

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การสร้างสื่อเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม สำหรับการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 เพื่อการจัดค่ายคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นกรอบและแนวทางในการวิจัยในด้านต่างๆ ตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม สำหรับการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21
2. การออกแบบการเรียนรู้
3. การสร้างสื่อ
4. การจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการ

2.1 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม สำหรับการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21

วิจารณ์ พานิช(2555) ได้กล่าวว่า ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ดังต่อไปนี้

- 1) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) และการแก้ปัญหา (problem solving) ซึ่งหมายถึง การคิดอย่างผู้เชี่ยวชาญ (expert thinking)
- 2) การสื่อสาร (communication) และความร่วมมือ (collaboration) ซึ่งหมายถึง การสื่อสารอย่างซับซ้อน (complex communicating)
- 3) ความริเริ่มสร้างสรรค์ (creativity) และนวัตกรรม (innovation) ซึ่งหมายถึง การประยุกต์ใช้จินตนาการและการประดิษฐ์

อนุชา โสมาตร(2556) ได้กล่าวถึง ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ดังต่อไปนี้

- 1) ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creatively and Innovation) ประกอบด้วย
 - 1.1) การคิดสร้างสรรค์ (Think Creativity)
 - 1.2) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (Work Creativity with Others)
 - 1.3) การนำเอานวัตกรรมมาสู่การปฏิบัติ (Implement Innovations) โดยปฏิบัติเชิงสร้างสรรค์ให้เกิดคุณประโยชน์ต่อการปรับใช้และพัฒนาจากผลแห่งนวัตกรรมที่นำมาใช้

2) การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ประกอบด้วย

- 2.1) ประสิทธิภาพของการใช้เหตุผล (Reason Effectively)
- 2.2) การใช้วิธีคิดเชิงระบบ (Use Systems Thinking)
- 2.3) ประสิทธิภาพในการตัดสินใจ (Make Judgments and Decisions)
- 2.4) การแก้ไขปัญหา (Solve Problems)
- 3) การสื่อสารและการมีส่วนร่วม (Communication and Collaboration) ประกอบด้วย
 - 3.1) การสื่อสารได้ชัดเจนมีประสิทธิภาพ (Communication Clearly)
 - 3.2) การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaborate with Others)

2.2 การออกแบบการเรียนรู้

วิจารณ์ พานิช(2555) ได้กล่าวถึงการออกแบบการเรียนรู้ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ไว้ว่าสำหรับการออกแบบการเรียนรู้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ควรมีเป้าหมายและวิธีการดังต่อไปนี้

- (1) นักเรียนสามารถใช้เหตุผล
 - คิดได้อย่างเป็นเหตุเป็นผลหลากหลายแบบ ได้แก่ คิดแบบอุปนัย (inductive) คิดแบบอนุมาน (deductive) เป็นต้นแล้วแต่สถานการณ์
- (2) นักเรียนสามารถใช้การคิดกระบวนระบบ (systems thinking)
 - วิเคราะห์ได้ว่าปัจจัยย่อยมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร จนเกิดผลในภาพรวม
- (3) นักเรียนสามารถใช้วิจารณญาณในการตัดสินใจ
 - วิเคราะห์และประเมินข้อมูลหลักฐาน การโต้แย้ง การกล่าวอ้าง และความเชื่อ
 - วิเคราะห์เปรียบเทียบและประเมินความเห็นหลักๆ
 - สังเคราะห์และเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อโต้แย้ง
 - แปลความหมายของสารสนเทศและสรุปบนฐานของการวิเคราะห์
 - ตีความและทบทวนอย่างจริงจังในด้านการเรียนรู้ และกระบวนการ
- (4) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้
 - ฝึกแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหลากหลายแบบทั้งโดยแนวทางที่ยอมรับกันทั่วไป และแนวทางที่แหวกแนว
 - ตั้งคำถามสำคัญที่ช่วยทำความเข้าใจให้แก่มุมมองต่างๆ เพื่อนำไปสู่ทางออกที่ดีกว่า

สำหรับการออกแบบการเรียนรู้ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ ควรมีเป้าหมายและวิธีการดังต่อไปนี้

(1) ทักษะในการสื่อสารอย่างชัดเจน

- เรียบเรียงความคิดและมุมมอง (idea) ได้เป็นอย่างดี สื่อสารออกมาให้เข้าใจง่ายและงดงาม และมีความสามารถสื่อสารได้หลายแบบ ทั้งด้วยวาจา ข้อเขียน และภาษาที่ไม่ใช่ภาษาพูด และเขียน (เช่น ท่าทาง สีหน้า)
- ฟังอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดการสื่อสารจากการตั้งใจฟังให้เห็น ความหมาย ทั้งด้านความรู้ คุณค่า ทศนคติ และความตั้งใจ
- ใช้การสื่อสารเพื่อบรรลุเป้าหมายหลายด้าน เช่น แจ้งให้ทราบ บอกให้ทำ จูงใจ และ ชักชวน
- สื่อสารอย่างเปลในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย รวมทั้งในสภาพที่สื่อสารกันด้วยหลาย ภาษา

(2) ทักษะในการร่วมมือกับผู้อื่น

- แสดงความสามารถในการทำงานอย่างได้ผล และแสดงความเคารพให้เกียรติทีมงานที่มีความหลากหลาย
- แสดงความยืดหยุ่นและช่วยประนีประนอมเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน
- แสดงความรับผิดชอบร่วมกันในงานที่ต้องทำร่วมกันเป็นทีมและเห็นคุณค่าของบทบาทของผู้ร่วมทีมคนอื่นๆ

สำหรับการออกแบบการเรียนรู้ทักษะด้านสร้างสรรค์และนวัตกรรม ควรมีเป้าหมายและวิธีการดังต่อไปนี้

(1) ทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์

- ใช้เทคนิคสร้างมุมมองหลากหลายเทคนิค เช่น การระดมความคิด(brainstorming)
- สร้างมุมมองแปลกใหม่ ทั้งที่เป็นการปรับปรุงเล็กน้อยจากของเดิม หรือเป็นหลักการที่แหวกแนวโดยสิ้นเชิง
- ชักชวนกันทำความเข้าใจ ปรับปรุง วิเคราะห์ และประเมินมุมมองของตนเอง เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดอย่างสร้างสรรค์

(2) ทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

- พัฒนา ลงมือปฏิบัติ และสื่อสารมุมมองใหม่กับผู้อื่นอยู่เสมอ
- เปิดใจรับและตอบสนองต่อมุมมองใหม่ๆ หากทางได้ข้อคิดเห็นจากกลุ่ม รวมทั้งการประเมินผลงานจากกลุ่ม เพื่อนำไปปรับปรุง
- ทำงานด้วยแนวคิดหรือวิธีการใหม่ๆ และเข้าใจข้อจำกัดของโลกในการยอมรับมุมมองใหม่

- มองความล้มเหลวเป็นโอกาสเรียนรู้ เข้าใจว่าความสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็นเรื่องระยะยาว เข้าใจวัฏจักรของความสำเร็จเล็กๆ และความผิดพลาดที่เกิดขึ้นบ่อยๆ จะนำไปสู่การสร้างสรรค์และนวัตกรรม

(3) ประยุกต์สู่นวัตกรรม

- ลงมือปฏิบัติตามความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่ผลสำเร็จที่เป็นรูปธรรม

ศิริวรรณ จัตรมณีรุ่งเจริญ (2558) ได้กล่าวถึง การส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ไว้ว่า การสอนที่มีประสิทธิภาพ ครูนั้นต้องมีคุณสมบัติมากกว่าการเป็นผู้ที่ทำหน้าที่สอน (Instructor) ครูต้องมีลักษณะของผู้ที่สามารถชี้แนะการเรียนรู้ (Learning Coaching) และสามารถทำหน้าที่เป็นผู้นำนักเรียนท่องเที่ยวไปสู่โลกแห่งการเรียนรู้ได้ (Learning Travel Agent) บทบาทของครูจากยุคสมัยก่อนจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อก้าวสู่ยุคแห่งศตวรรษที่ 21 ครูในโลกยุคใหม่ต้องมีความรอบรู้มากกว่าการเป็นผู้ดูแลรายวิชาที่สอนเท่านั้น แต่ครูต้องมีบทบาทของการเพิ่มพูนความรู้แก่นักเรียน เสริมสร้างทักษะที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้นั้นต้องมีความสัมพันธ์ มีขั้นตอนและกระบวนการที่เป็นลำดับที่ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมกับการเรียนการสอน เช่น การกำหนดปัญหาที่สนใจ และการทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และสามารถบูรณาการกับรายวิชาอื่นๆ ได้

2.3 การสร้างสื่อ

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ในส่วนของกิจกรรมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์นั้นส่วนมากจะเน้นในรูปแบบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จึงต้องมีการศึกษาในประเด็นการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ก่อน จากการศึกษาข้อมูลพบว่ามีผู้เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำไปเป็นข้อมูลในการสร้างสื่อดังนี้

Billstein et al. (1997, อ้างในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, หน้า 12-34) ได้เสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นเครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีที่พบบ่อยในคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจจะถูกยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต การฝึกฝนการค้นหาแบบรูปในเรื่องดังกล่าวเป็นประจำ จะช่วยนักเรียนในการพัฒนาความรู้ลึกซึ้งจำนวนและทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประมาณและคาดคะเนจำนวนที่พิจารณาโดยยังไม่ต้องคิดคำนวณก่อนตลอดจนสามารถสะท้อนความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของตนได้

2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยให้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจนช่วยให้หลีกเลี่ยงหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่งเมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ออกก่อน แล้วค่อยค้นหาระบบหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจงกรณีที่เหมาะสมวิธีนี้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอนซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจงกรณีด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและการตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไปนักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นใกล้เคียงคำตอบที่ต้องการมากที่สุด

6. การทำงานแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุโดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้กับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

7. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปแบบของสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้วเขียนสมการหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการ มักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ซึ่งได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวกและสมบัติการคูณและเมื่อใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหา ถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาพีชคณิต

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอน ออกเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลง หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคยหรือเคยแก้ปัญหามาก่อนหน้านี้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริงโดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ หรือการเขียนภาพหรือแผนภาพ จนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้งยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหาที่ยากกว่าการแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่แสดงเป็นเท็จ

การสร้างสื่อที่เน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)

บุญชม ศรีสะอาด (2553) ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการคิดสิ่งใหม่ ๆ พัฒนาสิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ การคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้ได้สิ่งใหม่ วิธีการใหม่ นวัตกรรมใหม่ๆ ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ตอบสนองความต้องการ สามารถพัฒนาให้เจริญยิ่งขึ้น ควรส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในทุกสาขาวิชา ในการทำกิจกรรมต่างๆ และในการปฏิบัติงาน

การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ควรดำเนินการดังนี้

1. จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้พบ ได้เห็น ได้ยิน ได้สัมผัส ผลงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ในด้านที่ผู้เรียนถนัด สนใจ ซึ่งจะเป็นสิ่งกระตุ้น สร้างแรงดลใจ ได้แนวทาง ได้ความคิดที่หลากหลาย

2. ใช้เวลาและโอกาสในการคิด จินตนาการ เพราะความคิดสร้างสรรค์ที่ดีบางครั้งต้องอาศัยเวลา เหมือนการบ่มผลไม้ให้สุก การให้โอกาสก็เป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้สามารถผลิตผลงานความคิดสร้างสรรค์ได้

3. จัดสิ่งอำนวยความสะดวกไม่ว่าจะเป็นด้านสถานที่ เครื่องมือ สื่อ อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อส่งเสริมการสร้างผลงานที่สร้างสรรค์

4. จัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

5. ครูผู้วิจัยต้องใจกว้าง ยอมรับในความแตกต่างระหว่างบุคคล ในความหลากหลายของความคิด จินตนาการ บุคลิกภาพ การแสดงออกของผู้เรียน ผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียนอาจเป็นสิ่งที่แปลก ไม่อยู่ในรูปแบบหรือแนวที่ครูชอบ แต่ก็ยังเป็นเอกลักษณ์ของผู้เรียน ครูจะต้องใจกว้างยอมรับผลงานเหล่านั้น

6. ให้ผู้เรียนระดมสมอง เพื่อให้คิดค้นอย่างหลากหลาย

7. ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ ซึ่งจะมีการช่วยคิดช่วยทำจากมวลสมาชิกในกลุ่ม
8. ให้การเสริมแรงที่ดี เช่น ให้ความสนใจ สังเกตการปฏิบัติงานและผลงาน แสดงความชื่นชมซาบซึ้ง ให้กำลังใจ

วิชัย เสวกงาม (2558) ได้กล่าวถึงตัวอย่างวิธีการสอนและเทคนิคการสอน Active Learning ไว้ดังนี้

- 1) Active Reading เป็นวิธีที่ให้แต่ละคนอ่านบทความแล้วแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้อ่านกับเพื่อน แล้วนำมาเขียนแผนผังโน้ตส์ (Concept Map) ลงในกระดาษโปสเตอร์เพื่อทำกิจกรรม Gallery Walk ต่อไป
- 2) Brainstorming กำหนดหัวข้อและเวลา จากนั้นแบ่งกลุ่มผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปของกลุ่ม แล้วทุกคนนำเสนอแนวคิดที่มีผู้นำเสนอ
- 3) Agree & Disagree Statement ผู้สอนตั้งคำถาม โดยมีตัวเลือกให้ผู้เรียนว่าเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร เช่น อาจใช้ไม้ปิงปองที่มีสี 2 ด้านต่างกันเป็นอุปกรณ์ช่วยตอบ แล้วเลือกผู้ตอบในแต่ละกลุ่มให้อธิบาย หลังจากนั้นจึงอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้นเรียน
- 4) Carousel กำหนดหัวเรื่อง แล้วแบ่งเป็นหัวข้อย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน แบ่งกลุ่มผู้เรียนให้ได้จำนวนกลุ่มเท่ากับจำนวนหัวข้อย่อย จากนั้นเขียนหัวข้อย่อยๆ ลงบนกระดาษโปสเตอร์ แล้วติดรอบๆ ห้อง แต่ละกลุ่มระดมความคิดและเขียนลงในกระดาษโปสเตอร์ เมื่อครบ 2-3 นาที เปลี่ยนไประดมความคิดหน้าโปสเตอร์ถัดไป โดยอ่านแนวคิดของกลุ่มก่อนหน้า ถ้าเห็นด้วยให้ใส่เครื่องหมายถูกและเพิ่มสิ่งที่คิดเห็นแตกต่างจากนั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน
- 5) Concept Map ลักษณะคล้ายการเขียน Mind Map แต่การเขียนแผนผังโน้ตส์จะแสดงแนวคิดและใช้คำเชื่อมโยงระหว่างแนวคิด
- 6) Gallery Walk กำหนดหัวข้อเรื่อง เขียนแนวคิด วิธีการ ลงบนกระดาษโปสเตอร์ แล้วติดรอบๆ ห้อง เพื่อให้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างการเดินทางชมผลงาน
- 7) Jigsaw ผู้สอนเลือกเนื้อหาที่แบ่งเป็นส่วนๆ 3-4 ชิ้น แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มๆ โดยมีสมาชิกในกลุ่มเท่าๆ กันกับเนื้อหา (Home group) สมาชิกแต่ละคนเลือกเนื้อหาที่ตนสนใจแล้วไปร่วมกับสมาชิกจากกลุ่มอื่น (Expert group) เพื่อศึกษาทำความเข้าใจหรือหาคำตอบร่วมกันในกลุ่ม จากนั้นกลับไปสอนที่กลุ่มเดิมของตนจนครบถ้วน
- 8) Problem/Project-based Learning หรือ Case Study ใช้เรื่องจริงหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชน บ้าน โรงเรียน หรือเกิดขึ้นกับบุคคลใดบุคคลหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนคิด

วิเคราะห์และหาทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการบูรณาการความรู้ที่ได้เรียนกับประสบการณ์ตรงหรือสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติม

- 9) Role Playing การแสดงบทบาทสมมติ เป็นวิธีการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกการแสดงออกตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อเป็นประสบการณ์ที่จะนำไปแก้ไขปัญหาและสถานการณ์จริงในชีวิต ผู้เรียนได้เรียนรู้การแสดงออก ฝึกวางแผนการทำงานร่วมกัน เข้าใจความรู้สึกและพฤติกรรมทั้งของตนเองและของผู้อื่น เช่น การทำกิจกรรม “ฟ้าครามรีสอร์ท” ผู้สอนจะกำหนดบทบาทแล้วเขียนไว้ในกระดาษ ให้ผู้เรียน 6 คน จับฉลากเลือกว่าจะแสดงบทบาทใด โดยไม่ให้ปรึกษากัน แล้วให้แสดงบทบาทสมมติตามบทบาทที่ตนเองได้รับ หลังจากนั้นจะตั้งคำถามและให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นว่า ผู้แสดงแต่ละคนทำหน้าที่อะไร และทำหน้าที่นั้นได้ดีหรือไม่ มีจุดใดต้องแก้ไขหรือปรับปรุง เป็นต้น
- 10) Think-pair-share ผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง หลังจากนั้นจึงอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันกับเพื่อนในชั้นเรียน เริ่มจากกลุ่มละ 2-3 คน แล้วจึงเสนอต่อกลุ่มใหญ่
- 11) Predict-Observe-Explain จำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนรู้ โดยผู้เรียนเขียนทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น สังเกตและบันทึกผลอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ อาจทำการทดลอง สืบหาหรือค้นคว้าเพิ่มเติมได้ เช่น กิจกรรมพลังงานเพื่ออนาคต ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับอุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ แผ่นโซลาเซลล์ 2 ชนิด มัลติมิเตอร์ ไม้บรรทัด กระดาษสีดำ และโคมไฟ เพื่อให้แต่ละกลุ่มทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ว่าแผ่นโซลาเซลล์ชนิดใดมีประสิทธิภาพดีกว่ากัน และให้ออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ นำเสนอผลงานกลุ่มหน้าชั้นเรียน เป็นต้น
- 12) Clarification Pause เมื่ออธิบายถึงประเด็นที่สำคัญ ผู้สอนควรให้เวลาผู้เรียนตกผลึกความคิด และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามหากต้องการคำอธิบายเพิ่มเติม (ผู้สอนควรจะเดินไปรอบๆ ห้อง เพราะผู้เรียนมักไม่กล้าถามหน้าชั้นเรียน)
- 13) Card Sorts ผู้สอนจัดเตรียมบัตรคำ/บัตรภาพไว้ให้ผู้เรียนจัดกลุ่มบัตรภาพนั้นๆ และต้องอธิบายเกณฑ์ที่ใช้จัดกลุ่มให้เพื่อนและผู้สอนฟัง และอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน
- 14) Chain Note ผู้สอนเตรียมคำถาม/ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ต้องการไว้ โดยอาจพิมพ์ลงบนกระดาษ A4 แล้วให้ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามหรือข้อความนั้นๆ เพียง 1-2 ประโยค จากนั้นส่งต่อกระดาษแผ่นนั้นให้เพื่อนที่นั่งถัดไปเพื่อช่วยกันตอบคำถามนั้นให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สามารถใช้ก่อนเรียนหรือหลังเรียนได้ และควรส่งกระดาษแผ่นนั้นกลับในทิศทางเดิม เพื่อให้ผู้ที่เขียนได้ก่อนได้อ่านความเห็นทั้งหมดด้วย

- 15) Students' Reflection เป็นการให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิด อาจจะให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียน เสนอแนะเกี่ยวกับการเรียน ถามคำถามที่ยังสงสัย หรือให้ผู้เรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน
- 16) Guided lecture ผู้สอนนำเสนอข้อมูลโดยการบรรยายและผู้เรียนจดบันทึก จากนั้นผู้เรียนจะได้รับเวลาสั้นๆ ในการตรวจบันทึกของพวกเขา หลังจากตรวจสอบบันทึกของตนเองผู้เรียนจะร่วมกันหารือเกี่ยวกับการบันทึกของพวกเขาในกลุ่มเล็กๆ เพื่อให้แน่ใจว่าพวกเขาจดบันทึกข้อมูลที่ถูกต้อง
- 17) Responsive lecture ผู้เรียนสร้างรายการของคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับเนื้อหาในรายวิชา แล้วจัดอันดับความสำคัญของคำถาม ผู้สอนจะการใช้การจัดอันดับของคำถามนี้เป็นโครงสร้างการบรรยาย หรือการอภิปราย

2.4 การจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการ

หนังสือ 21st Century Skills : Learning for Life in Our Times (อ้างใน วิจารณ์ พานิช : 2555) ระบุลักษณะ ๘ ประการของเด็กสมัยใหม่ไว้ดังนี้

- 1) มีอิสระที่จะเลือกสิ่งที่น่าสนใจ แสดงความเห็น และลักษณะเฉพาะของตน
- 2) ต้องการดัดแปลงสิ่งต่าง ๆ ให้ตรงตามความพอใจและความต้องการของตน (customization & personalization)
- 3) ตรวจสอบหาความจริงเบื้องหลัง (scrutiny)
- 4) เป็นตัวของตัวเองและสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เพื่อรวมตัวกันเป็นองค์กร เช่น ธุรกิจ รัฐบาล และสถาบันการศึกษา
- 5) ความสนุกสนานและการเล่นเป็นส่วนหนึ่งของงาน การเรียนรู้และชีวิตทางสังคม
- 6) การร่วมมือ และความสัมพันธ์เป็นส่วนหนึ่งของทุกกิจกรรม
- 7) ต้องการความเร็วในการสื่อสาร การหาข้อมูล และตอบคำถาม
- 8) สร้างนวัตกรรมต่อทุกสิ่งทุกอย่างในชีวิต

วิจารณ์ พานิช(2555) ได้กล่าวเรื่อง ศิษย์ในศตวรรษที่ ๒๑ ไว้ว่า คำถามสำคัญที่กำลังอยู่ในใจครูทุกคน คือ เรากำลังจะพบกับศิษย์แบบไหนในอนาคต ศิษย์ของเราในวันนี้เป็นอย่างไร ศิษย์ที่เป็นเด็กสมัยใหม่หรือเป็นคนของศตวรรษที่ ๒๑ จะมีลักษณะอย่างไรรันั้น ครูในศตวรรษที่ ๒๑ เองก็จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องรู้จักศิษย์ในศตวรรษที่ ๒๑ นี้ด้วย ประกอบกับมีผู้ให้ความเห็นว่าเด็กยุคใหม่เป็นคนยุคเจนเนอเรชั่น (Generation Z) เป็นพวกที่ชอบใช้อินเทอร์เน็ต หรือที่เรียกกันว่าเป็นชาวเน็ต (netizen) ซึ่งเป็นการศึกษาลักษณะนิสัยเพื่อประโยชน์ทางการตลาด ครูเพื่อศิษย์อาจช่วยกันศึกษา

รวบรวมลักษณะของเด็กไทยยุคใหม่ เอาไว้ใช้ในการออกแบบการเรียนรู้ ลักษณะอย่างหนึ่งของศิษย์ไทยคือ เกือบครึ่งหนึ่งเป็นคนที่ไม่ได้อยู่กับพ่อแม่ เพราะพ่อแม่ต้องออกไปทำงานนอกหมู่บ้านเป็นเวลานาน ๆ ทั้งลูกไว้กับปู่ย่า หรือตายาย เด็กบางคนไม่มีพ่อแม่เพราะพ่อแม่ตายไปแล้ว หรือพ่อแม่หย่าร้าง ต้องอยู่กับฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง หรือบางคนเป็นลูกติดแม่โดยที่แม่แต่งงานใหม่และมีลูกกับสามีใหม่ เป็นความท้าทายต่อครูเพื่อศิษย์ที่จะช่วยให้ความอบอุ่น ความรักแก่เด็กที่ขาดแคลนคนเหล่านี้

จึงได้ระบุหลักการหรือปัจจัยสำคัญด้านการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ไว้ ๕ ประการคือ

1) Authentic learning

การเรียนรู้ที่แท้จริงอยู่ในโลกจริงหรือชีวิตจริง การเรียนวิชาในห้องเรียนยังไม่ใชการเรียนรู้ที่แท้จริง ยังเป็นการเลียนแบบสมมติ ดังนั้น ครูเพื่อศิษย์จึงต้องออกแบบการเรียนรู้ให้ศิษย์ได้เรียนในสภาพที่ใกล้เคียงชีวิตจริงที่สุด กล่าวในเชิงทฤษฎีได้ว่า การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับบริบทหรือสภาพแวดล้อม ในขณะที่เรียนรู้ ห้องเรียนที่ไม่ใช่บริบทที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ในมิติที่ลึก เพราะห้องเรียนไม่เหมือนสภาพในชีวิตจริง การสมมติโจทย์ที่คล้ายจะเกิดในชีวิตจริงก็ได้ความสมจริงเพียงบางส่วน แต่หากไปเรียนในสภาพจริงก็จะได้การเรียนรู้ในมิติที่ลึกและกว้างขวางกว่าสภาพสมมติ

การออกแบบการเรียนรู้ให้ศิษย์เกิด “การเรียนรู้ที่แท้” (authentic learning) เป็นความท้าทายต่อครูเพื่อศิษย์ ในสภาพที่มีข้อจำกัดด้านเวลาและทรัพยากรอื่น ๆ รวมทั้งจากความเป็นจริงว่าเด็กนักเรียนในเมืองกับในชนบทมีสภาพแวดล้อมและชีวิตจริงที่แตกต่างกันมาก

2) Mental Model Building

การเรียนรู้ในระดับสร้างกระบวนการทัศนจำมองอีกมุมหนึ่งว่า เป็น authentic learning แนวหนึ่ง ผมมองว่านี่คือ การอบรมบ่มนิสัย หรือการปลูกฝังความเชื่อหรือค่านิยมในถ้อยคำเดิมของเรา แต่ในความหมายข้อนี้เป็นการเรียนรู้วิธีการนำเอาประสบการณ์มาสังเคราะห์เกิดเป็นกระบวนการทัศน (หรือความเชื่อ ค่านิยม) และที่สำคัญกว่านั้นคือ สังเคราะห์ประสบการณ์ใหม่ เอามาได้แย้งความเชื่อหรือค่านิยมเดิม ทำให้ละจากความเชื่อเดิม หันมายึดถือความเชื่อหรือกระบวนการทัศนใหม่

นั่นคือ เป็นการเรียนรู้ (how to learn, how to unlearn/ delearn, how to relearn) ไปพร้อม ๆ กัน ทำให้เป็นคนที่มีความคิดเชิงกระบวนการทัศนชัดเจน และเกิดการเรียนรู้เชิงกระบวนการทัศนใหม่ได้ แต่การจะมีทักษะหรือความสามารถขนาดนี้ จำต้องมีความสามารถรับรู้ข้อมูลหลักฐานใหม่ ๆ และนำมาสังเคราะห์เป็นความรู้เชิงกระบวนการทัศนใหม่ได้

3) Internal Motivation

การเรียนรู้ที่แท้จริงขับเคลื่อนด้วยฉันทะ ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ภายในตัวคน ไม่ใช่ขับเคลื่อนด้วยอำนาจของครูหรือพ่อแม่ เด็กที่เรียนเพราะไม่อย่างขัดใจครูหรือพ่อแม่จะเรียนได้ไม่ดีเท่าเด็กที่เรียนเพราะอยากเรียน เมื่อเด็กมีฉันทะและได้รับการส่งเสริมที่ถูกต้องจากครู วิริยะ จิตตะ และวิมังสา (อิทธิบาทสี่) ก็จะมาตามมา ทำให้เกิดการเรียนรู้ในมิติที่ลึกซึ้งและเชื่อมโยง

4) Multiple Intelligence

เวลานี้เป็นที่เชื่อกันทั่วไปแล้วว่า มนุษย์เรามีพหุปัญญา (Multiple Intelligence) และเด็กแต่ละคนมีความถนัดหรือปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิดต่างกัน รวมทั้งสไตล์การเรียนรู้ก็ต่างกัน ดังนั้น จึงเป็นความท้าทายต่อครูเพื่อศิษย์ในการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความแตกต่างของเด็กแต่ละคน และจัดให้การเรียนรู้ส่วนหนึ่งเป็นการเรียนรู้เฉพาะตัว (personalized learning) เรื่องนี้มีการวิจัยและการออกแบบการเรียนรู้ได้มากมาย ดังตัวอย่าง Universal Design for Learning ซึ่งก็คือ เครื่องมือสร้างความยืดหยุ่นหลากหลายในการออกแบบการเรียนรู้นั่นเอง

5) Social Learning

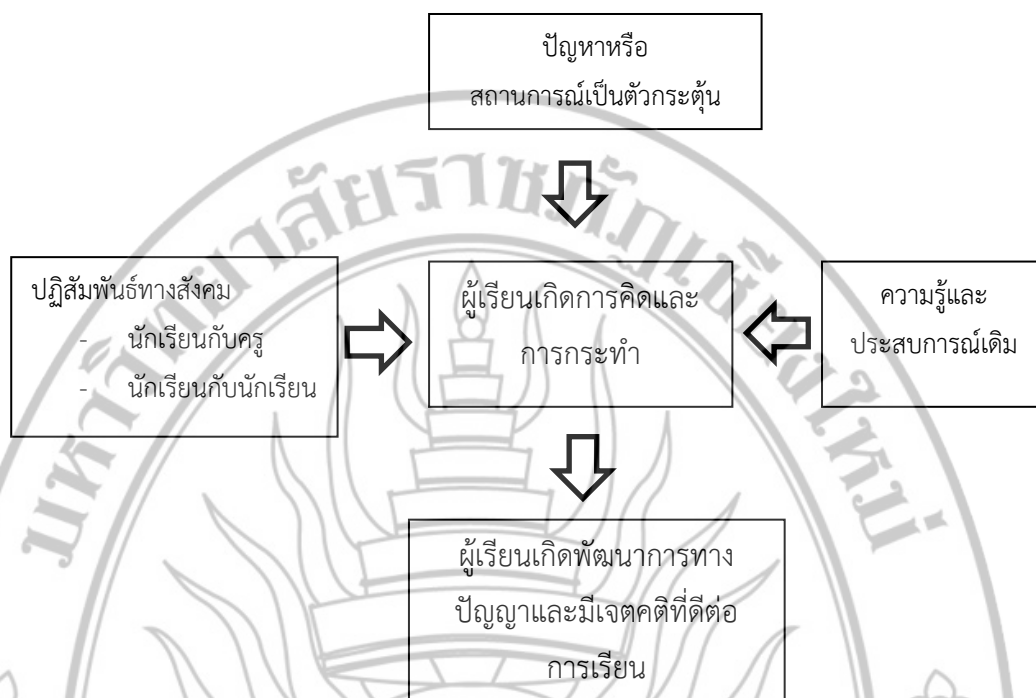
การเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคม หากยึดหลักการนี้ ครูเพื่อศิษย์ก็จะสามารถออกแบบกระบวนการทางสังคมเพื่อให้ศิษย์เรียนสนุก และเกิดนิสัยรักการอ่าน เพราะการเรียนรู้จะไม่ใช้กิจกรรมส่วนบุคคลที่ห้อยเหมา น่าเบื่อ และย้ำว่า อย่าติดทฤษฎีหรือเชื่อตามหนังสือจนเกินไป จนไม่กล้าทดลองวิธีคิดใหม่ ๆ ที่อาจจะเหมาะสมต่อศิษย์ของเรามากกว่าแนวคิดแบบฝรั่ง เราอาจคิดหลักการเรียนรู้ตามแบบของเราที่เหมาะสมต่อบริบทสังคมไทยขึ้นมาใช้เองก็ได้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) กล่าวว่า สิ่งที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ตัวปัญหาที่จะนำมาให้นักเรียนคิดหาคำตอบ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ทำลายความสามารถของนักเรียน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ถ้าง่ายเกินไป อาจไม่ดึงดูดความสนใจ ไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไปนักเรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ได้สำเร็จ
2. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะกับวัยของนักเรียน สถานการณ์ของปัญหาควรเป็นเรื่องที่ไม่ห่างไกลเกินไปกว่าที่นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ และนอกจากนี้ถ้าเป็นสถานการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ก็จะดีไม่น้อย
3. แปลกใหม่ ควรเป็นปัญหาที่ไม่ธรรมดา และนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา นั้นมาก่อน
4. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหาทางเลือกในการหาคำตอบได้หลายวิธี และได้พิจารณาเปรียบเทียบเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด
5. ใช้ภาษาที่กระชับ รัดกุม ถูกต้อง ปัญหาที่ดีไม่ควรทำให้นักเรียนต้องมีปัญหากับภาษาที่ใช้ ควรเน้นอยู่ที่ความเป็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบของตัวปัญหามากกว่า

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี ควรใช้ภาษาที่กระชับ เข้าใจง่าย กระตุ้นและท้าทาย เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนโดยอาจจะเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ปัญหาจะต้องมีข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา และสามารถใช่วิธีการหาคำตอบได้หลากหลาย

จรรยา ภูอุดม (2545 ,หน้า 15) ได้เขียนโครงสร้างของการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังนี้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

จากโครงสร้างของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวผู้วิจัยสรุปได้ว่า การที่ผู้เรียนจะเกิดความคิดและการลงมือปฏิบัติได้นั้นผู้สอนควรต้องเน้นปัญหาหรือสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นซึ่งปัญหานั้นๆควรเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียน และควรให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจึงจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการทางความรู้และเจตคติที่ดีต่อการเรียน

จรรยา ภูอุดม (2545,หน้า 15-20) ได้กล่าวถึงหลักการและแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นักเรียนควรมีอิสระในการทำกิจกรรมมากที่สุด เนื่องจากการดำรงชีวิตประจำวันของคนเราต้องอาศัยการคิดและตัดสินใจได้ด้วยตนเองอยู่ตลอดเวลา และคนเราจะเป็นผู้ที่รู้จักคิดและตัดสินใจด้วยตนเองเมื่อได้มีโอกาสการฝึกฝนมา การฝึกให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและการตัดสินใจในการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องจัดให้มีขึ้นในกระบวนการเรียนรู้ ครูไม่ควรเป็นผู้คิดและทำแทนนักเรียน

2. นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้ใช้วิธีการของตนเองและใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ประสบการณ์ และเป้าหมายที่ต่างกัน ระดับโนมตีของนักเรียนในเรื่องต่างๆ จึงแตกต่างกัน และระดับโนมตีที่ต่างกันนี้จะป็นสาเหตุที่ให้นักเรียนตีความและใช้วิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้วิธีการของตนเองในการแก้ปัญหาจะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้วิธีการของตนเองในการแก้ปัญหาจะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำในสิ่งที่มีความหมายสำหรับตนเอง

3. นักเรียนควรมีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยน เปรียบเทียบข้อมูล มุมมอง แนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา บางครั้งนักเรียนไม่สามารถสร้างความรู้ได้โดยลำพังแต่ต้องอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและสังคมรอบข้างโดยเฉพาะกับบุคคลที่มีความสามารถมากกว่า

4. เน้นการทำงานกลุ่ม ร่วมกับสืบเสาะค้นหา ตั้งคำถาม ข้อคาดเดา ทดสอบสมมติฐาน และสร้างข้อสรุป การทำงานกลุ่มทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ทำให้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหาและปรับปรุงแนวคิดของตนเองได้ดีขึ้น

5. นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการไตร่ตรอง และตรวจสอบแนวคิดของตนเองเนื่องจากการส่งเสริมให้เกิดการไตร่ตรองตรวจสอบความคิด การให้เหตุผลในสิ่งที่ทำจะทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่รู้ทันความคิดและบทบาทของตนเอง ส่วนการอธิบายและรับฟังเหตุผลของผู้อื่นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้เข้าใจมุมมองของคนอื่นที่มีต่อความคิดของตน นอกจากนี้การให้นักเรียนได้พูดคุยเกี่ยวกับแนวคิด อธิบายหรือตรวจสอบการหาคำตอบของตนเองจะนำไปสู่โอกาสสำหรับสร้างโนมตีใหม่และเป็นการขยายกรอบความคิดของนักเรียนไปสู่วิธีการหาคำตอบที่หลากหลายมากขึ้น

6. ให้เวลาเพียงพอแก่นักเรียนในการคิด สร้างความสัมพันธ์และหาวิธีการ การให้เวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนและการรู้จักรอคอยไม่ใจร้อนจนเกินไปก่อให้เกิดประโยชน์มากมายแก่นักเรียนทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การรู้จักคิด การใช้หลักฐานและเหตุผลอ้างอิง เกิดความผิดพลาดน้อยลง มีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น ตลอดจนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของนักเรียนจะเปิดกว้างขึ้นไม่อยู่ในวงจำกัดกับนักเรียนเพียงไม่กี่คน

จากหลักการและแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีผู้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผู้เรียนควรมีอิสระในการเรียนรู้ โดยส่งเสริมความคิดที่หลากหลายจากผู้เรียน มีการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนแล้วจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2544, หน้า 5) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. จัดบรรยากาศที่ผ่อนคลายสำหรับการเรียนรู้
2. ใช้วิธีการที่หลากหลายและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อช่วยให้บทเรียนน่าจดจำในคณิตศาสตร์และหลีกเลี่ยงขั้นตอนแห่งการเรียนรู้ที่เปิดหนังสือและดำเนินการตามที่ครูอธิบาย
3. จัดอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยสร้างสถานการณ์ต่างๆ ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ความคิดรวบยอด และกระบวนการต่างๆ ตามลำดับเป็นกลุ่มเล็กๆ และทำกิจกรรมร่วมกันทั้งชั้น
4. ครูควรใช้คำถามที่เป็นไปได้ และคำถามเปิด พร้อมทั้งฟังสิ่งที่นักเรียนพูด
5. ครูต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการต่างๆ และการคิด แม้นักเรียนยังแก้ปัญหาไม่เสร็จสมบูรณ์หรือถูกต้องเป็นบางส่วน
6. ต้องให้ความสำคัญกับการประเมินนักเรียน และประเมินการสอนของตน
7. ครูต้องรับฟังความรู้สึกของนักเรียน จะต้องไม่ทำให้นักเรียนละอาย เย้ยหยันหัวเราะเหน็บแนมความคิดผิดพลาดและความเข้าใจผิดเป็นผลเนื่องจากยังไม่มีความคิดรวบยอดและกระบวนการ ควรนำข้อผิดพลาดมาเป็นพื้นฐานในการสร้างความคิดรวบยอดและกระบวนการต่างๆ ให้ชัดเจนขึ้น

สิริพร ทิพย์คง (2536: 165 - 167) ได้กล่าวถึง หน้าที่ของครูในการส่งเสริมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เลือกปัญหาที่กระตุ้นความสนใจและเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน
2. ทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ ถ้าไม่มีครูต้องสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว
3. ให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา
4. ให้แบบฝึกหัดที่มีความยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้นักเรียนทุกคนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับนักเรียน
5. ทดสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจปัญหาในข้อนั้นๆ หรือไม่ โดยถามว่าโจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้
6. ฝึกให้นักเรียนรู้จักหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
7. ฝึกให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพหรือเขียนแผนผังในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้ เพื่อช่วยให้เห็นแนวทางคิดแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น
8. ฝึกให้นักเรียนแยกแยะปัญหาข้อนั้นๆ ออกเป็นปัญหาย่อย เพื่อช่วยให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาได้

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บทบาทของครูในกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้น ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้วิธีการที่หลากหลายในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูเป็นผู้คอยชี้แนะ ให้ความช่วยเหลือโดยใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดความคิดและเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อเป็นข้อมูลในการประกอบการเรียนรู้ และฝึกให้ผู้เรียนรู้จักแยกแยะปัญหานั้นๆ ออกเป็นลำดับขั้นก่อนหลังเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

คำถามจะมีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญซึ่งมีผู้ได้ให้แนวทางตัวอย่างคำถาม/ปัญหาที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ปานทอง กลุณาสิริ (2546, หน้า 7-9) ได้เสนอตัวอย่างคำถามที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. บรรยายหรืออธิบายขั้นตอนหรือวิธีทำ (describe or explain a procedure or process)

- จงบรรยายปัญหา/โจทย์ เป็นคำพูดของนักเรียนเอง
- จะเขียนอธิบายให้เพื่อนเข้าใจได้อย่างไรว่า.....
- จงเขียนอธิบายว่าเธอคิดตรงนั้นมาได้อย่างไร
- เมื่อนักเรียนติดขัดไม่สามารถแก้ไขปัญหาหรือหาคำตอบได้ให้นักเรียนถามตัวเองอย่างไรบ้าง
- นักเรียนทำอะไรหากนักเรียนคิดต่อไปไม่ได้

2. สะท้อนคำถามหรือข้อคิดเกี่ยวกับ ใคร ทำไม หรือ อย่างไร (reflect on what, why or how)

- นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น ทำไม
- นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อะไรบ้างระหว่างที่นักเรียนทำโจทย์ข้อนี้
- นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากประสบการณ์การทำให้สิ่งเหล่านี้
- โจทย์ข้อนี้เกี่ยวข้องกับอย่างไรบ้างกับโจทย์ที่นักเรียนเคยทำมาแล้ว (ข้อนั้น)
- เราจะถามอะไรได้อีกนอกจากนี้
- เป็นไปได้หรือไม่ว่า..... ทำไมจึงคิดว่าเป็นไปได้ ทำไมจึงคิดว่าเป็นไปไม่ได้

3. แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ๆ และชักจูงให้เพื่อนคล้อยตามกับความคิดของตน (persuade or convince others)

- ให้นักเรียนอธิบายว่ามีกลยุทธ์ใดที่นักเรียนจะเสนอแนะ ทำไม
- ให้เขียนโน้ตถึงเพื่อนเพื่อชักจูงให้เพื่อนคล้อยตามกับความคิดหรือคำตอบที่นักเรียนมี
- ทำไมนักเรียนจึงคิดว่าคำตอบของนักเรียนเป็นคำตอบที่ถูกต้อง
- ให้อธิบายว่าคำตอบนี้มีดีอย่างไร

4. สร้างหรือจินตนาการสถานการณ์ใหม่ (create or imagine a new situation)

- ให้สร้างคำถามให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้จากปัญหาที่กำหนดให้
- ให้เขียนเรื่องราวหรือโจทย์ปัญหา โดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ ต่อไปนี้ที่กำหนดให้

- ผลลัพธ์จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างไรถ้า.....
- นักเรียนจะสามารถนำ.....ไปใช้ในชีวิตจริงได้หรือไม่ อย่างไร
- ภายใต้สถานการณ์หรือข้อกำหนดให้อย่างไรจึงจะทำให้ข้อสรุปนี้เป็นจริงและเป็นเท็จ

5. บรรยายความรู้สึก (describe feeling)

- นักเรียนคิดว่าโจทย์ข้อนี้เป็นอย่างไร ยากเกินไปหรือเปล่า ง่ายเกินไปหรือเปล่า หรือว่าพอประมาณ

- ให้เขียนเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่ในตัวขณะนี้ว่ารู้อะไรมาบ้าง
- ให้นักเรียนบรรยายความรู้สึกเกี่ยวกับ.....
- จากที่นักเรียนได้เรียนคณิตศาสตร์มาแล้วในภาคเรียน นักเรียนชอบเนื้อหาหรือกิจกรรมใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

- นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรถ้าครูให้เธอไปสำรวจหาข้อมูล.....ในการเรียนเรื่อง.....
จะเห็นได้ว่าตัวอย่างคำถามที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นลักษณะของคำถามปลายเปิด ซึ่งช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์ สร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น จึงควรส่งเสริม และสอดแทรกคำถามลักษณะนี้ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในแบบฝึกหัดหรือการบ้าน