

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยขอเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการวิจัยการพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกลการพัฒนาสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ ในประเด็นต่อไปนี้ (1) แนวคิดของการฝึกอบรมทางไกลการพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ (2) การพัฒนาการฝึกอบรมทางไกล “การพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ : การเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีแก้ปัญหา (3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ (4) กรอบแนวคิดทฤษฎีของการฝึกอบรมทางไกลการพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์

รายละเอียดของแต่ละประเด็น มีดังนี้

1. แนวคิดของการฝึกอบรมทางไกลการพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์

การฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ในปัจจุบันไม่นิยมใช้วิธีบรรยายความรู้ให้ครูจำนวนหนึ่งฟัง (lecture-based approach) ณ สถานที่ที่กำหนด มีการนำวิธีการฝึกอบรมทางไกลซึ่งครูสามารถเรียนรู้และพัฒนาสมรรถนะการเป็นครูอาชีพควบคู่ไปกับการจัดการสอนตามปกติของครูได้ (Devlin, 1993: 254-268., Castle, and Aichele, 1994: 1-8) ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยเสนอแนวคิดการฝึกอบรมทางไกล โดยครอบคลุมหัวข้อ (1) ความหมายและความสำคัญของการฝึกอบรมทางไกล (2) ประเภทของการออกฝึกอบรมทางไกล (3) การเลือกรูปแบบการฝึกอบรมทางไกล รายละเอียดแต่ละประเด็นมีดังนี้

1.1 ความหมายและความสำคัญของการฝึกอบรมทางไกลการพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ รองศาสตราจารย์ ดร.นิคม ทาแดง (2537) ให้ความหมายการฝึกอบรมทางไกลคือการถ่ายทอดประสบการณ์ ทักษะ และความคิดแก่กลุ่มบุคคลให้สามารถคิดและทำงานให้บรรลุเป้าหมายเดียวกันได้ โดยถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ผ่านระบบสื่อประสมมากกว่าวิธีการฝึกอบรมแบบเผชิญหน้าระหว่างผู้ให้การฝึกอบรมกับผู้รับการฝึกอบรม โดยนัยเดียวกันการฝึกอบรมทางไกลพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ หมายถึงการถ่ายทอดความรู้ ความคิด และประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแก้ปัญหาให้กับกลุ่มครูคณิตศาสตร์ผ่านระบบสื่อประสม เพื่อให้ครูสามารถศึกษาและเรียนรู้โดย

อิสระตามลำพังและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้

การฝึกอบรมทางไกลพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาความชำนาญเฉพาะด้านที่เป็นปัญหาหรือเป็นสิ่งใหม่เพื่อให้ครูคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ทันที การฝึกอบรมทางไกลพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญดังนี้

1) การปฏิรูปหลักสูตรและการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มุ่งให้ผู้เรียนใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจความคิดรวบยอด ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ครูยังไม่เปลี่ยนพฤติกรรมการสอน ครูยังคงสอนตามแบบเรียน โดยเน้นการจำและคิดคำนวณตามสูตร การฝึกอบรมทางไกลภายใต้แนวคิดการสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructive learning) สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ เพราะสอดคล้องปรัชญาการเรียนรู้ตลอดชีวิต ส่งเสริมให้ครูสามารถสร้างความคิดใหม่และวิธีการใหม่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนักเรียนของครู เปิดโอกาสให้ครูได้นำความรู้และประสบการณ์เฉพาะทางที่จัดไว้อย่างเป็นระบบในชุดฝึกอบรมทางไกลไปใช้พัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนอย่างเป็นอิสระและต่อเนื่องเพื่อพัฒนาความเป็นวิชาชีพด้วยตนเอง (professional autonomy) คาสเทิลและไอซ์ซีลี (Castle and Aichele, 1994: 4) กล่าวว่า ความเป็นวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นได้ด้วยการมีคนอื่นบอกให้รู้ แต่ต้องเป็นสิ่งที่ตัวครูสร้างขึ้นด้วยตนเองจากการประยุกต์ความรู้และประสบการณ์ใหม่เข้าไปใช้กับการจัดการสอนตามปกติของครู กล่าวได้ว่าการฝึกอบรมทางไกลช่วยพัฒนาครูให้มีสมรรถนะตามที่สังคมต้องการ

2) รูปแบบการฝึกอบรมแบบดั้งเดิมเน้นวิทยากรเป็นศูนย์กลางและมักใช้วิธีบรรยายเป็นวิธีการหลักในการถ่ายทอดความรู้ การฝึกอบรมทางไกลภายใต้แนวคิดผู้รับการฝึกอบรมเป็นศูนย์กลาง (trainee-centred) ให้มีความสำคัญกับกิจกรรมการฝึกอบรมเกี่ยวกับคิดไตร่ตรองย้อนทวน (reflective thinking) เกี่ยวกับการสอนที่ดี (thinking about good teaching) และการสอนที่มีความหมายต่อผู้เรียน วิธีฝึกอบรมทางไกลที่คู่ขนานไปกับภารกิจการสอนตามปกติของครูคณิตศาสตร์ ช่วยให้ครูได้เปลี่ยนมุมมองและครุ่นคิดอย่างลึกซึ้ง (insight) ถึงพฤติกรรมการสอนของตนและผลที่เกิดกับผู้เรียน จนเกิดแรงบันดาลใจจากภายในใจของตัวเองที่จะปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนและต้องการเห็นผลเชิงประจักษ์ การฝึกอบรมทางไกลจึงเป็นปัจจัยสำคัญให้ครูนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปสู่การปฏิบัติ (Cooney, Thomas J., 1994: 17)

3) การฝึกอบรมแบบดั้งเดิมมิได้ให้ความสำคัญกับความเชื่อของครูที่มีต่อคณิตศาสตร์ ต่อวิธีเรียนรู้คณิตศาสตร์และต่อผู้เรียน ความเชื่อเหล่านี้จะสะท้อนให้เห็นได้จากพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน รูปแบบการฝึกอบรมทางไกลให้ครูคณิตศาสตร์จึงสอดคล้อง

เรื่องการให้ครูกิจไต่ตรงความเชื่อของตนเองที่มีต่อคณิตศาสตร์ (Weissglass, 1994: 67-71; Thompson, 1992:131-139) การฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์จะได้ผลก็ต่อเมื่อครูเปลี่ยนความเชื่อในมุมมองที่แคบต่อคณิตศาสตร์ เช่น “คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากมากสำหรับนักเรียนที่จะทำความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ครูจึงต้องสอนด้วยการบอก” เป็นมุมมองที่กว้างขึ้น เช่น การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จะส่งผลให้ครูเกิดความต้องการที่จะเปลี่ยนพฤติกรรมการสอน

4) การฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์เน้นการใช้สื่อฝึกอบรมในรูปแบบสื่อประสมทั้งสื่อสิ่งพิมพ์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์แบบต่าง ๆ (Hatfield, and Bitter, 1994: 102-106) แนวคิดนี้สอดคล้องกับการฝึกอบรมทางไกลที่สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีการสื่อสารและโทรคมนาคมได้เต็มที่ เป็นผลให้กระบวนการฝึกอบรมแบบเผชิญหน้าที่ต้องรวบรวมผู้รับการฝึกอบรมไปยังสถานที่เดียวกันเพื่อรับการฝึกอบรม กลายเป็นกระบวนการที่ไม่คุ้มค่าในด้านเวลา ทรัพยากร และแรงงานที่ใช้ นอกจากนี้การฝึกอบรมแบบเผชิญหน้ายังมีความเชื่อมโยงไม่ทันกับความเจริญรุดหน้าของวิทยาการต่าง ๆ (นิคม ทาแดง 2537: 112-113) การพัฒนาการฝึกอบรมทางไกลที่สอดคล้องและเหมาะสมกับบริบทขององค์กรจึงเป็นแนวทางที่ถูกต้องในการพัฒนาครูประจำการ

5) การฝึกอบรมทางไกลเพื่อพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ในลักษณะโครงการความร่วมมือระหว่างคณะศึกษาศาสตร์ ที่จัดการศึกษาในระบบทางไกลกับโรงเรียน โดยจัดกิจกรรมการฝึกอบรมทางไกลให้สอดคล้องไปกับภารกิจการสอนตามปกติของครู ขึ้นตอนสำคัญประกอบด้วย (1) มหาวิทยาลัยพัฒนาหลักสูตรและชุดฝึกอบรม (2) การเลือกกลุ่มครูแกนนำและให้การฝึกอบรม (3) การส่งเสริมครูแกนนำขยายผลการนำความรู้และประสบการณ์ไปสู่การปฏิบัติในชั้นเรียน และเป็นพี่เลี้ยงให้ครูในโรงเรียน และ (4) การขยายผลไปสู่โรงเรียนอื่น (Wallace, Cederberg and Allen, 1994: 234-240) การฝึกอบรมทางไกลช่วยพัฒนาครูคณิตศาสตร์และโรงเรียนให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของวิทยาการด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1.2 ประเภทของการฝึกอบรมทางไกล การจัดประเภทของการฝึกอบรมทางไกลตามระบบสื่อของการฝึกอบรม แบ่งได้ 3 ประเภท คือ การฝึกอบรมทางไกลประเภทโครงสร้างสื่อหลัก-สื่อเสริม ประเภทโครงสร้างเดี่ยว และประเภทการฝึกอบรมทางไกลร่วมมือ (นิคม ทาแดง 2537: 114-117)

1.2.1 การฝึกอบรมทางไกลประเภทโครงสร้างสื่อหลัก-สื่อเสริม เป็นระบบการฝึกอบรมทางไกลที่ยึดสื่อใดสื่อหนึ่งเป็นสื่อหลักเพื่อบรรจุเนื้อหาสาระ ทักษะและประสบการณ์ต่าง ๆ

ที่ต้องการถ่ายทอดทั้งหมดลงในสื่อหลักนี้ แล้วเสริมจุดอ่อนของสื่อหลักด้วยสื่อเสริมที่เหมาะสมในลักษณะต่าง ๆ ตามความจำเป็น การฝึกอบรมทางไกลประเภทนี้ จำแนกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1) การฝึกอบรมทางไกลที่ใช้สื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลัก เป็นการฝึกอบรมทางไกลที่พัฒนาเอกสารชุดฝึกอบรมประกอบด้วยประมวลสาระและแนวการศึกษาให้ผู้รับการฝึกอบรมได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมหรือฝึกทักษะได้โดยอิสระตามความสามารถของแต่ละบุคคล อย่างไรก็ตามสื่อสิ่งพิมพ์เหมาะกับการถ่ายทอดประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูล ข่าวสาร และความรู้ เช่น ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอดหรือหลักการ สื่อสิ่งพิมพ์มีความจำกัดในการถ่ายทอดประสบการณ์ที่เป็นกระบวนการคิดขั้นสูงหรือการปฏิบัติ จึงจำเป็นต้องมีสื่อเสริมเพื่อเติมเต็มในส่วนที่สื่อสิ่งพิมพ์ถ่ายทอดได้ไม่ชัดเจนหรือไม่สมบูรณ์ สื่อเสริมอาจประกอบด้วย (ก) สื่อโสตทัศน์ เช่น รายการวิทยุโทรทัศน์ (ข) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชิตีภาพและเสียง (ค) ปฏิสัมพันธ์โดยสื่อสาร โทรคมนาคม เช่น e-Learning (ง) ปฏิสัมพันธ์โดยบุคคล เช่น การฝึกปฏิบัติแบบเผชิญหน้า

2) การฝึกอบรมทางไกลที่ใช้สื่อโสตทัศน์เป็นสื่อหลัก เป็นการฝึกอบรมทางไกลที่ถ่ายทอดเนื้อหาสาระ ประสบการณ์ ทักษะและเจตคติโดยสื่อโสตทัศน์ และเสริมเติมเต็มส่วนที่ไม่ชัดเจนด้วยสื่ออื่น ๆ ตามความเหมาะสม เช่น ถ้าผู้อบรมอยู่กระจัดกระจายอาจฝึกอบรมทางไกลโดย (ก) ใช้รายการวิทยุโทรทัศน์เป็นสื่อหลัก และ (ข) ใช้รายการวิทยุกระจายเสียงเป็นสื่อหลัก

ถ้าการฝึกอบรมทางไกลนั้นต้องการให้ผู้ฝึกอบรมควบคุมการใช้สื่อและบริหารเวลาการฝึกอบรมด้วยตนเอง อาจจัดการฝึกอบรมทางไกลโดย (ก) ใช้เทปบันทึกเสียงเป็นสื่อหลัก (ง) ใช้เทปบันทึกภาพเป็นสื่อหลัก และ (จ) ใช้สื่อเทคนิคโสตทัศน์ (audio-vision) เป็นสื่อหลัก อย่างไรก็ตามการฝึกอบรมทางไกลที่ใช้สื่อโสตทัศน์ทั้ง 5 ประเภทข้างต้นต้องมีสื่อเสริมตามความเหมาะสมของแต่ละประเภท สื่อเสริม อาจเป็น สื่อสิ่งพิมพ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และเครือข่ายสื่อสารและโทรคมนาคม การปฏิสัมพันธ์โดยสื่อ และการปฏิสัมพันธ์โดยบุคคล

1.2.2 การฝึกอบรมทางไกลประเภทโครงสร้างเดี่ยว เป็นการฝึกอบรมที่สื่อทุกสื่อซึ่งนำมาใช้มีบทบาทเป็นสื่อหลัก ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องศึกษาและปฏิบัติตามสื่อที่จัดไว้ทั้งหมดตามลำดับ การฝึกอบรมทางไกลประเภทนี้ แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1) การฝึกอบรมทางไกลรายบุคคล แต่ละบุคคลจะศึกษาและฝึกปฏิบัติเป็นเอกเทศด้วยตนเองคนเดียวตั้งแต่ต้นจนจบ เนื้อหาสาระ ทักษะและประสบการณ์ต้องเอื้อต่อการออกแบบเป็นงานหรือกิจกรรมที่เรียนรู้ได้เป็นรายบุคคล

2) การฝึกอบรมทางไกลแบบกลุ่มกระจาย เป็นการฝึกอบรมเพื่อฝึกทักษะเฉพาะด้านที่เป็นงานละเอียดหรือมีอันตราย ฝ่ายจัดการฝึกอบรมต้องพัฒนาชุดฝึกอบรมและจัดเตรียมวิทยากรประจำกลุ่มเป็นผู้ให้การฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมอาจประกอบด้วย ภาพชุด เทปเสียง ชุดทดลองและชุดเครื่องมือ

3) การฝึกอบรมทางไกลแบบกลุ่มเครือข่าย เป็นการฝึกอบรมที่มีการติดต่อสื่อสารและให้การฝึกอบรมผ่านเครือข่ายสื่อสารและโทรคมนาคม เช่น การฝึกอบรมผ่านระบบ e-Learning

1.2.3 การฝึกอบรมทางไกลร่วมมือ เป็นการฝึกอบรมที่มีการร่วมมือกันระหว่างสถาบันการฝึกอบรมและองค์กรของผู้รับการฝึกอบรม โดยร่วมมือกันตั้งแต่ขั้นวางแผน ขั้นพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม ขั้นดำเนินการฝึกอบรม ขั้นติดตามและประเมินผล

การฝึกอบรมทางไกลแบบร่วมมือมี 5 ประเภท คือ การฝึกอบรมทางไกลแบบร่วมมือที่ใช้ (ก) สื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลัก (ข) สื่อโสตทัศนเป็นสื่อหลัก (ค) ชุดฝึกอบรมแบบกลุ่มกระจาย (ง) ชุดฝึกอบรมรายบุคคล และ (จ) ชุดฝึกอบรมแบบกลุ่มเครือข่ายสื่อสารและโทรคมนาคม

1.3 การเลือกรูปแบบการฝึกอบรมทางไกล การพิจารณาว่าจะใช้รูปแบบการฝึกอบรมทางไกลในประเภทใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ดังนี้

เชียร์เรอร์ (Shearer, Rick., 2003: 275-293) กล่าวถึงปัจจัยที่ต้องพิจารณาเพื่อเลือกรูปแบบการฝึกอบรมทางไกล ประกอบด้วย (1) ความพอดีระหว่างความเป็นอิสระของผู้เรียนและการถูกควบคุม (2) ปฏิสัมพันธ์ (3) โอกาสแห่งการเรียนรู้ (4) ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล และ (5) เทคโนโลยีที่ใช้ในการฝึกอบรมทางไกล

1) ความพอดีระหว่างความเป็นอิสระของผู้เรียนและการถูกควบคุม โครงสร้างของการฝึกอบรม เช่น เป้าหมายของการฝึกอบรม ลักษณะงานหรือกิจกรรมที่มอบหมาย ลำดับขั้นในการศึกษาและปฏิบัติงาน กำหนดเวลาในการประเมิน สิ่งเหล่านี้เป็นตัวกำหนดว่าการฝึกอบรมทางไกลนั้น ผู้เข้าฝึกอบรมมีอิสระและต้องนำตนเองในการเรียนรู้เพียงใด หรือต้องเรียนรู้ภายใต้โครงสร้างที่กำหนดให้

ความพอดีระหว่างความเป็นอิสระของผู้เรียนและการถูกควบคุมจึงเป็นความพอดี (balance) ระหว่างทางเลือกในการเรียนรู้โดยอิสระ (independence) ศักยภาพ (power) ของผู้เรียน และการได้รับการสนับสนุน (support)

ศักยภาพของผู้เรียนเป็นคุณลักษณะเชิงจิตวิทยาของผู้เรียนที่มีส่วนทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องการเข้าไปมีส่วนในการศึกษาและปฏิบัติ คุณลักษณะเหล่านี้ เช่น แรงจูงใจ ความเชื่อ เจตคติ วุฒิภาวะทางอารมณ์ และแบบของการคิด (cognitive style) เป็นต้น

การได้รับการสนับสนุน หมายถึง การได้รับการสนับสนุนจากครอบครัว สถานะทางการเงินตลอดจนกระบวนการบริหารจัดการขององค์กรที่ผู้เข้ารับการอบรมทำงานอยู่ นอกจากนี้การเลือกรูปแบบการฝึกอบรมทางไกล ต้องพิจารณาเงื่อนไขในเรื่อง เวลาที่ผู้เข้าอบรมสามารถทำงานที่มอบหมาย การมีทางเลือกของช่วงเวลาการประเมิน เช่น การกำหนดให้มีการประเมินตนเอง การนำเสนอความคิดรวบยอดโดยใช้รูปแบบต่าง ๆ เพื่อสนองรูปแบบ การคิดที่แตกต่างกันของผู้เข้ารับการอบรม

2) **ปฏิสัมพันธ์** รูปแบบของปฏิสัมพันธ์มีหลายลักษณะ เช่น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้ารับการอบรมด้วยกัน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้ารับการอบรมกับวิทยากร ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้ารับการอบรมกับเนื้อหา การฝึกอบรมทางไกลแต่ละประเภทอาจมีจุดเด่นสำหรับรูปแบบปฏิสัมพันธ์ บางรูปแบบ เช่น การฝึกอบรมทางไกล โดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลัก ให้ความสำคัญกับปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้เข้ารับการอบรมกับเนื้อหา การนำเสนอเนื้อหาจึงต้องน่าสนใจและง่ายต่อการทำความเข้าใจ รูป แผนภูมิ หรือกราฟ ตลอดจนตัวอย่าง กรณีศึกษา ต้องเป็นเรื่องจริง สอดคล้องกับประสบการณ์ที่ เขาเผชิญ และที่สำคัญต้องสร้างแรงบันดาลใจให้เขาเปลี่ยนความคิดและต้องการเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมต้องการนำความรู้ที่เสนอ ไปสู่การปฏิบัติงานในหน้าที่

3) **โอกาสของการเรียนรู้** เป็นความสามารถของผู้เข้ารับการอบรมที่จะเข้าถึงสื่อการ ฝึกอบรมทางไกลและเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโอกาสของการเรียนรู้ มี ทั้งปัจจัยด้านตัวผู้เข้าอบรมเอง เช่น ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ความเชื่อ ความพร้อมด้าน เทคโนโลยีสื่อสารและ โทรคมนาคม ตลอดจนปัจจัยด้านคุณภาพของตัวสื่อการอบรมทางไกลและ ระบบการฝึกอบรมทางไกล

4) **ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและใช้ชุดฝึกอบรมทางไกล** การฝึกอบรมทางไกลที่ใช้สื่อ สิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลัก มีค่าใช้จ่ายในการผลิตและใช้ชุดฝึกอบรมทางไกลน้อยกว่าการฝึกอบรมทางไกล ประเภทอื่น

5) **เทคโนโลยีที่ใช้ในการฝึกอบรมทางไกล** เทคโนโลยีที่ใช้ในการฝึกอบรมทางไกล มีหลายประเภท ที่พบเสมอได้แก่ สื่อสิ่งพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์เพื่อการศึกษา การประชุมทางไกลแบบ ปฏิสัมพันธ์สองทางผ่านจอภาพ และอินเทอร์เน็ตและ World Wide Web ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยขอเสนอ สื่อสิ่งพิมพ์ในแง่ข้อจำกัดและข้อดีของสื่อสิ่งพิมพ์ต่อการฝึกอบรมทางไกล

สื่อสิ่งพิมพ์ ในการฝึกอบรมทางไกลต้องมีสื่อสิ่งพิมพ์ประกอบอยู่ด้วยเสมอไม่ว่าจะอยู่ในฐานะเป็นสื่อหลักหรือสื่อเสริม สื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อที่ใกล้ชิดกับผู้ใช้ สะดวกในการพกพา และศึกษาเวลาใดก็ได้ จะศึกษาเนื้อหาเรื่องไหนก็ได้ ศึกษาซ้ำกี่ครั้งก็ได้ และทุก ๆ คนรู้วิธีใช้สื่อ ประเภทนี้ ในแง่ของตัวผู้เข้ารับการอบรมเขาย่อมมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่อยู่

ในสิ่งพิมพ์ ตามรูปแบบการเรียนรู้และรูปแบบคิดของเขา ตลอดจนความเร็วหรือความช้าในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล อย่างไรก็ตามสื่อสิ่งพิมพ์โดยลำพังมีความจำกัดไม่อาจเสนอประสบการณ์ที่เป็นกระบวนการคิดขั้นสูงหรือการปฏิบัติได้สมบูรณ์ จึงต้องมีสื่อลักษณะอื่นมาเสริมสื่อสิ่งพิมพ์ แม้ว่าจะมีข้อจำกัด ข้อดีของสื่อสิ่งพิมพ์มีหลายประการ

- แต่ละบุคคลรู้วิธีใช้สื่อสิ่งพิมพ์
- ง่ายต่อการจัดส่งไปยังผู้เข้ารับการอบรมที่อยู่กระจัดกระจาย โดยส่งผ่านระบบไปรษณีย์
- ง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไข เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างผู้เข้ารับการอบรม
- เสียค่าใช้จ่ายน้อยในการจัดทำต้นฉบับและสำเนา
- มีแนวโน้มเป็นสื่อที่ใช้ได้ยาวนาน
- ต้นทุนในการผลิตต่ำ
- ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบ
- สามารถจัดทำเป็นภาษาต่าง ๆ เพื่อใช้ร่วมกันระหว่างประเทศ

ปัจจุบันนี้สื่อสิ่งพิมพ์มีบทบาทสำคัญต่อการฝึกอบรมทางไกล ทุกหลักสูตร การฝึกอบรมทางไกล ต้องมีชุดเอกสารฝึกอบรมประกอบด้วยเสมอ อาจอยู่ในรูปชุดบทความให้อ่าน ชุดกรณีศึกษา เอกสารสิ่งพิมพ์ที่พบเสมอในการฝึกอบรมทางไกล ได้แก่ แนวการศึกษา (study guide) หรือคู่มือการฝึกอบรมสำหรับผู้เข้ารับการอบรม (trainee handbook) เพื่ออธิบายกระบวนการฝึกอบรมทางไกล งานที่ได้รับมอบหมาย การปฏิสัมพันธ์กับวิทยากรและสถาบันที่จัดฝึกอบรม และการใช้สื่อเสริมอื่น ๆ ดังคำกล่าวที่ว่า (Bates, 1995 cited in Shearer, Rick., 2003: 282)

...“Print is, and will remain, a most important technology for open and distance teaching.”...

2. การพัฒนาการฝึกอบรมทางไกล การพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ : การเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีแก้ปัญหา

การฝึกอบรมทางไกลให้กับบุคลากรที่ประกอบวิชาชีพชั้นสูง เช่น ครู มุ่งให้การฝึกอบรมทางไกลที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาสมรรถนะสำคัญของวิชาชีพนั้น (Devlin, 1993: 255-257) สมรรถนะสำคัญของวิชาชีพครู คือ ความสามารถในการจัดการเรียนการสอน หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้ความสำคัญกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

โดยมุ่งหวังให้ครูสามารถสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ผ่านทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นหัวใจสำคัญ การแก้ปัญหามีคุณค่า ทำให้ทั้งผู้เรียนและผู้สอนเข้าถึงธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และทำให้ผู้เรียนได้คิดและปฏิบัติจน เกิดความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้ (Schroeder and Lester, 1983: 32)

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยเสนอประเด็นสำคัญ 2 ประเด็น คือ (1) แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยวิธีแก้ปัญหา (2) กระบวนการฝึกอบรมทางไกล การพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีแก้ปัญหา เนื้อหาสาระในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการสร้างเอกสารชุดฝึกอบรมในส่วนของประมวลสาระชุดฝึกอบรมและใช้ เป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการฝึกอบรมในแนวการศึกษา ตลอดจนการสร้างกิจกรรม ปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้าและงานที่มอบหมายให้นำไปปฏิบัติจริงในการจัดการเรียนการสอนที่ โรงเรียนของครู

ประเด็นที่ผู้วิจัยนำเสนอในหัวข้อนี้ประกอบด้วย (1) รากฐานความคิดด้านจิตวิทยา การเรียนรู้ของการแก้ปัญหา (2) มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีแก้ปัญหา (3) กระบวนการ แก้ปัญหา (4) การสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีเรียนรู้แบบแก้ปัญหา และ (5) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับ การแก้ปัญหา

2.1.1 รากฐานความคิดด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ของการแก้ปัญหา รากฐานความคิด ด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ของการแก้ปัญหา ประกอบด้วยแนวคิดสำคัญ 5 ประการที่เกี่ยวข้องกันจน แยกไม่ออกและเป็นเรื่องของการคิดซึ่งเป็นกลไกภายในจิต (cognition) ได้แก่ 1) ฐานความรู้ (the Knowledge Based) 2) ยุทธวิธีแก้ปัญหา (Problem-solving strategies) 3) การตรวจสอบและ ควบคุมกระบวนการคิด (Monitoring and control) 4) ความเชื่อและผลจากความเชื่อ (Beliefs and affects) และ 5) การฝึกคิด (Practices)

1) ฐานความรู้ ฐานความรู้ในที่นี้เป็นข้อเท็จจริงและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ทั้งหลายที่ถูกจัดระบบเป็นสารสนเทศทางคณิตศาสตร์ของบุคคลนั้นและเก็บไว้ใน ความทรงจำ ความทรงจำทางคณิตศาสตร์ของบุคคลหนึ่งๆจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ใน ลักษณะสูญหายคือลืมนั่นหมายความว่าความรู้ไม่ได้ถูกนำไปใช้เลย หรือความรู้ที่ทรงจำไว้บางประการ อาจถูกปรับปรุงและขยายให้ละเอียดละออมากขึ้นและทรงจำไว้ได้นานเมื่อความรู้นั้นถูกนำไปใช้ อยู่เสมอ กระบวนการเช่นนี้เป็นกระบวนการคิดในสมองในการประมวลข้อมูล

เมื่อบุคคลเผชิญปัญหาคณิตศาสตร์ที่เขาไม่คุ้นเคย และเขามีความต้องการ ที่จะแก้ปัญหานั้น เขาจะพยายามแก้ปัญหานั้น โดยดึงความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์

ทฤษฎีบท บทนิยาม กระบวนการทางคณิตศาสตร์และขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ที่เคยมีประสบการณ์มาแล้ว มาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เผชิญอยู่ ระดับการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่อยู่ในความทรงจำของบุคคลเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหายังอยู่ในรูปแบบ 4 ลักษณะดังต่อไปนี้

ก) ระดับไม่รู้อะไรเลย เมื่อเผชิญปัญหาคณิตศาสตร์บุคคลมีคแปดด้านไม่ทราบว่าจะนำความรู้และกระบวนการอะไรที่อยู่ในความทรงจำมาใช้เพื่อแก้ปัญหานั้น

ข) ระดับรู้เพียงชื่อของความรู้และกระบวนการ เมื่อเผชิญปัญหาคณิตศาสตร์บุคคลรู้เพียงว่าปัญหานี้ใช้ความรู้และกระบวนการชื่อนี้ (ซึ่งอาจจะถูกต้องหรือผิดพลาดก็ได้) แต่เขาไม่ทราบรายละเอียดของความรู้และกระบวนการนั้นเลย

ค) ระดับรู้ชื่อของความรู้และกระบวนการ และจำรายละเอียดของความรู้และกระบวนการได้บางส่วน หรือรู้รายละเอียดแต่รูปแบบไม่กระจ่าง มีความลังเล สงสัย ความรู้และกระบวนการที่จำได้อาจถูกต้องหรือผิดพลาดได้

ง) ระดับมั่นใจว่าปัญหานี้ต้องใช้ความรู้และกระบวนการอะไรบ้าง และรู้รายละเอียดของความรู้และกระบวนการนั้นๆ อย่งไรก็ตามความรู้และกระบวนการที่บุคคลมั่นใจจะนำมาใช้อาจจะถูกต้องหรือผิดพลาดก็ได้

ฐานความรู้คณิตศาสตร์ที่เก็บไว้ในความทรงจำของบุคคลที่พร้อมจะถูกดึงมาใช้ได้ จะอยู่ในส่วนความจำระยะยาว (long-term memory) ความรู้คณิตศาสตร์ในความทรงจำระยะยาวจะประกอบด้วยความรู้ที่สำคัญดังนี้

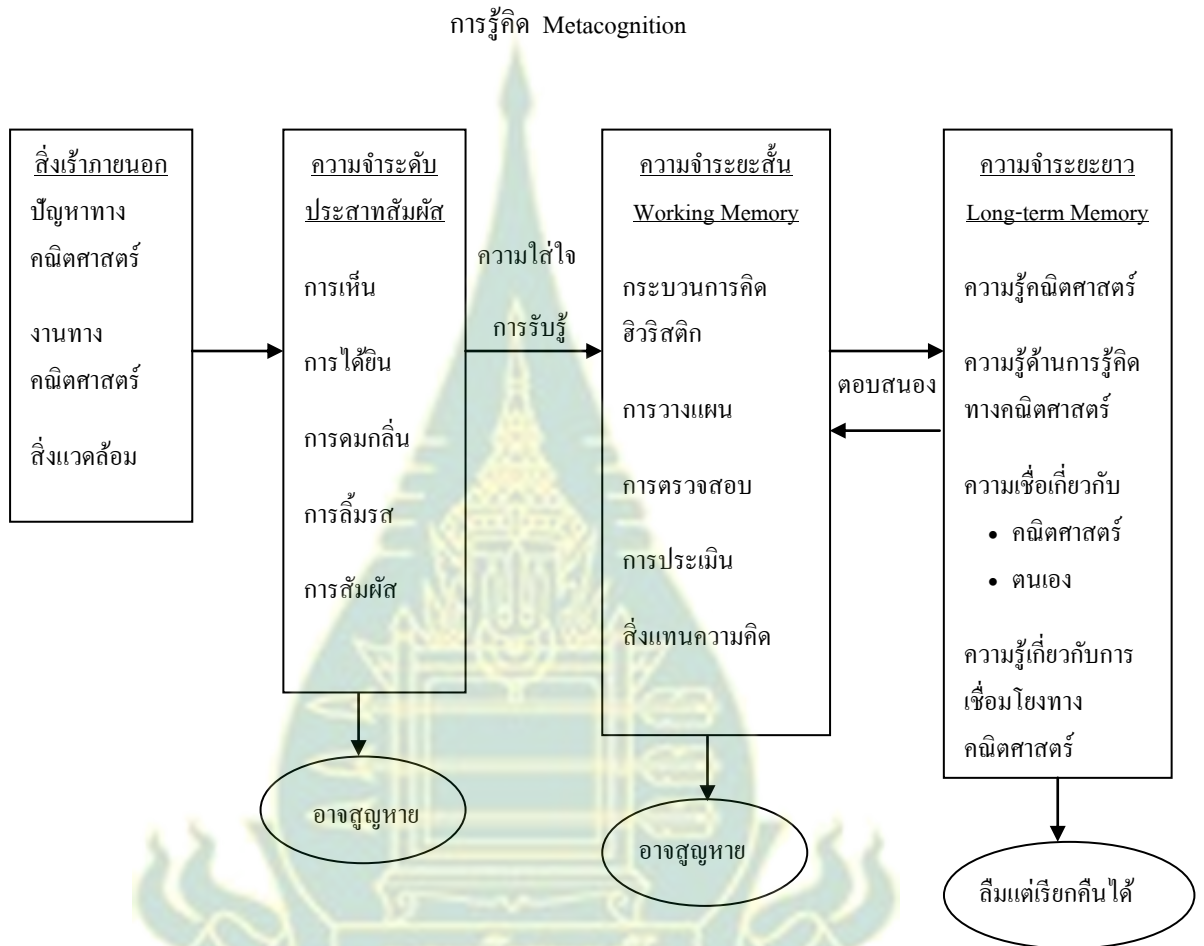
ก) ความรู้คณิตศาสตร์ (Math knowledge) ความรู้ในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ส่วนที่เป็น ชื่อ ข้อเท็จจริง บทนิยาม ทฤษฎีบท ขั้นตอนวิธี กระบวนการ ถูกจัดระบบและเก็บไว้เป็นหมวดหมู่ในรูปสิ่งแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นของบุคคลนั้นๆ ที่ทำให้จำได้และดึงมาใช้ได้

ข) ความรู้คณิตศาสตร์ในเชิงการรู้คิดทางคณิตศาสตร์ (Metacognitive knowledge) ได้แก่ ความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของคณิตศาสตร์ เช่น ความเชื่อของบุคคลเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถของตนเองที่จะเรียนรู้คณิตศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ค) ความรู้เกี่ยวกับความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับสภาพจริงในชีวิต (Real-world knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในโลกด้วยคณิตศาสตร์

ความรู้ทั้ง 3 ประเภทที่บุคคลทรงจำไว้ได้ อาจจะถูกต้องหรือผิดพลาดก็ได้ เพราะกระบวนการคิดในสมองเพื่อประมวลความรู้เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอในลักษณะยกเลิกหรือปรุงแต่งให้ละเอียดละออ หรือแก้ไขส่วนที่เข้าใจผิดพลาด

ภาพที่ 1.1 แสดงโครงสร้างของความจำ (The Structure of Memory) ของบุคคลหนึ่ง ๆ ในกระบวนการทางสมองเพื่อประมวลความรู้คณิตศาสตร์ โดยผู้เขียนขยายความคิดจากชอนฟีลด์ (Schoenfeld, 1992 : 351)



ภาพที่ 1.1 โครงสร้างของความจำ

จากภาพอธิบายได้ว่า เมื่อบุคคลได้รับสิ่งเร้าที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือสิ่งเร้าเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และสิ่งเร้าเหล่านั้นเขามีความสนใจ มีความต้องการจะค้นหาคำตอบ กระบวนการทางสมองในการประมวลความรู้จะเข้าดำเนินการให้บุคคลเกิดการรู้คิด (meta cognition) ตั้งแต่ใส่ใจที่จะรับรู้ แล้วตอบสนองทางการคิดโดยใช้อิทธิพล ในการใช้อิทธิพล บุคคลจะดึงความรู้ในความจำระยะยาวมาใช้ การตอบสนองทางการคิดจะสลับไปมาระหว่าง การวางแผน การตรวจสอบ การประเมิน จนกว่าจะนำไปสู่ผลที่ต้องการ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นสิ่งแทนความคิด ที่ถูก

นำไปเก็บไว้เป็นฐานความรู้ในความทรงจำระยะยาว กระบวนการประมวลความรู้ของบุคคลบางคน อาจจะมีผลขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของการรู้คิดและฐานความรู้ของบุคคลนั้น

2) ยุทธวิธีแก้ปัญหา เนื้อหาสาระส่วนใหญ่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ มีรากฐานมาจากผลงานของโพลยา โดยท่านอธิบายการดำเนินการทางสมอง (mental operations) ที่เรียกว่าฮิวริสติก (heuristics) เป็นยุทธวิธีพื้นฐานที่ทำให้ผู้แก้ปัญหาเข้าถึงปัญหาและดึงความรู้ต่างๆที่อยู่ในความทรงจำระยะยาวมาใช้เพื่อขบปัญหาให้แตก (Polya, 1945 : 118 อ้างถึงใน Schoenfeld, 1980 : 9-10)

ยุทธวิธีคิดพื้นฐานที่บุคคลใช้ในการแก้ปัญหา เป็นยุทธวิธีคิดที่เกิดขึ้นในโครงสร้างความจำที่เรียกว่าความจำระยะสั้น (working memory) โดยอาศัยฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่บุคคลทรงจำไว้ในความจำระยะยาว (long-term memory) และกระบวนการควบคุมและกำกับความคิดของตนเองของบุคคลจะประกอบด้วยขั้นตอนที่เป็นวงจร (คือไม่ได้เรียงลำดับจากขั้นต้นไปขั้นสุดท้าย แต่จะกระโดดข้ามไปมา จนกว่าถึงผลสรุปที่บุคคลต้องการ) วงจรคิดแก้ปัญหาประกอบด้วย การวิเคราะห์และการเข้าใจปัญหา การออกแบบและวางแผนเพื่อไปสู่ผลลัพธ์อย่างหนึ่ง การประเมินผลลัพธ์กับปัญหาที่ซับซ้อน การพิสูจน์ผลลัพธ์

ในวงจรการคิดแก้ปัญหา มักจะใช้ยุทธวิธีคิดที่เป็นพื้นฐานต่อไปนี้

ก) การคิดวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา (Analyzing and Understanding a Problem)

(1) เขียนแผนภาพ (Draw a diagram) เมื่อเผชิญปัญหาคณิตศาสตร์ บุคคลมักเลือกที่จะทำความเข้าใจกับปัญหาโดยพยายามวาดรูปหรือเขียนแผนภาพ

(2) แจกกรณีเฉพาะ (Examine special cases) ยุทธวิธีคิดอีกแบบหนึ่งที่บุคคลชอบใช้ในการวิเคราะห์และเข้าใจปัญหา คือ การแจกกรณีเฉพาะเพื่อ (ก) แสดงตัวอย่างภายใต้เงื่อนไขของปัญหา (ข) สืบหาความเป็นไปได้ของผลลัพธ์จากตัวอย่างหรือกรณีเฉพาะ (ค) ใช้เหตุผลแบบอุปนัยในการค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูปภายใต้เงื่อนไขของปัญหา

(3) การแปลงปัญหาให้ซับซ้อนน้อยลงโดยคงโครงสร้างเดิมของปัญหาไว้ เช่น ลดจำนวนข้อมูลลง หรือแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย ๆ

ข) การออกแบบและวางแผนเพื่อไปสู่ผลลัพธ์อย่างหนึ่ง (Designing and Planning a Solution) เมื่อวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาแล้ว กระบวนการคิดของบุคคลจะอยู่ในลักษณะ

(1) เห็นลำดับขั้นการคิดที่จะไปสู่ผลลัพธ์อย่างหนึ่ง

(2) สามารถอธิบายได้ว่า จะทำอะไร และทำไปทำไม และสิ่งที่ทำไปนั้นต้องใช้การดำเนินการอะไร

ค) สำรวจผลลัพธ์ที่ได้กับปัญหาแรกเริ่มที่ซับซ้อน (Exploring solution to Difficult Problems)

(1) ผลลัพธ์แต่ละประการที่ได้มา จะถูกนำไปตรวจสอบว่าสอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาแรกเริ่มหรือไม่

(2) พิจารณาและสรุปคำตอบภายใต้เงื่อนไขของปัญหาแรกเริ่ม

ง) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ (Verifying a Solution)

(1) พิสูจน์ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

(2) ขยายคำตอบไปสู่กรณีทั่วไป

3) การตรวจสอบและควบคุมกระบวนการคิด ในวงจรการคิดแก้ปัญหา บุคคลจะประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการเขาต้องรู้ถึงการคิดของตนเอง และสามารถควบคุมการคิดของตนเองให้เป็นไปในทางที่ต้องการ การตรวจสอบ ควบคุมและประเมินการคิดของตนเองจะเกิดขึ้นในทุกขั้นของวงจรการคิดแก้ปัญหา ในกระบวนการตรวจสอบและควบคุมกระบวนการคิดของตนเองของบุคคลจะมีคำถาม 3 ประการที่ผุดอยู่ในใจของบุคคลที่เป็นนักแก้ปัญหาที่มีคุณภาพ ขณะที่เขาคิดแก้ปัญหา คือ 1) ขณะนี้กำลังทำ(คิด)อะไร อธิบายสิ่งที่คิดได้ชัดเจนหรือไม่ 2) ทำ(คิด)ไปทำไม ที่กำลังทำ(คิด)นี้สอดคล้องกับปัญหาและนำไปสู่ผลหรือไม่ 3) สิ่งที่ทำ(คิด)ช่วยให้ได้ผลที่ต้องการได้อย่างไร อะไรคือผลที่ต้องการ

การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบและควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ครูต้องหลีกเลี่ยงการสอน โดยบอกวิธีลัด หรือสอนให้ผู้เรียนทำตามขั้นตอนที่วางทางไว้ ครูต้องให้ความสำคัญกับการเรียนรู้การคิด มากกว่าจะให้ความสำคัญการจำเทคนิควิธีและได้คำตอบที่ถูก โดยไม่รู้อความหมาย

ทรูต์แมนและลิคเตนเบิร์ก (Troutman and Lichtenberg, 1995 : 116-117)

ให้ข้อเสนอแนะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมกระบวนการรู้คิดของผู้เรียน ดังนี้ 1) ต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 2) ต้องให้การเสริมแรงกับกระบวนการรู้คิดของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การคิดวางแผน การอธิบายหรือแสดงสิ่งที่ทำ การทราบข้อผิดพลาดในการคิดและการกระทำของตนและอธิบายได้ การปรับปรุงวิธีคิด วิธีทำ ให้ดีขึ้นบนฐานความรู้และประสบการณ์ของตน การคิดต่อจากผลงานที่ทำแล้ว 3) การเป็นตัวแบบของตัวเองในด้านการรู้คิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตน ครูต้องไตร่ตรองความเชื่อและความสามารถของตนเองเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์และการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแก้ปัญหา ตลอดจนความเชื่อเกี่ยวกับ

ความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ความเชื่อของครูดังกล่าวจะสะท้อนถึงพฤติกรรมการสอนของครู 4) การสอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแก้ปัญหาที่ส่งเสริมทางกระบวนการรู้คิดของผู้เรียน

4) ความเชื่อและผลจากความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้งของครูและนักเรียน มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการสอนและพฤติกรรมการเรียนรู้ (Schoenfeld, 1992 : 358-360)

ความเชื่อของครูที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีหลายประการ ที่สำคัญ เช่น

- คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แยกเป็นเอกเทศ มีกฎและขั้นตอนตายตัว
- การเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องเน้นการฝึกทำโจทย์แบบฝึกหัดที่ใช้สูตรต่าง ๆ ให้มาก ๆ และทำได้จนคล่องแคล่ว
- นักเรียนเก่งเท่านั้นที่จะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี
- ปัญหาคณิตศาสตร์ส่วนมากต้องมีคำตอบที่แน่นอนหนึ่งคำตอบ
- การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องเรียนรู้ภายหลัง หลังจากเรียนรู้สูตร กฎ และ

หลักการแล้ว

ความเชื่อของครูที่คลาดเคลื่อนดังข้างต้น มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการสอนของครู ครูที่มีความเชื่อดังกล่าว มักสอนคณิตศาสตร์แบบแยกหัวข้อเป็นเรื่องราว สอนแบบบอกและทำโจทย์ตามตัวอย่างที่เน้นการคิดคำนวณตามสูตร และมักวัดความสามารถของผู้เรียนด้วยข้อสอบเลือกตอบ

ทอมป์สัน (Thompson, 1985 อ้างถึงใน Schoenfeld, 1992 : 360) ได้ทำการวิจัยศึกษารายกรณีครูสอนคณิตศาสตร์ที่มีพฤติกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา พบว่าครูเหล่านี้มีความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ดังนี้

- คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ให้ความสำคัญกับความคิดรวบยอดและกระบวนการคิดมากกว่าการจำชื่อและการจำสูตร

- ผู้เรียนจะเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง โดยการค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง

- กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นและขาดไม่ได้สำหรับคณิตศาสตร์ คือ การค้นพบและการพิสูจน์

- จุดประสงค์หลักของการศึกษาคณิตศาสตร์คือการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลซึ่งจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา

- ครูต้องสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบให้อิสระให้
ผู้เรียนตั้งคำถามและสืบสอบความคิด

- ครูต้องกระตุ้นและสนับสนุนให้ผู้เรียนให้เหตุผลแบบอุปนัยเพื่อ
กำหนดข้อความคาดการณ์ด้วยตนเอง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอธิบายความคิดของตนเอง มากกว่า
จะแสดงด้วยตัวอย่างและวิธีคิดให้เสียเอง

- ครูต้องเสนอปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความหมายและท้าทายให้ผู้เรียน
อยากแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่แล้ว

ในมุมมองของผู้เรียน ผู้เรียนที่ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์
ที่ล้มเหลวหรือได้เรียนคณิตศาสตร์จากครูที่มีความเชื่อคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของ
คณิตศาสตร์ ทำให้เกิดการตอกย้ำและตกผลึกเป็นความเชื่อที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และ
เก็บไว้ในความทรงจำระยะยาว ความเชื่อที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่สำคัญ มีดังนี้ (Schoenfeld,
1992: 356)

- ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องมีคำตอบถูกต้องที่แน่นอนหนึ่งคำตอบเท่านั้น
- ปัญหาคณิตศาสตร์ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ต้องมีวิธีการสำหรับการหา
คำตอบสำหรับปัญหานั้นได้เพียงวิธีเดียว และควรเน้นวิธีที่ครูสอนในชั้นเรียน

- นักเรียนทั่ว ๆ ไปที่ไม่ใช่ นักเรียนเก่ง จะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้เพียง
การจำหลักการเบื้องต้นและคำนวณได้โดยเลียนแบบตัวอย่าง โดยไม่มีความหมายที่แท้จริง

- คณิตศาสตร์เป็นวิชาแยกเป็นเอกเทศ การเรียนรู้คณิตศาสตร์อยู่ใน
ลักษณะต่างคนต่างเรียน

- ปัญหาคณิตศาสตร์ใดที่ไม่สามารถแก้ได้ใน 5-10 นาที ต้องหยุดทำ
เพราะเป็นปัญหาสำหรับนักเรียนเก่ง

- คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

- การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย ไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ
ค้นพบหรือกระบวนการสร้าง

ความเชื่อที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ไม่ใช่สิ่งที่ติดตัว
ผู้เรียนมาจากครอบครัว แต่เกิดจากพฤติกรรมการสอนของครู

5) การฝึกคิด บุคคลจะมีฐานความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เก็บไว้ในความทรง
จำระยะยาวได้สมบูรณ์เพียงใด ขึ้นอยู่กับบุคคลมีโอกาสดำเนินประสบการณ์การแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ได้มากหรือน้อย ในหัวข้อที่ 4 ได้กล่าวถึงความเชื่อและผลของความเชื่อเกี่ยวกับ
คณิตศาสตร์ทั้งของครูและผู้เรียน การฝึกคิดแก้ปัญหาจึงต้องเกิดขึ้นที่ตัวครูก่อน ครูต้องหันมา

ใคร่ครวญความเชื่อของตนเองเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ แล้วปรับเปลี่ยนในส่วนที่คลาดเคลื่อน เพื่อนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการสอนแบบบอกให้รู้และทำให้ดูด้วยตัวอย่าง มาสู่การใช้วิธีแก้ปัญหาเข้าไปผนวกกับการสอน ซึ่งทำได้หลายรูปแบบ เช่น

สอนแบบปกติแต่เปลี่ยนจากบอกให้รู้และดูตัวอย่าง มาเป็นปัญหาและข้อสงสัยให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีคิดแบบต่างๆ หรือจัดทำหลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับสภาพจริง เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ กับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ถ้าครูเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการสอนมาเป็นเน้นกระบวนการแก้ปัญหา เนื้อหาที่สอนจะเป็นความคิดรวบยอดที่เน้นแก่นสำคัญ จะไม่เสียเวลากับการสอนหัวข้อย่อย ๆ ประเภทให้จำและฝึกคำนวณแบบไม่มี ความหมาย

2.1.2 มาตรฐานเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแก้ปัญหา

เป้าหมายสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์คืออะไร คำตอบที่สอดคล้องกันของนักคณิตศาสตร์ศึกษาทั่วโลกคือ การแก้ปัญหา (problem solving) ในช่วงเวลา 20 ปีมาจนถึงปัจจุบัน หลักสูตรการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหา ในประเทศสหรัฐอเมริกา สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (the National Council of Teachers of Mathematics : NCTM) ได้ประกาศไว้ใน An Agenda for Action ว่าตั้งแต่ ค.ศ. 1989 NCTM ได้จัดทำเอกสาร Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics เร่งรัดให้เพิ่มความใส่ใจกับการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาให้กับนักเรียนระดับปฐมวัยศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยสอดแทรกการแก้ปัญหาเข้ากับเนื้อหาที่เป็น โจทย์ปัญหา (word problems) บทประยุกต์ แบบรูปและความสัมพันธ์ ปัญหาปลายเปิด และสถานการณ์ปัญหาที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญมีลักษณะหลากหลาย ทั้งที่มีเรื่องราวให้อ่าน เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นกราฟ เป็นเนื้อหาทางเรขาคณิตหรือเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ล่าสุด NCTM ได้จัดทำเอกสาร Principles and Standards for School Mathematics ซึ่งระบุไว้อย่างชัดเจนว่า ครูควรสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหา คณิตศาสตร์ทุกเรื่องโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา และมีเป้าหมายสำคัญให้ผู้เรียนสามารถ

- สร้างความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาได้
- แก้ปัญหาทั้งในบริบทของคณิตศาสตร์และในบริบทอื่นๆ ได้
- เลือกใช้และปรับยุทธวิธีแก้ปัญหานั้นที่เหมาะสมได้อย่างหลากหลาย
- ประเมินและไตร่ตรองกระบวนการแก้ปัญหามathematics ได้

สำหรับประเทศไทย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาไว้ในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา
- 2) ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

การแก้ปัญหามาตามมาตรฐานการเรียนรู้ดังข้างต้น แตกต่างจากการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นแบบฝึกหัดในหนังสือซึ่งมักเป็นการฝึกหาคำตอบโดยแทนค่าสูตร (one-step routine word problems) ปัญหาที่ใช้ในการแก้ปัญหา มักเป็นปัญหาที่มีสถานการณ์หลากหลายและน่าสนใจ

2.1.3 กระบวนการแก้ปัญหา

การเลือกปัญหาที่เหมาะสมและการสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีคิดหลากหลายในขั้นตอนของการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงและประยุกต์ความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

ผู้วางรากฐานความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์คือ โพลยา (George Polya) ท่านเกิดในประเทศฮังการีเมื่อปี ค.ศ. 1887 ได้รับปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ท่านสนใจศึกษาวิจัยเรื่องกระบวนการค้นพบ (process of discovery) อย่างมาก ซึ่งนำไปสู่ผลงานที่มีชื่อเสียงคือ กระบวนการ 4 ขั้นตอนของการแก้ปัญหา ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน 4) ตรวจสอบผล

โพลยาเขียนบทความเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และหนังสือ 3 เล่มซึ่งกล่าวถึงคุณค่าของการแก้ปัญหา หนังสือที่มีชื่อเสียงที่สุดชื่อ How to Solve It ที่ถูกแปลเป็นภาษาต่างๆถึง 15 ภาษา หนังสือเล่มนี้กล่าวถึงกระบวนการ 4 ขั้นตอนและยุทธวิธีคิดที่ใช้ร่วมกับกระบวนการดังกล่าว โพลยาเสียชีวิตในปี ค.ศ.1985 โดยทิ้งผลงานที่ล้ำค่าต่อการสอนคณิตศาสตร์ คือ การสอนแก้ปัญหา ท่านได้เสนอบัญญัติ 10 ประการสำหรับครูคณิตศาสตร์ในการสอน โดยใช้การแก้ปัญหา ดังนี้

- 1) ครูต้องรักในวิชาที่สอน
- 2) ครูต้องมีความรู้และความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในวิชาที่สอน
- 3) ครูต้องเข้าใจความคิดของผู้เรียน ครูต้องสามารถอ่านสีหน้าของผู้เรียน รู้ความคาดหวังและอุปสรรคของผู้เรียน
- 4) ครูต้องตระหนักว่าวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ คือการค้นพบด้วยตนเอง
- 5) ครูต้องเป็นแหล่งเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งในด้านข้อมูล ด้านวิชาการ เจตคติ และนิสัยในการทำงาน
- 6) ครูต้องให้อิสระกับผู้เรียนในการเรียนรู้ที่จะคาดเดาอย่างมีระบบ

- 7) ครูต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนเรียนรู้การพิสูจน์ข้อค้นพบของพวกเขา
- 8) ครูต้องให้ผู้เรียนค้นหาแง่มุมต่างๆ ในปัญหาที่เขาเผชิญอยู่ เพื่อนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นหาแบบรูปในรูปทั่วไปจากสถานการณ์รูปธรรม
- 9) ครูอย่าใจร้อนบอกเคล็ดลับในการแก้ปัญหาหนึ่งๆ ให้กับผู้เรียน ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นหาวิธีการด้วยตัวของผู้เรียนเองให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
- 10) ครูต้องไม่บังคับหรือยึดยึดความรู้อันเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะรับได้

โพลยาทุ่มเทเวลาส่วนมากในการสอนของท่านให้กับการส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่มีคุณภาพ โดยใช้กระบวนการ 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

การทำความเข้าใจปัญหา เป็นการพยายามหาคำตอบของคำถามต่อไปนี้

- ท่านเข้าใจคำทุกคำในปัญหาหรือไม่
- ท่านสามารถเขียนหรือพูดปัญหานั้น โดยใช้ถ้อยคำของตนเองได้หรือไม่
- ท่านรู้หรือไม่ว่าสิ่งที่กำหนดให้ในปัญหามีอะไรบ้าง
- ท่านรู้หรือไม่ว่าเป้าหมายของปัญหาคืออะไร
- ในปัญหามีข้อมูลเพียงพอหรือไม่
- ในปัญหามีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่
- ปัญหานี้คล้ายคลึงกับปัญหาที่ท่านเคยทำได้มาแล้วหรือไม่

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการใช้ยุทธวิธีคิดต่างๆ เพื่อให้ได้ผลตามเป้าหมายของปัญหา ยุทธวิธีคิดแบบต่างๆ เช่น

- 1) เดาและตรวจสอบ (Guess and test)
- 2) วาดรูป (Draw a picture)
- 3) ใช้ตัวแปร (Use a variable)
- 4) ค้นหาแบบ (Look for a pattern)
- 5) แจงรายการ (Make a List)
- 6) แก้ปัญหาที่มีโครงสร้างเหมือนปัญหาที่กำหนดให้แต่ข้อมูลซับซ้อนน้อยกว่า (Solve a simpler problem)
- 7) เขียนแผนภาพ (Draw a diagram)

- 8) ใช้เหตุผลทางตรง (Use direct reasoning)
- 9) ใช้เหตุผลทางอ้อม (Use indirect reasoning)
- 10) ใช้สมบัติของจำนวน (Use properties of numbers)
- 11) แก้ปัญหาลักษณะเดียวกัน (Solve an equivalent problem)
- 12) คิดย้อนกลับ (Work backward)
- 13) แยกเป็นกรณีย่อย (Use case)
- 14) แก้สมการ (Solve an equation)
- 15) ค้นหาสูตร (Look for a formula)
- 16) ปฏิบัติกับสถานการณ์จำลอง (Do a simulation)
- 17) ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Use model)
- 18) ใช้การวิเคราะห์เชิงมิติ (Use dimensional analysis)
- 19) ระบุเป้าหมายย่อย (Identify subgoals)
- 20) ใช้ระนาบพิกัดฉาก (Use coordinates)
- 21) ใช้การสมมาตร (Use symmetry)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

เมื่อบุคคลใช้วิธีคิดต่าง ๆ ในการทำความเข้าใจปัญหาและวางแผนแก้ปัญหา บางคนคิดย้อนกลับไปกลับมาระหว่างขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 จนแน่ใจว่าเห็นลู่ทางในการแก้ปัญหา แล้วจึงลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่วางไว้ ในการดำเนินการแก้ปัญหา คำถามต่อไปนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้แก้ปัญหาเพื่อใช้กำกับตรวจสอบและควบคุมการคิดของตนเอง

- ยุทธวิธีคิดที่เลือกมานั้นทำให้สามารถแก้ปัญหาได้และได้คำตอบภายใต้เงื่อนไขของปัญหาหรือไม่ หรือทำให้ได้ผลบางประการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้
- เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาคงจะสมเหตุสมผล ถ้าบุคคลไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาหนึ่งๆ บุคคลสามารถหาคำแนะนำจากคนอื่นได้ หรือวางปัญหานั้นไว้ก่อนแล้วลองกลับมาคิดใหม่ภายหลัง ความคิดอาจจะเล่นและแก้ปัญหาได้
- การไม่ท้อแท้ที่จะเริ่มต้นใหม่เมื่อแก้ปัญหาไม่ได้ ทุกครั้งที่เริ่มต้นใหม่ ท่านจะพบความคิดใหม่จากการใช้ยุทธวิธีใหม่เสมอ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

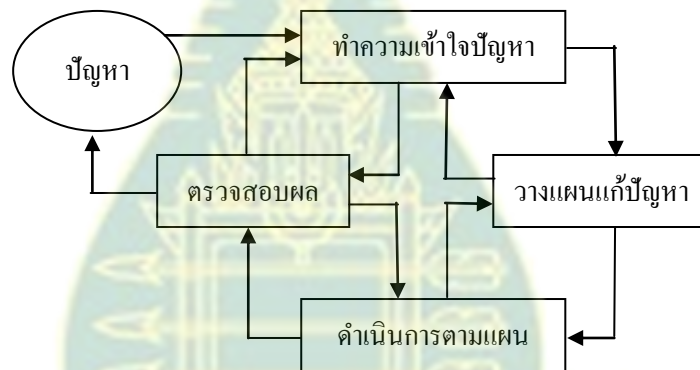
เมื่อได้คำตอบแล้ว ต้องคิดไตร่ตรองกับคำตอบที่ได้ โดยตั้งคำถามกับตนเองว่า

- ยุทธวิธีนี้ใช้ในการหาคำตอบถูกต้องหรือไม่ คำตอบที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่

- ท่านสามารถนำยุทธวิธีคิดแก้ปัญหาที่ง่ายกว่าได้หรือไม่
- ท่านสามารถเห็นลู่ทางการใช้ยุทธวิธีคิดของท่านขยายคำตอบไปสู่กรณี

ทั่วไปได้หรือไม่

ในการนำกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยามาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่มักจะเข้าใจกันคลาดเคลื่อนว่าต้องสอนไปตามลำดับทีละขั้น โดยเริ่มต้นจากทำความเข้าใจปัญหาแล้วตามลำดับลงมา ข้ามขั้นไม่ได้ ธรรมชาติของการแก้ปัญหาของโพลยาเป็นกระบวนการคิดในสมองของบุคคลที่มีลักษณะเป็นวงจรและไม่ตายตัว กล่าวคือ วงจรการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลจะไม่เหมือนกัน เพราะแต่ละบุคคลใช้ยุทธวิธีคิดและการคาดเดาและตรวจสอบย้อนกลับไปกลับมาในวงจร 4 ขั้นตอนตามแบบของเขาเอง วิลสัน เฟอร์นันเดซ และ ฮาดาเวย์ (Wilson, Fernandez, and Hadaway, 1993: 60-62) อธิบายธรรมชาติของแก้ปัญหาไว้ดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 วงจรกระบวนการคิดแก้ปัญหา

จากภาพที่ 1.2 อธิบายได้ว่า เมื่อบุคคลเผชิญปัญหาและเขามีความต้องการที่จะแก้ปัญหานั้น ในกระบวนการคิดของเขา เขาจะพยายามทำความเข้าใจปัญหา ในการทำความเข้าใจปัญหาแต่ละบุคคลจะใช้ยุทธวิธีคิดต่างๆกันไป ส่วนมากใช้วิธีการวาดรูป แจงข้อมูลที่กำหนดให้ ค้นหาแบบรูป เพื่อให้เห็นลู่ทางการแก้ปัญหา แล้วเลือกยุทธวิธีคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการคิดแก้ปัญหา คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา บุคคลจึงใช้เวลาคิดย้อนกลับไปกลับมาระหว่างขั้นทำความเข้าใจปัญหาและขั้นวางแผน บางคนเมื่อดำเนินการแก้ปัญหาแล้วไม่ได้ผลตามที่ต้องการ อาจย้อนกลับไปคิดหายุทธวิธีใหม่หรือกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่

2.1.4 แนวคิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแก้ปัญหา

ครูคณิตศาสตร์ที่จะสอนคณิตศาสตร์โดยเน้นให้ผู้เรียนใช้วิธีการเรียนรู้แบบแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ ต้องมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยปฏิบัติคณิตศาสตร์ด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น (doing mathematics actively) ประสบการณ์ปฏิบัติคณิตศาสตร์ในที่นี้ เช่น การสำรวจ (exploring) การคาดเดา (guessing) อย่างมีระบบ การตรวจสอบ (testing) การประมาณ (estimate) การอ้างเหตุผล (arguing) และการพิสูจน์ (proving) เพื่อพัฒนาความเชื่อมั่นของตนเองว่าสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้โดยผ่านกระบวนการใช้เหตุผลแบบอุปนัย สร้างข้อสรุปที่เป็นข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์จากการสำรวจและสืบสอบกรณีตัวอย่าง และสามารถให้การให้เหตุผลแบบนิรนัยแสดงการตรวจสอบหรือพิสูจน์ความสมเหตุสมผลของข้อความคาดการณ์ (The National Research Council, 1989 : 65 ; Lester and others, 1994 : 153)

ครูคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มักจะมีความเชื่อว่าคณิตศาสตร์คือวิชาที่เป็นการรวบรวมกฎและสูตรต่าง ๆ เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม นำไปบูรณาการกับวิชาทางสังคมศาสตร์ได้ยาก หรือแม้แต่จะนำมาใช้ในชีวิตประจำวันก็เกิดขึ้นได้ยาก ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ครูมีความเชื่อเช่นนี้ เนื่องจากประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ครูได้รับตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาจนจบปริญญาตรี เป็นประสบการณ์ฝังลึกที่ได้ประสบมาจากการสอนแบบส่งผ่านความรู้ผ่านการนั่งฟังบรรยาย ดูตัวอย่างบนกระดาน แล้วฝึกทำโจทย์ ที่เน้นการคำนวณและแทนค่าสูตร หรือใช้เทคนิควิธีคิดลัดให้ได้คำตอบอย่างรวดเร็ว เมื่อครูถูกตอกย้ำประสบการณ์การเรียนรู้เช่นนี้ ย่อมมีแนวโน้มที่ครูจะมีพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์โดยยึดการสอนไปตามแบบเรียนแบบหน้าต่อหน้าด้วยการย่ำให้จำทำให้ดู แล้วให้นักเรียนฝึกทำตามตัวอย่าง (Dossey, 1992 : 39-48, Cooney and others, 1996 : 1-26)

คุณค่าของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแก้ปัญหา คุณค่าของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแก้ปัญหานั้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายและลึกซึ้ง และทำให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์โดยประจักษ์ด้วยตนเอง ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองว่าสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีทางเลือกในการคิดและเรียนรู้ นอกจากนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความคิดของเพื่อนอีกด้วย

การเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแก้ปัญหานั้น จึงมีคุณค่าต่อการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนดังนี้ (National Council of Teachers of Mathematics., (NTCM), 2000 : 52)

- 1) ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ ผ่านการแก้ปัญหานั้น
- 2) ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในบริบทอื่นๆ
- 3) ผู้เรียนสามารถประยุกต์และปรับยุทธวิธีคิดแก้ปัญหานั้นที่เหมาะสมได้

หลากหลายวิธี

4) ผู้เรียนสามารถกำกับตรวจสอบ ประเมินและได้ตรงข้อบกพร่อง
กระบวนการคิดแก้ปัญหาของตนเอง

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการหลักในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งหมด (NCTM, 2000 : 52) เมื่อไรก็ตามที่ครูใช้วิธีสอนโดยวิธีแก้ปัญหา ย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ด้านการสื่อสาร ด้านการเชื่อมโยง ด้านการนำเสนอ และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไปพร้อม ๆ กันด้วย กล่าวคือ

- 1) ผู้เรียนสามารถสำรวจและสังเกตโดยใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัย เพื่อค้นหาแบบรูปและเขียนข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 2) ผู้เรียนสามารถใช้กระบวนการให้เหตุผลแบบนิรนัยแสดงความสมเหตุสมผลของข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 3) ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการในการสื่อความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้อย่างชัดเจน
- 4) ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และขั้นตอนวิธีต่างๆทางคณิตศาสตร์ และผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์ในบริบทอื่นๆ
- 5) ผู้เรียนสามารถนำเสนอผลการค้นพบและการแก้ปัญหาของตนโดยใช้รูปแบบต่างๆภายใต้สถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์และสถานการณ์จริง
- 6) ผู้เรียนสามารถสังเคราะห์ข้อสรุปใหม่หรือสร้างผลิตผลใหม่ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

หลักการของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแก้ปัญหา ครูที่จะสอนคณิตศาสตร์โดยให้ผู้เรียนใช้วิธีเรียนรู้แบบแก้ปัญหาต้องเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนจากการเป็นผู้บอกข้อเท็จจริง ข้อมูล และความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน โดยเชื่อว่าผู้เรียนไม่สามารถสร้างข้อสรุปด้วยตนเองได้สำหรับวิชาต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ คือเชื่อว่าความคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนว่างเปล่าอยู่ รอให้ครูเป็นผู้ไปเติมให้ พฤติกรรมการสอนของครูต้องเปลี่ยนมาเป็นการสนับสนุนและให้กำลังใจให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายและประจักษ์แจ้งแก่ใจด้วยการปฏิบัติคณิตศาสตร์ด้วยตนเองในรูปของ การสร้างข้อสรุป การสร้างผลิตผลทางคณิตศาสตร์ การตั้งข้อความคาดการณ์ การสำรวจและสืบสอบ การตรวจสอบและพิสูจน์ความสมเหตุสมผล

ครูจะเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนเป็นดังที่กล่าวข้างต้นได้ ครูต้องเชื่อมั่นคุณค่าของวิธีเรียน โดยใช้การแก้ปัญหาและมั่นใจในความสามารถของตนเองว่า สามารถสอนโดยวิธีการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาได้ เลสเตอร์และคนอื่นๆ (Lesters and others, 1994 : 152-165) ได้

พัฒนาหลักสูตรระดับรายวิชาให้กับผู้เรียนคณะศึกษาศาสตร์ วิชาเอกการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยอินเดียนา ชื่อรายวิชานี้คือ Teaching via Problem Solving หลักสูตรนี้ยึดหลักการพื้นฐาน 3 ประการ คือ 1) การเรียนรู้ความคิดรวบยอดและทักษะทางคณิตศาสตร์ต้องเรียนรู้ภายใต้บริบทของการแก้ปัญหา 2) การพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง (higher-level thinking processes) ให้เกิดควบคู่และสนับสนุนไปด้วยกันกับประสบการณ์การแก้ปัญหา 3) การสอนคณิตศาสตร์ต้องเกิดขึ้นภายใต้บรรยากาศการเรียนรู้แบบสืบสอบและแก้ปัญหา (an inquiry-oriented problem solving atmosphere)

การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีเรียนรู้แบบแก้ปัญหาซึ่งยึดหลักการพื้นฐาน 3 ประการดังกล่าว เน้นการฝึกเป็นพิเศษในระดับต่อไปนี้ 1) การส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดไตร่ตรองย้อนทวนพฤติกรรมกรเรียนรู้คณิตศาสตร์ของตน 2) การส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 3) การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) และ 4) การใช้วิธีประเมินผู้เรียนอย่างหลากหลาย โดยเฉพาะการประเมินตามสภาพจริง

1. การส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดไตร่ตรองย้อนทวน กิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนแต่ละคนเข้าไปมีส่วนร่วมในกระบวนการคิดเชิงเหตุผลและการเชื่อมโยงแนวคิดและหัวข้อต่างๆทางคณิตศาสตร์ ผลที่เกิดขึ้นคือทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายและลึกซึ้ง ผลประโยชน์อีกประการหนึ่งที่เกิดควบคู่กัน คือ ทำให้ผู้เรียนได้ตระหนักและใคร่ครวญถึงความจำกัดของความรู้และประสบการณ์คณิตศาสตร์ของตน และเกิดแรงบันดาลใจที่จะปรับปรุงและพัฒนาให้สมบูรณ์ขึ้น ดังนั้นในการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแก้ปัญหา ผู้สอนต้องเสริมเติมเต็มในส่วนของการคิดไตร่ตรองย้อนทวน (reflection) เข้าไปด้วย ยินเจอร์และคลาร์ก (Yinger and Clark, 1981 อ้างถึงใน Lesters and others, 1994 : 154) เสนอว่า กิจกรรมการคิดไตร่ตรองย้อนทวนเป็นการให้ผู้เรียนได้ใคร่ครวญถึงกระบวนการคิดและสิ่งที่เขาได้กระทำไปแล้วว่าทำให้เขา (ก) รู้อะไร (ข) รู้สึกถึงหรือตระหนักถึงคุณค่าของอะไร (ค) ทำอะไรและทำอย่างไร และ (ง) เพราะเหตุใดจึงทำอย่างนั้น

เลสเตอร์และคณะ (Lester and others, 1994 : 155) ได้เพิ่มเติมการคิดไตร่ตรองในอีก 2 ประเด็นเข้าไป คือ (จ) ผู้เรียนได้เรียนรู้จุดเด่นและจุดด้อยอะไรบ้างในฐานะที่เขาเป็นผู้ปฏิบัติและคิดด้วยตนเอง และ (ฉ) ผู้เรียนสามารถแสดงหลักฐานหรือข้อบ่งชี้อะไรบ้างที่ใช้วัดความก้าวหน้าทางคณิตศาสตร์ของตน

การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีเรียนรู้แบบแก้ปัญหาที่ผนวกการคิดไตร่ตรองย้อนทวนเข้าไปด้วย จะช่วยให้ผู้เรียนคิดวิจารณ์ญาณได้ดีขึ้น ทำให้ผู้เรียนใส่ใจที่จะปรับปรุงความเข้าใจคณิตศาสตร์ของตนอย่างต่อเนื่อง และเกิดความใฝ่รู้ที่จะค้นหาและสร้างความเชื่อมโยง

ระหว่างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยตั้งคำถามไว้ในใจตนเองอยู่เสมอว่า ผลที่เกิดขึ้นนี้อธิบายได้ภายใต้เงื่อนไขอะไร ถ้าเปลี่ยนเงื่อนไขจะเกิดอะไรขึ้น เมื่อใดที่ผลจะเป็นจริงในกรณีทั่วไป เพราะเหตุใดกรณีตัวอย่างนี้จึงไม่สอดคล้องกับข้อความคาดการณ์ที่กำหนดขึ้น วิธีการนี้ใช้ได้เสมอไปหรือไม่ จะเห็นได้ว่ากระบวนการคิดไตร่ตรองย้อนทวนสามารถนำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นประเมินความเหมาะสมของยุทธวิธีแก้ปัญหา ขั้นตัดสินใจว่าผลที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ ขั้นตรวจสอบว่าผลที่ได้เป็นจริงภายใต้ขอบเขตใด ขั้นเชื่อมโยงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ขั้นกำกับตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเอง และขั้นสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

วิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดไตร่ตรองย้อนทวนขณะแก้ปัญหา ทำได้หลายวิธีดังนี้ (1) ครูผู้สอนต้องเป็นต้นแบบในการคิดไตร่ตรองย้อนทวนขณะแก้ปัญหา (2) ครูผู้สอนต้องสวมบทบาทเป็นผู้สนับสนุน (facilitator) ให้ผู้เรียนแก้ปัญหามากกว่าจะเป็นผู้บอกความรู้ และ (3) ครูผู้สอนต้องสร้างเงื่อนไขให้ผู้เรียนได้ใช้การคิดไตร่ตรอง เช่น การเขียนบันทึกเชิงไตร่ตรอง (reflective writing) และการสร้างผังมโนทัศน์ (concept mapping) ด้วยตนเอง

1.1 การเป็นตัวแบบของผู้สอนในการคิดไตร่ตรองย้อนทวน ซอนฟีลด์ (Schoenfeld 1985 อ้างถึงใน Lester and others, 1994 : 155-156) กล่าวว่า นักแก้ปัญหามือใหม่จะกลายเป็นนักแก้ปัญหามืออาชีพได้ ถ้าเขาได้เห็นตัวแบบการเป็นนักแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ นักแก้ปัญหามืออาชีพจะมีคุณสมบัติที่ดีในเรื่องกระบวนการตระหนักรู้ความคิดของตนเอง (metacognitive awareness) ระหว่างการแก้ปัญหา พฤติกรรมการคิดไตร่ตรองย้อนทวนที่ครูควรแสดงในระหว่างการสอน เช่น การแสดงให้ผู้เรียนเห็นว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ได้ในการคิดครั้งแรกๆ เป็นเรื่องปรกติธรรมดา การคิดใหม่หรือทุกครั้งที่ได้คิดแก้ปัญหา จะได้ความรู้ใหม่เกิดขึ้นเสมอ ทั้งในแง่การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์และยุทธวิธีคิด และการคิดต่างๆ ขณะแก้ปัญหาโดยตัวครูเองหรือตัวผู้เรียนที่แก้ปัญหาได้ เพื่อให้ผู้เรียนคนอื่นๆ ได้เห็นเป็นแบบอย่าง หรือการให้ผู้เรียนได้เห็นว่ามีแต่ตัวผู้สอนเองหรือนักเรียนเก่งๆ ก็อาจแก้ปัญหาบางปัญหาไม่ได้ในระยะเวลาสั้นๆ

การส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดไตร่ตรองย้อนทวนในขณะแก้ปัญหาก็มีลักษณะหนึ่ง คือ การจัดกิจกรรมให้มีการอภิปรายกระบวนการคิดและผลที่ได้จากการแก้ปัญหา ระหว่างผู้เรียนหรือกลุ่มผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ (1) ผู้เรียนเกิดความตระหนักว่านักแก้ปัญหามืออาชีพต้องไม่ละเลยข้อมูลที่สำคัญ และ (2) ผู้เรียนได้เปรียบเทียบและประเมินยุทธวิธีคิดแก้ปัญหาซึ่งกันและกัน กิจกรรมการอภิปรายในชั้นเรียนในลักษณะนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้หวนมาคิดใหม่ถึงกระบวนการคิดของตนในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผน การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล ทำให้ผู้เรียนเห็นข้อบกพร่องและข้อเด่นของกระบวนการแก้ปัญหา

ของตนเองและเห็นหนทางในการปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้น นอกจากนี้ผู้สอนต้องเป็นตัวแทนของนักแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพในประเด็นว่า ความสำเร็จของการแก้ปัญหาอยู่ที่การให้เวลากับการทำ ความเข้าใจปัญหาและการวางแผนการแก้ปัญหาพอๆ กับเวลาที่ใช้ในการดำเนินการตามแผนและ การตรวจสอบผลที่ได้

1.2 ผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นผู้ มีบทบาทสำคัญที่สุดในการพัฒนาการรับรู้ถึงความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ของผู้เรียน ผู้สอนที่คุ้นเคยกับวิธีสอนแบบบอกทุกสิ่งทุกอย่างให้ผู้เรียนรับรู้และทำตาม พฤติกรรม การสอนแบบนี้จะไปปิดกั้นโอกาสของความเป็นอิสระในการคิดด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนกลายเป็น บุคคลที่ต้องพึ่งพาความรู้และการชี้แนะของผู้อื่น ไม่กล้าคิดริเริ่มด้วยตนเองและไปปิดกั้นความใฝ่รู้ โดยธรรมชาติของผู้เรียนด้วย

ผู้สอนที่มีความเชื่อมั่นว่า ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ ตามศักยภาพของเขา ถ้าพวกเขาได้รับ โอกาสของการเรียนรู้ ผู้สอนที่มีความเชื่อเช่นนี้ย่อมพยายาม หาปัญหา (หรือกิจกรรมหรืองานคณิตศาสตร์) ที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนทุกคนให้ใช้ความรู้และ ประสบการณ์ที่เขามีอยู่มาทำความเข้าใจและปฏิบัติคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง สิ่งที่ยากสำหรับครู คณิตศาสตร์ก็จะหาปัญหาเหล่านั้นได้ที่ไหน คำตอบคือครูต้องสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ขึ้นมาเอง ให้เหมาะสมกับลักษณะของคุณ การได้เห็นปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจและได้อ่านเกี่ยวกับการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ตลอดจนได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่เสมอ ทำให้ครูได้แนวคิดในการสร้าง ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ

บรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดด้วยตนเอง บทบาทของ ครูจะเป็นผู้ส่งเสริมและกระตุ้นให้คิดผ่านคำถาม ปัญหาและกิจกรรมที่ครูนำมาให้ผู้เรียนปฏิบัติและ อภิปราย ผู้สอนจะไม่บอกวิธีคิดและคำตอบ แต่จะเอื้ออำนวยให้เกิดกลุ่มการเรียนรู้ร่วมกันใน ห้องเรียน ผู้สอนจะใช้คำถามให้ผู้เรียนนึกคิดถึงข้อมูลสำคัญ ให้ค้นหาวิธีวิธีเพื่อให้เห็นหนทาง ไปสู่คำตอบ ให้ตรวจสอบคำตอบที่ได้และให้ขยายข้อสรุปและความรู้ที่ได้ไปยังบริบทอื่น แม้แต่ ความคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ผู้สอนจะไม่เข้าไปขัดจังหวะแต่จะใช้วิธีตั้งคำถามให้ผู้เรียน ได้ ตรวจสอบและประเมินความสมเหตุสมผลด้วยตนเอง

1.3 การสนับสนุนให้ผู้เรียนเขียนบันทึกเชิงไตร่ตรองและเขียนผังมโนทัศน์ กิจกรรมการคิดไตร่ตรองย้อนทวนอีกแบบหนึ่งที่ผนวกเข้าไว้กับการแก้ปัญหา คือ การเขียนเชิง ไตร่ตรอง และการเขียนผังมโนทัศน์ ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างความหมาย (meaning-making processes) โดยตัวผู้เรียนเองเพื่อแสดงความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้กับสิ่งที่ผู้เรียนรู้ มาก่อนแล้ว (Lester and others, 1994 : 157) การเขียนบันทึกเชิงไตร่ตรองและการเขียนผังมโนทัศน์

มีประโยชน์ต่อผู้เรียน 4 ประการ คือ (1) ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนของตนเอง (2) ความเข้าใจความคิดรวบยอดของผู้เรียนเพิ่มขึ้นในลักษณะเห็นการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา (3) การปรับปรุงทักษะการเรียนรู้และทักษะการแก้ปัญหา และ (4) การเปลี่ยนแปลงความเชื่อของผู้เรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์

การเขียนบันทึกเชิงการไตร่ตรองและเขียนผังมโนทัศน์ เป็นกิจกรรมทำให้เป็นการบ้านเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความรู้สึกและความคิดและนำเสนอออกมาในรูปแบบการเขียน คำถามที่ให้ผู้เรียนเขียนบันทึกเชิงไตร่ตรองมี 2 ประเภทหลักๆ คือ คำถามให้เขียนความรู้สึกที่มีต่อคณิตศาสตร์ และ คำถามให้เขียนถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

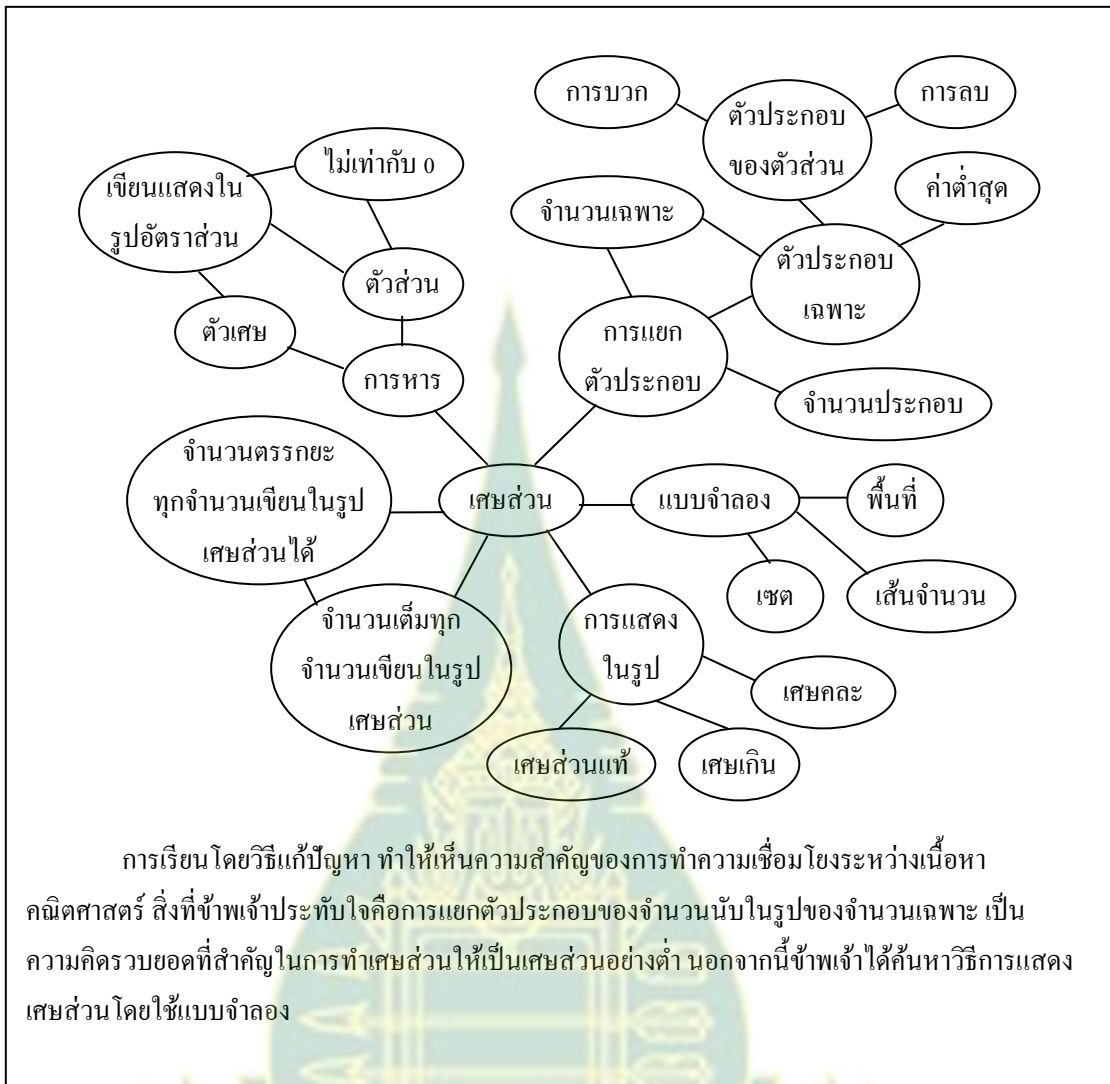
ตัวอย่างคำถามเชิงการไตร่ตรองที่สะท้อนความรู้สึกต่อคุณค่าของคณิตศาสตร์

จงแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อกำล่าวว่า “ทุกสิ่งที่มีอยู่รอบตัวเราเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น”

ตัวอย่างคำถามเชิงการไตร่ตรองที่สะท้อนแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ถ้า p เป็นจำนวนเฉพาะ เพราะเหตุใด p^7 จึงมีจำนวนตัวประกอบแปดตัวเท่านั้น ข้อความข้างต้นยังคงเป็นจริงหรือไม่ในกรณีของจำนวนประกอบ

การส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดไตร่ตรอง สามารถใช้วิธีให้ผู้เรียนเขียนผังมโนทัศน์ (concept maps) ผังมโนทัศน์เป็นการแสดงแผนภาพของการเชื่อมโยงมโนทัศน์หนึ่งกับหัวข้อ ตัวอย่าง หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์อื่นๆ การเขียนผังมโนทัศน์มักนิยมเขียนในรูปแบบเครือข่ายโยงเมฆมุ่ม โดยให้มโนทัศน์ที่จะแสดงความเชื่อมโยงอยู่ตรงกลาง และผู้เรียนเขียนบรรยายความคิดของเขาต่อผังมโนทัศน์ที่เขาสร้างขึ้น เช่น ตัวอย่างผังมโนทัศน์เรื่องเศษส่วนของนักศึกษาครูวิชาเอกการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยอินเดียนา นักศึกษาท่านนี้เขียนผังมโนทัศน์หลังจากเรียนจบบทเรียนเรื่องเศษส่วนโดยวิธีแก้ปัญหา



2. การส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเพิ่มขึ้น ในขณะที่ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง แนวคิดต่างๆทางคณิตศาสตร์ การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีแก้ปัญห ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้าง ความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ใน 3 ลักษณะ คือ (1) การสัมพันธ์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด ให้กับสถานการณ์ปัญหาอย่างหลากหลาย (2) การสัมพันธ์ปัญหาที่กำหนดให้กับแนวคิดต่างๆทาง คณิตศาสตร์ที่แฝงอยู่ในปัญหา (3) การสร้างความสัมพันธ์ใหม่หรือข้อสรุปใหม่จากการแก้ปัญห

3. การส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ บรรยากาศการเรียนรู้ คณิตศาสตร์แบบร่วมมือช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดและทักษะคณิตศาสตร์ได้คี่ ขึ้น ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหที่จัดบรรยากาศการเรียนรู้แบบ ร่วมมือ ก่อให้เกิดคุณค่าที่สำคัญดังนี้ (1) ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ใช้ยุทธวิธีคิดที่หลากหลายใน

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างๆในกลุ่มย่อยแบบร่วมมือ (2) การรวมพลังกันในกลุ่มเพื่อแก้ปัญหา
 ย่อมดึงดูดความสนใจกว่าการแก้ปัญหาตามลำพัง (3) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบร่วมมืออย่าง
 กระตือรือร้นทำให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นให้คิดต่อยอด
 ออกไป (4) การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยทำให้เกิดการพัฒนาทักษะทางสังคม เช่น การหยุดฟัง
 และคิดเมื่อคนอื่นพูด การมุ่งมั่นและพากเพียรพยายามเพื่อไปสู่จุดหมายร่วมกัน (5) การพัฒนา
 วิธีการสื่อสารและนำเสนอความคิดและทักษะการคิดไตร่ตรองผ่านปฏิสัมพันธ์เชิงสังคมในกลุ่ม
 ย่อย และ (6) บทบาทของครูจะเปลี่ยนจากผู้บอกความรู้มาเป็นการอำนวยความสะดวกและ
 สนับสนุนให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สถานการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือระหว่างผู้เรียนเกิดได้ทั้งภายในเวลา
 เรียนตามปกติในชั้นเรียน หรือกิจกรรมนอกชั้นเรียน กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่นักเรียนมา
 ทำงานคณิตศาสตร์ด้วยกันโดยผ่านกระบวนการแสดงความคิดเห็นเพื่อทำความเข้าใจปัญหาและ
 แก้ปัญหา และประเมินวิธีการทำงานร่วมกัน ช่วยพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เป็นธรรมชาติของ
 บุคคลในการมีอิสระที่จะคิดและกระทำ ผู้เรียนจะลดพฤติกรรมการเรียนรู้แบบพึ่งพาให้ผู้อื่นมาบอก
 ให้ไปเป็นความยินดีที่จะมีส่วนร่วมในการค้นหาและสร้างความรู้ด้วยตนเอง

4. การใช้วิธีประเมินอย่างหลากหลาย การสอนโดยวิธีแก้ปัญหาใช้
 รูปแบบของปัญหาและเทคนิควิธีสอนต่างๆ และกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความ
 เข้าใจ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ยุทธวิธีการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร
 ความคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง ความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนการตระหนักถึงคุณค่าของ
 คณิตศาสตร์ การประเมินความสามารถของผู้เรียนจึงใช้การทดสอบอย่างเฉียดไม่ได้ หลักการ
 ประเมินตามแนวคิดใหม่นี้ กำหนดให้การสอนและการประเมินต้องเกิดควบคู่กันไปในการสอนแต่
 ละครั้ง การประเมินจึงต้องเกิดไปพร้อมๆกับงานคณิตศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนแก้ ตัวอย่างการประเมินจึง
 เป็นการประเมินกลุ่ม (group assessment) อีกประการหนึ่ง การใช้เทคนิคการประเมินต่างๆเพื่อได้
 ข้อมูลผลการประเมินที่ครอบคลุมรอบด้านและลึกซึ้งในประเด็น ความรู้ กระบวนการคิดและความ
 เชื่อม ต่อไปนี้เป็นเทคนิคการประเมินที่มักใช้ในการสอน โดยวิธีแก้ปัญหา

4.1 การสังเกตชั้นเรียนและปฏิสัมพันธ์ ขณะที่ผู้เรียนกำลังแก้ปัญหาและ
 อภิปรายแนวคิดคณิตศาสตร์ร่วมกันในกลุ่มย่อย ผู้สอนสามารถเข้าไปสังเกตและฟังอย่างตั้งใจ และ
 เวียนการสังเกตให้ครบทุกกลุ่ม ข้อมูลจากการสังเกตทำให้ผู้สอนได้ภาพที่สมบูรณ์ของความเข้าใจ
 คณิตศาสตร์ของผู้เรียนมากกว่าข้อมูลที่เป็นคะแนนสอบเสียอีก ข้อมูลจากการสังเกตจึงมีประโยชน์
 ต่อการตัดสินใจของครูเกี่ยวกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยการแก้ปัญหาล้างครั้งต่อไป

การสังเกตปฏิสัมพันธ์ที่ผู้เรียนมีต่อกันระหว่างการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยกันในกลุ่มย่อย ครูควรให้ความสนใจเกี่ยวกับประเด็นต่อไปนี้

- นักเรียนมีความเชื่อมั่นหรือไม่ว่าตนเองและกลุ่มสามารถแก้ปัญหาได้
- นักเรียนและกลุ่มมีความวิตกกังวลหรือไม่ในการแก้ปัญหา
- นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาหรือไม่
- นักเรียนและกลุ่มมีความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในประเด็น

ใดบ้าง โดยที่ความเชื่อเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อการปฏิบัติคณิตศาสตร์ขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหา

ครูควรใส่ใจและให้เวลากับการพิจารณาอิทธิพลของความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อวิธีเรียนรู้ของพวกเขา นอกจากนี้เมื่อครูใช้คำถามกระตุ้นไปยังกลุ่มผู้เรียนให้คิดไตร่ตรองหรือเปลี่ยนมุมมองและคาดหวังให้ผู้เรียนให้คำอธิบายได้ชัดเจนขึ้น ย่อมทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงความสำคัญของกระบวนการให้เหตุผลและการทำให้คณิตศาสตร์มีความหมาย มากกว่าการมุ่งหาคำตอบโดยการใช้อสูตร ผู้เรียนจะตระหนักถึงความสำคัญของการใช้คณิตศาสตร์และภาษาทางคณิตศาสตร์อธิบายสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัว ดังนั้นการสังเกตและการมีปฏิสัมพันธ์จึงเป็นเครื่องมือการประเมินผลประเภทหนึ่งที่น่าจะนอกจากจะทำให้ครูเข้าใจความคิดของผู้เรียนแล้ว ยังช่วยพัฒนาความรู้สึกรักของผู้เรียนที่มีต่อคุณค่าที่แท้จริงของการเรียนรู้ด้วยการค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง

4.2 การทดสอบการแก้ปัญหา จุดประสงค์สำคัญของการประเมิน คือ การตัดสินความสามารถของผู้เรียนและให้ระดับผลการเรียน แหล่งข้อมูลสำคัญที่นำมาใช้เพื่อให้ระดับผลการเรียนมักจะได้มาจากการสอบ การสอน โดยวิธีแก้ปัญหายืดหลักการให้การประเมินเกิดควบคู่ไปกับการเรียนการสอน ดังนั้นปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาที่มอบหมายให้ผู้เรียนทำร่วมกันในกลุ่มย่อยสามารถนำมาใช้เป็นการทดสอบได้ โดยให้คะแนนเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นคะแนนกลุ่มเป็นผลงานเขียนแก้ปัญหาที่ทำร่วมกันเป็นกลุ่ม และ ส่วนที่สองเป็นคะแนนรายบุคคลของแต่ละสมาชิกในกลุ่มคิดต่อยอดจากคำตอบที่ได้จากกลุ่มแล้วเขียนเป็นรายงานของแต่ละคน

การให้คะแนนผลงานกลุ่มในการแก้ปัญหา ให้ความสำคัญกับการที่สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการใช้ความคิด ความพยายามเพื่อไปสู่เป้าหมายร่วมกัน และรวมถึงความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคนต่อการเรียนรู้ของตนเองและต่อเพื่อนสมาชิกคนอื่นๆ

4.3 โครงการและการนำเสนอผลงาน การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีแก้ปัญหาแบบร่วมมือ นำไปสู่การทำโครงการคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการริเริ่มและคิดปัญหาเองของกลุ่มผู้เรียน ผู้เรียนร่วมกันวางแผนแก้ปัญหาและดำเนินการทำโครงการ โดยใช้เวลาออกชั้นเรียน

แล้วเขียนรายงานเพื่อนำเสนอต่อชั้นเรียน ส่วนนี้ถือเป็นคะแนนกลุ่ม นอกจากนี้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะเขียนรายงานเชิงไตร่ตรองและประเมินตนเองในประเด็นการประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ในการทำโครงการ ปัญหาและอุปสรรคที่เขาเผชิญและเอาชนะได้จนงานสำเร็จ ส่วนนี้ถือเป็นคะแนนรายบุคคล

4.4 การเขียนบันทึก การเขียนบันทึกเป็นการฝึกให้ผู้เรียนเขียนเชิง

ไตร่ตรองเกี่ยวกับกิจกรรมคณิตศาสตร์ในแต่ละวันของเขา และรวมถึงเขียนบันทึกเชิงไตร่ตรองเกี่ยวกับการบ้าน การสอบย่อย การเขียนผังโน้ตสโน้ และ งานเขียนเชิงไตร่ตรองในลักษณะอื่นๆ

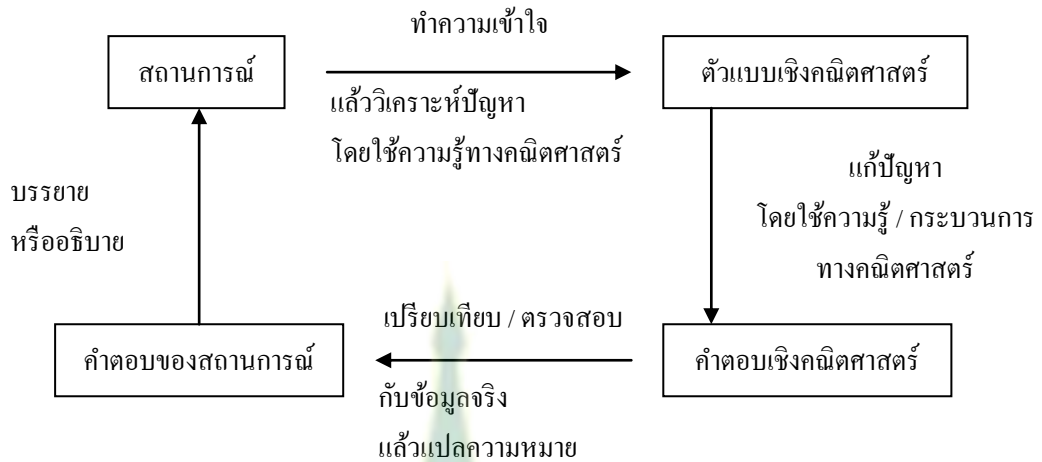
จุดมุ่งหมายของการประเมิน โดยใช้วิธีให้ผู้เรียนเขียนบันทึกเชิง

ไตร่ตรอง มี 2 ประการ คือ (1) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการไตร่ตรองจุดเด่นและจุดด้อยในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของตน และ (2) เพื่อใช้เป็นหนทางสร้างความไว้วางใจซึ่งกันและกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนแต่ละคนผ่านงานเขียนเชิงไตร่ตรองของนักเรียน

ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นหลักการสำคัญที่ครูต้องคำนึงถึงเมื่อจะสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีแก้ปัญหา ตัวครูเองต้องไตร่ตรองถึงความเชื่อของตนเองเกี่ยวกับวิธีเรียนรู้คณิตศาสตร์และเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนที่จะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ วิธีสอนคณิตศาสตร์โดยการแก้ปัญหา อยู่ในข้อตรงข้ามกับวิธีสอนที่ครูเป็นผู้บ่งการ และบอกความรู้และวิธีการให้ผู้เรียนจำและทำตาม วิธีสอนการแก้ปัญหาอยู่บนหลักการว่า ถ้าผู้เรียนได้เผชิญปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เขาสามารถใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่มาทำความเข้าใจปัญหาได้ เขาย่อมสามารถคิดต่อยอดจากความรู้และประสบการณ์ที่มีเพื่อไขปัญหาจนเกิดเป็นข้อสรุปใหม่ได้เสมอ

2.1.5 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา จะมีความหมายมากขึ้นถ้าสถานการณ์ในปัญหาเป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ประกอบด้วยข้อมูลที่ซับซ้อน ในการทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์มาจัดการกับข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาให้เป็นระบบและเข้าใจง่ายขึ้น เพื่อแปลงปัญหาออกมาเป็นรูปแผนภูมิ ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชันต่าง ๆ รูปสามมิติ สิ่งเหล่านี้เป็นตัวอย่างของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นขั้นตอนการทำงานเป็นวงจรในกระบวนการคิดของบุคคล โดยเริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาในสภาพจริง แล้วมาจบที่การค้นพบความรู้ใหม่ วิธีการใหม่ เพื่อบรรยายหรืออธิบายสถานการณ์ปัญหานั้น



ภาพที่ 1.3 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการศึกษาสถานการณ์

เมื่อผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาก่อน แล้ววิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น จากนั้นดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จนสามารถหาคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ได้ หลังจากนั้นผู้เรียนพิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ โดยเปรียบเทียบหรือตรวจสอบกับข้อมูลจริง แล้วแปลความหมายออกมาเป็นคำตอบของสถานการณ์ สุดท้ายบรรยายหรืออธิบายคำตอบของสถานการณ์นั้น (สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน้า 76-77)

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ อยู่บนข้อตกลง 2 ประการ คือ (1) ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เขามีอยู่แล้วทำความเข้าใจและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (2) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เหล่านี้ประกอบด้วยการใช้สิ่งแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ (mathematical representations) อย่างหลากหลาย ได้แก่ วัสดุที่จับต้องได้ (concrete materials) การเขียนประกอบการใช้สัญลักษณ์ (written symbols) การพูด การเขียนรูป การสร้างตาราง การใช้สมการหรืออสมการ (Lesh and Doerr, 2003: 536)

เลซและคูเออร์ (Lesh and Doerr, 2003: 532-555) กล่าวถึง คุณค่าของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์จนเกิดเป็นระบบความคิดรวบยอด (conceptual system) ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเอง

2) ในวงจรของกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผู้เรียน ได้สร้างยุทธวิธีคิดต่าง ๆ ของเขาเอง ซึ่งเห็นประจักษ์จากผลที่เกิดขึ้นเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ เช่น ตารางข้อมูล กราฟ ฟังก์ชัน

3) ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร นำเสนอ และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

4) ช่วยให้ผู้เรียนบูรณาการ ความรู้คณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตลอดจนการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์

5) กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สอดคล้องแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้ (constructivism) ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ (construct knowledge) หมายความว่าสร้างวิธีคิดใหม่อย่างหลากหลาย (ways of thinking) และสร้างผลผลิตที่เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ประจักษ์ชัดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปสองมิติหรือสามมิติ แผนภูมิ ตารางข้อมูล กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน หรือแม้แต่การเทียบเคียงกับสถานการณ์อื่น

6) ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจอย่างมีความหมายโดยเชื่อมโยงความคิดรวบยอดพื้นฐานจนเกิดเป็นระบบความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ลึกซึ้ง โดยตัวผู้เรียนเอง (meaningful understandings of elementary-but-deep mathematical constructs) (Ausubel, 1978 cited in Lesh and Doerr 2003: 535)

7) ส่งเสริมการพัฒนาการคิดจากง่ายไปซับซ้อนแบบขั้นบันไดการคิด (Ladder-Like Stages of Development) อย่างหลากหลาย เช่น การคิดจากรูปธรรมไปนามธรรม (concrete-abstract) การคิดจากง่ายไปซับซ้อน (simple-complex) การคิดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไปสู่เงื่อนไขอื่น ๆ (situated-decontextualized) การคิดจากกรณีเฉพาะไปสู่กรณีทั่วไป (specific-general) การคิดแบบอุปนัยไปสู่การคิดแบบนิรนัย (intuitive-formal) การคิดจากเหตุผลที่ยังไม่รัดกุมไปสู่การคิดแบบมีเหตุผลรัดกุม (unstable-stable)

2.2 กระบวนการฝึกอบรมทางไกลการพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ กระบวนการฝึกอบรมทางไกล ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การวิเคราะห์ระบบการฝึกอบรมทางไกล (2) การวิจัยสำรวจความต้องการจำเป็น (3) การพัฒนาการฝึกอบรมทางไกล (4) การดำเนินการฝึกอบรมทางไกล (5) การถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ของการฝึกอบรมทางไกล และ (6) การประเมินการฝึกอบรมทางไกล (นิคม ทาแดง 2537: 118-134)

รายละเอียดในแต่ละขั้นตอน เป็นดังนี้

2.2.1 การวิเคราะห์ระบบการฝึกอบรมทางไกล เป็นขั้นตอนแรกของการฝึกอบรมทางไกล มีเป้าหมายเพื่อการตัดสินใจว่า จะฝึกอบรมอะไร ฝึกอบรมกลุ่มเป้าหมายได้ด้วยระบบ

ฝึกอบรมประเภทใด ดังนั้นจึงต้องวิเคราะห์ (1) ระบบการฝึกอบรมทางไกล (2) สภาพการณ์
กลุ่มเป้าหมาย (3) สภาพการณ์ด้านสื่อและการสื่อสารโทรคมนาคม (4) สถานการณ์ปัญหา และ (5)
ความต้องการการฝึกอบรม

1) ระบบการฝึกอบรมทางไกล ระบบการฝึกอบรมทางไกลมีหลายระบบ ฝ่าย
พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมทางไกลต้องวิเคราะห์การฝึกอบรมทางไกลทุกประเภทว่ามีจุดแข็ง
จุดอ่อน ความยากง่ายในการผลิตสื่อการฝึกอบรม ค่าใช้จ่ายในการผลิตและทรัพยากรบุคคลที่ใช้
ตลอดจนปัญหาและข้อจำกัดต่าง ๆ

เดฟลิน (Devlin, Tony., 1993: 254-257) กล่าวว่า หัวใจสำคัญของการ
ฝึกอบรมทางไกล คือการกำหนดให้การฝึกอบรมทางไกลเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาและส่งเสริมให้
บุคลากรในองค์กรที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล มีแรงจูงใจที่จะพัฒนาตนเอง ด้านสมรรถนะสำคัญ
ในการทำงานอย่างต่อเนื่อง เป้าหมายของการฝึกอบรมทางไกลจึงอยู่ที่บุคลากรมีการเปลี่ยนแปลงและ
เกิดการพัฒนาสมรรถนะสำคัญในการทำงานหรือไม่ เพียงใด ดังนั้นการเลือกรูปแบบการฝึกอบรมจึง
ต้องพิจารณาจาก (ก) ความคาดหวังที่จะใช้การฝึกอบรมทางไกลเป็นสื่อให้เกิดการพัฒนาตนเองอย่าง
ต่อเนื่องในสมรรถนะสำคัญและจำเป็นสำหรับเขา (ข) การฝึกอบรมทางไกลสามารถสนองความ
ต้องการของบุคลากรในองค์กรในเรื่องที่เป็นสมรรถนะเฉพาะและสำคัญ โดยอยู่บนพื้นฐานของการ
เรียนรู้ที่เน้นงาน กระบวนการ และการแก้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีความคล่องตัวในเรื่องเวลาการศึกษา
และทำกิจกรรมการฝึกอบรม (ค) บุคลากรในองค์กรสามารถนำความรู้ใหม่และประสบการณ์ใหม่ที่
ได้ไปประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติหน้าที่ได้ทันที

2) สภาพการณ์กลุ่มเป้าหมาย เป็นการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่มีประโยชน์
ต่อขั้นตอนวิจัยสำรวจความต้องการจำเป็น การศึกษาและรวบรวมข้อมูลจึงมักเกี่ยวข้องกับ

ก. ภูมิหลังและการดำเนินชีวิตประจำวันของบุคลากรกลุ่มเป้าหมายเพื่อ
ทราบสถานภาพทางสังคม เศรษฐกิจ สถานที่อยู่อาศัย ลักษณะสถานที่ทำงานว่ามีลักษณะเป็นกลุ่มหรือ
กระจัดกระจายกันอย่างไร ตลอดจนจังหวะเวลาของชีวิตประจำวัน ข้อมูลเหล่านี้จะนำมาประกอบการ
ตัดสินใจเลือกประเภทการฝึกอบรมทางไกล

ข. ลักษณะงานที่ทำของกลุ่มเป้าหมาย เพื่อวิเคราะห์สภาพการณ์เกี่ยวกับ
ลักษณะงานที่ทำ เป็นงานให้บริการ งานวิชาการ งานที่ใช้เทคนิคเฉพาะทาง ความรู้สึกและเจตคติต่อ
การทำงาน และปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

ค. พื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของบุคลากรกลุ่มเป้าหมาย เพื่อทราบ
รายละเอียดความแตกต่างระหว่างบุคคลของบุคลากรด้านความรู้และประสบการณ์

ข้อมูลทั้ง 3 ประการข้างต้น จะเป็นประโยชน์ในการเลือกประเภทการฝึกอบรมทางไกล การพัฒนาหลักสูตรและสื่อการฝึกอบรมทางไกลให้เหมาะสม

3) *สภาพการณ์ด้านสื่อและสื่อสารโทรคมนาคม* การฝึกอบรมทางไกลจะถ่ายทอดความรู้ ทักษะและประสบการณ์ผ่านสื่อลักษณะต่าง ๆ เป็นหลัก จึงต้องเลือกสื่อและวิธีสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาคูณลักษณะของบุคลากรเป้าหมาย จิตความสามารถอ่าน เสรษฐกิจของบุคลากรเป้าหมายที่จะเข้าถึงสื่อได้ ความคุ้มค่าของระบบสื่อและการสื่อสารที่ใช้

ก. ความเหมาะสมของสื่อและสื่อสารโทรคมนาคมกับบุคลากรเป้าหมาย เป็นการพิจารณาว่าบุคลากรเป้าหมายมีความพร้อมและความสามารถเพียงพอในการใช้สื่อประเภทนั้นหรือไม่ เช่น การใช้ e-Learning ผู้ใช้ต้องมีทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับดี หรือบุคลากรสามารถควบคุมตนเองและวางแผนการศึกษาและมีเวลาในการอ่าน สื่อสิ่งพิมพ์ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ และสื่อสิ่งพิมพ์มีราคาถูกลงกว่าสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ข. จิตความสามารถในการเข้าถึงสื่อ สื่ออบรมทางไกลที่ทันสมัยแต่มีกระบวนการซับซ้อนและต้องมีอุปกรณ์ประกอบที่มีราคาแพง อาจทำให้บุคลากรเป้าหมายเข้าถึงสื่อได้ลำบาก สื่อที่ทันสมัยน้อยกว่า แต่มีวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจและเข้าถึงได้ง่าย เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อวิทยุโทรทัศน์ อาจมีประสิทธิภาพมากกว่า

ค. ความคุ้มค่าด้านการลงทุนของสื่อและสื่อสารโทรคมนาคม เป็นการศึกษาวิเคราะห์สื่อและวิธีการใช้สื่อว่าคุ้มค่าในด้านการลงทุนทั้งฝ่ายผลิตสื่อและผู้รับการฝึกอบรมทางไกล หมายความว่า การลงทุนนั้นต้องให้ผลคุ้มค่าตามเป้าหมายของการฝึกอบรมทางไกล และต้องเหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรมการฝึกอบรมด้วย เช่น ใช้ e-Learning มาฝึกอบรมการให้ความรู้ ไม่คุ้มค่า ใช้สื่อสิ่งพิมพ์เหมาะสมกว่า ทั้งด้านการลงทุน และการเข้าถึงสื่อของผู้เข้ารับการอบรม

4) *สถานการณ์ปัญหา* เป็นการวิเคราะห์ปัญหาขององค์กรและปัญหาของผู้เข้ารับการอบรม เช่น ปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอนของบุคลากรครู คือ ครูยังไม่เปลี่ยนพฤติกรรมการสอน ยังสอนแบบบอกให้จำตามตำรา ตัวครูเองก็ตระหนักในเรื่องนี้แต่ไม่ทราบว่า จะหาความรู้และประสบการณ์ใหม่เกี่ยวกับวิธีสอนที่หลากหลายและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้อย่างไร การศึกษาวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่บุคลากรเป้าหมายเผชิญอยู่เป็นเรื่องสำคัญยิ่งต่อการให้เนื้อหาสาระและประสบการณ์ และการเลือกรูปแบบการฝึกอบรมทางไกล

5) ความต้องการการฝึกอบรม การศึกษาวิเคราะห์ในประเด็นที่ 5 นี้สืบเนื่องจากประเด็นที่ 4 กล่าวคือเมื่อทราบสถานการณ์ที่เป็นปัญหาแล้ว ควรศึกษาวิเคราะห์ระดับความสำคัญหรือความต้องการการแก้ไขของปัญหา เพื่อประโยชน์ในการกำหนดเนื้อหาสาระและ

ประสบการณ์ การเลือกสื่อ กิจกรรมการฝึกอบรม ให้สนองความต้องการขององค์กร และผู้เข้ารับการฝึกอบรมอย่างแท้จริง

2.2.2 การวิจัยสำรวจความต้องการจำเป็น เป็นขั้นตอนที่ 2 ของกระบวนการฝึกอบรมทางไกล เมื่อได้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ระบบการฝึกอบรมทางไกล ผู้จัดการฝึกอบรมจะเริ่มทำการวิจัยสำรวจความต้องการจำเป็น เป้าหมายของขั้นตอนนี้ 2 นี้เพื่อกำหนดสมรรถนะสำคัญ และจำเป็นเพื่อให้การฝึกอบรมทางไกล กระบวนการในขั้นตอนนี้ 2 ประกอบด้วย

1) **การศึกษาสมรรถนะ** เป็นการศึกษาแนวคิดทฤษฎีและมาตรฐานของสมรรถนะ เช่น สมรรถนะครุคณิตศาสตร์ด้านการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วยสมรรถนะด้าน (ก) การออกแบบงานคณิตศาสตร์ (mathematical task) ในรูปแบบต่าง ๆ (ข) การสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนในบรรยากาศการเรียนรู้แบบกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น กลุ่มย่อย และรายบุคคล (ค) การส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ได้เต็มที่ตามที่เขาคควรจะเป็น โดยใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ง) การประเมินผลผู้เรียนโดยใช้วิธีการหลากหลายและนำผลการประเมินมาพัฒนาและปรับปรุงผู้เรียน (จ) การประเมินการสอนและพัฒนาการสอนไปสู่ความเป็นวิชาชีพ (National Council of Teachers of Mathematics., 1991)

2) **การศึกษาสมรรถนะที่มีอยู่จริงของบุคลากรเป้าหมาย** เมื่อทราบสมรรถนะที่ต้องพัฒนาให้บุคลากรแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการรวบรวมข้อมูลความสามารถเดิมในสมรรถนะนั้นซึ่งจะเป็นความสามารถเริ่มต้นของการฝึกอบรมว่ามีอยู่แล้วมากน้อยเพียงใด ตลอดจนการเปรียบเทียบระหว่างบุคคลว่ามีลักษณะแตกต่างกันอย่างไรด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกและการออกแบบระบบการฝึกอบรมในขั้นต่อไป

3) **การกำหนดสมรรถนะที่ต้องการฝึกอบรม** เป็นการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสมรรถนะที่มีอยู่จริงกับมาตรฐานของสมรรถนะนั้น เพื่อได้ทราบในรายละเอียดว่า สมรรถนะที่ต้องพัฒนาให้บุคลากรประเด็นใดยังไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน จะได้ออกแบบการฝึกอบรมโดยใช้สื่อทางไกลในเรื่องที่จำเป็นจริง ๆ

2.2.3 การพัฒนาการฝึกอบรมทางไกล เป็นขั้นตอนนำข้อมูลจากการวิเคราะห์ระบบและการวิจัยสำรวจความต้องการจำเป็นในขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 มาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อให้เป็นระบบการฝึกอบรมทางไกลตามประเภทของระบบที่เหมาะสมที่สุด การพัฒนาการฝึกอบรมทางไกลประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1) **การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมทางไกล** ในกรณีหลักสูตรฝึกอบรมทางไกลประเภทโครงสร้างสื่อหลัก-สื่อเสริม เนื้อหาสาระ ความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และความเชื่อต้องเรียบเรียงในประเด็นที่จำเป็น สำคัญและตรงกับความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดย

นำเสนอจากง่ายไปยาก อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ในสื่อหลัก และเสนอประเด็นที่สื่อหลักถ่ายทอดได้ไม่สมบูรณ์ในสื่อเสริม

2) **การพัฒนาชุดฝึกอบรมทางไกล** ในกรณีชุดฝึกอบรมทางไกลประเภทสื่อหลัก-สื่อเสริม ชุดฝึกอบรมทางไกลประกอบด้วย ประมวลสาระ แนวการศึกษา แผนกิจกรรมการฝึกอบรมสำหรับกิจกรรมปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้าและกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ออนไลน์ โดยในส่วนของเอกสารประมวลสาระและแนวการศึกษาให้สาระส่วนที่เป็นความรู้ สำหรับกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ให้สาระส่วนที่เป็นกระบวนการและการปรับความเชื่อ ตลอดจนการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง

2.2.4 การดำเนินการฝึกอบรมทางไกล เป็นขั้นตอนดำเนินการฝึกอบรมในส่วนที่เป็นงานธุรการตามประเภทของการฝึกอบรมทางไกล ในกรณีการฝึกอบรมทางไกลประเภทสื่อหลัก-สื่อเสริม มีการดำเนินการในเรื่อง

1) การประชาสัมพันธ์เลือกอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการฝึกอบรมทางไกลหรือติดต่อบริษัทที่ร่วมในโครงการ เพื่อทราบรายชื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมและจัดส่งเอกสารชุดฝึกอบรมไปให้

2) การปฐมนิเทศการฝึกอบรมทางไกล เป็นการดำเนินการเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลและการทดสอบก่อนการฝึกอบรม ตลอดจนการชี้แจงวิธีการฝึกอบรมทางไกล วิธีการศึกษาจากสื่อหลัก การนัดหมายเกี่ยวกับกิจกรรมปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า ตลอดจนการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง

3) การติดต่อสื่อสารระหว่างการฝึกอบรม การฝึกอบรมประเภทสื่อหลัก-สื่อเสริม ผู้รับการฝึกอบรมศึกษาสื่อหลักด้วยตนเอง อาจมีปัญหาต้องสอบถามผู้ให้การฝึกอบรมเกี่ยวกับเนื้อหา หรืองานที่มอบหมายให้ทำ ฝ่ายจัดการฝึกอบรมจึงต้องเตรียมช่องทางการติดต่อสอบถาม เช่น ทางโทรศัพท์ จดหมาย ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

2.2.5 การถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์การฝึกอบรมทางไกล ในกรณีการฝึกอบรมทางไกลประเภทสื่อหลัก-สื่อเสริม ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1) **การทดสอบก่อนการฝึกอบรมทางไกล** เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับเอกสารชุดฝึกอบรม สิ่งแรกที่ต้องกระทำคือศึกษาคำชี้แจงวิธีการศึกษาเอกสารสิ่งพิมพ์และการเข้าร่วมกิจกรรมปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้าในแนวการศึกษาและทำแบบประเมินก่อนการฝึกอบรมทางไกล จากนั้นจึงศึกษาประมวลสาระและทำกิจกรรมในแนวการศึกษา

2) **การประกอบกิจกรรมการฝึกอบรม** เป็นกระบวนการหลักในการฝึกอบรมทางไกล กิจกรรมมีหลายประเภท เช่น (ก) กิจกรรมในแนวการศึกษาที่ผู้เข้าอบรมทำด้วยตนเองตามลำพังและสามารถตรวจสอบความถูกต้องจากแนวตอบที่ให้ไว้ (ข) กิจกรรมกลุ่มย่อยในการ

ปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า เป็นกิจกรรมเสริมเติมเต็มในส่วนของกระบวนการคิด การปฏิบัติในกลุ่มย่อย (ค) กิจกรรมการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง เช่น การทดลองสอนในโรงเรียน

3) การเข้าร่วมกิจกรรมปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า เป็นกระบวนการเสริมเติมเต็มในส่วนที่เป็นกระบวนการที่ต้องมีการปฏิบัติ หรือในส่วนของปรับเปลี่ยนมุมมอง เจตคติหรือความเชื่อ นอกจากนี้กิจกรรมปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้าจัดไว้เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เสนอรายงานจากการนำความรู้ที่ได้รับไปปฏิบัติในสภาพจริง

4) การสรุปการฝึกอบรมทางไกล เป็นการสรุปเพื่อแสดงผลที่เป็นเป้าหมายสำคัญของการฝึกอบรมทางไกล เช่น การเสนอรายงานรายบุคคลจากการนำความรู้ไปปฏิบัติจริง มักจัดร่วมอยู่ในกิจกรรมปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า

5) การทดสอบหลังการฝึกอบรมทางไกล เป็นการประเมินสัมฤทธิ์ผลของผู้เข้ารับการฝึกอบรมว่าเป็นไปตามจุดประสงค์ของการฝึกอบรมหรือไม่ เช่น การทดสอบด้วยแบบวัดที่ควบคู่กับการทดสอบก่อนการฝึกอบรม การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการอบรมทางไกล

2.2.6 การประเมินการฝึกอบรมทางไกล เป็นการสำรวจ ตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาประมวลและประเมินความสำเร็จของการฝึกอบรม โดยทั่วไปมักประเมินในเรื่อง ปฏิกริยาของผู้รับการฝึกอบรม ผลสัมฤทธิ์ด้านการเรียนรู้ และประสิทธิผลโดยรวมของการฝึกอบรม

1) ปฏิกริยาของผู้รับการฝึกอบรม (Reaction) เป็นการติดตามความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรมที่มีต่อการฝึกอบรม ความพึงพอใจ การเห็นประโยชน์ที่ได้รับจากการฝึกอบรม เป็นต้น การรวบรวมข้อมูลกระทำโดยให้ตอบแบบสอบถามหรือการสัมภาษณ์

2) ผลสัมฤทธิ์ด้านการเรียนรู้ของผู้รับการฝึกอบรม (Learning) เป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อทราบความเปลี่ยนแปลงของผู้รับการอบรมด้านความรู้ ด้านสมรรถนะการปฏิบัติ หรือด้านความรู้สึก เช่น การเปลี่ยนแปลงความเชื่อจากความเชื่อที่คลาดเคลื่อนไปสู่ความเชื่อที่ถูกต้อง การเปลี่ยนแปลงด้านสมรรถนะการสอนจากการสอนแบบบอกตามตำราเรียนเป็นการสอนโดยใช้กิจกรรมแก้ปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูลกระทำโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์จากผลงานเชิงประจักษ์ เช่น รายงานผลการสอน

3) ประสิทธิภาพโดยรวมของการฝึกอบรม (Effective result) เป็นการติดตามรวบรวมข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของการฝึกอบรมว่าประหยัดได้มากน้อยเท่าไร ในขณะที่คุณภาพของการฝึกอบรมเพิ่มขึ้น เช่น ผลการฝึกอบรมเป็นไปตามเป้าหมาย

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกาได้ประกาศมาตรฐานหลักสูตร การประเมิน และการสอนคณิตศาสตร์ (NCTM, 1989, 1991) จึงเกิดความจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมครูโดยใช้นวัตกรรมใหม่ เพื่อให้ครูมีสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด จากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษาในสหรัฐอเมริกาพบว่าครูคณิตศาสตร์มีความเชื่อที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่น การเรียนรู้คณิตศาสตร์คือการฝึกทักษะตามขั้นตอนวิธี ทำให้ครูละเลยการจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจความคิดรวบยอดอย่างลึกซึ้ง พฤติกรรมการสอนของครูสัมพันธ์กับการประเมินผลที่เน้นการใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผล

สภาพการณ์การเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา คล้ายคลึงกับประเทศไทยที่มีการปฏิรูปการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แต่ไม่อาจทำให้ครูเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนแบบบอกให้จำตามตำราได้ การฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังใช้วิธีบรรยายหรือบอกข้อความรู้ หรือสาธิตให้ดู จึงไม่อาจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจึงขอเสนองานวิจัยของต่างประเทศ ซึ่งใช้รูปแบบการฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์ให้ครูเป็นศูนย์กลาง และเน้นให้ครูได้เข้าไปร่วมปฏิบัติด้วยตนเอง

แลมเบิร์ต (Lambert, 1998) ทำการวิจัยฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาแบบโรงเรียนเป็นฐานในสหรัฐอเมริกา กิจกรรมฝึกอบรมให้ครูร่วมกันอภิปรายและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในกลุ่มย่อย ร่วมกันออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และนำไปใช้ในชั้นเรียน โดยวิธีสอนแบบทีมแล้วนำผลการสอนมาอภิปราย ผลการวิจัยพบว่า ครูมีความพึงพอใจที่ได้สาธิตการสอนแบบใหม่ในชั้นเรียนและได้สังเกตการณ์สอนของเพื่อนครูในทีม

อีเวน (Even, 1989) วิจัยการฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาให้กับครูที่เข้าร่วมโครงการฝึกอบรมกับมหาวิทยาลัยมิชิแกนสเตท ชุดฝึกอบรมประกอบด้วย ตำราชุดซึ่งเสนอหลักการสำคัญ 3 ประการ คือ 1) การใช้สถานการณ์ปัญหาในการสอนคณิตศาสตร์ 2) วงจรการไตร่ตรองย้อนทวนเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง 3) กระบวนการกลุ่มและการอบรมเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัย พบว่า การฝึกอบรมสามารถทำให้ครูไตร่ตรองความเชื่อของตนเองเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และครูมีแนวโน้มในการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีเรียนรู้แบบแก้ปัญหา

โลวิตต์และคณะ (Lovitte et.al, 1990) วิจัยหลักสูตรฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในสหรัฐอเมริกา กิจกรรมการฝึกอบรมเน้นการสร้างสื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ

ปฏิบัติการที่ครูสามารถนำไปใช้สอนในชั้นเรียนได้ทันที ผลการวิจัยพบว่า ครูมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนเป็นไปตามมาตรฐานเพียงเล็กน้อย แต่การเปลี่ยนแปลงความเชื่อของครูเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์เกิดขึ้นชัดเจน

บิทเทอร์และแฮตฟิลด์ (Bitter and Hatfield, 1992b) คณาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยอะริโซนาสเตท จัดโครงการฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาไปสู่ความเป็นวิชาชีพ โดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ภายใต้ชื่อโครงการ Teaching Mathematics Methods Using Interactive Videodisc(TMMUIV) โดยมีเป้าหมายให้ครูคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาสามารถจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ สื่อการฝึกอบรมประกอบด้วย 1) ฐานข้อมูลวิดีโอทัศน์ ห้องเรียนเสมือนจริง จำแนกตามเนื้อหาคณิตศาสตร์ให้ครูเลือก 2) วิดีทัศน์การสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการของครูมืออาชีพ 3) ชุดฝึกอบรมรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มครูที่เข้าร่วมโครงการมีความรู้เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการสูงกว่ากลุ่มครูที่ได้รับการอบรมแบบเดิม กลุ่มครูในโครงการมีความตระหนักและมุ่งมั่นจะนำความรู้เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน

ไฮด์ (Hyde, 1992) วิจัยฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในสหรัฐอเมริกา กิจกรรมฝึกอบรมให้ครูได้ตรวจสอบความเชื่อเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของตนเอง ควบคู่ไปกับการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ผ่านสถานการณ์ปัญหาอย่างหลากหลาย ผู้เข้าอบรมเป็นครูอาสาสมัคร ผลการวิจัยพบว่า ครูเปลี่ยนความเชื่อเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในทิศทางที่พึงประสงค์ และให้คำมั่นสัญญาว่าจะนำความรู้จากการฝึกอบรมไปใช้ในการสอน

คลอสเตอร์แมนและสแตจ (Kloosterman, and Stage, 1992: 109-115) วิจัยพัฒนาแบบวัดความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน นักศึกษาครู หรือครูคณิตศาสตร์ แบบวัดความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหาประกอบด้วยข้อความในมาตราลิเคิร์ต จำแนกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน 2) ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ 3) ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ 4) ความสำคัญของการแก้ปัญหาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 5) ความสำคัญของความพากเพียรพยายามในการเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์ 6) คุณค่าของคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ผลการวิจัยพบว่า ค่าความเที่ยงโดยสูตร ครอนบัท (Cronbach Alpha) ในแต่ละด้าน คือ .77 , .67 , .76 , .54 , .84 และ .86 ตามลำดับ

เวียสกลาส (Weissglass, 1994) วิจัยอิทธิพลความเชื่อของครูคณิตศาสตร์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอน ผู้เข้ารับการอบรมเป็นครูประถมศึกษาในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย การฝึกอบรมยึดหลักการสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ 1) การให้ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการเรียนการสอน

คณิตศาสตร์ และการสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับนักเรียน เพื่อนครู และผู้ปกครอง 2) การคิดไตร่ตรองย้อนทวนเกี่ยวกับการสอนของตนเองและของครูที่ประสบผลสำเร็จในการสอน และการให้แรงเสริมให้ครูวางแผนการสอนแนวใหม่ 3) การสร้างบรรยากาศด้านความรู้สึกลให้ครูเกิดพลังใจในการคิดริเริ่มวิธีสอนแนวใหม่ 4) การนำวิธีสอนแนวใหม่ไปใช้ในชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า การไตร่ตรองความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์โดยตนเองของครู ทำให้ครูมีความต้องการเรียนรู้แนวคิดใหม่เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มากขึ้น และครูมีแนวโน้มที่แสดงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอน

แลงก์และเมเยอร์ (Laing, and Meyer, 1994: 255-265) วิจัยการฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์ระดับชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็น โครงการความร่วมมือระหว่างภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยมิชิแกน สภาครูคณิตศาสตร์ของมลรัฐมิชิแกน และ โรงเรียนต่าง ๆ เอกสารชุดฝึกอบรมประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง จำนวนและการดำเนินการของจำนวน เรขาคณิตและการวัด เศษส่วนและทศนิยม และ สถิติและความน่าจะเป็น ทุกเนื้อหาจะสอดแทรกแนวคิดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาและการประเมินการเรียนรู้ กิจกรรมการฝึกอบรมมุ่งให้ครูแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและเปลี่ยนมุมมองที่มีต่อคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ครูมีความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในทิศทางที่พึงประสงค์ เพิ่มขึ้นจากการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และครูใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (House, 1994: 214-226) ทำวิจัยโครงการฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์ให้กับโรงเรียนในชนบท ภายใต้ชื่อโครงการ two-year project of professional growth and instructional change เลือกโรงเรียนในชนบทในมลรัฐมิชิแกน โดยมีเป้าหมายให้โรงเรียนนำกิจกรรมแบบแก้ปัญหาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ วัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อ 1) สร้างทีมครูแกนนำในแต่ละโรงเรียน 2) ให้ทีมครูแกนนำพัฒนาการสอนโดยใช้กิจกรรมแบบแก้ปัญหา และสาธิตการนำแผนการสอนไปใช้ 3) ให้ทีมครูแกนนำพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์สำหรับกลุ่มโรงเรียนในชนบท 4) ประเมินความสำเร็จของโครงการ ผลการวิจัยพบว่า ครูที่ร่วมในโครงการมีความพึงพอใจต่อการฝึกอบรม โรงเรียนที่อยู่ในโครงการได้ทำหน้าที่เป็นโรงเรียนแกนนำในการพัฒนาหลักสูตร แบบเรียน และโปรแกรมการฝึกอบรมให้กับโรงเรียนเครือข่าย

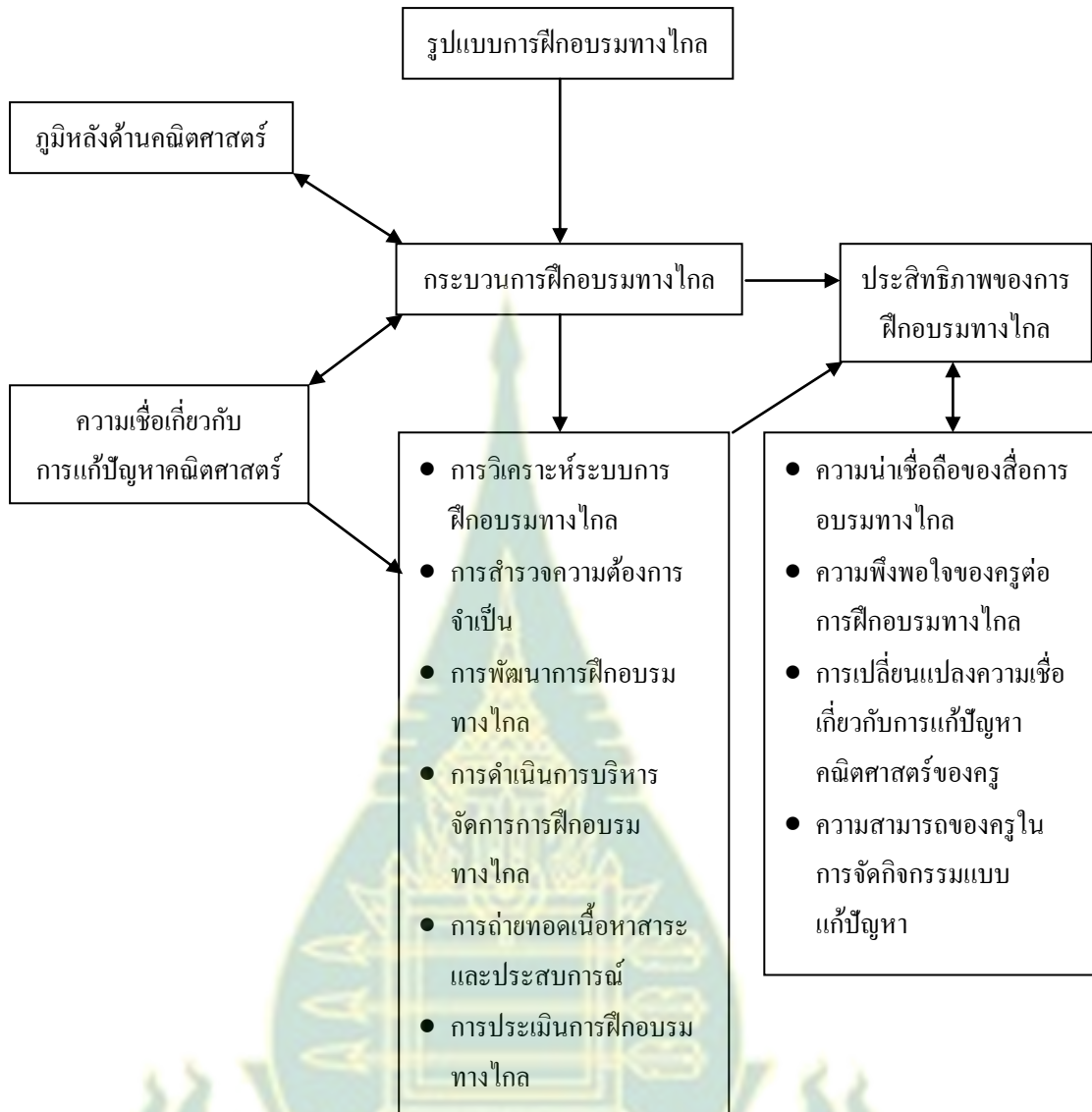
วอลเลซ ซีเดอร์เบิร์ก และอัลเลน (Wallace, Cederberg, and Allen., 1994: 234-245) เสนอบทความวิจัยโครงการฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างวิทยาลัยเซนต์โอลาฟ ให้การฝึกอบรมครูสอนเรขาคณิต ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป้าหมายของการอบรมเพื่อ 1) ให้ครูพัฒนาความรู้ ทักษะ และความเชื่อมั่นในการสอน

เรขาคณิตโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นสื่อร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ 2) ให้ครูที่เข้าร่วมโครงการนำประสบการณ์ที่ได้รับไปขยายผลกับครูคนอื่นในโรงเรียน สื่อการฝึกอบรมประกอบด้วย 1) ชุดบทเรียนโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ให้ครูศึกษาด้วยตนเอง 2) กิจกรรมฝึกอบรมแบบแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้เรขาคณิตกับหลักการสอนเรขาคณิต 3) การปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูสามารถสอนเรขาคณิตโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ และเกิดครูผู้นำในการสร้างเครือข่ายพัฒนาครูคนอื่น

จากการรวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับการฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์ พบว่ารูปแบบการฝึกอบรมไม่ใช่วิธีเรขาคณิตรวมกัน ณ สถานที่หนึ่งและให้ความรู้ใหม่โดยการบรรยาย แต่ใช้แนวคิดสร้างสรรค์ความรู้ (constructivism) ในการนำเสนอเนื้อหา ทักษะและประสบการณ์ในสื่อหลัก สำหรับกิจกรรมการฝึกอบรมเน้นให้ผู้รับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมในการคิดไตร่ตรองย้อนทวนและใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวเองเสมือนว่าครูกำลังกระทำตนเป็นนักเรียน นอกจากนี้การฝึกอบรมยังให้ความสำคัญกับการปรับเปลี่ยนความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของครู เพื่อให้ครูเกิดแรงบันดาลใจและต้องการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนด้วยตัวเอง จากการศึกษาวิจัย ยังพบอีกว่าการฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์มุ่งฝึกอบรมสมรรถนะที่เป็นแกนสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะสมรรถนะด้านการเรียนรู้โดยวิธีแก้ปัญหา การฝึกอบรมมุ่งให้ครูสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับหลักการเรียนการสอน โดยให้ครูเข้าไปเผชิญปัญหาหรืองานคณิตศาสตร์ ผลการแก้ปัญหาทำให้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองทั้งด้านเนื้อหาและวิธีสอน อีกประการหนึ่งการฝึกอบรมครูคณิตศาสตร์มีเป้าหมายให้ครูนำความรู้และประสบการณ์ไปปฏิบัติจริงในชั้นเรียนโดยทันที การประเมินความสำเร็จการฝึกอบรมจึงมุ่งประเมินการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงกับตัวครูเป็นองค์รวม ทั้งด้านความรู้ การปฏิบัติการสอน และความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

4. กรอบความคิดทฤษฎีของการวิจัยการฝึกอบรมทางไกลการพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยกำหนดแนวคิดทฤษฎีของประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบการฝึกอบรมทางไกล การพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ : การเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีแก้ปัญหา



ภาพที่ 1.4 แบบจำลองกรอบความคิดทฤษฎีของการวิจัยการฝึกอบรมทางไกล
การพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์

การออกแบบการฝึกอบรมทางไกล การพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ ภายใต้กรอบแนวคิดทฤษฎีข้างต้น ยึดหลักการต่อไปนี้ 1) การเปิดโอกาสให้ครูได้ตรงรย่นทวนความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 2) การใช้สถานการณ์แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นศูนย์กลางให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา (content) และหลักการเรียนการสอน (pedagogy) 3) การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการพัฒนาความคิดรวบยอดและการเรียนรู้โดยวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 4) การเปิดโอกาสให้ครูได้เรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในกลุ่มย่อย และ 5) การนำความรู้และประสบการณ์

ไปสู่การปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน และรายงานผลการเปลี่ยนแปลงด้านความเชื่อ การเรียนรู้ และความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น ทั้งด้านตัวครูและนักเรียน

ภูมิหลังด้านคณิตศาสตร์ของครู ได้แก่ วุฒิการศึกษาในระดับปริญญาตรี แบ่งเป็นกลุ่มครูที่มีวุฒิตรงและวุฒิไม่ตรงเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ ประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของครูเมื่อเป็นนักเรียนมัธยมและนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ความเชื่อของครูเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความเชื่อของครูเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ภูมิหลังด้านคณิตศาสตร์ มีอิทธิพลต่อความเชื่อของครูเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทั้งในทิศทางที่พึงประสงค์ และความเชื่อที่คลาดเคลื่อน และมีอิทธิพลต่อความต้องการของครูในการฝึกอบรมทางไกล

รูปแบบการฝึกอบรมทางไกล ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกรูปแบบการฝึกอบรมทางไกลที่ใช้สื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลัก และใช้สื่อเสริมในรูปแบบปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า และปฏิสัมพันธ์ออนไลน์ ด้วยเหตุผลต่อไปนี้

1) การฝึกอบรมทางไกลนี้มุ่งพัฒนาสมรรถนะครูคณิตศาสตร์ด้านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา สมรรถนะของครูเป็นความสามารถที่เป็นองค์รวมซึ่งประกอบด้วยความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา การมีความเชื่อที่ถูกต้องเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การคิดไตร่ตรองย้อนทวนเกี่ยวกับความเชื่อและความสามารถของตนเอง ด้านการแก้ปัญหา และการได้นำความรู้ความเข้าใจไปสู่การปฏิบัติการเรียนการสอนในชั้นเรียน

ผู้วิจัยได้เลือกให้สื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลักในการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยวิธีแก้ปัญหาให้ครูคณิตศาสตร์และเสริมเติมเต็มในส่วนที่เป็นทักษะการแก้ปัญหา การคิดไตร่ตรองถึงคุณค่าของกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา ตลอดจนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาและนำไปใช้จริงกับนักเรียน ด้วยกิจกรรมปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า สำหรับกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ออนไลน์ในรูปแบบการอภิปรายปัญหาที่กำหนดให้ ในห้องสนทนามีจุดมุ่งหมายให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้แลกเปลี่ยนมุมมองกับเพื่อนสมาชิกที่เข้ารับการอบรมด้วยกัน

2) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทางไกล เป็นครูคณิตศาสตร์ที่สอนในโรงเรียนที่กระจายอยู่ในทุกภาคของประเทศไทย รวมทั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ส่วนใหญ่เป็นครูที่อยู่ในวัยกลางคน สื่อการฝึกอบรมทางไกลประเภทสิ่งพิมพ์เป็นสื่อที่ครูสามารถศึกษาได้สะดวก เวลาไหนก็ได้ อ่านย้อนทวนซ้ำหลายครั้งได้ ครูสามารถเข้าถึงสื่อได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีความสามารถเพิ่มเติมด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะทางภาษาอังกฤษ ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์

กระบวนการฝึกอบรมทางไกล กระบวนการฝึกอบรมทางไกลการพัฒนาสมรรถนะครู คณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้น ดังภาพที่ 1.4 สื่อการอบรมทางไกลทั้งที่เป็นสื่อหลักและสื่อ เสริมใช้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผนวกความรู้คณิตศาสตร์ การเรียนรู้โดยวิธีแก้ปัญหา และความ เชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหาไว้ด้วยกัน ผ่านกระบวนการสำรวจ (exploration) และการคิดไตร่ตรองย้อน ทวน (reflection) และมุ่งสร้างแรงจูงใจให้ครูนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติจริง

ประสิทธิภาพของการฝึกอบรมทางไกล เป็นการตรวจสอบว่าการฝึกอบรมทางไกล ก่อให้เกิดผลเชิงประจักษ์ซึ่งพิจารณาจาก ความน่าเชื่อถือของสื่อการฝึกอบรมทางไกลในมุมมองของ ผู้ทรงคุณวุฒิ ความพึงพอใจของครูผู้เข้ารับการฝึกอบรม การเปลี่ยนแปลงความเชื่อของครูเกี่ยวกับการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จากความเชื่อที่คลาดเคลื่อนไปสู่ความเชื่อที่พึงประสงค์ ตลอดจนความสำเร็จ ของครูในการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมแก้ปัญหา

