บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร มีหลักการและมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องอยู่หลายประการ เบื้องต้นคือมโนทัศน์ของปัญหาและโจทย์ปัญหา กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

มโนทัศน์ของปัญหาและโจทย์ปัญหา

ปัญหาและโจทย์ปัญหามีมโนทัศน์สำคัญที่ควรทำความเข้าใจดังนี้

ปัญหาและโจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวันเกิดขึ้นเมื่อสภาพที่ต้องการแตกต่างจากสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ความแตกต่างระหว่างสภาพที่ต้องการกับสภาพที่เป็นอยู่นี้คือปัญหา (ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 383)

ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ คำตอบที่ต้องการจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ แต่ไม่สามารถตอบได้ในทันที จะต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การตัดสินใจ แก้ไขด้วยวิธีการที่เหมาะสม (ชมนาด สืบศรี 2532: 12)

ไตรรงค์ เจนการ (2531 : 15) ให้ความเห็นว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมไปถึงปัญหาที่เป็นภาษาไทย (word problem) กับปัญหาที่เป็นเรื่องรางและปัญหาที่เป็นคำพูด (verbal problem) ปัญหาที่เป็นภาษา ปัญหาที่เป็นเรื่องราวและปัญหาที่เป็นคำพูดมีชื่อเรียกรวมกันว่าโจทย์ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ คำตอบที่ต้องการจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ การหาคำตอบต้องใช้การคิดจากความรู้และประสบการณ์เดิม โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาชนิดหนึ่งมีลักษณะเพิ่มเติมตรงเป็นปัญหาที่เป็นภาษาไทย ปัญหาที่เป็นเรื่องราวและปัญหาที่เป็นคำพูด จึงสามารถใช้หลักการและทฤษฎีของการแก้ปัญหามาอธิบายการแก้โจทย์ปัญหาได้ หลักการและมโนทัศน์ที่นำมาเสนอจึงมีคำว่าปัญหาและโจทย์ปัญหาปะปนกันไป ผู้วิจัยจะใช้คำว่าปัญหาหรือโจทย์ปัญหาคงตามที่ระบุไว้ในแหล่งความรู้ขั้นต้นและตามความหมายที่ต้องการ

<u>ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา</u>

การแก้โจทย์ปัญหามีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องมากมายหลายอย่าง เพื่อความสะดวกในการศึกษาจึงต้องจำแนกองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ

Gagné แบ่งองค์ประกอบในการแก้ปัญหาเป็น 2 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบภายในตัวผู้เรียน กับองค์ประกอบในสถานการณ์การเรียน

Dobson(quoted in Lester 1980: 296) แยกองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ องค์ประกอบเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาและการคิด องค์ประกอบเกี่ยวกับทัศนคติครูและพื้นเพเดิม และองค์ประกอบเกี่ยากับโรงเรียน ชุมชนและหลักสูตร

Lester (1980: 222) แยกองค์ประกอบที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาเป็น 4 องค์ประกอบ คือ ตัวผู้แก้โจทย์ปัญหา ตัวโจทย์ปัญหา กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และการสอน

จากแนวคิดของ Dobson, Lester และ Gagné ผู้วิจัยแบ่งหลักการและมโนทัศน์ที่ค้นคว้ามาจากวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำเสนอได้ตามโครงสร้างดังนี้

1. องค์ประกอบเกี่ยวกับผู้แก้ปัญหา
   - 1.1 องค์ประกอบเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญา
     - 1.1.1 มโนทัศน์เกี่ยวกับเชาวน์ปัญญา
     - 1.1.2 ผลขององค์ประกอบเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญากับความสามารถในการแก้ปัญหา
   - 1.2 องค์ประกอบเกี่ยวกับความรู้และความสามารถพื้นฐาน
   - 1.3 องค์ประกอบอื่น ๆ กับการแก้ปัญหา
2. องค์ประกอบเกี่ยวกับปัญหา
   - 2.1 ส่วนประกอบประเภทของปัญหาและอิทธิพลของปัญหาต่อกระบวนการแก้ปัญหา
   - 2.2 การศึกษาปัจจัยที่ใช้จำแนกความยากของปัญหา
3. องค์ประกอบเกี่ยวกับกระบานการแก้ปัญหา
   - 3.1 มโนทัศน์เกี่ยวกับกระบวนการทางปัญญา
   - 3.2 รูปแบบจำลองกระบวนการแก้ปัญหา
   - 3.3 การศึกษากระบานการแก้ปัญหา
   - 3.4 กระบวนการแก้ปัญหา
   - 3.5 วิธีการแก้ปัญหา
4. องค์ประกอบเกี่ยวกับการสอนแก้ปัญหา

1. <u>องค์ประกอบเกี่ยากับผู้แก้ปัญหา</u>

จุดมุ่งหมายสำคัญของการศึกษาผู้แก้ปัญหาคือต้องการศึกษาว่านักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาได้มากมีคุณลักษณะแตกต่างจากนักเรียนที่แก้ปัญหาได้น้อยอย่างไร อะไรทำให้นักเรียนแก้ปัญหาได้มากน้อยแตกต่างกัน มีการศึกษาวิจัยองค์ประกอบเกี่ยวกับตัวผู้แก้โจทย์ปัญหาเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยแบ่งองค์ประกอบที่เกี่ยวกับผู้แก้ปัญหาได้เป็น 3 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญา องค์ประกอบเกี่ยากับความรู้และความสามารถพื้นฐาน และ องค์ประกอบอื่น ๆ

กับการแก้ปัญหา

1.1 องค์ประกอบเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญา เชาวน์ปัญญาเป็นองค์ประกอบที่อยู่ในผู้แก้ปัญหา เชาวน์ปัญญาเป็นพื้นฐานการคิดแก้ปัญหา มีผู้เสนอมโนทัศน์เกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาและผลขององค์ประกอบเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญากับความสามารถในการแก้ปัญหาไว้สรุปได้ดังนี้

1.1.1 มโนทัศน์เกี่ยวกับเชาวน์ปัญญา

เชาวน์ปัญญา(intelligence)ตามความหมายโดยทั่วไปมีหลายความหมาย เช่น หมายถึงความสามารถในการเรียนรู้ หมายถึงความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ หมายถึงความสามารถในการคิดเชิงนามธรรม ทำให้ไม่มีความหมายที่แท้จริงของเชาวน์ปัญญา นักจิตวิทยาจึงตกลงให้ความหมายของเชาวน์ปัญญาว่า คือสิ่งที่แบบทดสอบเชาวน์ปัญญาทดสอบ จะทราบว่าสิ่งที่ทดสอบคืออะไรโดยการวิเคราะห์ดูจากเนื้อหาของแบบทดสอบนั้นและหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากแบบทดสอบนั้นกับแบบทดสอบอื่น ๆ (ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 348)

โครงสร้างทางเชาวน์ปัญญา มีทฤษฎีที่สำคัญเกี่ยวกับโครงสร้างทางเชาวน์ปัญญา 3 ทฤษฎี คือ ทฤษฎี 2 ตัวประกอบของ Spearman (two-factors theory) ทฤษฎีความสามารถปฐมภูมิทางจิต(primary mental abilities theory) และทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาของ Guilford (Guilford's structure of intillect model) ทั้ง 3 ทฤษฎีมีข้อแตกต่างกันคือ ทฤษฎี 2 ตัวประกอบถือว่า เชาวน์ปัญญาเป็นความสามารถทั่วไป ทฤษฎีความสามารถปฐมภูมิทางจิตถือว่าเชาวน์ปัญญาไม่เป็นความสามารถทั่วไปแต่เป็นความสามารถเฉพาะ และทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาของ Guilford ถือว่าเชาวน์ปัญญาไม่เป็นความสามารถทั่วไปแต่เป็นความสามารถเฉพาะ 120 ความสามารถ ปัญหาเป็นมิติด้านเนื้อหา นักจิตวิทยายังไม่อาจตกลงกันได้ชัดเจนว่า เชาวน์ปัญญามีโครงสร้างอย่างไร แต่ถ้าพิจารณาจากตัวอย่างแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาและผลการวิเคราะห์โครงสร้างเชาวน์ปัญญาแล้วพบว่า แบบทดสอบเชาวน์ปัญญาทดสอบความสามารถในการับรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ความสามารถในการจำและความสามารถเกี่ยวกับการคิดแบบต่าง ๆ (ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 358-363) เชาวน์ปัญญาจึงน่าจะประกอบด้วยความสามารถในการับรู้ ความสามารถในการเรียนรู้

ความสามารถในการจำและความสามารถเกี่ยวกับการคิดแบบต่าง ๆ

พัฒนาการของเชาวน์ปัญญา Piaget ได้วิเคราะห์กระบวนการพัฒนาของความคิดและการเรียนรู้ของเด็กอย่างละเอียด แล้วเสนอเป็นทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญามีสาระสำคัญว่า พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเด็กแบ่งได้เป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ระยะเซนซอรี่-มอเตอร์(sensori-motor) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 0-2 ปี เป็นระยะที่เด็กเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ (sensori) กับการตอบสนอง (motor)

ระยะที่ 2 ระยะปฏิบัติการรูปธรรม(concrete operations period) แบ่งออกเป็น 2 ระยะย่อย คือ ระยะก่อนปฏิบัติการตรงกับช่วงอายุประมาณ 2-7 ปี กับระยะปฏิบัติการรูปธรรมที่แท้จริงตรงกับช่วงอายุประมาณ 7-11 ปี ระยะปฏิบัติการรูปธรรมเป็นระยะที่เด็กเรียนรู้และสามารถใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี มีกระบวนการคิดเฉพาะสิ่งที่เป็นรูปธรรมอย่างมีประสิทธิภาพ ในระยะนี้เด็กจะมีความคิดในเรื่องการอนุรักษ์ปริมาณ การอนุรักษ์ปริมาตร การอนุรักษ์น้ำหนัก ลดการคิดแบบยึดตนเองเป็นศูนย์กลางลงจนรับรู้สิ่งต่าง ๆ ในทรรศนะผู้อื่นได้ และจะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเวลา ความเร็วกับระยะทางของการเคลื่อนที่ได้

