

## บทที่ 2

### วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ การพัฒนาเมตาคอคนิชัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง งานและพลังงานโดยใช้ขั้นตอนตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเสนอตามลำดับดังนี้

#### 1. เมตาคอคนิชันและการพัฒนาเมตาคอคนิชัน

##### 1.1 ความหมายของเมตาคอคนิชัน

##### 1.2 องค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน

##### 1.3 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอคนิชัน

#### 2. กลวิธีเมตาคอคนิชันในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

##### 2.1 กลวิธีเมตาคอคนิชันในการอ่าน

##### 2.2 กลวิธีเมตาคอคนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

##### 2.3 การวัดเมตาคอคนิชัน

#### 3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

#### 1. เมตาคอคนิชันและการพัฒนาเมตาคอคนิชัน

เมตาคอคนิชัน เป็นการรู้จักของบุคคล ตามทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลของคลอสไมเออร์ ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสติปัญญา โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับการทำงานของสมอง ซึ่งได้รับความนิยมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 จนถึงปัจจุบัน คลอสไมเออร์ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานของสมองว่ามีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังในการเรียนรู้ของมนุษย์เปรียบได้กับการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยมี ซอฟต์แวร์ เป็นสิ่งที่ใช้ควบคุมการทำงาน เปรียบได้กับการรู้จักของบุคคล และฟลาเวลล์เป็นผู้เรียกการรู้จักของบุคคลนี้ว่า เมตาคอคนิชัน หลังจากนั้นจึงได้มีผู้สนใจศึกษาการพัฒนา เมตาคอคนิชันเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

### 1.1) ความหมายของเมตาคอกนิชัน

จากการศึกษาข้อมูลข้อความรู้เกี่ยวกับการคิด การพัฒนาทางการคิดพบว่าการควบคุมและการประเมินการคิด หรือที่นักการศึกษาบางท่านเรียกว่าอภิปัญญา (Metacognition) เป็นสาระที่เป็นประเด็นหลักประเด็นหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการคิด ซึ่ง Flavell (1979) เป็นผู้ริเริ่มในการ ศึกษาเรื่องอภิปัญญา โดยกล่าวถึงอภิปัญญาไว้ว่า

“...อภิปัญญา หมายถึง การที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิดของตนเอง รวมทั้งสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตนอาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมาย มีทิศทาง หรือที่เรียกว่าเป็นการรับรู้เกี่ยวกับการรับรู้ (Metacognition : Cognition about Cognition) และอภิปัญญามีบทบาทสำคัญต่อกิจกรรมทางปัญญาทุกรูปแบบ กล่าวคือ อภิปัญญาจะคอยกำกับควบคุมกิจกรรมทางปัญญาของผู้เรียนและทำให้บรรลุเป้าหมายหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า อภิปัญญาจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่ผู้เรียนกำหนดไว้...”

ซึ่งต่อมาได้มีผู้ศึกษาเพิ่มเติมต่อจากแนวคิดของ Flavell เช่น บีเยอร์ (Bayer, 1987) ได้กล่าวถึง อภิปัญญาว่า “อภิปัญญาจะคอยควบคุมการใช้ปัญญา (Cognition) นำทางให้คิดถูกต้องสามารถแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสม อยู่ในประเด็น ทำให้มีการเลือกสรรสิ่งต่างๆ ได้ตรงประเด็น และเป็นการบริหารการใช้ปัญญาโดยการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่คิด เป็นการศึกษาที่มีความหมาย” และกาโรฟาโล และ เลสเตอร์ ได้อธิบายความแตกต่างระหว่างกระบวนการทางปัญญาและกระบวนการทางอภิปัญญาว่ากระบวนการทางปัญญาเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการกระทำขณะที่กระบวนการทางอภิปัญญาเกี่ยวข้องกับการเลือกและวางแผนว่าจะทำอะไร และกำกับควบคุมสิ่งที่ทำไปแล้ว ในขณะที่

Derry and Murphy(1986) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความตระหนักและความรู้ของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้ของตนเองหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถและนิสัยที่จะควบคุมกระบวนการเรียนรู้ของตนเองระหว่างการเรียน”

Lories, Dardenne and Tzerbyt(1998) ได้อธิบายว่า“เมตาคอกนิชัน คือ กระบวนการทางพุทธิปัญญา ซึ่งสามารถประยุกต์ไปสู่พุทธิปัญญา หรือจัดเป็นลักษณะพิเศษที่เป็นรากฐานของพุทธิปัญญา และยังเป็นส่วนหนึ่งของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์”

ณัฐจิ เจริญเกียรติบรร (2539) ได้สรุปความหมายของเมตาคอกนิชันว่า“เมตาคอกนิชัน คือ สิ่งที่ช่วยควบคุมกระบวนการทางการคิดให้มีประสิทธิภาพซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการในการวางแผนการควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผล”

พิมพันธ์ เดชะอุปต์ (2544) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน คือ การควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาเพื่อควบคุมกำกับ

กระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการ คิด มีความตระหนักในงานและสามารถใช้กลวิธีทำงานจนสำเร็จอย่างสมบูรณ์”

โดยสรุปแล้ว เมตาคอกนิชัน (Metacognition) หมายถึง การรู้คิดของบุคคลในการจัดการเกี่ยวกับกระบวนการทางความคิดของตน โดยใช้การวิเคราะห์ปัญหาหรือข้อมูล การวางแผนการกำกับ และการประเมิน ในการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือทำงานจนสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิภาพ

## 1.2) องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

ในการกระทำสิ่งต่างๆต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญของเมตาคอกนิชัน ซึ่งการที่จะศึกษาและพัฒนาเมตาคอกนิชันได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ตามที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้จัดแบ่งไว้ ดังนี้

Flavell(1979) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันไว้ 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน (metacognitive knowledge) คือ ส่วนหนึ่งของความรู้ทั้งหมด ที่มีอยู่ในโลก ซึ่งมีอยู่ในมนุษย์โดยกระบวนการสร้างสรรค์ทางปัญญา สามารถเชื่อมโยงไปสู่งาน เป้าหมาย การปฏิบัติ และประสบการณ์ โดยประกอบด้วยความรู้ในด้านต่างๆ ดังนี้

1.1 ด้านบุคคล (Person variables) หมายถึง ความรู้ที่บุคคลมี เกี่ยวกับลักษณะความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน

1.2 ด้านงาน (Task variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับงาน ลักษณะของงานที่เคยทำ หรือที่ทำอยู่ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจและการทำงานนั้นๆ

1.3 ด้านกลวิธี (Strategy variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสมในการทำให้งานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (metacognitive experiences) คือ จิตสำนึกที่หลากหลายทางปัญญา หรือ ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับอารมณ์หรือความรู้สึก ซึ่งมีอยู่อย่างไม่จำกัด และเป็นเรื่องของการใช้ปัญญาในการวางแผนการ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 การวางแผน (Planning)

2.2 การกำกับและควบคุมตนเอง (Monitoring)

2.3 การประเมิน (Evaluation)

เวลส์ (Wells, 2000: 6-13) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอคนิชัน ซึ่งแบ่งได้เป็น

1.1 ความรู้ในเมตาคอคนิชันที่ชัดเจน (Explicit metacognitive knowledge) คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก และสามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

1.2 ความรู้ในเมตาคอคนิชันที่ชัดเจน (Implicit metacognitive knowledge) สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก แต่ไม่สามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

2. ประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน เป็นสิ่งที่สามารถเชื่อมโยงความสับสนทางอารมณ์ในวิธีการที่หลากหลาย

3. กลวิธีควบคุมเมตาคอคนิชัน คือ คำตอบของบุคคลขณะที่มีการควบคุมกิจกรรมต่างๆ ของระบบทางปัญญา

