บทที่ ๑

บทนำ

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

ปัญหาการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสำเร็จในการแก้ปัญหา "มาสเตอร์โลจิก" ของผู้ที่ได้รับการฝึกกลวิธี กับผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกกลวิธี

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นเหตุการณ์ชุดหนึ่ง ที่มนุษย์ใช้หลักการต่าง ๆ เป็นแนวทางเพื่อบรรลุเป้าประสงค์บางประการ และผลจากการใช้หลักการในการแก้ปัญหา มิได้จำกัดอยู่เพียงเป้าประสงค์เท่านั้น อาจจะเพื่อความพอใจของผู้คิดแก้ปัญหาก็ได้ เนื่องจากเมื่อบรรลุผลในการแก้ปัญหาแล้วทำให้ผู้คิดเกิดการเรียนรู้อะไรบางอย่างด้วย และความสามารถของบุคคลนั้นก็เปลี่ยนแปลงไปไม่มากก็น้อย นอกจากนี้ สิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหาก็คือ การเพิ่มพูนหลักการในการแก้ปัญหาสำหรับบุคคลนั้น ๆ [๑]

ภายในระยะเวลา ๗๕ ปี หรือมากกว่านั้น นักจิตวิทยาหลายท่านได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของสัตว์ภายในห้องทดลองเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาไว้เป็นจำนวนมาก การนำสัตว์ต่างๆ เช่น หนู แมว ลิง มาใช้ศึกษาในระยะต้น ๆ นั้น ก็เพื่อว่าจะได้ควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ในการทดลองได้เต็มที่และเปรียบเทียบพฤติกรรมของสัตว์กับ พฤติกรรมของมนุษย์ แม้ว่ามนุษย์มีระบบประสาทที่ซับซ้อนกว่าสัตว์อื่น ๆ แต่ก็มีพฤติกรรมบางอย่างที่คล้ายคลึงกัน อย่างน้อยที่สุดก็มีพื้นฐานแห่งพฤติกรรม

---

[๑] Robert M. Gagné, The Conditions of Learning. (Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1965), p. 157.

ในขณะที่เผชิญกับปัญหาของความเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังเหมือนกัน [๑]

การที่นักจิตวิทยาได้ศึกษาพฤติกรรมของสัตว์ดังกล่าว ช่วยให้เราเกิดความเข้าใจธรรมชาติของการแก้ปัญหา ในการศึกษาเรื่องนี้ เริ่มตั้งแต่ตัวอย่างของการแก้ปัญหาที่เพียงแต่อธิบายหลักการพื้นฐานในการวางเงื่อนไข จนขยายไปถึงตัวอย่างพื้นฐานของพฤติกรรมการเรียนรู้จากเครื่องมือต่างๆ และตัวอย่างการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม กระบวนการที่อยู่ภายในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่ช่วยให้เข้าใจถ่องแท้กว่าการวางเงื่อนไขทั่ว ๆ ไป

ในอดีตมีนักจิตวิทยาหลายท่านได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาไว้มากมายได้แก่

<u>การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูกของธอร์นไดค์</u>

(Thorndike's Trial-and-error Problem Solving)

ธอร์นไดค์ [๒] (E.L. Thorndike, 1898, 1911) เป็นบุคคลแรกที่ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการลองผิดลองถูก ในกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้แมวกับกล่องปริศนา (Puzzle box) เป็นเครื่องมือในการทดลอง เงื่อนไขในการทดลองของธอร์นไดค์ก็คือ แมวจะได้กินอาหารซึ่งวางล่ออยู่นอกกล่อง ถ้ามันสามารถหาทางออกจากกล่องได้ โดยอาจจะหมุนลูกบิด กดคาน หรือดึงเชือกอย่างใดอย่างหนึ่ง ผลการทดลองปรากฏว่า หลังจากที่แมวพยายามอยู่หลายครั้ง แมวก็หาทางหนีออกมาได้โดยบังเอิญ และโค้งการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลองปรากฏว่า ก่อนที่แมวจะเรียนรู้ถึงวิธีที่ถูกต้อง แมวจะลองผิดมากกว่า ๒๔ ครั้ง และแมวแต่ละตัวจะมีระดับแห่งความกระตือรือร้น (energy level) ในการเรียนรู้แตกต่างกัน กล่าวคือ แมวที่คล่องแคล่วว่องไวจะเรียนรู้ได้เร็ว แต่ไม่สามารถ

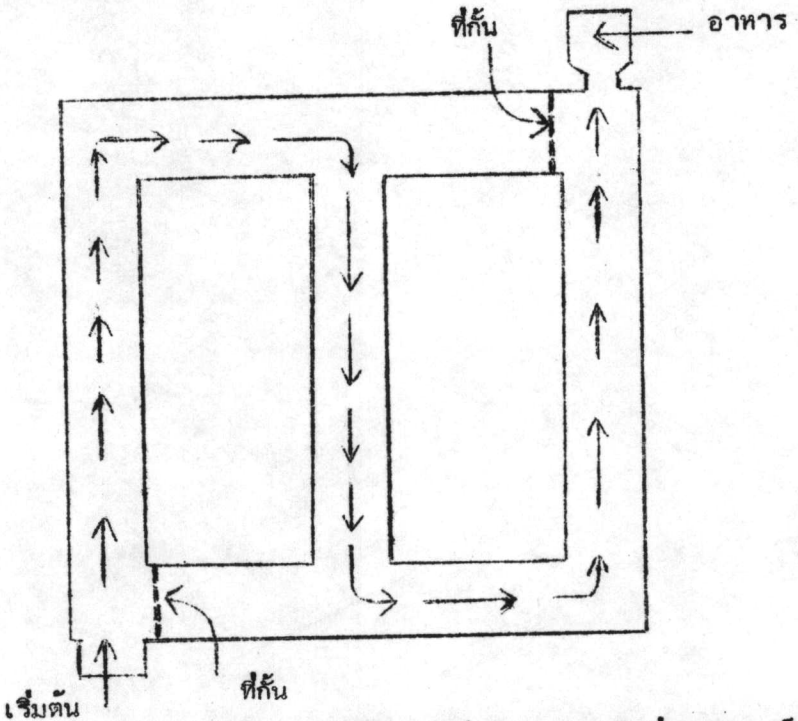
---

[๑] Robert Thomson, <u>The Psychology of Thinking</u>. (Penguin Book Ltd., 1959), p. 31.

[๒] E.L. Thorndike, "Animal Intelligence," <u>Psychology Monograph</u> 8:2, quoted in Gary A Davis, <u>Psychology of Problem Soliving : Theory and Practice</u>. (New York : Basic Book Inc. Publishers, 1973), p.40.

จำวิธีการที่ถูกต้องได้ เมื่อถูกจับมาใส่กล่องปริศนาใหม่ ส่วนแมวที่อืดอาดเชื่องช้า จะสนใจในสิ่งที่มันทำมากกว่า ดังนั้นแมวเหล่านี้จึงใช้เวลาในการเรียนรู้ลดน้อยลงทุกที

นอกจากนี้ ธอร์นไดค์ ยังได้ศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาของสัตว์ ในลักษณะอื่นอีก โดยใช้การเรียนรู้วงกต (maze Learning)[๑] ดังภาพ



ลักษณะกล่องจะมีทางเดินเพียงทางเดียว ที่เป็นทางออกไปสู่อาหาร เป็นทางยาวกั้นล้อมด้วยฝา และเพดานกล่องทำเป็นตาข่ายลวด แล้วจับสัตว์ที่กำลังหิวมาใส่ไว้ที่จุดเริ่มต้น เพื่อให้เรียนรู้ลำดับการเดิน โดยกำหนดให้เดินเลี้ยวขวา ๒ ครั้ง และเลี้ยวซ้าย ๒ ครั้ง จึงจะถึงที่หมาย หลังจากทดลองอยู่หลายครั้ง สัตว์ที่นำมาทดลองก็เรียนรู้วิธีหาทางออกได้ถูกต้อง และเมื่อทดลองปิดกั้นทางในลักษณะต่าง ๆ สัตว์เหล่านี้ก็สามารถหาทางออกในระยะทางที่สั้นที่สุดได้

---

[๑] E.L. Thorndike, Animal Intelligence (London : Macmillan, 1911), quoted in Robert Thomson, The Psychology of Thinking, p. 33.

อย่างไรก็ตาม ได้มีนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อ มอร์แกน [๑] (C. Lolyd Morgan) ได้แสดงความเห็นเกี่ยวกับการทดลองของธอร์นไดค์ว่า มนุษย์ไม่อาจจะทราบถึงการคิดในระดับลึกซึ้ง (high-level thinking) ของสัตว์ได้ ตราบใดที่เงื่อนไขในการทดลองกำหนดโอกาสให้สัตว์ได้คิดในระดับต้น ๆ (Lower-level process) เท่านั้น และจากข้อคิดเห็นของมอร์แกน ธอร์นไดค์จึงสรุปว่า แมวที่เขานำมาทดลองนั้น เรียนรู้หรือแก้ปัญหาด้วยวิธีลองผิดลองถูก เพราะมันไม่สามารถใช้เหตุผลหรือหยั่งรู้ได้ เพียงแต่แสดงให้เห็นถึงความสามารถเล็กน้อยในการเข้าใจและจับหลักในการหาทางออกจากกล่องปริศนาได้ หลังจากถูกจับไปขังอีก ธอร์นไดค์ได้ทดลองกับสัตว์อื่น ๆ อีก เช่นลิงและสุนัขทั่ว ๆ ไป พบว่าสัตว์เหล่านี้แก้ปัญหาได้ดีกว่าแมว

การทดลองโดยใช้กล่องปริศนานี้มีหลักการไม่แตกต่างกับการทดลองให้หนูเรียนรู้การกดคานในกล่องสกินเนอร์ (Skinner's box) มากนัก จากการทดลองดังกล่าวช่วยให้ธอร์นไดค์ตั้งหลักของผลที่เกิดขึ้นว่าเป็นกลไกพื้นฐานในการเรียนรู้ หลักการนี้เหมือนกับหลักการเสริมแรงในการเรียนรู้เครื่องมือ (instrumental learning) เขาได้ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบสำคัญในการเรียนรู้ของพฤติกรรมด้านนี้ว่า เป็นการเชื่อมโยงของการตอบสนองกับการเสริมแรง และการตอบสนองที่เป็นผลจากการเสริมแรงจะเกิดขึ้นมากกว่า การตอบสนองด้านอื่น ๆ ทั้งยังมีอำนาจการควบคุมพฤติกรรมในสภาพการณ์ทดลองได้ พฤติกรรมของสัตว์จะเกิดขึ้นจากการเสริมแรงลักษณะต่าง ๆ โดยปราศจากการไตร่ตรอง มีสัตว์เพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการที่ซับซ้อนกว่าสัตว์ทั่ว ๆ ไป อย่างไรก็ตาม เขามิได้ยืนยันว่ามนุษย์ใช้การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูกเช่นเดียวกับแมวเท่านั้น มนุษย์จะใช้พฤติกรรมลองผิดลองถูก เมื่อเผชิญกับปัญหาที่ยุ่งยากและผิดปกติ

---

[๑] Gary A Davis, Psychology of Problem Solving : Theory and Practice, p. 41. citing C.L. Morgan, An introduction to comparative psychology (New York : Scott).

ในขณะเดียวกัน ก็มีนักจิตวิทยาหลายท่านที่ย้ำถึงความสำคัญของวิธีลองผิดลองถูกในกระบวนการคิดและแก้ปัญหาของมนุษย์ เช่นวูดเวิร์ดและชลอส์เบิร์ก [๑] (Wood worth & Schlosberg, 1954) ได้ให้ข้อสังเกตว่า "สถานการณ์ใด ๆ ที่เป็นปัญหาย่อมก่อให้เกิดการลองผิดลองถูกทั้งสิ้น จะต่างกันก็เพียงจำนวนมากหรือน้อย และระดับสติปัญญาสูงหรือต่ำเท่านั้น" และอเล็กซานเดอร์ เบน (Alexander Bain) ได้บันทึกไว้เมื่อกลางศตวรรษที่ ๑๙ ว่า "ในสภาพการณ์ของปัญหาที่ยุ่งยากทั้งหมด กฎการลองผิดลองถูกจะถูกนำมาใช้มากเพื่อแก้ปัญหาในที่สุด"

ส่วนนักจิตวิทยาท่านอื่นพิจารณาเห็นว่า แมวที่ธอร์ไดค์ทดลองนั้น มีพฤติกรรมที่แสดงถึงความมีเชาว์ปัญญามากกว่าที่ธอร์นไดค์สรุปออกมา แม้แต่ในสถานการณ์แบบเดียวกัน เนื่องจากพฤติกรรมการลองผิดลองถูกที่ธอร์นไดค์สังเกตพบ บางทีเป็นเพราะเขากำหนดให้แมวไม่เคยได้รับประสบการณ์มาก่อน อดัม [๒] (Adam, 1929) ได้ทำการทดลองซ้ำกับการทดลองของธอร์นไดค์ และสรุปว่า แมวที่ธอร์นไดค์นำมาทดลองนั้น มีลักษณะตื่นกลัวและดุร้ายเกินกว่าที่จะแสดงพฤติกรรมอื่น นอกจากได้แต่แก้ปัญหาแบบสุ่ม (random)

และจากผลงานของ โดนัล แคมเบลล์ [๓] (Donald T. Campbell, 1960) ก็ได้อ้างว่า พฤติกรรมการหนีแบบลองผิดลองถูกของแมวที่ธอร์นไดค์ทดลองนั้น แท้จริงแล้วมิได้แก้ปัญหาแบบสุ่ม แต่การที่แมวใช้เล็บตะกรุยกรงนั้นเป็นการเรียนรู้ขั้นตอนโดยการลองผิดลองถูกหรือไม่ก็เป็นผลของพันธุกรรมที่แปรเปลี่ยนไป (mutation) และเป็นการเลือกวิธีแก้ปัญหาตามธรรมชาติ

---

[๑] Robert S. Woodworth and Harold schlosberg, Experimental Psychology (Henry Holt and Company, Inc., 1954), p. 818.

[๒] James Deese, The Psychology of Learning (McGraw-Hill Book Company Inc., 1958), p. 278 citing D.K. adams, Experimental studies of addptive behavior in cats. Comp. Psychol. Monogr. 6 No. 27(1929).

[๓] Gary A. Davis, Psychology of Problem solving, p. 42.

วูดเวิร์ด [๑] (R.S Woodworth) ได้สรุปถึงลักษณะการเรียนรู้แบบลองผิดลองถูกไว้ดังต่อไปนี้

๑. อินทรีย์ที่เผชิญกับปัญหา ต้องประกอบด้วยกลไกต่าง ๆ ที่ปฏิบัติงานได้ระหว่างที่คิดแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าประสงค์

๒. สภาพการณ์นั้นต้องไม่มีแนวทางที่เด่นชัดในการแก้ปัญหา

๓. มีการค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหาในลักษณะสุ่ม (random fashion) ไม่มากก็น้อย

๔. มีการค้นพบทางแก้ปัญหาโดยบังเอิญ

๕. วิธีแก้ปัญหาบางอย่างต้องลองพยายามใช้อยู่นาน และถูกนำมาใช้แก้ปัญหาในครั้งต่อ ๆ ไป

๖. ในที่สุดจะมีการค้นพบวิธีแก้ปัญหาที่ได้ผลและบรรลุเป้าประสงค์

ในสมัยต่อมามีนักวิจัยหลายท่านได้ตั้งข้อสังเกตว่า สภาพการณ์ทดลองและลักษณะปัญหาที่ธอร์นไดค์ทดลองนั้น เป็นการกีดกันไม่ให้สัตว์เหล่านั้นมีพฤติกรรมอื่น นอกเหนือไปจากการลองผิดลองถูกเพียงอย่างเดียว และมีนักจิตวิทยาจำนวนมากที่ไม่เห็นด้วยกับการตีความของธอร์นไดค์ว่า การแก้ปัญหาที่เขาทดลองเป็นแบบลองผิดลองถูก เพราะพวกเขาเชื่อกันว่า กระบวนการเรียนรู้และแก้ปัญหาของสัตว์ เป็นสิ่งที่ซับซ้อนมากกว่านี้ ผลงานที่สำคัญได้แก่การทดลองของโคเล่อร์ ซึ่งชี้ให้เห็นเด่นชัดว่า ธอร์นไดค์นั้นสรุปพฤติกรรมสัตว์ผิด และการแก้ปัญหาในสัตว์มีความซับซ้อนทั้งมีกระบวนการด้านเชาว์ปัญญามากกว่าที่ธอร์นไดค์เข้าใจ ผลงานของโคเล่อร์จะได้กล่าวถึงต่อไป

---

[๑] R.S. Woodworth, Psychology (New York : Holt, 1940), Chapter 9 quoted in Robert Thomson, The Psychology of Thinking, p. 34.

การแก้ปัญหาแบบหยั่งรู้ของโคเล่อร์

(Köhler's Insightful Problem Solving)

โคเล่อร์ [๑] (W. Köhler, 1925) นักจิตวิทยาชาวเยอรมันกลุ่มเกสตอลท์ (Gestalt) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาของลิงชิมแปนซี ซึ่งมีส่วนคล้ายมนุษย์ เขาได้วิเคราะห์ผลงานและวิธีการทดลองของธอร์นไดค์แล้ววางรูปแบบปัญหาสำหรับทดสอบกระบวนการแก้ปัญหาของลิง ซึ่งเขาคิดว่าจะสามารถศึกษาถึงกระบวนการทางจิต (mental process) ได้ดีกว่า โดยออกแบบศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของลิง จากการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ตรงข้ามกับที่ธอร์นไดค์ทดลอง และให้ลิงได้รับรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ทุกอย่างที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา ทั้งปราศจากเครื่องกีดขวางระหว่างลิงกับอาหาร การทดลองที่รู้จักกันแพร่หลายของโคเล่อร์ก็คือ การแขวนกล้วยไว้บนเพดานกรงที่ขังลิงชิมแปนซีไว้ ๖ ตัว พร้อมทั้งวางกล่องไว้บริเวณใกล้ ๆ กับที่แขวนกล้วย เขาได้รายงานไว้ว่าลิงที่กำลังหิวจะพยายามตะกายเพื่อคว้ากล้วยที่แขวนอยู่ด้วยวิธีการต่าง ๆ แต่ก็ไม่ได้ จนกระทั่งลิงตัวหนึ่งชื่อซัลแทน (Sultan) สามารถแก้ปัญหาโดยผลักกล่องไปไว้ใต้กล้วยที่แขวน แล้วยืนบนกล่องพร้อมทั้งคว้ากล้วยที่แขวนอยู่นั้นได้ ลิงตัวอื่นก็ทำตามวิธีนี้ทันที โดยไม่มีการลองถูกลองผิดอีกต่อไป นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างที่เป็นปัญหาใช้กล่องทำนองเดียวกันอีก ซึ่งมีลิงจำนวนมากบ้างน้อยบ้างที่แก้ปัญหาได้ โคเล่อร์คิดว่าสัตว์เหล่านั้นได้แสดงออกถึงพฤติกรรมการวางแผนแบบหยั่งรู้ที่อยู่ในขั้นวางแผนล่วงหน้า (forsightfully planning behavior in advance)

การวางแผนดังกล่าวต่างจากการลองผิดลองถูก โคเล่อร์เชื่อว่าสัตว์ที่เขาทดลองนั้นแก้ปัญหาได้โดยการวางแผนดังกล่าว เขาจึงเรียกการแก้ปัญหาลักษณะนี้ว่า "การหยั่งรู้" (Insight) ซึ่งเขาหมายความว่า สัตว์ทั้งหลายจะไม่พบการแก้ปัญหาแบบบังเอิญ แต่จะมองเห็นความสัมพันธ์

---

[๑] Wolf Gang Köhler, The Mentality of Apes, Translated from the Second Revised Edition by Ella Winter, (Percy Lund, Humphries Co. Ltd., 1925), p. 40.

ระหว่างสิ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหาได้ ก่อนที่จะแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหานั้น ๆ ออกมา

เช่นนี้ย่อมหมายความว่า สัตว์พยายามที่จะตั้งสมมติฐานโดยอาศัยการรับรู้ความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อม ซึ่งบางครั้งสมมติฐานนั้นก็ไม่ถูกต้อง แต่แม้สมมติฐานจะไม่ถูกต้อง โคเล่อร์ก็ได้แถลงว่าพฤติกรรมที่แสดงออกมานั้นไม่ใช่ลักษณะที่เป็นการลองผิดลองถูก

การที่เราจะทราบว่า สัตว์เหล่านั้นเกิดการหยั่งรู้ขึ้นนั้น จำเป็นต้องใช้การอนุมาน (infer) จากการสังเกตพฤติกรรม โคเล่อร์และนักจิตวิทยาหลายท่านได้ทำการทดลองในปัญหาอีกหลายรูปแบบแล้วจึงสรุปว่า การแก้ปัญหาของสัตว์ดังกล่าวเป็นแบบการหยั่งรู้ เมื่อสัตว์นั้นแก้ปัญหาได้ ซึ่งต่างจากการลองผิดลองถูกตรงที่การแก้ปัญหาแบบหลังนั้นไม่แน่นอน เช่นสัตว์นั้นอาจจะใช้เวลาในการแก้ปัญหาในครั้งที่สามมากกว่าครั้งที่สอง ซึ่งการแก้ปัญหาแบบหยั่งรู้จะไม่ปรากฏเหตุการณ์เช่นนี้ที่ว่า เมื่อสัตว์นั้นแก้ปัญหาได้ครั้งหนึ่งแล้ว มันก็จะแก้ปัญหาได้เร็วขึ้นในครั้งต่อไป และโคเล่อร์ก็ได้เสนอว่า การแก้ปัญหาเช่นนี้อาจพบได้จากพฤติกรรมที่สัตว์สามารถรวมสิ่งแวดล้อมที่ไม่สัมพันธ์กัน และไม่เกี่ยวข้องกันมาใช้ในการแก้ปัญหาได้เช่นกัน ดังจะพบได้จากตัวอย่างการทดลองของเยิร์ค (Yerkes, 1943)

เยิร์ค [๑] ได้ทำการทดลองโดยนำลิงมาขังไว้ในห้องที่มีกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวประมาณ ๑๗๐ ซม. และแคบมาก มีฝาเปิดได้ทั้ง ๒ ด้าน ๆ หนึ่งทำเป็นบานประตูเล็ก ๆ อยู่กลางฝา และผู้ทดลองเป็นผู้เปิดได้เท่านั้น เยิร์คได้นำกล้วยมาผูกไว้ในกล่องทางปลายกล่องด้านหนึ่งที่ลิงเปิดไม่ได้ ขณะที่ลิงนั้นจ้องมองอยู่ และวางท่อนไม้ยาวเท่าความยาวของกล่องในห้องนั้นด้วย ดังนั้นลิงจะต้องใช้ท่อนไม้ที่วางอยู่นั้นกระทุ้งฝาข้างหนึ่งของกล่อง จึงจะหยิบกล้วยได้ ในครั้งแรกลิงพยายามหาทางเปิดประตูกล่อง แต่ไม่สำเร็จ แล้วมันก็ล้มเลิกความพยายามดังกล่าว และมีความกลัดกลุ้มทำลายของเพื่อให้ผู้ทดลองนำกล้วยมาให้ อย่างไรก็ตามจะมีช่วงหนึ่งที่มันแก้ปัญหาได้จากการที่ลิงเอาไม้มาเล่นแล้วกลิ้งไม้นั้นไปรอบ ๆ ห้องจน กระทั่งท่อนไม้นั้นกลิ้งไปอยู่ข้าง ๆ กล่อง

---

[๑] R.M. Yerkes, Chimpanzees (New Haven, Conn : Yale university press, 1943) quoted in James Deese, The Psychology of Learning, p.276.

มันจึงหันมาล้วงเข้าไปในกล่องเพื่อจะหยิบกล้วย เมื่อเอื้อมไม่ถึงมันก็เลยมองเข้าไปในกล่อง ทันทีนั้นเอง ลิงก็หันมาหยิบท่อนไม้กระทุ้งเข้าไปในกล่อง แล้วรี่งมาที่ปลายอีกข้างหนึ่งของกล่องเพื่อหยิบกล้วยที่หลุดออกมากิน

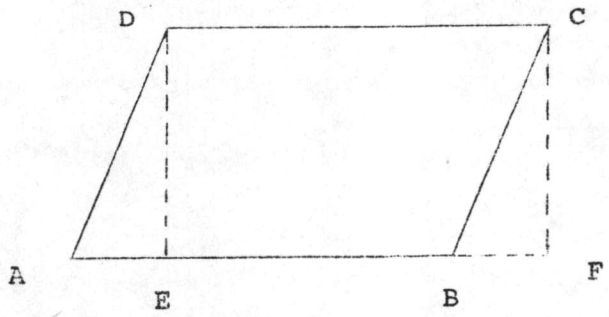
พฤติกรรมดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากลิงมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างกล่องกับท่อนไม้ และการแก้ปัญหาลักษณะนี้คล้ายคลึงกับการที่หนูรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างการกดคานและได้อาหารในกล่องสกินเนอร์ (Skinner's box)

นอกจากนี้ยังมีการวิจัยเกี่ยวกับการหยั่งรู้ของมนุษย์ ซึ่งเป็นผลงานของเวอร์ไทเม่อร์ [๑] (Wertheimer) ผู้ร่วมงานของโคเล่อร์ที่มหาวิทยาลัยเบอร์ลินในปี ๑๙๒๐ แต่งานของเขาได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่เมื่อปี ๑๙๔๔ เขาได้ทำการทดลองแบบอรูปนัย (informal experiments) กับเด็กนักเรียน โดยสอนให้เด็กเหล่านี้รู้จักหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามบทเรียน เขาได้สาธิตว่า ถ้ากำหนดความสูงของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ หลายรูปแล้ว พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะเท่ากับผลรวมของสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ เหล่านั้นในแนวตั้ง และหลักการหาพื้นที่ตามสูตร a x b สามารถอธิบายในรูปของ "การดูจำนวนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตามขนาดความสูงที่บรรจุอยู่ในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านั้น" เวอร์ไทเม่อร์อ้างว่าวิธีการนี้จะทำให้เกิดผลของการหยั่งรู้ในรูปของปฏิบัติการได้ เพราะวิธีนี้แสดงถึงโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ กันของสี่เหลี่ยมผืนผ้า และความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกันทั้งหมด

ในการทดสอบหลังจากที่ให้หลักการไปแล้ว เวอร์ไทเม่อร์ ก็ตั้งปัญหาให้นักเรียนหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ABCD ดังภาพ

---

[๑] Max Wertheimer, Productive Thinking (New York : Harper & Brothers Publisher, 1959), p. 50-52.

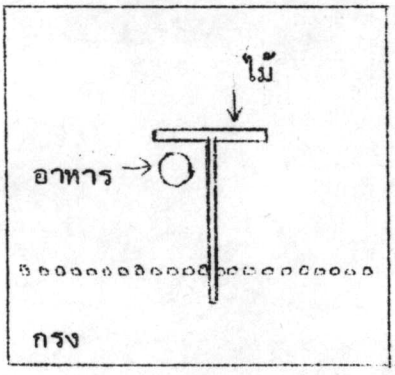


นักเรียนจำนวน ๑ ใน ๕ คน ได้ตัดแบ่งรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานในแนวตั้งออกเป็น ๒ รูป คือ รูป ADE และ BCDE แล้วก็นำส่วน ADE จากซ้ายมือมาวางทางด้านขวาของรูป BCDE ทำให้เกิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีพื้นที่เท่าสี่เหลี่ยมด้านขนาน แล้วนักเรียนผู้นั้นก็หาพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามวิธีที่เวอร์ไทเม่อร์สอน โดยที่นักเรียนมองเห็นความจริงที่ว่า สี่เหลี่ยมด้านขนานสามารถเปลี่ยนเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และใช้หลักการที่เรียนมาแก้ปัญหาได้ คำตอบที่ได้นั้นเกิดจากการมองเห็นว่า รูป ADE มีพื้นที่เท่ารูป BCF ดังนั้นการหยั่งรู้และการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ ช่วยให้นักเรียนผู้นี้บรรลุถึงคำตอบได้

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นเพียงผลงานชิ้นหนึ่งของเวอร์ไทเม่อร์เท่านั้น ตามความเห็นของเขาการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับความเข้าใจถึงโครงสร้างและหน้าที่ความสัมพันธ์ของสภาพการณ์ที่เป็นปัญหา ก่อนอื่นจะต้องค้นให้พบความสัมพันธ์ภายใน (inner relations) ของสภาพการณ์และความแตกต่างในส่วนย่อย ๆ ของสภาพการณ์ และนำมารวบรวมสภาพการณ์นี้อีกครั้ง เหล่านี้เป็นกุญแจที่ไขไปสู่ทางแก้ปัญหา เวอร์ไทเม่อร์ได้กล่าวถึงทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่ว่าการแก้ปัญหาไม่ใช่การประยุกต์นิสัยที่มีอยู่แล้วโดยอัตโนมัติ หรือเป็นรูปแบบของพฤติกรรมในสภาพการณ์แบบเดียวกันหมด หรือเป็นการประยุกต์หลักการที่ได้กำหนดไว้ แต่การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการเคลื่อนไหว (dynamic process) เพื่อให้ผ่านพ้น (growing out of) และถูกกำหนด (shaped) จากสภาพการณ์เฉพาะแต่ละสภาพ

ต่อมาได้มีนักวิจัยบางท่านที่ไม่พอใจกับการกำหนดลักษณะการแก้ปัญหาในสัตว์ชั้นสูงว่าเป็นการแก้ปัญหาแบบหยั่งรู้ จึงพยายามที่จะค้นหาเบื้องหลังของประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการหยั่งรู้ดังเช่น

เบิร์ช [๑] (Birch, 1945) ได้กำหนดปัญหาแก่สิงชิมแปนซี ดังรูป จะพบว่าเขาวางอาหารให้อยู่ในขอบเขตของไม้รูปตัวที และต้องการให้สิงที่อยู่ในกรงใช้ไม้นี้ลากอาหารไปกิน หลังจากทำการทดลองแล้ว เขาพบว่ามีสิง ๔ ตัวจาก ๖ ตัวที่แก้ปัญหาไม่สำเร็จภายในเวลา ๓๐ นาทีที่กำหนดไว้ สิงตัวหนึ่งแก้ปัญหาสำเร็จโดยบังเอิญ ซึ่งนับว่าเป็นการลองผิดลองถูก และอีกตัวหนึ่ง เบิร์ชเห็นว่าเป็นการแก้ปัญหาแบบหยั่งรู้ ดังนั้นแม้ในปัญหาที่ไม่ซับซ้อนนัก และสิงชิมแปนซีก็เป็นสัตว์ที่มีเชาว์ปัญญาสูงกว่าสัตว์อื่น ๆ การแก้ปัญหาในตัวอย่างนี้ก็มิได้เป็นแบบหยั่งรู้ทั้งหมด



เบิร์ชได้ทำการทดลองต่อไปอีก โดยให้สิงได้เล่นไม้ก่อน และในขณะที่สิงเล่นไม้นั้น เขาได้อนุมานถึงพฤติกรรมของสิงว่า มันกำลังใช้ไม้เพื่อต่อความยาวของแขน ดังนั้นการเรียนรู้อาจเกิดจากเงื่อนไขของเครื่องมือ อย่างไรก็ตาม ประเด็นสำคัญอยู่ที่ว่าหลังจากเล่นไม้อยู่นาน มันก็สามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนซึ่งต้องใช้ไม้ลักษณะต่าง ๆ ได้ รวมทั้งปัญหาการใช้ไม้รูปตัวทีดังกล่าวด้วย

การที่เบิร์ชศึกษาครั้งนี้ ทำให้ได้ข้อกระจ่างชัดขึ้นว่า การหยั่งรู้นั้นขึ้นอยู่กับพื้นฐานของลักษณะเครื่องมือทั่ว ๆ ไป ถ้าสัตว์ไม่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้มาก่อน โอกาสที่จะเกิดการหยั่งรู้ย่อมต่ำ และการแก้ปัญหาก็จะเป็นแบบลองผิดลองถูก และในบางกรณีการแก้ปัญหาแบบหยั่งรู้เป็นผลจากการถ่ายโอนทางบวกได้

---

[๑] H.G. Birch, "The relation of previous experience to insightful problem solving," Journal comparative Psychology, 1945; 38, 367-383 quoted in Jame Deese, The Psychology of Learning, p. 277.

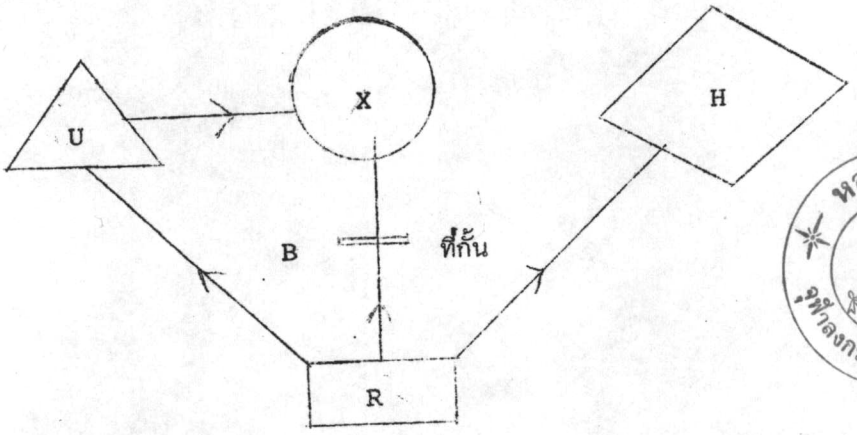
นอกจากนี้ก็มีการทดลองในสภาพการณ์อื่น ๆ เช่นการฝึกตามลำดับขั้น สามารถเปลี่ยนแปลงสัตว์ที่มีลักษณะตามธรรมชาติให้เป็นสัตว์ที่มีพฤติกรรมแบบมีเหตุผลได้ ดังที่ ฮาร์โลว [๑] (Harlow, 1951) ทำการฝึกลิงตามโปรแกรมที่เขาจัดขึ้น เพื่อเปลี่ยนการแก้ปัญหาของสิงแบบปราศจากเหตุผลเป็นการแก้ปัญหาที่รอบคอบ และขึ้นกับสมมติฐานลิงที่รับการฝึกแล้วเหล่านี้ มีพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบหยั่งรู้และสมมติฐานของลิงเหล่านี้เป็นผลของทุติยนิสัย ("second-order" habits) ของการสังเกตและการทดสอบตามลำดับขั้นที่เกิดขึ้น เพราะลักษณะเหล่านี้เป็นพฤติกรรมปกติที่ได้รับการเสริมแรงจากนิสัยดั้งเดิม (lower-order habits)

ไมเออร์ [๒] (N.R.F. Maier) แห่งมหาวิทยาลัยมิชิแกน และฮัลล์ (C.L Hull) นักจิตวิทยาที่มีชื่อเสียงแห่งมหาวิทยาลัยเยลล์ ได้วางรูปแบบการทดลองฝึกพฤติกรรมบางอย่างของสัตว์ แล้วทดสอบเพื่อดูว่าสัตว์เหล่านี้จะรวมขั้นตอนของการฝึกที่แยกฝึกทีละขั้นนั้นเข้าด้วยกันเพื่อใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ แม้ว่าไมเออร์จะได้ทำการทดลองไว้มากมาย แต่จะกล่าวถึงรูปแบบการทดลองที่เป็นพื้นฐานง่าย ๆ ซึ่งเป็นสภาพการณ์การวางรูปแบบของฮัลล์จากสภาพ 'เหตุผลของหนู' ที่ไมเออร์กำหนดขึ้น ดังแสดงไว้ดังนี้

---

[๑] Jame Deese, The Psychology of Learning, p. 279 citing H.F. Harlow, Thinking In Helson H.(Ed.) Theoretical foundations of Psychology. Princeton, N.J. : Van Nostrand, 1951.

[๒] Robert Thomson, The Psychology of Thinking, p. 41 citing N.R.F Maier, 'Reasoning in White Rats', Comparative Psychology Monographs, 1929 and C.L Hull 'The Mechanism of the Assembly of Behavior Segments in Novel Combinations suitable for Problem Solution' Psychological Review, 1935.



หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

จากภาพ U, X, H และ R เป็นกล่องเป้าประสงค์ (goal-boxes) ที่ได้จัดวางไว้บนโต๊ะ และเชื่อมโยงต่อกันด้วยทางเดินเพียงแนวเดียว กล่องแต่ละใบจะมีรูปร่างที่ต่างกันและมีลักษณะพื้นผิวของกล่องต่างกัน (เนื่องจากหนูมีความไวที่อุ้งเท้ามาก) เช่นกล่อง X รูปร่างกลมมีพื้นกล่องเป็นผ้าไหม กล่อง U เป็นรูปสามเหลี่ยม มีพื้นกล่องเป็นผ้าเนื้อหยาบ กล่อง H เป็นรูปสี่เหลี่ยม พื้นผิวเป็นมัน และกล่อง R มีพื้นเป็นผิวยาง

ในขณะที่ทำการฝึกให้หนูวิ่งเพียงระยะเดียว เช่นจากกล่อง R ไปกล่อง U ผู้ทดลองก็จะกั้นระยะทางอื่นไว้หมด เพื่อให้หนูเรียนรู้แบบง่าย ๆ โดยมีลำดับขั้นการฝึกทีละช่วงดังนี้

ก) ให้วิ่งจากกล่อง R ไปกินอาหารที่กล่อง X

ข) ให้วิ่งจากกล่อง U ไปกินอาหารที่กล่อง X

ค) ให้วิ่งจากกล่อง R ไปดื่มน้ำที่กล่อง U

ง) ให้วิ่งจากกล่อง R ไปดื่มน้ำที่กล่อง H

ในระหว่างการฝึกผู้ทดลองจะเอาใจใส่ระมัดระวังเพื่อก่อให้เกิดเป็นนิสัยที่มั่นคงทัดเทียมกับนิสัยด้านอื่น ๆ หลังจากทำการฝึกอย่างละเอียดทุกสี่ขั้นตอนแล้ว ก็นำหนูแต่ละตัวมาทดสอบดังนี้

ให้หนูตัวนั้นอยู่ในสภาพที่หิว แล้วนำมาใส่กล่อง R ซึ่งเคยฝึกให้วิ่งไปที่กล่องอาหาร X แต่ถูกกั้นระยะทางนี้ไว้ที่ B แต่เปิดทางระหว่าง R-U และ R-H ไว้ ปรากฏว่าหนูจะวิ่งตรงไปที่กล่อง U แล้ววกมาที่กล่อง X ซึ่งมีอาหารวางอยู่ เป็นการเชื่อมพฤติกรรมที่เคยฝึกในระยะทาง R-U และ U-X เข้าด้วยกัน มากกว่าจะวิ่งไปที่กล่อง H ซึ่งได้รับการฝึกว่ามีน้ำวางอยู่

ผลการทดลองครั้งนี้ก็แสดงให้เห็นชัดเจนแล้วว่า หนูสามารถรวมขั้นตอนที่แยกฝึกเข้าด้วยกัน เพื่อใช้แก้ปัญหาได้ ไมเออร์ได้ให้เหตุผลครั้งนี้ว่า ในขณะที่หนูอยู่ที่กล่อง R จะด้วยเหตุใดก็ตาม

หนูต้องคิดหาทางไปที่กล่อง X โดยผ่านทางกล่อง U ซึ่งบางทีอาจคิดตรงข้าม โดยใช้ทาง R-H แม้ว่าหนูจะไม่อาจพูดกับตัวมันเองได้ แต่การที่มันแสดงพฤติกรรมนี้ออกมาก็แสดงว่ามีกระบวนการที่เป็นสัญญลักษณ์ภายในชี้แนะให้มันแก้ปัญหาครั้งนี้ได้

อย่างไรก็ตาม ฮัลล์ พิจารณาเห็นว่า ลักษณะของกระบวนการเหตุผลในครั้งนี้บางอย่างเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็น เพราะเขาต้องการอธิบายถึงพฤติกรรมของหนูอย่างเดียว ในสภาพการณ์ที่เป็นสิ่งเร้าและการตอบสนอง เขามีแนวความคิดที่จะแสดงถึงรูปแบบของสิ่งเร้าที่กล่อง R ว่ามีความสัมพันธ์กับการวิ่งไปที่กล่อง U มากกว่าการตอบสนองที่วิ่งไปกล่อง H ในขณะที่ทำการทดสอบฮัลล์ได้อธิบายพฤติกรรมนี้ในลักษณะของทฤษฎีพฤติกรรมการเรียนรู้ (Theory of learning - behavior) ซึ่งเขาอ้างไว้ดังนี้

๑. ขณะที่ฝึกหนูที่กำลังหิวให้วิ่งจากกล่อง U ไปกล่อง X นั้น เนื่องจากถูกวางเงื่อนไขสิ่งเร้า(อาหาร) ไว้ที่กล่อง X และเงื่อนไขแบบวงจรสั้นนี้เกิดขึ้นขณะที่หนูอยู่ในกล่อง U นั่นคือเกิดความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกของกล่อง U และความรู้สึกของกล่อง X

๒. เมื่อหนูวิ่งจากกล่อง R ไปกล่อง U เพื่อดื่มน้ำเวลากระหาย แม้ว่าหนูจะไม่หิวแต่ปฏิกิริยานี้ก็ทำให้เกิดความพอใจกับน้ำที่ดื่ม ดังนั้นระยะ R-U จึงเกิดความสัมพันธ์เช่นเดียวกับ U-X ดังนั้นการเชื่อมโยงจึงอยู่ที่กล่อง U หนูจึงวิ่งจากกล่อง R ไปที่กล่อง U เพื่อพบกับสิ่งเสริมแรงและผ่าน U ไปกินอาหารที่ X

๓. ในการทดสอบโดยจับหนูที่หิววางที่กล่อง R แล้วระยะทาง R-X ถูกปิดกั้นนั้น จะเกิดปฏิกิริยาต้องการอาหารที่กล่อง R จึงเกิดเงื่อนไขในการวิ่งไปกล่อง U เพื่อดื่มน้ำมากกว่าจะวิ่งไปที่กล่อง H และเมื่อหนูวิ่งไปที่กล่อง U แล้ว มันก็จะแก้ปัญหาได้ เพราะเคยถูกวางเงื่อนไขระหว่างระยะ U-X ในการได้กินอาหารอยู่แล้ว

ฮัลล์ได้ทำนายไว้ว่า เมื่อหนูแก้ปัญหาโดยวิ่งจากกล่อง R ไปยังกล่อง U และวิ่งต่อไปยังกล่อง X ได้แล้ว จะทำให้หนูเพิ่มอัตราความเร็วในการวิ่งจากกล่อง U ไปกล่อง X ภายหลังมากขึ้น ซึ่งก็เกิดขึ้นจริงเมื่อได้ทำการทดลองต่อมา การอธิบายตามหลักพฤติกรรมนิยมครั้งนี้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาแบบหยั่งรู้ (Insightful problem-solving) อยู่ในรูปของทฤษฎีการเรียนรู้บางส่วน แต่ยังไม่ได้รับการยอมรับจากนักจิตวิทยาทั้งหมด

สรุปแนวความคิดจากนักทฤษฎีกลุ่มเกสตอลท์ดังกล่าวมีลักษณะที่เด่น ๆ ที่สุด ๓ ประการ คือ

๑. ทฤษฎีนี้กล่าวถึงลักษณะที่เป็นการแก้ปัญหาแบบหยั่งรู้ (insightful problem-solving)

๒. ทฤษฎีนี้เน้นถึงแนวทาง (direction) ที่ก่อให้เกิดความคิด

๓. มีการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะหน้าที่ของสิ่งที่พบเห็น

จากลักษณะดังกล่าว ทฤษฎีเกสตอลท์จึงเป็นการเบิกทางไปสู่ทฤษฎีการกระบวนข่าวสาร[๑] ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

<u>ทฤษฎีการกระบวนข่าวสาร</u> (Information Processing Theory)

ความคิดในแนวทฤษฎีนี้ มีที่มาจากการนำความรู้ด้านวิศวกรรมมาใช้ในทางจิตวิทยาในรูปของการสร้างเครื่องกลให้มีพฤติกรรมคล้ายกับพฤติกรรมของมนุษย์ เช่นการเขียนโปรแกรมที่ชี้แนะเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้ปฏิบัติงานทีละขั้นคล้ายคลึงกับพฤติกรรมของมนุษย์ในการแก้ปัญหางานบางอย่างจริง ๆ รูปแบบจำลอง (models) ของทฤษฎีนี้ได้กำหนดการแก้ปัญหาในลักษณะที่เป็นลำดับขั้นของข้อมูลที่ได้จากสิ่งแวดล้อม (เช่นสิ่งเร้า การรับรู้) ตามด้วยพฤติกรรมด้านความจำ การประยุกต์กฎและวิธีการ และการรวบรวมผสมผสานใหม่ จนกระทั่งอยู่ในรูปของทางแก้ปัญหา (solutions) เช่นการตอบสนองแบบต่าง ๆ

แนวความคิดในทฤษฎีนี้พยายามที่จะนำรูปแบบการแก้ปัญหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาศึกษา และถึงแม้ว่าการกระบวนข่าวสารจะมีรูปแบบคล้ายคลึงกับการจำลองกระบวนการในคอมพิวเตอร์ (Computer simulation) ก็ตามแต่มีนักทฤษฎีหลายท่านได้พยายามพัฒนาแนวของทฤษฎีนี้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาลักษณะต่าง ๆ ดังเช่น การเล่นหมากรุก (chess) การเล่นไพ่

---

[๑] Lyle E. Bourne, JR., Bruce R. Ekstrand and Roger L. Dominowski, <u>The Psychology of Thinking</u> (New Jersy : Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 1971), p. 68.

000167

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ รวมทั้งการค้นหามโนทัศน์ด้วย

การประยุกต์แนวทฤษฎีนี้โดยใช้โปรแกรมแบบจำลอง (simulation Programs) เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อจำลองกระบวนการต่าง ๆ ของพฤติกรรมมนุษย์ในการแก้ปัญหาออกเป็นกลวิธีแก้ปัญหาทางลัด (heuristics) โดยใช้กฎต่าง ๆ ที่คล้ายคลึงกับมนุษย์ใช้ เพื่อหาคำตอบแทนการแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก

ไซเกิลและดิคสัน [๑] (Siagle and Dixon, 1969) กรีน (Green, 1969a, 1969b) และโรบินสัน (J.A. Robinson, 1965, 1969) ได้เสนอกลวิธีแบบโปรแกรมทั่วๆ ไป เพื่อใช้ในการพิสูจน์ทฤษฎี เล่นเกมส์และแก้ปัญหาอื่น ๆ ไว้ มีอยู่หลายโปรแกรมที่ได้จำลองแบบการเรียนรู้มโนทัศน์ของมนุษย์ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นกลุ่มตามลักษณะพื้นฐานของสิ่งนั้น ๆ

ฮันท์ (Hunt, 1962) ฮันท์และโฮฟแลนด์ (Hunt and Hovland 1961) เบเกอร์ (Baker, 1964, 1965, 1967, 1968) และจอห์นสัน (E.S. Johnson, 1964) ได้สร้างโปรแกรมจำลองกลวิธีที่มนุษย์ใช้ในการจัดลักษณะมโนทัศน์

ไซมอนและโคทอฟสกี้ [๒] (Simon and Kotovsky, 1963) ได้สร้างโปรแกรมแก้ปัญหาตัวอักษรและตัวเลขในแบบทดสอบสติปัญญาบางส่วน เช่น ให้ผู้รับการทดสอบค้นหาตัวอักษรถัดไปจากชุดอักษรชุดหนึ่งที่กำหนดให้คือ atbataatbat - เขาได้เสนอไว้ว่าผู้รับการทดลองจะแก้ปัญหาข้อนี้ได้นั้น จะต้องสามารถสรุปหากฎเฉพาะจากชุดตัวอักษรที่เสนอมาเพื่อค้นหาตัวอักษรถัดไป ซึ่งผู้เรียน

---

[๑] Gary A. Davis, Psychology of Problem Solving, p. 70.

[๒] Walter Kintsch, Learning, Memory and Conceptual Processes (John Wiley & Sons, Inc., 1970), p. 412. citing H.A Simon and K. Kotovsky, "Human acquisition of concepts for sequential patterns", Psychological Review, 1963, 70, 534-546.

ไม่จำเป็นต้องแสดงกฎเหล่านี้ออกมา แต่ต้องมีความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาชนิดนั้น นั่นคือก่อนที่ผู้เรียนจะใช้เหตุผลหากฎเฉพาะออกมาได้นั้น ต้องจำแนกออกมาให้ได้ว่า ในปัญหานั้นมีกฎชนิดใดร่วมอยู่บ้าง

ไซมอน และโคทอฟสกี้ ได้ใช้ภาษาของการกระบวนข่าวสาร (Information processing language) ในการจำแนกกฎดังกล่าว ภาษานี้มีประโยชน์ ๒ ด้านคือ เหมาะที่จะใช้บรรยายกฎในคำถามและนำไปใช้ศึกษาการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้ผลดี โดยกำหนดให้ผู้เรียนเข้าถึงปัญหาด้วยความรู้พื้นฐานก่อน ดังเช่นปัญหาการเรียงพยัญชนะ atbataatbat - ผู้เรียนต้องมีความรู้เกี่ยวกับพยัญชนะ การเรียนพยัญชนะไปข้างหน้าและถอยหลัง ความสัมพันธ์ระหว่างคำว่า "เท่ากัน"(equal) และ "ถัดไป" (next) และมโนทัศน์ในการหาวงจร (Cycle) ซึ่งเหล่านี้จะนำไปสู่การค้นหากฎเฉพาะและคำตอบในชุดพยัญชนะนี้

จากตัวอย่างนี้ กฎที่ต้องใช้จะมุ่งเฉพาะวงจรของการเรียงพยัญชนะ โดยเริ่มจากพยัญชนะ a ตามด้วย t แล้วตามด้วย a หรือ b สลับกันไป ข้อตกลงเบื้องต้นที่ไซมอนและโคทอฟสกี้กำหนดไว้ก็คือ การกำหนดตัวอักษรตามลำดับต่อเนื่อง และมีกฎที่คงที่แน่นอน

เขาได้แนะวิธีเรียนกฎเหล่านี้จากลำดับขั้นดังนี้คือ

๑. ผู้เรียนต้องหาวงจรการเรียงตัวอักษรก่อน เช่นการซ้ำกัน ตัวอักษรที่ถัดไปข้างหน้าหรือการสดุดรูปแบบการเรียงอักษรตามปกติ ซึ่งวงจรหนึ่ง ๆ จะชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวอักษรที่กำหนดอยู่ในวงจรนั้นด้วยลักษณะของ "การเท่ากัน" (equal) และ "การถัดไป" (next) ถ้าผู้เรียนค้นพบสิ่งเหล่านี้ก็จะสามารถจำแนกออกมาได้ในรูปของการบรรยายกฎได้ดังนี้

ปัญหาตัวอักษร	กฎการบรรยาย (rule description)
1) aaa bbb ccc dd -	อักษรตัวแรก [M_1= พยัญชนะ ; a] ลำดับที่ซ้ำ [M_1,M_1,M_1,M_1 (ตัวถัดไป)]
2) urtustuttu -	อักษรตัวแรก [M_1= พยัญชนะ , r] ลำดับที่ซ้ำ [u, M_1,M_1(ตัวถัดไป), t]

เมื่อบรรยายกฎได้แล้ว การจะเขียนลำดับตัวอักษรถัดไปนั้น ผู้เรียนต้องมีความจำเกี่ยวกับโปรแกรมการตีความและปฏิบัติตามกฎที่บรรยายไว้ นั่นคือผู้เรียนต้องสามารถปฏิบัติตามโปรแกรมที่วางไว้ทีละขั้นตอน (step-by-step) โดยเปลี่ยนจากกฎที่บรรยายไว้ให้อยู่ในรูปการปฏิบัติการ (operational terms)

ไซมอนและโคทอฟสกี้ ได้ตั้งกฎเหล่านี้ขึ้นเช่นเดียวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และได้ประเมินผลด้วยการเปรียบเทียบการปฏิบัติงานจริงของผู้เรียนในการต่อลำดับอักษรให้ครบ (series - completion tasks) กับการปฏิบัติงานในโปรแกรม และมีสิ่งหนึ่งที่น่าพิจารณาร่วมกันระหว่าง ๒ ประการนี้ก็คือ ความยากที่ผู้เรียนต้องประสบกับการเรียงลำดับหลาย ๆ อย่าง มีแนวโน้มสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานในโปรแกรม และสิ่งที่น่าสนใจมากกว่านั้นก็คือ ทฤษฎีนี้ทำให้การหาลำดับคำตอบได้ถูกต้องขึ้น แม้ว่าความยากในการหาคำตอบจะสัมพันธ์กับความยาวของกฎบรรยาย แต่ความสัมพันธ์นี้ก็เป็นเพียงค่าที่ปรากฏเท่านั้น แท้จริงเนื่องจากองค์ประกอบของความรวดเร็วในการจำมากกว่า ดังนั้นกฎใดที่ต้องใช้การระลึกทันทีมากเท่าใด ก็มีความยากมากเพียงนั้น

อีแวน (Evans, 1968)[๑] ได้เขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหาเกี่ยวกับความคล้ายคลึงด้านเรขาคณิต โดยกำหนดความสัมพันธ์ ๑ อย่างหรือมากกว่านั้น ระหว่างรูป A และ B และความสัมพันธ์นี้นำไปใช้กับรูป C ซึ่งทำให้เกิดความสัมพันธ์กับรูป D

เกเลิร์นเทอร์[๒] (Gelernter, 1959) ได้เขียนโปรแกรมสำหรับใช้พิสูจน์ทฤษฎีทางเรขาคณิต โดยป้อนข้อมูลที่กำหนดให้ และทฤษฎีที่ใช้พิสูจน์เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ในรูปของสัญญลักษณ์

---

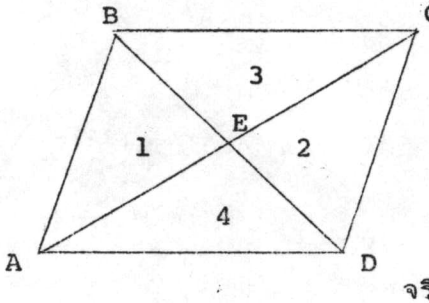
[๑] Gary A. Davis, Psychology of Problem Solving, p. 70.

[๒] H. Gelernter, Realization of a geometry-theorem proving machine. Proc. of the international conference on information processing, (New York UNESCO, 1959), 273-282-398 quoted in Ernest R. Hilgrd and Gordon H. Bower, Theories of Learning, Meredith Publishing Company, 1966 p. 398.

ทางเรขาคณิต ตัวอย่างเช่น

	สัญญลักษณ์	คำอธิบาย
กำหนดให้ :	AB//CD	เส้นตรง AB ขนานกับเส้นตรง CD
	AD//BC	เส้นตรง AD ขนานกับเส้นตรง BC
	A-E-C	ลากเส้นตรง AEC
	B-E-D	ลากเส้นตรง BED
ต้องพิสูจน์ :	AE = EC	ความยาวของเส้นตรง AE = เส้น EC
	BE = ED	ความยาวของเส้นตรง BE = เส้น ED

หลังจากป้อนข้อมูลและมีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ป้อนเข้าเครื่องแล้ว เครื่องก็จะสร้างรูปขึ้นมาตามสิ่งกำหนดให้ดังภาพ แล้วเครื่องคอมพิวเตอร์ ก็จะทำงานย้อนกลับ โดยพิจารณาประโยคว่า



จะมีทฤษฎีใดมาอ้างอิงได้ ซึ่งจะแยกออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ต่อไปอีก เช่นต้องพิสูจน์ว่ารูป △ ๑ เท่ากับรูป △ ๒ และรูป△ ๓ = รูป△ ๔ หลักการใหญ่ก็คือการตรวจสอบดูว่าปัญหาย่อย ๆ นี้เป็นจริงจากการวัดรูปหรือไม่ ถ้าเป็นจริงก็จะนำไปเก็บไว้พิจารณาต่อไป ถ้าไม่เป็นจริงตามภาพก็จะไม่นำข้อมูลนั้นมาใช้ ปัญหาย่อย ๆ เหล่านี้จะถูกตัดออกโดยการวิเคราะห์ถึงความคลาดคลึง และนำข้อที่เหลือมาพิสูจน์โดยใช้กฎที่มีอยู่แล้วทางเรขาคณิต

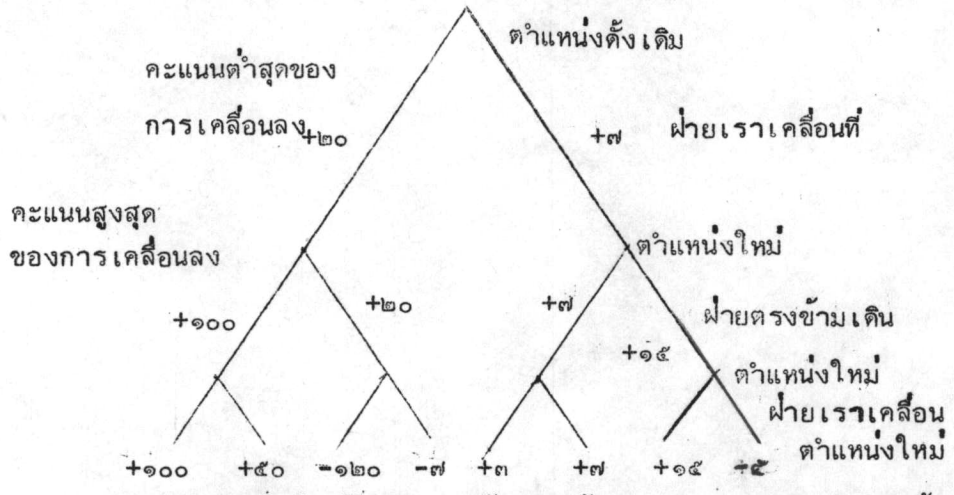
โปรแกรมเช่นนี้ได้นำไปสอนแก่เด็กชั้นมัธยมในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต และผลปรากฏว่า เมื่อผลสอบออกมานักเรียนได้คะแนนดี

ซามวล [๑] (Samuel, 1959) ได้เขียนโปรแกรมสำหรับเล่นเกมส์หมากรุก โดยประเมินตำแหน่งตัวหมากรุกจากการคำนวณค่าเฉลี่ยตามตำแหน่งที่เดินไป และตำแหน่งสมมติฐานแต่ละแห่ง

---

[๑] A Samuel, Some studies in machine learning using the game of checkers. IB.MJ. Research and Development, 3, 210-229 quoted in E.R. Hilgard and Gordon H. Bower, Theories of Learning p. 400

จัดอยู่ในรูปของแผนผังซึ่งกำหนดค่าไว้ให้ ในการตัดสินใจเดินตัวหมากรุก เครื่องกลจะเลือกเดินตำแหน่งที่มีค่าสูงสุด ซึ่งได้จากการคำนวณโดยวิธี "backward minimax" ดังภาพแสดงถึงการเดินหมากรุกเพียง ๒ ตัวในแต่ละระดับ แบบทั่ว ๆ ไป แต่ละจุดแทนการตั้งสมมติฐานในเกมส์



ชามวลได้พยายามค้นคว้าโปรแกรมนี้หลายครั้ง และมีการปรับปรุงหลายครั้ง โดยให้เครื่องคอมพิวเตอร์เล่นกับมนุษย์และตีพิมพ์เป็นหนังสือคู่มือสำหรับแชมป์หมากรุก เขาได้ปรับปรุงโปรแกรมจนกระทั่งมีการแข่งขันเมื่อฤดูร้อนในปี ๑๙๖๒ ระหว่างแชมป์ทางหมากรุกคือนายโรเบิร์ก นิลสี่ (Robert W. Nealey) กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่าคอมพิวเตอร์เป็นฝ่ายชนะ

จะเห็นได้ว่า การวางโปรแกรมแก่คอมพิวเตอร์เพื่อให้แก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างเป็นระบบนี้ เทียบได้กับการตอบสนองที่เป็นระบบของมนุษย์ในการใช้ความพยายามแก้ปัญหา ที่เรียกว่ากลวิธี (Strategy) ซึ่งเกิดจากลำดับขั้นตอนของความคิด และแสดงออกทางพฤติกรรมการแก้ปัญหาและพฤติกรรมการคิดของมนุษย์ จะเป็นระบบและใกล้เคียงกับหลักตรรกของปัญหาเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับการฝึกหัด และประสบการณ์ที่ได้จากปัญหาอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน [๑]

พฤติกรรมดังกล่าว อาจจะฝึกให้บังเกิดได้ ถ้าเรามีหลักการและจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนและให้ผู้เรียนมีอิสระที่จะริเริ่มคิดเมื่อพบปัญหา โดยกำหนดไว้เป็นลำดับขั้นตอน เช่นเดียวกับการสร้างโปรแกรมฝึกให้เครื่องกลแก้ปัญหาต่าง ๆ ตามที่มนุษย์ต้องการดังกล่าวข้างต้น การวิจัยที่สนับสนุน

---

[๑] Lyle E. Bourne et. al, The Psychology of Thinking, p. 223.

ผลที่เกิดขึ้นจากการฝึกการแก้ปัญหา โดยอาศัยหลักการและจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนได้แก่

ชีน (Shean) และแมรี่ (Mary) แห่งมหาวิทยาลัยนอร์ทเทิร์น อริโซนา ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ต่อความคิดอเนกนัยและการรวมการรับรู้กับนักศึกษาแผนกการบริหารโรงเรียน ที่มหาวิทยาลัยนอร์ทเทิร์น อริโซนา ซึ่งกำลังศึกษาในภาคฤดูร้อน และฤดูใบไม้ร่วงในปี ๑๙๗๖ โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม ๑๙ คน และกลุ่มทดลอง ๓๒ คน กลุ่มทดลองเข้ารับการฝึกการแก้ปัญหาแบบสร้างสรรค์ในสถานฝึก เป็นจำนวน ๑๐ ช่วง ๆ ละ ๑½ ชั่วโมง เป็นการฝึกการแก้ปัญหาเกี่ยวกับหลักการในการค้นหาข้อเท็จจริง (Principles of fact-finding) การกำหนดตัวปัญหา (Problem definition) การตัดสินคล้อยตาม (Deferred judgment) การระดมความคิด (brainstroming) การประเมินผล (evaluation) และการยอมรับความคิด (acceptance of ideas) การวิจัยนี้มีการทดสอบก่อนและหลังการฝึกโดยใช้แบบสอบทอแรนซ์ในด้านการคิดแบบสร้างสรรค์ชุด เอ และ บี (The Torrance Tests of Creative Thinking) (Verbal Forms A and B) และ ลิเกิร์ดสเกล ด้านการรับรู้รวม ชุด อี และ โอ (The Likert Scales of Organizational Perceptions) (Form E and O) ในการเก็บข้อมูล หลังจากการทดสอบครั้งสุดท้ายก็นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อดูผลของการคิดแบบสร้างสรรค์ ความคล่องตัวในการคิด และความคิดริเริ่มและใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน โพรดัก-โมเมนต์ (The Pearson Product-Moment Correlation) วิเคราะห์เปรียบเทียบระดับของการเปลี่ยนแปลงในการรวมการรับรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการฝึกการแก้ปัญหาแบบสร้างสรรค์ ก่อให้เกิดการพัฒนา

---

๑ Shean, I.B.V.M., Sister Jeannette Mary, "The Effect of Training in Creative Problem Solving on Divergent Thinking and organizational Perceptions of students of school Administration, Dissertation Abstract International, August 1977, vol. 38 No.2 p. 585 A.

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และความคิดริเริ่มเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าจะมีความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาความคิดอเนกนัย และการเปลี่ยนแปลงในการรวมการรับรู้ทางบวกต่ำ ค่าที่ได้จากการฝึกการแก้ปัญหาแบบสร้างสรรค์ในการบริหารโรงเรียน ดูได้จากคะแนนการมีส่วนร่วมใช้ความคิดแบบอเนกนัย (divergent Thinking) นอกจากนี้ผลทางสถิติเพิ่มเติมที่ได้จากกลุ่มทดลองหลังจากการฝึกผ่านไป ๖ เดือนแล้ว โดยใช้แบบสอบถามชี้ให้เห็นถึงการรู้จักใช้เทคนิคในการทำงานอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างได้ใช้วิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการทำงานด้วย ดังนั้นการฝึกเช่นนี้จึงมีประโยชน์ต่อการบริหารโรงเรียน

สำหรับผลของการฝึกการแก้ปัญหาในด้านอื่น ก็มีผู้ทำวิจัยไว้ ได้แก่ ชอว์ [๑] (Shaw, 1978) ได้ทำการวิจัยถึงผลของการฝึกการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ต่อทักษะการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา โดยมีขอบเขตของการศึกษาจากการพิจารณาผลของขบวนการในหลักสูตรทางวิทยาศาสตร์ ตามความสามารถของนักเรียนระดับ ๖ ที่มีต่อขบวนการทางทักษะของตัวแปรที่ควบคุมได้ การตั้งสมมติฐาน การตีความข้อมูล และการให้คำนิยามเชิงพฤติกรรม ซึ่งทักษะทั้ง ๔ เหล่านี้จัดเป็นทักษะในการแก้ปัญหา นอกจากนี้การวิจัยเพื่อค้นหาว่า

๑. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จะถ่ายโอนไปยังการเรียนสังคมศึกษาได้หรือไม่

๒. รูปแบบการทดสอบแบบพิจารณาทักษะการแก้ปัญหา กำหนดขึ้นเพื่อค้นหาว่า จะมีขั้นตอนของทักษะการแก้ปัญหาหรือไม่

---

[๑] Shaw, Terry Joe, Ed.D., "The Effects of Problem Solving Training in Science upon utilization of Problem Solving Skills in Science and Social Studies," Dissertation Abstracts International, March, 1978, vol. 38 p. 5227-A.

๓. เพื่อศึกษาว่า การฝึกทักษะในการแก้ปัญหาจะช่วยเพิ่มความชำนาญแก่นักเรียนในด้านพื้นฐานที่เป็นทักษะหรือไม่ ดังเช่น การสังเกต การจำแนก การวัด การใช้ตัวเลข ความสามารถทางมิติสัมพันธ์ การสรุปพาดพิง และการทำนายผล

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียนระดับ ๖ ขึ้นมาจัดเป็น ๒ กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยกลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกจากกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ที่จัดเป็นเวลา ๒๔ สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมเข้าร่วมกิจกรรมที่ผู้วิจัยจัดขึ้น ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาวิชาเดียวกัน และร่วมกิจกรรมตามขบวนการ หลังจากครบ ๒๔ สัปดาห์แล้ว ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนขึ้น ๒ ชุด เป็นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาทางสังคมศึกษา หลังจากนั้นใช้ค่าที ทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในชุดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่าทางด้านทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทั้ง ๒ วิชา แสดงว่า ทักษะการแก้ปัญหานั้นสามารถสอนกันได้ โดยใช้หลักสูตรที่เป็นขบวนการทางวิทยาศาสตร์ และขบวนการเหล่านี้จะถ่ายโอนไปยังเนื้อหาด้านสังคมศึกษาได้

ในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก็ได้มี โทมัส [๑] (Thomas, 1978) ทำการวิจัยไว้เกี่ยวกับการประเมินผลของชุดการสอนทางตรง (Direct Instruction) โดยใช้ตัวแปรทางการอ่าน ๓ ประเภท ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทางคำพูดของนักเรียนปัญญาอ่อน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนปัญญาอ่อนที่รับการศึกษาอยู่ในระดับประถม จำนวน ๓๖ คน และใช้ชุดการสอนที่เป็นศูนย์การเรียนด้วยตนเอง เป็นเวลา ๘ สัปดาห์ เพื่อพัฒนาการเปลี่ยนแปลง ๔ ด้าน ได้แก่

---

[๑] Thomas, Ossie Mea Banks, "Direct Instruction on Three Reading Variables Related to Verbal Arithmatic Problem Solving of Educable Mentally Retarded Pupils," Dissertation Abstract International, July, Vol. 39, 1978, p. 229-A.

๑. ความสามารถในการจำ หรืออ่านคำ

๒. ความสามารถในการรู้ความหมายของคำ

๓. ความสามารถเข้าใจคำศัพท์ในเนื้อหา

๔. ความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ทางคำพูด

ผู้สอนในการวิจัยเป็นครูที่จบทางการศึกษาโดยเฉพาะ ๔ คน และผู้เก็บข้อมูลเป็นนักศึกษาวิทยาลัย ๔ คน ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น ๒ กลุ่ม ๆ ละ ๑๘ คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกำหนดให้กลุ่มทดลองรับกลวิธีของชุดการสอนทางตรง และกลุ่มควบคุมใช้กลวิธีทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาด้วยตนเอง และมีการทดสอบก่อน (pretest) กับการทดสอบครั้งหลัง (posttest) ด้วยชุดการสอน แล้วใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียวกับตัวแปรร่วมพหุคูณ (One-way analysis of Covariance with multiple Covariates) ในการหาค่านัยสำคัญระหว่างค่าเฉลี่ยของทั้ง ๒ กลุ่ม เพื่อทดสอบสมมติฐานทั้ง ๔ แต่ละสมมติฐาน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า นักเรียนปัญญาอ่อนกลุ่มทดลองที่ได้เรียนจากชุดการสอนทางตรง ในเรื่องความหมายของคำ ความรู้ทั่วไป และความรู้เฉพาะ การอ่านความเรียง อาจจะมีความซำนาญมากขึ้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทางคำพูด และมีบางส่วนที่ชี้แนะให้เห็นว่าชุดการสอนทางตรง (direct instructions) ที่ทำให้เกิดประสบการณ์การเรียนด้วยตนเอง อาจจะช่วยพัฒนาทักษะความเข้าใจ กลวิธีในการแก้ปัญหา ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่กว้างขึ้น

นอกจากนี้ สี [๑] (Lee, 1978) ได้ศึกษาผลของกระบวนการทางพฤติกรรม ดังเช่น ขบวนการแก้ปัญหา และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการในสภาพการทดสอบต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางพฤติกรรมกับตัวแปรพื้นฐาน ดังเช่น สติปัญญาทั่ว ๆ ไป และอารมณ์ตาม

---

[๑] Lee, Jong, Seung, "The Effects of Process Behaviors on Problem-Solving Performance in Various Tests," Dissertation Abstracts International, October, vol. 39, No. 4, 1978, p. 2149-A.

บุคคลิกภาพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนระดับ ๙ จำนวน ๘๓ คน เป็นชาย ๒๕ คน หญิง ๕๘ คน จากกลุ่มที่เรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเทคนิคระดับมัธยมในนครชิคาโก การวิจัยนี้ใช้รูปแบบของการทดสอบก่อนและหลัง ที่มีกลุ่มควบคุมด้วย (pretest-posttest control group design) โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น ๓ กลุ่ม ได้แก่กลุ่มทดลอง ๑ กลุ่ม และกลุ่มควบคุมอีก ๒ กลุ่ม นักเรียนในกลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกขบวนการแก้ปัญหา โดยใช้เวลาครั้งละ ๔๐ นาที เป็นจำนวน ๙ ครั้ง ในระยะ ๒ สัปดาห์ โดยมีวัตถุประสงค์ใหญ่ ๆ ของการเรียนการสอนในวิธีการฝึกนั้น พิจารณาจากกระบวนการทางพฤติกรรมที่วิเคราะห์ออกมาในรูปของบุคคลิกภาพที่แสดงออกได้แก่ การเข้าใจปัญหา การคิดวางแผนแก้ปัญหา การสรุปหาคำตอบ และการตรวจสอบคำตอบ การฝึกนี้เน้นที่ทักษะและวิธีแก้ปัญหามากกว่าการสอนเนื้อหาวิชา ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ ๑ จะฝึกหัดด้วยตนเอง กับชุดการสอนอย่างเดียวกับกลุ่มทดลอง แต่จะไม่ได้รับรูปแบบของบทเรียนในกระบวนการแก้ปัญหา และนักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ ๒ จะได้รับการทดสอบก่อน (pretest) และทดสอบครั้งหลัง (posttest) เท่านั้น ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า

๑) ขบวนการทางพฤติกรรมและลักษณะในการปฏิบัติการแก้ปัญหานั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

๒) การศึกษาผลของการฝึกที่มีต่อขบวนการทางพฤติกรรม และการปฏิบัติงานนั้น การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของขบวนการทางพฤติกรรม ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงต่างๆ และประโยชน์ที่มีผลต่อการปฏิบัติการแก้ปัญหา

๓) สติปัญญาทั่ว ๆ ไป และอารมณ์ที่ก่อให้เกิดบุคลิกภาพ มีความสัมพันธ์กับขบวนการทางพฤติกรรมอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามอิทธิพลของบุคลิกภาพของนักเรียนชั้นต้น ต่อขบวนการทางพฤติกรรมจะลดลงเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝน

๔) ผลการถ่ายโอนของขบวนการฝึกฝนในปัญหาใหม่ ๆ ไม่มีนัยสำคัญ

รวมความแล้ว คุณภาพของขบวนการทางพฤติกรรมและการปฏิบัติงานในการแก้ปัญหามีความเกี่ยวโยง เป็นเหตุผลกัน นักเรียนที่ได้รับขบวนการฝึกฝนจะมีความสามารถในการปฏิบัติการกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาดีกว่า และมีการปฏิบัติการแก้ปัญหาในแบบทดสอบที่ตามมาดีกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเช่นนี้

การค้นพบครั้งนี้ ชี้แนะให้เห็นว่า การศึกษาควรจะมุ่งเน้นเครื่องมือที่ใช้สอนเป็นกระบวนการขั้นต้น แทนที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการประเมินสัมฤทธิผลของนักเรียนกับการปฏิบัติงาน ควรจะพิจารณาทั้งผลและขบวนการด้วย แทนที่จะเป็นเพียงการแจ้งให้ทราบผลของกิจกรรมการเรียนการสอนเท่านั้น

จากทฤษฎีและการวิจัยที่ผ่านมา ในด้านการฝึกการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าเป็นสิ่งที่สำคัญในการเรียนรู้อย่างหนึ่ง จึงเลือกใช้สถานการณ์อื่นที่เป็นเกมส์ในการแก้ปัญหาบ้าง และเนื่องจากเกมส์ "มาสเตอร์โลจิก" เป็นเกมส์ใหม่ที่กำลังแพร่หลายในโลก และเป็นเกมส์ที่ประกอบด้วยเหตุผลเชิงอนุมาน (deductive reasoning) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยไม่มีอิทธิพลทางวัฒนธรรม ภาษา มาเกี่ยวข้อง ทั้งเป็นเกมส์ที่ก่อให้เกิดความคิดอย่างเป็นระบบ เพราะเมื่อเกมส์กำลังดำเนินไปนั้น ผู้รับการทดลองจะต้องใช้กฎ การประยุกต์กลวิธีและความรู้ทางตรรกศาสตร์ ในการแก้ปัญหาด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ สร้างแผนการฝึกกลวิธีในการแก้ปัญหา "มาสเตอร์โลจิก" ขึ้น เพื่อใช้ทดลองฝึกกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีวัตถุประสงค์และสมมติฐานดังต่อไปนี้

<u>วัตถุประสงค์ในการวิจัย</u>

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสำเร็จในการแก้ปัญหา "มาสเตอร์โลจิก" ของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการฝึกกลวิธีกับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้รับการฝึกกลวิธี ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

๑. จำนวนผู้รับการทดลองที่ประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา

๒. จำนวนเวลาที่ผู้รับการทดลองใช้เมื่อประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา

๓. จำนวนขั้นตอนที่ผู้รับการทดลองใช้เมื่อประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา

<u>สมมติฐานของการวิจัยครั้งนี้</u>

๑. จำนวนผู้รับการทดลองที่แก้ปัญหา "มาสเตอร์โลจิก" ได้สำเร็จในการทดสอบครั้งหลังของกลุ่มทดลองมีมากกว่ากลุ่มควบคุม

๒. จำนวนเวลาที่ผู้รับการทดลองใช้แก้ปัญหา "มาสเตอร์โลจิก" ได้สำเร็จในการทดสอบครั้งหลัง ของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม

๓. จำนวนขั้นตอนที่ผู้รับการทดลองใช้แก้ปัญหา "มาสเตอร์โลจิก" ได้สำเร็จในการทดสอบครั้งหลังของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม

ความจำกัดของการวิจัย

๑. การวิจัยนี้ไม่ได้ควบคุมตัวแปรบางอย่างที่เกี่ยวกับ เพศ อายุ และระดับสติปัญญา เพราะการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาแผนการฝึกกลวิธีในการแก้ปัญหาที่ใช้ได้กับนักเรียนทั่ว ๆ ไป

๒. ผู้วิจัยได้ศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๒๑ ในโรงเรียนบางบัวทองที่ยังไม่เคยรู้จักเกมส์ "มาสเตอร์โลจิก" นี้เท่านั้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

๑. แผนการฝึกหรือแผนการฝึกกลวิธีแก้ปัญหา หมายถึงแผนการฝึกกลวิธีในการแก้ปัญหา "มาสเตอร์โลจิก" ๓ ชุด ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

๒. การแก้ปัญหาสำเร็จหรือประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา หมายถึงการที่ผู้รับการทดลองสามารถถอดรหัสในเกมส์ "มาสเตอร์โลจิก" ได้ถูกต้องทั้งสีและตำแหน่ง โดยใช้ขั้นตอนไม่เกิน ๑๐ ขั้นตอน

๓. จำนวนเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา หมายถึงระยะเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา "มาสเตอร์โลจิก" นับตั้งแต่ผู้รับการทดลองเริ่มวางหมุดแรกในแถวแรก จนกระทั่งวางหมุดสุดท้ายในขั้นตอนสุดท้ายที่แก้ปัญหาสำเร็จ

๔. จำนวนขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา หมายถึงจำนวนแถวของหมุดสีทั้งหมดที่ผู้รับการทดลองใช้แก้ปัญหา "มาสเตอร์โลจิก" สำเร็จ

๕. การทดสอบครั้งแรก (pretest) หมายถึงการให้ผู้รับการทดลองแก้ปัญหาในเกมส์ "มาสเตอร์โลจิก" ๑ ครั้ง หลังจากอธิบายกติกาการเล่นเกมส์ในครั้งแรกให้ฟังแล้ว

๖. การทดสอบครั้งหลัง (posttest) หมายถึง การให้ผู้รับการทดลองในกลุ่มควบคุมแก้ปัญหาในเกมส์ "มาสเตอร์โลจิก" ในครั้งที่ ๕ จำนวน ๑ ครั้ง และหมายถึงการให้ผู้รับการทดลองในกลุ่มทดลองแก้ปัญหาในเกมส์ "มาสเตอร์โลจิก" จำนวน ๑ ครั้ง หลังจากการฝึกกลวิธีในการแก้ปัญหาตามแผนการฝึกครบ ๓ ชุดแล้ว

ประโยชน์ในการวิจัยครั้งนี้

๑. ทำให้ทราบลักษณะและวิธีการฝึกกลวิธีในการแก้ปัญหาแนวเดียว กับปัญหาด้านมโนทัศน์ ซึ่งจะก่อให้เกิดทักษะความคิดทางตรรกศาสตร์แก่ผู้เรียน

๒. เป็นแนวทางสำหรับผู้สอนในการคิดค้น หลักการสอนที่เป็นขั้นตอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน

๓. เป็นแนวทางในการศึกษาและวิจัยด้านการฝึกกลวิธีแก้ปัญหาต่อไป