวมถึงประสบการณ์ในการสอน ซึ่งมีผลต่อการใช้คำถามของครู
3. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับตัวนักเรียนมีทั้งสิ้น 16 ข้อ เช่น ความเข้าใจในการใช้ภาษา การตอบคำถามของนักเรียน การตั้งคำถามของนักเรียน รวมถึงการเพิกเฉยต่อคำถามของครู ซึ่งมีผลต่อการใช้คำถามของครู

นิสเบท (Nisbet, 1974 : 2841-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดลำดับการสอนเพื่อพัฒนาการถามตอบของครูคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา (Instructional Sequence for Improving Teacher Question-Asking in Secondary Mathematics." โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดลำดับการสอนที่มีต่อการพัฒนาพฤติกรรมการใช้คำถามของครูคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยตั้งสมมติฐานว่า หลังจากผ่านการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายแล้ว ครูจะสามารถใช้คำถามระดับสูงได้เพิ่มขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสังเกตการใช้คำถามซึ่งสร้างขึ้นตามเกณฑ์การจำแนกของบลูม (Bloom's Taxonomy) โดยจัดคำถามขึ้นความรู้ความจำและคำถามขึ้นความเข้าใจเป็นคำถามระดับต่ำ ส่วนคำถามขึ้นการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เป็นคำถามระดับสูง ผลการทดลองพบว่า

1. ครูใช้คำถามระดับสูงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
 2. ครูใช้คำถามขึ้นการนำไปใช้ และคำถามขึ้นการวิเคราะห์ ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น
- แต่คำถามขึ้นความเข้าใจมีการใช้ลดลง

ผลการทดลองสรุปได้ว่าการจัดลำดับการสอนที่มีประสิทธิภาพมีส่วนช่วยให้ครูคณิตศาสตร์เพิ่มปริมาณของคำถามระดับสูงที่ใช้ในชั้นเรียนได้

4.2 งานวิจัยในประเทศ

คณิงค์กี้ คำแถม (2518 : 56 - 58) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "พฤติกรรมการสอนด้านการถามตอบและด้านทักษะทั่วไปวิชาคณิตศาสตร์" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการสอนด้านการถามตอบและด้านทักษะทั่วไปของอาจารย์คณิตศาสตร์ที่สอนในระดับมหาวิทยาลัยมัธยมศึกษาและประถมศึกษา ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นอาจารย์คณิตศาสตร์จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร โรงเรียนมัธยมศึกษาประสานมิตร และโรงเรียนประถมสาธิตประสานมิตร จำนวน 21 คน เครื่องมือในการวิจัยคัดแปลงมาจากแบบสังเกตพฤติกรรมการสอนด้านการถามตอบและด้านทักษะทั่วไปของศูนย์วิจัยและพัฒนาการสอนแห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ผลการวิจัยพบว่า

1. อาจารย์คณิตศาสตร์ที่สอนต่างระดับกันมีพฤติกรรมการสอนด้านการถามตอบไม่แตกต่างกัน แต่มีพฤติกรรมการสอนด้านทักษะทั่วไปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. อาจารย์คณิตศาสตร์ใช้การถามด้านความรู้ความจำมากที่สุด และการถามที่ีรับรองลงมาตามลำดับคือ การถามด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
3. อาจารย์คณิตศาสตร์ใช้ทักษะการถามทางด้านเนื้อหาวิชามากที่สุด และใช้ทักษะด้านวิธีการรับรองมา ด้านที่ใช้น้อยที่สุดคือ ทักษะด้านการจูงใจ

งามตา กมลวรรณ (2537: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลของการฝึกกลวิธีคำถามที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4" กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดจันทร์ตะวันออก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 64 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างประชากรออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทำการทดลองโดยกลุ่มทดลองได้รับการฝึกกลวิธีคำถามในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ตามปกติ ใช้เวลาในการทดลอง 16 คาบเรียน หลังจากนั้นนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ในระยะหลังการทดลองของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาทดสอบความแตกต่างด้วยการทดสอบค่าที และนำผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองในระยะก่อนและหลังการทดลองมาทดสอบความแตกต่างด้วยการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า

1. คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังการทดลองสูงกว่าคะแนนในระยะก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า ไม่ว่าจะเป็นในสาขาวิชาใดก็ตาม ครูมักจะใช้คำถามชั้นความรู้ความจำในปริมาณมากที่สุดเสมอ จึงได้มีการพยายามหาวิธีที่ช่วยพัฒนาการใช้คำถามของครูให้ใช้คำถามชั้นที่สูงขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการวิจัยเชิงทดลองในต่างประเทศ

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิเชียร เกตุสิงห์ (2520 : 25) ได้กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงการวัดความรู้ที่แต่ละคนได้เรียนมาในอดีต และความรู้นั้นยังคงอยู่ในปัจจุบัน”

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 76) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ (Level of Accomplishment) ของบุคคลหลังจากได้รับการฝึกอบรม”

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสามารถหรือระดับของผลสัมฤทธิ์ของบุคคล หลังจากการเรียนหรือจากการฝึกอบรม

5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 79) กล่าวถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า สามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอนคือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถออกมาในรูปการกระทำจริง เช่น วิชา ศิลปะ พลศึกษา งานช่าง เป็นต้น

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาอันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถวัดได้ โดยใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test)

5.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525 : 55) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็น แบบสอบที่มุ่งวัดพฤติกรรมและประสบการณ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน แบบสอบประเภทนี้จึงมุ่งวัด คุณลักษณะด้านความรู้ ความคิดในเรื่องที่เรียน ลักษณะการวัดผลสัมฤทธิ์จะขึ้นอยู่กับลักษณะและ ธรรมชาติของรายวิชาที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ๆ โดยอาจจะเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ ในแง่เนื้อหาวิชาโดยตรง หรืออาจจะวัดผลสัมฤทธิ์ในเชิงลงมือปฏิบัติ หน้าที่สำคัญของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ก็คือมุ่งตรวจสอบความสามารถในการเรียนของบุคคล ทั้งในส่วนที่เกี่ยวกับระดับ ความสามารถในการเรียน ความก้าวหน้า หรือพัฒนาการในการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2536 : 146 – 147) ให้ความหมายของแบบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่ง มักเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติ

5.3.1 ประเภทและรูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมเกียรติ ปติฐพร (2525 : 7) ได้กล่าวถึง ประเภทและรูปแบบของแบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ ดังนี้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งเป็น 2 ประเภท

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) หมายถึงข้อสอบที่ใช้ ทั่วไปในโรงเรียน โดยครูเป็นผู้สร้างขึ้นเอง สอบแล้วทิ้งไป จะสอบใหม่อีกก็สร้างขึ้นใหม่
2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้าง ขึ้นแล้วนำไปใช้ทดสอบ แล้ววิเคราะห์ผลการสอบตามวิธีทางสถิติหลายครั้งเพื่อปรับปรุงข้อสอบให้ มีคุณภาพดีขึ้น

รูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างง่ายและนิยมใช้มี 2 แบบ คือ

1. แบบอัตนัยหรือความเรียง (Subject or Essay Type) หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนด ปัญหา หรือข้อคำถามให้ผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ เหมาะสำหรับการวัดหลาย ๆ ด้านในแต่ละข้อ เช่น วัดความคิด วัดภาษา วัดอารมณ์
2. แบบปรนัย หรือแบบใช้ตอบสั้น ๆ (Objective or Short Answer Type) หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ตอบสั้น ๆ หรือกำหนดคำตอบให้เลือก อาจเป็นแบบถูก-ผิด จับคู่ แบบเติมคำ หรือแบบเลือกตอบ

5.3.2 หลักการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยสร้างเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ ซึ่งเป็นข้อสอบที่กำหนดคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้ตอบเพียงแต่เลือกเอาคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องมาตอบเท่านั้น ส่วนประกอบของแบบทดสอบ ได้แก่ ตัวคำถาม (Stem) กับตัวเลือก (Choices) ซึ่งมีทั้งตัวเลือกที่ถูก (Correct Choice) กับตัวเลือกที่เป็นตัวลวง (Decoy) วิธีสร้างข้อสอบจึงมีปัญหายุ่งยากอยู่ที่การเขียนตัวคำถามและตัวเลือกให้มีคุณภาพดี ซึ่ง วิเชียร เกตุสิงห์ (2520 : 28) ได้กล่าวถึงหลักและข้อแนะนำในการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบไว้ดังนี้

1. ตัวคำถามต้องชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจว่าต้องการถามอะไร
2. พยายามใช้ตัวเลือกสั้น ๆ โดยตัดคำที่ไม่จำเป็นออก
3. อย่าให้มีรายละเอียดในตัวคำถามมากเกินไปเพราะอาจเป็นการแนะ

คำตอบ

4. ต้องมั่นใจว่า คำถามแต่ละข้อมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว
5. พยายามใช้คำถามที่วัดสมองชั้นลึก ๆ เช่น ถามความเข้าใจ การนำไปใช้

การวิเคราะห์

6. ระวังการใช้ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูก” หรือ “ถูกทุกข้อ” ถ้าจะใช้ก็ให้ใช้อย่างเหมาะสม เช่น กรณีที่หาตัวเลือกอื่นไม่ได้ก็แล้ว

7. ถ้าจะใช้คำถามปฏิเสธ ควรแสดงให้เห็นชัดว่า เป็นคำถามปฏิเสธ โดยการขีดเส้นใต้หรือใช้ตัวพิมพ์หนา แสดงข้อความที่แสดงคำถามปฏิเสธ

8. ตัวเลือกที่ถูกควรมีความยาวใกล้เคียงกับตัวเลือกอื่น

9. ตัวเลือกที่เป็นตัวถูกและผิด ต้องถูกคิดในแง่ของความหมายไม่ใช่ ถูกผิด

ในแง่การใช้ภาษา

10. ตัวเลือกแต่ละตัวควรให้เป็นอิสระจากกัน กล่าวคือ ไม่ควรกล่าวถึงกัน ไม่ควรให้ตัวเลือกตัวหนึ่งคลุมตัวเลือกอื่น ๆ

11. การวางตำแหน่งตัวถูกควรกระจายกันออกไป ไม่ควรอยู่ซ้ำกันหรือเรียงกันอย่างมีระบบ ทางที่ดีควรเรียงตามลำดับความยาว ให้ตัวเลือกที่มีความยาวน้อยสุดเป็นข้อ ก.

12. ตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ต้องมีเหตุผลที่จะใช้เป็นตัวลวง ไม่ใช่ผิดจนเห็นได้

ชัดเจน

13. ควรเรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข

14. ถ้าใช้รูปภาพประกอบคำถามยิ่งดี

15. ข้อหนึ่งควรให้มีตัวเลือก 4 - 5 ตัวเลือก

16. อย่าให้คำถามข้อแรก ๆ แนะนำคำตอบข้อหลัง

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

6.1 งานวิจัยต่างประเทศ

เบนท์ลีย์ (Bentley. 1962 : 239 - 242) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ ความถนัดทางการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยมินเนโซตา จำนวน 75 คน เป็นชาย 59 คน หญิง 16 คน ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตาฟอร์มเอกซ์ แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนของมิลเลอร์ (The Miller Analogies Test) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความถนัดทางการเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ก็มีความสัมพันธ์กันด้วย

เก็ตเซล และแจคสัน (Getzels and Jackson. 1962 : 15 - 16) ได้ศึกษาถึงลักษณะของนักเรียนมัธยมที่มีความคิดสร้างสรรค์ และไม่มีความคิดสร้างสรรค์กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนดี ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนยอดเยี่ยม มักจะไม่ค่อยมีความคิดสร้างสรรค์เพราะนักเรียนที่เรียนดี ยอดเยี่ยมมักคิดในทางเดียว คือมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (Convergent Thinking) ส่วน นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นนักเรียน กลุ่มที่เรียนค่อนข้างดี แต่ไม่ถึงขั้นยอดเยี่ยม นักเรียนเหล่านี้มีความคิดหลายทาง (Divergent Thinking) คือมีคำตอบหลายแบบและแปลก

ซิซิเรลลี (Cicirelli. 1965 : 303 - 304) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 6 จำนวน 609 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา ผลการวิจัยปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญแต่อยู่ในระดับต่ำ

ไดแกน (Deighan. 1971 : 3333 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 - 6 จำนวน 1,022 คน ครู 44 คน ในโรงเรียนประถมศึกษาที่อยู่ในชนบท โดยใช้แบบวัดเจตคติ 2 ชนิดคือ 1) การตอบ “ใช่” , “ไม่ใช่” ของแอทโทเนน (Attonen) 2) Semantic Differential และแบบวัดผลทางสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้ JOWN Test of Basic Skills และ LORGE Thorndike of Intelligence วิเคราะห์ผลโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และวิเคราะห์สมการถดถอย ผลปรากฏว่าเจตคติ

ต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน แต่เจตคติทางคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียนไม่สัมพันธ์กัน

แมสแตนทูโน (Mastantuono. 1971 : 248 - A) ได้ศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 3 และ 5 จำนวน 602 คน โดยใช้แบบทดสอบ 4 ฉบับคือ

1. The Dutton - Thurstone Scale
2. The Dutton - Likert Scale
3. A Guttman - Type Hoyt Scale
4. A Version of the Semantic Differential

วัดความคิดเห็นเรื่อง “คณิตศาสตร์และตัวฉัน”

ผลปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบวัดเจตคติทั้ง 4 ฉบับ มีนัยสำคัญที่ระดับชั้นเรียนและเพศ นอกจากนี้เขายังพบว่า คะแนนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ใช้พยากรณ์ผลการเรียนของนักเรียนได้ด้วย

ฟรานซิส (Francies. 1971 : 1333 - A) ได้ศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 4 และ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา สมมติฐานในการวิจัยได้ยึดหลักทฤษฎีพัฒนาการของ เซอร์ฟ และแคนทริล (Sherif and Cantril. 1947) ที่ว่า สมาชิกในกลุ่มจะสะท้อนให้เห็นเจตคติและความรู้สึกของกลุ่มนั้น ถ้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อตัวนักเรียนแล้วนักเรียนจะแสดงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ออกมาให้เห็นได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 180 คน จาก 9 โรงเรียน เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ใช้ Stanford Achievement Test เครื่องมือวัดเจตคติใช้ Semantic Differential ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ปานกลางและสูงมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

เคลเลอร์ (Keller. 1974 : 3300 - A) ได้ทำการวิจัยเรื่องความแตกต่างระหว่างเพศของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 ในรัฐนิวเจอร์ซีย์ จำนวน 570 คน ผลปรากฏว่านักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

บราวน์ และ โฮลซแมน (Brown and Holtzman. 1976 : 4) ได้ศึกษาพบว่า

1. เจตคติในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัย

สำคัญ

2 นักเรียนที่มีสติปัญญาเท่าเทียมกัน แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน เป็นเพราะมีเจตคติและแรงจูงใจในการเรียนแตกต่างกัน

6.2 งานวิจัยในประเทศ

สุเทพ บุตรกันหา (2517 : 57 - 58) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ , ความคิดสร้างสรรค์ , การยอมรับตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ป.7 และ ม.ศ.3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 203 คนและมีมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 203 คน พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2518 : 30) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลของการศึกษาพบว่าเจตคติมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน วิชาคณิตศาสตร์

सानนท์ ฉายศรีศิริ (2522 : 103) ได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพล ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครปฐม พบว่า เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี กล่าวคือ นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชา คณิตศาสตร์มีแนวโน้มว่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย

วัฒนา หงษ์ภู (2523 : 50 - 57) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทาง คณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 จำนวน 748 คน ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นประถมปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทองคลัง โพธิ์สวัสดิ์ (2526 : 51 - 57) ได้วิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติต่อวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค กับการสอนแบบปกติ” ได้ ทดลองกับนักเรียนจำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ผู้วิจัยสอนแบบปกติจำนวน 40 คน และ กลุ่มควบคุมที่ผู้วิจัยสอนด้วยวิธีสอบสวนสืบสวนจำนวน 40 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ทัศนคติของ นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสืบสวนสอบสวนตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค กับการสอนแบบปกติแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชา คณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. เอกสารที่เกี่ยวข้องความคิดสร้างสรรค์

7.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปจัดว่าเป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแก้ปัญหา นักจิตวิทยา นักการศึกษา และนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศได้อธิบายความหมายและสรุปแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มีทั้งที่สอดคล้องและขัดแย้งกัน (Isakesen and Others. 1987 : 68) ดังนี้

โลแกน และ โลแกน (Logan and Logan. 1971 : 3-11) ได้รวบรวมความคิดสร้างสรรค์และสรุปได้ 5 แนวทางคือ

1. ความหมายในแง่ของความคิดริเริ่มใหม่ ๆ ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความคิดริเริ่มที่แปลกใหม่ แม้จะคล้ายคลึงกับสิ่งที่ผู้มีคิดไว้แล้ว แต่ถ้ามีองค์ประกอบใหม่บางอย่างที่ต่างไปจากเดิม และผู้คิดสามารถคิดได้อย่างฉับพลัน โดยที่สิ่งนั้นเป็นสิ่งใหม่สำหรับตัวผู้คิดเอง ก็จัดว่าเป็นความคิดสร้างสรรค์ สิ่งที่เกิดขึ้นมาได้นั้นจะต้องเป็นประโยชน์และเป็นที่พอใจของคนอื่น ๆ ในเวลานั้นด้วย

2. ความหมายในแง่ของการเปรียบเทียบความคิดธรรมดา ความคิดสร้างสรรค์หมายถึงการคิดสิ่งใหม่ ๆ โดยคิดในแง่มุมที่แปลกใหม่ และใช้จินตนาการหรือวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดแก้ปัญหาจากประสบการณ์และความสามารถของตนเองในขณะที่คนอื่น ๆ จะเห็นคล้อยตามความคิดที่ผู้รู้ผู้ชำนาญคิดเอาไว้แล้วโดยไม่ได้ใช้ประสบการณ์และความสามารถของตนเองให้เป็นประโยชน์เลย

3. ความหมายในแง่ของกระบวนการคิด ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง กระบวนการที่บุคคลสามารถคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ หรือค้นพบสิ่งที่ผู้อื่นค้นพบมาก่อนแล้ว หรือจัดเรียงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้อยู่ในรูปแบบใหม่นี้ ซึ่งจะทำให้ได้ความรู้ใหม่ ๆ อีกด้วย กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ไม่ใช่เพราะสิ่งที่คิดได้มีความสำคัญ แต่เป็นเพราะตัวกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์เป็นการมีชีวิตที่สมบูรณ์แบบของคน ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่บุคคลเรียนรู้ถึงสิ่งใหม่ ๆ ด้วยแรงกระตุ้นจากความต้องการของตนเองและได้เรียนรู้แล้ว ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการมองเห็นหรือสร้างสรรค์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่ในจิตสำนึกและจิตใต้สำนึก ซึ่งเป็นกระบวนการคิดที่หลุดพ้นจากภาวะปกติ ขั้นตอนของกระบวนการคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

3.1 ขั้นรู้สึกถึงปัญหา

3.2 ขั้นพยายามคิดแก้ปัญหา

3.3 ขั้นเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้งและคิดหาคำตอบได้

3.4 ขั้นแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ตามจุดมุ่งหมาย

3.5 ขั้นเผยแพร่สิ่งที่คิดได้ให้ผู้อื่นได้ทราบ

4. ความหมายในแง่ของสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสติปัญญาอย่างหนึ่งที่อยู่ในรูปแบบของความคิดแบบอนกนัย ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้อย่างคล่องแคล่วคิดได้หลายแนวทาง คิดหาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหา

กับสิ่งเร้าต่าง ๆ ได้ได้คำตอบแบบใหม่ ๆ หลาย ๆ คำตอบจากคำถามเพียงข้อเดียว

5. ความหมายในแง่ของผลงาน ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดที่จะสร้างสิ่งที่ไม่เคยมีมาก่อน สิ่งนั้นจะต้องแปลกใหม่ไม่เหมือนใคร และจะต้องใช้ความพยายามมากในการประดิษฐ์ปรับปรุงหรือรวบรวมสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยวิธีใหม่ที่ยังไม่เคยมีผู้ทำมาก่อน เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับสิ่งนั้น ความคิดสร้างสรรค์ในความหมายนี้เน้นผลงานที่สร้างขึ้นไม่ว่าจะเป็นการคิดประดิษฐ์ขึ้นใหม่ การปรับปรุงผลงานเดิม ตลอดจนการค้นพบความสัมพันธ์ในรูปแบบใหม่ระหว่างสิ่งที่มีอยู่ในโลก

เทรฟฟิงเกอร์ และ แมทลิน (Treffinger. 1987 : 10-11 and Matlin. 1983 : 250) ได้จัดกลุ่มนิยามของความคิดสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกันออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ 4 กลุ่ม ดังนี้คือ

1. นิยามความคิดสร้างสรรค์ที่อธิบายในลักษณะของการแก้ปัญหา (Problem Solving)

ออสบอร์น (Osborn. 1963 : 1 - 114) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) คือ เป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาย่อยๆ ที่ตนประสบ แต่ไม่ใช่เป็นจินตนาการที่ฟุ้งซ่าน เลื่อนลอย ความคิดเชิงจินตนาการอย่างเดียวไม่ทำให้เกิดผลผลิตสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการควบคู่ไปกับความอดทนและความพยายาม จึงจะทำให้งานสร้างสรรค์สำเร็จลงได้

2. นิยามความคิดสร้างสรรค์ที่อธิบายในลักษณะของความสามารถด้านการคิด (Cognitive Abilities)

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 138) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดแบบอนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ลักษณะความคิดเช่นนี้ จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมทั้งการคิดหาวิธีการ

แก้ปัญหาให้สำเร็จด้วยความคิดแบบอนกนัยนี้ประกอบด้วยความคิดริเริ่ม (Originality) ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความละเอียดลออ (Elaboration)

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1962 : 16) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผล หรือสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ อาจเกิดจากการรวบรวมเอาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากประสบการณ์แล้วรวบรวมความคิดเป็นสมมติฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานแล้วรายงานผลที่ได้รับจากการค้นพบ

3. นิยามความคิดสร้างสรรค์ ที่อธิบายในลักษณะของ ความคิดแบบโยงสัมพันธ์ (Association of Ideas)

วอลลาซ และ โคแกน (Wallach and Kogan, 1965 : 13-20) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดโยงสัมพันธ์ (Association) คนที่มีความคิดสร้างสรรค์คือ คนที่สามารถคิดอะไรได้อย่างสัมพันธ์ เป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อเห็นปากกา จะนึกถึง กระดาษ ดินสอ ขวดหมึก โต๊ะ ดาราสุมบันทึก ฯลฯ ยิ่งคิดได้มากเท่าใด ก็ยิ่งแสดงถึงศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นเท่านั้น

4. นิยามความคิดสร้างสรรค์อธิบายในลักษณะของบุคลิกภาพ (Personality)

แอนเดอร์สัน และคนอื่น ๆ (Anderson and others, 1970 : 90) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมของบุคคลซึ่งแสดงความคิดใหม่ ๆ อันเป็นการกระทำของบุคคลที่เลือกมาจากประสบการณ์ทั้งหมดที่ผ่านมาเพื่อสร้างรูปแบบอย่างใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลิตผลใหม่ และถือว่าทุกคนเกิดมาพร้อมมีศักยภาพทางการสร้างสรรค์ซึ่งสามารถพัฒนาได้ในทุกระดับ อายุ และทุกสาขาวิชา ถ้าจัดประสบการณ์ให้เหมาะสม

จากแนวคิดต่าง ๆ ที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะของบุคคลทางด้านสมองที่สามารถคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ แล้วแปลงความคิดนั้นออกมาเป็นผลิตผลหรือเป็นการกระทำที่เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ประสบการณ์เดิมมาคิดโยงสัมพันธ์กัน ก่อให้เกิดเป็นความคิดอนกนัยอันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎี หลักการ ได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นี้มิใช่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เห็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ หรือที่เรียกว่าเป็นจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

7.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ มักเข้าใจและมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่ม ซึ่งแท้ที่จริงแล้วความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดอื่นๆ ด้วย นอกจากนั้น ความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่ความสามารถที่มาจากกรรมพันธุ์เพียงอย่างเดียว ความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่สิ่งเลื่อนลอยหรือเพ้อฝัน การที่จะเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ต้องมีการเร้าจากสิ่งแวดล้อมมาประกอบด้วย

วิลสัน (Wilson. 1958 : 114 - 115) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคล่องในการคิด (Fluency) และความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) โดยแบ่งเป็นชนิดย่อยๆ ได้อีกประเภทละ 2 ชนิด

1. ความคล่องในการคิดแบ่งเป็น

1.1 ความคล่องในด้านการเชื่อมโยง (Associative Fluency) คือความสามารถในการคิดคำนึงถึงคำหรือข้อความที่เขียนแล้วให้ความหมายชัดเจน ถูกต้อง รวดเร็ว ดังที่ต้องการ ความสามารถนี้มีความสำคัญต่อการอธิบายความคิดของตนได้เป็นอย่างดี

1.2 ความคล่องในด้านแนวความคิด (Ideational Fluency) เน้นถึงอัตราเร็วที่แต่ละคนสามารถเกิดความคิดในด้านต่าง ๆ ขึ้นมา

2. ความยืดหยุ่นในการคิดแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

2.1 ความยืดหยุ่นในการปรับความคิด (Adaptive Flexibility) คือความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางของความคิด เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นใหม่ เพื่อจะได้ค้นพบสิ่งใหม่ ๆ

2.2 ความยืดหยุ่นในการคิดหลายแนวทาง (Spontaneous Flexibility) คือความสามารถในการคิดที่จะตอบสนองปัญหาอย่างเดียวกันนั้นได้หลายๆ แบบ โดยคิดถึงปัญหานั้นในหลาย ๆ ด้าน

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 267 - 293) ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองหรือแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect Model เรียกว่า SI) ในลักษณะ 3 มิติ คือ มิติด้านเนื้อหา มิติด้านวิธีการคิด และมิติด้านผลของการคิด แต่ละมิติยังประกอบด้วยลักษณะต่าง ๆ หลายด้าน และลักษณะการคิดแบบอนกนัยก็เป็นลักษณะหนึ่งประกอบอยู่ในมิติด้านวิธีการคิด ซึ่งความคิดอนกนัยนี้ก็คือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นลักษณะที่สำคัญด้านหนึ่งซึ่งประกอบด้วยความคิดที่สำคัญ ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดา หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น เป็นลักษณะการคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน และเป็นความคิดที่มีคุณค่า เป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดได้อย่างรวดเร็ว มีปริมาณมาก และไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องตัวนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีแก้ไขได้หลายวิธี

3. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการคิดถึงรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้น การคิดถึงรายละเอียดของเรื่องนั้น ๆ มากเท่าใดยิ่งทำให้การแก้ปัญหาเฉพาะหน้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น

อาร์ รังสินันท์ (2527: 24 - 34) อธิบายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้โดยสรุปได้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มหรือที่เรียกว่า Wild idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงาน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจึงต้องเป็นคนกล้าคิดกล้าแสดงออกพร้อมกับทดลอง ทดสอบความคิดนั้นอยู่เสมอ

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันเมื่อตอบปัญหาเรื่องเดียวกัน ความคล่องในการคิดนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา เพราะในการแก้ปัญหา จะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธีการแก้ไขหลายวิธี และต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องตามต้องการ

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภท หรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

3.1. ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถในการคิดอย่างอิสระ ให้ได้คำตอบหลายแนวทาง ในขณะที่คนทั่วไปจะคิดได้เพียงแนวทางเดียว

3.2. ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง เป็นความสามารถในการคิดดัดแปลงของสิ่งเดียวให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นลักษณะของความพยายามในการใช้ความคิดและประสานความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสำเร็จ

องค์ประกอบของ อาร์ รังสินันท์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของกลุ่มทฤษฎีการคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นแนวคิดที่ให้การอธิบายถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ได้กระจ่างชัดเจนที่สุด และทอร์เรนซ์ (Torrance. 1969 : 61 – 64) ได้เป็นผู้นำเอา

แนวคิดและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มาใช้ในการศึกษาวิจัยในรูปแบบการเรียนการสอนมากที่สุด มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณมากในเวลาจำกัด
2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง
3. การคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะของความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาและไม่ซ้ำกับที่มีอยู่

จากแนวความคิดที่กล่าวมาจะพบว่าองค์ประกอบของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาจะสอดคล้องกันคือมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม , ความคล่องในการคิด , ความคิดยืดหยุ่น แต่นักการศึกษาบางท่านจะมี 4 องค์ประกอบ โดยเพิ่มความคิดละเอียดละออ

7.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักคณิตศาสตร์และนักจิตวิทยา มีความสนใจในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ ฮาดามาร์ด (Hadamard. 1945 : 165) เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (the Mathematical Creativity) และอธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยทฤษฎีจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis) และทฤษฎีการสัมพันธ์เชื่อมโยง (The Association theory) เข้าด้วยกัน โดยฮาดามาร์ด (Busse and Manfield. 1980 : 96 ; citing Hadamard. 1865) ได้กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหาและบุคคลมีการกระทำต่อปัญหานั้นในระดับที่รู้ตัว (Conscious) อย่างเป็นระบบ (Systematic) โดยวิธีการเชิงตรรก (Logical Approach) ซึ่งความพยายามในระดับที่รู้ตัวนี้ จะเป็นการกระตุ้นในแนวทางทั่ว ๆ ไปในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการขั้นความคิดฟุ้ง (Incubation) ต่อไป
2. ขั้นความคิดฟุ้ง (Incubation) เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (Unconscious Thinking Processes) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการรวมกันของความคิดต่าง ๆ แบบสุ่ม และจะมีเพียงความคิดที่ดีเท่านั้นที่จะขึ้นสู่ระดับความมีสติรู้ตัว (Consciousness)

3. ขั้นรู้แจ้ง (Illumination) เป็นขั้นที่เกิดจุดวิกฤติ (Critical Point หรือ Point of Illumination หรือ point of insight) (Wilson. 1978 : 424) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (ขั้นตรวจสอบ เสนอผลงานและการนำไปใช้ (Verification , Exposition and Utilization of the Results)

4. ขั้นตรวจสอบ เสนอผลและการนำไปใช้ (Verification , Exposition , and Utilization of the Results) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ซึ่งเกิดในระดับรู้ตัว (Conscious) ทั้งหมด

ในการตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้อง (Verification and Precision) นั้นวิธีการหนึ่งที่ได้คือ การพูดสื่อสาร (Communication) ซึ่งกระทำได้ 2 ลักษณะ คือ การพูดสื่อสารกับตนเอง (Communicating one's Insight to Oneself) และการพูดสื่อสารกับบุคคลอื่น

ในกระบวนการคิดสร้างสรรค์นั้นขั้นรู้แจ้ง (Illumination หรือ Insight) เป็นขั้นที่สำคัญที่เกิดจุดวิกฤติ (Critical Point) ขึ้น ซึ่งเป็นการใช้จุดวิกฤตินี้แบ่งแยก ขั้นเตรียม (Preparation) และขั้นครุ่นคิด (Incubation) ออกจากขั้นตรวจสอบ (Verification)

วิลสัน (Wilson. 1978 : 424) ได้กล่าวว่าจุดวิกฤติ (Critical Point) อาจพิจารณาได้ว่าเป็นตัวชี้ถึงกระบวนการ 3 ประการ คือ การรับรู้ (Perception) การหยั่งรู้ (Insight) และการพูดสื่อสาร (Communication) ซึ่งโพลยา (Wilson. 1978 : 425 ; citing Polya. 1945) ได้ใช้กระบวนการ 3 ประการของจุดวิกฤติ (Critical Point) ดังกล่าว แบ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์เป็น 4 ขั้นตอน คือ

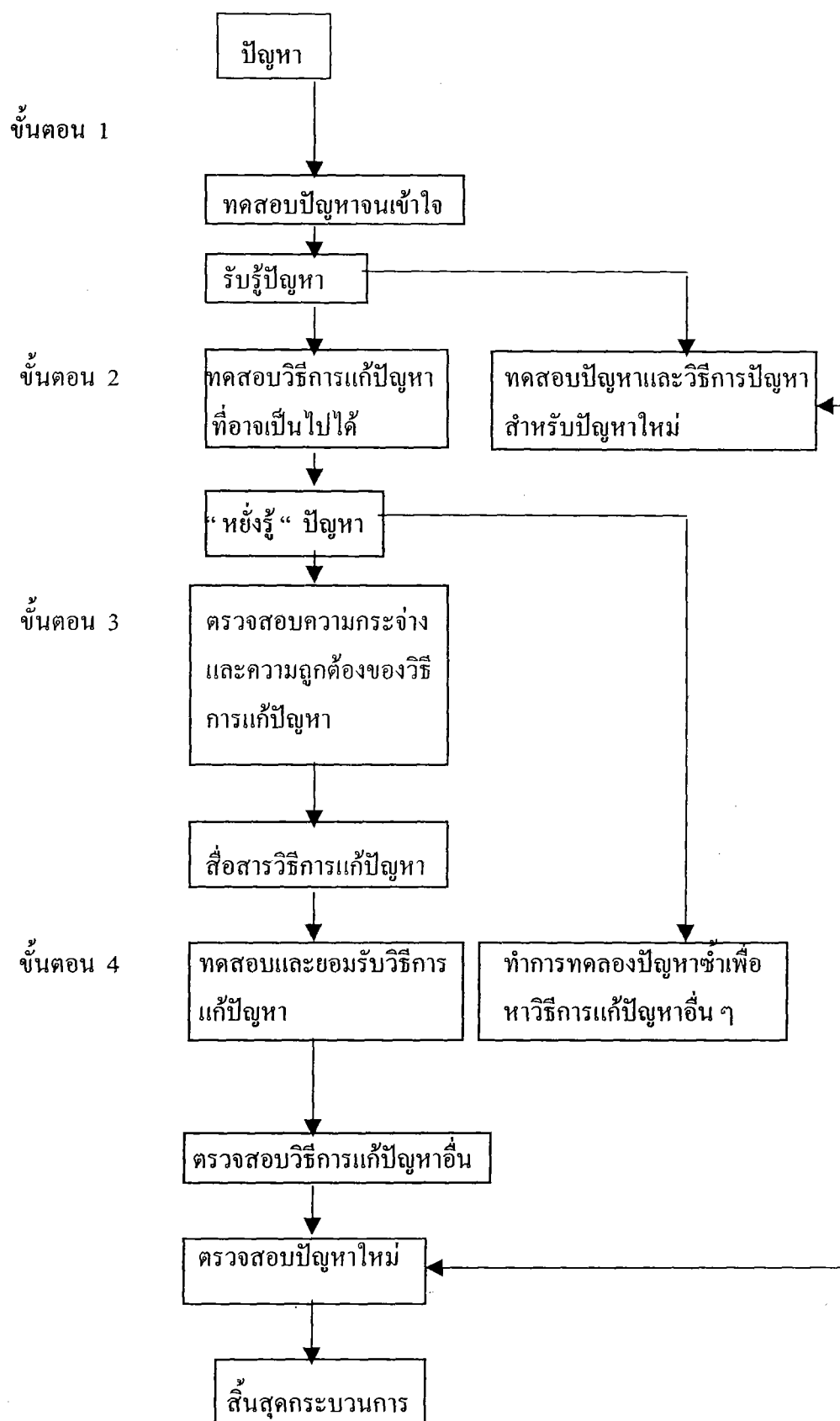
1. เข้าใจปัญหา (Understanding the Problem Phase)

2. วางแผน (Devising a Plan Phase)

3. ดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan Phase)

4. ทบทวน (Looking Back Phase)

ดังภาพประกอบ 2 ของ โพลยา (Wilson. 1978 : 425 ; citing Polya 1945) แสดงกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 กระบวนการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

(Wilson. 1978 : 425 ; citing Polya. 1945)

โดยลักษณะของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์มักจะมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นลักษณะคำถามแบบเอกนัย ดังนั้นสำหรับคนโดยทั่วไปคณิตศาสตร์จึงเป็นการใช้ทักษะการคิดแบบเอกนัย แต่ความจริงแล้วทักษะการคิดแบบอเนกนัยก็เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ (Divergent Thinking Skill) จากงานวิจัยของ เก็ทเซล และ แจ็คสัน (Orton. 1987 : 109 ; citing Getzels and Jackson. 1962) ได้ทำการศึกษาค้นคว้า 2 ลักษณะ คือ เด็กที่มีสติปัญญาสูง (High I.Q) และเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง (High Creative) ผลการวิจัยพบว่า เด็กที่มีสติปัญญาสูงนั้นเป็นผู้ที่ใช้ความสามารถในการคิดเอกนัย (Convergent Abilities) ในขณะที่เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะต้องใช้ความสามารถทั้งในการคิดแบบเอกนัยและอเนกนัย (Convergent and Divergent Abilities) และจากการศึกษาองค์ประกอบของความสามารถทางคณิตศาสตร์ของครูเทศกี (Orton. 1987 : 111 ; citing Kruteski. 1976) พบว่าประกอบด้วยความสามารถดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการจัดกระทำโจทย์ทางปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
 2. ความสามารถในการนำผลลัพธ์มาสรุปเป็นกรณีทั่วไป
 3. ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์และตัวเลข
 4. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาขาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
 5. ความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
 6. ความสามารถในการทำขั้นตอนการคิดให้สั้นได้อย่างมีเหตุผล
 7. ความสามารถในการเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่นได้ โดยวิธีหลีกเลี่ยงความคิดเดิม และวิธีการคิดย้อนกลับ
 8. มีความสามารถในการพิสูจน์ข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ง่าย และใช้เหตุผลที่กระชับ
 9. มีความจำที่ดีเกี่ยวกับแนวคิดและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- ไซแดม และวีเวอร์ (Orton. 1987 : 11 - 112 ; citing Suydam and Weaver. 1987) ได้วิเคราะห์ลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีควรประกอบด้วย
1. ความสามารถในการประมาณและวิเคราะห์
 2. ความสามารถในการมองเห็นและตีความข้อเท็จจริงได้ในเชิงปริมาณและความสัมพันธ์

3. ความสามารถในการเข้าใจเทอมและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
 4. ความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือน - ความแตกต่าง และ
 การคิดแบบอุปมาอุปไมย

5. ความสามารถในการเลือกกระบวนการและข้อมูลที่ถูกต้องได้
 6. ความสามารถในการพิจารณารายละเอียดที่เกี่ยวข้อง
 7. ความสามารถในการสรุปอ้างอิงจากตัวอย่างที่เป็นพื้นฐาน
 8. ความสามารถในการเปลี่ยนวิธีการคิดได้อย่างดี
 9. ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความตระหนักในคุณค่าของตนเองสูงและได้
 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความวิตกกังวลต่ำ

ไคแซงค์ (Kissane. 1988 : 520 - 528) ได้กล่าวว่าความสามารถในการคิดทาง
 คณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ประกอบด้วย

1. การตั้งปัญหา
2. การยกตัวอย่าง
3. ความสามารถพิเศษและการสรุปอ้างอิง
4. การกำหนดสัญลักษณ์และการแทนค่า
5. การบันทึกข้อมูลจากการสังเกต
6. การสำรวจคำถามอย่างเป็นระบบ
7. การกำหนดลำดับขั้นตอนการคิด
8. การตรวจสอบความคิดที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีโดยมีหลักฐานที่มาสสนับสนุน
9. การสรุปอ้างอิงได้โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานสนับสนุน
10. การสื่อสารให้ผู้ฟังเข้าใจ

7.4 คุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

แกร์ริสัน (อารี รังสินันท์. 2527 : 15 ; citing Garrison. 1954) ได้อธิบายถึง
 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้

1. เป็นคนที่สนใจปัญหา ยอมรับความเปลี่ยนแปลง ไม่กลัวว่าปัญหาจะเกิดขึ้น
 กลัวที่จะเผชิญปัญหา กระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหา ตลอดจนหาทางปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพัฒนา
 อยู่เสมอ
2. เป็นคนที่มีความสนใจกว้างขวาง ทนต่อเหตุการณ์รอบด้าน ต้องการเอาใจใส่
 ในการศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ เพิ่มเติมอยู่เสมอ พร้อมทั้งยอมรับข้อคิดเห็นจากข้อเสียที่มี

สาระประโยชน์ และนำข้อมูลเหล่านั้นมาประกอบใช้พิจารณาปรับปรุงพัฒนางานของตน

3. เป็นคนที่ชอบคิดหาทางแก้ปัญหาไว้มากมาย ๗ ทาง เตรียมทางเลือกสำหรับแก้ปัญหาไว้มากกว่าหนึ่งวิธีเสมอ ทั้งนี้เพื่อที่จะช่วยให้มีความคล่องตัวและประสบผลสำเร็จมากขึ้น เพราะการเตรียมทางเลือกหลายๆอย่างย่อมสะดวกในการเลือกใช้ให้เหมาะกับสถานการณ์ได้ และเป็นการประหยัดเวลาและเพิ่มกำลังใจในการแก้ปัญหาด้วย เพราะเป็นบุคคลที่ไม่อับจนความคิด ถ้าวิธีนี้ใช้ไม่ได้ ก็ยังสามารถทดลองใช้วิธีอื่นได้

4. เป็นคนที่มีสุขภาพสมบูรณ์ ร่างกายและจิตใจแข็งแรง สมบูรณ์ หรือสุขภาพกายดี สุขภาพจิตก็ดีนั่นเอง ทั้งนี้เพราะมีการพักผ่อนหย่อนใจอย่างเพียงพอ และมีความสนใจต่อสิ่งใหม่ๆ ที่พบ และยังเป็นคนช่างซักช่างถาม และจดจำได้ดี ทำให้สามารถนำข้อมูลที่จดจำมาใช้ประโยชน์ได้ดี ทำให้งานดำเนินไปด้วยดี ก็ทำให้สุขภาพดีด้วย

5. เป็นคนที่ยอมรับและเชื่อในบรรยากาศและสภาพแวดล้อม ว่ามีผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นการจัดบรรยากาศสถานที่ สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจะสามารถกำจัดสิ่งรบกวนและอุปสรรคจะทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

อนาสตาซี (Anastasi. 1958 : 353) ได้รวบรวมลักษณะของผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้ มีความรู้สึกไวต่อปัญหา มองเห็นการณ์ไกล ความเป็นตัวของตัวเอง มีความสามารถในการคิดหลายแง่หลายมุม มีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงความคิดได้อย่างคล่องแคล่ว

กิลฟอร์ด (Guilford. 1959 : 389 - 390) กล่าวถึง ลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ว่า คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องเป็นคนคิดอะไรคล่องแคล่ว (Fluency) ไม่ยึดถือความคิดของคนเกินไป มีความยืดหยุ่นและมีความคิดที่เป็นของตนเองโดยเฉพาะ (Originality)

แมคคินนอน (MacKinnon. 1959 : 34) พบว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะเป็นผู้ที่ตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา มีความสามารถในการใช้สมาธิ สามารถพินิจพิเคราะห์ ความคิดอย่างถี่ถ้วน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ชอบคลุกคลีในสังคม ชอบความเด่น เน้นตนเองเป็นศูนย์กลาง มีความเชื่อมั่น ชอบอิสระ ไม่กังวล ยอมรับในสิ่งแปลก ๆ มีความยืดหยุ่น คือไม่ยึดมั่นถือมั่นเกินไป พร้อมทั้งจะเปลี่ยนแปลงถ้ามีสิ่งใหม่มีเหตุผลเพียงพอ กล่าวหาญ ไม่ชอบระเบียบ และชอบที่จะอยู่คนเดียว มากกว่ารวมกลุ่ม

ทอร์เรนซ์ (Torrance. 1965 : 7) ได้รวบรวมผลงานของแมคคินนอน (MacKinnon) ซึ่งศึกษาลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง จากผู้ที่มีอาชีพสาขาต่าง ๆ คือ สถาปนิก นักประพันธ์

นักคณิตศาสตร์ และนักวิจัยด้านอุตสาหกรรม พบว่า ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง มีดังนี้ คือ ชอบเข้าสังคม ถือคนเป็นศูนย์กลาง มีความเชื่อมั่นในตนเอง ชอบอิสระ ไม่กังวลใจ ยอมรับในสิ่งที่แปลก ๆ มีความยืดหยุ่น มีความซับซ้อนในการรับรู้ กล้าหาญ ไม่ชอบระเบียบ ชอบอยู่คนเดียว มากกว่าการรวมกลุ่ม

ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า บุคลิกลักษณะของผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือมีความสามารถในการแสดงความคิดในด้านต่าง ๆ กล้าแสดงอย่างอิสระ มีความคิดแปลกใหม่ไม่ตามแบบใคร มีความยืดหยุ่นในความคิด ยอมรับและปรับตัวได้ดี มีอารมณ์ขัน ชอบคิดชอบทำทันเหตุการณ์

7.5 แนวความคิดในการสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

ซักแมน (Suchman, 1964 : 1) กล่าวถึงแนวความคิดในการสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ครูควรสร้างจุดสนใจเพื่อให้นักเรียนอยากสืบสวนสอบสวน คือสถานการณ์หรือทำการสาธิตให้เด็กเกิดความอยากรู้อยากทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
2. การให้อิสระภาพแก่นักเรียน
3. การสร้างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมให้มีการตอบสนอง โดยครูเป็นเพียงผู้ตอบสนองมากกว่าเป็นผู้ชี้แนะ โดยการให้ข้อมูลข้อสนเทศ เมื่อเด็กต้องการหรือเพื่อเสริมให้มีการทดลองปฏิบัติต่อไป

การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อาจทำได้โดยทำไปพร้อม ๆ กับการให้การศึกษาแก่เด็กตั้งที่ว้ลกลา แนวจำปา (2528 : 2) กล่าวไว้ว่า “ดังนั้นการศึกษาจึงจัดเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยสร้างคนให้มีความคิดสร้างสรรค์ การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะพัฒนาความสามารถทางสมองของนักเรียนให้นักเรียนนำความรู้ความสามารถที่มีอยู่ไปดัดแปลงให้เกิดประโยชน์ อย่างเต็มที่” ซึ่งสอดคล้องกับที่ ถัดดา อุดสาหะ (2519 :2) ได้เสนอไว้ว่า “การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก จะมีประโยชน์ต่อเด็กในด้านการประกอบอาชีพต่าง ๆ จะช่วยให้เด็กไม่มีปัญหาในการปรับตัว และปัญหาในด้านบุคลิกภาพ” และยุพา นันทะไชย (2526 : 1) ก็มีความเห็นในทำนองเดียวกันว่า “การพัฒนาความสามารถทางการสร้างสรรค์นั้นควรจัดเป็นเป้าหมายของการศึกษา ควรได้รับการสนับสนุนและกระตุ้นให้เกิดขึ้นในโรงเรียน “ซึ่งผลการวิจัยของเบลงเคนชิป (สุดาพร สิทธิเวทิน. 2535 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Blankenship.1975) ก็สนับสนุนแนวคิดข้างต้น โดยเขาได้ศึกษาผลของการฝึกให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ โดยทดลองกับเด็ก

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 96 คน ให้เด็กทำกิจกรรม 15 อย่างที่จะช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ รวมเวลาทำกิจกรรม 10 ชั่วโมง กิจกรรมเหล่านี้จะเน้นให้เกิดความคิดแคล่วคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หลังการทดลองปรากฏว่า เด็กทำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ได้สูงกว่าการก่อนทดลอง ซึ่งแสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สามารถส่งเสริมได้ แม้ในช่วงเวลาสั้น ๆ หากแต่เป็นกิจกรรมที่เหมาะสม และยังเป็นสิ่งที่สมควรและสามารถฝึกให้เกิดขึ้นกับเด็กในห้องเรียน

อารี รังสินันท์ (2528: 103) ได้กล่าวถึงหลักสูตรและวิธีสอนความคิดสร้างสรรค์ว่าในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ควรจัดหลักสูตรและกิจกรรมให้เด็กเกิดความเข้าใจ รู้จักคิด คิดเป็น และสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ ส่งเสริมให้เด็กได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่ ครูควรปรับปรุงวิธีสอนและยืดหยุ่นเนื้อหาวิชาในลักษณะดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง พยายามอย่าบังคับให้เด็กทำตามคำสั่งของครู อยู่ตลอดเวลา
2. ส่งเสริมให้เด็กเป็นคนช่างสังเกต ช่างซักถาม และตอบคำถาม หรือพยายามค้นหาคำตอบด้วยความกระตือรือร้น
3. สนใจและตั้งใจฟังคำถามแปลก ๆ ใหม่ ๆ ของเด็ก และยอมรับความคิดแปลก ๆ ของเด็ก
4. แสดงให้เห็นว่า ความคิดของเด็กมีคุณค่า และเป็นประโยชน์โดยการให้กำลังใจ ชมเชย ยกย่อง และนำผลงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์
5. ส่งเสริมให้เด็กมีความคิดริเริ่ม นอกจากจะยอมรับความคิดแปลก ๆ ของเด็กแล้ว ก็ไม่ควรตำหนิหรือวิจารณ์ความคิดของเด็ก
6. ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง สำรวจ ค้นคว้า ทดลองด้วยความสนใจของตนเอง มิใช่เพื่อหวังคะแนนที่จะได้รับ
7. กระตุ้นให้เด็กมีบุคลิกภาพสร้างสรรค์ด้วยการส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น และการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
8. ส่งเสริมให้เด็กประสบความสำเร็จ ให้กำลังใจ ยกย่องและชมเชย
9. ขจัดความกลัว ความก้าวร้าวของเด็ก และสร้างความเชื่อมั่น ความมั่นคง ปลอดภัยแก่เด็ก

ฉะนั้น การสอนความคิดสร้างสรรค์จึงเน้นความสำคัญของการจัดกิจกรรมที่ยั่วเย้า และกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนการคำนึงถึงบรรยากาศที่ส่งเสริมให้คนกล้าคิดกล้าแสดงออก

เดวิส (อารี รังสันท์ 2528: 107 – 111 ; อ้างอิงมาจาก Davis. 1972) ได้เสนอแนวการสอนที่สอดคล้องกับความคิดเห็น และผลการวิจัยดังได้กล่าวข้างต้นดังต่อไปนี้

1. สอนให้เกิดจินตนาการ หรือใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์

การสอนเพื่อให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ มุ่งกระตุ้นให้เกิดนิสัย และเจตคติในทางสร้างสรรค์ด้วยการส่งเสริมความคิดจินตนาการแก่เด็ก ส่งเสริมให้เด็กคิดแปลกใหม่และคิดในสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น

ฉะนั้นการสอนเพื่อให้เกิดพฤติกรรมสร้างสรรค์จึงจำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการพยายามช่วยให้เด็กได้สานต่อหรือทดลองกับความคิดจินตนาการด้วยการคิดจริง ๆ โดยจัดหาวัสดุและให้แนวทางแก่เด็ก ก็จะช่วยให้ความคิดจินตนาการกลายเป็นจริงขึ้นมาได้

2. สอนให้เด็กเรียนรู้การสร้างสรรค์โดยการกระทำ

แนวคิดเกี่ยวกับการสอนให้เด็กเรียนรู้การสร้างสรรค์โดยการกระทำนี้สนับสนุนความคิดของคิวอี้ (Dewey) ที่เน้นการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง (Learning by Doing)

3. สอนให้เด็กเรียนรู้วิธีการระดมพลังสมอง (Brainstorming)

การระดมพลังสมอง หรือการระดมความคิด เป็นเทคนิควิธีหนึ่งในการแก้ปัญหา มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้บุคคลมีความคิดหลายทิศทาง คิดได้มาก ในช่วงเวลาที่จำกัด หลักเกณฑ์ในการระดมความคิด มีดังนี้

1. การประวิงการตัดสินใจ
2. ความมีอิสระทางความคิด
3. การส่งเสริมปริมาณความคิด
4. การระดมความคิดและการปรุแต่งความคิด

สำหรับกลวิธีการสอนความคิดสร้างสรรค์ที่น่าสนใจอีกวิธีหนึ่ง เป็นแนวคิดของ วิลเลียมส์ (อารี รังสันท์. 2528: 120 – 136 ; อ้างอิงมาจาก Williams n.d.) นักจิตวิทยาและนักการศึกษาชาวอเมริกัน รูปแบบการสอนของเขารู้จักกันในชื่อว่า William's Cube CAI Model เป็นรูปแบบในการส่งเสริมพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทั้งทางด้าน ความรู้ ความคิด ความรู้สึก หรือ เจตคติในห้องเรียน (A Model for Implementing Cognitive - Affective Behavior in the Classroom) รูปแบบการสอนนี้แบ่งเป็น 3 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 ด้านเนื้อหา (Content) หมายถึง ในการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ยังคงยึดหลักสูตรเป็นแกน และจัดการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

มิติที่ 2 ด้านพฤติกรรมการสอนของครู (Teacher Behavior) หมายถึง ในการสอนของครูเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กนั้น เน้นเทคนิควิธีสอนให้เหมาะสม เขาได้เสนอกลวิธีสอนและการจัดกิจกรรมในลักษณะต่าง ๆ กัน 18 ลักษณะ ดังนี้

1. การสอนเกี่ยวกับความคิดเห็นในลักษณะซึ่งขัดแย้งในตัวเอง (Paradox) ความคิดเห็นซึ่งค้านกับสามัญสำนึก หรือความจริงที่อยากจะเชื่อถือหรืออธิบายได้ ความเห็นหรือความเชื่อที่ฟังไถมานาน

การสอนดังกล่าวเป็นการฝึกการมองสิ่งในรูปแบบเดิมให้แตกต่างออกไป และเป็นการส่งเสริมความคิดเห็น ไม่คล้อยตามกัน (Non-conformity) โดยปราศจากเหตุผล

2. การพิจารณาลักษณะ (Attribute) หมายถึง การสอนให้นักเรียนคิดพิจารณาถึงลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏ ทั้งของมนุษย์ สัตว์ สิ่งของในลักษณะที่แตกต่างไปกว่าที่เคยคิด รวมทั้งในลักษณะที่คาดไม่ถึงด้วย

3. การเปรียบเทียบอุปมา อุปมัย (Analogies) หมายถึง การเปรียบเทียบสิ่ง หรือสถานการณ์ที่เหมือนกัน คล้ายคลึงกัน แตกต่างกัน หรือตรงกันข้าม อาจเป็นคำเปรียบเทียบ คำพังเพย สุภาษิต ก็ได้

4. การบอกสิ่งที่คลาดเคลื่อน (Discrepancies) ไปจากความจริง หมายถึง การแสดงความคิดเห็น ระบุ บ่งชี้ถึงสิ่งที่คลาดเคลื่อนจากความจริง หรือขาดตกบกพร่องผิดปกติ หรือสิ่งที่ยังไม่สมบูรณ์ เช่น

ให้ดูภาพสัตว์ แล้วให้นักถึงสภาพที่อาศัยของสัตว์ เช่น เสือนึกถึงป่า ลิงนึกถึงต้นไม้ หรือให้ทดลองนึกถึงสถานที่อื่น ๆ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับสัตว์ต่อไปนี้ เช่น อูฐเดินบนหิมะ (แทนที่จะอยู่ในทะเลทราย) เป็นต้น

สมมติว่านักเรียนเป็นแมวที่เจ้าของลืมให้อาหาร ลองคิดว่าแมวจะมีวิธีหาอาหารอย่างไรได้บ้าง

5. การใช้คำยั่วและกระตุ้นให้ตอบ (Provocative Question) หมายถึง การตั้งคำถามแบบปลายเปิด และเป็นคำถามที่ยั่วและเร้าความรู้สึกนึกคิดให้ชวนคิดค้นคว้าเพื่อให้ได้ความหมายที่ลึกซึ้งสมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ คำถามลักษณะเช่นนี้จะสามารถตอบได้ถูกมากกว่าหนึ่งข้อ หรือไม่มีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว แต่มีหลาย ๆ คำตอบ ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมความกล้าให้นักเรียนกล้าตอบ กล้าคิด และเชื่อว่าตนจะไม่ถูกหัวเราะเยาะ คำถามที่ถามมักจะลงท้ายว่า มีวิธีการใดบ้าง.... มีประโยชน์อย่างไรบ้าง.... มีอะไรมากกว่านี้อีก

6. การเปลี่ยนแปลง (Example of Change) หมายถึง การฝึกให้คิดถึงการเปลี่ยนแปลง คัดแปลง การปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ที่คงสภาพมาเป็นเวลานานให้เป็นไปในรูปแบบอื่น และเปิดโอกาสให้เปลี่ยนแปลงด้วยวิธีต่าง ๆ อย่างอิสระ

7. การเปลี่ยนแปลงนิสัย (Habit of Change) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีความยืดหยุ่น ยอมรับการเปลี่ยนแปลง คลายความยึดมั่นต่าง ๆ เพื่อปรับตนเข้ากับสภาพการณ์ใหม่ ๆ เช่น ถ้าโลกนี้ไม่มีโทรทัศน์ คนจะเป็นอย่างไรบ้าง

8. การสร้างสิ่งใหม่จากโครงสร้างเดิม (Organized Random Search) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนรู้จักสร้างสิ่งใหม่ ๆ กฎเกณฑ์ใหม่ ความคิดใหม่ โดยอาศัยโครงสร้างเดิม หรือกฎเกณฑ์เดิมที่เคยมี แต่พยายามพลิกแพลงให้ต่างไปจากเดิม เช่น ให้นักเรียนฟังเรื่องค้าง แล้วต่อเรื่องตอนท้ายให้จบ

9. ทักษะการค้นคว้าหาข้อมูล (Skill of Search) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนรู้จักการสำรวจเพื่อหาข้อมูล

10. การค้นหาคำตอบจากคำถามที่กำกวมไม่ชัดเจน (Tolerance for Ambiguity) เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความอดทน และพยายามที่จะค้นหาคำตอบต่อปัญหาที่กำกวมหรือเป็นสองนัย สลับซับซ้อน หรือท้าทายความนึกคิดต่าง ๆ เช่น ให้อุทยานตร์ค้างตอนสำคัญไว้ แล้วให้ผูกเรื่องต่อตามใจชอบ และลองเปรียบเทียบเรื่องที่แต่งเองกับเรื่องที่เป็นไปตามท้องเรื่อง หรือลองต่อเติมภาพจากส่วนที่กำหนดให้สมบูรณ์

11. การแสดงออกจากการหยั่งรู้ (Intuitive Expression) เป็นการฝึกให้รู้จักการแสดงความรู้สึก ความคิด ความรู้สึกที่เกิดจากมีสิ่งเร้าอวัยวะสัมผัสทั้ง 5 เช่น ดูภาพคนในอิริยาบถต่าง ๆ แล้วใช้ความรู้สึกช่วยกันเดาภาพนั้น ๆ หรือให้ดูรูปภาพแล้วทายว่าอะไรเกิดขึ้นก่อนการแสดงออกในภาพนั้น

12. การพัฒนาตน (Adjustment for Development) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนรู้จักพิจารณาศึกษาความผิดพลาดล้มเหลว ซึ่งเกิดขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ตาม แล้วหาประโยชน์จากความผิดพลาดหรือข้อบกพร่องของตนเอง หรือของผู้อื่นหรือใช้ความผิดพลาดเป็นบทเรียน นำไปสู่ความสำเร็จ

13. ลักษณะบุคคล และกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Person and Creative Process) หมายถึง การให้ศึกษาประวัติบุคคลสำคัญทั้งในแง่ลักษณะ พฤติกรรม และกระบวนการคิด ตลอดจนวิธีการและประสบการณ์ของเขาด้วย

14. การประเมินสถานการณ์ (Evaluate Situation) หมายถึง การฝึกให้หาคำตอบ โดยคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้น และความหมายเกี่ยวเนื่องกัน ด้วยการตั้งคำถามว่าถ้าสิ่งนี้เกิดขึ้นแล้วจะเกิดผลอย่างไร เช่น ถ้าให้เลือกวัสดุ 2-3 อย่าง เช่น กระดาษ โบ สำลี ท่านจะประดิษฐ์เป็นอะไรบ้าง

15. ทักษะการอ่านอย่างสร้างสรรค์ (Creative Reading Skill) หมายถึง การฝึกให้รู้จักคิด แสดงความคิดเห็น แสดงความรู้สึกนึกคิดต่อเรื่องที่อ่าน

16. ทักษะการฟังอย่างสร้างสรรค์ (Creative Listening Skill) หมายถึง การฝึกให้เกิดความรู้สึกนึกคิดในขณะที่ฟัง หลังจากการฟังบทความ เรื่องราว คนตรี เพื่อเป็นการศึกษาข้อมูล ความรู้ ซึ่งโยงไปหาสิ่งอื่น ๆ ต่อไป เช่น ให้นักเรียนฟังเรื่องราว บทความ แล้วแต่งเรื่องเสียใหม่โดยอาศัยความเดิม หรือให้นักเรียนคิดหาทางการเคลื่อนไหวจากเรื่องที่เล่าให้ฟัง เช่น มีช้างใหญ่ตัวหนึ่งกำลังยืนอยู่ ให้ลองพลิกข้างให้เขยื้อน โดยแสดงท่าทางให้เห็นจริงเห็นจัง

17. ทักษะการเขียนอย่างสร้างสรรค์ (Creative Writing Skill) หมายถึง การฝึกให้แสดงความคิด ความรู้สึก และจินตนาการด้านการเขียนบรรยาย หรือพรรณนาให้เห็นภาพชัดเจน

18. ทักษะการมองภาพในมิติต่าง ๆ (Visualization Skills) หมายถึง การฝึกให้แสดงความรู้สึกนึกคิดจากการมองภาพในแง่มุมแปลก ๆ ใหม่ ๆ ไม่ซ้ำของเดิม เช่น ลองวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เช่น สามเหลี่ยม วงกลม สี่เหลี่ยม

มิติที่ 3 ด้านพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน (Pupil Behavior) หมายถึง จากการที่ครูได้จัดกระบวนการเรียนการสอนตามเนื้อหาวิชาต่าง ๆ แล้ว พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนด้านความคิดสร้างสรรค์จะต้องเกิดขึ้นทั้งทางด้านสติปัญญา และด้านความรู้สึก หรือเจตคติ ซึ่งวิลเลียมส์ ได้แบ่งพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ หรือสติปัญญา (Cognitive Behavior) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านกลไก และการทำงานของสมองแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ

1.1 ความคิดคล่องตัว (Fluent Thinking)

1.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexible Thinking)

1.3 ความคิดริเริ่ม (Original Thinking)

1.4 ความคิดละเอียดลออ (Elaborative Thinking)

ลักษณะที่ 2 ด้านความรู้สึก หรือด้านจิตใจ (Affective Behavior) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านความรู้สึก เจตคติ ค่านิยม เป็นต้น แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

2.1 ความอยากรู้อยากเห็น (curiosity) ช่างซักถาม และความช่างสังเกต ชอบทดลอง เป็นพื้นฐานที่สำคัญของผู้มีความคิดสร้างสรรค์

2.2 ความเต็มใจที่จะเสี่ยง (Risk - Taking)

2.3 ความพอใจที่จะทำสิ่งที่สลับซับซ้อน (Complexity)

2.4 ความคิดจินตนาการ (Imagination)

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยการเรียนการสอนนั้นอาจพิจารณาได้ 2 ด้าน คือ

1. การพยายามให้นักเรียนได้ฝึกการคิดสร้างสรรค์ โดยการกระตุ้นความคิด ฝึกการคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ฝึกการแก้ปัญหา การให้นักเรียนเขียนบทกวี การวาดภาพระบายสี เป็นต้น
2. พยายามจัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศในห้องเรียนให้ได้รู้สึกว่ามีความปลอดภัย มีสวัสดิภาพทางอารมณ์และจิตใจ จะทำให้เขากล้าแสดงความคิดเห็นออกมา เดอ โบโน (De Bono. 1970 : 159 - 171) กล่าวว่า ความกลัวของเด็กเป็นตัวการสำคัญที่สกัดกั้นความคิดสร้างสรรค์ วิธีระดมสมอง (Brainstorming) ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ Alex-Osborn แนะนำว่าควรจะนำมาใช้ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่ง ฮัดกินส์ (Hudgins. 1979 : 280) เห็นว่าวิธีระดมสมองนี้โดยทั่วไปครูจะไม่ค่อยได้ใช้เพราะเสียเวลารูบอกให้เลยจะดีกว่า นักเรียนจึงไม่ค่อยได้รับการพัฒนาโดยวิธีนี้นัก

เกลเบช (Gehlbach. 1962 : 34 - 35) กล่าวถึงบทบาทของครูที่จะช่วยเด็กพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ 2 ประการคือ

1. จัดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ แทนที่จะเน้นด้านวิชาการอย่างเดียว
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์โดยการให้เขียน ได้เห็น และได้ทำงานด้านศิลปะ

จากแนวความคิดในการสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สรุปว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ส่งเสริมกันได้ ไม่ว่าผู้ส่งเสริมนั้นจะเป็นบิดามารดา ครู หรือบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเด็ก โดยเฉพาะครูสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดแก่เด็กนักเรียน โดยการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออก ใช้วิธีกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ควรจัดหาประสบการณ์ที่ทำทนายเพื่อให้เด็กได้มีโอกาสพัฒนาความอยากรู้อยากเห็น ความเป็นอิสระ และความเป็นตัวของตัวเอง การจัดบรรยากาศในโรงเรียนและห้องเรียนก็มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ห้องเรียนที่เด็กสามารถแสดงความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ ของตนเองโดยเฉพาะ

7.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่ซับซ้อน และเป็นเรื่องที่วัดได้ยากเมื่อเทียบกับ การจัดแบบอื่น ๆ แต่ก็มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาให้ความสนใจทำการศึกษาในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

ครอกเคนเบิร์ก (Crockenberg, 1972 : 39) ทำการวิจัยพบว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์วัดในสิ่งที่ต่างจากแบบทดสอบไอคิว ซึ่งครอนบัท (Cronbach, 1970 : 395) กล่าวถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ว่าควรมีลักษณะ 2 ประการคือ

1. แบบทดสอบนั้นจะต้องต่างจากแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถธรรมดาทั่ว ๆ ไป
2. ผู้ที่ได้คะแนนสูงจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์จะต้องสามารถสร้างสรรค์งานพิเศษ สำหรับวัยและการฝึกหัด

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลายฉบับไม่มีลักษณะดังข้อ 1 แม้จะพบว่าแบบทดสอบฉบับนั้นจะมีค่าสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบความสามารถทางสติปัญญาต่ำ ซึ่งอธิบายได้ว่าอาจเป็นเพราะแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเชื่อมั่น (Reliability) ต่ำ

ฮอฟกินส์ และสแตนเลย์ (Hopkins and Stanley, 1981 : 376) กล่าวถึง แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ไว้ สรุปได้ว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้มาก คือแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์ (Torrance Tests of Creative Thinking) และแบบทดสอบของ วอลลาช และ โคแกน (Wallash and Kogan Creativity Test) แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับนี้มีทั้งส่วนที่เขียนตอบและส่วนที่ใช้ภาพ คำถามที่ใช้ในแบบทดสอบก็เป็นคำถามแบบอเนกนัยทั้งสิ้น เช่น กระจกใช้ทำอะไรได้บ้าง หนังสือพิมพ์ใช้ทำอะไรได้บ้าง จงบอกชื่อสิ่งกลม ๆ เท่าที่จะคิดได้ จงเขียนภาพจากเส้นที่กำหนดให้ เป็นต้น การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จะมุ่งพิจารณาจากผลผลิตของการคิดมากกว่ากระบวนการในการคิด การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จึงต้องใช้คำถามที่เปิดกว้าง ผู้ตอบสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบจากคำถามข้อเดียว

บอลกา (Balka, 1974 : 98A) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่มได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป นำมาสร้างแบบทดสอบผลการสำรวจ พบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เจาะจงได้

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์ (สุภาวดี ตั้งบุบผา. ม.ป.ป. ; อ้างอิงมาจาก Torrance. 1969) แบบทดสอบนี้ปรับมาจากแบบทดสอบของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียใต้ เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ซึ่งคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนั้นคำนึงถึงตัวประกอบต่อไปนี้ คือ ความคล่อง ความยืดหยุ่น ความริเริ่ม และความละเอียดประณีต การให้คะแนนในแต่ละประกอบจึงได้คะแนนในเทอมของตัวประกอบ 1, 2, 3 หรือ 4 ตัวประกอบดังกล่าว

แบบทดสอบของ ทอร์เรนซ์ ประกอบด้วย 12 ชุด แบ่งเป็นแบบสอบทางภาษา แบบสอบที่เป็นรูปภาพและการฟัง ส่วนประกอบ 3 ส่วน ส่วนที่หนึ่งคืออย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยคำพูด ส่วนที่สองคืออย่างสร้างสรรค์ด้วยภาพ ส่วนที่สามคืออย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงคำพูด เรียกแบบทดสอบเหล่านี้ว่า “กิจกรรม” คำชี้แจงในแบบทดสอบจะเน้นให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ขจัดความกลัว สร้างความรู้สึกอบอุ่นใจ แบบทดสอบนี้ใช้ได้ตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษา ส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนของแบบทดสอบของทอร์เรนซ์ได้แก่

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Thinking Creativity with Words) ประกอบด้วยกิจกรรม 7 กิจกรรมสามกิจกรรมแรกเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการถามและเดา (Ask and Guess) กิจกรรมนี้ใช้รูปภาพให้ผู้สอบดูแล้วตอบปัญหาต่าง ๆ โดย

1. เขียนทุกคำถามที่เขาจำเป็นต้องถามเพื่อค้นหาว่าเกิดอะไรขึ้น
2. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
3. เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์

ส่วนอีก 4 กิจกรรมประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

4. เขียนวิธีการปรับปรุงเครื่องเล่น เพื่อว่าเด็ก ๆ จะได้เล่นอย่างสนุกสนานยิ่งขึ้น
5. เขียนคำถามทั้งหมดทั้งหมดที่อาจถามเกี่ยวกับสิ่งของเดียวกัน

6. เป็นกิจกรรมที่คล้ายกับกิจกรรมในแบบทดสอบการสรุปผลของกิลฟอร์ดโดยให้ผู้สอบบอกถึงเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ ถ้าสถานการณ์ที่กำหนดให้เกิดขึ้นจริง

กิจกรรมเหล่านี้ให้คะแนนรวมในแต่ละลักษณะของความคิด คือ ความคล่อง ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยมีตัวอย่างกิจกรรมดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ถึง 3 ถามและเดา (Ask and Guess)

กิจกรรมที่ 1 การตั้งคำถาม โดยเขียนคำถามทั้งหมดที่นักเรียนคิดได้เกี่ยวกับรูปภาพลึกลับน่าสนใจให้คุณ

กิจกรรมที่ 2 การเดาสาเหตุ ให้เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด โดยเดาสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นก่อนสถานการณ์ในรูปที่กำหนด

กิจกรรมที่ 3 การเดาผลที่เกิดขึ้น ให้เขียนสิ่งที่อาจเป็นผลต่อเนื่องจากรูปให้มากที่สุด กล่าวคือให้เดาสິงที่เกิดในอนาคต

กิจกรรมที่ 4 การปรับปรุงผลผลิต (Product Improvement) กำหนดรูปของเล่นให้ 1 รูป ให้เขียนรายการเปลี่ยนแปลงของเล่นนั้น ให้เป็นสิ่งที่น่าสนใจและน่าสนใจกว่าโดยไม่ต้องคำนึงถึงราคา

กิจกรรมที่ 5 ประโยชน์ของสิ่งของ (Unusual Uses) กำหนดกล่องชนิดหนึ่งมาให้ใช้กล่องทำสิ่งที่สนใจและแปลกใหม่ให้มากที่สุด โดยไม่จำเป็นว่ากล่องนั้นต้องเป็นขนาดเดียวกัน

กิจกรรมที่ 6 คำถามแปลกใหม่ (Unusual Questions) ให้คิดคำถามเกี่ยวกับกล่องให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ คำถามอาจนำไปสู่การตอบที่แตกต่างกันไป และอาจสร้างความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับกล่องอื่น ๆ โดยพยายามคิดถึงคำตอบเกี่ยวกับรูปร่างและลักษณะของกล่องที่เกิดขึ้น ซึ่งคนทั่วไปนึกไม่ถึง

กิจกรรมที่ 7 การสมมติอย่างมีเหตุผล (Just Suppose) กิจกรรมที่ให้นักเรียนบอกถึงเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจจะเป็นไปได้ ถ้าสถานการณ์ที่กำหนดให้เกิดขึ้นจริง (สุภาวดี ตั้งบุบผา. 2533 : 52 - 54)

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Thinking Creativity with Pictures) ประกอบด้วยกิจกรรม 3 กิจกรรม คือ

กิจกรรมที่ 1 การสร้างรูปภาพ โดยให้ผู้สอนลอกกระดาษสีแล้วติดบนแผ่นกระดาษใหม่แล้ววาดภาพเพิ่มเติมโดยนึกถึงรูปภาพที่ไม่มีใครนึกถึง เสร็จแล้วให้ตั้งชื่อและเล่าเรื่องที่ น่าสนใจและตื่นเต้น

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมรูปให้สมบูรณ์ เป็นการต่อเส้นให้กับรูปภาพที่ไม่สมบูรณ์หรืออาจจะเพิ่มเติมรูปภาพ ที่ไม่มีใครนึกถึง เสร็จแล้วให้ตั้งชื่อและเล่าเรื่องในแต่ละภาพ

กิจกรรมที่ 3 เส้น กำหนดเส้นคู่ขนานสั้น ๆ ผู้สอบต้องสร้างรูปเพิ่มเติมให้มากที่สุด

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำพูด ประกอบด้วยสองกิจกรรมโดยให้ฟังเครื่องบันทึกเสียง ให้เขียนความสัมพันธ์ของเสียงในแต่ละครั้ง กิจกรรมนี้ใช้วัดความคิดริเริ่มเท่านั้น

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 153 - 158) สร้างแบบวัดที่เกี่ยวกับความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิดจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 7 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นมาเมื่อคำนวณแล้วผลลัพธ์ได้คำตอบตรงกับที่กำหนดให้
2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีการเดิม จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน
4. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์ครั้งนั้นแล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้อง จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข
5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไข

6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบจากการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดมาให้อย่างไม่จำกัดจำนวน

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคล ในการจัดกลุ่มจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยใช้กฎเกณฑ์ หรือคุณสมบัติ หรือ ลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัด

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยผู้วิจัยยึดหลักของ บอลกา (Balka, 1974 : 98A) และของ คุณสุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 76-77) คือวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ 5 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่คิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีเดิม จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความสัมพันธ์ ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์นั้นแล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์ หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้อง จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

4. ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบจากการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้อย่างไม่จำกัดจำนวน

5. ความสามารถในการเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่นหมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบ โดยหลีกเลี่ยงความคิดเดิม และวิธีการคิดย้อนกลับได้ โดยไม่จำกัดจำนวน

แต่หลักในการพิจารณาให้คะแนนผู้วิจัยจะยึดหลักของ ทอร์เรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) จะอธิบายวิธีการตรวจให้คะแนนดังนี้

การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะพิจารณาตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน นั่นคือ คำตอบของนักเรียน 1 คำตอบจะได้คะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดละออ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ของแบบวัดแต่ละชุด เมื่อรวมคะแนนทุกองค์ประกอบของทุกคำตอบก็จะเป็นคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

วิธีการตรวจให้คะแนนของ Torrance (1969) (สุภาวดี ตั้งบุบผา. 2533 : 76 - 77)

เนื่องจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ให้เสรีภาพแก่ผู้ตอบในการเขียนคำตอบที่ถูกต้องให้มากที่สุดเท่าที่คำตอบจะเป็นไปได้ ดังนั้นเพื่อให้การตรวจมีลักษณะเป็นปรนัยจึงได้กำหนดเกณฑ์เพื่อให้เป็น แนวทางในการตรวจให้คะแนนมี 4 ด้าน ดังนี้

1. คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกต้อง เจริญใจของข้อสอบแต่ละข้อ โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

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

ในกรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มที่จัดไว้เรียบร้อยแล้วให้ผู้ตรวจอาจจัดกลุ่มขึ้นใหม่ได้อีกตามความจำเป็น จนกว่าจะครบตามคำตอบ

3. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น คะแนนความริเริ่มนี้พิจารณาจากคำตอบของผู้เข้าสอบในครั้งเดียวกัน โดยใช้เกณฑ์การตอบซ้ำดังนี้

ตาราง 2 การให้คะแนนความคิดริเริ่มของ Torrance (1969) (สุภาวดี ตั้งบุบผา. 2533 : 76 - 77)

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

ดังนั้นการให้คะแนนความคิดริเริ่ม จึงต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วจึงนำความถี่นั้นเทียบกับกฎเกณฑ์ข้างต้นแล้วจึงให้คะแนน

เท่าที่ผ่านมายังไม่มีวิธีใดดีที่สุดในการให้คะแนนความคิดริเริ่ม วิธีที่ใช้ได้แก่ การให้คะแนนความคิดที่ต่างจากความคิดธรรมดา ๆ มากที่สุด ผู้ให้คำตอบธรรมดา ๆ จะได้คะแนน 0 และจะให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับผู้ตอบอื่น ๆ ที่แสดงถึงความคิดที่ต่างออกไป

4. คะแนนความคิดละเอียด พิจารณาจาก ความคิดในรายละเอียด คิดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายหรือขยายความคิดเดิมให้เห็นภาพพจน์ที่ชัดเจน และสมบูรณ์ ให้คะแนนโดย พิจารณาจาก ความคิดในรายละเอียด คิดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายหรือขยายความคิดเดิมให้เห็นภาพพจน์ที่ชัดเจน และสมบูรณ์ โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน

คะแนนรวม คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากผลบวกของคะแนน ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดละเอียดลออ

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

8.1 งานวิจัยต่างประเทศ

เบนท์ลีย์ (Bentley, 1962 : 239 - 242) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ ความถนัดทางการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยมินเนโซตา จำนวน 75 คน เป็นชาย 59 คน หญิง 16 คน ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา ฟอรัมเอกซ์ แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนของมิลเลอร์ (The Miller Analogies Test) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความถนัดทางการเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ก็มีความสัมพันธ์กันด้วย

เกิทเซลและแจคสัน (Getzels and Jackson, 1962 : 15 - 16) ได้ศึกษาถึงลักษณะของนักเรียนมัธยมที่มีความคิดสร้างสรรค์ และไม่มีความคิดสร้างสรรค์กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนดี ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนยอดเยี่ยม มักจะไม่ค่อยมีความคิดสร้างสรรค์ เพราะนักเรียนที่เรียนดียอดเยี่ยมมักคิดในทางเดียว คือมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (Convergent Thinking) ส่วนนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นนักเรียน กลุ่มที่เรียนค่อนข้างดี แต่ไม่ถึงขั้นยอดเยี่ยม นักเรียนเหล่านี้มีความคิดหลายทาง (Divergent Thinking) คือมีคำตอบหลายแบบและแปลก

ซิซิเรลลี (Cicirelli, 1965 : 303 - 304) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 6 จำนวน 609 คน โดยใช้แบบทดสอบวัด

ความคิดสร้างสรรค์ของมินิโซตา ผลการวิจัยปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญแต่อยู่ในระดับต่ำ

เฟลด์ฮูเซน เคนนี และแคนดอน (Feldhusen, Denny and Candon 1965 : 40 - 45) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคม และการอ่านของนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 273 คน เป็นชาย 150 คน หญิง 123 คน โดยใช้แบบทดสอบผลที่สืบเนื่อง (Consequences Test) และแบบทดสอบเกี่ยวกับประโยชน์ของสิ่งของ (Uses Test) วัดความคิดสร้างสรรค์ ผลการศึกษาพบว่า ความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาหลายแนวสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาต่าง ๆ ของนักเรียนชายและหญิง ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และความคิดริเริ่มสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ ของนักเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .01 เช่นกันส่วนความคล่องในการคิดปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่อย่างใด

8.2 งานวิจัยในประเทศ

อรทัย เศรษฐธักโก (2514 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวนตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค กับความคิดสร้างสรรค์ พบว่ามีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อคำนึงถึงระดับความคิดสร้างสรรค์เป็นเกณฑ์ ปรากฏว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะมีความคิดแบบสืบสวนสอบสวนมากกว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ปานกลาง และนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 นอกจากนั้นแล้วเมื่อคำนึงระดับอายุเป็นเกณฑ์ปรากฏว่า นักเรียนที่มีอายุต่ำกว่า 13 ปี และนักเรียนที่มีอายุ 13 ปี มีความคิดสร้างสรรค์พอ ๆ กัน แต่มากกว่านักเรียนที่มีอายุสูงกว่า 13 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05

พรรณี เดชคำแหง (2515 : 34) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษปีที่ 1 และ 2 จำนวน 238 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ดัดแปลงจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของมินิโซตาจำนวน 3 ฉบับ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคล่องในการคิดและความคิดยืดหยุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์เท่ากับ 0.38 และ 0.40 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดริเริ่ม เพราะมีค่าประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียง 0.12 เท่านั้น

สุเทพ บุตรภักหา (2517 : 64) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ การยอมรับตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ซึ่งมีจำนวน 203 คน ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .3128 และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีจำนวน 200 คน ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .2240

สุริยา ผลโพธิ์ (2525 : 59) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกและความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 346 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดเชิงตรรก ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกกับความคิดสร้างสรรค์สามารถเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้อีกด้วย

สมบุญ แซ่กู่ (2528 : 50 - 56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 412 คน ผลปรากฏว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จันทร์เพ็ญ ธนาสุภกรกุล (2526 : 149) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .4852

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

9. เอกสารที่เกี่ยวข้องเจตคติ

9.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติ (Attitude) มาจากคำว่า “Aptus” ในภาษาละติน ซึ่งตรงกับคำว่าโน้มเอียง ความเหมาะสม (Fitness) หรือการปรุ่่งแต่ง (Adaptedness) (สัคคี สุทรเสณี. : 2531. และ นวลน้อย เจริญผล. 2533 : 34 ; อ้างอิงมาจาก Allport. 1967 : 3) เจตคติตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า attitude เดิมใช้คำว่าทัศนคติ ต่อมาคณะกรรมการบัญญัติศัพท์ของกระทรวงศึกษาธิการ โดยความเห็นชอบของราชบัณฑิตยสถานให้ใช้คำว่า เจตคติ และกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการได้ใช้คำนี้มาตลอดจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นคำว่าเจตคติจึงเป็นคำเดียวกันกับคำว่า “ทัศนคติ” ซึ่งนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กู๊ด (Good. 1973 : 48) ให้ความหมายของ attitude ว่าหมายถึง ความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่งทั้งทางด้านดีและไม่ดี หรืออาจเป็นการต่อต้านสถานการณ์บางอย่างของบุคคล เช่น รักเกลียดกลัว ไม่พอใจต่อสิ่งนั้น

ออลพอร์ท (Allport. 1967 : 8) ได้ให้ความหมายว่า “เจตคติเป็นความพร้อมของจิตใจและการทำงานของระบบประสาท เกิดจากการได้รับประสบการณ์ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการตอบสนองต่อบุคคล สิ่งต่างๆและสถานการณ์ต่างๆที่เกี่ยวกับบุคคลนั้น”

เธอร์สโตน (Thurstone. 1967 : 479) อธิบายว่า เจตคติเป็นตัวแทนทางจิตวิทยาชนิดหนึ่งที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย แต่เป็นความโน้มเอียงทางจิตภายในแสดงออกให้เห็นได้โดยพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง นอกจากนี้ยังกล่าวว่าเจตคติเป็นเรื่องราวของความชอบ ความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึกและความเชื่อมั่นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

อนาสตาซี (Anastasi. 1968 : 480) ให้แนวคิดว่า เจตคติหมายถึง ความโน้มเอียงที่จะแสดงออก ทางชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งต่างๆเช่น เชื้อชาติ ขนบธรรมเนียมประเพณีหรือสถาบันต่าง ๆ เจตคติที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถสรุปคาดพิ้ง (Inferred) จากพฤติกรรมภายนอก ทั้งที่ต้องใช้ภาษาและไม่ต้องใช้ภาษา

แกริสัน และ แมกกูน (Garrison and Magoon. 1972 : 405) ให้ความหมายของเจตคติว่าหมายถึง แนวโน้มที่บุคคลจะตอบสนองต่อวัตถุ สัญลักษณ์ สัญลักษณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ ด้วยวิถีทางที่แน่นอน

มอร์แกน และ คิง (Morgan and King. 1975 : 376) อธิบายว่า เจตคติของบุคคลไม่สามารถเห็นได้โดยตรงบุคคลจะมีเจตคติไปทางใดนั้นจะรู้ได้จากพฤติกรรมและการกระทำที่แสดงออก และเจตคติมีอิทธิพลต่อความชอบ ความไม่ชอบและพฤติกรรมของบุคคล

เฟอร์กูสัน (Ferguson. 1981 : 81) อธิบายว่า เจตคติเป็นการแสดงออกเกี่ยวกับความเชื่อว่าจะไร้อะไรผิด ชอบหรือไม่ชอบ ยอมรับหรือปฏิเสธ

ราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 235) ให้ความหมายของเจตคติว่าหมายถึง ท่าทีหรือความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

สุชา จันทน์เอม (2527 : 242) ให้ความหมายของเจตคติว่าหมายถึงท่าทีของบุคคลที่มีต่อบุคคล วัตถุสิ่งของ หรือสถานการณ์ต่างๆเป็นไปในทำนองที่พึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยก็ได้

ยุพิน พิพิธกุล (2527 : 13) กล่าวว่า “เจตคติหมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอันเป็นสภาพแวดล้อมภายนอก เช่นบุคคล วัตถุ เหตุการณ์ ซึ่งความรู้สึกนี้อาจเป็นได้ทั้งทางบวกหรือทางลบ

พรณี ช. เจนจิต (2528 : 288) อธิบายว่าเจตคติเป็นเรื่องของความรู้สึกทั้งพอใจและไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคน สนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไป บุคคลจะมีเจตคติดีหรือไม่ดีเกี่ยวกับสิ่งใดนั้น บุคคลรอบข้างมีอิทธิพลอย่างยิ่ง เจตคติของบุคคลมีแนวโน้มที่จะขึ้นอยู่กับค่านิยมของคนนั้น

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528 : 230) กล่าวว่า เจตคติคือความพร้อมของร่างกายและจิตใจที่มีแนวโน้มที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือสถานการณ์ใด ๆ ด้วยการเข้าหาหรือถอยหนีออกไป

ศักดิ์ สุนทรเสณี (2531 : 3) ได้กล่าวถึง เจตคติว่าเป็นการรวบรวมเกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิด ความคิดเห็น (Opinion) ความเชื่อ (Beliefs) และความจริงซึ่งได้แก่ความรู้สึกต่าง ๆ รวมทั้งความรู้สึกซึ่งอาจเป็นการประเมินทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกันแล้วบรรยายให้รู้ถึงแกนกลางของวัตถุนั้น ความรู้ ตลอดจนความรู้สึกเหล่านี้มีแนวโน้มจะก่อให้เกิดพฤติกรรมชนิดใดชนิดหนึ่งต่อไป

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศสรุปได้ว่า เจตคติ หรือ ทัศนคติ หมายถึง ท่าทีความรู้สึกที่เอนเอียงไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งหลังจากที่บุคคลนั้นได้รับประสบการณ์นั้นๆ หรือเป็นความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่งทั้งด้านดีและไม่ดีหรืออาจเป็นการต่อต้านสถานการณ์บางอย่างของบุคคล เช่น รัก เกลียด กลัว ไม่พอใจ

9.2 ลักษณะของเจตคติ

ชอร์ว และ ไรท์ (Shaw and Wright. 1967 : 13 - 14) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติซึ่งสรุปไว้ว่า

1. เจตคติ เป็นผลจากที่บุคคลประเมินผลจากสิ่งเร้าแล้วแปรเปลี่ยนเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการที่จะแสดงพฤติกรรม
2. เจตคติของบุคคลจะแปรค่าได้ทั้งทางบวกและทางลบ
3. เจตคติ เป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มากกว่าที่จะมีมาแต่เกิดหรือเป็นผลมาจากโครงสร้างภายในตัวบุคคล หรืออู่อารมณ์
4. เจตคติขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าเฉพาะอย่างทางสังคม
5. เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งเร้าเป็นกลุ่มเดียวกันจะมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน
6. เจตคติที่เป็นสิ่งที่เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะเปลี่ยนแปลงได้ยาก

สวานา พรพัฒน์กุล (2522 : 329 - 330) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติสรุปได้ดังนี้

1. เจตคติมีลักษณะเป็นสภาวะทางจิต ที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำ มีผลให้บุคคลมีท่าทีในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าไปในทางใดทางหนึ่ง
2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่ได้มีมาแต่กำเนิด แต่ได้มาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ที่บุคคลมีส่วนเกี่ยวข้อง
3. เจตคติของบุคคลไม่ว่าในเรื่องใดๆมีทิศทางไม่ไปในทางบวกก็จะเป็นไปในทางลบ
4. เจตคติมีความหมายอ้างอิงถึงบุคคลและสิ่งของเสมอคือ เจตคติเกิดจากสิ่งที่มีตัวคนสามารถอ้างอิงได้
5. เจตคติมีลักษณะมั่นคง และถาวร ยากแก่การที่จะเปลี่ยนแปลงไปในทันทีทันใด แต่ต้องอาศัยเวลาและมีกระบวนการในการเปลี่ยนด้วย

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2523 : 45) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติว่า “เจตคติเป็นพฤติกรรมเชิงภาวะสันนิษฐาน (Hypothetical Construct) เพราะไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรงอย่างชัดเจนเหมือนพฤติกรรมประเภททักษะหรือมโนทัศน์ การจัดลักษณะเจตคติมีการพัฒนาอาศัยการประเมินที่สลับซับซ้อนและสรุปสันนิษฐาน (Inference) เอาจากการแสดงความคิดเห็น การตัดสินใจ การเลือกของบุคคลหรือพฤติกรรมอื่นที่เกี่ยวข้องและเจตคติเกิดจากการเรียนรู้มิใช่ติดตัวมาแต่กำเนิดตามที่บางคนเข้าใจ”

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2525 : 94-96) ได้กล่าวถึงลักษณะเจตคติ สรุปได้ดังนี้

1. เจตคติเกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ของบุคคล ชีวิตของบุคคลเจริญวัยขึ้นมาท่ามกลางสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน เด็กที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ดี เมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ก็จะได้รับ การปลูกฝังในสิ่งที่ดีงาม ได้เรียนรู้และทราบประสบการณ์ที่ดีเป็นความรู้ที่ได้รับไว้ ต่อมา ก็จะเกิดความรู้สึก และแสดงพฤติกรรมออกมา นับว่าเป็นเจตคติที่ดีเป็นส่วนใหญ่ ในทางตรงกันข้าม เด็กที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ดี เมื่อเติบโตขึ้นก็อาจมีเจตคติที่ไม่ดี

2. เจตคติเกิดจากความรู้สึกที่สะสมไว้นาน สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลในการหล่อหลอมเกลาบุคลิกภาพของเด็ก เมื่อเด็กเจริญเติบโตขึ้นก็ได้รับการสะสมความรู้สึกในด้านต่างๆ ไว้ เช่น ความเชื่อเรื่องภูติผีปีศาจ ความรู้สึกที่ถูกข่มเหงน้ำใจจากพ่อเลี้ยงหรือแม่เลี้ยง ความรู้สึกของเด็กที่ไม่มีอาหารกลางวันรับประทาน บรรดาความรู้สึกต่างๆ เหล่านี้เด็กจะเก็บสะสมไว้ เมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ก็จะเป็นความรู้สึกหรือเจตคติในเรื่องนั้นๆ ฝังแน่นในบุคคลดังกล่าวแล้ว

3. เจตคติเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของบุคคล การกระทำหรือพฤติกรรมของบุคคลย่อมมีสาเหตุหรือเหตุผลเสมอ ในบรรดาพฤติกรรมของบุคคลนอกจากจะมีเหตุผลและสาเหตุแล้ว ยังขึ้นอยู่กับอิทธิพลของเจตคติอีกด้วย เพราะเจตคติมีส่วนสำคัญในการกำหนดพฤติกรรมของบุคคล เช่น เด็กที่มีเจตคติที่ดีต่อครูและต่อโรงเรียนก็อยากจะมาโรงเรียน ในบางครั้งผู้ปกครองให้หยุดเรียนก็ไม่ยอม

4. เจตคติสามารถถ่ายทอดไปสู่บุคคลอื่นๆ ได้ เมื่อบุคคลอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการติดต่อสื่อความหมายและมีสัมพันธภาพต่อกัน ก็เป็นช่องทางที่ทำให้บุคคลสามารถถ่ายทอดเจตคติไปสู่บุคคลอื่นๆ ได้ เช่น บิดามารดาถ่ายทอดเจตคติของตนให้แก่บุตร ครูถ่ายทอดเจตคติของครูให้แก่นักเรียน เป็นต้น

5. เจตคติเปลี่ยนได้ เจตคติอาจเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าได้รับข้อมูลและสถานการณ์ที่เหมาะสม เช่น เด็กที่มีเจตคติว่าเติบโตขึ้นจะเป็นพยาบาล แต่สอบคัดเลือกผู้อื่นไม่ได้ทั้งๆ ที่พยายามสอบมาแล้ว 2 ครั้ง ก็เลยเปลี่ยนเจตคติว่าไม่เป็นพยาบาลก็ได้ขอเป็นครูดีกว่า เป็นต้น

กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2528 : 231) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติสรุปได้ดังนี้

1. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้หรือการได้รับประสบการณ์ มิใช่สิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด

2. เจตคติเป็นดัชนีที่จะชี้แนะแนวทางในการแสดงพฤติกรรม กล่าวคือ ถ้ามีเจตคติที่ดีก็มีแนวโน้มที่จะเข้าหาหรือแสดงพฤติกรรมนั้นๆ ตรงกันข้ามถ้ามีเจตคติที่ไม่ดี ก็มีแนวโน้มที่จะไม่เข้าหา โดยการถอยหนีหรือต่อต้านการแสดงพฤติกรรมนั้นๆ เช่น เด็กชอบครูทำให้อยากเรียนรู้

วิชาที่ครูสอน ถ้าเด็กไม่ชอบวิชานั้นๆ หรือไม่ชอบครูคนนั้นก็พยายามหลีกเลี่ยงไม่เรียนวิชานั้น เป็นต้น

3. เจตคติสามารถถ่ายทอดจากบุคคลหนึ่งไปสู่บุคคลอื่นได้ เช่น บิดา มารดา ไม่ชอบบุคคลหนึ่ง ย่อมมีแนวโน้มทำให้เด็กไม่ชอบบุคคลนั้นด้วย

4. เจตคติสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากเจตคติเป็นสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ถ้าการเรียนรู้หรือประสบการณ์นั้นเปลี่ยนแปลงไป เจตคติดังกล่าวก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย เช่น เคมีนิสิตที่เข้ามาเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา อาจไม่ชอบวิชานี้เลย เรียกว่า เจตคติทางลบ แต่เมื่อเรียนไปได้สักครึ่งหนึ่งของบทเรียน มีความรู้สึกว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ จึงเปลี่ยนแปลงความคิดจากความไม่ชอบเป็นความชอบ คือ เปลี่ยนเจตคติจากเจตคติในทางลบให้เป็นเจตคติในทางบวกแทน

จากแนวความคิดที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ เป็นสภาพการณ์ทางจิตที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำ เจตคติเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดพฤติกรรม ลักษณะของเจตคติดังกล่าวมีทั้งเจตคติเชิงนิมาน เชิงนิเสธ และเจตคติที่เป็นกลาง เจตคติดังกล่าวมีลักษณะมั่นคงและถาวร แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม และการเรียนรู้ นั้น ๆ

9.3 องค์ประกอบของเจตคติ

เจตคติดังกล่าวมีลักษณะเป็นนามธรรมที่เกิดจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ในชีวิตของบุคคล บุคคลมีพฤติกรรมอย่างไรหรือทำสิ่งใดลงไป เจตคติเป็นเครื่องกำหนด เจตคติจึงเป็นส่วนหนึ่งของบุคลิกภาพของบุคคล ซึ่งนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติ สอดคล้องกันไว้ดังนี้

แมคกายร์ (McGuire. 1966 : 155 - 156) ได้อธิบายองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ส่วนคือ

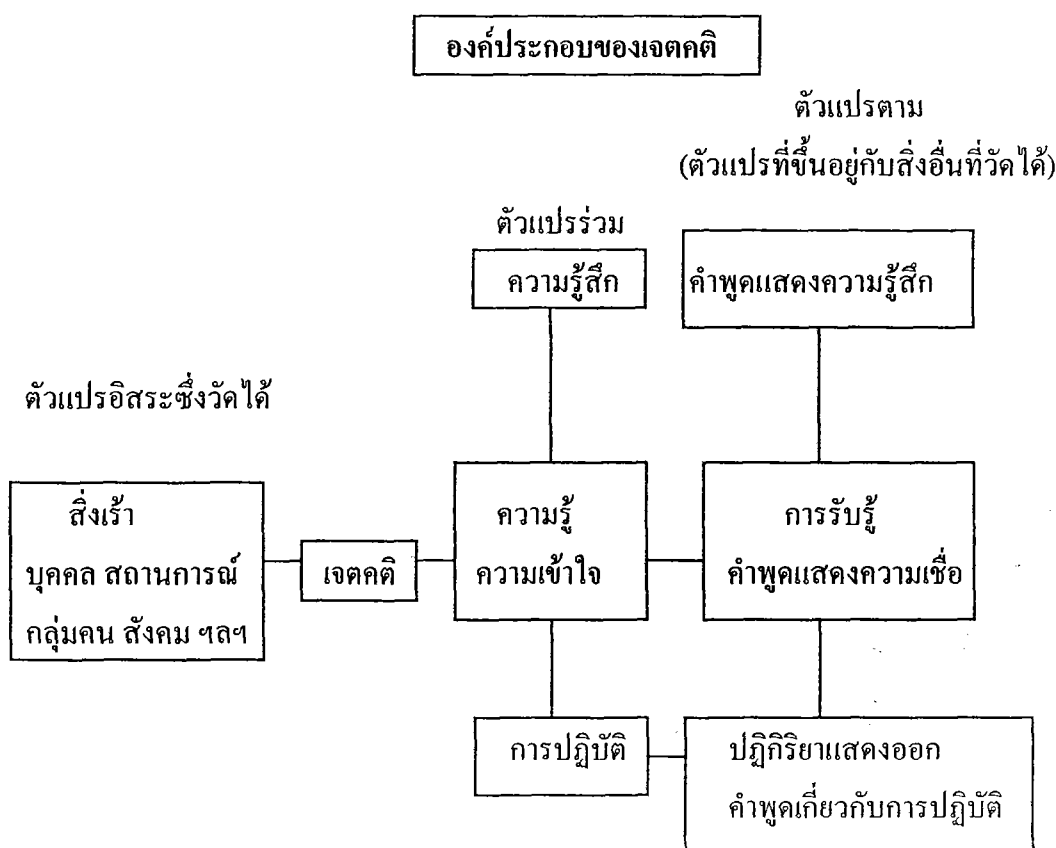
1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้หรือความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้านั้น ๆ เป็นเหตุผลในการที่จะสรุปรวมเป็นความเชื่อ หรือช่วยในการประเมินสิ่งเร้า

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Feeling Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้า อันเป็นผลเนื่องมาจากบุคคลได้ประเมินสิ่งเร้านั้นว่า พอใจ - ไม่พอใจ ต้องการ - ไม่ต้องการ ดี - เลว

3. องค์ประกอบด้านการกระทำ (Action Tendency Component) เป็นองค์ประกอบด้านความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติปฏิบัติ หรือตอบสนองสิ่งเร้านั้น ๆ ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เช่น สนับสนุนหรือคัดค้าน การตอบสนองจะเป็นไปในทิศทางใดขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้สึกรของบุคคล

ไทรแอนดิส (Triandis 1971 : 2-3) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ส่วน คือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความเข้าใจ (A Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้ ความเข้าใจของบุคคลต่อสิ่งเร้า ซึ่งได้แก่ บุคคล สถานการณ์ สังคม
2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (An Affective Component) เป็นองค์ประกอบที่ต่อเนื่องจากองค์ประกอบที่ 1 คือ เมื่อมีความรู้ความเข้าใจแล้วจะเกิดความรู้สึกต่อสิ่งนั้น ซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ
3. องค์ประกอบทางด้านการกระทำ (A Behavioral Component) เมื่อเกิดองค์ประกอบ 1 และ 2 แล้วจะเกิดความพร้อมทางการกระทำ ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทั้ง 2 ดังกล่าว องค์ประกอบทั้ง 3 ต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันดังภาพประกอบ 4 ดังนี้



ภาพประกอบ 3 องค์ประกอบของเจตคติ (Triandis. 1971 : 3)

มอร์แกน และ คิง (Clifford T. Morgan and Richard A. King. 1975 : 376-377) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ส่วน คือ

1. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Feeling Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ ได้แก่ คน วัตถุ และสถานการณ์ต่าง ๆ
2. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
3. องค์ประกอบด้านการกระทำ (Action Component) เป็นองค์ประกอบด้านการกระทำหรือพฤติกรรมของบุคคลซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 1 และ 2

เฟอร์กูสัน (Ferguson. 1981 : 81) กล่าวว่าเจตคติเป็นการแสดงออกเกี่ยวกับความเชื่อว่าจะไรฏกอะไรผิด ชอบหรือไม่ชอบ ยอมรับหรือปฏิเสธ การแสดงออกดังกล่าวเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบทางด้านความคิด ความเข้าใจ (Cognitive Component) เจตคติจะแสดงออกมาในลักษณะของความเชื่อว่าจะไรฏกอะไรผิด
2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Component) เจตคติจะแสดงออกมาในลักษณะของความชอบหรือไม่ชอบ
3. องค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นความพร้อมที่จะกระทำ เจตคติจะแสดงออกในลักษณะการยอมรับหรือปฏิเสธ

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2523 : 45 - 46) และ สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2526 : 94) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ประการ สรุปได้ดังนี้

1. ด้านความรู้สึก (Affective Component) การที่บุคคลจะมีเจตคติอย่างไร เช่น ชอบ หรือไม่ชอบอะไรก็ตาม จะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหรือองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดคือความรู้สึก เพราะความรู้สึกจะบ่งชี้ว่าชอบหรือไม่ชอบ เช่น ความรู้สึกชอบเป็นครูหรือไม่ชอบเป็นครู
2. ด้านความรู้ (Cognitive Component) บุคคลจะมีเจตคติอย่างไรจะต้องอาศัยความรู้หรือประสบการณ์ที่เคยรู้จักหรือเคยรับรู้มาก่อน มิฉะนั้นบุคคลไม่อาจจะกำหนดความรู้สึกหรือทำที่ว่าชอบหรือไม่ชอบได้ เช่นบุคคลที่จะบอกว่าชอบเป็นครูหรือไม่เป็นครูนั้น จะต้องทราบเสียก่อนว่า ครูมีบทบาทอย่างไร มีรายได้เท่าไร และจะก้าวหน้าเพียงใด มิฉะนั้นไม่อาจบอกถึงเจตคติของคนได้
3. ด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) บุคคลจะมีเจตคติอย่างไรให้สังเกตจากการกระทำหรือพฤติกรรม ถึงแม้พฤติกรรมจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเจตคติ แต่ยังมี

ความสำคัญน้อยกว่าความรู้สึก เพราะในบางครั้งบุคคลกระทำไปโดยขัดกับความรู้สึก เช่น ยกมือไหว้และกล่าวคำสวัสดิ แต่ในความรู้สึกจริง ๆ นั้นอาจมิได้เลื่อมใสศรัทธาเลยก็ได้

จากแนวคิดที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ เป็นสภาพการณ์ทางจิตที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำ เจตคติเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดพฤติกรรม ลักษณะของเจตคติมีทั้งเจตคติเชิงนิมาน เชิงนิเสธ และเจตคติที่เป็นกลาง ส่วนองค์ประกอบของเจตคตินั้นประกอบด้วย องค์ประกอบด้านความรู้ องค์ประกอบด้านความรู้สึก และองค์ประกอบด้านกระทำ

9.4) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

การให้การศึกษาแก่นักเรียนในปัจจุบันนี้สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงควบคู่ไปกับการให้ความรู้ด้านเนื้อหาวิชาก็คือ เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาที่เรียน โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีเนื้อหาวิชาเกี่ยวข้องกับความคิดที่เป็นกระบวนการและเหตุผลในลักษณะที่เป็นนามธรรม จึงเป็นการยากที่จะสอนให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ แต่ถ้าครูผู้สอนสามารถสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดกับนักเรียนได้ ย่อมมีส่วนช่วยในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น และยังส่งผลไปถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วย ดังคำกล่าวของนักการศึกษาหลายท่าน ต่อไปนี้

ซีคอร์ด และ แบคแมน (Secord and Backman. 1964 : 100) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวัดเจตคติซึ่งสรุปได้ว่า “เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดได้ในรูปของความคิดเห็นหรือจากการแสดงออกทางภาษา”

ไอคิน (Aikin 1979 : 229 - 234) ได้แบ่งลักษณะของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นสี่ลักษณะคือ ความเพิกเฉล ความสนใจ ความสำคัญและความเป็นอิสระจากความกลัว วิชาคณิตศาสตร์ แดวิลสัน (Wilson. 1971 : 685-689) ได้แบ่งเป็น 5 ลักษณะคือ

1. เจตคติ เป็น ความคิดเห็นหรือความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งทางด้านดีและไม่ดีเกี่ยวกับประโยชน์ ความสำคัญ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

2. ความสนใจ เป็น การแสดงออกซึ่งความรู้สึกชอบพอสึงหนึ่งสิ่งใดมากกว่าสิ่งอื่น

3. แรงจูงใจ เป็น ความปรารถนาที่จะทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ลุล่วงไปโดยพยายามเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ และพยายามทำให้ดี บุคคลที่มีแรงจูงใจจะสบายใจเมื่อตนได้ทำสิ่งนั้นสำเร็จ และจะมีความวิตกกังวลหากประสบความล้มเหลว

4. ความวิตกกังวล หมายถึงสภาวะจิตที่มีความตึงเครียด หวาดระแวงกลัว ทั้งหาสาเหตุได้และไม่ได้ และมักจะเกี่ยวข้องกับความต้องการที่เกี่ยวข้องกันหลายประการ พฤติกรรมที่แสดงถึงความวิตกกังวล เช่น ความตื่นเต้น ความหวาดกลัว ความตึงเครียด ความมีอารมณ์อ่อนไหว ความเหนียมอาย และความรู้สึกขัดแย้งสับสน

5. มโนภาพแห่งตน เป็น ความรู้สึกเกี่ยวกับตนเองในด้านค่านิยมทางวิชาการ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การปรับตัวทางอารมณ์

ป่านทอง กุลนาถศิริ (2527 : 27) กล่าวว่า “จุดประสงค์ที่สำคัญประการหนึ่งสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันคือ การเสริมสร้างให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์เมื่อนักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์แล้วก็ไม่เป็นการยากที่จะทำให้เข้าใจคณิตศาสตร์ดังที่ครูปรารถนา”

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การวัดเจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อม จากการแสดงความคิดเห็น หรือการสังเกตจากพฤติกรรมภายนอก

9.5 การวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ในจิตวิทยาโดยเฉพาะจิตวิทยาเชิงทดลองเชื่อว่า ถ้าสรรพสิ่งซึ่งรวมทั้งเจตคติมีอยู่จริง จะต้องมิอยู่ในปริมาณหนึ่ง ที่สามารถบอกมาเป็นจำนวนได้ การบอกเป็นเชิงปริมาณหรือเป็นจำนวนสามารถกระทำได้ด้วยการวัดในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ซึ่งสำหรับบางกลุ่มความคิดอาจพูดถึงการวัดนี้ในลักษณะของการประมาณเพื่อการประเมินก็ได้ แต่จุดหมายคล้ายคลึงกันคือ ต้องการทราบสภาวะของเจตคติในขณะถูกศึกษานั้นอยู่ในสภาวะอย่างไร เนื่องจากเจตคติเป็นพฤติกรรมทางสมอง เป็นสภาพทางจิตหรืออารมณ์ของมนุษย์ที่ซับซ้อน ซีคอร์ด และ คาร์ล (Secord and Carl. 1964 : 100) ได้แสดงความคิดเห็นว่าเจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดในรูปความคิดเห็น (Opinion) หรือจากการแสดงวาจา (Verbal Expression) แอล แอล เทอร์สโตน (Thurstone. 1967 : 476) ก็มีความคิดเห็นตรงกันว่า การวัดเจตคติจะวัดได้โดยตรงไม่ได้ แต่สามารถวัดในรูปของความคิดเห็น (Opinion) หรือการแสดงออกทางภาษา (Verbal Expression) แต่ในการวัดนี้อาจเกิดความไม่แน่นอน หากผู้ตอบบิดเบือน หรือตอบไม่ตรงกับใจจริง อนาสตาซี (Anastasi. 1976 : 453) ได้ให้ความคิดเห็นในเรื่องการวัดเจตคติไว้ว่า เจตคติไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถสรุปคาดพิง (Inferred) จากพฤติกรรมภายนอกโดยใช้ภาษาเป็นสื่อ หรือไม่ใช้ภาษาเป็นสื่อ

จากแนวคิดและนิยามที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดได้ในรูปของความคิดเห็นจากการแสดงออกทางภาษา หรือวัดได้โดยการสัมภาษณ์

วัดจากผู้ที่อยู่กับบุคคลที่เราต้องการจะวัด และจากการใช้แบบวัดทางเจตคติ ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดเจตคตินั้น ต้องให้ความหมายของเจตคติและสิ่งที่จะวัดให้แน่นอนแล้วจึงสร้างข้อความให้คลุมเนื้อหาในแต่ละหัวข้อที่ต้องการจะวัด จากนั้นนำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะพื้นฐานกับกลุ่มที่ต้องการจะศึกษา เพื่อคัดเลือกข้อความและปรับปรุงข้อความในแบบวัดเจตคตินั้น ๆ

ในหัวข้อการวัดเจตคตินี้ผู้วิจัยจะอธิบาย 2 หัวข้อคือ

9.5.1 วิธีการวัดเจตคติ

9.5.2 เครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติ

9.5.1 หลักการวัดเจตคติ

การวัดเจตคติทำให้เราเข้าใจเจตคติของบุคคล และสามารถทำนายพฤติกรรมของบุคคลนั้น ๆ ได้ ซึ่งนักวิชาการได้เสนอแนะการวัดเจตคติไว้ดังนี้

สมบุรณ์ สิริวงส์ (2521 : 2) อธิบายว่า เจตคติเป็นพฤติกรรมภายใน มีลักษณะเป็นนามธรรม จึงไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่อาจวัดทางอ้อมได้ ซึ่งอาจทำได้ 3 วิธีดังนี้

1. การสังเกต (observation) เป็นการวัดพฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตไปอนุมานว่า บุคคลนั้นมีเจตคติต่อสิ่งนั้น ๆ เป็นอย่างไร

2. การฉายภาพ (Projective Technique) เป็นการวัดเจตคติโดยการสร้างจินตนาการจากภาพ ภาพจะเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกอย่างไรต่อภาพขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่เขาได้รับเป็นประการสำคัญ

3. การให้เล่าความรู้สึก (Self-Report) เป็นวิธีวัดที่ให้ผู้ตอบเล่าความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นออกมา ซึ่งผู้เล่าจะบรรยายความรู้สึกนึกคิดของเขาตามประสบการณ์และความสามารถของเขาว่าดี ไม่ดี ชอบ ไม่ชอบอย่างไร จากการเล่านี้สามารถที่จะกำหนดค่าคะแนนเจตคติได้ วิธีการวัดแบบนี้ได้แก่ วิธีการของเธอร์สโตน (Thurstone) ลิเคิร์ต (Likert) กัทท์แมน (Guttman) และออสกู๊ด (Osgood) คะแนนที่ได้จากการวัดเจตคติแบบนี้จะแบ่งเป็นช่วง ๆ ในแต่ละช่วงจะมีขนาดเท่า ๆ กัน สามารถที่จะนำมาเปรียบเทียบความมากน้อยของเจตคติได้ วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้ในการวัดเจตคติก้นมาก โดยเฉพาะการวิจัยทางการศึกษา

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 147) กล่าวว่า การวัดเจตคติเป็นเรื่อง ที่ยุ่งยากพอสมควรเพราะเป็นการวัดคุณลักษณะภายในที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ความรู้สึกของบุคคล คุณลักษณะดังกล่าวมีการแปรเปลี่ยนได้ง่าย ดังนั้นการวัดเจตคติต้องอาศัยหลักดังนี้

1. ต้องยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Basic Assumption)

1.1 ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติของบุคคลมีลักษณะที่อยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ทำให้เราสามารถวัดได้

1.2 เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง ต้องวัดโดยทางอ้อมจากแนวที่บุคคลจะแสดงออกต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ

1.3 เจตคตินอกจากจะวัดในรูปทิศทางของความรู้สึก เช่น สนับสนุนคัดค้าน ยังสามารถวัดขนาดและปริมาณมากน้อยหรือความเข้มของเจตคติอีกด้วย

2. ในการวัดเจตคติจะต้องมีสิ่งประกอบ 3 สิ่ง คือ ตัวบุคคลที่จะถูกวัด สิ่งเร้าซึ่งเป็นข้อความเกี่ยวกับรายละเอียดในสิ่งนั้น และการตอบสนองของบุคคลที่ถูกวัด

3. สิ่งเร้าที่นิยมใช้คือ ข้อความวัดเจตคติ เป็นสิ่งเร้าทางภาษา ที่ใช้อธิบายคุณค่า คุณลักษณะของสิ่งนั้น เพื่อให้บุคคลตอบสนองออกมาในระดับความรู้สึก

4. การสรุปผลในเรื่องของเจตคติ จะอาศัยผลสรุปจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้า จำเป็นอย่างยิ่งที่การวัดนั้นจะต้องครอบคลุมคุณลักษณะต่าง ๆ เพื่อผลจากการสรุปจะได้ตรงกับความจริงมากที่สุด

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2526 : 96) อธิบายว่า การวัดเจตคติของบุคคลอาจทำได้ดังนี้

1. ใช้วิธีการสังเกต (Observation) เป็นการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเช่น สังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่พูดภาษาอังกฤษบ่อย ๆ อ่านและฟังเทปภาษาอังกฤษเสมอ อาจสรุปได้ว่าบุคคลนั้นมี

เจตคติดีต่อภาษาอังกฤษ เป็นต้น

2. ใช้วิธีให้ตอบแบบสอบถาม (Questionnaire) การวัดเจตคตินอกจากใช้วิธีการสังเกตแล้ว อาจใช้วิธีให้ตอบแบบสอบถามก็ได้ ซึ่งมีอยู่หลายแบบ เช่น แบบของเรอร์สโตน แบบของกัทท์แมน เป็นต้น

3. ใช้วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) การวัดเจตคติวิธีนี้เป็นการสัมภาษณ์และสนทนากัน การสัมภาษณ์ที่ดี การสนทนาก็ดี ย่อมจะช่วยให้มองเห็นเจตคติของผู้ถูกสัมภาษณ์หรือผู้สนทนาได้

สงวน ลักษณะ (2529 : 41-42) ได้กล่าวถึงการวัดคุณลักษณะทางด้านความรู้สึก สรุปได้ว่า คุณลักษณะทางด้านความรู้สึก อาจจะปรากฏในลักษณะของความสนใจหรือเจตคติ ซึ่งมีวิธีวัดได้ 3 วิธีคือ

3.1 การวัดได้ให้ผู้ถูกวัดได้รายงานความรู้สึกนึกคิดของตนเองโดยใช้เครื่องมือข้อเขียนหรือโดยการสัมภาษณ์

3.2 การวัดโดยการสังเกตผู้ถูกวัดในสถานการณ์ต่าง ๆ

3.3 การวัดโดยให้บุคคลอื่น เช่น ครู ผู้ปกครอง เพื่อน รายงานลักษณะของบุคคลนั้นจะโดยใช้เทคนิคสังคมมิติ แบบสอบถาม หรือสัมภาษณ์ผู้ที่รู้จักบุคคลที่เราต้องการวัด

9.5.2 เครื่องมือวัดเจตคติ

เครื่องมือการวัดเจตคติเป็นแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามต่าง ๆ ที่ครอบคลุมเรื่องที่ต้องการศึกษาและเป็นข้อความที่สามารถกระตุ้นให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึกและแสดงความคิดเห็นในทางบวกคือเห็นด้วย ในทางลบคือไม่เห็นด้วย ทั้งสามารถบอกปริมาณได้ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยมากน้อยเพียงใด มีความรู้สึกเช่นใดต่อข้อความนั้น เรียกเครื่องมือนี้ว่า มาตรฐานวัดเจตคติ วิธีสร้างมาตรฐานวัดเจตคติมีหลายแบบ ดังนี้

สุชา จันทน์อม (2527 : 243-244) เสนอว่า การวัดเจตคติอาจทำได้หลายแบบดังนี้

1. Scaling Technique เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้วัดเจตคติมีอยู่ 2 แบบคือ

ก. วิธีของเทอร์สโตน (The Thurstone Method)

แบบนี้ประกอบด้วยประโยคต่าง ๆ ประมาณ 10-20 ประโยค หรือมากกว่านั้น ประโยคต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวแทนของระดับความคิดเห็นต่าง ๆ กัน ผู้ถูกทดสอบจะต้องแสดงให้เห็นว่าเขาเห็นด้วยกับประโยคใดบ้าง ประโยคหนึ่ง ๆ จะกำหนดค่าเอาไว้คือ กำหนดเป็น Scale Value ขึ้น เริ่มจาก 0.0 ซึ่งเป็นประโยคที่ไม่พึงพอใจมากที่สุดเรื่อย ๆ ไปถึง 5.5 สำหรับประโยคที่มีความรู้สึกเป็นกลาง ๆ (Neutral Statement) จนกระทั่งถึง 11.0 ซึ่งมีค่าสูงสุดสำหรับประโยคที่พึงพอใจมากที่สุด

ตัวอย่าง การสร้างแบบทดสอบตามวิธีการของเทอร์สโตน เพื่อวัดเจตคติของพนักงานที่มีต่อบริษัทที่เขาทำอยู่

ข้าพเจ้าคิดว่า บริษัทนี้ดูแลงานดีกว่าบริษัทอื่น ๆ 10.4

ถ้าข้าพเจ้าจะหางานใหม่ ก็คงเลือกบริษัทนี้อีก 9.5

คนงานเอาใจใส่บริษัทเท่า ๆ กับบริษัทเอาใจใส่คนงาน.....	5.1
ท่านต้องติดตามกระตุนคนงานบางคนในบริษัทนี้ งานจึงจะดี.....	2.1
คนที่ซื้อสตั๊ทำงานล้มเหลวในบริษัทนี้.....	0.8

ข. วิธีของลิเคิร์ต (The Likert Technique)

มาตราส่วนแบบนี้ ประกอบด้วยประโยคต่าง ๆ ซึ่งแต่ละประโยคผู้ถูกทดสอบจะแสดงความรู้สึกของคนออกมา 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉย ๆ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แต่ละระดับมีคะแนนให้ไว้ตั้งแต่ 1-5 คะแนน คะแนนของคนหนึ่ง ๆ ได้จากคะแนนรวมจากทุก ๆ ประโยค

2. Polling การหยั่งเสียงประชาชน ส่วนมากใช้กับการเลือกตั้งพรรคการเมืองหรือที่ทำอะไรเกี่ยวกับประชาชน ก็ต้องมีการตรวจสอบ หยั่งเสียงกันเพื่อหยั่งคว้า มหาชนมีความรู้สึกในเรื่องนั้น ๆ อย่างไร เช่น การลดค่าล้างอาวุธ การเลือกตั้งพรรคการเมืองที่ประชาชนนิยม เป็นต้น

ผลการหยั่งเสียงจะออกมาตรงหรือไม่ ขึ้นอยู่กับวิธีการสุ่มตัวอย่าง จำนวนกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มตัวอย่างนั้นเป็นตัวแทนของประชากรได้หรือไม่

3. Questionnaire คือ การใช้แบบสอบถามว่าเห็นด้วยหรือไม่ ดีหรือไม่ดี โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 แบบ คือ

ก. Fixed-alternative Questions คือ คำถามที่ถามเฉพาะเจาะจงลงไปแล้วให้ตอบตามเรื่องที่ถามเท่านั้น

ข. Open-ended Questions คือ คำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมแล้วนำความคิดเห็น หรือความรู้สึกของบุคคลส่วนมากมาจัดกลุ่มดูว่า เขาเหล่านั้นมีความรู้สึกอย่างไรหรือมีเจตคติเช่นไร

เนื่องจากในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้มาตราวัดเจตคติของลิเคิร์ต จึงขอเสนอวิธีการสร้างมาตราวัดเจตคติของลิเคิร์ต ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช. (2526 : 146 - 150) ได้กล่าวถึง การสร้างและการใช้มาตราวัดเจตคติของลิเคิร์ตไว้ดังนี้

1. วิธีสร้าง

1.1 เขียนข้อความเกี่ยวกับคุณค่า คุณลักษณะต่าง ๆ ของเรื่องที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญให้ครบถ้วนทุกแง่มุม โดยให้มีข้อความที่แสดงถึงคุณค่าหรือลักษณะของเรื่องนั้น ทั้งทางด้านบวกและด้านลบ

1.2 กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความโดยแบ่งเป็น 5 ระดับคือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

1.3 ให้ผู้ตอบอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อแล้วแสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความมากน้อยในระดับใด หรืออีกนัยหนึ่งให้พิจารณาว่าแต่ละข้อความแต่ละข้อนั้นกล่าวถึงเรื่องต่าง ๆ ตรงกับความรู้สึกของผู้ตอบในระดับใดใน 5 ระดับ ดังตัวอย่างตาราง 3

ตาราง 3 ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	เฉย ๆ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ข้าพเจ้าคิดว่าคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีค่าควรแก่ การศึกษา					
2. ข้าพเจ้าคิดว่าคณิตศาสตร์ ไม่ช่วยพัฒนาสติปัญญา ในการคิดคำนวณ					

1. การตรวจให้คะแนน

การให้น้ำหนักหรือคะแนนเพื่อแทนระดับเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท สามารถให้ได้ 3 วิธี วิธีใช้หลักของคะแนนมาตรฐาน วิธีกำหนดค่าน้ำหนัก และวิธีหาผลรวมค่าน้ำหนักความเบี่ยงเบน ในเชิงปฏิบัตินิยมวิธีกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น คือ

เห็นด้วยมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน

การให้น้ำหนักหรือคะแนนความเห็นในแต่ละระดับด้วยวิธีดังกล่าว ทำให้มาตรวจการวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ทใช้ได้สะดวก ถ้าข้อความใดกล่าวในลักษณะลบ การให้น้ำหนัก

ความเห็นของข้อความนั้นจะกลับกันเป็น 1, 2, 3, 4, 5 หรือ 5, 4, 3, 2, 1

เมื่อแต่ละระดับความเห็นของแต่ละข้อความวัดเจตคติมีค่าตายตัวการที่จะหาว่าบุคคลใดมีเจตคติเป็นอย่างไรก็ให้ใช้วิธีการร่วมน้ำหนัก หรือคะแนนจากการตอบทุกข้อความของแต่ละคน ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบข้อความทั้งหมดมีค่าสูงหรือได้คะแนนสูง แสดงว่าเจตคติของบุคคลนั้นมีลักษณะพอใจ หรือคล้อยตาม แต่ถ้าได้คะแนนหรือน้ำหนักรวมต่ำย่อมแสดงว่าบุคคลนั้นมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น หรือมีความรู้สึกไม่พอใจหรือคัดค้านในสิ่งนั้น ๆ คะแนนหรือน้ำหนักที่ใช้แทนระดับเจตคติดังกล่าวเป็นผลการวัดที่มีอยู่ตามลำดับ (Ordinal Scale) และสามารถนำไปคิดคำนวณหาค่าทางสถิติต่าง ๆ ต่อไปได้

เครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติ หรือมาตราวัดเจตคติจะประกอบด้วยข้อความ หรือข้อความที่จะกระตุ้นให้ผู้วัดแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกออกมา ดังนั้นการวัดจะถูกต้องและเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อความที่ใช้ถามหรือใช้เร้า การเขียนข้อความนั้น ไพศาล หวังพานิช (2526 : 148) ได้เสนอแนะวิธีเขียนไว้ดังนี้

1. ใช้ข้อความที่กล่าวถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในปัจจุบัน จะทำให้ทราบเจตคติของบุคคลนั้นปัจจุบัน การกล่าวถึงเหตุการณ์ในอดีตอาจไม่สามารถวัดเจตคติของบุคคลนั้นในอดีตเนื่องจาก เจตคติในเรื่องนั้นในปัจจุบันอาจแปรเปลี่ยนไปแล้ว
2. หลีกเลี่ยงข้อความที่ถามข้อเท็จจริง (Fact) เพราะจะเป็นการตอบตามความจริงมากกว่าความรู้สึกนึกคิด
3. ข้อความที่ถามต้องได้คำตอบที่สามารถแปลความได้ คือ สามารถบอกทิศทางและระดับความคิดเห็นได้
4. ข้อความต้องมีความเป็นปรนัยชัดเจน ไม่กำกวม
5. ข้อความหนึ่งควรถามความคิดเห็นเพียงเรื่องเดียวหรือประเด็นเดียว
6. ใช้ข้อความที่มีลักษณะเป็นกลาง ๆ ไม่โน้มเอียงไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง หลีกเลี่ยงการใช้คำถามบางคำ เช่น เสมอ ทั้งหมด เท่านั้น เพียงแต่
7. ไม่ถามนอกเรื่องที่จะศึกษา

การวัดเจตคติที่ดีนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการเขียนข้อความที่ใช้วัดเจตคติว่าเขียนได้ดีแค่ไหน นักวัดเจตคติได้เสนอแนะในการสร้างข้อความเพื่อวัดเจตคติดังนี้ (เชดส์กัลด์ โฆวาสินธุ์, 2520 : 42 - 43)

1. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่อ้างถึงอดีตหรือสิ่งที่ผ่านมาแล้ว เพราะในปัจจุบันเจตคติต่อสิ่งที่ผ่านมาแล้วนั้นอาจไม่สอดคล้องกับเจตคติที่มีต่อสิ่งนั้นในขณะที่สิ่งนั้นเกิดขึ้นก็ได้ ฉะนั้นการศึกษาเจตคติควรใช้ข้อความนั้นกล่าวหรืออ้างถึงเหตุการณ์ปัจจุบันมากกว่า

2. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นจริงหรือดีความเป็นจริงตามข้อความนั้น ๆ เพราะจะทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามนั้น ตอบสนองไปในทิศทางเดียวกันหมด ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วค่าอำนาจจำแนกจะต่ำมาก ไม่สามารถจะนำไปใช้การเก็บข้อมูลต่อไปได้

3. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่กำกวมหรืออาจตีความมากกว่าหนึ่งอย่าง เพราะจะทำให้ผู้ตอบเกิดความรู้สึกไม่แน่ใจ หรือไม่สามารถตัดสินใจได้ว่า เห็นด้วยหรือไม่กับข้อความนั้น ฉะนั้นข้อความวัดเจตคตินั้นควรใช้รูปประโยคอย่างง่าย สั้นกะทัดรัด (ประมาณ 20 คำ) รัดกุมชัดเจน

4. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่ไม่แสดงความคิดเห็น หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่จะพิจารณา

5. ข้อความแต่ละข้อความต้องแสดงความคิดเพียงความคิดเดียวที่สมบูรณ์ในตัวของมันเอง

6. พยายามเลือกใช้ข้อความที่มีลักษณะเป็นกลาง ซึ่งจะช่วยให้ครอบคลุมพิสัย หรือช่วงเจตคติทั้งหมดได้ดี ฉะนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงคำบางคำที่บ่งกว้าง ๆ เช่น ทั้งหมด , เสมอ , ไม่เคยเลย ฯลฯ

7. ถ้าหลีกเลี่ยงคำที่บอกลักษณะที่เฉพาะได้ เช่น เท่านั้น เพียงแต่ หรือเพียงเล็กน้อย ก็ควรหลีกเลี่ยง

8. พยายามหลีกเลี่ยงการใช้ข้อความในรูปประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดเจตคติดังกล่าว สรุปได้ว่า การวัดเจตคตินั้นนับว่าวัดยาก เพราะเจตคติเป็นพฤติกรรมภายใน มีลักษณะเป็นนามธรรม แต่อย่างไรก็ตามการวัดเจตคติก็น่าจะทำได้โดยวิธีการดังนี้คือ การสังเกต การสัมภาษณ์ การฉายภาพแล้วให้บุคคลจินตนาการภาพนั้น การให้ตอบแบบสอบถาม วิธีของเรอร์สโตน และวิธีของลิเคิร์ท เป็นต้น สำหรับการวัดเจตคติคือ วิชาจิตศาสตร์นั้น ผู้วิจัยเห็นว่าวิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ การให้ตอบแบบสอบถาม (Questionnaire) เพราะสะดวกและเหมาะสมกับนักเรียนจำนวนมาก

9.6 ประโยชน์ของการวัดเจตคติ

ชัยยงค์ ขามรัตน์ (2523: 17 – 18) ได้สรุปว่า ประโยชน์ของการวัดเจตคติ มีดังนี้ คือ

1. วัดเพื่อทำนายพฤติกรรม เนื่องด้วยเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดของบุคคลย่อมเป็นเครื่องแสดงว่าเขามีความรู้สึกในด้านที่ดี หรือไม่ดีเกี่ยวกับสิ่งนั้น มากน้อยเพียงใด และเขามี

ความรู้สึกชอบ หรือไม่ชอบสิ่งนั้นเพียงใด จะเน้นการทราบเจตคติของบุคคลยอมช่วยให้สามารถ
ทำนายการกระทำของบุคคลนั้นได้ แม้จะไม่ถูกต้องเสมอไปก็ตาม

2. วัดเพื่อหาทางป้องกัน โดยทั่วไปการที่บุคคลจะมีเจตคติต่อสิ่งใดอย่างใดนั้น
เป็นสิทธิของเขา แต่การอยู่ด้วยกัน ความสงบสุขของสังคม ย่อมจะเป็นไปได้เมื่อพลเมืองมีเจตคติ
ต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน ซึ่งจะเป็นแนวทางให้เกิดความร่วมมือร่วมใจ และไม่เกิดความแตกแยกใน
สังคม

10. งานวิจัยที่ข้องเกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

10.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ไดแกน (Deighan. 1971 : 3333 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชา
คณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทาง
คณิตศาสตร์ของครูและนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 - 6 จำนวน 1,022 คน ครู 44 คน
ในโรงเรียนประถมศึกษาที่อยู่ในชนบท โดยใช้แบบวัดเจตคติ 2 ชนิดคือ 1) การตอบ “ใช่” , “ไม่ใช่”
ของแอทโทเนน (Attonen) 2) Semantic Differential และแบบวัดผลทางสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ โดยใช้ JOWN Test of Basic Skills และ LORGE Thorndike of Intelligence
วิเคราะห์ผลโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และวิเคราะห์สมการถดถอย ผลปรากฏว่าเจตคติ
ต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน แต่เจตคติทาง
คณิตศาสตร์ของครูและนักเรียนไม่สัมพันธ์กัน

แมสแตนทูโอโน (Mastantuono. 1971 : 248 - A) ได้ศึกษาเจตคติต่อวิชา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 3 และ 5 จำนวน 602 คน โดยใช้แบบทดสอบ 4 ฉบับคือ

1. The Dutton - Thurstone Scale
2. The Dutton - Likert Scale
3. A Guttman - Type Hoyt Scale
4. A Version of the Semantic Differential

วัดความถี่รวบยอดเรื่อง “คณิตศาสตร์และตัวฉัน”

ผลปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์ภายในของแบบทดสอบวัดเจตคติทั้ง 4 ฉบับ มี
นัยสำคัญที่ระดับชั้นเรียนและเพศ นอกจากนี้เขายังพบว่า คะแนนเจตคติต่อวิชาเลขคณิตใช้พยากรณ์
ผลการเรียนของนักเรียนได้อีกด้วย

สตาร์กี (Starkey. 1971 : 259 - A) ได้ศึกษาถึงผลการวิจารณ์ของครูที่มีต่อเจตคติ
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเพื่อที่จะทราบว่า การวิจารณ์

ของครูจะมีผลต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ เพื่อที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 - 12 จำนวน 876 คน สอนโดยครู 13 คน แยกออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ไม่มีการวิจารณ์ใด ๆ ในกระดาษคำตอบของนักเรียน

กลุ่มที่ 2 ครูเขียนคำวิจารณ์ที่เตรียมไว้แล้วลงในกระดาษคำตอบของนักเรียน

กลุ่มที่ 3 ครูเขียนคำวิจารณ์ใดก็ได้ลงในกระดาษคำตอบของนักเรียน

แล้วส่งกระดาษคำตอบคืนให้นักเรียนทุกคนอีก 9 สัปดาห์ต่อมาทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ผลปรากฏว่าผลการวิจารณ์ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น และยังพบอีกว่านักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นมากกว่านักเรียนชาย

ฟรานซิส (Francies. 1971 : 1333 - A) ได้ศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 4 และ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา สมมติฐานในการวิจัยได้ยึดหลักทฤษฎีพัฒนาการของ เซอร์ฟ และแคนทริล (Sherif and Cantril. 1947) ที่ว่า สมาชิกในกลุ่มจะสะท้อนให้เห็นเจตคติและความรู้สึกของกลุ่มนั้น ถ้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อตัวนักเรียนแล้วนักเรียนจะแสดงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ออกมาให้เห็นได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 180 คน จาก 9 โรงเรียน เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ใช้ Stanford Achievement Test เครื่องมือวัดเจตคติใช้ Semantic Differential ใช้สถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวนและการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ปานกลางและสูงมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

บราวน์ และโฮลท์แมน (Brown and Holtzman. 1976 : 4) ได้ศึกษาพบว่า

1. เจตคติในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมี

นัยสำคัญ

2. นักเรียนที่มีสติปัญญาเท่าเทียมกัน แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน เป็นเพราะมีเจตคติและแรงจูงใจในการเรียนแตกต่างกัน

3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติไปในทางลบได้คะแนนต่ำกว่าระดับคะแนนที่คาดไว้ ส่วนนักเรียนที่มีเจตคติไปในทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์สามารถทำคะแนนเฉลี่ยได้เหนือกว่าระดับคะแนนเดียวกัน

10.2 งานวิจัยในประเทศ

วัฒนา หงษ์ภู (2523 : 50 - 57) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 748 คน ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05

ทองคลัง โพธิ์สวัสดิ์ (2526 : 51 - 57) ได้วิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติต่อวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค กับการสอนแบบปกติ” ได้ทดลองกับนักเรียนจำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ผู้วิจัยสอนแบบปกติจำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุมที่ผู้วิจัยสอนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวนสืบสวนจำนวน 40 คน ผลการวิจัยปรากฏว่าได้ว่า ทัศนคติของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสืบสวนสอบสวนตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค กับการสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุเทพ บุตรกันหา (2517 : 57 - 58) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ความคิดสร้างสรรค์การยอมรับตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ป.7 และ ม.ศ.3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 203 คน และมีมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 203 คน พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

सानนท์ ฉายศรีศิริ (2522 : 103) ได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครปฐมพบว่า เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี กล่าวคือ นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มีแนวโน้มว่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศสรุปว่าถ้านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น แสดงว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ฉะนั้นการเสริมสร้างเจตคติจึงเป็นส่วนสำคัญมากในการสอนคณิตศาสตร์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

2. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน
5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน
6. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาค้นคว้า ตามลำดับขั้นดังนี้

1. ประชากร
2. กลุ่มตัวอย่าง
3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง
4. ระยะเวลาในการทดลอง
5. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
6. แบบแผนในการทดลอง
7. วิธีดำเนินการทดลอง
8. การวิเคราะห์ข้อมูล
9. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสิริรัตนาร เขตพระโขนง กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 160 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสิริรัตนาร เขตพระโขนง กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 60 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน โดยวิธีการดังนี้

1. สุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลากจากจำนวน 4 ห้อง ให้เหลือ 2 ห้อง ได้นักเรียนมาจำนวน 60 คน

2. จับสลากนักเรียนที่ได้จากข้อ 1 จำนวน 60 คน เพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน แล้วจับสลากอีกครั้งเพื่อให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 เรื่อง "ลำดับ" โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น

1. ลำดับของจำนวนจริง (Sequences)
2. ลำดับเลขคณิต (Arithmetic Sequences)
3. ลำดับเรขาคณิต (Geometric Sequences)
4. ลิมิตของลำดับ (Limit of Sequences)
5. ลำดับคอนเวอร์เจนต์และลำดับไดเวอร์เจนต์ (Convergent Sequences and Divergent Sequences)

4. ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ ๆ ละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 โดยทดลองในคาบที่ 9-10 เวลา 15.10-17.10 น. ดังตาราง 4

ตาราง 4 เวลาในการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตั้งแต่วันที่ 13 กรกฎาคม - 7 สิงหาคม 2541

วัน/เดือน/ปี	เวลาเรียน	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ศุกร์ 17/7/41	15.10-17.10 น.		✓
จันทร์ 20/7/41	15.10-17.10 น.	✓	
อังคาร 21/7/41	15.10-17.10 น.		✓
พุธ 22/7/41	15.10-17.10 น.	✓	
พฤหัสบดี 23/7/41	15.10-17.10 น.		✓
ศุกร์ 24/7/41	15.10-17.10 น.	✓	
จันทร์ 27/7/41	15.10-17.10 น.		✓
อังคาร 28/7/41	15.10-17.10 น.	✓	
พุธ 29/7/41	15.10-17.10 น.		✓
พฤหัสบดี 30/7/41	15.10-17.10 น.	✓	
ศุกร์ 31/7/41	15.10-17.10 น.		✓
จันทร์ 3/8/41	15.10-17.10 น.	✓	

5. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

5.1 แผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 เรื่อง “ลำดับ” ใช้สำหรับกลุ่ม
ควบคุมที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

5.2 แผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 เรื่อง “ลำดับ” ใช้สำหรับกลุ่ม
ทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

5.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

5.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

5.5 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

5.1 แผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 เรื่อง “ลำดับ” ใช้สำหรับกลุ่ม
ควบคุมที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีขั้นตอนดังนี้

5.1.1 ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง
พ.ศ. 2533) และคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

5.1.2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ สำหรับเนื้อหาเรื่องลำดับที่ใช้ในการทดลอง

5.1.3 จัดทำแผนการสอนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สำหรับเนื้อหา
เรื่องลำดับที่กำหนดไว้

5.1.4 นำแผนการสอนเรื่อง “ลำดับ” ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอประธานกรรมการ
ควบคุมปริญญาบัตรและผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาคณิตศาสตร์มาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน
3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม เพื่อนำมาปรับปรุงและเสนอ โดยตรวจสอบในด้านต่อไปนี้

5.1.4.1 ความชัดเจนและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้

5.1.4.2 ความสอดคล้องของเนื้อหากิจกรรมและสื่อการเรียนการสอน

5.1.4.3 ความสอดคล้องในเรื่องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและ
การประเมินผล

5.1.5 นำแผนการสอนที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจ ปรับปรุงแก้ไขไปในเรื่องความชัดเจน
ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ และความเหมาะสมของเนื้อหา กับสื่อการเรียนการสอน
จำนวน 12 คาบ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสิริรัตนนคร เขตพระโขนง
กรุงเทพฯ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คาบ เพื่อหาข้อบกพร่องในการจัดกิจกรรม การใช้เวลา
การใช้สื่อและปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม เพื่อให้เป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์สำหรับนำไป

ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ผลการทดลองใช้แผนการสอนปรากฏว่า เครื่องมือ มีความเหมาะสมทั้งเนื้อหา ปริมาณ และเวลา โดยแผนการสอน 1 คาบ ใช้เวลาสอนประมาณ 50 นาที

5.2 แผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 เรื่อง “ลำดับ” ใช้สำหรับกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

5.2.1 ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และคู่มือการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

5.2.2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับเนื้อหาเรื่องลำดับ ที่ใช้ในการทดลอง

5.2.3 กำหนดสาระสำคัญของแต่ละหัวเรื่อง ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมย่อยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมใหญ่เรื่องลำดับ

5.2.4 เขียนลำดับขั้นของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนตามขั้นตอนต่อไปนี้

5.2.4.1 ขั้นการสังเกต

5.2.4.2 ขั้นการอธิบาย

5.2.4.3 ขั้นพยากรณ์และทดลอง

5.2.4.4 ขั้นนำไปใช้

5.2.5 กำหนดสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน

5.2.6 กำหนดวิธีการวัดและประเมินผล

5.2.7 นำแผนการสอนเรื่อง “ลำดับ” ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตรและผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาคณิตศาสตร์มาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม เพื่อนำมาปรับปรุงและเสนอ โดยตรวจสอบในด้านต่อไปนี้

5.2.7.1 ความชัดเจนและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้

5.2.7.2 ความสอดคล้องของเนื้อหา กิจกรรม และสื่อการเรียนการสอน

แบบสืบสวนสอบสวน

5.2.7.3 ความสอดคล้องในเรื่องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและการประเมินผล

5.2.8 นำแผนการสอนที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขในเรื่องความชัดเจน ความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ และความเหมาะสมของเนื้อหา กับสื่อการเรียนการสอน จำนวน 12 คาบ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสิริรัตนาร

เขตพระโขนง กรุงเทพฯ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คาบ เพื่อหาข้อบกพร่องในการจัดกิจกรรม การใช้เวลา การใช้สื่อและปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม เพื่อให้เป็นแบบแผนการสอนที่สมบูรณ์สำหรับนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ผลการทดลองใช้แผนการสอนปรากฏว่าเครื่องมือมีความเหมาะสมทั้งเนื้อหา ปริมาณ และเวลา โดยแผนการสอน 1 คาบ ใช้เวลาสอนประมาณ 50 นาที

ตาราง 5 เปรียบเทียบรูปแบบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนเรื่องลำดับจำกัด ลำดับอนันต์ และสัญลักษณ์แทนลำดับ โดยการใช้คำถามประกอบการอธิบายและมีการถามตอบ ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้ - ลำดับจำกัดมีนิยามอย่างไร จงยกตัวอย่างลำดับจำกัดมา 2 ตัวอย่าง - ลำดับอนันต์มีนิยามอย่างไร จงยกตัวอย่างลำดับอนันต์มา 2 ตัวอย่าง	<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนเรื่องลำดับจำกัด ลำดับอนันต์ และสัญลักษณ์แทนลำดับ โดยการใช้คำถามประกอบการอธิบายและมีการถามตอบ ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้ - ลำดับจำกัดมีนิยามอย่างไร จงยกตัวอย่างลำดับจำกัดมา 2 ตัวอย่าง - ลำดับอนันต์มีนิยามอย่างไร จงยกตัวอย่างลำดับอนันต์มา 2 ตัวอย่าง 2. ครูอธิบายวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และให้นักเรียนจับคู่เพื่อทำกิจกรรมจากเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่างๆ จากพจน์ทั่วไป”
<u>ขั้นสอน</u> 1. ครูอธิบายวิธีการเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป โดยที่ลำดับในรูปแจกแจงพจน์หาได้จากการแทนค่า n ในพจน์ทั่วไปที่โจทย์กำหนดให้	<u>ขั้นสอน</u> 1. ให้นักเรียนศึกษาเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่างๆ จากพจน์ทั่วไป” โดยใช้คำถามประกอบการสืบสวนสอบสวนดังนี้

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
2. ครูยกตัวอย่างที่ 1 เพื่ออธิบายวิธีการหาพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไปโดยการแทนค่า 3. ครูยกตัวอย่างที่ 2 ครูเรียกนักเรียนออกมาแสดงวิธีคิดหน้าชั้นเรียน 4. ครูเฉลยวิธีการหาพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไปจากตัวอย่างที่ 1 บนกระดานดำ 5. ครูยกตัวอย่างที่ 3 และ 4 เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้ทดลองหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับจากพจน์ทั่วไป 6. ครูเฉลยแนวคิดตัวอย่างที่ 3 และ 4 บนกระดานดำ 7. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือแบบเรียน สสวท. แบบฝึกหัดที่ 1.1 หน้า 5 - 6 ข้อ 1 และ 3 ในสมุดแบบฝึกหัด 8. ครูเฉลยแบบฝึกหัดที่ 1.1 บนกระดานดำ	<u>สถานการณ์ที่ 1</u> เชื้อโรคชนิดหนึ่งขยายพันธุ์แต่ละวันเป็นจำนวน a_n ตัว โดย $a_n = 2^n + 1$ เมื่อ n เป็นจำนวนวัน ให้นักเรียนบอกว่าวันที่ 1 ถึง 4 เชื้อโรคชนิดนี้จะขยายพันธุ์ได้กี่ตัว ให้แสดงแนวคิด วันที่ 1 เชื้อโรคขยายพันธุ์ได้ กี่ตัว วันที่ 2 เชื้อโรคขยายพันธุ์ได้กี่ตัว วันที่ 3 เชื้อโรคขยายพันธุ์ได้กี่ตัว วันที่ 4 เชื้อโรคขยายพันธุ์ได้กี่ตัว ดังนั้น 4 วันแรกเชื้อโรคขยายพันธุ์ได้ กี่ตัว ให้นักเรียนเขียนการขยายพันธุ์ของเชื้อโรคในรูปลำดับ <u>สถานการณ์ที่ 2</u> เด็กหญิงอุษาหยอดเหรียญ 1 บาท จำนวน 2 เหรียญใส่กระปุกออมสินทุกวัน โดยเริ่มจากวันที่ 1 ถึง วันที่ 4 ให้นักเรียนเขียนจำนวนเหรียญในกระปุกที่ได้ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง วันที่ 4 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ 1) ถ้าเด็กหญิงอุษาหยอดเหรียญ 1 บาท จำนวน 2 เหรียญในกระปุกออมสินทุกวันเมื่อถึงวันที่ 30 เด็กหญิงอุษาจะมีเงินในกระปุกออมสินกี่บาท ให้แสดงวิธีกราคิด

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
	2) จากข้อ 1 เขียนในรูปลำดับได้อย่างไร 3) ถ้าเด็กหญิงอุษาเก็บเงินเช่นนี้ทุกวันจนครบ 1 ปี (กำหนดให้ 1 ปี มี 365 วัน) เด็กหญิงอุษาจะมีเงินทั้งหมดกี่บาท 4) จากข้อ 3 เขียนในรูปลำดับได้อย่างไร <u>สถานการณ์ที่ 3</u> บริษัทขายเครื่องสำอางแห่งหนึ่ง เปิดรับสมัครสมาชิกขายตรง ผู้จัดการบริษัทตั้งเป้าหมายในการหาสมาชิกเพื่อเพิ่มยอดขายสินค้าโดยใช้แผนการตลาดที่จะได้สมาชิกจำนวน $\frac{1}{2}n(n+1)$ ราย เมื่อ n เป็นจำนวนวัน นับแต่เริ่มหาสมาชิก ให้นักเรียนพิจารณาว่า วันที่ 1 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน วันที่ 2 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน วันที่ 3 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน วันที่ 4 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน วันที่ 5 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน วันที่ 6 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน 7) ดังนั้น วันที่ 1 ถึงวันที่ 6 บริษัทจะมีจำนวนสมาชิกจำนวนกี่คน 8) เขียนจำนวนสมาชิกของบริษัทวันที่ 1 - 6 ในรูปของลำดับได้อย่างไร <u>สถานการณ์ที่ 4</u> 1) ให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการเพิ่มอายุเป็นชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2541 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2541 นักเรียนคิดว่าอายุนักเรียนจะเพิ่มขึ้นกี่ชั่วโมง ให้แสดงแนวการคิด

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
	2) ให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการเพิ่มอายุเป็นชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2541 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2542 นักเรียนคิดว่าอายุนักเรียนจะเพิ่มขึ้นกี่ชั่วโมง ถ้าเขียนในรูปลำดับจะเขียนได้อย่างไร ให้แสดงแนวความคิด 3) ให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการเพิ่มอายุเป็นชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2541 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2544 นักเรียนคิดว่าอายุนักเรียนจะเพิ่มขึ้นกี่ชั่วโมง ถ้าเขียนในรูปลำดับจะเขียนได้อย่างไร ให้แสดงแนวความคิด 4) ตั้งแต่ต้นนักเรียนเกิดมานักเรียนมีอายุกี่นาที ให้แสดงแนวความคิด 2. จากกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 2 ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป 3. ให้นักเรียนเขียนพจน์แบบแฉ่งพจน์ และการหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับจากตัวอย่างดังนี้ 1.1 จงเขียนลำดับแบบแฉ่งพจน์ เมื่อ $a_n = 2n+1$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots, 10$ 1.2 จงเขียนลำดับแบบแฉ่งพจน์ เมื่อ $a_n = 3n-2$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ 1.3 จงหาพจน์ที่ 7 พจน์ที่ 13 และพจน์ที่ 16 เมื่อกำหนด $a_n = 1 + (-1)^{n+1}$

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นสรุป</u> ครูใช้การซักถามแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปว่าสามารถเขียนลำดับโดยการแจกแจงพจน์ได้ และเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปสามารถหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับได้ <u>การวัดและการประเมินผล</u> - สังเกตจากความสนใจของนักเรียน - สังเกตจากการร่วมกิจกรรมของนักเรียน - สังเกตจากการสรุปของนักเรียน - ทำโจทย์ในหนังสือเรียนหน้า 5-7 แบบฝึกหัด 1.1 ข้อ 1, 3	4. ครูอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ให้นักเรียนที่คิดพจน์ทั่วไปของลำดับมากกว่า 1 วิธี และแตกต่างจากเพื่อนมาอธิบายหน้าชั้นเรียน - ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าคำตอบที่ได้มีวิธีหาได้มากกว่า 1 วิธี โดยครูยกตัวอย่างวิธีการหาคำตอบ 5. ครูชี้แนะว่าการเขียนพจน์ทั่วไปที่ต้องการหานั้นสามารถทำได้โดยนำตัวเลขพจน์ที่ต้องการไปแทนใน n 6. ให้นักเรียนฝึกทำกิจกรรมโจทย์พิเศษ ชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป” <u>ขั้นสรุป</u> ครูใช้การซักถามแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปว่าเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปสามารถหาพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไปได้ <u>การวัดและการประเมินผล</u> - สังเกตจากการร่วมทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนของนักเรียน - สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียนหลังจากการสืบสวนสอบสวน - สังเกตจากการสรุปของนักเรียน

การสอบถามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>สื่อการเรียนการสอน</u> หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ ค 015 ของ สสวท.	4. ตรวจโจทย์พิเศษชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป” <u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1 เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป” 2 โจทย์พิเศษชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป”

5.3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

5.3.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากเอกสารและตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้างและการวิเคราะห์ข้อสอบ (Wilson, 1971 : 643 - 693)

5.3.2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ร่วมกันกับอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจำนวน 1 ท่าน โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้าจำนวน 1 ท่าน และอาจารย์วัดผล 1 ท่าน สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

5.3.3 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ และวัดผลประเมินผล ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความเหมาะสมของเนื้อหา สำนวนภาษา โดยใช้สูตรหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากสูตร IOC ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นดังนี้

คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 ถ้าแน่ใจไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตามวิธีของ โรบินเนลลี และแฮมเบิลตัน (ก๊วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 249 – 250 ;

อ้างอิงจาก Rovinelli and Hambleton, 1977 : unpages) ถ้าค่า IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไป ถือว่า

ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แต่ถ้าน้อยกว่านี้จะต้องนำไปปรับปรุงแก้ไข

ซึ่งผู้วิจัยได้แก้ไขจำนวน 10 ข้อ จาก 50 ข้อ

5.3.4 นำแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจคะแนนและแก้ไขแล้วจำนวน 50 ข้อ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต เขตพระโขนง กรุงเทพฯ ที่เรียนเรื่องลำดับมาแล้ว จำนวน 120 คน

5.3.5 นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน

5.3.6 นำผลข้อ 5.3.5 มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CTAI ซึ่งพัฒนาโดย สุวัฒน์ สุขมตยนต์ คัดเอา เฉพาะข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พร้อมทั้งปรับปรุงประสิทธิภาพของตัวดวง ผลปรากฏได้จำนวนข้อสอบจำนวน 24 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.254 - 0.738 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.240 - 0.752

5.3.7 นำข้อสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วจากข้อ 5.3.6 ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดธาตุทอง เขตพระโขนง กรุงเทพฯ ที่เรียนเรื่องลำดับมาแล้ว จำนวน 120 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.789

5.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังนี้

5.4.1 ศึกษาตำรา เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

5.4.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ โดยผู้วิจัยได้ยึดหลักของ บอลกา (Balka. 1974 : 98A) และของคุณสุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 76-77) เนื่องจากเป็นแนวที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์

5.4.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผลจำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหาตลอดจนภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อ โดยผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงภาษา และคำถามอีกครั้งตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5.4.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์จำนวน 15 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชดำริ และ โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย

เขตพระโขนง กรุงเทพฯ ที่เรียนเรื่องลำดับมาแล้ว จำนวน 140 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

5.4.5 นำผลข้อ 5.4.4 มาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CTAI ซึ่งพัฒนาโดย สุพัฒน์ สุขมกลยงค์ คัดเอาเฉพาะข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกคือข้อที่มีค่า r ที่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 ได้จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 1.90 - 7.45

5.4.6 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกได้ มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ค่าเชื่อมั่น 0.7005

วิธีการตรวจให้คะแนนซึ่งยึดหลักตามหลักของ Torrance (1969)

(สุภาวดี ตั้งบุบผา. 2533 : 76 - 77)

เนื่องจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ให้เสรีภาพแก่ผู้ตอบในการเขียนคำตอบที่ถูกต้องให้มากที่สุดเท่าที่คำตอบจะเป็นไปได้ ดังนั้นจึงได้กำหนดเกณฑ์เพื่อให้เป็นแนวทางในการตรวจให้คะแนน ดังนี้คือ

ก. คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด ผู้วิจัยเป็นผู้ให้คะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบแต่ละข้อ โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

ข. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด ผู้วิจัยเป็นผู้ให้คะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนกลุ่มหรือทิศทางของคำตอบกล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคล่องแคล่วไปแล้ว มาจัดเป็นกลุ่มหรือคำตอบที่เป็นทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้วให้นับจำนวนกลุ่ม โดยให้คะแนนกลุ่มละ 1 คะแนน

ในกรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มที่จัดไว้เรียบร้อยแล้ว ผู้ตรวจอาจจัดกลุ่มขึ้นใหม่ได้อีกตามความจำเป็น จนกว่าจะครบตามคำตอบ

ค. คะแนนความคิดริเริ่ม ผู้วิจัยตรวจทั้งหมด และนำคำตอบที่แปลกและแตกต่างจากคำตอบของผู้อื่นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่านตรวจให้คะแนน โดยยึดแนวการให้คะแนนของ Torrance (1969 (สุภาวดี ตั้งบุบผา. 2533 : 72 - 77) ผู้วิจัยนำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญมาเฉลี่ยเป็นคะแนนความคิดริเริ่ม โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ตาราง 6 การให้คะแนนความคิดริเริ่มของ Torrance (1969) (สุภาสดี ตั้งบุพผา. 2533 : 72 – 77)

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

ง. คะแนนความคิดละเอียด ผู้วิจัยเป็นผู้ให้คะแนนโดยพิจารณาจาก ความคิดในรายละเอียด คิดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายหรือขยายความคิดเดิมให้เห็นภาพพจน์ที่ชัดเจน และสมบูรณ์โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน

คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากผลบวกของคะแนน ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดละเอียดลออ

5.5 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับงานวิจัยของผู้วิจัยโดยนำมาใช้เป็นแบบ ลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) ชนิด 5 ตัวเลือก ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแบบสอบถามตามขั้นตอนดังนี้

5.5.1 ศึกษาตำรา เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเจตคติและวิธีสร้างแบบวัดเจตคติ

5.5.2 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ นวลน้อย เจริญผล (2533 : 136 -139), มนูญ ศีวารมย์ (2532 : 86 - 91), จันทร์เพ็ญ ธนาสุภกรกุล (2526 : 153 - 159) ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) ชนิด 5 ตัวเลือก คือ

กรณี 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวกให้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยมากที่สุด ให้ 5 คะแนน

เห็นด้วยมาก ให้ 4 คะแนน

เห็นด้วยปานกลาง ให้ 3 คะแนน

เห็นด้วยน้อย ให้ 2 คะแนน

เห็นด้วยน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

กรณี 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบให้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยมากที่สุด ให้ 1 คะแนน

เห็นด้วยมาก ให้ 2 คะแนน

เห็นด้วยปานกลาง ให้ 3 คะแนน

เห็นด้วยน้อย ให้ 4 คะแนน

เห็นด้วยน้อยที่สุด ให้ 5 คะแนน

5.5.3 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงแล้ว จำนวน 50 ข้อ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านจิตวิทยาและการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 4 ท่าน พิจารณา ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความเหมาะสมของเนื้อหา จำนวนภาษา โดยใช้สูตรหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากสูตร IOC ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นดังนี้

คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตามวิธีของ โรวินELLI และแฮมเบิลตัน (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 249 – 250 ; อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton. 1977 : unpagged) ถ้าค่า IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แต่ถ้าน้อยกว่านี้จะต้องนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่ง ผู้วิจัยได้แก้ไขจำนวน 4 ข้อ จากจำนวน 50 ข้อ

5.5.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวชิรธรรมสาริต และ โรงเรียนวัดธาตุทอง เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ที่เรียนเรื่องลำดับมาแล้ว จำนวน 114 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามโดยใช้ 25% แบ่งกลุ่มสูงและต่ำ แล้วใช้ t-test (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 185) เลือกเอาเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง คือข้อที่มีค่า t ที่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 ได้จำนวน 30 ข้อ

5.5.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกได้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดธาตุทอง เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ที่เรียนเรื่องลำดับมาแล้วจำนวน 100 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.8992

6. แบบแผนการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการวิจัยในเชิงทดลองใช้แบบ Randomized Control - group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2538 : 249) ซึ่งมีลักษณะดังนี้

ตาราง ๖ แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
R E	T_1	X	T_2
R C	T_1	~	T_2

ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- R = กลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาแบบสุ่ม
- E = กลุ่มทดลองสอนแบบสืบสวนสอบสวน
- C = กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู
- T_1 = การสอบก่อนเรียน
- T_2 = การสอบหลังเรียน
- X = การสอนโดยแบบสวนสอบสวน
- ~ = การสอนตามคู่มือครู

7. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

หลังจากที่ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยจะได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. ทำการสอนกลุ่มทดลองด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และกลุ่มควบคุมด้วยแผนการสอนตามคู่มือครู ตามตารางเวลาที่นัดหมายไว้โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งสองกลุ่ม

3. ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน
4. ตรวจสอบผลการสอบที่ได้ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง โดยใช้ t-test Difference Scores
2. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง โดยใช้ t-test Difference Scores
3. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง โดยใช้ t-test Difference Scores
4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples
5. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples
6. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples

9. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

9.1 สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 9.1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540 : 53)

9.1.2 ค่าความแปรปรวนของคะแนน คำนวณจาก

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

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ด้วยกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

(ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2540 : 76 - 77)

9.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

9.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์

9.2.1.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ มีสูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

(บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2527 : 68-70)

9.2.1.2 หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CTAI ซึ่งพัฒนาโดย สุวัฒน์ สุขมlynด

เมื่อนำข้อสอบไปทดสอบมาแล้ว นำมาตรวจให้คะแนนการให้คะแนนมีข้อจำกัดเบื้องต้นว่า ทำถูกต้อง 1 ทำผิดได้ 0 แล้วนำคะแนนมาเรียงจากมากไปหาน้อย โดยตัดคะแนน 27% ของพวกคะแนนสูงให้เป็นกลุ่มเก่ง และตัดคะแนน 27% ของกลุ่มคะแนนต่ำให้เป็นกลุ่มอ่อน

9.2.1.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จาก

สูตร KR - 20 (Kuder - Richardson - 20)

$$r_{ii} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s_i^2} \right)$$

เมื่อ r_{ii} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ คือ $1 - p$

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของเครื่องมือวัดฉบับนั้น

(ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 168)

9.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

9.2.2.1 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยวิธีแจกแจงค่าที (t - Distribution)

$$t = \frac{\overline{X_H} - \overline{X_L}}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

$\overline{X_H}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\overline{X_L}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n_H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

n_L แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

(ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 185)

9.2.2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้าง
สรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของ ครอนบัค
(Cronbach)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเครื่องมือทั้งฉบับ

(ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 170 - 172)

9.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

9.2.3.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดเจตคติต่อวิชา
คณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

(บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2527 : 68-70)

9.2.3.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยวิธี
แจกแจงค่าที (t - Distribution)

$$t = \frac{\overline{X}_H - \overline{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$\overline{X}_H$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	$\overline{X}_L$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	S_L^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 185)

9.2.3.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ

โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 170 - 172)

9.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

9.3.1 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1, 2, 3 ใช้สูตร t - test ชนิด Difference

Scores (Scott and Wertheimer. 1966 : 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}$$

$$S_{MD_1-MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ D_1 แทน ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1

D_2 แทน ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2

MD_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1

MD_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2

$S_{MD_1-MD_2}$ แทน คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยระหว่าง MD_1 และ MD_2

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 1

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 2

9.3.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 4, 5, 6 คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของ D แต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของ D ทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนคู่

t แทน ค่าที่พิจารณาใน t -Distribution

$$df = n - 1$$

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540 : 248)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ในการอ่านผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้ให้ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
MD	แทน	คะแนนเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
S^2_D	แทน	ความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม		
t	แทน	ค่าสถิติ t

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอตามลำดับขั้นดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน

5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน

6. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู โดยนำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test Difference scores ปรากฏผลดังตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$ (ก่อนทดลอง)	$\bar{X}$ (หลังทดลอง)	MD	S^2_D	t
กลุ่มทดลอง	30	8.1000	17.4000	9.3000	3.3380	2.04*
กลุ่มควบคุม	30	7.5667	15.7333	8.1666	2.4310	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานทางวิจัยข้อ 1 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู โดยนำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test Difference scores ปรากฏผลดังตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$ (ก่อนทดลอง)	$\bar{X}$ (หลังทดลอง)	MD	S^2_D	t
กลุ่มทดลอง	30	31.5667	57.7330	26.1667	6.1870	6.18**
กลุ่มควบคุม	30	37.1667	45.5330	8.3667	3.9730	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 แสดงว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานทางการวิจัยข้อ 2 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

3. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู โดยนำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t-test Difference scores ปรากฏผลดังตาราง 10 ดังนี้

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$ (ก่อนทดลอง)	$\bar{X}$ (หลังทดลอง)	MD	S^2_D	t
กลุ่มทดลอง	30	113.4667	117.3667	3.9000	14.1510	3.91**
กลุ่มควบคุม	30	102.1000	103.2333	1.1333	13.8180	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 แสดงว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานทางการวิจัยข้อ 3 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples ปรากฏผลดังตาราง 11 ดังนี้

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน

กลุ่มทดลอง	N	$\bar{X}$	MD	S^2_D	t
ก่อนทดลอง	30	8.1000	9.3000	4.1230	12.34**
หลังทดลอง	30	17.4000			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานทางการวิจัยข้อ 4 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลัง
จากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน โดยใช้ t – test แบบ
Dependent Samples ปรากฏผลดังตาราง 12 ดังนี้

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน

กลุ่มทดลอง	N	$\bar{X}$	MD	S^2_D	t
ก่อนทดลอง	30	16.5667			
			8.3667	5.0250	12.90 ^{**}
หลังทดลอง	30	24.9333			

^{**} มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 12 แสดงว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานทางการวิจัยข้อ 5 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้
นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

6. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน โดยนำผลต่างของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มทดลองทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ t -test แบบ Dependent Samples ปรากฏผลดังตาราง 13 ดังนี้

ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอน

กลุ่มทดลอง	N	$\bar{X}$	MD	S^2_D	t
ก่อนทดลอง	30	113.4667			
			3.9000	7.590	2.81 **
หลังทดลอง	30	117.3667			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 แสดงว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานทางการวิจัยข้อ 6 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
6. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
2. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน

5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน

6. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสิริรัตนาร เขตพระโขนง จังหวัด กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน โดยวิธีการดังนี้

1. สุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลากจากจำนวน 4 ห้อง ให้เหลือ 2 ห้อง ได้นักเรียนมาจำนวน 60 คน

2. จับสลากนักเรียนที่ได้จากข้อ 1 จำนวน 60 คน เพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน แล้วจับสลากอีกครั้งเพื่อให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการสอนรายคาบสำหรับวิธีสอนตามคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ค 015 เรื่อง “ลำดับ” ใช้สำหรับกลุ่มควบคุม จำนวน 12 คาบ

2. แผนการสอนรายคาบสำหรับวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน วิชาคณิตศาสตร์ ค 015 เรื่อง “ลำดับ” ใช้สำหรับกลุ่มทดลอง จำนวน 12 คาบ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยผู้วิจัย ดัดแปลงและปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของ สุภาวดี ตั้งบุบผา. (2533 : 72 – 77) เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 5 ข้อ

และใช้เกณฑ์การให้คะแนนของ Torrance (1969) คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากผลบวกของคะแนน ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดละเอียดลออ

5. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดัดแปลงและปรับปรุงมาจาก ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) และจากแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ นวลน้อย เจริญผล (2533 : 136-138) มนูญ ศีวารมย์ (2532 : 86-91) จันทรเพ็ญ ธนาสุภกรกุล (2526 : 153-159) ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

หลังจากที่ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. ทำการสอนกลุ่มทดลองด้วยวิธีการแบบสืบสวนสอบสวน และกลุ่มควบคุมด้วยแผนการสอนตามคู่มือครู โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งสองกลุ่ม
3. ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน
4. ตรวจสอบผลการสอบที่ได้ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง โดยใช้ t-test Difference Scores
2. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง โดยใช้ t-test Difference Scores
3. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง โดยใช้ t-test Difference Scores

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง
ของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples
5. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการ
ทดลอง ของกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples
6. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง
โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีสอนตามคู่มือครู
2. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น
5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

6. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

อภิปรายผล

1. สมมติฐานข้อที่ 1 “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน” จากผลการทดลอง พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนตามคู่มือครู ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจาก

1.1 การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นวิธีสอนที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง เพราะวิธีการสอนนี้มุ่งเน้นที่ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหา โดยครูจะตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (วิชย ดิสสระ. 2533 : 147)

1.2 กิจกรรมการสอนมีสถานการณ์ที่ไม่น่าเบื่อ ทำให้นักเรียนได้คิดและสังเกตทุกชั่วโมง เป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดและให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติมากกว่าที่ครูจะบอก ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ซัทแมน (วราภรณ์ ชัยโอภาส. 2521 : 53 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. n.d.) ที่กล่าวว่า “ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะเน้นให้นักเรียนลงมือกระทำโดยมีนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน”

1.3 เนื้อหาในเรื่อง “ลำดับ” เป็นเนื้อหาที่มีความเหมาะสมที่จะใช้วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เนื่องจากนักเรียนจะต้องสืบสวนสอบสวนหารูปแบบและพจน์ทั่วไปอยู่ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากค้นพบรูปแบบและพจน์ต่างๆ ด้วยตัวเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการสอนแบบสืบสวนของซัทแมน (Frederick. 1978 : 342 ; citing Suchman. 1962) ที่ว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นการสอนแบบใช้คำถามหรือสืบสวนสอบสวนอย่างอิสระ ผู้เรียนสามารถค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ซึ่งนำไปสู่ขั้นทั่วไปทางคณิตศาสตร์รวมถึงการค้นพบวิธีและหลักการทางคณิตศาสตร์

จากเหตุผลข้างต้น การสอนแบบสืบสวนสอบสวนจึงเป็นวิธีสอนอีกวิธีหนึ่งที่ครูควรจะต้องเลือกใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

2. สมมติฐานข้อที่ 2 “ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน” จากผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนตามคู่มือครู ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจาก

2.1 การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้มุ่งพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูพยายามไม่บอกความรู้ให้กับนักเรียน แต่จะใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดตลอดเวลาในขณะที่เดียวกันก็ช่วย ฝึกให้นักเรียนใช้คำถามเพื่อแสวงหาคำตอบและกฎเกณฑ์ของวิชาต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ มิใช่ครูเป็นศูนย์กลาง และก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (วีรยุทธ วิเชียรโชติ. 2521 : 36) การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนี้มีความสัมพันธ์กับบรรยากาศคือสามารถส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิดแบบสังเคราะห์จนกระทั่งเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้และนักเรียนจะได้นำหลักการใหม่ที่ค้นพบมาปรับขยายโครงสร้างการรับรู้ รวมทั้งได้รับการกระตุ้นให้นำหลักการนั้นไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริง และยังสนับสนุนหลักการของซัคแมน (Suchman. 1966 : 7 – 34) ที่ว่า ความสามารถในการคิดแบบสืบสวนสอบสวน นั้นสอดคล้องกับหลักการที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิชิต แสงลอย (2522 : 25 - 43) ที่ว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเสริมสร้างสติปัญญาความสามารถทางความคิดของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถฝึกให้นักเรียนคิดค้นหาคำตอบ ฝึกกระบวนการคิด ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่แจ่มชัดและกว้างขวางยิ่งขึ้น บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 74) ซึ่งสอดคล้องกับที่ เคเตอร์ (Cator. 1967 : 666 - 688) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่กับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ได้พบข้อสังเกตว่าการสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ กิจกรรมของครูมีโครงสร้างตามตำรา มีคำตอบตายตัวและง่ายต่อการควบคุม แต่ถ้าครูมีการสอนที่มีแบบแผน ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินรายการ หรือผู้จัดบันทึกข้อมูลลงบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิพากษ์ ครูที่สร้างบรรยากาศแบบสืบสวนสอบสวน จะสังเกตเห็น ความเจริญงอกงามของความยืดหยุ่นในความคิดสร้างสรรค์ของตัวนักเรียน นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ยังมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่นตัวอย่างงานวิจัยของ สมบูรณ์ แซ่กู่ (2525 : 50 - 56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลปรากฏ

ว่าความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แสดงว่าการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีผลต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการสอนแบบสืบสวนสอบสวนจึงเป็นวิธีสอนอีกวิธีหนึ่งที่ครูจะเลือกใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

3. สมมติฐานข้อที่ 3 “เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน” จากผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ทั้งนี้จะมีสาเหตุมาจาก วิชาคณิตศาสตร์ส่วนมากมีเนื้อหาเป็นนามธรรมทำให้นักเรียนต้องการเวลาที่จะทำความเข้าใจในเนื้อหา ซึ่งนักเรียนในชั้นเรียนมีทั้งนักเรียนที่เรียนเก่งและนักเรียนที่เรียนอ่อน ถ้าครูคณิตศาสตร์สอนโดยวิธีเดียวกัน นักเรียนที่เรียนเก่งก็สามารถเข้าใจได้รวดเร็วและไม่มีปัญหาในการเรียน แต่สำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนนั้นอาจจะไม่เข้าใจก็ได้ ซึ่งนักเรียนเหล่านี้ก็จะมีความคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก และมีความรู้สึกไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ เออร์วิง (Irving, 1966 : 706-715) ที่ว่า “ก่อนที่จะให้การศึกษาแก่เด็กไม่ว่าจะเป็นวิชาใด ๆ ก็ตามจะต้องอาศัยธรรมชาติความต้องการและพื้นฐานของนักเรียนเสียก่อน จึงสามารถให้การศึกษาแก่เด็กได้ถูกต้อง เด็กจะเริ่มเรียนวิชาใด ๆ ได้เป็นผลดีจะต้องมีความรับผิดชอบหรือมีเจตคติที่ดีต่อวิชานั้นด้วย” จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องศึกษาเทคนิคการจัดกิจกรรมประกอบการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนของนักเรียน ให้มีความกระตือรือร้น ไม่เบื่อหน่าย และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ (สุภา ยธิกุล, 2533 : 4) แต่โดยปกติการสอนจะเป็นแบบเน้นครูเป็นศูนย์กลาง สอนโดยใช้การบอกจุดและแสดงวิธีทำให้นักเรียนดู ดังนั้นนักเรียนจึงเกิดความเคยชินและจำเจ เมื่อผู้วิจัยใช้วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนซึ่งมีสื่อกิจกรรมและสถานการณ์ต่าง ๆ ที่น่าสนใจมาให้นักเรียนสืบสวนสอบสวน ทำให้นักเรียนได้คิดและสังเกตทุกชั่วโมง เป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดและให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติมากกว่าที่ครูจะบอก ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ชัชแมน (วรภรณ์ ชัยโอภาส, 2521 : 53 ; อ้างอิงมาจาก Suchman, n.d.) ที่กล่าวว่า “การสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะเน้นให้นักเรียนลงมือกระทำโดยมีนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน” นักเรียนจึงเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้นและพยายามที่จะค้นหาคำตอบด้วยตัวเองมากกว่าที่จะรอคำตอบจากครู และรู้สึกมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนได้มี

บทบาทในการเรียนการสอน ได้คิด วิเคราะห์ ลงมือปฏิบัติ และแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

4. สมมติฐานข้อที่ 4 “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน” จากผลการทดลองพบว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนแล้วทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอน ทั้งนี้จะมีสาเหตุมาจาก

4.1 การสอนแบบสืบสวนสอบสวนทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ได้ลงมือสืบสวนสอบสวนด้วยตัวเอง จึงทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ตนได้เรียนไป ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอนซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ทองคลัง โพธิ์สวัสดิ์ (2526 : 50)

4.2 การสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นเมื่อสอนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนอยากที่จะเรียนมากขึ้น จึงมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ บราวน์และโฮลซแมน (Brown and Holzman. 1976 : 4) สุเทพ บุตรกันหา (2517 : 57 - 58), สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2518 : 30) และ สานนท์ ฉายศรีศิริ (2522 : 103) ทว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี กล่าวคือ นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มีแนวโน้มว่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย

5. สมมติฐานข้อที่ 5 “ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน” จากผลการทดลองพบว่า หลังจากทีนักเรียนได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนแล้วทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอน ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจาก

5.1 การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง ทำให้นักเรียนมีอิสระทางความคิด นักเรียนสามารถสร้างรูปแบบได้อย่างไม่จำกัด ความคิดไม่ถูกปิดกั้น มีการสร้างสถานการณ์หรือทำการสาธิตให้เด็กเกิดความอยากรู้อยาก

จึงเป็นเช่นนั้น สร้างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมให้มีการตอบสนอง โดยครูเป็นเพียงผู้ตอบสนอง มากกว่าเป็นผู้ชี้แนะ โดยการให้ข้อมูลข้อสนเทศ เมื่อเด็กต้องการหรือเพื่อเสริมให้มีการทดสอบ ทฤษฎีต่อไป (Suchman, 1964 : 1) จึงส่งผลต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน สอดคล้อง กับหลักของวีรยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 3) ที่กล่าวว่า “ การเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นวิธีที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น” และสอดคล้องกับผลการวิจัยของเคเตอร์ (Cator, 1967: 686 – 688) , แรมซีย์ (Ramsey, 1969 : 32) , เบลสกี (Belsky, 1971 : 1970)

5.2 กิจกรรมและสื่อที่ใช้ในการทดลองมีความเหมาะสมกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมเหล่านี้จะเน้นให้เกิดความคิดแคล่วคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของเบลงเคนชิป (สุคาพร ลิทธิวาทิน, 2535 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Blankenship, 1975) ที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สามารถส่งเสริมได้ แม้ในช่วงเวลาสั้น ๆ แต่ต้องเป็น กิจกรรมที่เหมาะสม

5.3 การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นการสอนที่สามารถฝึกให้นักเรียนคิดค้นหาคำตอบ เป็นการฝึกกระบวนการคิด ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่แจ่มชัดและกว้างขวางยิ่งขึ้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2537 : 74) การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเสริมสร้างสติปัญญาความสามารถทางความคิดของนักเรียน เช่น กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับที่ เคเตอร์ (Cator, 1967 : 666 - 688) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ กับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ได้พบข้อสังเกตว่าวิธีสอนในลักษณะที่ครูเป็นใหญ่ กิจกรรมของครูมีโครงสร้างตามตำรา มีคำตอบตายตัว และง่ายต่อการควบคุม แต่ถ้าครูมีการสอนที่มีแบบแผน ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินรายการ หรือผู้จัดบันทึกข้อมูลลงบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์ ครูที่สร้างบรรยากาศแบบสืบสวนสอบสวนจะสังเกตเห็น ความเจริญงอกงามของความคิด ยืดหยุ่นในความคิดสร้างสรรค์ของตัวนักเรียน นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ยังมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่นตัวอย่างงานวิจัยของ สมบูรณ์ แซ่กู๋ (2525 : 50 - 56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4 ความคิดสร้างสรรค์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจันทร์เพ็ญ ธนาสุกกรกุล (2526 : 149) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง

ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .4852 จากการทดลองจะพบว่า นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ก็มีความกระตือรือร้น มีความตั้งใจในการเรียนพยายามคิด สังเกต และค้นหาคำตอบอยู่ตลอดเวลา ไม่ปิดกั้นความคิดของตนเอง ทำให้นักเรียนมีโอกาสดเกิดความคิดสร้างสรรค์อยู่ตลอดเวลาเช่นเดียวกัน

6. สมมติฐานข้อที่ 6 “เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน” จากผลการทดลองพบว่า หลังจากนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนแล้วทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอน ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจาก ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จะใช้วิธีสอนที่ให้ครูเป็นศูนย์กลางคือใช้การบอกจุดและแสดงวิธีคิดให้ดู เมื่อผู้วิจัยทดลองใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนจึงทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนการสอน จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่านักเรียนบางคนที่มีเจตคติไม่ดีเริ่มสนใจวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น เพราะวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้สืบสวนสอบสวนด้วยตัวของนักเรียนเอง นักเรียนไม่รู้สีกว่าน่าเบื่อ ดังนั้นเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนที่ได้รับการสอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทองคลัง โพธิ์สวัสดิ์ (2526 : 51) ที่ว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีเจตคติต่อการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อสังเกตบางประการจากการศึกษาค้นคว้า

1. การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นการสอนที่ต้องใช้เวลามากเนื่องจากนักเรียนต้องลงมือปฏิบัติและทดลองเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง ดังนั้นเวลาจึงอาจเป็นข้อแปรหนึ่งที่มีผลต่อการทดลอง
2. เนื้อหาที่จะเลือกใช้สอนนั้นต้องพิจารณาเนื้อหาที่เหมาะสมแก่การใช้การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เพราะการสอนแต่ละวิธีก็จะมีเหมาะสมกับเนื้อเรื่องในแต่ละเรื่อง

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรจะได้มีการส่งเสริมให้ครูผู้สอนนำวิธีการสอนนี้ไปใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์

1.2 การสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะได้ประสิทธิผลมากขึ้น ครูผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากการสอนที่ผู้สอนเป็นผู้อธิบายมาเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้ปฏิบัติและสืบสวนหาความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง

1.3 ในการสอนครูต้องไม่อธิบายให้นักเรียนรู้ก่อนที่ ครูต้องอดทนรอเพื่อให้นักเรียนคิดหรือสืบสวนสอบสวนด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนจำได้นานและสามารถเข้าใจได้ดีกว่าการจำโดยครูบอก

2. ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรจะได้ทำการวิจัยในแนวเดียวกันนี้อีก แต่ควรจะศึกษาระดับชั้นอื่น เพื่อให้เห็นความแตกต่างหรือความเปลี่ยนแปลงในเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้นำเชื่อถือมากขึ้น

2.2 ควรทำการวิจัยเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน โดยจำแนกตามระดับความสามารถของนักเรียน เช่น เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ระหว่างนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และเรียนอ่อน

2.3 ควรทำการวิจัยเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนแบบเป็นรายบุคคล กับเรียนเป็นกลุ่ม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาซ้ำอีก จะทำให้ผลการวิจัยมีความเชื่อถือมากขึ้น

2.4 ควรทำการวิจัยศึกษาผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูในวิชาคณิตศาสตร์อีก แต่คู่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

2.5 ควรนำเอาวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนไปใช้สอนในวิชาอื่น ๆ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. จิตวิทยาการศึกษาฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2528. อัดสำเนา.
- กัลยา เขียวขำ. การศึกษาลักษณะคำถามและทักษะการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2525. อัดสำเนา.
- กณิงศักดิ์ คำแถม. พฤติกรรมการสอนด้วยการถามตอบและด้านทักษะทั่วไปวิชาคณิตศาสตร์. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2518. อัดสำเนา.
- งามตา กมลวรรณ. ผลของการฝึกกลวิธีการใช้คำถามที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2537. อัดสำเนา.
- จันทร์เพ็ญ ธนาสุภกรกุล. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2526. อัดสำเนา.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. “การตั้งคำถาม,” วารสารจันทร์เกษม 158. มกราคม – กุมภาพันธ์ 2524.
- ชัยยงค์ ขามรัตน์. เจตคติของนักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษาที่มีต่อการเรียนวิชาเอกสุขศึกษา. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล , 2523. อัดสำเนา.
- ชาญชัย อินทรประวัติ. วิธีสอนทั่วไปและการสอนแบบจุลภาค. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2522.
- เชิดศักดิ์ โฉวสินธุ์. การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2520.
- _____. การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเคียนสไตร์, 2522.
- ทองคลัง โพธิ์สวัสดิ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ตามขั้น สน-ส-อ-ค กับวิธีสอนแบบปกติ. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2526. อัดสำเนา.

- นพพร พานิชสุข. คู่มือครุคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ ฯ :
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง , 2522.
- นวลน้อย เจริญผล. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและ
หลังจากการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2533. อัดสำเนา.
- นาคยา ภัทรแสงไทย. “ยุทธศาสตร์การสืบสวนสอบสวน,” มิตรครู 22 (9) : 13 - 23 ;
15 พฤษภาคม 2523.
- นิมมวล ทศวัฒน์. การศึกษาผลการสอนสังคมศึกษา 1. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชั่น ,
2522.
- บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ ฯ : สุริยาสาน์ , 2537.
_____. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิธีสอน และความวิตกกังวลใน
การเรียน โดยใช้วิธีสอนแบบเรียนเป็นคู่ (Learning cell) ที่มีการสอนย่อยกับวิธีสอน
แบบบรรยาย. มหาสารคาม : โครงการสถาบันวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอน.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม , 2534.
- บุญเชิด ภัยไธยอนันตพงศ์. การทดสอบแบบวิเคราะห์ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ ฯ :
สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ , 2537.
_____. การพัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งแรก. กรุงเทพฯ ฯ : ชมรมเด็ก , 2537.
- บุญทัน อยู่ชมบุญ. พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ :
สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ , 2529.
- ประกิจ รัตนสุวรรณ. การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2525.
- ประชาสงเคราะห์, กรม. เทคนิคในการสอนและฝึกอบรม. กรุงเทพฯ ฯ :
โรงพิมพ์กรมประชาสงเคราะห์ , 2517.
- ประภาพรรณ ไชยวงษ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยการเรียนรู้
จากโมดูลกับการเรียนจากครูซึ่งสอนแบบสืบสอบ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ ฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2522. อัดสำเนา.
- ประยูร ฉิมพลี. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยและความคิดแบบ
สืบสวน สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับ
แบบปรกติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2522. อัดสำเนา.

- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. “การเรียนการสอนทัศนคติและค่านิยม,” เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาจิตวิทยาสำหรับครู. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2523.
- ปานทอง กลุณาสิริ. “การนำเกมหรือปริศนามาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์,” วารสารคณิตศาสตร์. 27 : 21 – 22 ; มกราคม – กุมภาพันธ์ 2527.
- ฝนทิพย์ อมาตยกุล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2531. อุดมศึกษา.
- พรรณิ เดชคำแหง ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความวิตกกังวล และพฤติกรรมด้านความเป็นผู้นำ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาการทางการศึกษาชั้นปีที่ 1 และ 2. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2515. อุดมศึกษา.
- พรรณิ ช. เชนจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. (จิตวิทยาการศึกษาสำหรับครูในชั้นเรียน). พิมพ์ครั้งที่ 3. ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพฯ : อัมรินทร์การพิมพ์ , 2528.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2529.
- พิชิต แสงลอย. การศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบ สสวท กับแบบสืบสวนสอบสวน ตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2522. อุดมศึกษา.
- ไพฑูย์ จันทยศ. “พิษของการสอนเรื้อรังของครูหลักสูตรใหม่,” วิทยาสาร 29 (15): 12 – 14 ; สิงหาคม 2521.
- ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช , 2526.
- ภพ เลหาไพฑูย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2537.
- มนูญ สีวามย์. การสร้างสมการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความวิตกกังวล. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2532. อุดมศึกษา.

- ยุพดี นาคพิระยุทธ. การสอนวิชาภาษาไทยด้วยวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2522. อัดสำเนา.
- ยุพา นันทะไชย. “การสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์,” วารสารคนเศรษฐศาสตร์ 1 มีนาคม 2526 .
- ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์ , 2524.
- _____. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์ , 2527.
- _____. การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เพลงคณิตศาสตร์ประกอบการสอนของครู. กรุงเทพฯ : ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2527.
- รัศมี กิบาลแทน. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดการสอนในวิชาสังคมศึกษา ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีวินัยและความรับผิดชอบสูงกับนักเรียนที่มีวินัย และความรับผิดชอบต่ำ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง , 2524.
- ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์ , 2525.
- รุ่งทิวา จักรกร. วิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองธรรม , 2527.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุริยาสาน์ , 2536.
- _____. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุริยาสาน์ , 2538.
- _____. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุริยาสาน์ , 2538.
- _____. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก , 2539.
- _____. สถิติทางวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุริยาสาน์ , 2540.
- ถัดดา อุดสาหะ. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2519. อัดสำเนา.
- วราภรณ์ ชัยโอภาส. การพัฒนาสมรรถภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา มหานคร. มหานคร : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหานคร , 2521.

- วัฒนา หงษ์ภู. ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดการบริหารส่วนจังหวัดฉะเชิงเทรา, วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2523. อัดสำเนา.
- วัลภา จิรวะวงศ์. การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในกรุงเทพมหานคร และเขตการศึกษา 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2538. อัดสำเนา.
- วัลภา แนวจำปา. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมความคิดสร้างสรรค์ และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 10. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2528. อัดสำเนา.
- วิชัย ดิสสระ. การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2533.
- วิชาการ, กรม. เอกสารการปรับปรุงหลักสูตร. กรุงเทพฯ : 2533.
- _____. รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2538. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ , 2538.
- _____. “ปัญหานักเรียนอ่อนคณิตศาสตร์ครูสามารถแก้ไขได้,” เอกสารลำดับที่ 4 ชุดนวัตกรรมช่วยการเรียนรู้การสอน. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท. , 2540.
- วิเชียร เกตุสิงห์. การวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ : 2520.
- _____. คู่มือการวิจัยสถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี , 2521. อัดสำเนา
- _____. สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7. การวิจัยการศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ , 2523.
- วิรุฬห์ บุญสมบัติ. ธรรมชาติวิทยา หน่วยที่ 7 การศึกษาธรรมชาติวิทยา โครงการวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2521.
- วินัส หมายสุข. การศึกษารเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จัหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2525 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสืบสวนสอบสวนและวิธีสอนแบบบรรยาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2526. อัดสำเนา.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์, 2521.

_____. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. ฉบับที่ 416. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง , 2524.

_____. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง , 2527.

ศักดิ์ สุนทรเสณี. เจตคติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ดี.ดี.บุคส์ไตร์ , 2531.

ศิริกาญจน์ โกสมุทร. “เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อการฝึกให้คิดเป็น,” วารสารประชาศึกษา. ตุลาคม 2521.

_____. คู่มือการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : บริษัททุ่งศิลป์การพิมพ์ , 2524.

_____. รายงานการวิจัยเรื่องโครงการการศึกษาความเป็นไปได้ของแนวการจัดการศึกษาระดับประถม มัธยม และอาชีวศึกษาของไทยในทศวรรษ 1990. กรุงเทพฯ : 2533.

_____. หนังสือเรียนแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015. ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2536.

_____. คู่มือครูหนังสือเรียนแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 015. ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2536.

_____. คู่มือวิธีสอนของครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : 2539.

ศึกษานิเทศก์ , หน่วย กรมสามัญศึกษา. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ,” วิจัยทางการศึกษา. 14(1) : 79 - 98 ; มกราคม – มีนาคม 2527.

สงวน ลักษณะ. “การวัดคุณลักษณะทางด้านความรู้สึกรัก,” วารสารวิจัยการศึกษา 16 : 41 – 59; กรกฎาคม - กันยายน 2529.

สงวน สุทธิเลิศอรุณ. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรบัณฑิต , 2526.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบัน. “รายละเอียดเกี่ยวกับ สสวท. ,”

เอกสารพิมพ์แจกสำหรับผู้สอนทั่วไป. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมพงษ์ , 2518.

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบัน. รายงานผลการวิจัยและประเมินผลวิชา
คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2529.
- สมเกียรติ ปดิฐพร. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2525.
- สมทรง ไชยวัด. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดกลุ่มที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2538. อัดสำเนา.
- สมบูรณ์ สุริยวงศ์. การสร้างแบบทดสอบ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง , 2521.
- สมบูรณ์ แซ่กู่. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพทางสัญลักษณ์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2525. อัดสำเนา.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชชัย. เอกสารทางวิชาการ การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเอกสาร
ลำดับที่ 33. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2540.
- สวนา พรพัฒน์กุล. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร , 2522.
- สถานท์ ฉายศรีศิริ. องค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดนครปฐม. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2522. อัดสำเนา.
- ตำราญ ศิลปธรรม. “ครู : หลักการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้,” วารสารก้าวไกล 12 :
มิถุนายน 2536.
- สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. ประมวลสาระชุดวิชา สาระดละและวิทยวิธีทางวิชา
คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-11. กรุงเทพฯ : บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, 2527.
- สุจิตรา โอสดอภักษ์. การวิเคราะห์การใช้คำถามของครูคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2538.
อัดสำเนา.
- สุชา จันท์ธอม. จิตวิทยาแนะแนว. พิมพ์ครั้งที่ 3. ปรับปรุงและเพิ่มเติม. กรุงเทพฯ :
อักษรบัณฑิต , 2527.
- สุดาพร สิทธิเวทิน. ผลของการใช้รายการวิทยุโรงเรียนศิลปศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535. อัดสำเนา.

- สุเทพ บุตรกันหา. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิด
สร้างสรรค์การยอมรับตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 และมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาโสตทัศนศึกษาวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร , 2517. อัดสำเนา.
- สุภา ยธิกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สถิติโดยใช้สื่อประสม
กับการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสววิทยา จังหวัดชุมพร.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2533. อัดสำเนา.
- สุภาวดี ตั้งบุบผา. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2533. อัดสำเนา.
- สุรียา ผลโพธิ์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกะและความคิด
สร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2528. อัดสำเนา.
- เสริมศรี เสวตามร และสาตี งามศิริ. “การวิเคราะห์วิธีสอนแบบ INQUIRY,” วารสารครุศาสตร์
ฉบับพิเศษ. 68 - 79 ; กรกฎาคม - สิงหาคม 2521.
- โสภี วงศ์ทองเหลือ. “ถ้าครูจะฝึกทักษะด้วยตนเอง,” ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 27 ; 6 ตุลาคม 2520.
- อรทัย เสรฐฐักโก. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry)
กับความคิดแบบอื่นๆ (Cognitive Styles) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)
ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร , 2514.
อัดสำเนา.
- อารี รังสินันท์. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ชนะการพิมพ์ , 2527.
_____. รวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก. กรุงเทพฯ :
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2527.
_____. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แพรววิทยา , 2528.
- Aikin, Lewis R. “Attitudes Toward Mathematics and Science in Iranian Middle
Schools,” School Science and Mathematics. 79 : 229 - 234 ; March , 1979.
- Allport, Gordon W. “Attitude,” Readings in Attitude Theory and Measurement. Edited by
Martin Fishbein. New York : John Wiley & Sons , 1967.

- Anastasi, Anne. Differential Psychology. 3rd ed. New York : Macmillan Company , 1958.
- _____. Psychological Testing. 3rd ed. New York : Macmillan , 1968.
- _____. Differential Psychology. New York : McGraw – Hill Book Co . , 1976.
- Anderson , Ronald D. and others. Developing Children Thinking Through Science.
Englewood Cliffs , New Jersey : Prentice - Hall Inc . , 1970.
- Balka , D. S. "Creative Ability in Mathematics , " Arithmetic Teacher. 21(7) : 633 –636 ;
1974.
- _____. "The Development of an Instrument to Measure Creative Ability in
Mathematics , " Dissertation Abstracts. 1975.
- Bell , H. Frederick. Teaching and Learning Mathematics (In Secondary Schools)
Wm. C. Brown. Company Publishers. Second Printing , 1978.
- Belsky , Theodore Bernard. "The Development of an Expository - Inquiry Continuum
to measure relationship between Expository and Inquiry Teaching Methods and
Students Cognitive Characteristics in Secondary Social Studies Class , "
Dissertation Abstracts. 31 : 1970 A ; 1971.
- Bentley , Joseph. "Creativity and Academic Achievement , " The Journal of Educational
Research. 59 : 269 – 272 ; February , 1962.
- Brown , William F. and Wayne H. Holtzman. SSHA Manual Survey of Study Habits
And Attitude. New York : Psychological Co . , 1976.
- Cator , Jack L. "The Authoritarian V.S. The Inquiry Approach , " School Science
and Mathematics. 67(8) : November , 1967.
- Cicirelli , Victor G. "Form of the Relationship between Creativity, I.Q. and Academic
Achievement , " Journal of Educational Psychology. 56 : 303 – 308 ; 1965.
- Clark , Leonard and Star. Irving. Secondary School Teaching Method. New York :
The Macmillan Company , 1967.
- Crockenberg , Susan B. "Creativity Test : A Boon or Boondoggle for Education , "
Review of Educational Research. 42(1) : 27 - 45 ; 1972.
- Davis , Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in
Research in Education , " Dissertation Abstracts International. 5 : 41 ; February
, 1970.

- Davis , Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum ," Dissertation Abstracts International. 39 : 4164 – A : January , 1976.
- De Bono, E. Lateral thinking ; a textbook of creativity. London : Ward Look Educational , 1970.
- Deighan , William Patrick. "AN Examination of Relationship between Teacher Attitudes towards Arithmetic and the Attitudes of Their Students towards Arithmetic ," Dissertation Abstracts International. 31 : 3333 - A ; January , 1971.
- Fan , Chung - Teh. Item Analysis Table Princeton. New Jersey : Educational Testing Service , 1952.
- Feldhusen , John F., Terry Denny and Charles F. Condon. "Anxiety Divergent Thinking and Achievement ," The Journal of Educational Psychology. 56 : 40-45 ; May , 1965.
- Ferguson , L.W. Personality Measurement. New York : McGraw - Hill Book Co . , 1981.
- Francies , Hallie Davis. "Arithmetic Attitude and Arithmetic Achievement of Fourth and Sixth Grade Students in Urban Poverty - Area Elementary School ," Dissertation Abstracts International. 32 : 1333 - A ; September , 1971.
- Garrison , Karl C. and Robert Magoon. Educational Psychology. Ohio Charles Merrill Publishing , 1954.
- Gehlbach , Roger D. "Creativity and Instruction the Problem of task Design ," Journal of Creative Behavior. 21 (1) : 1987.
- Getzels , Jacob W. and Philip W. Jackson. Creativity and Intelligence. 3rd ed. New York : John Wiley & Sons Inc. , 1962.
- Good , Cater V. Dictionary of Education. Edited by Cater V. Good. New York : McGraw - Hill Book Company , Inc . , 1973.
- Good , Carter V. Dictionary of Education. New York : McGraw - Hill Book Co. , 1959.
- Guilford , Joy Paul. Personality. New York : McGraw - Hill , 1959.
- _____. "The Nature Ernest ," Psychology. New York : McGraw - Hill Co . , 1967.
- Hadamard , J. The Psychology of Invention in the Mathematical Field. New Jersey : Princeton University Press , 1945.

- Holland. John L. The Psychology of Vocational Choice, a Theory of Personality Types and Model Environments. Mass. : Blaisdell, 1961.
- Hopkins and Stanley. Educational and Psychological Measurement and Evaluation. 6th ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall , 1981.
- Hudgins Bryce. Learning Thinking. Illinois : Peacock Publishers , Inc . , 1979.
- Irving , A. “Mental Growth and the Art of Teaching,” The Mathematics Teacher. 8 : 706 – 707 ; December , 1966.
- Isaksen, Scott G. and others. “Curriculum Planning for Creative Thinking and Problem Solving,” The Journal of Creative Behavior. 19 (1) : 1 - 29 ; 1987.
- Keller , Claudia Mer Kel. “Sex Differentialed Attitudes toward Mathematics and Sex Differentiated Achievement in Mathematics on the Ninth Grade Level in Eight Schools in New Jersey ,” Dissertation Abstracts International. 35 : 3300 - A ; December , 1974.
- Kissane , V. Barry. “Mathematical Investigation : Description , Rational , and Example ,” Mathematics Teacher. 81 (7) : 520 – 528 ; October , 1988
- Kusland , L.T. and A.H. Stone. Teaching Children Science An Inquiry Approach. 3rd ed. California Wadsworth Publishing , Co. , 1969.
- Lockwood , James. “An Analysis of Teacher – Questioning Mathematics Classroom ,” Dissertation Abstracts International. 6472 - A ; July , 1970.
- Logan, Lilian M. and Virgil G. Logan. Design for Creative Teaching. Toronto : McGraw - Hill of Canada , 1971.
- MacKinnon, D.W. “What makes a person creative ,” Contempary Reading in General Pshchology. Edited by Robert S. Danial, Boston ; Houghton Mifflin Co . , 1959.
- Maria , Carl J. “An Evaluation of the Effectiveness of the Use of Inquiry Instruction to Foster Creative in Intermediate Grade Student,” Dissertation Abstracts International. 42 : 642 – A; August , 1981.
- Mastantuono , Albert Kenneth. “An Examination of Four Arithmetic Attitude Scales ,” Dissertation Abstracts International. 32 : 248 - A ; July , 1971.

- McGuire, William J. "The Nature of Attitudes and Attitude Change," The Handbook of Social Psychology. Edited by Gardner Lindzey 2d. ed. Vol. 3 ; Massachusetts ; Addison - Wasley , 1966.
- Morgan , T. Clifford and Richard A. King. Introduction to Psychology. New York : McGraw -Hill Book Co . , 1975.
- Nisbet , Jean. "Instructional Sequence for Improving Teacher Question – Asking in Secondary Mathematics," Dissertation Abstracts International , 35 : 2841 – A ; November , 1974.
- Norval , Scott. "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization A Three Years Exploratory Study," Journal of Research in Science Teaching. 7 : 95 – 102 ; 1970.
- Olarinoye , Raphel Dale. "A Comparative Study of Effectiveness of Three Methods of Teaching Secondary School Physic Scourse in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 (8) : 4848 ; February , 1974.
- Orton , Antany. Learning Mathematics : Issues, Theory and Classroom Practice . London : Cassell Education , 1987.
- Osborn , Alex F. Applied Imagination. Charles Scribner's Sons , New York : 1963.
- Ramsey , Gregor A. "Analysis of Research Relates to Instructional Procedure in Elementary School Science , " in Science and Children. April , 1969.
- Reeve , William. Mathematics for the Secondary School. New York : Holt , Rinehart and Winston Company , 1883.
- Rosenburg , Milton J. and Carl I. Hovlan . Attitude Organization and Change. New Haven : Yale University Press , 1963.
- Schmalz , Rosemary. "Categorization of Question that Mathematics Teachers Ask," The Mathematics Teacher. 66 : 619 – 629 ; July , 1973.
- Scott , william A. and Michael Werthemer. Introduction to Psychological Research. 2nd . John Wiley & Sons. New York : Inc. , 1966.
- Secord , Paul F. and Carl W. Backman. Social Psychology. Tokyo : McGraw – Hill Koyakusha , 1964.
- Shaw , M.E. and J.M. Wright. Scales for the Measurement of Attitudes. New York : McGraw - Hill Book Co . , 1967.

- Starkey , Kathryn Towns. "The Effect of Teacher Coomment on Attitude toward
and Achivement in Secondary Mathematics Classes : An Experimental Study,"
Dissertation Abstracts International. 32 :259 - 260 A ; September , 1971.
- Suchman , J. Richard. The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry.
128 ; June , 1962.
- _____. The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry.
128 ; June , 1964.
- _____. Illinois studies in Inquiry Training. December , 1964
- _____. "Inquiry : Inquiry In the Curriculum ," In the Instructor. 5(75) : 64 ;
January , 1966.
- Thurstone , L.L. Can we measure Reading in Attitude Theory and Measurement.
New York : John Wiley & Sons , 1967.
- Torrance , E. Paul. Guiding Creative Talent. New Jersey : Prentice Hall , Inc. , 1962.
- _____. What Research Says to the Teachers in Creativity. Washigton D.C. :
Association of Classroom Teachers of the National Education Association , 1965.
- _____. Guiding Creative Talent. Englewood Cliffs , N.J. Prentice - Hall , Inc.
1965.
- _____. Guiding Creative Talent. New Delhi : Prentice - Hall of India Private
Limited , 1969.
- Treffinger , J.J. and others. "Theoretical Perspectives on Creative Learning and Its
Facilitation : an Overview , " Journal of Creative Behavior. 21 (1) : 1987.
- Triandis , Harry C. Attitude and Attitude Change. New York : John Wiley & Sons Inc. ,
1971.
- Wallach , Michell A. and Kogan Nathan. Mode of Thinking in Young - Children.
Holt, Rinehart and Winston, Inc. , 1965.
- Wilson , James W. Evaluation of learning in Secondary School Mathematics in
Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning.
p. 643 – 699. Ed. By Benjamins. Bloom , Thomas Hasting and George F.
Maduas , McGraw – Hill , 1971.

Wilson , Robert C. Education for Gifted. Chicaco : The University of Chicago Press ,
1958.

Wilson , D.B. " A Report on the Use of Structured Tutorials as a Means to
Creative Thinking , " International Mathematics Educational Science
Technology. 9(4) : 423 - 432 ; 1978.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก - ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- ภาคผนวก ข - แบบทดสอบ
- ภาคผนวก ค - คะแนนของนักเรียนจากผลการทดลอง
- ภาคผนวก ง - ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ภาคผนวก จ - แผนการสอน
- ภาคผนวก ฉ - รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ($KR-20$) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ($KR-20$) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ($KR-20$) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตาราง 14 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (KR-20)

ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “ลำดับ” จำนวน 24 ข้อ
โดยใช้โปรแกรม SPSS

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1.	0.623	0.369	13.	0.446	0.533
2.	0.738	0.406	14.	0.431	0.584
3.	0.677	0.308	15.	0.462	0.430
4.	0.369	0.561	16.	0.369	0.368
5.	0.546	0.480	17.	0.269	0.752
6.	0.708	0.416	18.	0.154	0.390
7.	0.285	0.391	19.	0.362	0.622
8.	0.431	0.240	20.	0.431	0.319
9.	0.569	0.375	21.	0.385	0.516
10.	0.600	0.391	22.	0.377	0.464
11.	0.415	0.381	23.	0.462	0.342
12.	0.477	0.421	24.	0.415	0.457

ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) = 0.7890

ตาราง 15 ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 5 ข้อ โดยใช้โปรแกรม SPSS

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1.	6.15
2.	2.61
3.	1.90
4.	7.45
5.	3.77

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น (KR-20)} = 0.7005$$

ตาราง 16 ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบวัดเจตคติ
ต่อวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ โดยใช้โปรแกรม SPSS

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1.	5.05	16.	4.78
2.	4.78	17.	4.95
3.	3.83	18.	4.46
4.	4.97	19.	6.49
5.	4.10	20.	6.76
6.	6.35	21.	2.30
7.	6.55	22.	3.52
8.	6.61	23.	2.49
9.	4.83	24.	3.79
10.	3.90	25.	6.81
11.	5.98	26.	4.42
12.	4.65	27.	5.25
13.	6.81	28.	6.10
14.	4.33	29.	5.39
15.	5.65	30.	2.30

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น (KR-20)} = 0.8992$$

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อสอบ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง
“ลำดับ”

โดย
นางสาวสิริลักษณ์ วงศ์เพชร
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง “ลำดับ”

จุดประสงค์ที่ 1 เขียนลำดับโดยการแจกแจงเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปของลำดับให้

จุดประสงค์ที่ 2 เขียนพจน์ทั่วไปของลำดับจากลำดับที่กำหนดให้

จุดประสงค์ที่ 3 หาพจน์แรก ผลต่างร่วม และพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเลขคณิตได้

จุดประสงค์ที่ 4 นำความรู้เกี่ยวกับลำดับเลขคณิตไปแก้โจทย์ปัญหาได้

จุดประสงค์ที่ 5 หาพจน์แรก อัตราส่วนร่วม และพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเรขาคณิต

จุดประสงค์ที่ 6 นำความรู้เกี่ยวกับลำดับเรขาคณิตแก้โจทย์ปัญหาได้

จุดประสงค์ที่ 7 บอกได้ว่าลำดับที่กำหนดให้ลำดับใดเป็นลำดับเลขคณิตหรือลำดับเรขาคณิต

จุดประสงค์ที่ 8 บอกได้ว่าลำดับที่กำหนดให้ เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์หรือลำดับไดเวอร์เจนต์

จุดประสงค์ที่ 9 หาขีดจำกัดของลำดับได้ เมื่อกำหนดลำดับมาให้

.....

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกาเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

ข้อสอบชุดนี้มีจำนวน 24 ข้อ ข้อละ 5 ตัวเลือก ให้ใช้เวลาทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์ที่ 1 เขียนลำดับโดยการแจกแจงเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปของลำดับให้

1. พจน์สี่พจน์ของลำดับเมื่อกำหนด $a_n = 8 \times 3^{-(n-2)}$ คือข้อใด

ก. $24, 8, \frac{8}{3}, \frac{8}{9}$

ข. $\frac{8}{3}, \frac{8}{9}, 16, 24$

ค. $3, \frac{8}{3}, \frac{8}{9}, 16$

ง. $2, 4, \frac{8}{3}, \frac{8}{9}$

จ. $4, \frac{8}{3}, \frac{8}{9}, \frac{8}{27}$

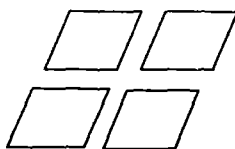
จุดประสงค์ที่ 2 เขียนพจน์ทั่วไปของลำดับจากลำดับที่กำหนดให้

2. พจน์ทั่วไปในข้อใดที่สอดคล้องลำดับที่กำหนดให้

พจน์ที่ 1



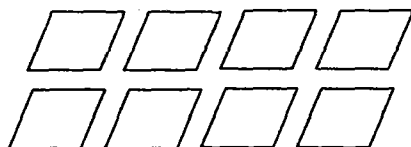
พจน์ที่ 2



พจน์ที่ 3



พจน์ที่ 4



.

.

10

.

20

.

.

n

ก. n

ข. $2n$

ค. 2^n

ง. 2^{n+1}

จ. $4n$

- 3 พจน์ทั่วไปในข้อใดสอดคล้องกับลำดับ 1, 5, 13, 29, ... เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มบวก
- ก. $a_n = 2^{n+1}$ ข. $a_n = 2^n - 3$
 ค. $a_n = 2^{n-3} + 3$ ง. $a_n = 2^{n-1} + 3$ จ. $a_n = 2^{n+1} - 3$
- 4 พจน์ที่ n ในข้อใดสอดคล้องกับลำดับ $x, 3x^2, 7x^3, 13x^4, 21x^5, 31x^6, \dots$ เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มบวก
- ก. $(n^2 - n - 1)x^n$ ข. $(n^2 + n - 1)x^n$
 ค. $(n^2 - 3n - 1)x^n$ ง. $(n^2 - 3n + 1)x^n$
 จ. $(n^2 - n + 1)x^n$

จุดประสงค์ที่ 3 หาพจน์แรก ผลต่างร่วม และพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเลขคณิตได้

- 5 ถ้า 5 และ 30 เป็นพจน์แรกและเป็นพจน์ที่ 20 ของลำดับเลขคณิตตามลำดับ พจน์ที่ 3 ของลำดับนี้คือข้อใด
- ก. 6.5 ข. 7.3
 ค. 7.63 ง. 8.5 จ. 9.0
- 6 ค่า b ของลำดับเลขคณิต 15, a , b , c , 31 เท่ากับข้อใดต่อไปนี้
- ก. 17 ข. 19
 ค. 21 ง. 23 จ. 25
- 7 ถ้า x , $3x+1$ และ $4x+7$ เป็นสามพจน์ที่เรียงกันของลำดับเลขคณิต พจน์ต่อไปของสามพจน์นี้คือข้อใด
- ก. 38 ข. 39
 ค. 40 ง. 41 จ. 45

จุดประสงค์ที่ 4 นำความรู้เกี่ยวกับลำดับเลขคณิตไปแก้โจทย์ปัญหาได้

- 8 ระหว่าง 100 ถึง 600 มีกี่จำนวนที่หารด้วย 6 แล้วเหลือเศษ 3
- ก. 80 จำนวน ข. 81 จำนวน
 ค. 82 จำนวน ง. 83 จำนวน จ. 84 จำนวน
- 9 น้ำหนักของนักเรียน 7 คน เรียงกันเป็นพจน์ลำดับเลขคณิต ถ้าคนที่มีน้ำหนักมากที่สุดและน้อยที่สุดมีน้ำหนักเป็น 42 และ 30 กิโลกรัม น้ำหนักของนักเรียนอีก 5 คน เรียงเป็นลำดับในข้อใด
- ก. 29, 31, 33, 35, 37 ข. 29, 32, 34, 36, 38
 ค. 31, 35, 39, 43, 47 ง. 32, 34, 36, 38, 40
 จ. 28, 30, 32, 34, 36

- 17 พจน์ที่ 5 ของลำดับเรขาคณิตคือ 36 และอัตราส่วนร่วมเท่ากับ 2 พจน์แรกของลำดับตรงกับจำนวนในข้อใด

ก. $\frac{1}{3}$

ข. $\frac{2}{5}$

ค. $\frac{3}{7}$

ง. $\frac{3}{13}$

จ. $\frac{9}{4}$

จุดประสงค์ที่ 6 นำความรู้เกี่ยวกับลำดับเรขาคณิตแก้โจทย์ปัญหาได้

- 18 ในปี พ.ศ. 2518 ประชากรในอำเภอหนึ่งมี 60,000 คน ถ้าในแต่ละปี ประชากรในอำเภอนี้เพิ่มขึ้นปีละ 4% พจน์ทั่วไปของการเพิ่มของประชากรในกรณีนี้ เมื่อ n เป็นจำนวนปีเท่ากับข้อใด

ก. $60,000 + \left(\frac{96}{100}\right)^n$

ข. $60,000 + \left(\frac{104}{100}\right)^n$

ค. $60,000 \times \left(\frac{4}{100}\right)^n$

ง. $60,000 \times \left(\frac{96}{100}\right)^n$

จ. $60,000 \times \left(\frac{104}{100}\right)^n$

19. ชายคนหนึ่งจ่ายเงินให้บุตรสาวไปโรงเรียนวันละ 1 บาท เมื่อบุตรสาวอยู่ชั้นประถม 1 และตั้งใจจะให้เพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี โดยให้เป็น 2 เท่าของปีก่อน อยากทราบว่า เมื่อบุตรสาวเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะได้รับเงินไปโรงเรียนวันละกี่บาท

ก. 64 บาท

ข. 32 บาท

ค. 16 บาท

ง. 24 บาท

จ. 128 บาท

จุดประสงค์ที่ 7 บอกได้ว่าลำดับที่กำหนดให้ลำดับใดเป็นลำดับเลขคณิตหรือลำดับเรขาคณิต

- 20 จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

ก. $2, 1, \frac{2}{3}, K, 3\left(\frac{1}{3}\right)^n, \dots$ เป็นลำดับเรขาคณิต

ข. $2\frac{1}{2}, 1\frac{7}{13}, 1\frac{1}{9}, K, 2\left(\frac{1}{3}\right)^n, \dots$ เป็นลำดับเรขาคณิต

ค. $3, 1, \frac{1}{3}, \frac{1}{9}, \dots, 9\left(\frac{1}{3}\right)^n, \dots$ เป็นลำดับเรขาคณิต

ง. $\frac{1}{2}, \frac{1}{7}, \frac{1}{12}, K, 5\left(\frac{1}{3}\right)^n, \dots$ เป็นลำดับเลขคณิต

จ. $1, \frac{3}{4}, \frac{3}{5}, K, 3\left(\frac{1}{3}\right)^n, \dots$ เป็นลำดับเรขาคณิต

จุดประสงค์ที่ 8 บอกได้ว่าลำดับที่กำหนดให้ เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์หรือลำดับไดเวอร์เจนต์

- 21 กำหนด $a_n = \frac{3n+5}{6}$ ต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง
- ก. a_n เป็นลำดับไดเวอร์เจนต์
 - ข. a_n เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ มีลิมิตเท่ากับ 3
 - ค. a_n เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ มีลิมิตเท่ากับ 5
 - ง. a_n เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ มีลิมิตเท่ากับ 6
 - จ. a_n เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ มีลิมิตเท่ากับ $\frac{1}{2}$

จุดประสงค์ที่ 10 หาขีดของลำดับได้ เมื่อกำหนดลำดับมาให้

- 22 ลิมิตของลำดับ $\frac{3n^2 - n}{7n^3 + 17}$ มีค่าเท่าใด
- ก. 7
 - ข. 0
 - ค. $\frac{7}{9}$
 - ง. $\frac{3}{7}$
 - จ. ไม่มีลิมิต
- 23 ลิมิตของลำดับ $a_n = \sqrt{\frac{4n}{n+1}}$ มีค่าเป็นเท่าใด
- ก. 0
 - ข. 1
 - ค. 2
 - ง. 4
 - จ. ไม่มีลิมิต
- 24 ลิมิตของลำดับ $a_n = \frac{4+5n}{n^2}$ มีค่าเป็นเท่าใด
- ก. -1
 - ข. 0
 - ค. 1
 - ง. 4
 - จ. ไม่มีลิมิต

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ศิริลักษณ์ วงศ์เพชร

ข้อสอบ
แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

โดย
นางสาวสิริลักษณ์ วงศ์เพชร
นิสิตปริญญาโท การสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คำชี้แจง

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบอัตนัยให้เขียนตอบอย่างอิสระโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้คือ

1.1 คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบแต่ละข้อ โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

1.2 คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากจำนวนกลุ่มหรือทิศทางของคำตอบกล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคล่องแคล่วไปแล้ว มาจัดเป็นกลุ่มหรือคำตอบที่เป็นทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้วให้นับจำนวนกลุ่ม โดยให้คะแนนกลุ่มละ 1 คะแนน

1.3 คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ

1.4 คะแนนความคิดละเอียด พิจารณาจาก ความคิดในรายละเอียด คิดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายหรือขยายความคิดเดิมให้เห็นภาพพจน์ที่ชัดเจน และสมบูรณ์ ให้คะแนนโดยพิจารณาจาก ความคิดในรายละเอียด คิดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายหรือขยายความคิดเดิมให้เห็นภาพพจน์ที่ชัดเจน และสมบูรณ์โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน

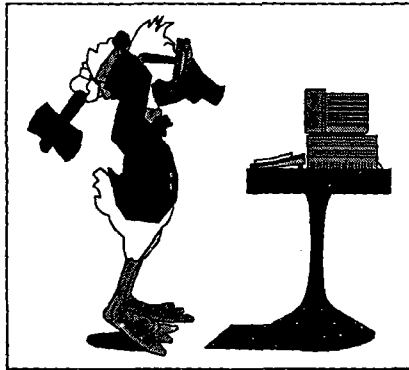
คะแนนรวม คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากผลบวกของคะแนน ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดละเอียดลออ

2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดนี้จะมีจำนวนทั้งหมดซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ด้านละ 1 ข้อ ดังนี้คือ

- 2.1 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่
- 2.3 ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 2.4 ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป
- 2.5 ความสามารถในการเปลี่ยนแนวทางในการคิดเป็นวิธีอื่น

3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบข้อละ 20 นาที จำนวน 5 ข้อ รวมใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 100 นาที

4. ถ้ากระดาษคำตอบไม่พอให้นักเรียนขอเพิ่มเติมได้อีก



➤ 1. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์

คำสั่ง ให้นักเรียนหาตัวเลขใด ๆ มาใส่ในตารางแล้วทำให้ผลบวกตามแนวนอนเท่ากับผลบวกตามแนวตั้ง และเท่ากับผลบวกตามแนวเส้นทแยงมุม โดยใช้ตัวเลขไม่ซ้ำกัน

รูปแบบที่ 1

รูปแบบที่ 2

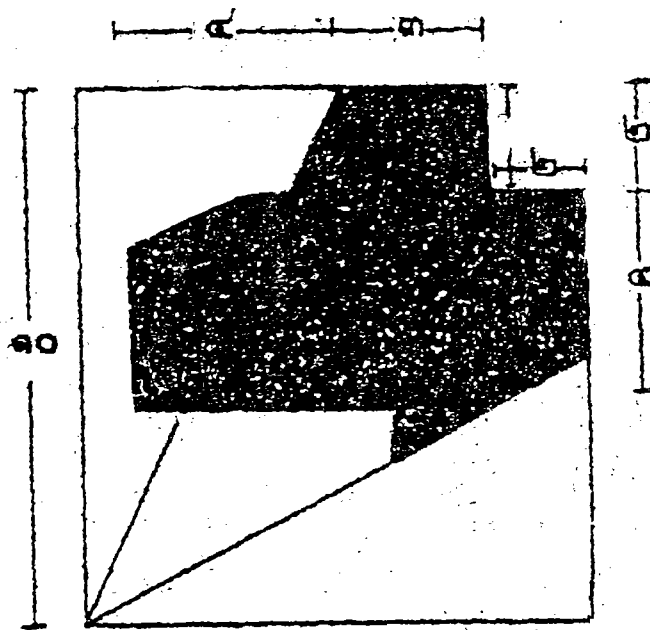
รูปแบบที่ 3

รูปแบบที่ 4

รูปแบบที่ 5

➤ 2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำสั่ง จากรูป พื้นที่ส่วนที่แรเงาเท่ากับเท่าใด ให้แสดงแนวคิด



➡ 4. ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป

คำสั่ง

กรณี 1 ให้ © เป็นเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ที่ทำหน้าที่ทำนองเดียวกับ

$+$, $-$, $\times$ และ $\div$ สำหรับ $a, b \in \mathbb{I}^+ \cup \{0\}$ และ $a, b < 100$ ถ้าทราบค่า

$$5 \text{ } \textcircled{C} \text{ } 7 = 5$$

$$4 \text{ } \textcircled{C} \text{ } 7 = 8$$

$$5 \text{ } \textcircled{C} \text{ } 9 \approx 5$$

$$4 \text{ } \textcircled{C} \text{ } 9 = 6$$

$$12 \text{ } \textcircled{C} \text{ } 5 = 0$$

กรณี 2 ให้ * เป็นเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ที่ทำหน้าที่ทำนองเดียวกับ

$+$, $-$, $\times$ และ $\div$ สำหรับ $a, b \in \mathbb{I}^+ \cup \{0\}$ และ $a, b < 100$ ถ้าทราบค่า

$$5 * 7 = 2$$

$$4 * 7 \equiv 3$$

$$16 * 17 = 1$$

$$95 * 7 = 8$$

ให้นักเรียนใช้เครื่องหมาย © และ * และใช้ตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 9 เขียนเป็นประโยค
สัญลักษณ์ในรูปของสมการให้มากที่สุด และสรุปเป็นกรณีทั่วไป

[illegible]

สรุปเป็นกรณีทั่วไปได้ดังนี้.....

.....

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

โดย

นางสาวสิริลักษณ์ วงศ์เพชร

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนพิจารณาว่าข้อความใดแต่ละข้อตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกของนักเรียน
2. ข้อความแต่ละข้อมีช่องว่างให้เลือก 5 ช่อง ให้นักเรียนเลือกทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์
3. การตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่มีถูก หรือผิด และไม่มีผลต่อคะแนนคำตอบของนักเรียนจะไม่มีการเปิดเผยและไม่มีผลต่อตัวนักเรียนทั้งสิ้น แต่จะนำไปใช้ในการวิจัยเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โปรดตอบทุกข้อ
4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ขีดทับคำตอบเดิมก่อนแล้วจึงใส่คำตอบใหม่ที่นักเรียนต้องการ
5. ใช้เวลาในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ 15 นาที
6. แบบสอบถามชุดนี้มี 2 ตอนคือ
 - ✕ ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบ จำนวน 4 ข้อ
 - ✕ ตอนที่ 2 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

ตอนที่ 1 เกี่ยวกับสภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ และเติมข้อความลงในช่องว่าง

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ _____ ปี
3. โรงเรียน _____
4. ระดับคะแนนที่ได้ในรายวิชา ค 011 _____
 ระดับคะแนนที่ได้ในรายวิชา ค 012 _____
 ระดับคะแนนที่ได้ในรายวิชา ค 013 _____
 ระดับคะแนนที่ได้ในรายวิชา ค 014 _____

ตอนที่ 2

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อว่าตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึก
 ของนักเรียนแล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงสำหรับนักเรียนเองเพียงข้อละ

1 คำตอบ

ตาราง ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อความ	เห็นด้วย มากที่สุด	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย ปานกลาง	เห็นด้วย น้อย	เห็นด้วย น้อย ที่สุด
1. ข้าพเจ้าคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มี ค่าควรแก่การศึกษา		✓			
2. ข้าพเจ้าคิดว่าคณิตศาสตร์ไม่ช่วย พัฒนาสติปัญญาในการคิดคำนวณ					✓

จากตาราง หมายความว่า

1. นักเรียนเห็นด้วยว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีค่าควรแก่การศึกษา
2. นักเรียนคิดว่าคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาสติปัญญาในการคิดคำนวณอย่างยิ่ง

ข้อความ	เห็นด้วย มากที่สุด	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย ปานกลาง	เห็นด้วย น้อย	เห็นด้วย น้อยที่ สุด
1 คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีค่าควรแก่การศึกษา					
2 คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาสติปัญญาในการคิดคำนวณ					
3 คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
4 คณิตศาสตร์ควรเป็นวิชาบังคับในระดับมัธยมศึกษา					
5 คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่น่าสนใจ					
6 คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ คิด อ่าน และทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน					
7. คณิตศาสตร์ช่วยสอนให้มนุษย์รู้จักวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีขึ้น					
8 คณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเรื่องต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น					
9. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาท้าทายความคิด					
10. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยให้เป็นคนกระตือรือร้น					
11. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจ					
12 ข้าพเจ้าไม่ชอบที่จะนำโจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ที่ยากและซับซ้อนไปปรึกษาครู					

ข้อความ	เห็นด้วย มากที่สุด	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย ปานกลาง	เห็นด้วย น้อย	เห็นด้วย น้อยที่สุด
13. ข้าพเจ้าไม่ชอบทำการบ้าน คณิตศาสตร์ด้วยตนเอง					
14. ข้าพเจ้าชอบเล่นเกมทาง คณิตศาสตร์					
15. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก					
16. ถึงแม้คณิตศาสตร์จะยาก แต่ข้าพเจ้า ก็มีความตั้งใจและมีมานะที่จะเรียน					
17. ข้าพเจ้าชอบทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ มากกว่ากิจกรรมอื่น					
18. ข้าพเจ้าสนใจวิธีแก้โจทย์ปัญหา หลาย ๆ วิธี					
19. ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นเมื่อ ถึงชั่วโมงเรียนคณิตศาสตร์					
20. ข้าพเจ้าคิดว่าควรลดชั่วโมงเรียนวิชา คณิตศาสตร์ลง แล้วเพิ่มวิชาอื่น					
21. ข้าพเจ้ามีความกังวลเกี่ยวกับการ สอบวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าวิชาอื่น					
22. ข้าพเจ้ารู้สึกประหม่าหรือกลัวเมื่อ ครูให้ออกไปทำกิจกรรม คณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน					
23. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าคุณเองทำความเข้าใจ เนื้อหาคณิตศาสตร์ช้ากว่าเพื่อน ๆ					
24. แม้ว่าข้าพเจ้าไม่มีความรู้ทาง คณิตศาสตร์แต่ก็ไม่เคียดแค้น					
25. เมื่อเทียบกับวิชาอื่น ๆ แล้ว คณิตศาสตร์มีประโยชน์น้อยที่สุด					
26. ข้าพเจ้าภูมิใจมากเมื่อมีเพื่อนมาถาม ปัญหาคณิตศาสตร์					

ข้อความ	เห็นด้วย มากที่สุด	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย ปานกลาง	เห็นด้วย น้อย	เห็นด้วย น้อยที่สุด
27 ข้าพเจ้าคิดว่าแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ ยากเกินไป					
28 ข้าพเจ้าคิดว่าตนเองไม่สามารถเรียน คณิตศาสตร์ได้					
29 กิจกรรมในชั่วโมงเรียนคณิตศาสตร์ ไม่น่าสนใจ					
30 ข้าพเจ้ามีความประทับใจต่อครูผู้สอน วิชาคณิตศาสตร์					



ภาคผนวก ค

1. คะแนนของกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
2. คะแนนของกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

คนที่	คะแนนกลุ่มควบคุม			คะแนนกลุ่มทดลอง		
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง
1	11	15	4	19	22	3
2	10	18	8	9	17	8
3	4	19	15	11	16	5
4	5	20	15	8	18	10
5	6	14	8	9	18	9
6	7	20	13	7	13	6
7	5	20	15	6	9	3
8	4	22	18	6	10	4
9	4	22	18	10	16	6
10	9	19	10	13	16	3
11	4	19	15	10	21	11
12	10	18	8	6	20	14
13	11	14	3	7	18	11
14	10	16	6	8	18	10
15	10	16	6	4	21	17
16	8	17	9	2	21	19
17	8	17	9	5	17	12
18	8	19	11	5	18	13
19	7	11	4	7	18	11
20	12	17	5	6	11	5
21	7	17	10	4	16	12
22	6	14	8	5	19	14
23	9	16	7	12	19	7
24	6	19	13	10	17	7
25	11	15	4	10	22	12
26	10	18	8	9	23	14
27	7	14	7	8	17	9

ตารางที่ 17 (ต่อ)

คนที่	คะแนนกลุ่มควบคุม			คะแนนกลุ่มทดลอง		
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง
28	7	14	7	8	17	9
29	6	12	6	10	16	6
30	5	19	14	9	18	-1

ตาราง 18 คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มควบคุม
และกลุ่มทดลอง

คนที่	คะแนนกลุ่มควบคุม			คะแนนกลุ่มทดลอง		
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง
1	39	51	12	38	59	21
2	30	36	6	34	62	28
3	34	37	3	39	64	25
4	55	58	3	33	57	24
5	51	60	9	28	59	31
6	46	54	8	27	59	32
7	24	38	14	20	56	36
8	24	33	9	31	58	27
9	37	40	3	39	60	21
10	38	46	8	29	48	19
11	50	55	5	30	56	26
12	52	54	2	22	47	25
13	54	59	5	29	60	31
14	54	65	11	26	54	28
15	46	51	5	25	62	37
16	39	42	3	41	76	35
17	37	45	8	31	60	29

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	คะแนนกลุ่มควบคุม			คะแนนกลุ่มทดลอง		
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง
18	40	45	5	35	58	23
19	37	49	12	27	60	33
20	36	48	12	37	50	13
21	42	49	7	30	47	17
22	30	41	11	29	53	24
23	34	42	8	26	58	32
24	27	40	13	32	56	24
25	27	36	9	33	54	21
26	25	36	11	41	68	27
27	24	32	8	33	54	21
28	29	38	9	38	52	14
29	34	47	13	27	55	28
30	20	39	19	37	70	37

ตาราง 19 คะแนนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คนที่	คะแนนกลุ่มทดลอง			คะแนนกลุ่มควบคุม		
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง
1	77	87	10	131	118	-13
2	74	85	11	119	121	2
3	110	101	9	115	113	-2
4	101	118	17	143	150	7
5	128	125	-3	97	102	5
6	107	102	-5	105	111	6
7	84	90	6	127	129	2
8	98	102	4	102	119	17
9	124	89	-35	115	114	-1

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนนกลุ่มควบคุม			คะแนนกลุ่มทดลอง		
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ผลต่าง
10	115	118	3	125	124	-1
11	122	103	-19	84	94	10
12	110	98	-12	105	104	-1
13	79	109	30	128	135	7
14	120	121	1	98	101	3
15	100	105	5	96	100	4
16	110	107	-3	127	114	13
17	116	112	-4	113	119	6
18	123	122	-1	117	128	11
19	114	115	1	120	120	0
20	123	120	-3	113	135	22
21	63	74	11	116	119	3
22	99	92	-7	92	103	11
23	99	95	-4	107	105	-2
24	66	79	13	110	121	11
25	73	86	13	95	98	3
26	104	104	0	114	114	0
27	111	115	4	110	125	15
28	110	118	8	132	135	3
29	119	110	-9	103	107	4
30	84	95	11	145	150	5

ภาคผนวก ง

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตาราง 20 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง “ลำดับ”

คาบ ที่	เรื่อง	จุดประสงค์ปลายทาง	จุดประสงค์นำทาง
1	นิยามลำดับ	เขียนลำดับ ลำดับจำกัด ลำดับอนันต์	1. บอกความหมายของลำดับได้ 2. ตัดสินใจได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นลำดับหรือไม่ 3. บอกลำดับจำกัดและลำดับอนันต์ได้
2	การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ	เขียนลำดับและพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป	1. เขียนลำดับ โดยการแจกแจงพจน์เมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปได้ 2. เขียนพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปได้
3	ลำดับจำกัดและ ลำดับอนันต์	1. เขียนพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดได้ 2. เขียนพจน์ทั่วไปของลำดับอนันต์ได้	1. เขียนพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดเมื่อกำหนดลำดับจำกัดในรูปแ่งพจน์ได้ 2. เมื่อกำหนดพจน์แรก ๆ ของลำดับอนันต์ สามารถหาพจน์ทั่วไปได้
4	ลำดับเลขคณิต	หาพจน์ต่าง ๆ และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้	1. บอกนิยามและส่วนประกอบของลำดับเลขคณิตได้ 2. หาผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตได้ 3. เขียนลำดับเลขคณิตในรูปแ่งพจน์ได้
5	พจน์กลางลำดับเลขคณิต	สามารถหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตได้	1. บอกสูตรการหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตได้ 2. ใช้สูตรหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตได้ 3. แก้โจทย์ลำดับเลขคณิตได้

คาบ ที่	เรื่อง	จุดประสงค์ปลายทาง	จุดประสงค์นำทาง
6	โจทย์ปัญหา ลำดับเลขคณิต	แก้โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิตได้	- เขียนโจทย์ภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ - แก้โจทย์ลำดับเลขคณิตได้ - แก้โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิตได้
7	ลำดับเรขาคณิต	หาพจน์ต่าง ๆ และพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตได้	- บอกนิยามลำดับเรขาคณิต - หาอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตได้ - เขียนลำดับเรขาคณิตในรูปแบบแจ้งพจน์ได้
8	พจน์กลางลำดับ เรขาคณิต	สามารถแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการหาค่าพจน์กลางของลำดับเรขาคณิต	- บอกสูตรการหาพจน์กลางของลำดับเรขาคณิตได้ - ใช้สูตรหาพจน์กลางของลำดับเรขาคณิตได้ - แก้โจทย์ลำดับเรขาคณิตได้
9	โจทย์ปัญหา ลำดับเรขาคณิต	แก้โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิตได้	- เขียนโจทย์ภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ - แก้โจทย์ลำดับเรขาคณิตได้ - แก้โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิตได้
10	โจทย์ปัญหา ระคนลำดับเลข คณิตและลำดับ เรขาคณิต	สามารถแก้โจทย์ปัญหาระคนเรื่องลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิตได้	- บอกได้ว่าโจทย์ที่กำหนดให้เป็นลำดับเลขคณิตหรือลำดับเรขาคณิต - เขียนพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิตเมื่อกำหนดรูปแบบต่าง ๆ มาให้

คาบ ที่	เรื่อง	จุดประสงค์ปลายทาง	จุดประสงค์นำทาง
			3. เมื่อกำหนดโจทย์มาให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเป็นลำดับเลขคณิต หรือลำดับเรขาคณิต
11.	ลำดับคอนเวอร์เจนต์และลำดับไดเวอร์เจนต์	บอกได้ว่าลำดับที่กำหนดให้เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ หรือลำดับไดเวอร์เจนต์	1. บอกนิยามของลำดับคอนเวอร์เจนต์ได้ 2. บอกนิยามของลำดับไดเวอร์เจนต์ได้ 3. ตัดสินได้ว่า ลำดับใดเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ หรือลำดับไดเวอร์เจนต์
12	หาลิมิตของลำดับคอนเวอร์เจนต์	หาลิมิตของลำดับคอนเวอร์เจนต์ได้	1. เมื่อกำหนดลำดับใด ๆ มาให้ บอกได้ว่าเป็นลำดับประเภทใด 2. บอกได้ว่าลำดับที่กำหนดให้มีลิมิตหรือไม่ โดยอาศัยกราฟหรือตำแหน่งของพจน์ต่างๆ ของลำดับนั้นบนเส้นจำนวน 3. หาลิมิตของลำดับได้ เมื่อกำหนดลำดับที่มีลิมิตให้

ภาคผนวก จ

1. แผนการสอนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
2. แผนการสอนกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

แผนการสอนคาบที่ 1

เรื่อง “นิยามของลำดับ” จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที
 วิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

1. สาระสำคัญ

ลำดับ คือ ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก n ตัวแรก หรือโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก

ลำดับจำกัดเกิดจาก ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก n ตัวแรก

ลำดับอนันต์เกิดจาก ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

เขียนลำดับ ลำดับจำกัด ลำดับอนันต์

2.2 จุดประสงค์นำทาง

2.2.1 บอกฟังก์ชันที่เป็นลำดับได้

2.2.2 ยกตัวอย่างฟังก์ชันที่เป็นลำดับได้

2.2.3 บอกว่าลำดับใดเป็นลำดับจำกัดหรือลำดับอนันต์ได้

3. เนื้อหา

ลำดับ คือ ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก n ตัวแรกหรือโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก

ตัวอย่าง $f = \{ (1,3), (2,5), (3,7), (4,9), (5,11) \}$ เป็นฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก 5 ตัวแรก

และ $f = \{ (1,4), (2,6), (3,8), (4,10), \dots \}$ เป็นฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็ม
 ลำดับที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก n ตัวแรก เรียกว่าลำดับจำกัด ลำดับที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก เรียกว่าลำดับอนันต์

จากตัวอย่าง $f = \{ (1,3), (2,5), (3,7), (4,9), (5,11) \}$

โดเมนของ f คือ $\{ 1, 2, 3, 4, 5 \}$, เรนจ์ของ f คือ $\{ 3, 5, 7, 9, 11 \}$

ลำดับ 3, 5, 7, 9, 11 เป็นลำดับจำกัด

จากตัวอย่าง $f = \{ (1,4), (2,6), (3,8), (4,10), \dots \}$

โดเมนของ f คือ $\{ 1, 2, 3, 4, \dots \}$, เรนจ์ของ f คือ $\{ 4, 6, 8, 10, \dots \}$

ลำดับ คือ 4, 6, 8, 10, ... เป็นลำดับอนันต์

ตัวอย่างที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์จากตัวอย่างต่อไปนี้

1.1 นำเงินไปฝากออมสินโดยฝากเดือนแรก 50 บาท เดือนถัดไปเพิ่มขึ้นเดือนละ 50 บาท ทุกเดือนเป็นเวลา 1 ปี เขียนตารางแสดงจำนวนเงินที่ฝากในแต่ละเดือนได้ดังนี้

เดือนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
จำนวนเงิน	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600

จากตารางจะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างเดือนที่ฝากเงินกับจำนวนเงินที่ฝากในแต่ละเดือนเป็นฟังก์ชันซึ่งมีโดเมนคือ $\{1,2,3,\dots,12\}$ และมีเรนจ์คือ $\{50,100,150,\dots,600\}$

1.2 แบคทีเรียขยายพันธุ์โดยการแบ่งตัวจากหนึ่งตัวเป็นสองตัวทุกๆหนึ่งวินาทีไปเรื่อย ๆ ถ้าเดิมมีแบคทีเรีย 1 ตัว เขียนตารางแสดงจำนวนแบคทีเรียในแต่ละวินาทีได้ดังนี้

จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเป็นวินาทีกับจำนวนแบคทีเรียในแต่ละวินาทีเป็นฟังก์ชันที่มีโดเมนคือ $\{1,2,3,4,\dots\}$ และมีเรนจ์คือ $\{2,4,8,16,\dots\}$

ตัวอย่างที่ 2 จงเขียนโดเมน เรนจ์ ของฟังก์ชันต่อไปนี้ และบอกด้วยว่าเป็นลำดับหรือไม่

1. $f = \{(1,2), (3,4), (5,8), (4,16), (22,18)\}$
2. $f = \{(1,4), (2,8), (3,12), (4,16)\}$
3. $f = \{(1,5), (-2,10), (3,15), (-4,20), \dots\}$
4. $f = \{(1,-10), (2,-5), (3,0), (4,5), \dots, (20,85)\}$
5. $f = \{(-1,3), (-2,2), (32,1), (14,0), \dots\}$
6. $f = \{(1,3), (2,6), (3,12), (4,24), \dots\}$

วิธีทำ

1. $f = \{(1,2), (3,4), (5,8), (4,16), (22,18)\}$

โดเมน คือ $\{1, 3, 4, 5, 22\}$

เรนจ์ คือ $\{2, 4, 8, 16, 18\}$

ลำดับ คือ ไม่มี

ดังนั้น $f = \{(1,2), (3,4), (5,8), (4,16), (22,18)\}$

ไม่เป็นลำดับ เพราะโดเมนไม่เป็นเซตของจำนวนเต็มบวก n ตัวแรก

2. $f = \{(1,4), (2,8), (3,12), (4,16)\}$

โดเมนคือ $\{1, 2, 3, 4\}$

เรนจ์ คือ $\{4, 8, 12, 16\}$

ลำดับ คือ 4, 8, 12, 16

ดังนั้น $f = \{ (1,4), (2,8), (3,12), (4,16) \}$ เป็นลำดับ เพราะโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก n ตัวแรก

3. $f = \{ (1,5), (-2,10), (3,15), (-4,20), \dots \}$

โดเมน คือ $\{1, -2, 3, -4, \dots\}$

เรนจ์ คือ $\{5, 10, 15, 20, \dots\}$

ลำดับ คือ ไม่มี

ดังนั้น $f = \{ (1,5), (-2,10), (3,15), (-4,20), \dots \}$

ไม่เป็นลำดับ เพราะโดเมนไม่เป็นเซตของจำนวนเต็มบวก

4. $f = \{ (1,-10), (2,-5), (3,0), (4,5), \dots, (20,85) \}$

โดเมน คือ $\{1, 2, 3, 4, \dots, 20\}$

เรนจ์ คือ $\{-10, -5, 0, 5, \dots, 85\}$

ลำดับ คือ $-10, -5, 0, 5, \dots, 85$

ดังนั้น $f = \{ (1,-10), (2,-5), (3,0), (4,5), \dots, (20,85) \}$

เป็นลำดับ เพราะโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก 20 ตัวแรก

5. $f = \{ (-1,3), (-2,2), (32,1), (14,0), \dots \}$

โดเมน คือ $\{-1, -2, 14, 32, \dots\}$

เรนจ์ คือ $\{3, 2, 1, 0, \dots\}$

ลำดับ คือ ไม่มี

ดังนั้น $f = \{ (-1,3), (-2,2), (32,1), (14,0), \dots \}$

ไม่เป็นลำดับ เพราะโดเมนไม่เป็นเซตของจำนวนเต็มบวก

6. $f = \{ (1,3), (2,6), (3,12), (4,24), \dots \}$

โดเมน คือ $\{1, 2, 3, 4, \dots\}$

เรนจ์ คือ $\{3, 6, 12, 24, \dots\}$

ลำดับ คือ $3, 6, 12, 24, \dots$

ดังนั้น $f = \{ (1,3), (2,6), (3,12), (4,24), \dots \}$

เป็นลำดับ เพราะโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก

ตัวอย่างที่ 3 ชายคนหนึ่งเดินทางได้ไกลวันละ 15 กม. เป็นเวลา 10 วัน เขียนตารางแสดงระยะทางที่เดินได้ทั้งหมด มีดังนี้

วันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ระยะทาง (กม.)	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150

จากตารางจะเห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างวันกับระยะทางเป็นฟังก์ชัน เพราะ

โดเมน เป็น $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$

เรนจ์ เป็น $\{15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150\}$

ลำดับ คือ 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150

เพราะเป็นฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก 10 ตัวแรก

ตัวอย่างที่ 4 กำหนด $g = \{(x, y) | y = 2x + 3, x \in I^+\}$

วิธีทำ เขียนตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ดังนี้

x	1	2	3	4	5	...
y	5	7	9	11	13	...

จากตารางจะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y เป็นฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็น $\{1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$ และเรนจ์เป็น $\{5, 7, 9, 11, 13, \dots\}$ ลำดับคือ 5, 7, 9, 11, 13, ... เป็นลำดับอนันต์ เพราะเป็นฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก

การเขียนลำดับจะเขียนเฉพาะสมาชิกของเรนจ์เรียงกันไป โดยให้ a_1 เป็นพจน์แรก a_2 เป็นพจน์ที่สอง a_3 เป็นพจน์ที่สาม a_4 เป็นพจน์ที่สี่ และ a_n เป็นพจน์ทั่วไปของลำดับ

ลำดับจำกัดจะเขียนเป็น $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_n$ แต่ถ้าเป็นลำดับอนันต์จะเขียนเป็น $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_n, \dots$

ตัวอย่างที่ 5 จงพิจารณาว่าลำดับในข้อใดเป็นลำดับจำกัด และข้อใดเป็นลำดับอนันต์ เพราะเหตุใด

(1) 2, 12, 22, 32, 42, ..., 82, ...

(2) -8, -12, -16, -20, -24, ...

(3) 2, 4, 6, 8, ..., $2n$

(4) $x, 2x, 3x, 4x, \dots$

(5) $a_n = 2^n$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, 4, \dots, 15$

(6) $a_n = 5n + 2$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

วิธีทำ

(1) เป็นลำดับอนันต์ เพราะโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก

(2) เป็นลำดับอนันต์ เพราะโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก

(3) เป็นลำดับจำกัด เพราะโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก n ตัวแรก

- (4) เป็นลำดับอนันต์ เพราะโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก
 (5) เป็นลำดับจำกัด เพราะโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก 15 ตัวแรก
 (6) เป็นลำดับอนันต์ เพราะโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> ทบทวนเรื่องฟังก์ชัน บทนิยามของฟังก์ชัน โดยใช้วิธีถามตอบและยกตัวอย่างฟังก์ชัน เช่น $f = \{ (x, y) \mid y = 2x + 5, x \in \mathbb{I}^+ \}$ ให้นักเรียนช่วยกันหาโดเมนที่เป็นเซตของจำนวนเต็มบวกและหาเรนจ์ แล้วเขียนบนกระดานดำ จะได้ $D_f = \{1, 2, 3, 4, \dots\}$ และ $R_f = \{2, 5, 8, 11, \dots\}$ <u>ขั้นสอน</u> 1. ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์จากตัวอย่างที่ 1.1 และ 1.2 1 ให้นักเรียนหาโดเมนและเรนจ์ของตัวอย่างที่ 1.1 และ 1.2	<u>ขั้นนำ</u> 1. ครูทบทวนเรื่องฟังก์ชัน บทนิยามของฟังก์ชัน โดยใช้วิธีถามตอบและยกตัวอย่างฟังก์ชัน เช่น $f = \{ (x, y) \mid y = 2x + 5, x \in \mathbb{I}^+ \}$ ให้นักเรียนช่วยกันหาโดเมนที่เป็นเซตของจำนวนเต็มบวกและหาเรนจ์ แล้วเขียนบนกระดานดำ จะได้ $D_f = \{1, 2, 3, 4, \dots\}$ และ $R_f = \{2, 5, 8, 11, \dots\}$ 2. ครูอธิบายวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และให้นักเรียนจับคู่เพื่อทำกิจกรรมจากเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 1 เรื่อง “นิยามของลำดับ” <u>ขั้นสอน</u> 1. ให้นักเรียนศึกษาเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุด 1 เรื่อง “นิยามของลำดับ” 2. ให้นักเรียนอภิปรายและตอบคำถามจากเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 1 เรื่อง “นิยามของลำดับ” โดยครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

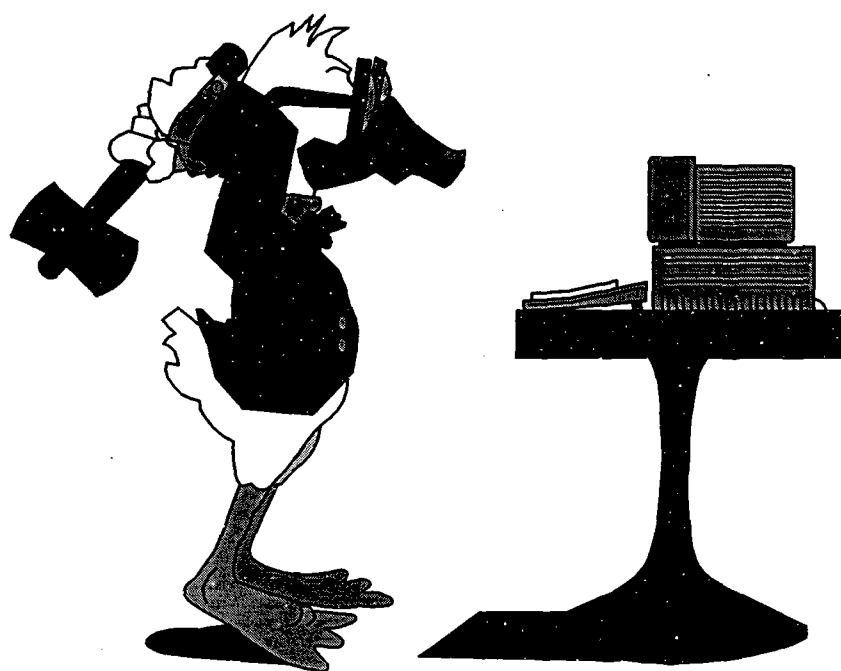
3. ครูเฉลยโดเมนและเรนจ์ที่ถูกต้องของตัวอย่างที่ 1.1 และ 1.2 4. ครูบอกนักเรียนว่าฟังก์ชันใน 1.1 เป็นฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก 12 ตัวแรก และฟังก์ชันใน 1.2 ที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก ฟังก์ชันที่มีลักษณะเช่นนี้เป็นตัวอย่างของ "ลำดับ" 5. ครูบอกนักเรียนว่าในกรณีที่ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็น $\{1,2,3,\dots,n\}$ เรียกว่า "ลำดับจำกัด" 6. ครูบอกนักเรียนว่าในกรณีที่ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็น $\{1,2,3,4,\dots\}$ เรียกว่า "ลำดับอนันต์" (infinite sequence) จะเห็นได้จากตัวอย่าง 1.1 เป็นลำดับจำกัด และตัวอย่าง 1.2 เป็นลำดับอนันต์ 7. ครูสรุปนิยามลำดับ ,วิธีการเขียนลำดับและการเรียกลำดับ และให้นักเรียนจดลงสมุด 8. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดตัวอย่างที่ 5 ในชั้นเรียน 9. ครูเฉลยแบบฝึกหัดที่ 5	2.1) จากรูปแบบที่ 1 นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง 2.2) ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในตารางของความสัมพันธ์ระหว่างลำดับขั้นกับจำนวนรูป ☐ 2.3) เขียนเซตที่เป็นคู่อันดับที่เกิดจากการจับคู่ของลำดับขั้นกับจำนวนรูป ☐ 2.4) เซตที่ได้เป็นความสัมพันธ์ไหม 2.5) เซตที่ได้เป็นฟังก์ชันหรือไม่ ถ้าเป็นฟังก์ชัน มีโดเมนเป็นอะไร (ใช้คำถามข้อ 2.1 - 2.5 นี้กับรูปแบบที่ 2 และ 3) แต่ละขั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง ครูให้นักเรียนอภิปรายคำถามในกิจกรรมสืบสวนสอบสวนดังนี้ - จากรูปแบบทั้ง 3 ให้นักเรียนอภิปรายว่าความสัมพันธ์นั้นเป็นฟังก์ชันหรือไม่ - ให้นักเรียนหาโดเมน และเรนจ์ทั้ง 3 รูปแบบ - ให้นักเรียนสังเกตว่าสมาชิกของโดเมนรูปแบบทั้ง 3 นั้นเป็นสมาชิกของเซตจำนวนอะไร - ให้นักเรียนเขียนสมาชิกของเรนจ์แต่ละรูปแบบโดยใส่จุดภาคนักเรียนจะเขียนได้อย่างไร - ครูบอกนักเรียนว่าการเขียนแบบนี้จะถูกรเรียกว่า "ลำดับ" - จากการสืบสวนสอบสวนมาแล้วข้างต้น นักเรียนคิดว่าลำดับต้องมีสมบัติอย่างไรบ้าง และเขียนอย่างไร - ให้นักเรียนบอกว่าลำดับที่ 1 , 2 และ 3 นั้นสามารถบอกจำนวนสมาชิกของโดเมน

	ได้หรือไม่ ถ้าบอกได้ให้แต่ละคู่เขียนสมาชิกของโดเมน - ให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบความแตกต่างว่าสมาชิกของโดเมนรูปแบบทั้ง 3 นั้นมีรูปแบบใดที่มีโดเมนแบบเดียวกันบ้าง - นักเรียนคิดว่าลำดับที่มีสมาชิกของโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก n ตัวแรก เรียกว่าอะไร - จากตัวอย่างตัวอย่างใดที่เรียกว่า “ลำดับจำกัด” บ้าง - นักเรียนคิดว่าลำดับที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก เรียกว่าอะไร - จากตัวอย่างตัวอย่างใดที่เรียกว่า “ลำดับอนันต์” บ้าง - ให้นักเรียนแต่ละคู่ยกตัวอย่างลำดับจำกัดและยกตัวอย่างลำดับอนันต์ 3. ครูยกตัวอย่างที่ 2 ใช้คำถามประกอบการอธิบายโดยให้นักเรียนออกมาทำข้อ 1 บนกระดานดำ คือ $f = \{ (1,2), (3,4), (5,8), (4,16), (22,18) \}$ - ให้นักเรียนหาโดเมน - ให้นักเรียนหาเรนจ์ - ให้นักเรียนบอกว่าเป็นลำดับหรือไม่ ให้นักเรียนทุกคนทำข้อ 2 - ข้อ 6 โดยพิจารณาว่าโดเมนในแต่ละข้อเป็นอย่างไร แล้วให้นักเรียนสรุปว่าข้อใดเป็นลำดับ 4. ครูยกตัวอย่างที่ 3 ใช้คำถามประกอบการอธิบายเช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 1

ขั้นสรุป ให้นักเรียนสรุปนิยามของลำดับ ลำดับจำกัด และลำดับอนันต์	5. ครูยกตัวอย่างที่ 4 โดยใช้คำถามประกอบการอธิบายเช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 1 เมื่อนักเรียนเข้าใจลำดับอนันต์แล้ว ครูใช้ตัวอย่างนี้เขียนให้เป็นลำดับจำกัดเพื่อให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบว่าแตกต่างกันอย่างไร โดยใช้สัญลักษณ์ให้เห็นชัดเจน คือ ลำดับจำกัดจะเขียนเป็น $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_n$ ลำดับอนันต์จะเขียนเป็น $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_n, \dots$ 6. ครูยกตัวอย่างโจทย์ที่ 5 ให้นักเรียนทุกคนทำเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเรื่องลำดับจำกัดและลำดับอนันต์ โดยให้นักเรียนบอกว่าลำดับใดเป็นลำดับจำกัดหรือลำดับอนันต์ พร้อมทั้งบอกเหตุผล 7. ครูยกตัวอย่างโจทย์ให้นักเรียนทุกคนทำเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเรื่องลำดับจำกัดและลำดับอนันต์ เช่น 7.1 จงเขียนลำดับแบบแจกแจงพจน์ ในรูปแบบของลำดับจำกัด 7.2 จงเขียนลำดับแบบแจกแจงพจน์ในรูปแบบของลำดับอนันต์ 8. ให้นักเรียนทำโจทย์พิเศษ ชุดที่ 1 เรื่อง “นิยามของลำดับ” ขั้นสรุป 1. ครูเรียกนักเรียนสรุปจนได้นิยามของลำดับลำดับจำกัด และลำดับอนันต์ 2. ใช้แผนภูมิเพลงลำดับ โดยครูคิดแผนภูมิเนื้อเพลงแล้วให้นักเรียนร้องตามครู

<u>การวัดและการประเมินผล</u> 1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน 2. สังเกตจากการร่วมกิจกรรมของนักเรียน 3. สังเกตจากการสรุปของนักเรียน <u>สื่อการเรียนการสอน</u> หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ ค 015 ของ สสวท..	<u>การวัดและการประเมินผล</u> 1. สังเกตจากการร่วมทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนของนักเรียน 2. สังเกตจากการอภิปรายหลังจากการสืบสวนสอบสวนของนักเรียน 3. ประเมินผลจากการทำโจทย์พิเศษชุดที่ 1 เรื่อง “นิยามของลำดับ” <u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1. เอกสาร กิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 1 เรื่อง “นิยามของลำดับ” 2. โจทย์พิเศษชุดที่ 1 เรื่อง “นิยามของลำดับ” <u>เพลงลำดับ</u> เนื้อร้อง ศาสตราจารย์ ยุพิน พิพิธกุล ทำนอง เพลงน้อย ลำดับนั้นเป็นอย่างไร คือฟังก์ชันไจร์ที่มีโดเมน เป็นเซตของจำนวนเต็มบวก ยกมาทั้งพวก n ตัวแรกเห็น เช่นนี้เรียกลำดับจำกัด จำให้เคร่งครัดลำดับที่มีโดเมน เป็นเซตของจำนวนเต็มบวก ลำดับอนันต์ผนวกดูให้ชัดเจน

เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน
ชุดที่ 1 เรื่อง “นิยามของลำดับ”



เพื่อน ๆ ช่วยพิจารณารูปแบบที่
1.1 - 1.3 แล้วตอบคำถามนะคะ

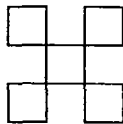


รูปแบบที่ 2

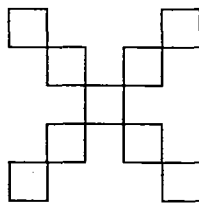
ขั้นที่ 1



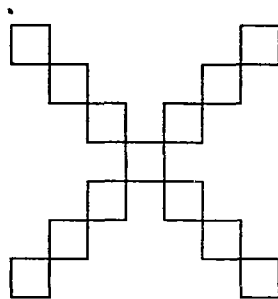
ขั้นที่ 2



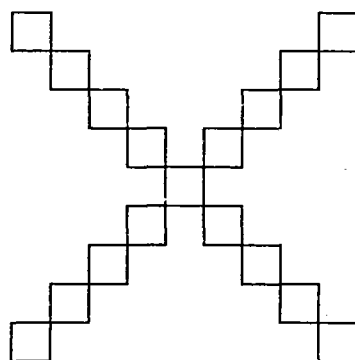
ขั้นที่ 3



ขั้นที่ 4



ขั้นที่ 5



ขั้นที่ 10

⋮

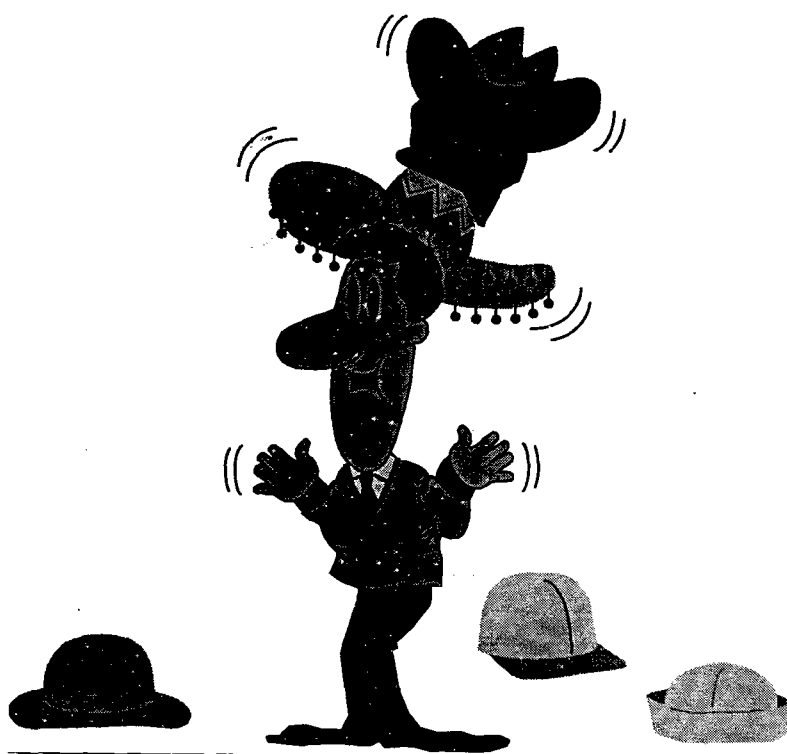
ขั้นที่	1	2	3	4	5	6		10
จำนวนรูป □								

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- จากรูปแบบทั้ง 3 ให้นักเรียนอภิปรายว่าความสัมพันธ์นั้นเป็นฟังก์ชันหรือไม่
- ให้นักเรียนหาโดเมนและเรนจ์ทั้ง 3 รูปแบบ
- ให้นักเรียนสังเกตว่าโดเมนของรูปแบบทั้ง 3 นั้นเป็นสมาชิกของเซตจำนวนอะไร
- ให้นักเรียนเขียนสมาชิกของเรนจ์แต่ละรูปแบบโดยใส่จุดภาคนักเรียนจะเขียนได้อย่างไร
(การเขียนแบบนี้จะถูกเรียกว่า “ลำดับ”)
- จากการสืบสวนสอบสวนมาแล้วข้างต้นนักเรียนคิดว่าลำดับต้องมีสมบัติอย่างไรบ้าง และเขียนอย่างไร
- ให้นักเรียนบอกว่าลำดับที่ 1 นั้นสามารถบอกจำนวนสมาชิกของโดเมนได้หรือไม่ ถ้าบอกได้ให้แต่ละคู่เขียนโดเมน
- ให้นักเรียนบอกว่าลำดับที่ 2 นั้นสามารถบอกจำนวนสมาชิกของโดเมนได้หรือไม่ ถ้าบอกได้ให้แต่ละคู่เขียนโดเมน
- ให้นักเรียนบอกว่าลำดับที่ 3 นั้นสามารถบอกจำนวนสมาชิกของโดเมนได้หรือไม่ ถ้าบอกได้ให้แต่ละคู่เขียนโดเมน
- ให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบความแตกต่างว่าโดเมนของรูปแบบทั้ง 3 นั้นมีรูปแบบใดที่มีโดเมนแบบเดียวกันบ้าง
- นักเรียนคิดว่าลำดับที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก n ตัวแรกเรียกว่าอะไร
- จากตัวอย่างตัวอย่างใดที่เรียกว่า “ลำดับจำกัดบ้าง”
- นักเรียนคิดว่าลำดับที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก เรียกว่าอะไร
- จากตัวอย่างตัวอย่างใดที่เรียกว่า “ลำดับอนันต์บ้าง”
- ให้นักเรียนแต่ละคู่ยกตัวอย่างลำดับ จำกัดและยกตัวอย่างลำดับอนันต์

โจทย์พิเศษชุดที่ 1

เรื่อง “นิยามของลำดับ”



โจทย์พิเศษชุดที่ 1 เรื่อง “นิยามของลำดับ”

1. จงพิจารณาฟังก์ชันต่อไปนี้แล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ฟังก์ชัน	โดเมน	เรนจ์	ลำดับ
1. $y = 2x + 1$	$\{1, 2, 3, 4\}$	$\{3, 5, 7, 9\}$	3, 5, 7, 9
2. $y = x^2 + 1$	$\{1, 2, 3, 4, \dots\}$	$\{\dots\}$	_____
3. $y = 3x$	$\{1, 2, 3, 4\}$	$\{\dots\}$	_____
4. $y = 3x + 2$	$\{1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$	$\{\dots\}$	_____
5. $y = x^3 - 2$	$\{1, 2, 3, 4, \dots\}$	$\{\dots\}$	_____
6. $y = 3^x - 1$	$\{1, 2, 3, 4, \dots\}$	$\{\dots\}$	_____

สรุป ลำดับเป็น.....

2. ข้อใดเป็นลำดับจำกัดหรือลำดับอนันต์หรือไม่เป็นลำดับ

- (1) 1, 2, 3, 4, ..., 15
- (2) 3, 6, 9, 12, ..., $3n$, ...
- (3) -5, -4, -3, -2, -1
- (4) $y = 2x + 5$

3. จงเติมคำตอบในช่องว่างให้สมบูรณ์

- (1) ลำดับจำกัดเป็นลำดับที่มีโดเมน.....
- (2) ลำดับอนันต์เป็นลำดับที่มีโดเมน.....

แผนการสอนคาบที่ 2

เรื่อง “ การเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป ” จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที
 วิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

1. สาระสำคัญ

ลำดับเป็นฟังก์ชันจากเซตของจำนวนเต็มบวกไปยังเซตของจำนวนจริง ลำดับที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก n ตัวแรกเรียกว่า ลำดับจำกัด และลำดับที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก เรียกว่า ลำดับอนันต์ ซึ่งลำดับของจำนวนจริงดังกล่าว นิยมเขียนสมาชิกของเรนจ์ของฟังก์ชันเรียงกันตามกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขของฟังก์ชันและพจน์ที่ n หรือ พจน์ทั่วไปซึ่งเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ a_n

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

เขียนลำดับและพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป

2.2 จุดประสงค์นำทาง

2.2.1 เขียนลำดับโดยการแจกแจงพจน์เมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปได้

2.2.2 เขียนพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปได้

3. เนื้อหา

ในการเขียนลำดับสามารถเขียนลำดับได้โดยการแจกแจงพจน์ และใช้สัญลักษณ์ a_n แทนพจน์ที่ n หรือพจน์ทั่วไปของลำดับ เช่น $a_n = 3n - 2$ สามารถหาลำดับโดยการแจกแจงพจน์ของลำดับเหล่านี้ได้โดยการแทนค่า n เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$ และเขียนพจน์ทั่วไปของลำดับโดยระบุการแจกพจน์มา เช่น 50, 100, 150, ..., 600 สามารถเขียนพจน์ทั่วไป คือ $a_n = 50n$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots, 12$

ตัวอย่างที่ 1 จงหา 4 พจน์แรกของลำดับ $a_n = \frac{2n+1}{3}$

วิธีทำ กำหนดให้ $a_n = \frac{2n+1}{3}$

ถ้า $n = 1$ พจน์ที่ 1 คือ $a_1 = \frac{2(1)+1}{3} = \frac{3}{3} = 1$

ถ้า $n = 2$ พจน์ที่ 2 คือ $a_2 = \frac{2(2)+1}{3} = \frac{5}{3}$

ถ้า $n = 3$ พจน์ที่ 3 คือ $a_3 = \frac{2(3)+1}{3} = \frac{7}{3}$

ถ้า $n = 4$ พจน์ที่ 4 คือ $a_4 = \frac{2(4)+1}{3} = \frac{9}{3}$

ดังนั้น 4 พจน์แรกของลำดับ คือ $1, \frac{5}{3}, \frac{7}{3}, \frac{9}{3}$

ตัวอย่างที่ 2 จงหา 4 พจน์แรกของลำดับ $a_n = (-1)^n (2n-1)$ แล้วเขียนลำดับนี้โดย

การแจกแจง

วิธีทำ

$$\text{ถ้า } n=1, a_1 = (-1)^1 [2(1) - 1] = -1$$

$$\text{ถ้า } n=2, a_2 = (-1)^2 [2(2) - 1] = 3$$

$$\text{ถ้า } n=3, a_3 = (-1)^3 [2(3) - 1] = -5$$

$$\text{ถ้า } n=4, a_4 = (-1)^4 [2(4) - 1] = 7$$

ดังนั้น ลำดับนี้ คือ $-1, 3, -5, 7, \dots, (-1)^n (2n-1), \dots$

ตัวอย่างที่ 3 กำหนดพจน์ทั่วไปของลำดับเป็น $(-1)^n (2n-1)$ จงหาพจน์ที่ 3 พจน์ที่ 6 พจน์ที่ 11 และพจน์ที่ 20 ของลำดับนี้

วิธีทำ $a_n = (-1)^n (2n-1)$

$$\text{พจน์ที่ 3 ให้ } n=3, a_3 = (-1)^3 (6-1) = -5$$

$$\text{พจน์ที่ 6 ให้ } n=6, a_6 = (-1)^6 (12-1) = 11$$

$$\text{พจน์ที่ 11 ให้ } n=11, a_{11} = (-1)^{11} (22-1) = -21$$

$$\text{พจน์ที่ 20 ให้ } n=20, a_{20} = (-1)^{20} (40-1) = 39$$

ตัวอย่างที่ 4 จงหา 3 พจน์แรก พจน์ที่ 5 และพจน์ที่ 8 ของลำดับ

$$a_n = \begin{cases} 2 & \text{เมื่อ } n \text{ เป็นจำนวนคู่} \\ \frac{n+1}{n} & \text{เมื่อ } n \text{ เป็นจำนวนคี่} \end{cases}$$

วิธีทำ

$$a_1 = a_3 = a_5 = 2$$

$$a_2 = \frac{2+1}{2} = \frac{3}{2}$$

$$a_8 = \frac{8+1}{8} = \frac{9}{8}$$

ดังนั้น 3 พจน์แรก คือ $2, \frac{3}{2}, 2$

พจน์ที่ 5 คือ 2

พจน์ที่ 8 คือ $\frac{9}{8}$

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนเรื่องลำดับจำกัด ลำดับอนันต์ และสัญลักษณ์แทนลำดับ โดยการใช้คำถามประกอบการอธิบายและมีการถามตอบ	<u>ขั้นนำ</u> 1. ครูทบทวนเรื่องลำดับจำกัด ลำดับอนันต์ และสัญลักษณ์แทนลำดับ โดยการใช้คำถามประกอบการอธิบายและมีการถามตอบ ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้ - ลำดับจำกัดมีนิยามอย่างไร จงยกตัวอย่าง ลำดับจำกัดมา 2 ตัวอย่าง - ลำดับอนันต์มีนิยามอย่างไร จงยกตัวอย่าง ลำดับอนันต์มา 2 ตัวอย่าง 2. ครูอธิบายวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และให้นักเรียนจับคู่เพื่อทำกิจกรรมจากเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่างๆ จากพจน์ทั่วไป”
<u>ขั้นสอน</u> 1. ครูอธิบายวิธีการเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป โดยที่ลำดับในรูปแจกแจงพจน์หาได้จาก การแทนค่า n ในพจน์ทั่วไปที่โจทย์กำหนดให้ 2. ครูยกตัวอย่างที่ 1 เพื่ออธิบายวิธีการหาพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไปโดยการแทนค่า 3. ครูยกตัวอย่างที่ 2 ครูเรียกนักเรียนออกมาแสดงวิธีคิดหน้าชั้นเรียน ครูเฉลยวิธีการหาพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไปจากตัวอย่างที่ 1 บนกระดานดำ	<u>ขั้นสอน</u> 1. ให้นักเรียนศึกษาเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป” โดยใช้คำถามประกอบการสืบสวนสอบสวนดังนี้ <u>สถานการณ์ที่ 1</u> เชื้อโรคนิหนึ่งขยายพันธุ์แต่ละวันในรูป $a_n = 2^n + 1$ เมื่อ n เป็นจำนวนวัน ให้นักเรียนบอกว่าวันที่ 1 ถึง 4 เชื้อโรคนิหนึ่งจะขยายพันธุ์ได้กี่ตัว ให้แสดงแนวคิด วันที่ 1 เชื้อโรคนิมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากวันก่อนที่ตัว วันที่ 2 เชื้อโรคนิมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากวัน

5 ครูยกตัวอย่างที่ 3 และ 4 เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้ทดลองหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับจากพจน์ทั่วไป 6 ครูเฉลยแนวคิดตัวอย่างที่ 3 และ 4 บนกระดานดำ 7. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือแบบเรียน สสวท. แบบฝึกหัดที่ 1.1 หน้า 5 -6 ข้อ 1 และ 3 ในสมุดแบบฝึกหัด 8 ครูเฉลยแบบฝึกหัดที่ 1.1 บนกระดานดำ	ก่อนที่ตัว วันที่ 3 เชื้อโรคมียาจำนวนเพิ่มขึ้นจากวันก่อนที่ตัว วันที่ 4 เชื้อโรคมียาจำนวนเพิ่มขึ้นจากวันก่อนที่ตัว - ดังนั้น 4 วันแรก มีเชื้อโรคเพิ่มขึ้นจากวันก่อนที่ตัว - ให้นักเรียนเขียนลำดับปริมาณเชื้อโรคที่เพิ่มขึ้นจากวันก่อน <u>สถานการณ์ที่ 2</u> เด็กหญิงอุษาหยอดเหรียญ 1 บาท จำนวน 2 เหรียญใส่กระปุกออมสินทุกวัน โดยเริ่มจากวันที่ 1 ถึง วันที่ 4 ให้นักเรียนเขียนจำนวนเหรียญในกระปุกที่ได้ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง วันที่ 4 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ 1) ถ้าเด็กหญิงอุษาหยอดเหรียญ 1 บาท จำนวน 2 เหรียญในกระปุกออมสินทุกวันเมื่อถึงวันที่ 30 เด็กหญิงอุษาจะมีเงินในกระปุกออมสินกี่บาทให้แสดงวิธีการคิด 2) จากข้อ 1 เขียนในรูปลำดับได้อย่างไร 3) ถ้าเด็กหญิงอุษาเก็บเงินเช่นนี้ทุกวันจนครบ 1 ปี (กำหนดให้ 1 ปี มี 365 วัน) เด็กหญิงอุษาจะมีเงินทั้งหมดกี่บาท 4) จากข้อ 3 เขียนในรูปลำดับได้อย่างไร <u>สถานการณ์ที่ 3</u> บริษัทขายเครื่องสำอางแห่งหนึ่ง เปิดรับสมัครสมาชิกขายตรง ผู้จัดการบริษัทตั้งเป้าหมายในการหาสมาชิกเพื่อเพิ่มยอดขายสินค้าโดยใช้แผนการตลาดที่จะได้สมาชิกจำนวน

$\frac{1}{2}n(n+1)$ ราย เมื่อ n เป็นจำนวนวัน นับแต่

เริ่มหาสมาชิก ให้นักเรียนพิจารณาว่า

วันที่ 1 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน

- 1) วันที่ 1 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน
- 2) วันที่ 2 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน
- 3) วันที่ 3 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน
- 4) วันที่ 4 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน
- 5) วันที่ 5 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน
- 6) วันที่ 6 บริษัทจะมีสมาชิกกี่คน
- 7) ดังนั้น วันที่ 1 ถึงวันที่ 6

บริษัทจะมีจำนวนสมาชิกจำนวนกี่คน

- 8) เขียนจำนวนสมาชิกของบริษัท

วันที่ 1 - 6 ในรูปของลำดับได้อย่างไร

สถานการณ์ที่ 4

1) ให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการเพิ่มอายุเป็นชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2541 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2541 นักเรียนคิดว่าอายุนักเรียนจะเพิ่มขึ้นกี่ชั่วโมง ให้แสดงแนวความคิด

2) ให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการเพิ่มอายุเป็นชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2541 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2542 นักเรียนคิดว่าอายุนักเรียนจะเพิ่มขึ้นกี่ชั่วโมง ถ้าเขียนในรูปลำดับจะเขียนได้อย่างไร ให้แสดงแนวความคิด

3) ให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการเพิ่มอายุเป็นชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2541 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2544 นักเรียนคิดว่าอายุนักเรียนจะเพิ่มขึ้นกี่ชั่วโมง ถ้าเขียนในรูปลำดับจะเขียนได้อย่างไร ให้แสดงแนวความคิด

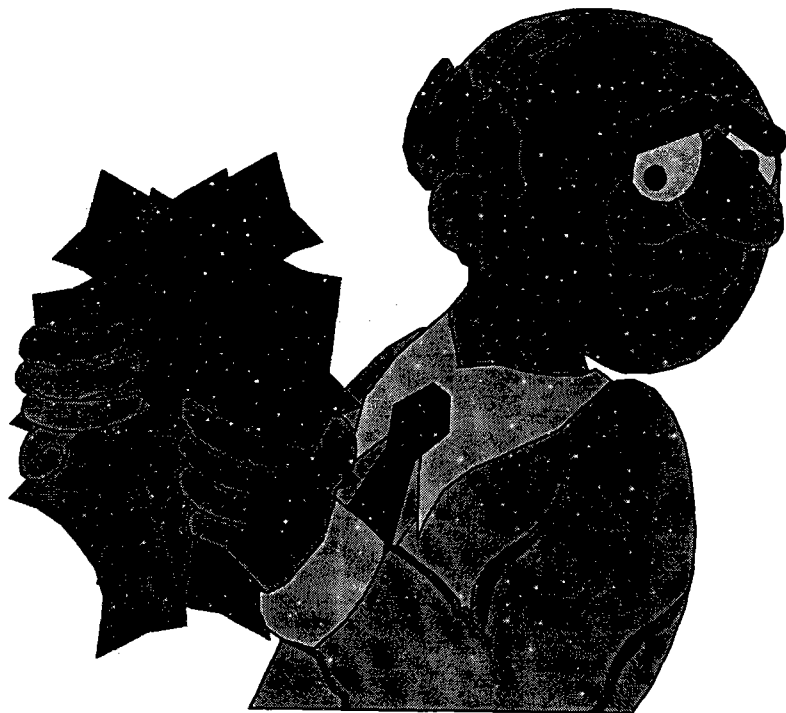
	4) ตั้งแต่<u>นักเรียน</u>เกิดมา<u>นักเรียน</u>มีอายุ กี่<u>นาที</u> ให้แสดงแนวความคิด 2. จากกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 2 ครู ให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป 3. ให้นักเรียนเขียนพจน์แบบแฉ่งพจน์ และการ หาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับจากตัวอย่างดังนี้ 3.1) จงเขียนลำดับแบบแฉ่งพจน์ เมื่อ $a_n = 2n+1$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots, 10$ 3.2) จงเขียนลำดับแบบแฉ่งพจน์ เมื่อ $a_n = 3n-2$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ 3.3) จงหาพจน์ที่ 7 พจน์ที่ 13 และ พจน์ที่ 16 เมื่อกำหนด $a_n = 1 + (-1)^{n+1}$ 4. ครูอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้ - ให้นักเรียนที่คิดพจน์ทั่วไปของลำดับ มากกว่า 1 วิธี และแตกต่างจากเพื่อน มาอธิบายหน้าชั้นเรียน - ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าคำตอบที่ได้มีวิธีหาได้ มากกว่า 1 วิธี โดยครูยกตัวอย่างวิธีการหาคำ ตอบ 5. ครูชี้แนะว่าการเขียนพจน์ทั่วไปที่ต้องการหา นั้นสามารถทำได้โดยนำตัวเลขพจน์ที่ต้องการ ไปแทนใน n 6. ให้นักเรียนฝึกทำกิจกรรมโจทย์พิเศษชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป”

ขั้นสรุป ครูใช้การซักถามแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปว่าสามารถเขียนลำดับโดยการแจกพจน์ได้ และเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปสามารถหาพจน์ต่างๆ ของลำดับได้ การวัดและการประเมินผล 1. สังเกตจากความสนใจของนักเรียน สังเกตจากการร่วมกิจกรรมของนักเรียน สังเกตจากการสรุปของนักเรียน ทำโจทย์ในหนังสือเรียนหน้า 5-7 แบบฝึกหัด 1.1 ข้อ 1, 3 สื่อการเรียนการสอน หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ ค 015 ของ สสวท.	ขั้นสรุป ครูใช้การซักถามแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปว่าเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปสามารถหาพจน์ต่างๆ จากพจน์ทั่วไปได้ การวัดและการประเมินผล 1 สังเกตจากการร่วมทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนของนักเรียน 2. สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียนหลังจากการสืบสวนสอบสวน 3. สังเกตจากการสรุปของนักเรียน 4. ตรวจโจทย์พิเศษชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่างๆ จากพจน์ทั่วไป” สื่อการเรียนการสอน 1 เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่างๆ จากพจน์ทั่วไป” 2 โจทย์พิเศษชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่างๆ จากพจน์ทั่วไป”

เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 2

เรื่อง

“การเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป”



สถานการณ์ที่ 1

เชื้อโรคนิดหนึ่งขยายพันธุ์แต่ละวันในรูป $a_n = 2^n + 1$ เมื่อ n เป็นจำนวนวัน ให้นักเรียน บอกว่าวันที่ 1 ถึง 4 เชื้อโรคนิดนี้จะขยายพันธุ์ได้กี่ตัว ให้แสดงแนวคิด

วันที่ 1 เชื้อโรคมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากวันก่อนกี่ตัว ? ตัว

วันที่ 2 เชื้อโรคมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากวันก่อนกี่ตัว ? ตัว

วันที่ 3 เชื้อโรคมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากวันก่อนกี่ตัว ? ตัว

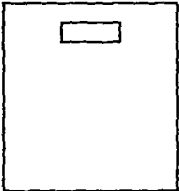
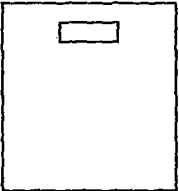
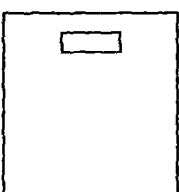
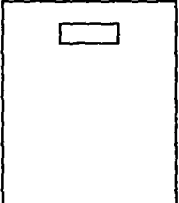
วันที่ 4 เชื้อโรคมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากวันก่อนกี่ตัว ? ตัว

☛ ดังนั้น 4 วันแรก มีเชื้อโรคเพิ่มขึ้นจากวันก่อนกี่ตัว ? ตัว

☛ ให้นักเรียนเขียนลำดับของปริมาณเชื้อโรคที่เพิ่มขึ้นจากวันก่อน

สถานการณ์ที่ 2

เด็กหญิงอุษาหยอดเหรียญ 1 บาท จำนวน 2 เหรียญใส่กระปุกออมสินทุกวัน โดยเริ่มจาก วันที่ 1 ถึง วันที่ 4 ให้นักเรียนเขียนจำนวนเหรียญในกระปุกที่ได้ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 4

วันที่ 1		วันที่ 2	
วันที่ 3		วันที่ 4	

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- 1) ถ้าเด็กหญิงอุษาหยอดเหรียญ 1 บาท จำนวน 2 เหรียญในกระปุกออมสินทุกวันเมื่อถึงวันที่ 30 เด็กหญิงอุษาจะมีเงินในกระปุกออมสินกี่บาทให้แสดงวิธีการคิด
- 2) จากข้อ 1 ให้นักเรียนเขียนในรูปลำดับ
- 3) ถ้าเด็กหญิงอุษาเก็บเงินเช่นนี้ทุกวันจนครบ 1 ปี (กำหนดให้ 1 ปี มี 365 วัน) เด็กหญิงอุษาจะมีเงินทั้งหมดกี่บาท
- 4) จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนในรูปลำดับ

สถานการณ์ที่ 3

บริษัทขายเครื่องสำอางแห่งหนึ่ง เปิดรับสมัครสมาชิกขายตรง ผู้จัดการบริษัทตั้งเป้าหมายในการหาสมาชิกเพื่อเพิ่มยอดขายสินค้าโดยใช้แผนการตลาดที่จะได้สมาชิกจำนวน

$\frac{1}{2}n(n+1)$ ราย เมื่อ n เป็นจำนวนวัน นับแต่เริ่มหาสมาชิก ให้นักเรียนพิจารณาว่า

1. วันที่ 1 บริษัทจะมีสมาชิกจำนวน..... คน
2. วันที่ 2 บริษัทจะมีสมาชิกจำนวน..... คน
3. วันที่ 3 บริษัทจะมีสมาชิกจำนวน..... คน
4. วันที่ 4 บริษัทจะมีสมาชิกจำนวน คน
5. วันที่ 5 บริษัทจะมีสมาชิกจำนวน คน
6. วันที่ 6 บริษัทจะมีสมาชิกจำนวน คน
7. ดังนั้น วันที่ 1 ถึงวันที่ 6 บริษัทจะมีจำนวนสมาชิกจำนวน คน
8. เขียนจำนวนสมาชิกของบริษัทวันที่ 1 - 6 ในรูปของลำดับได้อย่างไร

.....

สถานการณ์ที่ 4

- 1) ให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการเพิ่มอายุเป็นชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2541 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2541 นักเรียนคิดว่าอายุนักเรียนจะเพิ่มขึ้นกี่ชั่วโมง ให้แสดงแนวความคิด
- 2) ให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการเพิ่มอายุเป็นชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2541 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2542 นักเรียนคิดว่าอายุนักเรียนจะเพิ่มขึ้นกี่ชั่วโมง ถ้าเขียนในรูปลำดับจะเขียนได้อย่างไร ให้แสดงแนวความคิด
- 3) ให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการเพิ่มอายุเป็นชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2541 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2544 นักเรียนคิดว่าอายุนักเรียนจะเพิ่มขึ้นกี่ชั่วโมง ถ้าเขียนในรูปลำดับจะเขียนได้อย่างไร ให้แสดงแนวความคิด
- 4) ตั้งแต่แรกนักเรียนเกิดมานักเรียนมีอายุกี่นาที ให้แสดงแนวความคิด

โจทย์พิเศษชุดที่ 2 เรื่อง
“การเขียนพจน์ต่าง ๆ จากพจน์ทั่วไป”



โจทย์พิเศษชุดที่ 2 เรื่อง “การเขียนพจน์ต่างๆจากพจน์ทั่วไป”

1. จงเขียน 4 พจน์แรกของลำดับต่อไปนี้

1.1 $a_n = 3^n - 2$

$n = 1, a_1 = \dots$

$n = 2, a_2 = \dots$

$n = 3, a_3 = \dots$

$n = 4, a_4 = \dots$

ดังนั้น 4 พจน์แรกของลำดับนี้ คือ $\dots$

1.2 $a_n = (n - 2)^2$

$n = 1, a_1 = \dots$

$n = 2, a_2 = \dots$

$n = 3, a_3 = \dots$

$n = 4, a_4 = \dots$

ดังนั้น 4 พจน์แรกของลำดับนี้ คือ $\dots$

2. จากลำดับ กำหนดพจน์ทั่วไป จงหา

2.1 ถ้า $a_n = n(n - 1)$ ค่าของ $a_5 = \dots$

2.2 ถ้า $a_n = \frac{n}{n(n + 1)}$ ค่าของ $a_8 = \dots$

2.3 ถ้า $a_n = (-1)^n (2n - 1)$ ค่าของ $a_{15} = \dots$

3. จงหาสี่พจน์แรกของลำดับ

(1) $a_n = 5n + 1$

(2) $a_n = 2n - 5$

(3) $a_n = (n + 1)^2$

(4) $a_n = \begin{cases} 2 & \text{เมื่อ } n \text{ เป็นจำนวนคี่} \\ n + 3 & \text{เมื่อ } n \text{ เป็นจำนวนคู่} \end{cases}$

4. จงหาพจน์ที่ห้าของ

(1) ถ้า $a_n = n(n - 1)$

(2) ถ้า $a_n = \begin{cases} n - 3 & \text{เมื่อ } n < 5 \\ 2n + 5 & \text{เมื่อ } n \geq 5 \end{cases}$

5. จงหาสามพจน์แรกของลำดับ

(1) $a_1 = 3, a_n = 5a_{n-1}$

(2) $a_1 = 5, a_n = \frac{1}{a_{n-1}}$

แผนการสอนคาบที่ 3

เรื่อง “การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ” จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที
 วิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

1. สาระสำคัญ

การหาพจน์ทั่วไปของลำดับที่กำหนดเฉพาะพจน์ต้น ๆ ให้ ทำได้โดยการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง a_n กับ n

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1.1 เขียนพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดได้

2.1.2 เขียนพจน์ทั่วไปของลำดับอนันต์ได้

2.2 จุดประสงค์นำทาง

2.2.1 เขียนพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดเมื่อกำหนดลำดับจำกัดในรูปแรงแพจน์ได้

2.2.2 เมื่อกำหนดพจน์แรก ๆ ของลำดับอนันต์ สามารถหาพจน์ทั่วไปได้

3. เนื้อหาสาระ

การเขียนลำดับนอกจากจะเขียนโดยการแรงแพจน์แล้ว อาจเขียนเฉพาะพจน์ทั่วไปพร้อมกับระบุสมาชิกในโดเมนของฟังก์ชัน เช่น $a_n = 2n^2 + 1$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots, 10$ หรือ $a_n = 5^n + 5$ ให้ถือว่าลำดับนั้นเป็นลำดับอนันต์

ตัวอย่างที่ 1 จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด 1, 2, 4, 8, 16

วิธีทำ จากลำดับ 1, 2, 4, 8, 16

$$a_1 = 1 = 2^0$$

$$a_2 = 2 = 2^1$$

$$a_3 = 4 = 2^2$$

$$a_4 = 8 = 2^3$$

$$a_5 = 16 = 2^4$$

ดังนั้น $a_n = 2^{n-1}$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, 4, 5$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด และพจน์ที่ 10 ของลำดับจำกัด 1, 3, 5, 7

วิธีทำ ลำดับ 1, 3, 5, 7

$$a_1 = 1 = 2(1) - 1$$

$$a_2 = 3 = 2(2) - 1$$

$$a_3 = 5 = 2(3) - 1$$

$$a_4 = 7 = 2(4) - 1$$

$$\text{ดังนั้น } a_n = 2n - 1$$

$$a_{10} = 2(10) - 1 = 19$$

ตัวอย่างที่ 3 จงหาพจน์ทั่วไปและพจน์ที่ 12 ของลำดับจำกัด 3, 5, 7, 9

วิธีทำ ลำดับ 3, 5, 7, 9

$$a_1 = 3 = 2(1) + 1$$

$$a_2 = 5 = 2(2) + 1$$

$$a_3 = 7 = 2(3) + 1$$

$$a_4 = 9 = 2(4) + 1$$

$$\text{ดังนั้น } a_n = 2n + 1$$

$$a_{12} = 2(12) + 1 = 25$$

ตัวอย่างที่ 4 จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับอนันต์ 2, 4, 6, 8, ...

วิธีทำ ลำดับ 2, 4, 6, 8, ...

$$a_n = 2n \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

$$\text{หรือ } a_n = 2n + (n-1)(n-2)(n-3)(n-4) \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

$$\text{หรือ } a_n = 2n + (n-2)(n-2)^2(n-3)(n-4) \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

$$\text{หรือ } a_n = 2n + (n-1)(n-2)^2(n-3)(n-4) \text{ เมื่อ } n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

ดังนั้น ถ้ากำหนดพจน์แรก ๆ ของลำดับอนันต์มาให้ 3-4 พจน์ อาจจะหาพจน์ทั่วไปได้หลาย

รูปแบบ

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> ทบทวนการเขียนลำดับโดยการแจกแจงพจน์ เมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปมาให้ โดยใช้การถามตอบ เช่นกำหนดพจน์ทั่วไป $a_n = 2n^2 - 1$ ให้จะเขียนลำดับแบบแจกแจงพจน์โดยกำหนด $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ จะได้ลำดับเป็น 1, 7, 17, 31, ...	<u>ขั้นนำ</u> ทบทวนการเขียนลำดับโดยการแจกแจงพจน์ เมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปมาให้ โดยใช้การถามตอบ เช่นกำหนดพจน์ทั่วไป $a_n = 2n^2 - 1$ ให้จะเขียนลำดับแบบแจกแจงพจน์โดยกำหนด $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ จะได้ลำดับเป็น 1, 7, 17, 31, ...
<u>ขั้นสอน</u> 1. ครูสอนการหาพจน์ทั่วไปของลำดับ โดยครูทำตัวอย่างที่ 1 และ 2 ให้นักเรียนดู และให้นักเรียนทำเองอีก 2 ตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีเขียนพจน์ทั่วไปของลำดับ วิธีเขียนพจน์ทั่วไปของลำดับ จัดทำได้ได้โดย พจน์ที่ 1 พจน์ที่ 2 พจน์ที่ 3 พจน์ที่ 4 และพจน์อื่น ๆ ให้เป็นรูปแบบเดียวกัน แล้วสรุปออกมาเป็นพจน์ทั่วไป 2. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง แล้วครูเลือกตัวอย่างโดยการตั้งคำถามประกอบการอธิบาย เช่น จากตัวอย่าง ลำดับจำกัด 5, 25, 125, 625 ให้นักเรียนเขียน $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots$ โดยกระจายพจน์ออกไปให้เป็นรูปแบบเดียวกัน เช่น a_1 มีค่าเท่ากับ 5 เปลี่ยน 5 เป็น 5^1 a_2 มีค่าเท่ากับ 25 เปลี่ยน 25 เป็น 5^2 a_3 มีค่าเท่ากับ 125 เปลี่ยน 125 เป็น 5^3 a_4 มีค่าเท่ากับ 625 เปลี่ยน 625	<u>ขั้นสอน</u> 1. ให้นักเรียนจับคู่เพื่อทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 3 เรื่อง “การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ” 2. ให้นักเรียนศึกษาเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 3 เรื่อง “การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ” และให้นักเรียนตอบคำถามจากเอกสารสืบสวนสอบสวน 3. ครูอภิปรายคำถามที่ละข้อดังต่อไปนี้ <u>คำถามกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ข้อ 1</u> - นักเรียนต้องใช้รูป $\square$ กี่รูปในการสร้างแบบลำดับของพจน์ที่ 19 - นักเรียนจะใช้รูป $\square$ จำนวนเท่าใดในแต่ละแบบที่เพิ่มขึ้นในลำดับ นักเรียนจะใช้จำนวนที่ได้นั้นเขียนเป็นรูปทั่วไปได้อย่างไรในลำดับที่ n - นักเรียนคิดว่ามีแบบที่ประกอบด้วยรูป $\square$ จำนวน 190 รูปหรือไม่?

เป็น 5^4 แล้วจึงสรุปออกมาเป็นพจน์ทั่วไป คือ a_n มีค่าเท่ากับ 5^n 3. ครูยกโจทย์ให้นักเรียนทำ 2 ข้อ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เช่น จงเขียนพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด 7.1 4, 7, 10, 13 7.2 0, 3, 8, 15 4. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบายหาพจน์ทั่วไปของลำดับอนันต์แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดและลำดับอนันต์ของ 2, 4, 6, 8, ... จะได้พจน์ทั่วไปมากกว่า 1 คำตอบเพราะพจน์ทั่วไปเป็น $a_n = 2n$ 5. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบายหาพจน์ทั่วไปของลำดับอนันต์แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดและลำดับอนันต์ของ 2, 4, 6, 8, ... จะได้พจน์ทั่วไปมากกว่า 1 คำตอบเพราะพจน์ทั่วไปเป็น $a_n = 2n$ 6. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือแบบเรียน แบบฝึกหัดที่ 1.1 หน้า 6 ข้อ 2	- นักเรียนจะใช้รูป ☐ ทั้งหมดจำนวน 224 รูปนำมาสร้างแบบได้หรือไม่? - นอกเหนือจากขนาดของแบบ 1 - 5 ให้นักเรียนเติมขนาดของแบบที่เหลือลงในช่องว่าง - ให้นักเรียนหาพจน์ทั่วไปของลำดับในกิจกรรมข้อที่ 1 <u>คำถามกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ข้อ 2</u> - สำหรับพจน์ที่ 13 นักเรียนจะต้องใช้รูป ☐ ทั้งหมดกี่รูป? - นักเรียนจะต้องเพิ่มรูป ☐ กี่รูปในการเพิ่มลำดับของแบบขึ้นอีก 1 ลำดับ และค่าคงตัวซึ่งเป็นจำนวนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละแบบจะนำมาใช้แสดงแบบของลำดับทั่วไป (ลำดับที่ n) ได้อย่างไร? - จากจำนวนรูป ☐ 35 รูปนักเรียนสามารถสร้างแบบได้หรือไม่? ทำไม? - จากจำนวนรูป ☐ 303 รูป นักเรียนจะสร้างแบบได้หรือไม่? รูปแบบที่ 5 - ให้นักเรียนหาพจน์ทั่วไปของลำดับในกิจกรรมข้อที่ 2 <u>คำถามกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ข้อ 3</u> - นักเรียนจะต้องใช้รูป ☐ จำนวนกี่รูปในการสร้างแบบลำดับของพจน์ที่ 14 - ให้นักเรียนอธิบายหารูปแบบทั่วไปจากการจัดเรียงรูป ☐ ในแบบมา 1 วิธี - นักเรียนจะต้องเพิ่มรูป ☐ ขึ้นมาอีกทั้งหมดกี่รูป ในการเพิ่มแบบลำดับขึ้นอีก 1 ลำดับ เราจะใช้จำนวนรูปที่ ☐ เพิ่มขึ้น

	นั้นหารูปแบบทั่วไปได้อย่างไร ? - กำหนดรูป $\square$ ทั้งหมด 85 รูป นักเรียนสามารถสร้างแบบลำดับได้ลำดับที่เท่าไร ? - ถ้านักเรียนใช้รูป $\square$ ทั้งหมดจำนวน 50 รูป เราสามารถสร้างแบบได้หรือไม่ ? จงบอกเหตุผล ? - พจน์ที่ 80 นักเรียนจะต้องใช้รูป $\square$ ทั้งหมดจำนวนกี่รูป ? - กำหนดรูป $\square$ จำนวน 197 รูป นักเรียนสามารถสร้างแบบลำดับได้ลำดับที่เท่าไร ? จึงจะได้พอดี - ในกิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อ 2 นักเรียนสามารถสร้างแบบใดโดยเพิ่มรูป $\square$ ขึ้นทีละ 4 - ให้นักเรียนหาพจน์ทั่วไปของลำดับในกิจกรรมข้อที่ 3 4 ครูยกตัวอย่างจากนักเรียนโดยใช้คำถามประกอบการอธิบาย ให้นักเรียนช่วยกันคิดแล้วออกมาเขียนกระดานดำ เมื่อโจทย์กำหนด 3, 8, 13, 18 a_1 มีค่าเท่ากับ 3 เปลี่ยน 3 เป็น $5(1) - 2 = 3$ a_2 มีค่าเท่ากับ 8 เปลี่ยน 8 เป็น $5(2) - 2 = 8$ a_3 มีค่าเท่ากับ 13 เปลี่ยน 13 เป็น $5(3) - 2 = 13$ a_4 มีค่าเท่ากับ 18 เปลี่ยน 18 เป็น $5(4) - 2 = 18$ ดังนั้นพจน์ทั่วไป คือ a_n มีค่าเท่ากับ

<u>ขั้นสรุป</u> ให้นักเรียนสรุปหลักการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดและลำดับอนันต์โดยการถามตอบ	$3n - 2$ และถ้าจะหาพจน์อื่น ๆ ก็ทำได้โดยการแทนค่า n เช่น จะหาพจน์ที่ 10 ก็แทนค่า n เป็น 10 ดังนั้น $a_{10} = 3(10) - 2 = 28$ 5. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบายหาพจน์ทั่วไปของลำดับอนันต์แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดและลำดับอนันต์ของ 2, 4, 6, 8, ... จะได้พจน์ทั่วไปมากกว่า 1 คำตอบเพราะพจน์ทั่วไปเป็น $a_n = 2n$ หรือ $a_n = 2n + (n-1)(n-2)(n-3)(n-4)$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ หรือ $a_n = 2n + (n-1)^2(n-2)(n-3)(n-4)$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ หรือ $a_n = 2n + (n-1)(n-2)^2(n-3)(n-4)$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ ถ้าเป็นลำดับจำกัด 2, 4, 6, 8 จะได้พจน์ทั่วไป $a_n = 2n$ คำตอบเดียวเท่านั้น ส่วนพจน์ทั่วไปของลำดับอนันต์มีได้มากกว่า 1 คำตอบ ในการหาพจน์ทั่วไปจะกำหนดให้หาจากลำดับจำกัด ยกเว้นลำดับนั้นเป็นลำดับเลขคณิตหรือลำดับเรขาคณิตที่เป็นลำดับอนันต์ก็มีค่าพจน์ทั่วไปเพียงคำตอบเดียว 6. ครูให้นักเรียนทำโจทย์พิเศษชุดที่ 3 เรื่อง “การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ” <u>ขั้นสรุป</u> ให้นักเรียนสรุปหลักการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดและลำดับอนันต์โดยการถามตอบ

<u>การวัดและการประเมินผล</u> 1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน 2. สังเกตจากการร่วมกิจกรรมของนักเรียน 3. สังเกตจากการสรุปของนักเรียน 4. โจทย์ในหนังสือแบบเรียน สสวท. หน้า 6 แบบฝึกหัด 1.1 ข้อ 2 <u>สื่อการเรียนการสอน</u> หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ ค 015 ของ สสวท.	<u>การวัดและการประเมินผล</u> 1. สังเกตจากการร่วมทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนของนักเรียน 2. สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียน หลังจากการสืบสวนสอบสวน 3. สังเกตจากการสรุปของนักเรียน 4. ประเมินผลจากการทำโจทย์พิเศษชุดที่ 3 เรื่อง “การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ” <u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1. เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 3 เรื่อง “การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ” 2. โจทย์พิเศษชุดที่ 3 เรื่อง “การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ”

เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 3
เรื่อง
“การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ”

กิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 3 เรื่อง “การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ”

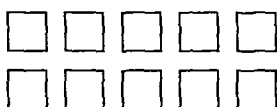
กิจกรรมสืบสวนสอบสวน ข้อ 1

คำสั่ง ให้นักเรียนพิจารณารูปและตอบคำถามต่อไปนี้

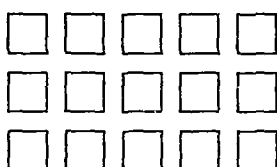
พจน์ที่ 1



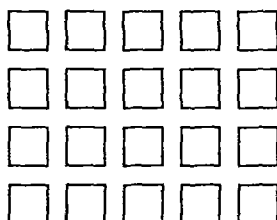
พจน์ที่ 2



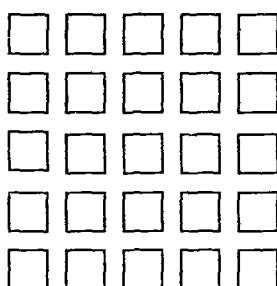
พจน์ที่ 3



พจน์ที่ 4



พจน์ที่ 5



พจน์ที่ 10

:

พจน์ที่ 20

:

พจน์ที่ n

 คำถาม

1. นักเรียนต้องใช้รูป $\square$ กี่รูปในการสร้างแบบลำดับของพจน์ที่ 19
2. นักเรียนจะใช้รูป $\square$ จำนวนเท่าใดในแต่ละแบบที่เพิ่มขึ้นในลำดับ นักเรียนจะใช้จำนวนที่ได้นั้นเขียนเป็นรูปทั่วไปได้อย่างไรในลำดับที่ n
3. นักเรียนคิดว่ามีแบบที่ประกอบด้วยรูป $\square$ จำนวน 190 รูปหรือไม่?
4. นักเรียนจะใช้รูป $\square$ ทั้งหมดจำนวน 224 รูปนำมาสร้างแบบได้หรือไม่?
5. นอกเหนือจากขนาดของแบบ 1 - 5 ให้นักเรียนเติมขนาดของแบบที่เหลืกลงใน ช่องว่าง

พจน์ที่

จำนวนรูป $\square$ ในแนวนอน x

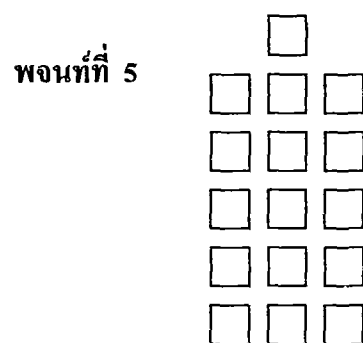
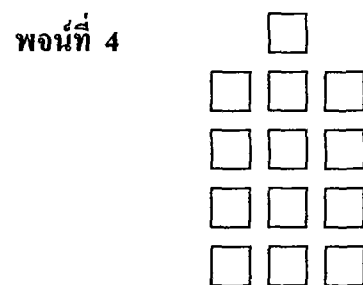
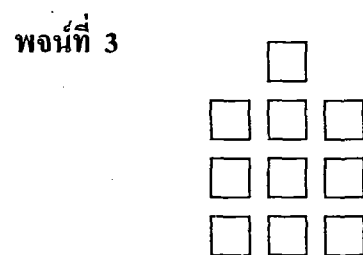
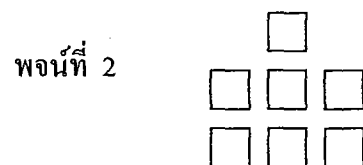
จำนวนรูป $\square$ ในแนวตั้ง

1	5 x 1
2	5 x 2
3	5 x 3
4	5 x 4
5	5 x 5
8	_____
10	_____
20	_____
.	
.	
.	
n	_____

6. ให้นักเรียนหาพจน์ทั่วไปของลำดับในข้อนี้ คือ -----

กิจกรรมสืบสวนสอบสวน ข้อ 2

คำสั่ง ให้นักเรียนพิจารณารูปและตอบคำถามต่อไปนี้



พจน์ที่ 10

พจน์ที่ 20

พจน์ที่ n

๕ คำถาม

1. สำหรับพจน์ที่ 13 นักเรียนจะต้องใช้รูป $\square$ ทั้งหมดกี่รูป?
2. นักเรียนจะต้องเพิ่มรูป $\square$ กี่รูปในการเพิ่มลำดับของแบบขึ้นอีก 1 ลำดับ และค่าคงตัวซึ่งเป็นจำนวนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละแบบจะนำมาใช้แสดงแบบของลำดับทั่วไป (ลำดับที่ n) ได้อย่างไร?
3. จากจำนวนรูป $\square$ 35 รูปนักเรียนสามารถสร้างแบบได้หรือไม่? ทำไม?
4. จากจำนวนรูป $\square$ 303 รูป นักเรียนจะสร้างแบบได้หรือไม่? รูปแบบที่ 5

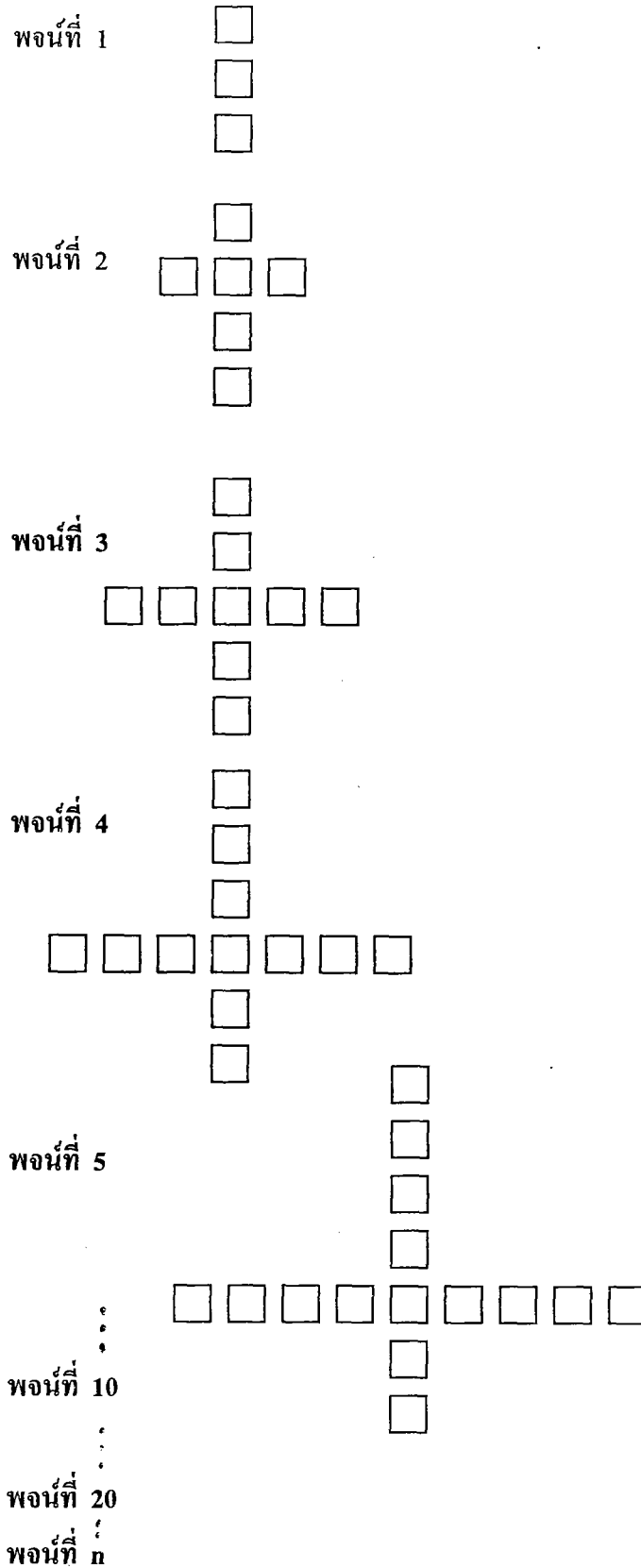
แบบลำดับที่จำนวนรูป $\square$ ในแนวนอน x จำนวนรูป $\square$ ในแนวตั้ง

1	4 x 1
2	4 x 2
3	4 x 3
4	4 x 4
5	4 x 5
8	_____
10	_____
20	_____
.	
.	
.	
n	_____

5. ให้นักเรียนหาพจน์ทั่วไปของลำดับในข้อนี้ คือ _____

กิจกรรมสืบสวนสอบสวน ข้อ 3

คำสั่ง ให้นักเรียนพิจารณารูปและตอบคำถามต่อไปนี้



➡ คำถาม

1. นักเรียนจะต้องใช้รูป ☐ จำนวนกี่รูปในการสร้างแบบลำดับของพจน์ที่ 14
2. ให้นักเรียนอธิบายหารูปแบบทั่วไปจากการจัดเรียงรูป ☐ ในแบบมา

1 วิธี

3. นักเรียนจะต้องเพิ่มรูป ☐ ขึ้นมาอีกทั้งหมดกี่รูป ในการเพิ่มแบบลำดับขึ้นอีก 1 ลำดับ เราจะใช้จำนวนรูปที่ ☐ เพิ่มขึ้นนั้นหารูปแบบทั่วไปได้อย่างไร ?
4. กำหนดรูป ☐ ทั้งหมด 85 รูป นักเรียนสามารถสร้างแบบลำดับได้ลำดับที่เท่าไร ?
5. ถ้านักเรียนใช้รูป ☐ ทั้งหมดจำนวน 50 รูป เราสามารถสร้างแบบได้หรือไม่? จงบอกเหตุผล ?
6. พจน์ที่ 80 นักเรียนจะต้องใช้รูป ☐ ทั้งหมดจำนวนกี่รูป ?
7. กำหนดรูป ☐ จำนวน 197 รูป นักเรียนสามารถสร้างแบบลำดับได้ลำดับที่เท่าไร? จึงจะได้พอดี
- 8 ในกิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อ 2 นักเรียนสามารถสร้างแบบใด โดยเพิ่มรูป ☐ ขึ้นทีละ 4
9. ให้นักเรียนหาพจน์ทั่วไปของลำดับในข้อนี้ คือ -----

โทยพิเศษชุดที่ 3 เรือง
“การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ”

โจทย์พิเศษชุดที่ 3 เรื่อง “การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ”

กำหนดให้ a_1, a_2, a_3, a_4 และ a_n เป็นพจน์แรก พจน์ที่สอง พจน์ที่สาม พจน์ที่สี่ และพจน์ทั่วไป

คำสั่ง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ลำดับ	a_1	a_2	a_3	a_4	a_n
1. 3, 9, 27, 81,.....	$3 = 3^1$	$9 = 3^2$	$27 = 3^3$	$81 = 3^4$	3^n
2. 6, 36, 216, 1296,.....	$6 = 6^1$	$36 = 6^2$	$216 = 6^3$	$1296 = 6^4$	6^n
3. $1, \sqrt{2}, \sqrt{3}, 2, \dots$					
4. 4, 5, 6, 7,.....					
5. 1, 5, 13, 29,.....					
6. $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \dots$					
7. 1, 3, 9, 27,.....					

ข้อ B จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับต่อไปนี้

1. 5, 10, 15, 20,.....

$$a_1 =$$

$$a_2 =$$

$$a_3 =$$

$$a_4 =$$

สรุป $a_n =$

2. $-\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, -\frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \dots$

$$a_1 =$$

$$a_2 =$$

$$a_3 =$$

$$a_4 =$$

สรุป $a_n =$

3. 1, 3, 7, 15,.....

$$a_1 =$$

$$a_2 =$$

$$a_3 =$$

$$a_4 =$$

สรุป $a_n =$

4. จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับต่อไปนี้

4.1) $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$ เพราะฉะนั้น $a_n =$

4.2) 1, 3, 9, 27 เพราะฉะนั้น $a_n =$

4.3) 1, 5, 13, 29 เพราะฉะนั้น $a_n =$

4.4) 0.4, 0.4, 0.04, 0.004 เพราะฉะนั้น $a_n =$

4.5) $24, 8, \frac{8}{3}, \frac{8}{9}$ เพราะฉะนั้น $a_n =$

4.6) $\frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{4}{5}, \frac{5}{6}$ เพราะฉะนั้น $a_n =$

4.7) $\sqrt{2}, \sqrt{6}, 3\sqrt{2}$ เพราะฉะนั้น $a_n =$

แบบทดสอบคาบที่ 3

จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับต่อไปนี้

1. $3, \frac{5}{2}, \frac{7}{4}, \frac{9}{8}, \frac{11}{16}$	$a_n = \dots\dots\dots$
2. 5, 5, 3, 15, 15, 3, 45	$a_n = \dots\dots\dots$
3. 0, 3, 8, 15, 24	$a_n = \dots\dots\dots$
4. -3, 6, -9, 12, -15	$a_n = \dots\dots\dots$
5. 4, 9, 16, 25, 36	$a_n = \dots\dots\dots$

เอกสารแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดต่อไปนี้

1. $\sqrt{3}, 2\sqrt{3}, 3\sqrt{3}, 4\sqrt{3}$
2. 3, 6, 9, 12
3. 2, 6, 12, 20
4. 1, -1, 1, -1
5. -2, 5, -8, 11

แผนการสอนคาบที่ 4

เรื่อง “ลำดับเลขคณิต” จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที
 วิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

1. สาระสำคัญ

จำนวนที่เรียงกันภายใต้กฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งเรียกว่าลำดับ อาจเป็นลำดับจำกัดหรือลำดับอนันต์ก็ได้ ซึ่งในทางคณิตศาสตร์ลำดับมีมากมายหลายชนิด ถ้าลำดับที่เรียงกันโดยมีผลต่างที่ได้จากพจน์ที่ $n+1$ ลบด้วยพจน์ที่ n มีค่าเท่ากัน เรียกว่าลำดับเลขคณิต

2. จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

หาพจน์ต่าง ๆ และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้

2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. บอกนิยามและส่วนประกอบของลำดับเลขคณิตได้
2. หาผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตได้
3. เขียนลำดับเลขคณิตในรูปแจกแจงพจน์ได้

3. เนื้อหา

บทนิยาม ลำดับเลขคณิต คือ ลำดับที่ผลต่างซึ่งได้จากพจน์ที่ $n+1$ ลบด้วยพจน์ที่ n มีค่าคงตัว ค่าคงตัวนี้เรียกว่า ผลต่างร่วม (Common difference)

จากบทนิยามของลำดับเลขคณิต ถ้าให้ d เป็นผลต่างร่วม จะได้ $d = a_{n+1} - a_n$ หรือ $a_{n+1} = a_n + d$ เมื่อ $n \in \mathbb{I}^+$

ตัวอย่างของลำดับเลขคณิต

(1) 2, 4, 6, 8, 10, ... มีผลต่างร่วมเป็น 2

(2) 3, 1, -1, -3, -5, ... มีผลต่างร่วมเป็น -2

ถ้ากำหนดให้ a_1 เป็นพจน์แรก และ d เป็นผลต่างร่วมแล้ว จะเขียนพจน์อื่น ๆ ของลำดับเลขคณิตในรูปของ a_1 และ d ได้ดังนี้

$$a_2 = a_1 + d$$

$$a_3 = a_2 + d = (a_1 + d) + d = a_1 + 2d$$

$$a_4 = a_3 + d = (a_1 + 2d) + d = a_1 + 3d$$

-

-

-

$$a_n = a_{n-1} + d = \dots = a_1 + (n-1)d$$

ดังนั้น เมื่อกำหนดให้พจน์แรกของลำดับเลขคณิตคือ a_1 และ ผลต่างร่วมคือ d พจน์ที่ n ของลำดับเลขคณิตนี้คือ $a_n = a_1 + (n-1)d$

ตัวอย่างที่ 1 ผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตต่อไปนี้

(1) 2, 0, -2, -4, ...	ผลต่างร่วมเป็น -2 , $d = (-2)$
(2) 10, 4, -2, -8, ...	ผลต่างร่วมเป็น -6 , $d = (-6)$
(3) $p, 7p, 13p, \dots$	ผลต่างร่วมเป็น $6p$, $d = 6p$
(4) $3a-b, 4a, 5a+b, \dots$	ผลต่างร่วมเป็น $a+b$, $d = a+b$

ตัวอย่างที่ 2 จงเขียน 4 พจน์ถัดไปของลำดับเลขคณิต

(1) 4, 9, 14, ...	สี่พจน์ถัดไป คือ 19, 24, 29, 34
(2) 21, 18, 15, ...	สี่พจน์ถัดไป คือ 12, 9, 6, 3
(3) $-3\frac{1}{2}, 0, 3\frac{1}{2}, \dots$	สี่พจน์ถัดไป คือ $7, 10\frac{1}{2}, 14, 17\frac{1}{2}$
(4) $x-2y, x-y, x, \dots$	สี่พจน์ถัดไป คือ $y, y-x, -x, -y$

ตัวอย่างที่ 3 จงหาพจน์ที่ 20 และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต

4, 9, 14, 19, ...

