การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ณัฐพงษ์ ชุ่มวงศ์

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
พฤษภาคม 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ณัฐพงษ์ ชุ่มวงศ์

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
พฤษภาคม 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

THE DEVELOPMENT OF DEDUCTIVE LEARNING ACTIVITIES WITH EXECUTIVE FUNCTION TO IMPROVE MATHEMATICS REASONING FOR LOWER SECONDARY STUDENTS

NATTAPONG CHOOMWONG

A Thesis Submitted to University of Phayao

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Master of Education Degree in Curriculum and Instruction

May 2023

Copyright 2023 by University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ของ ณัฐพงษ์ ชุ่มวงศ์

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ จันทะคุณ)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งทิวา กองสอน)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลภรณ์ ฤทธิคุปต์)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา

(ดร. วสันต์ สรรพสุข)

..... คณบดีวิทยาลัยการศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. รักษิต สุทธิพงษ์)

เรื่อง: การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัย: ณัฐพงษ์ ชุ่มวงศ์, วิทยานิพนธ์: กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2565

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งทิวา กองสอน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลภรณ์ ฤทธิคุปต์

คำสำคัญ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัย,การบริหารจัดการสมอง, ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างและหาคุณภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2)เพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ดีกรีสองและแบบทดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบคะแนนโดยใช้สถิติทดสอบค่า t

ผลการวิจัย พบว่า 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถเชิงพุทธิปัญญา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (= 4.65,S.D =0.48) 2) ผลการวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตามคุณลักษณะของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 61.73

Title: THE DEVELOPMENT OF DEDUCTIVE LEARNING ACTIVITIES WITH EXECUTIVE FUNCTION TO IMPROVE MATHEMATICS REASONING FOR LOWER SECONDARY STUDENTS

Author: Nattapong Choomwong, Thesis: M.Ed. (Curriculum and Instruction), University of Phayao, 2022

Advisor: Assistant Professor Dr. Rungtiwa Kongson Co-advisor Assistant Professor Dr.Wilaiporn Rittikoop

Keywords: The deductive learning activities Executive function Mathematical reasoning skills

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to create and investigate the quality of the deductive learning activities with executive function; 2) to compare mathematical reasoning skills of Mathayomsuksa 2 students before and after learning by using the deductive learning activities with executive function. The sampling in this research were selected by simple random sampling in 26 students in the second semester of 2022 academic year at the Demonstration School, University of Phayao, Muang Phayao District, Phayao Province. The research tools were the deductive learning activities with executive function in the basic mathematics course 4, secondary school Mathayomsuksa 2 on Factoring of Second-Degree Polynomials and Mathematical Reasoning Skills. The statistics used for data analysis were percentage, mean, and standard deviation and the comparison of scores using t-test statistics.

The results of the research were presented as follows: 1) the deductive learning activities with executive function to promote mathematical reasoning skills and cognitive abilities. For lower secondary students is the most appropriate (= 4.65,S.D =0.48); 2) The mathematics reasoning skill measurement results on Factoring of Second Degree Polynomials by the deductive learning activities with executive function the basic mathematics course 4, secondary school Mathayomsuksa 2 in after study is higher than before study with statistical significance at the .01 level and according to the attributes of mathematical reasoning skills, the overall result is moderate representing 61.73 percent

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น” ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งทิวา กองสอน ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจทาน ตลอดจนตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในทุกด้าน ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณ ดร.ดรุณี อภัยกาวี รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา สังกัดมหาวิทยาลัยพะเยา ดร.พิศาล เครือสิต รองผู้อำนวยการฝ่ายกิจการนักเรียน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา สังกัดมหาวิทยาลัยพะเยา ดร.ตระกูลพันธ์ ยุชมภู ประธานกรรมการรับผิดชอบหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา สังกัดมหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้คำแนะนำ ตรวจสอบและปรับปรุงเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและให้ความร่วมมือในการจัดเก็บข้อมูล และขอขอบใจนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือเป็นกำลังใจตลอดมาจนทำให้การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ขอมอบบูชาแด่พระคุณบิดา มารดา คณาจารย์ทุกท่าน ตลอดจนทุกท่านที่ได้มีส่วนสนับสนุนมาโดยตลอด

ณัฐพงษ์ ชุ่มวงศ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

ตาราง ..... ญ

ภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 4

วัตถุประสงค์การวิจัย 4

สมมติฐานของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

ประโยชน์ที่ได้รับ 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 11

รูปแบบการสอนแบบนิรนัย (Deductive Methods) 15

แนวคิดการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function) 38

ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 67

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ไทยและต่างประเทศ) 80

กรอบแนวคิดการวิจัย 89
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....90
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....90
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....90
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 91
การออกแบบการวิจัย..... 102
การเก็บรวบรวมข้อมูล 103
การวิเคราะห์ข้อมูล 104
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล 105
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ... 105
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบเพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง..... 109
บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ..... 111
สรุปผลการวิจัย 111
อภิปรายผล.....112
ข้อเสนอแนะ.....115
บรรณานุกรม 117
ภาคผนวก 125
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย..... 126
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 127
ภาคผนวก ค การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 143
ภาคผนวก ง ผลการประเมินผู้เรียน 147

ประวัติผู้วิจัย 150

ตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนรูปแบบการสอนแบบนิรนัย 31

ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์ทักษะที่เป็นองค์ประกอบหลักของ (Executive Functions; EF)....57

ตาราง 3 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง 85

ตาราง 4 แสดงวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง 92

ตาราง 5 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหาร จัดการสมอง 96

ตาราง 6 แสดงข้อสอบที่สร้างและใช้จริง 100

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....101

ตาราง 8 แสดงแบบแผนการทดลอง 102

ตาราง 9 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 108

ตาราง 10 แสดงผลการเปรียบเทียบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองก่อนเรียนและหลังเรียนโดย ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง (n=26)คะแนนเต็ม 20 คะแนน 109

ตาราง 11 แสดงผลการเปรียบเทียบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง หลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง แยกตามคุณลักษณะ(n=26) 110

ภาพ

หน้า

ภาพ 1 แสดงการสอนแบบนิรนัยทำให้นักเรียนได้เรียนรู้กฎหรือทฤษฎีทั่วไปที่จะนำไปสู่การประยุกต์ด้วยตัวอย่างที่เฉพาะ และเรียนรู้ผ่านการฝึกฝนด้วยแบบฝึกหัด..... 19

ภาพ 2 แสดงพัฒนาการของสมอง.....59

ภาพ 3 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย 89

ภาพ 4 แสดงผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 107

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ มีเป้าหมายการพัฒนาที่สำคัญเพื่อพัฒนาคนในทุกมิติและในทุกช่วงวัยให้เป็นคนดี เก่ง และมีคุณภาพ โดยคนไทยมีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีพัฒนาการที่ดีรอบด้าน มีหลักคิดที่ถูกต้อง มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีนิสัยรักการเรียนรู้และการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตสู่การเป็นคนไทยที่มีทักษะสูง นักคิด และอื่น ๆ โดยการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน มีความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นทางความคิด (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) ประกอบกับคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา ช่วยให้แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

จากผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากการสอบ Program for International Student Assessment (PISA) กับปี 2018 พบว่า นักเรียนไทยมีผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และคะแนนคณิตศาสตร์สำหรับผลการประเมิน PISA 2018 ของประเทศไทย นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านคณิตศาสตร์ 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ที่มีคะแนนมาตรฐานอยู่ที่ 489 คะแนน และเมื่อเรียงตามคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยอยู่ที่ตำแหน่ง 57 จากนักเรียนทั้งหมด 79 ประเทศ โดยแบบทดสอบของ PISA จะเป็นการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่เป็นความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายรวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ประกอบกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปี 2562 พบว่า นักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยของรายวิชาคณิตศาสตร์ 26.73 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562)

กับปี 2563 พบว่า นักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยของรายวิชาคณิตศาสตร์ 25.46 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563) เห็นได้ว่าผลคะแนนเฉลี่ยของรายวิชาคณิตศาสตร์ลดลงเมื่อเทียบจากปี 2562

จากผลการประเมินเกรดเฉลี่ยแยกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ฯ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ปีการศึกษา 2562 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนเฉลี่ยกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 3.70 (เอกสารสารสนเทศการประชุมผู้ปกครอง, 2562) กับปีการศึกษา 2563 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการเรียนเฉลี่ยกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 3.14 (เอกสารสารสนเทศการประชุมผู้ปกครอง, 2563) จะเห็นได้ว่าผลการเรียนเฉลี่ยกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ลดลง ประกอบกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปี 2561 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา พบว่า นักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยของรายวิชาคณิตศาสตร์ 57.31 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) กับปี 2562 พบว่า นักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยของรายวิชาคณิตศาสตร์ 36.12 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) เห็นได้ว่าผลคะแนนเฉลี่ยของรายวิชาคณิตศาสตร์ลดลงเมื่อเทียบจากปี 2561 จะพบว่าเป้าหมายด้านคณิตศาสตร์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยาและเป้าหมายคณิตศาสตร์ในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ต้องพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน มีความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นทางความคิด (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) พร้อมทั้งส่งเสริมให้มีทักษะตามในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะสารสนเทศสื่อเทคโนโลยี ทักษะชีวิตและอาชีพ (วิจารณ์ พานิช, 2558)

โดยการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 มีการออกแบบระบบการเรียนรู้ใหม่ตระหนักถึงพหุปัญญาของมนุษย์ที่หลากหลาย ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระบบคิดของเหตุผลและการหาความสัมพันธ์ โดยเน้นการลงมือปฏิบัติหล่อหลอมทักษะการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในการเรียนรู้ด้านวิชาชีพและทักษะชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) ประกอบด้วย การปรับตัวและยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม การกำหนดทิศทางของตนเอง การทำงานร่วมกับผู้อื่น และความรับผิดชอบ (วิจารณ์ พานิช, 2558) จากปัญหาดังกล่าวดังกล่าว การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การตัดสินใจและการหาข้อสรุป อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานการคิดในขั้นสูงเพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กมล นาคสุทธิ,

2559) สอดคล้องกับ ไตรภพ คงเสน (2559) กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลมีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การตัดสินใจและการหาข้อสรุป อีกทั้งเป็นพื้นฐานการคิดในขั้นสูงเพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การสอนแบบนิรนัย (Deductive method) เป็นการสอนที่ผู้สอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป เพื่อให้เข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนก่อน จากนั้นจึงให้นักเรียนนำหลักการ หรือทฤษฎีเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ วิธีการสอนให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุมีผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่าจะพิสูจน์ให้เห็นจริงเสียก่อน โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนรู้จักกฎ สูตร และหลักเกณฑ์ต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา จนกว่าจะพิสูจน์ให้ทราบข้อเท็จจริงเสียก่อน หรือกล่าวสั้น ๆ ได้ว่าเป็นการสอนจากหลักการไปสู่ตัวอย่างย่อย ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและสามารถนำหลักไปประยุกต์ใช้ได้ Heinmiller (1925), Lardizabal (1970); ทิศนา แขมณี (2562), ไพศาล แมลงทับทอง (2558) และพงศกร สุวรรณะ (2562) ได้สรุปขั้นตอนการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา 2) ขั้นอธิบายทฤษฎีและหลักการ 3) ขั้นใช้ทฤษฎีและหลักการ 4) ขั้นตรวจสอบและสรุป และ 5) ขั้นนำไปใช้และฝึกปฏิบัติแนวคิดการบริหารจัดการทางสมอง เป็นการทำงานของสมองส่วนหน้าซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด ความรู้สึก และการกระทำต่าง ๆ ให้สามารถควบคุมความคิด อารมณ์ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาส่งผลให้ผู้เรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงานจนสามารถทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมถึงดำเนินงานที่เชื่อมโยงของระบบประสาทที่ทำงานร่วมกันโดยการประมวลประสบการณ์ในอดีตและปัจจุบันมาเพื่อช่วยให้เราคิดเป็นมีเหตุผลและการกระทำที่นำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ คุณลักษณะที่เกิดจากแนวคิดการบริหารจัดการทางสมอง ได้แก่ 1) การยั้งคิดไตร่ตรอง (Inhibitory Control) 2) การควบคุมอารมณ์ (Emotional control) 3) การยืดหยุ่นทางความคิด (Shift หรือ Cognitive Flexibility) 4) ความจำขณะทำงาน (Working Memory) 5) การติดตามประเมินตัวเอง (Self-monitoring 6) การวางแผนและการจัดการ (Planning & Organizing) Hanmethee (2016), Morin (2014), นวลจันทร์ จุฑาภักดีกุล และคณะ (2559) และจุฑามาศ แหนจอน (2562) พบว่า การบริหารจัดการทางสมองมีความสัมพันธ์กับทักษะคณิตศาสตร์ รวมถึงทักษะการเปรียบเทียบ การรวมจำนวนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น พบว่าความจำขณะทำงานส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมาก (Brown, 2018)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเป็นรูปแบบการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการหรือทฤษฎีก่อน จากนั้นค่อยให้นักเรียนนำหลักการ

หรือทฤษฎีที่ได้เรียนมาไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยการทำงานของสมองส่วนหน้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด ความรู้สึก และการกระทำต่าง ๆ ให้สามารถควบคุมความคิด อารมณ์ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา เพื่อช่วยให้เราคิดเป็น มีเหตุผลและการกระทำที่นำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ชั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา นำความรู้หรือประสบการณ์เดิมในการคิดไตร่ตรองเพื่อกระตุ้นผู้เรียน ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายทฤษฎี หลักการ ความคุมอารมณ์และพฤติกรรมผู้เรียน จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ ให้มีความเหมาะสมเพื่อคิดแก้ไขปัญหา โดยนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาใช้จัดลำดับ ลงมือทำงานด้วยตนเอง ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปกระบวนความคิดหรือการลงมือทำของตนเอง ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติ (Heinmiller, 1925), (Lardizabal, 1970),(ทิศนา แขมณี, 2562), (ไพศาล แมลงทับทอง, 2558), (พงศกร สุวรรณะ, 2562), (Hanmethee, 2016), (Morin, 2014),(นวลจันทร์ จุฑาภักดีกุล และคณะ, 2559) และ (จุฑามาศ แหนจอน, 2562) จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถเชิงพุทธิปัญญาของผู้เรียนส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ใหม่ที่ได้ รวมถึงทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถเชิงพุทธิปัญญาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่อไป

คำถามการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีองค์ประกอบอะไรบ้าง และมีคุณภาพเป็นอย่างไร

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองสามารถส่งผลต่อทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 กลุ่มประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา จำนวน 3 ห้องเรียน ทั้งหมดจำนวน 72 คน ซึ่งนักเรียนมีความสามารถใกล้เคียงกัน และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยาได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา คัดเลือกโดยการสุ่มห้องเรียน จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 26 คน ด้วยวิธีการจับฉลาก โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

2. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง

ตัวแปรตาม คือ ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ค22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 13 ชั่วโมง ประกอบด้วย 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจงแจง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของกำลังสอง

4. ขอบเขตระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ใช้เวลาตั้งแต่เดือน มกราคม ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 จำนวน 8 ครั้ง ครั้งละ 1-2 ชั่วโมง รวมคาบเรียนทั้งหมด 13 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การบริหารจัดการสมอง (Executive function) คือ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการทำงานของสมองส่วนหน้าซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด ความรู้สึก และการกระทำต่าง ๆ ให้สามารถควบคุมความคิด อารมณ์ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาการส่งผลให้บุคคลมีความมุ่งมั่นในการทำงานจนสามารถทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมถึงดำเนินงานที่เชื่อมโยงของระบบประสาทที่ทำงานร่วมกัน โดยการประมวลประสบการณ์ในอดีตและปัจจุบันมาเพื่อช่วยให้เราคิดเป็นมีเหตุผลและการกระทำที่นำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย

1.1 การยั้งคิดไตร่ตรอง (Inhibitory Control) คือ การควบคุมความต้องการของตนเองในเวลาที่เหมาะสม หยุดยั้งพฤติกรรมได้ในเวลาที่เหมาะสม มีความยับยั้งชั่งใจ คิดไตร่ตรองพิจารณาสิ่งต่าง ๆ โดยการใช้เหตุผลมาประกอบ

1.2 การควบคุมอารมณ์ (Emotional control!) หมายถึง ความสามารถของผู้บริหารในการควบคุมอารมณ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ใช้เหตุผลมากกว่าอารมณ์ในการแก้ปัญหา จัดการกับความเครียดได้ ไม่แสดงออกถึงพฤติกรรมที่รบกวนผู้อื่น

1.3 การยืดหยุ่นทางความคิด (Shift หรือ Cognitive Flexibility) หมายถึง การปรับเปลี่ยนความคิดและการกระทำของตนเองได้อย่างคล่องแคล่วยืดหยุ่นหลากหลาย ให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์หรือลำดับความสำคัญที่เปลี่ยนไปจากเดิม รู้จักเปลี่ยนมุมมองคิดนอกกรอบได้ สามารถทำงานหลายอย่างสลับไปมาได้ไม่ยึดติดกับความคิดแบบเดิม ๆ ซ้ำ ๆ เพื่อให้สามารถปรับตัวและแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป

1.4 ความจำขณะทำงาน (Working Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูลไว้ในความคิดและจัดการข้อมูลเหล่านั้นเพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งต่าง ๆ เพื่อคิดแก้ปัญหาสามารถพิจารณาถึงทางเลือกอื่น ๆ และทำการคิดคำนวณความคิด สามารถที่จะทำงานได้หลาย ๆ อย่าง รวมทั้งนำความรู้หรือประสบการณ์เดิม ออกมาใช้ตามสถานการณ์ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 การติดตามประเมินตัวเอง (Self-monitoring) คือ ความสามารถในการตรวจสอบความรู้สึก ความคิด หรือการกระทำของตนเองทั้งในระหว่างการทำงานหรือหลังจากทำงานเสร็จเพื่อให้มั่นใจว่าจะนำไปสู่ผลดีต่อเป้าหมายที่วางไว้

1.6 การวางแผนและการจัดการ (Planning & Organizing) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดเป้าหมาย วางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญของงาน โดยเริ่มลงมือทำงานด้วยตนเองได้รู้จักจัดลำดับความสำคัญของงานสามารถมองภาพรวมของงานและคาดการณ์ผลที่จะตามมาเพื่อให้ตนเองสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้และทำงานได้สำเร็จ

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้หลักการ กฎเกณฑ์หรือทฤษฎีก่อน จากนั้นจึงเชื่อมโยงให้นักเรียนนำหลักการ หรือทฤษฎีที่ได้เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการทำงานของสมองส่วนหน้า ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด ความรู้สึก การกระทำต่าง ๆ ให้สามารถควบคุมความคิด อารมณ์ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา เพื่อช่วยให้คิดเป็น มีเหตุผลและการกระทำที่นำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาคิดไตร่ตรองเพื่อกระตุ้นผู้เรียน เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของสถานการณ์ปัญหา นำความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อทำความเข้าใจต้องคิดไตร่ตรองและพิจารณาปัญหา โดยมีการใช้เหตุผลในการคิดไตร่ตรอง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่จะหาคำตอบ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายทฤษฎี หลักการ ความคุมอารมณ์และพฤติกรรมผู้เรียน จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป ของเนื้อหาในบทเรียนให้เข้าใจ โดยผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ ผู้เรียนมีสมาธิในการเรียนรู้สามารถควบคุมอารมณ์และพฤติกรรมที่รบกวนผู้อื่นในชั้นเรียน มีการยืดหยุ่นทางความคิดในการเรียนรู้ให้เกิดการวางแผนอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป ของเนื้อหาในบทเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ ให้มีความเหมาะสมเพื่อคิดแก้ไขปัญหาโดยนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาใช้ จัดลำดับ ลงมือทำงานด้วยตนเอง เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้ ให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์หรือลำดับความสำคัญที่เปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้สามารถปรับตัวและแก้ไขปัญหาคิดแก้ปัญหาสามารถพิจารณาถึงทางเลือกอื่น ๆ และทำการคิดคำนวณความคิด รวมทั้งนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาใช้ตามสถานการณ์ที่ต้องการ โดยจัดลำดับความสำคัญเริ่มลงมือทำงานด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้และทำงานได้สำเร็จมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดไว้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปกระบวนความคิดหรือการลงมือทำของตนเอง เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบทฤษฎี หลักการ หรือนิยามที่ใช่ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผล ตรวจสอบกระบวนความคิดหรือการลงมือทำของตนเอง ในระหว่างการลงมือทำ หรือหลังจากลงมือทำเพื่อให้มั่นใจว่าจะนำไปสู่ผลที่วางไว้ ใช้เหตุผลมากกว่าอารมณ์ในการแก้ปัญหาโดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติแก้ไขโจทย์ปัญหาใหม่ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะจัดสถานการณ์ให้นักเรียน หรือให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์ปัญหา สามารถวางแผนอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญ เริ่มลงมือทำด้วยตนเอง ตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเองหลังจากการลงมือทำ มองภาพรวมและคาดการณ์ผลนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ได้สำเร็จ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

3. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ และความสามารถในการอธิบายข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลในการสนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผลเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ ซึ่งประกอบด้วย

3.1 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

3.2 อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบของการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองที่ส่งผลต่อทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง

3. ครูผู้สอนได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองที่ส่งผลต่อทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
    1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์
    1.2 เป้าหมายของคณิตศาสตร์
    1.3 คุณภาพผู้เรียน
    1.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
    1.5 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
2. รูปแบบการสอนแบบนิรนัย (Deductive Methods)
    2.1 ความหมายรูปแบบการสอนแบบนิรนัย
    2.2 วัตถุประสงค์รูปแบบการสอนแบบนิรนัย
    2.3 ขั้นตอนรูปแบบการสอนแบบนิรนัย
    2.4 ข้อดีและข้อเสียของรูปแบบการสอนแบบนิรนัย
    2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้/หลักการที่สนับสนุนการสอนแบบนิรนัย
3. แนวคิดการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function)
    3.1 ความหมายการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function)
    3.2 แนวคิดการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function)
    3.3 กระบวนการการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function)
    3.4 การวัดผลและประเมินผล
    3.5 ทฤษฎีการเรียนรู้/หลักการที่สนับสนุนการบริหารจัดการทางสมอง
4. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
    4.1 ความหมายการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
    4.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.3 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.5 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ไทยและต่างประเทศ)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

กระทรวงศึกษาธิการได้จัดทำเอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อให้สถานศึกษาทุกสังกัดจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วนช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2. เป้าหมายของคณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดเป้าหมายของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิตและสถิติและความน่าจะเป็น ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วนร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบ

สมการอสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดอัตราส่วน ตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูลการคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้นความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

3. คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กำหนดคุณภาพผู้เรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

3.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริงและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.5 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

3.6 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.7 มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.8 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ

3.9 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลมและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.10 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.11 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.12 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.13 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

3.14 มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น–ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

3.15 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

4. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

4.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

4.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

4.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

4.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

5. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบด้วยสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มี 3 สาระ จำนวน 7 มาตรฐาน ประกอบด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรมและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการและอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดเป้าหมายของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิตและสถิติและความน่าจะเป็น ซึ่งเนื้อหาเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรมและนำไปใช้

รูปแบบการสอนแบบนิรนัย (Deductive Methods)

1. ความหมายรูปแบบการสอนแบบนิรนัย

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าความหมายรูปแบบการสอนแบบนิรนัย ไว้ดังนี้

ทิศนา แขมณี (2562) ได้ให้ความหมายว่า คือ วิธีสอนแบบนิรนัยเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างการใช้ทฤษฎี/หลักการ/กฎ หรือข้อสรุปนั้นหลาย ๆ ตัวอย่าง หรืออาจให้ผู้เรียนฝึกนำทฤษฎี/หลักการ/กฎ หรือข้อสรุปนั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในทฤษฎี/หลักการ/กฎ หรือข้อสรุปนั้น ๆ อย่างลึกซึ้งขึ้น หรือกล่าวสั้น ๆ ได้ว่าเป็นการสอนจากหลักการไปสู่ตัวอย่างย่อย ๆ

ทิศนา แขมณี (2559) การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย (Deductive Method) เป็นกระบวนการที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับกฎ ทฤษฎีหลักเกณฑ์ ข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปตามวัตถุประสงค์ในบทเรียนจากนั้นจึงให้ตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างหรืออาจให้ผู้เรียนฝึกการนาทฤษฎี หลักการ หลักเกณฑ์ กฎหรือข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายหรืออาจเป็นหลักลักษณะให้ผู้เรียนหาหลักฐานเหตุผลมาพิสูจน์ยืนยันทฤษฎี กฎ หรือข้อสรุปเหล่านั้น การจัดการเรียนรู้แบบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ และมีความเข้าใจในกฎเกณฑ์ ทฤษฎี ข้อสรุปเหล่านั้นอย่างลึกซึ้ง การสอนแบบนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นการสอนจากทฤษฎีหรือกฎไปสู่ตัวอย่างที่เป็นรายละเอียด

พลวิสันติ์ สิงหาอาจ (2555) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบนิรนัย หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยการทำให้นักเรียนรู้และเข้าใจในทฤษฎี หลักการและกฎของเนื้อหานั้น ๆ ก่อนแล้วจึงยกตัวอย่างการนำทฤษฎี หลักการ และกฎ เหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

เยาวพา สาครเจริญ (2555) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบนิรนัย หมายถึง วิธีการสอนที่ยึดหลักให้นักเรียนได้เรียนรู้กฎหรือหลักความจริง โดยทั่วไปเสียก่อนแล้วจึงค้นคว้าส่วนปลีกย่อยเกี่ยวกับหลักหรือกฎนั้น ๆ อย่างละเอียดภายหลัง หรืออีกนัยหนึ่งคือ วิธีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยเป็นวิธีการสอนจากกฎไปหาตัวอย่าง หรือนำกฎมาอธิบายข้อปลีกย่อยโดยแยกแยะให้เข้าใจละเอียดก่อน

กัลสร ผดุงวงษ์จันทร์ (2555) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบนิรนัย หมายถึง วิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้นัยทั่วไป กฎเกณฑ์หรือหลักการก่อน แล้วพิสูจน์ให้เห็นจริง จากนั้นจึงใช้กฎเกณฑ์หรือหลักการเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ และเกิดข้อสรุปใหม่ขึ้น

รุ่งนภา ไร่กระโทก (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบนิรนัย เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนบอกคำจำกัดความ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการให้ผู้เรียนทราบก่อนแล้วจึงเสนอตัวอย่าง ซึ่งเป็นวิธีการแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้สังเกตพิจารณาทดลองพิสูจน์กฎเกณฑ์ด้วยตัวเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักหาเหตุผลข้อเท็จจริงและหลักฐานต่าง ๆ มาพิสูจน์ก่อนที่จะยอมรับทำให้ผู้เรียนตัดสินปัญหาของตนเองได้

เมตตา ตะไก่แก้ว (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบนิรนัย หมายถึง วิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้นัยทั่วไป กฎเกณฑ์หรือหลักการก่อน แล้วพิสูจน์ให้เห็นจริง โดยการเรียนรู้จากเนื้อหา ตัวอย่าง จากนั้นจึงใช้กฎเกณฑ์หรือหลักการเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ และเกิดข้อสรุปใหม่ขึ้น

ปวิตา ไชยมาตย์ (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิธีสอนแบบนิรนัย หมายถึง วิธีสอนที่เริ่มจากการนำเสนอกฎ หรือหลักการต่าง ๆ แล้วหาเหตุผลมาพิสูจน์ยืนยัน หรือมาช่วยในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ วิธีสอนแบบนี้เป็นการฝึกหัดให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่าจะมีการพิสูจน์ให้ทราบข้อเท็จจริง

ธัญลักษณ์ พงษ์ด้วง (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย หมายถึง การสอนจากมโนทัศน์ไปสู่รายละเอียด โดยอธิบายมโนทัศน์ แล้วยกตัวอย่างการใช้มโนทัศน์หลาย ๆ ตัวอย่าง

เกษรินทร์ อ่อนนาค (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิธีสอนแบบนิรนัย คือ วิธีสอนที่ครูให้กฎเกณฑ์ ทฤษฎี หลักการ หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างการใช้

กฎเกณฑ์ทฤษฎี หลักการ หรือข้อสรุป หรืออาจให้นักเรียนฝึกนำกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือข้อสรุปนั้น ๆ การสอนแบบนี้ช่วยให้นักเรียนรู้จักนำกฎ สูตร นิยาม หรือหลักการต่าง ๆ มาช่วยในการทำแบบฝึกหัดหรือแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล

วศิน เกิดดี (2557) ได้ให้ความหมายไว้ว่า รูปแบบการสอนแบบนิรนัย หมายถึง วิธีการสอนที่ยึดหลักให้นักเรียนได้เรียนรู้กฎหรือหลักความจริง โดยทั่วไปเสียก่อนแล้วจึงค้นคว้าส่วนปลีกย่อยเกี่ยวกับหลักหรือกฎนั้นๆอย่างละเอียดภายหลังหรืออีกนัยหนึ่งคือวิธีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยเป็นวิธีการสอนจากกฎไปหาตัวอย่างหรือนำกฎมาอธิบายข้อปลีกย่อยโดยแยกแยะให้เข้าใจรายละเอียดก่อน

ไพศาล แมลงทับทอง (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัย เป็นการจัดกิจกรรมที่เริ่มจากข้อสรุปทั่ว ๆ ไปแล้วนำไปประยุกต์ใช้กับตัวอย่างต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนฝึกการนำทฤษฎี/หลักการ/กฎ หรือข้อสรุปนั้น ไปใช้ในการพิสูจน์การแสดงเหตุผลประกอบ การพิสูจน์ต่าง ๆ รวมทั้งการนำทฤษฎี/หลักการ/กฎ หรือข้อสรุปนั้นไปในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในทฤษฎี/หลักการ/กฎ หรือข้อสรุปนั้น ๆ อย่างลึกซึ้งขึ้น

วิภาดา พินลา และวิภาพรรณ พินลา (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า รูปแบบการสอนแบบนิรนัย หมายถึง วิธีการสอนที่ผู้เรียนได้เรียนรู้นัยทั่วไป กฎเกณฑ์หรือหลักการก่อนแล้วจึงศึกษาค้นคว้าข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับกฎเกณฑ์หรือหลักการเหล่านั้นเพื่อพิสูจน์ให้เห็นจริงจากนั้นจึงใช้กฎเกณฑ์ หรือหลักการเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ และเกิดข้อสรุปใหม่ขึ้น

ตุลารัตน์ จินายะ (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิธีสอบแบบนิรนัย หมายถึง วิธีสอนที่ให้นักเรียนเรียนรู้จากการนำกฎเกณฑ์ หลัก กฎ นิยาม ทฤษฎี เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องใหม่ หรือวิธีสอนจากกฎเกณฑ์ไปสู่ตัวอย่าง

แคทลียา ศรีแปลก (2560) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบนิรนัยเป็นรูปแบบการสอนที่ผู้สอนอธิบายหลักการ กฎเกณฑ์ แก่ผู้เรียนและยกตัวอย่างหรืออธิบายตัวอย่างต่าง ๆ ประกอบเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและสามารถนำหลักไปประยุกต์ใช้ได้

ทิศนา แขมณี (2562) ได้ให้ความหมายว่า คือ วิธีสอนแบบนิรนัยเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างการใช้ทฤษฎี/หลักการ/กฎ หรือข้อสรุปนั้นหลาย ๆ ตัวอย่าง หรืออาจให้ผู้เรียนฝึกนำทฤษฎี/

หลักการ/กฎ หรือข้อสรุปนั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในทฤษฎี/หลักการ/กฎ หรือข้อสรุปนั้น ๆ อย่างลึกซึ้งขึ้น หรือกล่าวสั้น ๆ ได้ว่าเป็นการสอนจากหลักการไปสู่ตัวอย่างย่อย ๆ

พงศกร สุวรรณะ (2562) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนนิรนัยเป็นการสอนที่เริ่มจากกฎ หรือหลักการต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนหาหลักฐานเหตุผลมาพิสูจน์ยืนยัน วิธีการสอนแบบนี้ฝึกหัดให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุมีผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่าจะพิสูจน์ให้เห็นจริงเสียก่อน โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนรู้จักกฎ สูตร และหลักเกณฑ์ต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา ไม่ตัดสินใจในการทำงานอย่างง่าย ๆ จนกว่าจะพิสูจน์ให้ทราบข้อเท็จจริงเสียก่อน

พัชรฎา พลเยี่ยม (2564) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปเพื่อให้เข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนก่อน จากนั้นจึงให้นักเรียนนำหลักการ หรือทฤษฎีเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปความหมายรูปแบบการสอนแบบนิรนัย (Deductive Methods) ได้ว่าการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป เพื่อให้เข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนก่อน จากนั้นจึงให้นักเรียนนำหลักการ หรือทฤษฎีเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ วิธีการสอนนี้ฝึกหัดให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุมีผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่าจะพิสูจน์ให้เห็นจริงเสียก่อน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนรู้จักกฎ สูตร และหลักเกณฑ์ต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา จนกว่าจะพิสูจน์ให้ทราบข้อเท็จจริงเสียก่อน หรือกล่าวสั้น ๆ ได้ว่าเป็นการสอนจากหลักการไปสู่ตัวอย่างย่อย ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและสามารถนำหลักไปประยุกต์ใช้ได้

2. วัตถุประสงค์รูปแบบการสอนแบบนิรนัย

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าวัตถุประสงค์รูปแบบการสอนแบบนิรนัย ไว้ดังนี้

Hird (2015) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นกระบวนการที่เริ่มจากความรู้ทั่วไปไปสู่ความรู้ที่จำเพาะ หรือในอีกความหมายหนึ่ง คือ เราเริ่มด้วยแนวคิด หรือทฤษฎี ที่เราทำให้แคบลง กลายเป็นสมมติฐานแบบจำเพาะที่ได้รับการทดสอบแล้ว

ภาพ 1 แสดงการสอนแบบนิรนัยทำให้นักเรียนได้เรียนรู้กฎหรือทฤษฎีทั่วไปที่จะนำไปสู่การประยุกต์ด้วยตัวอย่างที่เฉพาะ และเรียนรู้ผ่านการฝึกฝนด้วยแบบฝึกหัด

ทิศนา แขมณี (2562) กล่าวไว้ว่า วัตถุประสงค์ของวิธีสอนโดยใช้การนิรนัยไว้ว่าเป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หลักการและสามารถนำหลักการดังกล่าวไปใช้ได้

เยาวพา สาครเจริญ (2555) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบนิรนัยเป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดวิเคราะห์หาเหตุผลสิ่งต่าง ๆ ก่อนที่จะตัดสินใจไม่สรุปเรื่องโดยไม่มีหลักเกณฑ์หรือหลักฐานที่แน่นนอน

พลวิสันติ์ สิงหาอาจ (2555) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิธีสอนแบบนิรนัยเป็นวิธีสอนที่สอนให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการ หรือกฎเกณฑ์ในเรื่องต่าง ๆ แล้วนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ปวิตา ไชยมาตย์ (2556) กล่าวไว้ว่า วิธีสอนแบบนิรนัยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนใช้กฎ สูตร และหลักการต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีเหตุผล

รุ่งนภา ไร่กระโทก (2556) กล่าวไว้ว่า เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดวิเคราะห์หาเหตุผลสิ่งต่าง ๆ ก่อนที่จะตัดสินใจไม่สรุปเรื่องต่าง ๆ โดยไม่มีหลักเกณฑ์หรือหลักฐานที่แน่นอน

ธัญลักษณ์ พงษ์ด้วง (2556) กล่าวไว้ว่า วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย คือ มุ่งให้ผู้เรียน เรียนรู้จากหลักการ กฎ สูตร มโนทัศน์ จนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย

วศิน เกิดดี (2557) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบนิรนัย เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดวิเคราะห์หาเหตุผลสิ่งต่าง ๆ ก่อนที่จะตัดสินใจ ไม่สรุปเรื่องต่าง ๆ โดยไม่มีหลักเกณฑ์ หรือหลักฐานที่แน่นอน

วิภาดา พินลา และวิภาพรรณ พินลา (2558) กล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลโดยเริ่มจากกฎที่นำไปใช้กับกรณีตัวอย่างจำเพาะ เพื่อวัตถุประสงค์ของการทดสอบกฎอธิบายหรือพัฒนากฎหรือแก้ปัญหาที่นำกฎไปใช้ ทั้งนั้นครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องจัดระเบียบเนื้อหาวิธีเริ่มด้วยกฎ คำจำกัดความ สูตรหรือมโนทัศน์ แล้วจึงศึกษา

กรณีตัวอย่างแต่ละเรื่องมีการตรวจสอบกรณีตัวอย่างเพื่อสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ถ้าหากการสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือกฎเป็นจริง ก็สามารถสรุปได้ว่ามันมีความเที่ยงตรง สำหรับการเรียนเพื่อรอบรู้ในสูตรหรือกฎ การนำกรณีตัวอย่างไปใช้อาจกระทำจนกระทั่งจำกฎได้

ไพศาล แมลงทับทอง (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ และยังช่วยให้นักเรียนรู้จักใช้ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม และหลักการต่าง ๆ ที่ผ่านการพิสูจน์การวิเคราะห์ยอมรับว่าเป็นจริงแล้ว มาช่วยในการแก้ปัญหาอีกด้วย

วิภาดา พินลา (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผล โดยเริ่มจากกฎที่นำไปใช้กับกรณีตัวอย่างงจำเพาะเพื่อวัตถุประสงค์ของการทดสอบกฎ อธิบายหรือพัฒนากฎ หรือแก้ปัญหาที่นำกฎนั้นไปใช้ ดังนั้น ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องจัดระเบียบเนื้อหาวิธีเริ่มด้วยกฎ คำจำกัดความ สูตร หรือมโนทัศน์ แล้วจึงศึกษากรณีตัวอย่างแต่ละเรื่องมีการตรวจสอบกรณีตัวอย่างเพื่อสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ถ้าหากการสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือกฎเป็นจริง ก็สามารถสรุปได้ว่ามันมีความเที่ยงตรง สำหรับการเรียนเพื่อรอบรู้ในสูตร หรือกฎ การนำกรณีตัวอย่างไปใช้อาจกระทำจนกระทั่งจำกฎได้

พัชรฎา พลเยี่ยม (2564) กล่าวไว้ว่า เป็นการสอนที่ครูผู้สอนมุ่งให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์หาเหตุผลของสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ก่อนที่จะเชื่อหรือสรุปเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยไม่มีหลักการ

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปวัตถุประสงค์รูปแบบการสอนแบบนิรนัยได้ว่า วัตถุประสงค์รูปแบบการสอนแบบนิรนัย เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หลักการที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ทำการคิดวิเคราะห์ หลักการ แนวคิด แล้วสรุปหลักการ แนวคิด ก่อนที่จะตัดสินใจโดยไม่สรุปเรื่องต่าง ๆ โดยไม่มีหลักเกณฑ์ หรือหลักฐานที่แน่นอนและสามารถนำหลักการเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ และเกิดข้อสรุปใหม่ขึ้นไปปรับใช้กับสถานการณ์ได้

3. ขั้นตอนรูปแบบการสอนแบบนิรนัย

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าขั้นตอนรูปแบบการสอนแบบนิรนัย ไว้ดังนี้

Eggen (1979) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนในการสอนแบบนิรนัยไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนและการจัดเตรียมตัวอย่างที่จะนำไปใช้ในการประกอบการสอน

ขั้นที่ 2 ขั้นดำเนินการสอน แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ครูเสนอปัญหาและหลักการในการแก้ปัญหา

2. ครูอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ร่วมกับนักเรียน

3. ครูแสดงตัวอย่างซึ่งเป็นหลักการและตัวอย่างซึ่งไม่ใช่หลักการ เพื่ออภิปรายและวิเคราะห์ในห้องเรียน

4. ครูให้นักเรียนหาตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง และเสนอตัวอย่างเหล่านั้นในห้องเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นประเมินผลนักเรียนที่เรียนเป็นหลักการ (Generalization) การประเมินผลทำได้ ดังนี้

1. จัดแบ่งตัวอย่างให้นักเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนบอกการนำตัวอย่างที่เป็นหลักการไปใช้

2. ซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการนำหลักการไปใช้พยากรณ์หรืออ้างอิง

3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างซึ่งเป็นหลักการ และบอกวิธีการนำไปใช้

Heinmiller (1925)) ได้กล่าวถึงขั้นดำเนินการสอนของวิธีการสอนแบบนิรนัย มีดังนี้

1. ขั้นอธิบายปัญหา (Statement of the problem) ความเข้าใจปัญหาจะเป็นเครื่องช่วย กระตุ้นและเร้าใจนักเรียน ข้อสำคัญปัญหานั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงของชีวิตที่ เหมาะสมกับความสามารถและวุฒิภาวะของเด็ก

2. ขั้นอธิบายข้อสรุป (Generalization) นำเอาข้อสรุป กฎ หรือนิยามสองสามอย่างมาอธิบายเพื่อจะได้เลือกใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นตกลงใจ (Inference) เป็นขั้นเลือกข้อสรุป กฎ หรือนิยามที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

4. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นพิสูจน์ข้อสรุป กฎ หรือนิยาม ว่าเป็นความจริงหรือไม่ โดยปรึกษาครู ค้นคว้าจากตำรา พจนานุกรม หนังสืออื่น ๆ และจากการทดลองข้อสรุปที่ได้พิสูจน์ แล้วว่าเป็นความจริง จึงนับว่าเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

Lardizabal (1970) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัย ดังนี้

1. ขั้นแถลงปัญหาหรือขั้นการอธิบายปัญหา โดยปัญหาที่นำมานั้นควรจะเป็นปัญหาที่น่าสนใจและกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหาถ้าเป็นไปได้ปัญหาที่นำมาควรจะเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและค่อนข้างจะมีความจำเป็นที่สำคัญนั้น ปัญหาที่นำมาควรจะอยู่ในขอบเขตความสามารถของของเด็กด้วย

2. ขั้นวางหลักเกณฑ์ควรจะนำหลักการทั่ว ๆ ไป กฎเกณฑ์ บทนิยาม หรือทฤษฎีมากกว่า 1 ข้อขึ้นไป มาใช้ในการอธิบายเพื่อที่นักเรียนจะได้เลือกกฎเกณฑ์เหล่านี้มาใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นสรุป ขั้นตอนนี้คือการเลือกหลักเกณฑ์ทั่ว ๆ ไป กฎเกณฑ์ หรือทฤษฎีที่เหมาะสม ในปัญหานั้น ๆ บางครั้งการเลือกอาจจะเจอข้อผิดพลาดบ้างก่อนที่จะนำมาสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องในที่สุด

4. ขั้นการพิสูจน์หาข้อเท็จจริง ขั้นตอนนี้เป็นการทดลองและนำกฎเกณฑ์ทั่วไปเหล่านั้น ได้ผลอย่างสมบูรณ์โดยจะค้นหาข้อมูลเชื่อถือได้จากผู้ที่รอบรู้ เช่น ครู ตำราเรียน พจนานุกรม สารานุกรม หรือหนังสือทั่วไป หลังจากการพิสูจน์แล้วนั้นข้อเท็จจริงที่ได้จะกลายเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

ทิศนา แขมณี (2562) ได้กล่าวไว้ว่าการสอนแบบนิรนัยมีขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

1. ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนาเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบ ปัญหาที่จะนำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2. ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น

3. ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป ที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ได้

4. ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยอาจปรึกษาผู้สอน หรือค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ หรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์หรือตรวจสอบว่าเป็นจริง จึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

5. ขั้นฝึกปฏิบัติ เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้วผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

ทิศนา แขมณี (2559) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้สอนถ่ายทอดความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามความเหมาะสม

ขั้นที่ 2 ผู้สอนให้ตัวอย่างสถานการณ์หลากหลาย ที่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้

ขั้นที่ 3 ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ นำความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ขั้นที่ 4 ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 5 ผู้สอนวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

เยาวพา สาครเจริญ (2555) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการสอนแบบนิรนัย แบ่งออกได้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม ครูเร้าความสนใจเข้าสู่บทเรียนด้วยเพลง

ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายหลักเกณฑ์หรือกฎ ครูนำเสนอหลักเกณฑ์ให้แก่นักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี ครูยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนทดลองพิสูจน์จากกฎเกณฑ์ที่ครูนำเสนอ

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป นักเรียนอธิบายและสรุปจากสิ่งที่พิสูจน์นั้นว่าเป็นจริงตามกฎเกณฑ์ที่ครูนำเสนอ

ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปใช้ ครูให้นักเรียนนำกฎเกณฑ์ที่ทดลองพิสูจน์แล้วไปทำแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจ

พลวิสันต์ สิงหาอาจ (2555) กล่าวไว้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นกำหนดปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหา ที่นำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2. ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น

3. ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

4. ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยอาจปรึกษาผู้สอนหรือค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ หรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์เพื่อตรวจสอบว่าเป็นจริงของกฎทฤษฎีหรือหลักการ

5. ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้วผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

กัลสร ผดุงวงษ์จันทร์ (2555) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสอนแบบนิรนัย โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ ระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหาเพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนสนใจที่จะหาคำตอบ

2. ขั้นสอน นำกฎ หรือหลักการมานำเสนอให้นักเรียนพิจารณา

3. ขั้นพิสูจน์ นำกฎ หรือหลักการที่ยกมานั้นมาพิสูจน์ให้เห็นว่ากฎ หรือหลักการที่กล่าวมานั้นเป็นจริงหรือไม่ แล้วจึงสรุปเป็นกฎเกณฑ์อีกครั้ง

4. ขั้นประเมินผล ทดสอบกฎ หรือหลักการอีกครั้งเพื่อยืนยันความสมเหตุสมผลโดยการทำแบบฝึกหัด และทดลอง

ปวิตา ไชยมาตย์ (2556) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการสอนของวิธีสอนแบบนิรนัย มีดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียน เตรียมบทเรียน นำเข้าสู่บทเรียน ทบทวนความรู้เดิมเพื่อให้สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ รวมถึงเตรียมอุปกรณ์การเรียนการสอน

2. ขั้นสอน เป็นการดำเนินการสอนให้ตรงกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยครูยกตัวอย่างหลากหลายที่ต้องนำความรู้ หลักการ นิยาม หรือกฎเกณฑ์ ที่มีอยู่แล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาและสามารถตรวจสอบได้

3. ขั้นสรุปกฎเกณฑ์ ครูอธิบายความเป็นมาของสูตรให้นักเรียน เพื่อนักเรียนจะได้เข้าใจสามารถสรุปกฎเกณฑ์ สูตรและเข้าใจในหลักการและตัดสินใจเลือกหลักการเพื่อนำไปใช้ได้

4. ขั้นนำไปใช้ เป็นการทดสอบหลักการ โดยให้นักเรียนฝึกการนำหลักการ กฎ นิยาม หรือสูตรต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อดูความสมเหตุสมผลโดยการทำแบบฝึกหัด

รุ่งนภา ไร่กระโทก (2556) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการสอนแบบนิรนัยแบ่งออกได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม ครูเร้าความสนใจเข้าสู่บทเรียนด้วยเพลง

ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายหลักเกณฑ์หรือกฎ ครูนำเสนอหลักเกณฑ์ให้แก่นักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี ครูยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนทดลองพิสูจน์จากกฎเกณฑ์ที่ครูนำเสนอ

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป นักเรียนอธิบายและสรุปจากสิ่งที่พิสูจน์นั้นว่าเป็นจริงตามกฎเกณฑ์ที่ครูนำเสนอ

ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปใช้ ครูให้นักเรียนนำกฎเกณฑ์ที่ทดลองพิสูจน์แล้วไปทำแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจ

เมตตา ตะไก่แก้ว (2556) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสอนแบบนิรนัย โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนและการจัดเตรียมตัวอย่างที่จะนำไปใช้ในการประกอบการสอน

2. ขั้นดำเนินการสอน แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ครูเสนอปัญหาและหลักการในการแก้ปัญหา

2.2 ครูอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ร่วมกับนักเรียน

2.3 ครูแสดงตัวอย่างซึ่งเป็นหลักการและตัวอย่างซึ่งไม่ใช่หลักการเพื่ออภิปรายและวิเคราะห์ในห้องเรียน

2.4 ครูให้นักเรียนหาตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างและเสนอตัวอย่างเหล่านั้นในห้องเรียน

3. ขั้นประเมินผล ถ้าสิ่งที่เรียนเป็นหลักการ (Generalization) การประเมินผลทำได้ ดังนี้

3.1 จัดแบ่งตัวอย่างให้นักเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนบอกการนำตัวอย่างที่เป็นหลักการไปใช้

3.2 ซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการนำหลักการไปใช้พยากรณ์หรืออ้างอิง

3.3 ให้นักเรียนยกตัวอย่างซึ่งเป็นหลักการและบอกวิธีการนำหลักการไปใช้

ธัญลักษณ์ พงษ์ด้วง (2556) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยมีดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ใช้คำถาม หรือสถานการณ์กระตุ้นผู้เรียนให้สนใจ

2. ขั้นสอน ผู้สอนอธิบายมโนทัศน์ กฎ หลักเกณฑ์ พร้อมนำเสนอตัวอย่างที่หลากหลาย

3. ขั้นสรุป ผู้เรียนตรวจสอบมโนทัศน์ กฎ หลักการ ไปพิสูจน์ในสถานการณ์ใหม่

เกษรินทร์ อ่อนนาค (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิธีสอนแบบนิรนัยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นถ่ายทอดความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอหลักการ กฎ หรือทฤษฎีต่าง ๆ ให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นยกตัวอย่างหรือตรวจสอบ เป็นขั้นที่ครูและผู้เรียนช่วยกันยกตัวอย่างหรือตรวจสอบหรือพิสูจน์หลักการ กฎ หรือทฤษฎีให้เห็นจริง

ขั้นที่ 3 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ฝึกนำหลักการ กฎ หรือทฤษฎีไปใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความเข้าใจและทักษะที่ดีขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป เป็นขั้นสรุปคำหรือนิยามว่าเป็นความจริงหรือไม่ โดยการปรึกษาครู ค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ และจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้ว่าเป็นไปตามจริงจึงจะได้ความรู้ที่ถูกต้อง

วศิน เกิดดี (2557) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการสอนแบบนิรนัย แบ่งออกได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม ครูเร้าความสนใจของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายหลักเกณฑ์หรือกฎ ครูนำเสนอหลักเกณฑ์ให้แก่นักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี ครูยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนทดลองพิสูจน์จากกฎเกณฑ์ที่ครูนำเสนอ

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป นักเรียนอธิบายและสรุปจากสิ่งที่พิสูจน์นั้นว่าเป็นจริงตามกฎเกณฑ์ที่ครูนำเสนอ

ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปใช้ ครูให้นักเรียนนำกฎเกณฑ์ที่ทดลองพิสูจน์แล้วไปทำแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจ

มาลินี ยุตินาถ (2558) กล่าวไว้ว่า การสอนแบบนิรนัยมีขั้นตอนสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอน ในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบ ปัญหาที่จะนำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2. ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎีหลักการนั้น

3. ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ได้

4. ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยอาจปรึกษาผู้สอน หรือค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ หรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์หรือตรวจสอบว่าเป็นจริง จึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

5. ขั้นฝึกปฏิบัติ เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปพอสมควรแล้ว ผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

วิภาดา พินลา (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย (Deductive Methods) เป็นการเรียนรู้จากหลักการหรือกฎต่าง ๆ คือ การจัดให้ผู้เรียนมีความรู้

ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎ ทฤษฎี หลักเกณฑ์ ข้อเท็จจริง หรือข้อสรุปตามวัตถุประสงค์ในบทเรียน จากนั้นจึงให้ตัวอย่างเป็นการจัดการเรียนรู้จากทฤษฎีหรือกฎไปสู่ตัวอย่างที่เป็นรายละเอียด ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ รวมถึงจัดเตรียมอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นการจัดการเรียนรู้ (Presentation) เป็นการดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้ตรงกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยผู้สอนเป็นผู้เสนอหลักการ หรือกฎเกณฑ์ที่มีอยู่แล้วมาแสดงให้ผู้เรียนรู้ และให้ผู้เรียนเลือกใช้กับปัญหาให้เหมาะสมกับที่ผู้เรียนพบ

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป (Generalization) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสรุปว่าความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์นั้นถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นการทดสอบหลักการอีกครั้ง เพื่อดูความสมเหตุสมผลโดยการทำแบบฝึกหัด ค้นคว้าจากตำรา และทดลอง

วิภาดา พินลา และวิภาพรรณ พินลา (2558) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม(Preparation)เป็นการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้รวมถึงจัดเตรียมอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นการจัดการเรียนรู้(Presentation)เป็นการดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้ตรงกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้โดยผู้สอนเป็นผู้เสนอหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่มีอยู่แล้วมาแสดงให้ผู้เรียนรู้และให้ผู้เรียนเลือกใช้กับปัญหาให้เหมาะสมกับที่ผู้เรียนพบ

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป (Generalization) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสรุปว่าความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์นั้นถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นการทดสอบหลักการอีกครั้งเพื่อดูความสมเหตุสมผลโดยการทำแบบฝึกหัดค้นคว้าจากตำราและทดลอง

ไพศาล แมลงทับทอง (2558) กล่าวไว้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบ ปัญหาที่จะนำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียน

2. ขั้นสอน เป็นขั้นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้นเพื่อให้นักเรียนได้เลือกใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎีหลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยผ่านการพิสูจน์หรือตรวจสอบว่าเป็นจริง จึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

4. ขั้นฝึกปฏิบัติ เป็นขั้นที่นักเรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้เมื่อนักเรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปพอสมควรแล้วผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

แคทลียา ศรีแปลก (2560) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสอนแบบนิรนัย โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การกำหนดปัญหา เป็นการเกริ่นนำปัญหาเพื่อสร้างความสงสัยให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

2. การแสดงและอธิบายหลักการ เป็นการสอนหลักการ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว

3. การใช้ทฤษฎีและหลักการเป็นการเลือกใช้ทฤษฎีต่าง ๆ มาในการแก้ปัญหา

4. การตรวจสอบและสรุป เป็นการสรุปและพิสูจน์ว่าหลักการหรือทฤษฎีที่นำมาเลือกใช้เป็นไปตามหลักการข้างต้นหรือไม่

พงศกร สุวรรณะ (2562) กล่าวไว้ว่า การสอนแบบนิรนัย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการเสนอปัญหาถึงสิ่งที่จะสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบ

2. ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎีหลักการนั้น

3. ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ได้

4. ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป หรือนิยามที่ใช่ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยอาจปรึกษาผู้สอน หรือค้นคว้าจากตำราต่าง ๆ หรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์หรือตรวจสอบว่าเป็นจริง จึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

5. ขั้นฝึกปฏิบัติ เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้ว ผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

พัชรฎา พลเยี่ยม (2564) กล่าวไว้ว่า การสอนแบบนิรนัยเป็นรูปแบบการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการ หรือทฤษฎีก่อน จากนั้นค่อยให้นักเรียนนำหลักการ หรือทฤษฎีที่ได้เรียนมาไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎี หลักการ และมโนทัศน์ต่าง ๆ ในบทเรียนอย่างลึกซึ้ง ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเสนอปัญหา หรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่จะหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป ของเนื้อหาในบทเรียนให้เข้าใจ โดยผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดไว้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบทฤษฎี หลักการ หรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษา

ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะจัดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนได้พบหรือให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์ปัญหา

จากความหมายและขั้นตอนรูปแบบการสอนแบบนิรนัย ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ขั้นตอนรูปแบบการสอนแบบนิรนัย ดังตาราง 1 สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเสนอปัญหา หรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่จะหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป ของเนื้อหาในบทเรียนให้เข้าใจ โดยผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดไว้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบทฤษฎี หลักการ หรือนิยามที่ใช่ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษา

ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะจัดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนได้พบ หรือให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์ปัญหา

ตาราง 1 แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนรูปแบบการสอนแบบนิรนัย

ขั้น	หัวข้อ	Heinmiller (1925)	Lardizabal (1970)	ทิศนา แขมมณี (2553)	ทิศนา แขมมณี (2562)	โพศาล แมลงทับทอง (2558)	พงศกร สุวรรณะ (2562)	พัชรฎา พลเยี่ยม (2564)
1	ขั้นกำหนดปัญหา,ขั้นนำ	✓	✓	✓		✓	✓	✓
2	ขั้นอธิบายหลักเกณฑ์หรือกฎ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	ขั้นใช้ทฤษฎี	✓	✓	✓	✓		✓	✓
4	ขั้นสรุปนักเรียนอธิบายและสรุปจากสิ่งที่พิสูจน์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	ขั้นนำไปใช้			✓	✓	✓	✓	✓

4. ข้อดีและข้อเสียของรูปแบบการสอนแบบนิรนัย

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าข้อดีและข้อเสียของรูปแบบการสอนแบบนิรนัย ไว้ดังนี้

4.1 ข้อดีของรูปแบบการสอนแบบนิรนัย

เยาวพา สาครเจริญ (2555) กล่าวว่า การสอนแบบนิรนัยมีข้อดี คือ เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนจดจำองค์ความรู้ได้อย่างแม่นยำ

พลวิสันต์ สิงหาอาจ (2555) ได้กล่าวถึง ข้อดีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย ดังนี้

1. เป็นวิธีการที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้ง่าย รวดเร็วและไม่ยุ่งยาก
2. ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ไม่มากนัก
3. ฝึกให้ผู้เรียนได้นำเอา ทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ
4. ใช้ได้ผลดีในการจัดการเรียนรู้รายวิชาศิลปศึกษาและคณิตศาสตร์
5. ฝึกให้ผู้เรียนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการพิสูจน์ให้เห็นจริง

กัลสร ผดุงวงษ์จันทร์ (2555) กล่าวว่า ใช้เวลาน้อยเพราะนักเรียนสามารถนำกฎเกณฑ์หรือหลักการที่เคยเรียนมาแล้ว มาใช้ได้ ทำให้นักเรียนจำกฎเกณฑ์หรือหลักการได้แม่นยำช่วยฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการตรวจสอบหรือพิสูจน์ให้เห็นจริงทำให้สามารถเรียนด้วยตนเองได้ และตัดสินใจแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองและช่วยทำให้การแก้ปัญหาของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เมตตา ตะไก่แก้ว (2556) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการสอนแบบนิรนัย มีดังนี้

1. ใช้เวลาน้อย เพราะนักเรียนสามารถนำกฎเกณฑ์หรือหลักการที่เคยเรียนมาแล้วมาใช้ได้
2. ทำให้นักเรียนจำกฎเกณฑ์หรือหลักการได้แม่นยำ
3. ช่วยฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการตรวจสอบ หรือพิสูจน์ให้เห็นจริง
4. ทำให้สามารถเรียนด้วยตนเองได้ และตัดสินใจแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง
5. ช่วยทำให้การแก้ปัญหาของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

รุ่งนภา ไร่กระโทก (2556) กล่าวว่า การสอนแบบนิรนัยมีข้อดี คือ เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนจดจำองค์ความรู้ได้อย่างแม่นยำ

ปวิตา ไชยมาตย์ (2556) กล่าวว่า เป็นวิธีสอนที่ประหยัดเวลา ฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้กฎเกณฑ์ สูตร หรือหลักการในการแก้ปัญหา

เกษรินทร์ อ่อนนาค (2556) ได้กล่าวถึง วิธีสอนแบบนิรนัยมีข้อดี ดังนี้

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาได้รวดเร็ว ง่าย ไม่ยุ่งยาก และใช้เวลาไม่มาก

2. เป็นวิธีสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล มีลำดับขั้นตอนและไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ

3. เป็นวิธีสอนที่เอื้อให้นักเรียนที่มีความสามารถหรือเรียนรู้ได้เร็วสามารถพัฒนาตนเองโดยไม่ต้องรอผู้เรียน ที่เรียนรู้ได้ช้ากว่า

วศิน เกิดดี (2557) กล่าวว่า การสอนแบบนิรนัยมีข้อดีคือเป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนจดจำองค์ความรู้ได้อย่างแม่นยำ เป็นวิธีสอนที่ถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้ง่าย รวดเร็วและไม่ยุ่งยาก

วิภาดา พินลา และวิภาพรรณ พินลา (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยใช้เวลาน้อยเพราะผู้เรียนสามารถนำกฎเกณฑ์หรือหลักการที่เคยเรียนมาแล้วมาใช้ได้ทำให้ผู้เรียนจำกฎเกณฑ์หรือหลักการได้แม่นยำเพื่อฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการตรวจสอบหรือพิสูจน์ให้เห็นจริงทำให้สามารถเรียนด้วยตนเองได้และตัดสินใจแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองและช่วยทำให้การแก้ปัญหาของผู้เรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ไพศาล แมลงทับทอง (2558) ได้กล่าวถึง ข้อดีของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัย มีดังต่อไปนี้

1. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนที่มีความสามารถเรียนรู้ได้เร็ว สามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนได้

2. เหมาะสำหรับใช้สอนเนื้อหาวิชาง่าย ๆ หรือสอนเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ต่าง ๆ

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนการนำทฤษฎี/หลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

วิภาดา พินลา (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยใช้เวลาน้อยเพราะผู้เรียนสามารถนำกฎเกณฑ์หรือหลักการที่เคยเรียนมาแล้ว มาใช้ได้ ทำให้ผู้เรียนจำกฎเกณฑ์หรือหลักการได้แม่นยำช่วยฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการตรวจสอบหรือพิสูจน์ให้เห็นจริงทำให้สามารถเรียนด้วยตนเองได้ และตัดสินใจแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง และช่วยทำให้การแก้ปัญหาของผู้เรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

แคทลียา ศรีแปลก (2560) ได้กล่าวถึง ข้อดีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย ดังนี้

1. วิธีการสอนแบบนี้เหมาะสมที่จะใช้สอนเนื้อหาวิชาง่าย ๆ หรือหลักเกณฑ์ต่าง ๆ จะสามารถอธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายได้ดี และเป็นวิธีสอนที่ง่ายกว่าการสอนแบบอุปนัย

2. ฝึกให้เป็นคนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการพิสูจน์ให้เห็นจริง

3. ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ไม่มากนัก

4. ฝึกให้ผู้เรียนได้นำเอาทฤษฎีหลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

พงศกร สุวรรณะ (2562) กล่าวไว้ว่า การสอนแบบนิรนัย เป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้นัยทั่วไป กฎเกณฑ์หรือหลักการก่อน แล้วจึงศึกษาค้นคว้า ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ หรือหลักการเหล่านั้นเพื่อพิสูจน์ให้เห็นจริง จากนั้นจึงใช้กฎเกณฑ์ หรือหลักการเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ และเกิดข้อสรุปใหม่ขึ้น การสอนด้วยวิธีนี้ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอนน้อย ไม่ยุ่งยาก เกิดประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนจดจำกฎเกณฑ์หรือหลักการได้แม่นยำ และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ทิศนา แขมณี (2562) ได้กล่าวถึง ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยไว้ ดังนี้

1. เป็นวิธีการสอนที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้อย่างรวดเร็วและไม่ยุ่งยาก

2. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนการนำทฤษฎี/หลักการไปใช้สถานการณ์ใหม่

3. เป็นวิธีสอนที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถหรือเรียนรู้ได้เร็วสามารถพัฒนาโดยไม่ต้องรอผู้เรียนรู้ได้ช้ากว่า

พัชรฎา พลเยี่ยม (2564) กล่าวไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เวลาน้อย เพราะนักเรียนสามารถนำกฎ หรือสูตรที่ได้เรียนมา นำไปใช้ได้เลย ทำให้นักเรียนจำกฎหลักการหรือสูตรได้อย่างแม่นยำ ช่วยฝึกให้นักเรียนให้เป็นคนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่าจะได้พิสูจน์ด้วยตนเอง

จากความหมายดังกล่าวพอสรุป ข้อดีของรูปแบบการสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนจดจำองค์ความรู้ได้อย่างแม่นยำ

2. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนที่มีความสามารถเรียนรู้ได้เร็ว สามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนได้

3. ใช้ได้ผลดีในการจัดการเรียนรู้รายวิชาศิลปศึกษาและคณิตศาสตร์

4. ฝึกให้เป็นคนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการพิสูจน์ให้เห็นจริง

5. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนการนำทฤษฎี/หลักการไปใช้สถานการณ์ใหม่

6. เป็นวิธีสอนที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถหรือเรียนรู้ได้เร็วสามารถพัฒนาโดยไม่ต้องรอผู้เรียนรู้ได้ช้ากว่า

4.2 ข้อเสียของรูปแบบการสอนแบบนิรนัย

เยาวพา สาครเจริญ (2555) กล่าวว่า ข้อจำกัดของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยคือเป็นวิธีสอนที่ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดด้วยตนเอง นักเรียนต้องจำสูตรมาใช้ซึ่งบางครั้งนักเรียนไม่เข้าใจ

พลวิสันต์ สิงหาอาจ (2555) ได้กล่าวถึง ข้อเสียของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย ดังนี้

1. เป็นวิธีการที่ใช้ได้เฉพาะบางเนื้อหา ส่งเสริมคุณค่าในการแสวงหาความรู้และคุณค่าทางอารมณ์ค่อนข้างน้อย

2. เป็นวิธีการที่ผู้สอนต้องเตรียมตัวอย่างสถานการณ์ ปัญหาที่ดีมีความชัดเจนและหลากหลายให้ผู้เรียนฝึกทำ

3. ผู้เรียนบางส่วนอาจใช้วิธีการท่องจำมากกว่าการทำความเข้าใจอย่างแท้จริงความจำจึงกลายเป็นเรื่องจำเป็นและเป็นสิ่งสำคัญ ถ้าผู้เรียนลืมทฤษฎี กฎ สูตรก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

ปวิตา ไชยมาตย์ (2556) กล่าวว่า เป็นวิธีสอนที่ไม่ส่งเสริมให้เกิดความคิดด้วยตนเอง เน้นแต่การจำ ต้องจำกฎเกณฑ์ สูตร หรือหลักการมาใช้ในการแก้ปัญหาจึงจะสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งบางครั้งนักเรียนไม่เข้าใจ

รุ่งนภา ไร่กระโทก (2556) กล่าวว่า ข้อจำกัดของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยคือเป็นวิธีสอนที่ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดด้วยตนเอง นักเรียนต้องจำสูตรมาใช้ซึ่งบางครั้งนักเรียนไม่เข้าใจ

เกษรินทร์ อ่อนนาค (2556) ได้กล่าวถึง วิธีสอนแบบนิรนัยมีข้อจำกัด ดังนี้

1. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนต้องเตรียมตัวอย่างโจทย์และปัญหาให้หลากหลาย

2. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนที่เรียนรู้ช้าอาจตามไม่ทันเพื่อน

3. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนไม่ได้ฝึกกระบวนการคิดมากนัก เพราะผู้สอนเป็นผู้กำหนดทุกอย่างให้หมดแล้ว

วิภาดา พินลา และวิภาพรรณ พินลา (2558) กล่าวว่า ข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัย เป็นวิธีการสอนที่ไม่ส่งเสริมให้เกิดความรู้เกิดความคิดด้วย

ตนเอง ผู้เรียนต้องจำสูตร กฎ ทฤษฎีมาใช้ ซึ่งบางครั้งผู้เรียนไม่เข้าใจ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียนได้

ไพศาล แมลงทับทอง (2558) ได้กล่าวถึง ข้อเสียของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยมี ดังต่อไปนี้

1. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนไม่ได้เกิดความคิดรวบยอดด้วยตนเอง

2. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ขึ้นกับความเข้าใจและความสามารถของผู้สอนในการนำเสนอทฤษฎี หลักการ อาจส่งผลให้นักเรียนบางกลุ่มหรือบางคนตามไม่ทันอาจเกิดปัญหาในการเรียนรู้ได้

วิภาดา พินลา (2558) กล่าวว่า วิธีสอนแบบนิรนัยเป็นวิธีสอนที่ไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องจำสูตร กฎ ทฤษฎีมาใช้ ซึ่งบางครั้งผู้เรียนไม่เข้าใจส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียนได้

แคทลียา ศรีแปลก (2560) ได้กล่าวถึง ข้อเสียการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย ดังนี้

1. วิธีการสอนแบบนิรนัยที่จะใช้สอนได้เฉพาะบางเนื้อหา ไม่ส่งเสริมคุณค่าในการแสวงหาความรู้และคุณค่าทางอารมณ์

2. เป็นการสอนที่นักเรียนไม่ได้เกิดความคิดรวบยอดด้วยตนเอง เพราะครูกำหนดความคิดรวบยอด

ทิศนา แขมณี (2562) กล่าวว่า ข้อจำกัดของการสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมตัวอย่าง/สถานการณ์/ปัญหาที่หลากหลายมาให้ผู้เรียนได้ฝึกทำ

2. เป็นวิธีสอนที่ขึ้นกับความเข้าใจและความสามารถของผู้สอนในการนำเสนอทฤษฎีหลักการ

3. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนที่เรียนรู้ได้ช้า อาจจะตามไม่ทันเพื่อน และเกิดปัญหาในการเรียนรู้

พัชรฎา พลเยี่ยม (2564) กล่าวว่า ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย เป็นวิธีสอนที่ใช้ได้เฉพาะบางเนื้อหา และไม่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเอง นักเรียนต้องจำสูตรมาใช้ ซึ่งถ้าลืมกฎหรือสูตรก็จะไม่สามารถแก้ปัญหาได้

จากความหมายดังกล่าวพอสรุป ข้อเสียของรูปแบบการสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1. เป็นวิธีการสอนที่ไม่ส่งเสริมให้เกิดความรู้เกิดความคิดด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องจำสูตร กฎ ทฤษฎีมาใช้ ซึ่งบางครั้งผู้เรียนไม่เข้าใจ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียนได้

2. เป็นวิธีการที่ใช้ได้เฉพาะบางเนื้อหา ส่งเสริมคุณค่าในการแสวงหาความรู้และคุณค่าทางอารมณ์ค่อนข้างน้อย

3. ผู้เรียนบางส่วนอาจใช้วิธีการท่องจำมากกว่าการทำความเข้าใจอย่างแท้จริงความจำจึงกลายเป็นเรื่องจำเป็นและเป็นสิ่งสำคัญ ถ้าผู้เรียนลืมทฤษฎี กฎ สูตร ก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

4. รูปแบบการสอนแบบนิรนัยเป็นการสอนที่นักเรียนไม่ได้เกิดความคิดรวบยอดด้วยตนเอง เพราะครูกำหนดความคิดรวบยอด

5. ทฤษฎีการเรียนรู้/หลักการที่สนับสนุนการสอนแบบนิรนัย

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าทฤษฎีการเรียนรู้/หลักการที่สนับสนุนการสอนแบบนิรนัย ไว้ดังนี้

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

อนุชา โสมาบุตร (2555) กล่าวว่า กลุ่มแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่าการเรียนรู้ หรือการสร้างความรู้ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยการนำประสบการณ์หรือสิ่งที่พบเห็นในสิ่งแวดล้อมหรือสารสนเทศใหม่ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกับ ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม มาสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง หรือเรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา

จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2556) กล่าวว่า การสร้างความรู้ตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อในกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการส่งเสริมกระบวนการสร้างความรู้ให้มีประสิทธิภาพเพื่อการเรียนรู้ที่ยั่งยืน อีกทั้งยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติ ซึ่งจะเปลี่ยนบทบาทผู้เรียนจากการเรียนด้วยวิธีการรับมาเป็นการเรียนเชิงรุกอันเกิดจากการที่ผู้เรียนอยู่ในบริบทที่สอดคล้องกับสังคมรอบตัวและเนื้อหาบริบทที่ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความคิดเห็น ผู้เรียนเรียนรู้วิธีการเรียนและผู้เรียนติดต่อสื่อสารกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้

สุมาลี ชัยเจริญ (2557) กล่าวว่า เป้าหมายของการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สนับสนุนการสร้างความรู้มากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดความรู้ จึงทำให้เกิดการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละบุคคล

กุสลวัฒน์ คงประดิษฐ์ (2562) กล่าวว่า สำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รู้จักวิธีการเรียนรู้สามารถแสวงหาความรู้ด้วยการนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้เรื่องใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ได้วิเคราะห์หรือตั้งคำถามจากโจทย์ปัญหาผ่านกระบวนการสะท้อนความคิด (Reflective Thinking) มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนคนอื่นในกลุ่มมุ่งการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Action Learning) ที่นำไปสู่การค้นคว้าหาคำตอบหรือสร้างความรู้ใหม่

จากความหมายดังกล่าวพอสรุป ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยการนำประสบการณ์หรือสิ่งที่พบเห็นในสิ่งแวดล้อมหรือสารสนเทศใหม่ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกับ ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมมาสร้างเป็นความเข้าใจของตนเองทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

แนวคิดการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function)

1. ความหมายการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function)

มีนักการศึกษาทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติได้ให้ความหมายของทักษะการคิดเชิงบริหารได้อย่างสอดคล้องกัน ดังนี้

Diamond (2013) กล่าวว่า การบริหารจัดการของสมอง (EFs) หรือเรียกว่าการบริหารควบคุม (Executive control) หรือการควบคุมการรู้คิด (Cognitive control) หมายถึงกระบวนการของความคิดจากบนลงล่างที่จำเป็นในการสร้างสมาธิ (Concentrate) และความสนใจจดจ่อ (Pay attention) ต่อการดำเนินกิจกรรมใด ๆ แบบอัตโนมัติตามสัญชาตญาณ (Instinct) หรือการหยั่งรู้ตามสัญชาตญาณ (Intuition) การบริหารจัดการของสมอง (EFs) ประกอบด้วย การควบคุมยับยั้ง (Inhibitory control) หรือการยั้งคิด (Inhibit) ความจำใช้งาน (Working memory) และการยืดหยุ่นทางการรู้คิด (Cognitive flexibility) ซึ่งกระบวนการทั้งสามอย่างนี้ ทำให้เกิดกระบวนการทำหน้าที่ขั้นสูงของสมอง ได้แก่ การให้เหตุผล การคิดแก้ปัญหาและการวางแผน EFs จึงเป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิต การประสบความสำเร็จในการเรียน การทำงาน และการพัฒนากระบวนการรู้คิด สังคมและจิตใจ

สถาบัน RLG (2561) ได้ให้ความหมายไว้ว่า EF (Executive Functions) คือชุดกระบวนการคิดที่ทำงานในสมองส่วนหน้าของเรา ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อข้อมูลจากประสบการณ์ในอดีตเข้ากับปัจจุบัน ทำให้รู้สึกยั้งคิดยั้งใจ ชะลอความอยาก กำกับพฤติกรรม

และอารมณ์ของเราได้ช่วยปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป สามารถตัดสินใจ แก้ปัญหา วางแผนบริหารจัดการงานต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วง

สิริยากร กองทอง (2559) กล่าวไว้ว่า กระบวนการทำงานระดับสูงของสมองที่ควบคุมความคิด/อารมณ์ การตัดสินใจและการกระทำ ทำให้เริ่มต้นลงมือทำและมุ่งมั่นทำจนงานบรรลุผลตามเป้าหมาย (Goal Directed Behaviors)

นวลจันทร์ จุฑาภักดีกุล (2559) กล่าวไว้ว่า ทักษะการคิดเชิงบริหาร คือ กระบวนการทางความคิดในส่วน “ สมองส่วนหน้า ” ที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความรู้สึก การกระทำเป็นความสามารถของสมองที่ใช้บริหารจัดการชีวิตในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้สามารถตั้งเป้าหมายในชีวิต รู้จักการวางแผน มีความมุ่งมั่น จดจำสิ่งต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ สามารถยั้งคิด ไตร่ตรอง ควบคุมอารมณ์ได้ ยืดหยุ่นความคิดเป็น สามารถจัดลำดับความสำคัญในชีวิต รวมทั้งรู้จักริเริ่มและลงมือทำสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นสิ่งที่ทุกคนต้องใช้และมีผลต่อความสำเร็จในชีวิต ทั้งการงาน การเรียน และการใช้ชีวิต

จุฑามาศ แหนจอน (2562) กล่าวว่า ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการทำงานขั้นสูงของสมอง ในการยั้งคิด มีความจำใช้งาน แก้ปัญหา ปรับตัวอย่างยืดหยุ่น ควบคุมอารมณ์ สังเกตตนเอง วางแผน จัดการอุปกรณ์และทำงานสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

จุฬินฑิพา นพคุณ (2561) กล่าวว่า เป็นการทำงานของสมองส่วนหน้าที่ช่วยให้คนเรามีความสามารถในการบริหารจัดการชีวิต กำกับตนเองได้ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เป็นศักยภาพของสมองมนุษย์ที่สามารถพัฒนาเป็นทักษะ ที่ทำให้มนุษย์แตกต่างจากสัตว์ทั้งปวง

สุภาวดี หาญเมธี และคณะ (2561) ได้เรียบเรียงความหมายของ "Executive Function" จากนักวิชาการหลายท่าน ดังนี้

Executive Function ทำหน้าที่กำกับพฤติกรรมที่มุ่งสู่เป้าหมายของบุคคล ชี้ให้เห็นถึงสิ่งที่บุคคลพึงกระทำให้เหมาะสมกับบริบท โดยคำนึงถึงความรู้และประสบการณ์ที่ผ่านมา สถานการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นตามมา ความคาดหวังในอนาคต คุณค่าและจุดมุ่งหมายในชีวิต EF จะช่วยให้บุคคลมีสำนึกของการเตรียมพร้อม สำนึกของภาระหน้าที่ มีการยืดหยุ่นและมีการร่วมมือ (Nadine Gaab)

Executive Function ทำหน้าที่กำกับพฤติกรรมที่มุ่งสู่เป้าหมายของบุคคล ชี้ให้เห็นถึงสิ่งที่พึงกระทำให้เหมาะสมกับบริบทโดยคำนึงถึงความรู้ และประสบการณ์ที่ผ่านมา สถานการณ์ที่เกิดขึ้นตามมา ความคาดหวังในอนาคต คุณค่าและจุดมุ่งหมายในชีวิต EF จะช่วย

ให้บุคคลมีสำนึกของการเตรียมพร้อม สำนึกของภาระหน้าที่ มีการยืดหยุ่น และมีการร่วมมือ (Seana Moran &Howard Gardner)

Executive Function คือ การกระทำที่บุคคลเป็นผู้กำหนดทิศทางเอง โดยกำหนดเป้าหมาย (goal) เลือกกระทำ (Select) ลงมือกระทำ (enact) และดำรง (sustain) การกระทำนั้นข้ามช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เพื่อไปให้บรรลุถึงเป้าหมาย โดยคำนึงถึงความเกี่ยวข้องกับบุคคลอื่น ๆ รวมทั้งคำนึงถึงกระบวนวิธีการของสังคมและวัฒนธรรม เพื่อนำไปสู่ประโยชน์สูงสุดในระยะยาวที่บุคคลนั้นวางไว้ การทำงานเชื่อมโยงสัมพันธ์กันของการคิดเชิงบริหารพื้นฐาน 3 ด้าน (working memory,inhibitory, control และ shift/cognitive flexibility) ทำให้เกิดการควบคุมพฤติกรรม นำไปสู่การจัดการเพื่อบรรลุเป้าหมาย มีความมุ่งมั่นที่จะทำให้ถึงเป้าหมายให้ได้ มีการจัดวางการงาน แก้ไขสิ่งที่ผิดพลาดเสียหาย ใส่ใจต่อเสียงสะท้อน และมีความยืดหยุ่นทั้งทางความคิดและพฤติกรรม (Barkley, 2011)

วรัญญภรณ์ ชาลีรักษ์ (2562) กล่าวว่า กระบวนการของการทำงานภายในสมองที่ครอบคลุมกระบวนการทำงานทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมที่มุ่งไปสู่เป้าหมาย เป็นกระบวนการที่สนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งการวางแผน คิดยืดหยุ่น การมุ่งเน้นความสนใจ และการยับยั้งพฤติกรรม และสามารถพัฒนาต่อไปจนถึงวัยผู้ใหญ่ตอนต้น

จิระพร ชะโน (2562) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดเชิงบริหาร (Executive Functions:EFs) การทำงานของสมองส่วนหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านความคิด ความรู้สึก และการกระทำการยั้งใจคิดไตร่ตรอง การควบคุมอารมณ์ การยืดหยุ่นทางความคิด การตั้งเป้าหมาย วางแผนความมุ่งมั่น การจดจำ และเรียกใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดลำดับความสำคัญของเรื่องต่างๆ และการทำสิ่งต่างๆอย่างเป็นขั้นเป็นตอนจนบรรลุความสำเร็จ ซึ่งเป็นทักษะที่มนุษย์เราทุกคนต้องใช้ ซึ่งมีอิทธิพลต่อความสำเร็จในชีวิต

จุฑามาศ แหนจอน (2562) กล่าวว่า หน้าที่บริหารจัดการของสมอง (EFs) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการทำหน้าที่ของสมองบริเวณพรีฟรอนทัลคอร์เท็กซ์เป็นสำคัญ ในวัยผู้ใหญ่ประกอบด้วยความสามารถที่เกี่ยวข้อง การกำกับพฤติกรรมประกอบด้วย การยั้งคิด การสับเปลี่ยน การควบคุมอารมณ์ การติดตามสังเกตตนเอง และความสามารถที่เกี่ยวข้องกับเมต้าคอกนิชั่นหรือกระบวนการรู้คิดขั้นสูง ได้แก่ การริเริ่มและลงมือทำ ความจำใช้งาน การวางแผนจัดระบบ การจัดการกับอุปกรณ์ และการติดตามงาน

วันวิสา ม่วงทอง (2563) กล่าวว่า กระบวนการทำงานของสมองในสมองส่วนหน้าที่มีหน้าที่ควบคุมการคิด รวมถึงดำเนินงานที่เชื่อมโยงของระบบประสาทที่ทำงานร่วมกัน

โดยการประมวลประสบการณ์ในอดีตและปัจจุบันมาเพื่อช่วยให้เราคิดเป็นมีเหตุผล และการกระทำเพื่อไปให้ถึงเป้าหมาย

อรพร ทับทิมศรี (2563) กล่าวว่า เป็นกระบวนการทางความคิด (Mental process) ในสมองส่วนหน้า การทำงานที่ซับซ้อนจนสำเร็จ ที่เกี่ยวข้องกับการคิด ความรู้สึก และการกระทำ เช่น การยั้งใจคิดไตร่ตรอง การควบคุมอารมณ์ การยืดหยุ่นทางความคิด เป้าหมาย มีความมุ่งมั่นที่จะทำให้ สำเร็จ อดทนและรู้จักแก้ปัญหา การจดจำและเรียกใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดลำดับความสำคัญของเรื่องต่าง ๆ และการทำสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นขั้นเป็นตอน ระงับยับยั้งพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม และติดตามงานจนสำเร็จ ซึ่งเป็นทักษะที่มนุษย์เราทุกคนต้องใช้ มีความสำคัญยิ่งต่อทั้งความสำเร็จในช่วงเด็กปฐมวัย วัยทำงาน รวมทั้งการมีชีวิตครอบครัว

เนติมา อริยะดำรงขวัญ (2563) กล่าวว่า หน้าที่บริหารจัดการของสมอง เป็นความสามารถในการทำงานของสมองระดับสูง ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่บริหารจัดการของสมองจัดการความคิดของตนเอง การควบคุมอารมณ์ และการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมที่เหมาะสม ให้สามารถดำเนินงานในสถานการณ์หนึ่ง ๆ ได้สำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ อาทิ การวางแผน กำหนดเป้าหมาย จัดลำดับความสำคัญของงาน รู้จักบริหารเวลา ยืดหยุ่นความคิด มีความคิดริเริ่ม รวมทั้งการยั้งคิดไตร่ตรอง การควบคุมอารมณ์ตนเอง ไม่วู่วามวอกแวกต่อสิ่งเร้า สิ่งกระตุ้นต่าง ๆ มีสมาธิจดจ่อ ซึ่งต้องอาศัยความจำขณะทำงานเป็นพื้นฐาน

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปความหมายของการบริหารจัดการสมอง (Executive function) ได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการทำงานของสมองส่วนหน้าซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด ความรู้สึก และการกระทำต่าง ๆ ให้สามารถควบคุมความคิด อารมณ์ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาการส่งผลให้บุคคลมีความมุ่งมั่นในการทำงานจนสามารถทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมถึงดำเนินงานที่เชื่อมโยงของระบบประสาทที่ทำงานร่วมกัน โดยการประมวลประสบการณ์ในอดีตและปัจจุบันมาเพื่อช่วยให้เราคิดเป็นมีเหตุผล และการกระทำที่นำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้

2. แนวคิดการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function)

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าแนวคิดการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function) ไว้ดังนี้

Anderson (2009) เสนอรูปแบบการประมวลผลสารสนเทศ (information processing model) ที่เรียกว่า “รูปแบบการสร้างความรู้ที่ใช้พุทธิปัญญาเป็นฐานบนฐานราก

ของประสาทวิทยา (A Model of Constructivist–based Cognitive Grounded in Neuroscience)" และอธิบายไว่ว่า

1. การรับรู้ (perception) ของปัจจัยนำเข้าของระบบประสาท (sensory input) ถูกปรับแต่งโดยความรู้ที่มีมาก่อน (prior knowledge) ที่ถูกทำให้เคลื่อนที่ไปโดย executive function module (M) ที่อยู่บริเวณสมองส่วนหน้า (frontal lobe) สารสนเทศถูกนำเข้าไปและสมองประมวลปัจจัยนำเข้า (input) เหล่านั้นทันที ในศูนย์กลางการประมวลผลของสมองในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งความจำขณะทำงาน (working memory) ด้วย ซึ่งเป็นศูนย์กลางการจัดเก็บข้อมูลเชิงพลวัต (dynamic) อยู่บริเวณสมองส่วนหน้า (frontal lobe) เป็นบริเวณที่นำสารสนเทศเข้ามา(KR) ที่สัมพันธ์กับความรู้ที่มีมาก่อน ที่เก็บไว้ในความจำระยะยาว (long term memory)ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ (1) ความรู้กระบวนการ (procedural knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการกับข้อมูลเพื่อตอบคำถาม "how" และ (2) ความรู้เชิงประกาศ (declarative knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับสารเทศที่เป็นข้อเท็จจริง (fact) และหลักการ (principle) และอื่น ๆ เพื่อตอบคำถาม "what"

2. การตัดสินใจ (decision making) และแม่แบบสำหรับแบบรูปการตอบสนอง (response patterns) เกี่ยวกับสารสนเทศที่เข้ามาใหม่กับประสบการณ์ที่มีมาก่อนถูกกำหนดโดยอารมณ์ (AF) อารมณ์มีผลต่อทั้งการรับสารสนเทศและการบูรณาการสารสนเทศเหล่านั้นกับความรู้ที่มีมาก่อนด้วย เมื่อมีการเลือกแม่แบบการตอบสนองที่เหมาะสมถูกเลือก แบบรูป (response pattern) จะถูกสั่งให้ทำงานโดยวิถีประสาทสั่งการ (motor pathways) จากทั้งสองแนวคิดพบว่ามีสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด ประสาทวิทยาศึกษาศาสตร์ ได้แก่ รูปแบบการเรียนรู้ (learning style) ความตั้งใจ (attention) ความจำขณะทำงาน (working memory) และอารมณ์ (emotion)

นวลจันทร์ จุฑาภักดีกุล (2559) กล่าวว่า การพัฒนาทางสมองจึงเป็นศาสตร์แห่งการศึกษาด้านประสาทวิทยาในช่วงสิบปีที่ผ่านมา สร้างความตื่นตัวแก่ภาคการศึกษาที่ต่างหันมาให้ความสนใจในการพัฒนาสมองของมนุษย์ในช่วงปฐมวัยสูงที่สุดด้วยเหตุที่การพัฒนาสมองเป็นพื้นฐานของการพัฒนาด้านอารมณ์ จิตใจ สังคม สติปัญญา และการเรียนรู้ การพัฒนาทางสมองตามทฤษฎีต่างๆ ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานทางสมองด้านการบริหารจัดการ(Executive Functions : EF) เป็นกระบวนการทำงานระดับสูงของสมองที่ควบคุมความคิด การตัดสินใจและการกระทำ ทำให้เริ่มต้นลงมือทำและมุ่งมั่นทำจนงานบรรลุผลตามเป้าหมาย (Goal Directed Behaviors)

จิระพร ชะโน (2562) กล่าวว่า หากเด็กได้รับการฝึกฝนทักษะการบริหารจัดการทางสมอง(Executive function) มาดี บุคคลนั้นก็จะคิดวิเคราะห์เป็น มีหลักการวิธีคิด มีการไตร่ตรอง สามารถตัดสินใจได้เหมาะสม เป็นคนที่ทำงานเป็น รู้จักวางแผนก่อนลงมือทำเป็นระบบ หากทำไปแล้วเกิดอุปสรรคก็ลุกขึ้นสู้ต่อได้ รู้จักแก้ไข หรือคิดค้นหาทางออกใหม่ ๆ ไม่ยึดติดอยู่กับกรอบความคิดเดิม นอกจากนี้ ยังสามารถจัดสัมพันธภาพได้ดี เพราะรู้จักควบคุมอารมณ์ และพฤติกรรมตนเอง จนเป็นที่ยอมรับของเพื่อนร่วมงาน หรือคนในครอบครัว การบริหารจัดการทางสมอง(Executive function) จึงเป็นพื้นฐานของทักษะสำคัญที่ต้องมีในศตวรรษที่ 21

นวรัตน์ อนันตบุษย์ (2562) กล่าวว่า แนวคิดและทฤษฎีทักษะการบริหารจัดการตนเอง ช่วยให้เราสามารถวางแผนการการทำงานได้อย่างมีเป้าหมาย และจัดลำดับการทำงานได้ และยังช่วยให้เราสามารถคิดไตร่ตรอง ควบคุมอารมณ์ จดจ่อกับสิ่งที่กำลังทำในขณะนั้นซึ่งประกอบด้วยการควบคุมอารมณ์ การวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ การเริ่มต้นการทำงานและติดตามการทำงานให้ครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายและทักษะการบริหารจัดการตนเองเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตั้งแต่วัยเด็กและพัฒนามาจนถึงวัยรุ่นและต่อเนื่องไปจนวัยผู้ใหญ่

จากแนวคิดดังกล่าวพอสรุปแนวคิดการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function) ได้ว่า เป็นพื้นฐานของการพัฒนาด้านอารมณ์ จิตใจ สังคม สติปัญญา และการเรียนรู้ การพัฒนาทางสมองตามทฤษฎีต่าง ๆ เป็นกระบวนการเริ่มขึ้นตั้งแต่วัยเด็กตอนต้น และพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงวัยรุ่นและต่อเนื่องไปจนวัยผู้ใหญ่ หน้าที่บริหารจัดการจะมีการพัฒนาแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงวัยประกอบกับมีการกระตุ้นการทำงานของสมองในบริเวณที่แตกต่างกัน รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงอายุอีกด้วยช่วยให้เราสามารถวางแผนการทำงานได้อย่างมีเป้าหมาย และจัดลำดับการทำงานได้ และยังช่วยให้เราสามารถคิดไตร่ตรอง ควบคุมอารมณ์ จดจ่อกับสิ่งที่กำลังทำในขณะนั้น

3. องค์ประกอบการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function)

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าองค์ประกอบการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function) ไว้ดังนี้

Morin (2014) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงบริหาร ซึ่งประกอบด้วยทักษะสำคัญ 8 ด้าน ได้แก่

1. การควบคุมตน (Impulse control) เป็นความสามารถยั้งคิดก่อนลงมือทำ

2. การควบคุมอารมณ์ (Emotional control) เป็นความสามารถในการจัดการความรู้สึก

3. การคิดยืดหยุ่น (Flexible thinking) เป็นความสามารถในการดัดแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

4. ความจำใช้งาน (Working memory) เป็นความสามารถในการจำ ที่จะเก็บข้อมูลที่ได้เห็นหรือได้ยินในระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อนำมาแปรผลและปฏิบัติการต่อ

5. การติดตามงานด้วยตนเอง (Self-monitoring) เป็นความสามารถในการติดตามและประเมินผลงานด้วยตนเอง

6. การวางแผนและการจัดลำดับความสำคัญ (Planning and prioritizing) เป็นความสามารถในการวางแผนที่จะทำงาน การทำงานอย่างมีขั้นตอนเพื่อนำไปสู่จุดหมาย รวมถึงการตัดสินใจในสิ่งที่สำคัญ การบริหารงานและเวลาพื่อให้การทำงานเสร็จสมบูรณ์

7. การเริ่มต้นงาน (Talk initiation) เป็นความสามารถที่ยอมรับว่า เมื่อถึงเวลาเริ่มต้นงานก็ต้องทำทันทีเป็นความสามารถที่จะเริ่มต้นงาน สามารถทำงานทันทีที่ได้รับมอบหมาย ไม่ล่าช้าหรือไม่เลื่อนเวลาออกไปเรื่อยจนทำให้งานเสียหาย ทำงานไม่สำเร็จ

8. การจัดการ (Organization) เป็นความสามารถในการสร้างและมีระบบรักษาสิ่งต่าง ๆ ไว้ได้ เช่น การเก็บรักษาข้อมูลในรายวิชาต่างๆ

Hanmethee (2016) กล่าวว่า ทักษะการคิดเชิงบริหาร (Executive Functions) คือชุดกระบวนการทางความคิดที่ช่วยให้บุคคลสามารถวางแผน มุ่งใจจดจ่อ จำคำสั่ง จัดลำดับความสำคัญของงาน วางเป้าหมายและทำไปเป็นขั้นเป็นตอนจนสำเร็จ รวมทั้งควบคุมแรงอยากและแรงกระตุ้นต่าง ๆ ไม่ให้วอกแวกสนใจสิ่งอื่น เพื่อจัดการกับงานหลาย ๆ อย่างให้ลุล่วงเรียบร้อยได้ ได้พบองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงบริหารในเด็กวัย 2-5 ปี ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน คือ

1. ด้านความจำที่นำมาใช้งาน
2. ด้านการยับยั้งชั่งใจ
3. ด้านการควบคุมอารมณ์และพฤติกรรม
4. ด้านความสามารถในการปรับเปลี่ยนเคลื่อนย้ายความคิด
5. ด้านการวางแผนและการดำเนินการเพื่อนำส่วนประกอบสำคัญต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกัน

สิริยากร กองทอง (2559) กล่าวว่า ทักษะที่เป็นองค์ประกอบหลักของ (Executive Functions; EF) มี 5 ด้าน ดังนี้ 1) ความจำขณะทำงาน (Working Memory) 2) การยับยั้ง

ความคิดและพฤติกรรม (Inhibitory Control) 3) การเปลี่ยนความคิดเมื่อเงื่อนไขเปลี่ยนไป (Shift) 4) การควบคุมอารมณ์ (Emotional Control) 5) การวางแผนและการจัดการ (Planning & Organizing) ทักษะเหล่านี้มีความสำคัญในการที่บุคคลจะกำหนดเป้าหมาย วางแผนงาน และมุ่งมั่นทำงานให้ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

1. ความจำขณะทำงาน (Working Memory) หมายถึง ความสามารถในการจำและปฏิบัติตามข้อมูลที่เพิ่งได้รับ เป็นการนำความรู้หรือประสบการณ์เดิม ออกมาใช้ตามสถานการณ์ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การยับยั้งความคิดและพฤติกรรม (Inhibitory Control) หมายถึงความสามารถในการหยุดพฤติกรรมที่เคยชินและไม่เหมาะสม ความสามารถในการยับยั้งชั่งใจ ควบคุมความต้องการของตนเองได้ ความสามารถในการอดทนรอคอยได้ ความสามารถในการหยุดทำในสิ่งที่อยากทำ เพื่อมาทำสิ่งที่สำคัญกว่า และจำเป็นต่อความสำเร็จของงาน ความสามารถในการควบคุมความคิดให้จดจ่อกับเรื่องที่กำลังทำ

3. การเปลี่ยนความคิดเมื่อเงื่อนไขเปลี่ยนไป (Shift) หมายถึง ความสามารถในการคิดนอกกรอบ คิดยืดหยุ่น ความสามารถในการเสนอความคิดที่หลากหลาย ความสามารถในการเปลี่ยนกิจกรรมตามตารางกิจวัตรประจำวัน ความสามารถในการเข้าใจอารมณ์ความรู้สึกของผู้อื่น เห็นอกเห็นใจผู้อื่น

4. การควบคุมอารมณ์ (Emotional Control) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมอารมณ์/ความรู้สึก ความสามารถในการแสดงออกอย่างเหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ เช่น เมื่อโกรธ เสียใจ วิตกกังวล สามารถควบคุมอารมณ์ให้กลับมาอยู่ในสภาวะปกติได้ในเวลาที่เหมาะสม

5. การวางแผนและการจัดการ (Planning & Organizing) หมายถึงความสามารถในการกำหนดเป้าหมายการทำงานได้ สามารถจัดลำดับความสำคัญ และวางแผนการทำงานเป็นขั้นตอน โดยเริ่มลงมือทำงานด้วยตนเองได้ โดยไม่ต้องมีคนบอก สามารถจัดการดำเนินงานตามแผนจนบรรลุเป้าหมายได้

นวลจันทร์ จุฑาภักดีกุล (2559) กล่าวว่า องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงบริหาร มี 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความจำขณะทำงาน (Working Memory) หมายถึง ความสามารถในการจำข้อมูลไว้ในใจและจัดการกับข้อมูลเหล่านั้น หรือการนำข้อมูลที่เก็บไว้ในใจมาใช้ในการคิดแก้ปัญหา จำเป็นต้องอาศัยการมีความตั้งใจจดจ่อ (Attention) เป็นพื้นฐานสำคัญ

2. การหยุด การยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory Control) หมายถึง การหยุดพฤติกรรมที่เคยชิน หยุดคิดก่อนทำ ไม่หุนหันพลันแล่น หยุดพฤติกรรมที่รบกวนผู้อื่นหรือทำให้ผู้อื่นเดือดร้อน รวมถึงการควบคุมความคิดให้จดจ่ออยู่กับงานที่ทำ หยุดคิดเรื่องอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง

3. การเปลี่ยน/การยืดหยุ่นความคิด (Shift/Cognitive Flexibility) หมายถึง การเปลี่ยนสลับความสนใจจากสิ่งหนึ่งไปยังอีกสิ่งหนึ่ง การเปลี่ยนความคิดได้ไม่ยึดติดความคิดเดียว การคิดนอกกรอบ

4. การควบคุมอารมณ์ (Emotional control) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมอารมณ์ความรู้สึกที่เกิดขึ้น โดยการแสดงออกอย่างเหมาะสมตามสถานการณ์

5. การวางแผนจัดการ (Planning and organizing) หมายถึง การวางแผนจัดการงานให้เสร็จ ตั้งแต่การตั้งเป้าหมาย จัดลำดับความสำคัญของงาน เริ่มต้นลงมือทำการ ไม่ติดกับปัญหาเล็กน้อยจนลืมภาพรวมของงาน การคาดการณ์ผลของการกระทำ การติดตามสะท้อนผลจากการกระทำเพื่อปรับปรุงงานให้ดีขึ้น

จุฑามาศ แหนจอน (2562) ได้กล่าวถึง หน้าที่บริหารจัดการของสมอง (Executive Function: EFs) ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 8 ด้าน ได้แก่

1. การยั้งคิด (Inhibit) หมายถึง ความสามารถในการควบคุม (เช่น การยับยั้งต้านทาน หรือไม่แสดงปฏิกิริยาต่อสิ่งกระตุ้น) และความสามารถในการหยุดพฤติกรรมของตนเองในเวลาที่เหมาะสม

2. การยืดหยุ่น (Shift) หมายถึง ความสามารถในการสับเปลี่ยน สลับ หรือเปลี่ยนผ่านความสนใจและการเปลี่ยนแปลงจุดสนใจ จากกรอบแนวคิด สถานการณ์กิจกรรม หรือวิธีการแก้ปัญหาอย่างหนึ่งไปสู่อีกอย่างหนึ่งตามที่สถานการณ์กำหนด การยืดหยุ่นมี 2 องค์ประกอบย่อย ได้แก่

2.1 การยืดหยุ่นทางพฤติกรรม หมายถึง ความสามารถในการปรับพฤติกรรมหรือการกระทำของตนเอง เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์

2.2 การยืดหยุ่นทางความคิด หมายถึงการ ความสามารถในการปรับความคิดเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย

3. การควบคุมอารมณ์ (Emotional control) หมายถึง ความสามารถในการปรับลดการตอบสนองทางอารมณ์ที่ไม่เหมาะสม เช่น การระเบิดอารมณ์โกรธ การแสดงออกมากเกินไป หรือมีความอ่อนไหวทางอารมณ์อย่างรุนแรงต่อเหตุการณ์หรือเรื่องเล็กน้อย

4. การติดตามสังเกต (Monitor) หมายถึง ความสามารถในการติดตาม สังเกต และตระหนักรู้ต่อพฤติกรรมของตนเองว่ากำลังคิด รู้สึกหรือทำอะไรอยู่ และส่งผลกระทบต่อผู้อื่นและสังคม หรือไม่และอย่างไร

5. ความจำใช้งาน (Working memory) ความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูลไว้ในความคิด เพื่อทำงานให้สำเร็จหรือสร้างการตอบสนอง เช่น ความจำในการดำเนินกิจกรรมที่มีหลายขั้นตอน การแสดงพฤติกรรมอย่างเป็นลำดับขั้นตอน หรือการทำตามคำสั่งที่ซับซ้อน ฯลฯ รวมทั้งความสามารถในการคงไว้ซึ่งความตั้งใจ และการกระทำให้บรรลุผลสำเร็จแม้เวลาผ่านไป

6. การวางแผน/จัดระบบ (Plan/ Organize) หมายถึง ความสามารถในการจัดการกับงานในปัจจุบันหรืออนาคตภายใต้บริบทของสถานการณ์ที่กำหนด และการคาดการณ์ต่อสถานการณ์ในอนาคต โดยการวางแผนเป็นความสามารถในการประยุกต์คำสั่งหรือเป้าหมาย และพัฒนาขั้นตอนต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมไว้ล่วงหน้า เพื่อให้งาน หรือกิจกรรมประสบความสำเร็จ รวมทั้งความสามารถในการเริ่มงานหรือการค้นหา และจัดเตรียมเครื่องมือ หรือวัสดุที่จำเป็น ในการทำงานให้สำเร็จไว้ล่วงหน้า ส่วนการจัดระบบ เป็นความสามารถในการจัดลำดับของข้อมูล การกระทำหรือวัสดุ เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์

7. การจัดการอุปกรณ์ (Organization of materials) หมายถึง ความสามารถในการจัดการกับสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน การเล่น และพื้นที่จัดเก็บสิ่งของเช่น โต๊ะเรียน ตู้ใส่ของ เป้ กระเป๋า ห้องนอน ฯลฯ อย่างเป็นระเบียบและเรียบร้อย

8. การทำงานสำเร็จ (Task complete) หมายถึง ความสามารถในการทำงานหรือกิจกรรมให้เสร็จสิ้นหรือสมบูรณ์อย่างเหมาะสมภายใต้เวลาที่กำหนด ซึ่งเกิดจากความสามารถในการคงไว้ ซึ่งเป้าหมายและขั้นตอนการทำงานไว้ในความคิด การพัฒนาแผนการเพื่อให้งานสำเร็จการจัดการปริมาณงานให้เหมาะสม หรือการยับยั้งงานที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปได้

สุภาวดี หาญเมธี และคณะ (2561) ได้จัดการความรู้และแยกแยะ Executive Function (EF) เป็น 9 ด้านโดยจัดเป็น 3 กลุ่มทักษะ ได้แก่

กลุ่มทักษะพื้นฐาน

1. ความจำเพื่อใช้งาน (working memory) คือ ความสามารถของสมองที่ใช้ในการจำข้อมูล จัดระบบและหยิบใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายจะถูกเก็บรักษาอยู่ในสมอง working memory จะปลุกให้ข้อมูลเคลื่อนไหวแล้ว

เลือกข้อมูลชิ้นที่เหมาะสมนำออกมาใช้ ช่วยให้เราจำข้อมูลได้หลายต่อหลายเรื่องในเวลาเดียวกัน

2. การยั้งคิดคิดไตร่ตรอง (inhibitory control) คือ ความสามารถที่เราใช้ในการควบคุมกลั่นกรองความคิดและแรงอยากต่าง ๆ จนเราสามารถต้านหรือยับยั้งสิ่งยั่วยุความว้าวุ่น หรือนิสัยความเคยชินต่าง ๆ แล้วหยุดคิดก่อนที่จะทำ inhibitory control ทำให้เราสามารถคัดเลือก มีความจดจ่อรักษาระดับความใส่ใจ จัดลำดับความสำคัญ และกำกับการกระทำ

3. การยืดหยุ่นความคิด (shifting /Cognitive flexibility) คือ ความสามารถที่จะ "เปลี่ยนเกียร์" ให้อยู่ในจังหวะที่เหมาะสม ปรับตัวเข้ากับข้อเรียกร้องของสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ไม่ว่าจะเป็นเวลาเปลี่ยน ลำดับความสำคัญเปลี่ยน หรือเป้าหมายเปลี่ยน ช่วยให้เราปรับประยุกต์กติกาเดิมหรือที่คุ้นเคยไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่าง

กลุ่มทักษะกำกับตนเอง

4. การใส่ใจจดจ่อ (focus) คือ ความสามารถในการรักษาความตื่นตัว รักษาความสนใจให้อยู่ทิศทางที่ควร เพื่อให้ตนเองบรรลุสิ่งที่ต้องการจะทำให้สำเร็จด้วยความจดจ่อ มีสติรู้ตัวต่อเนื่องในระยะเวลาที่เหมาะสม ตามสมควรของวัยและความยากง่ายต่อภารกิจนั้น ๆ

5. การควบคุมอารมณ์ (emotion control) คือ ความสามารถในการจัดการอารมณ์ของตนเอง ตระหนักรู้ว่าตนเองกำลังอยู่ในภาวะอารมณ์ความรู้สึกอย่างไร สามารถปรับสภาพอารมณ์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ และควบคุมการแสดงออกทั้งทางอารมณ์และพฤติกรรมได้เหมาะสม

6. การติดตามประเมินตัวเอง (Self-monitoring) คือ ความสามารถในการตรวจสอบความรู้สึก ความคิด หรือการกระทำของตนเองทั้งในระหว่างการทำงานหรือหลังจากทำงานเสร็จเพื่อให้มั่นใจว่าจะนำไปสู่ผลดีต่อเป้าหมายที่วางไว้

กลุ่มทักษะปฏิบัติ

7. การริเริ่มและลงมือทำ (initiating) คือ ความสามารถในการคิดไตร่ตรองตัดสินใจ ทำสิ่งต่าง ๆ และนำไปสู่การลงมือปฏิบัติให้เกิดผล

8. การวางแผนจัดระบบดำเนินการ (planning and organizing) คือ ความสามารถในปฏิบัติที่เริ่มตั้งแต่การวางแผนที่จะต้องนำส่วนประกอบสำคัญต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกัน เช่น การตั้งเป้าหมาย การเห็นภาพรวมทั้งหมดของงาน การกำหนดกิจกรรม ฯลฯ เป็นการนำความคาดหวังที่มีต่อเหตุการณ์ในอนาคตมาทำให้เป็นรูปธรรม วางเป้าหมายแล้วก็จัดวางขั้นตอนไว้ล่วงหน้า มีการจินตนาการ แล้วจัดทำเป็นแนวทางเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายต่อไป

9. การมุ่งเป้าหมาย (goal-directed persistence) คือ ความพากเพียรเพื่อบรรลุเป้าหมายและจดจำข้อมูลนี้ไว้ในใจตลอดเวลาที่ทำงานตามแผนนั้นจนกว่าจะบรรลุ ซึ่งรวมถึงความใส่ใจในเรื่องเวลา (Sense of Time) กับความสามารถในการสร้างแจงจูงใจให้ตนเอง และติดตามความก้าวหน้าของเป้าหมายอย่างต่อเนื่อง

ฉัตรวิไล สุรินทร์ชมพู (2561) กล่าวว่า องค์ประกอบของทักษะ EF จัดเป็น 3 กลุ่มทักษะ แบ่งออกเป็น 9 ด้าน ได้แก่

ทักษะที่ 1 ทักษะพื้นฐาน ซึ่งประกอบไปด้วยความจำเพื่อใช้งาน คือ สามารถนำสิ่งที่เคยเรียนรู้มาก่อน หรือประสบการณ์เดิม มาใช้ในการทำงานหรือกิจกรรมใหม่ได้ การยั้งคิดไตร่ตรอง คือ รู้จักยับยั้งควบคุมตนเองไม่ให้ทำในสิ่งที่ไม่ถูกต้อง และการคิดยืดหยุ่นความคิด คือ การปรับตัวได้ง่าย เปลี่ยนความคิดเมื่อสถานการณ์เปลี่ยน ไม่ยึดติดและคิดสร้างสรรค์คิดนอกกรอบได้

ทักษะที่ 2 ทักษะกำกับตนเอง การใส่ใจจดจ่อในสิ่งที่ทำ คือ มีสมาธิจดจ่อสามารถทำในสิ่งต่าง ๆ ได้จนสำเร็จ การควบคุมอารมณ์ คือ รู้จักแสดงพฤติกรรมอย่างเหมาะสมเคารพผู้อื่น เข้ากับผู้อื่นได้ดี การติดตามและประเมินตนเอง คือ การรู้จักตนเองนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้นและแก้ไขปัญหาเป็น

ทักษะที่ 3 ทักษะปฏิบัติ คือ การริเริ่มและลงมือทำ คือการคิดริเริ่มและลงมือปฏิบัติ การวางแผนและการจัดระบบดำเนินการ คือ รู้จักคิดวิเคราะห์ รู้จักวางแผนลงมือทำสิ่งต่าง ๆ ได้ การมุ่งเป้าหมาย คือมีเป้าหมาย มุ่งมั่นที่จะไปสู่ความสำเร็จ ซึ่งทักษะเหล่านี้จะมุ่งให้เด็กคิดเป็น ทำเป็น เรียนรู้เป็น แก้ปัญหาเป็น อยู่กับคนอื่นเป็น และมีความสุขเป็น

ฉันทิดา สนิทนราทร เวชมงคลกร (2561) กล่าวสรุปได้ว่า ลักษณะของทักษะการคิดเชิงบริหาร(Executive Functions) ของเด็กปฐมวัยที่มีภาวะสมาธิสั้น ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่

1. ด้านการยับยั้ง (Inhibit)ด้านการยับยั้ง คือ ความสามารถของเด็กในการควบคุมความคิดให้สามารถจดจ่อ สนใจกับสิ่งที่กำลังทำอยู่ได้อย่างมีเป้าหมายและคงทน สามารถยับยั้งตนเองไม่ให้วอกแวกกับสิ่งอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง เพื่อจดจ่อกับงานได้จนสำเร็จ รวมทั้งกำกับควบคุมตนเองให้มีความอดกลั้นต่อสิ่งล่อใจต่าง ๆ โดยมีการคำนึงถึงความถูกต้องเหมาะสมเพื่อไม่ให้ตนเองแสดงพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมออกมา ทำให้เด็กสามารถยับยั้งแนวโน้มความอยากที่จะทำพฤติกรรมเดิม ๆ ของตนและเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นพฤติกรรมใหม่ที่เหมาะสม ส่งผลให้เด็กสามารถยับยั้งตนเองไม่ให้ทำสิ่งที่ไม่เหมาะสมหรือรบกวนผู้อื่นและแสดงพฤติกรรมที่เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2. ด้านความจำขณะทำงาน (Working Memory) ด้านความจำขณะทำงาน คือ ความสามารถของเด็กในการเก็บจดจำข้อมูลไว้ในใจและสามารถจัดการประมวลข้อมูลที่มีอยู่ในใจได้ ส่งผลให้เด็กมีความสามารถในการจดจำแผนการของตนเอง จดจำคำสั่งของผู้อื่น สามารถพิจารณาถึงทางเลือกอื่น ๆ และทำการคิดคำนวณในใจได้ สามารถที่จะทำงานได้หลาย ๆ อย่าง รวมทั้งนำสิ่งที่เคยเรียนรู้มาก่อนมาปรับใช้ได้อย่างเหมาะสม

3. ด้านความยืดหยุ่นทางการคิด (Cognitive Flexibility/ Shift) ด้านความยืดหยุ่นทางการคิด คือ ความสามารถของเด็กในการปรับเปลี่ยนความคิดและการกระทำของตนเองได้อย่างคล่องแคล่วยืดหยุ่นหลากหลาย ให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์หรือลำดับความสำคัญที่เปลี่ยนไปจากเดิม สามารถปรับเปลี่ยนมุมมองโดยมองจากหลาย ๆ มุมที่จะทำให้คิดแตกต่างไปจากเดิม ไม่ยึดติดกับความคิดแบบเดิม ๆ ซ้ำ ๆ สามารถคิดนอกกรอบได้ เพื่อให้ตนเองสามารถปรับตัวและแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ซึ่งเทียบเคียงได้กับแนวคิดของไดมอนด์ และคนอื่น ๆ

4. ด้านการควบคุมอารมณ์ (Emotional Control) ด้านการควบคุมอารมณ์ คือ ความสามารถของเด็กในการปรับเปลี่ยนควบคุมอารมณ์ของตนเพื่อให้มีการแสดงออกที่เหมาะสมกับสถานการณ์ ทำให้เด็กสามารถควบคุมอารมณ์ของตนเองได้ดี สามารถบอกได้ว่าตนเองรู้สึกอย่างไร และควรจัดการกับความรู้สึกอย่างไร เพื่อให้มีการแสดงออกทางอารมณ์ที่เหมาะสม เมื่อโกรธผิดหวังเสียใจก็ใช้เวลาไม่นานในการกลับคืนสู่ภาวะอารมณ์ปกติ

5. ด้านการวางแผนจัดการอย่างเป็นระบบ (Plan & Organize) ด้านการวางแผนจัดการอย่างเป็นระบบ คือ ความสามารถของเด็กในการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน มีการตั้งเป้าหมายในการทำงาน สามารถคิดหาวิธีการทำงานที่เหมาะสมเริ่มต้นลงมือทำงานได้ด้วยตนเอง รู้จักจัดลำดับความสำคัญของงาน สามารถมองภาพรวมของงานและคาดการณ์ผลที่จะตามมาเพื่อให้ตนเองสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้และทำงานได้สำเร็จ

จิระพร ชะโน (2562) กล่าวว่า การคิดเชิงบริหาร (Executive Functions: EFs) สำคัญกว่า IQ และ EQ ช่วงวัย 2-6 ปีนี้ เป็นช่วงเวลาสำคัญในการพัฒนาทักษะ EFs ให้กับเด็ก ซึ่ง ประกอบด้วยทักษะ 5 ด้าน ได้แก่

1. ความจำที่นำมาใช้งาน (Working memory) คือความสามารถในการจำข้อมูลไว้ในใจและจัดการข้อมูลเหล่านั้นเพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งต่างๆ เพื่อคิดแก้ปัญหา จำเป็นต้องอาศัยการมีความตั้งใจจดจ่อ (attention) เป็นพื้นฐานสำคัญ

2. การยั้งคิด (Inhibitory Control) หมายถึง การยับยั้งพฤติกรรมตนเองไม่หุนหันพลันแล่น หยุดคิดก่อนทำ หยุดพฤติกรรมที่รบกวนผู้อื่นหรือทำให้ผู้อื่นเดือดร้อนรวมถึง

การยับยั้งความคิดไม่ให้คิดเรื่อยเปื่อยในเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้อง ควบคุมความคิดให้จดจ่อกับเรื่องที่กำลังทำ

3. การยืดหยุ่นทางความคิด (Shift หรือ Cognitive Flexibility) หมายถึง การเปลี่ยนความคิดได้ยืดติดความคิดเดียว รู้จักเปลี่ยนมุมมองคิดนอกกรอบได้ สามารถทำงานหลายอย่างสลับไปมาได้ความสามารถในการคิดยืดหยุ่นจะพัฒนาช้ากว่าความจำขณะทำงานและการยับยั้ง พฤติกรรม

4. การควบคุมอารมณ์ (Emotional Control) คือความสามารถในการควบคุมอารมณ์ให้แสดงออกอย่างเหมาะสมตามสถานการณ์

5. การวางแผนและการจัดระบบดำเนินการ (Planning and Organizing) คือ การวางแผนจัดการงานให้สำเร็จตั้งแต่การตั้งเป้าหมาย จัดลำดับความสำคัญของงาน เริ่มต้นลงมือทำ การไม่ติดกับปัญหาเล็กน้อยจนลืมภาพรวมของงาน การคาดการณ์ผลของการกระทำการติดตามสะท้อนผลจากการกระทำเพื่อปรับปรุงงานให้ดีขึ้น

กัญญารัตน์ ชูเกลี้ยง ธนพรรณ เพชรเศษ และเกษร ขวัญมา (2562) กล่าวว่า องค์ประกอบของทักษะสมองเพื่อชีวิตที่สำเร็จ (EF) มี 9 ด้าน ดังนี้

1. ความจำเพื่อใช้งาน (Working memory) คือ การจำหรือเก็บข้อมูลจากประสบการณ์ที่ประทับใจและมีความหมาย และดำเนินการจัดการกับข้อมูลนั้นอย่างเป็นระบบ นำไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม ประมวลผลข้อมูลนั้น เพื่อนำมาใช้งาน เช่น เมื่อฟังนิทานเรื่อง "กุ๊งกิ่งท้องผูก" ที่คุณครูเล่า เด็กประทับใจและจำเนื้อหานิทานได้ นำไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม จดจำและบันทึกข้อมูลที่คลังความจำภายในสมองว่า "ถ้าไม่อยากท้องผูก เด็กต้องกินผัก" เมื่อถึงเวลารับประทานอาหารเที่ยง เมนูอาหาร คือ ผัดผักรวมมิตร เด็กรับประทานผัดผักรวมมิตรเพราะไม่อยากท้องผูก

2. การยั้งคิดไตร่ตรอง (Inhibitory Control) คือ การควบคุมความต้องการของตนเองในเวลาที่เหมาะสม หยุดยั้งพฤติกรรมได้ในเวลาที่เหมาะสม มีความยับยั้งชั่งใจ คิดไตร่ตรองพิจารณาสิ่งต่าง ๆ โดยการใช้เหตุผลมาประกอบ เช่น แบ่งปันของเล่นให้เพื่อนเล่นโดยความเต็มใจ

3. การยืดหยุ่นความคิด (Shift cognitive Flexibility) คือ การปรับเปลี่ยนความคิดไปตามเหตุการณ์และบริบทที่เปลี่ยนแปลง ถ้าสิ่งใดไม่เป็นไปตามแผนการดำเนินการที่ตั้งเป้าหมายไว้ (สามารถปรับเปลี่ยนได้ สามารถคิดนอกกรอบได้ เช่น เมื่อเด็กต้องย้ายไปโรงเรียนใหม่ เด็กสามารถปรับตัวเข้ากับครู เพื่อน และสถานที่ได้ง่าย

4. การใส่ใจจดจ่อ (Attention) คือ มีความจดจ่อในสิ่งที่กำลังปฏิบัติด้วยความตั้งใจและมีสมาธิในเวลาที่ต่อเนื่อง เมื่อมีสิ่งเร้าเข้ามารบกวนความสนใจขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม

ก็สามารถปฏิบัติกิจกรรมอย่างตั้งใจและมีสมาธิกับสิ่งนั้นๆ เช่น เมื่อครูเล่านิทาน ก็สามารถนั่งฟังนิทานจนครูเล่าจบอย่างตั้งใจ

5. การควบคุมอารมณ์ (Emotional Control) คือ การควบคุมพฤติกรรมที่แสดงออกทางอารมณ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม มีการจัดการกับอารมณ์ตนเองได้อย่างเหมาะสม มีความมั่นคงทางอารมณ์ โดยการแก้ปัญหาโดยไม่ใช้อารมณ์ เช่น เมื่อถูกเพื่อนแย่งของเล่นก็ไม่แสดงออกทางอารมณ์ฉุนเฉียวเกินความเหมาะสม

6. การติดตามประเมินตนเอง (Self – Monitoring) คือ การตรวจสอบตนเอง การตรวจสอบงานที่บุคคลนั้นได้ปฏิบัติไป เพื่อหาข้อบกพร่องและหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ประเมินการบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมถึงความสามารถกำกับติดตามปฏิกิริยาของตนเองและดูผลจากพฤติกรรมตนเองว่าไปกระทบต่อผู้อื่นหรือไม่ เช่น เด็กปฏิบัติกิจกรรมสร้างสรรค์พับกระดาษ เด็กพับกระดาษผิดขั้นตอน แต่เด็กสามารถหาวิธีพับกระดาษตามขั้นตอนที่ถูกต้อง

7. การริเริ่มและลงมือทำ (Initiating) คือ การริเริ่มและลงมือทำงานตามที่คิด มีทักษะในการริเริ่มสร้างสรรค์แนวทางในการทำสิ่งต่าง ๆ เมื่อคิดแล้วก็ลงมือทำงานให้ความคิดของบุคคลนั้นเป็นจริงเช่น เด็กปฏิบัติกิจกรรมสร้างสรรค์พับกระดาษจนเสร็จเรียบร้อย

8. การวางแผนและการเนินงาน (Planning and Organizing) คือ การทำงานตั้งแต่การตั้งเป้าหมาย การวางแผน การจัดลำดับความสำคัญ จัดระบบดำเนินการตามขั้นตอน วางกระบวนการดำเนินงาน บริหารจัดการเวลา มีกระบวนการจัดการทรัพยากรอย่างรู้คุณค่าและการประเมินผล เช่น ทำงานที่มีลำดับขั้นตอนสั้น ๆ ตามลำดับกระบวนการทำงานที่กำหนดไว้ได้

9. การมุ่งเป้าหมาย (Gold–Directed Persistence) คือ ความขยันหมั่นเพียรมุ่งสู่เป้าหมาย เมื่อตั้งใจและลงมือปฏิบัติสิ่งใดแล้ว ก็มีความมุ่งมั่นขยันอดทน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ จนประสบความสำเร็จ เช่น ลงมือทำอะไรแล้ว ก็สามารถทำจนเสร็จแม้ว่ามีอุปสรรคใด ๆ ก็ตาม

พชรพล กิจภิญโญชัย สุพร อภินันทเวช และวัลลภ อัจสริยะสิงห์ (2563) กล่าวว่า Executive function หรือ กระบวนการคิดขั้นสูง ส่วนประกอบหลักของกระบวนการคิดขั้นสูงนี้ประกอบ ด้วย การยับยั้งชั่งใจ (inhibition) ความยืดหยุ่นใน กระบวนการคิด (cognitive flexibility) และ ความจำส่วนการทำงาน (working memory)

วันวิสา ม่วงทอง (2563) กล่าวสรุปได้ว่า รายละเอียดขององค์ประกอบทักษะการคิดเพื่อชีวิตที่สำเร็จ (Executive Function) ดังรายละเอียดต่อไป

1. ความจำเพื่อนำมาใช้งาน

2. การยืดหยุ่นความคิด

3. การวางแผน

4. การจดจ่อใส่ใจ

5. การติดตามตรวจสอบตนเอง

นันทา โพธิ์คำ (2563) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงบริหาร มีองค์ประกอบ 9 ด้าน ดังนี้

1. ทักษะความจำที่นำมาใช้งาน (Working Memory) คือทักษะจำหรือเก็บข้อมูลจากประสบการณ์ที่ผ่านมา และดึงมาใช้ประโยชน์ตามสถานการณ์ 2 ที่พบเจอ ทักษะด้านนี้ควรกระตุ้นหรือทวนซ้ำให้เด็กได้คิดอย่างสม่ำเสมอจะทำให้จดจำได้ดีและนาน

2. ทักษะการยับยั้งชั่งใจ คิดไตร่ตรอง (Inhibitory Control) คือ ความสามารถในการควบคุมความต้องการของตนเองให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและสามารถควบคุมสิ่งล่อใจและสิ่งที่ทำจนเป็นนิสัยได้

3. ทักษะการยืดหยุ่นความคิด (Shift Cognitive Flexibility) คือ ความสามารถในการยืดหยุ่นหรือปรับเปลี่ยนให้หมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ไม่ยึดตายตัว สามารถใช้ทักษะนี้เพื่อการเรียนรู้ การยอมรับกฎระเบียบ หรือการทำงานด้วยวิธีที่แตกต่างกันจนกระทั่งงานนั้นประสบผลสำเร็จ

4. ทักษะการจดจ่อใส่ใจ (Focus) คือความสามารถในการใส่ใจจดจ่อ มุ่งความสนใจอยู่กับสิ่งที่ทำอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาหนึ่ง โดยไม่วอกแวกไปตามสิ่งเร้าต่าง ๆ จากภายในตนเองหรือภายนอก

5. การควบคุมอารมณ์ (Emotion Control) คือความสามารถในการควบคุมการแสดงออกทางอารมณ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมไม่รบกวนผู้อื่น เด็กที่ควบคุมอารมณ์ตัวเองไม่ได้มักเป็นคนโกรธเกรี้ยว ฉุนเฉียว และอาจมีอาการซึมเศร้า

6. การประเมินตัวเอง (Self-Monitoring) คือการสะท้อนการกระทำของตนเองรู้จักตนเอง รู้จักข้อดี ข้อเสีย ข้อที่ควรปรับปรุง รวมถึงการประเมินการงานเพื่อหาข้อบกพร่อง

7. การริเริ่มและลงมือทำ (Initiating) คือความสามารถในการริเริ่มและลงมือทำตามที่คิดไม่กลัวความล้มเหลว ไม่ผัดวันประกันพรุ่ง แต่มีความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ การคิดและลงมือทำให้สิ่งที่คิดนั้นเกิดขึ้นจริง

8. การวางแผนและการจัดระบบดำเนินการ (Planning and Organizing) คือ ทักษะการทำงานตั้งแต่การตั้งเป้าหมาย การวางแผน การมองเห็นภาพรวม ความสามารถ

ในการจัดลำดับความสำคัญของสิ่งที่ทำ ซึ่งเด็กที่ขาดทักษะนี้จะวางแผนไม่เป็นทำให้งานมีปัญหา

9. การมุ่งเป้าหมาย (Goa–Directed Persistence) คือ ความพากเพียรมุ่งสู่เป้าหมายเมื่อตั้งใจและลงมือทำสิ่งใดแล้ว ก็มีความมุ่งมั่นอดทนตั้งใจในการทำงานให้บรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ ไม่ว่าจะมีอุปสรรคใด ๆ ก็พร้อมฝ่าฟันให้สำเร็จ

เนติมา อริยะดำรงขวัญ (2563) กล่าวว่า องค์ประกอบของหน้าที่บริหารจัดการของสมองได้ ดังนี้

1. การยืดหยุ่นความคิด (Shifting/ Cognitive flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับเปลี่ยนวิธีคิด /วิธีการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย เมื่ออยู่ในสถานการณ์ที่ไม่เป็นไปตามที่คิดหรือวางแผนไว้ มีไอเดียในการแก้ปัญหาด้วยวิธีใหม่ ๆ พลิกแพลงได้ ยอมรับสิ่งที่แตกต่างจากเดิม คิดนอกกรอบ ปรับตัวง่าย

2. การยับยั้งการตอบสนอง (Response inhibition) หมายถึง การแสดงออกซึ่งพฤติกรรมที่เหมาะสมของผู้บริหาร คิดไตร่ตรองก่อนลงมือทำ ควบคุมแรงปรารถนาของตนเองให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมหรือยับยั้งชั่งใจได้ เลือกที่จะทำตามกฎหรือเงื่อนไข สามารถจัดการกับสิ่งรบกวนภายนอกหรือข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องได้ รู้จักหน่วงเวลาการตอบสนองเพื่อที่จะได้มีเวลาในการประเมินสถานการณ์และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการกระทำนั้น ๆ ได้มีความรอบคอบในการทำงาน รู้จักกาลเทศะ สามารถหยุดพฤติกรรมด้านลบได้ในเวลาที่สมควร การยับยั้งนี้ครอบคลุมถึงการมีศีลธรรม (Moral) ของผู้บริหารด้วย

3. การวางแผน/ จัดระบบ (Planning / Organizing) หมายถึง พฤติกรรมการวางแผนที่เกิดขึ้นเองตามธรรรมชาติของผู้บริหารเมื่อเจอสถานการณ์ใหม่ ๆ รู้จักการเตรียมงานและจัดการกับงานที่ได้รับมอบหมาย มีการเตรียมป้องกันสิ่งที่ไม่คาดคิดที่จะเกิดในอนาคต รู้จักจัดลำดับความสำคัญก่อนหลัง สามารถจัดหมวดหมู่หรือจัดระเบียบข้อมูลและวัสดุต่าง ๆ ได้ สามารถคิดแผนปฏิบัติการเพื่อบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ หรือทำให้งานที่ยุ่งยากสำเร็จได้ สามารถกำหนดเวลาสำเร็จของงานได้ ทั้งนี้หมายรวมตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย การมองเห็นภาพรวมการจัดลำดับความสำคัญ การจัดระบบโครงสร้าง การแตกเป้าหมายและวางลำดับขั้นตอนกระบวนการดำเนินงาน รวมถึงการประเมินผลการทำงาน

4. การริเริ่ม (Initiation) หมายถึง การที่ผู้บริหารริเริ่มกิจกรรมใหม่ ๆ หรือวิธีการทำงานใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเอง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เมื่อคิดแล้วก็ลงมือทำให้ความคิดของตนปรากฏขึ้นจริง เริ่มทำงานทันทีที่ได้รับมอบหมายโดยไม่รอจนใกล้กำหนดส่งงาน ไม่ผัดวันประกันพรุ่ง รวมถึงการพูดคุยสนทนาอย่างเป็นธรรมชาติ

5. ความจำขณะทำงาน (Working memory) หมายถึง ความสามารถของสมองในการเก็บและดำเนินการกับข้อมูลในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งแสดงออกโดยพฤติกรรมของผู้บริหารที่สามารถดึงข้อมูลในความจำที่ได้มาจากประสบการณ์การเรียนรู้เดิมในชีวิต ออกมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัจจุบันที่ต้องการได้ รวมถึงความสามารถของผู้บริหารในการจดจำรายละเอียดที่สำคัญของงาน สามารถจดจ่อกับงานที่กำลังทำ และ ทำงานที่ซับซ้อนได้

6. การควบคุมอารมณ์ (Emotional control!) หมายถึง ความสามารถของผู้บริหารในการควบคุมอารมณ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ใช้เหตุผลมากกว่าอารมณ์ในการแก้ปัญหา จัดการกับความเครียดได้ ไม่แสดงออกถึงพฤติกรรมที่รบกวนผู้อื่น เช่น โกรธเกรี้ยวฉุนเฉียว ขี้หงุดหงิดเกินเหตุ ขี้กังวล หรืออารมณ์แปรปรวน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทักษะที่เป็นองค์ประกอบหลักของ (Executive Functions; EF) ตามตารางที่ 2 สรุปได้ว่า องค์ประกอบการบริหารจัดการทางสมอง(Executive function) จำนวน 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การยั้งคิดไตร่ตรอง (Inhibitory Control) คือ การควบคุมความต้องการของตนเองในเวลาที่เหมาะสม หยุดยั้งพฤติกรรมได้ในเวลาที่เหมาะสม มีความยับยั้งชั่งใจคิดไตร่ตรองพิจารณาสิ่งต่าง ๆ โดยการใช้เหตุผลมาประกอบ

2. การควบคุมอารมณ์ (Emotional control) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมอารมณ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ใช้เหตุผลมากกว่าอารมณ์ในการแก้ปัญหา จัดการกับความเครียดได้ ไม่แสดงออกถึงพฤติกรรมที่รบกวนผู้อื่น

3. การยืดหยุ่นทางความคิด (Shift หรือ Cognitive Flexibility) หมายถึง การปรับเปลี่ยนความคิดและการกระทำของตนเองได้อย่างคล่องแคล่วยืดหยุ่นหลากหลายให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์หรือลำดับความสำคัญที่เปลี่ยนไปจากเดิม รู้จักเปลี่ยนมุมมองคิดนอกกรอบได้ สามารถทำงานหลายอย่างสลับไปมาได้ไม่ยึดติดกับความคิดแบบเดิม ๆ ซ้ำ ๆ เพื่อให้สามารถปรับตัวและแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป

4. ความจำขณะทำงาน (Working Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูลไว้ในความคิดและจัดการข้อมูลเหล่านั้นเพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งต่าง ๆ เพื่อคิดแก้ปัญหาสามารถพิจารณาถึงทางเลือกอื่น ๆ และทำการคิดคำนวณความคิด สามารถที่จะทำงานได้หลาย ๆ อย่าง รวมทั้งนำความรู้หรือประสบการณ์เดิม ออกมาใช้ตามสถานการณ์ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การติดตามประเมินตัวเอง (Self-monitoring) คือ ความสามารถในการตรวจสอบความรู้สึก ความคิด หรือการกระทำของตนเองทั้งในระหว่างการทำงานหรือหลังจากทำงานเสร็จเพื่อให้มั่นใจว่าจะนำไปสู่ผลดีต่อเป้าหมายที่วางไว้

6. การวางแผนและการจัดการ (Planning & Organizing) หมายถึงความสามารถในการกำหนดเป้าหมาย วางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญของงาน โดยเริ่มลงมือทำงานด้วยตนเองได้รู้จักจัดลำดับความสำคัญของงานสามารถมองภาพรวมของงานและคาดการณ์ผลที่จะตามมาเพื่อให้ตนเองสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้และทำงานได้สำเร็จ

ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์ทักษะที่เป็นองค์ประกอบหลักของ (Executive Functions; EF)

ขั้น	หัวข้อ	Hanmethee (2016)	Morin (2014)	นวลจันทร์ จุฑารักกีกุล (2559)	จุฑามาศ แหนจอน (2560)	ฉันทิตา สนิทนราทร เวชมงคลกร(2562)
1	การยั้งคิดคิดไตร่ตรอง (inhibitory control)					✓
2	การควบคุมตน (Impulse control)	✓	✓	✓		
3	การควบคุมอารมณ์ (Emotional control)	✓	✓	✓	✓	✓
4	ความจำใช้งาน (Working memory)	✓	✓	✓	✓	✓
5	การติดตามงานด้วยตนเอง (Self-monitoring)		✓	✓		
6	การวางแผนและการจัดลำดับความสำคัญ (Planning and prioritizing)	✓	✓	✓	✓	✓

4. กระบวนการการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function)

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้ากระบวนการการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function) ไว้ดังนี้

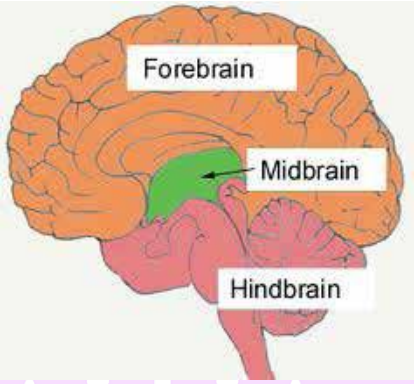
Diamond (2013) กล่าวว่า การคิดเชิงบริหารมีการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงชีวิตมนุษย์ คือจะเริ่มพัฒนาตั้งแต่วัยเด็กเล็กและพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวัยรุ่น ทักษะด้านความจำขณะทำงานจะพัฒนาเร็วกว่าด้านอื่น ๆ โดยจะเริ่มพัฒนาตั้งแต่ช่วงปลายขวบปีแรกและจะพัฒนาดีขึ้นเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่องเมื่อเด็กโตขึ้น ส่วนทักษะด้านการหยุด การยับยั้งพฤติกรรมจะพัฒนาช้ากว่าคือช่วง 3–4 ปี จากนั้นเด็กจะเริ่มคิดยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนความคิดได้ในช่วง 4–5 ปี ทักษะทั้งสามด้านนี้จะทำให้เด็กรู้จักควบคุมอารมณ์ตามมาทำให้เด็กค่อย ๆ กำกับตนเองได้ดีขึ้น EF จะยังพัฒนาต่อไปเรื่อย ๆ จนถึงวัยรุ่นและพัฒนาเต็มที่เมื่อเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ จากนั้นเมื่อเข้าสู่วัยชราการคิดเชิงบริหารก็จะเริ่มเสื่อมลงตามวัย คือมีการพัฒนาในลักษณะกราฟรูประฆังคว่ำ การพัฒนาการคิดเชิงบริหารมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการพัฒนาของสมองส่วนหน้า (PFC) ซึ่งใช้เวลายาวนานกว่าสมองส่วนอื่น ๆ

Seeley (2006) กล่าวว่า สมองของคนเราทำงานตลอดเวลา ไม่ว่าหลับ หรือตื่นแต่การทำงานในแต่ละส่วนจะแตกต่างกัน การทำงานของสมอง ขึ้นอยู่กับเซลล์ประสาทที่มีอยู่เป็นจำนวนแสนล้านเซลล์ เซลล์ประสาทเหล่านี้จะติดต่อกันโดยใช้ระบบสารเคมีและประจุไฟฟ้า เซลล์ประสาทตัวที่หนึ่งอาจจะยับยั้งการทำงานของเซลล์ประสาทตัวที่สอง ในขณะที่เซลล์ประสาทตัวที่สาม กลับกระตุ้นการทำงาน ของเซลล์ประสาทตัวที่สองไม่ว่าจะเป็นการกระตุ้นหรือการยับยั้ง จะทำให้เซลล์ประสาทส่งกระแสไฟฟ้าออกมาผลลัพธ์ อาจจะเป็น การกระตุ้นหรือยับยั้งก็ได้ สมองอยู่ในระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System ; CNS) สามารถแบ่งสมองตามพัฒนาการออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. สมองส่วนหน้า (Forebrain) ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ Telencephalon สมองส่วนนี้พัฒนาไปเป็นสมองใหญ่และกลุ่มเซลล์ประสาทในชั้นลึกของสมองและ Diencephalon สมองส่วนนี้ได้แก่ thalamus, epithalamus, subthalamus และ hypothalamus อยู่ระหว่าง cerebrum กับ midbrain สามารถแบ่งสมองส่วนหน้าออกเป็น 4 ส่วน

2. สมองส่วนกลาง (Mesencephalonหรือ Midbrain) สมองส่วนนี้อยู่ระหว่าง diencephalon กับ pons ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ tectum, tegmentumและ cerebral peduncle

3. สมองส่วนหลัง (Rhombencephalonหรือ hindbrain) อยู่ระหว่างสมองส่วนกลางและไขสันหลัง ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ Metencephalon ซึ่งพัฒนาไปเป็นสมองส่วน pons และ cerebellum และ Myelencephalon พัฒนาไปเป็นสมองส่วน medulla oblongata



ภาพ 2 แสดงพัฒนาการของสมอง

ที่มา: จิระพร ชะโน, (2562)

สมองในขณะมีชีวิตลักษณะปกติเป็นสีชมพู น้ำหนักเฉลี่ยสมองของเพศชายประมาณ 1,600 กรัม และเพศหญิงประมาณ 1,450 กรัม ภายในเนื้อสมองประกอบด้วยเส้นใยประสาทและเซลล์ประสาทที่ประสานกันไปมาอย่างซับซ้อน

สุภาวดี หาญเมธี และคณะ (2561) กล่าวว่า ทักษะสมองเพื่อชีวิตที่สำเร็จหรือ Executive Functions (EF) เป็นการทำงานของสมองส่วนหน้าที่ช่วยให้เรากำกับตนเองได้ (self–regulation) ทำให้เรามีความคิดในระดับสูงกว่าสัตว์ทั้งหลาย ทำให้เรารู้ว่า สิ่งใดควรทำไม่ควรทำ ควบคุมสัญชาตญาณและอารมณ์ความรู้สึกให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมได้ ไม่เที่ยวระรานใครๆ เวลาที่ไม่พอใจ ทำให้เรารู้จักปฏิบัติตามกติกาสังคมหรือกฎหมายทำให้เราวางแผนและดำเนินการสิ่งที่ยากๆ ได้ ทำให้เรากำกับชีวิตตนเอง และดำเนินชีวิตประจำวันโดยปกติสุขพาตัวเองให้รอดจากปัญหาแล้วไปสร้างความสำเร็จให้ชีวิตหรือโลกได้ ซึ่งทักษะนี้เป็นเป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียน การทำงานอาชีพ และการสร้างความสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ

เพ็ญพรรณ จิตตะเสนีย์ (2560, สื่อออนไลน์) กล่าวว่า ทักษะสมองเพื่อชีวิตที่สำเร็จ หรือ Executive Functions (EF) เป็นชุดกระบวนการทางความคิด (กระบวนการทางจิต Mental Process) ที่มีผลการศึกษาวิจัยจากนักวิทยาศาสตร์นานาชาติหลายสาขาบ่งชี้ว่า เป็นชุดการทำงานในสมองส่วนหน้าของมนุษย์ (เยื่อหุ้มสมองส่วนหน้าPrefrontal Cortex) ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคิด การรู้สึก และการกระทำ คือสิ่งที่ควรจะได้รับการส่งเสริมปลูกฝังในเด็กที่เกิด

มาบนโลกทุกคนอย่างจริงจัง เพราะเป็นชุดกระบวนการทางความคิดที่จะช่วยให้มีความสามารถในการบริหารจัดการชีวิต คือ “คิดเป็น ทำเป็น เรียนรู้เป็น”

นวลจันทร์ จุฑาภักดีกุล และคณะ (2559) กล่าวว่า การฝึกทักษะการคิดเชิงบริหารควรเริ่มตั้งแต่วัยเด็กโดยสามารถทำได้หลายวิธี เริ่มจากการปูพื้นฐานสำคัญ คือ การสร้างความรักความอบอุ่นปลอดภัยให้เกิดขึ้นในครอบครัว การเลี้ยงดูอบรมสั่งสอนของพ่อแม่ครูแบบมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเด็กจะทำให้เด็กเปิดใจยอมรับและเชื่อฟังสิ่งที่พ่อแม่ครูสอน การจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมให้เด็กมีสมาธิไม่วอกแวกง่าย นอกจากนั้นยังสามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงบริหาร ผ่านการเล่น การเล่านิทานให้เด็กฟัง การเลือกของเล่นหรือกิจกรรมที่ให้เด็กทำควรเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้สมาธิจดจ่อในการเล่น ฝึกความคิด ฝึกจินตนาการฝึกความจำ ฝึกการวางแผน ฝึกการแก้ปัญหา ควรหลีกเสี่ยงของเล่นสำเร็จรูปเพราะนอกจากจะไม่ได้ฝึกการคิดของเด็กแล้ว ต่อไปจะทำให้เด็กขี้เกียจเมื่อเจอปัญหาที่ยากก็จะยอมแพ้ต่ออุปสรรคโดยง่าย นอกจากนั้นยังสามารถฝึกด้วยกิจกรรมเสริมทักษะเช่นการฝึกดนตรี กีฬา ศิลปะต่าง ๆ ก็นับเป็นกิจกรรมที่ฝึกทักษะการศิดเชิงบริหารที่ดี เนื่องจากต้องใช้สมาธิ ต้องทำอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ต้องมีการวางแผนว่าจะทำอะไรก่อนหลัง และต้องมีวินัยในการฝึกซ้อมจึงจะสำเร็จ ที่สำคัญอีกอย่างคือการสอนให้เด็กรู้จักจัดการกับอารมณ์ความเครียดอย่างถูกวิธี ทั้งนี้เพราะความเครียดเป็นตัวการสำคัญที่หยุดยั้งการคิดโดยสมองส่วนหน้าและพัฒนาการทักษะการคิดเชิงบริหารของเด็ก

นันทา โพธิ์คำ (2563) ได้กล่าวถึงการจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดเชิงบริหารไว้ ดังนี้

1. แนวทางการจัดประสบการณ์ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงบริหาร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) กำหนดแนวทางในการจัดประสบการณ์ เพื่อให้เด็กปฐมวัยทุกคนได้รับการพัฒนาด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญาอย่างมีคุณภาพสอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงบริหาร ดังนี้

1.1 จัดประสบการณ์ให้สอดคล้องกับจิตวิทยาพัฒนาการและการทำงานของสมองที่เหมาะกับอายุ วุฒิภาวะ และระดับพัฒนาการเพื่อให้เด็กทุกคนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ

1.2 จัดประสบการณ์ให้สอดคล้องกับแบบการเรียนรู้ของเด็ก เด็กได้ลงมือกระทำเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้เคลื่อนไหว สำรวจ เล่น สังเกต สืบค้น ทดลอง และคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง

1.3 จัดประสบการณ์แบบบูรณาการ โดยบูรณาการทั้งกิจกรรม ทักษะและสาระการเรียนรู้

1.4 จัดประสบการณ์ให้เด็กได้ริเริ่มคิด วางแผน ตัดสินใจลงมือกระทำและนำเสนอความคิด โดยผู้สอนหรือผู้จัดประสบการณ์เป็นผู้สนับสนุนอำนวยความสะดวกและเรียนรู้ร่วมกับเด็ก

1.5 จัดประสบการณ์ให้เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับเด็กอื่น กับผู้ใหญ่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ในบรรยากาศที่อบอุ่นมีความสุข และเรียนรู้การทำกิจกรรมแบบร่วมมือในลักษณะต่าง ๆ กัน

1.6 จัดประสบการณ์ให้เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายและอยู่ในวิถีชีวิตของเด็ก สอดคล้องกับบริบท สังคม และวัฒนธรรมที่แวดล้อมเด็ก

1.7 จัดประสบการณ์ที่ส่งเสริมลักษณะนิสัยที่ดีและทักษะสถานการณ์ในชีวิตประจำวันตามแนวทางหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ตลอดจนสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมและการมีวินัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

1.8 จัดประสบการณ์ทั้งในลักษณะที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าและแผนที่เกิดขึ้นในสภาพจริง โดยไม่ได้คาดการณ์ไว้

1.9 จัดทำสารนิทัศน์ด้วยการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการและการเรียนรู้ของเด็กเป็นรายบุคคล นำมาไตร่ตรองและใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเด็กและการวิจัยในชั้นเรียน

1.10 จัดประสบการณ์โดยให้พ่อแม่ ครอบครัว และชุมชนมีส่วนร่วมทั้งการวางแผนการสนับสนุนสื่อ แหล่งเรียนรู้ การเข้าร่วมกิจกรรมและการประเมินพัฒนาการ

2. แนวทางการจัดกิจกรรมส่งเสริมทักษะการคิดเชิงบริหาร การพัฒนาทักษะการคิดเชิงบริหารทั้ง 9 ด้าน ผู้เขียนได้พัฒนาจากแนวทางจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาเด็กปฐมวัยดังนี้

2.1 ทักษะความจำที่นำมาใช้งาน (Working Memory) กิจกรรมที่ควรส่งเสริมได้แก่การให้เด็กดื่มนมแม่ในช่วง 6 เดือน ให้เด็กทานอาหารที่มีประโยชน์และพักผ่อนให้เพียงพอ แสดงความรักด้วยการพูดคุยกับเด็กบ่อย ๆ เพื่อให้เด็กรู้สึกอบอุ่น เล่านิทาน อ่านหนังสือให้เด็กฟัง ให้เด็กเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า เพื่อให้จดจำได้ดีขึ้น

2.2 ทักษะการยั้งคิดไตร่ตรอง (Inhibitory Control) คือการควบคุมอารมณ์ตนเอง รู้ว่าสิ่งใดควรทำหรือไม่ควรทำ เช่น ไม่นำของเพื่อนมาเป็นของตนเอง เป็นต้น กิจกรรม

ที่ควรส่งเสริมได้แก่จัดหาของเล่นเสริมพัฒนาการที่ต้องใช้สมาธิ ใช้สมองในการวางแผนและคิดแก้ไขปัญหา ส่งเสริมด้านดนตรี พูดคุยกับเด็กบ่อย ๆ หากเด็กมีความกังวลใจให้เขาเล่าออกมาอย่าเก็บไว้ เพื่อช่วยระบายความรู้สึก สอนให้เด็กรู้จักควบคุมอารมณ์ของตนเอง เช่น เวลารู้สึกโมโหให้นับตัวเลข 1–10 หรือหายใจเข้าลึก ๆ หายใจออกยาว ๆ จนรู้สึกดีขึ้น ไม่หงุดหงิดโวยวายหรือไปทำร้ายคนอื่น

2.3 ทักษะการยืดหยุ่นความคิด (Shift Cognitive Flexibility) คือทักษะที่ช่วยให้เด็กรู้จักปรับตัว ยืดหยุ่น และรู้จักแก้ไขปัญหาได้ตามแต่ละสถานการณ์ กิจกรรมที่ควรส่งเสริมได้แก่ กิจกรรมด้านศิลปะ เช่น การวาดรูป ระบายสี การปั้น การพับ ตัดปะ ฉีกปะ ฝึกให้เด็กทำของเล่นจากวัสดุเหลือใช้และการต่อบล็อกเป็นรูปทรงต่าง ๆ

2.4 ทักษะการจดจ่อใส่ใจ (Focus) เป็นสิ่งสำคัญ เพราะการที่เด็กมีสมาธิไม่วอกแวกจะช่วยให้เด็กเรียนรู้ได้ดี กิจกรรมที่ควรส่งเสริมได้แก่ การอ่านหนังสือ การฟังเพลง วาดรูป ระบายสีการเรียนรู้ผ่านการเล่น การต่อจิ๊กซอว์ ต่อบล็อกรูปทรงต่าง ๆ การสวดมนต์ไหว้พระก่อนนอน

2.5 การควบคุมอารมณ์ (Emotion Control) ช่วยให้เด็กรู้จักควบคุมอารมณ์ตนเองได้ดี ไม่โมโหและหงุดหงิดง่าย กิจกรรมที่ควรส่งเสริมได้แก่ การอ่านนิทานที่เกี่ยวกับลักษณะนิสัยที่ดี ให้เด็กได้เล่นร่วมกับผู้อื่น เพื่อรู้จักการแบ่งปัน อดทนรอคอย ให้เด็กช่วยงานบ้าน และช่วยเลือกเสื้อผ้าที่ไม่ใช้ บริจาคของไปให้เด็กคนอื่น ๆ ที่ขาดแคลนหรือมอบหมายให้เด็กช่วยงานในห้องเรียนตามโอกาส

2.6 การวางแผนและจัดระบบดำเนินการ (Planning and Organizing) เป็นการฝึกให้เด็กรู้จักตั้งเป็นเป้าหมายและคิดวางแผนด้วยตนเอง กิจกรรมที่ควรส่งเสริมได้แก่ สอนให้เด็กเรียนรู้เรื่องเวลา สอนให้เด็กรู้จักตั้งเป้าหมายง่าย ๆ เช่น เก็บออมเงินเพื่อซื้อของที่อยากได้ด้วยตนเอง ให้เด็กรับผิดชอบงานในบ้านหรือที่โรงเรียน โดยให้เขาเลือกเองจะได้ทำอย่างมีความสุข

2.7 การติดตามประเมินตนเอง (Self–Monitoring) สอนให้เด็กรู้จักประเมินตนเอง และแก้ไขปรับปรุง ข้อนี้จะสอนต่อจากเรื่องการวางแผนก็ได้โดยทำเป็นตารางงาน งานชิ้นไหนที่ทำแล้วก็ให้ใส่เครื่องหมายถูก ถ้างานชิ้นไหนยังไม่ได้ทำก็ลองถามเขาว่างานชิ้นนี้เขายังไม่ทำเพราะเหตุใด เช่นเป้าหมายนั้นยากไป จะได้ช่วยกันแก้ไขให้ดีขึ้น

2.8 การริเริ่มและลงมือทำ (Initiating) เป็นการฝึกให้เด็กกล้าคิด กล้าทำอะไรใหม่ ๆ กิจกรรมที่ควรส่งเสริมได้แก่ เปิดโอกาสให้เด็กแสดงความคิดเห็น และเลือกทำในสิ่งที่ตนเองสนใจ เมื่อเด็กวาดรูประบายสี ลองให้เขาเล่าผลงานของเขาว่าสิ่ง ๆ นั้นคืออะไรเขาจะ

เล่าด้วยความภูมิใจ ให้เด็กไปเล่นกับเด็กคนอื่น ๆ บ้าง เพื่อให้มีสังคมและได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง

2.9 มีความเพียรมุ่งสู่เป้าหมาย (Goal-Directed Persistence) ช่วยให้เด็กไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคง่าย ๆ ตั้งใจทำงานจนกว่าจะสำเร็จ กิจกรรมที่ควรส่งเสริมได้แก่ กิจกรรมด้านดนตรี กีฬาและศิลปะ การต่อจิ๊กซอว์ ต่อบล็อก ของเล่นไม้ และเกมส์ต่าง ๆ กิจกรรมเหล่านี้เราค่อย ๆ เล่นกันไป สอนกันไป เน้นให้เด็กเรียนรู้อย่างมีความสุข ไม่กดดันจนเกิดความเครียด และให้คำชมเป็นกำลังใจ เด็กจะกล้าคิด กล้าทำ และนำทักษะการคิดเชิงบริหารไปใช้ประโยชน์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่ากระบวนการการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function) เป็นการคิดเชิงบริหารที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงชีวิตมนุษย์สามารถพัฒนาตั้งแต่วัยเด็กเล็กและพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวัยรุ่น ซึ่งสมองของคนเราสามรถทำงานตลอดเวลาไม่ว่าจะช่วงหลับหรือตื่น โดยการทำงานในแต่ละส่วนจะดำเนินแตกต่างกัน การทำงานของสมองจะขึ้นอยู่กับเซลล์ประสาทที่มีอยู่เป็นจำนวนแสนล้านเซลล์ เซลล์ประสาทเหล่านี้จะเชื่อมต่อกันโดยใช้ระบบสารเคมีและประจุไฟฟ้า เป็นกระบวนการทำงานของสมองส่วนหน้าที่ช่วยให้เรากำกับตนเองได้ (self-regulation) ทำให้เรามีความคิดในระดับสูงกว่าสัตว์ทั้งหลาย ทำให้เรารู้ว่า สิ่งใดควรทำ ไม่ควรทำ ควบคุมสัญชาตญาณและอารมณ์ความรู้สึกให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมได้

5. การวัดผลและประเมินผล

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าการวัดผลและประเมินผล (Executive function) ไว้ดังนี้

นวลจันทร์ จุฑาภักดีกุล และคณะ (2559) กล่าวว่า การประเมินทักษะการคิดเชิงบริหาร คือ การคัดกรองพฤติกรรมที่แสดงถึงทักษะการคิดเชิงบริหารในเด็กวัย 2-6 ปี เพื่อให้ทราบถึงปัญหาพฤติกรรมที่เป็นความบกพร่องของทักษะการคิดเชิงบริหารของเด็กในชั้นเรียนรวมถึงการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนหรือกิจกรรมเพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดเชิงบริหาร ซึ่งการประเมินทักษะการคิดเชิงบริหารได้แบ่งการประเมินออกมา 5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการหยุดการยับยั้งพฤติกรรม (Inhibit)
2. ด้านการเปลี่ยนการยืดหยุ่นความศิด (Shift)
3. ด้านการควบคุมอารมณ์ (Emotional control)
4. ด้านความจำขณะทำงาน (Working memory)
5. ด้านการวางแผนจัดการ (Plan/Organize)

เบญจวรรณ ปิ่นทอง (2560) กล่าวว่า การประเมิน (Assessment) เป็นกระบวนการรวบรวมตีความข้อมูลสารสนเทศที่ได้จากการประเมินอย่างครอบคลุมครบถ้วน เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจปรับปรุงและพัฒนา ซึ่งกระบวนการดังกล่าวต้องทำอย่างมีระบบ แบบแผน ด้วยเครื่องมือหรือวิธีการที่น่าเชื่อถือเพื่อให้ได้ผลการวัดและประเมินที่นำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงได้อย่างแท้จริง สำหรับการวัดและประเมินทักษะสมองเพื่อชีวิตที่สำเร็จสำหรับเด็กสามารถวัดประเมินได้จากการให้เด็กแสดงความสามารถออกมา (Performance Task) แล้วผู้ประเมินทำหน้าที่สังเกตพฤติกรรมตามที่กำหนดไว้ในแบบประเมินนั้นซึ่งเป็นการวัดและประเมินทักษะที่เน้นกระบวนการ หรือเป็นการวัดและประเมินคุณภาพของกระบวนการในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ วิธีการประเมินอีกรูปแบบหนึ่งคือการประเมินโดยใช้การสอบถามหรือสัมภาษณ์ผู้ปกครองรวมทั้งตัวเด็กเอง เพื่อให้ทราบถึงความสามารถหรือพฤติกรรมของเด็กแต่ละคนที่ต้องการวัดและประเมิน วิธีการนี้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้สะดวกเพราะเป็นการสอบถามจากบุคคลใกล้ชิดกับตัวเด็กผู้ถูกประเมิน เหมาะสำหรับการวัดและประเมินพัฒนาการในเด็กเล็กหรือในกลุ่มผู้ถูกประเมิน ที่อาจไม่สามารถกระทำหรือแสดงพฤติกรรมความสามารถในช่วงระยะเวลาที่กำหนดได้ด้วยข้อจำกัดต่าง ๆ ของผู้ถูกประเมิน

เกดิษฐ์ จันทร์ขจร และคณะ (2560) กล่าวว่า การตรวจสอบว่านักเรียนมีระดับความบกพร่องในการบริหารจัดการของสมองขั้นสูงต้องอาศัยการวัดด้วยเครื่องมือหรือมาตรวัดมาตรฐาน จากการศึกษาวรรณกรรมต่าง ๆ และสร้างคะแนนมาตรฐานขึ้นอย่างมากมาย เช่น แบบวัด The Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) Parent and Teacher Reports สร้างขึ้นเพื่อประเมินลักษณะพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นเด่นชัดของการบริหารจัดการของสมองขั้นสูงในเด็กที่มีอายุระหว่าง 5–18 ปี โดยผู้ปกครองและครูเป็นผู้ประเมิน ประกอบด้วยข้อคำถาม 86 ข้อ เพื่อวัด 2 องค์ประกอบหลัก 8 องค์ประกอบย่อย หลักแรก คือ การกำกับพฤติกรรม (Behavioral regulation) วัดองค์ประกอบย่อยในด้านการยับยั้ง การปรับเปลี่ยน และการควบคุมอารมณ์ องค์ประกอบหลักที่สองคือการรู้คิดในการแก้ปัญหา (Metacognitive problem–solving) วัดองค์ประกอบย่อยในด้านการริเริ่มการวางแผน/การจัดการงาน การจัดการสิ่งแวดล้อมรอบตัว การสังเกตตัวเอง และความจำในการปฏิบัติงานแบบวัด The Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) Self–Report เป็นแบบวัดที่ได้สร้างขึ้นเพื่อประเมินพฤติกรรมที่เด่นชัดของการบริหารจัดการของสมองขั้นสูงด้วยการประเมินตนเองในเด็กอายุ 11–18 ปี ประกอบด้วยข้อคำถาม 80 ข้อ เพื่อวัด 2 องค์ประกอบหลัก 8 องค์ประกอบย่อย องค์ประกอบหลักแรกคือ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม (Behavioral shift) วัดองค์ประกอบย่อยในด้านการยับยั้ง การปรับเปลี่ยน การควบคุมอารมณ์

และการสังเกต องค์ประกอบหลักที่สองคือการปรับเปลี่ยนการเรียนรู้ (Cognitive shift) วัดองค์ประกอบย่อยในด้านความจำในการปฏิบัติงาน การจัดการแผนงาน การจัดการวัสดุอุปกรณ์ และการปฏิบัติงานให้เสร็จสมบูรณ์ แบบวัดดังกล่าวเป็นแบบวัดมาตรประมาณค่า (Rating scale) 3 ระดับของการปฏิบัติ คือ ไม่เคยปฏิบัติ ปฏิบัติบางครั้งและปฏิบัติบ่อยครั้ง โดยแบบวัดนี้เป็นแบบวัดที่ข้อคำสะท้อนความบกพร่องของการบริหารจัดการของสมองขั้นสูงปกติวิสัยพิจารณาจากคะแนนมาตรฐานที่ (Mean=50, SD=15) เด็กที่มีคะแนนมาตรฐานที่สูงกว่า 70 ถือว่ามีปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขวัญใจ อินปา (2561) แบบวัดทักษะการคิดเชิงบริหารโดยตนเองเป็นแบบวัดที่ได้สร้างขึ้นเพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงบริหารโดยการประเมินตนเอง ใช้ประเมินในเด็กอายุระหว่าง 11–18 ปี ประกอบด้วยข้อคำถาม 80 ข้อ เพื่อวัด 2 องค์ประกอบหลัก 8 องค์ประกอบย่อย องค์ประกอบหลักประการแรกคือ การกำกับพฤติกรรม (Behavioral regulation) ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบย่อย คือ การยับยั้ง (Inhibit) การปรับเปลี่ยน (Shift) การควบคุมอารมณ์(Emotional Control) การประเมินตนเอง (Monitor) องค์ประกอบหลักประการที่สอง คืออภิปัญญา (Metacognition) ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบย่อย คือ ความจำเพื่อใช้งาน (Working Memory) 6 การวางแผนและการจัดการ (Plan/Organize) การจัดการสิ่งของรอบตัว (Organization of Materials) และการปฏิบัติงานให้สำเร็จ (Task Completion)

อรพร ทับทิมศรี (2563) ได้กล่าวถึง การประเมินหน้าที่ Executive Functions คือการแปลผลสามารถเทียบมาตรฐานในด้านอายุและระดับการศึกษาในกลุ่มประชากรที่มีการศึกษาแล้วได้ อาทิ คะแนน Total correct สามารถแสดง การรู้คิด (Cognitive function) ด้านหน้าที่บริหารจัดการของสมอง โดยรวมคะแนน Perseverative errors เป็นค่าวัดการรู้ด้านหน้าที่บริหารจัดการของสมองบกพร่อง คะแนน Perseverative errors เป็นคำที่ได้รับการศึกษาว่ามีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบอื่น ๆ สามารถใช้วัดความบกพร่องของการรู้คิดด้านการบริหารจัดการของสมองได้มีความสัมพันธ์กับการทำงานหรือรอยโรคของสมอง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดผลและประเมินผลการบริหารจัดการสมอง คือการรวบรวมและตีความข้อมูลสารสนเทศที่ได้รับจากการประเมินเพื่อนำไปตัดสินใจปรับปรุงและพัฒนา โดยกระบวนการดังกล่าวต้องทำอย่างมีระบบ แบบแผน ด้วยเครื่องมือหรือวิธีการที่น่าเชื่อถือเพื่อให้ได้ผลการวัดและประเมินที่นำไปพัฒนาปรับปรุงได้อย่างแท้จริง รวมทั้งการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนและกิจกรรมเพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะการบริหารจัดการสมอง โดยใช้วิธีการที่หลากหลายตั้งแต่วิธีการที่ง่ายจนถึงวิธีการที่ซับซ้อน

6. ทฤษฎีการเรียนรู้/หลักการที่สนับสนุนการบริหารจัดการทางสมอง

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าทฤษฎีการเรียนรู้/หลักการที่สนับสนุนการบริหารจัดการทางสมอง (Executive function) ไว้ดังนี้

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามธรรมชาติสมอง (BBL)

อรอนงค ฤทธิ์ฤาชัย (2560) กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ตามธรรมชาติสมองเป็นแนวทางจัดการเรียนรูที่สอดคลองกับวิถีการทำงานของสมอง และธรรมชาติสมองของเด็กแต่ละคน โดยเชื่อวามนุษย์ทุกคนสามารถเรียนรูได้ เราสามารถเปลี่ยนโครงสร้างการทำงานของสมองได้ด้วยการกระตุนที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู โดยปัจจัยที่มีผลตอการเรียนรู

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2555) ได้ให้ความหมายของหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning : BBL) ว่าการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการของสมองแต่ละช่วงวัย เป็นการนำองค์ความรู้เรื่องสมองและธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้เป็นฐานในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ โดยมีที่มาจากศาสตร์แห่งการเรียนรู้ 2 สาขาที่ได้นำมาบูรณาการเข้าด้วยกัน คือ 1) ความรู้ทางประสาทวิทยา (Neurosciences) อธิบายถึงที่มาของความคิดและจิตใจของมนุษย์ โดยเฉพาะในด้านที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับทักษะการเรียนรู้โดยผ่านทฤษฎีว่าด้วยการทำงานของสมองใหญ่ ได้แก่ ความสามารถในการเรียนรู้ความจำความเข้าใจ และความชำนาญ 2) แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theories) อธิบายการเรียนรู้ของสมองของมนุษย์ว่าคืออะไรเกิดขึ้นอย่างไรและมีพัฒนาการอย่างไร

Caine (1990) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวคิด Brain-Based Learning ไว้12 ข้อ ดังนี้ 1) สมองทำงานเป็นองค์รวม และมีการเปลี่ยนอย่างต่อเนื่อง 2) สมองและจิตใจของมนุษย์เปลี่ยนแปลงและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม 3) สมองมนุษย์เลือกรับรู้ เรียนรู้ และจดจำในสิ่งที่มีความสำคัญหรือความหมายต่อตน 4) กระบวนการค้นหาความหมายเกิดขึ้นอย่างมีรูปแบบเฉพาะของแต่ละบุคคล ยืดหยุ่น และพัฒนาปรับเปลี่ยนไปอย่างต่อเนื่อง 5) อารมณ์และความรู้สึกเป็นจุดเปลี่ยนแปลงของรูปแบบในการเรียนรู้ของบุคคล 6) กระบวนการทำงานของสมองและจิตใจของมนุษย์เพื่อการเรียนรู้นั้น เกิดขึ้นทุกส่วนและบางส่วนของสมอง 7) การเรียนรู้เป็นกระบวนการร่วมกันระหว่างความสนใจ การจดจ่อกับการเรียนรู้จากปลายประสาทสัมผัส 8) กระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทั้งในภาวะรู้ตัวละไม่รู้ตัว 9) สมองจัดเก็บข้อมูลไว้ในความทรงจำอย่างน้อย 2 ระบบ 10) สมองมนุษย์ถูกออกแบบอย่างซับซ้อนเพื่อการเรียนรู้อย่างไม่มีขีดจำกัด 11) การเรียนรู้ที่ซับซ้อนสามารถเข้าถึงได้ด้วยการกระตุ้นที่ท้าทายความ

อยากรู้อยากเห็นแต่จะถูกขัดขวางจนไม่อาจเข้าถึงได้จากการคุกคามและการทำให้เกิดความกลัว 12) สมองแต่ละคนมีลักษณะเฉพาะ

เลขา มากสังข์ (2556) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง การนำองค์ความรู้เรื่องสมองและธรรมชาติของการทำงานของสมอง มาใช้ในการจัดกระบวนการให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งได้แก่ การมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้สอนและผู้เรียน การจัดสิ่งแวดล้อม การออกแบบและการใช้เครื่องมือ สื่อ เพื่อทำให้เด็กสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของสมอง บนความคิดพื้นฐาน 3 ด้าน คือ อารมณ์ การฝึกปฏิบัติจริง และความคิดสร้างสรรค์

สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้องค์การมหาชน (2558) ศาสตราจารย์เกียรติคุณ นพ. ประเสริฐ บุญเกิด กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามหลักการพัฒนาสมองหรือ BBL (Brain–based Learning) เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการด้านโครงสร้างและการทำงานของสมอง เหมาะสมกับทุกช่วงวัย ตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดาถึงวัยชรา

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปทฤษฎีการเรียนรู้ตามธรรมชาติสมอง (BBL) ได้ว่าเป็นแนวทางจัดการเรียนรูที่สอดคลองกับวิถีการทำงานของสมองและธรรมชาติสมองแต่ละช่วงวัย เป็นการนำองค์ความรู้เรื่องสมองและธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้เป็นฐานในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับพัฒนาการด้านโครงสร้างและการทำงานของสมองเหมาะสมกับทุกช่วงวัย ตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดาถึงวัยชรา

ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าความหมายการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Daffer (2011) ได้ให้ความหมายไว้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดและแก้ปัญหาเกี่ยวกับแนวคิดนั้น

Artzt (2010) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหาวิเคราะห์หรือวางแผนแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล กล่าวได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะมีความสำคัญควบคู่กับการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริงข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

วรนารถ อยู่สุข (2555) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ และความสามารถในการอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลในการสนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

ศศิธร แม้นสงวน (2556) สรุปว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หมายถึงกระบวนการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

ไพศาล แมลงทับทอง (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถในการแสดงแนวคิดขั้นตอนในการหาคำตอบหรือการพิสูจน์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือขั้นตอนการพิสูจน์เหล่านั้น เพื่อยืนยันข้อสรุป โดยการอ้างอิงหลักการและแนวคิด รวมทั้ง ทฤษฎีบท กฎ สูตร และนิยามต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง อย่างสมเหตุสมผล

พิฌาวรรณ แช่มชื่น ชมดง (2559) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคิดวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา และอธิบายข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

เพาพงา วังเวชช์ (2559) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล และแสดงข้อสรุปของข้อมูลพร้อมทั้งยืนยันข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

กมล นาคสุทธิ (2559) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ และความสามารถในการอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลในการสนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

ไตรภพ คงเสน (2559) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลและเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างข้ออ้างอิงทั่วไปและหาข้อสรุปหรือยืนยันข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดได้อย่างสมเหตุสมผล

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้ระบุว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนจะนำไปใช้พัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานและการดำรงชีวิต

ณัชพล เผ่าทิพย์จันทร์ (2560) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ที่อาศัยการวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ ตรึกตรองหาเหตุผล รวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อมูล/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

ศานิตย์ ศรีคุณ (2562) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะกระบวนการการให้เหตุผล ได้แก่รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนการให้เหตุผลและลงข้อสรุป ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

วุฒิพงษ์ พันจันทร์ (2563) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การให้เหตุผลนั้นเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์และชีวิตจริง และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ดีและถูกต้องในวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล และนำเหตุผลนั้นไปประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์จริงได้

สุรัสดี เกรียมโพธิ์ (2564) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถของนักเรียนในการอธิบายหรือแสดงแนวคิดในการแสดงข้อสรุปของคำตอบอย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยหลักการสมบัติ นิยาม กฎ หรือทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์

ภคพล สำราญ (2564) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การให้เหตุผลคือการใช้ความคิดที่มีหลักเกณฑ์เพื่อการตัดสินใจ หรืออธิบายในเรื่องต่างๆ ความมีเหตุผลและเป็นเครื่องมือพัฒนาความคิดได้ฝึกสมอง การให้เหตุผลเป็นเป้าหมายหลักของการเรียนคณิตศาสตร์และในการเรียนการสอนที่เน้นการให้เหตุผลของนักเรียน ให้นักเรียนได้แสดงออกถึงการใช้

เหตุผลของตนเองและมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ถือว่าเป็นการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

ณัฐภัทร แสงมาลา (2564) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการแสดงเหตุผลหรืออธิบายประกอบคำตอบหรือการพิสูจน์ โดยใช้สมบัติ บทนิยาม ทฤษฎี หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล

ลลิต วรกาญจน์ (2564) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์คือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์ แสดงขั้นตอนในการหาคำตอบหรือการพิสูจน์ ใช้เหตุผลสนับสนุนขั้นตอนการพิสูจน์เหล่านั้นอย่างสมเหตุสมผล เพื่อยืนยันข้อสรุป โดยการอ้างอิงหลักการและแนวคิด รวมทั้งทฤษฎีบท กฎ สูตร และ นิยามต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความหมายการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์และความสามารถในการอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลในการสนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผลเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

2. ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Baroody (2012) ได้ให้ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยในสมัยก่อนยุคกรีก นักคณิตศาสตร์ใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัยในการพิสูจน์ทฤษฎีทางเรขาคณิต สำหรับในปัจจุบันมนุษย์ต้องให้เหตุผลกับคนอื่นและต้องการเหตุผลจากคนอื่นไม่ว่าจะเป็นเรื่องเล็กน้อยหรือเรื่องสำคัญมาก มนุษย์ต้องการคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผลและคนส่วนใหญ่รับได้ ด้วยเหตุนี้การให้เหตุผล จึงมีความสำคัญยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีการคิดการไตร่ตรอง และแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้เสนอความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิด

อย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำคิดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ดังนั้นการคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญการสอนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่า การสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ การสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม

ไพศาล แมลงทับทอง (2558) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื่องจากการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหา และสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ หากปราศจากการให้เหตุผลแล้วนักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้

กมล นาคสุทธิ (2559) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การตัดสินใจและการหาข้อสรุป อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานการคิดในขั้นสูงเพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ไตรภพ คงเสน (2559) กล่าวว่า การให้เหตุผลมีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การตัดสินใจและการหาข้อสรุป อีกทั้งเป็นพื้นฐานการคิดในขั้นสูงเพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ณัฐพงษ์ กอสวัสดิ์พัฒน์ (2559) กล่าวว่า เป็นทักษะที่สำคัญในการคิดหาคำอธิบายในการหาข้อสรุปอย่างเป็นเหตุเป็นผล รวมถึงการใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาอื่นได้

ณัชพล เผ่าทิพย์จันทร์ (2560) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่าการสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ การสอนคณิตศาสตร์แบบเป็นเหตุเป็นผลจะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม

สุรัสดี เกรียมโพธิ์ (2564) กล่าวว่า การให้เหตุผลมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะการให้เหตุผลของนักเรียนเป็นการฝึกกระบวนการคิดของนักเรียนที่หลากหลาย เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งการให้เหตุผลบ่งบอกถึงความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลได้ดียิ่งขึ้น

วิจิตรภัณฑ์ เทศศรีเมือง (2564) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้เข้าใจใช้งานคณิตศาสตร์และการดำรงชีวิตของมนุษย์ นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่ยืนยันว่า การสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ การสอนคณิตศาสตร์แบบเป็นเหตุเป็นผล โดยการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ในทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาให้อยู่ในลักษณะของการอ้างอิง เพื่อให้สามารถใช้ข้อเท็จจริงที่เรียนรู้มาอ้างอิงไปยังสิ่งใหม่

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลมีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การตัดสินใจและการหาข้อสรุป จึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ และยังเป็นพื้นฐานการคิดขั้นสูงเพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ที่หลากหลาย เป็นคนมีเหตุมีผล มีความมั่นใจในการตัดสินใจ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคิดและตัดสินใจในชีวิตประจำวันได้

3. ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Daffer (2011) ได้เสนอว่าทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมี 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลในการสร้างหลักการใหม่ ค้นหารูปแบบทั่วไป รูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ อธิบายสมบัติและโครงสร้างต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นมโนมติ หรืออาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลแบบอุปนัยเกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลาย ๆ อย่างแล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผล ในการสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏเป็นการพิสูจน์ข้อสรุป และตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด การให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลที่เป็นระบบตรรกยะ เป็นการให้เหตุผลที่ใช้โครงสร้างคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน คือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์และทฤษฎีบท อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก แล้วจะได้ผลสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นหลักการที่เป็นจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้จำแนกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือการทดลองหลายๆครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุปที่เชื่อได้ว่า น่าจะมีความถูกต้องน่าจะเป็นจริง และมีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริงและยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนั้นว่า ข้อความคาดการณ์

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลตามหลักคณิตศาสตร์ อ้างจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้นเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนของเหตุหรือสมมติฐานและส่วนของผลหรือผลสรุป

ตุลารัตน์ จินายะ (2558) ได้กล่าวถึง รูปแบบของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลจากการสังเกตลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กัน ของข้อมูลย่อย หรือตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง แล้วสรุปเป็นข้อความคาดการณ์

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลจากการนำข้อสรุปที่ยอมรับว่าเป็นจริง ได้แก่ อนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท มาใช้อ้างอิงเพื่อยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

พิฌาวรรณ แช่มชื่น ชมดง (2559) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถจำแนกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึง การให้เหตุผลจากการใช้ตัวอย่าง รูปแบบหรือข้อความจริงจากข้อมูลย่อย ๆ นำไปสู่การสร้างเป็นข้อสรุปทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึง การให้เหตุผลจากกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไปที่เป็นที่ยอมรับไปสู่ข้อสรุปย่อย

เพาพงา วังเวชช์ (2559) ได้กล่าวถึง ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญได้ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นการให้เหตุผลที่ใช้การสังเกตหรือกรณีเฉพาะหลาย ๆ กรณี เพื่อนำข้อมูลมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่นำเอาข้อสรุปที่ยอมรับว่าเป็นจริงหรือกฎเกณฑ์ทั่วไปมาอ้างอิงเพื่อไปสู่ข้อเท็จจริงย่อย นอกจากนี้ยังมีประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน การให้เหตุผลเชิงปริภูมิการให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ และการให้เหตุผลแบบประเมิน

กมล นาคสุทธิ (2559) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญได้ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือการให้เหตุผลที่เกิดจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อรวบรวมข้อมูลมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่นำเอาข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าเป็นความจริง มาอ้างอิงเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปใหม่ ๆ นอกจากนี้ยังมีประเภทของการให้เหตุผลอื่น ๆ ได้แก่ การให้เหตุผลในเชิงสัดส่วน การให้เหตุผลในเชิงปริภูมิ การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ และการให้เหตุผลในการประเมิน

ไตรภพ คงเสน (2559) ได้กล่าวถึง รูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ที่ได้จากการสังเกตสิ่งที่ร่วมกันหลาย ๆ ตัวอย่างและนำสิ่งนั้นมาสร้างข้อสรุปหรืออ้างอิงเป็นหลักการทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึง ความสามารถในการใช้ กฎ ข้อตกลง บทนิยาม หรือสิ่งที่เคยรับทราบมาก่อนว่าเป็นจริง มาใช้ในการพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความจริงเหล่านั้น และสามารถหาข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลได้

ธัญพิมล จันทร์นุ่ม (2559) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การแบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และการนำไปใช้

ณัชพล เผ่าทิพย์จันทร์ (2560) ได้กล่าวถึง การแบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดแยก ซึ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่พบเห็นกันได้ค่อนข้างมากคือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลจากการคิดจาดข้อเท็จจริงย่อย โดยการสังเกตลักษณะร่วมที่สำคัญหรือแบบแผนของสิ่งที่พบ เพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์หรือหลักการทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการคิดจากกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไป นำไปสู่การหาข้อสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์หรือหลักการนั้น

สุรัสดี เกรียมโพธิ์ (2564) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เป็นการให้เหตุผลจากความรู้สึกของตนเอง หรือความรู้สึกตามสามัญสำนึกของตนเอง โดยไม่ได้อาศัยของมูลใด ๆ ประกอบการตัดสิน

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ข้อมูลจากการสังเกตประสบการณ์ หรือการทดลองหลาย ๆ ครั้ง แล้วนำมาสร้างเป็นข้อสรุป

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นำความรู้พื้นฐาน ข้อตกลง กฎ บทนิยาม ซึ่งเป็นสิ่งที่ยอมรับว่าเป็นจริง เพื่อหาเหตุผลไปสู่ข้อสรุป

วิจิตรภัณฑ์ เทศศรีเมือง (2564) กล่าวว่า ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลาย ๆ กรณี หรือการทดลองซ้ำหลายครั้ง การให้เหตุผลจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์และสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป การให้เหตุผลแบบนี้จึงใช้ข้อมูลที่เป็นจริงจากข้อมูลย่อย ๆ ไปสู่ข้อสรุปหรือความจริงทั่วไป หรือเป็นการมองเห็นตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างแล้วใช้เหตุผลสรุปความสัมพันธ์ในรูปแบบทั่วไปของตัวอย่างเหล่านั้น หรืออาจกล่าวนัยหนึ่งว่าเป็นการหาความสัมพันธ์จากสมาชิกบางส่วนในกลุ่ม เพื่ออ้างอิงไปใช้กับสมาชิกส่วนอื่นของกลุ่มเดียวกัน

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก แล้วจะได้ผลสรุปของกรณีที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นจริงเสมอแล้วอ้างอิงไปยังที่ที่ต้องการ ที่มีความหมายเจาะจง ในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล เป็นการให้เหตุผลจากการใช้ข้อเท็จจริง หลักการ กฎ บทนิยาม หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า สรุปได้ว่า การจัดประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาตามที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การแบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดแยก ซึ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่พบเห็นกันได้ค่อนข้างมาก 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากการคิดจากข้อเท็จจริงย่อย โดยการให้เหตุผลที่เกิดจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์หรือหลักการทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นความสามารถในการคิดหาข้อสรุปโดยใช้ข้อสรุปที่เป็นการคิดจากกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไป แล้วพิสูจน์ให้เห็น

4. แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Garofalo (2013) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า ครูต้องจัดบรรยากาศที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว ต้องเป็นบรรยากาศที่สนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลด้วยวาจา ด้วยการเขียนที่ใช้ภาษาที่เหมาะสมและเข้าใจง่ายหรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง

Malloy (2014) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา โดยใช้แนวทางในการสืบสอบ (Inquiry) ในการส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยจะช่วยทั้งครูและนักเรียนในการพัฒนาอย่างกระตือรือร้น และปราศจากการคุกคาม สภาพแวดล้อมสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนทุกคนพัฒนาและใช้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ศศิธร แม้นสงวน (2556) สรุปว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ควรเริ่มจากส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้และแก้ปัญหาร่วมกันโดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ไพศาล แมลงทับทอง (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผลโดยที่ผู้สอนจะต้องสอดแทรกการให้เหตุผลลงไปในเนื้อหาและบรรยากาศในห้องเรียนควรเป็นบรรยากาศที่สนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนทางความคิด การคิดอย่างมีเหตุผลสามารถพัฒนาได้โดยใช้กิจกรรมผสมผสานกับการฝึกการคิดควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นปกติ

พิฌาวรรณ แช่มชื่น ชมดง (2559) กล่าวว่า แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทำได้โดยการเลือกภาระงานและใช้คำถามที่เหมาะสม ที่จะทำให้นักเรียนเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ รับรู้จุดแข็งและข้อบกพร่องของตนเอง และส่งเสริมให้ใช้การให้เหตุผลในการสร้างเป็นข้อสรุป นอกจากนั้นควรให้นักเรียนได้ใช้ภาษาของตนเองในการอภิปราย แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และวิจารณ์ผู้อื่นในทางที่เกิดประโยชน์

เพาพงา วังเวชช์ (2559) กล่าวถึง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ครูควรจัดบรรยากาศการเรียนการสอนให้นักเรียนได้มีการพูด อธิบายและแสดงเหตุผลของตนเองกับเพื่อนร่วมชั้นและครูอย่างอิสระ ให้นักเรียนได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลและให้เหตุผลโดยเขียนบรรยาย และใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม ส่งเสริมให้นักเรียนใช้เหตุผลในการตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ และเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหากับเนื้อหาหรือความรู้ทำคณิตศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้องรวมทั้งใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กมล นาคสุทธิ (2559) กล่าวว่า ควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดการวิเคราะห์และการสรุปแนวคิดอย่าง สมเหตุสมผล ภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดและแก้ปัญหาร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ไตรภพ คงเสน (2559) กล่าวว่า ควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดการวิเคราะห์และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดและแก้ปัญหาร่วมกันโดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ณัฐพงษ์ กอสวัสดิ์พัฒน์ (2559) กล่าวถึง ครูต้องเป็นผู้จัดบรรยากาศในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเสนอความคิดเห็นของตนที่ได้จากการคิดวิเคราะห์ผ่านการอธิบายหรือการเขียน และปลูกฝังให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการค้นหา

เหตุผลมาสนับสนุนหรือคัดค้านแนวคิดหรือข้อสรุปที่เกิดขึ้นมากกว่าคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว

ธัญพิมล จันทร์นุ่ม (2559) กล่าวถึง ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการคิดวิเคราะห์ และสรุปแนวความคิดอย่างสมเหตุสมผล และจัดกิจกรรมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการสร้างบรรยากาศการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดภายในห้องเรียน ซึ่งโจทย์ปัญหาที่ใช้ต้องเป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อดึงดูดความสนใจในการคิด ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำแนวคิดที่ร่วมกันสรุปอย่างสมเหตุสมผลไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

ณัชพล เผ่าทิพย์จันทร์ (2560) กล่าวไว้ว่า ต้องฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่อง ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิด พูดอธิบาย ชี้แจงด้วยเหตุผล จึงควรจัดกิจกรรมโดยใช้แนวทางการสืบสอบ เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหา วิธีการ พิสูจน์สังเกตแบบรูป และครูควรจัดบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกกล้าที่จะแสดงความคิดในกรณีต่าง ๆ

วิจิตรภัณฑ์ เทศศรีเมือง (2564) กล่าวว่า แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้นต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม ครูต้องจัดบรรยากาศที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล โดยใช้แนวทางในการสืบสอบ (Inquiry) การส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยจะช่วยทั้งครูและนักเรียนในการพัฒนาให้นักเรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผล และช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงาน เพื่อสะท้อนความคิดของตนโดยสอดแทรกการให้เหตุผลเข้าไปในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ เขียนอธิบายความคิดของตนเอง สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลตรวจสอบ และประเมินข้อสรุปต่าง ๆ โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้พบปัญหาที่นักเรียนสนใจและไม่ยากเกินความสามารถในการคิดและการให้เหตุผล โดยครูสนับสนุนให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาร่วมกันอย่างเหมาะสม

ณัฐภัทร แสงมาลา (2564) กล่าวว่า แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน ครูต้องคอยจัดบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียน ได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ทั้งนี้ครูควรใช้คำถามให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลอย่างต่อเนื่อง และให้

ความสำคัญกับทุกเหตุผล เพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดของตน เกิดการเข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเองอย่างแท้จริง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แนวทางในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ต้องฝึกจากประสบการณ์ที่ หลากหลายและต่อเนื่อง ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิด พูดอธิบาย ชี้แจงด้วยเหตุผล โดยการสร้างบรรยากาศการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดภายในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหา วิธีการ พิสูจน์ สังเกตแบบรูปจะทำให้นักเรียนเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ สามารถนำแนวคิดที่ร่วมกันสรุปอย่างสมเหตุสมผลไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

5. การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ได้มี นักวิจัยและนักวิชาการ ได้ศึกษาและค้นคว้าการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561)) ได้กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลนอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

1. การใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์
2. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้น
3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์
4. การเลือกใช้รูปแบบหาวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือพิสูจน์

สาวิตรี มูลสุวรรณ (2557)กล่าวว่า ความสามารถของนักเรียนในการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการค้นหาและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และยืนยันความสมเหตุสมผลของข้อสรุปเหล่านั้น โดยอาศัยความรู้พื้นฐานประสบการณ์ หลักฐาน และข้อคาดการณ์ต่าง ๆ ประกอบการอธิบายได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล

ไพศาล แมลงทับทอง (2558) กล่าวว่า แนวทางในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนจะต้องมีการวางแผนและการจัดการความรู้พื้นฐานรวมทั้งการเลือกใช้รูปแบบของการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากการสังเกตจากการพูดคุย การเขียน การทำแบบฝึกหัด การเขียนอนุทิน หรือการทำแบบทดสอบ

พิฌาวรรณ แช่มชื่น ชมดง (2559) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรประเมินตามประเภทของการให้เหตุผลและลักษณะของ

เนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้ปัญหาหรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผล โดยประเมินตามขั้นตอนหรือองค์ประกอบที่จะเกิดขึ้นในปัญหาหรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นั้น

กมล นาคสุทธิ (2559) กล่าวว่า เป็นการพิจารณาความสามารถในการพิจารณาข้อมูล วิเคราะห์ อ้างอิง และให้เหตุผล เพื่อหาข้อสรุปปัญหา

ไตรภพ คงเสน (2559) กล่าวว่า เกณฑ์การประเมินแบบรูบิคแยกตามองค์ประกอบของการให้เหตุผล 2 ด้าน คือ 1) ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์หรือข้อสรุป 2) ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป โดยในแต่ละด้านมีระดับการให้คะแนน 0–3 คะแนน ตามแนวทางการประเมินของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ณัชพล เผ่าทิพย์จันทร์ (2560) กล่าวว่า ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินจากการใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ ซึ่งควรจะควบคู่ไปกับการใช้แบบทดสอบเขียนตอบ หรือใช้ปัญหา/สถานการณ์ปลายเปิด

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์คือ ผู้สอนจะต้องมีการวางแผนและการจัดการความรู้พื้นฐานรวมทั้งการเลือกใช้รูปแบบของการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากการสังเกตจากการพูดคุย การเขียน การทำแบบฝึกหัด การเขียนอนุทิน หรือการทำแบบทดสอบ หรือใช้ปัญหา/ สถานการณปลายเปิด โดยอาศัยความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์ หลักฐาน และข้อคาดการณ์ต่าง ๆ ประกอบการอธิบายได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ไทยและต่างประเทศ)

ไพรวัลย์ เฉลยพิตร (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปาร่วมกับวิธีสอนแบบอุปนัยหรือนิรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบซิปปาร่วมกับวิธีสอนแบบอุปนัยหรือนิรนัย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

ธีณรันต์ สังหรณ์ (2556) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย–นิรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผล

และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัย เรื่องสถิติ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัย เรื่องสถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัย เรื่อง สถิติ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัย เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไพศาล แมลงทับทอง (2558) ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎี จำนวนเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เยาว์ประภา สิงห์มหาไชย (2561) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งเป็นประชากรจำนวน 80 คน และกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน โดยมีการสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยไว้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียมการ ขั้นนำเสนอ ขั้นเปรียบเทียบ ขั้นสรุป ขั้นนำไปใช้

และขั้นประเมินผล มีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย จำนวน 6 แผน ที่ได้รับการตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา เวลา ความชัดเจนของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ทั้งนี้ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ณัชชา ธนสมบูรณ์ และชญาพิมพ์ อุสาโห (2561) ได้ศึกษาการพัฒนากรอบแนวคิดการบริหารวิชาการตามแนวคิดทักษะการคิดเพื่อชีวิตที่สำเร็จ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากรอบแนวคิด 2 กรอบแนวคิด ประกอบด้วย 1) การบริหารวิชาการ 2) ทักษะการคิดเพื่อชีวิตที่สำเร็จ (EF) โดยใช้การสังเคราะห์จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง จำนวน 11 ฉบับ ผลการวิจัยพบว่า 1) กรอบแนวคิดการบริหารวิชาการ มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1.1 การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา 1.2 การจัดประสบการณ์ 1.3 การจัดสภาพแวดล้อม สื่อและแหล่งเรียนรู้ 1.4 การประเมินพัฒนาการ ที่จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดเพื่อชีวิตที่สำเร็จ และ 2) กรอบแนวคิดทักษะการคิดเพื่อชีวิตที่สำเร็จ (EF) มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 2.1 ความจำเพื่อใช้งานเป็นความสามารถของเด็กในการจดจำ และนำไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา มีการประมวลผลและไปใช้งานต่อได้ 2.2 การยั้งคิดไตร่ตรอง เป็นความสามารถของเด็กในการยับยั้งชั่งใจต่อสิ่งที่มากระตุ้น 2.3 การยืดหยุ่นความคิด เป็นความสามารถของเด็กในการปรับเปลี่ยนความคิดไปตามสภาพกรณ์ที่เปลี่ยนไป 2.4 การควบคุมอารมณ์ เป็นความสามารถของเด็กในการจัดการอารมณ์ 2.5 การวางแผ่นและจัดระบบดำเนินการ เป็นความสามารถของเด็กในการกำหนดเป้าหมาย จัดลำดับ วางแผนการทำงาน และดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย

นวลจันทร์ จุฑาภักดีกุล และคณะ (2559) ได้วิจัยการพัฒนาและหาค่าเกณฑ์มาตรฐานเครื่องมือประเมินการคิดเชิงบริหารในเด็กปฐมวัย ผลการประเมินโดยแบบ MU.EF 101 พบว่าเด็กช่วงอายุ 2-6 ปีมี คะแนนพัฒนาการด้านการคิดเชิงบริหารดีขึ้นเรื่อย ๆ ตามวัย เด็กหญิงมีพัฒนาการด้านการคิดเชิงบริหารเร็วกว่าเด็กชาย อย่างไรก็ตามเด็กเกือบ 30% พัฒนาการด้านการคิดเชิงบริหารโดยรวมล่าช้ากว่าเกณฑ์เฉลี่ย (T<45) ส่วนผลประเมินโดยแบบ MU.EF 102 พบว่าเด็กวัย 2-6 ปี กว่า 30% มีปัญหาพฤติกรรมด้านการคิดเชิงบริหารมากกว่าเกณฑ์เฉลี่ย (T>55) เด็กชายมีปัญหาพฤติกรรมมากกว่าเด็กหญิงเล็กน้อย เด็กเหล่านี้จะมีปัญหาในการกำกับตนเอง หุนหันพลันแล่นทำโดยไม่คิด ใจร้อน รอคอยไม่เป็น สมาธิสั้น วอกแวกง่าย ไม่สามารถทำงานที่ยากให้สำเร็จได้ ในระยะยาวจึงเป็นอุปสรรคต่อความสำเร็จ

ในด้านการเรียน การทำงาน การอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม รวมทั้งมีโอกาสเกิดปัญหาสังคมอื่น ๆ ตามมา ปัญหาเด็กไทยกว่า 30% มีพัฒนาการด้านการคิดเชิงบริหารล่าช้าจึงนับเป็นปัญหาสำคัญของประเทศที่ไม่ควรมองข้าม เนื่องจากเป็นตัวทำนายคุณภาพของเยาวชนไทยในอีก 10–15 ปีข้างหน้าในด้านผลการเรียนรู้ระดับประเทศ อาชีพการงาน และรายได้ของประชากร ที่จะเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาประเทศในระยะยาว

จิระพร ชะโน และธนารัตน์ ศรีผ่องงาม (2562) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการด้านการคิดเชิงบริหารของเด็กปฐมวัย กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กปฐมวัยอายุ 5–7 ปี จำนวน 87 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบประเมินพัฒนาการด้านการคิดเชิงบริหารของเด็กปฐมวัย MU.EF–101 จำนวน 32 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า พัฒนาการด้านการคิดเชิงบริหารของเด็กปฐมวัยแบ่งการประเมินพฤติกรรม 5 ด้าน ตามตัวบ่งชี้พัฒนาการ ประกอบด้วย ด้านการยับยังพฤติกรรม ด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ด้านการควบคุมอารมณ์ ด้านความจำขณะทำงาน ด้านการวางแผนจัดการ เด็กปฐมวัยมีพัฒนาการภาพรวม ระดับดีมาก (T>60) จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 24.14 ระดับดี (T56–60) จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 18.39 ระดับปานกลาง (T45–55) จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ระดับควรพัฒนา (T40–44) จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 16.09 และระดับควรปรับปรุง (T <40) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 8.40 พัฒนาการที่ควรพัฒนาและปรับปรุงคือ ด้านการยับยั้งพฤติกรรมและด้านการควบควมอารมณ์

จุฑามาศ แหนจอน (2562) สรุปว่า การเสริมสร้างหน้าที่บริหารจัดการของสมองทำได้โดยการฝึกทักษะที่เกี่ยวข้องกับความจำใช้งานและความสนใจจดจ่อ เช่น การฝึกสติ การออกกำลังกาย การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ และเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ การปรับพฤติกรรมตามแนวทฤษฎีพฤติกรรมนิยม การจัดกิจกรรมการเสริมสร้างการกำกับตนเอง กิจกรรมสังเกตตนเอง การทำงานอดิเรก เช่น การเล่นดนตรี ร้องเพลง เต้นรำ การแสดงละคร ฯลฯ นอกจากนี้การเสริมสร้างความจำใช้งานที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของความจำใช้งานสามารถเพิ่มหน้าบริหารจัดการของสมองได้เช่นกัน การเพิ่มประสิทธิภาพความจำใช้งานทำได้โดยการฝึกหัดการรู้คิด (Cognitive training) เพื่อกระตุ้นการทำงานของสมอง ส่วน Ventrolateral Prefrontal Cortex (VLPFC) เช่น กิจกรรมการฝึกความจำใช้งาน (Working Memory Training: WMT; Takeuchi et al., 2017) การฝึก Dual N–back task (Klingberg, Forssberg & Westerberg, 2002) การฝึกควบคุมความสนใจจดจ่อ (Cowan et al., 2006; Gray et al., 2017)

Alloway (2010) ทำวิจัยโดยติดตามเด็กอนุบาลอายุ 5–6 ปี เป็นเวลา 6 ปี พบว่าเด็กที่มีความจำขณะทำงานสูงมีทักษะที่ดีในการอ่าน การเขียน และคณิตศาสตร์ ส่วนเด็ก

ที่มีความจำขณะทำงานต่ำพบกับปัญหาในการทำงาน เมื่อผ่านไป 6 ปี พบว่าเด็กที่มีความสามารถของความจำขณะทำงานเมื่ออายุ 5 ปี สามารถทำข้อสอบมาตรฐานการอ่านและคณิตศาสตร์ได้ดี

Boom (2012) ได้วิจัยความสัมพันธ์ของพัฒนาการเอ็กเซ็กคิวทีฟฟังก์ชันส์และคณิตศาสตร์เบื้องต้น พบว่า เด็กอายุเฉลี่ย 6-2 ปี ทำงานที่ได้รับคำสั่งที่แตกต่างกันเพื่อทดสอบความยับยั้งชั่งใจ การสลับ การให้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันเกี่ยวกับพัฒนาการทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น ผลการทดสอบพบว่า เอ็กเซ็กคิวทีฟฟังก์ชันส์ในด้านการยับยั้งชั่งใจและการสลับไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน และไม่สามารถทำนายเชิงคณิตศาสตร์ได้ แต่การให้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการทางคณิตศาสตร์เบื้องตันได้

Purpura (2017) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของเอ็กเซ็กคิวทีฟฟังก์ชันส์ ได้แก่ ความจำขณะทำงาน การยับยั้งชั่งใจ และความยืดหยุ่นทางสติปัญญากับองค์ประกอบของทักษะทางคณิตศาสตร์และการรู้หนังสือของเด็กอนุบาล อายุ 3-5 ปีผลการวิจัยพบว่า เอ็กเซ็กคิวทีฟฟังก์ชันส์ มีความสัมพันธ์กับทักษะคณิตศาสตร์ รวมถึงทักษะการเปรียบเทียบ การรวมจำนวนและเอ็กเซ็กคิวทีฟฟังก์ชันส์ยังมีความสัมพันธ์กับการรู้หนังสือในด้านความรู้เกี่ยวกับตัวหนังสือและการตระหนักรู้เกี่ยวกับเสียง แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับคำศัพท์ซึ่งจากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าเอ็กเซ็กคิวทีฟฟังก์ชันส์ของเด็กอนุบาลมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Rahmah (2017) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัยมศึกษาตอนต้น ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย โดยมีประชากรเป็นนักเรียนเกรด 3 ของระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทั้งหมด 9 ห้อง และเลือกนักเรียน 2 ห้องจากทั้งหมดเป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละห้อง ทั้งนี้ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลัง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ยังคงมีคุณภาพต่ำ ทว่านักเรียนส่วนมากมีการตอบสนองทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย

จากการศึกษาการวิจัยในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถเชิงพุทธิปัญญา โดยใช้การเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง พบว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง เป็นกระบวนการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการหรือทฤษฎีก่อน จากนั้นค่อยให้นักเรียนนำหลักการ หรือทฤษฎีที่ได้เรียนมาไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎี หลักการ และมโนทัศน์

ต่าง ๆ ในบทเรียนอย่างลึกซึ้ง ด้านความสามารถเชิงพุทธิปัญญา พบว่า การทำงานของสมองส่วนหน้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด ความรู้สึก และการกระทำต่าง ๆ ให้สามารถควบคุมความคิด อารมณ์ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา เพื่อช่วยให้เราคิดเป็น มีเหตุผล และการกระทำที่นำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิดขั้นตอนการสอนของรูปแบบการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังตาราง 3

ตาราง 3 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง

ขั้นตอนของกิจกรรมโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบนิรนัย Heinmiller (1925) Lardizabal (1970) **ทิศนา แขมมณี (2553)** **ทิศนา แขมมณี (2562)** **ไพศาล แมลงทับทอง (2558)** **พงศกร สุวรรณะ (2562)**	**การบริหารจัดการสมอง** Hanmethee (2016) Morin (2014) **นวลจันทร์ จุฑาภักศีกุล (2559)** **จุฑามาศ แหนจอน (2560)** **ฉันทิดา สนิทนราทร** **เวชมงคลกร(2562)**	**ขั้นตอนการสอนโดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง**
1. ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเสนอปัญหา หรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่จะหาคำตอบ	**1. กำหนดขอบเขตของปัญหา** Control) คือ การควบคุมความต้องการของตนเองในเวลาที่เหมาะสม หยุดยั้งพฤติกรรมได้ในเวลาที่เหมาะสม มีความยับยั้งชั่งใจ คิดไตร่ตรองพิจารณาสิ่งต่างๆ โดยการใช้เหตุผลมาประกอบ **2. ความจำขณะทำงาน** (Working Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูลไว้ในความคิดและจัดการข้อมูลเหล่านั้นเพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งต่างๆ เพื่อคิดแก้ปัญหาสามารถพิจารณาถึงทางเลือกอื่น ๆ และทำการคิดคำนวณความคิดสามารถที่จะทำงานได้หลาย ๆ อย่าง รวมทั้งนำความรู้หรือประสบการณ์เดิม ออกมาใช้ตามสถานการณ์ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ	**ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา นำความรู้มาคิดไตร่ตรองเพื่อกระตุ้นผู้เรียน** เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเสนอปัญหา หรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของสถานการณ์ปัญหา นำความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อทำความเข้าใจ ต้องคิดไตร่ตรองและพิจารณาปัญหา โดยมีการใช้เหตุผลในการคิดไตร่ตรอง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่จะหาคำตอบ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ตาราง3 (ต่อ)

ขั้นตอนของกิจกรรมโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบนิรนัย Heinmiller (1925) Lardizabal (1970) ทิศนา แขมมณี (2553) ทิศนา แขมมณี (2562) ไพศาล แมลงทับทอง (2558) พงศกร สุวรรณะ (2562)	การบริหารจัดการสมอง Hanmethee (2016) Morin (2014) นวลจันทร์ จุฑาภักศีกุล (2559) จุฑามาศ แหนจอน (2560) ฉันทิดา สนิทนราทร เวชมงคลกร(2562)	ขั้นตอนการสอนโดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง
2. ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป ของเนื้อหาในบทเรียนให้เข้าใจ โดยผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้	**1. การควบคุมอารมณ์** (Emotional control) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมอารมณ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ใช้เหตุผลมากกว่าอารมณ์ในการแก้ปัญหา จัดการกับความเครียดได้ ไม่แสดงออกถึงพฤติกรรมที่รบกวนผู้อื่น 2. **การยืดหยุ่นทางความคิด** (Shift หรือ Cognitive Flexibility) หมายถึง การปรับเปลี่ยนความคิดและการกระทำของตนเองได้อย่างคล่องแคล่วยืดหยุ่นหลากหลาย ให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์หรือลำดับความสำคัญที่เปลี่ยนไปจากเดิม รู้จักเปลี่ยนมุมมองคิดนอกกรอบได้ สามารถทำงานหลายอย่างสลับไปมาได้ไม่ยึดติดกับความคิดแบบเดิม ๆ ซ้ำ ๆเพื่อให้สามารถปรับตัวและแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป **3. ความจำขณะทำงาน** (Working Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูลไว้ในความคิดและจัดการข้อมูลเหล่านั้นเพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งต่างๆ เพื่อคิดแก้ปัญหา สามารถพิจารณาถึงทางเลือกอื่น ๆ และทำการคิดคำนวณความคิดสามารถที่จะทำงานได้หลาย ๆ อย่าง รวมทั้งนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมออกมาใช้ตามสถานการณ์ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ	**ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายทฤษฎี หลักการ จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี** เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปของเนื้อหาในบทเรียนให้เข้าใจ โดยผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ ผู้เรียนมีสมาธิในการเรียนรู้สามารถควบคุมอารมณ์และพฤติกรรมที่รบกวนผู้อื่นในชั้นเรียน มีการยืดหยุ่นทางความคิดในการเรียนรู้ ให้เกิดการวางแผนอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปของเนื้อหาในบทเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอนของกิจกรรมโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบนิรนัย Heinmiller (1925) Lardizabal (1970) ทิศนา แขมมณี (2553) ทิศนา แขมมณี (2562) ไพศาล แมลงทับทอง (2558) พงศกร สุวรรณะ (2562)	การบริหารจัดการสมอง Hanmethee (2016) Morin (2014) นวลจันทร์ จุฑาภักศีกุล (2559) จุฑามาศ แหนจอน (2560) ฉันทิดา สนิทนราทร เวชมงคลกร(2562)	ขั้นตอนการสอนโดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง
3. ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดไว้	**1. การยืดหยุ่นทางความคิด (Shift หรือ Cognitive Flexibility)** หมายถึง การปรับเปลี่ยนความคิดและการกระทำของตนเองได้อย่างคล่องแคล่วยืดหยุ่นหลากหลาย ให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์หรือลำดับความสำคัญที่เปลี่ยนไปจากเดิม รู้จักเปลี่ยนมุมมองคิดนอกกรอบได้ สามารถทำงานหลายอย่างสลับไปมาได้ไม่ยึดติดกับความคิดแบบเดิม ๆ ซ้ำ ๆเพื่อให้สามารถปรับตัวและแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป **2. ความจำขณะทำงาน (Working Memory)** หมายถึง ความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูลไว้ในความคิดและจัดการข้อมูลเหล่านั้นเพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งต่างๆ เพื่อคิดแก้ปัญหาสามารถพิจารณาถึงทางเลือกอื่น ๆ และทำการคิดคำนวณความคิด สามารถที่จะทำงานได้หลาย ๆ อย่าง รวมทั้งนำความรู้หรือประสบการณ์เดิม ออกมาใช้ตามสถานการณ์ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ **3. การวางแผนและการจัดการ (Planning & Organizing)** หมายถึง ความสามารถในการกำหนดเป้าหมายวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญของงานโดยเริ่มลงมือทำงานด้วยตนเองได้รู้จักจัดลำดับความสำคัญของงานสามารถ	**ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ ให้มีความเหมาะสมเพื่อคิดแก้ไขปัญหา** เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้ ให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์หรือลำดับความสำคัญที่เปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้สามารถปรับตัวและแก้ไขปัญหาคิดแก้ปัญหาสามารถพิจารณาถึงทางเลือกอื่น ๆ และทำการคิดคำนวณความคิด รวมทั้งนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาใช้ตามสถานการณ์ที่ต้องการ โดยจัดลำดับความสำคัญเริ่มลงมือทำงานด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้และทำงานได้สำเร็จ มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดไว้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ตาราง 3 (ต่อ)

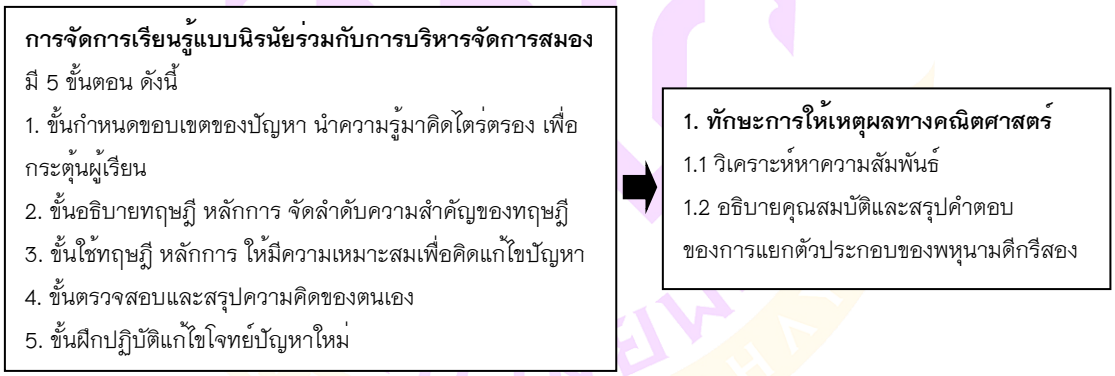
ขั้นตอนของกิจกรรมโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบนิรนัย Heinmiller (1925) Lardizabal (1970) ทิศนา แขมมณี (2553) ทิศนา แขมมณี (2562) ไพศาล แมลงทับทอง (2558) พงศกร สุวรรณะ (2562)	การบริหารจัดการสมอง Hanmethee (2016) Morin (2014) นวลจันทร์ จุฑาภักศีกุล (2559) จุฑามาศ แหนจอน (2560) ฉันทิดา สนิทนราทร เวชมงคลกร(2562)	ขั้นตอนการสอนโดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง
	มองภาพรวมของงานและคาดการณ์ผลที่จะตามมาเพื่อให้ตนเองสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้และทำงานได้สำเร็จ	
4. ขั้นตรวจสอบและสรุป ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบทฤษฎี หลักการ หรือนิยามที่ใช่ว่าถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษา	**1. การควบคุมอารมณ์** (Emotional control) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมอารมณ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ใช้เหตุผลมากกว่าอารมณ์ในการแก้ปัญหา จัดการกับความเครียดได้ ไม่แสดงออกถึงพฤติกรรมที่รบกวนผู้อื่น **2. การติดตามประเมินตัวเอง** (Self-monitoring) คือ ความสามารถในการตรวจสอบความรู้สึก ความคิด หรือการกระทำของตนเองทั้งในระหว่างการทำงาน หรือหลังจากทำงานเสร็จเพื่อให้มั่นใจว่าจะนำไปสู่ผลดีต่อเป้าหมายที่วางไว้	**ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปความคิดของตนเอง** เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบทฤษฎี หลักการ หรือนิยามที่ใช่ว่าถูกต้องสมเหตุสมผล ตรวจสอบกระบวนความคิดหรือการลงมือทำของตนเองในระหว่างการลงมือทำ หรือหลังจากลงมือทำเพื่อให้มั่นใจว่าจะนำไปสู่ผลที่วางไว้ ใช้เหตุผลมากกว่าอารมณ์ในการแก้ปัญหา โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
5. ขั้นฝึกปฏิบัติ ขั้นฝึกปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะจัดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนได้พบหรือให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์ปัญหา	**1. การติดตามประเมินตัวเอง** (Self-monitoring) คือ ความสามารถในการตรวจสอบความรู้สึก ความคิด หรือการกระทำของตนเองทั้งในระหว่างการทำงาน หรือหลังจากทำงานเสร็จเพื่อให้มั่นใจว่าจะนำไปสู่ผลดีต่อเป้าหมายที่วางไว้ **2. การวางแผนและการจัดการ** (Planning & Organizing) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดเป้าหมาย วางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญของงาน โดยเริ่มลงมือทำงานด้วยตนเองได้รู้จักจัดลำดับความสำคัญของงานสามารถ	**ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติแก้ไขโจทย์ปัญหาใหม่** เป็นขั้นที่ผู้สอนจะจัดสถานการณ์ให้นักเรียน หรือให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์ปัญหา สามารถวางแผนอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญ เริ่มลงมือทำด้วยตนเอง ตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเองหลังจากการลงมือทำ มองภาพรวมและคาดการณ์ผลนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ได้สำเร็จ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอนของกิจกรรมโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบนิรนัย Heinmiller (1925) Lardizabal (1970) ทิศนา แขมมณี (2553) ทิศนา แขมมณี (2562) ไพศาล แมลงทับทอง (2558) พงศกร สุวรรณะ (2562)	การบริหารจัดการสมอง Hanmethee (2016) Morin (2014) นวลจันทร์ จุฑาภักศีกุล (2559) จุฑามาศ แหนจอน (2560) ฉันทิดา สนิทนราทร เวชมงคลกร(2562)	ขั้นตอนการสอนโดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง
	มองภาพรวมของงานและคาดการณ์ผลที่จะตามมาเพื่อให้ตนเองสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้และทำงานได้สำเร็จ	

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิด ดังนี้



ภาพ 3 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย One Group Pretest Posttest Design โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการดำเนินการวิจัยในขั้นกระบวนการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การออกแบบการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การคิดวิเคราะห์ข้อมูล

ประชาการและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา จำนวน 3 ห้องเรียน ทั้งหมดจำนวน 72 คน ซึ่งนักเรียนมีความสามารถใกล้เคียงกัน และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยาได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา คัดเลือกโดยการสุ่มห้องเรียน จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 26 คน ด้วยวิธีการจับฉลาก โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใชสมบัติการแจงแจง จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของกำลังสอง จำนวน 2 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มีรายละเอียดดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมและการบริหารจัดการสมองเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์ และการวัดประเมินผล ผลประกอบด้วย 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 13 ชั่วโมง ดังนี้

ตาราง 4 แสดงวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ความรู้ (K)	ด้านทักษะกระบวนการ (P)	ด้านจิตพิสัย (A)	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		ทดสอบก่อนเรียน				1
1. การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจง	ค 1.2 ม.2/2 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามโยใช้สมบัติการแจกแจงและบอกความหมายของการแยกตัวประกอบของพหุนามได้	เขียนแยกตัวประกอบของพหุนาม โดยใช้สมบัติการแจกแจงได้	รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใชสมบัติการแจงแจง	3
2. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว	ค 1.2 ม.2/2 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป ax^2+bx+c ได้ โดยที่ $a \neq 0$ และ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0 ได้	เขียนแยกตัวประกอบของพหุนาม ในรูป ax^2+bx+c ได้ โดยที่ $a \neq 0$ และ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0 ได้	รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0	1

ตาราง 4 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ความรู้ (K)	ด้านทักษะกระบวนการ (P)	ด้านจิตพิสัย (A)	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว	ค 1.2 ม.2/2 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1. บอกรูปทั่วไปของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ 2. สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป x^2+bx+c ได้ 3. สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป ax^2+bx+c ได้ โดยที่ $a \neq 0$ และ a, b, c เป็น	เขียนแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้	รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a=1, b และ c เป็นจำนวนเต็ม และ $c \neq 0$	1
4. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว	ค 1.2 ม.2/2 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1. บอกรูปทั่วไปของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้	1. เขียนแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้	1. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a, b, c เป็นจำนวน	2

ตาราง 4 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ความรู้ (K)	ด้านทักษะกระบวนการ (P)	ด้านจิตพิสัย (A)	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		2. สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป x^2+bx+c ได้ 3. สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป ax^2+bx+c ได้ โดยที่ $a\neq0$ และ a, b, c เป็น			เต็ม และ $a \neq 1, c \neq 0$	
5. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ	ค 1.2 ม.2/2 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามในรูปกำลังสองสมบูรณ์ได้	เขียนแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้	รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ $A^2+2AB+B^2=(A+B)^2$ $A^2-2AB+B^2=(A-B)^2$	2

ตาราง 4 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ความรู้ (K)	ด้านทักษะกระบวนการ (P)	ด้านจิตพิสัย (A)	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
6. การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของกำลังสอง	ค 1.2 ม.2/2 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามในรูปผลต่างของกำลังสองได้	เขียนแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างกำลังสองได้	รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของกำลังสอง $A^2-B^2=(A+B)(A-B)$	2
		ทดสอบหลังเรียน				1
		รวม				13

1.3 ดำเนินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ประกอบด้วย 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมี 5 ขั้น ดังนี้

ตาราง 5 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง

	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
1.	ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา นำความรู้มาคิดไตร่ตรอง เพื่อกระตุ้นผู้เรียน	วิเคราะห์หาความสัมพันธ์
2.	ขั้นอธิบายทฤษฎี หลักการ จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี	1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ 2. อธิบายทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป และให้เหตุผล
3.	ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ ให้มีความเหมาะสมเพื่อคิดแก้ไขปัญหา	1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ 2. อธิบายทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปและให้เหตุผล
4.	ขั้นตรวจสอบและสรุปความคิดของตนเอง	1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ 2. อธิบายทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปและให้เหตุผล
5.	ขั้นฝึกปฏิบัติแก้ไขโจทย์ปัญหาใหม่	1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ 2. อธิบายทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปและให้เหตุผล

1.4 กำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย องค์ประกอบ ดังนี้

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2 ตัวชี้วัด

1.4.3 สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1.4.4 สาระการเรียนรู้

1.4.5 จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้

2) ด้านทักษะและกระบวนการ

3) ด้านจิตพิสัย

1.4.6 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1.4.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.4.8 ความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน

1.4.9 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา นำความรู้มาคิดไตร่ตรองเพื่อกระตุ้นผู้เรียน เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเสนอปัญหา หรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของสถานการณ์ปัญหา นำความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อทำความเข้าใจ ต้องคิดไตร่ตรองและพิจารณาปัญหา โดยมีการใช้เหตุผลในการคิดไตร่ตรอง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่จะหาคำตอบ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายทฤษฎี หลักการ จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป ของเนื้อหาในบทเรียนให้เข้าใจ โดยผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ ผู้เรียนมีสมาธิในการเรียนรู้สามารถควบคุมอารมณ์และพฤติกรรมที่รบกวนผู้อื่นในชั้นเรียน มีการยืดหยุ่นทางความคิดในการเรียนรู้ให้เกิดการวางแผนอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป ของเนื้อหาในบทเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ ให้มีความเหมาะสมเพื่อคิดแก้ไขปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้ ให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์หรือลำดับความสำคัญที่เปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้สามารถปรับตัวและแก้ไขปัญหา คิดแก้ปัญหาสามารถพิจารณาถึงทางเลือกอื่น ๆ และทำการคิดคำนวณความคิดรวมทั้งนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาใช้ตามสถานการณ์ที่ต้องการ โดยจัดลำดับความสำคัญ เริ่มลงมือทำงานด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้และทำงานได้สำเร็จ มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดไว้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปความคิดของตนเองเป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบทฤษฎี หลักการ หรือนิยามที่ใช่ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผล ตรวจสอบกระบวนความคิดหรือการลงมือทำของตนเอง ในระหว่างการลงมือทำ หรือหลังจากลงมือทำเพื่อให้มั่นใจว่าจะนำไปสู่ผลที่วางไว้ ใช้เหตุผลมากกว่าอารมณ์ในการแก้ปัญหา โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติแก้ไขโจทย์ปัญหาใหม่ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะจัดสถานการณ์ให้นักเรียนหรือให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์ปัญหา สามารถวางแผนอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญ เริ่มลงมือทำด้วยตนเอง ตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเองหลังจาการลงมือทำ มองภาพรวมและคาดการณ์ผลนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ได้สำเร็จ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

1.4.10 สื่อและวัสดุอุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้

1.4.11 การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

1.4.12 บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ความเหมาะสมของกิจกรรม ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละแผน รวมทั้งความเหมาะสมของการใช้ภาษา จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.6 นำการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านแผนการจัดการเรียนรู้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/ใบงาน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมโดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของสิเศิร์ท (Likert) ดังนี้

ระดับคะแนน ความหมาย

ให้ 5 คะแนน เหมาะสมมากที่สุด

ให้ 4 คะแนน เหมาะสมมาก

ให้ 3 คะแนน เหมาะสมปานกลาง

ให้ 2 คะแนน เหมาะสมน้อย

ให้ 1 คะแนน เหมาะสมน้อยที่สุด

กำหนดการแปลผลเพื่อเป็นแนวทางในการแปลความหมายผลจากการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51–5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51–4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51–3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51–2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00–1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมในการยอมรับว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ที่สร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป แล้วดำเนินการปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้เป็นแผนการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.68)

1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองฉบับสมบูรณ์ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

2.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดของข้อสอบที่เหมาะสมในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ ข้อสอบตามสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง แล้วกำหนดอัตราส่วนจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องให้เหมาะสมตามตาราง

ตาราง 6 แสดงข้อสอบที่สร้างและใช้จริง

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจงแจง	นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามโยใช้สมบัติการแจกแจงได้	2	1
การแยกตัวประกอบของของพหุนามดีกรีสองในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0	นักเรียนสามารถสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป ax^2+bx+c ได้		
การแยกตัวประกอบของของพหุนามดีกรีสองในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a=1, b และ c เป็นจำนวนเต็ม และ c≠0	นักเรียนสามมรถแยกตัวประกอบของของพหุนามดีกรีสองในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a=1, b และ c เป็นจำนวนเต็ม และ c≠0 ได้	2	1
การแยกตัวประกอบของของพหุนามดีกรีสองในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ a≠1, c≠0	นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของของพหุนามดีกรีสองในรูป ax2+bx+c เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม และ a≠1, c≠0 ได้	2	1
การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เปนกำลังสองสมบูรณ์ $A^2+2AB+B^2=(A+B)^2$ $A^2-2AB+B^2=(A-B)^2$	นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เปนกำลังสองสมบูรณ์ $A^2+2AB+B^2=(A+B)^2$ $A^2-2AB+B^2=(A-B)^2$ ได้	2	1
การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เปนผลตางของกำลังสอง $A^2-B^2=(A+B)(A-B)$	นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เปนผลตางของกำลังสอง $A^2-B^2=(A+B)(A-B)$ ได้	2	1
รวม		**10**	**5**

2.4 สร้างแบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ นำไปใช้จริงจำนวน 5 ข้อ

2.5 สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตารางเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง	เขียนแสดงวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองถูกต้องทุกข้อ (5ข้อ)	เขียนแสดงวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองผิด 1 ข้อ (4ข้อ)	เขียนแสดงวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองผิด 2 ข้อ (3ข้อ)	เขียนแสดงวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองผิดมากกว่า 2 ข้อ
2. อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบของการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง	เขียนอธิบายคุณสมบัติการแยกองค์ประกอบของพหุนามดีกรีสองและสรุปคำตอบทุกต้องทุกข้อ	เขียนอธิบายคุณสมบัติการแยกองค์ประกอบของพหุนามดีกรีสองและสรุปคำตอบทุกผิด 1 ข้อ	เขียนอธิบายคุณสมบัติการแยกองค์ประกอบของพหุนามดีกรีสองและสรุปคำตอบผิด 2 ข้อ	เขียนอธิบายคุณสมบัติการแยกองค์ประกอบของพหุนามดีกรีสองและสรุปคำตอบผิดมากกว่า 2 ข้อ

2.6 นำแบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองและเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อพิจารณาความเหมาะสมในประเด็นต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะได้แก่

2.6.1 ปรับปรุงโจทย์ปัญหาที่มีความยากเกินให้หมาะสมกับความรู้ของนักเรียน

2.6.2 ปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลให้ครอบคลุมและเหมาะสม

2.7 นำแบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content validiy) ความสอดคล้องของข้อคำถาม และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Objective Congruence) ค่าดัชนีที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (รัตนะ บัวสนธ์, 2562) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67–1.00

2.8 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คัดเลือกข้อสอบ จำนวน 5 ข้อ

2.9 นำแบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try–out) จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์ค่าความเที่ยงโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ซึ่งค่าความเที่ยงนั้นควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.7 (Nunnally and Bearden, 1994) โดยผลการวิเคราะห์แสดงว่าแบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.879

2.10 นำแบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่ผ่านการตรวจคุณภาพตามเกณฑ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การออกแบบการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองกับซนักเรียนกลุ่มเดียว ซึ่งมีการทดสอบก่อนและหลังทดลอง One Group Pretest Posttest Design (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) มีแบบแผนการทดลองดัง ต่อไปนี้

ตาราง 8 แสดงแบบแผนการทดลอง

ทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	การทดลอง (Treatment)	ทดสอบหลังเรียน (Posttest)
T_1	X	T_2

เมื่อ T_1 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

x หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง

T_2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูล โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอหนังสือจากวิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อขอความร่วมมือในการทดลองเครื่องมือการวิจัยไปโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา และการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิจัยไปยังโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา

2. ขอความร่วมมือกับทางโรงเรียนที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เพื่อศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง

3. ขอความร่วมมือกับครูที่ปรึกษาของนักเรียน ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกัน และปฏิบัติกิจกรรมได้

4. เก็บข้อมูลก่อนเรียนโดยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre–test) เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยใช้แบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง จำนวน 5 ข้อ

5. ดำเนินการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ระหว่าง มกราคม ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 จำนวน 8 ครั้ง ครั้งละ 1–2 ชั่วโมง รวมเป็น 13 ชั่วโมง

6. เก็บข้อมูลหลังเรียน โดยทำการทดสอบก่อนเรียน (Post–test) เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยใช้แบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองจำนวน 5 ข้อ

7. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์หาคุณภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. การวิเคราะห์ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่า t-test dependent (Paired samples t-test

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอตามวัตถุประสงค์ โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบเพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มกลุ่มตัวอย่าง

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

T แทน การทดสอบค่าที t–test for dependent

P แทน คาพี

Df แทน องศาเสรี

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง 5 ขั้นตอน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้น ดังนี้

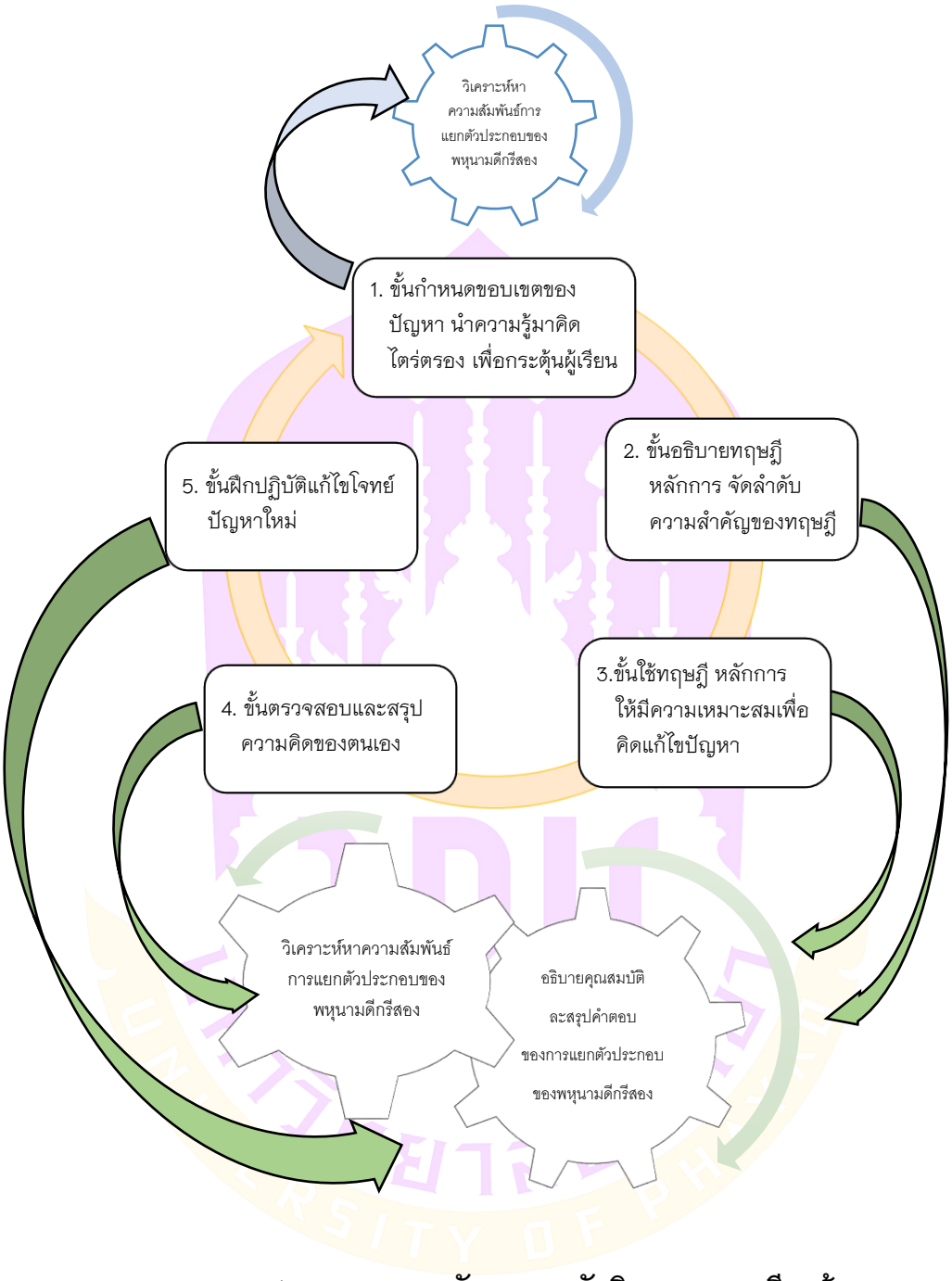
1.1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา นำความรู้มาคิดไตร่ตรอง เพื่อกระตุ้นผู้เรียน เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเสนอปัญหา หรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของสถานการณ์ปัญหา นำความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อทำความเข้าใจ ต้องคิดไตร่ตรองและพิจารณาปัญหา โดยมีการใช้เหตุผลในการคิดไตร่ตรอง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่จะหาคำตอบ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

1.2 เรียนรู้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป ของเนื้อหาในบทเรียนให้เข้าใจ โดยผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ ผู้เรียนมีสมาธิในการเรียนรู้สามารถควบคุมอารมณ์และพฤติกรรมที่รบกวนผู้อื่นในชั้นเรียน มีการยืดหยุ่นทางความคิดในการเรียนรู้ให้เกิดการวางแผนอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป ของเนื้อหาในบทเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

1.3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ ให้มีความเหมาะสมเพื่อคิดแก้ไขปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้ ให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์หรือลำดับความสำคัญที่เปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้สามารถปรับตัวและแก้ไขปัญหาคิดแก้ปัญหาสามารถพิจารณาถึงทางเลือกอื่น ๆ และทำการคิดคำนวณความคิด รวมทั้งนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาใช้ตามสถานการณ์ที่ต้องการ โดยจัดลำดับความสำคัญเริ่มลงมือทำงานด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้และทำงานได้สำเร็จมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดไว้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

1.4 ขั้นตรวจสอบและสรุปความคิดของตนเอง เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบทฤษฎี หลักการ หรือนิยามที่ใช่ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผล ตรวจสอบกระบวนความคิดหรือการลงมือทำของตนเอง ในระหว่างการลงมือทำ หรือหลังจากลงมือทำเพื่อให้มั่นใจว่าจะนำไปสู่ผลที่วางไว้ ใช้เหตุผลมากกว่าอารมณ์ในการแก้ปัญหา โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

1.5 ขั้นฝึกปฏิบัติแก้ไขโจทย์ปัญหาใหม่ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะจัดสถานการณ์ให้นักเรียนหรือให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์ปัญหา สามารถวางแผนอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน จัดลำดับความสำคัญ เริ่มลงมือทำด้วยตนเอง ตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเองหลังจากการลงมือทำ มองภาพรวมและคาดการณ์ผลนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ได้สำเร็จ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง



ภาพ 4 แสดงผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง

ตาราง 9 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ

แผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.70	0.46	มากที่สุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.72	0.45	มากที่สุด
3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.67	0.48	มากที่สุด
4. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.63	0.49	มากที่สุด
5. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	4.72	0.45	มากที่สุด
6. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	4.61	0.49	มากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ย	**4.68**	**0.33**	**มากที่สุด**

จากตาราง 9 พบว่า โดยภาพรวมแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$=4.68, S.D=0.33) เมื่อพิจารณาแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ แผนการจัดการเรียนรู้ 2 และแผนการจัดการเรียนรู้ 5 ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$=4.75, S.D.=0.45) แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมน้อย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันเท่ากับ ($\overline{X}$=4.61, S.D.=0.49) จึงสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบเพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง

ตาราง 10 แสดงผลการเปรียบเทียบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง (n=26) คะแนนเต็ม 20 คะแนน

การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig. (2-tailed)
คะแนนก่อนเรียน	4.15	2.07	8.23	1.10	37.93	0.000
คะแนนหลังเรียน	12.38	2.13				

*$p<.01$

จากตางราง 10 พบว่า คะแนนทดสอบก่อนและหลังการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X}$=4.15) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$=12.38) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 11 แสดงผลการเปรียบเทียบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง หลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง แยกตามคุณลักษณะ (n=26)

คุณลักษณะ	ระดับคุณภาพสูงสุด	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	ร้อยละ
1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง	4	3.20	0.49	มากที่สุด	80.00
2. อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบของการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง	4	1.74	0.63	ปานกลาง	43.46
รวม				**ปานกลาง**	**61.73**

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง แยกตามคุณลักษณะ โดยภาพรวมมีทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 61.73 เมื่อพิจารณาการประเมินทั้ง 2 คุณลักษณะ พบว่า วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 และอธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบของการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 43.46 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างและหาคุณภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง เพื่อเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง 2) แบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน ค่าร้อยละ และ t-test สรุปผลการวิจัย ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.68, S.D=0.33) ซึ่งมีหาคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลการวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตามคุณลักษณะของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ออยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 61.73

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้นำประเด็นที่ค้นพบมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาหาคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.65 S.D=0.33) ซึ่งมีหาคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย 5 ขั้น 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา นำความรู้มาคิดไตร่ตรอง เพื่อกระตุ้นผู้เรียน 2 ขั้นอธิบายทฤษฎี หลักการ จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ ให้มีความเหมาะสมเพื่อคิดแก้ไขปัญหา 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปความคิดของตนเอง 5 ขั้นฝึกปฏิบัติแก้ไขโจทย์ปัญหาใหม่ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ดำเนินการพัฒนาตามแนวคิดของ Tyler (1975) ประกอบด้วย การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ การวิเคราะห์และเลือกเนื้อหาที่สอดคล้องกัน การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลที่ชัดเจน อีกทั้งยังได้วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ตามมาตรฐาน ตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและการบริหารจัดการสมอง ให้สอดคล้องกับรายวิชาคณิตศาสตร์ และได้ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จึงทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ ดังที่ สงัด อุทรานันท์ (2552) ได้กล่าวไว้ว่าการออกแบบใด ๆ ก็ตามต้องมีการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลและองค์ประกอบต่าง ๆ มีการกำหนดองค์ประกอบที่สำคัญและจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ให้สอดคล้องและสัมพันธ์กัน สอดคล้องกับ ทิศนา แขมณี (2562) ที่สรุปได้ว่า การพัฒนาการเรียนการสอนจะต้องผ่านการจัดองค์ประกอบอันสำคัญที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบที่เป็นไปตามหลัก ปรัชญา ทฤษฎี หลักการแนวคิดที่เกี่ยวข้องโดยให้มีความสัมพันธ์กันเพื่อทำให้ผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ ประกอบกับ Joyce and Weil (2004) กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนที่มีคุณภาพประกอบด้วย แนวคิดและหลักการของรูปแบบ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้ที่ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับงานวิจัยของ ตุลารัตน์ จินายะ (2558) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาชุดการเรียนการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน เรื่องความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า วิธีสอนแบบอุปนัยและนิรนัยเป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลนักเรียนเป็นผู้สรุปกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง นักเรียน จึงเรียนด้วยความเข้าใจและจดจำได้นาน การนำกฎเกณฑ์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ดี จะเห็นได้ว่าวิธีสอนแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลสูงขึ้น วิธีสอนแบบอุปนัยและนินัยจึงช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านกิจกรรมการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมในระดับมาก

2. ผลการวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง มีดังนี้

2.1 ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองทำให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการ หรือทฤษฎีก่อน จากนั้นค่อยให้นักเรียนนำหลักการ หรือทฤษฎีที่ได้เรียนมาไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยการทำงานของสมองส่วนหน้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด ความรู้สึก และการกระทำต่างๆ ให้สามารถควบคุมความคิด อารมณ์ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา เพื่อช่วยให้เราคิดเป็นมีเหตุผลและการกระทำที่นำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ ประกอบกับแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ และความสามารถในการอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลในการสนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผลเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ ซึ่งประกอบด้วยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อธิบายทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป และให้เหตุผลการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สร้างสถานการณ์ใหม่หรือแก้ปัญหาโจทย์ ประกอบกับงานวิจัย ไพศาล แมลงทับทอง (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎี จำนวนเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับ ธีณรันต์ สังหรณ์ (2556) ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย–นิรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย–นิรนัย เรื่อง สถิติ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.2 ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง แยกตามคุณลักษณะ โดยภาพรวมมีทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 61.73 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองในขั้นตอนที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการให้มีความเหมาะสมเพื่อคิดแก้ไขปัญหา และขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปความคิดของตนเอง เน้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จัดลำดับความสำคัญเพื่อแก้ไขโจทย์ปัญหา ดำเนินการคำนวณตามความคิด เริ่มลงมือทำงานด้วยตนเอง ใช้เหตุผลมากกว่าอารมณ์ในการแก้ปัญหา มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดไว้ ซึ่ง การลงมือทำงานด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ดังที่ Dewey (1993) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่ดีที่สุดคือการลงมือทำ (Learning by doing) หรือการมีประสบการณ์จริง สอดคล้องกับ วิจารณ์ พาณิช (2555) กล่าวว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำแล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจและสมองของตนเองเป็นการเรียนรู้ที่มีคุณค่าและความหมาย สอดคล้องกับ Tisngati and Genarsih (2021) ศึกษากระบวนการคิดเชิงไตร่ตรองของนักเรียน ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีระดับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูง สามารถตอบสนองตัวบ่งชี้ทั้งหมด ของกระบวนการคิดเชิงไตร่ตรอง รวมถึงการระบุข้อเท็จจริงและคำถามอธิบายการดำเนินการที่จะเลือกดำเนินการตามแผนและให้ข้อสรุปเชิงตรรกะพร้อมตัวชี้วัด นักเรียนเขียนคำตอบสุดท้ายถูกต้อง ตามลำดับของกระบวนการแก้ปัญหาก่อนหน้านี้ นักเรียนที่มีการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับกลาง ได้เติมเต็มตัวบ่งชี้ 2:3 ตัว ในการระบุข้อเท็จจริงและคำถาม อธิบายการดำเนินการที่จะเลือกดำเนินการตามแผนแก้ปัญหา นักเรียนที่มีเหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่ำ เป็นตัวบ่งชี้ในการระบุข้อเท็จจริงและคำถาม นักเรียนมักจะพบข้อผิดพลาดในด้านการคำนวณ ขาดความรู้ความเข้าใจ และทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาก่อน สรุปได้ว่ามีความเชื่อมโยงระหว่างการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการคิดไตร่ตรองของนักเรียน มีผลสำหรับครูที่จะกำหนดเงื่อนไขการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยให้ความสนใจกับทักษะการคิดของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ครูที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองไปใช้ควรศึกษาขั้นตอนการสอนและบทบาทของตนเองในชั้นเรียนอย่างเข้าใจ โดยเฉพาะขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายทฤษฎี หลักการ จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี และขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการให้มีความเหมาะสมเพื่อคิดแก้ไขปัญหา เพราะเป็นขั้นที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการนำไปใช้ใจการจัดการเรียนการสอน

1.2 จากผลการวิจัยที่พบว่า ผลการวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนั้น เมื่อผู้สอนดำเนินการทำแบบวัดทักษะแบบอัตนัย ควรคำนึงถึงเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะดังกล่าว เพื่อจะได้วัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง ระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

2.2 ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองไปใช้จัดการเรียนการสอนเพื่อศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ไขปัญหา การคิดวิเคราะห์เจตคติต่อคณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

เกดิษฐ์ จันทร์ขจร และคณะ. (2560). การสร้างแบบวัดการบริหารจัดการของสมองขั้นสูง (ฉบับประเมินตนเอง) สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร. In วารสารวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา (Vol. 15, pp. 25-26).

เกษรินทร์ อ่อนนาค (2556). [การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง คอมบินาทอริกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD กับการสอนแบบ SSCS และกับการสอนแบบนิรนัย].

เนติมา อริยะดำรงขวัญ (2563). [การสร้างเครื่องมือประเมินหน้าที่บริหารจัดการของสมอง (Executive function:EF) ที่ส่งผลต่อสมรรถนะด้านการบริหารจัดการ (Managerial competency:MC) สำหรับผู้บริหารระดับกลาง].

เบญจวรรณ ปิ่นทอง. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545. In. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

เพ็ญพรรณ จิตตะเสนีย์. (2560, สื่อออนไลน์). เด็กไทยร่วม 30% มีปัญหาการคิดเชิงบริหาร. In.

เพาพงา วังเวชช์ (2559). [ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการรู้คิดร่วมกับ Four Corners and Diamond Graphic Organizers ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2].

เมตตา ตะไก่แก้ว (2556). [ผลของวิธีสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยวิธีสอนแบบนิรนัยและเกมการศึกษาที่มีต่อทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมทางสังคมของเด็กปฐมวัย].

เยาว์ประภา สิงห์มหาไชย (2561). [ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5].

เยาวพา สาครเจริญ (2555). [การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย].

เลขา มากสังข์ (2556). [ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการเขียน เชิงสร้างสรรค์ภาษาไทย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านทุ่งนารี อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง].

เอกสารสารสนเทศการประชุมผู้ปกครอง. (2562). ข้อมูลสารสนเทศนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ปีการศึกษา 2562. In เอกสารสารสนเทศนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ปีการศึกษา 2562.

เอกสารสารสนเทศการประชุมผู้ปกครอง. (2563). ข้อมูลสารสนเทศนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ปีการศึกษา 2563. เอกสารสารสนเทศนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา ปีการศึกษา 2563.

แคทลียา ศรีแปลก (2560). [ผลของการสอนแบบนิรนัยผ่านการเรียนในบริบทโมบายเลิร์นนิงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์

และแรงจูงใจในการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลการเรียนต่างกัน].

ไตรภพ คงเสน (2559). [ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโฟร์พ้อยท์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5].

ไพรวัลย์ เฉลยพิตร (2555). [ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปาร่วมกับวิธีสอนแบบอุปนัยหรือนิรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1].

ไพศาล แมลงทับทอง (2558). [ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4].

กมล นาคสุทธิ (2559). [ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคพรูฟแมปปิงในการเขียนพิสูจน์ทางเรขาคณิตที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2].

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. In. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กัญญารัตน์ ชูเกลี้ยง ธนพรรณ เพชรเศษ และเกษร ขวัญมา (2562). [การพัฒนาทักษะสมองเพื่อชีวิตที่สำเร็จ (EF) สำหรับเด็กปฐมวัย โดยผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การประกอบอาหารประเภทขนมไทยพื้นเมือง 4 ภาค].

กัลสร ผดุงวงษ์จันทร์ (2555). [การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เรื่อง สำนวนไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย และแบบนิรนัย].

กุสลวัฒน์ คงประดิษฐ์. (2562). การเป็นครูที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นฐานในโลกดิจิทัลของศตวรรษที่ 21. In วารสารศึกษาศาสตร์ (Vol. 30).

ขวัญใจ อินปา. (2561). ทักษะการคิดเชิงบริหาร. In. กรุงเทพฯ: เอช อาร์เซ็นเตอร์.

จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2556). [การพัฒนารูปแบบการเรียนอีเลิร์นนิงแบบผสมผสานศาสตร์การสอนตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ด้วยเครื่องมือทางปัญญาเพื่อเสริมสร้างการสร้างความรู้ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา].

จิระพร ชะโน. (2562). การคิดเชิงบริหารกับการพัฒนาเด็กปฐมวัย. In วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (Vol. 5).

จิระพร ชะโน และธนารัตน์ ศรีผ่องงาม. (2562). การศึกษาพัฒนาการด้านการคิดเชิงบริหารของเด็กปฐมวัย. In วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น (Vol. 5).

จุฑามาศ แหนจอน. (2562). จิตวิทยาการรู้คิด (Cognitive Psychology).

จุฬินฑิพา นพคุณ. (2561). การพัฒนาทักษะสมองเพื่อชีวิตที่สำเร็จในศตวรรษที่ 21 สำหรับเด็กปฐมวัยผ่านการสอบแบบมอนเตสซอรี่. In วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร (Vol. 4).

ฉัตรวิไล สุรินทร์ชมพู (2561). [ผลการใช้นิทานเพื่อพัฒนา EF (Executive Function) ของเด็กปฐมวัยด้านทักษะพื้นฐาน].

ฉันทิดา สนิทนราทร เวชมงคลกร. (2561). EF ภูมิคุ้มกันชีวิตและป้องกันยาเสพติด. In. กรุงเทพฯ: รักลูกกรุ๊ป.

ณัชชา ธนสมบูรณ์ และชญาพิมพ์ อุสาโห. (2561). การพัฒนากรอบแนวคิดการบริหารวิชาการตามแนวคิดทักษะการคิดเพื่อชีวิตที่สำเร็จ. In วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (Vol. 5).

ณัชพล เผ่าทิพย์จันทร์ (2560). [ผลของการสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพจากความไม่สมบูรณ์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2].

ณัฐพงษ์ กอสวัสดิ์พัฒน์ (2559). [ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ตามสืบสอบแบบแนะแนวทางร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย].

ณัฐภัทร แสงมาลา (2564). [การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีผลต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3].

ตุลารัตน์ จินายะ (2558). [การพัฒนาชุดการเรียนการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย เพื่อส่งเสริมความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3].

ทิศนา แขมณี. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ. In. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมณี. (2562). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. In. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญพิมล จันทร์นุ่ม. (2559). การเรียนร่วมสำหรับเด็กปฐมวัย. In. กรุงเทพฯ: แว่นแก้ว.

ธัญลักษณ์ พงษ์ด้วง (2556). [ผลการศึกษาการคิดเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้เทคนิคการสอนแบบอุปนัย และแบบนิรนัย].

ธีณรันต์ สังหรณ์ (2556). [ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3].

นวรัตน์ อนันตบุษย์ (2562). [กรณีศึกษาการส่งเสริมทักษะการบริหารจัดการตนเองของนักศึกษาเรียนร่วมที่มีภาวะออทิซึมในระดับอุดมศึกษา].

นวลจันทร์ จุฑาภักดีกุล. (2559). Cognitive Neuroscience. In รวมบทความวิชาการสัมมนา *Brain ana Mind Forum* ครั้งที่ 2 (Vol. 4).

นวลจันทร์ จุฑาภักดีกุล และคณะ. (2559). การประเมินพัฒนาการด้านการคิดเชิงบริหารในเด็กก่อนวัยเรียน. In. นครปฐม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.

นันทา โพธิ์คำ. (2563). ทักษะสมอง EF สำหรับเด็กปฐมวัย (Executive Functions for Early Childhood). In วารสารมหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด (Vol. 1).

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น.

ปวิตา ไชยมาตย์ (2556). [ผลของการจัดการเรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยเหลือรายบุคคลเสริมด้วยวิธีสอนแบบอุปนัยหรือนิรนัยต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4].

พงศกร สุวรรณะ (2562). [การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยใช้วิธีการนำเสนอแบบนิรนัย เรื่อง การหาพื้นที่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปรีชานุศาสน์].

พชรพล กิจภิญโญชัย สุพร อภินันทเวช และวัลลภ อัจสริยะสิงห์. (2563). การศึกษานำร่องผลของกลุ่มบำบัดแบบเจริญสติต่อกระบวนการคิดขั้นสูงในนักเรียนชั้นประถมศึกษา. In วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย 2563 (Vol. 65, pp. 3-14).

พลวิสันติ์ สิงหาอาจ (2555). [ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบ KWDL วิธีสอนแบบนิรนัยและวิธีสอนตามรูปแบบของ สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกรวดวิทยาคาร].

พัชรฎา พลเยี่ยม (2564). [การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5].

พิฌาวรรณ แช่มชื่น ชมดง (2559). [ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย].

ภคพล สำราญ (2564). [การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยประกอบสื่อประสมที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5].

มาลินี ยุตินาถ. (2558). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2545. In. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

รัตนะ บัวสนธ์. (2562). ระเบียบวิธีวิจัย.

รุ่งนภา ไร่กระโทก (2556). [การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการแต่งบทร้อยกรองและเจตคติต่อการเรียนภาษาไทยของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดกิจกรรมแบบอุปนัยกับนิรนัย].

ลลิต วรกาญจน์ (2564). [ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน].

วรนารถ อยู่สุข (2555). [การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์].

วรัญญภรณ์ ชาลีรักษ์ (2562). [การเพิ่มหน้าที่การบริหารจัดการของสมองในเด็กสมาธิสั้นด้วย VISUO ความเป็นจริงเสมือน].

วศิน เกิดดี (2557). [การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย].

วันวิสา ม่วงทอง. (2563). สนุกกับการเรียนในศตวรรษที่ 21. In. กรุงเทพฯ: เอส.อาร์.พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์.

วิจารณ์ พาณิช. (2555). การเรียนรู้แบบโครงงาน. In. กรุงเทพฯ: ธรรรมสาร.

วิจารณ์ พานิช. (2558). วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. In. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มูลนิธิสดศรี–สฤษดิ์วงศ์.

วิจิตรภัณฑ์ เทศศรีเมือง (2564). [การศึกษาแนวทางการยกระดับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1].

วิภาดา พินลา (2558). [การศึกษาผลการเรียนรู้วิชาสัมมนาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนิสิตปริญญาตรีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย].

วิภาดา พินลา และวิภาพรรณ พินลา (2558). [การศึกษาผลการเรียนรู้วิชาสัมมนาสังคมศึกษา และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนิสิตปริญญาตรีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย].

วุฒิพงษ์ พันจันทร์ (2563). [การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4].

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2.

ศานิตย์ ศรีคุณ (2562). [การวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้างกลุ่มพหุของกระบวนการเรียนรู้ผู้เรียนตามแนวคิดประสาทวิทยศึกษาศาสตร์ที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์].

สงัด อุทรานันท์. (2552). พื้นฐานและหลักการพัฒนาหลักสูตร.

สถาบัน RLG. (2561). การเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างไร. In. กรุงเทพฯ: เอส.อาร์.พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2561). ผลการทดสอบทางการศึกษา. In. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). ผลการทดสอบทางการศึกษา. In. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). ผลการทดสอบทางการศึกษา. In. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. In. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

สาวิตรี มูลสุวรรณ. (2557). การพัฒนาหน้าที่การบริหารจัดการสมองสำหรับวัยรุ่นโดยหลักสูตรสาระเรียนรู้

แบบบูรณาการ. In วารสารศึกษาศาสตร์. (Vol. 29, pp. 130-144).

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564). In. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้องค์การมหาชน. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามหลักการพัฒนาสมอง. In. กรุงเทพฯ: เอ็กซเปอร์เน็ท.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2555). หลักสูตรระดับอุดมศึกษาที่มุ่งเน้นสมรรถนะ. In วารสารจันทรเกษมสาร (Vol. 22, pp. 33-47).

สิริยากร กองทอง (2559). [กลยุทธ์การพัฒนาระบบประกันคุณภาพภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่มุ่งเน้นแนวคิดการทำงานทางสมองด้านการบริหารจัดการ].

สุภาวดี หาญเมธี และคณะ. (2561). คู่มือพัฒนาทักษะสมอง EF Executive Functions สำหรับครูปฐมวัย. In. กรุงเทพฯ: มติชน.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). การออกแบบการสอน หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. In. ขอนแก่น: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรัสดี เกรียมโพธิ์ (2564). [ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด(CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4].

อนุชา โสมาบุตร (2555). [การพัฒนาโมเดลการแพร่นวัตกรรมการเรียนรู้: กรณีศึกษานวัตกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์].

อรพร ทับทิมศรี (2563). [ผลโปรแกรมการฝึกหัดการรู้คิดต่อหน้าที่บริหารจัดการของสมองและความจำเป็นใช้งานในครูเขตระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก].

อรอนงค ฤทธิ์ฤาชัย. (2560). ทฤษฎีการเรียนรู้ตามธรรมชาติสมอง (BBL). In. กรุงเทพฯ: โอ เพส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

Alloway. (2010). Curriculum planning for better teaching and learning. In. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Anderson. (2009). New Strategies for Public Pay. In. San Francisco: Jossey-Bass.

Artzt. (2010). Basic principles. In *Education Leadership* (Vol. 48, pp. 37-44).

Barkley. (2011). Testing for Competence Rather than for Intelligence. In *American Psychologist* (Vol. 28, pp. 1-14).

Baroody. (2012). Introduction to Behavior Science for Education. In. New York: John Wiley and Sons.

Boom. (2012). Teaching Written English.

Brown. (2018). The countenance of educational evaluation. In *Teachers College Record* (Vol.

6, pp. 523–540).

Caine. (1990). A novel outcome–based educational model and its effect on student learning, curriculum development, and assessment. In *Journalof Information Technology Education* (Vol. 2, pp. 203–214).

Daffer. (2011). Competence at work. In a Stewart (ED.), Motivation and Society. In. Francisco: Jossey–Bass.

Dewey. (1993). How to Think.

Diamond. (2013). Executive functions. In *Annual review of psychology* (Vol. 64, pp. 135–168).

Eggen. (1979). Planning curriculum for school. In. New York: Rinehart and Winston.

Garofalo. (2013). The Adult Learner: A Neglected Species. In. Houston: Gulf Publishing.

Hanmethee. (2016). Basic principles of curriculum and instruction. In. Chicago: The University of Chicago Press.

Heinmiller. (1925). The countenanace of educational evaluation. In *Theachers College Record* (Vol. 6, pp. 523–540).

Hird. (2015). Competency at work: Models for Superior Performance. In. New York: John Wiley & Sons.

Joyce and Weil. (2004). Models of Teaching. In. New York: Reece Galleries.

Lardizabal. (1970). The logic of interpreting evidence of developmental ordering: Strong inference and categorical measures. In *Developmental Psychology* (Vol. 36, pp. 826–834).

Malloy. (2014). Competency–Based Human Resource Management. In. The United State of America: Davies–Black, a division of CPP.

Morin. (2014). Curriculum development: Theory and practice. In. New York: Harcourt, Brace and World.

Nunnally and Bearden. (1994). Understanding a Brain–Based Approach to learning and teaching. In *Educational Leadership* (Vol. 48, pp. 66–70).

Purpura. (2017). Educational leadership: Changing schools, changing roles. In. MA: Pearson: Boston.

Rahmah. (2017). Using Discovery Learning to Encourage Creative Thinking. In *International Journal of Social Sciences & Educational Studies* (Vol. 4, pp. 98–103).

Seeley. (2006). Anatomy and physiology. In. Boston, MA: McGraw–Hill.

Tisngati and Genarsih. (2021). Bristol. In *Journal of Physics Conference Series* (Vol. 1, pp. 24–30).

Tyler. (1975). Basic principles of curriculum and instruction. In. Chicago: University of Chicago Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

1. ดร.ดรุณี อภัยกาวี รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา สังกัดมหาวิทยาลัยพะเยา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2. ดร.พิศาล เครือลิต รองผู้อำนวยการฝ่ายกิจการนักเรียน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา สังกัดมหาวิทยาลัยพะเยา ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3. ดร.ตระกูลพันธ์ ยุชมภู ประธานกรรมการรับผิดชอบหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา สังกัดมหาวิทยาลัยพะเยา ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

2. ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

3. แบบประเมินคุณภาพแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

4. แบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้อยู่ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้และนำไปปรับปรุงให้แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

3. การประเมินนี้มี 4 ด้าน ได้แก่ แผนการจักการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สื่อการเรียนรู้/ใบงาน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ขอความกรุณาท่านพิจารณาข้อความต่าง ๆ แล้วทำเครื่องหมาย √ ลงในช่อง "ระดับความเหมาะสม" ที่ตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด และโปรดให้ข้อเสนอเพิ่มเติมในช่อง "ข้อเสนอแนะ" เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง แผนการจัตการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างยิ่งในความอนุเคราะห์ต่อการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในครั้งนี้

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

(นายณัฐพงษ์ ชุ่มวงศ์)

นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา

รายการพิจารณา	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. แผนการจัดการเรียนรู้					
1.1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน					
1.2 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดจุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมด้าน พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัยและจิตพิสัย					
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด					
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียน					
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้					
2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง					
2.3 การจัดใจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นมีการใช้ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์					
2.4. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถ วิเคราะห์หาความสัมพันธ์					
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถ อธิบายทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป และให้เหตุผล					
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างสถานการณ์ใหม่หรือแก้ปัญหาโจทย์					
3. สื่อการเรียนรู้ใบงาน					
3.1 เนื้อหาบทเรียนตรงตามวัตถุประสงค์					
3.2 เนื่อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
3.3 ใบงานมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
3.4 ความเหมาะสมและความน่าสนใจของใบงาน					
4. การวัดและประเมินผลการเรียน					
4.1 แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับบทเรียน					
4.2 ความหมาะสมของจำนวนแบบทดสอบ					
4.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามในแต่ละเนื้อหา					
4.4 วิธีการวัดผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้สาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียน					

รายการพิจารณา	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4.5 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลสอดคล้องกับวิธีการวัด					
4.6 เกณฑ์การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับผู้เรียน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ผู้เชี่ยวชาญ

ลงชื่อ.....

(.....)

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4**

รหัสวิชา ค22102 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง **จำนวน 11 ชั่วโมง**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว **จำนวน 1 ชั่วโมง**

---

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรมและนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.2/2 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

3. สาระการเรียนรู้

การแยกตัวประกอบของพหุนาม คือ การเขียนพหุนามนั้นในรูปของการคูณของพหุนามที่มีดีกรีต่ำกว่า พหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว คือ พหุนามที่เขียนได้ในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว ดังนั้น ax^2+bx+c แยกตัวประกอบได้เป็น $x(ax+b)$

4. สาระสำคัญ

พหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว คือ พหุนามที่เขียนในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว ที่ $a\neq0$ และ x เป็นตัวแปร

พหุนามที่มีรูปทั่วไปเป็น ax^2+bx+c โดยที่ a, b และ c เป็นค่าคงตัว และ $a\neq0$ เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ $c=0$ ในกรณีที่ $c=0$ การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติการแจกแจง (Distributive property) ดังนี้

$ax^2+bx+c=x(ax+b)$ เมื่อ x เมื่อ x เป็นตัวประกอบร่วม

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป ax^2+bx+c ได้ โดยที่ $a\neq0$ และ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0 ได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

เขียนแยกตัวประกอบของพหุนาม ในรูป ax^2+bx+c ได้ โดยที่ $a\neq0$ และ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0 ได้

ด้านจิตพิสัย (A)

รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการสื่อสาร

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มุ่งมั่นในการทำงาน

8. ความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน

สามารถจับประเด็นสำคัญและประเด็นสนับสนุน โต้แย้ง

9. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา นำความรู้มาคิดไตร่ตรองเพื่อกระตุ้นผู้เรียน

ครูและนักเรียนทบทวนการแยกตัวประกอบโดยใช้สมบัติการแจกแจงที่เรียนในชั่วโมงที่แลว โดยการถามตอบนักเรียน และครูได้นำพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวที่เขียนอยู่ในรูป

ax^2+bx+c เมื่อ a, b และ c เป็นค่าคงตัว ที่ $a\neq0$ และ x เป็นตัวแปร เช่น

$15x^2y-18xy^2=3(5x^2y-6xy^2)$ [3 เป็น ห.ร.ม. ของ 15 และ 18]

$=3x(5xy-6y^2)$ [x เป็นตัวประกอบร่วมของ $5x^2y$ และ $6xy^2$]

$=3xy(5x-6y)$ [y เป็นตัวประกอบร่วมของ $5xy$ และ $6y^2$]

ดังนั้น $15x^2y-18xy^2=3xy(5x-6y)$

ข้อควรระวัง

1. ตัวประกอบร่วมที่นำออกมานอกวงเล็บต้องเป็นตัวประกอบร่วมที่มากที่สุด

2. ถ้ายังมีตัวประกอบเหลืออยู่ต้องนำออกมาให้หมด

3. ในการแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีหลายพจน์อาจต้องใช้สมบัติการสลับที่และสมบัติการเปลี่ยนหมู่ประกอบด้วย

ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายทฤษฎี หลักการ จัดลำดับความสำคัญของทฤษฎี

1. ครูกล่าวว่าการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0 สามารถใชสมบัติการแจกแจงและมีตัวประกอบร่วมเป็นเอกนาม ในการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

2. จากนั้นครูยกตัวอย่างโจทย์การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว จำนวน 10 ข้อ และโดยให้นักเรียนพิจารณาโจทย์ดังกล่าวว่าอยู่ในรูป ax^2+bx+c และ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0 โดยการยกมือตอบ ข้อละ 1 คน

3. จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าโจทย์การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว จำนวน 5 ข้อ ที่อยู่ในรูป ax^2+bx+c และ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0 โดยสุ่มเลือกตัวแทนนักเรียนออกมา ข้อละ 1 คน โดนให้อธิบายว่า ax^2 คือ จำนวนใด bx คือ จำนวนใด และ c=คือ จำนวนใด โดยที่ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ ให้มีความเหมาะสมเพื่อคิดแก้ไขปัญหา

1. ครูให้นักเรียนพิจารณาการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0 โดยใช้สมบัติการแจกแจงและมีตัวประกอบร่วมเป็นเอกนาม ตัวอย่างต่อไปนี้

1.1 จงแยกตัวประกอบ $4x^2-20x$

$4x^2-20x=4x(x-5)$

ดังนั้น $4x2-20x=4x(x-5)$

1.2 จงแยกตัวประกอบ $-15x^2+12x$

$-15x^2+12x=3x(-5x+4)$

ดังนั้น $-15x^2+12x=3x(-5x+4)$

2. จากนั้นครูให้นักเรียนพิจารณาวิธีการแยกตัวประกอบและลงมือแยกตัวประกอบ จำนวน 5 ข้อ โดยให้นักเรียนจดลงในสมุดบันทึก ดังนี้

2.1 x^2-5x 2.2 $3x^2-3x$

2.3 $-2x+x^2$ 2.4 $-5x^2-10x$

2.5. $3x-3x^2$

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปความคิดของตนเอง

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการแยกตัวประกอบ จำนวน 5 ข้อ โดยสุ่มเลือกตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีการแยกตัวประกอบ หน้าชั้นเรียน จำนวน 5 คน โดยให้นักเรียนอธิบายวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0

โดยใช้สมบัติการแจกแจงและมีตัวประกอบร่วมเป็นเอกนามตามขั้นตอน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการแยกตัวประกอบของเพื่อน โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษาในการแยกตัวประกอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ขั้นฝึกปฏิบัติแก้ไขโจทย์ปัญหาใหม่

ครูให้นักเรียนลงมือทำใบงานเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว จำนวน 10 ข้อ โดยลงมือทำด้วยตนเองเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและส่งท้ายชั่วโมง โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษา

10. สื่อและวัสดุอุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 (สสวท.ฉบับ ปรับปรุง 2560)
2. ใบงาน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว 1
3. Power Point เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว
4. ห้องโครงงานคณิตศาสตร์

11. การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K) สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามในรูป ax^2+bx+c ได้ โดยที่ $a\neq0$ และ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0 ได้	การสอบ	แบบทดสอบ	ได้คะแนน 6 คะแนนขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ (P) เขียนแยกตัวประกอบของพหุนาม ในรูป ax^2+bx+c ได้ โดยที่ $a\neq0$ และ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ c=0 ได้	การสอบ	แบบทดสอบ	ได้คะแนน 6 คะแนนขึ้นไป
ด้านค่านิยมที่พึงประสงค์ (A) มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	สังเกต	แบบสังเกต	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป
สมรรถนะสำคัญ: ความสามารถในการสื่อสาร	สังเกต	แบบสังเกต	ได้คะแนนระดับ 1 ขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์: มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกต	แบบสังเกต	ได้คะแนนระดับ 1 ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน (K)	
ใบงาน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว 1 (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)	
ความถูกต้อง ตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ได้คะแนน 6 คะแนนขึ้นไป จึงจะผ่านการประเมิน	
เกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการ (P)	
ระดับคุณภาพ	**เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการรายบุคคล**
4 (ดีมาก)	นักเรียนสามารถเขียนแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีความละเอียดสมบูรณ์
3 (ดี)	นักเรียนสามารถเขียนแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้อย่างถูกต้อง
2 (พอใช้)	นักเรียนสามารถเขียนแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ถูกต้องบางส่วน
1 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่สามารถเขียนแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้
เกณฑ์การประเมินด้านค่านิยมที่พึงประสงค์ (A)	
ระดับคุณภาพ	**เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมด้านค่านิยมที่พึงประสงค์ (A)**
4 (ดีมาก)	นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายทุกครั้ง
3 (ดี)	นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย 2 ครั้ง ขึ้นไป
2 (พอใช้)	นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย 1 ครั้ง ขึ้นไป
1 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

แบบบันทึกการประเมินผลการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค22102
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว 1

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	จุดประสงค์การเรียนรู้											
		K (10 คะแนน)			P (4 คะแนน)			A (4 คะแนน)			คะแนนรวม 18 คะแนน	สรุป	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน		ผ่าน	ไม่ผ่าน		ผ่าน	ไม่ผ่าน			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													

ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ผ่าน ไม่ผ่าน ในรายการประเมิน ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด

ใบงาน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ค22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวที่กำหนดให้

1. $3x^2+x$ =.....
2. $5x^2+20x$ =.....
3. $-20x+4x^2$ =.....
4. $-x-x^2$ =.....
5. $4x^2-10x$ =.....
6. $6x^2-3x$ =.....
7. $8x-16x^2$ =.....
8. $7x-21x^2$ =.....
9. $-10x^2-5x$ =.....
10. $25x^2-100x$ =.....

แบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย ก่อนเรียน–หลังเรียน
เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ค22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ จำนวน 20 คะแนน เวลา 60 นาที

ให้นักเรียนแสดงวิธีทำการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

1. $24a^3b-15a^2b^2+12ab^3$

ใช้คุณสมบัติ.....

วิธีทำ

=.....

=.....

=.....

ดังนั้น.....

2. $x^2-2x-24$

ใช้คุณสมบัติ.....

วิธีทำ

=.....

=.....

=.....

=.....

=.....

=.....

=.....

ดังนั้น.....

3. $4x^2+13x+10$

ใช้คุณสมบัติ.....

วิธีทำ

=.....

=.....

=.....

=.....

ดังนั้น.....

4. $81x^2-180x+100$

ใช้คุณสมบัติ.....

วิธีทำ

=.....

=.....

=.....

ดังนั้น.....

5. $64x^2-225$

ใช้คุณสมบัติ.....

วิธีทำ

=.....

=.....

=.....

=.....

=.....

=.....

=.....

ดังนั้น.....

ตารางเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง	เขียนแสดงวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองถูกต้องทุกข้อ(5ข้อ)	เขียนแสดงวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองผิด 1 ข้อ (4ข้อ)	เขียนแสดงวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองผิด 2ข้อ (3ข้อ)	เขียนแสดงวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองผิดมากกว่า 2 ข้อ
2. อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบของการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง	เขียนอธิบายคุณสมบัติการแยกองค์ประกอบของพหุนามดีกรีสองและสรุปคำตอบทุกต้องทุกข้อ	เขียนอธิบายคุณสมบัติการแยกองค์ประกอบของพหุนามดีกรีสองและสรุปคำตอบทุกผิด 1 ข้อ	เขียนอธิบายคุณสมบัติการแยกองค์ประกอบของพหุนามดีกรีสองและสรุปคำตอบผิด 2 ข้อ	เขียนอธิบายคุณสมบัติการแยกองค์ประกอบของพหุนามดีกรีสองและสรุปคำตอบผิดมากกว่า 2 ข้อ

เฉลยแบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน–หลังเรียน
เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ค22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ จำนวน 20 คะแนน เวลา 60 นาที

ให้นักเรียนแสดงวิธีทำการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

1. $24a^3b-15a^2b^2+12ab^3$

ใช้คุณสมบัติการแจงแจง (อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบ 1 คะแนน)

วิธีทำ $= 24a^3b-15a^2b^2+12ab^3$
$= (3x8xa^2xaxb)-(3x5xaxaxbxb)+(3x4xaxb^2xb)$
$= (3xaxb)[(8xa^2)-(5xaxb)+(4xb^2)]$
$= 3ab(8a^2)-(5ab)+(4b^2)$

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ 2 คะแนน

ดังนั้น $24a^3b-15a^2b^2+12ab^3 = 3ab(8a^2)-(5ab)+(4b^2)$

(อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบ 1 คะแนน)

2. $x^2-2x-24$

ใช้คุณสมบัติการแยกตัวประกอบของของพหุนาม ดีกรีสองในรูป ax^2+bx+c
เมื่อ a=1 , b และ c เป็นจำนวนเต็ม และ $c \neq 0$
(อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบ 1 คะแนน)

วิธีทำ $= x^2-2x-24$
$= x^2+(-1)2x+(-24)$
$= x^2+[4+-6]x+(4)(-6)$
$= x^2+[4x+(-6)x]+(4)(-6)$
$= (x^2+4x)+[(-6)x+(4)(-6)]$
$= (x+4)x+(x+4)(-6)$
$= (x+4)[x+(-6)]$
$= (x+4)(x-6)$

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ 2 คะแนน

ดังนั้น $x^2-2x-24 = (x+4)(x-6)$

(อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบ 1 คะแนน)

3. $4x^2+13x+10$

ใช้คุณสมบัติการแยกตัวประกอบของของพหุนาม ดีกรีสองในรูป ax^2+bx+c เมื่อ a , b , c เป็นจำนวนเต็ม และ $a \neq 1, c \neq 0$ (อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบ 1 คะแนน)

วิธีทำ เนื่องจาก $(4x)(x) = 4x^2$ และ $(5)(2) = 10$

$(4x)(2)+(5)(x) = 8x+5x$

$= 13x$

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ 2 คะแนน

ดังนั้น $4x^2+13x+10 = (4x+5)(x+2)$

(อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบ 1 คะแนน)

4. $81x^2-180x+100$

ใช้คุณสมบัติการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ $A^2-2AB+B^2=(A-B)^2$ (อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบ 1 คะแนน)

วิธีทำ $= 81x^2-180x+100$

$= (9x)^2-2(9x)(10)+10^2$

$= (9x-10)^2$

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ 2 คะแนน

ดังนั้น $81x^2-180x+100 = (9x-10)^2$

(อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบ 1 คะแนน)

5. $64x^2-225$

ใช้คุณสมบัติการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างของกำลังสอง $A^2-B^2=(A+B)(A-B)$ (อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบ 1 คะแนน)

วิธีทำ $= 64x^2-225$

$= (8)(8)x^2 - (15)(15)$

$= (8x)^2-15^2$

$= (8x+15)(8X-15)$

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ 2 คะแนน

ดังนั้น $64x^2-225 = (8x+15)(8X-15)$

(อธิบายคุณสมบัติและสรุปคำตอบ 1 คะแนน)

ภาคผนวก ค การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 12 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการขอความคิดเห็น	แผนจัดการเรียนรู้						ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6			
1. แผนการจัดการเรียนรู้									
1.1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมด้าน พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัยและจิตพิสัย	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.89	0.10	มากที่สุด
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียน									
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง	4.67	4.67	4.67	4.33	4.67	4.67	4.56	0.58	มากที่สุด

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการ ขอความคิดเห็น	แผนจัดการเรียนรู้ 1	2	3	4	5	6	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชั้นมีการใช้ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	4.67	4.33	4.33	4.33	4.67	4.33	4.44	0.58	มาก
2.4. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถ วิเคราะห์หาความสัมพันธ์	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.58	มาก
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถ อธิบาย ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุป และให้เหตุผล	4.33	4.67	4.33	4.33	4.67	4.00	4.33	0.48	มาก
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างสถานการณ์ใหม่หรือแก้ปัญหาโจทย์	4.33	4.67	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.58	มาก
3. สื่อการเรียนรู้ใบงาน									
3.1 เนื้อหาบทเรียนตรงตามวัตถุประสงค์	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 ใบงานมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4 ความเหมาะสมและความน่าสนใจของใบงาน	4.33	4.33	4.33	4.00	4.33	4.33	4.22	0.48	มาก

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการ ขอความคิดเห็น	แผนจัดการเรียนรู้ 1	2	3	4	5	6	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4. การวัดและประเมินผลการเรียน									
4.1 แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับบทเรียน	4.33	4.33	4.33	4.33	4.67	4.33	4.44	0.58	มาก
4.2 ความหมาะสมของจำนวนแบบทดสอบ	4.67	4.67	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.58	มาก
4.3 ความเหมาะสมของข้อคำถามในแต่ละเนื้อหา	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.58	มาก
4.4 วิธีการวัดผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียน	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.89	0.10	มากที่สุด
4.5 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลสอดคล้องกับวิธีกาวัด	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.58	มากที่สุด
4.6 เกณฑ์การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับผู้เรียน	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ย	**4.70**	**4.72**	**4.67**	**4.63**	**4.72**	**4.61**	**4.65**	**0.33**	**มากที่สุด**

ตาราง 13 แสดงค่าประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง r=0.853

ภาคผนวก ง ผลการประเมินผู้เรียน

ตาราง 14 แสดงผลการเรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ก่อนและหลังการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมอง โดยการหาความก้าวหน้า

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ		คะแนนความก้าวหน้า (X1–X2)
	ก่อนเรียน (X1) (20 คะแนน)	หลังเรียน (X2) (20 คะแนน)	
1	5	14	9
2	4	14	10
3	2	12	10
4	5	13	8
5	2	11	9
6	3	11	8
7	5	12	7
8	2	11	9
9	2	11	9
10	3	10	7
11	2	10	8
12	7	15	8
13	7	15	8
14	6	12	6
15	2	9	7
16	2	9	7
17	6	14	8
18	8	15	7
19	7	15	8
20	2	9	7
21	2	10	8
22	7	15	8
23	5	14	9
24	2	12	10
25	5	14	9
26	5	15	10
คะแนนรวม	108	322	214
คะแนนเฉลี่ย	4.15	12.38	
ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน	2.07	2.14	

จากตาราง 14 ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการบริหารจัดการสมองสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 26 คน พบว่า คะแนนก่อนเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.15 และส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน เท่ากับ 2.07 คะแนนหลังเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉสี่ยเท่ากับ 12.38 และส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน เท่ากับ 2.14 ในการวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากคะแนนความก้าวหน้าของทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนได้คะแนนความก้าวหน้า เพิ่มขึ้นทุกคนตั้งแต่ +6 ถึง +10 คะแนน

T-Test dependent (Paired samples t-test) **ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง**

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest	12.3846	26	2.13686	.41907
	Pretest	4.1538	26	2.07253	.40646

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Posttest & Pretest	26	.862	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	Posttest - Pretest	8.23077	1.10662	.21703	7.78379	8.67774	37.925	25	.000

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ–สกุล	ณัฐพงษ์ ชุ่มวงศ์
วัน เดือน ปี เกิด	25 กันยายน 2532
สถานที่เกิด	พะเยา
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2557 คบ. (คณิตศาสตร์), มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, เชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน	189 หมู่ 4 ตำบลแม่ใส อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา
ผลงานตีพิมพ์	ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ณัฐพงษ์ ชุ่มวงศ์ (2566). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย: การวิเคราะห์อภิมาน. วารสารศึกษาศาสตร์ มมร มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย, 12(1) ประจำเดือนมกราคม–มิถุนายน 2567.
รางวัลที่ได้รับ	–