

บทที่ 2

วรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง “การศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ประยุกต์ 1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพมหานคร” ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. การศึกษาข้อบกพร่องในการเรียน
2. การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาโจทย์
3. การแก้ปัญหาและองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา
4. กระบวนการแก้ปัญหาโจทย์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาข้อบกพร่องในการเรียน

วิธีการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนมีหลายวิธี เช่น ใช้แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Tests) ใช้แบบทดสอบวัดระดับสติปัญญา (Intelligence Tests) หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) แต่เครื่องมือที่ใช้ตรวจหารายละเอียดของข้อบกพร่องที่ดีที่สุดก็คือ “แบบทดสอบวินิจฉัย” แบบทดสอบนี้มีคุณสมบัติที่จะศึกษารายละเอียดเป็นเรื่องราวไป การวิเคราะห์หาข้อบกพร่องนั้นอาจทำได้กับทุกวิชา โดยเฉพาะวิชาที่เกี่ยวกับการคิดคำนวณ ดังนั้นการค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนจะทำให้เราทราบว่านักเรียนบกพร่องตรงไหนมากน้อยเพียงไร เพื่อจะแก้ไขได้ตรงจุด (รุจิรี ภู่อาระ, 2520: 55)

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนไว้ดังต่อไปนี้

วิเชียร- เกตุสิงห์ (2515: 24) กล่าวว่า “แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทดสอบนักเรียนเพื่อหาข้อบกพร่องหรือหาจุดอ่อนในการเรียนแต่ละวิชาเป็นเรื่องราว ไป”

ชวาล แพร์ตกุล (2516: 19) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องสรุปได้ว่า

“แบบทดสอบวินิจฉัยนิยมที่จะแยกข้อสอบของแต่ละวิชาออกเป็นฉบับย่อยๆ หลายๆ ฉบับ โดยมีเป้าหมายที่จะวัดความรู้ ความสามารถของนักเรียนเป็นด้านๆ ไปเพื่อให้ครอบคลุมทั้งเนื้อหาและพฤติกรรมที่สำคัญๆ ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร คุณสมบัติของแบบทดสอบย่อยๆ เหล่านี้ คือ สามารถช่วยให้ครูผู้สอนวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายๆ ได้ว่า ใครมีสมรรถภาพเด่น-ด้อยในด้านใดบ้าง จะได้ช่วยแก้ไขให้ตรงจุดยิ่งขึ้น”

บุญชม ศรีสะอาด (2523: 9-11) กล่าวถึงลักษณะทั่วไปของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. จะมุ่งวัดเป็นเรื่องๆ หรือด้านๆ ไป ถ้าต้องอาศัยทักษะย่อยหลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อยวัดตามทักษะย่อยๆ นั้น
2. มีคะแนนของแต่ละด้านแต่ละตอนเพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้นคะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่เป็นประโยชน์ในกรณีนี้

อีเบล (Ebel 1965, อ้างถึงใน คารมี คำแหง, 2533: 30) ได้ให้คำจำกัดความของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า “แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ ค้นหาจุดบกพร่องหรือความสำเร็จในการเรียนของนักเรียน เช่น การอ่านและเลขคณิต แบบทดสอบวินิจฉัยมุ่งสนใจคะแนนจากคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อหรือกลุ่มเล็กๆ ของข้อสอบที่มีความคล้ายคลึงกัน”

อาร์มาน และ กลอค (Ahmann and Glock, 1967: 364-365) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า

1. เป็นแบบสอบที่เน้นความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นสำคัญ
2. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญในแบบสอบวินิจฉัย
3. แบบสอบวินิจฉัย ประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อแล้วรวบรวมคำตอบที่เป็นปัญหาซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมากไว้ค้นหาจุดบกพร่องต่อไป
4. แบบสอบวินิจฉัยมักใช้เพื่อแก้ปัญหาทางการเรียนให้กับนักเรียนที่มีคะแนนต่ำจาก แบบสอบเชิงสำรวจ (Survey Test)

เพนย์ (Payne, 1968: 167) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยว่า

1. สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และจุดประสงค์การสอน
2. ประกอบด้วยข้อสอบ ซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์รายละเอียดขององค์ประกอบที่เกี่ยวกับการเรียนรู้เรื่องนั้นๆ
3. ชี้แนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่อง
4. ครอบคลุมลำดับขั้นของการเรียนเรื่องนั้นๆ

บลูม (Bloom, 1971: 91-92) กล่าวถึงลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยว่า

1. เป็นแบบทดสอบเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐาน ใช้เพื่อหาระดับการเรียนรู้ เพื่อคัดแยก เพื่อปรับปรุงวิธีสอน และเพื่อหาว่านักเรียนคนใดต้องสอนซ้ำ
2. เพื่อใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอนเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกจากวิธีสอนแบบปกติพอควรแล้ว
3. ใช้ประเมินผลได้ทั้งพฤติกรรมด้านพุทธิปัญญา ด้านความรู้สึก และด้านการปฏิบัติ
4. มีทั้งแบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัยมาตรฐาน และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง

คลินตัน (Clinton, 1978: 371) ได้กล่าวไว้ว่า “ แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนวิชาฟิสิกส์ ควรประกอบด้วยข้อสอบที่ถามเกี่ยวกับนิยามสั้นๆ ในวิชาฟิสิกส์ ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ และสามารถในการนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไปใช้”

กรอนลันด์ (Gronlund, 1981: 158) สรุปลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนไว้ว่า

แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนเป็นแบบทดสอบที่มีจุดประสงค์เพื่อการวินิจฉัย ให้ความสำคัญของคะแนนในด้านต่างๆ และคะแนนของข้อสอบที่วัดได้จากแต่ละส่วนมาก ข้อสอบต้องผ่านการวิเคราะห์ด้วยทักษะเฉพาะอย่างละเอียดเพื่อนำไปศึกษาข้อบกพร่องทั่ว ๆ ไปของนักเรียน โดยข้อสอบส่วนใหญ่ค่อนข้างง่าย เพราะนำไปใช้กับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเราจะได้สามารถชี้สาเหตุของข้อบกพร่องได้

จากลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาแล้วนั้นพอจะสรุปลักษณะสำคัญได้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยแยกข้อสอบออกเป็นแบบทดสอบย่อยๆ เพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชานั้นๆ
2. ข้อสอบมักเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย เพราะแบบทดสอบวินิจฉัยมักจะใช้กับเด็กที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ
3. ข้อสอบแต่ละข้อสามารถค้นหาสาเหตุของการตอบข้อสอบผิดได้
4. แบบทดสอบวินิจฉัยเน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ
5. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะมีจุดมุ่งหมายที่จะค้นหาความบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลมากกว่าเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

การสร้างแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียน

การสร้างแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนนั้น อาศัยวิธีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการเรียน ซึ่งมีลักษณะพิเศษกว่าแบบสอบชนิดอื่น ดังจะเห็นได้จากที่มีผู้ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนไว้ดังนี้

จินดา ลิมถาวรศิริพงศ์ (2526: 34) ได้สรุปวิธีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการเรียนเป็นขั้นตอนไว้ดังนี้

1. จะต้องแยกแยะหรือวิเคราะห์กฎ หลักการ ความรู้ในเนื้อหาและทักษะใหญ่ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ อย่างละเอียด และต้องสร้างให้ครอบคลุมกฎและหลักการต่างๆ
2. ข้อสอบแต่ละทักษะย่อยๆ ไม่จำเป็นต้องยากนัก แต่ควรมีหลายๆ ข้อ ข้อสอบจัดเป็นกลุ่ม ๆ ตามลักษณะที่ต้องการวินิจฉัย
3. ข้อสอบแต่ละข้อมีความตรงในการวัดทักษะย่อย ๆ และทดลองใช้ข้อสอบเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น

สมศักดิ์ ฉันทานุรักษ์ (2528: 37) ได้สรุปวิธีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการเรียนเป็น ขั้นตอนไว้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาหรือทักษะอย่างละเอียดแล้วแบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อยๆ

2. ศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาข้อย่เหล่านั้น
3. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และข้อบกพร่องที่ต้องการวัดในแต่ละด้าน
4. เรียบเรียงข้อสอบไว้เป็นด้านๆ เพื่อสะดวกในการวินิจฉัย โดยในแต่ละด้านควรมีข้อสอบซึ่งค่อนข้างง่ายไม่น้อยกว่า 3 ข้อ
5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบสอบให้มีประสิทธิภาพ

พร้อมพรรณ อุคมนตรี (2531: 105) กล่าวถึงการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการเรียนที่ดี มีลำดับขั้นในการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัยอย่างละเอียด
2. วิเคราะห์ทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อยๆ
3. ศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในแต่ละทักษะย่อย
4. เขียนข้อสอบให้สามารถวัดทักษะย่อย ๆ ได้ และให้มีจำนวนข้อสอบมาก
5. ข้อสอบในแต่ละทักษะเป็นข้อสอบที่ง่าย
6. ตรวจสอบความถูกต้องและทดลองใช้แบบทดสอบ
7. เขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบ

มาลินี นิมเสมอ (2532: 34-35) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน สรุปได้ว่า

1. สร้างแผนผังแนวความคิดหลัก (Concept Map) โดย
 - 1.1 ศึกษาเนื้อหา หรือแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกัน
 - 1.2 โยงความสัมพันธ์ของแนวความคิด
 - 1.3 พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา
2. สร้างแบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย โดย
 - 2.1 ตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อบกพร่องทางการเรียน

2.2 สร้างคำถามวัดแนวความคิดหลัก แล้วนำไปทดสอบนักเรียน เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบ

2.3 นำข้อมูลมาสร้างเป็นตัวเลือกของแบบทดสอบ

คาร์ณี คำแหง (2533: 33) ได้สร้างแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สรุปลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียน
2. วิเคราะห์เนื้อหาในเรื่องที่จะศึกษาอย่างละเอียด
3. เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมลักษณะข้อบกพร่องที่สรุปไว้ และสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาในเรื่องที่จะศึกษา
4. เขียนข้อสอบให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และสามารถวิเคราะห์สาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ได้
5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบสอบให้มีประสิทธิภาพ

บราวน์ (Brown, 1970: 303) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบสอบวินิจฉัยว่าสรุปได้ดังนี้

1. แบ่งทักษะที่ต้องการจะวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ให้ชัดเจน
2. แบ่งแบบทดสอบย่อยๆ หลายๆ ฉบับ และสร้างให้แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับสามารถวัดองค์ประกอบย่อยของทักษะนั้นได้เพียงองค์ประกอบเดียว
3. แบบทดสอบย่อยทุกฉบับต้องวัดทักษะย่อยที่ต้องการวัดได้จริง เพราะถ้าแบบทดสอบย่อยนั้นไม่ได้วัดทักษะย่อยนั้นจริงแล้วจะไม่สามารถพิจารณาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง
4. คะแนนจากแบบทดสอบย่อยจะต้องกำหนดแนวทางที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถจัดหาวิธีการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด

กรอพเพอร์ (Gropper, 1974: 145) กล่าวว่า การสร้างแบบสอบวินิจฉัยมีขั้นตอน ดังนี้

1. วางแผนสร้างแบบสอบ

2. เขียนข้อสอบโดยใช้จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. หาสาเหตุที่ไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. นำแบบสอบไปทดลองใช้ และปรับปรุงแก้ไขแบบสอบให้มีประสิทธิภาพ

ซิงห์ (Singha, 1974: 201-202) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบสอบวินิจฉัยไว้สรุปได้ดังนี้

1. ในกรณีที่สร้างเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบหรือแบบตอบสั้น ๆ ควรมีจำนวนข้อไม่น้อยกว่า 3 ข้อ ในแต่ละเนื้อหาข้อ
2. ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ทั้งนี้เพราะไม่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชา และวิธีการ
3. ไม่ต้องสร้างเกณฑ์ปกติในการวินิจฉัยเพราะจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องมากกว่าจะเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
4. แบบสอบวินิจฉัยจะเรียงข้อสอบตามเนื้อหา คือเอาข้อความที่อยู่ในเนื้อหาเดียวกันเข้าไว้ด้วยกัน โดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความยาก
5. แบบสอบวินิจฉัยอาจสร้างเป็นแบบมาตรฐาน (Standardized test) หรือเป็นแบบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher-made test) แต่แบบที่ครูสร้างขึ้นมักจะคุ้มค่ามากกว่าเพราะประหยัดเวลา และกำลังงาน

จากหลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนที่กล่าวมาแล้วมีขั้นตอนในการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. วางแผนในการสร้างแบบทดสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียน
2. วิเคราะห์เนื้อหาวิชาอย่างละเอียดและแบ่งเนื้อหาเป็นฉบับย่อยๆ
3. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมเนื้อหา
4. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. วิเคราะห์หาสาเหตุของการ ไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
6. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ และปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น
7. เขียนคู่มือในการใช้แบบทดสอบ

2. การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาโจทย์

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์นั้นมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดทั้งขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์เป็นไปในลักษณะเดียวกันซึ่ง อาดัม และบีสัน (Adams Ellis and Beeson, 1977: 173) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า “โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ โจทย์ภาษา (Word problem) หรือโจทย์เชิงเรื่องราว (Story problem) หรือโจทย์เชิงสนทนา (Verbal problem) นั่นคือ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่บรรยายสภาพการณ์ด้วยถ้อยคำหรือข้อความและตัวเลข โดยต้องการคำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ผู้แก้ปัญหาคงค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดแก้โจทย์ปัญหา” ซึ่งจะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยทักษะและความสามารถต่างๆ มาประกอบกัน เช่น ทักษะการอ่านและวิเคราะห์ปัญหา การคำนวณ การมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ เป็นต้น

รูปแบบของโจทย์ปัญหา

แอสล็อก และคณะ (Ashlock and Others, 1983: 239) แบ่งรูปแบบของโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. โจทย์ปัญหาในหนังสือ หรือโจทย์ปัญหาที่แก้ด้วยการแปลงให้เป็นประโยคคณิตศาสตร์ (Standard textbook or Translation problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่แก้ด้วยหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่ตายตัว ไม่ค่อยยุ่งยากมากนัก

2. โจทย์ปัญหาที่แก้ด้วยกระบวนการ (Process problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องแก้ด้วยกลวิธีต่างๆ ซึ่งยุ่งยากมากกว่าประเภทที่ 1 โจทย์ประเภทนี้จำเป็นต้องแก้ด้วยกระบวนการ 3 ขั้นคือ

2.1 ความเข้าใจปัญหา

2.2 การพัฒนาและการหากลวิธีในการแก้ปัญหา

2.3 การประเมินการแก้ปัญหา

บาร์ดดี (Baroody, 1987 อ้างถึงใน สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2533: 80) แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 แบบคือ

1. โจทย์ปัญหาปกติ (Routine problem) คือโจทย์ปัญหาในหนังสือแบบเรียนต่างๆ ไป ซึ่งมุ่งเน้นการฝึกทักษะใดทักษะหนึ่ง มีข้อมูลที่จำเป็นและมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว

2. โจทย์ปัญหาที่ไม่ปกติ (Nonroutine problem) คือโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของชีวิตมากกว่าโจทย์ปัญหาปกติ คือมีข้อมูลมากทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น หรือข้อมูลไม่เพียงพอ อาจมีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ เน้นการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล

นอกจากนี้ โจทย์ปัญหาอาจมีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาโดยตรง (Direct problem) และเป็นโจทย์ปัญหาโดยอ้อม (Indirect problem) หรืออาจเป็นโจทย์ขั้นตอนเดียว (One-step) และโจทย์หลายขั้นตอน (Multi - step) ซึ่งโจทย์ปัญหาโดยตรง และโจทย์ขั้นตอนเดียว แก้ง่ายกว่าโจทย์ปัญหาโดยอ้อม และโจทย์หลายขั้นตอน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหา

ปัจจัยหรือตัวแปรที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาพอสรุปได้ 3 ประการคือ

1. บุคคล

บลูม และโบรเดอร์ (อ้างถึงใน สุณีษ์ เหมาะประสิทธิ์, 2533: 74) กล่าวว่า คุณลักษณะที่จำแนกผู้ที่แก้ปัญหาคือผู้ที่ดีและผู้ที่ไม่สามารถแก้ปัญหามี 4 ลักษณะคือ

1.1 ความเข้าใจในธรรมชาติของปัญหา นักเรียนที่แก้ปัญหาคไม่ได้มักจะไม่ว่าเข้าใจว่าปัญหาให้อะไรมาบ้าง และมักจะยึดมั่นกับเหตุผลในการแก้ปัญหของตน ซึ่งตรงข้ามกับผู้ที่ดีจะเป็นผู้ที่เข้าใจว่าปัญหาต้องการอะไร และได้ให้อะไรมาบ้าง และมักจะไม่วึดมั่นกับตนเอง

1.2 ความเข้าใจในความคิดต่างๆ ที่ใช้แก้ปัญห ผู้แก้ปัญหาคที่ดีจะมีความคิดที่ลึกซึ้งมากกว่าผู้ที่ไม่ได้

1.3 วิธีการที่ใช้แก้ปัญห ผู้แก้ปัญหาคที่ดีจะมีวิธีแก้ปัญหามีลักษณะดังนี้

1.3.1 มีการขยายความคิดในการแก้ปัญห ก็จะใช้เวลาและพลังงานอย่างสูงเพื่อแก้ปัญหให้สำเร็จ

1.3.2 มีการวิเคราะห์ปัญหอย่างมีระบบ ก็จะแบ่งปัญหออกเป็นส่วนๆ และจะใช้ความรู้แก้ปัญหที่ละส่วนจนสำเร็จ

1.3.3 มีกระบวนการให้ผลที่สมบูรณ์ ก็จะเข้าใจปัญหได้อย่างแจ่มชัด และมักใช้เหตุผลในการแก้ปัญห

1.4 ทศนคติในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาได้ดีมักจะมีทศนคติในเชิงบวกต่อการแก้ปัญหา

2. ลักษณะของโจทย์ปัญหา

ลักษณะของโจทย์ปัญหามีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาอันมีลักษณะดังนี้ (Nuzum, 1987: 214)

1. ภาษาที่ใช้ เป็นภาษาที่เข้าใจง่ายหรือยาก มีคำศัพท์เฉพาะทางมากน้อยเพียงใด
2. ความยาวของโจทย์ปัญหา
3. รูปแบบและโครงสร้างของโจทย์ เป็นโจทย์โดยตรงหรือโดยอ้อม เป็นโจทย์ที่ใช้ขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นขั้นตอนเดียว หรือหลายขั้นตอน
4. ใช้ทักษะการคำนวณคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic operation) หลายวิธีหรือไม่
5. เป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยมาก่อนหรือไม่

3. กลวิธีการสอน

นักวิจัยจำนวนไม่น้อยได้พยายามศึกษาวิจัยถึงปัจจัยสำคัญที่ทำให้ นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยมุ่งศึกษาลักษณะของคำศัพท์ที่ใช้ในโจทย์ปัญหา ความเข้าใจในคำหลัก องค์ประกอบของโจทย์ ตลอดจนกลวิธีการ แต่พยายามที่จะปรับปรุงให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยมุ่งสอนทักษะใดทักษะหนึ่ง เช่น การปรับปรุงความเข้าใจในการอ่าน หรือปรับปรุงสมรรถภาพในการคำนวณ เป็นต้น มักจะไม่ประสบผลสำเร็จ จึงมีข้อสังเกตว่า กลวิธีการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนนั้น ควรพัฒนาหน่วยการสอนที่เน้นกระบวนการทั้งหมดมากกว่าองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งของสมรรถภาพในการแก้ปัญหา (Nuzum, 1987: 214-215)

8. การแก้ปัญหา และองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา

มีผู้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้หลายท่านดังนี้

คาร์ล (อ้างถึงในสิริมาศ สิทธิหล่อ, 2535: 35) กล่าวว่า “ การแก้ปัญหาคือการหาทางแก้ไขอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายบางครั้งเราตั้งจุดมุ่งหมายเอาไว้แต่มีอุปสรรคมาขัดขวางไม่ให้สำเร็จ บรรลุเป้าวัตถุประสงค์จึงเกิดปัญหาขึ้น”

โดมิโนสกี (อ้างถึงในสิริมาศ สิทธิหล่อ, 2535: 11) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาไว้ว่า “การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้ง การแสดงความรู้ความคิดจากประสบการณ์ก่อนๆ และส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน โดยนำมาเรียงลำดับใหม่เพื่อผลของความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง”

แอนเดอร์สันและพิงกรี (Anderson and Pingry, 1973: 228) ได้กล่าวไว้ว่า “โจทย์ปัญหาหมายถึงสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบ ผู้แก้ปัญหาก็ต้องมีกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ได้ใช้ความรู้ ประสบการณ์และการตัดสินใจในการแก้ปัญหานั้น”

เลสเตอร์ (Lester, 1975: 5) ได้ให้นิยามของการแก้ปัญหาว่า “การแก้ปัญหเป็นการกระทำซึ่งจะบรรลุ ถึงการแก้ไขในการทำงานเฉพาะบางประการ”

โพลยา (Polya, 1982: 1) ได้ให้นิยามการแก้ปัญหาว่า

การแก้ปัญหานั้นคือการค้นหาวิธีที่จะนำไปค้นหาวิธีที่ยังไม่ปรากฏ เพื่อนำไปสู่ จุดหมายที่ตั้งเอาไว้ โดยที่จุดหมายดังกล่าวยังไม่มียุทธวิธีที่จะนำไปสู่จุดหมายนั้นในทันทีทันใดเราก็จะต้องหาวิธีที่จะนำไปสู่จุดหมายนั้น ฉะนั้นการแก้ปัญหาก็คือการค้นหาวิธีที่ยังไม่ทราบในทันทีทันใดด้วยการหาหนทางที่จะแก้ความยุ่งยากหนทางที่หลีกเลี่ยงอุปสรรค เพื่อนำไปสู่จุดหมายที่เรายังไม่สามารถไปถึงได้ในทันทีด้วยวิธีที่เหมาะสม

สมบัติ สุวรรณพิทักษ์ (2530: 7) กล่าวว่า “การแก้ปัญหานั้นโดยปกติจะไม่มีเพียงวิธีหนึ่งวิธีใด แต่เพียงอย่างเดียวอาจมีทางเลือกได้หลายทางเลือกให้พิจารณาดูความเหมาะสม”

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 133) ได้กล่าวไว้ว่า “การแก้ปัญหาคือกระบวนการประยุกต์ความรู้เดิมที่ได้รับมาตอนแรกกับประสบการณ์ใหม่มาวิเคราะห์และแปลผล การแก้ปัญหานั้นจะต้องเป็นเรื่องยาก จะต้องใช้หลายๆมโนคติ (Concepts) หรือหลายทฤษฎีหลายสูตรมาผสมผสาน จึงจะแก้ปัญหาได้ เรื่องใดที่ทำได้โดยวิธีง่ายๆเราจะไม่เรียกว่าเป็นการแก้ปัญหา”

บุญถึง สมศรี (2532: 1) กล่าวถึงการแก้ปัญหาไว้ว่า “การแก้ปัญหาหมายถึงกิจกรรมด้านความคิดที่ใช้ประสบการณ์เดิม การรวบรวมข้อมูลของสภาพปัญหาเพื่อตัดสินใจเลือกใช้วิธีการหรือหนทางที่หลีกเลี่ยงความยุ่งยากและอุปสรรคเพื่อนำไปสู่จุดหมายของการหาคำตอบให้ได้โดยประยุกต์ใช้กฎเกณฑ์ที่รู้มาแล้วหรือพยายามสร้างกฎเกณฑ์และความสัมพันธ์ในการแก้ปัญหา นั้น ๆ”

สุพิศา แก้วสุวรรณ (2535: 25) กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า “เป็นพฤติกรรมมนุษย์ที่ใช้ได้ตอบกับสถานการณ์ที่ไม่อาจจะบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้อย่างแน่นอนได้โดยนำประสบการณ์ความรู้ที่ผ่านมาใช้เพื่อจะให้ได้จุดมุ่งหมายที่ต้องการ”

เบลิคอฟ (Belikov, 1989: 20) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาโดยพิสิคส์ไว้ว่า “การแก้โจทย์ปัญหาพิสิคส์หมายถึง กระบวนการสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณทางพิสิคส์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้แล้วค้นหาค่าประมาณที่ไม่ทราบค่าในความสัมพันธ์นั้น”

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นการหาวิธีในการแก้ไขอุปสรรคที่เกิดขึ้นโดยอาศัยประสบการณ์ความรู้เดิมและหาความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ ตามที่โจทย์กำหนดมาประยุกต์ใช้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ การแก้ปัญหานั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะการฝึกการแก้ปัญหานั้นจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการทางความคิดซึ่งมีความสำคัญในการแก้ปัญหาทำให้รู้วิธีในการแก้ปัญหานั้นๆ ได้อย่างเหมาะสม

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาโดย

สำหรับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาโดยนั้นมิได้ให้ความเห็นไว้หลายท่าน ดังนี้

เกลนอน และคาลลาแฮน (Glennon, and Callahan, 1968: 95) กล่าวว่า “ความเข้าใจในการอ่านเป็นองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนมี 2 ลักษณะคือ

1. ทักษะการอ่านทั่วไป เป็นการอ่านที่ให้ทราบถึงความหมายของคำ การใช้คำทั้งในรูปของวลี และรูปของประโยค

2. ทักษะการอ่านเพื่อแก้ปัญหาได้แก่ การอ่านเพื่อทำความเข้าใจข้อความในโจทย์ การจัดกลุ่มข้อความที่มีรายละเอียดเกี่ยวข้องกับกันในโจทย์ และการเลือกกระบวนการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

จะเห็นได้ว่าความเข้าใจในการอ่านทั่วไปเป็นเพียงส่วนหนึ่ง และส่วนแรกของความสามารถในการอ่านที่มีอิทธิพลต่อการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ถ้าเพียงความเข้าใจในการอ่านจะไม่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามากนัก แต่การอ่านที่มีอิทธิพลต่อการแก้โจทย์ปัญหาคือความสามารถในการอ่านเพื่อวิเคราะห์โจทย์ (Critical Reading) อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหามากกว่า ดังนั้นการฝึกฝนให้นักเรียนได้อ่านเพื่อวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเสียก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือทำโจทย์ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น

เฮนนี่ (Henney, 1971: 252) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพบว่า องค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วย

1. ความสามารถในการเข้าใจคำพูด
2. ความเข้าใจแนวคิดของปัญหา
3. การตีความของปัญหาอย่างมีเหตุผล
4. การคิดคำนวณ

เฮอเมอร์และทรูบลัด (Heimer and Trublood, 1977: 52) ได้กล่าวว่า ๑ องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหามีดังนี้ คือ

1. เทคนิคการรู้ค่าศัพท์
2. ทักษะการคำนวณ
3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง
4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล
5. การคาดคะเนหาคำตอบ
6. การเลือกใช้วิธีจัดการกระทำกับข้อมูลอย่างถูกต้อง
7. ความสามารถในการหาข้อมูลเพิ่มเติม
8. การแปลความหมายของโจทย์

โดนัลด์ อาร์ วูดส์ (Woods, 1983: 1 - 2) สรุปว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหามีดังนี้

1. กลวิธี (Strategies)
 กลวิธีพื้นฐานในการแก้ปัญหาประกอบด้วย
 - การสร้างสรรค์
 - การคิดเชิงวิเคราะห์
 - ความรู้เดิม
 - ประสบการณ์เดิมสำหรับการตัดสินใจ
 - การจำแนกลักษณะปัญหา
2. การให้นิยามของปัญหา (Problem Definition) การฝึกการให้นิยามของปัญหาเป็นการช่วยตัดสินใจและแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น
3. การสำรวจ (Explore) หมายถึงกระบวนการที่ผู้แก้ปัญหาพยายามรวบรวมเพื่อหาความสำคัญมาใช้ในการค้นหาแง่มุมของปัญหา และองค์ประกอบของปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ
4. ความเครียด (Stress) ความกังวลและแรงจูงใจ (Anxiety and Motivation)
5. การตัดสินใจ (Decision - Making)
6. การใช้เหตุผล (Reasoning)

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า องค์ประกอบหรือสิ่งที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาประกอบด้วยทักษะต่างๆ หลายอย่างเช่น ทักษะในการคิด ทักษะในการอ่าน ทักษะในการวิเคราะห์ ทักษะในการตีความ ทักษะการแปลความ ทักษะการขยายความ ตลอดจนทักษะในการคำนวณ นอกจากนี้การที่นักศึกษาจะมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้นักศึกษาจะต้องได้รับการฝึกฝนให้มีความรู้ ความสามารถพื้นฐาน และมีองค์ประกอบในด้านเจตคติที่จะช่วยเป็นพลังที่สำคัญยิ่งในการแก้โจทย์ปัญหาได้สำเร็จ

4. กระบวนการแก้ปัญหาโจทย์

เมื่อนักเรียนได้โจทย์ปัญหาแล้วนักเรียนจะมีกระบวนการจัดการกระทำกับข้อมูลในโจทย์นั้นและอาศัยทั้งข้อมูลอื่นๆในสมองจนได้คำตอบแล้วแสดงออกมาโดยการเขียนหรือพูดซึ่งการจัดการกระทำกับข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบออกมานี้คือกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา การแก้โจทย์ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหา มีผู้กล่าวถึงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาไว้หลายท่านโดยเสนอเป็นกระบวนการย่อยหลายอย่างที่ดำเนินการเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกัน ดังนี้

โยติส และโฮสติกกา (Yotis and Hosticka, 1980: 557 - 565) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาโฮทซ์ ไว้ดังนี้

1. การเลือกข้อมูลที่ได้ออกมาจากปัญหา
2. จัดจำแนกข้อมูลออกเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องสำหรับการแก้ปัญหา
3. เรียงลำดับข้อมูลตามความจำเป็นในการใช้หาคำตอบของปัญหา
4. พิจารณาว่าข้อมูลที่จำเป็น ข้อมูลใดที่ได้มาแล้วและข้อมูลใดที่ยังต้องการเก็บรวบรวมอีก
5. พิจารณาว่าจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการด้วยวิธีใด
6. เก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ
7. ใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในการแก้ปัญหา
8. ตรวจสอบความเชื่อถือได้ของคำตอบ

ชาร์ลส์ (Charles, 1985: 48-51) ได้กล่าวว่า “ กระบวนการแก้ปัญหาคือกระบวนการของการแก้ไขปัญหา การเลือกหรือรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา การเลือกและการใช้เทคนิคการแก้ปัญหาในการตอบปัญหาและการประเมินผลคำตอบที่สมเหตุสมผล”

สิริพร ทิพย์คง (2533: 79) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาโฮทซ์ไว้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาโฮทซ์เป็นสิ่งที่สามารถสร้างให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้และนอกจากนี้ยังได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาโฮทซ์ ดังนี้

1. การเข้าใจปัญหา
2. การประมาณค่าของคำตอบ
3. ความพยายามแก้ปัญหา
4. การคำนวณคำตอบหรือตั้งสมมุติฐานและตรวจคำตอบ
5. การนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ

ปีทมา ครุฑมณี (2535: 25) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ควรมีการส่งเสริมเพื่อเป็นการช่วยให้นักเรียนเกิดความสุขในการเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายและมีความสนใจติดตามบทเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า กระบวนการในการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลในโจทย์ การรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา ตลอดจนเทคนิคในการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม

ขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์

ได้มีผู้กล่าวถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหาโจทย์ไว้หลายท่านดังนี้

โพลยา (Polya, 1957: 112) ได้จัดขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์ไว้ 4 ขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจในปัญหา (Understanding the Problem) การแก้ปัญหานั้นจะต้องทำความเข้าใจในปัญหาอย่าง กระจ่างแจ้งว่ามีปัญหาอะไร มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผน (Devising a Plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ไม่รู้ ถ้าหากไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหา ดังนี้

2.1 เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่ หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหากแต่แตกต่างกันที่รูปแบบ

2.2 รู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้หรือไม่ และรู้จักทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่

2.3 พิจารณาสິงที่ไม่รู้ในโจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และดูว่าจะใช้วิธีแก้ปัญหาที่เคยประสบมาใช้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carry out the plan) เป็นขั้นของการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจสอบกลับ (Looking back) เป็นการตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจะต้องมีการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ที่ได้ว่าถูกต้องโดยอาจใช้วิธีการอื่นวิธีการหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลสัมฤทธิ์ที่ได้ตรงกัน หรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าวๆ

เฮลตัน (Helton, 1958: 203) ได้ให้ข้อเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. อ่านโจทย์ให้เข้าใจเพื่อหาว่าโจทย์ต้องการอะไรต้องการหาตัวไม่ทราบค่าเพียงตัวเดียวหรือมากกว่านั้น

2. กำหนดสัญลักษณ์เป็นตัวแทนของตัวแปรไม่ทราบค่า
3. หาความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ที่สอดคล้องกับโจทย์
4. เขียนสมการ
5. แก้สมการ
6. ให้ความหมายของคำตอบ เช่น บอกหน่วย
7. ตรวจสอบคำตอบ

เพอร์สัน (Person, อ้างถึงในพรทิพย์ พรหมสาขา ณ สกลนคร, 2527: 24) กล่าวถึงวิธีการช่วยให้การแก้ปัญหาได้ดีควรปฏิบัติดังนี้

1. เรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถูกต้องถึงวิธีการแก้ปัญหา
2. เรียนรู้การวิเคราะห์ปัญหาอย่างระมัดระวังทุกแง่มุม
3. เรียนรู้ที่จะเขียนสมการจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ถูกต้องและยังได้เน้นย้ำว่าสิ่งสำคัญที่จะต้องกระทำในการแก้ปัญหาโจทย์คือ
 - การสร้างสมการ
 - การแก้สมการ

ดอลเซียนี (Dolciani and Others, 1967: 316-317) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ดังนี้

1. ทำความเข้าใจในโจทย์
2. พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้
3. หาความสัมพันธ์กับสิ่งที่ต้องการ
4. แก้สมการ
5. คำตอบและวิธีการ

มุลเลอร์ (Mueller, 1972: 32-33) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์สมการไว้ดังนี้

1. พิจารณาว่าโจทย์ให้หาอะไร ไม่ทราบค่าอะไร แล้วสมมติตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่านั้น
2. หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวที่ไม่ทราบค่ากับตัวทราบค่าจากข้อมูลที่โจทย์ให้มา

3. เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์จากข้อมูลในขั้นที่ 2
4. แก้สมการเพื่อหาค่าของตัวไม่ทราบค่าจากขั้นที่ 3
5. ตรวจสอบคำตอบโดยใช้คำตอบจากขั้นที่ 4

เลสเตอร์ (Lester, 1975: 20) ได้จัดขั้นตอนของการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การรู้ถึงปัญหาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร
 2. การทำความเข้าใจในโจทย์ปัญหาว่าจะแก้ปัญหายังไง
 3. การวิเคราะห์เป้าหมายว่าจะต้องวิเคราะห์ดูว่าเป้าหมายนั้นมีอย่างไร
 4. การวางแผน เมื่อทราบเป้าหมายแล้วก็วางแผนออกมาว่าจะทำอย่างไร
 5. การนำแผนมาใช้
 6. การดำเนินงานลงมือดำเนินงานตามแผน
 7. การประเมินและแก้ปัญหาเมื่อลงมือกระทำเสร็จแล้วก็ต้องมีการประเมิน
- เมื่อมีข้อบกพร่องหรือขัดข้องประการใดก็แก้ไขปัญหานั้น

แมสซิง และ แซนเดอร์ (Massing and sanders, 1977: 149) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์สมการไว้ดังนี้

1. อ่านโจทย์ให้รอบคอบว่าโจทย์ให้หาอะไร
2. สมมติสิ่งที่โจทย์ให้หาว่าต้องการอะไร
3. เขียนสมการโดยใช้ข้อมูลที่โจทย์ให้มา
4. แก้สมการ
5. ตรวจสอบคำตอบ

เลอบลิ่งซ์ (Le Blanc, 1977: 16-22) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) ว่าอะไรคือข้อมูลหรือเงื่อนไขที่ให้มาและปัญหาถามอะไร
2. วางแผนในการแก้ปัญหา (Planning to Solve the Problem) โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่จำเป็น
3. การแก้ปัญหา (Solving the Problem) ตามที่ได้วางแผนไว้ถ้าที่วางไว้ไม่นำไปสู่คำตอบก็ต้องย้อนกลับไปขั้นที่ 2 เพื่อวางแผนใหม่

4. ทบทวนปัญหาและคำตอบ (Reviewing the Problem and Finding the Solution)

ครูลิค และ เรย์ส (Stephen and Reys, 1980: ปกใน) กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้สรุปได้ดังนี้

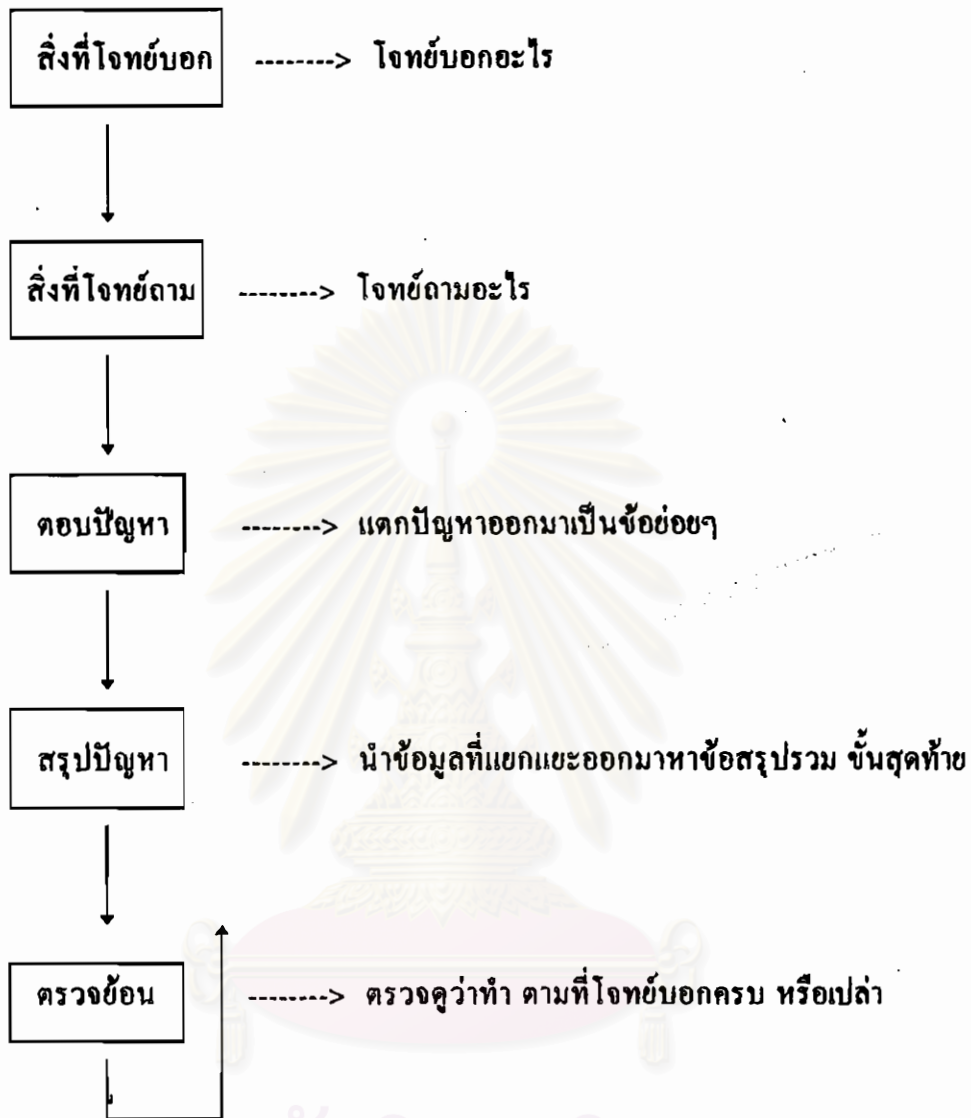
1. ทำความเข้าใจปัญหา ในการแก้ปัญหาหนึ่งจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหา ซึ่งจะต้องพิจารณาว่าอะไรเป็นตัวที่ไม่ทราบค่า มีข้อมูลหรือเงื่อนไขอะไรบ้าง สิ่งที่โจทย์บอกนั้นเพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่ ในการพิจารณาอาจจะสร้างภาพประกอบความเข้าใจแยกแยะส่วนต่างๆของสิ่งที่โจทย์บอก แล้วเขียนลงไปว่ามีอะไรบ้าง

2. วางแผนในการแก้ปัญหาคงต้องหาความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่โจทย์บอกกับตัวที่ไม่ทราบค่าพิจารณาปัญหาย่อยทั้งหลายเทียบเคียงโจทย์ปัญหาใหม่กับโจทย์ปัญหาเก่าที่คล้ายคลึงกัน ค้นหาทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม ที่จะนำมาใช้แล้วลงมือวางแผนแก้ปัญหา

3. ดำเนินการตามแผน เมื่อวางแผนแล้วก็ดำเนินการตามแผนที่ควรจะได้ตรวจสอบทีละขั้นตอนว่าถูกหรือไม่อย่าทำข้ามขั้น

4. ขั้นตรวจย้อน เมื่อทำแล้วจะต้องตรวจย้อนดูอีกครั้งหนึ่งว่าใช้ข้อมูลหมดหรือยัง และได้ผลตามที่ต้องการครบหรือไม่ ซึ่งเขียนเป็นแผนภูมิของลำดับขั้นของการแก้ปัญหาดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 1 แสดงลำดับขั้นของการแก้ปัญหา

มาจาก ครูลิข และ เรย์ส (Krulik and Rays, 1980: 1)

มาร์ก และคนอื่น ๆ (Mark and Others, 1985: 401-402) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหา โจทย์ไว้ว่าสิ่งที่จะต้องปฏิบัติในการแก้ปัญหามีดังนี้

1. ค้นหาว่าโจทย์ถามหาอะไรและบอกอะไรมาบ้าง
2. หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์ให้มากับสิ่งที่ต้องการหาค่า
3. วิเคราะห์ข้อมูลและความสัมพันธ์เพื่อหาคำตอบ
4. ตรวจสอบคำตอบ

นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2517: 7-10) เสนอแนะลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา และ การใช้คำถามนำของครูเพื่อกระตุ้นความสามารถของนักเรียนดังนี้

1. อ่านโจทย์ให้เข้าใจเป็นตอนๆ และพยายามใช้อุปกรณ์ประกอบเรื่องราวตามโจทย์
2. หาว่าโจทย์ถามอะไร
3. โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง เลือกข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับกาทำโจทย์ออก
4. เลือกกระบวนการที่ใช้กับโจทย์ข้อนี้
5. แปลโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์
6. กะประมาณคำตอบ
7. คิดคำนวณและเปรียบเทียบกับที่คาดคะเนคำตอบไว้
8. ตรวจสอบคำตอบ
9. ใ้คำตอบ

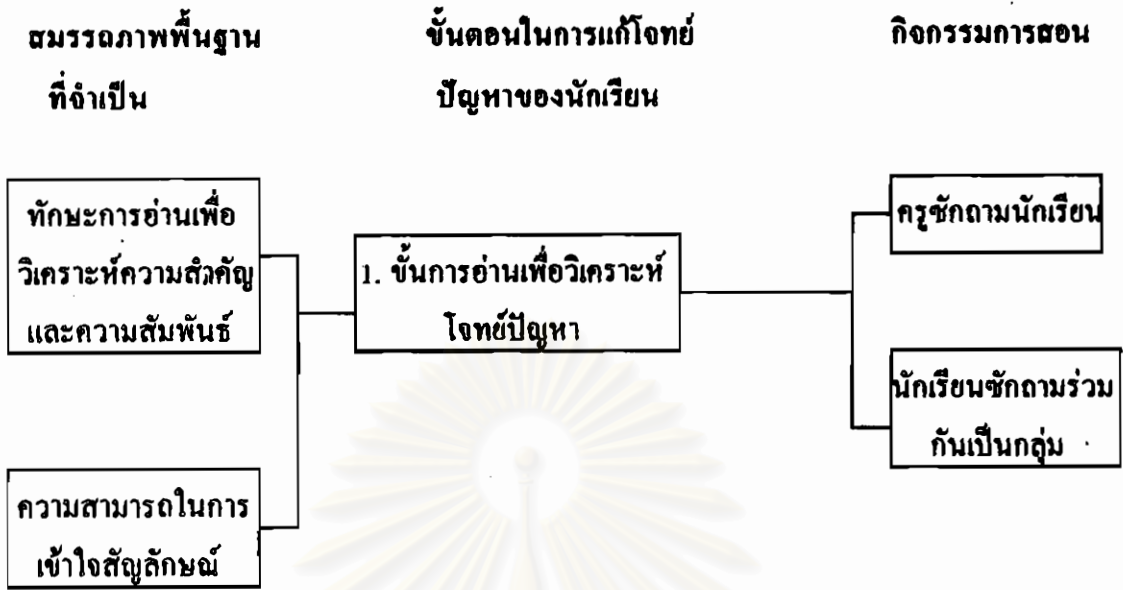
โสภณ บำรุงสงฆ์ (2523: 113) ได้เสนอขั้นตอนในการทำโจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. อ่านโจทย์ให้เข้าใจเป็นตอนๆ
2. ค้นหาว่าโจทย์ถามหาอะไร
3. โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง
4. เลือกวิธีการทำ
5. แปลโจทย์ออกมา
6. คาดคะเนคำตอบ
7. คิดคำนวณเปรียบเทียบคำตอบกับที่คาดคะเน
8. เขียนคำตอบ

จรรยา ชัยโชค (2531: 17-19) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ เป็น 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1. ขั้นการอ่านเพื่อวิเคราะห์โจทย์ปัญหา
2. ขั้นของการกำหนดทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหา
3. ขั้นการคิดคำนวณ
4. ขั้นการตรวจสอบคำถาม

ซึ่งในแต่ละขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นที่กล่าวมาแล้วนี้นักเรียนจะปฏิบัติได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีสมรรถภาพพื้นฐานที่จำเป็นบางประการเพื่อช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาโดยสรุปจากแผนภูมิดังต่อไปนี้

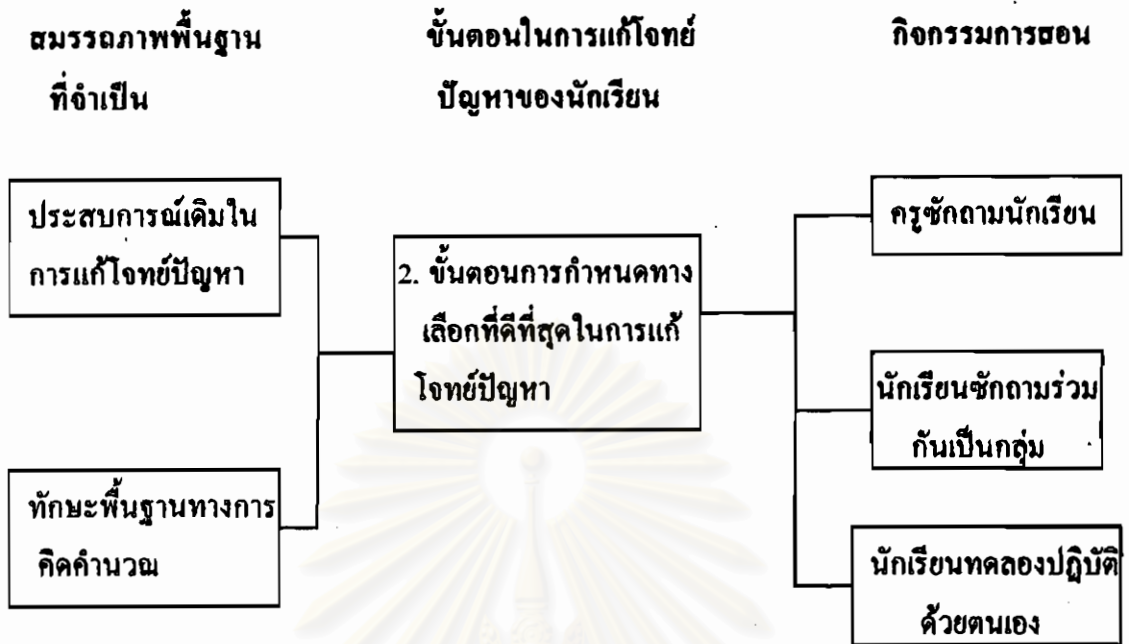


แผนภูมิที่ 2 แสดงขั้นการอ่านเพื่อการวิเคราะห์

คัดลอกมาจาก จรูญ จิยโรศ (2531: 17)

ตัวอย่างคำถาม

- | | |
|--|--|
| - โจทย์ต้องการทราบอะไร | - ข้อความตรงไหนที่แสดงให้เห็นว่าโจทย์ต้องการ ทราบอะไร |
| - โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง | - ในโจทย์ข้อนี้มีอะไรที่จำเป็นต่อการหาคำตอบบ้าง |
| - สิ่งที่จะต้องหาคืออะไร | - ก่อนที่จะให้คำตอบของข้อนี้ต้องหอะไรก่อน |
| - ส่วนใดในโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กัน | - โจทย์ข้อนี้มีตอนไหนที่สัมพันธ์เกี่ยวข้องกันบ้างและสัมพันธ์ กันอย่างไร |
| - ส่วนใดในโจทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ | - มีข้อความไหนที่โจทย์ใส่หลอกไว้ไม่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ |
| | - ลองเล่าโจทย์ข้อนี้ด้วยภาษาของนักเรียนเองว่าโจทย์ต้องการอะไรและกำหนดอะไรให้บ้าง |



แผนภูมิที่ 3 แสดงขั้นตอนของการกำหนดทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหา
คัดลอกมาจาก จรุง จีโยช (2531: 18)

- | ตัวอย่างคำถาม | |
|---------------------------------------|---|
| - โจทย์นี้ต้องทำกี่ขั้นตอน | - เขียนขั้นตอนการแก้โจทย์
ข้อนี้เป็นขั้นๆ |
| - ต้องทำขั้นใดก่อน/ขั้นใดหลัง | - นักเรียนเคยพบโจทย์ที่มี
ลักษณะเช่นนี้ หรือไม่/ที่
พบทำอย่างไร |
| - วิธีทำโจทย์ข้อนี้คล้ายกับที่เคยพบมา | - ใครมีวิธีทำโจทย์ที่ง่ายและ
บ้างหรือไม่ สั้นกว่านี้ |
| - วิธีที่ง่ายและคิดคำตอบได้เร็วที่สุด | |
| - เขียนประโยคสัญลักษณ์ | - นักเรียนเขียนประโยค
สัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบของ
โจทย์ข้อนี้ |



แผนภูมิที่ 4 แสดงขั้นการคิดคำนวณ
คัดลอกมาจาก จรูญ จิยโชค (2531: 18)

ตัวอย่างคำถาม

- | | |
|---|--|
| - การประมาณคำตอบที่ใกล้เคียง | - โจทย์ข้อนี้น่าจะได้คำตอบ
อย่างต่ำไม่เกินเท่าไรและ
อย่างสูงไม่เกินเท่าไร |
| - การใช้ภาษาที่กะทัดรัด ประกอบการ
แก้โจทย์ | - ในแต่ละบรรทัดที่คิดจะใช้
ข้อความว่าอย่างไร
- ถ้าจะให้สั้นและได้ใจความ
ดีจะเขียนข้อความนี้ใหม่ได้อย่างไร
- ในบรรทัดนี้ควรเขียนบรรยายอย่างไร |
| - การคิดคำนวณ | - นักเรียนลองคิดคำนวณข้อนี้
ว่าจะได้คำตอบเท่าไร |
| - การตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำ
ตอบ | - คำตอบที่ได้ใกล้เคียงกับที่
กะประมาณไว้หรือไม่
- คำตอบข้อนี้เป็นไปตามเงื่อนไข
ที่โจทย์กำหนด หรือไม่ |
| - การปรับปรุงคำตอบให้สมบูรณ์ | - ถ้าจะให้คำตอบของข้อนี้ สมบูรณ์
จะต้องตอบคำถาม |

สมรรถภาพพื้นฐาน
ที่จำเป็น

ขั้นตอนในการแก้โจทย์
ปัญหาของนักเรียน

กิจกรรมการสอน



แผนภูมิที่ 5 แสดงขั้นการตรวจสอบคำถาม
คัดลอกมาจาก จรูญ จีโยช (2531: 19)

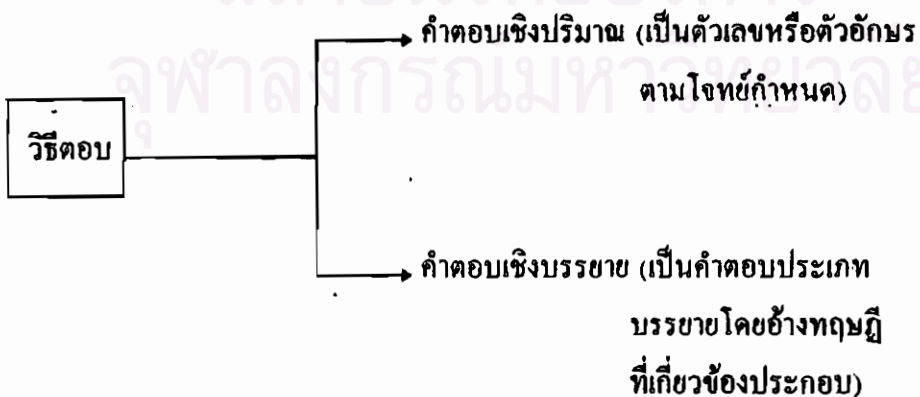
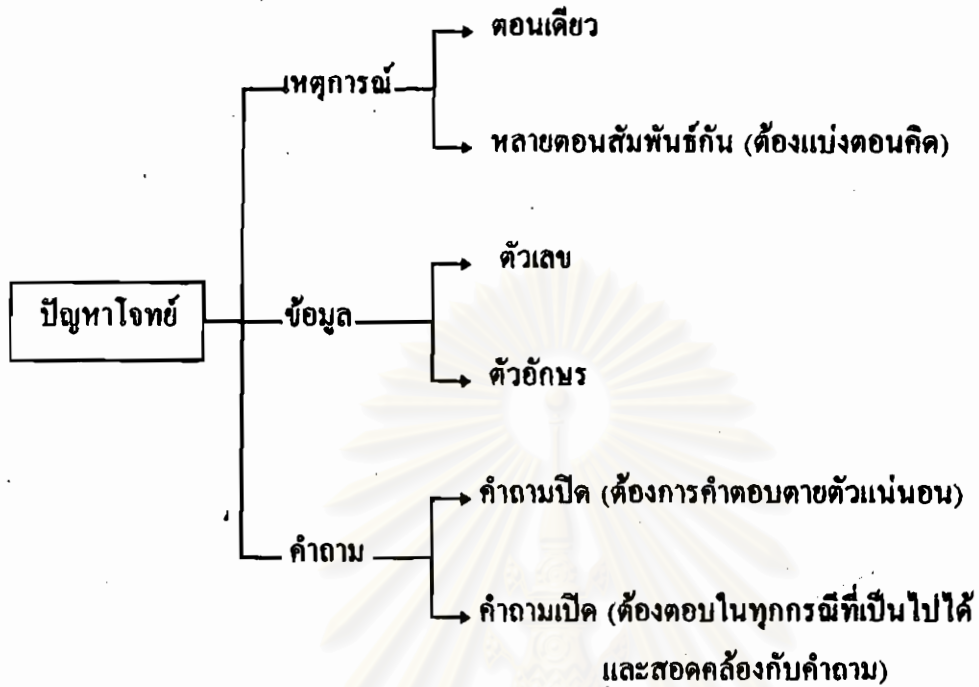
ตัวอย่างคำถาม

- การตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ
- คำตอบที่ได้ใกล้เคียงกับที่กะประมาณไว้หรือไม่
- คำตอบข้อนี้เป็นไปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่
- ถ้าจะให้คำตอบของข้อนี้สมบูรณ์จะต้องตอบคำถามอย่างไร

สมยศ ชิดมงคล (2532: 40-42) เสนอหลักการเบื้องต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์
โจทย์ปัญหาพีสิกส์ สรุปได้ว่าประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

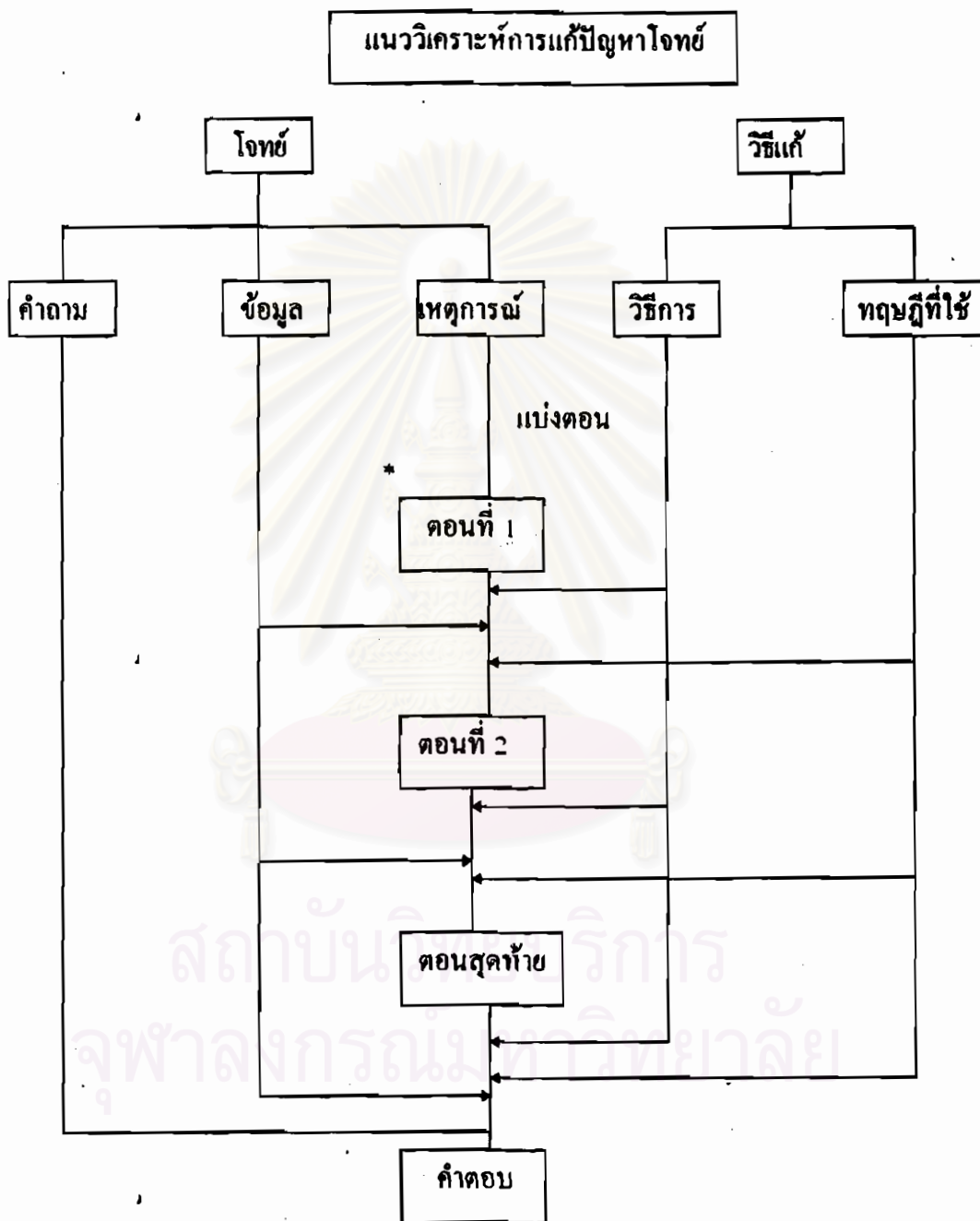
1. โจทย์ปัญหา
2. วิธีแก้
3. คำตอบ

โดยสามารถเขียนแผนภูมิแสดงการวิเคราะห์ในแต่ละส่วนได้ตามแผนภูมิดังนี้



แผนภูมิที่ 6 แสดงการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแต่ละส่วน
คัดลอกมาจาก สมยศ ชิดมงคล (2532: 41)

นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลจากการวิเคราะห์ที่ได้ในแต่ละส่วนได้ดังแผนภูมิ



แผนภูมิที่ 7 แสดงแนวการวิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์
คัดลอกมาจาก สมยศ ชิดมงคล (2532: 42)

วิธีการ ในแต่ละตอนอาจใช้วิธีการเดียวกันหรือคนละวิธี

ทฤษฎีที่ใช้ ในแต่ละตอนอาจใช้ทฤษฎีเดียวกันหรือคนละทฤษฎีก็ได้ขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ว่าตรงกับทฤษฎีใด

* ผลลัพธ์จากตอนที่ 1 จะเป็นข้อมูลเชื่อมโยงกับตอนที่ 2 และตอนต่างๆไปตามลำดับจนได้คำตอบ

ซูนิย์ เหมะประสิทธิ์ (2533: 190) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและวิเคราะห์หาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการพร้อมทั้งวิเคราะห์หาข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นหาวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ โดยฝึกให้นักเรียนมีมโนคติเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร สามารถวิเคราะห์โจทย์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ของข้อมูล ตีความโจทย์และแปลงโจทย์เป็นรูป แผนภาพ และประโยคสัญลักษณ์ ได้อย่างถูกต้อง
- ขั้นที่ 3 ขั้นคิดคำนวณ ฝึกให้นักเรียนมีทักษะการคิดคำนวณ มีความแม่นยำ และมีความรอบคอบในการคิดคำนวณ
- ขั้นที่ 4 ขั้นพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ หลังจากที่นักเรียนหาคำตอบได้แล้ว ควรให้นักเรียนรู้จักสังเกต คิดวิเคราะห์ว่าคำตอบที่ได้นั้นมีความเป็นไปได้ และสมเหตุสมผลหรือไม่โดยพิจารณาเชื่อมโยงกับสิ่งที่โจทย์ให้มา
- ขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ โดยฝึกให้นักเรียนรู้จักตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ด้วย 3 วิธี คือ ใช้วิธีการประมาณคำตอบโดยการฝึกให้นักเรียนคิดประมาณคำตอบอย่างคร่าวๆ โดยการคิดในใจ ใช้วิธีใหม่ๆ ในการแก้ปัญหาโจทย์ และใช้วิธีเดิม

สิริมาศ สิทธิหล่อ (2535: 42) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ไว้ 4 ขั้นตอนได้แก่

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา
2. ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา
3. ขั้นการดำเนินการตามแผนหรือการคิดคำนวณ
4. ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา

สุปราณี นพไพสง (2537: 48) ได้สรุปว่าการสอนการคำนวณโดยการวิเคราะห์ และแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ครูจำเป็นต้องดำเนินการสอนให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์และแก้ ปัญหาโจทย์ตาม ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่อยู่ในโจทย์ปัญหาด้วยการตีความ และทำความเข้าใจโจทย์ การวิเคราะห์ และแปลความ

ขั้นที่ 2 เป็นการใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาเชื่อมโยงกับนิยาม หลักการ และทฤษฎี ทางฟิสิกส์ด้วยการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนด หรือเลือกใช้ความสัมพันธ์ตาม นิยาม หลักการกฎ และทฤษฎีที่เคยเรียนมา

ขั้นที่ 3 เป็นการใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนปริมาณในนิยาม หลักการ กฎ และ ทฤษฎีทางฟิสิกส์ด้วยการแทนค่าปริมาณต่างๆ ในรูปของตัวแปรตามความสัมพันธ์ที่ได้ใน ขั้นตอนที่ 2

ขั้นที่ 4 เป็นการคิดคำนวณและวิเคราะห์คำตอบของ โจทย์ปัญหาด้วยการคิด คำนวณแก้สมการหาคำตอบและประมาณค่าคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 5 เป็นการตอบโดยสรุปคำตอบที่ได้ตามความหมายที่โจทย์ต้องการ จากที่กล่าวมาข้างต้นพอจะสรุปได้ว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ ประยุกต์ 1 นั้นประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่อยู่ในโจทย์ว่าสิ่งใดที่ โจทย์ต้องการทราบคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่อยู่ในโจทย์ว่าสิ่งใดที่ โจทย์กำหนดให้

ขั้นตอนที่ 3 การใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาสร้างความสัมพันธ์ของปริมาณทาง ฟิสิกส์ที่ไม่ทราบค่ากับกฎ หรือทฤษฎีทางฟิสิกส์เช่น การเขียนสูตร หรือสมการที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 การใช้ข้อมูลใน โจทย์ปัญหาแทนปริมาณความสัมพันธ์ของปริมาณ ทางฟิสิกส์ที่ไม่ทราบค่าลงในกฎหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์

ขั้นตอนที่ 5 การคิดคำนวณหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 6 การระบุหน่วยของคำตอบ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาพบว่าไม่เคยมีผู้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ประยุกต์ 1 โดยตรง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เห็นว่ามีส่วนเกี่ยวข้อง และพอที่จะนำมากล่าวถึงได้ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

ชนินฐา โชคลือชัย (2530) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการวินิจฉัย และแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ช่วงอุตสาหกรรมเรื่อง การเคลื่อนที่โดยศึกษากับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ จำนวน 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดย เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้โปรแกรม ประมวลผลข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนภายหลัง การใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการวินิจฉัย และแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่วงอุตสาหกรรมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทัศนีย์ คลังแก้ว (2532) ได้ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 70 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง "ภาพตัดกรวย" และ "ตรีโกณมิติ" ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีค่าความเที่ยงเป็น 0.92 และ 0.96 ตามลำดับ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัยได้ใช้เกณฑ์ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การพิจารณาข้อบกพร่องของแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัยนิสา โมวัชวิทย์ฮาดาร์ และคณะ ผลการวิจัยพบว่า ความถี่ของข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ บกพร่องในเทคนิคการทำ ไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา การใช้ข้อมูลผิดบิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม

ครุณี กิตติวิริยะ (2532) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ภาคคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 389 คน จากโรงเรียนมัธยม

ศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบ วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณ เรื่อง งาน คาน โมเมนต์ และเครื่องกล ผลการวิจัยพบว่า ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 8 จุดประสงค์ จาก 11 จุดประสงค์ โดยสาเหตุของข้อบกพร่อง คือ

1. ตัวอย่างประชากรสะเพร่าในการตอบ เช่น โจทย์ให้คำนวณหางานของพื้นเอียง แต่ตัวอย่างประชากรตอบเป็นขนาดของแรง
2. ในการคำนวณในเรื่องลิ้ม ตัวอย่างประชากรใช้ค่าความยาวของลิ้มไม่ถูกต้อง
3. ตัวอย่างประชากร ไม่ได้นำน้ำหนักของคานมาคำนวณหาค่าโมเมนต์
4. ในเรื่องรอก ตัวอย่างประชากรยังไม่เข้าใจเรื่องหลักการรวมแรงและเรื่องแรงดึงในเส้นเชือก
5. ในการคำนวณหาแรงในล้อและเพลลา ตัวอย่างประชากรใช้ค่าความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางแทนที่จะใช้รัศมี
6. ตัวอย่างประชากรสับสนระหว่างมวลกับแรง เช่น แทนค่าตอบแทนของแรงเป็นค่าของมวล

เจริญ แก้วประดิษฐ์ (2532) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เขตการศึกษา 3 กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนรัฐบาล สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 3 จำนวน 405 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์สมการทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับต่ำมาก โดยความสามารถในการตีความ และทำความเข้าใจโจทย์ และความสามารถในการใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่า อยู่ในระดับปานกลาง แต่มีความสามารถในการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนด ความสามารถในการแก้สมการ และความสามารถในการตรวจสอบคำตอบอยู่ในระดับต่ำมาก

ยุรวรรณ คล้ายมงคล (2534) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 102 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา เพียง 3 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจ

เข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนปัญหา และการดำเนินการตามแผนแก้ปัญหามีส่วนน้อยที่ทำครบ 4 ขั้นตอน คือ มีการทบทวนคำตอบและแผนการแก้ปัญห

สิริมาศ สิทธิหล่อ (2535) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 72 คน ผลการวิจัยพบว่า วิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญห โดยวิธีการคิดออกเสียงมีความตรงเชิงเกณฑ์ และพบว่าพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มเก่งจะแสดงพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหเกือบทุกขั้นตอน ในขณะที่กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน จะแสดงพฤติกรรมไม่ครบขั้นตอน และกลุ่มเก่ง แสดงพฤติกรรมคิดออกเสียงที่ให้ข้อมูลมากกว่า นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรสอนให้นักเรียนฝึกทักษะในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีกระบวนการ

งานวิจัยในต่างประเทศ

แบงก์ (Banks, 1959: 368-369) ได้ศึกษาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จ และไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่ามีพฤติกรรมดังต่อไปนี้

1. พฤติกรรมของนักเรียนที่แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ
 - 1.1 มีการประเมินในการแก้ปัญหโดยตรวจเช็คคำตอบ
 - 1.2 รู้จักแยกแยะ หรือแบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น ส่วน ๆ
 - 1.3 ใช้คำหลักเพื่อโยงความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของโจทย์ปัญหา
 - 1.4 ตีความเป็นระยะ ๆ ได้ถูกต้อง
 - 1.5 บ่งบอกข้อความที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
 - 1.6 ใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนที่จะเริ่มการคำนวณ
 - 1.7 เมื่อรับรู้ปัญหาทั้งหมดแล้ว อ่านปัญหาอีกครั้ง และบันทึกรายละเอียด พร้อมทั้งตรวจเช็คว่าตีความถูกต้องหรือเปล่า
 - 1.8 ค้นหาว่าส่วนใดที่โจทย์ปัญหาให้มา และส่วนใดที่ต้องการหา
 - 1.9 วางแผนการแก้ปัญหและวางแผนเค้าโครงของกระบวนการที่จะใช้ แก้ปัญหา
 - 1.10 พิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลในโจทย์ปัญหา
 - 1.11 ใช้การวาดรูปเท่าที่จะทำได้

- 1.12 พิจารณาว่าข้อความใดไม่จำเป็นต้องใช้
- 1.13 ต้องทำความเข้าใจกับปัญหาอย่างท่องแท้ก่อนจะหาคำถาม
- 2. พฤติกรรมของนักเรียนที่แก้ปัญหาโจทย์ไม่ได้
 - 2.1 ใช้วิธีการคูณมากกว่าการหาร
 - 2.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
 - 2.3 ใช้คำหลักเพื่อบ่งบอกกระบวนการในการแก้ปัญหา
 - 2.4 ขาดการคิดแบบวิจารณ์ว่าต้องการหาอะไรก่อนคำถาม
 - 2.5 ใช้คำเดียวในการตัดสินใจแก้ปัญหา
 - 2.6 ติความเป็นระยะ ๆ ได้ไม่ถูกต้อง
 - 2.7 บ่งบอกข้อความแต่ละส่วนของปัญหาได้ไม่ถูกต้องสมบูรณ์
 - 2.8 ใช้วิธีการไม่ถูกต้องเป็นกระบวนการพื้นฐานในการแก้ปัญหา
 - 2.9 ใช้วิธีการคำนวณที่ไม่สอดคล้องกับลักษณะของข้อมูล
 - 2.10 ใช้วิธีลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหา
 - 2.11 ยึดตัวเองเป็นหลัก
 - 2.12 ในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาก็ใช้วิธีการขจัดวิธีการอื่น ๆ ออกไป
 - 2.13 ชอบใช้วิธีการบวกหรือการลบกับเลขเศษส่วน
 - 2.14 ไม่สามารถเขียนขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้

นิวแมน (Newman, 1975) ที่ได้ศึกษาว่า เกิดความคลาดเคลื่อนอะไรบ้างระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้โจทย์ปัญหาขั้นเดียว (One-step) สรุปความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ความสามารถในการอ่าน (Reading Ability) เมื่อนักเรียนอ่านคำถามแล้ว ไม่สามารถจำคำ หรือสัญลักษณ์ได้
2. ความเข้าใจ (Comprehension) นักเรียนไม่เข้าใจคำถาม โดยไม่สามารถทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์ และคำศัพท์เฉพาะได้
3. การแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปประโยคคณิตศาสตร์ (Transformation) นักเรียนไม่สามารถเลือกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้
4. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process Skills) นักเรียนไม่สามารถคำนวณตามวิธีการแก้ปัญหาได้

5. การลงหน่วยในคำตอบ (Encoding) นักเรียนไม่สามารถเขียนคำตอบในรูปแบบที่ยอมรับกันได้

6. แรงจูงใจ (Motivation) ของนักเรียน นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเนื่องจากขาดแรงจูงใจ ทั้งนี้ เพราะความสามารถพยายามในการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับแรงจูงใจเป็นสำคัญ

7. การขาดความระมัดระวัง (Carelessness) นักเรียนบางคนรู้ว่าจะแก้ปัญหาได้อย่างไร แต่ขาดความระมัดระวังในการคำนวณ จึงเกิดความผิดพลาด

8. รูปแบบของคำถาม (Question Form) ซึ่งอาจสร้างความสับสนให้แก่ นักเรียน

คลีเมนต์ (Clements, 1980 อ้างถึงใน สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2534) ได้สำรวจความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหาโจทย์ของนักเรียนระดับ 7 และได้สัมภาษณ์นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำจำนวน 92 คน และที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง 92 คน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำจะมีความคลาดเคลื่อนในเรื่องของการแปลงโจทย์ปัญหาให้เป็นประโยคคณิตศาสตร์ถึงร้อยละ 28 รองลงไปที่ ทักษะทางคณิตศาสตร์ ร้อยละ 24 และขาดความระมัดระวังหรือขาดแรงจูงใจร้อยละ 21 ตามลำดับ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางก็เกิดความคลาดเคลื่อนใน 3 ด้านมากเช่นกัน คือมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากขาดความระมัดระวังหรือขาดแรงจูงใจมากที่สุดรองลงไปที่การแปลงและทักษะทางคณิตศาสตร์ และมีข้อสังเกตอีกประการหนึ่งก็คือ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีความคลาดเคลื่อนจากการอ่านและความเข้าใจสูงถึงร้อยละ 24 ขณะที่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางมีเพียงร้อยละ 9 เท่านั้น

นิตสา โมวัชวิทซ์-ฮาร์ดดา และคณะ (Nitsa Moshavits-Hadar et.al., 1987) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์รูปแบบข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับ 11 จำนวน 110 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ที่ประกอบด้วยข้อบกพร่องจำนวน 5 ด้าน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่อง ตามลักษณะข้อบกพร่องที่ตั้งไว้ เรียงตามลำดับความถี่จากมากไปหาน้อยในด้านต่าง ๆ ดังนี้คือ การบิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม การใช้เทคนิคในการทำผิด การใช้ข้อมูลผิด ข้อมูลผิดพลาดในการใช้ภาษา การอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ และไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา

ทาจ (Tao, 1992) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การตรวจสอบข้อมูลที่ผิดพลาด หรือข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องในกรณีปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ โดยให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 130 คน ที่มีอายุเฉลี่ยประมาณ 16 ปี จาก 4 โรงเรียน ทำการแยกโจทย์ปัญหาว่า โจทย์ปัญหาที่ให้มาเป็นโจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอ เป็นโจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่เพียงพอ หรือ เป็นโจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องสำหรับการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา พบว่าความสามารถของนักเรียนที่แสดงความผิดพลาดของข้อมูลที่ให้มา มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับอัตราการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง และเมื่อให้นักเรียนแบ่งแยกโจทย์ปัญหาทีละ 6 คู่ว่าเป็นโจทย์ปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกันตามเกณฑ์ที่นักเรียนกำหนดขึ้นเอง พบว่านักเรียนที่ใช้โครงสร้างของหลักการ (Deep structure) เป็นเกณฑ์ในการแยกโจทย์ปัญหา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนในการตรวจสอบข้อมูลที่ผิดพลาดหรือข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องในโจทย์ปัญหากับอัตราการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสูงกว่านักเรียนที่ใช้โครงสร้างของเรื่อง (Surface structure) เป็นเกณฑ์ในการแยกโจทย์ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีเหตุผลสนับสนุนว่านักเรียนที่สามารถแยกได้ว่าข้อมูลใดเป็นข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาโจทย์ ข้อมูลใดเป็นข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่เกี่ยวข้อง สำหรับการแก้ปัญหาโจทย์ และมีความเข้าใจในโครงสร้างของโจทย์ปัญหา จะสามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้ดี ดังนั้น นักเรียนจึงควรใช้โครงสร้างของหลักการ (Deep structure) ในการแบ่งแยกโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ไอลิน (Eileen Scanlon, 1993) ได้ทำการศึกษาถึงการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ของนักเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาถึงลักษณะของพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ที่มีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาโจทย์ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย โจทย์ปัญหาจำนวน 259 ข้อที่มีทั้งโจทย์ปัญหาทางกลศาสตร์ และทางพลศาสตร์ โดยข้อคำถามที่ใช้อยู่ใน 35 รายวิชาที่ผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาได้วิเคราะห์ไว้ซึ่งข้อคำถามเหล่านั้นนอกจากจะตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์แล้ว ยังตรวจสอบ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ด้วย จากการศึกษาพบว่า กระบวนการแก้ปัญหาโจทย์ประกอบด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. พฤติกรรมการอ่าน
2. พฤติกรรมในการเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์
3. พฤติกรรมในการใช้ความสามารถในการแก้สมการ
4. พฤติกรรมในการเขียนกราฟ และแปลความหมายจากกราฟ

5. พฤติกรรมการใช้ความรู้ทางฟิสิกส์แยกความแตกต่างของโจทย์ปัญหาที่เกิดจากความแตกต่างของข้อมูลที่กำหนดมาในโจทย์

พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนมีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนไม่รู้ว่าจะดำเนินการอย่างไรเกี่ยวกับการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนนี้ คือ นักเรียนไม่เข้าใจข้อความที่อ่านในโจทย์ปัญหา และไม่สามารถเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้
2. นักเรียนไม่รู้ว่าจะเริ่มดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างไร ปัญหาในส่วนนี้รวมไปถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชา และการประยุกต์วิธีการที่เหมาะสมในการแก้โจทย์ปัญหา
3. นักเรียนไม่รู้วิธีการพิจารณาผลลัพธ์ที่ถูกต้องปัญหาในส่วนนี้ คือ จะต้องมีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ในขั้นตอนใดบ้าง และทำอย่างไรจึงจะเลือกหน่วยที่เหมาะสมกับคำตอบได้ถูกต้อง นอกจากนี้ ยังพบว่า วิธีที่มีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ คือ การเขียนรูป การเขียนรูปปริมาณที่รู้ได้จากโจทย์ ก่อนที่จะแก้ปัญหตามลำดับขั้นตอน

จากตัวอย่างงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศจะสรุปได้ว่าข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหานั้นส่วนใหญ่เกิดจากการบกพร่องในเทคนิคการทำ การใช้ข้อมูลผิด บิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม ข้อมูลผิดพลาดในการใช้ภาษา ตีความไม่ถูกต้อง มีความคลาดเคลื่อนในการอ่าน การทำความเข้าใจในคำถาม หน่วยของคำตอบ มีความสามารถในการแก้สมการต่ำ และขาดทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ จากข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวจะเห็นได้ว่า สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งในการแก้ปัญหาคือ กระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องฝึกให้เด็กแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ การแก้ปัญหอย่างเป็นระบบนั้นเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้ปัญหา จากการศึกษาพบว่าเด็กยังมีกระบวนการในการแก้ปัญหามิครบขั้นตอน โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ประยุกต์ 1 มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตลอดทั้งขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นไปในลักษณะเดียวกัน ดังนั้นข้อบกพร่องในการวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาของนักศึกษาจึงพบได้ในลักษณะเดียวกับข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์คือนักศึกษามีความบกพร่องในการใช้ข้อมูล การตีความด้านภาษา การใช้กฎสูตร และนิยาม การตรวจสอบในระหว่างการแก้โจทย์ปัญหา และเทคนิคการทำ มีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาความบกพร่องในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะข้อบกพร่องในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยตรงนั้นยังไม่มีผู้ใดเคยศึกษามาก่อน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำวิจัยในเรื่องนี้