



สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสำนักทางด้านจำนวน และวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรสำนักทางด้านจำนวนและตัวแปรคัดสรรต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร ตลอดจนนำเสนอโปรแกรมสำนักทางด้านจำนวน

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 นี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi Stage Stratified Random Sampling) จากกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 8 กลุ่มโรงเรียน ได้โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 9 โรงเรียน ขนาดใหญ่ จำนวน 8 โรงเรียน และขนาดกลางรวมกับขนาดเล็ก จำนวน 5 โรงเรียน รวมจำนวนโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 22 โรงเรียน โดยมีจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 1,245 คน รวมทั้งครูคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นตัวอย่าง ซึ่งให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ด้วย จำนวน 22 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดสำนักทางด้านจำนวน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานเดิม แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านความจำ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านการแปลงรูป แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน แบบทดสอบวัดแบบการคิดผังพา/อิสระ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแยกส่วนและประกอบชิ้นใหม่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความยืดหยุ่นในการคิด แบบวัดความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบสำรวจนิสัยการเรียน แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดอัตถิยมโนทัศน์ แบบวัดบรรยากาศในชั้นเรียน แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบสอบถามคุณลักษณะของครู และแบบสังเกตคุณภาพการสอนของครู

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 1 นี้ ใช้วิธีการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) โดยตรวจสอบความสัมพันธ์ของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้วิธีการ

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากสูตรของเพียร์สัน ซึ่งจะต้องมีค่าใกล้เคียงกัน หรือแตกต่างกันไม่เกิน .05 (Blalock 1964 : 75)

การวิจัยในระยะที่ 2 นี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำเสนอแนวทางในการพัฒนาสำนักทางด้านจำนวน ซึ่งแนวทางที่นำเสนอในที่คือโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน

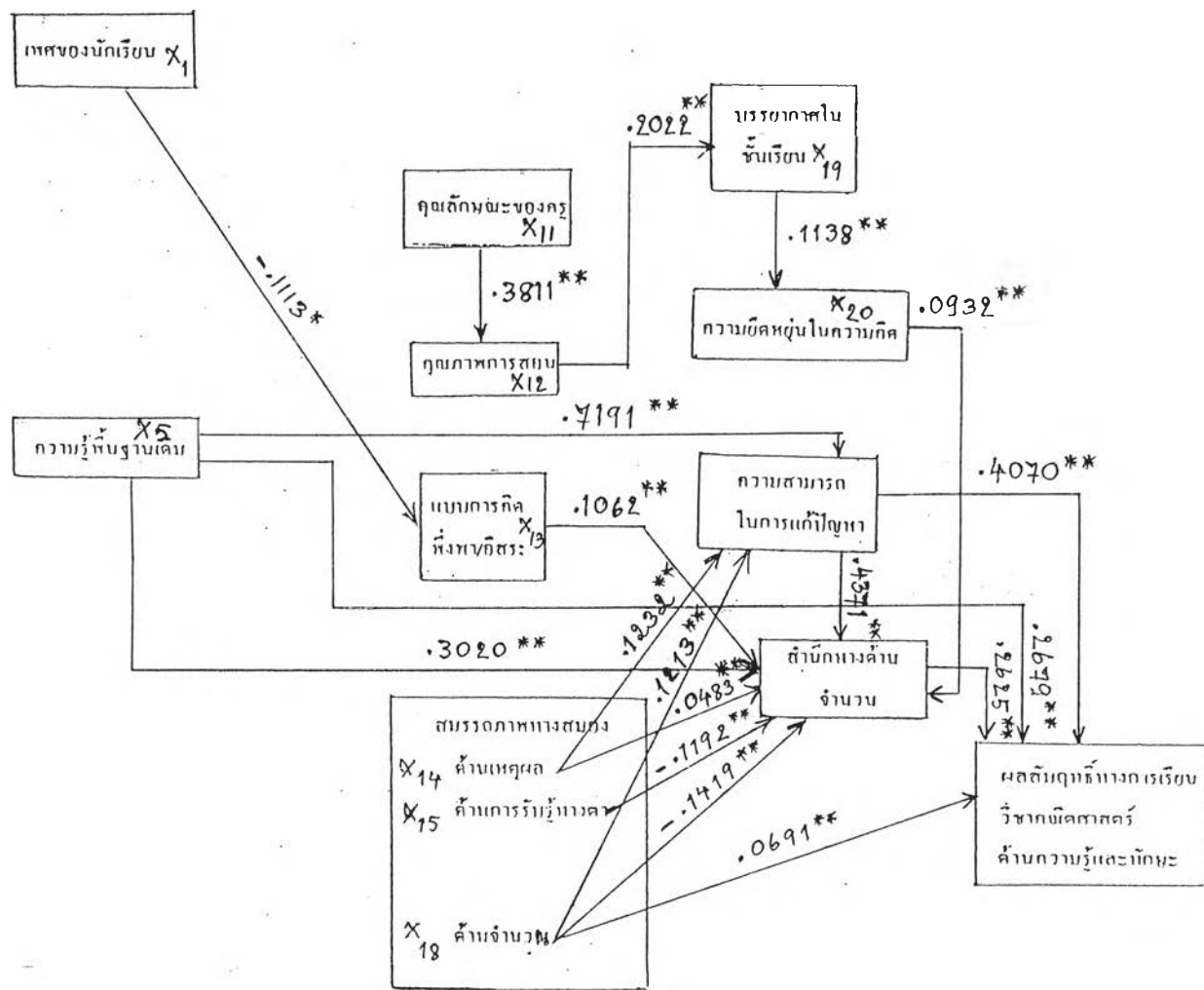
ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวนทั้งสิ้น 728 คน จากจำนวน 13 ห้องเรียน สุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มา 2 ห้องเรียน ๆ ละ 56 คน และจาก 2 ห้องเรียนที่สุ่มได้ สุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้เป็นกลุ่มทดลอง และเป็นกลุ่มควบคุม นั่นคือ ได้จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างทั้งหมด รวม 112 คน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในกลุ่มทดลอง จำนวน 56 คน และมีจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างในกลุ่มควบคุม จำนวน 56 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 2 คือ โปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน ซึ่งประกอบด้วยเอกสารชุดการฝึกสำนักทางด้านจำนวน และตารางโปรแกรมการฝึกสำนักทางด้านจำนวน แบบทดสอบวัดสำนักทางด้านจำนวน แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานเดิม แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแบบทดสอบทั้ง 4 ชุด ดังกล่าว เป็นแบบทดสอบที่ได้พัฒนาขึ้นมาจากการวิจัยในระยะที่ 1

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 2 นี้ ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยกำหนดให้วิธีสอนเป็นตัวแปรอิสระซึ่งมี 2 ระดับ คือวิธีสอนโดยการให้นักเรียนที่เป็นตัวอย่างในกลุ่มทดลอง ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวนเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และวิธีสอนปกติโดยการให้นักเรียนที่เป็นตัวอย่างในกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ โดยไม่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน ส่วนตัวแปรตามหลักศึกษาใน 2 กรณี คือ กรณีแรกกำหนดให้สำนักทางด้านจำนวนเป็นตัวแปรตาม และในกรณีที่ 2 กำหนดให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม และสำหรับตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิม และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรร่วม (Covariates) ในการวิเคราะห์ครั้งนี้

สรุปผลการวิจัย

1. จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น พบว่า สำนักทางด้านจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 27.22 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 45.37 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.88 และมีค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับ 32.61%
2. จากการวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลของสำนักทางด้านจำนวนและตัวแปรคัดสรร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ผลดังแสดงในแผนภูมิที่ 10



แผนภูมิที่ 11 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสำนักทางด้านจำนวน และตัวแปรตัดสรร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากแผนภูมิที่ 11 สรุปได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาจากผลรวมของความสัมพันธ์ ปรากฏว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) มากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิม รองลงมาคือ ความสามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ สำนักทางด้านจำนวน สมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา - แบบการคิดผังพา/อิสระ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล ความยืดหยุ่นในการคิด เพศของนักเรียน บรรยากาศในห้องเรียน คุณภาพการสอน และคุณลักษณะของครู ตามลำดับ โดยตัวแปรต่างๆ ดังกล่าวส่งผลเชิงนิมิตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ยกเว้น สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา และเพศของนักเรียนที่ส่งผลเชิงนิเสธ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. เมื่อพิจารณาจากผลในทางตรง ปรากฏว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) มากที่สุด คือ ความสามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ความรู้พื้นฐานเดิม สำนักทางด้านจำนวน และสมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน ตามลำดับ โดยตัวแปรทุกตัวส่งผลเชิงนิมิตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. เมื่อพิจารณาผลในทางอ้อม ปรากฏว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) มากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิม รองลงมาคือ ความสามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ สมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา แบบการคิดผังพา/อิสระ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล ความยืดหยุ่นในการคิด เพศ ของนักเรียน บรรยากาศในห้องเรียน คุณภาพการสอน และคุณลักษณะของครู ตามลำดับ โดยตัวแปรต่าง ๆ ดังกล่าว ส่งผลเชิงนิมิตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ยกเว้น สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา และ เพศของนักเรียน เพียงสองตัวแปรที่ส่งผลเชิงนิเสธต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
4. เมื่อพิจารณาจากผลรวมของความสัมพันธ์ ปรากฏว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อสำนักทางด้านจำนวนมากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิม รองลงมา คือ ความสามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ สมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน บรรยากาศในห้องเรียน สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา แบบการคิดผังพา/อิสระ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล เพศของนักเรียน คุณภาพการสอนของครู และคุณลักษณะของครู ตามลำดับ โดยตัวแปรต่าง ๆ ส่งผลเชิงนิมิตต่อสำนักทางด้านจำนวน ยกเว้น สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา และ เพศ ที่ส่งผลเชิงนิเสธต่อสำนักทางด้านจำนวน

5. เมื่อพิจารณาผลทางตรง ปรากฏว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อสำนึกทางด้านจำนวนมากที่สุด คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ความรู้พื้นฐานเดิม สมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา บรรยากาศในห้องเรียน แบบการคิด ฟังพา/อิสระ ความยืดหยุ่นในการคิด และสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล ตามลำดับ โดยตัวแปรต่าง ๆ ส่งผลเชิงนิมิตต่อสำนึกทางด้านจำนวน ยกเว้น สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา ที่ส่งผลเชิงนิเสธต่อสำนึกทางด้านจำนวน

6. เมื่อพิจารณาผลทางอ้อม ปรากฏว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อสำนึกทางด้านจำนวนมากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิม รองลงมา คือ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล สมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน เพศของนักเรียน บรรยากาศในห้องเรียน คุณภาพการสอนของครู และคุณลักษณะของครู ตามลำดับ โดยตัวแปรต่าง ๆ ส่งผลเชิงนิมิตต่อสำนึกทางด้านจำนวน ยกเว้น เพศ ที่ส่งผลเชิงนิเสธต่อสำนึกทางด้านจำนวน

3. จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในระยะที่ 2 ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความรู้พื้นฐานเดิม ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสำนึกทางด้านจำนวนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง คือ 26.18(40) 33.79(50) 32.75(50) และ 35.30(60) ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนน ความรู้พื้นฐานเดิม ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสำนึกทางด้านจำนวนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม คือ 26.95(40) 28.82(50) 28.00(50) และ 22.54(60) ตามลำดับ

จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานเดิม และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กับตัวแปรตาม คือ สำนึกทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า ความรู้พื้นฐานเดิม และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กับสำนึกทางด้านจำนวน และนอกจากนี้ได้พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิม และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกัน

จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยภายในกลุ่ม พบว่า เมื่อใช้ความรู้พื้นฐานเดิมและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม จะได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยภายในกลุ่มมีค่าเท่ากัน

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อให้ความรู้พื้นฐานเดิม และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรร่วม (Covariates) 2 ตัว พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน มีสำนักทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับนักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน มีสำนักทางด้านจำนวนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่า นักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกรอบรมสำนักทางด้านจำนวน

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อให้ความรู้พื้นฐานเดิมเป็นตัวแปรร่วม (Covariate) เพียงตัวเดียว พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน มีสำนักทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับนักเรียนที่ไม่ได้เข้าโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน โดยนักเรียนที่เข้าโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน มีสำนักทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่า นักเรียนที่ไม่ได้เข้าโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อให้ความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรร่วม (Covariate) เพียงตัวเดียว พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน มีสำนักทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับนักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน มีสำนักทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสำนักทางด้านจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนสำนักทางด้านจำนวนอยู่ในระดับต่ำ นั่นคือ ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ย เป็น 45.37 การที่นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังขาดทักษะในการคิดเลขในใจ มักเคยชินกับการทด และการใช้เครื่องช่วยในการคิดคำนวณ

เช่น กระดาษและดินสอ ตลอดจนเคยชินกับการใช้เวลาในการคิดคำนวณ ฯลฯ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ จูร์ริตัน รุงโกติ (2525 : 29-30) ที่ได้พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในระดับต่ำ ที่เห็นเด่นชัด อาจเห็นเพราะ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ปกติในโรงเรียน มักเน้นกระบวนการของเลขคณิตวิธี (Written Mathematics) แต่โฮป (Hope 1989 : 47) ได้ให้ข้อสรุปว่า ทักษะการคำนวณโดยใช้กระดาษและดินสอ ซึ่งมีนิยามไว้ในโรงเรียนนั้น ไม่ใช่ทักษะจำเป็นที่คนจะต้องใช้เมื่ออยู่ภายนอกโรงเรียน ภายใต้สถานการณ์ที่ไม่มีกระดาษและดินสอหรือเครื่องช่วยในการคิดคำนวณใด ๆ นอกจากนี้ ไมเออร์ (Maier 1977 : 18) ยังได้กล่าวสนับสนุนว่า ผู้ใหญ่ใช้วิธีการคำนวณในชีวิตประจำวัน โดยการประยุกต์ใช้วิธีการที่ต่างจากที่เคยเรียนเมื่อครั้งยังเรียนอยู่ในโรงเรียน และวิธีการกระดาษและดินสอจะถูกเลือกใช้เป็นวิธีสุดท้ายในการแก้ปัญหา

2. เมื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ และผลของสัมพันธภาพทางด้านจำนวนและตัวแปรคัดสรรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) ซึ่งผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลของตัวแปรต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทุกตัวที่นำมาศึกษา ปรากฏว่าตัวแปรต่าง ๆ เหล่านั้น ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เกือบทุกคู่ สำหรับตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 คือ ตัวแปรเกือบทุกตัวที่ศึกษา เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำนึกทางด้านจำนวน ความรู้พื้นฐานเดิม สมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน เป็นต้น ยกเว้น เพศของนักเรียน วุฒิการศึกษาของครู และประสิทธิภาพในการสอนของครู ที่มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เพศของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์อย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ในทำนองเดียวกันก็ได้พบว่าตัวแปรต่าง ๆ ดังกล่าว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับสำนึกทางด้านจำนวนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ด้วย ยกเว้น เพศของนักเรียน วุฒิการศึกษาของครู และประสิทธิภาพในการสอนของครู ที่มีความสัมพันธ์ทางลบกับสำนึกทางด้านจำนวน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าตัวแปรส่วนใหญ่ที่ถูกคัดเลือกเข้ามาในการวิจัยครั้งนี้แล้วแต่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) และสำนึกทางด้านจำนวนเกือบทั้งสิ้น

2.2 ผลสรุปของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลของตัวแปรต่าง ๆ ที่ศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) และที่มีต่อสำนักทางด้านจำนวน จะเห็นได้ว่า บางตัวแปรส่งผลทางตรง บางตัวส่งผลทางอ้อม บางตัวแปรส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมในปริมาณมากบ้าง น้อยบ้าง แตกต่างกันไป ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

2.1.1 เมื่อพิจารณาจากผลกระทบรวมกัน ผลกระทบทางอ้อมก็ได้ ปรากฏว่าตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) มากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิม แสดงให้เห็นว่า ความรู้พื้นฐานเดิมสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ในทุก ๆ วิชา เพราะการมีความรู้พื้นฐานเดิมอยู่มาก จะเห็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยให้มักเรียนเรียนรู้สิ่งใหม่ได้เร็วทัน และมั่นคงทัน (Bloom 1976 : 63-69) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่มีกี่ยวโยงกันเป็นลูกโซ่ ดังที่เกเกอร์ (Gager 1975 : 31) ได้กล่าวสรุปไว้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่อาศัยหลักการหรือกฎเกณฑ์เบื้องต้นกี่ยวโยงกันเป็นขั้น ๆ ทำให้เกิดความรู้อื่น ๆ ใหม่เพิ่มขึ้น การมีพื้นฐานความรู้เดิมดีจะช่วยให้ เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้มากขึ้น เร็วทัน และมีความเข้าใจแจ่มแจ้งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของอรวรรณ ณรงค์สวัสดิ์ (2533 : 200-201) และสุนันทา ประไพตระกูล (2535 : 99 - 102) ซึ่งได้พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิมส่งผลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงรองลงมา คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำนักทางด้านจำนวน และสมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน สำหรับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น ถึงแม้ว่าจะมีผลกระทบรวมสูง รองลงมาก็ตาม แต่ก็มีผลกระทบทางตรงสูงสุด แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากต่อผลการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะวิชาคณิตศาสตร์สัมพันธ์กับปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งต้องเกี่ยวข้องกับปริมาณและข้อมูลทางคณิตศาสตร์อยู่ตลอดเวลา การที่นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีจะช่วยให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของเนเบอร์ (Nabers 1975 : 3241-A) อำนวย เลิศขันธ์ (2523 : 59-65) จรรยา ภูอดม (2525 : 33-54) และจันทร์เพ็ญ ธนาศุกรกุล (2526 : 61-62) ซึ่งได้ทดสอบสอดคล้องกันว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สำนักทางด้านจำนวน เป็นตัวแปรที่สำคัญตัวแปรหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) ค่อนข้างสูง ซึ่งถ้าพิจารณาเฉพาะ

