

ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของ เด็กที่จบชั้นประถมศึกษา ๕
ในภาคศึกษา ๑

THE LIBRARY
THE COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK THAILAND



แผนกวิชาวิทยาศาสตร์
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต แผนกจิตวิทยาการศึกษา
ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าวิจัยเด็ก

๕ พฤษภาคม ๒๕๐๗

**A STUDY OF SCIENCE ACHIEVEMENT OF PRATOM 4 CHILDREN IN
SOME ELEMENTARY SCHOOLS OF EDUCATION REGION I.**

AN ABSTRACT

JIRAWAT WONGSWADIWAT

**Presented in partial fulfilment of the requirements
for the Master of Education degree (Developmental Psychology)
at the College of Education
in collaboration with
The Bangkok Institute for Child Study**

May 4, 1964.

In this study, an attempt was made to find the level of achievement in science of Pratom 4 children in four areas: memory, understanding, reasoning, and application, according to sex, age, location, and parental occupation. Of interest also was the level of difficulty of the science content in the B. E. 2503 curriculum.

An achievement test was prepared by analysing the science content in the B. E. 2503 curriculum. The test was administered to 603 Pratom 5 children. These children came from twelve randomly selected schools in Education Region 1. Each child took all parts of the test covering the four areas mentioned. The statistical procedures used for analyzing the data collected, included the computation of mean, simple correlation, multiple correlation, analysis of variance, and item difficulty.

The major findings were:

1. The means of the scores obtained by the children who finished fourth grade were about half of the total scores. The scores were higher in memory and application than in understanding and reasoning.
2. There were positive relationships among memory, understanding, reasoning and application.
3. Scores from reasoning test had the highest weight in predicting the achievement scores, the second highest weight is from the application scores and the third from the memory scores.
4. Urban children recieved significantly higher scores than rural children (except for the reasonign science test).
5. No statistically significant difference in the scores was found among children with different sex, age, location, and parental

occupation.

6. No significant interaction was found among any variable.

7. Most children obtained higher scores when the content was about concrete concepts, animals, and plants (except when reasoning ability was required) than those concerning the principle of science, abstract concepts, and complicated reasonings.

8. The science content in the B. E. 2503 curriculum was of "medium" difficulty.

Based upon the findings, the following recommendations were made to the teachers, educational administrators, and others concerned

1. The teachers should try to relate the areas of memory, understanding, reasoning, and application in teaching science.

2. The educational administrators should consider the difference between locations in planning the elementary science curriculum and texts.

3. The curriculum should be started with easier materials and proceeded to the more complicated ones.

For further research, the followings should be studied.

1. The children's attitude toward science.

2. The specific areas of science in which the children are most interested.

3. How the P. 4 standardized science achievement test should be organized.

4. The correlation between science and other subjects.

5. The cause (s) for low scores obtained by children from rural areas in science achievement test.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาปัญหานี้แล้วเห็นสมควรรับเป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าโครงปัญหาการศึกษามหาบัณฑิต แขนงจิตวิทยาพัฒนาการของวิทยาลัย
วิชาการศึกษา ด้วยความร่วมมือของสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็กไทย


..... Angkha Abiep ประธาน

..... Wong Sombo กรรมการ

..... Sunthi Ang กรรมการ

..... Wong Sombo กรรมการ

..... Wong Sombo

ผู้อำนวยการ

สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก

ประกาศกฎมณเฑียรบาล

ปริญญานิพนธ์เรื่องนี้มีสำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากผู้เขียนได้รับความช่วยเหลือ และคำแนะนำจากท่านผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านด้วยกันคือ ศาสตราจารย์ ดร. ละม้ายมาศ ศรีพิทักษ์ ผู้อำนวยการสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก ดร. ฮิวจ์ ทีลป์ ดร. จี. แอดฮาวิคสัน ผู้เชี่ยวชาญจากองค์การยูเนสโก ดร. สมพร บัวทอง ดร. จรรยา จินายน อาจารย์สมนึก คำอโร และ ดร. ระวีพันธ์ โสมนะพันธ์ อาจารย์ประจำสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก ซึ่งได้กรุณาช่วยวางแผนงาน ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในเทคนิคและวิธีการเกี่ยวกับการวิจัยข้อมูล การสร้างแบบทดสอบ ตลอดจนการเขียนปริญญานิพนธ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ ยังได้รับความร่วมมือและช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จากครูใหญ่ และ คณะครูโรงเรียนสามเสนนอก, สายน้ำทิพย์, วัดสระบัว, วัดใหม่อมตรส, วัดจันทร์ประดิษฐ, วัดไค้, วัดโพธิ์, วัดมกุฏกษัตริยาราช, วัดพระพิเรนทร์, ศิษยานุศิษย์ กรมสามัญศึกษาภาคศึกษา ๑ คณะนิสิตปริญญาโทสถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก ตลอดจนเจ้าหน้าที่ในกรมสามัญศึกษา ผู้เขียนจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อทุกท่านที่มีอุปการะคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย.

จิระวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์

สารบัญ

มคอ.๓

หน้า

๑. บทนำ	๑
ภูมิหลัง	๑
จุดมุ่งหมายในการکنควา	๕
ความสำคัญของการکنควา	๖
ขอบเขตของปัญหา	๘
คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ	๘
ผลการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการکنควา	๑๐
๒. วิธีดำเนินการکنควา	๑๕
กลุ่มตัวอย่าง	๑๕
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	๒๐
วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	๓๑
วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	๓๒
๓. ผลของการکنควา	๕๓
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กภาคศึกษา ๑	๕๓
ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในด้านต่าง ๆ ที่ใช้เกี่ยวกับ	
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	๕๕
ความสำคัญของความสามารถต่าง ๆ ที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	๕๖
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชาย - หญิง	๕๗
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กอายุสูง - ต่ำ	๖๐
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กในเมืองชนบท -	
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กที่มีคา มารดา -	
ประกอบอาชีพต่าง ๆ กัน	๖๒
ความยากง่ายของเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ที่วางไว้ในหลักสูตร	๗๐

บทที่

หน้า

๔. บทขอ วิจารณ์เอกสาร เสนอแนะ	๗๖
บทขอ	๗๖
วิจารณ์เอกสาร	๘๐
ขอเสนอแนะ	๘๔
บรรณานุกรม	๘๐
ภาคผนวก	๘๔



บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

๑.	ประเภทโรงเรียน ที่ตั้งจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง	๑๖
๒.	กลุ่มตัวอย่างแบ่งตามเพศ	๑๗
๓.	กลุ่มตัวอย่างแบ่งตามอายุ	๑๗
๔.	กลุ่มตัวอย่างแบ่งตามสถานที่อยู่อาศัย	๑๘
๕.	กลุ่มตัวอย่างแบ่งตามอาชีพของบิดา มารดา	๑๘
๖.	กลุ่มตัวอย่างแบ่งตามเพศ อายุ สถานที่อยู่อาศัย อาชีพของบิดา มารดา	๑๘
๗.	ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเก่ง, กลุ่มอ่อน (r) ของแบบทดสอบแต่ละข้อ	๒๖
๘.	ค่าเฉลี่ยความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน (r) ของแบบทดสอบแต่ละตอน	๒๘
๙.	ค่าความเชื่อถือได้ ของแบบทดสอบ (r_{11}) แต่ละตอน	๓๐
๑๐.	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบแต่ละตอน	๓๓
๑๑.	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของแบบทดสอบแต่ละตอน	๓๕
๑๒.	ค่าความเคลื่อนคลาตามาตรฐานของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบแต่ละตอน	๓๖
๑๓.	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของแบบทดสอบแต่ละตอน	๓๘
๑๔.	ค่าสัมประสิทธิ์แห่งการถดถอย ของแบบทดสอบแต่ละตอน	๓๙
๑๕.	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบตอนที่ ๑	๔๒
๑๖.	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบตอนที่ ๒	๔๓
๑๗.	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบตอนที่ ๓	๔๔
๑๘.	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างจากแบบทดสอบ ตอนที่ ๔	๔๕
๑๙.	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากคะแนนรวม	๔๖
๒๐.	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบตอนที่ ๑	๔๘
๒๑.	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบตอนที่ ๒	๔๘

ตาราง

หน้า

๒๒.	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบตอนที่ ๑	๕๐
๒๓.	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบตอนที่ ๔	๕๑
๒๔.	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากคะแนนรวม	๕๒
๒๕.	ค่ามัธยฐานเลขคณิต, คะแนนเต็ม ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของมัธยฐานเลขคณิตของแบบทดสอบแต่ละข้อ	๕๔
๒๖.	ทฤษฎีของมัธยฐานเลขคณิตของแบบทดสอบแต่ละข้อ และคะแนนเต็ม ...	๕๕
๒๗.	ค่าสัมประสิทธิ์แห่งการถดถอย ของแบบทดสอบแต่ละข้อ	๕๗
๒๘.	มัธยฐานเลขคณิตของข้อมูล เด็กชาย - หญิง ที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละข้อ และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - ratios)	๕๘
๒๙.	มัธยฐานเลขคณิตของข้อมูล ของเด็กที่มีอายุสูง - ต่ำ ที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละข้อ และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - ratios)	๖๐
๓๐.	มัธยฐานเลขคณิตของข้อมูลของเด็กในเมือง - ชนบท ที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละข้อ และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - ratios)	๖๑
๓๑.	มัธยฐานเลขคณิตของข้อมูลของเด็กแยกตามอาชีพการค้า มารคา และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - ratios)	๖๓
๓๒.	มัธยฐานเลขคณิตของข้อมูลของเด็ก แยกตามเพศ - อายุ และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - ratios)	๖๔
๓๓.	มัธยฐานเลขคณิตของข้อมูลของเด็กแยกตามสถานที่อยู่อาศัย - เพศ และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - ratios)	๖๖
๓๔.	มัธยฐานเลขคณิตของข้อมูลของเด็ก แยกตามเพศ - อาชีพการค้า มารคา และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - ratios)	๖๗
๓๕.	มัธยฐานเลขคณิตของข้อมูลของเด็ก แยกตามอายุ - อาชีพการค้า มารคา และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - ratios)	๖๘
๓๖.	มัธยฐานเลขคณิตของข้อมูลของเด็ก แยกตามสถานที่อยู่อาศัย อาชีพการค้า มารคา และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - ratios)	๖๙

๓๗.	ค่าความยากง่ายของข้อทดสอบแต่ละข้อที่แบ่งเป็นวิทยาศาสตร์วิภาค และวิทยาศาสตร์กายภาพ	๗๒
๓๘.	ค่าความยากง่าย (p) ของข้อทดสอบแต่ละเรื่องที่แบ่งตามเนื้อหาใน หลักสูตร	๗๔
๓๙.	การแจกแจงความถี่และความถี่สะสมของข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบ ตอนที่ ๑	๘๕
๔๐.	วิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ตอนที่ ๑ กลุ่มที่โคะแนนสูง (High group)	๘๗
๔๑.	ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเก่ง เก่งอ่อน (x) ของแบบทดสอบตอนที่ ๑	๘๘
๔๒.	การคำนวณหาค่าความแปรปรวน ของแบบทดสอบตอนที่ ๑	๑๑๒
๔๓.	หามedian ของผลคูณของสัดส่วนที่แก้ทำได้และข้อกับสัดส่วนที่แก้ ทำไม่ได้แต่ละข้อ	๑๑๔
๔๔.	คะแนนที่แก้ได้จากการทำแบบทดสอบแต่ละข้อ	๑๑๔
๔๕.	การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Regression Coefficients)	
๔๖.	ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๑ แบ่งตาม เพศ, อายุ, สถานที่ อยู่อาศัย และอาชีพ บิดา มารดา	๑๒๕
๔๗.	ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๒ แบ่งตาม เพศ, อายุ, สถานที่ อยู่อาศัย และอาชีพ บิดา มารดา	๑๓๐
๔๘.	ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๓ แบ่งตาม เพศ, อายุ, สถานที่ อยู่อาศัย และอาชีพ บิดา มารดา	๑๓๑
๔๙.	ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๔ แบ่งตาม เพศ, อายุ, สถานที่ อยู่อาศัย และอาชีพ บิดา มารดา	๑๓๒
๕๐.	ผลรวมของคะแนนของแบบทดสอบทั้งหมดแบ่งตาม เพศ, อายุ, สถานที่ อยู่อาศัย และอาชีพ บิดา มารดา	๑๓๓

๕๑. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๑ แบ่งตามเพศ - อายุ - อาชีพศึกษา มารดา	๑๓๕
๕๒. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๒ แบ่งตามเพศ - อายุ - อาชีพศึกษา มารดา	๑๓๕
๕๓. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๓ แบ่งตามเพศ - อายุ - อาชีพศึกษา มารดา	๑๓๖
๕๔. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๔ แบ่งตามเพศ - อายุ - อาชีพศึกษา มารดา	๑๓๗
๕๕. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบทั้งหมด แบ่งตามเพศ - อายุ - อาชีพศึกษามารดา	๑๓๘
๕๖. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๑ แบ่งตามเพศ สถานที่อยู่ อาชีพศึกษา มารดา	๑๓๘
๕๗. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๒ แบ่งตามเพศ สถานที่อยู่ อาชีพศึกษา มารดา	๑๔๐
๕๘. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๓ แบ่งตามเพศ สถานที่อยู่ อาชีพศึกษา มารดา	๑๔๑
๕๙. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๔ แบ่งตามเพศ สถานที่อยู่ อาชีพศึกษา มารดา	๑๔๒
๖๐. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบทั้งหมด แบ่งตามเพศ สถานที่อยู่ อาชีพศึกษา มารดา	๑๔๓
๖๑. ค่ามัธยฐานและจำนวนกลุ่มตัวอย่าง แบ่งตามเพศ อายุ ...	๑๔๔
๖๒. การคำนวณหาค่าการปะทะภายในเพศ - อายุ (Interaction SxA)	๑๔๔
๖๓. การคำนวณหาค่าการปะทะภายในเพศ - อาชีพศึกษา มารดา (Interaction SxA)	๑๔๖

๖๔.	การคำนวณหาค่าการปะทะภายในอายุ - อาริธมิกา มารกา (Interaction AxP)	๑๕๓
๖๕.	การแจกแจงความถี่ของคะแนน ของแบบทดสอบตอนที่ ๑ (ความเข้าใจ) ที่ได้จากการทดลองทดสอบ	๑๖๒
๖๖.	การแจกแจงความถี่ของคะแนน ของแบบทดสอบตอนที่ ๒ (ความเข้าใจ) ที่ได้จากการทดลองทดสอบ	๑๖๓
๖๗.	การแจกแจงความถี่ของคะแนน ของแบบทดสอบตอนที่ ๓ (ความเข้าใจ) ที่ได้จากการทดลองทดสอบ	๑๖๔
๖๘.	การแจกแจงความถี่ของคะแนน ของแบบทดสอบตอนที่ ๔ (การนำไปใช้) ที่ได้จากการทดลองทดสอบ	๑๖๕
๖๙.	การแจกแจงความถี่ของคะแนน ของแบบทดสอบทั้ง ๔ ตอน (คะแนนรวม) ที่ได้จากการทดลองทดสอบ	๑๖๖
๗๐.	การแจกแจงความถี่ของคะแนน ของแบบทดสอบตอนที่ ๑ (ความจำ) ที่ได้จากการทดสอบจริง	๑๖๗
๗๑.	การแจกแจงความถี่ของคะแนน ของแบบทดสอบตอนที่ ๒ (การนำไปใช้) ที่ได้จากการทดสอบจริง	๑๖๘
๗๒.	การแจกแจงความถี่ของคะแนน ของแบบทดสอบตอนที่ ๓ (ความมีเหตุผล) ที่ได้จากการทดสอบจริง	๑๖๙
๗๓.	การแจกแจงความถี่ของคะแนน ของแบบทดสอบตอนที่ ๔ (ความมีเหตุผล) ที่ได้จากการทดสอบจริง	๑๗๐
๗๔.	การแจกแจงความถี่ของคะแนน ของแบบทดสอบทั้ง ๔ ตอน (คะแนนรวม) ที่ได้จากการทดสอบจริง	๑๗๑

บัญชีกราฟ

กราฟ	หน้า
๑. ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเด็กเก่งเด็กอ่อน (x) ของแบบทดสอบตอนที่ ๑ (วัดความจำ)	๑๐๓
๒. ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเด็กเก่งเด็กอ่อน (x) ของแบบทดสอบตอนที่ ๒ (วัดความเข้าใจ)	๑๐๔
๓. ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเด็กเก่งเด็กอ่อน (x) ของแบบทดสอบตอนที่ ๓ (วัดความมีเหตุผล)	๑๐๕
๔. ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเด็กเก่งเด็กอ่อน (x) ของแบบทดสอบตอนที่ ๔ (วัดการนำไปใช้) ซ.....	๑๐๖
๕. ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเด็กเก่งเด็กอ่อน (x) ของแบบทดสอบชุดใหม่ทั้ง ๔ ตอน	๑๐๗
๖. ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเด็กเก่งเด็กอ่อน (x) ของแบบทดสอบชุดใหม่ทั้งหมด	๑๐๘
๗. ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเด็กเก่งเด็กอ่อน (x) ของแบบทดสอบชุดใหม่ทั้ง ๔ ตอน	๑๐๙
๘. ความถี่ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการจำ ...	๑๑๒
๙. ความถี่ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการเข้าใจ	๑๑๓
๑๐. ความถี่ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการใช้เหตุผล	๑๑๔
๑๑. ความถี่ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการนำไปใช้	๑๑๕
๑๒. ความถี่ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่วัดความสามารถทั้ง ๔ อย่าง	๑๑๖

บทที่ ๑

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันนี้ การศึกษาโคชขายตัวออกไปอย่างกว้างขวาง ทั้งทางด้านการ ปริมาณ ครูและนักเรียน โดยเฉพาะในชั้นประถมศึกษา จะเห็นได้ว่า มีจำนวนโรงเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย ในขณะที่เดียวกัน ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการศึกษาก็เพิ่มตามมาด้วย เรามักจะได้ยิน คำกล่าวอยู่เสมอว่า ผลการเรียนของเด็กในชั้นประถมศึกษายังไม่เป็นที่น่าพอใจ เด็กส่วนมาก อ่านเขียนภาษาไทยไม่ถูกต้อง มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ น้อยมาก คิดเลขก็ไม่เก่ง ฯลฯ ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ กรมสามัญศึกษา โคชขายามเร่งรัดจัดการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ดีขึ้นอยู่เสมอ เช่น เปิดการอบรมครู จัดตั้งหน่วยศึกษานิเทศก์ ตั้งโครงการปรับปรุงส่งเสริมการศึกษา ตั้งศูนย์ วิชาการภาษาไทย เป็นต้น แต่ปัญหาต่าง ๆ ก็ยังไม่หมดสิ้นไป ปัญหาหนึ่งที่กรมสามัญศึกษากำลังเผชิญอยู่ในขณะนี้คือ นักเรียนในชั้นต่าง ๆ สอบตกและเรียนซ้ำชั้นเป็นจำนวนมาก

จากรายงานการศึกษาปี ๒๕๐๔ ระบุว่า "ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ จำนวนนักเรียนสอบตกและเรียนซ้ำชั้นคิดเป็นร้อยละ ๓๔, ๒๖, ๒๑, และ ๑๔ ของนักเรียน ในโรงเรียนประถมศึกษาทั้งหมด" ซึ่งเป็นจำนวนไม่น้อย และไม่ทราบว่าเนื่องจากความบกพร่องในด้านใด ด้วยความเชื่อในข้อสมมุติฐานที่ว่า หลักสูตรนั้นมีความสำคัญยิ่งในการที่จะช่วย ทำให้เด็กเจริญเติบโต มีความรู้ มีทักษะ ทักษะคติ และคุณธรรมที่เต็มสมบูรณ์ที่สุด ดังนั้น กรมสามัญศึกษาจึงได้วางโครงการร่วมกับสถาบันระหว่างชาติสำหรับค้นคว้าเรื่องเด็ก ทำการวิจัยหลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช ๒๕๐๐

ผู้เขียนจึงถือโอกาสนี้ ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ของเด็กที่เรียนจบชั้นประถมปีที่ ๘ เพราะเชื่อว่า วิชานี้มีความสำคัญในฐานะ
ที่เป็นรากฐานของความเจริญก้าวหน้าในวิชาอื่น ๆ และมีคุณค่าสำหรับมนุษย์อย่างมากมาย
ทั้งจะได้เห็นได้จากการที่ประเทศต่าง ๆ หันมาทุ่มเทความสนใจในคำนี้ ทายาการศึกษาค้นคว้า
ทดลอง ทำให้วิทยาศาสตร์เจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว จนอาจกล่าวได้ว่า มีความเจริญเป็น
อันดับหนึ่ง นำหน้าสรรพวิชาทั้งหลายในโลกลี้ อันเป็นผลทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ขึ้นมากมาย
เช่น วิทยุ โทรทัศน์ ตู้เย็น รถยนต์ เครื่องบินไอพ่น ประมาณ จรวดนำวิถี ดาวเทียม
 ฯลฯ ทำให้คนมีความเป็นอยู่ดีขึ้น

✓ วิทยาศาสตร์ ไม่เพียงแต่เปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ หรือเป็นอาวุธสำคัญที่ใช้
โจมตีปัญหาทางวัตถุเท่านั้น แต่ยังเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาและไ้กระบวนการใหม่ของแนวความคิด
ตลอดจนหลักเกณฑ์ของความเชื่อถือ การรับรองเหตุการณ์

"จอห์น คิวอี้ โกล์ดสวาทเชกคุณวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นวิชาที่โค่หิยมนวิธิต่าง
ที่จะช่วยให้เราตัดสินใจโค่ดี และยังให้เครื่องมือในการทำงานแก่เรา ทั้งยังเป็นบันได
ที่จะไ้ไปหาความรู้ ซึ่งความคือนี้จะไม่มีในวิชาศิลปะหรือวิชาประเภทอื่นใดเลย" ๒

ฉะนั้น วิทยาศาสตร์จึงมีความหมายและสำคัญต่อชีวิตของเราในปัจจุบันมาก เพราะ
เราต้องสัมพันธ์กับสิ่งประคิมฐและเรื่องราวต่าง ๆ เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ตลอดเวลา จึง
จำเป็นที่ทุกคนจะต้องศึกษาหาความรู้และทำความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างน้อยที่สุด
ต้องรู้และเข้าใจในวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานที่จะนำไปใช้ในการดำรงชีวิต
อย่างเป็นสุข สามารถรอดพ้นจากอุบัติเหตุและอันตรายต่าง ๆ ทั้งยังช่วยสร้างสรรค์ให้เกิดทักษะ
ในการค้นคว้าอันจะเป็นรากฐานทำให้เกิดความรู้และผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม

และทำให้บ้านเมืองเจริญขึ้น จะเห็นได้ว่าประเทศที่ค้อยความเจริญทั้งหลายนั้นมักเนื่องจาก ค้อยความเจริญในค้ำนวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นถ้าจะวิเคราะห์กันให้ละเอียดจะเห็นว่า วิทยาศาสตร์ เป็นรากฐานของความเจริญของสังคมในยุคปัจจุบัน และมีคุณค่าต่อชีวิตมนุษย์เป็นอย่างมาก

ทุกวันนี้ วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็นที่เกี่ยวกับความรู้ของมนุษย์ และเป็นสิ่งเดียวที่ กล่าวถึงความรู้ที่เป็นจริงคือ

๑. ความรู้ซึ่งไ้จากการค้นพบ ทดสอบ รวบรวม ซึ่งเนื่องมาจากวิชาการเรียนรู้ และแนวความคิดของนักวิทยาศาสตร์

๒. วิธีการคิดที่จะทำให้นักวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จถึงขั้นสรุปได้

๓. ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมของสิ่งแวดล้อม ตลอดจน สิ่งทองอาศัยประสพการณ์ และการสังเกตในการที่จะแก้ปัญหา

ด้วยเหตุผลดังกล่าว กระทรวงศึกษาจึงเห็นควรที่จะให้เด็กได้เรียนเนื้อหาในวิชา วิทยาศาสตร์ให้มาก จึงได้วางหลักสูตรให้เด็กเริ่มเรียนตั้งแต่เข้าเรียนในชั้นประถมศึกษาติดต่อกันไปไม่หยุดยั้ง โดยมีมุ่งหมายที่จะให้เด็กได้ทวนทางค้ำนวิทยาศาสตร์มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

จากหลักสูตรประถมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช ๒๕๐๓ เราจะเห็นว่าได้วางจุด มุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ไว้อย่างกว้างขวาง กล่าวคือ "มุ่งที่จะให้เด็กเข้าใจลักษณะ ทุนเหตุและผลต่อเนื่องอันเกิดจากธรรมชาติ และคึกหาทางที่จะนำความรู้ที่ได้ศึกษามานี้ ใ้ให้เกิดประโยชน์แกชีวิตของตน และส่งเสริมให้เด็กได้มีทัศนคติในการใ้ค้ำนทาง ๆ ดังต่อไปนี้คือ

๑. เพื่อศึกษาให้เด็กเป็นผู้นสนใจ และรู้จักสังเกตธรรมชาติที่แวดล้อมตนอยู่

๒. ใ้มีความรู้ในสิ่งทั้งหลายและปรากฏการณ์รอบตัวว่าเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด จึงเป็นเช่นนั้น

๓. ใ้มีความเข้าใจเหตุและผล พร้อมทั้งจะค้นหาความจริงเพิ่มเติม เพื่อเป็น ความรู้รากฐาน นำไปสู่วิชาวิทยาศาสตร์

๔. ให้นำความรู้ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตน และชุมชนให้ดีขึ้นอยู่เสมอ
๕. ให้อุทิศใช้วิธีการวิทยาศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนได้
๖. ส่งเสริมให้เด็กมีความสนใจ และเพลิดเพลินในงานอดิเรกทางด้านวิทยาศาสตร์
๗. ให้เข้าใจผลงานของวิทยาศาสตร์ ทั้งในคำที่เป็นคุณ และคำที่อาจให้โทษ

ทางสังคม

๘. ให้อุทิศใช้และรักษาสถาบันสมมติ และความสวยงามตามธรรมชาติ
๙. ให้อุทิศใช้และสงวนทรัพยากรตามธรรมชาติ
๑๐. ให้อุทิศถึงความสัมพันธ์ระหว่างประเทศในด้านวิทยาศาสตร์
๑๑. ให้นิสัยในการริเริ่มและสร้างสรรค์ เพื่อช่วยส่งเสริมให้เป็นนักประดิษฐ์ ทั้งนี้ เพื่อเป็นรากฐานการประกอบสัมมาอาชีพ

ความรู้และความเข้าใจถึงธรรมชาติและปรากฏการณ์ธรรมชาติ เป็นส่วนสำคัญในการสอน วิชาวิทยาศาสตร์จริงอยู่ แต่มันไม่มีความสำคัญมากเท่าวิธีการที่ครูและเด็กจะใช้สำหรับศึกษา หากความรู้ กล่าวคือ ครูจะต้องสอนทั้งความรู้และวิธีการแสวงหาความรู้ควบคู่ไปด้วย

วิธีการแสวงหาความรู้ที่ไคมอนแนอนนั้น คือการแสวงหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งไคมอนแนอนนี้สำคัญยิ่งกว่าความรู้ที่ได้อีก เพราะความรู้ที่ได้อาจจะผิดก็ได้ รวมรวมข้อเท็จจริง เกี่ยวกับปัญหาให้เพียงตรง มันก็พออย่างมีหลักฐาน แล้วจึงตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งทดสอบสมมติฐานของตนว่า สามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ เสร็จแล้วจึงสรุปผลการ ศึกษาของตนโดยเพียงตรง

ผลงานทางวิทยาศาสตร์นั้น ตกทอดมาถึงตัวเด็ก โดยวิธีการดังกล่าวข้างต้นที่ นักวิทยาศาสตร์ชาติต่าง ๆ ทั่วโลกได้ศึกษาเรื่องราวทั้งหลาย และมันฝึกการศึกษาไว้ เพื่อเปิดโอกาสให้คนอื่นนำผลการศึกษาของเขาไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาขั้นต่อไป

ครูจึงควรให้เด็กทราบซึ่งในคุณค่าของมรดกอันนี้ และควรสอนให้เด็กเห็นความจำเป็นที่จะสร้างมรดกชนิดเดียวกันให้แก่คนรุ่นหลัง" ๓

ด้วยเหตุผลนานาประการดังกล่าวข้างต้น ผู้เขียนจึงต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ โดยตั้งสมมุติฐานเพื่อทำการค้นคว้าดังนี้

"เด็กที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ของภาคศึกษา ๑ จะมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมเนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตรเท่าเทียมกัน และความสามารถในการจำ ความเข้าใจ ความมีเหตุผล การนำไปใช้จะมีความสำคัญเท่า ๆ กัน ต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชานี้"

ความมุ่งหมายของการค้นคว้าการศึกษาเรื่องนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ

๑. ศึกษาว่า เด็กที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ของภาคศึกษา ๑ จะมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงไร ครอบคลุมเนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตรหรือไม่

๒. ศึกษาว่า จะมีความสัมพันธ์อย่างไบบ้าง ระหว่างความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ต้องใช้ความจำ ความเข้าใจ ความมีเหตุผล การนำไปใช้และความสามารถดังกล่าว จะมีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชานี้มากน้อยเพียงไร

๓. ศึกษาว่า จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ในเรื่องผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ภาคศึกษา ๑ อันเนื่องมาจากความแตกต่างทาง

ก. เพศ

ข. อายุ

- ค. สถานที่อยู่อาศัย
- ง. อาชีพของบิดามารดา

๔. ศึกษาว่า เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ ๔ ที่วางไว้ในหลักสูตรประโยค ประถมศึกษาตอนต้นปี ๒๕๐๓ มีเรื่องใดบ้างที่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับเด็กชั้นนี้ และเนื้อหา ในแต่ละเรื่องเหมาะสมกับความสามารถของเด็กหรือไม่

ความสำคัญของการค้นคว้า

เราจะเห็นว่า ความมุ่งหมายในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาตอนต้นนั้น มีความหมายกว้างขวาง คือไม่เพียงแต่ให้เด็กได้รู้ความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติหรือหลักการทาง วิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังต้องการวางรากฐานและปลูกฝังทัศนคติ ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ให้มีขึ้นในตัวเด็ก อันจะก่อให้เกิดทักษะในการขบปัญหาหาค้นคว้าประจักษ์สิ่งต่าง ๆ ขึ้น มีความ ซื่อตรงต่อหลักวิชา มีเหตุ มีผล ไม่เชื่อใครง่ายๆ ยอมรับความจริงใหม่ที่ไค้พิสูจน์แล้ว ทั้งยัง สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี มีชีวิตอยู่ในสังคมอย่างเป็นสุขและปลอดภัย รู้จักเลือก อาชีพที่เหมาะสม และใช้เวลาว่างเป็น สามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษามาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อ ชีวิตและเชื่อว่าการประยุกต์วิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าในค่าน ทาง ๆ

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อประโยชน์ทั่วไปดังกล่าวนั้น นับว่ามีความสำคัญยิ่ง ผลดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้น นอกจากผู้สอนจะมีเจตนารมณ์ที่แน่วแน่ขึ้นเอง ซึ่งเป็นเรื่องใหญ่เกี่ยวพันไปถึง วิธีการสอน หลักสูตร ประมวลการสอน หนังสือและอุปกรณ์การศึกษาอื่น ๆ

ขณะนี้ เรายังไม่ทราบว่า การให้การศึกษาในด้านวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา นั้นได้สอดคล้องความมุ่งหมายที่ได้วางไว้ในหลักสูตรหรือไม่ และเด็กได้พัฒนาทางวิทยาศาสตร์สมกับ เป็นวิชาที่มีคุณค่ามหาศาลดังกล่าวข้างต้นเพียงใด เพราะนับตั้งแต่พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้า เจ้าอยู่หัวได้ทรงจัดให้มีการศึกษาขึ้นภายในประเทศเป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน ยังไม่เคยมีใครได้ ทำการศึกษาค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับวิชานี้ว่า เด็กได้เรียนและพัฒนาในแต่ละชั้นการศึกษามากน้อย เพียงไร

โดยความรู้สึกทั่ว ๆ ไปเราเข้าใจว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา นั้นยังได้ผลไม่เท่าที่ควร เนื่องจากประเทศไทยยังขาดครูที่ชำนาญในขั้นนี้ เครื่องมือเครื่องใช้ ในการทดลองก็ขาดแคลน เด็กเรียนวิทยาศาสตร์โดยอาศัยการท่องจำในสิ่งที่ครูสอน ไม่ได้ใช้ความเข้าใจหรือเหตุผลแต่อย่างใด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการวัดผลทางการศึกษาก็ได้ เพราะส่วนมากมักวัดเกี่ยวกับความจำมากกว่าความสามารถในขั้นอื่น จึงจะเห็นได้จากคำกล่าวของ ดร.ชวาล แทรกกุล ในหนังสือเทคนิคการวัดผลว่า "เนื่องจากการสอนมุ่งวัดแต่ความจำ อย่างเดียว ทั้งนักเรียนและครูจึงต้องหันการสอนมาเป็นการให้ท่องจำ ฉะนั้น ผลผลิตทางการศึกษาจึงได้แต่เยาวชนที่เปรี๊ยะปราดในการลอกแบบของเดิมอยู่ตลอดกาล" ๔

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นข้อสงสัยอันหนึ่งว่า การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา ของเด็กไทย อาจจะไม่ได้ใช้ความสามารถในขั้นอื่นนอกจากความจำอย่างเดียว *

นอกจากนี้ เรายังมักได้ยินอยู่เสมอว่า เนื้อหาในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา นั้นมากไป ไม่เหมาะสมกับความสามารถของเด็กในขั้นนี้ เพราะยังเล็กมาก ไม่ซึ้งถึงเหตุผลมากนัก สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่ยังคลุมเครือ และหาข้อเท็จจริงไม่ได้มานานนับเป็นเวลา ๔๐ - ๕๐ ปีแล้ว

ฉะนั้นจึงเห็นควรที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็ก ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ เพื่อทราบข้อเท็จจริงในเรื่องนี้ และนำผลที่ได้ไปใช้เกี่ยวกับ

๑. เป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงหลักสูตร ประมวลการสอนและบทเรียนให้เหมาะสมกับความสามารถของเด็ก

๒. เป็นแนวทางให้ครูเข้าใจเด็ก และทราบผลการสอนของตน จะได้ปรับปรุงแก้ไขวิธีการสอนให้ดีขึ้น และได้ผลสมความมุ่งหมายที่วางไว้ในหลักสูตร

๓. เป็นแนวทางในการวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในชั้นอื่น ๆ ต่อไป

๔. กระตุ้นให้เกิดความสนใจที่จะหาการศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์
ในด้านอื่น ๆ เป็นต้นว่า ความสนใจ ทักษะคติในทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นรากฐานในการ
พิจารณาแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และสร้างเสริมความเจริญให้แก่วิชา

ขอบเขตของปัญหา

การศึกษานี้ ผู้เขียนได้เลือกศึกษาเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ของเด็กที่จบชั้นประถมศึกษา ๔ จากโรงเรียนประถมศึกษาและเทศบาล ซึ่งมีชั้นเรียน
ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา ๑ จนถึงชั้นประถมศึกษา ๕ เป็นอย่างน้อย และอยู่ในเขตภาคศึกษา ๑ เท่านั้น
ไม่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาอื่น หรือเด็กในเขตภาคศึกษาอื่นใดเลย

คำจำกัดความของศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้ผู้อ่านทำความเข้าใจในวิทยานิพนธ์นี้ง่ายเข้า ผู้เขียนจึงได้อธิบายความหมาย
ของศัพท์ที่ใช้เกี่ยวกับการค้นคว้าเรื่องนี้ มาเสนอไว้ดังต่อไปนี้

๑. วิทยาศาสตร์ ในที่นี้หมายถึงวิชาที่จัดไว้เป็นระบบ (Systematic Knowledge)
เป็นวิชาที่ว่าด้วยสิ่งที่ยาวัดได้ มีกฎเกณฑ์แน่นอน

๒. วิทยาศาสตร์เบื้องต้น หมายถึงวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน
ซึ่งเล็ก ๆ น้อย ๆ เกี่ยวกับเคมี ฟิสิกส์ ชีวะวิทยา ธรณีวิทยา และดาราศาสตร์ ซึ่งส่วนมาก
สัมพันธ์กับชีวิตของเด็ก เป็นสิ่งที่เด็กอยากรู้อยากเห็น และสามารถนำไปช่วยแก้ปัญหาในชีวิต
ประจำวันได้

๓. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความอยากรู้อยากเห็น ในสิ่งแวดล้อม เชื่อว่า
ผลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นย่อมมีเหตุ ยอมรับทั้งความคิดเห็นของคนอื่น และความจริงใหม่ พร้อมทั้งจะ
เปลี่ยนแปลงความเชื่อเมื่อพบหลักฐานที่ได้พิสูจน์แล้ว ไม่เชื่อโศกต่างและคำทำนายที่ไม่มีเหตุผล
มีความซื่อสัตย์ ยุติธรรม เชื่อมั่นตนเอง อดทน และมีความพอใจในการดำรงชีวิตอยู่ในโลก

๔. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงระเบียบวิธีคิด และวิธีดำเนินงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งมีระเบียบการดำเนินงานเป็นขั้น ๆ เริ่มด้วยการเข้าใจปัญหา รวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา สร้างสมมุติฐาน ทดลองพิสูจน์ขั้นสุดท้ายจนจบลงด้วยการสรุปผล

๕. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ หมายถึงวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงสิ่งที่มีชีวิต

๖. วิทยาศาสตร์กายภาพ หมายถึงวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงสิ่งที่ไม่มีชีวิต

๗. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึงชุดคำถามที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ เช่นความสามารถในการจำ การนำไปใช้ ความเข้าใจ และความมีเหตุผลที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากที่บ้านและทางโรงเรียน ยกเว้นการวัดทางร่างกาย, อารมณ์, สังคม, และการปรับตัว

๘. ความจำ หมายถึงการระลึกได้ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่ผ่านมามาก่อน

ก. จำเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อเรื่องในแต่ละวิชา รวมทั้งสิ่งที่เกี่ยวข้องกันด้วย เช่น จำศัพท์ นิยาม กฎเกณฑ์ และความจริงต่าง ๆ

ข. จำขั้นตอนการหรือวิธีดำเนินการของเรื่องนั้น ๆ หรือเหตุการณ์นั้นว่าเพิ่มอย่างไร รวบรวมมาได้อย่างไร ใช้ระเบียบวิธีการอะไร และดำเนินมาเป็นขั้น ๆ อย่างไร เช่น จำเกี่ยวกับแบบแผน จำประเภทหรือหมวดหมู่ของสิ่งต่าง ๆ จำลำดับเหตุการณ์ก่อนและหลัง ฯลฯ

๙. ความเข้าใจ หมายถึงความสามารถในการจับใจความสำคัญของเรื่อง สามารถแปลความหมายของสิ่งต่าง ๆ สามารถนำสิ่งที่รู้ไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เห็นใหม่ได้อย่างถูกต้อง และสามารถตีความ ขยายความของสิ่งที่พบเห็น คือย้อนข้อเรื่องราวต่าง ๆ จนลงเป็นข้อสรุปได้ สามารถจับความหมายสำคัญ ๆ ของทั้งเรื่อง เปรียบเทียบและทราบความสัมพันธ์กันได้

๑๐. ความมีเหตุผล หมายถึงความสามารถทางการวิเคราะห์ แยกแยะ เรื่องราวที่สมบูรณ์ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ความสามารถทางการสังเคราะห์รวมส่วนย่อยให้เป็น ส่วนใหญ่ และความสามารถในการวินิจฉัยคุณค่าของสิ่งที่พบเห็นต่าง ๆ

๑๑. ความสามารถในการนำไปใช้ หมายถึงความสามารถในการเลือกหลักวิชา ที่เหมาะสมไปใช้ในการแก้ปัญหา

ผลการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้าเรื่องนี้

โคกกล่าวได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่จำเป็น และมีความสำคัญต่อมนุษย์มาก และ การที่จะสอนวิชานี้ให้โดยตลอดตามความมุ่งหมายก็ทำได้ยาก เพราะต้องอาศัยครูที่สามารถ มีวิธีการสอนดี มีอุปกรณ์การทดลองพอ และเนื้อหาที่จะสอนก็เหมาะสมกับความสามารถของเด็ก วาด่า จึงได้มีผู้สนใจ ค้นคว้าในเรื่องผลสัมฤทธิ์ ความสนใจ ทักษะคติของเด็กที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ตลอดจนวิธีการสอนเพื่อนำผลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ทำให้การสอน วิทยาศาสตร์โดยตลอดขึ้น

การค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ดังกล่าว ได้เริ่มมีมานานแล้ว แต่ระเบียบวิธีการ ค้นคว่ายังไม่รัดกุมพอ ทำให้ข้อที่ได้กล่าวเคลื่อนไม่พอที่จะเชื่อถือได้ จนถึง ค.ศ. ๑๘๘๕ จึงได้ เริ่มมีการค้นคว้าอย่างมีวิธีการ และนำเทคนิคทางสถิติมาใช้

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ได้เจริญขึ้นเป็นลำดับจนถึงปัจจุบันนี้ ได้กระทำ กันอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ นับว่าเป็นวิชาหนึ่งที่มีการศึกษาค้นคว้าอย่างแพร่หลายและ รุดหน้า ทดเทียมการค้นคว้าในสาขาวิชาอื่น ๆ

ในที่นี้จะนำมากล่าวเฉพาะการค้นคว้าที่เห็นว่ามีประโยชน์ และเกี่ยวข้องกับงานที่ผู้เขียน ได้ค้นคว้าดังนี้

เบราน์ * อาจารย์มหาวิทยาลัยโคโลราโด (Colorado) ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ

* Brown, Stanley B., "Science Information and Attitude Possessed by Selected Elementary School Pupils," Science Education 39:57 - 59, February, 1955

ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นประถมปีที่ ๕ (๑๔๕๑ คน) และชั้นประถมปีที่ ๔ (๒๔๐๑ คน) โดยคัดเลือกจากโรงเรียนต่าง ๆ ในลาคีฟอเนีย ๔๑ โรงเรียน เป็นโรงเรียนในเมือง ๑๔ โรงเรียน ชานเมือง ๔ โรงเรียน และชนบท ๑๔ โรงเรียน เขาใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความเชื่อถือได้ (Reliability) ๐.๘๐ และมีความเที่ยงตรงพอ (ตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ) ผลการค้นคว้าพบว่า

๑. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชายสูงกว่าเด็กหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือเชื่อถือได้ว่าสูงกว่ากันจริง ซึ่งเขาสันนิษฐานว่า อาจเนื่องมาจากเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ตรงกับความต้องการและความสนใจของเด็กชายมากกว่าเด็กหญิง

๒. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชนบทสูงกว่าเด็กในเมืองและชานเมืองเล็กน้อย แต่ทั้งสองเชื่อถือได้คือมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับเด็กในเมืองและเด็กชานเมืองไม่แตกต่างกันเลย

๓. เด็กชั้นประถมปีที่ ๔ มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กชั้นประถมปีที่ ๕ คือสามารถตอบถูกได้มากกว่า โดยเด็กประถมปีที่ ๔ สามารถตอบข้อทดสอบได้ถูกเฉลี่ยแล้วมากกว่า ๓ ใน ๔ ของข้อทดสอบทั้งหมด (๔๒ เปอร์เซ็นต์) ส่วนเด็กชั้นประถมปีที่ ๕ ตอบข้อทดสอบได้ถูกเฉลี่ยแล้วเพียง ๒ ใน ๓ ของข้อทดสอบทั้งหมด (๖๖ เปอร์เซ็นต์)

ไมเคิล^๖ ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นประถมศึกษา ๕๔ คน ในนครนิวยอร์ก โดยเลือกจากนักเรียนชั้น ๓, ๔, ๕, ชั้นละ ๑๘ คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling) จาก ร.ร. ต่าง ๆ ที่กระจายอยู่ทั่วไป ๕ โรงเรียน ผลการค้นคว้าพบว่า

๑. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่าง

๖ Michael, Adragua C., "Prediction of Achievement in Junior High School General Science" Science Education

- ก. เด็กชายและเด็กหญิง (เพศ)
- ข. เด็กที่เรียนดีกับเด็กที่เรียนไม่ดี (ผลการเรียนทุกวิชา)
- ค. เด็กเรียนคณิตศาสตร์ดี และที่เรียนคณิตศาสตร์ไม่ดี (การพิจารณาทางคณิตศาสตร์)

๒. ไม่มีความแตกต่างทางผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอันเนื่องจากการปะทะภายใน (Interaction) ระหว่างเพศและการเรียน เพศและการพิจารณาทางคณิตศาสตร์ หรือการเรียนและการพิจารณาทางคณิตศาสตร์ คือไม่มีความแตกต่างอันเนื่องจากการปะทะภายในของแหล่งแปรต้นคู่ใด ๆ เลย

ไอเวนส์^๗ ได้ศึกษาความสัมพันธ์เรื่องผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ต้องใช้ความสามารถในการจำ (Recognize) และการนำไปใช้ (Application) เขาศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเคมี ๑๑๖ คน และนักเรียนชีววิทยา ๑๐๘ คน ซึ่งมีสติปัญญา และอายุ (I.Q. and Age) พอ ๆ กัน โดยแบ่งเด็กออกเป็น ๒ พวก ๆ หนึ่งให้เรียนโดยการทดลองปฏิบัติจริง อีกพวกหนึ่งเรียนโดยไม่ได้ทดลอง เขาพบว่า

๑. พวกที่ได้รับการทดลองปฏิบัติจริง จะสามารถจำและนำสิ่งที่ตนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้ดีกว่าพวกที่เรียนโดยไม่ได้ทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๒. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเด็กชายและเด็กหญิง เกี่ยวกับความสามารถในการจำ และการนำวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

เกอรันนี^๘ ได้ศึกษาความสัมพันธ์กับความเข้าใจของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เขาพบว่า ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของเด็กวัยนี้ ขึ้นอยู่กับสติปัญญา, การอ่าน, เพศ, ความแตกต่างทางเศรษฐกิจและสังคม

๗ Owens, J. Harold "The Ability to Recognize and Apply Scientific Principle in New Situations: An Experimental Investigation in High School Biology and Chemistry", Science Education 35:207-13 October 1951

๘ Kearney, Ruth A., "Science Concepts of Sixth Graders", Science Education 38:30, February 1954

เว็บ^๘ ได้ศึกษาถึงความสามารถของเด็กเกี่ยวกับความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการนำไปใช้ เขาพบว่า

๑. หลักความจริงเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มักเกิดความเข้าใจของเด็ก
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ หรือต่ำกว่านี้

๒. สรีรวิทยาและสรีระกราฟ (Physiology & Physiograph) เหมาะสำหรับการ
เรียนของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ขึ้นไป และไม่เหมาะที่จะให้เด็กชั้นต่ำกว่านี้เรียน

๓. ชีวิตและพืชสัตว์ บางเรื่องอาจสอนได้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ แต่ถ้าจะสอนให้โดยลึกลับ
สำหรับพืชสัตว์ ควรเริ่มตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕

๔. กฎและปรากฏการณ์ต่าง ๆ (Law & Phenomena) นั้นไม่เหมาะที่จะเรียนในชั้น
ประถมใด ๆ ทั้งสิ้น

ที่น่าสนใจเกี่ยวกับการศึกษาของ webb อาจจะมีผลคลาดเคลื่อนเพราะไม่แน่ว่ามีการ
ทดสอบที่ถูกต้อง และทดสอบในแบบลักษณะของเทปคิทหรือเปล่า สิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญ
ในการทำให้ผลการศึกษาค้นคว้าคลาดไปได้

ฮิลแมน^{๑๐} ได้ทำการทดสอบต่างจาก webb แต่ทดสอบด้วยวิธีรูปผลคล้าย ๆ กัน
ของ webb เขาทดสอบโดยการรวบรวมหัวข้อการเรียนต่าง ๆ ของเด็กเกี่ยวกับวิชา
วิทยาศาสตร์ แล้วนำมาตั้งคำถามทดสอบเด็ก ๑๔,๐๐๐ คน ผลการค้นคว้าเขาสรุปได้ดังนี้

^๘ Webb, Hanor A, "General Science Instruction in The Grades";
Contributions to Education No. 4, Nashville, Tennessee;
George Peabody College for Teacher, 1921, Part 11

^{๑๐} Hillman, James Elgan, "Some Aspects of Science in the
Elementary Schools", Contributions to Education No. 14 p. 64,
Nashville, Tennessee: George Peabody College for Teachers, 1924

๑. วิชาวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยการตีความหมาย
แล้ว เด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ หรือต่ำกว่านี้ไม่สามารถเรียนได้

๒. ความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ที่เด็กได้ในชั้นประถมศึกษาชั้นนั้น ส่วนใหญ่
เกี่ยวกับการสังเกต (Observation) ความจริง เช่นเกี่ยวกับสิ่งต่อไปนี้คืออะไร ชื่ออะไร
จงบอกเรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งต่อไปนี้ ถ้าเป็นความรู้ประเภทนี้ เด็กจะสามารถทำได้ จะเห็นว่า
ความรู้ดังกล่าวนี้เป็นเพียงปรากฏการณ์ที่ประสบพบในชีวิตประจำวันเท่านั้น ซึ่งไม่เกี่ยวกับสิ่งที่
ต้องในความสามารถสอนในชั้นเอง

๓. จากการทดสอบ ๒๔ คำถามของ Hillman ได้ตอบออกมาเพียง ๒ - ๓ คน
เท่านั้น ที่เป็นเด็กที่สามารถแสดงออกมาว่าตนมีความรู้ เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์
(Scientific Principle) ซึ่งพื้นฐานสังเกตก็คือคำถามของเราทั้งหมดไม่มีข้อที่เกี่ยวกับ
รูปธรรม (Materials) หรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของเด็กเลย คือ จึงยังเห็นว่า
เด็กที่เรียนในชั้นต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ ๖ จะไม่สามารถเรียนรู้ในหลักการทางวิทยาศาสตร์

จิตร " ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดเห็นของครู ที่มีต่อหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษา ๔ โดยให้แบบสอบถาม (Questionnaire) ตามครูประจำชั้นประถมศึกษา
ในเขตภาคศึกษา ๑ ของประเทศโดยจำนวน ๒๔ คน พบว่า ส่วนมากมีความเห็นว่า เนื้อหา
วิชาวิทยาศาสตร์ที่วางไว้ในหลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนต้น ขาดประสิทธิภาพ ๒๕๐ ปี
มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของเด็กที่จะเรียนในชั้นนี้

๑๑ จิตร สังเกต "ความคิดเห็นของครูประจำชั้นประถมศึกษา ๔ เกี่ยวกับ
วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ๔" ปริญญาโทชั้นมหาบัณฑิต หน้า

บทที่ ๒

วิธีดำเนินการค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง๑. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้เขียนเลือกกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ประจําปีการศึกษา ๒๕๐๖ ในโรงเรียนประชาบาลและโรงเรียนเทศบาล ของภาคศึกษา ๑ โดยอาศัยสิ่งต่อไปนี้ เป็นหลักในการพิจารณา

ก. ลักษณะของโรงเรียน เป็นโรงเรียนประชาบาลหรือเทศบาล ที่มีชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ถึงประถมศึกษาปีที่ ๕ หรือสูงกว่านี้

ข. สถานที่ ตั้งอยู่ในเขตภาคศึกษา ๑

ค. จำนวนโรงเรียน ที่ต้องการ ๑๒ โรงเรียน จากจำนวนโรงเรียนทั้งหมด ๒๐๗ (๒% ของภาคศึกษา ๑)

ง. วิธีเลือก ใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling) โดยอาศัยตารางของฟิชเชอร์ และ เยตส์ *

* Fisher, R.A., and Yates, F., Statistical Tables for Biological Agriculture and Medical Research, pp. 114-119

ตาราง ๑. ประเภทโรงเรียน ที่ตั้งจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	โรงเรียน	ประเภท	จังหวัด	จำนวนนักเรียน		
				ชาย	หญิง	รวม
๑	ก	เทศบาล	นครนายก	๓๕	๑๔	๔๙
๒	ข	"	"	๕๔	๓๔	๘๘
๓	ค	"	"	๓๔	๒๖	๖๐
๔	ง	"	"	๑๗	๒๓	๔๐
๕	จ	"	"	๑๗	๖	๒๓
๖	ฉ	ประชาบาล	"	๑๔	๑๓	๒๗
๗	ช	"	นนทบุรี	๕๑	๔๕	๙๖
๘	ซ	"	นนทบุรี	๓๐	๒๖	๕๖
๙	ฅ	เทศบาล	สมุทรปราการ	๒๓	๑๔	๓๗
๑๐	ฉะ	ประชาบาล	"	๔๒	๒๕	๖๗
๑๑	ฉะ	"	สมุทรสงคราม	๒๑	๕	๒๖
๑๒	ฉะ	"	นครปฐม	๑๑	๑๔	๒๕
รวม				๓๙๔	๒๕๔	๖๐๘

การเลือกเอากลุ่มตัวอย่างเพียง ๑๒ โรงเรียนเพราะ

๑. เหมาะกับกำลังและเวลาที่มีอยู่จำกัด
๒. ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการทดสอบไม่สูงจนเกินไป
๓. มากพอที่จะหาความแปรปรวน และค่าความเบี่ยงเบน มาตราฐาน

ที่เป็นตัวแทนของมวลประชากรได้

๒. การแยกประเภทของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้เขียนได้แยกกลุ่มตัวอย่างออกตามความแตกต่างในเรื่องเพศ อายุ สถานที่อยู่อาศัย และอาชีพของพ่อแม่ เพราะเชื่อว่า ความแตกต่างเหล่านี้ จะมีผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กชั้นประถมศึกษา คั้งนั้นจึงแยกวิเคราะห์ โดยแบ่งตาม

ก. เพศ แบ่งเป็นชาย หญิง คังตารางต่อไปนี้

ตาราง ๒. กลุ่มตัวอย่างแบ่งตามเพศ

ชาย	หญิง	รวม
๓๔๔	๒๕๔	๖๐๐

ข. อายุ เนื่องจากพิสัยอายุของกลุ่มตัวอย่างไม่กว้างมากนัก คือ ตั้งแต่ ๔ ปี ๔ เดือน ถึง ๑๕ ปี ๔ เดือน ผู้เขียนจึงแบ่งออกเป็น ๒ กลุ่ม โดยยึดมัยฐานะ ของอายุเป็นหลัก นับตั้งแต่อายุต่ำสุดจนถึงมัยฐานะเป็นพวกกลุ่มอายุต่ำ เหนือมัยฐานะขึ้นไป ทั้งหมดเป็นพวกกลุ่มอายุสูง ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตาราง ๑. กลุ่มตัวอย่างแบ่งตามอายุ

อายุต่ำ ๔/๔-๑๑/๔	อายุสูง ๑๑/๔-๑๕/๔	รวม
๓๐๖	๒๙๓	๖๐๐

ค. สถานที่อยู่อาศัย แบ่งเป็นในเมือง และชนบท โดยยึดความหนาแน่นของประชากร และสภาพแวดล้อมเป็นหลัก

ตาราง ๔ กลุ่มตัวอย่างแบ่งตามสถานที่อยู่อาศัย

ในเมือง	ชนบท	รวม
๓๖๔	๒๒๕	๖๐๓

ง. อาชีพของบิดา มารดา เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างอยู่ในภาคศึกษา ๑ ผู้เขียนจึงแบ่งกลุ่มตัวอย่าง โดยยึดหลักเกณฑ์การจำแนกอาชีพของคนไทย จากหนังสือ "สำมะโนประชากร แห่งประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๐๓ ภาคกลาง" ๒ ซึ่งแบ่งได้ ๕ ประเภท ดังนี้คือ

๑. อาชีพเกษตรกร ประมง ป่าไม้ ได้แก่การพำนา ทำสวน ตักถ้ำ งานป่าไม้ พำนาเกลือ ฯลฯ

๒. อาชีพที่ต้องใช้วิชาชีพ ได้แก่แพทย์ สอนบาล ครู นักกฎหมาย รับราชการ วิศวกรรม พยาบาล วิศวกร ฯลฯ

๓. อาชีพธุรกิจการค้า ได้แก่ การค้าขาย นายหน้า ตัวแทนต่าง ๆ ฯลฯ

๔. อาชีพช่างฝีมือ และกรรมกร ได้แก่การฉีกตัวสดต่าง ๆ และกรรมกรรับจ้างทั่วไป ฯลฯ

๕. อาชีพบริการ คมนาคม และอาชีพอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วใน ๔ ข้อแรก ได้แก่ คนใช้ ตำรวจ ทหาร ข้าราชการ เสมียน นักข่าว

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น ผู้เขียนได้แบ่งกลุ่มตัวอย่าง ออกตามอาชีพของบิดา มารดา ได้ดังนี้

ตาราง ๕. กลุ่มตัวอย่างแบ่งตามอาชีพของบิดา มารดา

อาชีพเกษตรกร	วิชาชีพ	ธุรกิจ	ช่างผลิต	บริการ	รวม
๑๖๐	๖๓	๑๖๐	๑๔๔	๓๖	๖๐๓

ฉะนั้นการแบ่งแยกกลุ่มตัวอย่างตามความแตกต่าง ทางเพศ อายุ สถานที่อยู่อาศัย อาชีพของบิดา มารดา จึงได้ดังนี้

ตาราง ๖. กลุ่มตัวอย่างแบ่งตามเพศ อายุ สถานที่อยู่อาศัย อาชีพของบิดา มารดา

อาชีพพ่อแม่ สถานที่ เพศ อายุ		เกษตรกร		วิชาชีพ		ธุรกิจ		ช่างผลิต		บริการ	
		ใน		ใน		ใน		ใน		ใน	
		เมือง	ชนบท	เมือง	ชนบท	เมือง	ชนบท	เมือง	ชนบท	เมือง	ชนบท
ชาย	อายุสูง	๑๕	๓๔	๖	๒	๓๕	๑๔	๓๔	๒๔	๑๒	๑๑
	อายุต่ำ	๑๐	๓๐	๑๐	๑๓	๒๖	๑๓	๒๔	๒	๑๕	๓
หญิง	อายุสูง	๑๓	๒๓	๕	๕	๑๕	๓	๑๓	๕	๕	๕
	อายุต่ำ	๑๐	๑๓	๑๖	๓	๒๔	๑๔	๓๓	๕	๑๑	๓

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

๑. ชนิดของเครื่องมือ

- ก. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕
- ข. คำสั่งชี้แจงเกี่ยวกับการใช้แบบทดสอบ
- ค. แบบทดสอบส่วนประกอบ
- ง. อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นในการทดสอบ เช่น นาฬิกา, ดินสอ, ขอลูก,

กระดาษคำ

๒. วิธีสร้างแบบทดสอบ

- ก. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕

เพื่อให้ได้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กที่เรียนจบชั้น
ประถมศึกษาปีที่ ๕ จริง ๆ (เรียนครบตามหลักสูตร) จึงมีความจำเป็นต้องทดสอบเด็กที่เริ่มเข้าเรียน
ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ แทน โดยใช้เนื้อหาตามหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ เป็นรากฐานในการสร้าง
แบบทดสอบและดำเนินการสร้างเป็นขั้น ๆ ดังนี้

ขั้นที่หนึ่ง ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบ

ศึกษาการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือต่าง ๆ เกี่ยวกับการวัดผล เช่น
การวัดผลทางการศึกษา^๑ (Educational Measurement) การวัดผลเกี่ยวกับความเข้าใจ^๒
(Measurement of Understanding) การวัดผลในโรงเรียนปัจจุบัน^๓ (Measurement
and Evaluation in the Modern School)

^๑ Lindquist, E.F., Educational Measurement pp. 119 - 621

^๒ Bromell, William A., and others, The Measurement of Understanding
pp. 104 - 137

^๓ Gerberich, J. Raymond, and others, Measurement and Evaluation
in the Modern School pp. 153 - 187

สถิติในจิตวิทยาและการศึกษา ^๖ (Statistics in Psychology and Education)
แบบทดสอบรวมวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ๗, ๘ และ ๙ ^๗ (Cooperation Science Test
for Grades ๗, ๘ and ๙) แบบทดสอบความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยา ^๘
(General Background in the Natural Science) เทคนิคการวัดผล ^๙

ขั้นที่สอง เลือกเนื้อหาที่จะถามในแบบทดสอบ

๑) วิเคราะห์ความมุ่งหมายและเนื้อเรื่อง เกี่ยวกับวิชา
วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ในหลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช ๒๕๐๑ ^{๑๐}
หนังสือวิทยาศาสตร์เบื้องต้น ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ^{๑๑} คู่มือการสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น ตาม
หลักสูตรชั้นประถมศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ^{๑๒}

-
- ๖ Garret, Henry E., Statistics in Psychology and Education
pp. 332 - 349
- ๗ Kambly, Panle E., Cooperation Science Test for Grades
7, 8 and 9 pp. 1 - 16
- ๘ Ebel, Robert L., General Background in the Natural Science,
pp. 1 - 10
- ๙ ชวาลด แพร่คฤกุล เทคนิคการวัดผล หน้า 104 - 341
- ๑๐ การศึกษา, กระทรวง หลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช ๒๕๐๑
หน้า 26 - 33
- ๑๑ กลุ่ม วัชรโรบล และ อรสา กุมาริ ปุณฺณ วิทยาศาสตร์เบื้องต้นประถมศึกษาปีที่ ๔
- ๑๒ สำนักศึกษา, กรม กระทรวงศึกษา คู่มือการสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้นตามหลักสูตร
ประถมศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ หน้า 1 - 88

โครงการสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น ตามหลักสูตรประถมศึกษา ชั้นประถมศึกษาที่ ๔ ๑๑
หนังสือวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เล่ม ๔ ชั้นประถมศึกษาที่ ๔ ๑๔ เป็นต้น

๒) แยกแยะหัวข้อเรื่องใหญ่ ๆ ออกเป็นข้อย่อย ๆ แล้วจะประมาณ
จะถามตอนละกี่ข้อ ในแง่ใดบ้าง

๓) วางโครงร่างแบบทดสอบว่าจะวัดความสามารถในด้านใดบ้าง
เนื่องจากข้อสมมุติในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบขึ้นจากความสามารถในหลาย ๆ ด้าน
ที่สำคัญได้แก่ ความสามารถในการจำ ความสามารถในการเข้าใจ ความมีเหตุผล และ
ความสามารถในการนำไปใช้ ฉะนั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลสัมฤทธิ์จริง ผู้เขียนจึงแบ่งแบบทดสอบ
ออกเป็น ๔ ตอน เพื่อวัดความสามารถทั้ง ๔ แบบ ดังกล่าวข้างต้น

ขั้นที่สาม เขียนแบบทดสอบ

๑) เขียนข้อทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices)
ตามหัวข้อต่าง ๆ ที่แบ่งไว้ ให้คลุมเนื้อหาในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาที่ ๔ โดยเขียน
เป็นคำถาม ตามจำนวนข้อและแบบที่จะประมาณไว้ในขั้นที่สอง พร้อมทั้งคำตอบที่ถูกต้อง และ
คำตอบตรงรวม ๔ คำตอบ นอกจากนี้ยังได้สร้างข้อทดสอบแบบเติมคำ (Completion) ใน
รูปคำถามเดียวกันอีกชุดหนึ่ง ไปทดสอบเด็กชั้นประถมศึกษาที่ ๔ ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง เพื่อนำคำตอบ
ที่ได้จากเด็ก มาแก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบ

ในที่สุดได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาที่ ๔ รวมทั้งพบ
๑๔๐ ข้อ แบ่งเป็น ๔ ตอนดังนี้

-
- ๑๑ ผู้ตรวจการศึกษาศึกษา ๑๐, สำนักงาน โครงการสอนตามหลักสูตร
ของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. ๒๕๐๓ ชั้นประถมศึกษาที่ ๔ หน้า ๔๑ - ๑๒๒
- ๑๔ เลื่องฟู เครือราฐ และ มุขลิน อัครากร แบบเรียนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น
เล่ม ๔ ชั้นประถมศึกษาที่ ๔ หน้า ๑ - ๑๔๒

- ตอนที่ ๑ วัดความสามารถเกี่ยวกับความจำมี ๔๔ ข้อ
 ตอนที่ ๒ วัดความสามารถเกี่ยวกับความเข้าใจมี ๔๔ ข้อ
 ตอนที่ ๓ วัดความสามารถเกี่ยวกับความมีเหตุผลมี ๔๔ ข้อ
 ตอนที่ ๔ วัดความสามารถเกี่ยวกับการนำไปใช้มี ๔๔ ข้อ

๒) นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางภาษาไทย
 ทางการสร้างแบบทดสอบ และผู้ประสพการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา
 ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องให้

๓) เสนอแบบทดสอบที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว แก่คณะกรรมการ
 เพื่อพิจารณา

๔) ตรวจสอบแก้ไขส่วนที่ยังบกพร่องอยู่ แล้วเสนอคณะกรรมการ
 และนำกลับมาแก้ไขใหม่ ทำดังนี้หลายครั้งจนตกลงจะเชื่อได้ว่า แบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วจะมี
 ความเที่ยงตรง (Validity) และเชื่อถือได้ (Reliability) พอ

ข. เขียนคำสั่งชี้แจงเกี่ยวกับการใช้แบบทดสอบ (Instruction of the Test)

เนื่องจากมีเวลาจำกัด และแบบทดสอบนี้ต้องไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่ง
 กระจุกกระจายอยู่ในที่ต่าง ๆ ทั่วไกลกันมาก จำเป็นต้องอาศัยศึกษานิเทศก์ นิเทศสถาน
 ระหว่างชาติสำหรับคนควาเรืองเด็ก ช่วยทำการทดสอบ อีกประการหนึ่ง แบบทดสอบนี้จะต้อง
 นำไปใช้ในโครงการวิจัยหลักสูตรชั้นประถมศึกษา ของกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ ฉะนั้นเพื่อให้
 วิธีการดำเนินงานการทดสอบเป็นไปในแนวเดียวกัน จึงได้เขียนคำสั่งชี้แจงเกี่ยวกับการใช้แบบ
 ทดสอบเพื่อเป็นแนวปฏิบัติ โดยอาศัยหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

๑) เขียนชี้แจงงานทดสอบอย่างละเอียดและชัดเจน โดย
 ถือว่าผู้ทดสอบไม่มีความรู้เกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดย

๒) ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย กระชับ

๓) แสดงตัวอย่างทุกแบบทดสอบที่แตกต่างกัน เพื่อ
ให้เด็กเข้าใจวิธีการตอบ และป้องกันการฝึกหัด

๔) เขียนให้ผู้ทดสอบเข้าใจว่า จะต้องปฏิบัติอย่างไรบ้าง
ทั้งก่อนและหลังการแจกแบบทดสอบ

๕) พยายามกำจัดสิ่งที่จะทำให้เด็กเกิดความเข้าใจผิด
หรือทำให้การทดสอบไม่เป็นไปในแนวเดียวกัน ในกรณีที่ต้องใช้ชุดทดสอบหลาย ๆ คนออกให้เด็ก
เมื่อเขียนคำสั่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำเสนอให้คณะกรรมการตรวจแก้ไขจนเป็นที่พอใจ
จึงได้นำออกทดลองใช้ พร้อมกับแบบทดสอบ

ค. การสร้างแบบสอบถามส่วนบุคคล (Personal Data)

เพื่อทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเด็กที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในเรื่องเพศ อายุ สถานที่
อยู่อาศัย อาชีพของพ่อแม่ เพื่อนำไปศึกษาว่า ความแตกต่างในเรื่องเหล่านี้ จะมีผลต่อ
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ หรือไม่

ฉะนั้น ผู้เขียนจึงสร้างตารางแบบสอบถามส่วนบุคคล จำแนกรายละเอียดเกี่ยวกับเพศ
อายุ (นับเป็น ปี เดือน) สถานที่อยู่อาศัย อาชีพของพ่อแม่หรือผู้ปกครอง และได้เขียนคำสั่ง
ชี้แจงเกี่ยวกับการใช้แบบสอบถามนี้ ไว้ด้านหลังอย่างละเอียด เพื่อสะดวกแก่ผู้สอบถาม

๓. การทดลองใช้แบบทดสอบ

เพื่อทราบคุณภาพของคำถามในแบบทดสอบแต่ละข้อ ว่ามีคุณลักษณะตรงตาม
วัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ คือ มีความเที่ยงตรง (Validity) และเชื่อถือได้ (Relia-
bility) เพียงไร ผู้เขียนจึงนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ๕๕๐ คน เพื่อ
นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ว่า

ก. ข้อทดสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายเพียงไร หมายถึงเปอร์เซ็นต์หรือ
สัดส่วนที่นักเรียนทั้งหมดตอบข้อนั้นถูก หมายความว่าความสามารถของเด็กที่จะทำการทดสอบหรือไม่

- ข. ข้อทดสอบแต่ละข้อมีอำนาจการจำแนก คือสามารถแบ่งแยกเด็ก
ออกเป็นกลุ่มเก่งที่มีความรู้ดี และกลุ่มอ่อนที่มีความรู้ไม่ดีไ้มาอย่างน้อยเพียงใด
- ค. เวลาที่พอเหมาะสำหรับแบบทดสอบควรจะเป็นเท่าไร
- ง. ปริมาณของโจทย์ที่แก้ควรจะมีกี่ข้อ ในแบบทดสอบจริง

๔. เกณฑ์เลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดลองสอบ

- ก. เป็นโรงเรียนที่คาดว่า เด็กส่วนใหญ่มีระดับความสามารถปานกลาง
พอที่จะเป็นตัวแทนของมวลประชากรได้
- ข. เป็นโรงเรียนที่คาดว่า จะได้รับความร่วมมืออย่างดี ในการช่วยเหลือ
อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการทดสอบ เช่น มีความตั้งใจจะให้ทดสอบเด็ก ช่วยจัดห้องทดสอบ
ช่วยดูแลเด็ก และจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นบางอย่างให้ ฯลฯ
- ค. เป็นโรงเรียนที่มีการคมนาคมสะดวก ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการทดสอบ
และติดต่อเมื่อจำเป็นภายหลัง
- ง. เป็นโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนมากพอกับความต้องการที่จะใช้เป็นกลุ่ม
ตัวอย่างได้
- จ. เป็นโรงเรียนประจำ หรือ เทพบาล เพื่อจะได้เป็นตัวแทนของกลุ่ม
ตัวอย่างจริง เพราะในกลุ่มตัวอย่างจริงล้วนเป็นโรงเรียนทั้งสองแบบนี้

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าว ได้เลือกเอาโรงเรียนประจำ และโรงเรียนเทพบาล อย่าง
ละ ๑ โรงเรียน ซึ่งมีนักเรียนรวมทั้งหมด ๕๕๐ คน

๕. การวิเคราะห์แบบทดสอบ (Item Analysis)

หลังจากที่ผู้เขียนและคณะนิสิตสถาบัน ได้นำแบบทดสอบและคำสั่งชี้แจงไป
ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ได้เลือกไว้แล้ว ก็ตรวจให้คะแนน โดยให้ ๑ คะแนน สำหรับข้อที่
ตอบถูก และ ๐ สำหรับข้อที่ตอบผิด แล้วรวมคะแนนแยกไว้เป็นตอน ๆ จึงนับรวมทั้ง ๔ ตอน

เป็นคะแนนรวมทั้งหมด เสร็จแล้วใช้วิธีการทางสถิติที่เรียกว่าเทคนิค ๒๙% ๑๕ วิเคราะห์
ข้อทดสอบแต่ละข้อ เพื่อคัดข้อที่ไม่ดีออก (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก.)

เมื่อวิเคราะห์และคัดข้อเสร็จเรียบร้อยแล้ว พบว่าเหลือข้อทดสอบตอนละ ๒๔ ข้อ
ซึ่งแต่ละข้อมีความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเก่ง, กลุ่มอ่อน (r) ดังนี้

ตาราง ๘. ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเก่ง, กลุ่มอ่อน (r)
ของแบบทดสอบแต่ละข้อ

แบบทดสอบตอนที่ ๑		แบบทดสอบตอนที่ ๒		แบบทดสอบตอนที่ ๓		แบบทดสอบตอนที่ ๔	
p	r	p	r	p	r	p	r
๐.๕๒	๐.๕๒	๐.๕๑	๐.๕๔	๐.๓๓	๐.๕๒	๐.๓๕	๐.๓๕
๐.๕๐	๐.๕๖	๐.๕๕	๐.๕๑	๐.๓๒	๐.๓๕	๐.๓๓	๐.๕๕
๐.๕๐	๐.๓๘	๐.๕๒	๐.๕๓	๐.๖๕	๐.๖๑	๐.๓๖	๐.๕๖
๐.๕๕	๐.๕๓	๐.๕๒	๐.๕๔	๐.๖๘	๐.๕๑	๐.๓๓	๐.๓๐
๐.๕๘	๐.๒๒	๐.๓๕	๐.๕๔	๐.๖๓	๐.๕๑	๐.๓๓	๐.๕๕
๐.๕๓	๐.๓๖	๐.๓๓	๐.๕๓	๐.๖๓	๐.๕๒	๐.๖๕	๐.๖๑
๐.๕๐	๐.๓๕	๐.๓๒	๐.๕๑	๐.๖๓	๐.๕๕	๐.๖๘	๐.๕๕
๐.๕๐	๐.๓๕	๐.๖๖	๐.๕๖	๐.๖๒	๐.๖๓	๐.๖๖	๐.๕๕
๐.๓๖	๐.๒๖	๐.๖๖	๐.๓๓	๐.๖๒	๐.๒๕	๐.๖๕	๐.๕๓
๐.๓๕	๐.๕๐	๐.๖๒	๐.๖๕	๐.๕๘	๐.๒๕	๐.๖๓	๐.๖๕
๐.๓๓	๐.๕๘	๐.๕๘	๐.๕๐	๐.๕๕	๐.๕๓	๐.๖๑	๐.๕๕
๐.๖๘	๐.๕๒	๐.๕๖	๐.๓๐	๐.๕๕	๐.๕๕	๐.๖๐	๐.๕๐

แบบทดสอบตอนที่ ๑		แบบทดสอบตอนที่ ๒		แบบทดสอบตอนที่ ๓		แบบทดสอบตอนที่ ๔	
p	r	p	r	p	r	p	r
๐.๖๕	๐.๕๔	๐.๕๕	๐.๓๕	๐.๕๓	๐.๔๔	๐.๕๘	๐.๔๑
๐.๖๓	๐.๓๘	๐.๕๔	๐.๔๐	๐.๕๒	๐.๓๑	๐.๕๓	๐.๕๒
๐.๖๐	๐.๒๖	๐.๕๒	๐.๕๔	๐.๕๑	๐.๕๓	๐.๕๔	๐.๔๔
๐.๕๘	๐.๖๖	๐.๔๘	๐.๓๘	๐.๕๐	๐.๔๐	๐.๕๓	๐.๒๗
๐.๕๖	๐.๓๘	๐.๔๗	๐.๔๔	๐.๔๔	๐.๔๓	๐.๕๒	๐.๕๒
๐.๕๕	๐.๕๐	๐.๔๕	๐.๔๔	๐.๔๖	๐.๓๕	๐.๕๐	๐.๕๒
๐.๕๐	๐.๓๒	๐.๔๓	๐.๔๓	๐.๔๕	๐.๔๕	๐.๔๘	๐.๔๕
๐.๔๖	๐.๓๕	๐.๔๒	๐.๕๓	๐.๔๓	๐.๒๗	๐.๔๓	๐.๕๓
๐.๔๖	๐.๐๗	๐.๔๐	๐.๔๑	๐.๔๒	๐.๓๕	๐.๔๕	๐.๑๘
๐.๔๐	๐.๔๑	๐.๓๔	๐.๔๘	๐.๔๐	๐.๔๖	๐.๔๓	๐.๑๒
๐.๓๘	๐.๓๔	๐.๓๘	๐.๒๑	๐.๓๔	๐.๒๓	๐.๔๑	๐.๔๘
๐.๓๖	๐.๓๖	๐.๓๕	๐.๒๐	๐.๓๘	๐.๓๘	๐.๔๑	๐.๓๘
๐.๓๓	๐.๑๐	๐.๓๑	๐.๒๐	๐.๓๘	๐.๓๖	๐.๓๕	๐.๔๐
๐.๓๐	๐.๑๘	๐.๒๘	๐.๑๖	๐.๓๕	๐.๓๕	๐.๓๕	๐.๒๐
๐.๒๔	๐.๓๔	๐.๒๕	๐.๒๕	๐.๓๔	๐.๑๔	๐.๓๒	๐.๓๑
๐.๒๕	๐.๓๔	๐.๒๗	๐.๒๐	๐.๓๔	๐.๑๐	๐.๓๐	๐.๓๕

จากนี้จะได้หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน (r) ในแบบทดสอบแต่ละตอน โดยวิธีเดียวกันกับการหาค่าเฉลี่ยของคะแนน จะได้ค่าเฉลี่ย p และ r ของแบบทดสอบแต่ละตอน ดังนี้

ตาราง ๔. ค่าเฉลี่ยความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน (r) ของแบบทดสอบแต่ละตอน

แบบทดสอบ	p	r
ตอนที่ ๑	๐.๖๑	๐.๓๔
ตอนที่ ๒	๐.๕๔	๐.๕๒
ตอนที่ ๓	๐.๕๒	๐.๕๐
ตอนที่ ๔	๐.๕๐	๐.๕๕

ค่าเฉลี่ย p ของแบบทดสอบแต่ละตอนนี้ จะเป็นประโยชน์ในการเรียงข้อทดสอบต่อไป

๖. การจัดเรียงข้อทดสอบในแบบทดสอบ

เรียงจากข้อที่มีค่า p สูงสุด (ง่ายที่สุด) ไปหาข้อที่มีค่า p ต่ำสุด (ยากที่สุด) เพื่อเป็นกำลังใจและเร้าใจให้เด็กอยากตอบ ข้อทดสอบตอนต่อไป เช่นในแบบทดสอบตอนที่ ๑ เรียงเอาข้อ ๖ ซึ่งมีค่า p สูงสุดในตอนที่ ๑ คือ ๐.๕๒ ขึ้นก่อน ต่อไปเป็นข้อ ๔ ซึ่งมีค่า p ต่ำลงมาเท่ากับ ๐.๕๐ ดังนี้ เป็นต้น

เนื่องจากแบบทดสอบบางตอนเป็นรูปภาพ จึงลำบากในการเรียงเล็กน้อย บางครั้งมีความจำเป็นที่จะเอาข้อที่มีค่า p ต่ำขึ้นก่อน เพราะอยู่ในกลุ่มรูปภาพเดียวกับข้อที่มีค่า p สูง โดยเฉลี่ยแล้ว กลุ่มรูปภาพนั้นมีค่า p สูงกว่ากลุ่มรูปภาพอื่น ฉะนั้นในการเรียงแบบทดสอบ ชุดที่เป็นรูปภาพประกอบ จึงไม่ไ้คำนึงถึงค่า p ในแต่ละข้อ แต่พิจารณาจากค่าเฉลี่ย p ในแต่ละชุด แล้วเรียงจากชุดที่มีค่าเฉลี่ย p สูง ไปยังชุดที่มีค่าเฉลี่ย p ต่ำ

สำหรับการเรียงแบบทดสอบทั้ง ๔ คอน ก็ต้องพิจารณาจากค่าเฉลี่ย p ของแต่ละคอนเรียงกัน แล้วเรียงเอาคอนที่มีค่าเฉลี่ย p สูงขึ้นก่อน และต่ำลงมาตามลำดับ จนถึงคอนสุดท้ายมีค่าเฉลี่ย p ต่ำสุด

ไคกล่าวแล้วว่า แบบทดสอบบางคอนมีรูปภาพประกอบด้วย จึงเป็นการยากที่จะจัดให้เข้ารูปได้ เพราะข้อสอบบางข้อถูกตัดออกไป จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มข้อทดสอบขึ้นอีกคอนละ ๒ ข้อ แต่เวลาคิดคะแนนในการวิจัยก็ตัดข้อเหล่านี้ออก คงคิดเพียงคอนละ ๒๔ ข้อเท่านั้น

๓. การหาค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) ของแบบทดสอบ

เพื่อที่ว่า แบบทดสอบที่ตัดทอนแล้วจะเชื่อถือได้เพียงใด ผู้เขียนจึงได้หาค่าความเชื่อถือได้ดังนี้

ก. เลือกแบบทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยนำแบบทดสอบที่มีอยู่วางซ้อน ๆ กันขึ้น จากคะแนนต่ำสุด จนถึงสูงสุด แล้วหยิบเลมบนมา ๑ เลม นับลงไปอีก ๕ เลม หยิบเอาเลมที่ ๖ ออกมา ทำดังนี้ไปเรื่อย ๆ จนหมดแบบทดสอบ ปรากฏว่า ได้กลุ่มตัวอย่างมาทั้งหมด ๑๑๐ ฉบับนี้ (๒๐% ของแบบทดสอบทั้งหมด)

ข. ตรวจแบบทดสอบในกลุ่ม ๑๑๐ ฉบับนี้ใหม่ โดยไม่คิดข้อที่ตัดทอนออก แล้วก็ คิดเพียงคอนละ ๒๔ ข้อ

ค. คำนวณค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบแต่ละคอนโดยการแทนค่าในสูตร

$$r_{11} = \frac{n}{n-1} \left(\frac{\sum t^2}{\sum t} - \frac{\sum pq}{2} \right) \quad ^{๑๖}$$

^{๑๖} Garret, Henry E., op. cit., p. 335

(ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข.) ซึ่งได้ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบแต่ละตอน
ดังแสดงในการวางผังนี้

ตาราง ๔. ค่าความเชื่อถือได้ ของแบบทดสอบ (r_{11}) แต่ละตอน

ข้อทดสอบ	ค่าความเชื่อถือได้
ตอนที่ ๑	๐.๗๗
ตอนที่ ๒	๐.๘๑
ตอนที่ ๓	๐.๗๕
ตอนที่ ๔	๐.๘๒
ทั้ง ๔ ตอน	๐.๘๓

๔. ความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ

เนื่องจากไม่สามารถหาคะแนนหลักเกณฑ์ (Criteria) ได้ จึงไม่สามารถ
คำนวณหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนี้ได้ ผู้เขียนจึงใช้หลักเกณฑ์ต่อไปนี้ พิจารณาความ
เที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ก. ใช้ประสิทธิภาพการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และความรู้จากการศึกษา
เทคนิคการวัดผล ในชั้นปริญญาโท ของสถาบันระหว่างชาติสำหรับคนพิการเรื่องเด็กช่วยพิจารณา

ข. อาศัยคณาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญในสถาบันระหว่างชาติ ช่วยพิจารณา
แก้ไข คัดแปลง และให้ความเห็นในเรื่องภาษา การใช้คำถาม ตลอดจนเนื้อหาวิชา

ค. เปรียบเทียบกับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์
ของต่างประเทศ

ได้กล่าวแล้วว่าแบบทดสอบนี้ได้รับการแก้ไข ปรับปรุงจากคณาจารย์ และ

ผู้เขียนฯ อยู่เป็นเวลานาน นับตั้งแต่เริ่มสร้างจนสำเร็จใช้ได้ ถึงเวลาถึง ๔ เดือน ทั้งยัง
ผ่านการพิจารณาหาความเที่ยงตรงอย่างมีหลักเกณฑ์ และค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
แต่ละตอนก็สูง จึงเชื่อว่าแบบทดสอบนี้คงจะมีความเที่ยงตรงดีพอที่จะใช้เป็นเครื่องมือสำหรับ
รวบรวมข้อมูลได้

๔. การแก้ไขและปรับปรุงคำสั่งชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ

จากการทดลองใช้ เมื่อคราวทดลองสอบ พบว่ายังมีข้อบกพร่องอยู่จึงได้
ได้แก้ไข ต่อมาเมื่อมีการประชุมศึกษานิเทศก์ทั่วประเทศ ตามโครงการวิจัยหลักสูตร ผู้เขียน
ได้นำแบบทดสอบบางส่วน และคำสั่งชี้แจงที่ปรับปรุงใหม่ เสนอศึกษานิเทศก์ทดลองปฏิบัติ
ณ โรงเรียนพญาไท และก็ได้แก้ไขในข้อบกพร่องเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่พบเห็นอีกครั้งหนึ่ง

ฉะนั้นจึงเชื่อว่า คำสั่งชี้แจงที่ได้ปรับปรุงแล้วนี้ คงจะชัดเจนและรัดกุมพอ
ที่จะใช้เป็นหลักปฏิบัติในการทดสอบ อันจะไม่ทำให้ผลของการเก็บข้อมูลผิดพลาดไปได้

สำหรับแบบทดสอบส่วนบุคคลก็เช่นเดียวกัน หลังจากได้นำออกทดลองใช้
พร้อมกับแบบทดสอบ ก็พบว่ายังมีข้อบกพร่องที่จะต้องแก้ไข แต่เนื่องจากว่า แบบสอบถามส่วน
บุคคลนี้ คณะนิสิตศึกษานิเทศศาสตร์ฯ ทั่วประเทศจำเป็นต้องใช้ทุกคน จึงร่วมกันพิจารณาแก้ไขข้อบกพร่อง
ดังกล่าว จึงเชื่อว่า แบบทดสอบส่วนบุคคลคงจะมีความสมบูรณ์พอที่จะใช้เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวม
ข้อมูลในคราวนี้เช่นกัน

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

๑. การทดสอบ

เนื่องจากการวิจัยนี้ เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยหลักสูตรชั้นประถมศึกษา
ของกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ การออกทดสอบเป็นหน้าที่ของศึกษานิเทศก์ภาคหนึ่ง
แต่เพื่อให้เสร็จทันเวลา และทันค่าใช้จ่าย ผู้เขียนฯ กับคณะนิสิตศึกษานิเทศศาสตร์ฯ สำหรับกัน
เรื่องเด็ก จึงทำการทดสอบเองในกลุ่มตัวอย่างของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมี ๗ โรงเรียน
คือ โรงเรียน ก. ข. ค. ง. จ. ฉ. ช. ดังตาราง ๑ วิธีปฏิบัติลงดำเนินการตามคำสั่งชี้แจง
ส่วนอีก ๕ โรงเรียน คือ โรงเรียน ข. ๓. ๔. ๕. ๖. ซึ่งอยู่ต่างจังหวัด ศึกษานิเทศก์เป็นผู้ทำการ

ทดสอบ โดยปฏิบัติตามคำสั่งชี้แจงเช่นเดียวกัน

๒. การใช้แบบสอบถามส่วนบุคคล

การใช้แบบสอบถามส่วนบุคคล ได้ดำเนินการไปพร้อม ๆ กับการใช้แบบทดสอบ
ก่อนการทดสอบ ผู้ทดสอบจะมอบแบบสอบถามนี้แก่ครูประจำชั้น ขอให้ช่วยกรอก
ข้อมูลเกี่ยวกับเด็กให้

๑. การตรวจให้คะแนน

เมื่อได้แบบทดสอบกลับมา ผู้เขียนก็ดำเนินการตรวจ เช่นเดียวกับเมื่อการ
ทดลองทดสอบ คือให้คะแนน ๑ สำหรับข้อที่เด็กตอบถูก และ ๐ สำหรับข้อที่เด็กตอบผิด แล้ว
รวบรวมคะแนนแยกไว้เป็นตอน ๆ จึงรวมเป็นคะแนนรวมทั้งหมดภายหลัง ดังนั้นจึงได้ข้อมูล
รวมทั้งหมด ๕ ประเภทด้วยกันคือ

ก. คะแนนรวมของตอนที่ ๑ วัดผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เกี่ยวกับความจำ

ข. คะแนนรวมของตอนที่ ๒ วัดผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เกี่ยวกับการนำไปใช้

ค. คะแนนรวมของตอนที่ ๓ วัดผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่เกี่ยวกับความเข้าใจ

ง. คะแนนรวมของตอนที่ ๔ วัดผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่เกี่ยวกับความสามารถทั้ง ๔ แบบข้างบน

๔. การตรวจทานการให้คะแนน

เพื่อป้องกันการผิดพลาด เกี่ยวกับตรวจให้คะแนนและรวมคะแนน จึงได้
ตรวจทานใหม่ทั้งหมดอย่างละเอียดอีกครั้ง

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้เขียนได้ดำเนินการวิเคราะห์เกี่ยวกับข้อมูลดังนี้

๑. หาค่ามัธยเทศ (Mean) ของแบบทดสอบแต่ละตอน

มัธยเทศคือคะแนนเฉลี่ยของข้อสอบทั้งหมด ซึ่งอาจใช้เป็นตัวแทนของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นประถมศึกษาได้ เพราะการปกติกของสิ่งต่าง ๆ มักจะมีลักษณะเป็นกลาง ๆ มากกว่าอย่างอื่น เช่นนักเรียนในชั้นหนึ่ง ๆ ต้องมีผู้เรียนขนาดปานกลางมากที่สุด ส่วนหัวเกรงมากและอ่อนมากก็มีน้อย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า จำนวนของกลุ่มจะอยู่ใกล้ ๆ กับส่วนเฉลี่ย (มัธยเทศ) มากที่สุด เราจึงใช้คะแนนนี้เป็นตัวแทนของกลุ่มได้

การคำนวณหาค่ามัธยเทศอาจคำนวณได้โดยกรแทนค่าในสูตร

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

(ดังวิธีการที่แสดงในข้อ ๕ ของภาคผนวก จ.) ซึ่งค่ามัธยเทศต่าง ๆ ดังนี้

ตาราง ๑๐. ค่ามัธยเทศของแบบทดสอบแต่ละตอน

แบบทดสอบ	ค่ามัธยเทศ
ตอนที่ ๑	๑๕.๕๐
ตอนที่ ๒	๑๕.๕๖
ตอนที่ ๓	๑๒.๓๕
ตอนที่ ๔	๑๑.๒๗
ทั้ง ๔ ตอน	๑๓.๐๐

เนื่องจากมัธยเทศที่ได้มานี้ เป็นเพียงของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมา ๖๐๐ คน จากภาคศึกษา ๑ เท่านั้น ฉะนั้นจึงไม่แน่ใจว่าจะเป็นมัธยเทศอันแท้จริง (True mean) และใช้เป็นตัวแทนของมวลประชากรได้ (Standard Error of Mean) เพื่อประมาณ

ค่ามัธยฐานแท้จริง เพราะค่ามัธยฐานเลขคณิตจะเปลี่ยนไปทันที ถ้ามีคะแนนเต็มแค่เพียง ๑ คะแนน ยกเว้นคะแนนนั้นไปยังอีกเท่าตัวกับคะแนนมัธยฐานเลขคณิตพอดี และการเพิ่มคะแนนเข้ากลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนคะแนนน้อย เช่น ๑๐ คะแนน บ่อยจะทำให้ค่ามัธยฐานเลขคณิตเปลี่ยนไปไ้มากกว่า การเพิ่มคะแนนเข้ากลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนคะแนนมากเช่น ๑๐๐๐ คะแนน เป็นต้น Yule กล่าวว่า "ความไวใจโคของมัธยฐานเลขคณิตจะเป็นสัดส่วนกับรากที่สองของจำนวนคะแนน" ^{๑๔} ดังนั้น ถ้ามีคะแนนอยู่ ๒๕ คะแนน จะมีความไวใจโคได้ $25 = 5$ เท่า ของคะแนน ๑ คะแนน

นอกจากนี้ ถ้าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (dist) ของการแจกแจงใหญ่ คะแนนก็กระจายจากมัธยฐานเลขคณิตมาก ฉะนั้นเราจึงไม่สามารถบอกได้ว่า คนอื่นที่ยังไม่วัดจะอยู่ไกลจากมัธยฐานเลขคณิตไปเท่าใด แต่ถ้าเด็กเราก็นำใจได้ว่า คะแนนที่ยังไม่ได้วัดจะตกอยู่ใกล้ ๆ มัธยฐานเลขคณิต และถ้าคะแนนที่อาจวัดได้อีก อยู่ไกลจากมัธยฐานเลขคณิต เมื่อเอาคะแนนนั้นมารวมแล้วคำนวณหาค่ามัธยฐานเลขคณิตใหม่ ค่าที่ได้ย่อมเปลี่ยนไปมากกว่าการเอาคะแนนที่อยู่ใกล้ ๆ มัธยฐานเลขคณิตมารวม ฉะนั้น ความไวใจโคของมัธยฐานเลขคณิต จึงขึ้นอยู่กับตัวประกอบ ๒ อย่าง ดังนี้

๑. จำนวนคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง (N)
๒. ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (dist)

ดังนั้น สูตรที่ใช้ในการคำนวณความเคลื่อนคลาตามาตรฐานของมัธยฐานเลขคณิตจึงเป็น

$$\text{mean} = \frac{\text{dist}}{\sqrt{N}}$$

ฉะนั้น ก่อนอื่นจึงต้องคำนวณหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละตอน ซึ่งอาจคำนวณตามวิธีการ ที่แสดงในภาคผนวก ข. ก็ได้ แต่ในที่นี้ ผู้เขียน

^{๑๔} Yule, G.U., An Introduction to the Theory of Statistics p.257

^{๑๕} Garret, Henry E., op. cit., p. 182

มีการรวมยอดใหญ่กำลังสองของความแปรผัน (Total Sum of Squares) คือ

$\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}$ ของแบบทดสอบแต่ละตอน ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน

(Analysis of Variance) อยู่แล้ว จึงสะดวกกว่า ถ้าจะคำนวณโดยการแทนค่าในสูตร

$$s_{dist}^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N}$$

ดังแสดงในข้อ ๑ ของภาคผนวก ก. โค้ดดังในตาราง

ตาราง ๑๑. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของแบบทดสอบแต่ละตอน

แบบทดสอบ	ค่าความเบี่ยงเบน มาตรฐานของคะแนน
ตอนที่ ๑	๓.๒๔
ตอนที่ ๒	๓.๓๔
ตอนที่ ๓	๔.๐๖
ตอนที่ ๔	๔.๑๔
ทั้ง ๔ ตอน	๑๒.๑๖

เสร็จแล้วคำนวณหาความเบี่ยงเบนมาตรฐานของมัธยฐานเลขคณิต ของแบบทดสอบแต่ละตอนต่อไป โดยการแทนค่าในสูตร

$$s_{mean} = \frac{s_{dist}}{\sqrt{N}}$$

ดังแสดงในข้อ ๒ ของภาคผนวก ก. โค้ดดังแสดงในตาราง

ตาราง ๑๒. ค่าความเคลื่อนคลาจากมาตรฐานของมัธยิมเลขคณิตของแบบทดสอบแต่ละตอน

แบบทดสอบ	ค่าความเคลื่อนคลาจาก มาตรฐานของมัธยิมเลขคณิต
ตอนที่ ๑	๐.๑๓
ตอนที่ ๒	๐.๑๕
ตอนที่ ๓	๐.๑๗
ตอนที่ ๔	๐.๕๐

๓. หาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)

การหาค่าสหสัมพันธ์ คือการหาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และสัมพันธ์กันในลักษณะใด ค่าสหสัมพันธ์นี้มีได้ตั้งแต่ - ๑ ถึง + ๑ นักสถิติถือหลักการที่ความหมายของความสัมพันธ์ดังนี้

๑. ถ้าค่าสหสัมพันธ์เป็น + หมายถึงว่า คะแนนทั้งสองชุดนั้น มีความสัมพันธ์กันทางตรง และแปรตามกัน คือถ้าข้อมูลชุดหนึ่ง เปลี่ยนแปลงไปทางมาก ข้อมูลชุดที่สองก็จะเปลี่ยนแปลงไปทางมาก และถ้าข้อมูลชุดหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปทางน้อย ข้อมูลชุดที่สองก็จะเปลี่ยนแปลงไปทางน้อยด้วย

๒. ถ้าค่าสหสัมพันธ์เป็น - หมายถึงว่าคะแนนทั้งสองชุดนั้น มีความสัมพันธ์ผกผัน และแปรกลับกัน คือถ้าข้อมูลชุดหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปทางมาก ข้อมูลชุดที่สองจะเปลี่ยนแปลงไปทางน้อย และถ้าข้อมูลชุดหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปทางน้อย ข้อมูลชุดที่สองก็จะเปลี่ยนแปลงไปทางมาก กลับกันดังนี้ เป็นต้น

ค่าสหสัมพันธ์ที่ใกล้ ๐ หรือ - ๑ ถือว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด แต่ ถ้าค่าสหสัมพันธ์ใกล้ ๐ คือตั้งแต่ - ๐.๒ ถึง ๐.๒ ถือว่าไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ไม่ว่าทางตรงหรือผกผัน

สหสัมพันธ์ เป็นเรื่องของความน่าจะเป็นเท่านั้น ไม่แสดงถึงเหตุผลและผลของสองสิ่ง ที่กล่าวถึงนั้นเลย คือเป็นแต่เพียงแสดงให้เราทราบว่า ปรากฏการณ์สองอย่างมีความสัมพันธ์กันหรือไม่เท่านั้น ส่วนการที่เพราะอะไร ปรากฏการณ์สองอย่างนั้นจึงมีความสัมพันธ์กัน เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่จะต้องวิจัยโดยวิธีอื่น จะอาศัยจากสหสัมพันธ์ไม่ได้ เช่นเราทราบว่า ระหว่างคะแนนคณิตศาสตร์ และคะแนนฟิสิกส์ มีสหสัมพันธ์กัน นั้นหมายความว่า คนที่เรียน คำนวณเก่งน่าจะเรียนฟิสิกส์เก่ง แต่ไม่หมายความว่า เพราะเรียนคำนวณเก่ง จึงเรียนฟิสิกส์ เก่งเลย

สหสัมพันธ์มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีความเหมาะสมและจำเป็นสำหรับการวิจัยในแต่ละ เรื่อง ในที่นี้ผู้เขียนต้องการทราบว่า ความสามารถในการจำ ความเข้าใจ ความมีเหตุผล และการนำไปใช้ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นประถมปีที่สี่ ภาคศึกษาหนึ่ง จะมี ความสัมพันธ์กันหรือไม่ และความสามารถดังกล่าว จะมีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียน วิชาอื่นของเด็กมากน้อยเพียงใด จึงใช้สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) และได้ คำนวณการคำนวณเป็นชั้น ๆ ดังนี้

ขั้นที่ ๑ . หากาสหสัมพันธ์ภายในแต่ละคู่ (Intercorrelation) จากข้อมูลของ แบบทดสอบแต่ละตอน เพื่อทราบความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ของความสามารถทั้งสี่อย่าง ดังกล่าว ข้างต้นโดยการแทนค่าสูตร

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

(ดังแสดงในข้อ ๑ ของภาคผนวก ง.) : ไคลาคังการวาง

ตาราง ๑๓. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูของแบบทดสอบแต่ละตอน

แบบทดสอบ	๑	๒	๓	๔	ทั้ง ๔ ตอน
๑		.๕๔	.๕๐	.๔๗	.๗๖
๒			.๕๑	.๕๓	.๘๑
๓				.๕๑	.๗๑
๔					.๘๐

เสร็จแล้วทดสอบนัยว่าค่าทางสถิติของสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้เวลานี้เพียงพอที่จะกล่าวถึงความสัมพันธ์ที่มีอยู่เป็นไปโดยบังเอิญหรือไม่ และเชื่อถือได้เพียงใด โดยเปิดจากตารางที่ ๒๕ ในหนังสือของ Garrett^{๒๒} จากการทดสอบพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ทั้งหมดในตารางข้างต้นมีนัยสำคัญทางสถิติสูงกว่าระดับความเชื่อมั่น .๐๑% ทั้งนั้น จึงเชื่อได้ว่า มีความสัมพันธ์จริง

^{๒๒} ข้อที่ ๒ คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แห่งการถดถอย (Regression Coefficients) ตามวิธีการในหนังสือของทอมสัน^{๒๓} ดังแสดงในข้อ ๒ ของภาคผนวก ง.

^{๒๒} Ibid. p. 200

^{๒๓} Thomson, Godfrey H., The Factorial Analysis of Human Ability, pp. 92 - 95

ไคกำลังประสิทธิ์แห่งการถดถอยดังนี้

ตาราง ๑๘. ค่าสัมประสิทธิ์แห่งการถดถอย ของแบบทดสอบแต่ละตอน

แบบทดสอบ	สัมประสิทธิ์แห่งการถดถอย
ตอนที่ ๑	.๓๐๐๔
ตอนที่ ๒	.๓๔๖๔
ตอนที่ ๓	.๑๔๑๐
ตอนที่ ๔	.๓๗๔๖

ค่าสัมประสิทธิ์แห่งการถดถอยนี้ จะทำให้เราทราบว่า ความสามารถชนิดใด (ความจำ, การนำไปใช้, ความเข้าใจ และความมีเหตุผล) มีความสำคัญต่อการสัมฤทธิ์ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ภาคศึกษา ๑ มากน้อยเพียงใด

ขั้นที่ ๓ หาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) โดยการแทนค่า ในสมการถดถอย (Regression Equation) ^{๒๔} ดังแสดงในข้อ ๓ ของภาคผนวก ง. ไคกำลังสหสัมพันธ์พหุคูณ = .๔๗

๓. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของข้อมูล ที่ได้จากแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ดังกล่าว หมายถึงกระบวนการแตกแยกความแปรผัน (Variation) ออกเป็นส่วน ๆ ตามแหล่งกำเนิดของความแปรผันนั้น ๆ เพื่อที่ว่า ความแปรปรวน ของข้อมูลเกิดจากตัวประกอบใดบ้าง มีขนาดและเป็นสัดส่วนกันอย่างไร ในพื้นที่ต้องการ

วิเคราะห์ว่า ความแปรปรวนของข้อมูล จะเกิดจากความแตกต่างของเพศ อายุ สถานที่อยู่อาศัย หรืออาชีพของบิดา มารดา หรือเกิดจากการปะทะภายใน (Interaction) ของตัวประกอบคู่ใด กล่าวโดยย่อคือ ต้องการค้นหาแหล่งกำเนิดของข้อมูล ที่จะทำให้ข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะแตกต่างกัน และทดสอบดูว่า ความแตกต่างที่เกิดขึ้นจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่นั่นเอง

การวิเคราะห์ค่าเน้นความวิธีการในหนังสือสถิติของ จอร์จ คัมเบลล์
สเนคเคเตอร์ ๒๔

เนื่องจากการจำแนกกลุ่มตัวอย่าง ตามเพศ อายุ สถานที่อยู่อาศัย และอาชีพของบิดา มารดา ดังแสดงในตารางที่ ๒ พบว่า บางกลุ่มมีตัวอย่างอยู่เพียง ๒ คน เช่นในกลุ่มเด็กชายอายุสูงอยู่ชนบท บิดามารดาประกอบอาชีพที่ใช้วิชาชีพ และกลุ่มเด็กชายอายุต่ำอยู่ชนบท บิดามารดาประกอบอาชีพทางผลิตเป็นต้น

ฉะนั้น จึงไม่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยแยกกลุ่มตัวอย่างออกเป็น $2 \times 2 \times 2 \times 5$ กลุ่ม คือแบ่งตามเพศ อายุ สถานที่อยู่อาศัย และอาชีพของบิดามารดาได้ จึงต้องแยกวิเคราะห์ ๒ ครั้งดังนี้

ครั้งที่หนึ่ง วิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง โดยตัดตัวประกอบเกี่ยวกับสถานที่อยู่อาศัยออก (รวมเป็นพวกเดียวกัน โดยไม่แยกเป็นในเมืองและชนบท) คือแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเพียง $2 \times 2 \times 5$ กลุ่ม ตามความแตกต่างทางเพศ อายุ และอาชีพบิดามารดา (ดังแสดงในภาคผนวก จ.)

เนื่องจากข้อมูลมีทั้งหมด ๕ ประเภทดังกล่าวแล้วข้างต้น ผู้เขียนจึงแบ่งวิเคราะห์ความชนิดของข้อมูล คือวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างอื่นเนื่องมาจากแบบทดสอบเกี่ยวกับ

- ๑) ความสามารถในการจำ
- ๒) ความสามารถในการนำใช้

- ๑) ความสามารถในการเข้าใจ
- ๔) ความสามารถในการมีเหตุผล
- ๕) ความสามารถในการทั้ง ๔ ด้านข้างต้น

ฉะนั้น ผลการวิเคราะห์จึงแยกออกได้ ๕ ตาราง ดังนี้



ตาราง ๑๔. ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบ ตอนที่ ๑

เงื่อนไขหรือแหล่งกำเนิดของความแปรผัน (Source of Variation)	รวมยกกำลังสอง ของส่วนเบี่ยงเบน (Sums of Squares)	จำนวน เงื่อนไข Degree of Freedom	ความแปร ปรวน (Variance)	อัตราส่วน ของความ แปรปรวน F-Ratios
ระหว่างเพศ (Between Sex)	๒๓.๗๕๗๕๓	๑	๒๓.๗๕๗๕๓	๒.๒๓
ระหว่างอายุ (Between Age)	๔.๖๔๓๐๖	๑	๔.๖๔๓๐๖	๐.๔๔
ระหว่างอาชีพของบิดา มารดา (Between Parental Occupation)	๔๑.๕๕๐๔๓	๔	๑๐.๓๗๖๑๐	๑.๐๔
การปะทะภายในเพศ - อายุ (Interaction S x A)	๑.๕๒๐๘๘	๑	๑.๕๒๐๘๘	๐.๑๔
การปะทะภายในเพศ - อาชีพ บิดามารดา (Interaction S x P)	๓๔.๐๓๔๔๖	๔	๘.๕๑๑๑๑	๐.๘๔
การปะทะภายในอายุ - อาชีพ บิดามารดา (Interaction A x P)	๕๔.๓๔๐๘๕	๔	๑๓.๕๘๖๒๑	๑.๓๓
เศษตกค้าง (Residuals)	๒๒๕๑.๑๓๖๔๕	๕๔๓	๔.๑๔๓๖๖	
รวมยอดใหญ่ (Grand Total)	๖๕๐๘.๓๕๔๕๓	๖๐๓		

ตาราง ๑๖. ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบ ตอนที่ ๒

เงื่อนไขหรือแหล่งกำเนิดของความแปรผัน (Source of Variation)	รวมยอดกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบน (Sums of Squares)	จำนวน เงื่อนไข Degree of Freedom	ความแปรปรวน (Variance)	อัตราส่วนของความแปรปรวน F-Ratios
ระหว่างเพศ (Between Sex)	๑.๔๗๖๕๒	๑	๑.๔๗๖๕๒	๐.๑๐
ระหว่างอายุ (Between Age)	๓.๕๖๐๑๔	๑	๓.๕๖๐๑๔	๐.๒๕
ระหว่างอาชีพของบิดา มารดา (Between Parental Occupation)	๒๕.๕๐๓๕๖	๔	๖.๓๘๔๔๑	๐.๔๔
การประทะภายในเพศ - อายุ (Interaction S x A)	๖.๖๓๙๔๙	๑	๖.๖๓๙๔๙	๐.๔๖
การประทะภายในเพศ - อาชีพ บิดามารดา (Interaction S x P)	๓๓.๖๐๖๕๔	๔	๘.๔๑๖๖๓	๐.๖๕
การประทะภายในอายุ - อาชีพ บิดามารดา (Interaction A x P)	๖๕.๕๓๐๐๐	๔	๑๖.๓๗๕๐๐	๑.๑๔
เศษตกค้าง (Residuals)	๔๔๕๕.๘๔๒๕๓	๕๔๙	๘.๑๑๗๕๗	
รวมยอดทั้งหมด (Grand Total)	๔๕๕๕.๑๙๓๓๕	๖๐๒		

ตาราง ๑๗. ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบ ตอนที่ ๓

เงื่อนไขหรือแหล่งกำเนิดของความแปรผัน (Source of Variation)	รวมบอกกำลังสอง ของส่วนเบี่ยงเบน (Sums of Squares)	จำนวน เงื่อนไข Degree of Freedom	ความแปร ปรวน (Variance)	อัตราส่วน ของความ แปรปรวน F-Ratios
ระหว่างเพศ (Between Sex)	๕๖.๐๔๔๒๓	๑	๕๖.๐๔๔๒๓	๓.๔๓
ระหว่างอายุ (Between Age)	๒๖.๓๒๒๔๕	๑	๒๖.๓๒๒๔๕	๑.๖๔
ระหว่างอาชีพของบิดา มารดา (Between Parental Occupation)	๔๑.๐๓๑๖๐	๔	๑๐.๒๖๓๙๐	๐.๖๓
การปะทะภายในเพศ - อายุ (Interaction S x A)	๖.๒๖๖๖๕	๑	๖.๒๖๖๖๕	๐.๓๘
การปะทะภายในเพศ - อาชีพ บิดามารดา (Interaction S x P)	๑๓๖.๔๕๐๑๐	๔	๓๔.๑๖๒๕๒	๒.๐๖
การปะทะภายในอายุ - อาชีพ บิดามารดา (Interaction A x P)	๔๐.๔๐๔๓๓	๔	๑๐.๑๑๑๐๘	๐.๖๕
เศษตกค้าง (Residuals)	๔๕๔๖.๖๖๑๒๕	๕๘๓	๗.๗๙๖๖๖	
รวมยอดใหญ่ (Grand Total)	๕๕๒๙.๖๖๕๒๑	๖๐๖		

ตาราง ๑๔. ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบ ตอนที่ ๔

เงื่อนไขหรือแหล่งกำเนิดของความแปรผัน (Source of Variation)	รวมผลกำลังสอง ของส่วนเบี่ยงเบน (Sums of Squares)	จำนวน เงื่อนไข Degree of Freedom	ความแปร ปรวน (Variance)	อัตราส่วน ของความ แปรปรวน F-Ratios
ระหว่างเพศ (Between Sex)	๒๓.๗๖๖๖๘	๑	๒๓.๗๖๖๖๘	๓.๖๓
ระหว่างอายุ (Between Age)	๑.๑๗๓๓๘	๑	๑.๑๗๓๓๘	๐.๑๗
ระหว่างอาชีพของบิดา มารดา (Between Parental Occupation)	๕๐.๓๐๖๖๒	๔	๑๒.๕๑๖๖๕	๐.๗๒
การปะทะภายในเพศ - อายุ (Interaction S x A)	๕.๔๕๔๔๗	๑	๕.๔๕๔๔๗	๐.๕๖
การปะทะภายในเพศ - อาชีพ บิดามารดา (Interaction S x P)	๗๔.๕๕๓๖๖	๔	๑๘.๖๓๔๑๖	๑.๐๗
การปะทะภายในอายุ - อาชีพ บิดามารดา (Interaction A x P)	๔๔.๓๐๖๖๒	๔	๑๑.๐๗๖๖๕	๑.๒๖
เศษตกค้าง (Residuals)	๑๐๒๔๕.๖๑๔๐๖	๕๔๗	๑๗.๕๖๒๓๔	
รวมยอดใหญ่ (Grand Total)	๑๐๕๗๕.๐๑๓๓๓	๖๐๒		

ตาราง ๑๔. ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากคะแนนรวม

เงื่อนไขหรือแหล่งกำเนิดของความแปรผัน (Source of Variation)	รวมยกกำลังสอง ของส่วนเบี่ยงเบน (Sums of Squares)	จำนวน เงื่อนไข Degree of Freedom	ความแปร ปรวน (Variance)	อัตราส่วน ของความ แปรปรวน F-Ratios
ระหว่างเพศ (Between Sex)	๔๕๔.๒๓๐๕๐	๑	๔๕๔.๒๓๐๕๐	๓.๐๘
ระหว่างอายุ (Between Age)	๘๓.๔๓๖๖๕	๑	๘๓.๔๓๖๖๕	๐.๕๖
ระหว่างอาชีพของบิดา มารดา (Between Parental Occupation)	๓๔๔.๘๘๘๖๕	๔	๘๖.๒๒๒๑๖	๐.๕๘
การปะทะภายในเพศ - อายุ (Interaction S x A)	๑๑๔.๑๐๒๓๔	๑	๑๑๔.๑๐๒๓๔	๐.๘๔
การปะทะภายในเพศ - อาชีพ บิดามารดา (Interaction S x P)	๑๑๕๐.๖๔๑๕๔	๔	๒๘๗.๖๖๐๓๘	๑.๙๖
การปะทะภายในอายุ - อาชีพ บิดามารดา (Interaction A x P)	๘๕๘.๕๐๓๓๒	๔	๒๑๔.๖๓๖๘๓	๑.๕๖
เศษตกค้าง (Residuals)	๔๖๑๔๓.๑๓๐๘๓	๕๘๓	๗๙๑.๓๕๑๕๖	
รวมยอดใหญ่ (Grand Total)	๘๘๑๓๘.๐๘๘๓๕	๖๐๒		

ครั้งที่สอง วิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง โดยตัดตัวประกอบเกี่ยวกับอายุออก (รวมเป็นพวกเดียวกัน โดยไม่แยกเป็นกลุ่มอายุสูง อายุต่ำ) คือ แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเพียง $2 \times 2 \times 5$ กลุ่ม ตามความแตกต่างทางเพศ สถานที่อยู่อาศัย และอาชีพการงาน

ผลการวิเคราะห์ได้ ๕ ตารางเช่นเดียวกับครั้งแรก ดังต่อไปนี้



ตาราง ๒๐. ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบคอนกรีต

เงื่อนไขหรือแหล่งกำเนิดของความแปรปรวน (Source of Variation)	รวมผลกำลังสอง ของส่วนเบี่ยงเบน (Sum of Squares)	จำนวน เงื่อนไข Degree of Freedom	ความแปร ปรวน (Variance)	อัตราส่วน ของความ แปรปรวน F-Ratios
ระหว่างเพศ (Between Sex)	๒๗.๗๕๓๕๓	๑	๒๗.๗๕๓๕๓	๒.๓๓
ระหว่างสถานที่ที่อยู่อาศัย (Between Location)	๒๔๒.๕๓๓๕๑	๑	๒๔๒.๕๓๓๕๑	๒๐.๓๖
ระหว่างอาชีพของบิดามารดา (Between Parental Occupation)	๔๑.๒๕๐๖๓	๔	๑๐.๒๖๖๖๐	๒.๒๔
การปะทะภายในเพศ-ที่อยู่อาศัย (Interaction S x L)	๑๒.๑๓๔๔๒	๑	๑๒.๑๓๔๔๒	๑.๑๔
การปะทะภายในเพศ - อาชีพ บิดามารดา (Interaction S x P)	๓๔.๐๒๔๔๖	๔	๘.๕๑๑๑๖	๑.๔๔
การปะทะภายในที่อยู่อาศัย อาชีพบิดามารดา (Interaction L x P)	๓๖.๓๓๓๒๒	๔	๙.๐๘๓๓๐	๑.๓๕
เศษตกค้าง (Residuals)	๕๔๔๔.๖๓๓๓๓	๕๔๓	๑๐.๒๐๓๓๓	
รวมยอดใหญ่ (Grand Total)	๖๕๐๔.๗๕๕๕๓	๖๐๒		

ตาราง ๒๑. ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบ ตอนที่ ๒

เงื่อนไขหรือแหล่งกำเนิดของความแปรปรวน (Source of Variation)	รวมยอดกำลังสอง ของส่วนเบี่ยงเบน (Sum of Squares)	จำนวน เงื่อนไข Degree of Freedom	ความแปรปรวน (Variance)	อัตราส่วน ของความ แปรปรวน F-Ratios
ระหว่างเพศ (Between Sex)	๑.๘๓๖๕๒	๑	๑.๘๓๖๕๒	๐.๑๐
ระหว่างสถานที่อยู่อาศัย (Between Location)	๑๑๘.๓๕๘๔๓	๑	๑๑๘.๓๕๘๔๓	๘.๑๒
ระหว่างอาชีพของบิดา มารดา (Between Parental Occupation)	๒๘.๕๐๓๕๖	๘	๓.๕๖๖๙๕	๐.๕๕
การปะทะภายในเพศ-ที่อยู่อาศัย (Interaction S x L)	๓๗.๓๐๖๔๓	๑	๓๗.๓๐๖๔๓	๒.๖๔
การปะทะภายในเพศ - อาชีพ บิดา - มารดา (Interaction S x P)	๓๗.๖๐๖๔๔	๘	๔.๗๐๖๖๕	๐.๖๓
การปะทะภายในที่อยู่อาศัย อาชีพบิดา - มารดา (Interaction L x P)	๑๑๘.๔๒๕๒๕	๘	๑๔.๗๖๕๓๑	๒.๐๓
เศษตกค้าง (Residuals)	๔๒๖๘.๑๒๐๑๐	๕๔๓	๗๘.๐๓๔๕๖	
รวมยอดใหญ่ (Grand Total)	๔๕๕๕.๑๘๗๓๕	๖๐๒		

ตาราง ๒๒. ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบ ตอนที่ ๓

เงื่อนไขหรือแหล่งกำเนิดของความแปรผัน (Source of Variation)	รวมยอดกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบน (Sum of Squares)	จำนวนเงื่อนไข (Degree of Freedom)	ความแปรปรวน (Variance)	อัตราส่วนของความแปรปรวน F-Ratios
ระหว่างเพศ (Between Sex)	๕๖.๐๔๔๒๓	๑	๕๖.๐๔๔๒๓	๓.๕๒
ระหว่างสถานที่อยู่อาศัย (Between Location)	๒๔๔.๕๔๔๓๐	๑	๒๔๔.๕๔๔๓๐	๑๕.๖๔
ระหว่างอาชีพของบิดามารดา (Between Parental Occupation)	๔๑.๐๓๑๖๐	๔	๑๐.๒๖๓๙๐	๐.๖๕
การปะทะภายในเพศ-ที่อยู่อาศัย (Interaction S x L)	๒๕.๓๐๓๔๓	๑	๒๕.๓๐๓๔๓	๑.๕๕
การปะทะภายในเพศ-อาชีพบิดามารดา (Interaction S x P)	๑๓๑.๕๕๐๑๐	๔	๓๒.๘๘๓๕๒	๒.๐๓
การปะทะภายในที่อยู่อาศัย-อาชีพบิดามารดา (Interaction L x P)	๔๓.๔๓๔๔๔	๔	๑๐.๘๕๕๕๕	๑.๓๑
เศษตกค้าง (Residuals)	๔๓๕๒.๒๕๔๒๒	๕๔๓	๘.๐๑๕๒๒	
รวมยอดใหญ่ (Grand Total)	๕๕๒๔.๖๖๕๒๑	๖๐๒		

ตาราง ๒๓. ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างจากแบบทดสอบ ตอนที่ ๔

เงื่อนไขหรือแหล่งกำเนิดของความแปรปรวน (Source of Variation)	รวมยอดกำลังสอง ของส่วนเบี่ยงเบน (Sums of Squares)	จำนวน เงื่อนไข Degree of Freedom	ความแปร ปรวน (Variance)	อัตราส่วน ของความ แปรปรวน F-Ratios
ระหว่างเพศ (Between Sex)	๒๓.๗๖๖๖๔	๑	๒๓.๗๖๖๖๔	๓.๖๑
ระหว่างสถานที่อยู่อาศัย (Between Location)	๓๐.๔๐๕๒๑	๑	๓๐.๔๐๕๒๑	๑.๗๕
ระหว่างอาชีพของบิดา มารดา (Between Parental Occupation)	๕๐.๓๐๖๓๒	๔	๑๒.๕๑๖๓๔	๑.๗๑
การปะทะภายในเพศ-ที่อยู่อาศัย (Interaction S x L)	๐.๐๔๑๗๐	๑	๐.๐๔๑๗๐	๐.๐๐๒
การปะทะภายในเพศ-อาชีพ บิดามารดา (Interaction S x P)	๗๔.๔๕๓๖๒	๔	๑๘.๖๑๔๑๐	๑.๐๖
การปะทะภายในที่อยู่อาศัย อาชีพบิดามารดา (Interaction L x P)	๒.๐๑๗๐๐	๔	๐.๕๐๔๒๕	๐.๐๔
เหลือตกค้าง (Residuals)	๑๐๓.๔๔.๐๖๖๗๔	๕๔๗	๑๗.๖๒๔๖๖	
รวมยอดใหญ่ (Grand Total)	๑๐๕๓.๐๑๑๒๗	๖๐๖		

ตาราง ๒๔. ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง จากคะแนนรวม

เงื่อนไขหรือแหล่งกำเนิดของความแปรผัน (Source of Variation)	รวมของค่ากำลังสอง ของส่วนเบี่ยงเบน (Sums of Squares)	จำนวน เงื่อนไข Degree of Freedom	ความแปร ปรวน (Variance)	อัตราส่วน ของความ แปรปรวน F-Ratios
ระหว่างเพศ (Between Sex)	๔๕๔.๒๗๐๕๐	๑	๔๕๔.๒๗๐๕๐	๓.๑๔
ระหว่างสถานที่อยู่อาศัย (Between Location)	๒๔๕๑.๔๔๕๐๕	๑	๒๔๕๑.๔๔๕๐๕	๑๗.๑๔
ระหว่างอาชีพของบิดา มารดา (Between Parental Occupation)	๓๔๔.๘๘๘๒๔	๔	๘๖.๒๒๒๐๖	๐.๖๐
การประทะภายในเพศ-ที่อยู่อาศัย (Interaction S x L)	๑๔๔.๓๒๔๓๗	๑	๑๔๔.๓๒๔๓๗	๑.๔๐
การประทะภายในเพศ-อาชีพ บิดามารดา (Interaction S x P)	๑๑๕๐.๖๘๑๔๔	๔	๒๘๗.๖๖๐๓๖	๑.๐๒
การประทะภายในที่อยู่อาศัย อาชีพบิดามารดา (Interaction L x P)	๘๔๕.๓๓๔๓๔	๔	๒๑๑.๓๓๕๘๔	๑.๕๔
เศษตกค้าง (Residuals)	๘๓๗๑๑.๓๑๓๔๑	๕๘๗	๑๔๒.๖๒๗๓๘	
รวมยอดใหญ่ (Grand Total)	๘๘๑๗๕.๐๔๘๓๕	๖๐๒		

บทที่ ๓

ผลของการค้นคว้า

ผู้เขียนขอเสนอผลการค้นคว้า แยกตามลักษณะของเครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

๑. ผลที่ได้จากค่ามัธยฐานเลขคณิต (Mean)
๒. ผลที่ได้จากค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)
๓. ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)
๔. ผลที่ได้จากค่าความยากง่ายของข้อทดสอบ (Proportions of

Correct Responses in the Total)

ผลที่ได้จากค่ามัธยฐานเลขคณิต (Mean)

จากการค้นคว้าพบว่า มัธยฐานเลขคณิตที่ได้จากแบบทดสอบตอนที่ ๑, ๒ และคะแนนรวมสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มเล็กน้อย ส่วนที่ได้จากแบบทดสอบตอนที่ ๓, ๔ ต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มเสียอีก ดังจะเห็นได้จากตาราง

ตาราง ๒๕. ค่ามัธยฐานเลขคณิต, คะแนนเต็ม, ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน, ความถี่ของผลต่างมาตรฐานของมัธยฐานเลขคณิตของแบบทดสอบแต่ละข้อ

แบบทดสอบ	มัธยฐานเลขคณิต $\bar{x}$	คะแนนเต็ม	ความเบี่ยงเบน มาตรฐานของคะแนน s_{ist}	ความถี่ของผลต่าง มาตรฐานของมัธยฐาน เลขคณิต (mean)
ตอนที่ ๑	๑๕.๕๐	๒๕	๓.๒๕	๐.๑๐
ตอนที่ ๒	๑๕.๕๖	๒๕	๓.๓๕	๐.๑๕
ตอนที่ ๓	๑๖.๓๔	๒๕	๔.๐๖	๐.๑๗
ตอนที่ ๔	๑๓.๒๗	๒๕	๔.๑๔	๐.๑๗
ทั้ง ๔ ตอน	๕๙.๐๐	๑๐๐	๑๖.๑๖	๐.๕๐

แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ของภาคศึกษา
หนึ่ง เฉลี่ยแล้วโดยประมาณครึ่งหนึ่งของแบบทดสอบ ที่ผู้เขียนสร้างขึ้นเท่านั้น เพราะไม่ว่า
จะดูตัวอย่างเช่นมากที่สุดก็ความ ๔๔.๓๒๕ ของมัธยฐานเลขคณิตที่คำนวณได้ จะมีค่าอยู่ระหว่าง
 $\bar{x} \pm 3 \text{ mean}$ ดังนี้

ตาราง ๒๒. พิสัยของมัธยิมเลขคณิตของแบบทดสอบแต่ละตอน และคะแนนเต็ม

แบบทดสอบ	พิสัยของมัธยิมเลขคณิต $\bar{X} \pm \text{mean}$	คะแนนเต็ม
ตอนที่ ๑	๑๕.๐๘ ถึง ๑๕.๘๒	๒๔
ตอนที่ ๒	๑๕.๕๑ ถึง ๑๖.๔๑	๒๔
ตอนที่ ๓	๑๑.๘๓ ถึง ๑๒.๘๕	๒๔
ตอนที่ ๔	๑๒.๓๖ ถึง ๑๓.๓๘	๒๔
ทั้ง ๔ ตอน	๕๖.๕๐ ถึง ๕๘.๕๐	๑๑๒

ทั้งนี้เพราะมัธยิมเลขคณิตของแบบทดสอบแต่ละตอนที่ได้อาจกลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ ที่นำมา ถ้านำมาแจกแจงจะพบว่า การกระจายของมันเป็นรูปโค้งปกติ (Normal Curve) ดังนั้นจึงพอจะสรุปได้ว่า มัธยิมเลขคณิตแท้จริง (True Mean) ของแบบทดสอบแต่ละตอนที่ได้อาจมวลประชากร ของภาคศึกษา ๑ จะมีค่าอยู่ระหว่างตัวเลขที่แสดงข้างบนแน่ เพราะมัธยิมเลขคณิตมีมากกว่า ๕๕ ใน ๑๐๐ ที่จะมีค่าอยู่ระหว่างนี้ ซึ่งหมายถึงว่าเฉลี่ยแล้ว เด็กมีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ประมาณครึ่งหนึ่งของเนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตรนั่นเอง เพราะแบบทดสอบที่ผู้เขียนสร้างขึ้นนี้ ได้ร่างคลุมเนื้อหาในหลักสูตรอยู่แล้ว

นอกจากนี้จะเห็นว่า เด็กจะมีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อันเนื่องมาจากการ ไรความสามารถในการจำและการนำไปใช้ มากกว่าความสามารถในการเข้าใจ และ ความมีเหตุผลเพียงเล็กน้อย

ผลที่ได้จากการสหสัมพันธ์ (Correlation)

๑. สหสัมพันธ์เชิงเดี่ยว (Simple Correlation)

จากการค้นคว้าพบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบแต่ละตอนดังกล่าว

ในบทที่ ๒ มีค่าไม่สูงและต่ำจนเกินไป คือมีพิสัย (Range) ตั้งแต่ ๐.๔๙ ถึง ๐.๕๔
ค่าสหสัมพันธ์นี้มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายถึงว่าแบบทดสอบแต่ละตอน มีองค์ประกอบ
รวมกันจริง แม้ว่าค่า r จะไม่สูงนักเพราะ

๑. ลักษณะของแบบทดสอบทั้ง ๔ ตอน ต่างวัดในสิ่งเดียวกันคือวัดผลสัมฤทธิ์ในการ
เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กที่จบชั้นประถมศึกษา ๔ (ชั้นเดียวกัน)

๒. จำนวนกลุ่มตัวอย่างมากพอที่จะป้องกันความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ได้

๓. แบบทดสอบแต่ละตอนมีความเชื่อถือได้ (Reliability) สูงคือมีพิสัย (Range)
ตั้งแต่ ๐.๔๔ - ๐.๕๒ ซึ่งนับว่าสูงพอสมควรสำหรับแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อเพียงตอนละ ๒๔ ข้อเท่านั้น

ฉะนั้นจึงแน่ใจได้ว่า ค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้นี้ เป็นเพราะแบบทดสอบแต่ละตอน
มีองค์ประกอบรวมกันจริง ไม่ใช่เพราะสาเหตุอื่น

จะเห็นว่า แบบทดสอบที่วัดเกี่ยวกับความจำ และการนำไปใช้ มีค่าสหสัมพันธ์ถึง
.๕๔ สูงกว่าค่าสหสัมพันธ์กลุ่มอื่น ๆ จึงน่าจะเชื่อได้ว่า ความสามารถทั้งสองอย่างนี้ มีองค์
ประกอบรวมกันมากกว่าความสามารถด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะความสามารถด้านการจำและ
ความมีเหตุผล ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์น้อยที่สุดเพียง .๔๙ แสดงว่า ถ้าเด็กจำวิทยาศาสตร์ได้ดี
ก็น่าจะนำไปใช้ได้ดีมากกว่าจะมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ดี

๒. สัมประสิทธิ์แห่งการถดถอย (Regression Coefficients)

พบว่าสัมประสิทธิ์แห่งการถดถอยของแบบทดสอบแต่ละตอนมีค่าไม่เท่ากัน

ดังนี้

ตาราง ๒๗. ค่าสัมประสิทธิ์แห่งการถดถอย ของแบบทดสอบ แต่ละตอน

แบบทดสอบ	สัมประสิทธิ์แห่งการถดถอย
ตอนที่ ๑ (วัดความจำ)	.๑๐๐๔
ตอนที่ ๒ (วัดการนำไปใช้)	.๓๔๖๔
ตอนที่ ๓ (วัดความเข้าใจ)	.๑๔๓๐
ตอนที่ ๔ (วัดเหตุผล)	.๓๗๔๖

แสดงว่า ความสามารถในการใช้เหตุผล มีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ มากที่สุด รองลงมาได้แก่ความสามารถในการนำไปใช้ ถัดไปเป็นความสามารถในการจำ สำหรับความสามารถในการ เข้าใจ มีความสำคัญน้อยที่สุด

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากแบบทดสอบแต่ละตอน อันเนื่องมาจาก แหล่งกำเนิดความแปรผันต่าง ๆ ดังนี้

๑. เพศ พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างเด็กชาย-หญิง อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ คือไม่ต่างกันจริง โดยเฉพาะเกี่ยวกับ แบบทดสอบตอนที่ ๒ ไม่ได้แตกต่างกันเลย เพราะอัตราส่วนของความแปรปรวนมีค่าไม่ถึง ๑ การที่มีนักเรียนเพศชายของข้อมูลสูงกว่าเด็กหญิงนั้น อาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน โดยบังเอิญเท่านั้น ไม่ใช่เนื่องมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งโดยแท้

ตาราง ๒๔. มัชฌิมเลขคณิตของข้อมูล เด็กชาย-หญิง ที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละตอน และ อัตราส่วนของความแปรปรวน (F - Ratios)

แบบทดสอบ	มัชฌิมเลขคณิตของเด็กชาย $\bar{X}_f$	มัชฌิมเลขคณิตของเด็กหญิง $\bar{X}_g$	อัตราส่วนของความแปรปรวน F - Ratios
ตอนที่ ๑	๑๕.๒๐	๑๕.๒๐	๒.๒๓
ตอนที่ ๒	๑๖.๐๑	๑๕.๕๑	๐.๑๐
ตอนที่ ๓	๑๒.๖๐	๑๑.๕๔	๓.๕๓
ตอนที่ ๔	๑๓.๕๕	๑๒.๔๔	๑.๖๓
ทั้ง ๔ ตอน	๕๓.๓๕	๕๕.๕๔	๓.๐๘
ความน่าจะเป็น	เมื่อ P เป็น ๐.๐๕, F (1:602) = 3.86 เมื่อ P เป็น ๐.๐๑ F (1:602) = 6.68		

จะเห็นว่า อัตราส่วนของความแปรปรวน (F - Ratios) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของข้อมูลของแบบทดสอบแต่ละตอน อันเนื่องมาจากความแตกต่างทางเพศ มีค่าไม่ถึง ๓.๕๖ (ค่าอัตราส่วนของความแปรปรวนในระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕) โดยแนบแต่ค่าเกือบ จึงตัดสินใจไม่ได้ว่า เด็กชายจะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าเด็กหญิงหรือไม่ เพียงแต่คาดคะเน

ได้ว่าเด็กชายมีแนวโน้มที่จะดีกว่าเท่านั้น เพราะมัธยัมเลขคณิตของข้อมูลของเด็กชายสูงกว่าของเด็กหญิงทุกค่า โดยเฉพาะจากแบบทดสอบตอนที่ ๑ และ ๔ สูงกว่ากันมาก และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวนก็เท่ากับ ๓.๔๑ และ ๓.๖๓ เกือบถึง ๓.๔๖ แสดงว่ามีแนวโน้มอย่างมากที่เด็กชายจะเรียนได้ดีกว่าเด็กหญิง

จะเห็นว่าผลการค้นคว้าไม่เหมือนกับการค้นคว้าที่แล้ว ๆ มา เพราะส่วนมากพบว่ามีความแตกต่างระหว่างเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งนั้น คือเด็กชายมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กหญิงอย่างเช็ดือใด เช่นการค้นคว้าของ

ก. เบราน์^๒ ซึ่งทำเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ (๑๔๕๑ คน) ปีที่ ๔ (๒๔๐๑ คน) ในมลรัฐคาลิฟอร์เนีย

ข. ไมเคิล^๓ ซึ่งทำเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓, ๔, ๕ ชั้นละ ๑๔ คน ในนครนิวยอร์ก

ค. โอเวนส์^๔ เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ต้องใช้ความสามารถในการจำ และความสามารถในการนำไปใช้ เขาทำกับนักเคมี ๑๑๖ คน และนักชีววิทยาอีก ๑๐๔ คน ซึ่งมีสติปัญญาและอายุต่าง ๆ กัน

๒ Brown, Stanley B., "Science Information and Attitudes Possessed by Selected Elementary School Pupils, Science Education 39: 57-59, February, 1955

๓ Michael, Adragua C., "Prediction of Achievement in Junior High School General Science," Science Education

๔ Owens, J. Harold, "The Ability to Recognize and Apply Scientific Principles in New Situations : An Experimental Investigation in High School Biology and Chemistry," Science Education 35: 207-213, October, 1951

ง. เกลื่อนี้^๕ เกี่ยวกับความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กชั้นประถมปีที่ ๖

๒. อายุ พบว่ามัธยเลขคณิตของข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละคอนของกลุ่มเด็กที่มีอายุต่ำกว่ากลุ่มเด็กที่มีอายุสูงเพียงเล็กน้อย ไม่พอจะวินิจฉัยได้ว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้จากค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน ที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบแต่ละคอน ต่ำกว่า ๓.๘๖ (ค่าอัตราส่วนของความแปรปรวนในระดัความเชื่อมั่น ๐.๐๕) จึงเชื่อมั่นว่า ไม่ต่างกันจริง เช่นเดียวกับเรื่องเพศ

ตาราง ๒๔. มัธยเลขคณิตของข้อมูล ของเด็กที่มีอายุสูง-ต่ำ ที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละคอน และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - Ratios)

แบบทดสอบ	มัธยเลขคณิตของเด็กที่มีอายุสูง ($\bar{X}_H$)	มัธยเลขคณิตของเด็กที่มีอายุต่ำ ($\bar{X}_L$)	อัตราส่วนของความแปรปรวน (F - Ratio)
คอนที่ ๑	๑๕.๓๔	๑๕.๕๒	๐.๔๔
คอนที่ ๒	๑๕.๔๔	๑๖.๐๔	๐.๒๕
คอนที่ ๓	๑๒.๑๓	๑๒.๕๕	๑.๖๔
คอนที่ ๔	๑๓.๒๖	๑๓.๓๑	๐.๐๗
ทั้ง ๔ คอน	๕๖.๒๓	๕๗.๓๗	๐.๕๖
ความน่าจะเป็น	เมื่อ $P = 0.05$ $F (1:602) = 3.86$		
	เมื่อ $P = 0.01$ $F (1:602) = 6.68$		

^๕ Kerney, Ruth A., "Science Concepts of Sixth Graders," Science Education 38 : 30, February, 1954

จากการวางจะเห็นว่า ค่าอัตราส่วนความแปรปรวนต่ำมาก (ไม่ถึง ๑) แสดงว่า ไม่มีแนวโน้มที่จะต่างกันเลย ไม่เหมือนในเรื่องเพศ ซึ่งคำนวณได้ค่าอัตราส่วนความแปรปรวนสูงเกือบถึง ๓.๔๖ (ค่าอัตราส่วนของความแปรปรวนในระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕)

ผู้เขียนไม่พบการค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องนี้โดยตรง ของเมอร์น^๖ ที่ทำการค้นคว้าในเรื่องผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น เป็นเด็กคนละชั้น คือเด็กชั้นประถม ๕ กับชั้นประถมปีที่ ๔ จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

๓. สถานที่อยู่อาศัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมปีที่ ๔ ของเด็กในเมืองสูงกว่าเด็กชนบท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูง ยกเว้นที่ได้จากแบบทดสอบตอนที่ ๔ วิเคราะห์ผลเท่านั้น ที่แตกต่างกันเล็กน้อยไม่มีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตาราง ตาราง ๓๐. มีชนิดและชนิดของข้อมูลของเด็กในเมือง - ชนบท ที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละตอน และค่าอัตราส่วนความแปรปรวน (F - Ratio)

แบบทดสอบ	มัธยมศึกษาของเด็ก ในเมือง $\bar{X}_u$	มัธยมศึกษาของเด็ก ชนบท $\bar{X}_r$	อัตราส่วนของความ แปรปรวน F - Ratios
ตอนที่ ๑	๑๕.๖๔	๑๔.๗๑	๒๓.๗๗
ตอนที่ ๒	๑๖.๓๕	๑๕.๔๗	๔.๑๒
ตอนที่ ๓	๑๒.๘๑	๑๑.๖๒	๑๕.๖๔
ตอนที่ ๔	๑๓.๔๗	๑๓.๐๑	๑.๗๕
ทั้ง ๔ ตอน	๕๔.๗๖	๕๔.๗๒	๑๗.๑๔
ความน่าจะเป็น เมื่อ P = 0.05 F (1:602) = 3.86 เมื่อ P = 0.01 F (1:602) = 6.68			

จะเห็นว่าค่าอัตราส่วนของความแปรปรวนที่ได้จากการคำนวณสูงกว่า ๖.๖๔ ซึ่ง
เป็นค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน ในระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ (ยกเว้นผลที่ได้จาก
แบบทดสอบตอนที่ ๔ ดังกล่าวแล้ว) แสดงว่า โอกาสที่เด็กในเมืองจะไม่ได้คะแนนสูงกว่า
เด็กชนบท (ตามที่แสดงในตารางข้างบนนี้) มีน้อยกว่า ๑ ครั้งใน ๑๐๐ ครั้ง โอกาสเช่นนี้
ถือว่า เกิดจากความคลื่อนคลาตโดยบังเอิญมากกว่าที่จะเนื่องจากเหตุใดเหตุหนึ่ง เพราะ
มีมากกว่า ๔๔ ครั้งใน ๑๐๐ ครั้ง ที่มีสมมติฐานของข้อมูลของเด็กในเมืองจะสูงกว่าเด็กชนบท
(ตามตารางข้างบน) ซึ่งโอกาสดังนี้ ย่อมจะไม่เกิดจากความคลื่อนคลาตโดยบังเอิญแน่
หากแต่เกิดเนื่องจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งโดยแท้ ฉะนั้นจึงเชื่อว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ของชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ซึ่งต้องใช้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ เด็กในเมือง
จะดีกว่าเด็กชนบทอย่างเรื่อถือได้

การค้นคว้านี้ ได้ผลตรงข้ามกับการค้นคว้าของเบราน์^๓ ซึ่งทำเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์
ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชนบทชั้นปีที่ ๕ (๑๔๕๐ คน) และชั้นประถมศึกษา
(๒๔๐๐ คน) ในแคลิฟอร์เนีย พบว่า เด็กชนบทมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
สูงกว่าเด็กในเมือง หรือเด็กชานเมืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๔. อาชีพของบิดา มารดา พบว่าเด็กที่มีความร่ำรวยประกอบอาชีพต่างกัน ไม่เป็น
เหตุทำให้เด็กเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้จากค่า
อัตราส่วนของความแปรปรวนที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบแต่ละตอน มีค่าต่ำกว่า ๒.๑๔
(ค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน ในระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕) จึงเชื่อแน่ว่าความต่างกันจริง
ดังตาราง

๓ Ibid.

ตาราง ๓๑. มีชัยเลขคี่ของข้อมูลของเด็กแยกตามอาชีพบิดาและค่าอัตราส่วน
ของความแปรปรวน (F - Ratio)

แบบทดสอบ	มีชัยเลขคี่ของเด็กร หรือแม่อาชีพเกษตร $\bar{X}_a$	มีชัยเลขคี่ของเด็กร หรือแม่อาชีพค้าขาย $\bar{X}_b$	มีชัยเลขคี่ของเด็กร หรือแม่อาชีพธุรกิจ $\bar{X}_b$	มีชัยเลขคี่ของเด็กร หรือแม่อาชีพช่างยนต์ $\bar{X}_c$	มีชัยเลขคี่ของเด็กร หรือแม่อาชีพบริการ $\bar{X}_d$	อัตราส่วนของความ แปรปรวน F-Ratio
ตอนที่ ๑	๑๔.๕๓	๑๕.๓๓	๑๕.๓๕	๑๕.๕๔	๑๕.๖๔	๒.๑๔
ตอนที่ ๒	๑๖.๐๐	๑๖.๒๓	๑๕.๗๐	๑๕.๕๒	๑๖.๓๓	๐.๔๔
ตอนที่ ๓	๑๒.๑๔	๑๒.๐๖	๑๒.๕๔	๑๒.๖๐	๑๑.๔๒	๐.๖๓
ตอนที่ ๔	๑๑.๑๑	๑๓.๑๐	๑๓.๐๖	๑๓.๓๔	๑๓.๒๐	๐.๓๒
ทั้ง ๔ ตอน	๕๖.๒๖	๕๖.๗๐	๕๖.๗๓	๕๔.๒๔	๕๖.๔๑	๐.๕๔
ความน่าจะเป็น	เมื่อ $P = 0.05$ F (๔: ๖๐๒) ๒.๓๔ ^๔ เมื่อ $P = 0.01$ F (๔: ๖๐๒) ๓.๓๖					

จะเห็นว่าค่าอัตราส่วนของความแปรปรวนที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบแต่ละตอน (ยกเว้นตอนที่ ๑) มีค่าน้อยกว่า ๑ จึงเชื่อมั่นได้ว่า ไม่มีแนวโน้มที่จะต่างกันโดย เฉพาะตัว
กันในเรื่องอายุ มีเพียงที่ได้จากแบบทดสอบตอนที่ ๑ เท่านั้น ที่มีค่าสูงเกือบเท่าที่เบี่ยงเบนได้จาก
ตารางในระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕ แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะต่างกันอยู่ในคู่ใดคู่หนึ่ง

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อันเนื่องมาจากอาชีพของบิดามารดา ผู้เขียนไม่พบว่ามีใครทำมาก่อนเลย มีแต่การค้นคว้าของเทอร์เนย์^๔ ซึ่งนับว่าใกล้เคียง คือเขาทำการค้นคว้าเกี่ยวกับความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กชั้นประถมปีที่ ๖ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เกี่ยวกับความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์อันเนื่องมาจากความแตกต่างของฐานะทางเศรษฐกิจ และสังคมของบิดามารดา

๕. จากการค้นคว้าพบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กที่จบชั้น ประถมปีที่ ๔ แล้วนั้นไม่มีความแตกต่างอันเนื่องมาจากการปะทะภายใน (Interaction) ของแหล่งกำเนิดความแปรผันใด ๆ เลย จะเห็นได้จากมีระดับเลขคณิตของแต่ละกลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกันมาก และอัตราส่วนของความแปรปรวนที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของของมูล ของแบบทดสอบทุกตอน อันเนื่องจากแหล่งกำเนิดความแปรผันต่าง ๆ มีค่าต่ำกว่า ๓.๓๖ (ค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน ในระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕) จึงเชื่อมั่นได้ว่า ไม่แตกต่างกันจริง ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

^๔ Kernoy, Ruth A., loc. cit.

ตาราง ๓๒. มัชฌิมเลขคณิตของข้อมูลของเด็ก แยกตามเพศ - อายุ และค่าอัตราส่วน
ของความแปรปรวน (F-Ratios)

แบบทดสอบ	มัธยม เลขคณิต $\bar{X}$	อายุสูง	อายุต่ำ	อัตราส่วนของ ความแปรปรวน
ตอนที่ ๑	เด็กชาย	๑๕.๕๖	๑๕.๗๗	๐.๑๔
	เด็กหญิง	๑๕.๑๓	๑๕.๒๔	
ตอนที่ ๒	เด็กชาย	๑๕.๔๕	๑๖.๒๐	๐.๕๖
	เด็กหญิง	๑๕.๔๕	๑๕.๔๗	
ตอนที่ ๓	เด็กชาย	๑๒.๒๔	๑๒.๔๗	๐.๓๔
	เด็กหญิง	๑๑.๔๓	๑๒.๐๔	
ตอนที่ ๔	เด็กชาย	๑๓.๓๗	๑๓.๗๖	๐.๕๖
	เด็กหญิง	๑๒.๕๖	๑๒.๔๓	
ทั้ง ๔ ตอน	เด็กชาย	๕๖.๕๖	๕๔.๖๔	๐.๕๔
	เด็กหญิง	๕๖.๐๒	๕๕.๕๖	
ความน่าจะเป็น				
เมื่อ $P = 0.05$, $F (9: 60) = 3.๔๖$				
เมื่อ $P = 0.01$, $F (9: 60) = 5.๖๔$				

ตาราง ๓๓. มัธยิมเลขคณิตของข้อมูลของเด็กแยกตามสถานที่อยู่อาศัย - เพศ และค่าอัตราส่วน
ของความแปรปรวน (F - Ratio)

แบบทดสอบ	มัธยิมเลขคณิต $\bar{x}$	ในเมือง	ชนบท	อัตราส่วนของ ความแปรปรวน
ตอนที่ ๑	เด็กชาย	๑๖.๒๔	๑๔.๗๖	๑.๑๔
	เด็กหญิง	๑๕.๖๐	๑๔.๖๔	
ตอนที่ ๒	เด็กชาย	๑๖.๖๐	๑๕.๓๔	๒.๖๔
	เด็กหญิง	๑๖.๐๓	๑๕.๙๔	
ตอนที่ ๓	เด็กชาย	๑๓.๓๖	๑๑.๖๔	๑.๕๔
	เด็กหญิง	๑๒.๓๓	๑๑.๕๐	
ตอนที่ ๔	เด็กชาย	๑๓.๙๕	๑๓.๒๔	๐.๐๐๒
	เด็กหญิง	๑๓.๑๐	๑๒.๖๐	
ทั้ง ๔ ตอน	เด็กชาย	๒๐.๐๕	๕๔.๔๕	๑.๕๐
	เด็กหญิง	๕๙.๑๔	๕๔.๓๔	
ความน่าจะเป็น		เมื่อ $P = ๐.๐๕$, $F (๑: ๖๐๒) = ๓.๘๖$		
		เมื่อ $P = ๐.๐๑$, $F (๑: ๖๐๒) = ๖.๖๔$		

ตาราง ๓๔. มัธยิมเลขคณิตของข้อมูลของเด็ก แยกตามอายุ - อาชีพบิดา มารดา และ
ค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - Ratio)

แบบทดสอบ	มัธยิมเลขคณิต $\bar{x}$	อาชีพ	อาชีพ	อาชีพ	อาชีพ	อาชีพ	อัตราส่วน ของความ แปรปรวน
ตอนที่ ๑	อายุสูง	๑๔.๔๔	๑๔.๔๒	๑๔.๖๐	๑๔.๔๖	๑๔.๔๖	๑.๓๓
	อายุต่ำ	๑๔.๕๖	๑๔.๕๓	๑๔.๑๓	๑๖.๐๓	๑๔.๔๐	
ตอนที่ ๒	อายุสูง	๑๔.๓๓	๑๔.๔๔	๑๔.๔๓	๑๔.๓๔	๑๖.๖๔	๑.๑๔
	อายุต่ำ	๑๖.๓๐	๑๖.๖๓	๑๔.๔๖	๑๖.๐๖	๑๖.๐๕	
ตอนที่ ๓	อายุสูง	๑๑.๕๔	๑๖.๖๔	๑๖.๕๔	๑๖.๓๔	๑๖.๖๔	๑.๖๔
	อายุต่ำ	๑๓.๐๓	๑๑.๕๔	๑๖.๖๔	๑๖.๔๕	๑๑.๖๐	
ตอนที่ ๔	อายุสูง	๑๖.๖๓	๑๖.๓๔	๑๓.๓๓	๑๔.๐๔	๑๓.๐๔	๑.๒๖
	อายุต่ำ	๑๓.๓๔	๑๓.๓๓	๑๖.๓๔	๑๓.๔๓	๑๓.๓๐	
ทั้ง ๔ ตอน	อายุสูง	๕๔.๕๔	๕๔.๖๔	๕๓.๕๓	๕๔.๑๔	๕๓.๕๖	๑.๔๖
	อายุต่ำ	๕๔.๖๔	๕๓.๕๔	๕๖.๖๐	๕๔.๔๐	๕๖.๐๔	
ความน่าจะเป็น		เมื่อ $p = 0.05, F (4; 60) = 2.๓๔$					
		เมื่อ $p = 0.01, F (4; 60) = 3.๓๖$					

ตาราง ๓๖. มัธยิมเลขคณิตของข้อมูลของเค็ก แยกตามสถานที่อยู่อาศัย อาชีพเพศ มารดา และค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F - Ratio)

แบบทดสอบ	มัธยิมเลขคณิต $\bar{x}$	อาชีพ เกษตรกร	อาชีพ ใช้วิชาชีพ	อาชีพ ธุรกิจ	อาชีพ ช่างผลิต	อาชีพ บริการ	อัตราส่วน ของความ แปรปรวน
ตอนที่ ๑	ในเมือง	๑๖.๒๓	๑๕.๑๔	๑๕.๖๔	๑๖.๔๓	๑๖.๐๓	๑.๙๕
	ชนบท	๑๔.๓๓	๑๕.๖๓	๑๔.๓๑	๑๔.๖๔	๑๕.๑๒	
ตอนที่ ๒	ในเมือง	๑๓.๖๕	๑๕.๔๔	๑๕.๔๕	๑๖.๒๒	๑๖.๙๔	๒.๐๓
	ชนบท	๑๕.๒๔	๑๖.๕๖	๑๕.๔๓	๑๕.๐๐	๑๕.๙๖	
ตอนที่ ๓	ในเมือง	๑๓.๓๓	๑๑.๔๔	๑๓.๑๓	๑๒.๕๓	๑๒.๑๒	๑.๓๑
	ชนบท	๑๑.๕๒	๑๒.๒๒	๑๑.๕๕	๑๑.๕๐	๑๑.๖๔	
ตอนที่ ๔	ในเมือง	๑๓.๖๓	๑๓.๑๔	๑๓.๑๓	๑๓.๔๔	๑๓.๓๔	๐.๐๔
	ชนบท	๑๒.๔๔	๑๒.๕๖	๑๒.๕๓	๑๓.๕๔	๑๒.๕๓	
ทั้ง ๔ ตอน	ในเมือง	๑๑.๔๔	๕๖.๑๓	๕๓.๕๖	๕๔.๕๖	๕๔.๓๑	๑.๔๔
	ชนบท	๕๔.๐๔	๕๓.๕๑	๕๔.๔๕	๕๔.๓๔	๕๕.๖๔	
ความน่าจะเป็น		เมื่อ $p = 0.05$, $F (4; 60) = 2.36$					
		เมื่อ $p = 0.01$, $F (4; 60) = 3.36$					

ผลที่ได้จากค่าความยากง่าย (๒) ของแบบทดสอบ

๑. ผลที่ได้จากกลุ่มข้อทดสอบที่ง่าย

ข้อทดสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ ๐.๗๕ (เด็กตอบถูก ๗๕ เปอร์เซ็นต์) ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อทดสอบที่ง่าย ผู้เขียนได้พยายามพิจารณาข้อทดสอบเหล่านี้ทุกข้อ ผลปรากฏว่าส่วนมากมักเป็นคำถามเกี่ยวกับ

ก. สิ่งของเด็กเคยมีประสบการณ์มาก่อน อยู่ใกล้ตัวเด็ก และมีความสัมพันธ์ต่อชีวิตประจำวันอยู่เสมอ เช่นถามว่า พืชไร่นานไหนมีคเณศวรดำต้น หรือถ้ามาน้ำเกลือมอช ๆ จะทำให้เป็นอย่างไรร ?

ข. สิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สามารถมองเห็นและจับต้องได้ เช่นถามว่า สิ่งไหนที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากดิน หรืออย่างไหนที่เป็นเชื้อเพลิงที่ติดไฟง่ายที่สุด

ค. เรื่องสัตว์และพืช (ยกเว้นที่เกี่ยวข้องกับเห็ดขมิ้น) เช่นถามว่า สัตว์ประเภทไหนที่ออกลูกเป็นตัว และถ้าจะปลูกข้าวนี้ก็เปรียบเทียบกับจะปลูกในฤดูไหน ?

ง. สิ่งที่ต้องใช้ความสามารถเกี่ยวกับความจำและการนำไปใช้ เช่นถามว่า วิธีการที่น้ำกลายเปลี่ยนเป็นไอเรียกว่าอะไร ? และจะต้องทำอย่างไรกับเศษขยะ เชื้อโรคจึงจะไม่แพร่หลาย

จ. ข้อทดสอบที่มีรูปภาพประกอบ

๒. ผลที่ได้จากกลุ่มข้อทดสอบที่ยาก

ข้อทดสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ ๐.๓๕ (เด็กตอบถูก ๓๕ เปอร์เซ็นต์) ลงมา ถือว่าเป็นข้อทดสอบที่ยาก จากการพิจารณาข้อทดสอบเหล่านี้ ผู้เขียนพบว่า

ก. เป็นสิ่งที่อยู่ห่างไกลตัวเด็ก ซึ่งเด็กไม่เคยเห็น เป็นแค่เพียงเคยเรียนรู้จากครูและหนังสือ เช่นถามว่า ปุ๋ยซิเมนต์ทำจากอะไร ? หรือสินแร่เหล็กหมายถึงอะไร ?

ข. สิ่งที่เป็นนามธรรม (Abstract) ไม่มีตัวตน จับต้องไม่ได้ ไม่สามารถมองเห็นลักษณะได้ เพียงแต่เคยเรียนรู้จากครูสอน และหนังสือ เช่นถามว่า

ดวงจันทร์หมุนรอบโลกกินเวลาประมาณเท่าไร ? หรือในสุริยจักรวาลมีดาวทั้งหมดกี่ดวง

ค. สิ่งที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Principle) เช่นถามว่า ฟิชและสัตว์ต่างกันในคานโทน เป็นคัน ข้อทดสอบแบบนี้ถ้าเหตุผลเขาควย เด็กก็จะทำไม่ได้ เช่นถามว่า เพราะเหตุใดสิ่งต่าง ๆ ในโลกจึงเน่าเปื่อยกลายเป็นดิน ผลการค้นคว้านี้ไปตรงกับของเวปป์ ๑๐ และฮิลแมน ๑๑

เวปป์ ได้ศึกษาถึงความสามารถของเด็กเกี่ยวกับความเข้าใจในวิชา วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำไปใช้ เขาพบว่า หลักความจริงเกี่ยวกับวิชา วิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ยากเกินความเข้าใจของเด็กประถมปีที่ ๕ หรือต่ำกว่านี้

ฮิลแมน ได้ทำการทดสอบต่างจากเวปป์ แต่ผลสุดท้ายก็สรุปคล้าย ๆ กัน คือ ถ้าวิชาศึกษานั้นเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Principle) จึงต้องอาศัยการตีความหมายแล้ว เด็กชั้นประถมปีที่ ๖ หรือต่ำกว่านี้ไม่สามารถเรียนได้

ง. สิ่งที่ยับยั้งเป็นปัญหาที่ถกเถียงกัน เช่นถามว่า จากเวลา เขาไปถึงเย็น ลักษณะของเงาไม่จะเป็นอย่างไร ? เด็กจะต้องแบ่งคิดสองตอน คือตั้งแต่ เขาดังเที่ยงตอนหนึ่ง และจากเที่ยงถึงเย็นอีกตอนหนึ่ง จึงจะสามารถตอบได้ว่า จะมีลักษณะ ใด

จ. ความสามารถในการใช้ความคิดและเหตุผล เช่นถามว่า เพราะเหตุใดเวลาเคียวแกลงนาน ๆ แกลงจืดจาง หรือเหตุใดลำธารในป่าจึงมีน้ำจืดตลอดปี

๑๐ Webb, Hanar A., "General Science instruction in the Grades": Contributions to Education No. 4, Nashville, Tennessee : George Peabody College for Teachers, 1921, Part II

๑๑ Hillman, James Elgan, "Some Aspects of Science in the Elementary Schools" Contributions to Education No. 14, Nashville, Tennessee : George Peabody College for Teacher, 1924, Part II

๑. สิ่งที่ต้องใช้ความเข้าใจ โดยเฉพาะเกี่ยวกับข้อความที่เขียนขึ้น
และไม่มีรูปภาพประกอบ เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ

(ตัวอย่างของข้อทดสอบทั้งสองกรณี ได้แสดงไว้ในภาคผนวก จ.)

๑. ผลที่ได้จากการแบ่งข้อทดสอบแต่ละข้อ ออกเป็นวิทยาศาสตร์ ชีวภาพและ
วิทยาศาสตร์กายภาพ

จากการแบ่งดังกล่าวข้างต้น พบว่า ค่าเฉลี่ยของความยากง่าย ของแบบทดสอบ
ในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากันดังนี้

ตาราง ๓๓. ค่าความยากง่ายของข้อทดสอบแต่ละข้อที่แบ่งเป็นวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และ
วิทยาศาสตร์กายภาพ

แบบทดสอบ ที่เกี่ยวข้อง	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological Science)			วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Science)		
	% รวมของ ความยากง่าย	จำนวนข้อ	% เฉลี่ยของ ความยากง่าย	% รวมของ ความยากง่าย	จำนวนข้อ	% เฉลี่ยของ ความยากง่าย
ความจำ	๘๘๔	๑๔	๖๔	๘๒๔	๑๔	๕๘
การนำไปใช้	๕๓๔	๑๔	๕๔	๕๓๗	๑๐	๕๔
ความเข้าใจ	๕๕๒	๘	๖๖	๕๒๔	๑๔	๔๔
ความมีเหตุผล	๖๓๔	๑๓	๕๒	๓๗๔	๑๕	๕๖

จากตัวเลขในการวางจะเห็นว่า วิทยาศาสตร์กายภาพที่ต้องใช้ความเข้าใจ เป็นเรื่องที่ยากที่สุด รองลงมาได้แก่วิทยาศาสตร์ชีวะภาพและกายภาพที่ต้องใช้เหตุผล และเรื่องที่ง่ายที่สุดคือ วิทยาศาสตร์ชีวะภาพที่ต้องใช้ความสามารถในการเข้าใจ และจำ

๔. ผลที่ได้จากค่าเฉลี่ยความยากง่ายของข้อทดสอบแต่ละเรื่องที่แบ่งตามเนื้อหา
ในหลักสูตร

พบว่า แต่ละเรื่องมีความยากง่ายปานกลาง จะเห็นจากค่าเฉลี่ยความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบแต่ละเรื่องไม่สูง ไม่ต่ำจนเกินไป คือมี Range ตั้งแต่ ๔๔-๖๔ เปอร์เซนต์ดังนี้



ตาราง ๔๔. ค่าความยากง่าย (P) ของข้อทดสอบแต่ละเรื่องที่แบ่งตามเนื้อหาในหลักสูตร

เลขที่	เรื่อง	ผลรวมของ ความยากง่าย	จำนวน ข้อ	เฉลี่ย ความยากง่าย
๑	คุณและโทษของสัตว์	๔๑๔	๑๒	๖๔
๒	จุดเริ่มต้น	๓๑๓	๕	๒๓
๓	แนวธรรมชาติ, ประโยชน์ที่ได้จาก แรงโน้มถ่วง	๒๕๓	๔	๖๓
๔	ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากดิน	๔๘๖	๔	๖๐
๕	สิ่งมีชีวิต, หิน และ ดิน	๔๔๐	๑๕	๕๕
๖	ประโยชน์ที่ได้จากพืช	๔๑๐	๕	๕๕
๗	ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากทะเล	๒๕๐	๕	๕๔
๘	การเลี้ยงสัตว์	๒๖๔	๕	๕๕
๙	ทรัพยากรทางธรรมชาติ	๓๒๖	๖	๕๔
๑๐	การเพาะปลูก	๒๖๖	๑๒	๕๖
๑๑	ลมฟ้าอากาศ	๓๑๐	๖	๕๖
๑๒	การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ	๔๖๔	๔	๕๖
๑๓	เทอร์มอมิเตอร์และอุณหภูมิต	๔๑๕	๔	๕๖
๑๔	การถลุง, การระเหย	๕๒๔	๑๐	๕๔

แสดงว่าในแต่ละเรื่องมีเด็กทำถูกเฉลี่ยแล้วประมาณ ๔๔ ถึง ๖๔ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นจำนวนไม่มากไม่น้อยเกินไป จึงอาจจะสรุปได้ว่า เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่วางไว้ในหลักสูตร ประโยชน์ประเพณีศึกษาตอนต้น ชุดครั้งที่ ๒๕๐๐ เฉลี่ยแล้ว ทุกเรื่องมีความยากง่ายปานกลาง

การค้นคว้าเรื่องนี้ ได้สอดคล้องกับการค้นคว้าของคุณจิตรา สังข์สะอาด^{๑๒} ซึ่งศึกษาจากความคิดเห็น ของครูประจำชั้นประถมศึกษา ๔ ในเขตภาคศึกษา ๑ จำนวน ๒๔ คน พบว่า ส่วนมากมีความเห็นว่า เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่วางไว้ในหลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช ๒๕๐๓ นั้น มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของเด็กที่จะเรียนในชั้นนี้



๑๒ จิตรา สังข์สะอาด "ความคิดเห็นของครูประจำชั้นประถมศึกษา ๔ เกี่ยวกับหลักสูตร วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ๔" วิทยานิพนธ์ชั้นมหาบัณฑิต หน้า ๗๓ - ๘๔

บทที่ ๔

บทย่อ

สมมติฐานและจุดมุ่งหมาย

" เด็กที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ของภาคศึกษา ๑ จะมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ครบตามเนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตรเท่าเทียมกัน และความสามารถในการจำ ความเข้าใจ ความมีเหตุผล การนำไปใช้ จะมีความสำคัญเท่า ๆ กัน ทอผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชานี้ "

การศึกษาเรื่องนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ

๑. ศึกษาว่า เด็กที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ของภาคศึกษา ๑ จะมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงไร ครบตามเนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตรหรือไม่
๒. ศึกษาว่า จะมีความสัมพันธ์อย่างไรบ้าง ระหว่างความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ต้องรู้ความจำ ความเข้าใจ ความมีเหตุผล การนำไปใช้ และความสามารถที่จะกล่าว จะมีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชานี้มากน้อยเพียงไร
๓. ศึกษาว่า จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ในเรื่องผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ภาคศึกษา ๑ อันเนื่องมาจากความแตกต่างทาง

- ก. เพศ
- ข. อายุ
- ค. สถานที่อยู่อาศัย
- ง. อาชีพบิดา มารดา

๔. ศึกษาว่า เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ที่วางไว้ในหลักสูตร ประโยคประเด็นศึกษาตอนต้นปี ๒๕๐๑ มีเรื่องใดบ้างที่ยาก หรือง่ายเกินไปสำหรับเด็กชั้นนี้

และเนื้อหาในแต่ละเรื่อง เหมาะสมกับความสามารถของเด็กหรือไม่

กลุ่มตัวอย่าง

ผู้เขียนได้เลือกกลุ่มตัวอย่างจากเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ในโรงเรียนประถมศึกษา และ
เทศบาล ซึ่งมีชั้นเรียนตั้งแต่ชั้นปีที่ ๑ จนถึงชั้นปีที่ ๕ หรือสูงกว่านี้ในภาคศึกษา ๑
ของประเทศไทย รวมทั้งหก ๑๒ โรงเรียน เป็นโรงเรียนในเมือง ๕ โรงเรียนชนบท ๗ โรงเรียน
รวมนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ๒๐๐ คน ในจำนวนนี้เป็นชาย ๓๔๔ คน หญิง ๒๕๔ คน อายุสูง
๒๔๗ คน อายุต่ำ ๓๐๖ คน ในเมือง ๓๐๔ คน ชนบท ๒๖๔ คน บิดามารดามีอาชีพเกษตร
๑๖๐ คน บิดามารดามีอาชีพที่ใช้วิชาชีพ ๒๓ คน บิดามารดามีอาชีพธุรกิจ ๑๖๐ คน บิดา
มารดามีอาชีพว่างเปล่า ๑๔๔ คน บิดามารดามีอาชีพบริการและอื่น ๆ ๗๖ คน

วิธีดำเนินการ

๑. การสร้างแบบทดสอบ คำสั่งชี้แจง และแบบสอบถามส่วนบุคคล

ก. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็ก
ที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โดยการวิเคราะห์เนื้อหาจากหลักสูตร ประมวลการสอน และหนังสือ
วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ อีก ๕ เล่ม ซึ่งเป็นหนังสือที่ใหม่ที่สุดในเวลานั้น เขียนโดยอาศัย
หลักเกณฑ์ จากหนังสือการวัดผล ๖ เล่ม ตัวอย่างแบบทดสอบมาตรฐาน ในวิชาวิทยาศาสตร์
อีก ๔ เล่ม เมื่อเขียนเสร็จได้ข้อทดสอบ ๑๔๐ ข้อ แบ่งเป็น ๔ ตอน ตอนที่ ๑ วัดความ
สามารถเกี่ยวกับการจำ (๔๕ ข้อ) ตอนที่ ๒ วัดความสามารถเกี่ยวกับความเข้าใจ (๔๕ ข้อ)
ตอนที่ ๓ วัดความสามารถเกี่ยวกับความมีเหตุผล (๔๕ ข้อ) ตอนที่ ๔ วัดความสามารถเกี่ยวกับ
การนำไปใช้ (๔๕ ข้อ)

ข. สร้างคำสั่งชี้แจง เนื่องจากต้องอาศัยผู้ทดสอบหลายคน จึงต้อง
เขียนคำสั่งชี้แจง อธิบายการใช้แบบทดสอบอย่างละเอียด

ค. สร้างแบบสอบถามส่วนบุคคล เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลบางอย่าง

เกี่ยวกับเด็ก เช่น ในเรื่องอายุ อาชีพของบิดามารดา ชั้นที่อยูอาศัย ผู้ถามจึงได้สร้างแบบสอบถามขึ้น

๒. การทดสอบก่อน

นำแบบทดสอบ คำสั่งชี้แจง และแบบสอบถามส่วนบุคคลไปทดลองใช้ ในโรงเรียนเทศบาล และ ประชาบาลที่อยู่ใกล้เคียงอีก ๒ โรงเรียน ซึ่งมีนักเรียนที่เรียนในชั้น ประถมปีที่ ๕ อยู่ ๔๕๐ คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าของทดสอบแต่ละข้อตามวิธีการที่เรียกว่าเทคนิค ๒๕ เมื่อวิเคราะห์และตัดทอนข้อที่ไม่ดีออกแล้ว ปรากฏว่า เหลือข้อทดสอบ ตอนละ ๒ ข้อ มีค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) ในแต่ละตอนดังนี้คือ ตอนที่ ๑ = ๐.๗๗ ตอนที่ ๒ = ๐.๘๑ ตอนที่ ๓ = ๐.๗๘ ตอนที่ ๔ = ๐.๘๒ และรวมทั้งจะนับ = ๐.๘๑ สำหรับความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบได้อาศัยผู้เชี่ยวชาญ ในการสร้างแบบทดสอบ ของสถาบันระหว่างชาติสำหรับคนพิการ เรื่องเด็ก เป็นผู้พิจารณา ตัดสินใจ นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุง แก้ไขคำสั่งชี้แจง และแบบสอบถามส่วนบุคคล เพื่อนำ ไปใช้ในการทดสอบจริง

๓. การทดสอบจริง

ในการทดสอบจริง ได้รับความช่วยเหลือจากศึกษานิเทศก์ ของกรมสามัญศึกษา และคณะนิสิตปริญญาโท ของสถาบันระหว่างชาติ สำหรับคนพิการ เรื่องเด็ก โดยศึกษานิเทศก์เป็นผู้ทดสอบเด็กจนหมด ผู้เขียนและคณะนิสิตทดสอบเด็กในเมือง การดำเนินการทดสอบ ปฏิบัติตามคำสั่งชี้แจงอย่างเคร่งครัด

๔. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ใช้วิธีการทางสถิติเกี่ยวกับการหาค่ามัธยฐาน (Mean) ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance) และค่าความยากง่ายของข้อทดสอบ (Proportions of Correct Responses in the Total)

ผลที่ได้จากการทบทวน

จากการค้นคว้าเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ เด็กที่จบชั้น ประถม ปีที่ ๔ ในภาคศึกษา ๑ พบว่า

๑. เด็กที่เรียนจบชั้น ประถมปีที่ ๔ ของภาคศึกษา ๑ จะมีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยแล้วประมาณครึ่งหนึ่งของเนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตร ประโยค ประถม ศึกษาตอนต้น พุทธศักราช ๒๕๐๓ และมีผลสัมฤทธิ์เนื่องจากความสามารถในการจำ และ การนำไปใช้มากกว่าความเข้าใจ และ เหตุผลเพียงเล็กน้อย

๒. สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการจำ การนำไปใช้ ความเข้าใจ และความมีเหตุผลในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์นี้ค่าไม่สูงนัก แต่ก็พอจะเชื่อได้ว่ามีความสัมพันธ์ กันจริง และความสามารถในการใช้เหตุผล มีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชา นี้มากที่สุด รองลงมาได้แก่ การนำไปใช้ ถัดไปเป็นความสามารถในการจำ แต่ทั้งสามอย่างนี้ ก็มีความสำคัญใกล้เคียงกัน นึกถึงความสามารถในการเข้าใจ มีความสำคัญน้อยที่สุด ประมาณ ครึ่งหนึ่งของความสามารถในการใช้เหตุผล เท่านั้น

๓. เด็กในเมืองมีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กชนบท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ยกเว้นที่เกี่ยวกับความสามารถในการมีเหตุผล)

๔. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเด็กชายหญิง เด็ก อายุสูงต่ำ ตลอดจนเด็กที่บิดา มารดาประกอบอาชีพต่าง ๆ กัน แต่ก็มีแนวโน้ม (Trend) ที่เด็กชายจะมีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กหญิง

๕. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอันเนื่องจากแรงปะทะภายใน (Interaction) ของแหล่งกำเนิดความแปรผันคู่ใด ๆ ทั้งสิ้น เช่นระหว่างเพศ กับ อายุ ระหว่างเพศ กับ สถานที่อยู่อาศัย ฯลฯ

๖. เด็กทำคะแนนได้ดีเกี่ยวกับสิ่งที่เด็กเคยพบเห็น มีประสบการณ์มาก่อน อยู่ใกล้ตัวเด็ก เป็นรูปธรรม ชัดๆ ยิ่ง (ยกเว้นที่เกี่ยวกับเหตุผล) สิ่งที่ต้องใช้ความจำ และสิ่งที่มีรูปภาพประกอบ

๑. เด็กทำคะแนนไม่ดี เกี่ยวกับสิ่งที่อยู่ห่างไกล เป็นนามธรรม เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ซับซ้อน ส่งผลให้ความสามารถทางเหตุผล ความเข้าใจ (ยกเว้นเรื่องสัตว์และพืช)

๒. เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ที่วางไว้ในหลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช ๒๕๐๐ มีความยากง่ายไม่เท่ากัน แต่ทุกเรื่องเฉลี่ยแล้วมีความยากง่าย ปานกลาง พอเหมาะสมกับความสามารถของเด็กที่จะเรียนในชั้นนี้

วิจารณ์ผล

๑. การที่พบว่า เด็กส่วนมากมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ประมาทครึ่งหนึ่งของเนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตร แสดงว่าเด็กมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชานี้ค่อนข้างต่ำ เพราะขณะนี้ การตัดสินการสอบไล่ของโรงเรียนในประเทศไทย โดยเฉพาะในด้านประถมศึกษา ยังมีค่าน้อยกว่า เด็กต้องทำคะแนนได้ไม่ต่ำกว่า ๕๐% ของแบบทดสอบ ถือว่ามีผลสัมฤทธิ์อย่างน้อยประมาณครึ่งหนึ่งของเนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตร จึงจะถือว่าสอบไล่ ฉะนั้นการที่พบว่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) ของเด็กเกี่ยวกับวิชานี้ ได้ประมาณครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่า ยังมีเด็กเป็นจำนวนไม่น้อยที่ไม่ได้ทำคะแนนต่ำกว่า ๕๐% ของแบบทดสอบ จึงพอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชานี้ของเด็กชั้นประถมศึกษา ๔ ภาคศึกษา ๑ ยังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ

และการที่พบว่า เด็กมีผลสัมฤทธิ์เกี่ยวกับความสามารถในการจำ และการนำไปใช้ มากกว่าความสามารถในการเข้าใจ และเหตุผล เพียงเล็กน้อย แสดงว่าในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กชั้นประถมศึกษา ๔ ภาคศึกษา ๑ เรียนโดยใช้ความสามารถทั้ง ๔ อย่าง ไม่ได้เรียนโดยการท่องจำแต่เพียงอย่างเดียวตามที่เข้าใจกัน

๒. การที่พบว่า ความสามารถทางเหตุผล มีความสำคัญถึงต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของเด็กชั้นประถมศึกษา ๔ อาจเนื่องมาจากว่า วิชานี้เป็นวิชาที่อาศัยเหตุผล ของสิ่งต่าง ๆ เป็นส่วนใหญ่ ฉะนั้นในการเรียนรู้อะไร จึงต้องอาศัยความสามารถ ทางเหตุผล มากกว่าความสามารถในด้านอื่น

๓. การที่พบว่า เด็กในเมืองมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่าเด็กชนบทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ยกเว้นที่เกี่ยวกับความสามารถในการมีเหตุผล) นั้น อาจเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

ก. เนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตร เหมาะสมและตรงกับความต้องการของเด็กในเมืองมากกว่าเด็กชนบท

ข. สภาพแวดล้อมในเมืองดีกว่าชนบท

ค. จำนวนครู และอุปกรณ์การสอนของโรงเรียนในเมืองมีมากกว่าในชนบท

สำหรับความสามารถทางเหตุผล ความคิดแยกต่างหากอาจไม่มีผลต่อความสามารถในทำนองนี้ จึงไม่ทำให้เกิดความแตกต่างเกิดขึ้น

การที่ผลการค้นคว้าไม่เหมือนกับผลการค้นคว้าของเบราน์ อาจเนื่องจากสภาพแวดล้อมและความเป็นอยู่ของแคลิฟอร์เนียกับไทยไม่เหมือนกัน ชนบทของเรามีสภาพไม่ดึกในเมืองมากนัก หลักสูตรที่โรงเรียนก็คนละอัน จำนวนครู อุปกรณ์การสอน การเรียน ก็มีความแตกต่างกันไม่เหมือนกันของเรา และการที่ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชนบทสูงกว่าเด็กในเมือง อาจเนื่องมาจากเทคนิคการสอนหรืออื่น ๆ ซึ่งไม่ซ้ำกับของไทย จึงทำให้ผลการค้นคว้าแตกต่างกัน

๔. การที่พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเด็กชาย - หญิง เด็กอายุสูง - ต่ำ ตลอดจนเด็กที่มีความสามารถ - เก่งอาชีพร่าง ๆ กัน (แต่ก็มีแนวโน้มที่เด็กชายจะดีกว่าเด็กหญิง) อาจเนื่องจากเด็กยังเล็กมาก และเนื้อหาที่ถามในแบบทดสอบ ก็เป็นเรื่องสั้น ๆ เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ตอนต้น ๆ ไป จึงไม่ต้องการความสามารถที่มากนัก ฉะนั้น ถ้าหากทำให้เกิดความแปรผันไปอีกระดับ การเรียนรู้อันของเด็กมากจริง ๆ ก็ย่อมจะไม่ทำให้เกิดความแตกต่างกันเสีย

การที่เบราน์^๒ ไมเคิล^๓ โอเวนส์^๔ และเคอร์เนย์^๕ ต่างพบว่าเด็กชาย
มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินั้น อาจ
เนื่องจากเด็กในกลุ่มตัวอย่างของทั้ง ๔ คนนี้ เป็นเด็กชั้นสูงกว่าผู้เขียนทำการค้นคว้าก็ได้
จะเห็นว่า เบราน์ ทำกับเด็กชั้นประถมปีที่ ๕ และประถมปีที่ ๔ ไมเคิล ทำกับเด็กชั้น
ประถมปีที่ ๓, ๔, ๕ เคอร์เนย์ ทำกับเด็กชั้นประถมปีที่ ๖ ฉะนั้น เนื้อหาที่ถามในแบบ
ทดสอบอาจสูงกว่า และไม่ใช่วิธีการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เช่นเดียวกับที่
ผู้เขียนทำก็ได้ จึงทำให้ผลการค้นคว้าต่างกัน แต่ในเรื่องเพศ ผู้เขียนก็สมอบุญแล้วว่า
มีแนวโน้มที่เด็กชายจะมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กหญิง เพียงแต่
ไม่พบว่า ความแตกต่างนั้นมีมากอย่างเชื่อถือได้ทางสถิติเท่านั้น ซึ่งอาจเนื่องจากเหตุผล
ดังกล่าวข้างต้น

๕. การที่พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอันเนื่องจากแรงปะทะ
ภายใน (Interaction) ของแหล่งกำเนิดความแปรผันคู่ใด ๆ ทั้งสิ้น อาจเนื่องจาก
สาเหตุเดียวกันกับที่กล่าวแล้วในข้อ ๒

๒ Ibid

๓ Michael, Adragua C., "Prediction of Achievement in Junior
High School General Science" Science Education

๔ Owens, J. Harold " The Ability to recognize and Apply
Scientific Principles in New Situations : An Experimental
Investigation in High School Biology and Chemistry,"
Science Education 35: 207-213, October 1951

๕ Kearney, Ruth A., "Science Concepts of Sixth Graders,"
Science Education 38 : 30, February 1954

๖. การที่พบว่า เด็กจะทำคะแนนได้ดีเกี่ยวกับสิ่งที่เด็กเคยมีประสบการณ์มาก่อน อยู่ใกล้ตัวเด็ก เป็นรูปธรรม สัตว์ พืช (ยกเว้นที่เกี่ยวกับเหตุผล) สิ่งที่ต้องใช้ความจำ การนำไปใช้ และสิ่งที่มีรูปภาพประกอบ อาจเนื่องจาก

ก. สิ่งที่เด็กเคยพบเห็น เด็กมักจะสนใจ และมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสิ่งนั้นมาก่อน จึงเป็นของง่ายสำหรับเด็กที่จะเรียนรู้ และจำได้

ข. สิ่งที่เป็นนามธรรม มีรูปร่าง มองเห็น จับต้องได้ ช่วยให้เห็นจริงเห็นจังในเวลาเรียน ทำให้เข้าใจง่าย

ค. สัตว์ และ พืช เป็นสิ่งที่เด็กเคยพบเห็นอยู่เสมอ และเป็นเรื่องที่อยู่ในความสนใจของเด็กวัยนี้ด้วย มีนักการศึกษาหลายคน ได้ยืนยันความจริงเรื่องนี้ เช่น

ยัง ๒ พบว่า เด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔, ๕, ๖ สนใจเรื่องสัตว์มาก

วอลโดสัน ๓ พบว่า เด็กชั้น ๓, ๔, ๕ สนใจชีววิทยามากกว่าฟิสิกส์ เป็นต้น

ฉะนั้น สัตว์และพืชจึงเป็นเรื่องง่ายสำหรับเด็ก (ยกเว้นที่เกี่ยวกับเหตุผลเท่านั้น) ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในด้านนี้ของเด็กยังไม่เจริญพอ

ง. สิ่งที่เกี่ยวข้องความสามารถในการจำ และการนำไปใช้ เด็กส่วนมากถูกฝึกให้จำแต่บท โดยเฉพาะเด็กไทย และความสามารถในการจำของเด็กในวัยนี้พัฒนา

๖ Young, Boris A., "Factors Associated with the Expressed Interests of a Selected Group of Intermediate Grade Children", Dissertation Abstracts 17: 318-319; No. 2, 1957

๓ Woloson, Alyu Amelia, "A Study of the Science Interests of Selected Students in Grade Seven through Nine and the Influence which these Interests Have on the Science Achievement of the Students," Dissertation Abstracts 22: 2659 - 2660 , 1962

มากกว่าความสามารถในด้านอื่น ๆ สำหรับสิ่งที่เกี่ยวกับการนำไปใช้นั้น ส่วนมากเป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวเด็ก เด็กได้พบเห็นในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ และมีบางข้อเกี่ยวกับเหตุผล หรือความเข้าใจ เด็กก็ทำไม่ได้เช่นกัน

จ. สิ่งที่มีรูปภาพประกอบ จะช่วยขยายความในเรื่องนั้น ทำให้สามารถมองเห็นและเข้าใจง่ายขึ้น

๗. การที่พบว่า เด็กทำคะแนนไม่ได้เกี่ยวกับสิ่งที่อยู่ห่างไกล เป็นนามธรรม เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ซับซ้อน ต้องใช้ความสามารถทางเหตุผล ความเข้าใจ (ยกเว้นที่เกี่ยวกับพืชและสัตว์) อาจเนื่องจาก

ก. สิ่งที่อยู่ห่างไกลนั้น เด็กไม่เคยเห็น เป็นของใหม่สำหรับเด็ก ทำให้มองไม่เห็นความสำคัญ และไม่สนใจ

ข. สิ่งที่เป็นนามธรรม เป็นสิ่งที่ยากแก่การเรียนรู้ เพราะเด็กไม่สามารถมองเห็นรูปร่างลักษณะของ ๆ สิ่งนั้น ซึ่งอาจจะเข้าใจยากกว่าข้อ ก. เพราะในข้อ ก. บางทีเด็กอาจจะเห็นได้จากรูปในหนังสือหรือที่อื่น แต่สิ่งที่เป็นนามธรรมนี้ ไม่สามารถเห็นได้จากที่ใดเลย นอกจากจะคิดคำนึงเอาเอง ซึ่งอาจผิด ๆ ถูก ๆ ก็ได้

ค. สิ่งที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Principle) เป็นสิ่งที่เด็กมองเห็นไม่ได้ เช่นเดียวกับสิ่งที่เป็นนามธรรม แต่ลึกซึ้งกว่า เพราะแฝงหลักเกณฑ์ความจริงทางวิทยาศาสตร์ไว้ จึงยากแก่การที่เด็กวัยนี้จะทำความเข้าใจได้ นอกจากจะใช้วิธีท่องจำ

เวปป์ “และ ฮิลแมน” ถิ่นบันความจริงข้อนี้ เขาค้นคว้าว่า หลักความจริงเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ยากเกินความเข้าใจของเด็กชั้นประถมปีที่ ๕ - ๖ หรือต่ำกว่านี้

ง. สิ่งที่ยอมรับ เป็นสิ่งที่ยากเกินความสามารถของเด็ก เพราะเด็กวัยนี้ยังเล็กมาก การพัฒนาทางความคิดยังไม่เจริญพอ เด็กอาจจะไม่มีความคิดที่ลึกซึ้งพอที่จะแบ่งคิดเป็นระยะ หรือคิดยกยอนตามลักษณะของปัญหาได้

จ. สิ่งที่เป็นเหตุผล เป็นสิ่งที่เด็กจะต้องใช้ความคิดเห็นของตนเองช่วยควบแต่ความคิดเห็นในด้านเหตุผลของเด็กวัยนี้ ยังไม่เจริญนักดังกล่าแล้ว เรื่องเหล่านี้จึงเป็นเรื่องยากสำหรับเด็ก

๔. การที่พบว่า เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่วางไว้ในหลักสูตรประโยคประถมตอนต้นพุทธศักราช ๒๕๐๓ ทุกเรื่องเฉลี่ยแล้วมีความยากง่ายปานกลาง แสดงว่า เนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตรมีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของเด็กที่จะเรียนในระดับนี้แล้ว

เสนอแนะ

ขอการค้นคว้าที่มีประโยชน์ต่อครู ผู้บริหารการศึกษา ตลอดจนผู้ทำหน้าที่เกี่ยวข้องด้วยเป็นอย่างมาก เพราะจะได้ใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงหลักสูตร ประมวลการสอนแบบเรียน ตลอดจนวิธีการสอนเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ ให้เหมาะสมกับความสามารถของเด็ก

๔ Webb, Hanor A., "General Science Instruction in the Grades": Contributions to Education No. 4, Nashville, Tennessee : George Peabody College for Teachers, 1921, Part II

Hillman, James, Elgan, "Some Aspects of Science in the Elementary Schools," Contribution to Education No. 14, Nashville, Tennessee : George Peabody College for Teachers, 1924, Part II

ช่วยให้การ เรียนและการ สอนของ เด็กและครู ได้ผลสมความมุ่งหมาย ดังจะได้อธิบายบาง
ละเอียดต่อไป

ความคิดเห็นที่ได้จากการค้นคว้า

๑. เนื่องจากผลการค้นคว้าพบว่า เด็กชั้นประถมศึกษา ๑
มีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ ฉะนั้นจึงควร จะทำการศึกษาค้นคว้า
เกิดจากความบกพร่องในคำนี้ และจัดการแก้ไขปรับปรุงโดยรีบด่วน เพื่อช่วยในการ เรียน
ของเด็กที่เกี่ยวข้องวิชานี้ ได้ผลสมความมุ่งหมาย

๒. ผลที่ได้จากการหาสาเหตุสัมพันธ์ พบว่า ความสามารถในการจำ
การนำไปใช้ ความเข้าใจ และความมีเหตุผล ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้น
ประถมศึกษา ๑ นั้น มีองค์ประกอบร่วมซึ่งกันและกันแน่ ฉะนั้นจึงควร สนับสนุนให้เด็กได้ใช้ความ
สามารถทั้ง ๔ ด้าน เพราะการสอนด้วยวิธีนี้ อาจจะช่วยให้เด็กมีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชา
วิทยาศาสตร์สูงขึ้น อนึ่งความสามารถในการนำไปใช้ พบว่า มีองค์ประกอบร่วมอยู่กับความ
สามารถในคำอื่นพอ ๆ กัน ดังนั้น ถ้าครูสอนให้เด็กสามารถจำได้ เข้าใจ และมีเหตุผล
พอในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อาจเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้เด็กมีความสามารถนำไปใช้ได้อีก
นอกจากนี้ยังพบว่า ความสามารถในการใช้เหตุผล มีความสำคัญยิ่งต่อผลสัมฤทธิ์ในการ เรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นในการ สอนวิชานี้ ครูจึงควร เน้นหนักไปทางเหตุผล มากกว่าความ
สามารถในคำอื่น

๓. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า เด็กในเมืองมีผลสัมฤทธิ์ในการ
เรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเด็กชนบทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ช่วยให้ครูในชนบทได้ทราบว่า
การสอนของตนเกี่ยวกับวิชานี้ ยังได้ผลไม่เป็นที่พอใจนัก ควรหาทางแก้ไขปรับปรุงใหม่
นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางให้ผู้บริหาร การศึกษาได้ทราบว่า ในการจัดหลักสูตร แบบเรียน
ไม่ควรจัดให้มีเนื้อหาเดียวกันทั่วประเทศ ควรคำนึงถึงความแตกต่างในแต่ละท้องถิ่นด้วย

สำหรับเด็กชาย - หญิง อายุสูง - ต่ำ และเด็กที่มีความสามารถมีอาชีพต่าง ๆ กัน

พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันเลย ฉะนั้นในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เด็กชั้นนี้ ในแต่ละโรงเรียน จึงอาจใช้เนื้อหาแบบเรียน วิธีการสอนแบบเดียวกันได้ โดยไม่ต้องแยกตามเพศ, อายุ, อาชีพ, ความฉลาด และการจัดเนื้อหาในหลักสูตร ประมวลการสอน เช่นเดียวกัน

๔. ในการค้นคว้าพบว่า สิ่งที่เกิดเคยมีประสพการณ์มาก่อน อยู่ใกล้ตัวเด็ก เป็นรูปธรรม สัตว์ พืช (ยกเว้นเกี่ยวกับเหตุผล) และสิ่งที่ต้องใช้ความสามารถในการจำ เป็นสิ่งที่เด็กเรียนรู้ได้ง่าย ฉะนั้นในการสอน จึงไม่ควรเสียเวลาอธิบายมากนัก ทำให้เบียดเวลาโดยใช่เหตุ ทั้งยังอาจทำให้เด็กเกิดความเบื่อหน่าย เป็นการบั่นทอนความสนใจของเด็กได้ แม้ในการจัดเนื้อหาในหลักสูตร ประมวลการสอน แบบเรียน ฯลฯ ก็เช่นกัน * ไม่ควรให้เวลาสำหรับเรื่องนี้มากนัก และไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไป

ในทางตรงข้าม สิ่งที่อยู่ห่างไกลตัวเด็ก เป็นนามธรรม เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ซับซ้อน ต้องใช้ความสามารถทางเหตุผล และความเข้าใจ (ยกเว้นที่เกี่ยวกับพืช, สัตว์) ผู้เขียนพบว่า สิ่งเหล่านี้เป็นเรื่องยากสำหรับเด็ก ๆ หากไม่คอยได้ ดังนั้นในการสอน ครูจึงควรพยายามอธิบายให้เด็กเข้าใจ แยกแยะให้เห็นรายละเอียด จึงควรให้เวลาแก่เด็กมากกว่าเรื่องอื่น ๆ และพยายามหาบทเรียนที่เป็นนามธรรมให้ง่ายเข้าใจ โดยใช้อุปกรณ์การสอน ช่วยให้ เป็นรูปธรรม นอกจากนี้ในการจัดหลักสูตร ประมวลการสอน และแบบเรียนก็เช่นกัน ควรคำนึงไว้มากเกี่ยวกับเรื่องเหล่านี้

เราทราบแล้วว่า สิ่งต่าง ๆ ที่กล่าวในตอนต้นของข้อ ๔ นั้น ง่ายต่อการเรียนรู้ของเด็ก ฉะนั้นจึงควรเรียงเนื้อหาเหล่านี้ไว้ก่อน และสอนก่อนเป็นการเร้าความสนใจของเด็ก ทำให้กระตือรือร้นอยากเรียน

๕. ผลการค้นคว้าพบว่า เนื้อหาที่วางไว้ในหลักสูตรมีความยากง่ายไม่เท่ากันในแต่ละเรื่อง และถ้าวิเคราะห์ให้ละเอียดลงไปอีก จะพบว่าในแต่ละเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความสามารถต่าง ๆ กัน เช่นความจำ เข้าใจ เหตุผล ฯลฯ ก็ยังมีความยากง่ายผิดแผกกันอีก ดังนั้น

ในการจัดเนื้อหาในหลักสูตร ประมวลการสอน แบบเรียน ตลอดจนวิธีสอน จึงต้องระวัง
 ใ้พามาก และควรเริ่มจากเรื่องง่ายไปหายาก พร้อมทั้งคำนวณเวลาที่จะใช้ในการสอน
 ใ้ให้ เหมาะสมกับความยากง่ายของแต่ละเรื่องไว้ด้วย เพื่อครูจะได้ยึดเป็นแนวทางในการปฏิบัติ
 อันจะช่วยใ้เด็กมีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชานี้สูงขึ้น

ข้อบกพร่องที่ควรแก้ไข

เนื่องจากผู้เขียนมีเวลาน้อย ทำให้มีข้อบกพร่องเกิดขึ้น จึงใคร่ขอเสนอใ้
 เป็นแนวทางแกผู้ที่จะทำการค้นคว้าในคราวต่อไปดังนี้

๑. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ควรเป็นเด็กชั้นประถมศึกษา ๔ โดยทดสอบเมื่อจวน
 สิ้นปีการศึกษา จะทำใ้ผลการค้นคว้าใกล้เคียงความจริงยิ่งขึ้น เพราะเราต้องการผลสัมฤทธิ์
 ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กชั้นนี้

๒. ระยะเวลาทดสอบระหว่างโรงเรียนแรกและโรงเรียนสุดท้าย ไม่ควร
 ห่างกันมากนัก เพราะระยะเวลาที่ห่างกันมาก ๆ จะทำใ้เด็กโรงเรียนหลังมีโอกาเรียนรู
 เพิ่มขึ้น ทำใ้ผลที่ได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

๓. ควรใ้ผู้ทำการทดสอบน้อยคนที่สุด เพื่อช่วยใ้การทดสอบคลาดเคลื่อน
 น้อยที่สุด

๔. คะแนนหลักเกณฑ์ใ้วิชาสหสัมพันธ์ทุกกลุ่ม ควรใ้คะแนนที่ได้จากการ
 วัดผลสัมฤทธิ์ ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กจริง ๆ ซึ่งใ้จากการทดสอบโดยขอทดสอบ
 มาตราฐานเกี่ยวกับวิชานี้ ไม่ควรใ้คะแนนรวม เพราะจะทำใ้ผลที่ได้ไม่คุ้มกับแรงงาน
 ที่เสียไป

การค้นคว้าต่อไปที่จะเป็นประโยชน์แกวิชานี้

เนื่องจากผู้เขียนมีเวลาน้อยดังกล่าวดแล้ว ทำให้ไม่สามารถค้นคว้าในเรื่อง
 อื่น ๆ ได้ จึงใคร่ขอเสนอการค้นคว้าในครั้งต่อไป ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการ
 ศึกษาวิชานี้

๑. ศึกษาเกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของเด็กว่า มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กหรือไม่ เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้เป็นประโยชน์ในการสอน

× ๒. ค้นหาเกี่ยวกับความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาว่าเด็กวัยนี้มีความสนใจในเรื่องใดบ้าง และมีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กเพียงใด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดเนื้อหา ในหลักสูตรประมวลการสอนและแบบเรียน

๓. การสร้างแบบทดสอบมาตรฐาน เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็ก ได้โดยละเอียดยิ่งขึ้น

✓ ๔. หากความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับวิชาอื่น ๆ เพื่อศึกษาว่า มีวิชาใดบ้าง ที่มีความสำคัญต่อการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดวิชาต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับวิชานี้

๕. ศึกษาว่า ทัศนคติของครูที่มีต่อวิชานี้ จะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการจัดครูให้เหมาะสม

บรรณานุกรม

- กลุ่ม วิโรบล และ อรสาภูมิ ปุกทุท วิทยาศาสตร์เบื้องต้นชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ โรงพิมพ์
ไทยวัฒนาพานิช, ๒๕๐๖, ๑๖๕ หน้า
- จิตรรา สังขระอาด. "ความคิดเห็นของครูชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔" ปริญญานิพนธ์ ชั้นมหาบัณฑิต _____ หน้า
- ชวาล แพร่ทกภู เทคนิคการวัดผล ทางหุ่นส่วนจำกัดอักษรเจริญทัศน์ (แผนกการพิมพ์) ๒๕๐๗,
๓๖๗ หน้า
- ชูบ ชุมสาย, เหมอมหลวง สถิติศาสตร์และการวิจัย โรงพิมพ์กิ่งเพชร ๒๕๐๖, ๗๒๕ หน้า
- บุตรวรกิจศึกษา ภาควิชา ๑๐, สำนักงาน, โครงการสอนตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษา
ท.ศ. ๒๕๐๓ โรงพิมพ์ทุ่งสาร ๒๕๐๖, ๒๖๕ หน้า
- พิทักษ์ รัชชพลเดช "วิธีสอนวิทยาศาสตร์" ศูนย์ศึกษา ๓๔๑ เมษายน ๒๕๔๗
- เที่ยงรุ่ง เจริญตรา และ บุญถิ่น อัครถาวร แบบเรียนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เล่ม ๔
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๐๕, ๑๔๖ หน้า
- โรงเรียนราษฎร์, กอง กระทรวงศึกษาธิการ ประมวลการสอน โรงเรียนการช่างวุฒศึกษา
(แผนกการพิมพ์) ๒๕๐๕, ๑๒๒ หน้า
- วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ อนุสารประกอบหลักสูตรประถมศึกษา ชุดที่ ๑ ประโยค
ประถมศึกษาตอนต้น การสอนวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา ๒๕๐๓,
๑๐๕ หน้า
- ศึกษานิเทศก์, หน่วย กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ คู่มือการปฏิบัติกิจกรรมและทดลอง
วิทยาศาสตร์เบื้องต้น ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๐๖, _____ หน้า
- ศึกษาธิการ, กระทรวง, รายงานการศึกษา โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา ๒๕๐๖,
๓๓๘ หน้า
- ศึกษาธิการ, กระทรวง, หลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช ๒๕๐๓ โรงเรียน
การช่างวุฒศึกษา (แผนกการพิมพ์) ๒๕๐๓, ๔๔ หน้า
- สามัญศึกษา, กรม กระทรวงศึกษาธิการ คู่มือการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนการช่าง
วุฒศึกษา (แผนกการพิมพ์) ๒๕๐๖, ๔๖

- Blough, Glenn O., and Huggett, Albert J., Elementary School Science and How to Teach It. Seventh printing, The Dryden Press Publishers, New York, September 1955, 532 pp.
- Blough, Glenn O., and Huggett, Albert J., Elementary School Science and How to Teach It. The Dryden Press, New York, 1954, pp.
- Brounell, William A., and others, The Measurement of Understanding, The University of Chicago Press, Chicago, 1946, 338 pp.
- Brown, Stanley B., "Science Information and Attitudes Possessed by Selected Elementary School Pupils," Science Education, 39: 57 - 59, February 1955
- Croxton, W.C., Science in the Elementary School, Mc Gray Hill Book Company Inc., New York, 1937, 454 pp.
- Ebel, Robert L., General Background in the Natural Science, pp. 1 - 10
- Ebel, Robert L., Test 2 General Background in the Natural Sciences, Science Research Associates, Inc., Chicago, 1951, 10 pp.
- Fan, Chung - Teh, Item Analysis Table pp. 3 - 32
- Fisher, R.A., and Yates, F., Statistical Tables for Biological Agricultural and Medical Research, Oliver and Boyd Ltd., 33, 1953, 126 pp.

- Gerberich, J. Raymond; Greene, Harry A., and Jorgensen, A.N.,
Measurement and Evaluation in the Modern School,
 David McKay Company, Inc., New York, 1962, pp. 442 - 461
- Garrett, Henry E., Statistics in Psychology and Education,
 Longmans Green and Co., New York, 1958, 478 pp.
- Guilford, J.P. Fundermental Statistics in Psychology and
Education, Kogakusha Company, Ltd., Tokyo, 1959, 565 p.
- Hillman, James Elgan, "Some Aspects of Science in the Elementary
 Schools," Contributions to Education No. 14, Nashville,
 Tennessee: George Peabody College for Teacher, 1924
 Part II
- Kambly, Panle, Cooperation Science Test for Grades 7,8 and 9,
 pp. 1 - 16
- Kearney, Ruth A., "Science Concepts of Sixth Graders,"
Science Education 38: 30, February 1954
- Lindquist, E.F., Educational Measurement, American Council on
 Education, Washington D.C., 1951, 819 pp.
- Michael, Adragua C., "Prediction of Achievement in Junior High
 School General Science." Science Education
- Owens, J. Harold, " The Ability to Recognize and Apply Scientific
 Principles in New Situations: An Experimental
 Investigation in High School Biology and Chemistry.,
Science Education 35: 207 - 213 October 1951

Sneddacor, George W., Statistical Methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology, 4 th ed., 1956 The Iowa State College Press, pp. 284 - 289

Thomson, Godfrey H., The Factorial Analysis of Human Ability, University of London Press Ltd., London, 1939, 326 pp.

Vaughn, K.W., Test 6 Interpretation Natural Sciences, Science Research Associates, Inc., 1951, 12 pp.

Webb, Hanor A., "General Science Instruction in the Grades" : Contributions to Education No. 4, Nashville, Tennessee : George Peabody College for Teachers, 1921 Part II

Woloson, Alyee Amelia, "A Study of the Science Interests of Selected Students in Grade Seven through Nine and the Science Achievement of the Students," Dessertation Abstracts 22 : 2659 - 2660, 1962

Young, Doris A., "Factors Associated with the Expressed Interests of a Selected Group of Intermediate Grade Children," Dissertation Abstracts 17 : 318 - 19: No. 2, 1957

Yule, G.U., An Introduction to the Theory of Statistic p. 257



ภาคผนวก ก.

วิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์แบบทดสอบ (1 เทคนิค ๒๗ %)

รอบการทาบการวิเคราะห์แบบทดสอบครั้งที่ ๑ มาเพื่อหาต้นเพื่อบริการ เพราะทุกตอน

ควรมีหลักฐานที่ชัดเจนเป็นวง

๑. เอาผลการรวมของรอบที่ ๑ ไปแจกแจงความถี่และหาความถี่สัมพัทธ์

ตาราง ๓๙ การแจกแจงความถี่สัมพัทธ์ของผลที่ได้จากแบบทดสอบครั้งที่ ๑

X	จำนวนรอบที่	ความถี่	ความถี่สัมพัทธ์ นับจากขวา	ความถี่สัมพัทธ์ นับจากบน
๔๐	II	๒	๕.๕๖	๒
๓๙	III	๓	๕.๕๘	๕
๓๘	III	๓	๕.๕๘	๘
๓๗	III	๓	๕.๕๘	๑๑
๓๖	III	๓	๕.๕๘	๑๔
๓๕	III	๓	๕.๕๘	๑๗
๓๔	III	๓	๕.๕๘	๒๐
๓๓	III	๓	๕.๕๘	๒๓
๓๒	III	๓	๕.๕๘	๒๖
๓๑	III	๓	๕.๕๘	๒๙
๓๐	III	๓	๕.๕๘	๓๒
๒๙	III	๓	๕.๕๘	๓๕
๒๘	III	๓	๕.๕๘	๓๘
๒๗	III	๓	๕.๕๘	๔๑
๒๖	III	๓	๕.๕๘	๔๔
๒๕	III	๓	๕.๕๘	๔๗
๒๔	III	๓	๕.๕๘	๕๐
๒๓	III	๓	๕.๕๘	๕๓
๒๒	III	๓	๕.๕๘	๕๖
๒๑	III	๓	๕.๕๘	๕๙
๒๐	III	๓	๕.๕๘	๖๒
๑๙	III	๓	๕.๕๘	๖๕
๑๘	III	๓	๕.๕๘	๖๘
๑๗	III	๓	๕.๕๘	๗๑
๑๖	III	๓	๕.๕๘	๗๔
๑๕	III	๓	๕.๕๘	๗๗
๑๔	III	๓	๕.๕๘	๘๐
๑๓	III	๓	๕.๕๘	๘๓
๑๒	III	๓	๕.๕๘	๘๖
๑๑	III	๓	๕.๕๘	๘๙
๑๐	III	๓	๕.๕๘	๙๒
๐๙	III	๓	๕.๕๘	๙๕
๐๘	III	๓	๕.๕๘	๙๘
๐๗	III	๓	๕.๕๘	๑๐๑
๐๖	III	๓	๕.๕๘	๑๐๔
๐๕	III	๓	๕.๕๘	๑๐๗
๐๔	III	๓	๕.๕๘	๑๑๐
๐๓	III	๓	๕.๕๘	๑๑๓
๐๒	III	๓	๕.๕๘	๑๑๖
๐๑	III	๓	๕.๕๘	๑๑๙
๐๐	III	๓	๕.๕๘	๑๒๒
๐๙	III	๓	๕.๕๘	๑๒๕
๐๘	III	๓	๕.๕๘	๑๒๘
๐๗	III	๓	๕.๕๘	๑๓๑
๐๖	III	๓	๕.๕๘	๑๓๔
๐๕	III	๓	๕.๕๘	๑๓๗
๐๔	III	๓	๕.๕๘	๑๔๐
๐๓	III	๓	๕.๕๘	๑๔๓
๐๒	III	๓	๕.๕๘	๑๔๖
๐๑	III	๓	๕.๕๘	๑๔๙
๐๐	III	๓	๕.๕๘	๑๕๒
๐๙	III	๓	๕.๕๘	๑๕๕
๐๘	III	๓	๕.๕๘	๑๕๘
๐๗	III	๓	๕.๕๘	๑๖๑
๐๖	III	๓	๕.๕๘	๑๖๔
๐๕	III	๓	๕.๕๘	๑๖๗
๐๔	III	๓	๕.๕๘	๑๗๐
๐๓	III	๓	๕.๕๘	๑๗๓
๐๒	III	๓	๕.๕๘	๑๗๖
๐๑	III	๓	๕.๕๘	๑๗๙
๐๐	III	๓	๕.๕๘	๑๘๒

๒. หากค่า ๒๗ % ของกลุ่มตัวอย่างที่ไคละแนนสูง และ ๒๗ % ของกลุ่มตัวอย่างที่ไคละแนนต่ำ ไคเท่ากัน

$$\frac{27 \times ๕๕๐}{100} = ๑๔๘.๕ = ๑๔๘ \text{ คน}$$

๓. พิจารณาจากการวางแผนความถี่ จะพบว่า กลุ่มที่ไคละแนนต่ำจาก ๑๔ ถึง ๒๔ คะแนน มีอยู่ ๑๓๖ คน ยังขาดอยู่ ๑๔๘ - ๑๓๖ = ๑๒ คน ก็เลือกเขาจากกลุ่มที่ไคละแนน ๒๕ ซึ่งอยู่เหนือขึ้นมา โดยวิธีการที่เรียกว่า สุ่ม ตัวอย่าง

(Random Sampling)

โดยคิดแบบทดสอบกลุ่มที่ไคละแนนตอนที่หนึ่ง ๒๕ คะแนน ออกมาทั้งหมด แล้วเขียนหมายเลขกำกับทุกฉบับ ทำสลากให้เท่ากับจำนวนแบบทดสอบ เขย่าแล้วหยิบมาทีละอันจนครบ ๑๒ อัน ทัวเลขในสลาก ไปตรงกับหมายเลขแบบทดสอบฉบับไหนก็ถือว่าแบบทดสอบนั้นถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง

จากนั้นก็เลือกเอาแบบทดสอบ ที่มีคะแนนตอนที่ ๑ ตั้งแต่ ๒๕ คะแนนลงมา ออกมาทั้งหมด รวมทั้งที่เลือกจากกลุ่มที่ไคละแนน ๒๕ (๑๓ ฉบับ) นั้นด้วย รวมเป็น ๑๔๘ ฉบับ ทำในทำนองเดียวกัน ก็จะสามารถได้แบบทดสอบอีก ๑๔๘ ฉบับ ของกลุ่มตัวอย่างที่ไคละแนนสูง

๔. แจกแจงความถี่ (Tally) ทั่วๆ ไปจะชอมีคนตอบถูกกี่คน ในกลุ่มที่ไคละแนนสูง และถูกกี่คนในกลุ่มที่ไคละแนนต่ำ

အသံအသံ

115

[illegible]

๕. แปลงจำนวนเด็กที่ทำถูกในแต่ละข้อเป็นเปอร์เซ็นต์ของเด็กทั้งหมด (๑๔๔ คน) โดยเทียบบัญญัติไตรยางค์รวมค่า เช่น ข้อ ๑ มีเด็กทำถูก ๑๔ คน ฉะนั้นเมื่อแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ดังกล่าวจะได้เท่ากับ $\frac{100 \times 14}{144} = 9.7$ (ถ้าเกินครึ่งปัดเป็นหนึ่ง) ค่าที่แปลงได้นี้ต่อไปจะใช้ชื่อว่า P_H ซึ่งย่อมาจาก Percent of High Group คือเปอร์เซ็นต์ที่เด็กทำข้อนั้นถูกในกลุ่ม เด็กที่ได้คะแนนสูงนั่นเอง

เนื่องจากในหนังสือ Item Analysis Table ของ Chung Teh Fan เขาไม่นิยมแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ แต่ใช้เป็นสัดส่วนของ ๑ แทน ฉะนั้นเพื่อสะดวกในการเปิดตาราง ผู้เขียนจึงแปลงจำนวนเด็กที่ทำถูกในแต่ละข้อให้เป็นสัดส่วนของ ๑ โดยการเอา ๑๔๔ (จำนวนเด็กทั้งหมดในกลุ่มที่ได้คะแนนสูง) ไปหารจำนวนเด็กที่ทำถูกในแต่ละข้อ (ไม่ต้องเอา ๑๐๐ คูณ) ก็จะได้อัตราส่วนระหว่างจำนวนเด็กที่ทำถูกกับจำนวนเด็กทั้งหมดในกลุ่มที่ได้คะแนนสูง เช่น ข้อ ๑ มีเด็กทำถูก ๑๔ คน จะได้อัตราส่วนดังกล่าวเท่ากับ $\frac{14}{144} = 0.097$ เป็นต้น และค่าที่คำนวณได้นี้ก็ยังเรียกว่า P_H ตามเดิม

สำหรับกลุ่มเด็ก ๒๗% ที่ได้คะแนนต่ำในแบบทดสอบที่ ๑ ก็คำนวณแบบเดียวกัน ตั้งแต่เริ่มแจกแจงความถี่ จนถึงได้อัตราส่วนระหว่างจำนวนเด็กที่ทำถูกกับจำนวนเด็กทั้งหมดในแต่ละข้อคือ P_L (Percent of Low Group)

๖. นำค่า P_H และ P_L ไปเปิดหาค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบ (p) และอ่านจากการจำแนกกลุ่มเด็กเก่ง เด็กอ่อน (r) ดังตาราง

ตาราง ๔๑. ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจการจำแนกกลุ่มเด็กเก่ง เด็กอ่อน (r)
ของแบบทดสอบตอนที่ ๑

ข้อ	จำนวนเด็กที่ทำถูกในกลุ่มสูง	จำนวนเด็กที่ทำถูกในกลุ่มต่ำ	P_H	P_L	P	r
๑	๑๔๑	๑๑๓	๐.๕๕	๐.๓๖	๐.๔๓	๐.๓๖
๒	๑๓๑	๕๓	๐.๔๔	๐.๓๘	๐.๖๕	๐.๕๔
๓	๑๔๔	๑๔๑	๐.๕๕	๐.๕๓	-	-
๔	๑๔๔	๑๒๐	๐.๕๓	๐.๔๑	๐.๕๐	๐.๓๘
๕	๑๔๕	๑๒๐	๐.๕๓	๐.๔๑	๐.๕๐	๐.๓๘
๖	๑๔๖	๑๒๓	๐.๕๔	๐.๔๓	๐.๕๒	๐.๔๒
๗	๑๔๔	๑๔๔	๐.๕๐	๐.๕๓	-	-
๘	๑๔๖	๑๑๓	๐.๕๔	๐.๓๕	๐.๕๐	๐.๔๖
๙	๑๔๓	๑๒๐	๐.๕๖	๐.๔๑	๐.๔๘	๐.๔๓
๑๐	๑๒๓	๕๓	๐.๔๕	๐.๖๕	๐.๓๖	๐.๒๖
๑๑	๑๓๖	๘๔	๐.๕๑	๐.๕๖	๐.๓๕	๐.๔๕
๑๒	๑๓๔	๑๒๒	๐.๕๓	๐.๔๒	๐.๔๘	๐.๒๒
๑๓	๑๓๓	๕๓	๐.๕๒	๐.๕๒	๐.๓๕	๐.๕๐
๑๔	๖๕	๕๓	๐.๕๔	๐.๓๖	๐.๕๐	๐.๐๘
๑๕	๖๖	๒๓	๐.๕๔	๐.๑๕	๐.๒๕	๐.๓๔
๑๖	๒๓	๖	๐.๑๕	๐.๐๔	๐.๐๔	๐.๒๘
๑๗	๑๐๕	๖๓	๐.๓๐	๐.๕๕	๐.๕๘	๐.๒๖
๑๘	๑๔๕	๑๑๔	๐.๕๓	๐.๓๓	๐.๕๐	๐.๓๔
๑๙	๕๓	๓๔	๐.๓๘	๐.๒๓	๐.๓๐	๐.๑๘
๒๐	๑๑๔	๕๓	๐.๓๕	๐.๒๕	๐.๕๕	๐.๕๐

ร รช	จำนวนเด็กที่ ทำถูกในกลุ่มสูง	จำนวนเด็กที่ ทำถูกในกลุ่มต่ำ	P_H	P_L	P	F
๒๑	๑๔๖	๑๒๕	๐.๕๔	๐.๔๗	๐.๕๐	๐.๓๖
๒๒	๑๑๐	๖๓	๐.๓๕	๐.๕๒	๐.๕๔	๐.๓๓
๒๓	๘๐	๓๐	๐.๕๕	๐.๒๐	๐.๓๖	๐.๓๖
๒๔	๕๓	๕๓	๐.๓๔	๐.๒๕	๐.๓๓	๐.๑๐
๒๕	๑๑๕	๖๖	๐.๔๐	๐.๔๔	๐.๖๓	๐.๓๔
๒๖	๑๒๔	๗๖	๐.๔๓	๐.๕๑	๐.๖๔	๐.๓๖
๒๗	๗๕	๖๕	๐.๕๐	๐.๕๓	๐.๕๖	๐.๐๗
๒๘	๑๔๓	๑๒๑	๐.๕๖	๐.๔๑	๐.๕๐	๐.๓๕
๒๙	๑๓๓	๖๒	๐.๔๕	๐.๕๒	๐.๖๔	๐.๕๒
๓๐	๕๕	๕๐	๐.๖๖	๐.๓๕	๐.๕๐	๐.๓๒
๓๑	๔๐	๑๗	๐.๒๗	๐.๑๑	๐.๑๔	๐.๒๕
๓๒	๑๓๒	๓๕	๐.๔๕	๐.๒๓	๐.๕๔	๐.๖๖
๓๓	๑๑	๑๗	๐.๐๗	๐.๑๑	๐ -	-
๓๔	๑๐๗	๗๐	๐.๗๒	๐.๕๗	๐.๖๐	๐.๖๖
๓๕	๑๓๕	๘๒	๐.๕๐	๐.๕๕	๐.๕๕	๐.๕๕
๓๖	๑๑๕	๕๔	๐.๔๐	๐.๓๒	๐.๕๗	๐.๕๕
๓๗	๑๓๗	๕๗	๐.๕๖	๐.๖๕	๐.๔๐	๐.๓๕
๓๘	๑๔๐	๖๔	๐.๕๕	๐.๕๖	๐.๕๓	๐.๕๔
๓๙	๘๕	๓๐	๐.๕๗	๐.๒๐	๐.๓๔	๐.๓๕
๔๐	๖๒	๑๖	๐.๕๒	๐.๑๑	๐.๒๕	๐.๓๕
๔๑	๘๕	๓๑	๐.๖๐	๐.๒๑	๐.๔๐	๐.๕๑
๔๒	๑๑๐	๕๕	๐.๓๕	๐.๓๗	๐.๕๖	๐.๓๔
๔๓	๖๔	๕๔	๐.๕๖	๐.๓๒	๐.๓๕	๐.๑๕
๔๔	๕๕	๕๓	๐.๖๓	๐.๒๕	๐.๕๖	๐.๓๕
๔๕	๑๓๗	๕๗	๐.๕๖	๐.๖๕	๐.๔๐	๐.๓๕

ค่าความยากง่าย (p) คือจำนวนที่บอกให้ทราบว่า เด็กทั้งหมดจะทำข้อนั้นถูกต้องเปอร์เซ็นต์ (หรือถูกเป็นสัดส่วนเท่าใด ของจำนวนเด็กทั้งหมด) ฉะนั้นถ้าข้อใดมีค่า p ค่า แสดงว่าข้อนั้นยาก และข้อที่มีค่า p สูง แสดงว่าข้อนั้นง่าย ค่า p นี้มีค่านี้อยู่กับค่า p_H และ p_L เพราะ p_H และ p_L เป็นเพียงเปอร์เซ็นต์ที่เด็กทำข้อนั้นถูกต้องในกลุ่มที่ใดคะแนนสูง และกลุ่มที่ใดคะแนนต่ำเท่านั้น ไม่ใช่ของเด็กรวมทั้งหมด

สำหรับค่า r หมายถึงตัวเชื่อมสัมพันธ์ที่แสดงอำนาจการจำแนกของข้อทดสอบนั้น ในการที่จะแยกเด็กเก่งและเด็กอ่อน ค่า r จะอยู่ระหว่าง -1 ถึง $+1$ ถ้าค่า r สูงถึง 1 แสดงว่า ข้อทดสอบนั้นสามารถจำแนกเด็กว่า ใครเก่ง ใครอ่อน ได้ถูกต้องแน่นอนถึง ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ คือถ้าใครทำข้อนี้ถูกต้องก็เชื่อแน่ว่าเก่งจริง และถ้าทำผิดก็อ่อนจริงเหมือนกัน สำหรับค่า r ที่ต่ำลงมา เปอร์เซ็นต์ของการทายถูกต้องลดลงตามลำดับ และค่า r ติดลบ จะให้ความหมายตรงข้าม

๗. นำค่า p และ r ไปจุดลงในกราฟ (Plot Graph) โดยเรียงจากข้อที่มีค่า p สูงสุดไปหาข้อที่มีค่า p ต่ำสุด (ของง่ายไปหาขอยาก)

๘. ตัดข้อทดสอบบางข้อที่ไม่ดีออก เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรง (Valid) และเชื่อถือได้ (Reliable)

ข้อทดสอบที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

ก. มีค่า r ค่า และมีความยากง่าย พอ ๆ กับข้ออื่น (เรียงอยู่ในระดับแนวนอนเดียวกัน)

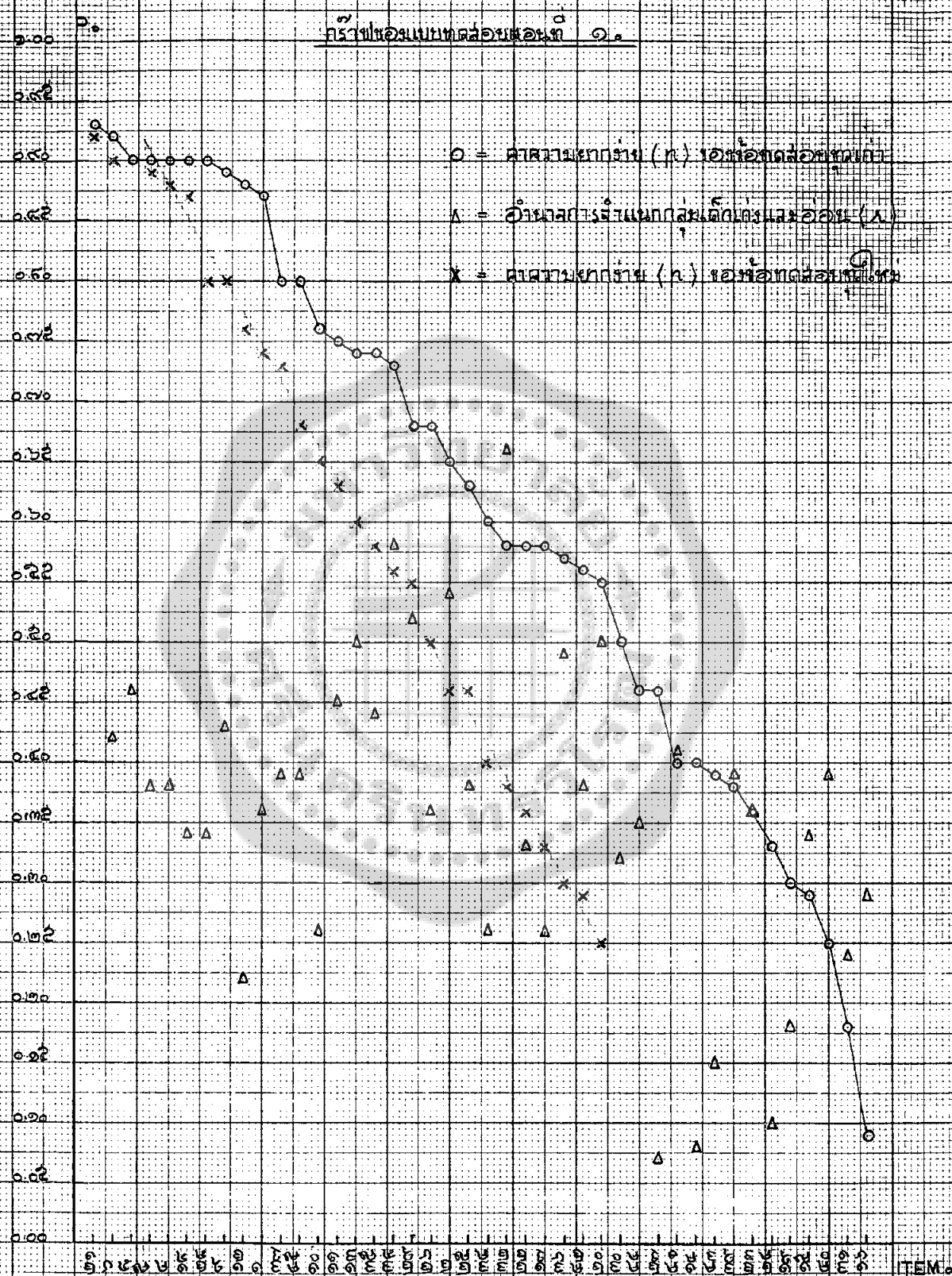
ข. มีค่า p สูงหรือต่ำมาก ๆ เพราะข้อทดสอบเหล่านี้ยากหรือง่ายเกินไป ไม่สามารถวัดอะไรได้ และไม่เหมาะที่จะใช้ในรูปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วราชอาณาจักร

ค. ข้อทดสอบที่ทำให้เห็นกราฟจากคอนไม่ราบเรียบติดต่อกัน

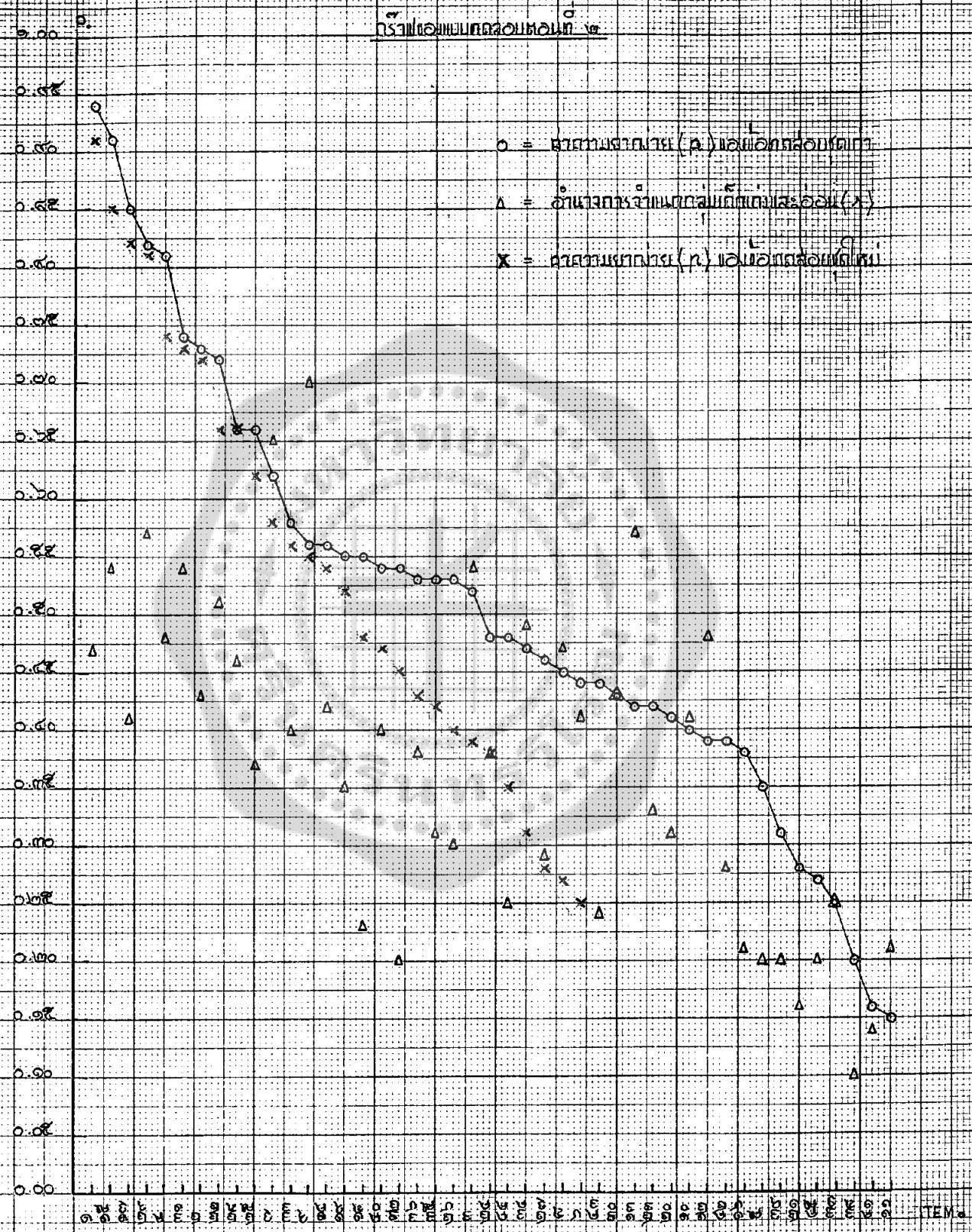
๔. การตัดข้อทดสอบในกราฟ ก่อนอื่น ชีคเส้นสมมุติขึ้นมา ๑ เส้น ตามแนวที่เราคิดจะให้แบบทดสอบชุดใหม่ มีรูปภาพตามนั้น โดยมีความลาด (slope) ไม่ห่างไกลจากเส้นกราฟของแบบทดสอบเดิมมากนัก และขีดไปทางแกน y เมื่อเรากัดข้อใดที่ข้อถัดไปก็มันเลื่อนจากเดิมเข้าหาแกน x อีก ๑ หน่วยเสมอ เช่นในแบบทดสอบตอนที่ ๑ ข้อ ๒๑ เป็นข้อทดสอบที่ง่ายเกินไป เพราะมีค่า p ถึง ๐.๘๑ จึงคัดออก ฉะนั้นจุดกราฟข้อ ๒ ซึ่งอยู่ถัดไป จึงต้องเลื่อนเข้าหาแกน x อีก ๑ หน่วย สำหรับข้อหลัง ๆ ก็ต้องเลื่อนมากเข้า ก็ต้องเลื่อนเข้ามีจำนวนหน่วยเท่ากับจำนวนข้อที่ถูกคัดออกก่อนหน้านี้หมด

การคิดทอนข้อทดสอบ นอกจากจะคำนึงในเรื่องข้าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วในข้อ ๔ ยังต้องพยายามให้จุดกราฟของแบบทดสอบใหม่ ส่วนใหญ่อยู่บนเส้นสมมุติ หรือไม่ก็อยู่ใกล้เคียง และเส้นกราฟไม่ขาดตอน

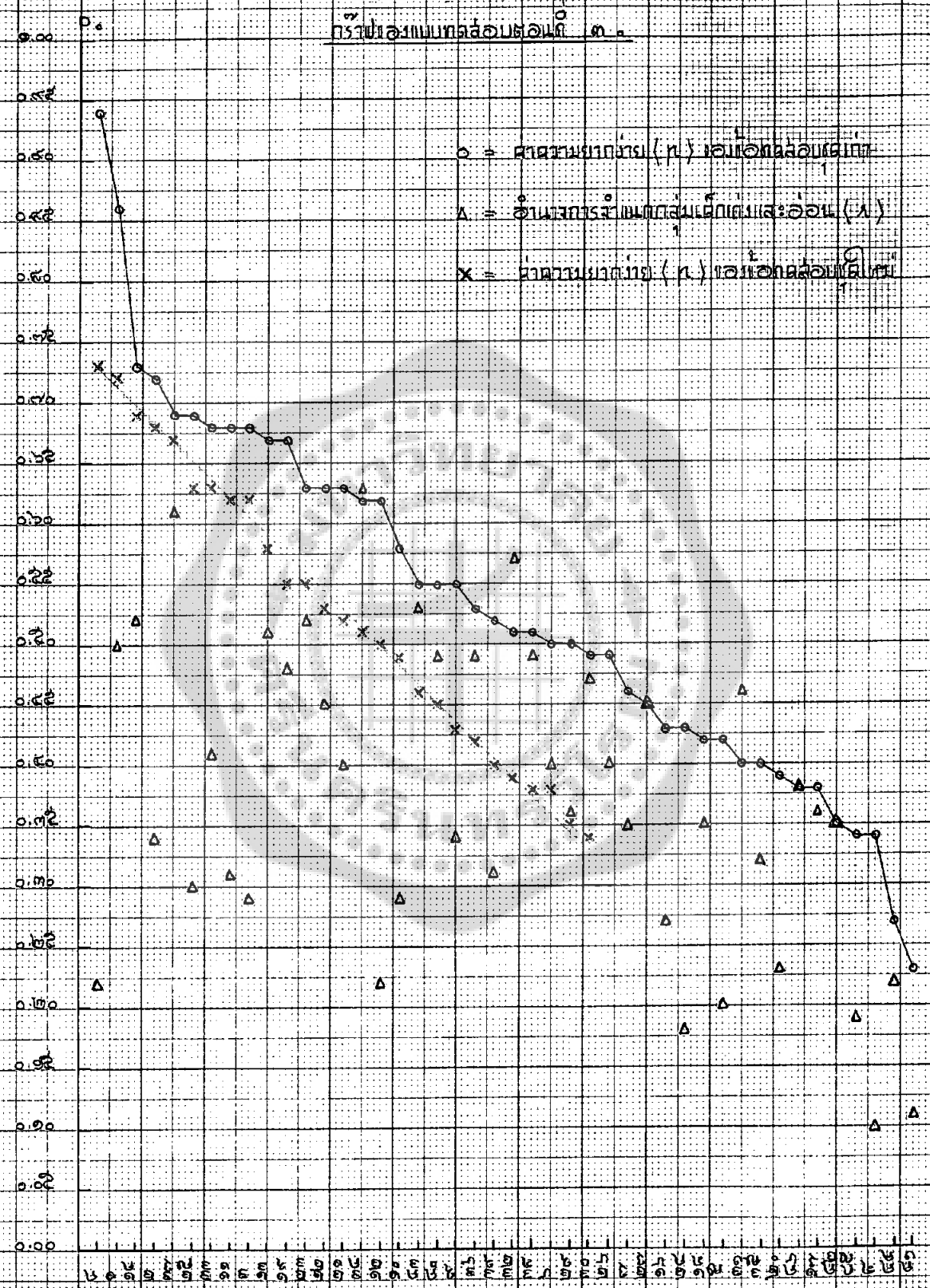
กราฟเปรียบเทียบผลลัพท์ข้อที่ ๑๑



กราฟของแบบจำลองของหน่วย ๓

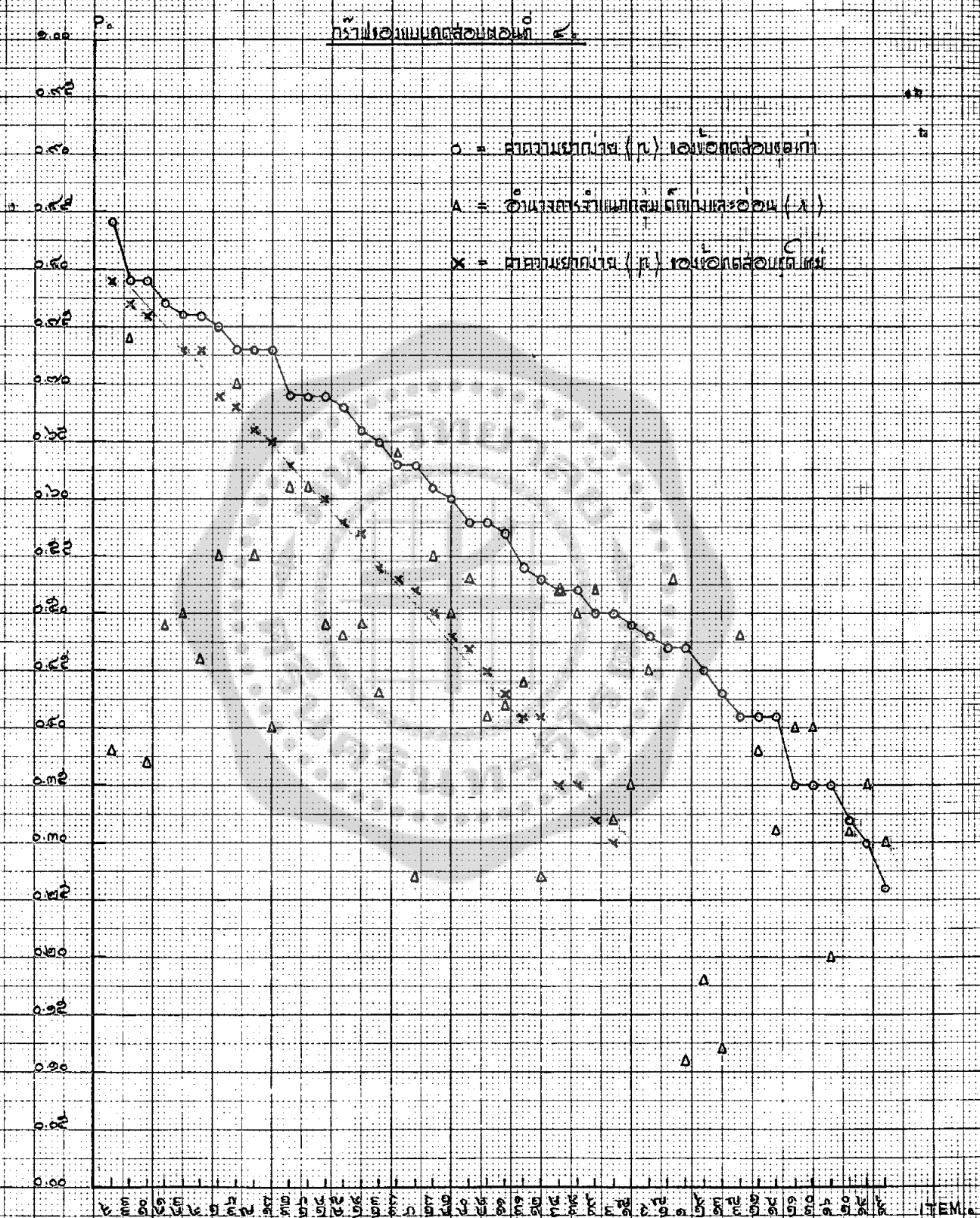


กราฟการแบ่งทอสอบข้อที่ ๓๑

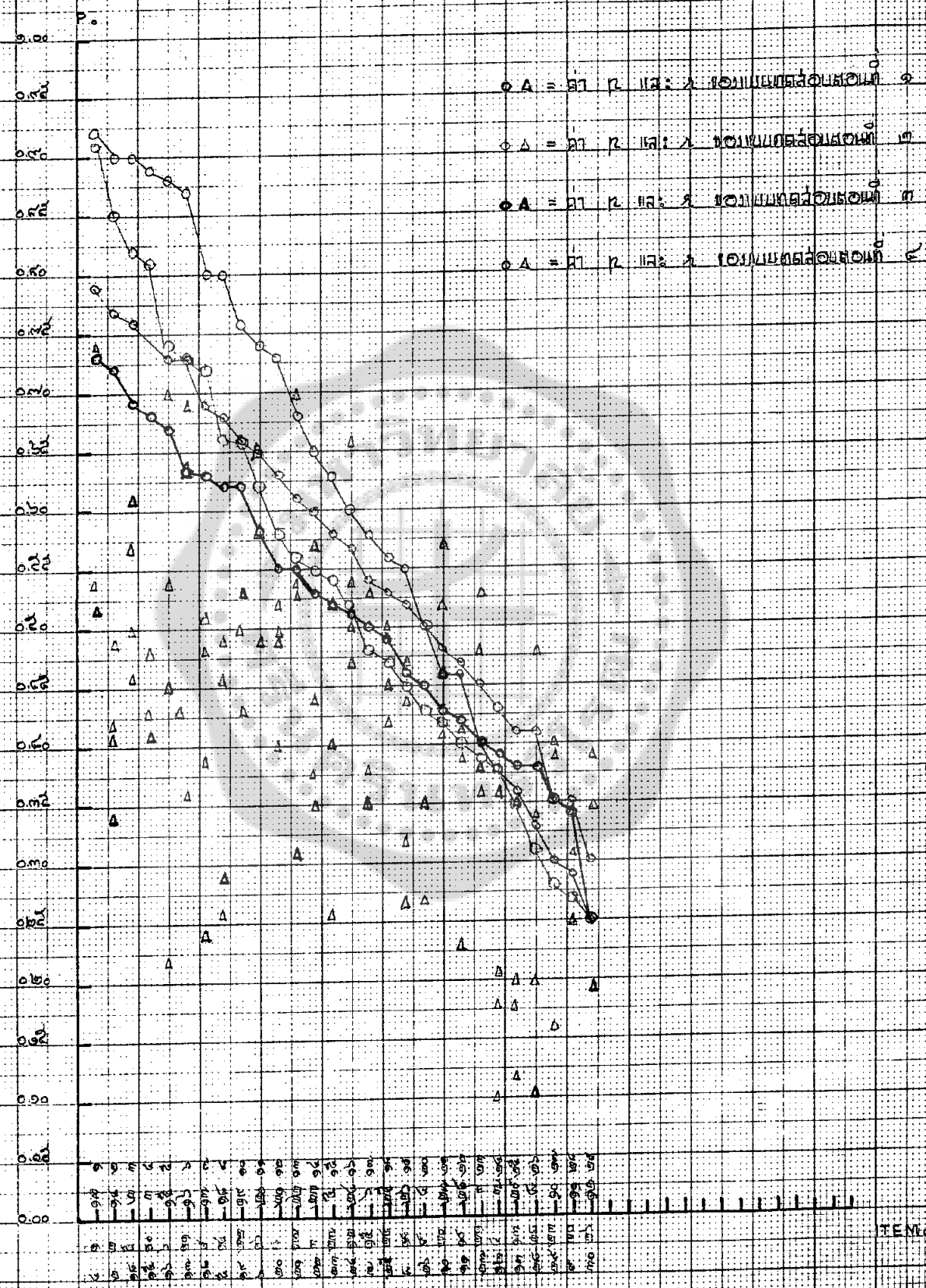


ITEM

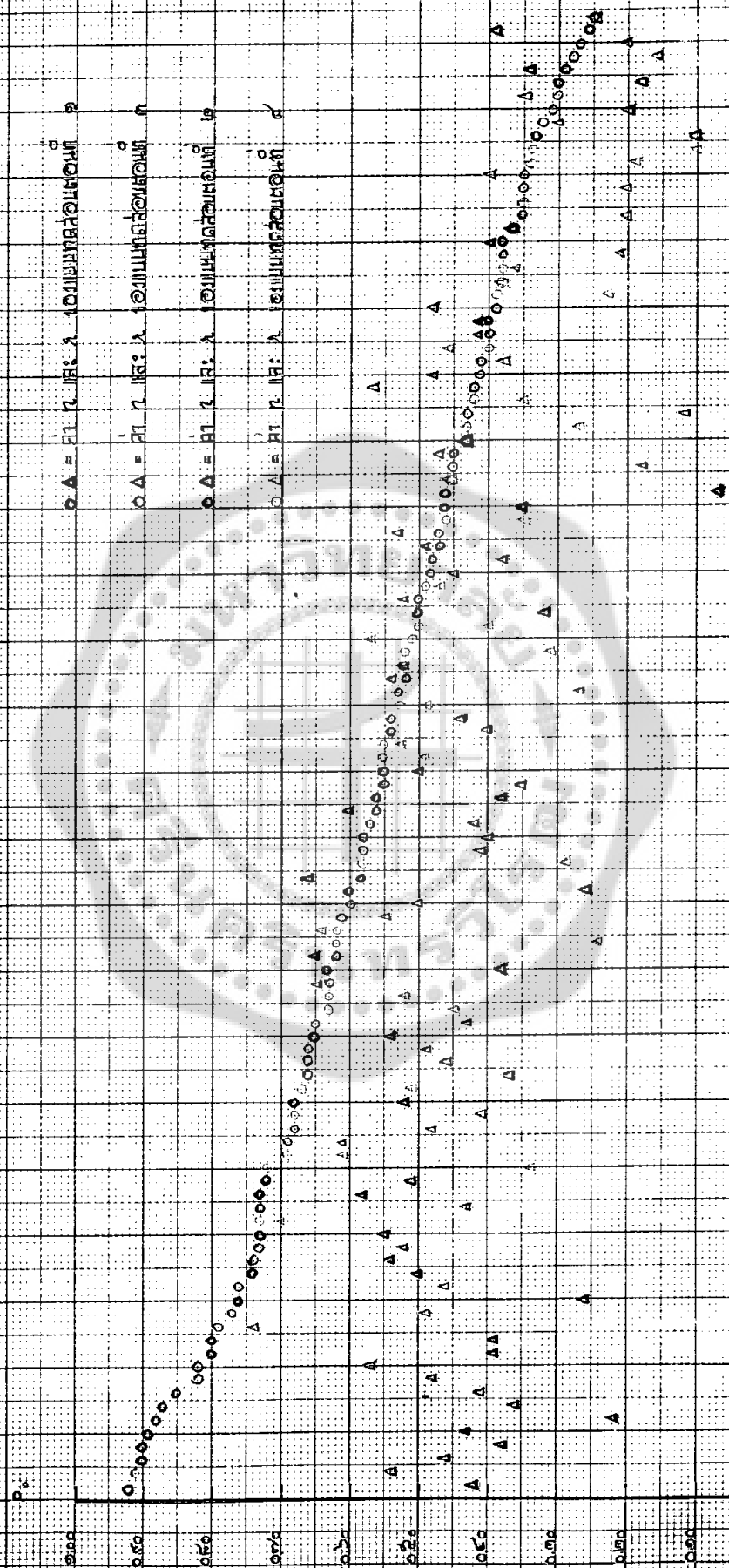
กราฟโอบแบบทดสอบข้อที่ ๔



กราฟแสดงสมบัติของดินเหนียว < ๕๐๗



TEMP

[illegible][illegible]

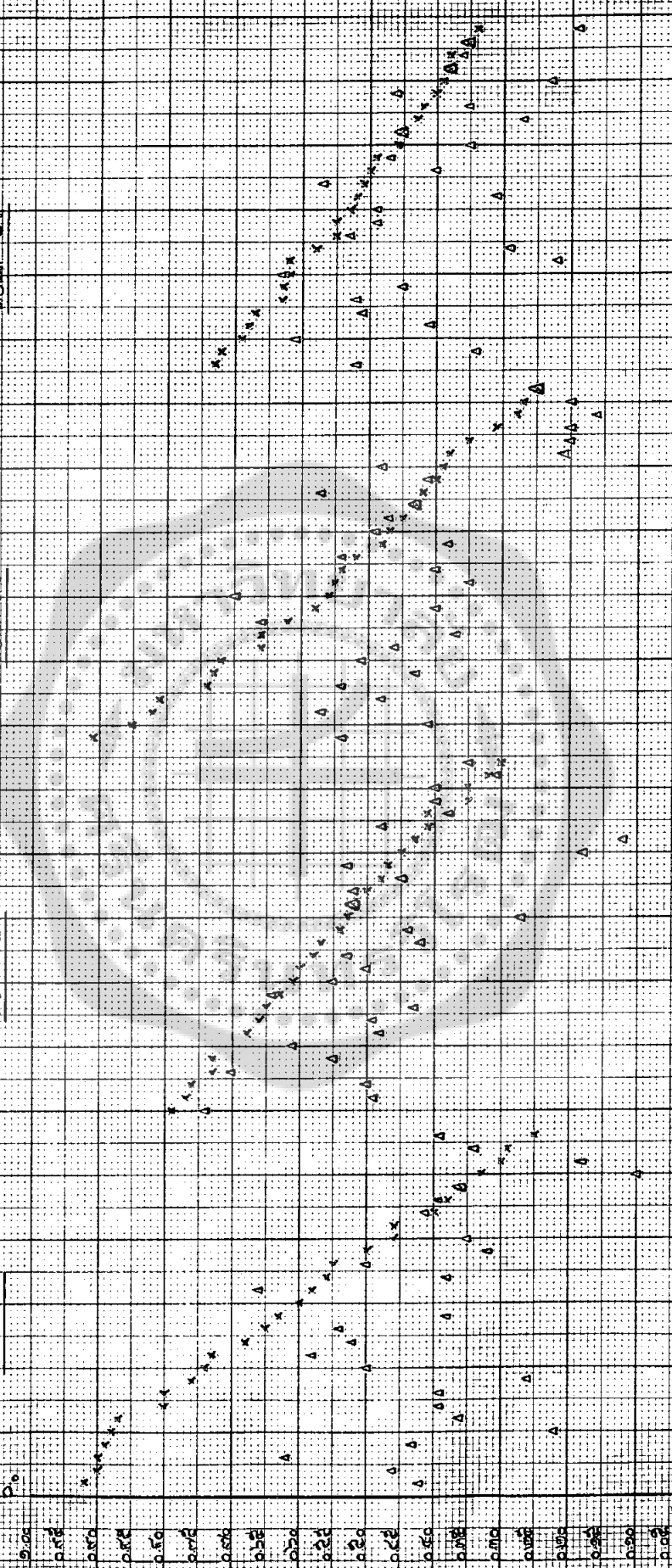
การเปลี่ยนแปลงความยาว (A) และอัตราความถี่การเปลี่ยนแปลงความยาว (A) ของแบบจำลองความยาว

ความถี่ ๑๐

ความถี่ ๒๐

ความถี่ ๓๐

ความถี่ ๔๐



การเปลี่ยนแปลงความยาว (A) และอัตราความถี่การเปลี่ยนแปลงความยาว (A) ของแบบจำลองความยาว

ภาคผนวก ข.

วิธีหาค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) ของแบบทดสอบ

เมื่อตรวจใหม่และรวมคะแนนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็นำมาหาค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบแต่ละตอน โดยการแทนค่าในสูตร

$$r_{11} = \frac{n}{n-1} \left(\frac{\sum t^2}{\sum t} - \sum pq \right)$$

r_{11} = ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

n = จำนวนของข้อในแบบทดสอบ

$\sum t^2$ = ค่าความแปรปรวน (Variance) ของแบบทดสอบ

p = ค่าสัดส่วนที่แก้ทำได้ในแต่ละข้อ (Proportion Passing Each Item)

q = $1 - p$ = ค่าสัดส่วนที่แก้ทำไม่ได้ในแต่ละข้อ (Proportion Failing Each Item)

จากนี้เราจะเห็นว่า ก่อนอื่นเราต้องคำนวณหาค่า

๑. ความแปรปรวนของแบบทดสอบ ($\sum t^2$)

๒. ผลบวกของผลคูณ ของสัดส่วนที่แก้ทำได้ในแต่ละข้อ กับสัดส่วนที่แก้ทำไม่ได้ในแต่ละข้อ ($\sum pq$)

การคำนวณหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

จะขอยกตัวอย่างวิธีคำนวณหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบตอนที่ ๑ ซึ่ง มีวิธีดำเนินการเป็นขั้น ๆ ดังนี้

๑. แจกแจงความถี่ (f) ของคะแนน
๒. หักมีช้อยเลขคณิตสมมุติ (Assume Mean) ขึ้นมา ๑ คะแนน
(จะเอาคะแนนใดก็ได้ แต่ควรให้ใกล้มีช้อยเลขคณิตจริง)
๓. หาค่าเบี่ยงเบน (d) จากมีช้อยเลขคณิตสมมุติทุกค่า โดยคำนวณ
จากสูตร $d = \frac{x - a}{i}$ (ค่าเบี่ยงเบน = $\frac{\text{คะแนน} - \text{มีช้อยเลขคณิตสมมุติ}}{\text{อัตราภาควรรณ}}$)
๔. หาผลคูณของความถี่กับค่าเบี่ยงเบนทุกอัน (fd) แล้วรวมยอดไว้
๕. ยกกำลังสองค่าเบี่ยงเบนทุกค่าเป็น (d^2)
๖. หาผลคูณของความถี่ กับค่าเบี่ยงเบนกำลังสองทุกค่าเป็น (fd^2)
แล้วรวมยอดไว้ทั้งตาราง

ตาราง ๔๒. การคำนวณหาค่าความแปรปรวน ของแบบทดสอบตอนที่ ๑

คะแนน X	จำนวนรอยขีด	ความถี่ f	ค่าเบี่ยงเบน d	fd	d ²	fd ²
๒๖	I	๑	๑๐	๑๐	๑๐๐	๑๐๐
๒๕	III	๓	๙	๒๗	๘๑	๒๔๓
๒๔	IIII	๔	๘	๓๒	๖๔	๒๕๖
๒๓	IIII	๕	๗	๓๕	๔๙	๒๔๕
๒๒	IIII	๕	๖	๓๐	๓๖	๑๘๐
๒๑	IIII III	๘	๕	๔๐	๒๕	๒๐๐
๒๐	IIII IIII	๙	๔	๓๖	๑๖	๑๔๔
๑๙	IIII III I	๑๑	๓	๓๓	๙	๙๙
๑๘	IIII IIII	๙	๒	๑๘	๔	๓๖
๑๗	IIII I	๕	๑	๕	๑	๕
๑๖	IIII I	๕	๐	๐		๐
๑๕	IIII III	๘	-๑	-๘	๑	๘
๑๔	IIII	๙	-๒	-๑๘	๔	๓๖
๑๓	IIII IIII	๙	-๓	-๒๗	๙	๘๑
๑๒	IIII II	๖	-๔	-๒๔	๑๖	๑๐๒
๑๑	IIII	๖	-๕	-๓๐	๒๕	๑๕๐
๑๐	IIII I	๗	-๖	-๔๒	๓๖	๒๕๒
๙	II	๒	-๗	-๑๔	๔๙	๙๘
๘	I	๑	-๘	-๘	๖๔	๖๔
๗	II	๒	-๙	-๑๘	๘๑	๑๖๒
๖	I	๑	-๑๐	-๑๐	๑๐๐	๑๐๐
รวม		๑๑๐		๔๕		๒๔๔๐

เสร็จแล้วนำไปแทนค่าในสูตร

$$\frac{z}{t} = 1 \left\{ \frac{zfd^2}{N} - \left(\frac{zfd}{N} \right)^2 \right\}$$

$$\frac{z}{t} = \text{ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบตอนที่ ๑} \quad ?$$

$$zfd^2 = \text{ผลบวกของผลคูณของความถี่กับกำลังสองของค่าเบี่ยงเบน} = ๒๕๕๑$$

$$zfd = \text{ผลบวกของผลคูณของความถี่กับค่าเบี่ยงเบน} = ๔๕$$

$$N = z f = \text{จำนวนกลุ่มตัวอย่าง} = ๑๑๐$$

แทนค่า

$$\frac{z}{t} = \frac{\frac{๒๕๕๑}{๑๑๐} - \left(\frac{๔๕}{๑๑๐} \right)^2}{๒}$$

$$\frac{๒๕๕๑}{๑๑๐} = ๒๓.๑๙๐๙$$

$$๒๓.๑๙๐๙$$

$$\frac{๒๕๕๕๕}{๑๑๐๐}$$

$$๒๓.๕๕๕๐$$

$$๒๓.๕๕๕๐$$

วิธีหาผลบวกของผลคูณของสัดส่วนที่เกิดทำได้แต่ละข้อ (p) กับสัดส่วนที่เกิดทำไม่ได้

ในแต่ละข้อ (q)

เมื่อคัดลอกค่า p ของทุกข้อแล้ว เอาไปลบจาก

คือหากค่า ๑ - p ของทุกข้อเป็น q ก็นำไปเอาค่า p คูณกับ q

เสร็จแล้วรวมบอกลังนี้

ลำดับข้อ	สัดส่วนที่ได้กอบฏุก ในแถวข้อ (p)	สัดส่วนที่ได้กอบฏุก ในแถวข้อ (q)	(pq)
๒๒	๐.๔๐	๐.๖๐	๐.๒๔๐๐
๒๓	๐.๓๘	๐.๖๒	๐.๒๓๕๖
๒๔	๐.๓๖	๐.๖๔	๐.๒๓๐๔
๒๕	๐.๓๓	๐.๖๗	๐.๒๒๑๑
๒๖	๐.๓๐	๐.๗๐	๐.๒๑๐๐
๒๗	๐.๒๘	๐.๗๑	๐.๒๐๕๘
๒๘	๐.๒๕	๐.๗๕	๐.๑๘๗๕
รวม			๕.๓๘๗๒

นำค่าที่ได้เหล่านี้ไปแทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned}
 r_{11} &= \frac{n}{n-1} \left(\frac{\sum p^2}{\sum p} - \frac{(\sum pq)^2}{\sum pq} \right) \\
 &= \frac{28}{28-1} \times \frac{29.4450 - 5.3872^2}{29.4450} \\
 &= \frac{28}{27} \times \frac{96.0674}{29.4450} \\
 &= \frac{444444}{520555} \\
 &= 0.8536 \\
 &= 0.85
 \end{aligned}$$

สำหรับการคำนวณหาความเชื่อถือได้ ของแบบทดสอบก่อนอื่น ๆ ก็คงปฏิบัติเช่นเดียวกัน

ภาคผนวก ก.

๑. วิธีคำนวณค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (Standard Deviation)

จะขอยกตัวอย่างการคำนวณหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ของแบบทดสอบ
ตอนที่ ๑ มาให้ดูทอเป็นสังเขปดังนี้

จากสูตร

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

$\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}$ คือรวมยอดใหญ่ของความแปรผัน = ๖๕๐๘.๓๕๕๕๓

N = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง = ๖๐๓ คน

แทนค่า

$$s_{dist} = \frac{6508.35553}{603}$$

$$= 10.79329$$

$$= 3.28$$

สำหรับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของแบบทดสอบตอนอื่น ๆ ก็คง
คำนวณได้โดยวิธีเดียวกัน

๒. วิธีคำนวณค่าความเคลื่อนคลามาตรฐานของมัธยิมเลขคณิต (Standard Error of Mean)

จะขอยกตัวอย่างการคำนวณหาค่าความเคลื่อนคลามาตรฐานของมัธยิมเลขคณิตของแบบทดสอบตอนที่ ๑ มาให้ดูทอเป็นสังเขปดังนี้

จากสูตร

$$s_{\text{mean}} = \frac{s_{\text{dist}}}{\sqrt{N}}$$

s_{dist} คือค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน = ๓.๒๔

N คือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง = ๖๐๓ คน

แทนค่า

$$s_{\text{mean}} = \frac{๓.๒๔}{\sqrt{๖๐๓}}$$

$$= \frac{๓.๒๔}{๒๔.๕๖}$$

$$= ๐.๑๓$$

สำหรับค่าความเคลื่อนคลามาตรฐานของมัธยิมเลขคณิตของแบบทดสอบตอนอื่น ๆ คงคำนวณได้โดยวิธีเดียวกัน

ภาคผนวก ง.

การหาคาสหสัมพันธ์ (Correlation) ของแบบทดสอบ

ก่อนอื่นคัดลอกรายชื่อเด็ก, อายุ, อาชีพของบิดามารดา และคะแนนทั้งหมดที่เด็กทำได้ในแบบทดสอบแต่ละตอน รวมทั้งคะแนนรวมด้วย

เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนในชั้นต่อไป ผู้เขียนจึงแยกเพศและสถานที่อยู่ของเด็กในตอนนี้ขึ้นหนึ่งเสียก่อน โดยแบ่งคัดลอกคะแนนดังกล่าวเป็น ๔ กลุ่มเรียงตามลำดับดังนี้

๑. กลุ่มเด็กชายที่อยู่ในเมือง
๒. กลุ่มเด็กชายที่อยู่ในชนบท
๓. กลุ่มเด็กหญิงที่อยู่ในเมือง
๔. กลุ่มเด็กหญิงที่อยู่ในชนบท

นอกจากนี้ ยังได้แบ่งเด็กตามอายุ โดยใช้ (ส) แทนเด็กในกลุ่มอายุสูง และ (ค) แทนเด็กในกลุ่มอายุต่ำ สำหรับการแบ่งเด็กตามอาชีพของบิดา มารดา ใช้คั่นสองสี่ขีด ถูก () โดยให้สี่หมุ่แทนเด็กที่มีบิดา มารดา มีอาชีพทางเกษตร สี่ม่วงแทนเด็กที่มีบิดามารดา มีอาชีพที่ใช่วิชาชีพ, สี่แดง แทนเด็กที่มีบิดา มารดา มีอาชีพ ช่างกิจการค้า สี่น้ำเงินแทนเด็กที่มีบิดามารดา มีอาชีพช่างผลิต สี่แสดแทนเด็กที่มีบิดา มารดา มีอาชีพเพื่บริการ ดังตาราง

ตาราง ๔๔. คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบแต่ละตอน

เลข ร.	ชื่อ, สกุล	อา ยุ	อาชีพมีความร คะแนนรวมตอนที่ ๑	คะแนนรวมตอนที่ ๒	คะแนนรวมตอนที่ ๓	คะแนนรวมตอนที่ ๔	รวมคะแนนทั้งหมด	อายุสูง	อายุต่ำ	อาชีพเกษตร	อาชีพวิสาหกิจ	อาชีพธุรกิจ	อาชีพงานบริการ	อาชีพบริการ
<u>กลุ่มเด็กชายในเมือง</u>														
๑	ค.ช. เกียรติ แร่ทอง	๑๒/๑	ขายอาหาร	๑๒	๑๒	๙	๙	๔๑	๗					
๒	ค.ช. ธีรชัย บุญทอง	๑๑/๕	ทำงานโปรยน้ำ	๑๗	๑๔	๑๒	๒๐	๖๓	๗					
๓	ค.ช. สมชัย แร่ทอง	๑๒/๑	เย็บเสื้อผ้า	๑๕	๑๗	๑๕	๑๐	๕๗	๗					
๔	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....					
<u>กลุ่มเด็กชายชนบท</u>														
๑	ค.ช. ชงชัย คงนที	๑๐/๕	ค้าขาย	๑๔	๑๕	๙	๑๒	๕๐	๗					
๒	ค.ช. โสภณ แร่ทอง	๑๑/๕	ทำนาเกลือ	๑๒	๑๓	๑๓	๑๖	๕๔	๗					
๓	ค.ช. ทนณ แร่ทอง	๑๐/๕	ครู	๑๔	๑๗	๖	๑๔	๕๑	๗					
๔	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....					
<u>กลุ่มเด็กหญิงในเมือง</u>														
๑	ค.ญ. ไรกัน แร่ทอง	๑๓/๑	ช่างไฟฟ้า	๒๑	๑๖	๑๔	๑๔	๖๕	๗					
๒	ค.ญ. ชะโลม แร่ทอง	๑๔/	ขายปลา	๑๕	๒๒	๑๖	๑๗	๖๐	๗					
๓	ค.ญ. ชวาว แร่ทอง	๑๐/๕	ช่างทำเงิน	๑๗	๑๔	๑๗	๑๒	๖๐	๗					
๔	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....					
<u>กลุ่มเด็กหญิงชนบท</u>														
๑	ค.ญ. นิตยา รุทนาม	๑๒/๕	จากอากาศเอก	๑๖	๒๑	๑๔	๑๔	๖๕	๗					
๒	ค.ญ. มุกดา คุณแสง	๑๐/๕	ทำการประมง	๑๔	๒๐	๙	๙	๕๐	๗					
๓	ค.ญ. บังอร เกษมบัว	๑๒/๑๐	ทอดข้าว	๑๔	๒๐	๙	๑๐	๕๓	๗					
๔	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....					

๑. วิธีคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ภายใน

ขั้นต่อไปคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ภายใน รองแบบทดสอบตอนที่ ๑ และตอนที่ ๒

 (r_{12}) จากสูตร

$$r_{12} = \frac{N \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

$$r_{12} = \text{แทนค่าสหสัมพันธ์} = ?$$

$$N = \text{แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่าง} = 606$$

$$\sum X = \text{แทนผลรวมของคะแนนตอนที่ ๑} = 4344$$

$$\sum Y = \text{แทนผลรวมของคะแนนตอนที่ ๒} = 4642$$

$$\sum XY = \text{แทนผลรวมของผลคูณของคะแนนตอนที่ ๑ และตอนที่ ๒} = 454072$$

$$\sum X^2 = \text{แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนตอนที่ ๑} = 450424$$

$$\sum Y^2 = \text{แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนตอนที่ ๒} = 463064$$

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} r_{12} &= \frac{606 \times 454072 - 4344 \times 4642}{\sqrt{\{606 \times 450424 - (4344)^2\} \{606 \times 463064 - (4642)^2\}}} \\ &= \frac{62464632 - 20167248}{\sqrt{(606 \times 450424 - 18878336) (606 \times 463064 - 21542164)}} \\ &= \frac{22297384}{\sqrt{13666042 \times 1239552}} \\ &= \frac{22297384}{4146979.026760} \\ &= 0.54 \end{aligned}$$

การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบก่อนอื่น ๆ เช่น

r_{13} (สหสัมพันธ์ข้อที่ ๑ และ ๓), r_{14} (สหสัมพันธ์ข้อที่ ๑ และ ๔),
 r_{23} (สหสัมพันธ์ข้อที่ ๒ และ ๓), r_{24} (สหสัมพันธ์ข้อที่ ๒ และ ๔),
 r_{34} (สหสัมพันธ์ข้อที่ ๓ และ ๔), ก็กำหนดเป็นแบบเดียวกัน

๒. วิธีหาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Regression Coefficients)

เมื่อได้ค่าสหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) แต่ละคู่ แล้วจึงหาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Regression Coefficients) ต่อไป ดังแสดงในตาราง



Sl. No.	Particulars	Debit	Credit	Balance
1.	By Balance b/d		1000000	1000000
2.	To Balance b/d	1000000		
3.	By Cash		500000	500000
4.	To Cash	500000		
5.	By Bank		200000	200000
6.	To Bank	200000		
7.	By Sales		1500000	1500000
8.	To Sales	1500000		
9.	By Purchases		800000	800000
10.	To Purchases	800000		
11.	By Interest		100000	100000
12.	To Interest	100000		
13.	By Dividend		50000	50000
14.	To Dividend	50000		
15.	By Profit		100000	100000
16.	To Profit	100000		
17.	By Balance c/d		1000000	1000000
18.	To Balance c/d	1000000		

โดยดำเนินการคำนวณเป็นขั้นดังนี้

๑. เขียนสหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) ของแต่ละคู่ลงไปในมุมซ้ายของตาราง โดยเอาสหสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับคะแนนหลักเกณฑ์ (Criteria) ไว้ด้านล่างสุด (ในที่นี้ใช้คะแนนรวมเป็นคะแนนหลักเกณฑ์) ข้างขวามือเติม - ๑ และ ๐ สลับกัน ดังแสดงในตาราง

แล้วรวมตัวเลขแต่ละแถวไว้ของสุดท้ายสำหรับตรวจ (check)

ความผิดพลาดอันอาจเกิดได้จากการคำนวณ เช่น

$$\text{แถวที่ } ๑ = ๑.๐๐๐๐ + ๐.๕๔๐๒ + ๐.๔๔๕๐ + ๐.๔๖๔๓ + (-๑) = ๑.๕๐๓๕$$

$$\text{แถวที่ } ๒ = ๐.๕๔๐๒ + ๑.๐๐๐๐ + ๐.๕๐๕๔ + ๐.๕๒๔๓ + (-๑) = ๑.๕๗๔๘$$

ทำดังนี้จนหมดทุกแถว

๒. คำนวณหาคะแนน (Determinant) ระหว่างแถวที่ ๑ และแถวที่ ๒

ของตอน ก. ทุกช่องคูณของที่ ๑ ใส่ในแถวที่ ๑ ของตอน ข. เช่น

$$\begin{array}{cc} ๑.๐๐๐๐ & ๐.๕๔๐๒ \\ ๐.๕๔๐๒ & ๑.๐๐๐๐ \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{แถวที่ } ๑ = \\ ๑.๐๐๐๐ \times ๑.๐๐๐๐ - ๐.๕๔๐๒ \times ๐.๕๔๐๒ = ๐.๓๐๔๑๔๓๕๖ \end{array}$$

$$\begin{array}{cc} ๑.๐๐๐๐ & ๐.๔๔๕๐ \\ ๐.๕๔๐๒ & ๐.๕๐๕๔ \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{แถวที่ } ๒ = \\ ๑.๐๐๐๐ \times ๐.๕๐๕๔ - ๐.๔๔๕๐ \times ๐.๕๔๐๒ = ๐.๒๓๔๕๐๑๐๐ \end{array}$$

ทำดังนี้จนหมดทุกของ แม้ในของตรวจ (check) ก็เช่นกัน คือคำนวณหาคะแนน (Determinant) ระหว่างตัวเลขในของที่ ๑ กับตัวเลขในของตรวจดังนี้

$$\begin{array}{cc} ๑.๐๐๐๐ & ๑.๕๐๓๕ \\ ๐.๕๔๐๒ & ๑.๕๗๔๘ \end{array} \quad \begin{array}{l} = ๑.๐๐๐๐ \times ๑.๕๗๔๘ - ๑.๕๐๓๕ \times ๐.๕๔๐๒ = ๐.๓๖๒๒๐๔๓๐ \end{array}$$

ตัวเลขนี้มีประโยชน์สำหรับใช้ตรวจดูว่า การคำนวณของเราถูกหรือไม่ โดยรวมตัวเลขที่คำนวณได้ข้างบนทั้งหมดเทียบกับตัวเลขนี้ ถ้าเท่ากันหมดก็แสดงว่าถูก ถ้าไม่เท่ากันก็แสดงว่าผิด ต้องคำนวณใหม่ เช่น

$$๐.๓๐๔๑๔๓๕๖ + ๐.๒๓๔๕๐๑๐๐ + ๐.๒๓๔๕๐๑๐๐ + ๐.๕๔๐๒๐๐๐๐ + (-๑) = ๐.๓๖๒๒๐๔๓๐$$

จะเห็นว่าเท่ากันแล้ว ก็อนุกรมที่ใกล้เคียงกับตัวเลขในช่องตรวจ (check) ทดก็ แสดงว่าถูกต้อง และคำนวณแถวต่อไปได้

๓. เอาตัวเลขตัวที่ ๑ หารตัวเลขทุกตัวที่คำนวณได้จากข้อ ๒ แล้วใส่ในแถวที่ ๒ เช่น

$$\text{ตัวที่ ๑} = \frac{๐.๙๐๔๑๔๓๕๖}{๐.๙๐๔๑๔๓๕๖} = ๑$$

$$\text{ตัวที่ ๒} = \frac{๐.๒๓๔๕๐๑๐๐}{๐.๙๐๔๑๔๓๕๖} = ๐.๒๖๒๖๓๔๓๑๓$$

ทำดังนี้จนเสร็จทุกข้อ แล้วต้องรวมผลหารทั้งหมด (บวกเว้นตัวเลขในช่องตรวจ)
 $๑.๐๐๐๐๐๐๐๐ + ๐.๒๖๒๖๓๔๓๑๓ + ๐.๓๔๕๓๓๔๔๔๕ + ๐.๙๖๒๙๖๖๑๕๒ - ๑.๔๑๒๐๖๒๔๔๑$
 $= ๑.๐๙๖๔๕๑๔๔$ เพื่อดูว่าใกล้เคียงกับตัวเลขในช่องตรวจ (check) หรือไม่ ถ้าเท่า
 แสดงว่าการคำนวณที่เข้ามาทุกตอนยังคงถูกต้อง ไม่ต้องแก้ไข และคำนวณขึ้นต่อไปได้ แต่ถ้า
 ไม่เท่าต้องคำนวณใหม่เช่นกัน

๔. คิวเทะแบง (Determinant) เช่นเดียวกับที่ทำในข้อ ๒ แก้ไขตัวเลขแถวที่ ๑
 กับแถวที่ ๑ ของตอน ก. เทียบแถวที่ ๑ ของตอน ข. เมื่อเสร็จแล้วก็คำนวณแถวต่อไปเรื่อย ๆ
 แต่ทุกครั้งที่ต้องคิวเทะแบง (Determinant) ตัวที่ ๑ อยู่เสมอ และต้องไม่ลืมตรวจ (check)
 ความผิดพลาดทุกครั้ง ที่จบในแต่ละแถวเสียก่อน จึงค่อยคำนวณแถวต่อไป

๕. กำหนดค่าวิธี-เก็บ ทั้งแถวข้อ ๒ ถึงข้อ ๔ เพื่อคำนวณตอน ก. และ ง.

ในที่นี้ก็จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Regression Coefficients) ของ
 แบบทดสอบแต่ละตอน เรียงลำดับตามสหสัมพันธ์ที่เขียนข้างบน คือตัวที่ ๑ เป็นของแบบทดสอบ
 ตอนที่ ๑ ตัวที่ ๒ เป็นของแบบทดสอบตอนที่ ๒ ตัวที่ ๓ เป็นของแบบทดสอบตอนที่ ๓ และ
 ตัวที่ ๔ เป็นของแบบทดสอบตอนที่ ๔

จากนี้ จะสามารถสร้างสมการถดถอย (Regression Equation) ได้ดังนี้

$$Z_0 = 0.2004 Z_1 + 0.3464 Z_2 + 0.9430 Z_3 + 0.3466 Z_4$$

Z_0 = คือคะแนนมาตรฐานของคะแนนรวมที่เราทำนายได้

Z_1 = คือคะแนนมาตรฐานของแบบทดสอบตอนที่ ๑

Z_2 = คือคะแนนมาตรฐานของแบบทดสอบตอนที่ ๒

Z_3 = คือคะแนนมาตรฐานของแบบทดสอบตอนที่ ๓

Z_4 = คือคะแนนมาตรฐานของแบบทดสอบตอนที่ ๔

๑. วิธีคำนวณหาความสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation)

จากการทดสอบตามวิธีการในหนังสือของทอมสันนี้ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ อาจคำนวณได้จากสมการถดถอย (Regression Equation)

$$Z_0 = 0.3004 Z_1 + 0.3664 Z_2 + 0.3430 Z_3 + 0.3966 Z_4$$

โดยการแทนค่า Z_1, Z_2, Z_3 และ Z_4 ด้วยค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนหลักเกณฑ์ (Criteria) กับข้อมูลชุดที่ ๑, ๒, ๓, และ ๔ ตามลำดับ และถดถอยที่ได้สอง ผลที่ได้จะเป็นค่าสหสัมพันธ์พหุคูณพอดี

ฉะนั้น ในที่นี้จะใช้สูตรในการคำนวณหาความสัมพันธ์พหุคูณดังนี้

$$R_m^2 = 0.3004 Z_1 + 0.3664 Z_2 + 0.3430 Z_3 + 0.3966 Z_4$$

โดยให้ R_m = แทนค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ = ?

$$Z_1 = \text{แทนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนหลักเกณฑ์กับข้อมูลชุดที่ ๑} = 0.8699$$

$$Z_2 = \text{แทนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนหลักเกณฑ์กับข้อมูลชุดที่ ๒} = 0.8090$$

$$Z_3 = \text{แทนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนหลักเกณฑ์กับข้อมูลชุดที่ ๓} = 0.8994$$

$$Z_4 = \text{แทนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนหลักเกณฑ์กับข้อมูลชุดที่ ๔} = 0.8022$$

แทนค่า

$$R_m^2 = 0.3004 \times 0.8699 + 0.3664 \times 0.8090 + 0.3430 \times 0.8994 + 0.3966 \times 0.8022$$

$$R_m^2 = 0.26444444 + 0.29655560 + 0.30840020 + 0.31855568$$

$$R_m^2 = 0.887956$$

$$R_m = 0.9423$$

∴ สหสัมพันธ์พหุคูณ ๐.๙๔

ภาคผนวก ๑.

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

เพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ ผู้เขียนจึงแยกข้อมูลทั้ง ๕ ประเภทพร้อมกัน โดยคัดลอกข้อมูลทั้งหมดลงในตารางลักษณะเกี่ยวกับตารางแยกประเภทกลุ่มตัวอย่างที่ ๒ ตามชนิดของข้อมูล เช่นในช่องที่ ๑ เป็นกลุ่มเด็กชายอายุสูงอยู่ในเมือง บิคมารค่าประกอบอาชีพเกษตรกร ก็คัดลอกข้อมูลแถวที่มีตัว ค. และมีเครื่องหมาย (✓) ซึ่งอยู่ในกลุ่มตัวอย่างที่ ๑ ลงไป หรือในช่องที่ ๒ (นับจากร่างล่าง) เป็นกลุ่มเด็กชายอายุต่ำอยู่ในเมือง บิคมารค่าประกอบอาชีพเกษตรกร ก็คัดลอกข้อมูลแถวที่มีตัว ค. และมีเครื่องหมาย (✓) ซึ่งอยู่ในกลุ่มตัวอย่างที่ ๑ ลงไป เป็นต้น ทำดังนี้จนหมดข้อมูล และบรรจุครบทุกตาราง ก็จะสามารถแยกข้อมูลทั้ง ๕ ประเภทออกเป็น ๒ x ๒ x ๒ x ๕ กลุ่ม แบ่งตามเพศ อายุ ที่อยู่อาศัย และอาชีพของบิคมารค่า

หาค่ารวมของคะแนน (Σx) และผลรวมของกำลังสองของคะแนน (Σx^2) ทุกประเภทในแต่ละตาราง

เสร็จแล้วรวมค่า Σx^2 ทุกค่าเข้าด้วยกัน เพื่อเก็บไว้ใช้ประโยชน์ในการหาขนาดรวมใหญ่ของความแปรผัน (Total Sum of Squares)

ต่อไปคัดลอกค่า Σx และจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มลงในตารางใหม่ แบ่งตามประเภทของแบบทดสอบ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง อันเนื่องมาจากความแตกต่างทางเพศ อายุ สถานที่อยู่อาศัย และอาชีพบิคมารค่า ดังนี้

ตาราง ๔๖. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๑ แบ่งตาม เพศ, อายุ, สถานที่อยู่ และ อาชีพ บัณฑิต มหาสารคาม

อาชีพ บัณฑิตมหาสารคามและที่อยู่			เพศ และ อายุ		ชาย		หญิง	
					อายุสูง	อายุต่ำ	อายุสูง	อายุต่ำ
	ในเมือง	คะแนน	๒๔๕		๑๓๓		๑๔๔	
		จำนวนคน	๑๕		๑๐		๑๓	
	ชนบท	คะแนน	๕๓๔		๔๕๔		๓๓๑	
		จำนวนคน	๓๔		๓๐		๒๓	
วิชาชีพ	ในเมือง	คะแนน	๓๔		๑๕๕		๒๓	
		จำนวนคน	๖		๑๐		๔	
	ชนบท	คะแนน	๓๔		๒๐๒		๒๔	
		จำนวนคน	๒		๑๓		๕	
ธุรกิจ	ในเมือง	คะแนน	๕๓๔		๓๔๓		๓๑๐	
		จำนวนคน	๓๕		๒๖		๑๔	
	ชนบท	คะแนน	๒๐๒		๒๔๔		๑๑๔	
		จำนวนคน	๑๔		๑๓		๓	
ทางมอญ	ในเมือง	คะแนน	๕๔๓		๔๔๓		๒๐๓	
		จำนวนคน	๓๔		๒๔		๑๓	
	ชนบท	คะแนน	๓๕๔		๓๑		๓๓	
		จำนวนคน	๒๔		๒		๕	
บริการ	ในเมือง	คะแนน	๒๐๒		๒๕๐		๒๐	
		จำนวนคน	๑๒		๑๕		๔	
	ชนบท	คะแนน	๑๒๐		๑๐๐		๑๓๔	
		จำนวนคน	๑๑		๓		๔	

ตาราง ๔๗. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๒ แบ่งตาม เพศ, อายุ, สถานที่อยู่อาศัย และอาชีพ บัณฑิต มรรคา

อาชีพ บัณฑิต มรรคาและที่อยู่ เพศ และ อายุ			ชาย		หญิง	
			อายุสูง	อายุต่ำ	อายุสูง	อายุต่ำ
เกษตร	ในเมือง	คะแนน	๒๙๔	๑๙๖	๒๑๕	๑๙๙
		จำนวนคน	๑๕	๑๐	๑๓	๑๐
	ชนบท	คะแนน	๕๕๓	๔๖๙	๔๒๐	๒๙๓
		จำนวนคน	๓๔	๓๐	๒๙	๑๙
วิชาชีพ	ในเมือง	คะแนน	๔๔	๑๖๙	๕๔	๒๖๔
		จำนวนคน	๖	๑๐	๔	๑๖
	ชนบท	คะแนน	๓๖	๒๑๓	๑๕	๑๒๓
		จำนวนคน	๒	๑๓	๕	๙
ธุรกิจ	ในเมือง	คะแนน	๕๔๔	๔๐๐	๓๒๓	๒๙๙
		จำนวนคน	๓๕	๒๖	๑๔	๒๔
	ชนบท	คะแนน	๒๑๔	๒๖๕	๑๐๔	๒๙๒
		จำนวนคน	๑๔	๑๙	๙	๑๔
ช่างผลิต	ในเมือง	คะแนน	๕๖๔	๔๙๙	๒๐๑	๕๐๖
		จำนวนคน	๓๔	๒๔	๑๓	๓๓
	ชนบท	คะแนน	๓๕๕	๒๔	๙๖	๔๑
		จำนวนคน	๒๔	๒	๕	๕
บริการ	ในเมือง	คะแนน	๒๐๙	๒๕๔	๖๖	๑๙๓
		จำนวนคน	๑๒	๑๕	๔	๑๑
	ชนบท	คะแนน	๑๙๔	๑๐๙	๑๕๒	๑๐๓
		จำนวนคน	๑๑	๙	๔	๙

ตาราง ๔๔. ยอดรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๓ แบ่งตามเพศ อายุ สถานที่อยู่อาศัย และอาชีพ นিকা มรรคา

อาชีพ นิกามรรคาและที่อยู่ เพศ และ อายุ			ชาย		หญิง	
			อายุสูง	อายุต่ำ	อายุสูง	อายุต่ำ
เกษตร	ในเมือง	คะแนน	๒๒๐	๑๓๘	๑๖๕	๑๓๖
		จำนวนคน	๑๕	๑๐	๑๓	๑๐
	ชนบท	คะแนน	๔๐๙	๓๙๔	๒๓๙	๒๐๘
		จำนวนคน	๓๘	๓๐	๒๓	๑๓
วิชาชีพ	ในเมือง	คะแนน	๖๙	๑๒๑	๔๓	๑๔๓
		จำนวนคน	๖	๑๐	๔	๑๖
	ชนบท	คะแนน	๓๕	๑๔๓	๕๘	๔๔
		จำนวนคน	๒	๑๓	๕	๓
ธุรกิจ	ในเมือง	คะแนน	๔๔๓	๓๓๓	๒๖๖	๓๑๕
		จำนวนคน	๓๕	๒๖	๑๙	๒๔
	ชนบท	คะแนน	๑๕๓	๒๐๖	๓๑	๒๑๓
		จำนวนคน	๑๔	๑๓	๓	๑๘
ช่างฝีมือ	ในเมือง	คะแนน	๔๔๖	๔๓๐	๑๕๙	๓๖๖
		จำนวนคน	๓๔	๒๘	๑๓	๓๓
	ชนบท	คะแนน	๒๓๙	๒๓	๕๓	๕๑
		จำนวนคน	๒๔	๒	๕	๕
บริการ	ในเมือง	คะแนน	๑๖๓	๑๓๖	๔๐	๑๒๖
		จำนวนคน	๑๒	๑๕	๔	๑๑
	ชนบท	คะแนน	๑๒๓	๓๘	๑๑๒	๘๔
		จำนวนคน	๑๑	๓	๔	๓

ตาราง ๔๔. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๔ แบ่งตาม เพศ, อายุ, สถานที่อยู่อาศัย และอาชีพ นिका มาร์คา

อาชีพ นิกามารคาและที่อยู่ เพศ และ อายุ			ชาย		หญิง	
			อายุสูง	อายุต่ำ	อายุสูง	อายุต่ำ
เกษตรกร	ในเมือง	คะแนน	๒๐๓	๑๔๓	๑๕๓	๑๔๓
		จำนวนคน	๑๕	๑๐	๑๓	๑๐
	ชนบท	คะแนน	๔๓๔	๔๑๓	๓๓๓	๒๒๐
		จำนวนคน	๓๔	๓๐	๒๓	๑๓
วิชาชีพ	ในเมือง	คะแนน	๓๔	๑๔๐	๓๓	๒๑๔
		จำนวนคน	๖	๑๐	๔	๑๖
	ชนบท	คะแนน	๓๓	๑๖๑	๕๓	๔๕
		จำนวนคน	๒	๑๓	๕	๓
ธุรกิจ	ในเมือง	คะแนน	๔๔๔	๓๒๔	๒๔๕	๓๐๓
		จำนวนคน	๓๕	๒๖	๑๔	๒๔
	ชนบท	คะแนน	๑๔๔	๒๖๔	๔๕	๒๒๓
		จำนวนคน	๑๔	๑๓	๓	๑๔
ช่างฝีมือ	ในเมือง	คะแนน	๔๔๓	๔๒๖	๑๔๖	๔๐๐
		จำนวนคน	๓๔	๒๔	๑๓	๓๓
	ชนบท	คะแนน	๓๓๕	๒๕	๖๔	๖๕
		จำนวนคน	๒๔	๒	๕	๕
บริการ	ในเมือง	คะแนน	๑๕๔	๒๑๓	๕๔	๑๓๓
		จำนวนคน	๑๒	๑๕	๔	๑๑
		คะแนน	๑๔๓	๔๖	๑๑๒	๔๖
		จำนวนคน	๑๑	๓	๔	๓

ตาราง ๕๐. ผลรวมของคะแนนของแบบทดสอบทั้งหมด แบ่งตาม เพศ, อายุ, สถานที่อยู่อาศัย และอาชีพ บัณฑิต มรรคา

อาชีพ และ อายุ บัณฑิต มรรคา และที่อยู่			ชาย		หญิง	
			อายุสูง	อายุต่ำ	อายุสูง	อายุต่ำ
เกษตร	ในเมือง	คะแนน	๔๕๑	๒๓๐	๓๕๕	๒๒๓
		จำนวน	๑๕	๑๐	๑๓	๑๐
	ชนบท	คะแนน	๑๕๙๐	๑๓๒๔	๑๕๐๓	๕๕๓
		จำนวน	๓๔	๓๐	๒๓	๑๓
วิชาชีพ	ในเมือง	คะแนน	๓๒๔	๕๔๓	๑๕๔	๕๑๒
		จำนวน	๖	๑๐	๔	๑๖
	ชนบท	คะแนน	๑๕๒	๓๑๔	๒๕๕	๕๓๑
		จำนวน	๒	๑๓	๕	๓
ธุรกิจ	ในเมือง	คะแนน	๑๕๔๓	๑๕๓๓	๑๑๕๑	๑๒๔๑
		จำนวน	๓๕	๒๖	๑๕	๒๔
	ชนบท	คะแนน	๓๕๓	๕๓๔	๓๔๔	๕๓๐
		จำนวน	๑๕	๑๓	๓	๑๔
ช่างฝีมือ	ในเมือง	คะแนน	๒๐๔๐	๑๔๒๐	๓๕๕	๑๓๓๓
		จำนวน	๓๕	๒๔	๑๓	๓๓
	ชนบท	คะแนน	๑๓๒๓	๑๑๑	๒๓๐	๒๒๔
		จำนวน	๒๔	๒	๕	๕
บริการ	ในเมือง	คะแนน	๓๒๔	๔๔๔	๒๒๐	๖๐๓
		จำนวน	๑๒	๑๕	๔	๑๑
	ชนบท	คะแนน	๖๑๒	๓๔๑	๕๑๕	๓๓๐
		จำนวน	๑๑	๓	๕	๓

เมื่อจะวิเคราะห์โดยไม่แยกเป็นพวกในเมือง ชนบท ก็รวมคะแนนและจำนวนคน
 ของในเมือง ชนบท ในกลุ่มเดียวกันเข้าด้วยกัน เช่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบตอนที่ ๑
 ของกลุ่มเด็กชายอายุสูง บัณฑิต มรรคา ประกอบอาชีพเกษตร ๒๔๕ ๕๓๔ ๓๓๔ คะแนน
 และจำนวนคนในของนี้ ๑๕ ๓๔ ๕๓ คน เป็นต้น ดังนั้นเมื่อแยกแล้วจึงได้กลุ่มตัวอย่าง
 ๒ ๒ ๒ ๕ กลุ่มดังนี้

ตาราง ๕๑. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๑ แบ่งตาม เพศ, อายุ, อาชีพ บัณฑิต มรรคา

อาชีพ บัณฑิต มรรคา	เพศ และ อายุ	ชาย		หญิง		รวม
		อายุสูง	อายุต่ำ	อายุสูง	อายุต่ำ	
เกษตร	คะแนน	๓๓๔	๖๓๑	๕๖๔	๔๐๔	๒๓๓๔
	จำนวนคน	๕๓	๕๐	๕๐	๒๓	๑๖๐
วิชาชีพ	คะแนน	๑๒๑	๓๕๓	๑๓๑	๓๕๔	๔๖๔
	จำนวนคน	๔	๒๓	๔	๒๓	๖๓
ธุรกิจ	คะแนน	๓๔๑	๖๔๖	๔๒๔	๖๔๐	๒๔๕๖
	จำนวนคน	๔๔	๕๓	๒๖	๕๒	๑๖๐
ช่างผลิต	คะแนน	๔๓๓	๕๑๔	๒๓๖	๕๓๒	๒๓๐๓
	จำนวนคน	๕๔	๓๐	๑๔	๓๔	๑๔๔
บริการ	คะแนน	๓๓๔	๓๔๐	๑๔๔	๒๓๖	๑๑๔๔
	จำนวนคน	๒๓	๒๒	๑๓	๑๔	๕๒
รวม	คะแนน	๒๔๕๒	๒๔๔๒	๑๖๐๔	๒๒๕๖	
	จำนวนคน	๑๔๑	๑๕๔	๑๐๖	๑๔๔	
รวมออก	คะแนน	๕๔๔๔		๓๔๖๐		๕๓๐๔
	จำนวนคน	๓๔๔		๒๕๔		๖๐๓

ตาราง ๑๖. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบครั้งที่ ๒ แบ่งตามเพศ อายุ อาชีพของนิสิตนิสิต

เพศ และ อายุ		ชาย		หญิง		รวม
		อายุสูง	อายุต่ำ	อายุสูง	อายุต่ำ	
เกษตร	คะแนน	๘๓๖	๖๔๓	๖๓๕	๕๕๐	๒๕๖๐
	จำนวนคน	๕๓	๕๐	๕๐	๒๓	๑๖๐
วิชาชีพ	คะแนน	๑๒๕	๓๘๐	๑๒๕	๓๘๓	๑๐๖๑
	จำนวนคน	๔	๒๓	๔	๒๓	๒๓
ธุรกิจ	คะแนน	๗๖๖	๖๖๕	๕๓๖	๖๕๕	๒๕๑๒
	จำนวนคน	๕๕	๕๐	๒๖	๕๐	๑๖๐
ช่างเทคนิค	คะแนน	๕๖๓	๕๐๕	๒๓๓	๕๔๓	๒๒๖๖
	จำนวนคน	๕๕	๓๐	๑๔	๓๔	๑๔๔
บริการ	คะแนน	๓๘๑	๓๖๖	๒๑๔	๒๓๖	๑๖๕๑
	จำนวนคน	๒๓	๒๒	๑๓	๑๔	๗๒
รวม	คะแนน	๓๐๒๓	๒๕๕๕	๑๖๕๑	๒๓๕๕	
	จำนวนคน	๑๕๑	๑๕๔	๑๐๖	๑๔๔	
รวมยอด	คะแนน	๕๕๘๖		๕๐๕๐		๕๖๓๖
	จำนวนคน	๓๕๕		๒๕๕		๖๐๓

ตาราง ๕๑. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบคนที่ ๑ แบ่งตามเพศ อายุ อาชีพของนิสิตนิสิต

อาชีพ นิสิตนิสิต	เพศ และ อายุ	ชาย		หญิง		รวม
		อายุสูง	อายุต่ำ	อายุสูง	อายุต่ำ	
เกษตร	คะแนน	๒๓๔	๕๓๒	๔๔๔	๓๔๔	๑๔๔๔
	จำนวนคน	๕๓	๔๐	๔๐	๒๓	๑๖๐
วิชาชีพ	คะแนน	๑๐๔	๒๖๔	๑๐๕	๒๔๓	๓๖๐
	จำนวนคน	๔	๒๓	๔	๒๓	๖๓
ธุรกิจ	คะแนน	๒๐๐	๕๔๓	๓๓๓	๕๓๒	๒๐๑๒
	จำนวนคน	๔๔	๔๓	๒๖	๔๒	๑๖๐
ช่างเทคนิค	คะแนน	๓๒๔	๔๔๓	๒๑๒	๔๑๓	๑๔๑๔
	จำนวนคน	๕๔	๓๐	๑๔	๓๔	๑๔๔
บริการ	คะแนน	๒๔๐	๒๕๔	๑๕๒	๒๑๐	๔๐๖
	จำนวนคน	๒๓	๒๒	๑๓	๑๔	๓๖
รวม	คะแนน	๒๓๔๔	๒๐๕๐	๑๒๕๔	๑๓๔๐	
	จำนวนคน	๑๔๑	๑๕๔	๑๐๖	๑๔๔	
รวมยอด	คะแนน	๔๓๙๔		๓๐๔๔		๓๔๔๒
	จำนวนคน	๓๔๔		๒๕๔		๖๐๓

ตาราง ๔๔. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๔ แบ่งตามเพศ อายุ อาชีพบิดา มารดา

อาชีพ บิดามารดา	เพศ และ อายุ	ชาย		หญิง		รวม
		อายุสูง	อายุต่ำ	อายุสูง	อายุต่ำ	
เกษตรกร	คะแนน	๖๔๑	๕๕๖	๔๔๔	๓๖๓	๒๐๐๔
	จำนวนคน	๕๓	๕๐	๔๐	๒๓	๑๖๖
วิชาชีพ	คะแนน	๑๑๖	๓๐๑	๔๔	๓๑๔	๘๖๕
	จำนวนคน	๘	๒๓	๔	๒๓	๖๓
ธุรกิจ	คะแนน	๖๓๓	๕๕๓	๓๓๐	๕๓๐	๒๐๔๐
	จำนวนคน	๔๔	๔๓	๒๖	๔๓	๑๖๐
ช่างผลิต	คะแนน	๔๑๔	๕๕๑	๒๕๐	๔๖๔	๑๖๔๔
	จำนวนคน	๕๔	๓๐	๑๔	๓๔	๑๔๔
บริการ	คะแนน	๓๐๕	๓๐๔	๑๖๖	๒๒๓	๑๐๐๓
	จำนวนคน	๒๓	๒๒	๑๓	๑๔	๓๖
รวม	คะแนน	๒๕๕๓	๒๑๓๔	๑๓๓๔	๑๔๔๔	
	จำนวนคน	๑๔๑	๑๕๔	๑๐๖	๑๔๔	
รวมบอก	คะแนน	๔๓๒๓		๓๒๓๓		๘๐๐๐
	จำนวนคน	๓๔๔		๒๕๔		๖๐๓

ตาราง ๕๕. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบทั้งหมด แบ่งตามเพศ อายุ อาชีพและสถานภาพ

อาชีพ และ สถานภาพ	เพศ และ อายุ	ชาย		หญิง		รวม
		อายุสูง	อายุต่ำ	อายุสูง	อายุต่ำ	
เกษตรกร	คะแนน	๒๕๒๑	๒๓๕๔	๒๑๕๖	๑๕๓๐	๕๐๐๒
	จำนวนคน	๕๓	๕๐	๕๐	๒๓	๑๖๐
วิชาชีพ	คะแนน	๔๖๖	๑๓๐๒	๔๕๓	๑๓๕๓	๓๕๓๖
	จำนวนคน	๘	๒๓	๔	๒๓	๕๓
ธุรกิจ	คะแนน	๒๓๔๐	๒๔๑๑	๑๕๓๕	๒๐๕๑	๕๐๓๗
	จำนวนคน	๕๔	๕๓	๒๖	๕๖	๑๖๐
ช่างฝีมือ	คะแนน	๓๔๐๓	๑๕๓๑	๑๐๑๔	๒๐๕๑	๔๓๔๙
	จำนวนคน	๕๔	๓๐	๑๔	๓๔	๑๔๔
บริการ	คะแนน	๑๓๕๐	๑๒๖๔	๓๓๕	๕๓๓	๔๓๒๓
	จำนวนคน	๒๓	๒๖	๑๓	๑๔	๓๖
รวม	คะแนน	๑๐๔๔๐	๕๒๓๖	๕๔๓๔	๔๒๔๖	
	จำนวนคน	๑๔๑	๑๕๔	๑๐๖	๑๕๔	
รวมยอด	คะแนน	๒๐๑๕๖		๑๕๒๖๐		๓๕๔๑๖
	จำนวนคน	๓๕๔		๒๕๔		๖๐๘

ท่านเองเดียวกัน ถ้าจะวิเคราะห์โดยไม่แยกพวกอายุสูง อายุต่ำ ก็รวมคะแนน และจำนวนคนในช่องอายุสูง อายุต่ำ ในกลุ่มเดียวกันเข้าด้วยกัน เช่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบคนที่ ๑ ของกลุ่มเด็กชายในเมือง มิดา มาร์คา ประกอบอาชีพเกษตรกร จะได้ ๒๔๕ ๑๓๒ ๔๑๔ และจำนวนคนในกลุ่มนี้ ๑๕ ๑๐ ๒๕ คน เป็นต้น

ตาราง ๕๖. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบคนที่ ๑ แบ่งตามเพศ สถานที่อยู่ อาชีพบิดา มารดา

อาชีพ บิดา มารดา	เพศ และ ที่อยู่ อาศัย	ชาย		หญิง		รวม
		ในเมือง	ชนบท	ในเมือง	ชนบท	
เกษตรกร	คะแนน จำนวนคน	๔๑๔ ๒๕	๔๔๒ ๖๔	๓๖๑ ๒๓	๖๑๗ ๔๔	๒๓๘๔ ๑๖๐
วิชาชีพ	คะแนน จำนวนคน	๒๔๒ ๑๖	๒๓๖ ๑๕	๓๐๓ ๒๐	๑๘๗ ๑๒	๔๒๔ ๖๓
ธุรกิจ	คะแนน จำนวนคน	๔๓๖ ๖๑	๔๕๑ ๓๑	๖๔๖ ๔๓	๓๗๓ ๒๕	๒๔๕๖ ๑๖๐
ช่างผลิต	คะแนน จำนวนคน	๑๐๗๐ ๖๒	๓๘๕ ๒๖	๘๐๔ ๔๖	๑๔๔ ๑๐	๒๓๑๓ ๑๔๔
บริการ	คะแนน จำนวนคน	๔๔๖ ๒๕	๒๖๔ ๑๔	๒๒๔ ๑๔	๒๔๖ ๑๖	๑๑๔๔ ๗๖
รวม	คะแนน จำนวนคน	๓๑๑๒ ๑๕๑	๒๓๓๒ ๑๕๔	๒๒๘๓ ๑๔๗	๑๕๖๗ ๑๐๗	
รวมยอด	คะแนน จำนวนคน	๕๔๔๔ ๓๔๕		๓๔๖๐ ๒๕๔		๔๓๐๔ ๖๐๓

ตาราง ๕๗. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๒ แบ่งตามเพศ สถานที่อยู่ อาชีพและการศึกษา

เพศ และ ที่อยู่อาศัย		ชาย		หญิง		รวม
		ในเมือง	ชนบท	ในเมือง	ชนบท	
เกษตร	คะแนน	๔๕๕	๑๐๒๐	๓๙๒	๖๔๓	๒๕๖๐
	จำนวนคน	๒๕	๖๔	๒๓	๔๔	๑๖๐
วิชาชีพ	คะแนน	๒๕๖	๒๔๙	๓๑๔	๑๔๔	๑๐๒๑
	จำนวนคน	๑๖	๑๕	๒๐	๑๒	๖๓
ธุรกิจ	คะแนน	๔๔๔	๔๔๓	๓๐๐	๓๔๑	๒๕๑๒
	จำนวนคน	๖๑	๓๑	๔๓	๒๕	๑๖๐
ช่างผลิต	คะแนน	๑๐๔๕	๓๔๓	๓๐๓	๑๕๓	๒๒๙๒
	จำนวนคน	๖๖	๒๖	๔๖	๑๐	๑๔๔
บริการ	คะแนน	๔๖๖	๒๔๑	๒๓๙	๒๕๕	๑๒๔๑
	จำนวนคน	๒๓	๑๔	๑๕	๑๖	๓๖
รวม	คะแนน	๓๑๓๐	๒๔๑๖	๒๓๕๖	๑๖๔๔	
	จำนวนคน	๑๔๑	๑๕๔	๑๔๓	๑๐๓	
รวมยก	คะแนน	๕๕๔๖		๔๐๔๐		๙๖๒๖
	จำนวนคน	๓๔๔		๒๕๔		๖๐๓

ตาราง ๕๔. ยอดรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๑ แบ่งตามเพศ สถานที่อยู่ อาชีพศึกษามารกา

อาชีพ ศึกษามารกา		เพศ และ ที่อยู่อาศัย		ชาย		หญิง		รวม
				ในเมือง	ชนบท	ในเมือง	ชนบท	
เกษตร	คะแนน			๓๕๔	๘๐๓	๓๐๑	๔๔๓	๑๔๐๑
	จำนวนคน			๒๕	๒๔	๒๓	๔๔	๑๖๐
วิชาชีพ	คะแนน			๑๔๐	๑๓๔	๒๔๐	๑๕๒	๕๖๐
	จำนวนคน			๑๖	๑๕	๒๐	๑๒	๖๓
ธุรกิจ	คะแนน			๓๔๔	๓๕๔	๕๔๑	๒๔๔	๒๐๑๒
	จำนวนคน			๖๑	๓๑	๔๓	๒๕	๑๖๐
ช่างเทคนิค	คะแนน			๔๓๖	๓๐๖	๕๒๔	๑๐๔	๑๔๑๕
	จำนวนคน			๖๒	๒๖	๔๖	๑๐	๑๔๔
บริการ	คะแนน			๓๔๓	๒๐๑	๑๖๖	๑๔๖	๕๐๖
	จำนวนคน			๒๓	๑๔	๑๕	๑๖	๕๖
รวม	คะแนน			๒๕๕๑	๑๔๔๓	๑๔๑๓	๑๒๓๑	
	จำนวนคน			๑๔๑	๑๕๔	๑๔๓	๑๐๓	
รวมยอด	คะแนน			๔๓๔๔		๓๐๔๔		๕๔๔๖
	จำนวนคน			๓๔๔		๒๔๔		๖๐๓

ตาราง ๕๕. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบตอนที่ ๔ แบ่งตามเพศ สถานที่อยู่ อาชีพและนิกายศาสนา

อาชีพ นิกายศาสนา		ชาย		หญิง		รวม
		ในเมือง	ชนบท	ในเมือง	ชนบท	
เกษตรกร	คะแนน	๓๕๐	๔๘๓	๓๐๘	๕๕๓	๒๐๙๔
	จำนวนคน	๒๕	๒๔	๒๓	๔๔	๑๖๐
วิชาชีพ	คะแนน	๒๑๙	๑๙๘	๒๔๖	๑๕๒	๔๒๕
	จำนวนคน	๑๖	๑๕	๒๐	๑๒	๖๓
ธุรกิจ	คะแนน	๓๓๘	๔๑๒	๕๘๘	๓๑๒	๒๐๙๐
	จำนวนคน	๖๑	๓๑	๔๓	๒๕	๑๖๐
ช่างฝีมือ	คะแนน	๔๐๙	๓๖๐	๕๘๖	๑๒๙	๑๙๘๔
	จำนวนคน	๖๒	๒๖	๔๖	๑๐	๑๔๔
บริการ	คะแนน	๓๙๑	๒๔๓	๑๙๑	๑๙๘	๑๐๐๓
	จำนวนคน	๒๓	๑๘	๑๕	๑๖	๓๖
รวม	คะแนน	๒๖๒๓	๒๑๐๐	๑๙๒๕	๑๓๘๘	
	จำนวนคน	๑๙๑	๑๕๘	๑๔๓	๑๐๓	
รวมย่อย	คะแนน	๔๗๒๓		๓๒๗๓		๘๐๐๐
	จำนวนคน	๓๔๙		๒๕๔		๖๐๓

ตาราง ๒๐. ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบทั้งหมด แบ่งตามเพศ สถานที่อยู่ อาชีพและบิดามารดา

อาชีพ บิดามารดา	เพศ และ ที่อยู่อาศัย	ชาย		หญิง		รวม
		ในเมือง	ชนบท	ในเมือง	ชนบท	
เกษตรกร	คะแนน	๑๕๘๑	๓๖๔๔	๑๓๖๘	๒๓๕๔	๔๐๐๒
	จำนวนคน	๒๕	๒๔	๒๓	๔๔	๑๑๐
วิชาชีพ	คะแนน	๔๐๗	๘๖๑	๑๑๑๕	๒๘๔	๓๕๗๒
	จำนวนคน	๑๖	๑๕	๒๐	๑๒	๖๓
ธุรกิจ	คะแนน	๓๔๕๖	๑๖๔๕	๒๕๗๒	๑๓๕๔	๔๐๗๗
	จำนวนคน	๖๑	๓๑	๔๓	๒๕	๑๖๐
งานบริการ	คะแนน	๓๔๐๐	๑๔๓๔	๒๕๒๒	๕๓๘	๔๓๙๔
	จำนวนคน	๖๒	๒๖	๔๖	๑๐	๑๔๔
บริการ	คะแนน	๑๖๒๖	๔๔๓	๘๖๓	๔๔๕	๔๕๖๗
	จำนวนคน	๒๗	๑๘	๑๕	๑๖	๗๖
รวม	คะแนน	๑๑๔๗๐	๘๖๘๒	๔๔๐๐	๕๔๒๐	
	จำนวนคน	๑๔๑	๑๕๔	๑๔๓	๑๐๗	
รวมยอด	คะแนน	๒๐๑๕๒		๑๕๒๒๐		๓๕๓๗๒
	จำนวนคน	๓๔๔		๒๕๔		๖๐๓

เสร็จแล้วจึงดำเนินการวิเคราะห์หาค่า ความแปรปรวนของข้อมูลต่อไป

จะขอยกตัวอย่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้อจากการทดสอบ
ตอนที่ ๑ ซึ่งได้ค่าเป็นเป็นชั้น ๆ มาให้ดูต่อไปเป็นสังเขป ดังนี้

๑. หาคำแก้ (Correction Term) ซึ่งจะคำนวณได้จากสูตร

$$C = \frac{(\sum X)^2}{N}$$

$$C = \text{คำแก้ (Correction Term)}$$

$$\sum X = \text{ผลบวกของคะแนนทั้งหมด} = 4304$$

$$N = \text{จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด} = 603$$

แทนค่า

$$C = \frac{(4304)^2}{603}$$

$$C = \frac{18524816}{603}$$

$$C = 3072.1245$$

๒. หาผลรวมยกกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบน (รวมยกความแปรผัน)

ระหว่างเพศ (Sum of Squares Between Sex)

จากสูตร

$$S.S._B = \frac{(\sum X_b)^2}{N_b} + \frac{(\sum X_g)^2}{N_g} - C$$

$$S.S._B = \text{รวมยกความแปรผันระหว่างเพศ} = ?$$

$$\sum X_b = \text{ผลบวกของคะแนนเด็กชาย} = 4444$$

$$N_b = \text{จำนวนเด็กชาย} = 444 \text{ คน}$$

$$\sum X_g^2 = \text{ผลบวกของคะแนนเด็กหญิง} = 3460$$

$$N_g = \text{จำนวนเด็กหญิง} = 266 \text{ คน}$$

$$C = \text{ทัวแก (Correction Term)} = ๑๔๓๕๕๖.๒๕๕๔๓$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} SS_{\text{a}} &= \frac{(๕๕๕๕)^2}{๓๕๕} + \frac{(๓๕๖๐)^2}{๒๕๕} - ๑๔๓๕๕๖.๒๕๕๔๓ \\ &= \frac{๒๕๖๓๓๓๓๖}{๓๕๕} + \frac{๑๒๕๕๖๐๐}{๒๕๕} - ๑๔๓๕๕๖.๒๕๕๔๓ \\ &= ๘๕๕๒๐.๑๖๐๕๕ + ๕๕๖๕๕.๕๒๕๕๐ - ๑๔๓๕๕๖.๒๕๕๔๓ \\ &= ๒๓.๔๓๑๕๓ \end{aligned}$$

๓. หารวมยอดกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบน (รวมยอดความแปรผัน)

ระหว่างอายุ (Sum of Squares Between Age) จากสูตร

$$SS_{\text{a}} = \frac{(\sum X_h)^2}{N_h} + \frac{(\sum X_1)^2}{N_1} - C$$

$$SS_{\text{a}} = \text{รวมยอดความแปรผันระหว่างอายุ} = ?$$

$$\sum X_h = \text{ผลบวกของคะแนนเด็กอายุสูง} = ๕๕๕๕$$

$$N_h = \text{จำนวนเด็กอายุสูง} = ๒๕๕$$

$$\sum X_1 = \text{ผลบวกของคะแนนเด็กอายุต่ำ} = ๓๕๖๐$$

$$N_1 = \text{จำนวนเด็กอายุต่ำ} = ๓๐๖ \text{ คน}$$

$$C = \text{ทัวแก (Correction Term)} = ๑๔๓๕๕๖.๒๕๕๔๓$$

แทนค่า

$$SS_{\text{a}} = \frac{(๕๕๕๕)^2}{๒๕๕} + \frac{(๓๕๖๐)^2}{๓๐๖} - ๑๔๓๕๕๖.๒๕๕๔๓$$

$$= \frac{๒๓๖๓๓๓๓๖}{๒๕๕} + \frac{๑๒๕๕๖๐๐}{๓๐๖} - ๑๔๓๕๕๖.๒๕๕๔๓$$

$$= ๙๔๕๕๕.๓๖๖๔๐ + ๔๑๐๖๓.๕๔๑๖๔ - ๑๔๓๕๕๖.๒๕๕๔๓$$

$$= ๕.๖๔๓๐๖$$

๔. พหุรวมยอดกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบน (รวมยอดความแปรผัน) ระหว่างอาชีพของบิดามารดา
(Sum of Squares Between Parental Occupation)

$$SS_{p.o.} = \frac{(\sum X_a)^2}{N_a} + \frac{(\sum X_p)^2}{N_p} + \frac{(\sum X_b)^2}{N_b} + \frac{(\sum X_1)^2}{N_1} + \frac{(\sum X_s)^2}{N_s} - C$$

$$SS_{p.o.} = \text{รวมยอดความแปรผันระหว่างอาชีพของบิดามารดา} = ?$$

$$\sum X_a = \text{ผลบวกของคะแนนเด็กที่มีบิดามารดาประกอบอาชีพเกษตรกร} = ๒๓๔๔ \text{ คะแนน}$$

$$N_a = \text{จำนวนเด็กที่มีบิดามารดาประกอบอาชีพเกษตรกร} = ๑๖๔ \text{ คน}$$

$$\sum X_p = \text{ผลบวกของคะแนนเด็กที่มีบิดามารดาประกอบอาชีพที่ไว้ชีวิต} = ๔๖๔ \text{ คะแนน}$$

$$N_p = \text{จำนวนเด็กที่มีบิดามารดาประกอบอาชีพที่ไว้ชีวิต} = ๖๓ \text{ คน}$$

$$\sum X_b = \text{ผลบวกของคะแนนเด็กที่มีบิดามารดาประกอบอาชีพธุรกิจการค้า} = ๒๔๕๖ \text{ คะแนน}$$

$$N_b = \text{จำนวนเด็กที่มีบิดามารดาประกอบอาชีพธุรกิจการค้า} = ๑๖๐ \text{ คน}$$

$$\sum X_1 = \text{ผลบวกของคะแนนเด็กที่มีบิดามารดาประกอบอาชีพช่างผลิต} = ๒๓๐๓ \text{ คะแนน}$$

$$N_1 = \text{จำนวนเด็กที่มีบิดามารดาประกอบอาชีพช่างผลิต} = ๑๔๔ \text{ คน}$$

$$\sum X_s = \text{ผลบวกของคะแนนเด็กที่มีบิดามารดาประกอบอาชีพบริการ} = ๑๑๘๘ \text{ คะแนน}$$

$$N_s = \text{จำนวนเด็กที่มีบิดามารดาประกอบอาชีพบริการ} = ๓๖ \text{ คน}$$

$$C = \text{ค่าแก้ (Correction Term)} = ๑๔๓๕๖.๒๕๕๓$$

แทนค่า

$$SS_{p.o.} = \frac{(๒๓๔๔)^2}{๑๖๐} + \frac{(๔๖๔)^2}{๖๓} + \frac{(๒๔๕๖)^2}{๑๖๐} + \frac{(๒๓๐๓)^2}{๑๔๔} + \frac{(๑๑๘๘)^2}{๓๖} - ๑๔๓๕๖.๒๕๕๓$$

$$= \frac{๕๔๐๒๕๕๔}{๑๖๐} + \frac{๔๓๓๐๒๓๔}{๖๓} + \frac{๖๐๓๑๕๓๖}{๑๖๐} + \frac{๑๔๓๓๒๑}{๑๔๔} + \frac{๕๓๐๓๘๔}{๓๖} - ๑๔๓๕๖.๒๕๕๓$$

$$= ๓๓๗๕๐.๙๐๐๐๐ + ๑๔๔๓๓.๓๕๖๔๒ + ๓๗๖๙๙.๖๐๐๐๐ + ๑๔๖๐๑.๕๕๕๕๖$$

$$+ ๓๖๘๘๒.๐๐๖๔๔ - ๑๔๓๕๖.๒๕๕๓$$

$$= ๘๑.๒๕๐๔๓$$

๕. หาค่าการประทะภายในเพศ อายุ (Interaction S $\times$ A)

โดยค่าเป็นเป็นชั้น ๆ ดังนี้

ก. คำนวณหามัธยิมเลขคณิต (Mean) ของคะแนนกลุ่มตัวอย่างต่อไปนี้

- ๑) เด็กชายอายุสูง
- ๒) เด็กชายอายุต่ำ
- ๓) เด็กหญิงอายุสูง
- ๔) เด็กหญิงอายุต่ำ

โดยคำนวณจากสูตร

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

$$\bar{X} = \text{มัธยิมเลขคณิต} = ?$$

$$\sum X = \text{ผลบวกของคะแนน}$$

$$N = \text{จำนวนกลุ่มตัวอย่าง}$$

เช่นหามัธยิมเลขคณิต ของกลุ่มเด็กชายอายุสูง

$$\bar{X} = \frac{2452}{199}$$

$$= 12.3221$$

$$\text{มัธยิมเลขคณิตของกลุ่มเด็กชายอายุสูง} = 12.3221$$

ด้วยวิธีเดียวกันนี้ จะสามารถคำนวณหาค่ามัธยิมเลขคณิต ของกลุ่มตัวอย่างอีก ๓ กลุ่มที่เหลือ ดังแสดงในตาราง

ตาราง ๒๑. ค่ามัธยฐานเลขคณิต และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง แบ่งตามเพศ อายุ

ชาย	ชาย		หญิง	
	มัธยฐาน ($\bar{x}_1$)	จำนวน n_1	มัธยฐาน ($\bar{x}_2$)	จำนวน n_2
สูง	๑๕.๔๕๕๕๕	๑๔๑	๑๕.๑๓๒๐๗	๑๐๖
ต่ำ	๑๕.๗๒๖๖๖	๑๔๔	๑๕.๖๔๖๖๖	๑๔๔

ข. หาค่า w โดยการเอาจำนวนกลุ่มตัวอย่างอื่นที่ ๑ (n_1) คูณด้วยจำนวนกลุ่มตัวอย่างอื่นที่ ๒ (n_2) แล้วหารด้วยผลบวกของจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง $n_1 + n_2$ คือหาค่า $\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}$ ของทุกแถวแล้วรวมบอกไว้

ค. หาผลต่างของมัธยฐานเลขคณิต (d) โดยเอามัธยฐานเลขคณิตตัวที่ ๑ ($\bar{x}_1$) ถูกลบด้วยมัธยฐานเลขคณิตตัวที่ ๒ ($\bar{x}_2$) คือหาค่า $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ ทุกแถวเช่นกัน

ง. เอาค่า w คูณค่า d ทุกของ แล้วรวมตามวิธีที่ขคณิตจะได้ผลบวกของผลคูณของ w และ d (wd)

จ. ยกกำลังสองผลต่างของมัธยฐานเลขคณิต (d) ทุกค่า

ฉ. หาผลคูณของ w และ d^2 แล้วรวมบอกจะได้อีก (wd^2) ทั้งนี้

ตาราง ๒๒ ผลการทดสอบการแปรหายในเพศ อายุ (Interaction S x A)

อายุ	มีพิษ เค็กราย $\bar{x}_1$	จำนวน เค็กราย n_1	มีพิษ เค็กราย $\bar{x}_2$	จำนวน เค็กราย n_2	$\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}$ W	$x_1 - x_2$ D	SD	D^2	WD^2
สูง	๑๕.๕๕๕๕๕	๑๕๑	๑๕.๑๒๒๗	๑๐๖	๒๔.๑๖๔๕	๐.๓๓๒๘	๒๒.๐๕๗๐	๐.๑๑๕๐	๓.๑๐๐๕๐
ต่ำ	๑๕.๓๗๒๗๕	๑๕๔	๑๕.๒๔๓๕	๑๕๔	๓๖.๕๑๓๐	๐.๕๒๔๑	๕๐.๕๑๔๐	๐.๒๗๔๓๕	๒๓.๓๓๗๕๕
รวม					๑๕๕.๕๗๗๕		๖๒.๕๗๑๐		๒๔.๕๐๘๐๕

จากสูตร

$$SS_{b \times a} = \sum WD^2 - \frac{(\sum WD)^2}{\sum W}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} SS_{b \times a} &= ๒๘.๕๐๓๖๕ - \frac{(๒๘.๕๐๓๖๕)^2}{๑๔๔.๕๘๖๖๕} \\ &= ๒๘.๕๐๓๖๕ - \frac{๘๑๐๑.๕๒๖๑๙}{๑๔๔.๕๘๖๖๕} \\ &= ๒๘.๕๐๓๖๕ - ๒๖.๕๘๖๓๖ \\ &= ๑.๙๑๗๒๙ \end{aligned}$$

ค่าการปะทะภายในเพศ อายุ

$$= ๑.๙๑๗๒๙$$

๖. หาค่าการปะทะภายในเพศ - อารีมีคณาการ (Interaction of S x P) ตามวิธีการในข้อ ๕ จะได้ดังตาราง

ตาราง ๖๓. การคำนวณหาค่าการปะทะภายในเพศ-อารีมีคณาการ (Interaction S x P)

อารีมีคณาการ	มีชื่อยุติ เกิดชาย X_1	จำนวน เกิดชาย n_1	มีชื่อยุติ เกิดหญิง X_2	จำนวน เกิดหญิง n_2	$\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}$ W	$X_1 - X_2$ D	VD	D^2	WD^2
เกษตร	๑๕.๑๖๑๖๕	๕๓	๑๕.๕๕๖๑๑	๖๓	๓๘.๕๕๓๓๕	๐.๕๖๕๔๔	๒๑.๕๖๕๑๓	๐.๓๑๕๕๑	๑๒.๕๐๐๐๓
วิจิตร	๑๕.๔๑๕๓๕	๓๑	๑๕.๓๑๒๕๐	๓๒	๑๕.๓๕๖๐๓	๐.๑๐๖๕๕	๑.๒๒๒๕๖	๐.๐๑๑๕๑	๐.๑๕๕๖๖
ธุรกิจ	๑๕.๐๗๖๐๘	๕๒	๑๕.๓๒๐๕๔	๖๔	๓๕.๑๐๐๐๑	-๐.๒๔๕๕๐๒๒	๐.๕๕๕๕๕	๐.๕๕๕๕๕	๑๖.๒๕๓๕๕
ช่างอิเล็กทรอนิกส์	๑๖.๕๓๕๐๕	๔๔	๑๕.๑๕๒๕๕	๕๖	๓๕.๒๒๒๒๒	๑.๓๘๒๖๕	๕๓.๖๑๑๒๒	๑.๕๓๕๕๕	๖๖.๒๓๕๕๕
บริการ	๑๕.๘๖๖๖๖	๕๕	๑๕.๓๒๒๕๕	๓๑	๑๕.๓๕๕๖๖	๐.๕๕๕๐๘	๕.๕๕๖๖๖	๐.๒๕๖๖๖	๕.๕๓๕๕๖
รวม					๑๕๖.๓๖๓๖๖		๕๖.๐๕๕๓๖		๑๐๐.๕๕๓๐๓

จากสูตร

$$SS_{\text{B x P}} = \sum WD^2 - \frac{(\sum WD)^2}{\sum W}$$

$$= 100.64308 - \frac{1162.2444}{16.6666}$$

$$= 100.64308 - 69.7466$$

$$= 30.8964$$



๓. ผลการประเภทย่อย-อันตรกิริยาระหว่าง (Interaction A x P) ตามวิธีการในข้อ ๕ จะได้ตาราง

ตาราง ๖๔. การคำนวณผลการประเภทย่อย-อันตรกิริยาระหว่าง (Interaction A x P)

อันตรกิริยาระหว่าง	ผลรวม ของ X_1	ผลรวม ของ n_1	ผลรวม ของ X_2	ผลรวม ของ n_2	$\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}$	$X_1 - X_2$ D	WD	D^2	WD^2
แบบที่ 1	๑๔.๔๔๖๖๒	๔๓	๑๕.๕๖๓๓๘	๖๗	๓๔.๔๔๓๓๖	-๑.๐๖๗๗๖	-๔๐.๐๖๔๔๖	๑.๐๔๖๖๔	๔๐.๑๐๔๔๘
แบบที่ 2	๑๔.๔๖๓๓๖	๑๗	๑๕.๕๓๖๖๓	๔๖	๑๖.๔๖๖๖๖	-๐.๙๗๓๓๓	-๔.๖๖๖๖๖	๐.๙๔๖๖๖	๖.๔๖๖๖๖
แบบที่ 3	๑๕.๖๐๐๐๐	๓๕	๑๕.๖๐๐๐๐	๔๕	๓๕.๔๔๓๓๖	๐.๔๔๓๓๓	๑๕.๖๖๖๖๖	๐.๑๙๖๖๖	๑๕.๖๖๖๖๖
แบบที่ 4	๑๕.๕๖๓๓๖	๓๖	๑๖.๐๓๖๖๖	๖๔	๓๕.๔๔๓๓๖	-๐.๐๖๖๖๖	-๒.๖๖๖๖๖	๐.๐๐๔๔๔	๐.๑๐๔๔๔
แบบที่ 5	๑๕.๕๖๖๖๖	๓๖	๑๕.๕๐๐๐๐	๔๐	๑๕.๕๕๖๖๖	๐.๕๕๖๖๖	๕.๕๕๖๖๖	๐.๓๑๑๑๑	๕.๕๕๖๖๖
รวม					๑๕๖.๐๓๖๖๖		-๒๖.๑๖๖๖๖		๖๖.๐๑๖๖๖

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad SS. &= \sum WD^2 - \frac{(\sum WD)^2}{\sum n} \\
 &= ๖๖.๐๑๖๖๖ - \frac{๕๖.๕๕๖๖๖^2}{๑๕๖.๐๓๖๖๖} \\
 &= ๕๕.๓๔๖๖๖
 \end{aligned}$$

๔. หาค่ารวมบอกกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบนทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง (รวมบอกใหญ่ของความแปรผัน) Total Sum of Squares

จากสูตร

$$SS_{.t} = \sum x^2 - C$$

$$SS_{.t} = \text{รวมบอกใหญ่ของความแปรผัน (Total Sum of Squares)} = ?$$

$$\sum x^2 = \text{ผลบวกของกำลังสองของคะแนนทั้งหมดซึ่งได้หาไว้ดังกล่าวแล้วในหน้า ๑๕๐๐๖๖ คะแนน}$$

$$C = \text{ค่าแก้ (Correction Term)} = ๑๔๓๕๕๖.๒๕๕๔๓$$

แทนค่า

$$SS_{.t} = ๑๕๐๐๖๖ - ๑๔๓๕๕๖.๒๕๕๔๓$$

$$= ๖๕๐๙.๗๔๔๕๗$$

๕. หาค่าของความแปรผันที่เป็นเศษตกค้าง (Residuals Variation)

ความแปรผันเศษตกค้าง คือ ส่วนของความแปรผันที่ยังเหลืออยู่ในความแปรผันรวมบอก หลังจากหักเอาความแปรผันอันเกิดจากแหล่งต่าง ๆ ที่พอจะคำนวณได้ดังกล่าวแล้ว ทั้งเพศ ๑ - ๓ ออกแล้ว ฉะนั้นค่าของความแปรผันที่เป็นเศษตกค้างจึงคำนวณได้จาก

$$SS_{.r} = SS_{.t} - (SS_{.s} + SS_{.a} + SS_{.p} + SS_{.s \times a} + SS_{.s \times p} + SS_{.a \times p})$$

$$SS_{.r} = \text{ความแปรผันที่เป็นเศษตกค้าง (Residuals Variation)} = ?$$

$$SS_{.t} = \text{รวมบอกใหญ่ของความแปรผัน (Total Sum of Squares)} = ๖๕๐๙.๗๔๔๕๗$$

$$SS_{.s} = \text{ความแปรผันระหว่างเพศ (Sum of Squares Between Sex)} = ๒๓.๗๕๗๕๓$$

$$SS_{.a} = \text{ความแปรผันระหว่างอายุ (Sum of Squares Between Age)} = ๔.๖๔๓๐๖$$

$$SS_{.p} = \text{ความแปรผันระหว่างอาชีพที่คานวณค่า (Sum of Squares Between Parental Occupation)} = ๔๑.๒๕๐๔๓$$

$$SS_{.s \times a} = \text{การปะทะภายในเพศ-อายุ (Interaction S x A)} = ๑.๕๓๓๔๔$$

$$SS_{.s \times p} = \text{การปะทะภายในเพศ-อาชีพที่คานวณค่า (Interaction S x P)} = ๓๕.๐๒๕๔๖$$

$$SS_{.a \times p} = \text{การปะทะภายในอายุ-อาชีพที่คานวณค่า (Interaction A x P)} = ๔๔.๓๕๐๔๕$$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 SS_R &= 6504.75667 - (22.7573 \quad 4.64306 \quad 49.26041 \\
 &\quad 9.62044 \quad 75.02646 \quad 64.36045) \\
 &= 6269.97445
 \end{aligned}$$

เสร็จแล้วนำบรรทัดทั้งหมดทั้งแถว ๒ - ๕ ไปเขียนลงในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

๑๐. พิจารณาหาจำนวนเงื่อนไข (Degree of Freedom) ของความแปรปรวนแต่ละอัน โดยพิจารณาจากจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง ของแหล่งกำเนิดความแปรผันนั้น ๆ

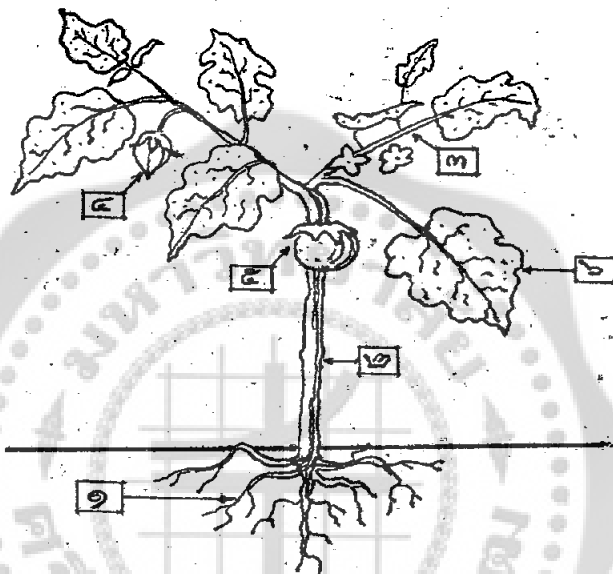
เนื่องจากโลกที่เลือกมีน้อยกว่าแหล่งกำเนิดความแปรผันอยู่ ๑ เสมอ เพราะอันสุดท้าย ไม่มีโอกาสเลือก ถูกบังคับให้เอาโดยปริยาย เช่นจำนวนเงื่อนไขของความแปรปรวนระหว่างเพศ ซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น ๒ กลุ่ม ชายและหญิง ถ้าเลือกชายอีกอันต้องเป็นหญิง หรือ ถ้าเลือกหญิงอีกอันต้องเป็นชาย ฉะนั้น จำนวนเงื่อนไขจึงเท่ากับ ๒-๑ = ๑ (n-1 เมื่อ คือ แหล่งกำเนิดความแปรผัน)

๑๑. หาค่าความแปรปรวน (Variance) โดยเอาจำนวนเงื่อนไข (Degree of Freedom) ไปหารรวมยอดกำลังสองของความแปรปรวนทุกค่า

๑๒. หาค่าอัตราส่วนของความแปรปรวน (F-Ratio) โดยการเอาค่าความแปรปรวนของเพศกลาง (Residual) ไปหารค่าที่คำนวณได้ในข้อ ๑๑

ภาคผนวก ฉ.

ตัวอย่างข้อทดสอบที่ง่าย (มีค่า p ตั้งแต่ ๐.๑๕ ขึ้นไป)



พืชในส่วนไหนมีคลอโรพลาสต์

- ก. หมายเลข ๑
- ข. หมายเลข ๔
- ค. หมายเลข ๕
- ง. หมายเลข ๖

ค่าความยากง่าย ๐.๔๕

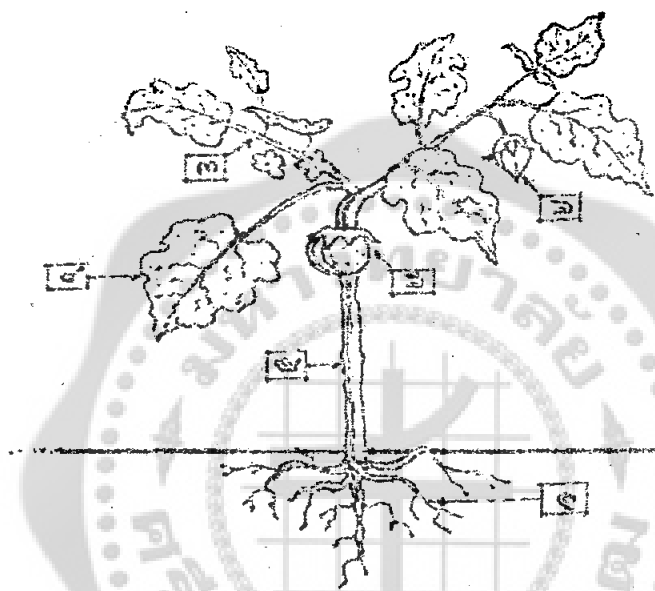
ถ้าอมน้ำเกลือบ่อย ๆ จะทำให้เป็นอย่างไร

- ก. พันผุ
- ข. แฉงกินพัน
- ค. เหงือกแข็งแรง
- ง. ลิ้นเป็นแผล

ค่าความยากง่าย ๐.๔๐

๑. โครงสร้างของพืช

๒. การเจริญเติบโตของพืช



๓. การสืบพันธุ์ของพืช

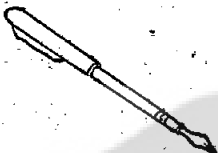
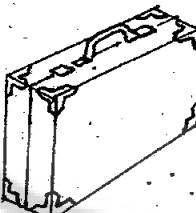
๔. การปรับตัวของพืช

๕. การอนุรักษ์พืช

๖. การนำพืชไปใช้ประโยชน์

๗. การปลูกพืช

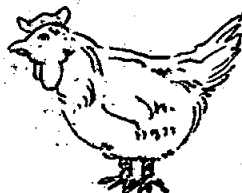
๘. การดูแลรักษาพืช

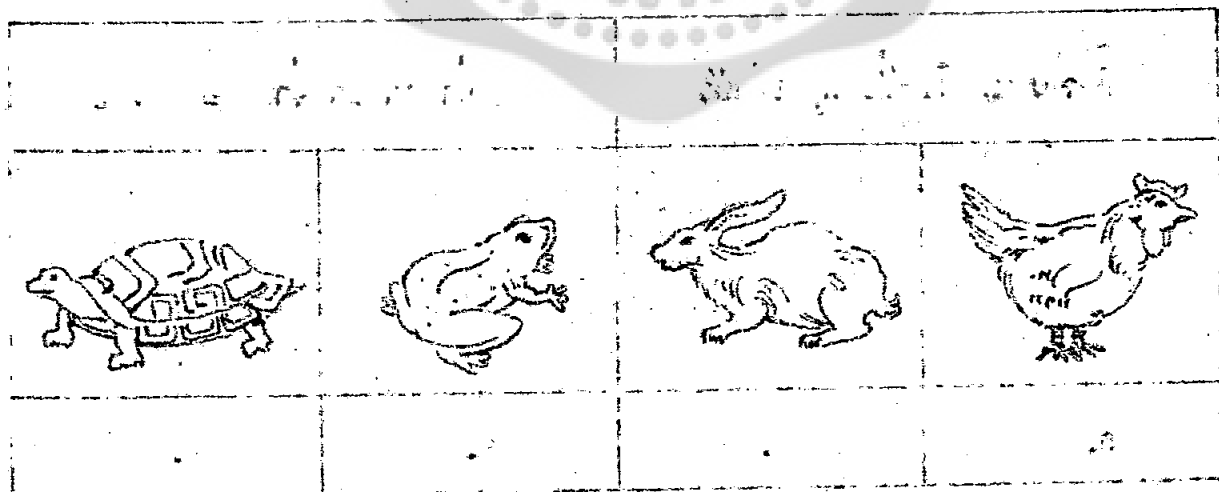
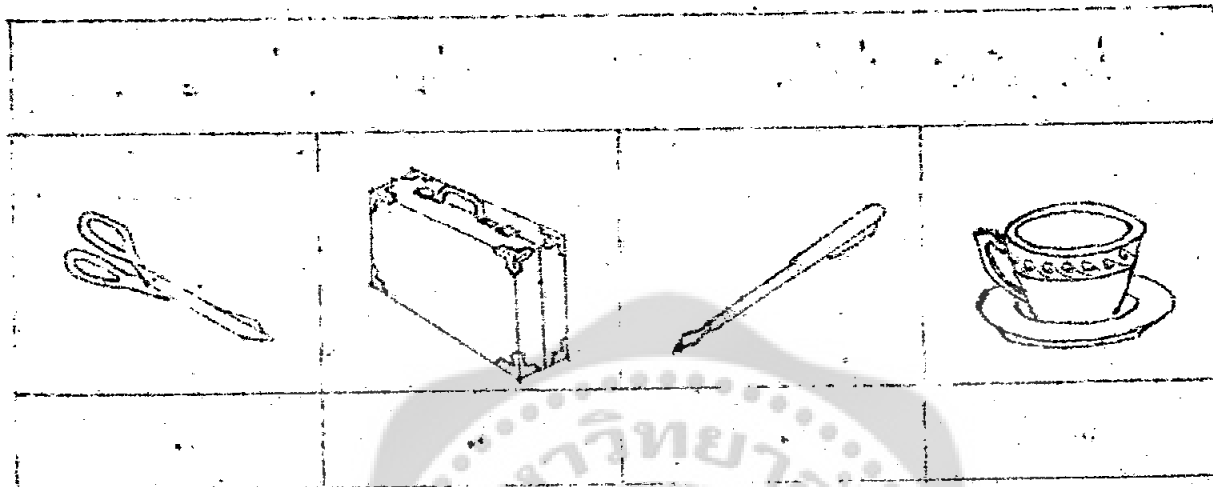
สิ่งไหนเป็นผลิตภัณฑ์ที่โคจากกิน		ค่าความยากง่าย = ๐.๕๒	
			
ก.	ข.	ค.	ง.

อย่างไหนเป็นเชื้อเพลิงที่ติดไฟง่ายที่สุด

- ก. ถ่านหิน
- ข. ถ่านไม้
- ค. ก๊าซ
- ง. น้ำมัน

ค่าความยากง่าย = ๐.๕๐

สัตว์ประเภทไหนที่ออกอุกเป็นตัว		ค่าความยากง่าย = ๐.๕๐	
			
ก.	ข.	ค.	ง.



ถ้าจะปลูกข้าวนักเรียนคิดว่าจะปลูกในฤดูไหน

- ก. ฤดูหนาว
- ข. ฤดูฝน
- ค. ฤดูร้อน
- ง. ทั้งสามฤดู

ค่าความยากง่าย = ๐.๘๔

วิธีการที่นำกลายเป็นไทยเรียกว่าอะไร

- ก. การระเหย
- ข. การระเหิด
- ค. การกลั่นตัว
- ง. การกรอง

ค่าความยากง่าย = ๐.๕๐

จะทออย่างไรกับเศษขยะ จึงจะทำให้เชื้อโรคไม่แพร่หลาย

- ก. เอาทิ้งเสีย
- ข. เอาไปเทลงหลุม
- ค. เอาไปเทลงแม่น้ำ
- ง. เอาไปทิ้งในสวนใกล้ ๆ บ้าน

ค่าความยากง่าย = ๐.๗๗

ตัวอย่างข้อทดสอบที่ยาก (มีค่า p ตั้งแต่ ๐.๑๕ ลงมา)

ปณิชนัยมาจากอะไร

- ก. หิน
- ข. คิน
- ค. กรวค
- ง. ทราย

ค่าความยากง่าย = ๐.๑๘

สินแร่ เหล็กหมายถึงอะไร

- ก. หินหรือคินที่มีโอตะปน
- ข. เหล็กที่ได้จากการถลุงครั้งแรก
- ค. เหล็กที่ได้จากการถลุงเหล็กซ้ำ
- ง. คินหรือหินที่มีเหล็กปน

ค่าความยากง่าย = ๐.๒๐

ดวงจันทร์หมุนรอบโลกกินเวลาประมาณเท่าไร

- ก. ๑ วัน
- ข. ๓ วัน
- ค. ๒๘ วัน
- ง. ๓๖๕ วัน

ค่าความยากง่าย = ๐.๒๕

ในสุริยจักรวาลมีดวงดาวทั้งหมดกี่ดวง

- ก. ๓ ดวง
- ข. ๔ ดวง
- ค. ๑๐ ดวง
- ง. มากมายนับไม่ถ้วน

ค่าความยากง่าย = ๐.๓๕

พืชและสัตว์ต่างกันในค่าน้ำ

- ก. หายใจเอาอากาศต่างกัน
- ข. พืชเคลื่อนไหวไม่ไค้อย่างสัตว์
- ค. พืชไม่มีความรู้สึกอย่างสัตว์
- ง. สัตว์ปรุงอาหารเองไม่ได้เหมือนพืช

ค่าความยากง่าย = ๐.๓๐

เพราะเหตุใดสิ่งต่าง ๆ ในโลกจึงเน่าเปื่อยกลายเป็นดิน

- ก. เพราะสิ่งต่าง ๆ ถูกน้ำ
- ข. เพราะสิ่งต่าง ๆ ถูกแดดเผาผลาญ
- ค. เพราะสิ่งต่าง ๆ ถูกดินทับถม
- ง. เพราะสิ่งต่าง ๆ ถูกจุลินทรีย์ทำลาย

ค่าความยากง่าย = ๐.๒๓

จากเวลาเช้าถึงเย็น ลักษณะของเงาไม้จะเป็นอย่างไร

- ก. สั้นลงกว่าเดิม
- ข. ยาวขึ้นกว่าเดิม
- ค. สั้นลงระยะหนึ่งแล้วยาวขึ้น
- ง. ยาวขึ้นระยะหนึ่งแล้วสั้นลง

ค่าความยากง่าย = ๐.๒๔

เพราะเหตุใดเวลาเคี้ยวแกงหนาน ๆ แกงจึงข้น

- ก. เพราะสิ่งต่าง ๆ ในแกงเมื่อยปนกัน
- ข. เพราะน้ำเข้าไปอยู่ในเนื้อและผักต้มค
- ค. เพราะน้ำไค้รับความร้อนกลายเป็นไอ
- ง. เพราะหม้อถูกคาน้ำแกงไปต้มค

ค่าความยากง่าย = ๐.๓๔

เหตุใดอาจารย์จึงมีน้ำอ้อยรดอกปี

- ก. เพราะไม่มีคนในป่าไปตัดมาตีมาไว้
- ข. เพราะใบไม้เห็นคนทำให้น้ำซึมมาก
- ค. เพราะแดดส่องไม่ถึงน้ำระเหยมาก
- ง. เพราะดินมีรากไม้แย่งน้ำซึมมาก

ค่าความยากง่าย ๘ ๐.๑๐

จงอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้างล่างโดยวงรอบหัวข้อคำตอบที่นักเรียนเห็นว่า

ถูกต้องที่สุด

“แม้เหล็กที่ได้อาจจากการถลุงสินแร่เหล็กครั้งแรกไม่บริสุทธิ์ เราเรียกว่าเหล็กหลอม ซึ่ง อ่อน, เปราะ และหลอมง่าย เราจึงนิยมถลุงซ้ำเพื่อขจัดสิ่งอื่น ๆ ออกอีก ทำให้เหนียวขึ้น เรียกว่า เหล็กตีก็ เหล็กชนิดนี้ถ้าเราโลหะอื่นผสม จะทำให้กลายเป็นเหล็กกล้า เพราะทำอาวุธหรือเกราะพิเศษ

เหล็กตีคือเหล็กชนิดใด

- ก. เหล็กที่มีโลหะอื่นปน
- ข. เหล็กที่ถลุงออกครั้งแรก
- ค. เหล็กผสมบริสุทธิ์
- ง. เหล็กที่ได้จากการถลุงเหล็กหลอม

ค่าความยากง่าย ๘ ๐.๓๐

১১১১১ ১১১

การแจกแจงความถี่ของคะแนน

เรื่องแบบทดสอบต่อไปนี้ ๒

(၁၅၅၅)

[illegible][illegible]

{ ความเข้าใจ }

ที่ได้จากการทดสอบทดสอบ

คะแนน	จำนวนรอบนับ	ความถี่
35	1	1
34	1	1
33	1	1
32	1	1
31	1	1
30	1	1
29	1	1
28	1	1
27	1	1
26	1	1
25	1	1
24	1	1
23	1	1
22	1	1
21	1	1
20	1	1
19	1	1
18	1	1
17	1	1
16	1	1
15	1	1
14	1	1
13	1	1
12	1	1
11	1	1
10	1	1
9	1	1
8	1	1
7	1	1
6	1	1
5	1	1
4	1	1
3	1	1
2	1	1
1	1	1
0	1	1
รวม		

ตาราง ๑๖

การแจกแจงความถี่ของคะแนน

ของแบบทดสอบข้อที่ ๑

{ ความจำ } ที่ได้รับการทดสอบจริง

คะแนน	จำนวนข้อ	ความถี่
๒๔	1	1
๒๓	1	1
๒๒	1	1
๒๑	1	1
๒๐	1	1
๑๙	1	1
๑๘	1	1
๑๗	1	1
๑๖	1	1
๑๕	1	1
๑๔	1	1
๑๓	1	1
๑๒	1	1
๑๑	1	1
๑๐	1	1
๙	1	1
๘	1	1
๗	1	1
๖	1	1
๕	1	1
๔	1	1
๓	1	1
๒	1	1
๑	1	1
0	1	1
รวม	1	1

ตาราง ๑๑ การแจกแจงความถี่ของคะแนน ของแบบทดสอบตอนที่ ๒

{ การนำไปใช้ } ที่ใช้วาดตารางทดสอบจริง

คะแนน	จำนวนที่ใส่	ความถี่
๒๔	||||	๑๑
๒๓	||||	๑๑
๒๒	||||	๑๑
๒๑	||||	๑๑
๒๐	||||	๑๑
๑๙	||||	๑๑
๑๘	||||	๑๑
๑๗	||||	๑๑
๑๖	||||	๑๑
๑๕	||||	๑๑
๑๔	||||	๑๑
๑๓	||||	๑๑
๑๒	||||	๑๑
๑๑	||||	๑๑
๑๐	||||	๑๑
๙	||||	๑๑
๘	||||	๑๑
๗	||||	๑๑
๖	||||	๑๑
๕	||||	๑๑
๔	||||	๑๑
๓	||||	๑๑
๒	||||	๑๑
๑	||||	๑๑
รวม		๑๑๑

ตาราง ๗๑ การแจกแจงตามดีของคะแนน ของแบบทดสอบข้อนี้ ๓

{ ความเข้าใจ } ที่ได้จาก การทดสอบจริง

คะแนน	จำนวนรอบ	ความถี่
๒๕	I	๑
๒๔	II	๒
๒๓	III	๓
๒๒	IV	๔
๒๑	IV I	๕
๒๐	IV II	๑๐
๑๙	IV III	๑๒
๑๘	IV IV I	๑๖
๑๗	IV IV II	๓๓
๑๖	IV IV III	๖๐
๑๕	IV IV IV I	๘๖
๑๔	IV IV IV II	๓๓
๑๓	IV IV IV III	๖๓
๑๒	IV IV IV IV I	๖๓
๑๑	IV IV IV IV II	๖๓
๑๐	IV IV IV IV III	๖๓
๙	IV IV IV IV IV I	๖๓
๘	IV IV IV IV IV II	๖๓
๗	IV IV IV IV IV III	๖๓
๖	IV IV IV IV IV IV I	๖๓
๕	IV IV IV IV IV IV II	๖๓
๔	IV IV IV IV IV IV III	๖๓
๓	IV IV IV IV IV IV IV I	๖๓
๒	IV IV IV IV IV IV IV II	๖๓
๑	IV IV IV IV IV IV IV III	๖๓
๐	IV IV IV IV IV IV IV IV I	๖๓
รวม	รวม	๖๓๐

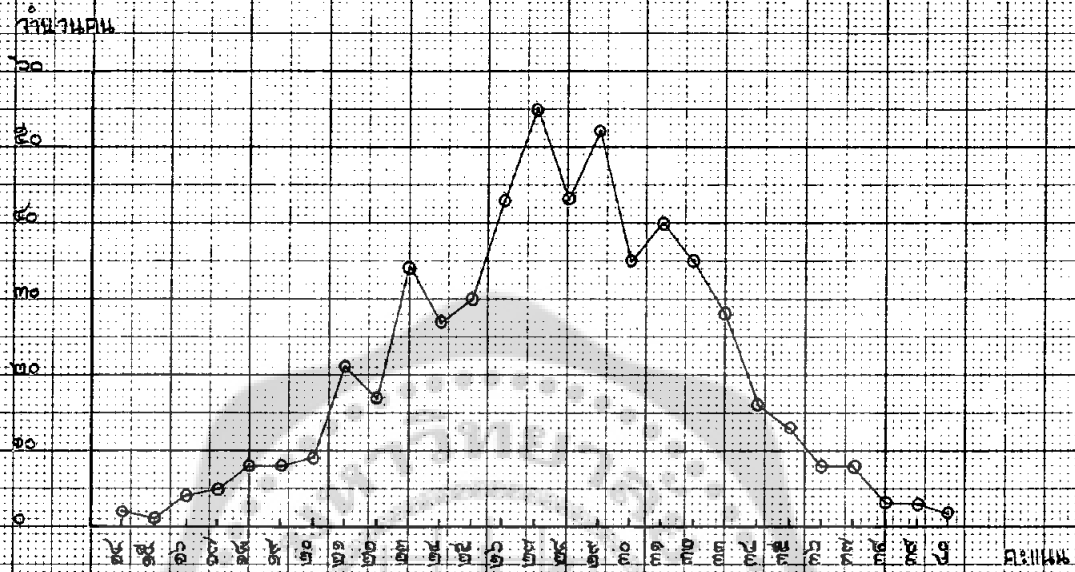
สารบัญ ๗๕ บทวิจารณ์ฉบับนี้ เรื่องแบบทดสอบ ๘๐๔

(ตะนุณรรวม) ปีที่ ๒

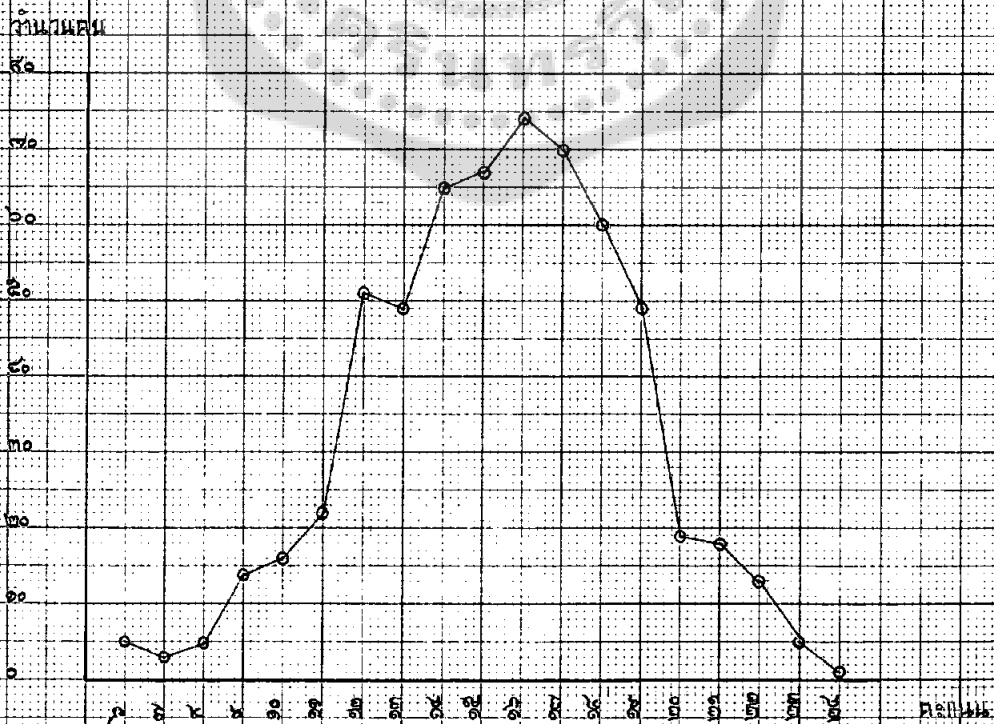
[illegible]

๗. ปริมาณฝนที่ตกตามแนวเส้นทางสายน้ำแม่ป๋วย

๗. ปริมาณฝน

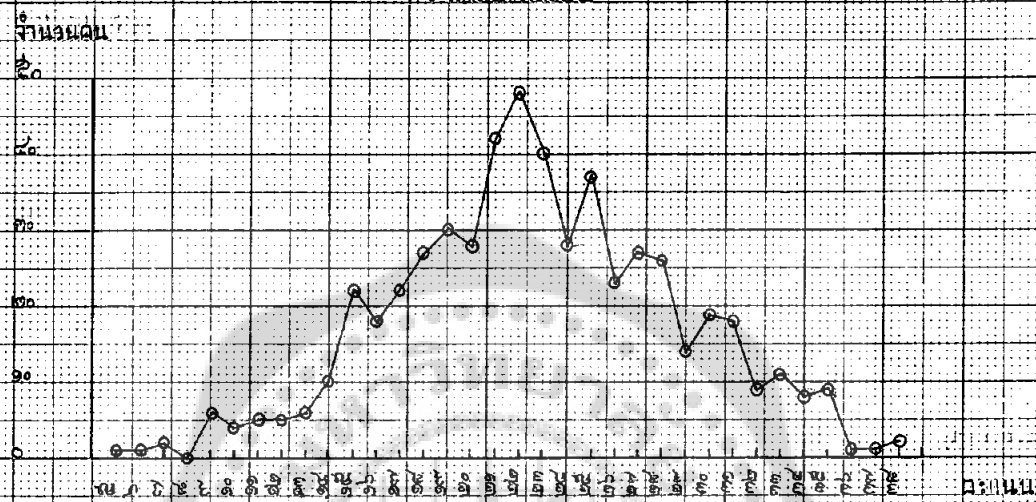


๘. ปริมาณน้ำไหล

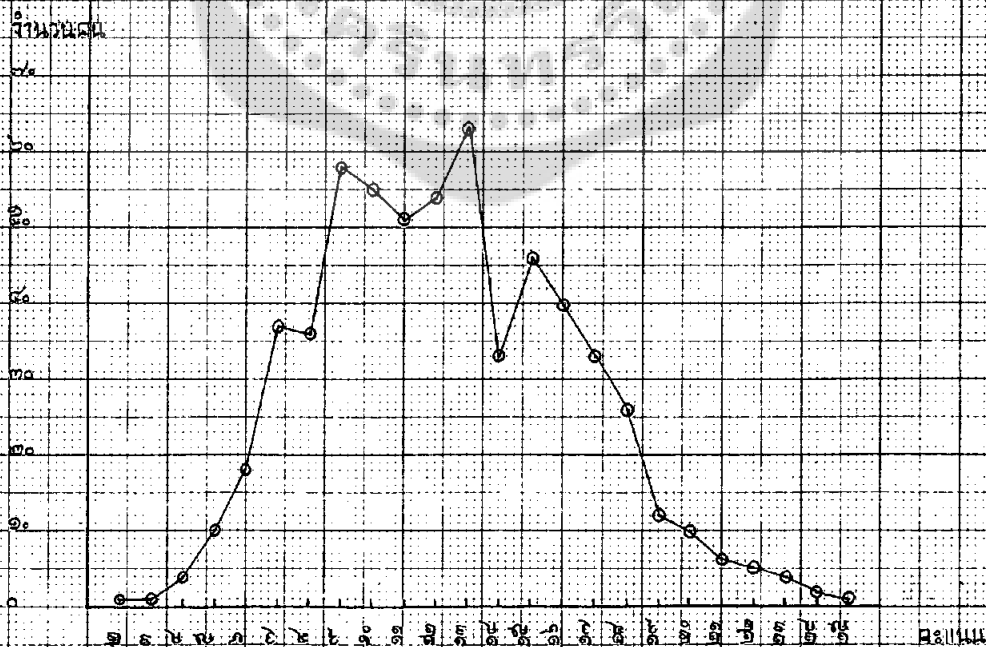


การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนตามฤดูกาลของพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

๑. ปริมาณน้ำฝน

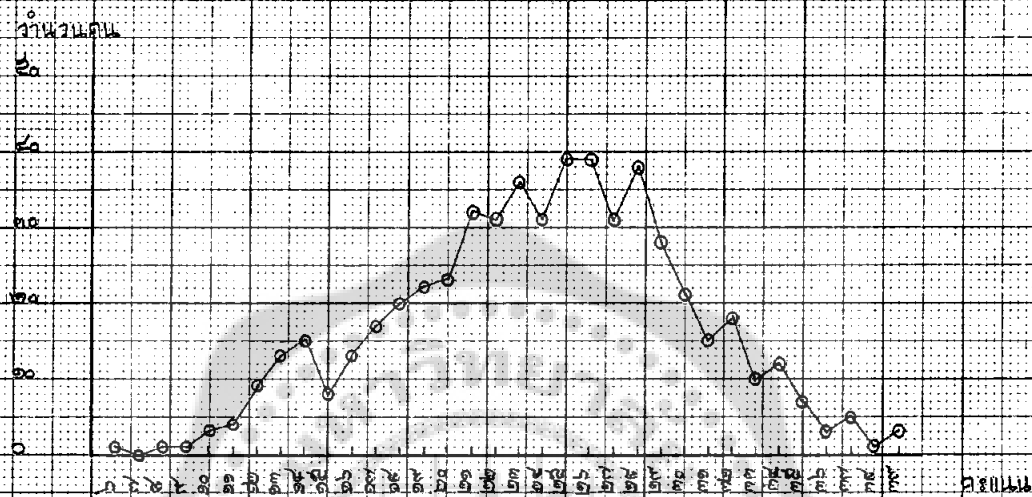


๒. ปริมาณน้ำฝน

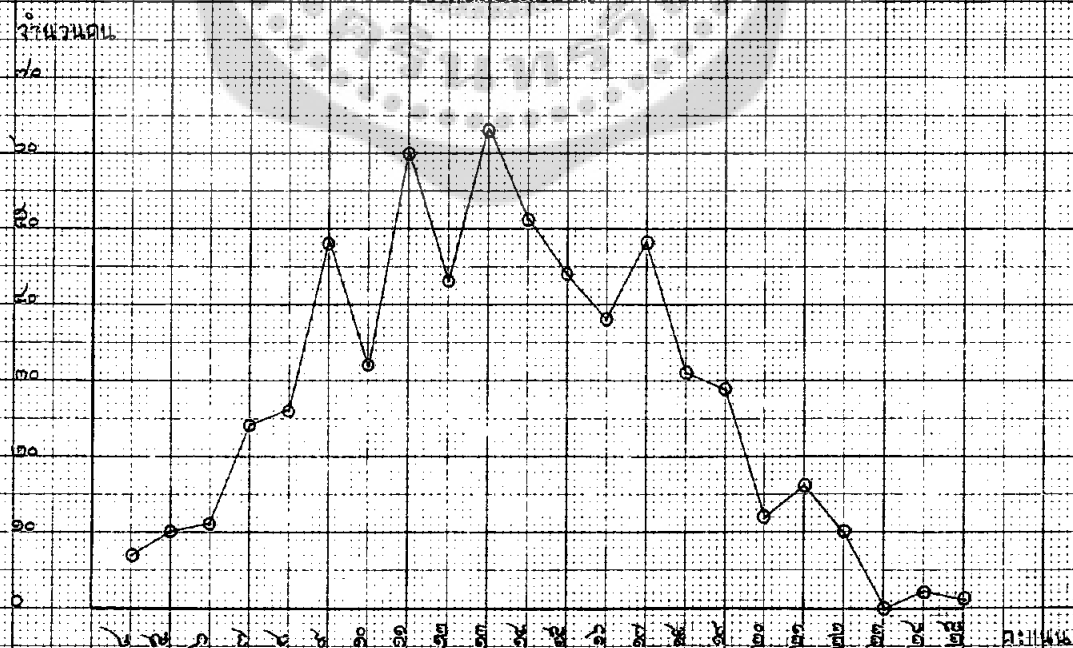


กราฟแสดงจำนวนครั้งและแผนภาพจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้เหตุผล

๓. ทดสอบทดสอบ



๑. ทดสอบเรื่อง



กราฟแสดงการกระจายของพื้นที่ปลูกแบบถั่วเหลืองความน่าเชื่อถือ ๔ แบบ

