

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. จิตวิทยาการศึกษาฉบับปรับปรุงใหม่. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาการ
แนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2528.
- กรองกาญจน์ อรุณรัตน์. กระบวนการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม. ม.ป.ท. : ภาควิชา
เทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2536.
- จิตรา วสุวานิช. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง,
2516.
- เจือจันทร์ กัลยา. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสนใจในวิชาคณิต
ศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ, 2533.
- ฉลองชัย สุรวฒนบุรุษ. การเลือกและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, 2528. (จัดสำเนา)
- ฉวีวรรณ แสงสว่าง. การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการประกอบอาชีพของผู้
สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาที่ไม่ได้ศึกษาต่อ จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.
- ฉันทนา ยัญลักษณ์. ผลของการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม เรียน เป็นคณะกับบทเรียนแบบ
โปรแกรม เป็นรายบุคคล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความภูมิใจใน
ตนเองและความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
2530.

- ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ประสานมิตร, 2524.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2525.
- ชาญชัย เชื้อสาธุชน. การสังเคราะห์รายงานการวิจัยที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยตนเองกับการสอนตามปกติในประเทศไทย. เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร 2-4 เมษายน 2533. (อัครสำเนา)
- ชูชาติ เริงฉลาด. การสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์รุ่งพัฒนา, 2521.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษา หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2526.
- ณรงค์ เต็มสันเทียะ. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้และแรงจูงใจในผลสัมฤทธิ์ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2534.
- ดวงเดือน ถ่อนปวม. การสร้างเสริมสมรรถภาพการสอนคณิตศาสตร์ของครูประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
- ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา. ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
- เทอดศักดิ์ จันทร์อรุณ. การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ระดับ ป.กศ.สูง วิชาเอกคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519.
- ธารณี วีระสกุลรัตน์. กลุ่มทักษะวิชาคณิตศาสตร์ ป.5 ป.6 กรุงเทพมหานคร : กรุงเทพมหานคร, 2531.

- ธีระชัย ปุณณโชติ. การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป เส้นทางสู่อาจารย์ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.
- นฤมล เพ็ชรสุวรรณ. ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ สำหรับ นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
- นิธิวดี อุดลยพันธ์. การศึกษาความสามารถในการประมวลค่าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
- นุพรรณ จาริยาพานิช. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 4 ของ นักเรียนศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จระดับที่ 4 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
- น้อมศรี เคท. หลักและแนวปฏิบัติในโรงเรียน. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- บันลือ พฤกษ์วัน. การประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2522.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์เจริญวิทยาการพิมพ์, 2521.
- บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ. ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : การพิมพ์ พระนคร, 2531.
- บุญทัน อยู่ชมบุญ. พฤติกรรมการณ์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์, 2529.
- ปิยสุดา ชติยะวรา. การเปรียบเทียบทักษะการคูณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่าง นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเลือกลำดับขั้นในการฝึกเอง และแบบฝึกตามลำดับขั้นที่กำหนดให้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- ประคอง กรรณสุด. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

- ประทีป สยามชัย. บทเรียนสำเร็จรูป ชุมทางวิชาการ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์
คุรุสภา, 2519.
- ปรีชา เนาว์เป็นผล. การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง
ระบบจำนวนเชิงซ้อนของนักเรียน ป. กศ. สูงวิชาเอกคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียน
แบบโปรแกรมกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒ, 2520.
- เป็รื่อง กุมุท. เทคนิคการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชา
เทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2519.
- ผกา สัตยธรรม. เทคนิคการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ เรือนแก้ว,
2524.
- ไพจิตร โชตินิสากรณ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อม เสริมโดยครูกับการสอนซ่อม เสริมโดยใช้
บทเรียนแบบโปรแกรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, 2530.
- ยุพิน พิพิธกุล. การสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยม. กรุงเทพมหานคร : กรุงเทพการพิมพ์,
2527.
- _____. การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2530.
- _____. และ อรพรรณ ต้นบรรจง. เทคโนโลยีในการผลิตสื่อการสอนคณิตศาสตร์ กรุงเทพ
มหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- ร่วมศักดิ์ แก้วปลั่ง และ บุญเหลือ ทองเยี่ยม. เครื่องสอนและการสอนแบบโปรแกรม. กรุงเทพ
มหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2529.
- วารุณี เกลี้ยงสะอาด. การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมประกอบเครื่องสอนอย่างง่ายใน
การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
- วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์กราฟิควอเตอร์, 2525.

- วิจิตรรา ศรีสะอาด. เทคนิควิทยาการศึกษา. ศูนย์การศึกษา 16 (กันยายน-ตุลาคม 2512) :
21-30.
- วีระ พงศกฤต. การทดลองสอนซ่อม เสริมโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปในวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2527.
- วีระ บุญกาญจน์. จิตวิทยาการศึกษา. กาลิณธ์ : จิตกัมภ์การพิมพ์, 2516.
- ศิริพร ดาระสุวรรณ. ผลของการใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบภาพการ์ตูน วิชาคณิตศาสตร์กับ
นักเรียนโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533).
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา, 2531.
- _____. คู่มือหลักสูตรการประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533).
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา, 2533.
- สมจิต ชิวปรีชา. สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกระยะและการกะจำนวนกับสัมฤทธิ์
ผลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2514.
- สงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. รายงานผลการวิจัยและประเมินผล วิชา
คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร. , 2530.
- สันต ภิบาลสุข และ พิมพ์ใจ ภิบาลสุข. การใช้สื่อการสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2524.
- สุวิทย์ธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 1-7.
กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุวิทย์ธรรมมาธิราช, 2526.
- สุนทร สุกาญจนาเศรษฐ์. การฝึกทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2534.

- สุรินทร์ ปัทมาคม. การสอนแบบโปรแกรม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2530 (จัดสำเนา)
- สุรัชย์ ขวัญเมือง. วิธีสอนและการวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์เทพนิมิต, 2522.
- สุวัฒนา อุทัยรัตน์. เครื่องคิดเลขทำให้ไม่ได้ใช้ความคิดจริงหรือ. วารสาร สสวท. 14
(ตุลาคม-ธันวาคม 2530) : 8-12.
- โสภณ บำรุงสงฆ์ และ สมหวัง ไตรต้นวงศ์. เทคนิคและวิธีสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่. กรุงเทพ
มหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2520.
- อรพรรณ พาสีมา. เทคโนโลยีการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์โอ เอส พรินติ้ง เฮาส์,
2530.

บทคัดย่อ

- Alcorn, Marvin D., Kinder, S. and Schuner, Jim R. Better Teaching in Schools. New York : Holt, Rinechart & Winston, Inc., 1976.
- Bestgen, Barbara J., Rey, Robert E., Rubolt, James F., and Wyatt, J.W. Effectiveness of Systematic Instruction on Attitudes and computational Estimation skills of preservice Elementary Teachers. Journal for Research in Mathematics Education 11 (March 1980) : 124-136.
- Brame, Olene H. Computational Estimation Strategies used by High School Students of Limited Computational Estimation Ability. Dissertation Abstracts International 47 (October 1986) : 1228-A.
- Buchanan, Aaron D. Estimation as an Essential Mathematical skill. Professional paper no.39. Los Angeles:Southwest Regional Laboratory for Educational Research and Development, 1978.
- Corle, clyde G. Estimates of Quantity by Elementary Teachers and College Juniors. Arithmetic Teacher 10 (October 1963) : 347-357.
- Dowker, Ann. Computational Estimation Strategies of Professional Mathematicians Journal for Research in Mathematicians Education 21 (January 1992) : 41-55.
- Fincher, G.E. and Fillmer, H.T. Programmed Instruction in Elementaryps' Arithmetic. Arithmetic Teacher. 1965 (12) : 19-23.
- Fry, Edward B. Teaching Machine and Programmed Instructional. U.S.A. McGraw-hill Book Company, Inc., 1963.

- Gossard, Patrice N Computational Estimation in Applies Nonroutine Problem Solving Dissertation Abstracts International 46 (March 1986) : 2606-A.
- Hall, Dudley W. A Study of The Relationship Between Estimation and Mathematical Problem-Solving Among Fifth Grade Student. Dissertation Abstracts International 37 (April 1977) : 6324-6325 A.
- Hall, Lucien T. Estimation and Approximation-Not Synonyms Mathematics Teacher 77 (October 1984) : 516-517.
- Hildreth, David J. Estimation Strategy Use in Length and Area Measurement Task by Fifth and Seventh Grade Students Dissertation Abstracts International 41 (April 1981) : 4319-A.
- Jaralimek, J, and Foster, C.D. Teaching and learning in the Elementary School. New York : Macmillan, 1989.
- Jarrett, Joscely A. A study of the Differential Effects of Three Levels of Instruction in Estimation on Fifth and Sixth Grade Pupils Dissertation Abstracts International 41 (October 1980) : 1452-A.
- Mills, Harold Vance. "The Effect of Computerized Audio-videographic System in Improving Basic Mathematics Skill for Fourth and Fifth Grade Students." Dissertation Abstracts International. 41 (September 1980) : 974-A
- Nelson, Nancy Z. The Effect of the Teaching of Estimation on Arithmetic Achievement in the Fourth and Sixth Grades. Dissertation Abstracts International 27 (1967) : 4127 A.
- Paull, Duane R. The Ability to Estimate in Mathematics. Dissertation Abstracts International 32 (January 1972) : 3567 A.

- Poulter, John G. and Haylock Derek W. Teaching computational Estimation.
Mathematics in school 17 (March 1988) : 27-29.
- Reys, Barbara J. Estimation and Mental Computation: It's About Time
Arithmetic Teacher 34 (September 1986) : 22-23.
- Reys, Robert E. Assessing for Learning: Testing Computational Estimation-
some Things to Consider Arithmetic Teacher 35 (March 1988):28-30.
- Reys, Robert E. Evaluation Computational And Estimation. In H.L. Schoen
(ed.), Estimation and mental computation, 1986 Yearbook of The
National Council of Teachers of Mathematics, PP.225-238. Reston,
VA : NCTM, 1986.
- Reys, Robert E., and Bestgen, Barbara J. Teaching and Assessing
Computational Estimation Skills. Elementary School Journal 82
(November 1981) : 117-127.
- Reys, Robert E., Bestgen, Barbara J., Rybolt, James J.F. and Wyatt, J.w.
Process Use by Good Computation Estimators Journal for Research
in Mathematics Education 13 (May 1982) : 183-201.
- Reys, Robert E., Reys Barbara J., Nohda, N., Ishida, J., Vashikawa, S.
and Shimizu, K. Computational Estimation Performance and
Strategies Used by Fifth and Eighth-Grade Japanese Students.
Journal for Research in Mathematics Education 22 (January 1991):
39-58.
- Shimabukuro, Shinkichi. Programmed Instruction : Threat or Challenge?
Audio Visual Instruction. 9(1964) : 277-280.

- Shoen, Harold L., Blume, G. and Hart, E.W. Measuring Computational Estimation Processes. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Washington DC, 1987.
- Thompson, Alla G. Estimating and Approximation. School Science and Mathematics 79 (November 1979) : 575-580.
- White, Charles Colven. The use of Programmed text for Remedial Mathematics Instruction in College. Dissertation Abstracts. 30 (February, 1970) : 3373-A.
- Wittich, Walter A. and Charles F. Schuller. Audio-Visual Materials, Their Nature and Use. 3rd. ed. New York : Harper and Brothers Publishers, 1986.

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รองศาสตราจารย์วราณี โสมประยูร
แผนกประถมศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุมาลี ตั้งคณานุรักษ์
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายประถม)
3. อาจารย์สุวรร กายจนมบุตร
หัวหน้าฝ่ายคณิตศาสตร์ ประถมศึกษา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. อาจารย์สันทัต พงศ์พัชรพันธ์
หัวหน้างานพัฒนาคุณภาพทางการศึกษา
กองการศึกษาอาชีพ กรมอาชีวศึกษา
5. อาจารย์เชษฐา เทียมเพชร
อาจารย์งานโสตทัศนูปกรณ์
วิทยาลัยช่างกล ปทุมวัน

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างบทเรียนแบบโปรแกรมชุดที่ 6

บทเรียนแบบโปรแกรม

วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ชุดที่ 6

การประมาณ

ด้วยวิธีคิดคำนวณจากตัวหน้าไปตัวหลัง



ชื่อ _____

ชั้น _____ เลขที่ _____

คำแนะนำในการใช้บทเรียน

บทเรียนแบบโปรแกรมนี้เป็นบทเรียนสำหรับการศึกษาด้วยตนเอง นักเรียนสามารถเรียนได้ตามสบาย อ่านบทเรียนไปช้า ๆ และทำความเข้าใจไปเรื่อย ๆ โดยไม่จำกัดเวลา และการทำแบบฝึกหัด นักเรียนควรมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง เพราะการตอบผิดไม่เสียหายอะไร นักเรียนสามารถย้อนกลับไปศึกษาบทเรียนที่เรียนมาแล้วได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น

ในการศึกษาบทเรียนแบบโปรแกรม ให้นักเรียนควรปฏิบัติดังนี้

1. เริ่มอ่านบทเรียนแต่ละหน้า ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า กรอบ ให้เข้าใจ ไม่ต้องเร่งรีบ

2. ลักษณะของบทเรียนจะเป็นเนื้อหาสลับกับคำถาม ให้นักเรียนตอบคำถาม แล้วตรวจคำตอบจากเฉลยในกรอบต่อไป

ถ้าคำตอบของนักเรียนตรงกับที่เฉลยไว้ ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนกรอบต่อไป

ถ้าคำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับที่เฉลยไว้ ให้นักเรียนย้อนกลับไปอ่านในกรอบที่บอกไว้ในบทเรียนเพื่อทำความเข้าใจแล้วตอบคำถามใหม่ แต่หากยังตอบคำถามไม่ถูกต้องและไม่เข้าใจจริง ๆ ให้ถามครูเพื่อขอคำแนะนำ

3. เมื่อศึกษาครบทุกบทเรียน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ ตรวจคำตอบจากเฉลย แล้วกรอกคะแนนที่ได้ในช่องรวมคะแนน

บทเรียนแบบโปรแกรม ชุดที่ 6

การคิดคำนวณโดยประมาณด้วยวิธีคิดคำนวณจาก
ตัวหน้าไปตัวหลัง

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถหาผลบวกโดยประมาณด้วยวิธีคิด
คำนวณจากตัวหน้าไปตัวหลังได้
2. นักเรียนสามารถหาผลลบโดยประมาณด้วยวิธีคิด
คำนวณจากตัวหน้าไปตัวหลังได้



บทเรียนแบบโปรแกรม ชุดที่ 6

การคิดคำนวณโดยประมาณด้วยวิธีคิดคำนวณจากตัวหน้าไปตัวหลัง

การคิดคำนวณโดยประมาณด้วยวิธีคิดคำนวณจากตัวหน้าไปตัวหลัง เป็นวิธีการคำนวณวิธีหนึ่งที่ได้ค่าประมาณใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และสามารถใช้ได้กับการประมาณผลบวกและการประมาณผลลบ



การประมาณผลบวกด้วยวิธีคิดค่านวนจากตัวหน้าไปตัวหลัง

มีขั้นตอนดังนี้

1. หาผลบวกของเลขโดดในหลักหน้าสุด
ซึ่งเป็นหลักที่มีค่ามากที่สุด
2. หาผลบวกโดยประมาณในหลักที่เหลือ
3. นำค่าที่ได้ในข้อ 1 และ ข้อ 2 มารวมกัน

หมายเหตุ เลขโดด หมายถึง ตัวเลขแต่ละตัวที่ประกอบ
เป็นจำนวน
เช่น จำนวน 1,245
ประกอบด้วยเลขโดดคือ 1, 2, 4, 5

เปิดหน้าต่อไป



ตัวอย่าง

จงหาผลบวกโดยประมาณของ $158 + 221$

วิธีคิด

1. หาผลบวกของเลขโดดในหลักหน้าสุด

ซึ่งเป็นหลักที่มีค่ามากที่สุด

158 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ 1

221 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ 2

ดังนั้น ผลบวกของเลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ $1 + 2 = 3$

มีค่าเท่ากับ 300

2. หาผลบวกโดยประมาณในหลักที่เหลือ

158 ค่าโดยประมาณของ 58 คือ 60

221 ค่าโดยประมาณของ 21 คือ 20

ผลบวกโดยประมาณในหลักที่เหลือคือ $60 + 20 = \underline{80}$

3. นำค่าที่ได้ในข้อ 1 และ ข้อ 2 มารวมกัน

$$300 + 80 = \underline{380}$$

ฉะนั้น ผลบวกโดยประมาณของ $158 + 221$ คือ 380

ศึกษาหน้าต่อไป



จากการที่นักเรียนได้ศึกษาตัวอย่างการประมาณผล
บวกด้วยวิธีคิดค่านวมจากตัวหน้าไปตัวหลัง นักเรียนคง
จะสังเกตได้ว่าไม่ใช่เรื่องยาก ใช่มั้ยคะ

ขั้นตอนต่าง ๆ ก็ไม่ยุ่งยากสลับซับซ้อนมากนัก เพียง
แต่การหาผลบวกโดยประมาณวิธีคิดค่านวมจากตัวหน้าไป
ตัวหลัง มีขั้นตอนดังนี้

1. หาผลบวกของเลขโดดในหลักหน้าสุด ซึ่งเป็น
หลักที่มีค่ามากที่สุด

2. หาผลบวกโดยประมาณในหลักที่เหลือ

การคิดค่านวมโดยประมาณในหลักที่เหลือนี้ ไม่
มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะใช้วิธีคิดค่านวมโดยประมาณวิธี
ใด

ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความถนัดและความสามารถของ
นักเรียนว่าถนัดวิธีใด บางคนอาจใช้วิธีการปิดเศษ บาง
คนอาจใช้วิธีจัดกระทำตัวเลข

3. นำค่าที่ได้ในข้อ 1 และ ข้อ 2 มารวมกัน

ศึกษาหน้าต่อไป



ในหน้านี้จะแสดงการคิดคำนวณในขั้นตอนที่ 2 ของการหาผลบวกโดยประมาณ ด้วยวิธีคิดคำนวณจากตัวหน้าไปตัวหลังอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของการคิดคำนวณโดยประมาณวิธีต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น ดังนี้

ตัวอย่าง

จงหาผลบวกโดยประมาณของ $123 + 245 + 181 + 148$

วิธีคิด

1. หาผลบวกของเลขโดดในหลักหน้าสุดของแต่ละจำนวน

123 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ 1

245 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ 2

181 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ 1

148 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ 1

ดังนั้น ผลบวกของเลขโดดในหลักหน้าสุด คือ $1 + 2 + 1 + 1 = 5$

มีค่าเท่ากับ 500

ศึกษาหน้าต่อไป



2. หาผลบวกโดยประมาณในหลักที่เหลือ

แบบที่ 1 คิดคำนวณโดยประมาณด้วยวิธีปัดเศษ คือ

123 ค่าโดยประมาณของ 12 คือ 20

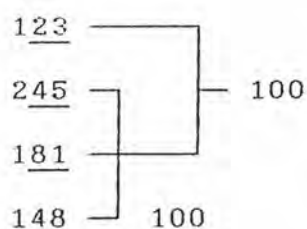
245 ค่าโดยประมาณของ 45 คือ 50

181 ค่าโดยประมาณของ 81 คือ 80

148 ค่าโดยประมาณของ 48 คือ 50

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณในหลักที่เหลือคือ $20+50+80+50 = \underline{200}$

แบบที่ 2 คิดคำนวณโดยประมาณด้วยวิธีจัดกระทำตัวเลข คือ



ค่าโดยประมาณของ $23 + 81$ คือ 100

ค่าโดยประมาณของ $45 + 48$ คือ 100

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณในหลักที่เหลือคือ $100 + 100 = \underline{200}$

3. นำค่าที่ได้ในข้อ 1 และข้อ 2 มารวมกัน

$$500 + 200 = 700$$

ฉะนั้น ผลบวกโดยประมาณคือ 700

(ศึกษาหน้าต่อไป)

นักเรียนได้ศึกษาจากตัวอย่างของผลบวกโดย
ประมาณด้วยวิธีคิดค่านวนจากตัวหน้าไปตัวหลังแล้ว คง
จะเป็นวิธีที่ไม่ยาก เกินความสามารถของนักเรียน
ใช่ไหมคะ

ในหน้านี้ขอให้นักเรียนใช้ความพยายามและความ
ตั้งใจทำแบบฝึกหัดนี้โดยเติมตัวเลขในช่องว่างให้ถูกต้อง

แบบฝึกหัด



จงหาผลบวกโดยประมาณของ $321 + 453 + 146$

วิธีคิด

1. หาผลบวกของเลขในหลักหน้าสุดซึ่งเป็นหลักที่มีค่ามากที่สุด

321 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ _____

453 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ _____

146 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ _____

ดังนั้น ผลบวกของเลขโดดในหลักหน้าสุด คือ _____ + _____ + _____ = _____
มีค่าเท่ากับ _____

2. หาผลบวกโดยประมาณในหลักที่เหลือ

321

453

146

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณในหลักที่เหลือ คือ _____ = _____

3. นำค่าที่ได้ในข้อ 1 และข้อ 2 มารวมกัน

_____ + _____ = _____

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณของ $321 + 453 + 146$ คือ _____

เฉลยแบบฝึกหัด

จงหาผลบวกโดยประมาณของ $321 + 453 + 146$

วิธีคิด

1. หาผลบวกของเลขโดดในหลักหน้าสุดซึ่งเป็นหลักที่มีค่ามากที่สุด

321 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) 3

453 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) 4

146 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) 1

ดังนั้น ผลบวกของเลขโดดในหลักหน้าคือ $3 + 4 + 1 = 8$

มีค่าเท่ากับ 800

2. หาผลบวกโดยประมาณในหลักที่เหลือ

(ให้นักเรียนตรวจดูเฉลยตามที่นักเรียนเลือกใช้วิธีประมาณค่า)

ประมาณวิธีปัดเศษ

321 \longrightarrow 20

453 \longrightarrow 50

146 \longrightarrow 50

$20 + 50 + 50 = 120$

ประมาณวิธีจัดกระทำตัวเลข

321 \longrightarrow 20

453 $\left. \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right\} 100$

146 $\left. \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right\} 100$

$20 + 100 = 120$

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณในหลักที่เหลือ คือ 120

3. นำค่าที่ได้ในข้อ 1 และข้อ 2 มารวมกัน

$$\underline{\underline{800}} + \underline{\underline{120}} = \underline{\underline{920}}$$

ฉะนั้น ผลบวกโดยประมาณของ $321 + 453 + 146$ คือ 920



นักเรียนตรวจดูเฉลยแล้วทำได้อีกต้องใหม่คะ

ถ้านักเรียนทำได้อีกต้องหมด ให้นักเรียนศึกษาหน้าต่อไป

แต่ถ้านักเรียนทำผิดบางส่วน ให้นักเรียนกลับไปศึกษาตั้งแต่หน้า 6.2 ใหม่อีกครั้ง

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไป เพื่อฝึกความเข้าใจ
และความคล่องแคล่ว ในการหาผลบวกโดยประมาณด้วย
วิธีคิดคำนวณจากตัวหน้าไปตัวหลังอีกครั้ง

แบบฝึกหัด

ตัวอย่าง

0. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $251 + 422 + 149$

ขั้นที่ 1 $\underline{2 + 4 + 1 = 7}$ มีค่าเท่ากับ 700

ขั้นที่ 2 $\underline{50 + 20 + 50}$ มีค่าเท่ากับ 120

ขั้นที่ 3 $\underline{700 + 120} = 820$

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณของ $251 + 422 + 149$ คือ 820

1. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $643 + 256 + 133$

ขั้นที่ 1 _____

ขั้นที่ 2 _____

ขั้นที่ 3 _____

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณของ $643 + 256 + 133$ คือ _____

2. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $1,513 + 2,486$

ขั้นที่ 1 _____

ขั้นที่ 2 _____

ขั้นที่ 3 _____

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณของ $1,513 + 2,486$ คือ _____

ทำแบบฝึกหัดในหน้าต่อไป



3. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $3,411 + 1,215$

ชั้นที่ 1 _____

ชั้นที่ 2 _____

ชั้นที่ 3 _____

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณของ $3,811 + 1,215$ คือ _____

4. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $4,225 + 2,613 + 2,393$

ชั้นที่ 1 _____

ชั้นที่ 2 _____

ชั้นที่ 3 _____

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณของ $4,225+2,613+2,193$ คือ _____

5. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $5,182 + 1,591 + 1,013$

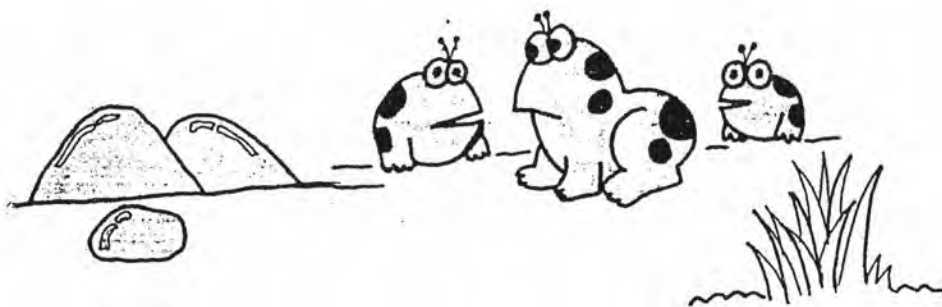
ชั้นที่ 1 _____

ชั้นที่ 2 _____

ชั้นที่ 3 _____

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณของ $5,182+1,591+ 1,013$ คือ _____

ตรวจดูเฉลยหน้าต่อไป



6.12

4. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $4,225 + 2,613 + 2,393$

ขั้นที่ 1 $\underline{4 + 2 + 2 = 8}$ มีค่าเท่ากับ $8,000$

ขั้นที่ 2 $\underline{200 + 600 + 400 = 1,200}$

หรือ $\underline{4,225 + 2,613 + 2,393}$

$$\begin{array}{r} | \qquad \qquad | \\ 200 + \qquad 1,000 = 1,200 \end{array}$$

ขั้นที่ 3 $\underline{8,000 + 1,200 = 9,200}$

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณของ $4,225 + 2,613 + 2,393$ คือ 9,000

5. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $5,182 + 1,591 + 1,013$

ขั้นที่ 1 $\underline{5 + 1 + 1 = 7}$ มีค่าเท่ากับ $7,000$

ขั้นที่ 2 $\underline{200 + 600 = 800}$

ขั้นที่ 3 $\underline{7,000 + 800 = 7,800}$

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณของ $5,182 + 1,591 + 1,013$ คือ 7,800

หมายเหตุ ขั้นที่ 2 ในข้อที่มีเฉลย 2 แบบ

นักเรียนจะใช้วิธีคิดแบบหนึ่งแบบใดก็ได้



นักเรียนทำได้กี่ข้อคะ..

ถ้านักเรียนทำได้ถูกต้องตั้งแต่ 3 ข้อให้ศึกษาหน้าต่อไป

แต่ถ้านักเรียนทำได้ถูกต้องน้อยกว่า 3 ข้อ ให้กลับไปศึกษาตั้งแต่หน้า 6.2

การประมาณผลด้วยวิธีคิดค่านวนจากตัวหน้าไปตัวหลัง

การประมาณผลด้วยวิธีคิดค่านวนจากตัวหน้าไปตัวหลัง
ขั้นตอนการคิดค่านวนเหมือนกับการประมาณผลบวกด้วยวิธีคิด
ค่านวนจากตัวหน้าไปตัวหลัง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. หาผลลบของเลขโดดในหลักหน้าสุด ซึ่งเป็นหลัก
ที่มีค่ามากที่สุด
2. หาผลลบโดยประมาณในหลักที่เหลือ
3. นำค่าที่ได้ในข้อ 1 และข้อ 2 มารวมกัน

ตัวอย่าง

จงหาผลลบโดยประมาณของ 763 - 541

วิธีคิด

1. หาผลลบของเลขโดดในหลักหน้าสุด ซึ่งเป็นหลักที่มีค่ามากที่สุด

763 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ 7

541 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ 5

ดังนั้น ผลลบของเลขโดดในหลักหน้าคือ $7 - 5 = 2$

มีค่าเท่ากับ 200

2. หาผลลบโดยประมาณในหลักที่เหลือ

763 ค่าโดยประมาณของ 63 คือ 60

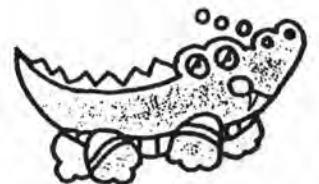
541 ค่าโดยประมาณของ 41 คือ 40

ดังนั้น ผลลบโดยประมาณหลักที่เหลือคือ $60 - 40 = \underline{20}$

3. นำค่าที่ได้ในข้อ 1 และข้อ 2 มารวมกัน

$$200 + 20 = \underline{\underline{220}}$$

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ 763 - 541 คือ 220



เปิดหน้าต่อไป

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

แบบฝึกหัด

1. จงหาผลลบโดยประมาณของ $942 - 627$

วิธีคิด

1. หาผลลบของเลขโดดในหลักหน้าสุด ซึ่งเป็นหลักที่มีค่ามากที่สุด

942 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ _____

627 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ _____

ดังนั้น ผลลบของเลขโดดในหลักหน้าสุด คือ _____ = _____

มีค่าเท่ากับ _____

2. หาผลลบโดยประมาณในหลักที่เหลือ

942 ค่าโดยประมาณของ 42 คือ _____

627 ค่าโดยประมาณของ 27 คือ _____

ดังนั้น ผลลบโดยประมาณในหลักที่เหลือคือ _____ = _____

3. นำค่าที่ได้ในข้อ 1 และข้อ 2 มารวมกัน

_____ = _____

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ $942 - 627$ คือ _____

ตรวจดูเฉลยหน้าต่อไป



เฉลยแบบฝึกหัด

1. จงหาผลลบโดยประมาณของ $942 - 627$

วิธีคิด

1. หาผลลบของเลขโดดในหลักหน้าสุด ซึ่งเป็นหลักที่มีค่ามากที่สุด

942 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ 9

627 เลขโดดในหลักหน้าสุด (หลักร้อย) คือ 6

ดังนั้น ผลลบของเลขโดดในหลักหน้าคือ $9 - 6 = 3$

มีค่าเท่ากับ 300

2. หาผลลบโดยประมาณในหลักที่เหลือ

942 ค่าโดยประมาณของ 42 คือ 40

627 ค่าโดยประมาณของ 27 คือ 30

ดังนั้น ผลลบโดยประมาณในหลักที่เหลือคือ $\underline{40 - 30} = \underline{10}$

3. นำค่าที่ได้ในข้อ 1 และข้อ 2 มารวมกัน

$$\underline{300 + 10} = \underline{\underline{310}}$$

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ $942 - 627$ คือ 310



ถ้านักเรียนทำได้อีกต้องหมดให้เปิดหน้าต่อไป

แต่ถ้านักเรียนทำผิดบางส่วนให้เปิดกลับไปศึกษาตั้งแต่หน้า 6.13

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

แบบฝึกหัด

0. จงหาผลลบโดยประมาณของ $881 - 536$

ขั้นที่ 1 $\quad \quad \quad \underline{8 - 5 = 3} \quad \text{มีค่าเท่ากับ } 300$

ขั้นที่ 2 $\quad \quad \quad \underline{80 - 40 = 40}$

ขั้นที่ 3 $\quad \quad \quad \underline{300 + 40 = 340}$

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ $881 - 536$ คือ 340

1. จงหาผลลบโดยประมาณของ $563 - 254$

ขั้นที่ 1 $\quad \quad \quad \underline{\hspace{10em}}$

ขั้นที่ 2 $\quad \quad \quad \underline{\hspace{10em}}$

ขั้นที่ 3 $\quad \quad \quad \underline{\hspace{10em}}$

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ $563 - 254$ คือ

2. จงหาผลลบโดยประมาณของ $987 - 531$

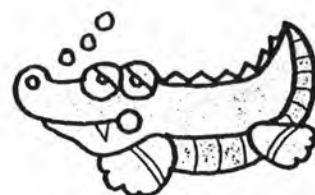
ขั้นที่ 1 $\quad \quad \quad \underline{\hspace{10em}}$

ขั้นที่ 2 $\quad \quad \quad \underline{\hspace{10em}}$

ขั้นที่ 3 $\quad \quad \quad \underline{\hspace{10em}}$

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ $987 - 531$ คือ

เปิดหน้าต่อไป



3. จงหาผลลบโดยประมาณของ 5,564 - 3,245

ขั้นที่ 1 _____

ขั้นที่ 2 _____

ขั้นที่ 3 _____

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ 5,564 - 3,245 คือ _____

4. จงหาผลลบโดยประมาณของ 6,678 - 5,569

ขั้นที่ 1 _____

ขั้นที่ 2 _____

ขั้นที่ 3 _____

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ 6,678 - 5,569 คือ _____

5. จงหาผลลบโดยประมาณของ 7,216 - 3,098

ขั้นที่ 1 _____

ขั้นที่ 2 _____

ขั้นที่ 3 _____

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ 7,216 - 3,098 คือ _____



ตรวจดูเฉลยหน้าต่อไป



เฉลยแบบฝึกหัด

1. จงหาผลลบโดยประมาณของ
- $563 - 254$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 1} \\ \hline 5 - 2 = 3 \quad \text{มีค่าเท่ากับ } 300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 2} \\ \hline 60 - 50 = 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 3} \\ \hline 300 + 10 = 310 \end{array}$$

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ $563 - 254$ คือ 310

2. จงหาผลลบโดยประมาณของ
- $987 - 531$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 1} \\ \hline 9 - 5 = 4 \quad \text{มีค่าเท่ากับ } 400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 2} \\ \hline 90 - 30 = 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 3} \\ \hline 400 + 60 = 460 \end{array}$$

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ $987 - 531$ คือ 460

3. จงหาผลลบโดยประมาณของ
- $5,564 - 3,245$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 1} \\ \hline 5 - 3 = 2 \quad \text{มีค่าเท่ากับ } 2,000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 2} \\ \hline 600 - 200 = 400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 3} \\ \hline 2,000 + 400 = 2,400 \end{array}$$

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ $5,564 - 3,245$ คือ 2,400

4. จงหาผลลบโดยประมาณของ
- $6,678 - 5,569$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 1} \\ \hline 6 - 5 = 1 \quad \text{มีค่าเท่ากับ } 1,000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 2} \\ \hline 700 - 600 = 100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{ขั้นที่ 3} \\ \hline 1,000 + 100 = 1,100 \end{array}$$

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ $6,678 - 5,569$ คือ 1,100



ตรวจดูเฉลยข้อ 5 หน้าต่อไป.

5. จงหาผลลบโดยประมาณของ $7,216 - 3,098$

ขั้นที่ 1 $\underline{7 - 3 = 4}$ มีค่าเท่ากับ $4,000$

ขั้นที่ 2 $\underline{200 - 100 = 100}$

ขั้นที่ 3 $\underline{4,000 + 100 = 4,100}$

ฉะนั้น ผลลบโดยประมาณของ $7,216 - 3,098$ คือ $4,100$



นักเรียนทำได้กี่ข้อเอ่ย

ถ้านักเรียนทำถูกต้องตั้งแต่ 3 ข้อ ให้ศึกษาหน้าต่อไป

แต่ถ้าทำถูกต้องน้อยกว่า 3 ข้อให้กลับไปศึกษาตั้งแต่หน้า 6.13

นักเรียนคงจะสังเกตเห็นได้ว่า การหาผลบวกและผลลบโดยทั่วไปนั้น จะคิดค่านวมจากตัวหลังไปตัวหน้า

แต่การหาผลบวกและผลลบโดยประมาณด้วยวิธีคิดค่านวมจากตัวหน้าไปตัวหลังนั้น เราจะเริ่มคิดค่านวมจากหลักหน้าซึ่งเป็นหลักที่มีค่ามากที่สุดก่อน แล้วจึงคิดค่านวมโดยประมาณในหลักที่เหลือ

ซึ่งนักเรียนอาจใช้วิธีคิดตามแนวตั้งได้ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 จงหาผลบวกโดยประมาณของ $219 + 145$

วิธีคิด

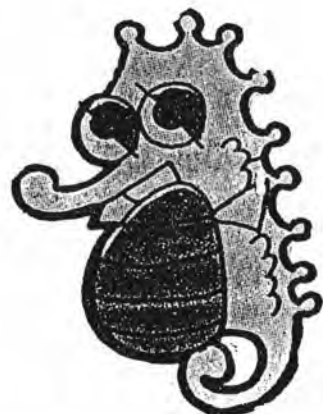
| | | | |
|---|----|-----------|---------------------------|
| 2 | 19 | ขั้นที่ 1 | $2 + 1 = 3 = 300$ |
| 1 | 45 | ขั้นที่ 2 | $19 + 45$ ค่าประมาณคือ 70 |
| | | ขั้นที่ 3 | $300 + 70 = 370$ |

ตัวอย่างที่ 2 จงหาผลลบโดยประมาณของ $7,445 - 221$

วิธีคิด

| | | | |
|----|----|-----------|---------------------------|
| 74 | 45 | ขั้นที่ 1 | $74 - 2 = 72 = 7,200$ |
| 2 | 21 | ขั้นที่ 2 | $45 - 21$ ค่าประมาณคือ 30 |
| | | ขั้นที่ 3 | $7,200 + 30 = 7,500$ |

เปิดหน้าต่อไป



ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

แบบฝึกหัด

ให้นักเรียนหาผลบวกและผลลบโดยประมาณของจำนวนต่อไปนี้

1. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $561 + 452$

561 ชั้นที่ 1 -----

452 ชั้นที่ 2 -----

 ชั้นที่ 3 -----

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณคือ -----

2. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $1,261 + 423$

1,261 ชั้นที่ 1 -----

423 ชั้นที่ 2 -----

 ชั้นที่ 3 -----

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณคือ -----

3. จงหาผลลบโดยประมาณของ $1,236 - 1,121$

1,236 ชั้นที่ 1 -----

1,121 ชั้นที่ 2 -----

 ชั้นที่ 3 -----

ดังนั้น ผลลบโดยประมาณ คือ -----

4. จงหาผลลบโดยประมาณของ $2,886 - 459$

2,886 ชั้นที่ 1 -----

459 ชั้นที่ 2 -----

 ชั้นที่ 3 -----

ดังนั้น ผลลบโดยประมาณ คือ -----



5. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $5,302 + 1,417 + 2,247$

5,302 ชั้นที่ 1 -----

1,417 ชั้นที่ 2 -----

2,247 ชั้นที่ 3 -----

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณ คือ -----



เปิดดูเฉลยหน้าต่อไป

เฉลยแบบฝึกหัด

ให้นักเรียนหาผลบวกและผลลบโดยประมาณของจำนวนต่อไปนี้

1. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $561 + 452$

$$\begin{array}{r} 561 \\ 452 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{ขั้นที่ 1} \\ \text{ขั้นที่ 2} \\ \text{ขั้นที่ 3} \end{array} \quad \begin{array}{l} 5 + 4 = 9 = 900 \\ 61 + 52 \text{ ค่าประมาณคือ } 110 \\ 900 + 110 = 1,010 \end{array}$$

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณคือ 1,010

2. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $1,261 + 423$

$$\begin{array}{r} 1,261 \\ 423 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{ขั้นที่ 1} \\ \text{ขั้นที่ 2} \\ \text{ขั้นที่ 3} \end{array} \quad \begin{array}{l} 12 + 4 = 16 = 1,600 \\ 61 + 23 \text{ ค่าประมาณคือ } 80 \\ 1,600 + 80 = 1,680 \end{array}$$

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณคือ 1,680

3. จงหาผลลบโดยประมาณของ $1,236 - 1,121$

$$\begin{array}{r} 1,236 \\ 1,121 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{ขั้นที่ 1} \\ \text{ขั้นที่ 2} \\ \text{ขั้นที่ 3} \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 - 1 = 0 \\ 236 - 121 \text{ ค่าประมาณคือ } 100 \\ 0 + 100 = 100 \end{array}$$

ดังนั้น ผลลบโดยประมาณ คือ 100

4. จงหาผลลบโดยประมาณของ $2,886 - 459$

$$\begin{array}{r} 2,886 \\ 459 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{ขั้นที่ 1} \\ \text{ขั้นที่ 2} \\ \text{ขั้นที่ 3} \end{array} \quad \begin{array}{l} 28 - 4 = 24 = 2,400 \\ 86 - 59 \text{ ค่าประมาณคือ } 30 \\ 2,400 + 30 = 2,430 \end{array}$$

ดังนั้น ผลลบโดยประมาณ คือ 2,430



5. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $5,302 + 1,417 + 2,247$

$$5,302 \quad \begin{array}{l} \text{ชั้นที่} \\ \text{๑} \end{array} \quad 5 + 1 + 2 = 8 = 8,000$$

$$1,417 \quad \begin{array}{l} \text{ชั้นที่} \\ \text{๒} \end{array} \quad 302 + 417 + 247 \quad \text{ค่าประมาณคือ } 900$$

$$2,247 \quad \begin{array}{l} \text{ชั้นที่} \\ \text{๓} \end{array} \quad 8,000 + 900 = 8,900$$

ดังนั้น ผลบวกโดยประมาณ คือ 8,900



ถ้านักเรียนทำได้มากกว่า 4 ข้อ ให้ศึกษาหน้าต่อไป

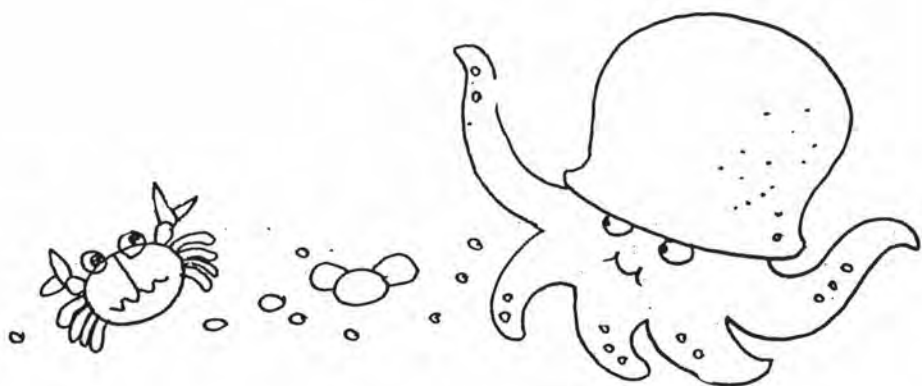
แต่ถ้าทำได้น้อยกว่า 4 ข้อ ให้เปิดกลับไปศึกษาตั้งแต่หน้า 6.20

นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการประมาณผลบวกและผลลบด้วยวิธีคิดค่านวนจากตัวหน้าไปตัวหลังมาพอสมควรแล้ว จะเห็นว่าไม่ใช่เรื่องยากเลยใช่ไหมคะ

ขอแสดงความยินดีกับนักเรียนที่เป็นคนเก่งทุกคนที่มีความพยายามศึกษาเนื้อหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง มาถึงตรงนี้ เราเกือบจะถึงเส้นชัยแล้วนะคะ

หน้าที่นักเรียนจะได้ศึกษาต่อไปนี้คือแบบทดสอบเรื่องการคิดค่านวนโดยประมาณด้วยวิธีคิดค่านวนจากตัวหน้าไปตัวหลัง ขอให้นักเรียนตั้งใจทำแบบทดสอบให้ถูกต้องทุกข้อนะคะ

เปิดหน้าต่อไป



แบบทดสอบ

ให้นักเรียนหาผลลัพธ์โดยประมาณของจำนวนต่อไปนี้

ตัวอย่าง

จงหาผลบวกโดยประมาณของ $4,267 + 1,521 + 579$

ค่าประมาณ คือ 6,400

1. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $224 + 150 + 353 + 275$

ค่าประมาณ คือ

2. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $1,657 + 2,340 + 569$

ค่าประมาณ คือ

3. จงหาผลลบโดยประมาณของ $8,841 - 6,554$

ค่าประมาณ คือ

4. จงหาผลลบโดยประมาณของ $967 - 620$

ค่าประมาณ คือ

5. จงหาผลลบโดยประมาณของ $7,520 - 318$

ค่าประมาณ คือ

6. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $5,824 + 650 + 153$
ค่าประมาณ คือ _____

7. จงหาผลลบโดยประมาณของ $8,657 - 5,427$
ค่าประมาณ คือ _____

8. จงหาผลลบโดยประมาณของ $7,654 - 2,544$
ค่าประมาณ คือ _____

9. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $5,827 + 2,620 + 1,379$
ค่าประมาณ คือ _____

10. จงหาผลบวกโดยประมาณของ $420 + 285 + 134 + 166$
ค่าประมาณ คือ _____



ตรวจดูเฉลยหน้าต่อไป

เฉลย



1. 1,000
2. 4,600
3. 2,200
4. 350
5. 7,200
6. 6,700
7. 3,300
8. 5,200
9. 9,800
10. 1,000

รวม ----- คะแนน



เกณฑ์การให้คะแนน

ข้อที่นักเรียนตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน

ข้อที่นักเรียนตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ได้ตอบได้ 0 คะแนน

ถ้านักเรียนได้คะแนนมากกว่า 8 คะแนน ให้ศึกษาบทเรียนชุดต่อไป

ถ้านักเรียนได้คะแนนน้อยกว่า 8 คะแนน ให้ปรึกษาอาจารย์ที่สอน

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบการคิดคำนวณโดยประมาณ

แบบทดสอบ

วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การคิดคำนวณโดยประมาณ

=====

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับอักษรข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ค่าประมาณที่ใกล้เคียงที่สุดของ $1,238 + 597 + 264$ ตรงกับข้อใด

| | |
|----------|----------|
| ก. 1,900 | ข. 2,100 |
| ค. 2,200 | ง. 2,300 |
2. ค่าประมาณที่ใกล้เคียงที่สุดของ $8,790 - 2,611$ ตรงกับข้อใด

| | |
|----------|----------|
| ก. 7,200 | ข. 6,200 |
| ค. 5,200 | ง. 4,200 |
3. ค่าประมาณที่ใกล้เคียงที่สุดของ 92×297 ตรงกับข้อใด

| | |
|-----------|-----------|
| ก. 25,000 | ข. 26,000 |
| ค. 27,000 | ง. 28,000 |
4. ค่าประมาณที่ใกล้เคียงที่สุดของ $21,417 \div 11$ ตรงกับข้อใด

| | |
|----------|----------|
| ก. 1,800 | ข. 2,100 |
| ค. 2,300 | ง. 2,500 |
5. วิธีหาค่าประมาณที่ใกล้เคียงที่สุดของ $7,373 + 6,780 + 7,069$ ควรเป็นข้อใด

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| ก. $8,000 + 6,000 + 7,000$ | ข. $8,000 + 7,000 + 7,000$ |
| ค. $7,000 + 6,000 + 7,000$ | ง. $7,000 + 7,000 + 7,000$ |
6. วิธีหาค่าประมาณที่ใกล้เคียงที่สุดของ $(9,821 - 643) - 222$ ควรเป็นข้อใด

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| ก. $(10,000 - 1,000) - 0$ | ข. $(10,000 - 1,000) - 1,000$ |
| ค. $(9,000 - 1,000) - 1,000$ | ง. $(9,000 - 1,000) - 0$ |

ภาคผนวก ง

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมชุดที่ 1-7



สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมทั้ง 7 ชุด ตามเกณฑ์
มาตรฐาน 90/90

90 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดใน
บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ

90 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ
หลังเรียนในบทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ

90 ตัวแรก คำนวณจากสูตร

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{A_1} \times 100$$

N

เมื่อ E_1 = คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนแบบฝึกหัด

$\sum X_1$ = คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

A_1 = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทั้งหมดในแต่ละชุด

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

90 ตัวหลัง คำนวณจากสูตร

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{A_2} \times 100$$

N

เมื่อ E_2 = คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum X_2$ = คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน

A_2 = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทั้งหมดในแต่ละชุด

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

ตัวอย่าง การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมชุดที่ 1

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่า} \quad \sum X_1 &= 1,416 \\
 A_1 &= 50 \\
 N &= 30 \\
 & \frac{1416}{50} \\
 E_1 &= \frac{\quad}{30} \times 100 \\
 &= \underline{\underline{94.40}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่า} \quad \sum X_2 &= 289 \\
 A_2 &= 10 \\
 N &= 30 \\
 & \frac{289}{10} \\
 E_2 &= \frac{\quad}{30} \times 100 \\
 &= \underline{\underline{96.33}}
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 15 การหาประสิทธิภาพทเรียนแบบโปรแกรม ชุดที่ 1

| ปีก เรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลัง เรียน | ปีก เรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลัง เรียน |
|-----------|----------------|-----------------|-----------|----------------|-----------------|
| | 50 คะแนน | 10 คะแนน | | 50 คะแนน | 10 คะแนน |
| คนที่ | E ₁ | E ₂ | คนที่ | E ₁ | E ₂ |
| 1 | 50 | 10 | 16 | 50 | 10 |
| 2 | 41 | 9 | 17 | 47 | 10 |
| 3 | 50 | 10 | 18 | 50 | 10 |
| 4 | 46 | 10 | 19 | 49 | 10 |
| 5 | 50 | 10 | 20 | 41 | 10 |
| 6 | 48 | 7 | 21 | 48 | 10 |
| 7 | 50 | 10 | 22 | 46 | 10 |
| 8 | 50 | 10 | 23 | 44 | 9 |
| 9 | 40 | 10 | 24 | 46 | 10 |
| 10 | 45 | 10 | 25 | 50 | 10 |
| 11 | 46 | 10 | 26 | 46 | 10 |
| 12 | 44 | 9 | 27 | 49 | 10 |
| 13 | 50 | 10 | 28 | 42 | 7 |
| 14 | 50 | 10 | 29 | 50 | 8 |
| 15 | 48 | 10 | 30 | 50 | 10 |
| | | | 30 | 1416 | 289 |

$$E_1 = 94.40$$

$$E_2 = 96.33$$

ตารางที่ 16 การหาประสิทธิภาพพบทเรียนแบบโปรแกรมชุดที่ 2

| นัก เรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลัง เรียน | นัก เรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลัง เรียน |
|-----------|----------------|-----------------|-----------|----------------|-----------------|
| | 50 คะแนน | 10 คะแนน | | 50 คะแนน | 10 คะแนน |
| คนที่ | E ₁ | E ₂ | คนที่ | E ₁ | E ₂ |
| 1 | 43 | 10 | 16 | 42 | 9 |
| 2 | 48 | 10 | 17 | 41 | 10 |
| 3 | 43 | 10 | 18 | 45 | 10 |
| 4 | 50 | 10 | 19 | 42 | 9 |
| 5 | 49 | 9 | 20 | 47 | 10 |
| 6 | 48 | 9 | 21 | 46 | 8 |
| 7 | 46 | 10 | 22 | 42 | 10 |
| 8 | 50 | 10 | 23 | 48 | 10 |
| 9 | 50 | 10 | 24 | 45 | 9 |
| 10 | 48 | 10 | 25 | 47 | 10 |
| 11 | 48 | 10 | 26 | 44 | 10 |
| 12 | 50 | 10 | 27 | 49 | 10 |
| 13 | 43 | 9 | 28 | 44 | 9 |
| 14 | 50 | 10 | 29 | 50 | 10 |
| 15 | 49 | 10 | 30 | 45 | 9 |
| | | | 30 | 1392 | 290 |

$$E_1 = 92.80$$

$$E_2 = 96.67$$

ตารางที่ 17 การหาประสิทธิภาพทเรียนแบบโปรแกรมชุดที่ 3

| นักเรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลังเรียน | นักเรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลังเรียน |
|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|
| | 45 คะแนน | 10 คะแนน | | 45 คะแนน | 10 คะแนน |
| คนที่ | E ₁ | E ₂ | คนที่ | E ₁ | E ₂ |
| 1 | 38 | 10 | 16 | 43 | 8 |
| 2 | 45 | 10 | 17 | 43 | 10 |
| 3 | 40 | 10 | 18 | 41 | 8 |
| 4 | 44 | 8 | 19 | 45 | 9 |
| 5 | 38 | 10 | 20 | 43 | 8 |
| 6 | 41 | 9 | 21 | 41 | 10 |
| 7 | 41 | 8 | 22 | 45 | 10 |
| 8 | 41 | 10 | 23 | 44 | 10 |
| 9 | 39 | 10 | 24 | 45 | 10 |
| 10 | 45 | 10 | 25 | 45 | 9 |
| 11 | 39 | 9 | 26 | 44 | 10 |
| 12 | 43 | 8 | 27 | 38 | 9 |
| 13 | 43 | 10 | 28 | 40 | 8 |
| 14 | 38 | 9 | 29 | 42 | 8 |
| 15 | 40 | 9 | 30 | 43 | 10 |
| | | | 30 | 1257 | 277 |

$$E_1 = 93.11$$

$$E_2 = 92.33$$

ตารางที่ 18 การหาประสิทธิภาพทเรียนแบบโปรแกรมชุดที่ 4

| นักเรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลังเรียน | นักเรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลังเรียน |
|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|
| | 35 คะแนน | 10 คะแนน | | 35 คะแนน | 10 คะแนน |
| คนที่ | E ₁ | E ₂ | คนที่ | E ₁ | E ₂ |
| 1 | 35 | 10 | 16 | 31 | 6 |
| 2 | 30 | 6 | 17 | 33 | 10 |
| 3 | 35 | 10 | 18 | 35 | 9 |
| 4 | 35 | 10 | 19 | 30 | 8 |
| 5 | 35 | 10 | 20 | 32 | 9 |
| 6 | 28 | 9 | 21 | 27 | 10 |
| 7 | 34 | 9 | 22 | 34 | 10 |
| 8 | 35 | 10 | 23 | 33 | 8 |
| 9 | 33 | 9 | 24 | 35 | 10 |
| 10 | 31 | 9 | 25 | 35 | 10 |
| 11 | 34 | 10 | 26 | 31 | 8 |
| 12 | 35 | 10 | 27 | 35 | 10 |
| 13 | 32 | 10 | 28 | 34 | 9 |
| 14 | 35 | 10 | 29 | 31 | 10 |
| 15 | 33 | 10 | 30 | 32 | 8 |
| | | | 30 | 988 | 277 |

$$E_1 = 94.10$$

$$E_2 = 92.33$$

ตารางที่ 19 การหาประสิทธิภาพทเรียนแบบโปรแกรมชุดที่ 5

| นักเรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลังเรียน | นักเรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลังเรียน |
|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|
| | 30 คะแนน | 10 คะแนน | | 30 คะแนน | 10 คะแนน |
| คนที่ | E ₁ | E ₂ | คนที่ | E ₁ | E ₂ |
| 1 | 30 | 10 | 16 | 30 | 9 |
| 2 | 27 | 8 | 17 | 30 | 10 |
| 3 | 28 | 9 | 18 | 24 | 10 |
| 4 | 29 | 10 | 19 | 30 | 10 |
| 5 | 29 | 10 | 20 | 29 | 10 |
| 6 | 30 | 10 | 21 | 30 | 10 |
| 7 | 29 | 10 | 22 | 29 | 10 |
| 8 | 29 | 10 | 23 | 27 | 10 |
| 9 | 28 | 10 | 24 | 30 | 10 |
| 10 | 29 | 10 | 25 | 30 | 10 |
| 11 | 30 | 10 | 26 | 22 | 10 |
| 12 | 30 | 10 | 27 | 30 | 10 |
| 13 | 25 | 10 | 28 | 30 | 10 |
| 14 | 30 | 10 | 29 | 30 | 10 |
| 15 | 30 | 10 | 30 | 30 | 10 |
| | | | 30 | 864 | 296 |

$$E_1 = 96.00$$

$$E_2 = 98.67$$

ตารางที่ 20 การหาประสิทธิภาพพบทเรียนแบบโปรแกรมชุดที่ 6

| นัก เรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลัง เรียน | นัก เรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลัง เรียน |
|-----------|----------------|-----------------|-----------|----------------|-----------------|
| | 15 คะแนน | 10 คะแนน | | 15 คะแนน | 10 คะแนน |
| คนที่ | E ₁ | E ₂ | คนที่ | E ₁ | E ₂ |
| 1 | 14 | 9 | 16 | 15 | 10 |
| 2 | 15 | 10 | 17 | 14 | 10 |
| 3 | 15 | 8 | 18 | 15 | 10 |
| 4 | 15 | 10 | 19 | 15 | 10 |
| 5 | 15 | 10 | 20 | 15 | 10 |
| 6 | 15 | 10 | 21 | 11 | 8 |
| 7 | 15 | 10 | 22 | 13 | 10 |
| 8 | 15 | 10 | 23 | 10 | 7 |
| 9 | 15 | 10 | 24 | 13 | 10 |
| 10 | 15 | 10 | 25 | 13 | 8 |
| 11 | 13 | 10 | 26 | 13 | 10 |
| 12 | 15 | 10 | 27 | 13 | 10 |
| 13 | 15 | 10 | 28 | 15 | 10 |
| 14 | 15 | 10 | 29 | 13 | 8 |
| 15 | 15 | 10 | 30 | 14 | 9 |
| | | | 30 | 424 | 287 |

$$E_1 = 94.22$$

$$E_2 = 95.67$$

ตารางที่ 21 การหาประสิทธิภาพทเรียนแบบโปรแกรมชุดที่ 7

| นักเรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลังเรียน | นักเรียน | คะแนนแบบฝึกหัด | คะแนนหลังเรียน |
|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|
| | 15 คะแนน | 10 คะแนน | | 15 คะแนน | 10 คะแนน |
| คนที่ | E ₁ | E ₂ | คนที่ | E ₁ | E ₂ |
| 1 | 15 | 8 | 16 | 15 | 10 |
| 2 | 14 | 10 | 17 | 12 | 8 |
| 3 | 15 | 10 | 18 | 15 | 10 |
| 4 | 15 | 10 | 19 | 14 | 9 |
| 5 | 15 | 10 | 20 | 15 | 10 |
| 6 | 12 | 9 | 21 | 12 | 9 |
| 7 | 15 | 10 | 22 | 13 | 10 |
| 8 | 15 | 9 | 23 | 15 | 9 |
| 9 | 15 | 10 | 24 | 14 | 10 |
| 10 | 14 | 10 | 25 | 15 | 10 |
| 11 | 15 | 10 | 26 | 15 | 10 |
| 12 | 14 | 10 | 27 | 15 | 10 |
| 13 | 14 | 10 | 28 | 13 | 10 |
| 14 | 14 | 7 | 29 | 15 | 10 |
| 15 | 15 | 10 | 30 | 13 | 10 |
| | | | 30 | 428 | 288 |

$$E_1 = 95.11$$

$$E_2 = 96.00$$

ตารางที่ 22 สรุปการหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมทั้ง 7 ชุด

| บทเรียนแบบโปรแกรม | E ₁ | E ₂ |
|-------------------|----------------|----------------|
| ชุดที่ 1 | 94.40 | 96.33 |
| ชุดที่ 2 | 92.80 | 96.67 |
| ชุดที่ 3 | 93.11 | 92.33 |
| ชุดที่ 4 | 94.09 | 92.33 |
| ชุดที่ 5 | 96.00 | 98.67 |
| ชุดที่ 6 | 94.22 | 95.67 |
| ชุดที่ 7 | 95.11 | 96.00 |
| รวม | 659.73 | 668.00 |
| X | 94.25 | 95.43 |

ประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม เท่ากับ 94.25 / 95.43

ภาคผนวก จ

การหาคุณภาพของแบบทดสอบการคิดคำนวณโดยประมาณ

1. ค่าระดับความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบการคิดคำนวณโดยประมาณ
2. ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบการคิดคำนวณโดยประมาณ

1. สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณโดยประมาณ

1.1 ระดับความยาก (level of difficulty)

$$p = \frac{R_u + R_l}{2f}$$

- p = ระดับความยาก
 R_u = จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก
 R_l = จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก
 f = จำนวนคนในกลุ่มแต่ละกลุ่ม (ซึ่งต้องมีจำนวนเท่ากัน)

1.2 อำนาจจำแนก (power of discrimination)

$$D = \frac{R_u - R_l}{f}$$

- D = อำนาจจำแนก
 R_u = จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก
 R_l = จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก
 f = จำนวนคนในกลุ่มแต่ละกลุ่ม (ซึ่งต้องมีจำนวนเท่ากัน)

(ประคอง กรรณสูต, 2535)

ตัวอย่าง การคำนวณระดับความยาก ข้อ 1
แทนค่า

$$\begin{aligned}
 R_u &= 19 \\
 R_l &= 8 \\
 f &= 22 \\
 & \quad 19 + 8 \\
 P &= \frac{\quad}{2 \times 22} \\
 &= 0.61
 \end{aligned}$$

ตัวอย่าง การคำนวณอำนาจจำแนก ข้อ 1
แทนค่า

$$\begin{aligned}
 R_u &= 19 \\
 R_l &= 8 \\
 f &= 22 \\
 & \quad 19 - 8 \\
 P &= \frac{\quad}{22} \\
 &= 0.50
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 23 ระดับความยาก อ่านาจจำแนก เป็นรายชื่อของแบบทดสอบการคิดคำนวณ โดยประมาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

| ข้อที่ | จำนวนผู้ที่ตอบถูก | | ระดับความยาก p | อ่านาจจำแนก D |
|--------|-------------------|----------|-------------------|------------------|
| | กลุ่มสูง | กลุ่มต่ำ | | |
| 1 | 19 | 8 | 0.61 | 0.50 |
| 2 | 20 | 11 | 0.70 | 0.41 |
| 3 | 15 | 6 | 0.48 | 0.41 |
| 4 | 19 | 5 | 0.55 | 0.64 |
| 5 | 18 | 9 | 0.61 | 0.41 |
| 6 | 21 | 12 | 0.75 | 0.41 |
| 7 | 15 | 6 | 0.48 | 0.41 |
| 8 | 16 | 7 | 0.52 | 0.41 |
| 9 | 18 | 6 | 0.55 | 0.55 |
| 10 | 17 | 9 | 0.59 | 0.36 |
| 11 | 21 | 9 | 0.68 | 0.55 |
| 12 | 17 | 7 | 0.55 | 0.45 |
| 13 | 19 | 8 | 0.61 | 0.50 |
| 14 | 14 | 4 | 0.41 | 0.45 |
| 15 | 17 | 5 | 0.50 | 0.55 |
| 16 | 17 | 6 | 0.52 | 0.50 |
| 17 | 18 | 5 | 0.52 | 0.59 |
| 18 | 21 | 8 | 0.66 | 0.59 |
| 19 | 21 | 9 | 0.68 | 0.55 |
| 20 | 17 | 5 | 0.50 | 0.55 |

ตารางที่ 23 ระดับความยาก อ่านาจจำแนกเป็นรายชื่อของแบบทดสอบการคิดคำนวณ โดยประมาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

| ข้อที่ | จำนวนผู้ที่ตอบถูก | | ระดับความยาก p | อ่านาจจำแนก D |
|--------|-------------------|----------|-------------------|------------------|
| | กลุ่มสูง | กลุ่มต่ำ | | |
| 21 | 19 | 7 | 0.59 | 0.55 |
| 22 | 18 | 7 | 0.57 | 0.50 |
| 23 | 19 | 7 | 0.59 | 0.55 |
| 24 | 23 | 11 | 0.77 | 0.55 |
| 25 | 21 | 13 | 0.77 | 0.36 |
| 26 | 20 | 10 | 0.68 | 0.45 |
| 27 | 19 | 10 | 0.66 | 0.41 |
| 28 | 17 | 5 | 0.50 | 0.55 |
| 29 | 24 | 10 | 0.77 | 0.64 |
| 30 | 21 | 9 | 0.68 | 0.55 |
| 31 | 19 | 6 | 0.57 | 0.59 |
| 32 | 20 | 12 | 0.73 | 0.36 |
| 33 | 19 | 11 | 0.68 | 0.36 |
| 34 | 22 | 12 | 0.77 | 0.45 |
| 35 | 21 | 12 | 0.75 | 0.41 |
| 36 | 14 | 5 | 0.43 | 0.41 |
| 37 | 14 | 5 | 0.43 | 0.41 |
| 38 | 17 | 6 | 0.52 | 0.50 |
| 39 | 18 | 10 | 0.64 | 0.36 |
| 40 | 21 | 13 | 0.77 | 0.36 |

ระดับความยากของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.41-0.77

อ่านาจจำแนกของแบบทดสอบ มีตั้งแต่ 0.36-0.64

1.3 ความเที่ยง (reliability)

$$K-R 20 : r_{XX} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

- r_{XX} = สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง
 n = จำนวนข้อสอบในแบบสอบ
 p = สัดส่วนของคนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง
 q = สัดส่วนของคนที่ตอบแต่ละข้อผิด
 pq = ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
 $\sum pq$ = ผลบวกของ pq ของทุก ๆ ข้อ
 S_x^2 = ความแปรปรวนของคะแนนของผู้ทดสอบทั้งหมด

ประกอบ กรรณสูต, 2535



ตารางที่ 24 การหาค่าสัดส่วนคนตอบถูกและผิดในแต่ละข้อที่ได้จากแบบทดสอบการคิดคำนวณ
โดยประมาณ

| ข้อที่ | p | q | pq | ข้อที่ | p | q | pq |
|--------|------|------|-------|--------|------|------|-------|
| 1 | 0.61 | 0.39 | 0.238 | 21 | 0.59 | 0.41 | 0.241 |
| 2 | 0.70 | 0.30 | 0.210 | 22 | 0.57 | 0.43 | 0.245 |
| 3 | 0.48 | 0.52 | 0.250 | 23 | 0.59 | 0.41 | 0.242 |
| 4 | 0.55 | 0.45 | 0.248 | 24 | 0.77 | 0.23 | 0.177 |
| 5 | 0.61 | 0.39 | 0.238 | 25 | 0.77 | 0.23 | 0.177 |
| 6 | 0.75 | 0.25 | 0.188 | 26 | 0.68 | 0.32 | 0.218 |
| 7 | 0.48 | 0.52 | 0.250 | 27 | 0.66 | 0.34 | 0.224 |
| 8 | 0.52 | 0.48 | 0.250 | 28 | 0.50 | 0.50 | 0.250 |
| 9 | 0.55 | 0.45 | 0.248 | 29 | 0.77 | 0.23 | 0.177 |
| 10 | 0.59 | 0.41 | 0.242 | 30 | 0.68 | 0.32 | 0.218 |
| 11 | 0.68 | 0.32 | 0.218 | 31 | 0.57 | 0.43 | 0.245 |
| 12 | 0.55 | 0.45 | 0.248 | 32 | 0.73 | 0.27 | 0.197 |
| 13 | 0.61 | 0.39 | 0.238 | 33 | 0.68 | 0.32 | 0.218 |
| 14 | 0.41 | 0.59 | 0.242 | 34 | 0.77 | 0.23 | 0.177 |
| 15 | 0.50 | 0.50 | 0.250 | 35 | 0.75 | 0.25 | 0.188 |
| 16 | 0.52 | 0.48 | 0.250 | 36 | 0.43 | 0.57 | 0.245 |
| 17 | 0.52 | 0.48 | 0.250 | 37 | 0.43 | 0.57 | 0.245 |
| 18 | 0.66 | 0.34 | 0.224 | 38 | 0.52 | 0.48 | 0.250 |
| 19 | 0.68 | 0.32 | 0.218 | 39 | 0.64 | 0.36 | 0.230 |
| 20 | 0.50 | 0.50 | 0.250 | 40 | 0.77 | 0.23 | 0.177 |

$$\sum pq = 4.341$$

ตารางที่ 25 การหาความเที่ยงของแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ
โดยประมาณ

| x | f | x^2 | fx | fx^2 |
|----|--------|-------|---------|--------------|
| 14 | 2 | 196 | 28 | 392 |
| 15 | 3 | 225 | 45 | 675 |
| 19 | 6 | 361 | 114 | 2166 |
| 23 | 8 | 529 | 184 | 4232 |
| 25 | 8 | 625 | 200 | 5000 |
| 26 | 5 | 676 | 130 | 3380 |
| 29 | 6 | 841 | 174 | 5046 |
| 32 | 3 | 1024 | 96 | 3072 |
| 33 | 2 | 1089 | 66 | 2178 |
| 35 | 1 | 1225 | 35 | 1225 |
| | n = 44 | | fx=1072 | $fx^2=27366$ |

$$\begin{aligned}
 S_x &= \sqrt{\frac{n\sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(44 \times 27366) - (1072)^2}{44(44 - 1)}} \\
 &= 5.39
 \end{aligned}$$

จากสูตรความเที่ยง

$$\begin{aligned}
 \text{K-R 20 : } r_{xx} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right] \\
 &= \frac{44}{44-1} \left[1 - \frac{9.091}{29.027} \right] \\
 &= 0.703
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างการคำนวณ

1. การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดคำนวณโดยประมาณ และอัตราเร็วเฉลี่ยในการคิดคำนวณโดยประมาณ
2. การคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนการคิดคำนวณโดยประมาณและอัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณ
3. การคำนวณอัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณของนักเรียนแต่ละคน
4. การเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณระหว่างก่อนและหลังการใช้บทเรียนแบบโปรแกรม
5. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดคำนวณโดยประมาณหลังการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมเทียบกับเกณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 20

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วย
บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

| คนที่ | ก่อน เรียน X_1 | หลัง เรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|---------------------|---------------------|--------------------|-------|---------|---------|
| 1 | 15 | 19 | 4 | 16 | 225 | 361 |
| 2 | 21 | 24 | 3 | 9 | 441 | 576 |
| 3 | 9 | 25 | 16 | 256 | 81 | 625 |
| 4 | 9 | 12 | 3 | 9 | 81 | 144 |
| 5 | 5 | 13 | 8 | 64 | 25 | 169 |
| 6 | 11 | 13 | 2 | 4 | 121 | 169 |
| 7 | 12 | 17 | 5 | 25 | 144 | 289 |
| 8 | 9 | 18 | 9 | 81 | 81 | 324 |
| 9 | 16 | 21 | 5 | 25 | 256 | 441 |
| 10 | 4 | 5 | 1 | 1 | 16 | 25 |
| 11 | 11 | 20 | 9 | 81 | 121 | 400 |
| 12 | 10 | 12 | 2 | 4 | 100 | 144 |
| 13 | 10 | 23 | 13 | 169 | 100 | 529 |
| 14 | 10 | 29 | 19 | 361 | 100 | 841 |
| 15 | 14 | 14 | 0 | 0 | 196 | 196 |
| 16 | 13 | 19 | 6 | 36 | 169 | 361 |
| 17 | 6 | 18 | 12 | 144 | 36 | 324 |
| 18 | 14 | 28 | 14 | 196 | 196 | 784 |
| 19 | 13 | 31 | 18 | 324 | 169 | 961 |
| 20 | 13 | 22 | 9 | 81 | 169 | 484 |

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วย
บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง
(ต่อ)

| คนที่ | ก่อนเรียน X_1 | หลังเรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|---------|---------|
| 21 | 9 | 26 | 17 | 289 | 81 | 676 |
| 22 | 4 | 8 | 4 | 16 | 16 | 64 |
| 23 | 12 | 21 | 9 | 81 | 144 | 441 |
| 24 | 9 | 10 | 1 | 1 | 81 | 100 |
| 25 | 14 | 15 | 1 | 1 | 196 | 225 |
| 26 | 10 | 14 | 4 | 16 | 100 | 196 |
| 27 | 12 | 13 | 1 | 1 | 144 | 169 |
| 28 | 14 | 21 | 7 | 49 | 196 | 441 |
| 29 | 14 | 18 | 4 | 16 | 196 | 324 |
| 30 | 6 | 14 | 8 | 64 | 36 | 196 |

$$n = 30$$

$$\sum X_1 = 329$$

$$\sum X_2 = 543$$

$$\sum D = 214$$

$$\sum X_1^2 = 4,017$$

$$\sum X_2^2 = 10,979$$

$$\sum D^2 = 2,420$$

ตารางที่ 27 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วย
บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง

| คนที่ | ก่อนเรียน X_1 | หลังเรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|---------|---------|
| 1 | 17 | 19 | 2 | 4 | 289 | 361 |
| 2 | 7 | 16 | 9 | 81 | 49 | 256 |
| 3 | 8 | 11 | 3 | 9 | 64 | 121 |
| 4 | 9 | 13 | 4 | 16 | 81 | 169 |
| 5 | 6 | 13 | 7 | 49 | 36 | 169 |
| 6 | 6 | 12 | 6 | 36 | 36 | 144 |
| 7 | 4 | 8 | 4 | 16 | 16 | 64 |
| 8 | 9 | 20 | 11 | 121 | 81 | 400 |
| 9 | 8 | 10 | 2 | 4 | 64 | 100 |
| 10 | 13 | 16 | 3 | 6 | 169 | 256 |
| 11 | 10 | 15 | 5 | 25 | 100 | 225 |
| 12 | 8 | 12 | 4 | 16 | 64 | 144 |
| 13 | 14 | 22 | 8 | 64 | 196 | 484 |
| 14 | 5 | 12 | 7 | 49 | 25 | 144 |
| 15 | 6 | 6 | 0 | 0 | 36 | 36 |
| 16 | 11 | 14 | 3 | 9 | 121 | 196 |
| 17 | 11 | 13 | 2 | 4 | 121 | 196 |
| 18 | 8 | 9 | 1 | 1 | 64 | 81 |
| 19 | 15 | 21 | 6 | 36 | 225 | 441 |
| 20 | 9 | 10 | 1 | 1 | 81 | 100 |

ตารางที่ 27 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วย
บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง
(ต่อ)

| คนที่ | ก่อนเรียน X_1 | หลังเรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|---------|---------|
| 21 | 11 | 20 | 9 | 81 | 121 | 400 |
| 22 | 5 | 8 | 3 | 9 | 25 | 64 |
| 23 | 4 | 8 | 4 | 16 | 16 | 64 |
| 24 | 13 | 14 | 1 | 1 | 169 | 196 |
| 25 | 10 | 22 | 12 | 144 | 100 | 484 |
| 26 | 11 | 16 | 5 | 25 | 121 | 256 |
| 27 | 10 | 17 | 7 | 49 | 100 | 289 |
| 28 | 13 | 14 | 1 | 1 | 169 | 196 |
| 29 | 6 | 10 | 4 | 16 | 36 | 100 |
| 30 | 7 | 9 | 2 | 4 | 49 | 81 |

$$n = 30$$

$$\sum X_1 = 274$$

$$\sum X_2 = 410$$

$$\sum D = 136$$

$$\sum X_1^2 = 2,824$$

$$\sum X_2^2 = 6,217$$

$$\sum D^2 = 893$$

ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วย
บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

| คนที่ | ก่อนเรียน X_1 | หลังเรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|---------|---------|
| 1 | 9 | 8 | -1 | 1 | 81 | 64 |
| 2 | 11 | 12 | 1 | 1 | 121 | 144 |
| 3 | 5 | 6 | 1 | 1 | 25 | 36 |
| 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 4 | 9 |
| 5 | 4 | 15 | 11 | 121 | 16 | 225 |
| 6 | 7 | 10 | 3 | 9 | 49 | 100 |
| 7 | 11 | 10 | -1 | 1 | 121 | 100 |
| 8 | 8 | 14 | 6 | 36 | 64 | 196 |
| 9 | 7 | 14 | 7 | 49 | 49 | 196 |
| 10 | 5 | 10 | 5 | 25 | 25 | 100 |
| 11 | 10 | 11 | 1 | 1 | 100 | 121 |
| 12 | 9 | 11 | 2 | 4 | 81 | 121 |
| 13 | 8 | 17 | 9 | 81 | 64 | 289 |
| 14 | 13 | 13 | 0 | 0 | 169 | 169 |
| 15 | 11 | 15 | 4 | 16 | 121 | 225 |
| 16 | 4 | 9 | 5 | 25 | 16 | 81 |
| 17 | 7 | 5 | -2 | 4 | 49 | 25 |
| 18 | 11 | 14 | 3 | 9 | 121 | 196 |
| 19 | 2 | 10 | 8 | 64 | 4 | 100 |
| 20 | 10 | 13 | 3 | 9 | 100 | 169 |



ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วย
 บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ
 (ต่อ)

| คนที่ | ก่อนเรียน X_1 | หลังเรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|---------|---------|
| 21 | 6 | 14 | 8 | 64 | 36 | 196 |
| 22 | 11 | 13 | 2 | 4 | 121 | 169 |
| 23 | 2 | 13 | 11 | 121 | 4 | 169 |
| 24 | 6 | 6 | 0 | 0 | 36 | 36 |
| 25 | 3 | 5 | 2 | 4 | 9 | 25 |
| 26 | 11 | 14 | 3 | 6 | 121 | 196 |
| 27 | 6 | 23 | 17 | 289 | 36 | 529 |
| 28 | 9 | 13 | 4 | 16 | 81 | 169 |
| 29 | 8 | 13 | 5 | 25 | 64 | 169 |
| 30 | 6 | 13 | 7 | 49 | 36 | 169 |

$$n = 30$$

$$\sum X_1 = 222$$

$$\sum X_2 = 347$$

$$\sum D = 125$$

$$\sum X_1^2 = 1,924$$

$$\sum X_2^2 = 4,493$$

$$\sum D^2 = 1,036$$

ตารางที่ 29 การเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราเร็วจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วย
บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

| คนที่ | ก่อนเรียน X_1 | หลังเรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|---------|---------|
| 1 | 0.75 | 0.95 | 0.20 | 0.0400 | 0.5625 | 0.9025 |
| 2 | 1.05 | 1.20 | 0.15 | 0.0225 | 1.1025 | 1.4400 |
| 3 | 0.45 | 1.25 | 0.80 | 0.6400 | 0.2025 | 1.5625 |
| 4 | 0.45 | 0.60 | 0.15 | 0.0225 | 0.2025 | 0.3600 |
| 5 | 0.25 | 0.65 | 0.40 | 0.1600 | 0.0625 | 0.4225 |
| 6 | 0.55 | 0.65 | 0.10 | 0.0100 | 0.3025 | 0.4225 |
| 7 | 0.60 | 0.85 | 0.25 | 0.0625 | 0.3600 | 0.7225 |
| 8 | 0.45 | 0.90 | 0.45 | 0.2025 | 0.2025 | 0.8100 |
| 9 | 0.80 | 1.05 | 0.25 | 0.0625 | 0.6400 | 1.1025 |
| 10 | 0.20 | 0.25 | 0.05 | 0.0025 | 0.0400 | 0.0625 |
| 11 | 0.55 | 1.00 | 0.45 | 0.2025 | 0.3025 | 1.0000 |
| 12 | 0.50 | 0.60 | 0.10 | 0.0100 | 0.2500 | 0.3600 |
| 13 | 0.50 | 1.15 | 0.65 | 0.4225 | 0.2500 | 1.3225 |
| 14 | 0.50 | 1.45 | 0.95 | 0.9025 | 0.2500 | 2.1025 |
| 15 | 0.70 | 0.70 | 0.00 | 0.0000 | 0.4900 | 0.4900 |
| 16 | 0.65 | 0.95 | 0.30 | 0.0900 | 0.4225 | 0.9025 |
| 17 | 0.30 | 0.90 | 0.60 | 0.3600 | 0.0900 | 0.8100 |
| 18 | 0.70 | 1.40 | 0.70 | 0.4900 | 0.4900 | 1.9600 |
| 19 | 0.65 | 1.55 | 0.90 | 0.8100 | 0.4225 | 2.4025 |
| 20 | 0.65 | 1.10 | 0.45 | 0.2025 | 0.4225 | 1.2100 |

ตารางที่ 29 การเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราเร็วจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน
ด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง
(ต่อ)

| คนที่ | ก่อนเรียน X_1 | หลังเรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|---------|---------|
| 21 | 0.45 | 1.30 | 0.85 | 0.7225 | 0.2025 | 1.6900 |
| 22 | 0.20 | 0.40 | 0.20 | 0.0400 | 0.0400 | 0.1600 |
| 23 | 0.60 | 1.05 | 0.45 | 0.2025 | 0.3600 | 1.1025 |
| 24 | 0.45 | 0.50 | 0.05 | 0.0025 | 0.2025 | 0.2500 |
| 25 | 0.70 | 0.75 | 0.05 | 0.0025 | 0.4900 | 0.5625 |
| 26 | 0.50 | 0.70 | 0.20 | 0.0400 | 0.2500 | 0.4900 |
| 27 | 0.60 | 0.65 | 0.05 | 0.0025 | 0.3600 | 0.4225 |
| 28 | 0.70 | 1.05 | 0.35 | 0.1225 | 0.4900 | 1.1025 |
| 29 | 0.70 | 0.90 | 0.20 | 0.0400 | 0.4900 | 0.8100 |
| 30 | 0.30 | 0.70 | 0.40 | 0.1600 | 0.0900 | 0.4900 |

$$n = 30$$

$$\sum x_1 = 16.45$$

$$\sum x_1^2 = 10.0425$$

$$\sum x_2 = 27.15$$

$$\sum x_2^2 = 27.4475$$

$$\sum D = 10.70$$

$$\sum D^2 = 6.05$$

ตารางที่ 30 การเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราเร็วจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน

ด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง

| คนที่ | ก่อน เรียน X_1 | หลัง เรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|---------------------|---------------------|--------------------|--------|---------|---------|
| 1 | 0.85 | 0.95 | 0.10 | 0.0100 | 0.7225 | 0.9025 |
| 2 | 0.35 | 0.80 | 0.45 | 0.2025 | 0.1225 | 0.6400 |
| 3 | 0.40 | 0.55 | 0.15 | 0.0225 | 0.1600 | 0.3025 |
| 4 | 0.45 | 0.65 | 0.20 | 0.0400 | 0.2025 | 0.4225 |
| 5 | 0.30 | 0.65 | 0.35 | 0.1225 | 0.0900 | 0.4225 |
| 6 | 0.30 | 0.60 | 0.30 | 0.0900 | 0.0900 | 0.3600 |
| 7 | 0.20 | 0.40 | 0.20 | 0.0400 | 0.0400 | 0.1600 |
| 8 | 0.45 | 1.00 | 0.55 | 0.3025 | 0.2025 | 1.0000 |
| 9 | 0.40 | 0.50 | 0.10 | 0.0100 | 0.1600 | 0.2500 |
| 10 | 0.65 | 0.80 | 0.15 | 0.0225 | 0.4225 | 0.6400 |
| 11 | 0.50 | 0.75 | 0.25 | 0.0625 | 0.2500 | 0.5625 |
| 12 | 0.40 | 0.60 | 0.20 | 0.0400 | 0.1600 | 0.3600 |
| 13 | 0.70 | 1.10 | 0.40 | 0.1600 | 0.4900 | 1.2100 |
| 14 | 0.25 | 0.60 | 0.35 | 0.1225 | 0.0625 | 0.3600 |
| 15 | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.0000 | 0.0900 | 0.9000 |
| 16 | 0.55 | 0.70 | 0.15 | 0.0225 | 0.3025 | 0.4900 |
| 17 | 0.55 | 0.65 | 0.10 | 0.0100 | 0.3025 | 0.4225 |
| 18 | 0.40 | 0.45 | 0.05 | 0.0025 | 0.1600 | 0.2025 |
| 19 | 0.75 | 1.05 | 0.30 | 0.0900 | 0.5625 | 1.1025 |
| 20 | 0.45 | 0.50 | 0.05 | 0.0025 | 0.2025 | 0.2500 |

ตารางที่ 30 การเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราเร็วจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน
ด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ปานกลาง (ต่อ)

| คนที่ | ก่อนเรียน X_1 | หลังเรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|---------|---------|
| 21 | 0.55 | 1.00 | 0.45 | 0.2025 | 0.3025 | 1.0000 |
| 22 | 0.25 | 0.40 | 0.15 | 0.0225 | 0.0625 | 0.1600 |
| 23 | 0.20 | 0.40 | 0.20 | 0.0400 | 0.0400 | 0.1600 |
| 24 | 0.65 | 0.70 | 0.05 | 0.0025 | 0.4225 | 0.4900 |
| 25 | 0.50 | 1.10 | 0.60 | 0.3600 | 0.2500 | 1.2100 |
| 26 | 0.55 | 0.80 | 0.25 | 0.0625 | 0.3025 | 0.6400 |
| 27 | 0.50 | 0.85 | 0.35 | 0.1225 | 0.2500 | 0.7225 |
| 28 | 0.65 | 0.70 | 0.05 | 0.0025 | 0.4225 | 0.4900 |
| 29 | 0.30 | 0.50 | 0.20 | 0.0400 | 0.0900 | 0.2500 |
| 30 | 0.35 | 0.45 | 0.10 | 0.0100 | 0.1225 | 0.2025 |

$$n = 30$$

$$\sum x_1 = 13.70$$

$$\sum x_1^2 = 7.060$$

$$\sum x_2 = 20.50$$

$$\sum x_2^2 = 16.285$$

$$\sum D = 6.80$$

$$\sum D^2 = 2.240$$

ตารางที่ 31 การเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราเร็วจากการทดสอบก่อนและหลัง เรียน

ด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

| คนที่ | ก่อน เรียน X_1 | หลัง เรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|---------------------|---------------------|--------------------|--------|---------|---------|
| 1 | 0.45 | 0.40 | -0.05 | 0.0025 | 0.2025 | 0.1600 |
| 2 | 0.55 | 0.60 | 0.05 | 0.0025 | 0.3025 | 0.3600 |
| 3 | 0.25 | 0.30 | 0.05 | 0.0025 | 0.0625 | 0.0900 |
| 4 | 0.10 | 0.15 | 0.05 | 0.0025 | 0.0100 | 0.0225 |
| 5 | 0.20 | 0.75 | 0.55 | 0.3025 | 0.0400 | 0.5625 |
| 6 | 0.35 | 0.50 | 0.15 | 0.0225 | 0.1225 | 0.2500 |
| 7 | 0.55 | 0.50 | -0.05 | 0.0025 | 0.3025 | 0.2500 |
| 8 | 0.40 | 0.70 | 0.30 | 0.0900 | 0.1600 | 0.4900 |
| 9 | 0.35 | 0.70 | 0.35 | 0.1225 | 0.1225 | 0.4900 |
| 10 | 0.25 | 0.50 | 0.25 | 0.0625 | 0.0625 | 0.2500 |
| 11 | 0.50 | 0.55 | 0.05 | 0.0025 | 0.2500 | 0.3025 |
| 12 | 0.45 | 0.55 | 0.10 | 0.0100 | 0.2025 | 0.3025 |
| 13 | 0.40 | 0.85 | 0.45 | 0.2025 | 0.1600 | 0.7225 |
| 14 | 0.65 | 0.65 | 0.00 | 0.0000 | 0.4225 | 0.4225 |
| 15 | 0.55 | 0.75 | 0.20 | 0.0400 | 0.3025 | 0.5625 |
| 16 | 0.20 | 0.45 | 0.25 | 0.0625 | 0.0400 | 0.2025 |
| 17 | 0.35 | 0.25 | -0.10 | 0.0100 | 0.1225 | 0.0625 |
| 18 | 0.55 | 0.70 | 0.15 | 0.0225 | 0.3025 | 0.4900 |
| 19 | 0.10 | 0.50 | 0.40 | 0.1600 | 0.0100 | 0.2500 |
| 20 | 0.50 | 0.65 | 0.15 | 0.0225 | 0.2500 | 0.4225 |

ตารางที่ 31 การเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราเร็วจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วย
บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ (ต่อ)

| คนที่ | ก่อนเรียน X_1 | หลังเรียน X_2 | D $(X_2 - X_1)$ | D^2 | X_1^2 | X_2^2 |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|---------|---------|
| 21 | 0.30 | 0.70 | 0.40 | 0.1600 | 0.0900 | 0.4900 |
| 22 | 0.55 | 0.65 | 0.10 | 0.0100 | 0.3025 | 0.4225 |
| 23 | 0.10 | 0.65 | 0.55 | 0.3025 | 0.0100 | 0.4225 |
| 24 | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.0000 | 0.0900 | 0.9000 |
| 25 | 0.15 | 0.25 | 0.10 | 0.0100 | 0.0225 | 0.0625 |
| 26 | 0.55 | 0.70 | 0.15 | 0.0225 | 0.3025 | 0.4900 |
| 27 | 0.30 | 1.15 | 0.85 | 0.7225 | 0.0900 | 1.3225 |
| 28 | 0.45 | 0.65 | 0.20 | 0.0400 | 0.2025 | 0.4225 |
| 29 | 0.40 | 0.65 | 0.25 | 0.0625 | 0.1600 | 0.4225 |
| 30 | 0.30 | 0.65 | 0.35 | 0.1225 | 0.0900 | 0.4225 |

$$n = 30$$

$$\sum X_1 = 11.10$$

$$\sum X_1^2 = 4.8100$$

$$\sum X_2 = 17.35$$

$$\sum X_2^2 = 12.0425$$

$$\sum D = 6.25$$

$$\sum D^2 = 2.5975$$

1. การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดคำนวณโดยประมาณ และอัตราเร็วเฉลี่ยในการคิดคำนวณโดยประมาณ

$$\text{ใช้สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องในการคิดคำนวณโดยประมาณ หรือ อัตราเร็วเฉลี่ยในการคิดคำนวณโดยประมาณ

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน หรืออัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณทั้งหมด

N = จำนวนนักเรียน

(ประกอบ กรรณสูตร, 2535)

- ตัวอย่าง การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดคำนวณโดยประมาณก่อนการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

$$\text{แทนค่า } \sum X = 329+274+222 = 825$$

$$N = 90$$

$$825$$

$$\bar{X} = \frac{\quad}{90} = 9.17$$

$$90$$

- ตัวอย่าง การคำนวณอัตราเร็วเฉลี่ยการคิดคำนวณโดยประมาณก่อนการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

$$\text{แทนค่า } \sum X = 16.45+13.7+11.1 = 41.25$$

$$N = 90$$

$$41.25$$

$$\bar{X} = \frac{\quad}{90}$$

$$90$$

$$= 0.458$$

2. การคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนการคิด
คำนวณโดยประมาณและอัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณ

ใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \left[\frac{\sum X}{N} \right]^2}$$

เมื่อ S.D = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการคิด
คำนวณโดยประมาณ หรือ อัตราเร็วเฉลี่ยใน
การคิดคำนวณโดยประมาณ

X = คะแนน หรือ อัตราเร็ว ในการคิดคำนวณโดย
ประมาณ

$\sum X$ = คะแนน หรือ อัตราเร็ว ในการคิดคำนวณโดย
ประมาณของนักเรียนทั้งหมด

N = จำนวนนักเรียน

ตัวอย่าง การคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการคิดคำนวณโดยประมาณก่อนการใช้
บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

$$\text{แทนค่า } \sum X = 329 + 274 + 222 = 825$$

$$\sum X^2 = 4,017 + 2,824 + 1,924 = 8,765$$

$$N = 90$$

$$S.D = \sqrt{\frac{8765}{90} - \left[\frac{825}{90} \right]^2}$$

$$= 3.654$$

ตัวอย่าง การคำนวณส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณก่อนการ
ใช้บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า } \sum X &= 16.45+13.7+11.1 = 41.25 \\ \sum X^2 &= 10.0425+7.06+4.81 = 21.9125 \\ N &= 90\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{S.D.} &= \sqrt{\frac{21.9125}{90} - \left[\frac{41.25}{90} \right]^2} \\ &= 0.183\end{aligned}$$

3. การคำนวณอัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณของนักเรียนแต่ละคน

จำนวนข้อที่ทำได้จากแบบทดสอบ

$$\text{อัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณ} = \frac{\text{จำนวนข้อที่ทำได้จากแบบทดสอบ}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ (นาที)}}$$

ตัวอย่างการคำนวณอัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณ

คะแนนที่ทำได้ คือ 15 คะแนน

เวลาที่ใช้ในการทำ คือ 20 นาที

15

$$\text{อัตราเร็วในการคูณ} = \frac{15}{20} = .75$$

4. การเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณระหว่างก่อนและหลังการใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

$$\text{ใช้สูตร } t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{(N-1)}}$$

เมื่อ $\sum D$ = ผลรวมของผลต่างของอัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณ

$\sum D^2$ = ผลรวมกำลังสองของอัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณ

N = จำนวนนักเรียน

(ประกอบ กรรณสูตร, 2535)

ตัวอย่าง การเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราเร็วในการคิดคำนวณโดยประมาณระหว่างก่อนและหลังการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } \sum D &= 23.75 \\ \sum D^2 &= 10.8875 \\ (\sum D)^2 &= 564.0625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{23.75}{\sqrt{\frac{(90 \times 10.8875) - 564.0625}{89}}} \\ &= 10.990 \end{aligned}$$

5. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดคำนวณโดยประมาณหลังการใช้อีบทเรียนแบบโปรแกรม
เทียบกับเกณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 20

ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X} - a}{s/\sqrt{n}}$$

เมื่อ \bar{X} = คะแนนเฉลี่ยของคะแนนหลังการใช้อีบทเรียนแบบโปรแกรม

s = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n = จำนวนนักเรียน

a = คะแนนที่กำหนด

(บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2531)

ตัวอย่าง การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดคำนวณโดยประมาณหลังการใช้อีบทเรียนแบบ
โปรแกรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แทนค่า \bar{X} = 14.44

s = 5.70

n = 90

a = 11.004 (ก่อนเรียน X = 9.17)

$$t = \frac{14.44 - 11.004}{\frac{5.70}{\sqrt{90}}}$$

= 5.717

ประวัติผู้เขียน

นางวรรณ วิมาลา เกิดเมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2506 สำเร็จการศึกษา
ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา ภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2528 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา
ประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี 2533 ปัจจุบันเป็นอาจารย์สอน
ที่โรงเรียนมาแตร์ เดอี วิทยาลัย