



บทที่ 2

วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการนำเสนอนวนคดี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ ผู้วิจัยแบ่ง เป็น 4 ส่วนคือ

1. การวิจัยด้านการเรียน
2. งานวิจัยเกี่ยวกับการวิจัยด้านการเรียน
3. ลำดับชั้นการเรียนรู้
4. งานวิจัยเกี่ยวกับลำดับชั้นการเรียนรู้

การวิจัยด้านการเรียน

การวิจัยด้านการเรียนเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องจากการเรียนการสอน เพราะการวิจัยจะกระทำหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหา เรื่องใดเรื่องหนึ่งจบไปแล้ว เพื่อจะได้เป็นข้อมูลย้อนกลับไปยังครูและนักเรียน ทำให้ทราบถึงส่วนที่เป็นจุดเด่นและส่วนที่เป็นจุดบกพร่อง ซึ่งจะเป็นการช่วยในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ประสิทธิภาพมากขึ้น

เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิจัยได้มีหลายชนิด เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Tests) แบบทดสอบวัดสติปัญญา (Intelligence Tests) แบบทดสอบวิจัยด้านการเรียน (Diagnostic Tests) เป็นต้น ในบรรดาเครื่องมือเหล่านี้ แบบทดสอบวิจัยด้านการเรียนใช้ประโยชน์ได้ดีเพราะวิจัยได้ละเอียดกว่า ดังที่ลินด์ควิสต์ (Lindquist 1951 : 37) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. สามารถวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนได้ละเอียดกว่า
2. ช่วยให้ครูผู้สอนทราบองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาวิชา ลำดับชั้นของกระบวนการเรียนการสอน ตลอดจนจุดบกพร่องของกระบวนการนั้น
3. ประหยัดเวลาและแรงงานของครู ทำให้มีเวลาเอาใจใส่เด็กแต่ละคนได้มากยิ่งขึ้น
4. ช่วยให้นักเรียนทราบจุดบกพร่องของตนและสามารถปรับปรุงการเรียนได้ตรงจุด

สมศักดิ์ สินธุระ เวชัญญ์ (2522 : 1) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบเพื่อวัดจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในแต่ละวิชา ผลของการสอบที่ได้จากแบบทดสอบวินิจฉัยจะนำไปสู่การแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องนั้น ส่วนวิเชียร เกตุสิงห์ (2517 : 27) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาจุดบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียนแต่ละวิชาเป็นเรื่อง ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้จะมีเนื้อหาต่าง ๆ ที่ต้องการวินิจฉัยโดยแต่ละเรื่องจะมีข้อสอบมาก ๆ ข้อ เมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนแล้ว ถ้านักเรียนทำข้อสอบในเรื่องใดผิดมาก แสดงว่านักเรียนมีจุดอ่อนในการเรียน เรื่องนั้น นอกจากนี้ในต่างประเทศก็มีผู้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้หลายท่านด้วยกัน เช่น เพนิน (Payne 1968 : 167) ได้กล่าวว่าการทดสอบเพื่อวินิจฉัยโดยทั่วไปจะทำการทดสอบหลังการสอบเสร็จสิ้นลง ซึ่งอาจจัดเป็นการทดสอบรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเพื่อชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องของการเรียนรู้ในรายละเอียดแต่ละตอนซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน แบบทดสอบวินิจฉัยจึงควรมีลักษณะดังนี้คือ

1. สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดประสงค์ของการสอน
2. ประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์รายละเอียดขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ
3. ชี้แนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องว่าควรแก้ไข ณ จุดใด
4. ครอบคลุมลำดับขั้นของการเรียนในเรื่องนั้น

กรอนสันด์ (Gronlund 1976 : 139) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ยืดความบกพร่องในการเรียนเป็นขอบข่ายในการวัด
2. เป็นข้อสอบที่ง่าย ๆ
3. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
4. สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียน
5. นำผลมาใช้ประกอบในการพิจารณาการคัดการสอบซ่อมเสริม

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2517 : 102) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยผู้สร้างจะต้องวินิจฉัยให้ทราบเสียก่อนว่า เรื่องนั้น ๆ มีเนื้อหาย่อย ๆ ว่าเป็นอย่างไร และต้องใช้ความสามารถในด้านใดบ้าง เช่น การบวกลบเลข เด็กจะต้องใช้ความสามารถอย่างไร

บ้าง มีวกลบก็ชนิด แล้วสร้างคำถามแต่ละชนิดตามสัดล้หที่ไ้จากกรวิเคราะห้ัน ๑

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2522 : 1-2) อธิบายถึงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบ
ชนิดสับ ไว้ดังนี้

1. แยกแยะหรือวิเคราะห้ที่กษะใหญ่ให้เป็นที่กษะย่อย ๑
2. การสร้างคำถามหรือข้อคำถามแต่ละที่กษะย่อย ๑ เหล่านั้น ไม่จำเป็นต้องยากนัก
แต่ควรมีมาก ๑ ข้อ

เมห์เรนส์และเลห์มานน์ (Mehrens and Lehmann 1973 : 172-173) ได้เสนอ
แนะว่า การสร้างแบบทดสอบ ชนิดสับที่ด้ควรรค่างถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ความสามารถในการวิเคราะห้ที่กษะและเนื้อหาวิชาออกเป็นที่กษะหรือองค์ประกอบ
ย่อย ๑

2. ความสามารถในการปรับปรุงข้อสอบแต่ละข้อให้มีความตรงในการวัดที่กษะย่อย
เหล่านั้น

นอลล์ (No11 1957 : 430) กล่าวถึงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบชนิดสับไว้ดังนี้

1. วิเคราะห้กฏ หล้กการ ความรู้หรือที่กษะที่ต้องการวัดอย่างละเอียด
2. วางแผนและสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมกฏและหล้กการต่าง ๑
3. สัดเรียงข้อสอบเป็นกลุ่มตามส้กษะที่ต้องการวัดชนิด

จากวิธีการสร้างแบบทดสอบชนิดสับที่กล่าวมาจแล้ว สรูปได้ดังนี้

1. จะต้องแยกแยะหรือวิเคราะห้กฏ หล้กการ ความรู้ในเนื้อหาและที่กษะใหญ่ออกเป็น
เป็นส่วนย่อยอย่างละเอียด และต้องสร้างให้ครอบคลุมกฏและหล้กการต่าง ๑

2. ข้อสอบแต่ละที่กษะย่อย ๑ ไม่จำเป็นต้องยากนัก แต่ควรมีมาก ๑ ข้อ ข้อสอบสัด

เป็นกลุ่ม ๑ ตามส้กษะที่ต้องการวัดชนิด

3. ข้อสอบแต่ละข้อมีความตรงในการวัดที่กษะย่อย ๑ และทดลองใช้ข้อสอบเพื่อ
ปรับปรุงให้ดีขึ้น

เนื่องจากแบบทดสอบชนิดสับ ยังเป็นแบบทดสอบที่ไม่แพร่หลายสำหรับประเทศไทย
จึงขอยกตัวอย่างของแบบทดสอบที่ใช้ในต่างประเทศ ซึ่งมีผู้สร้างไว้หลายชุด คือ

1. แบบทดสอบวินิจฉัยระดับเลขคณิตของลอส แอง เจน (Los Angeles Diagnostic Tests in Arithmetic) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยสำนักทดสอบแคลิฟอร์เนีย (California Test Bureau) พิมพ์ในปี ค.ศ.1925-1926 ใช้สำหรับนักเรียนเกรด 2-8 และเกรด 3-9 แบ่งเป็น 2 ด้านใหญ่ ๆ ดังนี้

1.1 เลขคณิตพื้นฐาน (Fundamental of Arithmetic) ใช้สำหรับนักเรียนเกรด 2-8 มี 2 ฟอรม์ (Form) แต่ละฟอรม์กำหนดเวลา 40 นาที ประกอบด้วยการบวก ลบ คูณ และหารเลขจำนวนเต็มบวก และจำนวนเต็มคู่ศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม

1.2 เลขคณิตเหตุผล (Reasoning in Arithmetic) ใช้สำหรับนักเรียนเกรด 3-9 มี 2 ฟอรม์ กำหนดเวลา 30 นาที สำหรับนักเรียนเกรด 3-5 และกำหนดเวลา 40 นาที สำหรับนักเรียนเกรด 6-9 ประกอบด้วยปัญหาพื้นฐาน ปัญหาที่ยาก และปัญหาเกี่ยวกับจำนวนที่เป็นตัวหาร ร้อยละ เป็นต้น (Noll 1957 : 224)

2. แบบทดสอบวินิจฉัยเลขคณิตของบรูคเนอร์ (Brueckner Diagnostic Arithmetic Tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยหน่วยบริการแนะแนวของอเมริกัน (American Guidance Service) พิมพ์ในปี ค.ศ.1926 และ 1943 ใช้สำหรับนักเรียนเกรด 4-8 และเกรด 5-8 แต่ละฟอรม์กำหนดเวลา 25-30 นาที แบ่งออกเป็น 3 ฉบับคือ เลขจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มคู่ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม (Noll 1957 : 224)

3. แบบทดสอบวินิจฉัยและช่วยเหลือนตนเองในเลขคณิต (Diagnostic Tests and Self-Helps in Arithmetic) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยสำนักทดสอบแคลิฟอร์เนีย (California Test Bureau) พิมพ์ปี ค.ศ.1955 ใช้สำหรับนักเรียนเกรด 3-12 มีฟอรม์เดียว ไม่กำหนดเวลา ประกอบด้วยแบบทดสอบเพื่อใช้คัดแยก (Screening Test) 4 ฉบับ และแบบทดสอบวินิจฉัย 23 ฉบับ ไม่มีเกณฑ์ปกติ แบ่งการวินิจฉัยออกเป็น 6 ด้านดังนี้ เกี่ยวกับข้อเท็จจริงพื้นฐานมี 5 ฉบับ การบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มคู่ศูนย์ มี 5 ฉบับ การบวก ลบ คูณ หารร้อยละ มี 1 ฉบับ การบวก ลบ คูณ และหารทศนิยม มี 4 ฉบับ การบวก ลบ คูณ หารมาตราวัด มี 1 ฉบับ การบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วน มี 7 ฉบับ

สำหรับแบบทดสอบเพื่อใช้คัดแยก (Screening Test) สร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเกี่ยวกับเลขจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มคู่ศูนย์ เศษส่วน ทศนิยม ความรู้และทักษะ

โดยทั่วไปทาง เลขคณิต เพื่อจะได้เลือกใช้แบบทดสอบวินิจฉัยได้ถูกต้อง แบบทดสอบชุดนี้ไม่บอกถึง ค่าความเที่ยง และค่าความตรง แต่ผู้สร้างก็สร้างโดยเน้นความตรงตามเนื้อหา (Mehrens and Lehmann 1973 : 468)

4. แบบทดสอบสำรวจและวินิจฉัยในวิชา เลขคณิตของ วิลสัน (The Wilson Inventory and Diagnostic Test in Arithmetic) ประกอบไปด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ ในเรื่องการบวก ลบ คูณ การหารสั้น และการหารยาว ด้านหลังของแบบทดสอบแต่ละฉบับได้รวบรวมข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ เพื่อช่วยให้ครูสามารถบอกสาเหตุของข้อผิดพลาดได้ถูกต้อง จำนวนข้อผิดพลาดที่รวบรวมไว้มีดังนี้ ข้อผิดพลาดในเรื่องการบวก 24 ข้อผิดพลาดในเรื่องการลบ 32 ข้อผิดพลาดในเรื่องการคูณ 24 ข้อผิดพลาดในเรื่องการหารสั้น 27 ข้อผิดพลาด และข้อผิดพลาดในเรื่องการหารยาว 43 ข้อผิดพลาด (Blair 1964 : 224)

5. แบบทดสอบวินิจฉัยขบวนการพื้นฐานในวิชา เลขคณิตของ บัสเวลล์และจอห์น (Buswell-John Diagnostic Test for Fundamental Process in Arithmetic) สร้างโดย บัสเวลล์ และจอห์น (Buswell and John) วัดเรื่องการบวก ลบ คูณ และหาร ซึ่งใช้ทดสอบเป็นรายบุคคล นักเรียนทำข้อสอบโดยพูดออกเสียงด้วย แบบทดสอบนี้มีสี่ส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ กระดาษเขียนตอบสำหรับนักเรียนและแผนภูมิเพื่อวินิจฉัยสำหรับครู กระดาษเขียนตอบสำหรับนักเรียนจะมีคำถามในเรื่อง การบวก ลบ คูณ และหาร ในขณะที่นักเรียนคิดหาคำตอบนั้น ครูจะต้องสังเกตอย่างใกล้ชิด และบันทึกข้อผิดพลาดของนักเรียนลงในแผนภูมิเพื่อวินิจฉัยสำหรับครู การที่นักเรียนได้พูดถึงสิ่งที่เขาทำผิดในขณะที่หาคำตอบเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับวิธีนี้ เพราะทำให้ครูทราบถึงข้อบกพร่องที่แท้จริงของนักเรียน เช่น บกพร่องในเรื่องการนับ การอ่านจำนวน การเขียนคำตอบ สัมทต เป็นต้น (Blair 1964 : 221-223)

6. แบบทดสอบสำรวจทางคณิตศาสตร์ (Prescriptive Mathematics Inventory = P.M.I) เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างโดยไชแวนวใหม่ สร้างโดยสำนักทดสอบคาลีฟอร์เนีย (California Test Bureau) ในปี ค.ศ. 1971 ซึ่งมี 3 ระดับคือ เกรด 4-5 เกรด 5-7 และเกรด 7-8 มีจำนวนข้อสอบ 107-217 ข้อ ซึ่งจะวัดกลุ่มจุดมุ่งหมายของการสอน 350 จุดมุ่งหมาย ทั้งในโครงการคณิตศาสตร์ "เก่า" และ "ใหม่" เวลาที่ใช้ในการทดสอบจะมีตั้งแต่ 2 ถึง 3 ชั่วโมงครึ่ง นักเรียนจะทำโดยการเขียนคำตอบลงในแผ่นที่ตรวจให้คะแนน และใช้เครื่องตรวจ จะมีรายงานแยกกัน 3 ชุดเพื่อช่วยในการจัดการสอนซ่อมเสริมที่เหมาะสม

ต่อไป (บุญชม ศรีสะอาด 2523 : 23)

ตัวอย่างการวิจัยข้อบกพร่อง

ในปี ค.ศ. 1955 บรูคเนอร์และบอนด์ (Brueckner and Bond 1955 : 226-227 Quoting Buswell and John 1926 : 138-140) ได้ทำการวิจัยข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ และหาร และได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ และหาร มีดังนี้

การบวก ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการรวมจำนวนหลาย ๆ จำนวน การนับ การบวกตัวทศครั้งสุดท้าย การลืมบวกจำนวนที่ทศมา การบวกจำนวนเต็มเข้า การบวกจำนวนที่ทศมาผิด เขียนจำนวนที่เป็นจำนวนทศผิด ทศจำนวนผิด วิธีทำผิดกฎ

การลบ ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการลบหลาย ๆ จำนวน ไม่มีการกระจายเมื่อลบไม่ได้ การนับผิดพลาดเมื่อลบด้วยศูนย์ ลบจากทางซ้ายไปขวา การลบผิดจำนวนโดยเอาตัวลบเป็นตัวตั้ง การกระจายผิดตำแหน่ง ผิดพลาดในการเปลี่ยนการกระทำลบเป็นบวก ผิดพลาดในการอ่านโจทย์

การคูณ ได้พบข้อบกพร่องด้านการบวกและการคูณด้วยศูนย์ การบวกผิด ทศตัวเลขผิด สิมทศ การนับเพื่อจะทศ เขียนจำนวนทศผิด ผิดพลาดในการทศเมื่อเป็นศูนย์ วิธีการทำผิดได้แก่ ใช้ตัวตั้งเป็นตัวคูณ เขียนแถวของเลขศูนย์ผิด ผิดพลาดเมื่อใช้ศูนย์เป็นตัวคูณและเป็นตัวตั้ง ผิดพลาดเกี่ยวกับตำแหน่งของผลคูณบางหลัก สับสนเกี่ยวกับผลลัพธ์เมื่อคูณจำนวนมากกว่าสองหลัก ไม่คูณตัวตั้งแต่ละหลัก ผิดผลคูณบางหลัก เขียนผลคูณผิดหลัก ใช้ตัวคูณหรือตัวตั้ง เป็นผลลัพธ์ คูณทางซ้ายก่อน และผิดพลาดการคูณโดยการแยกผลลัพธ์ การละเลยต่าง ๆ ได้แก่ ผิดพลาดในการอ่านโจทย์ การเขียนผลลัพธ์ การคูณตำแหน่งเดียวกันสองครั้ง การลืบลำดับตำแหน่งของผลลัพธ์ ผิดพลาดในการอ่านและการเขียนตัวเลขที่อ่านยาก

การหาร ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการหารหลาย ๆ จำนวน การลบ การคูณ ค่าตอบของเศษที่เหลือมากกว่าตัวหาร ละเลยในการใช้เศษ ตัดทอนผลลัพธ์ศูนย์จากจำนวนอื่น ๆ ตัดทอนจำนวนในตัวตั้งเมื่อหาร ใช้เครื่องหมายผิด

ต่อมาในปี ค.ศ. 1964 แบลร์ (Blair 1964 : 229) ได้ทำการศึกษาข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารของนักเรียนเกรด 8 จำนวน 106 คน ได้พบข้อบกพร่องในทำนองเดียวกันคือ

การบวก ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวกจำนวนหลาย ๆ จำนวน การบวกตัวทศ
ครึ่งสุดท้าย การบวกจำนวนที่ทศมาผิด วิธีทำผิดหลักการในหลักการบวกสองกลุ่มหรือมากกว่า
บวกจำนวนเต็มเข้า ทศผิดจำนวน กระจายจำนวนขาดหายไปหนึ่งหรือมากกว่า และลืมบวก
จำนวนที่ทศมา

การลบ ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการลบหลาย ๆ จำนวน ไม่มีการกระจายเมื่อ
ลบไม่ได้ ผิดพลาดในการอ่านโจทย์ ลบจากทางซ้ายไปขวา การนับผิดพลาดเกี่ยวกับตัวเลข
ที่เริ่มต้นเหมือนกัน ใช้ตัวเลขเป็นคำตอบ

การคูณ ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวกจำนวนทศ ใช้ตัวตั้งสำหรับการคูณเป็น
ตัวคูณ ผิดพลาดเนื่องจากการรวมผลคูณ ทศจำนวนผิด ผิดพลาดเกี่ยวกับการรวมเลขคู่
โดด ๆ หรือคู่เป็นตัวคูณ ผิดพลาดเนื่องจากการอ่านและผิดพลาดเนื่องจากตำแหน่งของ
ผลคูณบางส่วน

การหาร ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการลบ การคูณ ใช้วิธีการหารยาวเพื่อหารสั้น
ผิดพลาดในการหารหลาย ๆ จำนวน ตัดทอนจำนวนในตัวตั้ง ละเลยกับเศษตัวสุดท้าย คำตอบ
ของเศษมากกว่าตัวหาร ใช้วิธีหารสั้นเพื่อหารยาว และละเลยผลลัพธ์ที่เป็นคู่

งานวิจัยเกี่ยวกับการวินิจฉัยการ เรียน

งานวิจัยในต่างประเทศเกี่ยวกับการวินิจฉัยการ เรียนพอจะนำมากล่าวโดยสรุปได้
ดังนี้

ปี ค.ศ. 1970 บอยเดน (Boyden 1970 : 1504-A) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
ข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาโจทย์เลขคณิต (Verbal Arithmetic Problem Solving) สำหรับ
นักเรียนเกรด 5 โดยนำแบบทดสอบสำรวจไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 5 จำนวน 993 คน
ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบตอบอิสระ ผลจากการสำรวจพบข้อบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ 12
ประการ แล้วสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบเลือกตอบ โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิด
จากการตอบแบบทดสอบสำรวจมาใช้เป็นตัวลวง การวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ
หาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรคูเตอร์-ริชาร์ดสัน 20 และหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สัมประสิทธิ์
พอยต์ ไบซีเรียล (Point-Biserial Correlation) ปรากฏว่าแบบทดสอบสำรวจมีความ
ความเที่ยง .789 ค่าอำนาจจำแนก .00-.741 ส่วนแบบทดสอบวินิจฉัยมีความเที่ยง .802
และค่าอำนาจจำแนก .334-.629 ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นสามารถค้นหา
ข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มได้

ต่อมาในปี ค.ศ.1972 เอลลิส (Ellis 1972 : 2234-A) ได้ศึกษาข้อบกพร่องในการเรียนเลขจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาแบบต่าง ๆ ที่นักเรียนในชั้นประถมศึกษา มักจะทำผิดเสมอ ๆ เกี่ยวกับการคำนวณตัวเลข และปรับปรุงแบบทดสอบวินิจฉัย โดยศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนเกรด 6 จำนวน 690 คน นักเรียนแต่ละคนได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบค้นหาข้อบกพร่อง เรื่อง เลขจำนวนเต็ม แล้วจัดนักเรียนเป็น 3 กลุ่มคือ พวกที่ทำถูกและตอบถูก พวกที่ทำถูกแต่ตอบผิด และพวกที่ทั้งวิธีทำและคำตอบผิด/พวกที่วิธีทำถูกแต่คำตอบผิด ได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อหาจุดบกพร่องต่าง ๆ ผลจากการศึกษาพบข้อบกพร่องในด้านการบวก 17 เปอร์เซ็นต์ การคูณด้วยเลขหลักเดียว 14 เปอร์เซ็นต์ การคูณด้วยเลขสองหลัก 16 เปอร์เซ็นต์

ในปี ค.ศ.1976 โบว์แมน (Bowman 1976 : 7260-A) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์เบื้องต้น (A Basic Mathematics Diagnostic Instrument) เพื่อค้นหาจุดเด่นและจุดบกพร่องของนักเรียนในเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนต่าง ๆ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เบื้องต้น แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในวิทยาลัยที่มีโครงการช่วยเหลือนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์ต่ำ และใช้ทดสอบเป็นกลุ่ม แต่นำผลจากคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาพิจารณาว่านักเรียนมีจุดเด่นและจุดบกพร่องในเรื่องหาใจและมักผิดพลาดในลักษณะใด ข้อมูลที่ได้จะมีบันทึกเป็นเส้นภาพ (Profile) เพื่อความสะดวกในการตีความหมายผลงานของนักเรียนจากการศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 435 คน ผลปรากฏว่าแบบทดสอบชุดนี้มีประโยชน์ในการจัดโครงการการสอนซ่อมเสริมนักเรียนได้อย่างเหมาะสม

ในปี ค.ศ.1978 ฌ็อง (Jean 1978 : 4636-A) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเรื่องการบวกและลบ ของนักเรียนเกรด 3 และ 4 โดยใช้เวลา 2 สัปดาห์สำหรับทดสอบค้นหาข้อบกพร่อง แล้วทำการซ่อมเสริมผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการซ่อมเสริมสามารถทำคะแนนได้เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่านักเรียนที่บกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ด้านตัวเลขเพราะขาดทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องระบบจำนวน

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยและการวินิจฉัยการเรียนของนักเรียนมีประโยชน์มากต่อการประเมินผลตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 แต่งานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับทางด้านนี้ยังมีไม่มากนัก เท่าที่สามารถศึกษาค้นคว้ามีดังต่อไปนี้

ในปี พ.ศ. 2523 ลุ่ม มูลเมือง (2523 : 15-65) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนเรื่อง ทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครพนม กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครพนม จำนวน 802 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเลือกตัวอย่างหลายชั้น แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 4 ฉบับคือ แบบทดสอบพื้นฐานความเข้าใจทศนิยม การบวกและการลบทศนิยม การคูณและหารทศนิยม และโจทย์ปัญหาทศนิยม ซึ่งมีวิธีดำเนินการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี วิธีสร้าง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างตารางวิเคราะห์หาลักษณะ
3. เขียนข้อสอบเป็นแบบตอบอิสระ เพื่อหาตัวลองที่มีประสิทธิภาพ จำนวนข้อที่ใช้ยึดตามตารางวิเคราะห์หาลักษณะ
4. ทำการทดสอบ 5 ครั้ง โดยทดสอบเพื่อหาตัวลอง 1 ครั้ง แล้วดัดแปลงให้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ เพื่อทดลองเครื่องมือ 3 ครั้ง และทดสอบครั้งสุดท้ายเพื่อหาคุณภาพ

ปรากฏว่าแบบทดสอบชุดนี้มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .05-.93 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรอย่างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .02-.64 ซึ่งคำนวณโดยใช้เทคนิค 27 เบลร์ เจนิต ส่วนค่าความเที่ยงคำนวณโดยใช้สูตรคูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้ค่าความเที่ยงที่ได้ตามวิธีหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบอิง เกณฑ์ โดยใช้สูตรของสปีริงตัน ซึ่งมีค่าตั้งแต่ .916-.968 สำหรับความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับวัดเรื่องทศนิยมจริง และความตรงตามสภาพนั้นคำนวณโดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับคะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐาน วิชคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ฉบับที่ ๒ ปรากฏว่ามีค่าตั้งแต่ .327-.524

ในปีเดียวกัน อุไรวรรณ หัตถบุตร (2523 : 14-112) ได้ศึกษาและสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนเรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2522 ในจังหวัดอ่างทอง จำนวน 990 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเลือกตัวอย่างหลายชั้น แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 6 ฉบับ คือแบบทดสอบพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับเศษส่วน การบวกเศษส่วน การลบเศษส่วน การคูณเศษส่วน การหารเศษส่วน และโจทย์ปัญหาเศษส่วน ซึ่งมีวิธีดำเนินการสร้าง แบ่งได้เป็น 6 ชั้นดังนี้

1. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจเป็นแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบสั้น
2. ดำเนินการทดสอบเพื่อปรับปรุง และหาคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อสำรวจ
3. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบเพื่อรวบรวมคำตอบของนักเรียน
4. วิเคราะห์คำตอบเพื่อหาลำเหตุของการตอบผิด
5. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยตัดแปลงจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจให้เป็นแบบ

ทดสอบชนิดเลือกตอบ และใช้คำตอบผิดซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ตอบเป็นตัวลวง

6. ทดสอบเพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ

ข้อสอบชุดนี้มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .50-.95 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรอย่างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00-.89 ซึ่งคำนวณโดยใช้สัมประสิทธิ์ พอยต์ ไบซีเรียล (Point-Biserial Correlation) ส่วนค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ คำนวณโดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับแก้ค่าความเที่ยงตามวิธีหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของสปีริงสัน มีค่าตั้งแต่ .906-.967 สำหรับความตรงของเนื้อหาของแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดเรื่อง เคาะล้วนจริง

ต่อมาในปี พ.ศ.2524 วรรณดี ชูณหาวุฒิชยานนท์ (2524 : 21-127) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยชนิดคำสัตรี เรื่อง โพลีโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร จำนวน 750 คน ซึ่งเลือกโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย แบบทดสอบที่สร้างขึ้น 6 ฉบับ คือแบบทดสอบการบวกและลบโพลีโนเมียล การคูณโพลีโนเมียล การหารโพลีโนเมียล สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และโจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับการสร้างมีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้คือ สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจให้แสดงวิธีทำและเติมคำตอบโดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นำไปทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบ แล้วตัดแปลงเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดในแบบทดสอบ เพื่อสำรวจมาเป็นตัวลวง นำไปทดสอบ 3 ครั้งคือ ทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ และทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ผลจากการศึกษาปรากฏว่าแบบทดสอบมีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ .03 ขึ้นไป ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบซึ่งคำนวณโดยใช้ การหาความเที่ยงของแบบทดสอบถึง เกณฑ์ของสไฟริงตัน มีค่าตั้งแต่ .735-.956 ส่วนค่าความ ตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเป็นผู้พิจารณาตรวจสอบ ปรากฏ ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 6 ฉบับสามารถวัดเรื่องโพลีโนเมียลได้จริง

ในปีเดียวกัน สุ่มททา สนิพลา (2524 : 27-128) ก็ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการ เรียนเรื่องการบวก ลบ คูณ และหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นประถมปีที่ 3 ปีการศึกษา 2523 ในจังหวัดอ่างทอง จำนวน 826 คน ซึ่งเลือก โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน

1. สร้างแบบทดสอบสำรวจ เป็นแบบทดสอบชนิดให้แสดงวิธีทำ
2. ทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อปรับปรุงข้อสอบและหาจุดบกพร่องของตัวลวง
3. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ โดยใช้คำถามเช่นเดียวกับแบบทดสอบสำรวจ และตัวลวงได้จากคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิด
4. ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อคัดเลือกข้อที่ดี
5. ทดสอบครั้งที่ 4 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ

ผลของการศึกษา ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .53-.95 ส่วนค่าอำนาจ จำแนกมีค่าตั้งแต่ .00-.84 ซึ่งหาได้โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเที่ยงคำนวณหาโดย ใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 แล้วปรับค่าให้ถูกต้องตามสูตรของสไฟริงตัน ปรากฏว่าความเที่ยง มีค่าตั้งแต่ .869-.918 ส่วนค่าความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ หาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบทุกฉบับเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารได้จริง

ในปีเดียวกันนี้ สนิท อินทรโกตล (2524 : 30-45) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านทวโป่ง อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ จำนวน 60 คน ซึ่งได้จากการสุ่ม แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน เพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองก่อนและหลังการสอบจะมีการ ทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องและสอนซ่อมเสริม กลุ่มควบคุมสอบตามปกติ

ไม่มีการทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งก่อนและหลังการสอน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลำดับชั้นการเรียนรู้ (Learning Hierarchy)

หลักการหนึ่งที่ใช้ในการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ได้แก่ การวิเคราะห์งาน (Task Analysis) เพราะการวิเคราะห์งานจะทำให้ผู้สอนจัดเรียงลำดับชั้นการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ

การวิเคราะห์งาน จะยึดพฤติกรรมที่คาดหวังเป็นหลัก ลำดับชั้นในการวิเคราะห์งานได้แก่

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวัง
2. ทักษะย่อย ๆ ที่ใช้เป็นพื้นฐานซึ่งทำให้เกิดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวัง
3. ความสัมพันธ์ของแต่ละทักษะย่อย แล้วจัดเรียงลำดับของทักษะย่อยเหล่านั้น
4. วางแผนสัดส่วนการเคลื่อนไหวของแต่ละทักษะย่อย
5. ทดสอบเพื่อดูความรอบรู้ในทักษะย่อย ๆ เหล่านี้ พร้อมทั้งดูพฤติกรรมที่คาดหวัง

ในการวิเคราะห์ขั้นที่ 2 และ 3 ถือว่าเป็นขั้นที่สำคัญมาก ตัวอย่างการวิเคราะห์งาน เช่น การวิเคราะห์งานเรื่องการหารเลขจำนวนจริงที่เป็นทศนิยมซึ่งอยู่ในแบบ

$$NN.N \overline{) dddd.d}$$

การวิเคราะห์งานในเรื่องนี้ จะต้องเป็นไปตามลำดับขั้นดังนี้

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวังได้แก่ผู้เรียนสามารถหารเลขจำนวนจริงที่เป็นทศนิยมซึ่งอยู่ในแบบ $NN.N \overline{) dddd.d}$ ได้ถูกต้อง 90 เปอร์เซ็นต์

2 และ 3 ทักษะย่อยและการจัดลำดับของทักษะย่อยที่จะทำให้เกิดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวัง ได้แก่ การเลื่อนจุด การประมาณค่าผลหาร การหาผลคูณ การหาผลลบ และการตั้งตัวตั้งตัวต่อไปลงมา เช่น $15.2 \overline{) 1862.4}$

ก. ผู้เรียนจะต้องมีทักษะในการย้ายจุด

$$15.2 \overline{) 1862.4}$$

ข. ผู้เรียนจะต้องมีทักษะในการประมาณผลหาร

$$152 \overline{) 18624} \quad \begin{array}{r} 1 \\ \hline \end{array}$$

ค. ผู้เรียนจะต้องมีทักษะในการหาผลคูณ

$$152 \overline{) 18624} \quad \begin{array}{r} 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\underline{152}$$

ง. ผู้เรียนจะต้องมีทักษะในการหาผลลบ

$$152 \overline{) 18624} \quad \begin{array}{r} 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\underline{152}$$

$$34$$

จ. ผู้เรียนจะต้องมีทักษะในการตั้งตัวตั้งตัวต่อไปลงมา

$$152 \overline{) 18624} \quad \begin{array}{r} 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\underline{152}$$

$$342$$

ซึ่งทักษะย่อย ๆ เหล่านี้จะต้องใช้เป็นพื้นฐานที่จะทำให้เกิดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวังได้ นั่นคือผู้เรียนสามารถหารเลขจำนวนจริงที่เป็นทศนิยมซึ่งอยู่ในแบบ NN.N) dddd.d ได้ถูกต้อง 90 เปอร์เซ็นต์

4. สัตถะกระบวนการสอนของแต่ละทักษะย่อยเพื่อให้เกิดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่คาดหวัง

5. ทดสอบเพื่อตรวจสอบรู้ในทักษะย่อยและพฤติกรรมที่คาดหวัง

ลำดับชั้นการเรียนรู้ มีวิธีการสร้าง 2 แบบ กล่าวคือ

แบบที่ 1. การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยการวิเคราะห์งาน (Construction of a Learning Hierarchy By Task Analysis)

การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้เป็นการสร้างโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ (Expert) ซึ่งอาจจะสร้างเพียงคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมในการสร้าง

ในการสร้างแบบนี้อันดับแรกจะต้องกำหนดพฤติกรรมสูงสุดที่ผู้เรียนจะต้องแสดงออกมาได้หลังจากได้เรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้ว ต่อจากนั้นจึงพิจารณาว่าพฤติกรรมสูงสุดที่ผู้เรียนจะแสดงออกได้นั้นต้องอาศัยพฤติกรรมขั้นต้นรอง ๆ ลงมาก็พฤติกรรม มีพฤติกรรมใดบ้าง และพฤติกรรมในขั้นต้นรอง ๆ เหล่านี้พฤติกรรมใดต้องมาก่อนพฤติกรรมใด และในเรื่องเดียวกันการลำดับของพฤติกรรมรอง ๆ ลงมาอาจจะเหมือนหรือไม่เหมือนก็ได้ และทุก ๆ ลำดับขั้นที่สร้าง อาจจะ เป็นลำดับขั้นที่ทั้งหมดก็ได้ การที่จะสร้างได้ว่าเป็นลำดับชั้นการเรียนรู้ที่ได้นั้น จะต้องดูที่พฤติกรรมสูงสุดที่ต้องการว่าผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมสูงสุดที่ต้องการได้มากที่สุดหรือไม่ ถ้าผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมสูงสุดที่ต้องการได้มากที่สุด ก็แสดงว่าลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างได้

แบบที่ 2. การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยผู้เรียน (Student Generated Learning Hierarchies)

การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้แตกต่างกับแบบแรก กล่าวคือในการสร้างแบบนี้จะไม่ใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้สร้าง แต่ให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ขึ้นเอง นั่นคือผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดพฤติกรรมขั้นต้นรอง ๆ ลงมาเพื่อให้เกิดพฤติกรรมขั้นต้นรอง ๆ ลงมานี้เป็นพื้นฐานในการไปสู่พฤติกรรมสูงสุดตามที่ต้องการ

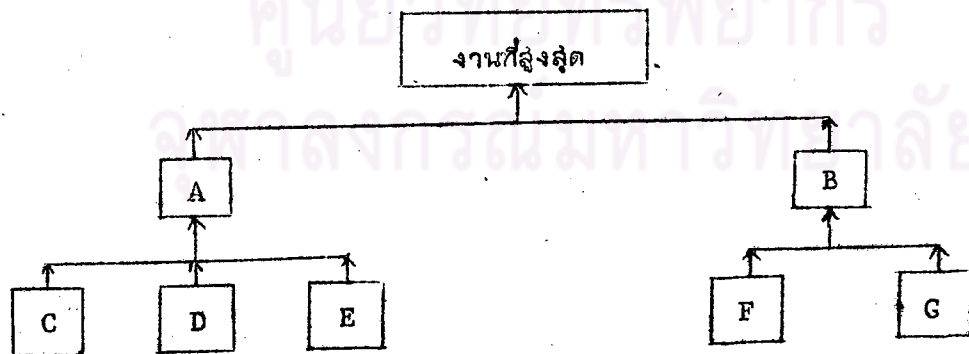
แชนนอน (Shannon 1972 : 5660-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างจากแบบที่ 1 และแบบที่ 2 ปรากฏผลว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ไม่แตกต่างกัน แต่ลำดับขั้นที่ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้สร้างจะมีประสิทธิภาพและความยุติธรรมมากกว่าลำดับขั้นที่สร้างโดยผู้เรียน ดังนั้นลำดับขั้นที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญจึงสร้างได้ว่าเป็นลำดับขั้นที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง

จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์กับการเรียงลำดับขั้นเนื้อหาวิชา ภายใต้งานสร้างลำดับขั้นการเรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาซึ่งอาศัยจากการวิเคราะห์งานนั้นคือ วิเคราะห์ว่าพฤติกรรมที่คาดหวังจะต้องอาศัยจากทักษะย่อย ๆ ที่มีอยู่แล้วเป็นพื้นฐาน และทักษะย่อย ๆ เหล่านี้จะต้องจัดเรียงลำดับอย่างไร จึงจะทำให้เกิดพฤติกรรมที่คาดหวังได้ และในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ๆ ทุกครั้งจะต้องอาศัยจากการเรียนรู้ที่ผ่านมาแล้วเป็นพื้นฐาน ดังนั้นในการเรียนการสอนผู้สอนจำเป็นจะต้องแบ่งเนื้อหาเป็นตอน ๆ หรือเป็นหน่วยย่อย ๆ แล้วจัดแต่ละหน่วยให้มีลำดับต่อเนื่องกัน โดยหน่วยที่อยู่ข้างล่างต้องมีการเรียนรู้ก่อน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้หน่วยต่อไป (Gagné 1967 : 102) การสร้างลำดับขั้นการเรียนรู้ของกายเย จึงเป็นแบบที่ 1

โครงสร้างลำดับขั้นการเรียนรู้ของกายเย เขาเน้นที่งาน (หรือทักษะ) ที่สูงสุดว่างานที่สูงสุดจะต้องอาศัยจากงานย่อย ๆ ที่ต่ำกว่าอะไรบ้าง และงานที่สูงกว่าบางครั้งต้องอาศัยจากงานที่ต่ำกว่าหลาย ๆ งาน ดังนั้นผลที่ได้ออกมาจึงเป็นรูปแบบปิรามิด (Pyramid)

กายเย (Gagné 1965 : 239) ได้กล่าวว่าลักษณะของลำดับขั้นการเรียนรู้คือ ข้อความต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยม ซึ่งจะแสดงถึงความล่าช้าที่ผู้เรียนจะแสดงพฤติกรรมออกมาได้เมื่อเขาได้เรียนรู้ในสิ่งนั้น

จากทฤษฎีที่กายเยได้ตั้งสมมุติฐานว่า ระดับงานที่ต่ำกว่าที่ไต่ผ่านการเรียนรู้อีกก่อนจะเป็นการง่ายในการที่จะเรียนรู้งานที่สูงขึ้นไป (Gagné 1965 : 239) การสร้างลำดับขั้นการเรียนรู้จึงออกมาในรูปแบบปิรามิด ดังแผนภาพข้างล่างนี้



แผนภาพที่ 1

ปิรามิดแสดงถึงลำดับขั้นการเรียนรู้

จากแผนภาพที่ 1 การที่จะเรียนรู้งานในระดับ A ได้นั้นจะต้องอาศัยพื้นฐานจากการเรียนรู้งานในระดับ C, D และ E ก่อน สำหรับการเรียนรู้งานในระดับ B จะต้องอาศัยพื้นฐานจากการเรียนรู้งานในระดับ F และ G ก่อน

ในการสร้างลำดับขั้นการเรียนรู้ ความถูกต้องของการสร้างก็คือการเรียนรู้ทักษะที่ต่ำที่สุดจะต้องเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ทักษะที่สูงขึ้นไป ทักษะในระดับที่สูงขึ้นไปจะเรียนรู้ไม่ได้ถ้ายังไม่เรียนรู้ทักษะในระดับที่ต่ำกว่า แต่ทักษะในระดับเดียวกัน แสดงว่าเป็นทักษะที่เป็นอิสระต่อการเรียนรู้จะเรียนรู้ทักษะใดก่อนก็ได้

การสร้างลำดับการเรียนรู้ของกาญจนาเบตามวิธีที่กล่าวมาแล้ว เป็นการสร้างโดยยึดการวิเคราะห์เนื้อหาแต่เพียงอย่างเดียว ไม่ได้เกี่ยวข้องกับหลักทางจิตวิทยา (Psychological Principle) ซึ่งเป็นการไม่เหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอนในห้องเรียน เพราะในสภาพการเรียนการสอนจริงจะต้องคำนึงถึงตัวผู้เรียนด้วย ฟิลลิปส์และเคลลี (Phillips and Kelly 1975 : 351) ได้เสนอให้นำหลักทางจิตวิทยาและหลักการสอน (Pedagogical Principle) เข้ามาเกี่ยวข้องในขณะวิเคราะห์ลำดับขั้นการเรียนรู้ด้วย

งานวิจัยเกี่ยวกับลำดับขั้นการเรียนรู้

งานวิจัยในต่างประเทศเกี่ยวกับลำดับขั้นการเรียนรู้ พอลจะนำมากล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1961 กาญจนาเบและพาราไดส์ (Gagne' and Paradise 1961 : 518) ได้สร้างลำดับขั้นการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้น โดยยึดหลักในการวิเคราะห์งานที่ใช้หลักเหตุผล (Logical Analysis) ตามลักษณะเนื้อหาวิชา กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนที่ได้เรียนคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นมาแล้ว เป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 4 ห้อง รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 118 คน จากโรงเรียน 2 โรงเรียน ลำดับขั้นที่สร้างขึ้นมีทั้งหมด 20 ลำดับขั้น ทำการทดลองนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้เรียนเรื่องนี้ผ่านไปแล้ว 8 วัน ปรากฏผลว่ามีพิสัยไปทางบวก (พิสัยไปทางบวกถ้ามีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าการสัดเรียงลำดับขั้นการเรียนรู้ของแต่ละลำดับขั้นเรียงได้ตามลำดับขั้นที่สัดว่าดี) อยู่ในช่วง 0.91-1.00 แสดงว่าการสัดลำดับขั้นการเรียนรู้ทั้งหมด 20 ลำดับขั้น เป็นการสัดลำดับขั้นที่มีประสิทธิภาพดี

ต่อ ๆ มาในปี ค.ศ.1976 คอเซย์ (Caubey 1977 : 4928-A) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการคูณจำนวนตรรกยะ คอเซย์ได้สร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยใช้หลักทางจิตวิทยา เข้ามาเกี่ยวข้องในขณะวิเคราะห์ลำดับชั้นการเรียนรู้ด้วยกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนเกรด 5, 6 และ 7 โดยมีนักเรียนเกรด 5 จำนวน 20 คน นักเรียนเกรด 6 จำนวน 53 คน และนักเรียนเกรด 7 จำนวน 54 คน รวมทั้งสิ้น 127 คน นักเรียนเหล่านี้เป็นนักเรียนจากโรงเรียนประถมและโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในรัฐเท็กซัส (Texas) และเป็นนักเรียนที่ได้เรียนคณิตศาสตร์เรื่องการคูณจำนวนตรรกยะมาแล้ว ลำดับชั้นการเรียนรู้ในเรื่องนี้เขาส่งสร้างได้ทั้งหมด 34 ลำดับชั้น โดยแบ่งลำดับชั้นเหล่านี้ออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้คือ 1. เรื่องจำนวนเต็ม 2. เรื่องเศษส่วนที่มีเศษเป็น 1 3. เรื่องเศษส่วนที่มีเศษไม่เท่ากับ 1 4. เรื่องเศษเกิน 5. เรื่องจำนวนคละ แล้วส่วนประกอบต่าง ๆ ทั้ง 5 ส่วนนี้มาเขียนเป็นคำถาม ซึ่งจะได้ทั้งหมด 7 คำถาม ตามลำดับดังนี้คือ

คำถามที่ 1. มีจำนวนคละเป็นตัวประกอบหรือไม่ เรียงคำตอบจากยากไปหาง่าย

คำตอบ (a) มีจำนวนคละเป็นตัวประกอบ (b) ไม่มีจำนวนคละเป็นตัวประกอบ

คำถามที่ 2. มีผลคูณเป็นจำนวนคละหรือไม่ เรียงคำตอบจากยากไปหาง่าย

คำตอบ (a) มีผลคูณเป็นจำนวนคละ (b) ไม่มีผลคูณเป็นจำนวนคละ

คำถามที่ 3. มีจำนวนคละเป็นตัวประกอบทางขวามือของ 1 (a) และ 2 (a) หรือไม่ เรียงคำตอบจากยากไปหาง่าย

คำตอบ (a) มีจำนวนคละเป็นตัวประกอบทางขวามือ (b) มีจำนวนคละเป็นตัวประกอบทางซ้ายมือ

คำถามที่ 4. ลำดับของ 3 (a) และ 3 (b) เป็นอย่างไร เรียงคำตอบจากยากไปหาง่าย

คำตอบ คำตอบเรียงจากยากไปหาง่ายได้แก่ จำนวนเต็ม เศษเกิน เศษส่วนที่มีเศษไม่เท่ากับ 1 เศษส่วนที่มีเศษเท่ากับ 1

คำถามที่ 5. มีจำนวนเต็ม เศษเกิน เศษส่วนที่มีเศษไม่เท่ากับ 1 เศษส่วนที่มีเศษเท่ากับ 1 เป็นตัวประกอบหรือไม่ เรียงคำตอบจากยากไปหาง่าย

คำตอบ มีจำนวนเต็ม เศษเกิน เศษส่วนที่มีเศษไม่เท่ากับ 1 เศษส่วนที่มีเศษเท่ากับ 1 เป็นตัวประกอบ

คำถามที่ 6. มีตัวประกอบของข้อ 5 อยู่ทางขวาหรือไม่มี เรียงคำตอบจากยากไปหาง่าย
 คำตอบ มีจำนวนเต็มเป็นตัวประกอบทางขวา จำนวนเต็มเป็นตัวประกอบทางซ้าย เศษ
 เกินเป็นตัวประกอบทางขวา เศษเกินเป็นตัวประกอบทางซ้าย เศษส่วนที่มีเศษ
 ไม่เท่ากับ 1 เป็นตัวประกอบทางขวา เศษส่วนที่มีเศษไม่เท่ากับ 1 เป็นตัว
 ประกอบทางซ้าย เศษส่วนที่มีเศษเท่ากับ 1 เป็นตัวประกอบทางขวา เศษส่วน
 ที่มีเศษเท่ากับ 1 เป็นตัวประกอบทางซ้าย

คำถามที่ 7. สาเหตุของข้อ 6 สดจากยากไปหาง่ายได้อย่างไร

คำตอบ สดสาเหตุจากยากไปหาง่ายได้ดังนี้ จำนวนเต็ม เศษเกิน เศษส่วนที่มีเศษไม่
 เท่ากับ 1 / เศษส่วนที่มีเศษเท่ากับ 1

แล้วนำคำถามเหล่านี้ไปทดสอบกับกลุ่มนักเรียนที่เลือกไว้ แล้วจะได้คำตอบที่มีความ
 สัมพันธ์กับคำถามเหล่านั้น จึงนำคำตอบเหล่านี้ไปสร้างเป็นสาธิตชั้นการเรียนรู้ เรื่องการคูณ
 จำนวนตรรกยะ

ในปีเดียวกันนี้ ฮิลล์ (Hill 1977 : 4933-A) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างสาธิต
 ชั้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง การหารจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มศูนย์ ซึ่งฮิลล์ทำการ
 วิเคราะห์เพื่อสร้างสาธิตชั้นการเรียนรู้โดยยึดหลักการการวิเคราะห์เช่นเดียวกับคอเซย์ กลุ่ม
 ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนเกรด 5, 7 และ 9 จากโรงเรียนประถม มัธยม
 ศึกษาดอนตันและตอนปลาย จากโรงเรียนต่าง ๆ 13 โรงเรียน อยู่ในรัฐฮิวส์ตัน (Houston) เป็น
 จำนวนทั้งหมด 744 คน และเป็นนักเรียนที่ได้เรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการหารจำนวนเต็มบวกและ
 จำนวนเต็มศูนย์มาแล้ว สาธิตชั้นการเรียนรู้ในเรื่องนี้ เขาสร้างได้ทั้งหมด 30 สาธิตชั้น และ
 สาธิตชั้นการเรียนรู้ที่สร้างเป็นเรื่องการหารยาวที่มีตัวหารไม่เกิน 3 หลัก ซึ่งแบ่งเป็น 9 ส่วน
 แล้วนำส่วนต่าง ๆ ทั้ง 9 ส่วนเหล่านี้มาเขียนเป็นคำถาม ได้ทั้งหมด 9 คำถาม ตามสาธิตดังนี้
 คือ

คำถามที่ 1. ตัวหารมีกี่หลัก

คำตอบ 1 หลัก 2 หลัก 3 หลัก

คำถามที่ 2. ผลหารที่ได้ลงตัวทุกหลักหรือไม่

คำตอบ ลงตัวทุกหลัก ลงตัวไม่ทุกหลัก

คำถามที่ 3. ผลหารที่ไม่ลงตัวมีกี่หลัก

คำตอบ 1 หลัก 2 หลัก

คำถามที่ 4. มีผลหารเป็นเลข 0 หรือไม่

คำตอบ ไม่มีผลหารเป็นเลข 0 มีผลหารเป็นเลข 0

คำถามที่ 5. ตำแหน่งของตัวเลขในผลหารกับตัวหารเป็นตำแหน่งเดียวกันหรือไม่

คำตอบ ตำแหน่งเดียวกัน ไม่เป็นตำแหน่งเดียวกัน

คำถามที่ 6. การหารไปลงตัว จะมีตำแหน่งใดบ้าง

คำตอบ 1) ตำแหน่งหลักสิบ ตำแหน่งหลักร้อย ตำแหน่งหลักสิบและหลักร้อย

คำถามที่ 7. มี 0 เป็นตัวหารหรือไม่

คำตอบ ไม่มี มี

คำถามที่ 8. ตำแหน่งของ 0 ในตัวหารอยู่ในตำแหน่งเดียวกับ 0 ในผลหารหรือไม่

คำตอบ ตำแหน่งเดียวกัน ไม่เป็นตำแหน่งเดียวกัน

คำถามที่ 9. 0 เป็นตัวหารในตำแหน่งใดบ้าง

คำตอบ ตำแหน่งหลักหน่วย ตำแหน่งหลักหน่วยและหลักสิบ ตำแหน่งหลักสิบ

แล้วนำคำถามเหล่านี้ไปทดสอบกับกลุ่มนักเรียนที่ได้เลือกไว้ แล้วจะได้คำตอบที่มีความสัมพันธ์กับคำถามเหล่านี้ จึงนำคำตอบเหล่านี้ไปสร้างเป็นลำดับชั้นการเรียนรู้เรื่อง การหารจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มศูนย์ แต่ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากกระดาษคำตอบนั้น อิลล์จะวิเคราะห์จากกระดาษคำตอบที่ตอบถูกบ้างผิดบ้างเท่านั้น ส่วนกระดาษคำตอบที่ตอบถูกหมดหรือผิดหมดจะไม่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ดังนั้นเขาจึงได้ข้อมูลที่ต้องการเพียง 468 คน เท่านั้น

สำหรับในประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้