วิธีทำ ลำดับเลขคณิต 4, 9, 14, 19, ...

$$a_1 = 4, d = 9 - 4 = 5$$

$$\begin{aligned} \text{พจน์ที่ 20 } (a_{20}) &= a_1 + 19d \\ &= 4 + 19(5) \\ &= 4 + 95 \end{aligned}$$

$$a_{20} = 99$$

$$\begin{aligned} \text{พจน์ทั่วไป } (a_n) &= a_1 + (n-1)d \\ &= 4 + (n-1)5 \\ &= 5n - 1 \end{aligned}$$

4 กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนเรื่องลำดับโดยใช้วิธีการถามตอบนิยามของลำดับ ให้นักเรียนยกตัวอย่างการเขียนลำดับ	<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนเรื่องลำดับโดยครูกำหนดพจน์ทั่วไปและให้นักเรียนเขียนลำดับมา 4 พจน์เช่น $a_n = 2a + 1$ จะเขียนลำดับได้ดังนี้ $a_1 = 2(1) + 1 = 3$ $a_2 = 2(2) + 1 = 5$ $a_3 = 2(3) + 1 = 7$ $a_4 = 2(4) + 1 = 9$ ลำดับที่ได้ a_1, a_2, a_3, a_4 คือ 3, 5, 7, 9
<u>ขั้นสอน</u> 1. ครูบอกนิยามลำดับเลขคณิต ส่วนประกอบ เช่น ผลต่างร่วม (d) และสูตรลำดับเลขคณิตให้นักเรียนจดลงสมุด 2. ครูยกตัวอย่าง a_1, a_2, a_3, a_4 ถ้าผลต่างของ $a_2 - a_1 = a_3 - a_2 = a_4 - a_3$ เรียกว่าลำดับเลขคณิต 3. ครูยกตัวอย่างที่ 1 พร้อมทั้งอธิบายวิธีการคิดหาผลต่างให้นักเรียนดูบนกระดานดำ 4. ครูยกตัวอย่างที่ 2 เรื่องการเขียนลำดับเลขคณิต พร้อมแสดงวิธีการคิดหาคำตอบบนกระดานดำ	<u>ขั้นสอน</u> 1. ให้นักเรียนจับคู่เพื่อทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 4 เรื่อง “ลำดับเลขคณิต” 2. ให้นักเรียนแต่ละคู่ศึกษาเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 4 เรื่อง “ลำดับเลขคณิต” และตอบคำถาม 3. ให้นักเรียนอภิปรายผลจากการตอบคำถามจากเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 4 เรื่อง “ลำดับเลขคณิต” โดยครูจะใช้คำถามดังต่อไปนี้ - นักเรียนมีวิธีอะไรที่จะหาจำนวน $\square$ ที่แตกต่างกัน - ครูบอกนักเรียนว่าการหาจำนวน $\square$ ของพจน์ที่ 2 กับ พจน์ที่ 1, พจน์ที่ 3 กับ พจน์ที่ 2 และพจน์ที่ 4 กับพจน์ที่ 3 จะเรียกว่า “ผลต่าง”

5. ครูยกตัวอย่างที่ 3 เรื่องการหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต พร้อมแสดงวิธีการคิดหาคำตอบบนกระดานดำ 6. ครูให้นักเรียนทำเอกสารแนะแนวทางเรื่อง “ลำดับเลขคณิต” 7. ครูสุ่มเรียกนักเรียนเฉลยเอกสารแนะแนวทางพร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติม 8. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1.2 หน้า 10 ข้อ 1, 2 9. ครูสุ่มนักเรียนเฉลยแบบฝึกหัดที่ 1.2 ที่ละคน	- ครูให้นักเรียนสังเกตว่า “ผลต่าง” ในกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 4 ในแต่ละข้อนี้มีผลต่างเท่ากันหรือไม่อย่างไร - เมื่อนักเรียนตอบแล้วครูสรุปว่า “ผลต่าง” ที่ได้ค่าเท่ากันทุกครั้งจะเรียกว่า “ผลต่างร่วม” - ครูให้นักเรียนอภิปรายว่าถ้าผลต่างร่วมเท่ากันทุกพจน์ในลำดับเลขคณิตจะเรียกว่าอะไร - ครูสุ่มนักเรียนมาสรุปว่า “ลำดับเลขคณิต” หมายถึงอะไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง - จากแบบฝึกหัดนักเรียนสามารถเขียนออกมาเป็นพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้อย่างไร 4. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าวิธีการหาผลต่างร่วม (d) โดยให้อาพจน์ที่ $n+1$ ลบด้วยพจน์ที่ n ของแต่ละคู่ที่อยู่ติดกัน จะมีค่าเท่ากัน 5. ครูใช้วิธีการถามตอบให้นักเรียนสรุปการหาค่าผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต มีค่าเท่ากับพจน์ที่ $n+1$ ลบด้วยพจน์ที่ n ใช้คำถามประกอบการอธิบายให้นักเรียนเขียน พจน์ที่สอง พจน์ที่สาม พจน์ที่สี่ พจน์ที่ห้า และพจน์ที่หก ในรูปของ a_1 และ d ลงในเอกสารแนะแนวทาง เช่น $a_2 = a_1 + d, a_3 = a_1 + 2d, a_4 = a_1 + 3d,$ $a_5 = a_1 + 4d, a_6 = a_1 + 5d$ แล้วให้นักเรียนสรุปสูตรการหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต $a_n = a_1 + (n - 1) d$

6. ให้นักเรียนพิจารณาว่า ในกิจกรรมแต่ละข้อถึงแม้ว่าผลจะแตกต่างกันก็ตาม แต่สามารถสรุปเป็นสูตรการหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้เหมือนกัน

7. จากกิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อ 2 ครูให้นักเรียนเขียนผลต่างร่วมบนกระดานดำแล้วให้นักเรียนสรุปค่าผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต

$$\text{ผลต่างร่วม (d)} = a_{n+1} - a_n$$

8. จากกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 4 เรื่อง “ลำดับเลขคณิต” นักเรียนจะมีวิธีการหาจำนวน

☐ ในพจน์ที่ $n+1$ โดยพิจารณาจากจำนวนรูป

☐ ในพจน์ที่ n ได้อย่างไร ให้อธิบายขั้นตอนการคิดในแต่ละรูปแบบ

9. ให้นักเรียนสรุปการคำนวณลำดับเลขคณิตในพจน์ที่ n ว่ามีหลักการคิดอย่างไร

10. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบาย ให้นักเรียนออกมาทำบนกระดานดำโดยเขียน 4 พจน์ของลำดับเลขคณิต เช่น

-1, -3, -5, -7, ... จะได้ 4 พจน์ต่อไปนี้คือ

-9, -11, -13, -15 แล้วให้นักเรียนทำเพิ่มเติมอีก

3 ข้อ พร้อมกับให้นักเรียนทุกคนช่วยกันสรุปวิธีหาพจน์ต่อไปของลำดับเลขคณิต

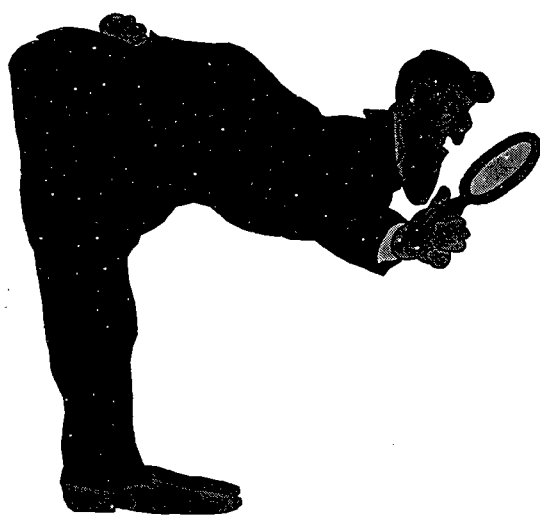
$$a_n = a_{n-1} + d$$

ขั้นสรุป ครูยกตัวอย่างลำดับเลขคณิตและให้นักเรียนสรุปร่วมกันว่าลำดับเลขคณิตคือลำดับที่มีผลต่างร่วมระหว่าง a_{n+1} กับ a_n เท่ากัน	11. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบาย ลำดับเลขคณิต เช่น 5, 10, 15, 20, ... โดยครูใช้คำถามต่อไปนี้ 11.1) โจทย์กำหนดส่วนประกอบอะไรมาบ้าง ให้นักเรียนแทนด้วยสัญลักษณ์ 11.2) โจทย์ต้องการหาอะไร และนักเรียนมีวิธีคิดอย่างไร 11.3) นักเรียนคนใดมีวิธีอื่นบ้าง 11.4) ให้นักเรียนแทนค่าในวิธีคิดของตนเองเพื่อหาคำตอบ 11.5) ให้นักเรียนตรวจคำตอบ โดยให้นักเรียนเขียนกระดานคำเกี่ยวกับพจน์แรก ผลต่างร่วม คือ ได้พจน์แรกเป็น 5 ผลต่างร่วมมีค่าเท่ากับ 5 ด้วย ดังนั้น จะหาพจน์ต่างๆของลำดับเลขคณิตได้จากนักเรียนช่วยกันสรุปจาก $a_n = a_1 + (n - 1) d$ แทนค่า a_1, d และ n ลงในสูตร 12. ให้นักเรียนทำโจทย์พิเศษชุดที่ 4 เรื่อง “ลำดับเลขคณิต” ขั้นสรุป ครูยกตัวอย่างลำดับเลขคณิตและให้นักเรียนสรุปร่วมกันว่าลำดับเลขคณิตคือลำดับที่มีผลต่างร่วมระหว่าง a_{n+1} กับ a_n เท่ากัน

การวัดและการประเมินผล 1. สังเกตจากความสนใจของนักเรียน 2. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน 3. ตรวจแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน หน้า 10 ชุด 1.2 ข้อ 1, 2 สื่อการเรียนการสอน หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค015 ของ สสวท.	การวัดและการประเมินผล 1. สังเกตจากการร่วมทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนของนักเรียน 2. สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียนหลังจากการสืบสวนสอบสวน 3. สังเกตจากการสรุปของนักเรียน 4. ประเมินผลจากการทำโจทย์พิเศษชุดที่ 4 เรื่อง “ลำดับเลขคณิต” สื่อการเรียนการสอน 1. กิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 4 เรื่อง “ลำดับเลขคณิต” 2. โจทย์พิเศษชุดที่ 4 เรื่อง “ลำดับเลขคณิต”

เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 4

เรื่อง “ลำดับเลขคณิต”

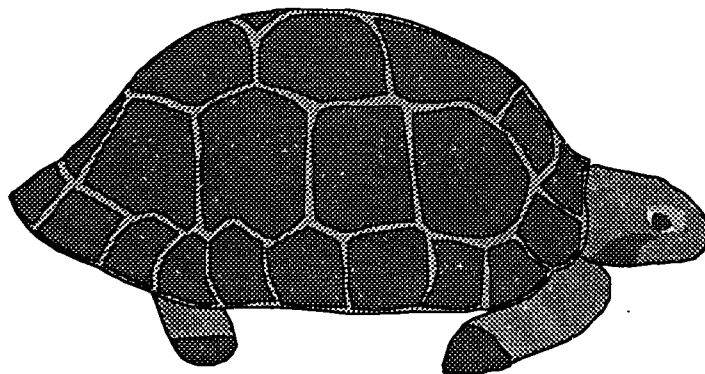


กิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 4 เรื่อง “ลำดับเลขคณิต”

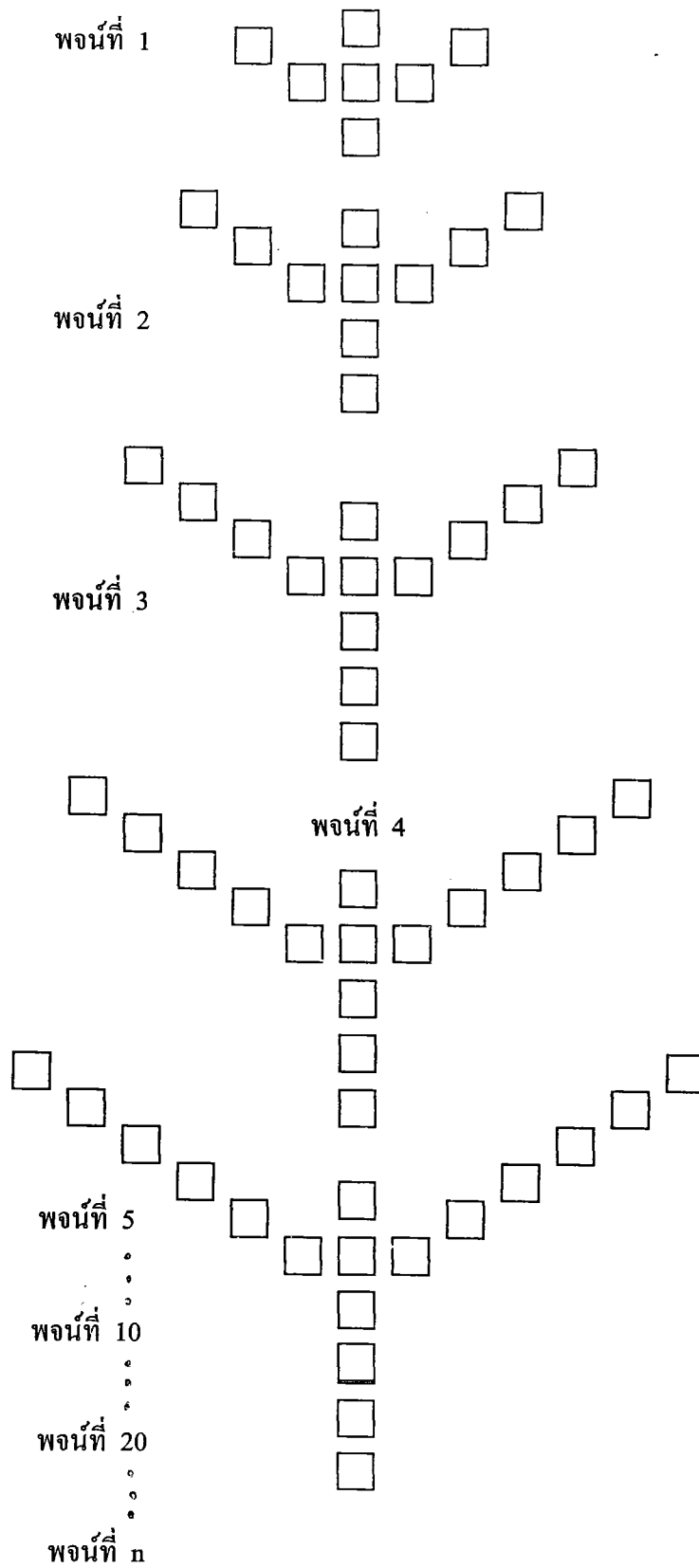
กำหนดรูปแบบจากรูปที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาและตอบคำถามต่อไปนี้

คำถาม

1. รูปแบบที่ 1.1 พจน์ที่ 2 กับพจน์ที่ 1 มีจำนวนรูป ☐ ต่างกันกี่รูป
2. รูปแบบที่ 1.1 พจน์ที่ 3 กับพจน์ที่ 2 มีจำนวนรูป ☐ ต่างกันกี่รูป
3. รูปแบบที่ 1.1 พจน์ที่ 4 กับพจน์ที่ 3 มีจำนวนรูป ☐ ต่างกันกี่รูป
4. รูปแบบที่ 1.1 พจน์ที่ 5 กับพจน์ที่ 4 มีจำนวนรูป ☐ ต่างกันกี่รูป
5. รูปแบบที่ 1.1 นักเรียนคิดว่าพจน์ที่ 22 และพจน์ที่ 21 มีรูป ☐ ต่างกันเท่าใด
6. รูปแบบที่ 1.1 นักเรียนคิดว่าทุกพจน์ในรูปที่ 1 จะมี ☐ ต่างกันเท่ากันหรือไม่ ถ้าจำนวนรูป ☐ ของพจน์มีค่าเท่ากัน แต่ละพจน์มีจำนวนรูป ☐ ต่างกันกี่รูป
7. รูปแบบที่ 1.1 จำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ $n+1$ และ n มีความสัมพันธ์กันอย่างไร ให้นักเรียนบอกวิธีการหาจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ $n+1$ จากจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ n
8. ให้ใช้คำถามที่ 1 – 7 ตอบคำถามในรูปแบบที่ 1.2 และ 1.3



รูปแบบที่ 1.1

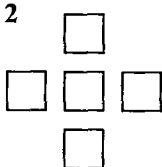


รูปแบบที่ 1.2

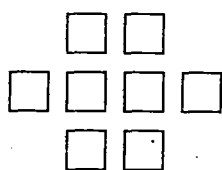
พจน์ที่ 1



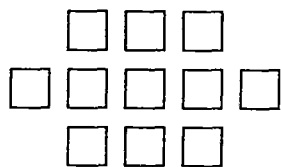
พจน์ที่ 2



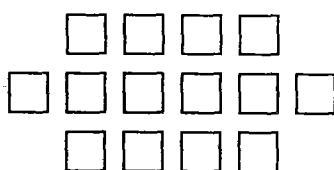
พจน์ที่ 3



พจน์ที่ 4



พจน์ที่ 5



⋮

พจน์ที่ 10

⋮

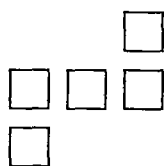
พจน์ที่ 20

⋮

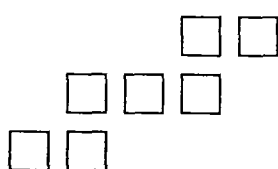
พจน์ที่ n

รูปแบบที่ 1.3

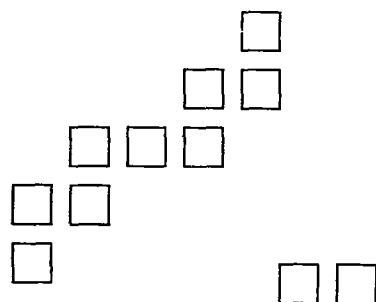
พจน์ที่ 1



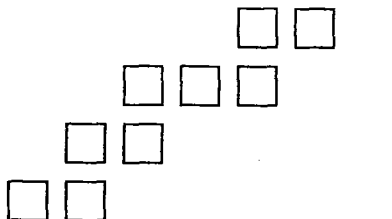
พจน์ที่ 2



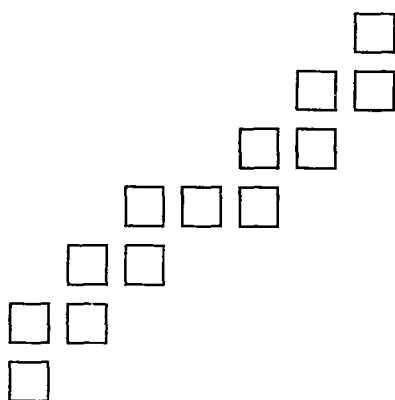
พจน์ที่ 3



พจน์ที่ 4



พจน์ที่ 5



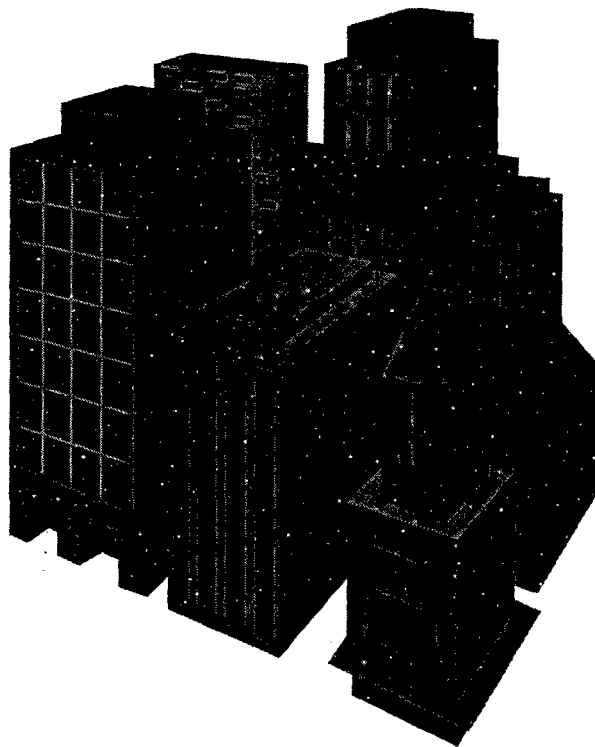
พจน์ที่ 10

พจน์ที่ 20

พจน์ที่ n

โจทย์พิเศษชุดที่ 4

เรื่อง “ลำดับเลขคณิต”



โจทย์พิเศษ ชุดที่ 4 เรื่อง “ลำดับเลขคณิต”

1. จงหาผลต่างร่วม พจน์ที่ 10 พจน์ที่ 15 และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตต่อไปนี้

ลำดับ	d	a_{10}	a_{15}	a_n
1. 20, 15, 10, 5, ...				
2. 5, 18, 31, 44, ...				
3. 27, 21, 15, 9, ...				
4. a, -2a, -5a, -8a, ...				
5. x, 4x, 7x, 10x, ...				

2. จงหาพจน์ที่ 8 และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต 4, 9, 14, 19, ...

ตอบ

3. จงหาพจน์ที่ 20 และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต 10, 4, -2, -8, ...

ตอบ

4. จงหาพจน์ที่ 12 และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต a, 4a, 7a, 10a, ...

ตอบ

5. จงหาพจน์ที่ 15 และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต 21, 18, 15, 12, ...

ตอบ

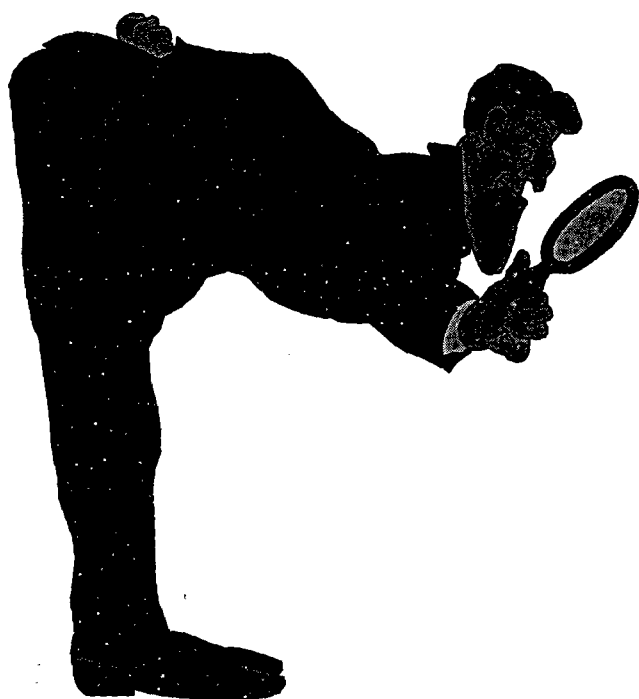
6. จงหาพจน์ที่ 10 และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต $-3\frac{1}{2}$, 0 , $3\frac{1}{2}$, 7 , ...

ตอบ

เอกสารแนะแนวทางคาบที่ 4

เรื่อง

“ลำดับเลขคณิต”



เอกสารแนะแนวทางคาบที่ 4 เรื่องลำดับเลขคณิต

กำหนดให้ $a_1, a_2, a_3, a_4, a_n, d$ เป็นพจน์แรก พจน์ที่สอง พจน์ที่สาม พจน์ที่สี่ พจน์ทั่วไป และผลต่างร่วมตามลำดับ

คำสั่ง จงพิจารณาลำดับเลขคณิตต่อไปนี้ แล้วเติมคำตอบในช่องว่างให้สมบูรณ์

ลำดับเลขคณิต	$a_2 - a_1$	$a_3 - a_2$	$a_4 - a_3$	d
1. 2, 4, 6, 8, ..., $2n$, ...	$4 - 2 = 2$	$6 - 4 = 2$	$8 - 6 = 2$	2
2. 1, 6, 11, 16, ..., $5n-4$, ...				
3. -10, -6, -2, 2, ..., $4n-14$				
4. 5, 1, -3, -7, ..., $9-4n$				
5. 10, 7, 4, 1, ..., $13-3n$				

สรุป ผลต่างร่วม (d) = ...

ถ้า a_1 เป็นพจน์แรกของลำดับเลขคณิต d เป็นผลต่างร่วม

$$a_2 = a_1 + d$$

$$a_3 = \dots\dots\dots$$

$$a_4 = \dots\dots\dots$$

$$a_5 = \dots\dots\dots$$

$$a_6 = \dots\dots\dots$$

สรุป พจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต (a_n) = ...

แผนการสอนคาบที่ 5

เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเลขคณิต” จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที
วิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

1. สาระสำคัญ

ลำดับเลขคณิตนับว่าเป็นหัวข้อสำคัญหัวข้อหนึ่งในการเรียนการสอนเรื่องลำดับและอนุกรม ซึ่งต้องมีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต หาพจน์ต่าง ๆ และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต นอกจากนี้ยังมีการหาพจน์กลางระหว่างพจน์สองพจน์ของลำดับเลขคณิต

2. จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

สามารถหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตได้

2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. บอกสูตรการหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตได้
2. ใช้สูตรหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตได้
3. แก้โจทย์ลำดับเลขคณิตได้

3. เนื้อหา

การหาพจน์กลางระหว่างพจน์ของลำดับเลขคณิต ถ้า a, A, b เป็นพจน์ 3 พจน์ที่เรียงกันในลำดับเลขคณิต จะหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต โดยใช้การหาค่าผลต่างร่วม

$$A - a = b - A$$

$$2A = a + b$$

$$A = (a+b) / 2$$

เรียก A เป็นตัวกลางเลขคณิตระหว่าง a และ b หรือ A เป็นมัธยิมเลขคณิตระหว่าง a และ b

ตัวอย่างที่ 1 ถ้า $-3, A, -27$ เป็นสามพจน์เรียงกันในลำดับเลขคณิต จงหาค่าลำดับนี้

วิธีทำ $A - (-3) = -27 - A$

$$2A = -27 - 3$$

$$A = -30 / 2$$

$$= -15$$

ดังนั้น ลำดับนี้ คือ $-3, -15, -27$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาตัวกลางเลขคณิต 5 พจน์ระหว่าง 130 กับ 40

วิธีทำ พจน์แรก (a_1) = 130 พจน์สุดท้าย (a_n) = 40

จำนวนพจน์ (n) = $5 + 2 = 7$ พจน์

จาก $a_n = a_1 + (n-1)d$

$$40 = 130 + 6d$$

$$6d = -90$$

$$d = -15$$

ตัวกลางเลขคณิต 5 พจน์ คือ 115, 100, 85, 70, 55

ตัวอย่างที่ 3 ถ้า $5-p, 4p, 5p+4$ เป็นลำดับเลขคณิตแล้ว จงหาค่า p และพจน์ที่ 10

วิธีทำ $4p - (5 - p) = 5p + 4 - 4p$

$$4p - 5 + p = p + 4$$

$$5p - 5 = p + 4$$

$$4p = 9$$

$$p = 9/4$$

ลำดับนี้ คือ $11/4, 9, 61/4$

ดังนั้น $a_1 = 11/4, d = 9 - 11/4 = 25/4$

จาก $a_n = a_1 + (n-1)d$

$$a_{10} = 11/4 + (10-1)(25/4)$$

$$= 236/4 = 59$$

พจน์ที่ 10 ของลำดับเลขคณิตนี้ คือ 59

การสมมติค่าพจน์ของลำดับเลขคณิต

ถ้าจำนวนพจน์เป็นจำนวนคี่ เช่น สามพจน์ เรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต จะสมมติพจน์เป็น

$$a-d, a, a+d$$

ถ้าจำนวนพจน์เป็นจำนวนคู่ เช่น สี่พจน์ เรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต จะสมมติพจน์เป็น

$$a-3d, a-d, a+d, a+3d$$

ตัวอย่างที่ 4 จำนวนสามจำนวนเรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต ถ้าผลบวกของพจน์แรกกับพจน์ที่สามเท่ากับ 12 และผลคูณของพจน์แรกกับพจน์ที่สองเท่ากับ 24 จงหาลำดับนี้

วิธีทำ สมมติให้พจน์ทั้งสามในลำดับเลขคณิต คือ

$$a-d, a, a+d$$

ผลบวกของพจน์แรกกับพจน์ที่สามเท่ากับ 12

$$(a-d) + (a+d) = 12$$

$$2a = 12$$

$$a = 6$$

ผลคูณของพจน์แรกกับพจน์ที่สองเท่ากับ 24

$$(a-d)a = 24$$

แทนค่า $a = 6$

$$(6-d)6 = 24$$

$$36 - 6d = 24$$

$$6d = 12$$

$$d = 2$$

ดังนั้น ลำดับเลขคณิตนี้ คือ 4, 6, 8

ตัวอย่างที่ 5 จำนวนสี่จำนวน เรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต ถ้าผลบวกของเลขสี่จำนวนนั้นเป็น 58 และจำนวนมากที่สุด คือ 22 จงหาจำนวนที่เหลืออีกสามจำนวน

วิธีทำ สมมติให้พจน์ทั้งสี่ในลำดับเลขคณิต คือ

$$a-3d, a-d, a+d, a+3d$$

ผลบวกของ 4 จำนวนนั้นเป็น 58

$$(a-3d) + (a-d) + (a+d) + (a+3d) = 58$$

$$4a = 58$$

$$a = 58/4 = 29/2$$

จำนวนมากที่สุด คือ 22

$$a+3d = 22$$

$$3d = 22 - 29/2 = 15/2$$

$$d = 5/2$$

จำนวนจริง 3 จำนวนที่เหลือ คือ 7, 12, 17

5 กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนลำดับเลขคณิตเกี่ยวกับนิยามพจน์ที่ n โดยใช้การถามตอบ แล้วให้นักเรียนออกมาเขียนลำดับเลขคณิตพร้อมทั้งหาพจน์ทั่วไปของลำดับนี้ด้วย เช่น 2, 9, 16, 23, ... $a_1 = 2, d = 7, a_n = 7n - 5$ <u>ขั้นสอน</u> 1. ครูบอกวิธีการหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต ถ้า a, A, b เป็นพจน์ 3 พจน์เรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต แล้ว $A = \frac{a+b}{2}$ 2. ครูยกตัวอย่างใช้คำถามประกอบการอธิบายให้นักเรียนออกมาทำบนกระดานดำหาค่าพจน์กลาง 5 พจน์ระหว่าง 130 กับ 40 ในลำดับเลขคณิต โดยให้นักเรียนพิจารณาว่าโจทย์ให้อะไรมาบ้าง พจน์แรก (a_1) = 130 พจน์สุดท้าย (a_n) = 40 และได้จำนวนพจน์ทั้งหมด 7 พจน์ คือ $n = 7$ ดังนั้น จะหาค่าผลต่างร่วม (d) ได้จาก $a_n = a_1 + (n-1)d$ เป็น -15 จึงเขียนตัวกลางเลขคณิต 5 พจน์ได้ 115, 100, 85, 70, 55 3. ครูยกตัวอย่างที่ 1 และ 2 บนกระดานดำพร้อมทั้งแสดงวิธีการหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต 4. ครูยกตัวอย่างที่ 3 และ 4 และให้นักเรียนทำลงสมุด	<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนลำดับเลขคณิตเกี่ยวกับนิยามพจน์ที่ n โดยใช้การถามตอบ แล้วให้นักเรียนออกมาเขียนลำดับเลขคณิตพร้อมทั้งหาพจน์ทั่วไปของลำดับนี้ด้วย เช่น 2, 9, 16, 23, ... $a_1 = 2, d = 7, a_n = 7n - 5$ <u>ขั้นสอน</u> 1. ให้นักเรียนจับคู่เพื่อทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 5 เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเลขคณิต” 2. ให้นักเรียนศึกษาเอกสาร กิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 5 เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเลขคณิต” พร้อมทั้งตอบคำถามข้อ 1- 3 ดังนี้ <u>กิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 1</u> จากรูปแบบที่กำหนดให้เรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต นักเรียนคิดว่าจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) ในพจน์ที่ 2 มีกี่รูป นักเรียนทราบได้อย่างไร ให้ออกแนวคิด <u>กิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 2</u> จากรูปแบบที่กำหนดให้เรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต นักเรียนคิดว่าจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) ในพจน์ที่ 3 มีกี่รูป นักเรียนทราบได้อย่างไร ให้ออกแนวคิด

5. ครูเฉลยตัวอย่างที่ 3 และ 4

6. ให้โจทย์นักเรียนทุกคนทำเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการพจน์กลาง และการใช้ความรู้เกี่ยวกับลำดับเลขคณิตแก้โจทย์ปัญหา

(1) จงหาค่า x ที่ทำให้ $3x+5$, $2x+1$, $3x-3$ เป็นลำดับเลขคณิต

(2) จงหาตัวกลางเลขคณิตพจน์ที่อยู่ระหว่าง 36 และ 82

(3) ผลบวกของเลข 5 จำนวนนี้ในลำดับเลขคณิต คือ 30 และผลบวกของกำลังสองของเลข 5 จำนวนนี้ คือ 220 จงหาเลข 5 จำนวนนี้

(7) ครูให้นักเรียนจดตัวอย่างที่ 4 และ 5 และให้ทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนหน้า 10 - 11 แบบฝึกหัดชุดที่ 1.2 ข้อ 8-10 ไปทำเป็นการทำงานบ้าน

กิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 3

จากกิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 1 และ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

จากข้อ 1 ให้นักเรียนหา

1) พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 6 กับพจน์ที่ 8 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

2) พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 6 กับพจน์ที่ 10 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

3) พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 1 กับพจน์ที่ 9 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

4) พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 1 กับพจน์ที่ 10 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

5) พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ n กับพจน์ที่ $n+3$ มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

6) ให้ใช้รูปจากข้อที่ 2 เพื่อตอบคำถามข้อ 3.1 - 3.5

7) ถ้าพจน์แรกของลำดับเลขคณิตคือ a_1 และผลต่างร่วมคือ d ลำดับเลขคณิตคือ $a_1, a_1+d, a_1+2d, \dots$ แล้ว ค่าของพจน์ที่ n มีค่า.....

3. หลังจากทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนแล้ว ครูให้นักเรียนอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปว่า พจน์ระหว่างพจน์ของลำดับเลขคณิตโดยให้นักเรียนเขียนค่าหาพจน์กลางจากลำดับเลขคณิต เช่น กำหนดลำดับเลขคณิต

2 , 9 , 16 , 23 ,....., $7n-5$,.....

ครูให้นักเรียนหาพจน์กลางของลำดับ
เลขคณิต จนได้คำตอบคือ

$$\frac{a_1 + a_3}{2} = \frac{2 + 16}{2} = 9 = a_2$$

$$\frac{a_2 + a_4}{2} = \frac{9 + 23}{2} = 16 = a_3$$

$$\frac{a_3 + a_5}{2} = \frac{16 + 30}{2} = 23 = a_4$$

แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างอีก 2-3 ข้อ โดย
ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างพจน์
สองพจน์กับพจน์กลางในลำดับเลขคณิต แล้ว
สรุปความสัมพันธ์ออกมา ถ้า a, A, b เป็นพจน์
3 พจน์ เรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต แล้ว

$$A = \frac{a + b}{2} \text{ ให้นักเรียนสรุปวิธีการหาพจน์}$$

ถ้า a, A, b เป็น 3 พจน์ที่เรียงกันในลำดับ
เลขคณิต จะหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต
โดยใช้การหาผลต่างร่วม

$$A - a = b - A$$

$$2A = a + b$$

$$A = (a + b) / 2$$

เรียก A เป็นตัวกลางเลขคณิตระหว่าง
 a และ b หรือ A เป็นมัชฌิมเลขคณิตระหว่าง a
และ b

4. ครูยกตัวอย่างใช้คำถามประกอบการ
อธิบาย โดยให้นักเรียนทำบนกระดานดำ โดย
ให้หาค่าพจน์กลางระหว่างพจน์สองพจน์ของ
ลำดับเลขคณิต เช่น ถ้า $-3, A, -27$ เป็น 3
พจน์เรียงกันในลำดับเลขคณิต จะหา A ได้เท่า
กับ -15 และหาลำดับเลขคณิตนี้เป็น
 $-3, -15, -27$

5. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบายให้นักเรียนออกมาทำบนกระดานคำ โดยหาค่า p ก่อน จากลำดับเลขคณิต 5-p, 4p, 5p+4 แล้วจึงหาลำดับเลขคณิต 3 พจน์ดังกล่าว จากนั้นจึงหาพจน์ที่ 10 ตามที่โจทย์ต้องการ คือ

$$\text{ค่า } p = \frac{9}{4} \text{ ได้ลำดับ 3 พจน์นี้ คือ } \frac{11}{4}, 9, \frac{61}{4} \text{ และหาพจน์ที่ 10 ได้เท่ากับ 59}$$

6 ครูให้นักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถามประกอบการอธิบาย หลักการสมมติลำดับเลขคณิต ถ้าจำนวนพจน์เป็นจำนวนคี่ การสมมติลำดับให้พจน์กลางเป็น a และพจน์ที่อยู่หน้า a เป็น $a-d$ พจน์ที่อยู่หลัง a เป็น $a+d$ เมื่อนำมาบวก จะได้ค่า a เลยใช่ไหม ? โดยค่า d จะหักลบกันหมดไปแล้ว ให้นักเรียนออกมาทำโจทย์บนกระดานคำ แล้วให้สรุปหลักการสมมติลำดับเลขคณิตเมื่อจำนวนพจน์เป็นจำนวนคี่ เช่น 3 พจน์ของลำดับเลขคณิต คือ $a-d, a, a+d$

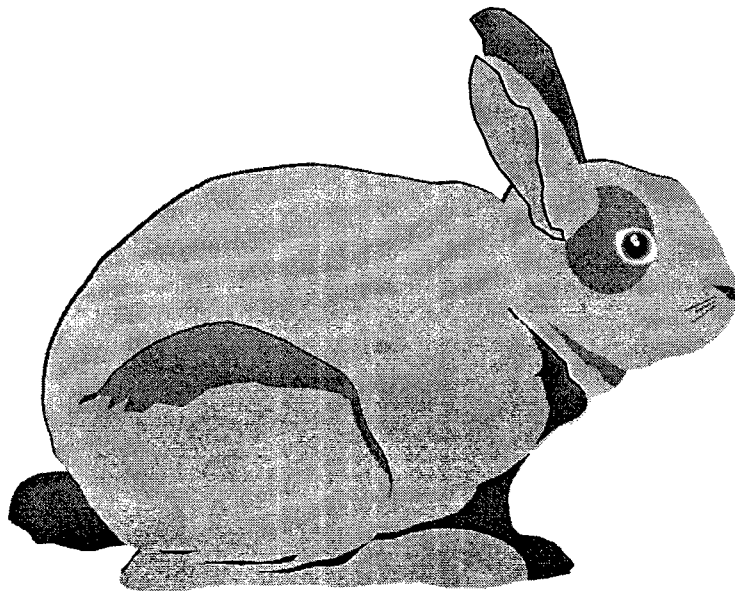
7. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบาย หลักการสมมติลำดับเลขคณิต ถ้าจำนวนพจน์เป็นจำนวนคู่ เช่น 4 พจน์ ให้ $a-d, a+d$ เป็น 2 พจน์กลาง โดยมีผลต่างร่วมเป็น $2d$ ดังนั้น 4 พจน์กลางของลำดับเลขคณิต คือ $a-3d, a-d, a+d, a+3d$ ให้นักเรียนออกมาทำบนกระดานคำ หาลำดับเลขคณิตแล้วให้สรุปหลักการสมมติลำดับเลขคณิต เมื่อจำนวนพจน์เป็นจำนวนคู่

<u>ขั้นสรุป</u> ให้นักเรียนสรุปสูตรการหาพจน์กลางระหว่างพจน์สองพจน์ของลำดับเลขคณิต และหลักการสมมติพจน์ของลำดับเลขคณิตโดยการถามตอบ <u>การวัดและประเมินผล</u> 1. สังเกตการถามตอบของนักเรียน 2. สังเกตการร่วมกิจกรรมของนักเรียน 3. สังเกตการสรุปการเรียนรู้ของนักเรียน 4. ทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนหน้า 10-11 แบบฝึกหัดชุด 1.2 ข้อ 8-12 5. ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม <u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1. หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ ค 015 ของสสวท. 2. เอกสารแบบฝึกหัดเพิ่มเติม	8. ให้นักเรียนทำโจทย์พิเศษชุดที่ 5 เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเลขคณิต” ข้อ 1-2 และให้ทำข้อ 3-9 เป็นการบ้าน 9. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโจทย์พิเศษ พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการคิดหาคำตอบ ครูชี้แนะอีกครั้งว่าที่นักเรียนคิดหาคำตอบมาได้นั้น ถูกหรือผิด พร้อมทั้งบอกเหตุผลให้นักเรียนทราบ <u>ขั้นสรุป</u> ครูใช้การซักถามแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปว่าสามารถเขียนลำดับโดยการแจกพจน์ได้ และเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปสามารถหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับได้ <u>การวัดและการประเมินผล</u> 1. สังเกตจากการร่วมทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนของนักเรียน 2. สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียน หลังจากการสืบสวนสอบสวน 3. สังเกตจากการสรุปของนักเรียน 4. ประเมินผลจากการทำโจทย์พิเศษ ชุดที่ 6 เรื่อง “การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต” <u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1. เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 6 เรื่อง “การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต” 2. โจทย์พิเศษชุดที่ 6 เรื่อง “การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต”

เอกสารกิจกรรมสืบสวนชุดที่ 5

เรื่อง

“พจน์กลางของลำดับเลขคณิต”



เอกสารกิจกรรมสืบสวนชุดที่ 5 เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเลขคณิต”

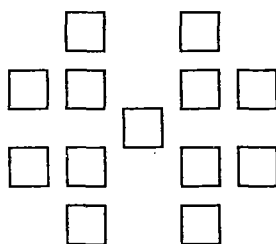
กิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 1

จากรูปแบบที่กำหนดให้เรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต นักเรียนคิดว่าจำนวนรูปสี่เหลี่ยมที่บ (■) ในพจน์ที่ 2 มีกี่รูป นักเรียนทราบได้อย่างไร ให้ออกแนวคิด

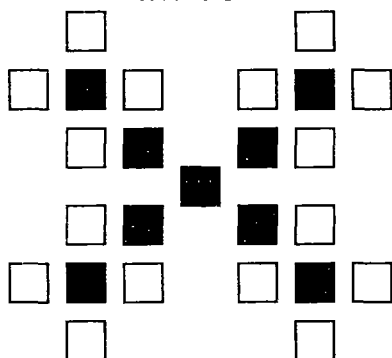
พจน์ที่ 1



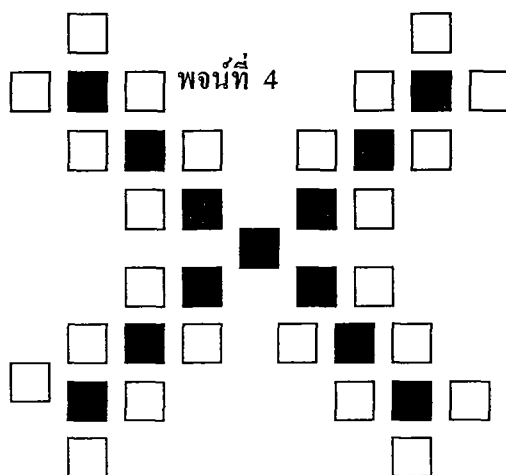
พจน์ที่ 2



พจน์ที่ 3



พจน์ที่ 4



พจน์ที่ 10

พจน์ที่ 12

พจน์ที่ n

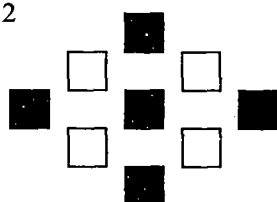
กิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 2

จากรูปแบบที่กำหนดให้เรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต นักเรียนคิดว่าจำนวนรูปสี่เหลี่ยมที่บ (■) ในพจน์ที่ 3 มีกี่รูป นักเรียนทราบได้อย่างไร ให้ออกแนวคิด

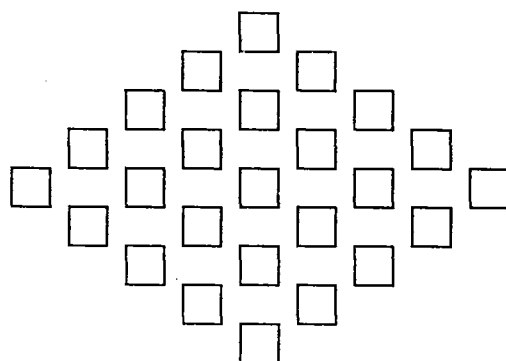
พจน์ที่ 1



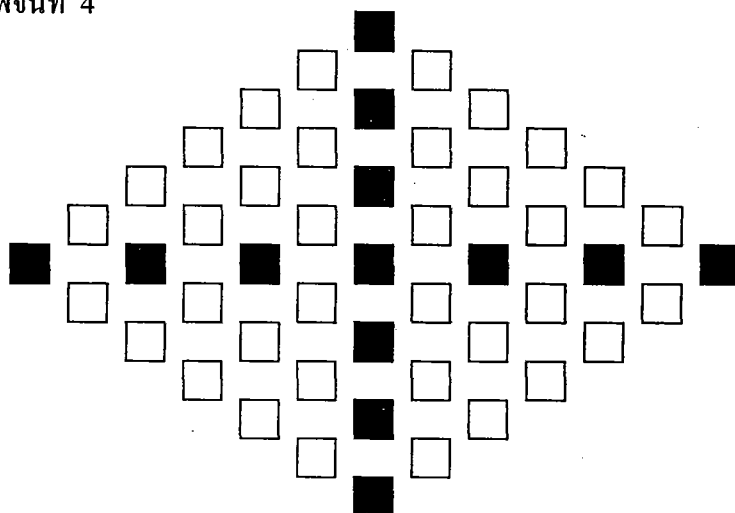
พจน์ที่ 2



พจน์ที่ 3



พจน์ที่ 4



พจน์ที่ 10

พจน์ที่ 20

พจน์ที่ n

กิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 3

จากกิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 1 และ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
จากข้อ 1 ให้นักเรียนหา

3.1 พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 6 กับพจน์ที่ 8 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

3.2 พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 6 กับพจน์ที่ 10 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

3.3 พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 1 กับพจน์ที่ 9 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

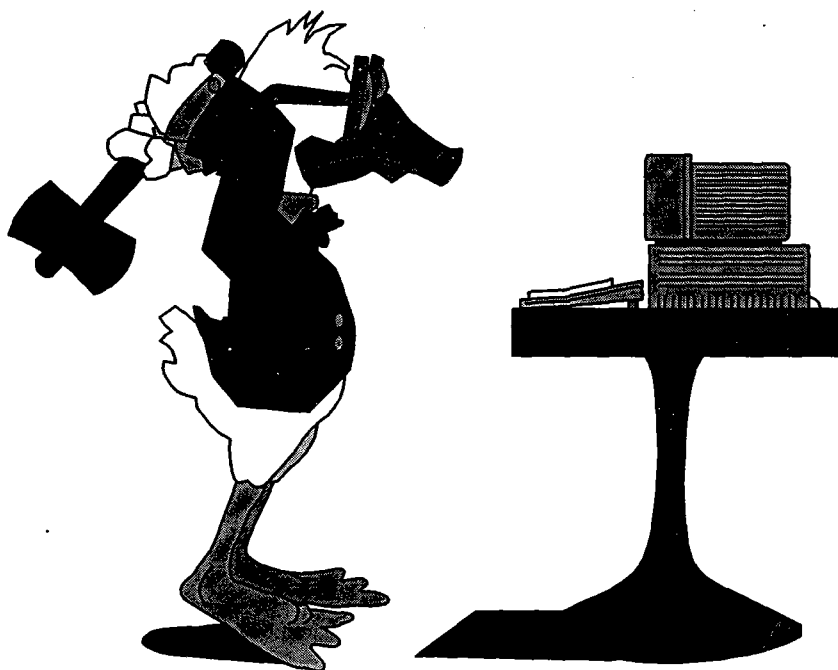
3.4 พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 1 กับพจน์ที่ 10 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

3.5 พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ n กับพจน์ที่ $n+3$ มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ (■) กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

3.6 ให้ใช้รูปจากข้อที่ 2 เพื่อตอบคำถามข้อ 3.1 - 3.5

3.7 ถ้าพจน์แรกของลำดับเลขคณิตคือ a_1 และผลต่างร่วมคือ d ลำดับเลขคณิตคือ $a_1, a_1+d, a_1+2d, \dots$ แล้ว ค่าของพจน์ที่ n มีค่า.....

โทยัพพิเศษชุดที่ 5
เรื่อง
“พจนัฏกลางของลําดับเลขคณิต”



โจทย์พิเศษชุดที่ 5 เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเลขคณิต”

1. จงหาจำนวนเต็มบวกระหว่าง 100 และ 400 ที่ 3หารลงตัวว่ามีกี่จำนวน
2. ในการตรวจสอบเสาของหนึ่งซึ่งวางเรียงกันเป็นชั้น ๆ พบว่าเสาในแต่ละชั้นมีมากกว่าเสาในชั้นบนที่อยู่ติดกันเป็นจำนวน 3 ต้นเสมอ ถ้าชั้นบนสุดมีเสา 61 ต้น และชั้นล่างสุดซึ่งอยู่ติดกับพื้นดินมีเสา 379 ต้น จงหาว่าเขาวางเสาทั้งหมดกี่ชั้น
3. ถ้าผลบวกของลำดับเลขคณิตตั้งแต่พจน์ที่ 1 ถึงพจน์ที่ 11 เป็น 77 และผลบวกของกำลังสองของพจน์ที่ 4, 5, 6, 7 และ 8 เป็น 285 จงหาลำดับเลขคณิตนี้
4. ถ้า a, b, c, d เป็นจำนวนที่เรียงกันในลำดับเลขคณิต จงหาว่า $a^2 - 3b^2 + 3c^2 - d^2$ มีค่าเท่าไร
5. จงหาตัวกลางเลขคณิต 7 พจน์ระหว่าง -7 และ 17
6. จงหาพจน์กลาง 10 จำนวนระหว่าง 23 กับ -10
7. จงหาพจน์กลางเดียวระหว่าง 88 กับ 74
8. จำนวนเต็มบวกระหว่าง 100 กับ 500 ที่ 9 หารลงตัวมีกี่จำนวน
9. ลำดับเลขคณิต 3 พจน์เรียงกันคูณกันได้ 120 ถ้าบวกกันจะได้ 18 จงหาลำดับเลขคณิต 3 พจน์นี้
10. จำนวนเต็มระหว่าง 10 กับ 50 ที่ 5 หาร แล้วเหลือเศษ 2 มีกี่จำนวน



1 แผนการสอนคาบที่ 6

เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต” จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที
 วิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

1. สาระสำคัญ

การทำโจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิตนอกจากจะหาผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต หาพจน์ต่าง ๆ และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้แล้ว ในการเรียนการสอนเรื่องลำดับเลขคณิตสิ่งที่ขาดไม่ได้ คือ การแก้โจทย์ปัญหา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับลำดับเลขคณิตได้

2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. เขียนโจทย์ภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้

2. แก้โจทย์ลำดับเลขคณิตได้

3. แก้โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิตได้

3. เนื้อหา

ลำดับเลขคณิตเขียนในรูปทั่วไป คือ $a_1, a_1+d, a_1+2d, \dots, a_1+(n-1)d, \dots$

พจน์ทั่วไปหรือพจน์ที่ n คือ $a_n = a_1 + (n-1)d$

การหาผลต่างร่วม $d = a_{n+1} - a_n$

ตัวอย่างที่ 1 จงเขียนสมการของ $a_n = a_1 + (n-1)d$

พจน์ที่กำหนดให้	แทนค่าสูตร a_n	สมการ
$a_3 = 5$	$5 = a_1 + (3-1)d$	$5 = a_1 + 2d$
$a_6 = 8$		
$a_9 = 10$		
$a_{20} = 5$		
$a_{22} = 6$		

ตัวอย่างที่ 2 พจน์ที่ 4 และพจน์ที่ 7 ของลำดับเลขคณิตเป็น 18 และ 16 ตามลำดับ จงหาพจน์ที่ 1 และผลต่างร่วม

วิธีทำ

$$\begin{aligned}\text{จาก} \quad a_n &= a_1 + (n-1)d \\ a_4 &= 18, a_7 = 16 \\ a_4 &= a_1 + (4-1)d \\ 18 &= a_1 + 3d \quad \text{_____ (1)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a_7 &= a_1 + (7-1)d \\ 16 &= a_1 + 6d \quad \text{_____ (2)}\end{aligned}$$

$$(1) - (2); \quad 2 = -3d$$

$$d = -\frac{2}{3}$$

$$\text{แทนค่า } d \text{ ใน (1); } a_1 = 20$$

ตัวอย่างที่ 3 ลำดับเลขคณิตมีพจน์ที่ 1 เป็น 5 และผลต่างร่วมเป็น -5 ถ้าพจน์ที่ n เป็น -35 จงหาค่าของ n

วิธีทำ

$$\begin{aligned}\text{จาก} \quad a_n &= a_1 + (n-1)d \\ a_1 &= 5, d = -5, a_n = -35\end{aligned}$$

$$\text{แทนค่า} \quad -35 = 5 + (n-1)(-5)$$

$$-35 = 5 - 5n + 5$$

$$5n = 45$$

$$n = 45 / 5 = 9$$

ตัวอย่างที่ 4 จำนวนที่เป็นเลขคู่ในช่วง $[-500, 500]$ ที่ 3 หารลงตัวมีกี่จำนวน

วิธีทำ จำนวนที่ 3 หารลงตัวและเป็นเลขคู่เขียนเป็นลำดับเลขคณิตได้

$$-498, -492, -486, \dots, 498$$

$$a_1 = -498, d = 6, a_n = 498$$

$$\text{สูตร} \quad a_n = a_1 + (n-1)d$$

$$\text{แทนค่า} \quad 498 = -498 + (n-1)(6)$$

$$498 = -498 + 6n - 6$$

$$6n = 1002$$

$$n = 167$$

แสดงว่า มี 167 จำนวน

ตัวอย่างที่ 5 จำนวนที่อยู่ระหว่าง 200 กับ 600 มีกี่จำนวนที่ 8 หารไม่ลงตัว

วิธีทำ ระหว่าง 200 กับ 600 จำนวนที่ 8 หารลงตัว คือ

$$208, 216, 224, 232, \dots, 592$$

$$a_1 = 208, d = 8, a_n = 592$$

$$\text{สูตร} \quad a_n = a_1 + (n-1)d$$

$$\text{แทนค่า} \quad 592 = 208 + (n-1)(8)$$

$$n = 49$$

ระหว่าง 200 กับ 600 มีจำนวนที่ 8 หารลงตัว 49 จำนวน

ระหว่าง 200 กับ 600 มีจำนวนทั้งหมด 399 จำนวน

จำนวนที่ 8 หารไม่ลงตัว มีจำนวนทั้งหมดเท่ากับ $399 - 49 = 350$ จำนวน

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนบทนิยามของลำดับเลขคณิต และสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตโดยวิธีถามตอบ แล้วให้นักเรียนออกมาหน้าชั้นเขียนสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต $a_n = a_1 + (n-1)d$ บนกระดานดำ โดยครูคอยอธิบายทบทวนค่าต่าง ๆ ในพจน์ทั่วไป คือ ค่า a_n, a_1, n, d จนกระทั่งนักเรียนเข้าใจทุกคน	<u>ขั้นนำ</u> 1. ครูทบทวนบทนิยามของลำดับเลขคณิต และสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตโดยวิธีถามตอบ แล้วให้นักเรียนออกมาหน้าชั้นเขียนสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต 2. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมขั้นนำสืบสวนสอบสวนเพื่อตรวจสอบว่าลำดับใดเป็นลำดับเลขคณิต ถ้าเป็นให้หาผลต่างร่วม

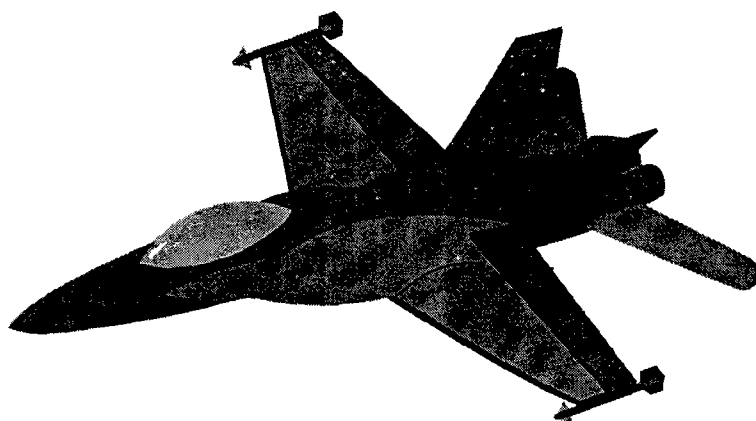
ขั้นสอน 1 ครูแจกเอกสารแนะแนวทางและให้นักเรียนอภิปราย 2 ครูยกตัวอย่างที่ 1 การเขียนสมการของ $a_n = a_1 + (n-1)d$ ให้นักเรียนแทนค่าสูตร a_n และเขียนสมการ 3 ครูยกตัวอย่างใช้คำถามประกอบการอธิบายให้นักเรียนหาพจน์แรก ผลต่างร่วม บนกระดานดำ เมื่อโจทย์กำหนดพจน์อื่น ๆ มาให้ 2 พจน์ เช่น กำหนดพจน์ที่ 4 และพจน์ที่ 7 ให้เป็น 18 และ 16 ตามลำดับ โดยใช้วิธีแก้สมการโดยให้นักเรียนมาทำบนกระดานดำ มีครูคอยกำกับอยู่ หาค่าพจน์แรกได้ 20 และผลต่างร่วม $-2/3$ 4. ครูยกตัวอย่างที่ 2 ประกอบการอธิบายให้นักเรียนหาค่าของ n เมื่อโจทย์กำหนดค่าพจน์แรก ผลต่างร่วมและพจน์สุดท้าย 5. ครูยกตัวอย่างที่ 3 และ 4 โดยใช้คำถามประกอบการอธิบายบนกระดานดำ 6. ครูยกตัวอย่างที่ 5 และสุ่มเรียกนักเรียนออกมาแสดงวิธีคิดบนกระดานดำ 7. ครูยกตัวอย่างให้นักเรียนทุกคนทำลงสมุดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการแก้ปัญหา โจทย์ลำดับเลขคณิต โดยใช้สูตรพจน์ทั่วไป เช่น (1)จงหาพจน์ที่ 15 ของลำดับเลขคณิต ถ้าให้พจน์แรกและพจน์ที่สองมีค่าเท่ากับ 1 และ 4 ตามลำดับ	ขั้นสอน 1. ให้นักเรียนศึกษาเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 6 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต” โดยจะใช้คำถามประกอบการสืบสวนสอบสวน สถานการณ์ที่ 1 ในการตรวจจำนวนเสาของหนึ่งซึ่งวางเรียงกันเป็นชั้น ๆ พบว่าในแต่ละชั้นจะจำนวนเสามากกว่าจำนวนเสาในชั้นบนที่อยู่ติดกันเป็นจำนวน 3 ต้นเสมอ ถ้าชั้นบนสุดมีเสา 61 ต้น และชั้นล่างสุดซึ่งอยู่ติดกับพื้นดินมีจำนวนเสา 379 ต้น จงหาว่าเสาของนี้วางซ้อนกันกี่ชั้น ให้นักคิดแต่ละคู่เสนอแนวคิด สถานการณ์ที่ 2 สถานการณ์บ้านเมืองปัจจุบันเป็นยุค IMF ประชาชนต้องประหยัดกันมากขึ้น วิธีหนึ่งที่ช่วยในการประหยัดคือการซื้อของที่ใช้แล้ว นายตุ๊ดตู่ยอมรับนโยบายของประเทศ ดังนั้นวันนี้เขาจะไปซื้อตู้เย็นที่ใช้แล้ว หรือที่เรียกว่าของ SECOND HAND (ข้อมูลอยู่ในเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน) ให้นักเรียนช่วยนายตุ๊ดตู่พิจารณาว่า 1) เมื่อใช้ตู้เย็นแล้ว 1 เดือน ถ้าจะขายราคาลดลง 1000 บาทหลังจากนั้น ราคาจะลดลงเดือนละ 500 บาท 2) ราคาที่ลดลงของตู้เย็น เมื่อนำราคายขายในแต่ละเดือนมาเขียนเรียงกันไปจะมีลักษณะเป็นลำดับเลขคณิต ถ้าเขียนไว้เพียง 4

(2) จงหาพจน์ที่ n ของลำดับเลขคณิต เมื่อกำหนดให้พจน์ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 20 และพจน์ ที่ 16 มีค่าเท่ากับ 56	พจน์ พจน์ที่ 4 จะเป็นราคาลดลงที่ใช้แล้ว 4 เดือน ครูให้นักเรียนสืบสวนสอบสวนจากสถาน การณ์ทั้งสองอย่างอิสระ แล้วสุ่มเรียกนักเรียน มาอภิปรายแนวคิดหน้าชั้นเรียน 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยให้ นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ที่สถานการณ์ 2.1) จากสถานการณ์ที่ 1 ที่ครูกำหนดให้ โจทย์ถามอะไร 2.2) จากสถานการณ์ที่ 1 โจทย์บอกอะไร บ้าง 2.3) ให้นักเรียนลองสร้างภาพประกอบ แนวคิด 2.4) จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้นักเรียน เปลี่ยนเป็นประโยคสัญลักษณ์ 2.5) ให้นักเรียนนำเสนอส่วนประกอบของ ลำดับลำดับเลขคณิตไปแทนค่าใน สูตรลำดับเลขคณิตเพื่อหาคำตอบที่ ต้องการ โดยใช้การแก้สมการ เพื่อ หาคำตอบ 2.6) ครูถามนักเรียนว่าใครมีวิธีคิดอื่น ๆ ถ้ามีให้มาอธิบายหน้าชั้น โดยให้ นักเรียนอภิปรายว่าเกี่ยวกับการคิด แก้โจทย์เรื่องลำดับเลขคณิตสามารถ มีวิธี คิดได้มากกว่า 1 วิธี ไม่จำ เป็นต้องใช้สูตรเพียงอย่างเดียว ให้ นักเรียนพยายามสืบสวนสอบสวน โดยถ้าพิสูจน์วิธีที่คิดไว้สามารถให้คำ ตอบที่ถูกต้องได้แสดงว่าวิธีคิดนั้น สามารถแก้โจทย์ดังกล่าวได้เช่นกัน

<u>ขั้นสรุป</u> ให้นักเรียนสรุปหลักการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต โดยใช้การถามตอบ	- ใช้คำถามดังกล่าวกับสถานการณ์ในข้อ 2 3. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบาย ให้นักเรียนออกมาทำบนกระดานค้นหาจำนวนที่อยู่ระหว่างเลข 2 จำนวน เป็นเลขคู่ที่ 3 หารลงตัว เช่น จำนวนที่เป็นเลขคู่ในช่วง $[-500, 500]$ ที่ 3 หารลงตัว บนกระดานคำจะได้ $-498, -492, -486, \dots, 498$ เป็นลำดับเลขคณิต ให้นักเรียนพิจารณาแล้วช่วยกันสรุปว่า ต้องหาค่า n จากสูตร $a_n = a_1 + (n-1)d$ ได้ $a_n = 498, a_1 = -492, d = 6$ จะได้ $n = 167$ แสดงว่ามี 167 จำนวน 4. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบาย ให้นักเรียนหาจำนวนที่อยู่ระหว่าง 200 กับ 600 ที่ 8 หารไม่ลงตัว ให้นักเรียนออกมาหาจำนวนที่อยู่ระหว่าง 200 กับ 600 ที่ 8 หารลงตัวก่อนว่ามีกี่จำนวน แล้วไปลบออกจากจำนวนเต็มทั้งหมดที่อยู่ระหว่าง 200 กับ 600 ซึ่งมี 399 จำนวน จะได้จำนวนที่อยู่ระหว่าง 200 กับ 600 ที่ 8 หารไม่ลงตัว แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปว่าต้องหาจำนวนที่ 8 หารลงตัวก่อน 5. ให้นักเรียนทำโจทย์พิเศษชุดที่ 6 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต” 6. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม <u>ขั้นสรุป</u> ให้นักเรียนสรุปหลักการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต สรุปเป็นโครงสร้างการคิดแก้โจทย์ปัญหาคือ

การวัดและประเมินผล 1. สังเกตความสนใจร่วมกิจกรรมของนักเรียน 2. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน 3. ตรวจสอบแบบฝึกหัด สื่อการเรียนการสอน 1. หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ ค 015 ของ สสวท. 2. เอกสารแนะแนวทางเรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต”	1. โจทย์ถามอะไร 2. โจทย์บอกอะไร 3. ภาพประกอบความคิด 4. วิธีทำ 5. ตรวจสอบคำตอบ การวัดและการประเมินผล 1. สังเกตจากการร่วมทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนของนักเรียน 2. สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียนหลังจากการสืบสวนสอบสวน 3. สังเกตจากการสรุปของนักเรียน 4. ประเมินผลจากการทำโจทย์พิเศษ ชุดที่ 6 เรื่อง “ โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต” 5. ตรวจสอบแบบฝึกหัดเพิ่มเติม สื่อการเรียนการสอน 1. เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 6 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต “ 2. โจทย์พิเศษชุดที่ 6 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต “ 3. แบบฝึกหัดเพิ่มเติม

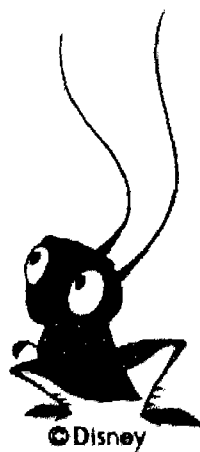
เอกสารในชั้นนำ
การสอนด้วยวิธีสืบสวนสอบสวน



★ คำสั่ง จงตรวจสอบว่าลำดับใดเป็นลำดับเลขคณิต ถ้าเป็น จงหาผลต่างร่วม

ลำดับ	ลำดับเลขคณิต		ผลต่างร่วม
	เป็น	ไม่เป็น	
1. 3, 5, 7, 9, ...	✓		2
2. 3, -6, 12, -24, ...		✓	ไม่มี
3. $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \dots$			
4. -5, 25, -125, 625, ...			
5. 5, 9, 13, 17, ...			
6. 3, 9, 27, 81, ...			
7. 7, 12, 17, 22, ...			
8. 7, 49, 343, 2401, ...			
9. -3, -9, -15, -21, ...			
10. 2, -7, -16, -25, ...			

