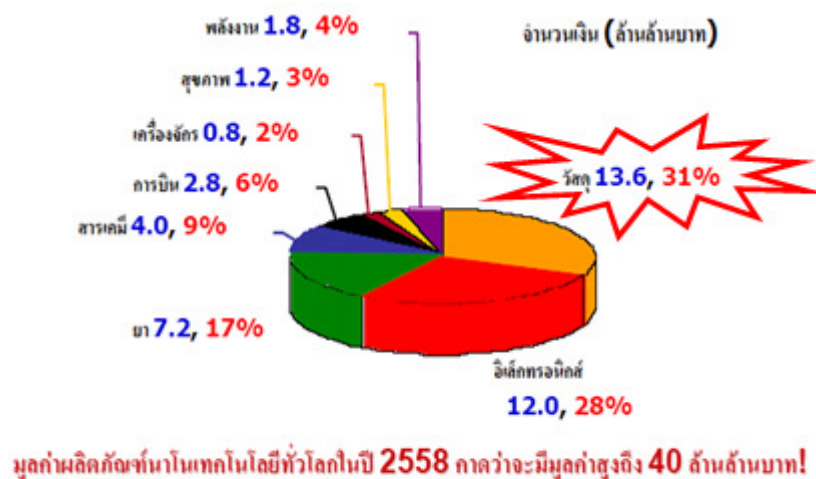


บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันนักวิจัยทั่วโลกให้ความสนใจและความสำคัญอย่างยิ่งกับวัสดุนาโน โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่อนาโนและเส้นใยนาโน ซึ่งมีสมบัติพิเศษหลายประการ เช่น สมบัติทางเคมี สมบัติทางไฟฟ้า และสมบัติทางแม่เหล็ก [1-4] แต่วัสดุนาโน มีราคาค่อนข้างสูง เนื่องจากเครื่องมือ สารตั้งต้น และสารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์มีราคาสูงและบางอย่างต้องนำเข้าจากต่างประเทศและยังหาซื้อได้ยากอีกด้วย ถ้าเราสามารถสังเคราะห์หรือเตรียมวัสดุนาโนได้ในประเทศ ด้วยเครื่องมือที่สามารถผลิตขึ้นเองได้ ก็จะเป็นการเพิ่มศักยภาพทางด้านวัสดุนาโนของประเทศ เพื่อเป็นวัสดุพื้นฐานในการวิจัยพัฒนาสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่มีการแข่งขันอย่างมากมายในปัจจุบันและอนาคต และเป็นการเตรียมความพร้อมในการแข่งขันทางด้านวัสดุนาโน ลดการนำเข้าวัสดุนาโนจากต่างประเทศหรือแม้กระทั่งเป็นสินค้าส่งออกได้ ซึ่งมูลค่าผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีทั่วโลกในปี 2558 ดังรูปที่ 1

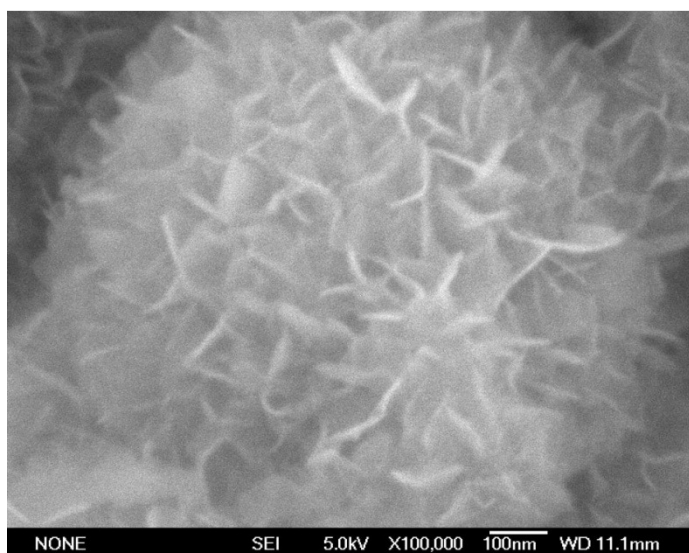


ที่มา National Science Foundation (NSF)

รูปที่ 1.1 มูลค่าผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีทั่วโลกในปี 2558

ปัจจุบันมีวัสดุไททาเนียหรือไททาเนียมไดออกไซด์ที่มีโครงสร้างในระดับนาโนหลายรูปแบบ เช่น อนุภาคเม็ด (Nanoparticles) อนุภาคแท่ง (Nanorods) ท่อนาโน (Nanotubes) และเส้นใยนาโน (Nanofibers) โครงสร้างแต่ละแบบก็ให้ค่าประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน ถ้ามองในแง่ของการนำไปใช้งานทางด้านการกระตุ้นปฏิกิริยาโดยใช้แสง (Photocatalyst) ซึ่งค่าการกระตุ้นปฏิกิริยาส่วนใหญ่แล้วขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวจำเพาะและโครงสร้าง ผลึกกล่าวคือ ถ้าวัสดุมีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะสูงและโครงสร้างผลึกแบบอนาเทส (Anatase) ก็จะส่งผลให้ค่าการกระตุ้นปฏิกิริยาสูงขึ้นตามไปด้วยเพราะฉะนั้นนักวิจัยทั่วโลกส่วนใหญ่จึงให้ความสนใจในการเตรียมนาโนไททาเนียมไดออกไซด์ให้มีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะสูง แต่จากการศึกษารวบรวมพบว่า ส่วนใหญ่แล้วไททาเนียมไดออกไซด์ที่มีโครงสร้างในระดับนาโนหลายรูปแบบดังกล่าวนี้มีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะประมาณ $50\text{-}400\text{ m}^2/\text{g}$ [5-30] ซึ่งปัจจุบันนี้มีนาโนไททาเนียมไดออกไซด์ที่มีขายตามท้องตลาดและใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลกคือ P-25 ซึ่งมีโครงสร้างแบบอนุภาคเม็ด และมีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะประมาณ $50\text{ m}^2/\text{g}$

โครงการวิจัยนี้มีพื้นฐานการวิจัยและพัฒนาต่อยอดจาก งานวิจัยในระดับหลังปริญญาเอกของ อาจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาวสุปรีย์ (Kyoto University) ที่ค้นพบการสังเคราะห์แผ่นบางนาโนไททาเนีย ดังรูปที่ 1.2 ที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงซึ่งเป็นเรื่องใหม่ที่น่าสนใจอย่างยิ่งสำหรับการนำไปใช้งานทางด้านการกระตุ้นปฏิกิริยาโดยใช้แสง



รูปที่ 1.2 ภาพถ่าย SEM ของแผ่นบางนาโนไททาเนียมไดออกไซด์
ที่เตรียมด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal) [31]

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

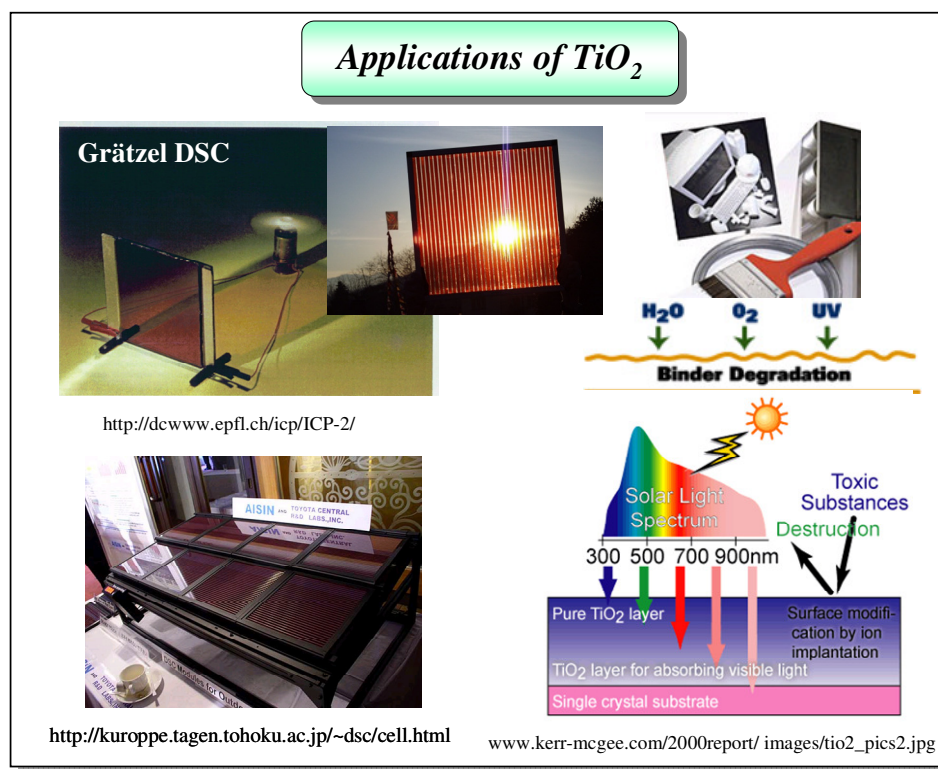
1. เพื่อเตรียมวัสดุแผ่นบางนาโนโดยวิธีการสังเคราะห์ที่ง่ายและสะดวกไม่ยุ่งยาก
2. เพื่อศึกษาสมบัติต่างๆ เช่น โครงสร้าง และพื้นที่ผิวจำเพาะ ของวัสดุแผ่นบางนาโนที่เตรียมได้
3. เพื่อทดลองนำเอาแผ่นบางนาโนที่เตรียมได้ไปใช้งาน เช่น การกระตุ้นปฏิกิริยาโดยใช้แสง เพื่อเป็นพื้นฐานในการต่อยอดงานวิจัยทางด้านแผ่นบางนาโนต่อไปในอนาคต

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ทำการเตรียมวัสดุแผ่นบางนาโน โดยวิธีไฮโดรเทอร์มอล
2. ทดสอบและวิเคราะห์สมบัติต่างๆ เช่น พื้นที่ผิว โครงสร้างผลึก และขนาดของแผ่นบางนาโน โดยเปรียบเทียบกับวัสดุนาโนที่มีขายอยู่ตามท้องตลาด
3. นำวัสดุแผ่นบางนาโนที่ได้ไปทดลองสมบัติการกระตุ้นปฏิกิริยาโดยใช้แสง

1.4 ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) เป็นวัสดุที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น สี ตัวเร่งปฏิกิริยา เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ เซรามิกทางไฟฟ้า และเซ็นเซอร์ [3-6] เมื่อวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์นาโนและนาโนเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น จึงได้มีการพัฒนาวิธีเตรียมไททาเนียให้มีขนาดระดับนาโนเมตร เช่น Sol-gel electrospinning template solid-state และ CVD ซึ่งแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียขึ้นอยู่กับนำไปใช้งาน [5-29]

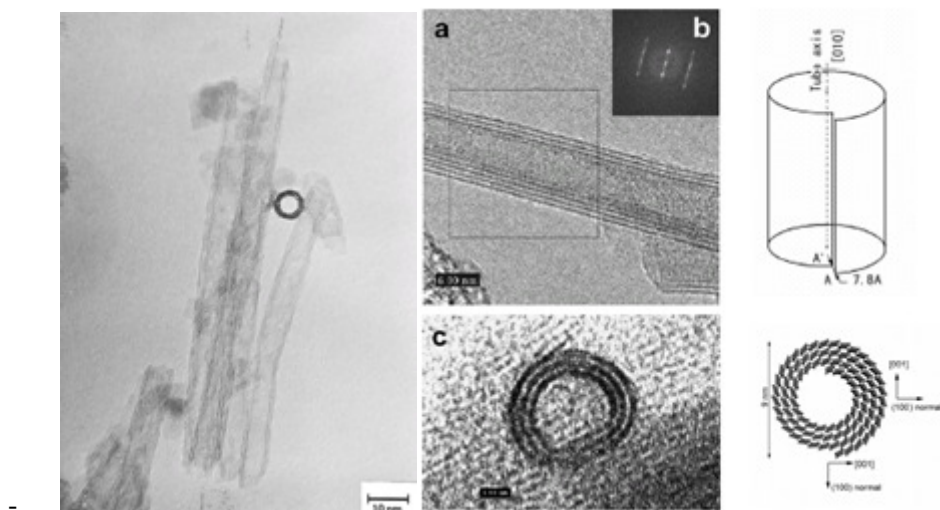


รูปที่ 1.3 การประยุกต์ใช้งานไททาเนียมไดออกไซด์ในด้านต่างๆ

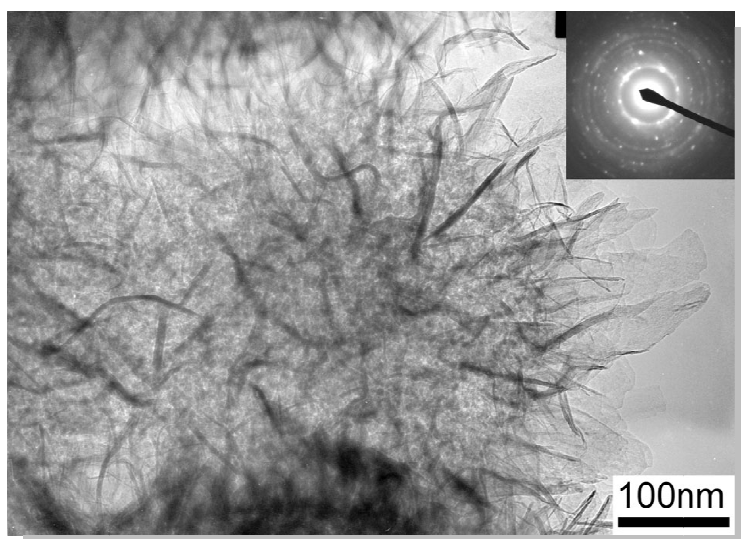
การทบทวนวรรณกรรมหรือสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยนี้มีพื้นฐานการวิจัยและพัฒนาต่อยอดจาก งานวิจัยในระดับปริญญาโท-เอก ของ อาจารย์ ดร. สรพงษ์ ภาสุปรี (Kyoto University) ที่ค้นพบวิธีการสังเคราะห์แผ่นบางนาโนไททาเนียที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง ซึ่งมีค่าสูงมากกว่าอีกหลายสิบรายการงานวิจัยชิ้นแรกที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ และมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอนุภาคเม็ดนาโนไททาเนียที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก (P-25) ซึ่งจากข้อมูลการศึกษาทดลองเบื้องต้นพบว่า วัสดุแผ่นบางนาโนที่สังเคราะห์ได้ มีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะมากกว่า P-25 ($50 \text{ m}^2/\text{g}$) ถึง 5-10 เท่า ซึ่งเป็นเรื่องใหม่ที่น่าสนใจอย่างยิ่งสำหรับการนำไปใช้งาน โดยมีความรู้พื้นฐานและการต่อยอดงานวิจัยจาก Dr. T. Kasuga ซึ่งเป็นคนแรกของโลกที่ค้นพบวิธีการสังเคราะห์ Titanate nanotubes ($400 \text{ m}^2/\text{g}$) (รูปที่ 1.4-1.5) โดยวิธี Hydrothermal [17] ซึ่งวิธีที่จะทำการวิจัยในครั้งนี้มีข้อเด่นที่แตกต่างจากวิธีต่างๆ คือ

- วิธีการสังเคราะห์ที่ง่ายและสะดวก ไม่ยุ่งยาก
- ใช้อุณหภูมิในการสังเคราะห์ต่ำ (ประมาณ $100\text{-}150^\circ\text{C}$) เมื่อเทียบกับการสังเคราะห์แบบอื่น
- มีโอกาสที่จะขยายขนาดการผลิตเป็นหลักกิโลกรัมได้



รูปที่ 1.4 TiO_2 -derived nanotubes ที่สังเคราะห์โดย Dr. T. Kasuga [17]



รูปที่ 1.5 ภาพถ่าย TEM ของ nanosheets TiO₂ ที่เตรียมได้โดยวิธีไฮโดรเทอร์มอล [31]