

ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

CAUSAL FACTORS INFLUENCING MATHEMATICAL LITERACY OF GRADE 9 STUDENTS IN UDON THANI PROVINCE

อิสรา ศิลารักษ์¹ และ นฤมล แสงพรหม²

Issara Silarak¹ and Narumon Saengprom²

^{1,2} คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

^{1,2} Faculty of Education, Udon Thani Rajabhat University

e-mail: 67120610101@udru.ac.th

Received: May 15, 2026 Reviewed: June 26, 2026 Revised: August 10, 2026 Accepted: August 19, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี และ 2) พัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้าง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2568 ในจังหวัดอุดรธานี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) จำนวน 593 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แบบวัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน แบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติเบื้องต้น การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) และการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับปานกลาง เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า อยู่ในระดับปานกลางทุกด้าน สามารถเรียงลำดับเฉลี่ยจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ และด้านบริบท

2. โมเดลสมการโครงสร้างตามสมมติฐานการวิจัยมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมี ค่าไคสแควร์ (χ^2) เท่ากับ 114.663 มีองศาความเป็นอิสระ (df) เท่ากับ 59 ค่าไค-สแควร์สัมพันธ์ (χ^2/df) เท่ากับ 1.943, ค่า CFI เท่ากับ 0.996 ค่า RMSEA เท่ากับ 0.040 ค่า TLI เท่ากับ 0.991 และ SRMR เท่ากับ 0.014 โดยปัจจัยในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 48.80 ($R^2 = 0.488$)

คำสำคัญ: ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์, ปัจจัยเชิงสาเหตุ, โมเดลสมการโครงสร้าง

Abstract

The primary aims of this research were to 1) explore the mathematical literacy of ninth-grade students in Udon Thani Province and 2) construct and validate a structural equation model (SEM) of the causal factors influencing mathematical literacy using empirical data. The research sample comprised ninth-grade students from Udon Thani Province during the 2025 school year. The study involved 593 students associated with the Office of the Basic Education Commission (OBEC), chosen using multistage random sampling. The research tools comprised a mathematical literacy test, a learning environment assessment scale, an accomplishment motivation scale, a teacher teaching behavior assessment scale, and an attitude toward mathematics scale. The data analysis included descriptive statistics, multiple correlation coefficient analysis, confirmatory factor analysis (CFA), and structural equation modeling (SEM). The research findings indicated that.

1. The mathematics literacy of ninth-grade student in Udon Thani Province is at a reasonable level. Upon evaluation, every factors are at a reasonable level. The result from highest to lowest average is as follow: content, process, and context.

2. The structural equation model aligned with the research hypothesis is congruent with the empirical data, exhibiting a chi-square correlation coefficient (χ^2/df) of 1.943, a CFI of 0.996, and an RMSEA of 0.040. The factors in the model can explain 48.8% of the variance in mathematical literacy ($R^2 = 0.488$).

Keywords: Mathematical Literacy, Causal Factors, Structural Equation Modeling

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในโลกศตวรรษที่ 21 และการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของประเทศไทย ส่งผลให้ประชาชนวัยแรงงานต้องรับหน้าที่สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของชาติ ส่งผลให้คนแต่ละรุ่นมีทัศนคติ ความเชื่อ และพฤติกรรมที่แตกต่างกัน ส่งผลให้แต่ละช่วงวัยขาดความเชื่อมโยงทางความคิดและประสบการณ์ (Generation Disruption) ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี (Technology Disruption) ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านอาชีพ (Career Disruption) โดยเฉพาะทักษะด้านการบริหารจัดการ (Soft Skills) และทักษะด้านเทคโนโลยี (Technical Skill) ส่งผลให้ระบบการศึกษาต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป (Learning Disruption) เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จึงต้องปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้ทันสมัยเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะที่สำคัญสำหรับโลกศตวรรษที่ 21 อาทิเช่น ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) พฤติกรรมเรียนรู้เพื่อเรียนรู้ (Learning to Learn) (สำนัก

เลขที่การสภาการศึกษา, 2567)

ดังจะเห็นได้จากแนวทางการขับเคลื่อนกระบวนการจัดการศึกษาที่เป็นการพัฒนาความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อความรู้ด้านคณิตศาสตร์ภายใต้โครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ ซึ่งตระหนักถึงความจำเป็นในการส่งเสริมความรู้ด้านคณิตศาสตร์ นำไปสู่การพัฒนาการประเมินความรู้ด้านคณิตศาสตร์ เพื่อใช้วัดผลของระบบการศึกษาภาคบังคับที่รัฐจัดให้แก่ประชาชน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการประเมินผลการศึกษาในระดับนานาชาติที่ดำเนินการโดยประเทศสมาชิกองค์กรเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development : OECD)

จากคะแนนเฉลี่ย OECD ของความรู้ด้านคณิตศาสตร์ ใน PISA 2022 ซึ่งมีการประเมินคณิตศาสตร์ที่เป็นวิชาหลัก ประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ 58 จาก 81 ประเทศ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 394 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศสมาชิก OECD (472 คะแนน) อยู่ 78 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2567)

แนวโน้มผลการประเมิน PISA ที่ผ่านมา พบว่า ประเทศไทยมีผลการประเมินความรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD นับตั้งแต่ประเมินครั้งแรก ใน PISA 2000 โดยพิจารณาจากคะแนนความรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย เมื่อเทียบกับการประเมินคณิตศาสตร์ที่เป็นวิชาหลักใน PISA 2022 ได้ 394 คะแนน PISA 2012 ได้ 427 คะแนน และใน PISA 2003 ได้ 417 คะแนน และผลการประเมินโดยรวมยังคงอยู่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD เมื่อนำคะแนนในแต่ละปีที่ผ่านมา เปรียบเทียบกับคะแนน PISA 2000 ตลอดระยะเวลา 20 ปี พบว่า ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่ได้มีการพัฒนาขึ้นเท่าที่ควร และมีแนวโน้มที่ต่ำลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2568)

จากการศึกษาว่าปัจจัยเชิงสาเหตุใดที่มีอิทธิพลต่อความรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (พรณทิพา นาคคล้าย, 2550; ทองพันธ์ ยงกุล, 2554; ภัทรนันท์ คำมี, 2559; ทรรศนีย์ วงศ์คำ, 2561; วชิรภรณ์ เทียบเพชร, 2562; พาริดา แกะจี้, 2564; กมลชนก โยธจันทร์, 2565; อรณัชชา ชาญเชาว์, 2565; พิชาพร เอกดำรงกิจ, 2566) ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาปัจจัยเหล่านั้น รวมทั้งพัฒนาการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งในการศึกษาปัจจัยดังกล่าว พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้ด้านคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถด้านตัวเลข นิัยการเรียนรู้ ความพร้อมในการเรียนรู้ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ บรรยากาศในการเรียนการสอน การเรียนรู้ด้วยตนเอง ความถนัดทางการเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความตั้งใจเรียน สภาพแวดล้อมที่บ้าน คุณภาพการสอนของครู ทั้งหมดนี้ล้วนส่งผลต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองทั้งสิ้น

จากความเป็นมาและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความรู้ด้านคณิตศาสตร์ ได้แก่ สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนของครู โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling : SEM) ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นสารสนเทศที่ใกล้เคียงกับสภาพ

ความเป็นจริง เพื่อให้ผู้บริหาร ครูผู้สอนผู้ปกครอง และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา สามารถนำผลที่ได้ไปแก้ไข ปรับปรุงและร่วมกันหาแนวทางในการพัฒนาตัวปัจจัยเชิงสาเหตุเหล่านี้ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น อันจะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพทางการศึกษาและพัฒนาประเทศชาติต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สมมุติฐานการวิจัย

โมเดลสมการโครงสร้าง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี ที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอุดรธานี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2568 จำนวน 12,850 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอุดรธานี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2568 จำนวน 593 คน กำหนดจำนวนขนาดตัวอย่างพิจารณาตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการโครงสร้าง ซึ่ง Hair และคณะ (2010) ได้กล่าวว่า ขนาดตัวอย่างควรมีจำนวนอยู่ที่ 100–500 คน ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของโมเดล และ Kline (2011) ระบุว่าในการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (SEM) ควรมีก่อนกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 10 เท่า ต่อ 1 พารามิเตอร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ มีจำนวนพารามิเตอร์ทั้งสิ้น 57 พารามิเตอร์ จึงใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 570 คน แต่ด้วยการตอบกลับแบบสอบถามมักจะได้ไม่ครบตามจำนวนที่ส่งแบบสอบถาม ผู้วิจัยจึงเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 650 คน (ได้รับข้อมูลกลับคืนจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 593 คน) ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่างมาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรแฝงภายนอก (exogenous latent variable) ประกอบด้วย

- 2.1.1 สภาพแวดล้อมทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 2.1.2 พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์

2.2 ตัวแปรแฝงภายใน (endogenous latent variable) ประกอบด้วย

- 2.2.1 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
- 2.2.2 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
- 2.2.3 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3.2 แบบวัด ประกอบด้วย

3.2.1 แบบวัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน จำนวน 18 ข้อ

3.2.2 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 18 ข้อ

3.2.3 แบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู จำนวน 20 ข้อ

3.2.4 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 18 ข้อ

ซึ่งข้อคำถามของแบบวัดมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณ 5 ระดับ

ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยทดสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC (Index of Item-Objective Congruence) วิเคราะห์ค่าความยากง่าย วิเคราะห์อำนาจจำแนก โดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแต่ละข้อกับคะแนนรวม (Item-total Correlation) และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นรายฉบับ (Reliability) โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้องภายในด้วยการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของครอนบาค ปรากฏค่าความเที่ยงตรง อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของเครื่องมือ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือ	ความ เที่ยงตรง	อำนาจ จำแนก	ความยาก ง่าย	ความ เชื่อมั่น
แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	1.00	0.20 - 0.67	0.23 - 0.73	0.88
แบบวัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน	0.60 - 1.00	0.38 - 0.69	-	0.92
แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	0.60 - 0.80	0.40 - 0.76	-	0.91
แบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู	0.60 - 1.00	0.56 - 0.77	-	0.93
แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	0.60 - 1.00	0.56 - 0.75	-	0.93

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

ข้อมูลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เก็บรวบรวมด้วยการใช้แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยผลการวิเคราะห์ พบว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี มีค่าเฉลี่ย 9.14 ($SD = 4.61$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

เนื้อหา มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 9.52 ($SD = 4.72$) รองลงมา คือ กระบวนการ มีค่าเฉลี่ย 9.36 ($SD = 4.74$) และบริบท มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 8.55 ($SD = 4.30$) และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า

ด้านกระบวนการ หัวข้อใช้คณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 3.38 ($SD = 2.48$) รองลงมา คือ ติความและประเมินผลลัพธ์ มีค่าเฉลี่ย 3.16 ($SD = 4.49$) และคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหา มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 2.82 ($SD = 1.59$)

ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 9.52 ($SD = 4.72$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า เนื้อหาปริมาณมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 2.95 ($SD = 1.66$) รองลงมา คือ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ มีค่าเฉลี่ย 2.24 ($SD = 1.50$) ความไม่แน่นอนและข้อมูล มีค่าเฉลี่ย 2.17 ($SD = 1.18$) และเนื้อหาปริภูมิและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 2.16 ($SD = 1.49$)

ด้านบริบท มีค่าเฉลี่ย 8.55 ($SD = 4.30$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า บริบทส่วนตัวมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 2.39 ($SD = 1.40$) รองลงมา คือ บริบทวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย 2.33 ($SD = 1.60$) บริบทสังคม มีค่าเฉลี่ย 2.01 ($SD = 1.19$) และบริบทอาชีพ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 1.82 ($SD = 1.50$) โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดัง ตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	Min	Max	M	SD
ด้านกระบวนการ	1.67	20.00	9.36	4.74
1. ใช้คณิตศาสตร์	0.00	6.67	3.38	1.82
2. คิด/แปลงสถานการณ์ปัญหา	0.00	6.67	2.82	1.59
3. ติความและประเมินผลลัพธ์	0.00	6.67	3.16	2.04
ด้านเนื้อหา	2.08	20.00	9.52	4.72
1. การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์	0.00	5.00	2.24	1.50
2. ปริภูมิและรูปทรง	0.00	5.00	2.16	1.49
3. ปริมาณ	0.00	5.00	2.95	1.66
4. ความไม่แน่นอนและข้อมูล	0.00	5.00	2.17	1.18
ด้านบริบท	1.07	20.00	8.55	4.30
1. ส่วนตัว	0.00	5.00	2.39	1.40
2. อาชีพ	0.00	5.00	1.82	1.50
3. สังคม	0.00	5.00	2.01	1.19
4. วิทยาศาสตร์	0.00	5.00	2.33	1.60

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้น (Descriptive Statistics) ของตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในงานวิจัยรวม 16 ตัวแปร โดยเป็นตัวแปรที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝง 5 ตัวแปร คือ สภาพแวดล้อมทางการเรียน พฤติกรรมการสอนของครู แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาถึงลักษณะการกระจายและการแจกแจงของตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัว แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3

ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปร	Min	Max	M	SD	CV	Sk	Kur
สภาพแวดล้อมทางการเรียน (LE)							
องค์ประกอบทางกายภาพ (x1)	1.50	5.00	4.11	0.71	17.20	-1.112*	1.714*
องค์ประกอบทางสังคม (x2)	1.67	5.00	4.10	0.70	16.97	-.0816*	0.343
องค์ประกอบทางการศึกษา (x3)	1.67	5.00	4.11	0.79	19.24	-.0923*	0.352
พฤติกรรมการสอนของครู (TB)							
การวางแผนการสอน (x4)	1.20	5.00	3.94	0.98	24.89	-0.842*	-0.267*
ความสามารถในการสอน (x5)	1.00	5.00	4.03	0.89	23.74	-0.787*	-0.345*
การจัดกิจกรรมแบบมีส่วนร่วม (x6)	1.00	5.00	3.82	0.94	22.02	-0.441*	-0.732
การแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน (x7)	1.80	5.00	3.91	0.89	24.94	-0.491*	-0.834
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (AM)							
ความกระตือรือร้น (y1)	1.00	5.00	3.89	0.97	22.13	-1.060*	0.736
ความรับผิดชอบ (y2)	1.00	8.00	3.92	0.93	24.65	-0.737*	0.798*
การคาดการณ์ล่วงหน้า (y3)	1.33	5.00	3.96	0.87	22.66	-0.796*	-0.055*
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (AL)							
ด้านความคิด (y4)	1.00	5.00	3.87	0.91	23.53	-0.474*	-0.886*
ด้านความรู้สึก (y5)	1.00	5.00	3.53	0.93	26.26	-0.189	-0.821*
ด้านพฤติกรรม (y6)	1.33	5.00	3.60	1.05	29.32	-0.465*	-0.886*
ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (ML)							
กระบวนการ (y7)	1.67	20.00	9.36	4.74	51.75	0.339*	-0.893*
เนื้อหา (y8)	2.08	20.00	9.52	4.72	49.83	0.305*	-0.944*
บริบท (y9)	1.07	20.00	8.55	4.30	51.29	0.383*	-0.913*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Analysis) ของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี การวิเคราะห์ในส่วนนี้เป็นส่วนหนึ่งในการศึกษาความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้จำนวน 16 ตัว ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ มีทิศทางและขนาดของความสัมพันธ์อย่างไร โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลการวิเคราะห์ พบว่า ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 120 คู่ มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่า Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) = 0.938, Bartlett's Test of sphericity $\chi^2 = 12793.228$, $df = 120$, $p\text{-value} = 0.000$ โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4



ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างกันของตัวแปรปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

ตัวแปร	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9
x1	1															
x2	.756**	1														
x3	.710**	.727**	1													
x4	.624**	.654**	.681**	1												
x5	.560**	.618**	.655**	.806**	1											
x6	.548**	.574**	.666**	.770**	.808**	1										
x7	.516**	.585**	.679**	.737**	.777**	.806**	1									
y1	.642**	.633**	.701**	.784**	.746**	.719**	.658**	1								
y2	.688**	.664**	.685**	.779**	.707**	.703**	.663**	.831**	1							
y3	.614**	.681**	.631**	.821**	.765**	.651**	.653**	.756**	.765**	1						
y4	.505**	.515**	.628**	.689**	.700**	.710**	.748**	.692**	.652**	.675**	1					
y5	.408**	.428**	.474**	.616**	.601**	.682**	.607**	.592**	.596**	.596**	.738**	1				
y6	.465**	.500**	.565**	.708**	.637**	.709**	.651**	.657**	.676**	.699**	.769**	.822**	1			
y7	.394**	.439**	.457**	.545**	.515**	.526**	.504**	.489**	.504**	.529**	.595**	.529**	.630**	1		
y8	.402**	.450**	.462**	.557**	.526**	.529**	.514**	.501**	.514**	.548**	.609**	.541**	.646**	.995**	1	
y9	.368**	.422**	.437**	.508**	.489**	.496**	.473**	.458**	.476**	.494**	.576**	.510**	.602**	.967**	.966**	1
M	4.11	4.10	4.11	3.94	4.03	3.82	3.91	3.89	3.92	3.96	3.87	3.53	3.60	9.36	9.52	8.55
SD	0.71	0.70	0.79	0.98	0.89	0.94	0.89	0.97	0.93	0.87	0.91	0.93	1.05	4.74	4.72	4.30

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, KMO = 0.938, Bartlett's Test of sphericity $\chi^2 = 12793.228$, df = 120, $p\text{-value} = 0.000$

3. ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดตัวแปรแฝง โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ของตัวแปรความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (β) ของโมเดลการวัด พบว่า ตัวแปรทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.831 ถึง 0.998 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของตัวแปรทุกตัว พบว่า มีค่าตั้งแต่ 0.690 ถึง 0.997 โดยองค์ประกอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายสูงสุด คือ ตัวแปรบริบท (y9) ในองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (ML) ($R^2 = 0.997$) และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า ตัวแปรพฤติกรรมการสอนของครู (TB) ค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดล ได้แก่ χ^2 มีค่า 0.035, df มีค่า 1, p-value มีค่า 0.8520, CFI มีค่า 1.000, TLI มีค่า 1.003 RMSEA มีค่า 0.000 SRMR มีค่า 0.000 และค่า χ^2/df มีค่า 0.035 ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมทางการเรียน (LE) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (AM) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (AL) ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (ML) ค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดล ได้แก่ χ^2 มีค่า 0.000, df มีค่า 0, p-value มีค่า 0.0000, CFI มีค่า 1.000, TLI มีค่า 1.000 RMSEA มีค่า 0.000 และ SRMR มีค่า 0.000 ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 5 – 6

ตารางที่ 5

ค่าสถิติผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดในโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

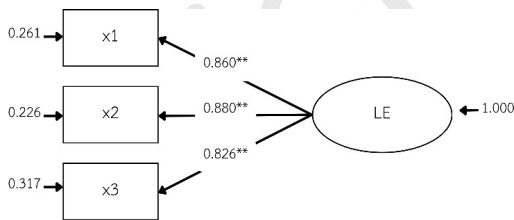
ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน(β)	S.E.	Z	R^2
LE	X1	0.860**	0.016	55.407	0.739
	X2	0.880**	0.015	59.656	0.774
	X3	0.826**	0.017	48.887	0.683
TB	X4	0.839**	0.015	56.203	0.704
	X5	0.883**	0.012	73.302	0.779
	X6	0.916**	0.010	92.001	0.840
	X7	0.880**	0.012	74.945	0.774
AM	Y1	0.906**	0.011	79.608	0.822
	Y2	0.917**	0.011	83.374	0.840
	Y3	0.834**	0.015	56.227	0.696
AL	Y4	0.831**	0.015	54.573	0.690
	Y5	0.889**	0.012	71.585	0.790
	Y6	0.925**	0.011	83.986	0.856
ML	Y7	0.983**	0.001	663.566	0.966
	Y8	0.992**	0.001	1185.117	0.985
	Y9	0.998**	0.001	1764.269	0.997

ตารางที่ 6

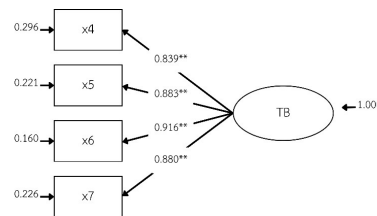
ค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดตัวแปรในโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ตัวแปรแฝง	χ^2	df	χ^2/df	p-value	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
LE	0.000	0	-	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
TB	0.035	1	0.035	0.8520	1.003	1.000	0.000	0.000
AM	0.000	0	-	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
AL	0.000	0	-	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
ML	0.000	0	-	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000

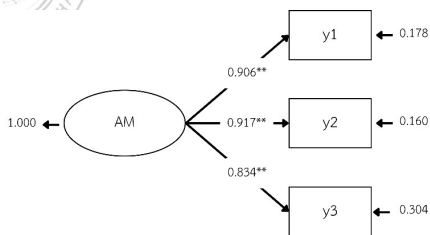
เมื่อพิจารณา ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดตัวแปรในโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ห่อองค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า โมเดลการวัดมีลักษณะเป็นโมเดลที่ระบุพอดี (Just-Identified Model) ซึ่งมีค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 0.00 และองศาอิสระ (df) เท่ากับ 0 ซึ่งส่งผลให้ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนอยู่ในเกณฑ์ตามเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ นั่นคือตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวแปรในโมเดลเป็นตัวแปรสังเกตได้ที่สำคัญและมีความสัมพันธ์เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ดังภาพที่ 1



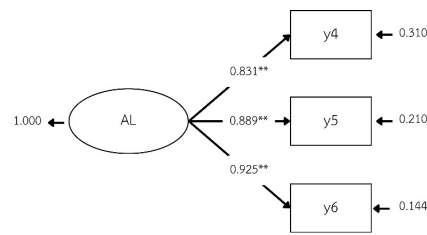
ภาพ 1. ก โมเดลการวัดตัวแปรสภาพแวดล้อมทางการเรียน



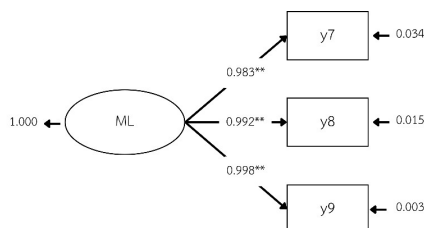
ภาพ 1. ข โมเดลการวัดตัวแปรพฤติกรรมการสอนของครู



ภาพ 1. ค โมเดลการวัดตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์



ภาพ 1. ง โมเดลการวัดตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์



ภาพ 1. จ โมเดลการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดตัวแปรในโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

4. ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างตัวแปรปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เพื่อประมาณค่าขนาดอิทธิพลของตัวแปรพยากรณ์ที่มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

โมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดย $\chi^2 = 114.663$, $df = 59$, $p\text{-value} = 0.000$, $\chi^2/df = 1.943$, CFI = 0.996, RMSEA = 0.040, TLI = 0.991 และ SRMR = 0.014 โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (β) ของตัวแปรในโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตาราง 3 และผลการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวมของตัวแปรปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (ML) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มี 2 ปัจจัย คือ สภาพแวดล้อมทางการเรียน (LE) โดยมีค่าอิทธิพลเท่ากับ 0.172 และ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (AL) โดยมีค่าอิทธิพลเท่ากับ 0.800 ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (ML) คือ พฤติกรรมการสอนของครู (TB) โดยมีค่าอิทธิพลเท่ากับ 0.652 สำหรับอิทธิพลทางตรงของตัวแปรต้นที่มี ต่อตัวแปรส่งผ่านนั้น พบว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียน (LE) มีอิทธิพลทางตรงต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (AM) ค่าอิทธิพลเท่ากับ 0.227 ส่วนพฤติกรรมการสอนของครู (TB) มีอิทธิพลทางตรงต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (AM) และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (AL) โดยมีค่าอิทธิพลเท่ากับ 0.761 และ 0.966 ตามลำดับ ซึ่งตัวแปรปัจจัยเชิงสาเหตุทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ได้ร้อยละ 48.80 ปรากฏดังตารางที่ 7-8

ตารางที่ 7

ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดตัวแปรในโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

ตัวแปร	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ มาตรฐาน (β)	S.E.	z	R ²
สภาพแวดล้อมทางการเรียน (LE)				
องค์ประกอบทางกายภาพ (x1)	0.796*	0.019	42.864	0.634
องค์ประกอบทางสังคม (x2)	0.808*	0.018	44.193	0.652
องค์ประกอบทางการศึกษา (x3)	0.892*	0.014	63.396	0.796
พฤติกรรมการสอนของครู (TB)				
การวางแผนการสอน (x4)	0.914*	0.009	104.228	0.832
ความสามารถในการสอน (x5)	0.873*	0.012	72.016	0.795
การจัดกิจกรรมแบบมีส่วนร่วม (x6)	0.841*	0.014	60.881	0.765
การแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน (x7)	0.806*	0.016	49.086	0.836
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (AM)				
ความกระตือรือร้น (y1)	0.912*	0.010	93.164	0.762
ความรับผิดชอบ (y2)	0.892*	0.011	84.043	0.707
การคาดการณ์ล่วงหน้า (y3)	0.875*	0.014	61.541	0.649
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (AL)				
ด้านความคิด (y4)	0.859*	0.014	61.624	0.739
ด้านความรู้สึก (y5)	0.771*	0.021	37.273	0.594
ด้านพฤติกรรม (y6)	0.885*	0.013	67.740	0.784
ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (ML)				
กระบวนการ (y7)	0.983*	0.001	674.889	0.967
เนื้อหา (y8)	0.993*	0.001	1221.994	0.985
บริบท (y9)	0.998*	0.001	1776.304	0.996

R² ของโมเดลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ 0.488

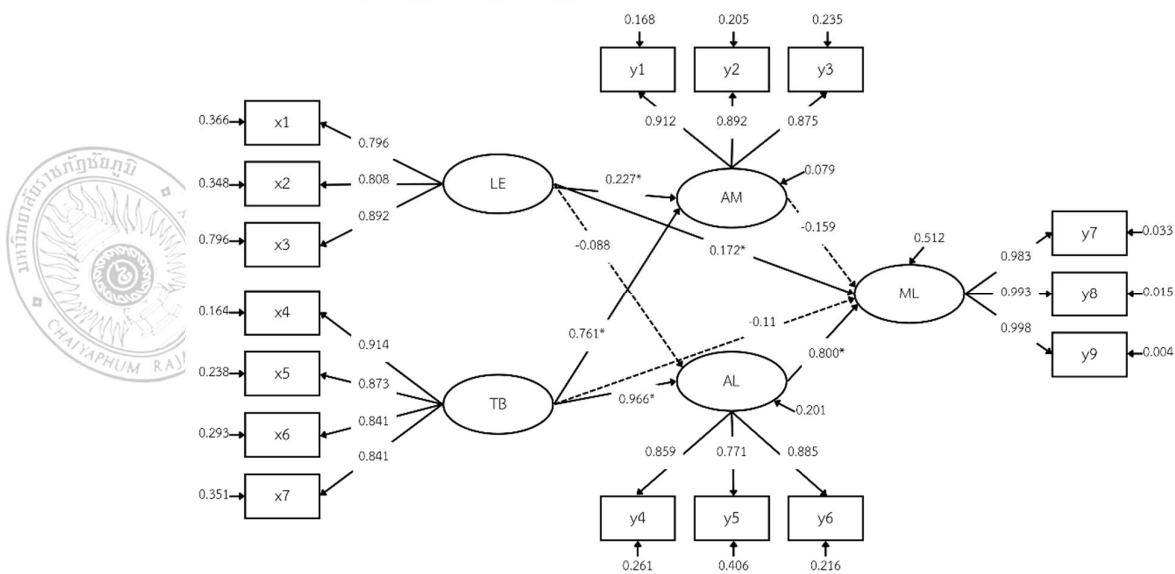
ตารางที่ 8

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

ตัวแปร	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (AM)			เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (AL)			ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (ML)		
	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE
สภาพแวดล้อมทางการเรียน (LE)	0.227*	-	0.227*	-0.088	-	-0.088	0.172*	-0.106	0.066
พฤติกรรมการสอนของครู (TB)	0.761*	-	0.761*	0.966*	-	0.966*	-0.110	0.652*	0.542*
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (AM)	-	-	-	-	-	-	-0.159	-	-0.159
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (AL)	-	-	-	-	-	-	0.800*	-	0.800*
R ²	0.921			0.799			0.488		

$\chi^2 = 114.663$, $df = 59$, $p = 0.000$, $\chi^2/df = 1.943$, CFI = 0.996, TLI = 0.991, RMSEA = 0.040, SRMR = 0.014

จากการวิเคราะห์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงแต่ละตัวแปร และผลการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของตัวแปรทำนาย สามารถเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี ได้ดังภาพ 2



$\chi^2 = 114.663$, $df = 59$, $p = 0.000$, $\chi^2/df = 1.943$, CFI = 0.996, TLI = 0.991, RMSEA = 0.040, SRMR = 0.014

ภาพที่ 2 โมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

ผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 9.14 ($SD = 4.61$) เมื่อพิจารณาแยกรายด้านตามองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ องค์ประกอบด้านเนื้อหา ($M = 9.52, SD = 4.72$) โดยเนื้อหาที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ปริมาณ ส่วนเนื้อหาที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ปริภูมิและรูปทรง องค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยรองลงมา คือ องค์ประกอบด้านกระบวนการ ($M = 9.36, SD = 4.74$) โดยการใช้คณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักเรียนทำคะแนนได้สูงที่สุด ส่วนกระบวนการที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ กระบวนการคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหา และองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ องค์ประกอบด้านบริบท ($M = 8.55, SD = 4.30$) โดยบริบทส่วนตัว เป็นบริบทที่นักเรียนทำคะแนนได้สูงที่สุด ส่วนบริบทที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ บริบทอาชีพ

2. โมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีค่าไคสแควร์ (χ^2) เท่ากับ 114.663 มีองศาความเป็นอิสระ (df) เท่ากับ 59 ค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ (p) เท่ากับ 0.000 ค่าสัดส่วนไค-สแควร์ (χ^2/df) เท่ากับ 1.943 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.996 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.040 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบของ Tucker และ Lewis (TLI) เท่ากับ 0.991 และค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือมาตรฐาน (SRMR) เท่ากับ 0.014 โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ ส่วนพฤติกรรมการสอนของครูมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ไปยังความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ส่วนแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไม่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี พบว่า มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ($M = 9.14, SD = 4.61$) ซึ่งเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า องค์ประกอบด้านเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด โดยเฉพาะในเนื้อหา เรื่อง ปริมาณ ส่วนองค์ประกอบด้านบริบทมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด โดยเฉพาะบริบทอาชีพ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนส่วนใหญ่เน้นการสอนแบบบรรยายเนื้อหาในแบบเรียนและใช้การคำนวณเป็นหลัก ขาดทักษะในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน สอดคล้องกับ สสวท. (2568) ที่ระบุว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนมักเน้นทำแบบฝึกหัดตามเนื้อหาในบทเรียนมากกว่าฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแปลงสถานการณ์ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินความฉลาดรู้ตามกรอบการประเมิน PISA

2. ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุดรธานี พบว่า มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ สามารถอธิบายผลการวิจัยได้ ดังนี้

2.1 อิทธิพลของพฤติกรรมการสอนของครูต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการสอนของครูมีอิทธิพลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ โดยมีขนาดอิทธิพล เท่ากับ 0.761 สอดคล้องกับแนวคิดของ Ames (1992) และ Wentzel (1998) ที่อธิบายว่าการที่ครูใช้พฤติกรรมการสอนที่เน้นการสนับสนุนทางอารมณ์และการจัดโครงสร้างการเรียนรู้ที่ชัดเจน จะเป็นแรงเสริมภายนอกที่ช่วยปรับเปลี่ยนเป็นแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ภายในตัวนักเรียน สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุรางค์ โค้วตระกูล (2553) ที่ระบุว่าพฤติกรรมการสอนและการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนของครูเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความพยายามและความมุ่งมั่นในการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย และภัทรนันท์ คำมี (2559) ที่ทำการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพบว่าพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูเป็นปัจจัยต้นทางที่ส่งอิทธิพลทางตรงไปยังแรงจูงใจและเจตคติของนักเรียน

2.2 อิทธิพลของพฤติกรรมการสอนของครูต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการสอนของครูมีอิทธิพลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีขนาดอิทธิพล เท่ากับ 0.966 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรณัษฐา ขาญเชาว์ (2565) ที่ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และพบว่าปัจจัยด้านการจัดการเรียนรู้ของครูเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อเจตคติและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และสอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมของ Bandura (1986) ที่ระบุว่าพฤติกรรมของบุคคล (Behavior) ปัจจัยส่วนบุคคล/พฤติกรรมทางปัญญา (Person/Cognitive) และสิ่งแวดล้อม (Environment) มีอิทธิพลต่อกันและกัน ซึ่งครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่มีบทบาทเป็นต้นแบบ และตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการรับรู้และตอบสนองทางอารมณ์ หากครูแสดงพฤติกรรมการสอนที่สนับสนุนและใช้เทคนิคการสอนที่ทำให้ให้นักเรียนรู้สึกว่าคุณมีความสามารถจะส่งผลให้นักเรียนพัฒนาเจตคติเชิงบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์ตามมา

2.3 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อความฉลาดรู้ด้าน โดยขนาดอิทธิพล เท่ากับ 0.800 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรณัษฐา ขาญเชาว์ (2565) ที่พบว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วรรัตน์ ศรีอ้อด และคณะ (2568) ที่ระบุว่าปัจจัยด้านตัวผู้เรียน โดยเฉพาะความรู้สึกรักคิดและการเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นตัวพยากรณ์สมรรถนะความฉลาดรู้ตามกรอบ PISA ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับแนวคิดของ สุรางค์ โค้วตระกูล (2553) ที่ว่าเจตคติเป็นแรงขับเคลื่อนที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดความมุ่งมั่นในการเรียนรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ตามรายงานของ OECD (2021) นักเรียนที่มีเจตคติเชิงบวกต่อคณิตศาสตร์มักจะมีผลความรู้ในระดับที่สูงกว่า เนื่องจากพวกเขามักจะมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างตัวเลขกับบริบทของโลกจริง (Real-world context) ได้ดีกว่านักเรียนที่มีเจตคติเชิงลบ

2.4 อิทธิพลของพฤติกรรมการสอนของครูต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการสอนของครูไม่มีอิทธิพลทางตรงต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัย และไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทองพันธ์ ยงกุล (2554), ภัทรนันท์ คำมี (2559), ฟาริดา แวกะจิ (2564), กมลชนก โยธจันทร์ (2565) และพิชชาพร เอกดำรงกิจ (2566) ที่ส่วนใหญ่พบว่าพฤติกรรมการสอนของครูเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์หรือความฉลาดรู้ทางการเรียน อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ผู้วิจัยนำมาอ้างอิงข้างต้น เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ (Correlation) หรือการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ซึ่ง ไม่ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal Relationship) ที่มีความซับซ้อนผ่านตัวแปรส่งผ่านในลักษณะโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) นอกจากนี้ ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการสอนของครูยังคงมีความสำคัญ แต่มีลักษณะเป็นอิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) ที่ส่งผ่านตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับแนวคิดของ สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2553) ที่อธิบายว่าพฤติกรรมของผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการหล่อหลอมความรู้สึกละแวกขับเคลื่อนของผู้เรียน ปัจจัยทางจิตวิทยาเหล่านี้เองที่ทำหน้าที่เป็นตัวแปรส่งผ่าน (Mediator) สำคัญที่นำไปสู่ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

2.5 สภาพแวดล้อมทางการเรียนต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ผลการวิจัยพบว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียนมีอิทธิพลทางตรงต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ โดยมีขนาดอิทธิพล เท่ากับ 0.227 สอดคล้องกับแนวคิดของ Astin (1968) ที่อธิบายว่าสภาพแวดล้อมของสถานศึกษา (Environmental Factors) เป็นปัจจัยนำเข้าที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและแรงขับเคลื่อนของผู้เรียน โดยสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้อาจทำให้นักเรียนรู้สึกถึงความปลอดภัยและความท้าทายที่เหมาะสม ส่งผลให้เกิดความมุ่งมั่นที่จะประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย สอดคล้องกับทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของ McClelland (1953) และ Atkinson (1964) ที่ระบุว่าบุคคลจะเกิดแรงจูงใจสูงขึ้นเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนให้เขาแสดงความสามารถได้อย่างเต็มที่ และสอดคล้องกับกมลชนก โยธจันทร์ (2565) ที่ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุและพบว่าสภาพแวดล้อมทางการเรียนส่งผลต่อทักษะการเรียนรู้ผ่านการสร้างแรงจูงใจภายในตัวผู้เรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมของ พิรพันธุ์ พิธิชญกุล (2566) ที่เน้นการจัดบรรยากาศเพื่อส่งเสริมสมรรถนะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

2.6 สภาพแวดล้อมทางการเรียนต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียนไม่มีอิทธิพลทางตรงต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยนี้จึงไม่สอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัย และไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ กมลชนก โยธจันทร์ (2565) และ พิรพันธุ์ พิธิชญกุล (2566) อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ผู้วิจัยนำมาอ้างอิงข้างต้น ผลการศึกษาที่ผู้วิจัยอ้างอิงถึงไม่ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างสภาพแวดล้อมทางการเรียนกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ ข้อค้นพบที่แตกต่างอาจเนื่องมาจากบริบทของพื้นที่และช่วงเวลาที่ทำการศึกษา โดยเฉพาะสภาพสังคมและระบบสนับสนุนทางการศึกษาในจังหวัดอุดรธานี ซึ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปัจจุบันมีการรับรู้และให้ความสำคัญกับปัจจัยที่ส่งผลต่ออนาคตแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในอดีต สอดคล้องกับข้อสังเกตของ ทรรศนีย์ วงศ์คำ (2561) ที่ระบุว่าปัจจัยเชิงสาเหตุบางประการอาจทำงาน

ได้อย่างจำกัดหากนักเรียนมีรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นอิสระมากขึ้น การที่พบว่าสภาพแวดล้อมทางการเรียนไม่มีอิทธิพลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นว่าในมุมมองของผู้เรียนกลุ่มนี้ เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์นั้นเป็นคุณลักษณะส่วนบุคคลที่ค่อนข้างเป็นอิสระและไม่ได้แปรผันตามปัจจัยทางกายภาพหรือสภาพแวดล้อมทางการเรียนของสถานศึกษาเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับแนวคิดของ Bandura (1986) ที่เชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงทัศนคติในระดับลึกต้องอาศัยการจัดประสบการณ์ตรงที่มีความเฉพาะเจาะจงมากกว่าปัจจัยสนับสนุนทั่วไป

2.7 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไม่มีอิทธิพลทางตรงต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยนี้จึงไม่สอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัย และไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรเดช ขามพลา และคณะ (2566) รวมถึงแนวคิดของ Atkinson (1964) และ McClelland (1953) ที่เชื่อว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นพลังขับเคลื่อนหลักสู่ความสำเร็จ การที่แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไม่ส่งอิทธิพลทางตรงต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ อาจอธิบายได้ว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ตามแนวคิดของ Atkinson (1964) เป็นความมุ่งมั่นและความพยายามที่จะเอาชนะอุปสรรค แต่ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA (OECD, 2021) เป็นสมรรถนะที่ต้องอาศัยทักษะการคิดวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้ในระดับสูง ความต้องการความสำเร็จแต่หากขาดทักษะหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องอาจไม่สามารถเปลี่ยนเป็นผลลัพธ์ได้โดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของ ทรศนีย์ วงศ์คำ (2561) ที่ระบุว่า ปัจจัยด้านแรงจูงใจอาจไม่ส่งอิทธิพลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในลักษณะเส้นทางตรง หากไม่ได้ทำงานร่วมกับกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เช่น การเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือเจตคติเชิงบวกต่อวิชา

2.8 สภาพแวดล้อมทางการเรียนต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียนมีอิทธิพลทางตรงต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยมีขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.172 ผลการวิจัยนี้จึงสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิรพันธุ์ พิรพิชญกุล (2566) และ จีรรัตน์ ธุระกิจ (2557) ที่พบว่าการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ส่งผลเชิงบวกต่อผลสัมฤทธิ์และทักษะของผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ กมลชนก โยธาจันทร์ (2565) และ พิชาพร เอกดำรงกิจ (2566) ที่เน้นว่าสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและเอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้ เป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่ช่วยหล่อหลอมทักษะการแก้ปัญหาในโลกจริงตามกรอบของ PISA (OECD, 2021)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผลการวิจัยที่เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์แสดงให้เห็นว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สูงที่สุด สถานศึกษาและครูผู้สอนควรเปลี่ยนจุดเน้นจากการสอนเพื่อมุ่งเน้นเนื้อหา (Content-based) มาเป็นการสร้างเจตคติเชิงบวก (Attitude-based) โดยเน้นให้ผู้เรียน

เห็นคุณค่าและความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงตามกรอบ PISA เพื่อลดความวิตกกังวลและสร้างความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง

1.2 ผลวิจัยชี้ชัดว่าพฤติกรรมการสอนของครูส่งอิทธิพลสูงมากต่อทั้งแรงจูงใจ และเจตคติ ดังนั้น การยกระดับพฤติกรรมการสอนของครูในฐานะต้นทางของแรงจูงใจและเจตคติเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับระบบการศึกษา รวมทั้งสถานศึกษา ควรกำหนดนโยบายในการสนับสนุน และพัฒนา ครูให้มีทักษะการสอนที่เน้นการสนับสนุนทางอารมณ์ (Emotional Support) และการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ทำลายแต่ไม่กดดัน เพื่อเป็นแรงเสริมภายนอกที่จะเปลี่ยนเป็นแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.3 ผลการวิจัย พบว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียนมีอิทธิพลทางตรงต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังนั้น สถานศึกษาควรจัดสรรแหล่งเรียนรู้ สื่อดิจิทัล หรือห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ที่ทันสมัย เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหาได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การศึกษาตัวแปรส่งผ่านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในงานวิจัยนี้ไม่ส่งอิทธิพลทางตรงต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาตัวแปรอื่นที่อาจเป็นตัวแปรส่งผ่านระหว่างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์กับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

2.2 ควรดำเนินการวิจัยต่อยอดในรูปแบบ การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เข้ามาขยายความข้อค้นพบจากโมเดลเชิงปริมาณ (Explanatory Sequential Design) ซึ่งข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จะช่วยเติมเต็มคำอธิบายเชิงสาเหตุในส่วนที่สถิติไม่สามารถระบุได้ และนำไปสู่การสร้างโมเดลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 ควรมีการศึกษาความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลเชิงสาเหตุ (Multigroup Invariance Analysis) ระหว่างกลุ่มย่อยของนักเรียนที่มีบริบทแตกต่างกัน เช่น การเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็กและโรงเรียนขนาดใหญ่ เพื่อตรวจสอบว่าโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและอิทธิพลของตัวแปรในโมเดลมีความเที่ยงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเท่าเทียมกันในทุกกลุ่มบริบทหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

กมลชนก โยธจันทร์. (2565). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21

ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดลพบุรี [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. คลังปัญญามหาวิทยาลัยศิลปากร. [http://ithesis-](http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4323/1/61260305.pdf)

[ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4323/1/61260305.pdf](http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4323/1/61260305.pdf)

จรีรัตน์ อรุณกิจ. (2557). การศึกษาการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของโรงเรียนบางพลีราษฎร์บำรุง สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 6 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยบูรพา].

คลังปัญญามหาวิทยาลัยบูรพา. https://digital_collect.lib.buu.ac.th/dcims/files/56990091.pdf

ทรงศนีย์ วงศ์คำ. (2561). การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้คณิตศาสตร์ผ่าน
การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 [การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยนเรศวร]. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2019_01_24_14_18_27.pdf

ทองพันธ์ ยงกุล. (2554). การวิเคราะห์พระดบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดศรีสะเกษ [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม]. Thai Digital Collection (TDC).

https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&Browse_type=title&titleid=302074

พรณทิพา นาคคล้าย. (2550). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลาย เขตพื้นที่การศึกษาระยอง เขต 1. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ไม่ได้
ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

พิชชาพร เอกดำรงกิจ. (2566). แนวทางการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนต้นในภูมิภาคตะวันตก [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร].
คลังปัญญา มหาวิทยาลัยศิลปากร. [http://ithesis-](http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/5139/1/620620144.pdf)

ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/5139/1/620620144.pdf

พีรพันธุ์ พิธิพิญกุล. (2566). การจัดการสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของโรงเรียน
ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย เขต 2 [การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช]. คลังปัญญา มสธ..

<https://ir.stou.ac.th/bitstream/123456789/13118/1/2622301212.pdf>

พาริดา แวกะจิ. (2564). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 3: การวิเคราะห์ตัวแปรส่งผ่าน [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์].
คลังปัญญา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[https://kb.psu.ac.th/server/api/core/bitstreams/14f7391e-22ea-4208-b0fd-](https://kb.psu.ac.th/server/api/core/bitstreams/14f7391e-22ea-4208-b0fd-0daf0d1572f1/content)
[0daf0d1572f1/content](https://kb.psu.ac.th/server/api/core/bitstreams/14f7391e-22ea-4208-b0fd-0daf0d1572f1/content)

ภัทรนันท์ คำมี. (2559). ปัจจัยเชิงสาเหตุพระดบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา]. คลังปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา. <https://buuir.buu.ac.th/bitstream/1234567890/12644/1/Fulltext.pdf>

วชิรภรณ์ เทียบเพชร. (2562). ปัจจัยที่มีอิทธิพลและแนวทางการส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในศตวรรษ
ที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 26 [วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. คลังปัญญา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
<http://202.28.34.124/dspace/bitstream/123456789/457/1/57010584019.pdf>

วรรัตน์ ศรีออด, หทัยภัทร เต่าภารงค์, วริศรา วงศ์ล้อมแก้ว, ปณัฐดา นักสิทธิ์, ขนิษฐา ศิลาเงิน และ
ณัฐกานต์ ประจันบาน. (2568). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ

การประเมิน PISA ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย.

Trends of Humanities and Social Sciences Research, 13(1), 81-95.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2567). *ผลการประเมิน PISA 2022 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2568). *ผลการประเมิน PISA 2022 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ (ฉบับสมบูรณ์)*. สสวท.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2567). รายงานวิจัยการติดตามและประเมินผลการจัดการเรียนการสอนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. สกศ.

สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรเดช ขามพลา, และนันทิมา นาคาพงศ์ อัศวรักษ์. (2566). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดเทศบาลนครนครสวรรค์. *วารสารการบริหารนิเทศบุคคลและนวัตกรรมท้องถิ่น*, 9(8), 1109-1121.

อรณัชชา ขาญเชาว์. (2565). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช]. คลังปัญญา มสธ.
<https://ir.stou.ac.th/handle/123456789/13886>

Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84(3), 261-271.

Astin, A. W. (1968). Undergraduate achievement and institutional "Excellence". *Science*, 161(3842), 661-668.

Atkinson, J. W. (1964). *An introduction to motivation*. Van Nostrand.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Pearson Prentice Hall.

Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). The Guilford Press.

McClelland, D. C. (1953). *The achievement motive*. Appleton-Century-Crofts.

OECD. (2021). *PISA 2021 mathematics framework*. OECD Publishing.

Wentzel, K. R. (1998). Social relationships and motivation in middle school: The role of parents, teachers, and peers. *Journal of Educational Psychology*, 90(2), 202-209.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.90.2.202>