สรุป ข้อที่เป็นลำดับเลขคณิต เพราะ.....



เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 6

เรื่อง

“โจทก์ปัญหาลำดับเลขคณิต”

กิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 6 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต”

✂ สถานการณ์ที่ 1

ในการตรวจจำนวนเสาทองหนึ่งซึ่งวางเรียงกันเป็นชั้น ๆ พบว่าในแต่ละชั้นจะมีจำนวนเสามากกว่าจำนวนเสาในชั้นบนที่อยู่ติดกันเป็นจำนวน 3 ต้นเสมอ ถ้าชั้นบนสุดมีจำนวนเสา 61 ต้น และชั้นล่างสุดซึ่งอยู่ติดกับพื้นดินมีจำนวนเสา 379 ต้น จงหาว่าเสาทองนี้วางซ้อนกันกี่ชั้น ให้นักคิดแต่ละคู่เสนอแนวคิด

📌 สถานการณ์ที่ 2

สถานการณ์บ้านเมืองปัจจุบันเป็นยุค IMF ประชาชนต้องประหยัดกันมากขึ้น วิธีหนึ่งที่ช่วยในการประหยัดคือการซื้อของที่ใช้แล้ว

นายตุ้คุ่น้อมรับนโยบายของประเทศ ดังนั้นวันนี้เขาจะไปซื้อตุ้เย้นที่ใช้แล้ว หรือที่เรียกว่าของ SECOND HAND โดยมีข้อมูลต่อไปนี้

ตารางแสดงราคาลดลงของตุ้เย้นใช้แล้ว

ตุ้เย้นใช้แล้วนาน (เดือน)	ราคาลดลงจากเดิม (บาท)
1	1,000
2	1,500
3	2,000
4	2,500
5	3,000
6	3,500
7	4,000
8	4,500
9	5,000
10	5,500
11	6,000
12	6,500

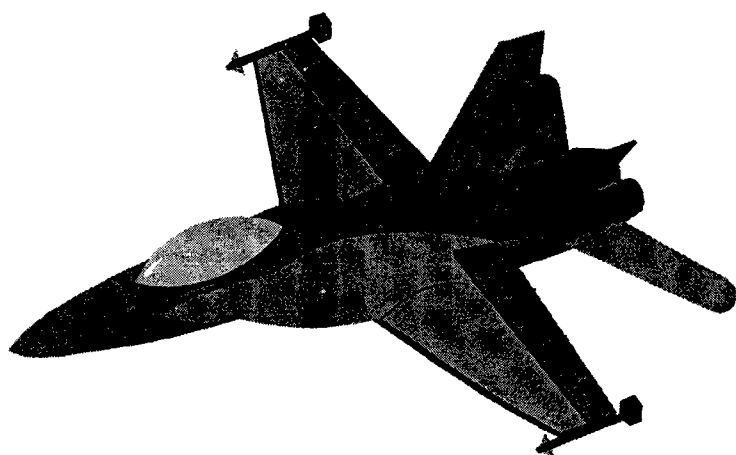
ให้นักเรียนช่วยนายตุ้คุ่นำพิจารณาว่า

- เมื่อใช้ตุ้เย้นแล้ว 1 เดือน ถ้าจะขายราคาลดลง 1000 บาทหลังจากนั้น ราคาจะลดลงเดือนละ 500 บาท
- ราคาที่ลดลงของตุ้เย้น เมื่อนำมาเขียนเรียงกันไปจะมีลักษณะเป็นลำดับเลขคณิต ถ้าเขียนไว้เพียง 4 พจน์ พจน์ที่ 4 จะเป็นราคาลดลงที่ใช้แล้ว 4 เดือน

เอกสารแนะแนวทางคาบที่ 6

เรื่อง

“โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต”



เอกสารแนะแนวทาง เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต”

คำสั่ง จงเติมตัวเลขลงในช่องว่าง

ให้ a_1 เป็นพจน์แรก d เป็นผลต่างร่วม n เป็นจำนวนพจน์ a_n เป็นพจน์ที่ n

ข้อ	a_1	d	n	a_n
1	3	$1/2$	20	
2	1		16	31
3	3	-2		-35
4		$1/2$	15	8
5	x	2		$x+36$

จากสูตร $a_n = a_1 + (n-1)d$

มีอักษรเกี่ยวข้อง.....ตัว คือ.....

ดังนั้น ถ้าโจทย์กำหนดให้ 3 ตัว

1. ถ้ากำหนด a_1, d, n ให้ จะหา.....ได้
2. ถ้ากำหนด a_1, d, a_n ให้ จะหา.....ได้
3. ถ้ากำหนด a_1, n, a_n ให้ จะหา.....ได้
4. ถ้ากำหนด d, n, a_n ให้ จะหา.....ได้

จากสูตร $a_n = a_1 + (n-1)d$

มีอักษรเกี่ยวข้อง 4 ตัว คือ a_n, a_1, n, d

1. ถ้าโจทย์กำหนด a_1, d, n ให้ จะหา a_n ได้
2. ถ้าโจทย์กำหนด a_1, d, a_n ให้ จะหา n ได้
3. ถ้าโจทย์กำหนด a_1, n, a_n ให้ จะหา d ได้
4. ถ้าโจทย์กำหนด d, n, a_n ให้ จะหา a_1 ได้

โจทย์พิเศษชุดที่ 6
เรื่อง
“โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต”

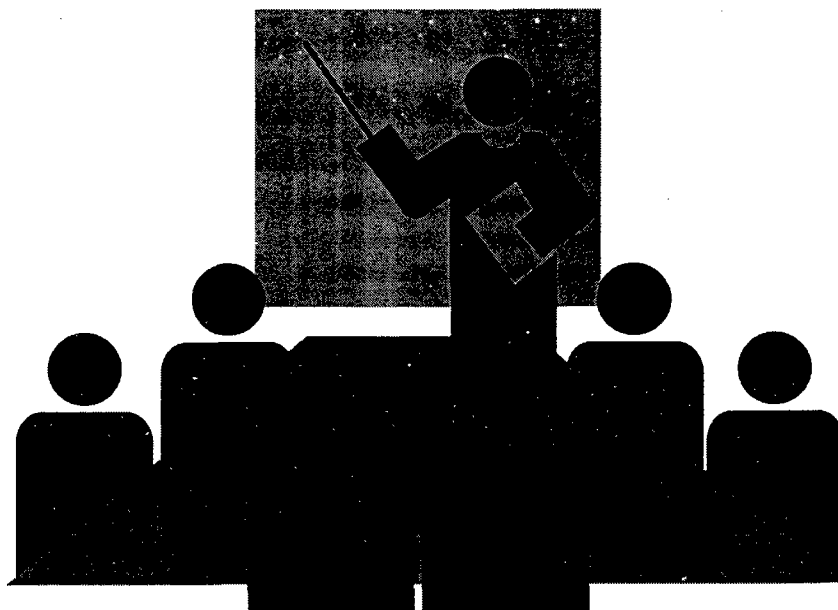


โจทย์พิเศษชุดที่ 6 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิต”

1. ลำดับเลขคณิตชุดหนึ่งมีพจน์ที่ 5 เท่ากับ 160 และพจน์ที่ 18 เท่ากับ 56 จงหาพจน์ที่ 10 ของลำดับชุดนี้
2. จงหาจำนวนพจน์ของจำนวนเต็มทีหารด้วย 6 ไม่ลงตัว ซึ่งอยู่ระหว่าง 10 กับ 100
3. ผลบวกพจน์ที่ 3 และพจน์ที่ 7 ของลำดับเลขคณิตเป็น 13 และผลบวกของพจน์ที่ 2 และพจน์ที่ 4 เป็น 10 จงหาพจน์แรก
4. จงหาจำนวนพจน์ของจำนวนเต็มทีหารด้วย 6 ไม่ลงตัว ซึ่งอยู่ระหว่าง 10 กับ 100
- 5 ลำดับเลขคณิตชุดหนึ่งมีพจน์ที่ 5 เท่ากับ 160 และพจน์ที่ 18 เท่ากับ 56 จงหาพจน์ที่ 10 ของลำดับชุดนี้
6. ให้ $a+2d, 3a+d, 5a, \dots$ เป็นจำนวนคี่ ๆ ของลำดับเลขคณิตที่เรียงกัน จงหาค่าของ $a_{10} + a_{15}$
7. ถ้าผลบวก 3 พจน์แรกของลำดับเลขคณิตเท่ากับ 12 และผลบวกของกำลังสามของแต่ละพจน์นั้นเท่ากับ 408 จงหาลำดับนี้
8. จงหาจำนวนที่อยู่ระหว่าง 39 และ 51 ที่ทำให้ทั้งสามจำนวนนี้อยู่ในลำดับเลขคณิต
- 9 สามพจน์แรกของลำดับเลขคณิตคือ 20 , 16 และ 12 พจน์ที่เท่าไรของลำดับนี้มีค่าเป็น -96
10. บริษัทรถยนต์แห่งหนึ่ง ซื้อรถยนต์คันจากผู้ซื้อของบริษัทในอัตราดังนี้ คือ รถที่ใช้แล้ว 1 ปี จะซื้อในราคาที่ต่ำกว่าราคาที่ซื้อจากบริษัท 10,000 บาท และหลังจากนั้นราคาของการซื้อคันลดลงปีละ 4,000 บาท จงหาราคาตกลงของรถยนต์ที่ใช้แล้ว 8 ปี
11. ถ้าจัดแผ่นไม้กองหนึ่งซ้อน ๆ กัน ให้ชั้นล่างมีไม้เรียงกันตามยาวชิดกันตลอด 52 แผ่น วางชั้นที่ 2 ให้แนวกึ่งกลางของไม้แต่ละแผ่นในชั้นนี้อยู่ตรงกับรอยต่อของไม้แต่ละคู่ในชั้นแรก ทำเช่นนี้ในชั้น ๆ ต่อ ๆ ไป จนชั้นบนสุดมีไม้ 7 แผ่น จงหาความสูงของกองไม้นี้ ถ้าไม้ทุกแผ่นเรียบ และมีขนาดเท่ากัน คือกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร และหนา 3 เซนติเมตร

เอกสารแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

1. ในลำดับเลขคณิตหนึ่งกำหนดให้ $a_{n+3} - a_n = 9$ เสมอ $a_{13} - a_1$ มีค่าเท่าไร
2. ถ้า $2a+3, a^2-1, 2a-5, \dots$ เรียงกันเป็นลำดับเลขคณิตแล้ว จงหาค่าพจน์แรก
3. ลำดับเลขคณิต ถ้าพจน์ที่ p มีค่าเท่ากับ q และพจน์ที่ q มีค่าเท่ากับ p จะได้พจน์ที่ 3 มีค่าเท่าไร
4. จำนวนเต็มบวกระหว่าง 200 กับ 600 ที่ 7หารไม่ลงตัวมีจำนวนเท่าไร
5. a_n เป็นพจน์ที่ n ของลำดับเลขคณิต $a_2 - a_6 + a_4 = -7$ และ $a_8 - a_7 = 2a_4$ จงหา $a_5 + a_{10}$ มีค่าเท่าไร
6. จงหาพจน์ที่ 10 และพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต $-3\frac{1}{2}, 0, 3\frac{1}{2}, 7, \dots$
7. -176 เป็นพจน์ที่เท่าใดของลำดับเลขคณิต $-1, -6, -11, \dots$
8. ถ้า $p, 5p, 6p + 9$ เป็นสามพจน์เรียงกันเป็นในลำดับเลขคณิต จงหาค่าของ p และเขียนลำดับนี้ต่อไปอีก 4 พจน์
9. ถ้าพจน์ที่ 10 ของลำดับเลขคณิต คือ 32 และพจน์ที่ 18 คือ 48 จงหาพจน์ที่ 15
10. ถ้าพจน์แรกของลำดับเลขคณิตเป็น $-3 \log x + 2$ และพจน์ที่ 7 เป็น $3 \log x - 4$ จงหาพจน์ที่ 2



แผนการสอนคาบที่ 7

เรื่อง “ลำดับเรขาคณิต” จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที
 วิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

1. สาระสำคัญ

จำนวนที่เรียงกันภายใต้กฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งเรียกว่าลำดับ อาจเป็นลำดับจำกัด หรือลำดับอนันต์ก็ได้ ซึ่งในทางคณิตศาสตร์ลำดับมีมากมายหลายชนิด ถ้าลำดับที่เรียงกันโดยมีอัตราส่วนร่วมที่ได้จากพจน์ที่ $n+1$ ต่อพจน์ที่ n มีค่าคงตัว เรียกว่า “ลำดับเรขาคณิต”

2. จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

หาพจน์ต่าง ๆ และพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตได้

2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. บอกนิยามลำดับเรขาคณิต
2. หาอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตได้
3. เขียนลำดับเรขาคณิตในรูปแ่งพจน์ได้

3. เนื้อหาสาระ

บทนิยาม ลำดับเรขาคณิต คือ ลำดับที่อัตราส่วนของพจน์ที่ $n+1$ ต่อพจน์ที่ n มีค่าคงตัว ค่าคงตัวนี้เรียกว่า อัตราส่วนร่วม (common ratio)

จากบทนิยามของลำดับเรขาคณิต ถ้าให้ r เป็นอัตราส่วนร่วม จะได้ $r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$ หรือ

$$a_{n+1} = a_n r \quad \text{เมื่อ } n \in I^+$$

ตัวอย่างของลำดับเรขาคณิต

- (1) $1, 3, 9, 27, 81, \dots$ มีอัตราส่วนร่วมเป็น 3
- (2) $1, -1, 1, -1, \dots$ มีอัตราส่วนร่วมเป็น -1
- (3) $3, 0.3, 0.03, 0.003, \dots$ มีอัตราส่วนร่วมเป็น 0.1

ถ้ากำหนดให้ a_1 เป็นพจน์แรก และ r เป็นอัตราส่วนร่วมแล้ว จะเขียนพจน์อื่น ๆ ของลำดับเรขาคณิตในรูปของ a_1 และ r ได้ดังนี้

$$a_2 = a_1 r$$

$$a_3 = a_2 r = (a_1 r) r = a_1 r^2$$

$$a_4 = a_3 r = (a_1 r^2) r = a_1 r^3$$

-
-
-

$$a_n = a_1 r^{n-1}$$

ดังนั้น เมื่อกำหนดให้พจน์แรกของลำดับเรขาคณิตคือ a_1 และ อัตราส่วนร่วมคือ r

พจน์ที่ n ของลำดับเรขาคณิตนี้คือ $a_n = a_1 r^{n-1}$

ตัวอย่างที่ 1 จงหาอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตต่อไปนี้

(1) 5, -20, 80, -320, ...	อัตราส่วนร่วมเป็น -4
(2) 3, 9, 27, 81, ...	อัตราส่วนร่วมเป็น 3
(3) $\sqrt{2}, \sqrt{6}, 3\sqrt{2}, 3\sqrt{6}, K$	อัตราส่วนร่วมเป็น $\sqrt{3}$
(4) 3, 0.3, 0.03, 0.003, ...	อัตราส่วนร่วมเป็น 0.1

ตัวอย่างที่ 2 จงเขียน 4 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต

- (1) 1, 2, 4, 8, ...
- (2) 2, 6, 18, 54, ...
- (3) 1, -1, 1, -1, ...
- (4) $1/4, 5/4, 25/4, 125/4, \dots$

คำตอบคือ

- (1) 4 พจน์ถัดไป คือ 16, 32, 64, 128
- (2) 4 พจน์ถัดไป คือ 162, 486, 1458, 4374
- (3) 4 พจน์ถัดไป คือ 1, -1, 1, -1
- (4) 4 พจน์ถัดไป คือ $625/4, 3125/4, 15625/4, 78125/4$

ตัวอย่างที่ 3 จงหาพจน์ที่ 12 และพจน์ที่ 15 ของลำดับเรขาคณิต 3, 12, 48, ...

วิธีทำ จากสูตร $a_n = a_1 r^{n-1}$

$$a_1 = 3, r = 4$$

$$\text{พจน์ที่ 12 } (a_{12}) = a_1 r^{11} = 3(4)^{11} = 12,582,912$$

$$\text{พจน์ที่ 15 } (a_{15}) = a_1 r^{14} = 3(4)^{14} = 805,306,368$$

4. กิจกรรมการเรียนการสอน

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> 1. ครูทบทวนนิยามของลำดับเลขคณิตโดยอธิบายและมีการซักถาม แล้วเขียนบทนิยามและสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตบนกระดานดำ 2. ครูแจกเอกสารแนะแนวทางให้นักเรียนเขียนตอบลงในช่องว่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบาย พิจารณาลำดับใดเป็นลำดับเลขคณิต ถ้าเป็นลำดับเลขคณิต ผลต่างร่วมเป็นเท่าใด <u>ขั้นสอน</u> 1. ครูแจกเอกสารแนะแนวทางโดยใช้คำถามประกอบการอธิบายให้นักเรียนพิจารณาค่าอัตราส่วนร่วมและพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต โดยครูทำเป็นตัวอย่างให้ดู 1 ข้อ ข้ออื่นให้นักเรียนทำเอง แล้วพิจารณาสรุปอัตราส่วนร่วมมีค่าเท่ากับเท่าไรลงในช่องว่าง 2. ครูใช้การถามตอบประกอบการอธิบายให้นักเรียนสรุปการหาค่าอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต (r) มีค่าเท่ากับ อัตราส่วนระหว่างพจน์ที่ $n+1$ ต่อพจน์ที่ n 3. ครูบอกสูตรลำดับเรขาคณิต $a_n = a_1 r^{n-1}$ ให้นักเรียนจดลงสมุด	<u>ขั้นนำ</u> ครูแจกเอกสารให้นักเรียนหาฝึกหาลำดับเลขคณิต และทบทวนนิยามของลำดับเลขคณิตโดยอธิบายและมีการซักถาม แล้วเขียนบทนิยามและสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตบนกระดานดำ <u>ขั้นสอน</u> 1. ให้นักเรียนจับคู่เพื่อทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 7 เรื่อง “ลำดับเรขาคณิต” 2 ให้นักเรียนแต่ละคู่ศึกษาเอกสาร ชุดที่ 7 เรื่อง “ลำดับเรขาคณิต” และตอบคำถามต่อไปนี้ <u>คำถามกิจกรรมสืบสวนสอบสวน รูปแบบที่ 1</u> 1) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 2 และจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 1 ต่างกันกี่รูป 2) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 3 และจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 2 ต่างกันกี่รูป 3) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 4 และจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 3 ต่างกันกี่รูป

4. ครูยกตัวอย่างที่ 1 ให้นักเรียนหาอัตราส่วนร่วมบนกระดานดำ 5. ครูยกตัวอย่างที่ 2 ให้นักเรียนเขียน 4 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิตบนกระดานดำ 6. ครูยกตัวอย่างที่ 3 พร้อมแสดงการคิดหาคำตอบบนกระดานดำ 7. ให้โจทย์นักเรียนทุกคนทำเพื่อตรวจสอบความเข้าใจการหาอัตราส่วนร่วม พจน์ต่าง ๆ และพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต เช่น (1) จงหาอัตราส่วนร่วมและพจน์ทั่วไปของลำดับ 312, -156, 78, ... (2) จงหาอัตราส่วนร่วมและพจน์ทั่วไปของลำดับ 7, -14, 28, ...	4) นักเรียนคิดว่าจำนวนรูป $\square$ ที่แตกต่างกันในข้อ 1, 2 และ 3 มีจำนวนแตกต่างกันเท่ากันหรือไม่ 5) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป $\square$ ในพจน์ที่ 2 หาดด้วยจำนวนรูป $\square$ ในพจน์ที่ 1 ได้ผลลัพธ์เท่าไร 6) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป $\square$ ในพจน์ที่ 3 หาดด้วยจำนวนรูป $\square$ ในพจน์ที่ 2 ได้ผลลัพธ์เท่าไร 7) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป $\square$ ในพจน์ที่ 4 หาดด้วยจำนวนรูป $\square$ ในพจน์ที่ 3 ได้ผลลัพธ์เท่าไร 8) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป $\square$ ในพจน์ที่ $n+1$ หาดด้วยจำนวนรูป $\square$ ในพจน์ที่ n ได้ผลลัพธ์เท่าไร 9) จำนวนรูป $\square$ ที่แตกต่างกันในพจน์ที่ n และ $n+1$ มีจำนวนเท่ากันหรือไม่? ถ้าจำนวนรูป $\square$ ที่เพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน ให้นักเรียนบอกว่าจำนวนรูป $\square$ มีจำนวนแตกต่างกันอย่างไร จึงจะเพิ่มเป็นพจน์ถัดไปได้ 10) กำหนดรูป $\square$ ทั้งหมดจำนวน 144 รูป นักเรียนสามารถสร้างแบบลำดับได้พจน์ที่เท่าไร นักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไร 11) นักเรียนจะใช้รูป $\square$ จำนวน 80 รูป สร้างแบบได้หรือไม่? ทำไม? ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิด 12) กำหนดรูป $\square$ ทั้งหมดจำนวน 625 รูป นักเรียนสามารถสร้างลำดับได้พจน์ที่เท่าไร จึงจะได้พอดี 13) ให้นักเรียนหาพจน์ทั่วไปของลำดับในรูปแบบที่ 1

กิจกรรมสืบสวนสอบสวน รูปแบบที่ 2

ให้นักเรียนตอบคำถามในรูปแบบที่ 2 โดยใช้คำถามข้อ 1–10 จากคำถามในรูปแบบที่ 1 ตอบ โดยเปลี่ยน □ เป็น ■

3. ให้นักเรียนสรุปว่าลำดับเรขาคณิตหมายถึง ลำดับที่อัตราส่วนของพจน์ที่ $n+1$ ต่อพจน์ที่ n มีค่าคงตัว ค่าคงตัวนี้เรียกว่า อัตราส่วนร่วม (common ratio)

4. ให้นักเรียนสรุปวิธีการหาอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตคือหา r จาก $\frac{a_{n+1}}{a_n}$ หรือ $a_{n+1} = a_n r$ เมื่อ $n \in I^+$

5. ครูใช้การถามตอบประกอบการอธิบาย ให้นักเรียนเขียนพจน์ที่สอง พจน์ที่สาม พจน์ที่สี่ พจน์ที่ห้า และพจน์ที่หก ในรูปของ a_1 และ r ลงในเอกสารแนะแนวทาง เช่น

$$a_2 = a_1 r, a_3 = a_1 r^2, a_4 = a_1 r^3,$$

$$a_5 = a_1 r^4, a_6 = a_1 r^5$$

แล้วให้นักเรียนสรุปค่าของพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต

$$a_n = a_1 r^{n-1}$$

6. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบาย ให้นักเรียนหาค่าอัตราส่วนร่วม โดยให้ออกมาทำบนกระดานคำ ข้อ 1 คือ ลำดับเรขาคณิต 5, -20, 80, -320, ... แล้วให้นักเรียนทุกคนทำข้อ 2 ถึงข้อ 4 เสร็จแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีหาอัตราส่วนร่วมของ

ลำดับเรขาคณิต โดยมีครูคอยช่วยเพิ่มเติมและแก้ไขให้ถูกต้อง

7. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบายให้นักเรียนออกมาทำข้อ 1 เขียนลำดับต่อไปของลำดับเรขาคณิต 1, 2, 4, 8, ... จะได้ลำดับต่อไป คือ 16, 32, 64, 128 แล้วให้นักเรียนทุกคนทำข้อ 2 ถึงข้อ 4 เสร็จแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีหาค่าของพจน์ต่อไปของลำดับเรขาคณิต โดยมีครูช่วยเพิ่มเติมและแก้ไขให้ถูกต้อง

8. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบายจากลำดับเรขาคณิตที่กำหนดให้ โดยให้นักเรียนออกมาเขียนค่าพจน์แรก อัตราส่วนร่วม เช่น ลำดับเรขาคณิต 3, 12, 48, ... พจน์แรกเป็น 3 อัตราส่วนร่วมเป็น 4 ดังนั้นจะหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเรขาคณิต โดยให้นักเรียนสรุปว่าจะทำอย่างไร นักเรียนจะบอกได้ว่าใช้สูตร

$a_n = a_1 r^{n-1}$ แล้วแทนค่า n เป็น 12 จะได้พจน์ที่ 12 มีค่าเท่ากับ $3(4)^{11}$ จะหาพจน์ที่ 15 โดยแทนค่า n เป็น 15 จะได้พจน์ที่ 15 มีค่าเท่ากับ $3(4)^{14}$

8. ให้นักเรียนทำโจทย์พิเศษชุดที่ 7 เรื่อง “ลำดับเรขาคณิต”

ขั้นสรุป

ให้นักเรียนช่วยกันสรุปบทนิยามของลำดับเรขาคณิตและสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต โดยใช้การถามตอบ

ขั้นสรุป

ครูใช้การซักถามแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปว่าสามารถเขียนลำดับโดยการแจกพจน์ได้ และเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปสามารถหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับได้

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตการถามตอบของนักเรียน
2. การร่วมกิจกรรมของนักเรียน
3. ทำแบบทดสอบท้ายชั่วโมง
4. สังเกตการสรุปบทนิยามและสูตร
5. ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม
6. ทำเอกสารแนะแนวทาง เรื่อง

“ลำดับเรขาคณิต”

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารแนะแนวทางเรื่อง “ลำดับเรขาคณิต”
2. เอกสารแบบฝึกหัดเพิ่มเติม
3. หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์

ค015 ของ สสวท.

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนของนักเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียนหลังจากการสืบสวนสอบสวน
3. สังเกตจากการสรุปของนักเรียน
4. ทำโจทย์พิเศษชุดที่ 7 เรื่อง “ลำดับเรขาคณิต”

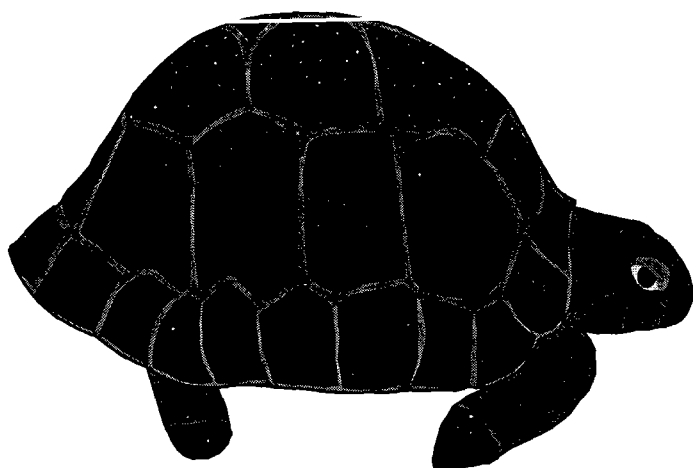
สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 7 เรื่อง “ลำดับเรขาคณิต”
2. โจทย์พิเศษชุดที่ 7 เรื่อง “ลำดับเรขาคณิต”

กิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 7

เรื่อง

“ลำดับเรขาคณิต”



กิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 7 “ลำดับเรขาคณิต”

คำสั่ง ให้นักเรียนพิจารณารูปแบบที่ 1 และ 2 และตอบคำถามต่อไปนี้

✈ กิจกรรมสืบสวนสอบสวน รูปแบบที่ 1

พจน์ที่ 1 □□

พจน์ที่ 2 □□□□

พจน์ที่ 3 □□□□□□□□

พจน์ที่ 4 □□□□□□□□
□□□□□□□□

พจน์ที่ 5 □□□□□□□□
□□□□□□□□
□□□□□□□□
□□□□□□□□

⋮
พจน์ที่ 10

⋮
พจน์ที่ 20

⋮
พจน์ที่ n

⋮

คำถามกิจกรรมสืบสวนสอบสวน รูปแบบที่ 1

- 1) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 2 และจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 1 ต่างกันกี่รูป
- 2) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 3 และจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 2 ต่างกันกี่รูป
- 3) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 4 และจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 3 ต่างกันกี่รูป
- 4) นักเรียนคิดว่าจำนวนรูป ☐ ที่แตกต่างกันในข้อ 1 , 2 และ 3 มีจำนวนแตกต่างกันเท่ากันหรือไม่
- 5) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 2 หาดด้วยจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 1 ได้ผลลัพธ์เท่าไร
- 6) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 3 หาดด้วยจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 2 ได้ผลลัพธ์เท่าไร
- 7) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 4 หาดด้วยจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ 3 ได้ผลลัพธ์เท่าไร
- 8) นักเรียนคิดว่ามีจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ $n+1$ หาดด้วยจำนวนรูป ☐ ในพจน์ที่ n ได้ผลลัพธ์เท่าไร
- 9) จำนวนรูป ☐ ที่แตกต่างกันในพจน์ที่ n และ $n+1$ มีจำนวนเท่ากันหรือไม่? ถ้าจำนวนรูป ☐ ที่เพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน ให้นักเรียนบอกว่าจำนวนรูป ☐ มีจำนวนแตกต่างกันอย่างไร จึงจะเพิ่มเป็นพจน์ถัดไปได้
- 10) กำหนดรูป ☐ ทั้งหมดจำนวน 144 รูป นักเรียนสามารถสร้างแบบลำดับได้พจน์ที่เท่าไร นักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไร
- 11) นักเรียนจะใช้รูป ☐ จำนวน 80 รูป สร้างแบบได้หรือไม่? ทำไม? ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิด
- 12) กำหนดรูป ☐ ทั้งหมดจำนวน 625 รูป นักเรียนสามารถสร้างลำดับได้พจน์ที่เท่าไร จึงจะได้พอดี
- 13) ให้นักเรียนหาพจน์ทั่วไปของลำดับในรูปแบบที่ 1

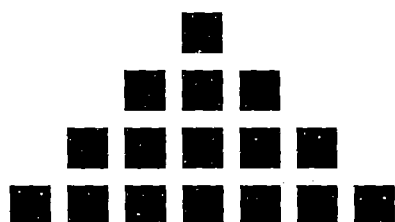
 กิจกรรมสืบสวนสอบสวน รูปแบบที่ 2

ให้นักเรียนตอบคำถามในรูปแบบที่ 2 โดยใช้คำถามข้อ 1-10 จากคำถามในรูปแบบที่ 1
ตอบ โดยเปลี่ยน □ เป็น ■

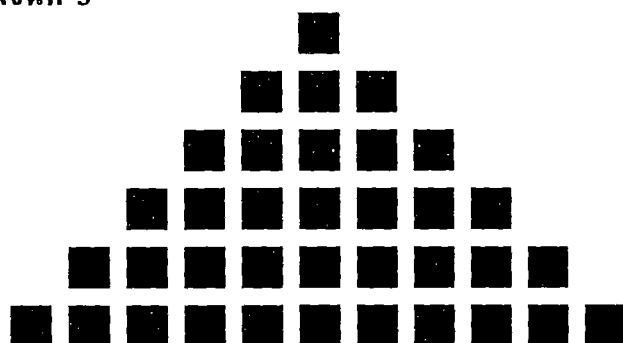
พจน์ที่ 1



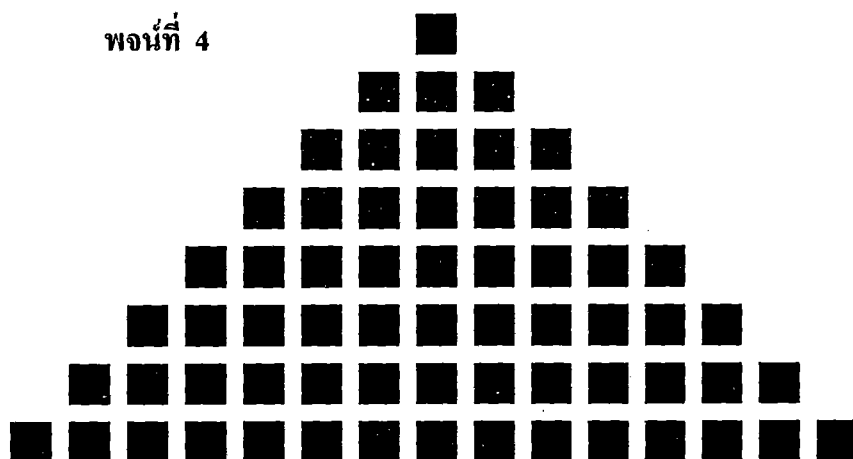
พจน์ที่ 2



พจน์ที่ 3



พจน์ที่ 4



พจน์ที่ 10

พจน์ที่ 20

พจน์ที่ n

โจทย์พิเศษ ชุดที่ 7

เรื่อง

“ลำดับเรขาคณิต”



โจทย์พิเศษ ชุดที่ 7 เรื่อง “ลำดับเรขาคณิต”

1 จงหาอัตราส่วนร่วม พจน์ที่ 8 พจน์ที่ 15 และพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตต่อไปนี้

ลำดับ	อัตราส่วนร่วม	พจน์ที่ 8	พจน์ที่ 15	พจน์ทั่วไป
1. 5, 10, 20, 40, ...				
2. $x, 3x^2, 9x^3, 27x^4, \dots$				
3. $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \dots$				
4. 3, -9, 27, -81, ...				
5. 10, 100, 1000, 10000, ...				

2 จงหาค่าพจน์ที่ 7 และพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต 2, 6, 18, ...

ตอบ

3. จงหาค่าพจน์ที่ 12 และพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต $\frac{1}{3}, 3, 27, \dots$

ตอบ

4. จงเขียนลำดับเรขาคณิตมา 3 พจน์แรก ถ้าพจน์ที่ 4 เท่ากับ 3 และมีอัตราส่วนร่วมเป็น 3

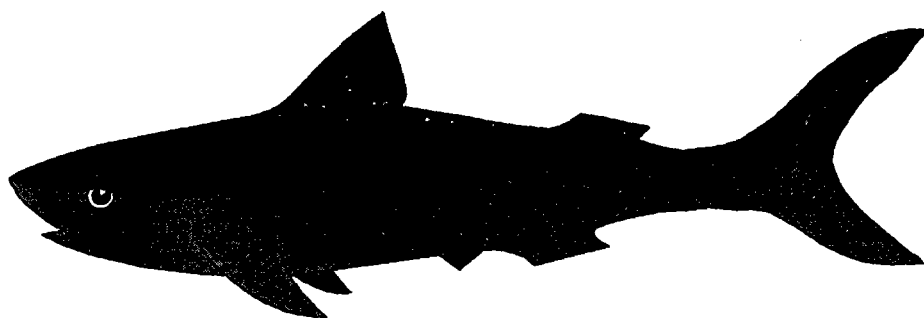
ตอบ

5. จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต ถ้า $a_1 = 5$, $a_2 = \frac{1}{5}$

ตอบ

6. จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต ถ้า $a_1 = \frac{1}{3}$, $a_6 = 81$

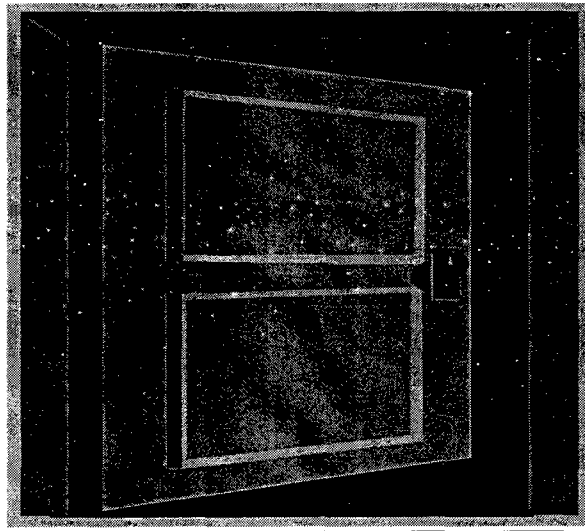
ตอบ



เอกสารแนะแนวทางการคาบที่ 7

เรื่อง

“ลำดับเรขาคณิต”



เอกสารแนะแนวทางคาบที่ 7 เรื่อง “ลำดับเรขาคณิต”

กำหนดให้ a_1, a_2, a_3, a_4, a_n และ r คือพจน์แรก พจน์ที่สอง พจน์ที่สาม พจน์ที่สี่ พจน์ที่ n
และอัตราส่วนร่วม ตามลำดับ

คำสั่ง จงพิจารณาลำดับเรขาคณิตต่อไปนี้ แล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ครบ

ลำดับ	$a_2 \div a_1$	$a_3 \div a_2$	$a_4 \div a_3$	r
1. 3, -6, 12, -24, ...	$(-6) \div 3 = -2$	$12 \div (-6) = -2$	$(-24) \div 12 = -2$	-2
2. 4, 16, 64, 256, ...				
3. 2, 12, 72, 432, ...				
4. $\frac{1}{3}, \frac{1}{9}, \frac{1}{27}, \frac{1}{81}, K$				
5. 5, -25, 125, -625, ...				
6. $\frac{1}{2}, -\frac{1}{4}, \frac{1}{8}, -\frac{1}{16}, K$				

สรุป อัตราส่วนร่วม (r) = ...

ถ้า a_1 เป็นพจน์แรกของลำดับเรขาคณิต r เป็นอัตราส่วนร่วม

$$a_2 = a_1 r$$

$$a_3 = \dots\dots\dots$$

$$a_4 = \dots\dots\dots$$

$$a_5 = \dots\dots\dots$$

$$a_6 = \dots\dots\dots$$

๔๑ พจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต (a_n) = ...

แผนการสอนคาบที่ 8

เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต” จำนวน 1 คาบ

วิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

1. สาระสำคัญ

ลำดับเรขาคณิตนับว่าเป็นหัวข้อสำคัญในการเรียนการสอนเรื่องลำดับและอนุกรม ซึ่งต้องมีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนของลำดับเรขาคณิต หาพจน์ต่าง ๆ และพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต นอกจากนี้ยังมีการหาพจน์กลางระหว่างพจน์สองพจน์ของลำดับเรขาคณิต

2. จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

สามารถทำโจทย์การหาพจน์กลางของลำดับเรขาคณิต

2.2 จุดประสงค์นำทาง

2.2.1 เขียนสูตรการหาพจน์กลางของลำดับเรขาคณิต

2.2.2 แก้ปัญหาโจทย์ลำดับเรขาคณิตได้

3. เนื้อหาสาระ

การหาพจน์กลางระหว่างพจน์ของลำดับเรขาคณิต ถ้า a, G, b เป็นพจน์ 3 พจน์ที่เรียงกัน
ในลำดับเรขาคณิต จะหาพจน์กลางของลำดับเรขาคณิตโดยใช้การหาค่าอัตราส่วนร่วม

$$\frac{G}{a} = \frac{b}{G}$$

ดังนั้น $G = \sqrt{ab}$ หรือ $G = -\sqrt{ab}$ เรียก G ว่าเป็นตัวกลางเรขาคณิตระหว่าง a และ b หรือ G เป็นมัชฌิมเรขาคณิตระหว่าง a และ b

ตัวอย่างที่ 1 จงหาพจน์กลางเรขาคณิตระหว่าง 4 และ 9

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{ตัวกลางเรขาคณิตระหว่าง 4 และ 9} &= \pm \sqrt{(4)(9)} \\ &= \sqrt{36} \text{ หรือ } -\sqrt{36} \\ &= 6 \text{ หรือ } -6 \end{aligned}$$

ตัวกลางเรขาคณิตระหว่าง 4 และ 9 คือ 6 หรือ -6

ตัวอย่างที่ 2 จงหาค่า x ซึ่งทำให้ลำดับ $3x-5, x-1, 5-2x$ เป็นลำดับเรขาคณิต

วิธีทำ

$$\begin{aligned} (x-1)^2 &= (3x-5)(5-2x) \\ x^2-2x+1 &= 15x-25-6x^2+10x \end{aligned}$$

$$7x^2 - 27x + 26 = 0$$

$$(7x-13)(x-2) = 13/7 \text{ หรือ } 2$$

ดังนั้น ลำดับเรขาคณิต คือ $\frac{4}{7}, \frac{6}{7}, \frac{9}{7}$ หรือ 1, 1, 1

ตัวอย่างที่ 3 ถ้ามีสองพจน์เรียงกันอยู่ระหว่าง 8 และ 216 ในลำดับเรขาคณิต จงหา 2

พจน์นั้น

วิธีทำ สมมติให้ลำดับนี้ คือ 8, a_2 , a_3 , 216

$$a_1 = 8, a_4 = 216 = a_1 r^3$$

ดังนั้น $\frac{a_1 r^3}{a_1} = \frac{216}{8}$

$$r^3 = 27$$

$$r = 3$$

$$a_2 = a_1 r = 8(3) = 24$$

$$a_3 = a_1 r^2 = 8(3)^2 = 72$$

ดังนั้น สองพจน์ที่เรียงอยู่ระหว่าง 8 และ 216 คือ 24 และ 72

ตัวอย่างที่ 4 จำนวนสามจำนวนเรียงกันในลำดับเรขาคณิต โดยมีผลบวกและผลคูณของจำนวนทั้งสามจำนวนเท่ากับ 26 และ 216 ตามลำดับ จงหาจำนวนทั้งสาม

วิธีทำ สมมติให้จำนวนทั้งสาม คือ $\frac{a}{r}, a, ar$

จะได้ $\frac{a}{r} + a + ar = 26$ _____ (1)

และ $(\frac{a}{r})(a)(ar) = 216$

จะได้ $a^3 = 216$

$$a = 6$$

แทนค่า a ใน (1) จะได้

$$\frac{6}{r} + 6 + 6r = 26$$

เอา r คูณตลอด

$$6 + 6r + 6r^2 = 26r$$

$$6r^2 - 20r + 6 = 0$$

$$3r^2 - 10r + 3 = 0$$

$$(3r-1)(r-3) = 0$$

$$r = 1/3, 3$$

ถ้า $r = 1/3$ จำนวนทั้งสาม คือ 18, 6, 2

ถ้า $r = 3$ จำนวนทั้งสาม คือ 2, 6, 18

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
ขั้นนำ ครูทบทวนบทนิยามของลำดับเรขาคณิต และสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต โดยใช้วิธีการถามตอบ สุ่มเรียกนักเรียนจำนวน 4 คนออกมายกตัวอย่างลำดับเรขาคณิตโดยให้ออกมาเขียนกระดานคำพร้อมทั้งหาค่าพจน์ทั่วไป เช่น $4, 12, 36, 108, \dots$ $a_1 = 4, r = 3$ $a_n = a_1 r^{n-1} = 4(3)^{n-1}$ ขั้นสอน - ให้นักเรียนยกตัวอย่างลำดับเรขาคณิตหลาย ๆ ตัวอย่างโดยครูใช้คำถามประกอบการอธิบาย เช่น 4, 12, 36, 108, ... ให้นักเรียนหาค่าพจน์ที่สองสัมพันธ์กับพจน์ที่หนึ่งและพจน์ที่สาม คือ $(12)^2 = (4)(36)$ หรือ $(a_2)^2 = (a_1)(a_3)$ แล้วให้นักเรียนพิจารณาพจน์ที่สามก็เช่นเดียวกัน จะได้ $(a_3)^2 = (a_2)(a_4)$ จนได้ผลสูตรการหาพจน์กลางระหว่างสองพจน์หรือตัวกลางเรขาคณิต ครูให้นักเรียนจดสูตรลงในสมุด - ครูเลือกตัวอย่างจากที่นักเรียนยกมาในข้อ 1 คล้ายตัวอย่างของครู ใช้คำถามประกอบการอธิบายให้นักเรียนออกมาทำบนกระดานคำ	ขั้นนำ ครูทบทวนบทนิยามของลำดับเรขาคณิต และสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต โดยใช้วิธีการถามตอบ สุ่มเรียกนักเรียน 4 คนออกมายกตัวอย่างลำดับเรขาคณิต โดยให้ออกมาเขียนกระดานคำพร้อมทั้งหาค่าพจน์ทั่วไป เช่น $4, 12, 36, 108, \dots$ $a_1 = 4, r = 3$ $a_n = a_1 r^{n-1} = 4(3)^{n-1}$ ขั้นสอน - ให้นักเรียนจับคู่เพื่อทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 8 เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต” - ให้นักเรียนศึกษาเอกสาร กิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 8 เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต” พร้อมทั้งตอบคำถามข้อ 1- 3 ดังนี้ กิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 1 จากรูปแบบที่กำหนดให้เรียงกันเป็นลำดับเรขาคณิต นักเรียนคิดว่าจำนวนรูปสี่เหลี่ยมที่บ  ในพจน์ที่ 2 มีกี่รูป นักเรียนทราบได้อย่างไร

หาค่าตัวกลางเรขาคณิตระหว่าง 4 และ 9 จะได้เท่ากับ 6 หรือ -6 3. ครุยกตัวอย่างที่ 1 และแสดงวิธีการคิดให้นักเรียนดูบนกระดานดำ 4. ครุเกลยตัวอย่างที่ 1 บนกระดานดำ 5. ครุยกตัวอย่างใช้คำถามประกอบการอธิบายให้นักเรียนออกมาทำบนกระดานดำ หาค่าพจน์กลางระหว่างพจน์สองพจน์เมื่อโจทย์กำหนดพจน์ในรูปตัวแปร จะได้ค่า x จากลำดับ $3x-5, x-1, 5-2x$ เป็น 2 ค่า คือ $13/7$ หรือ 2 7. ครุยกตัวอย่างที่ 3 และ 4 สุ่มเรียกนักเรียนมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน 8. ครุยกโจทย์ให้นักเรียนทุกคนทำเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ การหาพจน์กลางระหว่างพจน์สองพจน์ และการใช้ความรู้เกี่ยวกับลำดับเรขาคณิตแก้ปัญหาโจทย์ได้ เช่น (1) ถ้า 7, k, 343 เป็นลำดับเรขาคณิต จงหาค่า k (2) จงหาจำนวนสามจำนวนในลำดับเรขาคณิต ซึ่งมีผลบวกเป็น 28 และผลคูณเป็น 512 ถ้าพจน์แรกมีค่าเป็น 4	ไร ให้บอกแนวคิด <u>กิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 2</u> จากรูปแบบที่กำหนดให้เรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต นักเรียนคิดว่าจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ ■ ในพจน์ที่ 3 มีกี่รูป นักเรียนทราบได้อย่างไร ให้บอกแนวคิด <u>กิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 3</u> จากกิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 1 และ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ จากข้อ 1 ให้นักเรียนหา 1) พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 6 กับพจน์ที่ 8 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ ■ กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร 2) พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 6 กับพจน์ที่ 10 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ ■ กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร 3) พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 1 กับพจน์ที่ 9 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ ■ กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร 4) พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 1 กับพจน์ที่ 10 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ ■ กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร 5) พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ n กับพจน์ที่ $n+3$ มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ ■ กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร 6) ให้คำถามข้อ 3.1 - 3.5 ตอบคำถามข้อ 2 7) ให้นักเรียนสรุปหลักการหาพจน์กลางของลำดับเรขาคณิต

3. จากภารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ให้
นักเรียนสรุปวิธีการหาพจน์กลางของลำดับ
เรขาคณิต

4. ครูแนะนำเพิ่มเติมวิธีการหาพจน์กลาง
ของลำดับเรขาคณิต จนได้ผลสรุปว่า พจน์กลาง
ระหว่างสองพจน์หรือตัวกลางเรขาคณิตของ
ลำดับ a, G, b ซึ่งเป็นลำดับเรขาคณิต จะได้
 $G^2 = ab$ ดังนั้น $G = \sqrt{ab}$ หรือ $-\sqrt{ab}$

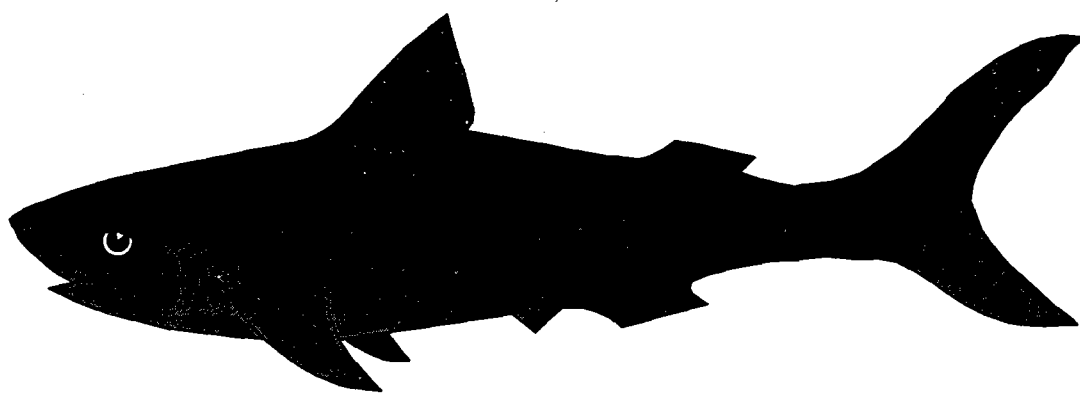
5. ครูยกตัวอย่างใช้คำถามประกอบการ
อธิบายให้นักเรียนทำบนกระดานหาค่าพจน์
กลางเมื่อโจทย์กำหนด $8, a_2, a_3, 216$ เป็น
ลำดับเรขาคณิต ให้นักเรียนพิจารณาว่าจะหาค่า
พจน์ที่สองและพจน์ที่สามได้ ต้องหาค่า r
ก่อนแล้วจึงหาค่า a_1 แล้วจึงได้พจน์ที่ต้องการ

6. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการ
อธิบาย การหาลำดับเรขาคณิต โดยการสมมติ
เพื่อแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น ให้นักเรียนออกมา
ทำบนกระดานดำ เช่น มีจำนวนสามจำนวนเรียง
กันเป็นลำดับเรขาคณิต จะสมมติลำดับเป็น
 $\frac{a}{r}, a, ar$ เมื่อเวลาหาผลคูณจะทำให้หาค่า a ได้
ง่าย

7. ให้นักเรียนทำโจทย์พิเศษ ชุดที่ 8
“พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต”

<u>ขั้นสรุป</u> ให้นักเรียนสรุปสูตรตัวกลางเรขาคณิตและการสมมติพจน์ของลำดับเรขาคณิตโดยใช้การถามตอบ <u>การวัดและการประเมินผล</u> 1. ทำแบบทดสอบท้ายชั่วโมง 5 นาที 2. สังเกตความสนใจของนักเรียน 3. สังเกตการร่วมกิจกรรมของนักเรียน 4. ทำโจทย์แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน หน้า 14 – 15 ชุด 1.3 ข้อ 8 – 11 <u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1. หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ ค015 ของ สสวท. 2. เอกสารแบบฝึกหัดเพิ่มเติม	8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโจทย์พิเศษ ชุดที่ 8 “พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต” <u>ขั้นสรุป</u> ครูใช้การซักถามแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปว่าสามารถเขียนลำดับโดยการแจกพจน์ได้ และเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปสามารถหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับได้ <u>การวัดและการประเมินผล</u> 1. สังเกตจากการร่วมทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนของนักเรียน 2. อภิปรายของนักเรียนหลังจากการสืบสวนสอบสวน 3. สังเกตจากการสรุปของนักเรียน 4. ทำโจทย์พิเศษชุดที่ 8 “พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต” <u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1. เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 8 เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต” 2. โจทย์พิเศษชุดที่ 8 เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต”

เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 8
เรื่อง
“พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต



เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 8 เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต”

กิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 1

จากรูปแบบที่กำหนดให้เรียงกันเป็นลำดับเรขาคณิต นักเรียนคิดว่าจำนวนรูป ■ ในพจน์ที่ 2 มีกี่รูป นักเรียนทราบได้อย่างไร ให้บอกแนวคิด

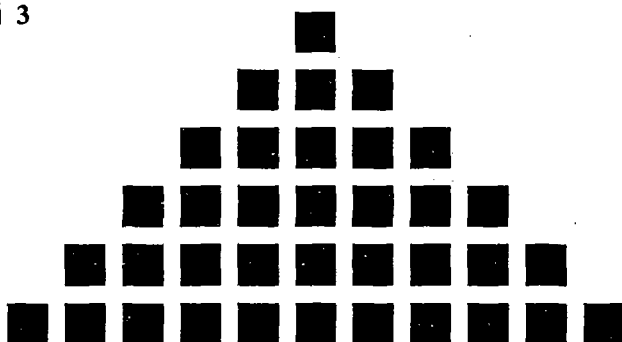
พจน์ที่ 1



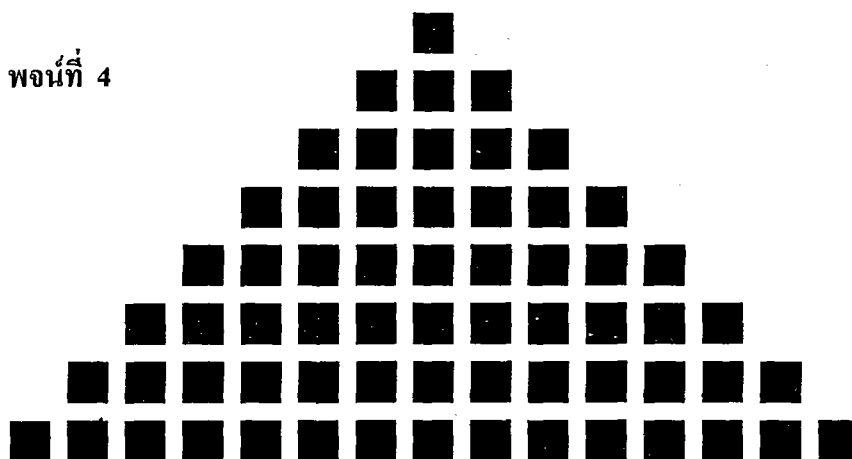
พจน์ที่ 2

๑

พจน์ที่ 3



พจน์ที่ 4



พจน์ที่ n

กิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 2

จากรูปแบบที่กำหนดให้เรียงกันเป็นลำดับเลขาคณิต นักเรียนคิดว่าจำนวนรูป ■ ในพจน์ที่ 2 มีกี่รูป นักเรียนทราบได้อย่างไร ให้บอกแนวคิด

พจน์ที่ 1 ■ ■

พจน์ที่ 2 ?

พจน์ที่ 3 ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

พจน์ที่ 4 ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
 ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

พจน์ที่ 10

พจน์ที่ n

คำถาม

จากกิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อที่ 1 และ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
จากข้อ 1 ให้นักเรียนหา

3.1 พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 6 กับพจน์ที่ 8 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ  กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

3.2 พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 6 กับพจน์ที่ 10 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ  กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

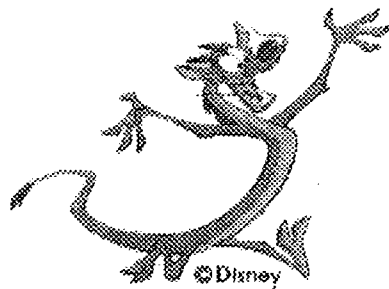
3.3 พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 1 กับพจน์ที่ 9 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ  กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

3.4 พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ 1 กับพจน์ที่ 10 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ  กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

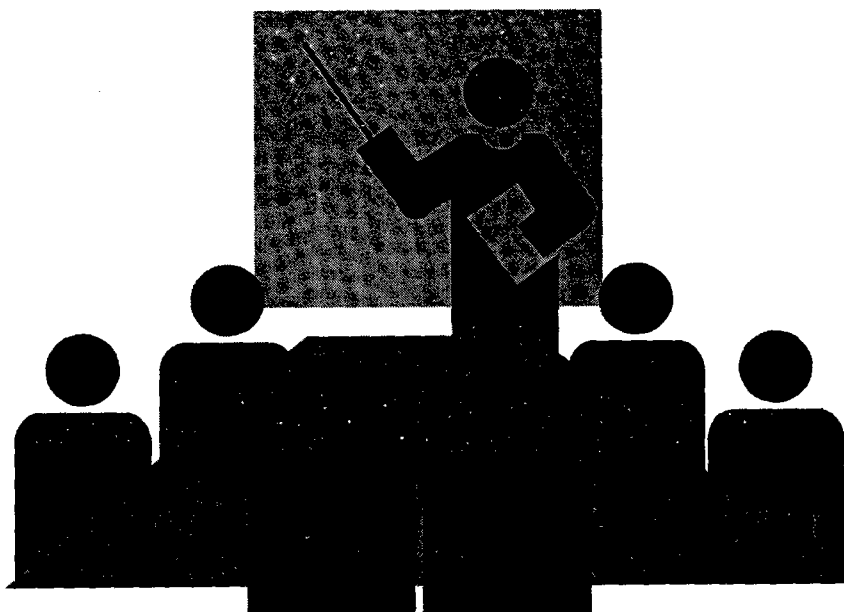
3.5 พจน์กลางระหว่างพจน์ที่ n กับพจน์ที่ $n+3$ มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมทึบ  กี่รูป มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

(ใช้คำถามข้อ 3.1 - 3.5 เพื่อตอบคำถามในกิจกรรมสืบสวนสอบสวนข้อ 2)

3.6 ให้นักเรียนสรุปหลักการหาพจน์กลางของลำดับเรขาคณิต



โจทย์พิเศษชุดที่ 8
เรื่อง
“พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต”



โจทย์พิเศษชุดที่ 8 เรื่อง “พจน์กลางของลำดับเรขาคณิต”

1. ถ้า 5 และ 160 เป็นพจน์สองพจน์ของลำดับเรขาคณิต และมีพจน์สี่พจน์เรียงอยู่ระหว่างพจน์สองพจน์ที่กำหนดให้ จงเขียนพจน์ทั้งสี่
2. ถ้า $\frac{1}{3}$, p , q , r , s , 81 เรียงกันเป็นลำดับเรขาคณิต จงหาผลบวกของ $p+q+r+s$
3. เลข 2 จำนวนมากกว่ากันอยู่ 48 และตัวกลางเลขคณิตมากกว่าตัวกลางเรขาคณิตอยู่ 18 จงหาเลข 2 จำนวนนี้
4. ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ซึ่งมีอัตราส่วนร่วมเป็นบวก มีพจน์แรกเป็น 4 เท่ากัน และพจน์ที่สองของลำดับเลขคณิตมากกว่าพจน์ที่สองของลำดับเรขาคณิตอยู่ 8 และพจน์ที่สามเท่ากัน จงหาลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิตนี้
5. ถ้า $3+p$, $23+p$, $123+p$ เป็นลำดับเรขาคณิต จงหาค่า p
6. จงหาตัวกลางเรขาคณิตระหว่าง 3 และ 147
7. จงหาตัวกลางเรขาคณิตสามจำนวนระหว่าง 2 และ 162
8. ลำดับเรขาคณิตมีสี่พจน์ มีอัตราส่วนร่วมเป็นบวก ผลบวกของสองพจน์แรกเป็น 20 และผลบวกของสองพจน์หลังเป็น 180 จงหาลำดับนี้

แผนการสอนคาบที่ 9

เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิต” จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที
วิชาคณิตศาสตร์ ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

1. สาระสำคัญ

การทำโจทย์ลำดับเรขาคณิตนอกจากจะหาอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตได้หาพจน์ต่าง ๆ และพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตได้แล้ว ในการเรียนการสอนเรื่องลำดับเรขาคณิตสิ่งที่จำเป็นมาก คือ การแก้โจทย์ปัญหา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

แก้ปัญหาลำดับเรขาคณิตได้

2 จุดประสงค์นำทาง

1.2.1 เขียนโจทย์ภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้

2.2.2 แก้โจทย์ลำดับเรขาคณิตได้

2.2.3 แก้โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิตได้

3. เนื้อหาสาระ

ลำดับเรขาคณิตเขียนในรูปทั่วไป คือ $a_1, a_1 r, a_1 r^2, \dots, a_1 r^{n-1}, \dots$

พจน์ทั่วไปหรือพจน์ที่ n $a_n = a_1 r^{n-1}$

การหาอัตราส่วนร่วม (r) $r = a_{n+1} \div a_n$

ตัวอย่าง กำหนดลำดับเรขาคณิตมีพจน์ที่ 1 เป็น 5 และอัตราส่วนร่วมเป็น 2 จงหาพจน์ที่ 8 และพจน์ที่ 12

วิธีทำ $a_1 = 5, r = 2$

$$a_n = a_1 r^{n-1}$$

พจน์ที่ 8 (a_8) $= 5(2)^7 = 640$

พจน์ที่ 12 (a_{12}) $= 5(2)^{11} = 20,480$

ตัวอย่าง ลำดับเรขาคณิตมีพจน์ที่ 3 เท่ากับ 18 และพจน์ที่ 8 เท่ากับ 4374 จงหาพจน์ที่ n

วิธีทำ จากโจทย์กำหนดให้พจน์ที่ 3 เท่ากับ 18

$$a_3 = a_1 r^2$$

ดังนั้น $a_1 r^2 = 18$ _____ (1)

พจน์ที่ 8 เท่ากับ 4374

$$a_8 = a_1 r^7$$

ดังนั้น $a_1 r^7 = 4374$ _____ (2)

$$(2) / (1); \frac{a_1 r^7}{a_1 r^2} = \frac{4374}{18}$$

$$r^5 = 243$$

$$r^5 = 3^5$$

$$r = 3$$

$$a_1 = 2$$

ดังนั้น พจน์ที่ $n = (2)(3)^{n-1}$

ตัวอย่าง พจน์ที่เท่าใดของลำดับเรขาคณิต $\frac{5}{243}, \frac{5}{81}, \frac{5}{27}, K$ มีค่าเท่ากับ 135

วิธีทำ จากโจทย์ $a_1 = \frac{5}{243}, r = 3, a_n = 135$

$$a_n = a_1 r^{n-1}$$

$$135 = \left(\frac{5}{243}\right)(3)^{n-1}$$

$$3^{n-1} = \frac{135 \times 243}{5}$$

$$= 6561$$

$$= 3^8$$

$$n - 1 = 8$$

$$n = 9$$

ดังนั้น พจน์ที่ 9 มีค่าเท่ากับ 135

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนบทนิยามของลำดับเรขาคณิต และสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต โดยวิธีถามตอบ และให้นักเรียนออกมาเขียนสูตรพจน์ทั่วไป $a_n = a_1 r^{n-1}$ บนกระดาน และถามทบทวนค่าต่าง ๆ ในสูตร	<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนบทนิยามของลำดับเรขาคณิต และสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต โดยวิธีถามตอบ และให้นักเรียนออกมาเขียนสูตรพจน์ทั่วไป $a_n = a_1 r^{n-1}$ บนกระดาน และถามทบทวนค่าต่าง ๆ ในสูตร

ขั้นสอน

1. แจกเอกสารแนะแนวทางให้นักเรียน
หาค่า a_1, r, n และ a_n ค่าใดค่าหนึ่งตามที่
โจทย์เว้นช่องว่างไว้

ครูทำข้อ 1 เป็นตัวอย่างโดยใช้คำถาม
ประกอบการอธิบาย ถ้าโจทย์กำหนด $a_1 = 2, r =$
 $3, a_n = 486$ ให้แทนค่าลงในสูตร $a_n = a_1 r^{n-1}$
แล้วแก้สมการหาค่า n ส่วนข้ออื่น ๆ ให้นักเรียน
ทุกคนทำแล้วพิจารณาสรุปว่า ถ้าโจทย์กำหนด
ค่าต่าง ๆ ในลำดับเรขาคณิตมาให้ จะหาค่าที่
ต้องการโดยการแทนค่าลงในสูตรพจน์ทั่วไป

2. ครูยกตัวอย่างใช้คำถามประกอบการ
อธิบายให้นักเรียนออกมาทำโจทย์บนกระดาน
คำ หาค่าพจน์ต่าง ๆ โดยการแทนค่าลงในสูตร
พจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต โจทย์กำหนด
ลำดับเรขาคณิตมีพจน์ที่ 1 เป็น 5 และอัตราส่วน
ร่วมเป็น 2 จะหาพจน์ที่ 8 ได้ 640 และพจน์ที่ 12
ได้ 20,480 โดยแทนค่าลงในสูตรพจน์ทั่วไป
ของลำดับเรขาคณิต

3. ครูยกตัวอย่างใช้คำถามประกอบการ
อธิบายให้นักเรียนออกมาหาค่าของพจน์แรก
และอัตราส่วนร่วม แล้วหาค่าพจน์ทั่วไป โจทย์
กำหนดลำดับเรขาคณิตมีพจน์ที่ 3 เท่ากับ 18
และพจน์ที่ 8 เท่ากับ 4374 ให้นักเรียนออกมา
แก้สมการ ได้ค่า $a_1 = 2$ และ $r = 3$ แล้วหาค่า
พจน์ทั่วไปโดยการแทนค่า a_1 และ r ในสูตร
 $a_n = a_1 r^{n-1}$ ได้พจน์ที่ n เท่ากับ $(2)(3)^{n-1}$

ขั้นสอน

1. ให้นักเรียนศึกษาเอกสารกิจกรรม
สืบสวนสอบสวน ชุดที่ 9 เรื่อง “โจทย์ลำดับ
เรขาคณิต” โดยจะใช้คำถามประกอบการสืบ
สวนสอบสวน

สถานการณ์ที่ 1

ลูกโป่งพองดกจากโต๊ะสูง 64 ฟุต และ
ทุกครั้งที่ถูกโป่งพองตกกระทบพื้น จะกระดอนขึ้น
ไปสูง $\frac{3}{4}$ ของระยะทางที่ตกลงมา ในขณะที่
ลูกโป่งพองตกกระทบพื้นเป็นครั้งที่ 5 ลูก
โป่งพองจะกระดอนสูงขึ้นเท่าไร ให้นักเรียน
แต่ละคู่ร่วมกันอภิปรายสืบสวนหาคำตอบ

สถานการณ์ที่ 2

ชายคนหนึ่งจ่ายเงินให้นุตรสาวไปโรง
เรียนวันละ 5 บาท เมื่อนุตรสาวเรียนอยู่ในชั้น
ประถมปีที่ 1 และตั้งใจจะเพิ่มให้ทุก ๆ ปี โดย
ให้เป็น 2 เท่าของปีก่อน ๆ อยากทราบว่า เมื่อ
นุตรสาวเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะได้
รับเงินไปโรงเรียนวันละเท่าไร ให้นักเรียนแต่ละ
คู่ร่วมกันอภิปรายสืบสวนหาคำตอบ

ครูให้นักเรียนสืบสวนสอบสวนจากสถาน
การณ์ทั้งสองอย่างอิสระ แล้วสุ่มเรียกนักเรียน
มาอภิปรายแนวคิดหน้าชั้นเรียน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยให้
นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ที่สถานการณ์

4. ครูยกตัวอย่างโดยใช้คำถามประกอบการอธิบายให้นักเรียนออกมาทำบนกระดานค่าจากโจทย์ลำดับเรขาคณิต $\frac{5}{243}, \frac{5}{81}, \frac{5}{27}, K$ พจน์ที่เท่าใดจะมีค่าเป็น 135 จะหาได้โดยการแทนค่า a_1, r และ a_n ลงในสูตรพจน์ทั่วไป แล้วแก้สมการจะได้ n เท่ากับ 9

5. ให้โจทย์นักเรียนทุกคนทำเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหา เช่น

(1) ในลำดับเรขาคณิต ถ้าพจน์ที่สองเท่ากับ 6 และพจน์ที่หกเท่ากับ 486 จงหาพจน์ที่ 9

(2) ถ้าลำดับเรขาคณิตมีพจน์แรกเป็น 4 พจน์สุดท้ายเป็น 2048 อัตราส่วนร่วมเป็น 2 ลำดับนี้มีกี่พจน์

6. ให้นักเรียนทำโจทย์แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนหน้า 14 ชุด 1.3 ข้อ 3-7

7. ครูเฉลยแบบฝึกหัดหน้าชั้นเรียน

จากสถานการณ์ที่ 1

- ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายโจทย์ โดยที่ครูใช้ลูกบิ๊งป้องกันทอดลองกับโต๊ะครู พร้อมทั้งคิดแผนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของลูกบิ๊ง

- จากแผนภาพให้นักเรียนพิจารณาว่า

* ลูกบิ๊งกระทบพื้นครั้งที่ 1 จะขึ้นไปสูง

$$64 \times \left(\frac{3}{4}\right) = 48 \text{ ฟุต}$$

* ลูกบิ๊งกระทบพื้นครั้งที่ 2 จะขึ้นไปสูง

$$64 \times \left(\frac{3}{4}\right)^2 = 36 \text{ ฟุต}$$

* ลูกบิ๊งกระทบพื้นครั้งที่ 2 จะขึ้นไปสูง

$$64 \times \left(\frac{3}{4}\right)^3 = 27 \text{ ฟุต}$$

- ความสูงของลูกบิ๊งหลังจากกระทบพื้นแต่ละครั้ง เขียนได้ในรูปของลำดับ และเป็นลำดับเรขาคณิต

- การหาความสูงของลูกบิ๊งเมื่อกระทบพื้นเป็นครั้งที่ 3 หรือครั้งอื่น ๆ สามารถใช้พจน์ที่ n ของลำดับเรขาคณิตคือ

$$a_n = a_1 r^{n-1}$$

3. ครูแนะนำว่าในการแก้โจทย์ปัญหาอาจใช้คำถามเหล่านี้ในโจทย์ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ

- โจทย์ที่กำหนดให้ถามอะไร

- จากสถานการณ์ที่ 1 โจทย์บอกอะไร

บ้างให้นักเรียนลองสร้างภาพประกอบแนวคิด

- โจทย์ในข้อนี้เป็นลำดับอะไร

- จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้นักเรียน

เปลี่ยนเป็นประโยคสัญลักษณ์

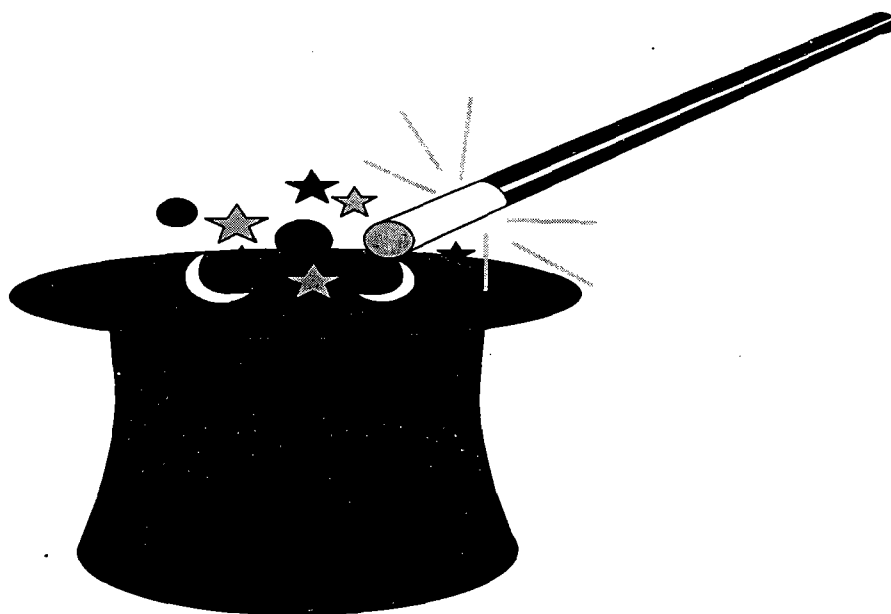
ขั้นสรุป ใช้วิธีการตอบโดยให้นักเรียนสรุปหลักการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต สามารถหาค่าต่าง ๆ ที่ต้องการได้โดยการแทนค่าลงในสูตรพจน์ทั่วไป $a_n = a_1 r^{n-1}$	- ให้นักเรียนนำเสนอส่วนประกอบของลำดับลำดับเรขาคณิตไปแทนค่าในสูตรลำดับเรขาคณิตเพื่อหาคำตอบที่ต้องการ โดยใช้การแก้สมการ เพื่อหาคำตอบ - ครูถามนักเรียนว่าใครมีวิธีคิดอื่น ๆ อีกไหมถ้ามีให้มาอธิบายหน้าชั้น - ครูชี้แนะว่าการคิดแก้โจทย์เรื่องลำดับเรขาคณิตสามารถมีวิธีคิดได้มากกว่า 1 วิธี ไม่จำเป็นต้องใช้สูตรเพียงอย่างเดียว ให้นักเรียนพยายามสืบสวนสอบสวน โดยถ้าพิสูจน์วิธีที่คิดไว้สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้แสดงว่าวิธีคิดนั้นสามารถแก้โจทย์ดังกล่าวได้เช่นกัน 4. ครูยกตัวอย่างที่ 1 , 2 และ 3 อภิปรายร่วมกับนักเรียนโดยใช้คำถามในข้อ 3 5. ให้นักเรียนทำโจทย์พิเศษชุดที่ 9 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิต” ข้อ 1-3 ในห้องเรียน และข้อที่ 4-9 ไปทำเป็นการบ้าน ขั้นสรุป ครูใช้การซักถามแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปว่าสามารถเขียนลำดับโดยการแจกพจน์ได้ และเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปสามารถหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับได้

<u>การวัดและการประเมินผล</u> 1. สังเกตความสนใจของนักเรียน 2. สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน 3. สังเกตการร่วมกิจกรรมของนักเรียน 4. ทำแบบทดสอบท้ายชั่วโมง 5. ทำโจทย์แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน หน้า 14 ชุด 1.3 ข้อ 3-7 6. ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม <u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1. เอกสารแนะแนวทาง 2. แบบเรียนคณิตศาสตร์ ค 015 ของ สสวท.	<u>การวัดและการประเมินผล</u> 1. สังเกตจากการร่วมทำกิจกรรมสืบสวน สอบสวนของนักเรียน 2. สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียนหลัง จากการสืบสวนสอบสวน 3. สังเกตจากการสรุปของนักเรียน 4. ประเมินจากการทำโจทย์พิเศษชุดที่ 9 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิต” <u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1. เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 9 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิต” 2. โจทย์พิเศษชุดที่ 9 เรื่อง “โจทย์ปัญหา ลำดับเรขาคณิต”

เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 9

เรื่อง

“โจทย์ลำดับเรขาคณิต”



เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 9 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิต”

➤ **สถานการณ์ที่ 1**

ลูกปิงปองตกจากโต๊ะสูง 64 ฟุต และทุกครั้งที่ลูกปิงปองตกกระทบพื้น จะกระดอนขึ้นไปสูง $\frac{3}{4}$ ของระยะทางที่ตกลงมา ในขณะที่ลูกปิงปองตกกระทบพื้นเป็นครั้งที่ 5 ลูกปิงปองจะกระดอนสูงขึ้นไปเท่าไร ให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันอภิปรายสืบสวนหาคำตอบ
(ให้นักเรียนทุกกลุ่มมารับลูกปิงปองเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสืบสวนสอบสวน)

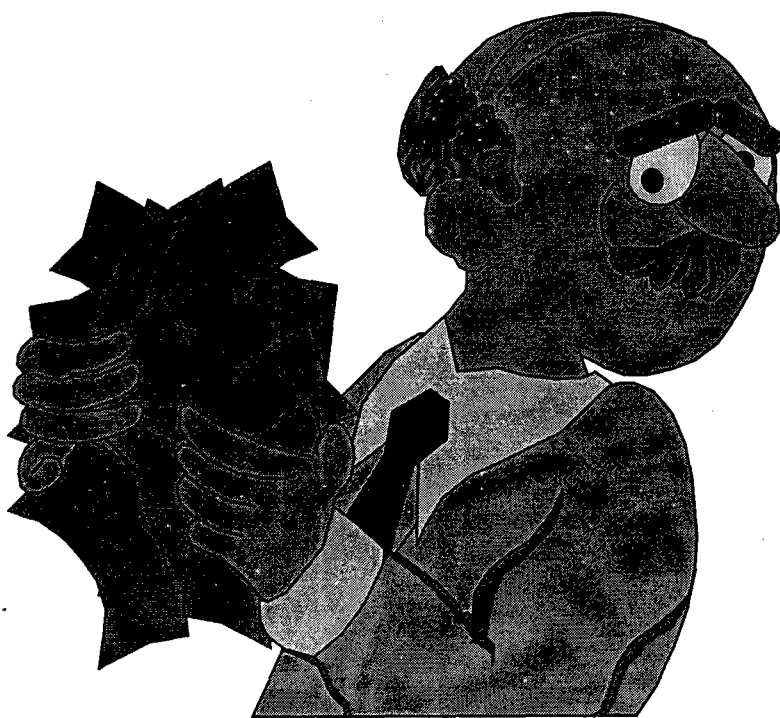
➤ **สถานการณ์ที่ 2**

ชายคนหนึ่งจ่ายเงินให้บุตรสาวไปโรงเรียนวันละ 5 บาท เมื่อบุตรสาวเรียนอยู่ในชั้นประถมปีที่ 1 และตั้งใจจะเพิ่มให้ทุกๆ ปี โดยให้เป็น 2 เท่าของปีก่อนๆ อยากทราบว่า เมื่อบุตรสาวเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะได้รับเงินไปโรงเรียนวันละเท่าไร ให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันอภิปรายสืบสวนหาคำตอบ

เอกสารแนะแนวทางคาบที่ 9

เรื่อง

“โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิต”



เอกสารแนะแนวทางคาบที่ 9 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิต”

คำสั่ง จงเติมตัวเลขในช่องว่างให้ครบบริบูรณ์ ให้ a_1, r, n, a_n เป็นพจน์แรก อัตราส่วนร่วม จำนวนพจน์ และพจน์ทั่วไปตามลำดับ

ข้อ	a_1	r	n	a_n
1.	2	3	—	486
2.	5	2	7	—
3.	2	—	7	31250
4.	—	-2	6	96
5.	2187	-1/3	—	27

 สรุป จากสูตรพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต $a_n = \dots\dots\dots$

มีอักษรที่เกี่ยวข้อง 4 ตัว คือ.....

ดังนั้น ถ้าโจทย์กำหนดมาให้ 3 ตัว

1. ถ้ากำหนด a_1, r, n ให้ จะหา.....ได้
2. ถ้ากำหนด a_1, r, a_n ให้ จะหา.....ได้
3. ถ้ากำหนด a_1, n, a_n ให้ จะหา.....ได้
4. ถ้ากำหนด r, n, a_n ให้ จะหา.....ได้

โจทย์พิเศษชุดที่ 9
เรื่อง
“โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิต”



โจทย์พิเศษชุดที่ 9 เรื่อง “โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิต”

1. พจน์ที่ 3 และพจน์ที่ 7 ของลำดับเรขาคณิตเป็น 36 และ 2916 ตามลำดับ จงหาพจน์ที่ 5
2. ลำดับเรขาคณิตเป็น 108, 72, 48, ... พจน์ที่เท่าใดมีค่า $14\frac{2}{9}$
3. จงหาพจน์ที่ 10 ของลำดับเรขาคณิต 5, 0.5, 0.05, ...
4. จงหาพจน์กลาง 4 พจน์ ระหว่าง 2 กับ 496 ของลำดับเรขาคณิต
5. กำหนดลำดับเรขาคณิตมีพจน์แรกเป็น 6 และมีอัตราส่วนร่วมเป็น $\frac{1}{3}$ จงหาอัตราส่วนระหว่างพจน์ที่ 8 กับพจน์ที่ 10
6. ถ้าพจน์ที่ 4 และพจน์ที่ 8 ของลำดับเรขาคณิตเท่ากับ 16 และ 256 ตามลำดับ จงหาพจน์ที่ 6
7. เครื่องทำความเย็นเครื่องหนึ่งราคา 50,000 บาท ถ้ามูลค่าของเครื่องทำความเย็นนี้ลดลง 25% ต่อปี จงหามูลค่าของเครื่องทำความเย็นนี้ในปีที่ 5
8. หลายปีมาแล้วพี่น้องสามคนมีอายุ 10, 18 และ 30 ปี ปัจจุบันนี้ ปรากฏว่าพี่น้อง 3 คน มีอายุเป็นลำดับเรขาคณิต จงหาว่าปัจจุบันนี้ทั้งสามคนมีอายุเท่าไร
9. จากลำดับ 3, -18, 108, ... พจน์ที่เท่าไรมีค่าเท่ากับ 139,968

แผนการสอนคาบที่ 10

เรื่อง “โจทย์ปัญหาหระคนลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต” จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที
 วิชา คณิตศาสตร์ ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

1. สาระสำคัญ

ในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องลำดับ สิ่งหนึ่งที่จะแก้โจทย์ปัญหาได้ดีคือต้องทราบว่า โจทย์ปัญหาดังกล่าวเป็นโจทย์ปัญหาลำดับเลขคณิตหรือลำดับเรขาคณิต เมื่อสามารถแยกแยะได้แล้วจึงสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิตมาแก้โจทย์ปัญหาได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

สามารถแก้โจทย์ปัญหาหระคนเรื่องลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิตได้

2.2 จุดประสงค์นำทาง

2.2.1 บอกได้ว่าโจทย์ที่กำหนดให้เป็นลำดับเลขคณิตหรือลำดับเรขาคณิต

2.2.2 เขียนพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต และ ลำดับเรขาคณิตเมื่อกำหนดรูปแบบ

ต่าง ๆ มาให้ได้

2.2.3 เมื่อกำหนดโจทย์มาให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเป็นลำดับเลขคณิตหรือเรขาคณิต

และแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง

3. เนื้อหา

ตัวอย่างที่ 1 จงหาลำดับเลขคณิต ซึ่งมีพจน์แรกเป็น 1 และมีพจน์ที่สอง , พจน์ที่สิบ และพจน์ที่สามสิบสี่ เป็นพจน์สามพจน์ที่เรียงกันเป็นลำดับเรขาคณิต

วิธีทำ $a_1 = 1$

และ a_2 , a_{10} , a_{34} เป็นลำดับเรขาคณิต

นั่นคือ $a_1 + d$, $a_1 + 9d$, $a_1 + 33d$ เป็นลำดับเรขาคณิต

$$\frac{a_1 + 9d}{a_1 + d} = \frac{a_1 + 33d}{a_1 + 9d}$$

$$(a_1 + 9d)^2 = (a_1 + d)(a_1 + 33d)$$

$$\text{แทนค่า } a_1 = 1 , (1+9d)^2 = (1+d)(1+33d)$$

$$1+18d+81d^2 = 1+34d+33d^2$$

$$48d^2 - 16d = 0$$

$$3d^2 - d = 0$$

$$d(3d-1) = 1$$

$$d = 0, \frac{1}{3}$$

ค่าที่ใช้ได้คือ $d = \frac{1}{3}$ ดังนั้น ลำดับเลขคณิต $1, \frac{4}{3}, \frac{5}{3}, \frac{6}{3}, \dots$

ตัวอย่างที่ 2 กำหนดลำดับแรกเป็นลำดับเลขคณิต และลำดับหลังเป็นลำดับเรขาคณิต ทั้งสองลำดับ ประกอบด้วย 3 พจน์ ถ้าพจน์แรกของลำดับแรกมีค่ามากกว่าพจน์แรกของลำดับหลังอยู่ 3 พจน์ที่สองของลำดับแรกมีค่ามากกว่าพจน์ที่สองของลำดับหลังอยู่ 2 พจน์ที่สามของลำดับแรกน้อยกว่าพจน์ที่สามของลำดับหลัง 15 ถ้าพจน์ที่สองของลำดับแรกเท่ากับ 7 จงหาลำดับทั้งสอง

วิธีทำ ในลำดับเลขคณิต $a_2 = 7$

ลำดับเลขคณิตคือ $7-d, 7, 7+d$

พจน์แรกของลำดับเลขคณิต มากกว่าพจน์แรกของลำดับเรขาคณิตอยู่ 3

$$(7-d) - 3 = 4-d = \text{พจน์ที่ 1 ของลำดับเรขาคณิต}$$

พจน์ที่ 2 ของลำดับเลขคณิต มากกว่าพจน์ที่ 2 ของลำดับเรขาคณิตอยู่ 2

$$7 - 2 = 5 = \text{พจน์ที่ 2 ของลำดับเรขาคณิต}$$

พจน์ที่ 3 ของลำดับเลขคณิต น้อยกว่าพจน์ที่ 3 ของลำดับเรขาคณิตอยู่ 15

$$(7+d)+15 = 22+d = \text{พจน์ที่ 3 ของลำดับเรขาคณิต}$$

ดังนั้นลำดับเรขาคณิตคือ $4-d, 5, 22+d$

$$\frac{5}{4-d} = \frac{22+d}{5}$$

$$5^2 = (4-d)(22+d)$$

$$25 = 88 - 18d - d^2$$

$$d^2 + 18d - 63 = 0$$

$$(d+21)(d-3) = 0$$

$$d = -21, 3$$

ถ้า $d = -21$ จะได้ลำดับเลขคณิตคือ $28, 7, -14$

และลำดับเรขาคณิตคือ $25, 5, 1$

ถ้า $d = 3$ จะได้ลำดับเลขคณิตคือ $4, 7, 10$

และลำดับเรขาคณิตคือ $1, 5, 25$

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนเรื่องลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต โดยการซักถามนักเรียน <u>ขั้นสอน</u> 1. ครูยกตัวอย่างที่ 1, 2 บนกระดานดำ 2. ครูอธิบายโจทย์ปัญหา 3. ครูให้นักเรียนอภิปรายหลักในการทำ โจทย์ สิ่งที่น่ามาใช้แก้ปัญหาคือ สูตรต่าง ๆ ของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต 4. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน หน้า 14 ข้อ 11 5. ครูแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ในบางข้ออาจสัมพันธ์กับลำดับฮาร์โมนิกได้อีก ให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุดโรงเรียน	<u>ขั้นนำ</u> ใช้กิจกรรมไฟท์ลำดับเพื่อทบทวนเรื่องลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต <u>ขั้นสอน</u> 1. ให้นักเรียนจับคู่เพื่อศึกษาเอกสารชุดที่ 10 เรื่อง “โจทย์ปัญหาระคนลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต” 2. ครูอาจอภิปรายการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้คำถามเหล่านี้ในโจทย์ปัญหา - จากสถานการณ์ที่กำหนดให้โจทย์ถามอะไร - จากสถานการณ์ที่ 1 โจทย์บอกอะไรบ้าง - ให้นักเรียนลองสร้างภาพประกอบแนวคิด - จากสิ่งที่กำหนดให้นักเรียนคิดว่าโจทย์ในข้อนี้เป็นลำดับอะไร - จากสิ่งที่โจทย์กำหนด ให้นักเรียนเปลี่ยนเป็นประโยคสัญลักษณ์ - ให้นักเรียนนำส่วนประกอบของลำดับไปแทนค่าในสูตรลำดับเพื่อหาคำตอบที่ต้องการโดยใช้การแก้สมการ เพื่อหาคำตอบ - ครูถามนักเรียนว่าใครมีวิธีคิดอื่น ๆ อีกถ้ามีให้มาอธิบายหน้าชั้น - ครูชี้แนะว่าการคิดแก้โจทย์เรื่องลำดับทั้งลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิตสามารถมีวิธีคิดได้มากกว่า 1 วิธี ไม่จำเป็นต้องใช้สูตรเพียงอย่างเดียว ให้นักเรียนพยายามสืบสวนสอบสวน โดยถ้าพิสูจน์วิธีที่คิดไว้สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ แสดงว่าวิธีคิดนั้นสามารถ

ขั้นสรุป ให้นักเรียนช่วยกันสรุปขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา และสรุปข้อแตกต่างของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต การวัดและประเมินผล 1. สังเกตความสนใจของนักเรียน 2. ตรวจสอบแบบฝึกหัด 3. จากการสรุป 4. ทำแบบฝึกหัด 1.3 ในหนังสือเรียนหน้า 14 ข้อ 11	แก้โจทย์ดังกล่าวได้เช่นกัน - ครูแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ในบางข้ออาจสัมพันธ์กับลำดับฮาร์โมนิกได้อีก ให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุดโรงเรียน 3. ทำโจทย์พิเศษชุดที่ 10 เรื่อง “โจทย์ปัญหาระคนลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต” ขั้นสรุป ให้นักเรียนช่วยกันสรุปขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา และสรุปข้อแตกต่างของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิตดังแผนภูมิดังกล่าว เมื่อนักเรียนสรุปได้แล้ว ให้นักเรียนติดแผนภูมิไว้ที่บอร์ดหน้าชั้นเรียน การวัดและประเมินผล 1. สังเกตความสนใจของนักเรียนสังเกตการตอบคำถามของนักเรียน 2. สังเกตขณะทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวน 3. สังเกตจากการทำกิจกรรม “ไฟคู่ลำดับ” 4. จากการอภิปรายการหลังจากการสืบสวนสอบสวน 5. จากการทำโจทย์พิเศษชุดที่ 10 เรื่อง “โจทย์ปัญหาระคนลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต” 6. สังเกตจากการสรุปของนักเรียน

<u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1. แผ่นใส 2. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค015 ของ สสวท.	<u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1. แผ่นใส 2. เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 10 เรื่อง “โจทย์ปัญหาระคนลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต” 3. โจทย์พิเศษชุดที่ 10 เรื่อง “โจทย์ปัญหาระคนลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต” 4. กระดาษสี และ ปากกาสี

กิจกรรมชั้นนำวิธีสอนสืบสวนสอบสวน

เรื่อง

“โจทย์ปัญหาระคนลำดับเลขคณิต

และลำดับเรขาคณิต”

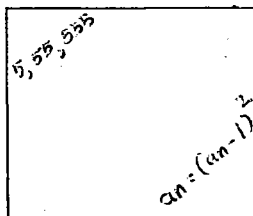
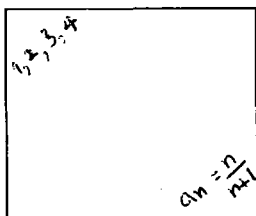


กิจกรรมชั้นนำของวิธีสอนสืบสวนสอบสวน

ชื่อ ไฟคู่ลำดับ

จุดประสงค์ เพื่อให้ให้นักเรียนจับคู่ลำดับเลขคณิตและเรขาคณิตได้

สื่อการเรียนการสอน



1) 1, 2, 4, 7, 11, 22, ...

$$a_n = \frac{1}{2}(n^2 - n + 2)$$

2) 1, 2, 3, 4, ...

$$a_n = \frac{n}{n+1}$$

3) -1, 2, -3, 4, -5, 6, ...

$$a_n = (-1)^n(n)$$

4) $a_1, a_1 + d, a_1 + 2d, a_1 + 3d, \dots$

$$a_n = a_1 + (n-1)(d)$$

5) 1, 3, 5, 7, 9, ...

$$a_n + 1 = a_n + 2 \quad a_1 = 1$$

6) 1, 3, 6, 10, 15, ...

$$a_n + 1 = a_n + n \quad a_1 = 2$$

7) 2, 4, 16, 256, 65536, ...

$$a_n = (a_{n-1})^2 \quad a_1 = 2$$

8) 4, -2, 0, -2, ...

$$a_n = 6 - 2n$$

9) $1, \frac{2}{3}, \frac{3}{8}, \frac{4}{27}, \dots$

$$a_n = n\left(\frac{1}{3n-1}\right)$$

10) 5, 55, 555, ...

$$a_n = \frac{5}{9}(10n-1)$$

กิจกรรม

1. แบ่งไฟออกเป็น 2 ชุด ๆ ละ 10 คู่ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเล่นกลุ่มชุด

แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน

ในแต่ละกลุ่มให้ดำเนินกิจกรรมดังนี้

ขั้นที่ 1 แจกไฟในมือละ 4 ใบ ถ้าได้ไฟคู่เดียวกันอยู่ในมือก็เก็บไว้ ส่วนที่ยังไม่มีคู่ก็รอจากเพื่อน ๆ ข้าง ๆ ส่งมาให้

ขั้นที่ 2 เมื่อทุกคนคู่ไฟของตนแล้วก็จะเริ่มส่งไฟที่ไม่มีคู่ของแต่ละคนไปให้เพื่อน ๆ ข้าง ๆ โดยทำทุกคนพร้อมกันอาจจะขววหรือซ้ายก็ได้ เมื่อได้ไฟแล้วทุกคนก็ดูว่าได้ไฟในมือหรือไม่ ถ้าได้ก็เก็บไว้ส่งไฟที่ไม่มีคู่ให้เพื่อนในรอบต่อไป ใครได้คู่ลำดับมากที่สุดเป็นผู้ชนะ

กิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 10

เรื่อง

“โจทก์ปัญหาระคนลำดับเลขคณิต

และลำดับเรขาคณิต”

กิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 10

เรื่อง

“โจทย์ปัญหาหระคนลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต”

☞ สถานการณ์ที่ 1

จงหาลำดับเลขคณิต ซึ่งมีพจน์แรกเป็น 1 และมีพจน์ที่ 2 , พจน์ที่ 10 และพจน์ที่ 34 เป็นลำดับเรขาคณิต

☞ สถานการณ์ที่ 2

กำหนดลำดับแรกเป็นลำดับเลขคณิต และลำดับหลังเป็นลำดับเรขาคณิต ทั้งสองลำดับ ประกอบด้วย 3 พจน์ ถ้าพจน์แรกของลำดับแรกมีค่ามากกว่าพจน์แรกของลำดับหลังอยู่ 3 พจน์ที่ 2 ของลำดับแรกมีค่ามากกว่าพจน์ที่ 2 ของลำดับหลังอยู่ 2 พจน์ที่ 3 ของลำดับแรกน้อยกว่าพจน์ที่ 3 ของลำดับหลัง 15 ถ้าพจน์ที่ 2 ของลำดับแรกเท่ากับ 7 จงหาลำดับทั้งสอง

โจทย์พิเศษชุดที่ 10

เรื่อง

“โจทย์ปัญหาระคนลำดับเลขคณิต
และลำดับเรขาคณิต”

โจทย์พิเศษชุดที่ 10 เรื่อง “โจทย์ปัญหาเรขาคณิตและลำดับเลขคณิต”

1. ถ้า $\frac{1}{a}, \frac{1}{b}, \frac{1}{c}$ เป็นลำดับเลขคณิต และ a, c, b เป็นลำดับเรขาคณิต จงพิสูจน์ว่า b, a, c เป็นลำดับเลขคณิต
2. ผลบวกของพจน์ที่สามพจน์ในลำดับเรขาคณิตเท่ากับ 14 ถ้าพจน์แรกด้วย 4 พจน์กลางด้วย 3 และพจน์ที่สามด้วย 2 จะได้พจน์ทั้งสามเป็นลำดับเลขคณิต จงหาลำดับเรขาคณิต
3. พจน์สามพจน์ ในลำดับเลขคณิต มีผลต่างร่วมเท่ากับ 2 ถ้าพจน์แรกลดลงไป 3 พจน์ที่ 2 ลดลงไป 2 และพจน์ที่ 3 เพิ่มขึ้น 2 เท่า จะได้สามพจน์ใหม่เป็นลำดับเรขาคณิต จงหาลำดับเลขคณิต
4. พจน์กลางระหว่างพจน์ 2 พจน์ ในลำดับเลขคณิตเท่ากับ 10 และพจน์ 2 พจน์นี้ในลำดับเรขาคณิตมีพจน์กลางเท่ากับ 8 จงหาลำดับทั้ง 2
5. จงหาพจน์ที่ 10 ในลำดับเลขคณิต ซึ่งมีพจน์เท่ากับ 3 และพจน์แรก , พจน์ที่ 4 และพจน์ที่ 13 ซึ่งสามพจน์เรียงกันเป็นลำดับเรขาคณิต

ตารางแสดงการเปรียบเทียบ
“ลำดับเลขคณิต” และ “ลำดับเรขาคณิต”

ตารางแสดงการเปรียบเทียบ
ลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต

	ลำดับเลขคณิต	ลำดับเรขาคณิต
ค่าคงที่	$d = a_{n+1} - a_n$	$r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$
รูปทั่วไป	$a_1, a_1 + d, a_1 + 2d, \dots$	$a_1, a_1 r, a_1 r^2, \dots$
พจน์ทั่วไป	$a_n = a_1 + (n-1)d$	$a_n = a_1 r^{n-1}$
พจน์กลาง 1 พจน์ ระหว่าง a และ b	$\frac{a+b}{2}$	$\pm \sqrt{ab}$
การสมมติพจน์ที่เรียงกันเป็น ลำดับ	จำนวน 3 พจน์ $a_1 - d, a_1, a_1 + d$ จำนวน 4 พจน์ $a_1 - 3d, a_1 - d, a_1 + d, a_1 + 3d$	จำนวน 3 พจน์ $\frac{a_1}{r}, a_1, a_1 r$

แผนการสอนคาบที่ 11

เรื่อง “ลำดับคอนเวอร์เจนต์และลำดับไดเวอร์เจนต์” จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที
 วิชา คณิตศาสตร์ ค 015 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

1. สาระสำคัญ

ลำดับคอนเวอร์เจนต์ (Convergent Sequence) คือ ลำดับอนันต์ที่มีลิมิต และ
 ลำดับไดเวอร์เจนต์ (Divergent Sequence) คือ ลำดับอนันต์ที่ไม่มีลิมิต

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

บอกได้ว่าลำดับอนันต์ที่กำหนดให้เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ หรือลำดับไดเวอร์เจนต์

2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. บอกนิยามของลำดับคอนเวอร์เจนต์ได้
2. บอกนิยามของลำดับไดเวอร์เจนต์ได้
3. ตัดสินได้ว่า ลำดับใดเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์หรือลำดับไดเวอร์เจนต์

3. เนื้อหา

- 3.1 ลำดับคงที่จะมี $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ เท่ากับค่าคงที่นั้น จึงเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์
- 3.2 ลำดับเลขคณิตที่มีผลต่างร่วมไม่เท่ากับ 0 จะเป็นลำดับไดเวอร์เจนต์
- 3.3 ลำดับเรขาคณิตซึ่ง $|r| < 1$ จะเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์
- 3.4 ลำดับอื่น ๆ ซึ่ง $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = L$ เมื่อ L เป็นจำนวนจริง จะเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์

ตัวอย่างที่ 1 จงหาค่าของ $\lim_{n \rightarrow \infty} 5$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} 5 = 5 \text{ เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์}$$

ตัวอย่างที่ 2 จงพิจารณาลำดับต่อไปนี้ว่าเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์หรือไดเวอร์เจนต์

$$3, 10, 17, \dots, (7n-4), \dots$$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \lim_{n \rightarrow \infty} a_n &= \lim_{n \rightarrow \infty} (7n - 4) \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} 7n - \lim_{n \rightarrow \infty} 4 \\ &= \text{หาไม่ได้ เป็นลำดับไดเวอร์เจนต์} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3 จงพิจารณาลำดับต่อไปนี้ว่าเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์หรือไดเวอร์เจนต์

$$\frac{1}{3}, \frac{1}{9}, \frac{1}{27}, K, \frac{1}{3^n}, K$$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \lim_{n \rightarrow \infty} a_n &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{3^n} \\ &= 0 \text{ เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4 กำหนด $a_n = \frac{n-1}{2n-3}$ จงหา $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \lim_{n \rightarrow \infty} a_n &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n-1}{2n-3} \\ &= \frac{\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n}{n} - \frac{1}{n} \right)}{\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{2n}{n} - \frac{3}{n} \right)} \\ &= \frac{1-0}{2-0} \\ &= \frac{1}{2} \text{ เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์} \end{aligned}$$

4) กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนการหาขีดจำกัดของลำดับโดยให้นักเรียนพิจารณาจากกราฟ และทฤษฎีบทเกี่ยวกับขีดจำกัดจากการฉายแผ่นใส <u>ขั้นสอน</u> - ครูยกตัวอย่างที่ 1 โดยใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับขีดจำกัด คือ $\lim_{n \rightarrow \infty} 5$ จะมีค่าเท่ากับ 5 ดังนั้นจึงเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ - ครูยกตัวอย่างที่ 2 โดยใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับขีดจำกัด คือ $\lim_{n \rightarrow \infty} (7n - 4)$ จะมีค่าเท่ากับ $\lim_{n \rightarrow \infty} 7n - \lim_{n \rightarrow \infty} 4$ ซึ่งหาขีดจำกัดไม่ได้ ดังนั้นจึงเป็นลำดับไดเวอร์เจนต์ - ครูยกตัวอย่างที่ 3 คือ $\frac{1}{3}, \frac{1}{9}, \frac{1}{27}, \dots$ โดยครูซักถามประกอบคำอธิบายเพื่อหา a_n ได้เท่ากับ $\frac{1}{3^n}$ ดังนั้น $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ จะเท่ากับ $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{3^n}$ มีค่าเท่ากับ 0 เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ - ครูยกตัวอย่างที่ 4 โดยใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับขีดจำกัด ซึ่งเอา n ที่มีกำลังสูงสุดหารทุก ๆ พจน์ จะได้ $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ เท่ากับ $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\frac{n}{n} - \frac{1}{n}}{\frac{2n}{n} - \frac{3}{n}} \right)$ และมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}$ เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์	<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนการหาขีดจำกัดของลำดับโดยให้นักเรียนพิจารณาจากกราฟ และทฤษฎีบทเกี่ยวกับขีดจำกัดจากการฉายแผ่นใส <u>ขั้นสอน</u> - ครูให้นักเรียนศึกษาเอกสาร กิจกรรมสืบสวนสอบสวน ชุดที่ 11 เรื่อง “ลำดับคอนเวอร์เจนต์และลำดับไดเวอร์เจนต์” - จากการทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวนให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้ - กราฟนี้มีลักษณะอย่างไร ให้นักเรียนนำเสนอกราฟของแต่ละคู่หน้าชั้นเรียน โดยใช้แผ่นใส - ให้นักเรียนพิจารณากราฟ ทั้งของแต่ละคู่ว่ากราฟมีลักษณะอย่างไร นักเรียนสังเกตเห็นกราฟทั้งห้า มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร - ให้นักเรียนอธิบายว่ามีหลักอะไรในการบอกว่ากราฟนั้นมีความเหมือนหรือมีความแตกต่างกัน - ให้นักเรียนช่วยกันสรุปจาก <u>กราฟที่ 1</u> ว่า ขณะที่ n มีค่ามากขึ้นค่าของ a_n มีค่าน้อยลง และหาก n มีค่าน้อยลงมากขึ้นโดยไม่มีที่สิ้นสุดแล้วค่าของ a_n ก็มีค่าน้อยลงไม่มีที่สิ้นสุดด้วยเช่นกัน จะมีค่าเข้าใกล้ 0 <u>กราฟที่ 2</u> จะพบว่า ขณะที่ n มีค่ามากขึ้นค่าของ a_n ก็มีค่ามากขึ้นด้วย และหาก

5 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1.4 หน้า 25
จากหนังสือแบบเรียน จำนวน 10 ข้อ

- n มีค่ามากขึ้นโดยไม่มีที่สิ้นสุดแล้วค่าของ a_n ก็มีค่ามากขึ้นไม่มีที่สิ้นสุดด้วยเช่นกัน
- กราฟที่ 3 เมื่อ n มีค่ามากขึ้น $a_n = 1, -1$ ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่า a_n เข้าใกล้ค่าใด
 - กราฟที่ 4 เมื่อ n มีค่ามากขึ้น ค่าของ a_n ก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ มิได้เข้าใกล้จำนวนใดจำนวนหนึ่ง เช่นเดียวกับกราฟที่ 2
 - กราฟที่ 5 เมื่อ n มีค่ามากขึ้น ค่าของ a_n ก็จะเข้าใกล้ 1

3. ครูแนะนำเพิ่มเติมว่า ลักษณะของกราฟที่ 1 เมื่อ n มีค่ามากขึ้น a_n จะมีค่าเข้าใกล้ 0 และลักษณะของกราฟที่ 5 เมื่อ n มีค่ามากขึ้น a_n จะมีค่าเข้าใกล้ 1 ซึ่งจำนวนจริงที่เข้าใกล้ นั่นว่า “ลิมิต”

ดังนั้นกราฟที่ 1 จะมีลิมิตเท่ากับ 0

และกราฟที่ 5 จะมีลิมิตเท่ากับ 1

4. ครูให้นักเรียนอภิปรายกราฟที่ 2, 3, 4 ใฝ่นำตนเองเดียวกับข้อ 3 เมื่อ n มีค่ามากขึ้น จะสามารถระบุว่า a_n มีค่าเข้าใกล้ค่าใด และ a_n มี “ลิมิต” หรือไม่

5. ครูอธิบายว่า a_n ที่มีลิมิตจะเรียกว่า “ลำดับคอนเวอร์เจนต์” ส่วน a_n ที่ไม่มีลิมิตเรียกว่า “ลำดับไดเวอร์เจนต์”

6. ให้นักเรียนสรุปนิยามของลำดับคอนเวอร์เจนต์และไดเวอร์เจนต์ และจากตัวอย่างในกิจกรรมสืบสวนชุดที่ 11 นั้น กราฟใดเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์และลำดับใดเป็นลำดับไดเวอร์เจนต์และให้บอกเหตุผล

<u>ขั้นสรุป</u> 1 ครูใช้วิธีถามตอบโดยให้นักเรียนช่วยกันสรุปหลักการหาสมบัติของลำดับจนนักเรียนสามารถบอกได้ว่า ลำดับใดเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์หรือลำดับไดเวอร์เจนต์ <u>การวัดและประเมินผล</u> 1 สังเกตความสนใจของนักเรียน 2 ทำโจทย์ในหนังสือแบบเรียน หน้า 25 จำนวน 10 ข้อ <u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1 แผ่นใส 2 หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค015 ของ สสวท.	7. ให้นักเรียนทำโจทย์พิเศษชุดที่ 11 เรื่อง “ลำดับคอนเวอร์เจนต์และลำดับไดเวอร์เจนต์” <u>ขั้นสรุป</u> ครูใช้วิธีถามตอบโดยให้นักเรียนช่วยกันสรุปหลักการหาสมบัติของลำดับจนนักเรียนสามารถบอกได้ว่า ลำดับใดเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์หรือลำดับไดเวอร์เจนต์ <u>การวัดและประเมินผล</u> 1. สังเกตความสนใจของนักเรียน 2. สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน 3. สังเกตขณะทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวน 4. จากการอภิปรายการหลังจากการสืบสวนสอบสวน 5. จากการทำโจทย์พิเศษชุดที่ 11 เรื่อง “ลำดับคอนเวอร์เจนต์และลำดับไดเวอร์เจนต์” <u>สื่อการเรียนการสอน</u> 1. แผ่นใส 2 เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 11 เรื่อง “ลำดับคอนเวอร์เจนต์และลำดับไดเวอร์เจนต์” 3 โจทย์พิเศษชุดที่ 11 เรื่อง “ลำดับคอนเวอร์เจนต์และลำดับไดเวอร์เจนต์”

เอกสารกิจกรรมสืบสวน

ชุดที่ 11

เรื่อง

“ลำดับคอนเวอร์เจนต์

และ

ลำดับไดเวอร์เจนต์”

กิจกรรมสืบสวนชุดที่ 11 เรื่อง “ลำดับคอนเวอร์เจนต์ และ ลำดับไดเวอร์เจนต์”

จากลำดับที่กำหนดให้ให้เพื่อน ๆ แต่ละคู่ ช่วยกันเขียนกราฟ และตอบคำถามข้างล่างนี้นะครับ

(1) $a_n = \frac{1}{2^n}$

(2) $a_n = 3n$

(3) $a_n = (-1)^{n-1}$

(4) $a_n = 2n+1$

(5) $a_n = 1 + \frac{(-1)^n}{n}$

คำถาม

1. กราฟนี้มีลักษณะอย่างไร ให้นักเรียนนำเสนอกราฟของตนเองหน้าชั้นเรียน โดยใช้แผ่นใส
2. ให้นักเรียนพิจารณากราฟของแต่ละคู่ว่ากราฟมีลักษณะอย่างไร และกราฟทั้งห้า มีส่วนใดที่เหมือนกันบ้าง
3. ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าทำไมจึงคิดว่ากราฟทั้งห้า เหมือนหรือแตกต่างกัน
4. ให้นักเรียนหาพจน์ที่ n ของลำดับทั้งห้า
5. ให้นักเรียนพิจารณาแต่ละกราฟ ถ้า n มีค่ามากขึ้นแล้ว ค่า a_n จะเป็นอย่างไร มีค่าเข้าใกล้ค่าใด
6. ให้นักเรียนพิจารณาแต่ละกราฟ ถ้า n มีค่ามากขึ้นไม่มีที่สิ้นสุด แล้ว ค่าของ a_n จะเป็นอย่างไร มีค่าเข้าใกล้ค่าใด

โศกพิเศษ

ชุดที่ 11

เรื่อง “ลำดับคอนเวอร์เจนต์
และ ลำดับไดเวอร์เจนต์”

โจทย์พิเศษ ชุดที่ 11 เรื่อง “ลำดับคอนเวอร์เจนต์ และ ลำดับไดเวอร์เจนต์”

1. ลำดับใดบ้างเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ หรือลำดับไดเวอร์เจนต์ และถ้าเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ ให้หาลิมิตด้วย

1. $a_n = 3\left(\frac{1}{2}\right)^n$

2. $a_n = \frac{2n+3}{n+\sqrt[3]{n}}$

3. $a_n = \left(\frac{2n-1}{4n+5}\right)^3$

4. $a_n = \frac{\sqrt{4n^2+2n+1}}{3n+8}$

5. $a_n = n(1+(-1)^n)$

6. $a_n = \sqrt{n+1} - \sqrt{n-1}$

7. $a_n = \sqrt{n+2} - \sqrt{n+1}$

8. $a_n = \sqrt{n^2-5n+6} - n$

9. $a_n = n(\sqrt{n^2+1} - n)$

10. $a_n = \sqrt{n(n+a)} - n$

ตัวอย่างที่ 2

$$\begin{aligned}\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3}{4n} &= \frac{3}{4} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \\ &= \frac{3}{4} \cdot 0 \\ &= 0\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3

$$\begin{aligned}\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n+1}{n} &= \lim_{n \rightarrow \infty} \left[1 + \frac{1}{n} \right] \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} 1 + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \\ &= 1 + 0 \\ &= 1\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4

$$\begin{aligned}\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(2n+1)(n-3)} &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2n+1} \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n-3} \\ &= 0 \cdot 0 \\ &= 0\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 5

$$\begin{aligned}\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n-1}{2n+3} &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{n}(n-1)}{\frac{1}{n}(2n+3)} \\ &= \frac{\lim_{n \rightarrow \infty} (\frac{n}{n} - \frac{1}{n})}{\lim_{n \rightarrow \infty} (\frac{2n}{n} - \frac{3}{n})} \\ &= \frac{\lim_{n \rightarrow \infty} (1 - \frac{1}{n})}{\lim_{n \rightarrow \infty} (2 + \frac{3}{n})} \\ &= \frac{1 - \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n}}{\lim_{n \rightarrow \infty} 2 + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3}{n}} \\ &= \frac{1-0}{2+0} \\ &= \frac{1}{2}\end{aligned}$$

การสอนตามคู่มือครู	การสอนแบบสืบสวนสอบสวน
<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนการหาขีดด้วยกราฟโดยใช้แผ่นใส <u>ขั้นสอน</u> 1. ครูยกตัวอย่างที่ 1, 2 และอธิบายประกอบ $\lim_{n \rightarrow \infty} 2$ จะมีค่าเท่ากับ 2 และ $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3}{4n}$ จะมีค่าเท่ากับ $\frac{3}{4} \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n}$ และ $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n}$ มีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้น $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3}{4n}$ จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{3}{4} \cdot 0$ เท่ากับ 0 2. ครูยกตัวอย่างที่ 3 และอธิบายประกอบ $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n+1}{n}$ จะเท่ากับ $\lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{n}{n} + \frac{1}{n} \right]$ และ $\lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{n}{n} + \frac{1}{n} \right]$ จะเท่ากับ $\lim_{n \rightarrow \infty} 1 + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n}$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 3. ครูยกตัวอย่างที่ 4 และซักถามประกอบการอธิบาย $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(2n+1)(n-3)}$ จะเท่ากับ $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2n+1} \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n-3}$ และผลคูณมีค่าเท่ากับ 0 4. ครูยกตัวอย่างที่ 5 และซักถามประกอบการอธิบาย $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n-1}{2n+3}$ โดยเอา n หาร	<u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนการหาขีดด้วยกราฟโดยใช้แผ่นใส <u>ขั้นสอน</u> 1. ให้นักเรียนศึกษาเอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 12 เรื่อง “การหาขีดของลำดับคอนเวอร์เจนต์” 2. ให้นักเรียนสร้างกราฟและตอบคำถามจากกิจกรรมสืบสวนสอบสวนดังต่อไปนี้ <u>กิจกรรมสืบสวนสอบสวน</u> ให้นักเรียนสร้างกราฟของลำดับ (1) $a_n = \frac{1}{2^n}$ (2) $a_n = 1$ (3) $a_n = 1 + \frac{(-1)^n}{n}$ (4) $a_n = 2n - 1$ (5) $a_n = \frac{1}{3^n}$ (6) $a_n = \frac{3+2n}{n}$ (7) $a_n = \frac{3n^2}{2n}$ <u>คำถาม</u> (1) จากกราฟในแต่ละข้อ นักเรียนได้ข้อสังเกตอะไร (2) นักเรียนคิดว่ากราฟในแต่ละข้อมีข้อเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ทุก ๆ จำนวน จะได้เท่ากับ $\frac{\lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{n}{n} - \frac{1}{n} \right]}{\lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{2n}{n} + \frac{3}{n} \right]}$ ซึ่ง มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}$ 5. ครูแจกเอกสารแนะแนวทาง (Guide sheet) หมายเลข 2 ให้นักเรียนฝึกหาลิมิต โดยครูคอยชี้แนะ เพื่อให้นักเรียนพิจารณารูปแบบไปสู่ข้อสรุป (Induction) และถ้านักเรียนคนใดทำไม่ได้ ครูจะยกตัวอย่างแล้วอธิบายเป็นรายบุคคล 6. ครูให้นักเรียนทำในเอกสารโจทย์พิเศษ โดยครูคอยชี้แนะ และอธิบายเพิ่มเติมในข้อที่นักเรียนสงสัย หรือทำไม่ได้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ	(3) จากกราฟนักเรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์อะไรได้บ้าง 3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอกราฟหน้าชั้นเรียนด้วยแผ่นใส 4. ให้นักเรียนสังเกตกราฟของกลุ่มตนเอง และกลุ่มเพื่อน ว่ากราฟมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร 5. ให้นักเรียนพิจารณาว่ากราฟที่ได้เป็นกราฟของลำดับคอนเวอร์เจนต์หรือเป็นกราฟของลำดับไดเวอร์เจนต์ 6. ให้นักเรียนพิจารณากราฟที่เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์มีลักษณะอย่างไร ให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เห็นจากกราฟ 7. ให้นักเรียนบอกหลักที่ใช้แยกแยะความเหมือนหรือความแตกต่างของกราฟที่เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ 8. ให้นักเรียนช่วยกันสรุป ถึงการหาลิมิตดังนี้ - ลำดับที่จะนำมาพิจารณาลิมิตนั้นต้องเป็นลำดับอนันต์ - ถ้ากล่าวว่า L เป็นลิมิตของลำดับที่มีพจน์ที่ n เป็น a_n หมายถึง เมื่อ n มีค่ามากขึ้นโดยไม่มีที่สิ้นสุด พจน์ที่ n ของลำดับจะมีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับจำนวนจริง L จำนวนเดียวเท่านั้น กล่าวได้ว่า L เป็นลิมิตของลำดับที่มีพจน์ที่ n เป็น a_n และเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์

<u>ขั้นสรุป</u> ครูใช้วิธีถามตอบโดยให้นักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับหลักการของทฤษฎีบทของลิมิต แล้วให้นักเรียนทำโจทย์เพิ่มเติม 2 ข้อ <u>การวัดและประเมินผล</u> 1. สังเกตความสนใจของนักเรียน 2. สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน 3. จากการทำโจทย์เพิ่มเติม	$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = L$ - ลำดับที่มีลิมิตเรียกว่า ลำดับคอนเวอร์เจนต์ ส่วนลำดับที่ไม่มีลิมิตเรียกว่าลำดับไดเวอร์เจนต์ - การพิจารณาว่าลำดับใดจะมีลิมิตหรือไม่นั้น อาจทำได้โดยการพิจารณากราฟของลำดับหรือตำแหน่งของพจน์ที่ n ของลำดับบนเส้นจำนวน เมื่อ n มีค่ามากขึ้นโดยไม่มีที่สิ้นสุด 9. ครูชี้แนะวิธีการหาลิมิตโดยใช้ทฤษฎีบทของลิมิตเพื่อหาคำตอบ 10. ให้นักเรียนลองใช้ทฤษฎีบทของลิมิตหาคำตอบในกิจกรรมที่ได้สร้างกราฟมาแล้วว่ามีคำตอบตรงกันหรือไม่ 11. ให้นักเรียนทำโจทย์พิเศษชุดที่ 12 เรื่อง “การหาลิมิตของลำดับคอนเวอร์เจนต์” <u>ขั้นสรุป</u> ครูใช้วิธีถามตอบโดยให้นักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับหลักการของทฤษฎีบทของลิมิต <u>การวัดและประเมินผล</u> 1. สังเกตความสนใจของนักเรียน 2. สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน 3. จากการทำโจทย์พิเศษ 4. สังเกตขณะทำกิจกรรมสืบสวนสอบสวน 5. จากการอภิปรายการหลังจากการสืบสวนสอบสวน

สื่อการเรียนการสอน	สื่อการเรียนการสอน
1 แผ่นใส 2 เอกสารแนะแนวทาง 3 เอกสารโจทย์พิเศษ	1 แผ่นใส 2 กิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 12 เรื่อง “การหาปริมาณของลำดับคอนเวอร์เจนต์” 3 โจทย์พิเศษชุดที่ 12 เรื่อง “การหาปริมาณของลำดับคอนเวอร์เจนต์”

เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวน

ชุดที่ 12

เรื่อง

“การหาสิทธิของลำดับคอนเวอร์เจนต์”

เอกสารกิจกรรมสืบสวนสอบสวนชุดที่ 12 เรื่อง “การหาลิมิตของลำดับคอนเวอร์เจนต์”

ให้นักเรียนสร้างกราฟของลำดับ

$$(1) a_n = \frac{1}{2^n}$$

$$(2) a_n = 1$$

$$(3) a_n = 1 + \frac{(-1)^n}{n}$$

$$(4) a_n = 2n - 1$$

$$(5) a_n = \frac{1}{3^n}$$

$$(6) a_n = \frac{3 + 2n}{n}$$

$$(7) a_n = \frac{3n^2}{2n}$$

✂ คำถาม

1. จากกราฟในแต่ละข้อ นักเรียนได้ข้อสังเกตอะไร
2. นักเรียนคิดว่ากราฟในแต่ละข้อมีข้อเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
3. จากกราฟนักเรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์อะไรได้บ้าง

เอกสารแนะแนวทาง

ฉบับที่ 12

เอกสารแนะแนวทาง คาบที่ 12

จงหาลิมิตของลำดับต่อไปนี้

ข้อที่	พจน์ที่ n	คำตอบ
1	$\lim_{n \rightarrow \infty} 15$	15
2	$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{4}{\sqrt{n}}$	0
3	$\lim_{n \rightarrow \infty} \left[5 + \frac{n^2 + 1}{n^2} \right]$	
4	$\lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{1}{2n} \right] \left[\frac{1}{n} - 1 \right]$	
5	$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2 - n}{2n^2 + n}$	
6	$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3n^3 + n}{5n^3 + 17}$	

โจทยพิเศษ

ชุดที่ 12

เรื่อง

“การหาลิมิตของลำดับคอนเวอร์เจนต์”

โจทย์พิเศษชุดที่ 12 เรื่อง การหาขีดจำกัดของลำดับคอนเวอร์เจนต์

จงหาขีดจำกัดของลำดับต่อไปนี้

$$1. \lim_{n \rightarrow \infty} 10 = \dots\dots\dots$$

$$2. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{5}{n^2} = \dots\dots\dots$$

$$3. \lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{2n}{n+1} - \frac{n+1}{2n} \right] = \dots\dots\dots$$

$$4. \lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{n^3}{n^2+2} - \frac{n^3}{n^2-2} \right] = \dots\dots\dots$$

$$5. \lim_{n \rightarrow \infty} (3 + (-1)^n) = \dots\dots\dots$$

$$6. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n^3 - 8n^2 + 5}{4 - 7n^3 + 2n} = \dots\dots\dots$$

$$7. \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n} + 1 \right) \frac{(n-1)^2}{4n^2} = \dots\dots\dots$$

$$8. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3}{1 + \frac{2}{n}} = \dots\dots\dots$$

$$9. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2} n \cdot \sin \frac{n\pi}{2} = \dots\dots\dots$$

$$10. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n^2 - 3n - 4}{\sqrt{n^4 + 1}} = \dots\dots\dots$$

ภาคผนวก จ
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน และ แผนการสอนตามคู่มือครู
 - 1.1 ดร. จวีวรรณ เสวตมัลย์
อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 - 1.2 รองศาสตราจารย์ศักดิ์ดา บุญโต
อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 - 1.3 รองศาสตราจารย์ ดร. พิชากร แปลงประสพโชค
อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 - 1.4 อาจารย์สมศักดิ์ เผ่าจินดา
หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์
 - 1.5 อาจารย์ชัยศักดิ์ ถิลาจรัสกุล
อาจารย์วิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน

2. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.1 ดร. จวีวรรณ เสวตมัลย์
อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 - 2.2 รองศาสตราจารย์ศักดิ์ดา บุญโต
อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 - 2.3 รองศาสตราจารย์ ดร. พิชากร แปลงประสพโชค
อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 - 2.4 อาจารย์สมศักดิ์ เผ่าจินดา
หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์

2 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.1 ดร. นวีวรรณ เสวตมัลย์

อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ

3.2 รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ

อาจารย์ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3.3 รองศาสตราจารย์ศักดิ์ บุญโต

อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 รองศาสตราจารย์ ดร. พิชากร แปลงประสพโชค

อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3.5 อาจารย์สมศักดิ์ เผ่าจินดา

หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์

4. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

4.1 ดร. นวีวรรณ เสวตมัลย์

อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ

4.2 รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ

อาจารย์ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4.3 คุณเอมอร จังศิริพรปกรณ์

นิสิตปริญญาเอก ภาควิชาการวิจัยการศึกษา สาขาการวัดและประเมินผล
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวสิริลักษณ์	ชื่อสกุล วงศ์เพชร
เกิดวันที่	12 มกราคม 2516
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1024/25 ซอยเศรษฐีทวีทรัพย์ 2 ถนนสุขุมวิท 22 เขตพระโขนง จังหวัดกรุงเทพมหานคร
โทรศัพท์	(02) 259-9501 , (01) 444 - 1010
ตำแหน่งที่ทำงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 3
ประวัติการศึกษา	
2538	คป. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2541	กศ.ม. (การมัธยมศึกษา สาขาการสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ
ของ
สิริลักษณ์ วงศ์เพชร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
มกราคม 2542

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสิริรัตนารักษ์ เขตบางนา กรุงเทพฯ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 60 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Randomized Control Group Pretest – Posttest Design) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ดำเนินการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) และกลุ่มควบคุม 30 คน ดำเนินการสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที ในเนื้อหาเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม คือเรื่อง “ลำดับ” แบบแผนการทดลองครั้งนี้เป็นแบบ Randomized Control Group Pretest – Posttest Design และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าสถิติ t -test Difference Score

ผลการทดลองพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอนของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอนของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
6. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนที่ได้รับการสอนของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

**A COMPARISON OF MATHAYOM SUKSA VI STUDENT S' LEARNING
ACHIEVEMENT , MATHEMATICAL CREATIVITY AND ATTITUDES TOWARD
MATHAMATICS THROUGH AN INQUIRY METHOD
AND THE TEACHER ' S MANUAL.**

**AN ABSTRACT
BY
SIRILAK WONGPETCH**

**Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
At Srinakharinwirot University
January 1999**

The purpose of this research was to compare Mathayom Suksa VI students' learning achievement, mathematical creativity and attitudes towards mathematics through an inquiry method and the teacher's manual.

The subjects of this study were 60 Mathayom Suksa VI students of Sirirathanathon School, Bangna, Bangkok, enrolled in the first semester of 1998 academic year. They were selected by simple random sampling and divided into two groups: the experimental group and control group with 30 students in each. The experimental group was taught through the inquiry method whereas the control group was taught through the teacher's manual method. It took each group 12 fifty minute periods with the same content: sequences. The Randomized control group pretest – posttest Design was used for this study. The data were analyzed through t – test Difference Score.

The Findings were as follows:

1. The mathematical achievement of the experimental group and the control group was significantly different at the 0.05 level.
2. The attitude toward mathematics of the experimental group and the control group was significantly different at the 0.01 level.
3. The mathematical creativity of the experimental group and the control group was significantly different at the 0.01 level.
4. The mathematical achievement of the experimental group before and after the treatment was significantly different at the 0.01 level.
5. The attitude toward mathematics of the experimental group before and after the treatment was significantly different at the 0.01 level.
6. The mathematical creativity of the experimental group before and after the treatment was significantly different at the 0.01 level.