

การศึกษาด้านอุทกศาสตร์ การเรียนวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ของนัก เรียนที่ประกอบศึกษาทอปลาย

ปริญญาบัตร

ของ

ท.ทง วงษ์สุวรรณ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยรัตนโกสินทร์
แก้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สิงหาคม ๒๕๑๘

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปัญหานี้อย่างถี่ถ้วนแล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒได้

..... สุทนต์ วัฒนกุล.....ประธาน

..... ดร. รุ่งโรจน์ ใจดี.....กรรมการ

๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๔

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่าน คือ ศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ รัตนกุล และท่านอาจารย์สุรพล วัฒนวิทย์กิจ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำในการวิจัยและการเขียนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนตรวจแก้และเกลาสำนวนภาษาจนสำเร็จเป็นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้นมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณในความกรุณาของท่านอาจารย์ทั้งสองเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์สุวรรณา มุ่งเกษม ที่กรุณาให้กำลังใจและตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ใหญ่ และคณะอาจารย์ โรงเรียนสาริตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน ที่ได้ให้ความร่วมมือ และความสละสลวย ตลอดจนสนับสนุนให้กำลังใจตลอดเวลาที่ทำการทดลองสอนและทดสอบ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มได้ เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์สงวน เหมะเกตุ อาจารย์เฉลิม สายสร้าง คุณเยาวเรศ ลีรวีนางกูร และคุณดารีย์จิตร พวงสุวรรณ จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ธ.อภ พวงสุวรรณ

สารบัญ

บทที่	หน้า	หน้า
๑	บทนำ	๑
	ความมุ่งหมายของการศึกษากันกว่า	๔
	ความสำคัญของการศึกษากันกว่า	๕
	/ สมมติฐานของการศึกษากันกว่า /	๖
	ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษากันกว่า	๖
	/ ข้อบ่งชี้ของการศึกษากันกว่า /	๗
	คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ	๗
๒	การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	๘
	/ วัตถุประสงค์ของการหาเอกสารที่เกี่ยวข้อง /	๘
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๙
๓	วิธีดำเนินการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	๑๖
	กลุ่มตัวอย่าง	๑๖
	/ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง /	๑๖
	/ วิธีดำเนินการศึกษากันกว่า /	๑๗
	/ การวิเคราะห์ข้อมูล /	๑๘
๔	ผลของการศึกษากันกว่า	๒๒
	การวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบน	
	มาตรฐานของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย	๒๔
	การวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง	
	แต่ละชั้นที่ไล่คะแนนจากกรทดสอบตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป	๒๕
	การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของ	
	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามชั้น	๒๖
	การวิเคราะห์ค่าที (t - test) เพื่อทดสอบความแตกต่าง	
	ของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละชั้น ที่จะได้	๒๗

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	๒๕
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	๒๕
กลุ่มตัวอย่าง	๒๕
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	๒๕
การดำเนินการทดลอง	๓๐
การวิเคราะห์ข้อมูล	๓๐
ผลการทดลอง	๓๐
สรุปผลการทดลอง	๓๑
อภิปรายผลการทดลอง	๓๒
ข้อเสนอแนะ	๓๓

บรรณานุกรม	๓๕
------------	----

ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.	(๑)
ภาคผนวก ข.	(๑๒)
ภาคผนวก ค.	(๑๔)

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
๑ แสดงคะแนนจากผลการสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ถึง ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ตั้งแต่อันดับที่ ๑ ถึงอันดับที่ ๓๐ ตามลำดับ	๒๒
๒ แสดงคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย	๒๔
๓ แสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างแต่ละชั้นที่ได้ คะแนนตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป	๒๕
๔ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ	๒๖
๕ แสดงค่าที่ (t - test) จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของ นักเรียนครั้งละสองชั้น	๒๗
๖ แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ของแบบทดสอบวิเคราะ สมถิ์ในการเรียนวิชาการรกรศาสตรัญลักษณ์เบื้องต้นที่ เกราะหแล้ว	(๑๓)

ความจริงที่ก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และวิทยาการต่าง ๆ ทำให้มนุษย์ต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ ทั้งแขนงเดิมและแขนงใหม่ ๆ ในการศึกษาเรื่องต่าง ๆ มากขึ้น (Kramer, 1966 : 3) นอกจากนั้นความเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนแนวทางการดำรงชีวิตของมนุษย์ ก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความจำเป็นที่ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มากขึ้นกว่าเดิม (Grossnickle, 1968 : 7) วิชาคณิตศาสตร์ จึงเป็นวิชาที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อื่นที่จะช่วยในการแก้ปัญหา และเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติได้ดียิ่งขึ้น (Hendrickson, 1974 : 468) แม่นยำกับวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่สามารถสร้างผลงานใหม่ ๆ จนได้รับผลสำเร็จมีชื่อเสียง ได้ก็ต่อจากศาสตร์ทางคณิตศาสตร์เป็นรากฐานในการวิเคราะห์ผลงานเหล่านั้น (Newsom, 1964 : 120) ความจำเป็นดังกล่าวทำให้นักการศึกษาในหลาย ๆ ประเทศต่างมีความเห็นสอดคล้องกันว่า ควรจะได้มีการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงเนื้อหาและวิธีสอนคณิตศาสตร์ในระดับต่าง ๆ โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของโลกปัจจุบัน (วิชาการ, ๒๕๐๕ : ๑)

การปฏิรูปทางการสอนคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในคริสต์ศตวรรษที่ ๒๐ (William, 1967 : 38) คือได้มีการนำเอาเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์บางเรื่องที่เคยสอนในระดับชั้นที่สูงมาสอนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า และเน้นความสำคัญในโครงสร้างของคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลมากขึ้นกว่าเดิม สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการจัดตั้งโครงการปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์หลายโครงการด้วยกัน เช่น School Mathematics Study Group (SMSG) เป็นโครงการที่สำคัญโครงการหนึ่ง เพื่อปรับปรุงและแก้ไขการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับต่าง ๆ ของสหรัฐอเมริกา คณะกรรมการของโครงการนี้ได้เรียบเรียงตำราคณิตศาสตร์ขึ้นทดลงใช้ในโครงการโดยเน้นความสำคัญในโครงสร้างของคณิตศาสตร์, การให้เหตุผลแบบอนุมานและแบบอุปมาน (deductive and inductive reasoning) และการใช้ภาษาคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและรัดกุม (วิชาการ, ๒๕๐๕ : ๓.๕ - ๕) นอกจากนั้นยังมีโครงการที่สำคัญอีกหลายโครงการ (Kramer, 1966 : 30) เช่น

๑. University of Illinois Arithmetic Project
๒. Greater Cleveland Mathematics Program
๓. Syracuse University-Webster College Madison Project
๔. Project of Suppes and Hawley at Stanford University
๕. Minnesota Elementary Curriculum Project

ประเทศต่าง ๆ ในยุโรปก็ได้มีการปฏิรูปหลักสูตร และปรับปรุงวิธีการสอนคณิตศาสตร์หลายประเทศด้วยกัน เช่น ในประเทศอังกฤษมีโครงการ School Mathematics Project และโครงการ Midlands Mathematics Project นอกจากนั้นยังมีโครงการผลิตตำราและทดลองสอนของ Scandinavian Committee for Modernizing School Mathematics ซึ่งเป็นโครงการร่วมระหว่างประเทศนอร์เวย์ สวีเดน เดนมาร์ก และฟินแลนด์ (Aichele, 1971: 85-92) ส่วนประเทศญี่ปุ่นมีสถาบันหลายแห่งที่ทำการวิจัยค้นคว้าเพื่อพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ เช่น National Institute for Educational Research of Japan และ Japan Society of Mathematics Education (NIER, 1969: 24) สำหรับประเทศในภาคพื้นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ก็มีการเคลื่อนไหวในทางนี้เช่นเดียวกัน เช่น การตั้งศูนย์เพื่อการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ส่วนภูมิภาคที่เมืองป็นัง ประเทศมาเลเซีย ศูนย์นี้มีชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า Regional Centre for Education in Science and Mathematics และมีชื่อย่อว่า RECSAM ศูนย์เพื่อการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์นี้เป็นโครงการส่วนภูมิภาคขององค์การรัฐมนตรีศึกษาแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asian Ministers of Education Organization) ซึ่งมีชื่อย่อว่า SEAMEO วัตถุประสงค์ในการจัดตั้งศูนย์นี้ขึ้น เพื่อที่จะพัฒนาหลักสูตรและค้นคว้าหาวิธีการสอนแบบใหม่ ตลอดจนการสาธิตเทคนิคใหม่ ๆ ของวิธีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แก่โรงเรียนในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา ในกลุ่มประเทศสมาชิกขององค์การ SEAMEO ซึ่งประกอบด้วยประเทศอินโดนีเซีย สาธารณรัฐเขมร ลาว มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ไทย และสาธารณรัฐเวียดนาม (SEAMEO, 1974 : 11-12)

สำหรับประเทศไทยได้เริ่มมีการเคลื่อนไหวในเรื่องนี้ในปี พ.ศ. ๒๕๐๔ โดย
กระทรวงศึกษาธิการได้แต่งตั้งคณะกรรมการขึ้นคณะหนึ่ง เพื่อพิจารณาปรับปรุงหลักสูตรคณิต-
ศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา (วิชาการ, ๒๕๐๔ : ๑.๑-๓) ในปัจจุบันนี้ได้มีคณะกรรมการสาขา
คณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำหน้าที่ดำเนินการปรับปรุง
หลักสูตรการสอน และแบบเรียนคณิตศาสตร์เพื่อให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการสาขาต่าง ๆ
และให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของสังคมไทยในปัจจุบันยิ่งขึ้น สถาบันนี้จัดตั้งขึ้นโดยกระทรวง
ศึกษาธิการ ตั้งแต่วันที่ ๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๑๓ ด้วยความร่วมมือของโครงการพัฒนาแห่งสห-
ประชาชาติ (ยูเอช, ๒๕๑๓ : ๑๑)

การสอนคณิตศาสตร์ที่ปฏิบัติกันอยู่ทั่วไป มุ่งให้เกิดความชำนาญในการคำนวณ
เป็นสำคัญ โดยไม่ได้เน้นถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผล (ประเทิน, ๒๕๑๒ :
๑) แนวโน้มของการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันนี้มุ่งเน้นให้เห็นว่าการที่จะเข้าใจเรื่องต่าง ๆ
ในคณิตศาสตร์ได้ ต้องอาศัยความเข้าใจในโครงสร้างของคณิตศาสตร์และหลักการให้เหตุผล
ดังนั้น คณิตศาสตร์ที่ถือว่าเป็นคณิตศาสตร์แบบปัจจุบันหรือคณิตศาสตร์แบบใหม่ จึงประกอบด้วย
ลักษณะสำคัญที่แตกต่างไปจากคณิตศาสตร์เดิมสองประการด้วยกันคือ ความใหม่ในเนื้อหาวิชา
(new content) และความใหม่ในวิธีการ (new approach) ความใหม่ในเนื้อหาวิชา
หมายถึงการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์แขนงใหม่ ๆ ที่ไม่เคยอยู่ในหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์มาก่อน
เช่น เซต ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ (Symbolic Logic) ทอพอโลยี (Topology)
เป็นต้น ส่วนความใหม่ในวิธีการหมายถึงการแก้ปัญหาและการอธิบายความหมายของเรื่องต่างๆ
ในคณิตศาสตร์ ตามแนวใหม่ (สุชาติ, ๒๕๑๒ : ๑)

การสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันนี้มุ่งเน้นถึงความสำคัญของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
มากกว่าการใช้สูตรและการคิดคำนวณ (วิชาการ, ๒๕๐๔ : ๓.๒-๑) คือต้องการเน้นถึงเรื่อง
การใช้เหตุผล และแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของเรื่องต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นไปตาม
จุดหมายประการหนึ่งของคณิตศาสตร์แบบใหม่ที่ว่าต้องการให้เด็กรู้จักคิดอย่างสร้างสรรค์และ
มีเหตุผล ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ก็เป็นเหตุ เป็นผลต่อเนื่องกันโดยตลอด
อยู่แล้ว (ประเทิน, ๒๕๑๒ : ๒-๓) ในการที่จะให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลเช่นนั้น นัก-
เรียนจำเป็นต้องได้เรียนรู้ถึงหลักตรรกศาสตร์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการหาความสัมพันธ์ของเรื่อง
ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ที่เรียนอยู่ให้เกิดความเข้าใจแจ่มแจ้งยิ่งขึ้น

คณิตศาสตร์เป็นระบบนามธรรม (สุวรรณ, ๒๕๑๓ : ๔๗) ประกอบด้วยนิยาม (Undefined terms) นิยาม (Defined terms) และประพจน์สองชนิดคือ กติกาหรือข้อตกลง (Postulates หรือ Axioms) ซึ่งเป็นประพจน์ที่เรายอมรับว่าเป็นจริง โดยไม่ต้องพิสูจน์ และทฤษฎี (Theorems) ซึ่งเป็นประพจน์ที่เราสามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริง โดยอาศัยสมมุติฐานทั้งชุด (อนิยาม นิยามและกติกา) และหลักการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ ถ้าปราศจากหลักตรรกศาสตร์แล้ว ทฤษฎีต่าง ๆ ในทางคณิตศาสตร์ก็ย่อมเกิดขึ้นไม่ได้เป็นอันขาด (สุชาติ, ๒๕๑๔ : ๑) นักคณิตศาสตร์และนักการศึกษาคณิตศาสตร์ต่างยอมรับว่า ตรรกศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก ดังเช่นมีเชฟ (Meserve, 1957 : 415) กล่าวว่า ตรรกศาสตร์มีความสำคัญต่อคณิตศาสตร์ เพราะการพิสูจน์ในเชิงคณิตศาสตร์เป็นการพิสูจน์ในระบบกติกา ที่ต้องอาศัยความรู้ทางตรรกศาสตร์ และ โบรคแมน (Brockman, 1963 : 193) ยังได้กล่าวไว้อีกว่า ทฤษฎีต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของประพจน์ที่เป็นเหตุเป็นผลต่อกันได้เสมอ ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้โดยอาศัยหลักตรรกศาสตร์ และเขายังได้เสนอว่าควรจะให้เด็กได้มีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านี้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา

ตรรกศาสตร์เป็นวิชาที่ควบคุมหลักของการให้เหตุผล ผู้ให้กำเนิดวิชานี้คือ อริสโตเติล (Aristotle อ้างจาก Eves and Newsom, 1957 : 16) ซึ่งมีชีวิตอยู่ระหว่างปี ๓๔๔ และ ๓๒๒ ก่อนคริสต์ศักราช ต่อมาได้มีการพัฒนาตรรกศาสตร์ของอริสโตเติลให้เป็นตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ หรือตรรกศาสตร์เชิงคณิตศาสตร์ (Symbolic Logic หรือ Mathematical Logic) อันเป็นตรรกศาสตร์แบบปัจจุบันที่ใช้ภาษาสัญลักษณ์อธิบายภาษาธรรมชาติให้รัดกุม แจ่มแจ้ง และถูกต้อง นอกจากวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์จะเป็นวิชาที่ช่วยอธิบายความหมายของข้อความต่าง ๆ ในเชิงคณิตศาสตร์ให้แจ่มแจ้ง ชัดเจน และรัดกุมยิ่งขึ้นแล้ว วิทยานี้ยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเข้าใจโครงสร้างของวิชาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย (สุชาติ, ๒๕๑๔ : ๒) ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์แบบปัจจุบัน

จากความรู้ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีความคิดว่าควรจะได้ให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายได้เรียนรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น ดังเช่น ประเทศฝรั่งเศส ได้เน้นการใช้เหตุผลและเริ่มสอนตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา (สุเทพ, ๒๕๑๓ : ๒) และเนื่องจากการปฏิรูปการสอน

คณิตศาสตร์ในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่ยังเป็นการพิจารณาปรับปรุงหลักสูตร และวิธีการสอนในระดับมัธยมศึกษา ส่วนในระดับประถมศึกษา การเคลื่อนไหวเกี่ยวกับเรื่องนี้ยังไม่มากเท่าที่ควร ซึ่งความวิตกกังวลของผู้วิจัยแล้ว ควรจะได้เริ่มสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่เสียตั้งแต่ระดับประถมศึกษาโดยที่เกี่ยวกับการพิจารณาทางคณิตศาสตร์แนวใหม่ของผู้เกิดจะได้ออกเื่อกันตลอดไป (ประเพิน, ๒๕๑๒ : ๖) ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น ของนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย และจากการศึกษาก่อนหน้านี้ของ ปิยรัตน์ ก้องกิตติไพศาล (ปิยรัตน์, ๒๕๑๓ : ๒๖ - ๓๘) ซึ่งได้ทำการทดลองสอนตรรกศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนตรรกศาสตร์เกิดการเร่เรียนรักคณิตศาสตร์ในทุก ๆ ด้านเพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เรียนตรรกศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความคิดว่า ถ้าให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นแล้ว จะทำให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ในแขนงต่าง ๆ ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ พีเยเจต์ (Piaget อ้างจาก Dececco, 1967 : 264 - 265) ได้กล่าวไว้ว่า เด็กอายุระหว่าง ๑๑ - ๑๔ ปี สามารถฝึกงานหัดตรรกศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยจึงมีความมั่นใจว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีอายุระหว่าง ๑๑ - ๑๓ ปี น่าจะเป็นผู้ที่เหมาะสมแก่การวางพื้นฐานเกี่ยวกับตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น

ความมุ่งหมายของการศึกษานี้ว่า

๑. เพื่อศึกษาว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายมีความสามารถที่จะเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น ได้หรือไม่
๒. เพื่อศึกษาว่า ควรเริ่มต้นสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นแก่นักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลายนี้ใด

ความสำคัญของงานศึกษานี้ว่า

๑. ผลของการศึกษากันแล้วครั้งนี้ จะทำให้ทราบว่าควรสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายหรือไม่ และถ้าควรสอน ควรเริ่มต้นสอนวิชานี้ในระดับนี้ใด
๒. การศึกษากันแล้วนี้เป็นการเสนอแนะแนวทางอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจพื้นฐานของหลักตรรกศาสตร์สัญลักษณ์และการใช้เหตุผลแบบการอนุมาน อันจะเป็นประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์ทุก ๆ แขนงให้เข้าใจดียิ่งขึ้น
๓. ผลของการศึกษากันแล้วครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการพิจารณาปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายของประเทศไทย

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

๑. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕, ๖ และ ๗ มีความสามารถที่จะเรียนวิชา
ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นได้

๒. นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่เรียนอยู่ในชั้นที่สูงกว่า มีผลสัมฤทธิ์ในการ
เรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นสูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายในชั้นที่ต่ำกว่า

ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษาค้นคว้า

๑. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบการทดลอง (Experimental
Research) เพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

๒. เนื้อหาของวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้
มีมาตรฐานเพียงพอสำหรับใช้สอน

๓. ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ให้อะการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้อาจการทดสอบด้วย
ข้อทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นสำคัญ

๔. นักเรียนกลุ่มที่ไคคะแนนเฉลี่ยจากการทำข้อทดสอบตั้งแต่ ๕๐% ขึ้นไป และจำ-
นวนนักเรียนที่ไคคะแนนตั้งแต่ ๕๐% ขึ้นไปไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนนักเรียนใน
กลุ่ม ถือว่านักเรียนในชั้นของกลุ่มตัวแทนนั้นมีความสามารถเพียงพอในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์
สัญลักษณ์เบื้องต้น ตามเนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

๕. เกณฑ์สำหรับตัดสินว่าควรสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นในชั้นใดนั้น
มีดังต่อไปนี้คือ

ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสามชั้นเป็นกลุ่ม ก. กลุ่ม ข. และกลุ่ม ค.

๕.๑ ถ้ากลุ่ม ก. ไคคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม ข. และกลุ่ม ค. อย่างมีนัย
สำคัญทางสถิติ ถือว่า ควรสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นแก่นักเรียนในชั้นที่มีกลุ่ม ก.
เป็นตัวแทน

๕.๒ ถ้ากลุ่ม ก. และกลุ่ม ข. ไคคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม ค. อย่างมีนัย
สำคัญทางสถิติ แต่กลุ่ม ก. มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ข. อย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่ม ข. เป็นนักเรียนในชั้นที่ต่ำกว่ากลุ่ม ก. ถือว่าควรสอน
วิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นแก่นักเรียนในชั้นที่มีกลุ่ม ข. เป็นตัวแทน

๕๓ ถ้ากลุ่ม ก. กลุ่ม ข. และกลุ่ม ค. ไคคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่ม ก. เป็นนักเรียนในชั้นที่ต่ำที่สุด ถือว่าควรสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นแก่นักเรียนในชั้นที่กลุ่ม ค. เป็นตัวแทน

อนึ่ง ในการสรุปว่าควรสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นในชั้นใดนั้น จะต้องถือเกณฑ์กล่าวไว้ในข้อ ๔ ประกอบด้วย

ขอบเขตของการศึกษากันว่า

๑. การศึกษากันครั้งนี้ กระทำกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ในปีการศึกษา ๒๕๑๔ ของโรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน จังหวัดชลบุรี จำนวนชั้นละ ๑ ห้องเรียน ห้องเรียนละ ๓๐ คน รวม ๙๐ คน

๒. การศึกษากันครั้งนี้มุ่งศึกษาความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นตามแบบเรียนที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้นโดยเฉพาะ

คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ

๑. วิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น หมายถึง เนื้อหาวิชาที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสอน ซึ่งประกอบด้วยเรื่อง ประพจน์ ตัวเชื่อมประพจน์ สัญลักษณ์แทนประพจน์และตัวเชื่อม ค่าความจริงของประพจน์ การอนุमानและการทดสอบความสมเหตุสมผลโดยใช้แผนภาพของเวนน์ - ออยเลอร์ (Venn - Euler Diagram)

๒. นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หมายถึงนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕, ๖ และ ๗ โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา ๒๕๑๔

๓. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน หมายถึงคะแนนที่นักเรียนได้จากการทำข้อทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (Piaget) ได้แบ่งลำดับขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก ซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาเหตุผลไว้ ๔ ลำดับขั้น ดังนี้ (Dececco , 1967 . 264-265)

ขั้นที่หนึ่ง เรียกว่า The Period of Pre - Conceptual Thought (อายุ ๒ ปี ถึง ๔ ปี) ในขั้นนี้เด็กจะเรียนรู้โดยการกระทำซ้ำ ๆ กันโดยอัตโนมัติสัมผัส แต่ยังไม่สามารถสร้างสิ่งกับได้ เด็กในขั้นนี้จึงยังไม่รู้จักสัญลักษณ์ แต่จะสร้างแบบแผนของการรับรู้ขึ้นเอง

ขั้นที่สอง เรียกว่า The Period of Intuitive Operations (อายุ ๔ ปี ถึง ๗ ปี) ในขั้นนี้เด็กเริ่มมีการคิดหาเหตุผล แต่มีอย่างจำกัดและยึดติดเฉพาะสิ่งที่ตนเห็นชัด เด็กเริ่มมีความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์ และสามารถสร้างสิ่งกับได้บาง

ขั้นที่สาม เรียกว่า The Period of Concrete Operations (อายุ ๗ ปี ถึง ๑๑ ปี) ในขั้นนี้เด็กสามารถคิดในสิ่งที่ป็นรูปธรรม เริ่มมีการคิดหาเหตุผลที่สอดคล้องตามหลักตรรกศาสตร์ สามารถรวบรวมสิ่งกับและนำมาใช้ได้ สามารถจำแนกวัตถุสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ และคิดหาความสัมพันธ์ของวัตถุสิ่งของได้ นอกจากนี้เด็กยังสามารถเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องจำนวนง่าย

ขั้นที่สี่ เรียกว่า The Period of Formal Operations (อายุ ๑๑ ปี ถึง ๑๕ ปี) ในขั้นนี้เด็กจะสามารถนำความคิดที่ถูกต้องตามหลักตรรกศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรม มีการคิดที่อิสระขึ้น และสามารถคิดในสิ่งที่ป็นนามธรรมได้ สามารถสรุปและอนุมานจากสมมุติฐานได้ สามารถหาความรู้ในลักษณะที่เป็นวิทยาศาสตร์โดยสอดคล้องตามหลักตรรกศาสตร์ได้ จึงสรุปได้ว่า เด็กในขั้นนี้มีความสามารถในการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุวรรณ มุ่งเกษม (สุวรรณ, ๒๕๖๓ : ๗๒) ได้กล่าวสรุปความเปลี่ยนแปลงในวงการศึกษาคณิตศาสตร์ไว้สามประการคือ

๑. การเปลี่ยนแปลงเนื้อหาวิชาทั้งในแง่ที่เน้นโครงสร้างของวิชาคณิตศาสตร์ และการนำเอาหัวข้อใหม่ ๆ เข้ามาไว้ในหลักสูตร

๒. การจกวิชาบางวิชาลงมาสอนในระดับที่ต่ำกว่า เพื่อให้เด็กเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์บางเรื่องได้เร็วขึ้นกว่าเดิม

๓. การเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนซึ่งเน้นถึงการใช้ความคิด และการค้นพบสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวเอง ของนักเรียนมากขึ้นกว่าเดิม แต่เน้นถึงความสำคัญของการสอนของครู และการใช้ความจำของนักเรียนน้อยลง

ประเพิน มหาพันธ์ (ประเพิน, ๒๕๖๒ : ๖) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่ในชั้นประถมศึกษา เพื่อแสดงให้เห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ในยุคนี้เพียงใด ความมุ่งหมายดังกล่าว พอสรุปได้ดังนี้

๑. ช่วยให้เข้าใจในโครงสร้างและความหมายของระบบจำนวน

๒. ช่วยให้สามารถสื่อความหมายในเรื่องที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณได้อย่างเข้าใจ

๓. ช่วยให้เกิดความซาบซึ้งในบทบาทของคณิตศาสตร์แบบใหม่ ในยุคที่สังคมกำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และวิทยาศาสตร์กำลังก้าวหน้าไปมาก

เกเพอร์ (Kaper, 1968 : 321-327) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันการสอนใหม่บรรจุจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

๑. เพื่อพัฒนาความสามารถทางการคิดของผู้เรียน คือให้ผู้เรียนสามารถคิดได้อย่างมีเหตุผล

๒. เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

ลิก (Lick, 1971 : 85 - 90) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์นั้น เพื่อพัฒนาการในด้านการให้เหตุผล และให้ผู้เรียนมีความคิดรวบรอบ โดยจะต้องสอนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ ไม่เพียงแต่จำได้เท่านั้น ส่วน เมสโลวา

(Maslova , 1969 234) กล่าวว่า สิ่งที่ผู้สอนคณิตศาสตร์ทุกคนควรจะคำนึงถึง คือ การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งประกอบด้วยวิธีการอนุมาน และการอุปมาน และ พอยแนร์ (Poincare, 1969 . 299) ได้กล่าวว่า ความมุ่งหมายหลักของการสอนคณิตศาสตร์ คือ การพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับ ความมุ่งหมายของนักคณิตศาสตร์หลาย ๆ ท่าน (วิชาการ , ๒๕๐๕ : ๓.๔ - ๑) ที่ได้ให้ความเห็นว่า ควรจะได้มีการปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา เช่น ให้มีการสอนเรื่องระบบจำนวน และ หลักตรรกศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทางด้านการคิดหาเหตุผล

ในด้านการปฏิรูปการศึกษาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการปรับปรุงแก้ไขทั้ง เนื้อหาวิชา และวิธีสอนแก่ ศาสตราจารย์ เฮอวาร์ด เฟห์ (Fehr , 1965 .

37 - 44) ได้เขียนไว้ในบทความเรื่อง "การปฏิรูปการศึกษาคณิตศาสตร์ทั่วโลก" ว่า คณิตศาสตร์แผนใหม่ส่วนหนึ่งที่จัดสอนในโรงเรียนที่มีการปฏิรูปทางการศึกษา คณิตศาสตร์ ไว้แก่

๑. ทฤษฎีของเซตเบื้องต้น (Elementary Set Theory)
๒. ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น (Elementary Symbolic Logic)
๓. พีชคณิตแนวใหม่ (Modern Algebra) เช่น กรุป (group) , ริง (ring) ฟิลด์ (field) และ เวกเตอร์ (vector)

๔. ความน่าจะเป็น (Probability) และสถิติ

นอกจากนั้น แร่ (ดอานันต์ เสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ๒๕๑๖ : ๓๖ - ๔๖) ได้กล่าวถึงคณิตศาสตร์บางเรื่อง ที่อาจจะจัดสอนในชั้นประถมศึกษา และมัธยมศึกษาได้ ดังนี้

๑. เซต (Sets) ในระดับประถมศึกษาไม่จำเป็นต้องกล่าวถึงทฤษฎีที่ว่าด้วยเซต แต่ควรสอนความคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับ " union " และ " intersection " พร้อมกับแผนภาพประกอบอย่างง่าย ๆ แล้วจึงสอนให้รู้ถึงสัญลักษณ์สำหรับ " union " " intersection " " inclusion " และ " belonging to "

๒. ตรรกศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาตอนต้น ควรสอนให้เด็กมีความถนัดรวบยอด (concept) เกี่ยวกับความหมายในเชิงตรรกศาสตร์ของคำต่าง ๆ อย่างแท้จริง เช่น "ทุก ๆ คน" (ทุก ๆ อย่าง) "บางคน" (บางอย่าง) รวมทั้งความหมายของตัวเชื่อม เช่น "และ" "หรือ" และ "ไม่" ในชั้นประถมศึกษาตอนปลายจึงควรให้เด็กเข้าใจความหมายของตัวเชื่อม "ถ้า...แล้ว..." และ "ก็ต่อเมื่อ" ส่วนการสรุปโดยวิธีเหตุผลยังไม่ควรสอนเด็กในระดับนี้

๓. พีชคณิต ในระดับประถมศึกษา ควรสอนเกี่ยวกับเรื่องตัวแปร และการใช้สัญลักษณ์ง่าย ๆ แทนตัวแปร ส่วนในระดับมัธยมศึกษา ควรสอนเน้นในเรื่องของโครงสร้าง เช่น เรื่องโอเปอเรชัน (operations) ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไบนารีโอเปอเรชัน (binary operation), คุณสมบัติการสลับที่ การวัดหมู่ การกระจาย ตลอดจนเรื่องระบบจำนวน ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเข้าใจโครงสร้างของคณิตศาสตร์

๔. เรขาคณิต ในขั้นประถมศึกษาให้รู้จักการวัด และรู้จักรูปร่างทางทอพอโลยีได้ ให้มีความคิดพื้นฐานในวิชาเรขาคณิตการแปลงสภาพ เช่น ให้เข้าใจเรื่องการสมมาตร ส่วนในชั้นมัธยมศึกษา ควรศึกษาทฤษฎีของยูคลิดบางทฤษฎีออกเพิ่มบางเรื่องในวิชาเรขาคณิตการแปลงสภาพ และเรื่องเวกเตอร์ (vectors) ความสำคัญของการสอนเรขาคณิตมิได้อยู่ที่การพิสูจน์แต่อย่างใด แต่อยู่ที่การสอนให้นักเรียนเข้าใจเรื่องเกี่ยวกับ สเปซ (space)

๕. สถิติ และความน่าจะเป็น ควรสอนเรื่องที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมประจำวันของเด็ก เช่น การกาละณะ การเล่นเกมต่าง ๆ รวมทั้งความหมายของคำต่าง ๆ เช่น "อาจจะ" "บางที" "ไม่น่าจะ" "แน่ ๆ" "โอกาสที่จะ" และระดับที่สูงขึ้นไปควรสอนทฤษฎีเบื้องต้นของความน่าจะเป็นบางทฤษฎี

✓ ๖. เวกเตอร์สเปซ (Vector Space) และพีชคณิตเชิงเส้น (Linear Algebra) ในชั้นมัธยมศึกษา การสอนควรเริ่มจากตัวอย่าง และคำอธิบายที่มียุจากเรื่องต่าง ๆ ที่เด็กศึกษามาแล้ว เช่น โพสิโนเมียล ภู่อำดับของจำนวนจริง แล้วจึงให้เข้าใจข้อตกลงหรือสัจพจน์ (axioms) ในเวกเตอร์สเปซ

และการพิสูจน์ทฤษฎีตามวิธีพีชคณิต

๗. วิชาอะนาลิซิส (Analysis) ในชั้นมัธยมศึกษา ควรสอนให้รู้จักการวิเคราะห์ทั้งกัน ให้เข้าใจความหมายที่แท้จริงของระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ และอนุกรมการ ตลอดจนให้เข้าใจวิธีการหาอนุพันธ์ (differentiation) และการบูรณาการ (integration) ในวิชาแคลคูลัส

๘. สุเทพ จันทน์สมศักดิ์ (สุเทพ, ๒๕๑๗ : ๒๐) ได้ให้ข้อเสนอแนะบางประการเกี่ยวกับการปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาไว้ว่า

๑. ไม่ควรสอนเนื้อหาในระดับประถมศึกษา เพราะอาจจะก่อให้เกิดความสับสนเมื่อเด็กได้ศึกษาในระดับสูงขึ้น

๒. ไม่ควรสอนเนื้อหาอื่นนอกจากฐานสิบในระดับประถมศึกษา เพราะเป็นเรื่องที่ครูประจำการ เข้าใจสับสนมาก แทนที่จะเป็นการช่วยให้เข้าใจ เลขฐานสิบดีขึ้น กลับทำให้เข้าใจยากขึ้น

๓. ไม่ควร เน้นในเรื่องการให้เหตุผลอย่างบังคับขึ้นมากเกินไป

สุชาติ รัตนกุล (สุชาติ, ๒๕๑๘ : ๒ - ๓) กล่าวว่า ถ้าสอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักทฤษฎีแห่งการให้เหตุผลก็เสียค่าใช้จ่ายขึ้นตามแล้ว การเรียนคณิตศาสตร์ทุกแขนงย่อมเป็นเรื่องที่น่าสนใจ และเข้าใจได้สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาที่มีสติปัญญาปานกลาง ดังนั้นผู้ที่ศึกษาวิชาตรรกศาสตร์ได้เกิดความรู้และความเข้าใจอย่างแท้จริง ควรจะได้เรียนรู้หลักตรรกศาสตร์ และวางรายงานการประจักษ์ระหว่างประเทศเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ (Kemeny , 1965 : 898) มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับขอบเขตของการสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่ในโรงเรียนทั่วโลกว่า ควรปรับปรุงเนื้อหาวิชา และวิธีสอนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสอนให้รู้เรขาคณิตในความสัมพันธ์ของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ซึ่งอาจเริ่มต้นด้วยการวางพื้นฐานทางตรรกศาสตร์ จึงได้มีผู้ทำการวิจัยกันแล้ว เกี่ยวกับการนำวิชาตรรกศาสตร์ไปทดลองสอนในระดับชั้นต่าง ๆ

ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการวิจัยและศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการศึกษาคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง ในที่นี้จะขอกล่าวถึงงานวิจัยและการศึกษาค้นคว้าบางส่วน

ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยครั้งนี้มากแล้วไว้อย่างย่อ ๆ ดังนี้

เอลเดอร์ (Elder, 1969 . 2522 - B) ได้ศึกษาพบว่า นักศึกษา
ในระดับมหาวิทยาลัย ที่ได้เรียนรู้หลักตรรกศาสตร์ในบางเรื่อง เช่น ตัวตั้งที่
ตัวแปร ประโยคเปิด (Open Sentence) และตัวบอกปริมาณ (Quantifiers)
มีการเรียนในวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น

เรทเซอร์ (Retzer, 1967 . 707-710) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ
การเรียนหลักตรรกศาสตร์ที่มีผลต่อความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้
กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด ๗ จำนวน ๓๖ คน และ นักเรียนเกรด ๘
จำนวน ๔๔ คน รวม ๘๐ คน โดยแบ่งนักเรียนทั้งหมดออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถ
สูง ๔๐ คน และ กลุ่มที่มีความสามารถต่ำ ๔๐ คน แต่ละกลุ่มยังแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุม
และกลุ่มทดลองและทั้งสองกลุ่มนี้ในการศึกษากันทั่วไไว้ ดังนี้

๑. การให้ความรู้พื้นฐานทางหลักตรรกศาสตร์ ไม่มีความเข้าใจ
ในการเรียนคณิตศาสตร์ขึ้น

๒. ระดับความสามารถของนักเรียน ไม่มีความเข้าใจในการเรียน
คณิตศาสตร์ต่างกัน

ความรู้พื้นฐานทางหลักตรรกศาสตร์ที่ใช้สอนในกลุ่มตัวอย่างได้แก่ เรื่อง
ตัวแปร ประพจน์ ประโยคเปิด ตัวบอกปริมาณ เอกภพสัมพัทธ์ (Universal set)
กฎต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิสูจน์ และวิธีการอนุมาน ส่วนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้สอน
ในการทดลองได้แก่เรื่อง เซต เกร็งเกี่ยวกับการวัดเอกลักษณ์ แบบทดสอบเกี่ยวกับ
ความเข้าใจเรื่องเซต

ผลของการศึกษาค้นคว้า ปรากฏว่า ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์
ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๑: ระดับ
๐.๐๐๕ และนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน มีความเข้าใจในการเรียนคณิต-
ศาสตร์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๒: ระดับ ๐.๐๐๕ นอกจากนั้น ยังให้ข้อเสนอแนะ
ในการปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ว่า การจัดวิชาตรรกศาสตร์เป็นวิชาหนึ่ง
ในหลักสูตรของนักเรียนเกรด ๗ และ ๘ และควรให้นักเรียนฝึกฝึกทำแบบฝึกหัด และ

เรียนรู้โดยการค้นพบด้วยตนเองให้มากขึ้น

เจฟฟรีย์ (Jeffryis , 1969 : 113 - 117) ได้ทำการทดลองสอน
หลักการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้น จำนวน ๒๔ คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง และได้ดำเนินการทดลอง
ดังนี้

ผู้วิจัย แบ่งการทดลองออกเป็น ๒ ภาค คือ ภาคทดลอง และภาคเล่นเกม
ประกอบบทเรียน เนื้อหาของหลักการวิทยาศาสตร์ที่ใช้สอนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เรื่อง
ประโยชน์ของดิน ประโยชน์ของพืชชั้นเดียว และสองชั้น การสรุปความตามหลัก
ตรรกศาสตร์ ค่าความจริง การวางค่าความจริง การพิสูจน์ประพจน์เงื่อนไข และ
การพิสูจน์ทางอ้อม

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลได้แก่ แบบสอบถามความถี่เห็นของครู ๑ ฉบับ
ของนักเรียน ๑ ฉบับ และแบบทดสอบความเข้าใจในการเรียนหลักการวิทยาศาสตร์ที่ใช้
สอน ๑ ฉบับ

ผลของการศึกษาก่อนว่า ปรากฏว่า นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบได้
คะแนนเฉลี่ย ๘๐ % และนักเรียนส่วนมากสนใจ และเกิดความสนุกสนานกับการ
เรียนด้วยเกมส์ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้เสนอแนะว่า ควรจะได้จัดวิชาหลักการตรรกศาสตร์
ไว้ในหลักสูตรของนักเรียนเกรด ๒ - ๔ และควรจะได้ทำการทดลองสอนวิชาอื่น ๆ
ด้วยเกมส์ เพื่อที่จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

สำหรับในประเทศไทย ปิยรัตน์ กองกิจไพศาล (ปิยรัตน์, ๒๕๑๓ :
๒๑ - ๓๔) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การใช้ตรรกศาสตร์ในการสอนคณิตศาสตร์ในชั้น
มัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง" โดยตั้งสมมุติฐานดังนี้

๑. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง สามารถเรียนหลักการตรรกศาสตร์เบื้องต้นได้
๒. ผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มที่เรียนหลักการตรรกศาสตร์
มีแนวโน้มที่จะดีกว่า ผลการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มที่ไม่ได้เรียนหลัก
ตรรกศาสตร์

เนื้อหาวิชาตรรกศาสตร์ที่ใช้ในการทดลองได้แก่เรื่อง ประพจน์ ประโยคเปิด
วลีบอกปริมาณ กฎต่าง ๆ ในการพิสูจน์ วิธีการพิสูจน์ทางตรงและทางอ้อม วิชาคณิต-
ศาสตร์ที่สอดแทรกในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ตามหลักสูตร
กระทรวงศึกษาธิการปี พ.ศ. ๒๕๐๓ เครื่องมือในการวัดผลได้แก่ แบบทดสอบความ-
รู้ทางตรรกศาสตร์ ๖ ฉบับ และแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ ๕ ฉบับ กลุ่ม-
ตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง จำนวน ๔๐ คน แบ่งเป็น ๒ กลุ่ม
คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

ผลของการวิจัย ปรากฏว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่งมีความ
สามารถในการเรียนตรรกศาสตร์ได้ และยังพบอีกด้วย นักเรียนกลุ่มที่เรียนหลักตรรก-
ศาสตร์ เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในทุกด้านเพิ่มขึ้นมากกว่า นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้เรียน
หลักตรรกศาสตร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้เสนอแนะว่า ควรจะได้มีการทำวิจัยในเรื่อง
เดียวกันนี้ กับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้ทราบว่า จะเริ่มสอนหลัก
ตรรกศาสตร์ในระดับต่ำกว่ามัธยมศึกษาปีที่หนึ่งได้หรือไม่ และถ้าได้ควรจะเริ่มสอน
ในชั้นใด

วิธีดำเนินการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ - ๗ ปีการศึกษา ๒๕๖๔ ของโรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน จังหวัดชลบุรี แบ่งเป็น ๒ ประเภท คือ

๑. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอนและวิเคราะห์ข้อสอบ ได้มาโดยการใช้วิธีสุ่ม (Random Sampling) ชั้นละ ๓๐ คน รวมนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างประเภทนี้ ๕๐ คน
๒. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้มาโดยการใช้วิธีสุ่มชั้นละ ๓๐ คน รวมนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างประเภทนี้ ๕๐ คน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

๑. บทเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้นตามหัวข้อต่อไปนี้

- ๑.๑ ประวัติของวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์
- ๑.๒ ประพจน์ (Statements)
- ๑.๓ ตัวเชื่อมประพจน์ (Connectives)
- ๑.๔ ประพจน์เดี่ยวและประพจน์ผสม (Simple and Compound Statements)
- ๑.๕ การใช้สัญลักษณ์แทนตัวเชื่อมและประพจน์
- ๑.๖ ค่าความจริง (Truth Values)
- ๑.๗ การอนุมานและการทดสอบความสมเหตุสมผลโดยใช้แผนภาพของ

เวนน - ออยเลอร์

๒. แผนภูมิ (chart) เพื่อใช้ประกอบการสอน

๓. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน ๕๐ ข้อ

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

๑. สร้างบทเรียน โดยศึกษาจากหนังสือและบทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับตรรกศาสตร์ สัญลักษณ์ แล้วรวบรวมเนื้อหาและความึกมาเรียบเรียงเป็นบทเรียน หนังสือที่ผู้วิจัยยึดเป็นบรรทัดฐานในการเรียบเรียงบทเรียน ได้แก่

ก. ตรรกวิทยาเบื้องต้น (สุเทพ, ๒๕๑๖)

ข. Symbolic Logic (ชาตรีและชัยวัฒน์, ๒๕๑๒)

ค. Logic and Set (ภิรมย์, ๒๕๐๘)

ง. An Introduction to the Foundations and Fundamental Concepts of Mathematics (Eves and Newsom, 1957)

จ. Introduction to Mathematical Logic (Dinkins, 1964)

๒. จัดทำแผนภูมิแสดงตารางการากความจริงของประพจน์สมมติตัวเชื่อม "ไม่" "หรือ" "และ" "ถ้า...แล้ว..." และ "ก็ต่อเมื่อ" เพื่อใช้ประกอบการสอนเรื่องค่าความจริงของประพจน์

๓. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น ตามเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงไว้ จำนวน ๕๐ ข้อ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบจากหนังสือวัดผลการศึกษา ๒ เล่ม ได้แก่

ก. เทคนิคการวัดผล (ชวาล, ๒๕๐๘)

ข. Measuring Educational Achievement (Micheels and Karnes, 1950)

๔. ทำการทดลองสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นแก่นักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอนและวิเคราะห์ข้อสอบในชั้นทวิภาคที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๑๔ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนควบคุมตนเองทั้งสามชั้น ใช้เวลาสอนชั้นละ ๑ ชั่วโมง เมื่อทดลองสอนจนครบตามเนื้อหาวิชาแล้ว จึงทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในข้อ ๓ โดยใช้เวลาทดสอบชั้นละ ๒ ชั่วโมง

๕. วิเคราะห์ข้อทดสอบตามหลักการสร้างแบบทดสอบซึ่งมีวิธีการตามลำดับขั้นดังนี้

คิดค้นขึ้น

๕.๑ คัดเลือกนักเรียนที่ทำคะแนนได้จากมากที่สุดในชั้นตามลำดับจำนวน ๒๕% ของนักเรียนทั้งหมด เรียกนักเรียนกลุ่มนี้ว่า กลุ่มคะแนนสูง แล้วหาค่า P_H ในแต่ละข้อ และคัดเลือกนักเรียนที่ทำคะแนนได้จากน้อยที่สุดในชั้นตามลำดับจำนวน ๒๕% ของนักเรียนทั้งหมด เรียกนักเรียนกลุ่มนี้ว่า กลุ่มคะแนนต่ำ แล้วหาค่า P_L ในแต่ละข้อ

๕.๒ เปิดตารางสำเร็จของท่าน (Fan, 1952 : 3 - 32) โดยหาค่า P_H และ P_L ในข้อ ๕.๑ เพื่อหาความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) และความยากง่ายมาตรฐาน (Δ) ของแต่ละข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่คิดไว้จำนวน ๔๐ ข้อ ข้อทดสอบที่คัดเลือกไว้ ๔๐ ข้อนี้ มีความยากง่ายตั้งแต่ ๐.๒๐ ถึง ๐.๘๘ ค่าความยากง่ายเฉลี่ยเท่ากับ ๐.๕๐๔ และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ ๐.๑๔ ถึง ๐.๗๕ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ ๐.๔๐๖

๕.๓ กำหนดหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_{meas}) ของข้อทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วทั้ง ๔๐ ข้อ ซึ่งปรากฏพบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) เท่ากับ ๐.๗๕๗ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_{meas}) เท่ากับ ๓.๐๔๕

๖. จัดเรียงลำดับข้อของแบบทดสอบที่ไว้วิเคราะห์แล้วตามลำดับเนื้อหาและความยากง่าย

๗. ทำการทดลองสอนวิชาตรรกศาสตร์สู่ผู้เรียนที่เลือกไว้ทั้งสามชั้นในกลางทวิภาคที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๔ ผู้วิจัยเป็นผู้สอนโดยใช้วิธีการสอนแบบเดียวกันทั้งสามชั้น และใช้เวลาในการสอนชั้นละ ๒ ชั่วโมง รวมจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอนทั้งสิ้น ๓๖ ชั่วโมง

๘. เมื่อทำการสอนจนครบเนื้อหาวิชาแล้ว จึงทำการทดสอบนักเรียนทั้งสามชั้น ด้วยแบบทดสอบจำนวน ๔๐ ข้อ ซึ่งไว้วิเคราะห์และจัดเรียงไว้แล้วในข้อ ๖ ใช้เวลาทดสอบ ๑ ชั่วโมง

๙. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยโดยวิธีสุ่ม แล้ววิเคราะห์ผลจากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อตรวจสอบเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในข้อตกลงเบื้องต้น ดังต่อไปนี้

๙.๑ หาคะแนนเฉลี่ย (Mean) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนจากแบบทดสอบ และหาเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไปในแต่ละชั้น

๔.๒ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของการทดสอบของนักเรียนแต่ละชั้นแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ F-test, ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งสามชั้นพร้อมกัน

๔.๓ ถ้าพบความแตกต่างของความแปรปรวนในข้อ ๔.๒ ใช้ t-test เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มใด ๆ ดังนี้

ก. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หกกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด

ข. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หกกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด

ค. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หกกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด

เพื่อที่จะได้ทราบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นใดแตกต่างกันจริง และหาข้อสรุปว่า ควรเริ่มสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นตั้งแต่ชั้นใดจึงจะเหมาะสม

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ

๑. คะแนนเฉลี่ย (mean) จำนวนจากสูตร (Garrett, 1958 : 27)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทนคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนน

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

๒. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จำนวนจากสูตร (Ferguson, 1966 : 67)

$$S = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

๓. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) คำนวณจากสูตร คูเอดอร์

— ธีรารัตน์ (Anastasi, 1961 : 122)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \frac{s_t^2 - \sum pq}{s_t^2}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ (ซึ่งเท่ากับ กำลังสองของค่า S ในข้อ ๒)

p แทน อัตราส่วนระหว่างจำนวนนักเรียนที่ทำถูกแต่ละข้อต่อจำนวนนักเรียนทั้งหมด

q แทน $1 - p$

๔. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement)

คำนวณจากสูตร (Gulliksen, 1950 : 63)

$$SE_{meas} = S_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ SE_{meas} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

S_x แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากข้อ ๒)

r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (จากข้อ ๓)

๕. ระบุความยากง่าย ถ้าจำเป็น และความยากง่ายมาตรฐานของข้อสอบ

โดยเปิดตารางสำเร็จของฟาน (Fan, 1952)

๖. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของคะแนน

เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งสามกลุ่มพร้อมกันด้วยค่า F ทั้งนี้

(Freund, 1962 : 138)

Source of Variation	df	Sum of Squares	Mean of Squares	F
Between Treatments	k-1	SS _B	$MS_B = \frac{SS_B}{k-1}$	$\frac{MS_B}{MS_E}$
Error	k(n-1)	SS _E	$MS_E = \frac{SS_E}{k(n-1)}$	
Total	kn-1	SS _T		

k แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง (จำนวนเท่ากันทุกกลุ่ม)

df แทน Degree of Freedom

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัว

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij}^2$$

แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนน

$$SS_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \left[\sum_{j=1}^n X_{ij} \right]^2 - \frac{1}{kn} \left[\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij} \right]^2$$

$$SS_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij}^2 - \frac{1}{kn} \left[\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij} \right]^2$$

$$SS_E = SS_T - SS_B$$

๘. การวิเคราะห์ค่าที (t - test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย
ของนักเรียนครึ่งละ ๒ กลุ่ม คำนวณจากสูตร (Sterling, 1968 : 316 - 317)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ ๑ และกลุ่มที่ ๒ ตามลำดับ

S_1^2, S_2^2 แทน ค่าความแปรปรวนของกลุ่มที่ ๑ และกลุ่มที่ ๒ ตามลำดับ

N_1, N_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ ๑ และกลุ่มที่ ๒ ตามลำดับ

บทที่ ๔

ผลของการศึกษาคนควา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ไ้จากการทดลองสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น
ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ มีดังต่อไปนี้

ตาราง ๑ แสดงคะแนนจากผลการสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ถึง
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ตั้งแต่อันดับที่ ๑ ถึงอันดับที่ ๓๐ ตามลำดับ

อันดับที่ ชั้น	คะแนนเต็ม ๔๐ คะแนน		
	ประถมศึกษาปีที่ ๕	ประถมศึกษาปีที่ ๖	ประถมศึกษาปีที่ ๗
๑	๒๔	๓๐	๓๗
๒	๒๔	๒๖	๓๖
๓	๒๗	๒๖	๓๔
๔	๒๗	๒๖	๓๔
๕	๒๗	๒๖	๓๓
๖	๒๖	๒๖	๓๓
๗	๒๖	๒๖	๓๓
๘	๒๖	๒๖	๓๒
๙	๒๕	๒๕	๓๒
๑๐	๒๕	๒๕	๓๑
๑๑	๒๔	๒๕	๓๑
๑๒	๒๔	๒๔	๓๐
๑๓	๒๓	๒๔	๓๐

ชั้น อันดับที่	คะแนนเต็ม ๔๐ คะแนน		
	ประถมศึกษาปีที่ ๕	ประถมศึกษาปีที่ ๖	ประถมศึกษาปีที่ ๗
๑๔	๒๒	๒๔	๓๐
๑๕	๒๒	๒๔	๒๕
๑๖	๒๒	๒๓	๒๕
๑๗	๒๑	๒๓	๒๕
๑๘	๒๑	๒๓	๒๔
๑๙	๒๐	๒๓	๒๔
๒๐	๑๙	๒๒	๒๔
๒๑	๑๙	๒๑	๒๖
๒๒	๑๙	๒๑	๒๖
๒๓	๑๘	๒๐	๒๕
๒๔	๑๗	๒๐	๒๕
๒๕	๑๖	๒๐	๒๔
๒๖	๑๖	๑๙	๒๔
๒๗	๑๕	๑๙	๒๓
๒๘	๑๔	๑๘	๑๘
๒๙	๑๔	๑๓	๑๗
๓๐	๑๓	๑๒	๑๓
รวมคะแนนทั้งหมด	๖๔๔	๖๗๕	๘๔๘

๑. การวิเคราะห์ข้อมูลหาคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลหาคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ปรากฏผลดังแสดงในตาราง ๒

ตาราง ๒ แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

ระดับชั้น	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น %	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ประถมศึกษาปีที่ ๕	๒๑.๔๗	๕๓.๖๗	๔.๖๑
ประถมศึกษาปีที่ ๖	๒๒.๖๓	๕๖.๕๕	๓.๘๖
ประถมศึกษาปีที่ ๗	๒๔.๖๗	๗๐.๖๗	๕.๕๒
เฉลี่ยทั้งหมด	๒๔.๔๕	๖๐.๓๑	๕.๕๓

จากตาราง ๒ แสดงให้เห็นว่า

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ๒๑.๔๗ คะแนน จากคะแนนเต็ม ๔๐ คะแนน หรือคิดคะแนนเฉลี่ยเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ ๕๓.๖๗ %

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หกได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ๒๒.๖๓ คะแนน จากคะแนนเต็ม ๔๐ คะแนน หรือคิดคะแนนเฉลี่ยเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ ๕๖.๕๕ %

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ดได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ๒๔.๖๗ คะแนน จากคะแนนเต็ม ๔๐ คะแนน หรือคิดคะแนนเฉลี่ยเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ ๗๐.๖๗ %

สรุปผลไต่ถามนี้

๑. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่า ๕๐%

๒. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕

๓. การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างแต่ละชั้นที่ได้คะแนนจากการทดสอบทั้ง ๕๐ % ขึ้นไป ปรากฏผลดังแสดงในตาราง ๓

ตาราง ๓ แสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างแต่ละชั้นที่ได้คะแนนตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป

ระดับชั้น	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป	เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป
ประถมศึกษาปีที่ ๕	๓๐	๑๕	๖๓.๓๓
ประถมศึกษาปีที่ ๖	๓๐	๑๕	๕๐.๐๐
ประถมศึกษาปีที่ ๗	๓๐	๑๕	๕๐.๐๐
เฉลี่ยทั้งหมด	๓๐	๑๕	๕๐.๐๐

จากตาราง ๓ แสดงให้เห็นว่า

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ที่ได้คะแนนตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป มีจำนวน ๑๕ คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด ๓๐ คน แสดงว่าจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ที่ได้คะแนนตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป เท่ากับ ๖๓.๓๓ %

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก ที่ไคคะแนตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป มีจำนวน ๒๕ คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด ๓๐ คน แสดงว่าจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก ที่ไคคะแนตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป เท่ากับ ๘๓.๓๓ %

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด ที่ไคคะแนตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป มีจำนวน ๒๗ คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด ๓๐ คน แสดงว่าจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด ที่ไคคะแนตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป เท่ากับ ๙๐.๐๐ %

สรุปได้ดังนี้

จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า ปีหก และปีที่เจ็ดที่ไคคะแน ตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป มีจำนวนมากกว่า ๕๐ % ของจำนวนนักเรียนในชั้น

จากการร่าง ๒ และตาราง ๓ สรุปได้ว่านักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีห้า ชั้นประถมศึกษาปีที่หก และชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด มีความสามารถเพียงพอที่จะเรียน วิชาตรรกศาสตร์ได้ด้วยตนเอง

๓. การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสามชั้น

ในการเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าถึงปีที่เจ็ด ผู้วิจัยใช้ค่าเอฟ (F - test) วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนพร้อมกันทั้งสามชั้น ปรากฏผลดังแสดงในตาราง ๔

ตาราง ๔ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ

Source of Variation	df	Sum of Squares	Mean of Squares	F
Between Treatment	k-1=2	$SS_B=793.356$	$MS_B = \frac{SS_B}{k-1} = 396.678$	$F=17.342^*$
Error	k(n-1)=87	$SS_E=1934.300$	$MS_E = \frac{SS_E}{k(n-1)} = 22.233$	
Total	89	$SS_T=2727.656$		

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ ๐.๐๑

จากการวางที่ ๔ แสดงให้เห็นว่า

ความแปรปรวน (Variance) ของคะแนนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าถึงปีที่เจ็ดที่ได้จากการทดสอบควยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ สัณฐานแบบองค์กัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๕๕ % ($F = 17.842$) แสดงว่า ความสามารถในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ สัณฐานแบบองค์กันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าถึงปีที่เจ็ด แต่ละชั้นมีความแตกต่างกัน

๔. การวิเคราะห์หาค่าที่ (t - test) เพื่อ ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละชั้น ที่ละคู่

ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ละคู่ ผู้วิจัยใช้ค่าที่ (t - test) เพื่อทดสอบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นใดแตกต่างกันจริง ปรากฏผลดังแสดงในตาราง ๕

ตาราง ๕ แสดงค่าที่ (t - test) จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนครั้งละสองชั้น

ระดับชั้น	ประถมศึกษาปีที่ ๖	ประถมศึกษาปีที่ ๗
ประถมศึกษาปีที่ ๕	๑.๐๕๗	๕.๑๗๕ *
ประถมศึกษาปีที่ ๖	—	๔.๕๕๗

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑

จากการวางที่ ๕ แสดงให้เห็นว่า

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าความสามารถในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ สัณฐานแบบองค์กันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้ากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หกไม่แตกต่างกัน

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ แสดงว่าความสามารถในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ดสูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ แสดงว่าความสามารถในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก

สรุปผลได้ดังนี้

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้ากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นสูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก แสดงว่าวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นตามเนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เหมาะสำหรับสอนในชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด มากกว่าชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าและปีที่หก

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

๑. เพื่อศึกษานักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายมีความสามารถที่จะเรียนวิชาการรศกาศตรสัญลักษณ์เบื้องต้น ไ้หรือไม่
๒. เพื่อศึกษาว่า ควร เริ่มต้นสอนวิชาการรศกาศตรสัญลักษณ์เบื้องต้นแก่นักเรียนระดับประถมศึกษาคอนปลายชั้นใด

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด ของโรงเรียนสาธิตวิทยุบำ เญญ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน จังหวัดชลบุรี จำนวนนักเรียนชั้นละ ๓๐ คน รวม ๕๐ คน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

๑. / แดหาวิชาการรศกาศตรสัญลักษณ์เบื้องต้นที่ผู้วิจัย เรียบเรียงขึ้นประกอบด้วยเรื่องที่สำคัญ คือ ประพจน์ ตัวเชื่อมประพจน์ สัญลักษณ์แทนประพจน์และตัวเชื่อมค่าความจริงของประพจน์ การอนุมานและการทดสอบความสมเหตุสมผลโดยวิธีแผนภาพของเวเน -- อว. เเดอร์ /

๒. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาการรศกาศตรสัญลักษณ์เบื้องต้น จำนวน ๕๐ ข้อ กำหนดเวลาทดสอบ ๑ ชั่วโมง มีค่าความยากง่ายเท่ากับ ๐.๕๐๔ อำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ ๐.๔๐๖ ความเชื่อมั่นเท่ากับ ๐.๘๘๗ และค่าการคาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ ๓.๐๔๕

การดำเนินการทดลอง

๑. ทดลองสอน เนื้อหาวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นแก่นักเรียนที่ใจเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในเอกสารวิชาการที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๔ ผู้วิจัยเป็นผู้สอนโดยมีวิธีการสอนแบบแตกต่างกันทั้งสามชั้น และใช้เวลาในการสอนชั้นละ ๑๒ ชั่วโมง

๒. หลังจากทดลองสอนจบครบ เนื้อหาวิชาแล้วทดสอบนักเรียนที่ใจเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น ใช้เวลาในการทดสอบชั้นละ ๑ ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติดังต่อไปนี้

๑. หากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม
๒. หากความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม
๓. วิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม โดยใช้ $F - test$
๔. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทีละสองกลุ่ม โดยใช้ $t - test$

ผลการทดลอง

๑. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าถึงปีที่เจ็ด ได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น เท่ากับ ๖๑.๘๗, ๖๒.๖๓ และ ๖๔.๒๙ คะแนนตามลำดับ จากคะแนนเต็ม ๘๐ คะแนน ซึ่งคิดคะแนนเฉลี่ยเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ ๘๓.๖๑ %, ๘๖.๕๔ % และ ๘๐.๖๓ % ตามลำดับแสดงว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า ถึงปีที่เจ็ด ได้คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบสูงกว่า ๘๐ % และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หกสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า

๒. จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าถึงปีที่เจ็ด ที่ได้คะแนนตั้งแต่ ๘๐ % ขึ้นไปจำนวนเท่ากับ ๑๘, ๒๕ และ ๒๗ คนตามลำดับ จากจำนวนนักเรียน

ชั้นละ ๓๐ คน ซึ่งก็ใกล้เคียงเป็นเปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกับ ๒๓.๓๓ %, ๔๓.๓๓ % และ ๕๐.๐๐ % ตามลำดับ แสดงว่าจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าถึงปีที่เจ็ดที่ได้คะแนนจากการทดสอบตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป มีจำนวนมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มนั้น ๆ

๓. คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า ประถมศึกษาปีที่หกและ ประถมศึกษาปีที่เจ็ด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ แสดงว่าความสามารถในการเรียนวิชาการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าถึงปีที่เจ็ด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๔. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ แต่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ แสดงว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด มีความสามารถในการเรียนวิชาการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าและปีที่หก

สรุปผลการทดลอง

๑. ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยตั้งเกณฑ์ไว้ว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำข้อทดสอบตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไป และจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ ๕๐ % ขึ้นไปมีจำนวนไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนนักเรียนในกลุ่ม ถือว่า นักเรียนในชั้นของกลุ่มตัวแผนั้น มีความสามารถเพียงพอในการเรียนวิชาการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองตามเนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากผลการทดลองสรุปได้ว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า ประถมศึกษาปีที่หก และประถมศึกษาปีที่เจ็ด มีความสามารถเพียงพอที่จะเรียนวิชาการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

๒. ในการตัดสินใจว่า ควรสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นในชั้นใด ผู้วิจัยตั้งเกณฑ์ไว้ ดังต่อไปนี้ คือ

ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสามชั้นเป็น กลุ่ม ก. กลุ่ม ข. และ กลุ่ม ค.

๒.๑ ถ้ากลุ่ม ก. ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม ข. และกลุ่ม ค. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถือว่า ควรสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นแก่นักเรียนในชั้นที่มีกลุ่ม ก. เป็นตัวแทน

๒.๒ ถ้า กลุ่ม ก. และกลุ่ม ข. ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม ค. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่ม ก. มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ข. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่ม ข. เป็นนักเรียนในชั้นที่ต่ำกว่ากลุ่ม ก. ถือว่าควรสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นแก่นักเรียนในชั้นที่มีกลุ่ม ข. เป็นตัวแทน

๒.๓ ถ้ากลุ่ม ก. กลุ่ม ข. และกลุ่ม ค. ได้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่ม ค. เป็นนักเรียนในชั้นที่ต่ำที่สุด ถือว่าควรสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นแก่นักเรียนในชั้นที่มี กลุ่ม ก. เป็นตัวแทน

อนึ่ง ในการสรุปว่า ควรสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นในชั้นใด จะต้องถือเกณฑ์ที่กล่าวไว้ในข้อ ๑ ประกอบด้วย

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าควร เริ่มสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นในชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด

อภิปรายผลการทดลอง

ผลการทดลองสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นในชั้นประถมศึกษาตอนปลายปรากฏว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีความสามารถเพียงพอที่จะเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นตามเนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ผลการทดลองครั้งนี้ยังสอดคล้องตามทฤษฎีของ เดียเจท์ เกี่ยวกับการทางสติปัญญาของ เด็ก (Dececco, 1967 . 264 - 265) ซึ่งกล่าวว่า เด็กอายุระหว่าง ๑๑ - ๑๕ ปี มีพัฒนาการทางความคิดเชิงตรรกศาสตร์ ก็จะสามารถที่จะศึกษา เหตุผลที่เป็นแบบแผนได้

ผลการทดลองครั้งนี้ ปรากฏว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าไค้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ ๕๓.๖๗ % นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หกไค้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ ๕๖.๕๘ % และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ดไค้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ ๕๖.๖๗ % นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ดซึ่งไค้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด มีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียน วิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นสูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หกและปีที่ห้า และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าซึ่งไค้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด มีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียน วิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นต่ำกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก ซึ่งสอดคล้อง กับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจจะ แบ่งขาวากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ดไม่ประสบ การณ์และรู้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก และปีที่ห้า

การวิจัยในประเทศไทยโดยทั่วไปแสดงให้เห็นว่า เด็กใน เมืองหลวงมี ลำดับขั้นของพัฒนาการ ตามทฤษฎีของเพียเจท์ (UNESCO, 1972 : 52) และ ออปเปอร์ (Oppen, 1971 : 265) ไค้ทำการวิจัยพบว่า เด็กไทย ที่ เป็นเด็กชนบทมีขั้นตอนการ พัฒนาการตามทฤษฎีของเพียเจท์ ช้ากว่าเด็กใน เมืองหลวง ๒ - ๓ ปี ดังนั้นผลการวิจัยของออปเปอร์จึงสนับสนุนผลการทดลอง ในครั้งนี้ ที่ไค้สรุปว่า ควร เริ่มสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นในชั้นประถม ศึกษาปีที่เจ็ด ทั้งนี้เพราะว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนที่อยู่ใน ชนบท และข้อสรุปนี้ ยังสอดคล้องกับความบกพร่องของเรทเซอ (Retzer, 1967 : 707 - 710) ที่ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ไว้ว่า ควรจัดวิชาตรรกศาสตร์เข้า เป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรของนักเรียนเกรด ๗ ซึ่ง เฝียบเท่ากับประถมศึกษาปีที่เจ็ด จึงจะ เกิดผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาที่สูง และจะทำให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในทุกด้าน เพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษากันว่าครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังต่อไปนี้

ก. ขอเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงหลักสูตรและส่งเสริมการสอน
คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตอนปลาย

๑. ควรบรรจุเนื้อหาวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นไว้ในหลักสูตร ระดับประถมศึกษาตอนปลาย เพื่อเป็นพื้นฐานที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และ

ความเข้าใจในคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง

๒. ควรส่งเสริมให้ติดตั้งสื่อประกอบการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และควรจัดทำคู่มือการสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นสำหรับครู ตลอดจนการจัดอบรมครูคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เพื่อให้ครูคณิตศาสตร์ทุกคนมีความรู้พื้นฐานทางตรรกศาสตร์สัญลักษณ์อย่างเพียงพอ ในอันที่จะสอนเด็กให้เข้าใจได้เป็นอย่างดี

ข. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

๑. ควรมีการทดลองสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นนี้ในระดับประถมศึกษาตอนปลาย ซ้ำอีก เพื่อตามติดแน่นอนยิ่งขึ้น

๒. ควรทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนตรรกศาสตร์กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนตรรกศาสตร์

๓. ควรทดลองสอนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น แก่นักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น โดยปรับปรุงเนื้อหาวิชาและวิธีสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียนในระดับนี้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล โรงพิมพ์วัฒนาพานิช ๒๕๐๕, ๔๕๖ หน้า.

จำตรี เมื่อนาโพธิ์และชัยวัฒน์ ปานพลอย Symbolic Logic โรงพิมพ์นิยมวิทยา ๒๕๑๒, ๑๑๔ หน้า.

ร ๕๐

ประเพิน มหาชน วิธีการสอนคณิตศาสตร์แผนใหม่ในชั้นประถมศึกษา โรงพิมพ์การศาสนา ๒๕๑๒, ๑๐๔ หน้า.

ไวยรัตน์ กองกิตติไพศาล การใช้ตรรกศาสตร์ในการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ปรินญาณินท์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๓, ๗๐ หน้า.

กรมัย พูลสวัสดิ์ พื้นฐานของคณิตศาสตร์แผนใหม่ Logic and Sets โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีเนติศึกษา ๒๕๐๕, ๒๒๗ หน้า.

ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมวิชาการ รายงานการสัมมนาครูคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา แผนกการนิเทศวิทยายุทธสวนสุนันทา ๒๕๐๕, ๑๐๔ หน้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การสัมมนาวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างวันที่ ๑๕ - ๒๒ พฤษภาคม ๒๕๑๕ โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๖, ๑๒๒ หน้า.

สุชาติ รัตนกุล คณิตศาสตร์แผนปัจจุบัน เล่ม ๑ พิมพ์ครั้งที่ ๒ โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๖, ๑๐๒ หน้า.

สุชาติ รัตนกุล คณิตศาสตร์แผนปัจจุบัน เล่ม ๒ พิมพ์ครั้งที่ ๓ โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๔, ๑๑๔ หน้า.

สุเทพ จันทรสมศักดิ์ คณิตศาสตร์ศึกษา ศึกษาวัฒนา ๒๕๑๗, ๑๐๑ หน้า.

สุเทพ จันทรสมศักดิ์ ตรรกวิทยาเบื้องต้น โรงพิมพ์ประชาชน ๒๕๑๖, ๗๖ หน้า.

สุวรรณ มุ่งเกษม พัฒนาการของการศึกษาทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ปรินญาณินท์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๓, ๑๓๒ หน้า.

- Aichele, Douglas B., and Rey , Robert E., Reading in Secondary School Mathematics, Prindle Weber and Schmidt, Inc., Boston, 1971, 523 pp.
- Anastasi, Anne, Psychological Testing, 2nd Edition, The Macmillan Company, New York, 1961, 657 pp.
- Brockman, Harold William, "A Critical Study of Use of The Term Necessary and Sufficient Conditions in Teaching of Mathematics", Dissertation Abstract, 24 : 193 - 194, July, 1963.
- Dececco, John P., The Psychology of Languages Thought and Instruction: Reading, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1967, 446 pp.
- Dinkines, Flora, Introduction to Mathematical Logic, Meredith Publishing, Company, New York, 1964, 122 pp.
- Elder, Harvey Lynn, "The Effective of Teaching Certain Concept of Logic to College Algebra Students on Verbalizations of Discovered Mathematical Generalization", Dissertation Abstract, 29, 7 : 2522 - B, January, 1969.
- Eves, Howard. and Newsom, Carroll V., An Introduction to the Foundations and Fundamental Concepts of Mathematics, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1957, 363 pp.
- Fan, Chung - Teh, Item Analysis Table, Educational Testing Service, Princeton, New Jersey, 1952, 32 pp.
- Fehr, Howard F., "Reform of Mathematics Education Around the World", The Mathematics Teacher, 58 : 37 - 44, January, 1965.
- Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Education, McGraw-Hill, New York, 1966, 446 pp.
- Freund, John E., Mathematical Statistics, Prentice - Hall, Inc., New Jersey, 1962, 390 pp.
- Garrett, Henry E., Statistics in Psycnology and Education, Longman Green and Co., New York, 1958, 478 pp.
- Grossnickle, F.E., L.J. Brueckner, and Reckzeh, John, Discovering Meanings in Elementary School Mathematics, 5th ed., Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York, 1968, 470 pp.

Gulliksen, Harold. Theory of Mental Test, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1950, 486 pp.

Hendrickson, Dean. "Why Do We Teach Mathematics?", The Mathematics Teacher, 67 : 468 - 470, May, 1974.

Jeffryis, James. "Let's Play Wff's Proof", The Mathematics Teacher, 62 : 113 - 117, March, 1969.

X Kaper, J.N., "Some Recent Effect of Improvement of School in India", The Mathematics Teacher, 61 : 321 - 327, March, 1968.

Kemeny, T.G., "Which Subject in Modern Mathematics and Which Application in Modern Mathematics Can Find the Place in Programs of Secondary School Instruction ?", The American Mathematical Monthly, 72 : 898. October, 1965.

Kramer, Klaas, The Teaching of Elementary School Mathematics, Allyn and Bacon, Inc., Boston, 1966, 432 pp.

X Lick, W. Dale, "Why not Mathematics", The Mathematics Teacher, 64 : 85 - 90, January, 1971.

Maslova, G.G., and Marknshevit, A.I., "Mathematics in the School of U.S.S.R.". The Mathematics Teacher, 62 : 231 - 237, March, 1969.

/ Meserve, Bruce E., "Implication for The Mathematics Curriculum", Insight into Modern Mathematics, N.C.T.M., 1957, 440 pp.

Micheels, William J., and Karnes, M. Ray, Measuring Educational Achievement, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1950, 496 pp.

National Institute for Education Research, First Educational Research Workshop on Mathematics Teaching at First Level Education in Asia, Final Report, Tokyo Press Company Limited, Tokyo, 1969, 90 pp.

Newsom, Carroll V., Mathematical Discourse, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1964, 121 pp.

Oppen, P. Sylvia, Intellectual Development in Thai Children, Doctor's Thesis, Faculty of the Graduate School, Cornell University, Cornell, 1971, 325 pp.

- Poincaré, Henri, "Mathematical Definitions and Teaching", The Mathematics Teacher, 62 : 295 - 305, April, 1969.
- Retzer, Kenneth L., "Effect of Teaching Concept of Logic on Verbalization of Discovered Mathematical Generalization", The Mathematics Teacher, 60 : 707 - 710, November, 1967.
- Southeast Asian Ministers of Education Organization, Regional Cooperation Through SEAMEO, SEAMEO, 1974, 30 pp.
- Sterling, Theodor D., and Pollack, Seymour V., Introduction to Statistical Data Processing, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1968, 633 pp.
- UNESCO, UNICEF, and CEDO, Asian Expert Seminar on the Development of Science and Mathematics Concepts in Children, 29 May-10 June 1972, Final Report, Unesco Regional Office for Education in Asia, Bangkok, 102 pp.
- William, J.D., "Mathematics Reform in the Primary School", International Studies in Education, Unesco Institute for Education, Hamberg, 1967, 130 pp.

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้การรกรากศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรกรรศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้ ให้นักเรียนพยายามทำให้เสร็จทุกข้อภายในกำหนดเวลา 1 ชั่วโมง
2. (ก) ข้อ 1 - 33 เป็นคำถามแบบเลือกตอบ คำถามแต่ละข้อมีตัวเลือก 4 ตัว คือ ข้อ ก. ข. ค. และ ง. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว นักเรียนเลือกคำตอบข้อใดให้กาเครื่องหมาย $\times$ ทับตัวอักษรที่กำกับคำตอบนั้น ในแผ่นกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

(๐) ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง

ก. $1 + 2 = 4$

ข. $1 + 1 = 3$

ค. $2 + 2 = 4$

ง. $2 + 3 = 4$

ข้อนี้คำตอบที่ถูกต้องคือ $2 + 2 = 4$ ซึ่งตรงกับข้อ ก. ดังนั้นนักเรียน
ต้องกาเครื่องหมาย $\times$ ในกระดาษคำตอบดังนี้

(๐) ก. ข. ~~ค.~~ ง.

(ข) ข้อ 34 - 40 คำถามแต่ละข้อมีเหตุผล ให้นักเรียน
เขียนเครื่องหมาย $\checkmark$ หน้าข้อที่สมเหตุสมผล และเขียนเครื่องหมาย $\times$ หน้าข้อที่ไม่สมเหตุสมผล ในกระดาษคำตอบ

3. ถ้าต้องการทดเลข ก็ให้ทกลงในแผ่นกระดาษว่างที่แนบมาให้
โปรดอย่าขีดเขียนใด ๆ ลงบนแบบทดสอบ

(ก) ข้อ 1 – 33 คำถามแบบเลือกตอบ

1. คำกล่าวใดต่อไปนี้ไม่จริง

- ก. มุม A กว้างกว่า
- ข. จงหาค่า มีกฎธรรม ถือความสัตย์
- ค. สามเหลี่ยมรูปหนึ่ง
- ง. บางเส้นอยู่ในกรุงเทพมหานคร

2. คำกล่าวใดต่อไปนี้ไม่จริง

- ก. $2 + 3 = 7$
- ข. $1 + 2 = 3$
- ค. เขาควรทำการบ้าน
- ง. จงดู 2 และ 4 เขาคอยกัน

3. ข้อใดต่อไปนี้ไม่จริง

- ก. ถ้าวันนี้ฝนตก ดังนั้น ฉันอยู่บ้าน
- ข. 3 ไม่น้อยกว่า 2
- ค. สามเหลี่ยมเป็นรูปที่ประกอบด้วยด้านสามด้าน
- ง. คุณพ่อและคุณแม่ไปทำงาน

4. ข้อใดต่อไปนี้ไม่จริง

- ก. 7 มากกว่า 5
- ข. ผลบวกของ 2 กับ 3 เท่ากับ 5
- ค. ปลาทะเลทรายกว่าปลาน้ำจืด
- ง. 2 นวกกับ 4 ไม่เท่ากับ 5

5. ข้อใดต่อไปนี้ไม่จริง

- ก. $4 \times 3 = 6$
- ข. $2 + 3 = 3 + 2$
- ค. $3 + 3 = 9 = 3 \times 3$
- ง. $3x + 2y = 8$

6. กำหนดให้ Λ แทนประพจน์ "3 มากกว่า 2"

ข้อใดต่อไปนี้ประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ $\sim \Lambda$

ก. 2 มากกว่า 3

ข. 2 ไม่มากกว่า 3

ค. ~~3 ไม่มากกว่า 2~~

ง. 3 มากกว่า 2 หรือไม่

7. กำหนดให้ P แทนประพจน์ "นกมีปีก"

และ Q แทนประพจน์ "แมวมีหาง"

ข้อใดต่อไปนี้ประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ $P \wedge Q$

ก. ~~นกมีปีก และแมวมีหาง~~

ข. นกมีปีก หรือ แมวมีหาง

ค. ถ้า นกมีปีก แล้ว แมวมีหาง

ง. นกมีปีก ก็ต่อเมื่อ แมวมีหาง

8. กำหนดให้ X แทน " $2 + 2 = 4$ "

และ Y แทน " $3 + 2 = 6$ "

ข้อใดต่อไปนี้ประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ " $2 + 2 = 4$ หรือ $3 + 2 = 6$ "

ก. ~~$X \vee Y$~~

ข. $X \wedge Y$

ค. $X \longrightarrow Y$

ง. $X \longleftrightarrow Y$

9. กำหนดให้ X แทน "คนเดิน"

และ Y แทน "สุนัขวิ่ง"

ข้อใดต่อไปนี้ประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ $X \longrightarrow Y$

ก. คนเดิน และ สุนัขวิ่ง

ข. คนเดิน หรือสุนัขวิ่ง

ค. ~~ถ้า คนเดิน แล้ว สุนัขวิ่ง~~

ง. คนเดิน ก็ต่อเมื่อ สุนัขวิ่ง

10. กำหนดให้ E แทน "นกบิน"

และ F แทน "นกมีปีก"

ข้อใดต่อไปนี้ เป็นสัญลักษณ์ที่เขียนแทนประพจน์ "นกบิน ก็ต่อเมื่อ นกมีปีก"

ก. $E \vee F$

ข. $E \wedge F$

ค. $E \longrightarrow F$

ง. $E \longleftrightarrow F$

11. กำหนดให้ A แทน " $2 + 3 = 5$ "

ข้อใดต่อไปนี้ เป็นประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ $\sim (\sim A)$

ก. $2 + 3 \neq 5$

ข. $5 \neq 2 + 3$

ค. ไม่เป็นจริงที่ว่า $2 + 3 = 5$

ง. ไม่เป็นจริงที่ว่า $2 + 3 \neq 5$

12. กำหนดให้ A แทน "ไฟร้อน"

และ B แทน "โลกแบน"

ข้อใดต่อไปนี้ เป็นประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ $A \wedge \sim B$

ก. ไฟร้อน หรือ โลกไม่แบน

ข. ไฟไม่ร้อน หรือ โลกไม่แบน

ค. ไฟร้อน และ โลกไม่แบน

ง. ไฟไม่ร้อน และ โลกไม่แบน

13. กำหนดให้ P แทน "หนูมีหาง"

และ Q แทน "หนูมีขา"

ข้อใดต่อไปนี้ เป็นประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ $\sim (P \wedge Q)$

ก. ไม่เป็นจริงที่ว่า หนูมีหางและหนูมีขา

ข. หนูไม่มีหาง และหนูมีขา

ค. หนูมีหาง และหนูไม่มีขา

ง. หนูไม่มีหางและหนูไม่มีขา

14. กำหนดให้ R แทน " $2 + 1 = 3$ "

และ S แทน " $3 + 4 = 7$ "

ข้อใดต่อไปนี้ประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ $\sim R \vee S$

ก. $2 + 1 \neq 3$ หรือ $3 + 4 \neq 7$

ข. ~~$2 + 1 \neq 3$ หรือ $3 + 4 = 7$~~

ค. $2 + 1 = 3$ หรือ $3 + 4 \neq 7$

ง. $2 + 1 \neq 3$ และ $3 + 4 = 7$

15. กำหนดให้ A แทน "นกมีหู"

B แทน "หนูมีปีก"

และ C แทน "งูมีขา"

ข้อใดต่อไปนี้ประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ $(A \wedge B) \vee C$

ก. นกมีหู และงูมีขาหรือหนูมีปีก

ข. นกมีหู หรืองูมีขา และหนูมีปีก

ค. นกมีหู หรือหนูมีปีก และงูมีขา

ง. ~~นกมีหู และหนูมีปีก หรืองูมีขา~~

16. กำหนดให้ A แทน "นายวิริตอมน้ำ"

และ B แทน "อากาศหนาว"

ข้อใดต่อไปนี้ประพจน์ที่เขียนแทนประพจน์ "นายวิริตอมน้ำ ก็ต่อเมื่ออากาศไม่หนาว"

ก. $A \longrightarrow \sim B$

ข. $\sim A \longrightarrow B$

ค. ~~$A \longleftrightarrow \sim B$~~

ง. $\sim A \longleftrightarrow B$

17. กำหนดให้ X แทน "สมศรีกางร่ม"

Y แทน "ฝนตก"

และ Z แทน "แดดออก"

ข้อใดต่อไปนี้ประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ $X \longrightarrow Y \vee Z$

ก. ถ้าสมศรีกางร่ม แล้วฝนตก และแดดออก

ข. ☒ ถ้าสมศรีกางร่ม แล้วฝนตก หรือแดดออก

ค. ถ้าฝนตก หรือแดดออก แล้วสมศรีกางร่ม

ง. สมศรีกางร่ม ก็ต่อเมื่อ ฝนตกหรือแดดออก

18. กำหนดให้ X แทน "นายแดง เปียก"

Y แทน "นายแดงอาบน้ำ"

และ Z แทน "ฝนตก"

ข้อใดต่อไปนี้ประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์

"นายแดง เปียกก็ต่อเมื่อนายแดงอาบน้ำหรือฝนตก"

ก. ☒ $X \longleftrightarrow Y \vee Z$

ข. $X \longleftrightarrow Y \wedge Z$

ค. $X \longrightarrow Y \vee Z$

ง. $X \longrightarrow Y \wedge Z$

19. กำหนดให้ M แทน "2 เป็นเลขคู่"

N แทน "3 เป็นเลขคี่"

และ O แทน "1 เป็นเลขคี่"

ข้อใดต่อไปนี้ประพจน์ที่เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์

"ถ้า 2 เป็นเลขคู่แล้ว 3 เป็นเลขคี่ก็ต่อเมื่อ 1 เป็นเลขคี่"

ก. $M \longleftrightarrow N \longrightarrow O$

ข. ☒ $M \longrightarrow N \longleftrightarrow O$

ค. $N \longrightarrow M \longleftrightarrow O$

ง. $N \longleftrightarrow M \longrightarrow O$

20. ข้อใดต่อไปนี้ทำให้ $\sim A$ เป็นเท็จ

- ก. ~~A~~ เป็นจริง
- ข. A เป็นเท็จ
- ค. A ไม่เป็นจริงและไม่เป็นเท็จพร้อม ๆ กัน
- ง. A เป็นจริงและเท็จพร้อม ๆ กัน

21. ข้อใดต่อไปนี้¹เป็นจริง

- ก. 3 ไม่มากกว่า 2
- ข. 2 ไม่น้อยกว่า 3
- ค. ~~2~~หาร 9 ไม่ลงตัว
- ง. 3 หาร 9 ไม่ลงตัว

22. ข้อใดต่อไปนี้¹เป็นจริง

- ก. $1 + 1 = 2$ และ $2 + 5 = 6$
- ข. ~~$2 + 3 = 5$~~ และ $3 + 4 = 7$
- ค. $1 + 3 = 5$ และ $2 + 2 = 4$
- ง. $2 + 1 = 4$ และ $2 + 4 = 5$

23. ข้อใดต่อไปนี้¹ทำให้ $A \vee B$ เป็นเท็จ

- ก. A เป็นจริง และ B เป็นจริง
- ข. A เป็นจริง และ B เป็นเท็จ
- ค. A เป็นเท็จ และ B เป็นจริง
- ง. ~~A~~ เป็นเท็จ และ B เป็นเท็จ

24. ข้อใดต่อไปนี้¹ทำให้ $A \longrightarrow B$ เป็นเท็จ

- ก. A เป็นจริง และ B เป็นจริง
- ข. ~~A~~ เป็นจริง และ B เป็นเท็จ
- ค. A เป็นเท็จ และ B เป็นจริง
- ง. A เป็นเท็จ และ B เป็นเท็จ

25. ข้อใดต่อไปนี้ทำให้ $A \leftrightarrow B$ เป็นเท็จ

- ก. A เป็นจริง และ B เป็นจริง
- ข. A เป็นเท็จ และ B เป็นเท็จ
- ค. A และ B มีค่าความจริงเหมือนกัน
- ง. ~~A และ B มีค่าความจริงต่างกัน~~

26. ตัวเชื่อมใดต่อไปนี้ที่คลุมความมากที่สุด

- ก. $\sim$
- ข. $\wedge, \vee$
- ค. $\longrightarrow$
- ง. ~~$\longleftrightarrow$~~

27. ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง

- ก. ~~แมวไม่มีปีก และนกมีปีก~~
- ข. แมวมีหาง และนกไม่มีปีก
- ค. แมวไม่มีหาง และนกมีปีก
- ง. แมวไม่มีหาง และนกไม่มีปีก

28. ข้อใดต่อไปนี้จริง

- ก. น้ำไม่เป็นของเหลว และหินไม่เป็นของแข็ง
- ข. น้ำไม่เป็นของแข็ง และหินไม่เป็นของแข็ง
- ค. น้ำไม่เป็นของเหลว และหินไม่เป็นของเหลว
- ง. ~~น้ำไม่เป็นของแข็ง และหินไม่เป็นของเหลว~~

29. ข้อใดต่อไปนี้จริง

- ก. $2 + 4 = 6$ หรือ $5 + 1 \neq 7$
- ข. $2 + 3 = 4$ หรือ $3 + 4 \neq 5$
- ค. ~~$2 + 2 = 5$ หรือ $3 + 1 \neq 4$~~
- ง. $3 + 4 = 7$ หรือ $1 + 1 \neq 2$

30. ข้อใดต่อไปนี้¹เป็นจริง

- ก. ถ้าโลกกลมแล้วบางเส้น¹ไม่อยู่ในประเทศไทย ✓
 ข. ~~ถ้าโลกไม่กลมแล้วบางเส้น¹อยู่ในประเทศไทย~~
 ค. ถ้าโลกไม่แบนแล้วบางเส้น¹อยู่ในประเทศลาว
 ง. ถ้าโลกไม่แบนแล้วบางเส้น¹ไม่อยู่ในประเทศไทย

31. ข้อใดต่อไปนี้¹เป็นจริง

- ก. $4 - 1 = 3$ ก็ต่อเมื่อ $7 - 5 = 2$ และ $4 - 2 = 3$
 ข. $2 - 1 = 2$ ก็ต่อเมื่อ $7 - 3 = 4$ และ $3 - 1 = 2$
 ค. ~~$5 - 2 = 3$ ก็ต่อเมื่อ $6 - 2 = 3$ และ $4 - 1 = 2$~~
 ง. ~~$4 - 2 = 2$ ก็ต่อเมื่อ $7 - 5 = 2$ และ $3 - 2 = 1$~~

32. กำหนดให้ A เป็นจริง, B เป็นเท็จ และ C เป็นจริง

ข้อใดต่อไปนี้¹เป็นเท็จ

- ก. $\sim B \rightarrow C$
 ข. $A \wedge \sim B$
 ค. $\sim B \vee C$
 ง. ~~$A \leftrightarrow \sim C$~~

33. กำหนดให้ A เป็นเท็จ, B เป็นจริง และ C เป็นเท็จ

ข้อใดต่อไปนี้¹เป็นเท็จ

- ก. $A \wedge B \rightarrow C$
 ข. $A \wedge C \rightarrow B$
 ค. $A \rightarrow B \wedge C$
 ง. ~~$B \rightarrow A \wedge C$~~

(๒) ข้อ 34 - 40 พิจารณาความสมเหตุสมผล

34. เหตุ (1) สุนัขทุกตัวเป็นแมว

(2) แมวทุกตัวเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ผล สุนัขทุกตัวเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ✓



35. เหตุ (1) หมีทุกตัวเป็นช้าง

(2) เสือบางตัวเป็นหมี

ผล เสือบางตัวเป็นช้าง ✓



36. เหตุ (1) นักเรียนทุกคนเป็นคนขยัน

(2) ครูทุกคนเป็นคนขยัน

ผล นักเรียนทุกคนเป็นครู ✗



37. เหตุ (1) ไม่มีชาวไทยคนใดเป็นคนขี้เกียจ

(2) นักเรียนทุกคนเป็นชาวไทย

ผล ไม่มีนักเรียนคนใดเป็นคนขี้เกียจ ✓ ✗



38. เหตุ (1) ไม้ผลไม้นี้คนใดเป็นอาหาร

(2) สัตว์บางชนิดเป็นอาหาร

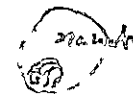
ผล สัตว์บางชนิดเป็นผลไม้ ✗



39. เหตุ (1) ชาวประมงทุกคนเป็นผู้ทำงานหนัก

(2) ชาวบางแสนทุกคนเป็นชาวประมง

ผล ชาวบางแสนทุกคนเป็นผู้ทำงานหนัก ✓



40. เหตุ (1) แมวทุกตัวเป็นนก

(2) ไม่มีไก่ตัวใดเป็นนก

(3) สุนัขทุกตัวเป็นไก่

ผล ไม่มีแมวตัวใดเป็นสุนัข ✓



ภาคผนวก ข.

ตารางแสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ในการเรียนตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้นที่ได้วิเคราะห์แล้ว

ภาคผนวก ข.

ตาราง ข แสดงค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ของแบบทดสอบวัฏจักรสี่จังหวะ
ในการ เรียบเรียงการรบกวนด้วยสัญญาณแบบวงกลมไว้ไว้ เพราะเหตุนี้

ชนิด	P_H	P_L	p	r	Δ
๑	.๙๕	.๙๖	.๖๑	.๓๑	๑๑.๕
๒	.๙๐	.๙๓	.๕๑	.๒๘	๑๓.๕
๓	.๙๑	.๙๑	.๕๕	.๕๐	๑๓.๕
๔	.๙๕	.๙๑	.๕๘	.๕๕	๑๓.๖
๕	.๖๓	.๓๘	.๕๑	.๒๕	๑๒.๕
๖	.๙๕	.๑๗	.๕๕	.๕๘	๑๓.๕
๗	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๕
๘	.๖๗	.๒๑	.๕๓	.๕๗	๑๓.๗
๙	.๙๖	.๒๕	.๕๕	.๕๕	๑๒.๑
๑๐	.๙๖	.๕๖	.๙๒	.๕๕	๑๐.๗
๑๑	.๙๕	.๙๖	.๖๑	.๓๑	๑๑.๕
๑๒	.๙๖	.๒๕	.๖๑	.๖๘	๑๑.๕
๑๓	.๙๖	.๐๘	.๒๕	.๕๘	๑๕.๗
๑๔	.๙๕	.๑๗	.๕๘	.๖๑	๑๓.๖
๑๕	.๙๓	.๑๗	.๕๕	.๖๕	๑๓.๐
๑๖	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๓.๐
๑๗	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๘
๑๘	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๑๙	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๒๐	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๒๑	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๒๒	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๒๓	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๒๔	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๒๕	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๒๖	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๒๗	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๒๘	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๒๙	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑
๓๐	.๙๕	.๒๕	.๕๕	.๕๐	๑๒.๑

ชนิด	P_H	P_L	p	r	Δ
๓๑	.๙๕	.๕๖	.๖๑	.๕๑	๑๑.๓
๓๒	.๙๖	.๖๗	.๕๕	.๕๘	๙.๑
๓๓	.๙๓	.๑๗	.๕๕	.๖๕	๑๓.๐
๓๔	.๙๓	.๑๗	.๖๗	.๖๖	๑๕.๕
๓๕	.๙๖	.๑๓	.๖๗	.๖๓	๑๖.๓
๓๖	.๙๕	.๕๐	.๖๓	.๖๖	๑๑.๗
๓๗	.๙๖	.๕๖	.๙๕	.๖๓	๑๐.๓
๓๘	.๙๕	.๕๖	.๖๗	.๙๑	๑๑.๓
๓๙	.๙๖	.๖๗	.๙๕	.๖๖	๑๕.๕
๔๐	.๙๖	.๑๗	.๖๗	.๖๖	๑๖.๐
๔๑	.๕๐	.๖๖	.๙๕	.๖๖	๑๕.๑
๔๒	.๙๓	.๖๗	.๖๗	.๑๕	๑๕.๕
๔๓	.๙๖	.๑๗	.๖๗	.๑๖	๑๖.๐
๔๔	.๙๕	.๕๐	.๙๑	.๙๕	๑๐.๘
๔๕	.๕๖	.๖๖	.๙๓	.๖๖	๑๕.๗
๔๖	.๙๑	.๕๘	.๖๕	.๑๕	๑๑.๕
๔๗	.๖๗	.๙๖	.๕๕	.๖๖	๑๖.๕
๔๘	.๙๕	.๖๖	.๖๓	.๙๕	๑๑.๗
๔๙	.๙๕	.๕๕	.๖๕	.๖๖	๑๑.๕
๕๐	.๙๕	.๖๗	.๑๑	.๑๕	๑๐.๘

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างบทเรียนที่ผู้วิจัยเรียบเรียงเพื่อใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างบทเรียนที่ผู้วิจัยเรียบเรียง เพื่อใช้ในการวิจัย

เรื่องค่าความจริง

กิจกรรมในการสอน

1. อธิบายความหมายของค่าความจริง
2. อธิบายถึงค่าความจริงของประพจน์เดี่ยว พร้อมทั้งยกตัวอย่างประพจน์เดี่ยวที่มีค่าความจริงเป็นจริงและประพจน์เดี่ยวที่มีค่าความจริงเป็นเท็จประกอบการอธิบาย
3. อธิบายค่าความจริงของประพจน์มีสมิ และอธิบายที่มาของตารางค่าความจริงของประพจน์สมที่ตัวเชื่อม "ไม่" "หรือ" "และ" "ถ้า...แล้ว...." และ "ก็ต่อเมื่อ"
4. ยกตัวอย่างประพจน์สมที่ตัวเชื่อมทั้ง 5 ตัว ให้นักเรียนสำรวจดูว่าประพจน์สมนั้น ๆ มีค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จ

หมายเหตุ ก่อนที่จะเรียนเรื่องนี้ นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับ ประพจน์ ตัวเชื่อมประพจน์ ประพจน์เดี่ยวและประพจน์สม สัญลักษณ์แทนตัวเชื่อมประพจน์ทั้ง 5 ตัวคือ "ไม่" "หรือ" "และ" "ถ้า....แล้ว...." "ก็ต่อเมื่อ" และการเขียนสัญลักษณ์แทนประพจน์สม

เนื้อหา

ค่าความจริงของประพจน์เดี่ยว

จากนิยามของประพจน์หมายถึงประโยคบอกเล่าหรือประโยคปฏิเสธที่เป็นจริงหรือเท็จเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ถ้าที่เป็นจริง และค่าที่เป็นเท็จของประพจน์นี้เรียกว่า ค่าความจริงของประพจน์

ถ้าใช้ตัวอักษร p แทนค่าที่เป็นจริงของประพจน์

และใช้ตัวอักษร q แทนค่าที่เป็นเท็จของประพจน์

ดังนั้น เมื่อพูดถึงประพจน์ ก็หมายถึงค่ากล่าวที่มีค่าความจริงเป็น p หรือมีค่าเป็น q ก็มีค่าความจริงเป็น q แต่ประพจน์จะมีค่าความจริงเป็นทั้ง p และ q พร้อม ๆ กันในสถานการณ์เดียวกันนั้นไม่ได้

ประพจน์เดี่ยวประพจน์ใดที่เป็นจริง เรียกประพจน์เดี่ยวนั้นว่ามีค่าความจริงเป็นจริง หรือ จ

ส่วนประพจน์เดี่ยวประพจน์ใดที่เป็นเท็จ เรียกประพจน์เดี่ยวนั้นว่ามีค่าความจริงเป็นเท็จ หรือ ท

ตัวอย่างเช่น พิจารณาประพจน์เดี่ยว " $1 + 1 = 2$ " จะเห็นว่าประพจน์เดี่ยวนี้เป็นจริง ดังนั้นประพจน์เดี่ยวนี้นี้จึงมีค่าความจริงเป็น จ

ส่วนประพจน์เดี่ยว " 2 มากกว่า 3 " จะเห็นว่า ประพจน์เดี่ยวนี้เป็นเท็จ ดังนั้น ประพจน์เดี่ยวนี้นี้จึงมีค่าความจริงเป็น ท

ค่าความจริงของประพจน์ผสม

เนื่องจากประพจน์ผสมเกิดจากการ เชื่อมประพจน์เดี่ยวด้วยตัวเชื่อมต่าง ๆ ดังนั้นในการหาค่าความจริงของประพจน์ผสม (จ หรือ ท) จะต้องหาค่าความจริง (จ หรือ ท) ของประพจน์เดี่ยวซึ่งเป็นส่วนประกอบของประพจน์ผสมนี้เสียก่อน แล้วจึงจะหาค่าความจริงของประพจน์ผสมซึ่งมีค่าตามตัวเชื่อมที่ปรากฏอยู่นั้น จึงจะได้แยกกล่าวถึงค่าความจริงของประพจน์ผสมที่เกิดจากตัวเชื่อมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ค่าความจริงของประพจน์ผสมที่มีตัวเชื่อม "ไม่"

ถ้ากำหนดให้ A แทนประพจน์ " 3 น้อยกว่า 4 " จะเห็นว่าประพจน์ A เป็นจริง นั่นคือ A มีค่าความจริงเป็น จ

ดังนั้น $\sim A$ แทนประพจน์ " 3 ไม่น้อยกว่า 4 " ซึ่งเป็นประพจน์เท็จ นั่นคือ $\sim A$ มีค่าความจริงเป็น ท

ถ้ากำหนดให้ A แทนประพจน์ "โลกแบน" จะเห็นว่าประพจน์ A เป็นเท็จ นั่นคือ A มีค่าความจริงเป็น ท

ดังนั้น $\sim A$ แทนประพจน์ "โลกไม่แบน" ซึ่งเป็นประพจน์จริง นั่นคือ $\sim A$ มีค่าความจริงเป็น จ

จากตัวอย่างดังกล่าวสรุปได้ว่า ถ้าประพจน์ A มีค่าความจริงเป็น จ แล้วประพจน์ $\sim A$ มีค่าความจริงเป็น ท และถ้าประพจน์ A มีค่าความจริงเป็น ท แล้วประพจน์ $\sim A$ มีค่าความจริงเป็น จ

จากข้อความดังกล่าว เราสามารถเขียนตารางซึ่งเรียกว่า ตาราง
ค่าความจริงของ $\sim A$ ได้ดังนี้

	A	$\sim A$
กรณีที่ 1	จ	ท
กรณีที่ 2	ท	จ

ตารางที่ 1

2. ค่าความจริงของประพจน์สมทบตัวเชื่อม "หรือ"

สมมุติว่าในการเข้าชมภาพยนตร์ของโรงภาพยนตร์แห่งหนึ่งมีเงื่อนไขว่า
ผู้ที่จะเข้าชมภาพยนตร์ได้นั้น "จะต้องมีเงินหรือมีบัตรชมภาพยนตร์" และขอสมมุติต่อไปว่า
นายแดง เป็นผู้ที่เข้าชมภาพยนตร์ของโรงภาพยนตร์แห่งนั้น เพื่อความสะดวกจะใช้
ตัวอักษร A และ B แทนกล่าวต่อไปนี้

กำหนดให้ A แทนประพจน์ "นายแดงมีเงิน"

และ B แทนประพจน์ "นายแดงมีบัตรชมภาพยนตร์"

ดังนั้นประพจน์ $A \vee B$ คือ "นายแดงมีเงินหรือนายแดงมีบัตรชมภาพยนตร์"

ต่อไปจะพิจารณาว่า มีกรณีใดบ้างที่นายแดงมีสิทธิ์เข้าชมภาพยนตร์ได้ นั่นคือ
จะพิจารณาว่า มีกรณีใดบ้างที่ $A \vee B$ จะเป็นจริง หรือมีค่าความจริงเป็น จ ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ถ้านายแดงเป็นผู้ที่มีฐานะการเงินดี นายแดงมีทั้งเงิน และ
บัตรชมภาพยนตร์ นักเรียนทุกคนก็จะยอมรับว่า นายแดงควรจะมีสิทธิ์เข้าชมภาพยนตร์ได้
นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น จ และ B มีค่าความจริง
เป็น จ ทำให้ $A \vee B$ มีค่าความจริงเป็น จ

กรณีที่ 2 ถ้านายแดงมีแต่เงิน ถึงแม้ว่านายแดงจะไม่มีบัตรชมภาพยนตร์ก็ตาม
ตามเงื่อนไขที่วางไว้สำหรับการเข้าชมภาพยนตร์ครั้งนี้ นักเรียนทุกคนที่เข้าใจเงื่อนไขเป็น
อย่างถ่องแท้ ก็จะยอมรับว่า นายแดงควรจะเข้าชมภาพยนตร์ได้

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น จ และ B มีค่าความจริง
เป็น ท ทำให้ $A \vee B$ มีค่าความจริงเป็น จ

กรณีที่ 3 ในทำนองเดียวกันกับกรณีที่ 2 แม้ว่านายแดงจะไม่มีเงินแต่
นายแดงก็มีบัตรชมภาพยนตร์ ตามเงื่อนไขที่วางไว้ นักเรียนทุกคนก็จะยอมรับว่า
นายแดงสามารถเข้าชมภาพยนตร์ได้

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น ท และ B มีค่าความจริงเป็น จ ทำให้ $A \vee B$ มีค่าความจริงเป็น จ

กรณีที่ 4 ซึ่งเป็นกรณีที่สุดท้าย นายแดงเป็นผู้ที่มีฐานะการเงินไม่ถ้อยคือนายแดงไม่มีเงิน และในขณะที่เดียวกันนายแดงก็ไม่มีตัวรวมภาคพจน์ ในกรณีเช่นนี้นักเรียนทุกคนจะต้องยอมรับทั่วถึงกันว่า นายแดงไม่มีสิทธิ์ที่จะเข้าเรียนตามเกณฑ์ได้

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น ท และ B มีค่าความจริงเป็น ท ทำให้ $A \vee B$ มีค่าความจริงเป็น ท

จากตัวอย่างดังกล่าวสรุปได้ว่า ประพจน์ $A \vee B$ มีค่าความจริงเป็น ท ก็ต่อเมื่อ ทั้งประพจน์ A และประพจน์ B มีค่าความจริงเป็น ท เท่านั้น ซึ่งเขียนตารางที่เรียกว่า ตารางค่าความจริงของ $A \vee B$ ได้ดังนี้

	A	B	$A \vee B$
กรณีที่ 1	จ	จ	จ
กรณีที่ 2	จ	ท	จ
กรณีที่ 3	ท	จ	จ
กรณีที่ 4	ท	ท	ท

ตารางที่ 2

3. ค่าความจริงของประพจน์สมที่เชื่อม "และ"

สมมติว่า ในการสอบครั้งหนึ่ง เพื่อคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ปีเงื่อนไขว่า นักเรียนที่จะผ่านการสอบคัดเลือก จะมีสิทธิ์ที่จะเข้าเป็นนักเรียนในโรงเรียนแห่งนี้ "จะต้องสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์และสอบผ่านวิชาภาษาอังกฤษ" นายดำเป็นนักเรียนคนหนึ่งซึ่งสมัครเข้าสอบคัดเลือกในครั้งนั้น ต่อไปนี้จะพิจารณาว่า นายดำจะมีสิทธิ์ที่จะเข้าเรียนในโรงเรียนแห่งนี้ในกรณีใดบ้าง เพื่อความสะดวกให้ A และ B แทนประพจน์ต่อไปนี้

กำหนดให้ A แทนประพจน์ "นายดำสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์"

และ B แทนประพจน์ "นายดำสอบผ่านวิชาภาษาอังกฤษ"

ทั้งนี้ประพจน์ $A \wedge B$ คือ "นายคำสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์และนายคำสอบผ่านวิชาภาษาอังกฤษ"

ในการจะพิจารณาว่า นายคำจะมีสิทธิ์ที่จะเข้าเรียนในโรงเรียนแห่งนี้ ในกรณีใดบ้าง ก็คือ จะพิจารณาว่า ประพจน์ $A \wedge B$ จะเป็นจริงหรือมีค่าความจริงเป็น จ ได้ในกรณีใดบ้าง

กรณีที่ 1 สมมุติว่า นายคำเป็นคนฉลาด สามารถสอบผ่านทั้งวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาภาษาอังกฤษ นักเรียนทุกคนก็จะยอมรับว่า นายคำมีสิทธิ์ที่จะเข้าเรียนในโรงเรียนแห่งนี้ได้อย่างแน่นอน

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น จ และ B มีค่าความจริงเป็น จ ทำให้ $A \wedge B$ มีค่าความจริงเป็น จ

กรณีที่ 2 สมมุติว่านายคำสามารถสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์ แต่ไม่สามารถสอบผ่านวิชาภาษาอังกฤษ ตามเงื่อนไขที่วางไว้ นักเรียนทุกคนก็จะต้องยอมรับ นายคำไม่มีสิทธิ์ที่จะเข้าเรียนในโรงเรียนแห่งนี้ได้

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น จ และ B มีค่าความจริงเป็น ท ทำให้ $A \wedge B$ มีค่าความจริงเป็น ท

กรณีที่ 3 ในทำนองเดียวกันกับกรณีที่ 2 สมมุติว่า นายคำไม่สามารถสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์ แต่นายคำสามารถสอบผ่านวิชาภาษาอังกฤษ นักเรียนทุกคนก็ต้องยอมรับว่า นายคำก็ไม่มีสิทธิ์ที่จะเข้าเรียนในโรงเรียนแห่งนี้

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น ท และ B มีค่าความจริงเป็น จ ทำให้ $A \wedge B$ มีค่าความจริงเป็น ท

กรณีที่ 4 สมมุติว่า นายคำเป็นคนที่ไม่ค่อยเก่ง นายคำไม่สามารถสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์ และในขณะเดียวกัน นายคำก็สอบไม่ผ่านวิชาภาษาอังกฤษ นักเรียนทุกคนก็จะต้องยอมรับว่า นายคำไม่มีสิทธิ์ที่จะเข้าเรียนในโรงเรียนแห่งนี้ได้อย่างแน่นอน

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น ท และ B มีค่าความจริงเป็น ท ทำให้ $A \wedge B$ มีค่าความจริงเป็น ท

ดังนั้น สรุปได้ว่า ประพจน์ $A \wedge B$ จะมีค่าความจริงเป็น $จ$ ก็ต่อเมื่อ
ทั้งประพจน์ A และประพจน์ B มีค่าความจริงเป็น $จ$ เท่านั้น ซึ่งเขียนเป็นตาราง
ที่เรียกว่า ตารางค่าความจริงของ $A \wedge B$ ได้ดังนี้

	A	B	$A \wedge B$
กรณีที่ 1	จ	จ	จ
กรณีที่ 2	จ	ท	ท
กรณีที่ 3	ท	จ	ท
กรณีที่ 4	ท	ท	ท

ตารางที่ 3

4. ค่าความจริงของประพจน์สมมูลที่กล่าวไว้ว่า "ถ้า...แล้ว..."

สมมติว่า ในครอบครัวหนึ่ง พ่อผู้ใหญ่ว่า "ถ้าลูกสอบไล่ได้ 1 แล้วพ่อจะให้
รางวัลแก่ลูก" เมื่อความสะกดกันได้ A และ B แทนประพจน์ดังต่อไปนี้

กำหนดให้ A แทนประพจน์ "ลูกสอบไล่ได้ 1"

และ B แทนประพจน์ "พ่อจะให้รางวัลแก่ลูก"

ดังนั้น ประพจน์ $A \rightarrow B$ คือ "ถ้าลูกสอบไล่ได้ 1 แล้วพ่อจะให้รางวัล
แก่ลูก" เมื่อพิจารณาเห็นว่า พ่อจะทำการให้รางวัลในกรณีใดบ้าง นั่นคือ จะพิจารณาว่า
ประพจน์ $A \rightarrow B$ จะเป็นจริง หรือมีค่าความจริงเป็น $จ$ ในกรณีใดบ้าง

กรณีที่ 1 สมมติว่าเด็กสอบไล่ได้ 1 และเด็กได้รับรางวัล ก็แสดงว่า
พ่อทำตามสัญญา

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น $จ$ และ B มีค่าความจริง
เป็น $จ$ ทำให้ $A \rightarrow B$ มีค่าความจริงเป็น $จ$

กรณีที่ 2 ถ้าหากว่าหลังจากเด็กสอบไล่ได้ 1 แล้ว เด็กไม่ได้รับรางวัล
แสดงว่า พ่อไม่ทำตามสัญญา

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น $จ$ และ B มีค่าความจริง
เป็น $ท$ ทำให้ $A \rightarrow B$ มีค่าความจริงเป็น $ท$

กรณีที่ 3 สมมุติว่าเด็กสอบไล่ไม่ได้ที่ 1 แต่พอถึงท้องให้รางวัลแก่เด็กด้วย ก็แสดงว่าพอเป็นคนรักษากฎของตัวเอง เพราะว่า เด็กมักจะฉลาด และบอกกับพ่อว่า พอไม่ให้พูดว่า ถ้าหากสอบไล่ไม่ได้ที่ 1 แล้วพ่อก็จะไม่ให้รางวัล พ่อให้รางวัลแก่เด็ก ทั้ง ๆ ที่เด็กสอบไล่ไม่ได้ที่ 1 แสดงว่าพ่อก็ไม่ได้อำนาจสัญญา

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น T และ B มีค่าความจริง $F \rightarrow T$ เป็น T ทำให้ $A \rightarrow B$ มีค่าความจริงเป็น T

กรณีที่ 4 สมมุติว่าเด็กสอบไล่ไม่ได้ที่ 1 และเด็กก็ไม่ได้รับรางวัลจากพ่อ เด็กจะบ่นอะไรไม่ไ้ทั้งสิ้น แสดงว่าพ่อก็ไม่ได้อำนาจสัญญา

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น T และ B มีค่าความจริงเป็น F ทำให้ $A \rightarrow B$ มีค่าความจริงเป็น F

ดังนั้น สรุปได้ว่า ประพจน์ $A \rightarrow B$ จะมีค่าความจริงเป็น T ก็ต่อเมื่อ A มีค่าความจริงเป็น T และ B มีค่าความจริงเป็น T ซึ่งจะเขียนเป็นตารางที่ เรียกว่าตารางค่าความจริงของ $A \rightarrow B$ ได้ดังนี้

	A	B	$A \rightarrow B$
กรณีที่ 1	จ	จ	จ
กรณีที่ 2	จ	ท	ท
กรณีที่ 3	ท	จ	จ
กรณีที่ 4	ท	ท	จ

ตารางที่ 4

5. ค่าความจริงของประพจน์สมมูลกันด้วยเครื่องหมาย "ก็ต่อเมื่อ"

สมมุติว่า นายแดงถามนายดำว่า "วันอาทิตย์นี้เราไปเที่ยวบางแสนกันไหม?" นายดำตอบว่า "ผมจะไปเที่ยวบางแสนก็ต่อเมื่อผมมีเงินเท่านั้น" เพื่อความสะดวกให้ A และ B แทนประพจน์ต่อไปนี้

กำหนดให้ A แทน "นายดำไปเที่ยวบางแสน"

และ B แทน "นายดำมีเงิน"

ดังนั้น ประพจน์ $A \leftrightarrow B$ คือ "นายดำไปเที่ยวบางแสนก็ต่อเมื่อนายดำมีเงิน"

ต่อไปจะพิจารณาว่า คำพูดของนายคำจะเป็นจริงในกรณีใดบ้าง นั่นคือ จะพิจารณาว่า ประพจน์ $A \leftrightarrow B$ จะเป็นจริงหรือมีค่าความจริงเป็น จ ในกรณีใดบ้าง

กรณีที่ 1 ถ้านายคำไปเที่ยวบางแสน เพราะนายคำมีเงินจริง ก็แสดงว่า นายคำพูดจริง

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น จ และ B มีค่าความจริงเป็น จ ทำให้ $A \leftrightarrow B$ มีค่าความจริงเป็น จ

กรณีที่ 2 ถ้านายคำไปเที่ยวบางแสน ทั้ง ๆ ที่นายคำไม่มีเงิน ก็แสดงว่า นายคำพูดไม่จริง

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น จ และ B มีค่าความจริงเป็น ท ทำให้ $A \leftrightarrow B$ มีค่าความจริงเป็น ท

กรณีที่ 3 ถ้านายคำไม่ไปเที่ยวบางแสนทั้ง ๆ ที่นายคำมีเงิน ก็แสดงว่า นายคำพูดไม่จริง

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น ท และ B มีค่าความจริงเป็น จ ทำให้ $A \leftrightarrow B$ มีค่าความจริงเป็น ท

กรณีที่ 4 ถ้านายคำไม่ไปเที่ยวบางแสน เพราะนายคำไม่มีเงินจริง ก็ยังแสดงว่า นายคำพูดจริง

นั่นคือ กรณีนี้เป็นกรณีที่ A มีค่าความจริงเป็น ท และ B มีค่าความจริงเป็น ท ทำให้ $A \leftrightarrow B$ มีค่าความจริงเป็น จ

ดังนั้น สรุปได้ว่า ประพจน์ $A \leftrightarrow B$ มีค่าความจริงเป็น จ ก็ต่อเมื่อ ทั้ง A และ B มีค่าความจริงเหมือนกัน นั่นคือ A และ B มีค่าความจริงเป็น จ พร้อม ๆ กัน หรือทั้ง A และ B มีค่าความจริงเป็น ท พร้อม ๆ กัน ซึ่งเขียนเป็นตารางที่เรียกว่า ตารางค่าความจริงของ $A \leftrightarrow B$ ได้ดังนี้

	A	B	$A \leftrightarrow B$
กรณี 1	จ	จ	จ
กรณี 2	จ	ท	ท
กรณี 3	ท	จ	ท
กรณี 4	ท	ท	จ

ตารางที่ 5

ตัวอย่างที่ 1 จงพิจารณาความจริงของประพจน์ต่อไปนี้

" $1 + 3 = 5$ หรือ 3 น้อยกว่า 5 "

นักเรียนจะเห็นว่า ถ้ากำหนดให้ A แทนประพจน์ " $1 + 3 = 5$ " ซึ่งมีค่าความจริงเป็น ท และกำหนดให้ B แทนประพจน์ " 3 น้อยกว่า 5 " ซึ่งมีค่าความจริงเป็น จ

ดังนั้นประพจน์ $A \vee B$ คือ " $1 + 3 = 5$ หรือ 3 น้อยกว่า 5 " และจากการตารางความจริงของประพจน์สมที่มีตัวเชื่อม "หรือ" จะเห็นว่าจากตัวอย่างนี้ตรงกับกรณี 3 ของตารางที่ 2 ดังนั้น $A \vee B$ มีค่าความจริงเป็น จ

นั่นคือ ประพจน์ " $1 + 3 = 5$ หรือ 3 น้อยกว่า 5 " มีค่าความจริงเป็นจริง

ตัวอย่างที่ 2 จงพิจารณาความจริงของประพจน์ต่อไปนี้

"บางแสนอยู่ในจังหวัดชลบุรี และโลกแบน"

ถ้ากำหนดให้ A แทนประพจน์ "บางแสนอยู่ในจังหวัดชลบุรี" ซึ่งมีค่าความจริงเป็น จ และกำหนดให้ B แทนประพจน์ "โลกแบน" ซึ่งมีค่าความจริงเป็น ท

ดังนั้น ประพจน์ $A \wedge B$ คือ "บางแสนอยู่ในจังหวัดชลบุรี และ โลกแบน" และจากตัวอย่างนี้ตรงกับกรณี 2 ของตารางที่ 3 (ตารางค่าความจริงของประพจน์สมที่มีตัวเชื่อม "และ") ดังนั้น $A \wedge B$ มีค่าความจริงเป็น ท

นั่นคือ ประพจน์ "บางแสนอยู่ในจังหวัดชลบุรี และ โลกแบน" มีค่าความจริงเป็นเท็จ

ตัวอย่างที่ 3 จงพิจารณาความจริงของประพจน์ต่อไปนี้

"ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันตกแล้วไฟร้อน"

กำหนดให้ A แทนประพจน์ "ดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันตก"

จะเห็นว่า A มีค่าความจริงเป็น ท และกำหนดให้ B แทนประพจน์ "ไฟร้อน"

จะเห็นว่า B มีค่าความจริงเป็น จ

ดังนั้นจากกรณีที่ 3 ของตารางที่ 4 (ตารางค่าความจริงของประพจน์ผสมที่มีตัวเชื่อม "ถ้า...แล้ว...") สรุปได้ว่า ประพจน์ $A \rightarrow B$ มีค่าความจริงเป็น จ

นั่นคือ ประพจน์ "ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันตกแล้วไฟร้อน" มีค่าความจริงเป็นจริง

ตัวอย่างที่ 4 จงพิจารณาความจริงของประพจน์ต่อไปนี้

"2 มากกว่า 3 ก็ต่อเมื่อ 3 เป็นเลขคู่"

กำหนดให้ A แทนประพจน์ "2 มากกว่า 3" จะเห็นว่า A มีค่าความจริงเป็น ท และกำหนดให้ B แทนประพจน์ "3 เป็นเลขคู่" จะเห็นว่า B มีค่าความจริงเป็น ท

ดังนั้นจากกรณีที่ 4 ของตารางที่ 5 (ตารางค่าความจริงของประพจน์ผสมที่มีตัวเชื่อม "ก็ต่อเมื่อ") สรุปได้ว่า ประพจน์ $A \leftrightarrow B$ นั่นก็คือประพจน์ "2 มากกว่า 3 ก็ต่อเมื่อ 3 เป็นเลขคู่" มีค่าความจริงเป็นจริง