หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "ตรรกศาสตร์เบื้องต้น" สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามลำดับขั้นดังนี้

<u>ศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม</u>

ผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมจากหนังสือหลายเล่ม หลังจากศึกษาอย่างละเอียดแล้วผู้วิจัยได้เลือกสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ทั้งนี้เพราะ

1. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง มีวิธีการไม่ยุ่งยากซับซ้อน ใช้ง่าย ทั้งเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมที่มีคนนิยมใช้มากที่สุด เหมาะสำหรับผู้วิจัยที่เพิ่งเริ่มสร้าง และนักเรียนที่ไม่คุ้นเคยกับการเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม

2. การให้นักเรียนสร้างคำตอบเอง และเขียนคำตอบลงไป จะช่วยย้ำความเข้าใจ และมโนทัศน์ของนักเรียนให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

<u>ศึกษาเนื้อหาเรื่อง "ตรรกศาสตร์เบื้องต้น"</u>

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาวิชาตรรกศาสตร์เบื้องต้นในเรื่องต่อไปนี้คือ ความหมายของประพจน์ การเชื่อมประพจน์ การหาค่าความจริงของประพจน์ การสร้างตารางแสดงค่าความจริง ประพจน์ที่สมมูลกัน ประโยคเปิด และวลีบอกปริมาณ โดยศึกษาจากหนังสือและบทความต่าง ๆ ทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ ทั้งนี้โดยยึดตามหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัยเป็นอย่างดี

หนังสือที่ผู้วิจัยยึดถือเป็นบรรทัดฐานในการสร้างบทเรียนได้แก่

1. แบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค. 411 ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย ของกระทรวงศึกษาธิการ[1]
2. ตรรกวิทยาเบื้องต้น ของ สุเทพ จันทร์สมศักดิ์[2]
3. ตรรกวิทยาเบื้องต้น ของ นลินี โพธิทัต[3]
4. Logic and Sets ของ ภิรมย์ พูลสวัสดิ์[4]
5. Symbolic Logic ของ ชาตรี เมืองนาโพธิ์ และ ชัยวัฒน์ ปานพลอย[5]
6. Introduction to Mathematical Logic ของ Flora Dinkines[6]

---

[1]สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี แบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค. 411 ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2519), หน้า 94-117.

[2]สุเทพ จันทร์สมศักดิ์, ตรรกวิทยาเบื้องต้น (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ศึกษาสัมพันธ์, 2516), หน้า 3-54.

[3]นลินี โพธิทัต, ตรรกวิทยาเบื้องต้น (ธนบุรี: สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา, 2514), หน้า 1-79.

[4]ภิรมย์ พูลสวัสดิ์, พื้นฐานของคณิตศาสตร์แผนใหม่ Logic and Sets (พระนคร: โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีเนติศึกษา, 2509), หน้า 26-146.

[5]ชาตรี เมืองนาโพธิ์ และ ชัยวัฒน์ ปานพลอย, Symbolic Logic (พระนคร: โรงพิมพ์นิยมวิทยา, 2512), หน้า 12-76.

[6]Flora Dinkines, Introduction to Mathematical Logic (New York: Meredith Publishing Co., 1964) pp. 1-122.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อได้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะสร้างบทเรียนแล้ว ผู้วิจัยได้เรียงลำดับเนื้อหาตามความเหมาะสม หลังจากนั้นผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป และแจกแจงวัตถุประสงค์ทั่วไปเหล่านั้น สร้างเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อบ่งพฤติกรรมที่สามารถวัดผล และปฏิบัติได้ของนักเรียน ที่จะแสดงว่ามีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์เหล่านั้นแล้ว

วัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นมีดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนรู้จักความหมายของประพจน์

1.1 เมื่อกำหนดประโยคหรือข้อความให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าข้อความเหล่านั้นเป็นประโยค

ก) บอกเล่า หรือ ปฏิเสธ

ข) คำถาม

ค) คำสั่ง ห้าม ขอร้อง อ้อนวอน อุทาน และแสดงความปรารถนา

(ก.1 - ก.6)

1.2 เมื่อกำหนดประโยคหรือข้อความให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าข้อความเหล่านั้นเป็นประพจน์หรือไม่เป็น (ก. 7 - ก. 19) (แบบสอบข้อ 1)

1.3 เมื่อกำหนดประพจน์ให้นักเรียนสามารถบอกค่าความจริง (Truth Value) ของประพจน์ได้ (ก. 20 - ก. 22)

1.4 นักเรียนสรุปได้ว่า ประโยคหรือข้อความที่ไม่เป็นประพจน์นั้นอยู่ในรูปประโยคต่อไปนี้

ก) คำถาม

ข) คำสั่ง ห้าม ขอร้อง อ้อนวอน อุทาน และแสดงความปรารถนา

(ก. 26)

1.5 นักเรียนสามารถบอกนิยามของประพจน์ได้ (ก. 28)

1.6 เมื่อกำหนดประโยคหรือข้อความให้ นักเรียนสามารถจำแนกข้อความที่มีตัวแปรและไม่มีตัวแปรได้ (ก. 30 - ก. 33) (แบบสอบข้อ 2)

1.7 นักเรียนสามารถหาตัวแปรในข้อความที่กำหนดให้ได้ (ก.34-ก.36)

2. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและรู้ความหมายของตัวเชื่อมประพจน์

2.1 เมื่อกำหนดประโยคหรือข้อความให้นักเรียนบอกได้ว่า คำใดเป็นตัวเชื่อม (ก. 37 - ก. 47)

2.2 นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์แทนประพจน์ได้ (ก. 48)

2.3 นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์แทนตัวเชื่อม "และ" ได้ (ก. 49)

2.4 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปประโยค หรือข้อความที่มีตัวเชื่อม "และ" ให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนประโยคเหล่านั้น ให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ได้ (ก. 50 - ก. 53)

2.5 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปสัญลักษณ์ที่มีตัวเชื่อม "และ" ให้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปข้อความได้ (ก. 51 - ก. 52)

2.6 นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์แทนตัวเชื่อม "หรือ" ได้ (ก. 54)

2.7 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปประโยค หรือข้อความที่มีตัวเชื่อม "หรือ" ให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ได้(ก.51-ก.52)

2.8 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปสัญลักษณ์ที่มีตัวเชื่อม "หรือ" ให้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปข้อความได้ (ก. 56 - ก. 57)

2.9 นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์แทนตัวเชื่อม "ถ้า ...แล้ว ..." ได้ (ก. 59)

2.10 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปประโยค หรือข้อความที่มีตัวเชื่อม "ถ้า... แล้ว..." ให้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ได้(ก.60. ก. 63)

2.11 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปสัญลักษณ์ที่มีตัวเชื่อม "ถ้า...แล้ว..." ให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปข้อความได้ (ก. 60 - ก. 63)

2.12 นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์แทนตัวเชื่อม "ก็ต่อเมื่อ" ได้ (ก. 64)

2.13 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปประโยคหรือข้อความที่มีตัวเชื่อม "ก็ต่อเมื่อ" ให้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ได้ (ก. 65, ก. 68)

2.14 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปสัญลักษณ์ที่มีตัวเชื่อม "ก็ต่อเมื่อ" ให้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปข้อความได้ (ก. 66 - ก. 67)

2.15 นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์แทนตัวเชื่อม "ไม่" ได้ (ก. 70)

2.16 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปประโยคหรือข้อความที่มีตัวเชื่อม "ไม่" ให้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ได้ (ก. 72 - ก. 73)

2.17 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปสัญลักษณ์ที่มีตัวเชื่อม "ไม่" ให้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปข้อความได้ (ก. 72 - ก. 73)

2.18 นักเรียนสามารถเปลี่ยนประพจน์ในรูปสัญลักษณ์ที่มีตัวเชื่อมหลายตัว ให้อยู่ในรูปข้อความได้ (ก. 75 - ก. 76) (แบบสอบข้อ 3)

2.19 นักเรียนสามารถเปลี่ยนประพจน์ในรูปข้อความที่มีตัวเชื่อมหลายตัว ให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ได้ (ก. 77 - ก. 78) (แบบสอบข้อ 4)

3. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตารางค่าความจริง (Truth Table) ของตัวเชื่อม

3.1 นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์แทนค่าความจริงของประพจน์ที่ไม่มีตัวเชื่อมได้ (ก. 80 - ก. 84)

3.2 เมื่อกำหนดข้อความในรูป $p \wedge q$ นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า

ก. p เป็นจริง และ q เป็นจริง จะได้ $p \wedge q$ เป็นจริง

ข. p เป็นจริง และ q เป็นเท็จ จะได้ $p \wedge q$ เป็นเท็จ

ค. p เป็นเท็จ และ q เป็นจริง จะได้ $p \wedge q$ เป็นเท็จ

ง. p เป็นเท็จ และ q เป็นเท็จ จะได้ $p \wedge q$ เป็นเท็จ

(ก. 86 - ก. 90) (แบบสอบข้อ 5)

3.3 นักเรียนสามารถเขียนตารางค่าความจริงของตัวเชื่อม "และ" ได้ (ก. 91)

3.4 นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อม "และ" ได้ (ก. 92 - ก. 94)

3.5 เมื่อกำหนดข้อความในรูป $p \vee q$ ให้นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า

ก. p เป็นจริง และ q เป็นจริง จะได้ $p \vee q$ เป็นจริง

ข. p เป็นจริง และ q เป็นเท็จ จะได้ $p \vee q$ เป็นจริง

ค. p เป็นเท็จ และ q เป็นจริง จะได้ $p \vee q$ เป็นจริง

ง. p เป็นเท็จ และ q เป็นเท็จ จะได้ $p \vee q$ เป็นเท็จ

(ก. 95 - ก. 99)

3.6 นักเรียนสามารถเขียนตารางค่าความจริงของตัวเชื่อม "หรือ" ได้ (ก. 100)

3.7 นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อม "หรือ" ได้ (ก. 101 - ก. 102)

3.8 เมื่อกำหนดข้อความในรูป $p \rightarrow q$ ให้ นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า

ก. p เป็นจริง และ q เป็นจริง จะได้ $p \rightarrow q$ เป็นจริง

ข. p เป็นจริง และ q เป็นเท็จ จะได้ $p \rightarrow q$ เป็นเท็จ

ค. p เป็นเท็จ และ q เป็นจริง จะได้ $p \rightarrow q$ เป็นจริง

ง. p เป็นเท็จ และ q เป็นเท็จ จะได้ $p \rightarrow q$ เป็นจริง

(ก. 104 - ก. 108) (แบบสอบข้อ 6-7)

3.9 นักเรียนสามารถเขียนตารางค่าความจริงของตัวเชื่อม "ถ้า...แล้ว..." ได้ (ก. 109)

3.10 นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อม "ถ้า...แล้ว..." ได้ (ก. 110 - ก. 112)

3.11 เมื่อกำหนดข้อความในรูป $p \leftrightarrow q$ ให้ นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า

ก. p เป็นจริง และ q เป็นจริง จะได้ $p \leftrightarrow q$ เป็นจริง

ข. p เป็นจริง และ q เป็นเท็จ จะได้ $p \leftrightarrow q$ เป็นเท็จ

ค. p เป็นเท็จ และ q เป็นจริง จะได้ $p \leftrightarrow q$ เป็นเท็จ

ง. p เป็นเท็จ และ q เป็นเท็จ จะได้ $p \leftrightarrow q$ เป็นจริง (ก. 113- ก. 117) (แบบสอบข้อ 8)

3.12 นักเรียนสามารถเขียนตารางค่าความจริงของตัวเชื่อม "ก็ต่อเมื่อ" ได้ (ก. 118)

3.13 นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า ประพจน์ $p \leftrightarrow q$ มีความหมายเช่นเดียวกับประพจน์ $(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$ (ก. 119)

3.14 นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อม "ก็ต่อเมื่อ" ได้ (ก. 120 - ก. 121)

3.15 นักเรียนสามารถหานิเสธของประพจน์ที่ไม่มีตัวเชื่อมในรูปข้อความได้ (ก. 122)

3.16 เมื่อกำหนดประพจน์ p ให้ นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า

ก. ถ้า p เป็นจริง จะได้ $\sim p$ เป็นเท็จ (ก. 123)

ข. ถ้า p เป็นเท็จ จะได้ $\sim p$ เป็นจริง (ก. 124)

3.17 นักเรียนสามารถสรุปตารางค่าความจริงของตัวเชื่อม "ไม่" ได้ (ก. 125)

3.18 นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อม "ไม่" ได้ (ก. 126 - ก. 127)

4. เพื่อให้นักเรียนรู้วิธีหาค่าความจริงของประพจน์

4.1 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปข้อความที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อยสองประพจน์ นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์นั้นได้ เมื่อทราบค่าความจริงของประพจน์ย่อยแต่ละประพจน์ที่นำมาเชื่อมกันด้วย "และ" "หรือ" "ถ้า... แล้ว..." "ก็ต่อเมื่อ" "ไม่" (ก. 128- ก. 130)(แบบสอบข้อ 9-11)

4.2 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปสัญลักษณ์ที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อยสองประพจน์ นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์นั้นได้ เมื่อทราบค่าความจริงของประพจน์ย่อยแต่ละประพจน์ที่นำมาเชื่อมกันด้วย "และ" "หรือ" "ถ้า...แล้ว..." "ก็ต่อเมื่อ" "ไม่" (ก. 133 - ก. 134) (แบบสอบข้อ 12-14)

4.3 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปสัญลักษณ์ที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อยหลายประพจน์ นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์นั้นได้ เมื่อทราบค่าความจริงของประพจน์ย่อยที่นำมาเชื่อมกันด้วย "และ" "หรือ", "ถ้า...แล้ว...", "ก็ต่อเมื่อ", "ไม่" (ก.135-ก.136) (แบบสอบข้อ 15-17)

4.4 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปข้อความที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อยหลายประพจน์ นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์นั้นได้ เมื่อทราบค่าความจริงของประพจน์ที่นำมาเชื่อมกันด้วย "และ" "หรือ" "ถ้า...แล้ว..." "ก็ต่อเมื่อ" "ไม่" (ก. 137 - ก. 138) (แบบสอบข้อ 18 - 19)

4.5 นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์ที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อย ที่ทราบค่าความจริงโดยใช้แผนภาพ (ก. 139 - ก. 142)

4.6 นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์ที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อยที่ทราบค่าความจริง โดยใช้วิธีลัดได้ (ก. 143 - ก. 147)

5. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีสร้างตารางแสดงค่าความจริง

เมื่อเรียนเรื่อง "วิธีสร้างตารางแสดงค่าความจริง" จบแล้วนักเรียนสามารถ

5.1 บอกได้ว่า ถ้ามีประพจน์เดียว เช่นประพจน์ p ประพจน์นี้จะมีค่าความจริงที่อาจจะเป็นได้ 2 กรณี คือ จริง หรือ เท็จ (ก. 148)

5.2 บอกได้ว่า ถ้าประพจน์ที่กำหนดประกอบด้วยประพจน์ย่อย 2 ประพจน์ จะต้องพิจารณาค่าความจริงที่เป็นได้ทั้งหมด 4 กรณี (ก. 149)

5.3 บอกได้ว่า ถ้าประพจน์ที่กำหนดประกอบด้วยประพจน์ย่อย 3 ประพจน์ จะต้องพิจารณาค่าความจริงที่เป็นได้ทั้งหมด 8 กรณี (ก. 150)

5.4 สรุปได้ว่า ถ้าประพจน์ที่กำหนดประกอบด้วยประพจน์ย่อย n ประพจน์ จะต้องพิจารณาค่าความจริงที่เป็นได้ทั้งหมด 2^n กรณี (ก. 151) (แบบสอบข้อ 20)

5.5 เขียนตารางแสดงค่าความจริงของประพจน์ที่กำหนดให้ได้ (ก. 152-ก. 160) (แบบสอบข้อ 21 - 22)

5.6 บอกได้ว่าประพจน์ 2 ประพจน์ ในรูปสัญลักษณ์ที่กำหนดให้พร้อมตารางแสดงค่าความจริงเป็นนิเสธซึ่งกันและกันหรือไม่ (ก. 163-ก. 165)

5.7 บอกได้ว่า ประพจน์หนึ่งเป็นนิเสธของอีกประพจน์หนึ่ง โดยใช้วิธีสร้างตารางแสดงค่าความจริง เมื่อประพจน์ที่กำหนดให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ (ก. 166) (แบบสอบข้อ 23-25)

5.8 บอกได้ว่า ประพจน์หนึ่งเป็นนิเสธของอีกประพจน์หนึ่ง โดยใช้วิธีสร้างตารางแสดงค่าความจริง เมื่อประพจน์ที่กำหนดให้อยู่ในรูปข้อความ (ก. 167 - ก. 168) (แบบสอบข้อ 26 - 27)

6. เพื่อให้นักเรียนทราบความหมายของประพจน์ที่สมมูลกัน (Equivalent Statement)

6.1 เมื่อกำหนดประพจน์ให้ นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์นั้นได้ เมื่อทราบค่าความจริงของประพจน์ย่อย (ก. 169 - ก. 170)

6.2 เมื่อกำหนดประพจน์ ในรูป $p \wedge q$ และ $q \wedge p$ ให้ นักเรียนสามารถเปรียบเทียบค่าความจริงของประพจน์ทั้งสองได้ โดยใช้ตารางแสดงค่าความจริงอันเดียวกัน (ก. 171)

6.3 นักเรียนสามารถเปรียบเทียบค่าความจริงของ $p \vee q$ กับ $q \vee p$ โดยใช้ตารางค่าความจริงอันเดียวกันได้ และบอกได้ว่าประพจน์ทั้งสองสมมูลกัน (ก. 172)

6.4 นักเรียนสามารถบอกนิยามของประพจน์ที่สมมูลกันได้ (ก. 173) (แบบสอบข้อ 28)

6.5 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปสัญลักษณ์ให้สองประพจน์ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าประพจน์ทั้งสองสมมูลกันหรือไม่ โดยการสร้างตารางแสดงค่าความจริง (ก. 174 - ก. 179) (แบบสอบข้อ 29-32)

6.6 เมื่อกำหนดประพจน์ในรูปข้อความให้สองประพจน์ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าประพจน์ทั้งสองสมมูลกันหรือไม่ โดยการสร้างตารางแสดงค่าความจริง (ก. 180 - ก. 181) (แบบสอบข้อ 33)

6.7 นักเรียนสามารถนำประพจน์ที่สมมูลกันไปใช้ในการหาความรู้ได้ (ก. 182 - ก. 183)

7. เพื่อให้นักเรียนรู้ความหมายของประโยคเปิด

7.1 เมื่อกำหนดประโยคที่มีตัวแปร และเอกภพสัมพัทธ์ให้ นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประโยคที่แทนตัวแปรด้วยสมาชิกในเอกภพสัมพัทธ์ได้ (ก. 184 - ก. 185)

7.2 เมื่อกำหนดประโยคให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเป็นประโยคเปิด (ก. 187 - ก. 189) (แบบสอบข้อ 34 - 35)

7.3 นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า ประโยคเปิดทำให้เป็นประพจน์ได้โดยการแทนตัวแปรในประโยคเปิดด้วยสมาชิกในเอกภพสัมพัทธ์ (ก. 192)

7.4 นักเรียนสามารถสรุปความหมายของประโยคเปิดได้ (ก. 194)

7.5 นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า

ก) ประโยคที่มีตัวแปร ไม่จำนวนต้องเป็นประโยคเปิด

ข) ข้อความที่ไม่ใช่ประพจน์ ไม่จำเป็นต้องเป็นประโยคเปิด(ก.203) (แบบสอบข้อ 36)

7.6 นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์แทนประโยคเปิดได้ (ก. 204- ก.209)

8. เพื่อให้นักเรียนรู้ความหมายของวลีบอกปริมาณ

8.1 เมื่อกำหนดประโยคให้ นักเรียนสามารถบอกประโยคที่มีวลีบอกปริมาณได้ (ก. 211)

8.2 เมื่อกำหนดประโยคให้ นักเรียนสามารถหาวลีบอกปริมาณในประโยคนั้นได้ (ก. 212 - ก. 216)

8.3 นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ "$\forall$" แทนวลีบอกปริมาณ "สำหรับสมาชิกทุก ๆ ตัว" ได้ (ก. 217 - ก. 218)

8.4 นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ " ∃ " แทนวลีบอกปริมาณ "สำหรับสมาชิกบางตัว" ได้ (ก. 219 - ก. 220)

8.5 เมื่อกำหนดประโยคต่าง ๆ ที่มีวลีบอกปริมาณ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าประโยคเหล่านั้นมีความหมายเหมือนกัน (ก.221-ก.229) (แบบสอบข้อ 37)

8.6 เมื่อกำหนดประโยคที่มีวลีบอกปริมาณสำหรับสมาชิกทุก ๆ ตัว ในรูปข้อความให้ นักเรียนสามารถเขียนในรูปสัญลักษณ์ได้ (ก. 230 - ก. 231, ก. 235 - ก. 236, ก. 238) (แบบสอบข้อ 38 -39)

8.7 เมื่อกำหนดประโยคที่มีวลีบอกปริมาณสำหรับสมาชิกบางตัวในรูปข้อความให้ นักเรียนสามารถเขียนในรูปสัญลักษณ์ได้ (ก. 232 - ก. 234, ก. 237, ก. 239) (แบบสอบข้อ 40)

8.8 เมื่อกำหนดประโยคที่มีวลีบอกปริมาณสองตัว ในรูปข้อความให้ นักเรียนสามารถเขียนในรูปสัญลักษณ์ได้ (ก. 240 - ก. 242)

8.9 เมื่อกำหนดประโยคที่มีวลีบอกปริมาณในรูปสัญลักษณ์ให้ นักเรียนสามารถเขียนในรูปข้อความได้ (ก. 243 - ก. 246) (แบบสอบข้อ 41)

8.10 นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า สามารถทำประโยคเปิดให้เป็นประพจน์ได้โดยการเติมวลีบอกปริมาณไว้หน้าประโยคเปิดนั้น (ก. 249)

9. เพื่อให้นักเรียนทราบค่าความจริงของประพจน์ที่มีวลีบอกปริมาณ เมื่อกำหนดประพจน์ที่มีวลีบอกปริมาณและเอกภพสัมพัทธ์ให้ นักเรียนสามารถ

9.1 หาค่าความจริงของประพจน์ได้ (ก. 250 - ก. 252)

9.2 สรุปได้ว่าประพจน์ที่มีวลีบอกปริมาณจะเป็นจริงหรือเท็จขึ้นอยู่กับเอกภพสัมพัทธ์ที่กำหนด (ก. 253 - ก. 254)

9.3 บอกค่าความจริงของประโยค ในรูป $\forall x P(x)$ ได้ว่า ประโยค $\forall x P(x)$ เป็นจริงก็ต่อเมื่อแทน x ด้วยสมาชิก a ของเอกภพสัมพัทธ์ทุกครั้ง $P(a)$ เป็นจริง (ก. 255 - ก. 256, ก. 263) (แบบสอบข้อ 42, 44)

9.4 บอกค่าความจริงของประโยค $\forall xP(x)$ ได้ว่า เป็นเท็จก็ต่อเมื่อ มีสมาชิก w บางตัวในเอกภพสัมพัทธ์ ซึ่ง P(w) เป็นเท็จ

(ก. 257 - ก. 258, ก. 264) (แบบสอบข้อ 43)

9.5 บอกค่าความจริงของประโยค $\exists xP(x)$ ได้ว่าเป็นจริง ก็ต่อเมื่อมี w บางตัวในเอกภพสัมพัทธ์ ซึ่ง P(w) เป็นจริง

(ก. 259 - ก. 260, ก. 265) (แบบสอบข้อ 45-48)

9.6 บอกค่าความจริงของประโยค $\exists xP(x)$ ได้ว่าเป็นเท็จ ก็ต่อเมื่อแทน x ด้วยสมาชิกของเอกภพสัมพัทธ์ทุกครั้ง P(x) เป็นเท็จ

(ก. 261 - ก. 262, ก. 266) (แบบสอบข้อ 49-50)

สร้างแบบสอบเพื่อทดสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวัดประสิทธิภาพของบทเรียนโดยสร้างตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อที่จะได้แบบสอบที่มีความแม่นตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สูง แบบสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก สร้างครั้งแรกมีจำนวน 85 ข้อ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีสร้างแบบสอบจากหนังสือ

1. เทคนิคการวัดผล ของ ชวาล แพรัตกุล[1]
2. การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ของ ยุพิน พิพิธกุล[2]
3. Introduction to Educational Measurement ของ Victor H. Noll and Dale P. Seannell[3]

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับนิสิตชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2520 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 100 คน ซึ่งกำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้นในภาคเรียนที่ 1 และได้เรียนเรื่องตรรกศาสตร์แล้วในตอนต้นภาคเรียน และนำผลการสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติดังนี้

---

[1]ชวาล แพรัตกุล, เทคนิคการวัดผล (พระนคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2516), หน้า 145 - 288.

[2]ยุพิน พิพิธกุล, การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา, หน้า 110-153.

[3]Victor H. Noll and Dale P. Seannell, Introduction to Educational Measurement 3 rd ed(Boston: Honghton Mifflin Co., 1972), pp. 221 - 232.

1. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบทั้งฉบับ โดยวิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน 21 (Kuder Richardson 21)[1] ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

จากสูตร $r_{KR21} = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{M(n-M)}{n(SD)^2}\right)$

เมื่อ r_{KR21} = ความเชื่อมั่นของแบบสอบ

n = จำนวนข้อของแบบสอบ

M = มัธยมเลขคณิตของคะแนน

$(SD)^2$ = ความแปรปรวนของแบบสอบ

การหามัธยมเลขคณิตของคะแนน[2] คำนวณจากสูตรดังนี้

จากสูตร $M = \frac{\Sigma fX}{N}$

เมื่อ M = มัธยมเลขคณิตของแบบสอบ

ΣfX = ผลรวมของคะแนนของนักเรียนทั้งหมด

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

การหาความแปรปรวนของแบบสอบ[3] คำนวณจากสูตรดังนี้

จากสูตร $(SD)^2 = \frac{\Sigma fX^2 - \frac{(\Sigma fX)^2}{N}}{N - 1}$

เมื่อ $(SD)^2$ = ความแปรปรวนของแบบสอบ

X = คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

---

[1] Georgia Sachs Adams, Measurment and Evaluation in Education, Psychology and Guidance (New York: Holt Rinehart and Winston, 1966), p. 87.

[2] ประคอง กรรณสูต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู (นครหลวงกรุงเทพธนบุรี: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2515), หน้า 40.

[3] Robert Parsons, Statistical Analysis: A Decision Making Approach (London: Harper Et Row. Publishers, 1974), p. 89.

2. วิเคราะห์แบบสอบแต่ละข้อ โดยหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27%[1] และเปิดตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จุง เต ฟาน (Chung Teh Fan)[2] เพื่อเลือกแบบสอบเฉพาะข้อที่มีความยากง่ายตั้งแต่ .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

3. นำแบบสอบที่เลือกได้ 50 ข้อไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบอีกครั้งหนึ่ง (ดูรายละเอียดเกี่ยวกับแบบสอบ หน้า 103 ในภาคผนวก ก.)

สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "ตรรกศาสตร์เบื้องต้น"

ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ หลังจากได้แก้ไขบทเรียนโดยได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัยแล้ว จึงนำบทเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนตามลำดับ ดังนี้

1. ขั้นหนึ่งคน 2 ครั้ง การทดลองขั้นนี้เพื่อปรับปรุงบทเรียนในด้านการใช้ภาษา การเรียงลำดับกรอบ และอื่น ๆ

1.1 ขั้นหนึ่งคน ครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2520 โรงเรียนจลราษฎรอำรุง จังหวัดธนบุรี นักเรียนที่ใช้ทดลองครั้งนี้เป็นนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยจากผลการเรียนในปีการศึกษา 2519 นักเรียนเรียนบทเรียนระหว่างเวลา 17.30 - 19.30 น. เป็นเวลา 8 วัน โดยนักเรียนทำตามลำดับขั้นดังนี้

1.1.1 ทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียน

1.1.2 เรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

1.1.3 ทำแบบสอบหลังเรียนบทเรียน

---

[1] ชวาล แพรัตกุล, เทคนิคการวัดผล, หน้า 281 - 318.

[2] Chung Teh Fan, Item Analysis Table (Princeton New Jersey: Educational Testing Service, 1952), pp. 1-31.

1.2 ขั้นหนึ่งคน ครั้งที่ 2 เมื่อแก้ไขและปรับปรุงบทเรียนในด้านการใช้ภาษา การเรียงลำดับกรอบและอื่น ๆ ที่ควรจะปรับปรุงแล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองครั้งที่สอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ ของโรงเรียนอัสสัมชัญ ศรีราชา จังหวัดชลบุรี จำนวนหนึ่งคน ใช้เวลาทดลอง 8 วัน ระหว่างเวลา 17.00 - 19.00 น. โดยดำเนินการเช่นเดียวกับครั้งแรก

2. ขั้นกลุ่มเล็ก หลังจากได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนแบบโปรแกรมครั้งที่สองแล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ ปีการศึกษา 2520 โรงเรียนอัสสัมชัญ ศรีราชา จังหวัดชลบุรี จำนวน 10 คน โดยทดลองเวลา 15.45 - 17.45 น. เป็นเวลา 8 วัน โดยดำเนินการทดลองทำนองเดียวกับการทดลองขั้นหนึ่งคน

3. ขั้นภาคสนาม หลังจากได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนแบบโปรแกรมในขั้นกลุ่มเล็ก ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ ปีการศึกษา 2520 ของโรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 100 คน จำนวน 3 ห้องเรียน คือ 4/1, 4/5 และ 4/8 ใช้เวลาทดลองทั้งสิ้น 8 วัน ตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 1 ตารางเวลาทดลองบทเรียนแบบโปรแกรมขั้นภาคสนาม

วันที่ / เวลา	8.30-9.25	9.25-10.20	10.20-11.15	11.15-12.10	12.10-13.05	13.05-14.00	14.00-14.55	14.55-15.50
12 ก.ย. 20	4/1	4/8	4/1				4/5	4/8
13 ก.ย. 20		4/1	4/5					4/8
14 ก.ย. 20			4/5	4/8		4/1		
15 ก.ย. 20			4/5				4/8	4/1
16 ก.ย. 20		4/5		4/8		4/5	4/1	
19 ก.ย. 20	4/1	4/8	4/1				4/5	4/8
20 ก.ย. 20		4/5					4/5	
21 ก.ย. 20 ทดสอบระหว่างเวลา 16.00 - 17.30 น.								

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นทำนองเดียวกับขั้นหนึ่งคน และขั้นกลุ่มเล็ก จากผลการทดลองขั้นภาคสนาม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ดังนี้

3.1 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้อีกครั้ง โดยใช้วิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 21

3.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม โดยการคำนวณหาคะแนนมาตรฐาน 90/90

90 ตัวแรก คำนวณจากสูตร

คะแนนที่นักเรียนทำบทเรียนถูก คิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ $= \frac{C}{N} \times \frac{100}{A}$

เมื่อ A = จำนวนคำตอบทั้งหมดในบทเรียน

C = ผลรวมคำตอบถูกของนักเรียนทุกคน

N = จำนวนนักเรียน

90 ตัวหลัง คำนวณจากสูตร

คะแนนที่นักเรียนทำแบบสอบถูก คิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ $= \frac{S}{N} \times \frac{100}{T}$

เมื่อ T = คะแนนเต็มของแบบสอบ

S = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ทำแบบสอบถูก

N = จำนวนนักเรียน

3.3 หาความก้าวหน้าในการเรียน โดยการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนของการสอบก่อนเรียน และคะแนนสอบหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมโดยใช้ Z-test[1]

จากสูตร $Z = \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n\sum d^2 - (\sum d)^2}{n-1}}}$

---

[1] W. Allen Wallis, and Harry V. Robert, Statistics: A New Approach (Illinois: Free Press, 1956), Derived from p. 421.

เมื่อ d = ผลต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

n = จำนวนนักเรียน

(ดูรายละเอียดเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม หน้า 112 ในภาคผนวก ข.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย