

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระหว่างแบบเรียนโปรแกรม
กับกระบวนการสอนตามปกติ

ปริญญานิพนธ์
ของ
นนท์ อินทรเทพ
ขอสมทบกลาง
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
๑๑ มีนาคม ๒๕๑๙

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปัญหานี้จนบัดนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

..... ประธานกรรมการ
..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เพราะได้รับความกรุณาจากอาจารย์
คร.เปรี๊ยะ กุมุท อาจารย์สมบุรณ์ จิตพงศ์ และอาจารย์เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์
ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำและให้การช่วยเหลืออย่างดียิ่งมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอ
กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณอาจารย์วิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์อีกหลายท่านรวมทั้ง
นักศึกษาที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำวิจัยครั้งนี้
และขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

นนท์ อินทร เทพ

สารบัญ

บทที่	หน้า
๑ บทนำ	๑
ภูมิหลัง	
ความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้	๕
ความสำคัญของการศึกษาครั้งนี้	๕
สมมติฐานของการศึกษาครั้งนี้	๕
ขอบเขตของงาน	๖
ขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้	๖
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	๖
๒ เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๘
๓ วิธีดำเนินการ	๒๑
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	๒๑
การสร้างแบบเรียนโปรแกรม	๒๒
การสร้างแบบทดสอบ	๒๔
การดำเนินการทดลอง	๒๕
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	๒๕
๔ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	๒๕
การเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม	
การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลการทดสอบก่อนการเรียน กับ ภายหลังการเรียน	๒๘
การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	๓๐

๕	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	๓๑
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	๓๑
	สมมติฐานของการวิจัย	๓๑
	เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	๓๑
	การดำเนินการวิจัย	๓๑
	สรุปผลการวิจัย	๓๓
	อภิปรายผลการวิจัย	๓๓
	ข้อเสนอแนะ	๓๕
	บรรณานุกรม	๓๖
	ภาคผนวก	๔๓
	ภาคผนวก ก.	๔๔
	ภาคผนวก ข.	๕๓
	ภาคผนวก ค.	๑๓๔

บทที่ ๑

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัญหาใหญ่ที่ชาวโลกกำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบันนี้ ก็คืออัตราการขยายตัวของจำนวนประชากรของประเทศต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังรายงานของ คาร์ลที. โรวาน และเควิต เอ็ม. มารี (Rowan, 1973 : 27 - 31) ที่ว่า "ในช่วงระยะเวลา ๒-๓ นาที เด็กที่เกิดขึ้นมาในโลกจะตกอยู่ราว ๑,๐๐๐ คน เฉลี่ยวันละ ๒ แสนคนหรือ ๗๖ ล้านคนต่อปี " แต่มีคนตายเพียงนาที่ละ ๓๕ คน หรือวันละ ๕๖,๑๖๐ คน เท่ากับปีละ ๒๐ ล้านคน (กมล ภิษฐกมล, ๒๕๑๑ : ๒๕) เมื่อเทียบกันดูแล้ว จะเห็นว่าคนเกิดมีมากกว่าคนตายถึงสี่เท่าในปีหนึ่ง ๆ

สำหรับประเทศไทยนั้น มีอัตราการเพิ่มของประชากรร้อยละ ๓.๒ ต่อปี (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, ๒๕๑๖ : ๕๖) ซึ่งหมายความว่าประชากรไทยเพิ่มขึ้นปีละประมาณ ๑.๒ ล้านคน ถ้าคิดอัตรานี้อีก ๒๕ ปีข้างหน้า ประชากรจะเพิ่มขึ้นอีก ๓๐ ล้านคน รวมกับที่มีอยู่ขณะนี้ ๔๐ ล้านคนจะเป็น ๗๐ ล้านคน (เสมอ พริ้งพวงแก้ว, ๒๕๑๗:๔) ซึ่งการเพิ่มของประชากรเช่นนี้ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา เช่น ปัญหาทางสังคม เศรษฐกิจและการศึกษา เป็นต้น

สำหรับปัญหาทางการศึกษา การเพิ่มของประชากรของประเทศย่อมหมายถึงการเพิ่มของจำนวนนักเรียน สถานที่เรียน ครูผู้สอน และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ จึงเป็นภาระหนักที่รัฐบาลของประเทศนั้น ๆ จะต้องลงทุนกวยเงินจำนวนมหาศาลเพื่อที่จะผลิตครูจ้างครูสร้างอาคารสถานที่ตลอดจนการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ ในประเทศไทยแม้ว่ารัฐจะทุ่มเทความพยายามอย่างมากมาเพื่อจัดการการศึกษา แต่ก็เกินกำลังเศรษฐกิจและกำลังคนในประเทศกำลังพัฒนาอย่างประเทศไทยจะสามารถพัฒนาการศึกษาให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างรวดเร็ว แม้แต่การรณรงค์เพื่อจัดการไม่รู้หนังสือของประชากรซึ่งเป็นเป้าหมายขั้นพื้นฐาน ก็ยังไม่อาจจะขจัดให้หมดสิ้นไปได้ ยูเนสโกเองก็ยอมรับว่า การรณรงค์กับความไม่รู้หนังสือนั้น ไม่ว่าจะเป็นประเทศที่มีอัตราคนรู้หนังสือสูงหรือต่ำเพียงใดก็ตาม ก็คงจะต้องกระทำอยู่ตลอดไปและนับวันที่จะเป็นเรื่องยุ่งยากมากขึ้นตามลำดับ (Stowlurow, 1961 : 1)

ที่กล่าวมา เป็นอิทธิพลของจำนวนประชากรที่มีต่อการศึกษาด้านปริมาณแต่เพียงด้านเดียว ส่วนอีกด้านหนึ่งคือด้านคุณภาพนั้น การเพิ่มจำนวนของประชากรอย่างมากบายนี้อาจมีผลต่อคุณภาพของการศึกษาอีกเช่นกัน ดังกล่าวของ เปรี๊ยะ กุมุท (เปรี๊ยะ กุมุท, ๒๕๑๖ ข. : ๑๑๓) ที่ว่า

"... การด้อยคุณภาพของการศึกษาระดับประถมศึกษาส่วนหนึ่งมาจากปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ การที่ประชากรในวัยเรียนระดับประถมศึกษาเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณของนักเรียนในชั้นหนึ่ง ๆ มีจำนวนมากขึ้น การดูแลช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายคนให้เก่ง ให้มีความชำนาญในสิ่งที่เรียนย่อมไปทั่วถึง เพราะครูคนเดียวต้องสอนนักเรียนเป็นจำนวนมาก ..."

เพื่อเป็นการชี้ชัดปัญหาชี้ชัดวางแผนการพัฒนาการศึกษาดังกล่าว กอปรกับการที่รัฐจะลงทุนผลิตครูให้เพียงพอแก่ความต้องการนั้น เป็นการลงทุนสูงเกินกว่าที่ประเทศกำลังทางเศรษฐกิจอย่างไทยจะกระทำได้ นักการศึกษาจึงพากันหันมาพิจารณาและแสวงหาสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับกำลังทางเศรษฐกิจ ดังที่ ซี. คอบบลิว. สโตน กับเดวิด แอล. คลาร์ก ได้ให้ข้อคิดไว้ว่า "... การเพิ่มของพลเมืองอย่างรวดเร็ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงวิธีทางดำเนินการด้านเศรษฐกิจและการศึกษาไปในแนวทางใหม่ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ..."(Stowlirow, 1961 : 1)

เทคโนโลยีทางการศึกษา จึงเป็นความหวังที่นักการศึกษาจะนำเข้ามาช่วยแบ่งเบาภาระการเรียนการสอนของครู การแก้ปัญหาโดยการเพิ่มครูและโรงเรียนนั้นทำได้ช้า เพราะต้องใช้งบประมาณสูง จึงไม่เป็นการแก้ปัญหาได้ทันที่ที่ต้องการเพิ่มจำนวนของนักเรียนเลย ดังนั้น นักการศึกษาทั้งหลายจึงตั้งความหวังไว้ว่า ถ้าสามารถนำเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้อย่างกว้างขวางและจริงจังแล้ว คงจะสามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนครูและการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพได้ แม้ว่าเทคโนโลยีไม่สามารถทำหน้าที่แทนครูโดยตรงเลยทีเดียวก็ตาม แต่ก็สามารถแบ่งเบาภาระของครูได้ดังกล่าวแล้ว ดังคำปรารภในหนังสือรวบรวมบทความเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางการศึกษาของ จรูญ วงศ์สายัณห์ (จรูญ วงศ์สายัณห์, ๒๕๑๕ : ก) ที่ว่า...

"แนวโน้มของการศึกษาในระยะอันใกล้ที่ผ่านมาและในปัจจุบันได้แสดงให้เห็นว่า มีความจำเป็นที่จะต้องใช้อนุความคิดใหม่และเทคโนโลยี เพื่อแก้ไขปัญหาทางการศึกษาที่ากขึ้นทุกวัน" และแนวความคิดเช่นนี้ยังถูกเสนอไว้ในแผนพัฒนาการศึกษามบที่ ๓ ว่า "... มาตรการที่น่าจะ

ได้รับการพิจารณาและหาช่องทางที่จะนำเข้ามาสู่ระบบการศึกษาในระยะต่อ ๆ ไป ควรจะครอบคลุมถึงเรื่องการใช้เทคโนโลยี" ... (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๑๕ : ๑๑)

สำหรับแนวทางที่จะนำเทคโนโลยีมาใช้ วิจิตร ศรีสวาน (วิจิตร ศรีสวาน, ๒๕๑๕ : ๘๘ - ๑๐๖) ได้เสนอแนะเป็นแนวทางไว้ว่า นอกจากจะจัดให้อาจารย์สถานที่ที่เหมาะสมแล้ว ยังควรจะนำเอาเทคโนโลยีและวัสดุอุปกรณ์ใหม่ ๆ มาใช้ประกอบการเรียนการสอน เทคโนโลยีทางการศึกษาซึ่งอาจจะนำมาแก้ปัญหาทางการศึกษาได้โดยทั่วไปจะครอบคลุมถึงเรื่องสำคัญ ๆ ๓ ด้านด้วยกันคือ

๑. การนำเอาเครื่องมือและอุปกรณ์ใหม่ ๆ มาใช้สำหรับการเรียนการสอน เป็นต้นว่า การนำเอาไอศหตุภัณฑ์ (hard-ware) ที่ผลิตเป็นเครื่องนื้อค่านสื่อสารมวลชนและบันเทิงธุรกิจ

๒. การผลิตวัสดุการสอนแนวใหม่ (Instructional materials) ที่เรียกว่า วัสดุการสอน (Soft-ware) ซึ่งรวมถึงการผลิตตำรา แบบเรียน เอกสาร หลักสูตร วัสดุและสิ่งพิมพ์ในแนวใหม่อื่น ๆ ในสหรัฐอเมริกาการค้นคว้าเรื่องนี้น่าก และวัสดุแนวใหม่ที่กำลังได้รับความนิยมสนใจอย่างแพร่หลายก็คือ แบบเรียนโปรแกรม (Programmed text)

๓. การใช้เทคนิคและวิธีการใหม่ ๆ หรือนวัตกรรมการศึกษา (Innovation) เช่นการจัดชั้นเรียนแบบไม่แบ่งระดับชั้น (Non graded plan) การสอนเป็นคณะ (Team teaching) การจัดตารางสอนแบบยืดหยุ่น (Flexible or Modular Scheduling) เป็นต้น

จากความเห็นดังกล่าวแสดงว่าเทคโนโลยีทางการศึกษามีได้หมายถึงแค่เฉพาะวัสดุอุปกรณ์จำพวกเครื่องฉาย วิชยุ โทรทัศน์ เท่านั้น แต่หมายรวมถึงวิธีการ ระบบและกระบวนการที่นำมาส่งเสริมการเรียนการสอนให้ได้ผลดี ดังที่ชมิชเบาวเออร์ (Schmidbauer, 1971. 13) ได้ให้ความหมายไว้ คว้าว่าเทคโนโลยีทางการศึกษา หมายถึงศิลปะการใช้เครื่องมือ เครื่องนื้อเฉพาะอย่างของการศึกษา หรือระบบทางเทคนิคและสื่อแบบใหม่ ที่เป็นตัวนำก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการสื่อความหมาย ซึ่งสามารถจะนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาคได้ หรือตามความหมายที่ ซี. วี. กูด (Good, 1959 : 592) กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีทางการศึกษา หมายถึง การประยุกต์หลักการทางวิทยาศาสตร์และเครื่องมือของระบบการสอน เพื่อนำมาใช้ในการสอน หรือ เทคโนโลยีทางการศึกษาที่แท้จริงนั้น รวมตลอดถึงกรรมวิธีในการกำหนดจุดหมาย

ปลายทางของการศึกษา การปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสมและทันสมัย การทดลองใช้วิธีการและวัสดุต่าง ๆ การประเมินผลระบบการศึกษาทั้งระบบ และเมื่อทราบผลที่ประเมินแล้ว การที่จะปรับปรุงจุดหมายของการศึกษาเสียใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับความจริงที่ได้รับ (เจริญ วงศ์สาธิต, ๒๕๑๓ : ๓๐)

ปัจจุบัน การนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษามีน้อยมาก แม้ว่าความเจริญด้านเทคโนโลยีจะรุดหน้าไปไกลมากในวงการอื่น ๆ เช่น การทหาร การอุตสาหกรรม การแพทย์ การสื่อสารโทรคมนาคมและการบันเทิงได้นำมาใช้อย่างกว้างขวาง ดังกล่าวแล้วว่า ในบรรดากระบวนงานทั่วโลกที่นำระบบเทคโนโลยีมาใช้มากที่สุดได้แก่การรถไฟและการศึกษา แต่เดิมนักการรถไฟเริ่มใช้กันแล้ว ก็มีอยู่ระบบเดียวคือการศึกษาที่ยังล่าช้าอยู่ (วิจิตร ศรีสอาด ๒๕๑๕ : ๔๕)

เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการศึกษามาก ดังข้อสรุปของ วิลเลียม เอช. แอลเลน (Brown, 1972 : 85) ดังต่อไปนี้

๑. ช่วยให้การศึกษามีผลมากขึ้น
๒. ช่วยส่งเสริมการศึกษาแบบเอกัตบุคคล (individual)
๓. ทำให้การเรียนการสอนตั้งอยู่บนพื้นฐานแห่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์
๔. ช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น
๕. ช่วยให้การเรียนมีงอกเกิดผลรวดเร็วขึ้น
๖. สามารถทำให้การศึกษามีความเท่าเทียมกันยิ่งขึ้น

ตัวอย่างของเทคโนโลยีทางการศึกษาได้แก่ วิชชุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ ภาพยนตร์ ๔ มิติ เมโทรและฟิล์มตลับ สไลด์ ฟิล์มสตริป เครื่องบันทึกเสียง รวมถึงการเรียนด้วยโปรแกรมชนิดที่ใช้กับเครื่องสอน (Teaching machine) และแบบเรียนโปรแกรม (programmed text) การสอนด้วยสื่อผสม (Multimedia approach) การจัดการวางสอนแบบยืดหยุ่น (Flexible or Modular scheduling) การสอนเป็นคณะ (team teaching) การสอนด้วยวิธีระบบ (System approach) และอื่น ๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นว่า การสอนนักเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรม อาจเป็นหนทางที่เป็นไปได้ทางหนึ่ง ที่จะช่วยแก้ปัญหาในด้านการขาดแคลนครู ปัญหาการเรียนชั้น เพราะนักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง เมื่อใด ที่ไหน และด้วยอัตราเร็วช้าต่างกันได้ตามความสามารถและความต้องการของแต่ละบุคคล โดยเฉพาะในกรณีขาดแคลนครู แบบเรียนนี้จะทำหน้าที่เป็น

ครู คือช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ โดยเฉพาะแบบเรียนที่สร้างขึ้นมาอย่างดี

นอกจากนี้ แบบเรียนโปรแกรมยังสาบารนใช้ในการเสริมการเรียนการสอนของครู ให้มีคุณภาพสูงขึ้นได้

สำหรับในวงการศึษาของไทยนั้น อยู่ในระยะที่จะต้องสร้างบทเรียนโปรแกรม และทดสอบประสิทธิภาพกันอย่างกว้างขวาง การจะยอมรับเทคโนโลยีทางการสอนประเภทนี้หรือไม่ นั้น ย่อมขึ้นอยู่กับสองประการดังกล่าว คือมีผู้สร้างแบบเรียนชนิดนี้ขึ้น และมีความมั่นใจว่า วิธีการนี้จะช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาในด้านปริมาณและคุณภาพตามที่กล่าวมาแล้วตอนต้นได้

ผู้วิจัยปรารถนาจะหาคำตอบเื่อคำถามข้างต้นนี้ เพื่อเป็นเครื่องส่งเสริมการตัดสินใจ และยืนยันความคิดในการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการเรียนการสอนต่อไป จึงได้ดำเนินการวิจัยเรื่องนี้ขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษากันคว่า

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นกับการสอนตามปกติของครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

๑. ผลของการศึกษาค้นคว้านี้จะเป็นแนวทางสำหรับช่วยในการตัดสินใจว่า สมควรจะนำแบบเรียนโปรแกรมเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ เพียงใด โดยเฉพาะการสอนสังกัดทางวิทยาศาสตร์
๒. เป็นการเสริมสร้างแนวคิดในการนำเทคโนโลยีทางการศึกษามาปรับปรุงการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษากลุ่มที่ใช้แบบเรียนโปรแกรม สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยครูตามปกติ

ข้อตกลงเบื้องต้น

แบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้น ยึดถือตามหลักสูตรวิชาศาสตร์ทั่วไป ๓ ตอนกรณีวิทยาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยมีการดัดแปลง เพิ่มเติม ตัดทอนเนื้อหาบ้างตามความเหมาะสม และเห็นว่านักศึกษาระดับนี้สามารถจะเรียนรู้ได้

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ ๑ ของวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งแบ่งออกเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มละ ๓๕ คน ก็คือกลุ่มควบคุมเรียนจากอาจารย์สอนตามปกติ ตามเนื้อหาที่มีอยู่ในแบบเรียนโปรแกรม และกลุ่มทดลองเรียนจากแบบเรียนโปรแกรม

ค่านิยมศัพท์เฉพาะ

๑. แบบเรียนโปรแกรม หมายถึงแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกรณีวิทยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองเพื่อทำการทดลองครั้งนี้เท่านั้น
๒. นักศึกษา หมายถึงนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ ๑ วิทยาลัยครูเพชรบุรี วิทยาลงกรณ์ จังหวัดปทุมธานี โดยแบ่งเป็น ๒ กลุ่ม คือ
 - ก. กลุ่มทดลอง มีจำนวน ๓๕ คน เรียนจากแบบเรียนโปรแกรม
 - ข. กลุ่มควบคุม มีจำนวน ๓๕ คน เรียนจากการสอนของอาจารย์ตามปกติ
๓. อาจารย์ หมายถึงผู้วิจัยและอาจารย์ประจำวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๓ ที่สอนกลุ่มควบคุม
๔. การสอนตามปกติ หมายถึงกระบวนการเรียนที่นักศึกษาเรียนจากการสอนของผู้วิจัยตามปกติ โดยไม่ใช้แบบเรียนโปรแกรม แต่อาจใช้อุปกรณ์อย่างอื่น เช่น รูปภาพ แผนที่ และอื่น ๆ ได้ตามเหมาะสม เช่นเดียวกับการสอนตามปกติ
๕. การสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม คือกระบวนการสอนที่นักศึกษาเรียนจากแบบเรียนโปรแกรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และอาจารย์ประจำวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๓ เป็นผู้ควบคุม

๖. คะแนนความรูพื้นฐาน คือคะแนนจากการทดสอบก่อนการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบ
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง
๗. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือคะแนนจากการทดสอบโดยทันที หลังจากการ
ทดลองสอนทั้งสองวิธีจับแต่ละตอน

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แบบเรียนโปรแกรม เป็นเทคโนโลยีอย่างหนึ่งที่กำลังได้รับการเผยแพร่ให้เข้ามามีบทบาทในวงการศึกษาปัจจุบัน ในฐานะของสื่อการสอนที่สามารถจะใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี เพราะสามารถจะช่วยแบ่งเบาภาระอันหนักของครู และนักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน ทั้งยังสอนให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้แจ่มแจ้ง สามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ของวิชาที่นักเรียนศึกษา แบบเรียนโปรแกรมจึงเปรียบเสมือนครูพิเศษที่สามารถสอนนักเรียนได้ตัวต่อตัว (กรมอาชีวศึกษา, ๒๕๑๕ : ๑๐ - ๑๑)

อันที่จริง การที่นักการศึกษาได้หันความสนใจมายังแบบเรียนโปรแกรมและเครื่องสอนนี้ก็เนื่องมาจากขอเขียนของศาสตราจารย์ บี. เอฟ. สกินเนอร์ ที่เขียนลงใน "Current Trends in Psychology and the Behavioral Science" ของมหาวิทยาลัยเพนซิลเวเนียเมื่อปี พ.ศ. ๒๔๘๘ และเรื่อง "Teaching Machines" ในหนังสือพิมพ์ Science เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๐๑ ซึ่งเป็นผลงานหลังจากที่เขาได้ศึกษาทดลองในห้องทดลองมาแล้ว (Taber, 1965 : Preface)

แบบเรียนโปรแกรมมีลักษณะคล้ายแบบเรียนที่ใช้โดยปกติ แต่เนื้อหาภายในได้รับการแตกย่อยและจัดลำดับจากง่ายไปหายากทีละน้อย ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองไปตามลำดับขั้น ตามคำแนะนำที่กำหนดไว้ในแบบเรียน จนในที่สุดผู้เรียนจะเกิดความรู้และพฤติกรรมตามที่แบบเรียนกำหนดไว้ (Schramm, 1964 : 1)

หรือแบบเรียนโปรแกรมหมายถึงลำดับประสบการณ์ที่วางไว้ สำหรับนำผู้เรียนไปสู่ความสามารถ โดยอาศัยหลักความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการสนองตอบ (เปรื่อง กุมุท, ๒๕๑๒ ก : ๑)

นอกจากนี้ โอ. เค. เดวิส กล่าวไว้ว่า การเรียนด้วยโปรแกรมเป็นวิธีการเรียนที่รวมเอา Socratic Method กับ Cartesian Method เข้าไว้ด้วยกัน คือมีลักษณะเป็นคำถามคำตอบโดยครูเป็นผู้ป้อนคำถามให้แล้วนักเรียนเป็นผู้ตอบ ซึ่งในกรณีการเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรมแบบเรียนจะเปรียบเสมือนครูที่ป้อนคำถามให้ผู้เรียนตอบ แล้วแบบเรียนจะสรุปเป็นข้อความแยกย่อยอย่างละเอียด ซึ่งจะมีการใช้เหตุผลและผลเฉลยช่วยด้วย

๔. แบบเรียนโปรแกรมเองก็มุ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับขั้นตอนการเรียนรู้หลาย ๆ อย่างเพื่อให้เกิดความรู้เพิ่มขึ้น (Fry, 1963 . 2 - 3, Brown, 1972 . 312 และกรมอาชีวศึกษา, ๒๕๑๕ : ๑๐ - ๑๑)

สรุปแล้วแบบเรียนโปรแกรมมีลักษณะเด่นที่เป็นหัวใจอยู่ ๓ ประการคือ

๑. ผู้เรียนสามารถเรียนได้คนเดียว

๒. เนื้อหาจะถูกย่อยออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เรียงจากรอบหรือเฟรม

๓. ใช้หลักจิตวิทยาสนองตอบต่อสิ่งเร้า

ในการคิดสร้างแบบเรียนโปรแกรมขึ้นมานั้น เป็นการสร้างขึ้นตามความเชื่อทางจิตวิทยาแห่งการเรียนรู้ โดยนักจิตวิทยาได้ทดลองเรื่องราวการเรียนรู้ของมนุษย์และพบว่ามนุษย์จะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อ

๑. เรียนได้ง่าย

๒. ได้ทำกิจกรรมควบคู่ไปด้วย ทำนองเดียวกับการเรียนรู้ด้วยการกระทำจริง

๓. ได้รับรางวัลเป็นที่พอใจ สนองตอบต่อการเรียนนั้น ๆ

ทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) ได้แยกแยะแห่งผลได้ (Law of Effect) ของธอร์นไคค์และทฤษฎีการปรับสภาพ (Conditioning Theory) ของพาฟลอฟกับของสกินเนอร์ รวมถึงกฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) ของธอร์นไคค์ ได้ถูกยึดถือเป็นรากฐานทางจิตวิทยาการสร้างแบบเรียนโปรแกรม โดยผู้เรียนจะได้รับการเสริมแรงทางบวกเป็นประจำ ดังนั้นกระบวนการของแบบเรียนโปรแกรมก็คือ(เปริ่ง กุมุท, ๒๕๑๖ ก : ๖)

๑. เสนอสิ่งเร้าแก่ผู้เรียน

๒. ช่วยให้ผู้เรียนสนองตอบอย่างเหมาะสม ด้วยการบอกแนวทางหรือบอกใบ้ให้หรือบอกคำสนองตอบนั้นเสียเลย

๓. เมื่อผู้เรียนตอบตามที่ปรารถนาได้แล้ว เราต้องเสริมแรงข้อสนองตอบนั้นทันที

จูเลียน ไอ. เทเบอร์ และคนอื่น ๆ (Taber and others, 1965 : 10-27) เขียนไว้ว่า แบบเรียนโปรแกรมนั้นตั้งอยู่บนฐานของปรัชญาที่ว่า จะมีการให้การเสริมแรงใน

ทางบวกโดยขึ้นอยู่กับนิสัย และภูมิหลังโดยทั่วไป ของผู้เรียนด้วย เช่น สมรรถวิสัย
 วยของผู้เรียน และการให้การเสริมแรงรางวัล จะยังผลให้การตอบสนองน้อยลง หรือไม่มี
 เลย ดังนั้นการเขียนแบบเรียนโปรแกรม จะต้องให้การเสริมแรงอย่างทันทีทันใดเพราะ
 พฤติกรรมการตอบสนองจะแข็งแรงขึ้นเมื่อได้รับการเสริมแรงเช่นนั้น นอกจากนี้การได้รับการ
 เสริมแรงในทางบวก จะทำให้การตอบสนองแข็งแรงขึ้น ตรงกันข้ามการได้รับการเสริมแรง
 ทางลบ จะทำให้การตอบสนองอ่อนกำลังลงอย่างรวดเร็ว

ชนิดของแบบเรียนโปรแกรม

มีอยู่หลายแบบด้วยกัน คือ :-

๑. แบบเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Programmed Textbook)

๑.๑ แบบเรียงลำดับการจำแนก (Discrimination Frame Sequence)

๑.๒ แบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

๑.๓ แบบเขียนคำตอบเอง (Constructed Response Frame Sequence)

แบบเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง จะประกอบด้วยกรอบหรือเฟรม เรียงตามลำดับ
 ขั้นจะข้ามขั้นไม่ได้ และเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายาก โดยการเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน
 แต่ละสังกัด ประกอบด้วยกรอบหรือเฟรมหลายกรอบ ได้แก่

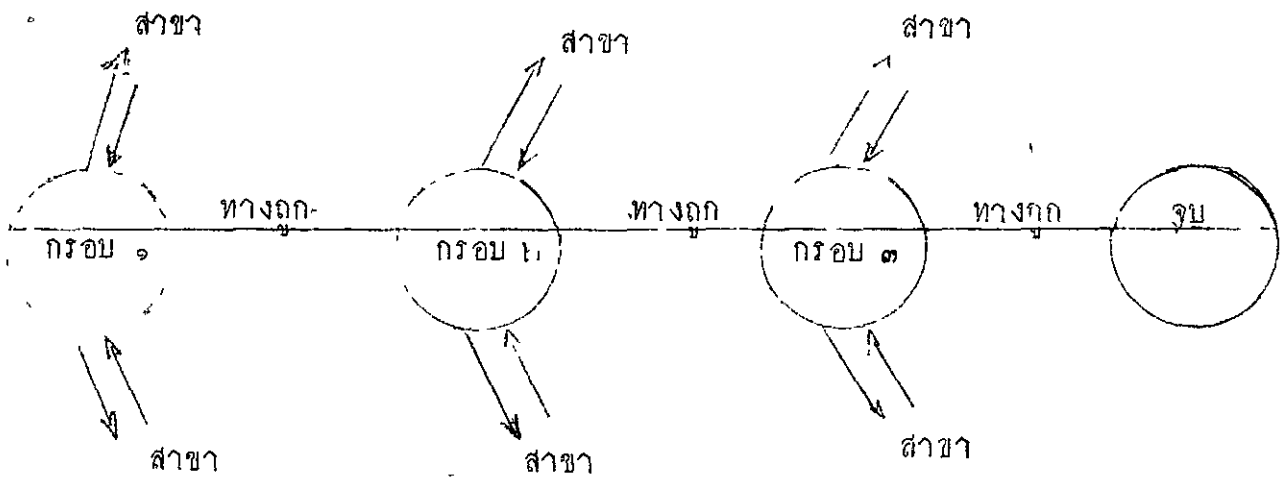
- กรอบตั้งต้น
- กรอบฝึกหัด
- กรอบรองส่งท้าย
- กรอบส่งท้าย

ส่วนการตอบสนองนั้นอาจจะเป็นแบบเลือกตอบหรือแบบให้นักเรียนตั้งคำตอบเองก็ได้

๒. แบบเรียนโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Programmed Textbook)

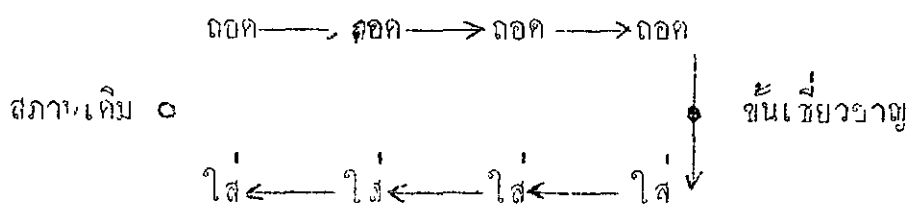
ต่างจากแบบเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง ก็ตรงที่แบบเรียนนี้ ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องอ่าน
 และตอบสนองตามลำดับขั้นตอน จะมีการเปิดโอกาสแก่ผู้เรียนเลือกทางเดินได้หลายทาง
 ตามความสามารถ และความรู้ของตน เพราะลักษณะของบทเรียนจะแตกกิ่งสาขาออก
 ไป ผู้เรียนจะเลือกเดิน ตามทางเดินที่เห็นว่าถูกต้อง จึงเป็นแบบเรียนที่สนองตาม

หลักกว้างขวางทางระหว่างบุคคล และผู้เรียนสามารถตรวจสอบวิเคราะห์จากคำตอบว่าที่ตนเลือกทางนั้นถูกต้องหรือผิดพลาดอย่างไร ลักษณะของแบบเรียนโปรแกรมชนิดนี้เมื่อไปตามรูป



๓. แบบเรียนโปรแกรมชนิดย้อนสายโซ่ (Retrogressive Chainmap)

เป็นเทคนิคที่ใช้ส่วนเนื้อหาที่เชื่อมโยงเป็นสายโซ่ ตัวอย่างเช่น การถอดฝาครอบเครื่องขยายเสียง เพื่อตรวจสอบหลอดข้างในซึ่งจะต้องมีการขันสกรูเข้าออกตามลักษณะข้างล่างนี้



๔. แบบเรียนโปรแกรมชนิดบาบูน (BABOON Frame)

เป็นเทคนิคที่คล้ายกับแบบเรียนแบบเส้นตรง คือ มีกรวยบังคับ กรอบฝึกหัด และกรอบส่งท้าย แต่มีจำนวนกรอบน้อยกว่า

อย่างไรก็ตามแบบเรียนโปรแกรมชนิดย้อนสายโซ่และชนิดบาบูนนี้ ยังไม่เป็นที่นิยมกัน ในหมู่ผู้สร้างแบบเรียนโปรแกรม

ปัจจุบันมีการวิจัยเกี่ยวกับแบบเรียนโปรแกรมอย่างกว้างขวาง ซึ่งขอกล่าวเป็น ๒ หัวข้อด้วยกันคือ

๑. การวิจัยในต่างประเทศ

๒. การวิจัยในประเทศไทย

๑. การวิจัยในต่างประเทศ

ในต่างประเทศมีการนำเอาแบบเรียนโปรแกรมมาใช้อย่างกว้างขวาง และมีการวิจัยเกี่ยวกับแบบเรียนนี้อย่างมากมาย ความแรงหลายมุม มีการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการวิจัยไปสู่แนวใหม่อยู่เสมอตลอดเวลา เช่นในระยะแรกของการวิจัยและเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรม จะเน้นหนักเกี่ยวกับวิธีการเรียนและครูเรียน เป็นต้น

๑. ผู้เรียนต้องทำงานกับเครื่องสอนหรือแบบเรียนโปรแกรมตามลำดับ
๒. ผู้เรียนจะจดจำตามลำดับขั้นความสามารถของตน
๓. ต้องทำงานตามขั้นตอนที่แยกย่อยออกเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ
๔. ขั้นตอนเหล่านี้จะถูกจัดลำดับไว้อย่างระมัดระวัง
๕. ผู้เรียนต้องมีการตอบสนองต่อทางใดทางหนึ่งต่อขั้นตอนทุกขั้นตอน โดยปกติจะใช้วิธีวิธีเขียนคำตอบลงไปหรือกดปุ่ม
๖. ผู้เรียนต้องได้รับความรู้ทันทีซึ่งเป็นผลเกี่ยวเนื่องกับการถูกต้องของคำตอบของเขา
๗. โปรแกรมจะถูกทดสอบก่อน แล้วปรับปรุงโดยอาศัยผลที่ได้รับจากการตอบสนองของผู้เรียน ดังนั้นจึงเป็นที่รู้กันว่า โปรแกรมที่ได้รับการปรับปรุงจนถึงขั้นสุดท้ายจะทำให้เราทราบโดยง่ายถึงผลสัมฤทธิ์ของเป้าประสงค์ที่วางไว้

(Hartley, 1974 : 279)

แต่ในปัจจุบันมีการหันเหความสนใจไปจากการวิจัย แบบเรียนโปรแกรมในด้านการเรียนด้วยสื่อผู้เรียนเป็นหลัก ขาดความสำคัญที่กระบวนการสอนหรือกระบวนการผลิตโปรแกรมดังที่ฮาร์ตลีย์ (Hartley, 1974 : 280 - 287) ได้สรุปไว้ว่า การที่ผู้เรียนเรียนตามขีดความสามารถที่ปฏิบัติกันมาในระยะแรก ๆ ก็มีได้เหมาะสมไปในทุกสถานการณ์ และฮาร์ตลีย์ ยังได้กล่าวถึงคำสรุปของ คาร์เพนเตอร์ และกรีนฮิล ไว้ว่า การเรียนด้วย

โปรแกรมเป็นรายบุคคลไม่ได้เป็นวิธีเดียวที่ได้ผลดีที่สุด อาจใช้วิธีอื่นเข้าช่วยด้วย เช่นการ
เรียนโปรแกรมทางโทรทัศน์ เป็นต้น ส่วนการประเมินผลก็ไม่ควรอยู่ตอนท้ายแต่เพียงอย่าง
เดียว แต่ควรอยู่ในทุกขั้นตอนหรือทุกสังกัดก็ได้

ในการสอนควยแบบเรียนโปรแกรมในปัจจุบันมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกันอย่าง
ซับซ้อน ๔ ประการ คือ

๑. มีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนว่าจะสอนอะไร

๒. พยายามที่จะทำให้เกิดผลตามจุดมุ่งหมายนั้นด้วยวิธีการที่ดีที่สุด โดยการ
วิเคราะห์งานที่เกี่ยวข้องเนื่องกันกับวิธีการและการสอน

๓. ประเมินผลการดำเนินการว่าได้ผลดีเพียงใด

๔. ใช้ผลของการประเมินนั้นปรับปรุงแก้ไขวิธีการให้ดำเนินไปตามขั้นตอน

และเขายังเน้นต่อไปว่า อย่าสอนควยแบบเรียนโปรแกรมเพียงแค่นี้หรือสองบท
แต่ควรใช้ไปตลอดเทอมหรือตลอดปี และใช้สื่อหลาย ๆ อย่างร่วมกัน

ต่อไปนี้เป็นตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงของแนวทางการวิจัยเกี่ยวกับแบบเรียน
โปรแกรมในช่วง ปี ค.ศ. ๑๙๕๔ - ๑๙๗๔

๑๙๕๔	๑๙๖๑	๑๙๖๘	๑๙๗๔
	- วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม - การวิเคราะห์ งาน	- วิเคราะห์งาน - วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม - วิเคราะห์เนื้อหา	- วิเคราะห์ระบบและขั้นตอน ของระบบ - ระดับของวัตถุประสงค์ - เทคนิคการออกแบบอุปกรณ์.

๑๙๕๔	๑๙๖๑	๑๙๖๔	๑๙๗๔
- แบ่งเป็นครอบครัวเล็ก ๆ - สหกรณ์รวมแบบวัดแข็งแรง - ให้ความเสริมแรง - ใช้นักวิทยุตนเอง	- แบ่งเป็นครอบครัวเล็ก ๆ - คำแนะนำอย่างมีหลักการ - หอประชุมอย่างทันสมัย - คอมพิวเตอร์กลับ	- วิเคราะห์โครงสร้างของงานและวิธีโครงสร้าง - การสอนและอภิปรายที่สัมพันธ์กัน - ยุทธศาสตร์การสอน - นำเสนอในลักษณะของปัญหาทางการสื่อสาร	- โครงสร้างของงานและวิธีสอนที่สัมพันธ์กัน ยุทธศาสตร์และกลไก - นำเสนอในลักษณะของปัญหาทางการสื่อสาร ปัญหาทางการเรียนจากคำกล่าว แนนนิ่ง และอื่น ๆ การเลือกแนวทางการศึกษาที่เหมาะสม - ความแตกต่างระหว่างบุคคลและวิธีสอน
- การปรับปรุงแบบเรียน	- การประเมินผล (๑) การปรับปรุงแบบเรียน (๒) การศึกษาเปรียบเทียบ	- การประเมิน - การปรับปรุงแบบเรียน	- การประเมินผล (๑) วัตถุประสงค์และวิธีสอน (๒) เทคนิค ทั้งแบบเก่าและการค้นคว้าร่วมกันในชั้นเรียน
			- กำหนดและใช้กฎเกณฑ์ในการอบรมครูประจำการ

สำหรับการวิจัยเปรียบเทียบการเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกตินี้ ในทางประเทศมีผู้ทำการวิจัยไว้มากพอสมควรและ หลายสาขา แต่ในที่นี้จะยกตัวอย่างเฉพาะวิชา วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เท่านั้น คือ

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๒ โรเบิร์ต โอ. บราวน์ (เจอนใจ ทองสำริต, ๒๕๑๕ : ๗๓) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอนด้วยแบบเรียนโปรแกรมกับการสอนของครูที่สอนโดย ใช้บทเรียนธรรมดาว่าจะแตกต่างกันหรือไม่ โดยศึกษาจากนักเรียนชั้นปีที่ ๔ และปีที่ ๕ จำนวน ๘ โรงเรียน บทเรียนที่นำมาสอนเป็นบทเรียนชนิดเส้นตรงวิชาคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรมได้ผลดีกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนโดยครู บรรยายของครูทุกประการอย่างมีนัยสำคัญ และพบต่อไปว่ากลุ่มที่เรียนโดยมีโปรแกรมประกอบ ไม่มีผู้สับสนเลย

ซาเคอโดท (Sacerdote, ๑๙๖๒ : ๓๕๐) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนด้วย แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ในวิชาทั่วไปแก่นักศึกษามหาวิทยาลัยแฟร์เลย์ คิกเคน สันจำนวน ๘๒ คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มทดลอง ๔๖ คน กลุ่มควบคุม ๔๖ คน เท่ากัน มี ไอ.คิว. เท่ากันและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในปีก่อนเท่ากัน ในวิชาภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และฟิสิกส์ จากการสอบย่อยและทดสอบครั้งสุดท้าย โดยใช้ข้อสอบเดียวกัน ปรากฏว่า ผลการ สอบทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่นักศึกษากลุ่มทดลองสอบตก ๑ คน กลุ่มควบคุม ๕ คน และ ผู้วิจัยได้ให้ความคิดเห็นว่า การสอนด้วยแบบเรียนโปรแกรมนี้นี้ ให้ผลแก่นักศึกษาที่อยู่ในระดับ ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง

เคย์ (Day, 1959 : 591) ได้ทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมชนิดสาขา (scrambled book) เรื่องทฤษฎีจันของก๊าซ สอนนักศึกษามหาวิทยาลัยไอโฮไอจำนวน ๓ ห้องเรียน เป็นนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีทั่วไป ๒ ห้องเรียน และที่เรียนวิชาฟิสิกส์เคมี ๑ ห้องเรียน ในแต่ละห้องเรียนจะมีนักศึกษาจำนวนครึ่งหนึ่งเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรม ส่วนอีกครึ่งหนึ่งเรียนโดยวิธีปกติ เมื่อสอบกลางเทอมปรากฏว่าพวกที่เรียนโดยใช้แบบเรียน โปรแกรมได้คะแนนสูงกว่าพวกหลังราวร้อยละ ๒๐ และพวกที่เรียนจากโปรแกรมให้ข้อคิดเห็น ว่า บทเรียนที่เรียนนั้นรู้สึกรู้ว่าง่าย พวกเขาคงต้องการบทเรียนที่ยากกว่านี้

คัทตัน (Dutton, 1963:2382 - A) ได้วิจัยเปรียบเทียบการสอนด้วยแบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ วิชาแสง เสียง และความร้อน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ๔ จำนวน ๑๑๑ คน ของโรงเรียนในรัฐเวอร์จิเนีย โดยแบ่งออกเป็น ๒ กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองสอนด้วยแบบเรียนโปรแกรม ส่วนกลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีปกติ โดยสอนเนื้อหาเดียวกันเป็นเวลา ๕ สัปดาห์ แล้วนำผลสัมฤทธิ์ทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และทั้งครู นักเรียน รู้สึกพอใจที่จะใช้แบบเรียนโปรแกรมในการเรียนมาก

บางฮาร์ท (Banghart 1963:199-204) และคณะได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติในระดับประถมศึกษา ใช้นักเรียนเกรด ๔ ของโรงเรียนประชาบาลในนอร์ฟอล์ก รัฐเวอร์จิเนีย ใช้กลุ่มตัวอย่าง ๑๕๕ คน ให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรม ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนจากแบบเรียนมาตรฐาน (standard textbook) ให้ครูโรงเรียนนั้นเป็นผู้สอนเป็นเวลา ๑ ปี ใช้เวลาวันละ ๓๐ - ๔๐ นาที เมื่อสิ้นปีก็ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง ๒ กลุ่ม ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฟรานซิส (Francis, 1967:3338 - A) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ เรื่อง "Ohm's Law and Power in D.C. Circuit" ระดับวิทยาลัย ทดลองที่มิลเลอร์ วิล สเตท คอลเลจ แบ่งนักเรียนออกเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มทดลองสอนด้วยแบบเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ โดยใช้การบรรยายประกอบการสาธิต ทั้ง ๒ กลุ่มเรียนสัปดาห์ละ ๓ ชั่วโมง เนื้อหาวิชาเดียวกัน เมื่อสอนจบแล้วนำผลสัมฤทธิ์มาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่าทั้ง ๒ กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ยัง (Young, 1971: 1980-A) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาเคมี เนื้อหาวิชาเคมี ๑๐๑๕ ที่มหาวิทยาลัยแห่งรัฐโอคลาโฮมา ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ กับกลุ่มที่ใช้แบบเรียนโปรแกรมในรูปแบบเสริมการสอน (supplymentary programmed method) ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองที่ใช้แบบเรียนโปรแกรมมีแนวโน้มที่จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญ

ไวท์ (White, 1970:3373-A) ได้ศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลการสอนโดยแบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติในวิชาคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัย โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น ๒ กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง ๗๓ คน สอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุมที่สอนโดยวิธีปกติ สอนบททวนวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเดียวกัน เมื่อสอนเสร็จนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคำนวณ (computation) ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทางด้าน การแก้โจทย์ (problem solving) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สตรีกแลนด์ (Strickland, 1972:2510-A) ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการสอนโดยแบบเรียนโปรแกรมกับแบบปกติ วิชาชีววิทยาทั่วไป ที่มหาวิทยาลัยเซาท์เทิร์น มิสซิสซิปปี พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรมสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญ

๒. การวิจัยในประเทศไทย

ยังมีการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้น้อยและอยู่ในวงแคบมากเมื่อเทียบกับต่างประเทศ ความเป็นมาของแบบเรียนโปรแกรมในประเทศไทย เริ่มต้นเมื่อสิบกว่าปีมาแล้ว โดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ได้เป็นผู้เริ่มศึกษาก่อน ต่อมา แผนกโสตทัศนศึกษาวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตรก็ได้ให้ความสนใจในเรื่องนี้ และในระยะสามสี่ปีมานี้ แผนกประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ศึกษาและสร้างแบบเรียนโปรแกรมอย่างจริงจัง

ปี พ.ศ. ๒๕๐๗ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๐๗:๕๐) ได้ทำการวิจัยประสิทธิภาพของการสอนด้วยโปรแกรม เพื่อหาประสิทธิภาพของการเรียนด้วยโปรแกรมวิชาพีชคณิตเบื้องต้น ซึ่งกรมวิชาการร่วมมือกับครุฑคณิตศาสตร์จากโรงเรียนมัธยมจำนวนหนึ่ง ร่วมกันสร้างขึ้นใช้กับเครื่องสอนแบบง่าย ทำการทดลองครั้งแรกกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนสวนกุหลาบ โรงเรียนสตรีมหาพยุหยาธร และโรงเรียนมัธยมสาธิตปทุมวัน หลังจากปรับปรุงแก้ไขบทเรียนแล้ว นำไปทดลองกับนักเรียนที่เรียนสำเร็จชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ จากโรงเรียนต่าง ๆ ๑๒ คน ปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมวิชาพีชคณิตเบื้องต้น ใช้นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลางได้ผล และมีข้อเสนอแนะว่า ถ้าครูช่วยแนะนำบ้างจะทำให้แบบเรียน

โปรแกรมเล่มนี้ใช้ประกอบการสอนของครูในชั้นเรียนได้

อุดม มุ่งเกษม (อุดม มุ่งเกษม, ๒๕๖๓) ได้ทดลองใช้เครื่องช่วยสอน เปรียบเทียบกับการสอนของครูตามปกติในวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๙ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น ๒ กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนด้วยเครื่องสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และกลุ่มควบคุมได้ครูสอนตามปกติ ทั้งสองกลุ่มสอนในเนื้อหาเดียวกัน ปรากฏว่าทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่พบว่านักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนด้วยเครื่องสอน นักเรียนอยู่ในระเบียบวินัยดี และครูมีโอกาสนักเรียนเรียนซ้ำได้

พลรัตน์ ลักขณานาวิน (พลรัตน์ ลักขณานาวิน, ๒๕๖๔) ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาพีชคณิตระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ระหว่างการใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมวิชาพีชคณิตที่กรมวิชาการผลิตขึ้น ทำการทดลองกับนักเรียน ๒ กลุ่ม กลุ่มละ ๒๐ คน กลุ่มหนึ่งให้เรียนกับแบบเรียนโปรแกรมโดยลัดคิว และพบว่าครูที่สอนในกลุ่มที่ใช้แบบเรียนโปรแกรมสามารถช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อนได้เป็นส่วนทั่ว และจากการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า นักเรียนชอบเรียนจากแบบเรียนโปรแกรม และมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนอีกด้วย

วรรณา เจียมทะวงษ์ (วรรณา เจียมทะวงษ์, ๒๕๖๔) ได้ทดลองสอนวิชาเลขคณิต เรื่องเศษส่วนในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมเปรียบเทียบกับการสอนแบบธรรมดา ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์และความทรงจำของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ผู้วิจัยพบว่า การสอนด้วยแบบเรียนโปรแกรมทำให้ผู้สอนมีเวลาว่างสำหรับทำงานอย่างอื่น และง่ายต่อการควบคุมชั้น

ปรีชา กุณวลี (ปรีชา กุณวลี, ๒๕๖๕) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ แบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกัน ให้กลุ่มทดลองสอนด้วยแบบเรียนโปรแกรม กลุ่มควบคุมสอนโดยครูตามปกติ เมื่อสอนจบและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว ปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

บรรชา รัตนชัย (บรรชา รัตนชัย, ๒๕๖๖) ได้สร้างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรม เปรียบเทียบการสอนตามปกติ ในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ แบ่งนักเรียนออกเป็น

สองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุมสอนโดยครูตามปกติ ในเนื้อหาเดียวกัน ปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพอ ๆ กัน โดยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อรรณพ บุญถนอม (อรรณพ บุญถนอม, ๒๕๑๔) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟ และเชื้อเพลิง ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า การเรียนของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และทราบต่อไปอีกว่าทัศนคติของนักเรียนทั้ง ๒ กลุ่ม สูงขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญเช่นกัน

ปรีดา เพชรมีศรี (ปรีดา เพชรมีศรี, ๒๕๑๔) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในบางหัวข้อ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากรายงานผลของการศึกษากันแล้วและวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นว่าการเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรมให้ผลดีกว่า หรือดีเท่ากันกับการสอนตามปกติของครู และพบว่าการเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรมจะช่วยผ่อนคลายครู ประหยัดเวลาของผู้เรียนและผู้สอนสามารถสอนได้ทั้งกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ ทั้งนักเรียนยังสามารถที่จะเรียนรู้ได้ตามความต้องการและความสามารถของตนอีกด้วย

หอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทที่ ๓

วิธีดำเนินการ

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการ ศึกษา
ชั้นปีที่ ๑ ของวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ ปทุมธานี จำนวน ๓๕๖ คน ๕ ห้องเรียน ดำ -
เนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling) ให้เหลือสองห้อง
เรียน เป็นจำนวนนักศึกษา ๓๐ คน นำมาแบ่งเป็น ๒ กลุ่ม ๆ ละ ๑๕ คน โดยวิธีจัดเทียบ
คะแนน (Equated Grouping) จากคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่เคยเรียนมาแล้ว
จากเทอมต้น แล้วกำหนดให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมโดยการจับ
ฉลาก

กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มนี้ ในแต่ละกลุ่มเมื่อแยกตามเพศชาย - หญิงแล้ว จะปรากฏ
ดังในตาราง ๑

ตาราง ๑ กลุ่มตัวอย่างในการทดลองจำแนกตามเพศ

กลุ่มตัวอย่าง	ชาย	หญิง	รวม
กลุ่มทดลอง	๑๕	๒๐	๓๕
กลุ่มควบคุม	๑๖	๑๔	๓๐
รวม	๓๑	๓๔	๖๕

การเปรียบเทียบคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการเรียนรู้นี้ของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม
ที่วัดจากข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แสดงไว้ในตาราง ๑

ตาราง ๒ เปรียบเทียบคะแนนก่อนการเรียนรู้ของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S ²	t
กลุ่มทดลอง	๓๕	๒๔.๒๐	๑๔.๗๒	.๕๒๘๗
กลุ่มควบคุม	๓๕	๒๕.๖๒	๓๐.๙๗	

จากตาราง ๒ แสดงว่า นักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือกล่าวได้ว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีพื้นฐานความรู้ในเนื้อหาที่จะเรียนทัดเทียมกัน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

๑. การสร้างแบบเรียนโปรแกรม ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาบางตอนของธรณีวิทยา ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๓ ซึ่งใช้เรียนในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา มาสร้างเป็นแบบเรียน เพราะเห็นว่ามີคุณลักษณะที่จะสร้างเป็นแบบเรียนโปรแกรมได้ เนื่องจากมีเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริง มีความคงตัว ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่บ่อย ๆ (เป็ร้อง กุมุท, ๒๕๐๖ ก:๑๒) เมื่อเลือกหัวข้อวิชาที่จะสร้างได้แล้ว ก็ได้ศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียด จากหนังสือแนวทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู (หน่วยศึกษานิเทศก์, ๒๕๐๔ : ๒๓) แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๓ ของประพันธ์ เกละกุลและคนอื่น ๆ (ประพันธ์ เกละกุลและคนอื่น ๆ, ๒๕๐๖ : ๒๔๓ - ๒๕๖) คำบรรยายวิชาธรณีวิทยาเบื้องต้นของอภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, ๒๕๐๔ : ๘๑ - ๘๕) หนังสือหลักภูมิศาสตร์กายภาพ ของ ชำนาญ ประทุมสินธุ์ (ชำนาญ ประทุมสินธุ์, ๒๕๐๖ : ๑๕๖ - ๒๔๓) รวมทั้งตำราต่างประเทศเกี่ยวกับธรณีวิทยา ของ แอล. กอน ลีท และ เชลคอน จักสัน (Leet and Judson, 1965 : 259 - 277) และตำราเกี่ยวกับธรณีวิทยาเบื้องต้นที่เขียนในรูปแบบของแบบเรียนโปรแกรมของ คอกซ์ (Cox, 1965 : 165 - 181)...

เมื่อได้ศึกษาเกี่ยวกับธรณีวิทยาอย่างละเอียดแล้ว จึงเริ่มวางขอบข่ายและเรียง

ลำดับเนื้อหาในรูปของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและเขียนเป็นแบบเรียนโปรแกรมเส้นตรง (Linear Programmed) ชนิดที่ผู้เรียนเขียนคำตอบเอง (Constructed Response) และไต่แบ่งเนื้อหาของแบบเรียนทั้ง มคอ.ออกเป็น ๕ ตอนด้วยกัน โดยยึดเทคนิคการสร้างโปรแกรมตามแบบ "The Ruleg System" ของ Evan Home and Glasser เทคนิคของ Skinner - Holland (เตือนใจ ทองสำริต, ๒๕๑๕ : ๓๕ - ๔๔) และแนวการเขียนของคอกซ์ (Cox, 1965)

เมื่อเขียนเสร็จแล้ว ได้ดำเนินการปรับปรุง ทดสอบแบบเรียนดังต่อไปนี้

๑.๑ ทดสอบแบบหนึ่งข้อหนึ่ง โดยการทดสอบกับนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ การศึกษาปีที่หนึ่ง จำนวนหนึ่งคน ที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำ คือมีคะแนนสะสมทั้งสองภาค เรียนที่ผ่านมาไม่ถึง ๒.๐๑ และทำคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ค. กับ ง. โดย ผู้วิจัยให้บทเรียนแก่ผู้เรียนอ่านที่ละกรอบ แล้วให้ตอบคำถามที่เว้นว่างไว้ แล้วจึงให้ผู้คำตอบ พร้อมทั้งซักถามเพื่อหาสาเหตุว่า ทำไมจึงตอบอย่างนั้นและมีความยากง่ายเพียงใด โดยยึด หลักของแบบเรียนโปรแกรมที่มีดังนี้ (อุค. มุ่งเกษม, ๒๕๑๓ : ๒๕)

- ก. ให้นักเรียนตอบกรอบแรกได้ถูกต้อง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียน
- ข. ให้นักเรียนเรียนรู้ไปตามลำดับชั้น จากง่ายไปหายาก
- ค. ให้นักเรียนตอบได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่

และไต่บันทึกเวลาที่ใช้ในการทบทวนแต่ละกรอบไว้ด้วย

๑.๒ นำแบบเรียนที่ทดลองความขึ้นหนึ่งข้อหนึ่งแล้วมาพิมพ์เป็นเล่ม โดยให้เรียง กรอบตามลำดับหน้า คือให้กรอบที่หนึ่งอยู่หน้าทีหนึ่ง แล้วพลิกไปหน้าสองเพื่อทำกรอบสองซึ่ง อยู่หน้าที่สองนี้ และกรอบสามอยู่หน้าสามตามลำดับ จนถึงหน้าสุดท้าย จึงกลับมาตั้งต้นในหน้า แรกใหม่ ส่วนคำตอบของกรอบสองอยู่หน้ากรอบสามในหน้าสาม เป็นต้น ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผู้เรียน ถือโอกาสเปิดดูคำตอบก่อนได้ยากขึ้นกว่าแบบที่ใช้แถบกระดาษปิดไว้ แล้วจึงทำการทดสอบแบบ "กลุ่มเล็ก" กับนักศึกษาจำนวน ๑๐ คน ซึ่งมีเกณฑ์การเรียนอยู่ในระดับต่ำเช่นกัน โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

ทดสอบก่อนการเรียน แล้วเสนอบทเรียนให้เรียน เมื่อจบแล้วจึงทดสอบ ภายหลังการเรียนด้วยขอทดสอบชุดเดียวกันอีกครั้งหนึ่ง

ทำการบันทึกเวลาที่ทำแต่ละก่อนของคนที่ทำบทเรียนเสร็จเป็นคนแรก ส่วนใหญ่เสร็จและคนสุดท้ายไว้ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกมาต่อการเรียน ขณะเรียนและหลังการเรียน ส่วนผู้เรียนเองก็ให้บันทึกความเห็นวนตัวในการทำแต่ละกรอบที่ทำไม่ถูกหรือยาก หรือไม่เข้าใจเข้าไว้ด้วย เพื่อนำมาพิจารณาหาสาเหตุและปรับปรุงแก้ไขต่อไป

๑.๓ จัดพิมพ์แบบเรียนโปรแกรมที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขในข้อ ๑.๒ ขึ้นใหม่ ได้จำนวนกรอบทั้งสิ้น ๓๑๔ กรอบ แบ่งเป็นตอน ๆ ดังนี้

ตอนที่หนึ่ง	๕๐	กรอบ
ตอนที่สอง	๕๗	กรอบ
ตอนที่สาม	๗๕	กรอบ
ตอนที่สี่	๖๕	กรอบ
ตอนที่ห้า	๖๗	กรอบ

แล้วจึงนำไปทดสอบภาคสนามกับนักศึกษาจำนวน ๕๐ คน โดยการให้ทำข้อทดสอบก่อนการเรียน แล้วเรียนบทเรียนและทดสอบหลังการเรียนตามลำดับ เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลการทดสอบภาคสนามตามหลักมาตรฐาน ๕๐/๕๐

การทดสอบมาตรฐานของแบบเรียนโปรแกรมนี้วิจัยยึดหลักของกฎสี่ความที่ว่า

๕๐ ตัวแรกหมายถึง คะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่ม คือ หลังจากนักศึกษาทั้งหมดทำข้อทดสอบครั้งแรกเสร็จ ก็นำคะแนนที่ได้มาเฉลี่ย แล้วหักคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๕๐

๕๐ ตัวที่สองหมายถึง ร้อยละ ๕๐ ของนักศึกษาทั้งหมด ได้รับผลสัมฤทธิ์ตามความมุ่งหมายแต่ละข้อ ซึ่งหมายความว่า จากนักศึกษาทั้งหมด ๑๐๐ คน จะมีผู้ทำข้อทดสอบข้อใดข้อหนึ่งผิดได้ ไม่เกิน ๑๐ คน นั่นเอง (เปโตรง กุมุท, ๒๕๑๖ ณ : ๑๒๕ - ๑๒๖)

๕: การร่างแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบได้กระทำตามเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้สำหรับบทเรียนโปรแกรม โดยศึกษาวิธีสร้างจากตำราการวัดผล เช่น เทคนิคการวัดผลของ ทวาล แพร์กกุล แบบทดสอบที่ร่างเป็นข้อทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบแบบ ๕ ตัวเลือก จำนวน ๕ ฉบับ แล้วนำไปทดสอบกับนักศึกษาวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ ปทุมธานี ชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่หนึ่ง จำนวน ๑๐๐ คน เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อค้นหาข้อสอบที่ดี โดยมีเกณฑ์ของระดับความยาก (๖) อยู่

ระหว่าง .๒๐ - .๔๐ และมีค่าอำนาจจำแนก (α) ตั้งแต่ .๒๐ ขึ้นไป ตามเทคนิคการวิเคราะห์ข้อสอบ ๒๗ ของ จุง-เต้ เฟน (Chung-Teh Fan) แต่มีบางข้อที่มีค่าระดับความยากถึง .๕๐ และนี่อำนาจจำแนกสูง ๆ ก็พิจารณาคัดเลือกว่าเป็นข้อง่ายของข้อทดสอบฉบับนั้น ปรากฏว่าได้ข้อทดสอบสำหรับใช้ในการวิจัยจำนวน ๖๔ ข้อ

ความเชื่อมั่น (reliability) ของข้อทดสอบ คำนวณหาโดยเทคนิควิธีแบ่งครึ่ง (split half) ได้ค่าความเชื่อมั่น .๗๔ แล้วจึงแบ่งข้อทดสอบทั้งหมดนี้ออกเป็นห้าตอนตามเนื้อหาที่มีอยู่ในแบบเรียน

การดำเนินการทดลอง

การเสนอเนื้อหาแก่กลุ่มตัวอย่างทั้งสอง กระทำเป็นตอน ๆ วันละตอน ตอนละ ๒ ชั่วโมง ดังต่อไปนี้

กลุ่มทดลอง มีอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๓ เป็นผู้ควบคุมโดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

๑. ชี้แจงจุดมุ่งหมายในการทดลอง
๒. ให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนรู้เนื้อหาในตอนที่กำลังทดลอง

๓. อธิบายหลักเกณฑ์การใช้แบบเรียนโปรแกรม

๔. เมื่อนักศึกษาเข้าใจวิธีใช้แบบเรียนโปรแกรมดีแล้ว ก็ให้เริ่มเรียนเนื้อหาจากแบบเรียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในตอนเดียวกันกับข้อทดสอบในข้อ ๒.

๕. เมื่อหาบทเรียนเสร็จแล้ว ก็ให้ทำข้อทดสอบตอนเดียวกันกับโปรแกรมที่นำเสนอในวันนั้น โดยยึดหลักปฏิบัติว่าใครทำเสร็จก่อนก็ให้ทำข้อทดสอบก่อน ภายหลังที่ได้พักผ่อนหลังจากการทำแบบเรียนโปรแกรมเสร็จแล้ว ทำหน้าที่

กลุ่มควบคุม ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง โดยวิธีบรรยายประกอบอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่แบบเรียนโปรแกรม

การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อทดสอบมากรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนมาแจกแจง เพื่อหาค่าทางสถิติต่อไป

๔. เปรียบเทียบความแตกต่างรองคะแนนในกลุ่มเดียวกันใช้สูตร

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}}$$

เมื่อ ΣD = ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบทั้งสองครั้ง
ที่นำมาเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคล

ΣD^2 = ผลรวมของความแตกต่างระหว่างการทดสอบทั้งสองครั้ง ที่นำ
มาเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลแต่ละตัวยกกำลังสอง

N จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

๕. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (reliability) ของ สเปียร์แมน-
บราวน์ (กมล สุคประเสริฐ, ๒๕๑๔ : ๑๘๓)

$$r_{tt} = \frac{2r}{1+r}$$

เมื่อ r_{tt} = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

r = ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนข้อคู่และข้อคี่

$$= \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{\{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \{N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$$

เมื่อ ΣX = ผลรวมของคะแนนข้อคู่

ΣY = ผลรวมของคะแนนข้อคี่

ΣXY = ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนข้อคู่และข้อคี่

ΣX^2 = ผลรวมทั้งหมดของคะแนนข้อคู่แต่ละตัวยกกำลังสอง

ΣY^2 = ผลรวมทั้งหมดของคะแนนข้อคี่แต่ละตัวยกกำลังสอง

บทที่ ๔

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจาก ผลการทดลองและการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันดังต่อไปนี้

$\bar{X}$	=	คะแนนเฉลี่ย
N	=	จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง
S^2	=	ความแปรปรวนของคะแนน
D	=	ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการเรียนรู้
t	=	ค่าอัตราส่วนนัยสำคัญทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลกระทำใน ๒ ประการ คือ

๑. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ไวก่อนการเรียนรู้และหลังการเรียนรู้ (Pre - and Post - test) ของแต่ละกลุ่ม
๒. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
๑. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลการทดสอบก่อนกับการทดสอบภายหลังการเรียนรู้

หลังจากกลุ่มตัวอย่างของ ำรง ำรงกลุ่มไวก่เรียนแ่ื่อหาวิชาที่กำหนดได้จบแล้ว ผู้วิจัยไ่ทำการทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม แล้วนำคะแนนมาเปรียบเทียบกับคะแนนทดสอบก่อนการเรียนรู้ หรือคะแนนความรู้พื้นฐาน ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนการเรียนรู้กับการทดสอบภายหลังการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง แสดงไว้ในตาราง ๓

ตาราง ๓ ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนการเรียนกับ
คะแนนการทดสอบภายหลังการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง

คะแนน	N	$\bar{X}$	S^2	t
การทดสอบก่อนการเรียน	๓๕	๒๔.๒๐	๑๔.๗๒	** ๒๔.๓๕๒๘
การทดสอบหลังการเรียน	๓๕	๔๕.๔๕	๓๑.๘๔	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑

จากตาราง ๓ แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบภายหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ นั่นคือ กลุ่มทดลองมีการเรียนรู้จากแบบเรียนโปรแกรมได้มากขึ้นจากความรู้พื้นฐาน

ส่วนผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนการเรียนกับการทดสอบภายหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม แสดงไว้ในตาราง ๔

ตาราง ๔ ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนการเรียนกับคะแนน
เฉลี่ยของการทดสอบภายหลังการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มควบคุม

คะแนน	N	$\bar{X}$	S^2	t
การทดสอบก่อนการเรียน	๓๕	๒๓.๑๔	๓๐.๘๓	** ๑๔.๓๔๕๕
การทดสอบหลังการเรียน	๓๕	๔๔.๑๒	๔๔.๑๒	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑

จากตาราง ๔ คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ นั่นคือ นักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนตามปกติของครู สามารถเรียนรู้ได้มากขึ้นจากความรู้เดิม

๒. การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้นำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักกีฬาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาความแตกต่างผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตาราง ๕

ตาราง ๕ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	๓๕	๒๑.๒๕	๒๖.๖๖	๑.๐๐๒๑
กลุ่มควบคุม	๓๕	๒๐.๗๑	๔๔.๖๒	

จากตาราง ๕ แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มทดลองกับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ การสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนโดยครูตามปกติ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทัดเทียมกัน

บทที่ ๕

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ ๖ วิชาการศึกษา ระหว่างแบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรม สูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนของครูตามปกติ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ใช้เนื้อหาบางส่วนของคนธรรณิวัฒนาที่มีอยู่ในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๓ ระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ ๖ วิชาการศึกษา เรื่อง "โลกและการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก" โดยการคัดแปลงตัดทอนและเพิ่มเติมให้เหมาะสมที่นักศึกษาระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ ๖ สามารถจะเรียนได้

การดำเนินการวิจัย

๑. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ ๖ วิชาการศึกษา ๒๕๑๘ วิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ จังหวัดปทุมธานี

๑.๑ กลุ่มทดลองจำนวน ๓๕ คน เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยให้อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ๓ เป็นผู้ควบคุม

๑.๒ กลุ่มควบคุมจำนวน ๓๕ คน เรียนโดยวิธีปกติ คือ มีการใช้อุปกรณ์อย่างอื่นช่วยบ้าง และผู้วิจัยทำการสอนเอง

๒. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

๒.๑ ศึกษาหลักสูตรระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ ๖ วิชาวิทยาศาสตร์ และแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับธรณีวิทยา แล้วคัดเลือกเอาเฉพาะส่วนที่ปรากฏ

ในหลักสูตร หรือสัมพันธ์กับเนื้อหาในหลักสูตร และมีความเหมาะสมกับระดับชั้นที่เรียนได้

๒.๒ ศึกษาวิธีสร้างแบบเรียนโปรแกรมเพิ่มเติมจากตารางงาน ๆ แล้วลงมือเขียนโปรแกรมตามหลักเกณฑ์การเขียนแบบเรียนโปรแกรม

๒.๓ ศึกษาวิธีสร้างและลงมือเขียนข้อทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่จะใช้วัดผลสัมฤทธิ์เพื่อประเมินผลการวิจัยครั้งนี้ แล้วทำการวิเคราะห์ ประเมินข้อทดสอบ ตามเทคนิคการวิเคราะห์และปรับปรุงข้อทดสอบ วิเคราะห์ค่า ประเมินความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบออกมา ในที่สุดได้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ๒๕ ข้อ ที่มีค่าความเชื่อมั่น .๙๔

๒.๔ ทดสอบแบบเรียนโปรแกรม เพื่อปรับปรุงแก้ไข แบบเรียนให้มีประสิทธิภาพตามขั้นตอนการทดสอบแบบเรียน โดยการทดสอบแบบตัวจริง แบบกลุ่มย่อย และการทดสอบภาคสนาม แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่ามาตรฐาน ๕๐/๕๐ และปรากฏว่าแบบเรียนที่สร้างขึ้น มีระดับมาตรฐาน ๗๒/๘๒

๓. เวลาที่ใช้ในการทดลอง หากการทดลองเฝ้าสังเกตเรียนได้ดำเนินการในระบบไตรภาค ปีการศึกษา ๒๕๑๔ หากการทดลอง ๑ ตอน ทดสอบ ๒ ชั่วโมง รวมเป็น ๑๐ ชั่วโมง คิดช่วงเวลาที่ใช้ในการทดลอง ๑ ชั่วโมง และใช้ช่วงเวลาในการเรียนแต่ละตอนตรงกันหรือใกล้เคียงกัน

๔. การรวบรวมข้อมูล ในการเรียนแต่ละตอน ดำเนินการตามลำดับดังต่อไปนี้ คือ เริ่มด้วยการทดสอบความรู้พื้นฐานด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการทดสอบก่อนการเรียน แล้วจึงเสนอเนื้อหาวิชาแก่ผู้เรียน แล้วทำการทดสอบภายหลังการเรียน ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกันอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นก็นำผลทดสอบมาตรวจให้คะแนน แจกแจงคะแนน เพื่อทำการวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป

๕. การจัดกระทำข้อมูล จัดกระทำข้อมูลโดยวิเคราะห์และคำนวณหาค่าต่อไปนี้

๕.๑ คะแนนเฉลี่ย

๕.๒ ค่าความแปรปรวนของคะแนน

๕.๓ ทดสอบความแตกต่างภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยใช้ $t - test$

ดังนี้

๕.๓.๑ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนการเรียน กับคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังการเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแต่ละกลุ่ม

๕.๓.๒ เปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

สรุปผลการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้ ปรากฏว่า

๑. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรม ไม่แตกต่างจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากการสอนของครูตามปกติ

๒. เมื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของแต่ละกลุ่มภายหลังการเรียนกับความรู้พื้นฐานเดิม ปรากฏว่า ทั้งสองกลุ่มเรียนรู้อะไรเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญ

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ปรากฏผลว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนรู้ด้วยแบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

๑. เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอในการทดลองครั้งนี้ เป็นเพียงส่วนย่อยส่วนหนึ่งที่มีความยาวเพียง ๓๑๔ กรอบ ของแบบเรียนโปรแกรมต้นตรง ดังนั้น สิ่งต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับจึงมีจำนวนน้อยมาก นี่อาจเป็นสาเหตุทำให้ผลการเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่เห็นเด่นชัด และช่วงระยะเวลาสั้นเกินไปจนอาจทำให้ผลปรากฏออกมาไม่เด่นชัดก็เป็นได้

๒. - ตัวแบบเรียนโปรแกรมเอง - แม้ว่าผ่านการปรับปรุงมาหลายครั้ง แต่ก็คงยังมีประสิทธิภาพไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญได้

๓. จากการสอบถามประเพณีจากผู้ควบคุมกลุ่มทดลอง ได้ทราบว่าผู้เรียนขาดสมาธิ และเรียนแต่ละกรอบอย่างลวก ๆ ไปพิจารณาอย่างถาวรลึกซึ้ง จึงทำให้ขาดความเข้าใจ เนื่องจากผู้เรียนไม่คุ้นเคยกับการใช้แบบเรียนแบบนั้นมาก่อน และไม่ได้รับการฝึกทักษะในเรื่องสมาธิ ความรับผิดชอบและวินัยในตนเองมาอย่างเพียงพอ

๔. การเสนอแบบเรียนโปรแกรมโดยวิธีพลิกจากหน้าหนึ่งไปอีกหน้าหนึ่งเรื่อย ๆ นี้ อาจหาความยุ่งยากแก่ผู้เรียนเพราะสังเกตเห็นว่า ผู้เรียนที่เก็บทำกรอบแรก ๆ ของตอนแรก ไม่ค่อยถูกต้อง แต่หลังจากได้ลงมือทำไปได้สามหรือสี่กรอบแล้วจึงสามารถจะทำได้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ที่อธิบายไว้

๕. การสอนของครูโดยปกติ ผู้เรียนมีโอกาสดักถามข้อข้องใจ เป็นการสื่อสารสองทางที่สามารถเปลี่ยนไปไต่ถามความเหมาะสมของสถานการณ์ และครูมีโอกาสนำข้อคำถามหลาย ๆ อย่างใช้รวมกันกับการอธิบาย ก็น่าจะก่อให้เกิดความเข้าใจได้มากกว่า ถ้าคัดสถานการณ์บางอย่างออกไป เช่น ช่วงความสนใจของผู้เรียน บุคลิกภาพของครู บรรยากาศในห้องเรียนและอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียน

อย่างไรก็ตาม ผลของการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นสิ่งที่น่าสนใจบางประการคือ

๑. ทั้งสองวิธีนี้ ทำให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นจากเดิมได้มากอย่างมีนัยสำคัญ เท่ากับเป็นการรับรองจากการสอนที่นักศึกษาได้รับจากครูตามปกตินั้น เป็นการสอนที่อยู่ในเกณฑ์ดี ไม่มีข้อคิดที่จะทำให้หย่อนคุณภาพ เพื่อให้ได้เป็นไปตามสมมติฐาน

๒. การเรียนรู้จากแบบเรียนโปรแกรม โดยไม่มีครูสอนก็ได้ผลในทำนองเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว และได้การเรียนรู้ได้เท่าเทียมกับการสอนตามปกติ ซึ่งเท่ากับเป็นข้อยืนยันว่า ในสถานการณ์การเรียนที่ครูไม่พอ หรือชั้นเรียนโตเกินไปก็ดี นักศึกษาอาจเรียนรู้ได้ด้วยการเรียนจากแบบเรียนโปรแกรมนี้ด้วยตนเอง ได้เท่า ๆ กับการเรียนจากครูในชั้น เมื่อใดก็ตามที่เขาต้องการ

อนึ่ง ในด้านความกระตือรือร้นในการเรียน จากการสังเกตระหว่างกลุ่มทั้งสองนี้ กลุ่มที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรม แสดงความกระตือรือร้นในการเรียนมากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง ทั้งนี้อาจเป็นด้วยเหตุที่เป็นวิธีสอนใหม่ประการหนึ่ง อีกประการหนึ่งอาจเป็นเพราะว่า วิธีนี้เป็นวิธีที่ต้องการให้ผู้เรียนสนองตอบอยู่ตลอดเวลา ก็เป็นไปได้

ข้อเสนอแนะ

๑. จากผลการวิจัยในครั้ง นี้ และได้รับการ สนับสนุนจากการวิจัยของคนอื่น ๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรมได้ผลเท่ากันหรือดีกว่าการเรียนด้วยการสอนตามปกติของครู จึงอาจจะสรุปได้ว่า แบบเรียนโปรแกรมน่าจะได้รับการแนะนำและสนับสนุนให้นำเข้ามาใช้ในวงการศึกษอย่างกว้างขวาง ทั้งในระบบการศึกษภายในโรงเรียน (formal education) และการศึกษานอกระบบโรงเรียน (non-formal and in-formal education) โดยสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เช่น ศูนย์วิชาการของกรมต่าง ๆ ในกระทรวงศึกษาธิการ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย น่าจะศึกษา วิจัย และผลิตแบบเรียนโปรแกรมขึ้นมาใช้ เพื่อเป็นการบรรเทาภาวะการขาดแคลนครูและถาวรารเรียนลงได้บ้าง

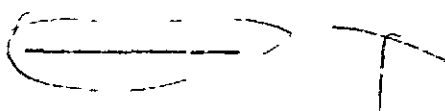
๒. ผู้วิจัยใครจะเสนอแนวทางสำหรับการศึกษาวิจัยแบบเรียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

๒.๑ ศึกษาด้านองค์ประกอบที่จะช่วยให้การเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรมมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น เทคนิคการเขียนโปรแกรม การตอบสนองของผู้เรียน เช่น เปรียบเทียบผลของการตอบสนองระหว่างการตอบสนองแบบเลือกตอบกับแบบให้ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง การศึกษาทัศนคติ ความคงทนในการวาดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

๒.๒ ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ทั้งในด้านเนื้อหา สาขาวิชาและระดับชั้น

๒.๓ ศึกษาคุณค่าของการใช้แบบเรียนโปรแกรมรวมกับสื่อการสอนอื่น ๆ เช่น สอนด้วยแบบเรียนโปรแกรมร่วมกับสไลด์ เป็นต้น

๓. ส่วนในด้านการผลิต ควรจะได้มีการส่งเสริมการผลิตและทดสอบมาตรฐานแบบเรียนโปรแกรมขึ้นใช้ให้มากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้



บรรณานุกรม

- การฝึกหัดครู, กรม ศึกษานิเทศก์ แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ตาม
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ๒๕๑๔ กรมการฝึกหัดครู ๒๕๑๔
 ๔๑ หน้า. (อักษรนำ)
- กมล คิชฌกูฏ " ความสำคัญของการประถมศึกษา " ศูนย์ศึกษา ปีที่ ๑๕ ฉบับที่ ๒
 กันยายน ๒๕๑๑ หน้า ๒๕.
- เจริญ วงศ์สำพันธ์ " คำนำ " ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการ
ศึกษา กรมวิชาการ พระนคร โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๓, ๒๕๐ หน้า.
- จุฑาเทห์ แพน ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ขวาล แพร์ติกุล จัดพิมพ์ในประเทศไทย
 บริษัทสำนักพิมพ์ วัฒนาพานิช จำกัด ๒๕๑๔, ๓๒ หน้า.
- ชำนาญ ประทุมสินธุ์ หลักภูมิศาสตร์กายภาพ พิมพ์ครั้งที่ ๔ ห้างหุ้นส่วนจำกัด สำนัก
 พิมพ์ประสานมิตร ๒๕๑๖, ๔๕๐ หน้า.
- ขวาล แพร์ติกุล เทคนิคการวัดผล บริษัทสำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด ๒๕๑๔,
 ๔๕๒ หน้า.
- เทียนใจ ทองสำริด บทเรียนสำเร็จรูป แผนกโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ๒๕๑๕, ๔๔ หน้า.
- บรรชา รัตนวัย การสร้างและทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ ๔ ปรินูญานินท์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๖,
 ๖๔ หน้า
- ประพันธ์ เกละกุล วรรณกิตต์ รัตนกร และ ราตรี หนูบรรจง วิทยาศาสตร์
ทั่วไป ๓ เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ ๑๓๕ ศึกษานิเทศก์
 กรมการฝึกหัดครู โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๖, ๓๕๐ หน้า.
- ปรีชา คุณวัลลี การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมปีที่ ๕ โดยใช้แบบ
เรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรินูญานินท์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการ
 ศึกษา ๒๕๑๕, ๔๒ หน้า.

- ปรีดา เพชรมีศรี การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
ในบางหัวข้อ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรวิญฐานันท์
 กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ๒๕๑๘, ๑๘๖ หน้า.
- เปรี๊ยะ กุมุท การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป พิมพ์ครั้งที่ ๒ คู่มือประกอบการเรียนวิชา
 Multi Media Approach for Programmed Instruction
 วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ๒๕๑๖ ก, ๑๓๑ หน้า.
- เปรี๊ยะ กุมุท " สู่ทางในการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยปรับปรุงคุณภาพของการศึกษาใน
ระดับประถมศึกษา " รายงานสัมมนาเรื่องการพิจารณานำนวัตกรรมและเทคโนโลยี
โดยีมาช่วยปรับปรุงคุณภาพการประถมศึกษาในโรงเรียนที่มีครูสอนไม่เต็มชั้น
 กรมวิชาการ โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๖ ข, ๑๕๐ หน้า.
- ล้วน สายยศ และอังคณา ตันติรัตนานนท์ สถิติวิทยาทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ ๑
 บริษัทสำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด ๒๕๑๕, ๑๘๐ หน้า.
- วรรณ เจียมทะวงษ์ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาเลขคณิตในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕
ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูป (Programmed Textbook) กับการสอน
ตามปกติ ปรวิญฐานันท์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ๒๕๑๕, ๗๑ หน้า.
- วิจิตร ศรีสอาน " เทคนิควิทยาทางการศึกษา " รายงานการสัมมนาเรื่องการพิจารณา
นำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีมาปรับปรุงคุณภาพการประถมศึกษาในโรงเรียนที่มี
ครูสอนไม่ครบชั้น กรมวิชาการ โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๖, ๑๕๐ หน้า.
- วิจิตร ศรีสอาน " เทคนิควิทยาทางการศึกษา " ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและ
เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมวิชาการ โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๗, ๒๕๐ หน้า.
- วีระ ตันตระกูล การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง " การหาพื้นที่สี่เหลี่ยมมุมฉาก
สามเหลี่ยมและวงกลม " วิทยานิพนธ์ คม. ๒๕๑๗, ๒๔๔ หน้า.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ " ขนาดพอดีของประชากร " วารสารครุศาสตร์ : ๑, ธันวาคม
 ๒๕๑๕ มกราคม ๒๕๑๖ หน้า ๕๖.
- เสม พริ้งพวงแก้ว " ๗๐ ล้านคนในอีก ๒๕ ปี " บ้านเมือง ๑๖ พฤศจิกายน ๒๕๑๗
 หน้า ๔.

ศึกษาริการ, กระทรวง กรมวิชาการ บทคัดย่องานวิจัยทางการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา

๒๕๑๓.

ศึกษาริการ, กระทรวง แผนพัฒนาการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น : ๒๕๑๕-๒๕๑๙ พระนคร

โรงพิมพ์ศาสนา ๒๕๑๕, ๘๐๔ หน้า.

อรรถพร บุญถนอม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟ และ เชื้อเพลิง
ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ๒๕๑๔, ๑๔๕ หน้า.

อาชีวศึกษา, กรม กระทรวงศึกษาริการ คู่มือสำหรับผู้ใช้นักเรียนด้วยตนเอง

๒๕๑๕. (อัดสำเนา)

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ คำบรรยายวิชาธรณีวิทยาเบื้องต้น ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, ๑๘๕ หน้า.

อุดม มุ่งเกษม การทดลองใช้เครื่องสอนประกอบการสอนวิชาภาษาอังกฤษในระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ ๓ ปริญญาโท กศ. ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
๒๕๑๓, ๑๔๐ หน้า.

Banghart, Frank J., and Others, " An Experimental Study of

Programmed Versus Traditional Elementary School Mathematic. "

The Mathematic Teacher, ๖: ๑๑-๒๐๔, April, 1963.

Brown, James W., and others, Administering Educational Media :

Instructional Technology and Libery Science, 2nd Edition,

McGraw-Hill Book Company Inc. New York, 1972, 449 pp.

Brown Jr., Robert O., " A comparation Test of Scores of Student

Using Programmed Instruction Materials. " The Research on

Programmed Instruction, U.S.Government Printing Office,

Washington, 1964.

- Carpenter, P.W., and Fillmer, H.T., "A Comparison of Teaching Machines and Programmed Texts in the Teaching of Algebra I" A.V. Communication Review, 15 : Summer 1967.
- Cox, Dennis P., and Cox, Helen R., Introductory Geology : A Programmed Text, W.H. Freeman and Company, Sanfrancisco, 1965, 268 pp.
- Day, Jesse H., "Teaching Machines" Journal Chemistry Education, 36 : 591 - 595, No. 12, 1959.
- Dutton, Sherman Sumpter, "An Experimental Study in the Programming of Science Instructional for the Forth Grade," Dissertation Abstracts, 24 ; 3282 A, December, 1963.
- Epstien, Samuel, The First Book of Teaching Machines, Franklin Watt, Inc., 575 Lexington Ave., New York, 1961, 50 pp.
- Francis, George Harold, "An Experimental Study of the Effectiveness of Self-Instruction Versus the Lecture Demonstration Method of Teaching Selected Phase of Electricity," Dissertation Abstracts, 27 : 3338 - A, April, 1967.
- Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Education, McGraw - Hill, New York, 1966.
- Fry, Edward B., Teaching Machine and Programmed Instruction, McGraw - Hill Book Company, Inc., New York, 1963, 244 pp.
- G.O.M. Leith, "Teaching by Machinery : A Review of Research," A.V. Communication Review, 14 : Summer 1966.

Good, Carter V., Dictionary of Education, McGraw - Hill Co.
Inc., New York, 1959.

Hartley, Jones, "Programmed Instruction 1954 - 1974 : A Review,"
Programmed Learning and Educational Technology Journal,
Vol., 11 : 6, November 1974, Sweet and Maxwell Ltd.,
London 339 pp.

Leet, Don L., and Judson, Sheldon, Physical Geology, 3 rd.,
Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliff, New Jersey, 1965,
406 pp.

Rowan, Carl T., and Marie, David M., "Is Population Control
Impossible" Reader Digest, Vol. 22, Nov. 1973, pp.27-31.

Schramm, Wilbur, The Research on Programmed Instruction : An
Annotated Bibliography, U.S. Dept. of Health Education
and Welfare, Washington D.C., 1964, 114 pp.

Sacerdote, Luciana, "Evaluation of Programmed Instruction,"
J.Chem.Educ., 39 : 390 , No. 8, 1962.

Schmidbauer, H., New Educational Technology and Its Implications
for the Efficiency of Education System, Unesco Publication,
1971.

Skinner, B.F., "Teaching Machines" Science : 128, 3330, 969 - 977,
1958.

Faber, Julian I. and others, Learning and Programmed
Instruction Addison - Wesley Publishing Company Inc.
Reading, Massachusetts, 1965, 182 pp.

Stowlurow, Lawrence M., Teaching by Machine, U.S. Government

Printing Office, Washington, 1961, 173 pp.

White, Charles Colven, "The Use of Programmed Text of Remedial
Mathematics Instruction in College," Dissertation

Abstracts, 30 : 3373 - A , 1970.

ภาคผนวก

ภาคผนวก
(การวิเคราะห์ข้อมูล)

แสดงค่า p และ r ของแบบทดสอบ

ก่อน ๑

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r
๑	.๑.	.๘๘	.๘๕	.๔๓	๑๖	.๘๖	.๖๖	.๘๖	.๕๔
๒	.๘๖	.๔๘	.๗๖	.๖๖	๑๗	.๘๖	.๖๖	.๖๖	.๗๐
๓	.๔๘	.๑๔	.๓๖	.๓๘	๑๘	.๕๑	.๖๖	.๓๖	.๓๑
๔	.๕๘	.๖๕	.๔๖	.๓๕	๑๙	.๗๐	.๔๐	.๕๕	.๓๑
๕	.๗๐	.๖๖	.๔๖	.๔๘	๒๐	.๘๖	.๔๔	.๗๑	.๕๖
๖	.๗๖	.๐๗	.๓๕	.๖๖					
๗	.๘๕	.๕๑	.๖๘	.๓๘					
๘	.๓๓	.๑๔	.๖๓	.๖๖					
๙	.๗๗	.๖๖	.๔๘	.๕๔					
๑๐	.๘๕	.๖๖	.๕๔	.๖๖					
๑๑	.๗๗	.๓๓	.๕๘	.๔๑					
๑๒	.๘๕	.๖๖	.๗๖	.๓๔					
๑๓	.๘๘	.๔๐	.๖๖	.๕๖					
๑๔	.๘๘	.๔๐	.๖๖	.๕๖					
๑๕	.๕๕	.๖๖	.๓๘	.๓๕					

แสดงค่า p และ r ของแบบทดสอบ

ก่อน L และ ก่อน ๓

ก่อน L

ก่อน ๓

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r
๑	๑	.๕๕	.๘๔	.๖๘	๑	.๕๖	.๓๗	.๖๗	.๖๐
๒	๑	.๕๕	.๘๓	.๗๐	๒	.๗๐	.๔๘	.๕๕	.๖๓
๓	.๗๐	.๑๘	.๔๓	.๕๒	๓	.๘๘	.๓๗	.๖๔	.๕๔
๔	.๔๐	.๑๓	.๑๘	.๕๗	๔	.๖๖	.๑๘	.๔๑	.๔๕
๕	.๕๖	.๔๐	.๗๓	.๖๖	๕	๑.	.๔๔	.๗๘	.๗๕
					๖	.๕๑	.๖๕	.๓๘	.๖๘
					๗	.๗๐	.๔๘	.๕๕	.๖๓
					๘	.๘๕	.๖๖	.๗๔	.๖๕
					๙	.๕๖	.๔๐	.๗๓	.๖๖
					๑๐	๑.	.๕๑	.๘๑	.๗๖
					๑๑	.๕๖	.๕๑	.๗๔	.๕๑
					๑๒	.๔๘	.๑๘	.๓๖	.๓๔
					๑๓	.๖๕	.๑๔	.๖๑	.๖๑
					๑๔	.๘๘	.๔๐	.๖๖	.๕๖
					๑๕	.๗๑	.๖๖	.๔๖	.๔๕

แสดงค่า p และ r ของแบบทดสอบ

ข้อ ๔ และ ข้อ ๕

ข้อ ๔

ข้อ ๕

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r
๑	๑.	.๕๑	.๘๑	.๗๒	๑	.๕๒	.๗๔	.๘๔	.๓๗
๒	.๗๗	.๒๒	.๔๖	.๔๘	๒	.๕๒	.๕๕	.๗๗	.๔๔
๓	.๕๒	.๓๓	.๖๕	.๖๓	๓	.๔๔	.๗๓	.๒๐	.๖๗
๔	๑.	.๗๔	.๕๗	.๕๘	๔	.๗๗	.๒๕	.๔๕	.๔๑
๕	.๘๘	.๕๕	.๗๕	.๓๗	๕	.๕๑	.๒๕	.๔๖	.๒๓
๖	.๕๖	.๕๕	.๗๕	.๔๗	๖	.๕๕	.๑๘	.๓๖	.๔๗
๗	.๕๒	.๓๓	.๖๕	.๖๓	๗	.๔๘	.๑๘	.๓๒	.๓๔
๘	๑.	.๗๗	.๘๘	.๖๑	๘	.๘๕	.๔๘	.๖๘	.๔๑
๙	๑.	.๔๔	.๗๑	.๗๕	๙	.๘๘	.๑๘	.๕๔	.๖๘
๑๐	๑.	.๕๕	.๘๓	.๗๗	๑๐	.๗๗	.๑๘	.๔๗	.๕๘
๑๑	.๘๑	.๕๕	.๖๕	.๓๗					
๑๒	.๕๒	.๑๑	.๕๒	.๗๘					
๑๓	.๘๘	.๒๕	.๕๘	.๖๓					
๑๔	.๕๒	.๔๗	.๖๕	.๕๘					

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีแบ่งครึ่ง คือ แบ่งแบบทดสอบออกเป็นชุดคะแนนของข้อ (x) กับชุดคะแนนของข้อ (y) นำมาหาค่าสหสัมพันธ์ (r) แล้วคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{tt}) ตามสูตรของสเปียร์แมน - บราวน์ (Spearman - Brown) ได้ค่าต่าง ๆ ดังนี้

N	X	Y	X ²	Y ²	XY
100	2,088	2,300	44,449	53,920	48,583

การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{N \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{N \sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \\
 &= \frac{100 \times 48,583 - 2,088 \times 2,300}{\sqrt{\{100 \times 44,449 - (2,088)^2\} \{100 \times 53,920 - (2,300)^2\}}} \\
 &= \frac{55,900}{\sqrt{85,156 \times 102,000}} \\
 &= \frac{55,900}{93,198.24} \\
 &= 0.59 \\
 r_{tt} &= \frac{2r}{1+r} \\
 &= \frac{2 \times 0.59}{1+0.59} \\
 &= 0.74
 \end{aligned}$$

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ของการทดสอบก่อนการเรีบนรู้ของกลุ่มทดลองกับ
กลุ่มควบคุม

คะแนน	N	$\bar{X}$	S^2	t
การทดสอบก่อนการเรีบน	35	24.20	14.72	.9287
การทดสอบหลังการเรีบน	35	22.62	30.97	

การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}} \\
 &= \frac{24.20 - 23.14}{\sqrt{\frac{14.72}{35} + \frac{30.97}{35}}} \\
 &= \frac{1.0600}{\sqrt{0.4205 + 0.8848}} \\
 &= \frac{1.0600}{\sqrt{1.3053}} \\
 &= \frac{1.0600}{1.1424} \\
 &= 0.9278
 \end{aligned}$$

ค่า t ไม่นัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น .01

การเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบ ก่อนการ
เรียน กับคะแนนทดสอบภายหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	N	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนการ เรียน	35	744	16,722	24.3528
หลังการ เรียน	35			

การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{744}{\sqrt{\frac{35 \times 16,722 - (744)^2}{34}}} \\
 &= \frac{744}{\sqrt{\frac{585,270 - 553,536}{34}}} \\
 &= \frac{744}{\sqrt{933.3529}} \\
 &= \frac{744}{30.5508} = 24.3528
 \end{aligned}$$

ค่า t มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .01

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ของการทดสอบก่อนการเรียน กับหลังการเรียน
ของกลุมควบคุม

การทดสอบ	N	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนการเรียน	35	725	16,535	18.3455
หลังการเรียน	35			

การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{725}{\sqrt{\frac{35 \cdot 16,535 - (725)^2}{34}}} \\
 &= \frac{725}{\sqrt{1561.7647}} \\
 &= \frac{725}{39.5191} \\
 &= 18.3455
 \end{aligned}$$

ค่า t มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .01

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	35	21.25	26.66	.3784
กลุ่มควบคุม	35	20.71	44.62	

การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}} \\
 &= \frac{21.25 - 20.71}{\sqrt{\frac{26.66}{35} + \frac{44.62}{35}}} \\
 &= \frac{0.54}{\sqrt{2.0365}} \\
 &= \frac{0.54}{1.4270} \\
 &= 0.3784
 \end{aligned}$$

ถ้า t ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

ภาคผนวก ข
(แบบเรียนโปรแกรมที่ใช้ทดลอง)

	กรอบ ๑	<u>แบบเรียนโปรแกรม</u> วิชาวิทยาศาสตร์ "ธรณีวิทยา" ชั้น ป.กศ. ตอนที่ ๑ ส่วนประกอบของโลก พลิกไปหาคำรอบต่อไปหน้าถัดไป
แข็งแกร หนาแน่น	กรอบ ๒๔	คือในชั้นหินที่แข็งแรงแบบหิน คลื่นสะเทือนจะเคลื่อนผ่านได้ ง่ายกว่าเร็วที่.....และชั้นหินที่ความหนาแน่นมากขึ้น คลื่นสะเทือนจะเคลื่อนผ่านง่ายกว่าเร็วที่... ..ลง พลิกไปหาคำรอบต่อไปหน้าถัดไป
๔ (สี่) นอก	กรอบ ๔๗	เปลือกโลกชั้นนอกก็คือ ชั้นที่อยู่. สุก ส่วนภายในของโลกจะอยู่ สุก พลิกไปหาคำรอบต่อไปหน้าถัดไป
๒,๕๐๐	กรอบ ๗๐	เปลือกโลกชั้นในซึ่งหนาดัง..... กิโลเมตร ชั้นนี้มีส่วนประกอบแตกต่างจากแกนของโลกที่ประกอบด้วย เหล็กและนิกเกิล เพราะเปลือกโลกชั้นในนี้มี <u>หิน</u>และ<u>เหล็ก</u> เป็นองค์ประกอบ พลิกไปหาคำรอบต่อไปหน้าถัดไป

ไม่ต้องการคำ ตอบ	กรอบ ๒	โลก เป็นก้อนวัตถุกลมมึทึมา ที่หมุน คว้างอยู่กลางอวกาศ โดยมี บรรยากาศห่อหุ้มอยู่โดยรอบ หนานับพันกิโลเมตร พลิกไปหากกรอบต่อไปหน้าถัดไป
มาก (สูง) น้อย (ต่ำ)	กรอบ ๒๕	โดยนัยกลับกัน และถ้าเรานำคำว่า <u>ช้า</u> หรือ <u>เร็ว</u> มาใช้กับ ความเร็วก็จะได้ว่า ชั้นหินที่แข็งเกร็งน้อยลง คลื่นสะเทือนจะ ผ่านได้.....ลง และชั้นหินมีความหนาแน่นน้อยลง คลื่น สะเทือนจะเคลื่อนผ่านได้.... ขึ้น พลิกไปหากกรอบต่อไปหน้าถัดไป
นอก ใน	กรอบ ๔๔	สรุปแล้ว โลกแบ่งออกเป็น ๔ ชั้น คือ ๑ ๒. ๓ ๔. พลิกไปหากกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๒,๕๐๐ (สองพันห้าร้อย)	กรอบ ๗๑	ถ้าเราสามารถซุกตัวลงไปถึงเปลือกโลกชั้นในนี้ เราก็จะได้ เหล็กมาใช้อย่างมหาศาล เพราะเป็นชั้นที่มี.....และ เป็นองค์ประกอบ พลิกไปหากกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๓	เราจะไปเรียนในบทนี้ว่าโลกเกิดขึ้นมาได้อย่างไร เพียงแต่ จะบอกให้ทราบอย่างคร่าว ๆ ว่าเมื่อโลกเกิดขึ้นมาในระยะ แรก ๆ นั้นจะมีลักษณะเป็นก้อนก๊าซลูกใหญ่ที่ร้อนจัดคล้ายดวง อาทิตย์ ดังนั้นถ้าจะกล่าวอีกแง่หนึ่งแล้ว ดวงอาทิตย์ในปัจจุบัน จะมีลักษณะคล้าย.....เมื่อเกิดขึ้นมาในระยะแรก ๆ นั่นเอง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ช้า เร็ว	กรอบ ๒๖	ดังนั้น คลื่นสะเทือนที่เคลื่อนผ่านเปลือกโลกชั้นนอกกับเปลือก โลกชั้นใน จะมีความเร็วต่างกันด้วย เพราะมีความแข็งแรง และความหนาแน่น..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แกนใน (แกนกลาง) แกนนอก เปลือกชั้นใน เปลือกชั้นนอก	กรอบ ๔๔	เมื่อเรียนถึงตอนนี้แล้ว รู้สึกว่ามินหัวหรือเบื่อหน่ายก็ให้หยุดพัก เพื่อผ่อนคลายสายตาและสมองเสียชั่วคราว แต่ถ้ารู้สึกว่าการ สนุกสนานและก็จะทำไปเรื่อย ๆ ก็ตามใจท่าน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
หิน เหล็ก	กรอบ ๗๒	เนื่องจากเป็นชั้นที่มี.....และ.....เป็นองค์ ประกอบดังกล่าว จึงมีความถ่วงจำเพาะมาก ถึง ๕.๒ เท่า ของน้ำ หรือถ้าจะกล่าวให้ง่ายเข้า ก็คือ เปลือกโลกชั้นใน มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ.....เท่าของน้ำ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

โลก	กรอบ ๑๔	ดวงอาทิตย์เป็นก้อนก๊าซลูกใหญ่ที่สว่างจ้า ร้อนแรง รวมทั้งโลก เมื่อเกิดขึ้นมาในระยะแรก ๆ ก็เป็น ที่สว่างจ้า ร้อนแรง เช่นกัน แต่โลกมีขนาดเล็กกว่าดวงอาทิตย์มาก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ต่างกัน (ไม่เท่ากัน)	กรอบ ๒๙	คลื่นสะเทือนบางชนิดไม่สามารถเคลื่อนผ่านของเหลวได้ นี่ก็ แสดงว่าคลื่นสะเทือนมีหลายชนิด บางชนิดก็สามารถเคลื่อน ผ่านของเหลวได้แต่บางชนิดไม่สามารถเคลื่อนผ่านได้ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๕๐	ต่อไปนี้จะเต็มไปด้วยตัวเลข โปรดเตรียมระวังที่จะจดจำไว้ได้ คือ ๆ ชั้นของโลกชั้นแรกคือ ชั้นที่อยู่ภายในสุดที่เรียกว่าแกนใน หรือ..... นี่มีองค์ประกอบที่อยูในสถานะของแข็ง และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๑,๓๐๐ กิโลเมตร พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
หิน เหล็ก ๕.๖	กรอบ ๙๓	ลองคิดตัวเลขอย่างง่าย ๆ ภูษิ เมื่อนำเอาองค์ประกอบของเปลือกโลกชั้นในที่มีปริมาตรเท่ากับ น้ำมาชั่งเปรียบเทียบกับ ถ้ำน้ำพุร้อนของน้ำซึ่งได้เท่ากับ ๒ กิโล- กรัม เปลือกโลกชั้นในจะหนักเท่ากับ ๒ $\times$ ๕.๖ เท่ากับ ๑๑.๒ กิโลกรัม แต่ถ้านำเอาอีกก้อนหนึ่งมีขนาดโตเท่ากับน้ำที่มีน้ำ หนัก ๕ กิโลกรัม ก้อนเปลือกโลกชั้นนอกจากนั้นจะหนักเท่ากับ กิโลกรัม พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ก่อนก๊าซ (ก่อนก๊าซลูกใหญ่) (ลูกไฟ)	กรอบ ๕	เนื่องจากโลกมีขนาด.....กว่าดวงอาทิตย์ จึงเย็นได้เร็วกว่า ดังนั้นโมเลกุลของมันจึงเกาะกัน แน่นจนกลายเป็นของแข็ง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๒๔	ดังนั้น เมื่อมีแอ่งน้ำบาดาลขวางทางอยู่ คลื่นสะเทือน บางชนิดก็จะไม่สามารถ.....ได้ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แกนกลาง (ใจกลาง)	กรอบ ๕๑	แกนในหรือแกนกลางซึ่งมีสถานะเป็น..... มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑,๓๐๐ กิโลเมตร มีอุณหภูมิสูง ประมาณ ๕,๕๐๐ °ซ ประกอบด้วยเหล็กและนิกเกิล เป็นส่วนใหญ่ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๒๔	กรอบ ๗๔	ก็พอจะทราบแล้วว่า เปลือกโลกชั้นในประกอบด้วย... และ..... มีความถ่วงจำเพาะ. เท่าของน้ำ และหนา.....กิโลเมตร พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

เล็ก	กรอบ ๖	ปัจจุบัน "อน" สารที่ยังคงเป็นก้อนก๊าซใหญ่ที่สว่างจ้าร้อนแรง ก็คือ..... ..แตกอนสสารที่เย็นลงกลายเป็น ของแข็งมึนมา แต่มีขนาดเล็กกว่าไ้แก่. พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เคลื่อนผ่าน	กรอบ ๒๙	หรือ ถ้ามีโพรงหินเหลว หรือหินหนืดขวางทางเดินของ.... อยู่ มันก็จะไม่สามารถ..... ไ้เช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ของแข็ง	กรอบ ๕๒	เหล็กและนิกเกิลที่อยู่ใจกลางของโลก มีลักษณะเป็นก้อนของ แข็งกลมขนาดใหญ่ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง... .. กิโลเมตร และมีอุณหภูมิประมาณ ๕,๕๐๐ °ซ. พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
หิน เหล็ก ๕.๖ ๒,๕๐๐	กรอบ ๙๕	สรุปแล้ว เปลือกโลกชั้นในหนา ๒,๕๐๐ กิโลเมตร ประกอบด้วย ทวยหินและเหล็กและมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ ๕.๖ เท่า ของน้ำ ถัดจากเปลือกโลกชั้นในก็ถึงชั้นสุดท้าย คือ <u>เปลือก โลกชั้นนอก</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ดวงอาทิตย์ โลก	กรอบ ๗	ในการ ภาษาเรื่องราวของโลกนั้น เราไปอาจจะซุกสึกลงไป จนถึงใน' ใจกลางของโลกได้ เพราะว่ามันอยู่ลึกและร้อนมาก เหลือเกิน แต่เราก็สามารถจะศึกษาส่วนประกอบของโลกได้ จากการเคลื่อนที่ของคลื่นสะท้อนที่เกิดขึ้นในขณะที่เกิดแผ่น ดินไหว พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
คลื่นสะท้อน เคลื่อนผ่าน	กรอบ ๓๐	เราทราบมาแล้วว่า คลื่นสะท้อนถูกสกัดกั้นไว้โดยชั้นของของ เหลว ถ้าแผ่นดินไหวครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าคลื่นสะท้อนบางชนิด ก็กล่าวถูกกันโดยชั้นดินชั้นหนึ่งแสดงว่าหินชั้นนั้นมีสถานะเป็น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๑,๓๐๐	กรอบ ๕๓	ดังนั้น ใจกลางของโลกจะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง..... กิโลเมตร มีสถานะเป็น..... มีอุณหภูมิประมาณ °ซ. ประกอบด้วยสารจำพวก และ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๗๖	เปลือกโลกชั้นนอกนี้หนาน้อยมากเมื่อเทียบกับชั้นอื่น ๆ ของโลก เพราะเปลือกโลกชั้นนี้หนาเพียง <u>๓๐ - ๖๐ กิโลเมตร</u> เท่านั้น ทั้งที่เปลือกโลกชั้นในหนาดัง.... กิโลเมตร พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

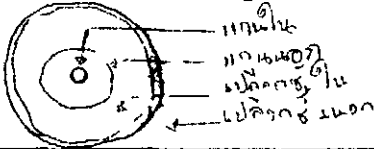
ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๘	คลื่นสะเทือนคืออะไร <u>ตอบ</u> คือ คลื่นที่เกิดขึ้นแล้ววิ่งหรือเคลื่อนไปตามชั้นต่าง ๆ ของหิน เป็นคลื่นที่เกิดจากแผ่นดินไหวหรือแรงระเบิดของหินระเบิด คลื่นสะเทือนทั้งกลาวนี้จะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับอาการสั่นคลอนในขณะที่มีรถบรรทุกหนัก ๆ แล่นผ่าน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ของเหลว	กรอบ ๓๑	จึงพอสรุปได้ว่า คลื่นสะเทือนเคลื่อนผ่านชั้นหินที่มีความแข็ง แกร่งและความหนาแน่นต่างกันด้วยความเร็วต่างกัน และ คลื่นบางชนิดไม่สามารถเคลื่อนผ่านชั้นที่มีสถานะเป็นของ เหลวได้ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๑,๓๐๐ ของแข็ง ๕,๕๐๐ เหล็ก, นิกเกิล	กรอบ ๕๘	จำไว้ให้ได้ว่า แกนกลางหรือใจกลางของโลกมีสถานะเป็นของ แข็งที่มีแร่เหล็กและนิกเกิลเป็นองค์ประกอบ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ของทรงกลมประมาณ ๑,๓๐๐ กิโลเมตร และร้อนถึง ๕,๕๐๐°ซ. ที่เดียว พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๒,๕๐๐	กรอบ ๗๗	สิ่งที่มีชีวิตทั้งหลาย คือ คน สัตว์ และพืช ต่างก็อาศัยอยู่บน เปลือกโลกชั้นนอกซึ่งเป็นชั้นที่หนาเพียง.....ถึง กิโลเมตร นี้ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๕	นั่นคือ ขณะที่เกิดแผ่นดินไหวจะเกิดมีคลื่นที่เรียกว่าคลื่น..... เคลื่อนผ่านชั้นต่าง ๆ ของโลก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๓๒	หลักการข้างต้นเป็นผลจากการพัฒนาการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ชาวยูโกสลาเวีย ชื่อ แอนดริจา โมโฮโรวิช (Andrija Mohorovicic) ผู้ค้นพบแนวโมโฮ (Mono Line) <u>หมายเหตุ</u> ในการเรียกชื่อในภาษาฝรั่ง ถ้าไม่สนิทสนมกัน เขานิยมเรียกนามสกุลของผู้นั้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๕๕	แกนในของโลกมีสถานะเป็น... ..แต่ชั้นที่อยู่ ถัดออกมานั้นสามารถถื่นคลื่นสะเทือนบางชนิดไว้ได้ ทำให้เรา ทราบว่าชั้นนี้มีสถานะเป็น <u>ของเหลว</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๓๐ - ๖๐	กรอบ ๗๔	เมื่อนำความหนาของชั้นต่าง ๆ ของโลกมาเปรียบเทียบกับกัน จะเห็นว่าเปลือกโลกชั้นนอกหนาน้อยที่สุด เพราะหนาเพียง ถึง... ..กิโลเมตร เท่านั้น ในเมื่อชั้นอื่นๆ หนานับร้อยนับพันกิโลเมตร พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

สะท้อน	กรอบ ๑๐	การศึกษาวังสภาพของชั้นต่าง ๆ ของโลกก็ได้จากการสังเกต การเคลื่อนที่ของคลื่น.....ในขณะที่เกิด แผ่นดิน พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๓๓	แนวโมโฮ คือเส้นแบ่งเขตระหว่างเปลือกโลกชั้นนอกกับเปลือก โลกชั้นในซึ่งนาย.....เป็นผู้ค้นพบ พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
ของแข็ง	กรอบ ๕๖	ชั้นที่อยู่ถัดออกมาและมีสถานะเป็นของเหลวทั้งกล้านั้น เรา เรียกว่า แกนนอก ของโลก นั่นคือ แกนนอกของโลกมี สถานะเป็น.....หนาประมาณ ๒,๒๐๐ กิโลเมตร พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
๓๐ - ๖๐	กรอบ ๗๕	ลองเปรียบเทียบความหนาของโลกชั้นต่าง ๆ ๑. แกนในมีเส้นผ่าศูนย์กลาง..... ..กิโลเมตร ๒. แกนนอกหนา..... ..กิโลเมตร ๓. เปลือกโลกชั้นในหนา.....กิโลเมตร ๔. เปลือกโลกชั้นนอกหนา..... นิ้ว.....กิโลเมตร พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป

คลื่นสะเทือน ไหว	กรอบ ๑๑	ความเร็วของคลื่นสะเทือนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ <u>ความแข็งแรง</u> ของ <u>ชั้นหิน</u> ที่มันเคลื่อนผ่าน ถ้าความแข็งแรงของชั้นหินที่มันเคลื่อนผ่าน <u>ต่างกัน</u> ความเร็วของ..... จะต่างกันด้วย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แวนครีจา โมโฮโรวิชิต (โมโฮโรวิชิต)	กรอบ ๓๔	นายโมโฮโรวิชิต พบว่า ขณะที่คลื่นสะเทือนเคลื่อนผ่านเส้น..... ความเร็วของมันจะเพิ่มขึ้นอย่างทันทีทันใด หรือความเร็วของคลื่นสะเทือนเปลี่ยนแปลงไปจนผิดสังเกต พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ของเหลว	กรอบ ๕๙	ในขณะที่แกนในมีเส้นผ่าศูนย์กลาง.....กิโลเมตร ทั้งนั้นแกนนอกของโลกจะมีปริมาตรโตกว่า เพราะแกนนอกมีส่วนหนาจึง.....กิโลเมตร พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๑,๓๐๐ ๒,๒๐๐ ๒,๕๐๐ ๓๐ - ๖๐	กรอบ ๘๐	จะเห็นว่า เปลือกโลกชั้น.....หนาที่สุด เพราะหนาถึง.....กิโลเมตร เปลือกโลกชั้น.....บางที่สุดเพราะหนาเพียง.....ถึง.....กิโลเมตรเท่านั้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

คลื่นสะเทือน	กรอบ ๑๒	คลื่นสะเทือนที่จะเคลื่อนผ่านชั้นหินที่มีความแข็งแกร่งมาก ได้เร็วกว่าในชั้นหินที่มีความ <u>แข็งแกร่งน้อย</u> ก็คือคลื่นสะเทือนจะเคลื่อนผ่านหินปะชอลที่ได้เร็วกว่าที่เคลื่อนผ่านหินปูน เพราะหินปูนมีความ.....น้อยกว่า พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
โมโฮ (แบ่งเขต ระหว่าง เปลือกโลก ชั้นนอกกับชั้นใน)	กรอบ ๓๕	แนวโมโฮ จึงเป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างเปลือกโลกชั้น..... กับเปลือกโลกชั้น..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๑,๓๐๐ ๒,๒๐๐	กรอบ ๕๘	จะเห็นว่า แกนบอกรมีลักษณะเป็นทรงกลมกลวงห่อหุ้มแกนในอยู่ และตัวเลขที่ใช้บอกความหนาของแกนนอกของโลกได้ก็คือ..... กิโลเมตร พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ใน ๒,๕๐๐ นอก ๓๐ - ๖๐	กรอบ ๘๑	เปลือกโลกชั้นนอกส่วนใหญ่ประกอบด้วย <u>หินแกรนิตและหินปะชอล</u> ดังนั้นการเจาะบ่อน้ำมันลึก ๆ (ไม่เกิน ๓๐ กิโลเมตร) ส่วนใหญ่จะผ่านเข้าไปในเนื้อหินแกรนิตและหิน..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

แข็งแรง	กรอบ ๑๓	หรือใน ว่างกับกัน คลื่นสะท้อนจะเคลื่อนที่ช้าลง ถ้าหินชั้น นั้นมีความแข็งแรง..... ลง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
นอก ไข่	กรอบ ๓๖	จากการค้นพบแนว.....ของนาย นี้ ทำให้สามารถแบ่งโลกออกเป็น ๔ ชั้น ตามรูป  พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๒,๒๐๐	กรอบ ๕๕	รู้แล้วสินะว่า แกนของโลกชั้นนอกนั้นหนา.....กิโลเมตร มีสถานะเป็น.....แต่แกนชั้นในมีสถานะเป็น ที่ร้อนจัด และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑,๓๐๐ กิโลเมตร พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
บะซอลต์	กรอบ ๘๒	หินบะซอลต์เป็นองค์ประกอบอันหนึ่งของเปลือกโลกชั้นนอก ส่วนองค์ประกอบอีกอันหนึ่งของเปลือกโลกชั้นนี้ก็คือ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ลก (น้อย) (ต่ำ)	กรอบ ๑๔	หากเร'เลือกเฉพาะแต่เรื่อง'ของ'ความ'แข็ง'แรง'ของ'เนื้อ'หิน เท่านั้น เมื่อ'หิน'ปะ'ชอล'ที่'แข็ง'แรง'กว่า'หิน'ทราย' ก็นั้น'คลื่น' สะ'เหือน'ที่'เคลื่อน'ผ่าน'หิน'ปะ'ชอล'จะ'มี'ความ'เร็ว'..... กว่า'ที่'เคลื่อน'ผ่าน'หิน'ทราย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
โมโฮ โมโฮโรวีซิช (แอนครีจา - โมโฮโรวีซิช)	กรอบ ๓๗	ชั้น'ที่อยู่'ข้าง'ใน'ที่สุด'ของ'โลก' เรียกว่า' <u>แกน'ของโลก</u> ดังนั้น โลก'จึง'ประกอบ'ด้วย'แกน'อยู่'..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๒,๒๐๐ ของ'เหลว ของ'แข็ง	กรอบ ๖๐	ทั้ง'แกน'นอก'และ'แกน'ใน' ต่าง'ก็'ประกอบ'ด้วย'สาร'ชนิด'เดียวกัน คือ'.....และ'..... ที่'ร้อน'จัด พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
หิน'แกรนิต	กรอบ ๘๓	เปลือก'โลก'ชั้น'นอก'มี'ความ'หนา'เฉพาะ'ประมาณ' ๒.๕ - ๓.๔ เท่า'ของ'น้ำ' ด้วย'เหตุ'นี้' ดิน'.....และ'หิน' ก็'ควร'มี'ความ'กว้าง'จำ'เพาะ'รวม'กัน'ใน'อัตรา' ส่วน'ที่'เหมาะ'เท่ากับ' ๒.๕ - ๓.๔ เท่า'ของ'น้ำ'ด้วย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

มาก (สูง)	กรอบ ๑๕	ในทำเองเดียวกัน คลื่นสะท้อนจะเคลื่อนผ่านหินแกรนิตด้วยความเร็วที่ กว่าที่เคลื่อนผ่านหินทราย เพราะว่าหิน แกรนิตมีความแข็งแรงมากกว่า พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ข้างใน (ภายใน)	กรอบ ๓๘	แกนของโลกคือส่วนที่อยู่.....ที่สุดของโลก แกนของโลกนี้มีอยู่ ๒ ส่วน คือ แกนในกับแกนนอก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
นิเกิล เหล็ก	กรอบ ๒๑	โปรกทบทวนอีกครั้งหนึ่งว่า แกนนอกเป็นของเหลวที่ร้อนจัด โดยมีเหล็กและนิเกิลเป็น องค์ประกอบและมีส่วนหนาถึง ๒,๒๐๐ กิโลเมตร พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แกรนิต ปะชอลท์	กรอบ ๔๔	ตามหลักการจมของวัตถุ วัตถุที่มีความถ่วงจำเพาะสูงจะจม ลงสู่เบื้องล่าง ดังนั้น เปลือกโลกชั้น.....ควร เบาที่สุด เพราะมีความถ่วงจำเพาะเพียง ๒.๕ ถึง ๓.๔ เท่าของน้ำ เท่านั้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

หนาแน่น	กรอบ ๑๗	จากความจริงข้างต้น คลื่นสะเทือนที่เคลื่อนผ่านชั้นหินกับชั้นดิน จะมีความเร็วที่.....กัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แกนใน (แกนกลาง)	กรอบ ๔๐	แกนในอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แกนกลาง ที่เรียกว่า แกนกลางเพราะอยู่ใจ.....ของโลก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
นิเกิล เหล็ก	กรอบ ๒๓	ซึ่งก็คงจะทราบแล้วสินะว่า ความถ่วงจำเพาะคืออะไร , ความถ่วงจำเพาะหมายถึง "ตัวเลขที่บอกให้เราทราบว่า สารนั้นหนักเป็นกี่เท่าของน้ำ" <u>ตัวอย่างเช่น</u> สาร ก มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ ๕ ก็หมายความว่า ถาตักนำมา ๑ ลิตร จะหนัก ๑ กิโลกรัม แต่สาร ก นั้น ๑ ลิตรเท่ากัน จะหนักถึง ๕ กิโลกรัม เป็นต้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๑๔.๕ - ๑๘ ๕.๕ - ๑๒	กรอบ ๔๖	และเปลือกโลกทั้ง ๒ ชั้น มีความถ่วงจำเพาะดังนี้ เปลือกโลกชั้นในเท่ากับ..... เท่าของน้ำ เปลือกโลกชั้นนอกเท่ากับ.....เท่าของน้ำ • พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ต่าง (มาก น้อยกว่า) (สูงหรือต่ำกว่า)	กรอบ ๑๘	ยิ่งกว่า นั้น นอกจากคลื่นสะเทือนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่าง กัน ในชั้นหินที่มีความหนาแน่นที่..... แล้ว ยังมี หลักฐานว่า "คลื่นสะเทือนจะเคลื่อนผ่านชั้นหินที่มีความหนาแน่น น้อยได้เร็วกว่าชั้นหินที่มีความหนาแน่นมาก" พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
กลาง	กรอบ ๔๑	แกนของโลกที่อยู่ถัดแกนกลางออกมา เรียกว่า.....นอก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ใบ้ ใบ้ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๖๔	ตัวเลข ๑๘.๕ ถึง ๑๘ เท่าของน้ำจึงเป็นตัวเลขบอกค่าของ ความ.....ของแกนกลางหรือแกนชั้นใน ของโลก ซึ่งมากกว่าความถ่วงจำเพาะของแกนนอก ที่บีเท่า กับ ๕.๕ ถึง ๑๒ เท่าของน้ำ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๕.๖ ๒.๕ - ๓.๔	กรอบ ๘๗	ชั้นต่าง ๆ ของโลกส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง ยกเว้น..... ชั้นเคียวเท่านั้นที่เป็นของเหลว พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ต่างกัน	กรอบ ๑๕	โปรคท์ ความเข้าใจให้ถือว่าความสัมพันธ์ระหว่าง<u>ความหนาแน่น</u>ของวัตถุที่ค่อนข้างต่ำกับ<u>ความเร็ว</u>ของคลื่นสะท้อนจะแปรผกผันกัน หรือเมื่อสิ่งหนึ่งเพิ่มขึ้นอีกสิ่งหนึ่งจะลดลง คือความหนาแน่นยิ่งมากขึ้น ความเร็วของคลื่นสะท้อนก็จะยิ่ง... ลง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แกน	กรอบ ๔๒	ทั้งนี้ แกนนอกของโลกจะห่อหุ้ม.....อยู่ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ดวงจำเพาะ	กรอบ ๖๕	แกนนอกที่มี.....และ..... เป็นองค์ประกอบ มีความจำเพาะเท่ากับ.....ถึง เท่าของน้ำ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แกนนอก (แกนชั้นนอก)	กรอบ ๘๘	แรธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของชั้นต่าง ๆ ของโลกได้แก่ - แกนกลางประกอบด้วย.....และ..... - แกนนอกประกอบด้วย.....และ..... - เปลือกชั้นในประกอบด้วย.....และ..... - เปลือกชั้นนอกประกอบด้วย.....และ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ลกลง (น้อยวง) (ต่ำลง)	กรอบ ๒๐	หรือความหนาแน่นยิ่ง <u>น้อยลง</u> ความเร็วของคลื่นสะท้อนยิ่ง พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
แกนใน แกนกลาง	กรอบ ๔๓	โลกจึงมีแกนอยู่ ๒ แกน คือ ๑. ๒. และยังมีเปลือกอยู่ ๒ ชั้นด้วย พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
เหล็ก นิเกิล ๙.๕ - ๑๒	กรอบ ๖๖	ความถ่วงจำเพาะของ แกนในเท่ากับ ๑๔.๕ ถึง ๑๕ เท่าของ น้ำ แต่ความถ่วงจำเพาะของแกนนอกเท่ากับ..... ถึง เท่าของน้ำ แนนอนแกน.....ย่อมมี ความถ่วงจำเพาะมากกว่าเพราะถูกกดมากกว่า พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
เหล็ก - นิเกิล เหล็ก - นิเกิล หิน - เหล็ก แกรนิต์ - บะซอลต์	กรอบ ๘๕	จงเขียนรูปโลกฉากตั้งขึ้นลงในกระดาษ ๕๖ ขวามือของกรอบนี้ และบอกถ่วงว่า ชั้นไหนที่อะไร พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป

ปากชั้น (สูงชั้น)	กรอบ ๒๑	ตามนี้ หินแกรนิต มีความหนาแน่นมากกว่าหินกีนดาน ถาม ใต้สะพานจะเคลื่อนผ่านหินแกรนิตได้เร็วหรือ ช้ากว่าในหินกีนดาน ตอบ ได้..... กว่าหินกีนดาน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แกนนอก แกนใน (แกนกลาง)	กรอบ ๔๔	เปลือกโลกมี..... ชั้น ดังกล่าวแล้ว คือเปลือก โลกชั้นในกับเปลือกโลกชั้นนอก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๔.๕ - ๑๒ ใน	กรอบ ๖๓	สรุปแล้ว แกนในของโลกจะมีความกว้างเฉพาะเท่ากับ ๑๔.๕ ถึง ๑๘ เท่าของน้ำ แกนนอกมีเท่ากับ ๔.๕ ถึง ๑๒ เท่า ของน้ำ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
	กรอบ ๕๐	ท่านที่เรียนจบตอนที่ ๑ แล้ว ท่านคิดว่ามีความรู้ ความเข้าใจอย่างละเอียดไหม หากท่านยังไม่เข้าใจคอนใด จะย้อนกลับไปทบทวนอ่านใหม่ ก็ได้นะ หรือจะพักผ่อนสายตาและสมองก่อนก็ได้ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ชา	กรอบ ๖๒	และจ. เคลื่อนผ่านชั้นหินตะกอนไฉ่ช้าหรือเร็วกว่าชั้นเหล็ก ผสมเหล็ก จึงมีความหนาแน่นมากกว่า <u>ตอบ</u> เคลื่อนผ่านชั้นหินตะกอนได้..... กว่าชั้นเหล็กผสมเหล็ก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๒ (สอง)	กรอบ ๔๕	<u>เปลือกโลกชั้นใน</u> จะอยู่ถัดแกนนอกของโลกชั้นมา เมื่อ แกนนอกจับเป็นลำดับที่ ๒ เปลือกโลกชั้นในจึงเป็นลำดับที่ และเมื่อ <u>แกนนอก</u> ของโลกเป็นชั้นที่หนึ่งของ <u>แกน</u> <u>ของโลก</u> ดังนั้นเปลือกโลกชั้นในก็ควรเป็นชั้นหนึ่งของ.. เช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๖๔	ที่นี้ เมื่อทะลุผ่านชั้นแกนทั้งสองของโลกชั้นมาก็จะถึงชั้น <u>เปลือกโลก</u> ซึ่งมีอยู่ ๒ ชั้น นั่นคือ แกนของโลกมีอยู่ ๒ ชั้น เปลือกโลกก็มีอยู่..... ชั้น เช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
	กรอบ ๔๑	- วบตอนที่ ๑ -

เร็ว	กรอบ ๒๓	จะเห็นได้ว่า การเคลื่อนที่ของคลื่นที่ของคลื่นสะท้อนผ่าน ชั้นหินชั้นอยู่กับ • ความ..... • ความ.....ของชั้นหินชั้น นั้นเช่นกัน แต่ผลที่ไ้จะแสดงออกมาในทางที่ กลับกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๓ (สาม) เปลือกโลก	กรอบ ๔๖	ถ้าเปลือกโลกชั้นในขึ้นมาอีกชั้นหนึ่งเป็นชั้นสุดท้ายหรือชั้นบน สุด ก็คือชั้นลำดับที่.....เรียกว่า เปลือกโลกชั้นนอก ดังนั้น แผ่นดินที่เรายืนอยู่หรือสร้างบ้านอยู่นี้ เป็นเปลือกโลก ที่เรียกว่าเปลือกโลกชั้น..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๒ (สอง)	กรอบ ๖๕	ชั้นที่อยู่ถัดแกนนอกออกมาจะเป็นชั้นที่หนาที่สุด คือประมาณ ๒,๕๐๐ กิโลเมตร เรียกว่า <u>เปลือกโลกชั้นใน</u> ซึ่งห่อหุ้มแกน นอกอยู่ สมมุติว่าเราสามารถเจาะผ่านเปลือกโลกชั้นในนี้ให้ ทะลุไปถึงผิวของแกนชั้นนอกได้ เราจะต้องเจาะถึง..... กิโลเมตร จึงจะทะลุผ่านชั้นนี้ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

	กรอบ ๑	แบบเรียนโปรแกรม วิชาวิทยาศาสตร์ "ธรณีวิทยา" ชั้น ป.กศ. ตอน ๒ ส่วนประกอบของผิวโลก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ธรณี	กรอบ ๔	คำว่า "แผ่นดินไทย" อันเป็นที่รัก ก็จัดว่าเป็น..... ภาค เช่นเดียวกับคำว่าเกาะตะรุเตาหรือเกาะภูเก็ต นั่นคือ เกาะต่าง ๆ ก็เป็นธรณีภาค พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
น้ำ	กรอบ ๑๕	บริเวณอันกว้างใหญ่ไพศาลของพื้นน้ำหรือ..... ภาคนี้ ปกคลุมถึง ๓ ใน ๔ ของผิวโลก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ชีว	กรอบ ๒๒	การเกิด การเติบโต การแพร่พันธุ์ การดำรงชีวิตของคน ของสัตว์และของพืช ถือว่าเป็นเรื่องราวของสิ่งที่มีชีวิตหรือ ภาคทั้งสิ้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๒	บทเรียนต่อไปนี้เป็นตอนที่ ๒ ท่านจะได้เรียนรู้เรื่องราวของส่วนประกอบของ "พื้นผิวโลก" พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ธรณี	กรอบ ๕	นอกจากนี้ถ้ำกลาถึงทุ่งนา ป่าไม้ ภูเขา ทะเลทราย ที่ราบ สูง ที่ราบต่ำ ก็เป็นการกล่าวถึง..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
อุทก	กรอบ ๑๖	จึงเป็นที่ทราบกันว่า บนพื้นผิวหรือเปลือกนอกของโลกนี้-ถูก ปกคลุมด้วยพื้นน้ำ หรืออุทกภาคมากกว่าธรณีภาค เพราะถูก ปกคลุมด้วยพื้นน้ำถึง..... .ใน.....ของพื้น ผิวโลกแต่มีพื้นดินเพียง.....ใน.....เท่านั้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ชีวภาค	กรอบ ๒๓	ถ้าเราจะศึกษาวิถีพาะเลี้ยงและผสมกล้วยไม้ นับเป็นการ ศึกษาทาง..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๓	ส่วนบนสุดของเปลือกโลกชั้นนอก เรียกว่า<u>แผ่นดินหรือพื้นผิวโลก</u> ทุกวันนี้ เรามืน เราเดิน เราวิ่ง อยู่บน<u>แผ่นดินหรือ</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ธรณีภาค	กรอบ ๑๐	จึงกล่าวได้ว่า ป่าไม้เป็น..... ภูเขาที่เป็น และทะเลทรายก็เป็น..... <u>ทั้งสิ้น</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
๓, ๔ ๑, ๔	กรอบ ๑๗	พื้นผิวของโลก นอกจากจะถูกปกคลุมด้วย.....ภาค และ.....ภาคแล้ว ยังถูกปกคลุมด้วยส่วนที่เป็น อากาศที่เรียกว่า <u>บรรยากาศ</u>. พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ชีวภาค	กรอบ ๒๔	ก็พอจะเข้าใจได้เองได้ใช่ไหมว่า การศึกษาทางชีวภาคก็คือการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งที่มี..... นั่นเอง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ผิวโลก (พื้นโลก) (พื้นผิวโลก)	กรอบ ๔	พื้นผิวโลกทั้งมวล เป็นส่วนหนึ่งของ.....ชั้นนอก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ธรณี ธรณีภาค ธรณีภาค	กรอบ ๑๑	จึงพอสรุปได้ว่า คำว่า "ธรณีภาค" ก็คือพื้นผิวโลกส่วนที่ สอดแนม... .. หรือส่วนที่เรา เรียกกันจนติดปากว่าพื้นดินนั่นเอง ซึ่งบิอยู่ประมาณ <u>๑ ใน</u> <u>๔ ของผิวโลก</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ธรณี อุทก	กรอบ ๑๔	บรรยากาศ หมายถึง อากาศที่ห่อหุ้มโลกนี้อยู่ โลกเราถูก ห่อหุ้มอยู่หนาแน่นนับพันกิโลเมตร ราว กับว่าทุกสรรพสิ่งบนโลกนี้จมอยู่ ณ ถิ่นมหาสมุทรแห่งบรรยากาศ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ชีวิต	กรอบ ๒๕	ในการแบ่งพื้นผิวโลกออกเป็น ๔ ภาคเช่นนี้ นอกจากจะมี ชีวิตแล้ว อีก ๓ ภาคได้แก่ (๑).... .. และ (๒)..... และ (๓)..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

เปลือกโลก	กรอบ ๕	ดังนั้น เปลือกโลกชั้นนอกก็คือ.....นั่นเองซึ่งเป็นส่วนที่อยู่ข้างบนสุดของเปลือกโลก พลิกไปหาคกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ของแข็ง	กรอบ ๑๒	อีกภาคหนึ่ง คือ ส่วนที่เป็นแหล่งน้ำทั้งหมด ทั้งในห้วยหนอง ทะเลมหาสมุทร และอื่น ๆ ซึ่งจัดเป็น<u>อุทกภาค</u> เมื่อเราก็ก็นำจากบอกก็เป็นการคัดจาก.....ภาค พลิกไปหาคกรอบต่อไปหน้าถัดไป
บรรยากาศ	กรอบ ๑๔	ทุกวันนี้ เราต่างก็จมอยู่ ณ ถิ่นมหาสมุทรแห่ง..... รวบรวมทั้งหมู่เมฆที่ลอยอยู่ท้องฟ้าก็อยู่ใน.....ควาย พลิกไปหาคกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ธรณี อุทกภาค บรรยากาศ	กรอบ ๒๒	ธรณีภาค คือส่วนที่มีสถานะเป็น.....หรือพื้น..... อุทกภาค คือส่วนที่มีสถานะเป็น.....หรือพื้น..... บรรยากาศ คือส่วนที่มีสถานะเป็น.....หรือ..... ชีวภาค คือส่วนที่เกี่ยวข้องกับ..... พลิกไปหาคกรอบต่อไปหน้าถัดไป

พื้นโลก (ผิวโลก) (พื้นผิวโลก)	กรอบ ๖	พื้นผิวโลกแบ่งออกเป็น ๔ ภาค คือ ๑. ทวีป ๒. อุทกภาค ๓. ชีวภาค ๔. บรรยากาศ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
อุทก	กรอบ ๑๓	ไม่ว่าจะเป็นหนองน้ำ แม่น้ำ ทะเลสาบ ทะเล มหาสมุทร หรือแหล่งน้ำใด ๆ ก็ล้วนเป็น เช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
บรรยากาศ (อากาศ) บรรยากาศ	กรอบ ๒๐	สิ่งที่มีชีวิตเกือบทั้งหมดที่อยู่ในโลกต่างก็อาศัยอยู่ ณ ที่ มหาสมุทรแห่ง นี้ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ของแข็ง, พื้นดิน ของเหลว, น้ำ ก๊าซ, อากาศ สิ่งที่มีชีวิต	กรอบ ๒๗	สรุปแล้วโลกของเราแบ่งออกเป็น ๔ ภาค คือ ทวีปภาค อุทกภาค บรรยากาศภาค และ ชีวภาค เมื่อท่านเรียนรู้เรื่องส่วนประกอบของพื้นโลกก็แล้ว ท่านก็ จะได้เรียนรู้ต่อไป คือการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

ไม่ต้องการ คำตอบ	กรอบ ๗	<u>ธรรมชาติ</u> หมายความว่า ส่วนที่เป็นพื้นดิน หรือ ส่วนที่เป็นของ แข็ง ไผ่ แก้ว หิน และโลหะต่าง ๆ ดังนั้น "ทวีปเอเชีย" ซึ่งเป็นส่วนที่เป็นพื้นดินหรือของแข็ง จึงจัดเป็น..... ภาค พลิกไปหาคำตอบที่หน้าถัดไป
ดูทุกภาค	กรอบ ๑๔	กล่าวได้ง่าย ๆ ว่าดูทุกภาคก็คือส่วนที่เป็นพื้น..... บนผิวโลก พลิกไปหาคำตอบที่หน้าถัดไป
บรรยายภาค	กรอบ ๒๑	สิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายจัดเป็นภาคหนึ่งของการแบ่งส่วนของพื้น ผิวโลก เราเรียกส่วนนี้ว่า <u>ชีวภาค</u> หรือ ภาคที่เกี่ยวกับ สิ่งมีชีวิต ชีวิตที่อุบัติขึ้นและอาศัยอยู่ในโลกนี้จัดอยู่ใน ภาค พลิกไปหาคำตอบที่หน้าถัดไป
		————— จบตอนที่ ๒ —————

	กรอบ ๑	แบบ รียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ ตอน "ธรณีวิทยา" ตอนที่ ๓ การเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ จากแรงภายในโลก พลิกไปหน้ากรอบต่อไปหน้าถัดไป
แปรสัณฐาน	กรอบ ๑๔	นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงโดยแผ่นดินแปรสัณฐาน เป็นการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่าง พลิกไปหน้ากรอบต่อไปหน้าถัดไป
ภูเขา เปลือกโลก (โลก)	กรอบ ๓๗	ตัวอย่างของภูเขาที่เกิดขึ้นเมื่อเปลือกโลกเกิดการโก่งตัว ไถ่แก เพื่อภูเขาหิมาลัย เพื่อภูเขาแอลป์ เพื่อภูเขาแอน- ปาเดเซียน เพื่อภูเขาบรอกกี และเพื่อภูเขาสำคัญอื่น ๆ ของโลก พกกาย ๆ ก็คือ เพื่อภูเขาหิมาลัยและอื่น ๆ ที่ กลววม เกิดจากการ... ของ เปลือกโลก พลิกไปหน้ากรอบต่อไปหน้าถัดไป
ใหญ่โต (ใหญ่) (มหึมา)	กรอบ ๕๕	เพื่อเขาบบบโคงงอี่สำคัญหึ่งหลายล่วนก่อเกิดจากจีไอชิน- โคลน คั้งนั้น วิไอชินโคลนจึงเป็นแหล่งของการก่อตัวของ ภูเขาแบบ..... พลิกไปหน้ากรอบต่อไปหน้าถัดไป

ไม่ทองการกำตอม	กรอม ๒	เปลือกล้มการเปลี่ยนแปลงวูเสบอ การ..... จะเกิดขึ้นที่เปลือกล้อมร้นนอก แะมากที่คุดบนพื้นผิวโลก พลิกไปกำกรลบอไปหน้าถักไป
จำ ๆ	กรอม ๕๐	การโก้งงอของเปลือกล้อม การโก้งงอของร้นดิน การเฝ้าในน้ำ ของทวีป ซึ่งเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ก็จัดว่าเป็นการเปลี่ยนแปลง โดย พลิกไปกำกรลบอไปหน้าถักไป
โก้งตัว	กรอม ๓๔	เทือกเขารอกกักกัก เทือกเขาแอนดิสกัก เทือกเขาคุนลันกัก ล้วนเกิดจาก การ.... ... ขวงเปลือกล้อมทั้งขึ้น พลิกไปกำกรลบอไปหน้าถักไป
โก้งตัว	กรอม ๕๖	ไคกลาวแล้ววว่า ขณะที่ตะกอนทับถมในใต้หล่งจีไอชินไกฉน ชั้นดินที่รองรับอยู่ก็จะทรุดลงด้วย นั่นก็ว เพื่อไคทองจีไอชินไกฉน ถูกทับถม ชั้นดินที่รองรับก็จะทรุดลงไฉ้กรากเดียวกัน ก็ว ทับถมกันสูงขึ้นเตาไรก็จะ ลงแทนนี้ พลิกไปกำกรลบอไปหน้าถักไป

เปลี่ยนแปลง	กรอบ ๓	พื้นผิวของโลกเป็นส่วนหรือบริเวณที่มีการ... .. มากที่สุด พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แผ่นดินแปรสัณฐาน	กรอบ ๒๑	การทรุดของกรุงเทพมหานคร การเกิดภูเขาแบบโค้งตัว กั๊ กั๊ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ก็ถือว่าเป็นการ เปลี่ยนแปลงโดย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
โค้งตัว	กรอบ ๓๔	จะเห็นได้ว่า เทือกเขาขนาดใหญ่ที่สำคัญของโลก ล้วนแต่เกิด จากก ะ..... ของเปลือกโลก จึงมักมีคำถาม เสมอว่า <u>การโค้งตัวของเปลือกโลกทำให้เกิดเทือกเขาได้ อย่างไร</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทรุด	กรอบ ๔๗	ทำไมชั้นหินจึงทรุดลงเมื่อถูกทับถม เพราะตะกอนมีน้ำหนัก แรงโน้มถ่วงของโลกจะก่อให้เกิด <u>แรงกดลงบนชั้นหินที่รองรับ</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

เปลี่ยนแปลง	กรอบ ๔	แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด การเกิดภูเขา การพังทลายของ ฝั่งน้ำ ล้วนแต่เป็นตัวอย่างของการ..... ของเปลือกโลกทั้งสิ้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แผนที่แปรสภาพ	กรอบ ๒๒	หุบเขา พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกให้เข้าใจ เสียก่อน แท่ง ข
กิ่งตัว	กรอบ ๔๐	จากการค้นคว้าทางธรณีวิทยาพบว่า เทือกเขาที่เกิดจากการ เหล่านี้ประกอบด้วยหินชั้นที่อัดกันอยู่เป็นชั้น ๆ บางที่หนากว่า ๑๒ กิโลเมตร แสดงว่า มีหินชั้น อัดกันอยู่ หนามากในภูเขาที่เกิดจากการ..... ของเปลือกโลก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการคำตอบ	กรอบ ๕๘	แรงกดเกิดจากน้ำหนัก ดังนั้น ตะกอนซึ่งมีน้ำหนักอัดกันมาก ๆ เข้า ก็จะทำให้ชั้น หิน..... ลงเรื่อย ๆ พลิกไปทำกรอบต่อไป หน้าถัดไป

เปลี่ยนแปลง	กรอบ ๕	การที่เลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น จะต้องปีแรงอย่าง ทางใจหรือหลายอย่างมากระทำ จึงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ และแรงที่มากจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง <u>ภายใต้ผิวโลก</u> เรียกว่า <u>แรงภายในโลก</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการคำตอบ	กรอบ ๒๓	ตามรูปแสดงการเลื่อนของเปลือกโลก การเลื่อนของเปลือกโลก เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ ที่เรียกว่า <u>แผ่นดิน</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
โก่งตัว โก่งตัว	กรอบ ๔๑	ซึ่งการพื้นราบโดยทั่วไปจะมีหินชั้นอย่างเบาบางเท่านั้น แต่จะ มี มากตามเทือกเขาแบบโก่งตัว พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทรุดตัว	กรอบ ๕๕	ขณะที่อินโดจีนไถลลงสู่ทะเลก่อนที่ขั้วโลก หินที่รองรับจะ <u>โค้งงอ</u> และ <u>ทรุดลง</u> เรื่อย ๆ และนอกจากจะเกิด <u>แรงกดขึ้น</u> แล้ว ยัง <u>มีความร้อน</u> เกิดขึ้นด้วย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ใบทองการกำทอบ	กรอบ ๖	แรงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตัวโลก เร็วกว่า แรง..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แปรผันฐาน	กรอบ ๒๔	จากรูป การเลื่อนของเปลือกโลก ป็นสาเหตุมาจากเปลือกโลก ป็นรอยร้าวแล้วแยกหรือเลื่อนออกจากกัน ซึ่งถ้าการเลื่อนนั้นเกิด ขึ้นอย่างช้า ๆ เราก็เรียกว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงของเปลือก โลก คย แผ่นดิน..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
หนา	กรอบ ๔๒	ตั้งแต่ ภูเขาที่เกิดจากการโก่งตัวจะต้องเกิดจากแหล่งที่อุดม ของตะกอนที่หนามาก ก่อนที่จะมีการโก่งตัวและกันตัวเองขึ้น มาเป็น... แบบโก่งตัว พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ใบทองการคาตอบ	กรอบ ๖๐	นั่นคือ ชั้นดินที่ถูกกดมาก ๆ นอกจากจะมีความกดเกิดขึ้นแล้ว ยังจะมี..... เกิดขึ้นด้วย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ภายในโลก	กรอบ ๗	ภูเขาไฟระเบิดจะพ่นเอาเถ้าถ่านและลาวาออกมาจากภายในโลก เนื่องจากแรง..... ..โลก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แปรสัณฐาน	กรอบ ๒๕	และการเลื่อนนั้น ชั้นดินที่เลื่อนอาจเลื่อนขึ้นหรือเลื่อนลง หรือเลื่อนไปด้านข้างก็ได้ แต่จะเป็นการเลื่อนขึ้นหรือลงเฉยเป็นส่วนใหญ่ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เทือกเขา (ภูเขา)	กรอบ ๔๓	จากหลักฐานทางธรณีวิทยาพบว่า ในการทับถมของตะกอนเก่าแก่ เทือกเขาแบบโค้งตัวนั้น จะก่อตัวทับถมกันเป็นชั้น ๆ ตามลำดับและหนามากหรือภูเขาแบบโค้งตัวนั้น จะประกอบด้วยตะกอนที่.....กันอยู่เป็นชั้น ๆ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ความร้อน	กรอบ ๖๑	ชั้นดินจะถูกกดและมีความร้อนเกิดขึ้น เมื่อชั้นดินนั้นถูก.....โดยตะกอนหนา ๆ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ภายใน	กรอบ ๘	แผ่นดิน หวั่นเกิดขึ้นในส่วนต่าง ๆ ของโลกเป็นปกติทุกปี ก็ เกิดจากแรง..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการคำตอบ	กรอบ ๒๖	การที่เปลือกโลกมีรอยแยกหรือรอยร้าว แล้วเกิดการ นอกจากนั้นก็เนื่องจาก มี <u>แรง</u> มากกระทำต่อมัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
หับถม	กรอบ ๔๔	และพบต่อไปว่า เปลือกโลกหรือชั้นหินที่รองรับตะกอนเหล่านั้น อยู่ ก็ ทรุดลงอยู่ตลอดเวลาที่มีการหับถมของ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
หับถม	กรอบ ๖๒	ตะกอนที่หับถมกันหนาмаก ๆ จะทำให้ชั้นที่รองรับทรุดลง และจะมีความ และความ เกิดขึ้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ภายใน	กรอบ ๕	การเลื่อน การหัก การโค้ง และการโค้งงอของเปลือกโลก รวมทั้งการ ขยายตัวและการหดตัวเนื่องจากร้อนของชั้นหิน ล้วนแต่เกิดจากแรงที่เรียกว่าแรง.....โลก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เลื่อน (แยก) (เคลื่อน)	กรอบ ๒๗	เมื่มี.....มากหรือกันชั้นหินที่มีรอยแตกร้าวอยู่แล้ว จะทำให้เกิดการ.....ออกจากกัน ๐ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ตะกอน	กรอบ ๔๕	ผิวหน้าของชั้นตะกอนจะมีความลึกในระดับเดิมอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากเปลือกโลกจะทรุดลงในอัตราเกี่ยวกับการ..... กันชั้นของตะกอนที่ตะน้อย ๆ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ร้อน กด	กรอบ ๒๓	ชั้นหินที่ร้อนและถูกกดมาก ๆ ก็จะมีอุณหภูมิหรือหลอมละลาย เลื่อนไหล เช่นเดียวกันกับเมื่อถึงเนกติก ชั้นหินก็จะเกิดการโค้งงอและเลื่อนไหลอย่างช้า ๆ เพราะมันอัดตัวเนื่องจากความร้อนและ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ภายใน	กรอบ ๑๐	นอกจากแรงภายในโลกแล้ว ยังมีแรงอีกชนิดหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบนเปลือกโลก เป็นแรงที่กระทำเฉพาะบนพื้นผิวโลก เรียกว่า <u>แรงเปลี่ยนแปลงผิวโลก</u> ดังนั้น การที่โซดหินถูกกระแสน้ำกัดกร่อนก็ถือว่าเป็นเกิดจากแรง..... ผิวโลก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แรง เฉือน (เคลื่อน) (แยก)	กรอบ ๒๔	เราเรียกการเคลื่อนที่เช่นนี้ว่าการ..... ของ.....โลก นับเป็นตัวอย่างของ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเพราะมีรอยแตกของชั้นหินอยู่แล้ว และถาการเลื่อนเป็นไปอย่างรวดเร็วก็จะทำให้เกิดเป็น <u>แนว ผาชัน</u> พกอย่างง่าย ๆ ก็คือ แนวผาเกิดจากการ..... ของเปลือกโลกอย่างฉับที่ทันใจ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
หับถม	กรอบ ๔๖	กล่าวได้อย่างง่าย ๆ ว่า "ที่หับถมก็หับถมกันไป ที่.... ก็. ไปเรื่อย ๆ <u>อย่างไ้สมดุลกัน</u> " พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ความกด	กรอบ ๖๔	วีไอซินไคโนจะโก่งงอและเลื่อนไหลอย่างช้า ๆ เมื่อถูกหับถม จนอดทนไม่ไหวเนื่องจากความรอนและ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

เปลี่ยนแปลง	กรอบ ๑๑	จำไว้ว่า แรงที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตัวโลก เราเรียกว่า แรง.....ส่วนแรงที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก เรา <u>ไม่</u> เรียกว่าแรงภายนอกโลก แต่จะเรียกว่าแรง..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เลื่อน (เคลื่อน) เปลือก กลม (เลื่อน)	กรอบ ๒๘	หรือ ถ้าเปลือกโลกเกิดการเลื่อนหรือถล่มออกจากกันอย่างทันทีทันใดแล้วก็จะเกิด.....ขึ้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทรุด (ทรุดลง) ทรุด (ทรุดลง)	กรอบ ๔๙	แผนที่ทางธรณีวิทยาของภูเขาสลับโค้งตัวที่สำคัญ ๆ จะแสดงให้เห็นหลักฐานว่าตลอดเวลาของการโค้งตัวและคั่นตัวเองขึ้นเป็นภูเขานั้น จะมีการทับถมของตะกอนพร้อมด้วยการ.....ของเปลือกโลก ณ ที่นั้นอย่างช้า ๆ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ความกด	กรอบ ๖๕	นอกจากจีไอซินไคลน์จะเกิดการโค้งงอแล้ว มันยังเกิดการ.....อย่างช้า ๆ เนื่องจากชั้นหินอ่อนตัวกลายเป็นหินเหลวหรือหินหนืด ก่อมันจะเกิดการโค้งตัวและการ.....ไปพร้อม ๆ กัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ภายใน เปลี่ยนแปลงผิวโลก	กรอบ ๑๒	นั่นคือ แรงที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก มี ๒ แรงคือ ๑. แรง ๒. แรง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
หน้าผา	กรอบ ๓๐	หรือโดยกลับกันอาจกล่าวได้ว่า หน้าผาอาจเกิดจากการเลื่อน หรือถล่มออกจากกันของ อย่างทันทีทันใด พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทรุก (ทรุกดง)	กรอบ ๔๔	การขยับและทรุกของชั้นหินหรือหินตะกอน เกิดขึ้นภายใต้ แรงหรือที่มีลักษณะเป็นแรงกระทำขนาดใหญ่ หมายความว่า ตะกอนจะถูกพาไปขยับกันที่แอ่งน้ำขนาดใหญ่ ที่มีลักษณะคล้าย หายขนาดใหญ่ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เลื่อนไหล (เคลื่อนที่) เลื่อนไหล (เคลื่อนที่)	กรอบ ๖๖	ในที่สุดชั้นหินเหลวก็จะถูกบีบให้ <u>โป่งนูนออกมาเป็นสันนูน</u> ตรงบริเวณใกล้ขอบของจีโอซินไคลน์กลายเป็นภูเขาขึ้นมา ด้วยเหตุนี้ ภูเขาแบบโค้งงอจึงเกิดจากการโป่งนูนของหิน เหลวตรงบริเวณ ของจีโอซินไคลน์ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ภายใน เปลี่ยนแปลงผิวโลก	กรอบ ๑๓	การเปลี่ยนแปลงบนพื้นผิวโลกใด ๆ เช่นการผุกร่อน การพัง ทลายของแม่น้ำ เป็นต้น เหล่านี้เกิดจากแรง..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เปลือกโลก	กรอบ ๓๑	เมื่อเปลือกโลก (หรือแผ่นดิน) เลื่อนออกจากกันอย่างทันทีทันใด ก็จะทำให้เกิด <u>น้ำวน</u> ขึ้น แต่ถ้ามการเคลื่อนเป็นไปอย่างช้า ๆ กินเวลานานแล้ว อะไรจะ เกิดขึ้น ? ถ้าเปลือกโลกเกิดการเลื่อนอย่างช้า ๆ ก็จะเกิด เป็น <u>ภูเขา</u> ขึ้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
กะทะ	กรอบ ๔๕	แอ่งกะทะขนาดใหญ่ตั้งถ่วงกัน จะเป็นแอ่งน้ำหรือร่องธาร ขนาดใหญ่ที่มีขนาดกว้างหลายสิบหลายร้อยกิโลเมตร และยาวหลายร้อยกิโลเมตร จึงนับว่ามีขนาดใหญ่มากและมี ตะกอนกพมาทับถมกัน ทำให้ชั้นตะกอนหนาขึ้น ส่วนชั้นหิน ใต้ของแอ่งกะทะจะ.....ตลอดเวลาเช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ขอบ	กรอบ ๖๙	ตรงบริเวณขอบรอบ ๆ ของจีไอซีไนโซน จะโป่งนูนขึ้นเป็นสัน กลายเป็นภูเขาแบบโค้งตัว พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

เปลี่ยนแปลงผิวโลก	กรอบ ๑๕	แรงที่๑ ให้เกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด การเลื่อนและการหักงอของพื้นหินเรียกว่าแรง..... ส่วนการที่น้ำเซาะถลิ่งพัง ลมพัดถล่มเรือนหิน จนฟ้าอากาศทำให้หินยุบกร่อน เกิดจากแรง... .. พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
หน้าผา ภูเขา	กรอบ ๓๓	และภูเขาที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนของชั้นดินนี้ เป็นเพียงชนิดหนึ่งใบหลายชนิดของประเภทของภูเขาเท่านั้น หรืออีกนัยหนึ่งกล่าวว่า ภูเขาบางแบบเกิดจากการ..... ของเปลือกโลกอย่างทันทีทันใด พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ใหญ่ หนา	กรอบ ๕๑	เราเรียกแอ่งกระทะทรายที่มีขนาดใหญ่ว่า <u>จิโอะซินไคคัน</u> ซึ่ง นี้ จะมีขนาดใหญ่พอ ๆ กับประเทศ บางประเทศหรือส่วนหนึ่งของทวีปที่เขียว จึงนับว่าจิโอะซินไคคันเป็นแอ่งกระทะทรายที่มีขนาดใหญ่..... มาก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
โค้งตัว	กรอบ ๖๕	ส่วนจิโอะซินไคคันเวง จะกลายเป็นที่ราบสูงระหว่างภูเขา เช่นที่ราบสูงทิเบต ก็เป็นที่ราบสูงระหว่าง..... ที่เกิดจากจิโอะซินไคคัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ภายในโลก เปลี่ยนแปลงผิวโลก	กรอบ ๑๖	แรงที่กระทำภายในโลก บางชนิดก็ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง อย่างซ ๆ ที่เรียกว่า <u>การเปลี่ยนแปลงโดยแผ่นดินแปรสัณฐาน</u> เช่นการไหลเลื่อนของชั้นหินที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เราก็นับว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงโดยแผ่นดิน..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เลื่อน	กรอบ ๓๘	อันที่จริง กระบวนการเกิดภูเขาอยู่หลายวิธี และมีอยู่วิธีหนึ่ง คือ <u>ว่าเปลือกโลกโค้งตัวอย่างช้า ๆ โดยไม่มีรอยแยกของ</u> <u>ชั้นหินก็จะทำให้เกิดเป็นภูเขาแบบโค้งตัวขึ้น</u> ซึ่งต่างจากภูเขา ที่เกิดจากการเลื่อนของเปลือกโลกที่กล่าวมาแล้ว พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
จีโอซินไคลบ์ ใหญ่	กรอบ ๕๒	เป็น ที่ราบสูงชนิดซึ่งอยู่ระหว่างเทือกเขาคู่หนึ่งกับเทือกเขา หินาลัย แต่เกิดก็เป็น..... ที่ก่อให้เกิด เทือกเขาคู่หนึ่งกับเทือกเขาหินาลัยขึ้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ภูเขา	กรอบ ๗๐	ที่ราบแห่งฮังการี เป็น.....ระหว่าง ภูเขาไคนาวิกแอลป์กับภูเขาคาร์เพเทียน และเมื่อครั้งที่จะมา เป็นที่ราบสูงระหว่างภูเขาก็คือเป็น..... มากอน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

แปรสัณฐาน	กรอบ ๑๙	การเว่นของทวีป การเกิดภูเขา เหล่านี้เป็นตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงโดยแผ่นดิน พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการคำตอบ	กรอบ ๓๕	การเกิดภูเขาแบบโค้งงอ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่าง ที่ใช้เวลานานนับล้านปี ภูเขาชนิดนี้เกิดขึ้นโดยไม่มีรอย..... ของชั้นหินหรือเปลือกโลก แต่เป็นการ <u>โค้งตัว</u> ของเปลือกโลก พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
จีโอซินไคลน์	กรอบ ๕๓	และที่ราบแห่งฮังการี ก็อยู่ระหว่างภูเขาไดนาริกแอลป์กับภูเขาคาร์พาเทียน แต่เดิมก็เป็น..... ที่ก่อให้เกิดภูเขาไดนาริกแอลป์กับภูเขาคาร์พาเทียนขึ้นมา พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
ที่ราบ จีโอซินไคลน์	กรอบ ๗๑	สรุปแล้ว ภูเขาแบบโค้งตัวเกิดจากการทับถมของตะกอนในจีโอซินไคลน์ เกิดความร้อนและความกดดันใต้จีโอซินไคลน์หลอมตัว แล้วพุ่งไปออกบริเวณรอบ ๆ กลายเป็นภูเขา ส่วนจีโอซินไคลน์เองกลายเป็นที่ราบสูงระหว่างภูเขา พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป

	กรอบ ๑	<u>แบบเรียนโปรแกรม</u> วิชาวิทยาศาสตร์ "ธรณีวิทยา" ตอนที่ ๔ การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกเนื่องจากแรงภายใน <u>แบบภูเขาไฟ</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ระเบิดรุนแรง	กรอบ ๑๔	นอกจาก "กรากะดัว" และ "ตาอัล" แล้ว ภูเขาไฟ "วิสซุเวียส" ในอิตาลี ภูเขาไฟ "ปาลี" ในเกาะมาดากัสการ์ เป็นภูเขาไฟชนิด.....เช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แคบ (เล็ก) กว้าง (โต), (ใหญ่)	กรอบ ๓๕	นอกจากนี้ "ฟูจิยามา" ซึ่งเป็นภูเขาไฟชนิดระเบิดปานกลาง จะมีปากปล่องโตปานกลาง ส่วน "มานูอา โลอา" แห่งฮาวาย ซึ่งเป็นภูเขาไฟชนิดเงียบจะมีปากปล่องขนาดเล็ก..... ที่สุด พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
อเมริกาใต้ นิวซีแลนด์	กรอบ ๕๒	ออสเตรเลีย หมู่เกาะฮาวาย และ ใต้แปซิฟิก อินโดนีเซีย ล้วนอยู่ในแนวภูเขาไฟ ที่เรียกว่าแนว..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ภูเขาไฟ	กรอบ ๔	การไหลทะลักของหินหนืดขึ้นสู่ผิวโลกอย่างรวดเร็วก็เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
รุนแรง	กรอบ ๒๑	เช่นเดียวกับกาคมน้ำ ถ้าไม่มีรูระบายให้น้ำออกเสียบ้างหรือรูเล็กเกินไป กาน้ำนั้นก็อาจ..... อย่างรุนแรงได้ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
สูงมาก (สูง) (สูงสุด)	กรอบ ๓๘	และภูเขาไฟ "เอตนา" แห่งซิซิลี เป็นภูเขาไฟชนิดกระเบิดปานกลาง จะมีความดันภายในมากปานกลาง ภูเขาไฟ "คิลีมาเญโร" แห่งอาไวอี เป็นภูเขาไฟชนิดเงี้ยว จะมีความดันภายใน..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการคำ- ตอบ	กรอบ ๕๕	แนวแปซิฟิกเริ่มต้นจากเทือกเขาแอนดิส ฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก แนวเมดิเตอร์เรเนียน ก็เริ่มต้นจากทะเล..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ภูเขาไฟ	กรอบ ๖	การระเบิดของภูเขาไฟเกิดจากการเคลื่อนที่ของหินหนืดหรือแมกมาออกมาสู่ผิวโลกเป็นการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว และเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ระเบิดรุนแรง	กรอบ ๒๓	แต่ยังมีภูเขาไฟอีกชนิดหนึ่งที่มีปรากฏการณ์ตรงข้ามกับภูเขาไฟชนิดระเบิดรุนแรงที่กล่าวมาแล้ว เราเรียกภูเขาไฟชนิดใหม่นี้ว่า <u>ภูเขาไฟชนิดเงียบ</u> ทั้งนี้ ภูเขาไฟใดที่มีแต่ลาวาไหลออกมาโดยไม่มีการระเบิดเสียงก้อง เราก็เรียกว่าเป็นภูเขาไฟชนิด... .. พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
คำ (น้อย)	กรอบ ๔๐	รวมความแล้ว ภูเขาไฟชนิดระเบิดรุนแรงจะมีความอันตรายใน.....ที่สุด ภูเขาไฟชนิดระเบิดปานกลางจะมีระดับอันตรายใน.....และภูเขาไฟชนิดเงียบจะมีอันตรายใน.....ที่สุด พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แปซิฟิก	กรอบ ๔๓	โดยเริ่มต้นจากทะเลเม็กซิโก - เรเนี่ยน แนวภูเขาไฟที่มีชื่อว่า แนวเม็กซิโก-เรเนี่ยนจะผ่านเกาะอาซอเรส หมู่เกาะอินเดียตะวันตก (แถว ๆ กิวบา) หมู่เกาะไฮติ อเมริกากลาง ผ่านเอเชียไมเนอร์บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ดูจากแผนที่แนวภูเขาไฟในกรอบต่อไป พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ภูเขาไฟ	กรอบ ๓	สรุปแล้ว การเปลี่ยนแปลงแบบภูเขาไฟก็คือ การเปลี่ยนแปลง อย่าง บัปลื้นอย่างทันใจอย่างรวดเร็ว เช่น ภูเขาไฟระเบิด การแยกเลื้อยออกจากกันของชั้นหิน ภูเขาถล่มทลาย แผ่นดิน ถล่ม เป็นต้น และเราจะไม่เรียกว่าเป็นการเปลี่ยนแปลง แบบฉับพลัน แบบรวดเร็ว หรือแบบทันทีทันใด แต่จะเรียกว่า <u>แบบภูเขาไฟ</u> เพราะเป็นชื่อเรียกชนิดของการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เงียบ	กรอบ ๒๔	เนื่องจากภูเขาไฟชนิดเงียบมีปากปล่องขนาดเล็ก ใต้น้ำมีโอกาส ระบายออกมามาก ทำให้ความดันภายในต่ำ ลาวาจึงไหลออก มาเงียบ ๆ ไม่มีการระเบิด เราจึงเรียกภูเขาไฟชนิดนี้ว่า ภูเขาไฟชนิด.....เป็นภูเขาไฟที่มีความ ลาดชันน้อยกว่าแบบอื่น ๆ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
มาก(สูง) ปานกลาง น้อย ต่ำ	กรอบ ๔๑	ภูเขาไฟชนิดไหนที่มีคุณสมบัติอะไรมีอะไรอยู่ระหว่างกลางชนิด ระเบิดรุนแรงกับชนิดเงียบ เช่นการระเบิดแต่ไม่รุนแรง มีปาก ปล่องโตแต่ไม่ใหญ่มาก มีลาวาไหลออกมาแต่ไม่มากนัก มีความชันปานกลาง <u>ตอบ</u> ภูเขาไฟชนิดนี้คือภูเขาไฟชนิดระเบิด พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่มีคำตอบ	กรอบ ๕๕	คือแผนที่ออกอ่านดู และหัดเขียนแนวภูเขาไฟแนว เบคิเตอ-เรเนียนให้คล่อง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ไม่ต้องการคำตอบ	กรอบ ๘	หินไฟ หรือแมกมาที่ก่อหินที่ร้อนจัดจนหลอมตัว เป็นของเหลว หินเหลวเหล่านี้จะเคลื่อนไปตามรอยแยกของชั้นหินหรือปล่องภูเขาไฟ ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบ..... ชั้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เจียบ	กรอบ ๒๕	ภูเขาไฟ "มานูอา โลอา" และ "คิลา วูอีอา" ในหมู่เกาะฮาวาย นับว่าเป็นตัวอย่างของภูเขาไฟชนิด..... คังกลาว พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ปานกลาง	กรอบ ๔๒	เราได้ทราบถึงลักษณะของภูเขาไฟชนิดต่าง ๆ แล้ว ต่อไปนี้เราจะได้เรียนถึงแหล่งหรือบริเวณที่มีภูเขาไฟเกิดขึ้น เนื่องจากภูเขาไฟไม่ไ้เกิดขึ้นทุกหนทุกแห่งบนโลกนี้ มันจะเกิดขึ้นแต่เฉพาะ ในบริเวณที่เป็นเส้นทางของมันเท่านั้น ประเทศไทยไม่ไ้อยู่ในเส้นทางคังกลาว จึงไม่มีการระเบิดของ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการคำตอบ	กรอบ ๕๕	แนวภูเขาไฟที่เริ่มจากทะเลเบคิเตอ-เรเนียน ไปสิ้นสุดที่มหาสมุทรอินเดีย เรียกว่าแนวภูเขาไฟชื่อแนว..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ภูเขาไฟ	กรอบ ๕	หินที่อยู่ ทั่วโลกร จะได้รับแรงกดดันและความร้อนมากมาย จนหลอมตัวเป็นหินเหลว ที่เรียกว่าแมกมา หรือ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เงียบ	กรอบ ๒๖	เพราะไม่มีการระเบิดมีแต่ลาวาไหลออกมาเป็นจำนวนมาก และอย่างรุนแรง จึงเรียกว่าเป็นภูเขาไฟชนิด..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ภูเขาไฟ	กรอบ ๔๓	ภูเขาไฟจะเกิดขึ้นในบริเวณเส้นทางของภูเขาไฟเท่านั้น ซึ่งเรา เรียกเขตหรือเส้นทางนี้ว่า <u>แนวภูเขาไฟ</u> ดังนั้นภูเขาไฟพายอน ในฟิลิปปินส์ก็จะอยู่ในเส้นทางที่เรียกว่าแนว..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เมดิเตอร์เรเนียน	กรอบ ๖๐	เกาะอาซอร์ส กิวกา ไฮติ (คิวบาและไฮติอยู่ในทะเลแคริบเบียน บริเวณหมู่เกาะอินเดียตะวันตก) และอเมริกากลาง ล้วนอยู่ใน บริเวณแนวภูเขาไฟที่เรียกว่า..... ทั้งสิ้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

หินหนัก	กรอบ ๑๐	กั๊งนั้นภ ยไ ฌิวโลกจึงบิหินเหลวที่เรียกว่า..... หรือ.....อยู่เป็นจำนวนมาก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เงียบ	กรอบ ๒๗	สรุปแล้วภูเขาไฟชนิดเงียบนี้เป็นภูเขาไฟที่มีความลาดชันน้อย ปากปล่องโต บิลาวาไหลออกมาเป็นจำนวนมากอย่างเงียบ ๆ เพราะไม่มีการ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ภูเขาไฟ	กรอบ ๔๔	ภูเขาไฟเกิดขึ้น ๑ บริเวณไหนบริเวณนั้นย่อมอยู่ในแนว ด้วย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เมดิเตอร์เร- เนียน	กรอบ ๖๑	แนวภูเขาไฟชื่อแนวเมดิเตอร์เรเนียนผ่านหมู่เกาะหรือประเทศ อะไรบ้างเอ่ย บอกมาสิ ๓ ชื่อ ๑. ๒. ๓. พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

แบกมา หินหนัก	กรอบ ๑๑	หินหนัก เรือแบกมานี้ ถ้าไหลทะลักออกมาสู่ผิวโลกเราเรียกชื่อ เป็นอย่างไรหนึ่งว่า <u>ลาวา</u> ดังนั้น หินหนักหรือแบกมาที่กาลังไหลบ่าออกมาหรือถูกพ่นออกมา สู่ผิวโลกหรือที่ออกมานานแล้วจนเกาะกันเป็นหินแข็งก็คือ..... ปูนเอง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ระเบิด	กรอบ ๒๔	ยังมีภูเขาไฟอีกชนิดหนึ่งเป็นแบบครึ่ง ๆ กลาง ๆ คือเป็นการระเบิด เหมือนกัน แต่ไม่รุนแรงมีลาวาไหลออกมาแต่น้อยกว่าชนิดเงียบ จึงเรียกภูเขาไฟชนิดนี้ว่า <u>ภูเขาไฟชนิดระเบิดปานกลาง</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ภูเขาไฟ	กรอบ ๔๕	อินโดเนเซียมีภูเขาไฟมากมาย ดังนั้นอินโดเนเซียก็อยู่ใน แนว.....ด้วย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
หมู่เกาะอาซอเรส หมู่เกาะอินเดีย- ตะวันตก หมู่เกาะ ไฮติ เอเซียไม- เนอร์	กรอบ ๖๒	จากที่เรียนมาแล้ว นิวซีแลนด์อยู่ในแนวภูเขาไฟชื่อ..... ส่วนหมู่เกาะอาซอเรสอยู่ในแนว..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ลาวา	กรอบ ๑๒	การระ บิดาของภูเขาไฟ "คาอัล" ในฟิลิปปินส์ ปีการพน เฝ้าอ่านออกมา พร้อมทั้งมีหินเหลวไหลออกมาด้วย หินเหลว ที่ไหลออกมาเช่นนี้เราไม่เรียกว่าหินหนืด แต่จะเรียกว่า... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการคำ- ตอบ	กรอบ ๒๔	ดังนั้นภูเขาไฟชนิดระเบิดปานกลางดังกล่าวนี้จึงเป็นภูเขาไฟ ที่อยู่ระหว่างภูเขาไฟชนิด..... กับชนิด..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ภูเขาไฟ	กรอบ ๔๖	ญี่ปุ่นมีภูเขาไฟชื่อ "ฟูจิยามา" ดังนั้นญี่ปุ่นอยู่ในแนวภูเขาไฟ ซึ่งเป็น แนวที่เรียกว่า แนวแปซิฟิก ภูเขาไฟ ภูเขาอื่น ๆ ในญี่ปุ่นก็อยู่ในแนวภูเขาไฟชื่อแนว..... เช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แปซิฟิก เบคิเคอ เรเนี่ยน	กรอบ ๖๓	ดังนั้นแนวภูเขาไฟนี้อยู่ ๒ แนว คือ.- ๑. ๒. พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ลาวา	กรอบ ๑๓	เป็นอันว่า ถ้าหินหนืดไหลทะลักออกมาสู่ผิวโลกเราเรียกว่า เป็นการไหลของ.....และลาวาที่เกิดขึ้นนี้ จะเกิดขึ้นในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบภูเขาไฟเท่านั้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ระเบิดกรุนแรง เจียบ	กรอบ ๓๐	<u>ถาม</u> ภูเขาไฟชนิดไหนเอ่ยมีลักษณะครึ่ง ๆ กลาง ๆ คือมีการ ระเบิด แต่ไม่กรุนแรง พร้อมกับมีลาวาไหลออกมาด้วย แต่ไม่มากนัก <u>ตอบ</u> ภูเขาไฟชนิด..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แปซิฟิก	กรอบ ๔๓	นั่นคือ แนวภูเขาไฟที่มีชื่อว่าแนว..... <u>มีเส้นทางผ่านประเทศญี่ปุ่น</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แนวแปซิฟิก แนวเมดิเตอร์- เรเนียน	กรอบ ๖๔	รวมความแล้ว การเกิดภูเขาไฟเป็นการเปลี่ยนแปลงของ เปลือกโลก ที่เป็นไปอย่างฉับพลัน โดยเกิดจากภูเขาไฟชนิด ต่าง ๆ เช่น ชนิดระเบิดกรุนแรง ชนิดระเบิดปานกลาง และ ชนิดเจียบ ซึ่งการแบ่งภูเขาไฟออกเป็น ๓ ชนิดเช่นนี้เป็นวิธี หนึ่งของการจำแนกภูเขาไฟเท่านั้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ลาวา	กรอบ ๑๔	หรือถ้าจะให้เข้าใจง่ายขึ้น ก็กล่าวได้ว่า เมื่อหินเหลวยังอยู่ใต้ผิวดินก็เรียกว่า<u>หินหนืด</u> แต่ถ้าเคลื่อนที่ ออกมาถึงผิวโลกเมื่อใดก็เรียกว่า..... พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
ระเบิดปานกลาง	กรอบ ๓๑	ตัวอย่างของภูเขาไฟชนิดระเบิดปานกลางนี้มีหลายลูกด้วยกัน เช่น ภูเขาไฟ "ฟูจิยามา" ในญี่ปุ่น ภูเขาไฟ"เอटना" ใน ซิชิลี นับเป็นตัวอย่างของภูเขาไฟชนิด.....นี้ พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
แปซิฟิก	กรอบ ๔๔	หรือประเทศญี่ปุ่นอยู่ในบริเวณแนวมหาสมุทรแปซิฟิก จึงอยู่ใน แนวภูเขาไฟที่มีชื่อว่า..... พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการคำตอบ	กรอบ ๖๕	และภูเขาไฟในโลกนี้จะอยู่รวมกันเป็น ๒ แนวเท่านั้น คือ แนวแปซิฟิก อยู่ในมหาสมุทรแปซิฟิกกับแนวเมดิเตอร์เรเนียน อยู่ในมหาสมุทรแอตแลนติกกับมหาสมุทรอินเดีย พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป

ลาวา	กรอบ ๑๕	ภูเขาไฟ "กรากะตัว" ในช่องแคบซุนดา ระหว่างหมู่เกาะ ซาวาบีกับสุมาตรา ที่ระเบิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. ๒๔๒๖ เป็นตัวอย่าง ของการเปลี่ยนแปลงแบบ.....อันหนึ่ง พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
ระเบิดปานกลาง	กรอบ ๓๒	<u>ถาม</u> ภูเขาไฟชนิดไหนเอ่ยที่ระเบิดมีเสียงดังมากแล้วพ่นเถ้า ถ่านออกมากมายแต่เกือบจะไม่มีลาวาเลย <u>ตอบ</u> ภูเขาไฟชนิด..... <u>ถาม</u> ภูเขาไฟชนิดไหนที่ลาวาไหลออกมากมายเฉย ๆ โดย ไม่มีเสียงระเบิด <u>ตอบ</u> ก็แรงภูเขาไฟชนิด.....ไงละ <u>ถาม</u> แสงไฟและไฟอีกชนิดหนึ่งละที่การระเบิดเหมือนกันแต่เสียง ไม่ดังนักขลุ่ยออกมากเหมือนกันแต่ไม่มาก <u>ตอบ</u> ภูเขาไฟชนิดนี้คือ..... พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
แนวแปซิฟิก	กรอบ ๔๔	แนวแปซิฟิกอยู่ในมหาสมุทรแปซิฟิก โดยเริ่มจากเทือกเขาแอนดิส ในทวีปอเมริกาใต้ เลียบฝั่งอเมริกาตามแปซิฟิกขึ้นไปทางเหนือ จนถึงอลาสกา ผ่านหมู่เกาะอลูเชียน ผ่านญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ อิน- โดเนเซีย ไปสิ้นสุดลงที่นิวซีแลนด์ ถึงแนวที่นี้ให้ดูในกรอบต่อไป ซึ่งประเทศและหมู่เกาะเหล่านี้ล้วนอยู่ในมหาสมุทร..... พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
	กรอบ ๖๖	จบตอนที่ ๔ ท่านจะ

ภูเขาไฟ	กรอบ ๑๖	ภูเขาไฟ "กรากะตัว" ที่กล่าว เมื่อระเบิดจะมีเสียงดังมาก สามารถ ไต่ขึ้นไกลถึง ๔,๘๐๐ กิโลเมตร เราเรียกภูเขาไฟ ที่ระเบิดแล้วมีเสียง.....เช่นนี้ว่า ภูเขาไฟชนิด <u>ระเบิดรุนแรง</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ระเบิดรุนแรง เจียบ ระเบิดปานกลาง	กรอบ ๓๓	ในที่นี้เราได้เรียนเพียงว่า ภูเขาไฟมี ๓ ชนิด คือ ๑. ภูเขาไฟชนิด..... ๒. ภูเขาไฟชนิด..... ๓. ภูเขาไฟชนิด..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
แปซิฟิก	กรอบ ๕๐	ให้ดูแผนที่แสดงแนวภูเขาไฟแนวแปซิฟิกนี้ให้เข้าใจแล้วหัด วาด เกลือง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

คังมาก	กรอบ ๑๓	จำไว้ว่าเราเรียกภูเขาไฟชนิดที่ระเบิดนี้เสียงดังมากว่า ภูเขาไฟชนิดระเบิดรุนแรงไม่ใช่ระเบิดชนิดระเบิดเฉย ๆ ภูเขาไฟ "ตาอัล" ก็เป็นภูเขาไฟลูกหนึ่งที่มีเสียงดังมาก ขณะที่ระเบิด เราก็จึงเป็นภูเขาไฟชนิด..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ระเบิดรุนแรง เจ็บ ระเบิดปานกลาง	กรอบ ๓๔	ภูเขาไฟที่ปากปล่องแคบที่สุดคือชนิดระเบิดรุนแรง ส่วนภูเขาไฟ ชนิดเจ็บมีขนาดปากปล่องกว้างที่สุด ดังนั้น ภูเขาไฟวิซซูเวียสซึ่งเป็นชนิดระเบิดรุนแรงจะมีปากปล่อง ที่สุด ภูเขาไฟมานูอา คลา แหงฮาไวอิ ซึ่งเป็น ภูเขาไฟชนิดเจ็บมีปากปล่อง.....ที่สุด ส่วนภูเขาไฟชนิด ระเบิดปานกลาง จะมีปากปล่องโดยปานกลาง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่ต้องการคำตอบ	กรอบ ๕๑	แนวแปซิฟิกเริ่มต้นจากเทือกเขาแอนดิส ทวีป..... และไต้หวันลงถึงประเทศ.....ในทวีปออสเตรเลีย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

	กรอบ ๑	แบบ รียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ ตอน "ธรณีวิทยา" ตอนที่ ๕ <u>การเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก</u> พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทำลาย	กรอบ ๑๖	กระบวนการทำลายเป็น การปรับระดับพื้นที่สูง ๆ ให้ราบเรียบลงมา ดังนั้น การผุพังของหินก็เป็นตัวอย่างหนึ่งของกระบวนการ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ใบไม้ค่าตอบ	กรอบ ๓๑	หินบนภูเขาแตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ด้วยอำนาจของลมฟ้าอากาศ จัตุ'ร'ถูกทำลายด้วยกระบวนการทำลายแบบ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
พลวัต	กรอบ ๔๖	และหลังจากกระบวนการทำลายที่มีการเคลื่อนย้ายไปด้วยที่เรียกว่า กระบวนการทำลายแบบ.....แล้ว ก็จะมีกระบวนการชนิดใหม่เกิดขึ้นติดตามมา นั่นคือ <u>กระบวนการเสริมสร้าง</u> ก็เมื่อมีกระบวนการทำลายแล้วก็จะมีกระบวนการ.....ตามมา

ไม่มีคำตอบ	กรอบ ๒	เรามาเริ่มตอนที่ ๕ เรื่อง "การเปลี่ยนแปลงผิวโลก" กันเถอะ สนุกออก พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทำลาย	กรอบ ๑๗	กระบวนการทำลายอาจเกิดขึ้นได้หลายทาง ได้แก่ ลมฟ้า อากาศ กระแสน้ำ กระแสลม และธารน้ำแข็ง ล้วนแต่เป็น ตัวการในการทำลายที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก ดังนั้น การที่หินผุพังบนภูเขา เนื่องจากสายลม แสงแดด ก็เพราะมีลมฟ้าอากาศ เป็นตัวการในกระบวนการ..... พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
สลาย	กรอบ ๓๒	การชนไชของรากไม้ก็เกิด การตายของพืชและสัตว์แล้ว เกิด กรดก็เกิด ต่างก็มีส่วนทำให้ดินและหินผุพัง นับว่าเป็นการกระทำ ของกระบวนการทำลายแบบ..... พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป
พลวัต เสริมสร้าง	กรอบ ๔๓	หรือกระบวนการเสริมสร้าง เป็นผลที่เกิดขึ้นภายหลังที่กระบวนการ การทำลายแบบ.....เกิดขึ้นแล้ว พลิกไปหากรอบต่อไปหน้าถัดไป

ไม่มีคำตอบ	กรอบ ๓	เป็นที่ทราบกันดีว่า โลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่นการเกิดเขาระของแม่น้ำ การทับถมของตะกอน การผุพังของหิน เหล่านี้ก็คือการเปลี่ยนแปลงบน..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทำลาย	กรอบ ๑๔	เมื่อฝนตกลงมา น้ำฝนจะละลายเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไว้แล้วเกิดกรดคาร์บอนิกขึ้น ซึ่งกรดนี้มีอำนาจกัดกร่อนหินปูน น้ำฝนจึงเป็นศัตรูของกระบวนการ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
สถิติ	กรอบ ๓๓	กระบวนการทำลายแบบสถิติกล่าว เพื่อเกิดขึ้นแล้วเศษวัตถุที่แตกสลายจะกองอยู่กับที่ จึงแตกต่างกับกระบวนการทำลายอีกแบบหนึ่ง ซึ่งจะมีการเคลื่อนย้ายหรือพัดพาสิ่งแตกสลายเหล่านั้นไปด้วย เช่นน้ำเซาะตลิ่ง น้ำจะเป็นตัวการทำลายที่ทำให้เกิดการพังทลายแล้ว.....ไปด้วย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
พลวัต	กรอบ ๔๔	<u>กระบวนการเสริมสร้าง</u> หมายถึง การทับถมหรือสร้างสมที่ต่ำให้สูงขึ้น เช่นการทับถมของตะกอนที่แม่น้ำพามา เป็นต้น นั่นคือ การทับถมของตะกอน เป็นผลที่ได้จากกระบวนการ... .. พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ผิวโลก	กรอบ ๔	การเปลี่ยนแปลงผิวโลก เกิดขึ้นเนื่องจากแรงภายนอกของโลก และจะเกิดขึ้นเฉพาะที่.....ของโลก เท่านั้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทาลาย	กรอบ ๑๔	นอกจากน้ำฝนจะเป็นตัวการ ของกระบวนการทาลายแล้ว อุณหภูมิก็เป็นตัวการ ของกระบวนการ..... ที่ก่อให้เกิดการผุกร่อน เช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
พืดพา (เคลื่อนย้าย)	กรอบ ๓๔	นอกจากกระแสน้ำจะเป็นตัวการพังทลายและพืดพาไปด้วยแล้ว น้ำตก ธารน้ำแข็ง กระแสน้ำ ก็เป็นตัวการทาลายที่มีการพังทลายแล้วก็มี.....ไปด้วยเช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เสริมสร้าง	กรอบ ๔๔	ดินดอนสาบเหลี่ยมเจ้าพระยา เกิดจากการทับถมของตะกอน ที่กระแสน้ำพืดพามา ก็นับว่า เป็นตัวอย่างอันหนึ่งของกระบวนการ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ผิวโลก	กรอบ ๕	และแรงที่เกิดขึ้นบนพื้นโลกนี้ เราเรียกว่า <u>แรงเปลี่ยนแปลงผิวโลก</u> ดังนั้น การกัดเซาะของแม่น้ำ การทับถมของตะกอน และการผุพังของหินดังกล่าว ก็เกิดจากแรง..... ผิวโลก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ห้วยลาย	กรอบ ๒๐	กระบวนการทำลาย เป็นกระบวนการปรับระดับพื้นที่สูง ๆ ให้ราบเรียบลงมา ดังนั้น การผุพังของหินก็เป็นตัวอย่างอันหนึ่งของกระบวนการ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
พัดพา (เคลื่อนย้าย)	กรอบ ๓๕	"น้ำผกธาริกา" เป็นตัวอย่างของการทำลายที่มีการพัดพาแล้ว.....ไปด้วย เป็นอย่างดี พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เสริมสร้าง	กรอบ ๕๐	การเกิดเนินทราย ซึ่งเกิดจากการที่กระแสน้ำพัดพาเอาทรายไปทับถมกันไว้ ถือว่าเป็นตัวอย่างอันหนึ่งของกระบวนการ.....เช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

เปลี่ยนแปลง	กรอบ ๖	ตัวการที่ทำให้มีวิโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง บิหลายอย่าง เช่น กระแสลมที่พัดผ่านเป็นประจำ จะพาฝุ่น ทราย ไปชักลี้กับก้อนหิน แล้วทำให้เกิดการ.....บนผิวโลกได้ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทำลาย	กรอบ ๒๑	การเปลี่ยนแปลงของอุณภูมิ ได้แก่ กลางวันร้อน กลางคืนหนาว ทำให้มีผิวหน้าของหินแกระแหง ปรากฏการณ์เช่นนี้จักว่าเป็น กระบวนการ.....ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณภูมิ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
พัดพา (เคลื่อนย้าย)	กรอบ ๓๖	กระแสลมที่พัดผ่านเป็นประจำ จะพาเอาฝุ่นและทรายไปชักลี้โขกหิน หรือหน้าผาให้กร่อนเล็กลงได้ นับเป็นตัวอย่างของ กระบวนการทำลายที่มีการ.....แล้ว.....ไปด้วยอีกอย่างหนึ่ง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เสริมสร้าง	กรอบ ๕๑	เรานักกล่าวกันว่า "แม่น้ำเจ้าพระยาก็ดี บริเวณเหนือเขื่อนภูมิพลก็ดี จะตื้นเขินขึ้นทุกที" ก็เพราะาระแสน้ำพัดพาเอาตะกอนมาทับถมกันไว้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

เปลี่ยนแปลง	กรอบ ๗	รากบัวที่ยังเข้าไปในรอยร้าวของหิน ทำให้หินแตกเป็นเสี่ยง เป็นก้อน เป็นการเปลี่ยนแปลงบน..... อย่างหนึ่ง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทำลาย	กรอบ ๒๒	นั่นคือ หังน้ำฝนและอุณหภูมิกว้างก็เป็นตัวการของกระบวนการ นอกจากนี้ สิ่งที่มีชีวิตทั้งหลาย ก็เป็นตัวการของกระบวนการ.....ด้วย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
พังทลาย (ทำลาย) พืคพา (เคลื่อนย้าย)	กรอบ ๓๓	รวมไปถึงการไหลเลื่อนของธารน้ำแข็งในแถบหนาว ซึ่งจะพา กรวดและหินครูดไปถาพพื้น ก่อให้เกิดกระบวนการทำลายที่มี การ.....แล้ว..... ไปด้วยอย่างมากมาย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เสริมสร้าง	กรอบ ๕๒	การเกิดเนินทราย ซึ่งเกิดจากการที่กระแสน้ำพืคพาเอาทราย ไปทับถมกันไว้ ก็ถือว่าเป็นตัวอย่างอันหนึ่งของกระบวนการ เช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

เปลี่ยนแปลง	กรอบ ๕	การเปลี่ยนแปลงบนผิวโลกนี้ เราถือว่าเป็น <u>กระบวนการปรับ</u> <u>ระดับผิวโลก</u> ให้ราบเรียบเสมอกัน หรือผิวโลกจะราบเรียบเสมอกันได้ก็เพราะกระบวนการ ผิวโลกเป็นต้นเหตุ พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทำลาย	กรอบ ๒๔	นอกจากการกระทำของรากพืช ทำให้หินแตกแยก ผู้ฟังจึงกล่าว แล้ว การย่อยของพืชและสัตว์ ยังทำให้เกิดการขยายชนิดขึ้น กรดเหล่านี้จะกัดกร่อนหินให้ผุพังหลาย นี่ก็เป็นกรรมวิธีหนึ่ง ของกระบวนการ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
พืดพา (เคลื่อนย้าย)	กรอบ ๓๕	ที่เรียกว่าเป็นกระบวนการทำลายแบบ<u>พลวัต</u> ก็เพราะว่าเศษหิน เศษหินที่เกิดจากกระบวนการ เช่นนี้ จะถูก..... ให้ย้ายไปยังแหล่งไปค้วย พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม้ค้ำคอบ	กรอบ ๕๔	ธารน้ำแข็งเกิดจากหิมะที่ตกลงมาทับถมกันบนยอดเขาหรือที่สูง แล้วไหลเคลื่อนลงสู่ที่ต่ำ ในขณะที่เคลื่อนลงมานั้นจะพาเอาก้อนหิน กรวดทรายลงมาทับถมกันอยู่ในบริเวณที่มันจะลายหมดแล้ว การ พาบาศัณฐะเช่นนี้ก็คือว่าก่อให้เกิดกระบวนการ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ปรับระดับ	กรอบ ๑๐	การเว้าทั้งหลายของแม่น้ำ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก อย่างหนึ่งก็ถือว่าเป็นกระบวนการ.....ผิวโลก พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทำลาย	กรอบ ๒๕	ถึงนั้น เหตุการณ์เช่นนั้นจะทำให้.....โลกเกิดการ เปลี่ยนแปลงและถูกทำลายคือ.- ๑. <u>ฝนตกลงมากละลายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไว้แล้วเกิด</u> <u>เป็นกรดคาร์บอนิก</u> ๒. <u>รากพืชซอนไซไปในรอยร้าวของหิน</u> ๓. <u>การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ</u> ทำให้ผิวหน้าของหินปรับตัวไม่ ทัน ๔. <u>เมื่อพืชและสัตว์ตาย</u> ทำให้เกิดกรดขึ้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
พักพิง (เคลื่อนย้าย)	กรอบ ๔๐	แฉ่น แม่น้ำพักพิงกวอดทรายให้ย้ายที่ไป นับเป็นการกระทำของ กระบวนการแบบ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เสริมสร้าง	กรอบ ๕๕	ในขณะที่ธารน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ลงมาโดยพาเอากรวดหินบา ก้วย จะเป็นกระบวนการทำลายแบบ <u>พลวัต</u> แก่น้ำแข็งละลาย หมดแล้ว หิน กรวด ทราย ที่มันพามาก็จะกองทับถมกันอยู่ ณ ที่นั้น จึงเรียกกระบวนการที่เป็นการทับถมที่เกิดขึ้นภายหลังนี้ว่า - กระบวนการ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ปรับระดับ	กรอบ ๑๑	และ เ็นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงผิวโลก กระแสลมก็ดี แสงแดดก็ดี ถือว่าเป็นกระบวนการ..... ผิวโลก เช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ผิว	กรอบ ๒๒	ดังนั้น ตัวการที่ก่อให้เกิดการทำลายมีอยู่หลายอย่าง เช่น -การเกิดกรวดกรับอนิกถักรอนหินปูน เนื่องจากการตกลงมา ของ..... -การขุดลอกของ.....ของพืชเข้าไปในรอยร้าวของ หิน น้ำให้หินแตกสลาย -การตกลงวนรอน กลางคืนหนาว ยังผลให้ผิวหน้าของหินแตก ร่วน หลวกรเป็นกระบวนการทำลาย เนื่องจากการเปลี่ยน กลับไปกลับมาของ..... -การตายของพืชและสัตว์ ก็จะทำให้เกิด..... กรวดกรอนหินใดเช่นกัน..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
พล-วัค	กรอบ ๔๑	การเกิดเนินทราย (sand dune) ก็คือ การเกิดสันดอนที่ปาก แม่น้ำก็ดี เป็นผลมาจากเบียดทราย โกลนถม ถูกพัดสวามาทับถม กันโดยกระบวนการทำลายแบบ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เสริมสร้าง	กรอบ ๕๒	นั่นคือ การที่ตัวการต่าง ๆ เช่น กระแสน้ำ กระแสลม และ ธารน้ำแข็งหักพาเศษหิน เศษดินที่ผุดผิงจากการกระทำของกระ- บวนการทำลาย แล้วเกิดการทับถมกันอยู่ ณ ที่แห่งใดแห่งหนึ่ง เราเรียกการกระทำชนิดใหม่นี้ว่ากระบวนการ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ปรับระดับ	กรอบ ๑๒	สรุปแล้ว การเปลี่ยนแปลงใด ๆ บนผิวโลก ก็คือกระบวนการปรับระดับของผิวโลก นั่นเอง พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ฝน ราก อุณหภูมิก กรก	กรอบ ๒๓	รวมความแล้ว การเกิดกราฟและสารละลายบางชนิด เนื่องจากน้ำฝน การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การตายของพืชและสัตว์ ทำให้เกิดการกัดกร่อน การขบไชของราก ของพืช จวบจนกระทั่งเป็นการที่ทำให้หินผุกร่อนพังทลาย หรือเกิดกระบวนการ..... ขึ้น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
พลวัต	กรอบ ๔๒	ลมฟ้าแรงในทะเลทราย พัดเอาฝุ่นและทรายให้ปลิวออกไปไกลจนเป็นฝุ่นคั่งงั้น แบบนี้พัดพาโคลนกันไปจนเป็นสีขุ่นขึ้น เหล่านี้ก็นับว่าเกิดจากกระบวนการทำลายแบบ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เสริมสร้าง	กรอบ ๕๓	กระบวนการปรับระดับของเปลือกโลก จึงมี ๒ กระบวนการคือ ๑. กระบวนการ.....ซึ่งช่วยพังทลายให้ผิวโลกส่วนที่สูง ๆ ราบเรียบลงมา พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ปรับระดับ	กรอบ ๑๔	<u>กระบวนการทำลาย</u> คือกระบวนการที่ทำให้เกิดการ ผูกเรือน พังทลายผิวโลกให้ราบเรียบลงไป ดังนั้น ภูเขาที่ดี หน้าผาก็ดี นับวันจะถูกกัดกร่อนให้ราบเรียบลงไป คอยการกระทำของกระบวนการ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ทำลาย	กรอบ ๒๔	การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากตัวการ ชนิดต่าง ๆ กันกล่าวมาแล้ว เป็นกระบวนการทำลาย ที่เกิดขึ้นอยู่กับที่ หรือที่เรียกว่ากระบวนการทำลายแบบ<u>สถิต</u> ดังนั้น กระบวนการทำลายที่เกิดขึ้นอยู่กับที่ เช่น การผูกเรือนของหิน ก็เรียกว่า กระบวนการทำลายแบบ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
สถิต	กรอบ ๔๔	และ ๒. กระบวนการทำลายแบบที่ซึ่ง เมื่อเกิดการผูกเรือนแล้ว จะถูกพัดพาให้เคลื่อนย้ายแหล่งไปด้วย โดยมีกระแส น้ำ กระแสนลม ธารน้ำแข็ง เป็นตัวการ เราเรียกว่า เป็นกระบวนการทำลายแบบ..... พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
เสริมสร้าง	กรอบ ๕๔	สรุปแล้ว การเปลี่ยนแปลงของผิวโลกก่อให้เกิดการปรับระดับของผิวโลกให้ราบเรียบเสมอกัน แบ่งออกเป็น ๒ กระบวนการ คือ ๑. กระบวนการทำลาย เป็นทำลายส่วนที่สูง ๆ ของผิวโลกให้ต่ำลงมา ๒. กระบวนการเสริมสร้าง เป็นห้ดินที่ต่ำทำให้สูงขึ้นมา พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป

ทำลาย	กรอบ ๑๕	ในอนาคตนี้แสนน่ากลัวข้างหน้า "คอยอินทนต์" อาจจะถูกรื้อถอนให้กลายเป็นฝันร้าย โดยการกระทำของกระบวนการ.....เช่นกัน พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
สถิติ	กรอบ ๓๐	<u>สถิติ</u> แปลว่าขึ้นอยู่กับสิ่งนี้ ดังนั้นกระบวนการทำลายแบบสถิติก็คือกระบวนการทำลายที่เกิดขึ้นอยู่กับที่ หรือ เมื่อเกิดขึ้นแล้วสิ่งหนึ่งยังไม่ถูกเคลื่อนย้ายไปที่อื่น พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
พลวัต	กรอบ ๕๕	กระบวนการทำลายเหล่านี้ มักจะมีการกระทำอย่างต่อเนื่องกันคือเมื่อมีกระบวนการทำลายแบบสถิติ แล้วก็มีกระบวนการทำลายแบบ.....ตามมา พลิกไปทำกรอบต่อไปหน้าถัดไป
ไม่มีคำตอบ	กรอบ ๖๐	จบตอนที่ ๕ เพียงเท่านั้น..... สวัสดี

ภาคผนวก ค
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

ข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ "แบบเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์"

ตอนที่ ๔ จำนวน ๒๐ ข้อ

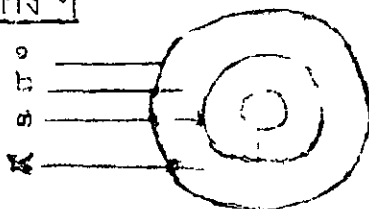
๑. สมมติว่า คลื่นสะท้อนเคลื่อนผ่าน
ชั้นหินแกรนิตหนา ๑ กิโลเมตร ใช้
เวลา X วินาที ถ้าเคลื่อนผ่าน
ชั้นหินที่หนาเท่ากันแต่มีความแข็ง-
แกร่ง น้อยกว่าจะเสียเวลาเท่าใด?

- ก. X วินาที
- ข. มากกว่า X วินาที
- ค. น้อยกว่า X วินาที
- ง. $\frac{1}{X}$ วินาที
- จ. ไม่ทราบแน่นอน

๒. คลื่นสะท้อนบางชนิด ไม่สามารถ
เคลื่อนผ่านชั้นของอะไร ?

- ก. ชั้นหินแข็ง
- ข. ชั้นดินร่วน
- ค. ชั้นของเหลว
- ง. ชั้นของก๊าซไคทิน
- จ. ผ่านไปได้ทั้งหมด

รูปข้างล่างนี้แสดงการแบ่งโลกออกเป็นชั้นต่าง ๆ



๓. การแบ่งโลกออกเป็นชั้น ๆ ตามรูปนี้
อาศัยความรู้ที่พัฒนามาจากการค้นพบ
ของใคร ?

- ก. กูเตนเบอร์ก
- ข. โมโฮโรวิช
- ค. เอฟ.เค. ฮักมันด์
- ง. เจมส์ ฮักมันด์
- จ. แอนคริจา ตูโปเลฟ

๔. แนวโมโฮครออยู่ระหว่างอะไรกับ
อะไร ?

- ก. เส้นรอบนอกสุด
- ข. เส้นระหว่างชั้น ๑ กับ ๒
- ค. เส้นระหว่างชั้น ๒ กับ ๓
- ง. เส้นระหว่างชั้น ๓ กับ ๔
- จ. เส้นไหนก็ได้

๕. ชั้นไหนของโลกมีสถานะเป็นของเหลว?

- ก. ชั้นที่ ๑
- ข. ชั้นที่ ๒
- ค. ชั้นที่ ๓
- ง. ชั้นที่ ๔
- จ. ชั้นไหนก็ได้

๖. ชั้นที่ ๒ มีรูปร่างอย่างไร ?

ก. แกนใน

ข. แกนกลาง

ค. แกนนอก

ง. เปลือกชั้นใน

จ. เปลือกชั้นนอก

ต่อไปนี้เป็นคำตอบของข้อที่ ๗-๑๐

ก. ชั้นที่ ๑

ข. ชั้นที่ ๒

ค. ชั้นที่ ๓

ง. ชั้นที่ ๔

จ. ชั้นที่ ๑ และที่ ๒ รวมกัน

๗. ชั้นไหนมีความหนา เท่ากับ ๒,๒๐๐ กิโลเมตร

๘. ชั้นไหนถือว่าเป็นชั้นเปลือกของโลก

๙. ชั้นไหนของโลกที่ควรประกอบ ด้วยสารที่หนักที่สุด

๑๐. ชั้นไหนที่คลื่นสะเทือนเคลื่อนผ่านไม่ได้

๑๑. ชั้นไหนของโลกที่หนาที่สุด

ก. แกนใน

ข. แกนนอก

ค. เปลือกชั้นใน

ง. เปลือกชั้นนอก

จ. พื้นผิวของโลก

๑๒. แกนในของโลก ใหญ่ใหญ่ประกอบด้วยสารอะไร ?

ก. ทองคำและเงิน

ข. เหล็กและนิเกิล

ค. นิเกิลและโครเมียม

ง. ทองคำและปรอท

จ. หินและเหล็ก

๑๓. ชั้นไหนของโลกที่มีความกว้างจำเพาะน้อยที่สุด ?

ก. แกนใน

ข. แกนนอก

ค. เปลือกชั้นใน

ง. เปลือกชั้นนอก

จ. บอกแน่นอนไม่ได้

๑๔. เปลือกชั้นนอกหนาประมาณเท่าไร ?

ก. ๔๐ กิโลเมตร

ข. ๑,๓๐๐ กิโลเมตร

ค. ๒,๒๐๐ กิโลเมตร

ง. ๒,๔๐๐ กิโลเมตร

จ. ๓,๔๐๐ กิโลเมตร

๑๕. ตัวเลข "๕.๖" เท่าของน้ำ แสดงว่าความกว้างจำเพาะของโลกชั้นใด ?

ก. แกนใน ง. เปลือกชั้นนอก

ข. แกนนอก จ. ชั้นพื้นผิวโลก

ค. เปลือกชั้นใน

๑๖. หัวเลข "๕,๕๐๐" ซ." แสดง
คุณสมบัติของโลภชั้นไหน ?

ก. แขนใน

ข. แขนนอก

ค. เปลือกชั้นใน

ง. เปลือกชั้นนอก

จ. พื้นผิวโลก

๑๗. โลภชั้นไหนมีหินแกรนิตแกรนิต
และหินบะซอลต์มาก ?

ก. แขนใน

ข. แขนนอก

ค. เปลือกชั้นใน

ง. เปลือกชั้นนอก

จ. พื้นผิวโลก

๑๘. ถ้าเอาส่วนประกอบของชั้นต่างๆ
ของโลกใส่ลงในอ่างปรอท ส่วน
ประกอบชั้นไหนจะจมลงในอ่าง
ปรอท เมื่อปรอทมีควาบริดง-

จำเพาะ ๑๓.๖

ก. แขนใน

ข. แขนนอก

ค. เปลือกชั้นใน

ง. เปลือกชั้นนอก

จ. ทั้งแขนในและแขนนอก

๑๙. บ้านที่เราอยู่อาศัยทุกวันนี้ ปลุก-
สร้างอยู่บนชั้นใดของโลก

ก. แขนใน

ข. แขนนอก

ค. เปลือกชั้นใน

ง. เปลือกชั้นนอก

จ. พื้นผิวโลก

๒๐. เถ้าที่ไ้ไ้เรียนรูมาที่านพอจะทราบ
ขอใ้เท็จจริงขอใด ?

ก. ยิ่งขุดลึกลงไปคุณสมบัติยิ่งสูงขึ้น

ข. ยิ่งขุดลึกลงไปคุณสมบัติยิ่งลดลง

ค. ไม่ว่าจะเป็ชั้นไหน ๐ ก็คงมี
คุณสมบัติเท่ากัน

ง. คุณสมบัติของชั้นต่าง ๆ เปลี่ยน
แปรไปตามลักษณะการวางตัว
ของชั้นหิน

จ. ไม่มีใครสามารถจะบอกได้

ข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์

ตอนที่ ๒ จำนวน ๕ ข้อ

๑. อากาศที่เราหายใจอยู่ทุกวันจัดอยู่ในส่วนหรือภาคไหน ?

- ก. ปรุฟ้าภาค
- ข. ขรณีภาค
- ค. ชีวภาค
- ง. บรรยากาศ

จ. อุตกภาค

๒. ขอความไหนกล่าวถึงชีวภาค ?

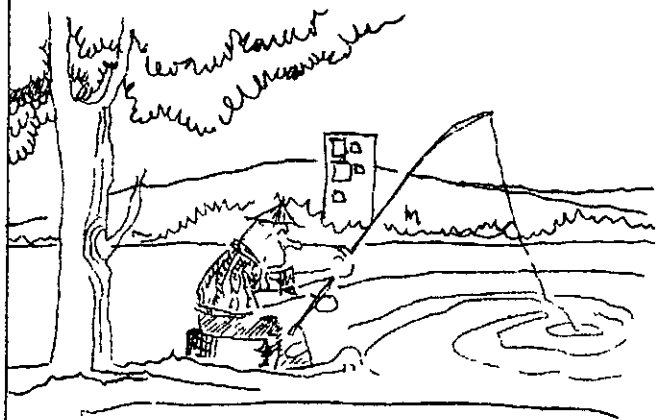
ก. เต่าเป็นสัตว์ที่มีชีวิตยืนยาวมาก

ข. เขาผอมส่งกลิ่นเคื่อนละสามพันบาท

ค. "คอยอินทนนท์" สูงที่สุดในประเทศไทย

ง. เครื่องบินลำนั้นบินสูงกว่าเมฆ

จ. หนานี้เป็นหน้าหนาว



๓. จากรูป ท่านเห็นว่าอะไรจัดอยู่ในประเภทเดียวกันกับประเภทของนิเวศโลกที่เรียนมาแล้วจากบทเรียนนี้และเห็นว่าสำคัญและจำเป็นต่อชีวิตอย่างที่สุด ?

ก. ต้นไม้

ข. กอนเมฆ

ค. ภูเขา

ง. เป็ดน้อย

จ. อากาศที่กอนเมฆลอยอยู่

๔. จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ท่านคิดว่าก่อนเมฆประกอบด้วย
โมเลกุลที่มีโครงสร้างอย่าง—
เกี่ยวข้องกับผิวโลกภาคใด ร
- ก. ชรณีภาค
 - ข. อุทกภาค
 - ค. ชีวภาค
 - ง. บรรยากาศ
 - จ. เหมือนทั้ง ๔ ภาค

๕. สระน้ำที่เห็นอยู่ในรูปจัดอยู่ในภาค
ไหนของเปลือกโลก
- ก. ปฐพีภาค
 - ข. ชรณีภาค
 - ค. อุทกภาค
 - ง. ชีวภาค
 - จ. บรรยากาศ

ข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์

ตอนที่ ๓ จำนวน ๑๕ ข้อ

๑. ตัวอย่างของแรงภายในโลกได้แก่
ข้อใด ?

ก. แรงน้ำเซาะหินในถ้ำควย

กำลังแรง

ข. แรงโน้มถ่วงดึงดูดลงสู่ใจ
กลางโลก

ค. แรงน้ำตกลงในเหวลึกควย
กำลังแรงมาก

ง. แรงกลิ้งของหินลงในปล่อง
ภูเขาไฟ

จ. แรงกันของหินเหนือกันให้
ปล่องภูเขาไฟระเบิดกว้าง

๒. แรงชนิดใดทำให้หินเลื่อนจากกัน
แล้วเกิดแผ่นดินไหว ?

ก. แรงโน้มถ่วง

ข. แรงภายในโลก

ค. แรงภายนอกโลก

ง. แรงเปลี่ยนผิวโลก

จ. แรงเครียดของชั้นหิน

๓. น้ำตกลงมาเจาะหินลึกเป็นรูถือว่า
เป็นแรงชนิดใด ?

ก. แรงภายในโลก

ข. แรงเจาะของน้ำ

ค. แรงโน้มถ่วงของโลก

ง. แรงเปลี่ยนแปลงผิวโลก

จ. แรงภายนอกโลก

๔. แผ่นดินไหวเกิดจากแรงที่มีชื่อว่า
อย่างไร ?

ก. แรงภายในโลก

ข. แรงภายนอกโลก

ค. แรงแบบภูเขาไฟ

ง. แรงเปลี่ยนแปลงผิวโลก

จ. แรงแผ่นดินปรสัณฐาน

๕. ถ้าคำว่า "กรุงเทพฯ กำลังทรุด" เป็น
จริง จะเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลง
เปลือกโลกแบบใด ?

ก. แผ่นดินถล่ม

ข. แผ่นดินหดตัว

ค. แผ่นดินไหวตัว

ง. แผ่นดินแปรสัณฐาน

จ. แผ่นดินเกิดรอยร้าว

๒. ข้อใดแสดงถึงการเปลี่ยนแปลง
ของเปลือกโลกทั้งข้อ ๒ ข้างบน
- ก. การเกิดภูเขาแบบโก่งตัว
 - ข. แผ่นดินแยกจากกันเนื่องจาก
แผ่นดินไหว
 - ค. การไหลเลื่อนของธารน้ำ
แข็งอย่างช้า ๆ
 - ง. การคุกรุ่นของภูเขาไฟก่อน
ระเบิด
 - จ. คลื่นถูกน้ำเขาะเข้าลึกเข้า
ไปทุกที

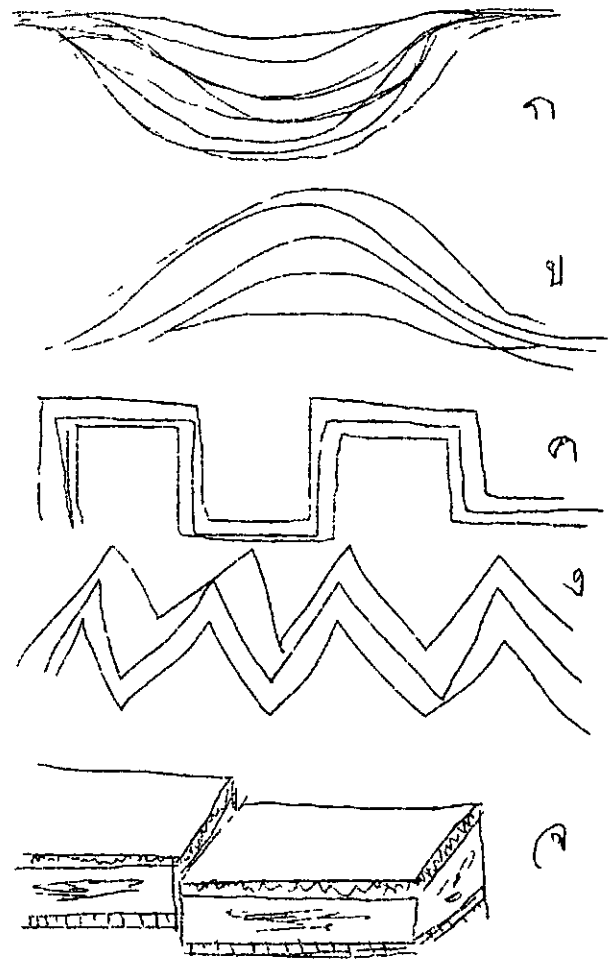
๓. นักธรณีวิทยามีหลักฐานอะไรว่า
เทือกเขาหิมาลัยเกิดจากการ
โก่งตัว ?

- ก. เพราะเป็นเทือกเขา
ขนาดใหญ่
- ข. เพราะมียอดเขาสูงสลับ
ซับซ้อน
- ค. เพราะมียอดเขาที่สูงที่สุดใน
โลกอยู่ควย
- ง. เพราะเป็นภูเขาที่มีอายุยัง
น้อยเมื่อเทียบกับเขื่อน
- จ. เพราะเขาพบว่าเป็นเทือก-
เขาที่ประกอบด้วยหินชั้นหนา
มากเป็นหมื่น ๆ ฟุต

๔. เมื่อมีแรงมากทับหรือกันชั้นหินที่
รอยร้าวอยู่แล้วจะทำให้ชั้นหินนั้น
เป็นอย่างไร ?

- ก. ระเบิดออกจากกัน
- ข. ค่อย ๆ เชื่อมเข้าด้วยกัน
- ค. คงอยู่ในสภาพเดิมของมัน
- ง. ค่อย ๆ เลื่อนแยกออกจากกัน
- จ. เกิดการไหลทะลักของหินหนืด

จงพิจารณาภาพข้างล่างนี้แล้วตอบคำถาม
ข้อ ๕ - ๑๐



ตอบคำถามข้อ ๕ - ๑๐ โดยใช้รูป

หน้า เป็นข้อความ

๕. รูปไหนเป็นรูปแสงของจีไอซิน-
โคลน ?

๑๐. ถ้าจะแสดงการเลื่อนของชั้นหิน
เขาจะแสดงด้วยรูปใด ?

๑๑. ที่ราบสูงซิเบก แต่เดิมเป็นจีไอ-
ซินโคลนระหว่างเทือกเขาหิมาลัย
กับเทือกเขาอะไร ?

ก. กุณคุบ

ข. อัคไต

ค. เทียนซาน

ง. ทะบาวศรี

จ. เอฟเวอเรสต์

๑๒. ขณะที่ตะกอนถูกพามาทับถมใน
จีไอซินโคลนระดับของตะกอน
จะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ไซหรือ
ไม ?

ก. ไซ เพราะตะกอนถูกพามา
ทับถมอย่างรวดเร็ว

ข. ไซ เพราะตะกอนจะทับถม
กันอยู่บนชั้นหินใต้ของกะทะ

ค. ไม่ใช่ เพราะตะกอนเล็ก
มากจนไม่รู้สึกละตัวสูงขึ้น

ง. ไม่ใช่ เพราะน้ำหนักของ

ตะกอนจะกดชั้นหินที่รองรับให้
ทรุดตัวลง เท่ากับที่ตะกอนทับถม
กันสูงขึ้น

จ. ยังสรุปไม่ได้

๑๓. การเกิดภูเขาแบบโค้งตัวจะมีลักษณะ
เช่นเดียวกับข้อใดต่อไปนี้ ?

ก. เทาเหยียบลงในโกนแน้ว

โคลนปลิ้นรอบ ๆ

ข. กระดกกระดกขึ้นเพราะ
น้ำหนักดวงลงอีกข้างหนึ่ง

ค. วางแผนฟองน้ำลงบนโต๊ะแล้ว
ไซคายผูกสองข้างถึงขึ้น

ง. คึงทองแมวลงข้างกลาง แก่แมว
จะพยายามโก่งตัวขึ้นข้างบน

จ. วางแผนฟองน้ำหนา ๆ ลงบน
โต๊ะ แล้วใช้ฝ่ามือกดตรงกลาง
ฟองน้ำจะกระดกขึ้นบริเวณ

รอบ ๆ

๑๔. การโก่งงอของชั้นหินใต้ผิวโลก
เกิดจากแรงที่มีชื่อเรียกว่า
แรงชนิดไหน ?
- ก. แรงภายในโลก
 - ข. แรงภายนอกโลก
 - ค. แรงหกดั้วของพิภพ
 - ง. แรงระเบิดของภูเขาไฟ
 - จ. แรงหนุนคั้นของไอน้ำพุร้อน

๑๕. การเปลี่ยนแปลงเช่นไรจึงเรียกว่า
"การเปลี่ยนแปลงโดยแผ่นดิน
แปรสัณฐาน"
- ก. การทับถมของลาวาจากภูเขาไฟ
 - ข. การเลื่อนของทวีปอย่างช้า ๆ
 - ค. การเลื่อนของธารน้ำแข็งอย่างช้า ๆ
 - ง. แผ่นดินแยกจากกันเนื่องจากแผ่นดินไหว
 - จ. แผ่นดินถล่มเนื่องจากการแยกของชั้นหิน