บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มุ่งที่จะใช้แผนที่มโนทัศน์เป็นแนวทางในการพัฒนาพรีรีควิซิทโมเดล และเสนอแนวทางในการตรวจสอบความเหมาะสมในการจัดระบบเนื้อหาในหลักสูตรจากข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยผู้วิจัยได้นำวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของหลักสูตรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาเป็นตัวอย่างในการศึกษา เพื่อที่จะสร้างแผนที่มโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและพรีรีควิซิทโมเดล สำหรับในบทที่ 2 นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะกล่าวถึงวรรณคดีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ถึงแม้จะมีวรรณคดีที่เกี่ยวข้องมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านหลักสูตร ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงเฉพาะส่วนที่สำคัญเท่านั้น จึงแบ่งประเด็นในการศึกษาออกเป็น 7 ประเด็นดังนี้

1. บททั่วไป (Overview)

2.การบังคับก่อน (Prerequisite)

- การบังคับก่อนที่จำเป็น
- การบังคับก่อนที่ช่วยสนับสนุน

3.ทฤษฎีการเรียนรู้ของออซูเบล

- การเรียนรู้อย่างมีความหมาย
- แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้
- โครงสร้างความคิดล่วงหน้า

4.แผนที่มโนทัศน์ (Concept Maps)

- การพัฒนาแผนที่มโนทัศน์
- บทบาทของแผนที่มโนทัศน์ต่อการศึกษา
  - แผนที่มโนทัศน์เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนการสอน
  - เป็นเครื่องมือในการพัฒนารายวิชา
  - การสร้างแผนที่มโนทัศน์
  - ประโยชน์ของแผนที่มโนทัศน์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. เนื้อหาวิชา (Content)

- เกณฑ์ในการเลือกเนื้อหาวิชา
- การจัดเนื้อหาวิชา

6.หลักสูตรบันไดเวียน (Spiral Curriculum)

7.การวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis)

8.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

-งานวิจัยที่เกี่ยวกับแผนที่มโนทัศน์

- งานวิจัยที่เกี่ยวกับปัญหาในการเรียน การสอนคณิตศาสตร์

- งานวิจัยที่เกี่ยวกับพื้นฐานเดิมและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาต่อไป

- งานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์เส้นทาง

1.บททั่วไป (Overview)

รูปแบบในการพัฒนาหลักสูตร มีอยู่หลากหลายในแต่ละแบบอาจจะมีจุดอ่อนจุดแข็งต่างกัน นอกจากวัตถุประสงค์ หรือความจำเป็นของหลักสูตรแล้ว มีสิ่งสำคัญที่ผู้สร้างหลักสูตรจะต้องตระหนัก คือ ขอบข่ายของเนื้อหา และลำดับเนื้อหา ของแต่ละหลักสูตร (Johnson, 1967; Novak, 1979; Schwab, 1977; Rowntree, 1982; Posner and Rudnitsky, 1986 และ Schubert, 1986) ผู้จัดทำหลักสูตรมักจะประสบปัญหาว่าจะบรรจุเนื้อหาอะไรบ้างลงไปในแต่ละรายวิชา และจะจัดเรียงเนื้อหาอย่างไรให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียนในแต่ละสาขา ลักษณะของผู้เรียนและพัฒนาการทางด้านปัญญาเป็นปัจจัยที่สำคัญ ที่ผู้สร้างหลักสูตรจะต้องหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุด ในการจัดระบบของเนื้อหา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียน ผู้สร้างหลักสูตรมีความต้องการที่จะหากระบวนการในการพัฒนาหลักสูตร และในแต่ละกระบวนการจะต้องได้ผลลัพธ์ออกมาตามที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ (Johnson, 1977; Posner and Rudnitsky, 1986)

วิธีการหนึ่งที่ผู้สร้างนิยมใช้คือการเขียนเป็นแผนภาพ (Diagramming) ซึ่งแผนภาพเหล่านี้ มีรูปแบบในการนำเสนอหลายลักษณะ เช่น แผนภูมิ (Flowcharts) แผนที่มโนทัศน์ (Concept Maps) แผนภาพวงกลม (Cycle Diagrams) แผนภาพเหล่านี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้ผู้สร้างหลักสูตรเกิดภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น วิธีการนี้เป็นการแสดงความคิดออกมาในลักษณะที่เป็นรูปธรรม (Concrete Forms) (Rowntree, 1982; Posner and Rudnitsky, 1986; Novak and Gowin, 1986) ซึ่งอย่างน้อย แผนภาพเหล่านี้จะทำให้ผู้จัดทำรายวิชามองเห็น

ความสำคัญของแต่ละมโนทัศน์ และได้ความคิดหรือได้แนวทางที่จะจัดทำรายวิชานั้น บนพื้นฐานของแผนภาพแต่ละชนิด ผู้จัดทำรายวิชาจะได้แนวทางในการจัดลำดับหรือจัดระบบของมโนทัศน์ต่างๆ ซึ่งจะส่งผลในทางที่ดีขึ้นต่อกระบวนการเรียนการสอน

จากการที่มีนักพัฒนาหลักสูตรได้แนะนำแนวทางการจัดลำดับหรือระบบของเนื้อหาไว้หลายท่าน ซึ่งก่อให้เกิดทางเลือกได้หลายทาง อย่างไรก็ตาม แต่ละแนวทางก็มีส่วนที่เหมือนกัน เช่น หลักของการจัดลำดับมโนทัศน์ (Concept-Related Sequences) ของพอสเนอร์และรุดนิสกี (Posner & Rudnitsky) จะคล้ายกับลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ (Learning Hierarchies) ของชูเบอร์ท (Schubert) เป็นต้น หลักการเหล่านี้ล้วนแต่เน้นให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ ที่มีอยู่ในรายวิชาหรือหลักสูตร ผู้ที่จะนำวิธีการไปใช้จะต้องตัดสินใจเลือกเอง เท่าที่คิดว่าเหมาะสมและตรงกับความต้องการ แผนที่-มโนทัศน์ก็เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆวิธีหนึ่ง ที่แสดงออกมาในรูปของแผนภาพ สาเหตุที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการนี้ เนื่องจาก แผนที่มโนทัศน์นอกจากจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ด้วยการโยงเส้นระหว่างมโนทัศน์แล้ว ยังมีคำเชื่อมกำกับในแนวเส้นโยงด้วย ทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ชัดเจนยิ่งขึ้น และแนวคิดในการสร้างแผนที่มโนทัศน์นี้ได้พัฒนามาจากพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ จึงเหมาะอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในเรื่องการเรียนการสอน

เฮอสท์ (Hirst, 1977) กล่าวว่าในวิชาหนึ่งๆนั้น จะมีตรรกของไวยกรณ์ (Logical Grammar) สิ่งนี้เองที่ก่อให้เกิด การจัดลำดับเนื้อหา (Order of Terms) ตรรกของการจัดลำดับ (Logical Sequence) จะเกิดขึ้นได้ต้องทำการวิเคราะห์เนื้อหาในการสอน จึงต้องมีตรรกของลำดับ (Logical Order) ความเข้าใจในเนื้อหาแต่ละเรื่องนั้นอย่าคิดว่าต้องดำเนินการสอนตามลำดับที่จัดไว้ดังเช่นการเรียงก้อนอิฐเพื่อสร้างกำแพง การเรียนมโนทัศน์หนึ่ง ๆนั้น มีความซับซ้อนในเนื้อหาขึ้นไปเรื่อย ๆ ต้องสัมพันธ์กันในหลาย ๆแง่มุม

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจเรื่องที่เรียนเป็นอย่างดี เพื่อที่จะนำหลักการต่างๆในเรื่องนั้นๆไปประยุกต์ใช้ต่อไป ถ้าผู้เรียนเรียนรู้โดยวิธีท่องจำ จะมีปัญหาในเรื่องการประยุกต์ ผู้ที่จะประยุกต์ได้นั้น จะต้องซาบซึ้งในหลักการทั่วไปของเรื่องนั้น ๆ (Appreciation of General Principles) ซึ่งความซาบซึ้งนี้ จะต้องดูจากการประยุกต์ (Peters, 1977) คานท์ (Kant) (อ้างใน Peters, 1977) กล่าวว่า ความคิดที่ปราศจากเนื้อหาคือความว่างเปล่า การหยั่งรู้ที่ปราศจากมโนทัศน์ คือการมองไม่เห็น

จากแนวคิดทั้งของเฮอสท์ ปีเตอร์ และคานท์ แสดงให้เห็นถึงการให้ความสำคัญในเรื่องความเข้าใจ ความชาบซึ้งในหลักการทั่วไป และการหยั่งรู้ในแต่ละมโนทัศน์เป็นอย่างมาก การสร้างหลักสูตรที่ดี สำดับเนื้อหาที่เหมาะสม มีอุปกรณ์การสอนที่ดี ล้วนเป็นองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมให้การเรียนแต่ละมโนทัศน์ดียิ่งขึ้น แผนที่มโนทัศน์นั้นจะเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ ทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้

ลักษณะเนื้อหาวิชาพื้นทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ต้องมีการจัดสำดับก่อนหลังให้เหมาะสม จะต้องรู้ว่าเรื่องใดเป็นพื้นฐานที่จำเป็นของเรื่องใด เน้นความสำคัญในเรื่องของการเชื่อมโยงหรือประสาน ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ถ้าในหัวข้อใดก็ตามที่ผู้เรียนไม่สามารถประสาน เชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ก็จะประสบปัญหาในการเรียนเนื้อหานั้นทันที โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อหัวข้อนั้นเป็นพื้นฐานที่จำเป็นหรือเป็นหัวข้อบังคับก่อน

2.การบังคับก่อน (Prerequisite)

ในการที่จะเรียนวิชาใหม่หรือเรื่องใหม่นั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้เดิม(Background Knowledge) บางทีเราเรียกว่าความรู้ที่ต้องมีมาก่อน (Prerequisite) ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม กับความรู้ใหม่จึงเป็นสิ่งสำคัญในการที่จะออกแบบการสอน (Design Instruction) สำหรับวิชาพื้นฐาน ได้ออกแบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนร่วมกันในหลายสาขา การที่จะคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างผู้เรียนหรือระหว่างกลุ่มผู้เรียนจึงน้อยเกินไป (Gagne, 1992: 110)

กานเย่ (Gagne, 1992: 150-160) ได้กล่าวว่าในด้านทักษะทางปัญญา (Intellectual Skill) มีลักษณะการบังคับก่อน 2 ประเภทคือ

1.การบังคับก่อนที่จำเป็น (Essential Prerequisite)

2.การบังคับก่อนที่ช่วยสนับสนุน (Support Prerequisite)

การบังคับก่อนที่จำเป็น (Essential Prerequisite)

การบังคับก่อนที่จำเป็น เป็นพื้นฐานที่จำเป็นที่ต้องเรียนมาก่อน ในการที่จะเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ ถ้าขาดพื้นฐานที่จำเป็นส่วนใดส่วนหนึ่ง จะมีผลทำให้การเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ ไม่ชัดเจน ในการกำหนดเนื้อหาลงในบทเรียนหรือการวางแผนการสอนจะต้องคำนึงในจุดนี้ให้มาก กานเย่ (Gagne, 1992: 151-152) ได้ยกตัวอย่างเกี่ยวกับการบังคับก่อนที่จำเป็น ในเรื่องการลบ ของจำนวนเต็มบวกไว้ว่า ในการเรียนรู้เรื่องการลบนั้นควรจะมีขั้นตอนดังตัวอย่างต่อไปนี้

(1) 473	(2) 2132	(3) 953	(4) 7204
- 342	-1715	- 676	- 5168

ในการที่จะเข้าใจเรื่องการลบนั้น จะต้องมีทักษะที่ควรจะรู้ ทั้งหมด 4 ขั้นตอนเรียงกันไป โดยทั้ง 4 ขั้นตอนจะเป็นพื้นฐานของกันและกัน (Prerequisite) ดังคำอธิบายในแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการลบที่ง่ายที่สุดผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละหลักจะไม่มีการขอยืมจากหลักอื่นเลย

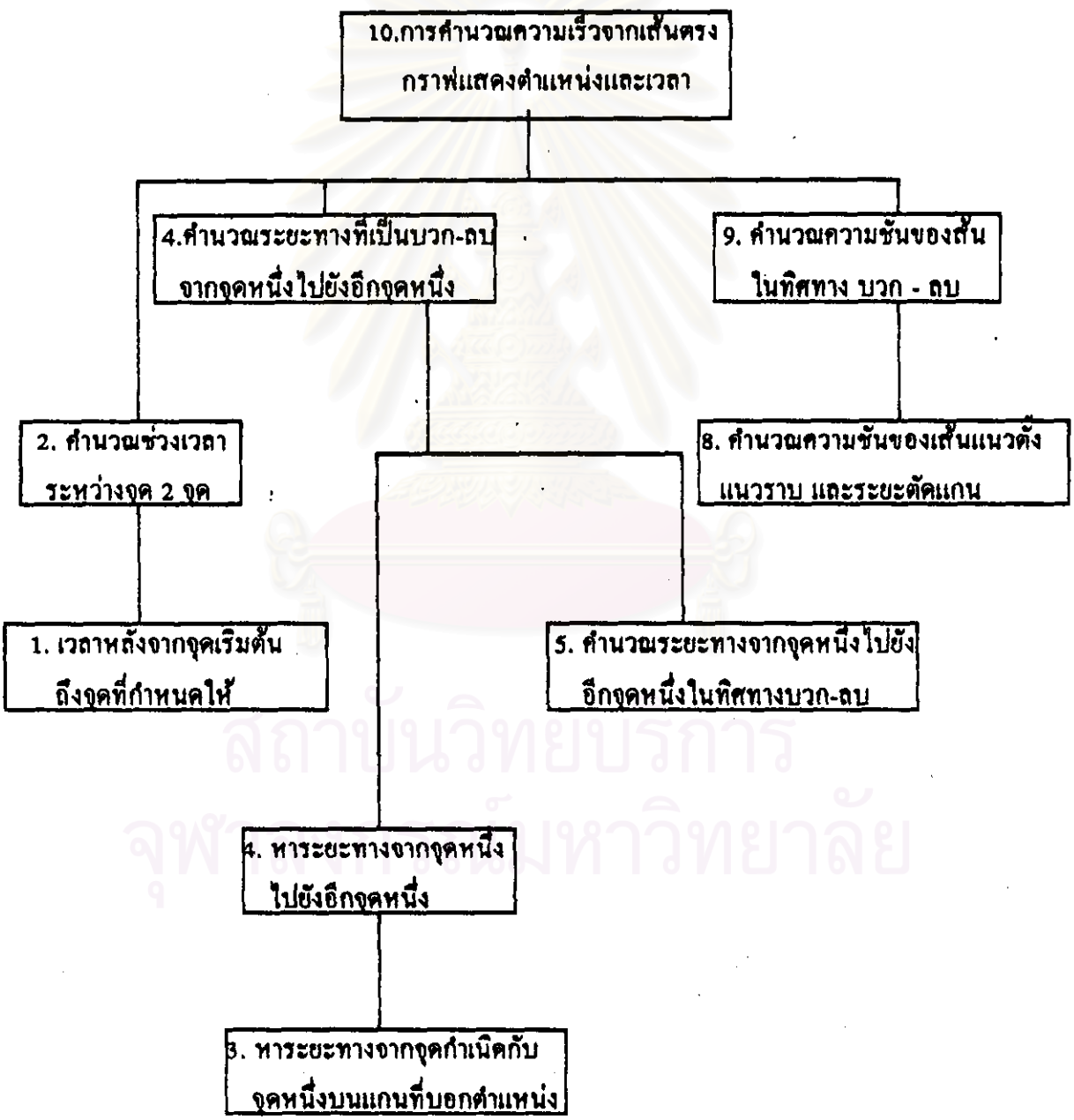
ขั้นตอนที่ 2 เป็นการลบที่ต้องขอยืมจากหลักถัดไปที่อยู่ติดกัน

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการลบที่ต้องขอยืมที่ซับซ้อนขึ้นโดยต้องรู้ว่า 6 จะลบออกจาก 13 หรือ 7 จะลบออกจาก 14

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการลบที่จะต้องมีการขอยืมโดยผ่าน "0" ซึ่งก็จะซับซ้อนขึ้นแสดงให้เห็นว่า การเรียนขั้นตอนที่เหมาะสมนั้น จะทำให้เข้าใจในเรื่องการลบดียิ่งขึ้น แต่ละทักษะนั้น ถ้วนเป็นพื้นฐานของกันและกัน มีความเป็นกฎ (Rule) อยู่ในตัวของแต่ละทักษะในการลบทักษะต่อไป อาจจะเรียนรู้ได้ไม่สมบูรณ์นัก ถ้าไม่ได้ผ่านทักษะที่จำเป็นเหล่านี้มาก่อน จึงเรียกความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเหล่านี้ว่า การบังคับก่อนที่จำเป็น (Essential Prerequisite)

ในการที่จะแสดงว่าความรู้ส่วนใดควรเป็นความรู้ที่มาก่อน มักจะแสดงให้ปรากฏได้ในลักษณะของแผนภาพขั้นตอนการเรียนรู้ (Learning Hierarchy) กานเย่ (Gagne, 1992: 112) ได้กล่าวถึงทักษะในการคำนวนความเร็ว จากตำแหน่งอันหนึ่ง และกราฟแสดงเวลา ดังแสดงดังแผนภาพต่อไปนี้

แผนภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการเรียนรู้เรื่องการคำนวณความเร็ว



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การบังคับก่อนที่ช่วยสนับสนุน (Support Prerequisite)

การบังคับก่อนประเภทนี้เป็นพื้นฐานที่มีมาก่อนที่ทำให้การเรียนรู้ง่ายขึ้นหรือเร็วขึ้น การเรียนรู้เกิดขึ้นได้มากมายและเกิดขึ้นตลอดเวลา แต่อาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังเรียนรู้ สำหรับการเรียนรู้ที่ผ่านมานั้นอาจจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องใหม่ได้ แม้ว่าอาจจะไม่จำเป็น แต่ก็มีส่วนช่วยส่งเสริม การเรียนรู้ให้บรรลุทักษะเป้าหมาย (Target Skill) ที่ตั้งไว้ได้

ข้อมูลในรูปภาษา (Verbal Information) เป็นตัวอย่างอันหนึ่งที่สำคัญในการเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆได้ดีขึ้น เนื่องจากการที่มนุษย์เรียนรู้สารสนเทศ (Information) ต่างๆ หรือข้อมูล (Data) ความรู้จำนวนมหาศาลและสั่งสมไว้ในสมอง ทั้งในและนอกสถานศึกษา เช่นจากการอ่านหนังสือ วารสาร หนังสือพิมพ์ ฟังรายการวิทยุ ดูโทรทัศน์ ข้อมูลจากสื่อเหล่านี้จะเสริมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

การติดต่อสื่อสารทางภาษา (Verbal Communication) ก็มีส่วนช่วยในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น คนที่มีความรู้ทางด้านภาษาอังกฤษดี จะมีส่วนทำให้การศึกษาเรื่องนั้นๆ จากตำราภาษาอังกฤษได้รวดเร็ว และเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

ทัศนคติ (Attitudes) เป็นสิ่งหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ การมีทัศนคติที่ดีในการเรียนรู้เรื่องหนึ่งๆ จะทำให้การเรียนรู้ในเรื่องนั้นดีขึ้น (Martin & Briggs, 1986) เช่น ในการเรียนภาษาเยอรมัน ถ้ามีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนภาษา หรือ มีความตั้งใจที่ไปเที่ยว ณ. ประเทศเยอรมัน ก็จะทำให้การเรียนภาษาเยอรมัน ดียิ่งขึ้นเช่นกัน

กลวิธีเชิงปัญญา (Cognitive Strategies) ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่ง ที่ช่วยให้การเรียนง่ายขึ้น กลวิธีเชิงปัญญา เป็นสมรรถภาพที่ควบคุมการเรียนรู้ ความตั้งใจ การจำ และพฤติกรรมการคิดของมนุษย์ เป็นกระบวนการทำงานภายในสมองของมนุษย์ จะมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดของผู้เรียน

สิ่งที่มีมาก่อนที่ช่วยเสริมให้การเรียนรู้ ง่ายขึ้นหรือเร็วขึ้นที่กล่าวมานี้ ในเนื้อหาแต่ละรายวิชาไม่จำเป็นจะต้องบรรจุไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการยากที่จะทำให้ผู้เรียนมี พื้นฐานที่ช่วยสนับสนุนเหมือนกัน เราจึงเรียกพื้นฐานที่มีมาก่อนประเภทนี้ว่า การบังคับก่อนที่ช่วยสนับสนุน

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของออซูเบล

เพื่อให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่มโนทัศน์กับทฤษฎีการเรียนรู้ของออซูเบล จึงขอกล่าวถึงเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวข้องที่สำคัญในทฤษฎีการเรียนรู้ของออซูเบล 2 อย่างคือ

1. การเรียนรู้อย่างมีความหมาย

2. โครงสร้างความคิดล่วงหน้า

การเรียนรู้อย่างมีความหมาย

ออซูเบล (Ausubel, 1986)ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายหมายถึงการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างของความรู้ของผู้เรียนอย่างถูกต้องและต่อเนื่องกัน

เชอร์ริส และ เคล (Sherris and Kahli, 1984) กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายนั้นผู้เรียนจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับมโนทัศน์ และหลักการที่ผู้เรียนมีอยู่ในโครงสร้างความรู้เดิม การเรียนรู้อย่างมีความหมายนี้จะทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สามารถระลึกได้แม้ช่วงเวลาผ่านไป นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ๆ ได้

โนแวคและโกวิน (Novak and Gowin, 1985) กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมาย คือ การที่ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับมโนทัศน์ หรือข้อความเดิมที่มีอยู่แล้วอย่างสัมพันธ์กัน ในขณะที่การเรียนรู้แบบท่องจำนั้น การเรียนจะใช้วิธีการจดจำทุก ๆ สิ่งที่เรียนอย่างปราศจากเหตุผล โดยไม่มีการผสมสานเข้ากับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่เดิม

พรรณี ชูทัย (2528) อธิบายถึงการเรียนรู้อย่างมีความหมายว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ถ้าในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น ผู้เรียนมีพื้นฐานที่เชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ได้ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย

จากความหมายของการเรียนรู้อย่างมีความหมายมีความหมาย ที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมาย เป็นการเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้ที่มีอยู่เดิมในโครงสร้างทางปัญญาอย่างมีเหตุผลและต่อเนื่องกัน ผู้เรียนสามารถจัดระบบความรู้ใหม่ที่ได้จนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ สามารถระลึกได้แม้ว่าช่วงเวลาจะผ่านไป

การเรียนรู้อย่างมีความหมายนั้น เมื่อนำมาใช้ในเรื่องการเรียนการสอน เงื่อนไขที่ จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายนั้น จะประกอบด้วยเงื่อนไข 3 ประการ คือ

(1) ผู้เรียนต้องมีความรู้และทักษะกระบวนการเดิม ที่สามารถใช้เชื่อมโยงกับความรู้และทักษะกระบวนการใหม่ที่อยู่ในโครงสร้างของความรู้ของผู้เรียน

(2) ผู้เรียนต้องมีความตั้งใจที่จะคิดเชื่อมโยงความรู้และทักษะกระบวนการในสิ่งที่เรียน ให้เข้ากับความรู้และทักษะกระบวนการเดิมตามโครงสร้างของความรู้

(3) ผู้เรียนต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เข้ากับความรู้และทักษะกระบวนการเดิมในโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้

แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

ออซูเบล (Ausubel, 1968) ได้กล่าวไว้ในหนังสือชื่อ Educational Psychology: A Cognitive View ไว้ว่า "ปัจจัยที่สำคัญที่สุดอย่างเดียวที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้คือสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้วคืออะไร ผู้สอนค้นหาว่าเขารู้อะไรบ้างแล้วสอนพวกเขาให้สอดคล้องกับสิ่งนั้น" (The most important single factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him accordingly) จากคำกล่าวว่างง่าย ๆ นี้ มีสิ่งที่ลึกซึ้งที่จะต้องค้นหาความหมายต่อไป โนแวคและไทเลอร์ (Novak and Tyler, 1977: 25-26) ได้อธิบายเพิ่มเติมไว้ว่า การสืบค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนรู้แล้ว (Ascertain what the learner already knows) หมายถึงการพิสูจน์องค์ประกอบของความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เราต้องการที่จะสอน หรือที่ออซูเบล ใช้คำว่า เป็นการพิสูจน์หามโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง (Subsuming Concepts) ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ของผู้เรียน คำว่า"โครงสร้างทางปัญญา" (Cognitive Structure) นั้นในความเห็นของออซูเบล หมายถึงความรู้ที่จัดเก็บไว้ในสมองอย่างเป็นระบบระเบียบด้วยการเชื่อมโยงระหว่าง มโนทัศน์ย่อยในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่แล้ว (Subsumed Concepts) กับมโนทัศน์ที่มีความครอบคลุมมากกว่า (More Inclusive Concepts) ดังนั้นโครงสร้างทางปัญญาของแต่ละบุคคลจึงแตกต่างกันตามการจัดลำดับความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่มีอยู่ในสมอง

ส่วนคำกล่าวที่ว่า สอนพวกเขาให้สอดคล้องตามนั้น (Teach Him Accordingly) ออซูเบลเสนอว่า ควรสอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful) ซึ่งการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อ ความรู้ใหม่ถูกนำไปเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว (Subsuming Concepts or Subsumers) โดยที่ความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้อย่างมีความหมายจะถูกเก็บในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อันเป็นผลจากการซึมซับ (Assimilation) กับมโนทัศน์ ที่มีอยู่แล้วช่วยขยายมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วอีกด้วย เช่น มโนทัศน์เรื่องการสังเคราะห์แสงของพืช จะได้รับการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีมโนทัศน์ เกี่ยวกับ พืช อาหาร แสง พลังงาน และการเปลี่ยนรูปของพลังงานมาแล้ว แต่ถ้าผู้เรียนได้รับความรู้ใหม่โดยไม่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว โครงสร้างทางปัญญาจะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote Learning) เช่น การเรียน คำว่า "Lue" และ "Lex" ซึ่งผู้เรียนไม่มีความรู้เกี่ยวกับคำทั้งสองมาก่อนเลย ผู้เรียนก็จะใช้การเรียนรู้แบบท่องจำ ซึ่งเป็นการเรียนรู้อย่างไม่มีความหมาย

ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของ ออซูเบล (Ausubel, 1971) เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1) การจัดระบบของความรู้ (เนื้อหาในหลักสูตร)

2) วิธีการรับข้อมูล (วิธีการเรียนรู้)

3) วิธีการนำเอาความรู้ใหม่ในหลักสูตรและวิธีการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ เมื่อต้องการนำเสนอสิ่งใหม่ให้แก่ผู้เรียน (การเรียนการสอน)

นอกจากนั้น โนแวค (Novak, 1980) ได้เสนอว่าการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1.ลักษณะการจัดเนื้อหา

2.ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว

3.ความพยายามในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้นเนื้อหาและโครงสร้างทางปัญญาจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ และเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ออซูเบล ได้เสนอหลักการที่สำคัญไว้ 2 ประการ คือ

1. การจัดลำดับแนวคิดที่เป็นหลักกว้าง ๆ ก่อนที่จะนำเสนอสิ่งที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยและเฉพาะเจาะจง (Progressive Differentiation)

2. การผสมผสานความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมอย่างค่อยเป็นค่อยไป เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Integrative Reconciliation)

การสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายนั้น ออซูเบล (อ้างในกิ่งฟ้า สินชุวงษ์, 2525) ได้ชี้ให้เห็นว่า วิธีสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้นั้นขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 3 ประการ

1) ความรู้ใหม่ต้องมีความหมายเชิงเหตุผลและมีความต่อเนื่องกับความรู้เดิมของผู้เรียน

2) โครงสร้างทางปัญญาเดิมของผู้เรียนต้องสัมพันธ์กับความรู้ใหม่

3) ผู้เรียนต้องสนใจและมีเจตนาแน่วแน่ ที่จะเรียนรู้อย่างมีความหมาย

มิฉะนั้นแล้วการมีเงื่อนไขเพียง 2 ข้อแรก ก็อาจจะทำให้เกิดการเรียนรู้ แบบท่องจำได้

ออซูเบล เน้นว่าในการนำเสนอบทเรียนนั้นผู้สอนควรอย่างยิ่ง ที่จะจัดประสบการณ์กิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละวิชาในลักษณะที่เป็นมโนทัศน์ วิธีจะเสนอให้ผู้เรียนได้รับรู้ เข้าใจ และคงไว้ซึ่งความรู้ในเรื่องที่สอน ผู้สอนจะต้อง แสดงให้เห็นความแตกต่างของรายละเอียดในเนื้อเรื่องเพิ่มเติมขึ้นเป็นลำดับ และพยายามให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเองเพื่อคงไว้ซึ่งความรู้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในการสอนจึงจำเป็นจะต้องให้ผู้สอนรู้จักสรุปข้อคิด ข้อเท็จจริงต่าง ๆ และรู้จักประสานความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ผู้สอนต้องรู้จักตั้งคำถาม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง จะต้องจัดขั้นตอนของการเรียนรู้ให้ต่อเนื่องกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับการจัดระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของออซูเบล ตามแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างมีความหมายดังแผนภาพที่ 4

แผนภาพที่ 4 แสดงการจำแนกระดับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของออซูเบล

(Ausubel, 1971: 72-74)

พฤติกรรมที่แสดงถึงผลการเรียนรู้อย่างมีความหมายในแต่ละระดับ ตามแนวคิดของออซูเบล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระดับ	พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก
1.ความเข้าใจ	1) อธิบายสรุปความรู้ต่างๆที่ได้เรียนด้วยคำพูดของตนเองและสามารถยกตัวอย่างประกอบได้ 2) อธิบายปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือข้อมูลโดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่รวมทั้งการเขียนกราฟแผนผัง 3) แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ต้องการอธิบาย 4) การพยากรณ์ปรากฏการณ์ เหตุการณ์หรือข้อมูลชุดหนึ่งนอกเหนือขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีและประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นเครื่องมือ อันเป็นผลมาจากความสามารถในการคิดเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิม
2.การนำไปใช้	สามารถประยุกต์ความรู้ เช่น กฎ หลักการ สูตรที่เคยเรียนมาไปใช้ในสถานการณ์ที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน
3.การแก้ปัญหา	สามารถแยกองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นองค์ประกอบของปัญหา และการจัดระบบความรู้ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา
4.ความคิดสร้างสรรค์	สามารถนำความรู้ที่มีอยู่มาสังเคราะห์ เพื่อสร้างสิ่งใหม่ซึ่งยังไม่เคยเรียนรู้มาก่อนซึ่งแบ่งได้เป็น 1. การสร้างข้อความสำหรับสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในเหตุการณ์ที่ตนกล่าวถึง 2. การสร้างแผนหรือชุดของกิจกรรมที่จะปฏิบัติ 3. การสร้างชุดของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เป็นนามธรรม

โครงสร้างความคิดล่วงหน้า (Advance Organizer)

ออซูเบล (Ausubel, 1986) ได้ให้ความหมายของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าว่า หมายถึงสิ่งที่จัดเสนอไว้ก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ มีลักษณะเป็นหลักการทั่วๆไป ซึ่งมีความเป็นนามธรรม กว้าง ครอบคลุมเนื้อหา และเหมาะสมที่จะนำไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมซึ่งได้เรียนมาก่อน

จอยซ์และวีล (Joyce and Weil, 1972) กล่าวว่าโครงสร้างความคิดล่วงหน้าว่าเป็นสิ่งที่มีลักษณะเป็นบทย่อ หลักการทั่วไป กว้าง และครอบคลุมเนื้อเรื่อง เหมาะสมที่จะใช้เชื่อมโยงรู้ใหม่กับความรู้เดิม

เอื้อมพร จตุรงค์รัง (2521) ได้ให้ความหมายของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าไว้ว่า หมายถึงสิ่งที่จัดขึ้นเพื่อช่วยในการเตรียมโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อความเข้าใจและความคงทนในการจำเนื้อหาสาระที่เรียนและทำหน้าที่เป็นบทสรุปสั้นๆของเนื้อหา อาจจัดในลักษณะ บทย่อ เค้าโครง คำถาม หรืออื่นๆ

กิ่งฟ้า สินชุวงษ์ (2525) กล่าวว่า โครงสร้างความคิดล่วงหน้าว่า เป็นข้อความทั่วไป อาจเป็นหลักการ หรือมโนทัศน์ โดยเสนอไว้ก่อนเรียนเรื่องใหม่เพื่อช่วยประสานความรู้อย่างเหมาะสม ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน

ศักดิ์สิน อุ่นสมจารย์ (2529) ได้ให้ความหมายว่า โครงสร้างความคิดล่วงหน้า หมายถึงสิ่งที่มีลักษณะเป็นบทย่อของหลักการทั่วไป หรือมโนทัศน์สำคัญซึ่งกว้างครอบคลุมเนื้อเรื่องที่จัดเสนอไว้ก่อนเรียนเรื่องใหม่ เพื่อประสานความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน

สรุปได้ว่า โครงสร้างความคิดล่วงหน้าเป็นความรู้ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมเป็นหลักการหรือมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมเนื้อหาและเหมาะสมที่ผู้เรียนจะเรียนต่อไป ความรู้นี้จัดไว้ก่อนที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ เพื่อทำหน้าที่จัดเตรียมโครงสร้างความรู้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงสร้างความคิดล่วงหน้ากับการเรียนการสอน

ออซูเบล (Ausubel, 1963 cited by Arends, 1988: 81-83) ได้อธิบายไว้ในทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายว่า ในขณะใดก็ตามที่ผู้เรียนจะมีการจัดระบบความรู้ ในเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นโครงสร้างอย่างคงตัวและมีความชัดเจนซึ่ง เขาเรียกการจัดระบบความรู้นี้ว่าโครงสร้างทางปัญญา เขาเชื่อว่าโครงสร้างนี้จะเป็นตัวตัดสินความสามารถของผู้เรียน ในการเรียนรู้สิ่งใหม่และการสร้างความสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่แล้ว การมีความหมายเกิดขึ้นจากการที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญากับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ออซูเบล เห็นว่า หน้าที่เบื้องต้นของการศึกษาในระบบ คือ การจัดระบบความรู้สำหรับผู้เรียน แล้วนำเสนอความรู้นั้นในลักษณะที่ชัดเจน และกระจ่างชัด ตามความคิดเห็นของออซูเบลนั้น การสอนจึงเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ ในการที่จะนำเสนอความคิดและความรู้อย่างมีความหมายและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะทำให้เกิดความคงทนของความรู้และเข้าใจความหมายของสิ่งที่เรียน ในการเรียนการสอน ผู้สอนต้องสร้างเงื่อนไข 3 ประการคือ

1ผู้สอนต้องเสนอสิ่งที่จะให้เรียนในลักษณะที่มีความหมายเชิงศักยภาพ (Potential Meaningful) ด้วยมโนทัศน์ที่สำคัญ หรือหลักการ อย่างมีลำดับและสัมพันธ์กันมากกว่าการเสนอข้อเท็จจริง

2 ผู้สอนต้องหาวิธีการยึด (Anchor) ความรู้ใหม่ กับ ความรู้เดิมของผู้เรียนในโครงสร้างของความรู้

3ช่วยสร้างความตั้งใจแก่ผู้เรียนที่จะคิดเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างของความรู้ เพื่อให้การเรียนรู้ในความรู้ใหม่มีความหมายยิ่งขึ้น

จากแนวความคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับ ตัวจัดระบบที่มีมาก่อน ของออซูเบลซึ่งจุดเน้นจะอยู่ที่ การประสาน การเชื่อมโยง ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ โดยการทำให้ผู้เรียนเกิดโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในสิ่งที่เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความหมายจึงนำมาสู่แนวความคิดของโนแวคในการสร้างแผนที่มโนทัศน์โนแวค (Novak, 1980) ได้เสนอว่า การเรียนรู้อย่างมี ความหมายนั้น จะเกิดขึ้นหรือไม่ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่อไปนี้

1. ลักษณะการจัดเนื้อหา

2. ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของผู้เรียนแต่ละคน

3. ความพยายามในการเชื่อมโยง ความรู้ใหม่ เข้ากับความรู้เดิม ที่มีอยู่แล้ว

โนแวค(Novak) ได้นำเงื่อนไขดังกล่าวเป็นฐานในการพัฒนาแผนที่ มโนทัศน์

4. แผนที่มโนทัศน์ (Concept Maps)

ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์มีความหมายเช่นเดียวกับคำว่า ความคิดรวบยอด สังกัป แนวความคิดมโนมติ และมโนภาพ มโนทัศน์มาจากคำในภาษาอังกฤษว่า Concept ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

กูด (Good, 1973) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ลักษณะคือ

1.ความคิดหรือสัญญาลักษณ์ของส่วนประกอบหรือลักษณะร่วมซึ่งสามารถนำมาจำแนกเป็นกลุ่มได้

2.ความคิดทั่วไปเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการหรือวัตถุ

3.ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิด และมโนภาพ

ฟิลด์แมน (Fieldman, 1987) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็นการจัดกลุ่มสิ่งของ เหตุการณ์ หรือคนที่มีคุณสมบัติคล้ายกับเข้าด้วยกัน

อาคม จันทรสุนทร (2522) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์คือความคิดความเข้าใจที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือเรื่องหนึ่งเรื่องใด อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วได้ใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาจัดเป็นพวก ให้เกิดความคิดความเข้าใจโดยสรุปรวมในสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์หมายถึงความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งหรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

จากความหมายของมโนทัศน์ทั้งหมดข้างต้น พอสรุปได้ว่า มโนทัศน์หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากประสบการณ์และการสังเกตแล้วนำมาประมวลเป็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งนั้น

ความหมายของแผนที่มโนทัศน์

คำว่าแผนที่มโนทัศน์มีความหมายเช่นเดียวกับแผนภาพการเชื่อมโยงมโนทัศน์ หรือกรอบมโนทัศน์ มาจากภาษาอังกฤษคำเดียวกันคือ Concept Maps ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของแผนที่มโนทัศน์ไว้ดังนี้

โนแวค (Novak, 1984) ได้ให้ความหมายไว้ว่าหมายถึง ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เป็นสิ่งที่ใช้แทนความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโน-ทัศน์ต่างๆ ในรูปของประพจน์ (Proposition) มโนทัศน์เหล่านี้ จะมีความสัมพันธ์กันโดยใช้คำเชื่อม

กลิบเบิร์น (Clibum, 1987) กล่าวว่า หมายถึง แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอกรอบความคิดและความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบ

มอไรรา (Moreira, 1979) กล่าวว่าหมายถึง แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างมีลำดับขั้น เพื่อแสดงให้เห็นการจัดมโนทัศน์ของวิชาใดวิชาหนึ่งหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของวิชา ยังอาจจะมีทิศทางเดียว หรือ สองทิศทาง หรือมากกว่า

เบเยอร์บาค (Beyerbach, 1987)ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง การสร้างภาพ ความเข้าใจของแต่ละบุคคลในเนื้อหานั้น ๆ ออกมาอย่างอิสระ และ เป็นลำดับ ในรูปของแผนภูมิ และใช้เส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้น

สรุปได้ว่า แผนที่มโนทัศน์ หมายถึง แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆโดยใช้คำเชื่อมอย่างมีลำดับขั้น และเป็นระบบ

การพัฒนาแผนที่มโนทัศน์

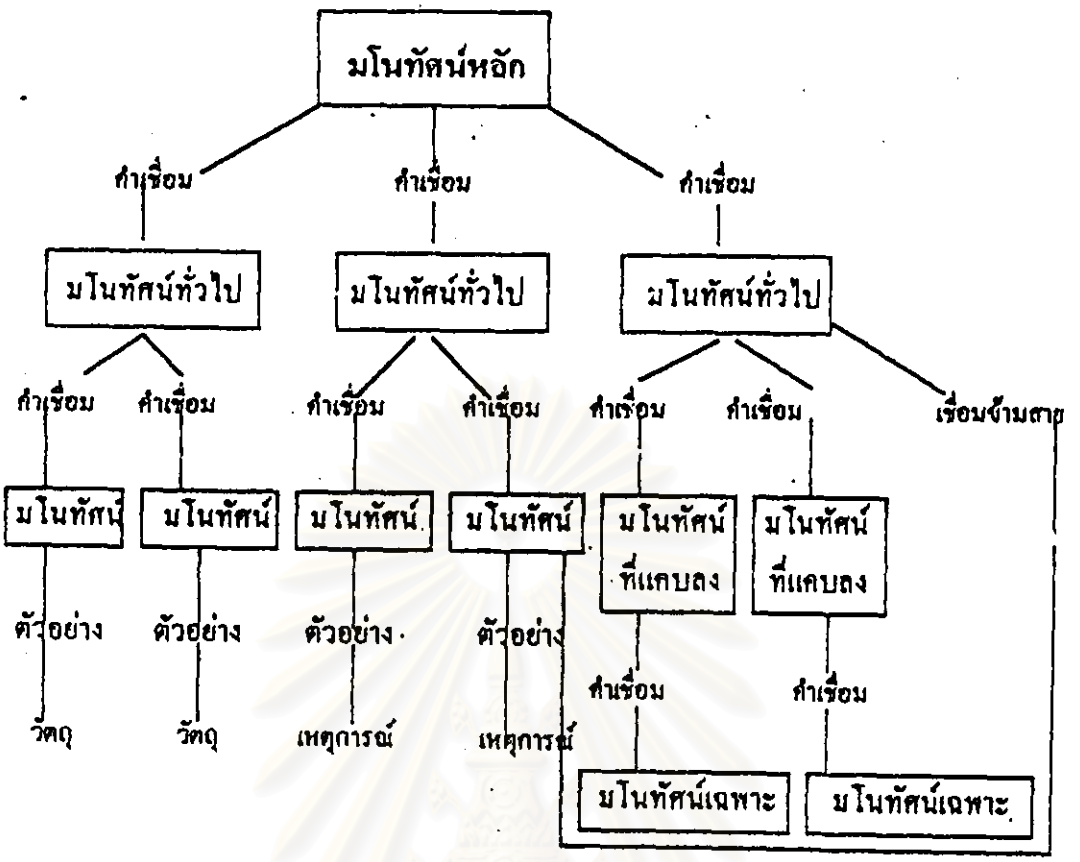
การสร้างแผนที่มโนทัศน์ (Concept Mapping) เป็นเทคนิควิธีหนึ่ง ที่จะช่วยให้ผู้สร้างหลักสูตร หรือนักพัฒนาหลักสูตรมีภาพที่ชัดเจนในการมองความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ต่าง ๆ สำหรับประวัติของการพัฒนาเทคนิคนี้ ได้พัฒนาเป็นครั้งแรก โดย โจเซฟ ดี โนแวค (Joseph D. Novak) แห่งมหาวิทยาลัยคอร์เนล (Corneli) เพื่อช่วยนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดการเรียนอย่างมีความหมาย ซึ่งหมายถึงการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหม่และมโนทัศน์เดิมได้ อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาผ่านไป เทคนิคนี้ได้ถูกบรรจุไว้ในศาสตร์ทางด้านหลักสูตร มีการศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และคุณค่าต่าง ๆ ของเทคนิคนี้ ที่ได้ใช้กันแพร่หลายในระดับวิทยาลัยและระดับโรงเรียน การศึกษาส่วนใหญ่จะมุ่งไปที่ประสิทธิภาพของแผนที่มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการสอน หรือการเรียนของนักศึกษาอย่างไรก็ตาม ค่านิยมของเทคนิคนี้ ยังคงอยู่ในขอบเขตการสอน แผนที่มโนทัศน์ได้ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาหลักสูตรและขณะเดียวกัน การสร้างแผนที่มโนทัศน์นับว่าเป็นวิธีการใหม่ ที่จะนำมาใช้ในการประเมินผลในชั้นเรียนด้วย

แผนที่มโนทัศน์ ดูเหมือนว่าจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเชื่อมโยง ให้หลักสูตร (Curriculum) การสอน (Instruction) และการประเมินผล (Evaluation) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านี้ ให้เกิดความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิดมากขึ้น จึงอาจจะไม่เป็นการพูดเกินความจริงไป ที่จะกล่าวว่าการสร้างแผนที่มโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ทำหลายหน้าที่ (Multifunctional Tool) โนแวค ได้กล่าวไว้ในหนังสือ "Learning How to Learn" โดยบรรยายถึงความสำคัญของเทคนิคนี้ไว้ว่า จะมีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้โรงเรียนต่าง ๆได้รู้จักนำเทคนิคไปใช้และ จะทำอย่างไรดี ที่จะให้ครูได้มองเห็นคุณประโยชน์ของเทคนิคใหม่อันนี้ เขาแสดงความสนับสนุนกล้า ในความคิดที่ว่าเราจะต้องคิดถึงในเรื่องมโนทัศน์ต่างๆให้มาก พวกเขามีความเชื่อว่า โครงสร้างความรู้จะประกอบด้วยมโนทัศน์และข้อความที่เชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ (Propositions) ซึ่งเชื่อมโยงโดยคำ (Gowin, 1986) พวกเขาได้พัฒนาแนวคิดนี้ เพื่อให้เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยพยายามที่จะใช้ทฤษฎีการเรียนรู้และทฤษฎีทางจิตวิทยาเป็นฐานในการพัฒนา ซึ่งมีอยู่หลายพวกเขาได้เลือกศึกษาบนพื้นฐานทฤษฎีการเรียนรู้ของออซูเบล เนื่องจากผลการศึกษาต่าง ๆ ผลออกมาคล้ายๆกัน แนวคิดของ ออซูเบล (Ausubel: 1969) มีความเชื่อว่า สมองมนุษย์มี

การจัดความรู้ต่างๆที่ได้เรียนรู้อย่างเป็นระบบระเบียบในลักษณะที่เป็นโครงสร้าง ซึ่งเขาเรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) โดยจัดลำดับความสัมพันธ์จากมโนทัศน์ที่กว้าง และครอบคลุมลดหลั่นลงมาจนถึงมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง จากการเรียนการสอนความรู้ใหม่แก่นักเรียน ควรจะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ได้อย่างเหมาะสม ในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายนั้น ออซูเบลได้นำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า (Advance Organizer) ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรม กว้าง และครอบคลุมสิ่งที่จะเรียนก่อนที่จะทำการสอน เพื่อช่วยทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมทางปัญญา (Cognitive Bridge) หรือเป็นสมอ (Anchor) สำหรับยึดมโนทัศน์ใหม่ที่ได้เรียนรู้เข้ากับความรู้เดิมในโครงสร้างของความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การเชื่อมโยงกับมโนทัศน์อื่น ๆ ที่จะเรียนรู้ใหม่ต่อไป

แนวความคิดของโนแวค (Novak, 1984) ได้อาศัยแนวคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของ ออซูเบลเกี่ยวกับการจัดโครงสร้างทางปัญญาในสมอง และหลักการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เป็นพื้นฐานและพัฒนายุทธศาสตร์การเรียนการสอนที่เรียกว่า "แผนที่มโนทัศน์" โนแวคเห็นว่า ความรู้ในเรื่องใดก็ตามจะประกอบด้วยมโนทัศน์หลายมโนทัศน์ ซึ่งมโนทัศน์เหล่านั้น ควรได้มีการจัดความสัมพันธ์กันอย่างมีระบบระเบียบจากมโนทัศน์ที่กว้าง และครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่แคบและเจาะจง โดยระหว่างมโนทัศน์จะมีคำเชื่อม (Linking Words) เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างเป็นระบบและเป็นลายลักษณ์อักษร โนแวค ได้เสนอ ลักษณะของแผนที่มโนทัศน์ไว้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

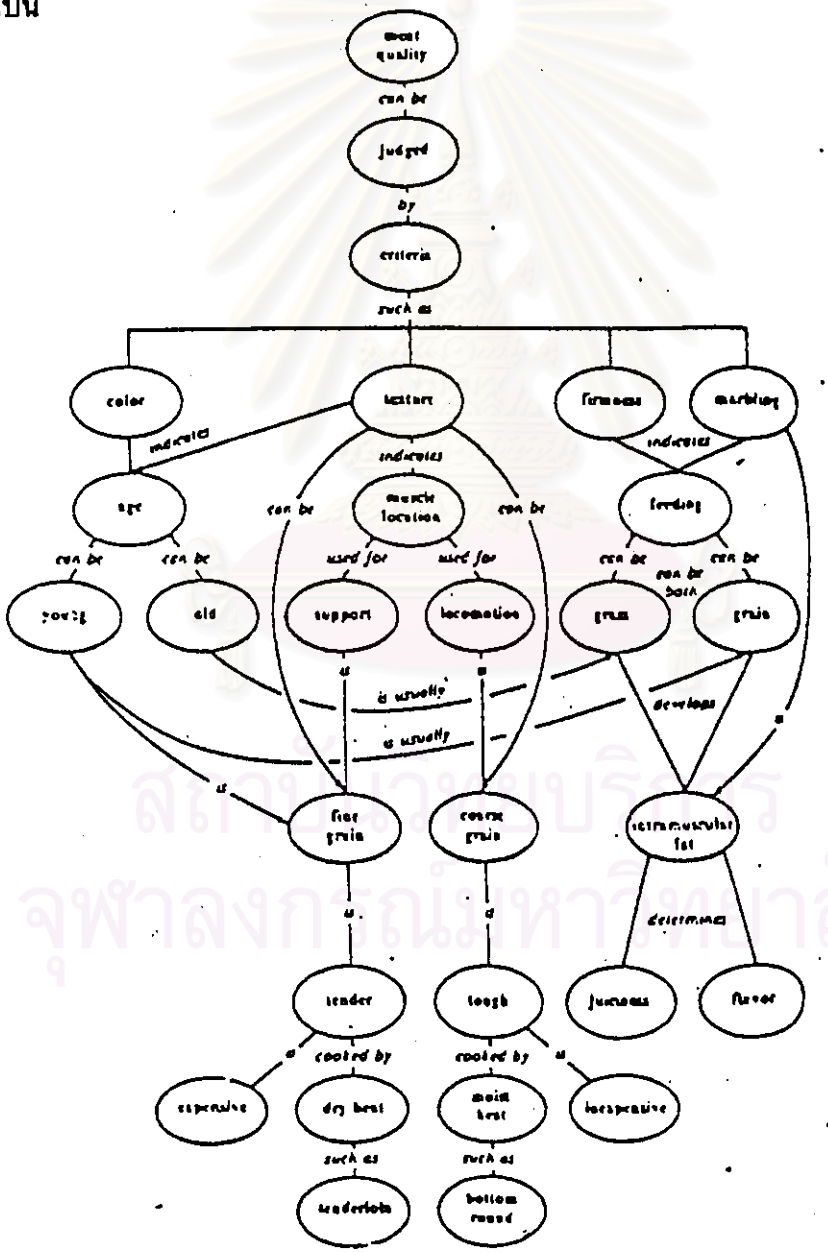


แผนภาพที่ 6 ลักษณะของแผนที่มโนทัศน์

(จาก Novak and Gowin, Learning How to Learn, 1984)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Beyerbach (1986) ได้บรรยายเกี่ยวกับแผนที่มโนทัศน์ไว้ว่า "เป็นกระบวนการของแต่ละบุคคล ที่ แสดงลำดับขั้นตอนของความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ โดยผ่านความคิดที่ออกมาอย่างอิสระ และจัดลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ในรูปของแผนภูมิ การจัดหมู่ในมโนทัศน์ต่าง ๆ ทำอย่างอิสระ ในขณะเดียวกันก็แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ด้วยเส้นเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่ (Superordinate) กับมโนทัศน์ย่อย (Subordinate) รวมทั้งความสัมพันธ์ภายใน ระหว่างมโนทัศน์ย่อยด้วยกัน(Interrelationship) ความหลากหลายของเนื้อหาถูกแสดงออกมาในรูปของกราฟ" เทคนิคนี้ ต้องการให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งความเข้าใจจากความรู้ที่ได้จากการเรียน โดยสามารถมองเห็นได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งเรียกว่า แผนที่มโนทัศน์ (Concept Map) แผนที่มโนทัศน์จะเป็นกรอบความคิด (Conceptual Frameworks) ของผู้สร้างตัวอย่างเช่น แผนที่มโนทัศน์ดังแผนภาพต่อไปนี้ต่อไปนี้



แผนภาพที่ 6 แผนที่มโนทัศน์สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ทางเนื้อ (Meat Science)

จาก Novak, J.D. and Gowin,D.B. Learning How to Learn, 1986: 38

โนแวค (Novak, 1986) ได้บรรยายเกี่ยวกับแผนภาพนี้ว่าแผนที่มโนทัศน์ เป็นสิ่งที่แสดงออกมาจากความคิดของผู้สร้างที่สั้นกระทัดรัดแต่กินความลึก จะแสดงลักษณะที่แตกต่างกัน 3 ประการคือ

ประการที่ 1 แสดงลำดับขั้นตอนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลักเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับคุณภาพของเนื้อ คุณภาพของเนื้อเป็นมโนทัศน์ที่กว้าง ซึ่งประกอบด้วย มโนทัศน์ย่อยหลายมโนทัศน์เช่น สีของเนื้อ โครงสร้างของเนื้อ การเลี้ยงดู เป็นต้น

ประการที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะเชื่อมโยงด้วยเส้นและคำสำคัญ ซึ่งทำให้ได้ข้อเสนอที่มีความตรง (Valid Propositions)

ประการที่ 3 แผนที่มโนทัศน์แสดงความชัดเจนของข้อความที่ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่มากกว่า 2 มโนทัศน์ขึ้นไป เช่น โครงสร้างของเนื้อ สามารถที่จะบอกมโนทัศน์ด้านอายุของเนื้อได้และขณะเดียวกันความหมายโครงสร้างของเนื้อก็จะสามารถทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับที่ตั้งของกล้ามเนื้อได้

นอกจากนี้แล้วแผนที่มโนทัศน์ยังมีลักษณะเฉพาะอีก 2 ประการที่สำคัญคือ

ประการที่ 1 แผนที่มโนทัศน์เป็นลักษณะเฉพาะบุคคล (Idiosyncratic) กล่าวคือในเรื่องเดียวกันถ้าสร้างด้วยคน 2 คน ขึ้นไป เป็นการยากที่จะออกมาเหมือนกันทั้งหมด (Novak and Gowin, 1986) อัลท์ (Ault, 1985) ได้อธิบายลักษณะนี้ว่า "แผนที่มโนทัศน์ เป็นชิ้นงานด้านความคิดส่วนบุคคลที่เสนอต่อที่สาธารณะ ที่พร้อมที่จะได้รับการปรับปรุงแก้ไข"

ประการที่ 2 แผนที่มโนทัศน์จะมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้เสมอด้วยบุคคลที่สร้างขึ้นมา (Subject to Revision) กล่าวคือ ถ้าจะทดสอบให้บุคคลคนหนึ่งสร้างแผนที่มโนทัศน์ในเรื่องหนึ่ง ซึ่งต่างเวลาต่างสถานการณ์กัน ผลออกมาอาจจะไม่เหมือนกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนที่มโนทัศน์ : บทบาทในด้านการศึกษา

ดังที่กล่าวมาแล้วในตอนแรกว่า การพัฒนาแผนที่มโนทัศน์ได้เริ่มต้นจากต้องการปรับปรุงการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และในที่สุดก็ขยายขอบเขตไปยังครู อาจารย์ นักศึกษา ในสาขาอื่น ๆ เช่น คณิตศาสตร์ นอกจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์แล้วแผนที่มโนทัศน์ยังเปรียบเหมือนเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ ทำให้การเรียนในสาขาอื่น ๆ ได้เกิดประโยชน์ด้วยเช่นกัน ด้วยการพัฒนาที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้และรูปแบบของภาพที่แปลกออกไป จึงทำให้แผนที่มโนทัศน์ เข้ามีบทบาทใน 3 ด้าน ด้วยกันคือ การพัฒนาหลักสูตร การสอนและการประเมินผล (Arnaudin, 1984; Moreira, 1985; Ault, 1985; Novak and Gowin, 1986; Brody, 1986; Rogan, 1988)

แผนที่มโนทัศน์ เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการเรียนการสอน

ในแง่ของการเรียน นักเรียน นักศึกษาควรได้มีโอกาส เรียนรู้วิธีในการสร้างแผนที่มโนทัศน์ ซึ่งจะเป็นตัวแทนความเข้าใจในความรู้ใหม่ที่เรียนหรือความเข้าใจความรู้มีมาก่อนด้วย ในการสร้างแผนที่มโนทัศน์นั้น ผู้เรียนจะต้องใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณและพยายามที่จะเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ให้เข้ากัน ผู้เรียนจะต้องหวนระลึกถึงความรู้เดิม ๆ อย่างมาก และขยายหรือปรับเปลี่ยนความเข้าใจในความรู้ต่างๆนั้น ออกมาให้ได้ ผู้เรียนจะต้องระลึกถึงความรู้เดิมอย่างมีความหมาย ในลักษณะที่ไม่ใช่จำ เขาจึงจะสามารถพัฒนาแผนที่มโนทัศน์อยากมาได้

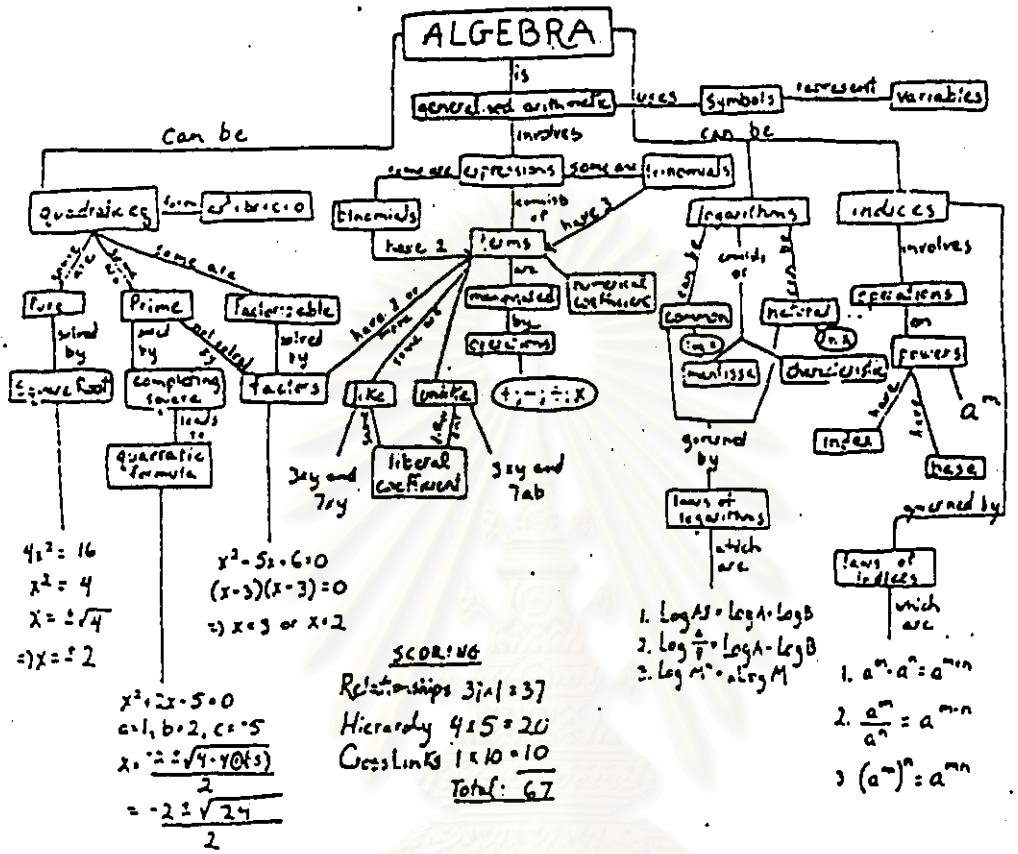
ในแง่ของการสอน ผู้สอนสามารถจะสร้างแผนที่มโนทัศน์สำหรับหน่วยการเรียนหนึ่งๆ หรือ ตลอดทั้งวิชาได้ จะเป็นการทำให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ได้ชัดเจน สำหรับมโนทัศน์ย่อย ๆ ภายในจะขึ้นอยู่กับ ลำดับในการสอนของแต่ละคน อย่างไรก็ตามกระบวนการสร้าง แผนที่มโนทัศน์ในหน่วยหนึ่ง ๆ (Unit Map) หรือ แผนที่มโนทัศน์ในรายวิชาหนึ่ง ๆ (Course Map) ผู้สร้างจะต้องมีความมั่นใจว่าตนเองมีความเชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ ด้วย ผู้สร้างจะต้องเข้าใจในโครงสร้างของความรู้ ซึ่งค่อนข้างมีลักษณะเฉพาะในแต่ละสาขา และเข้าใจโครงสร้างเนื้อหา ตลอดทั้งหน่วยหรือรายวิชาด้วย หรืออาจจะกล่าวได้ว่าแผนที่มโนทัศน์จะช่วยให้ผู้สอนได้วางแผนการสอน มโนทัศน์ต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กับเอกสารและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ (Materials) ที่มีอยู่

ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แทนที่จะปล่อยให้มันอยู่อย่างชิ้นใครชิ้นมัน (Novak and Gowin, 1986; Novak, 1987) นอกจากนี้ครูอาจจะสอนวิธีสร้างแผนที่มโนทัศน์ให้กับนักเรียนใช้ในการทบทวนบทเรียน หรือใช้อภิปรายในเรื่องนั้น ๆ (Malone and Dekkers, 1984) ยิ่งไปกว่านั้น การศึกษาเรื่องการสร้างแผนที่มโนทัศน์นี้ ทั้งผู้สร้างและผู้สอนจะป้องกันความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรือการไม่สามารถบูรณาการมโนทัศน์ต่าง ๆ ได้ทำสิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดการเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องต่อ ๆ ไปได้

แผนที่มโนทัศน์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการพัฒนารายวิชา

สำหรับผู้สร้างรายวิชา หรือ นักวางแผนหลักสูตร ครูอาจารย์ และนักการศึกษาแผนที่มโนทัศน์ จะมีส่วนสำคัญในการจัดระบบของโปรแกรมการศึกษา และสร้างประมวลรายวิชาหรือการวางแผนบทเรียน (Rowntree, 1982; Posner and Rudnitsky, 1986; Brody, 1985; Novak and Gowin, 1986; Pearson and Hughes, 1986; Cliburn, 1986) แผนที่มโนทัศน์ของหลักสูตร (Curriculum Map) หรือ แผนที่มโนทัศน์รายวิชา (Course Map) จะทำให้มองเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนในความหมายของการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์กว้างๆ ซึ่งแยกไม่ขาดจากกัน (Inclusive Concepts) กับมโนทัศน์ที่มีลักษณะเฉพาะ (Specific Concept) หรืออาจกล่าวได้ว่า แผนที่มโนทัศน์ของหลักสูตรหรือรายวิชา จะแสดงระบบความสำคัญของความคิด หรือมโนทัศน์หลักทั้งหมดของแต่ละสาขา ในลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Form) ทั้งนี้เนื่องจาก เนื้อหาในแต่ละหลักสูตรหรือประมวลรายวิชา จะจัดระบบในรูปความสัมพันธ์ของความรู้ แทนที่จะอยู่แบบโดดเดี่ยว เรื่องใครเรื่องมัน ตัวอย่างเช่นในภาพต่อไปนี้จะเป็น แผนที่มโนทัศน์ประจำวิชา พีชคณิตระดับมัธยมปลาย (High School Algebra)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 7 แผนที่มโนทัศน์สำหรับวิชาพีชคณิตระดับมัธยมปลายเพื่อใช้เป็นวิชาทบทวนสำหรับเด็ก อัฟริกันผิวดำ

(จากต้นฉบับ Novak, J.D. and Gowin , D.B, Learning How to Learn, 1986: 179)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสร้างแผนที่มโนทัศน์นั้นผู้สร้างจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการจะสร้างเป็นอย่างดี จึงจะสามารถกำหนดหรือเลือกมโนทัศน์หลัก และแสดงลำดับขั้นตอนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ได้ แผนที่มโนทัศน์ จะช่วยให้ผู้สร้างพัฒนารายวิชาได้ นอกจากนี้แผนที่มโนทัศน์ยังแสดงให้เห็นถึง โครงสร้างของความรู้ในรูปแบบที่ต่างออกไปจากกระบวนการพัฒนาหลักสูตรในแนวอื่นๆ และจะมีส่วนทำให้นักพัฒนาหลักสูตรได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แผนที่มโนทัศน์ต้องมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากหลักสูตรมีการพัฒนาไปอยู่ตลอดเวลาในการพัฒนาโครงสร้างทางความรู้โดยการสร้างแผนที่มโนทัศน์นั้น แตกต่างจากรูป แบบอื่นๆ ในการพัฒนารายวิชาหรือหลักสูตร โครงสร้างนี้จะตอบสนองความต้องการพื้นฐานของนักพัฒนาหลักสูตร ซึ่งต้องการจะแสดงให้เห็นว่าทำไมจึงจัดมโนทัศน์นั้น เข้าไปอยู่ในรายวิชานั้นด้วย ในขณะที่คนอื่นคิดว่าควรจะเอาออก

นอกจากคุณประโยชน์ของความเหมาะสมในการเลือกมโนทัศน์ต่างๆ และการพัฒนาโครงสร้างของมโนทัศน์แล้ว แผนที่มโนทัศน์ยังใช้เป็น กรอบความคิด สำหรับจัดลำดับสาระสนเทศต่าง ๆ ที่จะใช้ในการสอนอีกด้วย

ดังที่กล่าวในตอนแรกว่า เทคนิคนี้ได้พัฒนาจากพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ของ ออซูเบล ดังนั้นเนื้อหาต่างๆจะต้องจัดระบบระเบียบจากเนื้อหาที่มีลักษณะค่อนข้างทั่วไป(General)หรือกว้างๆซึ่งส่วนใหญ่มโนทัศน์เหล่านี้จะแยกกันไม่ออกอย่างเด็ดขาด (Inclusive Concept) กระบวนการสร้างแผนที่มโนทัศน์จะเป็นการทำมโนทัศน์ทั่วไปให้แยกกันออกเป็นมโนทัศน์ต่างๆมากขึ้น และในที่สุดก็จะเป็นมโนทัศน์เฉพาะ ตัวอย่างเช่นแผนที่มโนทัศน์ในวิชาพีชคณิตระดับมัธยมปลาย มโนทัศน์ในเรื่อง "พีชคณิต" (Algebra) จะแสดงออกมาในรูปความสัมพันธ์กับมโนทัศน์"เลขคณิตทั่วไป"(Generalized Arithmetic) และตามด้วยมโนทัศน์ของ "สัญลักษณ์" (Symbols) และ "ตัวแปร"(Variable) หลังจากนั้นเป็นมโนทัศน์ในการ "แบ่งแยก" (Expression) และมโนทัศน์อื่น ๆ ซึ่งเป็นมโนทัศน์รอง ของ 3 มโนทัศน์ก็มีการจัดระบบที่คล้ายกัน

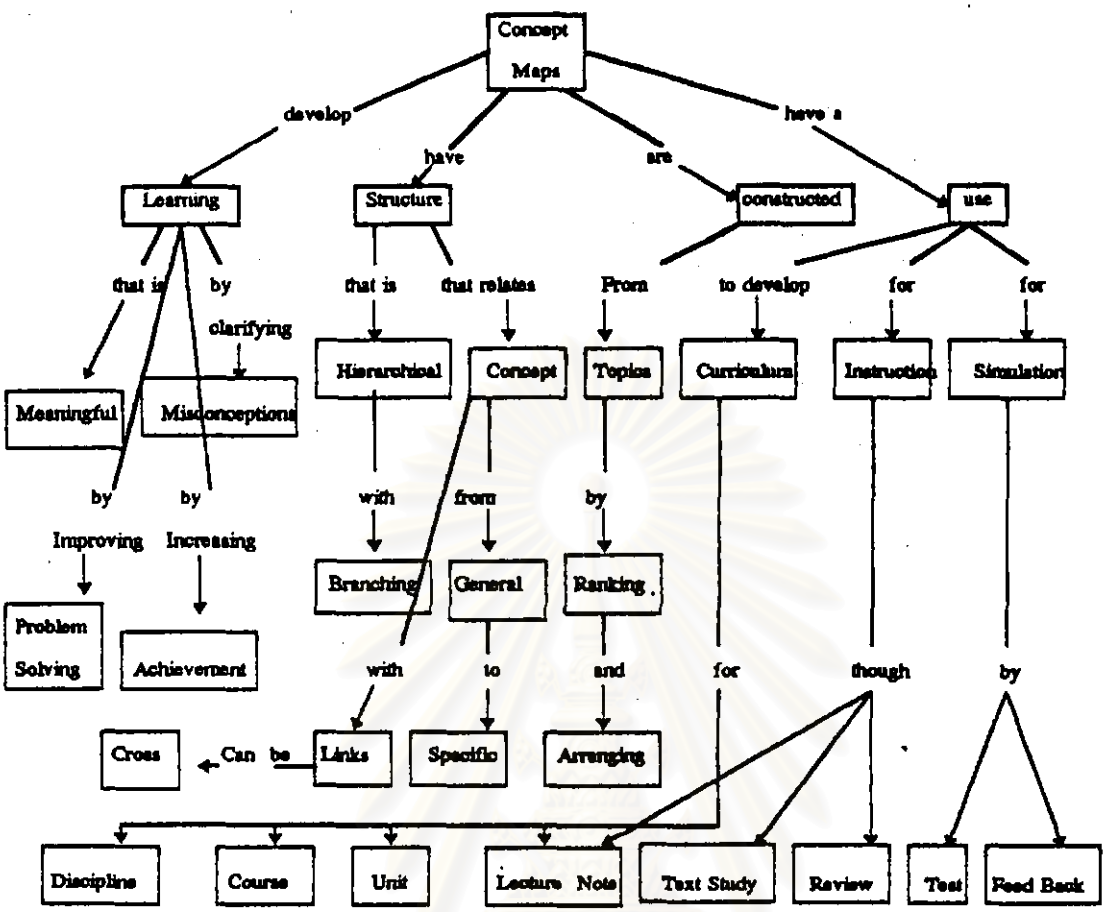
สำหรับการจัดหน่วย (Unit) ในรายวิชานั้น แผนที่มโนทัศน์ก็มีส่วนช่วยแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนขึ้นว่าควรจะแบ่งหน่วยออกเป็นอย่างไรบ้าง และในแต่ละหน่วยจะประกอบด้วยเนื้อหาอะไร เพื่อให้เกิดความชัดเจนลองมาพิจารณาการจัดหน่วยในรายวิชาจากแผนที่มโนทัศน์ในวิชาพีชคณิตมัธยมปลาย จะมองเห็นวิธีการจัดกลุ่มของมโนทัศน์ออกเป็นหน่วยต่างๆได้ 4 หน่วย

คือ พีชคณิต (Algebra) สมการกำลังสอง (Quadratic Equation) ลอก (Logarithms) และเลขชี้กำลัง (Indices) จึงเป็นการแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า แผนที่มโนทัศน์ประจำวิชานั้นจะนำมาซึ่งเหตุผลแนวทางในการจัดโครงสร้างเพื่อเรียงและจัดลำดับมโนทัศน์ต่าง ๆในรายวิชานั้น มันจึงมีส่วนควบคุมในเรื่องของเขต (Scope) และลำดับ (Sequence) ของเนื้อหาด้วย

ในขณะเดียวกันแผนที่มโนทัศน์ประจำวิชายังใช้ในการหาสารสนเทศต่างๆ (Information) ที่มีความจำเป็นในการสร้างที่จะนำมาใช้ในการสอนของครู ครูสามารถใช้แผนที่มโนทัศน์ และประมวลวิชามาสร้าง แผนที่มโนทัศน์ประจำหน่วย (Unit Maps) หรือ แผนที่มโนทัศน์ประจำบทเรียน (Lesson Maps) ได้เช่นกัน จึงทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างการสอนกับประมวลรายวิชามีมากขึ้นบนพื้นฐานของข้อมูลต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าการสร้างแผนที่มโนทัศน์ สามารถใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติที่มีคุณค่าเป็นอย่างมากต่อกระบวนการในการพัฒนาหลักสูตรในสาขาต่าง ๆ มันเป็นเครื่องมือที่สร้างกรอบความคิด อย่างเป็นระบบ ในเรื่องของการจัดเนื้อหาลงไปในแต่ละรายวิชา ในการพัฒนาหลักสูตรหรือโปรแกรมใหม่ ๆ เช่น การออกแบบหลักสูตรในสาขาต่าง ๆ ยังไม่ค่อยมีผู้นำเทคนิคนี้มาใช้มากนัก (Tananone, 1990) อย่างไรก็ตามโนแวค ได้ตั้งความหวังไว้ว่า การสร้างแผนที่มโนทัศน์จะสามารถนำไปประยุกต์ในการพัฒนาหลักสูตรได้

โดยสรุปแผนที่มโนทัศน์เป็นเครื่องหมายที่ทำหลายหน้าที่ (Multifunctional Tools) มีบุคคลหลายฝ่ายจะใช้ประโยชน์จากแผนที่มโนทัศน์ได้ เช่น ครู อาจารย์ นักศึกษา นักเรียน เป็นต้น แผนภาพต่อไปนี้จะเป็นการสรุปเกี่ยวกับแผนที่มโนทัศน์โดยแสดงออกมาในรูป แผนที่มโนทัศน์ของแผนที่มโนทัศน์ (Concept Map of Concept Maps) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของแผนที่มโนทัศน์และศักยภาพของแผนที่มโนทัศน์ในด้านการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 8 แผนที่มโนทัศน์ของแผนที่มโนทัศน์

(จาก Pankratius W.J. and Keith. T. M. ***Building an Organized Knowledge Base : Concept Mapping in Secondary School of Science*** ,1987: 14)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสร้างแผนที่มโนทัศน์

จากแนวความคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับ ตัวจัดระบบที่มีมาก่อน ของ ออซูเบลซึ่งจุดเน้น จะอยู่ที่ **การประสาน การเชื่อมโยง ระหว่างรู้เดิมกับความรู้ใหม่** จึงนำมาสู่แนวความคิดของ Novak ในการสร้างแผนที่มโนทัศน์ โนแวค (Novak, 1980)ได้เสนอว่า การเรียนรู้อย่างมี ความหมายนั้น จะเกิดขึ้นหรือไม่ ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. ลักษณะการจัดเนื้อหา
2. ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของผู้เรียนแต่ละคน
3. ความพยายามในการเชื่อมโยง ความรู้ใหม่ เข้ากับความรู้เดิม ที่มีอยู่แล้ว

จากแนวคิดเหล่านี้เอง โนแวค จึงนำไปพัฒนาเป็นแผนที่ (Concept Maps) ได้มีผู้เสนอแนะในการสร้างและพัฒนา แผนที่มโนทัศน์ไว้หลายท่าน เช่น Donovan, 1983 ; Novak and Gowin, 1986; Cliburn, 1986; Pearson and Hughes, 1986; Pankratius and Keith, 1987; Stice and Alvarez, 1987; Ault, 1987 และ Tananone, 1990. แต่แนวความคิดของทุกคนจะคล้ายกัน ในการสร้างแผนที่มโนทัศน์นั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการสร้างโดยตัวผู้เรียนมากกว่า โดยครูจะเป็นผู้แนะหรือสอนวิธีสร้างให้กับผู้เรียน และจะเน้นการสร้างเพื่อใช้ในการเรียนการสอน

ธนานนท์ (Tananone, 1990) เป็นผู้ที่ใช้แผนที่มโนทัศน์ในการพัฒนาหลักสูตร โดยใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างประมวลรายวิชา ได้เสนอแนวทางในการสร้างแผนที่มโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. **การกำหนดมโนทัศน์หลัก** (Identify the Key Concepts)

ในขั้นตอนนี้จะต้องศึกษารวบรวมข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ต้องการจะจัดกระทำ จากแหล่งต่าง ๆ เช่น ตำรา เอกสารต่าง ๆ และทำการกำหนดมโนทัศน์หลัก ในเนื้อหานั้น ๆ

2. **การจัดลำดับมโนทัศน์** (Concept Ranking)

ในขั้นที่สองนี้ หลังจากที่ได้มโนทัศน์หลัก ๆ มาแล้ว จะต้องทำการจัดลำดับมโนทัศน์ต่างๆว่ามโนทัศน์ใดควรจะอยู่ก่อนหรือหลังกัน โดยเรียงลำดับจากมโนทัศน์ทั่วไป (General Concept) ซึ่งจะเป็นมโนทัศน์ที่กว้างที่สุด จะครอบคลุมทุกๆ มโนทัศน์ และขยายไปสู่มโนทัศน์รอง ทุก ๆ มโนทัศน์ (Subordinate Concept) ซึ่งจะครอบคลุมบางมโนทัศน์ และขยายไปสู่มโนทัศน์ย่อย ๆ ลงไปเรื่อย ๆ

3. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Draw a Concept Map)

ในขั้นที่ตอนที่สามนี้เป็นขั้นตอนในการเชื่อมโยงลำดับของความสัมพันธ์ (Hierarchical Relationship) ระหว่าง มโนทัศน์ต่าง ๆ เพื่อให้มองเห็นได้อย่างชัดเจนในรูปของแผนภาพ ซึ่งเรียกว่า แผนที่มโนทัศน์ (Concept Map)

4. การปรับปรุงแผนที่ (Modify The Map)

ในการสร้างแผนที่มโนทัศน์ครั้งแรกนั้น อาจจะมีบางอย่างขาดหายไป เช่น บางมโนทัศน์ หายไป การใช้คำเชื่อมไม่เหมาะ ผู้สร้างจะต้องสำรวจดูอีกครั้งให้ครบถ้วนเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งในขั้นนี้ การตรวจสอบจะขึ้นอยู่กับผู้สร้างเท่านั้น อาจจะมีการปรับแผนที่ ให้กระทัดรัดขึ้น โดยการยุบมโนทัศน์บางอย่างก็ได้

5. การตรวจสอบความตรงของแผนที่ (Map Validation)

ในขั้นนี้ จำเป็นจะต้องให้ผู้เชี่ยวชาญ มาตรวจสอบว่า แผนที่ที่สร้างขึ้นนั้น ว่ามีเนื้อหาครบถ้วน ครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ มีมโนทัศน์ใดควรเพิ่ม มโนทัศน์ใดควรตัด การเชื่อมโยงเหมาะสมหรือไม่ ผู้เชี่ยวชาญที่มาตรวจสอบควรจะเป็นผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการสร้างแผนที่มโนทัศน์ และเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ที่ต้องการจัดกระทำ

6. การปรับปรุงแผนที่ครั้งสุดท้าย (Final Map Modification)

ในขั้นตอนนี้ เป็นการปรับปรุงแผนที่ ภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญของขั้นตอนที่ 5 เมื่อปรับปรุงจนเป็นที่น่าพอใจ ตามคำแนะนำแล้ว จะถือว่าแผนที่มโนทัศน์ที่ได้มีความสมบูรณ์ตาม ความคิดเห็นของผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญ

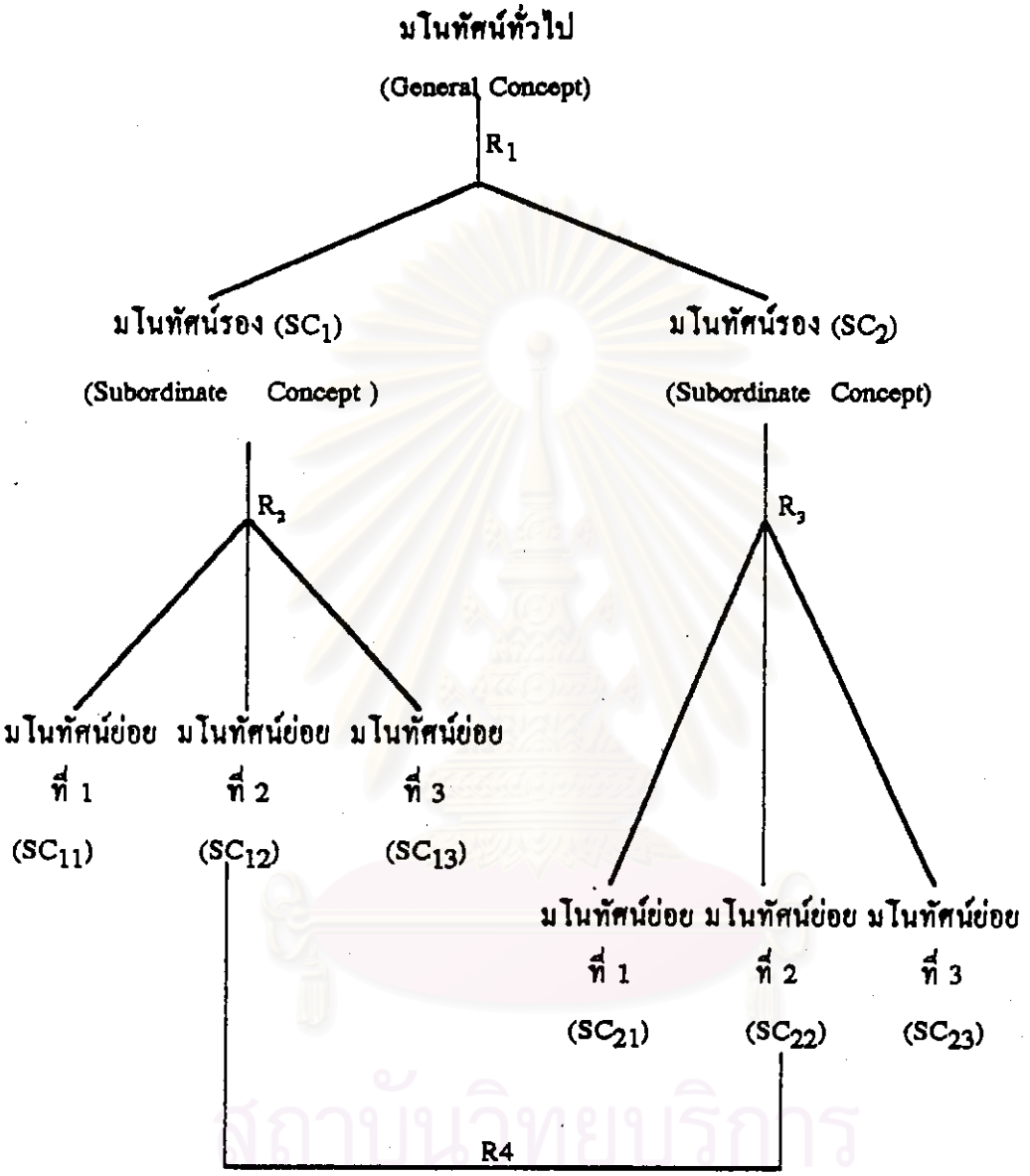
เมื่อดำเนินการครบทุกขั้นตอนจะได้แผนที่มโนทัศน์ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน ได้แก่

1. มโนทัศน์ (Concepts)
2. ความสัมพันธ์ (Relationships) หรือการเชื่อมโยงระหว่างประพจน์ (Propositional Linkages)
3. ลำดับขั้น (Hierarchy)
4. การเชื่อมโยงตามแนวขวาง (Cross-Links)

(Heinze-Fry, Crovello and Novak, 1984: 152)

ดังแผนภาพต่อไปนี้

แผนภาพที่ ๑ ลักษณะทั่วไปของแผนที่มโนทัศน์



หมายเหตุ

R_1, R_2, R_3 แทนคำการเชื่อมโยง (Linking Word) ซึ่งแสดงถึง ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

R_4 แทน การเชื่อมโยงตามขวาง (Cross-Link) ระหว่างมโนทัศน์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประโยชน์ของแผนที่มโนทัศน์

มีนักศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนที่มโนทัศน์ เช่น โนแวค โกวิน และ อัลท์. จากแนวคิดต่างๆ พอจะสรุปถึงประโยชน์ของแผนที่มโนทัศน์ ได้ดังนี้

1.ใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมการสอนของครู เนื่องจากแผนที่มโนทัศน์จะแสดงความ สัมพันธ์กันระหว่างมโนทัศน์ ทำให้ผู้สอนได้รู้ว่าในการเรียนแต่ละมโนทัศน์ ผู้เรียนควรจะมีความรู้ในเรื่องใดมาก่อนบ้าง จึงสามารถนำไปใช้วางแผนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน และใช้ลำดับเนื้อหาในการสอน

2.ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่เรียนเป็นแผนที่มโนทัศน์เองหรือตอบข้อสอบ โดยใช้แผนผัง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เพื่อแสดงความเข้าใจในเนื้อหานั้นๆ

3.ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยการใช้แผนที่มโนทัศน์ ในการสรุปความหมายจากสิ่งที่เรียน จะทำให้นักเรียนจดจำได้ดีและมีความคงทน เพราะได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนไปทั้งหมดและสามารถจับประเด็นสำคัญได้

4.ช่วยในการสรุปประเด็น จากตำราเรียน หนังสือพิมพ์ นิตยสาร และวารสารทางวิชาการ ย่อสรุปเนื้อหา และช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้น แบบกว้างๆ และสะดวกในการอ่านทบทวนทำให้ประหยัดเวลา

5.ในรายวิชาหนึ่งๆ ถ้ามีการสร้างแผนที่มโนทัศน์ไว้ประจำวิชา จะทำให้ผู้เรียนและ ผู้สอน มองภาพรวมของความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ทั้งรายวิชาได้และแผนภาพนี้จะเป็นสิ่ง กำกับ หรือ แผนที่ ที่จะกำหนดทิศทางให้ผู้เรียนและผู้สอนได้ดำเนินกิจกรรมของตนเองไปใน ทางเดียวกัน ได้รู้ว่าได้เรียน ได้สอนอะไรไปบ้างแล้ว ถึงส่วนใดของแผนที่มโนทัศน์ประจำรายวิชาแล้ว และกำลังจะเรียน อะไรต่อไป

6.ช่วยในการกำหนดแนวทางในการทำการปฏิบัติทดลองหรือกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและปฏิบัติการทดลองได้ตามวัตถุประสงค์

5.เนื้อหาวิชา(Content)

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้นั้น เนื้อหาเป็นปัจจัยหนึ่ง ซึ่งสำคัญที่ช่วยเสริมและทำให้การเรียนรู้นั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การจัดเนื้อหาและการลำดับเนื้อหา นักการศึกษาและครู อาจมีทัศนะเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหาวิชาในลักษณะแตกต่างกันไปบางคนอาจเชื่อว่า เนื้อหาวิชาบางวิชามีคุณค่าในตัวเอง จึงสมควรเรียนเนื้อหาดังกล่าวเนื่องด้วยคุณค่าในตัวของเนื้อหานั้น บางคนเห็นว่าเนื้อหาที่จะนำมาสอนจะต้องเป็นเนื้อหาที่นำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง บางคนเห็นว่าเนื้อหาเป็นเพียงสื่อสำหรับพัฒนาความสามารถทางสมอง ทักษะ ค่านิยม และเจตคติ จากความแตกต่างทางด้านความคิดนี้ จึงมีประเด็นที่ควรตระหนักอันเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา 2 ประเด็นคือ การเลือกเนื้อหาวิชา และ การจัดเนื้อหาวิชา

เกณฑ์ในการเลือกเนื้อหาวิชา

ในการเลือกเนื้อหาวิชา จะต้องพิจารณาว่า เนื้อหาวิชานั้น สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ โดยพิจารณาให้สัมพันธ์กับวิธีการและกิจกรรม วิธีการที่ใช้จะมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าเนื้อหาวิชา ตัวอย่างเช่น ในการที่จะเปลี่ยนทัศนคติของผู้เรียน อาจพบว่าการใช้เทคนิคการอภิปรายกลุ่มได้ผลมากกว่าการสอนแบบบรรยาย เป็นต้น ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหา และวิธีการ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก เพราะถ้าขาดความสัมพันธ์ระหว่าง 3 สิ่งนี้ แทนที่จะเกิดผลที่พึงปรารถนาอาจเกิดการเรียนรู้ชนิดไม่ได้คาดหวังมาก่อน และอาจจะเป็นชนิดที่ไม่ต้องการก็ได้

1. ความถูกต้องทันสมัย เนื้อหาวิชาที่จะจัดสอน จะต้องมีความถูกต้องทันสมัย จากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี และความพยายามในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในวิชาการต่าง ๆ การวิจัยของมนุษย์ ทำให้มีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความรู้ที่คิดว่าถูกต้องในสมัยหนึ่ง ระยะต่อมาอาจพบว่าไม่ถูกต้องเพราะได้พบข้อมูลที่แท้จริง หรือพบความรู้ที่ครอบคลุมกว่า หรือกระจ่างกว่าก็เป็นได้ ความรู้เดิมดังกล่าวก็ล้าสมัยไป ความรู้ที่ล้าสมัยอาจเป็นมโนทัศน์ (Concept) หลักการ (Principle) หรือทฤษฎีต่าง ๆ ปัญหาดังกล่าวนี้ เกิดกับการศึกษาทุกระดับ การเลือกเนื้อหาต้องพิจารณาเลือกเฉพาะเนื้อหาที่ถูกต้องทันสมัยเท่านั้น

2. ความสำคัญ เป็นเรื่องที่จะเกี่ยวกับความกว้างและความลึกซึ้ง ความกว้าง หมายถึงการที่มีเนื้อหาหลาย ๆ เรื่อง นั่นคือ การที่มีความรู้ต่าง ๆ อย่างครอบคลุม ส่วนความลึกซึ้ง หมายถึงการที่มีเนื้อหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างละเอียด ทุกแง่ทุกมุม ปัญหาก็คือเวลาเรียนมีจำกัดในช่วงเวลาที่จำกัดดังกล่าว ถ้าจะเรียนให้กว้างขวางหลาย ๆ เรื่องย่อมขาดความลึกซึ้ง แต่ถ้าจะเรียนให้ลึกซึ้งย่อมเรียนได้ในบางเรื่อง ก็จะขาดความกว้างขวาง ดังนั้นจะต้องพิจารณาความสมดุลให้ดี

ในการพิจารณาความสำคัญของเนื้อหานั้น มีเกณฑ์ 5 ประการ ดังนี้

2.1 การอยู่รอด (Survival) เนื้อหาใดที่จำเป็นต่อการมีชีวิตอยู่รอดของผู้เรียน ควรได้รับการพิจารณาให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก ๆ เช่น เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติเหตุต่าง ๆ เป็นต้น

2.2 การใช้ได้ในระดับสากล (Universal) เนื้อหาใดที่สามารถนำไปใช้ได้ในระดับสากล ควรได้รับการคัดเลือกก่อนเนื้อหาใช้ได้ในวงแคบกว่า

2.3 การใช้มาก เนื้อหาใดที่นำไปใช้มากที่สุด บ่อยที่สุด ควรได้รับการคัดเลือกก่อนเนื้อหาที่ใช้น้อยกว่า

2.4 การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การคิดวิเคราะห์ หมายถึงการคิดแยกแยะหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผล และระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ หรือสิ่งต่าง ๆ อันจะช่วยให้เห็นถึงความเกี่ยวพันความสำคัญขององค์ประกอบหรือสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของมนุษย์เนื้อหาใดที่จะช่วยพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ควรได้รับการพิจารณาให้ความสำคัญต่อเนื้อหานั้น

2.5 การพัฒนาการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากต่อบุคคล ผลจากการคิดริเริ่มสร้างสรรค์จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองและมีโอกาสประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิตและทำประโยชน์แก่สังคมได้มาก ดังนั้นเนื้อหาที่ส่งเสริมการพัฒนาการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในด้านต่าง ๆ ที่พึงประสงค์ ควรได้รับการพิจารณาให้ความสำคัญต่อเนื้อหานั้น

3. ความสนใจของผู้เรียน ความสนใจของผู้เรียนนับว่าเป็นหลักเกณฑ์สำคัญในการเลือกเนื้อหา แต่อย่างไรก็ตาม การยึดความสนใจของผู้เรียนอย่างเดียวมักจะพบข้อจำกัด ในทางตรงกันข้ามถ้าละเลยความสนใจของผู้เรียนก็จะเสี่ยงต่อการที่ไม่เกิดการเรียนรู้ หรือเกิดการเรียนรู้น้อย เพราะผู้เรียนขาดแรงจูงใจภายในดังนั้น การพิจารณาหลักเกณฑ์ด้านความสนใจจึงต้องกระทำด้วยความระมัดระวังซึ่งมี 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 ในการเลือกเนื้อหาไม่พิจารณาเฉพาะส่วนที่เป็นสิ่งที่ผู้เรียนสนใจเพียงอย่างเดียวแต่เลือกเพราะเนื้อหาดังกล่าวนั้นเข้าเกณฑ์อื่น ๆ ด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ได้เนื้อหาซึ่งสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

วิธีที่ 2 ในระยะเริ่มเรียนเลือกเรื่องที่ผู้เรียนสนใจเป็นสำคัญ เพื่อเชื่อมโยงผู้เรียนกับหลักสูตรเกี่ยวกับความสนใจของผู้เรียนมีข้อที่ควรคำนึงคือ ความสนใจของผู้เรียนมีช่วงที่จำกัดและความสนใจจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติอยู่แล้ว โดยที่สามารถขยายวงความสนใจให้กว้างขวางและเพิ่มพูนขึ้นได้โดยผ่านหลักสูตร

4. สามารถเรียนรู้ได้ การที่จะสอนสิ่งใดให้กับผู้เรียน จะต้องคำนึงถึงว่าสิ่งนั้นผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ ครูผู้สอนจึงจำต้องปรับเนื้อหาให้เข้ากับความสามารถของผู้เรียน กล่าวคือ ต้องจัดเนื้อในรูปที่เหมาะสมกับผู้เรียนซึ่งมีความแตกต่างกัน และยังต้องทำให้สิ่งจะเรียนเชื่อมโยงกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว ซึ่งแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันจึงจำเป็นใช้หลายวิธีที่ทำให้เนื้อนั้นอยู่ในรูปที่ผู้เรียนจะเรียนได้สำเร็จ

การจัดเนื้อหา

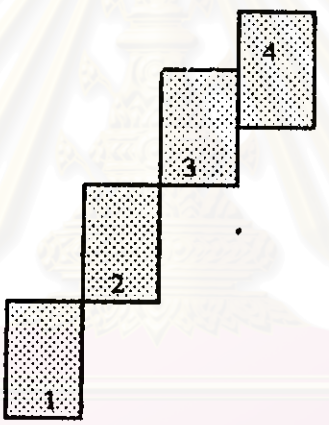
หลังจากเลือกเนื้อหาวิชาแล้ว จะต้องจัดลำดับเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หลักในการจัดเนื้อหามีดังนี้

1. จัดลำดับเนื้อหาโดยยึดหลักทางตรรก (Logic) และทางจิตวิทยา

1.1 จัดตามลำดับจากง่ายไปหายาก นั่นคือ เรื่องใดที่ไม่ซับซ้อนหรือมีความซับซ้อนน้อยกว่าเรื่องใดที่เป็นพื้นฐานของเรื่องต่อ ๆ ไป ก็จัดเรื่องดังกล่าวไว้ก่อน เช่น การบวกเลขมีลำดับเนื้อหาการเรียนดังนี้ การบวกเลขไม่มีตัวทด การบวกเลขหลักเดียวมี ตัวทด การบวกเลข 2 หลักไม่มีตัวทด การบวกเลข 2 หลักมีตัวทด ฯลฯ ด้านภาษาก็ใช้คำศัพท์ที่ง่าย ประโยคที่ง่ายและเรื่องที่ง่าย ๆ ก่อน แล้วจึงเพิ่มความยากมากขึ้น และมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นตามลำดับ

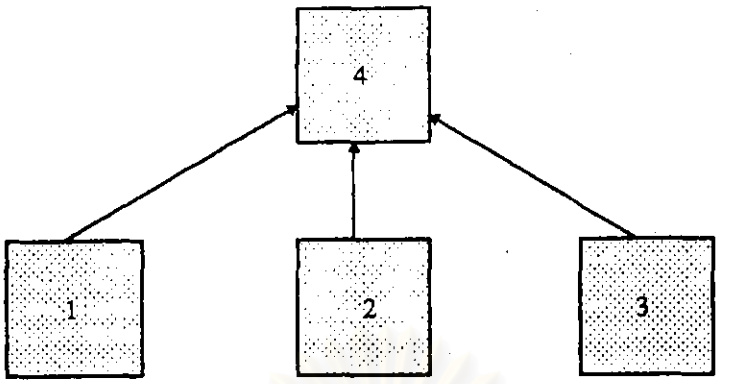
ลักษณะการจัดลำดับที่อาจอยู่ในกลุ่มเดียวกันนี้ อีกอย่างหนึ่งได้แก่การจัดจากรูปธรรม ไปหานามธรรม เพราะรูปธรรมเป็นสิ่งที่ช่วยให้เข้าใจง่ายกว่านามธรรม

1.2 จัดตามลำดับพื้นฐานที่จำเป็น (Prerequisite) มีเนื้อหา หรือภาระกิจการเรียนบางประเภท ซึ่งมีลักษณะของการมีลำดับก่อนหลัง (Sequential) กล่าวคือ การเรียนรู้ในเรื่องหลัง ๆ จะต้องอาศัยความรู้ มโนทัศน์ หลักการ จากตอนต้น ๆ ดังเช่น ในวิชาเลขคณิต เรขาคณิตซึ่งเป็นตัวอย่างของเนื้อหาที่มีลักษณะดังกล่าวนี้อย่างเข้มข้น การจะเรียนรู้เรื่องการคูณได้ต้องผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องการบวกมาก่อน การที่จะเข้าใจทฤษฎีบทต่าง ๆ ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับบทแรก ๆ เสียก่อน เป็นต้น จึงจำเป็นต้องพิจารณาลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาถ้าพบว่ามีลักษณะดังกล่าวจะต้องจัดลำดับเนื้อหาตามลำดับก่อนหลัง ดังแสดงไว้ในภาพ



แผนภาพที่ 10 การเรียงลำดับเนื้อหาที่มีลักษณะของการมีลำดับก่อนหลัง (Sequential)
(จากบุญชม ศรีสะอาด. **การพัฒนาการสอน**, 2537: 37)

อนึ่งเนื้อหาบางประเภท ถึงแม้ไม่มีลักษณะของการมีลำดับก่อนหลังอย่างต่อเนื่อง แต่การที่จะเรียนเรื่องนั้นได้สำเร็จจะต้องมีความรู้ในเรื่องอื่น ๆ ก่อน ดังลักษณะที่แสดงไว้ในภาพต่อไปนี้



แผนภาพที่ 11 ลักษณะของเนื้อหาที่ต้องอาศัยความรู้จากเรื่องอื่น ๆ

(จากบุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน, 2537: 37)

เนื้อหาส่วนที่ 4 จะต้องอาศัยการเรียนรู้จาก 1, 2 และ 3 ลักษณะดังกล่าวนี้จึงต้องให้เรียนรู้ในเรื่อง 1, 2 และ 3 จึงให้เรียนในเนื้อหาส่วนที่ 4

1.3 จัดตามลำดับจากส่วนรวมไปสู่ส่วนย่อย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างกระจ่างชัด เช่น การสอนเรื่องสัตว์ควรให้ภาพรวมของสัตว์ก่อนที่จะเรียนอวัยวะแต่ละส่วน เรื่องพืชใดก็ควรให้เห็นภาพรวมของพืชชนิดนั้นก่อนเรียนทีละส่วน

1.4 จัดตามลำดับของเหตุการณ์ หรืออาจกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่าจัดตามลำดับเวลาจากสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนไปสู่สิ่งที่เกิดขึ้นภายหลัง เนื้อหาบางประเภทเหมาะสำหรับจัดตามลำดับเหตุการณ์ เช่น ในทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น

1.5 จัดตามลำดับจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวไปสู่สิ่งที่ไกลตัว การจัดลักษณะดังกล่าว เนื่องด้วยเหตุผล 2 ประการ ประการแรก สิ่งที่อยู่ใกล้ตัวเป็นสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์จึงง่ายต่อการเข้าใจและเอื้อต่อการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ประการที่สอง การเรียนสิ่งที่ใกล้ตัวจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน เพราะจะต้องคลุกคลีหรือเกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น จำเป็นต้องมีความเข้าใจอย่างแจ่มชัด ตัวอย่างการจัดตามลักษณะนี้ได้แก่ในวิชาสังคมศึกษาจัดให้เรียนตามลำดับจากบ้านของเรา ประเทศของเรา และโลกของเรา ทางคณิตศาสตร์การให้ทำโจทย์หรือยกตัวอย่าง ก็ใช้โจทย์หรือตัวอย่างที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ก่อนที่จะมีโจทย์เป็นปัญหาไกลออกไป เป็นต้น

ในการจัดลำดับเนื้อหา ถ้าสามารถใช้หลักหลาย ๆ ข้อก็จะให้ผลดียิ่งขึ้น โดยอาจใช้การพิจารณาร่วมกันในขณะเดียวกัน หรือ อาจใช้หลักหนึ่งสำหรับจัดลำดับเนื้อหาสาระระดับหนึ่ง เช่น เนื้อหาทั้งหมด แล้วใช้หลักอื่นสำหรับจัดเนื้อหาในระดับรองลงไป บางครั้งอาจยึดบางหลักเป็นสำคัญ ซึ่งอาจขัดแย้งกับอีกหลักหนึ่งก็ได้ ตัวอย่างเช่น การให้เรียนเรื่องบ้านของเราจึงเรียนประเทศของเรา และโลกของเรา จะยึดหลักจัดตามลำดับจากสิ่งที่มีอยู่ใกล้ตัวไปสู่สิ่งที่อยู่ไกลตัว และจากง่ายไปหายาก แต่ก็จะแย้งกับหลักจากส่วนรวมไปสู่ส่วนย่อย เป็นต้น ในการจัดเนื้อหาละเอียดลงไปอาจยึดหลักเช่นเดิม หรือใช้หลักจากส่วนรวมไปสู่ส่วนย่อยก็ไป แล้วแต่ความเหมาะสม

2. จัดเนื้อหาวิชาให้มีความต่อเนื่อง (Continuity)

เพื่อให้เอื้อต่อการสะสมความรู้ ในการเรียนรู้จำเป็นต้องมีการสะสมเพื่อให้เกิดความมั่นคงและเพียงพอสำหรับการที่จะเรียนในขั้นต่อๆไปอย่างสัมฤทธิ์ผลความต่อเนื่องควรมีทั้งภายในวิชานั้น ๆ ระดับชั้นนั้น เช่น ความต่อเนื่องระหว่างเนื้อหาแต่ละเรื่องในวิชาคณิตศาสตร์ ป.1 ระหว่างชั้นเรียนในระดับเดียวกัน เช่น ความต่อเนื่องของวิชาคณิตศาสตร์จากชั้น ป.1 ถึง ป.6 และระหว่างระดับ เช่น ความต่อเนื่องระหว่างระดับประถมศึกษาระดับมัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษา เป็นต้น

3. จัดเนื้อหาวิชาให้มีความสัมพันธ์กัน

เพื่อมุ่งให้เกิดบูรณาการ (Integration) ของความรู้และการถ่ายโอน (Transfer) ความรู้ จากวิชาหนึ่งไปสู่วิชาหนึ่ง ความสัมพันธ์ในที่นี้หมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาและความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างวิชา อาจจัดเนื้อหาสาระวิชาต่าง ๆ ให้มีลำดับสัมพันธ์กัน เช่น ขณะเรียนประวัติศาสตร์ในสมัยรัชกาลที่ 2 ของกรุงรัตนโกสินทร์ ก็จัดให้เรียนวรรณคดีสมัยเดียวกันนี้ หรือจัดเนื้อหาสาระให้มีบูรณาการระหว่างวิชา เช่น การจัดหลักสูตรเป็นกลุ่มวิชาได้แก่ หลักสูตรสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต สังคมศึกษา หรือจัดเป็นหน่วยการเรียน เป็นต้น

3.2 ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน กล่าวคือ ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้ที่เรียนกับประสบการณ์ของตนเอง การที่จะบรรลุจุดประสงค์ในข้อนี้ได้จะต้องจัดทั้งเนื้อหาและประสบการณ์ให้สัมพันธ์กันด้วย

6.หลักสูตรบันไดเวียน (Spiral Curriculum)

หลักสูตรบันไดเวียน เป็นการจัดเนื้อหาหรือหัวข้อเนื้อหาเดียวกันไว้ในทุกระดับชั้น แต่มีความยากง่ายและความลึกซึ้งแตกต่างกัน และคำนึงถึงความสัมพันธ์กันระหว่างความรู้ในแขนงอื่น ๆ ด้วย กล่าวคือ ในขั้นต้น ๆ จะสอนในเรื่องง่าย ๆ ตื้น ๆ และค่อยๆเพิ่มความยากและความลึกลงไปเรื่อย ๆ ตามระดับชั้นที่สูงขึ้นไปเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่อง **หลักสูตรบันไดเวียน ตามแนวคิดของบรูเนอร์**

บรูเนอร์ เป็นนักการศึกษาท่านหนึ่งที่มีบทบาทมากในการเผยแพร่ความคิดเรื่องหลักสูตรบันไดเวียน บรูเนอร์มีความเชื่อว่าในเนื้อหาของแต่ละสาขาวิชาจะมีโครงสร้างและการจัดระบบที่แน่นอน จึงควรนำความจริงในข้อนี้มาใช้กับการจัดหลักสูตร โดยการจัดลำดับเนื้อหาให้ก้าวหน้าไปเรื่อย ๆ อย่างมีระบบ จากง่ายไปหายาก จากแนวความคิดนี้จึงมีการพัฒนาหลักสูตรในลักษณะบันไดเวียน คือให้ลึกและกว้างออกไปเรื่อย ๆ ตามอายุและพัฒนาการของผู้เรียน (ธวัชชัย ชัยจิระฉายากุล, 2536)

การพัฒนาหลักสูตรควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความคิดหรือหัวข้อเนื้อหาพื้นฐานซ้ำแล้วซ้ำอีก จนกว่านักเรียนได้เรียนรู้ความคิดรวมของเรื่องนั้น ๆ บรูเนอร์ชื่อว่า เราสามารถสอนเรื่องใด ๆ ให้แก่นักเรียนที่มีอายุเท่าใดก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องรอจนกว่าเด็กจะมีความพร้อมเต็มที่ และเขาได้ย้ำในประเด็นนี้ว่าเป็นไปได้ที่จะสอนความคิดและตัวแปรต่าง ๆ ให้แก่เด็กได้ตั้งแต่เยาว์วัย โดยไม่จำเป็นต้องรอจนถึงเวลานั้น ๆ

จากการนำแนวความคิดของหลักสูตรบันไดเวียนไปใช้กับ การเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ฟรอสท์และไรแลนด์ ได้ยืนยันว่า หลักสูตรบันไดเวียน ช่วยในการอำนวยความสะดวก ทำให้การเรียนการสอนมีลำดับขั้นตอนตามของโครงสร้างและวิชาวิทยาศาสตร์บูรณาการเข้ากับกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้อย่างดีและได้ยืนยันเพิ่มเติมว่า ไม่เพียงแต่มีการนำหัวข้อเนื้อหาเดียวกันมาศึกษาในระดับชั้นที่ต่อเนื่องกันเท่านั้น แต่ยังมีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้มีความสลับซับซ้อนเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวัยอีกด้วย จึงสรุปได้ว่าเนื้อหาสาระและกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน กับนักวิชาการระดับสูงแตกต่างกันเพียงปริมาณหรือความเข้มเท่านั้น ไม่ใช่ประเภทหรือชนิด

ต้นฉบับไม่มีหน้านี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในส่วนของวิชาชีพ และวิชาเลือกนั้น เป็นขยายความรู้ไปสู่ระดับสูงขึ้นไป โดยขยายฐานล่างซึ่งเป็นวิชาศึกษาทั่วไปตามลักษณะวิชาชีพที่นิสิตนักศึกษาต้องการจะเรียน การขยายในลักษณะนี้จึงนำกลุ่มหรือหมวดวิชาในวิชาศึกษาทั่วไปกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งมาเป็นวิชาในลักษณะบังคับก่อน (Prerequisite Course) จึงเป็นการจัดหลักสูตรในลักษณะ แนวตั้ง

7.การวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis)

การวิเคราะห์เส้นทาง เป็นวิธีการสำหรับศึกษารูปแบบของสัมพันธ์เชิงเหตุของตัวแปรชุดหนึ่ง ผลจากการศึกษารูปแบบของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามจะได้คำตอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1.รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ทำการศึกษานั้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลหรือไม่

2. ค่าสัมประสิทธิ์ผลกระทบ (Effect Coefficient) หรือค่าผลกระทบรวม (Total Effect) ของตัวแปรสาเหตุแต่ละตัวต่อตัวแปรผลมีค่ามากน้อยเพียงใด

3. ค่าผลกระทบทางตรง (Direct Effect) ของตัวแปรสาเหตุแต่ละตัว ต่อตัวแปรผลมีค่ามากน้อยเพียงใด

4. ค่าผลกระทบทางอ้อม (Indirect Effect) ของตัวแปรสาเหตุแต่ละตัว ต่อตัวแปรผลมีค่ามากน้อยเพียงใด

ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions)

การวิเคราะห์เส้นทางมีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญ 5 ประการ (Pedhazur, 1982: 582) คือ

1.ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นเส้นตรง (Linear) เป็นความสัมพันธ์เชิงบวก (Additive) และเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

2.ตัวแปรคงเหลือ (Residual) ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่เกิดขึ้นก่อนตามที่ระบุไว้ในรูปแบบ ตามแผนภาพที่ 12 a ไม่มีความสัมพันธ์กับ 1 และ 2

3. ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรไม่มีการย้อนทิศทาง ตามข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้ เมื่อ X เป็นสาเหตุของ Y แล้ว Y จะเป็นสาเหตุของ X ด้วยไม่ได้

4. การวัดค่าตัวแปรทุกค่าจะต้องมีการวัดค่าในมาตราวัดอันตรภาค (Interval Scale)

5. การวัดค่าตัวแปรทุกค่าจะต้องไม่มีความผิดพลาด (Error)

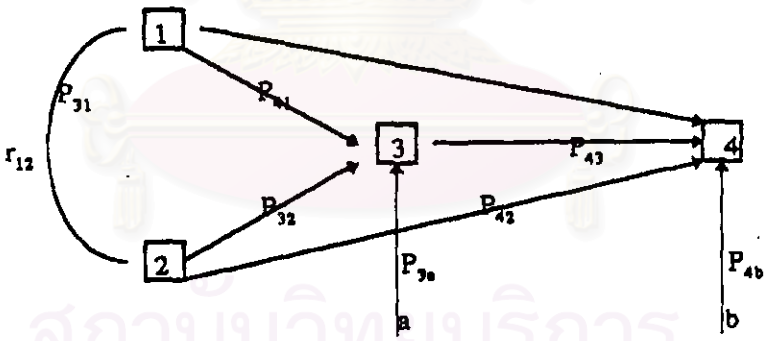
กระบวนการวิเคราะห์เส้นทาง

1. รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal Model)

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเป็นภาพแสดงความสัมพันธ์ในลักษณะสาเหตุของกลุ่มตัวแปร

โดยทั่วไปแล้วรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรภายนอก (Exogenous Variable) คือตัวแปรที่ค่าความแปรปรวนทั้งหมดถูกกำหนดโดยตัวแปรภายนอกที่อยู่นอกรูปแบบที่กำหนด นั่นคือผู้วิจัยไม่ประสงค์ที่จะอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรภายนอก



แผนภาพที่ 12. รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีตัวแปรภายนอก 2 ตัว

ตามแผนภาพที่ 12 ตัวแปรที่ 1 และ ตัวแปรที่ 2 เป็นตัวแปรภายนอก ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 แสดงโดยเส้นโค้งที่มีหัวลูกศรทั้งสองด้าน แสดงว่าผู้วิจัยไม่ทราบว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรเหตุ ตัวใดเป็นตัวแปรผล

2.ตัวแปรภายใน (Endogenous Variables) คือตัวแปรค่าความแปรปรวนถูกอธิบายโดยตัวแปรภายนอก หรือตัวแปรภายในที่เกิดก่อนตัวแปรนั้นๆ

จากแผนภาพที่ 12 ตัวแปรภายในได้แก่ ตัวแปรที่ 3 และตัวแปรที่ 4 สำหรับตัวแปรที่ 4 อาจจะเรียกโดยเฉพาะว่า **ตัวแปรตามสุดยอด** (Ultimate Dependent Variable)

เส้นทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ 1 และตัวแปรที่ 2 กับ ตัวแปรที่ 3 และตัวแปรที่ 4 แสดงโดยเส้นตรงที่มีลูกศรเพียงด้านเดียว โดยกำหนดให้ตัวแปรที่อยู่ต้นลูกศรเป็นตัวแปรสาเหตุและตัวแปรที่อยู่ปลายลูกศรเป็นตัวแปรผล

เมื่อพิจารณาจากแผนภาพที่ 12 จะพบว่าตัวแปรภายนอกเป็นได้เฉพาะตัวแปรสาเหตุเท่านั้น ในขณะที่ตัวแปรภายในสามารถจะเป็นได้ทั้งตัวแปรสาเหตุและตัวแปรผล ตัวแปรภายนอกคือตัวแปรที่ 1 และตัวแปรที่ 2 เป็นสาเหตุของตัวแปรภายในตัวแปรที่ 3 และตัวแปรที่ 4 ในขณะที่ตัวแปรภายในตัวแปรที่ 3 เป็นตัวแปรสาเหตุของตัวแปรภายในตัวแปรที่ 4 และในขณะเดียวกันตัวแปรภายในตัวแปรที่ 3 ก็เป็นผลของตัวแปรภายนอกในตัวแปรที่ 1 และตัวแปรที่ 2 ด้วย)

a และ b ในแผนภาพที่ 12 เรียกว่าตัวแปรคงเหลือ (Residual Variables) เป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อตัวแปรภายใน แต่ไม่ได้รวมอยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่กำหนดค่าผลกระทบทางตรงของตัวแปรสาเหตุต่อตัวแปรผล สัญลักษณ์ที่นิยมใช้กัน ได้แก่ P_{ji} โดยที่ i หมายถึงตัวแปรสาเหตุ j หมายถึงตัวแปรผล

จุดเริ่มต้นที่สำคัญของกระบวนการวิเคราะห์เส้นทางได้แก่การสร้างรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน (Hypothesis Model)

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ตามสมมติฐาน เป็นรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีที่ต้องการศึกษา การคัดเลือกตัวแปรและการกำหนดว่าตัวแปรใดเป็นสาเหตุ ตัวแปรใดเป็นผลนั้น ผู้วิจัยจะต้องใช้ทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นตัวกำหนด ผู้วิจัยจะกำหนดขึ้นเองโดยขาดเหตุผลสนับสนุนไม่ได้ คุณค่าของการวิจัยประเภทการวิเคราะห์เส้นทางจะมีมากหรือน้อยเพียงใด จึงสามารถจะประเมินได้ตั้งแต่ต้น โดยพิจารณาว่ารูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานว่า มีทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาสนับสนุนมากน้อยเพียงใด เพดคาเซอร์ (Pedhazur, 1982) ได้เน้นย้ำเสมอในประเด็นนี้ เพื่อให้นักวิจัยตระหนักถึงความสำคัญของทฤษฎีในการสร้างรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

การเขียนรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดชุดของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ชุดของตัวแปรจะมีกี่ตัวขึ้นอยู่กับทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นสำคัญ

2. กำหนดตัวแปรภายนอก (Exogenous Variables) ที่เกิดขึ้นก่อนตัวแปรอื่น ๆ ตัวแปรภายนอกอาจจะมีเพียงหนึ่งตัวแปรหรือมากกว่าก็ได้ ถ้าตัวแปรภายนอกมีมากกว่าหนึ่งตัว ผู้วิจัยจะต้องหาหลักฐานมายืนยันว่าตัวแปรเหล่านั้นมีความสัมพันธ์ต่อกันหรือไม่ ถ้าตัวแปรภายนอกคู่ใดมีความสัมพันธ์ต่อกัน ผู้วิจัยจะต้องลากเส้นโค้งที่มีหัวลูกศรทั้ง 2 ข้าง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรคู่นั้น ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่ไม่ทราบว่าตัวแปรใดเป็นสาเหตุ ตัวแปรใดเป็นผล

3. กำหนดลำดับก่อนหลังของตัวแปรภายในที่เหลือ ตามทฤษฎี

4. ลากเส้นทางแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ จากตัวแปรสาเหตุไปสู่ตัวแปรผล การลากหรือไม่ลากเส้นทางจากตัวแปรสาเหตุไปสู่ตัวแปรผลคู่ใด ๆ ผู้วิจัยจะต้องมีทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องมายืนยัน ผู้วิจัยจะตัดสินใจลากเส้นทางใด ๆ โดยใช้สามัญสำนึกของตนเองไม่ได้

2. การทดสอบรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

การทดสอบรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เป็นการทดสอบเพื่อดูว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลหรือไม่ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 **ทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง** (Linearity) ระหว่างตัวแปรสาเหตุทุกตัวกับตัวแปรผลทุกตัว

ถ้าผลทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสาเหตุคู่ใดไม่เป็นเส้นตรง ผู้วิจัยจะต้องแก้ไขโดยวิธีการทางสถิติก่อนจะดำเนินการวิเคราะห์ต่อไป

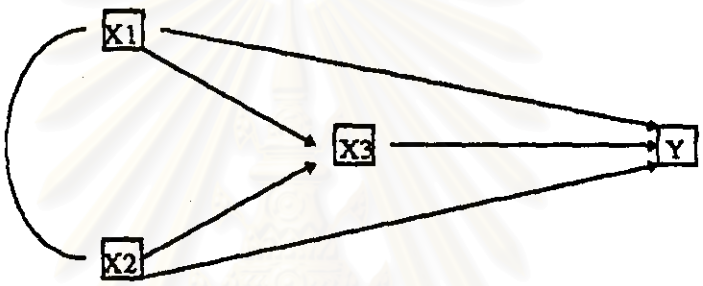
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 ทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยวิธีการของ Specht (1975: 113-133) โดยดำเนินการดังนี้

2.2.1 สร้างรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบเต็มรูป

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบเต็มรูปหมายถึง รูปแบบความสัมพันธ์ที่มีเส้นทางแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทุกเส้นทางที่เป็นไปได้จากตัวแปรสาเหตุไปสู่ตัวแปรผล

ในกรณีที่รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ มีตัวแปร 4 ตัว และมีตัวแปรภายนอก 2 ตัว รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปจะมีลักษณะดังแผนภาพที่ 13



แผนภาพที่13 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ แบบเต็มรูป

2.2.2 หาค่า R^2 และ F-ratio ของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ แบบเต็มรูป โดยการวิเคราะห์ถดถอย (Regression) กล่าวคือตัวแปรภายในทุกตัว ของรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป จะถดถอยบนตัวแปรภายในที่มีผลกระทบทางตรงต่อตัวแปรในที่เป็นตัวแปรผล ซึ่งตามรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบเต็มรูปจากแผนภาพที่ 13 จะต้องทำการวิเคราะห์ถดถอย 2 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 Y ถดถอยบน X_3, X_2 และ X_1

ครั้งที่ 2 X_3 ถดถอยบน X_2 และ X_1

ผลจากการวิเคราะห์ถดถอยแต่ละครั้งจะได้ ค่า R^2, P_{ji} (คือค่า Beta) และ ค่า F-ratio

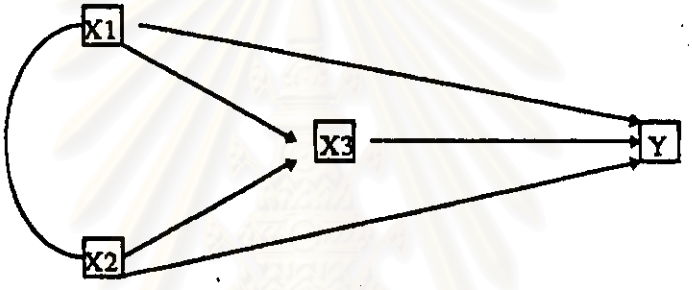
2.2.3 หาค่า R^2_m จากสูตร

$R^2_m = 1 - (1 - R^2_{y1})\ (1- R^2_{y2})... (1 - R^2_{yp})$

เมื่อ R^2_{yi} แทน Ordinary Squared Multiple Correlation Coefficient ของสมการที่ i ของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเต็มรูป

2.2.4 หาค่า R^2 , P_{ji} และ F-ratio ของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน โดยการวิเคราะห์ถดถอยเช่นเดียวกับ 2.2.2 จะแตกต่างจาก 2.2.2 อยู่บ้างก็คือ จำนวนครั้งของการวิเคราะห์และจำนวนตัวแปรในแต่ละสมการ

สมมติว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานมีลักษณะดังแผนภาพที่ 14



แผนภาพที่ 14 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน

จากแผนภาพที่ 14 ผู้วิจัยจะต้องทำการวิเคราะห์ถดถอย 2 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 Y ถดถอยบน X_3 และ X_2

ครั้งที่ 2 X_3 ถดถอยบน X_1

2.2.5 หาค่า M จากสูตร

$M = (1-R^2_1)\ (1- R^2_2)... (1-R^2_p)$

เมื่อ R^2_i แทน Ordinary Squared Multiple Correlation Coefficient ของสมการที่ I ของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน

M จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง R^2_m เมื่อรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลอย่างสมบูรณ์ R^2_m จะเท่ากับ M

2.2.6 หาค่า Q ซึ่งเป็นค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้อง (Measure of Goodness of Fit) ของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากสูตร

$$Q = (1 - R^2_m) / (1 - M)$$

2.2.7 หาค่า W ซึ่งเป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของ Q จากสูตร

$$W = - (N - d) \log_e Q$$

เมื่อ W แทนค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงเป็น Chi-Square ซึ่งมี df = d

N แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

d แทนจำนวนเส้นทางที่ถูกระบุว่ามีค่าเป็นศูนย์ (ไม่ได้ลากเส้นทางนั้นเข้าไว้ในรูปแบบ) ในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน ตามแผนภาพที่ 14 ได้ d=2

$\log_e$ แทน ลอกธรรมชาติ (Natural Logarithm)

สูตรนี้จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่

ข้อสังเกต เมื่อ $M = R^2_m$ แล้ว Q จะเท่ากับ 1 และ ลอกธรรมชาติ ของ 1 เท่ากับ 0 ดังนั้น Chi-Square จะมีค่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างสมบูรณ์

2.2.8 การพิจารณาความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ กับข้อมูลเชิงประจักษ์

การพิจารณาความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั้น พิจารณาการทดสอบนัยสำคัญของค่า Q จากค่า W กล่าวคือถ้าค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหมายความว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานอธิบายระบบของความสัมพันธ์ได้ไม่แตกต่างจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบเต็มรูป ซึ่งแสดงว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบเต็มรูปมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เสมอ แต่ถ้าค่า W มีนัยสำคัญทางสถิติหมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน อธิบายของความสันพันธ์ได้แตกต่างจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเต็มรูป ซึ่งแสดงว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานยังไม่เสมอสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

อนึ่งการทดสอบรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามที่กล่าวมานี้ใช้ได้กับการทดสอบรูปแบบความสัมพันธ์และผลตามสมมติฐานที่มีลักษณะระบุเกินเท่านั้น (Overidentified Model)

รูปแบบความสัมพันธ์ที่มีลักษณะระบุเกิน คือรูปแบบความสัมพันธ์ที่จำนวนของสมการสำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation) มีมากกว่าจำนวนค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการจะประมาณ รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีเส้นทางไม่ครบทุกเส้นทาง จึงเป็นรูปแบบที่มีลักษณะระบุเกิน

3. การตกแต่งรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

ผลจากการทดสอบรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ผู้วิจัยจะได้คำตอบว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ ในกรณีที่รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (ค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ) ผู้วิจัยควรพิจารณาว่ารูปแบบดังกล่าวนั้นเป็นรูปแบบที่ประหยัดที่สุดแล้วหรือยัง นั่นคือ ผู้วิจัยควรจะพิจารณาดูว่า ในรูปแบบที่ผ่าน การทดสอบแล้วนั้น ยังมีเส้นทางใดบ้างที่สามารถจะตัดออกไป โดยไม่ทำให้คุณค่าในการอธิบายของรูปแบบนั้นเปลี่ยนแปลง โดยปกติแล้วเส้นทางของรูปแบบความสัมพันธ์ที่ค่า F-ratio ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถจะตัดออกจากรูปแบบได้โดยไม่ทำให้คุณค่าในการอธิบายของรูปแบบนั้นเปลี่ยนแปลงไป ในกรณีที่การวิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่มาก ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (p) ที่มีขนาดต่ำมากก็อาจจะมีนัยสำคัญทางสถิติได้ ฉะนั้นเส้นทางใดที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ขนาดต่ำกว่า .05 ก็สามารถจะตัดออกจากรูปแบบได้ หลังจากที่ได้ตกแต่งรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุให้มีลักษณะประหยัดมากที่สุดแล้ว ผู้วิจัยควรจะทดสอบรูปแบบที่ตกแต่งใหม่ตามวิธีการในข้อ 2 อีกครั้งหนึ่งเพื่อจะได้เป็นที่แน่ใจว่า รูปแบบที่ตกแต่งใหม่ยังคงมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับกรณีที่รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน ไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (ค่า W มีนัยสำคัญทางสถิติ) ผู้วิจัยควรจะตกแต่งรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานเสียใหม่ให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยเปรียบเทียบเส้นทางของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบเต็มรูปกับเส้นทางของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและตามสมมติฐาน กล่าวคือ เส้นทางใดของรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปค่า F-ratio มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปรากฏว่าเส้นทางดังกล่าวไม่ปรากฏในรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน ก็ควรจะเพิ่มเส้นทางดังกล่าวเข้าไปในรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน เส้นทางใดค่า F-ratio ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จะตัดออกจากรูปแบบความสัมพันธ์ ซึ่งผลการกระทำดังกล่าว จะได้รูปแบบความสัมพันธ์ใหม่อันจะเป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาสมมติฐานหรือทฤษฎีนั้น ๆ ต่อไป จากนั้นก็ควรจะทดสอบรูปแบบความสัมพันธ์ใหม่ตามวิธีการในข้อ 2 อีกครั้งหนึ่ง

8.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับแผนที่มโนทัศน์

สุนีย์ สอนตระกูล (2535) ศึกษาเรื่องการพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบสร้างแผนที่มโนทัศน์ สำหรับวิชาวิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบสร้างแผนที่มโนทัศน์ สำหรับวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และความคงทนของการเรียนรู้ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนแบบสร้างแผนที่มโนทัศน์ กับนักเรียนได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1.ระบบการเรียนการสอนแบบสร้างแผนที่มโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบดังนี้คือ

1.1 ตัวป้อน ประกอบด้วยจุดประสงค์ของการเรียนการสอน ด้านเนื้อหา ด้านนักเรียน ด้านสื่อการเรียนการสอน

1.2 กระบวนการ ประกอบด้วย การดำเนินการเรียนการสอนแบบสร้างแผนที่มโนทัศน์ และการประเมินผลการเรียนการสอน การสร้างแผนที่มโนทัศน์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนดำเนินการขณะเรียน ทำการแสดง และใช้การสรุปบทเรียนเป็น กรอบ

มโนทัศน์มีลักษณะเป็นแผนภาพ ที่แสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีลำดับขั้น โดยมโนทัศน์ที่มีความกว้างอยู่ด้านบน มโนทัศน์ที่กว้างลงมาอยู่ถัดลงมาและมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจงอยู่ด้านล่าง

1.3 ผลผลิต ประกอบด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และความคงทนของการเรียนรู้ของนักเรียน

2. การทดลองใช้ระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 , 5 และ 6 ของโรงเรียนวัดบวรมงคล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนแบบสร้างแผนที่มโนทัศน์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนของการเรียนรู้

โนแวค โกวิน และโจแฮนเสน (Novak, Gowin and Johansan, 1983) ได้วิจัยเรื่องการใช้แผนที่มโนทัศน์และแผงผังรูปตัววีกับนักเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยศึกษาความสามารถในการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปตัววี ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 โดยที่ผู้ที่สอนเป็นครูที่สอนในเกรด 7 จำนวน 5 คน และสอนเกรด 8 จำนวน 4 คน การวิจัยพบว่านักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 สามารถใช้ แผนที่มโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววี ในการเลือกวิทยาศาสตร์ได้ โดยที่นักเรียนเกรด 7 สามารถใช้ได้ดีกว่าเกรด 8 แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชาและระยะเวลาที่ทดลองด้วย

บรอดดี (Brody, 1985) ได้ทำการวิจัยการประยุกต์ใช้ แผนที่มโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววี และการสัมภาษณ์รายบุคคล ในการปรับหลักสูตรการค้าทางทะเล และการจัดระบบข้อมูลย้อนกลับ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการใช้ทฤษฎีทางศึกษาเป็นพื้นฐานในการจัดการศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นกัปตันเรือจำนวน 389 คน โดยใช้แผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววี ในการระบุมโนทัศน์และความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง จากการสัมภาษณ์รายบุคคล ผลปรากฏว่า ข้อมูลที่ได้ใช้เป็นเครื่องมือในการอธิบายข้อมูลได้อย่างแจ่มชัด และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบและประเมินเพื่อปรับปรุงการศึกษาได้

ไทเลอร์ (Tylor, 1985) ทำการวิจัย เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงประสบการณ์ที่มีความหมาย โดยการฝึกให้ผู้เรียนสร้างแผนที่มโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีในวิชาปฏิบัติการชีววิทยา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แผนที่มโนทัศน์ แผนผังรูปตัววี และเทคนิคการใช้คำถามที่มีผลต่อการเรียนรู้อย่างมีความหมาย กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา คือ นักเรียนที่เรียนวิชาปฏิบัติการชีววิทยา มหาวิทยาลัยคอร์เนล แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้น แผนผังรูปตัววีและเทคนิคการใช้คำถาม กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบประเมินการสร้างแผนที่มโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้น แผนผังรูปตัววี และเทคนิคการใช้คำถามและหลักการเรียนรู้เพื่อการเรียนรู้ทำให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมาย กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถบูรณาการความคิด เจตคติและการกระทำ ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงให้ประสบการณ์มีความหมาย

เลห์มาน คาร์เตอร์ และ คาเล (Lehman, Carter and Kahle, 1985) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผิวดำระดับมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างการสอนโดยใช้แผนที่มโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี การสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐอินเดียนา จำนวน 250 คน เป็นนักเรียนผิวดำ 97 % ลาติน 2 % และ อื่น ๆ อีก 1 % เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับ ความรู้ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.5 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ ผู้วิจัยเสนอว่าอาจเนื่องมาจาก

1) รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลองทำให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันตั้งแต่ต้น
2) ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสั้น
3) นักเรียนและครูไม่คุ้นเคยกับเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยากเกินไป

โบโดลุส (Bodolus, 1987) ได้วิจัยเรื่องการใช้ แผนที่มโนทัศน์ เพื่อช่วยในการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สำหรับนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างแรกเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 429 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม และกลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ กลุ่มที่ 2 ได้รับ

การสอนตามปกติ (Traditional Group) กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้รับการสอนตามปกติและไม่ใช้ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ นักเรียนทุกคนได้รับการสอนก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งด้านความรู้ด้านเจตคติ ผลปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนที่มโนทัศน์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ ได้คะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มคนควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ แผนที่มโนทัศน์ ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนปกติเพียงเล็กน้อยและพบว่า เพศชาย มีความสามารถในการสร้างแผนที่มโนทัศน์สูงกว่าเพศหญิง แต่เพศหญิงมีการปรับปรุงเจตคติด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้นกว่าเพศชาย

แพนกราเตียส (Pankratius, 1988) ได้วิจัยเรื่องการสร้างวิธีการรวบรวมความรู้พื้นฐานโดยใช้แผนที่มโนทัศน์ แล้วดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ ในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาระดับของการใช้ แผนที่มโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วทดลองสอนในวิชาฟิสิกส์จำนวน 6 ห้องเรียน โดยเป็นกลุ่มควบคุม 2 ห้องซึ่งได้รับการสอนตามปกติ ส่วนอีก 4 ห้องได้รับการสอนวิธีการสร้างแผนทีมโนทัศน์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ก่อนที่จะเรียนตามปกติ โดยที่ 2 ห้องจะได้รับการสอนให้สร้างแผนที่มโนทัศน์ในระดับต่ำ และต้องเสนอแผนที่มโนทัศน์เมื่อเสร็จการเรียน สำหรับอีก 2 ห้อง จะได้รับการสอนให้สร้างแผนที่มโนทัศน์ในระดับสูงและต้องเสนอแผนที่มโนทัศน์เมื่อเริ่มเรียนและเรียนเสร็จสิ้น นอกจากนี้ 1 ห้องจาก 2 ห้องที่ได้รับการสอนแตกต่างกันทั้ง 3 วิธีจะได้รับการทดสอบก่อนเรียน การวิเคราะห์ผลการวิจัย ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ในการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และการใช้ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบหลังเรียนจากการสอนทั้ง 3 วิธีโดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ (Mathematics Scholastic Achievement Test) จากการวิจัยพบว่าคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไม่มีความสัมพันธ์กัน และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนทั้ง 3 วิธี มีความแตกต่างกัน จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเลขคณิตระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกัน

เฟลด์ไซด์ (Fieldsine, 1988) ได้ศึกษาเรื่องการสร้างแผนที่มโนทัศน์ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 4 คน จากวิทยาลัยบรูม (Broome) ในรัฐนิวยาร์ค การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ของการนำแผนที่มโนทัศน์ไปใช้ เพื่อพัฒนาการเชื่อมความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เรียน การวิจัยเริ่มโดยการให้แนวทางในการสร้างแผนที่มโนทัศน์แก่นักเรียน แล้วจึงให้นักเรียนสร้างแผนที่มโนทัศน์จากบทเรียน โดยเพิ่มความซับซ้อนขึ้นจนกระทั่งให้นักเรียนสร้างขึ้นทำการสัมภาษณ์นักเรียน และคะแนนผลการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ จากการวิจัยพบว่า การสร้างแผนที่มโนทัศน์สามารถนำมาใช้ในวิชาเคมีได้ ทำให้ครูทราบว่านักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจบทเรียน และทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่สมบูรณ์ จึงสามารถใช้แผนที่มโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการประเมินผลได้เป็นอย่างดี

อัญชลี ธนานนท์ (Anchalee Tananone, 1990) ได้ทำการวิจัยเรื่องแผนที่มโนทัศน์ : เครื่องมือในการพัฒนาหลักสูตรสำหรับมหาวิทยาลัยในประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ใช้แผนที่มโนทัศน์ในการสร้างประมวลรายวิชาและพัฒนาทักษะในการสร้าง โดยใช้วิชา Quantitative Method in Education Research ที่เปิดสอนอยู่ในคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เป็นตัวอย่างในการพัฒนา แผนที่มโนทัศน์และสร้างประมวลรายวิชา สำหรับกระบวนการพัฒนานั้นหลังจากที่สร้างแผนที่มโนทัศน์ขึ้นมาแล้วได้ทำการตรวจสอบความตรง ของแผนที่มโนทัศน์ โดยผู้เชี่ยวชาญและนำแผนที่มโนทัศน์มาปรับปรุงแล้วนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างประมวลรายวิชา และได้เชิญผู้เชี่ยวชาญของคนไทย 6 คน ทำการประเมิน ประมวลรายวิชาที่สร้างขึ้นมา ผลการศึกษาจะออกมาในเชิงบวก และได้เสนอแนะว่าแผนที่มโนทัศน์เป็นเทคนิคที่มีคุณค่ามากในการพัฒนาประมวลรายวิชา ผู้สร้างแผนที่มโนทัศน์จะเกิดความมั่นใจ ได้แนวทางในการพัฒนาหลักสูตร และจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรอย่างต่อเนื่องในอนาคตด้วย

ฮวง (Huang, 1991) ได้ทำการ ศึกษาผลของเทคนิคการสร้างแผนที่มโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีของนักศึกษาในวิทยาลัยครู และเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเพศ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาในวิทยาลัยครูเมือง

ไทเปได้หวัน ซึ่งไม่ได้เรียนเอกวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม นักศึกษาในกลุ่มทดลองได้รับการสอนเทคนิคการสร้างแผนที่มโนทัศน์เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 40 นาที ในช่วงสองสัปดาห์ก่อนเรียนจริง หลังจากทดสอบก่อนเรียนสำหรับกลุ่มควบคุมกลุ่มที่ 1 และกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ในช่วงระยะเวลา 4 สัปดาห์นักศึกษาทั้งหมดไดรับการสอนตามปกติและทุกครั้งก่อนเรียน 15 นาที นักศึกษาจะได้รับรายละเอียดมโนทัศน์ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาที่เรียนคาบนั้น แล้วให้นักศึกษาที่อยู่ในกลุ่มทดลองเขียนแผนที่มโนทัศน์ ส่วนนักศึกษาในกลุ่มควบคุม จะต้องบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์แทนการเขียนแผนที่มโน-ทัศน์ สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล คำเนินในระหว่างคาบเรียนเท่าที่เวลาจะอำนวยให้ ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนร่วม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มที่เขียนแผนที่มโนทัศน์ หลังจากเรียนเสร็จกับนักศึกษากลุ่มที่ให้คำจำกัดความมโนทัศน์หลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างเงื่อนไขในการทดลอง กับคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการเชิงเหตุผล รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับคะแนนความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศในกลุ่มทดลอง หรือคะแนนความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล แต่มีความแตกต่างระหว่างเพศในกลุ่มควบคุม หรือคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สเชียร์เบอร์ และ เอเบคค์ (Schreiber and Abegg, 1991) ศึกษาเกี่ยวกับการนำแผนที่มโนทัศน์มาใช้การประเมินผลการเรียนเคมีของนักเรียนในระดับวิทยาลัย โดยจะให้คะแนนนักเรียนจากการพิจารณาแผนที่มโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น ผลวิจัยนี้ได้นำไปเสนอในการประชุมประจำปี ของสมาคมการวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ระหว่างชาติ โดยผู้วิจัยได้เสนอข้อคิดเห็นเกี่ยวกับแผนที่มโนทัศน์ว่า แผนที่มโนทัศน์สามารถใช้วัดข้อมูลที่นักเรียนมีอยู่ รวมทั้งวัดความสามารถในการให้เหตุผล และวัดมโนทัศน์คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมีและวิชาฟิสิกัลเคมีได้ การพัฒนาวิธีการที่เที่ยงตรงสำหรับการให้คะแนนแผนที่มโนทัศน์ของนักเรียน จะช่วยให้นักศึกษาสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยปราศจากความลำเอียงหรือความไม่มีเหตุผล แผนที่มโนทัศน์จะถูกประเมินในเรื่อง

การจำแนกประเภท ความเที่ยงตรงของการให้คะแนน การจำแนกประเภทมโนทัศน์มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลในวิชาเคมี คะแนนที่ให้โดยพิจารณาจากแผนที่มโนทัศน์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนามธรรมในวิชาเคมี การให้คะแนน การจัดประเภทมโนทัศน์สำหรับโครงสร้างที่ลดหลั่นตามลำดับชั้น มีผลต่อปริมาณข้อมูลที่นักเรียนมีอยู่ นักเรียนที่มีข้อมูลมากจะสามารถวางตำแหน่งศัพท์ภายในแต่ละระดับชั้นได้มากกว่านักเรียนที่มีความรู้จำกัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีความเข้าใจมโนทัศน์มาก จะยังคงมีมโนทัศน์ติดค้างอยู่ในสมองมาก และสามารถนำมาใช้ในการจัดเรียงได้มาก มโนทัศน์ที่ติดค้างอยู่น้อยชี้ให้เห็นถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้แก่ มโนทัศน์ในเรื่องเลขอาโวกาโดร โมล และกฎอนุรักษ์มวล

โดยสรุปแล้วแผนที่มโนทัศน์มีการนำไปใช้ใน 2 ลักษณะคือ

1.ใช้ในการเรียนการสอน พบว่า ผู้เรียนสามารถสร้างแผนที่มโนทัศน์ได้ (Novak,Gowin and Johnson, 1983) และการสอนให้ผู้เรียนได้รู้จักสร้างแผนที่มโนทัศน์ด้วยตนเอง จะทำให้ผู้สอนรู้ว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหานั้นๆมากน้อยเพียงใด และยังช่วยในการประเมินผลว่า ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถในเรื่องนั้นๆมากน้อยเพียงใด (Tylor , 1985; Fieldsine, 1988; Schreibe and Abegg, 1991) นอกจานี้ยังมีการเปรียบเทียบการสอนโดยให้ผู้เรียนสร้างแผนที่มโนทัศน์กับวิธีสอนแบบดั้นๆ ในข้อค้นพบนั้นยังมีข้อขัดแย้งกัน กล่าวคือ บางคนพบว่าให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน (สุนีย์ สอนตระกูล, 2535; Bodolus, 1987; Pankratius, 1988) บางคนพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน (Carter and Kahle, 1985; Huang, 1991; Lehman, 1985)

2. ใช้ในการพัฒนาหลักสูตร พบว่า แผนที่มโนทัศน์สามารถนำไปใช้การปรับ ปรุงหลักสูตรออกแบบหลักสูตรหรือประมวลรายวิชาได้ ทำให้มองเห็นภาพที่ชัดเจนขึ้น (Brody, 1985 และ Tananone, 1990) แต่การนำไปใช้แผนที่มโนทัศน์ในลักษณะนี้ยังมีน้อยมาก

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นการนำแผนที่มโนทัศน์มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตร โดยนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาพรีเรควิซิทโมเดล และสามารถนำแผนที่มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นนี้ไปใช้ในการจัดเนื้อหาหลักสูตรลงในแต่ละรายวิชา ซึ่งในบางครั้งอาจจะต้องมีการบูรณาการเนื้อหาระหว่างสาขาวิชาหรือระหว่างคณะ แผนที่มโนทัศน์จะช่วยในการบูรณาการให้เกิดความกลมกลืนดีขึ้น

งยวิจัยเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

สกลกิจ นกสกุล (2519: 82-85) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ปัญหาการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" เพื่อค้นหาปัญหาการสอนวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2503 โดยใช้แบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นครูและนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 12 โรงเรียน โดยเป็นครูคณิตศาสตร์ 31 และนักเรียนจำนวน 217 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวนน้อยที่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้มากเท่าที่ควร เนื้อหาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรควรได้รับการปรับปรุงแก้ไข แบบเรียนที่ใช้ ยังมีคุณภาพไม่เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อครูและนักเรียนน้อย ครูจำนวนมากยังใช้วิธีสอนแบบยึดครูเป็นศูนย์กลาง เช่น วิธีสอนแบบบรรยายและยังไม่เห็นคุณค่าของอุปกรณ์การคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ที่สอดคล้องกับเนื้อหา สำหรับการวัดผลครูใช้หลายรูปแบบเพื่อวัดให้ตรงกับความสามารถของนักเรียน

ฤทัย แดงแสงสาง (2521: 89-96) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงของอาจารย์วิทยาลัยครูในกรุงเทพ" เพื่อศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในวิทยาลัยครู เกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนในด้านหลักสูตร วิธีสอน อุปกรณ์ การสอน และการวัดผล กลุ่มตัวอย่างประชากร คือ อาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในวิทยาลัยครู 6 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 70 คน ผลการวิจัยพบว่า อาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในวิทยาลัยครู มีปัญหาในด้านการจัดเวลาไม่เหมาะสมกับเนื้อหาในหลักสูตร นักศึกษามีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ และขาดความรับผิดชอบในงานที่อาจารย์มอบหมาย อาจารย์มีภาระหน้าที่มากไม่มีเวลาพอที่จะสร้างแบบทดสอบที่ดี และต้องการให้มีการอบรมนิเทศการสอนด้านเนื้อหาและวิธีสอน

นิทรา สมสวัสดิ์ (2526: 76-77) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "สภาพการทำงานและความต้องการของครูคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดขอนแก่น" เพื่อศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาเกี่ยวกับหลักสูตร ครูผู้สอนร้อยละ 61 เห็นว่าอัตราเวลาเรียนที่กำหนดในหลักสูตรไม่เหมาะสม ร้อยละ 80 ไม่เห็นด้วยกับการจัดวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาเลือกในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในด้านเนื้อหาวิชาและ

แบบเรียน ครูผู้สอนร้อยละ 80 เห็นว่าเนื้อหาบางหัวข้อยากเกินไป และร้อยละ 61 เห็นว่าแบบเรียนอ่านเข้าใจยาก นอกจากนี้ยังพบว่า มีปัญหาเกี่ยวกับวิธีสอนและนักเรียน โดยครูผู้สอนร้อยละ 59 เห็นว่าการสอนตามแนวใหม่ทำให้เสียเวลามาก ร้อยละ 33 ไม่มีเวลาเตรียมการสอน และวางแผนการสอนร่วมกับผู้ร่วมงาน เกี่ยวกับนักเรียนครูผู้สอนร้อยละ 85 ลงความเห็นว่านักเรียนมีพื้นฐานทางวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

มณฑา วิเศษจิตเลิศ (2528: 53-60) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความคิดเห็นของอาจารย์และนักศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในหมวดวิชาพื้นฐานของวิทยาลัยเอกชนในกรุงเทพมหานคร" เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นอาจารย์ที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 31 คน และนักศึกษาที่เรียนในชั้นปีที่ 3 และ 4 ของคณะบริหารและคณะบัญชี จำนวน 280 คน จากวิทยาลัยเอกชนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบสอบถามการวิจัย พบว่า อาจารย์สอนวิชาคณิตศาสตร์ มีปัญหาเกี่ยวกับความเหมาะสมของเนื้อหาวิชากับเวลาที่ให้ไว้ในหลักสูตร ในการสอนอาจารย์ส่วนใหญ่ใช้วิธีสอนแบบบรรยายโดยมีชอล์คกับกระดานดำเป็นสื่อการเรียนการสอน ไม่ได้นำวิธีการสอนใหม่ ๆ ที่ใช้สื่อการเรียนการสอนมาประกอบใช้ การวัดผลและประเมินผลมีปัญหาเกี่ยวกับแบบทดสอบกับเวลาที่ให้ไม่เหมาะสม นักศึกษามีปัญหาเกี่ยวกับความยากของเนื้อหาวิชา นักศึกษามีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ส่วนใหญ่เคยชินกับการสอนแบบบรรยายมากกว่าแบบอื่น และมีความเห็นว่าอุปกรณ์การเรียนการสอนไม่เพียงพอสำหรับการวัดและประเมินผลมีปัญหาความไม่สม่ำเสมอในการสอน

เอิบศรี ศุขยะเดช (2528: 82-86) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 3 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมช่างอุตสาหกรรม กรมสามัญศึกษา" เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ปัญหาการสอนคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบของครู เพศการอบรมและสาขาวิชาเอก ตัวอย่างประชากรเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม สค 211 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศของกรมสามัญศึกษาจำนวน 133 โรงเรียน ครูผู้สอนจำนวน 133 คน โดยใช้แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่าปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ สค 211 เรียนตามลำดับปัญหาการสอนแต่ละด้านดังนี้ ปัญหาเกี่ยวกับนักเรียน ได้แก่ นักเรียนมีผลการเรียนในระดับต่ำ มีความรู้พื้นฐาน

ไม่พอเพียง และไม่สนใจในการเรียน ปัญหาการใช้อุปกรณ์การสอนได้แก่ โรงเรียนมีอุปกรณ์การสอนไม่เพียงพอ ครูผู้สอนไม่สามารถจัดหาอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและครูผู้สอนขาดความรู้เกี่ยวกับการสร้างและใช้อุปกรณ์ การสอน และขาดงบประมาณในการจัดหาอุปกรณ์ ปัญหาการสอนได้แก่ ครูผู้สอนไม่สามารถหาโจทย์แบบฝึกหัดที่เกี่ยวกับทางช่างอุตสาหกรรมเพิ่มเติมได้ ไม่เข้าใจศัพท์และหน่วยทางช่างอุตสาหกรรม การนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ทางช่างอุตสาหกรรม และการเลือกใช้เทคนิคการสอนและวิธีสอนที่เหมาะสมปัญหาด้านเนื้อหา ได้แก่ การนำลอการิทึม สมการเชิงเส้น สมการกำลังสอง สมการเชิงเส้นสองตัวแปรและสมการเชิงเส้นหนึ่งตัวแปรไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ทางช่างอุตสาหกรรม

นิตยา เลิศวีรนนทรัตน์ (2530: 90-92) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม ตามการรับรู้ของครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย และวิทยาลัยเทคนิค" ตัวอย่างประชากรเป็นครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาจำนวน 100 คน จากวิทยาลัยเทคนิค จำนวน 99 คน รวมทั้งสิ้น 799 คน โดยใช้แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ช่างอุตสาหกรรมมีปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 1 และ 2 ไม่กระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นไม่มีแบบฝึกหัดที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อนโดยเฉพาะเนื้อหามีมากเกินไปไม่เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดให้ เนื้อหาบางตอนยากเกินความสามารถของผู้เรียน ตัวอย่างที่ประยุกต์ใช้ในทางช่างอุตสาหกรรมมีให้น้อย รายละเอียดของเนื้อหาหยาบเกินไป แบบฝึกหัดส่วนใหญ่ยากเกินความสามารถของนักเรียน แบบฝึกหัดประยุกต์ใช้ในทางช่างอุตสาหกรรมน้อยเกินไป แบบฝึกหัดที่สอดคล้องกับเนื้อหา แต่ละตอนไม่เพียงพอตัวอย่างที่ให้ในเนื้อหา บางตอนไม่มีตัวอย่างและแบบฝึกหัดและไม่สอดคล้องกัน

มอร์แกน (Morgan, 1990: 975-988) ได้ทำการวิจัยเรื่องปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ในระดับอุดมศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ ศึกษาปัญหาการเรียนการสอนของนักศึกษาในการใช้ความรู้พื้นฐานทางวิชาคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ถึง 3 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า และวิศกรรมเครื่องกลที่ศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ จำนวน 367 คน และนักศึกษา

ชั้นปีที่ 1 ถึง 3 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและวิศวกรรมเครื่องกล ที่ศึกษาอยู่ในวิทยาลัยเทคนิคต่าง ๆ จำนวน 297 คน โดยใช้แบบทดสอบทางวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 57 ข้อนำไปใช้กับตัวอย่างประชากรโดยที่ไม่ได้บอกให้ทราบล่วงหน้าก่อนว่าจะมีการทดสอบ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักศึกษาที่อยู่ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทำคะแนนสอบผ่านระดับ เอ จำนวน 163 คน นักศึกษาที่อยู่ในวิทยาลัยเทคนิคต่าง ๆ ทำคะแนนสอบผ่านระดับ เอ จำนวน 132 คน นักศึกษาทั้งหมดทำคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ประมาณ ร้อยละ 41 และมีอุปสรรคในการทำข้อสอบเรื่องการอินทิเกรต นักศึกษาไม่สามารถเปลี่ยนแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปที่ใช้สูตรต่าง ๆ ของการบูรณาการได้เรื่องการหาอนุพันธ์ นักศึกษาไม่สามารถหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของฟังก์ชันพีชคณิตที่อยู่ในรูปผลคูณได้ เรื่องการหาอนุพันธ์โดยใช้กฎลูกโซ่ นักศึกษาไม่สามารถแทนค่าฟังก์ชันประกอบได้ เรื่องการหาอนุพันธ์ย่อย นักศึกษาใช้สูตรของอนุพันธ์ต่าง ๆ ผิดพลาด เมื่อต้องแทนค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งให้เป็นค่าคงที่ เรื่องเมทริกซ์ นักศึกษาไม่สามารถหาเมทริกซ์ผกผันขนาด 2 X 2 ได้ เรื่องลอการิทึมนักศึกษาใช้กฎของลอการิทึมผิดพลาด เรื่องจำนวนเชิงซ้อนนักศึกษาหาค่าผลคูณจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วผิดพลาด และหาค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติที่มีขนาดของมุมมากกว่า 360 องศาผิดพลาด

จากงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วจึงพอสรุปได้ว่าในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นมีปัญหาในด้านต่างๆดังนี้

1.การจัดเนื้อหาในแต่ละวิชายังไม่กับเหมาะสมเวลาที่สอน มักจะจัดเนื้อหามากเกินไป (ฤทัย แดงแสงสง, 2521; นิทรา สมสวัสดิ์, 2526; มณฑา วิเศษจิตเลิศ, 2528; นิตยา เลิศวีรนนทรัตน์, 2530)

2.มีลักษณะเนื้อหาค่อนข้างยาก ทำให้ยากแก่การทำความเข้าใจ (มณฑา วิเศษจิตเลิศ, 2528; นิทรา สมสวัสดิ์, 2526; นิตยา เลิศวีรนนทรัตน์, 2530; Morgan ,1990) สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับมหาวิทยาลัยที่ผู้เรียนประสบปัญหา ได้แก่ เรื่อง การประยุกต์ของการทิเกรต การประยุกต์ของอนุพันธ์ในเรื่องของสูงสุดต่ำสุด กฎลูกโซ่ และการหาอนุพันธ์ย่อย (Morgan, 1990)

3. ความรู้พื้นฐานของผู้เรียนยังไม่ดี (ฤทัย แดงแสงสง, 2521; นิทรา สมสวัสดิ์, 2526; เอิบศรี ศุขยะเดช, 2528)

จากปัญหาดังกล่าว ในการจัดเนื้อหาลงไปในแต่ละวิชาจึงต้องมีการวิเคราะห์อย่างละเอียด เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับเวลาที่สอน จากธรรมชาติของเนื้อหาที่มีลักษณะค่อนข้างยากอยู่แล้ว จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ผู้เรียน ได้มองระบบความสัมพันธ์ของเนื้อหาในเชิงภาพรวมให้ชัดเจนก่อนที่จะเรียนในส่วนย่อยๆ งานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยจึงได้เน้นกระบวนการในการสร้างภาพรวมของแต่ละวิชา หน่วย หรือ กลุ่มวิชาให้เกิดความชัดเจนในตัวผู้เรียนมากขึ้น

สำหรับในหัวข้อหลายหัวข้อที่มีปัญหานั้น ในการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องรู้ว่าเรื่องใดควรเน้นมาก เรื่องใดควรเน้นน้อย เรื่องใดผู้เรียนควรจะไปค้นคว้าเอง สิ่งเหล่านี้ไม่ควรให้ผู้สอนเป็นผู้กำหนดแนวทางแต่ฝ่ายเดียว ข้อมูลจากผู้เรียนควรนำมามีส่วนร่วมในการกำหนดแนวทางของผู้สอนด้วย ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์อิทธิพลหรือผลกระทบระหว่างหัวข้อที่คิดว่าเป็นพื้นฐานของกันและกันเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนได้รู้ว่าเรื่องใดควรเน้น ไม่ควรเน้น

งานวิจัยที่เกี่ยวกับพื้นฐานเดิมและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาต่อไป

พิศเพลิน เขียวหวาน (2520: 61-68) ได้ทำการวิจัย เพื่อหาองค์ประกอบบางประการที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้คะแนนสัมฤทธิ์ผลในวิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทยเป็นตัวเกณฑ์ และองค์ประกอบทางด้านนักเรียนองค์ประกอบทางด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคมครอบครัว และองค์ประกอบทางด้านโรงเรียน เป็นตัวพยากรณ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั่วประเทศจำนวน 585 คนรวมทั้งบิดามารดาผู้ปกครองและอาจารย์จำนวน 80 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. องค์ประกอบทางด้านนักเรียน ได้แก่พื้นฐานความรู้เดิม อายุ สุขภาพหรือน้ำหนักของนักเรียน ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 24

2. องค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจและสังคมครอบครัว ได้แก่รายได้ของครอบครัว ถิ่นที่ตั้งของบ้าน การพูดภาษาไทยกลางที่บ้าน และการฟังวิทยุร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 9

3. องค์ประกอบทางด้านโรงเรียน ได้แก่ความเห็นของครูต่อความสามารถของนักเรียน จำนวนคาบของครูที่สอนใน 1 สัปดาห์ พื้นที่ห้องเรียนต่อนักเรียน 1 คน วุฒิของครู และอัตราส่วนนักเรียนต่อครู 1 คน สามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 23

4. องค์ประกอบทางด้านนักเรียน องค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และครอบครัว และองค์ประกอบทางด้านโรงเรียน ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 39

กรรณิการ์ จันทหิรัญ (2523: 49-50) ได้ศึกษาถึงประสิทธิผลของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 110 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 113 คน พบว่า

1.พื้นฐานความรู้พื้นฐานเดิมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.ทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.องค์ประกอบด้านการสอนเสริม มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ

4.สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับตัวทำนายที่เพิ่มขึ้นทีละตัว โดยเริ่มจาก ความรู้พื้นฐานเดิม ทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการสอนซ่อมเสริม มีค่าเป็น 0.5872 0.6124 และ 0.6222 ตามลำดับ และพบว่าทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ตัวทำนายทั้งสามตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้คิดเป็นร้อยละ 38.72

อรพิน ชูชม (2523 : 93) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นฐานความรู้เดิม สภาพแวดล้อมทางบ้าน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ทักษะการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทั้ง 3 โปรแกรมการเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,146 คน พบว่า พื้นความรู้เดิมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 โปรแกรมการเรียน

ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา (2524: 23-26) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์โปรแกรม 1 กับ โปรแกรม 2 ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 787 คน พบว่าความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนักเรียนที่เรียนโปรแกรม 1 และ โปรแกรม 2 และผลจากการเปรียบเทียบพบว่านักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์โปรแกรม 1 มีความรู้พื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่เรียนโปรแกรม 2

วัลลภา แนวจำปา (2527) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรม ความคิดสร้างสรรค์ และความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 10 โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 351 คน ผลการวิจัยพบว่า ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวก และคะแนนความสามารถทางด้านเหตุผลเชิงนามธรรมคะแนนความคิดสร้างสรรค์ และคะแนนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 10 ได้

บลูม (Bloom 1976: 42, 167-169) ได้รายงานถึงผลการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ในปีที่ X+1 กับปีที่ X โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนตั้งแต่เกรด 1 ถึงเกรด 5 และเกรด 6 ถึงเกรด 8 พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.74 และ 0.73 ตามลำดับ เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในปีที่ X+2 กับปีที่ X ของนักเรียนตั้งแต่เกรด 1 ถึงเกรด 5 และนักเรียนเกรด 9 ถึงเกรด 12 ปรากฏว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.71 และ 0.68 ตามลำดับ และบลูมได้สรุปว่า ความรู้พื้นฐานของนักเรียนเป็นตัวแปรหนึ่ง ที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตอนปลายเทอมได้ถึงร้อยละ 50

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า

1. ความรู้พื้นเดิมก่อนที่จะเรียนวิชาหนึ่งๆ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชานั้น (กรรณิการ์ จันทหิรัญ, 2523; อรพิน ชูชม, 2523; ทรงวิทย์ สุวรรณชาคา, 2524; วัลลภา แนวจำปา, 2527; Bloom, 1976)

2. ความรู้พื้นฐานเดิมก่อนที่จะเรียนวิชาหนึ่งๆ สามารถทำนาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชานั้นๆได้ (พิศเพลิน เขียวหวาน, 2520; วัลลภา แนวจำปา, 2527 ; Bloom, 1976)

จากงานวิจัย วิจัยดังกล่าวพบว่าพื้นฐานเดิมมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ให้ความสำคัญของพื้นฐานเดิมอย่างมากเช่นเดียวกัน แต่การมองพื้นฐานเดิมนั้นเป็นการมองเจาะลึกลงไปในเนื้อหาของแต่ละวิชา ไม่ใช่เป็นการมองวิชาต่อวิชา แต่เป็นการมองมโนทัศน์ต่อมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวทางในการศึกษาของงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยเปลี่ยนหน่วยของการวิเคราะห์ (Unit of Analysis) เป็นมโนทัศน์ และการศึกษาถึงความสัมพันธ์และอิทธิพลระหว่างมโนทัศน์ ที่เป็นพื้นฐานของกันและกัน แต่ความสัมพันธ์นั้นผู้วิจัยได้มองลึกลงไปอีกว่าเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

งานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์เส้นทาง

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์เส้นทางพบว่า ส่วนมากรูปแบบการวิจัยจะคล้ายกัน สิ่งที่ต่างออกไปคือ ตัวแปรในโมเดล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และ ตัวแปรตามสุดยอด (Ultimate Dependent Variable) จากงานวิจัยที่หลากหลายนี้ ผู้วิจัยจึงขอเลือกงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์เส้นทางเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีส่วนแตกต่างกันในประเด็นของตัวแปร กลุ่มตัวอย่างและวิชาที่นำมาทดสอบ ตลอดจนข้อค้นพบ พอสังเขปดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2524: 19) ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบของผลการเรียนในโรงเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1415 คน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง ผลการวิจัยพบว่า

1. ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุ ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลการเรียนคือ พื้นฐานความรู้เดิม ความถนัด มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง และคุณภาพการสอน

2. ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อผลการเรียน คือ เวลาที่ใช้ในการเรียน

3.ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อผลการเรียน คือ ความสนใจและ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ปาจรีย์ วัชชวัลคุ (2527: 68-70) ได้ทำการวิจัยเรื่อง อิทธิพลขององค์ประกอบด้าน ลักษณะของนักเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้านและสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ในเขตกรุงเทพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ หารูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลขององค์ประกอบด้านลักษณะนักเรียน องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน และองค์ประกอบด้านสภาพ-แวดล้อมทางโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 617 คน เครื่องมือที่ใช้ คือแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบสอบถามมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง แบบสอบถามทัศนคติต่อวิชาที่เรียน แบบสอบถามคุณภาพของการสอน แบบสอบถามสภาแวดล้อมทางบ้าน แบบสำรวจพฤติกรรมความเป็นผู้นำด้านวิชาการของครูใหญ่ และแบบสอบถามมาตรฐานวัดความถนัดทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) ผลการวิจัยสรุปว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมได้แก่ความเป็นผู้นำด้านวิชาการของครูใหญ่ คุณภาพของการสอน มโนภาพเกี่ยวกับตนเองและทัศนคติต่อวิชาที่เรียน โดยที่ ความเป็นผู้นำด้านวิชาการของครูใหญ่และคุณภาพของการสอน ส่งผลทางตรงเชิงนิเสธต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตัวแปรที่มีอิทธิผลในรูปที่เป็นสาเหตุต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทางตรงได้แก่ความรู้พื้นฐานเดิม และความสัมพันธ์ภายในครอบครัว โดยที่ความสัมพันธ์ภายในครอบครัวจะส่งผลทางตรงเชิงนิเสธต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทางอ้อม ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ความถนัดทางการเรียน และฐานะทางเศรษฐกิจ

ธีรพงษ์ แก่นอินทร์ (2531: ง) ทำการวิจัยเพื่อ วิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรบางตัว กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 4 จำนวน 404 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1.ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ คือ ความถนัดในการเรียนภาษาต่างประเทศ ความสนใจในภาษาอังกฤษ แรงจูงใจเพื่อการใช้ประโยชน์ และฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม

2. ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ คือ ความรู้พื้นฐานเดิม

3. ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ กิจกรรมภาษาอังกฤษนอกชั้นเรียน กิจนิสัยในการเรียน แรงจูงใจเพื่อการบูรณาการ การส่งเสริมในการเรียนภาษอังกฤษในครอบครัว และคุณภาพการสอน

ประสงค์ ต่อโชติ (2533: 95-100) ทำการวิจัยเพื่อ ศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบด้านคุณลักษณะการเรียน ลักษณะครู และสภาพแวดล้อมทางบ้าน กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรมสามัญศึกษา 11 จำนวน 432 คน วิเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้วิเคราะห์เส้นทาง ผลการวิจัยพบว่า

1.ตัวแปรที่มีอิทธิพลที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์คือ ทักษะทางการเรียน เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ และความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์

2. ตัวแปรที่มีอิทธิพลที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ คือ ความสามารถในการตีความจากข้อมูลหรือกราฟ และความสามารถในการคำนวณ

3.ตัวแปรที่มีอิทธิพลที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและอ้อม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการรียนในวิชาฟิสิกส์ คือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ฐานะทางเศรษฐกิจ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัวคุณภาพการสอน เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์การสอนของครู และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู

สุนันทา ประไพตระกูล (2535) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรคัดสรรกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ วิเคราะห์ ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบด้านนักเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้าน ครู และสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างประชากรคือ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 663 คนและครูที่ทำการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 28 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า

1. ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

2. ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปสาเหตุทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว การส่งเสริมการเรียนของผู้ปกครอง รายได้ของผู้ปกครอง และเพศของนักเรียน

3.ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือคุณภาพการสอน ขนาดของโรงเรียน ระดับการศึกษาของครู แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์

ประสาท อิศรปรีดาและวิณา วีสเพ็ญ (2536 16-24) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมรถภาพทางสติปัญญาด้านการคิดตามแนวของเพียเจท์ กับความพร้อมและผลสัมฤทธิ์ในการอ่านของเด็กเริ่มเรียน โดยผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์เส้นทางในการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่นักเรียนเริ่มที่เข้าเรียนในชั้นประถมปีที่ 1 ที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง และมีอายุระหว่าง 72- 80 เดือน ในโรงเรียนประถมศึกษาในเขตอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด และกาฬสินธุ์ สำหรับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่นักเรียนที่เริ่มเข้าเรียนในชั้นประถมปีที่ 1 ทั้ง 4 จังหวัด จำนวน 136 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามรถทางสติปัญญาด้านการคิดทุกตัวมีอิทธิพลทางตรงต่อความพร้อมในการอ่าน และมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ในการอ่าน ยกเว้นเต่เฉพาะ ความสามารถในการคิดแบบสัมพันธ์กลุ่มเท่านั้น ที่ไม่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ในการอ่าน

เทวารี (Tewari, 1980: 5351-A) ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทางเพื่อศึกษาถึงอิทธิผลของตัวแปรต่างๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน (Basic Mathematics) โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษามหาวิทยาลัยในรัฐเวอร์จิเนีย จำนวน 341 คน พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปแบบที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา

กลาสแมนและบิเนียนอร์ (Glassman and Biniaminor, 1981: 536-537) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเรียนของนักเรียนในระดับประถมศึกษา โดยศึกษาองค์ประกอบด้าน ภูมิหลังของนักเรียน ด้านทัศนคติของนักเรียน ด้านสภาพโรงเรียน ด้านครูผู้สอน และด้านผลการเรียนของนักรียน ผลการวิจัยสรุปว่า

1. ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อผลการเรียน คือตัวแปรด้านครูผู้สอน และทัศนคติของนักเรียน

2. ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อผลการเรียน คือ สภาพของโรงเรียน ลักษณะ ภูมิหลังของนักเรียน

อีทิงตันและวอลเฟิล (Ethington and Wolfle, 1984: 361-377) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของความแตกต่างระหว่างเพศในรูปแบบเชิงสาเหตุต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยนำตัวแปรที่เกี่ยวข้องมาศึกษา ประกอบด้วยพื้นฐานความรู้เดิม เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วยชาย 6058 คน นักเรียนหญิง 7115 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร โดยใช้การวิเคราะห์โครงสร้างแบบลิสเรล (LISREL) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าชาย และพบว่า ความแตกต่างระหว่างเพศมีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงและทางอ้อมต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยผ่านมาทางพื้นฐานความรู้เดิม เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์

วอลเบิร์กและคณะ (Walberg and Others, 1984: 638-646) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับ 5-8 จำนวน 882 คน ใช้การวิเคราะห์โครงสร้างแบบลิสเรล ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ คุณภาพการสอน ส่วนตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือสภาพแวดล้อมทางบ้าน สื่อการเรียนการสอน และเวลาที่ใช้สอน

ฟรานซ์และปีเตอร์ (France and Peter, 1995: 294-307) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง เพศ ความเชื่อ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรซ่อมเสริมระดับวิทยาลัย ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุ เพื่อจะวิเคราะห์โดยใช้สมการโครงสร้างหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ โดยเริ่มพิจารณาจากประสบ-

การณ์และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนจบมาในชั้นสูงสุด และทักษะคณิตศาสตร์ที่ได้รับหลังจากได้เรียนจบในระดับนั้นมาแล้ว ว่าจะมีความสัมพันธ์กับความเชื่อ ในวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่ รวมทั้งความสัมพันธ์ที่เกี่ยวกับคุณลักษณะส่วนตัว กับคะแนนทางวิชาคณิตศาสตร์ด้วย ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ ผู้วิจัยคิดว่าจะมีผลกระทบต่อ เกรดในวิชาคณิตศาสตร์ในตอนปลายภาค ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการวิจัยที่ มหาวิทยาลัย ทางการวิจัย แห่งหนึ่งใน Mid-West ของสหรัฐอเมริกา โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 236 คน ที่ลงทะเบียนวิชาคณิตศาสตร์ซ่อมเสริม ซึ่งไม่มีหน่วยกิต ประกอบด้วย ชาย 141 คน และหญิง 95 คน พบว่า รูปแบบเชิงสาเหตุ ของชายและหญิง ซึ่งมีตัวแปรชุดเดียวกัน มีรูปแบบที่แตกต่างกันแสดงให้เห็นว่าเพศมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ซ่อมเสริม

โดยสรุปแล้วการวิจัยที่เกี่ยวกับ รูปแบบเชิงสาเหตุนี้มักจะนิยมคัดเลือกตัวแปรมาชุดหนึ่ง แล้วผู้วิจัยทำการสร้างรูปแบบเชิงสาเหตุ ของตัวแปรชุดนี้ และในรูปแบบนั้นในกลุ่มของตัวแปรภายในจะมีตัวแปรตามสุดยอด (Ultimate Dependent Variable) อยู่ตัวหนึ่ง จากงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ พบว่า ตัวแปรตามสุดท้ายเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นส่วนใหญ่ (บุญชม ศรีสะอาด, 2524; ปาจรีย์ วัชชวัลคุ, 2527; ธีรพงษ์ แก่นอินทร์, 2531; ประสงค์ ต่อโชติ, 2533; ประสาท อิศรปรีคาและวิณา วิสเพ็ญ, 2536; Tewari, 1980; Glassman and Biniaminor, 1981; Ethington and Wolfle, 1984; Walberg and Others, 1984; France and Peter, 1995)

สำหรับในรูปแบบเชิงสาเหตุนั้น ตัวแปรที่เป็นสาเหตุอาจเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ โดยที่ตัวแปรสาเหตุจะเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมาแล้ว จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ตัวแปรสาเหตุที่เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ พื้นฐานความรู้เดิม (บุญชม ศรีสะอาด, 2524; ปาจรีย์ วัชชวัลคุ, 2527; ธีรพงษ์ แก่นอินทร์, 2531; ประสงค์ ต่อโชติ, 2533; Tewari, 1980; Ethington and Wolfle, 1984; France and Peter, 1995) แสดงให้เห็นว่าพื้นฐานความรู้เดิมนั้นมีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ความรู้ในส่วนนั้นเป็นพื้นฐาน