

จดหมายเหตุในการเรียนวิชากรรมาศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ของนิสิตชั้นปีที่ ๑
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประชานมิตร ปทุมวัน และ นางแสน
ปีการศึกษา ๒๕๐๔

ปริญญาโท

ของ

คุณชจาก คุณสวัสดิ์

F 017

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาบัณฑิต สาขาอุดมศึกษาและการฝึกสอน

๒๔ สิงหาคม ๒๕๐๐

คณะกรรมการประจำจังหวัดได้พิจารณาเรื่องข้อนี้แล้ว - เป็นสมควรรับเป็น
ส่วนหนึ่งของงานศึกษาและจัดการบริหารงานตามข้อนี้ ตามความในระเบียบการศึกษาระดับ
รองบริหารวิชาการศึกษาได้

พินิจ วิทพอน ประธาน

ส.ส. วิทพอน กรรมการ

พ.น. ส.ส. วิทพอน กรรมการ

๒๔ สิงหาคม ๒๕๐๐

ประกาศคุณประการ

ในการทำปฏิญานครั้งนี้ ผู้เขียนได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จาก
รองศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ รัชชะเลข หัวหน้าคณะวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์
ซึ่งได้ให้คำแนะนำโดยทั่วไป และกรุณาตรวจแก้ภาษาให้ใช้ ดร.สุชาติ วัฒนกุล หัวหน้า
แผนกวิชาคณิตศาสตร์ ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับการค้นคว้าครั้งนี้เป็นอย่างดี
ตลอดจนกรุณาตรวจแก้ภาษาและวิธีการเขียน ดร.ทองน ละเอียดรัมย์ อาจารย์ประจำคณะ
วิชาวิจัยการศึกษา ได้ให้คำแนะนำในด้านการศึกษาและวิธีการทางสถิติ อาจารย์ นนทิ
ไพโรจน์ และอาจารย์ ภิญญ์ พูลสวัสดิ์ อาจารย์ประจำแผนกวิชาคณิตศาสตร์ ได้ให้
ความช่วยเหลือและแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบและพิมพ์วิชาตรรกศาสตร์ ซึ่งผู้เขียน
ผู้เขียนขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่กล่าวนามมาอ้างเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ดร.เลื่องฟู่ง เจริญราษฎร์ และอาจารย์ประจำ
แผนกวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งอาจารย์แผนกทะเบียน วิทยาลัยวิชาการศึกษา กระทรวง
ปทุมวัน และบางแสน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูลสำหรับการค้นคว้าครั้งนี้.

คุณนวล พูลสวัสดิ์.

สารบัญ

บทที่

หน้า

๑	บทนำ.....	๑
	ภูมิหลัง.....	๑
	ความมุ่งหมายของการค้นคว้า.....	๓
	ความสำคัญของการค้นคว้า.....	๓
	ข้อตกลงเบื้องต้น.....	๔
	ขอบเขตของการค้นคว้า.....	๔
	ความหมายของคำศัพท์ที่ใช้.....	๔
	วิธีดำเนินการค้นคว้า.....	๑๐
	การค้นคว้าอื่นที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้.....	๑๑
๒	การรวบรวมข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....	๒๑
	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล.....	๒๑
	การสร้างแบบทดสอบ.....	๒๑
	การทดลองใช้แบบทดสอบ.....	๒๒
	การหาค่าความเชื่อถือได้ (Reliability)	
	ของแบบทดสอบ.....	๒๓
	ลักษณะโดยทั่วไปของแบบทดสอบ.....	๒๓
	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้า.....	๒๔
	การรวบรวมข้อมูล.....	๒๔
	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....	๓๐
๓	การวิเคราะห์ข้อมูลและผลของการค้นคว้า.....	๓๖
	การจัดกระทำกับข้อมูล.....	๓๖
	การวิเคราะห์ข้อมูลและผลของการค้นคว้า.....	๓๗

ข้อสันนิษฐานในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญญลักษณ์.....	๑๗
ความแตกต่างระหว่างข้อสันนิษฐานในการเรียนวิชา ตรรกศาสตร์สัญญลักษณ์ของนิสิตชายและนิสิตหญิง นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ และ มศ. ๕ แผนกศิลป.....	๔๔
ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ ในวิชาตรรกศาสตร์สัญญลักษณ์และความสามารถ ในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์.....	๔๕
ความสามารถในการใช้แบบทดสอบข้อสมมุติฐานวิชา ตรรกศาสตร์สัญญลักษณ์เป็นตัวแทนายเกรด คณิตศาสตร์ ๑๐๑ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๒ และ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๓.....	๕๐
๔ บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	๕๑
บทย่อ.....	๕๑
สรุปผล และอภิปรายผล.....	๕๔
ข้อเสนอแนะ.....	๕๔
บรรณานุกรม.....	๖๒
ภาคผนวก.....	๖๖
ก. รายละเอียดเกี่ยวกับการคำนวณทางสถิติ.....	๖๗
ข. การวิเคราะห์แบบทดสอบข้อสมมุติฐานวิชาตรรกศาสตร์สัญญลักษณ์.....	๘๖
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบหลังการทดลองไว้ครั้งที่ ๑.....	๘๖
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบหลังการทดลองไว้ครั้งที่ ๒.....	๘๘
ค. แบบทดสอบข้อสมมุติฐานวิชาตรรกศาสตร์สัญญลักษณ์.....	๑๐๑

ง. ตัวอย่างการตอบโต้ผู้เริ่มเข้าใจ concepts ของ equivalence และ valid argument	๑๑๘
จ. ตัวอย่างการพิจารณาความถูกต้อง (Validity) ของสูตร โดยการวิเคราะห์ด้วยเซต.....	๑๒๑
ฉ. ตัวอย่างการใช้ความรู้ทางตรรกศาสตร์ในการพิสูจน์ข้อ ทางคณิตศาสตร์.....	๑๒๒

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

๑	ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกดุมคะแนนสูงและ กดุมคะแนนต่ำ (x) ของข้อทดสอบที่ใช้ในการค้นคว้า.....	๒๔
๒	ลักษณะของแบบทดสอบตอนที่ ๑.....	๒๖
๓	ลักษณะของแบบทดสอบตอนที่ ๒.....	๒๖
๔	จำนวนนิสิตจำแนกประเภทตามเพศและความรู้เดิม.....	๒๘
๕	คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน จาก แบบทดสอบตอนที่ ๑.....	๓๓
๖	คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน จาก แบบทดสอบตอนที่ ๒.....	๔๑
๗	คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน จาก แบบทดสอบทั้งสองตอน.....	๔๒
๘	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑.....	๔๕
๙	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความรู้เดิม.....	๔๕
๑๐	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๒.....	๔๖
๑๑	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบตอนที่ ๒ ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความรู้เดิม.....	๔๗
๑๒	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองตอน..	๔๗
๑๓	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทั้งสองตอนของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความรู้เดิม.....	๔๘
๑๔	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ และ คะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๒.....	๔๘

๑๕	ค่า P_H , P_L , P และ r ของแบบทดสอบฉบับทดลองสอบ ครั้งที่ ๑ ตอนที่ ๑.....	๘๖
๑๖	ค่า P_H , P_L , P และ r ของแบบทดสอบฉบับทดลองสอบ ครั้งที่ ๑ ตอนที่ ๒.....	๘๐
๑๗	ค่า P และ r ของข้อทดสอบที่คัดเลือกจากแบบทดสอบ ฉบับทดลองสอบ ครั้งที่ ๑.....	๘๓
๑๘	ค่า P_H , P_L , P และ r ของแบบทดสอบฉบับทดลองสอบ ครั้งที่ ๒ ตอนที่ ๑.....	๘๔
๑๙	ค่า P_H , P_L , P และ r ของแบบทดสอบฉบับทดลองสอบ ครั้งที่ ๒ ตอนที่ ๒.....	๘๗
๒๐	ค่า P และ r ของข้อทดสอบที่คัดเลือกจากแบบทดสอบ ฉบับทดลองสอบ ครั้งที่ ๒.....	๑๐๐

บัญชีภาค

ภาค

หน้า

๑	การกระจายรองกะแบบจากแบบทดสอบก่อนปี ๑.....	๓๘
๒	การกระจายรองกะแบบจากแบบทดสอบก่อนปี ๒.....	๔๐
๓	การกระจายรองกะแบบจากแบบทดสอบหลังสอบก่อน.....	๔๑

อุบาย

ตรรกศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่าด้วยหลักการของเหตุผล มีกำเนิดมาเก่าแก่ ๓๐๐ ปีมาแล้ว ผู้ที่เฝ้ากำเนิดแก่วิชานี้คือ อริสโตเติล (Aristotle) ซึ่งมีชีวิตอยู่ระหว่างปี ๓๘๔ - ๓๒๒ ก่อนคริสตกาล อริสโตเติลเป็นผู้วางหลักเกณฑ์ของวิชา และได้รวบรวมหลักการของเหตุผลไว้เป็นจำนวนมาก ที่สำคัญได้แก่ หลักของ Deduction * ซึ่งเป็นวิธีการพิสูจน์ความจริงต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ แต่ในสมัยก่อนคริสต์ศตวรรษที่ ๑๘ นั้น ตรรกศาสตร์ยังไม่เป็นเรื่องของปรัชญาและกฎหมาย ภาษาที่ใช้ในตรรกศาสตร์สมัยนั้นเป็นภาษาธรรมชาติซึ่งมีความหมายไม่ชัดเจนหรือรัดกุมเท่าภาษาสัญลักษณ์ เพื่อให้ตรรกศาสตร์เป็นวิชาที่มีหลักเกณฑ์แน่นอน ไม่คลุมเครือ แต่ชัดเจนและรัดกุม จึงได้มีการพัฒนาตรรกศาสตร์ของอริสโตเติลให้เป็นตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ หรือตรรกศาสตร์เชิงคณิตศาสตร์ (Symbolic หรือ Mathematical Logic) นับเป็นตรรกศาสตร์แบบปัจจุบันที่ใช้ภาษาสัญลักษณ์ เลอไนซ์ (Leibniz) นักคณิตศาสตร์และนักดาราศาสตร์ชาวเยอรมันเป็นคนแรกที่พัฒนาตรรกศาสตร์ดังกล่าว และได้วางยี่สิบสองของตรรกศาสตร์แบบที่ใช้ศึกษาในปัจจุบัน ในช่วงปี ค.ศ. ๑๖๒๕ - ๑๖๐๐ นักคณิตศาสตร์คนสำคัญอื่น ๆ ซึ่งมีส่วนพัฒนาวิชานี้ได้แก่ บอร์นูล (George Boole) เดอ มอร์แกน (De Morgan) แซนเดอร์ส เพียร์ส (Sanders Peirce) กอทท็อบ เฟรเก (Gottlob Frege) ปีโน (Peano) เดวิด ฮิลเบิร์ต (David Hilbert) และ แพล เบร์นาย (Paul Bernays) นักคณิตศาสตร์คนนี้ได้มีผลงานเกี่ยวกับตรรกศาสตร์ในสมัยใหม่

* Eves, H., and Houson, C.V., An Introduction to The Foundations and Fundamental Concepts of Mathematics, P. 16

๑ Ibid., pp. 260-261

* ผู้เขียนไม่ได้คำว่า "อุปมา" เนื่องจาก อุปมา หมายถึงวิธีการสอน ที่ใช้ความหมายของ deduction ในตรรกศาสตร์

จุดมุ่งหมาย ๒ ประการ ^๑ คือ

๑. เพื่อศึกษาระบบตรรกศาสตร์ และรวบรวมหลักการของการให้เหตุผลที่ถูกต้อง หรือ
ตามเหตุผลของ

๒. เพื่อนำความรู้ทางตรรกศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับรากฐานของคณิตศาสตร์
ซึ่งเป็นการปรับปรุงรากฐานของคณิตศาสตร์ให้มั่นคงยิ่งขึ้น

Logicism เป็นปรัชญาคณิตศาสตร์ที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งในสมัยปัจจุบัน นักคณิตศาสตร์กลุ่มนี้ยึดถือปรัชญาที่ อัลเบิร์ต ไวท์เฮด และริชเชอ (Whitehead และ Russell) เป็นผู้นำ ^๒ ได้เน้นถึงความสำคัญของตรรกศาสตร์ว่า เป็นวิชาที่ก่อให้เกิดแนวคิดวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งถือว่าเป็นเพียงเครื่องมือของคณิตศาสตร์ และกล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นแขนงวิชาหนึ่งของตรรกศาสตร์เท่านั้น เพราะสามารถเปลี่ยนดังกับและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งแต่ก่อนใช้กันทั่วไป และเหตุผลทางตรรกศาสตร์ได้ ผลงานของนักคณิตศาสตร์กลุ่มนี้ปรากฏอย่างเด่นชัดในหนังสือ "Principia Mathematica" ของไวท์เฮดและริชเชอ ซึ่งแต่งขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวางรากฐานของคณิตศาสตร์ให้มั่นคงยิ่งขึ้น

* คณิตศาสตร์ เป็นระบบนามธรรมซึ่งประกอบด้วย คำที่ไม่ได้นิยาม (Undefined words) คำที่ได้นิยาม (Defined words) และประพจน์ (Propositions) ^๓ ได้แก่ กติกา (Postulates หรือ Axioms) ซึ่งเป็นประพจน์ที่เรายอมรับว่าเป็นจริง โดยไม่สงสัย และเหตุผลซึ่งเป็นประพจน์ที่เราพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริง โดยอาศัยกติกา และหลักการของการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ การขยายตัวของคณิตศาสตร์และปรัชญาที่เกี่ยวเนื่องกับเกิดแขนงวิชาในทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากนั้น เนื่องมาจากการขยายตัวของกติกา และการสร้างเหตุผลใหม่ ๆ โดยการนำของรูปวางตรรกศาสตร์ (Logical consequence) ซึ่งสรุปได้จากเนื้อหาของกติกา และเหตุผลอื่น ๆ ที่มีอยู่เดิม ด้วยเหตุนี้ตรรกศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก

^๑ Stoll, Robert H., Seta, Logic and Axiomatic Theories, P.56

^๒ Op.cit., PP.286-287.

^๓ National Council of Teachers of Mathematics, Insights Into Modern Mathematics, Twenty-third Yearbook, PP. 3, 70.

เนื่องด้วยในปัจจุบันวิชาการแขนงต่าง ๆ มีความจำเป็นต้องใช้ความรู้ใหม่ ๆ ทาง
 ศึกษาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ^๒ ประเด็นต่าง ๆ จึงต้องเป็นแนวทางในการพัฒนาศึกษาศาสตร์
 โดยพิจารณาบรรจุดัชนีศาสตร์แบบปัจจุบันลงในหลักสูตร กับทั้งพิจารณาปรับปรุงเนื้อหาและ
 วิชาการของศึกษาศาสตร์ที่สอนในระดับอุดมศึกษามารวมเรื่อง เพื่อนำมาสอนในระดับมัธยมศึกษา
 หรือประถมศึกษา ดังที่ปรากฏมีโครงการทดลองเพื่อปรับปรุงหลักสูตรและการสอนในศึกษาศาสตร์
 เป็นจำนวนมากทั้งในยุโรปและสหรัฐอเมริกา ที่สำคัญได้แก่ School Mathematics
 Study Group ^๓ ซึ่งเป็นโครงการที่ใหญ่ที่สุดของโครงการทดลองเพื่อปรับปรุงและแก้ไขการ
 ศึกษาศาสตร์ในโรงเรียนระดับต่าง ๆ ของสหรัฐอเมริกา คำว่าศึกษาศาสตร์ที่กระ-
 รวมการของโครงการนี้เรียบเรียงขึ้นทดลองใช้ในโครงการเน้นความสำคัญในโครงสร้างของ
 ศึกษาศาสตร์ (Mathematical structure) การให้เหตุผลแบบ deduction,
 induction และการใช้ภาษาศาสตร์อย่างถูกต้องและรัดกุม ตัวอย่างโครงการทดลอง
 ที่สำคัญอีกโครงการหนึ่งของสหรัฐอเมริกา คือ University of Illinois Committee
 on School Mathematics ^๔ โครงการนี้มุ่งหมายที่จะปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรและวิธี
 สอนศึกษาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา เพื่อให้เด็กเรียนที่จะเข้าศึกษาต่อในชั้นอุดมศึกษาที่มีความรู้
 ทางศึกษาศาสตร์ดีขึ้น หลักสูตรและคำรณศึกษาศาสตร์ของโครงการนี้ได้นำไปทดลองใช้ในโรงเรียน
 ระดับมัธยมศึกษา ในสหรัฐอเมริกาอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างโครงการทดลองเพื่อปรับปรุง
 แก้ไขการสอนวิชาศึกษาศาสตร์ในสถาบันการศึกษาระดับสูงที่มีบทบาทสำคัญ ได้แก่ โครงการทดลองสอนวิชา
 ศึกษาศาสตร์แห่งชาติ ^๕ (National Science Foundation) ซึ่งมุ่งส่งเสริมและสนับสนุน
 การเรียนการสอนวิชาศึกษาศาสตร์ควบคู่ไปกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของต่าง ๆ
 โดยจัดการอบรมและให้การศึกษากับครูศึกษาศาสตร์และครูวิทยาศาสตร์ ในการนี้ยังได้พิจารณา
 ถึงความรู้หรือวิจัย จัดตั้งสำนักข่าวสารวิทยาศาสตร์และพยายามจัดให้มีคำรณต่าง ๆ เพื่อ
 การแลกเปลี่ยนและเผยแพร่ความรู้ทางด้านวิชาการ โครงการทดลองสอนวิชาศึกษาศาสตร์แบบปัจจุบัน

วิจารณ์
 วิจัย
 ๓๐-๓๑-๖๓

^๒ ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ, รายงานการสัมมนาหลักสูตรวิชาศึกษาศาสตร์ระดับ
มัธยมศึกษา, หน้า ๑.๑ - ๑

^๓ Ibid., P. 3.9 - 9.

^๔ Ibid., P. 3.9 - 6.

^๕ Ibid., P. 3.9 - 10.

ระดับมัธยมศึกษาที่มีชื่อเสียงมากโครงการหนึ่งของอังกฤษ คือ The School Mathematics Project ที่ Southampton ^{๑๐} โครงการนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญดังต่อไปนี้

๑. เพื่อปรับปรุงคณิตศาสตร์ให้เป็นวิชาที่น่าสนใจและสนุก
๒. เพื่อให้มีความรู้เรื่องธรรมชาติของคณิตศาสตร์ (Nature of mathematics) และประโยชน์ของคณิตศาสตร์ในโลกปัจจุบัน อีกทั้งส่งเสริมให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น

๓. เพื่อเชื่อมคณิตศาสตร์ในระดับมหาวิทยาลัยให้ต่อเนื่องกับคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา

๔. เพื่อให้เข้าใจความเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบันอันเนื่องมาจากการใช้เครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น

หลักสูตรคณิตศาสตร์ของโครงการนี้เน้นความสำคัญในโครงสร้างของนิสกิต เซต เมตริกซ์ เวกเตอร์ และดังที่เกี่ยวกับการรวมกลุ่ม (Associativity) การสลับที่ (Commutativity) ความสัมพันธ์ (Relation) และกรุป (Groups) นักเรียนจะได้เรียนวิธีการเขียนกราฟของฟังก์ชัน วิธีการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงความโค้ง (Rate of change) และพื้นที่ใต้กราฟโดยการเขียนรูปตั้งแต่ในชั้นมัธยมศึกษา เริ่มเรียนแอลเกบรา ตั้งแต่อายุประมาณ ๑๖ ปี และเรียนพีชคณิตแบบปัจจุบัน (Modern algebra) ในระดับมัธยมศึกษา สำหรับเรขาคณิตให้ศึกษาทฤษฎีบทของยูคลิดน้อยลง และให้ศึกษา Euclidean space เกี่ยวกับ Transformation แทนทฤษฎีบทของยูคลิดส่วนที่หักออกไป เน้นการศึกษาเรขาคณิต ๓ มิติ มากขึ้น เริ่มสอนเรขาคณิตวิเคราะห์และเวกเตอร์ในชั้นมัธยมศึกษาโดยใช้วิธีการทั้งทางพีชคณิต และเรขาคณิต ส่วนทริโกณมิติให้ศึกษา Components, เวกเตอร์ และฟังก์ชันตรีโกณมิติในรูปฟังก์ชันของมุม ศึกษาเรื่องอสมภาค (Inequalities) ทั้งในพีชคณิตและกราฟ สำหรับวิชาสถิติ เน้นในการจัดกระทำกับข้อมูลและการแปลความหมายของข้อมูลมากกว่าเทคนิคในการหาคำนวณค่าทางสถิติ ให้ศึกษา Probability เบื้องต้น เพื่อให้สามารถคิด Compound probability อย่างง่าย โดยวิธี Reduction นอกจากนี้ให้นักเรียนได้ศึกษาการใช้ slide rules และตารางตรีโกณมิติ เพื่อให้สามารถหาคำนวณ

^{๑๐} Ibid., pp. (3.7-1) - (3.7-5)

ได้แก่อย่างและไม่ต้องเวลา ก่อด้วยทั่วไปแล้ว โครงการนี้เน้นหนักในวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematical ideas) มากกว่า เพลิดเพลินในการฝึกทักษะ

การประชุมที่สำคัญเกี่ยวกับการปรับปรุงการศึกษาคณิตศาสตร์ เช่นการประชุมของ

องค์การ OEEC (The Organisation of European Economic Co-operation)

ได้ขยายไปเปลี่ยนเป็นองค์การ OECD (The Organisation of Economic Cooperation and Development) เกี่ยวกับการปรับปรุงการศึกษาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา

ประเทศฝรั่งเศส^{๑๑} ในระหว่างวันที่ ๒๐ พฤศจิกายน ถึง วันที่ ๔ ธันวาคม ๑๙๖๐

การประชุมเกี่ยวกับการสอนเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษา ที่ Arthur ประเทศเยอรมนี^{๑๒} เมื่อปลายเดือนธันวาคม พ.ศ. ๒๕๐๓ และที่ Bologna ประเทศอิตาลี^{๑๓} ในเดือน

ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๐๔ การประชุมระหว่างประเทศเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ ที่ Budapest

ประเทศฮังการี^{๑๔} ระหว่างวันที่ ๒๕ สิงหาคม ถึงวันที่ ๔ กันยายน พ.ศ. ๒๕๐๕ การประชุม

ขององค์การสถาบันการศึกษาชั้นสูงแห่งเอเชียอาคเนย์ (ASAHL) เรื่องการสอนคณิตศาสตร์

ที่ไถ่ถอน ประเทศสาธารณรัฐเวียดนาม^{๑๕} ระหว่างวันที่ ๔ - ๑๑ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๐๕

และการประชุมเรื่องการสอนวิทยาศาสตร์และการศึกษาด้านเทคนิค ๒ เมืองคาร์ลสروه

สาธารณรัฐเนเธอร์แลนด์ อเมริกาใต้^{๑๖} ระหว่างวันที่ ๑๑ - ๒๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๐๖

^{๑๑} เดนาเร คัมพูเซีย "รายงานการปรับปรุงการศึกษาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา" วารสารคณิตศาสตร์ ๔๐ : ๔๔๑-๔๔๔, พ.ศ. ๒๕๐๕.

^{๑๒} Fehr, Howard P., "Reform of Mathematics Education Around The World" Mathematics Teacher, 58:37-44, January, 1965.

^{๑๓} Ibid.

^{๑๔} Ibid.

^{๑๕} ประทีป เจริญเกษมกรีน และ มงคล ชื่นไฉฉฉ "การประชุมเรื่องการสอนคณิตศาสตร์" วารสารคณิตศาสตร์ ๑๐๑ : ๑๐๔-๑๐๖, พ.ศ. ๒๕๐๔. ๑๐๒ : ๑๐๗-๑๐๘.

^{๑๖} ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ, Op.cit., PP. 3.8-1, 3.8-2.

จึงเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์แบบปัจจุบัน และเสนอให้มีการปรับปรุงหลักสูตร
ให้เป็นไปตามแนวโน้มของคณิตศาสตร์แบบปัจจุบัน ซึ่งเน้นในโครงสร้างของหลักสูตร
วิธีการ Deduction ด้วยเช่นกัน จึงกล่าวได้ว่า ธรรมชาติของคณิตศาสตร์ที่
ศาสตร์ในโรงเรียนมาก ไม่เฉพาะแต่ของประเทศในยุโรปและสหรัฐอเมริกาแล้ว
ธรรมชาติของคณิตศาสตร์ในการศึกษาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของทุกประเทศในโลก ^{๑๑}

ในประเทศไทย ปัจจุบันนี้ได้เริ่มมีการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการปรับปรุง
เป็นไปตามแนวโน้มของคณิตศาสตร์แบบปัจจุบันแล้ว โดยที่กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการแต่งตั้งคณะกรรมการขึ้นชุดหนึ่ง ในชื่อว่า "คณะกรรมการวิชา
คณิตศาสตร์" เพื่อวางแผนปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา
ความเหมาะสมบางประการ คณะกรรมการพิจารณาหลักสูตรคณิตศาสตร์นี้ ประชุม
คณะกรรมการ ๑๑ คน ได้มีการประชุมครั้งแรก เมื่อวันที่ ๔ มกราคม ๒๕๐๒
ดำเนินการเป็นชั้น ๆ ตามลำดับ บัดนี้ คณะกรรมการฯ ได้ร่างหลักสูตรฉบับใหม่
แล้ว และอยู่ในระหว่างการทดลองสอนนักเรียนเพื่อพิจารณาคำแนะนำ
ว่า ประเทศไทยจะมีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา
คณิตศาสตร์แบบปัจจุบันในเวลาอีกไม่นานนี้ ส่วนการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับ
วิชาชั้นมัธยมศึกษา วิชา ประถมวิทย์ ปฐมวัย และบางแผน ซึ่งเป็นสถาบัน
ได้ดำเนินการสอนคณิตศาสตร์แบบปัจจุบันเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๕ ปีมาแล้ว
พิจารณาเรื่องนี้ คือ วิชาตรรกศาสตร์ ซึ่ง เป็นวิชาขั้นสูงในทางคณิตศาสตร์
ตามจริง ผู้เขียนมีความสนใจว่า วิชาชั้นนี้ วิชาชั้นวิชาการศึกษา ประถมวิทย์
บางแผน มีส่วนสำคัญในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยหรือไม่ อย่างไร
เกี่ยวกับเรื่องนี้ โดยมีความมุ่งหมายดังต่อไปนี้

๑๑ Fehr, Howard V., Mathematics To-day, P.97

๑๒ ใญ่ภาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ Op.cit., P.1.1 - 2.

ความมุ่งหมายของการค้นคว้า

๑. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีการของนิสิตที่มี ๐
วิทยาดัชนีวิชาการศึกษา ประถมวิเศษ ปทุมวัน และบางเขน ปีการศึกษา ๒๕๐๘ เป็นจำนวน ๖๐
๑.๑ นิสิตที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีการของนิสิตที่มี ๐
๑.๒ นิสิตชายและนิสิตหญิง นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กค. มค.๕ และมหาวิทยาลัย
๑.๓ มค.๕ และมค.๑๒ มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีการของนิสิตที่มี ๐
๒. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์
กับความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
๓. ศึกษาความสามารถในการใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ วิชาตรรกศาสตร์
เป็นตัวแทน เกณฑ์การศึกษา ๐๐ เกณฑ์การศึกษา ๐๐ และเกณฑ์การศึกษา ๐๐

ความสำคัญของการค้นคว้า

เนื่องด้วยตรรกศาสตร์ด้วยวิธีการ เป็นวิชาที่ทดลองสอนในวิทยาดัชนีวิชาการศึกษาในปี
๒๕๐๐ และได้บรรจุในหลักสูตรของวิทยาดัชนีวิชาการศึกษาในปี ๒๕๐๑ ๒๕๐๒
ผู้ใดค้นคว้าหรือวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาใหม่มาก่อน การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีความ
สำคัญที่จะได้ประโยชน์ ๒ ประการ คือ

๑. ทราบว่านิสิตที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีการเป็นอย่างไร ผลเป็น
ผลกลางในเรื่องเดิม และความรู้เดิม นำได้นิสิตที่มีผลสัมฤทธิ์ผลกลางกับวิธีใด ผลเป็นผล
ว่าความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีการมีความสัมพันธ์กับ
ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือไม่เพียงไร ซึ่งอาจนำผลของความรู้ความเข้าใจ
ไปใช้เป็นแนวทางปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อได้นิสิตที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีการ
ผู้ใดอาจเป็นการช่วยให้นิสิตเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงได้อย่างดีมากขึ้น
๒. ทราบว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีการมีอยู่หรือไม่บ้าง และสามารถใช้
เป็นตัวแทนเกณฑ์การศึกษาทั่วไปได้อย่างใดหรือไม่เพียงไร ซึ่งอาจนำผลของความรู้ความเข้าใจ
นี้ไปใช้พิจารณาปรับปรุงแบบทดสอบให้ดีขึ้น หรือพิจารณาแบบทดสอบวิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีการ
นี้ไปใช้แทนเกณฑ์การศึกษาทั่วไป เพื่อเป็นประโยชน์ในทางการศึกษาต่อไป

ข้อตกลงเบื้องต้น

๑. ในการศึกษาเรื่องข้อสมมุติในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วย ผู้เขียนจะพิจารณาว่าการสอนวิชานี้ในวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประชานิกร ปทุมวัน และบางแสน ใกล้เคียงกันหรือไม่ และใช้แนวการสอนที่สอดคล้องกัน

๒. ในการศึกษาความแตกต่างของข้อสมมุติในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วย ผู้เขียนจะพิจารณาเฉพาะความแตกต่างในเรื่องเนื้อหา และความรู้เดิมของนิสิตเท่านั้น สำหรับวิธีการอื่น ๆ จะไม่นำมาพิจารณาในการวิจัยครั้งนี้ด้วย

๓. ในการศึกษาถึงความสามารถในการใช้แบบทดสอบข้อสมมุติวิชาตรรกศาสตร์ด้วย ผู้เขียนเป็นหัวหน้าฝ่ายเทคนิคสถิติ ๐๐๑ เทคนิคสถิติ ๐๐๒ และเทคนิคสถิติ ๐๐๓ ผู้เขียนเห็นว่า การวัดผล และการใช้เกรดของอาจารย์ผู้สอนวิชาเทคนิคสถิติจะกล่าวถึงวิชาวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประชานิกร ปทุมวัน และบางแสน ในวิธีการและผลการใช้แบบทดสอบ

ขอบเขตของการค้นคว้า

การศึกษากันครั้งนี้ ผู้เขียนจะพิจารณาเฉพาะข้อสมมุติในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วย ผู้เขียนจะพิจารณาข้อสมมุติที่ ๑ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประชานิกร ปทุมวัน และบางแสน ปีการศึกษา ๒๕๐๘ และจำกัดขอบข่ายของการศึกษาภายในหัวข้อความมุ่งหมายและคำประณามที่กล่าวไว้ในข้อตกลงเบื้องต้นเท่านั้น

ความหมายของคำศัพท์ที่ใช้

๑. ข้อสมมุติในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วย หมายถึงผลการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วย ผู้เขียนได้วัดได้จากแบบทดสอบที่ผู้เขียนสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีความเชื่อถือได้ (Reliability) และกลุ่มเนื้อหาวิชาตรรกศาสตร์ด้วย ผู้เขียนได้สอนในวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประชานิกร ปทุมวัน และบางแสน

๒. ความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วย หมายถึงความรู้ความเข้าใจ (Concepts) เกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

๑) ประพจน์ ตัวเชื่อม และสัญลักษณ์ต่าง ๆ (Statement, Logical

Connectives and Symbols)

๒) รูปของประพจน์ที่เป็นจริง (Valid Forms of Statement)

๓) รูปของประพจน์ที่สมมูลกันได้ (Equivalent Forms of Statement)

๔) การสรุปความอย่างสมเหตุสมผล (Logical Consequence and Valid Argument)

๕) วิธีการพิสูจน์ (Methods of Proof)

b) Quantifications.

๑. ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการพิจารณาความถูกต้องของถ้อยคำทางคณิตศาสตร์ การพิจารณาองค์ของการโต้แย้งที่เข้ามามีผลในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ และการพิจารณาความถูกต้องของการโต้แย้งตามแบบของวิธีการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์

๔. เกเรคณิตศาสตร์ ๑๐๐ เกเรคณิตศาสตร์ ๑๐๑ และเกเรคณิตศาสตร์ ๑๐๒ หมายถึง ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ๑๐๐ คณิตศาสตร์ ๑๐๑ และคณิตศาสตร์ ๑๐๒ เทียบกับค่าเฉลี่ยของตัวอักษร A, B, C, D หรือ E.

๕. วิชาคณิตศาสตร์ ๑๐๐ คณิตศาสตร์ ๑๐๑ และคณิตศาสตร์ ๑๐๒ คือ วิชาที่สอนเกี่ยวกับพีชคณิตเบื้องต้นที่ ๑ วิชาสามัญวิชาการศึกษา ประถมศึกษา ปฐมวัย และมัธยมศึกษา ในรายการของคณะวิชา ๑๕ ดังนี้

๑) คณิตศาสตร์ ๑๐๐ . ศึกษาเกี่ยวกับพื้นฐานของตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ วิธีการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม และความจำเป็นของคณิตศาสตร์ที่จะช่วยในการหาความรู้ใหม่

๒) สถิติศาสตร์ ๑๐๒ : ศึกษาระบบจำนวนในแง่ของสถิติศาสตร์แผนปัจจุบัน
เน้นในโครงสร้างของสถิติศาสตร์ และความสำคัญของระบบจำนวนจริง เพื่อเป็นความรู้พื้นฐาน
ทางสถิติศาสตร์

๓) สถิติศาสตร์ ๑๐๓ : ศึกษาฟังก์ชันความแนวใหม่ ให้ความรู้เรื่องเพศ
ซึ่งเกี่ยวข้องกับสมการ ยสมภาพ กราฟ โลโซ ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

วิธีดำเนินการค้นคว้า

เพื่อให้บรรลุตามความมุ่งหมายของการค้นคว้า ผู้เขียนมีวิธีดำเนินการดังนี้

๑. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาตรรกศาสตร์
สถิติศาสตร์ที่ผู้เขียนสร้างขึ้น

๒. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้า คือ นิสิตชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร ปทุมวัน และบางแสน ปีการศึกษา ๒๕๐๘ จำนวน ๒๘๖ คน

๓. การรวบรวมข้อมูล

๑) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาตรรกศาสตร์สถิติศาสตร์ไปทำการทดสอบ
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้า

๒) ถัดออกเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๑ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๒ และเกรดคณิต
ศาสตร์ ๑๐๓ จากแผนกทะเบียนวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ปทุมวัน และบางแสน

๔. วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

๑) คำนวณหาคะแนนเฉลี่ย (Mean) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(Standard Deviation) ของคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาตรรกศาสตร์สถิติศาสตร์

๒) หาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สถิติศาสตร์
แยกประเภทตามเพศ และความรู้เดิม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบ Complex
Factorial Design.

๓) หาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างความรู้ความเข้าใจ
(Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์สถิติศาสตร์ และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ใน
สถิติศาสตร์ตามแบบ Pearson's Product-moment Coefficient of Correlation.

๔) การถดถอยหลายตัว (Multiple Regression Equation) สำหรับ
การทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๖ และเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ และ
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หลายตัว (Coefficient of Multiple Correlation)
รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการนี้จะโลกกว่าอีกครึ่งหนึ่งในบทที่ ๖

การค้นคว้าอื่นที่เกี่ยวข้องกับบทนี้

ความจริงการเท่าในแขนงวิชาการต่าง ๆ ในปัจจุบัน โดยเฉพาะในทางวิจิตร
และเทคโนโลยี มีความจำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น^{๒๐} วิชาการอื่น ๆ
เช่น ในทางสังคม และชีววิทยา ในปัจจุบันก็ต้องการความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นอันมาก ด้วย
เหตุนี้จึงได้มีการค้นคว้าทางคณิตศาสตร์อย่างสำคัญ ซึ่งเป็นผลนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงแนวโน้
ทางการศึกษาคณิตศาสตร์ในประเทศต่าง ๆ รายงานการประชุมระหว่างประเทศเกี่ยวกับการ
สอนคณิตศาสตร์ รวม ๒ ฉบับ ได้ชี้ให้เห็นขอบเขตของการสอนคณิตศาสตร์แบบปัจจุบันใน
โรงเรียนทั่วโลก^{๒๑} ว่าควรให้มีการสอนเชิงปฏิบัติ (Concepts) เบื้องต้นของเซต และตรรก
ศาสตร์ การปรับปรุงเรขาคณิตตามแนวใหม่ การสอนพีชคณิตแบบปัจจุบันเบื้องต้น ความน่าจะ
เป็น (Probability) และสถิติในระดัมน้อยกว่า และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปในที่สุด
ว่าควรสอนคณิตศาสตร์แบบเดิมตามแนวคิดใหม่

^{๒๐} กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ, "รายงานของนายจตุร วงศ์วณิชต์ อธิบดี
กรมวิชาการ ในโอกาสเปิดสัมมนาครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยม" รายงานการสัมมนาครูคณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษา ๑๔ เมษายน - ๖ พฤษภาคม ๒๕๐๔ หน้า ๑.๑ - ๑ ถึง ๑.๑ - ๓

^{๒๑} Kemeny, J.G., "Which Subjects in Modern Mathematics and
Which Applications in Modern Mathematics Can Find the Place in Programs
of Secondary School Instruction?" The American Mathematical Monthly,
72:898, October, 1965.

ศาสตราจารย์ เอวาร์ด เอฟ. เฟห์ร เห็นไว้ในบทความเรื่อง "การปฏิรูปการศึกษาคณิตศาสตร์ทั่วโลก"^{๒๒} ว่า คณิตศาสตร์แบบมีจุดจบที่ชัดเจนในโรงเรียนของประเทศไทยมีการปฏิรูปทางการศึกษาคณิตศาสตร์อย่างมาก โดย

๑. ขาดจุดจบแบบมีจุดจบ
๒. ลมรศศาสตร์^{๒๓} จุดจบมีจุดจบ
๓. เนื้อหาแบบมีจุดจบ บางเรื่อง เช่น กลุ่ม รัง และเวกเตอร์
๔. ความน่าจะเป็น (Probability) และสถิติ

โดยที่เรารู้ว่าในเข้าใจ ดังกับ (Concepts) ที่เป็นรากฐานของคณิตศาสตร์ ขุดขนงงานแนวใหม่ ในโรงเรียนโดยทั่วไปจึงมีการสอนแบบมีจุดจบเป็นอันดับแรก ในปัจจุบันการศึกษาคณิตศาสตร์ถูกมองเป็นความสำคัญในโครงสร้างของคณิตศาสตร์^{๒๔} (Structure of Mathematics) ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางลวกศาสตร์ ดังนั้นจึงมีการสอนลวกศาสตร์^{๒๕} ซึ่งถูกจัดจากการสอนแบบมีจุดจบ ต่อจากนั้นจึงจะหมายความว่าเข้าใจในโครงสร้างของคณิตศาสตร์ โดยให้การศึกษาเรื่อง กลุ่ม รัง และเวกเตอร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาในลวกศาสตร์แบบมีจุดจบ ส่วนความน่าจะเป็น (Probability) และสถิติอ้างอิง (Statistical Inference) เป็นวิชาใหม่ สำหรับโรงเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นวิชาที่ไร้นอกเหนือจากลวกศาสตร์และเรขาคณิต ความน่าจะเป็น (Probability) ที่เป็นคณิตศาสตร์วิชาที่ต้องอาศัยการให้เหตุผลแบบ Deduction เป็นอย่างมาก แต่การสอนวิชาในระดับมัธยมศึกษาให้ความสำคัญในการนำความรู้ไปใช้

คณิตศาสตร์แบบมีจุดจบมีลักษณะที่สำคัญ^{๒๖} คือ เน้นในโครงสร้างของคณิตศาสตร์ การพิสูจน์และการให้เหตุผลแบบ Deduction มากกว่าเทคนิคการคำนวณ ในปัจจุบันนี้

^{๒๒} Fehr, Howard F., "Reform of Mathematics Education Around The World" The Mathematics Teacher, 58:37-44, January, 1965.

^{๒๓} Ibid., p. 43.

^{๒๔} Crocchiaboni, Joseph, Teaching The New Mathematics, p. 3

เนื่องจากเราสามารถได้เครื่องจักรช่วยในการคิดคำนวณและแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วและได้ผลดี การสอนคณิตศาสตร์จึงควรสอนเพื่อให้เด็กเรียนตามภาระงานที่เครื่องจักรทำไม่ได้^{๒๔} ดังนั้นถึงลักษณะของคณิตศาสตร์แบบปัจจุบัน โดยเน้นความเข้าใจในเชิงทฤษฎี (theoretical) ระบบคณิตศาสตร์ (mathematical system) และวิธีการทางคณิตศาสตร์ ✓

ตรรกศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษาคณิตศาสตร์ การพิสูจน์ในระบบคณิตศาสตร์ ก็คือ การพิสูจน์ในระบบทฤษฎี^{๒๕} (mathematical system) ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางตรรกศาสตร์ ในปัจจุบันไม่เพียงแต่เราอาศัยเท่านั้นที่ใช้ในชุดแบบเรียน^{๒๖} แต่ใช้ *connection* เป็นคณิตศาสตร์รุ่นแรก^{๒๗} ที่ชนิดนี้กลับเน้นความสำคัญที่เทคนิคการคิดคำนวณ การใส่สูตร วิธีการแก้ปัญหาและการนำความรู้ไปใช้ นักเรียนโดยทั่วไปจึงสนใจต่อการค้นพบทฤษฎี (theorems) ใหม่ ๆ ไม่ใช่การทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ (totality) การเรียนที่ชนิดนี้จึงไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ดังนั้น การสอนวิชาที่โดยทั่วไปเป็นการสอนความสามารถในการคิดคำนวณและการแก้ปัญหา ยิ่งกว่าการสอนความเข้าใจ^{๒๘} ในปัจจุบันการสอนที่ชนิดนี้ได้เปลี่ยนจากการเน้นทักษะทางพีชคณิตมาเป็นการเน้นความเข้าใจในโครงสร้างของพีชคณิต ซึ่งทฤษฎี (concepts) ต่าง ๆ ในพีชคณิตแบบปัจจุบันเป็นจำนวนมากเกี่ยวข้องกับโครงสร้างมากกว่าการคิดคำนวณ เช่น ซึ่งทฤษฎีของกรุป ริง และฟิลด์^{๒๙} การศึกษาเรื่องเหล่านี้จะช่วยให้เข้าใจโครงสร้างของคณิตศาสตร์ดีขึ้น ทั้งนี้จำเป็นต่อองค์ความรู้ทางตรรกศาสตร์

^{๒๔} Moser, Bruce L., "Implications for the 1970s in the Curriculum" National Council on Teachers of Mathematics, Principles Into Modern Mathematics, p. 424.

^{๒๕} Ibid., p. 415.

^{๒๖} Nelson, Daniel L., "Mathematical Ibid., p. 4.

^{๒๗} Larson, Samuel L., "The Mathematics Curriculum: A Survey of Reason" The Mathematics Teacher, 59:151-156, February, 1966.

^{๒๘} Rader, Albert L., "Modern Mathematics and the Place in Secondary School," The Mathematics Teacher, October, 1974, p. 121 (citing) 1. Robert M. Gagne, Principles of Instructional Systems, 2nd ed., Holt, Rinehart & Winston, New York, 1968, p. 119.

✓ กระบวนการคิดศาสตร์แบบปัจจุบันมีความรู้ในเนื้อหาวิชาศาสตร์แบบปัจจุบันอย่างกว้างและลึก มีความเข้าใจในอสังกัป (concepts) ของวิชาศาสตร์เป็นอย่างดี ทั้งในส่วนที่เป็นคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ และคณิตศาสตร์ประยุกต์ ซึ่งการได้รับการเตรียมตัวอย่างดีเฉพาะในวิชาที่รองรับสอนในโรงเรียน^{๑๐} ถึงแม้ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการสอนคณิตศาสตร์แบบปัจจุบันในโรงเรียนก็ตาม ความรู้การฝึกหัดครูโดยทั่วไปควรเตรียมการรองรับสอนคณิตศาสตร์แบบปัจจุบันในโรงเรียนด้วย ผู้เขียนเชื่อว่า จะมีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรคณิตศาสตร์ให้เป็นไปตามแนวของคณิตศาสตร์แบบปัจจุบันในโรงเรียนในอนาคตอันใกล้ วิชาคณิตศาสตร์ศึกษาซึ่งเป็นความรับผิดชอบของครูผู้สอนได้จัดสอนคณิตศาสตร์แบบปัจจุบันแก่ผู้ฝึกเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๕ ปีมาแล้ว เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจในอสังกัปของคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนในอนาคต ✓

เนื่องจากยุทธศาสตร์ศึกษาศาสตร์เป็นวิชาที่ค่อนข้างใหม่จึงยังไม่มีผู้ใดค้นคว้าหรือวิจัยเรื่องนี้มากนัก ในต่างประเทศมีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับวิชาที่ตนสนใจหลายเรื่องซึ่งอาจนำมาเป็นแนวศึกษาและเปรียบเทียบกับการศึกษาคณิตศาสตร์ของผู้เขียนได้ ผู้เขียนจึงขอเสนอการค้นคว้าดังกล่าวด้วยนี้ด้วยดังต่อไปนี้

▶ สรานันท์ แก้ว ไกรเนท^{๑๑} ได้ศึกษาส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปในระดับวิทยาลัย ของนิสิตที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ๑๒๐ ที่วิทยาลัยเซนต์จอห์น เทอร์น ทูมเปินนา ในปี ค.ศ. ๑๙๖๑ จำนวน ๒๘ คน โดยการทำทดสอบสัมพันธภาพกับผลสอบเบื้องต้นที่ศึกษาเดือนมา ๑๐ ชั่วโมง และใช้วิธีการโล-สมว วิเคราะห์ค่าแปรปรวนที่ไม่ต่อเนื่องที่ศึกษาเดือนมา ๖ ชั่วโมง ปรากฏว่า ความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไปในระดับวิทยาลัยของนิสิตมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับผลการเรียนวิชาอื่น ๆ ที่เรียนในเขมนั้น และมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดเช่นกันกับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษา

^{๑๐} Ratanakul, Suchart, Ibid., p. 137-138.

^{๑๑} Fournet, Francis Gary, "A Study of Various Factors Related to Success in College General Mathematics," Dissertation Abstracts, 24:5239-5240, June, 1964.

อังกฤษจากโรงเรียนมัธยมศึกษา และพบว่านิสิตที่เรียนคณิตศาสตร์ก่อนการศึกษาคณะวิทยาศาสตร์
เป็นเวลา ๓ ปี มีความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไปในระดับวิทยาลัยสูงกว่านิสิตที่เรียน
คณิตศาสตร์มาก่อนเป็นเวลาน้อยกว่า ๑ ปี นอกจากนี้พบว่า โดยส่วนรวมนิสิตหญิงเรียนคณิต
ศาสตร์ทั่วไปในระดับวิทยาลัยโดยเฉลี่ยต่ำกว่าผู้ชาย สำหรับอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ในวิทยาลัย
ปรากฏว่า ไม่มีผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไปในระดับวิทยาลัยของนิสิต

มาแอต เอคกอน วิค^{๑๖} ได้ศึกษาส่วนประกอบที่เกี่ยวเนื่องกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัยในปีที่ ๑ ของนิสิตวิทยาลัย และนิสิตมหาวิทยาลัย ในอเมริกาตอนใต้
และมีเนโซต้า รวม ๖ แห่ง ในปีการศึกษา ๑๙๖๖ จำนวน ๑๖๖ คน โดยศึกษาตัวประกอบ
ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัยในปีที่ ๑ วิธีการทางสถิติที่
ใช้ในการศึกษาเรื่องนี้ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวน การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
และการสร้างแผนการทดลองเชิงซ้อน สรุปได้ว่า ความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัยของนิสิตที่สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับนิสิตที่เรียนตาม
แบบ School Mathematics Study Group ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการเรียนคณิต
ศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาสามารถนำมาใช้ทำนายความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับ
วิทยาลัยอย่างใกล้ชิดที่สุด เกณฑ์วิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่เกรด ๑๐ ถึงเกรด ๑๒ มีความ
สัมพันธ์อย่างสูงที่สุดกับผลสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัยและสามารถใช้ในการ
ทำนายเกรดที่จะคิดได้จากการทดลองเชิงซ้อน เป็นประโยชน์ในการแนะนำนิสิตที่มีความความ
มุ่งหมาย

วิกได้สรุปคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการศึกษาของเขาว่า วิชาคณิตศาสตร์ระดับ
วิทยาลัยในปีที่ ๑ ที่ทำการศึกษานี้ส่วนใหญ่เป็นวิชาคณิตศาสตร์แบบเก่า เหตุที่ผลสัมฤทธิ์ในการ
เรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัยในปีที่ ๑ ของนิสิตที่สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา
กับนิสิตที่เรียนตามแบบ School Mathematics Study Group มีความแตกต่างกับเพียง

^{๑๖} Wick, Marshall Eldon, "A Study of The Factors Associated With Achievement in First Year College Mathematics," The Mathematics Teacher, LVIII:642-648, November, 1965.

เด็กน้อยนั้น อาจกล่าวได้ว่านิสิตที่เรียนตามแบบ School Mathematics Study Group ซึ่งเป็นโครงการทดลองสอนคณิตศาสตร์แบบปัจจุบันนี้ สามารถเรียนคณิตศาสตร์แบบเก่าโดยอัตโนมัติเกี่ยวกับนิสิตที่สำเร็จจากโรงเรียนมัธยมแบบเก่า แต่อย่างไรก็ตามนิสิตในกลุ่มทดลองมีแนวโน้มที่จะเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปโดยอัตโนมัติ อาจเป็นไปได้ว่านิสิตในกลุ่มทดลองไม่มีโอกาสได้ใช้ความสามารถที่มีอยู่อย่างเต็มที่

คอร์เบต ฌิมิ^{๓๓} ได้ศึกษาเรื่ององค์ประกอบที่สามารถใช้เป็นตัวทำนายความสำเร็จในด้านการเรียนในวิทยาลัย เครื่องมือที่ใช้คือ Achievement Affiliation Motive Scale ซึ่งสร้างขึ้นโดย บี. อาร์. แวน ซาเนท แห่งมหาวิทยาลัยอาร์แคนซอส ในปี ๑๙๖๐ ตัวประกอบที่ใช้เป็นตัวทำนายนอกจากคะแนนที่ได้จาก Achievement Affiliation Motive Scale แล้ว ได้แก่ เกรดเฉลี่ยในระดับมัธยมศึกษา คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถระดับโรงเรียนและวิทยาลัย (School and College Ability Test Scores) คะแนนจากแบบทดสอบภาษาอังกฤษ จำนวนวิชาที่เรียนในภาคเรียนนั้น อายุ และเพศ เกณฑ์ที่ใช้ในการทำนายได้แก่ เกรดเฉลี่ยในภาคเรียนที่ ๑ เกรดเฉลี่ยในภาคเรียนที่ ๒ และเกรดทั้งสองภาคเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้คือ นิสิตชั้นปีที่ ๑ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัย อาร์แคนซอส จำนวน ๑๕๐ คน วิธีการทางสถิติที่ใช้ได้แก่ การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กันทุกคู่ การถดถอย การหาค่าเฉลี่ยสำคัญทางสถิติโดยวิธีการ F-test และ t-test โดยพบว่า ไม่มีคะแนนตอนใดที่ได้จาก Achievement Affiliation Motive Scale ที่มีความสัมพันธ์กับเกรดในระดับวิทยาลัย และไม่สามารถใช้คะแนนจาก Achievement Affiliation Motive Scale เป็นตัวทำนายเกรดในระดับวิทยาลัย อย่างไรก็ตาม เกรดเฉลี่ยในระดับมัธยมศึกษา คะแนนจากแบบทดสอบภาษาอังกฤษ คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถระดับโรงเรียนและวิทยาลัย ใช้เป็นตัวทำนายเกรดในระดับวิทยาลัย

^{๓๓} Smith, Corbett, "Achievement and Affiliation Motives As Factors in Predicting Scholastic Success in College," Dissertation Abstracts, 25:5652-5653, April, 1965.

อย่างใดข้อใด ในจำนวนนี้เกรทเธอร์มีสมบัติเป็นหัวหน้างานที่ได้ผลดีที่สุด ค่ารับจำนวน
วิชาที่เรียนในภาคเรียนนั้น มาก และเล็ก เป็นหัวหน้างานเกรทเธอร์ในระดับวิชาด้วยที่ได้ผลปานกลาง
แต่เมื่อรวมหัวหน้างานอื่น ๆ เข้ากับเกรทเธอร์ในระดับมัธยมศึกษา จะใช้เป็นหัวหน้างานที่ไม่ได้ผลดี

โจ เอฟ. แวนด์เลอร์^{๑๔} ได้ทำการค้นคว้าเรื่อง "การทำนายผลสัมฤทธิ์ในการ
เรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแบบทดสอบที่วัดความสามารถ
ด้านต่าง ๆ ที่อาจนำไปใช้ทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาได้ กลุ่มตัวอย่าง
ที่ใช้ในการค้นคว้าได้แก่ นิสิตจำนวน ๒๒ คน ซึ่งเลือกจากกลุ่มนิสิตที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ
เรขาคณิตวิเคราะห์ รวม ๑๐ หน่วยกิต ที่มหาวิทยาลัยเนบราสกา เวสแลน โดยนำแบบ
ทดสอบความสามารถรวมทั้งหมด ๑๐ ชุด ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้าในชั้นปี
การศึกษาในระดับที่กลุ่มตัวอย่างเริ่มเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ๑๐๕ หรือวิชาแคลคูลัส ๑ จำนวน ๕
หน่วยกิต และให้นำแบบทดสอบมาตรฐานวิชาแคลคูลัส ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างเดียวกันใน
ปลายปีการศึกษา เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ๑๐๖ หรือวิชาแคลคูลัส ๒
จำนวน ๕ หน่วยกิต ในการวิเคราะห์ แวนด์เลอร์ กำหนดให้คะแนนจากแบบทดสอบนี้ ๑๐ ชุด
เป็นหัวหน้างาน และคะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐานวิชาแคลคูลัสเป็นเกณฑ์ในการทำนาย
แบบค่าคะแนนต่าง ๆ ในการทดสอบเดิณ

ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบค่าทำนายการทำนาย แวนด์เลอร์ ได้ใช้เครื่อง IBM
๑๖๖๐ ช่วยในการคิดคำนวณ จากการศึกษาสามารถเลือกหัวหน้างานที่ดีที่สุด ๕ ตัวแปร
จากแบบทดสอบความสามารถซึ่งได้แก่ ความสามารถในการพิสูจน์แบบ induction การ
คิดคำนวณจำนวนเลข การได้เหตุผลแบบรูปความ ความเข้าใจในสัญลักษณ์ และความสามารถ
ในการมองรูปทรงทางเรขาคณิต ซึ่งมีประสิทธิภาพดีพอที่จะทำนายหัวแปรทั้งห้านี้ค่า .๕๕๐๖
ซึ่งค่านี้แตกต่างจาก ๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .๐๑

^{๑๔} Wampler, Joe F., "Prediction of Achievement in College
Mathematics," The Mathematics Teacher, 59:364-369, April, 1966.

การศึกษาเกี่ยวกับการทำนายความสำเร็จในอนาคตเป็นกับทำนายความสำเร็จ
ในการเรียน จากผลการค้นคว้าของแวนเดอร์บี ปีโตเห็นว่า ความสามารถในการ
ความสามารถเป็นกับทำนายผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาได้อย่างใกล้ชิดเช่นกัน

โจเซฟ ซี. เบนต์ลีย์^{๑๓} ได้ศึกษาเรื่อง ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ใน
วิชาการ กับนิสิตที่สำเร็จปริญญาและกำลังศึกษาในระดับปริญญาโท ที่มหาวิทยาลัย มินเนโซตา
จำนวน ๘๘ คน ในปี ๑๙๖๖ โดยอ้างถึงการวิจัยเมื่อไม่นานก่อนที่เขาจะทำการศึกษานี้
ซึ่งได้ชื่อว่า นักเรียนที่มี I.Q. สูง และนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงมีผลสัมฤทธิ์ใน
วิชาการไม่แตกต่างกัน การศึกษานี้เบนต์ลีย์ได้สรุปไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็น
ส่วนประกอบส่วนหนึ่งของความเฉลียวฉลาดในการเรียน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบทดสอบ
ความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบมิลเลอร์ (Millers Analogies Test) และแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ในวิชาการศึกษา ซึ่งแยกเป็นแบบทดสอบในด้านความรู้ ความจำ การคิด แบบวิเคราะห์
และการประเมินค่า วิธีการทางสถิติที่ใช้คือ การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สรุปได้ว่า
ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดแบบวิเคราะห์และความสามารถ
ในการประเมินค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีความสัมพันธ์กับความรู้และความจำก่อนสร้างค่า
และปรากฏว่าคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ
มิลเลอร์ได้เป็นกับทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชาการศึกษาได้อย่างใกล้เคียงกัน เบนต์ลีย์ได้ข้อคิด
เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ในวิชาการศึกษาเกี่ยวข้องกับความสามารถที่แตกต่างกันหลายด้าน แต่มีความ
สามารถเพียงไม่กี่ด้านเท่านั้นที่อาจวัดได้โดยใช้แบบทดสอบในวิชาการศึกษาแบบเก่า การวัดผล
ทางการศึกษามักเป็นการวัดผลในด้านความรู้และความจำเป็นสำคัญ ถ้ายอมรับว่า
ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องของการใช้ความรู้ และเป็นส่วนหนึ่งของความเฉลียวฉลาดใน
วิชาการแล้ว การที่จะใช้พยายามสร้างแบบทดสอบที่ไม่เพียงแต่วัดความรู้และความเข้าใจ
เท่านั้น หากแต่วัดในด้านความคิดสร้างสรรค์ด้วย

^{๑๓} Bentley, Joseph C., "Creativity and Academic Achievement"
The Journal of Educational Research, 59:269-271, February, 1966.

✓ ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากในวงการคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน เออร์นี เจ. อัลเบอร์ตี^{๑๖} แห่งมหาวิทยาลัยแห่งรัฐโอไฮโอ โค้กฮาวไวโนบทความเรื่อง คณิตศาสตร์ในสามัญศึกษาว่า ในการสร้างระบบคณิตศาสตร์ต้องใช้ความสามารถในด้านความคิดสร้างสรรค์ และการคิดแบบจินตนาการ เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นประโยชน์ในชีวิตจริง และโค้กฮาวถึงธรรมชาติของคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์เป็นเรื่องของความคิด (Idea) เกี่ยวข้องกับระบบตรรกศาสตร์ การสร้างโมเดล (Models) การ Deduce ทฤษฎี และการใช้ทฤษฎีที่ Deduce โค้กฮาวหาความสัมพันธ์ใหม่เพิ่มขึ้น สำหรับเนื้อหาของคณิตศาสตร์นั้น ไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง นักคณิตศาสตร์อาจสร้างระบบกติก (System of axioms) ใด ๆ ขึ้นมา และเกี่ยวข้องกับทฤษฎีที่ Deduce ได้อย่างถูกต้องจากกติกที่สร้างขึ้นนั้น ๆ การพิสูจน์ทฤษฎีใด ๆ ก็คือ การแสดงให้เห็นว่า ทฤษฎีนั้น ๆ เป็น Logical consequence ของเซตของกติก ดังปรากฏว่า ทฤษฎีคณิตศาสตร์ในสมัยปัจจุบันเป็นจำนวนมาก เป็นผลของการสร้างระบบคณิตศาสตร์จากโมเดลซึ่งไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับชีวิตจริง

ทฤษฎีคณิตศาสตร์ส่วนมากมักอยู่ในรูปของ Equivalence ซึ่งเกี่ยวข้องกับ Sufficient Conditions และ Necessary Conditions เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพิสูจน์ทฤษฎีคณิตศาสตร์ ฮาโรลด์ วิลเลียม ไบรคแมน^{๑๗} จึงได้ศึกษาและพยายามให้นิยามของ "Sufficient Condition และ Necessary Condition อย่างรัดกุม และชัดเจน และเสนอวิธีการพิสูจน์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของ Sufficient และ Necessary Conditions โดยศึกษาคนคลว่า และทำความเข้าใจในเรื่องนี้อย่างลึกซึ้งจากหนังสือคณิตศาสตร์ตรรกศาสตร์ และรายงานการประชุมต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

^{๑๖} Alberty, Elsie J., "Mathematics in General Education" The Mathematics Teacher, LV:423, May, 1966.

^{๑๗} Brockman, Harold William, "A Critical Study of Use of the Term 'Necessary and Sufficient Conditions' in Teaching of Mathematics," Dissertation Abstracts, 24:193-194, July, 1963.

คำนิยาม

เซตของ Condition A มีลักษณะ "Sufficient" สำหรับผลสรุป C ถ้ากล่าว "A implies C" เป็นจริง

เซตของ Condition B มีลักษณะ "Necessary" สำหรับผลสรุป C ถ้ากล่าว "not B implies not C" เป็นจริง

หรือ เซตของ Condition C มีลักษณะ "Necessary" สำหรับผลสรุป C ถ้ากล่าว "C implies B" เป็นจริง

วิธีแสดงว่าเซต A มีลักษณะ "Sufficient" สำหรับผลสรุป C คือ

๑. แสดงว่า C เป็นผลที่ได้มาจาก A หรือ
๒. แสดงว่า "A และ complement ของ C" เป็นเซตที่ consistent หรือ
๓. นิพจน์ contradictory ของ "A implies C"

วิธีแสดงว่าเซต B มีลักษณะ "Necessary" สำหรับผลสรุป C คือ

๑. นิพจน์ "not B implies not C" หรือ
๒. แสดงว่า จาก C สามารถนิพจน์ได้ B

โบราณน ได้เสนอว่าควรให้เด็กมีประสบการณ์ในการใช้สิ่งทั้ง (concepts) ในเรื่องนี้ ตั้งแต่ในชั้นประถมศึกษา. ✓

บทที่ ๒

การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนวิชาตรรกศาสตร์
เชิงประจักษ์ ของนิสิตชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประชานิยม ปทุมวัน และบางเขนครั้งนี้
คือ แบบทดสอบของคณะวิชาตรรกศาสตร์เชิงประจักษ์ที่ผู้เขียนร่างขึ้น ตามหลักสูตรของวิทยาลัย
วิชาการศึกษา

การร่างแบบทดสอบ

ก่อนที่จะร่างแบบทดสอบเพื่อการค้นคว้าครั้งนี้ ผู้เขียนได้ศึกษารอบเร่ของ
เนื้อหาวิชาตรรกศาสตร์ ๑๐๐ จากหลักสูตรวิทยาลัยวิชาการศึกษา ปี ๑๙๖๖ และศึกษาเนื้อหาวิชา
ตรรกศาสตร์เชิงประจักษ์จากหนังสือตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นจำนวน ๔ เล่ม และจากสมุด
จดโน้ตของนิสิตชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประชานิยม ปทุมวัน และบางเขน รวม ๖ เล่ม
จากการศึกษาดังกล่าวนี้ ผู้เขียนสามารถรวบรวมถ้อยคำสำคัญ ๆ ของวิชาตรรกศาสตร์เชิงประจักษ์
ได้ ๖ หัวข้อ ดังนี้

๑. ประจักษ์ ตัวเชื่อม และ ค่าความจริง (Statement, Logical Connectives and Truth Values)
๒. Tautology
๓. Logical Equivalence
๔. Valid Consequence and Valid Argument
๕. หลักการพิสูจน์ (Method of Proof)
๖. Quantifications

ดังนั้นจึงได้ทำการร่างแบบทดสอบตามหลักการที่รวบรวมได้ ดังแสดงข้อ
ทดสอบที่ผู้เขียนร่างขึ้นนี้ เป็นข้อทดสอบปรนัยแบบเลือก (Multiple Choice) และแบบ
ถูก - ผิด (True - False) รวมทั้งรวม ๑๐๐ ข้อ แบ่งออกเป็น ๒ ตอน คือ

ตอนที่ ๑ เป็นข้อทดสอบเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาเศรษฐ
ศาสตร์เบื้องต้น จำนวน ๕๕ ข้อ ข้อทดสอบในตอนที่ผู้เขียนคัดเลือกจากแบบฝึกหัดในหนังสือ
เศรษฐศาสตร์ มัธยมศึกษาตอนต้น และสรุปจากเนื้อหาของนิสิต โดยนำโจทย์ที่คัดเลือกได้มาเขียน
เป็นข้อทดสอบปรนัย

ตอนที่ ๒ เป็นข้อทดสอบเกี่ยวกับความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในกรณีการ
จำนวน ๔๕ ข้อ ข้อทดสอบในตอนที่ผู้เขียนได้เกี่ยวข้องกับกรณีการวิเคราะห์ในระดับมัธยมศึกษา ซึ่ง
ผู้เขียนเคยเรียบเรียงมาแล้ว โจทย์ของข้อทดสอบแต่ละข้อเป็นคำถามหรือปัญหาที่
การวิเคราะห์ ซึ่งผู้สอบจะตอบข้อทดสอบเหล่านี้ได้โดยอาศัยความรู้ทางเศรษฐศาสตร์ช่วยพิจารณา

การทดลองใช้แบบทดสอบ

ผู้เขียนได้นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วไปทดลองก่อนการดำเนินการ ๒ ครั้ง
โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ คัดเลือกข้อทดสอบ และปรับปรุงแบบทดสอบ เพื่อให้ได้แบบ
ทดสอบที่ดี โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

ก. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งแรก คือ นิสิตชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยวิชา
การศึกษานานาชาติ จำนวน ๒๐ คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งที่สอง คือ นิสิตชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยวิชา
การศึกษานานาชาติ จำนวน ๒๕ คน

ข. การวิเคราะห์และคัดเลือกข้อทดสอบ

หลังจากนำแบบทดสอบไปทดลองสอบแต่ละครั้ง ผู้เขียนได้ตรวจสอบและ
คะแนนแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยให้คะแนนข้อที่ถูกต้อง ๑ คะแนน และให้คะแนนข้อที่
ผิด ๐ คะแนน แล้วจึงรวมคะแนนแบบทดสอบแต่ละฉบับ เมื่อเสร็จแล้วจึงได้

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Difficulty) และอำนาจการจำแนกกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำ (Discriminating Power) ของข้อทดสอบแต่ละข้อ โดยวิธีการ วิเคราะห์ข้อทดสอบแบบกลุ่มคะแนนสูง - กลุ่มคะแนนต่ำ ๒๘ เปอร์เซ็นต์^๒

หลังจากวิเคราะห์ข้อทดสอบ ผู้เขียนได้นำการคัดเลือกข้อทดสอบ โดยพิจารณา ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำ (r) เป็น เกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้

- ๑) ข้อทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) สูงเกินไปหรือต่ำเกินไป
- ๒) ข้อทดสอบที่มีอำนาจการจำแนกกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ (r) ต่ำเกินไป

ในการกำจัด

- ๑) ข้อทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ข้างกันตายข้อ พิจารณาถึงข้อ ข้อที่มีอำนาจการจำแนกกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ (r) มีค่าสูงไว้

๓. ผลการทดลองใช้แบบทดสอบ

๑) การทดลองใช้แบบทดสอบครั้งที่ ๑ ปรากฏว่า สามารถคัดเลือกข้อ ทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ได้ ๒๒ ข้อ แยกออกได้ดังนี้ คือ

แบบทดสอบตอนที่ ๑ ข้อทดสอบที่คัดเลือกได้จำนวน ๔๐ ข้อ มีค่าความ ยากง่าย ตั้งแต่ .๒๐ ถึง .๘๒ ค่าความยากง่ายโดยเฉลี่ย .๕๐๔ และมีอำนาจในการจำแนก กลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ ตั้งแต่ .๐๔ ถึง .๒๔

แบบทดสอบตอนที่ ๒ ข้อทดสอบที่คัดเลือกได้ จำนวน ๒๐ ข้อ มีค่าความ ยากง่ายตั้งแต่ .๒๐ ถึง .๘๐ ค่าความยากง่ายโดยเฉลี่ย .๕๑๕ และมีอำนาจในการจำแนก กลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ ตั้งแต่ .๐๑ ถึง .๕๔

หลังจากคัดเลือกข้อทดสอบได้ดังกล่าวแล้ว ผู้เขียนได้คัดเลือก ข้อ ข้อที่มีความยาวอยู่ในแบบทดสอบฉบับเดิมให้ชัดเจนและง่ายขึ้น อีกทั้งเขียนข้อทดสอบใหม่เพิ่มเติม จนกระทั่งได้ข้อทดสอบครบ ๕๐ ข้อ เพื่อนำไปทดลองสอบครั้งที่สอง แบบทดสอบที่ปรับปรุงใหม่

^๒ Fan, Chung - Toh, Item Analysis Table, pp. 3-32

๕. ผลรวมใน แบบทดสอบตอนที่ ๑ ซึ่งเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชา
 คณิตศาสตร์มีผู้ได้คะแนน จำนวน ๔๕ ข้อ และแบบทดสอบตอนที่ ๒ ซึ่งเกี่ยวกับความเฉลียวฉลาด
 ในการใช้ความรู้ไปไว้ในคณิตศาสตร์ จำนวน ๔๕ ข้อ

๖. การทดลองใช้แบบทดสอบครั้งที่ ๒ ปรากฏว่า สามารถเลือกได้ถูกต้อง
 ในแบบที่ใช้ใบทดสอบได้จำนวน ๒ ข้อ ยกออกได้ดังนี้

แบบทดสอบตอนที่ ๑ ข้อทดสอบที่เลือกได้จำนวน ๑๑ ข้อ มีค่าความ
 ยากง่ายโดยเฉลี่ย .๐๑ ถึง .๔๖ ค่าความยากง่ายโดยเฉลี่ย .๔๔ และมีอำนาจในการวัด
 ความสามารถสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ ตั้งแต่ .๒๐ ถึง .๘๖

แบบทดสอบตอนที่ ๒ ข้อทดสอบที่เลือกได้จำนวน ๒๔ ข้อ มีค่าความ
 ยากง่ายโดยเฉลี่ย .๐๖ ถึง .๔๑ ค่าความยากง่ายโดยเฉลี่ย .๔๒ และมีอำนาจในการวัด
 ความสามารถสูงและกลุ่มคะแนนต่ำตั้งแต่ .๒๐ ถึง .๘๕

ตารางที่ ๑. ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนก กลุ่มคะแนนสูงและ
 กลุ่มคะแนนต่ำ (r) ของข้อทดสอบที่ใช้ในการทดลอง

แบบทดสอบก่อนที่ ๑				แบบทดสอบก่อนที่ ๒							
	p	r	ข้อ		p	r	ข้อ		p	r	ข้อ
๑	.๔๘	.๔๖	๑๔	.๔๔	.๒๔	๑	.๔๐	.๒๖	๑๔	.๔๖	.๔๖
๒	.๔๖	.๔๗	๑๕	.๔๖	.๔๕	๒	.๔๕	.๓๐	๑๕	.๔๕	.๔๖
๓	.๔๖	.๔๗	๒๐	.๔๔	.๔๖	๓	.๔๖	.๒๐	๒๐	.๔๖	.๔๖
๔	.๔๕	.๒๑	๒๐	.๔๔	.๒๔	๔	.๒๔	.๓๐	๒๐	.๔๕	.๔๖
๕	.๔๕	.๔๐	๒๖	.๔๖	.๒๗	๕	.๔๕	.๔๐	๒๖	.๔๕	.๔๖
๖	.๒๕	.๔๐				๖	.๔๖	.๔๐	๒๖	.๔๕	.๔๖
๗	.๒๗	.๔๗	๒๗	.๒๕	.๒๐						
๘	.๒๕	.๔๖	๒๘	.๒๐	.๒๕	๗	.๔๕	.๔๖	๒๘	.๔๕	.๔๖

ตารางที่ ๑ (ต่อ)

แบบทดสอบก่อนที่ ๑						แบบทดสอบก่อนที่ ๒					
ข้อ	p	r	ข้อ	p	r	ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
๑	)	.๕๐	๒๕	)	.๕๔	๔	)	.๕๒	๕	)	.๕๐
๒	)	.๕๔	๒๖	)	.๕๒	๕	)	.๕๐	๖	)	.๕๐
๓	)	.๕๐	๒๗	)	.๕๒	๑๐	)	.๕๒	๖	)	.๕๐
๔	)	.๕๒				๑๑	)	.๕๒	๖	)	.๕๐
๕	)	.๕๐	๒๘	)	.๕๒	๑๒	)	.๕๒	๖	)	.๕๐
๖	)	.๕๒	๒๙	)	.๕๒	๑๓	)	.๕๒	๖	)	.๕๐
๗	)	.๕๒	๓๐	)	.๕๒	๑๔	)	.๕๒			
๘	)	.๕๒	๓๑	)	.๕๒	๑๕	)	.๕๒			
๙	)	.๕๒	๓๒	)	.๕๒	๑๖	)	.๕๒			
๑๐	)	.๕๒	๓๓	)	.๕๒	๑๗	)	.๕๒			

แบบทดสอบข้อต้นวิชาตรรกศาสตร์มีจุดประสงค์ที่ใช้ในการค้นคว้า ประเมินผล
 จำนวน ๖๖ ข้อ ซึ่งคัดเลือกได้จากการทดลองตอบครั้งที่ ๑ มีความยากง่าย
 วิชาการจำแนกกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำของข้อทดสอบแต่ละข้อ ดังแสดงไว้ใน
 ตารางที่ ๑ และจำแนกออกเป็นข้อทดสอบในแบบทดสอบก่อนที่ ๑ ซึ่งเกี่ยวกับความรู้
 แนวใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์มีจุดประสงค์ จำนวน ๓๓ ข้อ ข้อทดสอบในแบบ
 ทดสอบก่อนที่ ๒ ซึ่งเกี่ยวกับความถนัดในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ จำนวน ๓๓
 ข้อ และจำแนกออกตามเนื้อหา และลักษณะของข้อทดสอบดังแสดงไว้ในตารางที่ ๒ และ
 ตารางที่ ๑ ตามลำดับ

ตารางที่ ๒ ลักษณะของแบบทดสอบตอนที่ ๑

เนื้อหา	จำนวนข้อ	ค่า p เฉลี่ย	พิสัยของ r
๑. ประพจน์, ตัวเชื่อม และค่าความจริง (Statement, Logical Connectives and Truth Values)	๔	.๗๒๕	.๒๑ - .๕๑
๒. Tautology	๖	.๕๕๗	.๕๐ - .๖๖
๓. Logical Equivalence	๔	.๕๔๐	.๒๕ - .๗๐
๔. Valid Consequence and Valid Argument	๕	.๖๑๐	.๓๕ - .๕๕
๕. หลักการพิสูจน์ (Methods of proof)	๓	.๕๖๐	.๒๕ - .๓๑
๖. Quantifications	๕	.๕๓๖	.๒๕ - .๖๗
	๓๓	.๕๔๕	.๒๑ - .๗๐

ตารางที่ ๓ ลักษณะของแบบทดสอบตอนที่ ๒

ลักษณะของข้อทดสอบ	จำนวนข้อ	ค่า p เฉลี่ย	พิสัยของ r
๑. การพิจารณาคำกล่าวทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดมาให้ ว่าถูกตongหรือไม่	๑๗	.๕๗๕	.๒๑ - .๗๐
๒. การพิจารณาการให้เหตุผลในแต่ละตอนของการ พิสูจน์ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ว่า ถูกตongหรือสมเหตุ สมผลหรือไม่ เพราะเหตุใด	๖	.๕๕๕	.๒๕ - .๕๑
๓. การพิจารณาการพิสูจน์ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ สมเหตุสมผลว่าไรหลักของการให้เหตุผลอะไร	๖	.๕๕๐	.๒๑ - .๗๕
	๒๙	.๕๖๖	.๒๑ - .๗๕

การหาค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) ของแบบทดสอบ

หลังจากคิดหาค่าร้อยละแล้ว ผู้เขียนได้นำแบบทดสอบที่ทดลองตอบในครั้ง
ก่อนที่มีจำนวน ๒๙ ฉบับ มาตรวจและโคแชนใหม่ เจาะระชอทดสอบข้อที่ ๑๑ ในครั้งที่
ในครั้งที่ ๒ จำนวน ๒๒ ข้อ แล้วหาอัตราส่วนของจำนวนข้อที่ตอบแต่ละข้อถูก (p)
และหาความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ กูเทร วิชาร์ดนี้^๑ ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{(n-1)} \frac{\sigma_t^2 - \sum pq}{\sigma_t^2}$$

ในเมื่อ r_{tt} = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n = จำนวนข้อทดสอบในแบบทดสอบ
 σ_t^2 = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ
 p = อัตราส่วนของจำนวนข้อที่ตอบแต่ละข้อถูก
 q = $1 - p$

ในที่นี้ $n = ๒๒$ $\sigma_t^2 = ๔๔.๐๐๘$ $\sum pq = ๑๑.๔๘๑๘$
 ดังนั้น $r_{tt} = \frac{๒๒}{๒๑} \times \frac{๔๔.๐๐๘ - ๑๑.๔๘๑๘}{๔๔.๐๐๘}$
 $= .๘๙๒$

วิเคราะห์โดยทั่วไปของแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่ผู้เขียนใช้ในการค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย ข้อทดสอบจำนวน ๒๒
ข้อ มีความง่ายโดยเฉลี่ย .๔๒ มีอำนาจการจำแนกคุณลักษณะสูงและคุณลักษณะที่วัดได้
มี .๘๙ และมีค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) เท่ากับ .๘๙๒ แบบทดสอบ
แบบทดสอบข้อที่ ๑ และแบบทดสอบข้อที่ ๒ ดังนี้

แบบทดสอบข้อที่ ๑ เป็นแบบทดสอบเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Concepts)
ในวิชาพฤกษศาสตร์ซึ่งผู้ตอบ ประกอบด้วยการชอทดสอบปรนัย แบบให้ชอ (Multiple Choice)

^๑ Garrett, Henry E., Statistics in Psychology and Education,
p. 341.

และแบบถูกผิด (True - False) จำนวน ๓๓ ข้อ มีค่าความยากง่ายโดยเฉลี่ย .๕๔๕ และมีอำนาจในการจำแนกกกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ ตั้งแต่ .๒๑ ถึง .๙๐

แบบทดสอบตอนที่ ๒ เป็นแบบทดสอบเกี่ยวกับความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ ในคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยข้อทดสอบปรนัยแบบให้เลือก (Multiple Choice) และแบบ ถูกผิด (True - False) จำนวน ๒๕ ข้อ มีค่าความยากง่ายโดยเฉลี่ย .๕๓๖ และมีอำนาจในการจำแนกกกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ ตั้งแต่ .๒๑ ถึง .๙๕

เวลาที่ใช้ในการทดสอบ กำหนดให้นักศึกษาแบบทดสอบภายในเวลา ๒ ชั่วโมง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่ นิสิตชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประชานมิตร ปทุมวัน และบางแสน ปีการศึกษา ๒๕๐๕ จำนวน ๒๔๖ คน ในจำนวนนี้เป็นนิสิต ชาย ๙๖ คน นิสิตหญิง ๑๕๐ คน นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. ๙๔ คน มศ.๕ แผนกวิทยาศาสตร์ ๑๒๕ คน และ มศ.๕ แผนกศิลป์ ๔๗ คน (ดังแสดงไว้ในตารางที่ ๔)

เนื่องจากปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้านี้ มีนิสิตที่มีความรู้เดิม ม. ๔ รวมอยู่ด้วย แยกได้เป็นนิสิตที่มีความรู้เดิม ม.๔ แผนกวิทยาศาสตร์ ๔ คน ม.๔ แผนกศิลป์ ๑ คน และ ม. ๔ แผนกทั่วไป ๑ คน ผู้เขียนจึงรวมนิสิตที่มีความรู้เดิม ม.๔ แผนกวิทยาศาสตร์ เข้ากับนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ.๕ แผนกวิทยาศาสตร์ และรวมนิสิตที่มีความรู้เดิม ม. ๔ แผนกศิลป์ และแผนกทั่วไปเข้ากับนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ.๕ แผนกศิลป์

ตารางที่ ๔ จำนวนนิสิตจำแนกประเภทตามเพศ และความรู้เดิม

เพศ	ความรู้เดิม	จำนวนนิสิต			รวม
		ป.กศ.	มศ.๕ วิทยาศาสตร์	มศ. ๕ ศิลป	
	ชาย	๓๔	๕๑	๙	๙๔
	หญิง	๕๐	๙๔	๕๐	๑๙๔
รวม		๘๔	๑๔๕	๕๙	๒๘๘

✓การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่

๑. คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของมัธยมศึกษาตอนต้นวิชาตรรกศาสตร์ ปี ๒๕๐๐
ที่ใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง

๒. เกณฑ์วิชาตรรกศาสตร์ ๑๐๐ ตรรกศาสตร์ ๑๐๐ และ ตรรกศาสตร์ ๑๐๐

ในการรวบรวมข้อมูลดังกล่าว ผู้เขียนเป็นผู้รวบรวมโดยได้รับความช่วยเหลือและช่วย
เนื่องจากอาจารย์ผู้สอนวิชาตรรกศาสตร์ และอาจารย์แผนกทะเบียนวินัยวิชาการศึกษา
ตามแนบ โดยได้ดำเนินการดังนี้

๑) การรวบรวมคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของมัธยมศึกษาตอนต้นวิชาตรรกศาสตร์ ปี ๒๕๐๐

ก. นำแบบทดสอบของมัธยมศึกษาตอนต้นวิชาตรรกศาสตร์ ปี ๒๕๐๐ ไปทำการเฉลย
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้า จำนวน ๒๕๖ คน ดังกล่าวแล้ว

ข. ตรวจแบบทดสอบ รวม ๒๕๖ ฉบับทีละฉบับ โดยให้คะแนนข้อที่ทำได้
ข้อละ ๑ คะแนน และข้อที่ทำผิดหรือข้อที่ไม่ได้ทำข้อละ ๐ คะแนน แล้วรวมคะแนนที่ได้ โดย
แยกเป็นคะแนนรวมตอนที่ ๑ คะแนนรวมตอนที่ ๒ และคะแนนรวมทั้งหมด (ตอนที่ ๑ และตอนที่ ๒)
ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

จากการตรวจและให้คะแนนโดยวิธีดังกล่าวนี้ ผู้ที่ทำแบบทดสอบถูกถาม
จะได้คะแนนรวมตอนที่ ๑. ๑๓ คะแนน คะแนนรวมตอนที่ ๒. ๒๕ คะแนน และคะแนนรวม
ทั้งหมด ๓๘ คะแนน

ค. ตรวจสอบการให้คะแนนและการรวมคะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
อย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

๒) การรวบรวมเกณฑ์วิชาตรรกศาสตร์ ๑๐๐ เกณฑ์วิชาตรรกศาสตร์ ๑๐๐ และ
เกณฑ์วิชาตรรกศาสตร์ ๑๐๐ ผู้เขียนได้ทำการคัดลอกเกณฑ์วิชาตรรกศาสตร์ดังกล่าวจากแผนกทะเบียน
วินัยวิชาการศึกษา ประธานมิตร ปทุมวัน และบางแสน

เนื่องจากเกณฑ์วิชาตรรกศาสตร์ ๑๐๐ เกณฑ์วิชาตรรกศาสตร์ ๑๐๐ และเกณฑ์
วิชาตรรกศาสตร์ ๑๐๐ เป็นตัวอักษร A, B, C, D หรือ E เพื่อความสะดวกแก่การวิเคราะห์
ข้อมูล ผู้เขียนได้กำหนดค่าให้ $A = 4, B = 3, C = 2, D = 1$ และ $E = 0$

✓ การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้เขียนตำราวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้วิธีการทางสถิติต่อไปนี้

๑. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยหลักการของนิสิต โดย
การคำนวณค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
ของคะแนนจากสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad \text{และ}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{N}}$$

ในที่นี้ $\bar{x}$ = คะแนนเฉลี่ย

s = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ = ผลรวมของคะแนน

N = จำนวนคะแนน

$\sum x^2$ = ผลรวมของกำลังสองของคะแนน

๒. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์
ด้วยหลักการของนิสิตชายและนิสิตหญิง นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. มศ.๕ แผนกวิทยาศาสตร์
และ มศ.๕ แผนกศิลป์ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบ Complex Factorial
Design^b ตามตัวแปรหลัก (Main Variables) ดังต่อไปนี้

ก. เพศ โดแก่ เพศชาย และ เพศหญิง

ข. ความรู้เดิมโดแก่ ความรู้เดิม ป.กศ. มศ.๕ แผนกวิทยาศาสตร์

และ มศ.๕ แผนกศิลป์

^a Garrett, Henry E., Statistics In Psychology and Education,
p. 27.

^b Ibid., p. 53.

^b Snedecor, George W., Statistical Methods, pp. 214-280.

โดยทำการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

(๑) หาผลบวกกำลังสอง (Sum Square) ของคะแนนความถี่แปร
ชนิด โดยใช้สูตรของ ลินควิสต์^๑ ดังนี้

$$SS. \text{ Total} = \sum x_t^2 - \frac{(\sum x_t)^2}{N_t}$$

$$SS. \text{ Between sex} = \frac{(\sum x_b)^2}{N_b} + \frac{(\sum x_g)^2}{N_g} + \frac{(\sum x_t)^2}{N_t}$$

$$SS. \text{ Between Background Knowledge} = \frac{(\sum x_{ed})^2}{N_{ed}} + \frac{(\sum x_s)^2}{N_s} + \frac{(\sum x_a)^2}{N_a} - \frac{(\sum x_t)^2}{N_t}$$

(๒) หาผลบวกกำลังสองของคะแนนอันเป็นผลของการปะทะ
(Interaction) ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สูตรของสเนเดเคอร์^๒ ดังนี้

$$SS. A \times B = \sum WD^2 - \frac{(\sum WD)^2}{W}$$

ในเมื่อ A คือตัวแปรที่ ๑
B คือตัวแปรที่ ๒

$$W = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}$$

เมื่อ n_1 คือจำนวนคะแนนในตัวแปรที่ ๑
 n_2 คือจำนวนคะแนนในตัวแปรที่ ๒

$$D = \bar{X}_1 - \bar{X}_2$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ คือคะแนนเฉลี่ยของตัวแปรที่ ๑
 $\bar{X}_2$ คือคะแนนเฉลี่ยของตัวแปรที่ ๒

^๑ Lindquist, E.F., Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education, pp. 220 - 253.

^๒ Snedecor, George W., Op.cit., pp. 379-393.

๑) หมายเหตุว่ากำลังสองเฉลี่ย (Mean Square) โดยนำเอาจำนวนกลุ่มหรือจำนวนคะแนนที่มีโอกาสแปรปรวน (Degree of Freedom) ไปหารผลบวกกำลังสอง (Sum Square) ของคะแนนตามตัวแปรหลัก หรือผลบวกกำลังสอง (Sum Square) ของคะแนนอันเป็นผลของการปะทะ (Interaction) ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

๔) หมายเหตุว่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน (Error) โดยนำเอาผลรวมของผลบวกกำลังสอง (Sum Square) ของคะแนนตามตัวแปรหลัก และผลบวกกำลังสอง (Sum Square) ของคะแนนอันเป็นผลของการปะทะ (Interaction) ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ไปลบออกจากผลบวกกำลังสองทั้งหมด (Sum Square Total) แล้วหารด้วยจำนวนคะแนนที่มีโอกาสแปรปรวน (Degree of Freedom)

๕) ค่า F โดยนำเอาผลบวกกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน ไปหารผลบวกกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square) ของคะแนนตามตัวแปรหลัก หรือผลบวกกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square) ของคะแนนอันเป็นผลของการปะทะ (Interaction) ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

๖) สรุปผลความแตกต่าง โดยดูที่ค่าสำคัญทางสถิติของค่า F โดยเทียบกับค่าจากตาราง F.

๑. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างตัวแปร โดยใช้สูตรของ เพียร์สัน * ดังนี้

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2] [N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

ในเมื่อ r = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และตัวแปร Y

N = จำนวนคะแนน

$\sum XY$ = ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนจากตัวแปร X

และคะแนนจากตัวแปร Y

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนจากตัวแปร X

$\sum Y$ = ผลรวมของคะแนนจากตัวแปร Y

$\sum X^2$ = ผลรวมของกำลังสองของคะแนนจากตัวแปร X

$\sum Y^2$ = ผลรวมของกำลังสองของคะแนนจากตัวแปร Y

๔. วิเคราะห์ว่าอาจใช้คะแนนจากแบบทดสอบข้อสมมติฐานวิชาครุศาสตร์ สัณฐานวิทยา
เป็นตัวทำนาย เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๑ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๒ และเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๓
อย่างใดตัวหนึ่งหรือไม่ เพียงไร โดยการนำผลการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression
Equation) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ^{๑๐} (Coefficient of Multiple
Correlation) ดังต่อไปนี้

- ๑) กำหนดให้ (1) แบบเกณฑ์ในการทำนาย (The Criterion)
- (2) ทำนายตัวทำนายที่ ๑ (First Prediction)
- (3) ทำนายตัวทำนายที่ ๒ (Second Prediction)

ในที่นี้เกณฑ์ในการทำนายได้แก่ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๑ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๒
และ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๓

ตัวทำนายที่ ๑ ได้แก่คะแนนจากแบบทดสอบข้อสมมติฐานในการเรียนวิชา
ครุศาสตร์เชิงสัณฐานวิทยา ตอนที่ ๑

ตัวทำนายที่ ๒ ได้แก่คะแนนจากแบบทดสอบข้อสมมติฐานในการเรียนวิชา
ครุศาสตร์เชิงสัณฐานวิทยา ตอนที่ ๒

๒) สมการถดถอยพหุคูณ คือ

$$\hat{X}_1 = b_{12.3} X_2 + b_{13.2} X_3 + K$$

$$\text{ในเมื่อ } b_{12.3} = r_{12.3} \frac{r_{1.23}}{r_{2.13}}$$

$$b_{13.2} = r_{13.2} \frac{r_{1.23}}{r_{3.12}}$$

และ K เป็นตัวคงที่

^{๑๐} Ibid., pp. 403-416.

๓) หาค่าสหสัมพันธ์ย่อย (Partial r's) จากสูตร

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13}r_{23}}{\sqrt{1-r_{13}^2} \sqrt{1-r_{23}^2}}$$

$$r_{13.2} = \frac{r_{13} - r_{12}r_{23}}{\sqrt{1-r_{12}^2} \sqrt{1-r_{23}^2}}$$

$$r_{23.1} = \frac{r_{23} - r_{12}r_{13}}{\sqrt{1-r_{12}^2} \sqrt{1-r_{13}^2}}$$

ในเมื่อ r_{12} = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง (1) และ (2)

r_{13} = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง (1) และ (3)

r_{23} = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง (2) และ (3)

$r_{12.3}$ = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง (1) และ (2) เมื่อ (3) คงที่

$r_{13.2}$ = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง (1) และ (3) เมื่อ (2) คงที่

$r_{23.1}$ = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง (2) และ (3) เมื่อ (1) คงที่

๔) หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานย่อย (Partial σ 's) จากสูตร

$$\sigma_{1.23} = \sigma_1 \sqrt{1-r_{12}^2} \sqrt{1-r_{13.2}^2}$$

$$\sigma_{2.13} = \sigma_{2.31} = \sigma_2 \sqrt{1-r_{23}^2} \sqrt{1-r_{12.3}^2}$$

$$\sigma_{3.12} = \sigma_{3.21} = \sigma_3 \sqrt{1-r_{23}^2} \sqrt{1-r_{13.2}^2}$$

ในเมื่อ σ_1 = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ (1)

σ_2 = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ (2)

σ_3 = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ (3)

$\sigma_{1.23}$ = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ (1) เมื่อ (2) และ (3) คงที่

$\sigma_{2.13} = \sigma_{2.31}$ = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ (2) เมื่อ (1) และ (3) คงที่

$\sigma_{3.12} = \sigma_{3.21}$ = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ (3) เมื่อ (1) และ (2) คงที่

๕) ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยส่วนย่อย (Partial Regression Coefficients) และสมการถดถอยพหุคูณ (The Multiple Regression Equation) จากสูตร

$$b_{12.3} = r_{12.3} \frac{\sigma_{1.23}}{\sigma_{2.13}}$$

$$b_{13.2} = r_{13.2} \frac{\sigma_{1.23}}{\sigma_{3.12}}$$

$$K = M_1 - b_{12.3} M_2 - b_{13.2} M_3$$

เมื่อ M_1 , M_2 และ M_3 เป็นคะแนนเฉลี่ยของ (1), (2) และ (3) ตามลำดับ แล้วแทนค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยส่วนย่อย $b_{12.3}$ และ $b_{13.2}$ และค่าคงที่ K ในสมการ

$$\tilde{X}_1 = b_{12.3} X_2 + b_{13.2} X_3 + K$$

๖) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการคาดคะเน (Standard error of estimate)

ในการทำนายค่าจากสมการถดถอยพหุคูณ ในข้อ ๕) ค่าที่ทำนายแต่ละค่าย่อมมีความคลาดเคลื่อนในการคาดคะเนบ้าง สำหรับในที่นี้ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการคาดคะเน มีค่าเท่ากับ $\sigma_{1.23}$ ซึ่งกำหนดไว้ในข้อ ๔)

๗) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) จากสูตร

$$R_{1(23)} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{1.23}^2}{\sigma_1^2}}$$

๘) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

จากสูตร

$$SE_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{N - 3}}$$

ในเมื่อ $3 =$ จำนวนตัวแปร

$N =$ จำนวนคะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูล และผลของการค้นคว้า

การจัดกระทำกับข้อมูล

ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้เขียนได้จัดกระทำกับข้อมูลดังต่อไปนี้

๑. แจกแจงข้อมูลออกตามเพศและความรู้เดิม เพื่อเตรียมตัวสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นต้นในการเรียนวิชากรรณศาสตร์ขั้นต้น และการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเพศขั้นต้นในการเรียนวิชากรรณศาสตร์ขั้นต้นของนิสิตชายและนิสิตหญิง นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ และ มศ. ๕ แผนกศิลป์ โดยแยกออกเป็น

- ๑) คะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑
- ๒) คะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๒
- ๓) คะแนนจากแบบทดสอบทั้งเรื่องก่อน

๒. บันทึกคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ และแบบทดสอบตอนที่ ๒ เป็นรายฉบับ เพื่อเตรียมตัวสำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชากรรณศาสตร์ขั้นต้น และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ โดยบันทึกคะแนนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และคะแนนของกลุ่มตัวอย่างซึ่งแยกออกตาม

- ๑) เพศ โดแก่ เล็กชาย และเล็กริง
- ๒) ความรู้เดิม โดแก่ ความรู้เดิม ป.กศ. มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ และ มศ. ๕ แผนกศิลป์

๓. ทำการสุ่มตัวอย่างแบบทดสอบ จำนวน ๕๐ ฉบับ โดยใช้ตารางสุ่มตัวอย่างของฟิชเชอร์และเยตส์ เพื่อนำมาศึกษา ความสามารถในการใช้แบบทดสอบของนิสิตวิชากรรณศาสตร์ขั้นต้นเป็นตัวแทนของนิสิตคณิตศาสตร์ ๑๐๐ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๒ และเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๓

^๑Fisher, Ronald A., and Yates, Frank, Statistical Table For Biological, Agricultural and Medical Research, pp. 114-119.

เนื่องจากแบบทดสอบบางฉบับไม่มีข้อผู้ทำแบบทดสอบ ซึ่งไม่อาจนำมาใช้ในการศึกษา
เรื่องนี้ได้ ผู้เขียนจึงทำการคัดแบบทดสอบดังกล่าวออกก่อนที่จะพิมพ์ตัวอย่างแบบทดสอบ เพื่อ
การศึกษาเรื่องนี้ เมื่อผู้ทำข้อบางแบบทดสอบได้จำนวน ๕๐ ฉบับแล้ว ผู้เขียนได้คัดลอกคะแนน
จากแบบทดสอบก่อนที่ ๑ และตอนที่ ๒ เป็นรายฉบับ และคัดลอกเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๑, เกรด
คณิตศาสตร์ ๑๐๒ และเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๓ เพื่อเตรียมสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลของการค้นคว้า

๑. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชากรรณศาสตร์ (ผู้ถูกเลือก)

ก. การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจาก
แบบทดสอบก่อนที่ ๑ ปรากฏดังนี้

ตารางที่ ๕. คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบก่อนที่ ๑

คะแนน กลุ่มตัวอย่าง	ทั้งหมด	เขต		ความรู้เดิม		
		ชาย	หญิง	ป. กค.	มท. ๕ วิทยาศาสตร์	มท. ๕ ศิลปะ
จำนวน	๒๕๖	๘๖	๑๗๐	๙๕	๑๖๕	๕๕
คะแนนเฉลี่ย	๑๕.๙๕๐	๑๖.๐๓๓	๑๕.๕๒๙	๑๕.๕๔๖	๑๗.๐๖๖	๑๑.๔๕๕
ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	๕.๕๐๐	๕.๑๑๕	๕.๔๖๐	๕.๕๕๖	๕.๕๐๖	๕.๒๙๖

จากตารางที่ ๕ นี้ชี้ให้เห็นในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๑๕.๙๕๐ เมื่อ
เปรียบเทียบกับคะแนนเต็ม ๑๐ คะแนนแล้ว กล่าวได้ว่า นิสิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีความรู้
ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชากรรณศาสตร์ของผู้ถูกเลือกต่ำกว่าระดับปานกลางเล็กน้อย
ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนต่ำกว่าเท่ากับ ๕.๕๐๐ แสดงว่า นิสิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
มีความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชากรรณศาสตร์ของผู้ถูกเลือกไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อ

ความถี่



คะแนน

ภาพ ๑ การกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบ ตอนที่ ๑

พิจารณาจากตัวอย่างหนึ่งจำแนกตามเพศและความรู้เดิม ปรากฏว่า นิสิตรายต่ำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๑๖.๐๐๐ และนิสิตรายสูงต่ำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๑๘.๘๘๘ แสดงว่า นิสิตรายและนิสิตรายมีความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะใกล้เคียงกัน และต่ำกว่าระดับปานกลางเล็กน้อย นิสิตรายที่มีความรู้เดิม ป.กศ. ทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๑๘.๘๘๖ นิสิตรายที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ ทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๑๘.๐๐๖ และนิสิตรายที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป ทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๑๑.๘๘๘ กล่าวได้ว่า นิสิตรายที่มีความรู้เดิม ป.กศ. มีความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะต่ำกว่าระดับปานกลางเล็กน้อย นิสิตรายที่มีความรู้เดิม ป.กศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ มีความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะอยู่ในระดับปานกลาง และนิสิตรายที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป มีความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะอยู่ในระดับต่ำ

จากภาพ ๑ (หน้า ๘๘) การกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน ๒๘๖ คน มีลักษณะเบ้ไปทางขวาเล็กน้อย (Positive skewness : to the right) มีค่าความเบ้ เท่ากับ .๐๘๑ กล่าวได้ว่า นิสิตรายในกลุ่มตัวอย่างส่วนมากทำคะแนนได้อยู่ในระดับต่ำ นอกจากนั้น จะทำคะแนนได้ค่อย ๆ สูงขึ้น หรือกระจายคะแนนไปทางขวาของภาพ นิสิตรายในกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่ง แต่เป็นส่วนน้อย สามารถทำคะแนนได้อยู่ในระดับค่อนข้างสูงหรือในระดับสูง

จ. การวิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๒ ปรากฏดังต่อไปนี้



ภาพ ๒. การกระจายของกะแนบจากแบบทดสอบ ตอนที่ ๒

ตารางที่ ๖. คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๖

คะแนน กลุ่มตัวอย่าง	ทั้งหมด	เขต		ความรู้เดิม		
		ชาย	หญิง	ป.กศ.	มศ. ๕ วิทยาศาสตร์	มศ. ๕ ศิลป์
จำนวน	๒๔๖	๘๖	๑๖๐	๙๕	๑๒๕	๔๙
คะแนนเฉลี่ย	๑๐.๑๔๕	๑๐.๓๔๐	๑๐.๐๔๔	๑๐.๐๐๐	๑๐.๖๖๔	๘.๖๕๕
ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	๓.๔๕๒	๓.๔๑๔	๓.๔๕๖	๓.๒๕๔	๓.๙๑๓	๒.๙๒๒

จากตารางที่ ๖ นิสิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๑๐.๑๔๕ เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเต็ม ๒๕ คะแนนแล้ว กล่าวได้ว่า นิสิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความสามารถในการนำความรู้ไปไว้ในคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนมีค่าเท่ากับ ๓.๔๕๒ แสดงว่า นิสิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความสามารถในการนำความรู้ไปไว้ในคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อพิจารณาจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งจำแนกตามเขตและความรู้เดิมปรากฏว่า นิสิตชายทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๑๐.๓๔๐ และนิสิตหญิงทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๑๐.๐๔๔ แสดงว่า นิสิตชายและนิสิตหญิงมีความสามารถในการนำความรู้ไปไว้ในคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน และอยู่ในระดับต่ำ นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. ทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๑๐.๐๐๐ นิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ ทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๑๐.๖๖๔ และนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป์ ทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๘.๖๕๕ กล่าวได้ว่านิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. มีความสามารถในการนำความรู้ไปไว้ในคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ นิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการนำความรู้ไปไว้ในคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำ และนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป์ มีความสามารถในการนำความรู้ไปไว้ในคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำมาก

จากภาค ๖ (หน้า ๔๐) การกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๖ ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน ๒๔๖ คน มีลักษณะเป็นไปทางขวาเล็กน้อย (Positive skewed : to the right) มีค่าความเบ้เท่ากับ .๑๐๖ กล่าวได้ว่า นิสิตในกลุ่มตัวอย่างส่วนมากทำคะแนน

ได้ใกล้เคียงคะแนนเฉลี่ย และมีนิสิตในกลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของกลุ่มหนึ่งทำคะแนนได้อยู่ในระดับต่ำ และอีกกลุ่มหนึ่งทำคะแนนได้อยู่ในระดับค่อนข้างสูง

ค. การวิเคราะห์หาคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองตอน ปรากฏดังนี้

ตารางที่ ๘. คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองตอน

คะแนน กลุ่มตัวอย่าง	ทั้งหมด	เพศ		ความรู้เดิม		
		ชาย	หญิง	ป. กศ.	มศ. ๕ วิทยาศาสตร์	มศ. ๕ ศิลป
จำนวน	๒๘๖	๑๖๖	๑๒๐	๑๒๖	๑๖๖	๑๒๐
คะแนนเฉลี่ย	๒๕.๕๐๕	๒๖.๕๐๑	๒๕.๖๕๕	๒๕.๕๕๖	๒๕.๐๐๐	๒๖.๖๕๕
ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	๕.๕๖๕	๖.๕๖๕	๕.๕๖๕	๖.๕๖๐	๕.๕๖๐	๕.๕๖๕

จากตารางที่ ๘ นิสิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๒๕.๕๐๕ เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเต็ม ๒๖ คะแนนแล้ว กล่าวได้ว่า นิสิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาการรทศาศตรัญญ์อักษรค่อนข้างต่ำ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนมีค่าเท่ากับ ๕.๕๖๕ แสดงว่านิสิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาการรทศาศตรัญญ์อักษรไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อพิจารณาจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งจำแนกตามเพศและความรู้เดิม ปรากฏว่า นิสิตชายทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๒๖.๕๐๑ และนิสิตหญิงทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๒๕.๖๕๕ กล่าวได้ว่า นิสิตชายและนิสิตหญิงมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาการรทศาศตรัญญ์อักษรไม่แตกต่างกันมากนัก และอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ นิสิตที่มีความรู้เดิม ป. กศ. ทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๒๕.๕๕๖ นิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ ทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๒๕.๐๐๐ และนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป ทำคะแนนได้โดยเฉลี่ย ๒๖.๖๕๕ กล่าวได้ว่า นิสิตที่มีความรู้เดิม ป. กศ. หรือ

ความถี่



ภาพ ๓ การกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบ ทั้งสองตอน

มถ. ๕ แขนงวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ค่อนข้างต่ำ และ
 นิสิตที่มีความรู้เดิม มถ. ๕ แขนงศิลป์ มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ใน
 ระดับต่ำ

จากภาพ ๑ (หน้า ๘๑) การกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งของคอนของกุ่ม
 ตัวอย่างจำนวน ๒๘๖ คน มีลักษณะเป็นไปทางขวา (Positive skewness : ๑๐ (๑), ๑๕ (๑))
 มีค่าความเบ้เท่ากับ .๘๒๔ กล่าวได้ว่า นิสิตในกลุ่มตัวอย่างส่วนมากทำคะแนนได้อยู่ในระดับต่ำ
 นอกจากนั้นจะหาคะแนนได้ลอย ๆ สูงขึ้น หรือกระจายคะแนนไปทางขวาของภาพ มีนิสิตในกลุ่ม
 ตัวอย่างเป็นส่วนน้อยที่ทำคะแนนได้ค่อนข้างสูง

๒. ความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ของนิสิตราย
 และนิสิตหญิง นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. มถ. ๕ แขนงวิทยาศาสตร์ และ มถ. ๕ แขนงศิลป์

ก. การวิเคราะห์ความแตกต่างในความรู้อย่างเข้าใจ (Concepts) ในวิชา
 ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ ปรากฏผลดังนี้ (รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ ๔)

๑) ความแตกต่างระหว่างเพศ ไม่มีผลทำให้คะแนนจากแบบทดสอบคอนที่ ๑
 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ หรือ .๐๕ แสดงว่า นิสิตชาย และนิสิตหญิง
 มีความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ไม่แตกต่างกัน

๒) ความรู้เดิมที่แตกต่างกันมีผลทำให้คะแนนจากแบบทดสอบคอนที่ ๑ แตกต่าง
 กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย ปรากฏว่า นิสิตที่มีความรู้
 เดิม มถ. ๕ แขนงวิทยาศาสตร์ ทำคะแนนเฉลี่ยได้สูงกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และนิสิตที่มี
 ความรู้เดิม ป.กศ. ทำคะแนนเฉลี่ยได้สูงกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม มถ. ๕ แขนงศิลป์ (รายละเอียด
 แสดงไว้ในตารางที่ ๔) แสดงว่า นิสิตที่มีความรู้เดิม มถ. ๕ แขนงวิทยาศาสตร์ มีความรู้ความ
 เข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ดีกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และนิสิต
 ที่มีความรู้เดิม มถ. ๕ แขนงศิลป์ นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. มีความรู้ความเข้าใจ
 (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ดีกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม มถ. ๕ แขนงศิลป์

ตารางที่ ๔. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑

แหล่งของความแปรปรวน	S.S.	df.	M.S.	F
ระหว่างเพศ	๑๒.๕๘๖	๑	๑๒.๕๘๖	.๔๗๖
ระหว่างความรู้เดิม	๑๐๑๔.๕๐๖	๒	๕๐๗.๒๕๓	๑๘.๒๒๕ **
เพศ X ความรู้เดิม	๔๔.๘๔๕	๒	๒๒.๔๒๒	๑.๖๗๕
ความคลาดเคลื่อน	๒๓๕๗.๒๒๐	๒๕๐	๙๔.๔๘๘	-
รวม	๓๔๗๙.๑๕๐	๒๕๓	-	-

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

๑) การปะทะ (Interaction) ระหว่างเพศและความรู้เดิม ไม่มีผลทำให้คะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ ของนิสิต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ หรือ .๐๕ แสดงว่า การปะทะ (Interaction) ระหว่างเพศและความรู้เดิมไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์

ตารางที่ ๕. คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความรู้เดิม

ความรู้เดิม	จำนวน	คะแนนเฉลี่ย
ป.กศ.	๔๕	๑๕.๔๔๖
มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์	๑๒๕	๑๗.๑๓๖
มศ. ๕ แผนกศิลป	๔๗	๑๑.๔๔๕

จ. การวิเคราะห์ความแตกต่างของความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ใน
 ทัศนศาสตร์ ปรากฏผลดังนี้ (รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ ๑๐)

ตารางที่ ๑๐. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๒

แหล่งของความแปรปรวน	SS.	df.	MS.	F.
ระหว่างเพศ	๕.๐๕๗	๑	๕.๐๕๗	.๕๖๔
ระหว่างความรู้เดิม	๓๑.๔๐๐	๖	๕.๒๓๓	๓.๐๕๑ *
เพศ x ความรู้เดิม	๓๑.๑๔๑	๖	๕.๑๘๖	๐.๘๖๔
ความคลาดเคลื่อน	๒๔๖๕.๕๕๗	๒๕๐	๙.๘๖๒	-
รวม	๒๕๓๒.๐๕๕	๒๕๗	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๑) ความแตกต่างระหว่างเพศ ไม่มีผลทำให้คะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๒
 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐ หรือ .๐๕ แสดงว่า นิสิตชายและนิสิตหญิง มี
 ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในทัศนศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

๒) ความรู้เดิมที่แตกต่างกัน มีผลทำให้คะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๒ แตก
 ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ จากการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยปรากฏว่า นิสิตที่มีความรู้
 เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ ค่าคะแนนเฉลี่ยได้สูงกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และนิสิตที่มี
 ความรู้เดิม ป.กศ. ค่าคะแนนเฉลี่ยได้สูงกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลปะ (รายละเอียด
 แสดงไว้ในตารางที่ ๑๐) แสดงว่า นิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ มีความสามารถ
 ในการนำความรู้ไปใช้ในทัศนศาสตร์ สูงกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และนิสิตที่มีความรู้เดิม
 มศ. ๕ แผนกศิลปะ นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. มีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในทัศนศาสตร์
 สูงกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลปะ

ตารางที่ ๑๑. คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบตอนที่ ๒ ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความรู้เดิม

ความรู้เดิม	จำนวน	คะแนนเฉลี่ย
ป.กศ.	๔๔	๑๐.๐๐๐
มศ. ๕ แขนงวิทยาศาสตร์	๔๖๕	๑๐.๖๖๔
มศ. ๕ แขนงกสิกรรม	๔๗	๘.๖๕๕

๓) การประทะ (Interaction) ระหว่างเพศและความรู้เดิมไม่มีผลทำให้คะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๒ ของนิสิต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐ หรือ .๐๕ แสดงว่า การประทะ (Interaction) ระหว่างเพศและความรู้เดิมไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์

ค. การวิเคราะห์ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ ปรากฏผลดังนี้ (รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ ๑๒)

ตารางที่ ๑๒. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองตอน

แหล่งของความแปรปรวน	SS.	df.	M.S.	F
ระหว่างเพศ	๓๓.๕๔๐	๑	๓๓.๕๔๐	.๔๑๑
ระหว่างความรู้เดิม	๑๖๖๘.๕๑๕	๒	๘๓๔.๒๕๗	๑๐๓.๑๔๘ **
เพศ x ความรู้เดิม	๑๘๖.๐๑๘	๒	๙๓.๐๐๙	๒.๐๙๕
ความคลาดเคลื่อน	๑๑๑๘๒.๘๔๑	๒๔๐	๔๖๕.๖๖๒	-
รวม	๑๓๐๘๖.๘๖๐	๒๔๕	-	-

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐

๑) ความแตกต่างระหว่างเพศไม่มีผลทำให้คะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองตอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ หรือ .๐๕ แสดงว่า นิสิตชายและนิสิตหญิงมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีถ่วงไม่แตกต่างกัน

๒) ความรู้เดิมที่แตกต่างกัน มีผลทำให้คะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองตอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ จากการพิจารณาคะแนนเฉลี่ย ปรากฏว่า นิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ ทำคะแนนเฉลี่ยได้สูงกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และนิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. ทำคะแนนเฉลี่ยได้สูงกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป์ (รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ ๑๐) แสดงว่า นิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีถ่วงสูงกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป์ นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีถ่วงสูงกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป์

ตารางที่ ๑๐ . คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทั้งสองตอนของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามความรู้เดิม

ความรู้เดิม	จำนวน	คะแนนเฉลี่ย
ป.กศ.	๓๕	๒๕.๔๔๖
มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์	๑๒๕	๒๔.๐๐๐
มศ. ๕ แผนกศิลป์	๔๗	๒๑.๑๔๔

๓) การประทะ (Interaction) ระหว่างเพศและความรู้เดิม ไม่มีผลทำให้คะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองตอนของนิสิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ หรือ .๐๕ แสดงว่า การประทะ (Interaction) ระหว่างเพศและความรู้เดิม ไม่มีผลกระทบกระเือนต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยวิธีถ่วงของนิสิต

๑. ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์
กับเจตคติและความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ และแบบ
ทดสอบตอนที่ ๒ ปรากฏดังนี้ (รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ ๑๔)

ค่าสถิติสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ และแบบทดสอบตอนที่ ๒
ของนิสิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเพศเท่ากับ .๑๕๕ แสดงว่า ความรู้ความเข้าใจ (Concepts)
ในวิชาตรรกศาสตร์มีอิทธิพลของนิสิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง เพศมีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำกับความสามารถ
ในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตศาสตร์ อธิบายได้ว่า นิสิตที่มีความรู้ความเข้าใจ
(Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์มีอิทธิพลที่ไม่แน่ว่าจะมีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้
ในชีวิตศาสตร์อีกด้วย

ตารางที่ ๑๔. ค่าสถิติสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑
และแบบทดสอบตอนที่ ๒

กลุ่มตัวอย่าง		จำนวน	r
เพศ	ชาย	๘๖	.๒๔๔ ๐๐
	หญิง	๑๕๔	.๐๗๗ ๐๐
ความรู้เดิม	ป.กศ.	๗๕	.๑๖๔ ๐๐
	มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์	๑๒๕	.๐๗๒ ๐๐
	มศ. ๕ แผนกศิลป	๕๗	.๐๕๖ ๐๐
ทั้งหมด		๒๔๖	.๐๕๕ ๐๐

๐๐ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐

น.๑ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐ หรือ .๐๕

เมื่อพิจารณาจากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่าแบบทดสอบและความรู้เดิม ปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ และแบบทดสอบตอนที่ ๒ ของนิสิตชายเท่ากับ .๖๔๔ และของนิสิตหญิงเท่ากับ .๑๖๖ แสดงว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ ทั้งของนิสิตชายและนิสิตหญิงมีค่าค่อนข้างต่ำ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ และแบบทดสอบตอนที่ ๒ ของนิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. เท่ากับ .๑๖๔ ของนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ เท่ากับ .๑๙๖ และของนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป เท่ากับ .๐๘๖ แสดงว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ ของนิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ มีค่าค่อนข้างต่ำ และของนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป มีค่าต่ำมาก

๔. ความสามารถในการใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เป็นกวี

ทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๖ และเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๓

ก. การวิเคราะห์ว่า อาจใช้คะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ และตอนที่ ๒ ทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ อย่างใดหรือไม่ เพียงไร ปรากฏดังต่อไปนี้

๑) แผนการถดถอยพหุคูณ สำหรับทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ คือ

$\hat{X}_1 = .๐๐๐ X_2 + .๐๕๐ X_3 + .๔๐๖$ อธิบายได้ว่า ถ้าเราทราบคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ (X_2) และคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๒ (X_3) ของนิสิต เราจะสามารถคำนวณทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ ของนิสิตได้จากแผนการถดถอยพหุคูณดังกล่าว

๒) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการคาดคะเน (Standard Error of estimate) เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ จากแผนการถดถอยพหุคูณ มีค่าเท่ากับ .๕๔๔ อธิบายได้ว่า ในการทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ ของนิสิตจำนวน ๑๐๐ คน จะได้ว่า เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ ของนิสิตจำนวน ๒ คน ที่ได้จากการทำนาย จะไม่ถดถอยเคลื่อนไปจากเกรดที่ได้รับจริงเกินกว่า

๕.๔๔๔ คะแนน

๑) ค่าประสิทธิผลสัมพัทธ์ของพันธุ์ (R) มีค่าเท่ากับ .๕๕๘ หมายความว่า เกรดกลีโคไซด์ ๑๐๐ ของชนิดในกลุ่มตัวอย่างนี้ทำนายได้จากผลการทดลองพันธุ์ มีความสัมพันธ์ .๕๕๘ กับเกรดกลีโคไซด์ ๑๐๐ ที่มีอยู่ในกลุ่มตัวอย่างได้รับจริง อีกนัยหนึ่งจะหมายความว่า เกรดกลีโคไซด์ ๑๐๐ มีความสัมพันธ์ .๕๕๘ กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบตอนที่ ๑ และแบบทดสอบตอนที่ ๒ จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พันธุ์เพราะเหตุนี้ อาจกล่าวได้ว่า สามารถใช้แบบทดสอบของพันธุ์เพื่อคาดการณ์เกรดกลีโคไซด์ได้ว่าเป็นที่น่าพอใจ เกรดกลีโคไซด์ ๑๐๐ อย่างใกล้ชิด

๔) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประสิทธิผลสัมพัทธ์พันธุ์ (Standard error of a multiple R) มีค่าเท่ากับ .๐๔๘ และที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๐ R มีค่าระหว่าง .๐๕๐ และ .๔๐๘ แสดงว่า ถ้า R มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๐

๖. การวิเคราะห์ว่าอาจได้คะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ และแบบทดสอบตอนที่ ๒ เป็นที่น่าพอใจเกรดกลีโคไซด์ ๑๐๖ อย่างใดหรือไม่ เบื้องไป พิจารณา ดังนี้

๑) สมการถดถอยพันธุ์ สำหรับทำนายเกรดกลีโคไซด์ ๑๐๖ คือ

$\hat{X}_1 = .๐๖๖ X_2 + .๐๑๕ X_3 + .๔๐๘$ หมายความว่า ถ้าเราทราบคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ (X_2) และคะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ ๒ (X_3) ของชนิด เราจะสามารถทำนายเกรดกลีโคไซด์ ๑๐๖ ของชนิดได้จากผลการทดลองพันธุ์ ดังกล่าว

๒) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการคาดคะเน (Standard error of estimate) เกรดกลีโคไซด์ ๑๐๖ จากผลการทดลองพันธุ์ มีค่าเท่ากับ .๕๕๖ หมายความว่า ในการทำนายเกรดกลีโคไซด์ ๑๐๖ ของชนิดจำนวน ๑๐๐ คน จะได้ว่า เกรดกลีโคไซด์ ๑๐๖ ของชนิดจำนวน ๕๔ คน ที่ได้จากการทำนายจะไม่คลาดเคลื่อนจากเกรดที่ได้รับจริง เกือบว่า $\pm .๕๕๖$ คะแนน

๓) ค่าประสิทธิผลสัมพัทธ์ของพันธุ์ (R) มีค่าเท่ากับ .๖๖๐ หมายความว่า เกรดกลีโคไซด์ ๑๐๖ ของชนิดในกลุ่มตัวอย่างนี้ทำนายได้จากผลการทดลองพันธุ์ มีความสัมพันธ์ .๖๖๐ กับเกรดกลีโคไซด์ ๑๐๖ ที่มีอยู่ในกลุ่มตัวอย่างได้รับจริง หรืออีกนัยหนึ่งจะหมายความว่า เกรดกลีโคไซด์ ๑๐๖ มีความสัมพันธ์ .๖๖๐ กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบตอนที่ ๑ และแบบ

ทดสอบควบที่ ๒ จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ทราบได้ เราจะได้ว่าค่าความน่าเชื่อถือแบบทดสอบของวิธีจักรกรกศาสตร์ด้วยวิธีนี้เป็นตัวทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ อย่างใด

๔) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ทราบ (Standard error of a multiple R) มีค่าเท่ากับ .๐๔๐ และที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ มีค่าระหว่าง .๐๖๖ และ .๐๖๘ แสดงว่า ค่า R มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

ก. การวิเคราะห์ว่าอาจใช้คะแนนจากแบบทดสอบควบที่ ๑ และแบบทดสอบควบที่ ๒ เป็นตัวทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ อย่างใดข้อเดียวหรือไม่ เบื้องไป ปรากฏดังต่อไปนี้

๑) ผลการทดสอบสมมติฐานสำหรับการทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ คือ

$\bar{x}_1 = .๐๔๐$ $\bar{x}_2 = .๐๖๔$ $\bar{x}_3 = .๐๖๓$ หมายความว่า ถ้าเราทราบคะแนนจากแบบทดสอบควบที่ ๑ (x_2) และคะแนนจากแบบทดสอบควบที่ ๒ (x_3) เราจะสามารถทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ ของนิสิตได้จากผลการทดสอบทั้งสอง

๒) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการคาดคะเน (Standard error of estimate) เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ จากผลการทดสอบที่มีค่าเท่ากับ .๖๔๔ หมายความว่า ในการทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ ของนิสิตจำนวน ๑๐๐ คน จะได้ว่าเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ ของนิสิตจำนวน ๖๔ คนที่ได้จากการทำนาย จะไม่คลาดเคลื่อนไปจากเกรดที่ได้รับจริงเกินกว่า

$\pm .๖๔๔$ คะแนน

๓) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ทราบ (R) มีค่าเท่ากับ .๘๖๔ หมายความว่า เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ ของนิสิตในกลุ่มตัวอย่างที่ทำนายได้จากผลการทดสอบมีความสัมพันธ์ .๘๖๔ กับเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ ที่นิสิตในกลุ่มตัวอย่างได้รับจริง ซึ่งนั่นหมายความว่า เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ มีความสัมพันธ์ .๘๖๔ กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบควบที่ ๑ และแบบทดสอบควบที่ ๒ จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ทราบได้ เราจะได้ว่าค่าความน่าเชื่อถือแบบทดสอบของวิธีจักรกรกศาสตร์ด้วยวิธีนี้เป็นตัวทำนายเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ อย่างใดข้อเดียว

๔) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ทราบ (Standard error of a multiple R) มีค่าเท่ากับ .๐๔๔ และที่ระดับความเชื่อมั่น .๐๑ มีค่าระหว่าง .๐๐๓ และ .๐๐๖ แสดงว่าค่า R มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑

บทขอ สรุปผล อภิปรายขอ และข้อเสนอแนะ

บทขอ

ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ (symbolic logic) หรือตรรกศาสตร์เชิงคณิตศาสตร์ (mathematical logic) เป็นตรรกศาสตร์ที่ใช้นามาสัญลักษณ์ซึ่งมี นามมาจากตรรกศาสตร์แบบเดิมของอริสโตเติล (Aristotle) ไชนิซ (Leibniz) นักคณิตศาสตร์และนักดาราศาสตร์ชาวเยอรมัน เป็นคนแรกที่เริ่มใช้นามดังกล่าว (Concept) ต่าง ๆ ของตรรกศาสตร์แบบที่ศึกษาในปัจจุบัน ในระหว่างปี ค.ศ. ๑๖๘๕ - ๑๖๘๐ ที่วอริกนั้นนักคณิตศาสตร์ที่สำคัญอื่น ๆ ก็ได้ศึกษาและใช้นามตรรกศาสตร์ตามแนวของไชนิซ ในที่สุดของวอริก (George Boole) ไวท์เฮด (Whitehead) และรัสเซลล์ (Russell) ได้ร่วมกันศึกษาข้อจนกระทั่งเป็นตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ขึ้นเป็นการวางเสริมรากฐานของคณิตศาสตร์ใหม่โดยยิ่งขึ้น

ปัจจุบันนี้หลักสูตรคณิตศาสตร์ของโรงเรียนในประเทศต่าง ๆ ส่วนมากเป็นหลักสูตรที่สอดคล้องกับคณิตศาสตร์แบบปัจจุบัน ซึ่งเป็นในโครงสร้างของคณิตศาสตร์ (structure of mathematics) หรือระบบคณิตศาสตร์ (mathematical system) เนื่องจากเหตุผลที่ต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งในระบบคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นประพจน์ที่รูปได้จากกติกาสัญญา (axiom หรือ postulate) โดยอาศัยหลักการของลาไท์ในเหตุผลทางตรรกศาสตร์ ดังนั้นตรรกศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกแขนง ด้วยเหตุนี้ประเทศต่าง ๆ จึงบรรจุวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ไว้ในหลักสูตรของโรงเรียนมัธยมศึกษาด้วย

วิชาตรรกศาสตร์ศึกษา ประมวลนิเสธ ประพจน์ และ ขวางแทน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์ที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาคณิตศาสตร์สัญลักษณ์ไว้ในหลักสูตรของวิทยาลัย เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการของคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง และเพื่อให้มีความรู้พื้นฐานสำหรับการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับต่อไป ผู้เขียนมีความสนใจเกี่ยวกับข้อดีของการเรียนวิชาตรรกศาสตร์นี้ของนิสิตจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่อง "ข้อดีของการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์"

ของนิสิตชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ปทุมวัน และบางแสน ปีการศึกษา ๒๕๐๔" โดยมีความมุ่งหมายดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการค้นคว้า

๑. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ของนิสิต และความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ของนิสิตชายและนิสิตหญิง นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ และ มศ. ๕ แผนกศิลป์

๒. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์

๓. ศึกษาความสามารถในการใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ เป็นตัวทำนาย เกเรคณิตศาสตร์ ๑๐๑ เกเรคณิตศาสตร์ ๑๐๒ และเกเรคณิตศาสตร์ ๑๐๓

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ที่ผู้เขียนสร้างขึ้น ซึ่งแยกออกเป็นแบบทดสอบตอนที่ ๑ ประกอบด้วยข้อทดสอบความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ จำนวน ๓๓ ข้อ และแบบทดสอบตอนที่ ๒ ประกอบด้วยข้อทดสอบความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ จำนวน ๒๔ ข้อ มีค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) ของแบบทดสอบเท่ากับ .๙๙๓

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้า ได้แก่ นิสิตชั้นปีที่ ๑ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ปทุมวัน และบางแสน ปีการศึกษา ๒๕๐๔ จำนวน ๒๔๖ คน แยกออกเป็นนิสิตชาย ๙๖ คน นิสิตหญิง ๑๕๐ คน นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. ๙๔ คน นิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ ๑๒๔ คน และนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป์ ๔๙ คน

การรวบรวมข้อมูล

๑. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ ไปทดสอบกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้า แล้วทำการตรวจและให้คะแนนแบบทดสอบ

๒. กักตักเกรคคณิศาสตร์ ๑๐๑ เกรคคณิศาสตร์ ๑๐๒ และเกรคคณิศาสตร์ ๑๐๓ ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน ๕๐ คน จากแผนกทะเบียนวิทยาลัย วิชาการศึกษา ประธานมิตร ปทุมวัน และบางแสน

การวิเคราะห์ข้อมูล

๑. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ของนิสิต โดย การหาคะแนนเฉลี่ย (Mean) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
๒. วิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ สัญลักษณ์ของนิสิตชายและนิสิตหญิง นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ และ มศ. ๕ แผนกศิลป์ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) แบบ Complex Factorial design.
๓. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชา ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ โดยการหาค่า สหสัมพันธ์ (Correlation)
๔. วิเคราะห์ความสามารถในการใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาตรรกศาสตร์ สัญลักษณ์เป็นตัวแทนายเกรคคณิศาสตร์ ๑๐๑ เกรคคณิศาสตร์ ๑๐๒ และเกรคคณิศาสตร์ ๑๐๓ โดยการหาสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression equations) และหาค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Coefficient of multiple correlation)

สรุปผล และอภิปรายผล

๑. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ได้ผลดังต่อไปนี้
 - ก. นิสิตในกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ ไม่แตกต่างกันมากนัก และโดยเฉลี่ยมีผลสัมฤทธิ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เมื่อพิจารณาผลใน แต่ละด้านพบว่านิสิตในกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยมีความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชา

ครรทศาสตร์ด้วยสัญลักษณ์ค่าระหว่างปานกลาง และมีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ จากการพิจารณาการกระจายของคะแนน ปรากฏว่า การกระจายของคะแนนทั้งจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ แบบทดสอบตอนที่ ๒ และแบบทดสอบทั้งสองตอน มีลักษณะเบ้ไปทางขวา (Positive skewness to the right) แสดงว่า นิสิตส่วนมากมีความรู้ความเข้าใจ (Competence) ในวิชาครรทศาสตร์สัญลักษณ์ มีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาครรทศาสตร์สัญลักษณ์อยู่ในระดับต่ำ ผู้เขียนมีความเห็นว่านิสิตในกลุ่มตัวอย่างควรมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าที่ปรากฏเป็นผลของการค้นคว้าครั้งนี้ เนื่องจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่ผู้เขียนใช้ในการค้นคว้าเป็นแบบทดสอบที่กลุ่มเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ๑๐๐ ซึ่งนิสิตได้เรียนผ่านมาแล้วในภาคเรียนที่ ๑ ยิ่งกว่านี้ นิสิตในกลุ่มตัวอย่างยังได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ๑๐๒ ในภาคเรียนที่ ๒ และกำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ๑๐๓ ในขณะที่ผู้เขียนทำการทดสอบ ซึ่งวิชาทั้งสองนี้เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ทางครรทศาสตร์ ดังนั้นนิสิตในกลุ่มตัวอย่างจึงน่าจะมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านี้ การที่ปรากฏผลของการค้นคว้าดังกล่าว อาจเนื่องมาจากมีข้อบกพร่องบางประการในการเรียนการสอน หรืออาจเป็นเพราะนิสิตมีพื้นฐานความสามารถในการเรียนไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งเป็นหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนที่จะต้องเอาใจใส่ และพยายามแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้นิสิตมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาที่สูงขึ้น

ข. นิสิตชายและนิสิตหญิงมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาครรทศาสตร์สัญลักษณ์ไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาผลได้ในแต่ละด้าน ปรากฏว่า นิสิตชายและนิสิตหญิงไม่แตกต่างกันทั้งในด้าน ความรู้ความเข้าใจ (Competence) ในวิชาครรทศาสตร์สัญลักษณ์ และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ ทั้งนี้โดยเฉลี่ยนิสิตชายมีแนวโน้มที่จะมีทั้งความรู้ความเข้าใจ (Competence) ในวิชาครรทศาสตร์สัญลักษณ์และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ สูงกว่านิสิตหญิง แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ หรือ .๐๕ แสดงว่า ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาครรทศาสตร์สัญลักษณ์แตกต่างกัน หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า โดยเฉลี่ยแล้วนิสิตชายและนิสิตหญิง สามารถเรียนวิชาครรทศาสตร์สัญลักษณ์ได้ผลพ้องเทียมกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนิสิตชายและนิสิตหญิงมีพื้นฐานการ

ในด้านการให้เหตุผลเหมือน ๆ กัน ผลของการค้นคว้านี้แตกต่างไปจากผลของการค้นคว้าของ
ไพร์เนท^๑ ซึ่งทำการค้นคว้าเรื่องส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลสำเร็จในการเรียน
คณิตศาสตร์ทั่วไปในระดับวิทยาลัย กล่าวคือ ไพร์เนท พบว่า โดยส่วนรวมนิสิตชั้น ๑ เรียน
คณิตศาสตร์ทั่วไปในระดับวิทยาลัยได้ผลดีกว่านิสิตชาย นอกจากนี้จากการศึกษาเรื่ององค์
ประกอบที่สามารถชี้ทำนายความสำเร็จในการเรียนในวิทยาลัยของ สมิท^๒ ได้พบว่า เลศ
เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ใช้ในการทำนายเกรดระดับวิทยาลัยอย่างได้ผลปานกลาง

ก. นิสิตที่มีความรู้เดิมต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์
สัญลักษณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ทั้งนี้ นิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕
แผนกวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และนิสิตที่มีความรู้เดิม
มศ. ๕ แผนกศิลปตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลในแต่ละด้านปรากฏว่า นิสิตที่มีความรู้เดิมต่างกัน
มีความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .๐๑ และมีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ทั้งนี้ นิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ มีผลใน
ทั้งสองด้านสูงกว่า นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลปตาม
ลำดับ การที่ปรากฏผลของการค้นคว้างี้ อาจเป็นเพราะนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕
แผนกวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการให้เหตุผล (Logical mind) หรือมีความเข้าใจใน
หลักการทางคณิตศาสตร์ หรือทั้งสองอย่าง ดีกว่านิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และนิสิตที่มีความ
รู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป ตามลำดับ ซึ่งอาจเนื่องมาจากลักษณะเนื้อหาวิชาตามหลักสูตร
ป.กศ. มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ หรือ มศ. ๕ แผนกศิลป ซึ่งเสริมให้เกิดความสามารถ
ในการให้เหตุผล (Logical mind) และความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์มากขึ้น
แตกต่างกัน

Torrest, Francis Gary, "A Study of Various Factors Related to
Success in College General Mathematics" Dissertation Abstracts
24:5259-5260, June, 1964.

Smith, Corbett, "Achievement and Affiliation Motive as Factors
in Predicting Scholastic Success in College" Dissertation Abstracts.
25:5652-5653, April, 1965.

๑. การปะทะ (๒๓-๒๔-๒๕) ระหว่างเด็กและความรู้เดิม ไม่ีผลทำให้มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะแตกต่างกัน แสดงว่า นิสิตชายและนิสิตหญิง ที่มีความรู้เดิม (ป.กศ. หรือ มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ หรือ มศ. ๕ แผนกศิลป์) อย่างเดียวกัน มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาผลในแต่ละด้านปรากฏว่า การปะทะ (๒๓-๒๔-๒๕) ระหว่างเด็กและความรู้เดิมไม่มีผลทำให้ความรู้ความเข้าใจ (๒๐-๒๑-๒๒) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะ หรือความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ของนิสิตแตกต่างกัน แสดงว่า นิสิตชายและนิสิตหญิงที่มีความรู้เดิม (ป.กศ. หรือ มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ หรือ มศ. ๕ แผนกศิลป์) อย่างเดียวกัน มีความรู้ความเข้าใจ (๒๐-๒๑-๒๒) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะ มีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน การที่ปรากฏผลของการค้นคว้าดังกล่าวนี้ อาจเป็นเพราะนิสิตชายและนิสิตหญิงที่มีความรู้เดิมอย่างเดียวกันมีสัมพันธภาพในการให้การให้เหตุผล (๒๖-๒๗-๒๘) และมีความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์เหมือนกัน

๒. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ (๒๐-๒๑-๒๒) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะ และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ ได้แสดงถึง

ความรู้ความเข้าใจ (๒๐-๒๑-๒๒) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะของนิสิตในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำกับ ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งจำแนกตามเพศ และความรู้เดิม ปรากฏว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ (๒๐-๒๑-๒๒) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะ และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์ทั้งของนิสิตชายและนิสิตหญิง นิสิตที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ มีค่าค่อนข้างต่ำ สำหรับของนิสิตที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลป์ มีค่าต่ำมาก การที่ปรากฏผลของการค้นคว้าดังกล่าวนี้ อาจเป็นเพราะมีนิสิตในกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวนมากมีความรู้ความเข้าใจ (๒๐-๒๑-๒๒) ในวิชาตรรกศาสตร์ด้วยลักษณะดี แต่ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในคณิตศาสตร์อย่างได้ผล

๑๐. การศึกษาความสามารถในการใช้แบบทดสอบของดัชนีชี้วัดการรกราคาตัวชี้วัด
เป็นตัวแทนของเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๑ และเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๒
ได้ดังนี้

สามารถสร้างสมการถดถอยหลายตัว (Multiple Regression Equations)

๑. ผลการ ดำเนินการตัวแทนของเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๑ และเกรดคณิตศาสตร์
๑๐๒ ซึ่งสัมพันธ์กับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficients of Multiple Correlation)
มีค่าเท่ากับ .๕๕๕ .๖๖๖ และ .๗๗๗ ตามลำดับ แสดงว่า สามารถใช้แบบทดสอบของ
ดัชนีชี้วัดการรกราคาตัวชี้วัด เป็นตัวแทนของเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๐ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๑
และเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๒ อย่างได้ผลดี อาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์จะดำเนินการตัวแทนของเกรดคณิต
ศาสตร์ ๑๐๐ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๑ หรือเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๒ ของนิสิตได้โดยนำแบบทดสอบ
ของดัชนีชี้วัดการรกราคาตัวชี้วัดที่มีอยู่เป็นต้นร่างขึ้นไปทำการทดสอบนิสิตแล้วนำคะแนนที่ได้จาก
แบบทดสอบตอนที่ ๑ และแบบทดสอบตอนที่ ๒ ไปแทนค่าในสมการถดถอยหลายตัว ดำเนินการตัวแทนของเกรด
คณิตศาสตร์ ๑๐๐ เกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๑ หรือเกรดคณิตศาสตร์ ๑๐๒ ตามความถ่วงการ

ข้อแนะนำ

ก. ข้อแนะนำเกี่ยวกับการเรียนการสอน

เพื่อให้การเรียนการสอนวิชาการรกราคาตัวชี้วัด (คณิตศาสตร์ ๑๐๐) ได้
ผลดียิ่งขึ้น ผู้เรียนขอแนะนำดังต่อไปนี้

๑. อาจารย์ผู้สอนควรให้ความสนใจใน concept ของการรกราคาตัวชี้วัด
ตัวชี้วัด มากกว่าการท่องจำ ในการอธิบายควรยกตัวอย่างให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้โดย
การใช้เหตุผลอย่างเหมาะสม (ดูตัวอย่างในภาคผนวก ง.)

๒. การสอนให้เข้าใจความหมายของ (Validity) ของสูตร การ
สอนให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการวิเคราะห์ค่าความถูกต้องมากกว่าการใช้ตาราง (Truth Table) เพราะ
การใช้ตารางบ่อยไม่สะดวกสำหรับการพิจารณาสูตรที่ประกอบด้วยตัวแปรหลายตัว (ดูตัวอย่างใน
ภาคผนวก ง.)

๓. การสอนเรื่องการสรุปความ (Valid Argument และ Valid Consequence) การเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการหรือทฤษฎีของการใช้เหตุผลมากกว่าการคำนึงถึงเนื้อหาของข้อความ ทั้งนี้ปรากฏว่าผู้เรียนมีแนวโน้มที่จะพิจารณาว่า argument ใด สมเหตุสมผลหรือไม่โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงของเนื้อหาใน argument นั้น แทนการพิจารณาว่าผลสรุปของ argument นั้น เป็นผลที่สรุปได้จากเหตุหรือไม่

๔. อาจารย์ผู้สอนควรย้ำถึงประโยชน์ของการเปลี่ยนข้อความในภาษาธรรมดาให้เป็นภาษาสัญลักษณ์ และย้ำเรื่อง quantifications ทั้งนี้เพราะทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ส่วนมากเกี่ยวข้องกับ quantifications เสมอ แม้จะไม่ปรากฏคำว่า "บาง" "มี" หรือ "สำหรับทุก ๆ" ก็ตาม ดังนั้นในการเปลี่ยนถ้อยคำของทฤษฎีในภาษาธรรมดาให้เป็นภาษาสัญลักษณ์จึงต้องคำนึงถึง quantifications ด้วย

๕. ในการสอนวิชานี้ นอกจากจะสอนเพื่อให้ผู้เรียนมี concepts ในวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์แล้ว อาจารย์ผู้สอนควรคำนึงถึงความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ด้วย โดยการยกตัวอย่างของการใช้ความรู้ทางตรรกศาสตร์ในการพิสูจน์ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ประกอบการอธิบาย (ดูตัวอย่างในภาคผนวก จ.) ทั้งนี้อาจารย์ผู้สอนควรเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และตระหนักดีว่าคณิตศาสตร์ในระดับต่อไปต้องอาศัยความรู้ทางตรรกศาสตร์อย่างไร เพื่อที่จะสามารถแนะนำให้ผู้เรียนเห็นแนวทางในการนำความรู้ไปใช้

๖. อาจารย์ผู้สอนควรหาทางที่จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนวิชานี้ด้วยความสนใจยิ่งขึ้น

๗. อาจารย์ผู้สอนควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย โดยเฉพาะความแตกต่างในความรู้เดิมของผู้เรียน เนื่องจากการค้นคว้าครั้งนี้ปรากฏว่า ผู้เรียนที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์สูงกว่าผู้เรียนที่มีความรู้เดิม ป.กศ. และผู้เรียนที่มีความรู้เดิม มศ. ๕ แผนกศิลปกรรมศาสตร์ ถึงแม้วิชาตรรกศาสตร์สัญลักษณ์ไม่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมของผู้เรียนโดยตรงก็ตาม ความแตกต่าง

ในความรู้เดิมก็อาจมีผลทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล (Logical mind) หรือมีความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันได้

๔. อาจารย์ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติมจากตำรา หรือ วารสารต่าง ๆ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการฝึกหัดแก้ปัญหาลักษณะของตนเอง

จ. ข้อเสนอแนะสำหรับการฝึกหัดแก้โจทย์

๑. การปรับปรุงแบบทดสอบของคณิตศาสตร์ที่ผู้จัดทำได้ให้เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน เพื่อการนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางขึ้น

๒. ควรศึกษาการใช้แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้จัดทำเป็นหัวหน้า ภาควิชาคณิตศาสตร์ของนิสิตที่เลือกเรียนคณิตศาสตร์เป็นวิชาเอก หรือวิชาโท เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการแนะนำการเลือกเรียนคณิตศาสตร์ของนิสิตต่อไป

๓. การศึกษาของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้จัดทำได้มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนิสิตที่เลือกเรียนคณิตศาสตร์เป็นวิชาเอกหรือวิชาโท เพื่อที่จะทราบว่าผู้ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้จัดทำได้มีได้หรือไม่ สามารถเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาเอก หรือวิชาโท ได้หรือไม่อย่างไร

๔. การศึกษาของประกอบต่าง ๆ ที่อาจมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัย เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในวิทยาลัยต่อไปได้ดังที่มุ่งหมาย.

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ รายงานการสัมมนาครุศึกษาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

๑๘ เมษายน - ๖ พฤษภาคม ๒๕๐๔. ๑๐๔ หน้า.

ชาตรี เมืองนาโพธิ์ และชัยวัฒน์ ปานพลอย Symbolic Logic เจริญของการพิมพ์
๒๕๐๖. ๑๑๔ หน้า.

ประณีต เจาตะเภากริน และมงคล สีนโสมภณ "การประชุมเรื่องการสอนคณิตศาสตร์"
วารสารคณิตศาสตร์ ๑๐๑ : ๑๑๔ - ๑๒๓, กุมภาพันธ์ ๒๕๐๔, ๑๐๒ : ๑๕๕ - ๑๖๕,
มีนาคม ๒๕๐๔.

ภิรมย์ พูลสวัสดิ์ พื้นฐานของคณิตศาสตร์แบบใหม่ Logic and Sets โรงพิมพ์
โรงเรียนสตรีเนติศึกษา ๒๕๐๔. ๒๒๗ หน้า.

เสนาะ คັນบุญยืน "รายงานการปรับปรุงคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยม" วารสารคณิตศาสตร์
๗๐ : ๔๔๑ - ๔๔๔, กรกฎาคม ๒๕๐๔.

Alberty, Elsie J., "Mathematics in General Education" The Mathematics Teacher, 5:426, May, 1966.

Allen doerfer, C.B., and Oakley, C.O., Principles of Mathematics,
Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York, 1955, 540 pp.

Bentley, Joseph C., "Creativity and Academic Achievement"
The Journal of Educational Research, 59:269-271,
February 1966.

Brockman, Harold William, "A Critical Study of the Use of
The Term 'Necessary' and 'Sufficient' Conditions in
The Teaching of Mathematics" Dissertation Abstracts,
24:193-194, July, 1943.

Brueckner, Leo J., Developing Mathematical Understandings in The Upper Grades, The John C. Winston Company, Philadelphia, 1957, 567 pp.

Copi, Irving M., Introduction To Logic, The Macmillan Company, New York, 1961, 512 pp.

Crescimbeni, Joseph, Teaching The New Mathematics, Parker Publishing Company, Inc., West Nyack, New York, 1966, 205 pp.

Eves, H., and Newsom, C.V., An Introduction To The Foundations And Fundamental Concepts Of Mathematics, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1957, 363 pp.

Exner, R.M., and Rosscopf, M.F., Logic In Elementary Mathematics, Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York, 1959, 274 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.

_____, Mathematics To-Day, O.E.C.D. Publication, 2 Rue Andre'-Fascal, Paris, France, October, 1964, 420 pp.

Fisher, Ronald A., and Yates, Frank, Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research, Oliver and Boyd, Ltd., Edinburgh, 1953, 126 pp.

Fournet, Francis Gary, "A Study of Various Factors Related to Success in College General Mathematics" Dissertation Abstracts, 24:5239-5240, June, 1964.

Fujii, John N., An Introduction To The Elementary Of Mathematics, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1961, 312 pp.

Garret, Henry E., Statistics in Psychology and Education, Longsman Green and Co., New York, 1958, 478 pp.

Guilford, J.P., Fundamental Statistics in Psychology and Education, Mc Graw-Hill Company, Inc., New York, 1956, 565 pp.

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

Langer, Sasanne K., "Algebra And The Debelopment of Reason" The Mathematics Teacher, 59:158-166, February, 1966.

Lindquist, E.F., Statistical Analysis in Education Research, Houghton Mifflin Company, Boston, 1956, 393 pp.

National Council Of Teachers Of Mathematics, Insight Into Modern Mathematics, Twenty-Thrid Yearbook. The National Council Of Teachers of Mathematics, Inc., Washington, D.C., 1957, 440 pp.

_____, The Learning of Mathematics; Its Theory and Practice. Twenty-First Yearbook. The National Council Of Teachers of Mathematics, Inc., Washington, D.C., 1953, 355 pp.

- Ratanakul, Suchart, A Study of Mathematics Education In Thailand, A Report of a Type B Project, 1958, 241 pp.
- Richardson L., Fundamentals of Mathematics, The Macmillan Company, New York, 1959, 507 pp.
- Smith, Corbett, "Achievement and Affiliation Motives as Factors in Predicting Scholastic Success in College" Dissertation Abstracts, 25:5652-5653, April, 1965.
- Snedecor, George W., Statistical Methods, Iowa State College Press, 1956, 534 pp.
- Stoll, R.R., Sets, Logic and Axiomatic Theory, W.H. Freeman Company, San Francisco, 1961, 206 pp.
- Wampler, Joe F., "Prediction Of Achievement In College Mathematics," The Mathematics Teacher, 59:364-369, April, 1966.
- Wick, Marshall Eldon, "A Study of The Factors Associated With Achievement in First-Year College Mathematics" The Mathematics Teacher, 58:642-648 November, 1965.

הרעיונות

ภาคผนวก ก.

รายละเอียดเกี่ยวกับการคำนวณทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการเรียนวิชาการสถิติเบื้องต้น

1) วิเคราะห์หาคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร

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

2) วิเคราะห์หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร

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

ก. คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ

(1) กลุ่มตัวอย่างชาย

$$\bar{X} = \frac{1475}{92} = 16.033$$

$$s = \frac{\sqrt{92 \times 26055 - (1475)^2}}{92} = 5.114$$

(2) กลุ่มตัวอย่างหญิง

$$\bar{X} = \frac{2327}{154} = 15.065$$

$$s = \frac{\sqrt{154 \times 42367 - (2327)^2}}{154} = 5.730$$

(3) กลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด ป.กค.

$$\bar{X} = \frac{1146}{74} = 15.436$$

$$s = \frac{\sqrt{74 \times 19550 - (1146)^2}}{74} = 5.246$$

(๔) กลุ่มตัวอย่างทางภูมิศาสตร์ มท.๑ เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

$$\bar{x} = \frac{2167}{125} = 17.336$$

$$s = \frac{\sqrt{125 \times 41337 - (2167)^2}}{125} = 9.516$$

(๕) กลุ่มตัวอย่างทางภูมิศาสตร์ มท.๑ เขตภาคกลาง

$$\bar{x} = \frac{952}{67} = 11.694$$

$$s = \frac{\sqrt{67 \times 7507 - (952)^2}}{67} = 6.870$$

(๖) กลุ่มตัวอย่างทางสังคม

$$\bar{x} = \frac{3872}{246} = 15.740$$

$$s = \frac{\sqrt{246 \times 60422 - (3872)^2}}{246} = 5.900$$

๓. กระบวนการเลือกและหาความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ

(๑) กลุ่มตัวอย่างชาย

$$\bar{x} = \frac{953}{92} = 10.359$$

$$s = \frac{\sqrt{92 \times 11091 - (953)^2}}{92} = 3.422$$

(2) กลุ่มตัวอย่างหญิง

$$\bar{x} = \frac{1553}{154} = 10.034$$

$$s = \frac{\sqrt{154 \times 17501 - (1553)^2}}{154} = 3.433$$

(3) กลุ่มตัวอย่างความถี่เก็บ ป.ดศ.

$$\bar{x} = \frac{740}{74} = 10.000$$

$$s = \frac{\sqrt{74 \times 8186 - (740)^2}}{74} = 3.230$$

(4) กลุ่มตัวอย่างความถี่เก็บ มท.5 แผนกวิชาสารคดี

$$\bar{x} = \frac{1333}{125} = 10.664$$

$$s = \frac{\sqrt{125 \times 15930 - (1333)^2}}{125} = 3.713$$

(5) กลุ่มตัวอย่างความถี่เก็บ มท.5 แผนกศิลป์

$$\bar{x} = \frac{435}{47} = 9.255$$

$$s = \frac{\sqrt{47 \times 4377 - (435)^2}}{47} = 2.131$$

(6) กลุ่มตัวอย่างชั้นแรก

$$\bar{x} = \frac{2500}{246} = 10.195$$

$$s = \frac{\sqrt{246 \times 28502 - (2500)^2}}{246} = 3.032$$

๓. คะแนนเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ

(1) กลุ่มตัวอย่างชาย

$$\bar{x} = \frac{2430}{92} = 26.413$$

$$s = \frac{\sqrt{92 \times 68648 - (2430)^2}}{92} = 6.263$$

(2) กลุ่มตัวอย่างหญิง

$$\bar{x} = \frac{3750}{154} = 25.649$$

$$s = \frac{\sqrt{154 \times 110014 - (3750)^2}}{154} = 7.515$$

(3) กลุ่มตัวอย่างความรู้เดิม ป.กค.

$$\bar{x} = \frac{1886}{74} = 25.486$$

$$s = \frac{\sqrt{74 \times 51450 - (1886)^2}}{74} = 6.730$$

(4) กลุ่มตัวอย่างความรู้เดิม ขบ.5 แผนกวิทยาศาสตร์

$$\bar{x} = \frac{2500}{125} = 20.000$$

$$s = \frac{\sqrt{125 \times 104902 - (2500)^2}}{125} = 7.690$$

(5) กลุ่มตัวอย่างความรู้เดิม นก.5 แบบทวิคูณ

$$\bar{x} = \frac{224}{47} = 21.149$$

$$s = \frac{\sqrt{47 \cdot 22310 - (994)^2}}{47} = 5.255$$

(6) กลุ่มตัวอย่างซึ่งแตก

$$\bar{x} = \frac{630}{246} = 23.935$$

$$s = \frac{\sqrt{246 \times 178662 - (630)^2}}{246} = 7.225$$

2. ความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาการวิทยาศาสตร์
และคณิตศาสตร์ ที่มี ความรู้เดิม นก. นก.5 แบบทวิคูณ และ แบบทวิคูณ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) แบบ Complex Factorial Design โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$SS. Total = \sum x^2 - \frac{(\sum x_t)^2}{n_t}$$

$$SS. bet. sex = \frac{(\sum x_b)^2}{n_b} + \frac{(\sum x_g)^2}{n_g} - \frac{(\sum x_t)^2}{n_t}$$

$$SS. bet. background knowledge = \frac{(\sum x_{ed})^2}{n_{ed}} + \frac{(\sum x_s)^2}{n_s} + \frac{(\sum x_a)^2}{n_a} - \frac{(\sum x_t)^2}{n_t}$$

$$SS. A \times B = \sum (x_{AB})^2 - \frac{(\sum x_{AB})^2}{n}$$

ก. วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ ตอนที่ 1

$$\begin{aligned} \text{SS. Total} &= 68422 - \frac{(3372)^2}{245} \\ &= 68422 - 60944.650 \\ &= 7477.550 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SS.bot.sox} &= \frac{(1475)^2}{92} + \frac{(2327)^2}{154} - \frac{(3372)^2}{245} \\ &= 23643.697 + 37369.149 - 60944.650 \\ &= 12.596 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SS.bot.background knowledge} &= \frac{(1146)^2}{74} + \frac{(2107)^2}{125} + \frac{(559)^2}{47} - \frac{(3372)^2}{245} \\ &= 17747.913 + 37567.112 + 667.936 - 60944.650 \\ &= 1013.500 \end{aligned}$$

ประเภทการวิจัย	ชาย	หญิง	$D = \bar{X}_1 - \bar{X}_2$	D^2	$\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}$	W.D.	U.D. ²
ป.ด.ด.	$\bar{X} = 15.559$ $n = 34$	$\bar{X} = 15.423$ $n = 40$	.134	.018	10.350	2.462	.331
ม.ด.ด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	$\bar{X} = 16.588$ $n = 51$	$\bar{X} = 17.851$ $n = 74$	-1.263	1.593	20.628	-20.152	48.156
ม.ด.ด. มหาวิทยาลัยขอนแก่น	$\bar{X} = 14.286$ $n = 7$	$\bar{X} = 11.475$ $n = 40$	2.811	7.901	3.997	16.945	47.066
					94.975	-11.925	95.993

$$SS. A \times B = 95.553 - \frac{(-18.925)^2}{54.527}$$

$$= 95.553 - 6.508$$

$$= 88.985$$

$$\text{ความคลาดเคลื่อน} = SS. Total - (SS. bet. sex + SS. bet. background + SS. A \times B)$$

$$= 7477.350 - (12.526 + 1016.505 + 88.985)$$

$$= 6357.263$$

๑. วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ รายที่ ๔

$$SS. Total = 25502 - \frac{(2508)^2}{246}$$

$$= 25502 - 25549.365$$

$$= 2932.635$$

$$SS. bet. sex = \frac{(955)^2}{92} + \frac{(1553)^2}{154} - \frac{(2508)^2}{246}$$

$$= 9913.315 + 15661.097 - 25549.365$$

$$= 5.047$$

$$SS. bet. background = \frac{(740)^2}{74} + \frac{(1333)^2}{125} + \frac{(435)^2}{47} - \frac{(2508)^2}{246}$$

$$= 7400.00 + 14215.112 + 4026.003 - 25549.365$$

$$= 71.810$$

การวัด ค่า	ค่า	ค่า	$D = \bar{X}_1 - \bar{X}_2$	D^2	$\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}$	W.D.	G.D. ²
ป.ก.	$\bar{X} = 10.550$ $n = 34$	$\bar{X} = 9.525$ $n = 40$	1.024	1.060	18.210	18.22	10.046
ม.ร.ว. (รวม)	$\bar{X} = 10.555$ $n = 51$	$\bar{X} = 10.632$ $n = 74$	-.077	0.012	34.917	34.77	9.419
ม.ร.ว. (แยก)	$\bar{X} = 9.857$ $n = 7$	$\bar{X} = 9.150$ $n = 40$	.707	.499	28.571	28.57	2.792
					81.70	81.72	31.857

$$\begin{aligned}
 SS. A \times B &= 31.857 - \frac{(6.072)^2}{56.527} \\
 &= 31.857 - 0.676 \\
 &= 31.181
 \end{aligned}$$

ความคลาดเคลื่อน = $SS. total - (SS. bet. sex + SS. bet. background$
 $knowledge + SS. A \times B)$
 $= 2032.635 - (5.047 + 71.810 + 31.181)$
 $= 2024.597$

ก. วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบเรื่องสังคม

$$\begin{aligned}
 SS. Total &= 178662 - \frac{(6380)^2}{246} \\
 &= 178662 - 165405.040 \\
 &= 13190.900
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS. bet. sex &= \frac{(2450)^2}{92} + \frac{(3250)^2}{154} - \frac{(6380)^2}{246} \\
 &= 64103.695 + 101314.235 - 165405.040 \\
 &= 33.570
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS. bet. background &= \frac{(186)^2}{74} + \frac{(3500)^2}{125} + \frac{(994)^2}{47} - \frac{(6380)^2}{246} \\
 knowledge &= 4007.513 + 98000.000 + 21022.042 - 165405.040 \\
 &= 1024.515
 \end{aligned}$$

การเปรียบเทียบ	อายุ	อาชีพ	$D = X_1 - X_2$	D^2	$\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}$	W.D.	W.D. ²
ป.กศ.	$\bar{x} = 26.118$ $n = 34$	$\bar{x} = 24.950$ $n = 40$	1.168	1.364	10.370	31.803	25.067
มศ.5 และมัธยมศึกษาตอนต้น	$\bar{x} = 26.922$ $n = 31$	$\bar{x} = 28.743$ $n = 74$	-1.821	3.316	30.150	38.277	100.116
มศ.5 และมัธยมศึกษา	$\bar{x} = 24.143$ $n = 7$	$\bar{x} = 20.625$ $n = 40$	3.518	12.376	9.227	6.0296	73.723
					94.937	102.923	198.906

$$\begin{aligned}
 SS.A \times B &= 198.906 - \frac{(-12.558)^2}{54.527} \\
 &= 198.906 - 2.892 \\
 &= 196.014
 \end{aligned}$$

ความคลาดเคลื่อน = $SS.Total - (SS.bet.sex + SS.bet.background\ knowledge + SS.A \times B)$

$$\begin{aligned}
 &= 15196.960 - (33.590 + 1624.515 + 196.014) \\
 &= 11542.841
 \end{aligned}$$

๖. ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ความเข้าใจ (Concepts) ในวิชาการสถิติกับการ
และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตศาสตร์

วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ (Correlation) ของคะแนนจากแบบทดสอบเรื่อง 1
 และตอนที่ 2 โดยใช้สูตร

$$r = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2] [N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

(1) กลุ่มตัวอย่างชาย

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{92 \times 15796 - 1475 \times 955}{\sqrt{[92 \times 26055 - (1475)^2] [92 \times 11001 - (955)^2]}} \\
 &= .299
 \end{aligned}$$

(2) กลุ่มตัวอย่างหญิง

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{154 \times 25333 - 2397 \times 1553}{\sqrt{[154 \times 42367 - (2397)^2] [154 \times 17501 - (1553)^2]}} \\
 &= .377
 \end{aligned}$$

(๓) กลุ่มตัวอย่างความรู้เดิม ป.๓.

$$r = \frac{74 \times 11853 - 1146 \times 740}{\sqrt{[74 \times 19558 - (1146)^2] [74 \times 8106 - (740)^2]}}$$

$$= .329$$

(๔) กลุ่มตัวอย่างความรู้เดิม มก. ๕ แผนกวิชาทหาร

$$r = \frac{125 \times 24063 - 2167 \times 1333}{\sqrt{[125 \times 41357 - (2167)^2] [125 \times 15030 - (1333)^2]}}$$

$$= .373$$

(๕) กลุ่มตัวอย่างความรู้เดิม มก. ๕ แผนกศิลป์

$$r = \frac{47 \times 5213 - 559 \times 435}{\sqrt{[47 \times 7307 - (559)^2] [47 \times 4377 - (435)^2]}}$$

$$= .072$$

(๖) กลุ่มตัวอย่างสิ่งแทน

$$r = \frac{246 \times 41020 - 3872 \times 2508}{\sqrt{[246 \times 65422 - (3872)^2] [246 \times 2508 - (3872)^2]}}$$

$$= .355$$

4. ความสามารถในการใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาเศรษฐศาสตร์ด้วยวิธีอันดับ เป็นตัวทำนาย
เกรดคณิตศาสตร์ 101 เกรดคณิตศาสตร์ 102 และเกรดคณิตศาสตร์ 103

1) หาสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Equation)

$$\tilde{X}_1 = b_{12.3}X_2 + b_{13.2}X_3 + K$$

โดยใช้สูตรดังนี้

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13}r_{23}}{\sqrt{1 - r_{13}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}}$$

$$r_{13.2} = \frac{r_{13} - r_{12}r_{23}}{\sqrt{1 - r_{12}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}}$$

$$\sigma_{1.23} = \sigma_1 \sqrt{1 - r_{12}^2} \sqrt{1 - r_{13.2}^2}$$

$$\sigma_{2.13} = \sigma_{2.31} = \sigma_2 \sqrt{1 - r_{23}^2} \sqrt{1 - r_{12.3}^2}$$

$$\sigma_{3.12} = \sigma_{3.21} = \sigma_3 \sqrt{1 - r_{23}^2} \sqrt{1 - r_{13.2}^2}$$

$$b_{12.3} = r_{12.3} \frac{\sigma_{1.23}}{\sigma_{2.13}}$$

$$b_{13.2} = r_{13.2} \frac{\sigma_{1.23}}{\sigma_{3.12}}$$

2) หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Coefficient of Multiple Correlation)

โดยใช้สูตร

$$R_{1(23)} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{1.23}^2}{\sigma_1^2}}$$

และหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ R โดยใช้สูตร

$$SE_R = \frac{1 - r^2}{\sqrt{N - n}}$$

ก. วิเคราะห์ความแปรปรวนในการใช้ยาควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

$$n_1 = \frac{127}{50} = 2.540$$

$$n_2 = \frac{732}{50} = 14.640$$

$$n_3 = \frac{467}{50} = 9.340$$

$$s_1 = \frac{\sqrt{50 \times 349 - (127)^2}}{50} = .726$$

$$s_2 = \frac{\sqrt{50 \times 13592 - (732)^2}}{50} = 4.575$$

$$s_3 = \frac{\sqrt{50 \times 4043 - (467)^2}}{50} = 3.102$$

$$r_{12} = \frac{50 \times 2104 - 127 \times 732}{\sqrt{[50 \times 349 - (127)^2] [50 \times 13592 - (732)^2]}} = .253$$

$$r_{13} = \frac{50 \times 1224 - 127 \times 467}{\sqrt{[50 \times 349 - (127)^2] [50 \times 4043 - (467)^2]}} = .193$$

$$r_{23} = \frac{50 \times 7507 - 732 \times 467}{\sqrt{[50 \times 13592 - (732)^2] [50 \times 4043 - (467)^2]}} = .090$$

(1) เกณฑ์วิกฤตศาสตร์ 101 (2) คะแนนจากแบบทดสอบก่อนที่ 1 (3) คะแนนจากแบบทดสอบตอนที่ 2

$$M_1 = 2.540$$

$$M_2 = 15.840$$

$$M_3 = 9.340$$

$$\sigma_1 = .726$$

$$\sigma_2 = 4.575$$

$$\sigma_3 = 3.102$$

$$r_{12} = .556$$

$$r_{13} = .335$$

$$r_{23} = .239$$

$$r_{12.3} = \frac{.556 - .335 \times .239}{\sqrt{1 - (.335)^2} \sqrt{1 - (.239)^2}} = .520$$

$$r_{13.2} = \frac{.335 - .556 \times .239}{\sqrt{1 - (.556)^2} \sqrt{1 - (.239)^2}} = .250$$

$$\sigma_{1.23} = .726 \sqrt{1 - (.556)^2} \sqrt{1 - (.250)^2} = .584$$

$$\sigma_{2.13} = 4.575 \sqrt{1 - (.239)^2} \sqrt{1 - (.520)^2} = 3.794$$

$$\sigma_{3.12} = 3.102 \sqrt{1 - (.239)^2} \sqrt{1 - (.250)^2} = 2.916$$

$$b_{12.3} = .520 \times \frac{.584}{3.794} = .080$$

$$b_{13.2} = .250 \times \frac{.584}{2.916} = .050$$

$$K = 2.540 - .080 \times 15.840 - .050 \times 9.340 = .806$$

ดังนั้นสมการถดถอยพหุคูณ คือ

$$\tilde{x}_1 = .080 x_2 + .050 x_3 + .806$$

$$R_{1(23)} = \frac{\sqrt{1 - \frac{(.584)^2}{(.726)^2}}}{\sqrt{1 - (.594)^2}} = .594$$

$$SE_R = \frac{1 - (.594)^2}{\sqrt{50 - 3}} = .094$$

จ. วิเคราะห์ความแปรปรวนในการใช้แบบทดสอบเป็นลำดับภายหลังการวิเคราะห์ 102

$$H_1 = \frac{123}{50} = 2.460$$

$$\sigma_1 = \frac{\sqrt{50 \times 339 - (123)^2}}{50} = .853$$

$$r_{12} = \frac{50 \times 2033 - 123 \times 792}{\sqrt{[50 \times 339 - (123)^2] [50 \times 13592 - (792)^2]}} = .433$$

$$r_{13} = \frac{50 \times 1215 - 123 \times 467}{\sqrt{[50 \times 339 - (123)^2] [50 \times 4843 - (467)^2]}} = .499$$

(1) เปรียบเทียบค่าตัว 102 (2) คะแนนจากแบบทดสอบก่อนที่ 1 (3) คะแนนจากแบบทดสอบก่อนที่ 2

$$H_1 = 2.460$$

$$\sigma_1 = .853$$

$$r_{12} = .433$$

$$H_2 = 15.840$$

$$\sigma_2 = 4.575$$

$$r_{13} = .499$$

$$H_3 = 9.344$$

$$\sigma_3 = 3.102$$

$$r_{23} = .239$$

$$r_{12.3} = \frac{.433 - .499 \times .239}{\sqrt{1 - (.499)^2} \sqrt{1 - (.239)^2}} = .372$$

$$r_{13.2} = \frac{.499 - .433 \times .239}{\sqrt{1 - (.433)^2} \sqrt{1 - (.239)^2}} = .452$$

$$r_{1.23} = .853 \sqrt{1 - (.433)^2} \sqrt{1 - (.452)^2} = .696$$

$$\sigma_{2.13} = \sigma_{2.31} = 4.575 \sqrt{1-(.239)^2} \sqrt{1-(.372)^2} = 4.122$$

$$\sigma_{3.12} = \sigma_{3.21} = 3.102 \sqrt{1-(.239)^2} \sqrt{1-(.452)^2} = 2.687$$

$$b_{12.3} = .372 \times \frac{.686}{4.122} = .062$$

$$b_{13.2} = .452 \times \frac{.686}{2.687} = .115$$

$$K = 2.460 - .062 \times 15.840 - .115 \times 9.340 = .404$$

ดังนั้น สมการถดถอยแบบคูณ คือ

$$\tilde{x}_1 = .062 x_2 + .115 x_3 + .404$$

$$R_{1(23)} = \sqrt{1 - \frac{(.686)^2}{(.853)^2}} = .663$$

$$SE_R = \frac{1 - (.663)^2}{\sqrt{50 - 3}} = .081$$

ค. วิเคราะห์ความเหมาะสมในการใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนายเกรดเฉลี่ยของปี 103

$$M_1 = \frac{130}{50} = 2.6000$$

$$\sigma_1 = \frac{\sqrt{50 \times 374 - (13)^2}}{50} = .848$$

$$r_{12} = \frac{50 \times 2126 - 130 \times 792}{\sqrt{[50 \times 374 - (130)^2] [50 \times 13592 - (792)^2]}} = .350$$

$$r_{13} = \frac{50 \times 3323 - 130 \times 467}{\sqrt{[50 \times 374 - (130)^2] [50 \times 4043 - (467)^2]}} = .587$$

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 103 (2) ค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบที่ 1 (3) ค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบที่ 2

$$\mu_1 = 2.6000$$

$$\sigma_1 = .040$$

$$r_{12} = .344$$

$$\mu_2 = 15.040$$

$$\sigma_2 = 4.575$$

$$r_{13} = .522$$

$$\mu_3 = 9.25$$

$$\sigma_3 = 3.102$$

$$r_{23} = .239$$

$$r_{12.3} = \frac{.344 - .522 \times .239}{\sqrt{1 - (.522)^2} \sqrt{1 - (.239)^2}} = .264$$

$$r_{13.2} = \frac{.522 - .344 \times .239}{\sqrt{1 - (.344)^2} \sqrt{1 - (.239)^2}} = .483$$

$$r_{2.3} = .040 \sqrt{1 - (.344)^2} \sqrt{1 - (.483)^2} = .620$$

$$r_{2.13} = r_{2.31} = 4.575 \sqrt{1 - (.239)^2} \sqrt{1 - (.264)^2} = 4.287$$

$$r_{3.12} = r_{3.21} = 3.102 \sqrt{1 - (.239)^2} \sqrt{1 - (.483)^2} = 2.639$$

$$b_{12.3} = .264 \times \frac{.638}{4.287} = .043$$

$$b_{13.2} = .483 \times \frac{.698}{2.639} = .128$$

$$\bar{x}_1 = 2.600 - .043 \times 15.840 - .128 \times 9.340 = .723$$

ดังนั้น แผนการทดลองที่ถูกต้อง คือ

$$\tilde{x}_1 = .043 x_2 + .128 x_3 + .723$$

$$R_{1(23)} = \sqrt{1 - \frac{(.698)^2}{(.848)^2}} = .568$$

$$SE_R = \frac{1 - (.568)^2}{\sqrt{50 - 3}} = .099$$

ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนการรกดศาสตร์สิ่งแวดล้อม

๑. ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบด้วยการทดลองสอบครั้งที่ ๑.

ตารางที่ ๑๕. ค่า P_H , P_L , p และ r ของแบบทดสอบฉบับทดลองสอบครั้งที่ ๑.
ตอนที่ ๑.

ข้อ	ค่าคอมบอย		P_H	P_L	p	r
	กลุ่มคะแนนสูง	กลุ่มคะแนนต่ำ				
๑	๑๖	๑๕	.๘๘	.๘๘	.๘๑	.๑๕
๒	๑๖	๑๓	.๘๘	.๗๖	.๘๖	.๓๓
๓	๑๖	๑๒	.๘๘	.๗๑	.๘๘	.๓๘
๔	๑	๑	.๑๘	.๑๘	.๑๘	-
๕	๑๕	๑๑	.๘๒	.๖๕	.๗๕	.๖๑
๖	๑๑	๑	.๖๕	.๐๖	.๓๒	.๖๕
๗	๑๕	๗	.๘๒	.๘๑	.๕๒	.๕๐
๘	๑๓	๑๐	.๗๖	.๕๕	.๖๕	.๑๘
๙	๖	๕	.๓๕	.๕๒	.๖๕	.๑๓
๑๐	๑๓	๕	.๗๖	.๖๕	.๕๐	.๕๖
๑๑	๑๕	๕	.๘๒	.๖๕	.๕๖	.๕๐
๑๒	๑๐	๑	.๕๕	.๑๘	.๓๘	.๕๐
๑๓	๑๕	๑๑	.๘๒	.๖๕	.๗๕	.๖๑

ตารางที่ ๑๕. (ต่อ)

ข้อ	ค่าคอมดุก		P _H	P _L	p	r
	กุ่มคะแนนสูง	กุ่มคะแนนต่ำ				
๑๔	๑๓	๑๑	.๗๖	.๖๔	.๗๑	.๑๓
๑๕	๑๖	๙	.๘๔	.๕๑	.๗๑	.๖๑
๑๖	๑๗	๑๓	๑.๐๐	.๗๖	-	-
๑๗	๑๓	๑๐	.๗๖	.๕๔	.๖๔	.๑๔
๑๘	๑๖	๘	.๗๑	.๔๗	.๕๔	.๖๔
๑๙	๑๑	๘	.๖๔	.๕๓	.๕๔	.๑๓
๒๐	๘	๕	.๕๗	.๒๓	.๓๕	.๖๔
๒๑	๗	๕	.๕๑	.๖๔	.๓๖	.๑๔
๒๒	๘	๒	.๕๓	.๑๖	.๓๑	.๕๗
๒๓	๑๕	๘	.๘๘	.๕๗	.๖๔	.๕๗
๒๔	๑๑	๖	.๖๘	.๓๕	.๕๐	.๓๐
๒๕	๑๐	๖	.๕๔	.๓๕	.๕๗	.๖๔
๒๖	๑๑	๒	.๖๔	.๑๖	.๓๗	.๕๖
๒๗	๑๖	๑๓	.๘๔	.๗๖	.๘๖	.๓๓
๒๘	๑๕	๑๐	.๘๘	.๕๔	.๗๕	.๓๕
๒๙	๑๔	๗	.๘๒	.๕๑	.๖๖	.๕๓
๓๐	๑๑	๗	.๖๔	.๕๑	.๕๓	.๖๔
๓๑	๘	๕	.๕๗	.๖๔	.๓๕	.๖๔
๓๒	๘	๓	.๕๗	.๑๘	.๓๖	.๓๓
๓๓	๕	๕	.๖๔	.๖๔	.๖๖	.๐๖
๓๔	๑๐	๑	.๕๔	.๐๖	.๖๔	.๖๑
๓๕	๗	๒	.๕๑	.๐๖	.๖๔	.๓๗

ตารางที่ ๑๔. (ต่อ)

ร.ร.	ค่าคอมดุก		P_H	P_L	p	r
	กอดกะแนสูง	กอดกะแนต่ำ				
๓๖	๕	๒	.๒๔	.๑๒	.๒๐	.๒๕
๓๗	๒	๓	.๑๒	.๔๑	-	-
๓๘	๑๔	๑๑	.๔๒	.๒๕	.๓๕	.๒๑
๓๙	๑๒	๓	.๓๑	.๔๑	.๕๑	.๓๑
๔๐	๑๓	๑๐	.๓๒	.๕๔	.๒๕	.๑๔
๔๑	๑๕	๓	.๔๔	.๔๔	.๒๑	.๕๑
๔๒	๕	๔	.๒๔	.๒๕	.๒๒	.๐๖
๔๓	๒	๑	.๑๒	.๐๖	.๐๔	.๑๔
๔๔	๑๐	๖	.๕๔	.๓๕	.๔๓	.๒๔
๔๕	๔	๒	.๕๓	.๑๒	.๓๑	.๔๓
๔๖	๑๑	๒	.๒๕	.๑๒	.๓๓	.๕๖
๔๗	๕	๓	.๒๔	.๑๔	.๒๒	.๑๔
๔๘	๓	๑	.๔๑	.๐๖	.๒๑	.๔๔
๔๙	๑๖	๑๑	.๔๔	.๒๕	.๔๑	.๔๔
๕๐	๑๓	๔	.๓๒	.๔๓	.๒๒	.๓๑
๕๑	๑๒	๕	.๓๑	.๒๕	.๕๐	.๕๖
๕๒	๑๐	๖	.๕๔	.๓๕	.๔๓	.๒๔
๕๓	๑๐	๔	.๕๔	.๔๓	.๕๐	.๑๖
๕๔	๔	๖	.๕๓	.๑๒	.๓๑	.๔๓
๕๕	๑๔	๒	.๔๒	.๑๒	.๔๖	.๒๕
๕๖	๑๐	๑๐	.๕๔	.๕๔	.๕๔	-
๕๗	๑๓	๑๔	๑.๐๐	.๔๒	-	-

ตารางที่ ๑๕. (ต่อ)

ร ขอ	ค่าคอมมิต		P_H	P_L	p	r
	กุ่มคะแนนสูง	กุ่มคะแนนต่ำ				
๕๔	๑๒	๓	.๗๑	.๑๔	.๕๕	.๕๓
๕๕	๔	๔	.๕๓	.๒๕	.๓๔	.๓๑
๖๐	๑๐	๖	.๕๕	.๓๕	.๔๗	.๒๕
๖๑	๗	๓	.๕๑	.๑๔	.๒๕	.๒๗
๖๒	๖	๖	.๓๕	.๓๕	.๓๕	-
๖๓	๗	๒	.๕๑	.๑๒	.๒๕	.๓๗
๖๔	๑๗	๔	๑.๐๐	.๕๗	-	-
๖๕	๖	๒	.๓๕	.๑๒	.๒๓	.๓๑

ตารางที่ ๑๖. ค่า P_H , P_L , p และ r ของแบบทดสอบฉบับทดลองฉบับที่ ๑
ตอนที่ ๒

ข้อ	ค่าคอมพิวเตอร์		P_H	P_L	p	r
	กลุ่มคะแนนสูง	กลุ่มคะแนนต่ำ				
๑	๔	๓	.๔๗	.๑๔	.๓๖	.๓๓
๒	๒	๐	.๑๖	-	-	-
๓	๔	๐	.๒๔	-	-	-
๔	๑๖	๗	.๓๖	.๔๑	.๔๒	.๓๑
๕	๔	๕	.๔๗	.๒๔	.๓๔	.๑๔
๖	๗	๖	.๔๑	.๓๕	.๓๔	.๐๖
๗	๑๕	๒	.๔๔	.๓๑	.๔๐	.๒๔
๘	๑๓	๕	.๓๖	.๒๔	.๕๐	.๔๗
๙	๑๔	๔	.๔๖	.๔๗	.๒๕	.๓๔
๑๐	๐	๒	.๐๖	.๑๖	-	-
๑๑	๑๓	๔	.๓๖	.๔๗	.๒๖	.๓๑
๑๒	๑๑	๗	.๒๔	.๔๑	.๕๐	.๒๔
๑๓	๑๐	๖	.๔๔	.๓๕	.๔๗	.๒๔
๑๔	๔	๔	.๕๐	.๕๐	.๕๓	-
๑๕	๔	๑	.๕๐	.๐๖	.๒๖	.๕๔
๑๖	๔	๕	.๔๗	.๒๔	.๓๔	.๑๔
๑๗	๖	๐	.๓๕	-	-	-
๑๘	๔	๐	.๔๗	.๑๔	.๓๖	.๓๓
๑๙	๒	๑	.๑๖	.๐๖	.๐๔	.๑๔
๒๐	๔	๖	.๕๐	.๑๖	.๓๑	.๔๗
๒๑	๕	๖	.๒๔	.๓๕	-	-

ตารางที่ ๑๖. (ต่อ)

ข้อ	ค่าคอมดก		P_H	P_L	p	r
	กอดมคะแนนสูง	กอดมคะแนนต่ำ				
๒๒	๔	๒	.๔๓	.๑๒	.๒๔	.๔๒
๒๓	๒	๔	.๑๒	.๒๔	-	-
๒๔	๑	๑	.๑๔	.๐๖	.๑๑	.๒๔
๒๕	๔	๓	.๔๓	.๑๔	.๓๒	.๓๓
๒๖	๑๖	๓	.๔๔	.๔๑	.๓๑	.๖๑
๒๗	๑๔	๔	.๔๒	.๒๔	.๔๔	.๔๓
๒๘	๔	๑	.๔๓	.๑๔	.๓๔	.๓๔
๒๙	๔	๒	.๔๓	.๑๒	.๒๔	.๔๒
๓๐	๔	๔	.๔๓	.๒๔	.๓๔	.๒๔
๓๑	๓	๑	.๔๑	.๐๖	.๒๑	.๔๔
๓๒	๑๑	๔	.๖๔	.๒๔	.๔๓	.๓๖
๓๓	๔	๒	.๒๔	.๑๒	.๒๐	.๒๔
๓๔	๑๑	๒	.๒๔	.๑๒	.๓๓	.๔๖
๓๕	๑๐	๖	.๔๖	.๓๔	.๔๓	.๒๔
๓๖	๓	๑	.๔๑	.๐๖	.๒๑	.๔๔
๓๗	๔	๒	.๒๔	.๑๒	.๒๐	.๒๔

ตารางที่ ๑๓ ค่า p และ r ของชุดทดสอบที่คัดเลือกจากแบบทดสอบฉบับทดลองสอบ
ครั้งที่ ๑

แบบทดสอบก่อนที่ ๑						แบบทดสอบก่อนที่ ๒		
ข้อ	p	r	ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
๑	.๘๖	.๓๓	๒๔	.๓๒	.๓๓	๑	.๘๐	.๒๕
๒	.๘๔	.๓๔	๒๕	.๒๔	.๖๑	๒	.๖๕	.๓๘
๓	.๙๔	.๒๑	๒๖	.๒๕	.๓๙	๓	.๖๖	.๓๑
๔	.๖๖	.๖๘๓	๒๗	.๒๐	.๒๕	๔	.๕๓	.๔๙
๕	.๖๒	.๕๓				๕	.๕๓	.๒๕
๖	.๕๖	.๕๓	๒๘	.๙๔	.๒๑	๖	.๔๙	.๖๖๘
๗	.๕๐	.๕๒	๒๙	.๕๑	.๓๑	๗	.๓๘	.๑๔
๘			๓๐	.๔๙	.๒๕	๘	.๓๒	.๓๓
๙	.๙๔	.๒๑	๓๑	.๙๑	.๔๑	๙	.๓๑	.๔๙
๑๐	.๙๑	.๖๑	๓๒	.๓๑	.๔๙	๑๐	.๒๘	.๕๒
๑๑	.๖๘	.๑๔	๓๓	.๒๑	.๔๔	๑๑	.๒๖	.๕๘
๑๒	.๕๔	.๖๒๘						
๑๓	.๓๕	.๒๕	๓๔	.๘๑	.๔๔	๑๒	.๙๑	.๖๑
๑๔	.๓๒	.๑๔	๓๕	.๖๒	.๓๑	๑๓	.๕๔	.๕๓๓
๑๕	.๓๑	.๔๙	๓๖	.๕๐	.๕๖	๑๔	.๓๕	.๓๘
			๓๗	.๕๖	.๖๘			
๑๕	.๖๔	.๔๙	๓๘	.๔๔	.๕๓	๑๕	.๖๘	.๕๒
๑๖	.๕๐	.๓๐	๓๙	.๓๘	.๓๑	๑๖	.๓๕	.๖๘๐
๑๗	.๔๙	.๖๕	๔๐	.๓๑	.๔๙	๑๗	.๒๑	.๔๔

๒. ผลการวิเคราะห์แบบจำลองการทดลองครั้งที่ ๒

ตารางที่ ๑๔ ค่า P_H , P_L , p และ r ของแบบจำลองการทดลองครั้งที่ ๒
ตอนที่ ๑

ข้อ	ค่าตอบตก		P_H	P_L	p	r
	กลุ่มคะแนนสูง	กลุ่มคะแนนต่ำ				
๑	๑๗	๑๖	.๘๔	.๖๗	.๘๖	.๘๒
๒	๑๗	๑๑	.๘๔	.๖๑	.๘๐	.๘๗
๓	๑๖	๑๑	.๘๔	.๖๑	.๗๖	.๘๗
๔	๑๔	๑๐	.๗๕	.๖๑	.๗๖	.๘๑
๕	๑๕	๑๖	.๘๓	.๖๗	.๗๕	.๖๑
๖	๑๖	๘	.๘๑	.๘๔	.๖๔	.๕๑
๗	๑๖	๑๐	.๘๔	.๕๖	.๗๔	.๘๑
๘	๑๘	๖	๑.๐๐	.๐๓	-	-
๙	๑๕	๘	.๘๓	.๕๐	.๖๗	.๐๗
๑๐	๑๕	๘	.๘๓	.๘๔	.๖๕	.๕๖
๑๑	๑๓	๑๐	.๗๖	.๕๖	.๕๖	.๑๗
๑๒	๑๑	๑๐	.๖๑	.๖๑	.๖๑	-
๑๓	๑๔	๕	.๗๕	.๖๔	.๕๐	.๕๐
๑๔	๑๓	๕	.๗๖	.๖๔	.๕๐	.๔๔
๑๕	๑๖	๘	.๖๗	.๖๖	.๔๔	.๕๖
๑๖	๑๓	๕	.๗๖	.๖๖	.๔๗	.๕๐
๑๗	๑๑	๕	.๖๑	.๖๖	.๔๑	.๕๐
๑๘	๑๖	๑	.๖๗	.๐๖	.๓๐	.๖๖

ตารางที่ ๔. (ต่อ)

ร ขอ	ค่าคอมดก		P _H	P _L	p	r
	กอมคะแนนสูง	กอมคะแนนต่ำ				
๑๙	๑๗	๘	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๒๐	๑๐	๖	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๒๑	๑๙	๒	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๒๒	๑๗	๑๖	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๒๓	๑๐	๖	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๒๔	๑๖	๓	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๒๕	๑๕	๕	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๒๖	๑๖	๗	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๒๗	๑๖	๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๒๘	๑๓	๘	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๒๙	๘	๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๓๐	๑๙	๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๓๑	๑๐	๕	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๓๒	๑๙	๖	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๓๓	๑๖	๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๓๔	๑๙	๗	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๓๕	๑๖	๕	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๓๖	๙	๕	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๓๗	๑๖	๖	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๓๘	๑๗	๑๓	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙
๓๙	๑๕	๗	.๙๙	.๙๙	.๙๙	.๙๙

ตารางที่ ๑๔. (ต่อ)

ข้อ	ค่าตอบถูก		P_H	P_L	p	r
	กลุ่มคะแนนสูง	กลุ่มคะแนนต่ำ				
๔๐	๑๖	๓	.๘๘	.๓๔	.๖๖	.๕๔
๔๑	๑๓	๖	.๙๒	.๓๓	.๕๓	.๓๔
๔๒	๑๓	๑๐	.๙๒	.๕๖	.๖๔	.๑๓
๔๓	๑๔	๔	.๙๕	.๒๒	.๕๐	.๕๕
๔๔	๑๑	๖	.๖๑	.๓๓	.๔๓	.๒๔
๔๕	๑๓	๓	.๙๒	.๓๔	.๕๖	.๕๔

ตารางที่ ๑๘. ค่า P_H , P_L , p และ r ของแบบทดสอบฉบับทดลองสอบครั้งที่ ๒
ตอนที่ ๒

ข้อ	ค่าตอบถูก		P_H	P_L	p	r
	กลุ่มคะแนนสูง	กลุ่มคะแนนต่ำ				
๑	๑๔	๑๑	.๔๔	.๖๑	.๔๐	.๒๐
๒	๙	๔	.๓๔	.๕๐	-	-
๓	๑๖	๑๓	.๔๔	.๔๒	.๔๑	.๒๖
๔	๑๖	๑๒	.๔๔	.๖๓	.๔๔	.๓๑
๕	๑๔	๑๑	.๔๔	.๖๑	.๔๐	.๒๑
๖	๑๔	๔	.๔๔	.๕๐	.๖๕	.๓๐
๗	๑๕	๒	.๔๓	.๑๑	.๔๖	.๔๐
๘	๑๔	๓	.๔๔	.๓๔	.๕๔	.๔๐
๙	๑๔	๖	.๔๔	.๓๓	.๕๖	.๔๖
๑๐	๑๑	๓	.๖๑	.๓๔	.๕๐	.๒๒
๑๑	๑๐	๓	.๕๖	.๑๓	.๓๔	.๔๒
๑๒	๑๒	๓	.๖๓	.๓๔	.๕๓	.๒๔
๑๓	๑๓	๑๑	.๔๒	.๖๑	.๖๓	.๑๒
๑๔	๑๓	๔	.๔๔	.๕๐	.๔๕	.๕๖
๑๕	๑๕	๑๑	.๔๓	.๖๑	.๔๒	.๒๓
๑๖	๑๕	๖	.๔๓	.๓๓	.๕๔	.๕๑
๑๗	๓	๐	.๑๓	-	-	-
๑๘	๑๑	๔	.๖๑	.๒๒	.๔๑	.๔๔
๑๙	๔	๔	.๕๐	.๒๒	.๓๔	.๓๐
๒๐	๑๖	๓	.๔๔	.๑๓	.๕๔	.๔๐

ตารางที่ ๑๔. (ต่อ)

ข้อ	ค่าขอบเขต		P_H	P_L	p	r
	กลุ่มคะแนนสูง	กลุ่มคะแนนต่ำ				
๒๑	๑๓	๔	.๕๒	.๒๒	.๔๗	.๕๐
๒๒	๔	๓	.๕๐	.๑๗	.๓๒	.๓๘
๒๓	๑๖	๔	.๘๔	.๕๐	.๗๑	.๕๖
๒๔	๑๖	๘	.๘๑	.๔๔	.๖๘	.๕๑
๒๕	๔	๐	.๒๒	-	-	-
๒๖	๘	๔	.๔๔	.๒๒	.๓๓	.๒๔
๒๗	๑๐	๕	.๕๖	.๒๘	.๔๒	.๒๙
๒๘	๑๐	๒	.๕๖	.๑๑	.๓๒	.๔๑
๒๙	๑๓	๖	.๕๒	.๓๓	.๔๓	.๓๙
๓๐	๓	๒	.๑๗	.๑๑	.๑๔	.๑๑
๓๑	๔	๑	.๒๒	.๐๖	.๑๓	.๐๑
๓๒	๑๑	๖	.๖๑	.๓๓	.๔๗	.๒๙
๓๓	๘	๓	.๔๔	.๑๗	.๓๐	.๓๒
๓๔	๕	๑	.๒๘	.๐๖	.๑๖	.๓๘
๓๕	๑๖	๒	.๘๔	.๑๑	.๕๐	.๗๕
๓๖	๔	๕	.๕๐	.๒๘	.๓๙	.๒๓
๓๗	๑๓	๘	.๕๒	.๔๔	.๕๘	.๒๙
๓๘	๑๑	๕	.๖๑	.๕๐	.๕๖	.๑๑
๓๙	๗	๕	.๓๙	.๒๘	.๓๓	.๑๒
๔๐	๕	๒	.๒๘	.๑๑	.๑๙	.๒๖
๔๑	๕	๓	.๒๒	.๑๗	.๑๙	.๐๗

ตารางที่ ๑๔. (ต่อ)

ข้อ	ค่าคอมดุก		P_H	P_L	p	r
	กลุ่มคะแนนสูง	กลุ่มคะแนนต่ำ				
๔๒	๑๐	๖	.๕๖	.๓๓	.๕๕	.๖๔
๔๓	๑๑	๕	.๖๑	.๒๖	.๕๑	.๕๐
๔๔	๕	๒	.๒๖	.๑๑	.๑๖	.๑๔
๔๕	๑๐	๕	.๕๖	.๒๖	.๓๔	.๓๖

ตารางที่ ๒๐. ค่า p และ r ของข้อทดสอบที่คัดเลือกจากแบบทดสอบฉบับทดลอง
ครั้งที่ ๒

แบบทดสอบตอนที่ ๑						แบบทดสอบตอนที่ ๒					
ข้อ	p	r	ข้อ	p	r	ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
๑	.๔๒	.๔๒	๑๘	.๕๔	.๒๔	๑	.๔๑	.๒๖	๑๘	.๔๑	.๔๖
๒	.๔๐	.๔๓	๑๙	.๕๖	.๕๕	๒	.๔๔	.๓๑	๑๙	.๖๔	.๕๑
๓	.๓๖	.๓๓	๒๐	.๕๕	.๓๐	๓	.๓๐	.๒๑	๒๐	.๕๓	.๓๔
๔	.๓๕	.๒๑	๒๑	.๕๕	.๒๔	๔	.๖๕	.๓๐	๒๑	.๔๒	.๒๔
๕	.๓๔	.๔๑	๒๒	.๕๓	.๖๓	๕	.๕๔	.๔๐	๒๒	.๓๓	.๒๕
๖	.๖๔	.๕๑				๖	.๔๖	.๓๐	๒๓	.๓๒	.๕๑
๗	.๖๓	.๓๓	๒๓	.๖๕	.๓๑						
๘	.๖๕	.๔๒	๒๔	.๖๑	.๖๕	๗	.๓๕	.๕๖	๒๔	.๕๐	.๓๕
๙	.๕๓	.๕๐	๒๕	.๕๒	.๒๔	๘	.๓๓	.๒๓	๒๕	.๓๔	.๒๓
๑๐	.๕๐	.๔๔	๒๖	.๕๔	.๔๐	๙	.๕๔	.๕๑	๒๖	.๕๔	.๒๔
๑๑	.๔๓	.๕๐	๒๗	.๕๓	.๖๓	๑๐	.๕๖	.๔๖			
๑๒	.๔๔	.๔๖				๑๑	.๕๔	.๓๐	๒๗	.๔๔	.๒๔
๑๓	.๔๑	.๔๐	๒๘	.๖๖	.๕๔	๑๒	.๕๓	.๒๔	๒๘	.๔๑.๔๑๐.๔๐	
๑๔	.๓๓	.๖๖	๒๙	.๖๓	.๕๔	๑๓	.๔๐	.๒๒	๒๙	.๓๔	.๓๖
			๓๐	.๖๒	.๔๖	๑๔	.๔๓	.๕๐			
๑๕	.๓๒	.๕๔	๓๑	.๕๓	.๓๔	๑๕	.๔๑	.๔๔			
๑๖	.๓๑	.๔๖	๓๒	.๕๐	.๕๕	๑๖	.๓๕	.๓๐			
๑๗	.๖๖	.๕๔	๓๓	.๔๓	.๒๔	๑๗	.๓๒	.๓๔			

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบเฉลยปัญหาการรบกวนทางจิตวิทยา

แบบทดสอบ

วิชา SYMBOLIC LOGIC

สำหรับนิสิตชั้นปีที่ ๑

วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ปทุมวัน และ บางแสน

ปีการศึกษา ๒๕๐๔

นามผู้สอบ (นาย, นาง, นางสาว)

วุฒิเดิม (ป.กศ., มศ. ๕ วิทย์, มศ. ๕ คณิต, ม. ๔)

วันที่ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๐๐

ตอนที่ ๑

ก. จงพิจารณาประโยคแต่ละข้อต่อไปนี้ แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง

๑. คำกล่าวใดต่อไปนี้ เป็นประพจน์

ก. จงทำดี มีศีลธรรม ถือความสัตย์

ข. ฉันถามเขาว่า เขามาที่นี่ทำไม

ค. $x + y = 12$

ง. สี่เหลี่ยมรูปหนึ่ง

๒. คำกล่าวใดต่อไปนี้ เป็นประพจน์เดี่ยว (simple statement)

ก. $2 + 2 = 4 = 2 \times 2$

ข. $2x + y = 7$

ค. $3 \times 4 = 18$

ง. ถ้า $x = 5$ แล้ว $x + 3 = 8$

๓. Conditional statement (implication) คือประพจน์ที่ได้จากการเชื่อม

๒ ประพจน์ด้วย

ก. or

ข. only if

ค. and

ง. if and only if

๔. ประพจน์ใดต่อไปนี้ เป็นประพจน์จริง

ก. $2 + 3 = 5$ และ $5 + 7 = 19$

ข. ถ้า $2 + 7 \neq 10$ แล้ว $3 + 4 = 10$

ค. $2 + 1 = 4$ หรือ $3 \times 2 \neq 6$

ง. ถ้า $2 \times 2 = 7$ แล้ว $4 + 7 = 15$

๕. ถ้า " $x \vee y \rightarrow z$ " เป็นจริง จงพิจารณาว่า คำกล่าวใดต่อไปนี้ ถูกต้อง

ก. ถ้า x และ z เป็นจริงพร้อมกันแล้ว y ต้องเป็นจริง

ข. ถ้า x และ y ไม่เป็นจริงพร้อมกันแล้ว z ไม่เป็นจริง

ค. ถ้า x เป็นเท็จ หรือ y เป็นเท็จแล้ว z ต้องเป็นเท็จ

ง. ถ้า x เป็นจริง และ y เป็นจริงแล้ว z ไม่เป็นเท็จ

๖. ถ้า " $x \wedge \sim y \rightarrow z \wedge \sim z$ " เป็น จริง จงพิจารณาว่า คำกล่าวใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. x เป็นจริง และ y เป็นเท็จ ไม่ได้

ข. x และ y เป็นจริงพร้อมกัน ไม่ได้

ค. ไม่ใช่กรณีซึ่ง ถ้า x เป็นเท็จ แล้ว y เป็นจริง

ง. ถ้า y เป็นจริงแล้ว x ต้องเป็นจริง

๗. ถ้า P เป็นจริง และ Q เป็นเท็จ จงพิจารณาว่า คำกล่าวใดต่อไปนี้ เป็นจริง

ก. $(\sim P \rightarrow Q) \leftrightarrow (\sim P \vee Q)$

ข. $(\sim P \rightarrow Q) \leftrightarrow (P \wedge Q)$

ค. $(P \rightarrow Q) \leftrightarrow (\sim P \vee Q)$

ง. $(P \rightarrow Q) \leftrightarrow (P \wedge \sim Q)$

๘. ถ้า A, B เป็นจริง และ P, Q เป็นเท็จ จงพิจารณาว่าคำกล่าวใดต่อไปนี้ เป็นเท็จ

ก. $[A \vee (B \rightarrow P)] \rightarrow (A \wedge \sim P)$

ข. $[A \wedge (P \vee B)] \rightarrow (\sim B \vee P)$

ค. $[\sim A \vee (B \rightarrow P)] \rightarrow \sim (A \wedge P)$

ง. $[\sim A \wedge (P \vee B)] \rightarrow \sim (A \vee P)$

๙. จงเลือก statement pattern ในช้อยย่อ แทนใน A เพื่อให้

" $[(x \rightarrow y) \wedge (x \rightarrow \sim y)] \rightarrow A$ " เป็น tautology

ก. x

ข. y

ค. $\sim x$

ง. $\sim y$

๑๐. จงเลือก statement pattern ในช้อยย่อ แทนใน A เพื่อให้

" $[(x \rightarrow y) \wedge A] \rightarrow (x \rightarrow z)$ " เป็น tautology

ก. $y \vee \sim z$

ข. $\sim y \vee z$

ค. $y \wedge \sim z$

ง. $\sim y \wedge z$

๑๑. Statement pattern ใดต่อไปนี้ เป็น tautology

ก. $\sim (x \rightarrow y) \rightarrow (\sim x \vee \sim y)$

ข. $(x \vee \sim y) \rightarrow (y \rightarrow \sim x)$

ค. $\sim (x \vee y) \rightarrow (\sim x \wedge \sim y)$

ง. $(\sim x \vee y) \rightarrow (\sim y \rightarrow \sim x)$

๑๒. Statement pattern ใดต่อไปนี้ เป็น tautology

ก. $[\sim x \rightarrow (y \wedge \sim z)] \rightarrow \sim x \vee (\sim y \vee z)$

ข. $[\sim x \rightarrow (\sim y \wedge z)] \rightarrow (x \vee y) \vee z$

ค. $[(y \rightarrow \sim x) \rightarrow z] \rightarrow x \wedge (y \vee z)$

ง. $[(x \rightarrow y) \rightarrow \sim z] \rightarrow (x \vee y) \wedge z$

๑๓. Statement pattern ใดต่อไปนี้ ไม่เป็น tautology

ก. $[(x \vee \sim y) \wedge z] \rightarrow x$

ข. $(x \vee y) \rightarrow (\sim y \rightarrow x)$

ค. $(x \rightarrow y) \rightarrow [(x \wedge \sim y) \rightarrow (z \wedge \sim z)]$

ง. $(x \rightarrow \sim y) \rightarrow (\sim x \vee \sim y)$

๑๔. Statement pattern ใดต่อไปนี้ ไม่เป็น tautology

ก. $(x \wedge y) \leftrightarrow \sim(y \rightarrow \sim x)$

ข. $[(x \wedge y) \rightarrow z] \leftrightarrow [x \rightarrow (y \rightarrow z)]$

ค. $\sim(x \vee y) \leftrightarrow (\sim x \wedge \sim y)$

ง. $x \wedge (y \vee z) \leftrightarrow (x \wedge y) \vee z$

๑๕. ประโยคใดต่อไปนี้ ที่ equivalent กับ "ถ้า ABC เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่วแล้ว มุม A และ B ซึ่งเป็นมุมที่ฐานของสามเหลี่ยมย่อมเท่ากัน"

ก. ถ้า ABC ไม่เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว แล้ว มุม A และ B ซึ่งเป็นมุมที่ฐานของสามเหลี่ยมย่อมไม่เท่ากัน

๑๖. ถ้า A และ B ซึ่งเป็นมุมที่ฐานของสามเหลี่ยม ABC เท่ากันแล้ว ABC ย่อมเป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
๑๗. ถ้า A และ B ซึ่งเป็นมุมที่ฐานของสามเหลี่ยม ABC ไม่เท่ากันแล้ว ABC ไม่เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
๑๘. ถ้า ABC ไม่เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่วแล้ว มุม A และ B ซึ่งเป็นมุมที่ฐานของสามเหลี่ยมอาจเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้

๑๖. Statement pattern โคตต่อไปนี้ equivalent กับ " $x \rightarrow y$ "

ก. $\sim (x \wedge \sim y)$

ข. $\sim (\sim y \rightarrow \sim x)$

ค. $y \wedge \sim x$

๑๗. $x \vee \sim y$

๑๗. Statement pattern โคตต่อไปนี้ equivalent กับ " $\sim (x \vee \sim y)$ "

ก. $x \rightarrow \sim y$

ข. $\sim (\sim x \wedge \sim y)$

ค. $\sim (\sim x \rightarrow y)$

๑๘. $x \wedge \sim y$

๑๘. ประโยคโคตที่ equivalent กับ "ถ้าเลขสองจำนวนเท่ากัน แล้วกำลังสองของเลขสองจำนวนนั้นย่อมเท่ากัน"

ก. เลขสองจำนวนเท่ากัน หรือกำลังสองของเลขสองจำนวนนั้นเท่ากัน

ข. เลขสองจำนวนไม่เท่ากัน หรือกำลังสองของเลขสองจำนวนนั้นเท่ากัน

๑๙. $\checkmark$ ค. กำลังสองของเลขสองจำนวนไม่เท่ากัน หรือเลขสองจำนวนนั้นเท่ากัน

๑๙. ง. กำลังสองของเลขสองจำนวนไม่เท่ากัน หรือเลขสองจำนวนนั้นไม่เท่ากัน

๑๙. Statement pattern โคตต่อไปนี้ ที่ equivalent กับ " $x \leftrightarrow y$ "

ก. $\sim (x \rightarrow y) \vee \sim (y \rightarrow x)$

ข. $(\sim y \vee \sim x) \wedge (x \rightarrow y)$

๑๙. $\checkmark$ ค. $(\sim x \vee y) \vee \sim (y \vee \sim x)$

๑๙. ง. $\sim (x \wedge \sim y) \wedge \sim (y \wedge \sim x)$

๒๐. Statement patterns คู่ใดต่อไปนี้ ที่ ไม่ equivalent กัน

- ✓ ก. $\sim (\sim x \vee y); x \wedge \sim y$
- ข. $\sim (x \rightarrow \sim y); \sim x \wedge y$
- ✓ ค. $\sim (x \wedge \sim y); \sim x \vee y$
- ง. $\sim (\sim x \rightarrow y); \sim x \wedge \sim y$

๒๑. Statement patterns คู่ใดต่อไปนี้ ที่ ไม่ equivalent กัน

- ก. $(p \rightarrow q) \wedge (p \rightarrow r); p \rightarrow (q \wedge r)$
- ข. $p \rightarrow (q \vee r); (p \rightarrow q) \vee (p \rightarrow r)$
- ค. $(p \rightarrow r) \wedge (q \rightarrow r); (p \wedge q) \rightarrow r$
- ง. $p \rightarrow (q \rightarrow r); (p \wedge q) \rightarrow r$

๒๒. Statement patterns คู่ใดต่อไปนี้ ที่ equivalent กัน

- ก. $p \rightarrow q; p$
- ✓ ข. $\sim (p \rightarrow q); p \wedge \sim q$
- ค. $(p \rightarrow q) \wedge p; q$
- ง. $(p \rightarrow q) \vee \sim p; q$

๒๓. Inverse ของ converse ของ "สี่เหลี่ยมจัตุรัสใด ๆ เป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก" คือ

- ก. สี่เหลี่ยมใดเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากสี่เหลี่ยมนั้นเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- ✓ ข. สี่เหลี่ยมใดไม่เป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก สี่เหลี่ยมนั้นอาจเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือไม่ก็ได้
- ค. สี่เหลี่ยมใดไม่เป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก สี่เหลี่ยมนั้นไม่เป็น สี่เหลี่ยมจัตุรัส
- ง. สี่เหลี่ยมใดไม่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมนั้นไม่เป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก

๒๔. ในการพิสูจน์ทฤษฎีคณิตศาสตร์โดยทางอ้อม (Indirect proof) นั้นหมายถึง การพิสูจน์โดย

- ✓ ก. สมมุติว่าทฤษฎีนั้นเป็นจริง แล้วพยายามหาข้อขัดแย้ง
- ข. สมมุติว่าทฤษฎีนั้นเป็นจริง แต่หาข้อขัดแย้งไม่ได้
- ค. สมมุติว่าทฤษฎีนั้นเป็นเท็จ แล้วพยายามหาข้อขัดแย้ง
- ง. สมมุติว่าทฤษฎีนั้นเป็นเท็จ แต่ไม่มีสิ่งใดขัดแย้งกับทฤษฎี

๒๕. ทฤษฎีคณิตศาสตร์ที่อยู่ในรูปของ statement pattern " $x \rightarrow (y \rightarrow z)$ "
เราแยกได้ว่า

- ก. x และ y เป็นสิ่งที่กำหนดให้ z เป็นสิ่งที่จะต้องพิสูจน์
- ข. x และ z เป็นสิ่งที่กำหนดให้ y เป็นสิ่งที่จะต้องพิสูจน์
- ค. y และ z เป็นสิ่งที่กำหนดให้ x เป็นสิ่งที่จะต้องพิสูจน์
- ง. x เป็นสิ่งที่กำหนดให้ y และ z เป็นสิ่งที่จะต้องพิสูจน์

๒๖. Negation ของ " $(\forall x) [(x \neq 0) \rightarrow (x^2 > 0)]$ " คือ

- ก. $(\exists x) [(x = 0) \rightarrow (x^2 \leq 0)]$
- ข. $(\exists x) [(x = 0) \vee (x^2 > 0)]$
- ค. $(\exists x) [(x \neq 0) \wedge (x^2 > 0)]$
- ง. $(\exists x) [(x \neq 0) \wedge (x^2 \leq 0)]$

๒๗. Negation ของ "จำนวนคี่ทุกจำนวนเป็นจำนวนจริง" คือ

- ก. จำนวนคี่ทุกจำนวนไม่เป็นจำนวนจริง
- ข. จำนวนคี่บางจำนวนเป็นจำนวนจริง แต่บางจำนวนไม่เป็นจำนวนจริง
- ค. จำนวนคี่บางจำนวนไม่เป็นจำนวนจริง
- ง. จำนวนจริงทุกจำนวนไม่เป็นจำนวนคี่

๒. จงใช้เครื่องหมาย $\checkmark$ หน้า argument ที่ valid และใช้เครื่องหมาย $\times$ หน้า argument ที่ invalid

๒๘. $p \rightarrow q$
 $r \rightarrow s$
 $p \vee r$
 $q \vee s$

๒๙. $x \rightarrow y$
 $x \rightarrow z$
 $y \rightarrow z$

๓๐. $x \vee y$
 $\sim y \vee \sim z$
 $x \rightarrow \sim z$

๓๑. $p \rightarrow (q \vee r)$
 $(r \wedge s) \rightarrow t$
 $p \rightarrow t$

๓๒. ทุกคนต้องตาย
นายแดงไม่ตาย
 $\therefore$ นายแดงไม่ใช่คน

๓๓. คนไทยไม่ยากจน
คนที่ไม่เกียจคร้านไม่ยากจน
 $\therefore$ คนไทยไม่เกียจคร้าน

ตอนที่ ๒

ก. กำหนดให้ universe คือ เซตของจำนวนเต็มทั้งหมดและศูนย์ จงพิจารณาว่ากล่าวต่อไปนี้ แล้วใส่เครื่องหมาย $\checkmark$ หน้าข้อที่ถูกต้อง และใส่เครื่องหมาย $\times$ หน้าข้อที่ผิด

๑. มี a ซึ่งมีคุณสมบัติว่า สำหรับทุก ๆ ค่าของ b มี c ซึ่ง $b + c = a$
และสำหรับทุก ๆ ค่าของ d , ถ้า $b + d = a$ แล้ว $d = c$
๒. มี a, b ซึ่งมีคุณสมบัติว่า $a + b = c$
๓. มี a, b, c ซึ่งมีคุณสมบัติว่า $a - b = c$ และสำหรับทุก ๆ ค่าของ d, e, f ,
ถ้า $d - e = f$ แล้ว $d = a, e = b$, และ $f = c$
๔. มี a, b, c ซึ่งมีคุณสมบัติว่า $a - b = c$ และสำหรับทุก ๆ ค่าของ p, q ,
ถ้า $p - q = c$ แล้ว $p = a$ หรือ $q = b$
๕. กล่าวว่า "สำหรับทุก ๆ ค่าของ a, b , ถ้า $a \neq 0$ และ $b \neq 0$ แล้ว $ab \neq 0$ "
มีความหมายอย่างเดียวกันกับ "สำหรับทุก ๆ ค่าของ a, b , ถ้า $ab = 0$
และ $a \neq 0$ แล้ว $b = 0$
๖. กล่าวว่า "สำหรับทุก ๆ ค่าของ x จะต้องมี y ซึ่งมีคุณสมบัติว่า $y > x$ "
เป็น negation ของกล่าว "ไม่มีจำนวน x ซึ่งมีคุณสมบัติว่า สำหรับทุก ๆ
ค่าของ $y, y \leq x$ "

ข. กำหนดให้ universe คือ เซตของจำนวนจริงทั้งหมด จงพิจารณาว่ากล่าวต่อไปนี้
แล้วใส่เครื่องหมาย $\checkmark$ หน้าข้อที่ถูกต้อง และใส่เครื่องหมาย $\times$ หน้าข้อที่ผิด

- $\checkmark$ ๑. สำหรับทุก ๆ ค่าของ a, b , จะต้องมี x ซึ่งมีคุณสมบัติว่า $ax + b = 0$
๒. สำหรับทุก ๆ ค่าของ x, y , ถ้า x และ y เป็น rational numbers
แล้ว xy เป็น rational number

๑. สำหรับทุก ๆ ค่าของ x, y , ถ้า x หรือ y เป็น irrational numbers แล้ว xy เป็น irrational number
๒. มี x ซึ่งมีคุณสมบัติว่าสำหรับทุก ๆ ค่าของ y , $x + y = y$ และสำหรับทุก ๆ ค่าของ z ถ้า สำหรับทุก ๆ ค่าของ u , $z + u = u$ แล้ว $z = x$
๓. สำหรับทุก ๆ ค่าของ a จะต้องมี b ซึ่งมีคุณสมบัติว่า $b > a$
๔. สำหรับทุก ๆ ค่าของ x, y ถ้า $xy = 0$ แล้ว $x = 0$ หรือ $y = 0$
๕. สำหรับทุก ๆ ค่าของ x จะต้องมี y ซึ่งมีคุณสมบัติว่า $xy = 1$
๖. สำหรับทุก ๆ จำนวนเต็มบวก a, b จะต้องมีความจำนวนเต็มบวก c ซึ่งมีคุณสมบัติว่า $ac > b$
๗. สำหรับทุก ๆ ค่าของ x, y, z , ถ้า $x < y$ และ $z \neq 0$ แล้ว $-\frac{x}{z} > -\frac{y}{z}$
๘. สำหรับทุก ๆ จำนวนเต็มบวก n ไม่มีจำนวนเต็มบวก m ซึ่งมีคุณสมบัติว่า $n < m < n + 1$
๙. สำหรับทุก ๆ จำนวนเต็ม a และ b , ถ้า $b > 0$ แล้วจะต้องมีความจำนวนเต็มบวก q, r ซึ่งมีคุณสมบัติว่าถ้า $a = qb + r$ แล้ว $0 \leq r < b$ และสำหรับทุก ๆ จำนวนเต็ม s, t , ถ้า $a = sb + t$ และ $0 \leq t < b$ แล้ว $s = q$ และ $t = r$

ค. จงพิจารณาการพิสูจน์ต่อไปนี้แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง

๑. ทฤษฎี สำหรับทุก ๆ ค่าของ a, b ซึ่งเป็นจำนวนจริง ถ้า $ab = 0$ แล้ว $a = 0$ หรือ $b = 0$

พิสูจน์ ให้ a และ b เป็นจำนวนจริงใด ๆ

ถ้า $a = 0$ แล้ว $ab = 0$

ถ้า $b = 0$ แล้ว $ab = 0$

$\therefore$ ถ้า $a \neq 0$ และ $b \neq 0$ แล้ว $ab \neq 0$

นั่นคือ ถ้า $ab = 0$ แล้ว $a = 0$ หรือ $b = 0$

- ก. การพิสูจน์นี้ถูกต้อง เพราะเป็นการพิสูจน์ Contrapositive ของค่ากล่าวทฤษฎี
 ข. การพิสูจน์นี้ถูกต้อง เพราะเป็นการพิสูจน์ค่ากล่าวที่ equivalent กับค่ากล่าวของทฤษฎี
 ค. การพิสูจน์นี้ไม่ถูกต้อง เพราะการให้เหตุผลในการพิสูจน์นี้ ไม่สมเหตุสมผล (invalid)

ง. การพิสูจน์นี้ไม่ถูกต้อง เพราะไม่ได้พิสูจน์ค่ากล่าวของทฤษฎี

๒. ทฤษฎี สำหรับทุก ๆ ค่าของ a, b ซึ่งเป็นจำนวนจริง ถ้า $a \neq b$
 แล้ว $3a + 7 \neq 3b + 7$

พิสูจน์ ถ้า $3a + 7 = 3b + 7$ แล้ว $3a = 3b$ ดังนั้น $a = b$
 นั่นคือ ถ้า $a \neq b$ แล้ว $3a + 7 \neq 3b + 7$

ข.ท.ท.

- ก. การพิสูจน์นี้ถูกต้อง เพราะเป็นการพิสูจน์ค่ากล่าวที่ equivalent กับค่ากล่าวของทฤษฎี
 ข. การพิสูจน์นี้ถูกต้อง เพราะเป็นการพิสูจน์ inverse ของค่ากล่าวของทฤษฎี
 ค. การพิสูจน์นี้ไม่ถูกต้อง เพราะเป็นการพิสูจน์ converse ของค่ากล่าวของทฤษฎี
 ง. การพิสูจน์นี้ไม่ถูกต้อง เพราะการให้เหตุผลในการพิสูจน์นี้ ไม่สมเหตุสมผล (invalid)

๓. ทฤษฎี ถ้า a เป็นเลขคู่ แล้ว a^2 เป็นเลขคู่
พิสูจน์ ถ้า a เป็นเลขคี่ แล้ว a^2 เป็นเลขคี่
 ถ้า a^2 ไม่เป็นเลขคี่ แล้ว a ไม่เป็นเลขคี่
 $\therefore$ ถ้า a เป็นเลขคู่ แล้ว a^2 เป็นเลขคู่

ข.ท.ท.

- ก. การพิสูจน์นี้ถูกต้อง เพราะการให้เหตุผล ในการพิสูจน์นี้สมเหตุสมผล (valid)
 ข. การพิสูจน์นี้เป็น การพิสูจน์โดยทางอ้อม (indirect proof)

- ค. การพิสูจน์นี้ไม่ถูกต้อง เพราะเป็นการพิสูจน์ converse ของคำกล่าวของทฤษฎี
 ง. การพิสูจน์นี้ไม่ถูกต้อง เพราะเป็นการให้เหตุผล ในการพิสูจน์นี้ ไม่สมเหตุสมผล

(invalid)

๔. ทฤษฎี ไม่มีจำนวนจริง x ซึ่งมีคุณสมบัติว่าสำหรับทุก ๆ จำนวนจริง $y, y \leq x$
พิสูจน์ สำหรับทุก ๆ จำนวนจริง $x, x + 1 > x \therefore x + 1 \nless x$
 $\therefore$ มี y ซึ่งมีคุณสมบัติ $y \nless x$

ข.ค.ท.

- ก. การพิสูจน์นี้ถูกต้อง เพราะเป็นการพิสูจน์คำกล่าวที่ equivalent กับคำกล่าว
 ของทฤษฎี
 ข. การพิสูจน์นี้ถูกต้อง เพราะเป็นการพิสูจน์ contrapositive ของคำกล่าวของ
 ทฤษฎี
 ค. การพิสูจน์นี้ไม่ถูกต้อง เพราะการให้เหตุผลในการพิสูจน์นี้ ไม่สมเหตุสมผล
 (invalid)

- ง. การพิสูจน์นี้ไม่ถูกต้อง เพราะไม่ได้พิสูจน์คำกล่าวของทฤษฎี

๕. ทฤษฎี สำหรับทุก ๆ ค่าของ x ซึ่งเป็นจำนวนจริง ถ้า $x \neq 0$ แล้ว $x^2 > 0$
พิสูจน์ ให้ x เป็นจำนวนจริงใด ๆ
 ถ้า $x^2 = 0$ แล้ว $x = 0$
 ถ้า $x^2 \neq 0$ แล้ว $x^2 > 0$
 $\therefore x \neq 0$
 $\therefore x^2 > 0$

ข.ค.ท.

ก. การพิสูจน์นี้ถูกต้อง เพราะเป็นการพิสูจน์ contrapositive ของคำกล่าวของ
ทฤษฎี

ข. การพิสูจน์นี้ถูกต้อง เพราะการให้เหตุผลการพิสูจน์นี้สมเหตุสมผล (valid)

ค. การพิสูจน์นี้ไม่ถูกต้อง เพราะการให้เหตุผลในการพิสูจน์นี้ไม่สมเหตุสมผล
(invalid)

ง. การพิสูจน์นี้ไม่ถูกต้อง เพราะไม่ได้พิสูจน์สิ่งที่โจทย์ให้พิสูจน์

๖. ทฤษฎี ถ้า ab เป็นเลขคี่แล้ว a และ b เป็นเลขคี่

พิสูจน์ ถ้า a และ b เป็นเลขคี่ แล้ว $a = 2m + 1$ และ $b = 2n + 1$

เมื่อ m และ n เป็นจำนวนเต็ม

$$\text{ดังนั้น } ab = (2m + 1)(2n + 1)$$

$$= 4mn + 2m + 2n + 1$$

$$= 2(2mn + m + n) + 1$$

$\therefore 2mn + m + n$ เป็นจำนวนเต็ม

$\therefore 2(2mn + m + n) + 1$ เป็นเลขคี่

นั่นคือ ab เป็นเลขคี่

ข. ก. ก.

ก. การให้เหตุผล ในการพิสูจน์นี้ไม่สมเหตุสมผล (invalid)

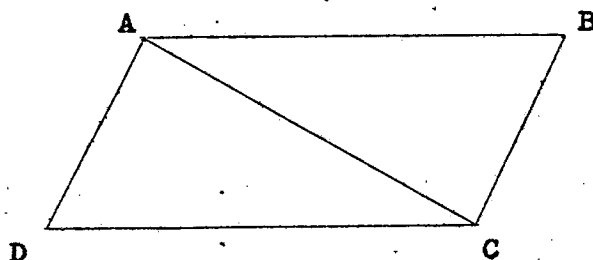
ข. การพิสูจน์นี้เป็น การพิสูจน์โดยทางอ้อม (indirect proof)

ค. การพิสูจน์นี้ถูกต้อง เพราะเป็นการพิสูจน์คำกล่าวที่ equivalent
กับคำกล่าวของทฤษฎี

ง. การพิสูจน์นี้ไม่ถูกต้อง เพราะไม่ได้พิสูจน์คำกล่าวของทฤษฎี

- ง. จงพิจารณาการพิสูจน์ต่อไปนี้ แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกต้อง และเหมาะสมสำหรับข้อความแต่ละข้อ

ทฤษฎีที่ ๑ ในสี่เหลี่ยมด้านขนานใด ๆ ด้านตรงข้ามกันย่อมยาวเท่ากัน



กำหนดให้ ABCD เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน

จะต้องพิสูจน์ว่า $AB = DC$ และ $AD = BC$

สร้าง จากเส้นทแยงมุม AC.

พิสูจน์ โดยที่ ABCD เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน (p)

ดังนั้น $AB \parallel CD$ (q) และ $AD \parallel BC$ (r)

AC ตัด AB และ CD (s)

$$\therefore \angle BAC = \angle DCA \text{ (t)} \dots\dots\dots(๑.๑)$$

AC ตัด AD และ BC

$$\therefore \angle BCA = \angle DAC \text{ (u)}$$

$$AC = AC \text{ (v)}$$

$$\therefore \triangle ABC \cong \triangle ADC \text{ (w)} \dots\dots\dots(๑.๒)$$

$$\therefore AB = DC \text{ และ } AD = BC \text{ (x)} \dots\dots\dots(๑.๓)$$

ย.ค.ท.

๑. การสรุปผล (๑.๑) ถูกต้อง เพราะเป็นไปตามหลักการให้เหตุผลในข้อใดต่อไปนี้

- ก. $p \wedge (p \wedge r \wedge s) \rightarrow t$
- ข. $[(p \wedge q \wedge r) \wedge s] \rightarrow t$
- ค. $[(q \wedge s) \rightarrow t] \rightarrow t$
- ง. $(q \wedge s) \wedge (q \wedge s \rightarrow t) \rightarrow t$

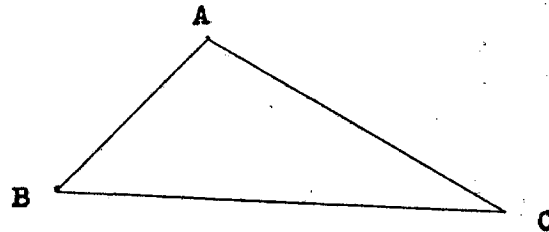
๒. การสรุปผล (๑.๒) ถูกต้อง เพราะเป็นไปตามหลักการให้เหตุผลในข้อใดต่อไปนี้

- ก. $t \wedge u \wedge v \rightarrow w$
- ข. $t \wedge u \wedge v \wedge (t \wedge u \wedge v \rightarrow w) \rightarrow w$
- ค. $(q \wedge r \wedge s \rightarrow t \wedge u) \rightarrow w$
- ง. $[(q \wedge r \wedge s \rightarrow t \wedge u) \rightarrow w] \rightarrow w$

๓. การสรุปผล (๑.๓) ถูกต้อง เพราะเป็นไปตามหลักการให้เหตุผลในข้อใดต่อไปนี้

- ก. $w \rightarrow x$
- ข. $(w \rightarrow x) \rightarrow x$
- ค. $(w \wedge x \rightarrow x) \rightarrow x$
- ง. $w \wedge (w \rightarrow x) \rightarrow x$

ทฤษฎีที่ ๒ ในสามเหลี่ยมใด ๆ ด้านที่อยู่ตรงข้ามกับมุมใหญ่ย่อมยาวกว่าด้านที่อยู่ตรงข้ามกับมุมเล็ก



กำหนดให้ ABC เป็นสามเหลี่ยมใด ๆ
และ $\hat{ABC}$ ใหญ่กว่า $\hat{ACB}$ (p)

จะทรงแสดงว่า AC ยาวกว่า AB (q)

พิสูจน์ ถ้า AC ไม่ยาวกว่า AB แล้ว $AC = AB$ (r) หรือ AC สั้นกว่า AB (s)

ถ้า $AC = AB$ แล้ว $\hat{ABC} = \hat{ACB}$ (t) ซึ่งขัดแย้งกับสิ่งที่กำหนดให้

ถ้า AC สั้นกว่า AB แล้ว $\hat{ABC}$ เล็กกว่า $\hat{ACB}$ (u)

ซึ่งขัดแย้งกับสิ่งที่กำหนดให้

ในกรณีใดก็ตาม เราสรุปได้ว่า ถ้า AC ไม่ยาวกว่า AB แล้วเราได้อะไรที่ขัดแย้งกับสิ่งที่กำหนดให้

$\therefore AC$ ยาวกว่า AB (๒.๑)

ป.ค.ท.

๔. การสรุปผล (๒.๑) ถูกต้อง เพราะเป็นไปตามหลักการให้เหตุผลในข้อต่อไปนี้

ก. $(\sim q \rightarrow r \vee s) \wedge (r \rightarrow t) \wedge (s \rightarrow u) \rightarrow q$

ข. $(p \wedge \sim q \rightarrow \sim p) \wedge p \rightarrow q$

ค. $(\sim q \rightarrow r \vee s) \wedge (r \rightarrow \sim t) \wedge (s \rightarrow \sim u) \rightarrow q$

ง. $(p \rightarrow q) \wedge (\sim p \rightarrow q) \rightarrow q$

ทฤษฎีที่ ๓ สำหรับทุก ๆ จำนวนจริง x , ถ้า $x^2 - 3x - 10 = 0$ แล้ว $x = 5$
หรือ $x = -2$

พิสูจน์ ถ้า $x^2 - 3x - 10 = 0$ แล้ว $(x - 5)(x + 2) = 0$
 $\therefore x - 5 = 0$ (p) หรือ $x + 2 = 0$ (q)
 ถ้า $x - 5 = 0$ แล้ว $x = 5$ (r) (๓.๑)
 ถ้า $x - 5 \neq 0$ แล้ว $x + 2 = 0 \therefore x = -2$ (s)
 $\therefore x = 5$ หรือ $x = -2$ (๓.๒)

ข.ท.ท.

๕. เราสรุป (๓.๒) จาก (๓.๑) ได้เพราะเป็นไปตามหลักการให้เหตุผลในข้อใดต่อไปนี้

ก. $(p \rightarrow r) \wedge (p \rightarrow r \vee s) \rightarrow (r \vee s)$

ข. $(p \rightarrow r) \wedge (\sim p \rightarrow s) \rightarrow r \vee s$

ค. $(p \rightarrow r) \wedge p \rightarrow r \vee s$

ง. $(p \rightarrow r) \wedge (q \rightarrow s) \wedge (p \vee q) \rightarrow r \vee s$

ทฤษฎีที่ ๔ สำหรับทุก ๆ จำนวนจริง x, y , ถ้า $0 \leq x$, $0 < y$ และ $x < y$
แล้ว $x^2 < y^2$

พิสูจน์ ถ้า $x = 0$ แล้ว $x^2 = x \cdot x = 0 \cdot 0 = 0$ และ $0 = x < y$
 $\therefore 0 < y^2 \therefore x^2 < y^2$
 ถ้า $x \neq 0$ แล้ว $0 < x < y$ และดังนั้น $x^2 < y^2$
 ในกรณีใดก็ตาม เราสรุปว่า $x^2 < y^2$

ข.ท.ท.

๖. การสรุปผล $x^2 < y^2$ ข้างบนนี้อาศัยหลักการให้เหตุผลในข้อใดต่อไปนี้

ก. $(p \rightarrow r) \wedge (q \rightarrow r) \wedge (p \vee q) \rightarrow r$

ข. $(p \rightarrow r) \wedge (q \rightarrow r) \wedge p \wedge q \rightarrow r$

ค. $(p \rightarrow r) \wedge (\sim p \rightarrow r) \rightarrow r$

ง. $(p \wedge \sim r \rightarrow \sim p) \wedge p \rightarrow r$

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ Concepts
 ของ equivalence และ valid argument
 โดยการยกตัวอย่างที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ โดยการใส่เหตุผลอย่างธรรมดา

ตัวอย่างที่ ๑ สมมุติว่า ในสถาบันแห่งหนึ่งกำหนดไว้ว่า ผู้ที่สามารถสอบคัดเลือก
 เข้าศึกษาต่อในสถาบันแห่งนี้ได้ คือ ผู้ที่สามารถสอบผ่านวิชาภาษาอังกฤษ และสอบผ่านวิชาใด
 วิชาหนึ่งใน ๓ วิชาต่อไปนี้คือ วิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา

จากกล่าวข้างบนนี้ สามารถเปลี่ยนให้เป็นคำกล่าวในรูปสัญลักษณ์ได้ดังนี้

ให้ p แทน การสอบผ่านวิชาภาษาอังกฤษ

q แทน การสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์

r แทน การสอบผ่านวิชาวิทยาศาสตร์

และ s แทน การสอบผ่านวิชาสังคมศึกษา

ดังนั้นผู้ที่ได้เข้าศึกษาต่อในสถาบันแห่งนี้คือ ผู้ที่อยู่ในเงื่อนไข $p \wedge (q \vee r \vee s)$

สมมุติว่า วรวิทย์ เป็นผู้ที่ได้เข้าศึกษาต่อในสถาบันแห่งนี้

จากข้อสมมุตินี้ย่อมหมายถึงว่า วรวิทย์อยู่ในเงื่อนไข $p \wedge (q \vee r \vee s)$ หรือกล่าว
 เป็นภาษาธรรมดาว่า วรวิทย์สามารถสอบผ่านวิชาภาษาอังกฤษ และสามารถสอบผ่านวิชาคณิต
 ศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ หรือสังคมศึกษาอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า
 วรวิทย์สามารถสอบผ่านวิชาภาษาอังกฤษ และวิชาคณิตศาสตร์ หรือไม่ก็สามารถสอบผ่านวิชา
 ภาษาอังกฤษและวิชาวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็สามารถสอบผ่านวิชาภาษาอังกฤษและวิชาสังคมศึกษา
 ซึ่งเขียนในภาษาสัญลักษณ์ได้เป็น $(p \wedge q) \vee (p \wedge r) \vee (p \wedge s)$ เรากล่าวว่า

$$p \wedge (q \vee r) \vee s \quad \text{และ} \quad (p \wedge q) \vee (p \wedge r) \vee (p \wedge s)$$

มีความหมายอย่างเดียวกัน หรือ

$$p \wedge (q \vee r \vee s) \text{ equivalent} \quad \text{กับ} \quad (p \wedge q) \vee (p \wedge r) \vee (p \wedge s)$$

สมมุติเราทราบว่า วรวิทย์สอบวิชาคณิตศาสตร์ไม่ผ่าน ย่อมสามารถสรุปได้ว่า
วรวิทย์สอบผ่านวิชาวิทยาศาสตร์ หรือไม่ก็สอบผ่านวิชาสังคมศึกษา ซึ่งเขียนในภาษาสัญลักษณ์
เป็น

$$p \wedge (q \vee r \vee s)$$

$$\sim q$$

$$r \vee s$$

เราทราบว่า argument นี้สมเหตุสมผล (Valid argument) เพราะสามารถ
สรุป $r \vee s$ ได้จากเหตุ ๒ ข้อ คือ $p \wedge (q \vee r \vee s)$ ซึ่งเป็นเงื่อนไขของ
การได้เข้าศึกษาต่อในสถาบันแห่งนั้น และ $\sim q$ ซึ่งหมายความว่าสอบวิชาคณิตศาสตร์ไม่ผ่าน

จากข้อที่สรุปว่า วรวิทย์สอบผ่านวิชาวิทยาศาสตร์ หรือไม่ก็สอบผ่านวิชาสังคมศึกษา
หมายความว่า ถ้าวรวิทย์สอบวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านแล้ว เราต้องสอบผ่านวิชาสังคมศึกษา
ซึ่งเขียนในภาษาสัญลักษณ์เป็น $\sim r \longrightarrow s$ เราทราบว่า

$$r \vee s \quad \text{และ} \quad \sim r \longrightarrow s \quad \text{มีความหมายอย่างเดียวกัน}$$

$$\text{หรือ } r \vee s \text{ equivalent} \quad \text{กับ} \quad \sim r \longrightarrow s.$$

ตัวอย่างที่ ๒

กำหนดให้ x แทนคน

$p(x)$ แทนคนสวมเสื้อสีฟ้า

ดังนั้น $(\forall x) p(x)$ คือ ทุกคนสวมเสื้อสีฟ้า

จากคำกล่าวที่ว่า "ทุกคนสวมเสื้อสีฟ้า" นี้ สามารถกล่าวอีกอย่างหนึ่งซึ่งมีความหมาย
 อย่างเดียวกันว่า "ไม่มีใครเลยที่ไม่สวมเสื้อสีฟ้า" ซึ่งเขียนในภาษาสัญลักษณ์ เป็น

$$(\exists x) \bar{p}(x)$$

นั่นคือ $(\forall x) p(x)$ และ $(\exists x) \bar{p}(x)$ มีความหมายอย่างเดียวกัน

หรือ $(\forall x) p(x)$ equivalent กับ $(\exists x) \bar{p}(x)$

ภาคผนวก ๑.

ตัวอย่างการพิจารณาความสมเหตุสมผล (Validity) ของสูตร

โดยวิธีการวิเคราะห์ด้วยเหตุผล

ตัวอย่างที่ ๑. จงพิจารณา Validity ของ $x \wedge (y \vee z \vee u) \wedge \sim y \wedge \sim z \rightarrow u$ วิธีทำ จาก $x \wedge (y \vee z \vee u) \wedge \sim y \wedge \sim z$ สรุปได้ (๑) x (๒) $y \vee z \vee u$ (๓) $\sim y$ (๔) $\sim z$ (๒') $\sim y \rightarrow z \vee u$ eq. กับ (๒)(๒') และ (๓) $z \vee u$ implication_(๕)(๕') $\sim z \rightarrow u$ eq. กับ (๕)(๕') และ (๔); u implicationดังนั้น $x \wedge (y \vee z \vee u) \wedge \sim y \wedge \sim z \rightarrow u$ เป็น Valid formula.ตัวอย่างที่ ๒ จงพิจารณา Validity ของ $(x \wedge \sim y \rightarrow z \wedge \sim z) \rightarrow (x \rightarrow y)$ วิธีทำ (๑) $x \wedge \sim y \rightarrow z \wedge \sim z$ (๒) $\sim(z \wedge \sim z) \rightarrow \sim(x \wedge \sim y)$ eq. กับ (๑)(๓) $\sim(z \wedge \sim z)$ เป็น tautology(๒) และ (๓) $\sim(x \wedge \sim y)$ implication_(๔) $\therefore x \rightarrow y$ eq. กับ (๔)ดังนั้น $(x \wedge \sim y \rightarrow z \wedge \sim z) \rightarrow (x \rightarrow y)$ เป็น Valid formula.

ภาคผนวก จ.

ตัวอย่างการใช้ความรู้ทางตรรกศาสตร์ในการพิสูจน์

ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างที่ ๑

ทฤษฎี สำหรับทุก ๆ จำนวนจริง x, y , ถ้า $xy=0$ แล้ว $x=0$ หรือ $y=0$
 เพื่อให้ผู้เรียนเห็นวิธีการใช้ตรรกศาสตร์ในการพิสูจน์ เปลี่ยนคำกล่าวของทฤษฎีนี้ให้
 เป็นภาษาสัญลักษณ์ดังนี้

$$(\forall x) (\forall y) [p(x, y) \rightarrow q(x) \vee q(y)]$$

$$\text{เมื่อ } P(x, y) \text{ แทน } "xy = 0"$$

$$Q(x) \text{ แทน } "x = 0"$$

$$Q(y) \text{ แทน } "y = 0"$$

จาก $P(x, y) \rightarrow Q(x) \vee Q(y)$ สามารถเขียนแทนด้วย $p \rightarrow q \vee r$ เพื่อ
 ให้ดูง่ายขึ้น

จาก $p \rightarrow q \vee r$ นี้สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปอื่น ๆ ที่มีความหมายอย่างเดียวกัน
 โดยใช้ความรู้ทางตรรกศาสตร์ได้เป็น

$$a) \sim q \wedge \sim r \rightarrow \sim p \quad \text{ซึ่งมีความหมายว่า ถ้า } x \neq 0 \text{ และ } y \neq 0 \text{ แล้ว } xy \neq 0$$

$$b) p \wedge \sim q \rightarrow r \quad \text{ซึ่งมีความหมายว่า ถ้า } xy=0 \text{ และ } x \neq 0 \text{ แล้ว } y=0$$

$$c) p \wedge \sim r \rightarrow q \quad \text{ซึ่งมีความหมายว่า ถ้า } xy=0 \text{ และ } y \neq 0 \text{ แล้ว } x=0$$

แทนที่จะพิสูจน์คำกล่าวของทฤษฎีโดยตรง เราสามารถเลือกพิสูจน์คำกล่าวในข้อ
 หรือ b) หรือ c) ก็ได้ ตามความเหมาะสมที่จะทำให้การพิสูจน์ทฤษฎีนี้ง่ายขึ้น ในที่นี้ขอ
 ยกตัวอย่างการพิสูจน์ทฤษฎีตามคำกล่าวในข้อ b) ดังนี้

พิสูจน์ จาก $xy = 0$ และ $x \neq 0$

$$\therefore xy \times \frac{1}{x} = 0 \times \frac{1}{x}$$

$$\therefore y = 0$$

ร.ก.ก.

ตัวอย่างที่ ๒

บทนิยาม สำหรับทุก ๆ จำนวนจริง x ถ้า $x < \varepsilon$ สำหรับทุก ๆ จำนวนจริง $\varepsilon > 0$ แล้ว $x \leq 0$

ถ้ากล่าวด้วยภาษาตรรกศาสตร์ คือ

$$(\forall x) [(\forall \varepsilon) \{ \varepsilon > 0 \rightarrow x < \varepsilon \} \rightarrow x \leq 0]$$

หรือ $(\forall x) [(\forall \varepsilon) \{ p(\varepsilon) \rightarrow Q(x, \varepsilon) \} \rightarrow R(x)]$ ซึ่ง

equivalent กับ $(\exists x) [(\forall \varepsilon) \{ p(\varepsilon) \rightarrow Q(x, \varepsilon) \} \wedge \neg R(x)]$

ซึ่ง eq. กับ $(\exists x) [R(x) \wedge (\forall \varepsilon) \{ p(\varepsilon) \rightarrow Q(x, \varepsilon) \}]$ ซึ่งมีความหมายว่า

ไม่มีจำนวน x ซึ่งคุณสมบัติว่า $x > 0$ และสำหรับทุก ๆ จำนวนจริง ε ถ้า $\varepsilon > 0$

แล้ว $x < \varepsilon$ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า ไม่มีจำนวนจริง x ซึ่งคุณสมบัติว่า $x > 0$ และ

$x < \varepsilon$ สำหรับทุก ๆ จำนวนจริง $\varepsilon > 0$

พิสูจน์ ถ้ามีจำนวนจริง x ซึ่งคุณสมบัติว่า $x > 0$ และ $x < \varepsilon$ สำหรับทุก ๆ จำนวนจริง $\varepsilon > 0$ แล้ว ดังนั้น $x < x$ ซึ่งเป็น contradiction.

ดังนั้นสรุปว่า ไม่มีจำนวน x ซึ่งคุณสมบัติว่า $x > 0$ และ $x < \varepsilon$ สำหรับทุก ๆ จำนวนจริง $\varepsilon > 0$

ร.ก.ก.