

บทที่ 4

ผลการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และต้องการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ในด้านพัฒนาการสำนึกเกี่ยวกับจำนวน นอกจากนี้ได้ศึกษาถึง ผลการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเศษส่วนและทศนิยม และเจตคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน การนำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอเป็น ตอนๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการประเมินการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน โดยประเมินจาก สิ่งต่อไปนี้

1.1 พัฒนาการสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

1.2 ความคงทนของการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน และทศนิยม

ตอนที่ 3 ผลการประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลการประเมินการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาสำนึกเกี่ยวกับ จำนวน

การศึกษาค้นคว้าใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของกลุ่มทดลอง ได้แยกการศึกษาเป็น 2 ส่วน คือ หนึ่ง ศึกษาพัฒนาการสำนึกเกี่ยวกับจำนวน โดยการเปรียบเทียบผล การทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลอง กับผลจากการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับ จำนวนหลังการทดลอง ตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และการประเมินเชิงคุณภาพ จากการสังเกตพฤติกรรม สำนึกเกี่ยวกับจำนวนในแต่ละด้านของกลุ่มทดลอง สอง ศึกษาความคงทนของการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับ จำนวน โดยการเปรียบเทียบผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง กับผลการทำ แบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน ตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 จากการศึกษาได้ผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 พัฒนาการสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ซึ่งประเมินจาก ผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึก เกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลอง กับผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง และ ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการทดลอง มีผลดังต่อไปนี้

1.1.1 ผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลอง กับผลการทำ แบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง ซึ่งเปรียบเทียบและแสดงผลใน ตาราง 5 - 7

ตาราง 5 เปรียบเทียบสำนักเกี่ยวกับจำนวนของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลอง

สำนักเกี่ยวกับจำนวน	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ย	ค่าสถิติ (t)	P - value
ก่อนการทดลอง	26	10.54	-6.80	.000**
หลังการทดลอง	26	18.31		

** มีระดับนัยสำคัญที่ .01

จากตาราง 5 พบว่า โดยใช้การทดสอบ t แบบคู่ (paired t test) ผลจากการทำแบบทดสอบวัดสำนักเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลองกับหลังการทดลองมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 1 นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง กล่าวคือ ก่อนการทดลองค่าเฉลี่ยเป็น 10.54 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 29.6 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 36 คะแนน) และมีค่าเฉลี่ยหลังการทดลองเป็น 18.31 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 50.6 ของคะแนนเต็ม ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อผ่านการทดลองมาแล้ว นักเรียนมีพัฒนาการสำนักเกี่ยวกับจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และคะแนนทดสอบก่อนและหลังการทดลอง สามารถเปรียบเทียบคะแนน และแสดงผลด้วย Stem-and-Leaf Plot ได้ดังนี้

ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง
99988664	0	8999
422222220000000	1	223
755	1	56777788
	2	0112333
	2	899
	3	0

หมายเหตุ จาก Stem-and-Leaf Plot ตัวเลขในช่องกลางเป็นตัวเลขในหลักสิบของคะแนนดิบ ตัวเลขในช่องทางซ้าย และทางขวาแสดงตัวเลขในหลักหน่วยของคะแนนดิบรายบุคคล เช่นข้อมูลในแถวอนที่ 3

ก่อนการทดลองมีนักเรียนได้คะแนน 15, 15, 17

หลังการทดลองมีนักเรียนได้คะแนน 15, 16, 17, 17, 17, 18, 18

จาก Stem-and-Leaf Plot ได้ว่าก่อนการทดลองคะแนนของนักเรียน 23 คน อยู่ในสองแถวอนแรกอยู่ระหว่าง 4 ถึง 14 คะแนน มีนักเรียน 1 คนที่ได้คะแนนสูงสุดซึ่งเท่ากับ 17 และมีนักเรียน 1 คน ที่ได้คะแนนต่ำสุดซึ่งเท่ากับ 4 หลังการทดลองคะแนนของนักเรียน 15 คน อยู่ในแถวอนที่ 3 และ 4 อยู่ระหว่าง 15 ถึง 23 คะแนน มีนักเรียน 1 คน ที่ได้คะแนนสูงสุดซึ่งเท่ากับ 30 และมีนักเรียน 1 คน ที่ได้คะแนนต่ำสุดซึ่งเท่ากับ 8 (ผลการทำแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ดูในภาคผนวก ข)

เพื่อศึกษาพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนแต่ละด้าน โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนการทดลองกับหลังการทดลองโดยใช้ t แบบคู่ ในแต่ละด้านทั้งห้าด้าน ดังผลแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของกลุ่มทดลองในแต่ละด้านก่อนและหลังการทดลอง

สำนึกเกี่ยวกับจำนวน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง	ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง	ค่าสถิติ (t)	P - value
ความเข้าใจในความหมายของจำนวน	6	2.54	3.27	-2.510	.019 [†]
ความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิง	6	2.15	3.77	-4.600	.000*
ความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น	6	0.50	1.88	-4.797	.000*
ความสามารถในการประมาณค่า	6	1.23	2.23	-2.388	.019 [†]
ความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ	12	4.12	7.15	-4.950	.000*

*มีระดับนัยสำคัญที่ .05

จากตาราง 6 พบว่า ผลการทดสอบก่อนการทดลอง และหลังการทดลองของแต่ละด้านมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.5 และเพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการในแต่ละด้าน โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ย (ร้อยละ) ของคะแนนก่อนการทดลองและหลังการทดลองได้ ดังผลแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบพัฒนาการสำนึกเกี่ยวกับจำนวน 5 ด้าน ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลอง

สำนึกเกี่ยวกับจำนวน	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)		ผลต่าง (ร้อยละ)
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	
ความเข้าใจในความหมายของจำนวน	42.33	54.48	12.15
ความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิง	35.82	62.80	26.98
ความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น	8.33	31.32	22.99
ความสามารถในการประมาณค่า	20.50	37.15	16.65
ความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ	34.34	59.58	25.24

จากตาราง 7 แสดงว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีพัฒนาการด้านความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิงมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการทั้งสามด้านนี้ได้ดีมากเทียบกับก่อนการทดลอง เมื่อพิจารณารายละเอียดผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลอง กับผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง สามารถแยกรายละเอียดเพิ่มเติมเป็นแต่ละด้านได้ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจในความหมายของจำนวน มีคะแนนเต็ม 6 คะแนน หลังการทดลอง นักเรียนสามารถทำค่าเฉลี่ยได้เพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยเพิ่มจากร้อยละ 42.33 เป็นร้อยละ 54.48 นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการที่ดีขึ้น มีนักเรียน 3 คน ได้คะแนนเต็ม 6 คะแนน นักเรียน 13 คน สามารถตอบได้ว่า ระหว่าง $\frac{3}{7}$ และ $\frac{4}{7}$ มีจำนวนอยู่มากมาย นักเรียน 17 คน สามารถตอบได้ว่า $\frac{5}{2}$ มีค่าเท่ากับ $2\frac{1}{2}$ นักเรียน 15 คน สามารถเรียงลำดับทศนิยมจากน้อยไปหามากได้ ซึ่งแตกต่างจากก่อนการทดลองที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำไม่ได้

2. ความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิง มีคะแนนเต็ม 6 คะแนน หลังการทดลอง นักเรียนสามารถทำค่าเฉลี่ยได้เพิ่มขึ้นมาก โดยค่าเฉลี่ยเพิ่มจากร้อยละ 35.82 เป็นร้อยละ 62.80 ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการในด้านนี้ได้ดี และทำคะแนนได้สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับด้านอื่นๆ มีนักเรียน 4 คน ที่ทำคะแนนได้ 6 คะแนนเต็ม ซึ่งก่อนการทดลองไม่มีนักเรียนคนใดได้คะแนนเต็มเลย มีนักเรียน 20 คนที่สามารถตอบได้ว่า $\frac{8}{15}$ มีค่ามากกว่า $\frac{1}{2}$ นักเรียนสามารถใช้ $\frac{1}{2}$ และ 0.50 เป็นตัวอ้างอิงในการเปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยมได้ถูกต้องขึ้น นักเรียน 17 คน สามารถใช้ 1 เป็นตัวอ้างอิงในการพิจารณาคำตอบของ 35.6×0.95 ได้ว่ามีค่าไม่เกิน 36

3. ความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น มีคะแนนเต็ม 6 คะแนน หลังการทดลอง นักเรียนสามารถทำค่าเฉลี่ยได้เพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยเพิ่มจากร้อยละ 8.33 เป็นร้อยละ 31.32 ซึ่งถือว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ถึงแม้ว่านักเรียนยังไม่สามารถทำได้ถึงร้อยละ 50 ก็ตาม แต่ก็ได้พัฒนาจากก่อนการทดลองมีนักเรียนที่ได้ 0 ถึง 17 คน ทำคะแนนได้สูงสุดเพียง 2 คะแนน จากการสอบถามนักเรียนพบว่า นักเรียนไม่ได้รับการฝึกทักษะให้คิดคำนวณในใจบ่อยนัก นานๆครั้งครูจึงให้ฝึกคิดคำนวณในใจ แต่หลังการทดลองพบว่า มีนักเรียนได้คะแนน 0 เพียง 2 คน และมีนักเรียนทำคะแนนสูงสุดได้ 5 คะแนน

4. ความสามารถในการประมาณค่า มีคะแนนเต็ม 6 คะแนน หลังการทดลอง นักเรียนสามารถทำค่าเฉลี่ยได้เพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยเพิ่มจากร้อยละ 20.50 เป็นร้อยละ 37.15 นับเป็นสำนึกเกี่ยวกับจำนวนอีกด้านหนึ่ง ที่นักเรียนยังทำค่าเฉลี่ยได้ไม่ถึงร้อยละ 50 จากการสอบถามนักเรียนปรากฏว่า นักเรียนไม่ได้ฝึกทักษะการประมาณค่าคำตอบมาก่อน จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในด้านนี้น้อย แต่ถึงอย่างไรก็ตามนักเรียนก็มีพัฒนาการที่ดีขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น

5. ความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ มีคะแนนเต็ม 12 คะแนน หลังการทดลอง นักเรียนสามารถทำค่าเฉลี่ยได้เพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยเพิ่มจากร้อยละ 34.34 เป็นร้อยละ 58.33 มีนักเรียน 3 คน ที่ทำคะแนนได้ 12 คะแนนเต็ม นักเรียน 17 คน ทำคะแนนได้ 6 คะแนนขึ้นไป ซึ่งต่างจากผลการทดสอบก่อนการทดลอง ที่ไม่มีนักเรียนคนใดทำได้ 12 คะแนนเลย มีนักเรียนเพียง 7 คนที่ทำคะแนนได้ 6 คะแนนขึ้นไป

1.1.2 ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการทดลอง โดยแยกการสังเกตดังนี้
หนึ่ง การสังเกตพฤติกรรมขณะทำกิจกรรมกลุ่มที่พัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในแต่ละด้านสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
สังเกตทุกกลุ่ม โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมแบบที่ 1 สอง การสังเกตพฤติกรรมทุกคาบเรียน ของนักเรียน
6 คน ที่เลือกไว้จากกลุ่มทดลอง โดยเลือกจากนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับ เก่ง ปาน
กลาง และอ่อน ระดับละ 2 คน ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมแบบที่ 2 สังเกตตลอดการทดลอง สาม สังเกต
จากแฟ้มสะสมงานของนักเรียนทุกคน ผลจากการสังเกตพฤติกรรมนำเสนอแยกเป็นด้านๆ ดังนี้

1.1.2.1 ความเข้าใจในความหมายของจำนวน

นอกจากสอดคล้องการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในการสอนคาบต่างๆแล้วผู้วิจัยได้จัด
กิจกรรมกลุ่ม ซึ่งพัฒนาความเข้าใจในความหมายของจำนวนโดยเฉพาะ เป็นกิจกรรมพัฒนาความเข้าใจใน
ความหมายของเศษส่วนหนึ่งครั้ง และเป็นกิจกรรมพัฒนาความเข้าใจในความหมายของทศนิยมหนึ่งครั้ง
โดยภาพรวมจากการสังเกตนักเรียนสามารถทำกิจกรรมพัฒนาความเข้าใจในความหมายของทศนิยมถูกต้อง
มากกว่าของเศษส่วน

จากการสังเกตการทำใบกิจกรรมที่ 5 ในเรื่องความเข้าใจในความหมายของเศษส่วน และการทำ
ใบกิจกรรมที่ 19 ในเรื่องความเข้าใจในความหมายของทศนิยม และการสังเกตพฤติกรรมด้านความเข้าใจใน
ความหมายของจำนวน ของนักเรียนจำนวน 6 คน ที่คัดเลือกไว้ ในประเด็นต่อไปนี้

นักเรียนสามารถบอกความหมายของจำนวนที่กล่าวถึงได้ตามประสบการณ์ของตนเอง เช่น ให้
นักเรียนอธิบายความหมายของ $\frac{1}{3}$ และ $\frac{1}{10}$ โดยส่วนมากนักเรียนจะอธิบายในทำนองที่แสดงถึงการ
แบ่ง ได้แก่ “ มีของอยู่หนึ่งชิ้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน นักเรียนเอาไป 1 ส่วน หรือมีของอยู่ชิ้นหนึ่ง
แบ่งออกเป็น 10 ส่วนเท่าๆกัน นักเรียนเอาไป 1 ส่วน ” มีหนึ่งกลุ่มที่อธิบายว่า “ $\frac{1}{3}$ มากกว่า $\frac{1}{10}$
เพราะว่า $\frac{1}{3}$ มีค่าใกล้จะถึง $\frac{1}{2}$ แต่ $\frac{1}{10}$ มีค่าน้อย ” และนักเรียนบอกความหมายของ 0.7 โดยระบายสี
แสดงถึง 0.7 ในกระดาษที่แบ่งออกเป็น 10 ส่วน หรือ อธิบายว่า $\frac{4}{6}$ มีค่าเกินครึ่งหนึ่ง

นักเรียนสามารถเขียนจำนวนที่มีขนาดเท่ากันได้หลายรูปแบบ เช่น $\frac{3}{6}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{4}{8}$ โดยให้เหตุผล
ว่ามีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่ง หรือ 0.50 มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}$ และ 0.75 มีค่าเท่ากับ $\frac{3}{4}$ เป็นต้น

นักเรียนสามารถเปรียบเทียบจำนวนและเรียงลำดับจำนวน เช่น ให้นักเรียนเรียงลำดับจากน้อย
ไปหามากของ $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{2}{19}$, $\frac{4}{7}$, $\frac{7}{9}$ และ 0.10, 0.37, 0.5, 0.6, 0.95, 1.05 นักเรียนส่วนมากทำ
ได้ ในการเปรียบเทียบทศนิยมให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย >, < หรือ = นักเรียน 5 กลุ่มตอบได้ มี
เพียง 1 กลุ่ม ที่ตอบว่า 0.13 = 0.126 และเมื่อให้ตัวแทนกลุ่มให้เหตุผลว่าทำไมถึงตอบเท่ากัน นักเรียน
ตอบว่า เพราะว่าในกลุ่มปิด 0.126 เป็น 0.13

นักเรียนสามารถบอกจำนวนที่อยู่ระหว่างสองจำนวนใดๆได้ เช่นบอกจำนวนที่อยู่ระหว่าง $\frac{3}{6}$
กับ $\frac{6}{7}$ มี 2 กลุ่มที่ใช้วิธีคิด ด้วยการเปลี่ยน $\frac{3}{6}$ เป็น $\frac{1}{2}$ แล้วหาเศษส่วนที่มีค่ามากกว่า $\frac{1}{2}$ เช่น $\frac{4}{6}$,
 $\frac{6}{11}$ นักเรียนทุกกลุ่มสามารถบอกจำนวนที่อยู่ระหว่าง 1.05 กับ 0.95 ได้เช่น ให้คำตอบว่า 0.98, 1.02

, 1.03 หรือ 0.951 , 0.952 , 0.953 นักเรียนส่วนมากสามารถหาจำนวนที่อยู่ระหว่าง 10.4 กับ 10.5 ได้ เช่น ได้แก่ 10.41 , 10.42 และ 10.48 เป็นต้น

นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนใดมีค่าใกล้กับจำนวนที่กำหนดมากกว่ากัน เช่น การหาจำนวนใดใกล้ $\frac{1}{2}$ มากกว่ากันระหว่าง $\frac{5}{11}$ กับ $\frac{2}{7}$ นักเรียนทุกกลุ่มหาคำตอบได้ โดยอธิบายว่า $\frac{5}{11}$ มีค่าเกือบเท่า $\frac{1}{2}$ แล้ว หรือรู้ว่า $\frac{7}{8}$ มีค่าใกล้ 1 มากกว่า $\frac{1}{2}$ เป็นต้น

มีข้อสังเกตได้แก่ ในการคูณทศนิยม $0.98 \times 100 = 980$ และ $73.26 \times 1000 = 73260$ โดยให้นักเรียนใส่จุดทศนิยมที่คำตอบ นักเรียนจะใส่จุดเป็น 9.80 และ 732.60 นักเรียนอธิบายว่า การคูณทศนิยม 2 ตำแหน่ง ค่าตอบต้องได้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง เพราะนักเรียนจำกฎเกณฑ์มาใช้ แต่หลังจากให้นักเรียนใช้การประมาณค่าโดยช่วยกันพิจารณาว่า 0.98 มีค่าใกล้ 1 แล้วมาคูณด้วย 100 ค่าตอบต้องมีค่าใกล้ 100 ในทำนองเดียวกันกับ 73.26×1000 ค่าตอบจะเป็น 732.60 ไม่ได้ เป็นต้น

ดังนั้นผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทั้งหมด ในด้านความเข้าใจในความหมายของจำนวน ดังที่กล่าวมาข้างต้น และจากแฟ้มสะสมงานของนักเรียนทุกคน สามารถวิเคราะห์ได้ว่า พัฒนาการด้านความเข้าใจในความหมายของจำนวน ของกลุ่มทดลองดีขึ้น โดยเฉพาะการเปรียบเทียบจำนวนทั้งเศษส่วนและทศนิยม การหาจำนวนที่มากกว่าหรือน้อยกว่าจำนวนที่กำหนดให้ การอธิบายถึงความหมายของจำนวนที่กำหนดให้ได้หลายลักษณะมากขึ้นตามประสบการณ์ของตน ซึ่งสอดคล้องกับการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนด้านความเข้าใจในความหมายของจำนวนหลังการทดลอง ที่นักเรียนทำค่าเฉลี่ยได้เพิ่มขึ้น

1.1.2.2 ความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิง

นอกจากสอดแทรกการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ในการสอนคาบต่างๆแล้วผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมกลุ่มโดยแบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม เพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิงโดยเฉพาะ 2 ครั้ง ครั้งแรก เป็นกิจกรรมพัฒนาความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิงเกี่ยวกับเศษส่วน สอง เป็นกิจกรรมพัฒนาความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิงเกี่ยวกับทศนิยม

จากการสังเกตการทำใบกิจกรรมที่ 10 ในเรื่องความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิงเกี่ยวกับเศษส่วน และการทำใบกิจกรรมที่ 24 ในเรื่องความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิงเกี่ยวกับทศนิยม และการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน 6 คน ในประเด็นต่างๆดังนี้

นักเรียนสามารถใช้ตัวอ้างอิงในการเปรียบเทียบจำนวน พบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถนำ $\frac{1}{2}$ ไปใช้ในการเปรียบเทียบเศษส่วนได้ เช่น $\frac{4}{9} < \frac{2}{3}$ โดยนักเรียนอธิบายว่า $\frac{4}{9}$ มีค่าไม่ถึง ครึ่งในขณะที่ $\frac{2}{3}$ มีค่ามากกว่าครึ่ง นักเรียนสามารถใช้ 1 เป็นตัวอ้างอิงได้ เช่น $\frac{7}{18} < \frac{6}{7}$ เพราะว่า $\frac{6}{7}$ มีค่าใกล้ 1 มากกว่า นักเรียนบางคนสามารถใช้ $0, \frac{1}{2}$ เป็นตัวอ้างอิงได้ เช่น บอกได้ว่า $\frac{3}{7}$ น้อยกว่า $\frac{3}{5}$ โดยบอกว่า $\frac{3}{7}$ น้อยกว่า $\frac{1}{2}$ แต่ $\frac{3}{5}$ มากกว่า $\frac{1}{2}$ และสามารถบอกได้ว่า $\frac{1}{10}$ มีค่าใกล้ 0 มากกว่าใกล้ $\frac{1}{2}$ จากการสังเกตเมื่อนักเรียนทำกิจกรรม ที่ให้นักเรียนเขียนเศษส่วนที่ตนเองชอบคนละหนึ่งจำนวน แล้วให้แต่ละคนบอกจำนวนที่ตนเองเขียนให้เพื่อนๆ ในห้องฟัง โดยเรียงไปที่ละคน เมื่อคนแรกบอกจำนวนของตนเอง คนที่สองก็ลุกขึ้นบอกจำนวนของตน พร้อมกับเปรียบว่าของใครมีค่ามากกว่ากัน ถ้าใครน้อยกว่าให้นั่งลงทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนหมดทุกคน นักเรียนก็จะได้เศษส่วนที่มีค่ามากที่สุด จากกิจกรรมนี้สังเกตเห็นว่า

นักเรียนได้ใช้ $\frac{1}{2}$, 1, 2 มาเป็นตัวอ้างอิงในการเปรียบเทียบ เช่น $\frac{7}{8}$ มากกว่า $\frac{10}{21}$ หรือ $\frac{19}{20}$ มากกว่า $\frac{54}{60}$ หรือ $2\frac{5}{6}$ มากกว่า $2\frac{7}{15}$ เป็นต้น หรือนักเรียนทุกคนสามารถใช้ $\frac{1}{2}$ ในการเปรียบเทียบได้ว่า $\frac{19}{20} > 0.59$ เพราะว่า $\frac{19}{20}$ เกินครึ่งไปเกือบถึง 1 แต่ 0.59 เกินครึ่งไปนิดเดียว หรือนักเรียนบอกได้ว่า $\frac{3}{4} > 0.25$, $\frac{18}{5} > 2.40$ และ $\frac{55}{100} > 0.45$ โดยให้เหตุผลในทำนองเดียวกัน

นักเรียนสามารถใช้ตัวอ้างอิงในการประมาณค่า เช่น $\frac{1}{3} + \frac{1}{8} < 1$ และ $1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{4} < 3$

นักเรียนทุกกลุ่มสามารถใช้ $\frac{1}{2}$ เป็นตัวอ้างอิงได้เช่นเดียวกัน ทำนองเดียวกันก็สามารถใช้ 1 เป็นตัวอ้างอิงได้เช่น $\frac{5}{7} \times \frac{2}{3} < \frac{5}{7}$ เพราะว่า $\frac{2}{3}$ มีค่าใกล้ 1 ดังนั้นคำตอบต้องมีค่าน้อยกว่า $\frac{5}{7}$ นักเรียนสามารถใช้ $\frac{1}{2}$, 1, 2 เป็นตัวอ้างอิงในการหาคำตอบ ดังต่อไปนี้ได้ (ก) $24 \times 1.3 \square 24$ (ข) $82 \times 0.5 \square 80$ (ค) $15 \times 1.95 \square 30$ และ (ง) $32 \times 2.005 \square 64$ ปรากฏว่านักเรียนส่วนมากสามารถใช้เครื่องหมายได้ถูกต้อง และเหตุผลที่นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ ก็มีความสอดคล้องกัน เช่น 24 คูณด้วยจำนวนที่มากกว่า 1 คำตอบต้องมากกว่า 24 หรือ 82 คูณด้วยครึ่งหนึ่ง คำตอบต้องไม่ถึง 80 หรือ 15 คูณด้วยจำนวนที่มีค่าใกล้ 2 แต่ไม่ถึง 2 คำตอบต้องเกือบเท่ากับ 30 และ 32 คูณด้วยจำนวนที่มากกว่า 2 คำตอบต้องมากกว่า 64 เป็นต้น นักเรียนสามารถหาผลคูณของ $0.9 \times 0.5 = 0.45$ โดยการใช้ตัวอ้างอิงมาช่วยอธิบายว่า ครึ่งหนึ่งของ 0.9 คือ 0.45 หรือนักเรียนสามารถหาผลหารของ $5.56 \div 0.5$ ได้ทันทีคือ 11.12 เพราะว่าถ้าแบ่ง 5.56 ออกเป็นส่วนละ 0.5 จะได้เป็น 2 เท่าของ 5.56 ดังนั้นคำตอบหาได้จาก $5.56 + 5.56 = 11.12$

สามารถใช้ตัวอ้างอิงในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ เช่น การใช้ตัวอ้างอิงอธิบายเหตุผล มีนักเรียน 2 กลุ่มที่บอกได้ว่า $6 \div \frac{3}{7} > 12$ สมเหตุสมผล เพราะว่า $\frac{3}{7}$ มีค่าน้อยกว่า $\frac{1}{2}$ ดังนั้นคำตอบต้องมากกว่า 12 เพราะว่าถ้าหารด้วย $\frac{1}{2}$ คำตอบจะมีค่าเท่ากับ 12 พอดี นักเรียนสามารถบอกได้ว่าคำตอบไม่สมเหตุสมผลสำหรับ $3.6 \times 15 = 5.4$ หรือ $25 \times 1.6 = 4.0$ หรือ $12 \times 1.48 = 177.60$ เพราะว่า 3 คูณด้วย 15 ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 45 อยู่แล้ว 25 คูณด้วยจำนวนที่มากกว่า 1 ต้องได้คำตอบมากกว่า 25 และในทำนองเดียวกัน 12 คูณด้วยจำนวนที่มากกว่า 1 แต่ไม่ถึง 2 คำตอบต้องน้อยกว่า 24 เป็นต้น หรือ จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดว่า “ ถ้ามะพร้าว 5 ลูก ราคา 27.50 บาท แต่ถ้าต้องการซื้อ 10 ลูก แม้คำคิดเงิน 55 บาท แม้คำคิดเงินถูกต้องหรือไม่ ” นักเรียนคนหนึ่งตอบว่า “ ถูกต้อง เพราะว่า 10 ลูกต้องคิดเป็น 2 เท่าของ 27.50 บาท ดังนั้นคำตอบคือ 55 บาท ”

ข้อสังเกตได้แก่ นักเรียนบางกลุ่มจะมีปัญหาเกี่ยวกับจำนวนที่มีค่าเกิน $\frac{1}{2}$ ทั้งคู่และค่อนข้างใกล้เคียงกัน เช่น $\frac{3}{5}$ กับ $\frac{3}{4}$ นักเรียนจะตอบไม่ได้ทันทีว่าจำนวนใดมีค่ามากกว่า มีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังเข้าใจผิด เมื่อให้ใส่เฉพาะจุดทศนิยมลงในคำตอบ เช่น $45 \times 0.06 = 27$ นักเรียนใส่ทศนิยมที่ .27 โดยให้เหตุผลว่า เมื่อคูณด้วยทศนิยม 2 ตำแหน่งคำตอบต้องได้ทศนิยม 2 ตำแหน่งด้วย

ดังนั้นจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนด้านความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิง สามารถวิเคราะห์ได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นมาก โดยเฉพาะการใช้ $\frac{1}{2}$, 1, 0.5 เป็นตัวอ้างอิงได้อย่างรวดเร็ว ในการหาคำตอบ การเปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยม การพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และจาก

เพิ่มสะสมงานของนักเรียนทุกคนพบว่า นักเรียนเห็นประโยชน์ของการใช้ตัวอ้างอิง โดยนักเรียนส่วนมากกล่าวว่า ชอบที่จะใช้ตัวอ้างอิงในการประมาณค่าคำตอบ เปรียบเทียบจำนวนทั้งเศษส่วนและทศนิยม และพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งจะรวดเร็วและไม่ต้องเสียเวลาแสดงวิธีทำ มีนักเรียนคนหนึ่งเขียนว่า การบวก การลบเศษส่วนโดยใช้ตัวอ้างอิงเป็นวิธีง่ายและคิดได้เร็ว เขาสามารถนำไปใช้ในการทำข้อสอบได้ดี และหวังว่าสามารถทำคะแนนในการสอบคณิตศาสตร์ได้คะแนนดี

1.1.2.3 ความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น

เนื่องจากความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น ไม่สามารถจัดเป็นกิจกรรมกลุ่มได้ ผู้วิจัยจึงใช้การทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล โดยให้ทำโจทย์การคิดคำนวณในใจจำนวน 6 ข้อ ด้วยการเขียนคำตอบหลังจากที่ครูอ่านโจทย์ให้ฟังทีละข้อโดยใช้เวลาสั้นๆ เมื่อเขียนคำตอบเสร็จแล้ว ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิดของตนเองด้วย ใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 5 นาที จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันตรวจคำตอบโดยแลกเปลี่ยนตรวจ ครูจะเรียกให้นักเรียนบางคนอธิบายวิธีคิดของตน โดยเฉพาะวิธีที่แตกต่างกัน ครูจะเขียนลงบนกระดานให้นักเรียนเห็นถึงวิธีที่แตกต่างกัน และตั้งข้อสังเกตว่าวิธีใดสามารถหาคำตอบได้รวดเร็วกว่ากัน เพื่อนักเรียนจะได้นำวิธีคิดที่แตกต่างกันไปใช้ได้อย่างยืดหยุ่น

จากการสังเกตนักเรียนในประเด็นที่ว่า นักเรียนสามารถใช้กลวิธีการคิดคำนวณภายในใจอย่างรวดเร็วด้วยการใช้กลวิธีการคิดคำนวณอย่างยืดหยุ่น โดยปราศจากการใช้กระดาษ - ดินสอ เทคโนโลยีหรือเครื่องมืออื่นใดมาช่วยในการคำนวณ พบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถหาคำตอบการบวก การลบได้ เช่น $\frac{3}{10} + \frac{5}{10} = \frac{8}{10}$, $\frac{8}{15} + \frac{2}{5}$ และ $1 - \frac{9}{11}$ โดยส่วนมากอธิบายวิธีคิด ด้วยการทำให้เท่ากันก่อน นอกจากนี้บางคนก็อธิบายว่า $1 - \frac{9}{11} = \frac{2}{11}$ เพราะว่า $1 = \frac{11}{11}$ นักเรียนหาคำตอบของ $\frac{5}{12} + \frac{1}{6} = \frac{7}{12}$ และ $\frac{5}{10} + \frac{2}{4} = 1$ ได้ โดยให้เหตุผลว่า $\frac{1}{6} = \frac{2}{12}$ และ $\frac{5}{10} + \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ เป็นต้น หรือการบอกได้ว่า $\frac{1}{3} + \frac{2}{3} = 1$ และสำหรับการบวกจำนวนคละ เช่น $4\frac{2}{4} + 5\frac{1}{4} = 9\frac{3}{4}$ นักเรียนใช้การนำจำนวนเต็มมาบวกกันก่อน แล้วจึงนำเศษส่วนมาบวกกัน นอกจากนี้ นักเรียนสามารถใช้การบวกมาช่วยในการคูณเศษส่วนได้ เช่น $5 \times \frac{2}{15} = \frac{10}{15}$ โดยการนำ $\frac{2}{15}$ มาบวกกัน 5 จำนวน จะได้คำตอบเท่ากับ $\frac{10}{15}$ นักเรียนสามารถคิดอย่างยืดหยุ่นในการหาคำตอบของ $30.6 - 15.3 = 15.3$ เพราะว่า $15.3 + 15.3 = 30.6$ หรือนักเรียนสามารถใช้สมบัติการคูณมาช่วยในการหาคำตอบได้ เช่น $3 \times 1.50 = (3 \times 1) + (3 \times 0.5)$ มีนักเรียนบางส่วนหาคำตอบของ $3 \times \frac{3}{15}$, $\frac{2}{7} \times \frac{1}{3}$ และ $4 \div \frac{1}{4}$ โดยนำเศษมาคูณกับเศษและส่วนมาคูณกับส่วน และในการหารเศษส่วนนักเรียนคิดโดยเปลี่ยนเครื่องหมายหารเป็นเครื่องหมายคูณแล้วกลับเศษส่วนที่เป็นตัวหาร นักเรียนสามารถหาคำตอบการหารทศนิยมได้ เช่น $5.2 \div 2 = 2.6$ โดยใช้วิธีคิดว่า 26 เป็นครึ่งหนึ่งของ 52 และ $1.5 \div 0.5 = 3$ เพราะว่า 1.5 แบ่งครึ่งละ $\frac{1}{2}$ หรือ 0.50 ได้ 3 ครั้ง เป็นต้น

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทั้งหมด ในด้านความสามารถการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น และจากเพิ่มสะสมงานที่นักเรียนส่วนมากบอกว่าชอบการคิดคำนวณในใจเพราะว่าช่วยในการฝึกคิดโดยไม่ต้องจดในสมุด พบว่าพัฒนาการด้านความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่นนักเรียนหลังการทดลอง มีพัฒนาการที่ดีขึ้นกว่าก่อนทดลองมากพอสมควร ถึงแม้ว่ายังทำค่าเฉลี่ยได้ไม่ถึงร้อยละ 50 ซึ่ง

ผลจากก่อนการทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยตัวนี้มีค่าน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 8.33 ซึ่งน้อย นักเรียนส่วนมากยังยึดติดกับการคิดแบบแสดงวิธีทำด้วยกระดาษ - ดินสอ อย่างไรก็ตามนักเรียนเห็นประโยชน์ของการคิดคำนวณในใจ

1.1.2.4 ความสามารถในการประมาณค่า

นอกจากสอดแทรกการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ในการสอนคาบต่างๆแล้วผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อพัฒนาในด้านนี้ โดยเฉพาะ 1 ครั้ง ในการทำใบกิจกรรมที่ 28 ในเรื่อง การประมาณค่า คำตอบการคูณทศนิยมและการอธิบายถึงวิธีการ

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในการทำกิจกรรมกลุ่ม และการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน 6 คน ในประเด็นดังนี้

นักเรียนมีความสามารถในการหาคำตอบโดยประมาณอย่างรวดเร็วและยืดหยุ่น ซึ่งมีค่าใกล้เคียงพอที่จะยอมรับได้ตามสถานการณ์นั้นๆ โดยไม่จำเป็นต้องได้คำตอบที่ถูกต้อง (exact answer) พบว่านักเรียนเริ่มประมาณค่าผลบวกและผลลบ โดยใช้การนำจำนวนเต็มมาบวกหรือลบกัน และใช้ตัวอ้างอิงเข้ามาช่วย เช่น การหาผลบวกของ $1\frac{5}{12} + 1\frac{7}{24}$ ซึ่งประมาณค่าได้ มากกว่า 2 โดยนำจำนวนเต็ม 1 + 1 และนำ $\frac{5}{12} + \frac{7}{24}$ ซึ่งมีค่าไม่ถึง 1 เพราะต่างก็น้อยกว่า $\frac{1}{2}$ มาบวกกัน และในทำนองเดียวกัน สำหรับ $5\frac{2}{5} - 3\frac{1}{6}$ นักเรียนนำ 5 ลบด้วย 3 ก่อน แล้วพิจารณา $\frac{2}{5} - \frac{1}{6}$ ซึ่งมีค่าไม่ถึง $\frac{1}{2}$ เพราะตัวตั้ง $\frac{2}{5}$ มีค่าไม่ถึง $\frac{1}{2}$ อยู่แล้ว เป็นต้น หรือนักเรียนคนหนึ่งตอบได้ว่า $4\frac{2}{3} + 3\frac{3}{5}$ มีค่าประมาณมากกว่า 8 เล็กน้อยเพราะว่า $4 + 3 = 7$ และ $\frac{2}{3} + \frac{3}{5}$ มีค่ามากกว่า 1 เพราะทั้งคู่มีค่ามากกว่า $\frac{1}{2}$ เป็นต้น

สำหรับการคูณและการหารเศษส่วน ในตอนเริ่มต้นการทดลองพบว่านักเรียน 4 คนใน 6 คน ยังตอบผิดในการให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย > หรือ < ลงในช่องว่างของโจทย์ $\frac{4}{9} \square \frac{5}{6} \times \frac{4}{9}$ เพราะนักเรียนคิดว่าเมื่อมีการคูณคำตอบน่าจะเพิ่มขึ้น ทำนองเดียวกับการหารเช่น $2\frac{1}{4} \div \frac{1}{3}$ มีนักเรียน 2 คนตอบผิด เพราะนักเรียนคิดว่าเมื่อมีการหารคำตอบน่าจะลดขึ้น แต่เมื่อนักเรียนได้ผ่านการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่สอดแทรกทุกคาบเรียน นักเรียนสามารถประมาณค่าคำตอบของการคูณและการหารเศษส่วนได้ดีขึ้น เช่น $10 \times \frac{4}{5} < 10$ โดยอธิบายว่า $\frac{4}{5}$ มีค่าไม่ถึง 1 คำตอบก็จะมีค่าไม่ถึง 10 หรือ $\frac{7}{10} \div \frac{1}{9} > \frac{7}{10}$ โดยนักเรียนคนหนึ่งอธิบายว่า $\frac{1}{9}$ มีค่าน้อยใกล้ 0 ถ้าเท่ากับ 1 คำตอบจะเท่ากับ $\frac{7}{10}$ ดังนั้นคำตอบต้องได้มากกว่า $\frac{7}{10}$ มีนักเรียนอีกคนหนึ่งตั้งข้อสังเกตว่า เหมือนกับการแบ่ง $\frac{7}{10}$ เป็นชิ้นเล็กๆ หลายชิ้นน่าจะได้คำตอบมากกว่า เป็นต้น

นักเรียนส่วนมากสามารถประมาณค่าคำตอบของ 0.6×1.4 โดยมี 1 กลุ่มตอบว่ามีค่ามากกว่า 0.7 โดยบอกวิธีคิดดังนี้ “ ครึ่งหนึ่งของ 1.4 คือ 0.7 ” อีกกลุ่มตอบว่า มากกว่า 0.5 โดยบอกว่า “ นำ 0.6×1.4 ต้องได้มากกว่า 0.5 ” มี 3 กลุ่มตอบว่าไม่ถึง 1 โดยบอกว่า “ เพราะ 0.6 มากกว่า 0.5 เล็กน้อย ดังนั้นคำตอบต้องมากกว่า 0.7 เล็กน้อยแต่ไม่ถึงหนึ่ง ” มีเพียงกลุ่มเดียวที่ตอบว่าไม่ถึง 1 แต่ใช้

วิธีการคิดโดยการตั้งคูณซึ่งกลุ่มนี้ทำกิจกรรมได้เพียงครั้งเดียวก็หมดเวลาเนื่องจากใช้เวลามากกับการตั้งคูณ เหมือนการแสดงวิธีทำ นักเรียนส่วนมากอาศัยการประมาณค่าการคูณทศนิยม จากการคูณจำนวนเต็มและอาศัยการพิจารณาส่วที่อยู่หลังจุดทศนิยมเพิ่มเติมหาคำตอบ เช่น 5.1×7.9 ประมาณค่าได้มากกว่า 35 และ 6.3×2.6 ประมาณค่าได้มากกว่า 12 โดยใช้วิธีการ นำ 5 มาคูณกับ 7 และ นำ 6 มาคูณกับ 2 เป็นต้น หรือบางกลุ่มตอบว่า นำ 5 มาคูณกับ 7 ก็ได้คำตอบเท่ากับ 35 อยู่แล้ว และ 7.9 มีค่าใกล้กับ 8 คำตอบต้องประมาณมากกว่า 35 แต่ไม่ถึง 40 มีเพียงกลุ่มเดียวที่ตอบผิด นอกจากนี้ถ้าตัวคูณหรือตัวตั้งมีค่าใกล้ 0.5 นักเรียนส่วนมากก็จะใช้ 0.5 เป็นตัวอ้างอิง

นักเรียนทั้งหมดคน สามารถประมาณค่าการบวก การลบ การคูณ และการหารทศนิยมได้ดีกว่าเศษส่วน จากการสังเกตพบว่า เมื่อเรียนเรื่องทศนิยมนักเรียนสามารถประมาณค่าคำตอบได้ดีขึ้น เช่น 14×0.9 มีค่าประมาณเกือบ 1.4 เพราะว่า 0.9 มีค่าใกล้ 1 ดังนั้นคำตอบก็มีค่าใกล้ 1.4 หรือ 3.06×7.1 มีค่ามากกว่า 21 เพราะว่า 3 คูณกับ 7 ได้ 21 อยู่แล้ว นักเรียนสามารถบอกได้ว่า 0.536×14 มีค่ามากกว่า 7 เพราะว่า 0.536 มีค่ามากกว่า $\frac{1}{2}$ เพราะว่าถ้าคูณด้วย $\frac{1}{2}$ หรือ 0.5 จะได้คำตอบเป็น 7 พอดีหรือนักเรียนคนหนึ่งบอกได้ว่า 4.532×6.5 มีค่ามากกว่า 24 แต่น้อยกว่า 35 เพราะว่าถ้านำ $4 \times 6 = 24$ และถ้านำ $5 \times 7 = 35$ ซึ่งใช้การปัดเป็นจำนวนเต็ม ในทำนองเดียวกัน การหารทศนิยมนักเรียนสามารถประมาณค่าได้ว่า $16.05 \div 4$ ได้คำตอบมากกว่า 4 เล็กน้อย เพราะว่าถ้า $16 \div 4 = 4$ หรือประมาณค่าของ $5.2 \div 2$ มีค่ามากกว่า 2 แต่น้อยกว่า 3 เป็นต้น ในการประมาณค่าการหารทศนิยมด้วยทศนิยม นักเรียนบางคนสามารถใช้ 0.5 เป็นตัวอ้างอิงในการประมาณค่าได้เช่น สามารถประมาณค่าของ $1.5 \div 0.5$ และ $100.5 \div 0.5$ ได้ว่าเป็น 2 เท่าของตัวตั้ง

ดังนั้นจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในด้านความสามารถในการประมาณค่า และจากแฟ้มสะสมงานของนักเรียนทุกคน สามารถวิเคราะห์ได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการในด้านนี้ได้ดีขึ้น นักเรียนสามารถประมาณค่าคำตอบของ การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน และทศนิยมโดยการใช้วิธีการปัด วิธีการใช้เฉพาะจำนวนเต็ม และการใช้ตัวอ้างอิงได้ดีขึ้น นักเรียนรู้จักปรับ 0.5 เป็น $\frac{1}{2}$ หรือครั้งหนึ่ง เพื่อนำมาใช้ในการประมาณค่าได้ นอกจากนี้ นักเรียนสามารถใช้การประมาณค่าในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ด้วย โดยเฉพาะจากแฟ้มสะสมงาน นักเรียนส่วนมากมีพัฒนาการในด้านนี้ได้ดีขึ้น และนักเรียนกล่าวถึงประโยชน์ของการประมาณค่าที่สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาคำตอบได้รวดเร็วขึ้น

1.1.2.5 ความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ในการทำกิจกรรมกลุ่มโดยแบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม เพื่อพัฒนาความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยเฉพาะ 1 ครั้ง ในเรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ และหารทศนิยม ซึ่งอยู่ในแผนการสอนสุดท้าย ดังนั้นการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนก็จะเน้นที่นักเรียนได้อธิบายเหตุผลทั้งด้วยวาจาและการเขียนตอบ โดยปกติครูผู้สอนได้เน้นให้นักเรียนกระทำทุกคาบเรียนอยู่แล้ว

การสังเกตการทำกิจกรรมกลุ่ม และการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน 6 คน มาตลอดเวลา ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

นักเรียนมีความสามารถในการนำความรู้ หรือแนวคิดต่างๆเกี่ยวกับจำนวนมาอธิบายหรือแสดงได้ว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ พบว่า นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเหตุผลการคิดของตนได้

มากขึ้น โดยใช้ความหมายของจำนวน ตัวอ้างอิง และการประมาณค่ามาช่วยในการอธิบายมากขึ้น เช่น บอกได้ว่า $\frac{2}{3} + \frac{2}{5} = \frac{4}{8}$ เป็นคำตอบที่ผิดเพราะว่า $\frac{2}{3}$ มีค่าเกิน $\frac{1}{2}$ อยู่แล้วแต่ $\frac{4}{8}$ เท่ากับ $\frac{1}{2}$ หรือ บอกได้ว่า $(5 \frac{2}{3} - 3 \frac{1}{6}) + \frac{2}{9} > 2$ ถูกต้องเพราะว่า $5 - 3 = 2$ และ $\frac{2}{3}$ มีค่ามากกว่า $\frac{1}{6}$ ดังนั้น คำตอบต้องมีค่ามากกว่า 2 แน่แน่นอน นักเรียนสามารถบอกได้ว่า $6 \div \frac{3}{7} > 12$ เป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล เพราะถ้าเมื่อนำเศษส่วนที่มีค่าน้อยกว่าครึ่ง มาหารจำนวนนับ คำตอบต้องมากกว่า 2 เท่าของตัวตั้ง ดังนั้น คำตอบต้องมากกว่า 12 หรือนักเรียนบอกได้ว่า $3.47 = 3.74$ เป็นเท็จ เพราะว่า $0.47 < 0.5$ แต่ $0.74 > 0.5$ และบอกได้ว่า $12.7 \times 0.32 < 6.3$ เพราะถ้าคูณด้วย 0.5 จะได้ผลลัพธ์เป็นครึ่งหนึ่งของ 12.7 หรือ $14.2 \div 2 = 7.1$ เหตุผลเพราะว่า $7.1 + 7.1 = 14.2$ และ $1.5 \div 0.6 < 3$ เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะว่าถ้าหารด้วย 0.5 จะได้คำตอบเท่ากับ 3

จากโจทย์ “ซื้อหนังสือนิทานมา 10 เล่ม จ่ายเงินทั้งหมด 55 บาท แสดงว่าหนังสือราคาเล่มละ 5.50 บาท ถูกต้องหรือไม่” นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าถูกต้องโดยให้เหตุผลว่า “นำ $10 \times 5.50 = 55$ ” หรือเพราะว่า $55 \div 10 = 5.50$ บาท นักเรียนสามารถนำตัวอ้างอิงมาใช้ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ เช่น “ข้าว 1 ลิตร มีน้ำหนัก 0.75 กิโลกรัม ข้าว 15 ลิตร จะมีน้ำหนัก 15 กิโลกรัม ถูกต้องหรือไม่” นักเรียนบางกลุ่มตอบว่าไม่ถูกต้องเพราะว่า “0.75 มีค่าไม่ถึง 1 ดังนั้นคำตอบต้องไม่เท่ากับ 15” หรือใช้วิธีการคำนวณคำตอบจาก $0.75 \times 15 = 11.25$ นักเรียนยังสามารถนำการประมาณค่า มาพิจารณาคำตอบได้ด้วย เช่น $4.8 \div 4 = 3.60$ ถูกต้องหรือไม่ โดยตอบว่าไม่ถูกต้อง เพราะว่า $4 \div 4 = 1$ คำตอบต้องไม่ถึง 3 มีโจทย์ปัญหาที่นักเรียนใช้การประมาณค่า เช่น น้ำมันไร้สารตะกั่วราคาลิตรละ 14.56 บาท ถ้าเติมน้ำมัน 5 ลิตร ต้องจ่ายเงินมากกว่า 75 บาท ถูกต้องหรือไม่ มีนักเรียนกลุ่มหนึ่งตอบว่า ไม่ถูกต้อง เพราะว่า ถ้า $15 \times 5 = 75$ แต่ 14.56 ไม่ถึง 15 ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถใช้การประมาณค่าได้ดีกับโจทย์ข้ออื่นๆ ด้วย เช่น “ซื้อสับ 24 ก้อน ราคาก้อนละ 9.50 บาท ให้เงินผู้ขายไป 240 บาท ถูกต้องหรือไม่” นักเรียนตอบว่าไม่ถูกต้องเพราะว่า $24 \times 10 = 240$ แต่ 9.50 มีค่าไม่ถึง 10 เป็นต้น

ข้อสังเกตมีนักเรียนบางคนที่พัฒนาได้ช้าเพราะยังต้องใช้วิธีการคิดคำนวณหาคำตอบ มากกว่าการนำตัวอ้างอิง การประมาณค่า มาใช้ในการพิจารณาความสมเหตุสมผล เช่น $6.17 \times 0.8 > 6.17$ ให้เหตุผลว่าถูกต้องเพราะว่า $6.17 \times 0.8 = 49.38$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนใช้วิธีคิดคำนวณและคิดคำนวณผิด หรือนักเรียนบางคนตอบว่า $100.5 \div 0.5 < 100$ เหตุผลเพราะว่า $100 \div 0.5 = 50$ หรือมีนักเรียนคนหนึ่งตอบว่า $24 \times 3.5 > 96$ ก็เพราะนักเรียนใช้วิธีคำนวณ $24 \times 3.5 = 84$ ได้น้อยกว่า 96 เป็นต้น

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในด้านความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และจากแฟ้มสะสมงานของนักเรียนทุกคน พบว่านักเรียนส่วนหนึ่งสามารถพัฒนาความสามัคคีด้านนี้ได้ดี นักเรียนสามารถใช้ตัวอ้างอิง การประมาณค่าอธิบายความสมเหตุสมผล แต่มีนักเรียนบางคนที่ยังใช้วิธีการให้เหตุผล โดยการพยายามคำนวณหาผลลัพธ์ มากกว่าการใช้ตัวอ้างอิง หรือการประมาณค่า แต่โดยภาพรวมนักเรียนมีพัฒนาการด้านนี้เพิ่มสูงขึ้นจากก่อนการทดลอง จากแฟ้มสะสมงานนักเรียนมีการเขียนการให้เหตุผลที่หลากหลายขึ้น เช่น การใช้ตัวอ้างอิง หรือการใช้การประมาณค่า นอกจากนี้นักเรียน

เห็นประโยชน์ของการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการทำคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

1.2 ความคงทนของการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

การประเมินผลความคงทนของการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน พิจารณาจากการเปรียบเทียบผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลองและหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน โดยใช้การทดสอบ t แบบคู่ ดังผลแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบสำนึกเกี่ยวกับจำนวน หลังการทดลองและหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน

สำนึกเกี่ยวกับจำนวน	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ย	ค่าสถิติ (t)	P - value
หลังการทดลอง	26	18.31		
หลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน	26	19.45	-1.416	.169

จากตาราง 8 พบว่า ผลจากการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง กับหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 แสดงว่า ผลการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนยังมีความคงทน นอกจากนี้จะเปรียบเทียบคะแนนหลังการทดลองและหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง โดยใช้ Stem-and-Leaf Plot ได้ดังนี้

หลังการทดลอง		หลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน
9998	0	8
322	1	112344
8877765	1	5577999
3332110	2	22233
998	2	557778
0	3	1

จาก Stem-and-Leaf Plot ได้ว่าหลังการทดลองและหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน คะแนนของนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุด 30 คะแนน และ 31 คะแนน ตามลำดับ (ผลการทำแบบทดสอบทั้งสองฉบับ อยู่ในภาคผนวก ข)

เพื่อตรวจสอบความคงทนของสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในแต่ละด้านทั้งห้าด้าน ของคะแนนหลังการทดลองกับหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน โดยใช้การทดสอบ t แบบคู่ ดังผลแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในแต่ละด้าน หลังการทดลองและหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน

สำนึกเกี่ยวกับจำนวน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยหลังทดลอง	ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 1 เดือน	ค่าสถิติ (t)	P - value
ความเข้าใจในความหมายของจำนวน	6	3.27	4.04	-2.562	.017
ความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิง	6	3.77	3.31	1.443	.161
ความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น	6	1.88	2.50	-2.057	.050
ความสามารถในการประมาณค่า	6	2.23	2.62	-1.069	.295
ความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ	12	7.15	7.00	.458	.651

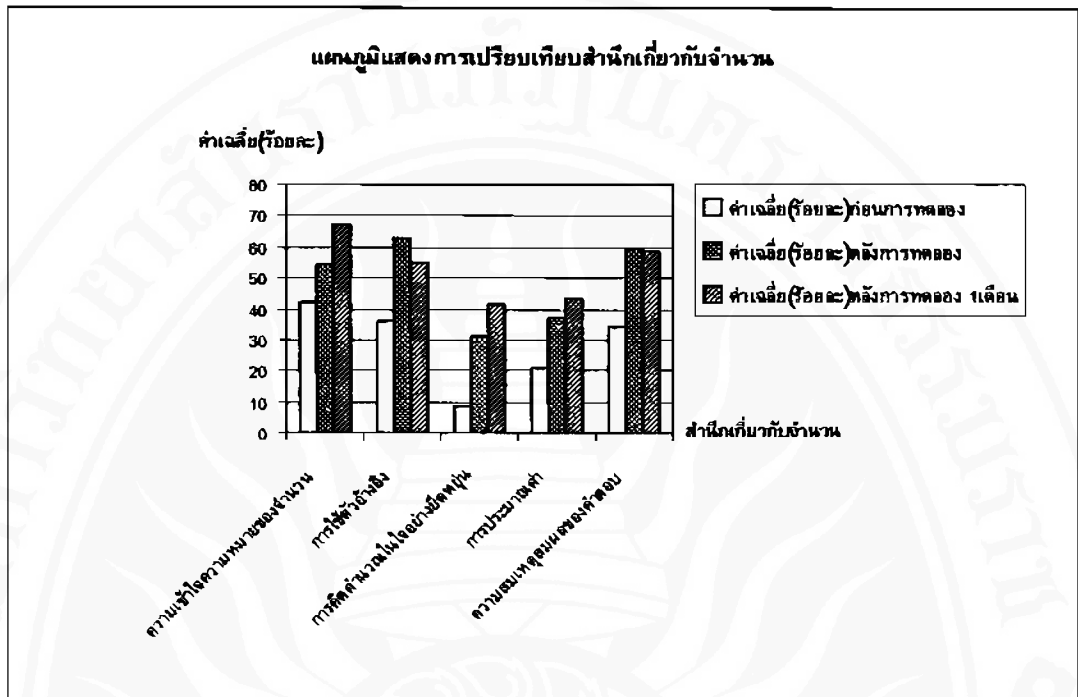
จากตาราง 9 พบว่าคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนในแต่ละด้าน ของหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน ไม่แตกต่างจากหลังการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ซึ่งแสดงถึงการนำสำนึกเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ของนักเรียนยังคงมีอยู่หรือยังคงมีความคงทนอยู่

เมื่อพิจารณาคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนทั้งสามระยะ ได้แก่ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม ในแต่ละด้านทั้งห้าด้าน ของกลุ่มทดลอง ดังผลแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (ร้อยละ) ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน ของกลุ่มทดลอง

สำนักเกี่ยวกับจำนวน	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ) ก่อนการทดลอง	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ) หลังการทดลอง	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ) หลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน
ความเข้าใจในความหมาย ของจำนวน	42.33	54.48	67.30
ความสามารถการใช้ ตัวอ้างอิง	35.82	62.80	55.14
ความสามารถในการคิด คำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น	8.34	31.32	41.65
ความสามารถในการ ประมาณค่า	20.50	37.15	43.65
ความสามารถในการ พิจารณาความสมเหตุสมผล ของคำตอบ	34.34	59.58	58.33

จากตาราง 10 ผลจากคะแนนการทดสอบ ทั้งสาม ระยะแสดงให้เห็นว่า ถ้านักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะมีพัฒนาการสำนักเกี่ยวกับจำนวนดีขึ้น และยังคงมีความคงทนอยู่เมื่อนักเรียนได้นำไปใช้ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาพัฒนาการในแต่ละด้านจะพบว่าพัฒนาการในด้านความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น กับความสามารถในการประมาณค่าเป็นทักษะที่นักเรียนต้องได้รับการพัฒนาให้มากขึ้น เพราะค่าเฉลี่ยทั้งสองด้านนี้ยังต่ำกว่าด้านอื่นๆ อีก 3 ด้าน แต่ที่นำไปให้ความสำคัญคือ ทั้งสองด้านนี้ เป็นความสามารถที่นักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นมากหลังการทดลอง ผลจากการทดลองโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็มทั้ง สาม ระยะ แสดงด้วยแผนภูมิได้ดังนี้



ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยม

นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเศษส่วนและทศนิยม ซึ่งมีจำนวนทั้งหมดสามฉบับและคะแนนรวมเป็น 47 คะแนน (ผลการทำแบบทดสอบทั้งสามฉบับอยู่ในภาคผนวกซ) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยมของนักเรียน แสดงด้วย Stem-and-Leaf Plot ดังนี้

จำนวน (คน)	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
1	1
2	1 67
8	2 02233344
3	2 778
5	3 12244
4	3 5679
2	4 00
1	4 5

จาก Stem-and-Leaf Plot แสดงว่า มีนักเรียน 1 คนที่ได้คะแนนสูงสุด 45 จากคะแนนเต็ม 47 คะแนน และมีนักเรียน 1 คนที่ได้คะแนนต่ำสุด 11 มีนักเรียน 12 คน ที่ได้คะแนนมากกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.54

การวิเคราะห์เพื่อหาว่าผลการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยมของกลุ่มทดลองหรือไม่ (การวิเคราะห์ดูในภาคผนวก ๗) จะเริ่มจากการหาแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างผลการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน และผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยม ซึ่งได้ผลตามแผนภาพการกระจาย ดังภาพประกอบ 4

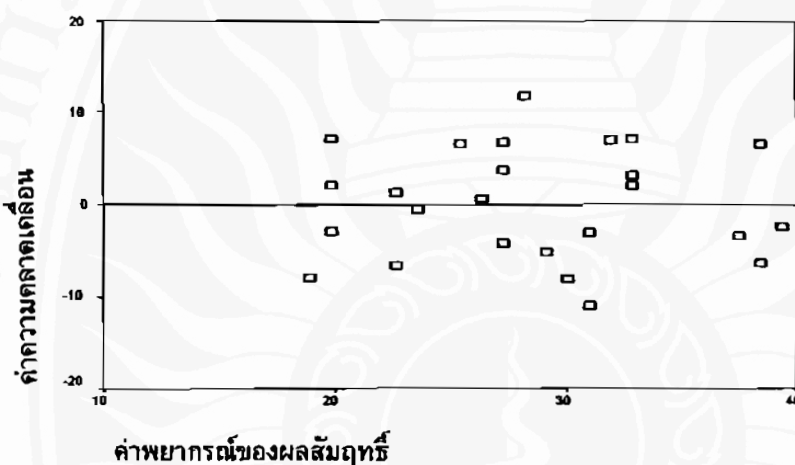


ภาพประกอบ 4 แผนภาพการกระจายระหว่างผลจากแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยม

จากภาพประกอบ 4 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างผลจากแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง (X) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยม (Y) มีแนวโน้มเป็นความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์แบบเชิงเส้น ดังนั้นจึงใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ตรวจสอบภาวะการแจกแจงปกติของค่าคลาดเคลื่อน โดยการใช้ Kolmogorov – Smirnov ได้ผลดังตาราง 11 และตรวจสอบความคงที่ของความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน โดยการลงจุดระหว่างค่าคลาดเคลื่อน (Residual) และค่าพยากรณ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (Predicted value) ได้ผลดังในภาพประกอบ 5

ตาราง 11 การทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของค่าตลาดเคลื่อน

	Kolmogorov - Smirnov Statistic	จำนวน	P - value
ค่าตลาดเคลื่อน	.134	26	.200



ภาพประกอบ 5 แผนภาพการกระจาย

จากตาราง 11 พบว่าค่าตลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ และภาพประกอบ 5 พบว่า ความแปรปรวนของค่าตลาดเคลื่อนคงที่ ดังนั้นต่อไปจะทดสอบว่าผลการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยมมีความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์แบบเชิงเส้นหรือไม่ โดยการทดสอบความชัน ดังผลแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 การทดสอบความชันของความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ระหว่างผลการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกกำลังสอง	ระดับชั้นความเสรี	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง	ค่าสถิติ (F)	p - value
ความถดถอย	906.010	1	906.01	24.419	.000
ค่าตลาดเคลื่อน	890.452	24	37.102		
รวม	1796.462	25			

จากตาราง 12 พบว่า $p\text{-value} < .01$ นั่นคือผลการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยมมีความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์แบบเชิงเส้น และมีสมการพยากรณ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ

$$\hat{y} = 11.479 + 0.932 x$$

เมื่อ \hat{y} คือ ผลจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 x คือ ผลจากการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง
 $R^2 = .504$

ดังนั้นสรุปได้ว่าผลการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 นอกจากนี้ได้พบว่าถ้าผลจากการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลองเพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะทำให้ผลจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น 0.932 คะแนน หรือถ้าผลจากการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลองลดลง 1 คะแนน จะทำให้ผลจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ลดลง 0.932 คะแนน โดยมีสัมประสิทธิ์ของการกำหนด (coefficient of determination) เท่ากับ 50.4 % นั่นคือ การพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากสำนึกเกี่ยวกับจำนวนมีคุณภาพ 50.4 %

ตอนที่ 3 ผลการประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากการประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งผู้วิจัยใช้ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของสมพร แมลงกู ใ้วัดหลังจากจบการทดลอง ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 1 : ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2 : ไม่เห็นด้วย 3 : ไม่แน่ใจ 4 : เห็นด้วย และ 5 : เห็นด้วยอย่างยิ่ง ในการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งฉบับ สำหรับคำถามในเชิงบวก มีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้ 1 : ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2 : ไม่เห็นด้วย 3 : ไม่แน่ใจ 4 : เห็นด้วย และ 5 : เห็นด้วยอย่างยิ่ง และสำหรับคำถามในเชิงลบมีซึ่งมีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้ 5 : ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 4 : ไม่เห็นด้วย 3 : ไม่แน่ใจ 2 : เห็นด้วย และ 1 : เห็นด้วยอย่างยิ่ง

สำหรับการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินผลการวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ใช้เกณฑ์ดังนี้

1.00 – 1.49	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.50 – 2.49	ไม่เห็นด้วย
2.50 – 3.49	ไม่แน่ใจ
3.50 – 4.49	เห็นด้วย
4.50 – 5.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

สำหรับเกณฑ์การประเมินที่แสดงว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี คือมีค่าตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และผลการประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.854 ซึ่งหมายถึงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองอยู่ในระดับดี เป็นไปตามสมมติฐาน

การวิจัยข้อที่ 4 และเมื่อแยกพิจารณาเป็นข้อๆ ดังผลแสดงในตาราง 13 (ผลการทำแบบวัด เจตคติคุณในภาคผนวก ข และ การวิเคราะห์คุณในภาคผนวก ฎ)

ตาราง 13 ผลการประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง แยกตามรายข้อ

ข้อ ที่	ข้อความ	ค่าเฉลี่ย	แปลความ
1.	คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระบบ	3.92	เห็นด้วย
2.	การเรียนรู้คณิตศาสตร์เข้าใจง่ายเพราะมีขั้นตอน	4.27	เห็นด้วย
3.	ฉันสนุกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.12	เห็นด้วย
4.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฉันมีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ	3.88	เห็นด้วย
5.	ฉันชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าวิชาอื่นๆ โดยเฉพาะวิชาที่ต้องท่องจำ	3.77	เห็นด้วย
6.	ฉันชอบหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ยากและท้าทายความคิดอยู่เสมอ	3.54	เห็นด้วย
7.	วิชาคณิตศาสตร์น่าเบื่อหน่าย	4.46	ไม่เห็นด้วย
8.	ฉันสามารถเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้รวดเร็วกว่าวิชาอื่น	3.58	เห็นด้วย
9.	ฉันสามารถตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าวิชาอื่น	3.38	ไม่แน่ใจ
10.	คณิตศาสตร์ช่วยให้การทำงานมีขั้นตอนดีขึ้น	3.92	เห็นด้วย
11.	ฉันไม่สนุกกับการคิดคำนวณที่ซับซ้อน	3.23	ไม่แน่ใจ
12.	ฉันขยันทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์	4.00	เห็นด้วย
13.	ฉันไม่ชอบทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์	4.00	ไม่เห็นด้วย
14.	ฉันสบายใจเมื่อได้ทำกิจกรรมหรืองานเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์	4.04	เห็นด้วย
15.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนสนุก	4.31	เห็นด้วย
16.	ฉันชอบทำแบบฝึกหัดวิชาอื่นมากกว่าวิชาคณิตศาสตร์	3.19	ไม่แน่ใจ
17.	ฉันรู้สึกมั่นใจในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	3.88	เห็นด้วย
18.	ฉันชอบเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ	3.73	เห็นด้วย
19.	คณิตศาสตร์ฝึกให้คนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล	4.23	เห็นด้วย
20.	ฉันมีความมั่นใจมากเวลาคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์	4.00	เห็นด้วย
21.	ฉันชอบคิดถึงสิ่งที่อยู่รอบตัวให้เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ	3.54	เห็นด้วย
22.	ฉันอยากให้เพื่อน ๆ ทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ได้	4.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
23.	ฉันรู้สึกหนักใจเมื่อเข้าสอบวิชาคณิตศาสตร์	3.81	ไม่เห็นด้วย
24.	ฉันคิดว่าควรลดชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเพิ่มชั่วโมงเรียนวิชาอื่นแทน	4.27	ไม่เห็นด้วย

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ ที่	ข้อความ	ค่าเฉลี่ย	แปลความ
25.	ฉันรู้สึกประหม่าหรือกลัว เมื่อครูให้ออกไปทำกิจกรรม คณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน	3.15	ไม่แน่ใจ
26.	ฉันชอบตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.73	เห็นด้วย
27.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ยากถ้าใช้ความพยายาม	4.31	เห็นด้วย
28.	ฉันรู้สึกว่าคาถาเมื่อพ่อแม่หรือครูถามปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์	3.92	ไม่เห็นด้วย
29.	คนเรียนเก่งคณิตศาสตร์ชอบถือความคิดเห็นของตนเองเป็นใหญ่ โดยไม่มีเหตุผล	2.96	ไม่แน่ใจ
30.	ฉันชอบนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันเสมอ เช่น การคิดเงินทอน ฯลฯ	4.62	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
รวม		3.854	

จากตาราง 13 พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับดี มีความ
คิดเห็น “ เห็นด้วย ” ต่อคำถามในเชิงบวก และมีความคิดเห็น “ ไม่เห็นด้วย ” ต่อคำถามในเชิงลบดังนี้

คำถามในเชิงบวก

“ เห็นด้วยอย่างยิ่ง ” ฉันชอบนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันเสมอ
เช่น การคิดเงินทอน ฯลฯ
ฉันอยากให้เพื่อนๆ ทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ได้

“ เห็นด้วย ” คณิตศาสตร์ฝึกให้คนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ยากถ้าใช้ความพยายาม
คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนสนุก
การเรียนรู้คณิตศาสตร์เข้าใจง่ายเพราะมีขั้นตอน
ฉันชอบตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์
ฉันรู้สึกมั่นใจในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
ฉันขยันทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์
 ฯลฯ

คำถามในเชิงลบ

“ ไม่เห็นด้วย ” วิชาคณิตศาสตร์น่าเบื่อหน่าย
ฉันคิดว่าควรลดชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเพิ่มชั่วโมง
เรียนวิชาอื่นแทน
ฉันไม่อยากทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์
ฉันรู้สึกรำคาญเมื่อพ่อแม่หรือครูถามปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ฯลฯ

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า

1. พัฒนาการสำนึกเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนซึ่งประเมินจากผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนก่อนการทดลอง เปรียบเทียบกับผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง ปรากฏว่ามีความแตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และยังพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละด้านทั้งห้าด้านของสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

2. ความคงทนของการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน ซึ่งประเมินจากผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง เปรียบเทียบกับผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน ปรากฏว่าไม่แตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และยังพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละด้านทั้งห้าด้านของสำนึกเกี่ยวกับจำนวน

3. ผลการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวน มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน และทศนิยม ซึ่งประเมินจากผลการทำแบบทดสอบวัดสำนึกเกี่ยวกับจำนวนหลังการทดลอง เปรียบเทียบกับผลจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยม โดยการวิเคราะห์การถดถอย ปรากฏว่าผลของการพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยม เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยความสัมพันธ์ของคะแนนเป็นความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์แบบเชิงเส้น และได้ว่าถ้าคะแนนสำนึกเกี่ยวกับจำนวนเปลี่ยนไป 1 คะแนน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนและทศนิยมจะเปลี่ยนไป .932 คะแนน

4. ผลการประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลอง พบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ดี เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

ผลจากการศึกษาเชิงคุณภาพ จากการสังเกตพฤติกรรมขณะทดลอง และจากแฟ้มสะสมงาน ส่วนใหญ่ นักเรียนมีพัฒนาการในแนวทางที่ดี นักเรียนสามารถเข้าใจความหมายของจำนวนมากขึ้น โดยสามารถบอกความหมายของจำนวนได้หลากหลายขึ้น เปรียบเทียบจำนวนได้รวดเร็วขึ้น นักเรียนมีการคิดอย่างยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น มีการนำตัวอ้างอิงไปใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น การเปรียบเทียบจำนวน การประมาณค่า และการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยเฉพาะการประมาณค่าคำตอบ นักเรียนมีวิธีคิดที่หลากหลายขึ้น เช่น ใช้การทำให้เป็นจำนวนที่ง่ายต่อการคำนวณ ใช้เฉพาะจำนวนเต็ม ใช้เฉพาะตัวหน้าหรือใช้ตัวอ้างอิง เป็นต้น ในทำนองเดียวกับการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้หลากหลายทั้งด้วยวาจาและการเขียน และยังสามารถบอกได้ว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยนำความเข้าใจในความหมายของจำนวน ความสามารถในการใช้ตัวอ้างอิง และการประมาณค่ามาใช้ในการให้เหตุผลได้ด้วย จากแฟ้มสะสมงานนักเรียนบางคนกล่าวว่า มีความหวังว่าจะจะทำคะแนนในการสอบคณิตศาสตร์ได้ดี ได้วิธีคิดหาคำตอบที่ง่ายสำหรับตน ทำให้ไม่ต้องใช้เวลานานในการคำนวณ นักเรียนชอบที่มีการทำกิจกรรมกลุ่ม เพราะจะได้ช่วยเพื่อนๆ ในปัญหาที่ตนเองทำได้ และในปัญหาที่ทำได้ก็มีเพื่อนในกลุ่มอธิบายให้ฟัง มีความสนุกกับการทำกิจกรรมทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ ชอบที่ได้ออกไปแสดงผลงานหน้าชั้นเรียน โดยเฉพาะการได้เขียนผลงานลงในกระดาษปอนด์แผ่นใหญ่ได้วาดรูปบรรยายสีเพิ่มเติมลงไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่อยู่ในระดับดี จากการสัมภาษณ์นักเรียนบางคนหลังสิ้นสุดการทดลอง 1 เดือน นักเรียนบางคนกล่าวว่าสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้พิจารณาคำตอบในการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ด้วย