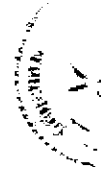


391.7

41767

7.3

การพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2



ปริญญานิพนธ์

ของ

นพพร แหยมแสง

27 ก.ย. 2544

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุซุฎบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา

มีนาคม 2544

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

B 11958

154641

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญาบัตรฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรได้รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขภูมบัณฑิต
สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยวดี วงษ์ใหญ่)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ ไชยสังข์)
..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ชูศักดิ์ ชัมภลิต)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยวดี วงษ์ใหญ่)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ ไชยสังข์)
..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ชูศักดิ์ ชัมภลิต)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมพล เล็กสกุล)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร. ปานทอง กุลนาถศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญาบัตรฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุขภูมบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
วันที่..... เดือน..... พ.ศ. 2544

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากการดูแลเอาใจใส่ให้ข้อชี้แนะอย่างดียิ่งในทุกๆ ขั้นตอน จากรองศาสตราจารย์ ดร. ปิยวดี วงษ์ใหญ่ ข้าพเจ้ามีความซาบซึ้งต่อความรัก ความเมตตา การดูแลเอาใจใส่จากท่าน มาโดยตลอด จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ ใคร่ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ ไชยสังข์ อาจารย์ ดร. ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต ที่คอยให้คำแนะนำมาโดยตลอดเช่นกัน นอกจากนี้ยังใคร่ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมพล เล็กสกุล และ อาจารย์ ดร. ปานทอง กุลนาถศิริ ที่ให้ข้อแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์ จนทำให้งานวิจัยดำเนินไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ยุพิน พิพิธกุล รองศาสตราจารย์ ดร. สิริพร ทิพย์คง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค ดร. ปานทอง กุลนาถศิริ ที่ให้ข้อชี้แนะและตรวจแก้เครื่องมือเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ท่านผู้บริหารโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง(ฝ่ายประถม) ที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้วิจัย ได้เข้าไปตรวจสอบประสิทธิภาพของบทเรียนในชั้นต้น และขอขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการโรงเรียน ผู้บริหารโรงเรียน และครูอาจารย์ ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร ได้แก่ โรงเรียนลาดปลาเค้า โรงเรียน บ้านบางกะปิ โรงเรียนมีนบุรี โรงเรียน ประภาสวิทยา โรงเรียนวัดเทพศิลา โรงเรียนวัดลาดบัวขาว โรงเรียนพิชัยพัฒนา โรงเรียนบ้านเกาะ และ โรงเรียนสุเหร่าวังใหญ่ ที่อำนวยความสะดวกในขั้นตอนของการพัฒนาเครื่องมือ และในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสภาพและปัญหา

ขอขอบคุณ อาจารย์บุปผา ลออมัทนะ และอาจารย์ณอมศรี พิมพ์สุวรรณ อาจารย์โรงเรียน บ้านบางกะปิที่ช่วยเหลือในการคัดเลือกนักเรียนตามคุณสมบัติต่างๆ และใคร่ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบางกะปิ และท่านผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการที่อำนวยความสะดวกในการให้ผู้วิจัยใช้โรงเรียนบ้านบางกะปิในการทดลอง

นอกจากนั้น ยังใคร่ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรณัฐ แหยมแสง ที่ช่วยเหลือให้ข้อเสนอแนะ ด้านเครื่องมือต่างๆ รองศาสตราจารย์ ดร.สันทนา สุธาดารัตน์ รองศาสตราจารย์ ดร.ธำรงสิน เจริญตระกูล ที่ช่วยชี้แนะด้านภาษา อาจารย์เยาวพรรณ ทิมทอง ที่ช่วยดูในเรื่องกิจกรรมการสอน รวมทั้งนักศึกษา วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่มีส่วนช่วยเหลือจนทำให้งานวิจัยนี้ สำเร็จลงได้

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	สมมติฐานของการวิจัย	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	3
	ขอบเขตของการวิจัย	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	สำนึกเกี่ยวกับจำนวน	10
	ความหมาย และ การพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน	10
	ความหมาย ความสัมพันธ์ และขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน	16
	เข้าใจความหมาย และผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ	22
	การอ้างอิงสำหรับปริมาณ และการวัด และการคิดคำนวณในใจ	27
	การประเมินผล	31
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสำนึกเกี่ยวกับจำนวน	33
	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนคณิตศาสตร์	42
	หลักและแนวคิดในการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน	48
3	การดำเนินการวิจัย	51
	ชั้นศึกษาสภาพและปัญหา	51
	ชั้นพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน	63
4	ผลการวิจัย	75
	สภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวน.....	75
	สภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.....	75
	ผลจากแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน.....	75
	ผลจากการสัมภาษณ์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2	84

สภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4	87
ผลจากแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน.....	87
ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	98
ผลการทดลอง	101
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	105
สรุปข้อมูลจากการศึกษาสภาพปัญหา	105
สรุปข้อมูลจากการสัมภาษณ์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสภาพและปัญหา	107
สรุปผลการทดลอง.....	107
สรุปผลการสัมภาษณ์เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง.....	108
อภิปรายผลการวิจัย.....	108
ข้อเสนอแนะในการการนำผลการวิจัยไปใช้.....	114
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป	115
บรรณานุกรม	117
ภาคผนวก	127
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	128
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการสอน	130
ภาคผนวก ค ตัวอย่างกิจกรรมและแบบฝึกหัด.....	148
ภาคผนวก ง ข้อแนะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับ	
จำนวน	161
ภาคผนวก จ	171
แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2	
แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	
แบบวัดพื้นฐานความรู้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2	
ภาคผนวก ฉ	213
ข้อมูลการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จากการเก็บรวบรวม	
ข้อมูลสภาพปัญหา	
ข้อมูลการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากการเก็บรวบรวม	

ข้อมูลสภาพปัญหา

ข้อมูลการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังการทดลอง

ประวัติย่อของผู้วิจัย 231

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงรูปแบบของข้อสอบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จุดประสงค์ที่ 7.....	53
2 แสดงรูปแบบของข้อสอบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จุดประสงค์ที่ 7.....	55
3 สรุปสภาพและปัญหาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	58
4 แนวทางแก้ไขสภาพและปัญหาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน	60
5 ตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของนักเรียนห้อง 6 และนักเรียนห้อง 8	72
6 ตรวจสอบคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลองของนักเรียนห้อง 6 และ นักเรียนห้อง 8	73
7 ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายด้านสำนึกเกี่ยวกับ จำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2	76
8 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องด้านความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.....	77
9 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องด้านการรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.....	78
10 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องด้านความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.....	79
11 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องด้านความเข้าใจความหมายของการ ดำเนินการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2	80
12 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องด้านการรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.....	81
13 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องของการใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์อ้างอิง ความเป็นไปได้ของการวัดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2	82
14 ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายด้าน สำนึก เกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	87
15 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องด้านความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	88

16	แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องด้านการรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	89
17	แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องด้านความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	91
18	แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องด้านความเข้าใจความหมายของการ ดำเนินการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	92
19	แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องด้านการรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	94
20	แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องของการใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์อ้างอิง ความเป็นไปได้ของการวัดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	96
21	ตารางแสดงการเปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน คะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง	101
22	เปรียบเทียบสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลัง การทดลอง	101
23	เปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ คะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลอง และหลังการทดลองของกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม.....	102
24	ตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม	102
25	ตารางแสดงเปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอบปลายภาคเรียน.....	103
26	ตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยมีคะแนนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็น ตัวแปรร่วม.....	103

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 บางตัวแบบสำหรับการบวก.....	22
2 บางตัวแบบสำหรับการลบ	23
3 บางตัวแบบสำหรับการคูณ	26
4 แบบบันทึกรายการเพื่อตรวจสอบเจตคติและความเชื่อ	33
5 แนววิธีการเรียน / การสอนค่าประจำหลัก.....	36

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของประเทศ แต่คุณภาพการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ของไทยที่ผ่านมายังอยู่ในขั้นที่ควรปรับปรุง ดังจะเห็นได้จากการประเมินคุณภาพการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในปี พ.ศ. 2531 2533 และ 2535 มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 50.32 58.56 และ 54.32 ตามลำดับ (กรมวิชาการ. 2538 : 43) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ และจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติครั้งที่ 3 (The Third International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ซึ่งดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านผลสัมฤทธิ์เมื่อ พ.ศ. 2538 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ของไทย ในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในลำดับที่ 17 จากจำนวน 24 ประเทศ โดยเด็กไทยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 444 คะแนน จากคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ 470 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ของประเทศไทย ในวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในลำดับที่ 22 จากจำนวน 26 ประเทศ โดยเด็กไทยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 490 คะแนน จากคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ 529 คะแนน (สุพร เหมเฮง. 2539 : 28 - 34)

จากข้อมูลเหล่านี้บ่งชี้ว่าคุณภาพการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของเด็กไทยอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นสูงต่อไปด้วย ดังปรากฏในเอกสารแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 ว่าความรู้ความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์ของเด็กมัธยมศึกษายังคงเป็นปัญหาสืบเนื่องมาจากชั้นประถมศึกษา (แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2540 - 2544 : 8) ซึ่งจากการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของกรมวิชาการ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในปีการศึกษา 2533 2535 และ 2536 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 39.98 , 42.42 และ 43.12 ตามลำดับ (กรมวิชาการ. 2538 : 24) ซึ่งอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำจากการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาของกรมวิชาการ ซึ่งวิเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยของหน่วยราชการ สถานศึกษา และวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ปริญญาตรี และดุษฎีบัณฑิตของสถาบันอุดมศึกษาทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ระหว่าง พ.ศ. 2525-2536 จำนวน 270 เรื่อง พบว่านักเรียนมีปัญหาในด้านทักษะพื้นฐานการคิดคำนวณ และปัญหาในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหา (กรมวิชาการ. 2538 : 31) ซึ่งปัญหาเหล่านี้เมื่อวิเคราะห์จะพบว่า ส่วน

ใหญ่เกิดขึ้นจากการขาดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน รวมไปถึงขาดความเข้าใจการบวก ลบ คูณ หาร และไม่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของ คำตอบต่าง ๆ ได้

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในประเทศต่าง ๆ ได้ให้ความสำคัญกับการปรับปรุงคุณภาพของคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ในสหรัฐอเมริกา สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (The National Council of Teachers of Mathematics) ได้ตั้งคณะทำงาน และออกเอกสาร Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics เผยแพร่ โดยมีเป้าประสงค์สำคัญของการปรับปรุงคุณภาพ ของการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และมีเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเอกสารดังกล่าวได้ระบุสำนึกเกี่ยวกับจำนวนเป็นหัวข้อหนึ่งในหลักสูตร (NCTM. 1989 :38) และยังได้ระบุว่าเด็กที่มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่ดีย่อมสามารถนำข้อความรู้จากความเข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของจำนวน และข้อความรู้ในเรื่องการดำเนินการต่าง ๆ ของจำนวนไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำนึกเกี่ยวกับจำนวนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญกับนักเรียนที่จะสามารถนำประสบการณ์ไปใช้กับชีวิตประจำวัน เป็นส่วนสำคัญยิ่งแขนงหนึ่งของคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา และเป็นพื้นฐานในการขยายข้อความรู้ในระดับสูงต่อไป แต่จากการประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ ครั้งที่ 3 (Mullis and others.1997 :47-48) ปรากฏว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของประเทศไทย มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านการวัด การประมาณ และสำนึกเกี่ยวกับจำนวน เป็นร้อยละ 35 ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ เป็นร้อยละ 45 แต่เมื่อได้มีการปรับค่าความยากของเนื้อหาแล้วปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยไม่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางด้านการวัด การประมาณ และสำนึกเกี่ยวกับจำนวน เป็นร้อยละ 44 ในขณะที่มีคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ เป็นร้อยละ 56 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากค่าเฉลี่ยของทั้งหมดภายหลังการปรับค่าความยากของเนื้อหาแล้ว ซึ่งเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนไทยค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับนานาชาติ จึงเห็นว่าเป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องศึกษาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนไทย ทั้งในแง่สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและการพัฒนาให้เกิดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนแก่ผู้เรียน ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาในระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นระดับที่มุ่งวางรากฐานความรู้ในด้านต่าง ๆ ที่จะนำไปเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้จะมุ่งพัฒนาลำนึกเกี่ยวกับจำนวนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 โดยอาศัยการศึกษาลักษณะและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้รู้สภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. ได้แนวการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน
3. ได้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ช่วยพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1
4. นำไปใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในชั้นอื่น ๆ

สมมติฐานของการวิจัย

1. กิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75
2. สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
3. สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน หลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สำนึกเกี่ยวกับจำนวนในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง การรับรู้ เกี่ยวกับจำนวนในหลาย ๆ ด้าน ดังต่อไปนี้

- 1.1 ความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน ทั้งด้านจำนวนเชิงการนับ (cardinal number) และจำนวนเชิงอันดับที่ (ordinal number)

1.2 การรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน (number relationships) เห็นความสัมพันธ์ของจำนวนนับในลักษณะการรวมจากส่วนย่อย (composition) เช่น 3 และ 5 หรือ 1 และ 7 รวมกันเป็น 8 หรือการแยกเป็นส่วนย่อย (decomposition) เช่น 8 อาจแยกเป็นส่วนย่อย 3 และ 5 หรือ 1 และ 7 แยก 645 เป็น 6 ร้อย 4สิบ และ 5 หน่วย หรือ 64สิบ และ 5 หน่วย

1.3 ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน (relative magnitudes of numbers) เช่น ความสามารถที่นักเรียน บอกได้ว่า จำนวนใดจำนวนหนึ่งมีขนาดใหญ่หรือเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับอีกจำนวนหนึ่ง นักเรียนจะเข้าใจได้ว่า 38 มีขนาดใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับ 6 แต่ 38 จะมีขนาดเล็ก เมื่อเปรียบเทียบกับ 95 และสามารถเปรียบเทียบจำนวนตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไปว่า จำนวนใดใกล้เคียงกับจำนวนที่กำหนดให้ เช่น 485 มีค่าใกล้เคียง 500 มากกว่า 548 รวมทั้งรู้จักเลือกใช้จำนวนใกล้เคียงเพื่อมาช่วยการคิดคำนวณในใจ

1.4 ความเข้าใจความหมายของการดำเนินการต่าง ๆ (meaning of operations) และสามารถตัดสินใจว่าจะใช้การดำเนินการแบบใดในการแก้โจทย์ปัญหา และสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการหาคำตอบได้

1.5 การรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการต่าง ๆ ของจำนวน (relative effect of operating on numbers) เช่น นักเรียนจะเข้าใจได้ว่า เมื่อนำ 3 ไปบวกกับ 5 จะมีผลลัพธ์มากกว่า 5 หรือเมื่อนำ 3 ไปลบออกจาก 5 จะมีผลลัพธ์น้อยกว่า 5 หรือ 4×5 มีค่ามากกว่า 3×5 อยู่ 5 หรือเข้าใจได้ว่า ในกรณี $5 + 3$, $5 - 3$, 5×3 ผลลัพธ์ใดจะมีค่ามากที่สุด และผลลัพธ์ใดจะมีค่าน้อยที่สุด

1.6 ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด (referents for measures of common objects and situations in their environment) เช่น จากคำกล่าวที่ว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สูง 5 เมตร นักเรียนควรทราบได้ว่าเป็นสิ่งที่ไม่สมเหตุสมผล หรือเป็นไปได้ที่ห้องเรียนขนาดเล็กจนนักเรียนได้ 1,500 คน เป็นต้น

1.7 ความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น (flexible mental computation) คือความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างหลากหลายในการหาคำตอบของการบวก การลบ หรือการคูณ เช่น นักเรียนอาจหาผลลัพธ์ของ $27 + 36$ โดยการคิดคำนวณในใจ โดยรวมจำนวนเต็มสิบเป็น 50 และรวมจำนวนเต็มที่ไม่ถึงสิบ ของ 7 และ 6 เป็น 13 แล้วหาผลบวกได้ 63 หรืออาจหาโดยนำ $27 + 30$ ได้ 57 แล้วบวกอีก 6 ได้ 63 หรือหาโดยวิธีอื่นๆ

2. กิจกรรมการเรียนการสอน ของการวิจัยนี้ หมายถึง กิจกรรมในชั้นเรียน โดยมีใบ

กิจกรรม ใบแบบฝึกหัด รวมทั้งอุปกรณ์ และสื่อต่างๆ ที่ใช้ ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนา
 สำนักเกี่ยวกับจำนวน ตามแผนการสอน และคู่มือข้อแนะนำ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3. การสอนเพื่อพัฒนาสำนักเกี่ยวกับจำนวนของการวิจัยนี้ หมายถึง การสอนที่ดำเนิน
 ตามกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย
 ของบราวเนล (Brownell) ที่เน้นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ และมีความหมาย ทฤษฎีพัฒนาการ
 ทางสติปัญญาของเพียเจท์ (Piaget) ที่ว่าวัยเด็กต้องได้รับประสบการณ์จากวัตถุปรธรรม หรือ
 ตัวแบบกายภาพ (physical model) และทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ที่เน้นว่า
 การเรียนเป็นกระบวนการที่ต้องลงมือกระทำ โดยการจัดกิจกรรมต้องเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กันใน
 สามระดับคือ ของจริง รูปภาพ และสัญลักษณ์ รวมทั้งยึดหลักทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
 (Constructivism) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ และหาแนววิถิตั้งที่เป็นของตนเองได้อย่าง
 ถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นการสอนจึงมุ่งใช้สื่อรูปธรรมที่หลากหลายในการจัดกิจกรรม ด้วยการให้
 นักเรียนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจจำนวนในแง่ของปริมาณ และเชื่อมโยงปริมาณ
 กับสัญลักษณ์ ตัวเลข และภาษา รวมทั้งความเข้าใจค่าประจำหลัก ความสัมพันธ์ของจำนวน
 สำหรับการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ เริ่มจากการให้นักเรียน
 ทำความเข้าใจปัญหาในชีวิตประจำวันง่าย ๆ จากสถานการณ์การบวก การลบ และการคูณ ใน
 รูปแบบต่าง ๆ ใช้คำถามปลายเปิด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนหาวิธีคิดของตนเอง ใช้กิจกรรมที่
 หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ เช่น กิจกรรม โดยใช้ตารางร้อย
 กิจกรรมที่ใช้พัฒนาความเข้าใจผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ เน้นความสมเหตุสมผลของคำตอบ
 ต่าง ๆ เช่น ตรวจสอบคำตอบโดยการประมาณ กิจกรรมการคะเนปริมาณ คำนวณน้ำหนัก หรือ
 คำนวณระยะทาง และการตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณ รวมทั้งการพัฒนาแนวคิดในการ
 สร้างเกณฑ์ในการตัดสินใจ เพื่อใช้ในการคะเนปริมาณ คำนวณน้ำหนัก หรือคำนวณระยะทาง ส่งเสริม
 ความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น ด้วยการอธิบายถึงวิธีคิดของนักเรียน เพื่อ
 ให้นักเรียนแต่ละคนหาแนวคิดที่มีประสิทธิภาพของตนเอง นอกจากนั้นการสอนจะเน้นการผสม
 ผสานหลาย ๆ ด้านของสำนักเกี่ยวกับจำนวนไปพร้อมๆ กัน โดยเน้นให้เด็กได้ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

4. การสอนตามปกติ หมายถึง การสอนที่ดำเนินไปตามแนวทางของหลักสูตรและหนังสือ
 เรียนและคู่มือครูของกระทรวงศึกษาธิการ ตามแผนการสอนที่โรงเรียนใช้อยู่ตามปกติ

5. แบบวัดสำนักเกี่ยวกับจำนวน เป็นแบบวัดที่สร้างตามกรอบของบทนิยามของสำนัก
 เกี่ยวกับจำนวน ในด้านความเข้าใจความหมายของจำนวน การรู้ความสัมพันธ์ของจำนวน รู้
 ขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน เข้าใจความหมายของการดำเนินการ รู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ

และการใช้เกณฑ์ในการอ้างอิงปริมาณและการวัด และความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น ซึ่งใช้วัดทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองสอน

6. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนตามเกณฑ์ 75/75 นั้น หมายถึงมีจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองทั้งหมด ได้ผลรวมของคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างการทดลอง ซึ่งได้แก่คะแนนที่ได้จาก ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด และแบบทดสอบย่อย รวมกับคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มทั้งหมด ทั้งนี้ใช้คะแนนจากการสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลองเป็นอัตราส่วน 30% ของคะแนนทั้งหมด

ขอบเขตของการวิจัย

1. การพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนเป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลาในการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตลอดหลักสูตรของการศึกษาในโรงเรียน แต่ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนในเวลา 1 ภาคเรียน ซึ่งข้อจำกัดของเวลาอาจทำให้การพัฒนาดังกล่าวพัฒนาได้เพียงระดับหนึ่งเท่านั้น การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาและพัฒนานักเรียนในด้านความเข้าใจความหมาย ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของจำนวน ขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน เข้าใจความหมายและผลสัมพัทธ์ของการบวก การลบ และการคูณ ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด และความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ใช้เวลาในการทดลอง 1 ภาคเรียน คือ ประมาณ 220 คาบ คาบละ 20 นาที ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543

3. ขอบเขตของเนื้อหา การวิจัยครั้งนี้ใช้ขอบเขตของเนื้อหาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และหนังสือเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาในเรื่อง จำนวนไม่เกิน 1,000 การบวกมีผลลัพธ์ไม่เกิน 1,000 มีการทดเพียงหลักเดียวคือจากหลักหน่วยไปหลักสิบหรือจากหลักสิบไปหลักร้อย การลบจำนวนสองจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 1,000 มีการกระจายเพียงหลักเดียวคือจากหลักร้อยไปหลักสิบหรือจากหลักสิบไปหลักหน่วย การคูณ การหาผลคูณของจำนวนที่มีหลักเดียวกับจำนวนที่มีหลักเดียว การวัดความยาวโดยใช้เครื่องมือมาตรฐานและหน่วยเป็นเซนติเมตร และเมตร การเปรียบเทียบความยาว การคะแนนความยาว และระยะทางสั้น ๆ โดยใช้สายตาแล้วเทียบกับหน่วย

มาตรฐาน การชั่งโดยใช้เครื่องชั่งมาตรฐาน และใช้หน่วยเป็นกรัม กิโลกรัม และขีด การเปรียบเทียบน้ำหนัก การคะแนนน้ำหนัก โดยยกสิ่งชั่งแล้วเทียบกับหน่วยมาตรฐาน

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น

4.1.1 การสอนเพื่อพัฒนาลำบากเกี่ยวกับจำนวน

4.1.2 การสอนตามปกติ

4.2 ตัวแปรตาม

คะแนนลำบากเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน และผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาสภาพและปัญหาด้านลำบากเกี่ยวกับจำนวน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2542 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร ส่วนประชากรที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ซึ่งโรงเรียนจำแนกเป็น 3 ขนาด ตามจำนวนของนักเรียน ดังนี้ (กองวิชาการ สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร. 2541 :1-31)

โรงเรียนขนาดเล็ก คือ โรงเรียนที่มีนักเรียนไม่เกิน 400 คน มี 165 โรง มีนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 ทั้งสิ้น 8,710 คน และมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งสิ้น 4,889 คน

โรงเรียนขนาดกลาง คือ โรงเรียนที่มีนักเรียนตั้งแต่ 401 - 800 คน มี 141 โรง มีนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 ทั้งสิ้น 11,526 คน และมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งสิ้น 10,288 คน

โรงเรียนขนาดใหญ่ คือ โรงเรียนที่มีนักเรียนตั้งแต่ 801 คนขึ้นไป มี 118 โรง มีนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 ทั้งสิ้น 21,145 คน และมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งสิ้น 20,614 คน

5.2 กลุ่มตัวอย่างของการศึกษาสภาพและปัญหา สุ่มนักเรียนจากโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร โดยมีขั้นตอนการสุ่ม ดังนี้

- 1) สุ่มโรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดละ 2 โรง
- 2) สุ่มห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนขนาดเล็ก และ โรงเรียนขนาดกลาง โรงละ 1 ห้องเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่ โรงละ 2 ห้องเรียน แล้วสุ่มนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 2 จากห้องที่สุ่มได้ให้ได้นักเรียน ตามสัดส่วนจำนวนนักเรียนของโรงเรียนแต่ละขนาด รวมนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 289 คน

3) สุ่มห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนขนาดกลาง โรงเรียน 1 ห้องเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียน 2 ห้องเรียน แล้วสุมนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากห้องที่สุ่มได้ ตามสัดส่วนจำนวนนักเรียนของโรงเรียนแต่ละขนาด รวมนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 245 คน

5.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนบ้านบางกะปิ สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 35 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 38 คน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 สำนึกเกี่ยวกับจำนวน

1.1 ความหมายและการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

1.1.1 ความหมายของสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

1.1.2 การพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

1.2 ความหมาย ความสัมพันธ์ และขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน

1.2.1 ความหมายของจำนวน

1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน

1.2.3 ขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน

1.3 ความหมายและผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ

1.3.1 ความหมายของการบวกและการลบ

1.3.2 ความหมายของการคูณและการหาร

1.3.3 ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการของจำนวน

1.4 การอ้างอิงสำหรับปริมาณและการวัด และการคิดคำนวณในใจ

1.4.1 การอ้างอิงสำหรับปริมาณและการวัด

1.4.2 การคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น

1.5 การประเมินผล

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

ตอนที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 หลักและแนวคิดในการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

ตอนที่ 1 สำนึกเกี่ยวกับจำนวน

1.1 ความหมายและการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

1.1.1 ความหมายของสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

เฮาเดน (Howden. 1989 : 11) กล่าวว่าสำนึกเกี่ยวกับจำนวนสามารถอธิบายในแง่ของการมีสหัชญาณที่ดีเกี่ยวกับจำนวนและความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ซึ่งการพัฒนาเกี่ยวกับจำนวนจะเป็นไปอย่างช้า ๆ อันเป็นผลมาจากการสำรวจจำนวนต่าง ๆ การได้เห็นจำนวนในบริบทต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของจำนวนในวิถีทางที่มีได้จำกัดโดยขั้นตอนวิธีการคิดคำนวณแบบที่ใช้สืบต่อกันมา

โฮป (Hope. 1989 : 12) กล่าวว่า สำนึกเกี่ยวกับจำนวนอาจหมายถึงความรู้สึกเกี่ยวกับจำนวน การใช้และการตีความจำนวนอย่างหลากหลาย ความซาบซึ้งกับระดับต่าง ๆ ของความถูกต้องในการคิดคำนวณ ตลอดจนการใช้ตัวเลข เพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง สำนึกเกี่ยวกับจำนวนยังหมายรวมถึงความสามารถที่จะประมาณค่าอย่างสมเหตุสมผล การจัดความผิดพลาดทางเลขคณิต ความสามารถเลือกกระบวนการในการคำนวณอย่างมีประสิทธิภาพและสังเกตเห็นแบบรูปของจำนวนต่าง ๆ ได้

รีส์ และคณะ (Reys and others. 1992 : 74) เห็นว่า สำนึกเกี่ยวกับจำนวนเป็นความรู้สึกเชิงสหัชญาณสำหรับจำนวน การใช้จำนวน และการตีความจำนวนได้อย่างหลากหลาย รวมถึงความสามารถในการคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด และจดจำได้ถึงผลสัมพัทธ์ที่สมเหตุสมผล คนที่มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวน จะสามารถเข้าใจและใช้จำนวนอย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวัน

เบอร์ตัน (Burton. 1994 : 1) กล่าวว่านักเรียนที่มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนจะเข้าใจ ความหมายของจำนวนและการดำเนินการของจำนวน สามารถอภิปรายหน่วยของขนาด มีความคล่องตัวที่จะนำมาใช้ในการวัด และมีความรับรู้เชิงสหัชญาณเมื่อคำตอบไม่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ เข้าใจได้อย่างถูกต้องถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน และรู้ว่าจะหาข้อมูลในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teacher of Mathematics หรือ NCTM) ได้เผยแพร่เอกสาร Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics (1989 : 38) โดยกล่าวถึงเด็กที่มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่ดีจะต้อง

- มีความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับความหมายของจำนวนต่าง ๆ
- รับรู้ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ระหว่างจำนวน
- เข้าใจได้ถึงขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนต่าง ๆ

- ผลสัมพัทธ์ต่าง ๆ ของการดำเนินการของจำนวน
- พัฒนาความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด

ทอมป์สัน และรัธเมลล์ (Thompson and Rathmell, 1989 : 2 - 3) กล่าวว่า สำนึกเกี่ยวกับจำนวนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความเข้าใจต่อไปนี้ คือ

1) ความหมายของจำนวน และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของจำนวน กล่าวคือ ความเข้าใจนี้จะพัฒนาดังแต่เบื้องต้นของการนับ ขยายสู่ความเข้าใจค่าประจำหลักของจำนวนที่มีค่ามากและของทศนิยม รวมทั้งของเศษส่วน นอกจากนั้นนักเรียนที่มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนด้านการรวม และการแยกจำนวนออกจากกัน เช่น นักเรียนรู้ว่า 5 สามารถรวมได้จาก 4 กับ 1 หรือ 2 กับ 3 และ 75 สามารถรวมได้จาก 25 กับ 50 735 สามารถแยกเป็น 7 ร้อย 3 ลิบ และ 5 หน่วย หรือ 73 ลิบ กับ 5 หน่วย นักเรียนสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนที่เท่ากัน และทศนิยมที่เท่ากัน

2) ขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน เช่น นักเรียนจะเข้าใจว่า 29 มีค่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับ 5 แต่มีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับ 90 และ 486 มีค่าใกล้เคียง 500 มากกว่า 562 นักเรียนสามารถบอกได้ว่า ทศนิยม 0.4937501 บนเครื่องคำนวณมีค่าใกล้เคียง 0 หรือ 1 หรือ 2 มากกว่ากัน และรู้ว่า 9.8364483 มีค่าใกล้เคียง 10 นอกจากนั้นผู้ประมาณที่ดีจะรู้ว่าควรใช้จำนวนใกล้เคียงจำนวนใดมาใช้ในการคิดคำนวณในใจ

3) ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการต่าง ๆ ของจำนวน ประกอบด้วย การรู้ผลของการใช้จำนวนหนึ่งไปดำเนินการ กับจำนวนอื่น ๆ ยกตัวอย่าง เมื่อจำนวนบวกที่น้อยกว่า 1 ใช้เป็นตัวคูณของจำนวนบวกอื่น ๆ ผลคูณจะน้อยกว่าจำนวนบวกอื่น ๆ นั้น และเมื่อตัวคูณมากกว่า 1 ผลคูณจะมากกว่าจำนวนบวกอื่น ๆ นั้น เมื่อนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนและผลสัมพัทธ์ของการใช้เป็นตัวดำเนินการ นักเรียนก็จะเข้าใจได้ว่า ผลคูณของ 2.946 และ 31 มีค่าประมาณ 3 เท่าของ 30 หรือ 2 ของ 118 มีค่าประมาณ 50 เพราะว่ามัน

5

น้อยกว่า 1 ของ 118 เล็กน้อย

2

4) การอ้างอิงสำหรับปริมาณและการวัด เช่น การใช้จำนวนต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน นักเรียนควรจะเรียนรู้ว่า ไม่สมเหตุผลผลที่เด็กจะสูง 10 เมตร หรือชั้นเรียนจะจุเด็กได้ 3,154

คน หรือสุนัขหนัก 564 ปอนด์ ประสบการณ์เกี่ยวกับจำนวน จะช่วยให้เด็กพัฒนาการอ้างอิงที่สมเหตุสมผล สำหรับปริมาณและการวัดในสถานการณ์ชีวิตประจำวัน

กรีน (Greeno. 1991 :170 - 173) กล่าวถึงสำนึกเกี่ยวกับจำนวนว่าเป็นความสามารถ พลิกแพลงที่ประกอบด้วย

1) การคิดคำนวณในใจอย่างเหมาะสม

รูปแบบหนึ่งของสำนึกเกี่ยวกับจำนวนจะเกี่ยวข้องกับการจัดกลุ่มใหม่ของจำนวน ในการคิดคำนวณในใจ เช่น 25×48 เปลี่ยนเป็น $\frac{100}{4} \times 48$ และจะได้ 100×12 ซึ่งจะได้คำตอบเป็น 1200

2) การประมาณค่า

สิ่งสำคัญของสำนึกเกี่ยวกับจำนวนจะเกี่ยวข้องกับการรู้จักการประมาณค่าของการคิดคำนวณ เช่น ปัญหา $\frac{347}{43} \times 6$ นักเรียนระดับ 7 กล่าวว่า เป็นสิ่งที่ง่ายมาก โดยนำ 6 ไปหาร 43 ก่อน ซึ่งมีค่าประมาณ 7 ดังนั้น $\frac{347}{7}$ มีค่าประมาณ 50

3) การตัดสินใจเกี่ยวกับปริมาณโดยอาศัยการอ้างอิงเหตุผล

บางครั้ง ในการให้เหตุผล จะแสดงถึงการใช้สำนึกเกี่ยวกับจำนวน เมื่อต้องการหาปริมาณ เช่น จากการศึกษาโดย มัวร์ (Greeno. 1991 :170 – 173; citing Moore. 1987) เกี่ยวกับปัญหา ที่ว่า “จำนวนใบไม้ร่วงในฤดูใบไม้ร่วงในทวีปอเมริกาเหนือมากเท่าใดในแต่ละปี” ผู้แก้ปัญหาคนหนึ่งอ้างอิงการประมาณพื้นที่ของสหรัฐอเมริกาจากการประมาณขนาดของรัฐมิชิแกนที่เธอคุ้นเคย โดยตั้งสมมติฐานว่า มิชิแกนมีพื้นที่เท่ากับค่าเฉลี่ยของพื้นที่ของรัฐต่าง ๆ โดยประมาณ แล้วคูณพื้นที่ของสหรัฐอเมริกาด้วยสอง ซึ่งจะได้พื้นที่ซึ่งรวมแคนาดาและเม็กซิโกด้วย และเธอหาจำนวนของต้นไม้โดยประมาณระยะระหว่างต้นไม้ในป่าที่เธอคุ้นเคย แล้วเธอดูคิดว่าพื้นที่ที่มีต้นไม้อยู่เป็นเศษส่วนเท่าใดของพื้นที่ทั้งหมด โดยตัดพื้นที่ส่วนที่เป็นน้ำ และพื้นที่ซึ่งไม่มีต้นไม้ ออก คำนวณจำนวนของต้นไม้ต่อตารางไมล์คูณด้วยพื้นที่โดยประมาณและอ้างอิงถึงจำนวนของใบไม้ของต้นไม้แต่ละต้น จากการประมาณจำนวนกิ่งไม้แต่ละต้นและจำนวนใบในแต่ละกิ่ง และสุดท้ายอ้างอิงถึงผลรวมของจำนวนใบไม้ซึ่งเป็นผลคูณของจำนวนใบไม้แต่ละต้น และจำนวนต้นไม้

ชาวเดอร์ (Sowder. 1992 : 381) กล่าวถึงสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่ได้นอกจาก 5 ข้อ ตามเอกสาร Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics (NCTM 1989) แล้ว สำนึกเกี่ยวกับจำนวนยังรวมถึงความสามารถในแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม นอก

จากนั้น เรสเน็ค (Sowder. 1992 : 381 ; citing Resnick. 1989 : 35-39) มีความเห็นว่าสำนึกเกี่ยวกับจำนวนเป็นกระบวนการคิดขั้นสูง (higher order thinking)

จากข้อเสนอของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา และของนักคณิตศาสตร์ศึกษาหลายท่าน ในด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวน สรุปได้ว่า สำนึกเกี่ยวกับจำนวน หมายถึง สหัชญาณเกี่ยวกับจำนวนในหลาย ๆ ด้าน คือ ความเข้าใจความหมายของจำนวน รู้ความสัมพันธ์ของจำนวน เข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน รู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการต่าง ๆ ของจำนวน พัฒนาความสามารถในการวัดและการอ้างอิง รวมทั้งเข้าใจความหมายของการดำเนินการ ความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

1.1.2 การพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

จากความหมายของสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่กล่าวแล้ว จะเห็นได้ว่าสำนึกเกี่ยวกับจำนวนเป็นคุณลักษณะที่ควรได้รับการส่งเสริม นักคณิตศาสตร์ศึกษา ได้กล่าวถึงความสำคัญ และการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนไว้อย่างหลากหลาย พอสรุปได้ ดังนี้

โฮป (Hope. 1989 : 12) กล่าวว่าในการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ครูจะต้องสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมในชั้นเรียน การพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนอย่างมีความหมายจะมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องคือ (1) การคิดคำนวณ (2) การวัด (3) การประมาณ โดยโฮปเห็นว่า การคิดคำนวณจะต้องเกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ได้จริง ไม่ว่าจะเป็นการคิดคำนวณด้วยกระดาษ และดินสอ หรือการคิดคำนวณในใจ นักเรียนควรคิดคำนวณเพื่อจุดประสงค์ของการแก้ปัญหาจากการนำไปใช้ได้จริง

เฮาเดน (Howden. 1989 : 6 – 8) กล่าวถึงการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนว่า การที่เด็กได้มีประสบการณ์จากสื่อรูปธรรมจะช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ เช่น 7×8 ว่าเหมือนกับ 6×8 รวมกับ 8 และเห็นได้ว่า 9 เท่าของ 6 คือ 10 เท่าของ 6 ลบด้วย 6 หรือมองเห็นว่า 3×24 คือ $(3 \times 20) + (3 \times 4)$ ซึ่งความสามารถที่จะเห็นความสัมพันธ์ของจำนวนในรูปแบบต่าง ๆ เป็นทักษะที่เป็นประโยชน์มากในการศึกษาคณิตศาสตร์ในภายหลัง เช่น จากตัวอย่างข้างต้น เป็นตัวอย่างเฉพาะของการแจกแจง ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของการประมาณค่าและการคิดคำนวณในใจ นอกจากนั้น เฮาเดนยังกล่าวอีกว่า เด็กระดับประถมศึกษาจะมีธรรมชาติใคร่รู้ใคร่เห็นเหมาะสมที่จะพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน การใช้สื่อรูปธรรมจะช่วยให้เด็กสามารถสำรวจความคิดเชิงตัวเลข เช่น มากกว่า น้อยกว่า การจัดกลุ่ม การรวมเข้าด้วยกัน การแยกออกจากกัน วิธีทางต่าง ๆ ของการสร้างรูปแบบจากจำนวนเดียวกัน

เอกสาร Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics (NCTM. 1989 : 38) กล่าวถึงการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนว่า เด็กจำเป็นต้องเข้าใจจำนวน เพราะเด็กจำเป็นต้องใช้จำนวนเพื่อบอกปริมาณ บอกตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ ใช้สำหรับเรียกชื่อ และการวัด การเข้าใจความหมายของจำนวน ซึ่งรวมถึงการเข้าใจค่าประจำหลักนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการใช้จำนวน และการคิดคำนวณ และเด็กจะต้องเข้าใจจำนวนอย่างมีความหมายไปตามลำดับ ในการส่งเสริมความเข้าใจเหล่านี้ ครูจะต้องจัดประสบการณ์ในเบื้องต้น โดยให้เด็กได้ทำกิจกรรม โดยใช้วัตถุรูปธรรมต่าง ๆ และให้เด็กได้ใช้ภาษาของเขาเองในการอธิบายความคิดต่าง ๆ ส่งเสริมให้เด็กสร้างความหมายของจำนวนด้วยตนเอง ทำงานเกี่ยวกับสัญลักษณ์จำนวนที่มีความหมาย เชื่อมโยงกับสื่อรูปธรรม มุ่งเน้นการสำรวจจำนวนที่สามารถสร้างและขยายความสัมพันธ์ของจำนวน และช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงโลกของเขา และโลกของคณิตศาสตร์

รีส์ และคณะ มีความเห็นเช่นเดียวกับเอกสาร Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics โดยที่รีส์ และคณะ (Reys and others. 1992 : 74 – 75) เห็นว่า สำนึกเกี่ยวกับจำนวนเป็นสิ่งที่นักเรียนจำเป็นต้องพัฒนาอย่างมีความหมาย เพื่อให้เด็กสามารถใช้จำนวนอย่างมีประสิทธิภาพทั้งในและนอกโรงเรียน การช่วยให้นักเรียนพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน จะต้องจัดรูปแบบที่เหมาะสม ใช้คำถามเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับจำนวน และสร้างสภาพแวดล้อมของห้องเรียนที่เอื้อต่อการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน เช่น การใช้คำถาม “จำนวน 5 ในความหมายของเด็ก หมายถึงอะไรบ้าง” ซึ่งคำตอบที่ได้อาจหมายถึงหลายสิ่งหลายอย่าง เช่น หมายถึงอายุปัจจุบัน อายุในปีต่อไปของเขา หรืออาจหมายถึงอายุของเขาในขณะที่เริ่มต้นเข้าโรงเรียนอนุบาล

เบอร์ตัน (Burton. 1994 : 1- 2) กล่าวว่าการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนเริ่มต้นอย่างไม่เป็นทางการก่อนที่เด็กจะเข้าโรงเรียน เมื่อเด็กเข้าโรงเรียน เด็กจะมีสำนึกบางอย่างเกี่ยวกับจำนวนต่อไป ทั้งจากประสบการณ์ภายนอกโรงเรียนและประสบการณ์จากภายในโรงเรียน นักเรียนจะมีประสบการณ์จากการใช้จำนวนในวิถีทางต่างๆ ในชีวิตประจำวันครูจะต้องหาโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจความสัมพันธ์ของจำนวน โดยใช้สื่อชนิดต่าง ๆ และส่งเสริมการอภิปรายเกี่ยวกับมโนคติเหล่านั้น

เบอร์น (Burn. 1997 : 49 - 54) ได้เสนอวิธีสร้างสำนึกเกี่ยวกับจำนวนไว้ 7 ประการ คือ

- 1) เชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในโรงเรียนกับประสบการณ์ในโลกจริง โดยเสนอสถานการณ์ ปัญหาที่สัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ว่าจำนวนเป็นสิ่งมีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหา เนื่องจากสำนึกเกี่ยวกับจำนวนจะพัฒนาตลอด

เวลา นักเรียนจำเป็นต้องมีโอกาสนอย่างสม่ำเสมอที่จะให้เหตุผล และฟังผู้อื่นอธิบายความคิดของเขา

2) หาวิธีคิดคำนวณที่หลากหลาย เนื่องจากวิธีคิดเพียงวิธีเดียวในชั้นเรียนจะไม่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะคิดอย่างยืดหยุ่น และพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

3) ถามคำถามเพื่อให้นักเรียนคิดคำนวณในใจ เนื่องจากเราจำเป็นต้องคิดคำนวณในใจในสถานการณ์ต่าง ๆ อยู่เป็นประจำ เช่น ในภัตตาคาร หรือในการเลือกซื้อสินค้า เนื่องจากมีเงินอยู่จำกัด

4) ส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงยุทธวิธีในการคิดคำนวณ การส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายเหตุผล จะช่วยให้นักเรียนขยายความคิด และเกิดการหยั่งเห็นว่าพวกเขาคิดอย่างไร

5) การประมาณ การพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนอาจอาศัยการประมาณจากสถานการณ์ปัญหา

6) ถามคำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผล สิ่งสำคัญของการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนคือ ถามคำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดอย่างสม่ำเสมอ มิใช่ถามเฉพาะตอนที่นักเรียนทำผิด ลักษณะของคำถาม เช่น "ทำไมจึงคิดเช่นนั้น" "บอกเหตุผลอื่น ๆ อีกซิ" และอื่น ๆ

7) ต้องใช้กิจกรรมการวัดที่หลากหลาย ปัญหาเกี่ยวกับการวัดจะช่วยสร้างสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน เพราะนักเรียนจะสามารถตรวจสอบการประมาณและการคำนวณโดยการวัดจริง หาวิธีที่จะตรวจสอบความคิดของเขากับสื่อกายภาพมากกว่าที่จะฟังคำตอบจากครู หรือคำตอบจากหนังสือ ส่งเสริมให้เด็กกล้าเสี่ยง และพยายามหาหนทางใหม่ ตัวอย่างกิจกรรม เช่น ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนเพื่อร่วมกันสำรวจความยาวของวัตถุต่าง ๆ ด้วยแท่งลูกบาศก์เป็นหน่วยการวัด ให้เด็กใช้การประมาณก่อน แล้วจึงใช้การวัดจริง

ชาวเดอร์ (Chesney and Biddulph. 1994 : 7 – 10 ; citing Sowder.1992 : 18 – 19) ได้เสนอความสามารถ 9 ประการ ของผู้มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวน คือ

1) ความสามารถในการจัดรูปใหม่ เพื่อความสะดวกในการคิดคำนวณ เช่น เด็กอาจคิดว่า 12×15 สามารถคิดคำนวณได้จาก 6×30 หรือ 12×25 สามารถคำนวณจาก หนึ่งในสี่ของผลคูณของ 12 และ 100 เนื่องจาก 25 คือ $100/4$

2) ความสามารถที่จะจดจำได้ถึงขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน ยกตัวอย่าง การรู้ว่า $1/3$ มากกว่า $1/4$ รู้ว่า ผลต่างระหว่าง 3 และ 5 เหมือนกับผลต่างระหว่าง 123 และ 125

3) ความสามารถที่เกี่ยวกับขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน เช่น นักเรียนตระหนักแก่ใจได้ว่า

เขาไม่สามารถหยิบเหรียญ 200 อัน ได้ในครั้งเดียว หรือจะต้องใช้รถบรรทุกจำนวนมากมายเพื่อบรรทุกแกะหนึ่งล้านตัว

4) ความสามารถที่จะใช้เกณฑ์อ้างอิง เช่น 1 เป็นเกณฑ์อ้างอิง ทำให้รับทราบ ว่า ผลบวกของ 7 และ 9 ควรน้อยกว่าสอง เพราะเศษส่วนแต่ละตัวมีค่าน้อยกว่าหนึ่ง

8 10

5) ความสามารถที่จะเชื่อมโยงจำนวน การดำเนินการ และความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์อย่างมีความหมาย เช่นรู้ว่า $365 \div 0.69$ จะมีผลลัพธ์มากกว่า 365 หรือผลต่างระหว่าง 6.00 ดอลลาร์ และ 2.85 ดอลลาร์ อาจคิดได้จาก นำ 2 ดอลลาร์ ออกจาก 6 ดอลลาร์ เหลือ 4 ดอลลาร์ และเมื่อนำออกไปอีก 85 เซนต์ จึงเหลือ 3 ดอลลาร์ กับ 15 เซนต์

6) ความสามารถที่จะเข้าใจผลของการดำเนินการของจำนวน เช่น นักเรียนรู้ว่าผลต่างระหว่าง 289 และ 348 คือ 59 ดังนั้น ผลต่างระหว่าง 289 และ 358 คือ 69

7) ความสามารถที่จะสร้างยุทธวิธีคิดคำนวณในใจ เช่น การหาผลต่างระหว่าง 28 และ 65 โดยคิดจาก 30 และ 67

8) ความสามารถที่จะใช้จำนวนได้อย่างยืดหยุ่น เพื่อประมาณคำตอบในการคิดคำนวณ และจดจำได้ เมื่อใช้การประมาณได้อย่างเหมาะสม เช่น บอกได้ว่าผลบวกของเลขสองหลักสองจำนวนนั้นมีค่ามากกว่า หรือน้อยกว่า 100 และสามารถอธิบายเหตุผลได้ด้วย

9) ความสามารถในการพัฒนาความเข้าใจอย่างแจ่มชัดเกี่ยวกับจำนวน นักเรียนที่มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนจะเชื่อว่าคณิตศาสตร์นั้นมีความหมาย และนักเรียนสามารถจะพัฒนาความหมายนั้นได้จากการทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับตัวเลข

จากข้อเสนอของนักคณิตศาสตร์ศึกษาดังที่กล่าวแล้ว สรุปได้ว่า ในการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน จะต้องสร้างสภาพแวดล้อมของห้องเรียนให้เหมาะสม ใช้คำถามเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับจำนวน ใช้สื่อรูปธรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนได้สำรวจจำนวน และให้เด็กได้ใช้ภาษาของเขาเองในการอธิบายความคิดต่าง ๆ ส่งเสริมให้เด็กสร้างความหมายของจำนวน และพัฒนาให้เด็กเข้าใจความหมายของจำนวนไปตามลำดับ ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดเพิ่มเติม โดยจำแนกเป็นหัวข้อดังนี้

1.2 ความหมาย ความสัมพันธ์ และขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน

1.2.1 ความหมายของจำนวน

ในการสอนความหมายของจำนวน จำเป็นต้องพัฒนาให้นักเรียนเกิดความเข้าใจความหมายของ จำนวนทั้งเชิงการนับ และเชิงอันดับที่ เอกสาร Curriculum and Evaluation

Standard for School Mathematics (NCTM, 1989 : 39) ก็ได้ระบุถึงการพัฒนาความหมายของจำนวน ทั้งจำนวนเชิงการนับ (cardinal number) และจำนวนเชิงอันดับที่ (ordinal number) ซึ่งรีส์ และคณะ (Reys and others, 1992 : 89 - 90) กล่าวว่า ในการพัฒนาจำนวน การให้เด็กบอกจำนวนสิ่งของจากเซตที่กำหนดจำนวนในลักษณะนี้คือ จำนวนเชิงการนับ ซึ่งใช้ตอบคำถาม “มากเท่าใด” จำนวนอีกชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับจัดสิ่งของตามลำดับ คือ จำนวนเชิงอันดับที่ ซึ่งใช้ตอบคำถาม “อันไหน” การกล่าวถึงจำนวนเชิงอันดับที่ อาจขึ้นอยู่กับเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น ขนาด เวลา อายุ หรือตำแหน่งในการแข่งขัน งานวิจัย บ่งชี้ว่าเด็กจำนวนมากรู้จักจำนวนเชิงอันดับที่ เช่น ที่หนึ่ง ที่สอง และที่สาม ก่อนที่จะเข้าโรงเรียน รีส์และคณะ กล่าวว่าในการพัฒนามโนคติเกี่ยวกับจำนวนขั้นต้น จะต้องจัดให้นักเรียนได้เรียนทั้งจำนวนเชิงการนับ และจำนวนเชิงอันดับที่ โดยไม่ต้องให้นักเรียนบอกความแตกต่างระหว่างจำนวนทั้งสอง แต่จะเป็นการใช้จำนวนอย่างไม่เป็นทางการ เช่น โดยการตั้งคำถามว่า

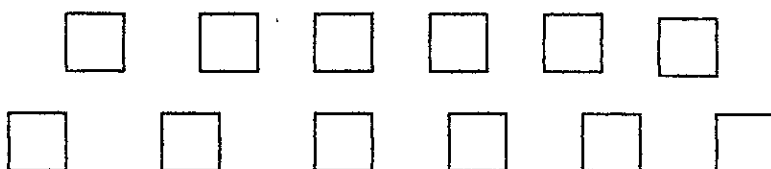
“มีบัตรแสดงจุดกี่แผ่นบนกระดาน?”

“บัตรแสดงจุดแผ่นไหน คือ แผ่นที่สาม?”

คำถามที่สองจะช่วยให้เด็กคิดว่าจะเริ่มต้นจากตรงไหน ซึ่งมักจะเกิดความสับสนว่าจะนับจากขวาไปซ้าย หรือจากซ้ายไปขวา คำถามเช่นนี้จะทำให้เกิดความนึกคิดในเรื่องของลำดับ

ในการสอนคณิตศาสตร์ เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps, 1994 : 232) เห็นว่า ถ้าเด็กยังมีความยุ่งยากในการอนุรักษ์ (conserving) จำนวน ครูจะต้องจัดกิจกรรมส่งเสริมสิ่งเหล่านี้ รีส์และคณะ (Reys and others, 1992 : 81 - 82) กล่าวว่าปรากฏการณ์ของการอนุรักษ์สะท้อนให้เห็นว่าเด็กคิดอย่างไร ซึ่งการรับรู้ของเด็กจะส่งผลต่อการพัฒนาจำนวนและการนับในเบื้องต้น

ตัวอย่าง ครูให้นักเรียนดูรูป เมื่อนักเรียนนับ นักเรียนจะตอบได้ว่าแถวบนมีจำนวนหก และแถวล่างมีจำนวนหก



แต่ในกรณีนี้เด็กยังคงเห็นแถวล่างมากกว่าแถวบน แสดงว่าเด็กคิดเกี่ยวกับจำนวนแปรเปลี่ยนไป ขึ้นอยู่กับการจัดรูป จากงานวิจัยของเพียเจท์ และคนอื่น ๆ พบว่า เด็กก่อนอายุ 5 หรือ 6 ปี

ยังมีปัญหาการอนุรักษ์จำนวน รีส์และคณะกล่าวว่า เด็กจำนวนมากในชั้นอนุบาล ประถมศึกษาปีที่หนึ่ง ประถมศึกษาปีที่สอง และบางครั้งในระดับสูง ยังมีปัญหาเรื่องการอนุรักษ์จำนวน

ในกรณีที่พบว่า เด็กยังมีปัญหาการอนุรักษ์จำนวน ครูจะต้องจัดกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์จำนวนของเด็ก เช่น ใช้เครื่องฉายข้ามศีรษะแสดงการจัดวางรูปภาพ 5 รูป ในลักษณะต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนรับรู้จำนวนดังกล่าว คือจำนวนเดียวกัน และจะต้องจัดกิจกรรมในลักษณะเดียวกันนี้ให้มากพอ

ในการฝึกหัดการนับ ควรจัดกิจกรรมให้เด็กคุ้นเคยกับการนับเพิ่ม นับลด และนับข้าม เช่น นับเพิ่มด้วยสถานการณ์ กิจกรรม และสื่อที่หลากหลาย โดย อาจทำกิจกรรมจากตารางร้อย หรือ กิจกรรมปฏิทิน การฝึกหัดการนับเพิ่ม นับลด หรือนับข้าม จะนำไปสู่การค้นพบรูปแบบต่าง ๆ ซึ่ง รีส์และคณะ (Reys and others. 1992 : 79) กล่าวว่า การจัดรูปแบบ ในขั้นต้น จะช่วยให้เด็กมีพัฒนาการด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวน และในภายหลังจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนายุทธวิธีการคิด

นักคณิตศาสตร์ศึกษา ต่างให้ความสำคัญกับความเข้าใจค่าประจำหลัก และในด้านความเข้าใจค่าประจำหลักนั้น มีความเห็นสอดคล้องกัน คือในการพัฒนาความเข้าใจค่าประจำหลักในเบื้องต้น ต้องพัฒนาความเชื่อมโยงจากสื่อรูปธรรม ไปสู่การเรียกชื่อและสัญลักษณ์ โดยที่ รีส์และคณะ (Reys and others. 1992 : 149) เห็นว่านักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจในมโนติค่าประจำหลักก่อน จึงจะสามารถปฏิบัติงานเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทอมป์สัน (Thompson. 1993 : 31 – 32) เห็นว่ามโนติค่าประจำหลักมีความซับซ้อน และพัฒนาไปอย่างช้า ๆ ในช่วงเวลายาวนาน โดยที่การพัฒนาความหมายของจำนวน จะต้องจัดประสบการณ์เพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงจำนวนกับวัตถุรูปธรรมต่าง ๆ โดยการจัดวัตถุเหล่านั้นเป็นกลุ่มแบบต่าง ๆ และจัดเป็นกลุ่มของสิบและกลุ่มของร้อย เพื่อเชื่อมโยงกับค่าประจำหลัก และเชื่อมโยงกับสัญลักษณ์ แล้วขยายไปสู่จำนวนที่มีค่ามากขึ้น เพื่อให้ นักเรียนมีสำนึกของขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนเหล่านั้น เวอร์น และไฮเบอร์ท (Wearne and Hiebert. 1994 : 273) มีความเห็นว่าการเข้าใจค่าประจำหลักจะเกี่ยวข้องกับการสร้างความเชื่อมโยงของการจัดกลุ่มของวัตถุ เช่น จัดเป็นกลุ่มของสิบ และกลุ่มของหน่วย และการเขียนสัญลักษณ์เพื่อแสดงความสัมพันธ์กับข้อมูลการจัดกลุ่ม เช่น กิจกรรมเพื่อพัฒนาค่าประจำหลักสำหรับนักเรียนระดับหนึ่ง โดย ให้นักเรียนจัดแอปเปิล 74 ผล ใ้สูง ถุงละ 10 ผล นักเรียนจะจัดได้ 7 กลุ่มของสิบ และเหลือแอปเปิล 4 ผล แล้วเขียนสัญลักษณ์แสดงจำนวน กิจกรรมเช่นนี้จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความหมายของการเขียนสัญลักษณ์

ในการพัฒนาค่าประจำหลักของเลขฐานสิบจะต้องให้เด็กได้จัดกลุ่มเรียกชื่อและใช้สัญลักษณ์ทั้งจำนวนขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ ค่าประจำหลักสามารถพัฒนาตั้งแต่ระดับต้น โดยให้นักเรียนจัดชุดของสิ่งของ เป็นกลุ่มของสิบ เรียกชื่อจำนวน และใช้สัญลักษณ์ โดยใช้ตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง จากสื่อวัสดุหลายประเภท เช่น ลูกปัด เมล็ดถั่ว ลูกบาศก์ ดินสอ ช้อน พลาสติก หรืออื่น ๆ เพื่อให้เด็กเห็นว่าการจัดเป็นกลุ่มของสิบ ช่วยให้สะดวกต่อการนับอย่างไร และเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับสัญลักษณ์อย่างไร เมื่อนักเรียนมีโมติกับเลขจำนวนน้อย ๆ แล้ว จึงเพิ่มจำนวนให้มากขึ้น เพื่อนำไปสู่การจัดกลุ่มของสิบ กลุ่มของร้อย หรือกลุ่มของสิบ กลุ่มของร้อย กลุ่มของพัน และต่อไป

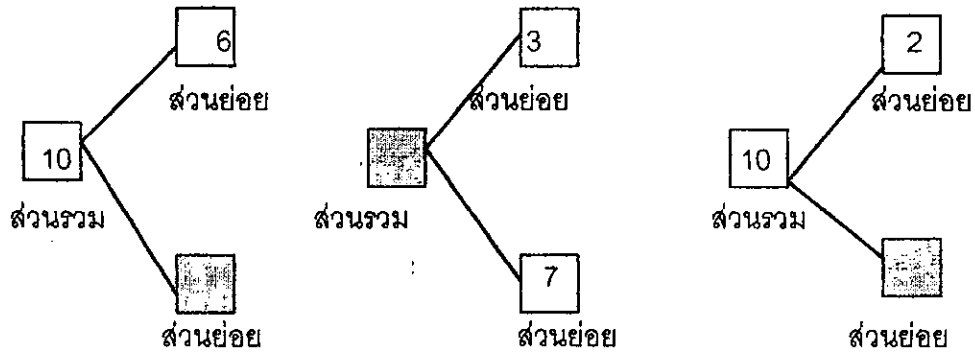
กิจกรรมการจัดกลุ่มสิ่งของจากกลุ่มของหน่วย จัดเป็นกลุ่มของสิบ และกลุ่มของร้อย กับส่วนที่ไม่ถึงสิบ กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ต่าง ๆ เช่น 136 หน่วย สามารถจัดได้เป็น 13 สิบ 6 หน่วย หรือ 1 ร้อย 36 หน่วย หรือ 1 ร้อย 3 สิบ 6 หน่วย หรือเขียน 136 ในรูปการกระจายได้เป็น $100 + 30 + 6$ นั่นคือ 136 สามารถเขียนได้ในหลายรูปแบบ เฮดเดนสและสเปียร์ (Heddens and Speer, 1995 : 80) กล่าวว่า การเขียนในรูปการกระจาย เป็นเครื่องมือที่ดีช่วยให้ครูอธิบายความหมายของค่าประจำหลัก และช่วยให้เด็กเห็นภาพได้ชัดเจน

1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน

การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ในเบื้องต้นพัฒนาจากการนับ ขยายสู่ความเข้าใจค่าประจำหลักของจำนวนนับที่มีค่ามาก ทศนิยม รวมทั้งเศษส่วน นอกจากนี้นักเรียนที่มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่ดี จะสามารถรวมจำนวนเข้าด้วยกัน หรือสามารถแยกจำนวนออกจากกันได้อย่างง่ายดาย เช่น นักเรียนรู้ว่า 5 สามารถรวมได้จาก 4 กับ 1 หรือ 2 กับ 3 และ 75 สามารถรวมได้จาก 25 กับ 50 หรือ 735 สามารถแยกเป็น 7 ร้อย 3 สิบ และ 5 หน่วย หรือ 73 สิบ กับ 5 หน่วย นักเรียนสามารถพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนที่เท่ากันและทศนิยมที่เท่ากัน (Thompson and Rathmell, 1989 : 2)

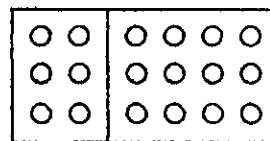
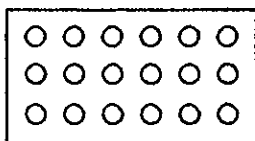
กิจกรรมพัฒนาความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน เช่น ให้นักเรียนใช้ตุ้มรถไฟสีแดง 8 ตัว สีดำ 8 ตัว นำมาต่อกัน ให้ได้ตุ้มรถไฟ 8 ตัว แล้วบันทึกผล ผลบวกของจำนวนตุ้มรถไฟสีแดง และจำนวนตุ้มรถไฟสีดำที่ต่อแบบต่าง ๆ ได้ดังนี้ $8 + 0 = 8$, $7 + 1 = 8$, $5 + 3 = 8$, $4 + 4 = 8$, $3 + 5 = 8$, $1 + 7 = 8$, $0 + 8 = 8$ จะช่วยให้นักเรียนสังเกตเห็นความสัมพันธ์บางประการของจำนวน จากการปฏิบัติ เช่น สมบัติการสลับที่ หรือกิจกรรม ให้นักเรียนดูรูปโทรศัพท์ 10 เครื่อง เมื่อปิดบางส่วน ให้เห็นส่วนที่ไม่ได้ปิด 6 เครื่อง แล้วถามคำถาม ส่วนที่ปิดอยู่มีกี่เครื่อง ดังนั้น 10 ประกอบด้วย 6 กับ จำนวนใด ทำเช่นนั้นโดยเปลี่ยนจำนวนที่ไม่ได้ปิด

เป็นจำนวนอื่น ๆ อีกหลาย ๆ ครั้ง ขยายความเข้าใจไปสู่ตัวเลข แสดงส่วนย่อย และทั้งหมด (part - whole) เช่น



กิจกรรมในลักษณะเหล่านี้ จะมีบทบาทในการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน จากการศึกษาของนักวิจัยระดับสูง ที่ศึกษาความสัมพันธ์ส่วนย่อย และทั้งหมดของฮุนเกอร์ (Rathmell and Leutzinger. 1993 : 27; citing Huinker. 1990) พบว่านักเรียนที่เรียนความสัมพันธ์ส่วนย่อยและทั้งหมด สามารถทำข้อทดสอบโจทย์ปัญหาชั้นเดียว และสองชั้นได้ดีกว่านักเรียนที่ไม่มีประสบการณ์ส่วนย่อยและทั้งหมด และจากการศึกษานักเรียนระดับปฐมวัยของฟิชเชอร์ (Fischer. 1990 : 207 – 215) เพื่อตรวจสอบประสิทธิผลของกิจกรรมการพัฒนาคณิตศาสตร์ของจำนวนในลักษณะของส่วนย่อยและทั้งหมด ในเรื่องความเข้าใจโมเดลของจำนวน และการบวก การลบ ยกตัวอย่าง ขณะที่นักเรียนเหล่านี้เรียนรู้เกี่ยวกับจำนวน 5 เขาแบ่งเซตของวัตถุ 5 ชิ้น เป็นส่วนย่อยต่าง ๆ เช่น สี่และหนึ่ง สองและสาม สามและสอง และอื่น ๆ นักเรียนที่มีประสบการณ์ส่วนย่อยและทั้งหมดเหล่านี้ มีผลสัมฤทธิ์สูงอย่างมีนัยสำคัญในการประเมินข้อที่เกี่ยวกับโมเดลจำนวน การบวก การลบ โจทย์ปัญหา และโมเดลค่าประจำหลัก กว่านักเรียนที่ไม่มีประสบการณ์เหล่านี้

การส่งเสริมให้นักเรียนสืบสวนสอบสวนทางคณิตศาสตร์ จากสื่อรูปธรรม เช่น ใช้รูปภาพ



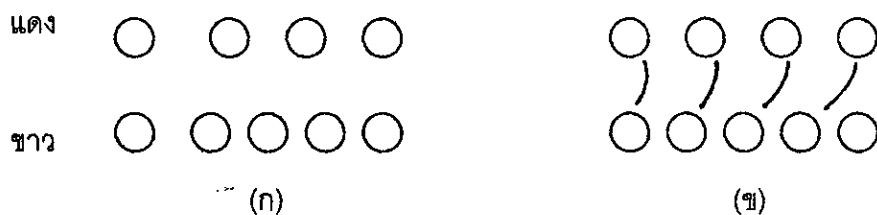
แสดงให้เห็นว่า 3×6 เท่ากับ $(3 \times 2) + (3 \times 4)$ หรือเขียนในรูปอื่น ๆ ส่งผลต่อการคิดแบบอัตโนมัติของเด็ก เฮาเดน (Howden. 1989 : 5 – 7) เห็นว่าการสอนคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนมีประสบการณ์จากวัตถุรูปธรรม จะช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ เช่น 7×8 ว่าเหมือน 6×8 รวมกับ

8 และเห็นได้ว่า 9 เท่าของ 6 คือ 10 เท่าของ 6 ลบด้วย 6 หรือ มองเห็นได้ว่า 3×24 คือ $(3 \times 20) + (3 \times 4)$ ซึ่งความสามารถที่เห็นความสัมพันธ์ของจำนวนในรูปแบบต่าง ๆ เป็นทักษะที่เป็นประโยชน์มากกับการศึกษาคณิตศาสตร์ในภายหลัง

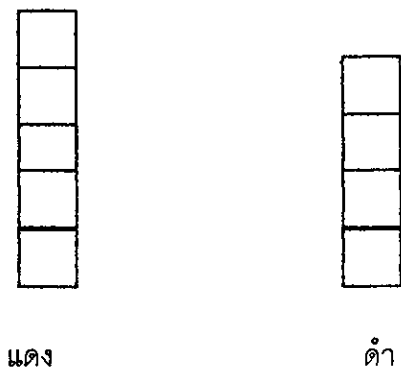
1.2.3 ขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน

ทอมสัน และรัทเมลล์ (Thomson and Rathmell. 1989 : 2) กล่าวถึงเด็กที่มีความเข้าใจที่ดีเกี่ยวกับขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน จะเข้าใจได้ดีว่า 29 มีค่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับ 5 แต่มีค่าน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับ 90 หรือ 486 มีค่าใกล้เคียง 500 มากกว่า 562 เมื่อนักเรียนเห็นทศนิยม 0.493750 บนเครื่องคำนวณ นักเรียนจะรู้ว่าจำนวนนี้มีค่าใกล้เคียง $1/2$ และรู้ว่า 9.8364483 มีค่าใกล้เคียง 10 สิ่งสำคัญสำหรับผู้ประมาณที่ดี คือ รู้ว่าจะใช้จำนวนที่ใกล้เคียงจำนวนใดสำหรับนำมาใช้ในการคิดคำนวณ

ในการพัฒนาความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนจะต้องเริ่มจากการพัฒนาความสามารถการเปรียบเทียบ (Comparisons) ปริมาณ รีส์และคณะ (Reys and others. 1992 : 72) กล่าวว่า การเปรียบเทียบเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการรับรู้จำนวน การเปรียบเทียบทำได้มากมายในชั้นเรียน โดยใช้สื่อชนิดต่าง ๆ ครูหาโอกาสในการเปรียบเทียบโดยใช้คำถาม เช่น "ทุกคนมีกระดาษหรือยัง" หรือ "ในห้องนี้มีจำนวนปากกามากกว่าหรือน้อยกว่าจำนวนดินสอ" คำถามเช่นนี้ จะนำไปสู่ความหมายทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการจับคู่แบบหนึ่งต่อหนึ่ง ยกตัวอย่าง การพิจารณาว่าจำนวนสิ่งของสีแดงและสีขาว (รูป ก) มีจำนวนสิ่งของสีใดมากกว่า สามารถใช้การจับคู่หนึ่งต่อหนึ่ง (รูป ข) เพื่อเปรียบเทียบและตอบคำถาม โดยไม่ต้องนับ



ในการเปรียบเทียบจำนวนสิ่งของในขั้นต้น ครูอาจวางสิ่งของแต่ละชิ้นในกรอบรูปสี่เหลี่ยม



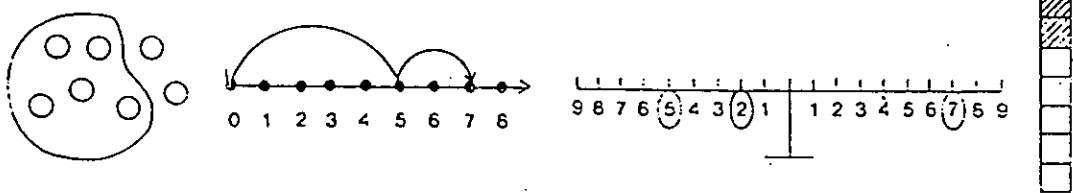
เช่น วางใบไม้ของแดง และของดำลงในกรอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เด็กสามารถเปรียบเทียบได้ชัดเจนว่า “แดงมีใบไม้มากกว่าดำ” และดำมีใบไม้น้อยกว่าแดง จะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับคำว่า “มากกว่า” “น้อยกว่า” นำไปสู่ความสามารถในการเปรียบเทียบสำหรับจำนวนที่มีค่ามากและพัฒนาความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนในขั้นต่อไป

ในการพัฒนาความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน จำเป็นต้องให้นักเรียนคุ้นเคยกับจำนวนที่มีค่าต่าง ๆ เช่น ให้นักเรียนนำเมล็ดถั่ว ติดบนแถบกระดาษ แถบละ 10 เมล็ด เป็นชุดของจำนวนเต็มสิบ แล้วให้นักเรียนแสดงจำนวนเมล็ดถั่ว จำนวนต่าง ๆ เช่น 26, 40, 68,... แล้วพิจารณาว่าจำนวนใดมาก และมากเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนใด จำนวนใดน้อย และน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนใด ให้นักเรียนเรียงจำนวนจากน้อยไปมาก หรือจากมากไปน้อย และให้นักเรียนใช้สัญลักษณ์ของมากกว่า น้อยกว่า เท่ากับ เพื่อแสดงการเปรียบเทียบจำนวนสองจำนวน รวมทั้งการใช้สื่อที่เป็นของจริง หรือรูปภาพ เพื่อพิจารณาว่าจำนวนแต่ละจำนวน เช่น 47, 347, 598 มีค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มสิบ หรือจำนวนเต็มร้อยใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการคิดคำนวณในใจ หรือการหาค่าประมาณในโอกาสต่อไป ในการจัดกิจกรรมการสอนเหล่านี้ ครูจะต้องใช้เวลานาน โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994 : 42) กล่าวว่า ในบทเรียนหนึ่ง ๆ มักมีจุดประสงค์หลายข้อ ซึ่งส่วนใหญ่ต้องการให้นักเรียนมีทักษะและมโนคติที่หลากหลายด้วยสื่อวัสดุต่าง ๆ กัน ซึ่งจะต้องจัดกิจกรรมเป็นประจำเป็นเวลานาน หลายวัน หลายเดือน หรือหลายปี ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย สำหรับจุดประสงค์เดียวกัน

1.3 เข้าใจความหมายและผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ

1.3.1 ความหมายของการบวกและการลบ

รีส์และคณะ (Reys and others. 1992 : 123) กล่าวว่า มีตัวแบบหลายตัวแบบ สามารถใช้แสดงการบวก (ภาพประกอบ 1) แต่ในทุกแบบ ความคิดของการบวก หมายถึง นำปริมาณมารวมกัน

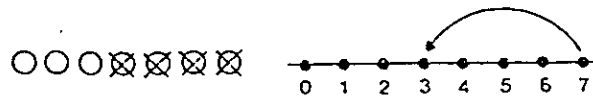


ภาพประกอบ 1 บางตัวแบบสำหรับการบวก

รีส์และคณะ กล่าวว่า ตัวแบบการบวกแต่ละตัวแบบ สามารถประยุกต์กับสถานการณ์ที่นำไปสู่การลบ คือ

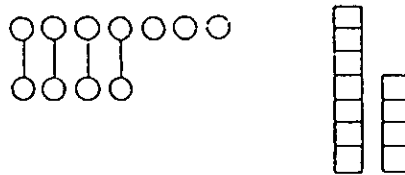
- 1) การเอาออก หาส่วนที่เหลือ เมื่อเอาออกไปบางส่วน งานวิจัยยังชี้ว่า

สถานการณ์การลบแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายที่สุดสำหรับเด็ก



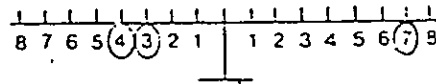
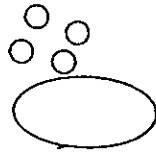
$$7 - 4 = \square$$

2) การเปรียบเทียบ หรือหาความแตกต่างของสองปริมาณ



$$7 - 4 = \square$$

3) จำเป็นต้องใช้อีกเท่าไร (how many more are needed) เกี่ยวข้องกับมีปริมาณทั้งหมด รู้ส่วนหนึ่ง หาอีกส่วนหนึ่ง



มีเหรียญ 7 เหรียญ

$$7 - \square = 4$$

ส่วนที่ปิดอยู่มีเหรียญกี่เหรียญ

ภาพประกอบ 2 บางตัวแบบสำหรับการลบ

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994 : 293 - 294) กล่าวว่าสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมากมายเกี่ยวข้องกับการบวก และการลบ สำหรับสถานการณ์การบวก เคนเนดี และทิปส์ กล่าวทำนองเดียวกับบรีส์ และคณะว่าการบวกเป็นเรื่องของการรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป เช่น แจน มีดินสอสีแดงสี่แท่ง และดินสอสีน้ำเงินสามแท่ง เขาจะมีดินสอทั้งหมดกี่แท่ง สำหรับการลบมีอยู่หลายสถานการณ์ ส่วนใหญ่เป็นสถานการณ์การเอาออกไป แต่นักเรียนควรมีประสบการณ์จากทุกแบบ ซึ่งเคนเนดี และทิปส์ ได้กล่าวถึงสถานการณ์การลบไว้ 4 แบบ คือ

1) การเอาออก (take away) เมื่อเอาออกไปบางส่วน ให้หาส่วนที่เหลือ เช่น เจมีบัตรชมเบสบอล 394 ใบ เมื่อเขาขายไป 154 ใบ เขาจะเหลือบัตรอยู่ที่ใบ สถานการณ์เช่นนี้เป็นสถานการณ์ที่เด็กจะพบเห็นอยู่บ่อย ๆ

2) การเปรียบเทียบ (comparison) การลบใช้การเปรียบเทียบขนาดของสองชุด เช่น มีสวนสนุกอยู่สองแห่ง แห่งแรกมีผู้เข้าชม 8,958 คน แห่งที่สองมีผู้เข้าชม 9,348 คน แห่งที่สองมีผู้เข้าชมมากกว่าแห่งแรกกี่คน

3) การทำให้บริบูรณ์ (completion) การลบใช้หาจำนวนสิ่งของชุดหนึ่ง ที่นำมา รวมกับจำนวนสิ่งของอีกชุดหนึ่ง ทำให้ได้จำนวนสิ่งของทั้งหมด เช่น นายชอบ ใส่แอสแตมปีจนเต็ม สมุดที่บรรจุแอสแตมปีได้ 1,200 ชิ้น ถ้าเดิมมีแอสแตมปีอยู่ 949 ชิ้น เขาจะต้องใส่แอสแตมปีลงไปกี่ชิ้น

4) ส่วนรวม / ส่วนย่อย / ส่วนย่อย (whole / part / part) การลบใช้หาขนาดของกลุ่มย่อยในกลุ่มใหญ่ เช่น แชมมี่ของเล่น 78 ชิ้น เป็นสีขาวยาว 30 ชิ้น จะเป็นสีอื่น ๆ อีกกี่ชิ้น
จะเห็นได้ว่า แบบที่ 3 และแบบที่ 4 ของเคนเนดี และทิปส์ ตรงกับแบบที่ 3 ของ รัสส์นั่นเอง

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994 : 318 - 324) แนะนำขั้นตอนการลบ 2 วิธี คือ 1) การลบโดยการกระจาย (The Decomposition Algorithm) 2) การลบโดยการบวกจำนวนที่เท่ากัน (The Equal - Additions Algorithm)

1) การลบโดยการกระจายเป็นวิธีที่นิยมใช้โดยทั่วไปเพราะเป็นโมเดลที่ใช้สื่อรูปธรรม อภิปรายได้โดยง่าย แต่ควรเสนอขั้นตอนการลบวิธีนี้ หลังจากนักเรียนมีความเข้าใจค่าประจำหลัก และการจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ยกตัวอย่าง เด็กควรจะรู้ว่า 36 คือ 3สิบ และ 6 หน่วย หรือ $30 + 6$ หรือ $20 + 16$ เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงขั้นตอนวิธีกับโมเดลค่าประจำหลัก สำหรับการลบวิธีที่ 1) นี้จะพบได้ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์

บางครั้งนักเรียนมีความยุ่งยากในการลบ โดยใช้การกระจายสำหรับจำนวนบางจำนวน เช่น $306 - 148 = \square$ ข้อผิดพลาดมักพบที่นักเรียนจะจัดกลุ่มใหม่จากหลักร้อยไปหลักหน่วย โดยไม่เปลี่ยนแปลงหลักสิบ วิธีหนึ่งที่จะลดความสับสนได้คือ ให้พิจารณาตัวตั้ง คือ 30สิบ และ 6หน่วย ดังนั้นเวลาจัดกลุ่มใหม่จึงจัด 30สิบ เป็น 29สิบ และ 10หน่วย ดังนั้น การลบจะทำได้โดยลบ 8ออกจาก 16 , 4 จาก 9 และ 1 จาก 2

2) การลบโดยการบวกจำนวนที่เท่ากัน อยู่บนพื้นฐานมโนคติทางคณิตศาสตร์ที่

ว่ามีประโยชน์การลบมากมายนับไม่ถ้วนที่ผลเฉลยเท่ากัน เช่น $68 - 14$ และ $70 - 16$ ต่างก็มีผลเฉลยเท่ากับ 54 นักเรียนที่มีมโนคติในสิ่งนี้ จะสามารถเรียนรู้ที่จะใช้การลบโดยการบวกจำนวนที่เท่ากันได้ เช่น

$$\begin{array}{cccc}
 653 & 65^13 & 65^13 & 65^13 \\
 418 - & \cancel{4^2}18 - & \cancel{4^2}18 - & \cancel{4^2}18 - \\
 & 5 & 35 & 235 \\
 & (ก) & (ข) & (ค)
 \end{array}$$

นักเรียนจะเห็นว่า เป็นไปไม่ได้ที่จะนำ 8 ลบ ออกจาก 3 แต่เป็นไปได้ที่จะลบ เมื่อนำ 10 หน่วย มาบวกกับ 3 ก่อน ลบ 8 ออกจาก 13 ได้ 5 เขียน 5 ในขั้น (ก) เพราะว่า นำ 10 มาบวกด้านบน จึงต้องนำ 10 มาบวกด้านล่าง ในรูปของ 1 สิบ ทำให้ข้างล่างเป็น 2 สิบ นำไปลบออกจาก 5 สิบ จะได้ 3 สิบ เขียน 3 ในขั้น (ข) และ 4 ร้อย ลบออกจาก 6 ร้อย จะได้ 2 ร้อย เขียน 2 ในขั้น (ค)

อย่างไรก็ตาม ถ้าจะใช้วิธีนี้ จะต้องแน่ใจว่านักเรียนเข้าใจมโนคติ ในกระบวนการเหล่านี้ แล้ว โดยจัดกิจกรรมเสริมอื่น ๆ ก่อน เช่น ให้นักเรียนเติมคำตอบ และพิจารณาความสัมพันธ์เหล่านี้

$$ก) 16 - 8 = \square, 26 - 18 = \square, 36 - 28 = \square$$

$$ข) 35 - 12 = 23, 45 - \square = 23$$

$$ค) 69 - 25 = 44, \square - 35 = 44$$

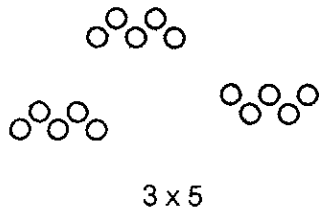
ในการนำวิธีที่สองไปใช้กับเด็ก ต้องใช้อย่างระมัดระวัง เพราะว่า จากงานวิจัยของ แกล ดีส์ บี เรียนส์ และ โจเอล เจ เรียนส์ (Kennedy and Tipps. 1994 : 319 ; citing Gladys B. Rheins and Joel J. Rheins. 1955) รายงานว่าเด็กที่ได้รับการสอนการลบโดยการกระจาย มีผลการเรียนดีกว่าเด็กที่ได้รับการสอนการลบโดยการบวกจำนวนที่เท่ากัน

1.3.2 ความหมายของการคูณและการหาร

มีโมเดลที่นำเสนอการคูณอยู่หลายโมเดล แต่โมเดลที่นิยมนำเสนอในชั้นต้นมีอยู่ 3 โมเดล (Reys and others. 1992 : 125) คือ

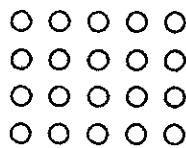
- 1) นำเสนอการคูณในรูปของการบวกจำนวนที่เท่ากันซ้ำ ๆ

ตัวอย่าง ชุดของวัตถุ



2) รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ตัวอย่าง

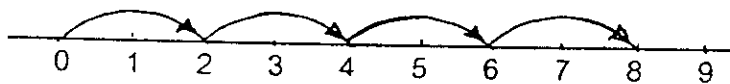


4×5



2×3

3) เส้นจำนวน



4×2

ภาพประกอบ 3 บางตัวแบบสำหรับการคูณ

มีสถานการณ์การหารอยู่ 2 สถานการณ์ (Kennedy and Tipps. 1994 : 348 – 350 ,
Reys and others. 1992 : 125 - 127)

1) สถานการณ์การวัด (measurement situation) เป็นสถานการณ์ที่รู้จำนวนของกลุ่ม
ดั้งเดิม และรู้ขนาดของกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่ม ปัญหาคือ ต้องหาจำนวนกลุ่มย่อย

2) สถานการณ์การแบ่ง (partitive situation) เป็นสถานการณ์ที่รู้จำนวนของกลุ่มดั้งเดิม
และรู้จำนวนของกลุ่มย่อย ปัญหาคือต้องหาขนาดของกลุ่มย่อย

เนื่องจากงานวิจัยนี้ไม่ครอบคลุมถึงการหาร จึงไม่กล่าวถึงการพัฒนาความเข้าใจความ
หมายของการหาร

1.3.3 ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการของจำนวน

ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการต่าง ๆ ของจำนวนประกอบด้วยการรู้ผลของการดำเนินการ
ต่าง ๆ ของจำนวนว่าเมื่อใดผลลัพธ์จะมีค่ามากหรือน้อยอย่างไร เช่น รู้ได้ว่า ถ้าหาผลคูณของ
จำนวนสองจำนวนที่แต่ละจำนวนมีค่ามากกว่า 1 ผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่ามากกว่าจำนวนแต่ละจำนวน
นั้น และรู้ได้ว่าถ้าจำนวนใดจำนวนหนึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 และอีกจำนวนหนึ่งเป็นบวก ผล
คูณที่ได้จะมีค่าน้อยกว่าจำนวนที่มีค่าบวกนั้น หรือรู้ได้ว่าในการหาผลบวก ผลลบ ผลคูณ หรือ

ผลหาร ของจำนวนสองจำนวน การดำเนินการใดจะทำให้ผลลัพธ์มีค่าน้อยหรือมาก เมื่อเปรียบเทียบกับผลการดำเนินการแบบอื่น ๆ ในเรื่องผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการต่าง ๆ ของจำนวนนี้ ทอมป์สันและรัธเมล (Thompson and Rathmell, 1989 : 2) กล่าวว่า เมื่อนักเรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้ของขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนและความรู้ของผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ นักเรียนจะสามารถเข้าใจได้ว่า ผลคูณของ 2.946 และ 31 มีค่าประมาณ 3 เท่าของ 30 หรือนักเรียนจะเข้าใจได้ว่า $2/5$ ของ 118 มีค่าประมาณ 50 เพราะว่า $2/5$ ของ 118 น้อยกว่า $1/2$ ของ 118 อยู่เล็กน้อย และจากตัวอย่างของชาวเคอร์ (Chesney and Biddulph, 1994 : 7-10 ; citing Sowder, 1992 : 18 – 19) ที่กล่าวว่านักเรียนที่มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวน เมื่อทราบค่า ผลต่างระหว่าง 289 และ 348 คือ 59 ก็จะสามารถบอกได้ว่า ผลต่างระหว่าง 289 และ 358 คือ 69

ในการพัฒนาการรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการต่าง ๆ แก่แदनิดิส (Gadanidis, 1994 : 91-96) ได้เสนอแนะวิธี เพื่อให้นักเรียนค้นพบแบบรูปของการดำเนินการของจำนวนเต็ม ดังนี้

การบวก	การลบ	การคูณ	การหาร
$2 + 2 = \square$	$2 - 2 = \square$	$2 \times 2 = \square$	$2 \div 2 = \square$
$2 + 1 = \square$	$2 - 1 = \square$	$2 \times 1 = \square$	$2 \div 1 = \square$
$2 + 0 = \square$	$2 - 0 = \square$	$2 \times 0 = \square$	$2 \div 0 = \square$
$2 + (-2) = \square$	$2 - (-2) = \square$	$2 \times (-2) = \square$	$2 \div (-2) = \square$
$2 + (-1) = \square$	$2 - (-1) = \square$	$2 \times (-1) = \square$	$2 \div (-1) = \square$
$2 + (-3) = \square$	$2 - (-3) = \square$	$2 \times (-3) = \square$	$2 \div (-3) = \square$

การพัฒนาความเข้าใจผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการต่าง ๆ ของจำนวนสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากนักเรียนจะเรียนเฉพาะจำนวนนับ และศูนย์และการดำเนินการเฉพาะการบวก การลบ และการคูณเท่านั้น จึงต้องเลือกจำนวน และการดำเนินการที่สอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน

1.4 การอ้างอิงสำหรับปริมาณและการวัด และการคิดคำนวณในใจ

1.4.1 การอ้างอิงสำหรับปริมาณและการวัด

ในชีวิตประจำวันจะเกี่ยวข้องกับการอ้างอิงสำหรับปริมาณและการวัดอยู่เสมอ เช่น เด่น คาดว่าดำสูงประมาณ 170 เซนติเมตร เพราะเด่นทราบว่าตนเองสูง 160 เซนติเมตร และดำสูงกว่าเด่นเล็กน้อย หรือสมศรีจะเห็นว่าบังอรน่าจะมึนน้ำหนักไม่เกิน 50 กิโลกรัม เพราะสมศรีทราบว่าตนเองหนัก 55 กิโลกรัม และบังอรตัวเล็กกว่าสมศรีมาก ความสามารถในการอ้างอิงสำหรับ

ปริมาณและการวัดนี้ ยังนำมาใช้ในการตัดสินความสมเหตุสมผลต่าง ๆ ด้วย ดังเช่น ทอมป์สัน และรัธเมลล์ (Thompson and Rathmell. 1989 : 2 – 3) เห็นว่านักเรียนที่มีความสามารถในการอ้างอิงสำหรับปริมาณและการวัด ควรทราบว่า คำกล่าวที่ว่า “เด็กสูง 10 เมตร” “ห้องเรียนบรรจุนักเรียน 3,154 คน” หรือ “สุนัขมีน้ำหนัก 564 ปอนด์” เป็นคำกล่าวที่ไม่สมเหตุสมผล

ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัดมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความสามารถในเรื่องการประมาณ เช่น ประมาณสิ่งของ ความยาว พื้นที่ และมวลสาร (น้ำหนัก) ซาวเดอร์ (Sowder. 1992 : 371) กล่าวว่าผู้ประมาณที่ดีมักมีหน่วยอ้างอิงในจิตใจ คาร์เพนเตอร์ และเพื่อนร่วมงาน (Sowder. 1992 : 371 ; citing Carpenter and others. 1976 : 296-302) สรุปว่า ก่อนที่นักเรียนจะมีความสามารถในการประมาณที่ดี พวกเขาต้องมีสหฐานเชิงปริมาณ และความรู้สึกสำหรับตัวแทนเชิงปริมาณของจำนวนก่อน ในเรื่องการวัดและการประมาณนั้น ไบรท์ (Sowder. 1992 : 371 ; citing Bright. 1979 :161-164) ได้นิยามการประมาณว่า เป็นกระบวนการของการวัดโดยปราศจากเครื่องมือการวัด ในขณะที่การวัดเป็นกระบวนการของการเปรียบเทียบคุณลักษณะของวัตถุรูปธรรมกับการเลือกหน่วยการวัด

ไบรท์ (Sowder. 1992 : 371 ; citing Bright. 1979 :161-164) สังเกตว่า ผู้ประมาณที่ดีจะมีหน่วยอ้างอิงในจิตใจ ซึ่งสามารถใช้ในวิถีทางต่าง ๆ ยกตัวอย่าง การประมาณพื้นที่ อาจพบว่าบางคนใช้การประมาณเชิงเส้นในสูตรพื้นที่ และบางคนอาจประมาณกับจำนวนตารางหน่วยที่เหมาะสม เรย์สและคณะ (Reys and others. 1992 : 110) กล่าวว่า การประมาณเป็นวิธีการตามธรรมชาติที่จะพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน และมโนคติค่าประจำหลัก เด็กรักที่จะประมาณ คำถามบางคำถาม เช่น จะใส่ลูกโป่งให้เต็มห้องนี้ จะต้องใช้ลูกโป่งมากเท่าใด จะต้องใช้เหรียญเพนนีสักกี่เหรียญจึงจะสูงเท่าตัวเธอ เธอจะยกธนบัตรได้สักกี่ใบ คำถามเหล่านี้จะช่วยกระตุ้นให้เด็กคิดและเชิญชวนให้มีส่วนร่วม ... ประสบการณ์การประมาณเป็นมูลฐานสำหรับสำนึกเกี่ยวกับจำนวนและค่าประจำหลัก

เอกสาร Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics (NCTM. 1989 : 36) เห็นว่า การประมาณจะต้องเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาจำนวนของนักเรียน เด็กจำเป็นต้องพัฒนาความมีเหตุมีผล และทักษะการตัดสินใจในการประมาณ การสอนจะต้องยังพัฒนาการของการประมาณ เด็กควรประมาณปริมาณที่มีค่ามากขึ้น เช่น จำนวนเมล็ดพืชทอง

ถั่วในถุง หรือขนมหวานในโถ การตรวจสอบการประมาณมีความสำคัญสำหรับครูและเด็ก เพื่อแยกแยะถึงพิสัยสำหรับ “การประมาณที่ดี” และใช้เป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงการประมาณของเด็ก

1.4.2 การคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น

การคิดคำนวณในใจ เป็นกระบวนการคิดคำนวณโดยปราศจากการใช้เครื่องมือใด ๆ จากภายนอกในการช่วยคิดคำนวณ (Sowder. 1988 : 182) เด็กจำนวนมากใช้การคิดคำนวณในใจ โดยพยายามใช้ขั้นตอนวิธี เช่นเดียวกับคิดคำนวณบนกระดาษ หรือบนกระดานดำในความคิดของเขา จึงจำเป็นต้องส่งเสริมให้เด็กคิดวิธีการที่ยืดหยุ่น ประยุกต์สิ่งที่นักเรียนรู้เกี่ยวกับจำนวน และระบบจำนวนเพื่อพัฒนาวิธีการที่ง่าย ๆ ในการคิดคำนวณในใจ (Reys. 1985 : 14 – 16)

การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดคำนวณในใจจะต้องจัดกิจกรรมที่เหมาะสมและบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมการอภิปรายซักถาม เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างรูปแบบการคิดคำนวณในใจด้วยตนเอง จากพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับจำนวน และค่าประจำหลัก และความเข้าใจการดำเนินการของจำนวน ต่อไปนี้เป็นข้อเสนอแนะบางประการที่ใช้ส่งเสริมการคิดคำนวณในใจของเด็ก (Reys and other. 1992 : 75 & 170)

1) ใช้จำนวนที่สะดวกในการคิดคำนวณ

$$\begin{array}{lll} \text{ตัวอย่าง } 396 \times 4 = ? & \text{แนววิธีคิด} & 400 \times 4 = 1600 \\ & & 4 \times 4 = 16 \\ & & 396 \times 4 = 1584 \end{array}$$

2) มองหาวิธีง่าย ๆ

$$\begin{array}{lll} 2 \times 4 \times 7 \times 5 = ? & \text{แนววิธีคิด} & 2 \times 5 = 10 \\ & & 4 \times 7 = 28 \\ & & 10 \times 28 = 280 \end{array}$$

3) สังเกตความสัมพันธ์

$$\begin{array}{ll} \begin{array}{c} 20 + 20 = 40 \\ \text{เพิ่ม 1} \quad \text{ลด 1} \\ 21 + 19 = 40 \end{array} & \begin{array}{c} 50 + 43 = 93 \\ \text{ลด 1} \quad \text{เหมือนเดิม} \\ 49 + 43 = 92 \end{array} \end{array}$$

4) สังเกตแบบรูป

$$\begin{array}{lll} \begin{array}{c} 6 \times 6 = 36 \\ \text{ลด 1} \quad \text{เพิ่ม 1} \quad \text{ลด 1} \\ 5 \times 7 = 35 \end{array} & \begin{array}{c} 50 \times 50 = 2500 \\ \text{ลด 1} \quad \text{เพิ่ม 1} \quad \text{ลด 1} \\ 49 \times 51 = 2499 \end{array} & \begin{array}{c} 12 \times 12 = 144 \\ \text{ลด 1} \quad \text{เพิ่ม 1} \quad \text{ลด 1} \\ 11 \times 13 = 143 \end{array} \end{array}$$

5) การใช้ยุทธวิธีการคิดที่หลากหลาย

เช่น $8 + 7$ เท่ากับเท่าไร

แนวคิด :-

$$\begin{aligned} 8 + 7 &= (8 + 2) + 5 \\ &= 15 \end{aligned}$$

$$8 + 8 = 16$$

$$7 + 7 = 14$$

$$\text{ดังนั้น } 8 + 7 = 15$$

$$\text{ดังนั้น } 8 + 7 = 15$$

6) พาดพิงกับสิ่งที่รู้

เช่น 28×25 เท่ากับเท่าไร

แนวคิด :-

$$\begin{aligned} 28 \times 25 &= (7 \times 4) \times 25 \\ &= 7 \times (4 \times 25) \\ &= 7 \times 100 \\ &= 700 \end{aligned}$$

7) ใช้หลักตรรกะ

$$15 \times 65 = ?$$

แนววิธีคิด

$$10 \times 65 = 650$$

ครึ่งหนึ่งของ 650 คือ 325

$$650 + 325 = 975$$

8) ใช้ความรู้เกี่ยวกับระบบจำนวน

$$25 \times 880 = ?$$

แนววิธีคิด

$$880 = 4 \times 220$$

$$25 \times 4 = 100$$

$$100 \times 220 = 22,000$$

$$56 - 24 = ? \quad \text{แนววิธีคิด}$$

$$50 - 20 = 30$$

$$6 - 4 = 2$$

$$30 + 2 = 32$$

$$34 + 58 = ? \quad \text{แนววิธีคิด}$$

$$30 + 50 = 80$$

$$4 + 8 = 12$$

$$80 + 12 = 92$$

วิธีได้เสนอหลักการในการพัฒนาการคิดคำนวณในใจดังนี้:(Reys and others.1992:

170)

- 1) ให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดคำนวณในใจอย่าสม่ำเสมอ โดยถือเป็นส่วนหนึ่งของการ

สอน ด้วยการเน้นการพัฒนายุทธวิธี และแบบแผนการคิด

- 2) ใช้เวลาสั้น ๆ ในการฝึกหัดแต่ละครั้ง เช่น 5 – 10 นาที
- 3) พัฒนาความเชื่อมั่นของเด็ก โดยใช้จำนวนง่าย ๆ ในการฝึกครั้งแรก ๆ แล้วค่อย ๆ เพิ่มความยากในโอกาสต่อ ๆ ไป
- 4) เน้นความสมเหตุสมผลของการหาคำตอบ
- 5) ใช้การคิดคำนวณในใจกับสถานการณ์ที่หลากหลาย
- 6) ส่งเสริมแบบแผนการคิดของแต่ละบุคคล เพราะ การคิดคำนวณในใจอาจทำได้หลากหลายวิธี ใช้จำนวนที่หลากหลายไม่จำเพาะเจาะจงอยู่ที่จำนวนใดจำนวนหนึ่ง
- 7) ให้เด็กรับรู้ความแตกต่างระหว่างการประมาณ ซึ่งมีคำตอบโดยประมาณกับการคิดคำนวณในใจ ซึ่งมีคำตอบที่แน่นอน

1.5 การประเมินผล

โครล และเลสเตอร์ (Kroll and Lester.1992 : 50 - 54) กล่าวถึงเหตุผลในการประเมินว่า มีอย่างน้อย 4 ข้อ คือ (1)เพื่อตัดสินเกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีการสอน (2)เพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียน (3)ช่วยสื่อสารว่าอะไรเป็นสิ่งจำเป็น และ(4)เพื่อให้เกรด เทคนิคการประเมินจัดระบบได้เป็น 4 ข้อใหญ่ คือ [1] การสังเกตและการตั้งคำถามนักเรียน [2] การประเมินจากรายงานของนักเรียน [3] การกำหนดให้นักเรียนเขียนรายงานคณิตศาสตร์ และ [4] การใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ และข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994 : 101 - 107) กล่าวว่า การประเมินผลนักเรียนจะสามารถให้ข้อมูลสถานะและความก้าวหน้าของนักเรียนตามเป้าประสงค์ที่กำหนด การทดสอบด้วยการเขียนตอบ (paper - and - pencil) เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะตรวจสอบความสำเร็จของนักเรียน ไม่สามารถวัดความพร้อมในการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความสมเหตุสมผลและการสื่อสารอย่างคณิตศาสตร์ รวมทั้งความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ได้ เช่นเดียวกัน เบอริ่น (Bums. 1997 : 50) กล่าวว่า การเขียนตอบ สามารถแสดงให้เห็นว่าเด็กใช้กระบวนการทางเลขคณิตอย่างไร เช่น การบวกโดยการจัดกลุ่มใหม่ หรือการคูณเศษส่วน แต่นักเรียนอาจไม่ทราบว่าทำไมจึงต้องทำอย่างนั้น การเข้าใจกระบวนการเขียนตอบแต่เพียงอย่างเดียว จึงไม่สามารถยืนยันได้ว่านักเรียนจะสามารถพัฒนาความคิดทางจำนวนที่แสดงว่าเขามีสำนึกเกี่ยวกับจำนวน เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994 : 101 - 107) กล่าวสรุปว่ากระบวนการอื่นที่นอกเหนือจากแบบทดสอบที่ใช้ในการ

ประเมินความก้าวหน้าของเด็ก ประกอบด้วย การเขียนรายงาน บทความและแฟ้มสะสมงาน การสังเกต และการสัมภาษณ์

เบอร์น (Burns. 1997 : 50) กล่าวถึงการประเมินสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนว่า กระทำได้โดยให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของเขาด้วยคำพูดหรือการเขียน ในขณะที่ครูมีเวลาไม่เพียงพอที่จะสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลได้ทุกคน ครูจึงควรจัดเตรียมคำถามไว้ซักถามนักเรียนในระหว่างสอนเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีความเข้าใจ

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994 : 117) กล่าวว่า การสัมภาษณ์นักเรียนสามารถกระทำได้ทั้งเป็นทางการและไม่เป็นทางการ การสัมภาษณ์ต้องไม่เป็นการขู่ขู่เด็ก การสัมภาษณ์ใช้เพื่อตรวจสอบกระบวนการคิดระหว่างการดำเนินการ เช่น ให้นักเรียนแสดงการคิดต่าง ๆ ในขณะทำงานเสร็จสมบูรณ์ โดยครูจะไม่สอดแทรกในระหว่างที่เด็กอธิบาย แต่จะเขียนข้อสังเกต ความผิดพลาดและเหตุผลที่เป็นไปได้ สำหรับมโนคติที่คลาดเคลื่อนและนำมาใช้สอนซ้ำภายหลัง

รีส์และคณะ (Reys and others. 1992 : 4) กล่าวว่า การประเมินสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของบุคคล อาจดูได้จากพฤติกรรมของบุคคลนั้น นักเรียนที่มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวน จะมองภาพรวมของปัญหา แล้วหาวิธีแก้ปัญห เช่น ในการหาผลบวกของ $12 + 3 + 1$ นักเรียนอาจ

$$\begin{array}{ccc} 3 & 4 & 3 \end{array}$$

จัดลำดับใหม่ เป็น $12 + 1 + 3$ และคิดคำนวณในใจ ได้ผลบวกเป็น 23 โดยนักเรียนจะ

$$\begin{array}{ccc} 3 & 3 & 4 \end{array}$$

$$4$$

มองหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและการดำเนินการตามบริบทของคำถามนักเรียนที่มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนจะเลือกหาเหตุการณ์หรือตัวแทนที่มีประสิทธิภาพสำหรับงานที่กำหนดให้สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนยังสามารถดูได้จากความสามารถในการใช้หน่วยอ้างอิงเพื่อตัดสินขนาดของจำนวน [ยกตัวอย่าง $2/5$ ของ 49 น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของ 49] และความสามารถในการพิจารณาคำตอบที่ได้จากการคิดคำนวณว่าสมเหตุสมผลหรือไม่รวมทั้งความสามารถในการคิดคำนวณในใจ และการประมาณได้อย่างยืดหยุ่น นอกจากนั้น รีส์และคณะ (Reys and others. 1992 : 11) เห็นว่า การประเมินสำนึกเกี่ยวกับจำนวนจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง เช่น ประเมินจากการรับฟังนักเรียน การสังเกตนักเรียน ซึ่งเป็นการประเมินเชิงคุณภาพ ในส่วนที่ไม่สามารถประเมินเชิงปริมาณได้โดยง่าย ประเมินจากการเขียนตอบ และตรวจสอบจากข้อเขียนของแต่ละบุคคล และในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูสามารถตรวจสอบเจตคติและความเชื่อของนักเรียนแต่ละบุคคลระหว่างอภิปรายในชั้นเรียนได้ โดยใช้แบบบันทึกรายการ ดังเช่น ตารางต่อไปนี้

ชื่อ	แสดงความคิดเห็นที่จะพิจารณาความคิดแตกต่าง	แสดงความเชื่อมั่นในตนเอง	พฤติกรรมความอดกลั้นสำหรับความไม่ชัดเจน	แสดงความสามารถที่จะคิดด้วยตนเอง	แสดงความคิดอย่างสมเหตุสมผล

ภาพประกอบ 4 แบบบันทึกรายการเพื่อตรวจสอบเจตคติและความเชื่อ (Reys and others. 1992 : 11)

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994 : 115) เสนอแนะว่าครูสามารถวางแผนระบบการสังเกตนักเรียน เช่น เลือกนักเรียนสี่คนหรือห้าคนที่ จะสังเกต และเขียนเกี่ยวกับกิจกรรมประจำวัน และในช่วงเวลาประมาณสองสัปดาห์ ครูจะสังเกตเด็กครบทั้งชั้น ครูจะต้องสังเกตเด็กในช่วงเวลาหนึ่งเป็นเวลาหลายวัน และจดบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสำนักเกี่ยวกับจำนวน

งานวิจัยของต่างประเทศ

สำนักเกี่ยวกับจำนวน จะเกี่ยวข้องกับความสามารถของนักเรียนในหลายด้าน ได้แก่ ความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับความหมายของจำนวนต่าง ๆ การเข้าใจความสัมพันธ์หลากหลายระหว่างจำนวนต่าง ๆ การเข้าใจถึงขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนต่าง ๆ การเข้าใจความหมายของการดำเนินการของจำนวน การรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการของจำนวน ความสามารถในการอ้างอิงเชิงปริมาณและการวัดในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น จึงจำแนกงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นด้าน ๆ ดังนี้

ความเข้าใจความหมายของจำนวน ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน

จากการศึกษาความเข้าใจจำนวนของเด็ก นักการศึกษาพบว่า เด็กที่มีอายุเพียง 18 เดือน ก็จะเริ่มพูดถึงจำนวนนับไปตามลำดับ และเด็กเมื่อเริ่มเข้าเรียนในชั้นอนุบาล จะสามารถนับอย่างท่องจำได้ถึง 10 หรือ 20 แล้ว (Baroody and Price. 1983 : 361 – 368) เด็กที่มีอายุน้อยสามารถเรียนรู้กลุ่มของสองและสาม (Payne and Huinker. 1993 : 48 ; citing Gelman and Gallistel. 1978 ; Khlar and Wallace. 1973 :301-327) ซึ่งการจดจำกลุ่มของสองและสามช่วยให้เด็กสามารถจัดกลุ่มจำนวนสิ่งของต่าง ๆ จากสี่ถึงสิบ เป็นกลุ่มเล็ก ๆ ได้ เช่น

เด็กจะเรียนรู้ว่าห้าประกอบด้วยสองและสาม หรือ สอง สอง หนึ่ง และเรียนรู้ว่า สิบคือ สอง กลุ่มของห้า หรือหกและสี่ หรือสองกลุ่มของสามและสี่ (Payne and Huinker. 1993 : 43 – 70)

ในการศึกษาความเข้าใจความหมายของจำนวนโดย NAEP (The National Assessment of Educational Progress) นักเรียนระดับสาม พบว่า นักเรียนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งที่ประสบความสำเร็จในการทำงานที่เกี่ยวกับความหมายของค่าประจำหลักที่นอกเหนือจากหลักสิบ (Kouba and others. 1988 : 14 – 19) และผลการศึกษานักเรียนระดับสอง ถึงระดับห้า ของ รอสส์ (Ross. 1989 : 47 – 51) โดยให้นักเรียนนับแท่งไม้ เช่น ยี่สิบห้า แล้วให้นักเรียนเขียนตัวเลข แสดงจำนวน เมื่อครูถามถึงตัวเลขแต่ละตัว พบว่า หนึ่งในสามของนักเรียนระดับห้า และครึ่งหนึ่งของนักเรียนระดับสี่ ไม่ทราบว่า 2 แท่งแท่งไม้ 20 อัน และพบว่านักเรียนระดับสองและระดับสามมีปัญหามากยิ่งขึ้นกว่านักเรียนระดับสี่และระดับห้า เบล และโจนส์ และคณะ (Bell. 1990 : 1- 14 ; Jones and others. 1996 : 311 – 336) กล่าวถึง ความเข้าใจเรื่องค่าประจำหลักว่า ความเข้าใจค่าประจำหลัก เริ่มจากพื้นฐานการนับ เช่น นับจากหนึ่งถึงสิบ และขยายไปสู่ทศวิธี การนับโดยใช้กลุ่มของสิบ และกลุ่มของหน่วย นอกจากนั้น บูลตัน – ลิวิส และฮัลฟอร์ด (Boulton – Lewis and Halford. 1992 : 1 – 23) เห็นว่า ความเข้าใจค่าประจำหลักต้องอาศัย ความรู้ทั้งความสัมพันธ์การจับคู่ เช่น ความสัมพันธ์ของชื่อจำนวนและวัตถุที่นับ และความ สัมพันธ์ส่วนย่อยและทั้งหมด เช่น เข้าใจว่า 12 แท่ง 1 สิบ และ 2 หน่วย

พลีมอนส์ (Plemons. 1995 : 1655) ได้ศึกษาผลของการสอนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของ นักเรียนปฐมวัย เกี่ยวกับความเข้าใจในมติดนิตศาสตร์ในเรื่อง มากหรือน้อย ผลของการศึกษา พบว่า การสอนสามารถส่งเสริมความเข้าใจในมติดนิตศาสตร์ในเรื่องมากหรือน้อยกับนักเรียน ปฐมวัย ส่วนบาร์ดูดี และ แกทซ์กี (Plemons. 1995 : 1655 ; citing Baroddy and Gatzke. 1991 : 59 – 68) ได้ศึกษาเด็กอายุ 4 และ 5 ปี พบว่า เด็กสามารถเริ่มต้นตัดสินชุดของวัตถุว่า มากกว่า หรือน้อยกว่าจำนวนที่อ้างอิง เช่น 5, 10 หรือ 20 ได้ และงานวิจัยของ วอลล์ และวัต กินส์ (Walle and Watkins. 1993 : 127 – 150) ก็บ่งชี้ว่าการใช้จำนวนหนึ่งหรือสองจำนวนเป็น เกณฑ์สำหรับอ้างอิง (จำนวนนี้น้อยกว่าหรือมากกว่าสิบ ? จำนวนนี้น้อยกว่าสิบหรืออยู่ระหว่างสิบ กับยี่สิบ หรือมากกว่า) จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ส่วนงานวิจัยของชาวเดอร์ (Plemons. 1995 : 1655 ; citing Sowder. 1989 : 25 – 27) พบว่าเด็กปฐมวัยเริ่มที่จะตัดสินได้ ว่า จำนวนสองจำนวนที่แสดงให้ดูจำนวนใดใกล้เคียงกับจำนวนที่กำหนดให้

เรสนิค (Jones and others. 1996 : 311 – 336 ; citing Resnick. 1983 : 5 – 38) กล่าวถึงความสัมพันธ์เกี่ยวกับการแบ่ง (partitioning) จำนวนเป็นจำนวนย่อยว่า การแบ่ง

จำนวนจะปรากฏในขั้นต้นของการเรียนจำนวนที่มีหลายหลักเมื่อเด็กแสดงจำนวนในรูปกระจายที่เป็นมาตรฐาน (เช่น $47 = 4 \text{ ลิบ} + 7 \text{ หน่วย หรือ } = 40 + 7$) หลังจากนั้นจึงพัฒนาไปสู่รูปที่ไม่ใช่รูปมาตรฐาน (เช่น $47 = 3 \text{ ลิบ} + 17 \text{ หน่วย หรือ } 2 \text{ ลิบ} + 27 \text{ หน่วย}$) จากการศึกษาของเบดนาธ และแจนเวียร์ (Jones and others. 1996 : 311 – 336 ; citing Bednarz and Janvier. 1988 : 299-331) ในเรื่องความเข้าใจในมิติการจัดกลุ่มจำนวนที่มีหลายหลักของเด็กพบว่าเด็กจำนวนมากไม่เห็นประโยชน์และความสัมพันธ์ของการจัดกลุ่มในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจำนวนที่มีหลายหลัก และเด็กบางคนจัดกลุ่มเพียงเพื่อบันทึกของวัตถุ (เช่น กลุ่มของลิบ)

ในเรื่องความสัมพันธ์เกี่ยวกับขนาดสัมพัทธ์ ซึ่งจะอ้างถึงความหมายที่กำหนดจำนวน เช่น 31 ซึ่งพิจารณาได้ว่ามีค่ามากเมื่อเทียบกับ 4 แต่มีค่าใกล้เคียงกับ 28 หรือ 35 และจะมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับ 525 ซึ่ง ชาวเดอร์ (Plemons. 1995 : 1655 ; citing Sowder. 1989 : 25 – 27) กล่าวถึงงานวิจัยที่บ่งชี้ว่าเด็กระดับสองสามารถเลือกได้ว่า 32 จะมีค่าใกล้เคียงจำนวน 28 หรือ 68 และเด็กระดับสี่จะสามารถเลือกได้ว่า 25.38 จะมีค่าใกล้เคียง 30 หรือ 20

การดำเนินการของจำนวน

ไฮเบอร์ท และเวอร์น (Carpenter and others. 1997 : 3 – 20 ; citing Hiebert and Weame. 1996 :251-283) วิจัยพบว่า ความเข้าใจในมิติเลขฐานสิบ และการใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการบวกและการลบจำนวนที่มีหลายหลัก มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ เด็กที่มีมโนคติของเลขฐานสิบจะประสบความสำเร็จในการคิดยุทธวิธีการบวกและการลบจำนวนหลายหลักได้ดีกว่าเด็กที่มีความเข้าใจในมิติของเลขฐานสิบน้อยหรือนักเรียนที่ไม่เข้าใจ และงานวิจัยของคาร์เพนเตอร์ และคณะ (Carpenter and others. 1997 : 3 – 20) พบว่านักเรียนที่ใช้ยุทธวิธีการบวกและการลบที่สร้างขึ้นก่อนที่จะเรียนขั้นตอนวิธีที่เป็นมาตรฐานจะแสดงความเข้าใจในมิติของเลขฐานสิบได้ดีกว่าและประสบความสำเร็จในการขยายความรู้สู่สถานการณ์ใหม่ได้ดีกว่านักเรียนที่เริ่มต้นจากการเรียนรู้ขั้นตอนวิธีที่เป็นมาตรฐาน

ฟิชเชอร์ (Fischer. 1990 : 207 – 215) ได้ศึกษานักเรียนปฐมวัยในเรื่องความเข้าใจในมิติจำนวน การบวก และการลบ พบว่า นักเรียนที่มีความรู้ส่วนย่อย และทั้งหมด จะมีผลสัมฤทธิ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนมติจำนวน การบวก การลบ โจทย์ปัญหา และมโนมติค่าประจำหลักสูงกว่านักเรียนที่ไม่มีประสบการณ์ส่วนย่อยและทั้งหมด นอกจากนั้นในการศึกษานักเรียนระดับสี่ที่ศึกษาความสัมพันธ์ส่วนย่อยและทั้งหมด โดยฮุนเกอร์ (Rathmell and Leutzingier. 1993 : 27 ; citing Huinker. 1990) พบว่านักเรียนที่เรียนความสัมพันธ์ส่วนย่อยและทั้งหมด สามารถทำข้อ

ทดสอบโจทย์ปัญหาขั้นเดียว และสองชั้นได้ดีกว่านักเรียนที่ไม่มีประสบการณ์ส่วนย่อยและส่วนรวม

ฟูสัน และแบรส์ (Fuson and Briars. 1990 : 180 – 206) ได้วิจัยวิธีการจัดการเรียนการสอนค่าประจำหลัก และการบวก และการลบจำนวนที่มีหลายหลักสำหรับนักเรียนระดับหนึ่ง และระดับสอง ด้วยการใช้บล็อกฐานสิบ (base-ten-blocks) แสดงการเรียกชื่อและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนในระบบเลขฐานสิบ ดังรูป และแสดงการบวกและการลบของจำนวนที่มีสี่หลัก ด้วยบล็อกขนาดต่างๆ และการเคลื่อนย้ายบล็อก ให้รายงานผลในแต่ละขั้นทันทีด้วยตัวเลขฐานสิบ หลังจาก que นักเรียนประสบความสำเร็จในการหาผลบวกและผลลบกับจำนวนที่มีไม่เกินสี่หลัก โดยไม่ต้องใช้บล็อกแล้ว



ภาพประกอบ 5 แนววิธีการเรียน/การสอน ค่าประจำหลัก

เด็กจะได้รับการฝึกกับจำนวนห้าถึงแปดหลัก จากการศึกษานักเรียนระดับหนึ่งและระดับสอง ปรากฏว่านักเรียนสามารถหาผลบวกจำนวนที่มีสี่หลักได้อย่างมีความหมายโดยผลการทดสอบภายหลังการทดลองสอน ปรากฏว่ามีคะแนนสูงกว่าการทดสอบก่อนการทดลองสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และในกรณีของการเรียนการสอนการลบ ก็พบว่าการสอบหลังการทดลองมีคะแนนสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ฟูสัน และคณะ (Fuson and others. 1997 : 130 – 162) วิเคราะห์วิธีการคิดที่เด็กใช้แก้ปัญหาการบวกและการลบจำนวนหลายหลักของเด็กประถมศึกษาปีที่ 1 – 3 พบว่า ในการหาผลบวกของ $38 + 26$ พบยุทธวิธีการคิดแบบต่างๆ คือ แบบที่หนึ่ง "สามสิบ และยี่สิบ เป็นห้าสิบ และแปด เป็น ห้าสิบแปด ดังนั้น อีกหกกรวมเป็นหกสิบสี่" แบบที่สอง "สามสิบและยี่สิบ เป็นห้าสิบ แปดและหกเป็นสิบสี่ สิบจากสิบสี่ ทำให้ได้หกสิบ ดังนั้นจะได้หกสิบสี่" ในการหาผลลบของ $62 - 28$ พบยุทธวิธีการคิดแบบต่างๆ คือ แบบที่หนึ่ง "หกสิบเอาออกไปยี่สิบ เหลือ สี่สิบ แล้วเพิ่มอีกสองเป็นสี่สิบสอง เอาออกสอง เหลือ สี่สิบ เอาออกหก เหลือ สามสิบสี่" แบบที่สอง "หกสิบเอาออกยี่สิบเป็นสี่สิบ แต่เอาแปดออกจากสองไม่ได้ ถ้าเอาสองออกจากสองจะ

ต้องเอาออกอีกหก จะเหลือสามสิบสี่" แบบที่สาม หกลีบเอาออกสามสิบ เหลือสามสิบสอง แต่เราต้องเอาออกเพียงยี่สิบแปด ดังนั้นต้องเพิ่มอีกสองจะได้สามสิบสี่"

งานวิจัยเกี่ยวกับการเข้าใจโจทย์ปัญหาของเด็ก เช่น ปัญหาสองปัญหาต่อไปนี้ (Carpenter & Moser, 1984 : 179-202 ; Carey, 1991 : 266 – 280)

"แอนมีลูกโป่ง 12 ลูก เธอให้ลูกโป่งหอม 7 ลูก เธอจะเหลือลูกโป่งกี่ลูก "

"แอนมีลูกโป่ง 7 ลูก เธอต้องซื้อเพิ่มอีกกี่ลูก จึงจะมีลูกโป่งรวมกัน 12 ลูก"

พบว่า ในเบื้องต้นเด็กจะแก้ปัญหาลำนี้แตกต่างกัน เช่น ปัญหาแรก เด็กจะจัดชุดของวัตถุ 12 ชิ้น แล้วเอาออกไป 7 ชิ้น สำหรับปัญหาที่สองเด็กจะจัดชุดของวัตถุ 7 ชิ้น และเพิ่มไปอีกจนกระทั่งครบ 12 ชิ้น และเด็กจะไม่เห็นความสัมพันธ์ของสองปัญหานี้ ว่าสามารถแก้ได้โดยใช้ยุทธวิธีเดียวกัน จากปัญหาแรกจะเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ตรงกับปัญหาคือ $12 - 7 = \square$ และเขียนแทนผลเฉลยด้วย $12 - 7 = \square$ ส่วนปัญหาที่สองเขียนแทนประโยคสัญลักษณ์ด้วย $7 + \square = 12$ และเขียนแทนผลเฉลยด้วย $12 - 7 = \square$

ปีเบอท์ (Bebout, 1990 : 123 – 131) พบว่า ในเบื้องต้น เด็กมีความยุ่งยากในการเขียนประโยคสัญลักษณ์สำหรับโจทย์ปัญหา เช่น ปัญหาที่สองข้างต้น เมื่อเขาจำกัดการนำเสนอปัญหาด้วยประโยคสัญลักษณ์แบบมาตรฐาน $a + b = \square$ และ $a - b = \square$ ซึ่งไม่ได้สะท้อนโครงสร้างสถานการณ์ของปัญหาแต่เมื่อเวลาผ่านไป เด็กจะมีความยืดหยุ่นในการเขียนประโยคสัญลักษณ์ สำหรับโจทย์ปัญหา และสามารถแทนทุกปัญหาการบวกและปัญหาการลบได้ด้วย $a + b = \square$ และ $a - b = \square$ ซึ่งรัทเมลและฮุนเกอร์ (Rathmell and Huinker, 1989 : 99-110) เห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาการบวกและปัญหาการลบต่าง ๆ พัฒนารู้นจากความสัมพันธ์ส่วนย่อยและทั้งหมด

สำหรับหลักสูตรการคูณ มักจะเริ่มต้นในระดับสอง โดยการเสนอการคูณในรูปของการบวกซ้ำ ๆ ถึงแม้ว่าเด็กส่วนหนึ่งจะเข้าใจการคูณจากช่วงเวลาที่ได้รับการแนะนำ แต่ก็มีนักเรียนจำนวนมากยังคงมีปัญหาโดยตลอดในระดับประถมศึกษา (Reys and others, 1992 : 124-125 ; Clark and Kamii, 1996 : 41 – 51) โดยปัญหาที่พบเห็น ซึ่งคลาก และคามิ ได้อ้างอิงจากเอกสารต่างๆดังนี้

1) เด็กใช้การบวกแทนการคูณ ตัวอย่าง : บรรจู่ไข่มุกกล่อง กล่องละ 12 ฟอง ถ้าบรรจู่ไข่มุกได้ 25 กล่อง จะบรรจู่ไข่มุกทั้งหมดไปกี่ฟอง เด็กบางคนจะใช้การบวกหาคำตอบ เป็น $12 + 25 = 37$ (Clark and Kamii, 1996 : 41 – 51 ; citing Hart, 1981 : 11-16 ; Kamii with Livingston, 1994)

2) เมื่อเด็กไม่ทราบผลคูณ เด็กมักไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เด็กไม่ทราบกับสิ่งที่เด็กทราบ (Clark and Kamii. 1996 : 41 – 51 ; citing Kamii with Livingston. 1994) ตัวอย่าง การที่นักเรียนทราบว่า $6 \times 6 = 36$ มักไม่ช่วยให้เด็กสามารถหาผลคูณของ 7×6

3) แม้ว่าเด็กที่ไม่มีปัญหาในการหาผลคูณ บ่อยครั้งจะพบว่า มีปัญหากับความหมายของการคูณ (Clark and Kamii. 1996 : 41 – 51; citing Lingquist. 1989 ; Piaget. 1983 / 1987) ตัวอย่าง เมื่อครู (Clark and Kamii. 1996 : 41 – 51; citing Brien and Casey. 1983) ถามเด็กเพื่อให้เขียนเรื่องราวปัญหาสำหรับ $6 \times 3 = 18$ ปรากฏว่า นักเรียนระดับสี่ 37 % และนักเรียนระดับห้า 44 % สร้างโจทย์ปัญหา ดังเช่น "มีเปิดหกตัว กำลังว่ายน้ำอยู่ในบ่อ แล้วมีเปิดอีกสามตัวมาสมทบ ดังนั้นจะมีเปิดเป็นกี่ตัว "

จากการศึกษาของคลาด และคามิ (Clark and Kamii. 1996 : 41 – 51) เพื่อแยกแยะความคิดในเรื่องการคูณสำหรับนักเรียนระดับ 1 – 5 โดยการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้งานของเพียเจท์ เพื่อศึกษาพัฒนาการจากการบวก สู่ความคิดการคูณ ด้วยการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 336 คน ปรากฏว่านักเรียนระดับสองจำนวน 45 % สาธิตความคิดบางอย่างของการคูณได้ และพัฒนาไปอย่างช้า ๆ ส่วนนักเรียนระดับห้ามีเพียง 48 % ที่สาธิตความคิดของการคูณได้อย่างคงเส้นคงวา ซึ่ง คลาด และคามิ สรุปว่าการแนะนำการคูณในระดับสองเป็นสิ่งเหมาะสม แต่ต้องไม่คาดหวังว่านักเรียนทุกคนจะใช้การคูณได้เช่นเดียวกับนักเรียนระดับห้า

ความสามารถในการอ้างอิงเชิงปริมาณและการวัดในสถานการณ์ต่าง ๆ

จากการศึกษาของมัวร์ (Greeno. 1991 : 171 – 172 ; citing Moore. 1987) ในเรื่องการอ้างอิงเชิงปริมาณเกี่ยวกับปัญหา ที่ว่า "จำนวนใบไม้ที่ร่วงในฤดูใบไม้ร่วงในทวีปอเมริกาเหนือมากเท่าใดในแต่ละปี" ผู้แก้ปัญหาคคนหนึ่งอ้างอิงการประมาณพื้นที่ของสหรัฐอเมริกา จากการประมาณขนาดของรัฐมิชิแกนที่เธอคุ้นเคย โดยตั้งสมมติฐานว่ามิชิแกนมีพื้นที่เท่ากับค่าเฉลี่ยของพื้นที่ของรัฐต่าง ๆ โดยประมาณ แล้วคูณพื้นที่ของสหรัฐอเมริกาด้วยสอง ซึ่งจะได้พื้นที่ซึ่งรวมแคนาดาและเม็กซิโกด้วย และเธอลองหาจำนวนของต้นไม้โดยประมาณระยะระหว่างต้นไม้ในป่าที่เธอคุ้นเคย แล้วเธอก็คิดว่าพื้นที่ที่มีต้นไม้เป็นเศษส่วนเท่าใดของพื้นที่ทั้งหมด โดยตัดพื้นที่ที่เป็นน้ำ และพื้นที่ซึ่งไม่มีต้นไม้ออก คำนวณจำนวนต้นไม้ต่อตารางไมล์จากระยะทางนั้น คูณด้วยพื้นที่โดยประมาณ และอ้างอิงถึงจำนวนใบไม้จากต้นไม้แต่ละต้น โดยการประมาณจำนวนกิ่งไม้แต่ละต้นและจำนวนใบไม้ในกิ่ง และสุดท้ายอ้างอิงถึงผลรวมของจำนวนใบไม้ซึ่งเป็นผลคูณของจำนวนใบไม้แต่ละต้นและจำนวนต้นไม้

ซอนเฟลด์ (Scheonfeld. 1988 : 82 – 92) ได้ตั้งข้อสังเกตจากโจทย์ปัญหาข้อหนึ่งจากการประเมินของ NAEP (The National Assessment of Educational Progress) โดยโจทย์ถามว่า “มีทหาร 1128 คน ขนส่งโดยรถประจำทางคันละ 36 คน จะต้องใช้รถประจำทางทั้งหมดกี่คัน” ปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบ “31 เศษ 12” ซึ่งแสดงว่าเด็กดำเนินการทางเลขคณิตโดยขาดสำนึกของจำนวนของความหมายของคำตอบที่เป็นค่าของจำนวนเชิงปริมาณ

คอร์ลี (Corle. 1960 : 330 – 340) ได้ศึกษานิยมติเชิงปริมาณของนักเรียนระดับห้าจำนวน 39 คน และนักเรียนระดับหกจำนวน 108 คน โดยให้นักเรียนประมาณสิ่งของสิบอย่างซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักของกล่องไม้ ความยาวของเชือก เส้นรอบวงของลูกบาศก์บอลลูนหภูมิห้อง และปริมาณน้ำในถัง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนระดับห้าประมาณค่าโดยเฉลี่ยเกือบหกเท่าของการวัดจริง ส่วนนักเรียนระดับหกจะประมาณค่าใกล้เคียงกับการวัดจริงมากกว่านักเรียนระดับห้า

พอลล (Paull. 1972 : 3567 – A) ได้วิจัยทางด้านความสามารถในการประมาณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการประมาณความยาว พื้นที่ และคำตอบที่ได้จากการสำรวจเชิงตัวเลขในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับสิบเอ็ดจำนวน 196 คน ซึ่งสุ่มจากนักเรียน 12 ห้อง ผลปรากฏว่าความสามารถในการประมาณค่าคำตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ แต่ความสามารถในการประมาณความยาวไม่สัมพันธ์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ความสามารถในการประมาณพื้นที่ และความสามารถในการประมาณค่าความยาวไม่สัมพันธ์กับความสามารถในการคิดคำนวณอย่างรวดเร็วทางคณิตศาสตร์

การคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น

รีส์และคณะ (Reys and others. 1995 : 304 – 326) ศึกษาเพื่อประเมินเจตคติความชอบในการคิดคำนวณ และการคิดคำนวณในใจของนักเรียนระดับ สอง, สี่, หก และ แปด จำนวน 176, 187, 187, และ 206 คน ตามลำดับ และสัมภาษณ์นักเรียนระดับ สี่ และ แปด จากกลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนระดับสูง และระดับกลางของการจัดลำดับ จากแบบทดสอบคิดคำนวณในใจ เพื่อแยกแยะยุทธวิธีที่ใช้คิดคำนวณในใจ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดรวบรวมระหว่างเดือนสุดท้ายของการศึกษา ปรากฏว่า แนววิธีคิดคำนวณในใจสะท้อนถึงวิธีที่คิดด้วยกระดาษและดินสอ

โฮป และเชอร์วิล (Hope and Sherrill. 1987 : 98 – 111) ศึกษาการคิดคำนวณในใจเพื่อหาผลคูณของ 25×48 ได้วิเคราะห์ว่า เด็กที่คิดคำนวณในใจโดยเปลี่ยน 25×48 เป็น

100×48 เท่ากับ 100×12 หรือ 1200 จะบ่งชี้ความสามารถด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนสูง

4
กว่าเด็กที่คิดขั้นตอนวิธีในใจ โดยใช้หลักการคิดเช่นเดียวกับการคิดด้วยกระดาษและดินสอ

มารีโควิทส์ และซาวเดอร์ (Marcovits and Sowder, 1994 : 4 – 29) ศึกษาพบว่านักเรียนระดับสี่ และระดับหก จะใช้วิธีที่คุ้นเคย เช่นขั้นตอนวิธีที่เป็นมาตรฐานในกรณีที่ยิ่งง่ายที่จะประยุกต์กับการคิดในใจ แต่นักเรียนจะเลือกใช้วิธีที่ไม่เป็นมาตรฐาน เช่น กรณีของ 24×25 $475 \div 25$ และ $76 + 53 + 17 - 53$ เมื่อไม่สามารถประยุกต์กับขั้นตอนวิธีที่เป็นมาตรฐานได้โดยง่าย

สำนึกเกี่ยวกับจำนวน

มารีโควิทส์ และซาวเดอร์ (Marcovits and Sowder, 1994 : 4 – 29) ได้ศึกษาเพื่อตรวจสอบผลของการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนระดับเจ็ด ซึ่งประกอบด้วย ขนาดของจำนวน การคิดคำนวณในใจ และการคำนวณด้วยการประมาณ โดยครูประจำชั้นจะเป็นผู้สอน โดยจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้สำรวจจำนวน ความสัมพันธ์ของจำนวน การดำเนินการของจำนวน ส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบกฎเกณฑ์และสร้างขั้นตอนวิธีใช้การวัดผลและสัมภาษณ์ก่อนการสอน และหลังจากการสอนเสร็จสิ้นโดยทันทีและหลังจากนั้นหกเดือนได้ทดสอบความคงทน ซึ่งปรากฏว่านักเรียนยังคงชอบที่จะใช้ยุทธวิธีที่สะท้อนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนเช่นเดียวกับการสอบหลังการทดลองเป็นการแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวอันเนื่องมาจากนักเรียนได้มีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องเหล่านี้

สกอตต์ (Scott, 1987 : 1409 A) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของโปรแกรมสำนึกทางด้านจำนวนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับแปด ผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ และคะแนนเก็บวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกในโปรแกรม สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถคล้ายกัน แต่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างความสามารถทางด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในด้านการคำนวณนอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่านักเรียนชาย มีคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนสูงกว่านักเรียนหญิง

ลี (Lee, 1993 : 2886) ได้ศึกษานักเรียนระดับหกใช้สำนึกเกี่ยวกับจำนวนเพื่อบ่งชี้ความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนแต่ละคนจะถูกกำหนดให้แก้ปัญหาเจ็ดข้อ ในขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นักวิจัยจะคอยไต่ถามการคิดของเขา และนักเรียนจะถูกถามเพื่อให้

พิสุจน์คำตอบ ซึ่งกำหนดให้ใช้การจัดกระทำหรือวาดรูป การบอกเรื่องราวปัญหา หรือการกำหนดตัวอย่างในชีวิตจริงที่สื่อความหมายกับประโยคจำนวน ผลการศึกษาพบว่า เด็กที่ศึกษาส่วนใหญ่ไม่สามารถแสดงพัฒนาการที่ดีของสำนึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาในด้านการประมาณทั้งจำนวนนับและเศษส่วน นอกจากนั้นนักเรียนยังมีปัญหาด้านความเข้าใจความหมายของการคูณและการหาร ถึงแม้ว่านักเรียนจะสามารถคิดคำนวณจากประโยคสัญลักษณ์ได้ การศึกษาไม่พบความแตกต่างระหว่างชายและหญิงในการแสดงความเข้าใจในมิติทางคณิตศาสตร์

รีส์และแยง (Reys and Yang, 1998 : 225 – 237) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการคิดคำนวณและสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนระดับหก และระดับแปดของนักเรียนไต้หวันโดยใช้แบบทดสอบแสดงการเขียนการคิดคำนวณด้วยการเขียน หรือ WCT (Written Computation Test) จำนวน 20 ข้อ สำหรับนักเรียนระดับหก และระดับแปด ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน เป็นข้อสอบแบบปลายเปิด ซึ่งตรงตามหลักสูตรแห่งชาติไต้หวัน และแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน หรือ NST (Number Sense Test) ประกอบด้วยข้อสอบ 40 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบปลายเปิด และเลือกตอบผนวกกับข้อสอบให้ตอบสั้น ๆ ผลการวิจัยพบว่า คะแนน WCT สูงกว่าคะแนน NST ทั้งสองระดับ ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นที่ว่านักเรียนเขียนการคิดคำนวณได้ดี ไม่จำเป็นต้องมีสำนึกเกี่ยวกับจำนวน หรือการหาคำตอบได้ ไม่ใช่แสดงว่าผู้นั้นเป็นนักคิดที่ดี ผู้วิจัยเสนอว่าควรให้ความสนใจที่จะพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความเข้าใจนอกเหนือจากการหาคำตอบได้

งานวิจัยของไทย

สมจิต ชิวปรีชา (2514) ได้วิจัยเรื่องสหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกระระยะ และการกะจำนวนกับสัมฤทธิ์ผลในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตัวอย่างประชากรมีจำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกระระยะและการกะจำนวนกับสัมฤทธิ์ผลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งหมายความว่า นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงก็อาจจะได้คะแนนความสามารถในการกระระยะ และการกะจำนวนสูงด้วย แต่จะมีบางส่วนหรือคะแนนของบางคนไม่เป็นไปตามนี้ นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีความสามารถในการกระระยะ และการกะจำนวนไม่แตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ .05

สุวิชา หนูนา (2535) ได้ศึกษารูปแบบที่ผิดพลาดในการคิดคำนวณเรื่องการบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มโรงเรียนทักซิณ อำเภอกุญแจ จังหวัดชัยภูมิ ผลการ

วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาในการบวก โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการไม่นำตัวทดไปรวมกับผลบวกในหลักทางซ้ายมือ รองลงมา ได้แก่ การไม่เข้าใจเกี่ยวกับศูนย์ในการบวก โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากเมื่อบางหลักในตัวตั้งเป็นศูนย์ จะไม่มีการทดไปยังศูนย์ และนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาในการลบ โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการไม่กระจาย แต่ใช้ตัวเลขในหลักที่มีมากกว่าเป็นตัวตั้ง โดยไม่สนใจว่าจะเป็นตัวตั้งหรือตัวลบ รองลงมาคือการลบผิด โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่เนื่องมาจากการที่นักเรียนลบจากซ้ายไปขวา

อุษา คงทอง (2539) ได้ศึกษาผลของสำนักทางด้านจำนวน และตัวแปรคัดสรรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสำนักทางด้านจำนวนเท่ากับ 27.22 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน และเมื่อทำการวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ พบว่าตัวแปรที่ส่งผลทางตรงสูงสุดต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านความรู้และทักษะ คือ ความสามารถ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ความรู้พื้นฐานเดิม และสำนักเกี่ยวกับจำนวน ตามลำดับ ส่วนตัวแปรที่ส่งผลทางตรงสูงสุดต่อสำนักทางด้านจำนวน คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา รองลงมา คือ ความรู้พื้นฐาน และผลการวิจัยขั้นที่สอง จากการทดลองใช้โปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนา เมื่อกำหนดให้ตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหา และ/หรือความรู้พื้นฐานเดิมเป็นตัวแปรรวม พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมสำนักทางด้านจำนวนมีคะแนนเฉลี่ยของสำนักทางด้านจำนวนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมสำนักทางด้านจำนวนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนคณิตศาสตร์

ในช่วงศตวรรษที่ 19 มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนที่มีอิทธิพลกับครุคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก เรียก The Mental Theory of Learning โดยมีความเชื่อว่าจิตใจเสมือนกล้ามเนื้อ ซึ่งต้องได้รับการฝึกเช่นเดียวกับการออกกำลังกายของกล้ามเนื้อ หลักสูตรคณิตศาสตร์ จะเน้นการฝึกเป็นสำคัญ ต่อมาทฤษฎีสั่งเร้า – การตอบสนอง (Stimulus – Response) ของทอนไดค์ (Thomdike) เข้ามามีบทบาทแทน ซึ่งทฤษฎีนี้เชื่อว่าการเรียนเกิดขึ้น เมื่อมีความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองที่เหมาะสม (Kennedy and Tipps. 1994 : 31) โดยทอนไดค์เน้นว่าสิ่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ คือการเสริมแรง ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองมากขึ้น สกินเนอร์ (Skinner) ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาในช่วงต่อจากทอนไดค์ เห็นด้วยกับทอนไดค์ที่ว่า การเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ แต่เห็นว่าการเชื่อมโยง

จะเกิดขึ้นระหว่างรางวัลและการตอบสนอง มิใช่เกิดจากสิ่งเร้าและการตอบสนอง (พรณี ชูทัย เจนจิต. 2538 : 286)

ในช่วงศตวรรษที่ 20 มีนักจิตวิทยาหลายท่าน เช่น เพียเจท์ (Piaget) บรูเนอร์ (Bruner) กาเย่ (Gagne) และดีนส์ (Dienes) ให้ความสำคัญกับการพัฒนาความเข้าใจมูลฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ ตามความเชื่อในทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (The Meaning Theory) ที่แนะนำโดย บราวเนล (Brownell) ในปี ค.ศ. 1930 ที่ว่าเด็กต้องเข้าใจว่าเขากำลังทำอะไร โดยทฤษฎีสนับสนุนให้ใช้วัตถุในการจัดกระทำ เพื่อให้เด็กเข้าใจในมิติและทักษะใหม่ (Kennedy and Tipps. 1994 : 31)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์

เพียเจท์ (Jean Piaget) เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิส มีความเห็นว่า เด็กคือผู้ที่พยายามศึกษาสำรวจโดยตนเอง ทั้งที่เป็นวัตถุสิ่งของ และบุคคล จากการที่เด็กมีปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทำให้เด็กเกิดความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมและพัฒนาต่อไป จนในที่สุดสามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ (พรณี ชูทัย เจนจิต. 2538 : 129)

เพียเจท์ ได้กำหนดขั้นพัฒนาการทางด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive development) เป็น 4 ระดับ คือ

- 1) ขั้นใช้ประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor stage) ช่วงอายุตั้งแต่แรกเกิด ถึงอายุประมาณ 2 ปี เด็กจะมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุกายภาพต่าง ๆ
- 2) ขั้นก่อนคิดเป็นรูปธรรม (Pre operational stage) อายุ 2 ถึง ประมาณ 6 หรือ 7 ปี เด็กเริ่มใช้สัญลักษณ์ เขียน และเลียนแบบ
- 3) ขั้นคิดเป็นรูปธรรม (Concrete operational stage) อายุ 6 หรือ 7 ปี ถึงประมาณ 11 หรือ 12 ปี เด็กเริ่มต้นพัฒนาระบบการคิด แต่ยังคงอยู่ในขั้นรูปธรรม และพัฒนาการเรียนรู้ไปตามลำดับขั้น
- 4) ขั้นคิดเป็นแบบแผน (Formal operational stage) เริ่มต้นประมาณอายุ 11 หรือ 12 ปี เด็กพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล และเริ่มต้นด้วยสมมติฐาน และจบลงด้วยข้อสรุปที่สมเหตุสมผล เด็กยังคงต้องมีประสบการณ์จากรูปธรรม แต่สามารถดำเนินการโดยใช้สมมติฐานและทฤษฎี (Hedden and Speer. 1995 : 32) งานของเพียเจท์ เป็นประโยชน์ต่อนักการศึกษา ที่สามารถนำไปใช้ในห้องเรียนได้คือ เด็ก ๆ โดยเฉพาะเด็กเล็ก เรียนรู้ได้ดีจากกิจกรรมรูปธรรม ดังนั้นโรงเรียนจึงต้องเปลี่ยนบทบาทของครูและธรรมชาติของการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม

โดยครูจะต้องใช้การบอกให้น้อยลง เป็นผู้ส่งเสริมและชี้แนะมากกว่าจะเป็นผู้สอนทุกสิ่งทุกอย่าง โดยตรง (Post. 1988 : 8)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์

บรูเนอร์ (Jerome Bruner) มีความเห็นว่าทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาต้องเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีความรู้ กับทฤษฎีการสอน โดยกล่าวว่า "ทุกเนื้อหาสามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับเด็กคนใดคนหนึ่งในระดับอายุใดก็ได้" บรูเนอร์ได้พัฒนาหลักสูตรบางวิชา เพื่อสำรวจแนวทางใหม่ของเนื้อหาและวิธีสอน โดยที่ตัวแบบการสอนให้ความสำคัญกับมโนคติหลักสี่อย่าง คือ โครงสร้าง (structure) ความพร้อม (readiness) สหปัญญา (intuition) และแรงจูงใจ (motivation) (Post. 1988 : 12) บรูเนอร์ เชื่อว่าการเรียนเป็นกระบวนการที่ต้องลงมือกระทำโดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อพัฒนาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ทฤษฎีทางสติปัญญาของบรูเนอร์ ประกอบด้วย 3 ระดับ ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กับชีวิตของคนไปโดยตลอด คือ (Bitter and others. 1989 : 23)

1) ของจริง (Enactive) กิจกรรมรูปธรรมที่เป็นของจริง โดยไม่ต้องคิดสร้างภาคสมมติวินิจฉัยหรือใช้คำพูดต่าง ๆ

2) รูปภาพ (Iconic) ใช้รูปภาพเป็นตัวแทนของจริง หรือสร้างภาคสมมติขึ้นแทนมโนคติ

3) สัญลักษณ์ (Symbolic) เป็นขั้นนามธรรมในระบบของการคิด ทฤษฎีทางสติปัญญาของบรูเนอร์ที่ประยุกต์กับการสอนคณิตศาสตร์ ตัวอย่าง การพิจารณาการดำเนินการ "สองบวกสาม"

ระดับของจริง (Enactive) เด็กจะรวมสิ่งของจากสองกลุ่ม เช่น ดินสอสี่แดงสองแท่ง มารวมกับดินสอสีน้ำเงินสามแท่ง ได้ผลรวมเป็นดินสอห้าแท่ง

ระดับรูปภาพ (Iconic) เด็กจะมองชุดของรูปภาพ เช่น รูปภาพเปิด 2 ตัว กับรูปภาพปิด 3 ตัว และดูรูปภาพชุดที่สาม ซึ่งมีจำนวนเปิดและปิดรวมกัน 5 ตัว

ระดับสัญลักษณ์ (Symbolic) เป็นระดับที่ส่งเสริมให้เด็กเขียนสัญลักษณ์ $2 + 3 = 5$

ลำดับขั้นการเรียนรู้ของกาเย่

โรเบิร์ต กาเย่ (Robert Gagne) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ เขาพยายามศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจิตวิทยาการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนเกิดประสิทธิภาพในเรื่องต่อไปนี้ คือ (1) ทักษะด้านสติปัญญา (intellectual skill) (2) ยุทธวิธีการคิด (cognitive strategies) (3) สารสนเทศทางวาจา (verbal information) (4) ทักษะการเคลื่อนไหว (motor skills) และ (5) เจตคติ (attitudes) (Post. 1988 : 3) กาเย่เชื่อว่าการเรียนรู้สามารถปรับปรุงได้ด้วยการแยกย่อย

งาน และจัดลำดับให้ชัดเจน เนื่องจากการจัดระบบงานย่อย ๆ เพื่อเป้าประสงค์หนึ่ง จะช่วยให้ครูสามารถวางแผนการสอน โดยพิจารณาจากงานย่อย ๆ ทั้งหมด (Kennedy and Tipps. 1994 : 33) กาเยเห็นว่ความรู้ในระดับที่สูงกว่าจะต้องอาศัยความรู้ในระดับที่ต่ำกว่า ในการจัดการเรียนการสอน จึงต้องจัดให้เป็นไปตามลำดับทั้งเนื้อหาและมโนคติต่าง ๆ จากง่ายเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนสิ่งที่ยาก (พรวณีย์ ชูทัย เจนจิต. 2538 : 408 – 410)

หลักการการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของดินส์

ดินส์ (Zoltan Dienes) แบ่งการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ออกเป็น 4 หลักการ (Post. 1988 : 8-11) คือ

1) หลักการพลวัต (The Dynamic Principle)

หลักการพลวัต กล่าวว่า ความเข้าใจมโนคติใหม่ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนตามลำดับ 3 ขั้น คือ

ขั้นที่หนึ่ง ขั้นเบื้องต้นหรือขั้นเล่น เป็นประสบการณ์ของผู้เรียนที่ไม่เกี่ยวกับโครงสร้าง ยกตัวอย่าง เด็กแสดงลักษณะในการเล่นของเล่นชิ้นใหม่ ดินส์แนะนำว่ากิจกรรมอย่างไม่เป็นแบบแผน เป็นธรรมชาติเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูควรจัดให้มีในชั้นเรียน

ขั้นที่สอง เด็กมีประสบการณ์ที่เป็นโครงสร้าง คล้ายมโนคติที่ได้เรียน

ขั้นที่สาม เน้นการบรรยายของมโนคติคณิตศาสตร์ด้วยการส่งเสริมให้ทำการประยุกต์อีกครั้งกับชีวิตจริง ความสมบูรณ์ของวัฏจักรนี้ เป็นสิ่งจำเป็นก่อนที่จะเสนอมนคติใหม่กับผู้เรียน

2) หลักการรับรู้ความหลากหลายของสภาพการณ์ต่างๆ (The Perceptual Variability Principle)

หลักการรับรู้ความหลากหลายของสภาพการณ์ต่างๆ แนะนำว่าการเรียนมโนคติจะให้ผลสูงสุด เมื่อเด็กได้รับมโนคติจากการใช้วัตถุกายภาพต่าง ๆ ประสบการณ์ต่าง ๆ จากสื่อกายภาพที่แตกต่างกันหลากหลายสำหรับโครงสร้างมโนคติพื้นฐานเดียวกัน (ไม่ควรใช้ประสบการณ์เหมือน ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง) การใช้สื่อที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมมโนคติ นามธรรมของคณิตศาสตร์ ยกตัวอย่าง กระบวนการจัดกลุ่มใหม่ สิบกลุ่มของหนึ่ง (ten ones) เปลี่ยนเป็นหนึ่งกลุ่มของสิบ (one ten) สิบกลุ่มของสิบ (ten tens) เปลี่ยนเป็นหนึ่งร้อย และอื่น ๆ เพื่อใช้ในกระบวนการบวกจำนวนสองจำนวนนั้น สามารถเลือกใช้สื่อต่าง ๆ ได้โดยอิสระ

3) หลักการตัวแปรทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Variability Principle)

ความเข้าใจมโนคติทางคณิตศาสตร์จะเพิ่มมากขึ้นถ้าแปรเปลี่ยนตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้อง กับมโนคตินั้นไปอย่างมีระบบ ในขณะที่ตัวแปรที่เกี่ยวข้องคงตัว ยกตัวอย่าง ถ้าสนใจที่จะส่ง

เสริมความเข้าใจคำว่า "รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน" หลักการข้อนี้ แนะนำว่า ควรปรับเปลี่ยนคุณลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น ขนาดของมุม ความยาวของด้าน ในขณะที่คงคุณลักษณะสำคัญ คือ "รูปสี่ด้านที่มีด้านตรงข้ามขนานกัน"

4) หลักการของการสร้างความคิด (The Constructivity Principle)

ดิวอี้ แยกแยะขั้นการคิดเป็น 2 ชนิด คือ ขั้นการคิดจากโครงสร้าง และขั้นการวิเคราะห์ ซึ่งขั้นการคิดจากโครงสร้าง ตรงกับขั้นตอนการคิดเป็นรูปธรรมของเพียเจต์ และขั้นการคิดวิเคราะห์ตรงกับขั้นการคิดเป็นแบบแผนของเพียเจต์ หลักการของการสร้างความคิด กำหนดง่าย ๆ ว่า "โครงสร้างจะมาก่อนการวิเคราะห์" ดิวอี้ชี้ว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะวิเคราะห์อะไรในขณะที่เด็กยังอยู่ในขั้นรูปธรรม

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการสอนคณิตศาสตร์คือเด็กจำนวนมากถูกถามความคตินามธรรมทางคณิตศาสตร์ ก่อนที่เด็กจะมีประสบการณ์จากรูปธรรม ผลก็คือ เด็กจะเรียนคณิตศาสตร์แบบท่องจำ ในการเสริมประสิทธิภาพของคณิตศาสตร์ จึงต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอนในชั้นเรียน การเรียนคณิตศาสตร์ต้องมุ่งให้ผู้เรียนมีความแคล่วคล่องว่องไว ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ โดยการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ในมิติ

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism)

ในช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีความพยายามที่จะนำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้เกิดจากการรวมแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้หลาย ๆ แนวความคิดเข้าด้วยกัน ซึ่งจะได้กล่าวแนวทฤษฎี และแนวทางที่สามารถนำไปใช้ได้ ในทางปฏิบัติดังนี้

วอน กลาเซอร์เฟลด์ (von Glasersfeld. 1989:162-163) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้เป็นทฤษฎีของความรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา และการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมาย และการควบคุมกระบวนการของการสื่อความหมายของคน ทฤษฎีของความรู้นี้จะอ้างอิงถึงหลักการ 2 ประการ คือ

1) ความรู้มิได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างโดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ

2) หน้าที่ของการรับรู้ คือ การปรับตัว และการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่มิใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง

แกดเมอร์ (Gadamer. 1994 : 91 – 96) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้เป็นการรวมแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลาย ๆ แนวคิดเข้าด้วยกัน และนักทฤษฎีการสร้าง

องค์ความรู้ เห็นว่า กิจกรรมทางสติปัญญาทุกกิจกรรมจะจบลงด้วยการสร้างเสริมสิ่งใหม่สิ่งหนึ่งขึ้นมา โดยสิ่งที่สร้างเสริมขึ้นใหม่ จะเชื่อมโยงเป็นเนื้อเดียวกับของเก่าที่มีอยู่เดิม นักทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเห็นพ้องกันว่า หลักสำคัญเบื้องต้นสองประการของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ได้แก่

- 1) ความรู้ความเข้าใจจะต้องสร้างโดยผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน และเต็มใจ และ
- 2) กระบวนการเรียนรู้เป็นกระบวนการของการจัดและปรับสิ่งที่จะเรียนรู้ให้เข้ากับโลกของประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีอยู่

ทอว์นตัน และวิลสัน (Thornton and Wilson. 1993 : 277 – 293) กล่าวว่าหัวใจของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ คือ การจัดกิจกรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะทำให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลใหม่ และความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ การเรียนจะต้องเริ่มจากพื้นฐานความรู้ของเด็กมากกว่าจากการสอนของครู ซึ่งครูจะต้องคอยประเมินความคิดของเด็ก จากการอภิปราย และส่งเสริมวิธีคิดต่าง ๆ ของเด็กอย่างกว้างขวาง

คอนเฟรย์ (Gadanidis. 1994 : 91 – 96 ; citing Confrey. 1990) ได้ศึกษา และเสนอเทคนิคที่ครูต้องใช้ในการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ 4 ประการ คือ

- 1) ครูต้องหาเหตุผลมาหักล้างคำตอบของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้รู้เองว่าคำตอบของเขาผิดหรือถูก
 - 2) ครูต้องส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนต่อสู้กับปัญหาที่มอบหมายให้ทำ ไม่ยอมแพ้ง่าย ๆ อย่างน้อยทุกครั้งที่ให้ปัญหาไปคิด ครูต้องให้นักเรียนอธิบายว่าเราได้พยายามทำอะไรไปบ้าง ในการแก้ปัญหา นั้น แม้ว่าจะแก้ปัญหา นั้นไม่ประสบผลสำเร็จ
 - 3) ครูต้องให้เวลานักเรียนมากพอที่จะเริ่มมองเห็นทิศทางในการเริ่มทำงานที่ได้รับมอบหมาย
 - 4) ครูต้องเน้น และให้ความสำคัญในการที่นักเรียนจะประเมินความสำเร็จของตนเอง
- จากแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว สามารถนำมาใช้ประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางจัดกิจกรรม ใช้สื่อรูปธรรมที่หลากหลาย เพื่อให้เด็กสามารถเชื่อมโยงจำนวนตัวเลข และสัญลักษณ์ กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแข็งขัน และเต็มใจ ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้เสนอความคิดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และร่วมมือกันหาเหตุผลมาหักล้าง หรือสนับสนุนความคิดต่าง ๆ รวมทั้งจะต้องจัดกิจกรรมเพื่อเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์ และชีวิตจริงของนักเรียน

ตอนที่ 3 หลักและแนวคิดในการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

ในการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ได้พัฒนาโดยยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของบราวเนล ที่เน้นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ ที่ว่าวัยเด็กต้องได้รับประสบการณ์จากวัตถุรูปธรรมหรือตัวแทนกายภาพ และทฤษฎีพัฒนาการของบรูเนอร์ที่เน้นว่าการเรียนเป็นกระบวนการที่ต้องลงมือกระทำ โดยการจัดกิจกรรมต้องเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในสามระดับ คือ ของจริง รูปภาพ และสัญลักษณ์ รวมทั้งยึดหลักตามทฤษฎีการสร้างความรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ และหาแนวความคิดที่เป็นของตนเองได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นกรอบในการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน จำแนกเป็นด้าน ๆ ดังนี้

1) ความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน มุ่งพัฒนาทั้งจำนวนเชิงการนับ และจำนวนเชิงอันดับที่ โดยการพัฒนาจำนวนเชิงการนับจะเริ่มจากการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการนับสิ่งของต่างๆ โดยในขั้นต้นจะเป็นการนับจำนวนสิ่งของ เช่น เมล็ดถั่วซึ่งมีจำนวนไม่เกิน 100 โดยเริ่มจากการนับตามแบบของนักเรียนเอง ต่อจากนั้นจึงนับตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น นับกลุ่มละ 5 นับกลุ่มละ 10 เพื่อเปรียบเทียบว่าวิธีใดสะดวกในการบอกปริมาณและการตรวจสอบ และการนับเป็นกลุ่มละ 10 จะเชื่อมโยงไปสู่สัญลักษณ์ตัวเลข ภาษา และค่าประจำหลัก ในขั้นต่อไปจึงเพิ่มจำนวนสิ่งของให้มากกว่า 100 แต่ไม่เกิน 1,000 และการนับเป็นกลุ่มละ 10 และกลุ่มละ 10 จำนวนสิบกลุ่ม เป็นกลุ่มละ 100 เพื่อเชื่อมโยงสัญลักษณ์ ตัวเลข ภาษา และค่าประจำหลัก ส่วนการพัฒนาความเข้าใจจำนวนเชิงอันดับที่จะพัฒนาให้นักเรียนรู้จักความหมายของจำนวนเชิงอันดับที่ เช่น อันดับที่หนึ่ง อันดับที่สอง และอื่นๆ ด้วยการปฏิบัติและซักถาม เช่น สิ่งใดอยู่ในอันดับที่สามนับจากด้านซ้าย

2) การรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน กระทำโดยการปฏิบัติกิจกรรมรวมทั้งการใช้คำถามปลายเปิด เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและตอบคำถาม การใช้สื่อรูปธรรม เช่น ลูกบาศก์สีแดง และลูกบาศก์สีเขียว อย่างละ 8 ชิ้น เพื่อนำมาต่อเป็นตุ้รถไฟจำนวน 8 ตุ้ นักเรียนจะใช้จำนวนตุ้รถไฟสีแดง และสีเขียวอย่างละกี่ตุ้ได้บ้าง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า 8 เท่ากับ $0 + 8, 1 + 7, 2 + 6, 3 + 5, 4 + 4, 5 + 3, 6 + 2, 7 + 1$ และ $8 + 0$ ใช้ตาราง 100 เพื่อให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ต่าง ๆ และนักเรียนสามารถเติมจำนวนลงในช่องว่างต่าง ๆ ในตารางได้ หรือการใช้สื่อรูปธรรม เช่น เมล็ดถั่วที่จัดเป็นกลุ่มของหน่วย กลุ่มของสิบ และกลุ่มของร้อย เพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของจำนวน เช่น $346 = 300 + 40 + 6 = 200 + 140 + 6 = 300 + 30 + 16$

3)ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน มุ่งพัฒนาให้นักเรียนเห็นว่าจำนวนสิ่งของบางอย่าง เช่น เมล็ดถั่ว ลูกแก้ว เหรียญบาท จำนวน 100, 200, 300, 1,000 หรือจำนวนอื่น ๆ มีปริมาณมากน้อยเพียงใด ด้วยการคะเน และตรวจสอบ หรือจำนวนสิ่งของต่าง ๆ ในภาชนะมีจำนวนสักเท่าใด ถ้าภาชนะใหญ่ขึ้นหรือภาชนะเล็กลงจะส่งผลอย่างไร หรือถ้าสิ่งของที่ได้ในภาชนะมีขนาดใหญ่ขึ้น หรือเล็กลงจะส่งผลอย่างไร ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะพัฒนาลำนึกเกี่ยวกับปริมาณของสิ่งของ ต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความสามารถที่นักเรียนจะบอกได้ว่าจำนวนใดจำนวนหนึ่งมีขนาดใหญ่หรือเล็ก เมื่อเปรียบเทียบกับอีกจำนวน รวมทั้งการใช้สื่อรูปธรรมต่าง ๆ และการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบจำนวนตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไปว่าจำนวนใดใกล้เคียงกับจำนวนที่กำหนดให้

4)ความเข้าใจความหมายของการดำเนินการต่าง ๆ ในเบื้องต้นมุ่งพัฒนาโดยใช้สถานการณ์ต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยเริ่มจากปัญหาที่ใช้จำนวนที่มีค่าน้อย ๆ ในสถานการณ์การบวก การลบ หรือการคูณในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าทำไมจึงใช้การบวก การลบ หรือการคูณ ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ จะกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาได้ว่าการบวก คือสถานการณ์ปัญหาที่ต้องนำมารวมกัน การลบ คือสถานการณ์ปัญหาที่แสดงถึงการเอาออก การเปรียบเทียบ หรือการหาส่วนย่อยอีกส่วนหนึ่งจากจำนวนทั้งหมด และการคูณ คือสถานการณ์ของการบวกจำนวนที่เท่ากันซ้ำ ๆ กัน

5)การรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการพัฒนาหลังจากที่นักเรียนมีความเข้าใจความหมายของการบวก การลบ และการคูณ ในระดับหนึ่งแล้ว จึงส่งเสริมให้นักเรียนพิจารณาผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ เช่น $8 + 4$, $8 - 4$, 8×4 ว่าผลลัพธ์ใดมีค่ามากที่สุด และผลลัพธ์ใดมีค่าน้อยที่สุด และในกรณีที่เปลี่ยน 8 และ 4 เป็นจำนวนอื่น ๆ ข้อสรุปยังคงเหมือนเดิมหรือไม่ ซึ่งการทำกิจกรรมเหล่านี้ อาจใช้เครื่องคิดเลขช่วยหาคำตอบก็ได้ นอกจากนั้นยังต้องจัดกิจกรรมพัฒนาให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยง การหาคำตอบในรูปแบบอื่น ๆ ได้อีก เช่น เชื่อมโยงว่า $(3 \times 4) + (4 \times 4)$ ย่อมเท่ากับ 7×4 หรือถ้านักเรียนบอกได้ว่า 3×7 เท่ากับ 21 นักเรียนควรคาดพิงได้ว่า 4×7 ย่อมเท่ากับ 3×7 รวมกับ 7 หรือ 6×7 ย่อมเท่ากับ 42

6)ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด พัฒนาจากการให้นักเรียนคะเนปริมาณสิ่งของ คะเนน้ำหนักเป็นกิโลกรัม กรัม หรือขีด คะเนระยะทางเป็นเซนติเมตร หรือเมตร และตรวจสอบการคะเนโดยการนับ การชั่ง หรือการวัดจริง รวมทั้งการพัฒนาแนวคิดในการสร้างเกณฑ์ในการตัดสินใจ เพื่อใช้ในการคะเน เช่น คะเนเมล็ดถั่ว โดยเทียบกับจำนวนเมล็ดถั่ว 10 เมล็ด คะเนระยะทางโดยเทียบกับระยะทาง 1 เมตร คะเน

น้ำหนักโดยเทียบกับน้ำหนัก 500 กรัม และใช้การตรวจสอบเพื่อพัฒนาความสามารถในการคะเนได้อย่างใกล้เคียงในครั้งต่อ ๆ ไป

7) ความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น เน้นการสร้างวิธีคิดจากตัวนักเรียน เช่น ครูให้นักเรียนหาผลบวกของ $24 + 37$ โดยการคิดคำนวณในใจ แล้วร่วมกันอภิปรายถึงวิธีคิดของนักเรียนแต่ละคน และพิจารณาว่าวิธีคิดใดเป็นวิธีคิดที่เหมาะสมที่จะใช้สำหรับการคิดคำนวณในใจ ซึ่งอาจมีวิธีคิดได้หลายวิธีก็ได้ ในกรณีที่นักเรียนยังไม่สามารถแสดงความคิดอย่างหลากหลาย ครูจะใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนทดลองใช้วิธีต่าง ๆ เพื่อหาวิธีที่มีประสิทธิภาพของแต่ละบุคคล นอกจากนั้นการพัฒนาความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น ใช้การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ภายหลังจากนักเรียนเข้าใจความหมายของการบวก การลบ หรือการคูณแล้ว โดยใช้เวลาในการพัฒนาครั้งละประมาณ 4-5 นาที ในบางคาบการสอน

นอกจากนั้น การพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนจะเน้นการผสมผสานหลาย ๆ ด้านของสำนึกเกี่ยวกับจำนวนไปพร้อม ๆ กัน โดยเน้นให้เด็กได้ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะประกอบด้วยการทำกิจกรรมร่วมกันทั้งชั้น การทำกิจกรรมเป็นกลุ่มเล็ก และการทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล โดยที่การเรียนร่วมกันทั้งชั้น เน้นให้นักเรียนรับทราบมโนคติบางอย่างร่วมกัน เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำกิจกรรมของกลุ่มเล็ก หรือเป็นพื้นฐานในการทำกิจกรรมของรายบุคคลในชั้นต่อไป รวมทั้งใช้การเรียนร่วมกันทั้งชั้นเพื่อเสนอผลงานของกลุ่ม หรือหาข้อสรุปต่าง ๆ ร่วมกัน การเรียนร่วมกันทั้งชั้น ครูมีบทบาทสำคัญในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา และเสนอความคิดเห็นต่าง ๆ ส่วนการทำงานกลุ่มเล็ก เน้นให้รู้จักการทำงานร่วมกัน และการช่วยเหลือกันในกลุ่ม โดยทุกคนต้องมีบทบาทช่วยเหลือกันเพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จในการทำงาน ทุกคนต้องตระหนักว่าความสำเร็จของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับความสำเร็จของทุกคนในกลุ่ม และการทำงานเป็นรายบุคคล เน้นให้แต่ละคนได้มีโอกาสคิดและแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง เพื่อฝึกฝน ทักษะและความสามารถของแต่ละบุคคลให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีพื้นฐานที่มั่นคงที่จะเรียนรู้ในระดับต่าง ๆ ต่อไป

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสภาพปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำข้อมูลสภาพและปัญหาที่ได้ มาจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้การสอน และจัดทำแผนการสอนเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ในด้านความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน การรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน ความเข้าใจความหมายของการบวก การลบ และการคูณ การรู้ผลสัมพัทธ์ของการบวก การลบ และการคูณ ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด และความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการ เป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ขั้นศึกษาสภาพและปัญหา

การดำเนินขั้นศึกษาสภาพปัญหาทางด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ คือ

1.1 ศึกษาเอกสารหลักสูตร ศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 สร้างและพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1.2.1 แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ครอบคลุมเนื้อหา

ในเรื่อง จำนวนไม่เกิน 1,000 การบวกมีผลลัพธ์ไม่เกิน 1,000 มีการทดเพียงหลักเดียว คือจากหลักหน่วยไปหลักสิบ หรือจากหลักสิบไปหลักร้อย การลบจำนวนสองจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 1,000 มีการกระจายเพียงหลักเดียว คือจากหลักร้อยไปหลักสิบ หรือจากหลักสิบไปหลักหน่วย การคูณ การหาผลคูณของจำนวนที่มีหลักเดียวกับจำนวนที่มีหลักเดียว การวัดความยาวโดยใช้เครื่องวัดมาตรฐาน และหน่วยเป็นเซนติเมตร และเมตร การเปรียบเทียบความยาว การคะเนความยาว และระยะทางสั้น ๆ โดยใช้สายตาแล้วเทียบกับหน่วยมาตรฐาน การชั่งโดยใช้เครื่องชั่งมาตรฐาน และให้หน่วยเป็นกรัม กิโลกรัม และขีด การเปรียบเทียบน้ำหนัก การคะเนน้ำหนัก โดยยกสิ่งของแล้วเทียบกับหน่วยมาตรฐาน

ขั้นตอนการสร้าง แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ดำเนินการดังนี้ คือ

1) ศึกษาเนื้อหาในบทเรียน และคู่มือครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ของกระทรวง

ศึกษาธิการ วิเคราะห์ความสามารถด้านต่าง ๆ สร้างแบบวัดทั้งแบบวัดแบบเลือกตอบ และแบบวัดแบบเติมคำตอบ ให้ครอบคลุมความสามารถด้านต่างๆซึ่งจำแนกเป็นจุดประสงค์ต่างๆ 7 ด้านคือ 1. ความเข้าใจความหมายของจำนวน 2. การรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 3. ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน 4. ความเข้าใจความหมายของการดำเนินการต่างๆ 5. การรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการต่างๆ 6. ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด และ 7. ความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น

2) นำแบบวัดที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ประถมศึกษาตรวจสอบ โดยในรอบแรกมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 4 ท่าน และได้นำมาปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้งจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการพัฒนาที่กำหนดไว้หรือไม่ แล้วนำมาหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัด โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC : index of objective congruence) ของแฮมเบิลตันและโรวินลลี (Hambleton and others. 1985 :240-244 ; citing Hambleton and Rovinelli. 1973)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด โดยที่ R

เท่ากับ -1, 0, 1 เมื่อ -1, 0, 1 แทน "ไม่เห็นด้วย" "ไม่แน่ใจ"

และ "เห็นด้วย" ว่าวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่จะวัดตามลำดับ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3) เลือกแบบวัดเฉพาะข้อที่มี IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้แบบวัดดังนี้

แบบวัดฉบับที่ 1 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 34 ข้อ

แบบวัดฉบับที่ 2 แบบเติมคำตอบ จำนวน 27 ข้อ

แบบวัดฉบับที่ 3 เป็นแบบวัดแบบเติมคำตอบ ใช้วัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ในจุดประสงค์ที่ 7 ประกอบด้วยแบบวัด 6 ข้อ ข้อ 1. เป็นโจทย์ประโยคสัญลักษณ์ให้คิดคำนวณ 15 ข้อย่อย สำหรับโจทย์ข้อ 2 ถึงข้อ 6 ให้เติมตัวเลข ให้ได้หลายแบบที่สุด ลักษณะของโจทย์ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรูปแบบของข้อสอบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จุดประสงค์ที่ 7

ข้อใหญ่	ลักษณะแบบวัด	จำนวนข้อที่ให้เต็มตัวเลข
ข้อ 1.	โจทย์ประโยคสัญลักษณ์ให้คิดคำนวณในใจ	15 ข้อย่อย
ข้อ 2.	$\square + \square = 36$	10
ข้อ 3.	$\square - \square = 36$	10
ข้อ 4.	$\square - \square + \square = 25$	10
ข้อ 5.	$\square \times \square = 36$	10
ข้อ 6.	$\square \times \square = 16$	5

4) ขอความร่วมมือจากครูผู้สอนคณิตศาสตร์โรงเรียนบ้านบางกะปิ คัดเลือกนักเรียน ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 ในต้นภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ที่ครูพิจารณาตามคุณสมบัติของบทนิยามของสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ว่ามีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนอยู่ในกลุ่มสูง จำนวน 25 คน และอยู่ในกลุ่มต่ำ จำนวน 25 คน และนักเรียนกลุ่มนี้ไม่ได้ใช้ในการศึกษาสภาพและปัญหาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน นำแบบวัดฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำนี้ เมื่อนักเรียนทำแบบวัดแล้ว นำแบบวัดของแต่ละกลุ่มเรียงคะแนนจากน้อยไปมาก แล้วนำแบบวัดของนักเรียนกลุ่มสูงที่ได้สูงสุด 10 คนแรก และกลุ่มต่ำที่ได้คะแนนต่ำสุด 10 คนแรก มาหาค่าอำนาจจำแนก รายข้อ โดย หาค่าของ จำนวนผู้ตอบถูกต้องจากกลุ่มสูง ลบด้วยจำนวนผู้ตอบถูก จากกลุ่มต่ำ แล้วหารด้วย 10 เป็นรายข้อ และเลือกใช้เฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ได้แบบวัดฉบับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ แบบวัดฉบับที่ 2 เป็นแบบวัดแบบเติมคำ จำนวน 20 ข้อ

นำแบบวัดฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ที่ได้จากขั้นที่ 4 ซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป รวมกับแบบวัดฉบับที่ 3 ซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ไปทดสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาสภาพและปัญหา โดยแบบวัดฉบับที่ 1 ใช้เวลาประมาณ 40 นาที แบบวัดฉบับที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 40 นาที แบบวัดฉบับที่ 3 ข้อ 1. คิดคำนวณในใจ จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาข้อละประมาณ 30 วินาที ข้อ 2. เติมคำตอบจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 1 นาที ข้อ 3. เติมคำตอบจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 1 นาที ข้อ 4. เติมคำตอบ จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 1 นาที ข้อ 5. เติมคำตอบ จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 1

นาที่ ข้อ6.เติมคำตอบ จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 1นาที่ เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านสภาพและปัญหา โดยมี เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ฉบับที่ 1 ให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน ฉบับที่ 2ให้คะแนน ข้อละ 1คะแนน ในกรณีที่ข้อใดต้อง เติมคำตอบในช่องว่างมากกว่าหนึ่งช่องว่าง หากเติมไม่ครบหรือไม่ถูกต้องทุกช่องว่าง จะได้ 0 คะแนน เติมถูกต้องทุกช่องว่างจะได้ 1 คะแนน ฉบับที่ 3 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ข้อที่1. ตอบถูกต้องน้อยกว่า 3 ข้อ ได้ 0 คะแนน ตอบถูกต้องตั้งแต่ 3ถึง 6 ข้อ ได้0.5 คะแนน
ตอบถูกต้องตั้งแต่ 7ข้อขึ้นไป ได้ 1 คะแนน

ข้อที่2. เติมคำตอบได้ถูกต้องน้อยกว่า3 คำตอบ ได้ 0 คะแนน เติมคำตอบได้ถูกต้องตั้งแต่ 3 คำตอบ ขึ้นไปได้ 1คะแนน

ข้อที่3. เติมคำตอบได้ถูกต้องตั้งแต่ 1 คำตอบขึ้นไป ได้ 1 คะแนน

ข้อที่4. เติมคำตอบได้ถูกต้องตั้งแต่ 1 คำตอบขึ้นไป ได้ 1 คะแนน

ข้อที่5 . เติมคำตอบได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 คำตอบได้ 0 คะแนน เติมคำตอบได้ถูกต้องตั้งแต่ 2 คำตอบขึ้นไป ได้ 1 คะแนน

ข้อที่6.เติมคำตอบได้ถูกต้องน้อยกว่า2 คำตอบ ได้ 0 คะแนน เติมคำตอบได้ถูกต้องตั้งแต่ 2 คำตอบขึ้นไป ได้ 1 คะแนน

1.2.2 แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ครอบคลุมเนื้อหาในเรื่อง จำนวนที่มากกว่า 100,000 การบวกและการลบ การคูณและการหาร การวัดความยาว การชั่ง การตวง สร้างแบบวัดทั้งแบบวัดแบบเลือกตอบ และแบบวัดแบบเติมคำตอบ ให้ครอบคลุมความสามารถด้านต่างๆซึ่งจำแนกเป็นจุดประสงค์ต่างๆ 7 ด้านคือ 1. ความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน 2.การรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 3.ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน 4.ความเข้าใจความหมายของการดำเนินการต่างๆ 5.การรู้ผลสัมพัทธ์ของของการดำเนินการต่างๆ 6. การใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด และ7.ความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น โดยขั้นตอนการสร้าง แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4ดำเนินการเช่นเดียวกับการสร้าง แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และในการเลือกข้อสอบ ได้เลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .05 ขึ้นไป ได้แบบวัดดังนี้

แบบวัดฉบับที่ 1 แบบเลือกตอบ 4ตัวเลือก จำนวน 32 ข้อ

แบบวัดฉบับที่ 2 แบบเติมคำตอบ จำนวน 29 ข้อ

แบบวัดฉบับที่3 เป็นแบบวัดแบบเติมคำตอบ ใช้วัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ในจุดประสงค์ที่ 7 ประกอบด้วยแบบวัด 7 ข้อ ข้อ 1.เป็นโจทย์ประโยคสัญลักษณ์ให้คิดคำนวณ 16 ข้อย่อย สำหรับโจทย์ ข้อ 2 ถึงข้อ 7 ให้เติมตัวเลข ให้ได้หลายแบบที่สุด ลักษณะของโจทย์ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงรูปแบบของข้อสอบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จุดประสงค์ที่7

ข้อใหญ่	ลักษณะแบบวัด	จำนวนข้อที่ให้เติมตัวเลข
ข้อ1.	โจทย์ประโยคสัญลักษณ์ให้คิดคำนวณในใจ	16ข้อย่อย
ข้อ2.	$\square + \square = 36$	10
ข้อ3.	$\square - \square = 36$	10
ข้อ4.	$\square - \square + \square = 25$	10
ข้อ5.	$\square \times \square = 36$	10
ข้อ6.	$\square \times \square = 16$	5
ข้อ7.	$\square \div \square = 2$	10

4) ขอความร่วมมือจากครูผู้สอนคณิตศาสตร์โรงเรียนบ้านบางกะปิ คัดเลือกนักเรียน ชั้นประถมศึกษา ปีที่4ในต้นภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2542 ที่ครูพิจารณาตามคุณสมบัติของบทนิยามของสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ว่ามีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนอยู่ในกลุ่มสูง จำนวน 25 คน และอยู่ในกลุ่มต่ำ จำนวน 25 คน และนักเรียนกลุ่มนี้ไม่ได้ใช้ในการศึกษาสภาพและปัญหาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน นำแบบวัดฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำนี้ เมื่อนักเรียนทำแบบวัดแล้ว นำแบบวัดของแต่ละกลุ่มเรียงคะแนนจากน้อยไปมาก แล้วนำแบบวัดของนักเรียนกลุ่มสูงที่ได้สูงสุด 10 คนแรก และกลุ่มต่ำที่ได้คะแนนต่ำสุด 10 คนแรก มาหาค่าอำนาจจำแนก รายข้อ โดย หาค่าของ จำนวนผู้ตอบถูกต้องจากกลุ่มสูง ลบด้วยจำนวนผู้ตอบถูก จากกลุ่มต่ำ แล้วหารด้วย 10 เป็นรายข้อ และเลือกใช้เฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ได้แบบวัดฉบับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ แบบวัดฉบับที่ 2 เป็นแบบวัดแบบเติมคำ จำนวน 28 ข้อ

นำแบบวัดฉบับที่ 1 ฉบับที่ 2 ที่ได้จากชั้นที่ 4 ซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่0.5ขึ้นไป และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป รวมกับแบบวัดฉบับที่3 ซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่0.5ขึ้นไป ไปทดสอบนัก

เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาสภาพและปัญหา โดยแบบวัดฉบับที่ 1 ใช้เวลาประมาณ 40 นาที แบบวัดฉบับที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 40 นาที แบบวัดฉบับที่ 3 ข้อ1.คิดคำนวณในใจ จำนวน 16 ข้อ ใช้เวลาข้อละประมาณ 30 วินาที ข้อ2. เติมคำตอบจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 1 นาที ข้อ3. เติมคำตอบจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 1 นาที ข้อ4.เติมคำตอบ จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 1 นาที ข้อ5.เติมคำตอบ จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 1 นาที ข้อ6.เติมคำตอบ จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 1 นาที ข้อ7.เติมคำตอบ จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 1 นาที เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านสภาพและปัญหา โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ฉบับที่ 1 ให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน ฉบับที่ 2 ให้คะแนน ข้อละ 1 คะแนน ในกรณีที่ข้อใดต้องเติมคำตอบในช่องว่างมากกว่าหนึ่งช่องว่าง หากเติมไม่ครบหรือไม่ถูกต้องทุกช่องว่าง จะได้ 0 คะแนน เติมถูกต้องทุกช่องว่างจะได้ 1 คะแนน ฉบับที่ 3 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ข้อที่1. ตอบถูกต้อง น้อยกว่า5ข้อ ได้ 0คะแนน ตอบถูกต้อง 5 ถึง 8 ข้อ ได้0.5 คะแนน ตอบถูกต้องตั้งแต่ 9 ข้อขึ้นไป ได้ 1 คะแนน

ข้อที่2. เติมคำตอบได้น้อยกว่า4 คำตอบ ได้ 0 คะแนน เติมคำตอบได้ตั้งแต่ 4 คำตอบ ขึ้นไปได้ 1คะแนน

ข้อที่3. เติมคำตอบได้น้อยกว่า 3 คำตอบ ได้ 0คะแนน เติมคำตอบได้ตั้งแต่ 3คำตอบขึ้นไป ได้ 1คะแนน

ข้อที่ 4. เติมคำตอบได้น้อยกว่า 2 คำตอบ ได้0 คะแนน เติมคำตอบได้ตั้งแต่ 2 คำตอบขึ้นไป ได้ 1 คะแนน

ข้อที่ 5 . เติมคำตอบได้น้อยกว่า 4 คำตอบได้ 0 คะแนน เติมคำตอบได้ตั้งแต่ 4 คำตอบขึ้นไป ได้ 1 คะแนน

ข้อที่ 6.เติมคำตอบได้น้อยกว่า2 คำตอบ ได้ 0 คะแนน เติมคำตอบได้ตั้งแต่ 2 คำตอบขึ้นไป ได้ 1คะแนน

ข้อที่ 7.เติมคำตอบได้น้อยกว่า2 คำตอบ ได้ 0 คะแนน เติมคำตอบได้ตั้งแต่ 2 คำตอบขึ้นไป ได้ 1คะแนน

1.2.3แบบสัมภาษณ์สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และแบบสัมภาษณ์สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แบบสัมภาษณ์สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่2 และแบบสัมภาษณ์สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 นี้ใช้สัมภาษณ์ในส่วนที่ไม่สามารถหาข้อมูลได้จากแบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ใช้เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนด้านสำนึก

เกี่ยวกับจำนวน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล ประกอบด้วยคำถาม ให้นักเรียนอธิบายวิธีคิดในการหาคำตอบจากคำถาม ในเนื้อหาเรื่องการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนสิ่งของ คะแนนระยะทาง และคะแนนน้ำหนัก ซึ่งไม่สามารถหาข้อมูลจากแบบทดสอบทั้งสามฉบับ แบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา จำนวน 3 ท่าน พิจารณาให้ความคิดเห็น แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข จนได้แบบสัมภาษณ์ซึ่งแบ่งออกเป็นสองตอน คือ ตอนที่ 1.สัมภาษณ์ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด ตอนที่ 2 สัมภาษณ์วิธีคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น

1.3 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาสภาพและปัญหา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพและปัญหาได้จากการสุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดละ 2 โรงเรียน ได้แก่โรงเรียนวัดเทพศิลา โรงเรียนมีนบุรี โรงเรียนบ้านเกาะ โรงเรียนประสาทวิทยา โรงเรียนวัดลาดบัวขาว และโรงเรียนสุเหร่าวังใหญ่ สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนละ 2 ห้อง ในแต่ละระดับชั้น สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็กโรงเรียนละ 1 ห้องในแต่ละระดับชั้น เพื่อให้ได้นักเรียนในโรงเรียนแต่ละขนาดเป็นอัตราส่วนเดียวกับอัตราส่วนของจำนวนนักเรียนที่มีอยู่ในโรงเรียนแต่ละขนาด ได้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 289 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวนนักเรียน 245 คน แล้วเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำแบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2542 และ เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 โดยใช้เวลาในการทดสอบ โรงเรียนละ 2 วัน คือทดสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หนึ่งวัน และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อีกหนึ่งวัน ตามที่โรงเรียนกำหนดเวลาให้ เมื่อทดสอบเรียบร้อยแล้ว จะตรวจให้คะแนน เรียงคะแนนจากมากไปน้อย สุ่มนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างมาสัมภาษณ์ โดยสุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำแบบวัดที่ได้คะแนนอยู่ในกลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำมา กลุ่มละ 5 คน โดยนักเรียนกลุ่มสูง หมายถึง นักเรียน 10% ที่ได้คะแนนจากมากที่สุดลงมา นักเรียนกลุ่มกลาง หมายถึง นักเรียน 10% ที่ได้คะแนน จากค่าเฉลี่ยขึ้นไป และนักเรียน 10 % ที่ได้คะแนนจากค่าเฉลี่ยลงไป และนักเรียนกลุ่มต่ำ หมายถึง นักเรียน 10%ที่ได้คะแนนจากน้อยที่สุดขึ้นไป ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก็สุ่มนักเรียนที่ทำแบบวัดที่ได้คะแนนอยู่ในกลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ กลุ่มละ 5 คน เช่นเดียวกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เพื่อสัมภาษณ์สำนึกเกี่ยวกับจำนวนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยสัมภาษณ์นักเรียนทั้งสองระดับในช่วงปลายเดือนมกราคม และต้นเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543

1.4 วิเคราะห์ข้อมูล หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากคะแนนแบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน วิเคราะห์ความสามารถในแต่ละด้านของสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

และวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการศึกษาลักษณะและปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากคะแนนวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน และผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ (ดูรายละเอียด ในบทที่ 4 หน้า 75-98 และภาคผนวก จ)

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสภาพและปัญหาพบสภาพปัญหาที่เป็นปัญหามาก สรุปได้ดังข้อมูลในตาราง 3

ตาราง 3 สรุปสภาพและปัญหา สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ด้านของสำนึกเกี่ยวกับจำนวน	ปัญหา
ความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน	- ไม่สามารถบอกจำนวนจาก โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับค่าประจำหลัก เช่น บอกจำนวนสิ่งของ จากสิ่งของที่ จัดไว้เป็น กลุ่มของร้อย กลุ่มของสิบ และกลุ่มที่ไม่ถึงสิบ - มีปัญหาเกี่ยวกับการใช้จำนวนเชิงอันดับที่ เช่น ไม่สามารถบอกได้ว่ารูปที่สัณั้บจากด้านซ้ายไปด้านขวาแสดงจำนวนใด
การรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน	- ไม่สามารถเขียนจำนวนในรูปกระจาย เช่น $624 = 6 \text{ ร้อย} + 1 \text{ สิบ} + 14 \text{ หน่วย}$ $624 = 5 \text{ ร้อย} + 12 \text{ สิบ} + 4 \text{ หน่วย}$ - ไม่สามารถบอกตัวเลขที่เว้นไว้จากแบบรูปที่กำหนดให้ เช่น จากแบบรูป $12, 16, \square, 24, \nabla, O$ นักเรียนจะตอบไม่ได้ว่าควรเติมตัวเลขใดใน O - ไม่สามารถหาคำตอบจากปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ ส่วนย่อยและส่วนรวม เช่น ไม่สามารถหาคำตอบจากปัญหา " แดงมีส้มอยู่สองกอง กองที่หนึ่งมีส้มอยู่ 13 ผล กองที่สองมีส้มมากกว่ากองที่หนึ่งอยู่ 13 ผล แดงมีส้มทั้งหมดกี่ผล "
ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน	- ไม่สามารถ เปรียบเทียบจำนวนสิ่งของที่มีขนาดต่างกัน ในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน

ตาราง 3 (ต่อ)

ด้านของสำนึก เกี่ยวกับจำนวน	ปัญหา
ความเข้าใจ ความหมายของ การดำเนินการ ต่างๆ	มีสภาพปัญหาค่อนข้างมากในเรื่องต่างๆต่อไปนี้ - ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการบวกและการลบ เช่นนักเรียนไม่สามารถเขียนประโยคการลบที่สัมพันธ์กับประโยคการบวกของ $43 + 16 = 59$ - ไม่เข้าใจความหมายของ "..... เท่า" เช่นแก้วมีเงิน 30 บาท แก้วมีเงินเป็น 4 เท่าของแก้ว แก้วมีเงินเท่าไร" - ไม่เข้าใจปัญหาที่ให้ข้อมูลเกินความจำเป็น เช่น" บังอรมีเงิน 500 บาท ซื้อกางเกงตัวละ 120 บาท จำนวน 4 ตัว บังอรจะต้องจ่ายเงินกี่บาท" - ไม่เข้าใจคำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบจำนวน เช่น จำนวนที่มากกว่า 34 อยู่ 38 คือจำนวนใด - ไม่สามารถตอบได้ว่าจากโจทย์ปัญหา" เด่นมีเงิน 48 บาท ต้องการเก็บเงินให้ครบ 100 บาท เด่นจะต้องเก็บเงินอีกกี่บาท" จะหาคำตอบได้โดยวิธีใด - ไม่สามารถหาผลคูณ ที่คูณด้วย 0 เช่น $7 \times 9 \times 0$ และคูณด้วย 1 เช่น $5 \times 4 \times 1$ ว่ามีผลลัพธ์เท่าใด
การรู้ผลสัมพัทธ์ ของการดำเนินการ ต่างๆ	- ปัญหาให้หาว่าผลลัพธ์ของการดำเนินการเป็นตัวเลขที่มีกี่หลัก
การใช้ประสบการณ์ เป็นเกณฑ์อ้างอิง ความเป็นไปได้ของ การวัด	- ไม่สามารถคะเนปริมาณ คะเน ระยะทาง หรือ คะเนน้ำหนัก ให้อยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ ได้ - ไม่สามารถพิจารณาความเป็นไปได้ที่เกี่ยวกับปริมาณ ระยะทางและน้ำหนัก
ความสามารถ ในการคิดคำนวณ ในใจได้อย่างยืดหยุ่น	นักเรียนมักใช้วิธีคิดคำนวณในใจเช่นเดียวกับการคิดคำนวณในกระดาษ ไม่สามารถคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการศึกษาสภาพและปัญหาและข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มากำหนดแนวทางแก้ไขสภาพปัญหา จำแนกเป็นด้านๆดังตาราง 4

ตาราง 4 แนวทางแก้ไขสภาพและปัญหา สำนึกเกี่ยวกับจำนวน

ด้านของสำนึก เกี่ยวกับจำนวน	แนวทางแก้ไขสภาพปัญหา
ความเข้าใจความ หมายการใช้จำนวน	นักคณิตศาสตร์ศึกษาแนะนำว่าการพัฒนาความเข้าใจเรื่องค่าประจำหลัก เริ่มจากพื้นฐานการนับ เช่นนับ จากหนึ่งถึงสิบและขยายไปสู่การนับโดยใช้กลุ่ม ของสิบ และกลุ่มของ หน่วย(Bell. 1990: 1-14; Jones and others.1996 311- 336)ดังนั้นแนว ทางในการแก้ไข จึงมุ่งใช้วิธีจัดกิจกรรมให้นักเรียนจัดสิ่งของเป็น กลุ่มของสิบ เชื่อมโยงกับประโยคภาษาให้มากพอ
การรู้ความ สัมพันธ์ระหว่าง จำนวน	จากข้อเสนอของนักคณิตศาสตร์ศึกษากล่าวว่า การแบ่งจำนวนจะปรากฏใน ขั้น ต้น ของการเรียนรู้จำนวนที่มีหลายหลัก หลังจากที่เด็กสามารถแสดงจำนวน ในรูป กระจายที่เป็นรูปมาตรฐาน เช่น $47 = 40 + 7$ แล้ว จึงพัฒนาไปสู่รูปที่ไม่ เป็นมาตรฐาน เช่น $47 = 3\text{สิบ} + 17$ (Jones and others. 1996: 311-336) ดัง นั้นแนวทางในการแก้ไขจึงเริ่มจากให้นักเรียนจัดสิ่งของ เป็นกลุ่มของสิบ และ กลุ่มของหน่วย เชื่อมโยงกับการเขียนตัวเลขแสดง จำนวน ในรูปกระจาย ที่เป็น รูปมาตรฐาน และในขั้นต่อไปจึงให้จัดสิ่งของเป็นกลุ่มละ ร้อย กลุ่มละสิบและ กลุ่มที่ไม่ถึงสิบแล้วกระจายมัดละสิบ(ร้อย)ไป ยังกองของหน่วย(สิบ) โดยจัดกิจ กรรมให้มาก
ความเข้าใจ ขนาดสัมพัทธ์ ของจำนวน	การพัฒนาจะเน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการคะเนและการตรวจสอบ ในเรื่อง ของปริมาณ เช่นปริมาณเมล็ดถั่วในถ้วย จำนวนเหรียญบาทในถุง หรือปริมาณ สิ่งของอื่นๆ เพื่อให้คุ้นเคยกับขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน โดยการจัดกิจกรรมจะ ยึดหลักแนวคิดของทอมป์สัน (Thompson. 1993: 31-32) โดย เน้นจัดประสพ การณ์เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงจำนวนกับวัตถุ รูปธรรมต่างๆ โดยจัดวัตถุ เป็นแบบต่างๆ และจัดเป็นกลุ่มของสิบและกลุ่มของร้อย เพื่อเชื่อมโยงกับค่า

ตาราง 4 (ต่อ)

ด้านของสำนึก เกี่ยวกับจำนวน	แนวทางแก้ไขสภาพปัญหา
	ประจำหลัก และสัญลักษณ์ แล้วจึงขยายสู่จำนวนที่มีค่ามากขึ้น เพื่อให้มี สำนึกในเรื่องขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน และเน้นการจัดกิจกรรมภาคปฏิบัติให้นักเรียนคะเนแล้วตรวจสอบ จำนวนของสิ่งของชนิดต่างๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน สิ่งของชนิดต่างๆ ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น
ความเข้าใจ ความหมายของ การดำเนินการ ต่างๆ	นักคณิตศาสตร์ศึกษา (Reys and others. 1992:123;Kennedy and Tipps. 1994 : 293-294) ได้เสนอตัวแบบการบวก การลบ และการคูณไว้หลายตัวแบบ แนวทางในการแก้ไขคือจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีประสบการณ์ ทุกตัวแบบตามพื้นฐานความรู้ของนักเรียน เช่นนักเรียนจะได้เรียนรู้ตัวแบบการลบทั้งที่เป็น (1)การเอาออก (2) การเปรียบเทียบ(3)การทำให้บริบูรณ์ และ(4) ส่วนรวม/ส่วนย่อย/ส่วนย่อย โดยจัดประสบการณ์โดยเริ่มจากการใช้ของจริงจำนวนน้อยๆ จัดสถานการณ์ให้มีประสบการณ์จากตัวแบบต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ และมากพอ ให้นักเรียนจัดสิ่งของกลุ่มละเท่าๆกันให้มากพอเชื่อมโยงการจัดสิ่งของกับบวกซ้ำและเชื่อมโยงกับการคูณ ใช้กิจกรรมเชื่อมโยงให้นักเรียนได้ค้นพบผลคูณของ 0 และ 1 และฝึก
การรู้ผลสัมพัทธ์ ของการดำเนินการ ต่างๆ	เบอรัน(Bem 1997 : 49-54) และชาวเดอร์ (Chesney. and Biddulph. 1994 : 7-10 ; citing Sowder. 1992 : 18 –19) เน้นการพัฒนา โดยหาวิธีคิดที่หลากหลาย ใน และการถามคำถามและส่งเสริมการอภิปราย เพื่อให้นักเรียนคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น จากแนวคิดดังกล่าวนำมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขโดยเริ่มจากพัฒนาความสามารถในการหาผลบวก ผลลบ และผลคูณ โดยครูเน้นการใช้คำถาม เช่น“มีวิธีคิดอย่างไร” “ มีวิธีอื่นอีกไหม” โดยถามบ่อยๆ ในกรณีที่นักเรียนคิดไม่ได้ ครูอาจใช้คำถามซึ่งนำให้นักเรียนเห็นแนวทางในการคิด หรือครูอาจกล่าวว่า ครูมีวิธีคิดอยู่กี่วิธีอะไรบ้าง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักหาแนวทางในการคิดในครั้งต่อไป เน้นการสังเกตและเปรียบเทียบ ผลลัพธ์ ที่เกิดจากการดำเนินการ เช่น $4 - 3$, $4 + 3$, 4×3 อันไหนมีค่ามากที่สุด อันไหนมีค่าน้อยที่สุด $95 + 12$ กับ $59 + 21$ ผลลัพธ์อันไหนมีค่ามากกว่ากัน หรือ $85 +$

ตาราง 4 (ต่อ)

ด้านของสำนึก เกี่ยวกับจำนวน	แนวทางแก้ไขสภาพปัญหา
	14 , 75 +26 , 38+ 59 ผลลัพธ์อันไหนเขียนแทนได้ด้วยตัวเลขสามหลัก และ กระตุ้นให้รู้จัก การหาคำตอบที่ใกล้เคียง การคาดคะเนคำตอบ เน้นการพาดพิง จากสิ่งที่รู้ เช่น เมื่อทราบว่าผลต่างระหว่าง289 และ 348 คือ 59 ก็จะพาดพิง ได้ว่า ผลต่างระหว่าง 289 และ 358 คือ 69
การใช้ประสบการณ์ เป็นเกณฑ์อ้างอิง ความเป็นไปได้ของ การวัด	เบอร์น(Bern 1997 : 1997 : 49-54)แนะนำว่าต้องใช้กิจกรรมการวัดที่หลากหลายสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้ คะเน เพราะนักเรียน สามารถจะตรวจ สอบได้จากการวัดจริง ดังนั้นแนวทางในการแก้ไข คือจัดกิจกรรมกะเน ปริมาณ ระยะทาง และน้ำหนักสิ่งต่างๆและตรวจสอบให้นักเรียนรู้จักหา เกณฑ์ในการอ้างอิง เช่นอ้างอิงปริมาณ ระยะทางหรือน้ำหนักจากสิ่งที่คุ้นเคย และปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง
ความสามารถ ในการคิดคำนวณ ได้อย่างยืดหยุ่น	รีส์(Reys and others. 1992 ; 75-170)แนะนำให้นักเรียนสร้างรูปแบบการ คิดคำนวณในใจของตนเองจากพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับจำนวน ค่าประจำ หลัก และความเข้าใจการดำเนินการของจำนวน ดังนั้นแนวทางในการแก้ไข จะดำเนินการประสมประสานกันไปดังนี้คือ(1)ให้นักเรียนได้มีโอกาสคิด คำนวณในใจอย่างสม่ำเสมอ ต่อเนื่องไปตลอดภาคเรียน เช่นก่อนการสอน คณิตศาสตร์ครั้งละ 5-10 นาที สัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง เมื่อฝึกเสร็จจะนำมา อภิปรายถึงแนววิธีคิดของนักเรียนแต่ละคนเพื่อหาแนววิธีคิดที่เหมาะสม(2) ส่ง เสริมให้นักเรียนคิดคำนวณในใจกับสถานการณ์ที่หลากหลาย และ พิจารณา ความสมเหตุสมผลของคำตอบ(3) ส่งเสริมให้หายุทธวิธีวิธีการคิดที่เหมาะสม เช่น ใช้จำนวนที่สะดวกในการคิด คำนวณ มองหาวิธีง่ายๆ สังเกตความสัมพันธ์ สังเกตแบบรูป พาดพิงกับสิ่งที่รู้ ใช้หลักตรรกะ หรือใช้ความรู้เกี่ยวกับระบบ จำนวน (ดังรายละเอียดในหน้า29-30 ในบทที่2)

ระยะที่ 2 ขั้นพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน

นำผลการศึกษาสภาพและปัญหาที่ได้ในระยะที่ 1 พร้อมทั้งข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน เอกสารหลักสูตร และหนังสือเรียนระดับประถมศึกษา มาใช้เป็นข้อมูลการสร้าง และพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือ สำหรับพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยมีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนา ดังนี้

2.1 ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน ดำเนินการ ดังนี้

ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คู่มือครู หนังสือเรียน และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวน กำหนดเนื้อหาที่จะใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน เป็น 7 บท คือ บทที่ 1 จำนวนไม่เกิน 100 บทที่ 2 การบวกการลบจำนวนที่มีตัวตั้งและผลลัพธ์ไม่เกิน 100 บทที่ 3 การวัดความยาว บทที่ 4 จำนวนไม่เกิน 1,000 บทที่ 5 การบวกการลบจำนวนที่มีตัวตั้งและผลลัพธ์ไม่เกิน 1,000 บทที่ 6 การชั่ง และ บทที่ 7 การนับเพิ่มและการคูณ

ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน และกำหนดเป้าหมายของการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ของแต่ละบท โดยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพและปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มาเป็นข้อมูลในการสร้างและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้ (ดูรายละเอียดข้อมูลสภาพและปัญหา ในบทที่ 4 และในภาคผนวก)

บทที่ 1 จำนวนไม่เกิน 100 ใช้เวลาประมาณ 21 คาบ (คาบละ 20 นาที) และบทที่ 4 จำนวนไม่เกิน 1,000 ใช้เวลาประมาณ 23 คาบ เน้นการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

1) พัฒนาความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน โดย กิจกรรมการเรียนการสอน เน้นให้นักเรียนพัฒนาความคิดหลากหลายเกี่ยวกับจำนวน โดยเริ่มจากกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน เช่นวางเมล็ดถั่ว 6 เมล็ดในลักษณะต่างๆ เพื่อให้นักเรียนพิจารณาว่าแต่ละแบบนั้นมีจำนวนเท่ากันหรือไม่ เชื่อมโยงการเรียกชื่อจำนวน กับจำนวนสิ่งของ เช่น ให้นับเมล็ดถั่วจำนวน 5 , 7 , 9 และอื่นๆ อภิปรายถึงจำนวนใดจำนวนหนึ่ง เช่น จำนวน 2 ทำให้นักเรียนนึกถึงสิ่งใดบ้าง และพัฒนาความเข้าใจจำนวนเชิงอันดับที่ จากการกำหนดสถานการณ์ ต่างๆ และการอภิปรายซักถาม พัฒนาความเข้าใจจำนวนเชิงการนับ จากการลงมือปฏิบัติ เช่น นับสิ่งของเป็นกลุ่มของสิบ และส่วนที่ไม่ครบสิบ เพื่อนำไปสู่ความเชื่อมโยงระหว่างจำนวนสิ่งของ ตัวเลขแสดงจำนวน และค่าประจำหลัก

2) พัฒนาความเข้าใจความสัมพันธ์ของจำนวน โดยพัฒนาความเข้าใจในเรื่องการแบ่งจำนวนเป็นส่วนย่อย และการรวมส่วนย่อย จากการทำกิจกรรมที่หลากหลาย โดยเริ่มจากจำนวน

น้อยๆ เช่น ในการให้นักเรียนได้ประสบการณ์การรวมส่วนย่อยให้ครบ 8 ใช้ กิจกรรมต่อแท่งไม้สีต่างๆ แล้วบันทึกผล ซึ่งสรุปได้ว่า สองจำนวนที่รวมกันได้ 8 ได้แก่ 0 กับ 8 , 1 กับ 7 , 2 กับ 6 , 3 กับ 5 , 4 กับ 4 , 5 กับ 3 , 6 กับ 2 , 7 กับ 1 และ 8 กับ 0 แล้วเพิ่มจำนวนให้มากขึ้น ยกตัวอย่าง 23 อาจแบ่งเป็นส่วนย่อย 20 กับอีก 3 หรือ 10 กับอีก 13 และอื่นๆ

3) พัฒนาความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน โดยจัดกิจกรรม เช่น ให้นักเรียนทำกิจกรรมจากตารางร้อย สังเกตและอภิปรายถึง แบบรูปของจำนวนจากตารางร้อย ทำกิจกรรมจัดไม้ไผ่เป็นกองๆ กองหนึ่งมี 6 อัน กองที่สองมี 39 อัน กองที่ สามมี 96อัน เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่า 39มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับ 96 แต่มีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับ 6 ทำจัดกิจกรรม โดยใช้เส้นจำนวนประกอบการอภิปรายว่าจำนวน 37 กับ 45 จำนวนใดใกล้เคียงกับ 40 มากกว่า กิจกรรมเกี่ยวกับการเปรียบเทียบปริมาณ ระยะทาง หรือน้ำหนัก ในเรื่องน้อยกว่า มากกว่า และเท่ากับ เช่นเปรียบเทียบจำนวนเมล็ดถั่วแดง กับจำนวนเมล็ดถั่วเหลืองที่บรรจุอยู่ในภาชนะที่เท่ากัน ซึ่งกิจกรรมที่ใช้พัฒนาความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน อาจเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการคะเน และการตรวจสอบ

4) พัฒนาความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด ในเรื่องปริมาณจะเริ่มจากให้นักเรียนคุ้นเคยกับการนับจำนวนสิ่งของ เช่นนับตะเกียบ นับเมล็ดถั่วแดง นับจำนวนเหรียญบาท และชี้ให้สังเกตว่าจำนวนเช่น 10 20 30 40 หรือจำนวนอื่นๆ มีปริมาณมากน้อยเพียงใด ขึ้นต่อไปจึงส่งเสริมให้นักเรียนคะเน แล้วนับตรวจสอบ กระทำอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เช่นคะเนจำนวนเหรียญบาทในภาชนะ คะเนจำนวนเมล็ดถั่วในถุง ในเรื่องระยะทางและน้ำหนัก จะเริ่มจากการให้นักเรียนคุ้นเคยกับความยาว 5 10 30 เซนติเมตร 1 เมตร หรืออื่นๆ คุ้นเคยกับน้ำหนัก 500 กรัม 1 กิโลกรัม 2 กิโลกรัม หรืออื่นๆ ก่อนที่จะให้นักเรียนคะเนแล้วตรวจสอบ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำระยะทางหรือน้ำหนักที่คุ้นเคยมาใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในจิตใจของนักเรียน

บทที่ 2 การบวกการลบจำนวนซึ่งมีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 ใช้เวลาประมาณ 48 คาบ และบทที่ 5 การบวกและการลบจำนวนซึ่งมีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000 ใช้เวลาประมาณ 36 คาบ เน้นการพัฒนาในด้านต่างๆ ต่อไปนี้

1) พัฒนาความเข้าใจความหมายของการบวก และการลบ เริ่มจากให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ใกล้ตัวนักเรียน โดยเริ่มจากการใช้จำนวนน้อยๆ และให้นักเรียนได้คุ้นเคยกับสถานการณ์การบวก และการลบในทุกๆแบบ เช่น

สถานการณ์การลบแบบเอาออก

เช่น มีลูกหิน 7 ลูก ให้นำออกไป 3 ลูก จะเหลือลูกหินกี่ลูก

สถานการณ์การลบแบบเปรียบเทียบ

เช่น พี่มีลูกหิน 7 ลูก น้องมีลูกหิน 3 ลูก พี่มีลูกหินมากกว่าน้องกี่ลูก

สถานการณ์การลบ แบบทำให้บริบูรณ์

เช่น น้องใส่แสตมป์ จนเต็มช่องว่าง ซึ่งบรรจุแสตมป์ได้ 7 ดวง ถ้าเดิมมีแสตมป์อยู่ 4 ดวง น้องจะใส่แสตมป์ลงไปกี่ดวง

สถานการณ์การลบแบบส่วนรวม / ส่วนย่อย / ส่วนย่อย เช่น ช้อยมีของเล่นอยู่ 7 ชิ้น เป็นสีขา 4 ชิ้น จะเป็นสีอื่นๆอีกกี่ชิ้น

ในเบื้องต้นจะใช้ของจริงให้นักเรียนทำกิจกรรมมากๆ แล้วจึงไปสู่การสร้างสถานการณ์ เพื่อให้เขียนประโยคสัญลักษณ์และหาคำตอบ

2) พัฒนาความเข้าใจความสัมพันธ์ของจำนวน โดยใช้ ความเข้าใจในเรื่องการแบ่งจำนวนเป็นส่วนย่อย และการรวมส่วนย่อย จากการทำกิจกรรมที่หลากหลาย ทำนองเดียวกับที่ทำในบทที่ 1 เช่นการเรียงแท่งไม้สีให้ครบ 8 แล้วบันทึกในรูปผลบวกของจำนวนได้แก่ $0 + 8$, $1 + 7$, $2 + 6$, $3 + 5$, $4 + 4$, $5 + 3$, $6 + 2$, $7 + 1$ และ $8 + 0$ ใช้ความรู้เรื่องส่วนย่อย และส่วนรวม มาช่วยใน

แดง	แดง	แดง	แดง	แดง	เขียว	เขียว	เขียว
-----	-----	-----	-----	-----	-------	-------	-------

การหาผลบวกและผลลบ

3) พัฒนาการรู้ผลสัมพัทธ์ของการบวก การลบ และการคูณ ใช้การอภิปรายเพื่อให้สังเกตได้ว่า ในการดำเนินการ เช่น $5 + 3$, $5 - 3$, 5×3 การดำเนินการใดจะมีค่ามากที่สุด และการดำเนินการใดจะมีค่าน้อยที่สุด การดำเนินการระหว่างจำนวนนับสองจำนวน เมื่อใดผลบวกหรือผลลบจะมีค่ามากกว่าผลคูณ เมื่อใดผลบวกและผลลบจะมีค่าเท่ากัน หรือพิจารณาได้อย่างรวดเร็วว่าผลบวกและผลลบของจำนวนสองจำนวนนั้น ควรเป็นจำนวนที่เขียนแทนด้วยตัวเลขที่หลัก หรือน่าจะประมาณเท่าใด หรืออยู่ในช่วงใด ซึ่งการพัฒนา ความสามารถนี้ จะต้องกระตุ้นให้นักเรียน เป็นนักสังเกต และ การคาดคะเนคำตอบอย่างคร่าวๆ

4) พัฒนาการคิดคำนวณในใจของการบวก การลบ และการคูณได้อย่างยืดหยุ่น โดยมุ่งเน้นให้นักเรียน หาแนววิธีที่เหมาะสมในการคิดคำนวณในใจของการบวก การลบ และการคูณ โดยไม่ยึดติดกับวิธีการบวก การลบ หรือการคูณเช่นเดียวกับการทำในกระดาษ อภิปรายหาแนววิธีที่เหมาะสม แบบต่างๆ โดยนักเรียนอาจใช้วิธีคิดคำนวณในใจแตกต่างกันไป เช่น $37 + 58$ นักเรียนอาจหาโดยนำ 30 บวก 50 ได้ 80 และ 7 บวก 8 ได้ 15 แล้วรวมกันได้ 95 หรือ 37 บวก 50 ได้ 87 แล้วบวกกับ 8 ได้ 95 หรืออื่นๆ หรือ หา 9×9 จากนำ 10×9 แล้วลบออกเสีย 9

กระตุ้นให้สังเกตแบบรูปของจำนวน เช่น 20 เขียนในรูปการบวกของจำนวนสองจำนวนได้อย่างไรบ้างนักเรียนอาจในลักษณะที่ไม่เรียงกันอย่างเป็นระบบ เมื่อครูชี้ให้นักเรียนสังเกตแบบแผนของคำตอบ นักเรียนจะเห็นได้ว่าคำตอบเป็นดังนี้ $1+19$, $2+18$, $3+17$, $4+16$... หากนักเรียนรู้จักสังเกตแบบรูปของผลบวกที่ได้ นักเรียนจะสามารถหาคำตอบอื่นๆที่เหลือได้อย่างรวดเร็ว หรือการรวมกลุ่ม

ของจำนวนที่ง่าย ๆ ก่อน เช่น $24 + 32 + 16$ นักเรียนควรสังเกตได้ว่าควรรวม 24 กับ 16 ก่อน เป็น 40 แล้วจึงไปรวมกับ 32 เป็นต้น เพื่อช่วยให้การคิดคำนวณในใจง่ายขึ้น การพัฒนาทักษะการบวก การลบ หรือการคูณ จะกระทำอย่างสม่ำเสมอ 2 ถึง 3 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ครั้งละ 5 ถึง 10 นาที ก่อนเรียน คณิตศาสตร์ โดยเมื่อทำแล้วจะต้องนำมาอภิปรายร่วมกันถึงแนวความคิดที่เหมาะสมของแต่ละคน เพื่อใช้พัฒนาทักษะการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่นในครั้งต่อไป

บทที่ 3 การวัดความยาว ใช้เวลาประมาณ 22 คาบ เน้นการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

1) พัฒนาความเข้าใจความสัมพันธ์ของตัวเลขและหน่วยแสดงความยาว มุ่งให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติ เช่น ใช้ไม้ไอศกรีม ลวดเส้นกระดาษ ความยาวคืบ ความยาวศอก ของนักเรียน เป็นหน่วยการวัด เพื่อนำไปสู่การอภิปรายถึงข้อจำกัดของหน่วยที่ใช้ เพื่อกระตุ้นให้เห็นความจำเป็นของการใช้หน่วยที่เป็นมาตรฐานต่อไป ในการใช้หน่วยมาตรฐาน เช่น หน่วยเป็น เซนติเมตร และเมตร ใช้การจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติการวัดหาความยาวสิ่งของต่างๆ ใกล้ตัว เช่น วัดความยาวสิ่งของต่อไปนี้เป็นเซนติเมตร ได้แก่ วัดความกว้าง หรือ ความยาวของหนังสือคณิตศาสตร์ วัดความยาวของดินสอ ยางลบ สีเทียน กล้องขอล็ก ความกว้างของประตู โดยใช้ไม้บรรทัด สายวัด หรือไม้เมตร หรือวัดความยาวของสิ่งต่อไปนี้เป็นเมตร และส่วนที่เหลือไม่ถึงหนึ่งเมตรให้วัดเป็นเซนติเมตร เช่น ความยาวของกระดานขอล็ก ความกว้างของระเบียบหน้าต่างเรียน ความกว้าง และความยาวของห้องเรียน ความยาวของโต๊ะนักเรียน และโต๊ะครู และอื่นๆ แล้วเปรียบเทียบความยาวของสิ่งต่างๆ จากการวัดนั้น

ในขั้นต่อไปอาจ ให้นักเรียนวัดความยาวโดยใช้ไม้บรรทัดที่ด้านที่เริ่มต้นจาก จุด 0 หักออกไปประมาณ 2 ถึง 3 เซนติเมตร เพื่อพัฒนาความเข้าใจการวัดที่เครื่องมือวัดไม่ได้เริ่มจาก จุด 0

2) พัฒนาความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนในเรื่องความยาว เช่นกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักว่า ความยาว 25 เมตร นั้นยาวมากเมื่อเทียบกับความยาว 3 เมตร แต่ความยาว 25 เมตรจะสั้นเมื่อเทียบกับความยาว 85 เมตร โดยการทำกิจกรรมนี้อาจใช้ธงปักอยู่ที่ตำแหน่ง ที่แทนด้วย 0 , 3 , 25 และ 85 แล้วอภิปรายร่วมกันถึงระยะต่างๆ

3) พัฒนาการใช้เกณฑ์ในการอ้างอิงการวัด เช่น ให้นักเรียนสังเกตว่า 1 2 3 หรือ 5 เซนติเมตร ยาวเพียงใด ต่อจากนั้นจึงให้คะแนนความยาวของสิ่งต่างๆ ที่ยาวไม่เกิน 10 เซนติเมตร แล้วตรวจสอบ ในการพิจารณาความยาวของสิ่งของต่างๆ เป็นเมตร จะให้นักเรียนพิจารณาว่าความยาว 1 เมตรยาวเพียงใด ต่อจากนั้นจึงให้นักเรียนคะแนนความกว้างของห้องเรียน ความยาวของห้องเรียน ความยาวของกระดานขอล็กและอื่นๆ แล้วตรวจสอบ ให้นักเรียนคะแนนความสูงของตนเองในกรณีที่นักเรียนยังไม่ทราบความสูงของตนเองโดยเทียบกับความยาว 1 เมตร แล้วตรวจสอบ ต่อจากนั้นจึงให้

นักเรียนจะเนความยาวของสิ่งต่างๆ เช่นความสูงของประตูห้องเรียนความสูงของตู้ ความสูงของครู โดยเทียบกับความสูงของตัวนักเรียนแล้วตรวจสอบ

ในการพัฒนาความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์และความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์อ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัดในเรื่องการวัดความยาวนี้ จะเน้นการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้มาก เช่น ในกรณีของการวัดความยาวเป็นเซนติเมตร อาจให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดต่างๆตามแบบที่ครูนำมาให้ดู โดยก่อนลงมือปฏิบัติ จะให้นักเรียน คเนความกว้างและความยาวก่อน แล้วตรวจสอบ ต่อจากนั้นจะสร้างความคุ้นเคยกับความยาวเหล่านั้นด้วยการลงมือปฏิบัติจริง โดยลงมือวัดความกว้างและความยาวเพื่อสร้างรูปหรือหรือตัดแบบเพื่อใช้ ทำกิจกรรมต่างๆ ครูและนักเรียนช่วยกันคเนความกว้างและความยาวของสนามที่จะทำกิจกรรมตาม โครงการต่างๆ หรืออื่นๆ การทำกิจกรรมภาคปฏิบัตินี้ควรทำต่อเนื่องต่อไป แม้ว่าการเรียนการสอนตามเนื้อหาจะจบไปแล้ว

บทที่ 6 การชั่ง ใช้เวลาประมาณ 21 คาบ เน้นการพัฒนาในด้านต่างๆ ต่อไปนี้

1) พัฒนาความเข้าใจความสัมพันธ์ของจำนวนและหน่วยในเรื่องการชั่ง โดยมุ่งให้นักเรียนทำ กิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติ โดยใช้ตาชั่งสองแขนเพื่อบานน้ำหนักของสิ่งของต่างๆ เช่นดินสอ 3 แท่ง น้ำหนักยางลบ 1 แท่ง และอื่นๆ โดยเทียบกับ น้ำหนักของฝาน้ำอัดลม เพื่อกระตุ้นให้เห็นความจำเป็น ของการใช้หน่วยที่เป็นมาตรฐานต่อไป ในการใช้หน่วยมาตรฐาน เช่น หน่วยเป็นกรัม กิโลกรัม รวมทั้ง หน่วยที่ประเทศไทยมักใช้ในการชั่งสิ่งของต่างๆ เป็นขีด ในขั้นต่อไปจะให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยการ ปฏิบัติ ยกสิ่งของทีบอกน้ำหนักไว้ เช่น 500 กรัม 1 กิโลกรัม และอื่นๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับน้ำ หนักเหล่านั้น และใช้การจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติการชั่งสิ่งของต่างๆ หลายๆ ครั้ง และใน หลายๆแผนการสอน เช่น ชั่งสิ่งของต่อไปนี้คือ น้ำตาลทรายแดง เกลือป่นแดง ผลไม้ต่างๆ และสิ่งของ อื่นๆ ใกล้ตัว และเปรียบเทียบน้ำหนักของสิ่งของต่างๆ ที่ได้จากการชั่งนั้น

2) พัฒนาความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนในเรื่องการชั่งเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการชั่ง คุ่น เคยกับ น้ำหนักของสิ่งของ ที่หนัก 500 กรัม 1 กิโลกรัม แล้ว จึงกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักว่า น้ำหนัก 2 กิโลกรัม นั้นมาก เมื่อเทียบกับ น้ำหนัก 300 กรัม แต่น้ำหนัก 2 กิโลกรัม นั้น น้อย เมื่อเทียบกับน้ำ หนัก 10 กิโลกรัม โดยการทำกิจกรรมนี้อาจใช้สิ่งของ เช่น ข้าวสาร ที่มีน้ำหนัก 300 กรัม 2 กิโลกรัม และ 10 กิโลกรัม วาง ให้นักเรียนได้เปรียบเทียบปริมาณ

3) พัฒนาการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด กระทำ โดยให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยกับน้ำหนักสิ่งของ เช่น 500 กรัม หรือ 1 กิโลกรัม แล้วใช้เป็นเกณฑ์ อ้างอิง โดยให้นักเรียนยกสิ่งของอื่นๆ เพื่อคเนน้ำหนัก และตรวจสอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคเน ครั้งต่อไป

บทที่ 7 การนับเพิ่มและการคูณ ใช้เวลาประมาณ 52 คาบ เน้นการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

1) พัฒนาความเข้าใจความหมายของการคูณ และ ความเข้าใจความสัมพันธ์ของจำนวน การพัฒนาจะเน้นให้นักเรียนเข้าใจ ความหมายของการคูณในรูปการบวก โดยให้นักเรียนใช้ของจริง จัดเป็นกลุ่มกลุ่มละเท่าๆกัน เช่นจัดสิ่งของเป็นกลุ่มละ 3 จำนวน 5 กลุ่ม แล้วเชื่อมโยงจำนวนสิ่งของทั้งหมดกับประโยคการคูณ $5 \times 3 = \square$ และประโยคการบวก $3 + 3 + 3 + 3 + 3 = \square$ และประโยค $5 \times 3 = 3 + 3 + 3 + 3 + 3$ และให้นักเรียนจัดสิ่งของที่เป็นของจริงอื่นๆเป็นกลุ่มละเท่าๆกัน เชื่อมโยงกับประโยคการคูณและการบวกอีกหลายครั้ง จนนักเรียนสามารถเชื่อมโยงจำนวนสิ่งของกับประโยคการคูณและการบวกได้ และเนื่องจากนักเรียนมักมีปัญหาการหาผลคูณที่ตัวคูณเป็น 0 หลังจากให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของจำนวนสิ่งของที่จัดเป็นกลุ่มละเท่าๆกันกับการบวกและการคูณแล้ว จึงกระตุ้นให้นักเรียน หาผลคูณที่ตัวคูณเป็นศูนย์เช่น 4×0 โดยให้นักเรียนพิจารณาการหาผลคูณในรูปการบวก เช่น $4 \times 0 = 0 + 0 + 0 + 0$ นอกจากนั้นเพื่อกระตุ้นให้เห็นความสัมพันธ์ของจำนวนในรูปอื่นๆ ต่อไป เช่น กระตุ้นให้นักเรียนเห็นว่า เมื่อนักเรียนทราบว่า $12 \times 4 = 48$ นักเรียนควรจะเห็นได้ว่า 13×4 ย่อมเท่ากับ $48 + 4$ ด้วยการใช้การเชื่อมโยงการคูณกับการบวก หรือนักเรียนเห็นได้ว่า $(13 \times 4) - (12 \times 4)$ ย่อมเท่ากับ 4 โดยพิจารณาการคูณให้อยู่ในรูปการบวก และเห็นได้ว่า ผลบวกในกลุ่มแรกมี จำนวนของ 4 ที่นำมาบวกกันมีมากกว่า ผลบวกในกลุ่มหลังอยู่ หนึ่งตัว เป็นต้น

2) พัฒนาความเข้าใจความหมาย และผลสัมพัทธ์ของการบวก การลบ และการคูณ โดยนำเสนोजิตปัญหาต่างๆ โดยใช้การปฏิบัติจริงประกอบโจทย์และกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาและอภิปรายว่าจะหาคำตอบได้อย่างไร เพราะเหตุใด โดยจะเน้นการวิเคราะห์โจทย์ ในกรณีที่โจทย์ปัญหาใช้จำนวนมากๆจะใช้วิธีการเปลี่ยนเป็นสถานการณ์ที่ใช้จำนวนที่มีค่าน้อยๆ แล้วจึงพาดพิงไปสู่จำนวนที่มากขึ้น และเน้นให้นักเรียนเป็นนักสังเกตว่า สำหรับ การบวก การลบ และการคูณ เมื่อใด ผลลัพธ์ใดจะมีค่า มากที่สุด และเมื่อใด ผลลัพธ์ใด จะมีค่าน้อยที่สุด เป็นต้น

3) พัฒนาการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น โดยเน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียน จากการอภิปรายซักถาม และร่วม แสดงความคิดเห็น ถึงแนววิธีคิดของแต่ละคน เพื่อร่วมกันหาวิธีที่เหมาะสมต่อไป และ เน้นการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบคำตอบ โดยการประมาณ หรือการพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ

การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน และพัฒนาเป็นแผนการสอน ได้จัดทำให้ครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร และสอดคล้องกับเป้าหมายของการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ออกแบบกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายในแต่ละข้อ โดยมีกรอบในการจัดกิจกรรม ดังนี้

- (1) ใช้สื่อรูปธรรมที่หลากหลายในการจัดกิจกรรม เพื่อสร้าง และพัฒนาความเข้าใจ มโนคติ
คณิตศาสตร์ ในเรื่องหนึ่ง ๆ โดยเน้นให้เด็กลงมือปฏิบัติให้มากที่สุด
- (2) จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงวัตถุ กับสัญลักษณ์ ตัวเลข และภาษา
- (3) เสริมประสบการณ์ โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนา
มโนคติทางคณิตศาสตร์ เช่น กิจกรรมแบบรูปของจำนวนโดยใช้ตาราง 100 กิจกรรมเพื่อพัฒนาความ
เข้าใจสมบัติการสลับที่ หรือความเข้าใจผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ และกิจกรรมอื่น ๆ โดยเชื่อมโยง
ประสบการณ์ในชีวิตจริง
- (4) ใช้คำถามปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายซักถาม และสร้าง
แนวความคิดเป็นของตนเอง
- (5) สร้างเกณฑ์ในการตัดสินใจ เพื่อใช้ในการประมาณปริมาณ หรือจำนวน ประมาณความ
ยาว หรือประมาณน้ำหนักต่าง ๆ
- (6) เน้นการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบ
คำตอบ โดยการประมาณ
- (7) ในการสอนจะเน้นการผสมผสานหลาย ๆ ด้านของสำนึกเกี่ยวกับจำนวนไปพร้อม ๆ กัน
โดยเน้นให้เด็กได้ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

2.2 ตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอน ขั้นต้น ก่อนนำไปทดลอง โดยนำ
กิจกรรมการเรียนการสอนไปให้อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษาระดับประถมศึกษา
พิจารณาให้ข้อคิดเห็น ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำกิจกรรมการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนโรง
เรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง(ฝ่ายประถม)ที่ขึ้นชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในภาคฤดูร้อนปีการศึกษา
2541 จำนวน 26 คน โดยใช้เวลาสัปดาห์ละ 5 วัน วันละประมาณ 3 ชั่วโมง รวม 16 วัน เพื่อศึกษาความ
เป็นไปได้ของการจัดกิจกรรมต่างๆ และความน่าสนใจของกิจกรรมการเรียนการสอน และภาษาที่ใช้
และเมื่อเก็บข้อมูลด้านสภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนต่างๆ ในสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร ในภาค
เรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ได้นำข้อมูลสภาพปัญหา มาใช้ในการปรับกิจกรรมต่างๆ อีกครั้ง และได้
นำ กิจกรรมการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราม
คำแหง(ฝ่ายประถม) ที่ขึ้นชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในภาคฤดูร้อนปีการศึกษา 2542 จำนวน 25 คน
โดยใช้เวลาสัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 2 ชั่วโมง รวม 14 วัน เพื่อดูความเหมาะสมของเวลา ที่ใช้ แนวทาง
การจัดกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพ และปัญหาอื่นๆ เช่นภาษา ที่ยังเป็นปัญหา นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุง
แก้ไข และกำหนดแผนการสอนรายชั่วโมง โดย 1 ชั่วโมง คิดเป็น 3 คาบ ก่อนนำไปทดลอง

2.3 จัดทำและจัดเตรียม เครื่องมือต่างๆดังนี้

- แบบวัดพื้นฐานความรู้
- แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนและหลังการทดลอง
- แบบทดสอบย่อยหลังจบบทเรียนแต่ละบท
- แบบบันทึกพฤติกรรม
- แบบสัมภาษณ์สำนึกเกี่ยวกับจำนวน
- แบบวัดผลสัมฤทธิ์

แบบวัดพื้นฐานความรู้ เป็นแบบวัดที่สร้างตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร และหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เพื่อใช้คะแนนจากแบบวัดพื้นฐานความรู้เป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสอน แบบวัดพื้นฐาน เป็นแบบวัดแบบเลือกตอบ สี่ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ(ดูภาคผนวก จ)

แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนและหลังการทดลอง ใช้ทดสอบนักเรียนก่อนการทดลองสอน และหลังการทดลองสอนเสร็จสิ้นลง เป็นแบบวัดชุดเดียวกับแบบวัดที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลด้านสภาพและปัญหาในระยะที่ 1 เป็นแบบวัดที่มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่น (รวมฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2)เป็น 0.83

แบบทดสอบย่อยหลังจบบทเรียนแต่ละบท มีทั้งหมด 7 ฉบับ แบบทดสอบแต่ละฉบับมีประมาณ 20 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 20 นาที ใช้วัดเมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแต่ละบท ประกอบด้วย

- ฉบับที่ 1 ใช้วัดหลังจากเรียนจบบทเรียนบทที่ 1 เรื่อง จำนวนไม่เกิน 100
- ฉบับที่ 2 ใช้วัดหลังจากเรียนจบบทที่ 2 เรื่องการบวกและการลบจำนวนซึ่งมีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100
- ฉบับที่ 3 ใช้วัดหลังจากเรียนจบบทที่ 3 เรื่องการวัดความยาว
- ฉบับที่ 4 ใช้วัดหลังจากเรียนจบบทที่ 4 เรื่อง จำนวนไม่เกิน 1,000
- ฉบับที่ 5 ใช้วัดหลังจากเรียนจบบทที่ 5 เรื่อง การบวกและการลบจำนวนซึ่งมีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000
- ฉบับที่ 6 ใช้วัดหลังจากเรียนจบบทที่ 6 เรื่อง การชั่ง
- ฉบับที่ 7 ใช้วัดหลังจากเรียนจบบทที่ 7 เรื่อง การนับเพิ่มและการคูณ

แบบบันทึกพฤติกรรม สร้างเพื่อบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนในด้าน ความสนใจต่อการปฏิบัติงาน ความสามารถในการทำงาน ความอดทนในการทำงาน เจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน และข้อสังเกตอื่นๆ

แบบสัมภาษณ์ลำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน มีข้อคำถามเหมือนกับแบบสัมภาษณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลด้านสภาพและปัญหาในระยะที่ 1 ทุกข้อยกเว้นเฉพาะข้อ 8 เปลี่ยนคำถามจาก... $2 \times 22 = 44$ ดังนั้น 4×22 ได้เท่าไร เป็น $22 \times 3 = 66$ ดังนั้น 23×3 ได้เท่าไร เนื่องจากไม่ต้องการให้นักเรียนเสียเวลากับการคิดคำนวณ แต่ต้องการดูความสามารถที่จะใช้ความรู้ในเรื่องการคูณในรูปการบวกจำนวนเท่าๆ กันมาใช้หาคำตอบได้

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบวัดแบบเลือกตอบชนิดสามตัวเลือก ที่โรงเรียนจัดทำขึ้น เพื่อใช้วัดผลปลายภาคเรียน มีทั้งหมด 4 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ ใช้เวลาสอบ ฉบับละ 40 นาที

2.4 ทดลอง

1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

นำนักเรียนไปทดลองภาคสนามกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนบ้านบางกะปิซึ่งเป็นโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร เป็นเวลา 1 ภาคเรียน ประมาณ 220 คาบ คาบละ 20 นาที โดยสุ่มห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง มีผู้วิจัยเป็นผู้สอน และสุ่มกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน โดยมีอาจารย์ ของโรงเรียนเป็นผู้สอน

2) แบบแผนการทดลอง

ทดลองภาคสนามด้วยกระบวนการวิจัยกึ่งทดลอง โดยให้แบบแผนการทดลองแบบศึกษา กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทดสอบก่อน – หลังการทดลอง (Pretest – Posttest Design with Nonequivalent Group) (Cambell, D.T. and Stanley, J.C.1963 : 47) โดยมีกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม และใช้ผลการทดสอบก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

กลุ่มทดลอง	O_1	X	O_2
กลุ่มควบคุม	O_3		O_4

เมื่อ O_1 หมายถึง คะแนนจากการทดสอบ ก่อนการทดลอง (Pretest) ของกลุ่มทดลอง

O_3 หมายถึง คะแนนจากการทดสอบ ก่อนการทดลอง (Pretest) ของกลุ่มควบคุม

O₂ หมายถึง คะแนนจากการทดสอบ หลังการทดลอง (Posttest) ของ
กลุ่มทดลอง

O₄ หมายถึง คะแนนจากการทดสอบ หลังการทดลอง (Posttest) ของ
กลุ่มควบคุม

X หมายถึง การจัดการกระทำ (treatment) ที่ประกอบด้วยกระบวนการเรียน
การสอนจากบทเรียนที่พัฒนาขึ้น

3)วิธีดำเนินการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านบางกะปิ
โดยโรงเรียนบ้านบางกะปิ จะจัดนักเรียนเป็นเด็กเก่ง 1ห้องเรียน และที่เหลือ คละกัน มี 11 ห้อง สุ่ม
ห้องเรียน จาก ห้องที่คละกัน นี้ จำนวน 2 ห้องเรียน เพื่อใช้ในการทดลอง ได้ห้อง 6 และ ห้อง 8

ก่อนดำเนินการสอน ได้ วัดพื้นฐานความรู้วิชาคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง และ วัดสำนึก
เกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลอง ทั้งสองห้องเรียนนี้ ในสัปดาห์แรกที่เปิดภาคเรียน คือช่วงวันที่ 16-22
พฤษภาคม พ.ศ. 2543 โดย แบบวัดพื้นฐานความรู้วิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดแบบเลือกตอบ 4 ตัว
เลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 60 นาที แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน มี 3ฉบับ สองฉบับแรก
ใช้เวลาฉบับละ 40 นาที ฉบับที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

วัดพื้นฐานความรู้วิชาคณิตศาสตร์นักเรียน ทั้ง 2ห้อง โดยห้อง 8 นักเรียน 35 คนได้ค่าเฉลี่ย
เลขคณิต 15.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.42 ห้อง 6 นักเรียน 37 คนได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 14.21 ส่วน
เบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.83

ตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนพื้นฐานความรู้ของนักเรียน 2 ห้อง โดยใช้ T-TEST
ปรากฏว่าคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของทั้ง 2 ห้อง ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังผล
การวิเคราะห์ในตาราง 5

ตาราง 5 ตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของนักเรียน ห้อง 6 และนักเรียนห้อง 8

	Mean	Std. Deviation	t	df	p - value
ห้อง 8	15.08	4.42	.795	70	.429
ห้อง 6	14.21	4.83			

วัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลอง ของนักเรียน ทั้ง 2ห้อง และใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังที่กล่าวแล้ว โดยแบบวัดฉบับที่ 1 มีคะแนน20คะแนน แบบวัดฉบับที่ 2 มีคะแนน 20 คะแนน และแบบวัดฉบับที่3 มีคะแนน 6 คะแนน ผลการทดสอบปรากฏว่า นักเรียนห้อง 8 จำนวน 34 คน ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ32.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.56 นักเรียนห้อง 6 จำนวน 38 คน ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ32.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.36

ตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน2 ห้อง โดยใช้ T-TEST ปรากฏว่า คะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ของทั้ง 2 ห้อง ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 6

ตาราง 6 ตรวจสอบคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ก่อนการทดลอง ของนักเรียน ห้อง 6 และนักเรียนห้อง 8

	Mean	Std. Deviation	t	df	p - value
ห้อง 8	32.28	10.56	.172	70	.864
ห้อง 6	32.78	13.36			

จากการตรวจสอบพื้นฐานความรู้และสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนห้อง 6 และนักเรียนห้อง 8 พบว่าพื้นฐานความรู้และสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกัน

สุมห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ปรากฏว่าได้ห้อง 8 เป็นกลุ่มทดลอง และ ห้อง 6เป็นกลุ่มควบคุม ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน กลุ่มควบคุมจะสอนตามปกติ โดยอาจารย์ของโรงเรียน ส่วนกลุ่มทดลองสอนโดย ผู้วิจัย ดำเนินการทดลอง โดยกลุ่มทดลองใช้บทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยเน้นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนทำกิจกรรม ภาควิปฏิบัติ จากสื่อรูปธรรมต่าง ๆ โดยการทำกิจกรรมมีทั้งการทำกิจกรรมร่วมกันทั้งชั้น การทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม และการทำงานเป็นรายบุคคล ใช้กระบวนการสังเกต สัมภาษณ์ และเก็บแฟ้มสะสมงานของกลุ่ม และของรายบุคคล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน เมื่อเรียนจบแต่ละบท ได้มีการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบย่อยของแต่ละบท กลุ่มควบคุม ครูประจำชั้นดำเนินการสอนตามปกติ ตามหลักสูตรคู่มือครู และหนังสือเรียน ของกระทรวงศึกษาธิการ เมื่อเรียนจบทุกบท ได้วัดสำนึกเกี่ยวกับ

จำนวน หลังการทดลอง ระหว่างวันที่ 25-29 กันยายน พ.ศ. 2543 ทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบของโรงเรียน ระหว่างวันที่ 4-6 ตุลาคม พ.ศ. 2543

4) วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอน

เนื่องจากการพัฒนาสำนักเกี่ยวกับจำนวนให้ความสำคัญกับการประเมินระหว่างการศึกษา ซึ่งประเมินควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงใช้เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยแนวคิดของ เอสพิช และวิลเลียม (Espich and William. 1967:119-125) และ เปรีอง กุมุท (เปรีอง กุมุท.2538:254-257) โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอน เป็น 75 / 75 โดยที่ 75 / 75 หมายถึง มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองทั้งหมด ได้ผลรวมของคะแนนสำนักเกี่ยวกับจำนวนระหว่างการทดลอง รวมกับคะแนนสำนักเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลองไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

สำหรับการวิจัยนี้แบ่งการให้คะแนนออกเป็น คะแนนสำนักเกี่ยวกับจำนวนระหว่างการทดลอง 70% และคะแนนสำนักเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง 30% โดยคะแนนสำนักเกี่ยวกับจำนวนระหว่างการทดลองเป็นคะแนนจากใบกิจกรรม แบบฝึกหัดและการทดสอบย่อย โดยมีน้ำหนักของคะแนนในแต่ละส่วนเท่ากัน และแบ่งคะแนนตามกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งแบ่งออกเป็น 7 บท บทละ 10% ส่วนคะแนนสำนักเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง เป็นคะแนนจากแบบทดสอบสำนักเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง

วิเคราะห์เปรียบเทียบสำนักเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้สูตร T – TEST (Paired)

วิเคราะห์เปรียบเทียบสำนักเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยมีคะแนนสำนักเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม

วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากผลการสอบปลายภาคที่โรงเรียนจัดสอบของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยมีคะแนนพื้นฐานเป็นตัวแปรร่วม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS

วิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มทดลอง จากแบบบันทึกพฤติกรรม วิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากการการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มละ 9 คนที่มีคะแนนสำนักเกี่ยวกับจำนวนก่อนการสอนเท่ากันเป็นคู่ๆ

5) สรุปผลการทดลอง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำข้อมูลสภาพและปัญหาที่ได้ มาจัดทำแผนการสอน และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ ในการวิจัยนี้ ได้กำหนดการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับจำนวน ในด้านต่างๆ 7 ด้าน ดังนี้ (1)ความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน (2)การรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน (3) ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน (4) ความเข้าใจความหมายของการบวก การลบ และการคูณ (5)การรู้ผลสัมพัทธ์ของการบวก การลบ และการคูณ (6) ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด และ(7) ความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น ซึ่งจะนำเสนอผลการวิจัย เป็น 2 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 สภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

1. สภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ศึกษาสภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวน โดยใช้แบบทดสอบ 3 ฉบับ และเลือกสัมภาษณ์นักเรียนบางคน เพื่อศึกษาความคิดของนักเรียนในด้านที่ (6) และ (7) คือด้าน ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัดและด้าน ความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น ในการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าและปัญหา ได้นำเสนอเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกผลจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 2 และ 3 ในส่วนที่สองจะเป็นผลจากการสัมภาษณ์

1.1 ผลจากแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตทั้งเจ็ดด้านของสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 289 คน ในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสภาพและปัญหาจากแบบทดสอบมีดังตาราง 7

ตาราง 7 ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวน
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

จุดประสงค์	ร้อยละของ	ส่วนเบี่ยงเบน
	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	มาตรฐาน
เข้าใจความหมายการใช้จำนวน	49.37	24.58
การรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน	33.30	22.00
ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน	39.97	21.94
ความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ	30.06	21.01
การรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ	30.62	22.72
ความสามารถในการใช้ประสบการณ์...	48.96	28.16
ความสามารถในการคิดคำนวณในใจ	47.16	30.30
คะแนนรวม 7 ด้าน	38.73	16.22

โดยภาพรวม สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในขั้นที่ต้องปรับปรุง (ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ 38.73) และในทั้งเจ็ดด้าน ไม่มีด้านใดมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตสูงกว่าร้อยละ 50 ด้านที่ต่ำมากคือ ความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ และ การรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นร้อยละ 30.06 และ 30.62 ตามลำดับ ด้านที่นักเรียนทำคะแนนได้ดีที่สุดคือความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตร้อยละ 49.37 รองลงมาคือความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละ 48.96 จากผลของการทดสอบนี้ ชี้ให้เห็นว่า ควรให้ความสนใจในการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนแก่นักเรียนเมื่อได้วิเคราะห์ในรายละเอียดของแต่ละด้าน ปรากฏผลดังนี้

ด้านความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน มีร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องในแต่ละข้อดัง
ตาราง 8

ตาราง 8 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง ด้านความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
1	1	รูปต่อไปนี้แสดงจำนวนใด	87.89
1	2.	รูปที่ 4 นับจากด้านซ้ายไปด้านขวา แสดงจำนวนใด	39.45
1	7.	จำนวนที่มากกว่า 160 อยู่ 50 คือจำนวนที่แทนด้วยตัวเลขในข้อใด	47.06
2	1.	มีมะนาว 79 ผล จัดใส่ถุง ถุงละ 10 ผล ให้ได้มากที่สุด แล้วจะเหลือ มะนาวที่ไม่ครบจัดใส่ถุงกี่ผล	51.90
2	2.	มีไข่นกกระทา ถุงละ 100 ฟอง จำนวน 5 ถุง มีถุงละ 10 ฟอง จำนวน 8 ถุง และที่ไม่ได้บรรจุถุงอีก 7 ฟอง ดังนั้นมีไข่นกกระทาอยู่ทั้งหมดกี่ฟอง	19.03
2	17.	ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 คะแนน เต็ม 100 ปราณนักเรียน 6 คน ได้คะแนน ดังนี้ ... จงเรียงรายชื่อนักเรียนที่ได้คะแนนมากเป็นอันดับที่ 1 อันดับที่ 2 และ อันดับที่ 3 จากนักเรียน 6 คนนี้	50.87

ด้านความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 49.37 โดย
นักเรียนยังมีปัญหามากในเรื่องการอ่านและตีความโจทย์ ดังจะเห็นได้จาก ในกรณีให้นักเรียนระบุตัว
เลขแสดงจำนวนจากรูป จะมีนักเรียนถึงร้อยละ 87.89 ที่ทำได้ถูกต้อง แต่เมื่อให้ระบุตัวเลขแสดง
จำนวนจากโจทย์ปัญหา จะพบว่า มีนักเรียนเพียงร้อยละ 19.03 ที่ทำได้ถูกต้อง นอกจากนั้นในเรื่อง
ของจำนวนเชิงอันดับที่ ก็ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาอยู่

ด้านการรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน มีร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องในแต่ละข้อดัง

ตาราง 9

ตาราง 9 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง ด้านการรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
1	4.	จากประโยค $987 = 800 + \square + 7$ ตัวเลขใน $\square$ คือ ตัวเลขในข้อใด	42.21
1	5.	ตัวเลขในข้อใดที่เติมลงใน $\square$ แล้วทำให้การเรียงลำดับของ 67 70 $\square$ 76 79 ถูกต้อง	50.52
1	6.	แดงมีส้มอยู่ 2 กอง กองที่หนึ่งมีส้มอยู่ 13 ผล กองที่สองมีส้ม มากกว่ากองที่หนึ่งอยู่ 3 ผล แดงมีส้มทั้งหมดกี่ผล	22.15
1	8.	4 ร้อย + 3 สิบล + 26 หน่วย มีค่าเท่ากับเท่าใด	50.17
1	9.	แบบรูปต่อไปนี้ เป็นการนับเพิ่ม ครั้งละเท่าๆกัน 12 , 16 , $\square$, 24 , ∇ , $\bigcirc$ ดังนั้นควรเติมตัวเลขใดใน $\bigcirc$	20.42
2	3.	$624 = 6$ ร้อย + $\square$ สิบล + 14 หน่วย ตัวเลขใน $\square$ คือตัวเลขใด	11.76
2	18.	ตารางข้างล่างนี้เรียกตาราง 100 ซึ่งมีบางส่วนที่ตัวเลขหายไป ดังรูป เติมตัวเลขในช่อง ก ให้สมบูรณ์	45.33
2	19.	ตารางนี้เป็นตารางร้อยที่มีบางส่วนที่ตัวเลขหายไป ดังรูป เติมตัวเลขในช่อง ข ให้สมบูรณ์	23.88

ด้านการรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 33.31 โดยนักเรียนมีปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง ส่วนย่อยและส่วนรวมจากการกำหนดสถานการณ์เพื่อหาส่วนย่อยอีกส่วนหนึ่ง แล้วหาส่วนรวม (ฉบับที่ 1 ข้อ 6) และเรื่องแบบรูป (ฉบับที่ 1 ข้อ 9 และฉบับที่ 2 ข้อ 19) และในปัญหาเกี่ยวกับการเขียนในรูปกระจายที่ไม่อยู่ในรูปกระจายตามปกติ (ฉบับที่ 2 ข้อ 3)

ด้านความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน มีร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องในแต่ละข้อดัง
ตาราง 10

ตาราง 10 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง ด้านความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
1	10.	จำนวนที่แทนด้วยตัวเลขต่อไปนี้ 800 900 750 950 จำนวนใด มีค่าใกล้เคียง 848 มากที่สุด	49.83
1	11.	จำนวนที่แทนด้วยตัวเลขต่อไปนี้ 647 812 493 901 จำนวนใด มีค่ามากที่สุด	70.24
2	4.	14 และ 27 จำนวนใดมีค่าใกล้เคียง 20 มากกว่า	46.37
2	5.	สมศรีมีเงิน 641 บาท จันทรีมีเงิน 199 บาท และสมยศมีเงิน 999 บาท ใครมีเงินน้อยมากเมื่อเทียบกับสมยศ	52.94
2	20.	แก้วข้างล่างนี้มีขนาดเท่ากัน มีเมล็ดถั่ว 3 ขนาด คือขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก เมื่อใส่เมล็ดถั่วจนเต็มแก้ว แก้วใดจะ มีจำนวนเมล็ดถั่วมากที่สุด	20.42

ด้าน ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 39.97 เรื่องที่มีปัญหามากได้แก่ การเปรียบเทียบจำนวนสิ่งของที่มีขนาดต่างกันในภาชนะที่เท่ากัน (ฉบับที่ 2 ข้อ 20) และ ในการเปรียบเทียบจำนวนหลายๆจำนวน ว่า จำนวนใดมีค่าใกล้เคียงกับจำนวนที่กำหนดให้อีกจำนวนหนึ่งมากที่สุด พบว่านักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งยังมีปัญหาในเรื่องเหล่านี้ (ฉบับที่ 1 ข้อ 10) หรือแม้จะเปรียบเทียบจำนวนสองจำนวนว่า จำนวนใดใกล้เคียงกับจำนวนที่กำหนดให้มากกว่า ยังเป็นสิ่งที่มีความสับสนอย่างมากสำหรับนักเรียน (ฉบับที่ 2 ข้อ 4) ส่วนข้อที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำได้คือ การพิจารณาว่าจำนวนใดมีค่ามากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตร้อยละ 70.24 บ่งชี้ว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเปรียบเทียบขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนได้

ด้านความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ มีร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องในแต่ละข้อดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง ด้านความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
1	12.	นับของกองละ 4 สามกอง จะได้ของทั้งหมดเท่าไร หากคำตอบ ของคำถามนี้ได้อย่างไร	46.37
1	13.	"แดงมีเงิน 452 บาท ดำมีเงิน 647 บาท ดำมีเงินมากกว่าแดง กี่บาท" โจทย์ปัญหานี้หาคำตอบได้โดยวิธีใด	49.48
1	14.	"เด่นมีเงิน 48 บาท ต้องการเก็บเงินให้ครบ 100 บาท เด่นจะต้อง เก็บเงินอีกกี่บาท" โจทย์ปัญหานี้หาคำตอบได้โดยวิธีใด	24.22
1	15.	"บั้งอมีเงิน 500 บาท ช็อกางเกงตัวละ 120 บาท จำนวน 4 ตัว บั้งอจะต้องจ่ายเงินกี่บาท" หาคำตอบของคำถามนี้ได้อย่างไร	20.76
2	6.	" จากคำถามที่ว่า จำนวนที่มากกว่า 34 อยู่ 38 คือจำนวนใด" เขียน ประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร	22.15
2	7.	จากประโยค $5 \times \square = 7 + 7 + 7 + 7 + 7$ $\square$ แทนจำนวนใด	46.37
2	8.	จากคำถามที่ว่า " แก้วมีเงิน 30 บาท เกมีเงินเป็น 4 เท่าของแก้ว เกมีเงินเท่าไร"	16.26
2	9.	จงเขียนประโยคการลบที่สัมพันธ์กับประโยคการบวกของ $43 + 16 = 59$	14.88

ด้านความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิด เป็นร้อยละ 30.06
นักเรียน ยังมีปัญหามากเกี่ยวกับ ปัญหาการลบแบบเติมให้บริบูรณ์และปัญหาที่ให้ข้อมูลเกินความ
จำเป็น (ฉบับที่ 1 ข้อ 14 มี และข้อ 15) และการหาคำตอบด้วยการบวก ลบ หรือคูณ จากโจทย์แบบ
ต่างๆ ในแบบวัดฉบับที่ 2 มีค่าเฉลี่ยต่ำมากเกือบทุกข้อ แต่มีข้อน่าสังเกตว่า ด้านความหมายของ
การคูณในแง่การบวกครั้งละเท่าๆกัน และการลบแบบเอาออก มีนักเรียนเกือบร้อยละ 50 ที่มีความ
เข้าใจในเรื่องเหล่านี้

ด้านการใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์อ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด มีร้อยละของจำนวนผู้
ตอบถูกต้องในแต่ละข้อดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงร้อยละของการใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์อ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัดของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
1	3.	นำเหรียญบาทใส่มือข้างหนึ่งให้มากที่สุด จะได้ประมาณกี่เหรียญ	27.68
1	19.	ความสูงที่กล่าวถึงในข้อใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด ก. ครูประจำชั้นสูง 270 เซนติเมตร ข. ... ค. ... ง. ...	26.64
1	20	น้ำหนักที่กล่าวถึงในข้อใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด ก. เด็กหญิงบังอรมีน้ำหนักตัว 300 กิโลกรัม ข. ... ค. ... ง. ...	31.83
2	จากข้อ 10 ถึงข้อ 11 ให้นักเรียนพิจารณาว่าคำถามในแต่ละข้อ เป็นไปได้หรือไม่ แล้วกาเครื่องหมายถูกในช่องที่เป็นไปได้ หรือเป็นไปได้ 10. ห้องเรียนนี้กว้างประมาณ 14 เมตร		33.91
	11. รถประจำทางบรรทุกผู้โดยสารเต็มคันรถได้ 200 คน		75.78

ด้านการใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์อ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
คิดเป็นร้อยละ 48.96 นักเรียนมีปัญหามากได้แก่ เรื่อง การคะเนจำนวนเหรียญบาท ใส่ในมือ และ
เรื่องที่ให้พิจารณาความเป็นไปได้ของสถานการณ์ต่างๆ (ฉบับที่ 1 ข้อ3 ข้อ19 และข้อ 20 และฉบับที่
2 ข้อ 10) บ่งชี้ว่านักเรียนน่าจะไม่มีประสบการณ์ในการลงมือปฏิบัติหรือพิจารณาในเรื่องเหล่านี้มา
ก่อน ส่วนในเรื่องการพิจารณาจำนวนผู้โดยสารเต็มคันรถประจำทาง นักเรียนจะพิจารณาได้อย่างถูก
ต้องเป็นส่วนใหญ่(ร้อยละ75.78) บ่งชี้ว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ประสบการณ์จากสิ่งใกล้ตัวมา
เป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงได้

สำหรับด้านที่ 7คือความสามารถในการคิดคำนวณในใจ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้าน
สภาพปัญหาพบว่า

ข้อ 1. ซึ่งมี 15 ข้อย่อย มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 6.77 คำถามที่จัดว่าง่ายสำหรับนักเรียนคือ ข้อ 3) $12 + 9 + 8 = \square$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 71 และข้อ 13) $3 \times 10 = \square$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 87 กล่าวคือมีนักเรียนถึงร้อยละ 71 และ 87 ที่ทำข้อ 3) และ ข้อ 13) ได้ถูกต้อง ตามลำดับ และข้อที่ค่อนข้างง่ายสำหรับนักเรียนคือมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตตั้งแต่ ร้อยละ 60 ถึง 69 มี 3 ข้อ คือ ข้อ 1) $21 + 9 + 13 = \square$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 69 ข้อ 7) $435 - 214 = \square$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 60 และข้อ 9) $6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6 = \square$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 69 ซึ่งข้อที่ง่ายหรือค่อนข้างง่ายเหล่านี้มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้

1) เป็นข้อที่มีจำนวนสองจำนวนรวมกันแล้ว ได้จำนวนเต็มสิบ นักเรียนจึงสามารถหาผลบวกของจำนวนสองจำนวนนี้ได้แล้ว จึงเอาไปบวกกับอีกจำนวนหนึ่ง

2) การลบที่ไม่ต้องกระจายตัวตั้ง

3) การบวกจำนวนเดียวกันซ้ำๆ เช่น $6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6 = \square$ และ

4) การหาผลคูณที่มีตัวคูณเป็น 10

ข้อที่ยากมากสำหรับนักเรียนคือ ข้อ 6) $65 - 28 = \square$ ข้อ 11) $7 \times 1 \times 0 = \square$ ข้อ 14) $(5 \times 9) + (1 \times 9) = \square$ ข้อ 8) $549 - 50 = \square$ ข้อ 2) $34 + 11 - 14 = \square$ ข้อ 15) $(6 \times 3) + (2 \times 3) = \square$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 20 22 25 28 33 และ 34 ตามลำดับ บ่งชี้ว่าการการลบที่ต้องกระจายตัวตั้งจากหลักสิบไปหลักหน่วย หรือจากหลักร้อยไปหลักสิบ ยังเป็นเรื่องยากมากสำหรับนักเรียน ที่จะใช้วิธีคิดคำนวณในใจ นอกจากนั้น ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจการคูณด้วยศูนย์ รวมทั้งยังอาจไม่สามารถนำความรู้ความเข้าใจของการคูณที่หมายถึงการบวกซ้ำๆ มาประยุกต์ในการหาคำตอบ ข้อ 14) หรือ ข้อ 15) ได้

สำหรับโจทย์ 5 ข้อต่อไปนี้ เป็นโจทย์ที่ให้เติมคำตอบหลายคำตอบ เมื่อหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนคำตอบที่เติมได้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตดังนี้

โจทย์ ให้เติมคำตอบหลายคำตอบในรูป $\square + \square = 36$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 2.93 นั่นคือโดยเฉลี่ย นักเรียนจะเติมคำตอบได้ ประมาณ 3 คำตอบ

โจทย์ ให้เติมคำตอบหลายคำตอบในรูป $\square - \square = 36$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 1.10 นั่นคือ โดยเฉลี่ย นักเรียนเติมคำตอบได้ประมาณ 1 คำตอบ

โจทย์ ให้เติมคำตอบหลายคำตอบในรูป $\square - \square + \square = 25$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 0.70 นั่นคือ มีนักเรียนทำข้อนี้ได้น้อยมาก จึงจัดเป็นข้อที่ยากมากสำหรับนักเรียน

โจทย์ ให้เติมคำตอบหลายคำตอบในรูป $\square \times \square = 36$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 2.16 นั่นคือโดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนจะเติมคำตอบได้ประมาณ 2 คำตอบ

โจทย์ให้เติมคำตอบหลายคำตอบในรูป $\square \times \square = 16$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 1.66 นั่นคือโดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนจะเติมคำตอบได้ ไม่ถึง 2 คำตอบ

เมื่อให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 ปรากฏว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยในด้านที่ 7 คิดเป็นร้อยละ 47.16 ในการวัดครั้งนี้ปรากฏว่า แบบวัดฉบับที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่น 0.64 และแบบวัดฉบับที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่น 0.81 เมื่อรวมฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 เข้าด้วยกัน ปรากฏว่ามีความเชื่อมั่น 0.83

1.2 ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

การสัมภาษณ์ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยสัมภาษณ์นักเรียนที่ทำคะแนนจากแบบวัดสำนักเกี่ยวกับจำนวนอยู่ในกลุ่มสูง กลาง และต่ำ กลุ่มละ 5 คน รวม 15 คน

1.2.1 ความสามารถในการคะแนน

ในการคะแนนปริมาณ ระยะทาง และน้ำหนัก ในแต่ละข้อต่อไปนี้ ใช้เกณฑ์การพิจารณาว่ามีนักเรียนร้อยละเท่าใด ที่สามารถหาคำตอบได้อยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$

1) ในการคะแนนจำนวนเมล็ดถั่ว ที่มีอยู่ 400 เมล็ด ปรากฏว่ามีนักเรียน เพียง ร้อยละ 26.66 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ที่ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด และในการคะแนนจำนวนเมล็ดถั่ว ที่มีอยู่ 800 เมล็ด ก็ปรากฏว่า มีนักเรียน ร้อยละ 26.66 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ที่ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด

2) การคะแนนความยาว ซึ่งยาว 3 เมตร ปรากฏว่ามีนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด และ ในการคะแนนความยาวของเทป ซึ่งยาว 5 เมตร ปรากฏว่ามีนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 66.66 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด

3) ในการคะแนนระยะซึ่งห่างกัน 8 เซนติเมตร ปรากฏว่ามีนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 46.66 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด

4) ในการพิจารณา เส้นทางเดินของหนอน ปรากฏว่ามีนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 46.66 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบได้อย่างถูกต้อง โดยที่นักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มกลางที่ตอบได้ถูกต้อง อธิบายว่าใช้การสังเกตจากการเลี้ยวขึ้นเลี้ยวลง โดยเห็นว่ายิ่งเลี้ยวขึ้นเลี้ยวลงมาก ก็จะทำให้ระยะทางมากขึ้นหรือนำมายืดออกก็จะทำให้ได้ระยะทางยาวกว่า แต่กลุ่มต่ำที่ตอบได้ถูกต้องเพียง 1 คน นั้น ไม่สามารถหาเหตุผลมาอธิบายได้ นอกจากบอกว่า เดาเอา

5) ในการคะแนน้ำหนักสิ่งของซึ่งหนัก 500 กรัม ปรากฏว่า มีนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด

6) ในการคะแนน้ำหนักสิ่งของซึ่งหนัก 3 กิโลกรัม ปรากฏว่า มีนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด

1.2.2 ความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น

1) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $58 + 42 = \square$

ปรากฏว่ามีนักเรียนตอบถูก คิดเป็นร้อยละ 46.66 ของผู้ถูกสัมภาษณ์

จากข้อมูลการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่า นักเรียนที่ตอบถูกต้อง ส่วนใหญ่ใช้วิธีคิดคำนวณในใจหาผลบวก เช่นเดียวกับการบวกตามแนวตั้งที่ปฏิบัติอยู่ในโรงเรียน จึงพบว่านักเรียนส่วนหนึ่งตอบผิด เนื่องจากความผิดพลาดจากการทด ส่วนนักเรียนที่ตอบผิดที่เกิดจากสาเหตุอื่นๆ ได้แก่ นักเรียนไม่เข้าใจความหมายของการบวก ไม่เข้าใจค่าประจำหลัก รวมทั้งสาเหตุอื่นๆ

2) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $65 - 28 = \square$

ปรากฏว่ามีนักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์

จากข้อมูลการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่านักเรียน กลุ่มสูงที่ตอบได้อย่างถูกต้องยังใช้การลบในใจเช่นเดียวกับวิธีตั้งลบอยู่ ส่วนกลุ่มกลางและกลุ่มต่ำ ยังมีความสับสนในเรื่องการลบค่อนข้างมาก เช่นนักเรียนไม่เข้าใจความหมายของการลบ ไม่เข้าใจค่าประจำหลัก และนักเรียนจำนวนหนึ่งพิจารณาตัวเลขในหลักเดียวกัน โดยมุ่งใช้ ตัวเลขที่มีค่ามากเป็นตัวตั้ง และตัวเลขที่มีค่าน้อยเป็นตัวลบ

3) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $549 - 50 = \square$

ปรากฏว่ามีนักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ ซึ่งนักเรียนที่ตอบถูกต้องสองคนจะใช้การลบเช่นเดียวกับการตั้งลบบนกระดาษ และมีนักเรียนอยู่คนหนึ่งอธิบายวิธีคิดที่ดีแตกต่างไปจากคนอื่นๆ แต่ยังมีปัญหาการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เช่น นักเรียนอธิบายว่า 50 ลบ 49 เหลือ 1; 1 ลบ 500 ได้ 499 ซึ่งเป็นการใช้คำพูดเดียวกันในความหมายที่ต่างกัน ส่วนนักเรียนที่ตอบผิดจะอธิบายแตกต่างกันไป ซึ่งแสดงถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน รวมทั้งนักเรียนที่ไม่ทราบว่า จะทำอะไร

4) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $70 + 145 + 30 = \square$

ปรากฏว่ามีนักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 46.66 ของผู้ถูกสัมภาษณ์

นักเรียนส่วนใหญ่ที่ตอบถูกต้อง อธิบายว่า "เอา 70 บวก 30 (หรือ เอา 30 บวก 70) ได้ 100 แล้วบวกกับ 145 ได้ 245 " แต่มีนักเรียนที่ตอบถูกต้องคนหนึ่ง กล่าวว่า "เอา 70 บวก 145 ก่อน แล้วบวกกับ 30" นักเรียนที่ตอบผิด ส่วนใหญ่บ่งชี้ว่า ยังไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการบวก

5) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $7 \times 9 \times 0 = \square$

ปรากฏว่ามีนักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 20 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนทั้งสามคน ทราบว่าจำนวนใดคูณกับ 0 ย่อมได้ 0 ส่วนนักเรียนที่ตอบผิด ส่วนใหญ่มีปัญหาในเรื่องการท่องสูตรคูณไม่ได้ และไม่มีความรู้ในเรื่องการคูณด้วย 0

6) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $5 \times 4 \times 1 = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 46.66 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยนักเรียนที่ตอบถูกต้องทั้ง 7 คน อธิบายเช่นเดียวกันว่า “เอา 5 คูณ 4 ได้ 20 คูณกับ 1 ได้ 20 เหมือนเดิม”

นักเรียนที่ตอบผิดมักไม่เข้าใจการคูณด้วย 1 โดยมีนักเรียนหลายคนเข้าใจว่าเมื่อคูณด้วย 1 ผลลัพธ์จะเพิ่มขึ้นอีก 1 นอกจากนั้นยังพบว่านักเรียนกลุ่มกลางและกลุ่มต่ำ ส่วนใหญ่ยังไม่มีความรู้ในเรื่องการคูณด้วย 1

7) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $(6 \times 3) + (2 \times 3) = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 40 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยนักเรียนที่ตอบถูกต้องตอบเช่นเดียวกันทั้งหมดว่าเอา 6 คูณ 3 ได้ 18 เอา 2 คูณ 3 ได้ 6 แล้วเอามารวมกันได้ 24”

นักเรียนที่ตอบผิด มีข้อมูลบ่งชี้ว่า เกิดจากการคูณผิด บวกผิด ท่องสูตรคูณไม่ได้ รวมทั้งไม่เข้าใจว่าจะหาคำตอบได้อย่างไร

8) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ คำถามที่ว่า “เนื่องจาก $2 \times 22 = 44$ ดังนั้น 4×22 ได้เท่าไร”

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ จากข้อมูลการสัมภาษณ์ บ่งชี้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถหาพิงจากสิ่งที่รู้ เพื่อไปหาสิ่งที่ยังไม่ได้ เพราะมีนักเรียนอยู่เพียง 2 คน จากกลุ่มสูงที่ใช้ $44 + 44$ ได้ 88 ส่วนนักเรียนอีก 3 คนที่ตอบถูกต้อง ใช้วิธีหาคำตอบจากการคูณที่เหมือนกับการตั้งคูณในกระดาษ ส่วนนักเรียนที่ทำผิดมีสาเหตุสำคัญคือ ท่องสูตรคูณไม่ได้ และไม่เข้าใจการคูณ

9) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ (4×12) มากกว่า (3×12) อยู่เท่าไร

ปรากฏว่ามีนักเรียนตอบถูกต้อง เพียง 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูงทั้ง 2 คน จากข้อมูลการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่า นักเรียนไม่สามารถนำความหมายของการคูณมาใช้เปรียบเทียบความมากกว่ากันของผลคูณได้ ดังนั้นเมื่อใช้การหาผลคูณของแต่ละคู่แล้วนำมาลบกัน จึงมีโอกาสผิดพลาดได้จากหลายขั้นตอน เช่น คูณผิด หรือลบผิด รวมทั้งนักเรียนอีกจำนวนมากยังไม่เข้าใจ คำถามข้างต้น

2. สภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ศึกษาสภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวน โดยใช้แบบทดสอบ 3 ฉบับ และเลือกสัมภาษณ์นักเรียนบางคน เพื่อศึกษาความคิดของนักเรียนในด้านที่ (6) และ (7) คือด้าน ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัดและด้าน ความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น ในการนำเสนอผลการศึกษาสภาพปัญหา ได้นำเสนอเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกผลจากแบบทดสอบฉบับที่ 1,2 และ 3 ในส่วนที่สองจะเป็นผลจากการสัมภาษณ์

2.1 ผลจากแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ทั้งเจ็ดด้านของสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 245 คน ในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสภาพและปัญหาจากแบบทดสอบมีดังตาราง 14

ตาราง 14 ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

จุดประสงค์	ร้อยละของ	ส่วนเบี่ยงเบน
	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	มาตรฐาน
เข้าใจความหมายการใช้จำนวน	60.52	25.28
การรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน	42.15	21.02
ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน	56.38	25.45
ความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ	36.09	22.08
การรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ	32.99	24.44
ความสามารถในการใช้ประสบการณ์...	49.74	19.65
ความสามารถในการคิดคำนวณในใจ	45.04	29.61
คะแนนรวม 7 ด้าน	44.27	18.12

โดยภาพรวม สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง(ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ 44.27) โดยมี อยู่ 2 ด้าน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตสูงกว่าร้อยละ 50 ได้แก่ ด้าน ด้านเข้าใจความหมายการใช้จำนวน และ ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน ส่วนด้าน

ความสามารถในการใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์อ้างอิง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตต่ำกว่าร้อยละ 50 เพียงเล็กน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตต่ำมากคือ ด้านการรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ และด้าน ความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นร้อยละ 32.99 และ 36.09 ตามลำดับ เมื่อได้วิเคราะห์ในรายละเอียดของแต่ละด้าน ปรากฏผลดังนี้

ด้านความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน มีร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องในแต่ละข้อดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง ด้านความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
1.	1	รูปต่อไปนี้แสดงจำนวนใด	88.57
1.	2.	เอกพจน์นับเงินใส่ของ ดังนี้ ของละ 10,000 บาท จำนวน 11 ของ ของละ ... เอกพจน์นับเงินใส่ของทั้งหมดกี่บาท	52.24
1.	3.	ครูสมใจจัดดินสอใส่กล่อง กล่องละ 100 จำนวน 24 กล่อง กล่องละ 10 จำนวน 32 กล่อง และยังเหลือดินสออีกจำนวน 3 แท่ง ครูสมใจนำดินสอ มาจัดทั้งหมดกี่แท่ง	52.24
1.	4.	ในการวิ่ง 100 เมตร ศรีดาใช้เวลา 14 วินาที ดวงใจใช้เวลา 15 วินาที และ จันทร์ฉายใช้เวลา 12 วินาที จงเรียงลำดับผู้ที่เข้าเส้นชัย เป็นอันดับที่หนึ่ง อันดับที่สอง และอันดับที่สาม	78.37
2.	1.	มีมะนาว 4895 ผล จัดใส่ถุง ถุงละ 100 ผล แล้วจะเหลือมะนาวที่ไม่ครบ จัดใส่ถุงกี่ผล	57.14
2.	2.	มีไข่นกกระทา ถุงละ 100 ฟอง จำนวน 45 ถุง มีถุงละ 10 ฟอง จำนวน จำนวน 28 ถุง และที่ไม่ได้บรรจุถุงอีก 7 ฟอง มีไข่นกกระทาอยู่ทั้งหมด กี่ฟอง	29.39

ตาราง 15 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
2.	24.	ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สอง คะแนนเต็ม 100 คะแนน ปรากฏว่านักเรียน 6 คนได้คะแนนดังนี้... จงเรียงรายชื่อนักเรียนที่ได้คะแนนมากเป็นอันดับที่ 1 อันดับที่ 2 และ อันดับที่ 3 จากนักเรียนหกคนนี้ ลงในช่องว่าง	75.51

ด้านความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 60.52 โดยนักเรียนยังมีปัญหามากในเรื่องการอ่านและตีความโจทย์ ที่เกี่ยวข้องกับค่าประจำหลัก ดังจะเห็นได้จาก ในกรณีให้นักเรียนเขียนตัวเลขแสดงจำนวนจากรูป จะมีนักเรียนถึงร้อยละ 88.57 ที่ทำได้ถูกต้อง แต่เมื่อให้เขียนตัวเลขแสดง จำนวนจากโจทย์ปัญหา จะพบว่านักเรียนเพียงร้อยละ 29.39 ที่ทำได้ถูกต้อง ส่วนเรื่องของจำนวนเชิงอันดับที่ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจดี

ด้านการรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน มีร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องในแต่ละข้อดัง
ตาราง 16

ตาราง 16 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง ด้านการรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
	5.	มีเงินอยู่ 34,700 บาท อยู่ในกระเป๋ 13,900 บาท อยู่นอกกระเป๋ากี่บาท	70.61
1.	6.	แดงมีส้มอยู่ 2 กอง กองแรกมีส้มอยู่ 1,204 ผล กองที่สองมีส้มมากกว่า กองแรก 15 ผล แดงมีส้มทั้งหมดกี่ผล	34.69
1.	7.	ประโยค $987 = 800 + \square + 7$ ตัวเลขใน $\square$ คือตัวเลขในข้อใด	53.88
1.	8.	ตัวเลขในข้อใดเติมลงใน $\square$ แล้วทำให้การเรียงลำดับของ	

ตาราง 16 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
		6,700 7,000 ☐ 7,600 7,900 ถูกต้อง	50.61
2.	3.	ตัวเลข 5 ใน 35,479 มีค่าเท่าใด	75.92
2.	4.	$2,346 = 2 \text{ พัน} + 2 \text{ ร้อย} + \text{ ☐ ลิบ} + 6$ ต้องเติมตัวเลขใดใน ☐	.0000
2	5.	พิจารณาการนับลดครั้งละเท่าๆกันต่อไปนี้ 3,042 3,039 ☐ O 3,030 Δ 3,024 ตัวเลขใน O คือตัวเลขใด	28.16
2	6.	มีไข่ไก่อยู่ 160 ฟอง อยู่ในกระจาดสองใบ โดยกระจาดใบใหญ่มี ไข่มากกว่ากระจาดใบเล็กอยู่ 20 ฟอง ในกระจาดใบใหญ่มีไข่ไก่อยู่ที่ฟอง	0.41
2	7.	แดงมีลูกเปิดอยู่สองกรง กรงแรกมีลูกเปิดอยู่ 140 ตัว กรงที่สองมีลูกเปิด อยู่น้อยกว่ากรงแรกอยู่ 20 ตัว แดงมีลูกเปิดอยู่ที่ตัว	25.71
2	25.	ตารางข้างล่างนี้เรียกตารางร้อยละที่มีบางส่วนของตัวเลขหายไป ดังรูป... เติมตัวเลขในช่อง ข ให้สมบูรณ์	65.71
2	26.	ตารางนี้เป็นตารางร้อยละที่มีบางส่วนของตัวเลขหายไป ดังรูป... เติมตัวเลขในช่อง ข ให้สมบูรณ์	57.96

ด้านการรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 42.15 โดยนักเรียนมีปัญหามากเกี่ยวกับเรื่อง การเขียนจำนวนในรูปกระจายที่ไม่อยู่ในรูปกระจายตามปกติ ซึ่งปรากฏว่านักเรียนจากกลุ่มที่ใช้ศึกษาสภาพปัญหา ไม่มีนักเรียนคนใดทำได้ถูกต้องเลย ซึ่งอาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่ได้สังเกตคำถามให้รอบคอบ นอกจากนั้นในเรื่อง ส่วนย่อยและส่วนรวมจากการกำหนดสถานการณ์ที่กำหนดส่วนรวม และความแตกต่างของส่วนย่อย แล้วให้หาส่วนย่อยส่วนหนึ่ง ก็ปรากฏว่ามีนักเรียนเพียงร้อยละ 0.41 และร้อยละ 25.71 ที่ทำได้ถูกต้อง และเรื่องแบบรูปของจำนวนที่ให้นักเรียนหาตัวเลขแสดงจำนวนในลำดับถัดไป ก็ยังคงเป็นปัญหาสำหรับนักเรียนอยู่

ด้านความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน มีร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องในแต่ละข้อดัง
ตาราง 17

ตาราง 17 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง ด้านความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
1	9.	จำนวนที่แทนด้วยตัวเลขต่อไปนี้ 900 1,000 850 1,050 จำนวนใด มีค่าใกล้เคียง 948 มากที่สุด	80.00
1	10.	จำนวนที่แทนด้วยตัวเลขต่อไปนี้ 490,927 492,717 491,807 493,627 จำนวนใดมีค่ามากที่สุด	72.24
1	11.	แดงได้รับเงินเดือน 1,500 บาท ดำได้รับเงินเดือน 7,800 บาท ขาวได้รับเงินเดือน 9,200 บาท ข้อความใดถูกต้องและแสดงการ เปรียบเทียบเงินเดือนได้ดีที่สุด	44.08
1	12.	ไส้เดือนมีลำตัวสั้นกว่างูดิน ไส้เดือนมีลำตัวยาวกว่ากิ้งกือ ให้เรียงลำดับ ความยาวของลำตัวสัตว์จากสั้นไปยาว	40.82
2	8.	3,100 และ 7,050 จำนวนใดมีค่าใกล้เคียง 5,00 มากกว่า	61.22
2	9.	งูมีเงิน 4,100 บาท ดวงใจมีเงิน 2,800 บาท แสงดาวมีเงิน 140 บาท สมยศมีเงิน 9,990 บาท ใครมีเงินน้อยมากเมื่อเทียบกับสมยศ	57.96
2	28.	แก้วข้างล่างนี้มีขนาดเท่ากัน มีเมล็ดถั่ว 3 ขนาด คือขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก เมื่อใส่เมล็ดถั่วจนเต็มแก้ว แก้วใดจะ มีจำนวนเมล็ดถั่วมากที่สุด	38.37

ด้าน ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 56.38
เรื่องที่มีปัญหามากได้แก่ การเปรียบเทียบจำนวนสิ่งของที่มีขนาดต่างกันในภาชนะที่เท่ากัน มีนักเรียน
ตอบถูกต้องเพียงร้อยละ 38.37 และในการเปรียบเทียบความยาว สิ่งของ สามสิ่ง โดยใช้คำว่าสั้นกว่า
ยาวกว่า ปรากฏว่านักเรียนตอบถูกต้องเพียงร้อยละ 40.82 ที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำได้ดี คือ การ
พิจารณาเปรียบเทียบค่าใกล้เคียงจำนวนที่กำหนด มีนักเรียนตอบถูกร้อยละ 80.00

ด้านความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ มีร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องในแต่ละข้อ ดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง ด้านความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
1	14.	ข้อใดเป็นโจทย์ปัญหาที่แสดงประโยคสัญลักษณ์ $347 + 124 = \square$	40.82
1	15.	ข้อใดเป็นโจทย์ปัญหาที่แสดงประโยคสัญลักษณ์ $345 - 138 = \square$	77.14
1	16.	"แดงมีเงิน 4,520 บาท ดำมีเงิน 6,470 บาท ดำมีเงินมากกว่าแดง กี่บาท" โจทย์ปัญหานี้หาคำตอบได้โดยวิธีใด	72.24
1	17.	"เด่นมีเงิน 480 บาท ต้องการเก็บให้ครบ 1,000 บาท เด่นจะต้อง เก็บเงินอีกกี่บาท" โจทย์ปัญหานี้หาคำตอบได้โดยวิธีใด	37.96
1	18.	"เอกมีเงิน 4,500 บาท กิบบมีเงินมากกว่าเอก 300 บาท เอกและกิบบ มีเงินรวมกันเท่าไร" โจทย์ปัญหานี้หาคำตอบได้จากข้อใด	24.49
1	19.	"สมศรีมีเงิน อยู่จำนวนหนึ่ง แม่ให้ 327 บาท พ่อให้อีก 150 บาท ขณะนี้ สมศรีมีเงินกี่บาท" โจทย์ข้อนี้หาคำตอบได้จากข้อใด	20.41
1	20.	แม่มีเงิน 46,500 บาท แบ่งให้ลูก 3 คน คนละเท่าๆกัน แม่ยังเหลือเงิน 4,500 บาท ลูกจะได้รับเงินคนละกี่บาท" โจทย์ข้อนี้หาคำตอบได้อย่างไร	24.08
1	21.	"บ้งอมีเงิน 500 บาท ซื้อกางเกงตัวละ 120 บาท จำนวน 4 ตัว บ้งอจะต้องจ่ายเงินกี่บาท" หาคำตอบของคำถามนี้ได้อย่างไร	40.00
1	22.	สมศรีมีเงิน 65 บาท ต้อยดิงมีเงินเป็น 4 เท่าของสมศรี ดวงเดือนมีเงิน มากกว่าต้อยดิง 15 บาท ดวงเดือนมีเงินกี่บาท" โจทย์ข้อนี้หาคำตอบ ได้จากข้อใด	49.80

ตาราง 18 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
2	10.	"จากคำถามที่ว่า"จำนวนที่มากกว่า 534 อยู่ 38 คือจำนวนใด" เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร	26.53
2	11.	จากประโยค $5 \times \square = 61 + 61 + 61 + 61 + 61$ $\square$ แทนจำนวนใด	35.92
2	12.	จากคำถามที่ว่า " แก้วมีเงิน 300 บาท เกมีเงินเป็น 4 เท่าของแก้ว หลังจากนั้น พ่อให้เกอีก 200 บาท เกจะมีเงินเท่าไร" เขียนประโยค สัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร	28.16
2	13.	จงเขียนประโยคการลบที่สัมพันธ์กับประโยคการบวกของ $430 + 160 = 590$	14.69
2	14.	จงเขียนประโยคการหารที่สัมพันธ์กับประโยคการคูณของ $14 \times 200 = 2,800$	13.06

ด้านความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 36.09 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมาก โดยพบว่านักเรียน ยังมีปัญหาเกี่ยวกับ การเขียนประโยคการลบที่สัมพันธ์กับประโยคการบวก หรือประโยคการหารที่สัมพันธ์กับประโยคการคูณ การตีความโจทย์ปัญหา รวมทั้งการเขียนผลบวกของจำนวนที่เท่าๆกันในรูปการคูณ โดยจะเห็นได้ว่ามีนักเรียนเพียงร้อยละ 13.06 ถึง 35.92 ที่ทำแบบทดสอบเหล่านี้ได้ ซึ่งสังเกตได้ว่าโจทย์บางข้อเช่น ข้อ 11 ของชุดที่ 2 มีลักษณะเช่นเดียวกับโจทย์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 แต่จำนวนผู้ทำถูกต้องของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละมีค่าต่ำกว่าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มาก ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องการคูณมาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 แต่หลังจากนั้นอาจไม่ได้รับการเน้นย้ำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการคูณกับการบวกจำนวนที่เท่าๆกันอีก นอกจากนั้นยังพบว่า โจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลไม่เพียงพอ ก็เป็นสิ่งที่ปัญหาแก่นักเรียนค่อนข้างมาก ดังเช่น โจทย์ข้อ 19 ของแบบวัดชุดที่ 1 ซึ่งโจทย์ข้อนี้ไม่สามารถหาคำตอบได้ เนื่องจากไม่ทราบว่ามีเงิน

อยู่เท่าไร “ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยจากผลการสอบในข้อนี้คิดเป็นร้อยละ 20.41 ซึ่งอยู่ในระดับที่ต้องเน้นการพัฒนาให้มากขึ้น และในกรณีของการให้ข้อมูลที่มากเกินไปจนเกิดความจำเป็น เช่น โจทย์ข้อ 21 ของแบบวัดชุดที่ 1 ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยจากผลการสอบในข้อนี้คิดเป็นร้อยละ 40.00 นั่นคือมีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ที่ยังมีปัญหาในเรื่องเหล่านี้

ด้านการรู้ผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินการ มีร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องในแต่ละข้อดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง ด้านการรู้ผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง
1	23.	$(8 \times 45) - (7 \times 45)$ เป็นจำนวนที่มีกี่หลัก	42.86
1	24.	ข้อใดมีผลลัพธ์มากที่สุด ก. 450×23 ข. $450 - 23$ ค. $450 + 23$ ง. $450 \div 23$	65.71
1	25.	ผลลัพธ์ในข้อใดมีค่าน้อยที่สุด ก. $0 + 38$ ข. $38 + 0$ ค. $38 - 0$ ง. 38×0	46.12
1	26.	ข้อใดมีผลลัพธ์น้อยที่สุด ก. $0 + 38$ ข. $38 + 0$ ค. $38 - 0$ ง. 38×0	42.86
1	27.	ผลลัพธ์ในข้อใดมีค่าน้อยที่สุด ก. 459×67 ข. $459 - 67$ ค. $459 + 67$ ง. $459 \div 67$	47.76
2	จากข้อ 19 ถึงข้อ 23 ให้นักเรียนพิจารณาว่าผลลัพธ์ในแต่ละข้อเป็นจำนวนกี่หลัก		
	19	$456 + 3,987 + 4,959$	29.39
	20.	$98,746 - 89,314$	15.51
	21.	5×84	21.63
	22	$8109 \div 9$	19.18
	23	$(19 \times 72) - (18 \times 72)$	28.57

ตาราง 19 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
2	27	บุษบา มีเงิน 200 บาท จะซื้อสิ่งของอย่างน้อย 2 อย่าง ซื้อของ แบบต่างๆ ได้อย่างไรบ้าง เข็มขัด ราคาเส้นละ 86 บาท ...	3.27

ด้านการรู้ผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินการ ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ 32.99 นักเรียนมีปัญหามากได้แก่ การให้นักเรียนพิจารณาว่าจะเลือกซื้อสิ่งใดตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งมีนักเรียนเพียงร้อยละ 3.27 ที่ทำได้ถูกต้อง และปัญหาที่รองๆ ลงไป คือ การหาว่าผลลัพธ์เป็นตัวเลขที่แทนจำนวนนั้นมีหลัก จากการตรวจสอบพบว่า มีนักเรียนอยู่จำนวนหนึ่งที่มุ่งหาคำตอบแล้วเติมตัวเลขที่เป็นคำตอบลงไป ซึ่งแสดงว่านักเรียนอาจไม่ได้อ่านคำสั่งอย่างรอบคอบ หรือนักเรียนอาจไม่เข้าใจคำสั่งส่วนปัญหาที่ให้พิจารณาว่าผลลัพธ์ใดมีค่าน้อยที่สุดหรือผลลัพธ์ใดมีค่ามากที่สุด มีถึง 4 ข้อ จาก 5 ข้อที่นักเรียนยังมีปัญหาย่อยมากกว่าร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด จึงเป็นเรื่องที่ต้องหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ด้านการใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์อ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด มีร้อยละของจำนวนผู้ตอบถูกต้องในแต่ละข้อดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงร้อยละของการใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์อ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ฉบับที่	ข้อที่	คำถาม	ร้อยละของจำนวนผู้ ตอบถูกต้อง
1	13.	นำเหรียญบาทใส่มือข้างหนึ่งให้มากที่สุด จะได้ประมาณกี่เหรียญ	20.82
1	28.	ให้นักเรียนคะเนโดยไม่ต้องวัดจริงๆว่า ผีเสื้อ และแมงปอ ห่างกัน กี่เซนติเมตร	57.55
1	29.	ความสูงที่กล่าวถึงในข้อใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด ก. ครุประจักษ์สูง 270 เซนติเมตร ข. ... ค. ... ง. ...	35.51
1	30	น้ำหนักที่กล่าวถึงในข้อใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด ก. เด็กหญิงบังอรมีน้ำหนักตัว 300 กิโลกรัม ข. ... ค. ... ง. ... จากข้อ 15 ถึงข้อ 18 ให้นักเรียนพิจารณาว่าคำกล่าวในแต่ละข้อ เป็นไปได้หรือไม่ แล้วกาเครื่องหมายถูกในช่องที่เป็นไปได้ หรือเป็นไปได้ ไม่ได้	49.39
2	15.	เด็กชายเอกเป็นคนผอมมาก มีน้ำหนักตัว 250 กิโลกรัม	
2	16.	ห้องเรียนนี้กว้างประมาณ 14 เมตร	28.16
2	17.	รถประจำทางบรรทุกผู้โดยสารเต็มคันรถได้ 200 คน	64.90
2	18.	ดินสอที่ยังไม่ได้เหลา ยาวประมาณ 20 เซนติเมตร	53.88

ด้านการใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์อ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
คิดเป็นร้อยละ 49.74 นักเรียนมีปัญหามากได้แก่ เรื่อง การคะเนจำนวนเหรียญบาท ใส่ในมือ
เรื่องการคะเนความกว้างของห้องเรียน และเรื่องที่ให้พิจารณาความเป็นไปได้ของสถานการณ์ต่างๆ
บ่งชี้ว่านักเรียนน่าจะไม่มีประสบการณ์ในการลงมือปฏิบัติหรือพิจารณาในเรื่องเหล่านี้มาก่อน ส่วนใน
เรื่องการพิจารณาจำนวนผู้โดยสารเต็มคันรถประจำทาง นักเรียนจะพิจารณาได้อย่างถูกต้องเป็นส่วน
ใหญ่ แต่มีข้อน่าสังเกตว่าสำหรับข้อ 17 ซึ่งมีคำถามเดียวกับของชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปรากฏว่า นัก
เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับพิจารณาได้อย่างถูกต้องคิดเป็นร้อยละได้น้อยกว่านักเรียนชั้นประถม
ศึกษาปีที่ 2 จึงเป็นเรื่องน่าสังเกตว่าเรื่องเหล่านี้อาจไม่ได้รับการเน้นมาอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม

จากข้อมูลที่ได้บ่งชี้ได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ประสบการณ์จากสิ่งใกล้ตัวมาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงได้

สำหรับด้านที่ 7 คือความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสภาพปัญหาพบว่า

ข้อที่ 1 ซึ่งมี 16 ข้อ ผลการสอบนักเรียนได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตสูงกว่าร้อยละ 50 อยู่ 13 ข้อ จาก 16 ข้อ เมื่อพิจารณารายละเอียดในข้อที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้ คือมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป มีอยู่ 8 ข้อ ซึ่ง ข้อเหล่านั้นมีลักษณะอย่างไรต่อไปนี้คือ :

- 1) หาผลบวกของจำนวนที่แทนด้วยตัวเลขสองหลัก หรือสามหลักที่มีการทดเพียงหลักเดียว (กระจายผลลัพธ์จากหลักหน่วยไปหลักสิบ หรือจากหลักสิบไปหลักร้อย)
- 2) หาผลลบของจำนวนที่ไม่มีการกระจาย
- 3) หาผลลบที่มีการกระจายเพียงหลักเดียว
- 4) หาผลบวกของจำนวนสามจำนวน ที่มีจำนวนสองจำนวนรวมกันเป็นจำนวนเต็มสิบ หรือเต็มร้อย
- 5) หาผลบวกของจำนวนเดียวกันซ้ำๆ
- 6) หาผลคูณของจำนวนที่เป็นหลักเดียวกับ จำนวนที่เป็นสามหลักที่มีผลลัพธ์เป็นตัวเลขที่จดจำง่าย เช่น 4×250 เป็นต้น

ส่วนข้อที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำไม่ได้ ได้แก่ข้อที่มีลักษณะอย่างไรต่อไปนี้คือ

- 1) มีทั้งการบวกและการลบในข้อเดียวกัน
- 2) ข้อที่สามารถใช้สมบัติการแจกแจง ช่วยการคิดคำนวณให้ง่าย

สำหรับโจทย์ 6 ข้อต่อไปนี้ เป็นโจทย์ที่ให้เติมคำตอบหลายคำตอบ เมื่อหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนคำตอบที่เติมได้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตดังนี้

โจทย์ ให้เติมคำตอบหลายคำตอบในรูป $\square + \square = 36$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 4.73 นั่นคือโดยเฉลี่ย นักเรียนจะเติมคำตอบได้ เกือบ 5 คำตอบ

โจทย์ ให้เติมคำตอบหลายคำตอบในรูป $\square - \square = 36$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 2.72 นั่นคือ โดยเฉลี่ย นักเรียนเติมคำตอบได้เกือบ 3 คำตอบ

โจทย์ให้เติมคำตอบหลายคำตอบในรูป $\square - \square + \square = 25$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 1.65 นั่นคือ มีนักเรียนเติมคำตอบได้เกือบ 2 คำตอบ

โจทย์ ให้เติมคำตอบหลายคำตอบในรูป $\square \times \square = 36$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 3.12 นั่นคือโดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนจะเติมคำตอบได้ประมาณ 3 คำตอบ

โจทย์ให้เติมคำตอบหลายคำตอบในรูป $\square \times \square = 16$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 2.42 นั่นคือโดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนจะเติมคำตอบได้ มากกว่า 2 คำตอบ

โจทย์ให้เติมคำตอบในรูป $\square \div \square = 2$ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 1.81 นั่นคือโดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนจะเติมคำตอบได้ เกือบ 2 คำตอบ

เมื่อให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 ปรากฏว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยในด้านที่ 7 คิดเป็นร้อยละ 45.63 ในการวัดครั้งนี้ปรากฏว่า แบบวัดฉบับที่ 1 มีความเชื่อมั่น 0.84 และแบบวัดฉบับที่ 2 มีความเชื่อมั่น 0.85 เมื่อรวมฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 เข้าด้วยกัน ปรากฏว่ามีความเชื่อมั่น 0.91

2.2 ผลจากการสัมภาษณ์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

การสัมภาษณ์ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยสัมภาษณ์นักเรียนที่ทำคะแนนจากแบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนอยู่ในกลุ่มสูง กลาง และต่ำ กลุ่มละ 5 คน รวม 15 คน

ในการคะแนนปริมาณ ระยะทาง และน้ำหนัก ในแต่ละข้อต่อไปนี้ ใช้เกณฑ์การพิจารณาว่ามีนักเรียนร้อยละเท่าใด ที่สามารถหาคำตอบได้อยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$

2.2.1 ความสามารถในการคะแนน

1) ในการคะแนนปริมาณเมล็ดถั่วในภาชนะ ซึ่งมีอยู่ 400 เมล็ด โดยมีตัวอย่างเมล็ดถั่ว 100 เมล็ด ใส่ไว้ในภาชนะขนาดเดียวกัน ที่เขียนบอกจำนวนติดไว้ ปรากฏว่า มีนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 40 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ที่ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด และ ในการคะแนนปริมาณเมล็ดถั่วในภาชนะ ซึ่งมีอยู่ 800 เมล็ด ปรากฏว่า มีนักเรียน คิดเป็น ร้อยละ 33.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ที่ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด

2) ในการคะแนนความยาวของเทปซึ่งยาว 3 เมตร โดยมีตัวอย่างของเทปยาว 1 เมตร ติดอยู่บนโต๊ะ ปรากฏว่า มีนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 20 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด และ ในการคะแนนความยาวของเทป ซึ่งยาว 5 เมตร ปรากฏว่า มีนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด

3) ในการคะแนนระยะซึ่งห่างกัน 8 เซนติเมตร ปรากฏว่า มีนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงที่กำหนด

4) ในการพิจารณาเส้นทางเดินของหนอน ปรากฏว่า มีนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นนักเรียนในโดยที่นักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องที่

เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มกลาง อธิบายว่าใช้การสังเกตจากการเลี้ยวขึ้นเลี้ยวลง โดยเห็นว่ายิ่งเลี้ยวขึ้นเลี้ยวลงมาก ก็จะทำให้ระยะทางมากขึ้นหรือนำมายืดออกก็จะทำให้ได้ระยะทางยาวกว่า แต่กลุ่มต่ำที่ตอบได้ถูกต้องเพียง 1 คน นั้น ไม่สามารถหาเหตุผลมาอธิบายได้

5) ในการคะแนนน้ำหนักสิ่งของซึ่งหนัก 500 กรัม โดยมีตัวอย่างสิ่งของซึ่งหนัก 1 กิโลกรัม ที่ติดป้ายน้ำหนักบอกไว้ วางอยู่บนโต๊ะ ปรากฏว่า มีนักเรียน ตอบได้ว่าสิ่งของนั้นมีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 60 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์

6) ในการคะแนนน้ำหนักสิ่งของซึ่งหนัก 3 กิโลกรัม ปรากฏว่า มีนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$

2.2.2 ความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น

1) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $58 + 42 = \square$

ปรากฏว่านักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 66.66 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยนักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องทุกคนคิดเหมือนกันคือคิดเช่นเดียวกับการคิดคำนวณในกระดาษ ส่วนนักเรียนที่ตอบผิดมีสาเหตุจากความผิดพลาดแตกต่างกันไป

2) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $65 - 28 = \square$

ปรากฏว่านักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 60 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ จากข้อมูลการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่านักเรียนหาผลลบเช่นเดียวกับการลบในกระดาษ จึงมักเกิดข้อผิดพลาดในขั้นตอนต่างๆ

3) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $549 - 50 = \square$

ปรากฏว่านักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ จากข้อมูลการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ใช้การลบเช่นเดียวกับการลบในกระดาษ มีนักเรียนกลุ่มสูงเพียงคนเดียวที่แสดงวิธีคิดแตกต่างไปจากคนอื่น ๆ โดยคิดวนำ 100 ลบด้วย 50 เหลือ 50 นำไปรวมกับ 49 ได้ 99 แล้วนำไปรวมกับ 400 ได้ 499 ส่วนนักเรียนที่ตอบผิด ส่วนใหญ่ยังใช้การลบเช่นเดียวกับการลบในกระดาษ แต่ยังมีปัญหาในเรื่องการลบ คือ เกิดความผิดพลาดจากกระบวนการลบ

4) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $70 + 145 + 30 = \square$

ปรากฏว่านักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 73.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ จากข้อมูลการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ จะพิจารณาภาพรวมของปัญหา โดยนำ 70 บวก 30 แล้วนำไปรวมกับ 145 ซึ่งการมองภาพรวมของปัญหานี้ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จะมีมากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 แต่ยังพบว่า นักเรียนยังมีปัญหาในเรื่องการหาผลบวกอยู่ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาที่พบในนักเรียนกลุ่มต่ำ

5) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $7 \times 9 \times 0 = \square$

ปรากฏว่านักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ จากข้อมูลการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่า ยังมีนักเรียนอีกถึงร้อยละ 42.66 ที่ยังไม่ทราบจำนวนใดๆ คูณกับ 0 ย่อมได้ 0 ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มกลางและกลุ่มต่ำ ดังจะเห็นได้จากนักเรียนกลุ่มกลาง 2 คนที่ตอบผิดจะตอบเหมือนกันว่า 7 คูณ 9 คูณ 0 ได้ 63 ส่วนนักเรียนกลุ่มต่ำยังพบปัญหาอื่นๆ อีกด้วย กล่าวคือนักเรียนยังท่องสูตรคูณไม่ได้

6) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $5 \times 4 \times 1 = \square$

ปรากฏว่านักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 80 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ จากข้อมูลการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจตรงกันแล้วว่า จำนวนใดๆ คูณกับ 1 ย่อมได้ จำนวนนั้น แต่ก็ยังมีนักเรียนอีกจำนวนหนึ่ง เข้าใจว่า เมื่อนำ 1 มาคูณ จะมีค่าเพิ่มขึ้นอีก 1 และนักเรียนอีกจำนวนหนึ่งก็ยังมีปัญหาในเรื่องจำสูตรคูณไม่ได้จึงหาผลคูณผิดพลาด

7) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $(6 \times 3) + (2 \times 3) = \square$

ปรากฏว่านักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 40 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ จากข้อมูลการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ยังคงไม่สามารถใช้ความหมายของการคูณ หรือสมบัติการแจกแจงมาช่วยในการหาคำตอบ ดังนั้นนักเรียนทุกคนที่ตอบถูกต้องจึงคิดเช่นเดียวกันทั้งหมดว่า นำ 6 มาคูณ 3 ได้ 18 และนำ 2 คูณ 3 ได้ 6 แล้วนำมาบวกกันได้ 24 ส่วนนักเรียนที่ทำผิด ก็มีสาเหตุมาจากความผิดพลาดจากการคูณ และยังมีความสับสนในการหาผลลัพธ์

8) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ คำถามที่ว่า “เนื่องจาก $4 \times 42 = 168$ ดังนั้น 8×42 ได้เท่าไร”

ปรากฏว่านักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ จากข้อมูลการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่า นักเรียนยังไม่สามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่มาพาดพิงในการหาคำตอบได้ จะเห็นได้จากทุกคนที่ถูกสัมภาษณ์ใช้การคูณเช่นเดียวกับการตั้งคูณในกระดาษ ในการคิดคำนวณในใจ และทำให้เกิดข้อผิดพลาดในขั้นตอนต่างๆ และยังมีปัญหาที่เกิดจากนักเรียนจำสูตรคูณไม่ได้

9) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ (4×30) มากกว่า (3×30) อยู่เท่าไร

ปรากฏว่านักเรียนตอบถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ จากข้อมูลการสัมภาษณ์บ่งชี้ว่า นักเรียนที่ทำถูกต้อง ใช้การหาผลคูณ ของ 4×30 และผลคูณของ 3×30 แล้วนำมาลบกัน โดยไม่มีนักเรียนคนใดใช้ความหมายของการคูณในรูปการบวก เพื่อมาเปรียบเทียบว่า 4×30 มากกว่า 3×30 อยู่เท่าใด ซึ่งเป็นเรื่องที่ควรได้รับการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ต่อไป

ระยะที่ 2 ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือนักเรียนที่ทำแบบทดสอบครบทุกชุดทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดสอบแต่ละประเภท เนื่องจากต้องใช้คะแนนทดสอบก่อนมาเป็นตัวแปรร่วม ในการวิเคราะห์ความแตกต่าง

1. หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้กับกลุ่มทดลอง จากการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่ามึนักเรียนในกลุ่มทดลองอยู่ 26 คน จากนักเรียน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 76.47 ที่มีผลรวมของคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 เป็นไปตามเกณฑ์ 75 / 75 ที่ตั้งไว้

2. สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ($p < .05$) ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 21 ถึง 22

ตาราง 21 ตารางแสดงการเปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ก่อนการทดลอง และ หลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง

	Mean	N	Std. Deviation
หลังการทดลอง	59.4309	34	14.8909
ก่อนการทดลอง	32.2890	34	10.5606

ตาราง 22 เปรียบเทียบสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลอง

	Mean	Std. Deviation	t	df	p - value
หลัง - ก่อน	12.4853	7.0438	10.336	33	* .000

จากผลการตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง โดยใช้

T- Test (Paired) ดังผลการวิเคราะห์ใน ตาราง 22 พบว่าคะแนนลำนึกเกี่ยวกับจำนวน หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง($p < .05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตก่อนการทดลองคิดเป็นร้อยละ 32.29 และมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตหลังการทดลองคิดเป็นร้อยละ 59.43

3.ลำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนหลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$) ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 23 และ 24

ตาราง 23 เปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนลำนึกเกี่ยวกับ จำนวน ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	N	Mean	Std. Deviation	N	Mean	Std. Deviation
กลุ่มทดลอง	34	32.2890	10.5606	34	59.3137	14.8909
กลุ่มควบคุม	38	32.7803	13.3640	38	43.6499	12.9662

ตาราง 24 ตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนลำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Covariates	326.111	1	326.111	8.945	*.004
group	968.952	1	968.952	26.582	*.000
Model	1295.063	2	647.531	17.764	*.000
Residual	2515.184	69	36.452		
Total	3810.247	71	53.665		

ผลการตรวจสอบดังตาราง 24 พบว่า เมื่อหักความแปรปรวนร่วมที่เกิดจากคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลองสอนออกไปแล้ว ปรากฏว่าคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวน หลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$)

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 25 และ 26

ตาราง 25 ตารางแสดงการเปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอบปลายภาคเรียน

	N	Mean	Std. Deviation
กลุ่มทดลอง	35	86.7170	10.2992
กลุ่มควบคุม	37	87.6014	9.5986

ตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนพื้นฐานเป็นตัวแปรร่วม ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 26

ตาราง 26 ตรวจสอบความแตกต่างของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีคะแนนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ผลสัมฤทธิ์	Covariates	604.520	1	604.520	10.957	.001
	group	28.733	1	28.733	.521	.473
	Model	633.252	2	316.626	5.739	.005
	Residual	3806.734	69	55.170		
	Total	4439.986	71	62.535		

จากตาราง 25 จะเห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการสอบปลายภาคเรียนของกลุ่มทดลองเป็นร้อยละ 86.71 และของกลุ่มควบคุมเป็นร้อยละ 87.60 ซึ่งมีความใกล้เคียงกันมาก และจากตาราง 26 จะเห็นว่าเมื่อหักความแปรปรวนร่วมที่เกิดจากคะแนนพื้นฐานความรู้ก่อนแล้ว ปรากฏว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการสอบปลายภาคเรียนของกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้ เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนสำหรับพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 โดยอาศัยการศึกษาสภาพ และปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

การวิจัยดำเนินการเป็น 2 ระยะคือ การวิจัยระยะที่ 1 เป็นขั้นรวบรวมสภาพและปัญหาประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจากโรงเรียนขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก โดยเป็นนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 289 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 245 คน โดยนักเรียนแต่ละคน ต้องทำแบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน 3 ฉบับ สัมภาษณ์ความสามารถบางอย่างที่ไม่สามารถใช้แบบวัดรวบรวมข้อมูลได้จากนักเรียนที่ทำแบบวัดและได้คะแนนอยู่ในกลุ่มสูง กลาง และต่ำ กลุ่มละ 5 คน จากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมสภาพและปัญหาในแต่ละระดับชั้น การวิจัยในระยะที่ 2 เป็นขั้นทดลอง กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านบางกะปิ สุ่มนักเรียนสองห้องจากห้องเรียน 11 ห้อง ทดสอบสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลอง และทดสอบพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่านักเรียนทั้งสองห้องมีสำนึกเกี่ยวกับจำนวน และมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน สุ่มห้องเรียนจากสองห้องนี้ ได้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

สรุปข้อมูลจากการศึกษาสภาพและปัญหา

จากผลการทดสอบสำนึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาสภาพและปัญหา พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากด้านต่างๆ 7 ด้าน เป็น ร้อยละ 38.73 และ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากด้านต่างๆ 7 ด้าน เป็น ร้อยละ 44.26 โดยด้านที่เป็นปัญหามากที่สุดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 คือ ด้านความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ และ ด้านการรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ 30.06 และ 30.62 ตามลำดับ ด้านที่เป็นปัญหามากที่สุดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คือ ด้านการรู้ผลสัมพัทธ์ของการดำเนินการ และ ด้านความเข้าใจความหมายของการดำเนินการ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ 32.99 และ 36.09 ตามลำดับ เรื่องที่เป็นปัญหามากหรือค่อนข้างมากสรุปเป็นด้านๆ

ศึกษาปีที่ 4 คือ การกำหนดจำนวนเงินที่มีอยู่ กำหนดรายการราคาสิ่งของชนิดต่างๆ แล้วให้เลือกซื้อสิ่งของสองอย่างเพื่อจะดูว่าจะเลือกซื้อได้แบบต่างๆ อย่างไร ปรากฏว่ามีนักเรียนทำได้น้อยมาก

6. ด้านความสามารถในการใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ส่วนใหญ่ ยังมีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องที่ทำให้พิจารณาความเป็นไปได้ของสถานการณ์ต่างๆ เช่น การคะเนจำนวนเหรียญบาท การพิจารณาความยาวของห้องเรียน

7. ความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ยังคงมีปัญหาในเรื่องการหาผลลบที่ต้องมีการกระจายตัวตั้ง ไม่มีความรู้เรื่องการคูณด้วยศูนย์ และการคูณด้วยหนึ่ง รวมทั้งปัญหาการคิดคำนวณหลายขั้นตอน และข้อที่สามารถใช้สมบัติการแจกแจง และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ยังมีปัญหาการคิดคำนวณหลายขั้นตอน เช่น ข้อที่มีการบวกและการลบในข้อเดียวกัน และข้อที่สามารถใช้สมบัติการแจกแจง

สรุปข้อมูลจากการสัมภาษณ์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสภาพและปัญหา

จากการสัมภาษณ์ความสามารถในการคิดคำนวณในใจ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มักใช้การคิดคำนวณในใจ เช่นเดียวกับการคิดคำนวณในกระดาษ

2. ในการหาผลคูณ พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวนมากยังมีปัญหาเกี่ยวกับการคูณด้วย 0 ส่วนการคูณด้วย 1 มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เท่านั้นที่มีปัญหา

3. ในกรณีที่นักเรียนรู้ผลลัพธ์ของการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง นักเรียนมักไม่สามารถหาผลลัพธ์ของการดำเนินการอันใหม่ที่เกี่ยวข้องกัน โดยใช้สิ่งที่รู้อยู่ก่อนได้ (เช่น เมื่อนักเรียนรู้ว่า 12×6 เท่ากับ 72 นักเรียนมักไม่สามารถเชื่อมโยงเพื่อหาคำตอบของ 13×6 ได้)

4. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ยังมีความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ในการอ้างอิงได้น้อย

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองได้ข้อสรุปดังนี้

1. บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75 ที่ตั้งไว้ โดยมีนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.47 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่มีผลรวมของคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75
2. สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ($p < .05$) เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
3. สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$) เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

สรุปผลการสัมภาษณ์ เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ได้สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 9 คน ที่มีคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลองเท่ากันเป็นคู่ๆ ได้ข้อสรุปดังนี้

1. ด้านการคะเน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีจำนวนมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่สามารถคะเน ปริมาณ ความยาว และน้ำหนักให้อยู่ใน ช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$
2. ด้านการคิดคำนวณในใจ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีจำนวนมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ที่มีความสามารถในเรื่องต่อไปนี้คือ หาผลบวก ผลลบ และผลคูณได้อย่างถูกต้อง มีหลักการสังเกตเพื่อรวมจำนวนที่ง่ายก่อน แล้วจึงรวมกับจำนวนอื่น เข้าใจการคูณด้วยศูนย์ และการคูณด้วยหนึ่ง หาผลคูณโดยแปลงผลคูณให้อยู่ในรูปผลบวกแล้วนำมารวมกัน และ พาดพิงจากสิ่งที่รู้ไปสู่สิ่งที่ไม่รู้

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากการศึกษาสภาพและปัญหาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่สองปีการศึกษา 2542 พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตสำนึกเกี่ยวกับจำนวนคิดเป็นร้อยละ 38.73 และ 44.27 ตามลำดับ ซึ่งให้เห็นว่าสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนไทยยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติครั้งที่ 3 (TIMSS) (Mullis and others. 1997 : 47-48) ที่ประเมินได้ว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของไทยมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ด้านการวัด การประมาณและสำนึกเกี่ยวกับจำนวนคิดเป็นร้อยละ 35 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยระดับนานาชาติเป็นร้อยละ 45 ส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของไทย มีค่าเฉลี่ยเลข

คณิตเป็นร้อยละ 44 ในขณะที่ในระดับนานาชาติมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นร้อยละ 56 และจากการสัมภาษณ์ในชั้นศึกษาสภาพและปัญหาพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ยังคงมีสภาพปัญหาด้านการคิดคำนวณในใจเช่นเดียวกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กล่าวคือนักเรียนยังใช้การคิดคำนวณในใจเช่นเดียวกับการคิดคำนวณในกระดาษ จากข้อมูลดังกล่าวนี้บ่งชี้ว่านักเรียนอาจไม่ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนให้หาวิธีการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น มาอย่างต่อเนื่อง เพราะถ้านักเรียนได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนมาอย่างต่อเนื่องแล้ว ปัญหาเหล่านี้น่าจะมีไม่มากนัก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 นอกจากนั้นผลจากการสัมภาษณ์ยังพบอีกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีปัญหาด้านการคะเนปริมาณสิ่งของ คะเนระยะทาง และคะเนน้ำหนักค่อนข้างมาก ซึ่งบางกรณีพบว่ามีความมากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 อีกด้วย จากข้อมูลเหล่านี้บ่งชี้ว่า หลังจากที่นักเรียนเรียนเรื่องเหล่านี้แล้ว อาจไม่มีโอกาสพัฒนาความสามารถในเรื่องเหล่านี้อีก จึงทำให้นักเรียนไม่มีประสบการณ์ที่จะใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด จากผลการศึกษาระดับนานาชาติ ที่บ่งชี้ว่านักเรียนไทยมีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนต่ำ เมื่อเทียบกับนานาชาติ และจากผลการศึกษาสภาพและปัญหาซึ่งพบว่านักเรียนยังมีสภาพปัญหาเหล่านี้อยู่ ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการศึกษาของชาติจำเป็นต้องเร่งศึกษาเพื่อหาทางแก้ปัญหาเหล่านี้ เช่น ศึกษาในเรื่องของหลักสูตรว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด และศึกษาในแง่ของครูผู้ปฏิบัติว่ามีความรู้ความเข้าใจในเรื่องเหล่านี้มากน้อยเพียงใด ครูให้ความสำคัญกับเรื่องเหล่านี้เพียงใด หรือด้านใดที่มีความสำคัญแต่ครูยังไม่ได้ให้ความสนใจบ้าง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2. จากการประเมินประสิทธิภาพของ กิจกรรมการเรียนรู้การสอนของกลุ่มทดลองพบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75 ที่ตั้งไว้ โดยมีนักเรียนอยู่ร้อยละ 76.47 ของนักเรียนทั้งหมดที่มีคะแนนรวมด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 และพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญ (ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลองและหลังการทดลองคิดเป็นร้อยละ 32.29 และ 59.31 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของกลุ่มทดลองกับคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลด้านสภาพ และปัญหาซึ่งใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน วัดหลังจากที่นักเรียนเรียนจบเนื้อหาของภาคเรียนที่หนึ่งแล้วเช่นเดียวกัน จะเห็นได้ว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ 59.31 ในขณะที่จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสภาพและปัญหามีค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ 38.73 จึงอาจกล่าวได้ว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลองอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ถึงแม้ว่าจะไม่สูงมากนัก และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลองในการทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความตั้งใจ

ในการทำงาน และชอบที่จะทำกิจกรรมภาคปฏิบัติ และกล่าวได้ว่าผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนทำให้สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนดีขึ้นในระดับหนึ่ง แต่ก็น่าจะได้รับการแก้ไขปรับปรุงต่อไป เนื่องจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลองของนักเรียน กลุ่มทดลองยังไม่สูงจนเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งน่าจะมีสาเหตุหลายประการ ประการแรก ตามสภาพความเป็นจริง จากผลการทดสอบก่อนการทดลองพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนและคะแนนพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำ ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนจึงจำเป็นต้องให้เวลาดูแลเอาใจใส่นักเรียนอย่างใกล้ชิด ดังที่วิชัย วงษ์ใหญ่ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2543) กล่าวว่า เด็กต้องการการกระตุ้นจากภายนอก ต้องการให้ผู้สอนคอยดูแลให้ความช่วยเหลือ และแคลงใจต่อความสามารถในการเรียนหรือปริมาณการเรียนรู้จะเกี่ยวข้องกับเวลาที่ใช้ โดยตัวแปรในเรื่องของเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสองประการคือความพากเพียรของนักเรียนและโอกาสในการเรียน (Ryan and Schmidt, 1979: 20-21 ; citing Carroll, 1963) แต่ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยซึ่งทำหน้าที่ผู้สอนกลุ่มทดลองจะมีส่วนช่วยเหลือและสนับสนุนนักเรียนได้เฉพาะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเท่านั้น ไม่สามารถเข้าไปคอยดูแลให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนให้นักเรียนใช้ความพากเพียรนอกเหนือเวลาเรียน ได้ ประการที่สองนักคณิตศาสตร์ศึกษา(Howden, 1989 : 6 - 11)ยังมีความเห็นว่าการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนจะเป็นไปอย่างช้าๆ สิ่งเหล่านี้จึงเป็นข้อจำกัดที่จะทำให้การพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนกระทำได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น

สำหรับครูผู้สอนที่เป็นครูประจำ ที่จะจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน น่าจะทำได้เป็นอย่างดี เพราะนอกจากครูจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในชั้นเรียนแล้วยังสามารถสอดแทรกสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้อีก ซึ่งจะสอดคล้องกับแนวคิดของนักคณิตศาสตร์ศึกษาที่กล่าวว่านักเรียนจะมีประสบการณ์จากการใช้จำนวนในวิถีทางต่างๆในชีวิตประจำวัน ทั้งจากประสบการณ์จากภายนอกโรงเรียนและประสบการณ์ภายในโรงเรียน (Burton, 1994 : 1-2) โดยครูอาจสอดแทรกอยู่ในกิจกรรมต่างๆของวิชาอื่นๆ ที่ครูคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา มักต้องสอนวิชาต่างๆหลายวิชา ซึ่งจะไปสอดคล้องกับแนวปฏิรูปการศึกษา และแนวคิดของการบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นๆ ตามมาตรฐานของหลักสูตรที่จะใช้ในโอกาสต่อไป

3. ผลการทดลองพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ กระบวนการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน กล่าวคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนของกลุ่มทดลองเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมต่างๆ เช่น ในการพัฒนาความเข้าใจความหมายการใช้จำนวน จะ

ให้นักเรียนได้จัดสิ่งของเป็นกลุ่มของร้อย กลุ่มของสิบ และกลุ่มของหน่วย และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงจำนวนสิ่งของกับตัวเลขแสดงจำนวน ซึ่งการจัดกิจกรรมดังกล่าวนี้สอดคล้องกับแนวคิดของนักคณิตศาสตร์ศึกษาต่างๆ (Bell, 1900, 1-14; Jones and others, 1993 : 311-336) ซึ่งการทำกิจกรรมดังกล่าวจะกระทำต่อเนื่องไปในทุกๆบท เพราะ นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงจำนวนกับตัวเลขแล้วยังจะไปเชื่อมโยงกับเรื่องอื่นๆอีกเช่น ความสัมพันธ์ของจำนวน ขนาดสัมพันธ์ของจำนวน การกะเนปริมาณและการตรวจสอบ โดยการจัดกิจกรรมในลักษณะดังกล่าวนี้สอดคล้องกับธรรมชาติของเด็กในวัยประถมศึกษาดังที่ วิชัย วงษ์ใหญ่ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2543) กล่าวว่า ธรรมชาติของเด็กประถมศึกษาคือ อยากจะค้นคว้าทดลองด้วยตนเอง อยากจะมีกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น โฮป (Hope, 1989 :12) เน้นว่าการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ต้องสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมในชั้นเรียน และการคิดคำนวณจะต้องเกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ได้จริง เฮาเดน (Howden, 1989 : 6-8) เน้นว่าเด็กจะต้องมีประสบการณ์จากสื่อรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนสามารถสำรวจความคิดเชิงตัวเลข เช่นมากกว่า น้อยกว่า การจัดกลุ่ม การรวมเข้าด้วยกัน การแยกออกจากกัน รีส์และคณะ (Reys and other, 1992 :74-75) เน้นให้ใช้คำถามเพื่อส่งเสริมการคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดอย่างหลากหลาย เบอร์ตัน (Burton, 1994 : 1-2) เน้นให้ครูหาโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจความสัมพันธ์ของจำนวนโดยใช้สื่อต่างๆ เบอร์น (Burn, 1997 : 49-54) ให้เชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในโรงเรียนกับประสบการณ์ในโลกจริงและเน้นการถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างหลากหลายหรือคำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลและร่วมกันอภิปรายถึงยุทธวิธีในการคิด และสอดคล้องกับความคิดเห็นของ ทอมป์สัน ทอมป์สัน และ รัธเมล และ เวอร์นและไฮเบอร์ท (Thompson, 1993 : 31-32 ; Thompson and Rathmell, 1989 :2 ; Weame and Hiebert, 1994 : 273) ที่เน้นว่าการพัฒนาความหมายของจำนวน จะต้องจัดประสบการณ์เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงจำนวนกับวัตถุรูปธรรมต่างๆและจัดกลุ่มของสิบ กลุ่มของร้อยเพื่อเชื่อมโยงกับค่าประจำหลัก ซึ่งกล่าวได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะดังกล่าวนี้ แตกต่างจากการจัดการเรียนการสอนตามปกติของครูที่การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนมักไม่ค่อยมีโอกาสเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ แนวคิดต่างๆของนักเรียนมักได้รับอิทธิพลจากการบอกของครูเป็นสำคัญ จึงน่าจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้กลุ่มทดลองมีคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เคยดำเนินอยู่ตามปกตินั้นจึงน่าจะต้องปรับเปลี่ยน เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนได้สูงขึ้น

4. ผลการทดลองพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่า

เฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 86.71 และ 87.60 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างก็มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูงทั้งสองกลุ่ม หากวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอาจมีสาเหตุอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้คือ (1)เป้าหมายของการพัฒนาของผู้สอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมน่าจะเน้นแตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากกระบวนการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่แตกต่างกัน โดยที่กลุ่มทดลองจะพยายามให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตและสร้างองค์ความรู้ต่างๆ ซึ่งพัฒนาไปตามแนวคิดและข้อเสนอแนะต่างๆของนักคณิตศาสตร์ศึกษา ซึ่งการพัฒนาอาจต้องใช้เวลาที่ต่อเนื่องยาวนาน จึงจะเห็นผลได้ชัดเจน ดังที่ทอมป์สัน(Thompson. 1993 : 149) ได้กล่าวว่า การพัฒนามโนทัศน์คณิตศาสตร์ จะพัฒนาไปอย่างช้าๆ ในชว่เวลายาวนาน ดังนั้นระยะเวลาเพียงหนึ่งภาคเรียนอาจยังไม่เพียงพอที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงจนทำให้ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมได้ (2) ลักษณะของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างโดยกลุ่มโรงเรียนจะเป็นแบบวัดแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก ซึ่งออกโดยโรงเรียนตามกรอบของจุดประสงค์ต่างๆของหลักสูตร และส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มสูงมากจนอาจกล่าวได้ว่าอยู่ในระดับที่เป็นผลกระทบเพดาน (ceiling effect) จนไม่สามารถจำแนกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ (3) ผู้วิจัยอาจให้เวลากับนักเรียนเพื่อคอยช่วยเหลือและสนับสนุนในเรื่องต่างๆได้ไม่มากพอ เนื่องจากผู้วิจัยไม่ใช่ครูประจำของโรงเรียน เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเสร็จก็จะต้องกลับ ไม่สามารถอยู่ดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลาเหมือนกับอาจารย์ประจำของโรงเรียน กรณีที่นักเรียนมีปัญหาในขณะที่ผู้วิจัยไม่อยู่ ก็จะไม่สามารถขอคำปรึกษาจากผู้วิจัยได้ในทันที ซึ่งไม่เป็นไปตามธรรมชาติของเด็กประถมศึกษาที่วิชัย วงษ์ใหญ่(วิชัย วงษ์ใหญ่. 2543) กล่าวว่า เด็กประถมศึกษาต้องการให้ผู้สอนคอยดูแลแนะนำช่วยเหลือ ส่วนอาจารย์ที่สอนกลุ่มควบคุมมีโอกาสอยู่ใกล้ชิดกับนักเรียนมากกว่าเพราะเป็นครูที่สอนประจำอยู่ที่โรงเรียน มีโอกาสทราบจุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดี และพร้อมที่จะช่วยเหลือหรือให้คำปรึกษาแก่นักเรียนได้ในทันที จึงทำให้มีโอกาสรช่วยเหลือและสนับสนุนนักเรียนได้มากกว่า

หากดูเพียงผลบางอย่างอาจกล่าวได้ว่านักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะได้รับองค์ความรู้ตามกรอบของหลักสูตรไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นในการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงทำให้กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามเนื่องจากมีความสามารถอีกหลายประการที่ไม่ได้วัดด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังเช่นความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น ความสามารถในการคะเนปริมาณ ระยะทาง และน้ำหนัก และความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์หาพิพจน์ความเป็นไปได้ของการ

วัด ซึ่งจะเห็นได้จากส่วนที่เป็นการสัมภาษณ์จะพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองทำได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งจะได้อภิปรายในลำดับต่อไป

5.จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมที่มีคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลองสอนเท่ากันเป็นคู่ๆจำนวนห้องละ 9 คน ปรากฏผลดังนี้

5.1 ความสามารถทางด้านการคะเนจำนวนหรือปริมาณ คะแนนความยาว และคะแนนน้ำหนัก พบว่า จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง สามารถคะเนจำนวนสิ่งของ คะแนนความยาว และคะแนนน้ำหนัก อยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ ได้มากกว่าจำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม โดยที่การทดลองการสอน กลุ่มทดลองได้รับการส่งเสริมให้ลงมือปฏิบัติอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเช่นนี้สอดคล้องกับข้อคิดเห็นของนักคณิตศาสตร์ศึกษา เช่น ทอมป์สัน เวอร์น และ ไฮเบอร์ท (Thompson. 1993 : 31-32 , Weame and Hiebert. 1994 : 273) ที่เห็นว่าจำเป็นต้องจัดประสบการณ์เพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงจำนวนกับวัตถุรูปธรรมต่างๆ ผลจากการจัดกิจกรรมต่างๆ ปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจ และกระตือรือร้น ในการลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเองเป็นอย่างมาก นอกจากนั้นยังมุ่งเน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติในเรื่องการวัดและการคะเนและการตรวจสอบ ในเรื่องความยาวและน้ำหนักและส่งเสริมให้นักเรียนกำหนดเกณฑ์จากสิ่งทีนักเรียนคุ้นเคยเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการประมาณต่างๆซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของเบอร์น ที่ชี้แนะว่าต้องจัดกิจกรรมการวัดที่หลากหลาย โดยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบจากการวัดจริง หรือหาวิธีตรวจสอบความคิดของเขา มากกว่าจะฟังคำตอบจากครู (Burn. 1997 : 49-54) การทำกิจกรรมเช่นนี้ น่าจะเป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคะเนจำนวน ระยะทาง และน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดให้ได้มากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

5.2 มีนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวนมากที่ สามารถแปลงผลคูณให้อยู่ในรูปการบวก เพื่อไปประยุกต์ใช้หาคำตอบต่างๆ ในขณะที่นักเรียนในกลุ่มควบคุมไม่มีนักเรียนคนใดที่ใช้การแปลงผลคูณให้อยู่ในรูปการบวก เพื่อไปประยุกต์ใช้หาคำตอบต่างๆ ซึ่งในการทดลอง กลุ่มทดลองได้ใช้สื่อรูปธรรม เพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการบวกจำนวนที่เท่ากันหลายๆจำนวนกับการคูณ และกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงดังกล่าว เพื่อประยุกต์ใช้แก้ปัญหาอื่นๆที่เกี่ยวข้องกัน จึงกล่าวได้ว่าการใช้สื่อรูปธรรมและการกระตุ้นดังกล่าวน่าจะส่งผลให้นักเรียนมีประสบการณ์และมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับข้อคิดเห็นของเฮาเดน (Howden.1989: 6-8) ที่กล่าวว่า การให้เด็กมีประสบการณ์จากสื่อรูปธรรมจะช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ เช่น 7×8 ว่าเหมือนกับ 6×8 รวมกับ 8 หรือมองเห็นว่า 3×24 คือ $(3 \times 20) + (3 \times 4)$

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. การจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนควรให้นักเรียนมีโอกาสมทำกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง อยู่อย่างสม่ำเสมอ เช่น ปฏิบัติการนับสิ่งของเป็นกลุ่มของสิบ กลุ่มของร้อย และกลุ่มที่ไม่ถึงสิบ เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างจำนวนสิ่งของ สัญลักษณ์ แสดงจำนวนและค่าประจำหลักได้ และเชื่อมโยงกับการเขียนจำนวนในรูปกระจาย ทั้งที่เป็นแบบกระจายตามปกติ หรือรูปกระจายแบบอื่นๆ เมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการเขียนจำนวนในรูปกระจายตามปกติแล้ว รวมทั้งเชื่อมโยงกับการแบ่งจำนวนเป็นส่วนย่อย หรือการรวมจำนวนจากส่วนย่อยด้วย ซึ่งกิจกรรมลักษณะเช่นนี้สามารถนำไปเชื่อมโยงกับการบวกที่มีการทด และการลบที่มีการกระจาย ในขั้นต่อไปได้

2. ความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติ เช่น การบวกกับการลบ การคูณกับการบวกซ้ำๆ มีความสำคัญ เพราะทำให้นักเรียนเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งสามารถพัฒนาได้โดยใช้กิจกรรมที่สร้างความเข้าใจ และการฝึกหัด เช่น จากการลงมือปฏิบัติการจัดสิ่งของเป็นกองๆ กองละเท่ากัน แล้วแสดงการหาผลลัพธ์ในรูปการบวก และในรูปการคูณ จนนักเรียนเห็นความสัมพันธ์ดังกล่าว จะช่วยให้นักเรียนนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง เช่น ทำให้นักเรียนหาผลคูณที่มีจำนวนหนึ่งเป็น 0 หรือ 1 ได้ รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ ที่ซับซ้อนได้ เช่น เมื่อนักเรียนทราบว่า 12×3 เท่ากัน 36 จะสามารถใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่า ดังนั้น 13×3 ย่อมเท่ากับ $36 + 3$ โดยนักเรียนจะเห็นได้ว่ากรณีแรกมี 3 บวกกันอยู่ 12 ตัว ดังนั้นกรณีหลังจะมี 3 บวกเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งตัวจึงมีค่าเท่ากับ $36 + 3$

3. การสอน โจทย์ปัญหาการบวก การลบ และการคูณ ในขั้นต้น ควรเริ่มด้วยสถานการณ์ที่ใช้ตัวเลขน้อยๆ และให้นักเรียนคุ้นเคยกับการแยกแยะว่าปัญหานั้นเป็นปัญหาการรวม การเปรียบเทียบ การหักออก การหาส่วนที่ต้องทำให้บริบูรณ์ หรือการบวกซ้ำ แล้วจึงให้นักเรียนสรุปว่า เป็นปัญหาการบวก การลบ หรือการคูณ

4. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเกี่ยวกับการคะเน และการตรวจสอบ เช่น การคะเนน้ำหนัก การคะเนความยาว รวมทั้งการคะเนปริมาณต่างๆ ควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องไป แม้ว่าจะสอนบทนั้นๆ จบไปแล้ว เพราะเป็นเรื่องที่นักเรียนมีพัฒนาการไปอย่างช้าๆ และในการสอนเรื่องเหล่านี้ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้เกณฑ์ที่คุ้นเคยมาเป็นเกณฑ์อ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัดต่างๆ

5. กิจกรรมพัฒนาความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ควรสอดแทรกอยู่ในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตแบบรูปและความสัมพันธ์ของจำนวน เช่น $\square + \square = 20$ หากนักเรียนสังเกตแบบรูปของจำนวนนักเรียนจะเติมคำตอบได้มากมายหลายคำตอบในเวลาอันรวดเร็วเช่น $0 + 20, 1 + 19, 2 + 18, 3 + 17, \dots$ เป็นต้น ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จำนวนที่สะดวกในการคิดคำนวณ โดยมองหาวิธีง่ายๆ เช่น $34 + 19 + 26$ การบวกควรรวม 34 กับ 26 ก่อน หรือพาดพิงกับสิ่งที่รู้ เช่น เมื่อนักเรียนทราบว่ $25 + 25 = 50$ ดังนั้นควรตอบได้อย่างรวดเร็วว่า $25 + 26 = 51$ เมื่อทราบว่ 12×5 เท่ากับ 60 ครูควรใช้สื่อรูปธรรมกระตุ้นให้นักเรียนสามารถพาดพิงได้ว่า 13×5 ย่อมเท่ากับ 60 บวกกับ 5 นอกจากนั้น อาจกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดคำนวณในใจ อย่างสม่ำเสมอ เช่น วันละ 5-10 นาที ก่อนการเรียน และอภิปรายหาวิธีคิดคำนวณในใจที่เหมาะสม

6. เนื่องจากสำนึกเกี่ยวกับจำนวนจะพัฒนาอยู่ตลอดเวลาทั้งภายในห้องเรียนและภายนอกห้องเรียน ดังนั้นครูจึงควรหาโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนไปอย่างต่อเนื่อง โดยที่ครูอาจสอดแทรกกิจกรรมเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในวิชาอื่นๆก็ได้ เช่น สอดแทรกกิจกรรมการวัดระยะทาง การชั่ง การคะแนและตรวจสอบ หรือการซื้อขาย ต่างๆ

ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1. ควรส่งเสริมให้ครูตระหนักถึงความสำคัญและสอดแทรกการสอนเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในการสอนคณิตศาสตร์หรือในการทำกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้อง ร่วมมือกันวางแผน และลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนในระดับชั้นต่างๆ
2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดหลักสูตรควรพิจารณากำหนดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนไว้ในมาตรฐานของหลักสูตร และจัดทำเอกสารเผยแพร่ความรู้ในเรื่องสำนึกเกี่ยวกับจำนวนทั้งในแง่ความสำคัญและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ครูสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้
3. หน่วยงานที่ทำหน้าที่ผลิต หรือการฝึกอบรมครู ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูมีความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องสำนึกเกี่ยวกับจำนวนเพื่อที่ครูจะได้นำไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรวิจัยเชิงสำรวจเพื่อศึกษาสภาพปัญหาของครูในแง่ ความเข้าใจและความพร้อมของ

ครู ในเรื่องสำนึกเกี่ยวกับจำนวนรวมทั้งความต้องการของครูในด้านการส่งเสริมและสนับสนุนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

2. ควรศึกษาสภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ
3. ควรทำวิจัยแนวทางจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในระดับชั้นต่างๆ โดยใช้การวิจัยในชั้นเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนมีการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนอย่างต่อเนื่อง
4. ควรศึกษาความเหมาะสมในการสอดแทรกสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในระดับชั้นต่างๆว่าควรสอดแทรกมากน้อยเพียงใดเพื่อให้สอดคล้องกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

วิชาการ, กรม. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนกลุ่มทักษะ (คณิตศาสตร์)ระดับ

ประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2538.

_____. รายงานผลการประเมินการใช้หลักสูตรปีการศึกษา 2535 ระดับประถมศึกษา.

กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2538.

_____. รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ปีการศึกษา 2536. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2538.

กรุงเทพมหานคร, กองวิชาการ. สถิติการศึกษาที่สำคัญ ปีการศึกษา 2540. กรุงเทพฯ : สำนัก

การศึกษา กรุงเทพมหานคร, ม.ป.ป. จัดสำเนา.

_____. สถิตินักเรียน และห้องเรียน โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำแนกเป็นรายสำนัก

งานเขต และโรงเรียน ปีการศึกษา 2541. กรุงเทพฯ : สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร,

ม.ป.ป. จัดสำเนา.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540 –

2544). กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, ม.ป.ป. จัดสำเนา.

บุญเรียง ขจรศิลป์. สถิติวิจัย 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด เบสท์ กราฟฟิค เพรส,

2537.

เป็รื่อง กุมุท. " การวิเคราะห์และการแปรผลข้อมูล," ใน ประมวลสาระชุดวิชา วิทยานิพนธ์ 2 นนทบุรี :

แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

สุโขทัยธรรมมาธิราช : 245-268; 2538.

พรรณี ชูทัย เจนจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : บริษัทต้นอ่อนแถมมี จำกัด ,

2538.

1. วิชัย วงษ์ใหญ่. เอกสารคำสอน เรื่อง ธรรมชาติเด็กประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ม.ป.ป. จัดสำเนา.

สมจิต ชิวปรีชา. สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกระยะ และการกะจำนวนกับผล

สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม.

กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2514. จัดสำเนา.

สมหวัง พิริยานูวัฒน์. "การออกแบบการวิจัย," ใน หลักการและวิธีการสำหรับนักวิจัย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาฯ ลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2527.

สุพร เหมเฮง. "ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย เมื่อเปรียบเทียบกับนานาชาติ," วารสาร สสวท. 24 (95) : 28 - 34; ตุลาคม - ธันวาคม 2539.

สุวิชา หนูนา. การศึกษารูปแบบที่ผิดพลาดในการคิดคำนวณ เรื่องการบวกและการลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มโรงเรียนทักษิณ อำเภอกุฉิเยว จังหวัดชัยภูมิ.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535. อัดสำเนา.

อุษา คงทอง. ผลของลํานีทางด้านจำนวนและตัวแปรคํัดสรรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ด.

กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2539. อัดสำเนา.

Baroody , A.J. "How and When Should Place-Value Concepts and Skills be Taught ?," Journal for Research in Mathematics Education. 21(4): 281 – 286; July, 1990.

Baroody , A.J. and Price , J. "The Development of the Number-Word Sequence in the Counting of Three-Year-Olds," Journal for Research in Mathematics Education. 14(5) : 361 – 368 ; November , 1983.

Bebout , H.C. "Children ' s Symbolic Representation of Addition and Subtraction Word Problems," Journal for Research in Mathematics Education. 21 (2) : 123 – 131; February, 1990.

Beishuizen , Meindert "Mental Strategies and Materials or Model for Addition and Subtraction up to 100 in Dutch Second Grades," Journal for Research in Mathematics Education. 24 (4) : 294 - 323 ; July , 1993.

Bell , A., and others. "Children ' s Performance on Multiplication Word Problems : Elements of Descriptive Theory," Journal for Research in Mathematics Education. 20(5) : 434 – 449 ; November, 1989.

Bell , G. "Language and Counting : Some Recent Results." Mathematics Education Research Journal. 2(1) : 1 – 14; January, 1990.

Bitter , Gary G. and others. Mathematics Methods for The Elementary and Middle School. Boston : Allyn and Bacon, 1989.

- Boulton – Lewis , G., & Halford , G. "The Processing. Loads of Young Children 's and Teachers ' Representations of Place Value and Implications for Teaching." Mathematics Education Research Journal. 4 (1) : 1 – 23 ;January,1992.
- Burn , Marilyn. "How I Boost My Students' Number Sense," Instructor. 106 (7) : 49 – 55; April , 1997.
- Burton , Grace M. and others." Number Sense and Operation," Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics Addenda series Grades K – 6.
Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics , 1994.
- Cambell , D.T. & Stanley, J.C. Experimental and Quasi - Experimental Designs for Research. Chicago : Rand McNally , 1963.
- Carpenter , T.P., & Moser, J.M. " The Acquisition of Addition and Subtraction Concepts in Grader One Through Three," Journal for Research in Mathematics Education. 15(3) : 179 – 202; May , 1984.
- Carpenter, and others. "A Longitudinal Study of Invention and Understanding in Children 's Multidigit Addition and Subtraction," Journal for Research in Mathematics Education 29 (1), 3 – 20 ; January , 1998.
- Carpenter, and others. Children's Mathematics: Cognitively Guided Instruction. Virginia : The National Council of Teacher of Mathematics, inc., 1999.
- Carpenter, and others. "Model of Problem Solving : A Study of Kindergarten Children 's Problem - Solving Processes," Journal for Research in Mathematics Education. 24 (5) : 428 – 441; November, 1993.
- Carey , Deborah A. "Number Sentencer : Linking Addition and Subtraction Word Problems and Symbols," Journal for Research in Mathematics Education. 22 (4) : 266 - 280 ; July , 1991.
- Chesney , Mc. Jane and Biddulph , Fred "Number Sense," in Mathematics Education : A Handbook for Teachers edited by Jim Neyland . Wellington : The Wellington College of Education, 1994.

- Clark , F.B. and Kamii ; C. "Identification of Multiplicative Thinking in Children in Grader 1- 5," Journal for Research in Mathematics Education. 27(1) : 41 – 51; January ,1996.
- Ernest , Paul. The Philosophy of Mathematics Education. NewYork : British Library Cataloguing in Publication Data, 1993.
- Espich , James E. and William, Bill. Developing Programmed Instructional Materials: A Hanbook for Program Writers. California : Fearon Publishers ,1967.
- Ferguson , Gorge A. Statistical Analysis in Psychology and Education. 5th ed. New York : Mc Graw-Hill International Company, 1981.
- Fernema , E., and others. "A Longitudinal Study of Learning to Use Children 's Thinking in Mathematics Instruction," Journal for Research in Mathematics Education. 27(4) : 403 – 434 ; July ,1996.
- Fischer , Florence E. "A Part - Part - Whole Curriculum for Teaching Number in the Kindergarten," Journal for Research in Mathematics Education. 21(2) : 207 – 215 ; March, 1990.
- Fuson , K.C. "Issuse in Place-value and Multidigit Addition and Subtraction Learning and Teaching," Journal for Research in Mathematics Education. 21(4) : 273 - 280 ; July , 1990.
- Fuson , K.C. "Research on Whole Number Addition and Subtraction", in Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. edited by Grouws D.A. p. 243 – 275 New York : Macmillan , 1992.
- Fuson , K.C. & Briars , D.J. "Using a Base-Ten Blocks Learning / Teaching Approach for First and Second – Grade Place Value and Multidigit Addition and Subtraction," Journal for Research in Mathematics Education. 21(3) : 180 - 206 ; March, 1990.
- Fuson , K.C. and others. "Children 's Conceptual Structures for Multidigit Number and Methods of Multidigit Addition and Subtraction," Journal for Research in Mathematics Education. 28(2) : 130 - 162 ; March , 1997.

- Gadannidis , George. "Deconstructing Constructivism," Mathematics Teacher. 87 (2) : 91 –96 ; February , 1994.
- Gelman , R. , & Gallestel , C.R. The Child ' s Understanding of Number. Cambridge : MA Harvard University Press. , 1978.
- Greeno, J.G. "Number Sense as Situated Knowing in A Conceptual Domain," Journal for Research in Mathematics Education. : 22 (3) : 170 - 218 ; May, 1991.
- Hambleton, Ronald K. and others. Item Response Theory Principles and Applications. Boston : Kluwer-Nijhoff Publishing, 1985.
- Heddens , James W. and Speer , William R. Today ' s Mathematics Part 1: Concepts And Classroom Method. 8th ed. New Jersey : Prentice Hall Inc., 1995.
- Hope, J. "Promoting Number Sense in School" Arithmetic Teacher. 36 (6) : 12 – 16 ; February ,1989
- Hope , J.A., & Sherrill , J.M. "Characteristics of Unskilled and Skilled Mental Calculators," Journal for Research in Mathematics Education. 18, 98 – 111, 1987.
- Howden , H "Teaching Number Sense," Arithmetic Teacher. 36(6): 6 – 11 ; February , 1981.
- Jones , G.A. , and others. "Multidigit Number Sense : A Framework for Instruction and Assesment," Journal for Research in Mathematics Education. 27(3) : 311 – 336 ; May,1996.
- Kennedy , L. M. and Tipps, S. Guiding Children ' s Learning of Mathematics.7th ed. California : Wadsworth Inc. ,1994.
- Kouba , V.L., and others. "Results of the Fourth NAEP Assesment of Mathematics : Number Operations and Word Problems," Arithmetic Teacher. 35 (8) : 14 – 19 ; April , 1988.
- Kroll , Diana L. and Lester , Frank K. "Evaluation," in Developing Number Sense in the Middle Grades." edited by Curcio FR. 4th p. 50 – 54 Verginia : The National Council of Teacher of Mathematics. , 1992.

- Lee , Deboran B. "Assessing and Describing Sixth - Grade Students ' use of Number Sense to Demonstrate an Understanding of Mathematics Concepts," Dissertation Abstracts International 54 (8) : 2886; February , 1994.
- Leedtke, W.W. "Rational Counting," Arithmetic Teacher. 26 (2) : 20 – 26 ; October, 1978.
- Markovits , Zvia and Sowder, Judith "Developing Number Sense : An Intervention Study in Grade 7," Journal for Research in Mathematics Education. 25 (1) : 4 – 29 ; January , 1994.
- Mullis , V.S. Ina and others. Mathematics Achievement in the Primary School Year. IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). Boston : Chestnut Hill, MA. 1997.
- National Council of Teacher of Mathematics , Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics , Verginia : The National Council of Teacher of Mathematics , 1989.
- Paull, Nancy Z. "The Ability to Estimate in Mathematics (Doctoral dissertation, Columbia University.)," Dissertation Abstracts. Internation. 32 (7) : 3567A ; January , 1972.
- Payne , J. N. and Huinker , D. M. "Early Number and Numeration," in Research for the Classroom Early Childhood Mathematics. edited by Robert J.J. p 43 – 71 New York : Macmillan Publishing. , 1993.
- Plemons , Marie Annette Stern. "The Effect of Number Sense Instruction on Prekindergarten Children 's Understanding of the Mathematics Concept of More or Less," Dissertation Abstracts International. 56 (5) : 1655 ; November , 1995.
- Post , Thomas. R "Teaching Rational Number and Decimal Concepts," in Teaching Mathematics in Grades K - 8 : Research Based Methods. Massachusetts : Allyn and Bacon , 1988.

- Rathmell, E. C. and Huinker, D. M. "Usinging Part-Whole Language to Help Children Representation and Solve Word Problems." In New direction for Elimentary School Mathematics. edited by P. R. Trafton. p. 99-110 . Reston, VA : National Council of Teacher of Mathematics, 1989.
- Rathmell ,Edward C. and Leutzinger ,Larry.P "Number Representations and Relationships," Implementing the k-8 Curriculum and Evaluation Standards. edited by Thomas E. Rowar. p. 27 – 30. Northern Iowa : The National Council of Teacher of Mathematics , 1993.
- Reys , Barbara J. and others. "Developing Number Sense in the Middle Grades," Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. edited by Curcio F. R. : The National Council of Teacher of Mathematics, 1992.
- Reys , Robert E. "Testing Mental-Computation Skill," Arithmetic Teacher. 33 (3) : 14 – 16 ; November , 1985.
- Reys , Robert E. "Estimation," in Teaching Mathematics in grades K - 8 : Research Based Methods. p. 262 - 284 Massachusetts. : Allyn and Bacon , 1992.
- Reys , Robert E. and others. "Early Development of Number Sense and Counting," in Helping Children Learn Mathematics. 3rded. Baston : Simon & Schusterp.,1992.
- Reys , Robert E. and others. "Mental Computation Performance and Strategy use of Japanese Students in Grades 2,4,6 and 8," Journal for Research in Mathematics Education. 26 (4) : 304 - 326 ; July , 1995.
- Reys , R. E. and Yang , D. C. "Relationship Between Computatioal Performance and Number Sense Among Sixth – and Eight – Grade Students in Taiwan," Journal for Research in Mathematics Education. 29 (2) : 225 – 237 ; March , 1998.
- Ross , S.H. "Parts , Wholes , and Place Value : A Developmental View," Arithmetic Teacher. 36 (6) : 47 – 51 ; February , 1989.
- Ryan,Doris W. and Schmidt, M. Mastery learning : Theory ,research and implication. Ontario:The Ontario Institute for Studies in Education, 1979.

- Schonfeld, A.H. "Problem Solving in Context(s)," in The Teaching and Assessing of Mathematics Problem Solving. edited by Charles R. I. & Silver E. A. p.82 – 92 Reston Virginia : The National Council of Teacher of Mathematics. , 1988.
- Scott, Magarret S. M. "The Impact of Number Sense Program on Mathematics Achievement Test Scores and Attitudes toward mathematics of Eight Grade Studens," Dissertation Abstracts International. 48(6):1409-A :December, 1987.
- Sowder Judith T. "Mental Computation and Number Comparison : Their Roles in the Development of Number Sense and Computational Estimation," in Number Concept and Operation in the Middle Grades. p 182 – 197. Lawrence Erlbaum Associates. : The National Council of Teacher of Mathematics , 1988.
- Sowder Judith T. "Estimation and Number Sense," in Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. A Project of The National Council of Teacher of Mathematics edited by Grouws D.A. p 371 – 389 New York : Macmillan , 1992.
- Sowder, J. T. , & Kelin, J. "Number Sense and Related Topics," in Research Ideas for the Classroom : Middle Grades Mathematics. edited by Owen D. p. 41 – 57 New York : Macmillan , 1993.
- Thompson, Charles S. "Number Sense and Numeration in Grade K – 8," in Implementing The K - 8 Curriculum and Evalution Standard : (Reading from the Arithmetic Teacher) edited by Thomas E. Rowan and Lorna J. Virginia : The National Council of Teacher of Mathematics. , 1993.
- Thompson, C.D. and Rathmell, E.C. "By Way of Introduction," Arithmetic Teacher. 36 (6) : 2 - 3 ; February , 1989.
- Thornton, C. A. , & Tucker, S. C. "Lesson Planning : The Key to Developing Number Sense," Arithmetic Teacher. 36 (6) : 18 – 21; February , 1989.
- Thornton, C.A. and Wilson, S.J. "Classroom Organization and Models of Instruction," in Research Idear for the Classroom (Early Childhood Mathematics). edited by Robert J. Jensen. p. 277 – 292, New York : The National Council of Teachers of Mathematics. , 1993.

- Trafton, Paul R. "Estimation and Mental Arithmetic Importance Components of Computation," in Developing Computation Skill. Virginia : The National Council of Teacher of Mathematics. , 1978.
- Verschaffel , Lieven . "Using Retelling Data to Study Elementary School Children's Representations and Solutions of Compare Problems," Journal for Research in Mathematics Education 25(2) : 141 - 165 ; March , 1994.
- von Glasersfeld , E "Constructivism in Education," in The International Encyclopaedia of Education. : Research and Studies. Supplementary Volume, edited by Torsten Husen and Potlethwaite T.N. p 162 – 163 New York : Pergamon Press , 1989.
- Walle, J.V.D. and Watkins, K.B. . "Early Development of Number Sense," Research Ideas For the Classroom Early Childhood Mathematics. edited by Robert, J. J. p. 127 – 150. New York. : Macmillan Publishing. , 1993.
- Wearn , Diana and Hiebert , James "Place Value and Addition and Subtraction," Arithmetic Teacher. 41 (5) : 272 – 274 ; January , 1994.
- Worthman , Camille B. and Loftus , Elizabeth F. Psychology 3rd ed. New York : Kropf. , 1988.
- Yang, D. C. "Number Sense Performance and Strategies Possessed by Sixth – Grade Students in Taiwan," Dissertation Abstracts International. 57 (3) : 3865 ; March , 1997.

ภาคผนวก

แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

บทที่ 1 เรื่องจำนวนไม่เกิน 100

131

ใช้เวลาสอน 21 คาบ สอนมาแล้ว _ คาบ สอนครั้งนี้ 3 คาบ

วันที่ 26 พฤษภาคม 2543

สาระสำคัญ

ความคิดหลากหลายเกี่ยวกับจำนวน

ความหมายการใช้จำนวนเชิงการนับ เชิงอันดับที่ จำนวนไม่เกิน 10 การอนุรักษ์จำนวน การเชื่อมโยงประสบการณ์เกี่ยวกับจำนวนในชีวิตจริง การแยกจำนวนเป็นส่วนย่อย และการรวมส่วนย่อย ตัวเลขไทย ตัวเลขฮินดูอารบิก และตัวหนังสือ

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถบอกจำนวนสิ่งของ ไม่เกิน 10 โดยใช้ตัวเลขไทย ตัวเลขฮินดูอารบิก และตัวหนังสือได้
2. นักเรียนสามารถทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ดังนี้ได้
 - (1) ความเข้าใจความหมายการใช้จำนวนเชิงอันดับที่
 - (2) การรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนในเรื่องส่วนย่อยและส่วนรวม

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูแจกเมล็ดถั่ว ให้นักเรียนทุกคน คนละประมาณ 50 เมล็ด แล้วให้นักเรียนวางเมล็ดถั่วครั้งละ 6 เมล็ดตามรูปที่ครูแสดงให้ดูต่อไปนี้ โดยให้ดูรูปทีละส่วน

○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○
○○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○

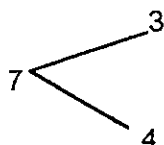
ครูถามนักเรียนว่า แต่ละแบบ มีจำนวนเมล็ดถั่วเท่าไร เท่ากันหรือไม่ เพื่อนำไปสู่การอภิปราย ว่าทั้งหกแบบมีจำนวนเมล็ดถั่วเท่ากัน คือ 6 เมล็ด

ขั้นสอน

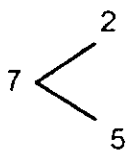
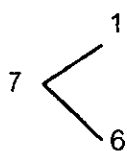
1. ทบทวนความเข้าใจจำนวน 1 ถึง 10 โดยให้นักเรียนหยิบเมล็ดถั่วขึ้นมาวางคนละ 5 เมล็ด และให้ทุกคนช่วยกันดูเพื่อนข้างๆ ว่าทำได้ถูกต้องหรือไม่ ต่อจากนั้นก็เปลี่ยนเป็นจำนวนอื่นๆต่อไป เช่น 7, 9, 10, 8, 2 พร้อมทั้งเขียนตัวเลขบนกระดาน

2. เชื่อมโยงจำนวนกับประสบการณ์ของนักเรียน โดยตั้งคำถามว่า ถ้านักถึงสอง นักเรียนนึกถึงอะไรในร่างกายที่มีจำนวนสองบ้าง ให้นักเรียนช่วยกันบอก เช่น แขนสองแขน มือสองมือ และอื่นๆ เมื่อกล่าวถึง สอง ที่อยู่ภายนอกตัวนักเรียน นักเรียนนึกถึงอะไรบ้าง และร่วมกันอภิปราย 2 ที่พบในชีวิตประจำวันถ้านักเรียนนึกไม่ออก ครูอาจแนะเพิ่มเติม เช่น นักเรียนอยู่ชั้นอะไร บ้านเลขที่ของใครขึ้นต้นหรือลงท้ายด้วย 2 บ้าง และอื่นๆ

3. กิจกรรมการแบ่งเป็นกลุ่มย่อย โดยให้นักเรียนหยิบ เมล็ดถั่วขึ้นมา 7 เมล็ด แล้วให้นักเรียนแบ่งเมล็ดถั่วออกเป็นสองกอง แล้วครูจะเรียกให้นักเรียนตอบ เช่นนักเรียนแถวที่สาม (นับจากด้านหน้า) ยกมือขึ้น เขามีเมล็ดถั่วนักเรียนแถวที่สามนับจากด้านหน้า และเป็นคนที่สองนับจากด้านซ้าย ยกมือขึ้น (นักเรียนอาจยกผิดคนก็ได้ ซึ่งครูจะต้องชี้แจงจนนักเรียนเข้าใจ ถึงวิธีการนับเชิงอันดับที่) นักเรียนบอกซิว่าแบ่งเป็นสองกอง กองละเท่าไร เช่นนักเรียนตอบว่าแบ่งเป็น 3 กับ 4 ครูจะเขียนบนกระดาน



พร้อมกับกล่าวว่า จำนวน 7 แบ่งออกเป็น 3 กับ 4 และซักถามนักเรียนคนอื่นๆต่อไป ทำนองเดียวกัน พร้อมกับเขียนกระดาน ซึ่งอาจจะได้



และอื่นๆ

4. เมื่อนักเรียน ปฏิบัติการแบ่งจำนวนเมล็ดถั่วออกเป็นสองกลุ่มต่างๆได้แล้ว ครูจะใช้คำถามย้อนกลับ เช่น เมล็ดถั่วกองละ 3 กับกองละ 4 นำมารวมกันได้เท่าไร กองละ 2 กับกองละ 5 รวมกันได้เท่าไร หรือกองละ 2 กับกองละ 7 นำมารวมกันได้เท่าไร และอื่นๆ

5. ให้นักเรียนจับคู่ทำกิจกรรมร่วมกัน โดยให้นักเรียนใช้เมล็ดถั่ว 10 เมล็ด และภาชนะสำหรับปิด นักเรียนสลับกันปิดเมล็ดถั่วบางส่วน โดยไม่ให้เพื่อนเห็น แล้วทายว่าปิดเมล็ดถั่วไว้กี่ เมล็ด

6. ครูแจกใบกิจกรรม 1.1 ให้นักเรียนอ่านข้อความ

“เมื่อนึกถึงตัวเลข 7 นักเรียนนึกถึงอะไรบ้าง”

133

แล้วให้นักเรียนเขียนสิ่งที่นึกลงในกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 10 x 16 ตารางเซนติเมตร ในใบกิจกรรม ในเวลา 5 นาที แล้วแสดงผลงานบนป้ายนิเทศ

ขั้นสรุป

ครูทบทวนการเขียนตัวเลขแทนจำนวน ตั้งแต่ 1 ถึง 10 ซึ่งเป็นตัวเลข ฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย รวมทั้งการเขียนตัวหนังสือ เพื่อบอกจำนวน โดยเรียกนักเรียนออกมาหน้าชั้นเรียน ครั้งละ 10 คน มาถือบัตรตัวเลขและภาพแสดงจำนวน หรือบัตรตัวหนังสือแสดงจำนวน โดยยื่นเข้าแถวเรียงหน้ากระดาน แต่ถือบัตรที่ไม่ได้เรียงกันตามลำดับ ครูจะกำหนดว่าด้านใดเป็นหัวแถว แล้วถามนักเรียนเช่น นักเรียนคนที่สามนับจากหัวแถวถือบัตรอะไร และถามคำถามอื่นๆทำนองเดียวกันจากนั้นให้นักเรียนนำบัตรไปติดบนกระดาน เรียงตามลำดับจาก หนึ่งถึงสิบ

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. เมล็ดถั่วแดง
2. บัตรแสดงจำนวนตั้งแต่ 1 ถึง 10
3. ภาพแสดงการวางเมล็ดถั่ว
4. ใบกิจกรรม 1.1

วัด - ประเมินผล

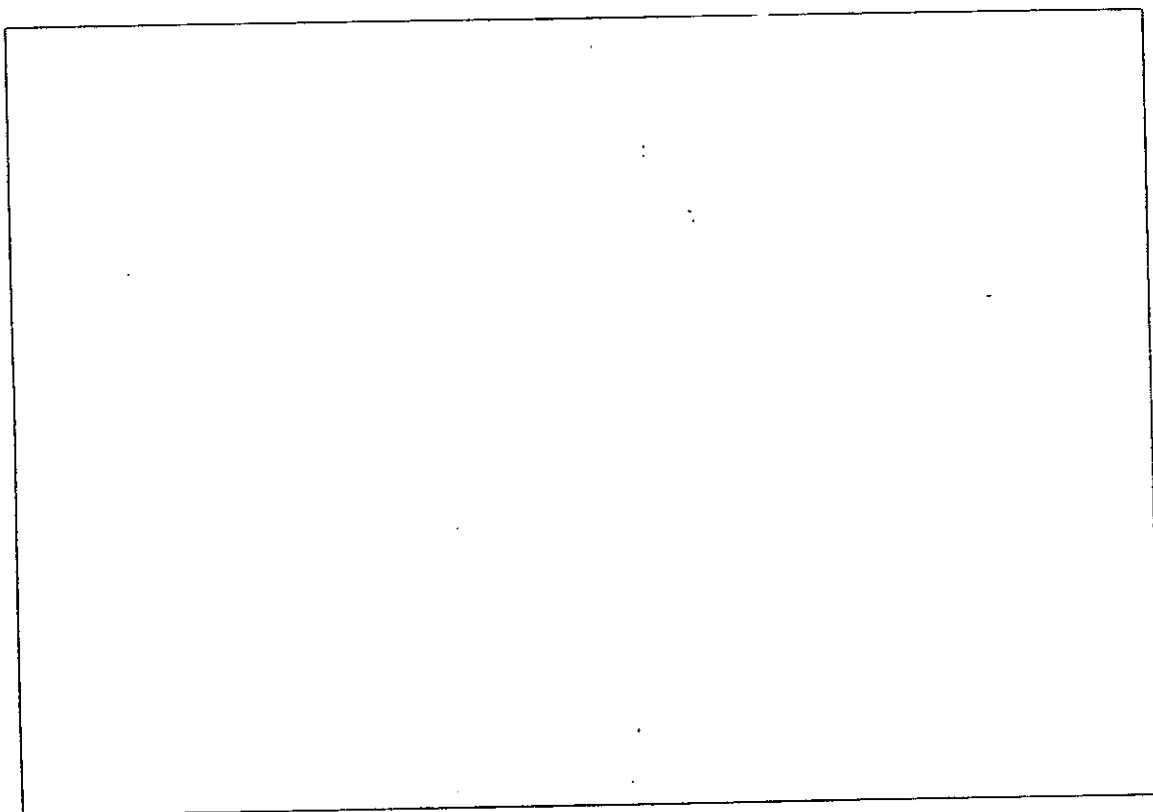
1. สังเกตจากการทำกิจกรรม
2. ตรวจผลการทำกิจกรรม 1.1

กิจกรรมที่ 1.1 ความคิดหลากหลายเกี่ยวกับจำนวน

ชื่อ.....

เมื่อนึกถึง 7 นักเรียนนึกถึงอะไรบ้าง

เขียนแสดงความคิดลงในกรอบข้างล่างนี้



135

แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
บทที่ 2 เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่มีตัวตั้งและผลลัพธ์ไม่เกิน 100
ใช้เวลาสอน 48 คาบ สอนมาแล้ว _ คาบ สอนครั้งนี้ 3 คาบ
วันที่ 5 มิถุนายน 2543

สาระสำคัญ

จำนวนหนึ่งๆ สามารถแยกเป็นจำนวนย่อยๆ โดยที่จำนวนย่อยๆ รวมกันเท่ากับจำนวนนั้นได้
หรือ ส่วนรวม แยกได้เป็นส่วนย่อย ส่วนย่อยนำมารวมกันจะได้เป็นส่วนรวม

จุดประสงค์

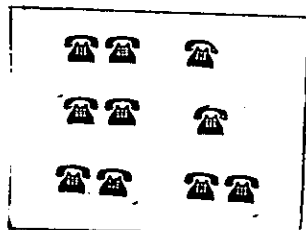
นักเรียนสามารถทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนดังนี้

1. เมื่อกำหนดส่วนรวมและส่วนย่อยส่วนหนึ่ง นักเรียนสามารถหาส่วนย่อยอีกส่วนหนึ่งได้
2. เมื่อกำหนดส่วนย่อยสองส่วนนักเรียนสามารถหาส่วนรวมได้

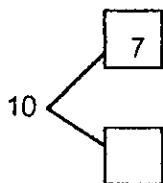
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ให้นักเรียนดูรูปโทรศัพท์



ถามนักเรียนว่า มีรูปโทรศัพท์กี่รูป (10 รูป) จากนั้นครูเอากะดาษปิดไว้ 3 รูปและให้นักเรียนดู
ส่วนที่เหลือแล้วถามว่าครูปิดไว้เท่าใด แล้วเขียนตัวเลขแสดงจำนวนบนกระดานในรูปส่วนย่อย
และส่วนรวม และเติมคำตอบของนักเรียนใน



ขั้นสอน

- 1..ให้นักเรียนดูรูป นกเพนกวิน



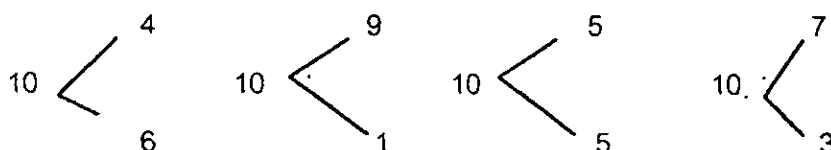
และถามว่านกเพนกวินอยู่บนบกกี่ตัว (5) อยู่ใต้น้ำกี่ตัว (3) รวมเป็นมีจำนวนนกเพนกวินกี่ตัว ให้นักเรียนช่วยกันเขียนตัวเลขแสดงจำนวนนกเพนกวิน(โดยมุ่งการแสดงส่วนย่อยและส่วนรวม)

2. ให้นักเรียนดูรูปคนถือลูกโป่ง



และถามว่ามีลูกโป่งภาพร่มกี่ลูก(4) มีลูกโป่งภาพดาวกี่ลูก(3)รวมเป็นกี่ลูก ให้นักเรียนช่วยกันเขียนตัวเลขแสดงจำนวนลูกโป่ง(โดยมุ่งการแสดงส่วนย่อยและส่วนรวม)

3. ให้เมล็ดถั่วนักเรียนคนละ 10 เมล็ด และให้นักเรียนแบ่งเมล็ดถั่วเป็นสองกอง ครูซักถามนักเรียนว่าแบ่งเป็นอย่างไรกันบ้าง แล้วครูก็เขียนกระดานดำตามที่นักเรียนบอกเช่น



และอื่นจนครบ แล้วให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาอย่างเป็นระบบ โดยอาจพิจารณาเต็มจำนวนในตารางเพื่อให้นักเรียนได้เห็นรูปแบบการเพิ่ม และการลดของจำนวนในแต่ละช่อง (จ.2.4)

ส่วนย่อย	ส่วนย่อย	รวม
1		10
2		10
3		10
4		10
5		10
6	4	10
	3	10

	2	10
	1	10

4. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน แจกเมล็ดถั่วกลุ่มละ 15 เมล็ด แล้วสลับกัน ปิดเมล็ดถั่วส่วนหนึ่ง และเปิดให้เห็นอีกส่วนหนึ่ง และทายว่าส่วนที่เปิดอยู่มีกี่เมล็ด แล้วตรวจสอบด้วยการนับส่วนที่เปิดไว้ และเขียนบันทึกเป็นส่วนย่อยและส่วนรวมทุกครั้งที่ทาย บันทึกว่าแต่ละคนทายถูกกี่ครั้ง

5. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน ให้นักเรียนแบ่งเมล็ดถั่ว 10 เมล็ดเป็น 3 กอง แล้วบันทึกผลการปฏิบัติ เช่น บันทึกผลในตารางเป็น

ส่วนย่อย	ส่วนย่อย	ส่วนย่อย	ส่วนรวม

หรือบันทึกเป็นรูปอื่นเช่น 2 กับ 3 กับ 5 ...

6. ครูแสดงการแบ่งทอฟฟี่ 20 เม็ด ให้นักเรียน 2 คน เช่น ให้ ก. กับ ข. โดยเริ่มจาก ก. ได้ 1 เม็ด แล้วซักถามว่า ข. จะได้กี่เม็ด (19 เม็ด) ก. ได้ 2 เม็ด ข. จะได้กี่เม็ด (18 เม็ด) และแบ่งต่อๆไป แล้วบันทึกผลทั้งหมดในตาราง

ขั้นสรุป

ครูซักถามนักเรียนว่าจำนวน 12 แบ่งเป็นจำนวนย่อยๆ ที่รวมกันได้ 12 ได้หรือไม่ ให้ช่วยกันบอกแล้วสรุป เช่น จำนวนหนึ่งๆ สามารถแยกเป็นจำนวนย่อยๆ โดยที่จำนวนย่อยๆ รวมกันเท่ากับจำนวนนั้นได้ หรือ ส่วนรวม แยกได้เป็นส่วนย่อย ส่วนย่อยนำมารวมกันจะได้เป็นส่วนรวม

สื่อการเรียนการสอน

- 1. รูปโทรศัพท์แสดงจำนวน
- 2. รูปนกเพนกวินแสดงจำนวน
- 3. รูปอื่นๆ เช่น รูปคนถือลูกโป่ง
- 4. ใบกิจกรรม 2.1 และ แบบฝึกหัด 2.1

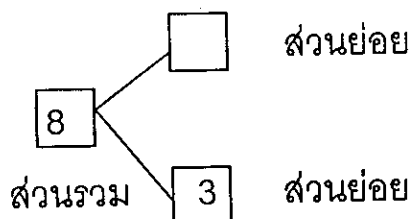
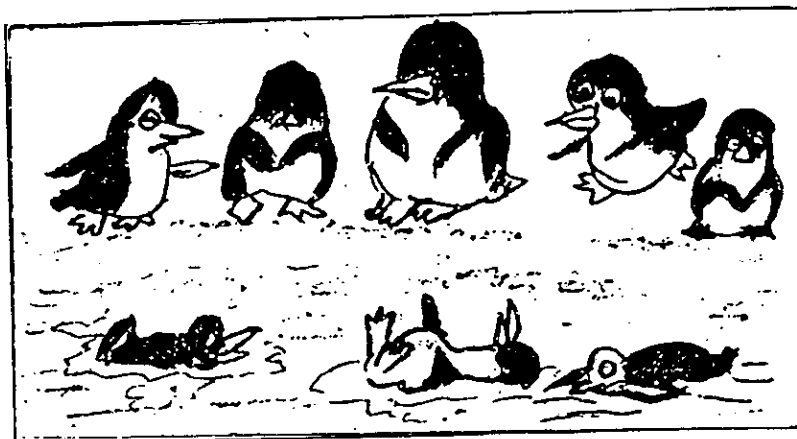
วัด - ประเมินผล

- 1. สังเกตการตอบคำถามและการทำกิจกรรม
- 2. ดูจากการทำแบบฝึกหัด

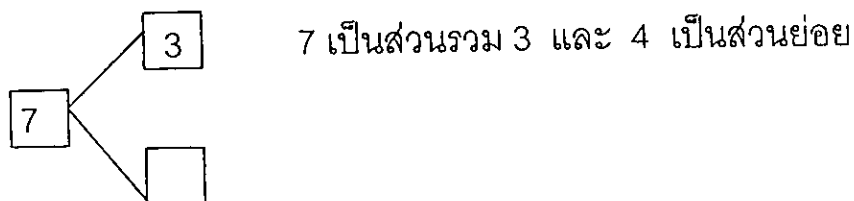
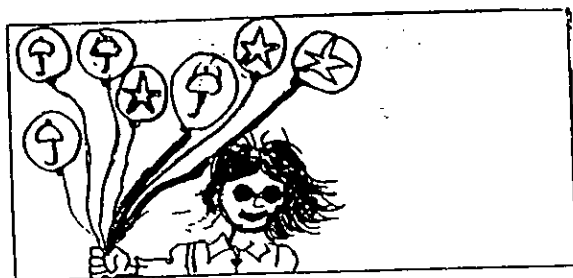
กิจกรรม 2.1 ส่วนย่อยและส่วนรวม

1. ให้นักเรียนระบายสี ให้สวยงาม และเติมคำตอบใน ☐

1) มีนกเพนกวิน 8 ตัว นกเพนกวิน 3 ตัว กำลังว่ายน้ำ
นกเพนกวิน ที่ ไม่ได้ว่ายน้ำ มีกี่ตัว



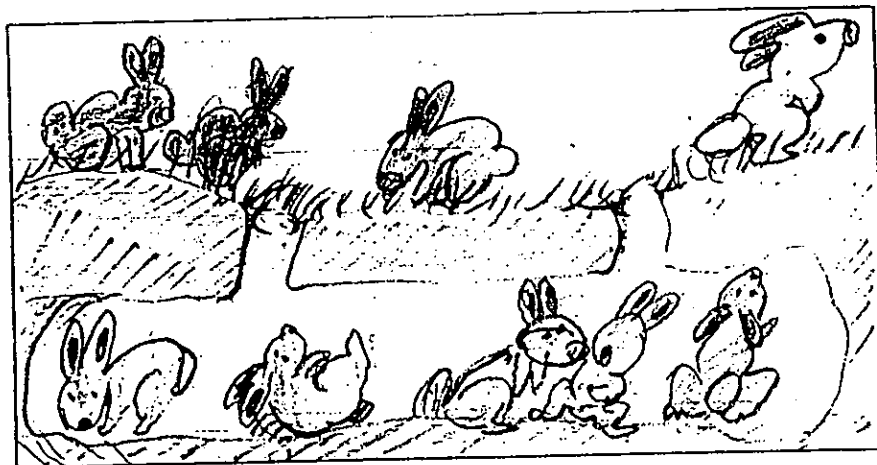
2.) น้องอ้อยมีลูกโป่ง 8 ลูก เป็นลูกโป่งรูปดาว กับลูกโป่งรูปร่ม น้องอ้อย
มีลูกโป่งรูปดาว 3 ลูก จะมีลูกโป่งรูปร่มกี่ลูก



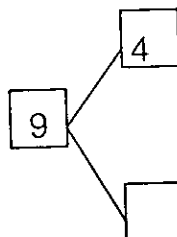
แบบฝึกหัด 2.1

จงหาส่วนย่อยหรือส่วนรวม โดยเติมตัวเลขแสดงจำนวนในช่อง

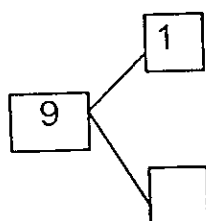
1.



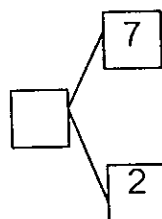
4 และ 5 เป็น 9



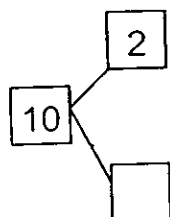
2.



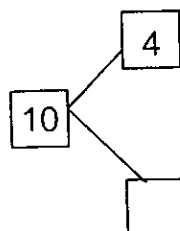
3.



4.



5



แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

140

บทที่ 3 เรื่องการวัดความยาว

ใช้เวลาสอน 27 คาบ สอนมาแล้ว 12 คาบ สอนครั้งนี้ 3 คาบ

วันที่ 4 กรกฎาคม 2543

สาระสำคัญ

เครื่องมือสำหรับวัดความยาวที่เป็นมาตรฐานมีหลายชนิด เช่น ไม้เมตร สายวัด ไม้บรรทัด เซนติเมตรเป็นหน่วยที่เป็นมาตรฐานที่ใช้บอกความยาว การวัดความยาวเป็นเซนติเมตรสามารถใช้ไม้บรรทัดวัดได้

การกะระยะทางหรือความยาว เป็นการบอกระยะทางหรือความยาวให้ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงโดยไม่ใช้เครื่องมือ ซึ่งอาจทำได้โดยใช้สายตา และมักเปรียบเทียบกับระยะทางหรือความยาวที่นักเรียนคุ้นเคย

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถวัดความยาวเป็นเซนติเมตรได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถกะเนความยาวเป็นเซนติเมตร ให้ใกล้เคียงกับความยาวจริงได้
3. นักเรียนสามารถทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ต่อไปนี้
 - 1) ความเข้าใจขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนในเรื่องความยาว
 - 2) การใช้เกณฑ์ในการอ้างอิงการวัด

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูหยิบรูปภาพรูปหนึ่งขึ้นมาแล้วให้นักเรียนคะเนว่ารูปภาพดังกล่าว มีความยาวของด้านยาวกี่เซนติเมตร และอาจเลือกความยาวที่นักเรียน 3 คนคะเนแตกต่างกันมากมาอภิปราย แล้วให้นักเรียนวัดความยาวของรูป แล้วซักถามนักเรียนว่า ใครคะเนได้ใกล้เคียงที่สุด

ขั้นสอน

1. ครูกล่าวว่าในการกะเนความยาวของนักเรียนที่ผิดพลาดมากบ้างน้อยบ้างนั้น อาจเนื่องมาจาก นักเรียนยังมีประสบการณ์ในการวัดความยาวไม่มากพอ จึงทำให้นักเรียนบางคนคะเนผิดพลาดมาก ดังนั้นในตอนนี้เราจะมาเพิ่มประสบการณ์จากการวัดความยาวเป็นเซนติเมตร และตอบคำถามจากใบงาน ครูแจกใบงานที่ 3.5 ตอนที่ 1 ให้นักเรียนปฏิบัติและตอบคำถาม ในเวลา 10 นาที

เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จ ครูซักถามนักเรียนว่า

จากข้อ 1.1 นักเรียนวัดเส้น ก ได้ยาวเท่าไร เส้น ข ยาวเท่าไร หากนักเรียนวัดเส้น ข เพียงเส้นเดียว นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าเส้น ก สั้นหรือยาวกว่าเส้น ข นักเรียนสังเกตอย่างไร นักเรียนคิดว่า กรณีที่หากมีนักเรียนวัดผิดพลาดไปมากเกิดจากสาเหตุใดบ้าง

จากข้อ 1.2 นักเรียนคิดว่าเส้นทางใดยาวที่สุด และเส้นทางใดสั้นที่สุด นักเรียนสังเกตอย่างไร ถ้านักเรียนต้องเดินไปที่ทำการไปรษณีย์ นักเรียนเลือกเดินเส้นทางไหน เพราะเหตุใด

จากข้อ 1.3 นักเรียนวัดรอบเอวของนักเรียนได้ยาวเท่าไร นักเรียนคิดว่าความยาวรอบเอวของครูสั้นหรือยาวกว่ารอบเอวของนักเรียน นักเรียนคิดว่าครูมีรอบเอวยาวเท่าไร นักเรียนมีเหตุผลอย่างไรที่ตอบเช่นนั้น

2. ให้นักเรียนคะแนนความยาวของของรูปดินสอในใบงาน ต่อจากนั้นจึงให้นักเรียนพิจารณาความยาวของไม้บรรทัด แล้วจึงให้คะแนนสิ่งของต่อไปนี้คือ แปรงลบกระดาน กล้อง卓ล็ก หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ความกว้างของโต๊ะนักเรียน แล้วตรวจสอบโดยวัดความยาว และหาว่าคะแนนผิดไปเท่าไร บันทึกผลที่ได้ในใบงานตอนที่ 2

เมื่อนักเรียนทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนจะร่วมกันตรวจสอบอีกครั้งว่าผลการวัดของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ กรณีที่นักเรียนวัดไม่ถูกต้องน่าจะมีสาเหตุจากสิ่งใด ครูให้นักเรียนหยิบไม้บรรทัดขึ้นมา ครูซักถามนักเรียนว่าเมื่อมองด้วยสายตา สิ่งของสี่สิ่งนี้นักเรียนทำกิจกรรมนี้ ความยาวของสิ่งใดสั้นกว่าไม้บรรทัดบ้าง สิ่งใดยาวกว่าไม้บรรทัดบ้าง แต่ไม้บรรทัดยาวประมาณกี่เซนติเมตร (30 เซนติเมตร) ดังนั้น หากให้นักเรียนคะแนนโดยไม่วัดนักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ความยาวของสิ่งใดน้อยกว่า 30 เซนติเมตร และความยาวของสิ่งใดมากกว่า 30 เซนติเมตร

3. ครูให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดระยะจากจุด ป ไปทางจุด ผ เป็นระยะ 8 เซนติเมตร แล้วคะแนนระยะดังนี้

- 1) ระยะจาก ด ถึง ต.
- 2) ระยะจาก ม ถึง ย
- 3) ระยะจาก ร ถึง ล

โดยเทียบกับความยาว 8 เซนติเมตรที่นักเรียนวัดแล้วตรวจสอบ ครูซักถามนักเรียนแต่ละคนว่าคะแนนผิดพลาดไปเท่าใด ครูชมเชยนักเรียนที่คะแนนได้ใกล้เคียง และให้กำลังใจนักเรียนที่ยังมีปัญหาในการคะแนน

4. ครูตรวจใบงานของนักเรียน และร่วมกันอภิปรายหาวิธีปรับปรุงสำหรับผู้ที่จะผิดพลาดมาก

5. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 2 คน ให้คะแนนความยาวสิ่งของต่างๆ กลุ่มละ 5 ชิ้น แล้วตรวจสอบในเวลาที่เหลือ หากกลุ่มใดทำไม่ทันให้ทำเป็นการบ้าน

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่าการทำกิจกรรมช่วยให้นักเรียนพัฒนาในการคะเนอย่างไร ครูให้นักเรียน
ทำแบบฝึกหัด 3.5 เป็นการบ้าน

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบงาน 3.5 และใบแบบฝึกหัด3.5
2. รูปภาพใช้คะเนความยาวของด้านยาว

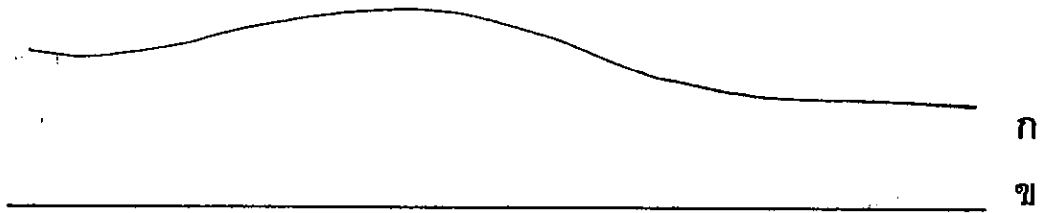
วัด – ประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน
1. สังเกตจากการทำกิจกรรม
2. การทำแบบฝึกหัด

ใบงาน 3.5

ตอนที่ 1

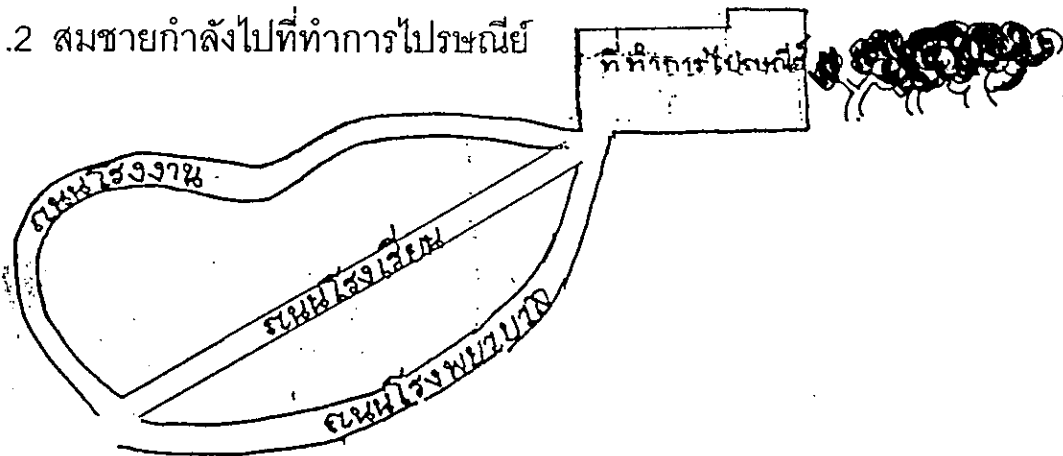
1.1 ให้นักเรียนวัดความยาวของเส้น ก และเส้น ข ต่อไปนี้ เป็นเซนติเมตร



เส้น ก ยาวประมาณ เซนติเมตร

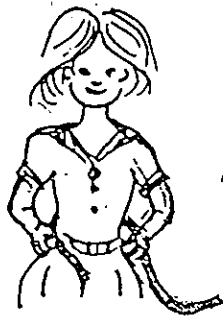
เส้น ข ยาวประมาณ เซนติเมตร

1.2 สมชายกำลังไปที่ทำการไปรษณีย์



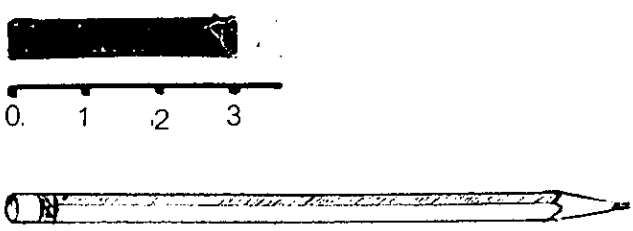
เส้นทางไหนสั้นที่สุด เส้นทางไหนยาวที่สุด

1.3 ใช้สายวัด วัดรอบเอวของนักเรียน



ความยาวรอบเอวประมาณ เซนติเมตร

ตอนที่ 2



ฉันคะเนว่าดินสอนี้ยาว.....
วัดได้ยาว.....

จงคะเนความยาวของสิ่งของต่อไปนี้ เป็นเซนติเมตร แล้วตรวจสอบ โดยการวัดจริง แปรงลบกระดาน กล้องขอล็ก หนังสือ ความกว้างของโต๊ะนักเรียน

รูปสิ่งของ	คะเน	ความยาวจากการวัด	คะเนผิดไป
1)แปรงลบกระดาน			
2)กล้องขอล็ก			
3)หนังสือ			
4)ความกว้างของโต๊ะนักเรียน			

ตอนที่ 3 ให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดระยะจากจุด ป ไปทางขวา ถึงจุด ฅ
เป็นระยะทาง 8 เซนติเมตร แล้วคะแนนและตรวจสอบระยะต่อไปนี้

ป

1) คำนวณระยะจากจุด ค ถึงจุด ต ยาวเท่าใด

9 9

9

คะแนนรวมจาก ค ถึง ต.....

วัดระยะจาก ด ถึง ต.....

2) คำนวณระยะจากจุด ม ถึงจุด ย ยาวเท่าใด

မ

พ

ਖ

คะแนนรวมจาก ม ถึง ย.....

วัดระยะจาก ม ถึง ย.....

3) คำนวณระยะจากจุด ร ถึงจุด ล ยาวเท่าใด

†

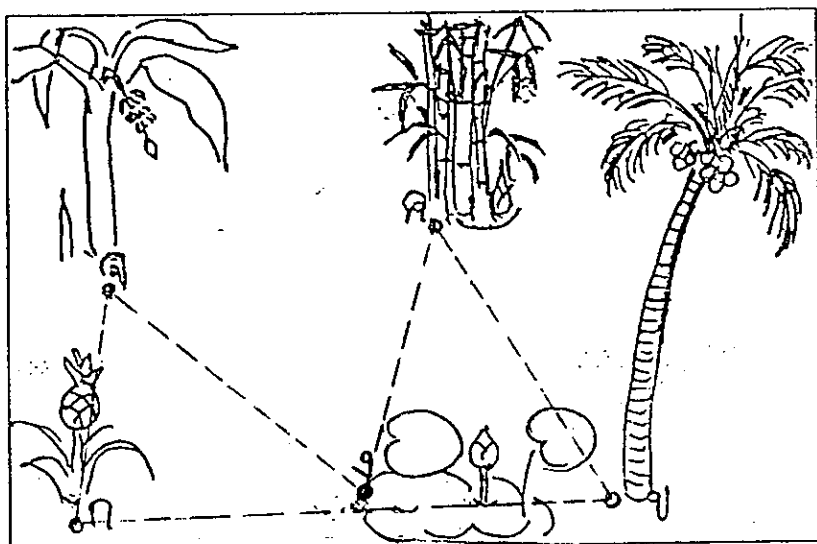
1

คะแนนระยะจาก ร ถึง ล.....

วัดระยะจาก ร ถึง ล.....

แบบฝึกหัด 3.5

จงคะเนระยะเป็นเซนติเมตร จากจุดที่แสดงตำแหน่งต่าง ๆ แล้วตรวจสอบ
โดยการวัด



- 1) ระยะทางจากต้นสับปะรดไปยังต้นมะพร้าว
- 2) ระยะทางจากต้นมะพร้าวไปยังต้นไผ่
- 3) ระยะทางจากต้นไผ่ไปยังสระบัว
- 4) ระยะทางจากสระบัวไปยังต้นกล้วย
- 5) ระยะทางจากต้นกล้วยไปยังต้นสับปะรด
- 6) ถ้าโยงภาพตามแนวเส้นประจากต้นมะพร้าวไปยังต้นไผ่ สระบัว ต้นกล้วย ต้นสับปะรด แล้วโยงกลับไปยังต้นมะพร้าว ระยะทางดังกล่าวยาวเท่าไร

ตารางบันทึกผล

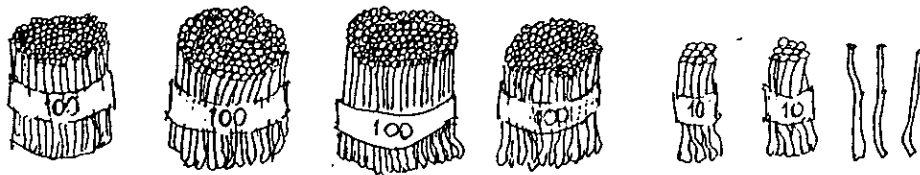
ข้อ	คะแนน(เซนติเมตร)	วัด(เซนติเมตร)	คะแนนผิดไป (เซนติเมตร)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างกิจกรรมและแบบฝึกหัด

แบบฝึกหัด 4.1

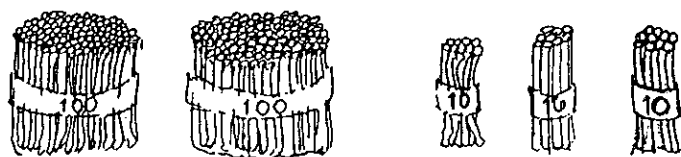
1. ให้นักเรียนเขียนตัวเลขแสดงจำนวนแท่งไม้ จากรูปต่อไปนี้

1)



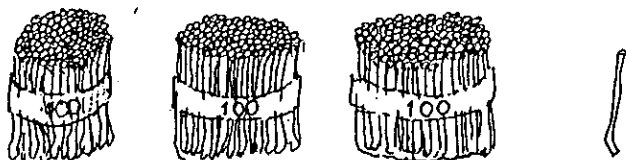
.....อ่านว่า.....

2)



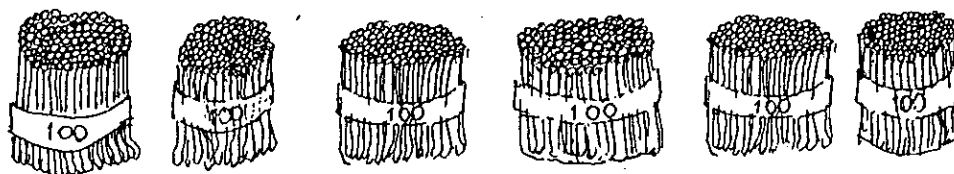
.....อ่านว่า.....

3)



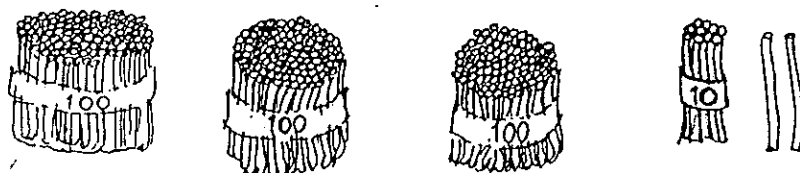
.....อ่านว่า.....

4)



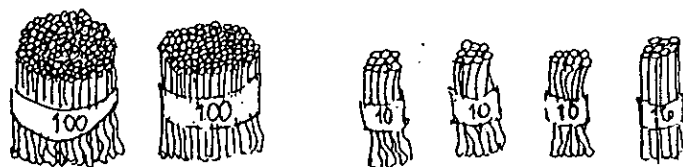
.....อ่านว่า.....

5)



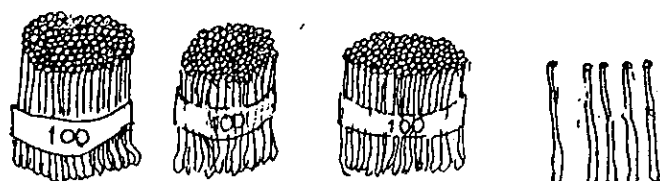
รูปนี้แสดง ร้อย สิบ หน่วย เท่ากับ

6)



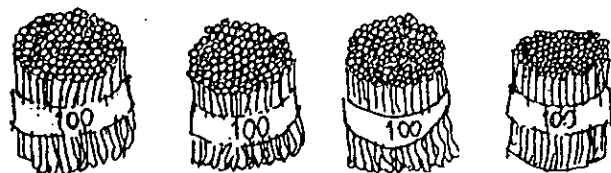
รูปนี้แสดง ร้อย สิบ หน่วย เท่ากับ

7)



รูปนี้แสดง ร้อย สิบ หน่วย เท่ากับ

8)



รูปนี้แสดง ร้อย สิบ หน่วย เท่ากับ

2. จงเติมคำตอบในช่องว่าง แล้วสังเกตวิธีคิดที่หลากหลาย

$$1) 7 + 7 = (7 + \dots) + 4 = \dots + 4 = \dots$$

$\swarrow \searrow$
 3 4

$$2) 8 + 8 = (8 + \dots) + 6 = \dots + 6 = \dots$$

$\swarrow \searrow$
 2 6

$$3) 7 + 7 = \dots\dots\dots \text{ดังนั้น } 7 + 8 = \dots\dots\dots$$

$$4) 8 + 8 = \dots\dots\dots \text{ดังนั้น } 8 + 7 = \dots\dots\dots$$

$$5) 8 + 7 = (8 + \dots) + 5 = \dots + 5 = \dots\dots\dots$$

$\swarrow \searrow$
 2 5

$$6) 8 + 7 = 5 + (\dots + 7) = 5 + \dots = \dots\dots\dots$$

$\swarrow \searrow$
 5 3

$$7) 9 + 9 = (9 + \dots) + 8 = \dots + 8 = \dots\dots\dots$$

$\swarrow \searrow$
 1 8

2. เติมคำตอบในช่องว่าง แล้วสังเกตความสัมพันธ์

$0 + 9 = \dots\dots\dots$

$10 - 4 = \dots\dots\dots$

$1 + 8 = \dots\dots\dots$

$20 - 4 = \dots\dots\dots$

$2 + 7 = \dots\dots\dots$

$30 - 4 = \dots\dots\dots$

$3 + 6 = \dots\dots\dots$

$40 - 4 = \dots\dots\dots$

$4 + 5 = \dots\dots\dots$

$50 - 4 = \dots\dots\dots$

$5 + 4 = \dots\dots\dots$

$60 - 4 = \dots\dots\dots$

$6 + 3 = \dots\dots\dots$

$70 - 4 = \dots\dots\dots$

$7 + 2 = \dots\dots\dots$

$80 - 4 = \dots\dots\dots$

$8 + 1 = \dots\dots\dots$

$90 - 4 = \dots\dots\dots$

$9 + 0 = \dots\dots\dots$

$100 - 4 = \dots\dots\dots$

3.ให้นักเรียนเติมตัวเลขในช่องว่างให้ถูกต้อง

1) $100 - 2 = \dots\dots\dots$

2) $100 - 4 = \dots\dots\dots$

3) $100 - 6 = \dots\dots\dots$

4) $100 - 8 = \dots\dots\dots$

5) $100 - 10 = \dots\dots\dots$

6) $100 - 12 = \dots\dots\dots$

7) $100 - 14 = \dots\dots\dots$

8) $100 - 16 = \dots\dots\dots$

9) $100 - 18 = \dots\dots\dots$

10) $100 - 20 = \dots\dots\dots$

กิจกรรม 4.4 (ขั้นนำ)

1. ให้นักเรียนเติมตัวเลขในช่องว่างที่ไม่ได้แรเงา

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12								20
21	22								30
31	32								40
41	42								50
51	52				56				60
61	62	63							70
71	72								80
81	82								90
91	92				96	97		99	

2. ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นต่อไปนี้ตัดออกจากตารางร้อย ให้นักเรียนเติมตัวเลขในตารางให้สมบูรณ์

2.1)

1	2	3	4				8	9	10
---	---	---	---	--	--	--	---	---	----

2.2)

12
22
32
42
52

2.3)

				17					
23	24	25	26					29	

2.4)

				49			
56						60	

25)

12					
		24			

แบบคิดคำนวณในใจ 4.4

ให้นักเรียนเติมจำนวนในช่องว่างให้ถูกต้อง

$$1) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = 15$$

$$2) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = 15$$

$$3) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = 15$$

$$4) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = 15$$

$$5) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = 15$$

$$6) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = 15$$

$$7) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = 15$$

$$8) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = 15$$

$$9) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = 15$$

$$10) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = 15$$

ให้นักเรียนหาผลลัพธ์ของข้อต่อไปนี้

$$1) 8 + 6 + 4 = \dots\dots\dots$$

$$2) 9 + 15 + 8 = \dots\dots\dots$$

$$3) 12 + 15 + 8 = \dots\dots\dots$$

$$4) 43 + 16 + 17 = \dots\dots\dots$$

$$5) 24 + 17 + 33 = \dots\dots\dots$$

กิจกรรม 4.4 (3) การเขียนจำนวนในรูปกระจาย

ให้นักเรียนจัดไม้ไผ่ 453 อันเป็นกลุ่ม และบันทึกผลดังนี้

- 1) จัดเป็นกลุ่มของร้อย กลุ่มของสิบ และกลุ่มที่ไม่ถึงสิบ

$$\begin{aligned} 453 &= \dots \text{ร้อย} + \dots \text{สิบ} + \dots \text{หน่วย} \\ &= 400 + \dots + 3 \end{aligned}$$

- 2) จัดเป็นกลุ่มละ 100 สามกลุ่ม นอกนั้นจัดเป็นมัดละสิบ และกลุ่มที่ไม่ถึงสิบ

$$\begin{aligned} 453 &= 3 \text{ ร้อย} + \dots \text{สิบ} + 3 \text{ หน่วย} \\ &= \dots + 140 + 3 \end{aligned}$$

- 3) จัดเป็นกลุ่มละ 100 สี่กลุ่ม จัดเป็นกลุ่ม ละ 10 สี่กลุ่ม และเป็นกลุ่มที่ไม่ถึงสิบ

$$\begin{aligned} 453 &= \dots \text{ร้อย} + \dots \text{สิบ} + \dots \text{หน่วย} \\ &= 400 + 40 + \dots \end{aligned}$$

แบบคิดคำนวณในใจ 4.7

1. ให้นักเรียนเติมตัวเลขในช่องว่างให้ถูกต้อง

1) + ... + ... = 20

2) + ... + ... = 20

3) + ... + ... = 20

4) + ... + ... = 20

5) + ... + ... = 20

6) + ... + ... = 20

7) + ... + ... = 20

8) + ... + ... = 20

9) + ... + ... = 20

10) + ... + ... = 20

2. ให้นักเรียนเติมตัวเลขในช่องว่างให้ถูกต้อง

1) + ... - = 20

2) + ... - = 20

3) + ... - = 20

4) + ... - = 20

5) + ... - = 20

6) + ... - = 20

7) + ... - = 20

8) + ... - = 20

9) + ... - = 20

10) + ... - = 20

กิจกรรม 4.7

1. การคะเนปริมาณเมล็ดถั่ว



แบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน

อุปกรณ์ 1. ถ้วยขนาดเล็ก

2. โถขนาดกลาง

3. เมล็ดถั่ว

กิจกรรม 1.ให้นักเรียนคะเนว่า ถ้วยขนาดเล็กจุถั่วกี่เมล็ด

ตอบ.....

2.ให้นักเรียนนับเมล็ดถั่วในถ้วยขนาดเล็กใส่ถุงถุงละ 10 เมล็ด
เพื่อ ตรวจ สอบจำนวนเมล็ดถั่ว

ตอบ.....

3.ให้นักเรียนร่วมกันหาวิธีคะเนว่า โถขนาดกลางจุถั่วกี่เมล็ด

และเขียน ข้อสรุป แนวคิดในการคะเนของกลุ่มว่ามีหลักในการคะเนอย่างไร

.....
.....

4. ให้นักเรียนดำเนินการตามแนวคิดในข้อ 3 และคะเนว่าโถ
ขนาดกลางจุถั่วกี่เมล็ด.....

.....

5. นำเสนอแนวคิดร่วมกันทั้งชั้น เพื่อสรุปแนววิธีที่เหมาะสม...

.....

แบบฝึกหัด 7.1 การนับเพิ่ม

1. ให้เติมตัวเลขแทนจำนวนจากการนับเพิ่มลงในช่องว่าง

1)

2	4	6		10	12		16		20

2)

3	6		12	15		21	24		30

3)

4	8	12		20	24		32		40

4)

5	10		20	25	30		40	45	

5)

6		18	24	30		42	48		60

แบบฝึกหัด 7.11

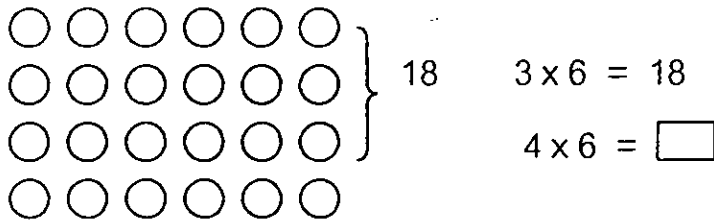
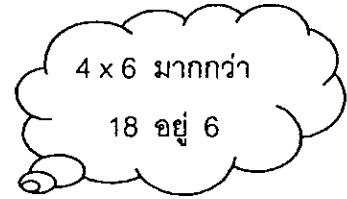
1. ให้นักเรียนเติมตัวเลขใน ให้ถูกต้อง

$6 \times 1 = \text{$	$6 \times 3 = \text{$
$1 \times 6 = \text{$	$3 \times 6 = \text{$
$6 \times 8 = \text{$	$6 \times 9 = \text{$
$8 \times 6 = \text{$	$9 \times 6 = \text{$

2. ให้นักเรียนสังเกตว่า 3×6 และ 4×6 เขียนในรูปการบวกได้อย่างไร

$3 \times 6 = \dots\dots\dots$

$4 \times 6 = \dots\dots\dots$



4×6 มากกว่า 3×6 อยู่เท่าใด.....

3. เติมตัวเลขใน ให้ถูกต้อง แล้วสังเกตว่ามีค่าเพิ่มขึ้นอย่างไร

$6 \times 1 = 6$	$1 \times 6 = \text{$
$6 \times 2 = 12$	$2 \times 6 = \text{$
$6 \times 3 = \text{$	$3 \times 6 = \text{$
$6 \times 4 = \text{$	$4 \times 6 = \text{$
$6 \times 5 = \text{$	$5 \times 6 = \text{$
$6 \times 6 = \text{$	$6 \times 6 = \text{$
$6 \times 7 = \text{$	$7 \times 6 = \text{$

$6 \times 8 = \square$

$8 \times 6 = \square$

$6 \times 9 = \square$

$9 \times 6 = \square$

$6 \times 10 = \square$

$10 \times 6 = \square$

4. พิจารณาลูกศรต่อไปนี้ แล้วเติมตัวเลขใน $\square$

$$1) 4 \times 6 = 6 + 6 + 6 + 6 \text{ (มี 6 มาบวกกัน 4 ตัว)}$$

$$= 24$$

ดังนั้น $5 \times 6 = 24 + \square$

2) $10 \times 6 = 60$ ดังนั้น $11 \times 6 = 60 + \square$

5. จงเติมคำตอบใน $\square$

1) $4 \times 0 = \square$ $4 + 0 = \square$ $4 - 0 = \square$

2) $4 \times 1 = \square$ $4 + 1 = \square$ $4 - 1 = \square$

3) $4 \times 3 = \square$ $4 + 3 = \square$ $4 - 3 = \square$

ภาคผนวก ง

-ข้อเสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

ข้อเสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

ในการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ สิ่งหนึ่งที่มาตรฐานของหลักสูตรมุ่งหวังคือ มุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่ดี โดยที่นักเรียนที่มีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่ดีควรมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้คือจะต้อง 1. มีความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับการใช้จำนวน 2. ได้รับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 3. เข้าใจได้ถึงขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน 4. มีความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับความหมายของการดำเนินการ 5. รู้ผลสัมพัทธ์ต่างๆของการดำเนินการของจำนวน 6. พัฒนาความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์อ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด และ 7. มีความสามารถในการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น

ครูจะพัฒนาให้นักเรียนมีคุณลักษณะดังกล่าวได้อย่างไร

ครูจะต้องพิจารณาว่าในแต่ละเนื้อหาที่ครูจะสอน ครูจะส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณลักษณะดังกล่าวข้างต้นได้อย่างไร ในการจัดการเรียนการสอนจะต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆอย่างมีความหมายดังที่จะกล่าวเป็นข้อๆดังนี้

1. มีความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับการใช้จำนวน สำหรับชั้นประถมต้น น่าจะคาดหวังให้นักเรียนมีความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับการใช้จำนวน ทั้งจำนวนเชิงอันดับที่ และจำนวนเชิงการนับ

1.1 การพัฒนาความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับการใช้จำนวนเชิงอันดับที่ ในระดับชั้นต้นควรจัดประสบการณ์ในลักษณะไม่เป็นทางการกล่าวคือไม่ควรเน้นย้ำเรื่องความหมาย แต่ควรให้นักเรียนคุ้นเคยกับจำนวนเชิงอันดับที่โดยสอดแทรกกับการทำกิจกรรมต่างๆอยู่เป็นระยะๆเช่น

(1) กิจกรรมทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน

- โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมแล้วถามคำถามต่างๆ เช่นนักเรียนคนที่สามนับจากด้านซ้ายถือตัวเลขอะไร นักเรียนคนที่สูงที่สุดอยู่ในลำดับที่เท่าไร

- ถามคำถามในเรื่องราวต่างๆ เช่น นักเรียนเป็นลูกคนที่เท่าไร ดิถีนี้มีกี่ชั้น นักเรียนเรียนอยู่ชั้นที่เท่าไร ดิถีหลังที่สี่หาชื่ออะไร

(2) มีการใช้สอดแทรกในกิจกรรมต่างๆอยู่บ่อยๆ

1.2 การพัฒนาความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับการใช้จำนวนเชิงการนับ

(1) ในระดับชั้นต้นเริ่มจากการพัฒนาความเข้าใจการอนุรักษ์จำนวน

(2) ให้นักเรียนทุกคนได้ลงมือจัดสิ่งของตามจำนวนที่กำหนด

(3) การจัดสิ่งของที่มากกว่าสิบ จะให้นักเรียนจัดเป็นกลุ่มของร้อย กลุ่มของสิบ และกลุ่มที่ไม่ถึงสิบ และใช้การซักถามเพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างจำนวนสิ่งของ ตัวเลขแสดงจำนวนและค่าประจำหลัก ให้นักเรียนตระหนักและเชื่อมโยง ค่าประจำหลัก ค่าของตัวเลขในหลักต่างๆกับจำนวนสิ่งของ การทำกิจกรรมจัดสิ่งของนี้ต้องให้นักเรียนทำให้มากพอ

(4) ในการนับและจัดสิ่งของตามข้อ(3) จะต้องทำอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอในทุกๆบท โดยจัดให้เชื่อมโยงกับเนื้อหาอื่นๆ เช่น

- การเปรียบเทียบจำนวน
- ขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน
- การดำเนินการของจำนวน
- การประมาณและการตรวจสอบจำนวนสิ่งของ

(5) ในการทำกิจกรรมต่างๆบทบาทของครูคือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสังเกตและสามารถเชื่อมโยงได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง เช่นเมื่อนักเรียนจัดแท่งไม้ไผ่เป็นมัดละ สิบได้ 4 มัด และส่วนที่ไม่ได้มัดอีก 6 อัน ครูบอกว่าจำนวนดังกล่าวเขียนแทนด้วย 46 โดยเขียนตัวเลข 4 ได้ภาพมัดไม้ไผ่สี่มัด และเขียนตัวเลข 6 ได้ภาพไม้ไผ่ 6 อัน และให้นักเรียนอ่านว่า สี่สิบหก และกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายว่าตัวเลข 4 หมายถึงอะไรและตัวเลข 6 หมายถึงอะไร ทำกิจกรรมเช่นนี้หลายๆตัวอย่าง และจัดกิจกรรมเช่นนี้อย่างต่อเนื่องไปสู่จำนวนที่มีค่ามากขึ้น

2.การรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ครูอาจวางกรอบการจัดการเรียนการสอนคือ

2.1 ให้นักเรียนทำกิจกรรมการแยกจำนวนเป็นส่วนย่อย เช่นการแบ่งตัวนับ 8 ตัว เป็นสองกอง เช่น 3ตัว กับ 5 ตัว และการรวมส่วนย่อย เช่น รวมดินสอในกล่อง 3แท่ง กับดินสอนอกกล่อง 6 แท่ง เป็น 9แท่ง ได้ตั้งแต่นักเรียนเรียนจำนวนยังไม่เกินสิบ โดยอาจอยู่ในรูปของการทำกิจกรรมและเกมต่างๆ

2.2 เมื่อนักเรียนได้เรียนจำนวนที่มากกว่าสิบแล้ว ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการแยกจำนวนออกเป็นส่วนตัวย่อย และการรวมส่วนย่อยต่อไป เพราะจะไปเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการหาผลบวก ผลลบ และการคิดคำนวณในใจได้อย่างยืดหยุ่น

2.3 ใช้การจัดสิ่งของเป็นกลุ่มของร้อย กลุ่มของสิบ และกลุ่มของหน่วย เชื่อมโยงกับการเขียนจำนวนในรูปกระจาย เช่น

$$654 = 600 + 50 + 4$$

2.4 เมื่อนักเรียนสามารถเชื่อมโยงการจัดสิ่งของและการเขียนจำนวนในรูปกระจายตามข้อ 2.3 แล้วจะใช้การจัดสิ่งของเป็นกลุ่มของร้อย กลุ่มของสิบ และกลุ่มของหน่วย เชื่อมโยงกับการเขียนจำนวนในรูปกระจายที่ไม่ได้กระจายตามปกติเช่น

$$(1) \quad 654 = 600 + 40 + 14$$

$$(2) \quad 654 = 500 + 150 + 4$$

โดยกิจกรรมข้อ(1)ครูให้นักเรียนหยิบมัดละสิบ 1 มัดไปวางในกองของหน่วยแล้วซักถามว่า จะเขียนในรูปกระจายได้อย่างไร โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้คำตอบคือ

$$654 = 6\text{ร้อย} + 4\text{สิบ} + 14\text{หน่วย}$$

$$\text{หรือ} \quad 654 = 600 + 40 + 14$$

กิจกรรมข้อ(2)ทำเช่นเดียวกันโดยนำมัดละร้อย 1 มัดไปวางที่มัดละสิบ(อาจแก้ออกเป็นมัดละสิบ)และอภิปรายซักถามจะได้ว่า

$$654 = 5\text{ร้อย} + 15\text{สิบ} + 4\text{หน่วย}$$

$$\text{หรือ} \quad 654 = 500 + 150 + 4$$

โดยจัดกิจกรรมเช่นนี้ให้มากจนนักเรียนทำได้ และอาจสอดแทรกอยู่ในชั่วโมงอื่นๆอีก

2.5 พัฒนาความเข้าใจในเรื่องแบบรูปของจำนวน โดย

(1) เริ่มการให้นักเรียนนับจำนวนสิ่งของโดยการนับเพิ่ม ครั้งละเท่ากัน เช่นนับจำนวนสิ่งของ 50 ขึ้น โดยการนับเพิ่มครั้งละ 5 เป็น 5 10 15 20 ... 50 หรือนับเพิ่มครั้ง 10 เป็น 10 20 30 40 50 เป็นต้น

(2) กำหนดสถานการณ์การนับลด เช่น ครูมีทอฟฟี่ 50 อัน ให้นักเรียนคนละ 5 เม็ด แสดงการให้และนับเพื่อบอกส่วนที่เหลืออยู่ไปตามลำดับจะได้ 50 45 40 35 30 25 ...

(3) ใช้ตารางร้อยเพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องแบบรูปของจำนวน โดยการนับเพิ่ม นับลด ต่างๆ

(4) ให้นักเรียนสังเกตแบบรูปที่เกิดจากการบวก การลบ หรือการคูณ เช่นให้นักเรียนแบ่ง เมล็ดถั่วแดง 15 เมล็ดออกเป็นสองกอง แล้วสังเกตว่าแบ่งออกได้อย่างไรบ้าง เขียนในรูปการบวกได้ อย่างไร และสังเกตแบบรูปที่เกิดจากการบวก ซึ่งได้แก่

$$14+1, 13+2, 12+3, 11+4, 10+5, 9+6, 8+7, \dots, 1+14$$

ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร และจะนำข้อสังเกตนี้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้อย่างไร

3. เข้าใจได้ถึงขนาดสัมพัทธ์ของจำนวนต่างๆ ครูอาจวางกรอบในการจัดกิจกรรมโดย

3.1 ใช้สื่อต่างๆที่หลากหลาย เช่นเหรียญบาท ลูกแก้ว เมล็ดถั่วแดง หรืออื่นๆที่อยู่ใน

สภาพแวดล้อมใกล้ตัวเด็กนำมาให้นักเรียนนับเพื่อดูว่าสิ่งของเหล่านั้น จำนวน 100 200 300 500 หรือ 1,000 นั้นมากน้อยเพียงใด

3.2 ใช้สิ่งของที่มีขายอยู่ในตลาดหรือในห้างสรรพสินค้านำมาชั่งและให้นักเรียนยกเพื่อให้มีความรู้สึกได้ว่าสิ่งของต่างๆ ที่มีน้ำหนัก 1 2 3 หรือ 5 กิโลกรัม นั้นหนักมากน้อยเพียงใด

3.3 ให้นักเรียนช่วยกันวัดระยะทางและพิจารณาว่าระยะทาง 1 2 3 5 หรือ 10 เมตร นั้นยาวเพียงใด

3.4 แนะนำให้นักเรียนจดจำสิ่งที่ได้ลงมือปฏิบัติไปแล้วเช่น

- มองเห็นได้ว่าถั่วแดง 100 เมล็ดควรจะมากน้อยเพียงใด
- ระยะทาง 1 เมตร นั้นยาวสักแค่ไหน
- น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ควรจะหนักมากน้อยอย่างไร

เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการหาพิสัยสิ่งที่จะคะเน เช่นคะเนปริมาณ ระยะทางหรือน้ำหนักต่อไป

3.5 การพิจารณาว่าจำนวนจำนวนหนึ่งใกล้เคียงจำนวนใดสองจำนวนที่กำหนดให้ครูอาจเริ่มจาก (1) จัดกิจกรรมวางปริมาณสิ่งของแล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าจำนวนนั้นใกล้เคียงกับจำนวนใด (2) วางปริมาณสิ่งของบนเส้นจำนวนแล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าจำนวนนั้นใกล้เคียงกับจำนวนใดก็ได้ (3) ในขั้นต่อไปอาจใช้การเขียนตัวเลขแสดงจำนวนบนเส้นจำนวน แล้วพิจารณาและ (4) ในขั้นต่อไปอาจกระตุ้นให้เห็นว่าอาจใช้การลบหรือวิธีการอื่นๆ เพื่อตรวจสอบก็ได้

4. มีความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับความหมายของการดำเนินการต่างๆ หากมีความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับความหมายของการดำเนินการต่างๆ ย่อมสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ ในการพัฒนาความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับความหมายของการดำเนินการ ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้จัก ตัวแบบต่างๆ ที่แสดงการบวก การลบ การคูณ และการหาร ตัวอย่างเช่น

4.1 ในการพัฒนาความเข้าใจความหมายของการบวก ควรให้นักเรียนรู้จักปัญหาการบวกในรูปแบบต่างๆ (Carpenter and others. 1999 : 7-14) คือ

(1) ปัญหาการรวม (join problems) เช่น “ มีนก 3 ตัวเกาะอยู่บนต้นไม้ มีนกบินมาเกาะที่ต้นไม้อีก 2 ตัว มีนกทั้งหมดกี่ตัว”

(2) ปัญหาการแบ่ง (separate problems) เช่น “ ประชา มีของเล่นอยู่จำนวนหนึ่ง ให้มาลิไป 3 ชิ้น ประชา ยังเหลือของเล่นอยู่ 5 ชิ้น เดิมประชา มีของเล่นอยู่ที่ชิ้น”

(3) ปัญหาส่วนย่อย-ส่วนย่อย-ส่วนรวม (part-part-whole problems) เช่น “ มีนักเรียนชาย 6 คน และนักเรียนหญิง 4 คน ที่ผูกนาฬิกา มีนักเรียนกี่คนที่ผูกนาฬิกา

(4) ปัญหาเปรียบเทียบ(compare problems) เช่น "ดำมีดินสอ 3 แท่ง แดงมีดินสอมากกว่าดำ 4 แท่ง แดงมีดินสอกี่แท่ง"

4.2 ในการพัฒนาความเข้าใจความหมายของการลบ ควรให้นักเรียนมีประสบการณ์การลบทั้ง 4 แบบ (Kennedy and Tipps. 1994 : 293-294) คือ

(1) การเอาออก เช่น แดงมีเงิน 9 บาท ให้น้องไป 3 บาท แดงจะเหลือเงินกี่บาท

(2) การเปรียบเทียบ เช่น ไข่มีของเล่น 8 ชิ้น ไข่มีของเล่นน้อยกว่าเอ้ 3 ชิ้น ไข่มีของเล่นอยู่ที่ชิ้น

(3) การทำให้บริบูรณ์ เช่น จุน มีแสตมป์อยู่ ใน 12 ดวง ถ้าต้องการสะสมให้ได้ 20 ดวง จุนจะต้องหาแสตมป์มาอีกกี่ดวง

(4) ส่วนรวม/ ส่วนย่อย / ส่วนย่อย เช่น แอมมีดินสอสีอยู่ 15 แท่ง อยู่นอกกล่อง 6 แท่ง จะอยู่ในกล่องกี่แท่ง

4.3 สำหรับการสอนคูณ จะต้องให้นักเรียนจัดวางสิ่งของเป็นกองกองละเท่าๆกัน แล้วใช้การซักถามเพื่อให้นักเรียนเขียนประโยคแสดงการหาจำนวนทั้งหมดในรูปการบวก เช่น มีสิ่งของกองละ 3 ชิ้น จำนวน 4 กอง เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้เป็น $3 + 3 + 3 + 3 + 3 = \square$ และครูจะแนะนำให้เห็นว่าการเขียนอาจยืดยาวไม่สะดวก ดังนั้นอาจเขียนแสดงการบวกดังกล่าวได้อีกแบบหนึ่งคือ $5 \times 3 = \square$ เรียกการเขียนในรูปการคูณ และทำกิจกรรมในลักษณะเช่นนี้หลายๆครั้ง จนกระทั่งนักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของการหาผลลัพธ์ที่เขียนในรูปการบวก และการคูณ สำหรับการหารจะไม่กล่าวในที่นี้

4.4 เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจการดำเนินการดีแล้วควรกระตุ้นให้นักเรียนสามารถใช้ข้อความที่มีอยู่เพื่อหาข้อสรุปความรู้ใหม่ได้ เช่น เมื่อนักเรียนทราบว่า $15 - 8$ เท่ากับ 7 ครูจะจัดกิจกรรมอย่างไรเพื่อให้นักเรียนเห็นได้ว่า ดังนั้น $25 - 18$ ย่อมมีค่าเท่ากับ $15 - 8$ หรือเท่ากับ 7 เป็นต้น หรือ เมื่อนักเรียนทราบว่า 12×3 เท่ากับ 36 ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตได้อย่างไรว่า ดังนั้น 13×3 ย่อมเท่ากับ $36 + 3$ หรือทำอย่างไรนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สองจะมองเห็นได้ว่า $(7 \times 4) + (3 \times 4)$ ย่อมเท่ากับ 10×4 สำหรับปัญหาแรกทิ้งไว้ให้ครูลองนำไปขบคิดดู สำหรับปัญหาที่สอง ในกรณีที่ครูให้นักเรียนจัดกิจกรรมภาคปฏิบัติมาากเพียงพอ ครูจะสามารถใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตอบได้ว่า เนื่องจาก 12×3 คือ 3บวกกันอยู่ 12ตัวเมื่อรวมกันได้ 36 ดังนั้น 13×3 ครูจึงใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตอบได้ว่า ย่อมเท่ากับ $36 + 3$ เนื่องจากมี 3บวกกันมากกว่ากรณีแรกอยู่หนึ่งตัว สำหรับข้อที่สามก็กระตุ้นให้นักเรียนคิดเช่นเดียวกับข้อสอง นักเรียนน่าจะตอบได้ว่าวงเล็บแรกจะมี 4บวกกันอยู่ 7 ตัว และวงเล็บหลังจะมี 4 บวกกันอยู่ 3 ดังนั้นจึงมี 4บวกกันอยู่ทั้งหมด 10ตัวหรือเขียนในรูปการคูณได้เป็น

10×4นั่นเองเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจอันดีเกี่ยวกับการดำเนินการแล้วการกระตุ้นให้คิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่นก็จะทำได้โดยง่าย ซึ่งจะได้กล่าวอีกครั้งในข้อ 7

4.5 ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงตามสถานการณ์ของโจทย์การบวก การลบ การคูณสำหรับสถานการณ์ทุกรูปแบบ ให้มากพอ จนนักเรียนเกิดภาพในใจเกี่ยวกับการดำเนินการ(บวก ลบ คูณ) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ การจัดสิ่งของเป็นกองๆ กองละเท่าๆกันให้มากพอที่จะเห็นความเชื่อมโยงระหว่างการบวกจำนวนสิ่งของกองละเท่าๆกันกับการคูณ และกระตุ้นให้สามารถเปลี่ยนการคูณให้อยู่ในรูปการบวกเพื่อที่จะสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนดังที่กล่าวแล้วในข้อ 4.4 ได้

4.6 ให้นักเรียนได้มีการแต่งโจทย์ปัญหา จากความคิดของนักเรียน เช่น ให้แต่งโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับการบวก การลบ หรือการคูณ แล้วร่วมกันอภิปรายว่าแต่งได้ตรงกับการดำเนินการที่ครูกำหนดหรือไม่ หรือแต่งโจทย์จากประโยคสัญลักษณ์ที่ครูกำหนด แล้วร่วมกันอภิปราย

5. เข้าใจได้ถึงขนาดสัมพัทธ์ของการดำเนินการต่างๆ เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจการดำเนินการทั้งการบวก การลบ และการคูณหรืออาจรวมถึงการหารแล้ว ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักสังเกตเช่น (จำนวนที่จะกล่าวในข้อ 5.1 ถึง 5.3 คือ จำนวนนับและศูนย์)

5.1 ในการบวก ลบ หรือคูณ ของจำนวนคู่เดียวกัน เช่น $6 + 4$, $6 - 4$, 6×4 เมื่อใด ผลคูณจึงมีค่ามากที่สุด (เมื่อจำนวนทั้งสองนั้นมีค่ามากกว่า 1)

5.2 ในการบวก ลบ หรือคูณ ของจำนวนคู่เดียวกัน เช่น $7 + 4$, $7 - 4$, 7×4 เมื่อใด ผลคูณจึงจะมีค่าน้อยที่สุด (ต้องมีอย่างน้อยจำนวนหนึ่งที่เป็น 0)

5.3 ในการบวก และการลบ ของจำนวนคู่เดียวกัน เช่น $7 + 4$, $7 - 4$ เมื่อใดผลบวกและผลลบจึงจะมีค่าเท่ากัน (เมื่อตัวบวก และตัวลบนั้นเท่ากับ 0)

5.4 กระตุ้นให้นักเรียนสามารถพิจารณาได้อย่างรวดเร็วว่า ผลบวก ผลลบ หรือผลคูณนั้น เขียนแทนด้วยตัวเลขกี่หลัก เช่น $82 + 21$ มีผลลัพธ์ที่เขียนแทนด้วยตัวเลข 3 หลัก โดยนักเรียนอาจสังเกตได้ว่าเนื่องจาก $80 + 20$ เท่ากับ 100 หรือ $79 + 19$ มีผลลัพธ์ที่เขียนแทนด้วยตัวเลข 2 หลัก เนื่องจาก 72 มีค่าน้อยกว่า 80 และ 19 มีค่าน้อยกว่า 20 เป็นต้น

5.5 กระตุ้นให้นักเรียนเปรียบเทียบจากการหาผลลัพธ์ของการบวกการลบ และการคูณของจำนวนคู่เดียวกัน อย่างสม่ำเสมอ จนนักเรียนสามารถตั้งเป็นข้อสังเกตได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง

6. การใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์อ้างอิงความเป็นไปได้ของการวัด กรอบในการพัฒนาขั้นนี้คือพัฒนาไปพร้อมๆกับการจัดกิจกรรมในข้อที่ 1. ถึง 5. กล่าวคือครูจะต้องคอยซักถามและร่วมกันอภิปรายให้นักเรียนตระหนักถึงความเป็นไปได้ของปัญหาต่าง เช่น

6.1 เมื่อนักเรียนนับจำนวนสิ่งของครูจะให้ให้นักเรียนสังเกตว่า 100 ขึ้นมาแค่ไหน ดังนั้น ถ้าสิ่งของนั้น 50 ขึ้นควรจะมากแค่ไหน เป็นต้น

6.2 เป็นไปได้ไหมที่นักเรียนบอกว่า นักเรียนแบ่งจำนวน 100 ออกเป็นสองกอง โดยกองหนึ่งมี 51 และอีกกองหนึ่งมี 59 ซึ่งนักเรียนควรตระหนักว่าเป็นไปไม่ได้ เนื่องจาก 50 บวกกับ 50 ได้ 100 แต่ทั้งสองจำนวนนั้นต่างก็มากกว่า 50

6.3 เป็นไปได้ไหมที่นักเรียนจะยกเหรียญบาทได้ครั้งละ 1,000 เหรียญ ในขณะที่นักเรียนเคยนับและชั่งพบว่าเหรียญบาท 300 เหรียญหนักประมาณ 1 กิโลกรัม

6.4 เป็นไปได้ไหมที่เพื่อนหาผลบวกของ $491 + 375$ ได้ 966 ซึ่งควรร่วมกันอภิปรายให้เห็นว่า 491 มีค่าน้อยกว่า 500 และ 375 มีค่าน้อยกว่า 400 ดังนั้น ผลบวกจะมีค่ามากกว่า 900 ได้หรือไม่

6.5 ส่งเสริมสร้างประสบการณ์ให้มีภาพในใจเพื่อใช้ตรวจสอบความเป็นไปได้ของการวัด เช่น

(1) ใช้ความสูงของนักเรียน พาดพิงความเป็นไปได้ของการวัดความสูงของสิ่งอื่นๆ เช่น นักเรียนทราบว่าตนเองสูง 145 เซนติเมตร นักเรียนควรตระหนักว่าค่ากล่าวต่างๆ เช่น เพื่อนของนักเรียนกล่าวว่าเขาสูง 3 เมตร มีความเป็นไปได้หรือไม่เพราะเหตุใด

(2) ใช้น้ำหนักที่นักเรียนคุ้นเคยพาดพิงความเป็นไปได้ของการชั่ง เช่น นักเรียนคุ้นเคยว่าส้ม 1 กิโลกรัมมีประมาณ 8 ผล เมื่อนักเรียนไปซื้อส้ม แม่ค้าบอกว่า ส้ม 12 ผลหนัก 2 กิโลกรัม นักเรียนอาจคิดได้ว่าเป็นไปไม่ได้ และขอตรวจสอบอีกครั้ง

6.6 บทบาทของครูเพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้ประสบการณ์เป็นเกณฑ์พาดพิงความเป็นไปได้ของการวัด คือครูจำเป็นต้องจัดประสบการณ์ในเรื่องการวัด การคะเน และการตรวจสอบการวัด ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของปริมาณ ระยะทาง หรือน้ำหนักอยู่อย่างสม่ำเสมอ และส่งเสริมให้นักเรียนหาเกณฑ์ที่นักเรียนคุ้นเคยเป็นเกณฑ์ในการพาดพิงความเป็นไปได้ของการวัด นอกจากนั้นครูอาจส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนทำโครงการต่างๆ ที่นักเรียนสนใจใคร่รู้เกี่ยวกับเรื่องของจำนวน เช่น อาจมีนักเรียนบางคนอยากทราบว่าต้องใส่ลูกโป่งสักกี่ลูกจึงจะเต็มห้องเรียน ครูอาจร่วมกับนักเรียนวางแผนว่าจะหาคำตอบนี้ได้อย่างไร หรือถ้านักเรียนอยากจะทำทราบว่าเมล็ดถั่วแดง 1 กิโลกรัมมีประมาณกี่เมล็ด ครูอาจให้นักเรียนร่วมกันวางแผนว่าจะทำอย่างไรถ้าจะไม่ใช่การนับทั้งหมด

7. ความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น ความสามารถนี้จะเกิดขึ้นภายหลังจากที่นักเรียนมีประสบการณ์จากการคิดและหาแนวทางในการคิดต่างๆ เพื่อให้สามารถคิดคำนวณในใจได้สะดวกขึ้น เนื่องจากกระบวนการคิดคำนวณในใจน่าจะแตกต่างไปจากการคิดคำนวณตามขั้นตอนวิธีในกระดาษ ในการพัฒนาความสามารถในการคิดคำนวณในใจ ครูจะต้องจัดกิจกรรมต่างๆ ประสมประสานกันไปเช่น

7.1 ให้นักเรียนฝึกคิดเลขในใจลำดับทีละสองถึงสามครั้ง ครั้งละประมาณห้าถึงสิบ นาที

7.2 เมื่อนักเรียนฝึกคิดเลขในใจเสร็จแล้วควรใช้เวลาอภิปรายร่วมกันว่านักเรียนคิดอย่างไร วิธีคิดของใครน่าจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ

7.3 ในกรณีที่หากทุกคนใช้การคิดคำนวณเช่นเดียวกับการคิดในกระดาษ ครูอาจต้องเป็นผู้เริ่มต้นเสนอความคิด เช่น $25 + 37$ สำหรับครูแล้วครูคิดได้หลายวิธีเช่น นำ 20 บวกกับ 30 ได้ 50 และ 5 บวก 7 ได้ 12 จึงรวมเป็น 62 อีกวิธีหนึ่งครูเอา 25 บวกกับ 30 ได้ 55 และ บวกกับ 7 ได้ 62

7.4 เมื่อครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดบ่อยๆ ในเวลาเดียวกันครูก็สามารถแสดงความคิดของครูได้ด้วย ก็จะส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีคิดที่เหมาะสมต่อไป

7.5 กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักสังเกตว่าควรจะทำเนิการตรงไหนก่อนจึงจะสะดวกในการคิด เช่น $16 + 21 + 34$ นักเรียนควรจะรวม 16 กับ 34 ก่อน แล้วจึงไปรวมกับ 21 เป็นต้น

7.6 กระตุ้นให้นักเรียนสังเกตแบบรูปและความสัมพันธ์ของจำนวน เช่น

$$(1) \quad \square + \square = 25$$

ในกรณีนี้หากนักเรียนสังเกตแบบรูปขอจำนวนนักเรียนจะเติมคำตอบได้มากมายหลายคำตอบอย่างรวดเร็ว เช่น $0 + 25$, $1 + 24$, $2 + 23$, $3 + 22$, $4 + 21$, $5 + 20$ และอื่นๆอีกมากมาย

$$(2) \quad 20 + 14 = 34$$

$$\text{ดังนั้น} \quad 19 + 15 = 34$$

7.7 กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักใช้ยุทธวิธีการคิดที่หลากหลาย เช่น

$$8 + 7 = (8 + 2) + 5$$

$$8 + 7 = 5 + (3 + 7)$$

$$7 + 7 = 14 \quad \text{ดังนั้น} \quad 8 + 7 = 15$$

$$8 + 8 = 16 \quad \text{ดังนั้น} \quad 8 + 7 = 15$$

7.8 บทบาทของครู คือต้องจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดโดยครูใช้คำถาม และเสนอแนะยุทธวิธีในการคิดแบบต่างๆ โดยจัดกิจกรรมต่างๆดังที่กล่าวแล้วอย่างสม่ำเสมอ

การประเมินผล

ใช้การประเมินความก้าวหน้าของสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในแต่ละด้าน โดยให้บันทึกในแบบตรวจสอบรายการ หรือแฟ้มสะสมงานเพื่อตรวจสอบว่าจะต้องปรับปรุงแก้ไขแต่ละคนทางด้านใดบ้าง หากพบว่านักเรียนคนใดยังไม่พัฒนาไปตามเกณฑ์ที่กำหนด เช่น คะแนน ปริมาณ ระยะทาง และน้ำหนัก ไม่ผ่านเกณฑ์ ผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ หรือคิดคำนวณในใจไม่ได้อย่างที่ครูคาดหวัง ก็อาจต้องคอยดูแล

ให้ใกล้ชิดขึ้น และแนะนำให้รู้จักการเลือกเกณฑ์เพื่อใช้ในการตัดสินใจ และให้นักเรียนทำกิจกรรมภาคปฏิบัติให้มากขึ้น หรือแนะนำวิธีการคิดต่างๆ ให้นักเรียนมากขึ้นแต่ ไม่ควรให้นักเรียนทำงานมากเกินไป ในช่วงเวลาสั้นๆ เพราะนักเรียนอาจมีความรู้สึกว่าเป็นภาระ แต่ควรเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยความเต็มใจ กระตือรือร้น และมีความสุข และอาจต้องทำต่อเนื่องยาวนานต่อไป จึงควรเน้นผลระยะยาวเป็นสำคัญ

ภาคผนวก จ

- แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
- แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- แบบวัดพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
โรงเรียน.....

ฉบับที่ 1 : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องมากที่สุด แล้ว กา
เครื่องหมาย $\times$ ทับอักษร ก, ข, ค, หรือ ง ที่ตรงกับคำตอบที่ถูกต้อง
ในกระดาษคำตอบ ห้ามขีดเขียนลงในข้อสอบโดยเด็ดขาด

ตัวอย่าง

34. $15 + 7 = \square$ มีคำตอบตรงกับข้อใด

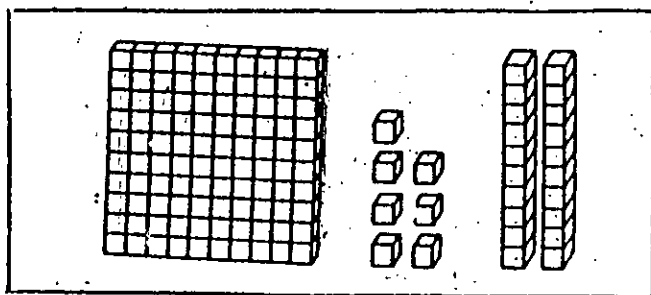
ก. 17 ข. 22 ค. 27 ง. 33

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข. นักเรียนจะต้องกาเครื่องหมาย
 $\times$ ทับอักษร ข ของข้อ 34 ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

34. ก $\times$ ค ง

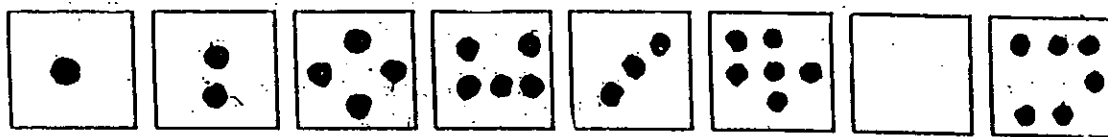
ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องมากที่สุด แล้ว 173
กาคำตอบลงในกระดาษคำตอบ

1. รูปต่อไปนี้แสดงจำนวนใด



- ก. 10 ข. 37 ค. 127 ง. 217

2. รูปที่สีนับจากด้านซ้ายไปด้านขวา แสดงจำนวนใด



- ก. สาม ข. สี่ ค. ห้า ง. หก

3. นำเหรียญบาทใส่มือข้างหนึ่งให้มากที่สุด จะได้ประมาณกี่เหรียญ

- ก. 30 ข. 50 ค. 120 ง. 200

4. จากประโยค $987 = 800 + \square + 7$ ตัวเลขใน $\square$ คือตัวเลขในข้อใด

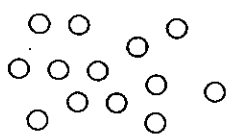
- ก. 9 ข. 90 ค. 100 ง. 180

5. ตัวเลขในข้อใดที่เติมลงใน $\square$ แล้วทำให้การเรียงลำดับของ

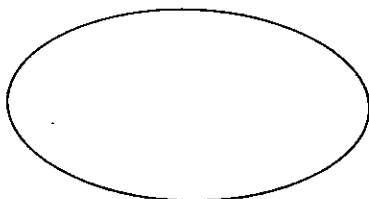
67 70 $\square$ 76 79 ถูกต้อง

- ก. 71 ข. 72 ค. 73 ง. 74

6. แดงมีส้มอยู่ 2 กอง กองที่หนึ่งมีส้มอยู่ 13 ผล กองที่สองมีส้ม 174 มากกว่ากองที่หนึ่งอยู่ 3 ผล แดงมีส้มทั้งหมดกี่ผล



กองที่หนึ่ง



กองที่สอง

- ก. 16 ข. 29 ค. 35 ง. 36
7. จำนวนที่มากกว่า 160 อยู่ 50 คือจำนวนที่แทนด้วยตัวเลขในข้อใด
 ก. 190 ข. 200 ค. 210 ง. 220
8. 4 ร้อย + 3 สิบล + 26 หน่วย มีค่าเท่ากับเท่าใด
 ก. 4326 ข. 465 ค. 456 ง. 726
9. รูปแบบต่อไปนี้เป็นการนับเพิ่มครั้งละเท่า ๆ กัน
 12 , 16 , , 24 , ,
 ดังนั้นควรเติมตัวเลขใดใน
 ก. 36 ข. 32 ค. 28 ง. 20
10. จำนวนที่แทนด้วยตัวเลขต่อไปนี้ 800 900 750 950 จำนวนใด
 มีค่าใกล้เคียง 848 มากที่สุด
 ก. 800 ข. 900 ค. 750 ง. 950
11. จำนวนที่แทนด้วยตัวเลขต่อไปนี้ 647 812 493 901
 จำนวนใดมีค่ามากที่สุด
 ก. 674 ข. 802 ค. 419 ง. 901

12. นับของกองละ 4 สามกอง จะได้ของทั้งหมดเท่าไร หาคำตอบ
ของคำถามนี้ได้อย่างไร 175

ก. $3 + 4 = \square$

ข. $3 \times 4 = \square$

ง. $3 + 3 + 3 = \square$

จ. $4 + 4 + 4 + 4 = \square$

13. “แดงมีเงิน 452 บาท

ดำมีเงิน 647 บาท

ดำมีเงินมากกว่าแดงกี่บาท”

โจทย์ปัญหาข้อนี้หาคำตอบได้โดยวิธีใด

ก. บวก

ข. ลบ

ค. คูณ

ง. หาคำตอบไม่ได้

14. “เด่นมีเงิน 48 บาท

ต้องการเก็บเงินให้ครบ 100 บาท

เด่นจะต้องเก็บเงินอีกกี่บาท”

โจทย์ปัญหาข้อนี้หาคำตอบได้โดยวิธีใด

ก. บวก

ข. ลบ

ค. คูณ

ง. หาคำตอบไม่ได้

15. บังอรมีเงิน 500 บาท

ซื้อกางเกงตัวละ 120 บาท จำนวน 4 ตัว

บังอรจะต้องจ่ายเงินกี่บาท

หาคำตอบของคำถามนี้ได้อย่างไร

ก. $500 - 120 = \square$

ข. $120 + 120 + 120 + 120 = \square$

ค. $4 \times 120 = \square$

ง. ถูกต้องทั้งข้อ ข. และข้อ ค.

16. ผลลัพธ์ของ $(9 \times 7) - (8 \times 7)$ เป็นจำนวนที่มีกี่หลัก

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

176

17. ผลลัพธ์ในข้อใด มีค่ามากที่สุด

ก. 38×16

ข. $38 - 16$

ค. $38 + 16$

ง. $16 + 38$

18. ผลลัพธ์ในข้อใด มีค่าน้อยที่สุด

ก. $0 + 38$

ข. $38 + 0$

ค. $38 - 0$

ง. 38×0

19. ความสูงที่กล่าวถึงในข้อใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด

ก. ครุประจำชั้นสูง 270 เซนติเมตร

ข. นักเรียนในห้องคนที่สูงที่สุด สูง 220 เซนติเมตร

ค. นักเรียนที่สูงที่สุดในโรงเรียนแห่งหนึ่งสูง 185 เซนติเมตร

ง. นักเรียนที่เตี้ยที่สุดในโรงเรียน สูง 30 เซนติเมตร

20. น้ำหนักที่กล่าวถึงในข้อใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด

ก. เด็กหญิงบังอรมีน้ำหนักตัว 300 กิโลกรัม

ข. ทารกแรกเกิดหนัก 76 กิโลกรัม

ค. เด็กหญิงหนึ่งหนักกว่าเด็กชายแดง 251 กิโลกรัม

ง. เด็กชายตึกมีน้ำหนัก 24 กิโลกรัม

1. มีมะนาว 79 ผล จัดใส่ถุง ถุงละ 10 ผล ให้ได้มากที่สุด แล้วจะเหลือมะนาวที่ไม่ครบจัดใส่ถุงกี่ผล

ตอบ.....ผล

2. มีไข่นกกระทา ถุงละ 100 ฟอง จำนวน 5 ถุง มีถุงละ 10 ฟอง จำนวน 8 ถุง และที่ไม่ได้บรรจุถุงอีก 7 ฟอง ดังนั้นมีไข่นกกระทาอยู่ทั้งหมดกี่ฟอง

ตอบ.....ฟอง

3. $624 = 6$ ร้อย + สิบ + 14 หน่วย ตัวเลขใน คือตัวเลขใด

ตอบ.....

4. 14 และ 27 จำนวนใดมีค่าใกล้เคียง 20 มากกว่า

ตอบ.....

5. สมศรีมีเงิน 641 บาท จันทรมีเงิน 199 บาท และสมยศมีเงิน 999 บาท ใครมีเงินน้อยมากเมื่อเทียบกับสมยศ

ตอบ.....

6. จากคำถามที่ว่า “จำนวนที่มากกว่า 34 อยู่ 38 คือจำนวนใด” เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

ตอบ.....

7. จากประโยค $5 \times \square = 7 + 7 + 7 + 7 + 7$
 แทนจำนวนใด

ตอบ.....

8. จากคำถามที่ว่า “แก้วมีเงิน 30 บาท แก้วมีเงินเป็น 4 เท่าของ
 แก้ว แก้วมีเงินเท่าไร”

เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

ตอบ.....

9. จงเขียนประโยคการลบที่สัมพันธ์กับประโยคการบวกของ

$$43 + 16 = 59$$

ตอบ.....

จากข้อ 10 ถึง ข้อ 11 ให้นักเรียนพิจารณาคำกล่าวในแต่ละ
 ข้อเป็นไปได้อย่างไรหรือไม่ แล้วกาเครื่องหมาย ✓ ในช่องเป็นไปได้ หรือ
 เป็นไปไม่ได้

10. ห้องเรียนนี้กว้างประมาณ 14 เมตร

☐ เป็นไปได้

☐ เป็นไปไม่ได้

11. รถประจำทางบรรทุกผู้โดยสารเต็มคันรถได้ 200 คน

☐ เป็นไปได้

☐ เป็นไปไม่ได้

จากข้อ 12 ถึงข้อ 16 ให้นักเรียนพิจารณาว่าผลลัพธ์ในแต่ละข้อ 179
เป็นจำนวนกี่หลัก

ตัวอย่าง	ปัญหา	จำนวนหลัก
	$35 + 63$	2
	ปัญหา	จำนวนหลัก
12.	$29 + 76$	.....
13.	$26 + 238 + 499$	.....
14.	$981 - 870$	.....
15.	$87 - 84$	.....
16.	4×91	.....

17. ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
คะแนนเต็ม 100 คะแนน ปรางค์ นักเรียน 6 คน ได้คะแนน ดังนี้

	คะแนน
เด็กชายเอ	88
เด็กชายดูดี	72
เด็กชายเก่ง	54
เด็กชายกล้า	93
เด็กชายโก้	84
เด็กชายเจียบ	65

จงเรียงรายชื่อนักเรียนที่ได้คะแนนมากเป็นอันดับที่ 1 อันดับที่ 2
และอันดับที่ 3 จากนักเรียนหกคนนี้ ลงในช่องว่าง

อันดับที่ 1

อันดับที่ 2

อันดับที่ 3

18. ตารางข้างล่างนี้เรียกตาราง 100 ซึ่งมีบางส่วนที่ตัวเลขหายไป
 ดังรูป

ช่อง ก

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15					20
21	22	23	24	25					
31	32	33	34	35					
41	42	43	44						50
61	62	63							60
61	62	63	64				68	69	70
71	72	73	74		76	77	78	79	80
81	82	83	84		86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	

เติมจำนวนในช่อง ก ให้สมบูรณ์

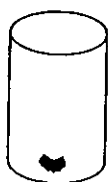
19. ตารางนี้เป็นตารางร้อยที่มีบางส่วนที่ตัวเลขหายไป ดังรูป

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13						19	20
21	22	23						29	30
31	32	33							
41	42	43							
51	52	53							
61	62	63						69	70
71	72	73	74					79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	

ช่อง ข

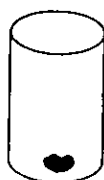
เติมจำนวนในช่อง ข ให้สมบูรณ์

20. แก้วข้างล่างนี้มีขนาดเท่ากัน มีเมล็ดถั่ว 3 ขนาด คือ ขนาดใหญ่
 ขนาดกลาง ขนาดเล็ก



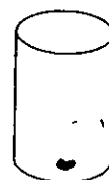
แก้ว ก

ใส่ถั่วขนาดกลาง



แก้ว ข

ใส่ถั่วขนาดใหญ่



แก้ว ค

ใส่ถั่วขนาดเล็ก

เมื่อใส่เมล็ดถั่วจนเต็มแก้ว แก้วใดมีจำนวนเมล็ดถั่วมากที่สุด

ตอบ

ฉบับที่ 3 คิดคำนวณในใจ

181

1. กรูบอกใจทย์และแสดงใจทย์บนกระดานดำทีละข้อ นักเรียนเขียนเฉพาะคำตอบในกระดานคำตอบ ข้อละประมาณ 30 วินาที

- 1) $21 + 9 + 13 = \square$
- 2) $34 + 11 - 14 = \square$
- 3) $12 + 9 + 8 = \square$
- 4) $58 + 42 = \square$
- 5) $241 + 374 = \square$
- 6) $65 - 28 = \square$
- 7) $435 - 214 = \square$
- 8) $549 - 50 = \square$
- 9) $6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6 = \square$
- 10) $70 + 145 + 30 = \square$
- 11) $7 \times 1 \times 0 = \square$
- 12) $4 \times 5 \times 1 = \square$
- 13) $3 \times 10 = \square$
- 14) $(5 \times 9) + (1 \times 9) = \square$
- 15) $(6 \times 3) + (2 \times 3) = \square$

2. ให้นักเรียนหาจำนวนสองจำนวนที่บวกกันได้ 36

182

1) $\square + \square = 36$

2) $\square + \square = 36$

3) $\square + \square = 36$

4) $\square + \square = 36$

5) $\square + \square = 36$

6) $\square + \square = 36$

7) $\square + \square = 36$

8) $\square + \square = 36$

9) $\square + \square = 36$

10) $\square + \square = 36$

3. ให้นักเรียนหาจำนวนสองจำนวนที่ลบกันได้ 36

183

1) $\square - \square = 36$

2) $\square - \square = 36$

3) $\square - \square = 36$

4) $\square - \square = 36$

5) $\square - \square = 36$

6) $\square - \square = 36$

7) $\square - \square = 36$

8) $\square - \square = 36$

9) $\square - \square = 36$

10) $\square - \square = 36$

4. ให้นักเรียนหาจำนวนสามจำนวนที่ใส่ใน แล้วมีผลลัพธ์เป็น 25

184

1) - + = 25

2) - + = 25

3) - + = 25

4) - + = 25

5) - + = 25

6) - + = 25

7) - + = 25

8) - + = 25

9) - + = 25

10) - + = 25

5. ให้นักเรียนหาจำนวนสองจำนวนที่คูณกันได้ 36

185

1) $\square \times \square = 36$

2) $\square \times \square = 36$

3) $\square \times \square = 36$

4) $\square \times \square = 36$

5) $\square \times \square = 36$

6) $\square \times \square = 36$

7) $\square \times \square = 36$

8) $\square \times \square = 36$

9) $\square \times \square = 36$

10) $\square \times \square = 36$

6. ให้นักเรียนหาจำนวนสองจำนวนที่คูณกันได้ 16

1) $\square \times \square = 16$

2) $\square \times \square = 16$

3) $\square \times \square = 16$

4) $\square \times \square = 16$

5) $\square \times \square = 16$

แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
โรงเรียน.....

ฉบับที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องมากที่สุด แล้ว กา
เครื่องหมาย $\times$ ทับอักษร ก, ข, ค, หรือ ง ที่ตรงกับคำตอบที่ถูกต้อง
ในกระดาษคำตอบ ห้ามขีดเขียนลงในข้อสอบโดยเด็ดขาด

ตัวอย่าง

34. $15 + 7 = \square$ มีคำตอบตรงกับข้อใด

ก. 17 ข. 22 ค. 27 ง. 33

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข. นักเรียนจะต้องกาเครื่องหมาย

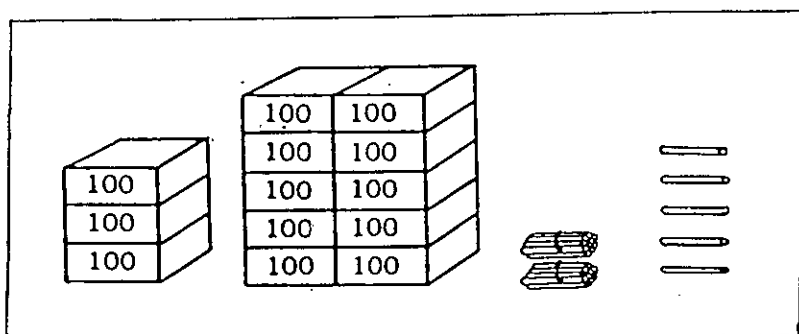
$\times$ ทับอักษร ข ของข้อ 34 ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

34. ก $\times$ ค ง

ฉบับที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องมากที่สุด แล้วกาเครื่องหมาย

× ลงในกระดาษคำตอบที่อักษรข้อที่เห็นว่าถูกต้อง

1. รูปต่อไปนี้แสดงจำนวนใด



ก. 1,325 ข. 5,231 ค. 3,125 ง. 3,215

2. เอกพรนับเงินใส่ซอง ดังนี้

ซองละ 10,000 บาท จำนวน 11 ซอง

ซองละ 1,000 บาท จำนวน 6 ซอง

ซองละ 100 บาท จำนวน 7 ซอง

ซองละ 10 บาท จำนวน 24 ซอง

และซองละ 5 บาท จำนวน 1 ซอง

เอกพรนับเงินใส่ซองทั้งหมดกี่บาท

ก. 1,167,241 ข. 116,945

ค. 177,241 ง. 116,725

3. ครูสมใจจัดดินสอใส่กล่อง กล่องละ 100 จำนวน 24 กล่อง! กล่องละ 10 จำนวน 32 กล่อง และยังเหลือดินสออีกจำนวน 3 แท่ง ครูสมใจนำดินสอมาจัดทั้งหมดกี่แท่ง

ก. 2,423 ข. 2,433 ค. 2,723 ง. 2,653

4. ในการวิ่ง 100 เมตร ศรีดาใช้เวลา 14 วินาที ดวงใจใช้เวลา 15 วินาที และจันทร์ฉายใช้เวลา 12 วินาที จงเรียงลำดับผู้ที่เข้าเส้นชัย เป็นอันดับที่หนึ่ง อันดับที่สอง และอันดับที่สาม

- ก. ดวงใจ ศรีดา จันทร์ฉาย
- ข. จันทร์ฉาย ศรีดา ดวงใจ
- ค. ศรีดา ดวงใจ จันทร์ฉาย
- ง. จันทร์ฉาย ดวงใจ ศรีดา

5. มีเงินอยู่ 34,700 บาท อยู่ในกระเป๋า 13,900 บาท อยู่นอกกระเป๋าอีกบาท

- ก. 20,800 ข. 20,700 ค. 20,900 ง. 11,800

6. แดงมีส้มอยู่ 2 กอง กองแรกมีส้มอยู่ 1,204 ผล กองที่สองมีส้มมากกว่ากองแรก 15 ผล แดงมีส้มทั้งหมดกี่ผล

- ก. 2,219 ข. 2,413 ค. 2,423 ง. 2,433

7. ประโยค $987 = 800 + \square + 7$ ตัวเลขใน $\square$ คือ ตัวเลขในข้อใด

- ก. 9 ข. 90 ค. 100 ง. 180

8. ตัวเลขในข้อใดที่เติมลงใน $\square$ แล้วทำให้การเรียงลำดับของ

6,700 7,000 $\square$ 7,600 7,900 ถูกต้อง

- ก. 7,100 ข. 7,200 ค. 7,300 ง. 7,400

9. จำนวนที่แทนด้วยตัวเลขต่อไปนี้ 900 1,000 850 1,050 จำนวนใดมีค่าใกล้เคียง 948 มากที่สุด

- ก. 900 ข. 1,000 ค. 850 ง. 1,050

10. จำนวนที่แทนด้วยตัวเลขต่อไปนี้

490,927	492,717	491,807	493,627
---------	---------	---------	---------

จำนวนใดมีค่ามากที่สุด

- | | | | |
|----|---------|----|---------|
| ก. | 490,927 | ข. | 492,717 |
| ค. | 491,817 | ง. | 493,627 |

11. แดงได้รับเงินเดือน 1500 บาท

ดำได้รับเงินเดือน 7800 บาท

ขาวได้รับเงินเดือน 9200 บาท

ข้อความใดถูกต้องและแสดงการเปรียบเทียบเงินเดือนได้ดีที่สุด

- ก. ดำได้รับเงินเดือนมากกว่าเมื่อเทียบกับขาว
- ข. ขาวได้รับเงินเดือนมากเมื่อเทียบกับแดง
- ค. ขาวได้รับเงินเดือนมากกว่าดำมาก
- ง. แดงและดำได้รับเงินเดือนใกล้เคียงกัน

12. ไข่เดือนมีลำตัวสั้นกว่างูดิน ไข่เดือนมีลำตัวยาวกว่ากิ้งกือ ให้เรียงลำดับ

ความยาวของลำตัวสัตว์จากสั้นไปยาว

- ก. กิ้งกือ งูดิน ไข่เดือน
- ข. งูดิน ไข่เดือน กิ้งกือ
- ค. กิ้งกือ ไข่เดือน งูดิน
- ง. ไข่เดือน งูดิน กิ้งกือ

13. นำเหรียญบาทใส่มือข้างหนึ่งให้มากที่สุด จะได้ประมาณกี่เหรียญ

- | | |
|--------|--------|
| ก. 40 | ข. 80 |
| ค. 180 | ง. 220 |

14. ข้อใดเป็นโจทย์ปัญหาที่แสดงประโยคสัญลักษณ์ $347 + 124 = \square$
- ก. แดงเลี้ยงเป็ดไว้ 347 ตัว ขายไป 124 ตัว จะเหลือเป็ดกี่ตัว
- ข. ดวงมีเงิน 347 บาท ให้นุชไป 124 บาท ดวงจะเหลือเงินกี่บาท
- ค. นักชื้อกางเกงราคา 347 บาท ชื้อเสื้อราคา 124 บาท จะต้องจ่ายเงินกี่บาท
- ง. คุณแม่เก็บมะม่วงได้ 347 ผล เป็นมะม่วงสุก 124 ผล นอกนั้นเป็นมะม่วงดิบ จะเป็นมะม่วงดิบกี่ผล

15. ข้อใดเป็นโจทย์ปัญหาที่แสดงประโยคสัญลักษณ์ $345 - 138 = \square$
- ก. แก้วเลี้ยงปลาไว้ 345 ตัว ขยายพันธุ์ได้อีก 138 ตัว รวมมีปลากี่ตัว
- ข. แก้วเลี้ยงนกไว้ 345 ตัว ให้น้องไป 138 ตัว แก้วจะเหลือนกกี่ตัว
- ค. แก้วมีเงิน 345 บาท แดงมีเงิน 138 บาท สองคนมีเงินรวมกันกี่บาท
- ง. แก้วเลี้ยงปลาในอ่างหน้าบ้าน 345 ตัว เลี้ยงปลาในอ่างหลังบ้าน 138 ตัว แก้วเลี้ยงปลากี่ตัว

16. “แดงมีเงิน 4,520 บาท

ดำมีเงิน 6,470 บาท

ดำมีเงินมากกว่าแดงกี่บาท”

โจทย์ปัญหานี้หาคำตอบได้โดยวิธีใด

- ก. บวก ข. ลบ ค. คูณ ง.หาร

17. “เด่นมีเงิน 480 บาท ต้องการเก็บเงินให้ครบ 1,000 บาท เด่นจะต้องเก็บเงินอีกกี่บาท” โจทย์ปัญหานี้หาคำตอบได้โดยวิธีใด

- ก. บวก ข. ลบ ค. คูณ ง.หาร

18. “เอกมีเงิน 4,500 บาท ก๊บบมีเงินมากกว่าเอก 300 บาท เอกและก๊บบมีเงินรวมกันเท่าไร” โจทย์ปัญหานี้หาคำตอบได้จากข้อใด

- ก. $4500 + 300 = \square$ ข. $4500 + (4500 - 300) = \square$
- ค. $4500 + (4500 + 300) = \square$ ง. $4500 \times 300 = \square$

19. “สมศรีมีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง แม่ให้ 327 บาท พ่อให้อีก 150 บาท ขณะนี้สมศรีมีเงินกี่บาท” โจทย์ข้อนี้หาคำตอบได้จากข้อใด

ก. $327 + 150 = \square$

ข. $327 - 150 = \square$

ค. $327 \times 150 = \square$

ง. หาคำตอบไม่ได้

20. “แม่มีเงิน 46,500 บาท แบ่งให้ลูก 3 คน คนละเท่า ๆ กัน แม่ยังเหลือเงิน 4,500 บาท ลูกจะได้รับเงินคนละกี่บาท” โจทย์ข้อนี้หาคำตอบอย่างไร

ก. $(46500 \div 3) - 4500 = \square$

ข. $(46500 + 4500) \div 3 = \square$

ค. $(46500 - 4500) \div 3 = \square$

ง. $(46500 \div 3) + 4500 = \square$

21. “บ้งอมีเงิน 500 บาท

ซื้อกางเกงตัวละ 120 บาท จำนวน 4 ตัว

บ้งอจะต้องจ่ายเงินกี่บาท”

หาคำตอบของคำถามนี้ได้อย่างไร

ก. $500 - 120 = \square$

ข. $120 + 120 + 120 + 120 = \square$

ค. $4 \times 120 = \square$

ง. ถูกต้องทั้งข้อ ข. และข้อ ค.

22. สมศรีมีเงิน 65 บาท ต้อยตึงมีเงินเป็น 4 เท่าของสมศรี ดวงเดือนมีเงินมากกว่าต้อยตึง 15 บาท ดวงเดือนมีเงินกี่บาท” โจทย์ข้อนี้หาคำตอบได้จากข้อใด

ก. $(4 \times 65) - 15 = \square$

ข. $(4 \times 65) + 15 = \square$

ค. $(4 + 65) \times 15 = \square$

ง. $(65 + 4) + 15 = \square$

23. $(8 \times 45) - (7 \times 45)$ เป็นจำนวนที่มีกี่หลัก

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

24. ข้อใดมีผลลัพธ์มากที่สุด

ก. 450×23

ข. $450 - 23$

ค. $450 + 23$

ง. $450 \div 23$

25. ข้อใดมีผลลัพธ์น้อยที่สุด

ก. 459×67

ข. $459 - 67$

ค. $459 + 67$

ง. $459 \div 67$

26. ข้อใดมีผลลัพธ์มากที่สุด

ก. $560 - 1$

ข. 560×1

ค. $560 + 1$

ง. $560 \div 1$

27. ข้อใดมีผลลัพธ์น้อยที่สุด

ก. $0 + 480$

ข. $480 + 0$

ค. $480 - 0$

ง. 480×0

28. ให้นักเรียนคะเน โดยไม่ต้องวัดจริงว่า ผีเสื้อและแมงปอ ห่างกันกี่ เซนติเมตร



ก. 6

ข. 8

ค. 12

ง. 14

29. ความสูงที่กล่าวถึงในข้อใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด

- ก. ครุประจำชั้นสูง 270 เซนติเมตร
- ข. นักเรียนในห้องคนที่สูงที่สุด สูง 220 เซนติเมตร
- ค. นักเรียนที่สูงที่สุดในโรงเรียนสูง 185 เซนติเมตร
- ง. นักเรียนที่เตี้ยที่สุดในโรงเรียน สูง 30 เซนติเมตร

30. น้ำหนักที่กล่าวถึงในข้อใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด

- ก. เด็กหญิงบังอรมีน้ำหนักตัว 300 กิโลกรัม
- ข. ทารกแรกเกิดหนัก 76 กิโลกรัม
- ค. เด็กหญิงหนึ่งหนักกว่าเด็กชายแดง 251 กิโลกรัม
- ง. เด็กชายดีกมีน้ำหนักตัว 24 กิโลกรัม

ฉบับที่ 2 เติมคำตอบในช่องว่าง ลงในกระดาษคำตอบ

1. มีมะนาว 4895 ผล จัดใส่ถุง ถุงละ 100 ผล แล้วจะเหลือมะนาวที่ไม่ครบจัดใส่ถุงกี่ผล

ตอบ ผล

2. มีไข่นกกระทา ถุงละ 100 ฟอง จำนวน 45 ถุง ถุงละ 10 ฟอง จำนวน 28 ถุง และที่ไม่ได้บรรจุถุงอีก 7 ฟอง ดังนั้นมีไข่นกกระทาอยู่ทั้งหมดกี่ฟอง

ตอบ ฟอง

3. ตัวเลข 5 ใน 35479 มีค่าเท่าใด

ตอบ

4. $2346 = 2 \text{ พัน} + 2 \text{ ร้อย} + \square \text{ ลิป} + 6$
ต้องเติมตัวเลขใดใน $\square$

ตอบ

5. พิจารณาการนับลด ครั้งละเท่า ๆ กัน ต่อไปนี้

3,042 3,039 $\square$ $\bigcirc$ 3,030 $\triangle$ 3,024
ตัวเลขใน $\bigcirc$ คือตัวเลขใด

ตอบ

6. มีไข่ไก่อยู่ 160 ฟอง อยู่ในกระจาดสองใบ โดยกระจาดใบใหญ่มีไข่มากกว่ากระจาดใบเล็กอยู่ 20 ฟอง ในกระจาดใบใหญ่มีไข่ไก่อยู่กี่ฟอง

ตอบ

7. แดงมีลูกเปิดอยู่สองกรง กรงแรกมีลูกเปิดอยู่ 140 ตัว กรงที่สองมีลูกเปิดอยู่น้อยกว่ากรงแรกอยู่ 20 ตัว แดงมีลูกเปิดอยู่ที่ตัว

ตอบ

8. 3,100 และ 7,050 จำนวนใดมีค่าใกล้เคียง 5,000 มากกว่า

ตอบ

9. นงนุชมีเงิน 4,100 บาท ดวงใจมีเงิน 2,800 บาท แสงดาวมีเงิน 140 บาท สมยศมีเงิน 9,990 บาท ใครมีเงินน้อยมากเมื่อเทียบกับสมยศ

ตอบ

10. จากคำถามที่ว่า “จำนวนที่มากกว่า 534 อยู่ 38 คือจำนวนใด”
เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

ตอบ

11. $5 \times \square = 61 + 61 + 61 + 61 + 61$
 $\square$ แทนจำนวนใด

ตอบ

12. จากคำถามที่ว่า “แก้วมีเงิน 300 บาท เกมีเงินเป็น 4 เท่าของแก้ว หลังจากนั้นก็ให้เงินเกอีก 200 บาท เกจะมีเงินเท่าไร”
เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

ตอบ

13. จงเขียนประโยคการลบที่สัมพันธ์กับประโยคการบวกของ
 $430 + 160 = 590$

ตอบ

14. จงเขียนประโยคการหารที่สัมพันธ์กับประโยคการคูณของ

$$14 \times 200 = 2,800$$

ตอบ

จากข้อ 15 ถึง ข้อ 18 ให้นักเรียนพิจารณาว่าคำกล่าวในแต่ละข้อเป็นไปได้อหรือไม่ แล้วกาเครื่องหมาย ✓ ในช่องเป็นไปได้อ หรือ เป็นไปไม่ได้

15. เด็กชายเอกเป็นคนผอมมาก มีน้ำหนักตัว 250 กิโลกรัม

☐

เป็นไปได้อ

☐

เป็นไปไม่ได้

16. ห้องเรียนนี้กว้างประมาณ 14 เมตร

☐

เป็นไปได้อ

☐

เป็นไปไม่ได้

17. รถประจำทางบรรทุกผู้โดยสารเต็มคันรถได้อ 200 คน

☐

เป็นไปได้อ

☐

เป็นไปไม่ได้

18. ดินสอที่ยังไม่ได้เหล้า ยาวประมาณ 20 เซนติเมตร

☐

เป็นไปได้อ

☐

เป็นไปไม่ได้

จากข้อ 19 ถึง ข้อ 23 ให้นักเรียนพิจารณาว่าผลลัพธ์ในแต่ละข้อ เป็นจำนวนกี่หลัก

	ปัญหา	จำนวนหลัก
ตัวอย่าง	$35 + 63$	2
	ปัญหา	จำนวนหลัก
19.	$456 + 3987 + 4959$	.....
20.	$98,746 - 89,314$	.....
21.	5×84	.....
22.	$8109 \div 9$	.....
23.	$(19 \times 72) - (18 \times 72)$	.....

24. ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 คะแนนเต็ม 100 คะแนน ปรากฏว่านักเรียน 6 คน ได้คะแนน ดังนี้

	คะแนน
เด็กชายเอ๋	88
เด็กชายตุ๋ตี	72
เด็กชายแก่ง	54
เด็กชายกล้า	93
เด็กชายโก้	84
เด็กชายเจ๊ียบ	65

จงเรียงรายชื่อเด็กนักเรียนที่ได้คะแนนมากเป็นอันดับที่ 1 อันดับที่ 2 และ อันดับที่ 3 จากนักเรียนหกคนนี้ ลงในช่องว่าง

อันดับที่ 1

อันดับที่ 2

อันดับที่ 3

25. ตารางข้างล่างนี้เรียกตาราง 100 ซึ่งมีบางส่วนที่ตัวเลขหายไป ดังรูป

ช่อง ก

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15					20
21	22	23	24	25					
31	32	33	34	35					
41	42	43	44						50
61	62	63							60
61	62	63	64				68	69	70
71	72	73	74		76	77	78	79	80
81	82	83	84		86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	

เติมจำนวนในช่อง ก ให้สมบูรณ์

26. ตารางนี้เป็นตารางร้อยที่มีบางส่วนที่ตัวเลขหายไป ดังรูป

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13						19	20
21	22	23						29	30
31	32	33							
41	42	43							
51	52	53							
61	62	63						69	70
71	72	73	74					79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	

เติมจำนวนในช่อง ข ให้สมบูรณ์

27. บุณนามีเงิน 200 บาท จะซื้อสิ่งของอย่างน้อย 2 อย่าง ซื้อของแบบต่าง ๆ ได้อย่างไรบ้าง

เข็มขัด	ราคาเส้นละ	86 บาท
เครื่องคิดเลข	ราคาเครื่องละ	125 บาท
สีเทียน	ราคากล่องละ	18 บาท
เสื้อ	ราคาตัวละ	250 บาท
กางเกง	ราคาตัวละ	111 บาท

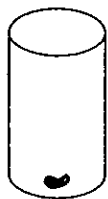
ตอบ แบบที่ 1

แบบที่ 2

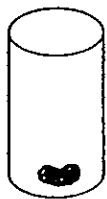
แบบที่ 3

แบบที่ 4

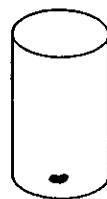
28. แก้วข้างล่างนี้มีขนาดเท่ากัน มีเมล็ดถั่ว 3 ขนาด คือ ขนาดใหญ่
ขนาดกลาง ขนาดเล็ก



แก้ว ก
ใส่ถั่วขนาดกลาง



แก้ว ข
ใส่ถั่วขนาดใหญ่



แก้ว ค
ใส่ถั่วขนาดเล็ก

เมื่อใส่เมล็ดถั่วจนเต็มแก้ว แก้วใดมีจำนวนเมล็ดถั่วมากที่สุด

ตอบ

ฉบับที่ 3 คิดคำนวณในใจ

1. กรูบอกโจทย์และแสดงโจทย์บนกระดานดำทีละข้อ นักเรียนเขียนเฉพาะคำตอบในกระดาษคำตอบ ข้อละประมาณ 30 วินาที

1) $21 + 9 + 13 = \square$

2) $34 + 11 - 14 = \square$

3) $12 + 9 + 8 = \square$

4) $58 + 42 = \square$

5) $241 + 374 = \square$

6) $65 - 28 = \square$

7) $435 - 214 = \square$

8) $549 - 50 = \square$

9) $6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6 = \square$

10) $70 + 145 + 30 = \square$

11) $8 \times 72 \times 0 = \square$

12) $9 \times 12 \times 1 = \square$

13) $4 \times 250 = \square$

14) $(9 \times 13) + (1 \times 13) = \square$

15) $(15 \times 14) - (5 \times 14) = \square$

16) $(200 \div 4) - (100 \div 4) = \square$

2. ให้นักเรียนหาจำนวนสองจำนวนที่บวกกันได้ 36

201

1) $\square + \square = 36$

2) $\square + \square = 36$

3) $\square + \square = 36$

4) $\square + \square = 36$

5) $\square + \square = 36$

6) $\square + \square = 36$

7) $\square + \square = 36$

8) $\square + \square = 36$

9) $\square + \square = 36$

10) $\square + \square = 36$

3. ให้นักเรียนหาจำนวนสองจำนวนที่ลบกันได้ 36

202

1) - = 36

2) - = 36

3) - = 36

4) - = 36

5) - = 36

6) - = 36

7) - = 36

8) - = 36

9) - = 36

10) - = 36

4. ให้นักเรียนหาจำนวนสามจำนวนที่ใส่ใน แล้วมีผลลัพธ์เป็น 25

203

1) - + = 25

2) - + = 25

3) - + = 25

4) - + = 25

5) - + = 25

6) - + = 25

7) - + = 25

8) - + = 25

9) - + = 25

10) - + = 25

5. ให้นักเรียนหาจำนวนสองจำนวนที่คูณกันได้ 36

204

1) $\square \times \square = 36$

2) $\square \times \square = 36$

3) $\square \times \square = 36$

4) $\square \times \square = 36$

5) $\square \times \square = 36$

6) $\square \times \square = 36$

7) $\square \times \square = 36$

8) $\square \times \square = 36$

9) $\square \times \square = 36$

10) $\square \times \square = 36$

6. ให้นักเรียนหาจำนวนสองจำนวนที่คูณกันได้ 16

1) $\square \times \square = 16$

2) $\square \times \square = 16$

3) $\square \times \square = 16$

4) $\square \times \square = 16$

5) $\square \times \square = 16$

7. ให้นักเรียนหาจำนวนสองจำนวนที่หารกันได้ 2

205

1) $\square \div \square = 2$

2) $\square \div \square = 2$

3) $\square \div \square = 2$

4) $\square \div \square = 2$

5) $\square \div \square = 2$

6) $\square \div \square = 2$

7) $\square \div \square = 2$

8) $\square \div \square = 2$

9) $\square \div \square = 2$

10) $\square \div \square = 2$

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. รูปในข้อใดยาวที่สุด

ก.



ข.



ค.

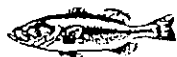


ง.



2. จากรูป ปลาตัวใดตัวสั้นที่สุด

ก.



ข.



ค.



ง.



3. ข้อใดถูกต้อง

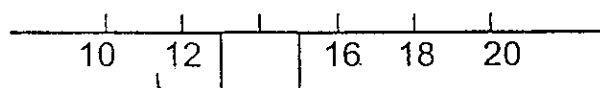
ก. $16 = 10 + 5$

ข. $25 \neq 20 + 5$

ค. $49 < 40 + 9$

ง. $19 > 1 + 9$

4. ต้องเติม ตัวเลขใดใน บนเส้นจำนวน



ก. 13

ข. 14

ค. 15

ง. 11

5. เรียงจำนวน 10, 20, 19, 14 จากน้อยไปมากได้ดังข้อใด

ก. 19, 20, 40, 14

ข. 20, 19, 14, 10

ค. 10, 14, 19, 20

ง. 20, 19, 10, 14

6. ข้อใดมีผลบวกเป็น 19

ก. $3 + 8 + 7 = \square$

ข. $8 + 6 + 4 = \square$

ค. $6 + 8 + 4 = \square$

ง. $4 + 9 + 6 = \square$

7. ข้อใดมีผลลบเป็น 9

ก. $19 - 7 = \square$

ข. $18 - 6 = \square$

ค. $16 - 7 = \square$

ง. $17 - 6 = \square$

8. ข้อใดเป็นโจทย์ปัญหาแสดงการบวก

ก. มีนก 13 ตัว มีไก่ 18 ตัว มีนกน้อยกว่าไก่กี่ตัว

ข. มีไก่ 18 ตัว มีนก 13 ตัว มีไก่อมากกว่านกกี่ตัว

ค. มีนก 13 ตัว มีไก่อมากกว่านกอยู่ 5 ตัว จะมีไก่กี่ตัว

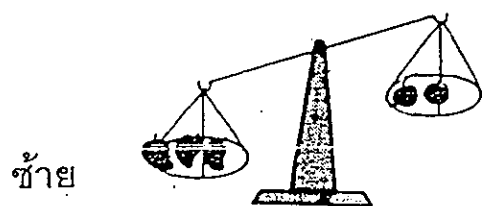
ง. มีไก่ 18 ตัว มีนกน้อยกว่ามีไก่ออยู่ 5 ตัว จะมีนกกี่ตัว



9. ข้อใดเป็นโจทย์ปัญหาแสดงการลบ

- ก. แม่ซื้อสมุด 6 บาท ซื้อปากกา 13 บาท แม่ต้องจ่ายเงินกี่บาท
- ข. น้องมีเงิน 6 บาท พี่มีเงิน 13 บาท พี่มีเงินมากกว่าน้องกี่บาท
- ค. น้องมีเงิน 6 บาท พี่มีเงินมากกว่าน้อง 7 บาท พี่มีเงินกี่บาท
- ง. พี่มีเงิน 6 บาท แม่ให้เงินพี่อีก 7 บาท พี่จะมีเงินกี่บาท

10. ดูรูปภาพแล้วตอบคำถาม

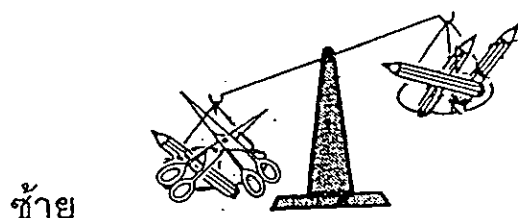


มะม่วง 1 ผลหนักเท่ากับส้ม 2 ผล ดังนั้นจะต้องเติมส้ม ข้าง

ขวา อีกกี่ผล

- ก. 4 ข. 6 ค. 3 ง. 2

11.



กรรไกร 1 อันหนักเท่ากับดินสอ 3 แท่ง ถ้าด้านซ้าย มีกรรไกร 2 อัน และดินสอ 1 แท่ง ด้านขวา จะต้องเติมดินสอกี่แท่ง

- ก. 3 ข. 4 ค. 5 ง. 6

12. จากประโยค $58 = 50$ กับ $\square$ หน่วย ตัวเลขใน $\square$ คือข้อใด

- ก. 8 ข. 5 ค. 3 ง. 2

13. จากประโยค $68 = 5$ สิบ กับ $\square$ หน่วย ตัวเลขใน $\square$ คือข้อใด

- ก. 18 ข. 8 ค. 7 ง. 6

14. 8 สิบ กับ 9 หน่วย เท่ากับข้อใด

- ก. $8 + 9$ ข. $9 + 8$
ค. $80 + 9$ ง. $90 + 8$

15. 7 สิบ กับ 14 หน่วย เท่ากับข้อใด

- ก. $7 + 14$ ข. $70 + 4$
ค. $70 + 14$ ง. $14 + 7$

16. จากประโยค $78 = \square + 8$ ตัวเลขใน $\square$ คือข้อใด

- ก. 7 ข. 8 ค. 80 ง. 70

17. จำนวนนับที่มากกว่า 50 และน้อยกว่า 60 มีกี่จำนวน

- ก. 1 ข. 2 ค. 10 ง. 9

18. จากประโยค $38 + 27 = 50 + \square$ ตัวเลขใน $\square$ คือข้อใด

- ก. 1 ข. 11 ค. 3 ง. 4

19. $43 + 54 = \square$

ก. 97

ข. 87

ค. 11

ง. 9

20. $36 + 27 = \square$

ก. 54

ข. 62

ค. 53

ง. 63

21. $87 - 44 = \square$

ก. 34

ข. 33

ค. 43

ง. 44

22. $84 - 36 = \square$

ก. 48

ข. 38

ค. 37

ง. 47

23. จับปลาช่อนได้ 35 ตัว ขายไป 17 ตัว ยังเหลือปลาช่อนอยู่ที่ตัว

ก. 17

ข. 18

ค. 8

ง. 28

24. ตอนเช้าขายปลาทูโป 45 ตัว ตอนบ่ายขายปลาทูได้อีก 37 ตัว
ตอนเช้าขายปลาทูได้มากกว่าตอนบ่ายกี่ตัว

ก. 82

ข. 7

ค. 8

ง. 17

25. วิไลเลี้ยงนกไว้ 35 ตัว เลี้ยงไก่ไว้ 27 ตัว วิไลเลี้ยงนกและไก่
รวมกันกี่ตัว

ก. 52

ข. 8

ค. 63

ง. 62

26. น้องเก๋มีเงิน 53 บาท น้องแจ่มมีเงินมากกว่าน้องเก๋อยู่ 29 บาทน้องแจ่มมีเงินอยู่ที่บาท

ก. 24 ข. 37 ค. 72 ง. 82

27. นับเพิ่มทีละสาม 6 ครั้ง จะได้เท่าไร

ก. 12 ข. 15 ค. 18 ง. 27

28. นับเพิ่มทีละสิบ 7 ครั้ง จะได้เท่าไร

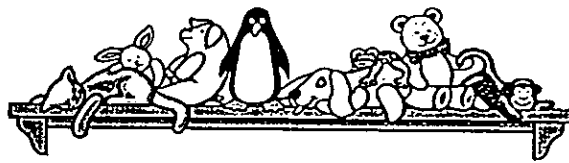
ก. 60 ข. 70 ค. 50 ง. 80

29. มีดอกไม้ 60 กระถาง นับลดทีละสิบ 2 ครั้ง จะเหลือดอกไม้กี่กระถาง

ก. 50 ข. 40 ค. 30 ง. 20

30. มีดอกไม้ 40 ดอก นับลดครั้งละ 5 ก็ครั้งจึงจะหมด

ก. 7 ข. 6 ค. 9 ง. 8



ภาคผนวก จ

- ข้อมูลการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหา
- ข้อมูลการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหา
- ข้อมูลการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากทดลอง

ข้อมูลสภาพและปัญหาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จากการสัมภาษณ์

1 ความสามารถในการคะเน

1.1 การคะเนปริมาณ

1) ในการคะเนปริมาณเมล็ดถั่วในภาชนะ ก ซึ่งมีอยู่ 400 เมล็ด โดยมีตัวอย่างเมล็ดถั่ว 100 เมล็ด ใส่ไว้ในภาชนะขนาดเดียวกัน ที่เขียนบอกจำนวนติดไว้ ปรากฏว่า มีนักเรียน 4 คน คิดเป็น ร้อยละ 26.66 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ โดยเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 2 คน กลาง 1 คน และต่ำ 1 คน

2) ในการคะเนปริมาณเมล็ดถั่วในภาชนะ ข ซึ่งมีอยู่ 800 เมล็ด หลังจากที่นักเรียนคะเนจำนวนเมล็ดถั่วในภาชนะ ก แล้ว ปรากฏว่า มีนักเรียน 4 คน คิดเป็น ร้อยละ 26.66 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ โดยเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 3 คน และนักเรียนในกลุ่มต่ำ 1 คน

1.2 การคะเนความยาว และระยะทาง

1) ในการคะเนความยาวของเทปสีแดงซึ่งยาว 3 เมตร โดยมีตัวอย่างของเทปยาว 1 เมตร ติดอยู่บนโต๊ะ ปรากฏว่ามีอยู่ 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ ซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 4 คน นักเรียนในกลุ่มกลาง 2 คน และนักเรียนในต่ำ 2 คน

2) ในการคะเนความยาวของเทปสีเขียว ซึ่งยาว 5 เมตร หลังจากที่นักเรียนได้คะเนความยาวของเทปสีแดงแล้ว ปรากฏว่ามีอยู่ 10 คน คิดเป็นร้อยละ 66.66 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ ซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 4 คน นักเรียนในกลุ่มกลาง 3 คน และนักเรียนในต่ำ 3 คน

3) ในการคะเนระยะจากผีเสื้อถึงแมลงปอ ซึ่งห่างกัน 8 เซนติเมตร ปรากฏว่ามีอยู่ 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.66 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ ซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 4 คน นักเรียนในกลุ่มกลาง 2 คน และนักเรียนในต่ำ 1 คน

4) ในการพิจารณาเส้นทางเดินของหนอน ป หนอน ค และ หนอน ย ปรากฏว่ามีอยู่ 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.66 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 4 คน นักเรียนในกลุ่มกลาง 2 คน และนักเรียนในต่ำ 1 คน โดยที่นักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องที่เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มกลาง อธิบายว่าใช้การสังเกตจากการเลี้ยวขึ้นเลี้ยวลง โดยเห็นว่ายิ่งเลี้ยวขึ้นเลี้ยวลงมาก ก็จะทำให้ระยะทางมากขึ้นหรือนำมายืดออกก็จะทำให้ได้ระยะทางยาวกว่า แต่กลุ่มต่ำที่ตอบได้ถูกต้องเพียง 1 คน นั้น ไม่สามารถหาเหตุผลมาอธิบายได้ นอกจากบอกว่า เดาเอา

1.3 การคะแนนน้ำหนัก

1) ในการคะแนนน้ำหนักสิ่งของซึ่งหนัก 500 กรัม โดยมีตัวอย่างสิ่งของซึ่งหนัก 1 กิโลกรัม ที่ติดป้ายน้ำหนักบอกไว้ วางอยู่บนโต๊ะ ปรากฏว่า มีนักเรียน 8 คน ตอบได้ว่าสิ่งของนั้นมีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ เป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 3 คน กลุ่มกลาง 3 คน และกลุ่มต่ำ 2 คน

2) ในการคะแนนน้ำหนักสิ่งของซึ่งหนัก 3 กิโลกรัม หลังจากให้นักเรียนคะแนนน้ำหนักสิ่งของหนัก 500 กรัมแล้ว ปรากฏว่า มีนักเรียน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 4 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$

2 ความสามารถในการคิดคำนวณในใจ

1) สัมภาษณ์ การหาผลลัพธ์ของ $58 + 42 = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.66 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 5 คน กลุ่มกลาง 1 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน

พิจารณาการอธิบายของนักเรียนได้ข้อมูลดังนี้

นักเรียนที่ตอบถูกต้อง 5 คน ซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 4 คน และนักเรียนในกลุ่มต่ำ 1 คน ใช้การบวกเช่นเดียวกับการตั้งบวก ส่วนนักเรียนที่ตอบถูกต้องอีก 2 คน ซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 1 คน และกลุ่มกลางอีก 1 คน อธิบายทำนองเดียวกันว่า “ นำ 50 บวก 40 ได้ 90 นำ 8 บวก 2 ได้ 10 จึงรวมเป็น 100

นักเรียนกลุ่มกลางที่ตอบผิด 4 คน อธิบายแตกต่างกันไปคือ

คนที่ 1 ตอบ 1010 โดยอธิบายว่า 8 บวก 2 ได้ 10 และ 5 บวก 4 เป็น 10 นำมารวมกัน เป็น 1010

คนที่ 2 ตอบ 110 โดยอธิบายวิธีคิดที่ว่า เอา 58 ตั้ง เอา 42 ตั้งข้างล่าง แล้วนำมาบวกกัน

คนที่ 3 ตอบ 90 โดยอธิบายว่า ข้างหน้าบวกกันได้ 9 ข้างหลังบวกกันได้ 10 เลยได้ 90

คนที่ 4 ตอบ 78 อธิบายวิธีคิดที่ว่า 5 บวก 2 ได้ 8 เมื่อถูกถามว่า 7 ในคำตอบมาจากไหน นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้อีก

นักเรียนกลุ่มต่ำ ที่ตอบผิด 4 คน อธิบายแตกต่างกันไปคือ

คนที่ 1 ตอบคิดไม่ได้

คนที่ 2 ตอบ 19 โดยอธิบายว่า เอา 5 บวก 4 ได้ 9 เอา 8 บวก 2 ได้ 10 เลยได้ 19

คนที่ 3 ตอบ 62 โดยไม่สามารถอธิบายวิธีคิดได้

คนที่ 4 ตอบ 46 โดยอธิบายว่า นำ 4 บวกกับ 5 ได้ 4 นำ 2 บวกกับ 8 ได้ 6

2) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $65 - 28 = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 5 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง 4 คน กลุ่มกลาง 1 คน

โดยนักเรียนที่ตอบถูกต้อง อธิบายทำนองเดียวกันว่า 5 ลบ 8 ไม่ได้ ขอยืม 6 มา จะได้ 15 ; 15 ลบ 8 เหลือ 7 ; 6 ขอยืมไปเหลือ 5 ; 5 ลบ 2 เหลือ 3 จึงตอบ 37

นักเรียนที่ตอบผิด อธิบายแตกต่างกันไปเช่น

นักเรียนกลุ่มสูงที่ตอบผิด 1 คน ตอบ 47 เมื่อให้อธิบายวิธีคิด จะคิดเช่นเดียวกับกลุ่มที่ตอบถูก โดยอธิบายว่า เอา 5 มาขอยืม 6 มาลบกับ 8 ได้ 7 แล้ว 5 ลบอีก 2 ได้ 3 ...เอ้อ..ตอบ 37 ตกงตอบ 37 ครับ

นักเรียนจากกลุ่มกลาง ตอบผิด 4 คน โดยอธิบายแตกต่างกันไปคือ

คนที่หนึ่ง ตอบ 43 โดยอธิบายว่า เอา 65 ตั้งข้างบน เอา 28 ตั้งข้างล่าง และเอามาคิด

คนที่สอง ตอบ 43 อธิบายว่า เอา 6 ลบ 2 ได้ 4 เอา 5 ลบ 8 ได้ 3 แสดงให้เห็นว่าทั้ง 2 คนคิดเหมือนกันคือ เอาตัวเลขที่มีค่ามากตั้งและเอาตัวเลขที่มีค่าน้อยเป็นตัวลบ

คนที่ 3 ตอบ 22 โดยอธิบายว่า 50 ลบ 20 เหลือ 30; 30 ลบ 8 เหลือ 22

คนที่ 4 ตอบ 53 โดยกล่าวว่า ใช้นับเอา

นักเรียนกลุ่มต่ำตอบผิดทั้ง 5 คน โดยอธิบายแตกต่างกันไปคือ

คนที่ 1 ไม่สามารถหาคำตอบได้

คนที่ 2 ตอบ 27 โดยกล่าวว่า 2 ลบ 5 ได้ 7 ; 8 ลบ 6 ได้ 2

คนที่ 3 ตอบ 30 โดยกล่าวว่า ท่องสูตรคูณ โดยเอา 5 คูณ 6

คนที่ 4 ตอบ 34 โดยกล่าว 8 ลบ 5 ได้ 3 ; 6 ลบ 2 ได้ 4 จึงตอบ 34

คนที่ 5 ตอบ 65 โดยกล่าวว่า เดาเอา

3) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $549 - 50 = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 5 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง ทั้ง 5 คน โดยนักเรียน 4 คนอธิบายเหมือนกันว่า เอา 9 ลบ 0 ได้ 9 ; เอา 4 ลบ 5 ไม่ได้ ขอ ยืม 5 มา เป็น 14 ; 14 ลบ 5 ได้ 9 ; 5 ถูกยืมไป 1 เหลือ 4 เอา 4 ลงมา จะได้ 499 นักเรียนอีกคนหนึ่ง อธิบายว่า 50 ลบ 49 เหลือ 1 ; 1 ลบ 500 เลยได้ 499

จากคำอธิบายของนักเรียน พบว่านักเรียนใช้วิธีการลบที่ดีซึ่งแตกต่างไปจากคนอื่นๆ แต่ นักเรียนยังมีปัญหาการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เช่น นักเรียนอธิบายว่า 50 ลบ 49 เหลือ 1; 1 ลบ 500 ได้ 499 ซึ่งเป็นการใช้คำพูดเดียวกันในความหมายที่ต่างกัน

นักเรียนกลุ่มกลาง ตอบผิดทั้ง 5 คน แต่นักเรียนจะอธิบายแตกต่างกันไปดังนี้

คนที่ 1 ตอบ 459 โดยกล่าวว่า เอา 500 ลบ 50 เหลือ 450 แล้วบวกอีก 9 ได้ 459

คนที่ 2 ตอบ 520 โดยกล่าวว่า 50 ลบ 549 นับลด อีก 9 ได้ 520 ลืมไปแล้วคิดอย่างไร

คนที่ 3 ตอบ 249 โดยกล่าวว่า ตั้งลบกันจะได้ 249 เมื่อถูกถามว่า ลบอย่างไร นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้

คนที่ 4 ตอบ 519 โดยกล่าวว่า หลักร้อยลบกัน เหลือ 5 เอา 4 ลบ 5 เหลือ 1 เอา 9 ลบ 0 ได้ 9

คนที่ 5 ตอบ 490 โดยกล่าวว่า 9 ลบ 0 ได้ 0 ; 4 ลบ 5 ลบไม่ได้ ยืมมาเป็น 14 ลบออก 5 เหลือ 9 ; 4 ดึงลงมา ตกลงตอบ 490

นักเรียนกลุ่มต่ำตอบผิดทั้ง 5 คน โดย

คนที่ 1 กล่าวว่าไม่รู้คิดอย่างไร

คนที่ 2 ตอบ 450 โดย 0 ลบ 9 ได้ 0 ; 5 ลบ 4 ได้ 9 ; 50 ลบ 5 ได้ 65 เมื่อครูถามว่า แล้วอย่างไรอีก นักเรียนตอบว่า ลืม เอ้อ 0 ไม่มีค่า เลยตอบ 450

คนที่ 3 ตอบ 49 โดยอธิบายว่า 5 ลบ 5 ได้ 0 ; 4 ลบ 0 ได้ 4 ; 9 ลบ 0 ได้ 9

คนที่ 4 ตอบ 519 โดยอธิบายว่า 9 ลบ 0 ได้ 9 ; 5 ลบ 4 ได้ 1 เหลือ 5 จึงตอบ 519

คนที่ 5 ตอบ 519 แต่ไม่สามารถอธิบายอะไรได้นอกจากกล่าวว่าเดาเอา

4) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $70 + 145 + 30 = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.66 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง 5 คน กลุ่มกลาง 2 คน

นักเรียนกลุ่มสูงตอบถูกต้อง ทั้ง 5 คน โดยทุกคนอธิบายเช่นเดียวกันว่า “ เอา 70 บวก 30 (หรือ เอา 30 บวก 70) ได้ 100 แล้วบวกกับ 145 ได้ 245 ”

นักเรียนกลุ่มกลางตอบถูกต้อง 2 คน โดยคนที่ 1 ตอบเหมือนกับนักเรียนในกลุ่มสูง คนที่ 2 กล่าวว่า เอา 70 บวก 145 ก่อน แล้วบวกกับ 30” นักเรียนที่ตอบผิด มี 8 คน เป็นนักเรียนในกลุ่มกลาง 3 คน และกลุ่มต่ำ 5 คน

นักเรียนกลุ่มกลางที่ตอบผิด อธิบายดังนี้

คนที่ 1 ตอบ 195 เมื่อให้อธิบายวิธีคิดปรากฏว่าอธิบายไม่สอดคล้องกับคำตอบที่ได้ โดยกล่าวว่า “ เอา 145 มานับไปอีก 5 เรื่อยๆ จนถึง 70 แล้วนับไปอีก 5 จนถึง 30 เลยได้ 195 ”

คนที่ 2 และ คนที่ 3 กล่าวว่าคิดไม่ได้ เพราะตัวเลขมันมาก

กลุ่มต่ำ ตอบผิดทั้ง 5 คน ซึ่งอธิบายวิธีคิดดังนี้

คนที่ 1 กล่าวว่าตอบไม่ได้ เพราะไม่รู้จะคิดอย่างไร

คนที่ 2 ตอบ 578 โดย 0 บวก 5 ได้ 5 ; 3 บวก 4 ได้ 7 และ 1 บวก 7 ได้ 8 จึงตอบ 578

คนที่ 3 ตอบ 10 เมื่อให้อธิบายวิธีคิด นักเรียนกล่าวว่า เดาเอา

คนที่ 4 อธิบายวิธีคิดว่า 7 บวก 1 ได้ 8 ; 4 บวก 3 ได้ 7 ; 5 บวกกับ 3 ได้ 8 เมื่อถูกถามว่า แล้วอย่างไรต่อไป นักเรียนไม่สามารถอธิบายอะไรได้อีก และบอกว่าไม่รู้

คนที่ 5 กล่าวว่า 0 บวก 0 ได้ 5 ; 3 บวก 4 ได้ 2 ตอบ 52

5) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $7 \times 9 \times 0 = \square$

ปรากฏว่ามีนักเรียนตอบถูกต้อง 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง ทั้ง 3 คน โดยทั้ง สามคน ทราบว่าจำนวนใดคูณกับ 0 ย่อมได้ 0

นักเรียนที่ตอบผิดมี 12คน จำแนกเป็นกลุ่มดังนี้

นักเรียนกลุ่มสูงตอบผิด 2 คน

คนที่ 1 ตอบ 51 โดยกล่าวว่าเดาเอา

คนที่ 2 ตอบ 63 โดยกล่าวว่า 7 คูณ 9 ได้ 63 คูณ 0 ไม่ได้เลยตอบ 63

กลุ่มกลางตอบผิดทั้ง 5 คน โดยที่

คนที่ 1 ตอบ 54 โดยกล่าวว่า 7 คูณ 9 ได้ 54 และ 54 คูณ 0 ไม่ได้เลยตอบ 54

คนที่ 2 ตอบ 47 โดยกล่าวว่า 7 คูณ 9 ได้ 47 ดังนั้นคำตอบจึงเป็น 47

คนที่ 3 ตอบ 763 โดยกล่าวว่า 7 คูณ 9 ได้ 63 ; 9 คูณ 0 ได้ 0 เลยตอบ 763

คนที่ 4 และคนที่ 5 กล่าวว่า ทำไม่ได้

กลุ่มต่ำตอบผิดทั้ง 5 คน โดยที่

คนที่ 1 ตอบ 919 โดยกล่าวว่า 9×9 ได้ 0 ; 9×7 ได้ 2 ซึ่งคำอธิบายไม่สอดคล้องกับที่นักเรียน

ตอบ

คนที่ 2 ตอบ 63 โดยกล่าวว่าท่องสูตรคูณแม่ 7

คนที่ 3 ตอบ 9 โดยกล่าวว่า 0 ไม่มีค่า เมื่อถูกถามว่าแล้วทำไมตอบ 9 นักเรียนบอกว่าไม่รู้

คนที่ 4บอกว่า หาคำตอบไม่ได้ เพราะยาก และคนที่ 5 ตอบว่าไม่รู้จะคิดอย่างไร

6) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $5 \times 4 \times 1 = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.66 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง 5 คน กลุ่มกลาง 2 คน

นักเรียนที่ตอบถูกต้องทั้ง 7 คน อธิบายเช่นเดียวกันว่า "เอา 5 คูณ 4 ได้ 20 คูณกับ 1 ได้ 20 เหมือนเดิม"

นักเรียนที่ตอบผิดจำแนกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

กลุ่มกลางตอบผิด 3คน

คนที่ 1 และคนที่ 2 ตอบ 21 โดยกล่าวเช่นเดียวกันว่า "เอา 5 คูณ 4 ได้ 20 เมื่อคูณ 1 จึงได้

คนที่ 2 ตอบ 15 โดยกล่าวว่า พังสูตรคูณเอา

คนที่ 3 ตอบ 420 โดยกล่าวว่า 1 คูณ 4 ได้ 4 ; 4 คูณ 5 ได้ 20 จึงตอบ 420

คนที่ 4 ตอบ 451 โดยกล่าวว่า 4 คูณ 5 เหลือ 1 จึงตอบ 451 และคนที่ 5 ตอบ ทำไม่ได้

$$7) \text{ สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ } (6 \times 3) + (2 \times 3) = \square$$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียน
กลุ่มสูง 5 คน กลุ่มกลาง 1 คน โดยนักเรียนที่ตอบถูกต้องตอบเช่นเดียวกันทั้งหมดว่าเอา 6 คูณ 3
ได้ 18 เอา 2 คูณ 3 ได้ 6 แล้วเอามารวมกันได้ 24"

นักเรียนที่ตอบผิดมี 9 คน จำแนกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

กลุ่มกลางตอบผิด 4 คน โดยที่

คนที่ 1 ตอบ 33 โดยกล่าวว่า 6 คูณ 3 ได้ 21 และ 2 คูณ 3 ได้ 6 แล้วเอามารวมกัน

คนที่ 2 ตอบ 17 โดยกล่าวว่า 6 คูณ 3 ได้ 11 และ 2 คูณ 3 ได้ 6 เอามารวมกัน

คนที่ 3 ตอบ 246 โดยกล่าวว่า 6 คูณ 3 ได้ 24 และ 2 คูณ 3 ได้ 6 จึงตอบ 246

คนที่ 4 ตอบ 136 โดยกล่าวว่า คูณตัวแรกได้ 13 คูณตัวหลังได้ 6 จึงตอบ 136

กลุ่มต่ำตอบผิด 5 คน โดยที่

คนที่ 1 และคนที่ 2 กล่าวว่า ไม่ทราบว่าจะคิดอย่างไร

คนที่ 3 ตอบ 26 โดยกล่าวว่า 6 คูณ 3 ได้ 18 และ 2 คูณ 3 ได้ 9 รวมกันได้ 26

คนที่ 4 ตอบ 6 โดยกล่าวว่า เนื่องจาก $3 + 3$ ได้ 6

คนที่ 5 ตอบ 126 โดยกล่าวว่า 6 คูณ 3 ได้ 12 และ 3 คูณ 2 ได้ 6 จึงตอบ 126

8) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ คำถามที่ว่า "เนื่องจาก $2 \times 22 = 44$ ดังนั้น 4×22 ได้
เท่าไร"

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 5 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนัก
เรียนกลุ่มสูง 4 คน กลุ่มกลาง 1 คน

นักเรียนกลุ่มสูงที่ตอบถูกต้องอธิบายวิธีคิดดังนี้

คนที่ 1 กล่าวว่า นำ 22 คูณกัน 2 ครั้ง ได้ 44 แล้วนำมาบวกกัน

คนที่ 2 กล่าวว่า 4 คูณ 2 ได้ 8 และ 4 คูณ 2 ได้ 8 ใช้ตั้งคูณ

คนที่ 3 กล่าวว่า นำ 4 คูณ 20 ได้ 80 นำมาบวกอีก 2 ครั้ง ได้ 88

คนที่ 4 กล่าวว่า นำ 2 คูณ 22 ได้ 44 แต่มันเป็น 4 ครั้ง จึงเป็น 44 บวก 44 ได้ 88

นักเรียนกลุ่มกลางตอบถูกต้องมี 1 คน โดยกล่าวว่า นำ 4 คูณ 2 ได้ 8 และนำ 4 คูณ 2 ได้ 2
จึงตอบ 88

นักเรียนที่ตอบผิดจำแนกได้ดังนี้

นักเรียนกลุ่มสูงตอบผิด 1 คน กล่าวว่า ท่องสูตรคูณไม่ได้

นักเรียนกลุ่มกลางตอบผิด 4 คนดังนี้

คนที่ 1 ตอบ 47 กล่าวว่า นำ 4 คูณ 22 ได้ 47

คนที่ 2 ตอบ 66 กล่าวว่า 8 คูณ 22 ได้ 66

คนที่ 3 และคนที่ 4 กล่าวว่าทำไม่เป็น

นักเรียนกลุ่มต่ำตอบผิดทั้ง 5 คน โดยทุกคนไม่มีความเข้าใจการคูณ และท่องสูตรคูณไม่ได้

9) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ (4×12) มากกว่า (3×12) อยู่เท่าไร

ปรากฏว่ามีนักเรียนตอบถูกต้อง 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูงทั้ง 2 คน โดยที่

คนที่ 1 กล่าวว่านำตัวแรกคูณกันก่อน นำตัวที่สองคูณกันแล้วนำมาลบกัน

คนที่ 2 กล่าวว่า 4 มากกว่า 3 อยู่ 1 และ 1 คูณ 12 ได้ 12

นักเรียนที่ทำผิดมี 13 คน จำแนกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

นักเรียนกลุ่มสูงตอบผิด 3 คน

คนที่ 1 กล่าวว่า 4 คูณ 12 ได้ 48 และ 3 คูณ 12 ได้ 36 ลบกันได้ 10

คนที่ 2 กล่าวว่า 4 คูณ 12 ได้ 48 และ 3 คูณ 12 ได้ 36 ดังนั้นมากกว่ากัน 18

คนที่ 3 กล่าวว่า 4 คูณ 12 ได้ 48 และ 3 คูณ 12 ได้ 36 แล้วนำมาลบกันได้ 7

นักเรียนกลุ่มกลางทำผิดทั้ง 5 คน

คนที่ 1 ถึงคนที่ 3 ตอบ 1 โดยนักเรียนทั้ง 3 คน เห็นว่า 4 มากกว่า 3 อยู่ 1

คนที่ 4 ตอบ 42 กล่าวว่า 2 บวก 2 เป็น 4 และ 1 บวก 1 เป็น 2 ดังนั้นจึงตอบ 42

คนที่ 5 กล่าวว่าไม่ทราบจะหาคำตอบอย่างไร

นักเรียนกลุ่มต่ำทำผิดทั้ง 5 คน ซึ่งทุกคนมีปัญหาไม่เข้าใจการคูณ รวมทั้งไม่ทราบว่า จะทำอย่างไร

ข้อมูลสภาพและปัญหาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากการสัมภาษณ์

1 ความสามารถในการกระเน

1.1 การกระเนปริมาณ

1) ในการกระเนปริมาณเมล็ดถั่วในภาชนะ ก ซึ่งมีอยู่ 400 เมล็ด โดยมีตัวอย่างเมล็ดถั่ว 100 เมล็ด ใส่ไว้ในภาชนะขนาดเดียวกัน ที่เขียนบอกจำนวนติดไว้ ปรากฏว่า มีนักเรียน 6 คน คิดเป็น ร้อยละ 40 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ โดยเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 3 คน กลาง 1 คน และต่ำ 1 คน

2) ในการกระเนปริมาณเมล็ดถั่วในภาชนะ ข ซึ่งมีอยู่ 800 เมล็ด หลังจากให้นักเรียนกระเน จำนวนเมล็ดถั่วในภาชนะ ก แล้ว ปรากฏว่า มีนักเรียน 5 คน คิดเป็น ร้อยละ 33.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ โดยเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 3 คน นักเรียนในกลุ่มกลาง 1 คน และนักเรียนในกลุ่มต่ำ 1 คน

1.2 การกระเนความยาว และระยะทาง

1) ในการกระเนความยาวของเทปสีแดงซึ่งยาว 3 เมตร โดยมีตัวอย่างของเทปยาว 1 เมตร ติดอยู่บนโต๊ะ ปรากฏว่ามีอยู่ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ ซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 1 คน และ นักเรียนในกลุ่มกลาง 2 คน

2) ในการกระเนความยาวของเทปสีเขียว ซึ่งยาว 5 เมตร หลังจากให้นักเรียนได้กระเนความยาวของเทปสีแดงแล้ว ปรากฏว่ามีอยู่ 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ ซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 3 คน นักเรียนในกลุ่มกลาง 4 คน และนักเรียนในต่ำ 1 คน

3) ในการกระเนระยะจากผีเสื้อถึงแมลงปอ ซึ่งห่างกัน 8 เซนติเมตร ปรากฏว่ามีอยู่ 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$ ซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 3 คน นักเรียนในกลุ่มกลาง 2 คน และนักเรียนในต่ำ 3 คน

4) ในการพิจารณาเส้นทางเดินของหนอน ป หนอน ด และ หนอน ย ปรากฏว่ามีอยู่ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ ที่ตอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 3 คน นักเรียนในกลุ่มกลาง 1 คน และนักเรียนในต่ำ 1 คน โดยที่นักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องที่เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มกลาง อธิบายว่าใช้การสังเกตจากการเลี้ยวขึ้นเลี้ยวลง โดยเห็นว่ายิ่งเลี้ยวขึ้นเลี้ยวลงมาก ก็จะทำให้ระยะทางมากขึ้นหรือนำมายืดออกก็จะทำให้ได้ระยะทางยาวกว่า แต่กลุ่มต่ำที่ตอบได้ถูกต้องเพียง 1 คน นั้น ไม่สามารถหาเหตุผลมาอธิบายได้ นอกจากบอกว่า เดาเอา

1.3 การคะแนน้ำหนัก

1) ในการคะแนน้ำหนักสิ่งของซึ่งหนัก 500 กรัม โดยมีตัวอย่างสิ่งของซึ่งหนัก 1 กิโลกรัม ที่ติดป้ายน้ำหนักบอกไว้ วางอยู่บนโต๊ะ ปรากฏว่า มีนักเรียน 9 คน ตอบได้ว่าสิ่งของนั้นมีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 60 ของจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ เป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 4 คน กลุ่มกลาง 2 คน และกลุ่มต่ำ 3 คน

2) ในการคะแนน้ำหนักสิ่งของซึ่งหนัก 3 กิโลกรัม หลังจากให้นักเรียนคะแนน้ำหนักสิ่งของหนัก 500 กรัมแล้ว ปรากฏว่า มีนักเรียน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนในกลุ่มสูง 1 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$

2 ความสามารถในการคิดคำนวณในใจ

1) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $58 + 42 = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 10 คน คิดเป็นร้อยละ 66.66 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง 4 คน กลุ่มกลาง 5 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน โดยนักเรียนที่ตอบถูกต้องตอบเหมือนกันว่านำ 8 บวก 2 เท่ากับ 10 ใส่ 0 ทด 1 ; 5 บวก 4 เท่ากับ 9 ทด 1 เป็น 10 จึงเติม 100

นักเรียนที่ตอบผิดมีสาเหตุแตกต่างกันไปจำแนกได้ดังนี้

กลุ่มสูงตอบผิด 1 คน โดยตอบ 90 แล้วอธิบายว่า นำ 4 บวก 5 ได้ 90 และนำ 2 บวก 8 ได้ 10 แล้วนำมารวมกัน

กลุ่มต่ำตอบผิด 4 คนดังนี้

คนที่ 1 ตอบ 105 โดยกล่าวว่า นำ 58 บวกกับ 42 ก็ได้คำตอบเลย

คนที่ 2 ตอบ 80 โดยกล่าวว่า 50 บวก 40 ก่อนได้ 90 และนำ 8 บวก 2 ได้ 10

คนที่ 3 ตอบ 110 โดยกล่าวว่านำ 8 บวก 2 ได้ 10 ทด 1 นำ 5 บวก 4 ได้ 9 แล้วนำ 9 บวก 1 เป็น 10

คนที่ 4 ตอบ 109 โดยกล่าวว่า 8 บวก 2 เป็น 10 ; 5 บวก 4 เป็น 9 แล้วนำมารวมกันได้ 109

2) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $65 - 28 = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง 4 คน กลุ่มกลาง 4 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน

โดยนักเรียนที่ตอบถูกต้อง อธิบายทำนองเดียวกันว่า 5 ลบ 8 ไม่ได้ ขอยืม 6 มา จะได้ 15 ; 15 ลบ 8 เหลือ 7 ; 6 ถูกยืมไป 1 เหลือ 5 ; 5 ลบ 2 เป็น 3 จึงตอบ 37

นักเรียนที่ตอบผิด อธิบายแตกต่างกันไปคือ

นักเรียนกลุ่มสูงที่ตอบผิด 1 คน อธิบายว่า นำ 5 ไปยืม 6 เท่ากับ 15 ไปลบ 8 เท่ากับ 8 ; 6 ถูกขอยืมไป 1 เหลือ 5 เอา 5 ไปลบ 2 เท่ากับ 3 จะได้เท่ากับ 38

กลุ่มกลางตอบผิด 1 คน อธิบายว่า นำ 8 ลบ 5 ได้ 3 นำ 6 ไปลบ 2 ได้ 4 จึงตอบ 43

กลุ่มต่ำตอบผิด 4 คน ดังนี้

คนที่ 1 ตอบ 45 โดยกล่าวว่า เตาเอา

คนที่ 2 ตอบ 27 โดยกล่าวว่า นับนิ้วเอา

คนที่ 3 ตอบ 27 โดยกล่าวว่า 5 ลบ 8 ไม่ได้ ขอยืม 6 ได้ 15 ; 15 ลบ 8 เหลือ 7 นำ 5 ลบ 2 เหลือ 3

คนที่ 4 ตอบ 32 โดยกล่าวว่า 5 ลบ 8 ไม่ได้ขอยืม 6 มา เป็น 15 ; 6 เหลือ 5 ; 5 ลบ 2 เหลือ 3 ; 15ไปลบ 8 เหลือ 2 จึงตอบ 32

3) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $549 - 50 = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง ทั้ง 5 คน กลุ่มกลาง 2 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน

มีนักเรียนที่ตอบถูกต้องถึง 7 คน อธิบายเหมือนกันว่า 9 ลบ 0 เหลือ 9 ; 4ลบ 5 ไม่ได้ ไปยืม 5 เป็น 14 ; 14 ลบ 5 เหลือ 9 ; 5ถูกยืมไป 1 เหลือ 4 ดึง 4 ลงมา ได้ 499

นักเรียนที่ตอบผิดจำแนกดังนี้

กลุ่มกลางตอบผิด 3 คน โดย

คนที่ 1 ตอบ 489 แล้วอธิบายว่า นำ 9 ลบ 0 ได้ 9 ; 4 ลบ 5 ไม่ได้ ไปยืม 5 ; 5 เหลือ 4 ; 5 ลบ 14 ได้ 8 จึงตอบ 489

คนที่ 2 ตอบ 489 แล้วอธิบายว่า 49 ลบ 50 ไม่ได้ ยืม 5 มา 1 เป็น 50 นำมาลบกัน เป็น 0 ; 500 ถูก 49 ยืมไป 1 จึงเหลือ 499 ตกลงตอบ 499 ครับ

คนที่ 3 ตอบ 409 โดยกล่าวว่า นำ 50 ตั้งให้ตรงกับ 549 นำ 9 ลบ 0 ; 4 ลบ 5 ไม่ได้ ยืม 5 มา 1 นำ 5 ลบ 5 ได้ 0 จึงตอบ 409

กลุ่มต่ำตอบผิด 4 คน

คนที่ 1 ตอบ 490 โดยกล่าวว่า โดยกล่าวว่า 9 ลบ 0 ไม่ได้ ใส่ 0 ; 5 ลบ 4 ไม่ได้ ไปยืม 5 มา 1 เป็น 14 ; 14 ลบ 5 เหลือ 9 ; 5 หักไป 1 เหลือ 4 จึงตอบ 490

คนที่ 2 ตอบ 49 โดยกล่าวว่า นำ 9 ลบ 0 ได้ 0 ; 4 ลบ 5 ไม่ได้ ยืม 5 มา ; 5 เหลือ 4 ; 4 ยืมมา เป็น 14 ; 14 ลบ 5 ได้ 9 9 ดึงลงมา จึงตอบ 49

คนที่ 3 ตอบ 400 โดยกล่าวว่า นับนิ้วโดยไม่อธิบายเหตุผลอื่น

คนที่ 4 ตอบ 500 โดยกล่าวว่าเดาเอา

4) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $70 + 145 + 30 = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 11 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง 4 คน กลุ่มกลาง 5 คน และกลุ่มต่ำ 2 คน

นักเรียนที่ตอบถูกต้องอธิบายต่างกันไปดังนี้

นักเรียนกลุ่มสูง 4 คน และกลุ่มกลาง 3 คนที่ตอบถูกต้อง อธิบายว่า นำ 70 บวกกับ 30 ได้ 100 ไปบวกกับ 145 ได้ 245

นักเรียนกลุ่มกลาง 1 คน และ กลุ่มต่ำ 2 คน ใช้วิธีบวกโดยอธิบายว่า นำ 5 บวก 0 ได้ 5 ; นำ 7 บวก 4 ได้ 11 นำ 1ตัวแรกไปไว้ที่ 1 ได้ 215 แล้วนำ 215 บวก 30 ได้ 245

นักเรียนที่ตอบผิดจำแนกดังนี้

กลุ่มสูงตอบผิด 1 คน คือ ตอบ 235 และอธิบายว่า บวก 0 ไม่ได้ มี 5 ตัวเดียวที่บวกได้เท่ากับ 5 ; 7 บวก 4 เท่ากับ 11 ผิดแล้วคะ หนูนับได้ 245 หนูบวกผิดตรง $7 + 4$ ได้ 11 แล้วบวก 3 ได้ 14

กลุ่มต่ำตอบผิด 3 คน ดังนี้

คนที่ 1 ตอบ 3143 โดยอธิบายอย่างสับสนว่า นำ 0 บวก 5 ได้ 5 ; 4 บวก 1 ได้ 5 ; 7 บวก 3 ได้ 10.. เอ้อ.. ไม่รู้แล้ว

คนที่ 2 ตอบ 192 โดยบอกว่า ใช้นับนิ้วเอา และไม่สามารถอธิบายอะไรได้อีก

คนที่ 3 ตอบ 400 โดยบอกว่านำ 145 บวก 70 ได้ 400 แล้วนำ 400 บวกกับ 30 ได้ 40

5) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $7 \times 9 \times 0 = \square$

ปรากฏว่ามีนักเรียนตอบถูกต้อง 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง ทั้ง 5 คน และเป็นนักเรียนกลุ่มกลาง 3 คน โดยนักเรียนที่ตอบถูกต้องอธิบายดังนี้

นักเรียนกลุ่มสูง 3คน อธิบายว่า 7 คูณ 9 แล้วคูณ 0 ได้ 0 ส่วนกลุ่มสูง 2 คน และกลุ่มกลาง 3คนตอบว่า 7 คูณ 9 ได้ 63 เอา 63 คูณ 0 ได้ 0

นักเรียนกลุ่มกลางที่ตอบผิด 2 คน โดยทั้ง 2 คน กล่าวว่า 7 คูณ 9 ได้ 63 63 คูณ 0 ได้ 63

นักเรียนกลุ่มต่ำตอบผิด ทั้ง 5 คน ซึ่งแต่ละคนอธิบายดังนี้

คนที่ 1 ตอบ 64 โดยกล่าวว่า 7 คูณ 9 ได้ 64 แล้ว เอา 64 คูณ 0 ได้ 64

คนที่ 2 ตอบ 72 โดยกล่าวว่า 7 คูณ 9 ได้ 72 คูณ 0 ได้ 72

คนที่ 3ตอบ 81 โดยกล่าวว่า 9 คูณ 0 ได้ 0 ; 9 คูณ 7 ได้ 81 ตกลงตอบ 81

คนที่ 4 ตอบ 81 โดยกล่าวว่า 7 คูณ 9 ได้ 81 ไปคูณ 0 ได้ 81 เหมือนเดิม

คนที่ 5 ตอบ 630 โดยกล่าวว่า นำ 7 คูณ 9 ได้ 63 แล้วตั้ง 0 ลงมา

6) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $5 \times 4 \times 1 = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 12 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียน
กลุ่มสูง 5 คน กลุ่มกลาง 4 คน และกลุ่มต่ำ 3 คน โดยนักเรียนที่ตอบถูกต้องทั้ง 12 คน กล่าว
ทำนองเดียวกันว่า 5 คูณ 4 ได้ 20 ; 20 คูณ 1 ได้ 20 .

นักเรียนที่ทำผิด มีอยู่ 3 คน กลุ่มกลางทำผิด 1 คน โดยตอบ 25 และอธิบาย วิธีคิดว่า นำ 5
คูณ 4 ได้ 20 ; 20 คูณ 1 แล้วจะได้คำตอบเป็น 25

กลุ่มต่ำทำผิด 2 คน คนที่ 1 กล่าวว่า นำ 5 คูณ 4 ได้ 20 นำคูณกับ 1 ได้ 21 และคนที่ 2
กล่าวว่า 5 คูณ 4 ได้ 36 คูณกับ 36 ได้ 36 เหมือนเดิม

7) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $(6 \times 3) + (2 \times 3) = \square$

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียน
กลุ่มสูง 2 คน กลุ่มกลาง 3 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน โดยนักเรียนที่ตอบถูกต้องตอบเช่นเดียวกัน
ทั้งหมดว่านำ 6 คูณ 3 ได้ 18 นำ 2 คูณ 3 ได้ 6 แล้วนำมารวมกันได้ 24"

นักเรียนที่ตอบผิดมี 9 คน จำแนกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

กลุ่มสูงตอบผิด 3 คน โดยที่

คนที่ 1 ตอบ 30 แล้วอธิบายว่า นำ 6 คูณ 3 ได้ 24 และนำ 2 คูณ 3 ได้ 6 รวมเป็น 30

คนที่ 2 ตอบ 23 และอธิบายว่า นำ 6 คูณ 3 ได้ 18 และนำ 2 คูณ 3 ได้ 6 แล้วบวกกันได้

23

คนที่ 3 ตอบ 30 และอธิบายว่า นำ 6 คูณ 3 ได้ 18 นำ 2 คูณ 3 ได้ 9 และ 18 บวก 9 ได้ 30
กลุ่มกลางตอบผิด 2 คน โดยที่

คนที่ 1 ตอบ 28 โดยกล่าวว่า นำ 6 คูณ 3 ได้ 18 นำ 2 คูณ 3 ได้ 10 บวกกันได้ 28

คนที่ 2 ตอบ 20 โดยกล่าวว่า นำ 6 คูณ 3 ได้ 14 นำ 3 คูณ 3 ได้ 6 บวกกันได้ 20

กลุ่มต่ำตอบผิด 4 คน โดยที่

คนที่ 1 ตอบ 88 โดยกล่าวว่า 6 คูณ 3 ได้ 18 และ 2 คูณ 3 ได้ 6 นำ 6 บวก กับ 8 ได้ 8 ทด
1 นำ 6 บวก 1 เป็น 7 ทดกับข้างบนเป็น 8

คนที่ 2 ตอบ 48 โดยกล่าวว่า 6 คูณ 3 ได้ 9 ; นำ 9 คูณกับ 2 ได้ 18 และ 18 คูณ 3 ได้ 48

คนที่ 3 ตอบ 23 โดยกล่าวว่า 6 คูณ 3 ได้ 18 บวกกับ 2 บวกกับ 3 ได้ 23

คนที่ 4 ตอบ 20 โดยกล่าวว่า เอา 6 คูณ กับ 3 ได้ 14 นำ 2 คูณกับ 3 ได้ 6 นำ 14 บวกกับ
6 ได้ 20

8) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ คำถามที่ว่า “เนื่องจาก $4 \times 42 = 168$ ดังนั้น 8×42 ได้เท่าไร”

ปรากฏว่ามีตอบถูกต้อง 5 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง 3 คน กลุ่มกลาง 2 คน ซึ่งนักเรียนทั้ง 5 คน กล่าวทำนองเดียวกันว่า นำ 8 คูณ 2 และนำมาคูณ 4 โดย 8 คูณ 2 ได้ 16 นำ 1 ทดไว้ที่ 4 ; 8 คูณ 4 ได้ 32 นำมาบวกกัน ได้ 336 นักเรียนที่ตอบผิดจำแนกได้ดังนี้

นักเรียนกลุ่มสูงตอบผิด 2 คน คนที่ 1 ตอบ 326 โดยกล่าวว่านำ 168 คูณ 2 ได้ 326 และคนที่ 2 ตอบ 390 โดยกล่าวว่า นำ 8 คูณ 2 ได้ 16 นำ 8 คูณ 4 ได้ 22 นำ 22 บวก 8 ได้ 390

นักเรียนกลุ่มกลางตอบผิด 3 คนดังนี้

คนที่ 1 ตอบ 386 กล่าวว่า นำ 8 คูณ 2 ได้ 16 นำ 8 คูณ 4 ได้ 28 จึงตอบ 386

คนที่ 2 ตอบ 346 กล่าวว่า 8 คูณ 2 ได้ 16 ; 8 คูณ 4 ได้ 32 ทดอีก 1 เป็น 33 รวมเป็น 346

คนที่ 3 ตอบ 320 โดยกล่าวว่า นำ 8 คูณ 42 โดย 8 คูณ 2 ได้ 16 ; 8 คูณ 4 ได้ 32 จึง

ตอบ 320

คนที่ 4 ตอบ 176 โดยกล่าวว่า แปดสองสิบหก ใส่ 6 ทด 1 แปดสองสิบหก ได้สิบเจ็ด ตอบ 176

คนที่ 5 ตอบ 120 โดยกล่าวว่าเดาเอา

9) สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ (4×30) มากกว่า (3×30) อยู่เท่าไร

ปรากฏว่ามีนักเรียนตอบถูกต้อง 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสูง 5 คน และกลุ่มกลาง 3 คน โดยที่ นักเรียนกลุ่มสูง 5 คน และนักเรียนกลุ่มกลาง 1 คน อธิบายว่า นำ 4 คูณ 30 ได้ 120 นำ 3 คูณ 30 ได้ 90 นำ 120 ลบ 90 เท่ากับ 30

นักเรียนกลุ่มกลางอีก 2 คน ที่ตอบถูกต้องอธิบายดังนี้ คนที่ 1 ตอบ 30 โดยนำ 4 คูณ 0 ได้ 0 นำ 4 คูณ 3 ได้ 12 รวมเป็น 120 ; นำ 3 คูณ 0 ได้ 0 นำ 3 คูณ 3 ได้ 9 รวมกันได้ 90 นำ 120 ลบ กับ 90 ได้ 30 คนที่ 2 ตอบ 30 แต่อธิบายผิด โดยกล่าวว่า นำ 4 คูณ 30 ได้ 110 นำ 3 คูณ 30 ได้ 90 นำ 110 ลบ 90 ได้ 20 นักเรียนที่ตอบผิดแสดงวิธีคิดดังนี้

กลุ่มกลางตอบผิด 2 คน โดย

คนที่ 1 ตอบ 20 โดยอธิบายว่า นำ 4 คูณ 30 ได้ 120 นำ 3 คูณ 30 ได้ 90 ลบกันได้ 20

คนที่ 2 ตอบ 1 โดยกล่าวว่า 4 มากกว่า 3 อยู่ 1

กลุ่มต่ำตอบผิด 5 คน โดย

คนที่ 1 ตอบ 180 โดยกล่าวว่าเดาเอา

คนที่ 2 ตอบ 10 โดยกล่าวว่า เดาเอา

คนที่ 3 ตอบ 1 เมื่อให้อธิบายก็เปลี่ยนคำตอบเป็น 3 เมื่อให้อธิบายก็กล่าวว่าอันแรก 120
อันหลัง 60 มากกว่ากันอยู่ 30 เอ...ไม่ใช่..เอ้อ คิดไม่ถูกครับ

คนที่ 4 ตอบ 1 โดยกล่าวว่า 4 คูณ 30; นำ 4 คูณ 0 ได้ 0 ; 4 คูณ 3 ได้ 12 นำ 30 คูณ 3 ได้
3 คูณ 0 ได้ 0; 3 คูณ 3 ได้ 9 ได้ 309 ..ตกลงตอบเท่าไร ตอบ 1 ครับ

คนที่ 5 ตอบ 90 โดยกล่าวว่า 3 คูณ 0 ไม่ได้ ใส่ 0 ; 3 คูณ 3 ได้ 9 เป็น 90 แค่นี้ครับ ตอบ
90 ผู้สัมภาษณ์ถามต่อว่า แล้วอย่างไรอีก นักเรียนบอกว่าเสร็จแล้ว

ผลการสัมภาษณ์สำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง

สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 9 คน หลังการทดลองเสร็จสิ้น โดยนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลือกมาใช้ในการสัมภาษณ์มีคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลองเท่ากันเป็นคู่ๆ ได้ผลการสัมภาษณ์ดังนี้

ตอนที่ 1. สัมภาษณ์ความสามารถในการใช้ประสบการณ์มาเป็นเกณฑ์ ในการอ้างอิง ความเป็นไปได้ของการวัด

1 ในการคะเนจำนวนเมล็ดถั่วในภาชนะ ก ซึ่งมีอยู่ 400 เมล็ด โดยมีตัวอย่างเมล็ดถั่ว 100 เมล็ด ใส่ไว้ในภาชนะขนาดเดียวกัน ที่เขียนบอกจำนวนติดไว้ ปรากฏว่า มีนักเรียนในกลุ่มทดลองจำนวน 7 คน คิดเป็น ร้อยละ 77.77 และ นักเรียนในกลุ่มควบคุม 6 คน คิดเป็น ร้อยละ 66.66 ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$

2 ในการคะเนจำนวนเมล็ดถั่วในภาชนะ ข ซึ่งมีอยู่ 800 เมล็ด หลังจากที่นักเรียนคะเนจำนวนเมล็ดถั่วในภาชนะ ก แล้ว ปรากฏว่า มีนักเรียน ในกลุ่มทดลอง 7 คน คิดเป็น ร้อยละ 77.77 และ นักเรียนในกลุ่มควบคุม 3 คน คิดเป็น ร้อยละ 33.33 ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$

3 ในการคะเนความยาวของเทปสีแดงซึ่งยาว 3 เมตร โดยมีตัวอย่างของเทปยาว 1 เมตร ติดอยู่บนโต๊ะ ปรากฏว่ามีนักเรียนในกลุ่มทดลอง 6 คน คิดเป็นร้อยละ 66.66 และ นักเรียนในกลุ่มควบคุม 1 คน คิดเป็น ร้อยละ 11.11 ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$

4 ในการคะเนความยาวของเทปสีแดงซึ่งยาว 5 เมตร หลังจากที่นักเรียนได้คะเนความยาวของเทปสีแดงแล้ว ปรากฏว่ามีนักเรียนในกลุ่มทดลองจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 88.88 และนักเรียนในกลุ่มควบคุม 5 คน คิดเป็น ร้อยละ 55.55 ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$

5 ในการคะเนระยะจากฝั่เลื้อยถึงแมลงปอ ซึ่งห่างกัน 8 เซนติเมตร ปรากฏว่ามีนักเรียนในกลุ่มทดลอง จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44 และนักเรียนในกลุ่มควบคุม จำนวน 3 คน คิดเป็น ร้อยละ 33.33 ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$

6 ในการพิจารณา เส้นทางเดินของหนอน ป หนอน ด และ หนอน ย ปรากฏว่ามีนักเรียนในกลุ่มทดลองจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และ นักเรียนในกลุ่มควบคุม จำนวน 2 คน คิดเป็น ร้อยละ 22.22 ที่ตอบ ได้ถูกต้อง โดยที่นักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องของ

ทั้งสองกลุ่ม อธิบายทำนองเดียวกันว่า ใช้การสังเกตจากการเลี้ยวขึ้นเลี้ยวลง โดยเห็นว่ายิ่งเลี้ยวขึ้นเลี้ยวลงมาก ก็จะทำให้ระยะทางมากขึ้นหรือนำมายืดออกก็จะทำให้ได้ระยะทางยาวกว่า

7 สัมภาษณ์ความสามารถในการคะเนน้ำหนัก ในการคะเนน้ำหนักสิ่งของซึ่งหนัก 500 กรัม โดยมีตัวอย่างสิ่งของซึ่งหนัก 1 กิโลกรัม ที่ติดป้ายน้ำหนักบอกไว้ วางอยู่บนโต๊ะ ปรากฏว่า มีนักเรียนในกลุ่มทดลอง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 88.88 และ นักเรียนในกลุ่มควบคุม จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 77.77 ตอบได้ว่าสิ่งของนั้นมีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กิโลกรัม

8. ในการคะเนน้ำหนักสิ่งของซึ่งหนัก 3 กิโลกรัม หลังจากให้นักเรียนคะเนน้ำหนักสิ่งของหนัก 500 กรัมแล้ว ปรากฏว่า มีนักเรียนในกลุ่มทดลอง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 และนักเรียนในกลุ่มควบคุมจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ที่ตอบอยู่ในช่วงผิดพลาดไม่เกิน $\pm 30\%$

ตอนที่ 2. สัมภาษณ์วิธีคิดคำนวณในใจ

1. การหาผลลัพธ์ของ $58 + 42 = \square$

ปรากฏว่ามีนักเรียนในกลุ่มทดลอง ตอบถูกต้อง 9 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 100 คือตอบได้ถูกต้องทุกคน และนักเรียนในกลุ่มควบคุมตอบถูกต้อง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 77.77 โดยนักเรียนที่ตอบถูกต้องทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มักใช้การคิดคำนวณในใจ เช่นเดียวกับการตั้งบวกในกระดาษ

2 สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $65 - 28 = \square$

ปรากฏว่ามีนักเรียนในกลุ่มทดลอง ตอบถูกต้อง 6 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 66.66 และนักเรียนในกลุ่มควบคุมตอบถูกต้อง 5 คน คิดเป็นร้อยละ 55.55 โดยนักเรียนที่ตอบถูกต้องทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มักใช้การคิดคำนวณในใจ เช่นเดียวกับการตั้งลบในกระดาษ

3 สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $549 - 50 = \square$

ปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองตอบถูกต้อง 5 คน คิดเป็นร้อยละ 55.55 และนักเรียนในกลุ่มควบคุมก็ตอบถูกต้อง 5 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 55.55 เช่นกัน แต่มีนักเรียนในกลุ่มทดลองอยู่หนึ่งคน ที่อธิบายวิธีคิดที่แตกต่างไปจากคนอื่น ๆ ซึ่งบ่งชี้ว่ามีสำนึกเกี่ยวกับจำนวนสูงกว่าวิธีการคิดตามปกติ คือ นักเรียนกล่าวว่า 49 ลบด้วย 50 ไม่ได้ยืมจาก 5 (500) มาใส่ 4 (40) เอา 140 ลบด้วย 50 ได้ 90 ; 5 (500) ถูกยืมเหลือ 400 บวกกับ 99 ได้ 499

4 สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $70 + 145 + 30 = \square$

ปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองตอบถูกต้อง 6 คน คิดเป็นร้อยละ 66.66 และนักเรียนในกลุ่มควบคุมตอบถูกต้อง 2 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 เมื่อสอบถามวิธีคิด ปรากฏว่า นักเรียน

ในกลุ่มทดลอง ทั้งหกคนที่ตอบถูกต้องใช้วิธีนำ $70 + 30$ ก่อน แล้วจึงไปรวมกับ 145 ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ตอบถูกต้อง 2 คน มีอยู่ หนึ่งคนที่ใช้วิธีคิดเช่นเดียวกับการคิดในกระดาษ ส่วนอีกหนึ่งคนคิดเช่นเดียวกับนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ตอบได้ถูกต้อง

5 สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $7 \times 9 \times 0 = \square$

ปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองตอบได้ถูกต้อง 6 คน คิดเป็นร้อยละ 66.66 ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมตอบได้ถูกต้องเพียง 1 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 จากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ส่วนใหญ่ไม่เข้าใจความหมายของการคูณด้วย ศูนย์

6 สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $5 \times 4 \times 1 = \square$

ปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองตอบได้ถูกต้อง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 77.77 และนักเรียนในกลุ่มควบคุมตอบได้ถูกต้อง 4 คนคิดเป็นร้อยละ 44.44

7 สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ $(6 \times 3) + (2 \times 3) = \square$

ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองตอบได้ถูกต้อง 6 คน คิดเป็นร้อยละ 66.66 ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุม ไม่มีนักเรียนคนใดตอบได้ถูกต้องเลย สำหรับนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ตอบได้ถูกต้องมีอยู่ 3 คนที่หาผลคูณของแต่ละวงเล็บแล้วนำมาบวกกัน และอีก 3 คน แปลงผลคูณให้อยู่ในรูปผลบวก แล้วนำมาบวกกัน

8 สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ คำถามที่ว่า " $22 \times 3 = 66$ ดังนั้น 23×3 เท่ากับเท่าใด"

ปรากฏว่ามีนักเรียนกลุ่มทดลองตอบได้ถูกต้อง 8 คน คิดเป็นร้อยละ 88.88 โดยนักเรียนอธิบายว่า 23×3 เท่ากับ 69 จำนวน 2 คน อธิบายว่า $23 + 23 + 23 + 23$ เท่ากับ 69 จำนวน 1 คน และอธิบายว่า 66 นับเพิ่มอีก 3 จำนวน 1 คน และอธิบายว่า $66 + 3$ อีก 4 คน ส่วนกลุ่มควบคุม ไม่มีนักเรียนที่ตอบได้ถูกต้อง

9 สัมภาษณ์ การหา ผลลัพธ์ของ (14×4) มากกว่า (12×4) อยู่เท่าไร

ปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองตอบได้ถูกต้อง 2 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 และทั้ง 2 คน อธิบายวิธีคิดที่ $4+4$ เท่ากับ 8 ส่วน กลุ่มควบคุม ไม่มีนักเรียนที่ตอบได้ถูกต้อง

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายนพพร ชื่อสกุล แหยมแสง

เกิดวันที่ 27 มิถุนายน พุทธศักราช 2495

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัด สมุทรสาคร

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 4 /323 -325 ซอย 24 หมู่บ้านบัวขาว

แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร 10510

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ระดับ 9

สถานที่ทำงานปัจจุบัน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก บางกะปิ

กรุงเทพมหานคร 10210

ประวัติการศึกษา

พ. ศ. 2514 มัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนกวิทยาศาสตร์ โรงเรียน วัดสิงห์

บางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

พ. ศ. 2516 ปกศ. สูง วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

พ. ศ. 2519 ศึกษาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอก คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

พ. ศ. 2523 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(การสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ. ศ. 2544 กศด.(คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

บทคัดย่อ

ของ

นพพร แหยมแสง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุริยบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา

มีนาคม 2544

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร โดยการดำเนินการ แบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 รวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาสภาพและปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระยะที่ 2 เป็นการทดลองสอนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาจากการศึกษาค้นคว้าและจากการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพและปัญหาของนักเรียน ด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

การวิจัยระยะที่ 1 ศึกษาสภาพ และปัญหา ด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 289 คน และ 245 คน ตามลำดับ โดยเป็นนักเรียนที่สุ่มจากโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก เครื่องมือในการศึกษาเป็นแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน 3 ฉบับ เมื่อทดสอบแล้วมีการสัมภาษณ์นักเรียนบางส่วนตามแบบสัมภาษณ์ ผลการศึกษาสภาพและปัญหาพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนคิดเป็นร้อยละ 38.73 และ 44.26 ตามลำดับ และพบว่านักเรียนทั้งสองระดับมีปัญหาด้านสำนึกเกี่ยวกับจำนวนค่อนข้างมาก

การวิจัยระยะที่ 2 เป็นการศึกษาการทดลองพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทดสอบก่อน-หลังการทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านบางกะปิ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โดยสุ่มห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม นักเรียนกลุ่มทดลองมี 35 คน เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น นักเรียนกลุ่มควบคุมมีจำนวน 38 คน เรียนจากการสอนตามปกติ ใช้เวลาทดลอง 1 ภาคการศึกษา สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 3 คาบ ก่อนการทดลอง ได้ทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ด้วยแบบวัดพื้นฐานความรู้วิชาคณิตศาสตร์ และ แบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน และหลังการทดลอง ได้ทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ด้วยแบบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวน และ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ และมีการสัมภาษณ์นักเรียนบางส่วน

ผลการทดลองพบว่า

1. กิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75 / 75 ซึ่งหมายถึงมีนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ได้คะแนนรวมสำนึกเกี่ยวกับจำนวน (คะแนนระหว่างเรียน รวมกับคะแนนสอบจากการวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังเรียน) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

2. คะแนนจากการทดสอบสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลอง ($p < .05$)

3. คะแนนจากการทดสอบสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$)

4. คะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($p < .05$)

สรุปผลการทดลองได้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนได้ผลดี และผลจากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถด้าน การกะเนปริมาณ ระยะทาง และน้ำหนัก รวมทั้งการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น และการนำองค์ความรู้ที่ได้รับ ไปใช้แก้ปัญหา ต่างๆ ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม

DEVELOPMENT OF NUMBER SENSE FOR SECOND GRADE STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
NOPPORN YAMSANG

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Doctor of Education degree in Mathematics Education
at Srinakarinwirot University

March 2001

The purpose of the study was to develop instructional activities for developing number sense of second grade students of a metropolitan school. The research was done in 2 stages: (1) a preliminary study of conditions and problems related to number sense of the second and fourth grade students and (2) a teaching experiment with instructional activities based on the results of the study from the first stage.

In the first stage of the research, second and fourth grade students' conditions and problems related to number sense were examined. 289 second grade students and 245 fourth grade students were drawn on the process of sample random sampling from large, medium and small schools. All of the students were asked to do 3 tests on number sense and some were also formally interviewed. It was found that their means score of number sense were 38.73% and 44.26 %, respectively, and both groups had many problems with regard to number sense.

In the second stage of the research which lasted a semester, 73 second grade students of Ban Bangkapi School were divided into a control and experimental group of 38 and 35 students, respectively. The former were taught by regular teacher whereas the latter taught by the researcher with the planned instructional activities focus on number sense developed by the researcher. The class met 3 periods a day for 5 days a week. At the preliminary stage of the experiment the students were tested on number sense and basic mathematical knowledge. At the end of the experiment both the number sense test and the mathematical achievement test were used to test the students. Some of the students were selected for a formal interview on number sense.

The results of the experiment were as follows:

1. The efficiency of the developed instructional activities was accepted with the criterion 75 / 75. This means that not less than 75% of the students in the experimental group scored not less than 75 % on number sense.

2. The number sense test scores of the experimental group after the experiment was higher than the scores before the experiment. ($p < .05$)

3. The number sense test scores of the experimental group after the experiment was higher than those scores of the control group. ($p < .05$)

4. The mathematical achievement test scores of the two groups after the experiment