ผลกระทบทางตรงเพียงอย่างเดียว จะพบว่า เป็นตัวแปรเพียงตัวเดียวที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) แสดงให้เห็นว่า สำนึกทางด้านจำนวนเป็นรากฐานสำคัญของความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ (Ronau 1988 : 437) ที่สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สกอตต์ (Scott 1987 : 120) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสำนึกทางด้านจำนวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึก และพบอีกว่า สำนึกทางด้านจำนวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในด้านการคำนวณ และการประยุกต์ใช้ และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของลินชาร์ด (Lynchard 1988 : 1686 A) ที่ได้พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นดัชนีที่เข้มแข็งตัวหนึ่งของสำนึกทางด้านจำนวน

สมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน เป็นตัวแปรหนึ่ง ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) ก่อนข้างสูง รองลงมา ก็เป็นตัวแปรหนึ่ง ไม่ว่าจะพิจารณาจากผลกระทบรวม ผลกระทบในทางตรง หรือผลกระทบในทางอ้อมก็ตาม จากข้อค้นพบนี้ แสดงให้เห็นว่า สมรรถภาพทางสมองด้านจำนวนเกี่ยวข้องกับการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณ จำนวนและตัวเลข ผู้ที่เรียนคณิตศาสตร์เก่งมักมีความสามารถในการคิดคำนวณดี คือสามารถคิดได้เร็วและถูกต้องแม่นยำ ดังที่วงษ์ภักดิ์ ศรีสุวรรณ (2528 : 80) ได้ศึกษาพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ร้อยละ 49 สามารถคิดเลขได้รวดเร็วและถูกต้อง แม่นยำ นอกจากนี้ เจตนา ทองรักษา (2524 : 34) และสมบัติ วงษ์อยู่น้อย (2529 : 57) ได้วิจัยพบว่า สมรรถภาพทางสมองด้านจำนวนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และสมรรถภาพทางสมองด้านจำนวนเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สำหรับตัวแปรอื่น ๆ ที่เหลือ เช่น สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตาแบบการคิดฟังพา/อิสระ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล ความยืดหยุ่นในการคิด เพศของนักเรียน บรรยากาศในห้องเรียน คุณภาพการสอน และคุณลักษณะของครู ต่างก็เป็นตัวแปรที่ส่งผลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) ก่อนข้างต่ำ

ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์น้อยที่สุด เมื่อพิจารณาจากผลรวมของความสัมพัทธ์ คือ คุณลักษณะของครู ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการสอน และความรับผิดชอบในการสอน ที่เห็นเด่นชัด เห็นไปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัย และคุณลักษณะของครูก็เห็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ของนักเรียนแต่ไม่ใช่ทั้งหมด เพราะ ถึงแม้ว่าครูจะมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่และตั้งใจสอนมาก สักเพียงใดก็ตาม แต่ถ้าวิธีสอนหรือการจัดการเรียนการสอนของครูไม่สอดคล้องกับความสามารถ ที่แตกต่างกันของนักเรียน ความรู้พื้นฐานที่ต่างกัน ตลอดจนการได้รับปัจจัยเสริมจากสิ่งแวดล้อม ทางบ้านที่ต่างกัน และปัจจัยอื่น ๆ อีกมากมายแล้ว ก็อาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิต ศาสตร์ของนักเรียนไม่มากนัก นั่นคือ คุณลักษณะของครูเพียงอย่างเดียวไม่สามารถอธิบายผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) ได้มากเท่าที่ควร ต้องอาศัยปัจจัยอื่นอีก

แต่อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัย พบว่า คุณลักษณะของครู ก็ยังคงเป็น ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ ถึงแม้ไม่มากนักก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ โปส (Post 1984 : 892-893A) ที่ได้พบว่า ตัวแปรเกี่ยวกับคุณลักษณะของครู สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยที่คุณลักษณะของครู ได้แก่ ครูที่ท้อบสอน ครู ที่ทัศนคติต่อการสอนและมีความสามารถในการสอน และครูที่จัดระเบียบวินัยในชั้นเรียนดี เป็นต้น

เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับลักษณะของการส่งผลของตัวแปรต่าง ๆ แล้ว จะเห็นว่า ตัวแปร สาเหตุดังกล่าวส่งผลเชิงนิมิตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และ ทักษะ) เกือบทั้งหมด ยกเว้น เพศของนักเรียน และสมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา ที่ส่งผล เชิงนิเสธต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การที่เพศของนักเรียนส่งผลทางอ้อมเชิงนิเสธต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างระหว่างเพศ ไม่ใช่ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน เพศชายและเพศหญิงอาจเก่งกันไปคนละด้าน เช่น เพศชายอาจมีความ สามารถในการคิดคำนวณสูงกว่าเพศหญิง เพศหญิงอาจมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาโจทย์ได้ ดีกว่า ดังที่ สจ๊วต (Stuart 1978 : 2115A) ได้วิจัยพบว่า เพศชายมีผลสัมฤทธิ์ในด้านการคำนวณ และการประยุกต์ใช้สูงกว่าเพศหญิง ขณะที่เพศหญิงมีผลสัมฤทธิ์ในด้านเมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์รวมสูงกว่า ส่วนนงลักษณ์ ศรีสุวรรณ (2528 : 79) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์สูงเป็นชายมากกว่าหญิง นั่นคือเป็นชายร้อยละ 65 และเป็นหญิงร้อยละ 35 แต่ บีเกล (Begle 1979 อ้างถึงใน ดวงเดือน ก่อหน่วม (2533 : 13) ซึ่งได้สรุปรวบรวมผลการวิจัยด้าน คณิตศาสตร์ศึกษาในสหรัฐอเมริกา ช่วงก่อนปี 2522 พบว่า จากงานวิจัยคัดสรรจำนวน 58 เรื่อง ที่ให้เห็นว่า เด็กหญิงมีความสามารถในการคิดคำนวณดีกว่าเด็กชาย ส่วนเด็กชายมีความ สามารถในด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงกว่าการคิดคำนวณ ส่วนที่เป็นเช่นนี้ อย่างน้อยในช่วง ที่ประถมศึกษาปีที่ 5-6 และมัธยมศึกษาปีที่ 1-2

สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ส่งผลทางกล่อม
 เชิงนี้ สกตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) แสดงว่า นักเรียนที่มี
 ความสามารถในการรับรู้ทางตาที่ดี คือสามารถรับรู้ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว มีผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนต่ำ ที่เป็นเช่นนั้นอาจเห็นไปได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการรับรู้ทางตาดี แต่อาจขาด
 ความรอบคอบในการคิดไตร่ตรอง หรือการคิดวิเคราะห์ปัญหาที่ที่ก่อกวน จึงทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ของ
 นักเรียนต่ำ มีผลงานวิจัยบางเรื่องที่น่าสนใจว่า สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา สามารถ
 พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี เช่น ผลงานวิจัยของ เทียวซาญู มีมาก (2525 :
 44) และผลงานวิจัยของ สมบัติ วงษ์น้อย (2529 : 57) แต่ก็มีผลงานวิจัยบางเรื่องที่ไม่พบว่า
 สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 หรือพบว่า สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 คณิตศาสตร์ไม่สูงนัก เช่น ผลงานวิจัยของ นิกุล เกตุประดิษฐ์ (2522 : 64) และแอมป์เลอร์
 (Wampler 1966 : 3364-3369A)

2.1.2 เมื่อพิจารณาจากผลรวมของความสัมพันธ์และผลทางกล่อม ปรากฏ
 ว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อสำนักทางด้านจำนวนมากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิม แสดงให้เห็นว่า การ
 มีสำนักทางด้านจำนวนดี จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเดิมที่ดีด้วย ดังเช่นคณะกรรมการส่งเสริม
 มาตรฐานคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (Howden 1989 : 6
 Citing Commission on Standards for School Mathematics of NCTM 1987 : 37)
 ได้ระบุว่า นักเรียนที่มีสำนักทางด้านจำนวนดี เป็นนักเรียนที่มีความเข้าใจพื้นฐานเป็นอย่างดีเกี่ยวกับ
 ความหมาย และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน ขนาดของจำนวน และการรับรู้ผลของการใช้ปฏิบัติการ
 ต่าง ๆ บนจำนวน ตลอดจนการอ้างอิงถึงปริมาณและการจัดในรูปของจำนวนต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิต
 ประจำวัน จากผลการวิจัยของเรย์และคณะ (Reys and Others 1982 : 196) ได้พบว่า คนที่
 สามารถประมาณค่าได้ดี เป็นผู้ที่สามารถดึงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการปฏิบัติการต่าง ๆ มาใช้ได้อย่าง
 รวดเร็ว รวมทั้งมีความรู้พื้นฐานที่ดีเกี่ยวกับเรื่อง ค่าประจำหลัก และคุณสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
 เช่น คุณสมบัติของการกระจาย คุณสมบัติการจัดหมู่ และคุณสมบัติของการสลับที่ นอกจากนี้ยังสามารถ
 นำคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว

ตัวแปรที่ส่งผลกระทบรวมต่อสำนักทางด้านจำนวน รองลงมาคือ ความสามารถในการ
 ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งถ้าพิจารณาจากผลทางตรงจะพบว่า เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสำนักทาง
 ด้านจำนวนสูงสุด ที่เห็นเด่นชัดแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาที่สำนักทางด้านจำนวนดี

ความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง ดังที่ โรเนา (Ronau 1988 : 437) ได้กล่าวไว้ว่า "สำนักทางด้านจำนวนที่ดีเป็นพื้นฐานของความสำเร็จในการแก้ปัญหา" ซึ่งสอดคล้องกับที่ โดเออร์ตีและไครทิส (Dougherty and Crites 1989 : 25) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า สำนักทางด้านจำนวนที่ดีสามารถช่วยนักเรียนได้มากในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณเพราะสำนักทางด้านจำนวนทำให้รู้คำตอบที่ได้ควรเป็นจำนวนชนิดใด และมีขนาดเท่าใด รวมทั้งช่วยในการเลือกปฏิบัติในการคำนวณที่สอดคล้องกับปัญหา ตลอดจนช่วยในการพิจารณาจัดคำตอบที่ไม่สมเหตุผลออกไป

ตัวแปรที่ส่งผลกระทบรวมและผลทางตรงต่อสำนักทางด้านจำนวน ค่อนข้างสูง รองลงมาอีกก็คือ สมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน สอดคล้องกับที่ เรย์และคณะ (Reys and Others 1982 : 183-201) ได้พบว่า ผู้ที่มีความสามารถในการประมาณค่าซึ่งหมายถึงผู้ที่มีความสามารถด้านจำนวนที่ดี สามารถใช้จำนวนได้เป็นอย่างดี สามารถปรับเปลี่ยนจำนวนให้อยู่ในรูปที่ง่ายต่อการคิดในใจได้ดี นอกจากนี้ เลวิน (Levine 1982 : 354) ยังวิจัยพบว่า สำนักทางด้านจำนวนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าการคำนวณ (Computational Estimation) มีความสัมพันธ์ทางบวกสูงกับความสามารถในด้านปริมาณ

สำหรับตัวแปรอื่น ๆ ที่เหลือ เช่น บรรยากาศในห้องเรียน สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา แยกการคิดฟัง/อิสระ ความยืดหยุ่นในการคิด สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล เนตของนักเรียน คุณภาพการสอนของครู และคุณลักษณะของครู ส่งผลกระทบรวมทั้งสำนักทางด้านจำนวนค่อนข้างน้อยจนถึงน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณาถึงลักษณะของการส่งผล จะพบว่า ตัวแปรต่าง ๆ ดังกล่าวส่งผลเชิงปริมาณต่อสำนักทางด้านจำนวน ยกเว้น สองตัวแปร คือ เนตของนักเรียน และสมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตาที่ส่งผลเชิงนี้ สอดคล้องสำนักทางด้านจำนวน

ตัวแปรที่ส่งผลกระทบรวมและผลทางอ้อมต่อสำนักทางด้านจำนวนน้อยที่สุด คือคุณลักษณะของครู ที่เห็นเช่นนี้ เห็นไปได้ว่า ครูที่มีความรับผิดชอบที่แท้จริง และมีความตั้งใจในการสอนดีอาจมุ่งเน้นไปที่การสอนกระบวนการคิดแทนที่จะให้กระดาษและดินสออย่างเดี๋ยวนั้น ไม่ได้เน้นการคิดในใจ หรือการคิดเร็ว ๆ ตลอดจนการคิดประมาณค่า ไม่ว่าจะเห็นเป็นการประมาณค่าในเชิงของการคำนวณหรือการประมาณค่าเพื่อสรุปหรือตัดสินใจในเชิงปริมาณก็ตาม ทำให้ให้นักเรียนขาดประสบการณ์และขาดทักษะในเรื่องของการคิดคำนวณในใจ ขาดทักษะในเรื่องของการประมาณค่าทั้งในเชิงของปริมาณ และในเชิงของการคิดคำนวณ ดังนั้นจึงเห็นสาเหตุทำให้คะแนนสำนักทางด้านจำนวนค่อนข้างต่ำ

ถึงแม้ว่า คุณลักษณะของครูจะเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อสำนักทางด้านจำนวนน้อยที่สุดก็ตาม แต่ก็ยังเป็นตัวแปรสำคัญสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อยู่ สอดคล้องกับที่ Thornton and Tucker (1989 : 18-19) ได้เห็นว่า ความเอาใจใส่และความตั้งใจจริงของครูในการวางแผนการสอน โดยจัดประสบการณ์ให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนจะช่วยส่งเสริมสำนักทางด้านจำนวนได้ นอกจากนี้เรย์ (Reys 1986 : 12-15) ยังได้ให้ข้อคิดเห็นว่าความเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอของครูในการศึกษาค้นคว้าหาเทคนิคหรือวิธีการต่าง ๆ จากหนังสือวารสารทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการคิดเลขเร็วจะช่วยให้ผลมาสำนักทางด้านจำนวนได้

3. สืบเนื่องจากผลการวิจัยในระยะที่ 1 ซึ่งพบว่า ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิม และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรที่มีผลกระทบรวมสูงมากต่อสำนักทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) ดังนั้น ในการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยระยะที่ 2 ซึ่งใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้ความรู้พื้นฐานเดิมและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม โดยก่อนที่จะได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมนั้น ได้มีการตรวจสอบสมมติฐานเกี่ยวกับข้อตกลงเบื้องต้นให้ที่เรียนร่วมนั้น ได้แสดงตัวอย่างไว้ในภาคผนวก ง.

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน มีสำนักทางด้านจำนวนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนและฝึกจากโปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 การที่เป็นเช่นนั้น แสดงว่า โปรแกรมฝึกสำนักทางด้านจำนวนช่วยส่งเสริมให้สำนักทางด้านจำนวนของนักเรียนที่ได้รับการสอนและฝึกสูงขึ้นจริง และสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนและฝึก และในขณะเดียวกัน โปรแกรม ฯ นี้ยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) ของนักเรียนที่ได้รับการสอนและฝึกสูงกว่า นักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนและฝึกด้วย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเนื้อหาในโปรแกรมฝึก และวิธีการสอนและฝึก เน้นให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณในใจ และถูกต้องแม่นยำ นอกจากนี้ยังเน้นทักษะในการประมาณค่าทั้งในเชิงของการคำนวณ และในเชิงการตัดสินใจเกี่ยวกับปริมาณ ตลอดจนเน้นทักษะในการนิยามความเข้าใจหรือความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ยังผลให้นักเรียนมีสำนักทางด้านจำนวน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้และทักษะ) ดีขึ้น สอดคล้องกับที่ ฮาวเดน (Howden 1989 : 7) ได้กล่าวไว้พอสรุปได้ว่า สำนักทางด้านจำนวนช่วยเสริมสร้างการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพที่มีเหตุผล สามารถใช้วิจารณญาณตัดสินใจสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณ วิธีการที่จะ

ซึ่งสิ่งนี้จะ เป็นประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์ และในทำนองเดียวกันกับโฮป (Hope 1989 : 16) ได้กล่าวไว้พอสรุปได้ว่า สำนึกทางด้านจำนวนหมายถึงความสามารถในการหาค่าโดยประมาณที่สมเหตุสมผล ความสามารถในการสืบสอบถึงข้อผิดพลาดในการคำนวณ และการเลือกวิธีการในการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถคิดหารูปแบบของจำนวนในหลาย ๆ ลักษณะได้ นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยของ สกอตต์ (Scott 1989 : 122) ได้พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสำนึกทางด้านจำนวนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในด้านการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ และคะแนนเก็บวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึก ส่วนทอมป์สัน (Thompson 1990 : 1675-A) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลการสอนที่เป็นระบบในการคิดคำนวณในใจต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการคำนวณทางเลขคณิตของนักเรียนระดับสี่ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนอย่างเป็นระบบในการคิดเลขในใจ มีความสามารถในการแก้ปัญหา และการคิดคำนวณมากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. เพราะว่าสำนึกทางด้านจำนวนเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้น จึงควรมีการพัฒนาสำนึกทางด้านจำนวนในระยะยาว โดยกระทำอย่างต่อเนื่อง ไปจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยปรับโปรแกรมสำนึกทางด้านจำนวนให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
2. ในการพัฒนาสำนึกทางด้านจำนวนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น โดยการสอดแทรกเข้าไปในกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรปกติ

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรได้ทำการวิจัยเรื่องในทำนองเดียวกันนี้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น เช่นในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ควรได้มีการศึกษาผลกระทบของสำนึกทางด้านจำนวน และตัวแปรคัดสรรอื่น ๆ อื่นๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะตัวแปรที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางบ้าน เช่น การอบรมเลี้ยงดู และการส่งเสริมการเรียนของผู้ปกครอง เป็นต้น
3. ควรมีการวิจัยผลของโปรแกรมสำนึกทางด้านจำนวน โดยเพิ่มระยะเวลาในการทดลองให้มากขึ้น
4. ควรได้มีการวิจัยติดตามผลระยะยาวสำหรับนักเรียนที่ผ่านการเรียนในโปรแกรมสำนึกทางด้านจำนวนจนกระทั่งจบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
5. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการสอนสำนึกทางด้านจำนวน โดยเน้นมาต่อจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ๆ ที่ได้จากการวิจัยนี้