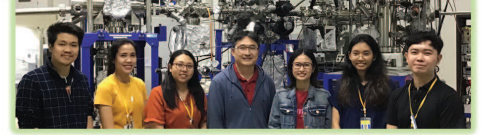




# การพัฒนาแม่เหล็กถาวรขั้นสูงจากสารที่มีแมงกานีสเป็นองค์ประกอบหลัก

หัวหน้าโครงการ : รองศาสตราจารย์ ดร.ประยูร สงส์ริฤทธิ์กุล<sup>1</sup>  
 นักวิจัยหลังปริญญาเอก : ดร.ธนัฐ สายโสภ<sup>1\*</sup> ดร.กิติคุณ เขียวสกุล<sup>1</sup>  
 นักศึกษาระดับปริญญาเอก : เสถียรพงศ์ งามสมฤทธิ์<sup>1</sup> จงรัก บ่อทัพย์<sup>1</sup>  
 นักศึกษาระดับปริญญาโท : มิสกวัน ศรีภักดี<sup>1#</sup> Myat Su Tun<sup>2</sup>, Hsu Thazin Myint<sup>2</sup> ณัฐชา คำบุญเกิด<sup>3</sup> วรพรหม พัชรธัชกร<sup>3</sup>



<sup>1</sup>สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา

<sup>2</sup>ภาควิชาฟิสิกส์ University of Mandalay, Mandalay, Myanmar

<sup>3</sup>ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

\*ที่ทำงานปัจจุบัน - มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (นครราชสีมา)

#ที่ทำงานปัจจุบัน - สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

## เป้าหมายของโครงการ

**การสร้างองค์ความรู้ :** สารแม่เหล็กที่ไม่มีธาตุหายากเป็นองค์ประกอบ โดยเน้นสารประกอบของแมงกานีส

**การประยุกต์ใช้ :** นำไปผลิตแม่เหล็กถาวรที่มีประสิทธิภาพสูง (ค่าผลผลิตพลังงานสูงสุดที่มีค่าสูง)

งบประมาณรวม : 2,633,000 บาท  
ระยะเวลาโครงการ : ปี 2560 -2563

## ประสิทธิผล

**องค์ความรู้ :** กระบวนการและเงื่อนไขการผลิตสารแม่เหล็ก MnBi และ ความเข้าใจเกี่ยวกับเสถียรภาพของสารแม่เหล็ก MnBi

**ผลผลิต :** นักวิจัยหลังปริญญาเอก 2 คน (ได้งานประจำแล้ว 1 คน), นักศึกษาระดับปริญญาเอก 2 คน (คาดว่าจะสำเร็จการศึกษาปี 2564), นักศึกษาระดับปริญญาโท 5 คน (นศ.ไทย 3 คน สำเร็จการศึกษาแล้ว 1 คน นศ.พม่า/แลกเปลี่ยน 2 คน) บทความตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่อยู่ในฐานข้อมูลสากล ISI 6 ผลงาน [1-6] และบทความที่จะเสนอตีพิมพ์อีก 3 ผลงาน

**ผลกระทบ :** ศักยภาพในการวิจัยและพัฒนาขบวนการสังเคราะห์สารแม่เหล็ก MnBi และมีความเข้าใจถึงสาเหตุตลอดจนแนวทางที่จะเลี่ยงปัญหาความไม่เสถียรของสารแม่เหล็ก MnBi

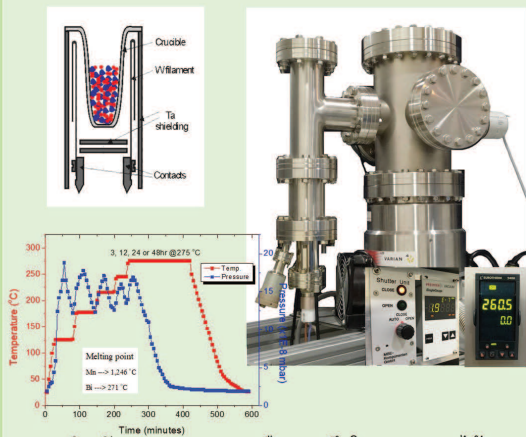
**ความยั่งยืน :** การต่อยอดงานวิจัยและพัฒนาแม่เหล็กถาวรวัสดุแม่เหล็กผสมมานโน โดยอาศัยสารแม่เหล็ก MnBi ที่สังเคราะห์ได้ ซึ่งมีค่าลบล้างแม่เหล็ก (coercivity) สูงถึง 7 kOe ซึ่งเป็นค่าสูงพอสำหรับการประยุกต์ใช้สารดังกล่าวในการผลิตแม่เหล็กถาวร

## ความสอดคล้อง

การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้แม่เหล็กถาวรประสิทธิภาพสูง สำหรับ Green Energy & Green Environment เช่น ไดนาโมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า มอเตอร์ในรถยนต์ไฮบริด/ไฟฟ้า ตลอดจนตู้เย็นและห้องเย็นแม่เหล็ก

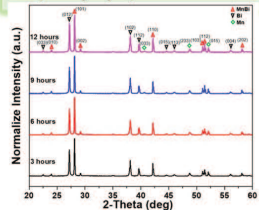
## ผลการดำเนินงาน

### ระบบเผาผนึกในสุญญากาศ

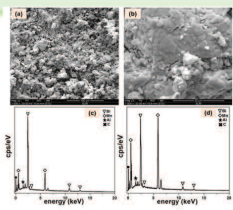


ระบบสำหรับการ sintering หรือเผาผนึกในสุญญากาศได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อทำการเผาผนึกสาร Mn-Bi ภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมปริมาณออกซิเจน

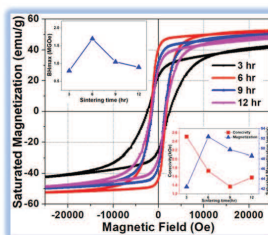
- ความดันสุญญากาศก่อนเผา :  $2 \times 10^{-8}$  mbar
- ความดันสุญญากาศขณะเผา :  $< 5 \times 10^{-7}$  mbar
- ปริมาณสารสูงสุด : 10 cc
- อุณหภูมิสูงสุด : 550 °C



ผลจากการเลี้ยวเบนทำให้ทราบชนิดสารที่ได้จากการเผาผนึก

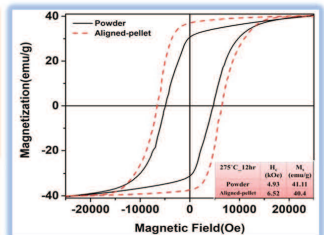
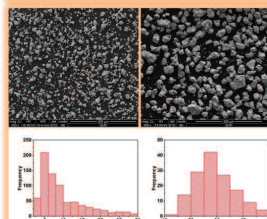


ผลการวิเคราะห์ชนิดธาตุที่สังเกตโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงให้เห็นว่ามีบิมิทัลลของเหล็ก

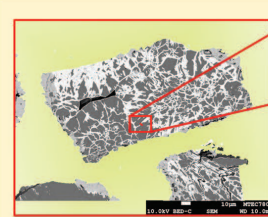


วงฮิสเทอรีซิส และค่าผลผลิตพลังงานสูงสุดของสารแม่เหล็ก MnBi ที่มีการเผาผนึกที่อุณหภูมิ 275 °C ด้วยเวลาที่ต่างกัน

ผงแม่เหล็ก MnBi ที่มีขนาดแตกต่างกันได้จากการเผาผนึกในสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 275 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

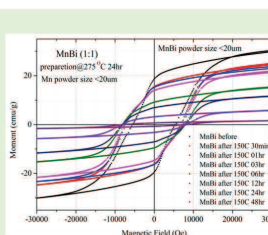
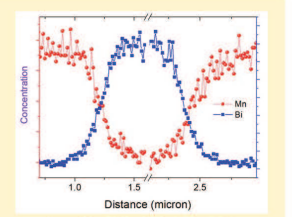


วงฮิสเทอรีซิส สารแม่เหล็ก MnBi ขนาดผงเล็กกว่า 20 ไมครอน และเผาผนึกที่อุณหภูมิ 275 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

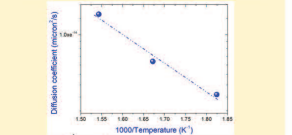


การวิเคราะห์องค์ประกอบโดยเทคนิค SEM/EDS

เม็ดผงสารแม่เหล็ก MnBi แสดงให้เห็นถึงการเกิดขึ้นสารแม่เหล็ก MnBi บริเวณรอยแตกของสารตั้งต้น Mn



ปัญหาการเสื่อมสภาพแม่เหล็กกำลังดำเนินการแก้ไข เบื้องต้นได้ทราบสาเหตุของการเสื่อมสภาพ และได้เงื่อนไขการทำให้ค่าลบล้างสนามมีค่าเพิ่มขึ้น ทีมวิจัยกำลังหาข้อสรุปว่าค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้นได้เพราะอะไร



สามารถที่จะคำนวณหาอัตราของการเพิ่มความหนาของชั้นสารแม่เหล็ก MnBi ที่อุณหภูมิการเผาผนึกจากค่าสัมประสิทธิ์ของการแพร่ของอะตอมแมงกานีสในสาร MnBi

เอกสารอ้างอิง [1] K. Klaiphet et. al. 2018 J. Phys.: Conf. Ser. 1144, 012063. [2] M. Sripukdee et. al. 2018 J. Phys.: Conf. Ser. 1144, 012052. [3] J. Lomon et. al. 2018 J. Phys.: Conf. Ser. 1144, 012048. [4] J. Lomon et. al. 2020 Rad. Phys. Chem. 171, 108752. [5] K. Seawsakul et. al. 2020 Chiang Mai J. Sci. 47(4) (In Press). [6] T.H.M. Wint et. al. 2020 Catalysts (Accepted)

โปสเตอร์สรุปโครงการวิจัย 2560

การประชุมศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ ประจำปี 2563

ณ โรงแรม เดอะ สุโกศล กรุงเทพมหานคร วันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2563



http://thep-center.org