ระยะที่ 3 ระยะปฏิบัติการนามธรรม(formal operations period) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11-15 ปีเป็นต้นไป ในระยะนี้เด็กจะเริ่มคิดในรูปของการตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน สามารถคิดในเชิงตรรกได้ คิดในสิ่งที่เกินเลยจากการรับรู้ได้

Piaget เชื่อว่ามนุษย์ทุกคนจะพัฒนาถึงขั้นปฏิบัติการนามธรรม แต่ข้อเท็จจริงจากการศึกษาพบว่ายังมีผู้ที่มีความสามารถปฏิบัติการนามธรรมอยู่ในระดับต่ำอยู่เป็นจำนวนมาก (ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 364-367)

ความสัมพันธ์และความคงที่ของเชาวน์ปัญญาที่ระดับอายุต่าง ๆ เชาวน์ปัญญาในระยะปฏิบัติการรูปธรรม มีความสัมพันธ์กับเชาวน์ปัญญาในระยะปฏิบัติการนามธรรมสูงมาก และเชาวน์ปัญญาในช่วงอายุ 5-7 ปี มีความสัมพันธ์กับเชาวน์ปัญญาเมื่ออายุ 17-18 ปีสูงมาก (ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 368)

Schale และ Strother (1968 อ้างถึงใน ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 368) พบว่า ความสามารถของตัวเลขและภาษาค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้นจนถึงอายุ 60 ปี แล้วจึงค่อย ๆ เสื่อมถอย ความสามารถทางเหตุผลค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้นจนถึงอายุประมาณ 40-45 ปี แล้วค่อยเสื่อมถอย ความสามารถที่เกี่ยวกับความไวและความคล่องแคล่วจะเริ่มเสื่อมถอยตั้งแต่อายุประมาณ 20-30 ปี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเชาวน์ปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับเชาวน์ปัญญา แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้ขึ้นอยู่กับเชาวน์ปัญญาอย่างเดียว ยังขึ้นอยู่กับความขยันหมั่นเพียรด้วย หากพิจารณาความสำคัญระหว่างผลของเชาวน์ปัญญากับความขยันหมั่นเพียรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักจิตวิทยาเชื่อว่าเชาวน์ปัญญามีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าความขยันหมั่นเพียร (ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 369)

จากที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่า เชาวน์ปัญญาน่าจะประกอบด้วยความสามารถในการรับรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ความสามารถในการจำและความสามารถในการคิดแบบต่าง ๆ พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเด็กแบ่งเป็น 3 ระยะ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (อายุประมาณ 9 - 12 ปี) อยู่ในช่วงระหว่างระยะปฏิบัติการรูปธรรมในช่วงนี้นักเรียนจะมีความสามารถในการใช้ภาษา การคิดสิ่งที่เป็นรูปธรรม การอนุรักษ์ปริมาณ ปริมาตรและน้ำหนัก กับระยะปฏิบัติการนามธรรมซึ่งเริ่มคิดในรูปการตั้งสมมุติฐาน การทดสอบสมมุติฐาน อันเป็นกระบวนการแก้ปัญหาได้

1.1.2 ผลขององค์ประกอบเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญากับความสามารถในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญามีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างไร มีการศึกษาวิจัยผลขององค์ประกอบเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาหลาย ๆ อย่างกับความสามารถในการแก้ปัญหา สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ระวีวรรณ พ่วงวิจิตร (2524: จ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการอนุรักษ์จำนวนกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หนึ่ง พบว่า ความสามารถในการอนุรักษ์จำนวนกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.569

นุสรา พิมพ์อาภรณ์ (2530: ง) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถเชิงตรรกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงตรรกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และความคิดเชิงตรรกระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

กมล ชื่นทองคำ (2527: จ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ต่อกันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4401

วิชัย พาณิชย์สวย (2522: จ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบเอกนัยทางสัญลักษณ์ กับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับความคิดแบบเอกนัยทางสัญลักษณ์ มีความสัมพันธ์ต่อกันในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.496

จากงานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า องค์ประกอบทางเชาวน์ปัญญาในเรื่องความสามารถในการอนุรักษ์จำนวน ความสามารถเชิงตรรก ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และความสามารถในการคิดแบบเอกนัยทางสัญลักษณ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาในทางบวก

1.2 องค์ประกอบเกี่ยวกับความรู้และความสามารถพื้นฐาน

นอกจากองค์ประกอบทางเชาวน์ปัญญาจะมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาแล้ว มีการศึกษาพบว่ายังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ ความสามารถในการอ่านและทักษะการคำนวณเป็นพื้นฐานอย่างหนึ่งที่จะทำให้แก้ปัญหาสำเร็จ (Lester 1980: 297) มีงานวิจัยที่ให้ข้อสรุปเช่นนี้คือ

Gage (1990: 3461-A) ได้ศึกษาผลของการรู้ความหมายคำต่อความสามารถในการแก้ปัญหากับนักเรียนเกรดหก พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงหรือต่ำที่ผ่านการฝึกทักษะการเข้าใจหรือการเข้าใจความหมายคำมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกฝนอย่างมีนัยสำคัญ นักเรียนที่ผ่านการฝึกมีการคำนวณผิดพลาดน้อยลง และมีการเลือกวิธีการทำผิดพลาดน้อยลง

Bradbard (1990: 1935-A) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการเขียนวรรณคดีสำหรับเด็กกับนักเรียนเกรดสี่ และนักเรียนเกรดหก พบว่า การใช้วิธีอ่านดัง ๆ คิดดัง ๆ และการเขียนวรรณคดีสำหรับเด็กเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ข้อค้นพบของ Gage, Bradbard สนับสนุนความคิดของ Lester ว่าความสามารถในการอ่านเป็นพื้นฐานอย่างหนึ่งที่จะทำให้แก้ปัญหาได้ และมีผู้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหา โดยระบุความสามารถทางคณิตศาสตร์ในขอบเขตที่ชัดเจน สรุปได้ดังนี้

สุมาลี รัตนพันธุ์ (2523: จ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะคณิตศาสตร์ขั้นมูลฐานกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ทักษะคณิตศาสตร์ขั้นมูลฐานซึ่งประกอบด้วย 6 ทักษะ คือ ทักษะการเปรียบเทียบ ทักษะการใช้ตัวเลข ทักษะการคำนวณ ทักษะการวัด ทักษะการสร้างรูปเรขาคณิต ทักษะการเขียนและอ่านกราฟ กับความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ต่อกันในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รวมเท่ากับ 0.6495 ทั้งนี้ทักษะการคำนวณมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากที่สุดคือ เท่ากับ 0.5170 ส่วนทักษะการเปรียบเทียบมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์น้อยที่สุดคือ เท่ากับ 0.2618 โดยทุกค่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Potempa (1990: 2375-A) ได้ศึกษาทักษะการคิดคำนวณกับความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะการคิดคำนวณที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย การบวก การลบ การคูณ การหารเลขจำนวนเต็ม การคำนวณ เศษส่วน ทศนิยม เปอร์เซนต์ พบว่า ทักษะการคิดคำนวณที่ศึกษามีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา

017030

ข้อค้นพบของสุมาลีกับ Potempa มีความสอดคล้องกันว่า ทักษะการคำนวณมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาในทางบวก และมีส่วนเพิ่มเติมต่อกันว่า ทักษะการเปรียบเทียบ ทักษะการใช้ตัวเลข ทักษะการคำนวณ ทักษะการวัด ทักษะการสร้างรูปเรขาคณิต ทักษะการเขียนและอ่านกราฟ กับ การบวก การลบ การคูณ การหารเลขจำนวนเต็ม การคำนวณเศษส่วน ทศนิยม เปอร์เซนต์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาในทางบวก

กมล ชื่นทองคำ (2527: ฉ) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 งานวิจัยนี้ช่วยสนับสนุนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นผลจากทักษะทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่าความสามารถในการอ่านและทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญที่จะทำให้แก้ปัญหาสำเร็จ ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาได้แก่ ทักษะการคำนวณ บวก ลบ คูณ หารเลขจำนวนเต็ม การคำนวณเศษส่วน ทศนิยม เปอร์เซนต์ ทักษะการเปรียบเทียบ ทักษะการใช้ตัวเลข ทักษะการคำนวณ ทักษะการวัด ทักษะการสร้างรูปเรขาคณิต ทักษะการเขียนและอ่านกราฟ

1.3 องค์ประกอบอื่น ๆ กับการแก้ปัญหา

นอกจากองค์ประกอบทางเชาวน์ปัญญาและองค์ประกอบเกี่ยวกับความรู้และความสามารถพื้นฐานแล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีผลต่อการแก้ปัญหาอีก คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (2524: 142) กล่าวว่า นักเรียนยังต้องมี ความใฝ่ใจใคร่รู้ มีความกระตือรือร้น ความอยากรู้อยากเห็น มีศรัทธา มีกำลังใจ และมีความอดทนในการคิดแก้ปัญหาอีกด้วย สิ่งที่กล่าวมานี้จัดเป็นองค์ประกอบด้านทัศนคติและอารมณ์

ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบอื่นเช่น เพศ การฝึกฝน อายุ การอบรมเลี้ยงดู สภาพสังคม อย่างไร มีผู้ศึกษาไว้ดังนี้

Vilson (1972 quoted in Lester 1980: 297)พบว่า นักเรียนชายแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนหญิง

Stengel, Leblanc, Jacobson and Lester (1977: 46 qouted in Lester 1980: 296) พบว่า นักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกฝนการแก้ปัญหาจะใช้วิธีการลองผิดลองถูกอย่างเดียว

Lester (1980: 296) ได้ศึกษาพัฒนาการของพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนเกรด 1 ถึงเกรด 12 พบว่านักเรียนที่มีอายุสูงกว่ามีพฤติกรรมการแก้ปัญหาในเรื่องเวลาและจำนวนครั้งที่ผิดน้อยกว่านักเรียนที่อายุน้อยกว่า

ชมนาด สืบศรี (2532: ง) ได้เปรียบเทียบความสามารถในกระบานการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานครที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูต่างกัน จำนวน 456 คน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตยมีความสามารถในกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย และแบบปกป้องคุ้มครองมากจนเกินไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย และแบบปกป้องคุ้มครองมากจนเกินไปมีความสามารถในกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ทัศนี โรจนรวีวงศ์ (2530: ง) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนรัฐบาล 351 คนและโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม 414 คน ในเขตการศึกษา 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 2 มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 43.53 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนรัฐบาลมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

จากที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่า องค์ประกอบด้านทัศนคติและอารมณ์เช่น ความใฝ่ใจใคร่รู้ ความกระตือรือร้น ความอยากรู้อยากเห็น ศรัทธาและกำลังใจ กับองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ เพศ การฝึกฝนการแก้ปัญหา อายุ การอบรมเลี้ยงดู สภาพสังคม มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา เมื่อนำองค์ประกอบเกี่ยวกับผู้แก้ปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดมาพิจารณารวมกัน ผู้วิจัยคิดว่าองค์ประกอบที่กล่าวมานี้มีความเกี่ยวพันกัน โดยองค์ประกอบด้านทัศนคติและอารมณ์และองค์ประกอบอื่น ๆ จะมีผลต่อองค์ประกอบทางเชาวน์ปัญญา กับองค์ประกอบเกี่ยากับความรู้และความสามารถพื้นฐาน ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

2. <u>องค์ประกอบเกี่ยวกับปัญหา</u>

ตัวปัญหาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหา ปัญหาเป็นงานที่ผู้แก้ปัญหาต้องทำ มีผู้สนใจศึกษาเรื่องปัญหาไม่มากนัก จุดมุ่งหมายสำคัญในการศึกษาปัญหาคือ การหาปัจจัยสำคัญที่จะใช้จำแนกความยากของปัญหาและผลของปัญหาต่อกระบวนการแก้ปัญหา ผู้วิจัยแบ่งองค์ประกอบเกี่ยวกับปัญหาตามที่ศึกษามาเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนประกอบประเภทของปัญหาและอิทธิพลของปัญหาต่อกระบวนการแก้ปัญหา กับการศึกษาปัจจัยที่ใช้จำแนกความยากของปัญหา แต่ละส่วนมีสาระสำคัญพอสรุปได้ดังนี้

2.1 ส่วนประกอบ ประเภทของปัญหาและอิทธิพลของปัญหาต่อกระบวนการแก้ปัญหา

Lester (1980: 289) แบ่งส่วนประกอบภายในปัญหาเป็น 3 ส่วน คือ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ของปัญหา รูปแบบของปัญหาและโครงสร้างของปัญหา

การศึกษาเรื่องการแก้ปัญหาของผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ที่ผ่านมา มีเนื้อหาและรูปแบบที่ศึกษาแตกต่างกัน เนื้อหาที่นำมาศึกษาได้แก่ เลขคณิต เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส รูปแบบของปัญหาที่นำมาศึกษามีความกว้างตั้งแต่ปัญหาการคิดคำนวณธรรมดาจนถึงปัญหาที่มีความสลับซับซ้อนเช่น ปัญหาหอคอยเมืองฮานอย (puzzle problem of the tower of Hanoi) ขั้นตอนที่ใช้มีตั้งแต่ 1 ขั้นตอนจนถึงขั้นตอนที่สลับซับซ้อนมากมาย (Lester 1980: 290)

ในการศึกษาการแก้ปัญหามีผู้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ หลายชนิด Leblance, Proudfit and Putt (1980: 104-105) แบ่งเป็นปัญหาที่ใช้คิดคำนวณทั่วไป และปัญหาต้องใช้กระบวนการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น Polya (1977 อ้างถึงในชมนาด สืบศรี 2532: 13) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ลักษณะคือ ปัญหาให้ค้นหาและปัญหาให้พิสูจน์ ปัญหาที่ให้ค้นหามีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการให้ค้นหา ข้อมูลที่กำหนดและเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับข้อมูลที่กำหนด ส่วนปัญหาที่ให้พิสูจน์เป็นปัญหาซึ่งให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่า "ข้อความที่กำหนดเป็นจริง" หรือ "ข้อความที่กำหนดเป็นเท็จ" มีส่วนประกอบสำคัญคือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องการพิสูจน์ Krulik และ Reys (1980 อ้างถึงในชมนาด สืบศรี 2532: 13) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 5 ชนิด คือ ปัญหาที่เป็นความรู้ความจำ ปัญหาด้านพีชคณิต ปัญหาที่เป็นการประยุกต์ใช้ ปัญหาที่ไม่สมบูรณ์หรือให้ค้นหาสิ่งที่หายไป และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ นอกจากนี้ยังมีการแบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาเป็นประเภทอื่น ๆ ตามเกณฑ์ต่าง ๆ อีกหลายชนิด การใช้เนื้อหาและประเภทของปัญหาแตกต่างกันมากมายในการศึกษาการแก้ปัญหานี้ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สรุปผลการศึกษาแก้ปัญหาจากงานวิจัยต่าง ๆ เป็นภาพรวมได้ยาก (Lester 1980: 290)

ปัญหาจะส่งผลหรือมีความเกี่ยวพันอย่างใกล้ชิดกับ ความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหาของผู้แก้ปัญหา กระบวนการทางปัญญา (cognitive processes) วิธีการแก้ปัญหาพื้นฐาน (heuristic strategies) และความซับซ้อนของปัญหา(complexity of task) (Lester 1980: 290) การเลือกใช้ปัญหาเพื่อฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาจึงเป็นเรื่องสำคัญ ควรพิจารณาเลือกให้เหมาะสม แต่ครูผู้สอนทั่วไปมักมองข้ามส่วนนี้กลับนิยมเลือกใช้ปัญหาข้อที่ยาก ๆ

จากที่กล่าวมานี้ สรุปได้ว่า ปัญหามีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ เนื้อหา รูปแบบของปัญหา และโครงสร้างของปัญหา ปัญหามีผลต่อองค์ประกอบในการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหา สามารถนำเนื้อหา รูปแบบและโครงสร้างมาแบ่งปัญหาเป็นประเภทต่าง ๆ ได้หลายแบบ

2.2 การศึกษาปัจจัยที่ใช้จำแนกความยากของปัญหา

การศึกษาปัจจัยที่ใช้จำแนกความยากของปัญหาเป็นจุดสำคัญของการศึกษาองค์ประกอบเกี่ยวกับปัญหา ปัจจัยที่นำมาใช้จำแนกความยากของปัญหา ได้แก่ เนื้อหา ลักษณะของปัญหา (problem representation) วิธีการนำเสนอ(method of presentation) และโครงสร้างของปัญหา(structural parameters inherent in the problem) (Lester 1980: 291) มีผู้ศึกษาปัจจัยที่ใช้จำแนกความยากของปัญหาสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

Barnett (1975 quoted in Lester 1980: 293) ใช้สำนวนภาษาของโจทย์ปัญหา การคำนวณ และกระบวนการที่ใช้ในปัญหานั้นเป็นปัจจัยประมาณความยากของปัญหา

Caldwell (1977 quoted in Lester 1980: 292) แยกความยากของโจทย์ปัญหาตาม ความยาวของปัญหา ระดับความยากของคำที่ใช้ ลำดับของข้อความและจำนวนที่กำหนดให้ในปัญหา ปัจจัยที่ Cardwell ใช้จำแนกความยากของโจทย์ปัญหา เป็นไปในทางเดียวกันกับ Barnett

มนูญ อรุณไพโรจน์ (2517: ง-จ) ได้ศึกษาแบบโจทย์ปัญหาเลขคณิตที่ยากสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนเทศบาลในเขตปทุมวัน 690 คน แต่งานวิจัยนี้ไม่ได้ศึกษาปัจจัยที่ใช้จำแนกความยากของโจทย์ปัญหา เป็นการนำเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมาแยกว่าโจทย์ปัญหาแบบใดยาก ผลการศึกษาพบว่าโจทย์ปัญหาเลขคณิตบวก ลบ คูณและหารที่ยากสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มี 18 แบบ ตามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นใช้เป็นแบบสอบ

จากที่กล่าวมานี้แสดงว่าปัจจัยที่ใช้จำแนกความยากของปัญหามีหลายปัจจัย ปัจจัยส่วนหนึ่งที่ผู้วิจัยพบได้แก่ เนื้อหา ลักษณะของปัญหา วิธีการนำเสนอ โครงสร้างของปัญหา ในส่วนที่เกี่ยวกับภาษามีปัจจัยเรื่อง สำนวนภาษาของโจทย์ ความยากของคำ ลำดับของข้อความที่เสนอ นอกจากนี้ยังมีเรื่องการคำนวณและกระบวนการที่ใช้ จำนวนที่กำหนดให้และความยาวของปัญหา

จากการพูดคุยกับครูที่สอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ครูหลายท่านได้ให้ความเห็นว่าโจทย์ปัญหาในแบบเรียนมีจำนวนและรูปแบบไม่มากพอที่จะใช้ฝึกฝนให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามต้องการ (สาคร ช่วยเวช, สัมภาษณ์) สอดคล้องกับที่ Morris (1987: 1) กล่าวว่า ปัญหาในหนังสือเรียนเป็นปัญหาที่ใช้ฝึกฝนเรื่องการคิดคำนวณเป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถใช้ปัญหาเหล่านี้เพียงอย่างเดียวในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ จึงควรมีกิจกรรมหรือปัญหาพิเศษที่ช่วยเสริมให้นักเรียนได้สนใจพัฒนากระบวนการและทักษะที่จำเป็นในการแก้ปัญหาอย่างจริงจัง

3. องค์ประกอบเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา

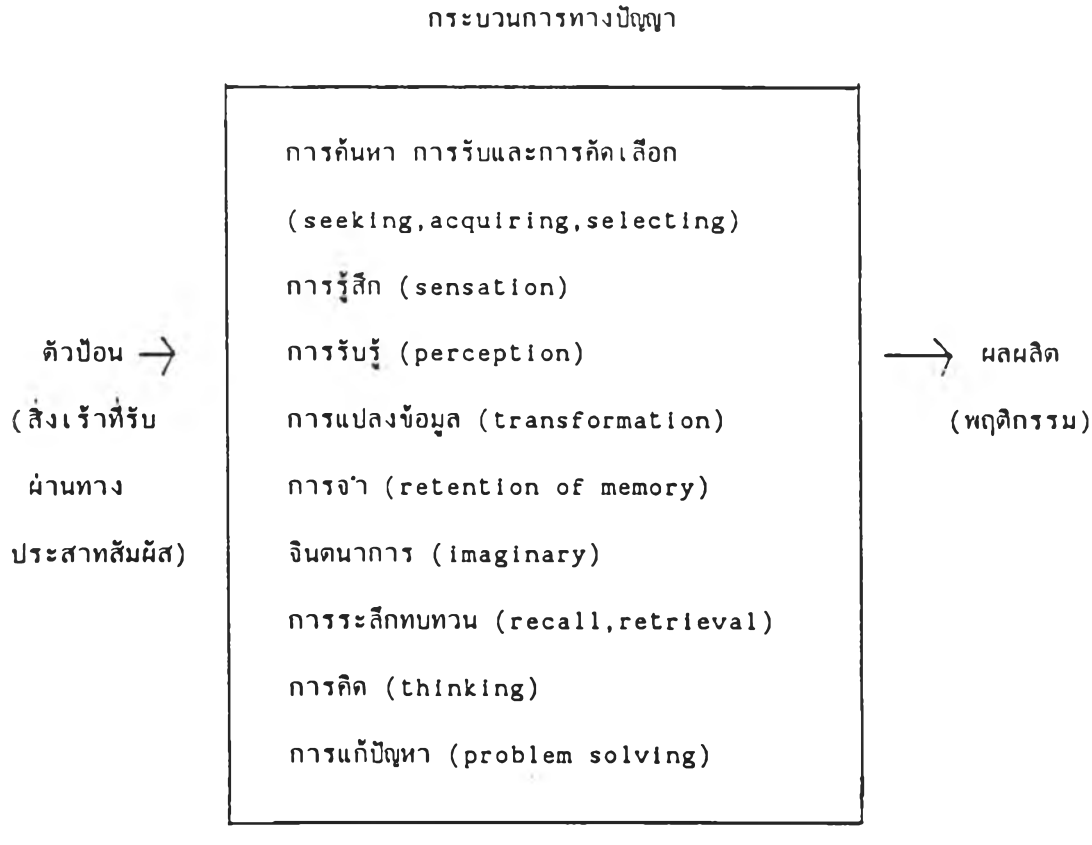
จุดมุ่งหมายสำคัญในการศึกษากระบวนการของนักคณิตศาสตร์คือ การจำแนกกระบวนการที่ผู้แก้ปัญหาได้สำเร็จใช้และการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ศึกษากระบวนการแก้ปัญหา

ความรู้ที่จะใช้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาเป็นเรื่องที่ลึกซึ้งเป็นนามธรรม เพราะกระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมอง เรียกว่ากระบวนการทางปัญญา (cognitive process) การทำความเข้าใจกับกระบวนการแก้ปัญหาจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางปัญญาก่อน โดยใช้พื้นฐานความรู้ทางจิตวิทยาของนักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม (cognitivism) และกลุ่มพฤติกรรมนิยม (behaviorism) มีมโนทัศน์พื้นฐานที่ควรเข้าใจคือ มโนทัศน์เกี่ยวกับกระบวนการทางปัญญา และรูปแบบจำลองของกระบวนการแก้ปัญหา

3.1 มโนทัศน์เกี่ยวกับกระบวนการทางปัญญา

กรมวิชาการ (2530 ก: 3-7,ค: 3-11) ได้ทำโครงการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนทางด้านความรู้ความคิดของเด็กวัยประถมศึกษา โครงการนี้ได้พิจารณาผลการวิจัยและแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถทางความรู้ความคิดของเด็กวัยประถมศึกษา แล้วเสนอลักษณะกระบานการทางปัญญา และรูปแบบจำลองการประมวลผลข้อมูลที่เกิดขึ้นในสมองไว้สรุปได้ดังนี้

กระบวนการทางปัญญาเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองของมนุษย์ ยังศึกษาโดยตรงไม่ได้ แต่สามารถคาดคะเนได้ว่าเกิดกระบวนการทางปัญญาขึ้น กระบวนการทางปัญญามีหลายอย่าง ได้แก่ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการรับข้อมูล การจัดกระทำกับข้อมูลจนแสดงออกมาเป็นพฤติกรรม แสดงลักษณะกระบวนการทางปัญญาได้ดังแผนภูมิที่ 1



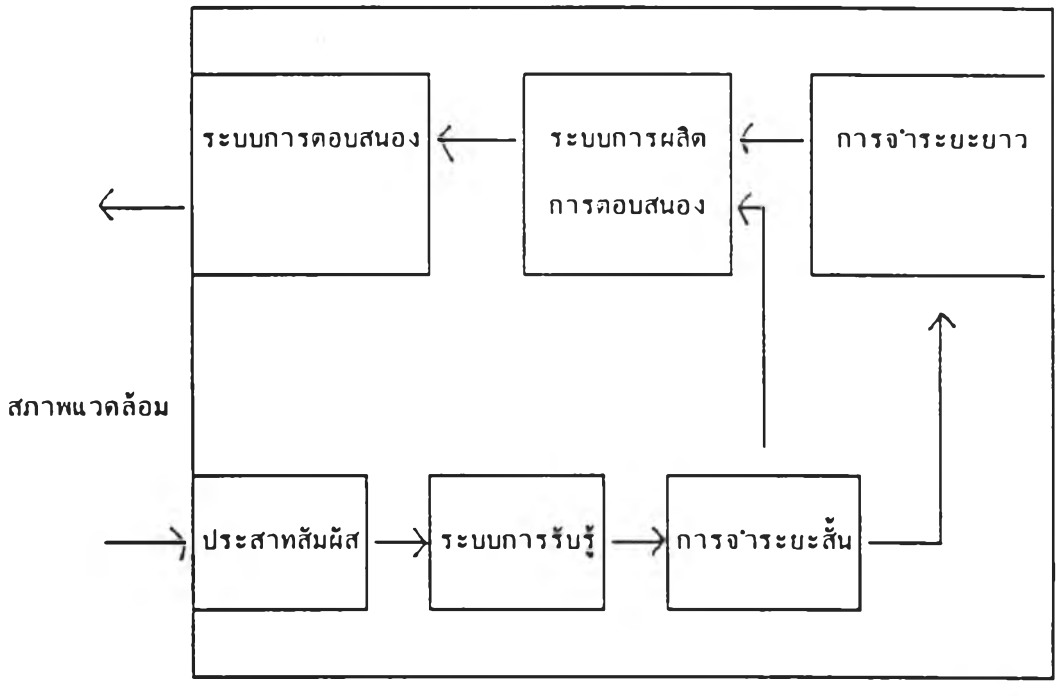
แผนภูมิที่ 1 แสดงลักษณะกระบวนการทางปัญญา

(ภาพจากกรมวิชาการ 2530 ก : 4)

แผนภูมิที่ 1 นี้อธิบายว่ากระบวนการทางปัญญาได้แก่ การคิดหา การเลือก การรับรู้ ผ่านทางประสาทสัมผัส จะเกิดขึ้นหลังจากมีตัวป้อนซึ่งจัดเป็นสิ่งเร้า ทำให้ได้พฤติกรรมเป็นผลผลิตกระบวนการทางปัญญามีการดำเนินการต่อเนื่องกัน ตั้งแต่การรับรู้ผ่านเข้ามาทางประสาทสัมผัส มีการค้นหา การเลือก อาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปของสิ่งที่รับรู้ผ่านกระบวนการใส่รหัสและถอดรหัส จนเกิดการจำ เกิดการคิด การแก้ปัญหาและจนเกิดพฤติกรรมเป็นผลผลิตออกมา

การที่สมองส่วนกลางทำหน้าที่แปลงสิ่งที่รับรู้เข้ามาเป็นรหัสและดำเนินการต่าง ๆ ทำให้เปรียบสมองส่วนกลางเป็นเสมือนศูนย์กลางดำเนินการ (CPU.) ของคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่จัดกระทำกับข้อมูล โดยการช่วยเหลือของหน่วยความจำและหน่วยควบคุมจนออกเป็นผลลัพธ์ได้

Gagné (1984 อ้างถึงในกรมวิชาการ 2530 ก: 5, ค: 7) เสนอรูปแบบจำลองการประมวลข้อมูลในสมอง ทำนองเดียวกันกับกรมวิชาการ ดังแผนภูมิที่ 2



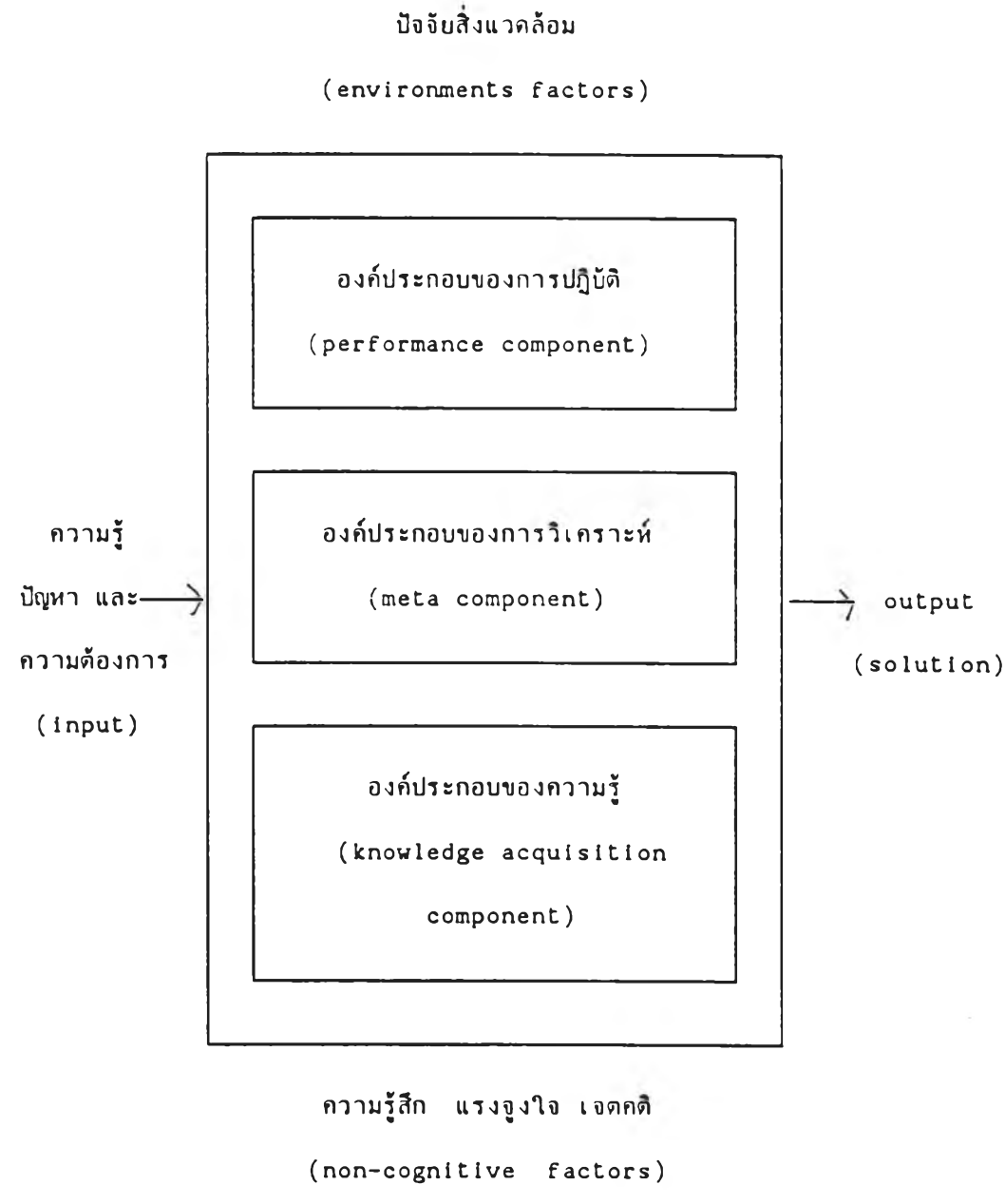
แผนภูมิที่ 2 รูปแบบของการประมวลข้อมูลตามความคิดของ Gagné

(ภาพจากกรมวิชาการ 2530 ก: 6)

แผนภูมิที่ 2 นี้มีส่วนเพิ่มเติมคือการจำ หลังจากระบบประสาทสัมผัสรับสิ่งเร้าเข้ามาจากสิ่งแวดล้อม จะมีการรับรู้โดยระบบการรับรู้ว่ามีสิ่งเร้าเข้ามา เกิดเป็นความจำระยะสั้นและอาจเกิดความจำระยะยาว เกิดการผลิตปฏิกิริยาสนองตอบตามข้อมูลที่เข้ามาหรือตามความจำที่มีอยู่เดิม แสดงออกมาโดยระบบการตอบสนองเป็นพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เข้ามา

หากจะแบ่งองค์ประกอบของกระบวนการทางปัญญาที่กล่าวมาตามแนวคิดในการประมวลผลข้อมูล จะแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อหาสารสนเทศ (information) หรือข้อมูล กับ ส่วนที่เป็นกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลเหล่านั้น หรือส่วนประมวลข้อมูล (processing) จากการแบ่งเช่นนี้ เมื่อมีสิ่งเร้าเกิดขึ้นสิ่งเร้าจะถูกแปลงสัญลักษณ์เป็นข้อมูล ให้กระบวนการทางปัญญาในสมองจัดกระทำ สมองของมนุษย์จึงทำหน้าที่เป็นเครื่องประมวลข้อมูล (processor) คล้ายกับการทำงานของคอมพิวเตอร์

Sternberg (1985 อ้างถึงใน กรมวิชาการ 2531 ค: 7) ได้เสนอรูปแบบของการประมวลข้อมูลดังแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 รูปแบบการประมวลข้อมูลตามความคิดของ Sternberg

(ภาพจากกรมวิชาการ 2530 ก: 7)

แผนภูมิที่ 3 นี้ อธิบายว่า ความรู้ ปัญหา และความต้องการ จะผ่านเข้ามาในสมอง มีองค์ประกอบของการปฏิบัติ องค์ประกอบของการวิเคราะห์ และองค์ประกอบของความรู้ เป็นส่วนจัดกระทำจนได้ผลผลิตเช่นแนวทางการแก้ปัญหา และยังมีสิ่งแวดล้อม ความรู้สึก แรงจูงใจและเจตคติเป็นองค์ประกอบภายนอก รูปแบบการประมวลข้อมูลตามความคิดของ Sternberg ช่วยอธิบายว่าทำไมองค์ประกอบเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญา องค์ประกอบเกี่ยวกับ

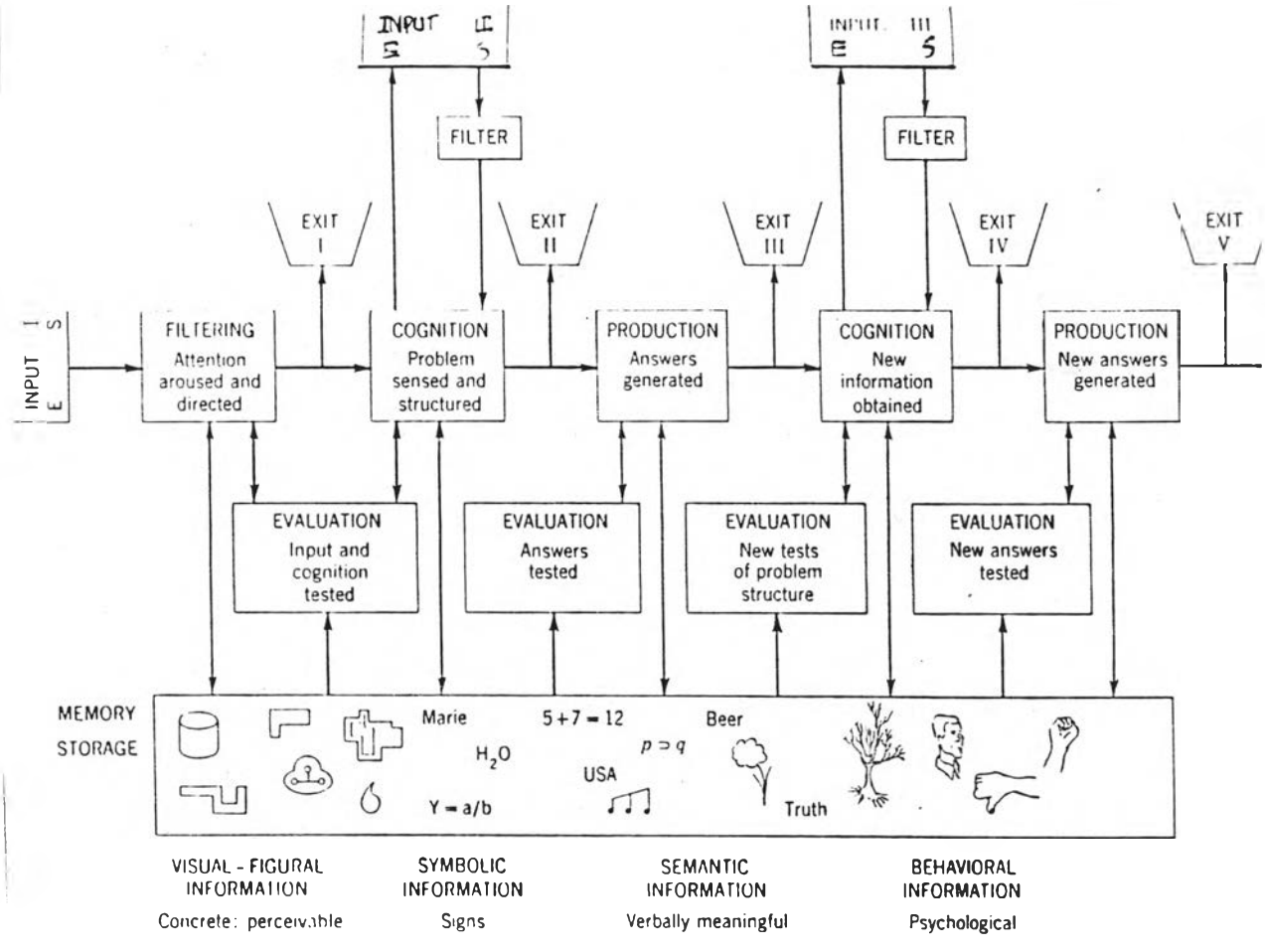
ความรู้และความสามารถพื้นฐาน และ องค์ประกอบด้านทัศนคติและอารมณ์ จึงมีผลต่อการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมานี้ แสดงให้เห็นลักษณะกระบวนการทางปัญญาอันเป็นการกระทำของสมอง สรุปได้ว่ากระบวนการทางปัญญาประกอบด้วย การค้นหา การรับ การคัดเลือก การรู้สึก การแปลงข้อมูล การจำ การจินตนาการ การระลึกทบทวน การคิด การแก้ปัญหาก็จัดเป็นกระบวนการทางปัญญาลักษณะหนึ่ง กระบวนการทางปัญญาจะเริ่มทำงานอย่างต่อเนื่องตั้งแต่รับสิ่งเร้าเข้ามาจนเกิดพฤติกรรมตอบสนอง Gagne เสนอรูปแบบจำลองการประมวลข้อมูลในสมองโดยเรียงลำดับการกระทำตั้งแต่การรับรู้ การจำ จนถึงการตอบสนอง Sternberg ก็ได้เสนอรูปแบบจำลองการประมวลข้อมูลในสมองโดยแยกออกเป็น 3 องค์ประกอบใหญ่คือ องค์ประกอบของการปฏิบัติ องค์ประกอบของการวิเคราะห์ และองค์ประกอบของความรู้ โดยมีปัจจัยสิ่งแวดล้อม ความรู้สึก แรงจูงใจและเจตคติเป็นองค์ประกอบภายนอก

3.2 รูปแบบจำลองของกระบวนการแก้ปัญหา

ที่กล่าวมาข้างต้นนี้เป็นการอธิบายให้เห็นลักษณะและแบบจำลองของกระบวนการทางปัญญาในขณะทำหน้าที่ทั่ว ๆ ไป ในขณะที่แก้ปัญหากระบวนการทางปัญญาจะเป็นอย่างไร Guildford และไตรรงค์ เจนการได้เสนอคำอธิบายที่ให้คำตอบเพิ่มเติมไว้ดังนี้

Guildford (1967: 313-316) อธิบายว่าการคิดแก้ปัญหาโดยทั่ว ๆ ไปเป็นความสามารถของสมองด้านการจำ การรู้และการเข้าใจ การคิดแบบอเนกนัย การคิดแบบเอกนัย และการประมาณค่า ความสามารถทั้ง 5 อย่างนี้จะปฏิบัติการร่วมกัน สรุปเป็นขั้นตอนได้ดังแผนภูมิที่ 4



แผนภูมิที่ 4 แบบจำลองกระบวนการแก้ปัญหาตามทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญา

(ภาพจาก Guildford 1967: 315)

แผนภูมิที่ 4 นี้แสดงให้เห็นว่า

1. ความสามารถที่ใช้ในการแก้ปัญหาประกอบด้วยความสามารถส่วนของการจำทำงานร่วมกับความสามารถส่วนของการรู้ (cognition) และความสามารถส่วนของการคิด (production) เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างของปัญหาและสภาพที่ก่อให้เกิดปัญหา อาจมีการแปลงสิ่งที่รับรู้ให้เข้ากับความรู้ที่มีอยู่แล้วในส่วนของความจำ โดยมีความสามารถในส่วนของการประมาณค่าเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างส่วนของการรู้และการคิดกับการจำ ความสามารถในส่วนของการประมาณค่ายังทำหน้าที่กลั่นกรองเพื่อแยกสิ่งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกจากกัน

2. การรับรู้ปัญหาและข่าวสารที่เกี่ยวกับปัญหา อาจมีหลายครั้ง โดยผ่านกระบวนการเดิม

3. ทางออกของปัญหาอันเป็นการสิ้นสุดกระบวนการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ อาจมีได้หลายทาง เช่น เมื่อได้ทางออกที่ 1 แต่ทางเลือกนี้ถูกปฏิเสธ จึงเกิดการคิดจนได้ทางออกที่ 2 แต่ก็ยังไม่ดี หรือเป็นทางออกของปัญหาที่เคยกระทำมาแล้ว จะเกิดการคิดทบทวนใหม่ และอาจกลับไปสู่ขั้นการหยุดพัก จนได้ทางออกที่ 3 ซึ่งเป็นทางแก้ปัญหาที่น่าพอใจ

4. ลักษณะสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาคือ มีการวนซ้ำของกระบวนการ เริ่มจากการรู้ ไปยังความจำ ไปสู่การประเมิน กลับมาที่การรู้ใหม่ การวนซ้ำอาจมีหลาย ๆ ครั้ง และอาจกว้างมากเช่น รวมตั้งแต่ การรู้ การคิดคู่แรก คู่ที่ 2 คู่ที่ 3 คู่ที่ 4 คู่ที่ 5 เข้าไว้ด้วย การวนซ้ำนี้จะบีดหยุ่นตามลำดับของเหตุการณ์ (Guildford 1967: 313-316; วรรณี ศิรินพกุล 2530: 9-11)

ไตรรงค์ เจนการ (2531: 18-19) อธิบายกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาของเด็กว่า

1. เมื่อนักเรียนได้ปัญหาจะเกิดกระบวนการรับรู้โจทย์ปัญหานั้นผ่านระบบประสาทตาไปยังสมอง

2. สมองจะตีความสิ่งที่รับเข้ามาว่าอ่านว่าอย่างไร หมายความว่าอย่างไร โดยใช้ข้อมูลเดิมที่เคยบันทึกไว้ประกอบการตีความ ถ้าไม่เคยถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำ ก็จะอ่านโจทย์ข้อนี้ไม่ออก และคิดไม่ได้

3. สมองจะวิเคราะห์สังเคราะห์โจทย์ปัญหาจนได้รูปแบบการทำ และคำตอบ ในการหาคำตอบต้องใช้ส่วนความจำในสมอง บางคนใช้ส่วนความจำในสมองไม่พอ ต้องคิดในกระดาษซึ่งจัดเป็นหน่วยความจำชั่วคราว แต่บางคนอาจไม่ต้องอาศัยหน่วยความจำชั่วคราว สามารถคิดในใจจนได้คำตอบเลย แต่เด็กพวกหลังนี้มีเป็นจำนวนน้อย

4. เมื่อได้รูปแบบวิธีการทำหรือคำตอบ สมองจะสั่งกล้ามเนื้อเขียนตอบ

แนวคิดของ Guildford และไตรรงค์ เจนการ ทำให้เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น

3.3 การศึกษากระบานการแก้ปัญหา

การศึกษากระบานการแก้ปัญหาของนักคณิตศาสตร์เป็นการวิเคราะห์เพื่ออธิบายการแก้ปัญหาจากกิจกรรมภายนอกไม่ได้ศึกษาลึกเข้าไปในกระบานการทางปัญญา โดยใช้เครื่องมือเช่น การวิเคราะห์คำพูด เพื่อหากระบวนการที่ผู้แก้ปัญหาได้สำเร็จใช้ หากระบวนการแก้ปัญหาที่นำไปสอนคนอื่น ๆ ได้ และเพื่อติดตามว่ากระบวนการแก้ปัญหาพัฒนาเมื่อไรและพัฒนาอย่างไร (Lester 1980: 300)

กระบวนการแก้ปัญหาที่ศึกษาแยกได้เป็น 2 ลักษณะคือ "Heuristic" หมายถึง แผนการกระทำหรือลำดับการกระทำในการค้นหาทางแก้ปัญหา "Tool skills" หมายถึง ทักษะที่เป็นเครื่องมือช่วยในการแก้ปัญหา (Lester 1980: 301) Tool Skills นี้มีความหมายตรงกับกิจกรรมย่อยหรือวิธีการของผู้วิจัยศึกษา

เทคนิคการศึกษากระบวนการแก้ปัญหา เทคนิคที่ใช้ศึกษากระบานการแก้ปัญหาอย่างแพร่หลายมีอยู่ 4 วิธี คือ

1. Thinking Aloud วิธีนี้ให้ผู้แก้ปัญหาพูดในสิ่งที่คิด และคำถามที่ถามตัวเองออกมาขณะแก้ปัญหา อาจมีการใช้แถบบันทึกภาพ วิดิทัศน์บันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้น มักนิยมใช้กับโปรโตคอล โค้ดดิ้ง (protocol coding) เพื่อบันทึกพฤติกรรมที่คาดหมาย การให้นักเรียนพูดสิ่งที่คิดออกมาขณะแก้ปัญหานี้ไม่เหมาะจะใช้กับนักเรียนไทยเพราะนักเรียนไทยปัจจุบันถูกฝึกให้คิดอย่างเงียบ ๆ

2. Introspection วิธีนี้ให้ผู้แก้ปัญหาวิเคราะห์ความคิดของคนในการแก้ปัญหา

3. Retrospection วิธีนี้ให้ผู้แก้ปัญหาวิเคราะห์ความคิดของคนหลังจากแก้ปัญหาได้แล้ว และมีการถกเถียงอภิปรายกันระหว่างผู้แก้ปัญหากับผู้สังเกตการแก้ปัญหา

4. Written problem-solving inventories เป็นการนำวิธีที่กล่าวมาแล้ว 1 วิธีหรือมากกว่ามาทำเป็นแบบฟอร์มให้ผู้แก้ปัญหาตอบ วิธีนี้สามารถใช้กับคนได้เป็นจำนวนมาก (Lester 1980: 301-303)

ต่อมาได้มีผู้พัฒนาเทคนิคการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาขึ้นจากเทคนิคที่แพร่หลายอยู่ เช่น Vos และโครงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้สร้างแบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์ ขึ้นเพื่อจำแนก Heuristics ที่ผู้แก้ปัญหาใช้ เรียกเครื่องมือที่สร้างขึ้นว่า Vos's Problem solving approach test วิธีที่ Vos คิดขึ้นแตกต่างจากวิธีอื่น ๆ คือไม่ต้องให้ผู้แก้ปัญหาแก้ปัญหาจริง ๆ แต่ให้เลือกวิธีการที่ดีที่สุดและรองลงมาในการแก้ปัญหา (Lester 1980: 305)

Creasey (1990: 790A-791A) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนากระบวนการวัดการแก้ปัญหาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า กระบวนการวัดการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้สังเกตบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นขณะแก้ปัญหาได้หรือไม่ และผู้สังเกตที่ได้รับการฝึกฝน สามารถใช้กระบวนการวัดการแก้ปัญหา จำแนก บันทึกพฤติกรรม ลำดับพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จและไม่ประสบความสำเร็จได้หรือไม่ สิ่งที่ศึกษาได้แก่ การใช้เหตุผล (logical, systematic approach) เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา ถ้อยแถลงที่ไม่เกี่ยวกับปัญหา (off-task statement) ถ้อยแถลงที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา (statements about solving the problem) และถ้อยแถลงที่แสดงความก้าวหน้า (statements of progress) เครื่องมือที่ใช้คือ แบบบันทึกโปรโตคอล ผลการศึกษาพบว่ากระบวนการวัดการแก้ปัญหาสามารถนำไปใช้ได้อย่างเที่ยงตรงและมีประสิทธิภาพ โดยผู้สังเกตที่ได้รับการฝึกฝน

ในการวิจัยนี้เลือกใช้วิธี Retrospection เพราะได้นำวิธี Think Aloud ไปทดลองใช้แต่ไม่ได้ผลเนื่องจากนักเรียนถูกฝึกมาให้คิดอย่างเงียบ ๆ และวิธี Retrospection ทำให้ได้ข้อมูลละเอียดกว่าแบบอื่น ๆ

การศึกษากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาต้องใช้เครื่องมือวัดเช่นแบบสอบต่าง ๆ มีการวิจัยเรื่องเครื่องมือวัดกระบานการแก้ปัญหาสรุปได้ดังนี้

ไตรรงค์ เจนการ (2530: ง-จ) ได้ศึกษาคุณภาพของแบบสอบ เอ็ม อี คิว (modified essay questions) เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบสอบ 4 ฉบับ คือ แบบที่เขียนคำถามในลักษณะแบบสอบเอ็มอีคิว แบบเลือกตอบ แบบสอบเอ็มอีคิว-เลือกตอบ แบบสอบเลือกตอบ-เอ็มอีคิว กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2529 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 1110 คน พบว่า ความยากของแบบสอบแบบเอ็มอีคิว แบบเอ็มอีคิว-เลือกตอบ แบบเลือกตอบ-เอ็มอีคิว และแบบเลือกตอบมีความยากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบสอบทั้ง 4 ฉบับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าความเที่ยงของแบบสอบแบบเลือกตอบและแบบเอ็มอีคิว-เลือกตอบ มีค่าความเที่ยงต่ำกว่าแบบสอบแบบเอ็มอีคิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าความตรงร่วมสมัยของแบบสอบทั้ง 4 ฉบับ เมื่อใช้คะแนนจากผลการสอบของแบบสอบมาตรฐานของกรมวิชาการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

พรทิพย์ แดงน้อย (2531: ง) ได้ศึกษาผลของรูปแบบตัวเลือกที่แตกต่างกันต่อคุณภาพของแบบสอบเลือกตอบที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รูปแบบตัวเลือก 4 แบบ คือ รูปแบบตัวเลือกแบบธรรมดา แบบธรรมดาที่ระบุว่า "ไม่มีคำตอบถูก" แบบกระบวนการคิดและแบบกระบวนการคิดที่ระบุว่า "ไม่มีคำตอบถูก" กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมหาวชิราวุธ จังหวัดสงขลา จำนวน 492 คน เนื้อหาที่ใช้เป็นเรื่องสมการและอสมการ อัตราส่วนและร้อยละ ปริมาตรและพื้นที่ผิว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยง และค่าความตรงของแบบสอบที่มีรูปแบบตัวเลือกแตกต่างกันทั้ง 4 ฉบับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การศึกษาของไตรรงค์ เจนการ และพรทิพย์ แดงน้อยมุ่งศึกษาเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหา ส่วนเครื่องที่วัดลักษณะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาในประเทศไทยยังไม่พบผู้ใดศึกษา

กรมวิชาการ (2530 ค: 28-64) ได้สร้างแบบทดสอบกระบวนการคิดทั่วไป แบบทดสอบวัดกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาองค์ประกอบเกี่ยวกับการคิดทั่วไปและองค์ประกอบเกี่ยวกับกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยมุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของกระบวนการคิดทั่วไปกับ

กระบานการคิดแก้ปัญหา

ส่วนการศึกษาการแก้ปัญหาของนักจิตวิทยา ใช้วิธีให้ผู้แก้ปัญหาสังเกตภายในตนเอง ขณะกำลังคิดแก้ปัญหา ให้ผู้รับการทดลองคิดดัง ๆ ขณะแก้ปัญหา และศึกษาจากรายงานการคิดของนักคณิตศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์บางคน เมื่อวิเคราะห์ได้แล้วก็เสนอเป็นทฤษฎีกระบวนการแก้ปัญหาว่ามีขั้นตอนโดยละเอียดเป็นอย่างไร มีการตรวจสอบทฤษฎีโดยเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สอดคล้องกับทฤษฎีกระบวนการแก้ปัญหานั้น ทดลองให้โปรแกรมนั้นทำงานแล้วติดตามว่าคอมพิวเตอร์จะแก้ปัญหาได้เหมือนมนุษย์หรือไม่ ถ้าคอมพิวเตอร์สามารถแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาของมนุษย์ จึงจะสรุปได้ว่าทฤษฎีกระบวนการแก้ปัญหานั้น เป็นแบบจำลองของกระบวนการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์ (ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 334-335)

เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่แพร่หลายได้แก่ แบบบันทึกรายการ (check list) การเขียนแผนผังลำดับกระบวนการที่ใช้ (scheme)

3.4 กระบวนการแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหาเป็นลำดับการกระทำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ กระบวนการแก้ปัญหาที่พบมากในชีวิตประจำวันคือ การลองผิดลองถูก Thorndike (1911 อ้างถึงใน ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 333) เชื่อว่าการลองผิดลองถูกเป็นวิธีการพื้นฐานของการแก้ปัญหาและสร้างทฤษฎีการเรียนรู้แบบลองผิดลองถูกขึ้น แต่การลองผิดลองถูกก็ใช้ไม่ได้กับทุกปัญหา นักจิตวิทยาเชื่อว่าการแก้ปัญหาต้องอาศัยการคิด

Wallas (1926 อ้างถึงใน ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 334-335) ซึ่งเป็นนักวิเคราะห์กระบวนการคิดได้แบ่งกระบวนการคิดแก้ปัญหาเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้น 1 ขั้นเตรียมเป็นขั้นที่มีการศึกษาลักษณะของปัญหาและข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา

ขั้น 2 ขั้นพัก (incubation) เป็นขั้นพักความคิดและการแก้ปัญหาในขั้นนี้ ผู้แก้ปัญหาจะเลิกคิดเกี่ยวกับปัญหาชั่วคราวในจิตสำนึกของคน

ขั้น 3 ขั้นพบ เกิดขึ้นในขณะที่ผู้แก้ปัญหากำลังทำกิจกรรมอื่น ๆ อยู่ จะเกิดความคิดเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหาผุดขึ้นมาโดยทันทีทันใด นักจิตวิทยากลุ่มเกสตอล์ท ได้เรียกว่าเป็นการมองเห็นคำตอบโดยทันที (Insight)

ขั้น 4 ขั้นทดสอบ เป็นการนำวิธีแก้ปัญหาที่พบจากขั้น 3 มาตรวจสอบ

Dewey (1910 อ้างถึงใน ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 334) เสนอว่า การคิดแก้ปัญหาของมนุษย์มี 5 ขั้นตอน คือ

ขั้น 1 รู้สึกว่ามีปัญหา

ขั้น 2 กำหนดให้ชัดเจนขึ้นว่าปัญหาคืออะไร

ขั้น 3 เสนอวิธีแก้ปัญหา

ขั้น 4 คาดคะเนผลที่เกิดจากวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี

ขั้น 5 การสังเกตและการทดลองเพิ่มเติมเพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุด

ความคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้นำมาใช้อธิบายขั้นตอนหลักของกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ และเป็นที่นิยมใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2530 ค: 28-64) ทำโครงการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนทางด้านความรู้ความคิดของเด็กวัยประถมศึกษา ได้จำแนกองค์ประกอบเกี่ยวกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาทั่วไปเป็น 7 ประการ คือ ความสามารถเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ความสามารถในการแปลสถานการณ์ ความสามารถในการวางแผนกำหนดยุทธศาสตร์ ความสามารถในการปฏิบัติตามแผน ความสามารถในการแปลสถานการณ์ วางแผนยุทธศาสตร์และปฏิบัติตาม ความสามารถในการตรวจสอบผล ความสามารถในการปฏิบัติอย่างมีระบบ และได้จำแนกองค์ประกอบเกี่ยวกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาเป็น 4 ประการ คือ ความสามารถในการเข้าใจโจทย์มีองค์ประกอบย่อยคืออ่านโจทย์ออกและแปลงจากภาษาโจทย์เป็นภาษาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการหาวิธีการได้มีองค์ประกอบย่อยคือบอกวิธีทำได้และเขียนประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ความสามารถในการคิดคำนวณหรือทำตามแผนได้ และความสามารถในการหาคำตอบ ซึ่งอธิบายว่ากระบวนการแก้ปัญหามีองค์ประกอบอย่างไร ทั้งยังได้สร้างแบบทดสอบกระบวนการคิดทั่วไป แบบทดสอบวัดกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาองค์ประกอบเกี่ยวกับการคิดทั่วไปและองค์ประกอบเกี่ยวกับ

กระบวนการคิดแก้ปัญหา ไปเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนสำกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติจำนวน 289 คนใน 10 จังหวัด พบว่า กระบวนการคิดทั่วไปแต่ละขั้นมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ยกเว้นความคิดรวบยอดมีลักษณะอิสระ ส่วนกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีลำดับขั้นตอนและขั้นตอนเหล่านั้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงซึ่งกันและกันเป็นลำดับคือ อ่านโจทย์เข้าใจ แปลงภาษาโจทย์เป็นสัญลักษณ์ บอกวิธีทำได้ เขียนประโยคสัญลักษณ์ คิดคำนวณ และหาคำตอบได้ ทั้งยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีรูปแบบกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร

ผู้วิจัยยังไม่พบงานวิจัยที่จะอธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยเพิ่มเติม โดยเฉพาะวิธีการที่ใช้ต่างจากสาขาวิชาอื่นที่มีการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาเช่น การตัดสินใจแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัย (อรชา วราวิทย์ 2525) กระบวนการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นปีที่ 6 ในจังหวัดสระบุรี (จักรทอง เบ้าจรรยา 2527) การวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หกตามหลักอริยสัจสี่ (มณฑล ไตรรัตน์สิงหกุล 2525)

3.5 วิธีการแก้ปัญหา

วิธีการแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่ใช้เพื่อให้บรรลุจุดหมายของกระบวนการแต่ละขั้นตอน ผู้วิจัยพบข้อความรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาสรุปได้ดังนี้

Kilpatrick (1967 quoted in Lester 1980: 303) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนเกรด 8 ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธีคิดดัง ๆ กับระบบบันทึกที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนที่ศึกษาใช้วิธีการวาดภาพ การประมาณ การนิรนัย สมการ การลองผิดลองถูก และมีการตรวจทานการแก้ปัญหา ทั้งยังค้นพบอีกว่าวิธีที่ใช้มากคือการประมาณ และนักเรียนที่ใช้วิธีลองผิดลองถูกได้คะแนนมากกว่านักเรียนคนที่ไม่ได้ใช้วิธีนี้ ระบบบันทึกที่ Kilpatrick พัฒนาขึ้นเป็นระบบที่มีชื่อเสียงมาก ระบบบันทึกนี้เป็นจุดเริ่มต้นการพัฒนาการวิเคราะห์การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

Webb (1975 quoted in Lester 1980: 304) ได้ดัดแปลงระบบบันทึกของ Kilpatrick มาใช้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนไฮสคูลส์ พบว่า นักเรียนที่แก้ปัญหาได้มากมีวิธีการแก้ปัญหากว้างกว่านักเรียนที่แก้ปัญหาได้น้อย ในปี 1977 Webb (quoted in Lester 1980: 302) ก็ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาอีก พบวิธีการคิดแบบนิรนัย การทาย การแยกรูปแบบ การวาดภาพ และการดูรายละเอียดของปัญหา

คณะทำงานโครงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ศึกษานักเรียนเกรด 4-5 ขณะแก้ปัญหาทีละคนหรือกลุ่มย่อย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีวิธีการแก้ปัญหาเฉพาะ ถ้าคิดคำตอบด้วยวิธีธรรมดาไม่ได้ นักเรียนจะใช้วิธีลองผิดลองถูก และนักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการแก้ปัญหาที่มีเงื่อนไขหลาย ๆ อย่าง (Lester 1980: 304)

Morris (1987: 3-4) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพว่ามี วิธีหารูปแบบข้อมูล การเดาและทาย (guess and check) การสร้างแผนภาพหรือรายการ การเขียนรายการ (make an organized list)

จากที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่าวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนใช้ได้แก่ การวาดภาพ การประมาณหรือทาย การนิรนัย สมการ การลองผิดลองถูก การแยกรูปแบบ การดูรายละเอียดของปัญหา การเขียนรายการ วิธีการที่ Kilpatrick กับ Webb เสนอสอดคล้องกันคือ การวาดภาพ การประมาณ การลองผิดลองถูก การนิรนัย และยังมีการค้นพบอีกว่านักเรียนมีการตรวจทานนักเรียนที่แก้ปัญหาได้มากมีวิธีการแก้ปัญหากว้างกว่านักเรียนที่แก้ปัญหาได้น้อย

4. <u>องค์ประกอบเกี่ยวกับการเรียนรู้</u>

การที่พฤติกรรมของมนุษย์เช่นการแก้ปัญหาแตกต่างกันส่วนหนึ่งเกิดจากการเรียนรู้ นักจิตวิทยาจำแนกสิ่งที่เรียนรู้ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้แก่ การเรียนรู้เงื่อนไขสิ่งเร้า การเรียนรู้เงื่อนไขผลกรรม การเรียนรู้มโนทัศน์ การเรียนรู้หลักการ และการเรียนรู้ภาษา (ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 155-174)

I17830492X

Thorndike (อ้างถึงใน ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 33) ถือว่าการแก้ปัญหาคือการเรียนรู้ การศึกษาการแก้ปัญหาจึงจำเป็นต้องศึกษาเรื่องการเรียนรู้ วิธีการพื้นฐานของการเรียนรู้มี 2 วิธี คือ การอุปนัย การนิรนัย

การอุปนัย (Induction) เป็นการสรุปผลการสังเกตบางส่วนเป็นกฎเกณฑ์ เป็นหลักการเรียนพื้นฐานที่สุดของมนุษย์ การเรียนรู้แบบอื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหาก็เรียนรู้โดยการอุปนัย ครูก็สอนด้วยการอุปนัย คือเมื่อสอนจนมีความชำนาญก็จะสรุปว่าการแก้ปัญหาควรเป็นอย่างนี้ ก็สอนนักเรียนไปเช่นนั้น แต่จริง ๆ การแก้ปัญหาอาจมีส่วนไม่เป็นตามนั้น เนื่องจากครูมีการอุปนัยที่ผิด และนักเรียนไม่เข้าใจหรือตามไม่ทันการอุปนัยของครูก็ได้ (ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 325-327)

การนิรนัย (deduction) เป็นการคิดจากข้อความหนึ่งไปยังอีกข้อความหนึ่งตามหลักเหตุผลเป็นสำคัญ โดยไม่คำนึงว่า ข้อความเหล่านี้สอดคล้องกับประสบการณ์จริงหรือไม่ อริสโตเติลเป็นผู้สร้างระเบียบวิธีคิดนิรนัยอย่างมีระบบ เพื่อให้การใช้เหตุผลเป็นไปอย่างถูกต้อง โดยเรียกวิธีนิรนัยเหล่านี้รวม ๆ ว่า ตรรกวิทยา (Logic) และใช้เป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างระบบคิดของคอมพิวเตอร์ แต่การอ้างเหตุและสรุปผลของคนทั่วไปก็อาจไม่สอดคล้องกับหลักพื้นฐานทางตรรกวิทยาได้ เพราะผลจากประสบการณ์เดิม ผลของบรรยากาศและการคิดย้อนกลับ (ชัยพร วิชชาวุธ 2525: 316)

Guildford (1967: 313-316) กล่าวว่ากระบวนการแก้ปัญหาจะใช้การคิดทั้งแบบเอกนัยและแบบอเนกนัยสลับกันตามลักษณะของคำตอบที่ต้องการ ถ้าต้องการคำตอบที่สมบูรณ์และมีความเฉพาะเจาะจงต้องใช้วิธีคิดแบบเอกนัย ถ้าต้องการคำตอบที่มีจำนวนมากก็ใช้วิธีคิดแบบอเนกนัย แต่บางปัญหาจะต้องใช้การถ่ายโยงเกี่ยวข้องกันทั้งของการคิดทั้ง 2 แบบ นอกจากการเรียนรู้พื้นฐาน 2 แบบนี้แล้ว Piaget, Gagne, Bruner ได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ไว้มีสาระสำคัญดังนี้

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget มีสาระสำคัญ คือ

1. เด็กเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและทางสังคม
2. การเรียนรู้เป็นเรื่องของแต่ละบุคคล ตัวผู้เรียนเองเท่านั้น ที่ทราบว่าตัวเอง

เกิดการเรียนรู้

3. กิจกรรมเกี่ยวกับสติปัญญาเป็นการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม (ประยูร อาษานาม 2520: 12)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagné Gagné ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ไว้ 4 ประการ คือ

1. พื้นความรู้เดิม ครูต้องวินิจฉัยว่านักเรียนมีพื้นความรู้อะไรจึงจะเรียนเรื่องที่จะสอนได้

2. สภาพของการเรียนรู้ หมายถึงสภาพที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการเรียนรู้ ต้องจัดสภาพการเรียนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้

3. สภาพของการรักษาความรู้ หรือความทรงจำ มีสิ่งที่ช่วยให้เกิดขึ้น 3 อย่างคือ กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความฝังใจ การเข้าใจอย่างชัดเจนและการจำแนกความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

4. ลักษณะการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละคนมีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกัน วิธีสอนกิจกรรมการสอนอย่างหนึ่ง อาจจะช่วยให้คนบางคนเกิดการเรียนรู้ ในขณะที่ไม่ได้ช่วยให้ผู้อื่นเกิดการเรียนรู้เลย ครูต้องสังเกตลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มที่ (ประยูร อาษานาม 2520: 14-15)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner

1. นักเรียนจะเรียนได้เมื่อมีความพร้อม

2. ญาณ (intuitive thinking) เป็นความคิดแบบหนึ่งซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหา ทำให้คิดทฤษฎีต่าง ๆ ได้

3. ความสนใจในการเรียนเป็นสิ่งที่สำคัญ ครูต้องศึกษาความสนใจของนักเรียนและหาทางให้นักเรียนสนใจการเรียน (ประยูร อาษานาม 2520: 15-17)

ในส่วนของการสอน Jussel (1989: 1121-A) ได้ศึกษาผลของเทคนิคการฝึกแก้ปัญหา แบบของการเรียนรู้ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนเกรด 5 แล้วเสนอว่าควรช่วยเหลือนักเรียนโดยฝึกฝนแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ทำให้นักเรียนสนใจขั้นตอนและวิธีการของกระบวนการแก้ปัญหา ต้องใช้เครื่องมือและวัสดุที่เหมาะกับรูปแบบของการเรียนรู้ของ

นักเรียนมากที่สุด อาจจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องกระตุ้นความสนใจที่จะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

จากวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำเสนอมานี้ พบข้อความรู้เรื่ององค์ประกอบเกี่ยวกับผู้แก้ปัญหาสมบูรณ์ที่สุด แต่องค์ประกอบอื่น ๆ มีการศึกษาวิจัยไม่มากนักโดยเฉพาะองค์ประกอบเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนในประเทศไทยยิ่งมีน้อยมาก ในเรื่ององค์ประกอบเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหานี้มีข้อความรู้ว่าขั้นตอนการแก้ปัญหาหลักมี 4 ขั้นตามที่ Polya เสนอ มีการเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดย Kilpatrick, Webb และ Morris แต่ยังไม่มีข้อความรู้ว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานครมีกระบวนการและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเช่นนี้หรือไม่ ผู้วิจัยคิดว่าการขาดความรู้เรื่องดังกล่าวเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร เพื่อให้ข้อความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาสมบูรณ์ขึ้น ผู้วิจัยจึงศึกษากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร