

บทที่ 1

บทนำ



## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โลกปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้โลกเจริญในด้านต่าง ๆ เช่น มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่ทันสมัยให้มนุษย์ได้เลือกใช้ เลือกบริโภคอย่างมากมาย ดังนั้น สังคมใหม่ จึงกลายสภาพเป็นสังคมแห่งเทคโนโลยี สังคมแห่งการผลิตและการบริโภคไปโดยปริยาย ประเทศไทยในฐานะที่เป็นหน่วยหนึ่งของประชาคมโลก ย่อมได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ สิ่งที่เป็นปรากฏการณ์ใหม่ที่สำคัญอย่างหนึ่งของสังคมไทยปัจจุบันก็คือ การก้าวเข้าสู่สังคมอุตสาหกรรมซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้วิถีการดำเนินชีวิตของคนไทยเปลี่ยนไป กล่าวคือ มีความต้องการในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น มีการแข่งขันกันทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศมากขึ้น เพื่อที่จะแสวงหาผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ เมื่อสังคมเป็นเช่นนี้ คุณภาพของประชากรจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไปด้วย ดังที่ อภัย ดุลยเกษม (2534 : 17) ได้กล่าวว่า " . . . ในภาวะเช่นนี้ ประชากรไทยจะต้องมีทั้งการปรับทัศนคติและมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และการรู้จักใช้วิจารณญาณอย่างรอบคอบซึ้งกว่าเดิมมาก . . . "

ในการเตรียมคนให้พร้อมที่จะเผชิญกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงดังกล่าว การศึกษานับเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของคน ให้มีคุณลักษณะเป็นนักวิเคราะห์วิจารณ์ เป็นผู้ที่ใช้วิจารณญาณอย่างสุ่มรอบคอบ เป็นผู้ que คิดเป็น และเป็นนักตัดสินใจที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับที่ สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2516:56) กล่าวไว้ว่า "การปลูกฝังวิธีการคิดให้แก่เยาวชนเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญเหนือความสำคัญทั้งปวง ทั้งนี้เพราะความคิดเป็นอาวุธลับที่สำคัญอย่างยิ่งของแต่ละบุคคลที่จะใช้เพื่อสร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้าแก่ประเทศชาติโดยส่วนรวม และส่วนบุคคลได้" และในการที่จะพัฒนาคนให้รู้จักคิด อย่างมีวิจารณญาณ ยืดหยุ่น และมีเหตุผลนั้น คณิตศาสตร์นับว่าเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้บรรลุผลตามที่ต้องการได้ ทั้งนี้เพราะ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สอนให้คนคิดอย่างมีระเบียบ เป็นขั้นเป็นตอน และมีเหตุผล ดังที่ ยุนิน นิธิกุล (2530 : 1) กล่าวว่า

" คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการให้เหตุผล คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระเบียบ " และนอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังช่วยทำให้เป็นคนที่มีความคิดรอบคอบ มีเหตุผล รู้จักหาความจริง (ฉวีวรรณ กীরติกร 2535 : 8) มีผู้กล่าวว่า คณิตศาสตร์กับเหตุผลนั้นเป็นของคู่กัน ทั้งนี้ เพราะธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นวิชาตรรกวิทยาอยู่แล้ว นั่นคือวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล และศึกษาระบบซึ่งสร้างขึ้นโดยอาศัยข้อตกลงและใช้เหตุผลตามลำดับขั้น ดังนั้นในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งว่าด้วยเหตุผลนี้ ผู้ศึกษาจะได้รู้เท่าเทียมผู้อื่น ไม่ถูกหลอกหลวง (สุเทพ จันทรสมศักดิ์ อ้างถึงใน ปราโมทย์ จันทร เรื่อง 2526 : 11) นอกจากคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่ช่วยพัฒนาคนให้รู้จักคิดเป็น คือคิดอย่างมีเหตุผลแล้ว วิชาคณิตศาสตร์ยังช่วยสร้างเสริมคุณลักษณะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอื่น ๆ อีก เช่น การสังเกต ความละเอียดถี่ถ้วน แม่นยำ มีสมาธิ และรู้จักแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในชีวิตประจำวัน เราใช้ความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์เกือบตลอดเวลา เช่น การประมาณค่า การซื้อขาย การดูเวลา การชั่ง ตวง วัด และอื่น ๆ อีกมากที่เกี่ยวกับจำนวนและตัวเลข อาจกล่าวได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาสำคัญ และสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันอย่างแยกกันไม่ได้ (วรสุตา บุญยไวโรจน์ 2530 : 67)

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ดังกล่าว รัฐจึงจัดให้มีการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในทุกๆ ระดับการศึกษาตลอดมา ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา จนถึงระดับอุดมศึกษา และเพื่อให้ทันต่อความเปลี่ยนแปลงของสังคม และทันต่อความก้าวหน้าทางวิชาการ ตลอดจนให้ได้มาตรฐานสากล แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535 - 2539 จึงได้ระบุไว้อย่างชัดเจนว่า ในกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ให้เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา และให้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จากแผนพัฒนา ฯ ฉบับนี้ ทำให้จุดประสงค์ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ปัจจุบันถูกกำหนดไว้ในแนวทางดังกล่าวทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่ปรากฏในสิ่งแวดล้อม สามารถคิดอย่างมีเหตุผล และใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีระเบียบ ชัดเจน และรัดกุม มีทักษะในการคิดคำนวณ ให้เห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งที่มีต่อชีวิตประจำวันและเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้ และสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ที่อาศัยคณิตศาสตร์ และเพื่อให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของหลักสูตรดังกล่าว ได้มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย นักวิชาการที่มีความรู้ความสามารถทางด้าน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์หลายท่าน ได้พยายามที่จะแก้ไข ปรับปรุงวิธีสอนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งได้เสนอแนะ

แนวทางการสอนต่าง ๆ ไว้หลายวิธี โดยหวังที่จะช่วยครูให้สอนคณิตศาสตร์อย่างได้ผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตร แต่เท่าที่ผ่านมา ปรากฏว่า ผลของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เฉลี่ยแล้วยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจตลอดมา ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพของนักเรียนจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมากมาย เช่น กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เป็นต้น ต่างก็รายงานผลสอดคล้องกันว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่ยังอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ และอยู่ในระดับต่ำกว่าวิชาอื่น ๆ ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

ในระดับประถมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ได้ประเมินคุณภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2531 ในระดับประเทศ พบว่า กลุ่มทักษะคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มเดียวที่มีผลของการประเมินต่ำสุด คือคิดเป็นร้อยละ 44.80 (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ 2535 : 8) และสำหรับในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น ปรากฏผลจากรายงานการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2530:96-99) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยเฉลี่ยร้อยละ 32.43 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนเพียงร้อยละ 14.70 เท่านั้นที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม นอกจากนี้จากรายงานการวิจัยและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ (International Association for the Evaluation of Educational Achievement-IEA ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2529 : 178) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเฉลี่ย ในพฤติกรรมระดับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 40 44 51 และ 30 ตามลำดับ ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ได้รายงานผลการตรวจสอบคุณภาพการศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2530 โดยได้ทำการประเมินสมรรถภาพทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 4 ด้าน ซึ่งได้แก่ ความรู้ความเข้าใจในหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดและใช้เหตุผล ผลจากการประเมิน พบว่า นักเรียนเกือบทุกเขตการศึกษา ไม่ผ่านเกณฑ์ และเมื่อเปรียบเทียบกับทุกสมรรถภาพแล้ว พบว่าสมรรถภาพในด้านความสามารถในการคิดคำนวณอยู่ในระดับต่ำที่สุด และระดับต่ำรองลงมา คือ สมรรถภาพ ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดและใช้เหตุผล และความรู้ความเข้าใจในหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ตามลำดับ (กรมวิชาการ 2530 : 164)

จากผลของการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพของนักเรียนจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ปรากฏชัดเจนแล้วว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่บรรลุผลเท่าที่ควร นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่ยังอยู่ในระดับต่ำไม่ว่าจะเป็นระดับต่ำกว่าเกณฑ์การประเมิน หรือต่ำกว่าเมื่อเทียบกับรายวิชาอื่น ๆ ก็ตาม และปัญหาดังกล่าวนี้มิได้เกิดกับประเทศไทยเพียงประเทศเดียว แต่เป็นปัญหาสำคัญของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชานามธรรม เนื้อหาบางตอนยากที่จะอธิบายให้เข้าใจได้ แม้ว่าครูจะได้พยายามเปลี่ยนแปลงกลวิธีการสอน หรือพยายามหาสื่อการสอนที่ดีมาใช้ โดยมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อยมา เป็นจำนวนมากพอสมควร แต่สภาพปัญหาที่พบในปัจจุบัน อาจกล่าวได้ว่ามิได้แตกต่างไปจากที่กล่าวมามากนัก นั่นคือยังคงพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่มีจุดอ่อนในด้านความคิดรวบยอด โดยเฉพาะในวิชาเลขคณิต ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวกลบคูณหาร การแก้โจทย์ปัญหาที่มีรูปภาพประกอบ และการใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น ไม่สามารถคิดราคาสิ่งของที่กำหนดให้ได้ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2519 : 22-23) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จุริรัตน์ รุ่งปิติ (2525: 29) ที่ได้ศึกษาถึงความสามารถในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการนำวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันอยู่ในระดับต่ำ จากผลที่ได้นี้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนยังขาดทักษะในการคำนวณอยู่มาก นั่นคือยังคำนวณได้ช้าไม่ทันกับความต้องการ ขาดทักษะในการคิดเลขในใจต้องพึ่งพากระดาษและดินสอหรือเครื่องช่วยในการคำนวณอื่น ๆ และที่สำคัญก็คือ ขาดความยืดหยุ่นในการคิด กล่าวคือ มักใช้กระบวนการคำนวณด้วยวิธีกระดาษและดินสอ (Paper-Pencil Algorithms) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เรียนในชั้นเรียนปกติ ไม่มีการสร้างรูปแบบ (Patterns) ที่หลากหลาย ซึ่งเป็นของตนเองขึ้นมาใหม่ เพื่อช่วยให้การคำนวณได้ง่ายขึ้น จึงทำให้ไม่สามารถคิดในใจได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง สอดคล้องกับสถานการณ์ของปัญหาที่เผชิญ ขาดไหวพริบและปฏิภาณในด้านจำนวน หรือความสามารถอย่างหนึ่งที่เรียกว่า สำนึกทางด้านจำนวน (Sense of number)

กรีน (Greeno 1991 : 172-173) ได้ให้ความหมายของสำนึกทางด้านจำนวนในเชิงทฤษฎีว่า เป็นกลุ่มของความสามารถต่าง ๆ อันได้แก่ 1. ความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น (Flexible Mental Computation) ซึ่งเป็นความสามารถในการรู้ถึงความสัมพันธ์ของกลุ่มจำนวน (Equivalent Patterns) และสามารถจัดกลุ่มจำนวนเสียใหม่ เพื่อประโยชน์ในการคิดคำนวณในใจ 2. ความสามารถในการประมาณค่าเชิงตัวเลข (Numerical-

Estimation) เป็นความสามารถในการหาค่าโดยประมาณในบริบทของการคำนวณ และ 3. ความสามารถในการตัดสินเชิงปริมาณ (Quantitative judgement) ซึ่งกล่าวถึง การตัดสินสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับปริมาณ ด้วยค่าที่เป็นตัวเลข และพิจารณาถึงความสมเหตุสมผล ของคำตอบที่ได้ โดยพิจารณาไปถึงชนิดของจำนวนที่เป็นคำตอบ และช่วงของคำตอบที่สามารถยอมรับได้ ซึ่งระดับของความแม่นยำของคำตอบขึ้นอยู่กับบริบทของปัญหาที่กำหนดให้

โฮป (Hope 1989 : 12) ได้กล่าวถึงสำนักทางด้านจำนวน สรุปได้ว่าเป็นคุณลักษณะเฉพาะที่พึงปรารถนา (Desirable Trait) ซึ่งควรจะต้องส่งเสริมให้มีในตัวเด็ก ถึงแม้ว่าความหมาย จะเป็นเหมือนอย่างสามัญสำนึก (Common Sense) ก็ตาม คือ สามารถกล่าวถึงในรูปของความรู้สึก (Feeling) เกี่ยวกับจำนวน การใช้ และการตีความที่หลากหลาย การรอบรู้ถึงระดับความแม่นยำต่าง ๆ เมื่อมีการคำนวณเกิดขึ้น ตลอดจนการใช้วิธีสามัญสำนึกในการคำนวณ เพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้งหนึ่ง ๆ นวัตกรรมอย่างหนึ่งก็คือ สำนักทางด้านจำนวนสามารถกล่าวถึงในแง่ของความสามารถ (Ability) ที่จะประมาณค่าอย่างมีหลักการหรือมีเหตุผล ความสามารถที่จะสืบค้นข้อผิดพลาดทางเลขคณิต ความสามารถที่จะเลือกวิธีคำนวณที่มีประสิทธิภาพที่สุด และความสามารถที่จะรู้จักรูปแบบของจำนวน (Number Patterns) ในลักษณะต่าง ๆ กัน เป็นต้น

จากการศึกษาของ โฮปและเชอร์วิล (Hope and Sherril อ้างถึงใน Greeno 1991: 171) ซึ่งได้ศึกษาการคูณเลขในใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลที่ได้ปรากฏว่ามีนักเรียนบางคนหาคำตอบของ  $25 \times 48$  โดยการปรับใจทศให้อยู่ในรูปของ  $\frac{100}{4} \times 48$  จากนั้น ก็สลับที่ตัวหารในรูปของ  $100 \times \frac{48}{4}$  ก็จะได้  $100 \times 12$  ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1200 ส่วนนักเรียน อีกคนหนึ่งคิดใจทศข้อนี้ โดยใช้วิธีการคูณตามกระบวนการคูณปกติ (คูณสองชั้น) ตามที่เคยเรียนในชั้นเรียน แต่ใช้วิธีการคิดในใจ โดยไม่มีการสร้างรูปแบบขึ้นมาใหม่ ให้ง่ายต่อการคิดในใจ จากข้อค้นพบนี้ กรีนอกกล่าวว่า เป็นการชี้ให้เห็นว่าระดับสำนักทางด้านจำนวนของคนทั้งสองต่ำกว่าคนแรก

ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งซึ่งมักพบเห็นกันโดยทั่วไปในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ก็คือ นักเรียนขาดทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา ขาดวิจรรย์ญาณในการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ของคำตอบที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งตรงกันกับขั้นตรวจสอบ ตามลำดับขั้นการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้น คือ ขั้นศึกษาปัญหา ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติตามแผน และขั้นสุดท้ายคือขั้นตรวจสอบคำตอบ

และในเรื่องของการแก้โจทย์ปัญหานี้ เจริญ แก้วประดิษฐ์ (2533 : 44-45) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์สมการของนัก เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เขตการศึกษา 3 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์สมการของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโจทย์สมการ และความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ อยู่ในระดับต่ำมาก

จากผลการวิจัยดังกล่าว ชี้ให้เห็นจุดบกพร่องในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ปัจจุบันที่ครูส่วนใหญ่ยังสอนคณิตศาสตร์ในลักษณะเดิม นั่นคือ เน้นเรื่องคำตอบที่ถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญโดยละเลยในเรื่องของเหตุผล หรือความเข้าใจในหลักการ และกระบวนการคิด นักเรียนมักยึดถือวิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงวิธีการเดียวตามที่ครูบอกให้ทำโดยเลียนแบบอย่างไม่เข้าใจ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่ได้รับการฝึกให้รู้จักคิด ดังที่ สมจิต ทิวปรีชา (2529 : 28) ได้กล่าวถึงปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันว่า

นักเรียนคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่เป็น จะพบเสมอว่าครูจะต้องอธิบายวิธีทำให้ แล้วนักเรียนจึงจะทำได้ เมื่อมีปัญหาก็ต้องอธิบายหรือแสดงวิธีทำให้ดูอีก การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงมีลักษณะเป็นการเลียนแบบมากกว่าการเรียนรู้ การเรียนในลักษณะเช่นนี้ ทำให้นักเรียนไม่ได้คิด ไม่ได้รับการฝึกคิด ไม่เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกให้จำคำตอบอธิบาย หรือจำวิธีแก้ปัญหามาแล้วนำมาเขียนหรือลอกใส่สมุดแบบฝึกหัด อีกไม่นานก็ลืม . . . การเรียนการสอนคณิตศาสตร์บางส่วนยังมุ่งผลลัพท์มากกว่ากระบวนการ ซึ่งการเรียนการสอนแบบนี้จะทำให้ผู้เรียนขาดความต่อเนื่อง เพราะการเน้นกระบวนการด้วยนั้นจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความต่อเนื่องของสิ่งที่เรียนไปแล้วกับการที่จะได้ผลลัพท์มา เนื่องจากกระบวนการเรียนของนักเรียนแต่ละคนอาจจะต่างกัน การสอนให้นักเรียนคิดได้เองนั้นเป็นเรื่องยากที่จะสอน ครูส่วนใหญ่ก็จะกำหนดวิธีการดำเนินการเสียเองโดยให้นักเรียนทุกคนต้องดำเนินการตามครู ซึ่งวิธีการแบบนี้เป็นการเน้นแต่ผลลัพท์ หรือคำตอบนั่นเอง ซึ่งถ้าเน้นเฉพาะคำถามหรือผลลัพท์ เมื่อนักเรียนได้คำตอบที่ถูกต้องแล้วก็จะเลิกสนใจทันทีทำให้นักเรียนเรียนโดยให้การจำวิธีการของครู และเมื่อไม่ได้ให้ในช่วงเวลาหนึ่งก็จะลืมได้ . . .

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มุ่งแต่คำตอบที่ถูกต้อง และเน้นวิธีการท่องจำอย่างไว้ความหมาย ทำให้นักเรียนขาดเหตุผล แก้ปัญหาไม่ได้ เพราะคิดไม่เป็น นักเรียนอาจมีทักษะใน

การคำนวณตามที่ครูสอนด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งก็จริง แต่ปฏิบัติการของนักเรียนเป็นไปในลักษณะของเครื่องจักร (Hope 1989 : 12) นั่นคือกระทำอย่างไร้ความหมาย ชาววิจารณ์ในเรื่องการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ หรือความสมเหตุสมผลของคำตอบ ไม่ได้คำนึงถึงหลักความเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ของปัญหา ดังที่ สโคนเฟลด์ (Scheonfeld 1988 : 82-92) ได้ตั้งข้อสังเกตโทษปัญหาข้อหนึ่งที่ได้จากการประเมินของ สำนักงานประเมินผลความก้าวหน้าทางการศึกษาของชาติ (The National Assessment of Educational Progress - NAEP) โจทย์นี้ถามนักเรียนว่า ถ้าทหาร 1,128 คน ถูกไล่เลียงโดยรถบัสซึ่งจุคนได้ 36 คน ต่อ 1 คัน จะต้องใช้รถบัสกี่คัน จึงจะไล่เลียงทหารจำนวนนี้ได้หมด ปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า " 31 เศษ 12 " ซึ่งคำตอบดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงการขาดสำนึกทางด้านจำนวน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ขาดวิจารณญาณ ในเรื่องความเหมาะสมของคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา คือ ไม่ได้พิจารณาถึงหลักความจริงที่ว่าสมควรจะตอบเป็นเศษส่วนหรือทศนิยมหรือไม่ อย่างไร

เทรอตแมน และลิชเตนเบิร์ก (Troutman and Lichtenberg 1974 : 12) ได้กล่าวว่า "ความสามารถในการประมาณค่าคำตอบ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญองค์ประกอบหนึ่งในการแก้โจทย์ปัญหา สอดคล้องกับที่ แทรฟตัน (Trafton 1978 : 213) ได้ให้ความคิดเห็นว่า "การประมาณค่าและการคิดเลขในใจช่วยพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาได้ เพราะเป็นการฝึกการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์" และความคิดนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฮอลล์ (Hall 1977 : 6324-A) ซึ่งได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการประมาณค่าสูง มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มากกว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการประมาณค่าต่ำ

นอมศรี เคท (2530 : 25) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ครูควรสอนให้นักเรียนรู้จักการประมาณคำตอบในเรื่องโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับการสอนคณิตศาสตร์ทั่วไป เพราะการประมาณคำตอบ ช่วยทำให้นักเรียนทราบว่าวิธีที่นักเรียนใช้แก้โจทย์ปัญหา และการคำนวณ ถูก หรือ ผิดได้ โดยเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากการประมาณ กับคำตอบที่จริง ซึ่งควรจะใกล้เคียงกัน การประมาณคำตอบเป็นการคิดในใจด้วยตัวเลขคร่าว ๆ ที่ใกล้เคียงกับตัวเลขในโจทย์ นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการเลือกใช้ตัวเลขที่ง่ายสำหรับการคิดในใจและตัวเลขนั้นจะต้องใกล้เคียงกับตัวเลขในโจทย์ ครูอาจให้โจทย์ปัญหา แล้วให้นักเรียนฝึกคิดประมาณคำตอบ เมื่อนักเรียนมีทักษะแล้ว นักเรียนจะได้นำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจคำตอบ โดยสังเกตคำตอบจากการประมาณและคำตอบ

ที่ได้จะต้องใกล้เคียงกัน นอกจากการประมาณค่าจะมีประโยชน์ในการแก้โจทย์ปัญหาแล้ว การประมาณค่ายังช่วยส่งเสริมการใช้เครื่องคิดเลขอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย ดังที่ สวัสดิ์นา อุกฤษรัตน์ (2529 : 9) กล่าวว่า "การประมาณค่าเป็นเรื่องสำคัญทางคณิตศาสตร์ เช่น ถ้ากดตัวเลข  $5 \times 2$  แล้ว เครื่องคิดเลขแสดงคำตอบเป็นเลขหลักร้อย ถ้าท่านไม่ได้คิดและไม่รู้จักการประมาณค่าคำตอบว่า คำตอบควรเป็นแค่หลักสิบ เครื่องคิดเลขก็ไม่ได้ช่วยท่านมากนัก"

นอกจาก การประมาณค่าจะเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาแล้ว ทักษะการคิดคำนวณในใจ ซึ่งเป็นความสามารถในการคำนวณอย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว โดยไม่ใช้เครื่องช่วยใด ๆ ในการคำนวณ ก็ยังเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการแก้โจทย์ทางคณิตศาสตร์มากเช่นเดียวกัน ดังที่ เรย์ (Reys 1985: 13-15) ได้กล่าวไว้ว่า

การคิดคำนวณในใจ เป็นพื้นฐานสำหรับพัฒนาการที่ประสบผลสำเร็จของกระบวนการเลขคณิตวิธี (Written Arithmetic Algorithms) เพราะช่วยส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของจำนวน และคุณสมบัติของจำนวน ช่วยส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างอิสระ โดยทำให้นักเรียนสร้างสรรค์วิธีการที่ฉลาดในการแก้โจทย์เกี่ยวกับจำนวน ช่วยส่งเสริมพัฒนาการเกี่ยวกับทักษะการแก้โจทย์ ตลอดจน เป็นพื้นฐานของการพัฒนาทักษะในการประมาณค่าในการคำนวณ

ซึ่งสอดคล้องกับที่ ทอมป์สัน (Thompson 1990 : 1675-A) ได้ทำการวิจัยไว้เกี่ยวกับผลการสอน เป็นระบบในการคิดคำนวณในใจ ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการคำนวณทางเลขคณิตของนักเรียนระดับสี่ ผลของการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความสามารถในการคำนวณ นอกจากนี้ เรย์ (Reys 1986 : 22-23) ยังได้สรุปถึงสาระสำคัญของผลการวิจัยต่าง ๆ ที่มีผู้ทำไว้เกี่ยวกับการประมาณค่าและการคิดคำนวณในใจดังนี้

1. ผู้ใหญ่ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณในใจมากกว่า 80%
2. นักเรียนทำข้อสอบที่เกี่ยวกับการประมาณค่าได้ไม่ดี
3. นักเรียนส่วนใหญ่ มีมโนทัศน์ที่ไม่ดีเกี่ยวกับเรื่องเศษส่วน ทศนิยม และเปอร์เซ็นต์



ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในการประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการประมาณค่า และการคิดคำนวณในใจ สำหรับ  
 โจทย์ปัญหาที่มีจำนวนเหล่านี้

4. นักประมาณค่าที่ดี จะมีทักษะในการคิดคำนวณในใจอย่างดีเยี่ยม แต่นักคิดคำนวณ  
 ในใจที่ดี ไม่จำเป็นจะต้องเป็นนักประมาณค่าที่ดี

5. นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดคำนวณในใจ และมีการประมาณค่าที่ดี มักใช้  
 กลวิธีในการคิดที่หลากหลาย แตกต่างกันออกไป

6. ความเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอในการฝึกคิดคำนวณในใจและการประมาณค่า สามารถ  
 ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดคำนวณ และขณะเดียวกันก็ส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียนได้  
 มากพอ ๆ กัน นั่นคือ การฝึกหัดยังคงเป็นสิ่งสำคัญอยู่มาก แต่จะต้องควบคู่ไปกับการสอนที่เน้นการคิด  
 และการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับกลวิธีต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพในการคำนวณ

7. การเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิด ต้องอาศัยเวลาและทำอย่างค่อยเป็นค่อยไป

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดคำนวณในใจและการประมาณค่า มี  
 ความสำคัญอย่างมากต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนปกติ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยในการ  
 แก้โจทย์ปัญหา หรือการนำเอาคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน หรือนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในวิชา  
 อื่น ๆ ความสามารถในการคิดคำนวณในใจและความสามารถในการประมาณค่า ซึ่งความสามารถ  
 ทั้งสองอย่างนี้เป็นองค์ประกอบสำคัญของสำนักทางด้านจำนวน (Greeno 1991 : 172) ซึ่ง  
 นักเรียนควรได้รับการพัฒนาและส่งเสริม ดังที่ เรย์ (Reys 1986 : 23) ได้กล่าวไว้ว่า  
 "ความตั้งใจในการสอนการคิดคำนวณในใจและการประมาณค่าอย่างจริงจังจะนำไปสู่ทักษะในการ  
 คิดระดับสูงขึ้นไป และความมอ่งงามของสำนักทางด้านจำนวนนี้จะช่วยส่งเสริมไม่เพียงแต่เป็นการ  
 ปรับปรุงการแก้ปัญหาเท่านั้น แต่ยังช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้กว้างขึ้น"

ฮาวเดน (Howden 1989 : 7) ได้กล่าวถึงความสำคัญของสำนักทางด้านจำนวน ว่า

เป็นสิ่งที่ช่วยสร้างการเรียนรู้แบบหยั่งเห็นที่เป็นธรรมชาติ (Natural Insights) และช่วย  
 ทำให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สามารถเข้าใจได้ไม่ใช่เป็นเพียงที่รวมของกฎเกณฑ์  
 ต่าง ๆ เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้เท่านั้น แต่นักเรียนยังสามารถที่จะทำการตัดสินใจเกี่ยวกับ  
 ความมีเหตุผล หรือความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณและรู้ว่า มีวิธีการหาคำตอบ  
 มากกว่า 1 วิธี ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยเพิ่มความมั่นใจในตนเองให้กับนักเรียนในการเรียน  
 วิชาคณิตศาสตร์. . .

นอกจากนี้ ความสามารถในการนำจำนวนต่างๆ มาสัมพันธ์กันในวิธีการหลายๆ แบบนั้น ยังเป็นทักษะที่มีประโยชน์มากในการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ต่อไป ตัวอย่างเช่น หลักของการกระจาย (Distribution Principle) ซึ่งนับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของ การประมาณค่าและการคิดคำนวณในใจ นักเรียนที่ใช้หลักการดังกล่าว จะช่วยให้เข้าใจพีชคณิตได้ดียิ่งขึ้น เพราะหลักการนี้สามารถประยุกต์ใช้กับพีชคณิตได้เป็นอย่างดี เช่นในเรื่องของการแยกแฟคเตอร์ เป็นต้น

นอกจากสำนักทางด้านจำนวน จะเป็นทักษะที่มีประโยชน์สำหรับการเรียนพีชคณิตแล้ว ยังมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการแก้ปัญหาอีกด้วย ดังที่โรเนา (Ronau 1988 : 437) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า สำนักทางด้านจำนวน เป็นพื้นฐานสำคัญของความสำเร็จในการประมาณค่า และการแก้ปัญหา เราจำเป็นต้องพัฒนาสำนึกเกี่ยวกับจำนวนที่มีค่ามาก ๆ (Sense of Large numbers) เพราะในโลกปัจจุบัน ทั้งหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ และรายงานข่าวต่าง ๆ ล้วนแล้วแต่อ้างอิงจำนวนที่มีค่ามากอยู่เสมอ เช่น เงินงบประมาณประจำปีของประเทศ ระยะทางในอวกาศในหลายล้านปีแสง หรือหลายหมื่นล้านไมล์ หน่วยความจำในคอมพิวเตอร์เป็น จิกะไบต์ (Gigabytes) (1 จิกะไบต์ เท่ากับ พันล้านไบต์) จากที่ได้กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่า การพัฒนาสำนักทางด้านจำนวนที่มีค่ามาก ๆ นั้นมีความสำคัญต่อสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นในสภาพสังคมปัจจุบันมาก ดังนั้น เราควรส่งเสริม สำนักทางด้านจำนวนให้กับนักเรียนทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลาย

จากที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น จะเห็นว่าสำนักทางด้านจำนวนมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มาก เพราะไม่เพียงแต่จะเป็นพื้นฐานสำคัญของ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนโดยตรงแล้ว แต่ยังมี ความสำคัญในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย ดังที่สกอตต์ (Scott 1987 : 69) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของโปรแกรมสำนักทางด้านจำนวนต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับแปด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสำนักทางด้านจำนวน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ และมีคะแนนเก็บสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึก จากผลการวิจัยของสกอตต์ ทำให้ผู้วิจัยมั่นใจขึ้นว่าสำนักทางด้านจำนวนเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างมีประสิทธิภาพ จึงสมควรที่จะได้ศึกษาในเชิงสาเหตุถึงผลของสำนักทางด้านจำนวนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยพิจารณาถึงตัวแปรอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วย และทำการศึกษาไปพร้อม ๆ กันเพื่อจะได้ทราบแน่ชัดว่า มีองค์ประกอบใดบ้างที่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับสำนักทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อให้เห็นโครงสร้างรวมที่ชัดเจนในการที่จะพัฒนาระบบการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการกระตุ้นให้นักพัฒนาหลักสูตร ผู้ที่อยู่ในวงการศึกษาคณิตศาสตร์ ตลอดจน ครูและผู้ปกครอง หรือผู้ที่สนใจทั่วไปได้ตระหนักถึงความสำคัญของสำนักทางด้านจำนวน ที่มีต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ปัจจุบัน และเห็นว่ามีความควรแก่การบรรจุไว้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

สำหรับแนวคิดเชิงทฤษฎีของนักการศึกษาและนักจิตวิทยา เกี่ยวกับตัวแปรที่สำคัญต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน อาจสรุปได้ ดังต่อไปนี้

เพรสคอตท์ (Prescott, 1961 : 17-46) ได้สรุปว่า องค์ประกอบหรือปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมี 6 ประการ ดังนี้คือ

1. องค์ประกอบทางร่างกาย (Physical Factors) ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพร่างกาย ท้อบกพร่องทางร่างกาย และลักษณะท่าทางของร่างกาย เป็นต้น
2. องค์ประกอบทางความรัก (Love Factors) ได้แก่ ความสัมพันธ์ของพ่อแม่ ความสัมพันธ์ของพ่อแม่กับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ และ ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัว เป็นต้น
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม (Culture and Socialization Factors) ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน เป็นต้น
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในหมู่เพื่อนวัยเดียวกัน (Peer Group Factors) ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนในวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาตนเอง (Self - Development Factors) ได้แก่ สติปัญญา ความเข้าใจ และทัศนคติต่อการเรียน เป็นต้น
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว (Self - Adjustment Factors) ได้แก่ ปัญหาการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะต่าง ๆ การแสดงออกทางอารมณ์ เป็นต้น

อนาสตาซี (Anastasi 1961 : 142) ได้ให้ความเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบด้านสติปัญญาเพียงอย่างเดียว แต่ยังต้องอาศัยองค์ประกอบด้านอื่น ๆ อีก เช่น การเอาใจใส่ทางการศึกษา ตลอดจนทัศนคติและการปรับตนทางการศึกษา แต่อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบทางด้านสติปัญญาที่แข็งแกร่งเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่

คลอสไมเออร์ (Klausmeir 1961 : 28-29) ได้กล่าวถึง ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าประกอบด้วย ลักษณะของนักเรียน ลักษณะของครู ลักษณะทางกายภาพ พฤติกรรมระหว่างครูและนักเรียน ลักษณะของกลุ่ม และแรงจูงใจภายนอก และตัวแปรที่สำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน มีดังนี้

1. ความพร้อมทางสมอง ซึ่งได้แก่ ความรู้ ความคิด และความรู้พื้นฐานเดิม
2. ความพร้อมทางกายภาพ ซึ่งได้แก่ ความสามารถด้านทักษะ ความแข็งแรงของร่างกาย และการมีสุขภาพที่ดี
3. ความพร้อมทางด้านจิตใจ ซึ่งได้แก่ ความสนใจ ทัศนคติ ค่านิยม และบุคลิกภาพ
4. เพศ
5. อายุ
6. ภูมิหลังทางครอบครัวและสังคม

แมคคอกซ์ (Maddox 1965:9) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญา และความสามารถทางสมอง ร้อยละ 50-60 ขึ้นอยู่กับความพยายามและวิถีศึกษา อย่างมีประสิทธิภาพ ร้อยละ 30-40 และขึ้นอยู่กับโอกาสและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ร้อยละ 10-15 และการมีนิสัยการเรียนที่ดี วิธีเรียนที่มีประสิทธิภาพทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันด้วย

โคลแมน และคณะ (Coleman and Others 1966: 86) ได้เสนอรูปแบบความคิดในรูปของฟังก์ชัน ดังนี้

$$Y = f(x_1, x_2)$$

เมื่อ  $x_1$  เป็นกลุ่มของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพื้นฐานและสภาพแวดล้อมที่บ้านของนักเรียน

$x_2$  เป็นกลุ่มของตัวแปรที่เกี่ยวกับโรงเรียน  
 $y$  เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวกับพื้นฐานและสภาพแวดล้อมที่บ้านของนักเรียน ได้แก่ อุปกรณ์การอ่านในบ้าน ระดับการศึกษาของบิดามารดา ขนาดของครอบครัว ความต้องการทางการศึกษาของบิดามารดา และความสนใจของบิดามารดา เป็นต้น ส่วนกลุ่มของตัวแปรเกี่ยวกับโรงเรียนนั้น ได้แก่ จำนวนหนังสือในห้องสมุดต่อนักเรียน สิ่งอำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ระดับการศึกษาของครู ประสบการณ์ในการสอนของครู ระดับการศึกษาของครอบครัวครู ขนาดของโรงเรียน เป็นต้น

ฮาร์วิกเฮิร์ส และนิวกาแทน (Harvighurst and Neugarten 1969 : 157) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่เป็นตัวตัดสินระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า มี 4 องค์ประกอบ คือ

1. ความสามารถที่ติดตัวมาแต่กำเนิด (inborn ability)
2. ชีวิตและการอบรมในครอบครัว (family life of family training)
3. ประสิทธิภาพของโรงเรียน (Quality of the schooling)
4. ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเองและความมุ่งหวังในอนาคต (Self-Concept or aspiration level)

ลิน และแมคเคอชี (Lin and Mckeachie 1970 : 306-310) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ขึ้นอยู่กับทักษะของครูซึ่งหมายถึงความชำนาญในการสอนของครู ความสามารถของนักเรียน นิสัยการเรียน และตัวแปรอื่น ๆ ทางสังคม และบุคลิกภาพ

บลูม (Bloom, 1976: 167-176) ได้เสนอตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ตัวแปร คือ พฤติกรรมเบื้องต้นทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Entry Behaviors) พฤติกรรมเบื้องต้นทางด้านจิตพิสัย (Affective Entry Behaviors) และ คุณภาพการสอน (Quality of Instruction)

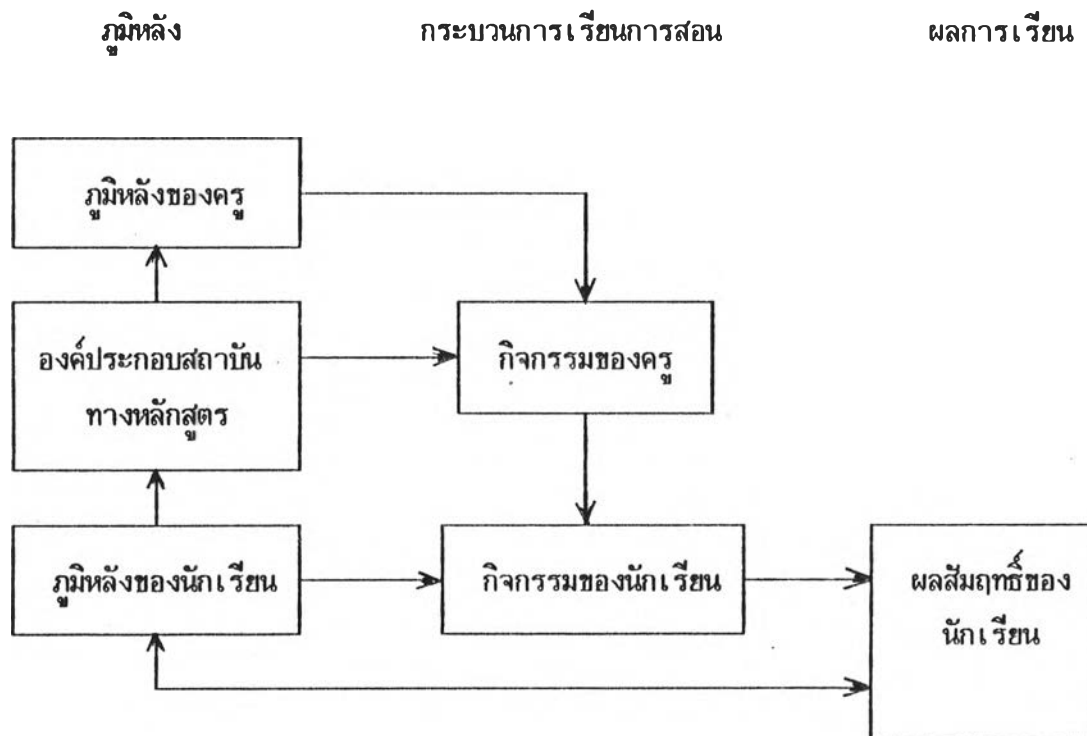
พฤติกรรมเบื้องต้นทางด้านพุทธิพิสัย หมายถึง ความสามารถของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย ความถนัด และความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียน

พฤติกรรมเบื้องต้นด้านจิตนิสัย เป็นคุณลักษณะในด้านอารมณ์และจิตใจของผู้เรียนก่อนเรียน ซึ่งหมายถึง แรงจูงใจ ความกระตือรือร้นที่มีต่อเนื้อหาวิชาที่เรียน รวมทั้ง ความสนใจและทัศนคติที่มีต่อเนื้อหาวิชา ต่อโรงเรียน และมโนทัศน์เกี่ยวกับตนเองในทางวิชาการ บลุ่มเชื่อว่าแต่ละคนจะมีความสนใจ ทัศนคติ และมโนทัศน์ต่อตนเองแตกต่างกันออกไป ถ้านักเรียนเรียนด้วยความสนใจ และกระตือรือร้น ก็จะเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย รวดเร็ว ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนอย่างขาดความสนใจและขาดความกระตือรือร้น

คุณภาพการสอน เป็นเรื่องของการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย การชี้แนะ (Cues) ซึ่งหมายถึง การบอกจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน และงานที่จะให้นักเรียนทำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน (Participation) การเสริมแรง (Reinforcement) ซึ่งหมายถึงการชมเชย ตำหนิ การให้ความสนับสนุนให้เหมาะสมกับผู้เรียน การให้ข้อมูลป้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่อง (Feedback / Correctives)

ฮาร์นิชส์เฟเกอร์ และวิลลีย์ (Harnischfeger and Wiley 1978:224) ได้เสนอรูปแบบกระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียน โดยได้รับแนวคิดเกี่ยวกับเวลาของแคโรลและได้รับอิทธิพลจากบลุ่ม ทำให้ได้ตัวแปรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สำคัญ 5 ตัวแปรดังนี้

1. ภูมิหลังของครู ซึ่งประกอบด้วย ภูมิหลังทางครอบครัวและสังคม อายุ เพศ และการศึกษาของครู
2. ภูมิหลังของนักเรียน ประกอบด้วย ภูมิหลังทางครอบครัวและสังคม อายุ เพศ ความรู้เดิม ความถนัด และแรงจูงใจ
3. องค์กรประกอบสถาบันทางหลักสูตร ประกอบด้วย คุณลักษณะของประเทศ ชุมชน ท้องถิ่น และโรงเรียน เช่น ตัวหลักสูตร ความอุดมสมบูรณ์ของท้องถิ่น ขนาดของท้องถิ่นหรือโรงเรียน เป็นต้น
4. กิจกรรมของนักเรียน หมายถึง สิ่งที่นักเรียนกระทำในกระบวนการเรียนการสอน เช่น ฟังครูอธิบาย ชักถามปัญหา ตอบคำถาม
5. กิจกรรมของครู หมายถึง สิ่งที่ครูกระทำในกระบวนการเรียนการสอน



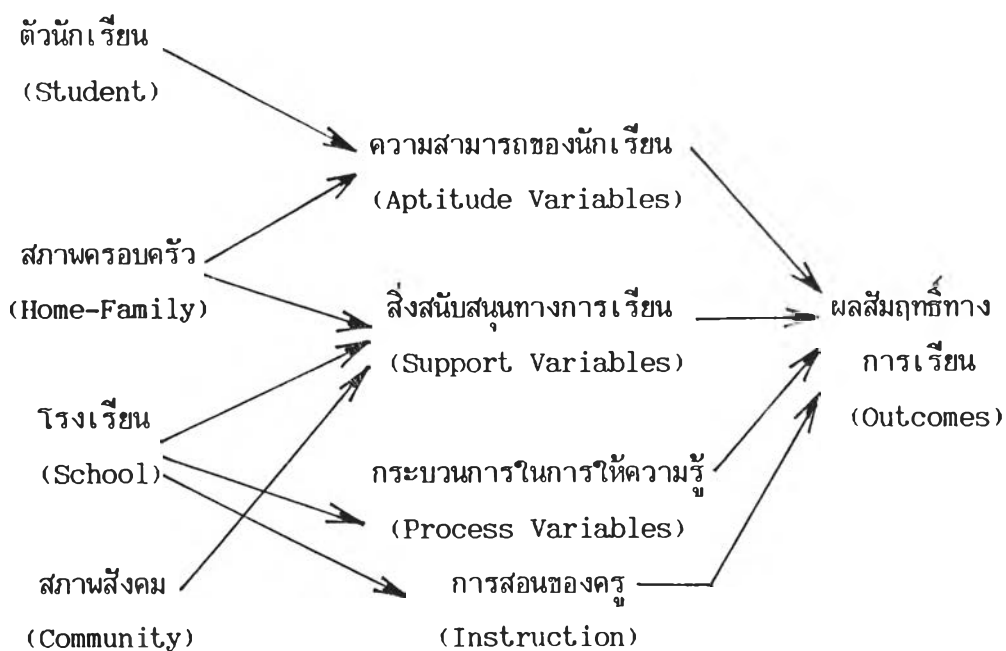
แผนภูมิที่ 1 องค์ประกอบที่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนตามรูปแบบของ ฮานิสเฟเกอร์ และวิลลีย์

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (Boonruangratana 1978) ได้ศึกษารูปแบบของผลการเรียนในโรงเรียน ปรากฏผลว่า ผลการเรียนขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนการสอนและองค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อม ดังรูปแบบที่แสดงด้วยตัวแปรดังนี้

$$Y = f(E, I, T, Q, QT, POC)$$

- เมื่อ Y หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- E หมายถึง ความรู้ก่อนเรียนหรือความรู้เดิม
- I หมายถึง ความสนใจ
- T หมายถึง เวลาที่ใช้ในการเรียน (Time-on-Task)
- Q หมายถึง คุณภาพของการสอน
- QT หมายถึง คุณภาพของครู
- POC หมายถึง อาชีพของบิดามารดา

กาเย่ และบริคส์ (Gagne and Briggs 1979 : 239) ได้เสนอตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เสนอเป็นโครงสร้าง ดังนี้



แผนภูมิที่ 2 แสดงตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ตามรูปแบบของกาเย่และบริคส์

วอลเบิร์กและท่าย (Walberg and Tsai 1985:159-160) ได้เสนอทฤษฎีผลผลิตทางการศึกษา (Theory of Educational Productivity) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีผลผลิตทางเศรษฐกิจของ โคบบ์ (Cobb & Douglass) แนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาของอริสโตเติล และทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม รวมทั้งการสังเคราะห์ผลงานวิจัยของวอลเบิร์กและคณะ ทฤษฎีนี้ได้อธิบายถึงการเพิ่มผลการเรียนในด้านความรู้ นวัตกรรมและเจตคติด้วยองค์ประกอบหลัก 3 กลุ่ม และองค์ประกอบย่อย 9 องค์ประกอบดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความถนัดของนักเรียน ประกอบด้วย
  - 1.1 ความสามารถหรือผลสัมฤทธิ์เดิม (Ability or Priori Achievement)



- 1.2 พัฒนาการ เช่น อายุของนักเรียน หรือ ลำดับขั้นของวุฒิภาวะ (Development or Stage of Maturation)
- 1.3 แรงจูงใจหรืออัตตมโนทัศน์ (Motivation or Self-Concept)
2. องค์ประกอบด้านการเรียนการสอน ประกอบด้วย
  - 2.1 ปริมาณเวลาที่ใช้ในการเรียน (The amount of time student engage in learning)
  - 2.2 ประสิทธิภาพเกี่ยวกับการสอน ทั้งทางด้านจิตวิทยา และหลักสูตร (The Quality of the Instructional Experience)
3. องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อม ประกอบด้วย
  - 3.1 ครอบครัว (Home)
  - 3.2 กลุ่มสังคมในห้องเรียน (Classroom social group)
  - 3.3 กลุ่มเพื่อนนอกโรงเรียน (Peer group outside school)
  - 3.4 เวลาที่ใช้ในการดูโทรทัศน์ (Leisure time television viewing)

จากทฤษฎีและแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น พอสรุปได้ว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ดังนี้

1. องค์ประกอบของตัวแปรที่เกี่ยวกับตัวนักเรียน
2. องค์ประกอบของตัวแปรเกี่ยวกับโรงเรียน
3. องค์ประกอบของตัวแปรเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่บ้าน

สำหรับองค์ประกอบของตัวแปรที่เกี่ยวกับตัวนักเรียน มีตัวแปรต่างๆ ที่นักการศึกษา กล่าวถึงคือ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับบุคลิกของนักเรียนซึ่งได้แก่ เพศ อายุ เชื้อชาติ และ สุขภาพ เป็นต้น และตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางด้านสติปัญญาของนักเรียน ได้แก่ ความสามารถทางสมอง ความถนัดทางการเรียน ความรู้พื้นฐานเดิม ส่วนตัวแปรเกี่ยวกับคุณลักษณะทางด้านจิตใจนั้น มีตัวแปรที่นักการศึกษา กล่าวถึงคือ แรงจูงใจ ทศคติ อัตตมโนทัศน์ ความสนใจในการเรียน และเวลาที่ใช้ในการเรียน เป็นต้น

องค์ประกอบของตัวแปรที่เกี่ยวกับโรงเรียน มีตัวแปรต่าง ๆ ที่นักการศึกษากล่าวถึง คือ สภาพแวดล้อมในโรงเรียน ขนาดของโรงเรียน ประสิทธิภาพ และทักษะในการสอนของครู ระดับการศึกษาของครู คุณภาพการสอน พฤติกรรมการสอนของครู และบรรยากาศในห้องเรียน

องค์ประกอบของตัวแปรเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่บ้าน มีตัวแปรที่นักการศึกษากล่าวถึง คือ สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัว การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ขนาดของครอบครัว ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง และ การอบรมภายในครอบครัว ฯลฯ

ดังนั้นในการศึกษาคั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษาตัวแปรต่าง ๆ บางตัวที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉพาะในบางองค์ประกอบ ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสำนักทางด้านจำนวน เพื่อที่จะวิเคราะห์หารูปแบบโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุอันจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนา ระบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นไปที่ตัวแปรซึ่งเป็นผลของสำนักทางด้านจำนวนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ และในขณะที่เดียวกันก็พิจารณาถึงตัวแปรอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วย โดยเหตุผลในการเลือกตัวแปรต่าง ๆ นั้น ผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีและแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านผสมผสานกัน รวมทั้งผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่มีผู้ทำไว้ โดยนำมาสังเคราะห์ร่วมกับแนวความคิดของผู้วิจัยเองทำให้ได้ตัวแปรคัดสรร ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เพศของนักเรียน
2. สมรรถภาพทางสมอง ได้แก่ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา สมรรถภาพทางสมองด้านความจำ สมรรถภาพทางสมองด้านการแปลงรูป และสมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน
3. สำนักทางด้านจำนวน
4. ความยืดหยุ่นในการคิด
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
6. ความรู้พื้นฐานเดิม
7. คุณลักษณะทางด้านจิตพิสัย ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อึดตมโนทัศน์ ความสนใจในการเรียน และนิสัยในการเรียน

8. ภูมิหลังของครู ได้แก่ วุฒิ ประสบการณ์ในการสอน และจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์
9. คุณลักษณะของครู ได้แก่ ความสนใจในการสอน และความรับผิดชอบ
10. คุณภาพการสอนของครู
11. บรรยากาศในห้องเรียน
12. แบบการคิดนิยาม / อีสระ
13. ความสามารถในการแยกออกเป็นส่วนย่อย / และการประกอบขึ้นใหม่

### เพศของนักเรียน

ความแตกต่างระหว่างเพศอยู่ในความสนใจของนักจิตวิทยาเข้ามาช้านาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในความแตกต่างระหว่างเพศ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีนักจิตวิทยาสนใจศึกษากันมาก แต่บางครั้งผลที่ได้ก็มักขัดแย้งกัน ดังนั้น แมคโคบีและแจคคิน (Maccoby and Jacklin 1974 อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล 2533: 105) จึงได้รวบรวมงานวิจัยที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเพศทั้งหมด โดยได้ข้อสรุปว่า ผู้ชายมีความสามารถในจำรูปทรงของสิ่งของได้ แม้จะตั้งพลิกเพลงในท่าต่าง ๆ หรือสามารถเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงสามมิติในจินตนาการได้ (Spatial Ability) และผู้ชายมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ (Quantitative Abilities) สูงกว่าผู้หญิง ซึ่งข้อสรุปของแมคโคบีและแจคคินนี้สอดคล้องกับผลการทดสอบความถนัดทางวิชาการของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายอเมริกัน จำนวน 1 ล้านคน โดยสถาบันบริการการทดสอบทางการศึกษา (Educational Testing Service) เป็นผู้จัดสอบในปี 1970 1975 และ 1980 ตามลำดับ ผลปรากฏว่า ตลอดทั้ง 3 ปี นักเรียนชายทำคะแนนเฉลี่ย ความถนัดทางคณิตศาสตร์ ได้สูงกว่า นักเรียนหญิงค่อนข้างมาก คือ ตั้งแต่ 40 คะแนนขึ้นไป (Educational Testing Service 1980 : 5 อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล 2533 : 106) และนอกจากนี้ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสำนักทางด้านจำนวน มีผลงานวิจัยที่ได้ศึกษาถึงความแตกต่างระหว่างเพศ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ เช่น ในปี 1960 คอร์เล (Corle 1960 : 333-340) ได้ศึกษามโนทัศน์เชิงปริมาณของนักเรียนระดับห้า และหก พบว่า เด็กชายสามารถประมาณค่าได้ดีกว่า เด็กหญิง และ วุฒิวาระ ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการพัฒนาทักษะนี้ แต่พอลล (Paull 1972 : 356-A) ได้วิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศกับความสามารถในการประมาณค่าความยาว พื้นที่หรือการคำนวณเชิงตัวเลข สจวต (Stuart 1978 : 2115A) ได้วิจัยพบอีกว่า เพศชายมีผลสัมฤทธิ์ในด้านการคำนวณ และการประยุกต์ใช้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่า เพศหญิง ขณะที่เพศหญิงมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ในด้านมโนทัศน์ และผลสัมฤทธิ์รวมสูงกว่า และ

วาเลน (Whalen 1989 : 3650-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนการสอนทักษะการประมาณค่าโดยการคำนวณ ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับวิธีสอนเดิม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายทำคะแนนการประมาณค่าได้ดีกว่านักเรียนหญิงทั้งในกลุ่มทดลอง และในกลุ่มควบคุม รูเบนสไตน์ (Rubenstein 1983 : 695-A) ได้ศึกษาตัวแปรทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่า โดยการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนเดิม ผลการวิจัยพบว่า เด็กชายทำคะแนนการประมาณค่าโดยรวม ดีกว่าเด็กหญิง ส่วนสกอตต์นั้น (Scott 1987 : 73) นั้นได้พบว่า นักเรียนชายมีความสามารถเกี่ยวกับสำนึกทางด้านจำนวน (Number Sense Competency) สูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ซัตตัน (Sutton 1990 : 3880-A) ได้ศึกษาการคำนวณในใจในแบบแนวอน และแนวตั้งโดยศึกษากับนักเรียนระดับ 6 7 และ 8 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนหญิงแก้ปัญหาการบวกและการลบโดยใช้การคิดในใจ ได้ดีว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในประเทศไทย อนุสรณ์ สกลคุ (2524 : 43) ได้ศึกษาพบว่านักเรียนชายมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในองค์ประกอบด้านเหตุผล และด้านจำนวน สูงกว่านักเรียนหญิง ซึ่งได้แก่ ความสามารถในการประมาณค่า ความสามารถในการคำนวณ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอนุมาน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์

ส่วนในเรื่องของ ความแตกต่างระหว่างเพศ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น โรเบอร์ตสัน (Robertson 1979 : 2462-A) ได้ศึกษา พบว่า เพศ เชื้อชาติ และระดับสติปัญญา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยนั้น นางลักษณ์ ศรีสุวรรณ (2528:79) ได้ศึกษาลักษณะของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงเป็นชายมากกว่าหญิง คือ เป็นชายร้อยละ 65 และเป็นหญิงร้อยละ 35 โดยมีอายุกระจายตั้งแต่ 10-12 ปี และส่วนใหญ่อายุ 11 ปี ส่วนปีเกิด (Begle 1979 อ้างถึงใน ดวงเดือน อ่อนน้อม 2533 : 13) ได้สรุปรวบรวมผลการวิจัยด้านคณิตศาสตร์การศึกษาในสหรัฐอเมริกา ช่วงก่อนปี 2522 พบว่า จากงานวิจัยคัดสรรจำนวน 58 เรื่อง ซึ่งให้เห็นว่า เด็กหญิงมีความสามารถในด้านทักษะการคิดคำนวณดีกว่าเด็กชาย ส่วนเด็กชาย มีความสามารถดีกว่าเด็กหญิงในด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงกว่าการคิดคำนวณที่เป็นเช่นนั้น อย่างน้อยในช่วงชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 และมัธยมศึกษาปีที่ 1-2 นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ในระดับมัธยมศึกษาเด็กหญิงไม่ค่อยเลือกเรียนคณิตศาสตร์

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา ตลอดจนงานวิจัยสนับสนุนดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยคัดเลือกเพศของนักเรียนไว้เป็นตัวแปรหนึ่งในการวิจัยครั้งนี้

สมรรถภาพทางสมอง ได้แก่ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา สมรรถภาพทางสมองด้านความจำ สมรรถภาพทางสมองด้านการแปลงรูป และสมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน

นักจิตวิทยาและนักการศึกษา เชื่อว่า สมรรถภาพทางสมอง เป็นหัวใจสำคัญของการทำกิจกรรมทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นการทำงานหรือการเรียนรู้ในทุก ๆ วิชาก็ตาม ดังที่ แมดดอกซ์ (Maddox 1963 : 11) ได้กล่าวว่า "ความแตกต่างระหว่างบุคคลเกี่ยวกับสมรรถภาพการทำงาน และการเรียนนั้นถูกกำหนดด้วยสติปัญญา และความสามารถเฉพาะตัวถึง 50% - 60%" ซึ่งสอดคล้องกับที่ อนาสตาซี (Anastasi 1961 : 142) ได้ให้ความเห็นไว้สรุปได้ว่า ถึงแม้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญาอย่างเดี๋ยวก็จริง แต่อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบทางด้านสติปัญญาก็ยังถือว่าเป็นส่วนสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ และนอกจากนี้ คลอสไมเออร์ (Klausmeir 1961 : 28-29) ยังได้ระบุอีกว่า ความพร้อมทางสมอง เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

เนื่องจากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้น มีลักษณะเป็นนามธรรมและมีเหตุผล จึงจะต้องเกี่ยวข้องกับความคิด ความจำ และการใช้เหตุผลเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น สมรรถภาพทางสมองจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ดังที่ เฟร์ (Fehr 1953 : 230-234) ได้ระบุลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถในการจำได้มากเป็นพิเศษ มีความสามารถในการคิดเชิงนามธรรมในระดับสูง สามารถสรุปเรื่องราวต่าง ๆ อย่างถูกต้องและรวดเร็ว มีความสามารถในการหยั่งรู้ ตลอดจนมีความสามารถเกี่ยวกับคำศัพท์อย่างกว้างขวางและในทำนองเดียวกัน บราวน์ และจอห์นสัน (Brown and Johnson 1957 : 5-6) ได้กล่าวถึงลักษณะของเด็กเก่งคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า จะต้องเป็นผู้ที่สามารถจำได้มากเป็นพิเศษ สามารถคิดในสิ่งที่เขื่อนามธรรมได้ดี ตลอดจนสามารถหยั่งเห็นในสิ่งที่เขื่อนามธรรม ส่วน ครูเทสกี (Krutetski 1976 quoted in Heid 1983 : 224) ได้กล่าวถึงลักษณะของเด็กเก่งคณิตศาสตร์ไว้ นอสรุปได้ว่า จะต้องเป็นผู้ที่มีความรวดเร็วในการใช้เหตุผล สามารถเปลี่ยนทิศทางของความคิดในทางคณิตศาสตร์ และสามารถหาวิถีการคิดอย่างมีเหตุผลได้รวดเร็ว และเป็นของตนเอง มีความสามารถในการรวบรัด สรุปเหตุผลได้ดี เป็นต้น นอกจากนี้ วัชรี บูรณสิงห์

(2529 : 123) ยังได้ระบุคุณลักษณะของผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ไว้ นอสรบุคุณลักษณะเด่น ๆ ได้ว่า เป็นผู้มีสมาธิที่แม่นยำและชอบใช้ความคิด ตลอดจนสามารถเรียนรู้ได้เร็วและง่ายดาย นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้มากมายเช่น ฮิลเดเรธ (Hildreth 1966 : 427) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษ และเดอไกว (De Guire 1983 : 415-A) ได้พบว่า ชาวปัญญา มีความสัมพันธ์สูงที่สุดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ และชาวปัญญาเป็นตัวอย่างกรณีตัวอย่างที่ส่งผลต่อผลสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนแวมป์เลอร์ (Wampler 1966:3364-3369 A) ได้พบว่าตัวอย่างกรณีที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์คือ ความสามารถด้านเหตุผล สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ได้แก่ งานวิจัยของ นิกุล เกตประดิษฐ์ (2522 : 64) ซึ่งได้วิเคราะห์องค์ประกอบ สมรรถภาพทางสมอง ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่าองค์ประกอบที่พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี คือ องค์ประกอบด้านจำนวน และองค์ประกอบด้านเหตุผล ส่วน เชี่ยวชาญ มีมาก (2525 : 44) วิจัยพบว่า ความสามารถในการรับรู้ทางตา สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี นอกจากนี้ นงลักษณ์ ศรีสุวรรณ (2528:80) ยังได้ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ร้อยละ 98 มีความจำดี ร้อยละ 49 สามารถคิดเลขได้เร็วถูกต้องและแม่นยำ ร้อยละ 56 สามารถสรุปกฎเกณฑ์ และหลักการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งสามารถประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการบทเรียนใหม่ได้ดี และร้อยละ 49 สามารถวิเคราะห์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดี

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมอง กับองค์ประกอบบางประการของสำนักทางด้านจำนวนอีก เช่น เนลสัน (Nelson 1976 : 4127-A) ได้วิจัยผลการสอนการประมาณค่าที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิต ของนักเรียนระดับสี่ และระดับหก ผลการวิจัยข้อหนึ่ง พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลอง ที่มีระดับสติปัญญาสูงสุด ทำคะแนนการประมาณค่าได้สูงสุด วิมบี และคณะ (Whimbey and Others 1969 : 56 - 58) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการบวกเลขในใจ กับการทดสอบช่วงความจำตัวเลข โดยทำการทดสอบ 2 ครั้งกับนักศึกษาจำนวน 24 คน ผลปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนการบวกเลขในใจกับคะแนนการทดสอบช่วงความจำตัวเลข เป็น .77 และ .67 ตามลำดับ ส่วนฮิลเดเรธ (Hildreth 1981 : 4319-A) ได้ศึกษาพบว่า ความสามารถในการประมาณค่า และกลวิธีที่ใช้สัมพันธ์ทางบวกกับ ความสามารถในการรับรู้ (Perceptual Ability) นอกจากนี้ เรย์และคณะ (Reys and Others 1982 : 183-201) ได้วิจัยพบว่า นักประมาณค่าที่ดีทุกคนมีการระลึกได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

เกี่ยวกับข้อเท็จจริงพื้นฐาน และมีความเข้าใจในค่าประจำหลัก และสามารถใช้นับจำนวนได้เป็นอย่างดี มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนข้อมูลตัวเลขให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการคิดในใจ ซึ่งข้อค้นพบของเรย์ และคณะ สอดคล้องกับที่ โฮป (Hope 1989 : 12-15) ได้กล่าวไว้ว่า "การประมาณค่า จำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจที่ดีเกี่ยวกับขนาดสัมพัทธ์ของปริมาณต่าง ๆ พอ ๆ กับความสามารถที่จะแปลงรูปแบบของจำนวนจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งได้" นอกจากนี้ เลอวิน (Levine 1982 : 354) ยังได้พบว่า มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมาก ระหว่างความสามารถในด้านปริมาณ (Quantitative Ability) กับความสามารถในการประมาณค่าการคำนวณ (Computational Estimation) ( $r = .74$ )

จากหลักการและเหตุผล ตลอดจนผลการวิจัยดังกล่าวเป็นสิ่งที่สนับสนุนว่า สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล ด้านการรับรู้ทางตา ด้านความจำ ด้านการแปลงรูป และด้านจำนวน น่าจะมีอิทธิพลโดยตรง ต่อสำนักทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกไว้เป็นตัวแปรสำคัญในการวิจัยครั้งนี้

#### สำนักทางด้านจำนวน (Number Sense)

สำนักทางด้านจำนวน นับเป็นตัวแปรอีกตัวหนึ่ง ที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในทุกๆระดับชั้น เพราะสำนักทางด้านจำนวน เป็นตัวช่วยให้เด็กเรียนได้มองคณิตศาสตร์ในฐานะที่เป็นวิชาที่มีเหตุผลสามารถเข้าใจได้ และรู้ว่ามีวิธีหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาหนึ่ง ๆ ได้หลายวิธี ตลอดจนช่วยพัฒนาความยืดหยุ่นในการคิด และส่งเสริมให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยเหตุผล และมีวิจารณญาณ โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ของคำตอบ ดังที่ฮาวเดน (Howden 1989 : 7) กล่าวว่า

สำนักทางด้านจำนวนช่วยสร้างการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นธรรมชาติ และทำให้เด็กเห็นว่าคณิตศาสตร์นั้น สามารถเข้าใจได้ โดยไม่ใช่เป็นเพียงที่รวมของกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เท่านั้น แต่นักเรียนยังสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับความเหมาะสมของคำตอบที่ได้จากการคำนวณ โดยรู้ว่ามีวิธีหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ ช่วยเพิ่มความมั่นใจในตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น และความสามารถในการนำจำนวนต่าง ๆ มาสัมพันธ์กันในหลายแบบนั้นจะเป็นประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับสูงต่อไป. . .

โรเนา (Ronau 1988 : 437) กล่าวว่า "สำนักทางด้านจำนวนที่ดี คือ รากฐานแห่งความสำเร็จของการประมาณค่า และการแก้ปัญหา ทั้งทั้งสองอย่างนี้ นับเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะนักเรียนต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนอยู่ตลอดเวลา สำหรับในเรื่องของการแก้ปัญหานั้น โดเออร์ตี และ ไครทีส (Dougherty and Crites 1989 : 22-25) ได้อธิบายว่า สำนักทางด้านจำนวนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหามาก เพราะสำนักทางด้านจำนวนที่ดี ช่วยในการวางแผนแก้ปัญหา โดยมีบทบาทในการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการคำนวณ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ตลอดจนขั้นสุดท้าย คือขั้นของการตรวจสอบ สำนักทางด้านจำนวนที่ดีจะช่วยในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ นั่นคือ การนำการประมาณค่าและการคิดคำนวณในใจไปประยุกต์ใช้ ช่วยทำให้ได้คำตอบที่ไม่สมเหตุสมผลน้อยลง ในทำนองเดียวกันกับที่ โฮป (Hope 1989:7-16) ได้กล่าวว่า "สำนักทางด้านจำนวน หมายถึง ความสามารถในการหาค่าโดยประมาณที่สมเหตุสมผล ความสามารถที่จะสืบสอบข้อผิดพลาดในการคำนวณ และสามารถเลือกใช้วิธีการในการคำนวณอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการคิดสร้างรูปแบบของจำนวน (Number Patterns) ในลักษณะต่าง ๆ กัน นอกจากนี้ โฮปยังได้ให้ข้อเสนอแนะต่อไปอีกว่า โรงเรียนสามารถช่วยส่งเสริมสำนักทางด้านจำนวนให้แก่เด็ก เรียนในทุกๆระดับชั้นได้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม อย่างมีเป้าหมายและมีความหมาย ซึ่งได้แก่ การคำนวณ การวัด และการประมาณค่า และในกิจกรรมดังกล่าว โฮปเห็นว่า จำเป็นต้องพิจารณาถึงจุดมุ่งหมายสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเป็นหลัก ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ ซึ่งในเรื่องของบรรยากาศในชั้นเรียนนี้ ธอร์นตันและทัคเกอร์ (Thornton and Tucker 1989 : 18-19) ได้กล่าวว่า

การยอมรับจากครูเป็นการส่งเสริมการตอบสนองที่หลากหลายของนักเรียน และเป็นตัวเร่งสำหรับการพัฒนา การคิดแบบยืดหยุ่น ซึ่งการคิดในลักษณะนี้เป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาสำนักทางด้านจำนวนของนักเรียน เพราะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่ประสบผลสำเร็จในการประมาณค่า

นอกจากนี้ ธอร์นตัน และทัคเกอร์ ยังให้ความสำคัญกับ การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เพราะการเรียนรู้ในลักษณะนี้ทำให้เด็กนักเรียนได้มีโอกาสรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับวิธีการคิด ซึ่งเป็นการขยายขอบเขตของการเรียนรู้และประสบการณ์ในการแก้ปัญหาให้กว้างขึ้น



โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้ถึงวิธีการแก้ปัญหาจากโจทย์ หรือสถานการณ์หนึ่ง ๆ ได้หลายวิธี ซึ่ง การเรียนแบบนั้นสามารถนำไปสู่ผลสำเร็จในการประมาณค่าในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี ส่วนใน เรื่องของการวางแผนบทเรียนนั้น ธอร์นตัน และทักเกอร์ ได้ให้ความสำคัญกับความรู้อิงพื้นฐานเดิม มาก เขาเห็นว่า ครูจะต้องเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่เข้าด้วยกันอย่างกลมกลืน การ ยกตัวอย่างต้องสอดคล้องกับประสบการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน และในการส่งเสริมการอภิปราย ครูจะต้องใช้เทคนิคในการตั้งคำถามที่เหมาะสม และมีการตรวจสอบความเข้าใจ ของนักเรียน ตลอดเวลา และในทำนองเดียวกัน กรีน (Greeno 1991 : 176-177) เป็นนักจิตวิทยาเชิง พฤติปัญญาผู้หนึ่ง ซึ่งเห็นว่า การส่งเสริมการอภิปรายเกี่ยวกับจำนวนและปริมาณในชั้นเรียนโดย ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการสนทนากับครู เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการสำรวจ จำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอย่างหลากหลายขึ้น และการที่นักเรียนได้เรียนรู้และ เข้าใจร่วมกันนั้นจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งนี้เพราะการเรียนรู้ร่วมกันก่อให้เกิด การอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาในหลาย ๆ แบบ ซึ่งกันและกัน และนอกจากนี้ กรีนยังได้สรุปว่า ความสามารถในการคิดคำนวณในใจ ความสามารถในการประมาณ ค่าเชิงตัวเลข และความสามารถในการตัดสินใจปริมาณ เป็นตัวชี้ที่เด่นชัดของสำนักทางด้าน จำนวนนั่นเอง ส่วนคาร์เพนเตอร์ และคณะ (Sowder 1984 : 335 citing Carpenter and Colleagues 1976) เชื่อว่าเราต้องพัฒนาสำนักทางด้านจำนวนก่อนจึงจะทำให้สามารถ ประมาณค่าได้ดี แต่ชาวเดอร์ (Sowder 1984 : 335) ได้อธิบายว่า ความสามารถในการ ประมาณค่า และสำนักทางด้านจำนวนสัมพันธ์กันอย่างแนบสนิทจนไม่สามารถแยกออกจากกันได้และ ยากที่จะบอกได้ว่าสิ่งไหนมาก่อนสิ่งไหนมาหลัง เพราะมันเป็นสิ่งที่จะต้องไปด้วยกันเหมือนม้ากับ เกวียน คงลำบากที่จะบอกว่า เทียมเกวียนก่อนม้า หรือเทียมมาก่อนเกวียน ซึ่งสอดคล้องกับ ความคิดของ กรีนที่ว่า ความสามารถในการประมาณค่า ก็คือ องค์ประกอบสำคัญขององค์ประกอบ หนึ่งซึ่งชี้ให้เห็นถึงสำนักทางด้านจำนวนของแต่ละบุคคล

ในต่างประเทศ ได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสำนักทางด้านจำนวนอยู่หลายเรื่องด้วยกัน เช่น เนลสัน (Nelson 1967 : 4127A) ได้ศึกษาผลการสอนการประมาณค่าที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนเลขคณิต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองทำคะแนนการประมาณค่า และ คะแนนจากการทดสอบความรู้เรื่องมโนทัศน์ และการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ได้ดีกว่า นักเรียน ในกลุ่มควบคุม พอลล์ (Paul 1972 : 3567A) ได้วิจัยถึงความสามารถในการประมาณค่า

ในวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการประมาณค่าคำตอบจากการคำนวณเชิงตัวเลข มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการลองผิดลองถูก ซึ่งสอดคล้องกับที่ ฮอลล์ (Hall 1977: 6324A) ได้พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการประมาณค่าสูง มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มากกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการประมาณค่าต่ำ ส่วนโจนส์ (Jones 1972 : 5071A) ได้สำรวจการเปลี่ยนแปลงทักษะ และเจตคติในการบวกเลขของเด็กที่มีปัญหาทางอารมณ์ โดยใช้โปรแกรมการสอนเลขคณิต ซึ่งประกอบด้วย การใช้เกมต่าง ๆ การค้นหารูปแบบของงาน และการมีโอกาสดำเนินการจากจำนวนสิ่งของ โดยเน้นความเข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่าการท่องจำกฎ ผลการวิจัยพบว่า เด็กที่จบจากโปรแกรม มีเจตคติที่ดีในการทำเลขมากกว่าตอนเริ่มแรก และสามารถคิดเลขได้เร็วขึ้น เด็กที่ได้รับการเสนอชั้นการเรียนรู้อัตโนมัติตามลำดับความยากของงานจะคิดเลขได้เร็วกว่าเด็กที่ได้รับการเสนองานที่ไม่เป็นระบบหรือแบบสุ่ม และชั้นงานที่มีขั้นตอนที่ชัดเจน สามารถนำไปสู่ระดับการจำตัวเลข และเชื่อมโยงตัวเลขได้ สิ่งหนึ่งที่ได้จากชั้นงานเหล่านั้น คือ สภาพการณ์ซึ่งช่วยให้เด็กเกิดความเข้าใจในการแก้ปัญหา หรือรู้หลักในการแก้ปัญหา และในทำนองเดียวกัน ทอมป์สัน (Thompson 1990 : 1675A) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลการสอนที่เป็นระบบในการคิดคำนวณในใจต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการคำนวณทางเลขคณิตของนักเรียนระดับสี่ ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการคำนวณ โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนอย่างเป็นระบบในการคิดในใจ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคำนวณดีขึ้นมากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง สกอตต์ (Scott 1987 : 120) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ผลกระทบของโปรแกรมสำนักทางด้านจำนวน ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับแปด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ และคะแนนเก็บวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกในโปรแกรม และมีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างคะแนนความสามารถเกี่ยวกับสำนักทางด้านจำนวนกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในด้านการประยุกต์ใช้ การคำนวณและคะแนนเก็บ ส่วนเจตคตินั้น ไม่พบความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนทดลอง และหลังการทดลอง ในทำนองเดียวกัน ลินชาร์ด (Lynchard 1988 : 1686A) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการประมาณค่า และตัวแปรต้นของนักเรียนระดับหก โดยมีจุดประสงค์ที่จะทดสอบทฤษฎีที่ว่า ความสามารถในการประมาณค่ากับสำนักทางด้านจำนวนไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ตัวแปรต้นในที่นี้ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับทักษะพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ แบบการคิดนั่งนา / อีสระ และเจตคติต่อวิชา

คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการประมาณค่ากับตัวแปรคัดสรรแต่ละตัว มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ และนอกจากนี้ยังพบอีกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวชี้วัดที่เข้มแข็งตัวหนึ่งของสำนักทางด้านจำนวน

สำหรับงานวิจัยในไทย เกตุวณิชกุล และคณะ (2551) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูง ได้คะแนนความสามารถในการกระระยะ และการกะจำนวนสูงด้วย

จากหลักการ และเหตุผล รวมทั้งผลงานวิจัยที่มาสืบสนดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยคาดว่า สำนักทางด้านจำนวนน่าจะมีอิทธิพลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกไว้เป็นตัวแปรสำคัญในการศึกษา ครั้นนี้

### ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility)

ความยืดหยุ่นในการคิดเป็นกลไกสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับผู้มีสำนักทางด้านจำนวนที่ดี ดังที่ ฮาวเดน (Howden 1989 : 6) ได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า ผู้ที่มีสำนักทางด้านจำนวนสูงมักเป็นพวกที่ไม่ยึดติดอยู่กับคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แต่มีความยืดหยุ่นมากในการคิดมีไหวพริบ ประยุกต์เก่ง สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ตลอดจนคิดหาวิธีการคำนวณให้เหมาะกับบริบทของปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามแนวคิดของกรีน สำนักทางด้านจำนวน ประกอบด้วย ความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่น (Flexible Mental Computation) ความสามารถในการประมาณค่าตัวเลข (Numerical Estimation) และความสามารถในการตัดสินเชิงปริมาณ (Quantative Judgement) และในเรื่องของการคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่นนั้น กรีน (Greeno 1991 : 170) กล่าวไว้สรุปได้ว่า เกี่ยวข้องโดยตรงกับการรู้ถึงความเท่ากันของจำนวนต่าง ๆ ว่าสามารถแยกออก หรือประกอบกันขึ้นใหม่ได้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันมากมาย ผู้ที่มีสำนักทางด้านจำนวนที่ดีเท่านั้น ที่สามารถปรับรูปแบบของจำนวนให้อยู่ในรูปง่ายต่อการคิดคำนวณในใจอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับที่เรย์ (Reys 1985:43-46) กล่าวว่า "เลขคิดในใจเชื่อมโยงกับทักษะต่าง ๆ หลายชนิด เช่น ความรู้ และการประยุกต์ใช้

กระบวนการ ความยืดหยุ่นในการคิด ประสิทธิภาพในการใช้สมบัติของจำนวน ค่าประจำหลัก และการแปลงรูปแบบของจำนวน ซึ่งทักษะเหล่านี้ถ่ายโยงไปสู่การแก้ปัญหาและการประมาณค่า" ในทำนองเดียวกันแตรฟตัน (Trafton 1986 : 16) ได้กล่าวว่า "ความยืดหยุ่นในการคิดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งของการประมาณค่าที่มีทักษะ และการตัดสินใจเพื่อให้ได้ค่าประมาณที่เหมาะสม" สอดคล้องกับ ทีเรย์ และคณะ ได้กล่าวไว้ว่า "นักประมาณค่าที่ดีจะแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นในการคิด และความรวดเร็วในการเลือกวิธีการต่าง ๆ ของเขา"

ความยืดหยุ่นในการคิดนั้น นอกจากจะเป็นคุณลักษณะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสำนักทางด้านจำนวนแล้ว ยังเป็นคุณลักษณะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงอีกด้วย ดังที่ครุเตสกี (Krutetski 1976 quoted in Heid 1983 : 224) ได้สรุปลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นผู้ที่มีความรวดเร็วในการใช้เหตุผล สามารถเปลี่ยนทิศทางการคิดทางคณิตศาสตร์ และสามารถหาวิธีคิดอย่างมีเหตุผลได้รวดเร็วและเป็นของตนเอง มีความยืดหยุ่นในการคิด นั่นคือ สามารถที่จะใช้วิธีการหรือทางเลือกหลาย ๆ ทางในการแก้ปัญหา มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความยืดหยุ่นในการคิด เช่น บาเลน (Balen 1976) ได้พบว่าเพศชายมีความยืดหยุ่นในการคิดสูงกว่าเพศหญิง เฟลด์ฮูเซน และคณะ (Feldhusen and Others 1965 : 40 - 45) ได้วิจัยพบว่า คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด มีความสัมพันธ์เชิงบวก กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนงานวิจัยในประเทศไทยนั้น มักศึกษาในรูปของความคิดสร้างสรรค์ ทั้งนี้เพราะความยืดหยุ่นในการคิดเป็นองค์ประกอบสำคัญขององค์ประกอบหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guilford 1959 อ้างถึงในกรมวิชาการ 2534:32) ดังที่ สมบูรณ์ แท้ภู (2524:52-53) จันทรเหน็ญ ษนาศุภกรกุล (2526 : 69) และนที ดำรงค์เดชากุล (2533 : 48-52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยได้ข้อค้นพบตรงกันว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยคาดว่าความยืดหยุ่นในการคิดเกี่ยวข้องโดยตรงต่อสำนักทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกความยืดหยุ่นในการคิด เป็นตัวแปรหนึ่งในการวิจัยครั้งนี้

#### ความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์มาก เพราะว่า

คณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับปริมาณ และ ข้อมูลทางคณิตศาสตร์อยู่ตลอดเวลา ดังนั้น การฝึกคิดแก้ปัญหาจะช่วยให้รู้จักวิธีการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

คณะกรรมการควบคุมมาตรฐานคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (NCTM's Commission on Standards for school Mathematics) ได้ระบุว่า การแก้ปัญหา และ สำนึกทางด้านจำนวนเป็นองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ชาวเดอร์ (Dougherty and Crites 1989:22-23 citing Sowder 1987) ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหา และ สำนึกทางด้านจำนวนว่า ความยุ่งยากในการแก้ปัญหา สมควรที่จะได้รับการพิจารณาด้วยการยอมรับว่า มีความสัมพันธ์กับสำนึกทางด้านจำนวน และ ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งได้แก่ สำนึกแห่งการเลือกใช้ปฏิบัติการที่เหมาะสม (Operation Sense) การประมาณค่าและการคำนวณในใจ ทั้งนี้เนื่องจาก ความสามารถในการใช้สำนึกทางด้านจำนวนจะต้องเกี่ยวข้องกับขนาดของจำนวน เพื่อทำการตัดสินใจทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเกี่ยวกับวิธีดำเนินการในสถานการณ์การแก้ปัญหาที่เฉพาะเจาะจง เพื่อตัดสินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ โดเออร์ตี และ ไครทีส (Dongherty and Crites 1989 : 25) ได้สรุปว่า สำนึกทางด้านจำนวนที่ดี สามารถช่วยนักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้มาก เพราะสำนึกทางด้านจำนวนทำให้รู้ว่า คำตอบที่ได้ควรจะเป็นจำนวนชนิดใด และมีขนาดเท่าใด รวมทั้งช่วยในการเลือกปฏิบัติการ การคำนวณที่เหมาะสมกับปัญหา ตลอดจนช่วยจัดคำตอบที่ไม่สมเหตุสมผลออกไป นอกจากนี้ โรเนา (Ronau 1988 : 437) ได้กล่าวไว้ในทำนองเดียวกันอีกว่า สำนึกทางด้านจำนวนที่ดีเป็นพื้นฐานของความสำเร็จในการแก้ปัญหา

มีผลงานวิจัยที่สนับสนุนความคิดของนักจิตวิทยา และ นักการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ ที่เชื่อว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา สำนึกทางด้านจำนวน และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ดังเช่น งานวิจัยของพอลล (Paull 1972 : 3567A) ซึ่งได้ศึกษา เรื่องความสามารถในการประมาณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความสามารถในการประมาณค่าคำตอบทางการคำนวณเชิงตัวเลขกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการลองผิดลองถูก และ ความสามารถในการประมาณคำตอบทางการคำนวณเชิงตัวเลข เป็นตัวทำนายที่สำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการลองผิดลองถูก ฮอลล์ (Hall 1977 : 6324A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับห้า ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการประมาณค่าสูง มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มากกว่า

นักเรียนที่มีความสามารถในการประมาณค่าต่ำ และ เวบบ์ (Webb 1975 : 2689A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ความสามารถพื้นฐานในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์สูงสุดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ส่วนเนเบอส์ (Nabers 1975 : 3241A) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนระดับห้า และระดับหก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหา ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ส่วนงานวิจัยในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เช่น อำนวย เลิศชัยนที (2523 : 59-65) ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของสมอง กับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนสูงมากเป็น 0.75 และ 0.529 ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันกับที่ จรรยา กุศลม (2525 : 33-54) และจันทร์เพ็ญ ทนาศุกรกุล (2526 : 61-62) ได้ข้อค้นพบที่สอดคล้องกัน ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาก็ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากหลักการ และเหตุผล ตลอดจนผลงานวิจัยที่สนับสนุนดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยเลือกความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นตัวแปรหนึ่งในการศึกษาค้นคว้า

### ความรู้พื้นฐานเดิม

ความรู้พื้นฐานเดิม เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนวิชาต่าง ๆ ได้ดีหรือไม่ดี เพราะความรู้พื้นฐานเป็นความรู้ ทักษะ และความสามารถที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องนั้น ๆ การมีพื้นฐานความรู้เดิมอยู่มาก จะเป็นรากฐานสำคัญที่ช่วยให้เรียนรู้สิ่งใหม่ได้เร็วขึ้นและมีมั่นคงขึ้น บลอม (Bloom 1976 : 63-69) เป็นผู้ที่ให้ความสำคัญกับ ความรู้พื้นฐานเดิมมาก จึงได้จัดไว้เป็นองค์ประกอบหนึ่งในรูปแบบการเรียนรู้อิงของบลอม และสำหรับในวิชาคณิตศาสตร์นั้น ความรู้พื้นฐานเดิมจำเป็นมากสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เนื้อหาส่วนใหญ่มุ่งความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันไป ความรู้พื้นฐานเดิมจะถูกนำมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่กำลังเรียนอยู่ทำให้เกิดเป็นความรู้ใหม่ขึ้น ดังที่ เกเกอร์ (Gager 1975:31) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์

นั้นต้องให้ผู้เรียน มีความเข้าใจแจ่มแจ้งในทฤษฎี และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่อาศัยหลักหรือกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวโยงกันเป็นขั้น ๆ ทำให้เกิดความรู้เรื่องใหม่เพิ่มขึ้น การมีพื้นฐานความรู้เดิมดีจะช่วยให้เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้มากขึ้น รวดเร็วขึ้น และมีความเข้าใจแจ่มแจ้งขึ้น นอกจากนี้ คณะกรรมการควบคุมมาตรฐานคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ ของสหรัฐอเมริกา (Commission on Standards for School Mathematics of NCTM 1987 : 37 cited by Howden 1989 : 6) ได้ระบุว่า เด็กที่มีสำนักทางด้านจำนวนที่ดีเป็นเด็กที่มีความเข้าใจพื้นฐานเป็นอย่างดีเกี่ยวกับความหมาย และความสัมพันธ์ของจำนวน ขนาดของจำนวน และการรู้ผลของการใช้ปฏิบัติการต่าง ๆ บนจำนวน ตลอดจนการอ้างอิงถึงปริมาณ และการวัดในรูปของจำนวนต่าง ๆ ที่ใช้ในสถานการณ์ประจำวัน ซึ่งความเข้าใจที่ลึกซึ้งในพื้นฐานเหล่านี้ จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน และการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (Thompson and Ruthmell 1989: 2) เรย์และคณะ (Reys and Others 1982 : 196) ได้ให้ความสำคัญกับความรู้อิงพื้นฐานเดิมมาก จากผลการศึกษาของเขา พบว่า นักประมาณค่าที่ดีจะเป็นผู้ที่มีความรวดเร็วและแม่นยำในการดึงเอาข้อเท็จจริงพื้นฐาน (Basic Facts) สำหรับการปฏิบัติการต่าง ๆ ทั้งหมด มีความรู้พื้นฐานที่ดีเกี่ยวกับค่าประจำหลัก (Place Value) และคุณสมบัติต่าง ๆ ทางเลขคณิต (Arithmetic-Properties) ได้แก่ คุณสมบัติของการกระจาย (Distributive Properties) คุณสมบัติของการจัดหมู่ (Associative Properties) และ คุณสมบัติการสลับที่ (Commutative Properties) รวมทั้งการใช้คุณสมบัติเหล่านี้ได้อย่างรวดเร็วและรัดกุม สอดคล้องกับที่ ฮาวเดน (Howden 1989 : 7) ได้กล่าวสรุปไว้ว่า ความสามารถในการนำจำนวนต่าง ๆ มาสัมพันธ์กันในหลาย ๆ แบบนั้น เป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญและมีประโยชน์มากในการเรียนคณิตศาสตร์ในขั้นสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติของการกระจาย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งของการประมาณค่าและการคิดคำนวณในใจ นอกจากนี้ ซาวเดอร์ และวิลเลอร์ (Sowder and Wheeler 1989 : 132) ได้ศึกษาพบว่า มโนทัศน์และทักษะพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่า ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงพื้นฐาน ความรู้เกี่ยวกับค่าประจำหลัก ความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของปฏิบัติการต่าง ๆ และสามารถใช้ได้เหมาะสม การรู้ผลการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ที่คำนวณได้ เมื่อมีการปรับจำนวนให้อยู่ในรูปที่ง่ายต่อการคิด และความสามารถในการใช้กำลังของสิบ (Powers of Ten) ได้เป็นอย่างดี ตลอดจนความสามารถที่จะเปรียบเทียบขนาดของจำนวนได้

ในต่างประเทศมีผลงานวิจัยที่สนับสนุนความเชื่อ ในเรื่องอิทธิพลของความรู้พื้นฐานเดิมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่หลายเรื่อง เช่น บลูม (Bloom 1976 : 42)

ได้รายงานผลจากการวิจัยว่า ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ค่อนข้างสูง และจากการศึกษาระยะยาวของ เพย์น (Payne 1963 cited by Bloom 1976 : 41) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของวิชาเลขคณิตในระดับหก สามารถพยากรณ์ได้ด้วย ผลสัมฤทธิ์วิชาเลขคณิต ในระดับสอง ด้วยค่าสหสัมพันธ์ ประมาณ 0.70 และในปี ค.ศ. 1979 เทวาริ (Tewari 1980 : 5351A) ก็ได้ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์วิชา พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Basic Mathematics) ของนักศึกษามหาวิทยาลัยในรัฐเวอร์จิเนีย โดยใช้การวิเคราะห์เส้นทาง พบว่าภูมิหลังทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา มีอิทธิพลโดยตรง ต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ส่วนในประเทศไทย วรรณิการ์ จันทิทธิ (2523 : 49-50) ได้ศึกษาถึงประสิทธิผลของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิม มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วัลลภา แนวจำปา (2528 : 65-69) ได้วิจัยเรื่องความ สัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม ความคิดสร้างสรรค์และความรู้พื้นฐาน ทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ นิติยา ใจตาบ (2529 : 51-59) ได้ศึกษาพบว่า พื้นฐานความรู้เดิมเป็นตัวทำนาย ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด และในทำนองเดียวกัน สุนันทา ประไพตระกูล (2535 : 99-102) ได้พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิมเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรง ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากหลักการและเหตุผลตลอดจนงานวิจัยที่สนับสนุนดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยคาดว่า ความรู้ พื้นฐานเดิม มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และในขณะเดียวกันก็ส่งผลต่อสำนักทาง ด้านจำนวนด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกเป็นตัวแปรตัวหนึ่งของสมมติฐานการวิจัยในครั้งนี้

#### แบบการคิดพึ่งพา/อิสระ (Field Dependence/Independence)

แบบการคิดพึ่งพา/อิสระ เป็นโครงสร้างการรู้คิด (Cognitive Structuring) ลักษณะหนึ่งที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับความสามารถในการประมาณค่า และการคิดในใจ ซึ่งเป็น องค์ประกอบสำคัญของสำนักทางด้านจำนวน คาร์เตอร์ (Carter 1986 : 77) ได้กล่าวถึง ลักษณะเชิงโครงสร้างของโครงสร้างการรู้คิด (Cognitive - Structuring Constructs) ของบุคคลว่า สามารถพิจารณาได้ 2 ลักษณะ คือ



1. การคิดแบบมุ่งสู่ศูนย์กลาง (Centering)
- และ 2. แบบการคิดพึ่งพา/อิสระ (Field Dependence/Independence)

การคิดแบบมุ่งสู่ศูนย์กลาง เป็นการมองสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจเป็นวัตถุ สิ่งของ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ในลักษณะที่มุ่งสนใจแต่เฉพาะลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพียงอย่างเดียว และครึ่งเดียว ซึ่งมักพบในเด็กเล็ก (Piaget 1965) ในการประมาณค่าที่เหมาะสมนั้นจำเป็นต้องอาศัยการพิจารณาถึงลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ในหลายแง่หลายมุมพร้อม ๆ กันในเวลาเดียวกัน เช่น เมื่อผู้ใหญ่ประมาณค่าลูกบอลในเหยือกใบหนึ่ง จะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่าง ๆ มากมาย เพื่อประกอบการตัดสินใจ เช่น พิจารณาเส้นผ่านศูนย์กลางของเหยือก ความสูงของเหยือก มิติของลูกบอล ฯลฯ แต่เด็ก ๆ จะมีแนวโน้มที่จะพิจารณาเพียงลักษณะใดลักษณะหนึ่งของลูกบอลเท่านั้น และมองเพียงครึ่งเดียว ซึ่งการคิดในลักษณะนี้ เป็นข้อจำกัดอย่างมากต่อความสามารถในการประมาณค่า ที่สมเหตุสมผลของเด็ก การฝึกให้เด็กพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในหลาย ๆ ลักษณะ จะช่วยให้มีพัฒนาการในการประมาณค่าที่ดีขึ้น ตัวอย่าง เช่น ในการอนุรักษ์ของเหลว ความแตกต่างระหว่างความสูงของแก้วมีความสำคัญต่อเด็กมาก เด็กจะให้ความสำคัญต่อความแตกต่างนี้ จนไม่คำนึงถึงความแตกต่างในเรื่องความกว้าง ดังนั้น เปียเจต์จึงกล่าวว่า เด็กเล็กมักให้ความสนใจเฉพาะหรือมุ่งเน้น (centre) ที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของสิ่งเร้าที่น่าสนใจจนละเลยลักษณะที่สำคัญอย่างอื่น ๆ ไป ส่วนเด็กโตจะให้ความสนใจในลักษณะที่สมดุล และยึดหยุ่นกว่า และมีการกระจ่ายออกจากจุดศูนย์กลาง (Decentre) มากกว่า นั่นคือจะดูทั้งส่วนสูงและส่วนกว้าง จึงทำให้สามารถตัดสินใจได้ถูกต้องกว่า นอกจากนี้เปียเจต์ยังได้ค้นพบอีกว่า เด็กเล็ก ๆ มักใช้อันดับเป็นเครื่องตัดสินปริมาณ เช่น สิ่งที่อยู่ข้างหน้า สิ่งที่ยื่นออกมา หรือสิ่งที่ผ่านไป เป็นสิ่งที่เด็กใช้ตัดสินว่ายาวกว่า หรือ เร็วกว่า อีกสิ่งหนึ่ง

แบบการคิดพึ่งพา/อิสระ เป็นโครงสร้างทางการรู้คิดลักษณะที่ 2 ที่เกี่ยวข้องกับสำนึกทางด้านจำนวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในองค์ประกอบด้านการประมาณค่า เพราะความสามารถในการประมาณค่าต้องอาศัยความสามารถที่จะดึงเอาองค์ประกอบที่สำคัญ หรือองค์ประกอบที่เด่นของสิ่งต่าง ๆ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ออกมาให้ได้จากบรรดาค่าประกอบทั้งหลายที่ไม่สำคัญ ซึ่งอยู่ภายในสิ่งแวดล้อมที่กำหนดให้อยู่กัน ดังที่ วิทกิน มัวร์ กูดอินฟ์ และคอกซ์ (Witkin, Moore Goodenough and Cox 1977 cited by Carter 1986: 77) ได้กล่าวถึงการคิดในลักษณะพึ่งพา/อิสระ พอสรุปได้ว่า ทักษะในการมุ่งความสนใจไปที่ใดที่หนึ่งหรือลักษณะใดลักษณะหนึ่งนั้น ขึ้นอยู่กับ กระบวนการคิดของแต่ละบุคคลในลักษณะที่เป็นแบบพึ่งพา และเป็นอิสระจากสิ่งแวดล้อม (Field Independent / Dependent Manner) กล่าวคือ บุคคลที่มีการคิด

แบบเป็นอิสระสิ่งแวดล้อม จะแบ่งความสนใจไปที่องค์ประกอบที่เป็นลักษณะเด่นสำคัญของเรื่องนั้น ๆ โดยเป็นอิสระจากองค์ประกอบอื่นที่เป็นตัวลง ส่วนบุคคลที่คิดแบบพึ่งพาสิ่งแวดล้อมนั้น จะตกอยู่ภายใต้อิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เป็นตัวลงได้ง่าย นั่นคือ มองว่าองค์ประกอบต่าง ๆ นั้น มีความเด่น หรือมีความสำคัญเหมือนกันหมด ทำให้คนที่มึลักษณะการคิดแบบพึ่งพาสิ่งแวดล้อมด้วยลักษณะต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องเสมอ ๆ ยากที่จะแยกออกกว่าอันไหนสำคัญและอันไหนไม่สำคัญ ซึ่งการคิดในลักษณะที่เป็นแบบพึ่งพาสิ่งแวดล้อมนี้ขัดขวางหรือรบกวนต่อ ความสามารถในการประมาณค่าที่สมเหตุสมผล (Carter 1986: 78) จากแนวคิดของนักจิตวิทยาเหล่านี้ คาร์เตอร์ สรุปรว่า คนที่มีความสามารถในการประมาณค่า หรือเป็นนักประมาณค่าที่ดีนั้นต้องมีความสามารถที่จะมองหรือพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในหลาย ๆ ด้านพร้อม ๆ กัน และในขณะที่เดียวกันก็สามารถเลือกเห็นส่วนสำคัญหรือส่วนที่เด่นออกมาจากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีความสำคัญน้อยกว่าในสิ่งแวดล้อมนั้นได้ การกระทำทั้งสองอย่างนี้ช่วยให้ได้ค่าประมาณที่เหมาะสม นอกจากนี้ ลินชาร์ด (Lynchard 1988: 1686-A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความสามารถในการประมาณค่า และตัวแปรตัดสรรของนักเรียนระดับหก โดยที่แบบการคิดแบบพึ่งพา/อิสระ เป็นตัวแปรตัดสรรด้วยตัวหนึ่ง ผลการวิจัยพบว่าตัวแปรตัดสรรทุกตัว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการประมาณค่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากหลักการดังกล่าว จะเห็นว่าโครงสร้างทางการรู้คิดในลักษณะของแบบการคิดแบบพึ่งพา/อิสระ เป็นตัวแปรสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการประมาณค่า ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของสำนักทางด้านจำนวน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกไว้เป็นองค์ประกอบ ตัวแปรสำคัญในแบบสมมติฐานการวิจัย

ความสามารถในการแยกออกเป็นส่วนย่อย / การประกอบขึ้นใหม่  
(Decomposition / Recomposition)

ความสามารถในการแยกออกเป็นส่วนย่อย / การประกอบขึ้นใหม่ เป็นตัวแปรสำคัญตัวแปรหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับสำนักทางด้านจำนวน ดังที่ กรีน (Greeno 1991: 193) ได้กล่าวว่า "การคิดคำนวณในใจอย่างยืดหยุ่นนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสมมูลกันระหว่างสิ่งต่าง ๆ ซึ่งถูกแยกออกเป็นส่วนย่อย (Decomposed) และส่วนย่อยต่าง ๆ เหล่านั้นได้ถูกประกอบกับขึ้นใหม่ (Recombined) ด้วยวิธีการที่แตกต่างไปจากเดิม" ซึ่งสาเหตุที่ต้องมีการแยกออกเป็นส่วนย่อย และมีการประกอบขึ้นใหม่นี้ก็เพื่อปรับรูปแบบของจำนวนให้อยู่ในรูปแบบง่ายในการหาคำตอบโดยใช้การคิดในใจอย่างรวดเร็ว ดังตัวอย่างที่ได้จากการทดลองของ โยป์ และ

เซอร์วิล (Hope and Sherrill 1987 cited by Greeno 1991: 193) ในการหาคำตอบของ  $25 \times 48$  โดยแปลงรูปเป็น  $100 \times 12$  ได้ เพราะ  $25$  กับ  $4$  เป็นตัวประกอบของ  $100$  และ  $12$  กับ  $4$  เป็นตัวประกอบของ  $48$  ดังนั้น  $25 \times 48 = 25 \times (12 \times 4) = (25 \times 4) \times 12 = 100 \times 12 = 1200$

ซีเกล และคณะ (Siegel and Others 1982 : 213) ได้ให้ความเห็นว่าความสามารถในการแยกออกเป็นส่วนย่อย / การประกอบขึ้นใหม่ เป็นส่วนสำคัญของความสามารถในการประมาณค่าซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของสำนักทางด้านจำนวน และในการประมาณค่านั้น การแยกออกเป็นส่วนย่อย / การประกอบขึ้นใหม่ เป็นตัวแปรทางจิตวิทยาที่อยู่ในรูปของกระบวนการ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการแรกเห็นกระบวนการแยกส่วนรวมทั้งหมดออกเป็นกลุ่มตัวอย่างย่อย ๆ จากกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้เลือกมา 1 กลุ่มตัวอย่าง แล้วใช้ทักษะการประมาณค่าพื้นฐานกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกต่อจากนั้น ก็จะเข้าสู่กระบวนการที่ 2 คือ การประกอบขึ้นใหม่ เพื่อหาค่าโดยประมาณในขั้นสุดท้าย ตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการที่จะประมาณจำนวนคำที่มีอยู่ทั้งหมดในเอกสาร 1 หน้า วิธีง่าย ๆ ก็คือขั้นแรกใช้กระบวนการแยกออกเป็นส่วนย่อย โดยแยกออกเป็นบรรทัด แล้วเลือกมาพิจารณา 1 บรรทัดโดยประมาณดูว่าใน 1 บรรทัดนั้นมีทั้งหมดประมาณกี่คำ ในขั้นสุดท้ายก็ใช้กระบวนการประกอบขึ้นใหม่ในการประมาณจำนวนคำทั้งหมดในทุกบรรทัด (ในเอกสาร 1 หน้า) โดยอาศัยข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

คาร์เตอร์ (Carter 1986: 78-79) ได้กล่าวถึงทักษะการแยกออกเป็นส่วนย่อย / การประกอบขึ้นใหม่ สรุปได้ว่า ทักษะของการแยกออกเป็นส่วนย่อย / การประกอบขึ้นใหม่ เป็นสิ่งที่สลับซับซ้อนสำหรับเด็กประถมศึกษาเป็นอย่างมาก เพราะการที่จะสามารถกระทำได้นั้นขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญา 2 ประการ คือ

1. การอนุรักษ์ (Conservation)
2. โครงสร้างส่วนย่อย - ส่วนรวม (Part - Whole Schema)

นอกจากนี้ กิ้นสเบิร์ก (Ginsburg 1983: 3) ก็ได้กล่าวถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ และโครงสร้างส่วนย่อย - ส่วนรวม ไว้ว่า "เป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดของกระบวนการแยกออกเป็นส่วนย่อย / การประกอบขึ้นใหม่"

การอนุรักษ์ (Conservation) เป็นความรู้เกี่ยวกับความคงที่ของจำนวน หรือปริมาณ โดยไม่พิจารณาถึง การเปลี่ยนแปลงของตำแหน่ง การจัดวาง หรือการหมุน มโนทัศน์ของการ

อนุรักษนิยมไม่มีในเด็กเล็ก ๆ การที่เด็กมีประสบการณ์มากเกี่ยวกับจำนวนจะช่วยส่งเสริมพัฒนาการ  
ของความสามารถในการอนุรักษนิยม ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของกระบวนการแยกออกเป็นส่วนย่อย /  
การประกอบขึ้นใหม่

#### โครงสร้างส่วนย่อย - ส่วนรวม (Part - Whole Schema)

เรสนิค (Resnick 1983: 114) กล่าวถึง ทฤษฎีโครงสร้างส่วนย่อย - ส่วนรวม  
สรุปได้ว่า จำนวนหรือปริมาณใด ๆ สามารถแยกแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้มากมาย และส่วนย่อย ๆ  
เหล่านั้นก็ยังประกอบไปด้วยส่วนย่อย ๆ ลงไปกว่านั้นอีก ในขณะที่เดียวกันส่วนย่อย ๆ เหล่านี้ก็  
สามารถถูกประกอบกันขึ้นใหม่เป็นส่วนรวมทั้งหมดได้อีก โครงสร้างส่วนย่อย - ส่วนรวม จำเป็น  
ต้องได้รับการพัฒนา ก่อน จึงจะสามารถใช้กระบวนการการแยกออกเป็นส่วนย่อย / การประกอบ  
ขึ้นใหม่ได้ และในการพัฒนามโนทัศน์ของส่วนย่อย / ส่วนรวมนี้ รอส (Ross 1989: 47)  
กล่าวว่า "คนที่มีความสามารถด้านจำนวนที่ดีจะมีมโนทัศน์ของความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย-ส่วนรวม  
(Part - Whole Relationships) และค่าประจำหลัก (Place Value) เป็นอย่างดี มีความ  
ยืดหยุ่นอย่างมากในการใช้มโนทัศน์ที่สัมพันธ์กันทั้งสองมโนทัศน์ในการคิดคำนวณในใจ และ  
การประมาณค่าจำนวน" นอกจากนี้ รอส ยังได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนามโนทัศน์ส่วนย่อย -  
ส่วนรวมไว้หลายประการ สรุปได้ว่า ความตระหนักเกี่ยวกับจำนวน (Numerical Awareness)  
ของนักเรียนนั้นพัฒนาขึ้นอย่างช้า ๆ ค่อยเป็นค่อยไป โดยนักเรียนในระดับชั้นต้น ๆ จะเริ่มสำรวจ  
วิธีการต่าง ๆ หลายวิธีที่จะแยกจำนวนออกเป็นจำนวนย่อย ๆ เช่น 7 แยกออกเป็น 1 + 6 หรือ  
3 + 4 หรือ 3 + 5 เป็นต้น เมื่อนักเรียนมีสัญชาตญาณด้านจำนวน และทักษะต่าง ๆ มากขึ้น ก็จะมี  
ความยืดหยุ่นในการคิดมากขึ้น ซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบได้กว้างขึ้น  
และสามารถใช้กลวิธีต่าง ๆ เพื่อเรียกเอาข้อเท็จจริงพื้นฐานออกมาใช้ในการประกอบส่วนย่อย  
ต่าง ๆ ให้เป็นส่วนรวม โดยการคิดในใจ รอสได้ค้นพบอีกว่า การแบ่งปริมาณทั้งหมดออกเป็น  
ส่วนประกอบย่อย ๆ อย่างเป็นธรรมชาตินั้น ผู้มีสัญชาตญาณด้านจำนวนที่ดี ทำนั้นที่มักใช้วิธีน้อย ๆ  
ในการแก้ปัญหาที่ต้องอาศัยการคิดในใจ และนอกจากนี้ความเข้าใจที่ดีเกี่ยวกับค่าประจำหลัก ซึ่ง  
เป็นความเข้าใจพื้นฐานของผู้ที่คิดคำนวณในใจเก่ง ก็ยังต้องอาศัยความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับ  
ความสัมพันธ์ของการรวมส่วน และการแยกส่วน เป็นสำคัญเช่นเดียวกัน

จากที่ได้กล่าวมาสรุปได้ว่า การอนุรักษนิยมตามหลักพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์  
และโครงสร้างส่วนย่อย - ส่วนรวม ตามหลักการของเรสนิค เป็นมโนทัศน์พื้นฐานที่สำคัญในการ  
พัฒนาความสามารถในการแยกออกเป็นส่วนย่อย / การประกอบขึ้นใหม่ ซึ่งความสามารถนี้มีความ

สัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสำนักทางด้านจำนวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในองค์ประกอบด้านความสามารถในการประมาณค่านั้น ไครทีส (Crites 1992 : 601) ได้ทำการวิจัยพบว่านักประมาณค่าที่ประสบผลสำเร็จมีแนวโน้มที่จะใช้กระบวนการการแยกออกเป็นส่วนย่อย ๆ การประกอบขึ้นใหม่ มากกว่านักประมาณค่าที่มีทักษะน้อย

จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยคาดว่า ความสามารถในการแยกออกเป็นส่วนย่อย / การประกอบขึ้นใหม่ มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับสำนักทางด้านจำนวน

#### คุณลักษณะทางด้านจิตนิสัย

คุณลักษณะทางด้านจิตนิสัย ประกอบด้วย แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสนใจในการเรียน อุตตมโนทัศน์ และนิสัยการเรียน

คนเรานั้น แม้จะมีความสามารถทางด้านสติปัญญาเป็นทุนอยู่ แต่ลำพังสติปัญญาเพียงอย่างเดียวก็ไม่อาจช่วยให้สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนได้มากนัก ยังต้องอาศัยปัจจัยอื่น ๆ ประกอบอีก ดังที่ แมดดอกซ์ (Maddox 1965 : 9) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญา และความสามารถทางสมองร้อยละ 50-60 ขึ้นอยู่กับความพยายาม และวิถีศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพอีก ร้อยละ 30-40 และขึ้นอยู่กับโอกาส และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อีก ร้อยละ 10-15 และการมีนิสัยการเรียนที่ดีมีวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันด้วย ในทำนองเดียวกัน แซนฟอร์ด (Sanford 1965 : 195) ได้รายงานไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แม้ว่าจะมีความสัมพันธ์กับเชาวน์ปัญญาที่จริง แต่เชาวน์ปัญญาอย่างเดียว ไม่สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น ในการที่จะตัดสินอนาคตทางการศึกษาของนักเรียน จึงจำเป็นต้องพิจารณาสิ่งอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น แรงจูงใจ ความสนใจ นิสัยการทำงาน และความสามารถพิเศษ นอกจากนี้ ฮาร์วิกเฮอ์ส และนิวการ์เทน (Harvighurst and Neugarten 1969 : 157) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่เป็นตัวตัดสินระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 ประการ คือ ความสามารถที่ติดตัวมาแต่กำเนิด ชีวิตและการอบรมในครอบครัว ประสิทธิภาพของโรงเรียน และประการสุดท้ายคือ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง และความมุ่งหวังในอนาคต (Self-Concept or Aspiration level)

จากแนวคิดและการศึกษาค้นคว้าของนักการศึกษาต่าง ๆ ดังกล่าวจะเห็นว่า คุณลักษณะทางด้านจิตนิสัยเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่ง เพราะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมที่ดีในการเรียน เพื่อให้ได้ประสิทธิผลสำเร็จในการเรียนตามเป้าหมายที่ตนเอง และสังคมตั้งไว้ และคุณลักษณะทางด้านจิตนิสัยที่ผู้วิจัยเลือกศึกษาในครั้งนี้ คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสนใจในการเรียน อัตมโนทัศน์ และนิสัยการเรียน เพราะตัวแปรทั้งหมดนี้มีอิทธิพลอย่างมากต่อผลการเรียนรู้ และการทำกิจกรรมทุกอย่าง เช่นในเรื่องของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ บรูเนอร์ (Evans 1967:195 citing Bruner) เป็นผู้หนึ่งที่กล่าวว่า กิจกรรมเรียนรู้จะประสิทธิผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับ ระดับความมากน้อยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแต่ละบุคคลเป็นปัจจัยสำคัญ เพราะผู้ที่มีความแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะเป็นผู้ที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความรับผิดชอบที่จะกระทำกิจกรรมใด ๆ จนบรรลุเป้าหมาย มีความทะเยอทะยาน และมีความพยายามที่จะมุ่งไปสู่ผลสัมฤทธิ์ที่สังคมยอมรับ มีงานวิจัยที่สนับสนุนเรื่องนี้มากมาย เช่น คาน (Khan 1967 : 2393 A) ได้พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ รัสเซลล์ (Russell 1969 : 263-266) ได้ศึกษา ถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในวิชาเลขคณิต ภาษา และการอ่านของนักเรียนระดับเก้า ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์กับผลการเรียน มีความสัมพันธ์กันสูง และจากการศึกษาของ ซอง (Song 1971 : 2571A) ได้ศึกษากับนักเรียนเกษตรกรรมในเกาหลีก็ได้ผลเช่นเดียวกัน คือ พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความสัมพันธ์ในทุกวิชาที่เรียน สำหรับในประเทศไทย ได้มีผลงานวิจัยที่สนับสนุนความคิดดังกล่าวอยู่หลายเรื่อง เช่น วราพร ชาวสิทธิ์ (2534:75-76) ได้ศึกษาองค์ประกอบคัดสรรทางด้านจิตนิสัย ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา พบว่า ความสนใจ แรงจูงใจ และมโนคติแห่งตน สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และในทำนองเดียวกัน สันันทา ประไพตระกูล (2535 : 99-102) ก็ได้ค้นพบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความสนใจเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ส่วนในเรื่องอัตรามโนทัศน์นั้นเป็นการรับรู้ความเป็นจริงเกี่ยวกับตนเองของบุคคล โคมบส์ (Combs 1978 : 303) ให้ความสำคัญกับอัตรามโนทัศน์มาก เขากล่าวว่า เป็นสิ่งสำคัญที่สุดของปฏิสัมพันธ์ใด ๆ ของมนุษย์ เป็นตัวสำคัญในการกำหนดพฤติกรรมทุกพฤติกรรม เป็นตัวสำคัญในการกำหนดสติปัญญา การปรับตัว และความสำเร็จในชีวิตมนุษย์ และในเรื่องของการเรียนรู้ก็เช่นเดียวกัน บลูม (Bloom 1971 : 47) เชื่อว่าอัตรามโนทัศน์เป็นตัวแปรสำคัญต่อการเรียนรู้ เพราะ

บุคคลที่มีความรู้สึกว่าตนเองเป็นคนเก่ง จะสามารถเรียนได้ดีกว่าบุคคลที่คิดว่าตนเองไม่เก่ง ชาติ  
 ความสามารถ และในทำนองเดียวกัน ซัลลิแวน (Sullivan อ้างถึงในพรหมิ ชูชัย 2522:213)  
 กล่าวว่า เด็กจะเกิดอึดมโนทัศน์ที่ดี ก็ต่อเมื่อรู้สึกว่าจะทำอะไรสำเร็จ แต่ถ้าเด็กมีประสบการณ์ที่  
 ล้มเหลวมาตั้งแต่แรกเริ่ม เด็กจะไม่ให้ความสนใจ หรือไม่ต้นตัวกับการเรียน ซึ่งจะทำให้ล้มเหลว  
 มากขึ้น เพอร์กี (Perkey 1970:2) เป็นอีกผู้หนึ่งที่เชื่อว่า อึดมโนทัศน์เป็นแรงผลักดันเบื้องต้น  
 (Primary Force) ที่ทำให้เด็กพยายามทำงานให้บรรลุเป้าหมาย อันมีผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการ  
 เรียนของเด็ก ซึ่งสอดคล้องกับที่ออกุชเชล (Howe 1972 : 156 citing Ausubel 1968) ได้  
 ระบุว่า การนับถือตนเองเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ใน  
 ทางอ้อมกับการเรียน และนอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนเกี่ยวกับอึดมโนทัศน์อื่น เช่น คอช  
 (Koch 1972: 1081A) ได้วิจัยพบว่าอึดมโนทัศน์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความ  
 สัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ญุกทิม ศรีสะอาด (2524 : 148) ได้วิจัยรูปแบบ  
 ผลการเรียนในโรงเรียน พบว่า มโนภาพแห่งตนเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรง  
 และทางอ้อมต่อผลการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สันันท์ สิงห์อ่อง (2530:232-242)  
 ที่ได้พบว่ามโนภาพเกี่ยวกับตนเอง เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทางตรงกับทักษะกระบวนการ  
 การทางวิทยาศาสตร์

นอกจากตัวแปร แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และอึดมโนทัศน์ จะมีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์  
 ทางการเรียนแล้ว ความสนใจในการเรียน บวกกับ นิสัยการเรียนที่ดี ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วย  
 เสริมผลการเรียนรู้ให้แข็งแกร่งยิ่งขึ้นดังที่ อีลลิช (Ehrlich 1969:73) ได้รายงาน ว่า นักเรียน  
 ที่เรียนดีนั้น ไม่จำเป็นต้องมีสติปัญญาเฉลียวฉลาดมาก แต่ต้องเป็นคนที่รู้จักใช้เวลา รู้จักวิธีเรียน  
 และรู้จักวิธีทำงานให้ได้ผลดี และมีประสิทธิภาพ และในทำนองเดียวกัน แมดดอกซ์ (Maddox  
 1963 : 12-13) ได้กล่าวว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ส่วนหนึ่งมักล้มเหลวในการเรียน  
 เพราะเขาทำงานไม่เพียงพอ หรือไม่ได้เรียนรู้วิธีการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ จากการตรวจ  
 สอบ ความแตกต่างของนิสัยการเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนดีจะอยู่ในชั้นเรียน ทำงานตาม  
 โปรแกรม มีการจดบันทึกคำบรรยาย และ ทบทวนคำบรรยายในแต่ละวัน มากกว่านักเรียนที่เรียน  
 อ่อน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อักทูลี สารรัตน์ (2532 : 112) ที่ได้ค้นพบว่า นิสัยการ  
 เรียนเป็นลักษณะหนึ่งที่กลุ่มตัวอย่าง ผู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีในระดับสูงกว่ากลุ่มตัวอย่าง  
 ผู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และยังค้นพบต่อไปอีกว่า ผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีการปฏิบัติ  
 ตนเกี่ยวกับการเรียนที่สำคัญ คือสนใจเรียน ในทำนองเดียวกัน สุชาติ เจริญมิตร (2530:39)  
 ก็ได้วิจัยพบว่า ความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เยาว์ เป็นสุข (2531 : 43) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัมพันธภาพของครูคณิตศาสตร์กับนักเรียน แรงจูงใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.758 เห็นพินผล คูศิริวิเชียร (2526 : 84) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่อยู่นอกเหนือจากความสามารถทางด้านสติปัญญา ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวก กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 ในทำนองเดียวกัน สมชัย วงษ์นายะ (2524 : 69) ได้ศึกษาพบว่า ความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.01 เช่นเดียวกัน

จากหลักการและเหตุผล รวมทั้งงานวิจัยสนับสนุนต่าง ๆ ทำให้ผู้วิจัยคัดเลือกตัวแปร แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสนใจในการเรียน อัตมโนทัศน์ และนิสัยการเรียน มาศึกษาในครั้งนี้

#### ภูมิหลังของครูและคุณลักษณะของครู

ภูมิหลังของครู ได้แก่ วุฒิ จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ และประสบการณ์ในการสอน คุณลักษณะของครู ได้แก่ ความสนใจในการสอน และความรับผิดชอบ

ครูผู้สอนเป็นบุคคลสำคัญที่มีอิทธิพลต่อตัวเด็กมาก ถ้าครูมีความรู้ความสามารถสูง สอนตรงวิชาที่ตนถนัด มีอารมณ์เย็นอยู่เสมอ ไม่โกรธง่าย ไม่ทู่ตีเด็ก เป็นผู้มีวุฒิภาวะละเอียดถี่ถ้วน และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือต้องสมัครใจสอนโดยไม่ถูกบังคับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะสูง ส่วนครูที่สอนในวิชาที่ตนไม่ถนัด จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (กรมวิชาการ 2521 : 37-38) ในส่วนที่เกี่ยวกับตัวครูนี้ โรเบอร์ต (Robert 1966 : 637) พบว่า คุณลักษณะของครูที่มีอายุมากและมีประสบการณ์มาก ส่งผลทำให้ความสามารถทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าครูที่มีอายุน้อยและประสบการณ์น้อย ฮอร์ตตัน (Horton 1979 : 3219A) ได้ศึกษาตัวแปรเกี่ยวกับลักษณะของครู ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า ประสบการณ์ในการสอนของครูมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน สอดคล้องกับที่ สจวต (Stuart 1978 :



2115A) ได้พบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ วุฒิของครู และประสบการณ์การสอนของครู สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2520 : 75-79) ได้สำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการปฏิรูป ระบบบริหารการศึกษาพบว่า ในด้านปัญหาเกี่ยวกับตัวครูที่ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่ำ ได้แก่ ครูมีจำนวนน้อย ไม่เพียงพอแก่จำนวนนักเรียน ครูไม่ตั้งใจสอน และขาดความรับผิดชอบ ขาดครูที่มีความสามารถในการสอน และในทำนองเดียวกัน ธงชัย ทิวปรีชา และคณะ (2534 : 20-26) ก็ได้พบว่า ปัญหาในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำในปัจจุบันด้านครูผู้สอน คือ ครูขาดความรู้และเทคนิควิธีสอนคณิตศาสตร์ ไม่ได้เอกคณิตศาสตร์โดยตรง สอนอย่างจำใจ ไม่ได้รับการอบรมด้านเนื้อหาและวิธีสอนอย่างพอเพียง ครูมีหน้าที่อื่นที่ต้องทำมาก เช่น งานธุรการ งานการเงิน ตลอดจนกิจกรรมต่าง ๆ สาเหตุนี้ผลทำให้ครูขาดความกระตือรือร้นในการสอน ใช้วิธีสอนแบบรวบรัด ไม่เป็นไปตามขั้นตอนเพื่อสอนให้จบทันเวลา ขาดการตรวจงานและการบ้านโดยละเอียด เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล และชำนาญ เงินทอง (2520 : 106-112) เป็นอีกผู้หนึ่งที่ได้พบว่า ปัญหาในการบริหารงานวิชาการของโรงเรียนที่สำคัญ คือ ปัญหาครูมีชั่วโมงสอนมากเกินไป ซึ่งปัญหานี้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุนันท์ สังข์อ่อง (2530 : 232-242) ที่พบว่า จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทางอ้อมกับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ภัทธา จินดาศรี (2529 : 90-93) ยังได้ทำการศึกษาดัชนีประกอบของประสิทธิภาพของครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ครูที่มีความรักและชอบสอนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง เป็นผู้ที่มีเหตุผล มีความกระตือรือร้นในการสอน เตรียมการสอนอย่างดี มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ทำการสอนอย่างลึกซึ้ง และมีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ จะเป็นครูที่สามารถสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยเลือกที่จะศึกษามุมหลังและคุณลักษณะของครูเพราะคาดเดาน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลการเรียนของนักเรียน

#### คุณภาพการสอนของครู

คุณภาพการสอนของครู เป็นตัวแปรหนึ่งที่หลุมและนักการศึกษาอื่น ๆ ให้ความสนใจมาก เพราะถือว่าเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างดี หลุม (Bloom 1976 : 135)

เชื่อว่า การสอนที่มีคุณภาพต่างกันย่อมทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน และนอกจากนี้ยังทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนวิชานั้นต่อไป ตลอดจนมีความมั่นใจในความสามารถในการเรียนของตน แตกต่างกันอีกด้วย สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ ก็เป็นอีกผู้หนึ่งที่เชื่อในเรื่องของคุณภาพการสอนว่ามีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเขาได้บรรจุคุณภาพการสอนไว้ในรูปแบบผลการเรียนในโรงเรียน เพราะเขาเชื่อว่าการศึกษาในระบบโรงเรียน ครูจะเป็นผู้สร้างเงื่อนไข และสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยา ที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ถ้าการสอนมีคุณภาพดีแล้ว ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ตลอดจน เจตคติที่มีต่อวิชาที่เรียนจะส่งตามไปด้วย (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ 2524 : 16) ได้มีผลงานวิจัยสนับสนุนความคิดมากมาย เช่น ผลงานวิจัยของ วอลเบอร์ก และคณะ (Wallberg and Others 1984 : 646) ที่ได้วิจัยหารูปแบบเชิงสาเหตุต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า คุณภาพการสอนมีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และในทำนองเดียวกันกับที่ บุญชม ศรีสะอาด (2524 : 19) ได้พบว่า คุณภาพการสอนมีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อผลการเรียน และมีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมโดยผ่านมาทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และ ปาจารย์ วัชวัลคุ (2526 : 59) ก็ได้ข้อค้นพบที่คล้ายคลึงกันว่า คุณภาพการสอนมีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และมีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมโดยผ่านมาทางแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ สันนทา ประไพตระกูล ยังได้พบว่า คุณภาพการสอนเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีอิทธิพล ในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

นอกจากคุณภาพการสอนจะเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้ว ยังเกี่ยวข้องกับสำนักทางด้านจำนวนด้วย จากงานวิจัยของทอมป์สัน (Thompson 1990 : 1675-A) พบว่า การสอนอย่างเป็นระบบในการคิดคำนวณในใจ มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการคำนวณในทางเลขคณิตของนักเรียนระดับ 4 และจาร์เรท (Jarrett 1980 : 1452-A) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนอย่างมีความหมาย และได้รับการฝึกการคำนวณเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง ตลอดจนได้รับการฝึกการประมาณค่า มีความสามารถในการประมาณค่าที่ชัดเจนกว่า นักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนและฝึกในลักษณะดังกล่าว นอกจากนี้ โจนส์ (Jones 1872:5071-A) ก็ได้วิจัยพบว่า เด็กที่ได้รับการสอนตามขั้นการเรียนรู้อัตโนมัติตามลำดับขั้นความยากของงานจะคิดเลขได้เร็วกว่าเด็กที่ได้รับการเสนอชิ้นงานที่ไม่เป็นระบบหรือแบบสุ่ม และยังคงพบต่อไปอีกว่าชิ้นงานที่มีขั้นตอนที่แน่นอน สามารถนำไปสู่ระดับการจำตัวเลข หรือเกือบโยงตัวเลขได้ และสิ่งที่ได้จากชิ้นงานเหล่านี้ คือ สมองการตั้งช่วยให้เด็กเกิดความเข้าใจในการแก้ปัญหา หรือรู้หลักในการแก้ปัญหา

จากแนวคิด และผลการวิจัยดังกล่าว ที่ให้เห็นว่าคุณภาพการสอนของครู เกี่ยวข้องกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้ให้ความสนใจ และคัดเลือก "คุณภาพการสอนของครู" เป็นตัวแปรหนึ่งในการศึกษาครั้งนี้

### บรรยากาศในชั้นเรียน

บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะอาจช่วยส่งเสริมหรือขัดขวางการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ "บรรยากาศในชั้นเรียน" ย่อมมีอิทธิพลต่อสภาพจิตหรืออารมณ์ของผู้เรียน ผู้ที่มีจิตใจดี อารมณ์แจ่มใส กระฉับกระเฉง และมีความสนใจ ย่อมจะช่วยเสริมการเรียนรู้ได้ดี และเรียนได้มาก (Lawrence 1976 : 315 อ้างถึงใน รุณทิม ศรีสะอาด 2524 : 69) บลูมเชื่อว่า บรรยากาศ เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีความสำคัญในการพยากรณ์คุณลักษณะของมนุษย์ เช่น สถิติปัญญาโดยทั่วไป และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับในวิชาคณิตศาสตร์นั้น ลาวัลย์ พลกล้า (2525 : 257-261) กล่าวว่า ครูเป็นบุคคลที่มีอิทธิพลที่สุดที่ทำให้เด็กเรียนเกิดการเรียนรู้ และเพื่อนในชั้นเรียน ก็มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้อย่างมากเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ ธอร์นตัน และทักเกอร์ (Thornton and Tucker 1989 : 18-19) ที่ว่า การพัฒนาบรรยากาศทางบวก โดยการที่นักเรียนได้รับการยอมรับจากครูเป็นการส่งเสริมการตอบสนองที่หลากหลายของนักเรียน และเป็นตัวเร่งสำหรับการพัฒนา การคิดแบบยืดหยุ่น ซึ่งการคิดในลักษณะนี้เป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาสำนักทางด้านจำนวนของนักเรียน นอกจากนี้ บรรยากาศที่ทำทลายความสามารถ และส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่ครูควรสร้างขึ้นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ดังที่ วิททิน (Whitin 1989:28-29) ได้อธิบายว่า จำเป็นที่ครูจะต้องสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนด้วยการส่งเสริมให้นักเรียนถามคำถาม ด้วยคำว่า ทำไม ให้มากขึ้น เพราะคำถามในลักษณะดังกล่าว เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีจิตวิญญาณแห่งความเป็นนักสืบค้น ช่วยทำให้ผู้เรียนได้อธิบายถึงกระบวนการต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนไม่เพียงแต่รู้คำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ตลอดจนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนรวมทั้งครู มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งเหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาสำนักทางด้านจำนวน สอดคล้องกับแนวคิดของกรีน (Greeno 1991 : 174) ที่ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน โดยนักเรียนมีโอกาสได้ทำงานร่วมกัน ทำให้เข้าใจแก่นแท้ทางคณิตศาสตร์ สัญลักษณ์ (notation) และกระบวนการต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เพราะสิ่งแวดลอมทางสังคมเป็นตัวกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น และการสำรวจเกี่ยวกับจำนวนและปริมาณ นอกจากนี้ กรีนยังให้ความสนใจกับ การสนทนา (conversation) ระหว่างครูกับนักเรียน เพราะกรีนเชื่อว่า เป็นการพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความหมาย พจน์ของจำนวน และ

ปริมาณในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ตั้งที่ มาโควิทซ์ เรย์ และซิลเวอร์ (Markovitz 1989 ; Reys 1989 and Silver 1989 cited by Greeno 1991 : 173) ได้ระบุสอดคล้องกันว่า กิจกรรมการสนทนาร่วมกันทำให้เห็นกิจกรรมต่าง ๆ ในการคิด การสร้างและวิธีการแก้ปัญหาทางคณิต นอกจากนั้น การฝึกการประมาณค่า และการตัดสินใจเชิงปริมาณจะเกิดขึ้นอย่างเห็นธรรมชาติ จากการสนทนาเกี่ยวกับปริมาณต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ในทำนองเดียวกัน โฮป (Hope 1989 : 12) ก็ เป็นอีกผู้หนึ่งที่เห็นว่า สิ่งสำคัญในการพัฒนาสำนักทางด้านจำนวนคือการที่ครูสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมในชั้นเรียนผ่านทางกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีเป้าหมาย เช่น กิจกรรมการประมาณค่า เป็นต้น

มีงานวิจัยหลายชิ้นที่แสดงให้เห็นว่า บรรยากาศในชั้นเรียนมีความสำคัญต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น โอ เรลลี (O'Reilly 1975 : 303-321) ได้ศึกษาพบว่า บรรยากาศในชั้นเรียนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ร้อยละ 67 และเขาได้สรุปว่ามีความสำคัญกว่าคุณลักษณะส่วนตัวของนักเรียน ส่วนผลการวิจัยในประเทศไทยนั้น ฤทธิม ศรีสะเกษ (2524 : 178-187) ได้ศึกษารูปแบบผลการเรียนในโรงเรียน ผลการวิจัยพบว่าบรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อผลการเรียน โดยด้านการสนับสนุนจากครูและด้านการมีส่วนร่วมมีอิทธิพลต่อผลการเรียน ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ ทักษะคิดต่อวิชาและทัศนคติทางสังคมศึกษา และ วาสนา ใจทิมสี (2527 : 77) ก็ได้วิจัยพบว่าบรรยากาศในชั้นเรียนด้านการสนับสนุนของครู เป็นตัวพยากรณ์ที่มีน้ำหนักมากที่สุดในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ แต่จะมีน้ำหนักในการพยากรณ์น้อยกว่าบรรยากาศในชั้นเรียนด้านการมีส่วนร่วมสำหรับโรงเรียนขนาดใหญ่ พิเศษ ส่วนนิตยา ใจตาบ (2529 : 51-56) ได้พบว่า บรรยากาศในชั้นเรียนด้านการมีส่วนร่วมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

จากหลักการและเหตุผล ตลอดจนผลงานวิจัยสนับสนุนดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยคัดเลือกบรรยากาศในชั้นเรียนไว้เป็นตัวแปรหนึ่งในการศึกษาค้นคว้า

จากสิ่งที่กล่าวมาแล้วข้างต้น คือ เหตุผลสำคัญที่ทำให้ได้มาซึ่งตัวแปรต่าง ๆ ที่จะได้กำหนดไว้ในรูปแบบสมมติฐานของการวิจัยครั้งนี้ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. เพศของนักเรียน
2. สมรรถภาพทางสมอง ได้แก่ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา สมรรถภาพทางสมองด้านความจำ สมรรถภาพทางสมองด้านการแปลงรูป และสมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน
3. สำนักทางด้านจำนวน
4. ความยืดหยุ่นในการคิด
5. ความสามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์
6. ความรู้พื้นฐานเดิม
7. แบบการคิดนิ่งงา / อีสาระ
8. ความสามารถในการแยกส่วน / ประกอบชิ้นใหม่
9. คุณลักษณะทางด้านจิตนิสัย ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อดทนโศกทัศน์ ความสนใจในการเรียน และนิสัยการเรียน
10. ภูมิหลังของครู และคุณลักษณะของครู ได้แก่ วุฒิของครู จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ ประสิทธิภาพการสอน และ ความสนใจในการสอนและความรับผิดชอบ ตามลำดับ
11. คุณภาพการสอนของครู ได้แก่
  - ก. การที่เานะ
  - ข. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน
  - ค. การเสริมแรง
  - ง. การให้ผลย้อนกลับและแก้ไขสิ่งที่บกพร่อง
12. บรรยากาศในชั้นเรียน ได้แก่
  - ก. การมีส่วนร่วม
  - ข. ความผูกพันกันฉันมิตร
  - ค. การสนับสนุนจากครู
  - ง. การเน้นงาน
  - จ. การแข่งขัน
  - ฉ. ระเบียบและการจัดระเบียบของงาน

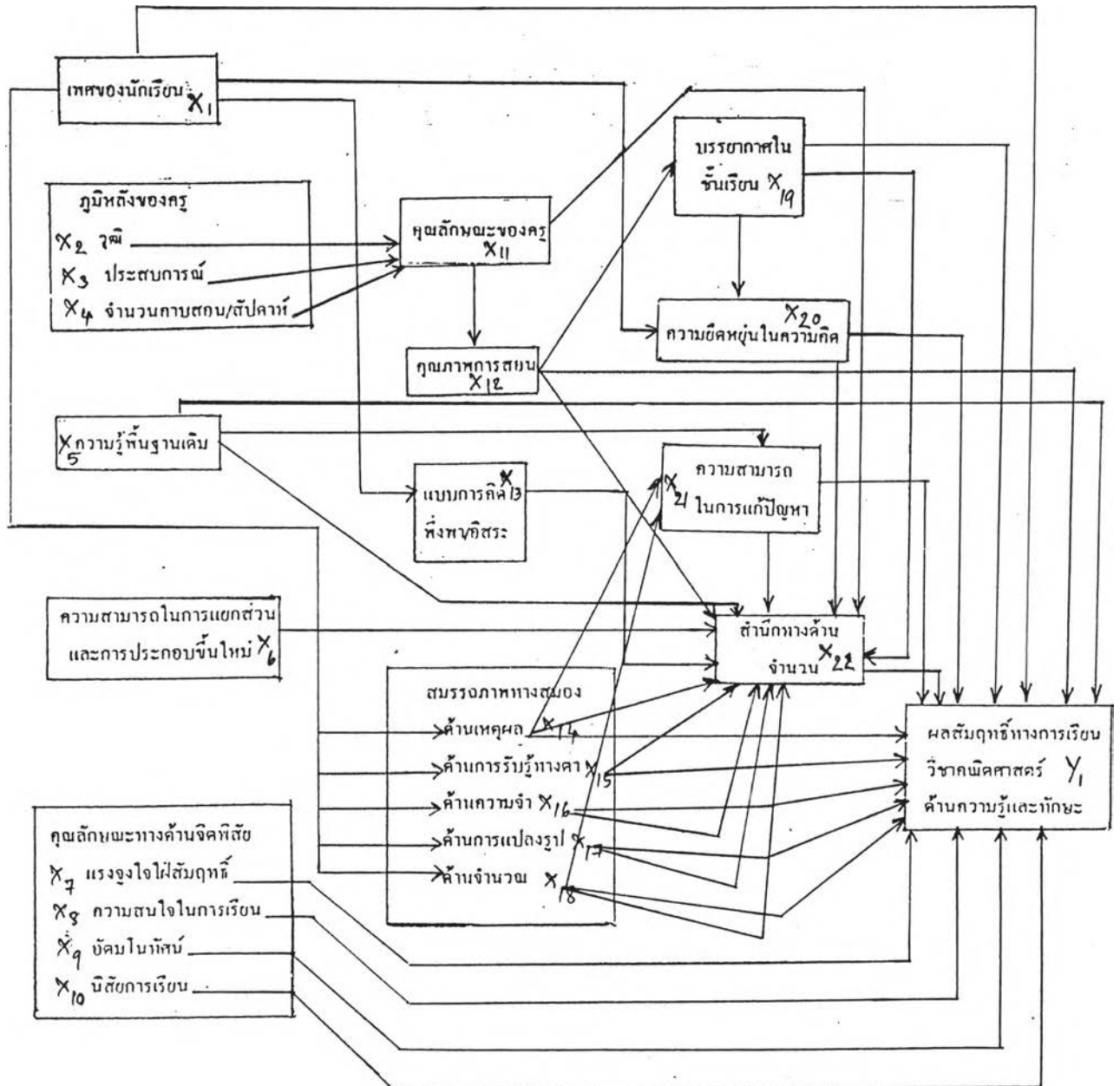
จากแนวคิดเชิงทฤษฎี และผลงานวิจัย ดังที่ได้เสนอไปแล้วทั้งหมด ผนวกกับแนวคิดของผู้วิจัยเอง จึงทำให้ได้ข้อสรุปเพื่อที่จะดำเนินการวิจัยในเรื่อง ผลของสำนักทางด้านจำนวน และตัวแปรคัดสรร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กรุงเทพมหานคร ดังมีรายละเอียดของงานวิจัยดังต่อไปนี้

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

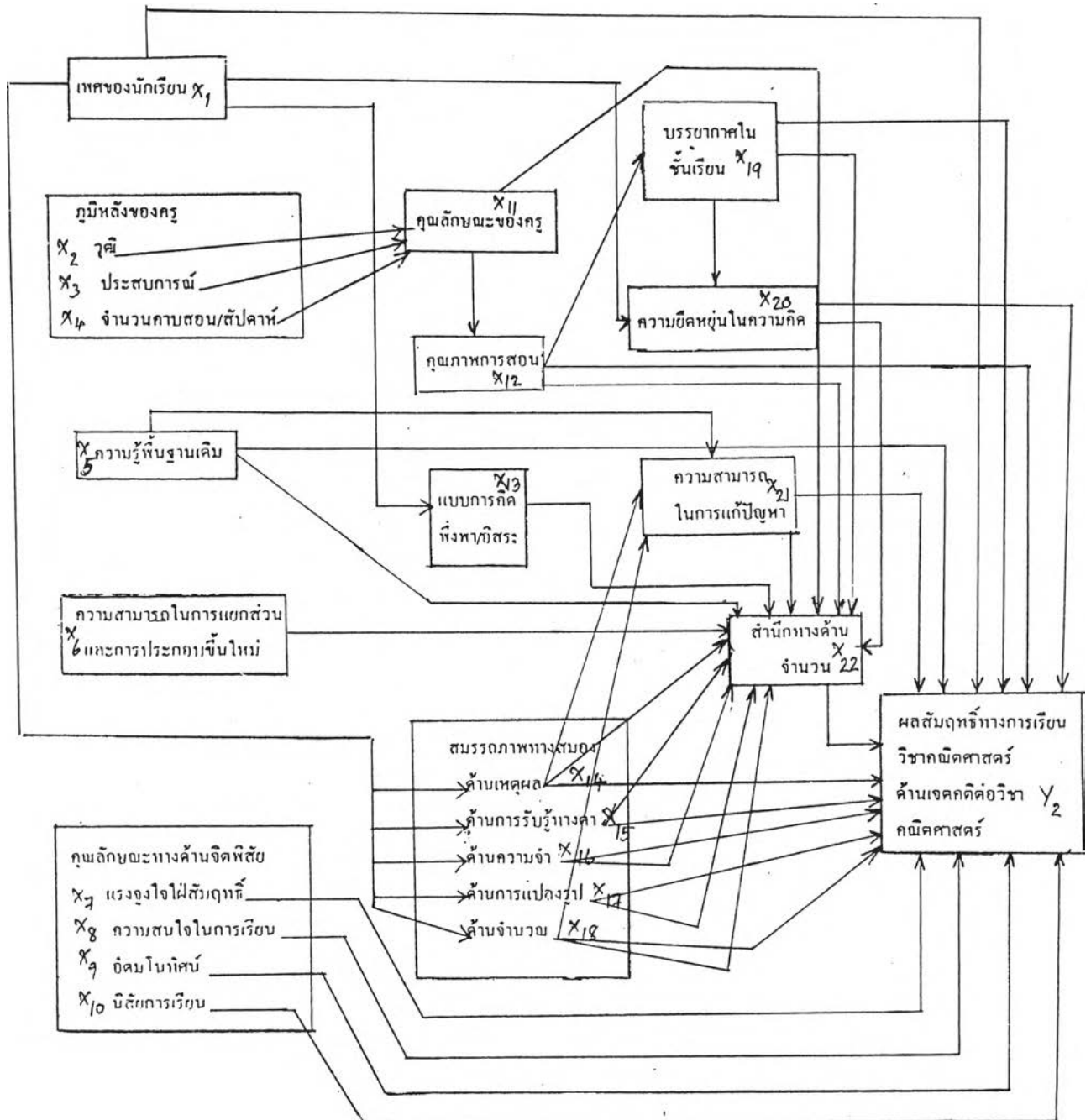
1. ศึกษาสำนักทางด้านจำนวนของนักเรียน
2. วิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสำนักทางด้านจำนวน และตัวแปร  
ตัดสรรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. เพื่อนำเสนอโปรแกรมในการพัฒนาสำนักทางด้านจำนวน

### สมมติฐานของการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีและแนวคิดทางการศึกษา ตลอดจนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ  
เรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบ สมมติฐานการวิจัยที่แสดงความสัมพันธ์เชิง  
สาเหตุและผล ของตัวแปรต่าง ๆ โดยมีสำนักทางด้านจำนวนเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 3 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน เมื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความรู้และทักษะ เป็นตัวแปรเกณฑ์



แผนภูมิที่ 4 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน เมื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ด้านเจตคติ เป็นตัวแปรเกณฑ์



### ขอบเขตของการวิจัย

1. พื้นที่ดำเนินการวิจัย ในระยะที่ 1 คือ โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร
2. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 เป็นนักเรียนที่กำลังเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในกรุงเทพมหานคร โดยมีครูที่ทำการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นผู้ร่วมให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ด้วย
3. พื้นที่ดำเนินการวิจัย ในระยะที่ 2 คือโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
4. ประชากร และกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย ระยะที่ 2 ซึ่งเป็นระยะที่ผู้วิจัย ได้นำโปรแกรมสำนักทางด้านจำนวนที่ได้พัฒนาขึ้น ไปทดลองใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ ในการนี้เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา เท่านั้น
5. เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาในรายวิชา ค 203 และ ค 204 ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)
6. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรเกณฑ์ คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยผลสัมฤทธิ์ทางด้านความรู้และทักษะ และผลสัมฤทธิ์ทางด้านเจตคติ

ตัวแปรทำนาย คือ

1. เพศของนักเรียน
2. สมรรถภาพทางสมอง ได้แก่ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา สมรรถภาพทางสมองด้านความจำ สมรรถภาพทางสมองด้านการแปลงรูป และสมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน
3. สำนักทางด้านจำนวน
4. ความยืดหยุ่นในการคิด
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
6. ความรู้พื้นฐานเดิม
7. แบบการคิดฟังก์พา / อีสระ
8. ความสามารถในการแยกส่วน / ประกอบชิ้นใหม่

9. คุณลักษณะทางด้านจิตนิสัย ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อุตสาหณัตถ์ ความสนใจในการเรียน และนิสัยการเรียน
10. ภูมิหลังของครู ได้แก่ วุฒิ ประสบการณ์ในการสอน และจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์
11. คุณลักษณะของครู ได้แก่ ความสนใจในการสอน และความรับผิดชอบ
12. คุณภาพการสอนของครู ได้แก่ การชี้แนะ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน การเสริมแรง และการให้ผลย้อนกลับ / แก้ไขสิ่งที่บกพร่อง
13. บรรยากาศในห้องเรียน ได้แก่ การมีส่วนร่วม ความผูกพันสัมพันธ์มิตร การสนับสนุนจากครู การเน้นงาน การแข่งขัน และระเบียบและการจัดระบบของงาน

#### ข้อตกลงเบื้องต้น

1. สำนักทางด้านจำนวน เป็นสิ่งที่สามารถฝึกหรือพัฒนาได้
2. ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบสำรวจ และแบบสังเกต เป็นข้อมูลที่ได้จากการตอบด้วยความเต็มใจ และเป็นการสังเกตตามสภาพความเป็นจริง
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลในวัน เวลา และสถานที่แตกต่างกันของผู้วิจัย ไม่มีผลต่อการทำแบบทดสอบ การตอบแบบสอบถาม แบบสำรวจ และการสังเกต

#### ข้อจำกัดของการวิจัย

1. ในการวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสำนักทางด้านจำนวน และตัวแปรคิดสรร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เส้นทาง ในลักษณะของระบบเส้นเดียว ที่มีเส้นโยงไปในทิศทางเดียวกันไม่มีการย้อนทิศทาง (recursive model)
2. ศึกษาเฉพาะตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบทางด้านโรงเรียน และองค์ประกอบด้านตัวนักเรียนเท่านั้น ไม่ได้พิจารณาไปถึงองค์ประกอบที่เป็นสิ่งแวดล้อมทางบ้านของนักเรียน

#### คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. สมรรถภาพทางสมอง หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

1.1 สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการใช้วิจารณญาณในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้ และสามารถหาผลสรุปของความสัมพันธ์นั้นได้ วัดได้จากแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาพ

1.2 สมรรถภาพทางสมองด้านความจำ หมายถึง ความสามารถในการเก็บรายละเอียดต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นโดยสามารถระลึก และถ่ายทอดออกมาได้อย่างถูกต้อง วัดได้จากแบบทดสอบ การจำสัญลักษณ์

1.3 สมรรถภาพทางสมองด้านการรับรู้ทางตา หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ของสิ่งที่ได้พบเห็นได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้อง วัดได้จากแบบทดสอบการหาภาพหรือสัญลักษณ์ที่เหมือนกันและแตกต่างกัน

1.4 สมรรถภาพทางสมองด้านการแปลงรูป หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงหรือจัดองค์ประกอบของข้อมูลเสียใหม่ วัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการแปลงรูป ซึ่งดัดแปลงมาจากแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองทางสัญลักษณ์ด้านการแปลงรูป ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด

1.5 สมรรถภาพทางสมองด้านจำนวน หมายถึง ความสามารถในการที่จะเข้าใจและเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหรือปริมาณมากน้อย วัดจากแบบทดสอบเกี่ยวกับการเรียงลำดับตัวเลข

2. ความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทหรือหลายแนวทาง ซึ่งวัดจากการทำแบบทดสอบความยืดหยุ่นในการคิดที่ปรับปรุงขึ้นตามแนวของทอแรนซ์

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา และความสามารถในการหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. ความรู้พื้นฐานเดิม หมายถึง ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในอดีตของนักเรียน ซึ่งได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับหลักการและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น และคุณสมบัติพื้นฐานทั่วไปทางคณิตศาสตร์ สามารถวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ในรายวิชา ค 101 และ ค 102

5. สำนักทางด้านจำนวน หมายถึง รูปแบบหนึ่งความชำนาญในการคิดอย่างรวดเร็วและยืดหยุ่น ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการคิดคำนวณในใจแบบยืดหยุ่น (Flexible Mental Computation) ความสามารถในการประมาณค่าการคำนวณ (Computational Estimation)

และความสามารถในการตัดสินเชิงปริมาณ (Quantitative Judgement) โดยที่

5.1 ความสามารถในการคิดคำนวณในใจแบบยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณในใจอย่างรวดเร็วและถูกต้อง โดยใช้กระบวนการคิดในหลาย ๆ รูปแบบ ไม่จำเป็นต้องเป็นกระบวนการที่เคยใช้ในชั้นเรียนปกติ

5.2 ความสามารถในการประมาณค่าการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการหาค่าโดยประมาณจากการคำนวณได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ภายในช่วงคำตอบที่กำหนด โดยใช้การคิดในใจ

5.3 ความสามารถในการตัดสินเชิงปริมาณ หมายถึงความสามารถในการกระชยะหรือการคาดคะเนปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องภายในช่วงคำตอบที่กำหนด โดยใช้การคิดในใจ วัดได้จากแบบทดสอบวัดสำนักทางด้านจำนวน ซึ่งปรับปรุงมาจากแบบทดสอบสำนักทางด้านจำนวนของ สกอตต์ (Scott 1986 : 56)

6. แบบการคิด หมายถึง รูปแบบของแต่ละบุคคลในการรับรู้สิ่งเร้าต่าง ๆ การคิดการทำความเข้าใจ การจำ การเก็บความจำ และวิธีถ่ายทอดเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่ได้รับประกอบด้วย

6.1 แบบการคิดฝังพา หมายถึง รูปแบบการคิดซึ่งเป็นการรับรู้สิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ได้พบเห็น ในลักษณะรวม ๆ โดยไม่สามารถวิเคราะห์ และจำแนกสิ่งเร้าได้ อันเนื่องมาจากอิทธิพลของสิ่งเร้าอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง สามารถวัดได้จากการทำแบบทดสอบกลุ่มรูปภาพซ้อน (The Group Embedded Test) ซึ่งพัฒนาโดยวิทกิน และคณะ (Witkin and others 1971)

6.2 แบบการคิดอิสระ หมายถึง รูปแบบการคิด ซึ่งเป็นการรับรู้สิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ได้พบเห็น ในลักษณะของการคิดวิเคราะห์ โดยสามารถจำแนกสิ่งเร้าที่ต้องการออกจากอิทธิพลของตัวลงได้ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง วัดได้จากการทำแบบทดสอบกลุ่มรูปภาพซ้อน

7. ความสามารถในการแยกออกเป็นส่วนย่อย / การประกอบขึ้นใหม่ หมายถึงความสามารถต่อไป

7.1 ความสามารถในการแยกออกเป็นส่วนย่อย หมายถึง ความสามารถในการแยกส่วนรวมทั้งหมด ของสิ่งเร้าหนึ่ง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ซึ่งวัดได้จาก แบบทดสอบวัดความสามารถในการแยกภาพสองมิติ ออกเป็นชิ้นส่วนย่อย ๆ

7.2 ความสามารถในการประกอบชิ้นใหม่ หมายถึง ความสามารถในการนำ ส่วนย่อย ๆ ของสิ่งเร้าหนึ่ง ๆ มาประกอบกันขึ้นใหม่เป็นส่วนรวมทั้งหมด วัดได้จากแบบทดสอบ วัดความสามารถในการประกอบภาพสองมิติ จากชิ้นส่วนย่อย ๆ ของภาพนั้น

8. ความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง สภาวะที่บุคคลรู้สึกมีใจจดจ่อต่อการ เรียนคณิตศาสตร์ โดยการแสดงออกซึ่งความรู้สึกชอบพอคณิตศาสตร์มากกว่าวิชาอื่น ซึ่งสามารถวัด ได้จากแบบทดสอบวัดความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์

9. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง พฤติกรรมและความรู้สึกนึกคิดที่กระตุ้นให้บุคคลมี ความพยายามที่จะกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้สำเร็จ เป้าหมายอันสูงเด่นที่ตั้งไว้โดยไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค หรือพยายามที่จะให้ได้ชัยชนะในการแข่งดีกับคนอื่น ซึ่งแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์นี้วัดได้จากแบบวัดแรง จูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

10. อึดทนโน้ตค้น หมายถึง ความรู้ความเข้าใจหรือความเชื่อที่บุคคลมีต่อตนเองเกี่ยวกับ ความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของตน โดยแสดงออกมาในรูปของพฤติกรรมที่ ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ ไม่ว่าจะ เป็นในหรือนอกชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถวัดได้จากแบบ วัดอึดทนโน้ตค้น

11. นิสัยการเรียน หมายถึง ความเพียรพยายามและวิธีการปฏิบัติตนอย่างสม่ำเสมอ ของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพ เช่นการกำหนดตาราง เวลาในการทำงาน รู้จักแบ่งเวลา รู้วิธีเรียนให้เข้าใจและจำได้เร็ว รู้จักส่งเสริมให้มีสมาธิ เทคนิคการอ่านหนังสือ การเตรียมตัวสอบ การตอบคำถามและการตอบข้อสอบ เป็นต้น วัดได้จาก แบบสำรวจนิสัยการเรียนซึ่งปรับปรุงมาจากแบบสำรวจนิสัยการเรียน ของ ชจรสุดา เหล็กเพชร ซึ่งได้สร้างขึ้นตามแนวของแบบสำรวจนิสัยการเรียน และทัศนคติ ของบราวน์ และโปลซ์แมน

12. ภูมิหลังของครู หมายถึง สถานภาพปัจจุบันของครูและสิ่งที่สะสมอยู่ในตัวครู วัดได้ จากแบบสอบถามสถานภาพครูผู้สอน ซึ่งประกอบด้วย

12.1 วุฒิ ซึ่งหมายถึง วุฒิต่างการศึกษาสูงสุดที่ครูได้รับ

12.2 ประสบการณ์การสอน หมายถึง จำนวนปีที่ครูทำการสอนวิชาคณิตศาสตร์

12.3 จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ หมายถึง จำนวนคาบที่ครูผู้สอนทำการสอนใน 1 สัปดาห์ โดยกำหนดระยะเวลา 1 คาบ เท่ากับ 50 นาที

13. คุณลักษณะของครู หมายถึง พฤติกรรมต่าง ๆ ที่ครูคณิตศาสตร์ได้แสดงออกมา ประกอบด้วย

13.1 ความสนใจในการสอน หมายถึง ความเอาใจใส่ของครูที่มีต่อหน้าที่การสอน และมีความรู้สึกที่ต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ วัดโดยแบบสอบถามถามครูผู้สอน

13.2 ความรับผิดชอบ หมายถึง การปฏิบัติตนของครูต่องานในหน้าที่ทุกอย่าง ไม่ขาดตกบกพร่อง ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามถามครูผู้สอน

14. คุณภาพการสอนของครู หมายถึง พฤติกรรมการสอนของครูที่มีคุณภาพซึ่งเอื้อต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามแนวคิดของบลูม ประกอบด้วย การชี้แนะ ซึ่งหมายถึง การเสนอบทเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ มีความรอบรู้ การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม การเสริมแรง และการให้ข้อมูลย้อนกลับ และแก้ไขสิ่งที่บกพร่อง วัดได้จากแบบสังเกตคุณภาพการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

15. บรรยากาศในชั้นเรียน หมายถึง สภาพแวดล้อมทางจิตวิทยาภายในชั้นเรียน ซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมของครู ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดบรรยากาศในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีของมูส์ โดยปรับปรุงมาจาก แบบทดสอบวัดบรรยากาศในชั้นเรียน ของบลูชม ศรีสะอาด ซึ่งได้ศึกษาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

15.1 การมีส่วนร่วม (Involvement) หมายถึง การที่นักเรียนแสดงออกซึ่งความตั้งใจและสนใจในกิจกรรมต่าง ๆ ของชั้นเรียน เช่น มีส่วนร่วมในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการประสานความคิดร่วมกัน

15.2 ความผูกพันซึ่งกันและกัน (Affiliation) หมายถึง นักเรียนแสดงออกซึ่งความรู้สึกเป็นมิตรต่อกัน เช่น การรู้จักคุ้นเคยกัน ช่วยกันทำงาน มีความพอใจที่ได้ทำงานร่วมกัน

15.3 การสนับสนุนจากครู (Teacher Support) หมายถึง การแสดงออกของครูโดยการให้ความสนใจต่อนักเรียน ใฝ่หาใจนักเรียน สนใจในความคิดของนักเรียน

15.4 การเน้นงาน (Task Orientation) หมายถึง การจัดกิจกรรมที่มุ่งให้บรรลุจุดมุ่งหมายทางวิชาการ โดยไม่ออกนอกเรื่องที่กำลังสอน

15.5 การแข่งขัน (Competition) หมายถึง การที่นักเรียนแข่งขันกัน เพื่อให้ได้รับการยอมรับจากครูหรือเพื่อน

15.6 ระเบียบและการมีระบบงาน (Order and Organization) หมายถึง การเน้นการประพฤติปฏิบัติในชั้น การปฏิบัติตามกฎระเบียบของชั้น และกิจกรรมต่าง ๆ จัดไว้อย่างเป็นระเบียบ

16. นักเรียน หมายถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร

17. ครู หมายถึง ครูคณิตศาสตร์ปัจจุบัน ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

18. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

18.1 ด้านความรู้และทักษะ ซึ่งได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ต่าง ๆ ในรายวิชา ค 203 และ ค 204 ทักษะในการคิดคำนวณ และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในรายวิชา ค 203 และ ค 204 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

18.2 ด้านเจตคติ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในทางดีและไม่ดี วัดได้จาก แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงมาจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของเฟเนเนมา และเชอร์แมน (Fennema and Sherman 1976 : 189-372)

19. ตัวแปรตัดสรร หมายถึง ตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อสำนักทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสังเคราะห์จากหลักการและแนวคิดเชิงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ สำนักทางด้านจำนวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

#### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ข้อความรู้ที่ได้จากการวิจัยนั้น จะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับ การจัดการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์และครูผู้สอนได้ตระหนักถึงความสำคัญของสำนักทางด้านจำนวนที่มีต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน และการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

2. เป็นข้อความรู้ที่ช่วยให้นักการศึกษาและครูผู้สอนได้มองเห็นแนวทาง ในการที่จะพัฒนาสำนักทางด้านจำนวนของนักเรียน โดยพิจารณาถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

3. เป็นแนวทางสำหรับนักการศึกษา ในการวางนโยบายเพื่อปรับปรุงคุณภาพในการจัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น