

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทเรียนแบบโปรแกรม หรือที่เรียกกันว่า บทเรียนสำเร็จรูป เป็นความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นเพราะความพยายามของนักการศึกษาที่มุ่งหาวิธีการหรือเทคนิคการสอนมาใช้แก้ปัญหาทางการศึกษาบางประการที่กำลังประสบอยู่ทั่วโลก ไข้แก้ปัญหาจำนวนครูและสถานที่เรียนไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นทุกขณะ เป็นต้น นอกจากนี้จุดมุ่งหมายสำคัญของการคิดค้นการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมขึ้นมานั้นก็เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วหรือช้าตามสติปัญญาและความสามารถที่แตกต่างกันไปของแต่ละบุคคลอีกด้วย

ความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรม

บทเรียนแบบโปรแกรมนี้ วงการศึกษาจัดกันในชื่อภาษาอังกฤษหลายอย่าง เช่น Programmed Instruction, Programmed Learning, Programmed Lesson, Programmed Text, Programmed Textbook, Automated Instruction, Self - Instructional Program. เป็นต้น ส่วนศัพท์ที่เรียกเป็นภาษาไทยนั้น มีผู้เรียกต่าง ๆ กันหลายอย่างเช่นกัน เป็นต้นว่า บทเรียนแบบโปรแกรม, บทเรียนสำเร็จรูป, โปรแกรมการสอน หรือหนังสือฝึกเรียนด้วยตนเอง สำหรับวิทยานิพนธ์นี้จะใช้คำว่า บทเรียนแบบโปรแกรม

ความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรมนั้น เป็รื่อง กุฑท¹ ใค้เนียมไว้ว่า หมายถึง "ลำดับประสบการณ์ที่จัดวางไว้ สำหรับนำผู้เรียนไปสู่ความสามารถ โดยอาศัย

¹ เป็รื่อง กุฑท. "การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป," เอกสารประกอบการเรียนวิชา Multi-Media Approach for Programmed Instruction (แผนกวิชาโศศคัทคณกัศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2516), หน้า 2.

หลักความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการสนองตอบ ... ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพ
ดีเทอร์ไลน์ (Deterline)² ได้ให้ความหมายว่า

บทเรียนแบบโปรแกรมประกอบด้วยอนุกรมของหน่วยย่อย ๆ เรียกว่า
กรอบ แต่ละกรอบบรรจุข้อความที่เป็นความรู้และคำถามต่อเนื่องกัน
ไป เพื่อให้ผู้เรียนตอบสนองไปตามลำดับชั้นจนบรรลุจุดหมายคือ
แก่นสารของบทเรียนนั้น กรอบหนึ่งควรเสนอความคิดรวบยอดเพียง
อย่างเดียว และมีคำถามที่จะให้ผู้เรียนตอบ อาจจะเป็นการเติม
ช่องว่าง หรือให้เลือกตอบก็ได้

กลาสแมน (Glassman)³ กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรมนี้เป็นเทคนิคการสอน
อย่างใหม่ ซึ่งมีหลักอยู่ 3 ประการ คือ

1. การเสนอเนื้อหาที่เรียงเป็นลำดับแก่นักเรียน
2. การตอบสนองของนักเรียนต่อเนื้อหาส่วนย่อย ๆ ในลำดับเหล่านี้ และ
3. การให้นักเรียนรู้คำตอบที่ถูกต้องในทันทีทันใด

สุนันท์ บัณฑาคม⁴ ได้อธิบายความหมายและวิวัฒนาการของบทเรียนแบบโปรแกรม
ว่า บทเรียนแบบโปรแกรมนั้นมีคำอธิบายไว้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 ว่า เป็นวิธีสอนที่เรียนรู้อะไร
ด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะเรียนได้จากวัสดุการสอนที่มีลักษณะเป็นบทเรียนที่มีชั้นย่อย ๆ โดย
ผู้เรียนจะเป็นผู้ทำและศึกษาค้นคว้าเอง โปรแกรมนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบคำถามต่างๆ

001806

²William A. Deterline, An Introduction to Programmed Instruction, (Englewood, Cliffs, N.J. : Prentice - Hall, Inc., 1962, p.4.

³Jerrold Glassman, Programmed Reading, (New York : Globe Book Company, 1966), p. 1.

⁴สุนันท์ บัณฑาคม. "โปรแกรมการสอนคืออะไร." เอกสารประกอบการเรียน
วิชา Programmed Instruction, แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคปลาย ปีการศึกษา 2517.

ด้วยตนเอง และผู้เรียนสามารถจะตรวจได้ในทันทีว่าตนตอบถูกหรือผิด แต่ปัจจุบันบทเรียนแบบโปรแกรมมิได้มีลักษณะเป็นเพียงวิธีการอย่างเดียวกันแต่ก่อน แต่มีวิธีการหลายรูปแบบ บทเรียนมิใช่เพียงบรรจุในเล่มหรือในแผ่นเพื่อใช้กับเครื่องช่วยสอนเท่านั้น แต่มีการนำ ขบวนการสอนแบบต่าง ๆ มาใช้ด้วย โดยอาจจะทำเป็นโปรแกรมเล่ม หรือนำวิธีจัดการ ของเครื่องช่วยสอน ภาพยนตร์ อุปกรณ์ทางโสตทัศนศึกษา การสร้างสถานการณ์จำลอง หรือการกระทำจริงมาใช้ประกอบด้วย ขณะที่เรียนผู้เรียนจะได้คำตอบด้วยการกระทำ อย่างใดอย่างหนึ่งด้วยตนเอง เช่น เขียนคำตอบ ตอบในใจ หรือตอบดัง ๆ ก็ได้

ประวัติของบทเรียนแบบโปรแกรม

หลักการของบทเรียนแบบโปรแกรมนั้น มีเค้าเงื่อนว่าเป็นวิธีการที่มีผู้ไขมาตั้งแต่ สมัยกรีกโบราณ อย่างน้อย ๆ ก็ตั้งยุคของเพลโต (Plato)⁵ กล่าวกันว่า โสเครตีส (Socrates) ได้เขียนบทเรียนสอนทฤษฎีเรขาคณิตโดยใช้ไคอะแกรมให้ เข้าใจจากง่ายไปหายาก จนในที่สุดก็เข้าใจหลักใหญ่ได้สำเร็จ⁶ ซึ่งเป็นการสอนที่ใช้หลักการแบ่งเนื้อหาออกเป็นขั้นตอน ผู้เรียนเข้าใจแต่ละตอนก่อนที่จะเรียนขั้นสูงต่อไป กลาย กับหลักการของบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นเอง

เครื่องมือแบบโปรแกรมที่แท้จริง มีกำเนิดขึ้นในราวปี ค.ศ. 1910 และ มอนเตสเซอร์รี่ (Montessori) เป็นผู้บุกเบิกเป็นคนแรก⁷ เขาฝึกเด็กแรกเรียนโดย

⁵ Edward B. Fry, Teaching Machine and Programmed Instruction, (New York : McGraw - Hill Book Company, Inc., 1963), p. 1.

⁶ กรมสามัญศึกษา, ขุมทางวิชาการ, (พระนคร : สหกรณฯขายส่ง, 2510),

หน้า 222 - 3

⁷ Paul Saettler, "The Rise of Programmed Instruction," Change and Innovation in Elementary and Secondary Organization, Edited by Maurie Hillson and Ronald T. Hyman, (2nd ed., New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1965), p. 305 - 6.

เจาะช่องขนาดต่าง ๆ บนท่อนไม้ ให้เด็กเลือกแท่งไม้ที่ใส่ลงไปในช่องนั้น ถ้าเด็กเลือกแท่งไม้ที่มีขนาดพอดีกับช่องเหล่านั้นก็จะใส่ได้ถูกต้องหมด เมื่อชำนาญการใส่แท่งไม้แล้วจึงให้จับคู่กระดาษกับไม้ต่อไป

บทเรียนแบบโปรแกรมมีเนื้อเรื่องถือว่าเป็นสิ่งที่เกิดจากงานค้นคว้าวิจัยหลาย ๆ อย่าง นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายคนได้เขียนถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งได้กลายเป็นแนวคิดของการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เช่น ความรู้เรื่องผล (Result) และการเสริมแรง (Reinforcement) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับเรื่องการตอบสนอง ซึ่งพาฟลอฟ (Pavlov) ทอร์นโกลด์ (Thorndike) และ ฮัลล์ (Hull) ได้เป็นผู้อ่างรากฐานไว้ว่าสิ่งนี้เป็นเงื่อนไขของการเรียนรู้ ทอร์นโกลด์เขียนไว้ใน ปี . ค.ศ. 1912 ว่า "ถ้าหากหนังสือเล่มหนึ่งสามารถทำให้บุคคลอ่านสิ่งที่อยู่ในหน้า 1 เข้าใจสิ่งที่อยู่ในหน้า 2 ได้ (และต่อไปเรื่อย ๆ) การสอนก็จะเกิดขึ้นได้โดยการใช้สิ่งพิมพ์⁸ และเสริมว่า "ด้วยหลักการและกลวิธีในการเขียนที่ดี จะสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้"⁹

ประวัติความเป็นมาของบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นเกี่ยวข้องกับเครื่องสอน (Teaching Machine) อย่างใกล้ชิด ในปี ค.ศ. 1925 เพรสซีย์ (Sidney L. Pressey) นักจิตวิทยาแห่งมหาวิทยาลัยโอไฮโอได้ประดิษฐ์เครื่องสอนขึ้นเป็นคนแรก¹⁰

⁸ Lawrence M. Stolorow, "Programmed Instruction," Encyclopedia of Educational Research, (London : The Macmillan Company Collier - Macmillan Limited, 4th ed., 1969), p. 1018.

⁹ Paul Saettler, A History of Instructional Technology, (New York : McGraw - Hill Book Company, Inc., 1963), p. 29 - 31.

¹⁰ Edward B. Fry, Op. cit., p. 29.

เครื่องนี้จะมีคำถามแบบให้เลือกตอบ (Multiple Choices) ปรากฏขึ้น มีคำตอบให้เลือกตอบ 4 คำตอบ ถ้าผู้เรียนกดปุ่มคำตอบที่ถูกต้องจะมีคำถามใหม่ขึ้นมาให้เลือกตอบต่อไป เครื่องจะบันทึกคะแนนไว้ให้ผู้เรียนกดปุ่มดูโลกสวย ผู้เรียนที่ทำคะแนนสูงถึงระดับหนึ่งจะมีคำถามอีกชุดหนึ่งให้ทดสอบตัวเอง ถ้าทำถูกต้องถึงระดับที่กำหนดจะมีชมเป็นรางวัลให้¹¹ เครื่องสอนที่เพรสซี้คิดขึ้นนี้จึงมีลักษณะเป็นเครื่องมือที่ใช้เสริมการเรียนรู้ในห้องเรียนนั่นเอง

ในปี ค.ศ. 1954 สกินเนอร์ (Burrush F. Skinner) แห่งฮาร์วาร์ด ได้เขียนเรื่อง " The Science of Learning and the Art of Teaching " เผยแพร่ความคิดของเขาออกไป ซึ่งเรื่องส่วนใหญ่เน้นในสิ่งที่ปัจจุบันนี้เรียกกันว่าบทเรียนแบบโปรแกรม และได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมขึ้นใช้กับเครื่องสอนโดยยึดหลักเงื่อนไขการตอบสนอง (Operant Condition) ที่ว่า ถ้าต้องการการตอบสนองแบบใดก็ต้องจัดสิ่งเร้าให้เหมาะสม เพราะฉะนั้นจะต้องควบคุมสิ่งเร้าให้ดี เพื่อให้แน่ใจว่าการตอบสนองที่ต้องการนั้นจะเกิดขึ้นได้ และใช้หลักการเสริมแรง (Reinforcement) เข้าช่วยให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมไปในทางที่ต้องการ เครื่องสอนของสกินเนอร์จะจัดลำดับเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบถูกมากที่สุด เครื่องจะตัดข้อความที่ถูกออก และจะนำข้อความที่ผิดมาแสดงอีกครั้งหนึ่ง เพื่อลดเปอร์เซ็นต์การตอบผิดของผู้เรียนให้น้อยลง¹² สกินเนอร์ใช้วิธีเอาคำตอบที่เป็นคำตอบเดียวมาใช้แบบให้เลือกเหมือนของเพรสซี้ บทเรียนของสกินเนอร์ให้โอกาสผู้เรียนตอบผิดได้ไม่เกิน 10% ถ้าตอบผิดถึง 10% บทเรียนนั้นก็จะเป็นบทเรียนที่ใช้ไม่ได้¹³ บทเรียนแบบโปรแกรมตามแนวคิดของสกินเนอร์นี้ต่อมาเรียกกันว่า บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program)

¹¹ Paul Saettler, Op. cit., p. 306.

¹² Lawrence M. Stolurow, Op. cit., p. 1018.

¹³ Paul Saettler, Op. cit., p. 309.

ปี ค.ศ. 1959 คราวเคอร์ (Norman A. Crowder) ได้พัฒนาบทเรียนแบบโปรแกรมของเพรสซันใหม่ เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program) มีวิธีการสำคัญคือ ถ้าหากนักเรียนตอบคำถามใดผิด จะมีคำอธิบายสาเหตุที่ทำผิด และให้นักเรียนมีโอกาสศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมอีกก่อนที่จะเลือกคำตอบใหม่ ไม่ใช่วิธีเจาะจงเหมือนของเพรสซี¹⁴

บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องสอนได้ถูกนำมาทำเป็นรูปเล่มหนังสือ (Programmed Book) ใช้ที่มหาวิทยาลัยพิทสเบอร์กในปี ค.ศ. 1958¹⁵ บทเรียนแบบโปรแกรมเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น ถึงกับมีผู้ผลิตออกขายในท้องตลาดทั้งที่สหรัฐอเมริกาและยุโรป

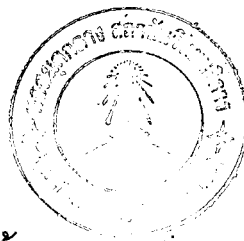
จากการสำรวจในปี ค.ศ. 1962 - 3 ปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมมีใช้กันในโรงเรียนใหญ่ ๆ และใช้ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Junior High School) มากกว่าชั้นประถมศึกษา โรงเรียนใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสอนนักเรียนกลุ่มย่อย หรือสอนเป็นรายบุคคล วิชาที่ใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสอนมากที่สุดคือ คณิตศาสตร์ 60% รองลงไปคือ ภาษาอังกฤษ 21% การสะกดคำ 4% วิทยาศาสตร์ 3% และสังคมศึกษา 3% นอกจากนี้ยังได้สำรวจพบว่า ครูส่วนใหญ่เห็นชอบกับการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมในโรงเรียนที่ไม่เห็นชอบด้วยมีเพียง 5% เท่านั้น และผู้ที่ผลิตบทเรียนแบบโปรแกรมส่วนใหญ่เป็นบริษัทการค้าต่าง ๆ¹⁶

จากการวิจัยบทเรียนแบบโปรแกรม เชื่อได้แน่นอนว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากบทเรียนแบบโปรแกรมได้แน่ ไม่ว่าจะ เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดใด อยู่ในสภาพเป็น

¹⁴ Edward B. Fry, Op.cit., p. 61 - 2.

¹⁵ Paul Saettler, Op.cit., p. 255 - 6.

¹⁶ Paul Saettler, Op.cit., p. 310.



หนังสือหรือเครื่องมือ นักเรียนจำนวนไม่น้อยชอบบทเรียนแบบโปรแกรม บทเรียนแบบโปรแกรมสามารถสร้างได้ทุกวิชา และใช้ได้ในหลายประเทศมีใช้เฉพาะในอเมริกาเท่านั้น เพราะประเทศต่าง ๆ ได้ให้ความสนใจแก่งานค้นคว้าชิ้นแรก ๆ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ก้าวหน้าขึ้นเช่นเดียวกัน¹⁷

ข้อดีข้อเสียของบทเรียนแบบโปรแกรม

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงข้อดีข้อเสียของการนำบทเรียนแบบโปรแกรมมาใช้ สรุปได้ดังนี้

ข้อดี

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนตามความสามารถด้วยตนเอง มีลักษณะคล้ายกับเรียนกับครูตัวต่อตัว
2. ช่วยแบ่งเบาภาระในการสอนของครู ทำให้ครูมีเวลาว่างสำหรับเตรียมบทเรียนอื่นให้ดีขึ้น หรือดูแลนักเรียนได้ทั่วถึงขึ้น
3. นักเรียนเรียนด้วยความสบายใจ เพราะเมื่อตอบคำถามผิดก็ไม่ต้องอายใคร และยังสามารถทำความเข้าใจให้ถูกได้ใหม่ในทันทีอีกด้วย
4. นักเรียนอาจจะเรียนได้ช้าหรือเร็วตามความสามารถของตน นักเรียนที่เรียนได้เร็วมีโอกาสใช้เวลาทำงานอย่างอื่นได้มากขึ้นไม่ต้องรอนักเรียนที่เรียนช้า นับว่าเป็นการสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี
5. วิธีการศึกษาในปัจจุบันมุ่งฝึกการทำงานเป็นกลุ่มจนสนใจเนื้อหาวิชาน้อยไป บทเรียนแบบโปรแกรมจะช่วยเสริมให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้น
6. ช่วยแก้ปัญหาขาดแคลนครู เพราะถ้าใช้บทเรียนนี้ครูอาจควบคุมนักเรียนได้คราวละหลายสิบคน

¹⁷ Lawrence M. Stolurow, Op.cit., p. 1020.

7. ช่วยแก้ไขสิ่งบกพร่องของการสอนแบบเก่าที่ครูแต่ละคนมีวิธีสอนต่างกัน ประสิทธิภาพของการสอนแต่ละชั่วโมงก็ต่างกันด้วย บทเรียนแบบโปรแกรมจะช่วยขจัดปัญหา ดังกล่าวได้ เพราะเป็นการสอนวิธีเดียวกันจะนำมาเรียนเมื่อไรก็มีประสิทธิภาพคงเดิมเสมอ

8. เป็นการท่นเวลาในการสอนบทเรียนหนึ่ง ๆ เพราะผลจากการวิจัยหลายฉบับพบว่า บทเรียนแบบโปรแกรมสามารถสอนเนื้อหาได้มากเท่าวิธีสอนอย่างอื่นโดยใช้เวลาน้อยกว่า ครูสามารถใช้เวลาที่เหลือสอนเนื้อหาวิชาเพิ่มเติมให้นักเรียนได้มากขึ้น

9. นักเรียนใช้เวลาเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมไม่เท่ากัน ทำให้ครูสามารถมองเห็นความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนได้มากขึ้น

10. ใช้เพื่อสร้างเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีโอกาสขยายขอบเขตของการศึกษาในแต่ละวิชาให้กว้างขวางกว่าที่เรียนกับครูในห้องเรียนแล้ว

11. ใช้เพื่อการทบทวนสองแบบ คือ ทบทวนสิ่งซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้ไปแล้วให้เข้าใจและจดจำได้มากขึ้น หรือใช้สรุปผลการสอนที่ครูสอนมากด้วยวิธีต่าง ๆ ในห้องเรียน

12. ใช้ช่วยสอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีการสอนที่ครูใช้อยู่ทั่วไป บทเรียนแบบโปรแกรมจะช่วยนักเรียนเหล่านี้ได้มาก เพราะบทเรียนแบบโปรแกรมได้ทำเป็นขั้นย่อย ๆ และมีการเสริมแรงอยู่เสมอ

ข้อเสีย

1. นักเรียนบางคนอาจจะเบื่อ เพราะต้องทำซ้ำ ๆ อยู่ตลอดเวลา

2. ใช้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้ดี เพราะนักเรียนต้องทำตามหัวข้อที่ได้เรียบเรียงไว้แล้วเท่านั้น

3. ไม่ช่วยส่งเสริมทักษะการเขียนหนังสือ เพราะนักเรียนเพียงแค่เลือกคำตอบหรือเขียนเฉพาะคำตอบบางคำตอบเท่านั้น

4. นักเรียนขาดการติดต่อสังคมและทำงานร่วมกัน เพราะต่างคนต่างเรียน

5. บางวิชาอาจสร้างเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมไม่ได้ เช่น วิชาเรียงความที่นักเรียนต้องเขียนเองและครูเป็นผู้แนะนำชี้แจง

6. มีผู้กล่าวว่าบทเรียนแบบโปรแกรมนั้น นักเรียนเรียนได้เร็วก็จริงแต่ก็สับสนง่าย
 อย่างไรก็ตาม ข้อเสียเหล่านี้อาจแก้ไขได้ ถ้าผู้สร้างและผู้ใช้บทเรียนมีความ
 เข้าใจในธรรมชาติและหลักการของบทเรียนแบบโปรแกรมคือพอ กล่าวคือผู้สร้างบทเรียน
 จะต้องเลือกสร้างเฉพาะเนื้อหาวิชาที่เหมาะสมสำหรับสร้างเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมและ
 ควรทดลองวิจัยจนแน่ใจแล้วว่าเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพดีพอจริง ๆ ก่อนนำไปใช้ในโรงเรียน
 ส่วนผู้ที่จะนำไปใช้นั้นก็ควรศึกษาเกี่ยวกับนักเรียน คำแนะนำ และวิธีใช้บทเรียนให้เข้าใจ
 เสียก่อนว่าเหมาะสมหรือไม่ ทั้งยังควรเข้าใจควยว่าบทเรียนแบบโปรแกรมนี้เป็นเพียง
 เครื่องช่วยสอน มิใช่ใช้แทนครูได้โดยสิ้นเชิง

หลักและทฤษฎีของบทเรียนแบบโปรแกรม

การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมนั้น ไม่ว่าจะเป็โปรแกรมแบบใดล้วนมีพื้นฐาน
 ทางจิตวิทยาจากกฎการ เรียนรู้ของทอร์นไคค และทฤษฎีของสกินเนอร์ทั้งสิ้น

กฎการ เรียนรู้ (Law of Learning) ของทอร์นไคค มี 3 ข้อ คือ¹⁸

1. กฎแห่งผล (Law of Effect) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า
 (Stimulus) กับการตอบสนอง (Response) ว่า ถ้าเราสามารถสร้างสภาพที่นำ
 พึงพอใจแก่ผู้เรียนได้ และถ้าผู้เรียนมีความแน่ใจว่าการ สมองตอบหรือพฤติกรรมที่ตนแสดง
 ออกมานั้นถูกต้อง การตอบสนองเพื่อการ เรียนรู้ก็จะเกิดขึ้น สภาพการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้น
 ได้ ถ้าโคแรงจูงใจหรือรางวัล เช่น สกินเนอร์ไคคเห็นว่า การใช้บทเรียนแบบโปรแกรม
 ชนิดให้เติมคำตอบ (Constructed Response) นั้น ต้องให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบถูก
 ใหม่มากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนพอใจที่จะเรียนต่อไปก็เป็นไปตามกฎแห่งผลนี้

2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercises) คือการกระทำซ้ำ ๆ ใน
 เรื่องเดียวกันจนเกิดความชำนาญ บทเรียนแบบโปรแกรมจึงใช้วิธีให้ผู้เรียนตอบคำถามซ้ำ ๆ

¹⁸ เกโซ สวานานนท์, จิตวิทยาทั่วไป (พระนคร : โอเคียนส์ไตร์, 2510).

กัน หรือคำถามทำนองเดียวกันเพื่อเสริมให้การ เรียนรู้นั้นคงขึ้น

3. กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) อธิบายว่า เมื่อร่างกายพร้อมที่จะกระทำหรือแสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมา ถ้ามีโอกาสได้กระทำอย่างพอใจและทำได้ดี ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมจะต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ด้วย

ส่วนทฤษฎีของสกินเนอร์นั้น มีพื้นฐานมาจากกฎการ เรียนรู้ของทอร์นไคค์ แต่คิดแปลงเพิ่มเติมให้เหมาะสมกับบทเรียนแบบโปรแกรมตามความคิดของเขาอีกหลายประการ ดังนี้¹⁹

1. เงื่อนไขการตอบสนอง (Operant Conditioning) พฤติกรรมส่วนใหญ่ของมนุษย์ประกอบด้วย การตอบสนองที่แสดงออกมา (Emitted Responses) พฤติกรรมนี้จะเกิดขึ้นก็ครั้งและบ่อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับอัตราการตอบสนองหรืออัตราการแสดงออกของพฤติกรรม (Operant Rate)

2. การเสริมแรง (Reinforcement) เป็นสิ่งที่ไปเร้าให้อัตราการตอบสนองเปลี่ยนไปในทางที่ต้องการ ตัวเสริมแรงอาจจะเป็น คำชมเชย รางวัล ตลอดจนการได้รับรู้ผลแห่งการกระทำของตนว่าถูกต้องหรือไม่ในบทเรียนแบบโปรแกรม

3. การเสริมแรงทันทีทันใด (Immediacy of Reinforcement) สิ่งเร้าที่เป็นตัวเสริมแรงจะต้องเกิดขึ้นทันทีหลังจากมีการตอบสนอง หรือเมื่อใดก็ตามที่คนเรียนอาจมีการตอบสนองอย่างอื่นซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ

4. สิ่งเร้าที่จำแนก (Discriminated Stimuli) บางครั้งถ้าต้องการให้เรียนตอบสนองหรือให้คำตอบอย่างหนึ่งในเวลาหนึ่ง แต่ไม่ต้องการการตอบสนอง

¹⁹ จิตรา โสภาสทิพากร, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "เมทริกซ์" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง," (วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518), (อักซ่าเนา), หน้า 14 - 5.

เช่นนั้นอีกเวลาหนึ่ง เพราะฉะนั้นจึงควรจัดสิ่งเร้าสำหรับการตอบสนองที่ต่องานนั้น โดยเฉพาะ ซึ่งเรียกว่าสิ่งเร้าเพ้นจำแนก

5. การยุติการตอบสนอง (Extinction) ถ้าการตอบสนองใดมีการเสริมแรงแล้วมีการตอบสนองในอัตราสูง ก็อาจลดอัตราการตอบสนองลงได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการเสริมแรงอีก

6. การคัดรูปพฤติกรรม (Shaping) พฤติกรรมบางอย่างซับซ้อนมาก มีขั้นตอนต่าง ๆ ต่อเนื่องกัน เช่น การที่นักเรียนจะเขียนคำคำหนึ่งได้ ต้องเรียนรู้ตั้งแต่ สระ พยัญชนะ วรรณยุกต์ ตลอดจนการสะกดคำ การคัดรูปพฤติกรรมก็คือ ต้องรู้ว่าขั้นสุดท้ายนั้นเป็นอย่างไร แล้วจึงเสริมแรงแต่ละขั้นไปเรื่อย ๆ จนถึงขั้นสุดท้ายให้เป็นไปในทางที่ต่องาน

เนื่องจากบทเรียนแบบโปรแกรมมีพื้นฐานมาจากกฎและทฤษฎีดังกล่าว การสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมจึงมีลักษณะแตกต่างจากการสอนแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ 5 ประการคือ²⁰

1. แบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียกว่ากรอบ (Frame) เนื้อหาวิชาหรือบทเรียน ตลอดจนความรู้ต่าง ๆ ที่จะใช้สอนนั้น เมื่อจะนำมาทำโปรแกรมการสอนแล้ว จะต้องแตกบทเรียนนั้นออกเป็นกรอบที่เล็กที่สุดจำนวนมาก และในแต่ละหน่วยกรอบจะถูกสร้างใหม่ให้ความหมายด้วย

2. ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในแต่ละหน่วยย่อยเมื่อรวมกันเป็นโปรแกรมจะต้องมีความต่อเนื่องกัน คำว่าเรียนแบบเดิมผู้อ่านคงคุ้นเคยอยู่แล้ว ซึ่งต่างกับโปรแกรมในแง่ที่ว่าโปรแกรมนี้ผู้เรียนจะต้องตอบคำถาม เขียนคำตอบอยู่ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนต้อง

²⁰ สุรินทร์ บัณฑิต, บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องการสร้างและการเขียนโปรแกรมการสอน, (แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517). หน้า 4 - 5.

เอาใจใส่ไม่ ป้อน่ายในการเรียน

3. วัสดุทันที ตามหลักจิตวิทยาข้อที่ว่า เมื่อเราทำสิ่งใดลงไปเรามักต้องการ คำตอบทันทีว่าถูกหรือผิด ยิ่งได้คำตอบเร็วเท่าไรยิ่งพอใจมากเท่านั้น ตลอดเวลาที่ใช้ บทเรียนแบบโปรแกรม ผู้เรียนสามารถตรวจคำตอบวัสดุได้ทันทีว่าถูกหรือผิด ก่อนที่จะศึกษา ขั้นต่อไป

4. ใช้วิจารณ์ญาณและการกระทำของตนเอง บทเรียนแบบโปรแกรมมีให้อิสระ แก่ผู้เรียน ที่จะเรียนที่ไหน เมื่อไร อย่างไร ด้วยวิธีการแบบใดที่ตนชอบก็ได้ บทเรียน จะมีวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนใช้ความสามารถของตนตอบคำถามด้วยตนเอง เราเชื่อมั่นว่า การที่เราจะทำสิ่งใดให้สำเร็จ อาจมีวิธีการทำได้หลายอย่างแม้แต่ในเรื่องเดียวกัน บทเรียนแบบโปรแกรมจะเปิดโอกาสให้แต่ละคนถึงจุดหมายที่ต้องการ ได้ด้วยวิธีการของ ตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนพึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง

5. ผิดน้อยที่สุด บทเรียนแบบโปรแกรมที่ดีและน่าออกใช้ จะคงให้ผู้เรียนทำ ผิดน้อยที่สุดในส่วนที่

5.1 ในระหว่างการเรียนและใช้บทเรียนก็สามารถที่จะตอบปัญหาต่าง ๆ ได้

5.2 เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วก็สามารถตอบคำถามใดทั้งหมด หรือเกือบหมด

ลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมีลักษณะสำคัญ 4 ประการ²¹

1. กำหนดจุดความสนใจของผู้เรียนให้อยู่ในเนื้อหาจำเพาะตอนใดตอนหนึ่ง ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งเรียกว่ากรอบ (Frame) หรือ ชั้น (Step)

2. ต้องการให้ผู้เรียนตอบหรือมีปฏิกิริยาตอบสนองในแต่ละตอนนั้น เป็นพฤติกรรม ที่สังเกตเห็นได้

²¹ Lawrence M. Stolurow, Op.cit., p. 1017.

3. บทเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนรูผล (feedback) หลังคำตอบทุกครั้ง
ลักษณะ 3 ประการนี้ ทำให้เกิดวงจรของการเรียนรู้ ซึ่งบทเรียนจะไขว่คว้ากันไป

โดยตลอด

4. บทเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ตอบสนองตามระดับความสามารถและ
ความเร็วของตน ตามหลักการสอนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล

พราย²² ได้สรุปไว้ว่าแม้จะมีผู้อธิบายหลักการและลักษณะของบทเรียนแบบ
โปรแกรมต่างกันไปบ้าง แต่จะมีลักษณะสำคัญสอดคล้องกันดังนี้

1. เนื้อหาวิชาถูกแบ่งออกเป็นหน่วย (Unit) เล็ก ๆ เรียกว่า กรอบ
กรอบเหล่านี้อาจจะเป็นประโยคหรือย่อหน้าสั้น ๆ ก็ได้
2. ส่วนหนึ่งของกรอบต้องการการตอบสนองจากผู้เรียน โดยผู้เรียนจะต้อง
ตอบคำถามหรือเติมคำลงในช่องว่าง
3. ผู้เรียนจะทราบได้ทันทีว่า คำตอบของตนถูกหรือผิด บทเรียนแบบโปรแกรม
จะพยายามให้ผู้เรียนตอบถูกมากที่สุด เพราะการตอบถูกจะเป็นรางวัลให้เขาอยากเรียนขั้น
ต่อไป
4. เนื้อหาที่แบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ นั้น จะต้องเรียงลำดับต่อเนื่องกันไปเป็น
อย่างดี เพื่อนำทางผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการ
5. บทเรียนแบบโปรแกรมจะต้องมีจุดมุ่งหมายเฉพาะที่แน่นอน และมีวิธีประเมิน
ผลที่มีประสิทธิภาพ
6. การปรับปรุงบทเรียนจะต้องถือการตอบสนองของผู้เรียนและผลการทดลอง
เป็นหลัก ไม่ใช่ยึดผู้เชี่ยวชาญหรือครูเป็นหลัก
7. ผู้เรียนมีอิสระที่จะเรียนเร็วหรือช้าตามความสามารถของตน ไม่จำเป็นต้อง
เรียนจบพร้อม ๆ กันเหมือนการสอนแบบเดิม

แม้ว่าบทเรียนแบบโปรแกรมทั้งหลายจะวิวัฒนาการมาจากกฎและทฤษฎีพื้นฐานเดียวกัน แต่ความพยายามที่จะปรับปรุงบทเรียนแบบโปรแกรมให้เป็นสิ่งที่มีประสิทธิภาพในการสอนมากที่สุด ก็ทำให้เทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมแตกต่างกันไปเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program)
 2. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program)
- บทเรียนแบบโปรแกรม 2 ประเภทนี้ มีลักษณะต่างกันไปถึงนี้

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง

บทเรียนแบบนี้มีวิธีการจัดเรียงลำดับขั้นและหน่วยย่อยของบทเรียนตั้งแต่ก้าวไปหาหาก ผู้เรียนจะต้องเริ่มจากหน่วยแรกและก้าวหน้าไปตามลำดับจนถึงหน่วยสุดท้ายของบทเรียนจะข้ามหน่วยหนึ่งหน่วยใดไม่ได้ สิ่งที่เรียนจากหน่วยย่อยแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานสำหรับหน่วยถัด ๆ ไป การแบ่งบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ก็เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดในการเรียน โปรแกรมแบบนี้ส่วนมากไม่ใช้วิธีให้เลือกตอบ มักจะใช้วิธีให้ตอบถูกผิดหรือให้เติมคำในช่องว่าง ผู้เรียนจะตรวจคำตอบได้เฉพาะหน่วยย่อยที่ตอบไป²³

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงนี้ มีชื่อเรียกต่างกันไปอีกหลายชื่อ เช่น

Constructed Response Program, Extrinsic Program, Skinnerian Program.

ผู้ที่เป็นคนคิดคือ สกินเนอร์และฮอลแลนด์ (James Holland) บทเรียนของเขาจะมีลักษณะเด่นดังนี้²⁴

1. ใช้หน่วยเล็ก ๆ เฉลี่ยประมาณ 2 บรรทัด

²³ วิจิตร ศรีสอน. "เทคนิควิทยาทางการศึกษา." ศษยศึกษา, 9 - 10

(กันยายน - ตุลาคม 2513), หน้า 28

²⁴ Edward B. Fry, Op.cit., p. 4.

2. มีคำถามให้นักเรียนตอบสั้น ๆ
3. ไข้ง่าย ๆ
4. ไข้ง่าย ๆ

สกินเนอร์ และฮอลแลนด์ บัณฑิตศึกษายามลดจำนวนเปอร์เซ็นต์การตอบผิดของนักเรียนให้ลดลง โดยถือว่าการที่นักเรียนตอบผิดน้อยแสดงว่าเขาได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และคำตอบที่ถูกต้องจะเป็นรางวัลและแรงกระตุ้นให้มีความพยายามเรียนต่อไป เปอร์เซ็นต์ของคำตอบผิดจึงไม่ควรเกินร้อยละ 10

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงประกอบด้วยกรอบ 4 ลักษณะ คือ²⁵

1. กรอบตั้งต้น (Set Frame) เป็นกรอบที่มีลักษณะสมบูรณ์ในตัว นักเรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้สำหรับไข้ตอบมาก่อนหน้าที่จะถึงกรอบนี้ก็ได้ แต่สามารถจะหาคำตอบที่ถูกต้องได้โดยดลใจมาจากข้อความที่อยู่ในกรอบเดียวกันนั่นเอง

2. กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกหัดเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนหรือพบบนกรอบตั้งต้น กรอบฝึกหัดไม่จำเป็นต้องตามกรอบตั้งต้นมาในทันทีทันใด อาจจะอยู่ห่างกันถึง 10 กรอบก็ได้ แต่จะไม่มีกรอบฝึกหัดไม่ได้ และถ้ามีกรอบฝึกหัดหลาย ๆ กรอบได้ก็ยิ่งดี

3. กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบที่มีการชี้ของของคำตอบไว้บ้างหรือไม่มีเลย ผู้เรียนจะต้องรวบรวมความรู้ที่เรียนมาจากกรอบต้น ๆ และเขียนตอบเอาเอง นักเรียนใครรับสิ่งเราน้อยแต่ต้องสนองตอบมาก ตรงกันข้ามกับกรอบตั้งต้นซึ่งมีสิ่งเรามากต้องการการตอบสนองแต่เพียงเล็กน้อย

4. กรอบรองกรอบส่งท้าย (Sub - Terminal Frame) คือกรอบที่จะให้ความรู้ที่จำเป็นแก่นักเรียน เพื่อจะไข้ตอบสนองในกรอบส่งท้ายได้ถูกต้อง กรอบรองกรอบส่งท้ายกรอบแรกจะมีข้อความอยู่ส่วนหนึ่งที่จะนำไปใช้ในกรอบส่งท้าย กรอบรองกรอบ

²⁵เปรื่อง กุญฑ, เรื่องเสริม, หน้า 51 - 4.

ส่งท้ายที่ถูกต้อง ๆ ไป ก็จะสะสมข้อความรู้นั้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งนักเรียนสามารถตอบสนอง
กรอบส่งท้ายใดถูกต้อง บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงนี้จะสร้างกรอบส่งท้ายก่อนแล้ว
จึงมาสร้างกรอบรองกรอบส่งท้ายทีหลัง

การจัดกรอบเหล่านี้จะต้องเป็นไปตามลำดับ กรอบแรก ๆ จะเป็นกรอบที่ให้
สิ่งเรามาก นักเรียนตอบสนองเพียงเล็กน้อย แล้วค่อย ๆ ลดสิ่งเร้าลงในขณะที่เพิ่ม
การตอบสนองมากขึ้นในกรอบต่อ ๆ ไป จนถึงกรอบส่งท้าย

ส่วนการที่จะทำให้ นักเรียนสามารถตอบสนองได้ตามความต้องการนั้น จะต้องใช้
วิธีชี้ทาง และการปูพื้น²⁶

การชี้ทาง (Cuing) เป็นสิ่งที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถตอบสนองได้ตามที่
เราต้องการ วิธีที่ใช้กันมากคือ ชีคเส้นใต้คำที่จะเป็นคำตอบ พิมพ์ตัวหนา ใส่ตัวอักษร
บางตัวไว้เป็นแนวทาง และการขีดเส้นว่างตามจำนวนตัวอักษรที่เป็นคำตอบ เป็นต้น
การชี้ทางนี้จะใช้ในกรอบตั้งต้น แต่ถ้าเป็นไปได้ไม่ควรใช้การชี้ทางใด ๆ เลย

การปูพื้น (Prompting) เป็นการแนะนำแนวทางหรือช่วยเหลือคำตอบของ
นักเรียน อาจออกมาในรูปของการใช้ภาพหรือการยกตัวอย่างก็ได้ โดยทั่วไปมักใช้การพูด
กลับไปกลับมา หรือพูดเรื่องเดียวกันด้วยคำพูดอีกแบบหนึ่ง

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา

เป็นบทเรียนที่มีคำถามให้นักเรียนเลือกตอบ ถ้านักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง เขา
จะได้เรียนเรื่องใหม่ต่อไปและตอบคำถามข้อใหม่ต่อไป แต่ถ้าเลือกคำตอบที่ผิดก็จะต้องกลับไป
ไปอ่านบททวนข้อความรู้เดิมใหม่หรืออ่านคำอธิบายเพิ่มเติมในกรอบที่จัดเตรียมขึ้นเพื่อแก้
ความเข้าใจให้ถูกต้องเสียก่อน จึงจะเรียนเรื่องใหม่ต่อไปตามลำดับได้²⁷

²⁶ เรื่องเดียวกัน. หน้า 57 - 59.

²⁷

Edward B. Fry, Op.cit., p. 5.

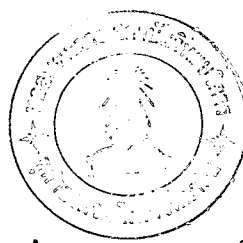
บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาต่างจากบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงที่เห็นได้ชัดในเรื่องต่อไปนี้

1. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงต้องการคำตอบเพียงคำตอบเดียว แต่บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขามีคำตอบให้นักเรียนเลือกตอบหลายข้อ
 2. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงนั้นนักเรียนจะต้องใช้ความสามารถในการรวบรวมรายละเอียดก่อนตอบคำถาม ส่วนชนิดสาขานักเรียนต้องใช้ความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดก่อนตอบคำถาม
 3. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงจัดเนื้อหาให้เรียนเป็นลำดับไปโดยตรง ส่วนชนิดสาขาจัดเนื้อหาไว้หลายสาขาตามแนวคำตอบที่นักเรียนเลือกตอบ มีลักษณะเป็น Intrinsic Program.
 4. เนื้อหาวิชาในบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาจะแบ่งออกเป็นชั้นย่อย ๆ เช่นเดียวกับชนิดเส้นตรงแต่ค่อนข้างยาวกว่า
 5. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงเน้นการป้องกันไม่ให้ตอบผิด แต่ชนิดสาขาเน้นการอธิบายและแก้ไขคำตอบที่ผิดให้เข้าใจถูกต้องก่อนที่จะเรียนต่อไป
- ผู้ที่เป็นคนคิดและมีชื่อเสียงในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาคือ คราวเคอร์ (Norman A. Crowder) บทเรียนแบบนี้มีผู้เรียกชื่อต่าง ๆ กันไปอีกหลายชื่อคือ Multiple Choice Program, Crowderian Program, Intrinsic Program, Scramble Book.

พราย²⁸ ได้สรุปลักษณะสำคัญของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาไว้ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาที่ให้เรียนแบ่งเป็นชั้นย่อย ๆ แต่ค่อนข้างยาวกว่าชนิดเส้นตรง

²⁸Ibid., p.62 - 4.



2. เนื้อหาวิชาแต่ละชั้นจะมีคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจ
3. มีคำตอบหลายคำตอบให้เลือก แต่ละคำตอบจะนำผู้เรียนไปในทิศทางต่างกัน
4. ถ้านักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องก็จะเรียนกรอบต่อไปตามลำดับ แต่ถ้าเลือกคำตอบที่ผิดจะต้องเรียนกรอบย่อยอื่น ๆ ที่จัดไว้ทางหากก่อน แล้วจึงกลับมาทำความเข้าใจกรอบเดิมอีกครั้งหนึ่ง

5. บทเรียนชนิดนี้เน้นการอธิบายการตอบสนองผิดมากกว่าการป้องกันการตอบผิด ผู้ที่ทำผิดจะได้รับการชี้แจงสาเหตุที่ตอบผิดและอธิบายให้เข้าใจเสียใหม่ให้ถูกต้องหลักและขั้นตอนในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

การที่จะลงมือสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นจะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้²⁹

1. ผู้เรียนเมื่ออายุ พื้นฐานประสบการณ์ ทักษะ ความสามารถในการเรียน และความต้องการอยู่ในระดับใด

2. ผลที่ต้องการ ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้อะไร ต้องตั้งวัตถุประสงค์ไว้ก่อนสอน

3. เนื้อหาวิชา ควรกำหนดหัวข้อเรื่องใหญ่เสียก่อน แล้วแบ่งเนื้อหาออกเป็นเรื่องย่อย ๆ ตามลำดับก่อนหลัง นำเนื้อหาย่อย ๆ เหล่านั้นมาเขียนกรอบโดยคำนึงถึงเวลาที่จะใช้ในการเรียนด้วยเสมอ

4. พิจารณาวีธีสอน ว่าเนื้อหาส่วนนี้มีวีธีสอนแบบอื่นเหมาะสมกว่าหรือไม่ ถ้ามี ก็ควรใช้วีธีสอนแบบนั้นมากกว่า ทั้งนี้เพราะบทเรียนแบบโปรแกรมก็เป็นวีธีสอนอย่างหนึ่งเช่นกัน

5. ความสิ้นเปลือง ควรพิจารณาว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่จะสร้างขึ้นนั้นจะสิ้นเปลืองมากน้อยเพียงใด คุ้มค่าคุ้มเวลาที่เสียไปหรือไม่ เช่น ระหว่างบทเรียนแบบ

²⁹ Ibid., p. 38 - 41.

โปรแกรมชนิดเป็นเล่มกับชนิดที่เข้ากับเครื่องสอน อาจจะถูกสร้างชนิดเป็นเล่มเพราะ
สิ้นเปลืองน้อยกว่าเป็นต้น

6. แบบของบทเรียนแบบโปรแกรม พิจารณาว่าควรใช้แบบหรือวิธีใดจึงจะ
เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์ และผู้เรียน

เมื่อจะสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม ควรดำเนินการเป็นขั้น ๆ ไปดังนี้

1. ตัดสินใจว่าจะทำหรือไม่ โดยพิจารณาองค์ประกอบต่อไปนี้³⁰

1.1 เนื้อหาวิชาคงตัวหรือไม่ กล่าวคือ เนื้อหาวิชาที่ควรสร้างเป็น
บทเรียนแบบโปรแกรมนั้นควรเป็นเนื้อหาส่วนที่สำคัญละจำเป็นที่นักเรียนจะต้องรู้ และเป็น
เนื้อหาที่สมบูรณ์ไม่เปลี่ยนแปลงอีกแล้ว หรือเปลี่ยนแปลงได้ยาก

1.2 บทเรียนที่จะสร้างขึ้น มีผู้สร้างไว้แล้วหรือไม่ ถ้ามีผู้สร้างไว้แล้วและ
เป็นบทเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์ทดสอบว่ามีคุณภาพดีแล้วก็ไม่ควรนำมาสร้างซ้ำอีก

1.3 จะสร้างให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนดหรือไม่

1.4 บทเรียนที่สร้างขึ้นจะช่วยแก้ปัญหาใดตามต้องการหรือไม่

1.5 บทเรียนที่สร้างขึ้นจะช่วยลดภาระของครูได้หรือไม่

1.6 จะสามารถทำให้บทเรียนนั้นมีมาตรฐานทางเนื้อหาวิชาและมาตรฐาน
ทางวิธีการสร้างได้หรือไม่

1.7 บทเรียนที่สร้างขึ้นจะทำให้ผลการ เรียนดีกว่าการสอนตามปกติหรือไม่

1.8 จำนวนนักเรียนที่จะใช้บทเรียนที่สร้างขึ้นมีมากคู่กับการลงทุนหรือไม่

1.9 บทเรียนที่สร้างขึ้นจะช่วยลดเวลาเรียนลงได้หรือไม่

1.10 บทเรียนที่สร้างขึ้นสามารถวัดผลตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมได้หรือไม่

ไม่

³⁰ ประลอง กุญท์. เรื่องเสริม, หน้า 12 - 15.

2. ศึกษาผู้เรียน เมื่อตัดสินใจว่าเนื้อหาวิชานั้นสมควรจะสร้างเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมขึ้นแล้ว ก็ควรพิจารณาว่าผู้ที่จะเรียนบทเรียนนี้ มีอายุ ประสบการณ์ พื้นความรู้ และสภาพแวดล้อมเป็นอย่างไร เพื่อจะได้สร้างบทเรียนให้เหมาะสม

3. ศึกษาหลักสูตร เพื่อวางขอบข่ายของเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียน การศึกษาหลักสูตร ได้แก่ การศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการสอน คือ หลักสูตร ประมวลการสอน คู่มือครู และตำราต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงการสังเกต กระบวนการสอน การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชา เพื่อจะได้ทราบว่าควรจะสอนเนื้อหาวิชาหลักซึ่งเพียงใด และการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร การสังเกต การสอน การสัมภาษณ์ มาแยกแยะว่าส่วนใดควรตัดทิ้งและส่วนใดควรนำไปบรรจุในบทเรียน

4. ตั้งจุดมุ่งหมาย ก่อนจะเขียนบทเรียนจะต้องตั้งจุดมุ่งหมายที่สามารถวัดหรือประเมินผลได้เสียก่อนว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง โดยเขียนออกมาในรูปจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)

5. เลือกวิธีสร้างบทเรียน ขั้นนี้เป็นการพิจารณาว่าเนื้อหาวิชาตามหัวข้อ และขอบข่ายที่ศึกษาไว้แล้วนั้น ถ้าจะสร้างบทเรียนให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามที่ต้องการ ควรจะใช้เทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดใดจึงจะเหมาะสมที่สุด กล่าวคือควรจะเป็นบทเรียนที่ใช้กับเครื่องสอนหรือเป็นหนังสือ และควรจะเป็นบทเรียนชนิดเส้นตรงหรือชนิดสาขา ทั้งนี้จะต้องพิจารณาการลงทุน ตลอดจนความพร้อมของเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์และอื่น ๆ ประกอบด้วยอย่างรอบคอบ

6. ลงมือเขียน ตามเทคนิควิธีของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดนั้น ๆ

7. แก้ไขปรับปรุงบทเรียนที่สร้างขึ้น เมื่อเขียนบทเรียนเสร็จแล้วควรทิ้งไว้สักระยะหนึ่งแล้วนำบทเรียนเพื่อแก้ไขให้ดีขึ้นในขั้นต่อไปนี้

7.1 ความเรียง (Composition) ตรวจสอบและแก้ไขสำนวนภาษา การสะกดการันต์ และสมรรถภาพในการสื่อความหมาย

7.2 ความถูกต้องตามหลักวิชา (Technique Accuracy) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาเป็นผู้ตรวจทานให้

7.3 เทคนิคการเขียน (Programming Technique) เช่น ขนาดของ
 กรอบ การเรียงลำดับกรอบ ความสัมพันธ์ระหว่างกรอบต่าง ๆ มีการชี้ทาง การปูพื้น
 เหมาะสมหรือไม่ เป็นต้น

8. ทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามวิธีการของบทเรียนแบบ
 โปรแกรม การทดสอบหาประสิทธิภาพนี้ทำเพื่อยืนยันหรือพิสูจน์ว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นนี้จะ
 สามารถทำให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ขึ้นตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด ก่อนที่จะนำไปใช้
 จริงและเผยแพร่ต่อไป

การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นมีวิธีการดังนี้³¹

8.1 การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One - to - One Testing)
 การทดสอบขั้นนี้จะเลือกนักเรียนที่เรียนอ่อนมาคนหนึ่ง ให้เรียนบทเรียนนั้น การเลือก
 นักเรียนอ่อนก็เพราะเด็กจะคิดหรือนึกบ่อย ๆ เมื่อนำบทเรียนมาแก้ไขแล้วนักเรียน
 ส่วนใหญ่จะได้เรียนได้ก็ ขณะทดลองจะซักถามและจับบันทึกตลอดเวลาว่าเขาคิดอย่างไร
 เพราะอะไรจึงคอมเมนต์ นำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการแก้ไขบทเรียน

8.2 การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) ขั้นนี้ควร
 เลือกนักเรียนระดับปานกลางประมาณ 5 - 10 คนมาเรียนบทเรียน การเลือกนักเรียน
 ระดับปานกลางก็เพราะจะได้เป็นตัวแทนของนักเรียนส่วนใหญ่ในตนเอง ให้นักเรียนทำแบบ
 ทดสอบก่อนเรียนบทเรียน (Pre - Test) เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้ของนักเรียน เมื่อ
 นักเรียนเรียนบทเรียนครบเวลาไว้แล้วหาค่าเฉลี่ยว่าใช้เวลาเรียนเท่าไร เมื่อเรียนจบ
 แล้วให้ทำแบบทดสอบ (Post - Test) อีกครั้งหนึ่ง เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนเรียน
 รู้เพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด จากนั้นควรอภิปรายกับนักเรียนไปที่ละตอน เพื่อหาจุดบกพร่องที่
 ทำให้นักเรียนคิดซัดหรือเข้าใจผิด นำข้อมูลไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียน

³¹ เรื่องเดียวกัน, หน้า 116 - 22.

8.3 การทดสอบภาคสนาม เป็นการนำบทเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนจริง ๆ เป็นเสมือนส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนตามปกติ บทเรียนจะมีคำอธิบายวิธีเรียนไว้อย่างชัดเจน กำหนดวิธีการทดสอบเช่น เกี่ยวกับการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก แล้วนำผลการเรียนในบทเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติว่าถึงเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้ากรอบใจยังไม่ได้มาตรฐานก็คงแก้ไขอีก

ความหมายของบทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรม

สไลด์เป็นวัสดุที่นิยมปรกติที่ใช้กันมานานและใช้กันอย่างกว้างขวาง เพื่อประกอบการบรรยาย และเพื่อศิลปะการถ่ายภาพ สไลด์ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในทางการศึกษาก่อนที่จะมีภาพยนตร์ เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1920 โรงเรียน The Navy Slide Fil แห่งสหรัฐอเมริกาได้ผลิตสไลด์ขึ้น 20 เรื่อง เพื่อใช้ประกอบการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกเจ้าหน้าที่ประจำเครื่องบินและเครื่องจักรกล หลังจากนั้นสไลด์ก็ได้รับการปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้นและนำมาใช้ในทางการศึกษาอย่างกว้างขวางจนในปัจจุบันนี้³²

ลักษณะของสไลด์ เป็นภาพโปร่งใส ทำจากวัสดุโปร่งใส เช่น แผ่นอะซิเตท กระดาษหรือเบสเซลลูโลส อาจจะเป็นสีหรือขาวดำก็ได้ สไลด์ที่เป็นสีมักจะตัดออกเป็นแผ่น ๆ แล้วเข้าฉนักกรอบกระดาษหรือกรอบโลหะเพื่อความแข็งแรงและสะดวกสบายในการฉาย สไลด์ อาจจะได้มาจากการะบวนการถ่ายรูป เขียนด้วยมือ หรือลอกจากภาพโปร่งใสก็ได้³³

สไลด์เป็นอุปกรณ์การสอนที่ยอมรับกันแล้วว่ามีประสิทธิภาพสูงต่อการสอนคนจำนวนมาก ๆ และจะให้ผลในด้านความช่วยเหลือสร้างความประทับใจที่ลึกซึ้งแก่ผู้เรียน นับเป็นอุปกรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³² สมคิด เมตไตรพันธ์, "การสอนวิชาการถ่ายรูปโดยใช้สไลด์เทปเสียง,"

(วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516), หน้า 13.

³³ วิรุณ สีลาพฤทธิ, โสตทัศนอุปกรณ์, (พระนคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2513), หน้า 53.

ที่ครูใช้ประกอบการสอนมากประเภทหนึ่ง เพราะสามารถผลิตได้เองหรือหาซื้อได้ตามร้านค้าทั่วไป ปัจจุบันวงการศึกษาค้นคว้าสไลด์มาใช้เป็นอุปกรณ์การสอนนักเรียนเป็นรายบุคคลแล้ว³⁴

ส่วนเทปบันทึกเสียงนั้นเป็นอุปกรณ์ที่รู้จักกันดีโดยทั่วไปในปัจจุบัน และมีผู้นำไปใช้ประกอบการสอนในโรงเรียนมากที่สุดประเภทหนึ่ง ทั้งนี้เพราะเทปบันทึกเสียงสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบายไม่ว่าจะเป็นแบบม้วน (Reel) หรือแบบคasset (Cassette) ทั้งยังสามารถใช้ได้อีกครั้งโดยไม่เสื่อมคุณภาพอีกด้วย

ประโยชน์ของเทปบันทึกเสียงนั้นมีมากมาย เช่น บันทึกเสียงเพื่อการฝึกฝน ฝึกหัด ทบทวน ฯลฯ โรงเรียนทั่วไปนิยมใช้เทปบันทึกเสียงในการเรียนภาษาต่างประเทศ ทั้งการเรียนในชั้นและการเรียนเป็นรายบุคคล การใช้เทปบันทึกเสียงสอนนักเรียนจะทำให้ผู้เรียนตื่นตัวสนใจและเป็นการท้าทายผู้เรียนด้วย³⁵

เนื่องจากสไลด์และเทปบันทึกเสียงเป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงต่อการเรียนการสอน จึงได้มีการนำอุปกรณ์ทั้งสองชนิดนี้มาใช้ประกอบกันโดยใช้เครื่องสไลด์ซิงโครไนส์เซอร์ (Slide Synchronizer) เชื่อมการทำงานของอุปกรณ์ทั้งสองชนิดนี้เข้าด้วยกัน ให้ทำงานสอดคล้องกันโดยอัตโนมัติ กล่าวคือสไลด์ซิงโครไนส์เซอร์จะควบคุมการเปลี่ยนภาพสไลด์ให้ตรงกับคำบรรยายในเทปบันทึกเสียงโดยอัตโนมัตินั่นเอง ช่วยให้การนำอุปกรณ์ทั้งสองชนิดนี้มาใช้มีความสะดวกสบายและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เมื่อนักการศึกษาพยายามนำเอาส่วนดีของสไลด์ และเทปบันทึกเสียงมาประกอบกับเทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมตามแนวทฤษฎีสื่อประสม (Multi - Media Approach) เพื่อใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนจึงเกิดเป็นบทเรียนที่เรียกกันว่า บทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรม (Slide - Tape Programmed Lesson) ขึ้น

³⁴ สมคิด เมตไตรพันธ์, เรื่องเดิม, หน้า 59.

³⁵ เรื่องเดียวกัน, หน้าเดียวกัน.

ดังนั้นจึงอาจนิยามความหมายของบทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรมได้ว่า หมายถึง บทเรียนแบบโปรแกรมที่บรรจุเนื้อหาไว้ในแผ่นภาพสไลด์และเทปบันทึกเสียง ประกอบกัน ผู้ศึกษาจะฟังคำบรรยายจากเทปบันทึกเสียงและดูภาพจากสไลด์พร้อมกันไปด้วย เนื้อหาที่บันทึกเป็นคำบรรยายในเทปบันทึกเสียงแต่ละตอนและนายเป็นภาพจากสไลด์แต่ละแผ่นเป็นเนื้อหาส่วนย่อย ๆ คัดต่อกันไปตามลำดับจากขั้นต้นไปจนจบสมบูรณ์ ภาพสไลด์ที่ปรากฏบนจอจะถูกเปลี่ยนให้ตรงกับคำบรรยายในเทปบันทึกเสียงโดยอัตโนมัติด้วยการทำซิงโครไนส์ (Synchronization) กัน

สไลด์ที่ใช่เป็นสไลด์ขนาด $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ นิยมใช้สไลด์สี่ขั้วเฟรมคู่ (Double Frame) เพราะผลิตง่ายให้ภาพที่มีรายละเอียดมากกว่า หรือจะใช้สไลด์ขาว - ดำก็ได้ ข้อดีข้อเสียของบทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรม

ข้อดี

บทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรม เป็นบทเรียนที่มีคุณค่าเช่นเดียวกับบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดอื่น ๆ และยังมีคุณค่าดังต่อไปนี้อีกด้วย คือ

1. เป็นบทเรียนที่นำเอาส่วนดีของสไลด์ เทปบันทึกเสียง และบทเรียนแบบโปรแกรมมาผนวกเข้าด้วยกัน ทำให้เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ยิ่งขึ้นกว่าบทเรียนแบบโปรแกรมทั่วไปและการสอนด้วยวิธีอื่น
2. เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นด้วยความร่วมมือของผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา ผู้เชี่ยวชาญการถ่ายภาพ ผู้เชี่ยวชาญด้านศิลปะและการออกแบบ และผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนแบบโปรแกรม เป็นต้น จึงไม่น่าสงสัยเลยว่าบทเรียนแบบนี้จะไม่เป็นบทเรียนที่มีความถูกต้องสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพในการสอน
3. เป็นบทเรียนที่นักเรียนจะสามารถเรียนรู้ได้โดยปราศจากผู้สอนหรือนักเรียนจะดูภาพ ฟังคำบรรยาย จดบันทึก และทำแบบฝึกหัดอยู่ตลอดเวลา
4. เป็นบทเรียนที่เสนอเนื้อหาให้นักเรียนเห็นจริงจึงได้มาก เพราะจะต้องมีภาพใหญ่ ออกเสียงให้ฟังอย่างชัดเจนเสมอ และนักเรียนยังรู้สึกเหมือนเรียนกับครูตัวต่อตัวอีกด้วย

5. เป็นบทเรียนที่เปลี่ยนบรรยากาศของการสอนในชั้นและการอ่านตำราให้แปลกไป นักเรียนจะรู้สึกตื่นเต้น สนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้มากขึ้น

6. เป็นบทเรียนที่สามารถนำไปใช้สอนได้หลายสถานการณ์ กล่าวคือ ใช้สำหรับสอนนักเรียนกลุ่มใหญ่ก็ได้ ใช้สอนนักเรียนเป็นรายบุคคลก็ได้ ใช้สอนทบทวนหรือสอนซ่อมเสริมให้แก่เด็กนักเรียนก็ได้

7. แม้ว่าบทเรียนจะต้องเกี่ยวข้องกับการสร้างและการใช้สไลด์ การบันทึกและการใช้เทปบันทึกเสียงซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางโสตทัศนศึกษาด้วย แต่กระบวนการก็ไม่ซับซ้อนยุ่งยากจนเกินไป ผู้สร้างอาจขอความร่วมมือจากครูอาจารย์ที่มีความรู้เรื่องนี้โดยตรง เช่นผู้ที่ทำหน้าที่ทางโสตทัศนศึกษาก็ได้ การทำเช่นนี้จะเป็นการส่งเสริมให้มีความร่วมมือช่วยเหลือทางวิชาการกันยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาโดยรวมอีกโสตหนึ่งด้วย

ข้อเสีย

ข้อเสียของบทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรมจะประมวลได้ดังนี้

1. การสร้างบทเรียนแบบนี้ต้องลงทุนมากกว่าบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเป็นเล่ม ทั้งอาจใช้เวลาในการดำเนินงานมากกว่าอีกด้วย

2. บทเรียนแบบนี้สร้างโดยใช้เทคนิคของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงเท่านั้น ไม่อาจใช้เทคนิคของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาได้

3. บทเรียนแบบนี้ ภาพและคำบรรยายจะเลื่อนไปตามกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ นักเรียนบางคนอาจจะเรียนไม่ทัน ในขณะที่บางคนอาจเรียนเร็วกว่าทำให้เบื่อหน่ายได้

4. ถ้าภาพและเสียงไม่ชัดเจนพอ อาจกลายเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

5. การใช้บทเรียนสำหรับให้นักเรียนเรียนเป็นรายบุคคล อาจมีปัญหาเรื่องการใช้เครื่องมือได้ เพราะฉะนั้นจึงควรให้การแนะนำช่วยเหลือโดยใกล้ชิด

ลำดับขั้นในการสร้างบทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรม

การสร้างบทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรม มีวิธีการเป็นลำดับขั้นเช่นเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดอื่น ๆ ถึงที่กล่าวแล้วในตอนต้น แต่ขั้นลงมือสร้าง

มีรายละเอียดวิธีการต่างออกไปบ้าง

การดำเนินงานในชั้นลงมือสร้างมีลำดับชั้นย่อย ดังนี้

1. สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียน ซึ่งอาจเป็นข้อทดสอบคนละฉบับหรือฉบับเดียวกันก็ได้
 2. นำเนื้อหาที่วางขอบเขตไว้มาเขียนเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง
 3. เขียนสคริปต์ (Script) บทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรม สคริปต์จะกำหนดลำดับที่ของภาพ กำหนดลักษณะของภาพและมุมการฉายท่า กำหนดคำบรรยาย ตลอดจนแบบฝึกหัดสำหรับบทเรียนนั้น
 4. ลงมือถ่ายทำสไลด์ ซึ่งอาจถ่ายทำจากของจริง หุ่นจำลอง วัสดุภาพ แผนภูมิ ฯลฯ ตามที่กำหนดไว้ในสคริปต์ จนสำเร็จเป็นแผ่นสไลด์ที่ผนึกกรอบเรียบร้อยแล้ว
 5. บันทึกเสียงคำบรรยายประกอบสไลด์ และบันทึกสัญญาณเชิงโครโมสโคป สำหรับชั้นที่ 4 และชั้นที่ 5 นั้น ถ้าผู้สร้างบทเรียนไม่มั่นใจว่ามีความรู้ความชำนาญเพียงพอ จะต้องนำไปปรึกษาและขอความร่วมมือช่วยเหลือจากผู้ชำนาญในด้านนั้น ๆ โดยเฉพาะเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อให้บทเรียนที่สร้างมีคุณภาพที่สัมพันธ์กับการลงทุนและเวลาที่เสียไป
- เมื่อสร้างบทเรียนเสร็จตามลำดับขั้นดังกล่าวแล้ว ก็นำไปทดลองเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ตามวิธีการของบทเรียนแบบโปรแกรมต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในต่างประเทศ

สไลด์และเทปบันทึกเสียงเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ทำให้เป็นผลดีแก่การสอนหลายประการ เช่น ช่วยให้การสอนของครู เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและช่วยให้การ เรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น งานวิจัยที่สนับสนุนข้อความนี้ มีดังตัวอย่าง เช่น

เมื่อปี ค.ศ. 1966 องค์การยูเนสโก (UNESCO) ³⁶ ได้วิจัยคุณค่าของโสตทัศนูปกรณ์ในการสอนสุขศึกษาให้แก่ประชาชน ผลปรากฏว่า โสตทัศนูปกรณ์ประเภทเครื่องฉายสไลด์และฟิล์มสกริปเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณค่าสูงต่อการสอนคนจำนวนมาก ๆ และจะให้ผลในด้านการช่วยสร้างความรู้สึกประทับใจที่ลึกซึ้งกินเวลานาน การวิจัยนี้สอดคล้องกับที่โรมาโน (Romano) ³⁷ วิจัยพบในปี ค.ศ. 1955 ว่า การใช้วัสดุต่าง ๆ ประกอบการสอนในชั้นประถมศึกษาชั้นนั้น อุปกรณ์ประเภทภาพยนตร์ สไลด์ และฟิล์มสกริป รูปภาพ และเทปบันทึกเสียง เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้เด็กเรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ซีฟ (Zyve) ³⁸ ได้ทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์วิชาเลขคณิตเรื่องเศษส่วนโดยใช้สไลด์ กับการสอนโดยกระดาน ชอล์ค ปรากฏว่าการสอนโดยใช้กระดานชอล์ค 3 วัน จะได้ผลเท่ากับการสอนโดยใช้สไลด์เพียง 2 วัน

และแอลเลน (Allen) ³⁹ ได้สรุปการวิจัยการใช้โสตทัศนูปกรณ์เป็นสื่อ เช่น สไลด์ ฟิล์มสกริป เทปบันทึกเสียง และอื่น ๆ ไว้ว่า "...ในการเรียนการสอน ถ้านำเอาสื่อการสอนต่างชนิดกันมาใช้ร่วมกันให้ถูกต้องและกลมกลืนแล้ว จะให้ผลในการเรียนรู้ดีกว่าการใช้สื่อการสอนเพียงอย่างเดียว "

³⁶ UNESCO, The Healthy Village : An Experiment in Visual Education in West China, (Great Britain : Western Printing Services Ltd., 1966) p. 119.

³⁷ Louis Romano, The Role of 16 m.m. Motion Pictures in Science Unit Vocabulary Learning at Grade 5,6, (Doctoral Thesis, University of Wisconsin, Madison Wis, 1955).

³⁸ Claire T. Zyve, "Experimental Study of the Teaching of Arithmetic Combination," Educational Methodology, 12:16 - 18 (September 1932).

³⁹ William H. Allen, "Research on New Educational Media: Sur and Problem," A.V. Communication Review, Spring 1959, p. 84 - 91.

ส่วนคุณค่าของบทเรียนแบบโปรแกรม มีผู้ทำการศึกษาวิจัยไว้มาก ผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่า บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นเทคโนโลยีที่มีคุณค่าต่อการเรียนการสอนทั้งสิ้น ดังตัวอย่างงานวิจัยดังต่อไปนี้

ปี ค.ศ. 1962 รัค(Rood) และเฮย์แมน(Hayman)⁴⁰ ได้เปรียบเทียบการสอนภาษาอังกฤษระหว่างวิธีสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมและการสอนโดยครู ใกล้เคียงว่าโดยทั่ว ๆ ไปคะแนนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมและกลุ่มที่เรียนจากครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ข้อสังเกตว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงกว่าปรกติกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มที่เรียนจากครู แต่นักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าปรกติกลุ่มที่เรียนจากครูทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม

ในปีนี้อเอง โร(Roe)⁴¹ ได้ทดลองสอนแนวคิด (Concept) เกี่ยวกับความน่าจะเป็น (Probability) แก่นิสิตวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่หนึ่ง 189 คนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาและชนิดเส้นตรงเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมได้ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณความรู้ที่ได้จากบทเรียนทั้งสองชนิดแล้วไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังทราบอีกว่าการเรียงลำดับอย่างเหมาะสมในบทเรียนจะช่วยให้นักเรียนเรียนได้มากกว่าการเรียงลำดับอย่างสุ่ม

ปี ค.ศ. 1963 แรนคอล์ฟ(Randolph)⁴² ทดลองสอนนักเรียนเกรด 8 ด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมที่ผลิตขึ้นจำหน่ายในท้องตลาดโดยบริษัทเอกชนเรื่องทฤษฎีเซต เรื่อง

⁴⁰Jerry E. Reed, and John L. Hayman, "An Experiment Involving Use of English 2600: An Automated Instruction Text," Journal of Educational Research, No.2 (July, 1963), p. 180 - 4.

⁴¹Arnold Roe, "A Comparison of Branching Method for Programmed Learning," Journal of Educational Research, 55 (1962), p. 407 - 16.

⁴²Paul H. Randolph, "An Experiment in Programmed Instruction in Junior High School," A.V. Communication Review, 13(Winter, 1963), p. 449.

ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันมาใช้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียน ปรากฏว่านักเรียนทุกคนทำคะแนนได้ดีขึ้น ได้คะแนนคงเดิมเพียงคนเดียว จากการสัมภาษณ์ความรู้สึกของนักเรียนปรากฏว่านักเรียนรู้สึกว่เนื้อหาส่วนใหญ่น่าสนใจ ส่วนครูผู้สอนให้ความเห็นว่านักเรียนจะสามารถเรียนเนื้อหาวิชาการระดับสูง ๆ ได้โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

บราวน์ (Brown) ได้วิจัยในปี ค.ศ. 1964⁴³ โดยเปรียบเทียบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนวิธีธรรมดา เขาทดลองกับนักเรียนเกรด 8 และ 9 จำนวน 7 โรงเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมจะมี ความสามารถทางคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนจากครูด้วยวิธีธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทุกประการ และไม่มีผู้ใดสอบตกเลย

ปี ค.ศ. 1965 มอส (Moses)⁴⁴ ได้วิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่าง การเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมกับการเรียนด้วยวิธีปกติในวิชาพีชคณิตระดับอุดมศึกษา ปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า

ปี ค.ศ. 1975 เอมลิง (Emling)⁴⁵ ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาทันตแพทย์ 3 กลุ่ม ที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเล่ม บทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรม และ

⁴³Robert O. Brown Jr., "A Comparison Test of Test Score of Student Using Programmed Instruction Materials," The Research on Programmed Instruction (U.S. Government Printing Office, Washington, 1964), P.26.

⁴⁴John Irvin Moses, "A comparison of the Result Achievement with Programmed Learning and Traditional Classroom Techniques in First Year Algebra at Spring Branch Junior High School," Dissertation Abstract International, 25 (April, 1965).

⁴⁵Robert C. Emling, "An Evaluation of the Use of Programmed Instruction at Six Dental Schools," Dissertation Abstract International, 36 (September, 1975), p. 1378.

การฟังคำบรรยาย ผลปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเดิมมีผลสัมฤทธิ์
ดีกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการฟังคำบรรยาย แต่ มดีกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนแบบสไลด์ -
เทปโปรแกรม กลุ่มที่เรียนจากการฟังคำบรรยายใช้เวลามากกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัย
สำคัญ แต่กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเดิมและบทเรียนแบบสไลด์ - เทป
โปรแกรมใช้เวลาต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญ

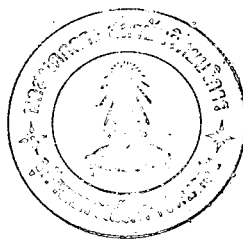
งานวิจัยในประเทศไทย

การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมในประเทศไทยเริ่มมีเป็นครั้งแรกเมื่อ
ปี พ.ศ. 2507 โดยกรมวิชาการได้ให้นักการศึกษา 4 ท่าน คือ ประยงค์ บุญมงคล
จารุณี สุกบุตร พรรณี พุทธารี และสุภา กุชงกุล ร่วมมือกันศึกษาและจัดทำบทเรียน
แบบโปรแกรมวิชาพีชคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และสร้างเครื่องสอนทดลองใช้กับนักเรียน
โรงเรียนสวนกุหลาบ สตรีมหาพฤฒาราม และมัธยมสาธิต ปทุมวัน แกะไขข้อบกพร่องแล้ว
ทดลองใช้เป็นครั้งที่สองในปี พ.ศ. 2508 แล้วแก้ไขเรียบเรียงเป็นบทเรียนพีชคณิตชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1⁴⁶

หลังจากการวิจัยครั้งนี้แล้ว การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมมีชวากดอมนไป
จนกระทั่งปี พ.ศ. 2513 เป็นต้นมาจึงได้มีผู้สนใจวิจัยและศึกษาเปรียบเทียบเกี่ยวกับการ
สร้างและการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมเพิ่มขึ้นเรื่อยมา ปัจจุบันการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ
บทเรียนแบบโปรแกรมได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางมาก การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ
สร้างบทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรมครั้งนี้

⁴⁶ กระทรวงศึกษาธิการ, บทคัดย่อของงานวิจัยทางการศึกษา, (พระนคร :

โรงพิมพ์คุรุสภา, 2513), หน้า 51



จริยา สระตันที⁴⁷ ได้ทดลองสอนคำศัพท์ภาษาไทยโดยใช้สื่อโลกเป็นอุปกรณ์การสอนกับการสอนโดยการอธิบาย ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดหนึ่ง ออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน แล้วทดลองสอนคำศัพท์ภาษาไทยโดยใช้สื่อโลกประกอบให้ แก่เด็กกลุ่มหนึ่ง ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งสอนโดยอธิบายอย่างเดี่ยว หลังจากสอนเสร็จแล้วมีการ ทดสอบทันที อีกหนึ่งสัปดาห์ต่อมาทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่ง เพื่อวัดความคงทนในการจำ ผลปรากฏว่า **ประสิทธิภาพ**ในการเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มที่เรียนโดย ใช้สื่อโลกเป็นอุปกรณ์การสอนมีความคงทนในการจำคำศัพท์ที่เรียนไปมากกว่ากลุ่มที่เรียนด้วย การอธิบายเพียงอย่างเดียว

ปี พ.ศ. 2515 เฉลิม กิจชัย⁴⁸ ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชา อุตสาหกรรมศิลป์เป็นรายบุคคลโดยใช้สื่อโลกเทียบกับผลการสอนแบบบรรยายในชั้นเรียน ตามปกติ ผู้วิจัยได้สอนวิชาไฟฟ้าให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่ม ทดลองสอนโดยใช้สื่อโลกเทียบกับเป็นรายบุคคล กลุ่มควบคุมครูสอนแบบบรรยายในชั้นเรียน ต่อมาอีก 6 สัปดาห์หลังการทดสอบคราวแรก ได้ทดสอบความจำในเนื้อหาของบทเรียน ปรากฏว่าผลการสอนทั้งสองวิธี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

⁴⁷จริยา สระตันที, "การศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนอ่านคำโดยใช้สื่อโลกกับการสอนตามปกติของนักเรียนที่จบชั้นประถมปีที่หนึ่ง " (ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหา บัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาระสาณมิตร 253). (อัครสาเนา.) หน้า 85.

⁴⁸เฉลิม กิจชัย, "การสอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์เป็นรายบุคคลโดยใช้สื่อโลก เทียบ เปรียบ " (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2515). (อัครสาเนา.) หน้า ง.

ในปีเดียวกันนี้ วิชา นร เศรษฐากรณ์ และนวรรค์ แสงโชติไกร ได้ประดิษฐ์ เครื่องสอนและบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาภาษาไทย และใช้ไค้ผลเป็นที่น่าพอใจ⁴⁹

ปี พ.ศ.2516 ร.ท. สมคิด เมตไตรพันธ์⁵⁰ ได้ทดลองสอนวิชาถ่ายรูปในหัวข้อ เรื่องการใช้กล้องถ่ายรูปและการล้างฟิล์ม กับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 2 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองสอนเป็นรายบุคคลโดยใช้สไลด์เทปเสียง กลุ่มควบคุมสอนแบบบรรยายเป็นกลุ่ม ในชั้นเรียน เสร็จแล้วให้ทำแบบทดสอบ ต่อมาอีก 4 สัปดาห์ ให้ทำแบบทดสอบอีกครั้งหนึ่ง เพื่อวัดความจำในเนื้อหา ปรากฏผลว่าผลการสอนทั้งสองวิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ แต่การสอนโดยใช้สไลด์เทปเสียงช่วยให้ผู้เรียนจำเนื้อหาบทเรียนไค้ดีกว่า

นิตยา วิชาลการณย์⁵¹ ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่องตัวสะกดภาษาไทย สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนมีความยาว 275 กรอบ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถให้สอนไค้เป็นอย่างดีเชื่อถือไค้ และนักเรียนยังสนุกกับการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมอีกด้วย

⁴⁹กาญจนา ทองกร, "การใช้โปรแกรมสไลด์เรื่องเครื่องกลึงกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมแบบประสม" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517). (อักษรนำ.) หน้า 31 - 2.

⁵⁰ร.ท. สมคิด เมตไตรพันธ์, "การสอนวิชาการถ่ายรูปโดยใช้สไลด์เทปเสียง" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516). (อักษรนำ.) หน้า ง.

⁵¹นิตยา วิชาลการณย์, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องตัวสะกดภาษาไทย สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5." (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2516). (อักษรนำ.) หน้า ง - จ.

ปี พ.ศ.2517 กาญจนา ทองกร⁵² ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนเรื่องการใช้เครื่องกลึงโดยใช้โปรแกรมสไลด์กับการสอนแบบบรรยาย ผลปรากฏว่า การเรียนจากโปรแกรมสไลด์ทำให้เกิดการเรียนรู้ดีกว่าการเรียนจากครู สามารถดึงดูดความสนใจทำให้นักเรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น และยังสามารถช่วยให้นักเรียนจำเนื้อหาวิชาได้ดีกว่าและนานกว่าอีกด้วย

ปี พ.ศ.2516 ถึง พ.ศ.2517 นี้ นิสิตปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชา โสภศาสตร์ศึกษา แผนกวิชาประถมศึกษา และแผนกวิชามัธยมศึกษา ได้สร้างและวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมสำหรับวิชาต่าง ๆ และระดับชั้นต่าง ๆ ประมาณ 15 เรื่อง ซึ่งล้วนมีประสิทธิภาพถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หรือใกล้เคียง สามารถนำไปใช้สอนได้ นอกจากนี้ยังมีนิสิตปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชา โสภศาสตร์ศึกษาอีกหลายคนได้ผลิตชุดการสอนขึ้น ภายในชุดการสอนดังกล่าวมีบทเรียนแบบโปรแกรมประกอบอยู่ด้วย

ปี พ.ศ.2518 รัตนา วิชญาด์รัตน⁵³ ได้ทดลองสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "สำนวนไทย" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้นำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ของโรงเรียนจิตรลดา ผลปรากฏว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 สามารถนำไปใช้สอนได้

⁵² กาญจนา ทองกร, เรื่องเดิม, หน้า ง.

⁵³ รัตนา วิชญาด์รัตน, "บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "สำนวนไทย" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น." (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518). (อักษรย่อ.) หน้า ง - จ.

สุปราณี พุทธิการณ⁵⁴ ได้ทดลองสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "โคลงสี่สุภาพ" ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้นำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยม โรงเรียนเทพศิรินทร์ และโรงเรียนสาธิตวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ ผลปรากฏว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน และนักเรียนก้าวหน้าขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปี พ.ศ. 2519 สมปราชญ์ อัมมะพันธุ⁵⁵ ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "คำแถลง" ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา ผลการทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยครูภูเก็ตปรากฏว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพถึงเกณฑ์มาตรฐาน สามารถนำไปใช้สอนได้

ในปีเดียวกันนี้ สุนันทา เอกเวชวิท⁵⁶ ได้ทำการวิจัยเรื่อง "บทเรียนสำเร็จรูปชนิดสไลด์ประกอบเสียงเทป สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการขยายพันธุ์พืช" โดย

⁵⁴สุปราณี พุทธิการณ. "บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "โคลงสี่สุภาพ" ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น." (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518). (อักษรสำนวน.) หน้า - จ.

⁵⁵สมปราชญ์ อัมมะพันธุ. "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "คำแถลง" ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา." (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2519). (อักษรสำนวน.) หน้า - จ.

⁵⁶สุนันทา เอกเวชวิท. "บทเรียนสำเร็จรูปชนิดสไลด์ประกอบเสียงเทปสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง "การขยายพันธุ์พืช" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2519). (อักษรสำนวน.) หน้า - จ.

มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน และศึกษาเปรียบเทียบ พัฒนาการ การเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลวิชาวิทยาศาสตร์สูง กับกลุ่มนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำดังจากได้เรียนบทเรียนสำเร็จรูปชนิด สไลด์ประกอบเสียงเพลงแล้ว ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์มาตรฐาน และพัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลวิชาวิทยาศาสตร์สูง กับนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำแตกต่างกันอย่าง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยเท่าที่ศึกษากล่าวเป็นตัวอย่างนี้ แสดงให้เห็นว่า การสร้าง บทเรียนแบบโปรแกรมกำลังได้รับความนิยมมากขึ้นทุกขณะ ทั้งนี้เพราะการวิจัยที่ผ่านมา สามารถพิสูจน์ได้ว่าบทเรียนแบบโปรแกรมสามารถนำมาใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้ง ยังช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาได้อีกหลายประการ อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าบทเรียนแบบ โปรแกรมที่สร้างขึ้นแล้วนั้นส่วนใหญ่เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเดิมเท่านั้น บทเรียนแบบ สไลด์ - เทปโปรแกรมซึ่งเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมที่นำเอาส่วนดีของสื่อทัศนูปกรณ์ คือ สไลด์ และเทปบันทึกเสียงมาประกอบค่านั้นยังมีผู้สร้างและวิจัยน้อยมาก โดยเฉพาะวิชา ภาษาไทยยังไม่เห็นผู้ทดลองสร้างและวิจัยมาเลย ทั้ง ๆ ที่บทเรียนแบบนี้มาจะเป็น บทเรียนที่มีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยตรงไ้มากกว่า และเกิดความ ประทับใจลึกซึ้งจดจำเนื้อหาได้นานกว่า จึงสมควรสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการสร้างและ วิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบสไลด์ - เทปโปรแกรมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน ก่อไปให้มากขึ้น

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความรู้เรื่องเสียงในภาษาไทย

ความรู้เรื่องเสียงในภาษาไทยตามตำราหลักภาษาไทย

ตำราหลักภาษาไทยมีหลายเล่ม มีเนื้อหาคล้ายคลึงกันเป็นส่วนใหญ่ แต่เล่มที่ ยกย่องกันว่าเป็นต้นตำรับหรือเป็นฉบับครูคือ หลักภาษาไทย (อักษรวิธี วจีวิภาค วากย - สัมพันธ์ ฉันทลักษณ์) ของพระยาอุปกิตศิลปสาร (นิเม กายจนานีวะ) กล่าวถึงเรื่อง เสียงในภาษาไทยไว้ในอักษรวิธี ภาคที่ 1 เรื่องลักษณะอักษร สรุปได้ดังนี้⁵⁷

เสียงในภาษาไทยที่ไข้พุกจากันมีอยู่ 3 อย่าง คือ

1. เสียงแท้ คือเสียงที่ออกมาจากลำคอโดยตรง ไม่ต้องใช้ลิ้นหรือริมฝีปาก คัดแปลงให้ปรวนแปรไป เช่น เสียงเด็กอ่อน ๆ หรือสัตว์ร้องออกมา เป็น ออ, อา, อ้อ, เออ เป็นต้น ตัวอักษรที่ไข้แทนเสียงแท้เรียกว่า "สระ"

2. เสียงแปร คือเสียงแท้ที่เปล่งออกมาแล้วกระดิกลิ้นให้กระทบคอ เพดาน ฟัน หรือริมฝีปาก ทำให้เสียงปรวนแปรเป็นเสียงต่าง ๆ ไป เป็น กอ, จอ, คอ, ขอ เป็นต้น ตัวอักษรที่ไข้แทนเสียงแปรเรียกว่า "พยัญชนะ"

3. เสียงคนตรี คือเสียงแท้หรือเสียงแปรซึ่งผู้เปล่งทำให้เป็นเสียงสูง ๆ ต่ำ ๆ อย่างเสียงคนตรี เป็น กอ, ก้อ, ก่อ, กอ, กอ เป็นต้น ตัวอักษรที่ไข้แทนเสียงคนตรี เรียกว่า "วรรณยุกต์"

สระ แยกอธิบายเป็น 3 หัวข้อดังนี้

ก. สระในภาษาไทยมี 21 รูป ใช้เขียนประสมกับพยัญชนะ มีดังนี้

1. ะ เรียกว่า วิสรรชนีย์
2. ั เรียกว่า ไผ่ฉัตรหรือหันอากาศ

⁵⁷พระยาอุปกิตศิลปสาร, หลักภาษาไทย (พระนคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2514).

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 3. " เรียกว่า ไมไค้ | 4. ำ เรียกว่า ลากข้าง |
| 5. ิ เรียกว่า ฟินซื่อ | 6. " เรียกว่า ฝนทอง |
| 7. ุ เรียกว่า นกคหิต | 8. " เรียกว่า พันหนุ |
| 9. ู เรียกว่า ต้มเหยียด | 10. ุ เรียกว่า ต้มคู้ |
| 11. ุ เรียกว่า ไมหน้า | 12. ใ เรียกว่า ไมมวน |
| 13. ใ เรียกว่า ไมมลาย | 14. ใ เรียกว่า ไมโอ |
| 15. อ เรียกว่า ค้าวอ | 16. ย เรียกว่า ค้าวย |
| 17. ว เรียกว่า ค้าวอ | 18. ฤ เรียกว่า ค้าวรี |
| 19. ฤ เรียกว่า ค้าวรี | 20. ฤ เรียกว่า ค้าวลี |
| 21. ฤ เรียกว่า ค้าวลี | |

รูปสระเหล่านี้ บางรูปก็เป็นสระตัวหนึ่งอย่างสมบูรณ์ บางรูปก็้องประสมกับรูปสระอื่น จึงจะเป็นสระตัวหนึ่ง

ข. เสียงสระ มี 32 เสียง ได้แก่

รัสสระ (เสียงสั้น)	รัสสระ (เสียงยาว)	รัสสระ (เสียงสั้น)	รัสสระ (เสียงยาว)
อะ	อา	เอียะ	เอีย
อิ	อิ	เอือะ	เอือ
อึ	อึ	อัวะ	อัว
อุ	อุ	ฤ	ฤ
เอะ	เอ	ฤ	ฤ
แอะ	แอ	อำ	
โอะ	โอ	โอ	
เอะ	ออ	โอ	
เออะ	เออ	เอ	

เสียงสระ ฤ ฤ ฤ ฤ ฤ อำ โอ โอ เอ มีเสียงซ้ำกับสระอื่นเป็นสระเกิน

เพราะฉะนั้นจึงมีเสียงสระไทยต่างกันเพียง 24 เสียงเท่านั้น

ค. สระทั้ง 32 เสียงนั้น แบ่งออกได้เป็น 3 พวก คือ

1. สระแท้ คือสระที่เปล่งออกมาเสียงเดียวไม่มีเสียงสระอื่นประสม มี 18 ตัว จัดเป็น 2 พวก คือ

1.1 สระแท้ฐานเดียว คือสระที่เกิดจากรฐานใดฐานหนึ่งเพียงฐานเดียว มี 8 ตัว คือ

อะ อา เกิดแตรฐานคอ

อึ อึ เกิดแตรฐานเพดาน

อึ อึ เกิดแตรฐานปุ่มเหงือกและฟัน

อุ อุ เกิดแตรฐานริมฝีปาก

1.2 สระแท้สองฐาน มี 10 ตัว คือ

เอะ เอ, แอะ แอ เกิดแตรฐานคอกับเพดาน

เออะ เออ เกิดแตรฐานคอกับปุ่มเหงือกหรือฟัน

โอะ โอ, เอะ ออ เกิดแตรฐานคอกับริมฝีปาก

2. สระประสม คือสระที่มีเสียงสระแท้ประสมกันสองเสียง มี 6 ตัวคือ

เอียะ มีเสียงสระ อึ กับสระ อะ ประสมกัน

เอีย มีเสียงสระ อึ กับสระ อา ประสมกัน

เอือะ มีเสียงสระ อึ กับสระ อะ ประสมกัน

เอือ มีเสียงสระ อึ กับสระ อา ประสมกัน

อัวะ มีเสียงสระ อุ กับสระ อะ ประสมกัน

อัว มีเสียงสระ อุ กับสระ อา ประสมกัน

3. สระเกิน คือสระที่มีเสียงซ้ำกับสระแท้ และมีเสียงพยัญชนะประสม หรือสะกดอยู่ด้วย มี 6 ตัวคือ ฤ ฎ ฌ ฎ ฏ ใ ออ ใ เอ

พยัญชนะ

ก. พยัญชนะในภาษาไทยมี 44 รูป แต่มีเสียงเพียง 20 เสียง แต่ละเสียงมีฐานที่เกิดต่างกันไปดังนี้

เสียงที่	รูปพยัญชนะ	ฐานที่เกิด
1	ก	ฐานเอก
2	ข ข ฃ ค ฅ ฆ	
3	ง	
4	ท ฑ	
5	จ	
6	ฉ ช ฌ	ฐานเพดาน
7	ญ ย	
8	ศ ษ ษ	
9	ร	
10	ล ฬ	
11	ฎ ฏ	ฐานพื้น
12	ฏ ฏ	
13	ท (บางคำ) ๕ ด ฒ ฐ ฑ ฑ	
14	น ฌ	
15	บ	
16	ป	ฐานริมฝีปาก
17	ฝ พ ฝ	
18	ฝ ฝ	
18	ม	
20	ว	

ตัว ย ญ เมื่อเป็นพยัญชนะต้นออกเสียงเหมือนกัน เมื่อเป็นตัวสะกด ตัว ญ เป็นแม่ กน ตัว ย เป็นแม่ เกย ส่วนตัว อ ไม่มีเสียง ตั้งเป็นพู่ไว้ให้สระเกาะเท่านั้น

ข. พยัญชนะไทย 44 ตัว จำแนกตามวิธีใช้เป็น 3 พวก ดังนี้

1. พยัญชนะกลาง คือพยัญชนะที่ใช้เป็นกลางทั้งไทย บาลี และสันสกฤต มี 21 ตัวคือ ก ข กง จ ฉ ช ค ด ท น ป ผ พ ม ย ร ล ว ส ห

2. พยัญชนะเดิม คือพยัญชนะที่ได้มาจากภาษาบาลีสันสกฤต จึงมักใช้เขียนเฉพาะคำที่มาจากภาษาบาลีสันสกฤต มี 13 ตัว คือ ข ฃ ฅ ฎ ฏ ฐ ฑ ฒ ฑ ภ พ ฝ ษ

3. พยัญชนะเติม คือพยัญชนะที่ไทยเรากลักเพิ่มขึ้น มี 10 ตัว คือ ข ค ฃ ฎ ฏ ค บ ฝ พ อ ฮ

ค. พยัญชนะประสม คือพยัญชนะที่ประสมกัน 2 ตัวอยู่ในสระเดียวกันมี 2 พวก⁵⁸

1. อักษรนำ คือพยัญชนะสองตัวเรียงกันประสมสระเดียวกัน แต่ออกเสียงเป็นสองพยางค์ คือพยางค์ต้นเหมือนมีสระประสมอยู่ด้วย เช่น จรัส อ่าน จะ - ทรัค พยาธิ อ่าน พะ - ยา - ทิ แก้วแก้ว ท นำอักษรเดี่ยว หรือตัว อ นำ บ ไม่ต้องออกเสียงตัว ท และตัว อ แต่ออกเสียงตัวหลังขึ้นตามตัว ท และตัว อ เท่านั้น เช่น หงอ โหน อย่า อยุ่ เป็นต้น

2. อักษรควบ คือพยัญชนะที่ควบกับตัว ร ล ว มีเสียงกล้ำเป็นสระเดียวกัน มี 2 อย่าง คือ

2.1 อักษรควบแท้ เป็นอักษรควบที่ออกเสียงพยัญชนะทั้งสองตัว เช่น พระ ควาย เลาญ ฑา

2.2 อักษรควบไม่แท้ เป็นอักษรควบที่ออกเสียงเฉพาะพยัญชนะตัวหน้าตัวเดียวหรือออกเป็นเสียงอื่น เช่น จริง สรวม ทราบ ทราบ เป็นต้น

วรรณยุกต์

ก. วรรณยุกต์หรือเครื่องหมายแสดงเสียงสูงต่ำนี้แบ่งเป็น 2 อย่าง คือ รูปวรรณยุกต์ และเสียงวรรณยุกต์

รูปวรรณยุกต์มี 4 รูป คือ

เรียกว่า โทเอก เรียกว่า โทโท

เรียกว่า โตรี เรียกว่า โทจัตวา

รูปวรรณยุกต์ทั้ง 4 นี้ ใช้เขียนบนส่วนท้ายของพยัญชนะต้น เช่น ว่า มา จะ
 ำ ถ้ามีรูปสระอยู่ข้างบน ต้องเขียนบนรูปสระนั้นอีกต่อหนึ่ง เช่น เจอน บึง ก็ก บี้
 เสียงวรรณยุกต์ที่มีอยู่ในภาษาไทยมี 5 เสียง เสียงสามัญ เสียงเอก
 เสียงโท เสียงตรี และเสียงจัตวา

ข. การจำแนกวรรณยุกต์ จำแนกตามลักษณะการใช้วรรณยุกต์ได้ 2 พวก คือ

1. วรรณยุกต์มีรูป ได้แก่คำที่มีรูปวรรณยุกต์กำกับอยู่บนคำนั้น ๆ เช่น
 กา ก่า ก้า ก๊า ข้า คำ ข่า คำ ไม่มีรูปวรรณยุกต์สามัญ
2. วรรณยุกต์ไม่มีรูป ได้แก่วรรณยุกต์ที่ไม่มีรูปวรรณยุกต์กำกับ แต่สังเกต
 เสียงสูงต่ำได้จากหมู่ของตัวอักษร มีครบทั้ง 5 เสียง

ค. ไตรยางศ์ ไตรยางศ์แปลว่า 3 ส่วน ได้แก่การแบ่งพยัญชนะออกเป็น
 3 พวกตามวิธีวรรณยุกต์ ได้แก่อักษรสูง อักษรกลาง อักษรต่ำ ซึ่งถ้าจัดแยกเป็นวรรค
 จะได้ดังนี้⁵⁹

⁵⁹ ฤกษ์ นันทนอิสระ, ลักษณะและโครงสร้างภาษาไทย (พระนคร :
 มิตรนราการพิมพ์, 2516), หน้า 74.

อักษรกลาง	อักษรสูง	อักษรต่ำ (คู่)	อักษรต่ำ (เดี่ยว)
ก	ข ข	ค ศ ฆ	ง
จ	ฉ	ช ช ฌ	ญ
ฉ ฉ	ฐ	ท ฑ	ณ
ค ค	ถ	ท ฑ	น
บ บ	ผ ผ	พ ฟ ภ	ม
อ	ศ ษ ส ห	ฮ	ย ร ล ว พ

อักษร 3 หมู่นี้ มีรูปวรรณยุกต์ได้ไม่เท่ากัน อักษรกลางมีวรรณยุกต์ได้ครบ 5 เสียง ส่วนอักษรสูงและอักษรต่ำมีได้พวกละ 3 เสียง การผันเสียงวรรณยุกต์นั้น ต้องคำนึงถึงพยัญชนะต้น 3 หมู่ สระ และตัวสะกดด้วย ซึ่งประกอบกันเป็นคำเป็นหรือคำตายด้วย

ง. คำเป็นคำตาย

คำเป็นคือคำที่มีลักษณะดังนี้

1. ประสมกับสระเสียงยาวในแม่ ก กา
2. ประสมกับสระ อำ ไอ โอ เอา
3. ประสมกับตัวสะกดในแม่ กก กน กย เกย เกอว.

คำตายคือคำที่มีลักษณะดังนี้

1. ประสมกับสระเสียงสั้นในแม่ ก กา ยกเว้น อำ ไอ โอ เอา
2. ประสมกับตัวสะกดในแม่ กก กค กบ

จ. วิธีผันวรรณยุกต์หรือผันอักษร ต้องคำนึงถึงพยัญชนะต้น (ไตรยางศ์) สระ (สั้น - ยาว) และตัวสะกด (คำเป็น - คำตาย) ดังนี้

1. อักษรสูงมี 11 ตัว ผันได้ดังนี้

คำเป็น พันเสียงเป็นเสียงจัตวา ผันด้วยไม้ ˊ เป็นเสียง ˊ

เอก โท ตามลำดับ เช่น ขา ข่า ข้า , ผิง ผิง ผิง

คำตาย พื้นเสียงเป็นเสียงเอก ยันด้วยไม้ เป็นเสียง โท
 เช่น สะ สะ . ถาก ถาก

2. อักษรกลาง มี 9 ตัว ยันไค้ดังนี้

คำเป็น พื้นเสียงเป็นเสียงสามัญ ยันด้วยไม้ เป็นเสียง เอก
 โท ตรี จัตวา ตามลำดับ เช่น กา กา กา กา กา

คำตาย พื้นเสียงเป็นเสียงเอก ยันด้วยไม้ เป็นเสียง โท
 ตรี จัตวา ตามลำดับ เช่น จะ จะ จะ จะ . จัก จัก จัก จัก

3. อักษรต่ำ มี 24 ตัว ยันไค้ดังนี้

คำเป็น พื้นเสียงเป็นเสียงสามัญ ยันด้วยไม้ เป็นเสียง
 โท ตรี ตามลำดับ เช่น คา คา คา , ชัง ชัง ชัง

คำตาย สระเสียงสั้น พื้นเสียงเป็นเสียงตรี ยันด้วยไม้
 เป็นเสียง โท จัตวา ตามลำดับ เช่น คะ คะ คะ

คำตาย สระเสียงยาว พื้นเสียงเป็นเสียงโท ยันด้วยไม้
 เป็นเสียง ตรี จัตวา ตามลำดับ เช่น คาก คาก คาก

สำหรับการันอักษรต่ำมีข้อสังเกตเพิ่มเติมดังนี้

1. อักษรคู่ คืออักษรต่ำที่มีเสียงคู่กับอักษรสูง ซึ่งมีอยู่ 14 ตัว จัดเป็น
 คู่ได้ 7 คู่ ดังนี้

อักษรต่ำ	อักษรสูง
ก ก ฆ	ข ข
ช ฉ	ฌ
ท	ศ ษ ส
ท ฒ ท ฐ	ฎ ฏ
พ ภ	ผ
ฟ	ฝ
ธ	ถ

ทั้งอักษรสูงและอักษรต่ำที่เป็นคู่กับอักษรสูงนั้น ทางต้นเสียงวรรณยุกต์ใดไม่ครบ 5 เสียง แคล้วนำมามาขึ้นรวมกันจะขึ้นได้ครบ 5 เสียง เช่น

กา ข่า คำ(ขา) คำ ขา

2. อักษรเคี้ยว คืออักษรต่ำที่ไม่มีเสียงคู่กับอักษรสูง 10 ตัว คือ ง ญ ฌ ม ย ร ล ว พ ถ้าจะขึ้นให้ได้ครบ 5 เสียง ก็ใช้อักษรกลาง หรืออักษรสูงนำช่วยให้ สามารถขึ้นได้ครบ 5 เสียง เช่น

อักษรกลางนำ กรา กร่า กร้า กร๊า กร๋า

อักษรสูงนำ งา หงา หุ่งา ง้า หงา
งา

ความรู้เรื่องเสียงในภาษาไทยตามแนววิชาภาษาศาสตร์

ภาษาของมนุษย์ที่เจริญมีอยู่ 2 อย่าง คือภาษาพูดและภาษาเขียน ภาษาพูดเกี่ยวกับเสียงพูด คือต้องมีผู้พูด ต้องมีเสียงพูด และต้องมีผู้ได้ยินรับรู้และเข้าใจ ส่วนภาษาหนังสือเกี่ยวกับตัวหนังสือ คือต้องมีคนเขียน ต้องมีตัวหนังสือ และต้องมีผู้อ่านออกและเข้าใจ เพราะฉะนั้นภาษาพูดและภาษาหนังสือจึงแตกต่างกัน ภาษาพูดต้องอาศัยเสียงและหู ภาษาหนังสือต้องอาศัยตัวหนังสือและตา⁶⁰

เมื่อพิจารณาภาษาพูดและภาษาเขียนแล้ว จะเห็นว่าภาษาพูดเกิดก่อนภาษาเขียน มนุษย์ใช้ภาษาพูดสื่อสารกันมาตั้งแต่เกิดคำบรรพแล้ว ส่วนภาษาเขียนนั้น ถือว่าเป็นวิวัฒนาการที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นเป็นสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายแทนเสียงพูดในภายหลัง จากหลักฐานปรากฏ

⁶⁰ พระยาอนุমানราชชน, นิรุกติศาสตร์ภาค 1 (พิมพ์ครั้งที่ 1, พระนคร : โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม, 2499), หน้า 102.

ว่า การเขียนมีขึ้นเมื่อประมาณเจ็ดพันปีมาแล้วนั่นเอง⁶¹ ดังนั้นที่เราเรียนเขียนหนังสือก็คือเรียนเขียนเครื่องหมายแทนเสียงพูด เราอ่านหนังสือก็คือเราถ่ายเครื่องหมายแทนเสียงพูดให้เป็นเสียงพูดนั่นเอง

การศึกษาภาษาโดยทั่วไปนั้นเป็นการศึกษาเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบกิจการอย่างอื่น เป็นการเรียนทักษะทางภาษา เช่น เรียนเพื่อที่จะสามารถเขียนได้ชัดเจน ทำให้ผู้อ่านเข้าใจได้ก็เป็นต้น แต่ภาษาศาสตร์เป็นการศึกษาภาษาเชิงวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามว่า ภาษาประกอบด้วยอะไรบ้าง ส่วนประกอบของภาษามีความสัมพันธ์กันอย่างไร มนุษย์เรียนภาษาอย่างไร ภาษามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ทำไมภาษาจึงเปลี่ยนแปลง ฯลฯ วิธีการศึกษาภาษามีหลายแนวความคิด ที่นักภาษาศาสตร์ปฏิบัติกันมากคือการบรรยายลักษณะของภาษาใดภาษาหนึ่งว่า ใช้เสียงอะไรบ้าง การประกอบคำ การร้อยคำมีลักษณะอย่างไร ซึ่งเป็นวิธีการของภาษาศาสตร์พรรณนา (Descriptive Linguistics) ซึ่งเป็นแบบฉบับในการเริ่มต้นปฏิบัติงานทางภาษาศาสตร์⁶²

การศึกษาภาษาโดยวิธีการของภาษาศาสตร์ มีหลักสำคัญคือ⁶³

1. ศึกษาภาษาพูด ซึ่งอาจจะศึกษาแบบพรรณนา (Descriptive) หรือแบบประวัติ (Historical)
2. ถือว่าภาษามีโครงสร้าง (Structure) หรือแบบสร้าง หรือระเบียบอยู่

⁶¹ อุดม วิศวศิลปศาสตร์, ภาษาศาสตร์เบื้องต้น (พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2513), หน้า 11.

⁶² วิไลวรรณ ขนิษฐานันท์, ภาษาและภาษาศาสตร์ (พระนคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2519), หน้า 6.

⁶³ วิจิตร ภาณุพงศ์, "การวิเคราะห์ภาษาไทยตามหลักภาษาศาสตร์," เอกสารนิเทศการศึกษา : คู่มือวิชาภาษาไทยเล่ม 3, (พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2512), หน้า 81.

2 ระดับ คือ

2.1 โครงสร้างทางเสียง หรือระบบเสียง

2.2 โครงสร้างทางไวยากรณ์ หรือระบบไวยากรณ์

ในการวิจัยภาษาศาสตร์จะศึกษาเรื่องเสียงก่อน จึงจะทำให้เข้าใจลักษณะของภาษา
ดีขึ้น⁶⁴ การศึกษาเรื่องเสียงที่ใช้อยู่ในภาษานั้นอาจจะทำได้หลายวิธีดังนี้⁶⁵

1. ศึกษาเรื่องอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียง เรียกว่าสรีรศาสตร์

(Articulatory Phonetics) การศึกษาแบบนี้เป็นการศึกษาที่มีมาแต่โบราณแล้ว
แต่ก็ยังใช้กันจนถึงสมัยปัจจุบัน และเป็นแบบที่จะกล่าวถึงต่อไป

2. ศึกษาว่าเสียงที่เปล่งออกมานั้น ส่งผ่านอากาศไปได้อย่างไร เสียงมีขนาด
คลื่น ความถี่เป็นอย่างไร เรียกว่ากลศาสตร์ (Acoustic Phonetics)

3. ศึกษาการรับรู้เสียงของผู้ฟัง เรียกว่า Perceptual Phonetics

การศึกษาสรีรศาสตร์เป็นการศึกษาเสียงที่คนพูด ว่ามีที่เกิดหรือฐานกรณ์อยู่ ณ
ที่ใด และเสียงที่เปล่งออกมาแต่ละเสียงนั้นมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร จึงเป็นการจำเป็น
มากที่เราจะต้องรู้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงด้วย ความรู้เรื่อง
เสียงในภาษาไทยที่จะกล่าวต่อไปจะประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้ คือ

อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียง

เสียงพยัญชนะ

เสียงสระ

เสียงวรรณยุกต์

⁶⁴ ฟุ้งเฟื่อง เครือตราชู, "การศึกษาเรื่องเสียงในภาษาไทย," เอกสารนิเทศ
การศึกษา : คู่มือวิชาภาษาไทยเล่ม 3, (พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2512), หน้า 51.

⁶⁵ วิจิตร ภาณุพงศ์, เรื่องเดิม, หน้า 84 - 5.

อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียง

อวัยวะในร่างกายที่เป็นอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงนั้นมีไม่มากนัก และเมื่อออกเสียงเราสามารถมองเห็นการเคลื่อนไหวจากภายนอกได้เพียงบางส่วนเท่านั้น เช่น การเคลื่อนไหวของขากรรไกร, ริมฝีปาก และลิ้น (ในบางครั้ง) การเคลื่อนไหวที่สำคัญอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเราไม่อาจมองเห็นได้ นอกจากจะใช้เครื่องมือพิเศษบางอย่าง เช่น เอ็กซเรย์ (X - ray) และกล้องถ่ายภาพกล่องเสียง (Laryngoscopes) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ด้วยการฝึกฝนอย่างถูกต้องเราก็สามารถจับสังเกตการเคลื่อนไหวของอวัยวะภายในเหล่านั้นได้ ในขณะที่เราพูดเรารู้สึกได้ว่าลิ้นอยู่ตรงไหน เช่นเดียวกับที่เราารู้สึกได้ว่าแขนเราอยู่ตรงไหน ในลักษณะใดโดยไม่ต้องสัมผัสตามอง

อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงนั้น หมายถึงอวัยวะต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหวในขณะที่ออกเสียงใน ช่องปาก (Oral cavity) ช่องจมูก (Nasal cavity) ของคอ (Pharynx) และปอด รวมทั้งกล้ามเนื้อที่บังคับอวัยวะต่าง ๆ เหล่านี้ด้วย⁶⁶

อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงนั้นปรกติจะมีหน้าที่หลักในการดำรงชีวิต แต่เราใช้มันทำหน้าที่สื่อสารด้วย หน้าที่ในการดำรงชีวิตก็คือ⁶⁷

1. ส่วนที่เกี่ยวกับการหายใจเข้าออก ได้แก่ปอดและกระบังลม
2. ส่วนที่เกี่ยวกับทางเดินของลมหายใจ ได้แก่หลอดลมและลูกกระเดือก
3. ส่วนที่เกี่ยวกับทางหายใจเข้าออก และกรรณินอาหาร ได้แก่ช่องปากและจมูก

⁶⁶ Charles F. Hockett, A Course in Modern Linguistics,

(New York : The Macmillan Company, 1958), p. 63

⁶⁷ พระยาอนานราชานุ. เรื่องเดิม. หน้า 104 - 5.

กับเบ็ลยู เนลสัน ฟรานซิส (W. Nelson Francis) แบ่งอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงออกเป็น 3 พวก คือ⁶⁸

1. พวกจุดเริ่มต้น (initiation) คือส่วนที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของลม
2. พวกทำให้เกิดเสียง (phonation) คือส่วนที่ทำให้ลมกลายเป็นเสียง
3. พวกเปลี่ยนแปลงลักษณะเสียง (articulation) คือส่วนที่แปรเสียงให้แตกต่างกันออกไป

อวัยวะพวกจุดเริ่มต้น⁶⁹

อวัยวะพวกจุดเริ่มต้นได้แก่ปอดซึ่งมีลักษณะเป็นถุงอากาศ ทำหน้าที่บีบตัวให้ลมพุ่งขึ้นมาตามหลอดลมสู่ช่องปาก การบีบตัวของปอดนั้นกระทำโดยอาศัยกระบังลมและกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง อวัยวะพวกจุดเริ่มต้นนี้ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของลมเท่านั้นยังไม่เป็นเสียง

อวัยวะพวกทำให้เกิดเสียง⁷⁰

เมื่อลมพุ่งขึ้นมาตามหลอดลมแล้ว ก็จะผ่านเข้ากล่องเสียงซึ่งตั้งอยู่ตอนบนของหลอดลม กล่องเสียงทำหน้าที่เหมือนประตูหรือลิ้นระหว่างปอดกับปากคอยควบคุมการเดินทางของลมระหว่างปอดกับอากาศภายนอก และปิดกั้นไม่ให้อาหารเข้าไปในหลอดลม นอกจากนั้น เนื้อกล่องเสียงยังมีลิ้นปิดกล่องเสียง (epiglottis) ทำหน้าที่เหมือนลิ้นอย่างหนึ่งของกล่องเสียง คอยปิดไม่ให้อาหารเข้าไปในช่องหลอดลมด้วย

กล่องเสียงประกอบด้วยกระดูกอ่อนสำคัญ 4 ชิ้น คือ ไทรอยด์ (thyroid) ไครคอยด์ (cricoid) และอริเทนอยด์ (arytenoid) สองชิ้น ไทรอยด์คือกระดูก

⁶⁸ อุกุม วโรคมดิชชิตถ. เรื่องเคิม. หน้า 21.

⁶⁹ เรื่องเดียวกัน. หน้าเดียวกัน.

⁷⁰ เรื่องเดียวกัน. หน้า 21 - 5.

โครงนอกของกล่องเสียงหรือที่เราจับสัมผัสว่าเป็นลูกกระเดือกนั่นเอง ใครคอยค้ำคอกระดูก
วงแหวนส่วนฐานของกล่องเสียงติดอยู่กับไทรอยด์ ส่วนอริเทนอยด์สองชิ้นมีรูปร่างคล้าย
ปรัมาติดอยู่กับไทรอยด์

ส่วนที่สำคัญที่สุดของกล่องเสียงคือ เส้นเสียง (vocal cords) เส้นเสียง
เป็นเอ็นยื่นจากสองข้างของกล่องเสียงข้างละเส้น มีความยาวจากผนังไทรอยด์ด้านหน้า
เข้าไปยึดกับอริเทนอยด์ซึ่งอยู่ภายใน เส้นเสียงจะแยกห่างจากกันหรือปิดสนิทมากน้อยเพียง
ใดขึ้นอยู่กับการทำงานของอริเทนอยด์ เส้นเสียง(และอริเทนอยด์) ทำหน้าที่กักกั้นกระแสลม
ที่ขึ้นมาจากปอดให้เกิดเป็นเสียงขึ้น 4 ลักษณะ คือ⁷¹

1. ถ้าเส้นเสียงเปิดกว้าง ลมจากปอดผ่านสะดวก และเส้นเสียงไม่สั่น จะทำ
ให้เกิดเสียงประเภท อโชนะ (voiceless) หรือเสียงไม่ก้อง เช่น เสียงตัว "พ" "ป"
"ก" ในคำว่า พิ ไป ก่อน ฯลฯ

2. ถ้าเสียงเสียงปิดสนิทกักลมไว้ แล้วเปิดอย่างรวดเร็ว เสียงที่เกิดขึ้นเรียกว่า
เสียงหยุดที่เส้นเสียง หรือเสียงหยุดที่คอหอย (glottal stop) เช่น เสียง "อ"
ในภาษาไทยในคำว่า อักขร ออ อัด ฯลฯ

3. ถ้าเส้นเสียงปิดเกือบสนิท มีช่องว่างเพียงเล็กน้อยให้ลมเปียดแทรกออกมา
ทำให้เส้นเสียงสั่น เสียงที่เกิดขึ้นเรียกว่า เสียงโชนะ (voiced) หรือเสียงก้อง เช่น
เสียงตัว "บ" "ป" ในคำว่า บ้าน แดง ฯลฯ

4. ถ้าเส้นเสียงปิด แต่อริเทนอยด์เปิดกว้างให้ลมผ่านออกได้ เสียงที่เกิดขึ้น
เรียกว่าเสียงกระซิบ (whisper)

อวัยวะพวกเปลี่ยนแปลงลักษณะเสียง

เมื่อลมผ่านเส้นเสียงในกล่องเสียงเกิดเป็นเสียงลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ก็จะมี

ผ่านช่องทางของปากหรือช่องจมูก แล้วจะถูกอวัยวะในช่องปากและช่องจมูกปรับเปลี่ยนให้กลายเป็นเสียงสระและเสียงพยัญชนะต่าง ๆ กันออกไป

อวัยวะที่จัดเป็นส่วนหนึ่งของช่องจมูกมีอย่างเดี๋ยวลือ เวลิก (velic)⁷² ซึ่ง เป็นกล้ามเนื้ออยู่ระหว่างลิ้นไก่ (uvula) กับเพดานอ่อน (velum) ทำหน้าที่ปิดไม่ให้ลมออกจากช่องจมูก หรือเปิดให้ลมออกช่องจมูกเมื่อออกเสียงพยัญชนะนาสิก เช่นเสียงตัว "ม" "น" "ง" ในภาษาไทย

อวัยวะในช่องปากแบ่งออกได้เป็น 2 พวกคือ⁷³

1. พวกเคลื่อนไหวได้ หรือพวกฐานกรรณดาง (articulators) ได้แก่ ลิ้น ริมฝีปากกลาง และเวลิก
2. พวกเคลื่อนไหวไม่ได้ หรือพวกฐานกรรณดมัน (points of articulation) ได้แก่ ริมฝีปากบน ฟัน ปุ่มเหงือก เพดานแข็ง เพดานอ่อน

เสียงพยัญชนะ

ลักษณะของเสียงพยัญชนะไทยแต่ละหน่วยเสียงจะเป็นอย่างไรนั้น จะตองกล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญ 4 อย่างด้วยกันคือ

1. เป็นเสียงโชนะ หรืออโชนะ
2. เป็นเสียงตติล (unaspirated) หรือเสียงชนิล (aspirated)
3. ฐานกรรณที่เกิดเสียง (points of articulation)
4. ประเภทของเสียง (manner of articulation)

72

Ibid. p. 67

73 อุดม วโรคมสิกรคคคค. เรื่องเคิม. หน้า 28.

เสียงโฆะหรือเสียงอโฆะ

อธิบายมาแล้วในตอนที่ว่าด้วยอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียง

เสียงสิลิลหรือเสียงอนิล

เสียงสิลิลเป็นเสียงที่เมื่อออกเสียงไม่มีกลุ่มลมตามออกมาด้วย เช่นเมื่อออกเสียงตัว "ป" หรือเสียง / p / ถ้าใช้กระดาษชิ้นเล็ก ๆ รอไว้ที่ริมฝีปาก กระดาษจะไม่ปลิงสะบัด เพราะไม่มีกลุ่มลมตามออกมากระทบมากพอ

ส่วนเสียงอนิล เป็นเสียงที่เมื่อออกเสียงมีกลุ่มลมตามออกมาด้วย เช่น เมื่อออกเสียงตัว "พ" หรือเสียง / ph / ถ้าใช้กระดาษชิ้นเล็ก ๆ รอไว้ที่ริมฝีปากกระดาษจะปลิว

ฐานกรณที่เกิดเสียง

ฐานกรณของเสียงก็คือจุดที่กระแสลมจากปอดถูกอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงกักไว้ก่อนที่จะปล่อยให้ไหลออก จุดกักกันเสียงนี้จะประกอบด้วยอวัยวะ 2 ประเภท คืออวัยวะพวกเคลื่อนที่ไม่ได้ เช่น เพดาน ฟัน อีกประเภทหนึ่งเป็นพวกเคลื่อนที่ได้ เช่น ริมฝีปาก ลิ้น เสียงในภาษามีฐานกรณต่าง ๆ กันจึงมีเสียงต่างกันไป เช่น เสียง / ๓ / หรือเสียงของตัว "ม" ฐานกรณอยู่ที่ริมฝีปากทั้งสอง เสียง / ๕ / หรือเสียงตัว "พ" ฐานกรณอยู่ที่ริมฝีปากล่างกับฟันบน เป็นต้น

ประเภทของเสียง

ประเภทของเสียงนี้สำคัญมากในการแยกเสียงต่าง ๆ คำว่า "นา" และ "ทา" มีฐานกรณเหมือนกันทุกประการ แต่เรา仍可ยินความแตกต่างของเสียงของสองคำนี้ ทั้งนี้เพราะเสียงตัว "น" และตัว "ท" ถึงแม้จะมีฐานกรณอยู่ที่เดียวกันแต่ประเภทของเสียงต่างกัน เสียงตัว "ท" เป็นเสียงประเภทที่อยู่ในช่องปาก แต่เสียงตัว "น" เป็นเสียงประเภทที่อยู่ในช่องจมูก⁷⁴

⁷⁴วิไลวรรณ ชนิษฐานันท์, เรื่องเดิม, หน้า 52.

เสียงแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 9 ประเภท⁷⁵ คือ เสียงหยุด (stop)
เสียงเสียดแทรก (fricative) เสียงหยุดแทรก หรือกึ่งเสียดแทรก (affricate)
เสียงนาสิก (nasal) เสียงลอคข้างหรือเสียงข้างลิ้น (lateral) เสียงลิ้นร้ว
(trill) เสียงลิ้นกระดก (flap) เสียงลิ้นม้วน (retroflex) เสียงเลื่อน
(glide) หรือเสียงกึ่งสระ สำหรับภาษาไทย เสียงที่เปล่งออกมา แบ่งได้เป็น 7
ประเภทดังนี้⁷⁶

1. เสียงหยุดหรือเสียงระเบิด (stops) เป็นเสียงที่เมื่อเวลาออกเสียง
เวลลิค (velic) จะปิด กระแสลมออกทางจมูกไม่ได้ จึงผ่านออกทางปาก แต่จะถูก
ฐานกรณ์ในช่องปากและที่เส้นเสียงปิดกั้นกระแสลมเอาไว้ก่อนจะเปิดให้ระเบิดออกมาในทันที
เสียงหยุดในภาษาไทยมี 9 หน่วยเสียง คือ / p, t, k, ʔ, ph, th, kh, b, d /
หรือ / ป, ต, ก, อ, พ, ท, ค, บ, ด /

2. เสียงเสียดแทรก (Fricatives) เป็นเสียงที่เมื่อเวลาออกเสียง
เวลลิค (velic) จะปิด กระแสลมออกทางปาก แต่จะถูกฐานกรณ์ ณ จุดใดจุดหนึ่ง
ในช่องปากและเส้นเสียงปิดกั้นเกือบสนิท มีช่องว่างเล็กน้อย กระแสลมที่วิ่งเสียดแทรก
ออกมา ภาษาไทยมี 3 หน่วยเสียง คือ / f, s, h / หรือ / ฟ, ซ, ฮ /

3. เสียงกึ่งเสียดแทรก (Affricates) เป็นเสียงที่เกิดการออกเสียงมีลักษณะ
ผสมระหว่างเสียงหยุดและเสียงเสียดแทรก กล่าวคือ กระแสลมจะถูกกักให้หยุดก่อนแล้วจึง
ปล่อยให้เสียดแทรกออกมา มี 2 หน่วยเสียงคือ / c, ch / หรือ / จ, ช / เสียง /จ/
นั้นบางตำราจัดเป็นเสียงหยุดหรือเสียงระเบิด⁷⁷

⁷⁵ เรื่องเดียวกัน, หน้าเดียวกัน.

⁷⁶ อุกม วโรดมสิกกิตต, เรื่องเดิม, หน้า 32.

⁷⁷ ประสิทธิ์ กา บักตอน, การศึกษาภาษาไทยตามแนวภาษาศาสตร์, (พระนคร :
ไทยวัฒนาพานิช, 2516), หน้า 66.

4. เสียงนาสิก (Nasals) เป็นเสียงที่เมื่อออกเสียง เวกลิจะเปิด กระแสลมถูกฐานกรณในช่องปากกักให้ผ่านออกทางช่องจมูก มี 3 หน่วยเสียง คือ /ม. น, ญ / หรือ / ม. น. ง /

5. เสียงข้างลิ้น (Lateral) เป็นเสียงที่เมื่อออกเสียง ปลายลิ้นจะแตะปุ่มเหงือกสนิทไม่ให้ลมผ่านออกเหนือลิ้น กระแสลมจะทะลักออกสองข้างลิ้น แล้วปลายลิ้นจึงจะตกลง ไค้แก่เสียง / ล / หรือ / ฌ /

6. เสียงร่ว (Flapped) เป็นเสียงที่เมื่อออกเสียง ปลายลิ้นจะกระดกกักกระแสลมที่ปุ่มเหงือกสองครั้ง (หรือมากกว่าสำหรับบางคน) ไค้แก่เสียง / ร / หรือ / ฌ /

7. เสียงอັตสระ (Semivowels) เป็นเสียงที่มีลักษณะคล้ายกับสระมาก เวลาออกเสียงลิ้นจะยกสูงกว่าเมื่อออกเสียงสระสูงเล็กน้อย แต่ไม่ถึงกับแตะฐานกรณบนสนิท การกักกระแสลมจึงไม่เต็มเหมือนเมื่อออกเสียงพยัญชนะอื่น ๆ แต่ลมก็ไม่สามารถผ่านออกสะดวกเหมือนเสียงสระ ไค้แก่เสียง / ว, ย / หรือ / ฌ, ฃ /

เสียงพยัญชนะในภาษาไทยทั้ง 7 ประเภทนี้ มีฐานกรณและลักษณะเสียงต่าง ๆ กันไป ดังปรากฏในแผนภูมิข้างล่างนี้

ศัพท์อักษร (Phonetic Symbols) ที่ใช้แทนหน่วยเสียงพยัญชนะนี้ ไร้ตามพินักภาษาศาสตร์โดยทั่วไปใช้กันเป็นสากล แต่บางหน่วยเสียงก็ใช้ศัพท์อักษรต่างกันไปบ้าง เช่นเสียงอັตสระ / ย / บางท่านใช้ / ฃ / เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิแสดงหน่วยเสียงพยัญชนะ

ประเภท และ ลักษณะของเสียง		ฐานกรณ์		ริมฝีปากทั้งดู	ริมฝีปากและฟัน	ปุ่มเหงือก	ปุ่มเหงือก คอ	เพดานแข็ง	เพดานแข็ง	เพดานอ่อน	เส้นเสียง
		สถิต	ขนิบ								
เสียงหยุด	อโฆษะ	สถิต	p			t				k	ก
		ขนิบ	ph			th				kh	
	โโฆษะ		b			d					
เสียงเสียดแทรก	อโฆษะ			f		s					h
เสียงกึ่งเสียดแทรก	อโฆษะ	สถิต						c			
		ขนิบ						ch			
เสียงนาสิก	โโฆษะ		m			n				n	
เสียงข้างลิ้น	โโฆษะ					l					
เสียงร้ว	โโฆษะ					r					
เสียงฮัตสระ	โโฆษะ			w					y		

อย่างไรก็ตาม เราอาจใช้ตัวอักษรไทยเป็นสัญลักษณ์แทนหน่วยเสียงก็ได้ดังนี้

สัญลักษณ์ตามแบบสากล	สัญลักษณ์ที่ใช้อักษรไทย	ตัวพยัญชนะที่ออกเสียงนี้
/ p /	/ ป /	ป
/ ph /	/ พ /	พ ภ ฝ
/ b /	/ บ /	บ

สัทอักษรตามแบบสากล	สัทอักษรที่ใช้อักษรไทย	ตัวพยัญชนะที่ออกเสียงนี้
/ t /	/ ต /	ต ฉ
/ th /	/ ท /	ท ษ ษท ฎ ฐ
/ d /	/ ด /	ด ฎ ท(บางคำ - มทรพ)
/ k /	/ ก /	ก
/ kh /	/ ค /	ช ค ฆ
/ ʔ /	/ อ /	อ
/ c /	/ จ /	จ
/ ch /	/ ช /	ช ฉ ฌ
/ f /	/ ฟ /	ฟ ฝ
/ s /	/ ส /	ซ ศ ษ ส
/ h /	/ ฮ /	ฮ ห
/ m /	/ ม /	ม หม- (หมี่)
/ n /	/ น /	น ฌ หน- (หนุ)
/ ŋ /	/ ง /	ง ฌง- (ฌง)
/ r /	/ ร /	ร ทร- (ทรู)
/ l /	/ ล /	ล ฬ ฬล- (ฬลน)
/ w /	/ ว /	ว ฬว- (ฬวาน)
/ y /	/ ย /	ย ฌย- (ฌยา) หญ- (หญิง)

การอธิบายเสียงพยัญชนะ จะคงกล่าวถึงองค์ประกอบของเสียงพยัญชนะทั้ง 4 อย่างทั้งกล่าวข้างต้น โดยจะดูได้จากแผนภูมิแสดงหน่วยเสียงพยัญชนะ บางเสียงไม่ได้แสดงไว้ว่าเป็นเสียงสปีดหรือรนิค เพราะไม่ใช่ลักษณะสำคัญของเสียงนั้น เวลาอธิบายก็ไม่

ต้องกล่าวถึง ตัวอย่างเช่น

/ p /	เสียงหยุด	อโฆะ	สิถิล	ริมฝีปากทั้งคู่
/ ph /	เสียงหยุด	อโฆะ	ชนิด	ริมฝีปากทั้งคู่
/ b /	เสียงหยุด	โฆะ		ริมฝีปากทั้งคู่
/ f /	เสียงเสียดแทรก	อโฆะ		ริมฝีปากและฟัน
/ ch /	เสียงกึ่งเสียดแทรก	อโฆะ	ชนิด	ปุ่มเหงือกต่อเพดานแข็ง
/ ŋ /	เสียงนาสิก	โฆะ		เพดานอ่อน
/ y /	เสียงอัสสระ	โฆะ		เพดานแข็ง

าลา

เสียงพยัญชนะควบกล้ำ

ภาษาแต่ละภาษามีกฎเกณฑ์ของเสียงควบกล้ำจำกัดไว้ว่า เสียงใดจะควบคู่กับเสียงใดได้ ในภาษาไทยเสียงที่เกิดได้ในตำแหน่งที่สองมี 3 เสียงคือ / r /, / l /, / w / ส่วนเสียงที่เกิดในตำแหน่งแรกมีเสียงประเภทเสียงหยุด อโฆะ เท่านั้น คือ / p /, / t /, / k /, / ph /, / th /, / kh / เสียงควบกล้ำมีดังนี้ / pr, pl, tr, kr, kl, kw, phr, phl, thr, khr, khl, khw, /⁷⁸ เช่น

<u>praap</u>	"ปราบ"	<u>plit</u>	"ปลิด"
<u>truu</u>	"ทรู"	<u>krɔɔŋ</u>	"กรอง"
<u>klap</u>	"กลัด"	<u>kwak</u>	"กวัก"
<u>phrɔɔm</u>	"พร้อม"	<u>phluu</u>	"พลู"
can - <u>thraa</u>	"จันทรา"	<u>khraan</u>	"ครั่ง"
<u>khlaay</u>	"คลาย"	<u>khwaet</u>	"แคว"

⁷⁸ วิชาวรรณคดี, วรรณคดี, เรื่องเดิม, หน้า 76.

เสียงพยัญชนะคัพยางคและเสียงพยัญชนะท้ายพยางค

ในภาษาไทย หน่วยเสียงพยัญชนะเดี่ยวทั้ง 21 หน่วยเสียง และหน่วยเสียงควบกล้ำทั้ง 12 หน่วยเสียง ใช้เป็นเสียงพยัญชนะคัพยางคได้ แต่เสียงพยัญชนะท้ายพยางคหรือเสียงสะกดจะใช้ได้เฉพาะหน่วยเสียงพยัญชนะเดี่ยว 9 หน่วยเสียงเท่านั้น⁷⁹ ได้แก่เสียง

/ p, t, k, ʔ, m, n, ŋ, w, y	/	เช่น	
càp	"จับ"	khaət	"ชาก"
máak	"มาก"	phraʔ	"พระ"
hàam	"ตาม"	nwaŋ	"นอน"
wɔŋ	"วง"	ʔaw	"เอา"
hǎay	"หาย"		

คำบางคำในภาษาไทยเขียน ใช้ตัวอักษรอื่น ๆ เช่น ช, พ, ฟ, ร, ล ฯลฯ นั้น เมื่อออกเสียงจะเป็นเสียง 1 ใน 9 เสียงข้างต้น เช่น

"เซม"	ออกเสียง	[sɛət]	เสียงท้ายเป็นเสียง	[t]	ไม่ใช่	[s]
"ภาพ"	"	[phaəp]	"	[p]	"	[ph]
"การ"	"	[kaan]	"	[n]	"	[r]
"กาล"	"	[kaan]	"	[n]	"	[l]

ดังนี้เป็นต้น

เสียงสระ

เฮนรี เอ. กลีสัน (Henry A. Gleason) ให้นิยามสระว่า สระเป็นใจกลางของพยางค คือเป็นส่วนที่ให้พยัญชนะมาเกาะหน้าเกาะหลัง แล้วเกิดเป็น

⁷⁹เรื่องเดียวกัน, หน้า 75.

พยางค์ขึ้น⁸⁰ และเสียงสระจะต่างจากเสียงพยัญชนะตามเกณฑ์ที่ เคนเนธ แอล. ไพค (Kenneth L. Pike) ได้ให้ข้อสังเกตไว้ดังนี้⁸¹

1. เสียงสระย่อมเป็นเสียงที่ส่วนหนึ่งจะต้องออกทางปาก
2. เสียงสระย่อมไม่เป็นเสียงที่เกิดจากการกักหรือเสียดสี ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในปาก และลมควรผ่านออกเหนือลิ้นอย่างสะดวก
3. เสียงสระนั้นเกิดสัมพันธ์กับเสียงอื่นในพยางค์ โดยทำหน้าที่เป็นใจกลางของพยางค์ และให้เสียงอื่นเกาะหน้าเกาะหลังได้

สำหรับเสียงสระในภาษาไทยนั้น เป็นเสียงที่ลมพุ่งออกมาสะดวก ไม่มีอวัยวะส่วนหนึ่งส่วนใดกักกั้นทางลมเอาไว้เหมือนเสียงพยัญชนะ⁸² และอวัยวะที่ใช้ทำเสียงสระคือ ลิ้นกับริมฝีปาก⁸³

ลิ้นที่ใช้ทำเสียงแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ลิ้นส่วนหน้า ลิ้นส่วนกลาง และลิ้นส่วนหลัง ลิ้นแต่ละส่วนนี้สามารถกระดกสูงต่ำได้ 3 ระดับ คือระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ ลิ้นแต่ละส่วนที่กระดกในระดับต่าง ๆ จะทำให้เกิดเสียงสระต่าง ๆ กันออกไป

ริมฝีปาก เมื่อออกเสียงสระ ริมฝีปากจะมีลักษณะต่างกัน 2 ลักษณะ คือ ห่อกลมกับไม่ห่อกลม

ดังนั้นลักษณะสำคัญในการออกเสียงสระในภาษาไทยจึงขึ้นอยู่กับ⁸⁴

⁸⁰ อู๋ม วโรคมสิกขาคีต. เรื่องเดิม, หน้า 73.

⁸¹ เรื่องเดียวกัน, หน้าเดียวกัน.

⁸² ประสิทธิ์ ภาพกอดอน, เรื่องเดิม, หน้า 74.

⁸³ เรื่องเดียวกัน, หน้าเดียวกัน.

⁸⁴ ฟุ้งเฟื่อง เกรือตราฐ, เรื่องเดิม, หน้า 61.

1. ระดับของลิ้นว่าอยู่ในระดับสูง กลาง หรือต่ำ
 2. ส่วนของลิ้นว่าใช้ลิ้นส่วนหน้า ส่วนกลาง หรือส่วนหลัง
 3. รูปของริมฝีปากว่าห่อกลมหรือไม่ห่อกลม
- และเมื่อจะอธิบายเสียงสระ จะต้องบอกลักษณะทั้ง 3 ประการนี้ และบอกด้วยว่า
4. เป็นเสียงสั้นหรือเสียงยาว ทั้งนี้เพราะ เสียงสั้นหรือเสียงยาวของสระเป็น

คุณสมบัติที่สำคัญเพราะทำให้ความหมายของคำต่างกันได้⁸⁵

จากการเทียบสำรวจคำต่างๆ สรุปได้ว่า เสียงสระเดี่ยวในภาษาไทยมีเสียงสั้น 9 หน่วยเสียง เสียงยาว 9 หน่วยเสียง รวม 18 หน่วยเสียงนั้น เขียนตารางแสดงตำแหน่งต่าง ๆ ของลิ้นได้ดังนี้⁸⁶

		(front)	(central)	(back)
		หน้า	กลาง	หลัง
(high)	สูง	i, ii	ɨ, iɨ	u, uu
(mid)	สูง	e, ee	ə, əə	o, oo
	ต่ำ	x, xx		
(low)	ต่ำ	a, aa		ɔ, ɔɔ

(สระที่เขียนซ้ำกันสองตัว หมายถึงเป็นสระเสียงยาว)

เพื่อความสะดวกในการศึกษา เราจึงใช้สมมาตร (Symmetry) เสียใหม่

ได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

⁸⁵ วิไลวรรณ ขนิษฐานนท์, เรื่องเดิม, หน้า 78 - 9.

⁸⁶ เรื่องเดียวกัน, หน้า 79.

ส่วนของ ดิน	ริมฝีปากไม่กลม				ริมฝีปากกลม	
	หน้า		กลาง		หลัง	
สูง	อิ i	อี ii	อึ ɨ	อึ ɨɨ	อุ u	อู uu
กลาง	เอะ e	เอ ee	เออะ ə	เออ əə	โอะ o	โอ oo
ต่ำ	แอะ ɛ	แอ ɛɛ	อะ a	อา aa	เอาะ ɔ	ออ ɔɔ

หมายเหตุ สัทอักษรแทนเสียงสระ ใช้ตามแบบของ Marry Hass แต่
เปลี่ยน y, yy เป็น ɨ, ɨɨ เพื่อไม่ให้สับสนกับเสียงพยัญชนะ / y /

การจำแนกเสียงสระเดี่ยว

สระเดี่ยว 18 หน่วยเสียงนี้ จำแนกออกได้เป็น 3 พวก ตามส่วนของดินที่ใช้
ทำเสียง ดังนี้

1. สระหน้า ไคแกสระที่ใช้ดินส่วนหน้าทำเสียง มี 6 เสียง คือ
 - สระหน้าสูง i, ii (อิ, อี)
 - สระหน้ากลาง e, ee (เอะ, เอ)
 - สระหน้าต่ำ ɛ, ɛɛ (แอะ, แอ)
2. สระกลาง ไคแกสระที่ใช้ดินส่วนกลางทำเสียง มี 6 เสียง คือ
 - สระกลางสูง ɨ, ɨɨ (อึ, อึ)
 - สระกลางกลาง ə, əə (เออะ, เออ)
 - สระกลางต่ำ a, aa (อะ, อา)

3. สระหลัง ไค้แก่สระที่ไซ้ลึ้นส่วนหลังทำเสียง มี 6 เสียง คือ

สระหลังสูง	น, ณ (อุ, อู)
สระหลังกลาง	อ, อย (โอะ, โอ)
สระหลังต่ำ	ว, วย (เอาะ, ออ)

การอธิบายเสียงสระเดี่ยว

การอธิบายเสียงสระเดี่ยว อธิบายโดยบอกลักษณะสำคัญ 4 ข้อเรียงไปตามลำดับ คือ 1 ส่วนของลิ้น 2 ระดับของลิ้น 3 รูปของริมฝีปาก 4 เสียงสั้นยาว

เสียงสระ	ส่วนของลิ้น	ระดับของลิ้น	รูปของริมฝีปาก	เสียงสั้นยาว
/ i / (อิ)	สระหน้า	สูง	ริมฝีปากไม่กลม	เสียงสั้น
/ ii / (อี)	สระหน้า	สูง	ริมฝีปากไม่กลม	เสียงยาว
/ ะ / (เออะ) สระกลาง	สระกลาง	กลาง	ริมฝีปากไม่กลม	เสียงสั้น
/ อย / (เออ) สระกลาง	สระกลาง	กลาง	ริมฝีปากไม่กลม	เสียงยาว
/ ว / (เอาะ) สระหลัง	สระหลัง	ต่ำ	ริมฝีปากกลม	เสียงสั้น
/ วย / (ออ) สระหลัง	สระหลัง	ต่ำ	ริมฝีปากกลม	เสียงยาว

ดังนี้ เป็นต้น

เสียงสระประสม

เสียงสระประสมนั้น ถ้าพิจารณารากศัพท์ของเสียงสระจะมีเป็น 3 แบบ⁸⁷

1. falling type หรือสระประสมเสียงตก เพราะว่าสระตัวแรกออกเสียงหนักกว่าสระตัวหลัง เช่น สระเอ๋ย ในภาษาไทย เกิดจากสระอี กับสระอาประสมกัน

⁸⁷ รื่องเดียวกัน, หน้า 65 - 6.

แต่สระ อี ออกเสียงหนักกว่า

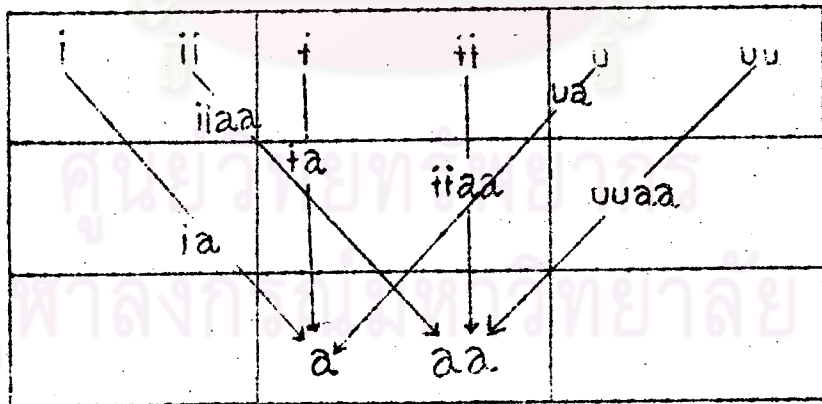
2. rising type หรือสระประสมเสียงตก เพราะสระตัวท้ายออกเสียงหนักกว่าสระตัวหน้า

3. level type หรือสระประสมเสียงเสมอ ชนิดนี้ สระสองเสียงที่มาประสมกันนั้น ออกเสียงหนักเบาเท่ากัน

สำหรับสระประสมในภาษาไทยนั้น เป็นชนิดสระประสมเสียงตก เกิดจากเสียงสระข้างบนเลื่อนลงมาประสมกับเสียงสระข้างล่าง มี 6 เสียง ดังนี้

- /ia / หรือ เอียะ เกิดจากสระ / i / (อี) เลื่อนลงประสมกับ / a / (อะ)
- /iiaa/ " เอีย " /ii / (อี) " /aa / (อา)
- /ia / " เอือะ " / i / (อี) " / a / (อะ)
- /iiaa/ " เอือ " / ii / (อี) " /aa / (อา)
- /ua / " อัวะ " / u / (อุ) " / a / (อะ)
- /uuaa/ " อิว " /uu / (อุ) " /aa / (อา)

เขียนแผนผังแสดงได้ดังนี้



เสียงสระประสมนี้ คำบางเล่มกล่าวว่า เนื่องจากความสั้นยาวของเสียง ไม่แยกความหมายในภาษา จึงจัดว่าสระประสมมีเพียง 3 หน่วยเสียง⁸⁸ แต่นักภาษาศาสตร์ ส่วนใหญ่ถือว่ามี 6 หน่วยเสียง ในที่นี้จะถือว่ามี 6 หน่วยเสียงเช่นกัน

ตำแหน่งของเสียงสระ

คำว่าตำแหน่งนี้ขอให้เข้าใจว่าเป็นตำแหน่งของเสียง ไม่ใช่ตำแหน่งของตัวอักษร ในภาษาไทย เสียงสระจะปรากฏอยู่ในตำแหน่งกลางคำ และท้ายคำ เท่านั้น ไม่มีอยู่ใน ตำแหน่งต้นคำเลย⁸⁹ ตัวอย่างเช่น

ตำแหน่งกลางคำ	[k <u>i</u> n]	"กิน"	[ch <u>i</u> in]	"ตื่น"
	[p <u>a</u> w]	"เอา"	[phr <u>a</u> ʔ]	"พระ" วิชา
ตำแหน่งท้ายคำ	[m <u>i</u>]	"แม่"	[k <u>i</u> iaa]	"เกลือ"
	[ʔ <u>i</u>]	"ไอ"	[th <u>u</u>]	"ดู" วิชา

ส่วนที่บางท่านถือว่าเสียงสระอยู่ต้นคำได้ เพราะไม่นับเสียง / ʔ / เป็น หน่วยเสียงพยัญชนะด้วย⁹⁰

เสียงวรรณยุกต์

เสียงวรรณยุกต์คือระดับเสียงสูงต่ำในคำหนึ่งคำ คำในภาษาไทยนอกจากจะ ต่างกันเพราะมีเสียงพยัญชนะหรือสระต่างกันแล้ว คำยังต่างกันเพราะมีเสียงวรรณยุกต์

⁸⁸ ประสิทธิ์ กาศยกุลอน. เรื่องเดิม. หน้า 82.

⁸⁹ เรื่องเดียวกัน. หน้า 83.

⁹⁰ ฟังเฟื่อง เครือตราฐ. เรื่องเดิม. หน้า 62.

ต่างกันอีกด้วย การที่เสียงวรรณยุกต์ต่างกันทำให้ความหมายของคำต่างกันออกไป แสดงว่าเสียงวรรณยุกต์เป็นเสียงที่มีความสำคัญในภาษาไทย นับว่าเป็นหน่วยเสียงชนิดหนึ่ง⁹¹ เสียงวรรณยุกต์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ⁹²

1. วรรณยุกต์เสียงเสมอ หรือวรรณยุกต์เสียงคงที่ (level tones) คือ เสียงวรรณยุกต์ที่ไม่ขึ้นไม่ลงเรียบเสมอตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นเสียง
2. วรรณยุกต์เสียงขึ้นลง หรือวรรณยุกต์เสียงไม่คงที่ (contour tones) คือเสียงวรรณยุกต์ที่เสียงมีไคอยู่ในระดับ อาจเลื่อนขึ้นหรือเลื่อนลงขณะที่ออกเสียง

ภาษาที่มีเสียงวรรณยุกต์ส่วนมากมักจะไม่มีเสียงวรรณยุกต์แต่เพียงอย่างเดียว อย่างหนึ่งเท่านั้น แต่มักจะประสมกัน ประกอบด้วยวรรณยุกต์คงที่ และวรรณยุกต์ไม่คงที่ ระบบเสียงวรรณยุกต์จึงน่าจะแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ⁹³

1. ระบบวรรณยุกต์คงที่ (register - tone system)
2. ระบบวรรณยุกต์ขึ้นลง (contour - tone system)
3. ระบบวรรณยุกต์ประสม (combinatory system)

ภาษาไทยจัดเป็นภาษาที่มีเสียงวรรณยุกต์แบบประสม เพราะมีเสียงวรรณยุกต์ทั้งสองชนิด สำหรับภาษาไทยกรุงเทพฯมีเสียงวรรณยุกต์ 7 เสียง⁹⁴ แต่จัดเป็นหน่วยเสียง

⁹¹ วิไลวรรณ ฆนิษฐานันท์, เรื่องเดิม, หน้า 79.

⁹² อุดม วิจารณ์สิทธิคดี, เรื่องเดิม, หน้า 93.

⁹³ จิมมี่ จี. แอร์ดี และธีรพันธ์ วงศ์ไทย, แบบฝึกหัดการวิเคราะห์เสียงในภาษา (พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2516), หน้า 12.

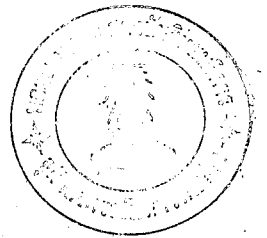
⁹⁴ วรรณ พันธ์พงศ์, "ระดับเสียง การลงเสียงหนักเบา และจังหวะในการพูดของภาษาไทย," ภาษาสังสรรค์, 3 : 2 (ตุลาคม, 2516), 45.

วรรณยุกต์ที่ต่างกันเพียง 5 หน่วยเสียง และแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิด คือ⁹⁵

1. วรรณยุกต์เสียงไม่คงที่ ได้แก่เสียง โท และจัตวา ทั้งสองเสียงนี้มีระดับเสียงขึ้นลงไม่คงที่
2. วรรณยุกต์เสียงคงที่ ได้แก่ เสียง สามัญ เอก และตรี ทั้งสามเสียงนี้มีระดับคงที่ราบเรียบ

เสียงวรรณยุกต์ทั้ง 5 เสียงนี้ แมรี แอส ได้เรียกชื่อและคิดเครื่องหมายแทนเสียงวรรณยุกต์เหล่านั้นด้วย ดังนี้⁹⁶

เสียงสามัญ	เรียก	mid	ไม่ใช่เครื่องหมายใด	
เสียงเอก	"	low	ใช้เครื่องหมาย \	
เสียงโท	"	falling	"	^
เสียงตรี	"	high	"	/
เสียงจัตวา	"	rising	"	v



และได้เสนอลักษณะของระดับเสียง ซึ่งแสดงด้วยเส้นโค้งดังนี้



หมายเหตุ เส้นแสดงระดับเสียง ลากจากซ้ายไปขวา

⁹⁵Arther S. Abramson, The vowels and Tones of Standard Thai : Acoustical Measurements and Experiments, (Bloomington : Indiana University Research Center in Anthropology, Folklore and Linguistics, 1962), p. 9 - 11.

⁹⁶บรรณ พวงสุวรรณ, "การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง." (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518). (อักษราเน.) หน้า 25.

การใช้หน่วยเสียงวรรณยุกต์ทั้ง 5 เสียง อาจจัดได้ตามชนิดของพยางค์
(Syllable Type) ดังนี้⁹⁷

1. คำหรือพยางค์ที่มีสระเสียงยาวไม่มีตัวสะกด มีเสียงวรรณยุกต์ไ้ทั้ง 5 เสียง เช่น

[khaa]	"คา"	[khaa]	"ชา"
[khaâ]	"ชา"	[khaâ]	"คำ"
[khaā]	"ชา"		

2. คำหรือพยางค์ที่มีสระเสียงยาวและมีเสียง / m, n, ŋ, w, y / สะกด มีเสียงวรรณยุกต์ไ้ทั้ง 5 เสียง เช่น

[taam]	"ตาม"	[naaw]	"นาว"
[paan]	"ปาน"	[laay]	"หลาย"
[baan]	"บาง"		

3. คำหรือพยางค์ที่มีสระเสียงสั้นและมี / m, n, ŋ, w, y / สะกด มีเสียงวรรณยุกต์ไ้ทั้ง 5 เสียง เช่น

[kɔm]	"กลม"	[raaw]	"เรา"
[bɔn]	"บน"	[wáay]	"ไหว"
[naŋ]	"นั่ง"		

4. คำหรือพยางค์ที่มีสระเสียงสั้น ไม่มีตัวสะกด มีเสียงวรรณยุกต์ไ้เอก และตรี อาจมีเสียงโทในบางคำเป็นส่วนน้อย เช่น

[cà]	"จะ"	[phra]	"พระ"
[khâ]	"คะ"		

5. คำหรือพยางค์ที่มีสระเสียงสั้นและมี / p, t, k / สะกด มีเสียงวรรณยุกต์เอกและตรี อาจมีเสียงโทในบางคำ เช่น

[kət] "กัก" [phək] "พัก"
[lək - lək] "เล็กเล็ก"

6. คำหรือพยางค์ที่มีสระเสียงยาวและมี / p, t, k / สะกด มีเสียงวรรณยุกต์เอก และโท อาจมีเสียงตรีได้ในคำที่มาจากภาษาอื่น เช่น

[khaət] "ขาด" [saap] "ทราบ"
[phaək] "พรรค" [noot] "โน้ต"

หมายเหตุ การจัดแบบนี้ ผู้จัดไม่ถือว่ามียุ่บเสียง / ? /

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย