

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- ✓ ดวงเดือน อ่อนน้อม. "ทำอย่างไรครูจึงจะสำรวจพบข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้." วารสารคณิตศาสตร์. 26 (กรกฎาคม-สิงหาคม 2525) : 40-51.
- ศักดิ์ อ่องไพบูลย์, ร.ต.หญิง. "การสืบค้นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียนจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนรัฐบาล." วารสารการวิจัยการศึกษา. 4 (สิงหาคม 2513) : 18
- ประคอง วรรณสุด. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
- × ประทีป สยามชัย. "การสอนคณิตศาสตร์ใหม่ในโรงเรียนประถมศึกษา." วารสารประถมศึกษา ศึกษา. 20 (สิงหาคม 2511) : 37-39.
- × บุญ พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. พระนคร : บพิธการพิมพ์, 2523.
- วิเชียร เกตุสิงห์. การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ สกฤษชัย, 2517.
- ✓ วรรณดี ชูหวาดูทยานนท์. "การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง โพลีโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตท้องที่การศึกษา 4." ปริญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.
- ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, มหาวิทยาลัย. การประเมินผลเพื่อวินิจฉัย. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.
- ✓ ลุขม มูลเมือง. "การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนทศนิยมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดนครพนม." ปริญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.

ลัดดา อินทรโกศล. "การศึกษาประสิทธิภาพของการสอนแบบเรียนเพื่อรู้แจ้งเรื่อง การบวกและ
ลบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3." ปริญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรี-
นครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, 2524.

๘ สุนันทา สันพลา. "การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนเรื่อง การบวก ลบ คูณ และหาร
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอ่างทอง." ปริญาานิพนธ์การศึกษามหา-
บัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, 2524.

ลัมศักดิ์ สินธุระเวษฐ์. แบบทดสอบวินิจฉัย. กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบกรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ, 2522.

ลวัลดี เรืองฉาย. "ผลการวิเคราะห์ปัญหาการเลือกอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3."
วารสารแนะแนว. 43 (กุมภาพันธ์-มีนาคม 2520) : 66-82.

✓ อุไรวรรณ ทัดนบุตร. "การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนเรื่อง เศษส่วน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์." ปริญาานิพนธ์การ-
ศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, 2523.

ภาษาต่างประเทศ

Anastasi, Anne. Psychological Testing. 2 d ed. New York :
Macmillan Company, 1961.

Beggs, Donald L. and Lewis, Ernest L. Measurement and Evaluation
in the School. U.S.A.: Houghton Mifflin Company, 1975.

Blair, Grenn Myers. Diagnostic and Remedial Teaching Guide to
Practice in Elementary and Secondary School. New York:
Macmillan, 1964.

Bloom, Benjamin S. Handbook on Formative and Summative Evaluation
of Student Learning. New York: McGraw-Hill, 1971.

Bowman, Deanna Gay. "A Basic Mathematics Diagnostic Instrument."
Dissertation Abstracts International. 37 (July 1976) :
7260-A.

- Boyden, Joanne Marie. "Construction of a Diagnostic Test in Verbal Arithmetic Problem Solving at the Fifth Grade Level." Dissertation Abstracts International. 31 (October 1970): 1504-A.
- Brueckner, Leo J. and Bond, Guy L. The Diagnostic and Treatment of Learning Difficulties. New York : Appleton-Century-Crofts, Inc, 1955.
- ✓ Causey, Matthew. "An Empirically Derived Hierarchy of Intraconcept Relationships : Rational Number Multiplication." Dissertation Abstracts International. 37 (February 1977) : 4928-A.
- Ellis, Leslie Clyde. "A Diagnostic Study of Whole Number Computation of Certain Elementary Students." Dissertation Abstracts. 33 (November 1972) : 2234-A.
- ✓ Gagné, R.M. The Condition of Learning. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1965.
- _____ . The Condition of Learning. 2d ed. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1970.
- ✓ _____ . "Curriculum Research and the Promotion of Learning." in Ralph Tyler, Robert M. Gagne and Michael Seriven (Eds.) Perspectives of Curriculum Evaluation. Chicago : Rand McNally Company, 1967.
- ✓ Gagné, R.M. & Paradise, N.E. "Abilities and Learning Sets in Knowledge Acquisition." Psychological Monographs. 1961, 75 (14, whole No. 518).
- Gronlund, Norman E. Measurement and Evaluation in Teaching. New York : Macmillan, 1976.

Hill, Tommie Ann. "An Empirically Derived Hierarchy of Intra-concept Relationships : Whole Number Division."

Dissertation Abstracts International. 37 (February 1977) : 4933-A.

Jean, Bosland Viva. "Diagnostic Assesment of Addition Processes with Identification and Remediation of Error Pattern."

Dissertation Abstracts. 38 (February 1978) : 4636-A.

Lindquist, Everet Franklin. Educational Measurement. Washington : American Council on Educational, 1951.

Mehrens, William A. & Lehman, Irvin J. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. New York : Holt, Rinechart and Winston, 1973.

Noll, Victor Herbert. Introduction to Educational Measurement. Boston : Houghton Mifflin, 1957.

Packard, R. Psychology of Learning and Instruction. Columbus, Ohio : Charles E. Merrill, 1975.

Payne, David A. The Specification and Measurement of Learning Outcomes. Walton; Blaisdell, 1968.

✓ Phillips, D.C. & Kelly, M.E. "Hierarchy Theories of Development in Education and Psychology." Harvard Educational Review. 45 (1975) : 351-375.

✓ Shannon, J.R. "A Comparative Study of the Effects of a Student-determined Sequence and a Teacher-determined Sequence on Student Achievement in Introductory Bookkeeping." Dissertation Abstracts International. 32 (1972) : 5660-A.

Walbesser, Henry H. and Eisencerg, Theodore A. A Review of
Research on Behavioral Objectives and Learning Hierarchy.
Columbus, Ohio : Ohio State University Center for Science
and Mathematics Education, 1972.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

คำชี้แจง

ผู้วิจัยได้สร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "จำนวนเต็ม" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สองขึ้น เพื่อให้เป็นแนวทางในการวิจัยการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง "จำนวนเต็ม" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง ผู้วิจัยตระหนักดีในความจริงที่ว่า การสร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชาทำได้หลายวิธี ซึ่งใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านให้ช่วยตรวจสอบลำดับชั้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นเพียงวิธีหนึ่งในการสร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชา

เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบลำดับชั้นเนื้อหาวิชา ผู้วิจัยจึงได้แนบเอกสารดังต่อไปนี้มาด้วย

1. คู่มือการสร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชา
2. ตัวลำดับชั้นเนื้อหาวิชา
3. สิ่งขบของลำดับชั้นเนื้อหาวิชา

ขั้นตอนในการตรวจสอบสามารถทำได้โดย

1. ศึกษาคู่มือการสร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชา
2. ศึกษาตัวลำดับชั้นเนื้อหาวิชา
3. ในกรณีที่ท่านไม่เข้าใจหรือสงสัยในขั้นตอนใดในตัวลำดับชั้นเนื้อหาวิชา โปรด

ศึกษารายละเอียดได้จากสิ่ง ขบของลำดับชั้นเนื้อหาวิชา

การตรวจสอบลำดับชั้นเนื้อหาวิชา แบ่งการตรวจสอบเป็น 2 ชั้น ได้แก่

ชั้นที่ 1. ตรวจสอบการเรียงลำดับชั้นของกลุ่มเนื้อหาวิชา ซึ่งแบ่งเป็น 5 ตอน ว่าเหมาะสมหรือไม่

ชั้นที่ 2. ตรวจสอบการเรียงลำดับชั้นของแต่ละกลุ่มเนื้อหาวิชา ว่าเหมาะสมหรือไม่

ถ้าท่านเห็นว่าการเรียงลำดับชั้นตอนใดไม่เหมาะสมหรือมีข้อ เสนอแนะเพิ่มเติม ขอได้โปรดเสนอความคิดเห็นลงในที่ว่างของตัวลำดับชั้นหรือลงในกระดาษเปล่าที่แนบมา

คู่มือการสร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชา

เรื่อง "จำนวนเต็ม"

ทฤษฎีพื้นฐาน

จากทฤษฎีการเรียนรู้ของกาญเย (Gagné) ได้เน้นหลักการที่ว่า การพัฒนาการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความรู้ที่ผ่านมาในอดีต และผู้เรียนสามารถดึงเอาความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการเรียนรู้ใหม่ได้ จากความเชื่อนี้กาญเยได้สร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ขึ้นโดยอาศัยการวิเคราะห์ลำดับชั้นของเนื้อหาวิชา กล่าวคือวิเคราะห์ว่าแนวคิดใดควรมาก่อนแนวคิดใด โดยใช้หลักเหตุผลตามลักษณะของเนื้อหาวิชา ซึ่งตามแนวคิดนี้เหมาะสมกับวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด เพราะเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นเหตุเป็นผลในตัวเองแล้ว เช่น แนวคิดเรื่องการบวกต้องมาก่อนแนวคิดเรื่องการคูณ เป็นต้น

เกณฑ์การสร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชา

การวิเคราะห์ลำดับชั้นเนื้อหาของกาญเย ใช้หลักการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียวยังไม่เป็นการสมบูรณ์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพการเรียนการสอนในห้องเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเอาหลักการสอน (Pedagogical Principle) มาประกอบตลอดแทรกเข้าไปในขณะวิเคราะห์ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ด้วย ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเรื่อง "จำนวนเต็ม" ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้เกณฑ์ 2 อย่างมาประกอบกัน ได้แก่หลักเหตุผล (Logical Analysis) ตามลักษณะเนื้อหาวิชา และหลักการสอน (Pedagogical Principle)

หลักเหตุผล (Logical Analysis) ตามลักษณะเนื้อหาวิชาเป็นการวิเคราะห์เนื้อหาวิชา โดยใช้เกณฑ์ว่า แนวคิดที่อยู่ในระดับสูงกว่าจะขึ้นอยู่กับแนวคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า ผู้เรียนสามารถเข้าใจและเรียนแนวคิดในระดับที่สูงกว่าได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้ในแนวคิดระดับที่ต่ำกว่าก่อน และแนวคิดในระดับที่สูงกว่าจะมีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกับระดับความคิดที่ต่ำกว่าเสมอ เช่น แนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก ต้องมาก่อนแนวคิดเรื่องจำนวนเต็ม เพราะเรื่องจำนวนเต็มเป็นแนวคิดที่สูงกว่าและมีความสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องกับเรื่องจำนวนเต็มบวก

หลักการสอน (Pedagogical Principle) เป็นการวิเคราะห์ลำดับชั้นเนื้อหาวิชา โดยใช้เกณฑ์ว่า เนื้อหาใดที่เป็นอิสระต่อกัน จะเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาจากง่ายไปหายาก

หรือเรียงจากเนื้อหาเก่าที่เคยเรียนแล้วไปหาเนื้อหาใหม่ที่ไม่เคยเรียนเช่น เนื้อหาเรื่องคุณสมบัติ การสลับที่กับคุณสมบัติการสัดหมู ซึ่งทั้งสองเนื้อหานี้เป็นอิสระต่อกัน กล่าวคือสองเนื้อหานี้จะเรียน เนื้อหาใดก่อนก็ได้ สำหรับผู้วิสัยได้จัดเรียงเนื้อหาคุณสมบัติการสลับที่มาก่อน ทั้งนี้เพราะคุณสมบัติ การสลับที่มีความซับซ้อนน้อยกว่า เนื่องจากคุณสมบัติการสลับที่เป็นการกระทำกันระหว่างจำนวน สองจำนวน แต่คุณสมบัติการสัดหมูเป็นการกระทำกันระหว่างจำนวนสามจำนวน ฉะนั้นคุณสมบัติ การสลับที่จึงง่ายกว่าคุณสมบัติการสัดหมู จึงควรจัดเรียงให้คุณสมบัติการสลับที่มาก่อนคุณสมบัติการ สัดหมู



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สังเขป ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "จำนวนเต็ม" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง ประกอบด้วย 5 ตอนใหญ่ ๆ ได้แก่ ความรู้พื้นฐาน การบวกจำนวนเต็ม การลบจำนวนเต็ม การคูณจำนวนเต็ม และการหารจำนวนเต็ม และในแต่ละตอนแบ่งออกเป็นลำดับชั้นย่อย ๆ ออกเป็นหลาย ๆ ลำดับชั้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ความรู้พื้นฐาน

1. จำนวนเต็มบวก

จำนวนเต็มบวกคือ จำนวนนับ (Natural Number) ซึ่งได้แก่ 1 , 2 , 3 , ...

2. จำนวนเต็มศูนย์

จำนวนเต็มศูนย์คือ จำนวนเต็มที่ในบางกรณีแทนความไม่มี เช่น เรื่องการนับของจำนวนสิ่งของต่าง ๆ จำนวนเต็มศูนย์จะแทนความไม่มีอยู่เลยของสิ่งของนั้น ๆ แต่ในบางกรณีก็ไม่ได้ใช้แทนความไม่มี เช่น เรื่องอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 0°C ไม่ได้หมายความว่า ณ จุดนั้น ๆ ไม่มีอุณหภูมิอยู่เลย สัญลักษณ์ที่ใช้แทนจำนวนเต็มศูนย์คือ 0

3. จำนวนเต็มลบ

จำนวนเต็มลบคือ จำนวนเต็มที่อยู่ทางซ้ายมือของศูนย์บนเส้นจำนวน สัญลักษณ์ที่ใช้แทนจำนวนเต็มลบคือ -1 , -2 , -3 , ...

4. จำนวนเต็ม

จำนวนเต็มหมายถึง จำนวนเต็มบวก หรือจำนวนเต็มลบ หรือศูนย์ก็ได้

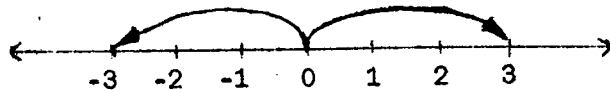
5. การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม

เป็นการหาว่าจำนวนเต็มใดมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่ากัน โดยถือว่าจำนวนเต็มบนเส้นจำนวนที่อยู่ทางขวามือจะมีค่ามากกว่าจำนวนเต็มที่อยู่ทางซ้ายมือเสมอ

6. จำนวนตรงกันข้าม

จำนวนเต็มที่อยู่ห่างจากศูนย์เป็นระยะเท่ากัน แต่อยู่คนละข้างของศูนย์บนเส้นจำนวน เรียกว่าเป็นจำนวนตรงกันข้ามกัน

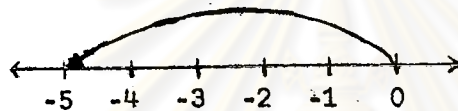
แสดงโดยใช้เส้นจำนวน เช่น 3 กับ (-3) เป็นจำนวนตรงกันข้ามกัน



7. ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็ม

ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มหมายถึง ระยะที่จำนวนเต็มนั้นอยู่ห่างจากศูนย์ไปกี่หน่วย ดังนั้นค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มจึงเป็นบวกเสมอ ยกเว้นค่าสัมบูรณ์ของศูนย์

แสดงโดยใช้เส้นจำนวนเช่น ค่าสัมบูรณ์ของ (-5) คือ 5 เพราะ (-5) อยู่ห่างจาก 0 เป็นระยะ 5 หน่วย



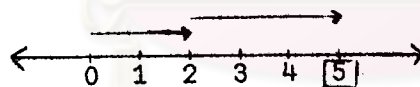
การบวกจำนวนเต็ม

8. การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก

จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มบวก = จำนวนเต็มบวก

แสดงโดยใช้เส้นจำนวน

เช่น



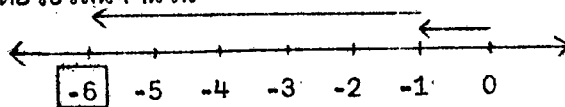
$$\therefore 2 + 3 = 5$$

9. การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ

จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มลบ = จำนวนเต็มลบ

แสดงโดยใช้เส้นจำนวน

เช่น



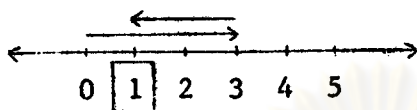
$$\therefore (-1) + (-5) = (-6)$$

๒๐. การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

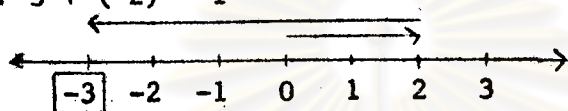
จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มลบ = จำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ

แสดงโดยใช้เส้นจำนวน

เช่น



$$\therefore 3 + (-2) = 1$$



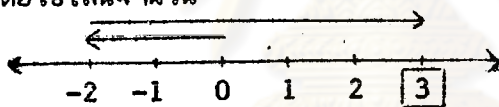
$$\therefore 2 + (-5) = (-3)$$

๒๑. การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก

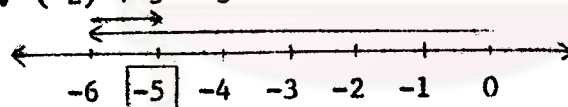
จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มบวก = จำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ

แสดงโดยใช้เส้นจำนวน

เช่น



$$\therefore (-2) + 5 = 3$$



$$\therefore (-6) + 1 = (-5)$$

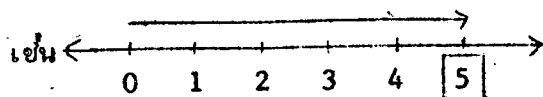
๒๒. คุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการบวก

$$a + 0 = a$$

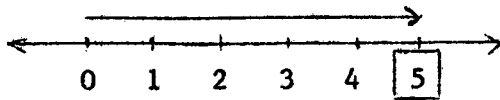
$$0 + a = a$$

เมื่อ a แทนจำนวนเต็มใด ๆ

แสดงโดยใช้เส้นจำนวน



$$\therefore 0 + 5 = 5$$



$$\therefore 5 + 0 = 5$$

13. คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวก

$$a + b = b + a, \text{ เมื่อ } a, b \text{ แทนจำนวนเต็มใด ๆ}$$

แสดงโดยการนำผลที่ได้จากการบวกจำนวนเต็มมาแสดง

$$\text{เช่น } 9 + (-5) = 4$$

$$(-5) + 9 = 4$$

$$\therefore 9 + (-5) = (-5) + 9$$

14. คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวก

$$(a+b) + c = a + (b+c), \text{ เมื่อ } a, b, c \text{ แทนจำนวนเต็มใด ๆ}$$

$$\text{เช่น } [(-2) + 3] + (-7) = 1 + (-7) = (-6)$$

$$(-2) + [3 + (-7)] = (-2) + (-4) = (-6)$$

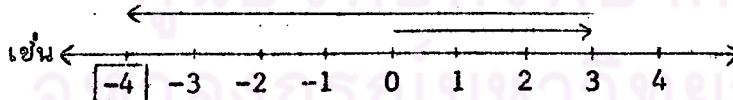
$$\therefore [(-2) + 3] + (-7) = (-2) + [3 + (-7)]$$

การลบจำนวนเต็ม

15. การลบจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก

$$\text{จำนวนเต็มบวก} - \text{จำนวนเต็มบวก} = \text{จำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ}$$

แสดงโดยใช้เส้นจำนวน



$$\therefore 3 - 7 = (-4)$$

16. การลบจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

$$\text{จำนวนเต็มบวก} - \text{จำนวนเต็มลบ} = \text{จำนวนเต็มบวก}$$

เนื่องจากไม่สามารถแสดงโดยการใช้อันเส้นจำนวน จึงใช้เทคนิคการสลับ โดยการเปลี่ยนจากการกระทำลบเป็นการกระทำบวกด้วยจำนวนตรงกันข้ามของตัวลบ

$$\text{เช่น } 6 \ominus 2 = 6 \oplus (-2) = 4$$

\uparrow ตัวลบ \uparrow จำนวนตรงกันข้ามของตัวลบ

$$8 \ominus (-3) = 8 \oplus 3 = 11$$

\uparrow ตัวลบ \uparrow จำนวนตรงกันข้ามของตัวลบ

17. การลบจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก

$$\text{จำนวนเต็มลบ} - \text{จำนวนเต็มบวก} = \text{จำนวนเต็มลบ}$$

เนื่องจากไม่สามารถแสดงโดยการใช้เส้นจำนวนได้ จึงใช้เทคนิคการล่อนเช่นเดียวกับ

ข้อ 16

$$\text{เช่น } (-4) \ominus (5) = (-4) \oplus (-5) = (-9)$$

\uparrow ตัวลบ \uparrow จำนวนตรงกันข้ามของตัวลบ



18. การลบจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ

$$\text{จำนวนเต็มลบ} - \text{จำนวนเต็มลบ} = \text{จำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ}$$

เนื่องจากไม่สามารถแสดงโดยการใช้เส้นจำนวน จึงใช้เทคนิคการล่อนเช่นเดียวกับ

ข้อ 16

$$\text{เช่น } (-4) \ominus (-2) = (-4) \oplus (2) = (-2)$$

\uparrow ตัวลบ \uparrow จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

19. คุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการลบ

$$a - 0 = a$$

$$0 - a = (-a)$$

เมื่อ a แทนจำนวนเต็มใด ๆ

เนื่องจากไม่สามารถแสดงโดยการใช้เส้นจำนวน จึงใช้เทคนิคการล่อนเช่นเดียวกับ

ข้อ 16

$$\text{เช่น } 9 - 0 = 9 + 0 = 9$$

$$0 - 9 = 0 + (-9) = (-9)$$

การคูณจำนวนเต็ม

20. การคูณจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก

$$\text{จำนวนเต็มบวก} \times \text{จำนวนเต็มบวก} = \text{จำนวนเต็มบวก}$$

แสดงโดยการอธิบายความหมายของการคูณ การคูณคือ การเพิ่มขึ้นจำนวนครั้งละเท่า ๆ กัน

เช่น 4×5 มีความหมายคือ $5 + 5 + 5 + 5$

$$4 \times 5 = 5 + 5 + 5 + 5 = 20$$

21. การคูณจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

$$\text{จำนวนเต็มบวก} \times \text{จำนวนเต็มลบ} = \text{จำนวนเต็มลบ}$$

แสดงโดยใช้การอธิบายความหมายของการคูณคือ การเพิ่มขึ้นจำนวนครั้งละเท่า ๆ กัน

เช่น $2 \times (-8)$ มีความหมายคือ $(-8) + (-8)$

$$2 \times (-8) = (-8) + (-8) = (-16)$$

22. การคูณจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก

$$\text{จำนวนเต็มลบ} \times \text{จำนวนเต็มบวก} = \text{จำนวนเต็มลบ}$$

เนื่องจากใช้การอธิบายโดยความหมายของการคูณคือ การเพิ่มขึ้นจำนวนครั้งละเท่า ๆ กันไม่ได้ จึงใช้การอธิบายด้วย Number Patterns

เช่น $4 \times 5 = 20$

$$3 \times 5 = 15$$

$$2 \times 5 = 10$$

$$1 \times 5 = 5$$

$$0 \times 5 = 0$$

$$-1 \times 5 = -5$$

$$-2 \times 5 = -10$$

$$-3 \times 5 = -15$$

$$-4 \times 5 = -20$$

จาก Number Patterns จะเห็นได้ว่า จำนวนเต็มทางขวามือจะมีค่าลดลงทีละ 5 ส่วนจำนวนเต็ม ทางซ้ายมือที่เป็นตัวตั้งจะมีค่าลดลงทีละ 1 แต่ตัวคูณจะมีค่าคงที่ตลอด ดังนั้นจาก Number Patterns นี้จะได้ว่า จำนวนเต็มลบ \times จำนวนเต็มบวก = จำนวนเต็มลบ

23. การคูณจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ

$$\text{จำนวนเต็มลบ} \times \text{จำนวนเต็มลบ} = \text{จำนวนเต็มบวก}$$

เนื่องจากใช้การอธิบายความหมายของการคูณคือการเพิ่มจำนวนครั้งละเท่า ๆ กัน ไม่ได้

ได้ จึงใช้การอธิบายด้วย Number Patterns

$$\text{เช่น } 4 \times (-5) = (-20)$$

$$3 \times (-5) = (-15)$$

$$2 \times (-5) = (-10)$$

$$1 \times (-5) = (-5)$$

$$0 \times (-5) = 0$$

$$-1 \times (-5) = 5$$

$$-2 \times (-5) = 10$$

$$-3 \times (-5) = 15$$

$$-4 \times (-5) = 20$$

จาก Number Patterns จะเห็นว่าจำนวนเต็มทางขวามือจะมีค่าเพิ่มขึ้นทีละ 5 ส่วนจำนวนเต็มทางซ้ายมือที่เป็นตัวตั้งจะมีค่าลดลงทีละ 1 แต่ตัวคูณจะมีค่าคงที่ตลอด ดังนั้นจาก Number Patterns จะได้ว่า จำนวนเต็มลบ \times จำนวนเต็มลบ = จำนวนเต็มบวก

24. คุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการคูณ

$$\left. \begin{array}{l} a \times 0 = 0 \\ 0 \times a = 0 \end{array} \right\} \text{เมื่อ } a \text{ แทนจำนวนเต็มใด ๆ}$$

เนื่องจากกรณีที่ a เป็นจำนวนเต็มลบ จะใช้การอธิบายความหมายของการคูณคือการเพิ่มจำนวนครั้งละเท่า ๆ กันไม่ได้ จึงใช้การอธิบายด้วย Number Patterns

เช่น $4 \times (-5) = -20$	$(-5) \times 4 = -20$
$3 \times (-5) = -15$	$(-5) \times 3 = -15$
$2 \times (-5) = -10$	$(-5) \times 2 = -10$
$1 \times (-5) = -5$	$(-5) \times 1 = -5$
$0 \times (-5) = 0$	$(-5) \times 0 = 0$
$-1 \times (-5) = 5$	$(-5) \times -1 = 5$
$-2 \times (-5) = 10$	$(-5) \times -2 = 10$
$-3 \times (-5) = 15$	$(-5) \times -3 = 15$
$-4 \times (-5) = 20$	$(-5) \times -4 = 20$
จะได้ว่า $0 \times (-5) = 0$	จะได้ว่า $(-5) \times 0 = 0$

25. ก. คุณสมบัติของหนึ่ง เกี่ยวกับการคูณ

$$\left. \begin{array}{l} 1 \times a = a \\ a \times 1 = a \end{array} \right\} \text{เมื่อ } a \text{ แทนจำนวนเต็มใด ๆ}$$

แสดงได้โดยใช้หลักการคูณจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ และจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก

$$\begin{array}{l} \text{เช่น } 1 \times (-5) = (-5) \\ (-5) \times 1 = (-5) \end{array}$$

26. ก. คุณสมบัติสลับที่สำหรับการคูณ

$$a \times b = b \times a \quad \text{เมื่อ } a, b \text{ แทนจำนวนเต็มใด ๆ}$$

แสดงได้โดยใช้หลักการคูณจำนวนเต็ม

$$\begin{array}{l} \text{เช่น } (-3) \times 2 = (-6) \\ 2 \times (-3) = (-6) \\ (-3) \times 2 = 2 \times (-3) \end{array}$$

27. ก. คุณสมบัติการสัดหมู่สำหรับการคูณ

$$(a \times b) \times c = a \times (b \times c) \quad \text{เมื่อ } a, b, c \text{ เป็นจำนวนเต็มใด ๆ}$$

แสดงได้โดยการใช้หลักการคูณจำนวนเต็ม

$$\text{เช่น } [(-3) \times (-5)] \times 2 = 15 \times 2 = 30$$

$$(-3) \times [(-5) \times 2] = (-3) \times (-10) = 30$$

$$[(-3) \times (-5)] \times 2 = (-3) \times [(-5) \times 2]$$

28. 1. คุณสมบัติการกระจาย

$$a \times (b + c) = (a \times b) + (a \times c) , \text{ เมื่อ } a, b, c \text{ เป็นจำนวนเต็มใด ๆ}$$

แสดงได้โดยการใช้หลักการคูณจำนวนเต็ม

$$\text{เช่น } 3 \times [(-6) + 5] = 3 \times (-1) = (-3)$$

$$[3 \times (-6)] + (3 \times 5) = (-18) + 15 = (-3)$$

$$3 \times [(-6) + 5] = [3 \times (-6)] + (3 \times 5)$$

การหารจำนวนเต็ม

29. การหารจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก

$$\text{จำนวนเต็มบวก} \div \text{จำนวนเต็มบวก} = \text{จำนวนเต็มบวก}$$

แสดงโดยการอธิบายความหมายของการหาร

เช่น $6 \div 2$ หมายความว่า แบ่ง 6 ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ซึ่งจะได้ส่วนละ 3

หรือ หมายความว่า 6 แบ่งออกเป็นส่วนละ 2 จะได้ 3 ส่วน

$$6 \div 2 = 3$$

30. การหารจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก

$$\text{จำนวนเต็มลบ} \div \text{จำนวนเต็มบวก} = \text{จำนวนเต็มลบ}$$

แสดงโดยการอธิบายความหมายของการหาร

เช่น $(-20) \div 5$ หมายความว่า แบ่ง (-20) ให้ออกเป็น 5 ส่วนเท่า ๆ กัน

ซึ่งจะได้ส่วนละ (-4)

หรือ หมายความว่า (-20) แบ่งออกเป็นส่วนละ 5 จะได้ (-4) ส่วน

31. การหารจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

$$\text{จำนวนเต็มบวก} \div \text{จำนวนเต็มลบ} = \text{จำนวนเต็มลบ}$$

เนื่องจากกรณีนี้ อธิบายโดยใช้การหารไม่ได้ เพราะตัวหารเป็นจำนวนเต็มลบ จึงใช้

การอธิบายในรูปของผลคูณแทน

$$\text{เช่น } \frac{6}{2} = 3$$

ถ้าเขียนในรูปของผลคูณจะได้ว่า

$$6 = 2 \times 3 \dots\dots\dots (\text{ตัวตั้ง} = \text{ผลสัมพัทธ์} \times \text{ตัวหาร})$$

$$\text{ให้ } \frac{6}{(-2)} = a$$

$$6 = a \times (-2) \dots\dots\dots (\text{ตัวตั้ง} = \text{ผลสัมพัทธ์} \times \text{ตัวหาร})$$

$$\text{จะได้ว่า } a = (-3) \dots\dots\dots (\text{เพราะ } (-3) \times (-2) = 6)$$

$$\text{นั่นคือ } \frac{6}{(-2)} = (-3) \dots\dots\dots (\text{คุณสมบัติการถ่ายทอด Transitive law})$$

32. การหารจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ

$$\text{จำนวนเต็มลบ} \div \text{จำนวนเต็มลบ} = \text{จำนวนเต็มบวก}$$

เนื่องจากกรณีนี้อธิบายโดยใช้ความหมายของการหารไม่ได้ เพราะตัวหารเป็น

จำนวนเต็มลบ จึงใช้การอธิบายในรูปของผลคูณแทน

$$\text{เช่น ให้ } \frac{(-12)}{(-4)} = a$$

$$(-12) = a \times (-4) \dots\dots\dots (\text{ตัวตั้ง} = \text{ผลสัมพัทธ์} \times \text{ตัวหาร})$$

$$\text{จะได้ว่า } a = 3 \dots\dots\dots (\text{เพราะ } 3 \times (-4) = (-12))$$

$$\text{นั่นคือ } \frac{(-12)}{(-4)} = 3 \dots\dots\dots (\text{คุณสมบัติการถ่ายทอด})$$

33. คุณสมบัติของหนึ่งเกี่ยวกับการหาร

$$a \div 1 = a, \text{ เมื่อ } a \text{ เป็นจำนวนเต็มใด ๆ}$$

แสดงโดยการอธิบายความหมายของการหาร

$$\text{เช่น } \frac{(-6)}{1} = (-6)$$

34. คุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการหาร

$$0 \div a = 0, \text{ เมื่อ } a \text{ เป็นจำนวนเต็มใด ๆ ที่ } a \neq 0$$

แสดงโดยใช้การอธิบายในรูปของผลคูณ

$$\text{เช่น ให้ } \frac{0}{(-3)} = a$$

$$0 = a \times (-3) \dots\dots\dots (\text{ตัวตั้ง} = \text{ผลลัพธ์} \times \text{ตัวหาร})$$

$$\text{จะได้ว่า } a = 0 \dots\dots\dots (\text{เพราะ } 0 \times (-3) = 0)$$

$$\text{เห็นคือ } \frac{0}{(-3)} = 0 \dots\dots\dots (\text{คุณสมบัติการถ่ายทอด})$$

สำหรับกรณีที่ 0 เป็นตัวหารจะไม่ใช้ เพราะมีปัญหาดังนี้

$$\text{ถ้าให้ } \frac{(-2)}{0} = a$$

$$(-2) = a \times 0 \dots\dots\dots (\text{ตัวตั้ง} = \text{ผลลัพธ์} \times \text{ตัวหาร})$$

ซึ่งไม่สามารถแทน a ด้วยจำนวนเต็มใด ๆ

ดังนั้นในคณิตศาสตร์จึงไม่ใช้ศูนย์เป็นตัวหาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวินิจฉัยการ เรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง "จำนวนเต็ม"

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวินิจฉัยการ เรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง "จำนวนเต็ม" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สองฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อศึกษาข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบฉบับนี้ได้แบ่งออกเป็น 5 ตอนใหญ่ ๆ ได้แก่

- ความรู้พื้นฐาน
- การบวกจำนวนเต็ม
- การลบจำนวนเต็ม
- การคูณจำนวนเต็ม
- การหารจำนวนเต็ม

แบบทดสอบวินิจฉัยการ เรียนคณิตศาสตร์ฉบับนี้ จะไม่มีผลต่อคะแนนการ เรียนหรือชื่อเสียงของนักเรียนและโรงเรียน ซึ่งใครขอความร่วมมือจากนักเรียนให้ทำข้อสอบฉบับนี้อย่างเต็มความสามารถและทำทุกข้อ โดยไม่ต้องเขียนชื่อนักเรียนและชื่อโรงเรียนลงในกระดาษคำตอบ

2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 102 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ตรงกับข้อที่ท่านเลือกในกระดาษคำตอบ

4. ถ้าต้องการ เปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ทำเครื่องหมาย = กับคำตอบเดิมและทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่เลือกใหม่

ตัวอย่าง

กระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X	X		

ข้อ ก เป็นข้อที่นักเรียนไม่ต้องการเลือก จึงเปลี่ยนคำตอบมาเป็นข้อ ข

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง "จำนวนเต็ม"

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง

1. จำนวนเต็มบวกคือข้อใด

ก. -1

ข. -3

ค. 0

ง. 6

2. ข้อใดที่ไม่ใช่จำนวนเต็มบวก

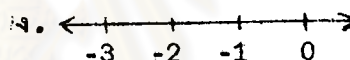
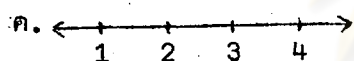
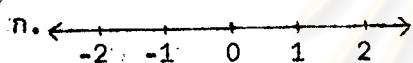
ก. -81

ข. 49

ค. 205

ง. 333

3. เส้นจำนวนในข้อใดที่แทนด้วยจำนวนเต็มบวก



4. จากเส้นจำนวนนี้ตัวอักษรใดหมายถึงศูนย์

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

15. จากเส้นจำนวนนี้ตัวอักษรใดหมายถึงศูนย์

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

16. ข้อความในข้อใดถูกต้อง

ก. 0 เป็นจำนวนเต็มบวก

ข. 0 เป็นจำนวนเต็มลบ

ค. 0 เป็นทั้งจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบ

ง. 0 ไม่เป็นทั้งจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบ

7. จำนวนเต็มลบคือข้อใด

ก. -15

ข. 0

ค. 36

ง. 307

8. ข้อใดที่ไม่ใช่จำนวนเต็มลบ

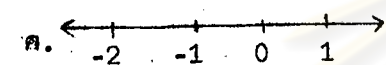
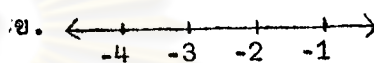
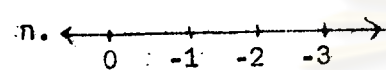
ก. -115

ข. -44

ค. -1

ง. 138

9. เส้นจำนวนในข้อใดที่แทนด้วยจำนวนเต็มลบ



10. จำนวนเต็มคือข้อใด

ก. -4

ข. -3.1

ค. $\frac{1}{2}$

ง. 4.2

11. ข้อใดที่ไม่ใช่จำนวนเต็ม

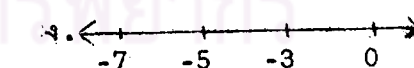
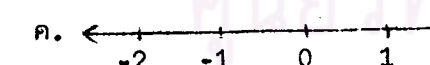
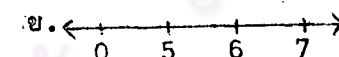
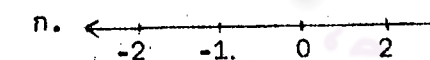
ก. -121

ข. -22.25

ค. 0

ง. 182

12. เส้นจำนวนในข้อใดที่แทนด้วยตำแหน่งต่าง ๆ ของจำนวนเต็มได้อย่างถูกต้อง



13. จำนวนเต็มที่มีค่ามากที่สุดคือข้อใด

ก. -29

ข. -9

ค. 0

ง. 1

14. จำนวนเต็มที่มีค่าน้อยที่สุดคือข้อใด

ก. -29

ข. -9

ค. 0

ง. 1

15. ข้อใดเป็นการเรียงลำดับจากมากไปหาห้อย
- ก. 0, 4, 27, -9, -13 ข. 0, 27, 4, -9, -13
 ค. 27, 4, -9, -13, 0 ง. 27, 4, 0, -9, -13
16. จำนวนตรงกันข้ามของ 8 คือข้อใด
- ก. -16 ข. -8
 ค. 4 ง. 16
17. จำนวนตรงกันข้ามของ -12 คือข้อใด
- ก. -24 ข. 24
 ค. -12 ง. 12
18. จำนวนตรงกันข้ามของ a (a แทนจำนวนใด ๆ) คือข้อใด
- ก. $-a$ ข. a
 ค. -1 ง. 1
19. ค่าสัมบูรณ์ของ -12 คือข้อใด
- ก. -12 ข. 12
 ค. -6 ง. 6
20. ค่าสัมบูรณ์ของ 120 คือข้อใด
- ก. -120 ข. 120
 ค. -60 ง. 60
21. ค่าสัมบูรณ์ของ -420 คือข้อใด
- ก. -420 ข. 420
 ค. -210 ง. 210
22. $36 + 123$ มีค่าเท่ากับข้อใด
- ก. 158 ข. 159
 ค. 169 ง. 259
23. $276 + 315$ มีค่าเท่ากับข้อใด
- ก. 581 ข. 591
 ค. 681 ง. 691

40. ข้อใดเป็นการใช้คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวก

ก. $(3 + 4) + 1 = 3 + (2 + 3)$

ข. $(3 + 4) + 1 = 3 + (3 + 2)$

ค. $(3 + 4) + 1 = 3 + (4 + 1)$

ง. $(3 + 4) + 1 = 3 + (1 + 4)$

41. ข้อใดเป็นการใช้คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวก

ก. $(-3) + [(-5) + (-2)] = [(-3) + (-5)] + (-2)$

ข. $(-2) + [(-3) + (-5)] = [(-3) + (-5)] + (-2)$

ค. $(-2) + [5 + (-3)] = [(-3) + (-5)] + (-2)$

ง. $(-3) + [(-2) + (-5)] = [(-3) + (-5)] + (-2)$

42. ข้อใดเป็นการใช้คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวก

ก. $2 + [(-6) + 9] = (2 + 9) + (-6)$

ข. $2 + [(-6) + 9] = [(-6) + 9] + 2$

ค. $2 + [(-6) + 9] = [2 + (-6)] + 9$

ง. $2 + [(-6) + 9] = [9 + (-6)] + 2$

43. $5 - 9$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -14

ข. 14

ค. -4

ง. 4

44. $9 - 18$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -9

ข. 9

ค. -8

ง. 8

45. $134 - 706$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -582

ข. 582

ค. -572

ง. 572

46. $4 - (-10)$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -14

ข. 14

ค. -6

ง. 6

80. ข้อใดเป็นการใช้คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการคูณ

ก. $(-4) \times [5 \times (-8)] = [(-4) \times (-8)] \times 5$

ข. $(-4) \times [5 \times (-8)] = [(-8) \times 5] \times (-4)$

ค. $(-4) \times [5 \times (-8)] = [(-4) \times 5] \times (-8)$

ง. $(-4) \times [5 \times (-8)] = [5 \times (-8)] \times (-4)$

81. ข้อใดเป็นการใช้คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการคูณ

ก. $[(-3) \times (-4)] \times (-9) = (-3) \times [(-4) \times (-9)]$

ข. $[(-4) \times (-9)] \times (-3) = (-3) \times [(-4) \times (-9)]$

ค. $[(-9) \times (-4)] \times (-3) = (-3) \times [(-4) \times (-9)]$

ง. $[(-4) \times (-3)] \times (-9) = (-3) \times [(-4) \times (-9)]$

82. ข้อใดเป็นการใช้คุณสมบัติการกระจาย

ก. $3 \times (7 + 2) = (7 \times 3) + (2 \times 3)$

ข. $3 \times (7 + 2) = (7 \times 3) + (3 \times 2)$

ค. $3 \times (7 + 2) = (3 \times 7) + (3 \times 2)$

ง. $3 \times (7 + 2) = (3 \times 2) + (3 \times 7)$

83. ข้อใดเป็นการใช้คุณสมบัติการกระจาย

ก. $(-3) \times [(-4) + 5] = [(-3) \times (-4)] + [(-3) \times (-5)]$

ข. $(-3) \times [(-4) + (-5)] = [(-3) \times (-4)] + [(-3) \times (-5)]$

ค. $(-3) \times [(-5) + (-4)] = [(-3) \times (-4)] + [(-3) \times (-5)]$

ง. $(-3) \times (4 + 5) = [(-3) \times (-4)] + [(-3) \times (-5)]$

84. ข้อใดเป็นการใช้คุณสมบัติการกระจาย

ก. $(-2) \times [(-3) + 6] = [(-2) \times (-3)] + [(-2) \times 6]$

ข. $(-2) \times [(-3) + 6] = [(-2) \times (-3)] + [6 \times (-2)]$

ค. $(-2) \times [(-3) + 6] = [(-2) \times (-3)] + [6 \times (-3)]$

ง. $(-2) \times [(-3) + 6] = [(-2) \times (-3)] + [(-3) \times 6]$

ภาคผนวก ค

ตารางที่ 14 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยผลการเรียน

ข้อที่	R_u	R_L	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)
1	21	21	1.00	0.00
2	21	21	1.00	0.00
3	17	14	0.74	0.14
4	20	18	0.90	0.09
5	21	20	0.98	0.05
6	19	8	0.64	0.52
7	21	21	1.00	0.00
8	21	20	0.98	0.05
9	17	16	0.79	0.05
10	18	15	0.79	0.14
11	13	13	0.62	0.00
12	19	19	0.90	0.00
13	21	21	1.00	0.00
14	20	19	0.93	0.05
15	20	17	0.88	0.14
16	21	21	1.00	0.00
17	21	19	0.95	0.09
18	19	17	0.86	0.09
19	16	11	0.64	0.24
20	12	12	0.57	0.00

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อที่	R_u	R_L	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)
21	14	14	0.67	0.00
22	20	20	0.95	0.00
23	20	20	0.95	0.00
24	20	17	0.88	0.14
25	17	11	0.67	0.29
26	18	10	0.67	0.38
27	17	11	0.67	0.29
28	21	17	0.90	0.19
29	21	19	0.95	0.09
30	21	19	0.95	0.09
31	20	18	0.90	0.09
32	21	16	0.88	0.24
33	17	13	0.71	0.19
34	21	20	0.98	0.05
35	21	21	1.00	0.00
36	21	20	0.98	0.05
37	21	18	0.93	0.14
38	21	16	0.88	0.24
39	20	13	0.79	0.33
40	19	19	0.90	0.00
41	19	12	0.74	0.33
42	18	14	0.76	0.19

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อที่	R_u	R_L	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)
43	21	13	0.81	0.38
44	19	15	0.81	0.19
45	20	14	0.81	0.29
46	20	13	0.79	0.33
47	20	13	0.79	0.33
48	19	10	0.69	0.43
49	20	12	0.76	0.38
50	20	9	0.69	0.52
51	20	10	0.71	0.48
52	20	11	0.74	0.43
53	21	16	0.88	0.24
54	19	11	0.71	0.38
55	16	15	0.74	0.05
56	18	8	0.62	0.48
57	20	19	0.93	0.05
58	20	20	0.95	0.00
59	21	19	0.95	0.09
60	17	10	0.64	0.33
61	20	16	0.86	0.19
62	21	19	0.95	0.09
63	21	20	0.98	0.05
64	21	15	0.86	0.29

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อที่	R_u	R_L	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)
65	21	16	0.88	0.24
66	18	14	0.76	0.19
67	21	18	0.93	0.14
68	21	12	0.79	0.43
69	15	13	0.67	0.09
70	18	15	0.79	0.14
71	18	18	0.86	0.00
72	20	19	0.93	0.05
73	21	16	0.88	0.24
74	21	18	0.93	0.14
75	21	19	0.95	0.09
76	21	15	0.86	0.29
77	17	15	0.76	0.09
78	20	14	0.81	0.29
79	21	12	0.79	0.43
80	16	10	0.62	0.29
81	17	15	0.76	0.09
82	14	12	0.62	0.09
83	19	11	0.71	0.38
84	18	10	0.67	0.38
85	21	10	0.74	0.52
86	19	15	0.81	0.19
87	17	9	0.62	0.38

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อที่	R_U	R_L	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)
88	16	10	0.62	0.29
89	21	11	0.76	0.48
90	20	15	0.83	0.24
91	18	4	0.52	0.67
92	19	5	0.57	0.67
93	21	8	0.69	0.62
94	20	12	0.76	0.38
95	20	9	0.69	0.52
96	20	11	0.74	0.43
97	21	11	0.76	0.48
98	19	14	0.79	0.24
99	16	13	0.69	0.14
100	13	8	0.50	0.24
101	13	8	0.50	0.24
102	11	10	0.50	0.05

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 คะแนนดิบของนักเรียนจากการทดสอบครั้งที่ 2 ในการทำแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้

คนที่	X	$(X-\bar{X})$	$(X-\bar{X})^2$
1	100	19.14	366.34
2	96	15.14	229.22
3	96	15.14	229.22
4	96	15.14	229.22
5	95	14.14	199.94
6	95	14.14	199.94
7	95	14.14	199.94
8	94	13.14	172.66
9	94	13.14	172.66
10	92	11.14	124.10
11	92	11.14	124.10
12	92	11.14	124.10
13	92	11.14	124.10
14	91	10.14	102.82
15	91	10.14	102.82
16	89	8.14	66.26
17	89	8.14	66.26
18	87	6.14	37.70
19	87	6.14	37.70
20	87	6.14	37.70
21	86	5.14	26.42
22	85	4.14	17.14
23	85	4.14	17.14

ตารางที่ 15 (ต่อ)

คนที่	X	$(X-\bar{X})$	$(X-\bar{X})^2$
24	81	0.14	0.02
25	80	-0.86	0.74
26	79	-1.86	3.46
27	77	-3.86	14.90
28	76	-4.86	23.62
29	76	-4.86	23.62
30	74	-6.86	47.06
31	74	-6.86	47.06
32	72	-8.86	78.50
33	72	-8.86	78.50
34	71	-9.86	97.22
35	62	-18.86	355.70
36	62	-18.86	355.70
37	62	-18.86	355.70
38	58	-22.86	522.58
39	55	-25.86	688.74
40	54	-26.86	721.46
41	53	-27.86	776.18
42	52	-28.86	832.90
	$\Sigma X=3396$		$\Sigma (X-\bar{X})^2 = 8031.56$

จากข้อมูลในตารางหาค่ามัธยฐาน เลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ สอบวิชาจิตวิทยาการเรียนได้ดังนี้

ก. หาค่ามัธยฐานเลขคณิต

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{3396}{42} \\ &= 80.86 \end{aligned}$$

ข. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } S.D &= \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{8031.56}{41}} \\ &= \sqrt{195.89} \\ &= 13.996 \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 สัดส่วนของจำนวนผู้ที่ตอบแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนถูก (P) และจำนวนผู้ที่ตอบแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนผิด (q) จากการทดสอบครั้งที่ 2

ข้อที่	p	q	pq
1	1.00	0.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00
3	0.74	0.26	0.19
4	0.90	0.10	0.09
5	0.98	0.02	0.02
6	0.64	0.36	0.23
7	1.00	0.00	0.00
8	0.98	0.02	0.02
9	0.76	0.24	0.18
10	0.74	0.26	0.19
11	0.86	0.14	0.12
12	0.93	0.07	0.07
13	1.00	0.00	0.00
14	0.93	0.07	0.07
15	0.88	0.12	0.11
16	1.00	0.00	0.00
17	0.95	0.05	0.05
18	0.88	0.12	0.11
19	0.71	0.29	0.21
20	0.43	0.57	0.25
21	0.71	0.29	0.21
22	0.95	0.05	0.05

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
23	0.95	0.05	0.05
24	0.86	0.14	0.12
25	0.67	0.33	0.22
26	0.64	0.36	0.23
27	0.64	0.36	0.23
28	0.88	0.12	0.11
29	0.88	0.12	0.11
30	0.88	0.12	0.11
31	0.90	0.10	0.09
32	0.88	0.12	0.11
33	0.71	0.29	0.21
34	0.98	0.02	0.02
35	1.00	0.00	0.00
36	0.98	0.02	0.02
37	0.93	0.07	0.07
38	0.88	0.12	0.11
39	0.76	0.24	0.18
40	0.88	0.12	0.11
41	0.71	0.29	0.21
42	0.76	0.24	0.18
43	0.83	0.17	0.14
44	0.83	0.17	0.14
45	0.74	0.26	0.19

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
46	0.79	0.21	0.17
47	0.79	0.21	0.17
48	0.69	0.31	0.21
49	0.76	0.24	0.18
50	0.69	0.31	0.21
51	0.74	0.26	0.19
52	0.74	0.26	0.19
53	0.88	0.12	0.11
54	0.62	0.38	0.24
55	0.74	0.26	0.19
56	0.86	0.14	0.12
57	0.93	0.07	0.07
58	0.95	0.05	0.05
59	0.93	0.07	0.07
60	0.62	0.38	0.24
61	0.88	0.12	0.11
62	0.95	0.05	0.05
63	0.98	0.02	0.02
64	0.86	0.14	0.12
65	0.88	0.12	0.11
66	0.76	0.24	0.18
67	0.95	0.05	0.05
68	0.79	0.21	0.17

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
69	0.71	0.29	0.21
70	0.79	0.21	0.17
71	0.74	0.26	0.19
72	0.76	0.24	0.18
73	0.88	0.12	0.11
74	0.93	0.07	0.07
75	0.95	0.05	0.05
76	0.86	0.14	0.12
77	0.76	0.24	0.18
78	0.81	0.19	0.15
79	0.76	0.24	0.18
80	0.59	0.41	0.24
81	0.74	0.26	0.19
82	0.64	0.36	0.23
83	0.69	0.31	0.21
84	0.67	0.33	0.22
85	0.74	0.26	0.19
86	0.79	0.21	0.17
87	0.52	0.38	0.24
88	0.86	0.14	0.12
89	0.76	0.24	0.18
90	0.81	0.19	0.15
91	0.55	0.45	0.25

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
92	0.60	0.40	0.24
93	0.71	0.29	0.21
94	0.76	0.24	0.18
95	0.67	0.33	0.22
96	0.79	0.21	0.17
97	0.76	0.24	0.18
98	0.79	0.21	0.17
99	0.69	0.31	0.21
100	0.50	0.50	0.25
101	0.50	0.50	0.25
102	0.50	0.50	0.25
			$\Sigma pq =$ 14.69

ข้อมูลจากตารางหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ดังนี้คือ

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_x^2} \right] \\
 &= \frac{102}{101} \left[1 - \frac{14.69}{(13.996)^2} \right] \\
 &= 1.01 \left[1 - \frac{14.69}{195.89} \right] \\
 &= 1.01 (1 - 0.07) \\
 &= 1.01 \times 0.93 \\
 &= 0.939
 \end{aligned}$$

แล้วปรับแก้ค่าให้ถูกต้องตามวิธีหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร

ของลิวอิสดังนี้

$$\begin{aligned}
 r_{cc} &= \frac{r_{tt} S_x^2 + (\bar{X} - c)^2}{S_x^2 + (\bar{X} - c)^2} \\
 &= \frac{(0.939)(195.89) + (80.86 - 0.67)^2}{195.89 + (80.86 - 0.67)^2} \\
 &= \frac{183.94 + 6430.44}{195.89 + 6430.44} \\
 &= \frac{6614.38}{6626.33} \\
 &= 0.998
 \end{aligned}$$

จากข้อมูลในตารางที่ 15 กับตารางที่ 16 หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } SE_{\text{meas}} &= S_x \sqrt{1 - r_{tt}} \\
 &= 13.996 \sqrt{1 - 0.939} \\
 &= 13.996 \sqrt{0.061} \\
 &= 13.996 \times 0.247 \\
 &= 3.457
 \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยุพยากรณ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของตอมความรูพื้นฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของรายได้เฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ระหว่างลำดับชั้นที่

1-7

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$$

$$SS_{\text{treat}} = \frac{\sum T_i^2}{n} - \frac{G^2}{N}$$

$$T_1 = 8 + 248 + 780 = 1036$$

$$T_2 = 40 + 200 + 729 = 969$$

$$T_3 = 8 + 176 + 894 = 1078$$

$$T_4 = 84 + 150 + 654 = 888$$

$$T_5 = 37 + 124 + 858 = 1019$$

$$T_6 = 12 + 162 + 876 = 1050$$

$$T_7 = 39 + 222 + 585 = 846$$

$$G = \sum T_i = 1036 + 969 + 1078 + 888 + 1019 + 1050 + 846$$

$$= 6886$$

$$n = 396$$

$$N = 2772$$

$$SS_{\text{treat}} = \frac{(1036)^2}{396} + \frac{(969)^2}{396} + \frac{(1078)^2}{396} + \frac{(888)^2}{396} + \frac{(1019)^2}{396} + \frac{(1050)^2}{396} + \frac{(846)^2}{396} - \frac{(6886)^2}{2772}$$
$$= \frac{6819462}{396} - 17105.7$$

$$= 17220.86 - 17105.7$$

$$= 115.16$$

$$SS_{res} = \sum \sum X^2 - \frac{\sum T_i^2}{n} - \frac{\sum P_i^2}{k} + \frac{G^2}{N}$$

$$T_1^2 = 8 + 496 + 2340 = 2844$$

$$T_2^2 = 40 + 400 + 2187 = 2627$$

$$T_3^2 = 8 + 352 + 2682 = 3042$$

$$T_4^2 = 84 + 300 + 1962 = 2346$$

$$T_5^2 = 37 + 248 + 2574 = 2859$$

$$T_6^2 = 12 + 324 + 2628 = 2964$$

$$T_7^2 = 39 + 444 + 1755 = 2238$$

$$\sum \sum X^2 = 2844 + 2627 + 3042 + 2346 + 2859 + 2964 + 2238 = 18920$$

$$\frac{\sum P_i^2}{k} = \frac{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 + \dots + P_{395}^2 + P_{396}^2}{k}$$

$$= \frac{(19)^2 + (20)^2 + (21)^2 + \dots + (16)^2 + (7)^2}{7} = 17685$$

$$SS_{res} = 18920 - 17220.86 - 17685 + 17105.7 = 1119.84$$

$$MS_{treat} = \frac{SS_{treat}}{k-1} = \frac{115.16}{6} = 19.19$$

$$MS_{res} = \frac{SS_{res}}{(n-1)(k-1)} = \frac{1119.84}{2370} = 0.47$$

$$F = \frac{MS_{treat}}{MS_{res}} = \frac{19.19}{0.47} = 40.83$$

ที่ระดับความนัยสำคัญ .05 ค่า F จากตาราง = 2.10

$$40.83 > 2.10$$

การเปรียบเทียบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวิจัย

การเรียงตอนความรู้พื้นฐานในลำดับขั้นที่ 1-7 เป็นอู๋ ๆ

$$\text{จาก } d = \sqrt{\frac{2(K-1)(\text{table F})(MS_{\text{res}})}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(6)(2.10)(0.47)}{396}}$$

$$= \sqrt{0.03}$$

$$= 0.17$$

$$\bar{T}_1 = \frac{1036}{396} = 2.61$$

$$\bar{T}_2 = \frac{969}{396} = 2.45$$

$$\bar{T}_3 = \frac{1078}{396} = 2.72$$

$$\bar{T}_4 = \frac{888}{396} = 2.24$$

$$\bar{T}_5 = \frac{1019}{396} = 2.57$$

$$\bar{T}_6 = \frac{1050}{396} = 2.65$$

$$\bar{T}_7 = \frac{846}{396} = 2.14$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_2 = 0.16$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_3 = 0.11$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_4 = 0.37$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_5 = 0.04$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_6 = 0.04$$

$$\bar{T}_1 - \bar{T}_7 = 0.47$$

$$\bar{T}_2 - \bar{T}_3 = 0.27$$



$$\bar{T}_2 - \bar{T}_4 = 0.21$$

$$\bar{T}_2 - \bar{T}_5 = 0.12$$

$$\bar{T}_2 - \bar{T}_6 = 0.2$$

$$\bar{T}_2 - \bar{T}_7 = 0.31$$

$$\bar{T}_3 - \bar{T}_4 = 0.48$$

$$\bar{T}_3 - \bar{T}_5 = 0.15$$

$$\bar{T}_3 - \bar{T}_6 = 0.07$$

$$\bar{T}_3 - \bar{T}_7 = 0.58$$

$$\bar{T}_4 - \bar{T}_5 = 0.33$$

$$\bar{T}_4 - \bar{T}_6 = 0.41$$

$$\bar{T}_4 - \bar{T}_7 = 0.1$$

$$\bar{T}_5 - \bar{T}_6 = 0.08$$

$$\bar{T}_5 - \bar{T}_7 = 0.43$$

$$\bar{T}_6 - \bar{T}_7 = 0.51$$

12. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของตอมการบวกจำนวนเต็มเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ระหว่างลำดับ

ชั้นที่ 8-14

$$H_0 : \mu_8 = \mu_9 = \mu_{10} = \mu_{11} = \mu_{12} = \mu_{13} = \mu_{14}$$

$$H_1 : \mu_8 \neq \mu_9 \neq \mu_{10} \neq \mu_{11} \neq \mu_{12} \neq \mu_{13} \neq \mu_{14}$$

$$SS_{\text{treat}} = \frac{\sum T_i^2}{n} - \frac{G^2}{N}$$

$$T_8 = 9 + 142 + 942 = 1093$$

$$T_9 = 12 + 34 + 825 = 871$$

$$T_{10} = 33 + 92 + 735 = 860$$

$$T_{11} = 15 + 76 + 789 = 880$$

$$T_{12} = 7 + 62 + 1050 = 1125$$

$$T_{13} = 23 + 102 + 900 = 1025$$

$$T_{14} = 72 + 198 + 600 = 870$$

$$G = \sum T_i$$

$$= 1093 + 871 + 860 + 880 + 1125 + 1025 + 870$$

$$= 6724$$

$$n = 396$$

$$N = 2772$$

$$SS_{\text{treat}} = \frac{(1093)^2}{396} + \frac{(871)^2}{396} + \frac{(860)^2}{396} + \frac{(880)^2}{396} + \frac{(1125)^2}{396} + \frac{(1025)^2}{396} + \frac{(870)^2}{396} - \frac{(6724)^2}{2772}$$

$$= \frac{6540440}{396} - 16310.31$$

$$= 16516.26 - 16310.31$$

$$= 205.95$$

$$SS_{\text{res}} = \sum \sum X^2 - \frac{\sum T_i^2}{n} - \frac{\sum P_i^2}{k} + \frac{G^2}{N}$$

$$T_8^2 = 9 + 284 + 2826 = 3119$$

$$T_9^2 = 12 + 68 + 2475 = 2555$$

$$T_{10}^2 = 33 + 184 + 2205 = 2422$$

$$T_{11}^2 = 15 + 152 + 2367 = 2534$$

$$T_{12}^2 = 7 + 124 + 3168 = 3299$$

$$T_{13}^2 = 23 + 204 + 2700 = 2927$$

$$T_{14}^2 = 72 + 396 + 1800 = 2268$$

$$X^2 = 3119 + 2555 + 2422 + 2534 + 3299 + 2927 + 2268 = 19124$$

$$\begin{aligned} \frac{\sum P_i^2}{k} &= \frac{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 + \dots + P_{396}^2}{k} \\ &= \frac{(21)^2 + (18)^2 + (20)^2 + \dots + (10)^2}{7} = 17491.29 \end{aligned}$$

$$SS_{res} = 19124 - 10516.26 - 17491.29 + 16310.31 = 1427.05$$

$$MS_{treat} = \frac{SS_{treat}}{k-1} = \frac{205.95}{6} = 34.33$$

$$MS_{res} = \frac{SS_{res}}{(n-1)(k-1)} = \frac{1427.05}{2370} = 0.60$$

$$F = \frac{MS_{treat}}{MS_{res}} = \frac{34.33}{0.60} = 57.22$$

ที่ระดับความนัยสำคัญ .05 ค่า F จากตาราง = 2.10

$$57.22 > 2.10$$

การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนตอนการ
บอกจำนวนเต็มในลำดับขั้นที่ 8-14 เป็นคู่ ๆ

$$\begin{aligned} \text{จาก } d &= \sqrt{\frac{2(K-1)(\text{table } F)(MS_{res})}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{2(6)(2.10)(0.60)}{396}} \\ &= \sqrt{0.04} \\ &= 0.20 \end{aligned}$$

$$\bar{T}_8 = \frac{1093}{396} = 2.76$$

$$\bar{T}_9 = \frac{871}{396} = 2.20$$

$$\bar{T}_{10} = \frac{860}{396} = 2.17$$

$$\bar{T}_{11} = \frac{880}{396} = 2.22$$

$$\bar{T}_{12} = \frac{1125}{396} = 2.84$$

$$\bar{T}_{13} = \frac{1025}{396} = 2.59$$

$$\bar{T}_{14} = \frac{870}{396} = 2.20$$

$$\bar{T}_8 - \bar{T}_9 = 0.56$$

$$\bar{T}_8 - \bar{T}_{10} = 0.59$$

$$\bar{T}_8 - \bar{T}_{11} = 0.54$$

$$\bar{T}_8 - \bar{T}_{12} = 0.08$$

$$\bar{T}_8 - \bar{T}_{13} = 0.17$$

$$\bar{T}_8 - \bar{T}_{14} = 0.56$$

$$\bar{T}_9 - \bar{T}_{10} = 0.03$$

$$\bar{T}_9 - \bar{T}_{11} = 0.02$$

$$\bar{T}_9 - \bar{T}_{12} = 0.64$$

$$\bar{T}_9 - \bar{T}_{13} = 0.39$$

$$\bar{T}_9 - \bar{T}_{14} = 0.00$$

$$\bar{T}_{10} - \bar{T}_{11} = 0.05$$

$$\bar{T}_{10} - \bar{T}_{12} = 0.67$$

$$\bar{T}_{10} - \bar{T}_{13} = 0.42$$

$$\bar{T}_{10} - \bar{T}_{14} = 0.03$$

$$\bar{T}_{11} - \bar{T}_{12} = 0.62$$

$$\bar{T}_{11} - \bar{T}_{13} = 0.37$$

$$\bar{T}_{11} - \bar{T}_{14} = 0.02$$

$$\bar{T}_{12} - \bar{T}_{13} = 0.25$$

$$\bar{T}_{13} - \bar{T}_{14} = 0.64$$

$$\bar{T}_{13} - \bar{T}_{14} = 0.39$$

13. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของต่อนการลบจำนวนเต็มเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนระหว่างลำดับชั้นที่ 15-19

$$H_0 : \mu_{15} = \mu_{16} = \mu_{17} = \mu_{18} = \mu_{19}$$

$$H_1 : \mu_{15} \neq \mu_{16} \neq \mu_{17} \neq \mu_{18} \neq \mu_{19}$$

$$SS_{\text{treat}} = \frac{\sum T_i^2}{n} - \frac{G^2}{N}$$

$$T_{15} = 26 + 92 + 843 = 961$$

$$T_{16} = 34 + 42 + 525 = 601$$

$$T_{17} = 24 + 54 + 507 = 585$$

$$T_{18} = 63 + 198 + 387 = 648$$

$$T_{19} = 105 + 250 + 438 = 793$$

$$\begin{aligned} G &= \sum T_i \\ &= 961 + 601 + 585 + 648 + 793 \\ &= 3588 \end{aligned}$$

$$n = 396$$

$$N = 1980$$

$$\begin{aligned} SS_{\text{treat}} &= \frac{(961)^2}{396} + \frac{(601)^2}{396} + \frac{(585)^2}{396} + \frac{(648)^2}{396} + \frac{(793)^2}{396} - \frac{(3588)^2}{1980} \\ &= 6756.82 - 6501.89 \\ &= 254.93 \end{aligned}$$

$$SS_{\text{res}} = \sum X^2 - \frac{\sum T_i^2}{n} - \frac{\sum P_i^2}{k} + \frac{G^2}{N}$$

$$T_{15}^2 = 26 + 184 + 2529 = 2739$$

$$T_{16}^2 = 34 + 84 + 1575 = 1693$$

$$T_{17}^2 = 24 + 108 + 1521 = 1653$$

$$T_{18}^2 = 63 + 396 + 1161 = 1620$$

$$T_{19}^2 = 105 + 500 + 1314 = 1919$$

$$\sum X^2 = 2739 + 1693 + 1653 + 1620 + 1919 = 9624$$

$$\begin{aligned} \frac{\sum P_i^2}{k} &= \frac{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 + \dots + P_{396}^2}{k} \\ &= \frac{(13)^2 + (11)^2 + (9)^2 + \dots + (4)^2}{5} = 8082.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_{\text{res}} &= 9624 - 6756.82 - 8082.2 + 6501.89 \\ &= 1286.87 \end{aligned}$$

$$MS_{\text{treat}} = \frac{SS_{\text{treat}}}{k-1} = \frac{254.93}{4} = 63.73$$

$$MS_{\text{res}} = \frac{SS_{\text{res}}}{(n-1)(k-1)} = \frac{1286.87}{1580} = 0.81$$

$$F = \frac{MS_{\text{treat}}}{MS_{\text{res}}} = \frac{63.73}{0.81} = 78.68$$

ที่ระดับความนัยสำคัญ .05 ค่า F จากตาราง = 2.37

$$78.68 > 2.37$$

การเปรียบเทียบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัย

การเรียนตอนการสอบจำนวนเต็มในลำดับขั้นที่ 15-19 เป็นดังนี้

$$\text{จาก } d = \sqrt{\frac{2(K-1)(\text{table } F)(MS_{\text{res}})}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(4)(2.37)(0.81)}{396}}$$

$$= \sqrt{0.039}$$

$$= 0.20$$

$$\bar{T}_{15} = \frac{961}{396} = 2.43$$

$$\bar{T}_{16} = \frac{601}{396} = 1.52$$

$$\bar{T}_{17} = \frac{585}{396} = 1.48$$

$$\bar{T}_{18} = \frac{648}{396} = 1.64$$

$$\bar{T}_{19} = \frac{793}{396} = 2.00$$

$$\begin{aligned}
 \bar{T}_{15} - \bar{T}_{16} &= 0.91 \\
 \bar{T}_{15} - \bar{T}_{17} &= 0.95 \\
 \bar{T}_{15} - \bar{T}_{18} &= 0.79 \\
 \bar{T}_{15} - \bar{T}_{19} &= 0.43 \\
 \bar{T}_{16} - \bar{T}_{17} &= 0.04 \\
 \bar{T}_{16} - \bar{T}_{18} &= 0.12 \\
 \bar{T}_{16} - \bar{T}_{19} &= 0.48 \\
 \bar{T}_{17} - \bar{T}_{18} &= 0.16 \\
 \bar{T}_{17} - \bar{T}_{19} &= 0.52 \\
 \bar{T}_{18} - \bar{T}_{19} &= 0.36
 \end{aligned}$$

4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของต่อนการคูณจำนวนเต็มเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนระหว่างสัปดาห์ที่ 20-28

$$H_0 : \mu_{20} = \mu_{21} = \mu_{22} = \mu_{23} = \mu_{24} = \mu_{25} = \mu_{26} = \mu_{27} = \mu_{28}$$

$$H_1 : \mu_{20} \neq \mu_{21} \neq \mu_{22} \neq \mu_{23} \neq \mu_{24} \neq \mu_{25} \neq \mu_{26} \neq \mu_{27} \neq \mu_{28}$$

$$SS_{\text{treat}} = \frac{\sum T_i^2}{n} - \frac{G^2}{N}$$

$$T_{20} = 34 + 172 + 807 = 1013$$

$$T_{21} = 24 + 112 + 903 = 1039$$

$$T_{22} = 27 + 110 + 888 = 1025$$

$$T_{23} = 32 + 178 + 729 = 939$$

$$T_{24} = 64 + 122 + 612 = 798$$

$$T_{25} = 17 + 118 + 897 = 1032$$

$$T_{26} = 50 + 118 + 762 = 930$$

$$T_{27} = 71 + 144 + 618 = 833$$

$$T_{28} = 74 + 208 + 477 = 759$$

$$G = \sum T_i$$

$$= 1013 + 1039 + 1025 + 939 + 798 + 1032 + 930 + 833 + 759$$

$$= 8368$$

$$n = 396$$

$$N = 3564$$

$$SS_{\text{treat}} = \frac{(1013)^2}{396} + \frac{(1039)^2}{396} + \frac{(1025)^2}{396} + \frac{(939)^2}{396} + \frac{(798)^2}{396} + \frac{(1032)^2}{396} + \frac{(930)^2}{396} + \frac{(833)^2}{396} + \frac{(759)^2}{396} - \frac{(8368)^2}{3564}$$

$$= 19885.69 - 19647.43$$

$$= 238.26$$

$$SS_{\text{res}} = \frac{\sum \sum X^2}{n} - \frac{\sum T_i^2}{k} - \frac{\sum P_i^2}{N} + \frac{G^2}{N}$$

$$T_{20}^2 = 34 + 344 + 2421 = 2799$$

$$T_{21}^2 = 24 + 224 + 2709 = 2957$$

$$T_{22}^2 = 27 + 220 + 2664 = 2911$$

$$T_{23}^2 = 32 + 356 + 2187 = 2575$$

$$T_{24}^2 = 64 + 244 + 1836 = 2144$$

$$T_{25}^2 = 17 + 236 + 2691 = 2944$$

$$T_{26}^2 = 50 + 236 + 2286 = 2572$$

$$T_{27}^2 = 71 + 288 + 1854 = 2213$$

$$T_{28}^2 = 74 + 416 + 1431 = 1921$$

$$\sum \sum X^2 = 2799 + 2957 + 2911 + 2575 + 2144 + 2944 + 2572 + 2213 + 1921$$

$$= 23036$$

$$\sum \frac{P_i^2}{k} = \frac{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 + \dots + P_{396}^2}{k}$$

$$= \frac{(20)^2 + (18)^2 + (26)^2 + \dots + (16)^2 + (11)^2}{9} = 21918.78$$

$$SS_{res} = 23036 - 19885.69 - 21918.78 + 19647.43$$

$$= 878.96$$

$$MS_{treat} = \frac{SS_{treat}}{k-1} = \frac{238.26}{8} = 29.78$$

$$MS_{res} = \frac{SS_{res}}{(n-1)(k-1)} = \frac{878.96}{3160} = 0.29$$

$$F = \frac{MS_{treat}}{MS_{res}} = \frac{29.78}{0.29} = 102.69$$

ที่ระดับความนัยสำคัญ .05 ค่า F จากตาราง = 1.94

$$102.69 > 1.94$$

การเปรียบเทียบความแตกต่างของร้อยละเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบวิเศษ

การเรียนตอนการคูณจำนวนเต็มในลำดับขั้นที่ 20-28 เป็นข้อ ๆ

$$\begin{aligned} \text{จาก } d &= \sqrt{\frac{2(K-1)(\text{table F})(MS_{\text{res}})}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{2(8)(1.94)(0.29)}{396}} \\ &= \sqrt{0.0227} \end{aligned}$$

$$= 0.15$$

$$\bar{T}_{20} = \frac{1013}{396} = 2.56$$

$$\bar{T}_{21} = \frac{1039}{396} = 2.62$$

$$\bar{T}_{22} = \frac{1025}{396} = 2.59$$

$$\bar{T}_{23} = \frac{939}{396} = 2.37$$

$$\bar{T}_{24} = \frac{798}{396} = 2.02$$

$$\bar{T}_{25} = \frac{1032}{396} = 2.51$$

$$\bar{T}_{26} = \frac{930}{396} = 2.35$$

$$\bar{T}_{27} = \frac{833}{396} = 2.10$$

$$\bar{T}_{28} = \frac{759}{396} = 1.92$$

$$\bar{T}_{20} - \bar{T}_{21} = 0.06$$

$$\bar{T}_{20} - \bar{T}_{22} = 0.03$$

$$\bar{T}_{20} - \bar{T}_{23} = 0.19$$

$$\bar{T}_{20} - \bar{T}_{24} = 0.54$$

$$\bar{T}_{20} - \bar{T}_{25} = 0.05$$

$$\bar{T}_{20} - \bar{T}_{26} = 0.21$$

$$\bar{T}_{20} - \bar{T}_{27} = 0.46$$

$$\bar{T}_{20} - \bar{T}_{28} = 0.64$$

$$\bar{T}_{21} - \bar{T}_{22} = 0.03$$

$$\bar{T}_{21} - \bar{T}_{23} = 0.25$$

$$\bar{T}_{21} - \bar{T}_{24} = 0.6$$

$$\bar{T}_{21} - \bar{T}_{25} = 0.11$$

$$\bar{T}_{21} - \bar{T}_{26} = 0.27$$

$$\bar{T}_{21} - \bar{T}_{27} = 0.52$$

$$\bar{T}_{21} - \bar{T}_{28} = 0.7$$

$$\bar{T}_{22} - \bar{T}_{23} = 0.22$$

$$\bar{T}_{22} - \bar{T}_{24} = 0.57$$

$$\bar{T}_{22} - \bar{T}_{25} = 0.08$$

$$\bar{T}_{22} - \bar{T}_{26} = 0.24$$

$$\bar{T}_{22} - \bar{T}_{27} = 0.49$$

$$\bar{T}_{22} - \bar{T}_{28} = 0.67$$

$$\bar{T}_{23} - \bar{T}_{24} = 0.35$$

$$\bar{T}_{23} - \bar{T}_{25} = 0.24$$

$$\bar{T}_{23} - \bar{T}_{26} = 0.02$$

$$\bar{T}_{23} - \bar{T}_{27} = 0.27$$

$$\bar{T}_{23} - \bar{T}_{28} = 0.45$$

$$\bar{T}_{24} - \bar{T}_{25} = 0.49$$

$$\bar{T}_{24} - \bar{T}_{26} = 0.33$$

$$\bar{T}_{24} - \bar{T}_{27} = 0.08$$

$$\bar{T}_{24} - \bar{T}_{28} = 0.1$$

$$\bar{T}_{25} - \bar{T}_{26} = 0.16$$

$$\bar{T}_{25} - \bar{T}_{27} = 0.41$$

$$\bar{T}_{25} - \bar{T}_{28} = 0.59$$

$$\bar{T}_{26} - \bar{T}_{27} = 0.25$$

$$\bar{T}_{26} - \bar{T}_{28} = 0.43$$

$$\bar{T}_{27} - \bar{T}_{28} = 0.18$$

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของตอมการหารจำนวนเต็มเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของร้อยละผลผลิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยด้านการเรียนระหว่างลำดับชั้นที่ 29-34

$$H_0 : \mu_{29} = \mu_{30} = \mu_{31} = \mu_{32} = \mu_{33} = \mu_{34}$$

$$H_1 : \mu_{29} \neq \mu_{30} \neq \mu_{31} \neq \mu_{32} \neq \mu_{33} \neq \mu_{34}$$

$$SS_{\text{treat}} = \frac{\sum T_i^2}{n} - \frac{G^2}{N}$$

$$T_{29} = 69 + 268 + 489 = 826$$

$$T_{30} = 37 + 160 + 729 = 926$$

$$T_{31} = 46 + 124 + 708 = 878$$

$$T_{32} = 40 + 104 + 783 = 927$$

$$T_{33} = 38 + 158 + 732 = 928$$

$$T_{34} = 56 + 46 + 417 = 519$$

$$G = \sum T_i$$

$$= 826 + 926 + 878 + 927 + 928 + 519$$

$$= 5004$$

$$n = 396$$

$$N = 2376$$

$$SS_{\text{treat}} = \frac{(826)^2}{396} + \frac{(926)^2}{396} + \frac{(878)^2}{396} + \frac{(927)^2}{396} + \frac{(928)^2}{396} + \frac{(519)^2}{396} - \frac{(5004)^2}{2376}$$

$$= 10859.874 - 10538.73$$

$$= 321.14$$

$$SS_{\text{res}} = \sum \sum X^2 - \frac{\sum T_i^2}{n} - \frac{\sum P_i^2}{k} + \frac{G^2}{N}$$

$$T_{29}^2 = 69 + 536 + 1467 = 2072$$

$$T_{30}^2 = 37 + 320 + 2187 = 2544$$

$$T_{31}^2 = 46 + 248 + 2124 = 2418$$

$$T_{32}^2 = 40 + 208 + 2349 = 2597$$

$$T_{33}^2 = 38 + 316 + 2196 = 2550$$

$$T_{34}^2 = 56 + 92 + 1251 = 1399$$

$$\sum \sum x^2 = 2072 + 2544 + 2418 + 2597 + 2550 + 1399 = 13580$$

$$\frac{\sum P_i^2}{k} = \frac{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 + \dots + P_{395}^2 + P_{396}^2}{k}$$

$$= \frac{(10)^2 + (7)^2 + (11)^2 + \dots + (4)^2 + (18)^2}{6} = 11814.17$$

$$SS_{res} = 13580 - 10859.87 - 11814.17 + 10538.73 = 1444.69$$

$$MS_{treat} = \frac{SS_{treat}}{k-1} = \frac{321.14}{5} = 64.23$$

$$MS_{res} = \frac{SS_{res}}{(n-1)(k-1)} = \frac{1444.69}{1975} = 0.73$$

$$F = \frac{MS_{treat}}{MS_{res}} = \frac{64.23}{0.73} = 87.99$$

ที่ระดับความนัยสำคัญ .05 ค่า F จากตาราง = 2.21

$$87.99 > 2.21$$

การเปรียบเทียบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคดีของคณะแพทยศาสตร์จากแบบทดสอบ

วิธีด้วยการเขียนตอนการหารจำนวนเต็มในลำดับขั้นที่ 29-34 เป็นดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จาก } d &= \sqrt{\frac{2(K-1)(\text{table } F)(MS_{res})}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{2(5)(2.21)(0.73)}{396}} \\ &= \sqrt{0.04} \\ &= 0.20 \end{aligned}$$

$$\bar{T}_{29} = \frac{826}{396} = 2.39$$

$$\bar{T}_{30} = \frac{926}{396} = 2.24$$

$$\begin{aligned}
\bar{T}_{31} &= \frac{878}{396} = 2.22 \\
\bar{T}_{32} &= \frac{927}{396} = 2.34 \\
\bar{T}_{33} &= \frac{928}{396} = 2.34 \\
\bar{T}_{34} &= \frac{519}{396} = 1.31 \\
\bar{T}_{29} - \bar{T}_{30} &= 0.15 \\
\bar{T}_{29} - \bar{T}_{31} &= 0.13 \\
\bar{T}_{29} - \bar{T}_{32} &= 0.15 \\
\bar{T}_{29} - \bar{T}_{33} &= 0.15 \\
\bar{T}_{29} - \bar{T}_{34} &= 0.78 \\
\bar{T}_{30} - \bar{T}_{31} &= 0.02 \\
\bar{T}_{30} - \bar{T}_{32} &= 0.00 \\
\bar{T}_{30} - \bar{T}_{33} &= 0.00 \\
\bar{T}_{30} - \bar{T}_{34} &= 0.93 \\
\bar{T}_{31} - \bar{T}_{32} &= 0.12 \\
\bar{T}_{31} - \bar{T}_{33} &= 0.12 \\
\bar{T}_{31} - \bar{T}_{34} &= 0.91 \\
\bar{T}_{32} - \bar{T}_{33} &= 0.00 \\
\bar{T}_{32} - \bar{T}_{34} &= 0.93 \\
\bar{T}_{33} - \bar{T}_{34} &= 0.93
\end{aligned}$$

ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่านที่ตรวจสอบลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง "จำนวนเต็ม" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่

1. อาจารย์ กัลยา หนูณรงค์ สังกัดโรงเรียนปทุมมาวรรณ
2. อาจารย์ สัมพรโยติ รอดโพธิ์ทอง สังกัดหน่วยศึกษานิเทศก์
3. อาจารย์ บรรจง ลุ่มทรสัจ สังกัดหน่วยศึกษานิเทศก์
4. อาจารย์ มาณิตย์ คนมโน สังกัดโรงเรียนราชวินิต มัธยม
5. อาจารย์ รชนี ตันติพันธ์วดี สังกัดโรงเรียนวัดสระเกษ
6. อาจารย์ ลุภิญญา ภูพันธ์ภักดิ์ สังกัดโรงเรียนท่าเรือ "นิตยานุกุล"
7. อาจารย์ สัมศักดิ์ พัฒนภา สังกัดโรงเรียนท่าเรือ "นิตยานุกุล"

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านที่ตรวจสอบแบบทดสอบวินิจฉัยผลการเรียนเรื่อง
"จำนวนเต็ม" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่

1. อาจารย์ ตาเรณี หิงพ้อย่างทอง สังกัดโรงเรียนราชวินิต มัธยม
2. อาจารย์ เล็กสรรค์ สีลาอนุวัฒน์ สังกัดโรงเรียนราชวินิต มัธยม
3. อาจารย์ สุดารัตน์ อยู่ชวักลย์ สังกัดโรงเรียนราชวินิต มัธยม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

น.ส.จินดา ส้มดาวศรีพงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 3 มกราคม 2498 ที่จังหวัดนราธิวาส จบปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ในปีการศึกษา 2520 เข้าศึกษาต่อในสาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาศึกษาศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2524 ปัจจุบันเป็นอาจารย์โรงเรียนราชวินิต มัธยม ถนนพิษณุโลก เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย