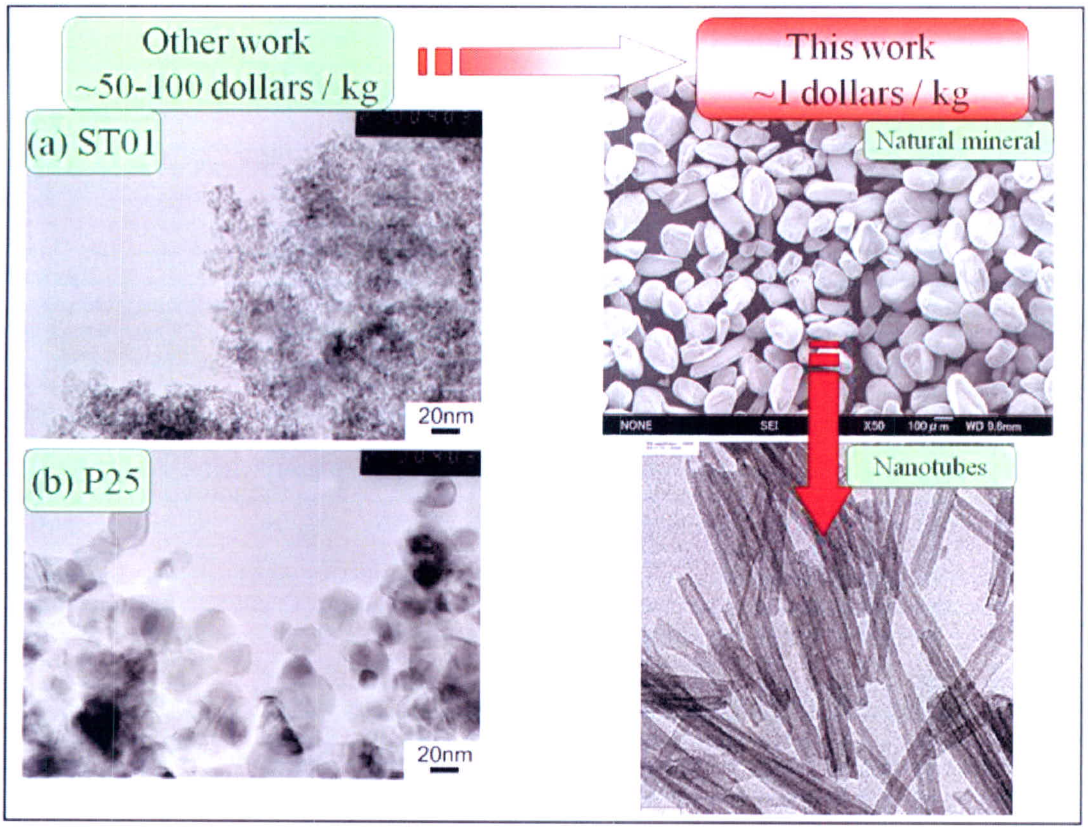
บทที่ 1
บทนำ

1. 1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ไททาเนท ($H_2Ti_3O_7$, $Na_2Ti_3O_7$, $Na_xH_{2-x}Ti_3O_7$) และไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) เป็นวัสดุที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น สี ตัวเร่งปฏิกิริยา เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ เซรามิกทางไฟฟ้า เซ็นเซอร์ เป็นต้น เมื่อวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์นาโนและนาโนเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น จึงได้มีการพัฒนาวิธีเตรียมวัสดุดังกล่าวให้มีขนาดระดับนาโนเมตร เช่น Sol-gel, Electrospinning, Template, Solid-State และ Chemical Vapor Deposition เป็นต้น [1-10] ซึ่งแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานซึ่งปัจจุบันนักวิจัยทั่วโลกให้ความสนใจและความสำคัญอย่างยิ่งกับวัสดุนาโน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ท่อนาโนและเส้นใยหรือลวดนาโน ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษหลายประการ เช่น พื้นที่ผิวจำเพาะสูง สมบัติทางไฟฟ้า สมบัติทางแม่เหล็ก เป็นต้น [11-31]

การเตรียมหรือการสังเคราะห์ท่อนาโนและเส้นใยนาโนไททาเนทและไททาเนียมไดออกไซด์ที่จะทำการวิจัยในครั้งนี้มีข้อเด่นที่แตกต่างจากงานวิจัยอื่นก็คือใช้สารตั้งต้นที่มีราคาถูกเมื่อเทียบกับงานวิจัยอื่น ที่ทำการสังเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์เส้นใยนาโนหรือท่อนาโนโดยใช้อนุภาคเม็ดนาโนไททาเนียมไดออกไซด์หรือสารละลายที่มีโลหะไททาเนียมเป็นส่วนผสม เป็นสารตั้งต้น ซึ่งแร่อิลเมไนท์จะมีราคาถูกกว่าประมาณ 50 – 100 เท่า (ดังรูปที่ 1.1) นอกจากนี้ยังมีข้อดีอีกดังนี้คือ

- ต้นทุนเครื่องมือ วัสดุและสารเคมี มีราคาถูก หาซื้อได้ง่ายในประเทศ
- วิธีการเตรียมหรือการสังเคราะห์ที่ไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก
- วัสดุนาโนที่ได้จากงานวิจัยนี้คาดว่ามีแนวโน้มการนำไปใช้งานทางด้านวัสดุสารกึ่งตัวนำในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง และตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้แสงเพื่อผลิต H_2 จากปฏิกิริยาการแยกน้ำ ดังตัวอย่างของงานวิจัยก่อนหน้านี้ [30-31]



รูปที่ 1.1 ภาพถ่าย TEM, SEM และราคาของสารตั้งต้นในการเตรียมท่อนาโนจากแร่ธรรมชาติ [11-17]

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

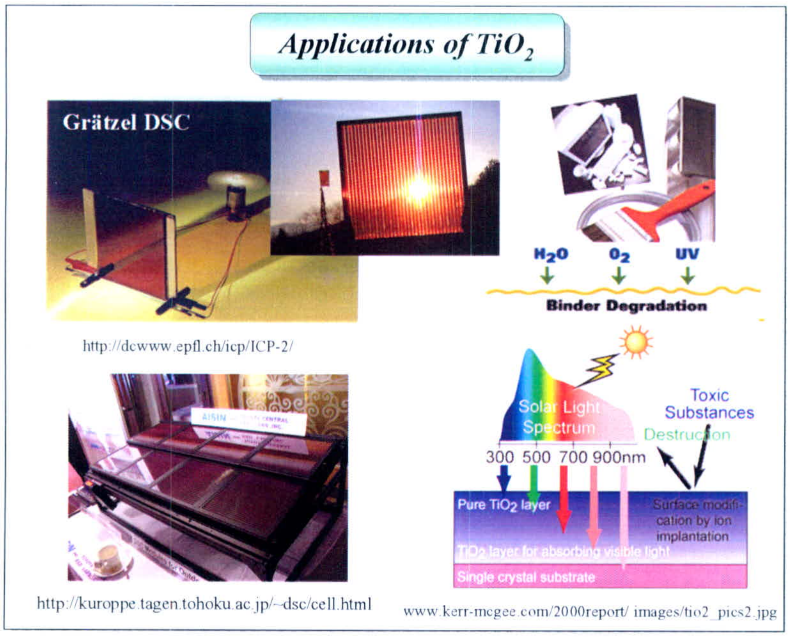
1. เพื่อเตรียมวัสดุนาโนจากแร่อิลเมไนท์ของไทยด้วยชุดถังปฏิกรณ์ที่ออกแบบและสร้างได้เองในประเทศ
2. เพื่อศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุนาโนที่เตรียมได้ เช่น รูปร่าง ขนาด โครงสร้างผลึก พื้นที่ผิวจำเพาะ เป็นต้น
3. เพื่อทดลองนำเอาวัสดุนาโนที่เตรียมได้ไปใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้แสง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ทำการเตรียมวัสดุท่อนาโนจากแร่อิลเมไนท์ของไทยด้วยวิธีการเตรียมที่ไม่ซับซ้อนยุ่งยาก โดยใช้ถังปฏิกรณ์ที่ออกแบบและสร้างเองในประเทศ
2. ทดสอบและวิเคราะห์สมบัติต่าง ๆ เช่น พื้นที่ผิว โครงสร้างผลึก รูปร่างและขนาดของวัสดุนาโน โดยเปรียบเทียบกับวัสดุนาโนที่มีขายอยู่ตามท้องตลาด
3. ทดลองนำเอาวัสดุนาโนที่เตรียมได้ไปใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้แสง

1.4 ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) เป็นวัสดุที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น สี ตัวเร่งปฏิกิริยา เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ เซรามิกทางไฟฟ้า เซ็นเซอร์ เป็นต้น [1-10] เมื่อวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์นาโนและนาโนเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น จึงได้มีการพัฒนาวิธีเตรียมไททาเนียให้มีขนาดระดับนาโนเมตร เช่น Sol-gel Electrospinning Template Solid-State และ CVD เป็นต้น (ดังรูปที่ 1.2) ซึ่งแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน [11-31]

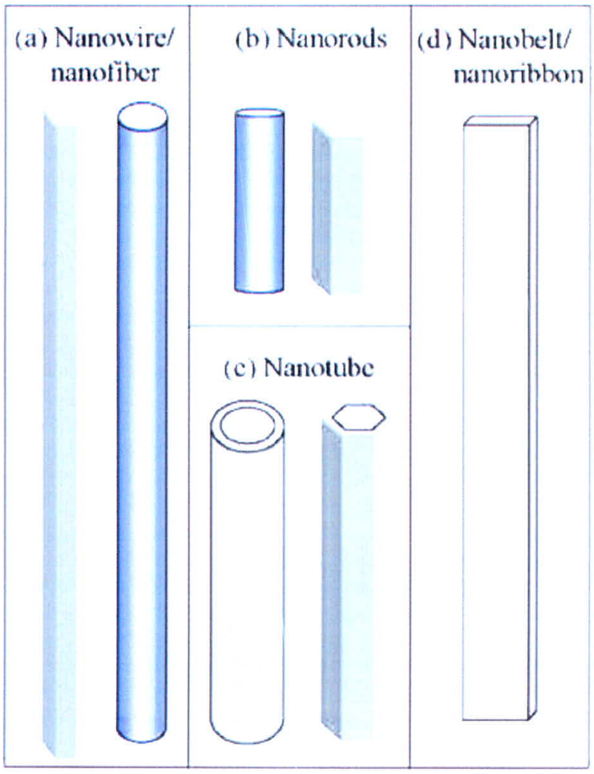


รูปที่ 1.2 การนำไปใช้งานของวัสดุนาโน TiO_2

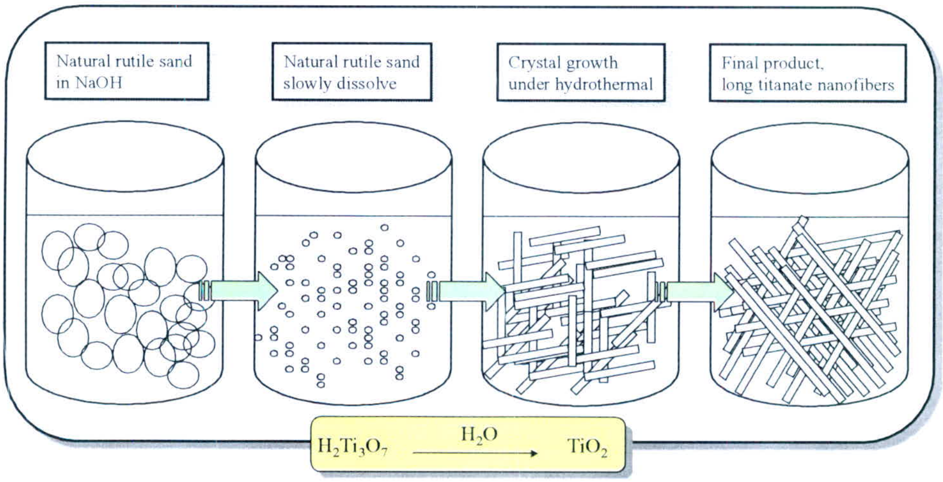
ปัจจุบันนักวิจัยทั่วโลกให้ความสนใจและความสำคัญอย่างยิ่งกับวัสดุนาโน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วัสดุโครงสร้างแบบ 1 มิติ (One-dimensional Nanostructured Materials, 1D) เช่น ท่อนาโนเส้นใยนาโน (ดังรูปที่ 1.3) ซึ่งมีสมบัติพิเศษหลายประการ เช่น สมบัติทางเคมี สมบัติทางกล สมบัติทางไฟฟ้า เป็นต้น [1-5] แต่วัสดุนาโน ส่วนมากมีราคาค่อนข้างสูง บางอย่างต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และยังหาซื้อได้ยากในประเทศอีกด้วย ถ้าเราสามารถเตรียมหรือสังเคราะห์วัสดุนาโนได้จากเครื่องมือที่สามารถผลิตได้เองในประเทศ ก็จะเป็นการเพิ่มศักยภาพทางด้านวัสดุนาโนของประเทศ เพื่อเป็นวัสดุพื้นฐานในการวิจัยพัฒนาสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่มีการแข่งขันอย่างมากมายในปัจจุบัน และอนาคต อีกทั้งเป็นการเตรียมความพร้อมในการแข่งขันทางด้านวัสดุนาโนลดการนำเข้าวัสดุนาโนจากต่างประเทศ

โครงการวิจัยนี้มีพื้นฐานการวิจัยและพัฒนาต่อยอดจาก งานวิจัยในระดับปริญญาโท-เอก ของ อาจารย์ ดร.สรพงษ์ ภวสุปรีย์ (Kyoto University) ที่ค้นพบวิธีการสังเคราะห์เส้นใยนาโนโดยใช้แร่รูไทล์จากประเทศออสเตเรียเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ ซึ่งเป็นงานวิจัยชิ้นแรกที่ตีพิมพ์เกี่ยวกับการสังเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์เส้นใยนาโนโดยใช้แร่รูไทด์เป็นสารตั้งต้นที่มีราคาถูก เมื่อเทียบกับงานวิจัยอื่นหลายสิบฉบับ (กลไกการเกิดเส้นใยนาโนจากแร่รูไทด์แสดงดังรูปที่ 1.4) โดยมีความรู้พื้นฐานและการต่อยอดงานวิจัยจาก Dr. T. Kasugaซึ่งเป็นคนแรกของโลกที่ค้นพบวิธีการสังเคราะห์ Titanate nanotubes โดยวิธี Hydrothermal [6] (รูปที่ 1.5) ซึ่งวิธีที่จะทำการวิจัยในครั้งนี้มีข้อเด่นที่แตกต่างจากวิธีต่างๆ [15-17]ก็คือ

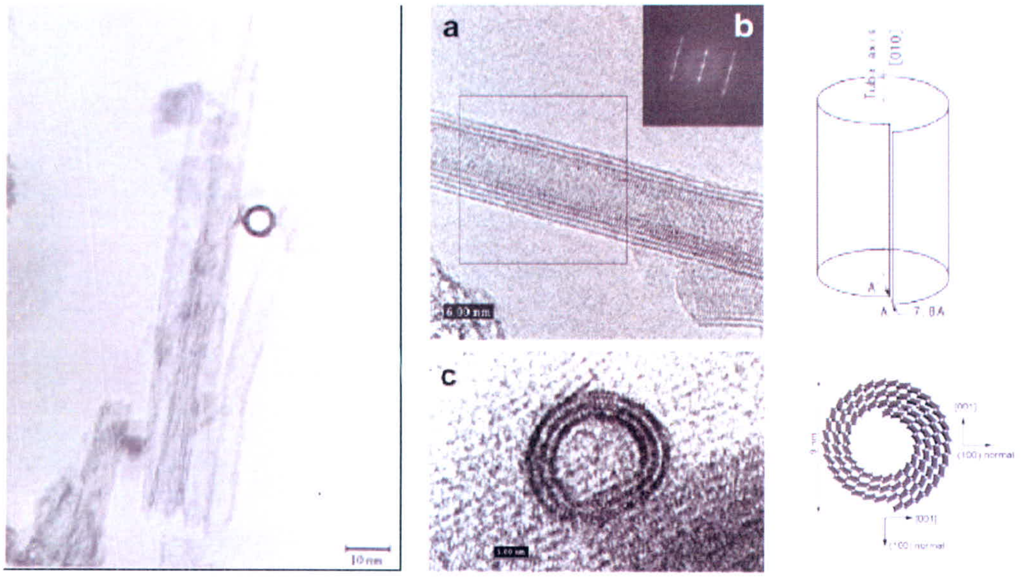
- ต้นทุนเครื่องมือ วัสดุและสารเคมี มีราคาถูก หาซื้อได้ง่ายในประเทศ
- วิธีการสังเคราะห์ที่ ง่ายและสะดวก ไม่ยุ่งยาก
- ใช้อุณหภูมิในการสังเคราะห์ต่ำ (ประมาณ 100-120 $^{\circ}$C)



รูปที่ 1.3 โครงสร้างนาโนแบบ 1 มิติ [14]



รูปที่ 1.4 กลไกการเกิดเส้นใยนาโนจากแร่รูไทล์ [15-17]



รูปที่ 1.5 ภาพถ่าย TEM ของ TiO_2-derived nanotubes by Dr. T. Kasuga [6]