นักการศึกษาหลายท่านได้สนใจศึกษาองค์ประกอบของเมตาคอคนิชัน โดยสรุปว่า เมตาคอคนิชัน ประกอบด้วย ความรู้ในเมตาคอคนิชัน และประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอคนิชัน เป็นส่วนของความรู้ตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร” โดยแบ่งตัวแปรของความรู้ในเมตาคอคนิชันเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ตัวแปรด้านบุคคล หมายถึง การที่บุคคลที่มีความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่บุคคล โดยทั่วไปมีอยู่ในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน

1.2 ตัวแปรด้านงาน หมายถึง การตระหนักรู้ลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้นๆ

1.3 ตัวแปรด้านกลวิธี คือ ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสม ที่จะใช้ในการทำให้การทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ประสบการณ์ในเมตาคอคนิชัน (Metacognitive experiences) สามารถแบ่งได้ ดังนี้

2.1 การวางแผน (Planning) เป็นการรู้ว่าตนเองจะทำงานนั้นอย่างไร เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการทำงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2 การกำกับ (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสม ความถูกต้อง ลำดับของขั้นตอน และวิธีการที่เลือกใช้

2.3 การประเมิน (Evaluating) เป็นความคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผน การตรวจสอบขั้นตอน และประเมินผลลัพธ์



โดยสรุปแล้ว เมตาคอนนิชันประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอนนิชัน เป็นความรู้ที่ถูกเก็บบันทึกไว้ในความจำระยะยาว เพื่อที่จะใช้ในสถานการณ์ต่างๆ โดยมีการรู้ตนเอง รู้การคิดของตนเอง การรู้และควบคุมความคิดของตนเองให้สามารถบรรลุเป้าหมาย ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธีต่างๆ
2. ประสบการณ์ในเมตาคอนนิชัน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ การวางแผนการกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมิน

### 1.3) ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอนนิชัน

การพัฒนาเมตาคอนนิชันให้กับผู้เรียนเป็นแนวทางใหม่ในการจัดการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลักษณะที่มีต่อกระบวนการและการทำความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอนนิชัน รวมทั้งส่วนประกอบอื่นๆ ตามขั้นตอน ดังนี้

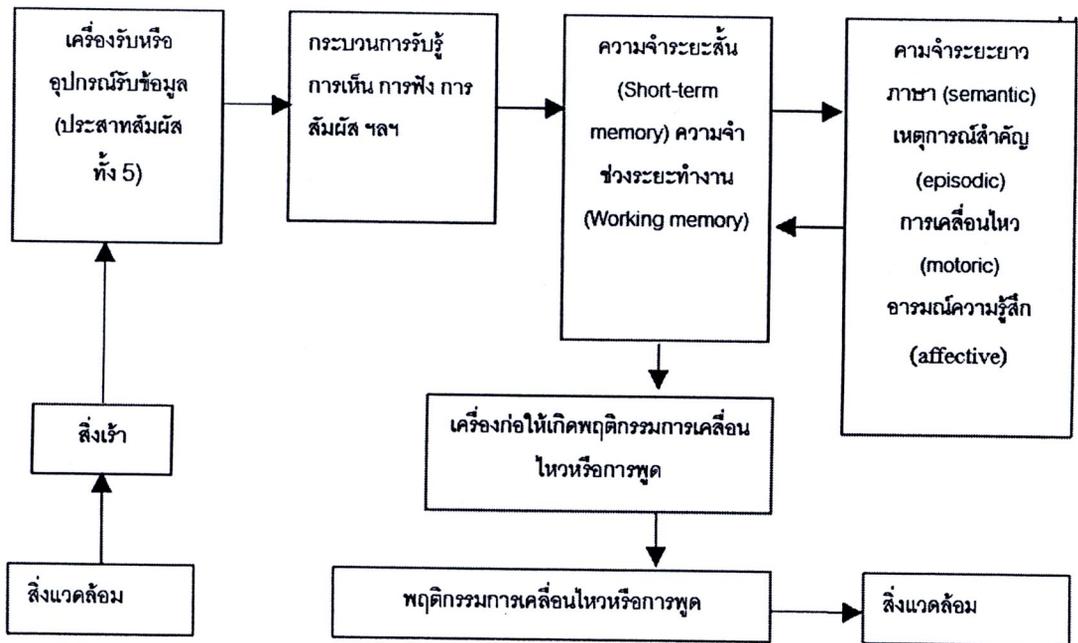
1. ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล
  2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอนนิชัน
  3. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอนนิชัน
- รายละเอียดตามขั้นตอนข้างต้น มีดังนี้



#### 1. ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล

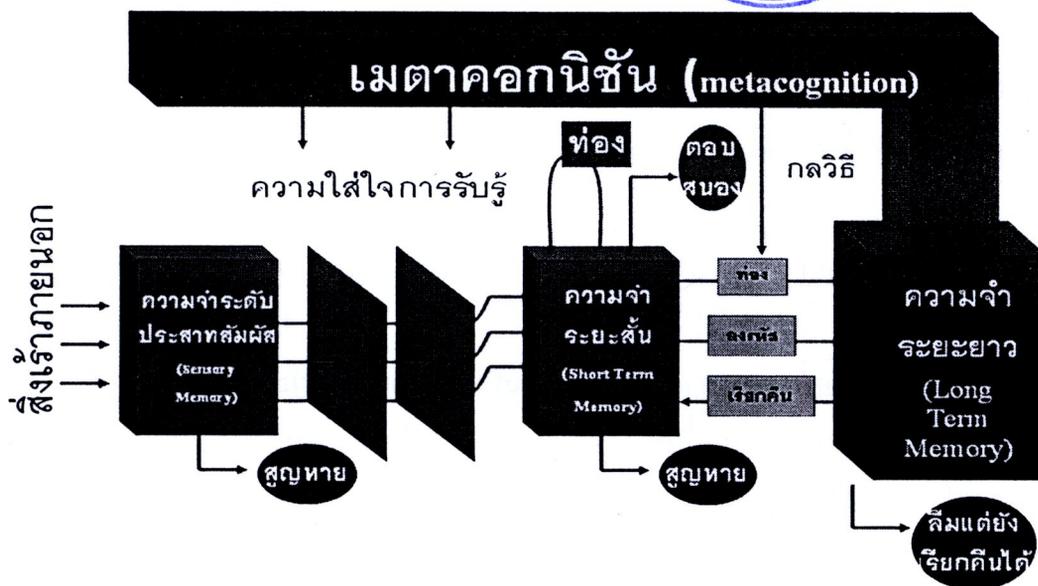
Klausmeier(1985) กล่าวโดยสรุปว่าการทำงานของสมองมนุษย์มีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยอธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์โดยเปรียบเทียบกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ กับการทำงานของสมอง ซึ่งมีการทำงานเป็นขั้นตอน ดังนี้ 1) การรับรู้ข้อมูล 2) การเข้ารหัส โดยอาศัยชุดคำสั่งหรือซอฟต์แวร์ 3) การส่งข้อมูลออก โดยผ่านทางอุปกรณ์ ซึ่งตรงกับการประมวลข้อมูลของสมอง โดยเริ่มต้นจากการที่มนุษย์รับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 สิ่งเร้าที่เข้ามาจะได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น เมื่อบุคคลต้องการจะเก็บข้อมูลที่เข้ามาใช้ในภายหลัง ข้อมูลนี้จำเป็นต้องได้รับการประมวลและเปลี่ยนรูป โดยการเข้ารหัส (encoding) เพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วยเมื่อข้อมูลข่าวสารได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะยาวแล้ว บุคคลนั้นก็จะสามารถเรียกข้อมูลต่างๆ ออกมาใช้ได้ ซึ่งในการเรียกข้อมูลออกมาใช้ จำเป็นต้องถอดรหัสข้อมูล(decoding) จากความจำระยะยาวและส่งต่อไปสู่ตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนองซึ่งจะเป็นแรงขับหรือกระตุ้นให้บุคคลมีการ

เคลื่อนไหว หรือการพูดสนองตอบต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อมต่างๆ ของมนุษย์ โดยคลอสไมเออร์ได้สร้างเป็นแผนภาพที่ 1 ดังนี้



แผนภาพที่ 1 กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล (Klausmeier, 1985)

กระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจะได้รับการบริหารควบคุม อีกชั้นหนึ่ง ซึ่งหากเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์แล้ว ก็คือโปรแกรมสั่งงานหรือ “ซอฟต์แวร์” นั่นเอง การบริหารควบคุมการประมวลข้อมูลของสมองก็คือ การที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตน และสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็นไปในทางที่ตนต้องการ การรู้ในลักษณะนี้ ศัพท์ทางวิชาการ เรียกว่า เมตาคอนนิชัน หรือ การควบคุมการรู้คิด ซึ่งหมายถึง การตระหนักรู้ (awareness) เกี่ยวกับ ความรู้และความสามารถของตนเองและใช้ความเข้าใจในการรู้ดังกล่าวในการจัดการควบคุม กระบวนการคิด การทำงานของตนด้วยกลวิธี (strategies) ต่างๆ อันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ ทำประสบผลสำเร็จตามต้องการ ในกระบวนการประมวลข้อมูลของสมองนั้น องค์ประกอบสำคัญ ของการรู้คิดที่ใช้ในการบริหารควบคุมกระบวนการก็คือ แรงจูงใจ ความตั้งใจ และความมุ่งมั่น หวัง ต่างๆ รวมทั้งเทคนิคและกลวิธีต่างๆ ที่บุคคลใช้ในการบริหารควบคุมตนเอง ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 เมตาคognition หรือกระบวนการควบคุมการรู้คิดในกรอบทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล (Eggen and Kauch, 1997)

จากแผนภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่ากระบวนการรู้คิดเริ่มตั้งแต่ความใส่ใจ (attention) การรับรู้ (perception) และกลวิธีต่างๆ (strategies) ดังนั้นความรู้ในเชิงเมตาคognition จึงมักประกอบไปด้วยความรู้เกี่ยวกับบุคคล (person) ความรู้เกี่ยวกับงาน (task) และความรู้เกี่ยวกับกลวิธี (strategies) ดังนั้น การที่จะพัฒนาเมตาคognition ให้กับผู้เรียนได้ควรจะต้องมีการฝึกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความรู้ในเชิงเมตาคognition เพื่อให้เข้าไปสู่ความจำระยะยาวของสมอง

## 2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคognition

Osman and Hannafin (1992 อ้างถึงใน สมจิตร ทรัพย์อัประโมย, 2540) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาเมตาคognition ไว้ว่า การพัฒนาเมตาคognition ขึ้นอยู่กับตัวแปรสำคัญ 2 ประการ คือ วิธีการฝึก และบทบาทของเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึกสำหรับกลวิธีการฝึกยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กลวิธีการฝึกแบบผสมผสาน (Embedded strategy) และ กลวิธีแบบไม่ผูกพัน (Detached strategy)

ส่วนกลวิธีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึก ก็แบ่งเป็น 2 ประเภทเช่นกัน คือ กลวิธีที่อิงอยู่กับเนื้อหา (Content-Dependent Strategy) และกลวิธีที่เป็นอิสระจากเนื้อหา (Content-Independent Strategy) โดยสรุปแล้ว กลวิธีการฝึกมีความสัมพันธ์กับกลวิธีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึก ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 กลวิธี ดังนี้

1. กลวิธีการฝึกแบบผสมผสานที่อิงอยู่กับเนื้อหา (Embedded Contentdependent Strategies) ใช้ในการทำความเข้าใจในบทเรียนที่ผู้เรียน ไม่คุ้นเคย กลวิธีประเภทนี้จะช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและโครงสร้างให้มีความชัดเจน ผู้ที่ออกแบบการสอนด้วยวิธีนี้มักชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนถึงมโนทัศน์สำคัญที่อยู่ในบทเรียน ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้น กลวิธีนี้มีจุดประสงค์เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เนื้อหาเฉพาะเรื่อง มิได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนนำเอากลวิธีนี้ไปใช้กับบทเรียนอื่นต่อไป

2. กลวิธีการฝึกแบบผสมผสานที่เป็นอิสระจากเนื้อหา (Embedded Contentindependent Strategies) ใช้กับเนื้อหาที่มีลักษณะต่างๆ ไป โดยจะมีการใช้เนื้อหาในการเรียนรู้กลวิธีต่างๆ แล้วจึงมีการพัฒนากลวิธีเหล่านั้น และนำไปฝึกฝนให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้กลวิธีกับเนื้อหาของบทเรียนอื่นๆ ต่อไป

3. กลวิธีการฝึกแบบไม่ผูกพันชนิดที่อิงอยู่กับเนื้อหา (Detached Contentdependent Strategies) กลวิธีนี้ได้รับการสอนแยกออกจากบทเรียน เนื่องจากกลวิธีนี้เป็นกลวิธีที่ซับซ้อนเกินกว่าจะผสมผสานเข้าไปในบทเรียนได้ แต่ก็นำเอากลวิธีที่ฝึกมาประยุกต์ใช้กับเนื้อหาบางเนื้อหา โดยมีจุดมุ่งหมายก็เพื่อที่จะปรับปรุงให้เนื้อเรื่อนั้นง่ายขึ้น แล้วจึงนำกลวิธีเหล่านี้เชื่อมโยงกับเนื้อเรื่องในบทเรียนอื่นๆ ต่อไป

4. กลวิธีการฝึกแบบไม่ผูกพันชนิดเป็นอิสระจากเนื้อหา (Detached Contentindependent Strategies) เป็นการสร้างกลวิธีที่ถูกแบ่งแยกออกจากเนื้อหา และได้มาจากธรรมชาติโดยทั่วไปแล้ว เป็นกลวิธีที่เน้นการปฏิบัติมากกว่าสภาพความรู้ แต่เป้าหมายของกลวิธี โดยรวมแล้วเป็นอิสระต่อการเรียน ดังนั้นจึงต้องมีการแปรสภาพของกลวิธีไปเรื่อยๆ ตามลักษณะของเนื้อหาการฝึกด้วยวิธีนี้ มีความมุ่งหมายที่จะให้มีการถ่ายโยงได้สูง ซึ่งประกอบไปด้วยกลวิธีขั้นต้น (primary strategies) และกลวิธีสนับสนุน (support strategies) สำหรับกลวิธีขั้นต้น ทำหน้าที่ช่วยให้ผู้เรียนจัดการกับบทเรียนโดยตรง ได้แก่ การถอดความ การจินตนาการ การสร้างเครือข่ายความรู้การวิเคราะห์ประเด็นสำคัญ การสรุปและจัดโครงสร้างใหม่ การบูรณาการ เป็นต้น ส่วนกลวิธีสนับสนุนได้รับการออกแบบขึ้นเพื่อช่วยพัฒนาและรักษาบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสมทั้งด้านพุทธิปัญญา และด้านอารมณ์ เป็นกลวิธีที่ช่วยให้มีการจัดระบบความตั้งใจ การวินิจฉัยความต้องการหรือความจำเป็นของการเรียนรู้

### 3. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคognition จากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษา พบสรุปบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน ได้ดังนี้ บทบาทของผู้สอน

1. ควรเน้นกิจกรรมและกระบวนการมากกว่าผลการเรียน
2. ช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดความตระหนักรู้ในกลวิธีการเรียนรู้ทักษะการ

กำกับตนเองและความสัมพันธ์ของกลวิธี

3. ควรเน้นการเชื่อมโยงการเรียนรู้และการบูรณาการ
4. ควรสอนให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการวางแผน กำกับและควบคุมตนเอง และการ

ทบทวนหรือประเมินการเรียนรู้ของตนเอง

5. ควรออกแบบการสอนในแบบที่มีความสมดุลระหว่างคุณภาพและปริมาณของกิจกรรมการเรียนรู้

6. ควรร่วมมือและอภิปรายร่วมกับผู้เรียนในระหว่างเรียน

7. ควรเน้นเป้าหมายการเรียนรู้ทางปัญญาในระดับที่สูงขึ้น

8. การสอนต้องเหมาะสมกับภาวะ และความเข้าใจในมโนทัศน์ปัจจุบันของ

ผู้เรียน

#### บทบาทของผู้เรียน

1. ควรมีเป้าหมายในการเรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน
2. ควรมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น
3. ควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ปกครองและผู้ใหญ่คนอื่น เพื่อกระตุ้นให้เกิดการกำกับ

และควบคุมตนเองตั้งแต่เป็นเด็กเล็กตามบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน ควรมีการออกแบบแผนการเรียนการสอนให้ครอบคลุมมากที่สุด จึงจะทำให้การพัฒนาเมตาคognition เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. กลวิธีเมตาคognitionในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และการวัดเมตาคognition

จากการศึกษาประสบการณ์ในเมตาคognition ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอยู่ 4 ประการ และพบว่ามีความสอดคล้องกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การพิสูจน์และทดลอง การสรุปผลและนำไปใช้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงการนำประสบการณ์ในเมตาคognitionมาใช้ในการเรียนวิชาต่างๆ และสามารถสรุปได้ถึงกลวิธีที่มีนักการศึกษาได้ปรับปรุง และพัฒนาขึ้นมา ดังนี้

## 2.1) กลวิธีเมตาคognitionชั้นในการอ่าน

จากการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคognitionชั้นที่มีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษา และให้แนวทางไว้ จึงมีผู้ที่สนใจศึกษาและพัฒนา เป็นกลวิธีที่มีผู้นำมาใช้ในการพัฒนาเมตาคognitionชั้นของผู้เรียน คือ กลวิธีเมตาคognitionชั้นในการอ่าน ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการเรียนการสอนที่มีการสอนให้นักเรียนมีความสามารถในการอ่านและทำความเข้าใจท่อนมากขึ้น ดังนั้นควรมีการศึกษาถึง ความหมายและองค์ประกอบของการอ่าน เพื่อนำไปสู่กลวิธีเมตาคognitionชั้นในการอ่าน

### 1. ความหมายของการอ่าน

การอ่านเป็นกระบวนการตอบสนองต่อสัญลักษณ์ของภาษาที่เป็นตัวแทนของภาษาพูด และเป็นกระบวนการของการถอดความของภาษาเขียน ที่จะทำให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจถึงสิ่งที่ผู้เขียนต้องการ โดยได้มีนักการศึกษาหลายท่านที่อธิบายความหมายของการอ่านไว้ ดังนี้

Silberstein(1994) กล่าวว่า “...การอ่านเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสมอง ในการอ่านผู้อ่านจำตัวอักษรได้และตัวอักษรทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้อ่านระลึกถึงความหมายซึ่งผู้อ่านทราบมาแล้วจากประสบการณ์ในอดีต การทำความเข้าใจเพื่อให้ได้ความหมายจึงเกิดจากการระลึกและใช้มโนทัศน์ที่ผู้อ่านมีอยู่แล้ว แต่ถ้าสิ่งที่อ่านมีความหมายใหม่ ผู้อ่านต้องใช้มโนทัศน์หลายอย่างจึงจะเข้าใจในสิ่งที่อ่าน และได้ความหมายใหม่นั้น ความหมายใหม่ที่เกิดขึ้นนี้จะถูกเรียบเรียงเป็นกระบวนการทางความคิด...”

โดยสรุปแล้ว การอ่านเป็นกระบวนการทางสมอง ซึ่งต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับระบบของภาษา การตอบสนองต่อภาษาเขียนที่เป็นตัวแทนของภาษาพูด การใช้สติปัญญาในการตีความเพื่อทำความเข้าใจในสิ่งที่อ่าน การใช้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ กลวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดทักษะในการอ่าน และใช้ทักษะนั้นในการอ่านครั้งต่อไป เพื่อให้ได้มโนทัศน์ และทักษะใหม่ๆที่เกิดขึ้นกับผู้อ่าน

### 2. องค์ประกอบของการอ่าน

ความเข้าใจในการอ่านเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการอ่าน กระบวนการเข้าใจจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะนำไปสู่การอ่านที่มีประสิทธิภาพจึงได้มีผู้ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญในการอ่าน ดังนี้

Harris(1969) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่จำเป็นในการอ่าน ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับภาษาและสัญลักษณ์ทางภาษา ซึ่งรวมถึงความเข้าใจความหมายของคำทั้งง่ายและยากที่มีอยู่ในข้อความ การเข้าใจระบบคำ โครงสร้างประโยคจากลักษณะของภาษาเขียน และเข้าใจข้อความยาวๆ ที่รวมเอาประโยคย่อยๆ หลายประโยคเข้าไว้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางภาษา เช่น เครื่องหมายต่างๆ การใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ การย่อหน้า เป็นต้น

2. ความรู้ในการคิด ได้แก่ ความสามารถในการระบุจุดประสงค์ของผู้เขียนและใจความสำคัญของข้อความที่อ่านได้ ความสามารถที่จะเข้าใจความคิดย่อยๆ ซึ่งจะสนับสนุนใจความสำคัญ และสามารถสรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่อ่านได้

3. ความรู้เกี่ยวกับอารมณ์ของเรื่องที่อ่านได้ ซึ่งรวมถึงความสามารถในการทราบเจตคติของผู้เขียนต่อเรื่องที่เขียนและต่อผู้อ่าน การเข้าใจอารมณ์ของเรื่องและบรรยากาศของเรื่อง และความสามารถในการระบุวิธีและแนวการเขียนที่ผู้เขียนใช้ในการแสดงความคิดเห็น

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2536) ได้สรุปองค์ประกอบสำคัญที่ผู้อ่านจะต้องมีเพื่อช่วยให้การอ่านมีประสิทธิภาพไว้ ดังนี้

1. ความรู้ในด้านภาษา ผู้อ่านที่ประสบความสำเร็จในการอ่านควรมีความรู้ในด้านการผสมอักษร การสะกดคำ รูปแบบและความหมายของคำ รวมถึงโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษา

2. ความสามารถในการตีความหมายของประโยค ผู้อ่านควรมีความสามารถในการทำ ความเข้าใจจุดมุ่งหมายของข้อความรู้วิธีการเรียงเรียงประโยคเป็นข้อความที่ต่อเนื่องกันและเข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างประโยค

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้และประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ ผู้อ่าน จะต้องนำความรู้และประสบการณ์ด้านต่างๆ ของตนมาเชื่อมโยงกับสิ่งที่อ่าน เพื่อทำความเข้าใจกับ เรื่องที่อ่าน

4. จุดมุ่งหมายในการอ่านและวิธีการอ่าน ผู้อ่านจะต้องมีจุดมุ่งหมายในการอ่านว่าอ่านไป เพื่ออะไร เพื่อความรู้ ความเพลิดเพลิน หรือความคล่องแคล่วในการอ่าน เพราะสิ่งนี้จะส่งผลต่อ การเลือกวิธีการอ่าน ที่เหมาะสมอันจะส่งผลให้การอ่านมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### 3. ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันในการอ่าน

จากความหมายของการอ่านและองค์ประกอบของการอ่าน ได้มีผู้สนใจ ศึกษาและนำมาปรับปรุงเป็นกลวิธีเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันของผู้อ่าน โดยได้เสนอเป็นขั้นตอนของ กลวิธีเมตาคอกนิชันในการอ่าน ดังนี้

Brown et. al.(1984) ได้เสนอขั้นตอนที่สำคัญของกลวิธีเมตาคอกนิชันในการอ่านไว้ ดังนี้

1. การทำนายเกี่ยวกับสิ่งที่จะอ่าน (Predicting) หมายถึง การที่ผู้อ่านจะต้องคาดคะเน เกี่ยวกับสิ่งที่จะอ่าน นั่นคือ จะต้องกำหนดได้ว่า ตนเองจะอ่านสิ่งนั้นได้เข้าใจหรือไม่สิ่งที่อ่านจะมี ความยากง่ายเพียงใด

2. การวางแผนการอ่าน (Planning) หมายถึง การที่ผู้อ่านจะต้องวางแผนก่อนการอ่าน และเลือกกลวิธีที่จะใช้ในการอ่าน

3. การกำกับการอ่าน (Monitoring) หมายถึง การที่ผู้อ่านจะต้องทำการอ่านตามการวางแผนที่ตนเองได้วางไว้จนบรรลุความต้องการ

4. การประเมินการอ่าน (Evaluation) หมายถึง การตรวจสอบผลจากการอ่านว่าเป็นอย่างไร บรรลุผลตามความต้องการหรือไม่ ควรแก้ไขการอ่านอย่างไร

Brown and Palincsar(1982) ได้รวบรวมและจำแนกขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันในการอ่านใหม่ ดังนี้

1. การวางแผนการอ่าน (Planning) ประกอบด้วย

1.1 การใช้ตัวชี้นำ (Advance organizers) เป็นการอ่านเพื่อค้นหาใจความสำคัญและมโนทัศน์ของเนื้อหาที่จะเรียนล่วงหน้า มักจะทำการอ่านบทอ่านคร่าวๆ เพื่อหาหลักการจัดระบบเนื้อหา

1.2 การมุ่งความสนใจกับสิ่งที่อ่าน (Directed attention) เป็นการกำหนดล่วงหน้าว่าจะใส่ใจกับสิ่งใดที่ต้องการได้จากการอ่าน โดยไม่สนใจเรื่องอื่นที่สอดแทรก

1.3 การวางแผนใช้สิ่งที่จะเป็นประโยชน์กับการอ่าน (Functionalplanning) เป็นการวางแผน และกำหนดองค์ประกอบทางภาษาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำความเข้าใจสิ่งที่อ่าน

1.4 การเลือกใส่ใจเฉพาะสิ่งสำคัญของบทอ่าน (Selective attention) เป็นการกำหนดล่วงหน้าที่จะใส่ใจเฉพาะประเด็นที่สำคัญของบทอ่านมักจะกระทำด้วยการเลือกจับประเด็นของคำ มโนทัศน์และตัวบ่งชี้ทางภาษาศาสตร์ที่สำคัญ

1.5 การเตรียมตัวอ่าน (Self-management) เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ช่วยให้ตนเองอ่านได้ดีที่สุด

2. การกำกับการอ่าน (Monitoring) ประกอบด้วย การควบคุมการอ่านของตนระหว่างที่อ่าน ให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างเหมาะสม

3. การประเมินการอ่าน (Evaluation) ประกอบด้วย การประเมินการอ่านของตน โดยการตรวจสอบผลของการอ่านของตนเปรียบเทียบกับผลการอ่านที่ถูกต้อง

Anderson (1985) ได้เสนอแนวคิดไว้ในทฤษฎีความรู้ความคิดว่า กลวิธีเมตาคอกนิชันในการอ่าน เป็นกระบวนการใช้ความรู้ความคิดอย่างหนึ่ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผนการอ่าน เป็นกระบวนการในการแก้ไขความขัดแย้ง ซึ่งแสดงเป็นประโยคเงื่อนไข (Conditional(if) clause) ในระบบการรับภาษา การวางแผนการอ่านเป็นกลวิธีของการควบคุมและตรวจสอบการเรียนรู้ โดยเกี่ยวข้องกับกำรับและการใช้ภาษา

2. การเลือกให้ความสนใจกับสิ่งที่อ่าน (Selected attention) เป็นส่วนสำคัญของกระบวนการรับรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างการอ่าน การฝึกเลือกกลวิธีที่ใช้กับการอ่าน ไม่ว่าจะเป็น วลี หรือบริบทที่สำคัญ หรือจะเป็นสิ่งที่เอื้ออำนวยต่อการอ่านของผู้อ่าน

3. การกำกับและควบคุมการอ่าน (Monitoring) เป็นการสนองตอบต่อการวางแผนเพื่อที่จะอ่านให้ได้ตามกระบวนการที่ตนเองได้วางแผนไว้

จากขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันในการอ่านที่มีนักการศึกษาได้เสนอไว้ข้างต้นสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** กลวิธีเมตาคอกนิชันในการอ่าน จากนักการศึกษาหลายท่านดังนี้

นักการศึกษา	ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันในการอ่าน
Brown et. al.(1984)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) การทำนายเกี่ยวกับสิ่งที่จะอ่าน (Predicting)</li> <li>2) การวางแผนการอ่าน (Planning)</li> <li>3) การกำกับการอ่าน (Monitoring)</li> <li>4) การประเมินการอ่าน (Evaluation)</li> </ol>
Brown and Palincsar(1982)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) การวางแผนการอ่าน (Planning)</li> <li>2) การกำกับการอ่าน (Monitoring)</li> <li>3) การประเมินการอ่าน (Evaluation)</li> </ol>
Anderson (1985)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) การวางแผนการอ่าน (Planning)</li> <li>2) การเลือกให้ความสนใจกับสิ่งที่อ่าน (Selected attention)</li> <li>3) การกำกับและควบคุมการอ่าน (Monitoring)</li> </ol>

โดยสรุปแล้วขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอนนิชันในการอ่านที่มีผู้เชี่ยวชาญและนักการศึกษาได้เสนอไว้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการอ่าน เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ประสงค์ของการอ่าน เพื่อให้ผู้อ่านได้ทราบถึงสิ่งที่ผู้อ่านจะต้องศึกษา และทำการอ่านได้อย่างมีวัตถุประสงค์ และสามารถเน้นถึงข้อความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ผู้อ่านจะต้องศึกษาได้
2. การวางแผนการอ่าน เป็นการย้ำเตือนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการอ่าน และรู้จักเลือกวิธีการในการอ่านว่าควรอ่านอย่างไร ได้แก่ การอ่านซ้ำ การย่อ การอ่านข้ามคำการทำสัญลักษณ์ การสร้างตาราง การขีดเส้นใต้ การจัดจำแนกประเภท การตัดออก การแบ่งเป็นส่วน การทำนาย การแปลความ การหาใจความสำคัญ การทดสอบความเข้าใจ การชี้บ่งแบบการเขียนของสิ่งที่อ่าน การลำดับเหตุการณ์ การหาความสัมพันธ์ การเชื่อมความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เป็นต้น พร้อมทั้งรู้จักเลือกนำเอาความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่อ่านมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่านให้มีความเข้าใจเรื่องที่อ่านได้ดีขึ้น
3. การกำกับการอ่าน เป็นการกำหนดให้ผู้อ่านอ่านตามวิธีการที่ตนเองได้วางไว้ตามลำดับขั้นตอน โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของการอ่านไว้ในใจเสมอ
4. การประเมินการอ่าน เป็นการตรวจสอบผลจากการอ่าน การวางแผนการอ่าน และการกำกับการอ่าน ว่าเป็นไปอย่างถูกต้อง ครบถ้วนหรือไม่ พร้อมทั้งรู้จักแก้ไขและเลือกวิธีการใหม่ที่ถูกต้องต่อไป

## 2.2) กลวิธีเมตาคอนนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอนนิชันที่มีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาและให้แนวทางไว้ เป็นกลวิธีที่มีผู้นำมาใช้ในการพัฒนาเมตาคอนนิชันของผู้เรียน คือ กลวิธีเมตาคอนนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งมีพื้นฐานมาจากการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะต่างๆ ดังนั้นการศึกษาคำใช้กลวิธีเมตาคอนนิชันในการแก้ปัญหาวិทยาศาสตร์ควรมีการศึกษา ถึงความหมายและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่กลวิธีเมตาคอนนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

### 1. ความหมายและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนส่วนใหญ่ต้องพบอยู่เสมอ โดย การที่ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงความหมาย และกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตามที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้ ดังนี้

Belikov(1989 อ้างถึงใน นิพนธ์ นิลคง, 2541) ได้กล่าวว่า “โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นโจทย์ปัญหาที่ประกอบด้วยปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่มีปริมาณทางฟิสิกส์บางปริมาณที่ทราบค่าและปริมาณที่ไม่ทราบค่า”

Lumsdainc(1995). ได้ให้ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาว่า“การแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การค้นพบการจัดการกับวิกฤตการณ์และทำการแยกส่วนวิเคราะห์คำหรือข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา”

Torrance(1994) ได้กล่าวว่า “การแก้โจทย์ปัญหาเป็นกระบวนการของการตระหนักในปัญหา การแยกแยะข้อมูล ความคิดที่เป็นรูปแบบ การตรวจสอบสมมติฐาน การทดสอบ การปรับปรุงสมมติฐาน และการสื่อสารที่เป็นเหตุเป็นผล”

นอกจากนี้เบลิคอฟ ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่อยู่ในโจทย์ปัญหา การตีความและทำความเข้าใจ โจทย์ วิเคราะห์ และแปลความ หลังจากนั้นจึงพิจารณาถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 เป็นการเลือกใช้ทฤษฎีและหลักการตามข้อมูลในโจทย์ด้วยการเขียนสมการ แสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนดหรือเลือกใช้ความสัมพันธ์ตามนิยาม หลักการและทฤษฎีที่เคยเรียนมา

ขั้นที่ 3 เป็นการใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนปริมาณในนิยาม หลักการ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ด้วยการแทนค่าปริมาณต่างๆ ในรูปของตัวแปรตามความสัมพันธ์ที่ได้ ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 เป็นการคิดคำนวณและวิเคราะห์คำตอบของโจทย์ ด้วยการคิดคำนวณแก้สมการหาคำตอบและประมาณค่าคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 5 เป็นการตอบโดยสรุปคำตอบที่ได้ตามความหมายที่โจทย์ต้องการ

โดยสรุปแล้ว กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลในโจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญภายในขอบเขตจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และสามารถเลือกปัญหาที่สำคัญได้
2. การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การเลือกนำทฤษฎี และหลักการที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลใน โจทย์ที่กำหนดมาให้
3. การแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนค่าลงในปริมาณของนิยาม หลักการ หรือทฤษฎี ที่เป็นตัวแปรให้ถูกต้อง แล้วทำการแก้สมการเพื่อให้ได้คำตอบ
4. การสรุปคำตอบ หมายถึง การจัดการกับผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาให้ตรงกับ ความหมายของสิ่งที่โจทย์ต้องการ

## 2. ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอนนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เมตาคอนนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาพบว่า มีผู้เชี่ยวชาญและนักการศึกษาหลายท่านที่ได้มีการสร้างเป็นกลวิธีเมตาคอนนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

Beyer(1987) ได้สรุปกลวิธีเมตาคอนนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

1. การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา เพื่อพิจารณาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยการใช้ประสบการณ์เดิมของผู้แก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย

1.1 กำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการพิจารณาสิ่งที่โจทย์ต้องการ ข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ และเลือกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

1.4 คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

1.5 คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

1.6 ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

2. การกำกับการแก้ปัญหา (Monitoring) เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

2.1 กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการตระหนักถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการ ภายในใจอยู่ตลอดเวลา

2.2 กำกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้องได้แก่

2.2.1 รู้แก้ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ

2.2.2 ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป

2.2.3 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปได้อย่างเหมาะสม

2.2.4 รู้ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

2.2.5 มีวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

3. การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา (Assessing) เป็นการมองย้อนกลับไปทบทวนขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง



3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้โจทย์ปัญหาแล้ว ผู้แก้โจทย์ปัญหาสามารถบรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้นๆ ตามที่ได้วางแผนไว้หรือไม่

3.2 พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา

3.3 ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ โดยย้อนกลับไปตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนว่าเป็นไปตามที่ตนเองวางแผนอย่างถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด และปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

สมบัติ โปธิ์ทอง (2539), จรุง ขำพงศ์ (2542) และ พิมพันธ์ เคชะคุปต์ (2544) ได้สรุปขั้นตอนในกลวิธีเมตาคognition ตามแนวคิดของ Beyer (1987) ไว้ 3 ขั้นตอนดังนี้

#### 1. ขั้นการวางแผน ประกอบด้วย

##### 1.1 วิเคราะห์เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.1.1 บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

1.1.2 บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

1.1.3 บอกค่าและข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา

1.1.4 บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

##### 1.2 เลือกกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ดังนี้

1.2.1 กลวิธีเดาและตรวจสอบ (guess and test)

1.2.2 กลวิธีวาดภาพ (draw a picture)

1.2.3 กลวิธีสร้างตาราง (make a table)

1.2.4 กลวิธีสร้างรายการ (make a list)

1.2.5 กลวิธีเขียนแผนภาพ (draw a diagram)

1.2.6 กลวิธีใช้การให้เหตุผล (use reasoning)

1.2.7 กลวิธีค้นหาแบบแผน (look for a pattern)

1.2.8 กลวิธีแก้ปัญหที่ง่ายขึ้นกว่าเดิม (solve a simple problem)

1.2.9 กลวิธีทำย้อนกลับ (work backward)

##### 1.3 เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้

#### 2. ขั้นการกำกับ

2.1 กำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

2.2 กำกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

### 3. ขั้นการประเมิน

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

3.2 ตรวจสอบคำตอบที่ได้

3.3 ตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

3.4 บอกปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะที่แก้โจทย์ปัญหาจากกลวิธีเมตาคอกนิชัน

ในการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว เมื่อนำมาพิจารณาประกอบการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ จึงควรมีการปรับปรุงขั้นตอนต่างๆ ให้เหมาะสม ดังนี้

#### 1. การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

1.2 บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.3 สร้างตัวแทนของปัญหา

1.4 ระบุค่าและข้อความสำคัญ

1.5 บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

#### 2. ขั้นการวางแผน ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

2.1 เลือกนำหลักการจากความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์

2.2 เรียงลำดับขั้นตอนตามหลักการหรือกลวิธีที่ได้เลือกไว้

#### 3. การกำกับและควบคุม (Monitoring) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

3.1 การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

3.2 กำกับวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

#### 4. การฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้ (Assessing)

4.1 ตรวจสอบคำตอบ

4.2 ตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3 ตรวจสอบการวางแผน

4.4 ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

### 2.3) การวัดเมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชัน เป็นกลวิธีการคิดที่เป็นระบบอยู่ในความคิดของมนุษย์ ซึ่งเป็นการยากที่จะวัด โดยการให้ผู้ถูกวัดเขียนออกมาในลักษณะการบรรยาย หรือแสดงวิธีทำ Garner(1988) กล่าวถึงการศึกษากระบวนการคิด (เมตาคอกนิชัน) และกิจกรรมที่เกี่ยวกับการคิดไว้ว่า ในการ

ตรวจสอบกลวิธีการคิด ต้องใช้การกระตุ้นจากภายนอก ได้แก่ การสัมภาษณ์ (interview) และการคิดออกเสียง (think aloud) ซึ่งเป็นวิธีการรายงานโดยใช้ถ้อยคำ (verbal report method)

### 1. การสัมภาษณ์ (interview techniques) เป็นการใช้คำถามเพื่อให้ผู้ตอบพูด

ทบทวนความคิด (retrospective verbalization) หลังจากที่ได้ทำงานไปแล้ว โดยผู้ถูกสัมภาษณ์อาจไม่ได้เตรียมลำดับความคิดมาล่วงหน้า

2. กระบวนการคิดออกเสียง (Think aloud procedures) เป็นการรายงานความคิดของผู้รายงาน ซึ่งได้ลำดับขั้นตอนในการคิดของตนเองตามความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ แล้วถ่ายทอดเป็นคำพูดออกมา ทำให้ผู้ฟังสามารถตรวจสอบระบบการคิดได้อย่างดีกระบวนการคิดออกเสียงเป็นวิธีหนึ่งของการรายงานความคิดด้วยถ้อยคำ (verbal report) ซึ่งจะนำไปสู่ การวิเคราะห์ การประมวลผลข้อมูล โดยลักษณะสำคัญของกระบวนการนี้ คือ ผู้แก้ปัญหาสามารถรายงานสิ่งที่อยู่ในความจำระยะสั้นเท่านั้น แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ

2.1 รายงานเป็นคำพูดโดยตรง (direct verbalization) เป็นการรายงานข้อความที่มีรหัสถ้อยคำอยู่ในความจำระยะสั้นแล้ว ผู้แก้ปัญหะจะรายงานออกมาตามที่คิดได้เลย และการรายงานความคิดอาจทำได้ 2 แบบ คือ

2.2 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดในขณะที่กำลังทำงาน (Concurrent protocol) หรือกำลังแก้ปัญหา โดยมีการบันทึกเสียงการรายงานไว้ แล้วถอดเทปออกมาใส่รหัสข้อความคำพูดที่ได้ จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์

2.3 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว (Retrospective protocol) เป็นการลดการรบกวนสมาธิในการทำงาน ที่อาจเกิดขึ้นในแบบที่ 1 และเป็นการให้ผู้แก้ปัญหาได้รวบรวมความคิดรวบยอดเกี่ยวกับงานที่ทำ หรือปัญหาที่แก้ แต่สิ่งที่ต้องระวังในแบบที่ 2 นี้ คือ การรายงานความคิดที่อาจไม่มีในขณะแก้ปัญหา

3. การใส่รหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้น (recording the content of short term memory) ข้อความที่จะรายงานนั้น ยังไม่มีการใส่รหัสไว้ในความจำระยะสั้น ดังนั้น ก่อนการรายงาน ผู้แก้ปัญหาจึงต้องใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลเป็นรหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้นก่อน แล้วจึงรายงานออกมาดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในการรายงานความคิดโดยไม่พูดออกมาได้อย่างรวดเร็วเหมือนในลักษณะที่ 1 แต่จะใช้ได้กับกระบวนการคิดที่สูงกว่าการคิดโดยทั่วไป

3.1 การอธิบาย (explanation) เป็นการรายงานด้วยถ้อยคำ ที่ใช้กระบวนการขั้นสูงขึ้นไปกว่าลักษณะที่ 2 ซึ่งเกิดจากการถามให้ผู้แก้ปัญหาได้อธิบายความคิดของเขา ทำให้ต้องใช้ทั้งความคิดและการสังเคราะห์เพื่ออธิบาย และใช้เวลาในการอธิบายความคิดเพิ่มมากขึ้นด้วย

### 3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในประเทศไทยพบว่ากลวิธีเมตาคอกนิชันมีการนำไปใช้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษด้วยเช่นกัน ส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันโดยส่วนมากแล้วจะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาที่สอดคล้องและมีความสัมพันธ์กันกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของนักเรียน ดังงานวิจัยต่อไปนี้

จรุง ขำพงศ์ (2542) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านไร่พิทยาคม จังหวัดสุโขทัย จำนวน 65 คน ปีการศึกษา 2542 ผู้วิจัยดำเนินการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันกับตัวอย่างประชากรแล้วทดสอบด้วยแบบสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันสูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ณัฐฐิ เจริญเกียรติบวร (2538) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคอกนิชันกับความสามารถในการแก้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร โดยใช้ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 640 คน ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่ามัชฌิมเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และสหสัมพันธ์พหุคูณ ผลการวิจัยพบว่า 1) ตัวอย่างประชากรมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด 2) พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 3) ความตระหนักในเมตาคอกนิชันมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

- 4) พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความตระหนักในเมตาคอนนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
- 5) พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน และความตระหนักใน เมตาคอนนิชันมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ฤกษ์ดี แสนเรือง (2548) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการตัดสินใจในวิชาวิทยาศาสตร์และศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนโดยกลวิธีอภิปัญญา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนชุมชนเทศบาลวัดศรีดอนไชย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 25 คน ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่านักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า โดยกลวิธีอภิปัญญา มีค่าคะแนนเฉลี่ย ความสามารถในการตัดสินใจในวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.01 และนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า โดยกลวิธีอภิปัญญา มีค่าคะแนนเฉลี่ย ความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.01 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคอนนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนผู้ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 25 คน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 25คน นักเรียนผู้ไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 25 คนและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบวัดความรู้เฉพาะด้าน แบบสอบวัดกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามเมตาคอนนิชัน ใช้วิธีการสอบวัดเป็นรายบุคคล โดยการสัมภาษณ์และวิธีการคิดออกเสียง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนผู้ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีคะแนนในตัวแปรทั้ง 3 ด้าน สูงกว่านักเรียนผู้ไม่ชำนาญในระดับชั้นเดียวกัน และนักเรียนที่เรียนในระดับชั้นที่สูงกว่ามีคะแนนในตัวแปรทั้ง 3 ด้านสูงกว่านักเรียนที่เรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า ตัวแปรทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านแรก คือความรู้เฉพาะด้านทั้งในด้านความคิดรวบยอดและด้านการดำเนินการ ด้านสอง คือ กระบวนการในการคิดแก้ปัญหาในด้านการทำความเข้าใจปัญหา และด้านที่สาม ความรู้ในเมตาคอนนิชัน ด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี

ธัญญารัตน์ วานาวงศ์ (2550) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ Trip RIP Model เพื่อพัฒนายุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโพนแพง อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร จำนวน 35 คน ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง โลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ใช้รูปแบบการวิจัยแบบที่ยังไม่เข้าขั้นการทดลอง เป็นการศึกษาเฉพาะกรณีโดยให้การทดลองหนึ่งครั้งใช้เครื่องมือที่หลากหลายในการเก็บรวบรวมข้อมูลนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้านยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันตามกรอบการประเมินยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน Trip RIP Model และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 71.42 ของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนมีคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 74.71 ในส่วนของความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ Trip RIP Model พบว่า นักเรียนมีความชอบ มีความสุขในการเรียน และเชื่อว่าพบวิธีการเรียนรู้ของตนเองเพราะทำให้เรียนในเนื้อหาได้ง่าย เป็นประสบการณ์เรียนที่มีค่า สามารถทำความเข้าใจและส่งเสริมความสามัคคีในกลุ่ม ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าแสดงออกมากขึ้น

นวรรตน์ หัสดี (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการฝึกใช้เมตาคอกนิชันเพื่อกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนของนักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษ ปีการศึกษา 2544 จำนวน 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดการกำกับและควบคุมตนเอง แบบสังเกตพฤติกรรม บทเรียนการฝึกเมตาคอกนิชัน แบบฝึกอ่าน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การแสดงกราฟ และเขียนบรรยายพัฒนาการผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกเมตาคอกนิชันมีคะแนนการกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

พัทธ ทองตัน (2545) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันและเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันและกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ตัวอย่างประชากรคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 60

2. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอนนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอนนิชัน มีการพัฒนาเมตาคอนนิชัน โดยมีเมตาคอนนิชันหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วรารวรรณ ศิริอุเทน (2550) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนายุทธศาสตร์เมตาคอนนิชันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนฝางวิทยายน อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 48 คน โดยการใช้ Trip RIP Model เรื่องสารและสมบัติของสาร โดยใช้การทดสอบครั้งเดียวเกี่ยวกับกลุ่มการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบบันทึกการคิดของนักเรียน แบบประเมินกระบวนการคิด Trip RIP แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบวัดกระบวนการกลุ่ม แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจากการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิด และยุทธศาสตร์เมตาคอนนิชันที่เห็นได้อย่างชัดเจนในขั้นการแสวงหาความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ และการสร้างองค์ความรู้โดยมีการวางแผน การควบคุมและการตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง แสดงถึงความสามารถในการใช้กระบวนการ Trip RIP ในระดับดี และคะแนนที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 แสดงว่าการสอนโดยใช้กระบวนการ Trip RIP สามารถพัฒนายุทธศาสตร์เมตาคอนนิชันของผู้เรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอนนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแบบ โดยตรงกับแบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอนวิธีวิจัยแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการพัฒนารูปแบบการฝึกและเอกสารประกอบการฝึกทั้งสองรูปแบบ ขั้นตอนที่สองเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบทั้งสอง ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้รูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอนนิชันในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจสองรูปแบบ คือรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์แบบโดยตรง และรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์แบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน 2) นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยด้านความตระหนักรู้ในยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอนนิชันในการอ่านและด้านความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษหลังการฝึกสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดทั้งสามเกณฑ์ 3) คะแนนของประชากรที่ฝึกด้วยรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอนนิชันในการอ่านแบบโดยตรงสูงกว่าคะแนนของประชากรที่ฝึกด้วยรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้เมตาคอนนิชันในการอ่านแบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน



ศรีสุมา ทศมี (2552) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เมตาคอกนิชัน โรงเรียนพังโคนวิทยาคม อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร จำนวน 21 คน พบว่านักเรียนร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

สมบัติ โพธิ์ทอง (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงโดยใช้เมตาคอกนิชัน โดยใช้ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามชนิดอ้อมๆ ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ขั้นฝึกเมตาคอกนิชันร่วมกับเทคนิคการคิดเชิงตั้ง ใช้เวลาในการฝึก 8 วัน วันละ 40 นาที และขั้นนำเมตาคอกนิชันมาใช้สอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ใช้เวลาสอน 18 วัน วันละ 40 นาที ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชัน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สมจิตร ทรัพย์อะไระโมย (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันที่มีต่อเมตาคอกนิชัน และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงรูปแบบการพัฒนาเมตาคอกนิชัน ส่วนระยะที่สองเป็นการทดลองใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชัน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 46 คน กลุ่มทดลองฝึกด้วยรูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชัน และทำแบบฝึกหัดวันละ 45-50 นาที ทุกวัน เป็นเวลา 16 วัน กลุ่มควบคุมทำแบบฝึกหัดเช่นเดียวกับกลุ่มทดลองแต่ไม่ได้ฝึกเมตาคอกนิชัน และไม่ได้รับผลป้อนกลับ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นมาตรวัดเมตาคอกนิชัน การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง การสังเกต และการทดสอบ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเมตาคอกนิชันทั้งในงานด้านการอ่านคำรา และในงานด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในระยะหลังการทดลอง

แสงจันทร์ พิษฐานุรัตน์ (2549) ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยการฝึกปัญหาปลายเปิดวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสวาทพิทยาสรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เครื่องมือ

ที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชัน โดยฝึกแก้โจทย์ปัญหาปลายเปิดวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 2) ขั้นกำกับและตรวจสอบการแก้ปัญหา 3) ขั้นการประเมินและการแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนร้อยละ 0.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลการทดสอบวัดเมตาคอกนิชัน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และผลการวัดเมตาคอกนิชันของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.96 แสดงว่านักเรียนมีการปฏิบัติเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในระดับดี

Swanson (1990) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความเกี่ยวข้องของความรู้ในเมตาคอกนิชันกับความถนัดในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์ว่า ความถนัดทั่วไปกับความรู้ในเมตาคอกนิชันเป็นอิสระจากกัน สมมติฐาน 2 ประการ คือ 1) คนที่มีความถนัดทั่วไปต่ำ แต่มีเมตาคอกนิชันสูง จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีพอๆ กับคนที่มีความถนัดทั่วไปสูง 2) ข้อดีของระบบกระบวนการที่มีอยู่ในเมตาคอกนิชันจะสัมพันธ์กับการเลือกใช้กระบวนการทางจิตเฉพาะอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามความถนัดคือ Cognitive Abilities Test (CAT) ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามระดับเมตาคอกนิชันคือ เครื่องมือวัดเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาลำดับ การทำแบบทดสอบวัดเมตาคอกนิชัน กระทำโดยการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล และได้นำคำตอบที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาจัดเป็น 5 ระดับ ตามการตระหนักรู้ในเมตาคอกนิชัน แบบวัดการแก้ปัญหามี 2 ชนิด คือ Pendulum task และ Combination task ตัวแปรตามที่วัด คือ จำนวนครั้งที่พยายามแก้ปัญหาและเวลาทั้งหมดที่ใช้ไปในการแก้ปัญหา ระหว่างแก้ปัญหา ให้กลุ่มตัวอย่างคิดออกเสียง โดยมีการบันทึกเสียงสิ่งที่คิดออกเสียงเพื่อใช้ตัดสินสิ่งที่คิดออกเสียงนั้น จัดอยู่ในองค์ประกอบใดของการแก้ปัญหา จาก 24 องค์ประกอบ จากนั้นจัดกลุ่มองค์ประกอบต่างๆ ออกเป็น 6 กลุ่มตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่มีความถนัดต่ำแต่มีความรู้ในเมตาคอกนิชันสูง สามารถแก้ปัญหาได้ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่มีความถนัดสูงและมีความรู้ในเมตาคอกนิชันสูง โดยที่ทั้ง 2 กลุ่มนี้สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มที่มีความถนัดสูงแต่มีความรู้ในเมตาคอกนิชันต่ำ และกลุ่มที่มีความถนัดต่ำและมีความรู้ในเมตาคอกนิชันต่ำด้วย แสดงว่า ความรู้ในเมตาคอกนิชันมีความสำคัญมากสำหรับการแก้ปัญหาจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่ามีการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในวิชาต่างๆเช่นวิชาคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ โดยการศึกษาผลการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในการศึกษาผลการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการอ่านเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษ พบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการฝึกการอ่านโดยใช้

กลวิธีเมตาคognitionแบบไม่อิงกับเนื้อหา มีความเข้าใจในการอ่าน และสามารถนำกลวิธีการอ่านไปใช้ในการอ่านครั้งต่อไปได้ดีขึ้น และสำหรับการศึกษากการใช้เมตาคognitionในการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ดี ขึ้นอยู่กับการมีความรู้ในเมตาคognition

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำขั้นตอนตามกลวิธีเมตาคognitionไปใช้ในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาต่างๆ ของนักการศึกษาหลายท่านแล้วพบว่าขั้นตอนดังกล่าวสามารถพัฒนากระบวนการคิด การแก้สถานการณ์ปัญหาและการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเรียนและพัฒนาผู้เรียนได้ตามศักยภาพและเป็นขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก ตามผลการศึกษาที่ผู้วิจัยแต่ละท่านได้รายงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำขั้นตอนตามแนวกลวิธีเมตาคognitionมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง งานและพลังงาน ซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณแก้โจทย์ปัญหา และมีความสนใจที่จะศึกษาการนำขั้นตอนตามแนวกลวิธีเมตาคognitionที่ผู้เรียนได้ฝึกจากการเรียนในหัวข้อดังกล่าวไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาทั้งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนและสถานการณ์ในบริบททางสังคมของนักเรียนรวมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ที่เกิดจากการพัฒนาโดยนำกลวิธีเมตาคognitionมาใช้ในการกระบวนการเรียนการสอนด้วย

#### 4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบยังไม่เข้าขั้นการทดลอง (Pre – experimental design) เนื่องจากนักเรียนขาดทักษะการคิดและทักษะการคำนวณผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ พบว่ารูปแบบขั้นตอนการสอนที่สามารถทำให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด ทักษะการคำนวณ และการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองคือ กลวิธีเมตาคอกนิชัน มาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ พัฒนาเมตาคอกนิชันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังแผนภาพต่อไปนี้

**ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

- แนวคิดเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์
- แนวคิดเกี่ยวกับการคิดและกระบวนการคิด
- แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเมตาคอกนิชัน
- รูปแบบขั้นตอนการสอนตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวกลวิธีเมตาคอกนิชัน**

1. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล
2. ขั้นวางแผน
3. ขั้นกำกับ
4. ขั้นประเมิน

นักเรียนขาดทักษะการคิด  
ทักษะการคำนวณ และ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่า  
เกณฑ์ที่กำหนด

เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา  
วิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด  
และมีการพัฒนาเมตาคอกนิชันในตัวผู้เรียน



ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดและความสามารถในการ  
แก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

แผนภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย