

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กษมา วรวรรณ ณ อยุธยา. 2549. เราเรียนรู้อย่างไร ของฝากเมื่อถูกกักบริเวณ.

[Online]. แหล่งที่มา:

http://www.moe.go.th/main2/article/article_kasama/article_Sars.htm.

[23 เมษายน 2550]

ขอนแก่น, มหาวิทยาลัย. คณะศึกษาศาสตร์. (ม.ป.ป.). การประเมินค่าทางคณิตศาสตร์.

[Online]. แหล่งที่มา: <http://vdo.kku.ac.th/mediacenter> [31 สิงหาคม 2549]

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, สำนักงาน. สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2547. ผลการ

ประเมินคุณภาพการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2547. [Online].

แหล่งที่มา: [http://bet.obec.go.th/nt/NT46\(Country\).html](http://bet.obec.go.th/nt/NT46(Country).html) [2 สิงหาคม 2549]

คณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. สำนักงานรัฐมนตรี. 2549. สร้างสรรค์นักคิด: คู่มือ

มือการจัดการสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง. [Online].

แหล่งที่มา: <http://www.onec.go.th/publication/creative>. [31 สิงหาคม 2549]

จงกล ทำสวน. 2547. รายงานการวิจัยเรื่องการวิจัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม.

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. 2542. การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาหลักสูตร

และการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ดวงเดือน อ่อนน่วม. 2536. โจทย์ปัญหา ปัญหาโจทย์. วารสารคณิตศาสตร์ 37(พฤศจิกายน-

ธันวาคม): 432-433.

ทองหล่อ วงษ์อินทร์. 2536. การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและ

เมตาคognitionชั้นของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหา

คณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย.

นวรรตน์ หัสดี. 2544. ผลการฝึกใช้เมตาคognitionขึ้นเพื่อกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนของ

นักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2538. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปานทอง กุลนารทศิริ. 2543. ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับ NTCM: Principle and standards for school Mathematics ในปี ค.ศ. 2000. วารสารคณิตศาสตร์ 44(สิงหาคม-ตุลาคม): 4-18.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2544. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรนิภา ลิ้มปวยอ. (20 มกราคม 2547). อึ้งคุณภาพการศึกษาไทยประเมินผลสัมฤทธิ์ต่ำจนน่าอาย. เดลินิวส์ [Online]. แหล่งที่มา: <http://lib.edu.chula.ac.th/libedu2000/asp/isearch/isengine.asp> [16 มิถุนายน 2549]
- เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์. 2535. พัฒนาการทางพุทธิปัญญา. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. 2545. จะสอนคณิตศาสตร์อย่างไร. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี 30(มกราคม-กุมภาพันธ์): 15-21.
- ยรวัดณ์ คล้ายมงคล. 2533. การศึกษากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, สำนักงาน. 2547. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: สำนักงาน.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2544. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2545. แนวทางการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: สำนักงาน.
- สมจิตร ทรัพย์อัประไมย. 2540. ผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคognition ที่มีต่อเมตาคognition และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมบัติ โพธิ์ทอง. 2539. การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โดยใช้
เมตาคอกนิชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมเดช บุญประจักษ์. 2544. แนวคิดในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์. วารสาร
คณิตศาสตร์ 44(พฤศจิกายน-ธันวาคม): 1-6.

สมยศ ชิดมมงคล. 2545. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียน
ทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้นโดยการผสมผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

สมศักดิ์ โสภณพินิจ. 2543. ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์(กับการสอน). วารสาร
คณิตศาสตร์ 44(พฤษภาคม-กรกฎาคม): 25-30.

ภาษาอังกฤษ

Anderson, K.B.; and Pingry, R.E. 1973. Problem-solving in Mathematics. The learning
of Mathematics: Its theory and practice. Washington D.C.: NTCM.

Baker, L.; and Brown, A. L. 1984. Metacognition skill and reading. In Pearson(eds.),
Handbook of reading Research. New York: Longman,
353-394.

Beyer, B. K. 1987. Practical strategies for teaching of thinking. Boston: Allyn and
Bacon.

Bandura, A.; and Schunk, D. H. 1981. Cultivating competence, self-efficacy, and
intrinsic interest through proximal self-motivation. Journal of Personality and
Social Psychology 41: 586-598.

Costa, A.L. 1984. Mediating the metacognitive. Education Leadership 42: 57-62.

Cross, D. R.; and Paris, S.G. 1988. Developmental and instruction analysis of children's
metacognition and reading comprehension. Journal of Educational
Psychology 80(June): 131-142.

- Dehn, M.J. 1997. The effect of informed strategy training and computer mediated text on comprehension monitoring and reading comprehension. Digital Dissertation. [ERIC database]. [2007, August 23]
- Derry, S.J.; and Murphy, D.A. 1986. Designing systems that train learning ability: From theory to practice. Review of Educational Research 56: 1–39.
- Flavell, J.H. 1985. Cognitive development. New Jersey: Prentice-Hall.
- Garofalo, J.; and Lester, F.K. 1985. Metacognition, cognitive monitoring, and Mathematical Performance. Journal of Educational Research 16: 163–176.
- Gooya, Z. 1992. Influences of metacognition-based teaching and teaching via problem-solving on students' beliefs about mathematical problem-solving. Digital Dissertation. [ProQuest database]. p.2865 [2006, October 10]
- Guernon, V.E. 1989. The effect of teaching heuristics within context solving performance of eight – general Mathematics students. Dissertation Abstracts International 50: 2768.
- Halter, J. (n.d.). Metacognitive strategies for successful Learning. Metacognition. [Online]. Available from: <http://coe.sdsu.edu/eet/Articles/metacognition/start.htm> [2007, August 7]
- Krulik, S.; and Rudnick J.A. 1982. Teaching problem solving to preservice teachers. Arithmetic teacher 29: 42–45.
- Kramarski, B.; Mevarech, Z.R.; and Arami, M. 2002. The Effects of metacognitive instruction on solving Mathematical authentic tasks. Educational Studies in Mathematics 49: 225-250.
- LeBlanc, J. F.; Proudfit, L.; and Putt I. J. 1980. Teaching problem solving in the elementary school. In S. Krulik and R. E. Reys (eds.), Problem solving in school mathematics, pp.104–116. Reston, VA: NTCM.
- Lesh, R.; and Zawojewski, J.S. 1992. Problem solving. In Thomas R. Post (eds.), Teaching mathematics in grades K – 8 :research – based method. 2nd ed., pp. 49–88. USA: Allyn and Bacon.

- Lester, F. K. 1977. Ideas about problem solving: A look at some psychological research. Arithmetics teacher 26 : 12-14.
- Livingston, J.A. 1997. Metacognition: An Overview. [Online]. Available from: <http://www.gse.buffalo.edu/fas/shuell/CEP564/Metacog.htm>. [2006,October17]
- Mu, C.; and Carrington, S. 2007. An investigation of three Chinese students' English writing strategies. [Online]. Available from: <http://tesl-ej.org/ej41/a1.html> [2007, August 22]
- Oladunni, M.O. 1998. An experimental study on the effectiveness of metacognitive and heuristic problem solving techniques on computational performance of students in mathematics. Intruccion Journal Math Educ. Sci. Technol. 29: 867- 874.
- Osman, M.E.; and Hannafin M.J. 1992. Metacognition research and theory: Analysis and implications for instructional design. Educational Technology Research and Development 40: 83-99.
- Pape, S.J.; and Smith C. 2002. Self-regulating mathematics skills. Theory Into Practice (Spring-Autumn): 1-12.
- Pintrich, P.R. 1995. Understanding self-regulated learning. San Francisco: Jossey– Bass.
- Pintrich, P.R.; and De Groot, E. V. 1990. Motivational and self- regulated learning component of classroom academic performance. Journal of Educational Psychology 82: 33–40.
- Polya, G. 1973. How to solve it. New Jersey : Princeton University Press.
- Reys, R.E.; Lindquist, M.M.; Lambdin, D.V.; Smith, N.L.; and Suydam, M.N. 2004. Helping children learn mathematics. 7th ed. New York: John Wielya Sons.
- Schraw, G.; and Brooks, D.W. 2000. Helping students self-regulate in Math and Sciences courses: Improving the will and the skill. [Online]. Available from: http://decha.boxchart.com/paper/Self_.html [2006,October 29]
- Schraw, G.; Crippen, K.J.; and Hartley, K. 2006. Promoting self-regulation in Science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning.

- Research in Science Education 36: 111-139.
- Schunk, D.H.; and Zimmerman, B.J. 1994. Self-regulation of learning and performance. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Sheffield, L.J.; and Cruikshank, D.E. 2000. Teaching and learning elementary and middle school mathematics. 4th ed. New York: John Wiley Sons.
- Schoenfeld, H. 2001. The teaching and learning of mathematics at the university level. Dordrecht: Kluwer.
- Stillman, G.A.; and Galbraith, P.L. 1998. Applying Mathematics with real world connections: Metacognitive characteristics of secondary students. Educational Studies in Mathematics 36: 140-195.
- Swanson, H.L. 1990. Influence of metacognition knowledge and aptitude on problem solving. Journal of Education Psychology 82: 306-314.
- The Integrated Mathematics Science and Technology. (n.d.). Problem solving using DAPIC. [Online]. Available from:
<http://www.cemast.ilstu.edu/programs/imast/dapic.shtml>. [2007, April 17]
- Wikipedia Encyclopedia. (n.d.). Metacognitive strategies. [Online]. Available from:
http://en.wikipedia.org/wiki/Metacognition#Metacognitive_strategies. [2007, August 22]
- Zile-Tamsen, V.; and Marie, C. 1996. Metacognitive self-regulation and the daily academic activities of college students. Digital Dissertation [ProQuest database]. pp.2361. [2007, August 1]
- Zimmerman, B.J. 1989. A social view of self-regulated academic learning. Journal of Educational Psychology 81: 329-339.
- Zimmerman, B.J.; and Martinez – Pons, M. 1986. Development of a structured interview or assessing student use of self – regulated learning strategies. American Educational Research Journal 23 (winter): 614–628.
- Zimmerman, B.J.; and Martinez – Pons, M. 1988. Construct validation of a strategy model of student self – regulated learning. Journal of Educational Psychology 80: 284–290.

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2548. การใช้ SPSS for windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 7.

กรุงเทพมหานคร : บริษัทธรรมสาร.

จรุง ขำพงศ์. 2542. ผลของการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์

ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต. สาขาวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิราภรณ์ กุณสิทธิ์. 2541. การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยตัวแปรด้าน

การกำกับตนเองในการเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

ทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฑารัตน์ ชนานุสาสน์. 2546. ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันที่

มีต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันในการอ่านและการแก้ปัญหา และต่อมโนทัศน์ทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียน สังกัดกรมสามัญศึกษา

เขตการศึกษา 11. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษา

วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลจันทร์ ผมอดทา. 2545. ผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบSSCSที่มีต่อ

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.

วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัทธ ทองตัน. 2536. ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันต่อความสามารถ

ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษา

วิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พาณี ขอสุข. 2542. ผลของการปรึกษาเชิงจิตวิทยาแบบกลุ่มตามแนวคิดพิจารณาความเป็นจริง

ต่อการเพิ่มการรับรู้ความสามารถของตนในการเรียนรู้กำกับตนเองของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- รจเรช รัตนอาจารย์. 2547. ผลของการฝึกการกำกับตนเองในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาการศึกษา วิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540. วิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณ ขุนศรี. 2546. ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นำไปสู่การแก้ปัญหา. วารสารคณิตศาสตร์. 47(พฤษภาคม-กรกฎาคม): 9-51.
- วัฒนา เตชะโกมล. 2541. ปัจจัยคัดสรรที่ส่งผลต่อการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิรัชช พานิชวงศ์. (ม.ป.ป.). สถิติวิเคราะห์ เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. 2547. สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริัญญา ศรีประมวณ. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม. [Online]. แหล่งที่มา: <http://educms.pn.psu.ac.th/ojs-student/include/getdoc.php?id=109&article=38&mode=pdf> [19 กรกฎาคม 2550]
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2542. รายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2540. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2544. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2545. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. คู่มือครู สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2548. หนังสือเรียน
สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุจิตรา หังสพฤกษ์. 2537. การสร้างข้อสอบระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์ธรรมสาร.
- สุนีย์ คล้ายนิล. 2546. คณิตศาสตร์ไทยไม่เข้มแข็งเพราะอะไร. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี 31 (กรกฎาคม): 18-24.

ภาษาอังกฤษ

- Biryukov, P. (n.d.) Metacognitive aspects of solving combinatorics problems. [Online].
Available from: <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/biryukov.pdf>
[2006, November 3]
- Carbone, A.; Mitchell, I.; Gunstone, D.; and Hurst, J. 1995. Design principles for
programming tasks to elicit metacognitive behaviors in first year students.
[Online]. Available from:
<http://cerg.csse.monash.edu.au/reports/metacognition.htm>.
[2007, August 10]
- Carlson, M.P.; and Bloom, I. 2005. The cyclic nature of problem solving: An emergent
multidimensional problem-solving framework. Educational Studies in
Mathematics 58: 45-75.
- Goldman, S.R. 1989. Strategy instruction in Mathematics. Learning Disability Quarterly
12: 43-55.
- Lucangeli, D.; and Cornoldi, C. 1997. Mathematics and metacognition: What is the
nature of the relationship?. Mathematical Cognition 3: 121-139.
- Pintrich, P.R. 1995. Understanding self-regulated learning. San Francisco:
Jossey- Bass.
- Pugalee, D.K. 2001. Writing, Mathematics, and metacognition: Looking for
connections through students' work in mathematical problem solving.
School Science and Mathematics 101: 236-243.
- Scott, W.A.; and Wertheimer, M. 1962. Introduction to psychological research.

Newyork : John Wiley.

- Zimmerman, B.J. 1990. Self-regulated learning and academic achievement: An Overview. Educational Psychologist 25: 3-17.
- Zimmerman, B.J. 1998. Academic studying and the development of personal skill: A self-regulatory perspective. Educational Psychologist 33(2/3): 73–86.
- Zimmerman, B.J.; and Martinez – Pons, M. 1990. Student differences in self-regulated learning: Relating grade, sex and giftedness to self-efficacy and strategy use. Journal of Educational Psychology 82: 51–59.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบวัดการกำกับตนเอง
ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. อาจารย์พจนา รัตนสิงห์ | อาจารย์ประจำสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนกัลยาณีนครศรีธรรมราช สังกัดสำนักงาน
เขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 1 |
| 2. อาจารย์วนิดา ตั้งไฉ่ | อาจารย์ประจำสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนบ้านในดู่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 4 |
| 3. อาจารย์จรรวรรณ ทศนโกวิท | อาจารย์ประจำสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนบ้านห้วยน้ำพราย สังกัดสำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 |

ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือในการวิจัย



ที่ ศธ 0512.6(2771)/0010

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 พฤษภาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์พจนา รัตนสิงห์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวทุติยา จันทร์ปลอด นิสิตชั้นปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตร การสอนและ เทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนครศรีธรรมราช” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียด ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทาง วิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นฤฤทธิ์ สุทธจิตต์)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

สำนักงานหลักสูตรและการสอน

โทร. 0-2218-2710



ที่ ศธ 0512.6(2771)/0011

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 พฤษภาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์วันิดา ตั้งไต้

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวทศิยา จันทร์ปลอด นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและ เทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนครศรีธรรมราช” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียด ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทาง วิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

สำนักงานหลักสูตรและการสอน

โทร. 0-2218-2710



ที่ ศธ 0512.6(2771)/0012

คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 พฤษภาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์จรรุวรรณ ทักษนโกวิท

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวทุติยา จันทร์ปลอด นิสิตชั้นปริญญาโท ภาควิชาหลักสูตร การสอนและ เทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนครศรีธรรมราช" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียด ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทาง วิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉรุทร์ สุทธจิตต์)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

สำนักงานหลักสูตรและการสอน

โทร. 0-2218-2710



ที่ ศธ 0512.6(2771)/0013

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 พฤษภาคม 2550

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนท่าศาลาประสิทธิ์ศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวทศิตา จันทร์ปลอด นิสิตชั้นปริญญาโท ภาควิชาหลักสูตร การสอนและ เทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และ การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนครศรีธรรมราช” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวทศิตา จันทร์ปลอด ได้ทดลองใช้ เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

สำนักงานหลักสูตรและการสอน

โทร. 0-2218-2710



ที่ ศธ 0512.6(2771)/0933

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 เมษายน 2550

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย


เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีปากพนัง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวทศิตา จันทร์ปลอด นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตร การสอนและ เทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนครศรีธรรมราช” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวทศิตา จันทร์ปลอด ได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ


 (รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
 รองคณบดี
 ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

สำนักงานหลักสูตรและการสอน

โทร. 0-2218-2710



ที่ ศธ 0512.6(2771)/0018

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 พฤษภาคม 2550

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนท่านครุณาพรโรภาสอุทิศ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวทศุติยา จันทร์ปลอด นิสิตชั้นปริญญาโท ภาควิชาหลักสูตร การสอนและ เทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนครศรีธรรมราช” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยแบบ สอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวทศุติยา จันทร์ปลอด ได้ทำการเก็บ ข้อมูลวิจัยดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ


 (รองศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ สุทธจิตต์)
 รองคณบดี
 ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

สำนักงานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2710

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1
 มาตรฐาน ค 4.2 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง
 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 เข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละและนำไปใช้ในการ
 การแก้ปัญหาได้
 โดยใช้กลวิธีการรู้คิด จำนวน 1 ชั่วโมง

1. สาระการเรียนรู้

การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

2. สาระการเรียนรู้ย่อย

อัตราส่วน

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3.1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ ได้

3.2 ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. หาค่าตัวแปรจากสัดส่วนได้
2. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วนได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ด้านคุณลักษณะ นักเรียน

1. มีความละเอียดรอบคอบ
2. มีความรับผิดชอบ
3. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น
4. มีความร่วมมือกับกิจกรรมในชั้นเรียน

4. สาระสำคัญ

ตัวอย่างที่ 1 สนามหญ้าแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนของความกว้างต่อความยาว เป็น 5:8 ถ้าสนามหญ้ามี่ความยาว 84 เมตร จงหาความกว้างของสนามหญ้าแห่งนี้

วิธีทำ ให้ x เป็นความกว้างของสนามหญ้ามี่ความยาวเป็น 84 เมตร

อัตราส่วนของความกว้างต่อความยาว เป็น 5: 8

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{x}{84} = \frac{5}{8}$

จะได้ $x \times 8 = 84 \times 5$

$$x = \frac{84 \times 5}{8}$$

ดังนั้น $x = 52.5$

นั่นคือ สนามหญ้ากว้าง 52.5 เมตร

ตอบ 52.5 เมตร

ตัวอย่างที่ 2 ร้านจันทร์อัลลอยด์ ผสมอัลลอยด์จากโลหะต่างๆ ตามน้ำหนักด้วยอัตราส่วน

เหล็กต่อนิเกิล เป็น 21: 5 และนิเกิลต่อทองแดง เป็น 4: 3 ถ้าต้องใช้อัลลอยด์หนัก

2,142 กรัม จะต้องใช้โลหะต่างๆ ชนิดละกี่กิโลกรัม

วิธีทำ เนื่องจากอัตราส่วนของเหล็กต่อนิเกิล โดยน้ำหนัก เป็น

$$21: 5 = 21 \times 4: 5 \times 4$$

$$= 84: 20$$

อัตราส่วนของนิเกิลต่อทองแดงโดยน้ำหนัก เป็น

จะได้ $4: 3 = 4 \times 5: 3 \times 5$

$$= 20: 15$$

จะได้อัตราส่วนของเหล็กต่อนิเกิลต่อทองแดง โดยน้ำหนัก เป็น 84: 20: 15

ดังนั้นอัลลอยด์มีส่วนผสมทั้งหมดโดยน้ำหนัก เป็น $84 + 20 + 15 = 119$ ส่วน

ให้ x เป็นน้ำหนักของเหล็กที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์ 2,142 กรัม

เนื่องจากอัตราส่วนของเหล็กต่ออัลลอยด์โดยน้ำหนัก เป็น 84: 119

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{x}{2,142} = \frac{84}{119}$

จะได้ $x \times 119 = 2,142 \times 84$

$$x = \frac{2,142 \times 84}{119}$$

ดังนั้น $x = 1,512$

นั่นคือ ใช้เหล็กหนัก 1,512 กรัม

ให้ y เป็นน้ำหนักนิเกิลที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม

เนื่องจากอัตราส่วนของนิเกิลต่ออัลลอยด์โดยน้ำหนัก เป็น 20: 119

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{y}{2,142} = \frac{20}{119}$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad y \times 119 &= 2,142 \times 20 \\ y &= \frac{2,142 \times 20}{119} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad y = 360$$

นั่นคือ ใช้นิกเกิลหนัก 360 กรัม

ให้ z เป็นน้ำหนักทองแดงที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม เนื่องจากอัตราส่วนของทองแดงต่ออัลลอยด์ โดยน้ำหนัก เป็น 15: 119

$$\text{เขียนสัดส่วนได้ดังนี้} \quad \frac{z}{2,142} = \frac{15}{119}$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad z \times 119 &= 2,142 \times 15 \\ z &= \frac{2,142 \times 15}{119} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad z = 270$$

นั่นคือ ใช้ทองแดงหนัก 270 กรัม

$$\text{ตอบ} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{เหล็ก} \quad 1.512 \text{ กิโลกรัม} \\ \text{นิกเกิล} \quad 0.360 \text{ กิโลกรัม} \\ \text{ทองแดง} \quad 0.270 \text{ กิโลกรัม} \end{array} \right.$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

ครูและนักเรียนช่วยกันทบทวนความหมายของสัดส่วนที่เรียนมาแล้วจากคณิตศาสตร์พื้นฐาน

“สัดส่วน คือ ประโยคที่แสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน”

จากนั้นให้นักเรียนยกตัวอย่างสัดส่วนและในกรณีที่สัดส่วนมีจำนวนใดจำนวนหนึ่งในสัดส่วนเป็นตัวแปร ทบทวนวิธีการหาค่าของตัวแปรนั้นโดยการคูณไขว้ ดังนี้

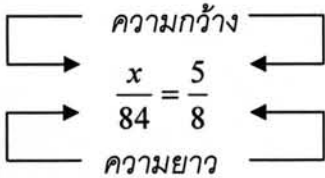
$$\text{สำหรับอัตราส่วน} \quad \frac{a}{b} \text{ และ } \frac{c}{d}$$

$$\text{ถ้า} \quad \frac{a}{b} = \frac{c}{d} \quad \text{แล้ว} \quad a \times d = b \times c$$

ครูใช้คำถามเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า โจทย์ปัญหาบางอย่างสามารถคิดได้อย่างรวดเร็ว ใช้ขั้นตอนการรู้คิดน้อยมากแต่สำหรับโจทย์ที่มีความซับซ้อน เช่น โจทย์ปัญหา ต้องคำนึงถึงเงื่อนไขหลายอย่าง และมีสภาพใกล้เคียงกับชีวิตจริง จำเป็นต้องใช้การรู้คิดเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาไปประยุกต์กับสถานการณ์อื่นได้

กิจกรรมกลุ่มทดลอง	กลวิธีการรู้คิด	พฤติกรรมการกำกับตนเอง
<p>ขั้นสอน</p>		
<p>1. ครูสนทนากับนักเรียนถึงการแก้โจทย์ปัญหาว่าบางครั้งจำเป็นต้องหาค่าของตัวแปรที่อยู่ในสัดส่วนนั้นจากนั้นยกตัวอย่างที่ 1 ให้นักเรียนช่วยกันเสนอแนะวิธีการหาค่าคำตอบโดยการหาค่าของตัวแปร</p>		
<p>2. ครูแจกแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิดเพื่อให้นักเรียนได้บันทึกและเห็นขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธีการรู้คิดจาก ตัวอย่างที่ 1 ดังนี้</p>		<ul style="list-style-type: none"> ■ การจดบันทึกและการเตือนความจำ
<p>ตัวอย่างที่ 1 สนามหญ้าแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวเป็น 5:8 ถ้าสนามหญ้ามี่ความยาว 84 เมตร จงหาความกว้างของสนามหญ้าแห่งนี้</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ใช้กลวิธีในการพิจารณาทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (ขั้นที่ 1.1) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ การจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบปัญหาให้ง่ายต่อความเข้าใจ
<p>ขั้นที่ 1 เป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Orientation)</p>		
<p>1) ครูให้นักเรียนดูโจทย์เพื่อทำความเข้าใจปัญหานั้น จากนั้นใช้วิธีถามตอบว่านักเรียนเข้าใจปัญหาว่าอย่างไร?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● สร้างตัวแทนปัญหา (ขั้นที่ 1.4) 	
<p>2) หากพบว่ามีตรงไหนที่ไม่เข้าใจนักเรียนควรทำอย่างไร?</p>		<ul style="list-style-type: none"> ■ การขอความช่วยเหลือจากเพื่อน ครู
<p>3) โจทย์ในข้อนี้มีเป้าหมายต้องการหาอะไร? (ความกว้างของสนามหญ้า)</p>		
<p>4) โจทย์ในข้อนี้มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องอะไรบ้าง? (สนามหญ้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 5:8 ; สนามหญ้ามี่ความยาว 84 เมตร)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ทำความเข้าใจปัญหาโดยการวิเคราะห์ข้อมูลและสารสนเทศ (ขั้นที่ 1.2) 	

กิจกรรมกลุ่มทดลอง	กลวิธีการรู้คิด	พฤติกรรมกรกำกับตนเอง
<p>ครูใช้เน้นข้อความสิ่งที่โจทย์ต้องการหา และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง</p> <p>5) นักเรียนเคยเห็นโจทย์แบบนี้บ้างหรือไม่ อย่างไร?</p> <p>ครูแนะนำว่าหากนักเรียนได้คุ้นเคยกับโจทย์ที่มีลักษณะแบบนี้จะช่วยทำให้การแก้โจทย์ปัญหาเป็นไปได้ง่ายขึ้นเพราะนักเรียนสามารถถ่ายโยงความรู้เดิมมาประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการแก้ปัญหา</p> <p>6) นักเรียนคิดว่ามีโอกาสแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่ หากเป็นไปได้ยากนักเรียนมีวิธีลดอุปสรรคที่เกิดขึ้นได้อย่างไร?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ใช้กลวิธีในการพิจารณาทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (ชั้นที่ 1.1) ● ประเมินความคุ้นเคยของปัญหา (ชั้นที่ 1.3) ● ประเมินความยากและโอกาสที่จะประสบความสำเร็จ (ชั้นที่ 1.5) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ การจัดรูปแบบและเปลี่ยนแปลง รูปแบบปัญหาให้ง่ายต่อความเข้าใจ ■ การประเมินตนเอง ■ การขอความช่วยเหลือทางเพื่อน ครู ■ การค้นหาข้อมูล
<p>ชั้นที่ 2 การกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา (Organization)</p> <p>ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาโดยเขียนขั้นตอนบนกระดานดำดังนี้</p> <p>1) สิ่งที่โจทย์ต้องการคือความกว้างของสนามหญ้านักเรียนวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างไร?</p> <p>(1.1) กำหนดตัวแปรแทนจำนวนที่โจทย์ต้องการให้หา</p> <p>1.2) เขียนสัดส่วนแสดงอัตราส่วนที่กำหนดให้สองอัตราส่วนโดยให้ลำดับของสิ่งที่เปรียบเทียบกันในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุเป้าหมายของปัญหาและหากปัญหาสามารถแบ่งเป็นปัญหาย่อยก็สามารถระบุเป้าหมายย่อยได้ (ชั้นที่ 2.1) ● วางแผนรวม (ชั้นที่ 2.2) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ การตั้งเป้าหมายและวางแผน

กิจกรรมกลุ่มทดลอง	กลวิธีการรู้คิด	พฤติกรรมerkการกำกับตนเอง
<p><u>เดียวกัน</u> ดังนี้</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>1.3) หาค่าของตัวแปรโดยใช้ผลคูณไขว้และการแก้สมการ)</p>	<ul style="list-style-type: none"> วางแผนย่อย (ขั้นที่ 2.3) 	
<p>ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา (Execution)</p> <p>ลงมือแก้ปัญหายังไง?</p> <p>1) ถามตนเองก่อนว่าเป้าหมายของโจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร? (ความกว้างของสนามหญ้า แก้ปัญหาโดยเริ่มจาก</p> <p>1.1) กำหนดตัวแปรแทนจำนวนที่โจทย์ต้องการให้หา (ให้ x เป็นความกว้างของสนามหญ้าที่มีความยาวเป็น 84 เมตร)</p> <p>2) หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้ แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินตามขั้นตอนต่อไป</p> <p>ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่า ผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา (ใช่)</p> <p>3) แก้โจทย์ปัญหาในขั้นตอนต่อไปตามแผนที่วางไว้</p>	<ul style="list-style-type: none"> กำกับความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน (ขั้นที่ 3.2) ดำเนินการตามแผน (ขั้นที่ 3.1) กำกับความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน (ขั้นที่ 3.2) 	<ul style="list-style-type: none"> การประเมินตนเอง การให้รางวัลต่อความสำเร็จ

กิจกรรมกลุ่มทดลอง	กลวิธีการรู้คิด	พฤติกรรมerkการกำกับตนเอง
<p>1.2) เขียนสัดส่วนแสดงอัตราส่วนที่กำหนดให้สองอัตราส่วนโดยให้ลำดับของสิ่งทีเปรียบเทียบกันในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกัน (อัตราส่วนของความกว้างต่อความยาว เป็น 5:8 เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{x}{84} = \frac{5}{8}$)</p> <p>4) หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้ แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา (ใช่)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ดำเนินการตามแผน (ขั้นที่ 3.1) ● กำกับความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน (ขั้นที่ 3.2) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ การประเมินตนเอง ■ การให้รางวัลต่อความสำเร็จ
<p>5) จะแก้โจทย์ปัญหาในขั้นตอนใดต่อไป?</p> <p>1.3) หาค่าของตัวแปรโดยใช้ผลคูณไขว้และการแก้สมการ (จะได้ $x \times 8 = 84 \times 5$</p> $x = \frac{84 \times 5}{8}$ <p>ดังนั้น $x = 52.5$</p> <p>นั่นคือ สนามหญ้ากว้าง 52.5 เมตร</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ดำเนินการตามแผน (ขั้นที่ 3.1) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ การท่องซ้ำและการจดจำ (สูตรคูณ การคูณไขว้)
<p>6) หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้ แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป</p> <p>ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา (ใช่)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● กำกับความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน (ขั้นที่ 3.2) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ การประเมินตนเอง ■ การให้รางวัลต่อความสำเร็จ

กิจกรรมกลุ่มทดลอง	กลวิธีการรู้คิด	พฤติกรรมกรทำกับตนเอง
<p>7) ต้องการใช้วิธีการหรือขั้นตอนอื่นอีกหรือไม่?</p> <p>(ไม่) เมื่อไม่มีขั้นตอนต่อไปจึงหยุด</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● กำกับความสำเร็จของการใช้เวลา ความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของคำตอบ (ขั้นที่ 3.3) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ การประเมินตนเอง ■ การให้รางวัลต่อความสำเร็จ
<p>ขั้นที่ 4 การประเมินความถูกต้อง (Verification)</p>		
<p>1) ประเมินขั้นการทำความเข้าใจปัญหา โจทย์ว่าถูกต้องแล้วหรือไม่จากขั้นที่ 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ประเมินขั้นการเตรียมแก้ปัญาและขั้นการกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญา (ขั้นที่ 4.1) 	
<p>1.1) ตรวจสอบผลลัพธ์กับเป้าหมายว่าถูกต้องหรือไม่ (ความกว้างของสนามหญ้าแห่งนี้เท่ากับ 52.5 เมตร)</p>		
<p>2) ประเมินขั้นการกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญา</p>		
<p>2.1) กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ให้หาได้ถูกต้อง</p>		
<p>2.2) เขียนสัดส่วนแสดงอัตราส่วนที่กำหนดให้สองอัตราส่วนโดยให้ลำดับของสิ่งที่เปรียบเทียบกันในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกันถูกต้อง</p>		
<p>2.3) การหาค่าของตัวแปรโดยใช้ผลคูณไขว้สามารถนำไปใช้ในการแก้สมการหาคำตอบได้ถูกต้อง</p>		
<p>3) ประเมินการดำเนินการแก้ปัญา</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ประเมินการดำเนินการแก้ปัญา (ขั้นที่ 4.2) 	
<p>3.1) ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ความสอดคล้องของผลลัพธ์แต่ละ</p>		

ขั้นตอนของแผน

และเงื่อนไขของปัญหา โดยแทนค่าตัวแปร

($x = 52.5$)

$$\frac{x}{84} = \frac{5}{8} \quad \text{เป็น} \quad \frac{52.5}{84} = \frac{5}{8}$$

ให้การคูณไขว้ จะได้ $52.5 \times 8 = 84 \times 5$

$$420 = 420$$

3.2) ตรวจสอบความสอดคล้องของผลลัพธ์ขั้นสุดท้ายของแผนและเงื่อนไขของปัญหา

นักเรียนรู้สึกว่าคุณสมบัติที่ได้เพียงพอกับสิ่งที่โจทย์ต้องการแล้วหรือไม่ ถ้าเพียงพอแล้วให้สรุปผลลัพธ์ที่ได้เป็นคำตอบของโจทย์ปัญหาในข้อนี้ ถ้าไม่เพียงพอต้องย้อนกลับไปสู่ขั้นที่ 1 อีกครั้ง

(เป้าหมายโจทย์ต้องการทราบเฉพาะความกว้างของสนามหญ้าที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีเงื่อนไขว่า ถ้าสนามหญ้ามีความยาว 84 เมตรซึ่งอัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวเป็น 5:8 ดังนั้นคำตอบคือ 52.5 เมตร)

3. ครูแจกแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิด เพื่อให้ นักเรียน ได้บันทึกและเห็นขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธีการรู้คิดจาก ตัวอย่างที่ 2 ในหนังสือเรียน

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปถึงวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน โดยเน้นลำดับของจำนวนในสัดส่วนตลอดจน

■ การจดบันทึกและการเตือนความจำ

กิจกรรมกลุ่มทดลอง	กลวิธีการรู้คิด	พฤติกรรมกำกับตนเอง
<p>การหาค่าของตัวแปรในสัดส่วนจากผลคูณไขว้</p> <p>2. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปถึงขั้นตอนของการใช้กลวิธีการรู้คิดในการแก้โจทย์ปัญหา</p> <p>3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 3.1 ก เพื่อให้ นักเรียนได้ทบทวนการหาค่าของตัวแปรใน สัดส่วนและแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สัดส่วนตาม ความรู้เดิม เตรียมความพร้อมและมีพื้นฐาน เพียงพอก่อนทำโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและ แจกแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิด ให้นักเรียน บันทึกกลวิธีการรู้คิดและแสดงวิธีทำเป็น การบ้าน</p>		

6. สื่อการเรียนรู้

- 6.1. ตัวอย่างที่ 3 โจทย์ปัญหาสัดส่วนในหนังสือเรียนหน้า 80 - 81
- 6.2. แบบฝึกหัด 3.1 ก ในหนังสือเรียนหน้า 82-83
- 6.3. แบบบันทึกกลวิธีการรู้คิด

7. การวัดและการประเมินผล

- 7.1. สังเกตจากการถามตอบในชั้นเรียน
- 7.2. สังเกตจากการเขียน พุด มีส่วนร่วมในชั้นเรียน และการทำแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิดในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล
- 7.3. ตรวจสอบแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิด

8. บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกกลวิธีการรู้คิด 1

เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. เตรียมการทำความเข้าใจในการแก้ปัญหา

(อ่านโจทย์แล้วแสดงถึงร่องรอยของความเข้าใจ เช่น แบ่งโจทย์เป็นส่วนๆ จัดรูปแบบโจทย์ใหม่ให้
ง่ายต่อความเข้าใจ)

ตัวอย่างที่ 1 สนามหญ้าแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนของความกว้างต่อ
ความยาวเป็น 5:8 ถ้าสนามหญ้ามี่ความยาว 84 เมตร จงหาความกว้างของสนามหญ้าแห่งนี้

- นักเรียนเข้าใจโจทย์นี้ว่าอย่างไร? อธิบายตามความเข้าใจ

.....

- หากพบว่ามีตรงไหนที่ไม่เข้าใจนักเรียนควรทำอย่างไร.....

- โจทย์ต้องการทราบอะไร?

- โจทย์ในข้อนี้มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องอะไรบ้าง.....

.....

- นักเรียนเคยเห็นโจทย์ในลักษณะนี้บ้างหรือไม่ อย่างไร?.....

.....

- นักเรียนคิดว่ามีโอกาสแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่ หากเป็นไปได้ยากนักเรียนมีวิธีลดอุปสรรคที่
เกิดขึ้นได้อย่างไร.....

.....

2. กำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา

- นักเรียนวางแผนแก้ปัญหายังไง?.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. การดำเนินการแก้ปัญหา

- ถามตนเองก่อนว่าเป้าหมายของโจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร?

.....

- แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินตามขั้นตอนต่อไป

ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา

.....

3) แก้โจทย์ปัญหาในขั้นตอนใดต่อไปตามแผนที่วางไว้?

.....

.....

.....

.....

- หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้
แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินตามขั้นตอนต่อไป

ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา

.....

จะแก้โจทย์ปัญหาในขั้นตอนใดต่อไป?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้

4. การประเมินความถูกต้อง

4.1 ประเมินขั้นการทำความเข้าใจปัญหาโจทย์ว่าถูกต้องแล้วหรือไม่จากขั้นที่1

1.1) ตรวจสอบผลลัพธ์กับเป้าหมายว่าถูกต้องหรือไม่

- ตรวจสอบการทำความเข้าใจโจทย์ว่าถูกต้องแล้วหรือไม่จากขั้นตอนที่1.....

4.2 ประเมินขั้นการกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา

- กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ให้หาได้ถูกต้องหรือไม่.....

- เขียนสัดส่วนแสดงอัตราส่วนที่กำหนดให้สองอัตราส่วนโดยให้ลำดับของสิ่งที่เปรียบเทียบกันในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกันถูกต้องหรือไม่.....

- การหาค่าของตัวแปรโดยใช้ผลคูณไขว้สามารถนำไปใช้ในการแก้สมการหาคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่.....

4.3 ประเมินการดำเนินการแก้ปัญหา

4.3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ความสอดคล้องของผลลัพธ์แต่ละขั้นตอนของแผนและเงื่อนไขของปัญหา โดยแทนค่าตัวแปร

.....
.....
.....
.....
.....

4.3.2 ตรวจสอบความสอดคล้องของผลลัพธ์ขั้นสุดท้ายของแผนและเงื่อนไขของปัญหา
นักเรียนรู้สึกว่าคุณสมบัติที่ได้เพียงพอกับสิ่งที่โจทย์ต้องการแล้วหรือไม่?

ถ้าเพียงพอแล้วให้สรุปผลลัพธ์ที่ได้เป็นคำตอบของโจทย์ปัญหาในข้อนี้

ถ้าไม่เพียงพอต้องย้อนกลับไปสู่ขั้นที่1 อีกครั้ง

.....
สรุปคำตอบคือ.....
.....

แบบบันทึกกลวิธีการรู้คิด 2

เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. เตรียมการทำความเข้าใจในการแก้ปัญหา

(อ่านโจทย์แล้วแสดงถึงร่องรอยของความเข้าใจ เช่น แบ่งโจทย์เป็นส่วนๆ จัดรูปแบบโจทย์ใหม่ให้
ง่ายต่อความเข้าใจ)

ตัวอย่างที่ 2 ร้านจันทร์อัลลอยด์ ผสมอัลลอยด์จากโลหะต่างๆ ตามน้ำหนักด้วย
อัตราส่วนเหล็กต่อนิกเกิล เป็น 21: 5 และนิกเกิลต่อทองแดง เป็น 4: 3 ถ้าต้องใช้อัลลอยด์หนัก
2,142 กรัม จะต้องใช้โลหะต่างๆ ชนิดละกี่กิโลกรัม

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ การจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้)

- นักเรียนเข้าใจโจทย์นี้ว่าอย่างไร? อธิบายตามความเข้าใจ

.....อัลลอยด์ซึ่งเป็นส่วนผสมจาก เหล็กรวมกับนิกเกิลและทองแดง ดังอัตราส่วน

.....เหล็กต่อนิกเกิลเป็น 21: 5 นิกเกิลต่อทองแดง เป็น 4: 3 หากต้องการอัลลอยด์หนัก

2,142 กรัม จะต้องผสมเหล็ก นิกเกิล ทองแดงอย่างละกี่กิโลกรัม...

- หากพบว่าตรงไหนที่ไม่เข้าใจนักเรียนควรทำอย่างไร? ...ถามครู เพื่อน หรือค้นคว้าเอง...

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการค้นหาข้อมูล, การขอความช่วยเหลือทางสังคม, การทบทวนบันทึกต่างๆ)

- โจทย์ต้องการทราบอะไร?จะต้องใช้เหล็ก นิกเกิล ทองแดงชนิดละกี่กิโลกรัม.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการค้นหาข้อมูล)

- โจทย์ในข้อนี้มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องอะไรบ้าง?อัลลอยด์ซึ่งเป็นส่วนผสมจาก เหล็กรวมกับนิกเกิล
และทองแดง....อัตราส่วนดังนี้ เหล็กต่อนิกเกิลเป็น 21: 5 นิกเกิลต่อทองแดง เป็น 4: 3

.....ใช้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการค้นหาข้อมูล)

- นักเรียนเคยเห็นโจทย์ในลักษณะนี้บ้างหรือไม่ อย่างไร?.....ไม่เคยเห็น แต่มีความคล้ายกับโจทย์ในตัวอย่างที 2 เป็นอัตราส่วนระหว่างค่าสองค่าแต่ที่ต่างกันคือในข้อนี้เป็นอัตราส่วนระหว่างค่าสามค่า

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการจดบันทึกและการเตือนความจำ)

- นักเรียนคิดว่ามีโอกาสแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่ หากเป็นไปได้ยากนักเรียนมีวิธีลดอุปสรรคที่เกิดขึ้นได้อย่างไร? ...ได้ ทำได้โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนเป็นคู่ๆ คือ เหล็กต่อนิเกิล เป็น 21: 5 และนิเกิลต่อทองแดง เป็น 4: 3 จากนั้นก็ทำให้ค่าของนิเกิลเป็นค่าเดียวกัน...เมื่อค่านิเกิลเป็นค่าเดียวกันแล้วก็นำมาเขียนเป็นอัตราส่วนของน้ำหนักใหม่คือ เหล็กต่อนิเกิลต่อทองแดง ต่อไปก็หาน้ำหนักรวมในอัตราส่วนนั้นเป็นน้ำหนักของอัลลอยด์ ทีนี้ก็เขียนอัตราส่วนใหม่ระหว่างน้ำหนักเหล็กต่ออัลลอยด์ น้ำหนักนิเกิลต่ออัลลอยด์ และน้ำหนักทองแดงต่ออัลลอยด์ สุดท้ายหาน้ำหนักของเหล็ก นิเกิลและทองแดงได้โดยการหาค่าของตัวแปรในสัดส่วนนั้นๆ เมื่ออัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการค้นหาข้อมูล, การขอความช่วยเหลือทางสังคม, การทบทวนบันทึกต่างๆ)

2. กำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา

- นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาอย่างไร?1) ระบุเป้าหมาย....ต้องการทราบน้ำหนักเป็นกิโลกรัมของเหล็ก นิเกิล ทองแดงเพื่อให้ได้อัลลอยด์ 2,142 กรัม

2) วางแผนเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

2.1) ทำอัตราส่วนน้ำหนักของนิเกิลเป็นค่าเดียวกัน

2.2) เขียนอัตราส่วนน้ำหนักใหม่ระหว่าง เหล็ก: นิเกิล: ทองแดง

2.3) นำน้ำหนักในอัตราส่วนนั้นรวมกันเป็นอัตราส่วนน้ำหนักของอัลลอยด์ เหล็ก+นิเกิล+

ทองแดง= อัลลอยด์

2.4) เขียนอัตราส่วนน้ำหนักใหม่ระหว่าง เหล็ก: อัลลอยด์ นิเกิล: อัลลอยด์ ทองแดง:อัลลอยด์

2.5) เขียนสัดส่วนแสดงอัตราส่วนสองอัตราส่วนระหว่างชนิดของโลหะที่เป็นส่วนผสมของอัลลอยด์กับอัลลอยด์แล้วหาค่าตัวแปรโดยการคูณไขว้ที่อยู่ในสัดส่วนนั้น

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการตั้งเป้าหมายและการวางแผน)

3. การดำเนินการแก้ปัญหา

- ถามตนเองก่อนว่าเป้าหมายของโจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร?จะต้องใช้เหล็ก นิเกิล ทองแดงชนิดละกี่กิโลกรัมถ้าต้องใช้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการจดบันทึกและเตือนความจำ)

- แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินตามขั้นตอนต่อไป

ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา

.....(ใช่).....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง)

3) แก่โจทย์ปัญหาในขั้นตอนใดต่อไปตามแผนที่วางไว้?

2.1) ทำอัตราส่วนน้ำหนัของนิเกิลเป็นค่าเดียวกัน

เนื่องจากอัตราส่วนของเหล็กต่อนิเกิล โดยน้ำหนัก เป็น

$$21:5 = 21 \times 4:5 \times 4$$

$$= 84:20$$

อัตราส่วนของนิเกิลต่อทองแดงโดยน้ำหนัก เป็น

$$\text{จะได้ } 4:3 = 4 \times 5:3 \times 5$$

$$= 20:15$$

- หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้
แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินตามขั้นตอนต่อไป

ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา

.....(ใช่).....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง)

2.2) เขียนอัตราส่วนน้ำหนักใหม่ระหว่าง เหล็ก: นิเกิล: ทองแดง

จะได้อัตราส่วนของเหล็กต่อนิเกิลต่อทองแดง โดยน้ำหนัก เป็น 84:20:15

- หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้
แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินตามขั้นตอนต่อไป

ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา

.....(ใช่).....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง)

2.3) นำน้ำหนักโดยอัตราส่วนของเหล็ก นิกเกิลและทองแดงนั้นรวมกันเป็นอัตราส่วนโดยน้ำหนักของอัลลอยด์ $\text{เหล็ก} + \text{นิกเกิล} + \text{ทองแดง} = \text{อัลลอยด์}$

ดังนั้นอัลลอยด์มีส่วนผสมทั้งหมดโดยน้ำหนัก เป็น $84 + 20 + 15 = 119$ ส่วน

- หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้
แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป

ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา

.....(ใช่).....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง)

2.4) เขียนอัตราส่วนน้ำหนักใหม่ระหว่าง เหล็ก: อัลลอยด์ นิกเกิล: อัลลอยด์ ทองแดง: อัลลอยด์

อัตราส่วนของเหล็กต่ออัลลอยด์โดยอัลลอยด์โดยน้ำหนัก เป็น $84 : 119$

อัตราส่วนของนิกเกิลต่ออัลลอยด์โดยน้ำหนัก เป็น $20 : 119$

อัตราส่วนของทองแดงต่ออัลลอยด์ โดยน้ำหนัก เป็น $15 : 119$

- หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้
แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป

ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา

.....(ใช่).....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง)

2.5) เขียนสัดส่วนแสดงอัตราส่วนสองอัตราส่วนระหว่างชนิดของโลหะที่เป็นส่วนผสมของอัลลอยด์กับอัลลอยด์โดยกำหนดตัวแปรแล้วหาค่าตัวแปรโดยการคูณไขว้ที่อยู่ในสัดส่วนนั้น

ให้ x เป็นน้ำหนักของเหล็กที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์ 2,142 กรัม

เนื่องจากอัตราส่วนของเหล็กต่ออัลลอยด์โดยอัลลอยด์โดยน้ำหนัก เป็น $84 : 119$

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้

$$\frac{x}{2,142} = \frac{84}{119}$$

จะได้ $x \times 119 = 2,142 \times 84$

$$x = \frac{2,142 \times 84}{119}$$

ดังนั้น $x = 1,512$

นั่นคือ ใช้เหล็กหนัก 1,512 กรัม

ให้ y เป็นน้ำหนักนิกเกิลที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม
 เนื่องจากอัตราส่วนของนิกเกิลต่ออัลลอยด์โดยน้ำหนัก เป็น 20 : 119

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้
$$\frac{y}{2,142} = \frac{20}{119}$$

จะได้ $y \times 119 = 2,142 \times 20$

$$y = \frac{2,142 \times 20}{119}$$

ดังนั้น $y = 360$

นั่นคือ ใช้นิกเกิลหนัก 360 กรัม

ให้ z เป็นน้ำหนักทองแดงที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม
 เนื่องจากอัตราส่วนของทองแดงต่ออัลลอยด์ โดยน้ำหนัก เป็น 15 : 119

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้
$$\frac{z}{2,142} = \frac{15}{119}$$

จะได้ $z \times 119 = 2,142 \times 15$

$$z = \frac{2,142 \times 15}{119}$$

ดังนั้น $z = 270$

นั่นคือ ใช้ทองแดงหนัก 270 กรัม

- หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้
 แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้
 หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป

ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา

...(ใช่).....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของ
 ตนเอง)

ต้องการใช้วิธีการหรือขั้นตอนอื่นอีกหรือไม่? ถ้าไม่มีขั้นตอนต่อไปให้หยุด.....(ไม่ต้องการ)...

4. การประเมินความถูกต้อง

4.1 ประเมินขั้นการทำความเข้าใจปัญหาโจทย์ว่าถูกต้องแล้วหรือไม่จากขั้นที่ 1

1.1) ตรวจสอบผลลัพธ์กับเป้าหมายว่าถูกต้องหรือไม่ (ใช้เหล็กหนัก 1,512 กรัม ใช้
นิเกิลหนัก 360 กรัม ใช้ทองแดงหนัก 270 กรัม ไม่ถูกต้องกับเป้าหมาย เป้าหมายต้องการค่าเป็น
กิโลกรัม ดังนั้นต้องเปลี่ยนหน่วยกรัมให้เป็นกิโลกรัม โดยการนำ 1,000 หารทุกค่าจะได้ดังนี้

เหล็ก	1,512 กรัม	คิดเป็น	$\frac{1,512}{1,000} = 1.512$	กิโลกรัม
-------	------------	---------	-------------------------------	----------

นิเกิล	360 กรัม	คิดเป็น	$\frac{360}{1,000} = 0.36$	กิโลกรัม
--------	----------	---------	----------------------------	----------

ทองแดง	270 กรัม	คิดเป็น	$\frac{270}{1,000} = 0.27$	กิโลกรัม
--------	----------	---------	----------------------------	----------

- ตรวจสอบการทำความเข้าใจโจทย์ว่าถูกต้องแล้วหรือไม่จากขั้นตอนที่ 1? (ถูกต้อง)

4.2 ประเมินขั้นการกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา

กา ✓ หน้าข้อที่ได้ตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว

..... ✓ ... 2.1) ทำอัตราส่วนน้ำหนักของนิเกิลเป็นค่าเดียวกัน

..... ✓ 2.2) เขียนอัตราส่วนน้ำหนักใหม่ระหว่าง เหล็ก: นิเกิล: ทองแดง

..... ✓ .. 2.3) นำน้ำหนักในอัตราส่วนนั้นรวมกันเป็นอัตราส่วนน้ำหนักของอัลลอยด์

$$\text{เหล็ก} + \text{นิเกิล} + \text{ทองแดง} = \text{อัลลอยด์}$$

... ✓ 2.4) เขียนอัตราส่วนน้ำหนักใหม่ระหว่าง เหล็ก: อัลลอยด์ นิเกิล: อัลลอยด์

$$\text{ทองแดง: อัลลอยด์}$$

... ✓ ... 2.5) เขียนสัดส่วนแสดงอัตราส่วนสองอัตราส่วนระหว่างชนิดของโลหะที่เป็นส่วนผสม
ของอัลลอยด์กับอัลลอยด์แล้วหาค่าตัวแปรโดยการคูณไขว้ที่อยู่ในสัดส่วนนั้น

4.3 ประเมินการดำเนินการ

4.3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ความสอดคล้องของผลลัพธ์แต่ละขั้นตอนของ
แผนและเงื่อนไขของปัญหา โดยแทนค่าตัวแปร

แทน $x = 1,512$ แทนน้ำหนักของเหล็กมีหน่วยเป็นกรัม	$\frac{x}{2,142} = \frac{84}{119}$
---	------------------------------------

จะได้	$1,512 \times 119 = 2,142 \times 84$
-------	--------------------------------------

$$179,228 = 179,228$$

ดังนั้น	$x = 1,512$	ถูกต้อง
---------	-------------	---------

แทน $y = 360$ แทนน้ำหนักของนิเกิลมีหน่วยเป็นกรัม	$\frac{y}{2,142} = \frac{20}{119}$
--	------------------------------------

จะได้	$360 \times 119 = 2,142 \times 20$
-------	------------------------------------

	$42,840 = 42,840$	
ดังนั้น	$y = 360$	ถูกต้อง
แทน $z = 270$ แทนน้ำหนักของทองแดงมีหน่วยเป็นกรัม		$\frac{z}{2,142} = \frac{15}{119}$
จะได้	$270 \times 119 = 2,142 \times 15$	
	$32,130 = 32,130$	
ดังนั้น	$z = 270$	ถูกต้อง

4.3.2 ตรวจสอบความสอดคล้องของผลลัพธ์ขั้นสุดท้ายของแผนและเงื่อนไขของปัญหา
 นักเรียนรู้สึกว่ามีผลลัพธ์ที่ได้เพียงพอกับสิ่งที่โจทย์ต้องการแล้วหรือไม่?

ถ้าเพียงพอแล้วให้สรุปผลลัพธ์ที่ได้เป็นคำตอบของโจทย์ปัญหาในข้อนี้

ถ้าไม่เพียงพอต้องย้อนกลับไปสู่ขั้นที่ 1 อีกครั้ง

.....เนื่องจากโจทย์ต้องการทราบน้ำหนักของโลหะผสมของอัลลอยด์ซึ่งมี เหล็ก นิกเกิลและ
 ทองแดง ดังนั้นคำตอบมี 3 ค่า คือ

เหล็กใช้ 1.512 กิโลกรัม นิกเกิลใช้ 0.360 กิโลกรัม ทองแดงใช้ 0.270 กิโลกรัม สอดคล้องกับ
 เงื่อนไขคือได้รวมได้อัลลอยด์เท่ากับ $1.512 + 0.360 + 0.270 = 2.142$ (2,142 กรัม)

สรุปคำตอบคือ.....เหล็ก 1.512 กิโลกรัม
 นิกเกิล 0.360 กิโลกรัม
 ทองแดง 0.270 กิโลกรัม.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือการประเมินตนเอง)

อัตราส่วนของความกว้างต่อความยาว เป็น 5: 8

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{x}{84} = \frac{5}{8}$

จะได้ $x \times 8 = 84 \times 5$

$$x = \frac{84 \times 5}{8}$$

ดังนั้น $x = 52.5$

นั่นคือ สนามหญ้ากว้าง 52.5 เมตร

ตอบ 52.5 เมตร

ตัวอย่างที่ 2 ร้านจันทรอัลลอยด์ ผสมอัลลอยด์จากโลหะต่างๆ ตามน้ำหนักด้วยอัตราส่วนเหล็กต่อนิกเกิล เป็น 21 : 5 และนิกเกิลต่อทองแดง เป็น 4 : 3 ถ้าต้องใช้อัลลอยด์หนัก

2,142 กรัม จะต้องใช้โลหะต่างๆ ชนิดละกี่กิโลกรัม

วิธีทำ เนื่องจากอัตราส่วนของเหล็กต่อนิกเกิล โดยน้ำหนัก เป็น

$$21: 5 = 21 \times 4: 5 \times 4$$

$$= 84: 20$$

อัตราส่วนของนิกเกิลต่อทองแดงโดยน้ำหนัก เป็น

จะได้ $4: 3 = 4 \times 5: 3 \times 5$

$$= 20: 15$$

จะได้อัตราส่วนของเหล็กต่อนิกเกิลต่อทองแดง โดยน้ำหนัก เป็น 84 : 20 : 15

ดังนั้นอัลลอยด์มีส่วนผสมทั้งหมดโดยน้ำหนัก เป็น $84 + 20 + 15 = 119$ ส่วน

ให้ x เป็นน้ำหนักของเหล็กที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์ 2,142 กรัม

เนื่องจากอัตราส่วนของเหล็กต่ออัลลอยด์โดยน้ำหนัก เป็น 84 : 119

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{x}{2,142} = \frac{84}{119}$

จะได้ $x \times 119 = 2,142 \times 84$

$$x = \frac{2,142 \times 84}{119}$$

ดังนั้น $x = 1,512$

นั่นคือ ใช้เหล็กหนัก 1,512 กรัม

ให้ y เป็นน้ำหนักนิกเกิลที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม

เนื่องจากอัตราส่วนของนิกเกิลต่ออัลลอยด์โดยน้ำหนัก เป็น 20 : 119

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{y}{2,142} = \frac{20}{119}$
 จะได้ $y \times 119 = 2,142 \times 20$
 $y = \frac{2,142 \times 20}{119}$
 ดังนั้น $y = 360$

นั่นคือ ใช้นิกเกิลหนัก 360 กรัม

ให้ z เป็นน้ำหนักทองแดงที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม
 เนื่องจากอัตราส่วนของทองแดงต่ออัลลอยด์ โดยน้ำหนัก เป็น 15 : 119

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{z}{2,142} = \frac{15}{119}$
 จะได้ $z \times 119 = 2,142 \times 15$
 $z = \frac{2,142 \times 15}{119}$
 ดังนั้น $z = 270$

นั่นคือ ใช้ทองแดงหนัก 270 กรัม

ตอบ $\left\{ \begin{array}{l} \text{เหล็ก } 1.512 \text{ กิโลกรัม} \\ \text{นิกเกิล } 0.360 \text{ กิโลกรัม} \\ \text{ทองแดง } 0.270 \text{ กิโลกรัม} \end{array} \right.$

5. กิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มควบคุม	
<p>ขั้นนำ</p> <p>ครูและนักเรียนช่วยกันทบทวนความหมายของสัดส่วนที่เรียนมาแล้วจากคณิตศาสตร์พื้นฐาน</p> <p>“สัดส่วน คือ ประโยคที่แสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน”</p> <p>จากนั้นให้นักเรียนยกตัวอย่างสัดส่วนและในกรณีที่สัดส่วนมีจำนวนใดจำนวนหนึ่งในสัดส่วนเป็นตัวแปรทบทวนวิธีการหาค่าของตัวแปรนั้นโดยการคูณไขว้ ดังนี้</p> <p>สำหรับอัตราส่วน $\frac{a}{b}$ และ $\frac{c}{d}$</p> <p>ถ้า $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ แล้ว $a \times d = b \times c$</p>	

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

กลุ่มควบคุม

ชั้นสอน

1. ครูสนทนากับนักเรียนถึงการแก้โจทย์ปัญหาว่าบางครั้งจำเป็นต้องหาค่าของตัวแปรที่อยู่ในสัดส่วนนั้นจากนั้นยกตัวอย่างที่ 1 ให้นักเรียนช่วยกันเสนอแนะวิธีการหาค่าคำตอบโดยการหาค่าของตัวแปร

2. ครูยกตัวอย่างที่ 1 เป็นโจทย์ปัญหาสัดส่วนให้นักเรียนหาคำตอบโดยครูถามนำถึงสิ่งที่ต้องการหา สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ วิธีการและขั้นตอนการหาคำตอบ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 สนามหญ้าแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวเป็น 5:8 ถ้าสนามหญ้ามี่ความยาว 84 เมตร จงหาความกว้างของสนามหญ้าแห่งนี้

- สิ่งที่โจทย์ต้องการหาคืออะไร? (ความกว้างของสนามหญ้า)
- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง? (สนามหญ้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 5:8 ; สนามหญ้ามี่ความยาว 84 เมตร)
- นักเรียนมีวิธีหาคำตอบได้อย่างไร?
 - 1) กำหนดตัวแปรแทนจำนวนที่โจทย์ต้องการให้หา
 - 2) เขียนสัดส่วนแสดงอัตราส่วนที่กำหนดให้สองอัตราส่วนโดยให้ลำดับของสิ่งที่เปรียบเทียบกันในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกันดังนี้

$$\begin{array}{ccc} \boxed{} & \text{ความกว้าง} & \boxed{} \\ \rightarrow & \frac{x}{84} = \frac{5}{8} & \leftarrow \\ \boxed{} & \text{ความยาว} & \boxed{} \end{array}$$

3) หาค่าของตัวแปรโดยใช้ผลคูณไขว้และการแก้สมการ ดังนี้

จะได้ $x \times 8 = 84 \times 5$

$$x = \frac{84 \times 5}{8}$$

ดังนั้น $x = 52.5$

นั่นคือ สนามหญ่ากว้าง 52.5 เมตร

ตอบ 52.5 เมตร

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 12 วิเคราะห์หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วน และร้อยละ

เนื้อหา/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนคาบ ที่สอน	จำนวน ข้อ
<p>เนื้อหา 1. อัตราส่วน</p> <p>ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง - แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนได้</p> <p>จุดประสงค์การเรียนรู้ - ใช้ความรู้เรื่องสัดส่วนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนของจำนวนมากกว่าสองจำนวน</p>	3	2
<p>เนื้อหา 2. ร้อยละ</p> <p>ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง - แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้</p> <p>จุดประสงค์การเรียนรู้ - แก้โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับของผสมได้</p>	5	2
<p>เนื้อหา 3. การประยุกต์ของอัตราส่วนและร้อยละ</p> <p>ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง - ใช้อัตราส่วนและร้อยละแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้</p> <p>จุดประสงค์การเรียนรู้ - ใช้อัตราส่วนแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิได้</p> <p>- ใช้อัตราส่วนแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแบบจำลองได้</p> <p>- ใช้อัตราส่วนแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนทองได้</p>	7	6
รวม	15	10

ตารางที่ 13 ลักษณะแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

เนื้อหา	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน (ข้อ)			ข้อที่ใช้ได้
		ใช้จริง	ทดลอง	ข้อที่ใช้ได้	
1. อัตราส่วน	<p>ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง</p> <p>แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนได้</p> <p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p> <p>- ใช้ความรู้เรื่องสัดส่วนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนของจำนวนมากกว่าสองจำนวน</p>	1	2	1	2
2. ร้อยละ	<p>ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง</p> <p>แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้</p> <p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p> <p>- แก้โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับของผสมได้</p>	1	2	1	3
3. การประยุกต์ของอัตราส่วนและร้อยละ	<p>ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง</p> <p>ใช้อัตราส่วนและร้อยละแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้</p> <p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p> <p>- ใช้อัตราส่วนแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิได้</p> <p>- ใช้อัตราส่วนแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแบบจำลองได้</p> <p>- ใช้อัตราส่วนแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนทองได้</p>	1	2	1	5
		1	2	1	8
		1	2	1	10
รวม		5	10	5	5

**แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับนี้เป็นแบบสอบชนิดอัตนัย มีจำนวน 5 ข้อ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

1) อัตราส่วน	จำนวน	1	ข้อ
2) ร้อยละ	จำนวน	1	ข้อ
3) การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ	จำนวน	3	ข้อ

2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับนี้ทุกข้อ ตอบคำถามและแสดงวิธีทำอย่างเต็มความสามารถ และทดเลขหรือแสดงวิธีที่ช่วยคิดหาคำตอบ ลงในที่ว่างที่เว้นไว้ในแบบทดสอบ

3. แบบทดสอบฉบับนี้ มีคะแนนเต็มข้อละ 6 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนเป็นอิสระต่อกัน

4. แบบทดสอบนี้ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

เกณฑ์ในการให้คะแนน (คะแนนเต็ม 6 คะแนน)

(1) บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ได้	2	คะแนน
(2) นำความรู้ทางคณิตศาสตร์และใช้วิธีการที่เหมาะสมในการคิดหาคำตอบได้	2	คะแนน
แบ่งเป็น		
(2.1) วิธีทำแสดงถึงการวางแผนการแก้ปัญหา เช่น เขียนสมการตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ ใช้ตาราง การวาดรูป กราฟหรือแผนภูมิช่วยในการคิดแก้ปัญหาได้ถูกต้อง	1	คะแนน
(2.2) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้ถูกต้อง เช่น เขียนสมการตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ ใช้ตาราง การวาดรูป กราฟหรือแผนภูมิช่วยในการคิดแก้ปัญหาได้ถูกต้อง คิดคำนวณหรือแก้สมการหาค่าตัวแปรได้ถูกต้อง	1	คะแนน
(3) สรุปคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	2	คะแนน

หมายเหตุ ตัวอย่างวิธีการทำอยู่ในหน้าถัดไป

ตัวอย่าง

ร้านจันทร์อัลลอยด์ ผสมอัลลอยด์จากโลหะต่างๆ ตามน้ำหนักด้วยอัตราส่วน เหล็กต่อนิกเกิลเป็น 21 : 5 และนิกเกิลต่อทองแดง เป็น 4 : 3 ถ้าต้องใช้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม จะต้องใช้โลหะต่างๆ ชนิดละกี่กิโลกรัม

(1) สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการทราบคืออะไร? ...จะต้องใช้เหล็ก นิกเกิล ทองแดงชนิดละ กี่กิโลกรัม.....

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์คืออะไร?อัลลอยด์ซึ่งเป็นส่วนผสมจาก เหล็กรวมกับนิกเกิลและทองแดง...อัตราส่วนดังนี้ เหล็กต่อนิกเกิลเป็น 21 : 5
นิกเกิลต่อทองแดง เป็น 4 : 3
ใช้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม

(2) วิธีทำ (ใช้ความรู้ที่เรียนมาช่วยในการคิดหาคำตอบ โดยเขียนขั้นตอนแสดงการได้มาของคำตอบนั้นไว้อย่างชัดเจน) จากโจทย์พบว่านิกเกิลเป็นส่วนผสมร่วมดังนั้นจึงต้องทำให้นิกเกิลมีปริมาณส่วนผสมเท่ากัน

เนื่องจากอัตราส่วนของเหล็กต่อนิกเกิล โดยน้ำหนัก เป็น

$$21: 5 = 21 \times 4: 5 \times 4$$

จะได้ $= 84: 20$

และอัตราส่วนของนิกเกิลต่อทองแดงโดยน้ำหนัก เป็น

$$4: 3 = 4 \times 5: 3 \times 5$$

จะได้ $= 20: 15$

จะได้อัตราส่วนของเหล็กต่อนิกเกิลต่อทองแดง โดยน้ำหนัก เป็น 84: 20: 15

ดังนั้นอัลลอยด์มีส่วนผสมทั้งหมดโดยน้ำหนัก เป็น $84 + 20 + 15 = 119$ ส่วน

ให้ x เป็นน้ำหนักของเหล็กที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์ 2,142 กรัม

เนื่องจากอัตราส่วนของเหล็กต่ออัลลอยด์ในส่วนผสมโดยน้ำหนัก เป็น 84: 119

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้

$$\frac{x}{2,142} = \frac{84}{119}$$

จะได้

$$x \times 119 = 2,142 \times 84$$

$$x = \frac{2,142 \times 84}{119}$$

ดังนั้น

$$x = 1,512$$

นั่นคือ ใช้เหล็กหนัก 1,512 กรัม

ให้ y เป็นน้ำหนักนิเกิลที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม
เนื่องจากอัตราส่วนของนิเกิลต่ออัลลอยด์โดยน้ำหนัก เป็น 20 : 119

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{y}{2,142} = \frac{20}{119}$

จะได้ $y \times 119 = 2,142 \times 20$

$$y = \frac{2,142 \times 20}{119}$$

ดังนั้น $y = 360$

นั่นคือ ใช้นิเกิลหนัก 360 กรัม

ให้ z เป็นน้ำหนักทองแดงที่นำมาผสม เพื่อให้ได้อัลลอยด์หนัก 2,142 กรัม
เนื่องจากอัตราส่วนของทองแดงต่ออัลลอยด์ โดยน้ำหนัก เป็น 15 : 119

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{z}{2,142} = \frac{15}{119}$

จะได้ $z \times 119 = 2,142 \times 15$

$$z = \frac{2,142 \times 15}{119}$$

ดังนั้น $z = 270$

นั่นคือ ใช้ทองแดงหนัก 270 กรัม

(3) คำตอบ (ให้ตอบเฉพาะส่วนที่โจทย์ต้องการทราบ และครอบคลุมรายละเอียดที่เกี่ยวข้องชัดเจน)

ต้องเปลี่ยนหน่วยเป็นกิโลกรัมจะได้ส่วนผสมแต่ละส่วน ดังนี้

..... เหล็ก 1.512 กิโลกรัม.....

..... นิเกิล 0.360 กิโลกรัม.....

..... ทองแดง 0.270 กิโลกรัม.....

ข้อที่ 1. อัตราส่วน (อัตราส่วนของจำนวนมากกว่าสองจำนวน)

ปุ๋ยชนิดหนึ่งมีอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและส่วนผสมอื่นๆ เป็น 1: 2: 1: 6 ตามลำดับ จงหาว่าปุ๋ยชนิดนี้หนัก 1,000 กิโลกรัม จะมีฟอสฟอรัสกี่กิโลกรัม

(1) สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร

.....

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์คืออะไร

.....

.....

(2) แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ (ใช้ความรู้ที่เรียนมาช่วยในการคิดหาคำตอบ โดยเขียนขั้นตอนแสดงการได้มาของคำตอบนั้นไว้อย่างชัดเจน)

(วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(3) คำตอบ (ให้ตอบเฉพาะส่วนที่โจทย์ต้องการทราบ และครอบคลุมรายละเอียดที่เกี่ยวข้องชัดเจน)

ตอบ.....

ข้อที่ 2 ร้อยละ (ของผสม)

แอลกอฮอล์ผสมน้ำ 200 ลิตร คิดเป็นแอลกอฮอล์ 60% ถ้าต้องการให้มีแอลกอฮอล์ 80% จะต้องเติมแอลกอฮอล์ลงไปอีกกี่ลิตร

(1) สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร

.....

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์คืออะไร

.....

.....

.....

.....

(2) แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ (ใช้ความรู้ที่เรียนมาช่วยในการคิดหาคำตอบ โดยเขียนขั้นตอนแสดงการได้มาของคำตอบนั้นไว้อย่างชัดเจน)

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(3) คำตอบ (ให้ตอบเฉพาะส่วนที่โจทย์ต้องการทราบ และครอบคลุมรายละเอียดที่

เกี่ยวข้องชัดเจน) ตอบ.....

ข้อที่ 3 การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ(การเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ)

กรุงเทพมหานครจะมีช่วงหนาวที่สุดในเดือนธันวาคม วัดอุณหภูมิเฉลี่ยได้ประมาณ 24 องศาเซลเซียส จงหาว่า ถ้าวัดอุณหภูมิดังกล่าวเป็นองศาฟาเรนไฮต์จะได้เท่าไร (แนะ จุดเยือกแข็งที่ 0 องศาเซลเซียสและ 32 องศาฟาเรนไฮต์จะตรงกัน จุดเดือดที่ 100 องศาเซลเซียสและ 212 องศาฟาเรนไฮต์ตรงกัน จะได้เป็นสูตร $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$)

(1) สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร

.....

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์คืออะไร

.....

.....

.....

.....

(2) แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ (ใช้ความรู้ที่เรียนมาช่วยในการคิดหาคำตอบ โดยเขียนขั้นตอนแสดงการได้มาของคำตอบนั้นไว้อย่างชัดเจน)

(วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(3) คำตอบ (ให้ตอบเฉพาะส่วนที่โจทย์ต้องการทราบ และครอบคลุมรายละเอียดที่เกี่ยวข้องชัดเจน) ตอบ.....

ข้อที่ 5 การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ(อัตราส่วนของ)

ถ้านักเรียนเป็นช่างไม้และต้องการสร้างกรอบหน้าต่างให้มีลักษณะใกล้เคียงกับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทอง โดยต้องการความกว้างของหน้าต่าง 90 เซนติเมตร แล้วนักเรียนหาความยาวของกรอบหน้าต่างได้เท่าไร

แนะ อัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างโดยประมาณเป็น 1.618 : 1

(1) สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร

.....

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์คืออะไร

.....

.....

.....

.....

(2) แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ (ใช้ความรู้ที่เรียนมาช่วยในการคิดหาคำตอบ โดยเขียนขั้นตอนแสดงการได้มาของคำตอบนั้นไว้อย่างชัดเจน)

(วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(3) คำตอบ (ให้ตอบเฉพาะส่วนที่โจทย์ต้องการทราบ และครอบคลุมรายละเอียดที่เกี่ยวข้องชัดเจน) ตอบ.....

.....

แบบบันทึกกลวิธีการรู้คิด
เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

1. เตรียมการทำความเข้าใจในการแก้ปัญหา

(อ่านโจทย์แล้วแสดงถึงร่องรอยของความเข้าใจ เช่น แบ่งโจทย์เป็นส่วนๆ จัดรูปแบบโจทย์ใหม่ให้
ง่ายต่อความเข้าใจ)

← (ส่วนที่เป็นข้อความของโจทย์ปัญหา) →

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้)

- นักเรียนเข้าใจโจทย์นี้ว่าอย่างไร? อธิบายตามความเข้าใจ

.....
.....

- หากพบว่ามีตรงไหนที่ไม่เข้าใจนักเรียนควรทำอย่างไร.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการค้นหาข้อมูล, การขอความช่วยเหลือทางสังคม, การ
ทบทวนบันทึกต่างๆ)

- โจทย์ต้องการทราบอะไร?

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการค้นหาข้อมูล)

- โจทย์ในข้อนี้มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องอะไรบ้าง.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการค้นหาข้อมูล)

- นักเรียนเคยเห็นโจทย์ในลักษณะนี้บ้างหรือไม่ อย่างไร.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการจัดบันทึกและการเตือนความจำ)

- นักเรียนคิดว่ามีโอกาสแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่ หากเป็นไปได้ยากนักเรียนมีวิธีลดอุปสรรคที่
เกิดขึ้นได้อย่างไร.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการค้นหาข้อมูล, การขอความช่วยเหลือทางสังคม, การ
ทบทวนบันทึกต่างๆ)

2. กำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา

- นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาอย่างไร?.....

.....
.....
.....
.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการตั้งเป้าหมายและการวางแผน)

3. การดำเนินการแก้ปัญหา

- ถามตนเองก่อนว่าเป้าหมายของโจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร?

.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการจดบันทึกและการเตือนความจำ)

- แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่ไหม? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินตามขั้นตอนนี้ต่อไป

ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา

.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง)

3) แก้โจทย์ปัญหาในขั้นตอนนี้ต่อไปตามแผนที่วางไว้?

.....
.....
.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการจดบันทึกและการเตือนความจำ)

- หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้
แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่ไหม? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินตามขั้นตอนนี้ต่อไป

ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา

- หยุดเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผน โดยถามตนเองดังนี้
แก้ปัญหาขั้นตอนนี้สำเร็จแล้วใช่หรือไม่? ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่? ถ้าใช่ ให้ดำเนินตามขั้นตอนต่อไป

ถ้าไม่ใช่ ให้ย้อนกลับไปดูว่าผิดพลาดตรงไหนที่ผ่านมา

.....
ต้องการใช้วิธีการหรือขั้นตอนอื่นอีกหรือไม่? ถ้าไม่มีขั้นตอนต่อไปให้หยุด.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง)

4. การประเมินความถูกต้อง

4.1 ประเมินขั้นการทำความเข้าใจปัญหาโจทย์ว่าถูกต้องแล้วหรือไม่จากขั้นที่ 1

1.1) ตรวจสอบผลลัพธ์กับเป้าหมายว่าถูกต้องหรือไม่

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง, การประเมินตนเอง)

- ตรวจสอบการทำความเข้าใจโจทย์ว่าถูกต้องแล้วหรือไม่จากขั้นตอนที่ 1.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง, การประเมินตนเอง)

4.2 ประเมินขั้นการกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา

- กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ให้หาได้ถูกต้องหรือไม่.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง, การประเมินตนเอง)

- เขียนสัดส่วนแสดงอัตราส่วนที่กำหนดให้สองอัตราส่วนโดยให้ลำดับของสิ่งที่เปรียบเทียบกันในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกันถูกต้องหรือไม่.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง, การประเมินตนเอง)

- การหาค่าของตัวแปรโดยใช้ผลคูณไขว้สามารถนำไปใช้ในการแก้สมการหาคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่.....

(สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง, การประเมินตนเอง)

4.3 ประเมินการดำเนินการแก้ปัญหา

4.3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ความสอดคล้องของผลลัพธ์แต่ละขั้นตอนของแผนและเงื่อนไขของปัญหา โดยแทนค่าตัวแปร

.....

 (สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง, การประเมินตนเอง)

4.3.2 ตรวจสอบความสอดคล้องของผลลัพธ์ขั้นสุดท้ายของแผนและเงื่อนไขของปัญหานักเรียนรู้สึกว่ามีผลลัพธ์ที่ได้เพียงพอกับสิ่งที่โจทย์ต้องการแล้วหรือไม่?

ถ้าเพียงพอแล้วให้สรุปผลลัพธ์ที่ได้เป็นคำตอบของโจทย์ปัญหาในข้อนี้

ถ้าไม่เพียงพอต้องย้อนกลับไปสู่ขั้นที่1 อีกครั้ง

.....

 (สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง, การประเมินตนเอง)

สรุปคำตอบคือ.....

.....

 (สิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการทำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง, การประเมินตนเอง)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 14 ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับทดลองใช้ครั้งที่ 1

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
1	0.54	0.14	0.45
2	0.50	0.10	
3	0.35	0.23	
4	0.27	0.10	
5	0.25	0.01	
6	0.52	0.16	
7	0.67	0.30	
8	0.54	0.38	
9	0.35	0.20	
10	0.51	0.40	

ตารางที่ 15 ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับทดลองใช้ครั้งที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
1	0.35	0.11	0.78
2	0.48	0.27	
3	0.40	0.20	
4	0.57	0.05	
5	0.66	0.23	
6	0.47	0.19	
7	0.54	0.28	
8	0.62	0.45	
9	0.35	0.17	
10	0.42	0.24	

ตารางที่ 16 ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉบับใช้จริง

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
1	0.48	0.27	0.71
2	0.40	0.20	
3	0.66	0.23	
4	0.62	0.45	
5	0.42	0.24	

แบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 17 ลักษณะแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

กลวิธี	จำนวนข้อ		จำนวนข้อที่ใช้ได้	ข้อที่ใช้ได้	ข้อที่เลือก
	ใช้จริง	ทดลอง (ข้อที่)			
1. การประเมินตนเอง	3	6 (1-6)	4	1,3,4,6	1,4,6
2. การจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่ยืนยัน	3	6 (7-12)	3	7,8,11	7,8,11
3. การตั้งเป้าหมายและการวางแผน	3	6 (13-18)	6	13 - 18	14,16,18
4. การค้นหาข้อมูล	3	6 (19-24)	5	19,21 - 24	21,22,24
5. การจดบันทึกและการเตือนความจำ	3	6 (25-30)	5	25 - 29	27 - 29
6. การจัดสภาพแวดล้อม	3	6 (31-36)	4	31,32,34,36	32,34,36
7. การให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง	3	6 (37-42)	6	37 - 42	38,39,41
8. การทอ้งซ้ำและการจดจำ	3	6 (43-48)	4	43 - 45,48	43,44,48
9. การขอความช่วยเหลือทางสังคม	3	6 (49-54)	5	49,50,52-54	49,50,52
10. การทบทวนบันทึกต่างๆ	3	6 (55-60)	6	55 - 60	56 - 58
รวม	30	60	48	48	30

แบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โรงเรียน.....ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้มีจำนวนข้อคำถาม 30 ข้อ เป็นการถามเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
2. ให้นักเรียนพิจารณาว่า นักเรียนได้ปฏิบัติในสิ่งที่จะระบุตามข้อคำถามบ่อยแค่ไหน
3. แบบสอบถามประกอบไปด้วยข้อความที่เป็นข้อคำถามทั้งทางบวกและทางลบ
 - + แทน ข้อความทางบวก
 - แทน ข้อความทางลบ
4. แบบวัดฉบับนี้ไม่มีคำตอบถูกผิด ให้นักเรียนกา ✓ ได้เพียงข้อละ 1 ครั้ง โดยให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงที่นักเรียนได้ปฏิบัติให้มากที่สุด และคำตอบที่ได้ จะไม่มีผลกระทบต่อผลการเรียนของนักเรียน
5. ขอให้นักเรียนตอบครบทุกข้อ เพื่อประโยชน์ต่อการได้ข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง

ให้นักเรียนกา ✓ ลงในช่องที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อ ร.	ข้อความ	ไม่เคยเลย/เกือบ ทุกครั้ง	บางครั้งบางคราว	บ่อยครั้ง	ทุกครั้ง/ เกือบทุกครั้ง
	ฉันจะตั้งคำถามตนเองเพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจ ในเนื้อหา		✓		
	ขณะที่ฉันอ่านหนังสือหากมีเสียงดังรบกวน ฉันจะหยุดอ่านทันที	✓			

ร้อยละของระดับการปฏิบัติ

ระดับการปฏิบัติ
 ทุกครั้ง/เกือบทุกครั้ง
 บ่อยครั้ง
 บางครั้งบางคราว
 ไม่เคยเลย/นานๆครั้ง

ร้อยละของความถี่
 มากกว่า 75 ถึง 100 ครั้ง
 มากกว่า 50 ถึง 75 ครั้ง
 มากกว่า 25 ถึง 50 ครั้ง
 ไม่เคยเลยถึง 25 ครั้ง

ให้นักเรียนกา ✓ ลงในช่องที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อความ(+/+)	ชื่อ ที่	ข้อความ	ข้อความ				ช่อง สำหรับ ผู้วิจัย
			ไม่เคยเลย/นานๆครั้ง	บางครั้ง/บางครั้ง	บ่อยครั้ง	ทุกครั้ง/เกือบทุกครั้ง	
+	1	ฉันตรวจสอบผลลัพธ์ของการแก้โจทย์ปัญหาก่อนส่งเพื่อให้แน่ใจว่าทำได้ถูกต้องครบถ้วน					
+	2	ฉันตั้งคำถามกับตนเองเพื่อกำกับความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์					
-	3	หลังทำแบบฝึกหัดโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เสร็จ ฉันจะส่งครูทันที					
+	4	ในขณะที่ทำแบบฝึกหัดโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันจะเขียนร่างแสดงลำดับการคิดก่อนที่จะเขียนจริงลงไป					
+	5	ก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉันจะแบ่งข้อความจากโจทย์ออกเป็นส่วนๆ เช่น ส่วนที่โจทย์ต้องการทราบ และส่วนที่โจทย์กำหนดให้					
-	6	ฉันอ่านโจทย์ปัญหาที่ครูสอนไปเรื่อยๆ โดยไม่ระบุคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายโจทย์ไว้ก่อน					
-	7	ฉันแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ทันตามที่อาจารย์กำหนด					
+	8	ก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉันอ่านโจทย์ให้เข้าใจแล้วเลือกทำข้อที่ง่ายก่อนส่วนข้อที่ยากฉันจะกลับมาทำทีหลัง					
-	9	ฉันเรียนทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพียงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ก็เพียงพอแล้ว					

ข้อความทาง(+/-)	ข้อ ร.ล.	ข้อความ	ไม่เคยเลย/นานๆครั้ง	บางครั้ง/บางครั้ง	บ่อยครั้ง	ทุกครั้ง/เกือบทุกครั้ง	ช่อง สำหรับ ผู้วิจัย
+	10	ในการเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องใดๆ นั้น ฉันจะค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอื่นๆ เช่น วิกิพีเดีย ประกอบการสอน อินเทอร์เน็ต หรือ สื่อคอมพิวเตอร์ช่วย สอน					
-	11	ฉันศึกษาเนื้อหาและฝึกทำแบบฝึกหัดการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์จากในแบบเรียนเพราะถือว่ามีข้อมูลเพียงพอ แล้ว					
-	12	ฉันใช้แหล่งข้อมูลจากเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสิ่งที่ ใกล้ตัวเป็นข้อมูลหลักในการศึกษาการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์					
+	13	ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉันจะตั้งคำถามเตือน ตนเองอยู่เสมอว่าแก้ปัญหานั้นได้ถูกต้องตามเป้าหมายที่โจทย์ ต้องการแล้วหรือไม่					
+	14	ฉันจะจดรายการสิ่งที่ไม่เข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหาวิชา คณิตศาสตร์ไว้เพื่อศึกษาหรือค้นคว้าต่อไป					
-	15	เวลาครูสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉันจะฟังอย่าง เดียวเพราะถือว่ามีในหนังสือเรียนแล้ว					
+	16	ฉันเลือกบรรยากาศที่เงียบสงบในการทำความเข้าใจโจทย์ ปัญหาและแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่น ในห้องสมุด					
+	17	ในการเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉันจะพยายาม เลือกที่นั่งข้างหน้าเพื่อให้สามารถติดตามการสอนของครูได้ ทัน					

ข้อความทาง(+/-)	ชื่อ ที่	ข้อความ	ไม่เคยเลย/นานๆครั้ง	บางครั้ง/บางครั้ง	บ่อยครั้ง	ทุกครั้งที่เกือบทุกครั้ง	ช่อง สำหรับ ผู้วิจัย
	18	ขณะที่ฉันอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หากมีใครมารบกวนฉันจะหยุดอ่านทันที					
	19	ถ้าฉันแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ผิดฉันจะรู้สึกเฉยๆ เพราะรอให้ครูหรือเพื่อนเฉลยแล้วค่อยส่งใหม่					
+	20	ฉันทำการบ้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เสร็จฉันจะได้ไปเล่น					
+	21	ฉันตำหนิตนเองที่แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ผิด					
+	22	หลังจากเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉันจะทำแบบฝึกหัดเพื่อให้จำเนื้อหาที่เรียนผ่านมา					
+	23	ฉันจะทบทวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ส่วนที่สำคัญใหม่ทุกครั้งหลังจบบทเรียนหรือก่อนสอบคณิตศาสตร์					
-	24	หากฉันทำแบบฝึกหัดการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อใดผิดฉันจะข้ามไป โดยไม่สนใจหาข้อผิดพลาดเพื่อจะได้ฝึกทำในข้ออื่นต่อไป					
-	25	ฉันทำแบบฝึกหัดการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างๆ ที่ไม่เข้าใจเพื่อให้เสร็จตามกำหนดเท่านั้น					
-	26	เมื่อมีปัญหาในการทำแบบฝึกหัดการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉันจะปล่อยทิ้งไว้ไม่ทำต่อ					
+	27	หากมีปัญหาในการทำบ้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉันจะไปขอความช่วยเหลือคนที่ใกล้ที่สุด					

ข้อความทาง(+/-)	ข้อ ร.	ข้อความ	ไม่เคยเลย/นานๆครั้ง	บางครั้งบางคราว	บ่อยครั้ง	ทุกครั้ง/เกือบทุกครั้ง	ช่อง สำหรับ ผู้วิจัย
+	28	ฉันจะหาโจทย์ปัญหาที่ฝึกเพิ่มเติมเพื่อเตรียมตัวในการเรียนเรื่องใหม่ๆ หรือเตรียมตัวก่อนสอบ					
-	29	ฉันใช้ความรู้ที่มีอยู่โดยไม่จำเป็นต้องไปทบทวนจากในหนังสือ สมุดจดงานหรือจากแหล่งอื่นๆ สำหรับในการสอบการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์					
-	30	ฉันเรียนเนื้อหาการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องใหม่ในวันต่อไปโดยไม่ได้ย้อนกลับไปดูเรื่องที่เรียนมาก่อนหน้านี้					

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 ตารางที่ 18 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ค่า t และค่าความ
 เทียงของแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ

ข้อที่	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t	ค่าความเทียง ของแบบวัด ทั้งฉบับ
	\bar{x}	s	\bar{x}	s		
1	2.91	0.87	2.36	0.66	2.349*	0.90
2	2.23	0.69	1.77	0.69	2.200*	
3	2.86	0.71	2.36	0.49	2.717*	
4	2.36	0.79	1.82	0.66	2.479*	
5	2.50	0.67	1.95	0.65	2.729*	
6	3.50	0.51	2.82	0.66	3.813*	
7	3.64	0.49	3.14	0.56	3.144*	
8	3.41	0.80	2.45	0.74	4.122*	
9	3.64	0.79	2.91	0.87	2.907*	
10	2.23	0.61	1.68	0.48	3.298*	
11	3.14	0.56	2.73	0.46	2.657*	
12	2.95	1.00	2.36	0.85	2.116*	
13	2.64	0.66	2.09	0.75	2.564*	
14	2.77	0.87	1.95	0.72	3.396*	
15	3.45	0.60	2.73	0.77	3.511*	
16	3.09	0.75	2.09	0.61	4.851*	
17	2.91	0.68	2.00	0.69	4.389*	
18	2.95	0.84	2.36	0.85	2.317*	
19	3.73	0.70	2.45	0.86	5.384*	
20	2.64	0.73	2.14	0.87	2.714*	
21	3.09	0.81	2.05	0.65	4.709*	
22	2.55	0.80	2.05	0.58	2.379*	
23	2.73	0.77	2.05	0.72	3.305*	

ตารางที่ 18 (ต่อ) ค่ามัธยฐานเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ค่า t และ
ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ

ข้อที่	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t	ค่าความเที่ยง ของแบบวัด ทั้งฉบับ
	\bar{x}	s	\bar{x}	s		
24	3.64	0.49	3.18	0.50	3.305*	
25	3.82	0.39	3.00	0.62	5.238*	
26	3.59	0.91	2.36	0.73	4.949*	
27	3.09	0.75	2.18	0.91	3.623*	
28	2.68	0.72	1.73	0.77	4.266*	
29	3.45	0.51	3.05	0.72	2.171*	
30	3.41	0.59	2.77	0.69	3.300*	

* $p < 0.05$

ภาคผนวก จ

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความแปรปรวน (F-test)
และความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิต(t-test)ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อน
การทดลองของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความแปรปรวน (F-test) และความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต (t-test) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 19 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ในการสอบปลายภาค ปีการศึกษา 2549 ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	s	F	t
กลุ่มทดลอง	40	68.60	11.62	1.599	1.797
กลุ่มควบคุม	40	63.60	13.22		

* $p < 0.05$

ตารางที่ 20 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s) ของความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	s	F	t
กลุ่มทดลอง	40	79.97	12.36	3.454	0.673
กลุ่มควบคุม	40	78.25	10.50		

* $p < 0.05$

ภาคผนวก จ

ผลการสัมภาษณ์และการสังเกตการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ในกลุ่มตัวอย่าง และแผนภาพแสดงการใช้กลวิธีการรู้คิดขณะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการ
กำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และ
ตัวอย่างผลงานนักเรียน

ผลการสังเกตการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเวลาเรียน

1) ด้านการจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้

จากวิเคราะห์จากแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิดของนักเรียนกลุ่มทดลองในชั้น การทำความเข้าใจปัญหา พบว่า

- นักเรียนส่วนใหญ่จะเขียนข้อความเดิมที่โจทย์ให้มาอย่างสั้นๆ ตามความเข้าใจของตนเองเพราะเห็นว่าสะดวกรวดเร็ว มีส่วนน้อยที่จะเขียนตามข้อความที่โจทย์ให้มาทั้งหมด
- นักเรียนจะใช้ปากกาหรือดินสอขีดเส้นใต้หรือวงกลมข้อความสำคัญของโจทย์ปัญหานั้นๆ ทุกครั้ง

2) ด้านการตั้งเป้าหมายและการวางแผน และด้านการค้นหาข้อมูล

ในการทำแบบฝึกหัดนักเรียนจากกลุ่มทดลองหลายคนจะเลือกทำข้อที่ง่ายหรือข้อที่ทำได้ก่อน ก่อนที่จะกลับไปทำข้อยากที่เหลือทั้งนี้เห็นได้จาก สมุดแบบฝึกหัดของนักเรียนไม่ได้ทำเรียงข้อซึ่งผู้วิจัยได้สอบถาม สาเหตุที่เลือกทำบางข้อก่อนนั้น เนื่องจากนักเรียนจะเลือกทำข้อที่มีลักษณะคล้ายกับตัวอย่าง ทำให้มีกำลังใจในการทำข้อต่อไป ส่วนข้อที่แปลกออกไปจะกลับไปทำที่บ้านเพื่อจะได้มีเวลาคิดไตร่ตรองหรืออาจให้พี่หรือผู้ปกครองที่บ้านแนะนำให้หรือจะไปค้นคว้าจากที่อื่นต่อไป

ก่อนดำเนินการสอนแต่ละครั้ง ผู้วิจัยได้สอบถามนักเรียนกลุ่มทดลองถึง จุดประสงค์ของการเรียนในคาบนี้ ซึ่งเป็นการกำหนดเป้าหมายในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แต่ละคาบเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้วางแผนการกำกับตนเองในเรียนรู้

จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกลวิธีการรู้คิดของนักเรียนในชั้นการกำหนด โครงสร้างของการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่จะเลือกและตัดสินใจเลือกกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่ตรงกับลักษณะของปัญหาหรือเป้าหมายและมีนักเรียนกลุ่มทดลองบางส่วนเลือกใช้กลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ตรงกับลักษณะของโจทย์ปัญหาแต่สามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้

3) ด้านการจัดบันทึกและการเตือนความจำ

จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกลวิธีการรู้คิดของนักเรียนในชั้นการดำเนินการแก้ปัญหา จากการสอบถามนักเรียนพบว่านักเรียนจะควบคุมความคิดของตนเองในขณะที่แก้โจทย์ปัญหา ซึ่งส่วนใหญ่ได้ปฏิบัติแต่ไม่ได้บันทึกลงในแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิด เนื่องจากนักเรียนจะตอบคำถามตนเองในใจเสมอในขณะที่แก้โจทย์ปัญหา

4) ด้านการจัดสภาพแวดล้อม

เนื่องจากห้องเรียนเป็นห้องปฏิบัติการ ซึ่งอยู่ริมสุดของอาคาร มีหน้าต่าง 2 ด้าน โปรงและมีแสงสว่างทั่วห้องเรียน การเรียนการสอนบางคาบต้องใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ พบว่าในคาบแรกที่ใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ มีนักเรียนในกลุ่มทดลองแจ้งว่าไม่สามารถมองเห็นตัวอักษรที่เป็นโจทย์ปัญหาได้ ผู้วิจัยตั้งปัญหาโดยถามนักเรียนว่าต้องทำอะไรถึงจะมองเห็นชัดขึ้น มีนักเรียนหลายคนเสนอว่า เป็นเพราะห้องสว่างจ้าเกินไปต้องปิดไฟ และปิดหน้าต่างทุกบานเพื่อให้ห้องมืดสนิท เป็นการกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา เมื่อได้คำตอบแล้วก็ให้นักเรียนตรวจสอบโดยการไปปิดไฟและหน้าต่างทุกบาน แต่ก็มีนักเรียนค้านว่า ทำให้ร้อนและอึดอัดควรปิดหน้าต่างและประตูที่ใกล้จอภาพก็เพียงพอแล้ว หลังจากนั้นในคาบหลังผู้วิจัยพบว่า เมื่อมีการเรียนการสอนที่ต้องใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะอีก นักเรียนจะช่วยกันปิดไฟและปิดประตูและหน้าต่างบางบานโดยครูไม่ต้องบอก สิ่งเหล่านี้สามารถแทรกโดยใช้ขั้นตอนของกลวิธีการรู้คิด เพราะมีส่วนส่งเสริมการจัดสภาพแวดล้อมซึ่งอาจไม่ใช่โดยตรงแต่เป็นโดยอ้อมก็ได้

สำหรับนักเรียนในกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนในห้องเดียวกัน และนักเรียนมีพฤติกรรมและได้แก้ปัญหาเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง แต่ไม่ได้นำวิธีการนั้นเข้าสู่กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาแบบปกติ แต่มองแยกเป็นปัญหาอีกปัญหาหนึ่ง

5) ด้านขอความช่วยเหลือทางสังคมและด้านการทบทวนบันทึกต่างๆ

นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการทบทวนเนื้อหาคณิตศาสตร์ และขอความช่วยเหลือจากเพื่อน ครูเมื่อมีอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหา

สิ่งที่แตกต่างที่ผู้วิจัยเห็นได้ชัดเจนระหว่างนักเรียนในกลุ่มควบคุมและทดลองคือการกำกับตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เนื่องจากนักเรียนในกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกการใช้กลวิธีการรู้คิด ทำให้ในการแก้โจทย์ปัญหาละเลยการตรวจสอบความเข้าใจของตนเองตลอดการแก้โจทย์ปัญหา ส่วนใหญ่ทำความเข้าใจปัญหา เพียงแค่อ่านโจทย์ให้เข้าใจและจดจำสิ่งที่เป่าหมายของโจทย์และเงื่อนไขของโจทย์ ไม่ได้จัดรูปแบบและเปลี่ยนแปลงรูปแบบของโจทย์เพื่อช่วยให้เข้าใจโจทย์ได้ดีขึ้น เนื่องจากไม่มีการกำกับตนเองเหมือนกับกลุ่มทดลองซึ่งจะมีแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิดช่วยในการควบคุมการกำกับความคิดของตนเอง จากนั้นนักเรียนในกลุ่มควบคุมจะวางแผนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาต่อเนื่องกันไป การใช้เวลาส่วนใหญ่จะหมกมุ่นในการทำความเข้าใจปัญหานั้นคืออ่านโจทย์ให้เข้าใจ ในด้านการทำแบบฝึกหัด ถ้าข้อไหนทำไม่ได้จะเว้นไว้ เมื่อทำเสร็จแล้วก็ไม่มีการตรวจทานเห็นได้จากการทดสอบแต่ละครั้งเมื่อทำเสร็จก่อนเวลา นักเรียนในกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่จะไม่นั่งทบทวนต่อ โดยจะส่งทันทีเมื่อเสร็จ

6) ด้านการทอ้งซ้ำและการจดจำ

ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) ทอ้งสูตรคูณไม่ได้ เมื่อจำเป็นต้องคูณตัวเลขใดๆ ก็จะมีพลิกสมุดเพื่อดูสูตรคูณทุกครั้ง ทำให้ใช้เวลาในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละชอ้นานมาก ผู้วิจัยได้นำดสอบทอ้งสูตรคูณทั้งสองหอ้งโดยให้หาเวลาว่างมาสอบ ปรากฏว่านักเรียนหอ้งกลุ่มทดลองมี 1 คนที่ไม่ยอมมาสอบและจากหอ้งกลุ่มควบคุมมีถึง 11 คนที่ไม่ยอมมาสอบซึ่งผู้วิจัยจะให้โอกาสผู้ที่มาสอบให้ทอ้งผ่านทุกคน

ผลการสัมภาษณ์การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นอกเวลาเรียน

1) ด้านการประเมินตนเอง และด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จของตนเองและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง

หลังจากที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เสร็จสิ้นแต่ละคาบ ผู้วิจัยได้สั่งแบบฝึกหัดเรื่องการประยุกต์อัตราส่วนและร้อยละเป็นการบ้าน พบว่าในคาบว่างมีนักเรียนจากกลุ่มทดลองจำนวนหนึ่งได้ทำแบบฝึกหัดที่หอ้งหมวดคณิตศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยได้ประจำอยู่และได้ถามถึงเหตุผล นักเรียนให้เหตุผลว่า

“เห็นว่าครูอยู่ในหอ้งจึงสะดวกที่จะถามเมื่อมีข้อสงสัย”

“เพื่อจะได้มีเวลาเหลือไปเล่น ดูกีวี หรือเล่นเน็ต”

“กลัวลืมเนื้อหาจึงรีบทำแบบฝึกหัด”

สำหรับนักเรียนในกลุ่มควบคุมเนื่องจากกลัวครูจึงไม่กล้าที่จะมาทำการบ้านหรือเล่นในหอ้งหมวดคณิตศาสตร์เหมือนนักเรียนในกลุ่มทดลอง สาเหตุเพราะในคาบที่แนะนำกลวิธีการรู้คิดผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มทดลองซักถามเกี่ยวกับการใช้กลวิธีการรู้คิดในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีนักเรียนในกลุ่มทดลองถามว่าหากมีอุปสรรคหรือมีข้อสงสัยจะไปถามครูในเวลาว่างได้หรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยอนุญาต แต่สำหรับกลุ่มควบคุมผู้วิจัยไม่ได้แนะนำกลวิธีการรู้คิด แต่ได้แนะนำว่าหากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นักเรียนสามารถสอบถามได้ในเวลาว่าง

2) ด้านขอความช่วยเหลือทางสังคมและด้านการทบทวนบันทึกต่างๆ

นักเรียนจากกลุ่มทดลองบางกลุ่มมีการทบทวนเนื้อหาคณิตศาสตร์ก่อนมีการสอบ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนได้จับกลุ่มกันทำแบบฝึกหัดนอกเหนือจากที่ผู้วิจัยสั่ง บางครั้งเมื่อมีปัญหาที่ไม่เข้าใจก็จะมาถามผู้วิจัยหรือครูผู้สอนคนอื่นๆ

สำหรับนักเรียนในกลุ่มควบคุมการกำกับตนเองในด้านต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น จะพบในกลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนดี จากการสังเกต จะมีเพียงกลุ่มเดียวเป็นกลุ่มเล็กประมาณ 4 – 5 คนที่จับกลุ่มกันเรียน และหาเวลาว่างมาถามสิ่งที่สงสัยจากผู้วิจัยหรือจากครูผู้สอนคนอื่นๆ ช่วยกันทบทวนบทเรียน และทำแบบฝึกหัดเสริม จากการตรวจแบบฝึกหัด

ผู้วิจัยพบว่า มีนักเรียนที่ไม่เข้าใจเลยอยู่ 5 - 6 คน จึงได้สั่งให้นักเรียน 5 - 6 คนที่ไม่เข้าใจนั้น มาทบทวนและสอนให้ในเวลาว่าง ปรากฏว่า มาเพียงคนเดียว ผู้วิจัยสอบถามนักเรียนคนนั้นถึงสาเหตุที่มาคนเดียว

“เพราะผมอยู่ที่บ้านกับยายไม่มีพี่น้อง เวลาทำการบ้านผมไม่ทราบจะไปถามใครได้ เห็นจะมีครูเท่านั้นที่พอจะสอบถามได้ครับ ส่วนเพื่อนเขาค่อยมา ให้ผมล่วงหน้ามาก่อน”

ซึ่งภายหลังผู้วิจัยได้ทราบว่า สาเหตุที่นักเรียนที่เหลือนั้นเป็นเพราะรีบไปจองเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เปิดให้บริการในห้องสมุดที่มีอยู่ประมาณ 30 เครื่อง เพื่อจะเล่นอินเทอร์เน็ต ฟังเพลง ดูหนังหรือคุยกัน ผู้วิจัยเลยสอบถามนักเรียนเหล่านั้นว่า

“ถึงไม่มาเพราะไม่ว่างก็ไม่ใช่ไร แต่งานที่ครูสั่งเธอทำผิดหมดเลยแสดงว่าไม่เข้าใจเลย อยู่ที่บ้านเธอพอจะถามพี่ พ่อหรือแม่ให้สอนให้ได้บ้างไหม”

ได้คำตอบจากนักเรียนมาว่า

“พอกับแม่ผมแค่ให้ผมทำการบ้านให้เสร็จครับ ให้สอนไม่ได้ครับ”

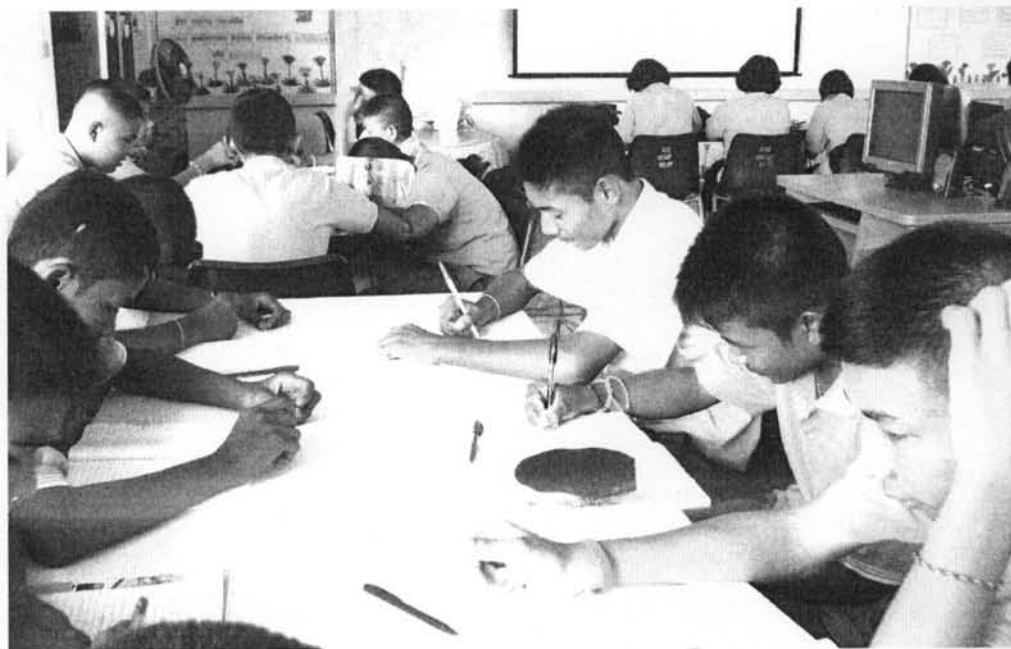
และ

“ผมค่อยมาลอกเพื่อนในตอนเช้าครับ”

และ

“ผมมีคีย์(เฉลยคำตอบ)จากสมุดรุ่นพี่ครับ”

แผนภาพแสดงการใช้กลวิธีการรู้คิดขณะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเอง
ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง



แผนภาพที่ 7 นักเรียนในกลุ่มทดลองขณะทำแบบฝึกหัด



แผนภาพที่ 8 นักเรียนในกลุ่มทดลองมีการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้าน
ขอความช่วยเหลือทางสังคม

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

5.

ใช้เงินเก็บมาตอบคำถามต่อไปนี้

2. รถเข็น 60 กิโลกรัม เป็นรถเข็นเร็วหรือช้า 20 กิโลกรัม คือเป็นรถเข็นเร็วหรือช้าที่กี่กิโลกรัม.

วิธีทำ ใช้เงินซื้อเร็วหรือช้า เป็น ๓ กิโลกรัม

รถเข็นเร็วหรือช้า เป็น ๓ กิโลกรัม คือเป็นรถเข็นเร็ว 20 กิโลกรัม

ใช้เงินซื้อทั้ง ๒ อย่าง 100 กิโลกรัม เป็นรถเข็นเร็วหรือช้า 20 กิโลกรัม เขียนเป็นอัตราส่วนจำนวนรถเข็นเร็วหรือช้า จำนวนเงิน

$$\text{จำนวนเงิน} \quad 20 : 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{20}{100}$$

$$\text{รถเข็นเร็วหรือช้า} \quad ๓ \text{ กิโลกรัม} \quad \text{ใช้เงิน} \quad 60 \text{ กิโลกรัม} \quad \text{อัตราส่วนจำนวนเงิน} \quad ๓ : 60 \quad \text{หรือ} \quad \frac{๓}{60}$$

$$\text{อัตราส่วนเงิน} \quad \frac{20}{100} = \frac{๓}{60}$$

$$100 \text{ ๓} = 20 \times 60$$

๒) 100 จำนวนหารด้วยจำนวนหาร

$$\frac{100 \text{ ๓}}{100} = \frac{20 \times 60}{100}$$

$$\text{๓} = 12$$

ตอบ 12 กิโลกรัม

แบบบันทึกกลวิธีการรู้คิด

1. เตรียมการทำความเข้าใจในการแก้ปัญหา

(อ่านโจทย์แล้วแสดงถึงร่องรอยของความเข้าใจ เช่น แบ่งโจทย์เป็นส่วนๆ จัดรูปแบบโจทย์ใหม่ให้ง่ายต่อความเข้าใจ)

$$a : b = 5 : 3$$

$$b : c = 2 : 7$$

$$\text{รวม } a : b : c$$

เป้าหมายของโจทย์ต้องการทราบอะไร?

$$\text{รวม } a : b : c$$

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบมีอะไรบ้าง?

$$a : b = 5 : 3$$

$$b : c = 2 : 7$$

นักเรียนเคยเห็นโจทย์ในลักษณะนี้บ้างหรือไม่? ใช้อย่างไร? ... คิดเอง ... เป็นโจทย์ ... การหา ... ให้อ่านโจทย์อย่างละเอียด

ทำอะไรทำให้พิจารณาคำตอบได้ง่าย? ... โจทย์กำหนด ... b ... นำมาคูณด้วย ...

2. กำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา

นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาอย่างไร? ... 1. หา ... 2. คิดคำตอบ ... 5 : 3 ... 10 : 6 ... 3. คิดคำตอบ ... 2 : 7

3. การดำเนินการแก้ปัญหา

จัดเรียง

$$a : b \text{ เป็น } 2 \times 5 : 3 \times 2 = 10 : 6$$

$$b : c \text{ เป็น } 2 \times 3 : 7 \times 3 = 6 : 21$$

$$a : b : c \text{ เป็น } 10 : 6 : 21$$

4. การประเมินความถูกต้อง

 ตรวจสอบคำตอบที่ได้สอดคล้องกับเป้าหมายของปัญหา ตรวจสอบคำตอบที่ได้สอดคล้องแผนที่ย่างไว้ ตรวจสอบการคิดคำนวณหาคำตอบที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ นักเรียนทำถูกต้องแล้วทั้งหมดครบถ้วนแล้วสรุปคำตอบคือ $10 : 6 : 21$

แผนภาพที่ 9 ผลงานนักเรียนในกลุ่มทดลอง (ต่อ)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวทุติยา จันทร์ปลอด เกิดเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2516 สำเร็จปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกการประถมศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาคใต้ ปีการศึกษา 2539 และสำเร็จปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขามัธยมศึกษา – คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2545 จากมหาลัษุโขทัยธรรมมาธิราช เข้าศึกษาต่อในหลักสูตร ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยี การศึกษา ในปีการศึกษา 2548 ปัจจุบันรับราชการครู โรงเรียนบ้านทุ่งชน สังกัดเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 4 อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช