



บทที่ 2

การจัดลำดับชั้นการเรียนรู้ (Learning Hierarchy)

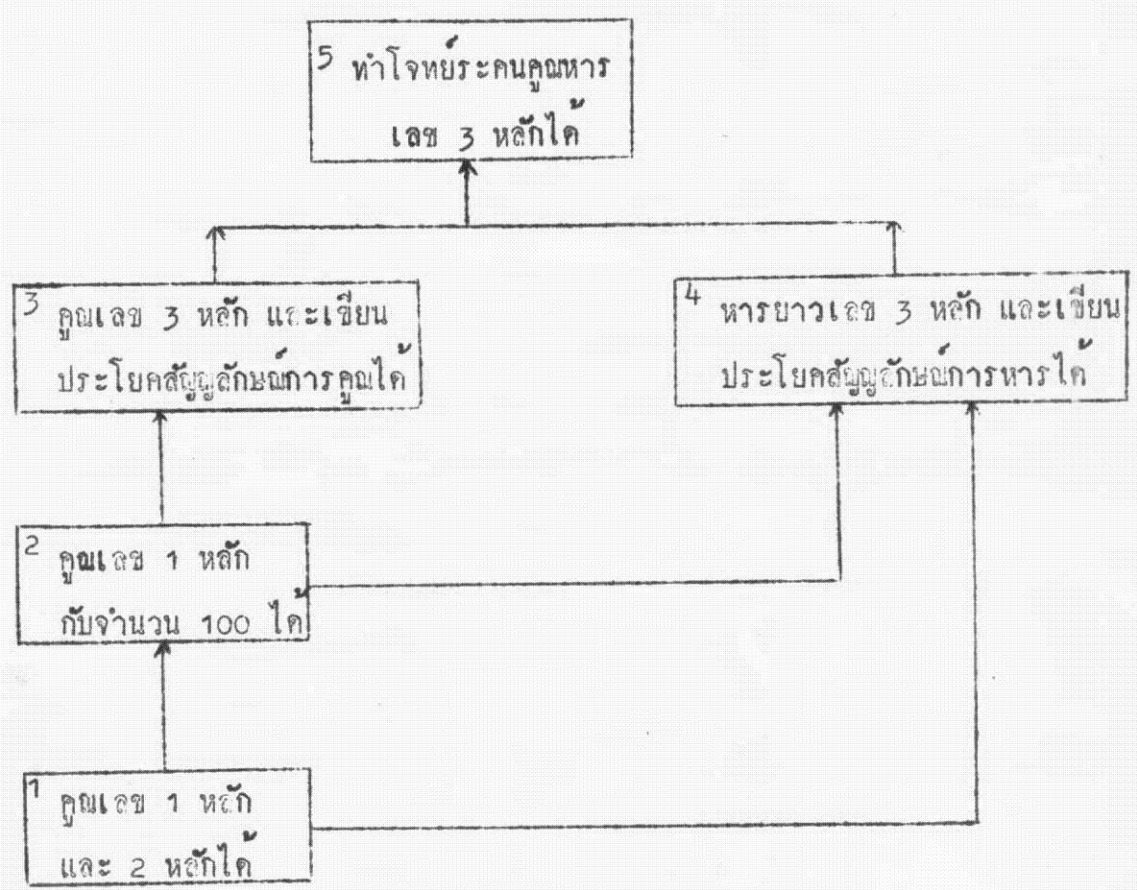
ความหมาย

ในการเรียนรู้บทเรียนแต่ละเรื่องนั้น ผู้สอนจะต้องตั้งเป้าประสงค์ (Goal) ของการเรียนการสอนไว้ก่อน เพื่อเป็นแนวทางของการสอน การจัดลำดับชั้นการเรียนรู้ (Learning Hierarchy) คือการจัดลำดับก่อนหลังของความสามารถที่จะเรียนรู้ และนำไปใช้ของผู้เรียนซึ่งแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ โดยที่แต่ละหน่วยย่อยนั้นจะมีเป้าประสงค์ของการเรียนรู้ของตัวเอง หน่วยย่อยเหล่านั้น คือ ทักษะ (Skills) แต่ละอย่างที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนกระทำได้โดยมีผลสัมฤทธิ์นั้นเอง

การเรียงลำดับจะเริ่มจากทักษะย่อย หรือ พฤติกรรม (Behavior) ย่อยที่มีเป้าประสงค์อย่างง่าย ๆ หลายอันมาเรียงลำดับอย่างต่อเนื่องกัน เพื่อให้บรรลุถึงเป้าประสงค์ใหญ่ของบทเรียนที่วางไว้แต่ต้น (Gagne, 1971) หรือทักษะย่อยเหล่านั้นจะเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ที่ตั้งเป้าประสงค์ใหญ่ไว้นั่นเอง

ลักษณะทั่วไปของการจัดลำดับชั้นการเรียนรู้

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าการสอนบทเรียนนั้นจะเริ่มจากการตั้งเป้าประสงค์ของบทเรียนไว้ก่อน เป็นงานขั้นท้ายสุด (Terminal Task) ของบทเรียน แล้วจึงมาพิจารณาว่าผู้เรียนควรมีความสามารถ หรือได้เรียนรู้ขั้นพื้นฐานอะไรมาก่อนบ้าง ความรู้ หรือความสามารถนี้อาจเรียกได้ว่าเป็น "ทักษะขั้นต่ำกว่า" (Subordinate Skills) วิเคราะห์หาพื้นฐานลงไปเรื่อย ๆ เช่นนี้จนถึงขั้นต่ำสุดที่เห็นว่าผู้เรียนในระดับนั้นมีอยู่แล้ว จึงสิ้นสุดตัวอย่างของการจัดลำดับชั้นอย่างง่าย ๆ ดูได้จากแผนภาพที่ 1. ในการสอนเรื่องการคูณ - หาร ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 3



แผนภาพที่ 1 ลำดับขั้นการเรียนรู้เรื่องการคูณ-หาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

- จากแผนภาพที่ 1. เนื้อหา และจุดมุ่งหมาย จากจุดประสงค์แรกของบทเรียนนี้ เป็นดังนี้
5. เมื่อกำหนดโจทย์ระคนที่มีการคูณหรือหารระหว่างจำนวนที่มี 3 หลัก และ
หลัก เป้าประสงค์ สามารถแสดงวิธีหาคำตอบได้
 4. กำหนดประโยคสัญลักษณ์ หรือโจทย์ปัญหาการหารจำนวนที่มี 3 หลัก ด้วย
จำนวน 1 หลัก มีผลหารเป็น 2 หลัก ทั้งที่หารลงตัว และหารเหลือเศษ
เป้าประสงค์ ให้สามารถหาคำตอบ โดยการหารยาว และเปลี่ยนโจทย์ให้
เขียนสัญลักษณ์ของการหารได้
 3. กำหนดประโยคสัญลักษณ์ หรือโจทย์ปัญหาการคูณ ที่มีหลักเดียว และ 3 หลัก
เป้าประสงค์ สามารถหาคำตอบได้ และเปลี่ยนโจทย์เป็นสัญลักษณ์การคูณได้
 2. กำหนดประโยคสัญลักษณ์การคูณจำนวนที่มีหลักเดียว และจำนวนที่เป็นผลคูณของ
100 เป้าประสงค์ สามารถหาคำตอบได้
 1. กำหนดประโยคสัญลักษณ์การคูณระหว่างจำนวนที่มีหลักเดียว หรือ 2 หลัก
เป้าประสงค์ สามารถหาผลคูณได้

จะเห็นได้ว่าพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือ 5. จะต้องมีพื้นฐานมาจาก 4., 3. ซึ่ง 4. และ 3.
ต้องมีพื้นฐานมาจาก 1. และ 2. จากแนวลูกศรจะเห็นว่าผู้สร้างลำดับขั้นนี้เห็นว่า 1.
เป็นพื้นฐานของพฤติกรรม 2. ซึ่งเป็นพื้นฐานของพฤติกรรม 3. และ ทั้ง 1., 2. และ 3.
ต่างเป็นพื้นฐานของพฤติกรรม 4. อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าแผนภาพนี้ยังไม่ละเอียดถี่ถ้วน
ควรมีรายละเอียดในแต่ละขั้น ให้มากกว่านี้

การวางขั้นตอนในลักษณะเช่นนี้ จะพบเห็นลักษณะของการจัดลำดับขั้นที่น่าสนใจ
ดังนี้

1. การสอนให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายหนึ่งนั้น อาจทำได้หลายวิธี นั่นคือ ในแต่ละ
บทเรียน ผู้สอนสามารถจัดเรียงลำดับเนื้อหาของแต่ละขั้นตอนได้หลาย ๆ แบบ การจะตัดสินว่า
แบบใดเป็นวิธีที่ดีที่สุดนั้น นอกจากอาศัยประสบการณ์ของผู้สอนแล้ว อาจต้องนำไปทดลองสอน
แล้วเลือกเอาวิธีที่ใช้เวลาน้อยที่สุดในการ เรียนรู้

2. ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเรียนตามขั้นตอนที่ผู้สอนวางไว้ทุกคน เพราะผู้เรียนในชั้นแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกันทั้งด้านเชาวน์ปัญญา และความรู้พื้นฐานเดิม บางคนอาจจะข้ามขั้น (skip) ในเนื้อหาบางตอนไปได้ ในขณะที่เดียวกัน นักเรียนบางคนอาจต้องการความรู้จากนอกแผนภาพที่กำหนดไว้มาสอนเพิ่มเติม แต่ทว่าความแตกต่างทางด้านความเฉลียวฉลาด (intellectual difference) ที่ไม่เป็นผลกระทบทกระเทือนต่อทักษะแต่ละขั้นที่วางไว้เลย เพราะจุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนการสอนนั้น ก็คือ ต้องการให้ผู้เรียนสามารถกระทำกิจกรรมหนึ่ง ๆ ได้ด้วยความคิดของตนเองเท่านั้น (Gagne, 1971)

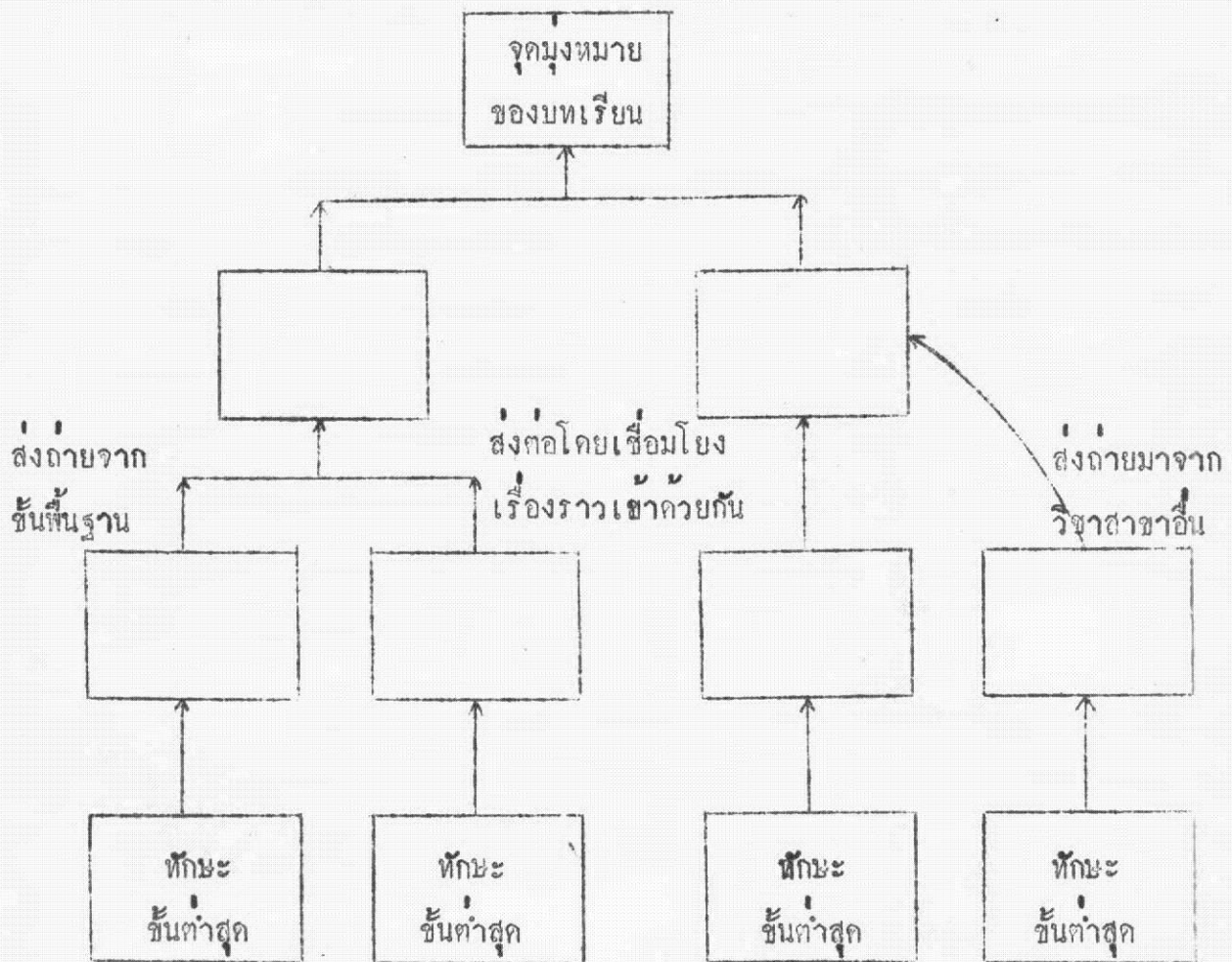
3. ในการจัดลำดับนั้น งาน หรือ กิจกรรมใดที่ง่ายหรือมีความซับซ้อนน้อยกว่าย่อมจะมาก่อนงานที่ยาก ตัวอย่างเช่น ในการเรียนรู้เรื่องการบวกเลขนั้น ทักษะที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ก่อนตามลำดับคือ สามารถนับจำนวนที่เพิ่มขึ้นครั้งละ 1 ได้ สามารถนับเพิ่มทีละ 10 ได้ สามารถบวกเลข 2 จำนวนที่มีทดได้ สามารถแก้ปัญหการบวกเลขได้ ดังนั้น การตั้งจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้เรื่องหนึ่ง ๆ ขึ้น จะเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ได้ จะต้องมิตักษะหรือความรู้ขั้นพื้นฐานที่มีส่วนเชื่อมโยงระหว่างกันเป็นช่วง ๆ จนกว่าจะบรรลุถึงเป้าประสงค์อันสุดท้าย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ก็คือ เมื่อผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ทักษะหนึ่งไปแล้ว จะต้องสามารถส่งถ่าย (transfer) ความรู้ในทักษะนั้นไปสู่ทักษะใหม่ขั้นสูงกว่าได้ด้วย

4. ทักษะที่ยาก และซับซ้อนอาจต้องอาศัยทักษะขั้นต่ำกว่า (subordinated skills) หลาย ๆ ทักษะในชั้นเดียวกัน และจากหลายแหล่ง ดังนั้นบทเรียนหนึ่ง ๆ อาจมีลักษณะคล้ายแผนภาพที่ 2. หรือ เป็น แนวคิดคล้ายแผนภาพที่ 1. ก็เป็นได้

ในทาง Psychometric อาจกล่าวได้ว่า ถ้าผู้เรียนได้ผ่านการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในระดับสูง (higher order task) ไปได้แล้ว ผู้เรียนนั้นย่อมสามารถกระทำกิจกรรมของทักษะขั้นต่ำกว่า (lower order task) มาก่อนแล้ว และในทำนองเดียวกัน ผู้ที่ไม่สามารถใช้ทักษะขั้นต่ำได้ ย่อม จะล้มเหลวในการเรียนรู้ทักษะขั้นสูงกว่า ดังนั้น ในแต่ละขั้นตอนของการสอน จึงมีความสำคัญเท่าเทียมกันหมด จะกล่าวว่าทักษะนั้นสำคัญกว่าทักษะอื่นไม่ได้

ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถที่จะใช้ทักษะทุกขั้นตอนเป็นลำดับไป

อีกสิ่งหนึ่งที่ควรจะต้องกล่าวถึงก็คือ ในการเรียนรู้นั้น ความรู้หรือทักษะที่เกิดขึ้นจะเป็นลักษณะแบบสะสม (Cumulative Learning) เริ่มจากทักษะแรกขึ้นไปเป็นลำดับ ความต่อเนื่อง (Transfornance) ระหว่างแต่ละขั้นตอนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพยายามสร้างให้มากขึ้น



แผนภาพที่ 2. ลักษณะขั้นตอนของบทเรียนที่มีพื้นฐานจากหลายทักษะ

การจัดลำดับที่คี่นั้น จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแปลความหมาย (Transform) และส่งถ่าย (Transfer) ความรู้หรือทักษะของแต่ละขั้นตอนของบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่ได้ดียิ่งขึ้น

และเราก็สามารถตอบคำถามที่ว่า "ทำไมจึงต้องมีการจัดลำดับการเรียนรู้?" ได้ว่า เพราะการจัดลำดับของบทเรียนจะทำให้บทเรียนนั้นง่าย และสะดวกแก่การเรียนการสอน โดยที่ผู้เรียนจะได้รับการฝึกหัดเป็นขั้น ๆ ไป จนกว่าจะบรรลุถึงเป้าประสงค์ของบทเรียน

ในระยะเริ่มแรกของการเสนอแนวความคิดนี้ การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ เน้นหนักในสาขาวิชาจิตศาสตร์ และมีได้กำหนดว่าทักษะต่าง ๆ ที่ใช้จะเป็นทักษะด้านสติปัญญา (Intellectual Skills) หรือทักษะด้านการท่องจำ (Verbal Information) แต่หลังจากได้มีการค้นคว้าต่อมา กายเย (Gagné, 1971) ได้สรุปว่า การจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้จะทำได้ดีในขอบข่ายของทักษะด้านสติปัญญา และจะทำได้ดีในขอบข่ายของทักษะด้านการท่องจำ เพราะในด้านการท่องจำเป็นลักษณะที่ผู้เรียนสามารถรำลึก (recall) ถึง กฎ นิยาม หรือเรื่องราวบางประการได้ ซึ่งไม่จำเป็นที่จะต้องมีความรู้พื้นฐานใดมาก่อนก็ได้ เช่นการจำ ปี, พ.ศ. ที่ไทยต้องเสียเอกราชให้แก่พม่า ทั้ง 2 ครั้งได้ หรือการที่ทราบว่าวรรณยุกต์มี 5 เสียง 4 รูป แต่ทักษะทางด้านสติปัญญานั้นผู้เรียนจะต้องสามารถเรียนรู้เป็นแบบ whole part โดยการสร้างสิ่งกึ่ง (Concept) เกี่ยวกับเรื่องราวที่กำลังเรียนรู้ และอาศัยความรู้ กฎ หรือนิยามที่เคยเรียนรู้มาก่อนเป็นพื้นฐาน ต้องสามารถจำแนก (Discriminate) และเรียบเรียงความรู้พื้นฐานนั้น ๆ เป็นความรู้ใหม่

จุดค้อยของทฤษฎีการจัดลำดับการเรียนรู้ของกายเย

ไวท์ (White, 1974 a) ได้เสนอจุดค้อยในวิธีการของกายเยที่จะเป็นเหตุให้การตัดสินใจความเที่ยงตรงของลำดับชั้นผิดพลาดไปได้ไว้ 7 ประการคือ

1. คำจำกัดความ (Definition) หรือเป้าประสงค์ (Goal) ของเนื้อหาในแต่ละขั้นตอนมักจะกำหนดไว้อย่างหลวม ๆ ไม่ชัดเจน ทำให้ผู้สอนไม่อาจแน่ใจได้ว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ครบถ้วนตามเป้าประสงค์แล้วหรือไม่
2. ใช้ข้อทดสอบสำหรับการทดสอบว่าผู้เรียนได้รับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้แล้วหรือไม่บ่อยไป ในแบบทดสอบของกายเยมีเพียงทักษะละ 1 ข้อเท่านั้นทำให้ไม่อาจประเมินได้ว่า

การที่นักเรียนคนหนึ่งไม่ผ่านข้อทดสอบนั้นเป็นเพราะไม่มีความรู้ หรือเพราะความสับสนเพรา หรือการที่สอบผ่านเป็นเพราะเกิดการเรียนรู้แล้ว หรือเพราะเหตุบังเอิญ นอกจากนี้ ถ้า เกิดกรณีที่มีนักเรียนสอบผ่านทักษะขั้นสูงแต่ไม่ผ่านทักษะขั้นต่ำ ก็จะไม่อาจตัดสินให้ปฏิเสธ สมมุติฐานของลำดับขั้นได้เพราะความไม่เข้าใจของผลการสอบนั่นเอง

3. การตัดสินสมมุติฐานยังขาดดัชนี (Index) ที่น่าเชื่อถือ ไวท์ได้เสนอค่า ดัชนีเช่นว่านี้ไว้ในปี 1974 ซึ่งจะกล่าวถึงในบทต่อไป

4. ระบบการสอน การสอบไม่แน่นอน บางครั้งเมื่อจบทักษะหนึ่งก็มีการทดสอบ ผลการเรียนรู้ทักษะนั้น แต่ในบางขั้นตอนไม่มีการสอนแต่มีการทดสอบ เป็นเหตุให้ผู้เรียน สิ้นเนื้อหาวิชาบางตอนไป (Gagné & Bassler, 1963) ลักษณะเหล่านี้ทำให้ไม่อาจสรุป ผลของความต่อเนื่องระหว่างทักษะ ซึ่งอาจเป็นเหตุให้ต้องยอมรับหรือปฏิเสธสมมุติฐาน อย่างผิด ๆ ได้

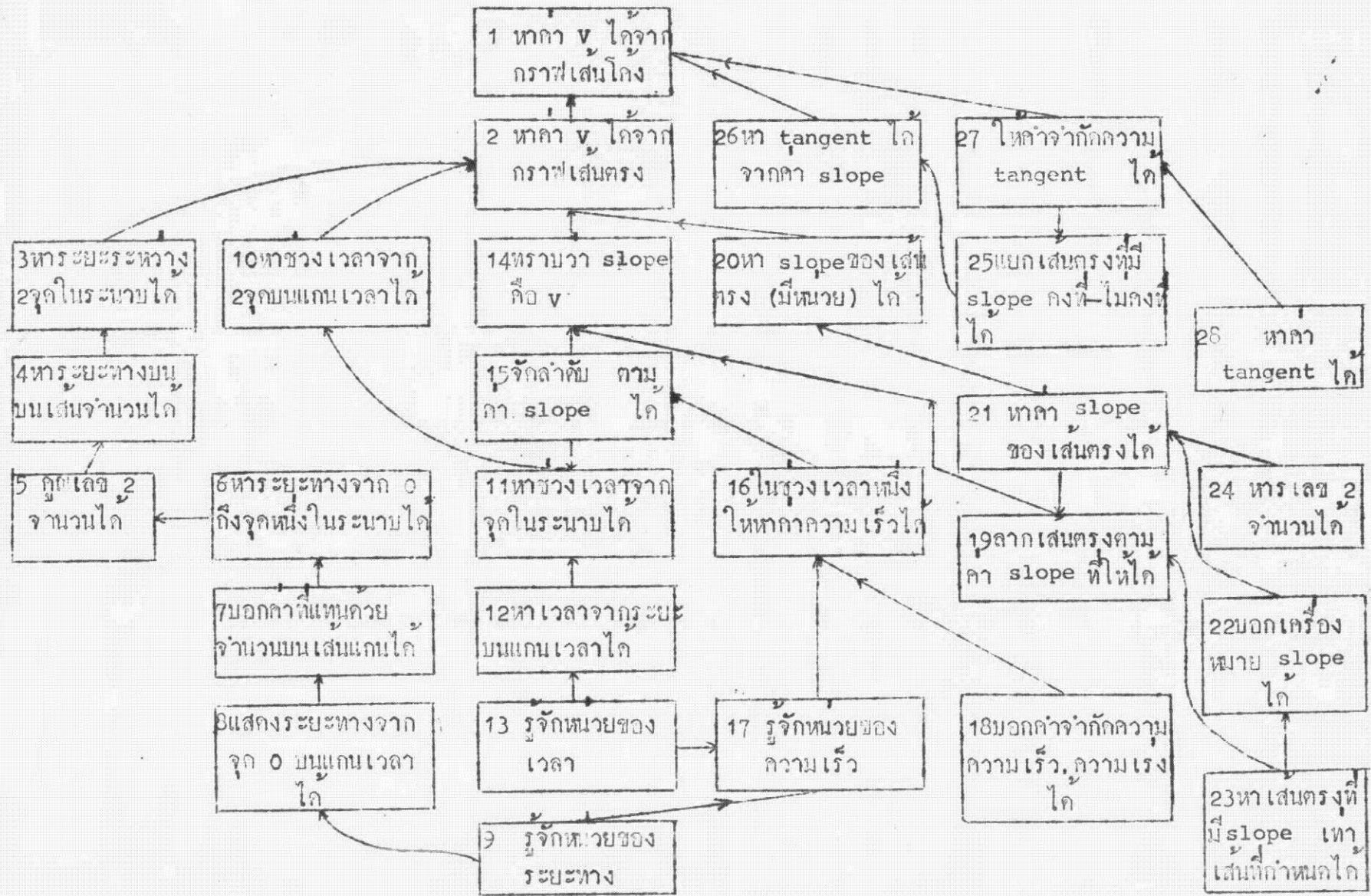
5. จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบลำดับขั้นน้อยเกินไป บางครั้งอาจต้องปฏิเสธสมมุติฐานทั้งที่เห็นได้ชัดว่าควรยอมรับ เพราะกลุ่มของนักเรียน ที่จะทำให้ยอมรับสมมุติฐานไม่ได้เขาอยู่ในกลุ่มทดลอง

วิธีการจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ที่มีความเที่ยงตรงมากที่สุด (White, 1976 b)

ไวท์ได้เสนอวิธีการจัดลำดับขั้นที่มีความเที่ยงตรงไว้หลังจากที่ได้กล่าวถึงจุดค่อย ไวแล้ว พร้อมกับยกตัวอย่างการจัดลำดับขั้นการเรียนรู้วิชา Kinematic ระดับ 11 ไว่ด้วย ซึ่งอาจใช้เป็นแนวทางในการสร้างหลักสูตรได้

ขั้นที่ 1 "ให้ตั้งเป้าประสงค์ หรือคำจำกัดความของบทเรียนที่ต้องการสอนให้ชัดเจน เป็นประการเดียว"

บทเรียนที่ยกมามีเป้าประสงค์ "ให้นักเรียนสามารถหาค่าความเร็ว (Velocity) ณ จุดกำหนดของเวลาจุดหนึ่งบนกราฟเส้นโค้งของแกนระยะทาง (เมตร) เวลา (วินาที) เป็นค่าพนิม 1 ตำแหน่ง มีหน่วยเครื่องหมายที่ถูกต้อง"



แผนภาพที่ 3 แสดงโครงการสอนที่จัดตามลำดับขั้นการเรียนรู้ เรื่องความเร็ว

ขั้นที่ 2 "สร้างลำดับขั้นที่ต่ำกว่า โดยการตอบคำถามว่า "ในการเรียนรู้เรื่องนี้ ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้เรื่องใดมาก่อนบ้าง?" (Gagne, 1972) เป็นลำดับลงไปจนกว่าจะถึงขั้นที่ผู้เรียนมีความรู้อยู่ก่อนแล้ว"

แผนภาพที่ 3. และ ตารางที่ 1. ได้แสดงขั้นตอนที่คิดว่าควรจะเป็นและจุดมุ่งหมายของแต่ละขั้นตอนไว้ตามลำดับ

ตาราง 1 แสดงเป้าประสงค์ของแต่ละหน่วยทักษะในแผนภาพที่ 3

หน่วยที่	เป้าประสงค์
1	จากกราฟเส้นโค้งบนแกนของเวลา (วินาที) - ระยะทาง (เมตร) ที่กำหนดให้ ให้สามารถคำนวณค่าความเร็ว (Velocity, v) ณ จุดหนึ่งของเวลาที่กำหนดให้ได้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง, เครื่องหมายและหน่วยที่ถูกต้อง
2	จากกราฟเส้นตรงบนแกนของเวลา (วินาที) - ระยะทาง (เมตร) ที่กำหนดให้ ให้สามารถอ่านค่า v ได้จากจุดหนึ่งของเวลาที่กำหนดให้ จากการลากเส้นตั้งฉากจากจุดนั้นกับแกนทั้งสอง ให้ได้ค่าทศนิยม 1 ตำแหน่ง, เครื่องหมายและหน่วยถูกต้อง
3	กำหนดแกนเวลา - ระยะทาง, จุด 2 จุดนอกแกน ให้สามารถหาระยะทางระหว่างจุดทั้งสองนี้ได้
4	กำหนดจุด 2 จุด บนเส้นจำนวน (หน่วยเป็นเมตร) ให้สามารถหาระยะทางระหว่างจุดทั้งสองนี้ได้
5	กำหนดเลข 2 จำนวน < 20 ให้สามารถคูณเลข 2 จำนวนนี้ได้
6	กำหนดแกนเวลา - ระยะทาง, กราฟเส้นตรงที่ผ่านจุดกำเนิด (Origin) ให้อ่านค่าระยะทางจากจุดหนึ่งบนเส้นกราฟไปยังจุดกำเนิดได้
7	กำหนดแกนเวลา - ระยะทาง, จุดบนแกนใดแกนหนึ่ง ให้อ่านค่าระยะทางจากจุดนั้นไปยังจุดกำเนิดได้

หน่วยที่	เป้าประสงค์
8	กำหนดจุด ๆ หนึ่งบนเส้นจำนวน (เมตร) ให้สามารถบอกตำแหน่งของจุดนั้นได้
9	จากหน่วยความยาวทั้งหมด ให้รู้จักหน่วย เมตร
10	จากจุด 2 จุด บนเส้นจำนวน (หน่วยวินาที) ให้อ่านช่วงเวลาจาก 2 จุดนั้นได้
11	จากจุดหนึ่งบนเส้นจำนวน (วินาที) ให้บอกได้ว่าต้องใช้เวลาเท่าไรจึงไปถึงอีกจุดได้
12	จากแกนเวลา ให้บอกได้ว่าจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งใช้เวลาเท่าไร
13	จากหน่วยเวลาให้รู้จักหน่วยวินาที
14	ถามว่า "ลักษณะของสิ่งที่แทนด้วยเส้นเอียง (slope) ของกราฟเส้นโค้งคืออะไร" ให้ตอบได้ว่า "ความเร็ว (velocity, v)"
15	กำหนดเส้นตรงความยาวต่าง ๆ ที่ผ่านจุดกำเนิดและมีความเอียง ให้สามารถจัดลำดับความเร็วที่แทนด้วยเส้นตรงนั้นได้
16	กำหนดให้มีระยะทางต่าง ๆ ในช่วงเวลาเท่ากัน ให้สามารถหาค่า v ได้ถูกต้อง
17	ให้สามารถสร้างหน่วยของความเร็วได้ เป็น เมตร/วินาที
18	จากความเร็ว (Speed) ที่กำหนดให้ ให้สามารถหา v ได้
19	กำหนดเส้นตรงความยาวต่าง ๆ และค่าความชันมาให้ ให้เขียนเส้นตรงได้ถูกต้องตามความชันที่กำหนดให้
20	กำหนดเส้นเอียง, ความยาวของเส้นตรงที่ลากในแนวตั้งและแนวนอนจากปลายทั้งสองของเส้นเอียง ให้สามารถหาค่า, เครื่องหมายและหน่วยของ tangent ได้
21	กำหนดเส้นเอียง, ความยาวของเส้นเอียง ให้สามารถหาค่าของความชันได้
22	จากเส้นเอียงที่กำหนดให้ ให้สามารถบอกเครื่องหมายของค่าความชันได้
23	จากเส้นเอียงหลายเส้นที่กำหนดให้ ให้สามารถเลือกเส้นเอียงที่มีความชันเท่ากันได้

หน่วยที่	เป้าประสงค์
24	หารเลข 2 จำนวน (< 20) โค้งแบบลงตัว และเหลือเศษ
25	ให้สามารถพิจารณาได้ว่าเส้นตรงที่กำหนดให้มีความเอียงลาด คงที่หรือไม่
26	ให้สามารถกำหนดค่า tangent ได้จาก slope ที่จุดหนึ่งบนเส้นโค้ง
27	ให้สามารถอธิบายความหมายของค่า tangent ได้
28	ให้สามารถกำหนดค่า tangent จากเส้นตรง และ เส้นโค้ง

ทักษะหน่วยที่ 9, 13, 14, 17 และ 18 เป็นทักษะทางด้านความจำ (Intellectual skills) นอกจากนั้นเป็นทักษะทางด้านความคิด (Verbal Information) การที่ไว้บทบรรจุทักษะด้านความจำลงไว้ในลำดับขั้นด้วยก็เพื่อที่จะหาทางยืนยันความคิดของกาเยที่ว่า ทักษะทางด้านความจำไม่จำเป็นสำหรับการจัดลำดับขั้นเพื่อการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 "ให้ผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนและผู้ชำนาญในสาขาวิชานั้น ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของลำดับขั้นเสียก่อนขั้นหนึ่ง"

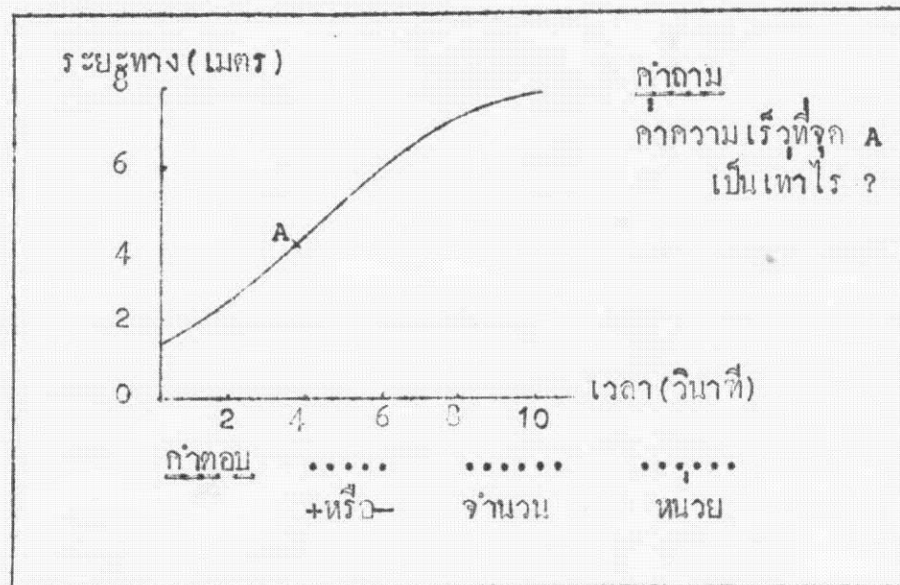
อาจสังเกตพบว่านักเรียนคนหนึ่งประสบความสำเร็จในการเรียนทักษะขั้นสูง เพราะไม่ได้ผ่านทักษะขั้นต่ำความมาก่อน แต่ไม่จำเป็นที่ต้องเป็นเช่นนี้เสมอไป เพราะในบางกรณีผู้จัดลำดับขั้นนำเอาขั้นตอนที่ไม่เกี่ยวข้องกันเข้ามาเรียงต่อกัน จึงมักปรากฏว่ามีขั้นตอนที่ไม่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้เรื่องหนึ่งอยู่ในลำดับขั้นการเรียนรู้ด้วย การตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งอาจช่วยตัดทอนสิ่งที่ไม่จำเป็นออกไปได้ และในขณะที่เดียวกันนั้นก็อาจจะได้แนวทางในการปรับปรุงขั้นตอนที่วางไว้ให้รัดกุมและประหยัดเวลาการเรียนการสอนได้มากขึ้นจากผู้ชำนาญเหล่านี้

แผนภาพที่ 3 นี้ได้ผ่านการตรวจสอบจากครูผู้ชำนาญการสอน 3 คน และนักจิตวิทยาอีก 2 คน

ขั้นที่ 4 "ตรวจสอบทุกหน่วยทักษะ ให้มีค่าจำกัดความ หรือเป้าประสงค์ที่เฉพาะเจาะจงเพียงประการเดียวแล้วหรือไม่"

การที่มีเป้าประสงค์เพียงประการเดียวในหนึ่งหน่วยทักษะ จะช่วยให้การสอนและการทดสอบทำได้ง่าย และตรงตามความต้องการที่สุด ซึ่งจะเป็นผลดียิ่งแก่การ

สรุปผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อจบแต่ละทักษะลงไปแล้ว แผนภาพที่ 4 ใกล้เคียง ข้อทดสอบที่สามารถวัดผลการเรียนรู้ทักษะที่ 1 ตามเป้าประสงค์ของทักษะนี้



แผนภาพที่ 4 แสดงข้อทดสอบข้อหนึ่งของทักษะหน่วยที่ 1

ขั้นที่ 5 "จัดทำโครงการสอนแบบ เรียนตามลำดับขั้นที่วางไว้ และสร้างข้อทดสอบที่จะใช้วัดว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะแต่ละหน่วยแล้วหรือไม่"

กำหนดว่า

- ข้อทดสอบชุดหนึ่งใช้วัดตาม เป้าประสงค์ข้างแต่ละทักษะเท่านั้น
- ข้อทดสอบของแต่ละทักษะควรเป็น 2 หรือ 3 ข้อ
- ถ้าต้องการทดสอบลำดับระหว่างทักษะๆ ให้สอนทักษะที่เห็นว่า

เป็นทักษะขั้นต่ำกว่าจนจบแล้วทดสอบครั้งหนึ่ง สอนทักษะขั้นสูงกว่าก็ไป จบแล้วทดสอบทักษะขั้นสูงกว่านั้นครั้งหนึ่ง แล้วทดสอบทักษะขั้นต่ำกว่าอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นจากแผนภาพที่ 3 โครงการสอนวางหนึ่งจะเป็น

- สอนทักษะหน่วยที่ 23
- ทดสอบการเรียนรู้ทักษะหน่วยที่ 23
- สอนทักษะหน่วยที่ 19

- ทดสอบผลการเรียนทักษะหน่วยที่ 19
- ทดสอบทักษะหน่วยที่ 23 อีกครั้งหนึ่ง เพื่อทดสอบว่าหน่วยที่ 23 ได้ถูกเรียนรู้แล้วหรือไม่ในขณะที่ สอนหน่วยที่ 19

ไว้ที่ใดพบว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะใช้ข้อทดสอบเพียง 2 ข้อ ในการทดสอบทักษะด้านความจำ เช่นทักษะหน่วยที่ 9 จากแผนภาพที่ 3 ซึ่งต้องทำการทดสอบว่าผู้เรียนทราบหรือไม่ว่า หน่วยเมตร เป็นหน่วยของระยะทาง การใช้คำถามแบบเติมคำก็ดูจะไม่เหมาะสม เพราะ ถ้าคำถามเป็น "เมตรเป็นหน่วยของ" คำตอบเป็นได้ทั้ง ระยะทาง และความยาว ถ้าใช้แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice) สำหรับ 1 คำถามไม่มีปัญหาอะไร แต่ เมื่อเป็น 2 คำถาม ซึ่งต้องใช้คำตอบเดียวกัน ผู้เรียนมีโอกาสที่จะใช้การเดาคำตอบ ได้มากขึ้น เพราะตัวเลือกของแต่ละคำถามจะคล้ายกัน หรืออาจเป็นชุดเดียวกัน เป็นลักษณะ ของคำถามที่ไม่เป็นอิสระจากกัน การตัดสินใจจากผลการสอบไม่น่าเชื่อถือ

ขั้นที่ 6 "ทดลองสอนตามโครงการที่วางไว้ เมื่อจบทักษะโคก็ให้มีการทดสอบทันที จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างควรจะมีมากกว่า 150 คน"

ไว้ที่ใดทำการทดลองโครงการจากแผนภาพที่ 3 กับนักเรียนกลุ่มน้อย

(28 คน) จุดมุ่งหมายเพื่อ

- หาข้อบกพร่องของเนื้อหาวิชาทั้งหมด
- ตรวจสอบว่าในแต่ละหน่วยทักษะนั้นมีรายละเอียดที่จำเป็นเพียงขอแล้วหรือไม่
- สร้างข้อทดสอบให้สมบูรณ์ที่สุด และใช้เป็นแนวพิจารณาว่าควรจะมีข้อทดสอบกี่ข้อในแต่ละหน่วยทักษะ
- ทดสอบว่าใน 1 คาบเรียน จะเรียนได้เฉลี่ยกี่หน่วยทักษะ เพื่อประโยชน์ ในการกำหนดเวลาเรียนจริง โครงการสอนนี้ทดลองสอนแล้ว ใช้เวลา ทั้งหมด 3 คาบเรียน (คาบละ 45 นาที)

เมื่อได้ปรับปรุงโครงการสอนตามข้อมูลจาก 5 ชั้นนั้นแล้ว จึงนำโครงการ

สถานที่ไปไว้กับกลุ่มนักเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 169 คน (white, 1974 b) การที่ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มใหญ่ เพราะจะทำให้การตัดสินใจเลือกความเหมาะสมของลำดับชั้นที่วางไว้เพียงตรงมากกว่า เพราะเป็นไปได้ที่ผู้ต้องยอมรับสมมุติฐาน ทั้ง ๆ ที่ควรปฏิเสธ เพราะขาดแคลนข้อมูลที่จะสนับสนุนการปฏิเสธ หรือกลุ่มข้อมูลไม่ได้เป็นตัวแทนของมวลประชากรทั่วไป

จากการทดลองสอนกับนักเรียน 169 คน เก็บคะแนนการสอบแต่ละทักษะเป็นข้อมูลที่จะเปลี่ยนเป็นค่าดัชนีที่ใช้ตัดสินสมมุติฐานของลำดับชั้นแต่ละคู่ทักษะ (วิธีการของไวท์มีรายละเอียดอยู่ในบทที่ 3) ผลปรากฏว่ามีทักษะคู่ที่จะต้องปฏิเสธสมมุติฐานว่าเป็นลำดับต่อเนื่องกัน คือทักษะหน่วยที่ 19 - 21, 19 - 14, 16 - 15 และ 15 - 14

ทักษะหน่วยที่ 14 เป็นทักษะด้านความจำ ซึ่งพบว่ามีน้ำหนักน้อยมากในการเรียนบทเรียนนี้ แสดงว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ (โดยการจำ) ได้ว่า ความเร็วของวัตถุแทนโดยค่า slope ของเส้นกราฟบนแกนเวลา - ระยะทาง โดยที่ผู้เรียนนั้นไม่จำเป็นต้องเข้าใจความหมายที่แท้จริงของ ความเร็ว, ค่า slope และแกนของเวลา - ระยะทาง เลยก็ได้ สำหรับหน่วยที่ 14 นี้ จำเป็นสำหรับการเรียนรู้หน่วยที่ 1 และ 2 (ถ้าต้องการหาค่าความเร็วจากค่า slope ของเส้นโค้ง) ดังนั้น หน่วยที่ 14 จึงยังคงอยู่ แต่เปลี่ยนเป้าประสงค์ใหม่ให้สอดคล้องกับทักษะอื่น (ดูในแผนภาพที่ 5)

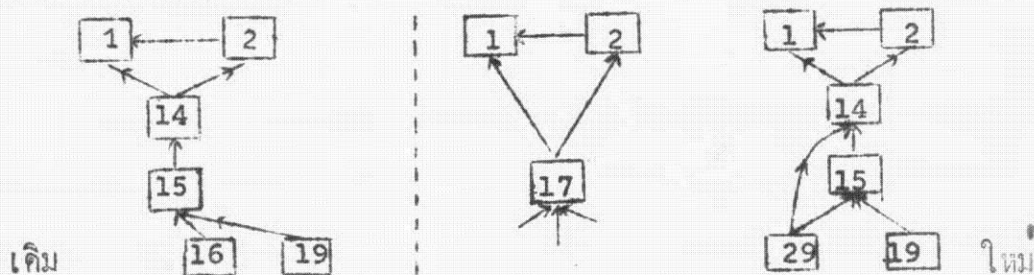
ควรมีการทดลองลำดับชั้นหลาย ๆ ทางก่อนที่จะมีการตัดสินใจเป็นครั้งสุดท้าย เพื่อให้ได้วิธีการสอนที่ดีที่สุด ในขั้นตอนนี้อาจมีการลด หรือ เพิ่ม หรือเปลี่ยนเป้าประสงค์ของบางทักษะด้วย ไวท์ก็ได้ทำการทดลองเปลี่ยนแปลงบางส่วนคือ

- เพิ่มหน่วยที่ 29 (จากแผนภาพที่ 5) เป้าประสงค์ "สามารถเพิ่มความโค้งของ บนเส้นกราฟบนแกนของเวลา - ระยะทาง เส้นตรงที่มีความชันมากที่สุด คือเส้นตรงที่มี มากที่สุด"

(คำตอบคือ ความเร็ว)

- หน่วยที่ 30 เพิ่มลงใต้หน่วยที่ 9 และ 8 มีเป้าประสงค์ว่า "จากความยาวหลายจำนวนที่กำหนดให้ ให้สามารถเลือกค่าที่สอดคล้องกับระยะทางที่ต้องการได้"

ทั้งสองหน่วยนี้เมื่อนำไปทดลองสอนใหม่ ทดสอบใหม่ พบว่าไม่จำเป็นต้องมีในลำดับชั้นการเรียนรู้หนักได้ จึงตัดออกไป เมื่อใดที่มีการเปลี่ยนแปลงในโครงการสอนจะต้องมีการทดลองสอนและทดสอบทุกครั้งไป เพื่อนำผลมาใช้ในการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของลำดับชั้น



แผนภาพที่ 5 แสดงการเชื่อมโยงเพื่อทดลองหาวิธีที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 7 "วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ว่าลำดับชั้นที่สร้างขึ้นนั้นมีความเที่ยงตรงพอหรือไม่ ชั้นก่อนใดที่สามารถตัดออกได้ก็ตัดออกไปเลย การวิเคราะห์ควรทำเป็นคู่ๆไป"

วิธีการทดสอบมีรายละเอียดในบทที่ 3 โดยทดสอบเป็นคู่ๆไป ผลการทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 กลุ่มที่นำมาพิจารณาคือ กลุ่มที่สามารถผ่านข้อทดสอบของทักษะขั้นสูงกว่าได้ (ทำได้ออกหมด) แต่ไม่ผ่านข้อทดสอบขั้นต่ำกว่า จัดให้เป็นกลุ่มขัดแย้ง (crucial cell) ไวท์-ลาร์ก (1973) ได้กำหนดค่าหนึ่ง เป็นค่าวิกฤต (critical value) แทนด้วย c หมายถึงจำนวนสูงสุดที่สามารถทำได้ในกลุ่มขัดแย้งนี้ โดยกำหนดค่าความน่าจะเป็น (probability) ของลำดับชั้นคู่หนึ่งๆไว้เป็นสมมุติฐานความสัมพันธ์ระหว่างทักษะจากแผนภาพที่ 3 มีทั้งหมด 66 คู่ เลือกมา 16 คู่เพื่อนำค่า c ไปเปรียบเทียบกับค่าจากการสังเกต (observed number, ϕ) ซึ่งหมายถึงจำนวนนักเรียนที่ผ่านข้อทดสอบของทักษะขั้นสูงแต่ไม่ผ่านทักษะขั้นต่ำกว่าที่มีอยู่จริงในกลุ่มนักเรียนตัวอย่าง ถ้า ϕ มากกว่าค่าวิกฤต c ในคู่ทักษะใดลำดับของคู่หนึ่งจะถูกปฏิเสธ ค่าวิกฤต c เป็นจำนวนที่ผู้ทำการทดลองจะกำหนดไว้ว่าจะยอมให้ โอกาสที่จะมีกลุ่มขัดแย้งในการทดสอบแต่ละครั้งมากที่สุดเป็นเท่าไร ถ้าจำนวนนักเรียนในกลุ่มขัดแย้งมีมากกว่าค่าที่ควรจะเป็น จึงต้องปฏิเสธสมมุติฐานนี้

ในตารางที่ 2 ช่องต่างๆใช้แทนค่าต่อไปนี้

- ข้อที่ 1 แทนหน่วยทักษะที่กำหนดให้เป็นทักษะชั้นต่ำกว่าในสมมุติฐาน
- ข้อที่ 2 แทนหน่วยทักษะที่กำหนดให้เป็นทักษะชั้นสูงกว่าในสมมุติฐาน
- ข้อที่ 3 "ไม่ผ่านทักษะชั้นต่ำ" แสดงจำนวนนักเรียนที่ทำข้อทดสอบของทักษะชั้นต่ำไม่ได้เลย
- ข้อที่ 4 "ผ่านทักษะชั้นสูง" แสดงจำนวนนักเรียนที่ทำข้อทดสอบของทักษะชั้นสูงได้ทุกข้อ (จำนวนข้อทดสอบทุกทักษะต้องมากกว่า 1 ข้อ ที่ควรใช้ คือ 2 - 3 ข้อ และต้องเท่ากันทุกครั้งที่ทดสอบ)
- ข้อที่ 5 ค่าวิกฤต c ในกลุ่มซิกแซก คือ จำนวนนักเรียนที่สมมุติฐานยอมให้มีได้ที่จะสอบไม่ผ่านทักษะชั้นต่ำ แต่สอบผ่านทักษะชั้นสูง
- ข้อที่ 6 ค่าจากการสังเกต ϕ แสดงจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านทักษะชั้นต่ำแต่ผ่านทักษะชั้นสูง
- ข้อที่ 7 "ความน่าเชื่อถือ" คือ ความน่าเชื่อถือของการตัดสินใจสมมุติฐานที่ใช้ค่าวิกฤตที่กำหนดขึ้น เช่น เมื่อกำหนดว่าจะยอมรับสมมุติฐานของลำดับคู่ทักษะหนึ่ง เมื่อโอกาสนี้จะมีกลุ่มซิกแซกไม่เกิน 0.05 และความน่าเชื่อถือของการตัดสินใจลำดับเป็น 0.94 แสดงว่าจะมีโอกาสที่เกิดกลุ่มซิกแซกมากกว่า 0.05 อยู่เพียง $1 - 0.94 = 0.06$ คือ จะมีโอกาสที่จะเกิด error ได้เพียง 0.06 เท่านั้น
- ข้อที่ 8 แสดงการตัดสินใจสมมุติฐาน โดยให้ A แทนการยอมรับ (Accepted) R แทนการปฏิเสธ (rejected) ทั้งสองกรณีได้จากการเปรียบเทียบค่า c กับ ϕ ส่วน ? แทนการตัดสินใจไม่ได้ เพราะมีจำนวนนักเรียนในข้อ 2 และ 3 น้อยมาก

ตารางที่ 2 ผลการประเมินค่าความเที่ยงตรงของลำดับชั้น

ทักษะ ชั้นต่ำ	ทักษะ ชั้นสูง	ไมชำนาญ ชั้นต่ำ	ชำนาญ ชั้นสูง	กลุ่มซัดแย้ง		ความเหมาะสม	การตัดสิน
				จำนวนวิกฤต (5) c	จำนวน (6) ϕ		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
30	8	24	159	-	18		R
30	9	24	148	-	18		R
29	16	4	95	-	0		R
29	15	4	124	-	2		R
28	26	15	100	4	1	.94	A
28	27	13	109	3	0	.97	A
27	1 ⁺	21	20	1	0	.99	A
27	1 ⁻	21	22	1	0	.99	A
26	1 ⁻	36	20	1	2		R
26	1 ⁺	37	22	1	2		R
25	2 ⁺	33	13	2	0	.99	A
25	2 ⁻	36	24	3	0	.97	A
25	24	10	100	3	3	.97	A
24 ⁺	21 ⁺	8	89	4	0	.93	A
24 ⁻	21 ⁻	60	53	3	0	.97	A
23	19	0	148	-	0		?
23	22	0	150	-	0		?
23	25	0	141	-	0		?
23	25	0	148	-	0		?
22	21 ⁺	2	90	3	2	.97	A

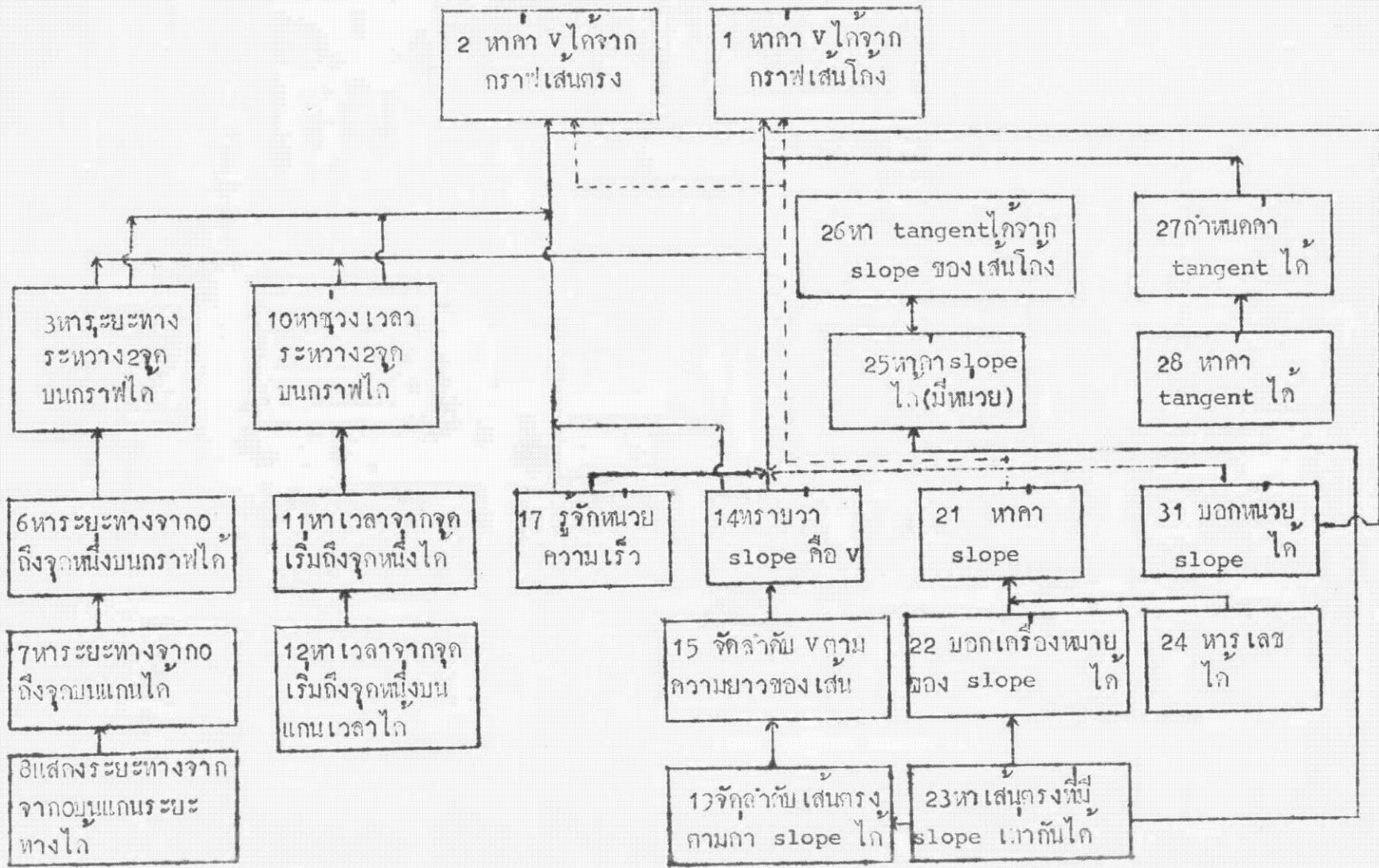
ตาราง 2(ต่อ)

ทักษะ ชั้นต่ำ	ทักษะ ชั้นสูง	ไมผ่าน ชั้นต่ำ	ผ่าน ชั้นสูง	กลุ่มจัดแบ่ง		ความเหมาะสม	การตัดสินใจ
				จำนวนวิกฤต	จำนวน		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) c	(6) φ	(7)	(8)
22	21 ⁻	2	53	2	0	.99	A
21 ⁺	20 ⁺	44	80	6	1	.84	A
21 ⁻	20 ⁻	101	46	4	0	.97	A
20 ⁺	1 ⁺	77	20	2	0	.99	A
20 ⁻	1 ⁻	101	21	1	1	.99	A
20 ⁺	2 ⁺	77	14	3	0	.98	A
20 ⁻	2 ⁻	106	21	2	2	.99	A
19	15	19	127	1	1	.99	A
18	16	12	141	-	9		R
18	17	13	147	-	11		R
17	1 ⁺	24	21	-	1		A
17	1 ⁻	23	21	-	1		A
17	2 ⁺	18	17	-	0		A
17	2 ⁻	24	15	-	0		A
16	24	9	157	-	7		R
15	14	37	94	-	12		R
14	1 ⁺	48	20	-	1		R
14	1 ⁻	49	22	-	2		R
14	2 ⁺	57	15	-	3		R
14	2 ⁻	56	22	-	2		R
13	12	2	154	-	2		R
13	17	1	148	-	0		?
12	11	8	149	1	0	.99	A
11	10	8	130	2	1	.99	A
11	15	6	126	2	3		R

ตาราง 2 (ต่อ)

ทักษะ ขั้นต่ำ	ทักษะ ขั้นสูง	ไม่นาน ขั้นต่ำ	นาน ขั้นสูง	กลุ่มซัดแยง		ความเหมาะสม	การตัดสิน
				จำนวนวิกฤต (5)	จำนวน (6) ϕ		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) ϕ	(7)	(8)
10	1 ⁺	22	21	1	0	.99	A
10	1 ⁻	22	22	1	0	.99	A
10	2 ⁺	19	16	2	0	.99	A
10	2 ⁻	18	24	2	0	.99	A
9	8	13	151	-	9		R
9	17	8	145	-	5		R
8	4 ⁺	6	138	2	0	.99	A
8	4 ⁻	7	75	1	0	.99	A
8	7	10	146	2	0	.99	A
7	6	11	149	1	0	.99	A
6	3 ⁺	9	138	3	1	.96	A
6	3 ⁻	12	87	2	1	.99	A
6	15	9	127	2	8		R
5 ⁺	4 ⁺	0	139	-	0		R
5 ⁻	4 ⁻	8	76	0	3		R
4 ⁺	3 ⁺	12	144	4	0	.93	A
4 ⁻	3 ⁻	65	85	4	3	.96	A
3 ⁺	1 ⁺	22	21	1	0	.99	A
3 ⁻	1 ⁻	44	20	2	0	.99	A
3 ⁺	2 ⁺	19	16	1	1	.99	A
3	2 ⁻	52	24	2	2	.99	A

+, - แสดงเครื่องหมายของค่าในหน่วยนั้น



แผนภาพที่ 6 แสดงโครงการสอนที่ได้ปรับปรุงลำดับชั้นการเรียนรู้ให้เหมาะสมแล้ว

ขั้นที่ 8 "ปรับปรุงลำดับชั้นการเรียนรู้เสียใหม่ ตามผลที่ได้จากการทดสอบลำดับชั้น
ในขั้นที่ 7"

จากแผนภาพที่ 6 แสดงโครงการสอนที่ได้เรียบเรียงและตัดตอนที่ฝ่ายการ
ยอมรับในชั้นสัมฤทธิ์ฐานมาแล้วจากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าหน่วยที่เป็นทักษะด้านความจำ
ได้ถูกปฏิเสธทุกหน่วย ในขณะที่เดียวกันหน่วยทักษะที่เหลืออยู่เป็นหน่วยทักษะด้านความคิด
ทั้งสิ้น สำหรับหน่วยที่ 20, 21 ได้เปลี่ยนจุดมุ่งหมายไปให้สอดคล้องกับลำดับเนื้อหา
ทั้งสองหน่วยต้องการให้ผู้เรียนสามารถหาค่า slope ของเส้นตรงบนเส้นกราฟได้
แทนหน่วยที่ 21 ให้หาค่า slope โดยไม่มีหน่วย หน่วยที่ 20 จากแผนภาพที่ 3
จึงขึ้นอยู่กับหน่วยที่ 21 เพื่อให้ได้ลำดับขั้นที่ชัดเจน จึงเพิ่มหน่วยที่ 31 ขึ้นมาแทนหน่วยที่
20 ความมุ่งหมายของหน่วยที่ 31

"กำหนดแกน 2 แกนให้ ใช้แทนระยะทางและเวลา ให้นักเรียนสามารถ
บอกหน่วย ของจำนวนที่เป็นค่า slope ของเส้นตรงที่อยู่บนกราฟของแกน
ทั้งสองได้"

สรุป

การจัดลำดับชั้นของการเรียนรู้ คือ การเรียบเรียงบทเรียนหนึ่งให้เป็นขั้นตอน
ที่ต่อเนื่องกัน ขั้นตอนเหล่านี้คือ ความรู้ หรือ ทักษะหลายหน่วยที่กำหนดว่าจะเป็นส่วน
ของการเรียนรู้บทเรียนนั้นเอง แต่ละหน่วยทักษะนั้นก็จะมีจุดมุ่งหมายของตัวเองอยู่ ซึ่งได้
กำหนดไว้อย่างชัดเจนเพียงประการเดียว การเรียงลำดับนั้นจะต้องมีการทดสอบความ
เที่ยงตรงของลำดับที่สร้างไว้โดยวิธีการต่าง ๆ กัน เมื่อได้ลำดับขั้นที่เที่ยงตรงที่สุดก็ใช้
ลำดับขั้นนั้นเป็นโครงการสำหรับการเรียนการสอน ในลักษณะนี้ลำดับขั้นที่เหมาะสมจะ
ช่วยให้ผู้เรียนได้สัมผัสวิธีการเรียนตามเป้าประสงค์ของบทเรียน เป็นวิธีที่จะช่วย
ให้การเรียนการสอนได้ผลดีที่สุด เพราะผู้เรียนจะมีโอกาสทำความเข้าใจในเนื้อหา
เป็นลำดับอย่างต่อเนื่องไป ไม่เกิดความสับสน เนื่องจากผลของการส่งต่อความรู้
ระหว่างหน่วยทักษะที่เป็นลำดับติดกันนั่นเอง

การทดลองของไวท์และลาร์ก (1974) ได้แสดงให้เห็นว่า ทักษะด้านความ
จำไม่จำเป็นต้องใช้การจัดลำดับขั้น เพราะเป็นการใช้ความสามารถในการรำลึกได้เท่าไร
วิธีการจัดลำดับขั้นนั้นเหมาะสมกับทักษะด้านความคิดเท่านั้น