



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ทนพัฒนาศักยภาพการวิจัยเชิงสถาบันของ
สาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ ม.เทคโนโลยีสุรนารี

โดย สาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีสุรนารี

เดือน ปี ที่เสร็จโครงการ

9/2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ทนพัฒนาศักยภาพการวิจัยเชิงสถาบันของ
สาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ ม.เทคโนโลยีสุรนารี

ผู้วิจัย ศ. ดร. สันติ แม้นศิริ และ คณาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : IRG5780010

ชื่อโครงการ : ทุนพัฒนาศักยภาพการวิจัยเชิงสถาบันของสาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชา

วิทยาศาสตร์ ม.เทคโนโลยีสุรนารี

ชื่อนักวิจัย : ศาสตราจารย์ ดร. สันติ แม้นศิริ และคณาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชา

วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

E-mail Address : santimaensiri@g.sut.ac.th / worawat@g.sut.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 3 ปี

ทุนพัฒนาศักยภาพการวิจัยเชิงสถาบันของสาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ ม.เทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้รับทุนสนับสนุนจาก สกว. และ มทส. ช่วยผลักดันให้เกิดการเรียนรู้และรู้จักตนเองมากขึ้นจนนำไปสู่ความพยายามในการพัฒนาศักยภาพการวิจัยของสาขาวิชาฟิสิกส์ มีทั้งส่วนที่เสริมกับนโยบายเดิม และแนวคิดใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องไปถึงการพัฒนาบุคลากรและนักศึกษา และการเรียนการสอน ในช่วงแรกสาขาวิชาฟิสิกส์เน้นที่การส่งเสริมคณาจารย์ใหม่ให้มีความพร้อมในด้านทุนวิจัย และต่อมาขยายไปถึงการทำวิจัยร่วมในโครงการวิจัยขนาดใหญ่ การสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศโดยเฉพาะในเขตอาเซียน การเชิญชวนนักศึกษาจากทั้งในและต่างประเทศมาเรียนในหลักสูตรฟิสิกส์ที่ได้รับปรับปรุงของ มทส. ตลอดจนสร้างแนวทางการดูแลนักศึกษาที่เข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปของโลกในปัจจุบัน

Abstract

Project Code : IRG5780010

Project Title : Institutional-Research Development of School of Physics, Institute of Science, Suranaree University of Technology

Investigator : Prof. Dr. Santi Maensiri and faculty members of School of Physics, Institute of Science, Suranaree University of Technology

E-mail Address : santimaensiri@g.sut.ac.th / worawat@g.sut.ac.th

Project Period: 3 years

The research grant, Institutional-Research Development of School of Physics, Institute of Science, Suranaree University of Technology (sponsored by TRF and SUT) has encouraged our School of Physics to learn and know ourselves better. This has helped us to try our best to improve the School of Physics at SUT. The policies include ones which align with the previous thoughts and there are also new ideas in human development of both faculties and students. In the early stage, the focus is on funding the research of young faculties. Then the later focuses are on a) large-scale projects, b) domestic and international research collaborations (especially with ASEAN countries), c) school advertisements to Thai and international students, d) revision of physics curricula, and e) ideas on how to prepare and take care of students for today environments/opportunities.

1. หลักการและเหตุผล

สาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้เปิดให้มีการเรียนการสอนในหลักสูตรบัณฑิตศึกษา (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตและวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต) มาตั้งแต่ปีการศึกษา 2540 เพื่อสนับสนุนการผลิตและพัฒนาบุคลากรในวิชาชีพชั้นสูงของด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการสนองตอบนโยบายของรัฐบาล ที่ต้องการให้ประเทศไทยพึ่งตนเองได้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และด้วยวิสัยทัศน์ที่กว้างไกลของผู้บริหารมหาวิทยาลัยกับความสามารถของคณาจารย์และนักศึกษาทำให้ในช่วงกว่าสิบปีที่ผ่านมา รวมทั้งการได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากหน่วยงานภายนอกทั้งจาก สกว. สกอ. วช. และ สวทช. ทำให้สาขาวิชาฟิสิกส์ได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง จนเป็นสาขาวิชาฟิสิกส์ที่ได้รับการประเมินด้านการวิจัยและถูกจัดให้อยู่ในระดับดีเยี่ยม (ระดับ 5) โดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เป็นเวลา 4 ครั้งติดต่อกัน ในปี พ.ศ. 2550 2552 2554 และ 2556

จากการที่ สกว. เปิดรับสมัครการขอทุนพัฒนาศักยภาพการวิจัยเชิงสถาบันจาก ในงบประมาณร่วมกันระหว่าง สกว. และ มทส. รวม 6 ล้านบาท (ฝ่ายละครึ่งหนึ่ง) สาขาวิชาฟิสิกส์ มทส. ซึ่งนับเป็น 1 ใน 38 สาขาวิชา/ภาควิชา ที่มีคุณสมบัติในการสมัครทุนนี้มีความรู้สึกดีใจเป็นอย่างมากและประสงค์ขอทุนดังกล่าวเพื่อใช้ในการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันด้านการวิจัยของสาขาวิชาฟิสิกส์ในระดับนานาชาติให้ดียิ่งขึ้นไปโดยแบ่งหัวข้อวิจัยเป็น 3 หัวข้อหลักตามรายละเอียดด้านล่าง โดยจะเน้นให้มีการบูรณาการความรู้จากผู้ที่มีความชำนาญสูงเพื่อที่จะให้ได้ผลงานวิจัยและนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ตอบคำถามในองค์รวมและแก้ปัญหาของชาติและระดับนานาชาติให้ดียิ่งขึ้น โดยบนพื้นฐานที่แข็งแกร่งเชิงวิชาการ สาขาวิชาฟิสิกส์หวังว่าจะได้เป็นที่รู้จักและได้รับความยอมรับทัดเทียมกับสถาบันวิจัย/สาขาวิชาฟิสิกส์ของมหาวิทยาลัยชั้นนำต่างๆ ของโลก

2. กลยุทธ์ที่ดำเนินการ กิจกรรม และประเด็นวิจัยที่ดำเนินการ

ในด้านการวิจัย สาขาวิชาฯ มีความเห็นพ้องต้องกันในการจัดสรรทุน (เป็นระยะเวลา 2 ปีแรก) ให้กับอาจารย์นักวิจัยรุ่นเยาว์หรือในกลุ่มวิจัยใหม่เพื่อช่วยส่งเสริมให้มีความเข้มแข็งมากขึ้น แบ่งเป็น 3 โครงการย่อย ได้แก่ 1) โครงการการศึกษาโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์และสมบัติการขนส่งทางไฟฟ้าของวัสดุชั้นสูง 2) การพัฒนาเทคนิค Tuning fork-based scanning near-field optical microscopy และ Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) และ 3) ฟิสิกส์นิวเคลียร์และอนุภาคร่วมกับดาราศาสตร์ฟิสิกส์

หลังจากโครงการผ่านไปได้ประมาณ 1 ปีครึ่ง ทางสาขาวิชาฟิสิกส์ได้จัดประชุมระดมสมองทำให้เข้าใจกันและกันดีขึ้น รู้จักจุดแข็งและจุดอ่อนของตัวเอง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการวางนโยบายที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นทั้งในเรื่องงานวิจัยและการ

เรียนการสอน สำหรับเรื่องกำลังคนและจำนวนนักศึกษา ตัวอย่างนโยบายที่สำเร็จมากของสาขา คือ การประชาสัมพันธ์หลักสูตรจนทำให้มีนักศึกษาเข้ามาศึกษาในหลักสูตร ป. โท-เอก ของ สาขาวิชาฟิสิกส์ มทส. เป็นจำนวนเพิ่มขึ้นจากประมาณ 10 คนต่อปีในปี พ.ศ. 2556 กลายมาเป็นประมาณ 30 คนในปี พ.ศ. 2559 โดยปัจจุบันสาขามีจำนวนนักศึกษา ป. โท-เอก ที่กำลังศึกษาอยู่ประมาณ 115 คน เพิ่มขึ้นและมีจำนวนนักศึกษา ป. ตรี ในชั้นปี 2-4 อีก 36 คน ใน Honors Program ซึ่งนักศึกษาส่วนใหญ่ได้รับทุนการศึกษา ในช่วงถัดไปสาขายังมีแนวคิดในการดึงนักศึกษาต่างประเทศเข้ามาเรียนกับเรา

อย่างไรก็ตามเมื่อนักศึกษาที่เข้ามาจำนวนมากขึ้น ข้อจำกัดบางอย่างก็เกิดขึ้นอย่างเช่นภาระงานของคณาจารย์จะมากขึ้น และ พื้นฐานความรู้ของนักศึกษาที่เข้ามาก็มีความหลากหลายมากขึ้น ทำให้ยากขึ้นในการบริหารด้านการสอน และการปูพื้นฐานทฤษฎี แนวทางที่อาจช่วยในการแก้ไขอุปสรรคนี้มี 2 ส่วนที่สาขากำลังดำเนินการอยู่ 1) ในเรื่องพื้นฐานความรู้ นอกจากการปรับความรู้ด้วยวิชาแกนแล้ว ยังมีการส่งเสริมให้นักศึกษา ป. โท-เอก เป็นผู้ช่วยสอนในบางรายวิชาเพื่อให้ทบทวนความรู้เก่าๆ ที่เคยเรียนมา และ 2) เรื่องวิจัย สาขาย กำลังหาวิธีในการเพิ่มนักวิจัยหลังปริญญาเอก (Postdoctoral researcher) เพื่อมาช่วยทำวิจัยและยังช่วยดูแลนักศึกษา ป. โท-เอก ด้วย

ในปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ มทส. มีความประสงค์เปลี่ยนแปลงแผนการใช้งบประมาณซึ่งเดิมงบประมาณส่วนใหญ่ถูกจัดสรรใช้ในด้านการศึกษาที่แบ่งเป็น 3 โครงการย่อยให้กับอาจารย์นักวิจัยรุ่นเยาว์หรือในกลุ่มวิจัยใหม่เพื่อช่วยส่งเสริมให้มีความเข้มแข็งมากขึ้น ในปี ที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ มทส. ประสงค์ที่จะจัดสรรงบประมาณให้กับการสร้างความร่วมมือทางการวิจัยขนาดใหญ่อย่างเช่น โครงการ JUNO เป็นต้น รวมถึงความร่วมมือและการประชาสัมพันธ์เพื่อหานักศึกษาจากมหาวิทยาลัยในประเทศเพื่อนบ้านอย่างมาเลเซีย พม่า และ อินโดนีเซีย เป็นต้น

ด้านการวิจัย

สาขาวิชาฟิสิกส์ได้พยายามสร้างความร่วมมือกับ Institute of High Energy Physics (IHEP), Chinese Academy of Science ในสาธารณรัฐประชาชนจีน ภายใต้โครงการ Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO) เพื่อศึกษานิวตริโนชนิดต่างๆ โดยเฉพาะในหัวข้อ neutrino oscillation ซึ่งเป็นหัวข้อที่สืบเนื่องจากผลงานที่เพิ่งได้รับรางวัลโนเบลในสาขาฟิสิกส์ไปเมื่อปี พ.ศ. 2558 สำหรับในประเทศไทย มทส. ก็ได้ร่วมมือกับ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์ (สดร.) โดยเมื่อวันที่ 7 เม. ย. 2560 ได้มีการลงนามความร่วมมือระหว่าง มทส. จุฬาฯ และ สดร. กับ Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Science ณ สาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ทรงให้เกียรติเสด็จเป็นประธานในพิธี และรัฐมนตรีกระทรวงวิทยาศาสตร์ก็เดินทางไปร่วมพิธี (รายการที่ 1 ในภาคผนวก ก)

เกี่ยวข้องกับโครงการ JUNO นี้ มทส. ทำหน้ารับผิดชอบในการสร้างระบบขดลวด ป้องกันสนามแม่เหล็กเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับอนุภาคนิวตริโน มทส. จึงได้ร่วมกัน ในการจัดงาน EMF-JUNO Workshop on Earth Magnetic Field Shielding for JUNO ระหว่าง วันที่ 18-23 มิถุนายน 2560 มีผู้มาร่วมหรือจากทั้ง IHEP จุฬาย และ สดร. ทั้งนี้ได้มีการลง นามร่วมมือระหว่าง มทส. จุฬาย และ สดร. ในวันที่ 21 มิ.ย. 2560 ด้วย (รายการที่ 2 ใน ภาคผนวก ก) งานในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับความรู้ฟิสิกส์เชิงคำนวณในการออกแบบขดลวด ขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 40 เมตรที่ให้สนามแม่เหล็กที่สม่ำเสมอ ในการเตรียม ความรู้ส่วนนี้จะอาศัยทั้งนักฟิสิกส์เชิงคำนวณ นักทดลองทำแบบจำลองขดลวด และที่วิศวกร เข้าด้วยกัน งานวิจัยในส่วนนี้สาขาวิชาฟิสิกส์เห็นว่าเหมาะในการสร้างเป็นโจทย์การเรียนการ สอนด้วยซึ่งจะกล่าวต่อในหัวข้อถัดไป

สำหรับการสร้างความร่วมมือในด้งานวิจัยกับประเทศเพื่อนบ้านนั้น จากปีที่แล้ว 2559 ที่คณาจารย์จากมทส. ได้ไปเยี่ยมเยียน University of Malaya ในประเทศมาเลเซีย เพื่อ สานต่อถึงความสัมพันธ์ สาขาวิชาจึงได้เป็นเจ้าภาพ ในการจัดประชุม The 1st Suranaree- University-of-Technology (SUT) and University of Malaya (UM) Physics Symposium ระหว่างวันที่ 18-20 พ.ค. 2560 ที่โรงแรมสีมาธานี จังหวัดนครราชสีมา มีผู้เข้าร่วมประมาณ 100 ท่าน (รายการที่ 3 ในภาคผนวก ก) เพื่อหาหัวข้อวิจัยที่ทำร่วมกันได้ซึ่งจากการประชุมได้มี หัวข้อเกี่ยวกับวัสดุ การใช้เทคนิคแสงซินโครตรอน และหัวข้อทางดาราศาสตร์ที่น่าจะทำได้ โดยในกลางเดือนสิงหาคม คณาจารย์และนักศึกษาบางส่วนจะกลับไปร่วมประชุมวิชาการ ด้านฟิสิกส์คำนวณที่ University of Malaya โดยสาขาหวังว่าจะมีผลงานร่วมกันเกิดขึ้นต่อมา และในปีนี้คณาจารย์บางส่วนก็พยายามไปหาความร่วมมือจากมหาวิทยาลัยในประเทศอินโดนีเซีย ได้แก่ มหาวิทยาลัย Universitas Indonesia (UI), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Universitas Negeri Malang (UM), University of Brawijaya (UB) ประเทศอินโดนีเซีย ระหว่างวันที่ 12 -17 มี.ค. 2560 (รายการที่ 4 ในภาคผนวก ก)

สำหรับการประชุมวิชาการ สาขาวิชาเป็นเจ้าภาพร่วมในการจัดประชุม The 5th Thailand International Nanotechnology Conference ระหว่างวันที่ 27-29 พ.ย. 2559 และการ ประชุมวิชาการเทอร์โมอิเล็กทริกระดับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 15 – 18 ธันวาคม 2559 (รายการที่ 5 และ 6 ในภาคผนวก ก)

ในปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ มทส. หลังจากได้มีการประชุมระดมสมอง (รายการที่ 7 ในภาคผนวก ก) มีความประสงค์เปลี่ยนแปลงแผนการใช้งบประมาณซึ่งเดิมงบประมาณส่วนใหญ่ ถูกจัดสรรใช้ในด้านการศึกษาที่แบ่งเป็น 3 โครงการย่อยให้กับอาจารย์นักวิจัยรุ่นเยาว์หรือใน กลุ่มวิจัยใหม่เพื่อช่วยส่งเสริมให้มีความเข้มแข็งมากขึ้น ในปีนี้ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ มทส. ประสงค์ที่จะจัดสรรงบประมาณให้กับการสร้างความร่วมมือทางการวิจัยขนาดใหญ่ อย่างเช่น โครงการ JUNO เป็นต้น รวมถึงความร่วมมือและการประชาสัมพันธ์เพื่อหา

นักศึกษาจากมหาวิทยาลัยในประเทศเพื่อนบ้านอย่างมาเลเซีย พม่า และ อินโดนีเซีย เป็นต้น

สรุปโครงการวิจัยย่อยในปีที่ 1-2

1. โครงการการศึกษาโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์และสมบัติการขนส่งทางไฟฟ้าของวัสดุชั้นสูง
2. การพัฒนาเทคนิค Tuning fork-based scanning near-field optical microscopy และ Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)
3. ฟิสิกส์นิวเคลียร์และอนุภาคร่วมกับดาราศาสตร์ฟิสิกส์

สรุปโครงการวิจัยย่อยในปีที่ 3

1. ห้องปฏิบัติการระดับกลางและระดับสูงเพื่อการเรียนการสอนและการวิจัยด้านฟิสิกส์พลังงานสูง
2. สนับสนุนการทำวิจัยด้านฟิสิกส์นิวเคลียร์และอนุภาคร่วมกับห้องปฏิบัติการนานาชาติ
3. การสร้างความร่วมมือกับพม่าด้านอัญมณี
4. การพัฒนาพื้นที่ของการสร้างสรรค์ (makerspace) สำหรับนักศึกษา

ในแต่ละโครงการมีรายละเอียดและผลการดำเนินการในภาคผนวก ข

ด้านการเรียนการสอน

ในด้านการเรียนการสอน สาขาวิชา ได้มีการจัดสัมมนาใหญ่ของสาขาเองทุกๆปีเพื่อสรุปงานวิจัยเด่นต่างๆ เพื่อให้ให้นักศึกษา คณาจารย์ และบุคลากรได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ (รายการที่ 8 ในภาคผนวก ก) รวมถึงมีกิจกรรมนำเสนอรายงานความก้าวหน้าวิทยานิพนธ์ในทุกภาคการศึกษา (รายการที่ 9 -14 ในภาคผนวก ก) รวมถึงมีการเชิญผู้ทรงคุณวุฒิมาบรรยายเป็นประจำตัวอย่างเช่น รายการที่ 15-19 ในภาคผนวก ก

ทั้งนี้สาขาวิชา ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรฟิสิกส์ในระดับชั้น ป. ตรี-โท-เอก ให้มีความทันสมัยมากขึ้น (อย่างเช่นนโยบาย Thailand 4.0) และเหมาะสมกับสายอาชีพมากขึ้น นอกจากนี้ในสายวิชาการ สาขาฯยังเพิ่มในส่วนของประยุกต์ใช้ฟิสิกส์ในภาคอุตสาหกรรม รวมถึงเพิ่มแขนงวิชาสำหรับผู้สนใจเป็นผู้ประกอบการ (เป็นวิชาเลือกแต่ไม่ได้บังคับ) หลักสูตรที่มีการเปลี่ยนแปลงมากคือหลักสูตรฟิสิกส์ ป. ตรี และหลักสูตรฟิสิกส์ประยุกต์ ป. โท-เอก โดยหลักสูตรฟิสิกส์ ป. โท-เอก ยังคงเอกลักษณ์เดิมไว้เป็นส่วนใหญ่ (เช่น รายการที่ 20 ในภาคผนวก ก)

และที่สำคัญสาขาวิชาฟิสิกส์ยังมีกิจกรรมที่ทำให้นักศึกษาและอาจารย์รู้จักกันดีมากขึ้น ทั้งเชิงวิชาการ งานวิจัย และเชิงสังคม โดยมีการจัดกิจกรรมสัมมนาทางวิชาการเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและวิจัย (เช่น รายการที่ 21-24 ในภาคผนวก ก)

3. ผลผลิตของโครงการ

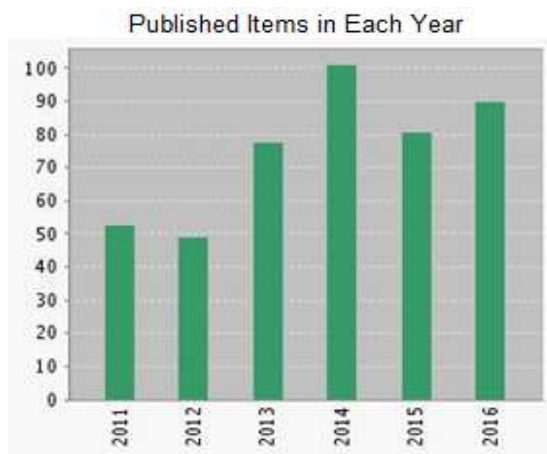
ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ / หนังสือ / สิทธิบัตร

สำหรับการดำเนินการในภาพรวมถือว่าเป็นที่น่าพอใจ ในด้านงานวิจัย สาขาวิชาฯ มีผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ ที่สูงในแต่ละปีมีรายละเอียดดังนี้

- ปี 2557 (1 ม.ค.57-31 ธ.ค.57) มีจำนวน 108 เรื่องในฐานข้อมูล Web of Knowledge
- ปี 2558 (1 ม.ค.58-31 ธ.ค.58) มีจำนวน 90 เรื่องในฐานข้อมูล Web of Knowledge
- ปี 2559 (1 ม.ค.59-31 ธ.ค.59) มีจำนวน 100 เรื่องในฐานข้อมูล Web of Knowledge
- ปี 2560 (1 ม.ค.60- ปัจจุบัน) มีจำนวน 51 เรื่องในฐานข้อมูล Web of Knowledge (รายละเอียดตามไฟล์แนบ SUT_Physics_publications_2014-2017.xls)

ถ้าคิดเป็นผลงานต่อคนต่อปีจะมีค่าเฉลี่ยที่ **4.7** เรื่อง

หมายเหตุ จำนวนที่ผลิตได้จริงนี้มีมากกว่าในสัญญาทุนมีการใส่จำนวนไว้คือ 62, 63 และ 63 เรื่อง สำหรับปี 2557, 2558 และ 2559 ตามลำดับ



ในเชิงคุณภาพ อัตราส่วนของผลงานตีพิมพ์ในวารสารที่อยู่ใน Quartile 1 (Q1) ต่อผลงานตีพิมพ์ทั้งหมด (Q1/Total)

ปี พ.ศ.	จำนวนรวมของ ผลงานตีพิมพ์ (Total)	ผลงานตีพิมพ์ใน Quartile 1 (Q1)	Q1/Total (%)
2557	108	63	59
2558	90	57	63
2559	100	76	76
2560	51*	40*	78*

*data upto Aug. 2017

จากจำนวนนี้มีผลงานซึ่งอยู่ใน Nature Index จำนวน 13 เรื่อง ที่ตีพิมพ์ในวารสารที่มีค่า Impact factor สูงจาก Nature Nanotechnol., Nature Mater., Nature Phys., Nano Lett., Nature Commun., Phys. Rev. Lett., Mon. Not. R. Astron. Soc., Appl. Phys. Lett., และ Phys. Rev. B (Rapid Comm.)

ข้อมูลการ Benchmark

สำหรับการ Benchmark เทียบกับ Department of Physics, National University of Singapore จะมีการตีพิมพ์มีจำนวน 682, 652, และ 629 เรื่อง สำหรับปี 2557, 2558 และ 2559 ตามลำดับ หรือคิดเป็น **6.54** เรื่องต่อคนต่อปี (คณาจารย์มีจำนวน 100 คน) (รายละเอียดตามไฟล์แนบ NUS_papers.csv)

4. ผลลัพธ์และผลกระทบของโครงการ และปัญหา-อุปสรรค /ข้อเสนอแนะ

จากการที่สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้รับทุนพัฒนาศักยภาพการวิจัยเชิงสถาบันจาก สกว. และ มทส. นั้นทำให้เกิดการเรียนรู้ และรู้จักตัวเอง (สาขาวิชา) มากขึ้น จนนำไปสู่การสร้างแนวทางการพัฒนา และการปฏิบัติจริงจนเกิดประโยชน์ แบ่งเป็น 3 หัวข้อดังนี้

ด้านการบริหารและนโยบายของสาขาวิชา

หลังจากได้มีประชุมระดมสมองทำให้เข้าใจกันและกันดีขึ้น และนำมาใช้ในการวางนโยบายในเรื่องงานวิจัยและการเรียนการสอน (อธิบายต่อในหัวข้อถัดไป) โดยประโยชน์หลักที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งเป็นเรื่องกำลังคนและจำนวนนักศึกษา ในการรับคณาจารย์ใหม่ และการเพิ่มนักศึกษาไว้ได้จากการประชาสัมพันธ์หลักสูตรจนทำให้มีนักศึกษาเข้ามาศึกษาในหลักสูตร ป.โท-เอก ของสาขาวิชาฟิสิกส์ มทส. เป็นจำนวนเพิ่มขึ้นจากประมาณ 10 คนต่อปีในปี พ.ศ. 2556

กลายมาเป็นประมาณ 20-30 คนในปี พ.ศ. 2559 โดยปัจจุบันสาขามีจำนวนนักศึกษา ป. โท-เอก ที่กำลังศึกษาอยู่ประมาณ 115 คน ทั้งนี้ได้มีการสอดรับกันในการรับนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา ป. ตรี ของ มทส. เอง ทั้งนี้ยังขยายแนวคิดในการดึงนักศึกษาต่างประเทศเข้ามาเรียนกับเรา และเกิดนโยบายในการสร้างความสัมพันธ์กับ พม่า กัมพูชา และ ล่าสูด มาเลเซีย และอินโดนีเซีย เนื่องจากมาเลเซียพัฒนาไปเร็วมาก การจะดึงนักศึกษามาเรียนอาจจะยาก สาขาฯ จึงจะไปเน้นที่ความร่วมมือในด้านการวิจัยแทน โดยจะมีการจัด Suranaree U. of Tech.- U. of Malaya Symposium ระหว่าง 18-20 พฤษภาคม 2560 และความร่วมมือกับประเทศอินโดนีเซียเป็นต้น

ด้านการวิจัย

ทุนพัฒนาศักยภาพนี้ เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้สาขาสามารถผลิตผลงานได้อย่างต่อเนื่องจนได้ผลงานวิจัยออกมาเกินเป้า เป็นจำนวนรวม 3 ปีระหว่าง 2557-2559: 298 เรื่อง มากกว่าที่ตั้งไว้เป็นจำนวน 188 เรื่อง โดยส่วนที่ช่วยมาจากในช่วงเริ่มต้นสาขาวิชาฯ เน้นที่การช่วยส่งเสริมทุนวิจัยให้กับคณาจารย์ใหม่ให้สามารถทำงานวิจัยได้ ซึ่งโดยรวมไม่เกิดปัญหาจากการขาดแคลนทุนวิจัยและสร้างความกลมเกลียวกันมากขึ้นระหว่างคณาจารย์ และต่อเน้นที่การสร้างความร่วมมือและเป็นส่วนหนึ่งในการริเริ่มโครงการขนาดใหญ่ๆ รวมถึงทำให้เกิดความร่วมมือในการขอสนับสนุนงบวิจัยในส่วนที่ใหญ่ขึ้นได้ เช่น โครงการ Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO) และการสร้างความสัมพันธ์กับประเทศในอาเซียน มีการสนับสนุนคณาจารย์จากประเทศพม่ามาทำวิจัยระยะสั้น และการเชิญคณาจารย์จากมาเลเซีย (และต่อไปอาจจะจากอินโดนีเซีย) มาเยี่ยมมหาวิทยาลัยและจัดงานในรูปแบบ Symposium ที่คาดว่าจะเป็นการสร้างความร่วมมือการทำวิจัยร่วมแบบยั่งยืนเพราะความสามารถอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะทำให้มีการเติบโตไปพร้อมกันและเป็นมิตรกันอย่างเหนียวแน่นมากขึ้น

ด้านการเรียนการสอน

จากการเปลี่ยนไปขอโลกในปัจจุบัน การเรียนการสอนจึงต้องมีการเปลี่ยน ผู้ที่สำเร็จการศึกษาในสาขาวิชาฟิสิกส์ สาขาวิชาฯ จึงได้มีการปรับปรุงหลักสูตรฟิสิกส์ในระดับชั้น ป. ตรี-โท-เอก ให้เหมาะสมกับสายอาชีพที่หลากหลายมากขึ้น นอกจากในสายวิชาการ สาขาฯ ยังเพิ่มในส่วนของการประยุกต์ใช้ฟิสิกส์ในภาคอุตสาหกรรม รวมถึงเพิ่มแขนงวิชาสำหรับผู้ที่สนใจเป็นผู้ประกอบการ ซึ่งในการสร้างหลักสูตรฟิสิกส์ประยุกต์ครั้งแรกในปี 2555 ตัวโครงสร้างหลักสูตรยังไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์นัก อย่างเช่น หลักสูตรยังคล้ายกับหลักสูตรฟิสิกส์เดิมเกินไป และไม่ได้เอื้อกับการแก้ปัญหาทางอุตสาหกรรมเท่าที่ควร สาขาวิชาฯ จึงได้มีการปรับปรุงใหญ่โดยระดมความคิดเห็นในสาขาฯ และใช้ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิจากภาคอุตสาหกรรมเข้ามาใช้ สำหรับหลักสูตร ป. ตรี ก็มีการเพิ่มทางเลือกกับผู้สนใจเป็นผู้ประกอบการเข้าไปด้วย

ทั้งเพื่อดูแลนักศึกษาจำนวนมาก สาขาวิชายังมีแนวคิดในการเตรียมความพร้อม นักศึกษาด้านต่างๆ เช่น การสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของการรู้จักตนเอง คนที่สำเร็จ การศึกษาไปยังมีทางเลือกมากกว่าการเป็นการอาจารย์ ยังสามารถทำงานในภาคเอกชนและ อุตสาหกรรม ซึ่งสาขาวิชาฯ ก็จะมีวิชาที่ทำให้นักศึกษาพบภาคอุตสาหกรรมได้มากขึ้น การ ออกแบบวิชาในโครงการ Makerspace ที่ทำให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น ซึ่งสอดคล้อง การแนวคิดของความเป็นผู้ประกอบการ และยังมีแนวคิดของการสนับสนุนให้นักศึกษาได้เป็น ผู้ช่วยสอนเพื่อเพิ่มพูนความสามารถตัวเองไปพร้อมกัน เป็นต้น

ภาคผนวก ก
กิจกรรมต่าง ๆ

ภาคผนวก ก

กิจกรรมต่างๆของสาขาวิชาฟิสิกส์

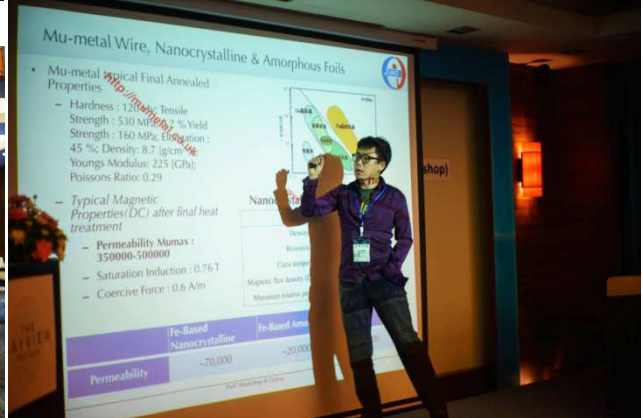
รายการที่ 1 การลงนามความร่วมมือระหว่าง มทส. กับ Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Science เกี่ยวเนื่องกับการศึกษาอนุภาคนิวตริโนในโครงการ Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO) วันที่ 7 เม.ย. 2560 ณ สาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ทรงให้เกียรติเสด็จเป็นประธานในพิธี



2017 - Dr. Wang Yifang shows Princess Sirindhorn a high sensitivity, photo multiplier tube for JUNO detector.



รายการที่ 2 สาขาวิชาฟิสิกส์เป็นเจ้าภาพร่วมในการจัดงาน EMF-JUNO Workshop on Earth Magnetic Field Shielding for JUNO ระหว่างวันที่ 18-23 มิถุนายน 2560 ที่จังหวัดชลบุรี มีผู้เข้าร่วมประมาณ 40 ท่าน โดยในระหว่างการจัดงานได้มีการลงนามความร่วมมือไทย-จูน ระหว่าง มทส. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันดาราศาสตร์ เพื่อร่วมในการศึกษาอนุภาคนิวตริโน



รายการที่ 3 สาขาวิชาเป็นเจ้าภาพ ในการจัดประชุม The 1st Suranaree-University-of-Technology (SUT) and University of Malaya (UM) Physics Symposium ระหว่างวันที่ 18-20 พ.ค. 2560 ที่โรงแรมสยามธานี จังหวัดนครราชสีมา มีผู้เข้าร่วมประมาณ 100 ท่าน



The 1st SUT-UM Physics Symposium			
May 19, 2017			
Suranaree University of Technology , Nakhon Ratchasima, Thailand			
May 19, 2017			
9:00	9:20	Welcome speech	Orapim Ballroom
		Dean of Institute of Science, SUT, Professor Dr. Sanit Maensiri	
9:20	10:00	Introduction to Department of Physics, University of Malaya	
		Head of department, Professor Dr. Hasan Abu Kassim	
10:00	10:40	Introduction to School of Physics, Suranaree University of Technology	
		Head of school, Asst. Prof. Dr. Worawat Maewasana	
10:40	10:50	Coffee break	
10:50	11:10	Radio Astronomy Research in University of Malaya	
		Assoc. Prof. Dr. Zamri Bin Zainal Abidin (UM)	
11:10	11:30	Same-Sign Diboson Signature from Supersymmetry Models	
		Dr. Worasorn Sreethawong (SUT)	
11:30	11:50	The Evolution of Very Massive Stars	Sai-Ngarm
		Dr. Norhasliza Binti Yusof (UM)	
11:50	12:10	Research Highlights in Astrophysics at SUT	Orapim Ballroom
		Dr. Nuwan Sanguansak (SUT)	
12:10	13:40	Lunch	
13:40	14:00	On-going Research Activities in Radiation Laboratory of University of Malaya	
		Assoc. Prof. Dr. Mayeen Uddin Khandaker (UM)	
14:00	14:20	Research Activities at Beamline 5, Synchrotron Light Research Institute	
		Assoc. Prof. Dr. Rattikom Yimnirun (SUT)	
14:20	14:40	Brief View of Research in Functional Materials conducted in LDMRC	
		Dr. Thamil Selvi A/p Velayutham (UM)	
14:40	15:00	Overview of Advanced Functional Materials Research at SUT	
		Professor Dr. Sanit Maensiri (SUT)	
15:00	15:20	Coffee break	The Emperor
15:20	15:40	Growth of Nitride-based Nanostructure Composites for Photoelectrochemical Applications,	
		Dr. Goh Boon Tong (UM)	
15:40	16:00	Electronic Structures of Electrons in Two dimensions	
		Asst. Prof. Dr. Worawat Maewasana (SUT)	
16:00	17:30	Photo Session + Individual Groups/Researchers Discussion on joint research	
17:30	18:00	Free time	
18:00	20:00	Dinner and Discussion	

รายการที่ 4 การไปเยี่ยมชมและหาความร่วมมือกับมหาวิทยาลัย Universitas Indonesia (UI), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Universitas Negeri Malang (UM), University of Brawijaya (UB) ประเทศอินโดนีเซีย ระหว่างวันที่ 12 -17 มี.ค. 2560



รายการที่ 5 สาขาวิชาเป็นเจ้าภาพร่วมกับ Nanotec-SUT Center of Excellence ในการจัดประชุม The 5th Thailand International Nanotechnology Conference ระหว่างวันที่ 27-29 พ.ย. 2559 The Greenery Resort Khao Yai Hotel จังหวัดนครราชสีมา (NanoThailand 2016) มีผู้เข้าร่วมประมาณ 385 ท่าน



รายการที่ 6 เดินทางไปร่วมประชุมวิชาการเทอร์โมอิเล็กทรอนิกส์ระดับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 15 – 18 ธันวาคม 2559 ณ โรงแรม Sea Garden เมืองดานัง ประเทศเวียดนาม จำนวนผู้เดินทางเข้าร่วมงาน 6 คน



ภาพหมู่ผู้ทรงคุณวุฒิ คณะกรรมการ และนักวิจัย

รายการที่ 6 การจัดประชุมประมวลความก้าวหน้าทุน สกว.และหารือแนวทางการพัฒนา สาขาวิชาฟิสิกส์ ณ เชียงใหม่ (ทุน สกว. สนับสนุนเพียงบางส่วน) ในระหว่างวันที่ 4-6 ก.ค. 2559 ณ โรงแรมดวงตะวัน จังหวัดเชียงใหม่ จำนวนผู้เข้าร่วม กิจกรรม 25 คน



ภาพหมู่คณะของคณาจารย์และบุคลากรสาขาวิชาฟิสิกส์



ภาพหมู่คณะของคณาจารย์และบุคลากรสาขาวิชาฟิสิกส์ เข้าเยี่ยมชมหอดูดาวแห่งชาติ

รายการที่ 8. กิจกรรมสัมมนาสาขาวิชาฟิสิกส์ ประจำปีการศึกษา 2559 เพื่อให้นักศึกษา คณาจารย์ และบุคลากรได้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ ในวันเสาร์ที่ 24 ธ.ค. 2559 เวลา 13.00-17.00 น. ณ ห้องประชุม C2-124 ชั้น 1 อาคาร วิชาการ 2 ม.เทคโนโลยีสุรนารี จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 69 คน

รายการที่ 9 กิจกรรมนำเสนอรายงานความก้าวหน้าวิทยานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 1/2559 ในวันพฤหัสบดีที่ 3 พ.ย. 2559 เวลา 09.30-16.00 น. ณ อาคารวิชาการ 2 ม.เทคโนโลยีสุรนารี จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 67 คน

รายการที่ 10 กิจกรรมนำเสนอรายงานความก้าวหน้าวิทยานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 1/2559 ในวันจันทร์ที่ 27 ก.พ. 2560 เวลา 09.30-16.00 น. ณ อาคารวิชาการ 2 ม.เทคโนโลยีสุรนารี จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 70 คน

รายการที่ 11 กิจกรรมนำเสนอรายงานความก้าวหน้าวิทยานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2/2558 ในวันศุกร์ที่ 4 มี.ค. 2559 เวลา 09.30-16.00 น. ณ อาคารวิชาการ 2 ม.เทคโนโลยีสุรนารี จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 59 คน

รายการที่ 12 จัดกิจกรรมนำเสนอรายงานความก้าวหน้าวิทยานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 3/2558 ในระหว่างวันที่ 22-23 มิ.ย. 2559 เวลา 09.30-16.00 น. ณ อาคารวิชาการ 2 ม.เทคโนโลยีสุรนารี จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 59 คน

รายการที่ 13 กิจกรรมนำเสนอรายงานความก้าวหน้าวิทยานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 1/2559 ในวันพฤหัสบดีที่ 3 พ.ย. 2559 เวลา 09.30-16.00 น. ณ อาคารวิชาการ 2 ม.เทคโนโลยีสุรนารี จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 67 คน

รายการที่ 14 กิจกรรมนำเสนอรายงานความก้าวหน้าวิทยานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 1/2559 ในวันจันทร์ที่ 27 ก.พ. 2560 เวลา 09.30-16.00 น. ณ อาคารวิชาการ 2 ม.เทคโนโลยีสุรนารี จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 70 คน

รายการที่ 15 บรรยายพิเศษเรื่อง Nanosecond laser processing of semiconductors and dielectrics โดย Prof. Volodymyr Gnatyuk ในวันอังคารที่ 20 มิ.ย. 2560 เวลา 10.30-11.30 น. ณ ห้องประชุม C2-123 ชั้น 1 อาคารวิชาการ 2 จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 20 คน



• **SCHOOL OF PHYSICS**
• **INSTITUTE OF SCIENCE**
SURANAREE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Schedule for the June seminar in the SUT Physics Seminar Series

Organized by
School of Physics, Institute of Science
Suranaree University of Technology, Thailand
and Thailand Research Fund (TRF)

Seminar Topic

Nanosecond laser processing of semiconductors and dielectrics:

Modification of properties and formation of photosensitive structures, Laser-induced doping and creation of X/γ-ray detectors, Volumetric marking and information recording

By:



Prof. Dr. Volodymyr A. Gnatyuk
V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine

Tuesday, June 20, 2017: Time 10.30 – 11.30 hrs.
: Meeting room C2-123, 1st floor, C2 building :

รายการที่ 16 บรรยายพิเศษเรื่อง ความหมายของฟิสิกส์ โดย รศ.ดร. บุรินทร์ กำจัดภัย ในวันพุธที่ 4 พ.ค. 2559 เวลา 10.00-12.00 น. ณ ห้องประชุม C2-124 ชั้น 1 อาคารวิชาการ 2 จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 17 คน



» **SCHOOL OF PHYSICS**
» **INSTITUTE OF SCIENCE**
SURANAREE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Schedule for the May seminar in the SUT Physics Seminar Series

Organized by
School of Physics, Institute of Science
Suranaree University of Technology, Thailand
and Thailand Research Fund (TRF)

Wednesday, May 4, 2016

10:00 -12:00

"ความหมายของฟิสิกส์"
By: รศ.บุรินทร์ กำจัดภัย

Meeting room C2-124, 1st floor, C2 building

Introduction:

ด้วย วิทยาลัยเพื่อการค้นคว้าระดับรากฐาน ได้เปิดการเรียนการสอนระดับบัณฑิตศึกษา คือหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง สาขาวิชานานาคอนดั้ม ความโน้มถ่วง และจักรวาลวิทยา และหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ และศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทางฟิสิกส์ประยุกต์ จึงขอเชิญผู้สนใจเข้าร่วมรับฟังการประชาสัมพันธ์หลักสูตร และบรรยายพิเศษในหัวข้อ "ความหมายของฟิสิกส์"

รายการที่ 17 บรรยายพิเศษเรื่อง CASDA Virtual Observatory บรรยายโดย Dr. Arkadi Kosmynin ในวันศุกร์ที่ 27 พ.ค. 2559 เวลา 10.00-11.00 น. ณ ห้องประชุม C2-123 ชั้น 1 อาคารวิชาการ 2 จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 20 คน



รายการที่ 18 บรรยายพิเศษเรื่อง “Introduction to Bruker Atomic Force Microscope Fundamental and Applications of Atomic Force Microscope - Focus on AFM-Raman Applications” บรรยายโดย Crest Nanosolution (Thailand) in conjunction with Bruker Singapore Pte.Ltd. ในวันศุกร์ที่ 5 สิงหาคม 2559 เวลา 09.45 -12.00 น. ณ ห้องประชุมสาขาวิชาฟิสิกส์ C2-549 ชั้น 5 อาคารวิชาการ 2 จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 11 คน

รายการที่ 19 บรรยายพิเศษเรื่อง “photonics and optical devices, e.g. SiNx-based photonics, Germanium (Ge) coupled quantum wells” โดย Dr. PAPICHAYA CHAISAKUL Centre for Nanoscience and Nanotechnology, CNRS, Univ. Paris-Sud, Université Paris-Saclay, FRANCE ในวันจันทร์ที่ 8 สิงหาคม 2558 เวลา 13.45 -15.00 น. ณ ห้องประชุม C2-123 ชั้น 1 อาคารวิชาการ 2 จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 15 คน



รายการที่ 20. การประชุมปรับปรุงหลักสูตรฟิสิกส์ประยุกต์ ในวันที่ 30 มีนาคม 2560 เวลา 14.30 – 16.30 น. ณ ห้องประชุมพจนสาร ส่วนหน้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการที่ 21 กิจกรรมสัมมนาทางวิชาการเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและวิจัย สาขาวิชาฟิสิกส์ ประปีการศึกษา 2559 ในระหว่างวันที่ 19-20 ส.ค. 2559 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และบ้านไร่เทพไกรวัลล์ รีสอร์ท จังหวัดชัยภูมิ จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 100 คน



รายการที่ 22 กิจกรรมสัมมนาทางวิชาการเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและวิจัย สาขาวิชาฟิสิกส์ ประจำปีการศึกษา 2560 ในระหว่างวันที่ 4-6 ส.ค. 2560 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และโรงแรมภูวนารี เขาใหญ่ จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 140 คน

Programs in increasing students' potential



รายการที่ 23 การบรรยายประชาสัมพันธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ในวันอังคารที่ 10 พ.ค. 2559 เวลา 10.00-12.00 น. ณ ห้องประชุม C2-124 ชั้น 1 อาคารวิชาการ 2 จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 72 คน

รายการที่ 24 กิจกรรมรับบัณฑิตศึกษาประจำปีการศึกษา 2559 ในวันจันทร์ที่ 6 มิ.ย. 2559 เวลา 09.00-12.00 น. ณ อาคารวิชาการ 2 ม.เทคโนโลยีสุรนารี จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม 80 คน

ภาคผนวก ข
รายละเอียดโครงการวิจัยย่อย

สรุปโครงการวิจัยย่อยในปีที่ 1-2

1. โครงการการศึกษาโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์และสมบัติการขนส่งทางไฟฟ้าของวัสดุชั้นสูง
2. การพัฒนาเทคนิค Tuning fork-based scanning near-field optical microscopy และ Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)
3. ฟิสิกส์นิวเคลียร์และอนุภาคร่วมกับดาราศาสตร์ฟิสิกส์

สรุปโครงการวิจัยย่อยในปีที่ 3

4. ห้องปฏิบัติการระดับกลางและระดับสูงเพื่อการเรียนการสอนและการวิจัยด้านฟิสิกส์พลังงานสูง
5. สนับสนุนการทำวิจัยด้านฟิสิกส์นิวเคลียร์และอนุภาคร่วมกับห้องปฏิบัติการนานาชาติ
6. การสร้างความร่วมมือกับพม่าด้านอัญมณี
7. การพัฒนาพื้นที่ของการสร้างสรรค์ (makerspace) สำหรับนักศึกษา

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

โครงการการศึกษาโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์และสมบัติการขนส่งทางไฟฟ้าของวัสดุชั้นสูง

กลุ่มวิจัยซึ่งมีคณาจารย์ประกอบด้วย

1. รศ. ดร. พวงรัตน์ ไพเราะ
2. รศ. ดร. สิริโชค จิงถาวรณ
3. ผศ. ดร. Michael F.Smith
4. ผศ. ดร. วรวัฒน์ มีวาสนา (ผู้ประสานงาน)

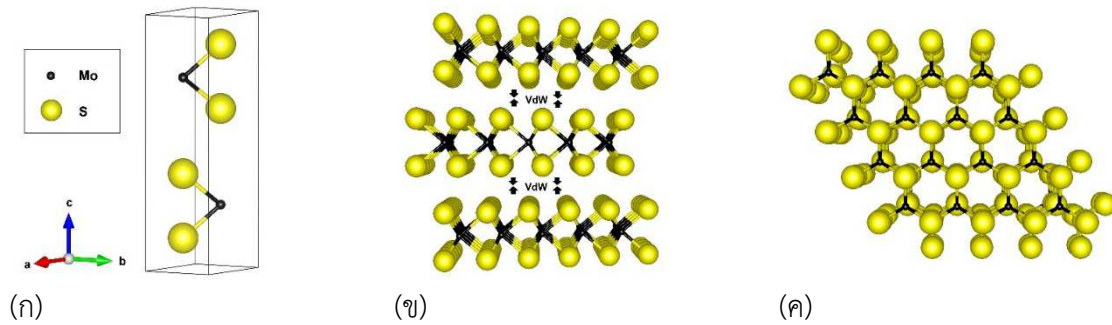
วัตถุประสงค์หลัก

1. ศึกษาทั้งเชิงทฤษฎีและเชิงทดลองเกี่ยวกับโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ Density functional theory และ เทคนิคแสงซินโครตรอน
2. ศึกษาทั้งเชิงทฤษฎีและเชิงทดลองเกี่ยวกับสมบัติการขนส่งทางไฟฟ้าของวัสดุชั้นสูง

1. โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาการแยกชั้นโดยโลหะแอลคาไลน์ใน 2H-MoS₂ ด้วยระเบียบวิธีแบบเฟอร์สทรินซิเฟิล

(หัวข้อวิทยานิพนธ์ของ นาย ฐานันดร กงนอก ปัจจุบันศึกษาปริญญาดุษฎีบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 กลุ่มวิจัยสารควบแน่น สาขาวิชาฟิสิกส์ มทส. ภายใต้การดูแลของ รศ. ดร. สิริโชค จิงถาวรณ)

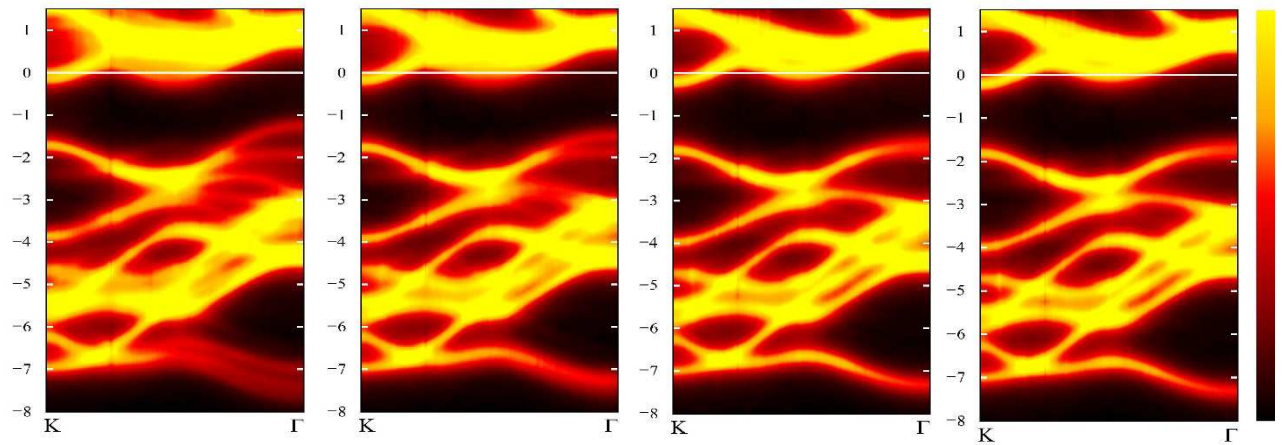
โมลิบดีนัมไดซัลไฟด์ (สูตรทางเคมี MoS₂) คือ สารประกอบที่อยู่ในกลุ่มทรานซิชันเมทัลไดแคลโคไนด์ปกติแล้วจะประกอบด้วยสองโครงสร้างที่ผสมกันอยู่คือ 2H และ 3R ในงานนี้ผลึกเดี่ยวของโครงสร้าง 2H-MoS₂ (รูปที่ 1) ถูกใช้ในการศึกษาแบบเฟอร์สทรินซิเฟิล 2H-MoS₂ เป็นสารที่มีลักษณะคล้ายรวงผึ้งเรียงกันเป็นชั้น ๆ ในระนาบยึดเกาะกันอย่างเหนียวแน่นด้วยพันธะระหว่างโมลิบดีนัมและซัลเฟอร์แต่ระหว่างชั้นดึงดูดกันแบบอ่อน ๆ ด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ทำให้ง่ายต่อการแยกชั้นออก ผลึก MoS₂ มีโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์เป็น indirect band gap แต่หากลอกชั้นของสารออกจนเหลือเพียงหนึ่งชั้นจะกลายเป็น direct band gap อย่างไรก็ตามการแทรกโลหะแอลคาไลน์เข้าไประหว่างชั้นของก้อนผลึกโมลิบดีนัมไดซัลไฟด์สามารถทำให้โครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์เปลี่ยนเป็น direct band gap ได้เช่นกัน เนื่องจากโลหะที่แทรกเข้าไปจะทำให้ระยะห่างระหว่างชั้นเพิ่มขึ้นจึงสามารถลดอันตรกิริยาระหว่างชั้นได้หากมีระยะห่างที่มากพอ จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการศึกษาทำความเข้าใจคุณสมบัติเชิงอิเล็กทรอนิกส์ของสารกลุ่มนี้ เพื่อปรับเปลี่ยนคุณสมบัติสำหรับการประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ



รูปที่ 1 แสดงภาพโครงสร้างของ 2H-MoS₂ โดยรูป (ก) แสดงภาพเซลล์หน่วยโดยในหนึ่งเซลล์หน่วยประกอบด้วย 2 ชั้นของอะตอม สีดำคืออะตอมของโมลิบดีนัมและสีเหลืองคืออะตอมของซัลเฟอร์ รูป (ข) แสดงภาพตัดขวางของผลึกที่มีลักษณะเรียงกันเป็นชั้น ๆ ซึ่งแต่ละชั้นดึงดูดกันแบบอ่อน ๆ ด้วยแรงแวนเดอร์วาล และรูป (ค) แสดงภาพมุมมองด้านบนของผลึกซึ่งมีลักษณะคล้ายรวงผึ้ง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของการแทรกเข้าไปของโลหะแอลคาไลน์ ได้แก่ Li, Na, K และ Rb ในผลึก MoS₂ โดยใช้ซูเปอร์เซลล์ที่มีขนาดเป็น 2x2x1 เท่าของเซลล์หน่วย ผลการคำนวณโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของระบบต่าง ๆ ในรูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่า K และ Rb ที่แทรกเข้าไปทำให้โครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของ MoS₂ เปลี่ยนจาก indirect band gap เป็น direct band gap จากผลการศึกษาพบว่าการแทรกเข้าไปของโลหะแอลคาไลน์ทำให้ระยะห่างระหว่างชั้นของ MoS₂ เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับระยะห่างระหว่างชั้นเดิมเท่ากับ 0.52, 1.35, 2.25 และ 2.60 Å ตามลำดับ สอดคล้องกับขนาดของรัศมีของโลหะแอลคาไลน์ที่แทรกเข้าไปซึ่งระยะห่างระหว่างชั้นนั้นส่งผลต่อโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของสาร โดยเมื่อระยะห่างระหว่างชั้นเพิ่มขึ้นโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของสารจะเปลี่ยนไปเป็นโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ที่คล้ายกับ MoS₂ ชั้นเดียว ทั้งนี้เนื่องจากอันตรกิริยาระหว่างชั้นของสารลดลงเมื่อระยะห่างระหว่างชั้นเพิ่มขึ้นสารจึงประพฤติตัวเหมือนสารชั้นเดียวดังรูปที่ 3 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความหนาแน่นประจุของอิเล็กตรอนของผลึก MoS₂ กับ MoS₂ ชั้นเดียวตามสมการที่ (1)

$$\Delta\text{CHG} = \text{CHG}_{\text{bulkMoS}_2} - \text{CHG}_{1^{\text{st}} \text{ monolayerMoS}_2} - \text{CHG}_{2^{\text{nd}} \text{ monolayerMoS}_2} \quad (1)$$



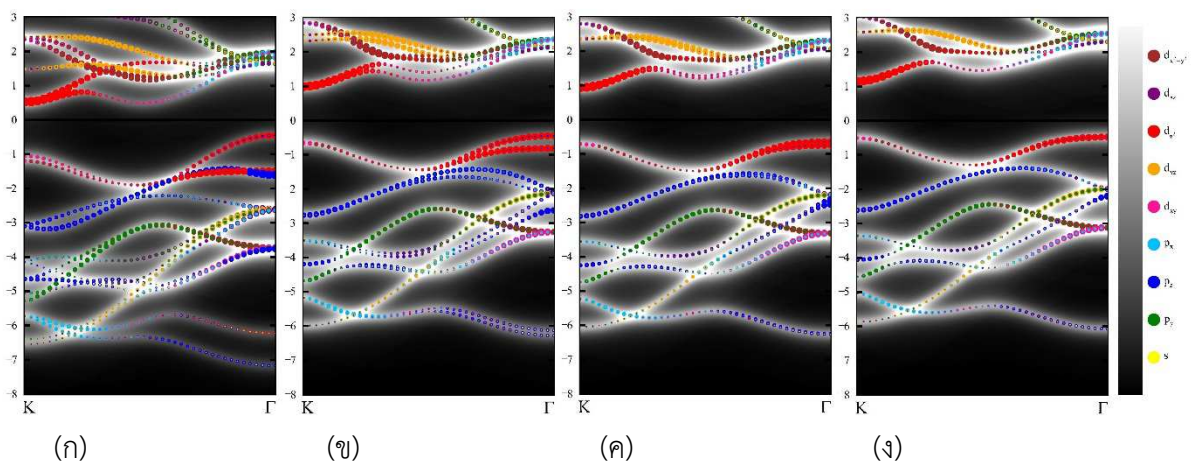
(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของผลึก $\text{MoS}_2\text{X}_{0.25}$ โดยที่ X ของรูป (ก), (ข), (ค) และ (ง) คือ โลหะแอลคาไลน์ Li, Na, K และ Rb ตามลำดับ

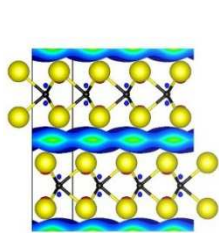


(ก)

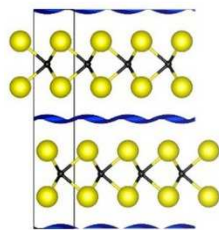
(ข)

(ค)

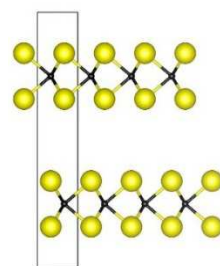
(ง)



(จ)



(ฉ)



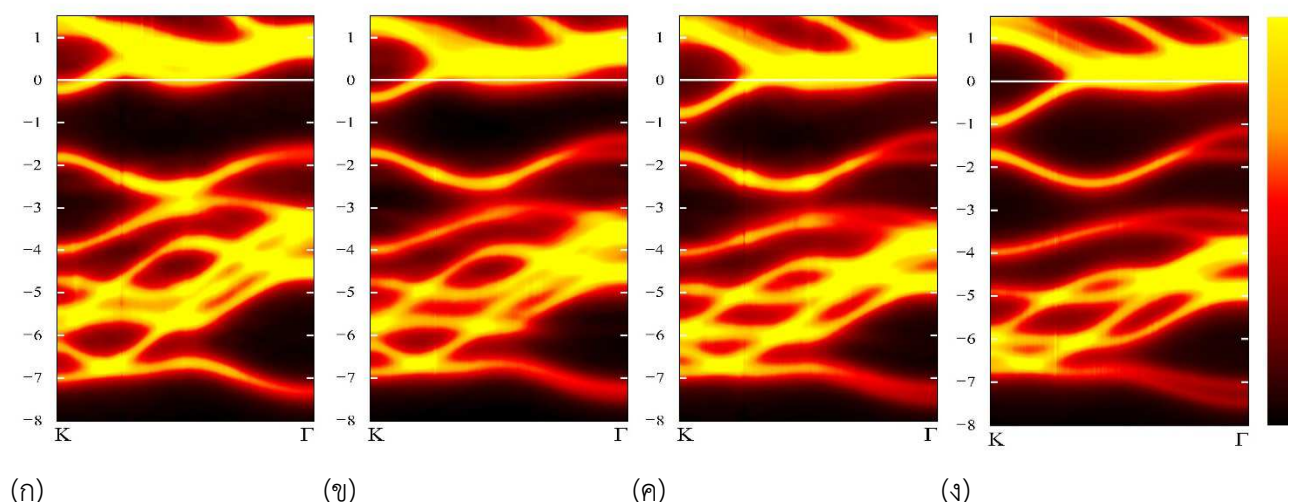
(ช)

รูปที่ 3 รูป (ก), (ข) และ (ค) แสดงโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์แบบจำแนกออกบิตอลของผลึก MoS_2 โดยค่าคงที่แลตทิซ c ของผลึกเป็น 1, 1.2 และ 1.4 เท่าของผลึกดั้งเดิมตามลำดับ รูป (ง) แสดงโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์แบบจำแนกออกบิตอลของ MoS_2 ชั้นเดียว (จ), (ฉ) และ (ช) แสดงผลการเปรียบเทียบความหนาแน่นประจุของอิเล็กตรอน ΔCHG ตาม

สมการที่ (1) โดยค่าคงที่แลตทิซ c ของผลึกเป็น 1, 1.2 และ 1.4 เท่าของผลึกดั้งเดิมตามลำดับ พื้นผิวสีน้ำเงินแสดงความหนาแน่นประจุที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับความหนาแน่นประจุของ MoS_2 ชั้นเดียว

จากผลการศึกษาการเพิ่มขึ้นของค่าคงที่แลตทิซ c ในผลึก MoS_2 พบว่าโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของ MoS_2 จะมีแถบพลังงานที่มีลักษณะเฉพาะของออร์บิทัลที่คล้ายกันหลายคู่แต่ละคู่คือ bonding และ antibonding state ซึ่งเป็นระดับพลังงานที่แยกกันเนื่องจากอันตรกิริยาระหว่างชั้น ดังนั้นเมื่ออันตรกิริยาระหว่างชั้นลดลงการแยกออกของระดับชั้นพลังงานจึงลดลง จากรูปที่ 4 (ก) และ 4 (ข) เมื่อค่าคงที่แลตทิซเพิ่มขึ้นทำให้อันตรกิริยาระหว่างชั้นหายไป โครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์จึงเปลี่ยนไปจนคล้ายโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของ MoS_2 ชั้นเดียว เมื่อพิจารณารูปที่ 4 (ข) ระดับพลังงานของคู่ bonding และ antibonding state ส่วนมากมีระดับพลังงานที่ใกล้เคียงกันและรวมกันจนเป็นแถบพลังงานเดียว คงเหลือแถบพลังงานเพียงบางส่วนที่มีลักษณะเฉพาะของออร์บิทัลที่ตั้งฉากกับระนาบของชั้นได้แก่ d_z^2 , d_{xz} , d_{yz} และ p_z ที่ยังมีการแยกของระดับพลังงาน จึงสรุปได้ว่าอันตรกิริยาระหว่างชั้นส่งผลต่อการแยกระดับพลังงานคู่ของ bonding และ antibonding state และมีผลต่อออร์บิทัลที่ตั้งฉากกับระนาบของชั้นมากกว่าออร์บิทัลที่อยู่ในระนาบ

นอกจากนี้จากผลการศึกษาความเข้มข้นในระนาบของ K ในซูเปอร์เซลล์ $2 \times 2 \times 1$ พบว่าหากความเข้มข้นของ K เพิ่มขึ้น โครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของสารจะกลับไปเป็น indirect bandgap ดังรูปที่ 4 เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นของ K เพิ่มขึ้นทำให้ค่าคงที่แลตทิซ a เพิ่มขึ้น แต่ c ลดลง ดังตารางที่ 1 ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของค่าคงที่แลตทิซ a คาดว่าเนื่องจากอิเล็กตรอนที่เติมมากขึ้นที่แถบการนำเป็น delocalized อิเล็กตรอนจึงทำให้ค่าคงที่แลตทิซ a ขยาย (ผลึกขยายออกในแนวระนาบ) ระดับพลังงานเฟอร์มิของสารเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ K จนสารกลายเป็นโลหะ



รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของผลึก MoS_2K_x โดยที่ค่า x ของรูป (ก), (ข), (ค) และ (ง) เท่ากับ 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าคงที่ของแลตทิซ a และ c ที่แต่ละความเข้มข้นของ K

ความเข้มข้นของ K	a	c
$\text{MoS}_2\text{K}_{0.25}$	3.241	5.227
$\text{MoS}_2\text{K}_{0.50}$	3.314	4.916
$\text{MoS}_2\text{K}_{0.75}$	3.404	4.641
$\text{MoS}_2\text{K}_{1.00}$	3.487	4.406

แผนงานใน 6 เดือนข้างหน้า

ศึกษาผลวิธีการแทรกเข้าไปในผลึก MoS_2 ของโลหะแอลคาไลน์ แทรกเข้าไปอย่างไร ด้วยเงื่อนไขใดบ้าง

2. โครงการวิจัยเรื่อง ขั้วไฟฟ้าจากไดมอนด์สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่มีประสิทธิภาพสูงและปราศจากแพลทินัม

(หัวข้อวิทยานิพนธ์ของ นาย สุเมธ ศิริจรณ์ ปัจจุบันศึกษาปริญญาโทระดับบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ มทส. ภายใต้การดูแลของ ผศ. ดร. วรวัฒน์ มีวาสนา)

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงถูกคาดหวังว่าจะแก้ปัญหาวิกฤติพลังงานได้เพราะมีราคาถูกกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอนที่ขายตามท้องตลาด แต่ยังมีราคาสูงพอสมควรเพราะใช้ขั้วแคโทดที่ทำจากแพลทินัมซึ่งมีราคาสูง งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ ไดมอนด์ (Diamondoid โมเลกุลเพชรระดับนาโน) ซึ่งสังเคราะห์ได้จากของเสียในกระบวนการกลั่นปิโตรเลียมสามารถนำมาใช้แทนขั้วแพลทินัมได้ จากการทดลองพบว่า ไดมอนด์ขนาดเล็กที่สุด (1กรง) ให้ประสิทธิภาพเทียบเท่าขั้วแพลทินัม ในขณะที่ไดมอนด์ขนาดใหญ่กว่า (4กรง) ให้ประสิทธิภาพที่มากกว่าแพลทินัมถึงร้อยละ 28 คาดว่าเป็นผลมาจากสมบัติ negative electron affinity ของไดมอนด์ ผลงานวิจัยข้างต้นได้ถูกรวบรวมเพื่อส่งตีพิมพ์แต่ต้องมีการแก้ไข จึงอยู่ระหว่างการทำการทดลองเพิ่มในการวัดประสิทธิภาพของขั้วแพลทินัมที่มีการเคลือบไดมอนด์ด้วย โดยเบื้องต้นได้รับผลที่สอดคล้อง

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Tuning fork-based scanning near-field optical microscopy

กลุ่มวิจัยซึ่งมีคณาจารย์ประกอบด้วย ผศ. ดร. พนมศักดิ์ มีมนต์ และ อ. ดร. วรศม กุณทีกาญจน์ (ผู้ประสานงาน)

1. สรุปย่อ (summary)

โครงการนี้แบ่งเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งมุ่งเน้นการศึกษาหลักการทำงานของเทคนิค Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) ตั้งแต่หลักกระบวนการเบื้องต้น ไปจนถึงการสร้างต้นแบบในระดับห้องปฏิบัติการ โดยเทคนิคเลือกใช้ระบบการแทรกสอดแสงแบบ Michelson Interferometer และศึกษาและพัฒนาเทคนิคการแปลงฟูริเยร์ของสัญญาณที่วัดได้โดยระบบต่อไป วัตถุประสงค์เบื้องต้นของการทำงานชิ้นนี้คือเรียนรู้กระบวนการของเทคนิค FTIR ซึ่งในอนาคตจะนำเทคนิคนี้ไปบูรณาการร่วมกับเทคนิคการวัดของ Tuning Fork Based Atomic Force Microscopy (AFM) ที่มีค่าความละเอียดสูง (resolution) ถึงระดับนาโนเมตร และเป็นเครื่องมือที่สำคัญทั้งในเรื่องการถ่ายภาพ การวัด ที่เป็นการควบคุมในระดับนาโนสเกล (nanoscale) ซึ่งคาดว่า FTIR จะทำหน้าที่วิเคราะห์ห้องประกอบทางเคมีของพื้นผิวตัวอย่างได้ในระดับนาโนเมตร ดังนั้นส่วนที่สองของโครงการนี้คือการสร้าง Tuning Fork Based Atomic Force Microscopy ตั้งแต่ต้นคือการสร้างเข็มจนถึงการรวมเข้าไปในระบบ Atomic Force Microscopy เพื่อนำไปรวมกับระบบ FTIR

2. ผลงานวิจัยที่ทำในรอบปี ประกอบด้วย

2.1. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) ศึกษาและวิเคราะห์สัญญาณที่ได้จากการทดลองของชุด Michelson interferometer ที่มาจากแหล่งกำเนิดที่เป็นแบบความถี่เดียว (monochromatic source) โดยการวิเคราะห์สัญญาณที่ได้และการทำฟูริเยร์ทรานส์ และเปลี่ยนเป็นแหล่งกำเนิดหลายความถี่ (broadband source)
- 2) วิเคราะห์ความไม่เชิงเส้นของการเคลื่อนที่ (linear movement) ที่เกิดขึ้น โดยการปรับการวางแนว (alignment) ของระบบการทดลอง ให้แหล่งกำเนิดที่เป็นแบบความถี่เดียว (monochromatic source) และแหล่งกำเนิดหลายความถี่ (broadband source) ถูกควบคุมการเคลื่อนที่ไปพร้อมกัน
- 3) เทียบสัญญาณที่ได้จากทั้งสองแหล่งกำเนิด นำมาวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงการทำฟูริเยร์ทรานส์ เพื่อวิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องฟูริเยร์ทรานส์ฟอร์ม อินฟราเรด สเปกโตรมิเตอร์ (เครื่อง FT-IRs)
- 4) พัฒนาระบบ Quartz-tuning fork based atomic force microscopy
- 5) นำหลักการทำงานของเทคนิคฟูริเยร์ทรานส์ฟอร์ม สเปกโตรสโกปี (Fourier transform spectroscopy) เพื่อต่อยอดเป็นเครื่องมือควบคุมการทำงานของทั้งเทคนิคสเปกโตรสโกปีและบูรณาการร่วมกับเทคนิคการถ่ายภาพของ Quartz-tuning Fork Based Atomic Force Microscopy

2.2. การดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ในรอบปีที่ผ่านมา

1) ศึกษาค้นคว้าทางทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ดำเนินการแล้ว 80%)

ในเบื้องต้น ได้ดำเนินการศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาพัฒนา ปรับใช้ ในการศึกษาและพัฒนาโมเดลทางคณิตศาสตร์ของการสร้างสัญญาณสเปกตรัมจากสัญญาณการแทรกสอดที่วัดได้ ตลอดจนหาวิธีการประยุกต์ออกแบบชุดการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งสัญญาณที่ดีขึ้นกว่าเดิม

2) ทดลองใช้โมเดลที่พัฒนาขึ้นในแบบจำลองคอมพิวเตอร์ (ดำเนินการแล้ว 70%)

ได้เริ่มดำเนินการสร้างอัลกอริทึมในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลสัญญาณตามโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยเน้นการประมวลสัญญาณทั้งในโปรแกรม Matlab และ Labview ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานกับระบบถ่ายภาพจริงซึ่งจะใช้โปรแกรมที่สร้างจาก Labview เก็บข้อมูล และทำการวิเคราะห์ฟูรีเยอร์โดยโปรแกรม Matlab

3) สร้างระบบทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ (ดำเนินการแล้ว 70%)

- ปรับปรุงชุดการทดลองดำเนินการสร้างระบบการแทรกสอดแบบไมเคลสัน (Michelson interferometer) ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงชนิดความถี่เดียวและ Superluminescent diode (SLD) ผ่านการควบคุม moveable mirror โดยเครื่อง APT control ไปพร้อมกัน และใช้ photo detector (InGaAs Fixed Gain Detector, 700-1800 nm) เป็นตัวรับสัญญาณ

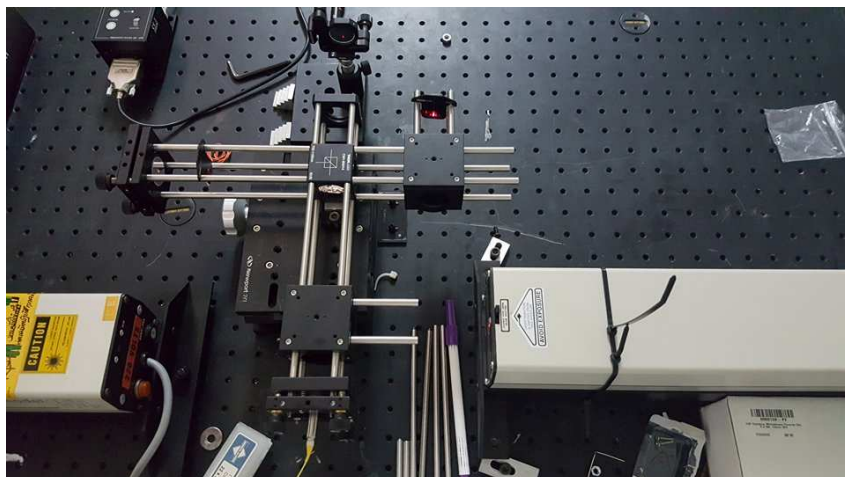


Figure 1: ออกแบบพัฒนาระบบปฏิบัติการเพื่อเก็บสองสัญญาณไปพร้อมกัน

- สำหรับ broadband light source ระยะของการเกิดการแทรกสอด (Coherence) จะสั้นมากในระดับน้อยกว่า 50 ไมโครเมตร ในการหาตำแหน่งของการเกิดการแทรกสอดนี้ ทีมวิจัยได้เลือกใช้เทคนิคการวัดสัญญาณในโดเมนความถี่ นั่นคือใช้สเปกโตรมิเตอร์ (SM442, Spectral Product) ในการหาตำแหน่งของการเกิดการแทรกสอด ก่อนที่จะนำเข้าไปต่อกับ photo detector ต่อไป



Figure 2: เทคนิคการหาช่วงการเกิด coherence โดยใช้ spectrometer SM442

- หลังจากได้ช่วงระยะที่มันเกิด coherence เราก็เอาไปเก็บสัญญาณจากตัว photo detector โดยตรง ผ่านทาง LabVIEW 2013 และนำค่าที่ได้ไปประมวลผลต่อไป

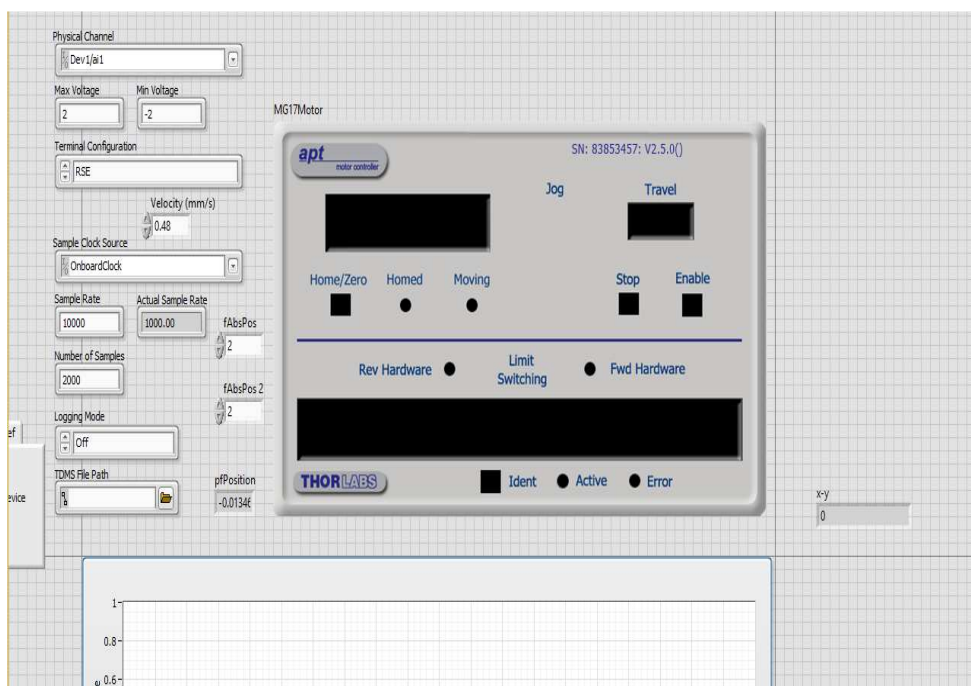


Figure 3: โปรแกรมแล็บวิวเพื่อการบันทึกสัญญาณ

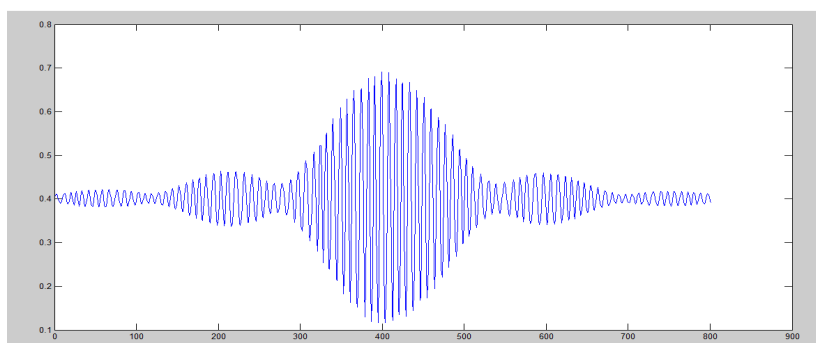


Figure 4 สัญญาณการแทรกสอดของแหล่งกำเนิดหลายความถี่ที่บันทึกได้โดยระบบ

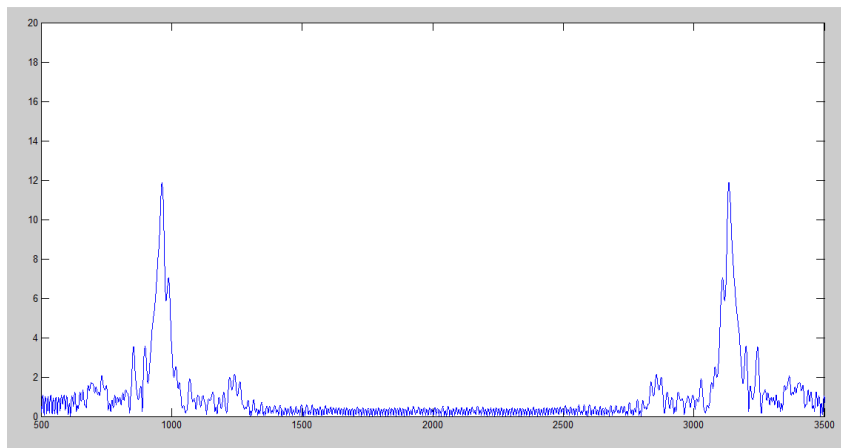


Figure 5: พูรีเยร์ทรานส์ฟอร์มสัญญาณการแทรกสอดของแหล่งกำเนิดหลายความถี่ที่บันทึกได้โดยระบบ

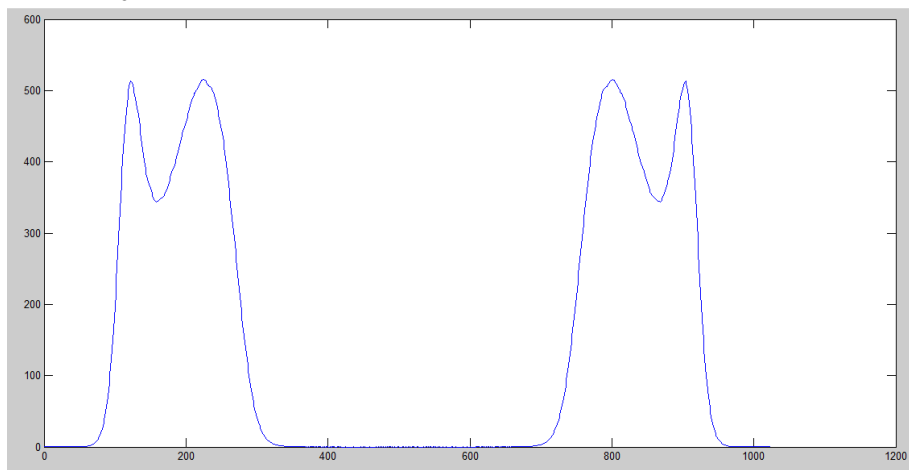


Figure 6: พูรีเยร์ทรานส์ฟอร์มสัญญาณอุดมคติของแหล่งกำเนิดหลายความถี่

- จากรูปที่ 5 และรูปที่ 6 จะเห็นว่าสัญญาณสเปกตรัมที่ได้จากการแปลงฟูรีเยร์ของสัญญาณ coherence ของ broadband source ดังในรูปที่ 5 ยังมีความคลาดเคลื่อนจากสัญญาณสเปกตรัมที่ควรจะเป็นดังในรูปที่ 6 อยู่มาก ซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากความคลาดเคลื่อนในระบบการเลื่อนกระจกอ้างอิง ดังนั้น ทีมวิจัยจึงได้ดำเนินการวิเคราะห์ความไม่เป็นเชิงเส้นของระบบสแกนกระจกโดยการวัดสัญญาณการแทรกสอดจากแหล่งกำเนิดแสงความถี่เดียวดังแสดงในรูปที่ 7-9

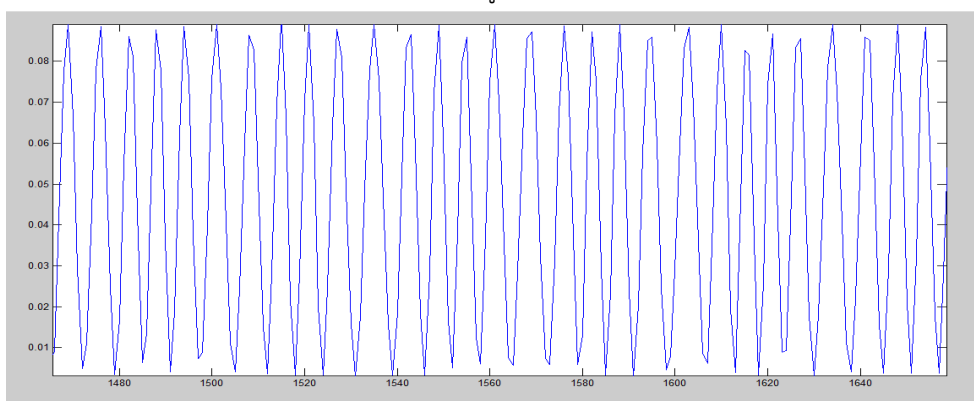


Figure 7: สัญญาณการแทรกสอดของแหล่งกำเนิดความถี่เดียวที่บันทึกได้โดยระบบ

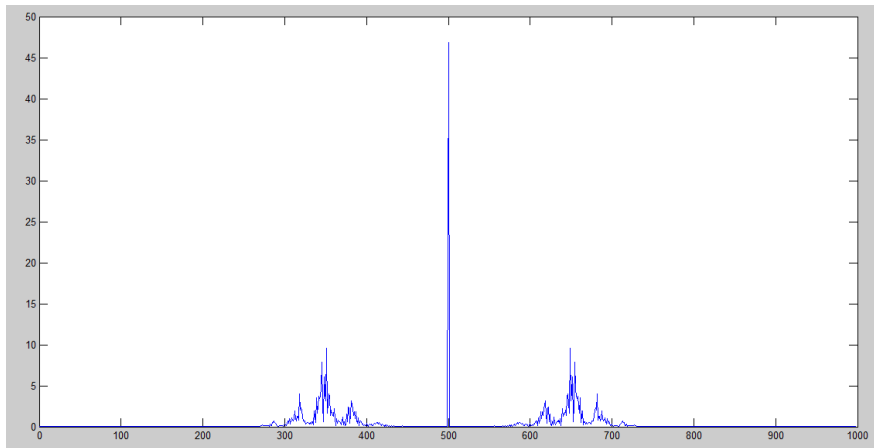


Figure 8:ฟูริเยร์ทรานส์ฟอร์มสัญญาณการแทรกสอดของแหล่งกำเนิดความถี่เดียวที่บันทึกได้โดยระบบ

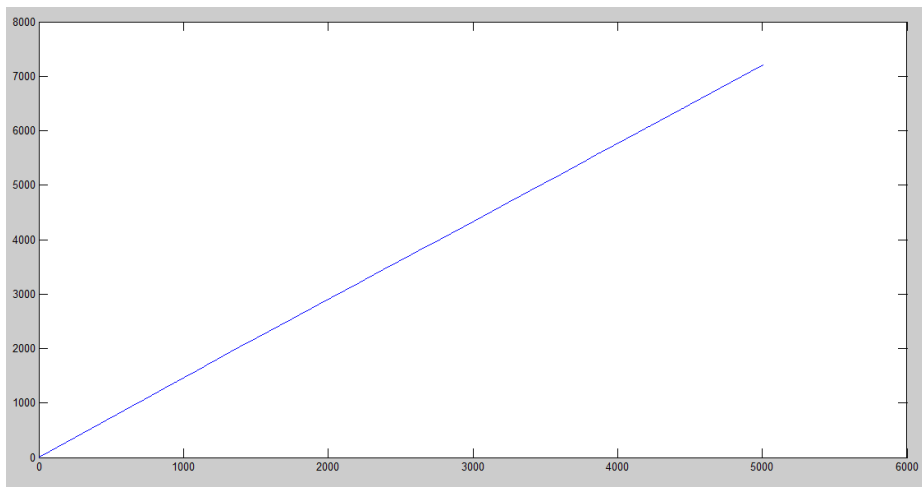
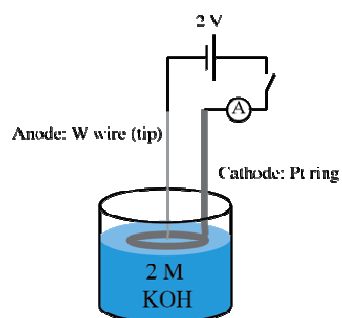
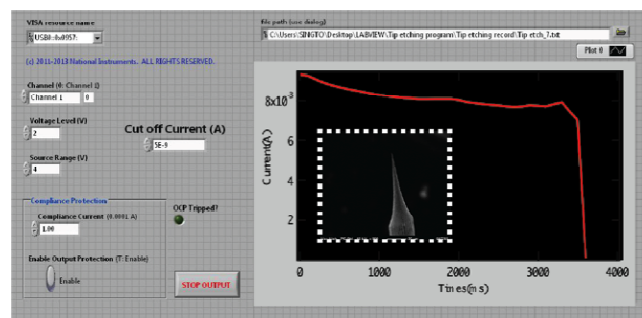


Figure 9:แท่งตำแหน่งแต่ละpeakของแหล่งกำเนิดความถี่เดียวที่บันทึกได้โดยระบบเพื่อวิเคราะห์ระบบเชิงเส้นของการสแกนกระจกอ้างอิง



(a)



(b)

Figure 10: (a) ระบบสร้างเข็มปลายแหลมจากลวดทั้งสแตน (b) โปรแกรม LABVIEW ที่ใช้ควบคุม การกัดกร่อนและตัดความต่างศักย์เมื่อ (b) ภาพเล็กคือภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของเข็มทั้งสแตน

- จากรูปที่ 10 เป็นระบบการกักเก็บที่นำไปติดบนส้อม quartz tuning fork

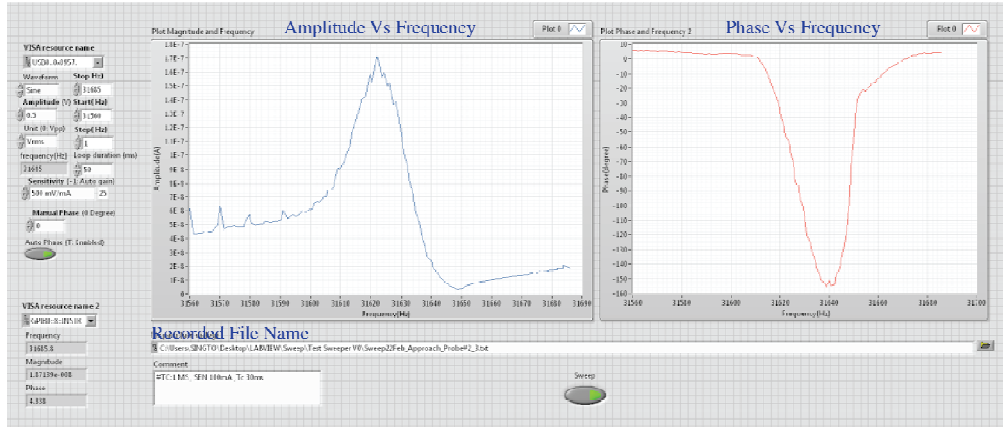
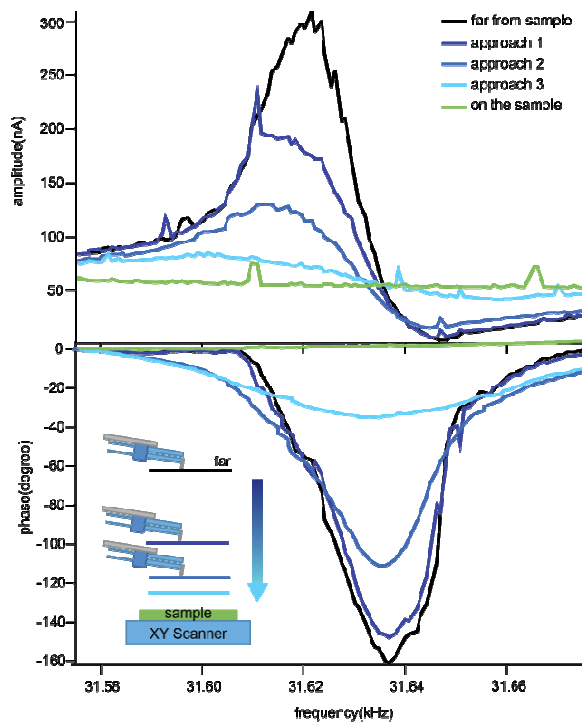


Figure 11: โปรแกรม LABVIEW สำหรับบันทึกข้อมูลเส้นโค้งการสั่นพ้องของควอตซ์ทูนนิ่งฟอร์ค

- เมื่อนำลวดปลายแหลมไปติดบนส้อม quartz tuning fork เส้นการสั่นพ้องจะเปลี่ยนไป คณะวิจัยจึงได้ทำการเขียนโปรแกรม LabVIEW เพื่อบันทึกเส้นโค้งการสั่นพ้องของ ควอตซ์ทูนนิ่งฟอร์ค ดังแสดงใน Fig.11 โปรแกรมนี้ยังใช้สำหรับวัดการสั่นพ้องที่เปลี่ยนไป เมื่อเพิ่มเข้าใกล้สารตัวอย่าง ดังแสดงใน Fig. 12



- Figure 12 : การเปลี่ยนแปลงของเส้นโค้งการสั่นพ้องเมื่อหัววัดหัววัดควอตซ์ทูนนิ่งฟอร์คห่างจากตัวอย่างตัวอย่าง (สีดำ) และขยับเข้าใกล้ตัวอย่างจนติดกับตัวอย่าง (สีเขียว) การวัดใช้ 0.5 V DC และ $T_c = 10 \text{ ms}$

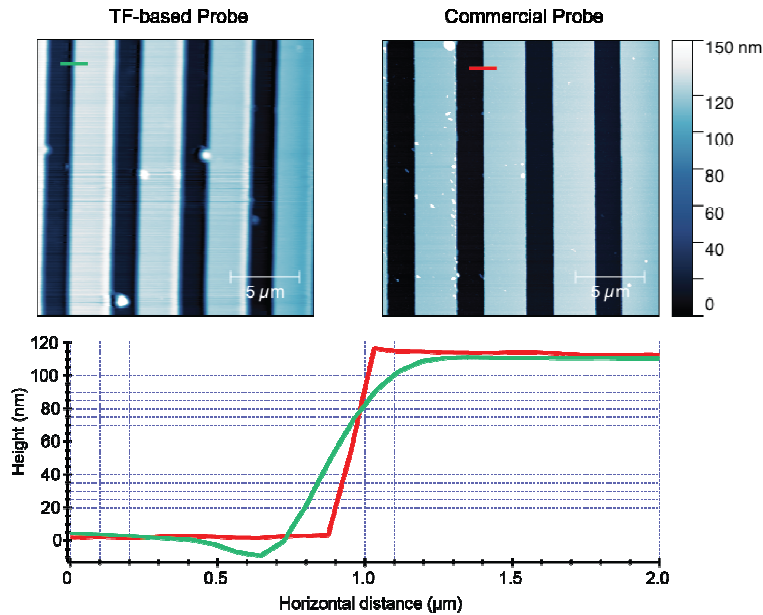


Figure 13: ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอมของตัวอย่างทดสอบมาตรฐานที่ถ่ายด้วยหัววัด ควอตซ์ทูนนิ่งฟอร์ค (ซ้าย) และ หัววัดแบบแคนทิลเวอร์(ขวา) กราฟด้านล่างเปรียบเทียบ linecut ภาพทั้งสองถูกสแกนความเร็ว 0.1 Hz

- คณะวิจัยได้ติดตั้งเข็ม quartz-tuning fork ลงบน AFM และได้ทำการเก็บภาพ รูปที่ 13 เปรียบเทียบภาพที่ เก็บได้ด้วยเข็มที่ทำจาก quartz-tuning fork และเข็มที่ซื้อมาจากบริษัท

2.3. ผลงานวิจัยที่ได้รับ

- 1) โปรแกรมเพื่อการประมวลผลจากสัญญาณการแทรกสอดไปเป็นสัญญาณสเปกตรัม
- 2) การประยุกต์ออกแบบระบบการแทรกสอดแสงของไมเคิลสันในระดับปฏิบัติการ โดยใช้ dichroic เป็นตัวกลางในการแยก และสะท้อน ของแต่ละแหล่งกำเนิด ภายใต้การเคลื่อนที่ของ movable mirror ครึ่งเดียวกัน เพื่อปรับปรุงปัญหาความไม่เชิงเส้นของการเคลื่อนที่
- 3) พัฒนาขั้นตอนการกักเก็บโดยใช้ LabVIEW control ติดเชื่อมบน quartz-tuning fork และขั้นตอนการติดตั้งเชื่อมบน commercial AFM platform
- 4) สร้างระบบ control เพื่อ characterized quartz-tuning fork หลังจากทำการติดเชื่อมบน quartz-tuning fork.

3. ปัญหาและอุปสรรค

- ระบบมีความ sensitive มาก เนื่องจากมี dichroic มาวางเพื่อสะท้อน (reflected) แหล่งกำเนิดความถี่เดียว และส่งผ่าน(transmitted) แหล่งกำเนิดหลายความถี่ มุมการสะท้อนก็เป็นเรื่องสำคัญ และการวางแนวให้เกิดการแทรกสอด เพื่อให้การควบคุมเคลื่อนที่ของกระจกไปพร้อมกันก็เป็นเรื่องยากเช่นกัน
- ขั้นตอนการกักและติดเชื่อมทำลายเสีย quartz tuning fork ไปหลายตัว
- ภาพที่ได้จาก quartz tuning fork AFM ยังไม่คมชัดเนื่องจากเข็มที่ทุ
- การเก็บภาพเป็นไปได้ช้าเนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยังไม่เอื้ออำนวย

4. งานที่จะทำในปีต่อไป (ในกรณีที่ท่านมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแผนงาน ขอให้ระบุแผนการดำเนินงานที่จะทำใน 6 เดือน ข้างหน้า พร้อมทั้งทำแผนกิจกรรมเดิม เปรียบเทียบกับแผนกิจกรรมใหม่ที่จะทำรวมทั้งบอกเหตุผลในการเปลี่ยนแผนงาน)

- 1) เก็บสัญญาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ที่กระจกร่วมกัน จากแหล่งกำเนิดทั้งสองความถี่
- 2) วิเคราะห์สัญญาณที่ได้เพื่อนำมาปรับปรุง ความเชิงเส้นของการเคลื่อนที่ (linear movement) ให้มีมากขึ้น
- 3) ทดลองใช้ระบบกับแหล่งกำเนิดแสงที่มีความกว้างของสเปกตรัมมากขึ้น เช่น Halogen lamp (ให้ความยาวคลื่นในช่วง 500-2000 นาโนเมตร)
- 4) พยายามสร้างวงจรที่สามารถตอบสนองได้เร็วขึ้น
- 5) พยายามพัฒนาขั้นตอนการกักเก็บที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้เข็มที่มีความแหลม เพื่อให้ได้ภาพที่คมชัดยิ่งขึ้น

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 ฟิสิกส์นิวเคลียร์และอนุภาคร่วมกับดาราศาสตร์ฟิสิกส์

รายชื่อคณาจารย์ในกลุ่มวิจัย

Prof. Dr. Yupeng Yan
 ผศ.ดร.ชินรัตน์ กอบเดช
 อ.ดร.นวลวรรณ สงวนศักดิ์
 อ.ดร.ขรรค์ชัย โกศลทองกี
 ผศ.ดร.อายุทธ ลิ้มพิรัตน์
 อ.ดร.วรินทร์ ศรีทะวงศ์

ความก้าวหน้าของการดำเนินงานเพิ่มเติมจากรายงานครั้งก่อนสรุปได้ดังนี้

รายงานความก้าวหน้าด้านฟิสิกส์ของแฮดรอน

การศึกษาโครงสร้างของโปรตอนแบบมี $s\bar{s}$ เป็นองค์ประกอบ ในงานวิจัยนี้ได้พิจารณาโปรตอนว่ามีองค์ประกอบแบบเพนเตควาร์กเพิ่มเติมจากเดิมที่พิจารณาเฉพาะองค์ประกอบแบบ 3 ควาร์ก ซึ่งสามารถเขียนรูปทั่วไปของฟังก์ชันคลื่นของโปรตอนดังนี้

$$|p\rangle = A|uud\rangle + B|uuds\bar{s}\rangle$$

โดย A และ B คือ amplitude factors เมื่อพิจารณาการจัดเรียงควาร์ก 4 ตัวแรกโดยใช้ทฤษฎีกลุ่ม จะได้การจัดเรียงควาร์ก 4 ตัวแรกที่เป็นไปได้ดังนี้

Spatial-spin-flavor configurations

[31] _{OSF}	
[4] _O	[31] _{SF}
[1111] _O	[211] _{SF}
[22] _O	[31] _{SF} , [211] _{SF}
[211] _O	[31] _{SF} , [211] _{SF} , [22] _{SF}
[31] _O	[4] _{SF} , [31] _{SF} , [211] _{SF} , [22] _{SF}

Spin-flavor configurations

	$[4]_{\text{FS}}$		
$[22]_F[22]_S$	$[31]_F[31]_S$	$[4]_F[4]_S$	
	$[31]_{\text{FS}}$		
$[31]_F[22]_S$	$[31]_F[31]_S$	$[31]_F[4]_S$	$[211]_F[22]_S$
$[211]_F[31]_S$	$[22]_F[31]_S$	$[4]_F[31]_S$	
	$[22]_{\text{FS}}$		
$[22]_F[22]_S$	$[22]_F[4]_S$	$[4]_F[22]_S$	$[211]_F[31]_S$
$[31]_F[31]_S$			
	$[211]_{\text{FS}}$		
$[211]_F[22]_S$	$[211]_F[31]_S$	$[211]_F[4]_S$	$[22]_F[31]_S$
$[31]_F[22]_S$	$[31]_F[31]_S$		

และเมื่อเพิ่มองค์ประกอบของแอนติควาร์กตัวที่ 5 เข้าไปจะได้

$$|uuds\bar{s}\rangle = \left[\left| \frac{1}{2}, m_{\bar{s}} \right\rangle \otimes |1, \mu\rangle \right]_{\frac{1}{2}, m_{5q}} \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\chi_{[222]_h}^C (\bar{s} \chi_{[31]_\rho}^{\text{FS}}) \right. \\ \left. - \chi_{[222]_\rho}^C (\bar{s} \chi_{[31]_\lambda}^{\text{FS}}) + \chi_{[222]_\eta}^C (\bar{s} \chi_{[31]_\eta}^{\text{FS}}) \right),$$

จากนั้นนำไปคำนวณ branching ration ($\times 10^4$) ของปฏิกิริยา $p\bar{p} \rightarrow X\phi$ ($X = \pi, \eta, \rho, \omega$) ในแบบจำลอง ควาร์ก โดยพิจารณาสถานะของโปรตอนแบบ S-Wave จะได้ผลการคำนวณเทียบกับผลการทดลองดังตาราง

	$^{11}S_0 \rightarrow \omega\phi$	$^{33}S_1 \rightarrow \pi^0\phi$	$^{31}S_0 \rightarrow \rho^0\phi$	$^{13}S_1 \rightarrow \eta\phi$
BR ^{exp}	6.3 ± 2.3	5.5 ± 0.7	3.4 ± 1.0	0.9 ± 0.3
[4][22][22]	6.3★	5.4	3.8	1.4–1.8
[4][31][31]	6.3★	5.4	3.8	1.4–1.8
[31][211][22]	6.3★	4.3	3.8	1.9–2.5
[31][211][31]	6.3★	3.8	2.7	1.2–1.5
[31][22][31]	6.3★	5.9	4.9	1.0–1.4
[31][31][22]	6.3★	7.3	3.9	0.90–1.0
[22][211][31]	6.3★	181.2	97.5	44.0–57.6
[31][31][31]	6.3★	10.0	6.3	2.7–3.6
[22][22][22]	6.3★	0.85	3.4	5.3–6.9
[211][211][22]	6.3★	0.85	3.5	5.3–6.7
[211][211][31]	6.3★	7.7	4.0	3.2–4.2
[22][31][31]	6.3★	4.5	2.3	2.2–2.9
[211][22][31]	6.3★	181.2	97.5	44.0–57.6
[211][31][22]	6.3★	0.85	3.5	5.3–6.9
[211][31][31]	6.3★	0.24	0.17	0.090–0.11

รายงานความก้าวหน้าด้านฟิสิกส์ของนิวตริโน

ขณะนี้ มทส. ได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกความร่วมมือระดับนานาชาติ Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO) Collaborations เพื่อศึกษาคุณสมบัติของนิวตริโนที่ปล่อยออกมาจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ณ เมือง Jiangmen ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยจุดประสงค์หลักของการทดลอง JUNO คือเพื่อตรวจวัด

mass hierarchy ของนิวตริโน และวัดค่าพารามิเตอร์ของการแกว่งกวัดระหว่างนิวตริโน $\sin^2 \theta_{12}, \Delta m_{21}^2, |\Delta m_{ee}^2|$ ด้วยความแม่นยำมากกว่า 1%

นอกจากนี้ JUNO detector ยังสามารถตรวจจับนิวตริโนจากแหล่งกำเนิดอื่น เช่น นิวตริโนจากการเกิดซูเปอร์โนวา (supernova burst neutrino) นิวตริโนจากดวงอาทิตย์ (solar neutrino) นิวตริโนที่เกิดในชั้นบรรยากาศโลก (atmospheric neutrino) เป็นต้น

คณะผู้วิจัยจะทำงานวิจัยร่วมกับอาจารย์จาก Institute of High Energy Physics (IHEP) **ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน** ตามข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการระหว่าง มทส. และ IHEP เพื่อศึกษาการตรวจจับนิวตริโนจากซูเปอร์โนวาในการทดลอง JUNO โดยขณะนี้ คณะผู้วิจัยอยู่ระหว่างดำเนินการศึกษาและทบทวนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยนิวตริโนจากกระบวนการเกิด ซูเปอร์โนวา ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ในกระบวนการยุบตัวของดาวฤกษ์มวลมากที่เสร็จสิ้นปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันจนได้ธาตุหลักจำนวนมากบริเวณแกนกลาง

ก่อให้เกิดแรงดึงดูดเข้าสู่ศูนย์กลาง และทำให้แกนกลางเกิดการยุบตัวอย่างรวดเร็วจนความหนาแน่นสูงขึ้นเท่ากับ ค่าความหนาแน่น ของนิวเคลียสในอะตอม (nuclear density) ส่งผลให้เกิดการระเบิดเป็นซูเปอร์โนวานั้น จะมีการปลดปล่อยนิวตริโนออกมาจำนวนมาก

นิวตริโนจากซูเปอร์โนวาสามารถแบ่งตามขั้นตอนการปลดปล่อยได้เป็น 3 ระยะตามลำดับดังนี้

(1) Core Collapse, Bounce, and Shock Propagation Phase

เป็นระยะตั้งแต่เริ่มเกิดการยุบตัวของแกนกลางดาวฤกษ์ โปรตรอนในนิวเคลียสของธาตุหนักมีการจับยึดอิเล็กตรอน และปลดปล่อยอิเล็กตรอนนิวตริโนออกมา ขณะที่ความหนาแน่นของดาวค่อยๆ เพิ่มขึ้นนิวตริโนจะเริ่มถูกกักไว้ภายในดาวเนื่องจาก การกระเจิงกับนิวเคลียส จนกระทั่งความหนาแน่นของแกนกลางมีค่าเท่ากับ nuclear density แกนกลางหยุดการยุบตัวชั่วคราว ทำให้เกิด shock wave แผ่ออกมาจากแกนกลาง ปลดปล่อยพลังงาน และทำให้อิเล็กตรอนนิวตริโนที่ถูกกักไว้ในดาวถูกปลดปล่อย ออกมาด้วยความเข้มสูงมากในช่วงเวลาเสี้ยววินาที ในขณะที่เดียวกันมีวออนนิวตริโน เทาออนนิวตริโนและอิเล็กตรอนแอนตินิวตริโน เริ่มถูกสร้างขึ้นในแกนกลางและถูกปลดปล่อยออกมาเช่นกัน

(2) Accretion Phase

เป็นระยะที่ขอบนอกของแกนกลางเริ่มยุบตัวอีกครั้ง ในขณะที่ส่วนในสุดของแกนกลางเริ่มก่อตัวเป็น proto neutron star (PNS) ในระยะนี้ทั้งนิวตริโนและแอนตินิวตริโนทั้งสามชนิดถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการประลัยคู่ของอิเล็กตรอนและโพสิตรอน และจากการกระเจิงของนิวคลีออน ขณะที่นิวตริโนเคลื่อนที่จากแกนกลางออกมาภายนอกจะสูญเสียพลังงานให้กับสสารในดาว และทำให้เกิด shock wave ขึ้นใหม่อีกครั้ง จนทำให้เกิดการระเบิดเป็นซูเปอร์โนวาในที่สุด

(3) Cooling Phase

หลังจากที่เกิดการระเบิดและปลดปล่อยพลังงานออกไปในรูปของนิวตริโนแล้ว PNS จะยังคงยุบตัวต่อไปอีก พร้อมทั้งปลดปล่อย นิวตริโนและแอนตินิวตริโนในปริมาณที่ลดลง

แผนงานใน 6 เดือนข้างหน้า

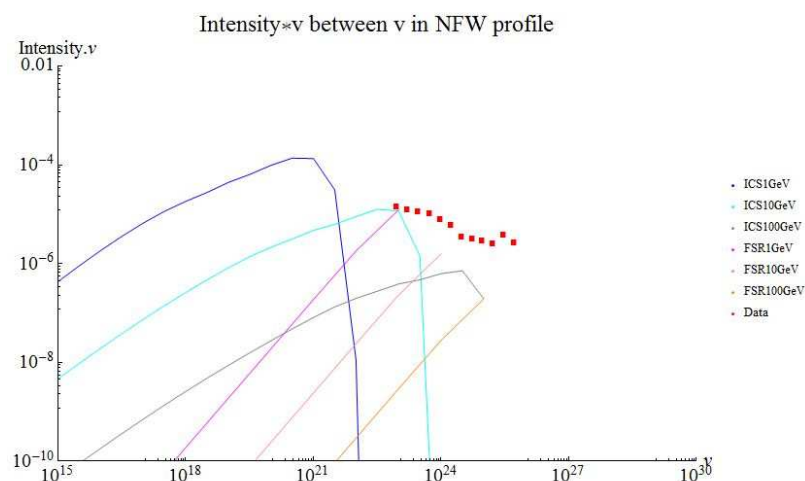
ศึกษาช่องทางการตรวจจับ (detection channels) นิวตริโนจากซูเปอร์โนวา และแหล่งกำเนิดและคุณลักษณะของ นิวตริโนพื้นหลัง (backgrounds) และคาดการณ์ว่าจะส่งนักศึกษาระดับปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มทส. จำนวน 1-2 คนไป IHEP เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับ JUNO detector และโปรแกรมที่จะใช้ในการจำลองสเปกตรัมของนิวตริโนจากซูเปอร์โนวา

รายงานความก้าวหน้าด้านฟิสิกส์ดาราศาสตร์

1. การศึกษาการตรวจวัดสัญญาณทางอ้อมของสสารมืดจากกาแล็กซีทางช้างเผือก (Indirectly Detection of Dark Matter Signal from the Milky Way)

ในการศึกษานี้ได้พิจารณาเฉพาะการตรวจวัดสัญญาณทางอ้อม คือ รังสีแกมมา ที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของสสารมืดที่ให้อนุของอิเล็กตรอน และโพสิตรอน ผ่านกระบวนการ Inverse Compton Scattering และ Final State Radiation โดยทำนายผลของรังสีแกมมาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าว และทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับการสังเกตการณ์จาก Fermi Large Area Telescope(Fermi-LAT) ทั้งนี้ได้ใช้แบบจำลองการกระจายความหนาแน่นของสสารมืดแบบต่าง ๆ (dark matter density profiles) ที่รู้จักกันอย่างดี ได้แก่ NFW (Navarro et al., 1997), Burkert (Burkert, 1995) และ Einasto (Einasto, 1965)

ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นโดยสมมติค่าภาคตัดขวางของการสลายตัวของสสารมืด (dark matter annihilation cross-section $\langle\sigma v\rangle$ คือ $3 \times 10^{-26} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยทั่วไป สำหรับการสร้างแบบจำลองของการทำนายผลความเข้มของรังสีแกมมาในช่วงความถี่ต่างๆ นั้น พบว่าจากผลที่ได้จากกระบวนการ Inverse Compton Scattering โดยใช้แบบจำลองจาก NFW profile และ มวลของสสารมืดในรูปพลังงานที่ 10 GeV จะให้ค่าที่ใกล้เคียงกับผลสังเกตการณ์กว่าแบบจำลองอื่น และที่พลังงานอื่น ๆ และทำนองเดียวกันกับกระบวนการ Final State Radiation แบบจำลอง NFW profile และ มวลของสสารมืดในรูปพลังงานที่ 1 GeV ก็ให้ผลที่ใกล้เคียงกับผลสังเกตการณ์กว่าแบบจำลองอื่น ดังแสดงดังรูปข้างล่าง แกนนอนเป็นแกนความถี่มีหน่วยเป็น Hz และแกนตั้งเป็นค่าความเข้มมีหน่วยเป็น $\text{GeV cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Sr}^{-1}$



และผลของการศึกษานี้ นส. จารุจิตต์ ศิริภักดิ์ ได้นำเสนอแบบปากเปล่าในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 41 ซึ่งขณะนี้อยู่ระหว่างการเพื่อปรับแบบจำลองของการกระจายตัวของความหนาแน่นของสสารมืด โดยพิจารณาค่าภาคตัดขวางระหว่าง electron-positron ที่สัมพันธ์กับค่ามวลของสสารมืด ซึ่งจากการศึกษานี้จะทำให้เข้าใจโครงสร้างของเอกภพ และรูปทรงของกาแล็กซีได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. จุดเย็นผิดปกติในสนามรังสีคอสมิกพื้นหลังที่เกิดจากช่องว่างในจักรวาล(CMB Cold Spot Anomaly from Cosmic Voids)

ปัจจุบันได้มีการศึกษามากมายเกี่ยวกับคุณลักษณะต่างๆ ของสสารมืด แต่ในอีกแง่มุมหนึ่งก็ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับช่องว่างในจักรวาล (Cosmic Voids) การศึกษานี้ได้ศึกษาแบบจำลอง HSW (Hamaus Sutter Wendelt) cosmic void (Hamaus et al., 2014). ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ได้จาก N-body Simulation ในแบบจำลองมาตรฐานของ Lambda-CDM และแบบจำลอง LTB (Lamaitre Tolman Bondi) void (Szapudi et al., 2014) และคำนวณผลของ ISW (Integrated Sachs Wolfe) effect และ Weak lensing บนแบบจำลองของ HSW ทั้งในขนาดของ void ปกติ ($15 < r_v < 40 \text{ Mpc } h^{-1}$) และ Supervoid ($r_v \sim 120 \text{ Mpc } h^{-1}$) พบว่าผลของ weak lensing มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับ ISW effect โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ Void ระดับกลางขึ้นไป ($r_v > 40 \text{ Mpc } h^{-1}$) จึงทำให้สามารถไม่พิจารณาผลของ weak lensing ได้สำหรับการศึกษา CMB Cold spot ซึ่งในการศึกษานี้จำเป็นต้องได้ทำการสังเคราะห์ข้อมูล (Data Synthesis) จากข้อมูลสังเกตการณ์ของดาวเทียม Planck และทำการคำนวณหา temperature profile ของ CMB Cold Spot จากนั้นได้คำนวณหาผลอุณหภูมิ ISW effect ของแบบจำลอง LTB void ซึ่งได้พารามิเตอร์ที่ให้ค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกับ Cold spot มากที่สุดดังนี้ $effective \text{ void radius}(r_v) = 168 \pm 20 \text{ Mpc } h^{-1}$, central density (δ_c) = -0.18 ± 0.03 , red shift (z) = 0.13 ± 0.02 โดยมี $\chi^2 = 0.99$ และคำนวณหาผลอุณหภูมิ ISW ของ HSW void ซึ่งได้พารามิเตอร์ $r_v = 190 \pm 25 \text{ Mpc } h^{-1}$, the ratio between scale radius and void radius (r_s/r_v) = 0.9 ± 0.01 , $\delta_c = -0.5 \pm 0.1$, $z = 0.45 \pm 0.05$ โดยมี $\chi^2 = 0.98$ และได้พิจารณาโอกาสที่จะพบ Void ที่มีขนาดใหญ่ ($r_v > 150 \text{ Mpc } h^{-1}$) ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มจะเป็นน้อยมาก ($\sim 10^{-8}$) ที่จะพบ Void ในขนาดนี้

การคำนวณหา ISW effect จากโมเดล void ขนาดเล็กหลายๆ ตัวจัดเรียงตัวกัน เพื่อความง่ายในการคำนวณเริ่มแรกจึงสมมติให้ void ทุกตัวอยู่ในแนวเดียวกัน และมีความหนาแน่นของจำนวนตามแบบจำลองของ Pisani (Pisani et al., 2014) นอกจากนี้ยังพิจารณาให้ void ทุกตัวมีขนาดเดียวกัน ซึ่งเมื่อทำการคำนวณออกมาพบว่า จะได้ลักษณะ ISW profile ที่คล้ายกับเดลต้าฟังก์ชันกลับ คือ มีความลึกในแง่ของอุณหภูมิและมีช่วงการกระจายตัวของอุณหภูมิเพียงเล็กน้อยรอบจุดศูนย์กลางเท่านั้น

ดังนั้นจึงพิจารณาการกระจายตัวของ void ให้มีการกระจายตัวแบบ Normal distribution ในแนวระนาบด้วย ทำให้เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการสังเกตการณ์ของดาวเทียม Planck แล้วได้ ข้อมูลที่ค่อนข้างดี คือมี Goodness of fit $\chi^2 = 0.94$. และมีพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้คือ $r_{v_min} = 10 \pm 2 \text{ Mpc } h^{-1}$, $R_s/r_v = 0.9 \pm 0.01$, $\delta_c = -0.3 \pm 0.08$, $A = 8.5$, $\sigma = 3.7$ โดยมี $\chi^2 = 0.946$ โดยที่ σ และ A คือความคลาดเคลื่อนของการกระจายตัว และ ตัวคูณบน Normal distribution หากพิจารณาเฉพาะค่า Goodness of fit พบว่าแบบจำลองนี้น่าจะมีความ

เป็นไปได้ แต่อย่างไรก็ตามเราพบว่า ค่า δ_c และ A มีความสัมพันธ์กัน และต่อไปจะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่า r_v และ δ_c ที่ไม่เป็นเชิงเส้นตามที่กล่าวถึงใน Hamaus et al., 2014

Reference:

- Finelli, F., Garcia-Bellido, J., Kovac, A., Paci, F., and Szapudi, I. (2014). A Supervoid Imprint the Cold Spot in the Cosmic Microwave Background. arXiv:1405.1555 v2
- Hamaus, N., Sutter, P.M., and Wendelt, B. D. (2014). Universal Density Profile for Cosmic Void. Physical Review Letters 112(25):2512302
- Pisani, A., Sutter, P.M., Hamaus, N., Alizadeh, E., Biswas, R., Wendelt, B. D and Hirats, C. M. Counting voids to probe dark energy. Physical Review Letters 92(8):083531

โครงการวิจัยย่อยที่ 4

1. ชื่อโครงการ

“ห้องปฏิบัติการระดับกลางและระดับสูงเพื่อการเรียนการสอนและการวิจัยด้านฟิสิกส์พลังงานสูง”

2. ชื่อหัวหน้าโครงการและผู้ร่วมวิจัย

คณาจารย์และนักศึกษา กลุ่มวิจัยฟิสิกส์นิวเคลียร์และอนุภาค

3. หลักการและเหตุผล

สาขาวิชาฟิสิกส์สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นสาขาวิชาที่ได้รับการประเมินจาก สำนักงานสนับสนุนการทำวิจัยให้ได้รับผลการประเมินดีเยี่ยมมาโดยตลอดการประเมิน 3 ครั้งติดต่อกัน โดยปัจจุบันกลุ่มวิจัยทางด้านฟิสิกส์นิวเคลียร์และอนุภาคซึ่งเป็นกลุ่มวิจัยหนึ่งของสาขาวิชาฟิสิกส์ได้มีส่วนร่วมในการผลิตบัณฑิตและงานวิจัยมาโดยตลอด ปัจจุบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้มีความร่วมมือกับห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ขั้นสูงในระดับนานาชาติเช่น ความร่วมมือระหว่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีกับโครงการALICE ความร่วมมือระหว่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีกับ โครงการวิจัยJUNO เป็นต้น ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมที่จะส่งผลกระทบต่อประเทศไทยด้านฟิสิกส์พลังงานสูง ทั้งนี้ในการเตรียมความพร้อมทั้งในส่วนของบุคลากรมหาวิทยาลัยที่เกี่ยวข้องกับความร่วมมือดังกล่าว รวมถึงการส่งเสริมให้นักศึกษามีโอกาสได้เรียนรู้และร่วมทำวิจัยกับกลุ่มวิจัยระดับนานาชาตินั้นมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง

ปัจจุบันการเรียนการสอนด้านฟิสิกส์พลังงานสูงนั้น นอกเหนือจากการเรียนการสอนด้านทฤษฎีแล้วนั้น การเพิ่มทักษะในการลงมือทำปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์พลังงานสูงเป็นสิ่งสำคัญเช่นเดียวกัน โครงการ “ห้องปฏิบัติการระดับกลางและระดับสูงเพื่อการเรียนการสอนและการวิจัยด้านฟิสิกส์พลังงานสูง” เป็นสิ่งสำคัญในการหนุนเสริมทักษะแก่นักวิจัยและนักศึกษาให้มีทักษะและประสบการณ์เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการร่วมทำวิจัยขั้นสูงต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อจัดให้มีปฏิบัติการระดับกลางและระดับสูงเพื่อการเรียนการสอนและการวิจัยด้านฟิสิกส์พลังงานสูง
- 2) เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมของนักวิจัยและนักศึกษาในการศึกษาและวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคพลังงานสูง

5. วิธีดำเนินการ (โดยสังเขป)

- 1) ศึกษาข้อมูลสำหรับการจัดทำปฏิบัติการระดับกลางและระดับสูงสำหรับฟิสิกส์พลังงานสูง
- 2) จัดเตรียมวัสดุที่เกี่ยวข้องกับกับปฏิบัติการต่างๆ
- 3) จัดทำชุดการทดลองปฏิบัติการระดับกลางและระดับสูงสำหรับฟิสิกส์พลังงานสูง
- 4) ทดสอบชุดการทดลองและปรับปรุงประสิทธิภาพ

6. ระยะเวลาดำเนินการ (ไม่เกิน 1 ปี)

ระยะเวลา 1 ปี

7. กิจกรรมที่ดำเนินการและผลที่คาดว่าจะได้รับทุก 3 เดือน

- 1) เดือนที่ 1-2 ศึกษาข้อมูลสำหรับการจัดทำปฏิบัติการระดับกลางและระดับสูงสำหรับฟิสิกส์

พลังงานสูง

- 2) เดือนที่ 3-4 จัดเตรียมวัสดุที่เกี่ยวข้องกับกับปฏิบัติการต่างๆ
 - 3) เดือนที่ 3-10 จัดทำชุดการทดลองปฏิบัติการระดับกลางและระดับสูงสำหรับฟิสิกส์พลังงานสูง
 - 4) เดือนที่ 4-12 ทดสอบชุดการทดลองและปรับปรุงประสิทธิภาพ
8. ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ (ผลงานวิจัยตีพิมพ์หรือสิทธิบัตรตามเงื่อนไขของระเบียบฯเท่านั้น) หากตีพิมพ์ผลงานให้ระบุวารสารที่คาดว่าจะตีพิมพ์
- 1) ได้ชุดการทดลองที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการระดับกลางและระดับสูงสำหรับฟิสิกส์พลังงานสูง
 - 2) นักศึกษาและนักวิจัยมีทักษะในการทำปฏิบัติการระดับกลางและระดับสูงสำหรับฟิสิกส์พลังงานสูง

(ผลการดำเนินการร่วมกับโครงการย่อยที่ 5)

โครงการวิจัยย่อยที่ 5

1. ชื่อโครงการ

“สนับสนุนการทำวิจัยด้านฟิสิกส์นิวเคลียร์และอนุภาคร่วมกับห้องปฏิบัติการนานาชาติ”

2. ชื่อหัวหน้าโครงการและผู้ร่วมวิจัย

คณาจารย์และนักศึกษา กลุ่มวิจัยฟิสิกส์นิวเคลียร์และอนุภาค

3. หลักการและเหตุผล

กลุ่มวิจัยด้านการทดลองด้านฟิสิกส์นิวเคลียร์และอนุภาค ได้จัดตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2553 เพื่อสร้างความร่วมมือและทำงานวิจัยร่วมกับห้องปฏิบัติการนานาชาติต่าง ๆ ทางด้านฟิสิกส์อนุภาคได้แก่

3.1 PANDA (Anti-Proton Annihilation at Darmstadt)

PANDA เป็นห้องปฏิบัติการทางด้านฟิสิกส์ของฮาดรอน ที่กำลังจัดสร้างขึ้นอันเป็นส่วนหนึ่งของ ศูนย์วิจัยด้านไอออนหนัก GSI และ FAIR ที่ตั้งอยู่ที่เมือง ดาร์มชตัต สหพันธรัฐ เยอรมนี โดยทางกลุ่ม ฯ ได้เข้าร่วมงานกับ PANDA ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2554 เริ่มจากการจัดตั้ง GRID site สำหรับ PANDA ในประเทศไทย และงานทางด้านทฤษฎีของฮาดรอน ต่อมาได้ร่วมงานกับนักวิจัยจาก Forschungszentrum Jülich ทำการศึกษาพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับตรวจสอบทางเดินของอนุภาคที่มีประจุใน Electromagnetic Calorimeter สำหรับ PANDA ล่าสุดในปี พ.ศ. 2560 ได้มีการลงนามอย่างเป็นทางการ กับ GSI และ FAIR พร้อมกับขยายความร่วมมือไปยังหน่วยงานอื่น ๆ ในประเทศได้แก่ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) และ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อทำงานวิจัยทางฟิสิกส์ทางการแพทย์ โดยจะเน้นไปที่ด้านระบบรักษาผู้ป่วยมะเร็งด้วยอนุภาคโปรตอน (Proton Therapy) และ อนุภาคนิวตรอน (Boron Neutron Capture Therapy) ตลอดจนพัฒนาระบบ Gas Electron Multipliers (GEM) เพื่อช่วยลดเวลาในการรักษาเนื่องจาก GEM สามารถเพิ่มความเร็วในการสแกนบริเวณที่เป็นมะเร็งให้เร็วขึ้น

ในโครงการนี้มีนักศึกษาระดับปริญญาโท 3 คน และ ปริญญาเอก 1 คน กำลังศึกษาอยู่

3.2 ALICE (A Large Ion Collider Experiment)

ALICE เป็นห้องปฏิบัติการด้านไอออนหนัก แห่งหนึ่งของ เซิร์น ทางกลุ่ม ฯ ได้เข้าเป็นสมาชิกของ ALICE Collaboration ตั้งแต่ปีพ. ศ. 2555 และเข้าร่วมในโครงการปรับปรุงระบบตรวจจับทางเดินอนุภาค ด้านใน (Inner Tracking System, ITS) โดยเริ่มจากการทำแบบจำลองเครื่องตรวจจับและการศึกษาท่อลำแสง ต่อมาขยายการวิจัยไปยังการคำนวณและการออกแบบหัววัด การพัฒนา/การจำลองศึกษาสมบัติของ เซนเซอร์ โดยทำงานร่วมกับศูนย์ไทยไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (Thai Microelectronics Center, TMEC) ใน การศึกษาค่าความต้านทานของชั้น epitaxial ของแผ่นเวเฟอร์ที่จะนำไปใช้ทำเป็นเซนเซอร์ และการสร้าง หน่วยทำความเย็นแบบช่องซิลิกอน พร้อมทั้งได้ร่วมมือกับสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (SLRI) เพื่อพัฒนาระบบทดสอบเซนเซอร์ด้วยลำอิเล็กตรอน 1.2 GeV

ในโครงการนี้มีนักศึกษาระดับปริญญาตรี 2 คน ปริญญาโท 4 คน และ ปริญญาเอก 2 คน กำลังศึกษาอยู่

3.3 JUNO (Jiangmen Underground Neutrino Observatory)

JUNO เป็นห้องปฏิบัติการด้านนิวตริโน ตั้งอยู่ ณ เมืองไคปิง มณฑลเจียงเหมิน ตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน ทางกลุ่ม ฯ ได้เข้าเป็นสมาชิกเมื่อเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2559 โดยทำงานวิจัยด้านการศึกษเกี่ยวกับปรากฏการณ์การเกิดนิวตริโนในซูเปอร์โนวาและพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดของนิวตริโน สำหรับงานด้านหัววัดนั้น ทางกลุ่ม ฯ ได้ทำการคำนวณ จำลองและออกแบบขดลวดที่ใช้ป้องกันการรบกวนจากสนามแม่เหล็กโลก เพื่อผลิตและส่งมอบให้ JUNO ต่อไป

ในโครงการนี้มีนักศึกษาระดับปริญญาโท 1 คน และ ปริญญาเอก 2 คน กำลังศึกษาอยู่

3.4 PandaX (Particle AND Astrophysical Xenon Time projection chamber)

PandaX ห้องปฏิบัติการทางด้านสสารมืดและนิวตริโน ตั้งอยู่ในบริเวณโรงไฟฟ้าพลังน้ำจินผิง มณฑลเสฉวน สาธารณรัฐประชาชนจีน ทางกลุ่ม ฯ ได้เข้าเป็นสมาชิกใน ปีพ.ศ. 2559 โดยทำการเริ่มทำการวิจัยเรื่องของรูปแบบพัลส์เพื่อแยกแยะระหว่างสัญญาณของอนุภาคแบบ *Weakly interacting massive particles (WIMPs)* ออกจากสัญญาณพื้นหลัง (background signal) ต่อมาได้ทำการออกแบบเพื่อเตรียมจัดสร้างระบบควบคุมสนามไฟฟ้าภายในหัววัดด้วยอะคริลิก (Field cage and Field shaping)

ในโครงการนี้มีนักศึกษาระดับปริญญาโท 3 คน กำลังศึกษาอยู่

การเข้าเป็นสมาชิกของห้องปฏิบัติการนานาชาตินั้น ทางกลุ่ม ฯ ต้องให้การสนับสนุนและมีส่วนร่วม ในกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ค่าสมาชิกแรกเข้า (entrance fee)
- 2) ค่าธรรมเนียมสมาชิกรายปี (maintenance and operation fee)
- 3) เข้าร่วมกิจกรรมทางวิชาการของห้องปฏิบัติการ เช่น
 - Collaboration meeting เพื่อแถลง ความก้าวหน้า สรุปผลการดำเนินงาน และผลการวิเคราะห์ล่าสุด รายงานสถานะของงาน ซึ่งการประชุมนี้มีระยะเวลา 1 สัปดาห์
 - การเข้าประชุมของคณะทำงานเกี่ยวกับงานเฉพาะด้านที่กลุ่ม ฯ ทำวิจัยอยู่
 - การเป็นเจ้าภาพในการประชุมคณะทำงานเฉพาะด้านที่กลุ่ม ฯ ทำวิจัยอยู่
- 4) การเข้ากะ (shift) เพื่อช่วยในการดำเนินการของห้องปฏิบัติการนั้น ๆ
- 5) จัดหานักวิจัย นักศึกษา (man power) และ ฮาร์ดแวร์ เพื่อใช้ในการออกแบบ พัฒนา และสร้าง อุปกรณ์ส่วนใดส่วนหนึ่งของหัววัด

4. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อยกระดับงานวิจัยทางด้านฟิสิกส์อนุภาคในประเทศไทย
- 2) เพื่อเรียนรู้การทำงานเป็นทีมร่วมกับนักวิทยาศาสตร์จากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกในการบริหารและจัดการโครงการวิจัยที่มีขนาดใหญ่
- 3) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีทางการออกแบบและสร้างหัววัดที่มีความซับซ้อนสูงให้เกิดขึ้นในประเทศ
- 4) เพื่อสร้างบุคลากรทางด้านเทคโนโลยีหัววัดขั้นสูงทางฟิสิกส์อนุภาค

5. วิธีดำเนินการ

- 1) พัฒนาระบบ Gas Electron Multipliers (GEM) สำหรับระบบรักษาผู้ป่วยมะเร็งด้วยอนุภาคโปรตอน ร่วมกับ GSI/ FAIR
- 2) พัฒนาและออกแบบเซนเซอร์สำหรับรังสีแกมมาด้วยซอฟต์แวร์ TCAD ร่วมกับ ศูนย์ไทยไมโครอิเล็กทรอนิกส์ และ ALICE เซิร์น
- 3) ออกแบบและเตรียมการผลิตขดลวดที่ใช้ป้องกันการรบกวนจากสนามแม่เหล็กโลก สำหรับ JUNO
- 4) ออกแบบเพื่อเตรียมจัดสร้างระบบควบคุมสนามไฟฟ้าภายในหัววัดด้วยอะคริลิก ให้กับ PandaX

6. ระยะเวลาดำเนินการ

ระยะเวลา 1 ปี

7. กิจกรรมที่ดำเนินการและผลที่คาดว่าจะได้รับทุก 3 เดือน

- 1) เดือนที่ 1-2 เตรียมความพร้อมของนักศึกษาด้านความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง
- 2) เดือนที่ 3-4 ส่งนักศึกษาไปทำวิจัยระยะสั้นและเข้ากะ(shift) ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง
- 3) เดือนที่ 3-10 ออกแบบและพัฒนาในชิ้นส่วนของหัววัดต่าง ๆ
- 4) เดือนที่ 8-12 ทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อหาข้อบกพร่องแล้วนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพให้ดีขึ้น

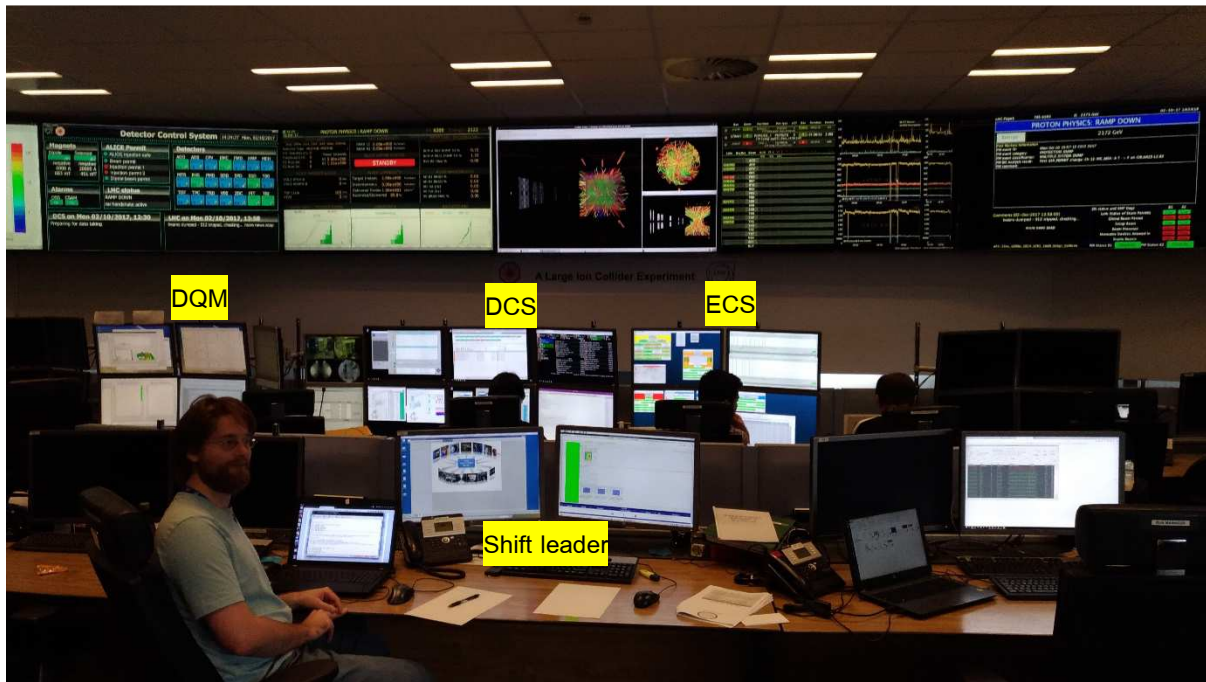
8. ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ (ผลงานวิจัยตีพิมพ์หรือสิทธิบัตรตามเงื่อนไขของระเบียบฯเท่านั้น) หากตีพิมพ์ผลงานให้ระบุวารสารที่คาดว่าจะตีพิมพ์

- 1) ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีขั้นสูงจาก ห้องปฏิบัติการชั้นนำของโลก
- 2) สามารถช่วยในการผลิตนักศึกษาปริญญาตรีได้น้อย 2 คน นักศึกษาปริญญาโทได้น้อย 11 คนและนักศึกษาปริญญาเอกได้น้อย 3 คน
- 3) สามารถตีพิมพ์ได้น้อย 2 ฉบับ ในวารสาร Journal of Instrumentation
- 4) สามารถยกระดับงานวิจัยไทยให้ทัดเทียมและเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ
- 5) ได้อุปกรณ์ต้นแบบ หรือ ผลิตภัณฑ์ขึ้นส่วน ให้กับหัววัดที่อยู่ในโครงการ
- 6) นักศึกษาได้พัฒนาทักษะการทำวิจัยในห้องปฏิบัติการชั้นนำของโลก



รูปที่ 1 บรรยากาศการทำงานในห้องควบคุมที่ห้ววัด ALICE

การทำงานแบบเป็นกะสามารถแบ่งการทำงานออกเป็นช่วงละ 6 วัน โดยถูกออกแบบการทำงานเป็นกะออกเป็น 1. ช่วงเช้า (7h00 – 15h00) ใน 2 วันแรก 2. ช่วงบ่าย (15h00 – 23h00) ในอีก 2 วันถัดมา และ 3. ช่วงดึก (23h00–07h00) ใน 2 วันสุดท้าย โดยการทำงานนั้นแบ่งออกเป็น 4 ตำแหน่งย่อยๆ 1. Shift leader เป็นตำแหน่งคอยควบคุมการทำงานของ 3 ตำแหน่งในการทำการทดลองและเก็บข้อมูล คือ 1. Experiment control system (ECS) โดยในส่วนของ ECS จะทำหน้าที่คอยเริ่มการบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้นทั้งชนิด Physics run การบันทึกข้อมูลเมื่อเกิดการชนของอนุภาคที่ถูกส่งมาจาก LHC และการรันแบบ Technical run คือการบันทึกข้อมูลแบบไม่มีการรันในช่วงเวลาที่เว้นจากการชนอนุภาค และอีกชนิดคือการบันทึกข้อมูลแบบ calibration run ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมห้ววัดแต่ละชนิดก่อนทำการรันแบบ Physics หรือ Technical run หากเกิดปัญหาบางครั้งเกี่ยวกับห้ววัดบางห้วในห้ววัด ALICE ต้องติดต่อไปยังผู้เชี่ยวชาญในห้ววัดชนิดต่างหรือที่รู้จักกันในนาม On-call expert ซึ่งคอยทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและช่วยแก้ปัญหาขณะที่ห้ววัดใด ห้ววัดหนึ่งขณะที่เกิดปัญหากับห้ววัดที่ผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นรับผิดชอบอยู่ และ 2. Detector control system (DCS) คอยเฝ้าดูและเตรียมความพร้อมในทุกช่วงเวลาของห้ววัดทุกตัวใน ALICE โดยจะคอยแจ้งเตือนความผิดปกติของห้ววัดในแต่ละช่วงเวลาที่เกิดกับห้ววัดต่างๆในรูปแบบต่างๆซึ่งต้องคอยจับตารายงานสถานการณ์ และทำงานร่วมกับ shift leader (โดยในบางสถานการณ์ไม่สามารถรู้ถึงปัญหาและเข้าใจ จึงมีหน้าที่ติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญของแต่ละห้ววัดในทันที หรือ expert) และ 3. Data quality monitoring มีหน้าที่คอยตรวจและติดตามคุณภาพการเก็บข้อมูลและข้อมูลที่บันทึกของรันอนุภาคขณะมีการชนและบันทึกข้อมูล (ในบางสถานการณ์เกี่ยวกับความผิดปกติสามารถติดต่อ expert ทันที) โดยทั้งสามตำแหน่งที่กล่าวมาต้องทำงานภายใต้คำสั่งและความเห็นชอบเท่านั้นจาก shift leader โดยทั้งสามตำแหน่งที่กล่าวมานี้คือระบบการทำงานคร่าวๆในระบบแบบกะงานที่ห้ววัด ALICE



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งการทำงานในส่วนต่างๆของระบบกะในห้องควบคุมหัววัด ALICE

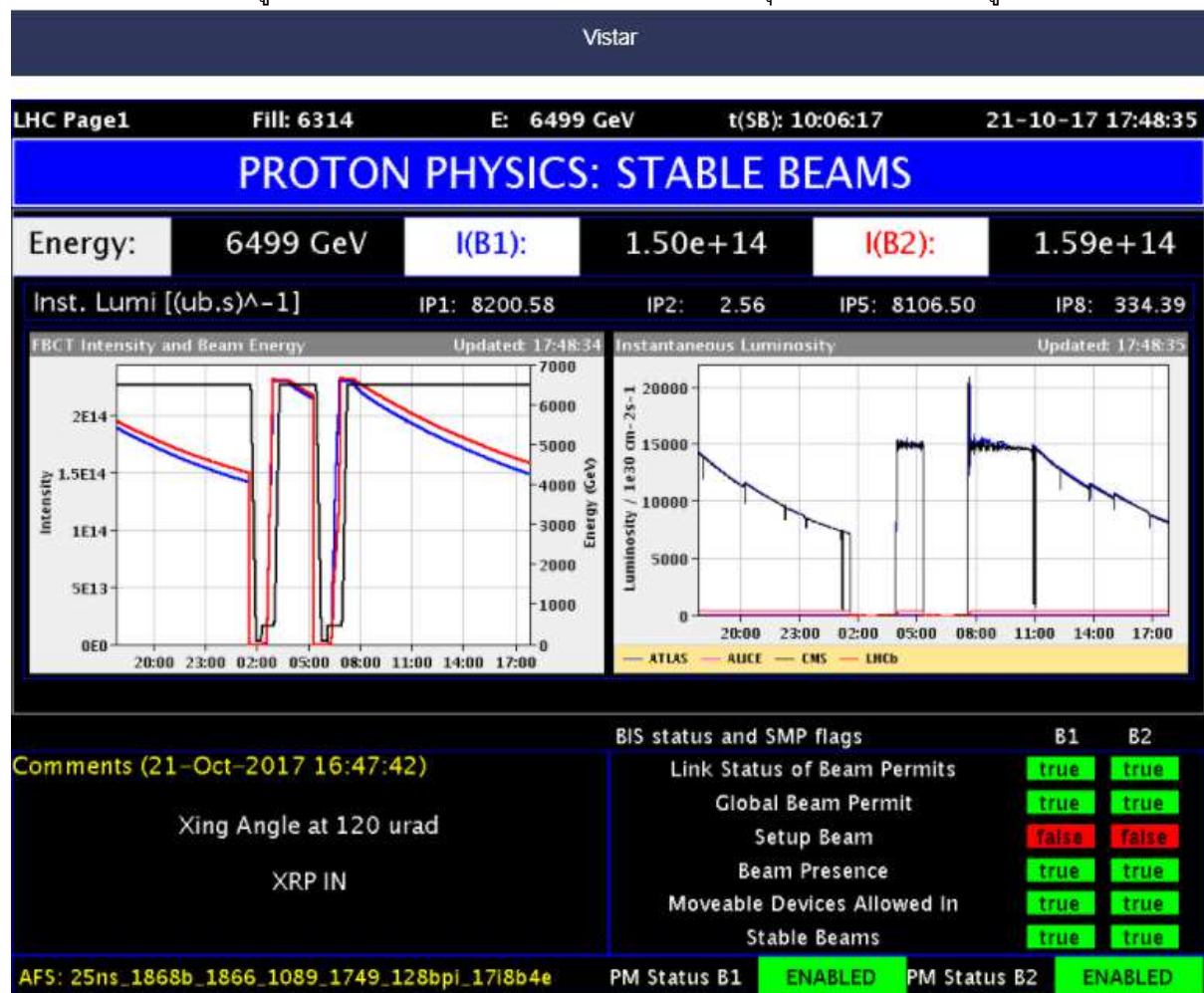
โดยในการทำงานส่วนของกระผม ได้ทำงานในตำแหน่ง Experiment control system โดยได้ทำงานทั้งหมด 2 ช่วงของกะ (ช่วงกะละ 6 วัน) ทั้งหมด 12 วัน โดยรายละเอียดการทำงาน หน้าที่หลักๆคือการทำงานร่วมกับ shift leader และคอยตรวจสอบความผิดปกติของระบบเก็บข้อมูลแต่ละหัววัด โดยการคอยสังเกตการณ์การเก็บข้อมูล



รูปที่ 3 หน้าจอ Experiment Control system (a.) การเก็บอัตราการความไม่สมบูรณ์ของเหตุการณ์ในการเก็บข้อมูล และอัตราการเก็บข้อมูล(ในคอลัมป์ด้านซ้ายมือ) และ (b) busy time ของ หัววัดแต่ละชนิด(คอลัมป์ด้านขวามือ)ในหัววัด ALICE

โดยเราต้องคอยสังเกตการณ์ อัตราการเก็บข้อมูลและความไม่สมบูรณ์ของการเก็บข้อมูลว่ายังปกติหรือไม่ดังรูปที่ 3.a โดยหากกราฟของการเก็บข้อมูลเกิดการลดต่ำกระทันหันและไม่สามารถกลับสู่สภาวะเดิมได้คือเกิดปัญหาเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลในบางหัววัดนั้นๆ และอีกกรณีคือการสังเกต busy time ของหัววัดแต่ละชนิด ดังรูปที่ 3.b ของหัววัดแต่ละหัวเปลี่ยนกราฟแท่งจากสีเขียวเป็นแดง(นั่นคือหัววัดไม่สามารถทำการวัดได้ต่อไป) เนื่องจากระบบในการเก็บข้อมูลของหัววัดนั้นเกิดการค้างหรือหยุดการ

บันทึกข้อมูลชั่วขณะในการเก็บข้อมูลนั้นๆ ซึ่งเราอาจต้องทำการ Pause and Reconfiguration คือการหยุดการบันทึกข้อมูลรวม และทำการเริ่มบันทึกข้อมูลใหม่อีกรอบ และอีกหน้าต่างที่เราต้องคอยสังเกตการก็คือ VISTAR ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 หน้าต่าง VISTAR ที่คอยบอกสถานะของบีมที่ถูกยิงภายในวง LHC โดยการเก็บข้อมูลทั้งหมดจะขึ้นกับสถานะของบีม เช่น Physics run จะถูกรันในกรณี stable beam ดังรูปที่ 4 ทั้งนี้การทำงานของหัววัด ALICE ต้องทำงานภายใต้สถานะของลำอนุภาคที่ถูกส่งมาจาก Large Hadron Collider(LHC) โดยในการทดลองส่วนใหญ่จะเป็นการชนแบบ proton-proton beam

โครงการวิจัยย่อยที่ 6

1. ชื่อโครงการ การสร้างความร่วมมือกับพม่าด้านอัญมณี
2. ชื่อหัวหน้าโครงการ รศ.ดร. ประยูร ส่งสิริฤทธิกุล
ผู้ร่วมวิจัย อ.ดร. วิวัฒน์ นวลสิงห์
Dr. Win Win Aye
นักศึกษาระดับชั้น ป.เอก สาขาฟิสิกส์
3. หลักการและเหตุผล

พม่าถูกยกย่องว่าเป็นดินแดนแห่งอัญมณีอันงามวิจิตรและเสน่ห์เหลือค่า ทิวเทือกโมกอกอยู่เคียงทางด้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือของเมืองมัณฑะเลย์จัดเป็นแหล่งกำเนิดอัญมณีสำคัญที่สุดของพม่า อัญมณีที่ขุดพบจากเทือกเขานี้มีสีสน้ำเนื้อแพรวพราวเป็นหนึ่งในโลกโดยเฉพาะทับทิม นอกจากเทือกเขาโมกอกที่มีอัญมณีมากมายแล้ว พม่ายังมีบ่ออัญมณีอีกหลายสิบแห่ง โดยที่ 15 แห่งที่เป็นบ่อทับทิมอยู่ใน 3 เขตคือ มัณฑะเลย์ คะยา และมยิทธิคยา และทับทิมที่เป็นที่ยอมรับว่าดีที่สุดในโลกและมีชื่อเสียงมากก็คือ ทับทิมสี "แดงเลือดนกพิลาบ" ซึ่งเป็นทับทิมที่ใช้บ่งบอกถึงความรักความซื่อสัตย์ที่ยั่งยืน จึงทำให้ผู้หญิงที่ร่ำรู้คุณค่าต่างปรารถนาที่จะมีไว้ในครอบครอง ผู้เชี่ยวชาญอัญมณีหลายท่านได้ให้ความเห็นว่าในช่วงเวลาที่ผ่านมามีพม่าส่งเสริมให้มีการส่งออกอัญมณีเหมือนไทยแล้ว คงใช้เวลาไม่นานนักที่จะสร้างรายได้เข้าประเทศเป็นจำนวนมาก หรืออาจทำให้พม่ากลายเป็นศูนย์กลางอัญมณีโลกแท้จริงไม่ใช่ิตาลี ฝรั่งเศส หรือไทย

ณ ปัจจุบัน ประเทศไทยเรามีความเสียเปรียบในเรื่องปริมาณทับทิมที่มีคุณภาพที่จะป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรมอัญมณี ดังนั้นผู้ค้าอัญมณีไทยจึงได้หาวิธีที่จะเพิ่มมูลค่าทับทิมคุณภาพต่ำให้มีสีสรรที่สวยงามที่จะทำให้มูลค่าของทับทิมมีค่าเพิ่มขึ้น วิธีการทั่วไปในการปรับปรุงสีที่ใช้คือการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูง หรือที่เรียกกันว่าการหุง ในขั้นตอนการหุงนั้นการมีการปรับแต่งในรายละเอียดของขั้นตอนหรือมีการเติมสารบางอย่างขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่นแหล่งที่มาของทับทิม ความพยายามดังกล่าวผนวกกับศักยภาพด้านต่างๆ เช่นการเจียรนัย การออกแบบ และอื่นๆทำให้ประเทศไทยยังรักษาระดับการเป็นผู้ส่งออกอัญมณีและทำรายได้ให้กับประเทศในระดับต้นๆ

โครงการนี้เสนอขึ้นเพื่อที่จะสร้างความร่วมมือเชิงวิชาการในงานวิจัยด้านอัญมณีกับบุคลากรที่สังกัดของมหาวิทยาลัยในพม่า เพื่อที่ทีมงานจะได้เข้าถึงแหล่งอัญมณีของพม่า โดยเฉพาะแหล่งอัญมณี โดยโครงการนี้จะเป็นประโยชน์ร่วมทั้งสองฝ่ายคือทั้งทีมวิจัยไทย และทีมของพม่า ในการที่จะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ขั้นสูงในการศึกษาร่องรอยเอกลักษณ์ของทับทิมจากแหล่งทับทิมต่างๆ ในพม่า ซึ่งคาดว่าจะการมีความร่วมมือกับทางพม่าจะทำให้เด็กความสะดวกในการเข้าหาแหล่งทับทิม โดยที่ทางฝั่งไทยเรามีความพร้อมเรื่องเทคนิคการวิเคราะห์ขั้นสูงอยู่แล้ว และในทีมวิจัยของข้าพเจ้าก็มีนักวิจัยสัญชาติพม่า ซึ่งจะเอื้อต่อการประสานและติดต่อนอกจากนี้ โครงการจะได้ทำการวิจัยและพัฒนาด้านการออกแบบ การยึดจับทับทิมด้วยดีไซน์สร้างสรรค์ โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและการพิมพ์สามมิติ (3D printing) เพื่อสร้างมูลค่าให้เครื่องประดับจากทับทิม และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของผู้ส่งออกอัญมณีไทย

4. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- สร้างความร่วมมือทางวิชาการด้านอัญมณีกับทีมวิจัยในสังกัดของมหาวิทยาลัยหรือสถาบันวิจัยในประเทศพม่า
- เพื่อรวบรวมข้อมูลในการจัดทำข้อเสนอโครงการวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนสีของทับทิมโดยเทคนิคไอออนอิมพลานเตชัน ที่จะเสนอผ่านศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561-2563 เบื้องต้นได้จัดส่งข้อเสนอเชิงหลักการไปแล้ว
- เพื่อพัฒนาการออกแบบด้านอัญมณีให้ทันสมัย และเพิ่มศักยภาพด้านการแข่งขันให้ผู้ส่งออกอัญมณี

5. วิธีดำเนินการ (โดยสังเขป)

- 1) สืบหาข้อมูลเกี่ยวกับทีมวิจัยด้านอัญมณีในพม่าที่คาดว่าจะสามารถสร้างความร่วมมือทางวิชาการได้ในระยะยาว
- 2) ทีมวิจัยไทยเดินทางไปหาโรงงานวิจัยและไปศึกษาแหล่งอัญมณีในพม่า
- 3) ทีมวิจัยพม่าเดินทางมา ณ มทส. โดยเน้นการหารือและเยี่ยมชมเครื่องมือวิเคราะห์ที่จะใช้ในการตรวจวิเคราะห์อัญมณี และสรุปแนวทางร่วมวิจัย
- 4) ทีมวิจัยทดลองออกแบบอัญมณีด้วยคอมพิวเตอร์ และทดสอบการทำต้นแบบอัญมณี ด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ

6. ระยะเวลาดำเนินการ (ไม่เกิน 1 ปี)

- 1) เสร็จก่อนวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2560

7. กิจกรรมที่ดำเนินการและผลที่คาดว่าจะได้รับทุก 3 เดือน

- สืบหาข้อมูล และประสานงานกับทางพม่า
- ทีมวิจัยไทยเดินทางไปหารือและศึกษาข้อมูลแหล่งทับทิมในพม่า
- ทีมวิจัยพม่าเดินทางมา มทส. เพื่อเยี่ยมชมเครื่องมือวิเคราะห์และสรุปแนวทางการร่วมวิจัย
- ทีมวิจัยออกแบบอัญมณี แล้วหารือร่วมกับผู้ผลิตทับทิมในพม่า เพื่อปรับปรุงรูปแบบให้เหมาะสม

8. ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- ได้ความร่วมมือทางวิชาการร่วมกับสถาบันการศึกษาและ/หรือสถาบันวิจัยในประเทศพม่าด้านอัญมณีและด้านฟิสิกส์การทดลองเกี่ยวกับเทคนิคแสงซินโครตรอน
- ได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำข้อเสนอโครงการวิจัยที่กำลังดำเนินการจัดทำเพื่อเสนอขอรับทุนผ่านศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ และหน่วยงานที่มีการจัดสรรทุนสนับสนุนการวิจัย
- ได้รูปแบบการดีไซน์ที่สร้างสรรค์ สามารถเพิ่มมูลค่าและศักยภาพการแข่งขันด้านอัญมณีให้มากขึ้น

ผลการดำเนินงาน

- ได้มีการเดินทางเยี่ยมชมและหารือระหว่างทีมวิจัยของสาขาฟิสิกส์ และทีมวิจัยของ Mandalay University
- ได้ความร่วมมือกับทีมวิจัยของห้องปฏิบัติการวัสดุศาสตร์ Mandalay University ในงานวิจัยสองสาขาคือการศึกษาคุณสมบัติและโครงสร้างของวัสดุนาโนโดยเทคนิคแสงซินโครตรอน และการศึกษาหาเอกลักษณ์ของทับทิมในแหล่งพลอย

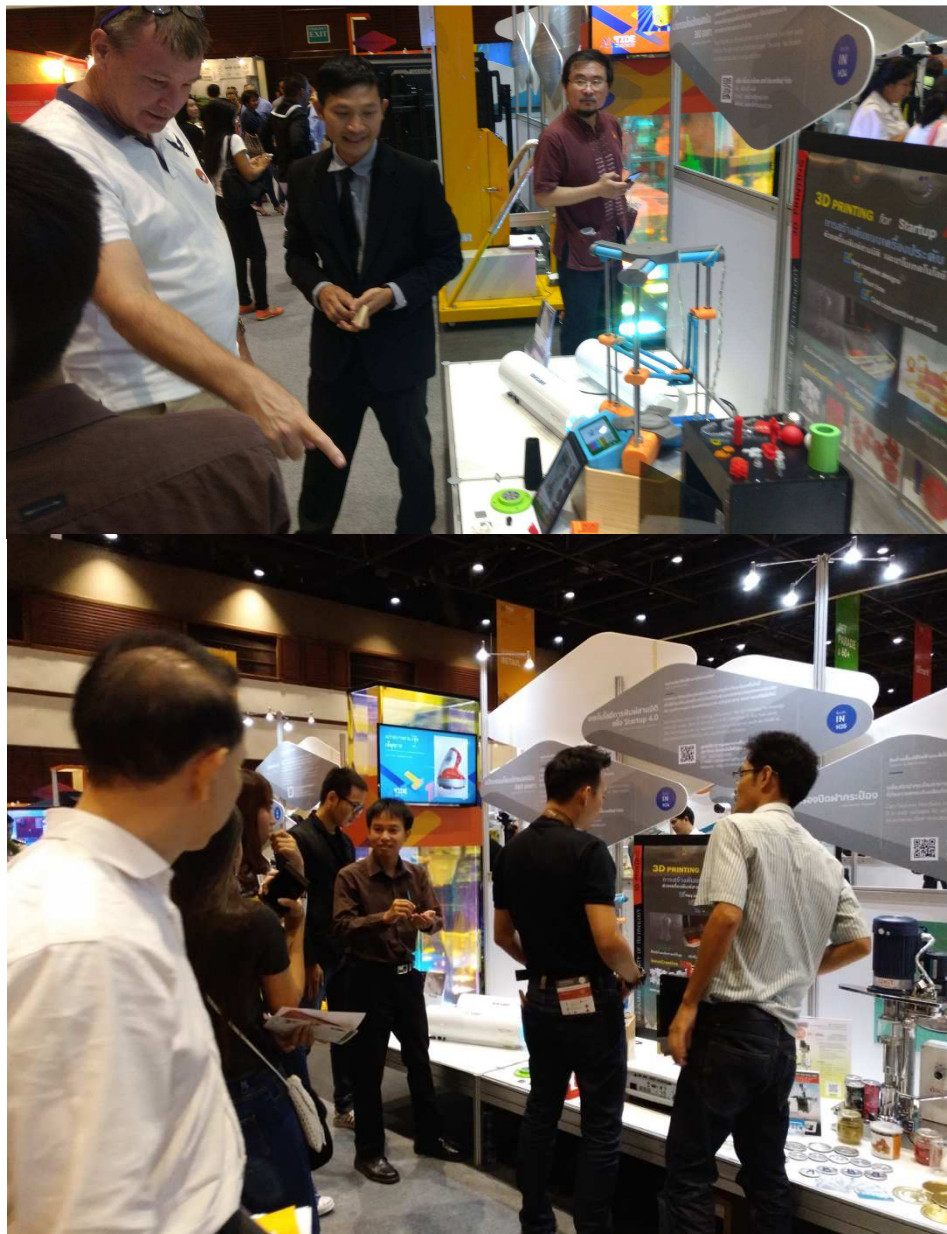
ที่สำคัญของพม่า โดยงานวิจัยอันแรกได้เริ่มมีการร่วมศึกษาโดยใช้เทคนิคโฟโตอิมิชั่นในการติดตามการเสื่อมประสิทธิภาพของ TiO₂ nanotube ที่ใช้ในการบำบัดน้ำ

- ได้ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพสีของทับทิมเพื่อประโยชน์เชิงพาณิชย์ และได้นำเสนอผลงานและแนวทางการปรับปรุงคุณภาพสีของทับทิมต่อศูนย์ความเป็นเลิศทางฟิสิกส์ และศูนย์ฯ ได้ให้จัดทำเป็นโครงการเพื่อเสนอขอใช้งบประมาณปี 2560 นี้สำหรับการดำเนินการ คาดว่าโครงการจะสามารถเริ่มอย่างเป็นทางการได้ภายในเดือนพฤษภาคม 2560 นี้
- ทีมวิจัยได้วิจัยและทดลองออกแบบอัญมณีด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภท CAD/CAM ซึ่งทำให้ได้ไฟล์สามมิติของอัญมณี ในรูปแบบไฟล์ STL จากนั้นจึงนำไฟล์สามมิตินี้ไปทำการพิมพ์ต้นแบบด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติแบบใช้น้ำยาเรซิน (SLA/DLP 3D printer) เนื่องจากให้ความละเอียดสูงกว่าการพิมพ์ด้วยเครื่องแบบเส้นพลาสติก (FDM 3D printer) ตัวอย่างไฟล์สามมิติที่ออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างไฟล์สามมิติของอัญมณีที่ออกแบบขึ้น และภาพตัวอย่างต้นแบบที่สร้างด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ ซึ่งต่อไปจะพัฒนาให้สามารถยึดติดกับทับทิม เพื่อเพิ่มมูลค่าและศักยภาพการแข่งขันต่อไป

- ทีมวิจัยได้ร่วมมือกับศูนย์ความเป็นเลิศด้านวัสดุหน้าที่พิเศษขั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นำผลงานการออกแบบและชิ้นงานตัวอย่าง ร่วมแสดงในงาน Thailand Innovation and Design Expo 2017 ซึ่งเป็นงานแสดงสินค้านวัตกรรมและการออกแบบของผู้ประกอบการไทย จัดโดยกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ระหว่างวันที่ 14-17 กันยายน พ.ศ. 2560 ซึ่งมีผู้สนใจสอบถามข้อมูลกับทีมวิจัย โดยเฉพาะกลุ่มผู้ประกอบการด้านอัญมณีของไทย



รูปที่ 2 บรรยากาศระหว่างการแสดงผลงานด้านการออกแบบและผลิตต้นแบบอัญมณี ด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ

โครงการวิจัยย่อยที่ 7

1. ชื่อโครงการ การพัฒนาพื้นที่ของการสร้างสรรค์ (Makerspace) สำหรับนักศึกษา

2. ชื่อผู้ดำเนินโครงการ

- 1) รองศาสตราจารย์ ดร. พวงรัตน์ ไพเราะ
- 2) อาจารย์ ดร. วรศม ฤทธิกาญจน์
- 3) อาจารย์ ดร. สุกฤษฎ์ สุขสมบัติ
- 4) อาจารย์ ดร. วิวัฒน์ นวลสิงห์

3. หลักการและเหตุผล

สาขาวิชาฟิสิกส์ต้องการออกแบบการเรียนรู้เพื่อสร้างนักศึกษาให้มี “ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21” ซึ่งได้แก่ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้าน ความเข้าใจความต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ ทักษะ ด้านการสื่อสารสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ ทักษะเหล่านี้ส่วนหนึ่งสร้างได้จากการเรียนรู้ห้องเรียน ในห้องปฏิบัติการ และ การทำงานวิจัยตามกรอบของสาขาวิชา อีกส่วนหนึ่งควรจะเกิดจากการที่ผู้เรียนตามแนวคิดอิสระของตนเองด้วย โดยทางสาขาวิชาจะต้องการมีการออกแบบการเรียนรู้ สร้างสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม และอำนวยความสะดวก ให้กับผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ตามแนวคิดอิสระได้ดีด้วย

ด้วยเหตุผลข้างต้นนี้ ทางสาขาจึงต้องการสร้างให้เกิด “พื้นที่ของการสร้างสรรค์” สำหรับนักศึกษา หรือที่ เรียกว่า Makerspace ให้เกิดขึ้นในบริเวณชั้น 3 ที่อาคารศูนย์เครื่องมือ 10 และพื้นที่ในอาคารสุรพัฒน์ 3 โดยจะ จัดการพื้นที่บริเวณดังกล่าว เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้และสร้างชิ้นงานอย่างง่ายตามความคิดอิสระของ นักศึกษาเอง รวมถึงการพัฒนาศักยภาพในการสร้างชิ้นงานต้นแบบเชิงนวัตกรรม ด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ

4. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อให้เกิดพื้นที่สำหรับนักศึกษาในการสร้างชิ้นงานอย่างง่ายตามแนวคิดอิสระของตนเอง
- 2) เพื่อให้นักศึกษาได้ค้นหาความสนใจของตนเอง (explore self-interest) โดยเรียนรู้จากการลงมือทำ (learning by doing)
- 3) เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกฝนทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำงานเป็น ทีม และฝึกฝนทักษะการสื่อสาร
- 4) เพื่อพัฒนานักศึกษาให้มีศักยภาพด้านเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ (3D printing) สำหรับสร้างนวัตกรรม หรือสตาร์ทอัพ (startup)

5. วิธีดำเนินการ

จัดการบริเวณชั้น 3 อาคารศูนย์เครื่องมือ 10 และพื้นที่ในอาคารสุรพัฒน์ 3 ให้เหมาะสม และมีเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์อย่างเพียงพอ สำหรับให้นักศึกษา สร้าง เก็บ และแสดงชิ้นงานอย่างง่ายได้ โดยในที่สุด จะทำให้พื้นที่นี้มีส่วนในการสนับสนุน การเรียนการสอนในรายวิชาที่ทำให้เกิดการสร้างนวัตกรรมใหม่ หรือรายวิชาที่เน้นการสร้างชิ้นงานต้นแบบ (prototype) และการจัด workshop เพื่อสอนหลักการการคิดเชิงสร้างสรรค์ (creative thinking) หลักการการออกแบบ (design thinking) และการทำงานเป็นทีม (team working) ด้วย

6. ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินโครงการ

- 1) นักศึกษาจำนวนอย่างน้อย 20 คนเข้ามาใช้พื้นที่ของการสร้างสรรค์ ในแต่ละภาคการศึกษา
- 2) มีชิ้นงานอย่างง่ายเกิดขึ้นอย่างน้อย 5 ชิ้น ในแต่ละภาคการศึกษา
- 3) มีชิ้นงานที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ อย่างน้อย 5 ชิ้น ในแต่ละภาคการศึกษา
- 4) มีการจัดกิจกรรมแข่งขันสร้างชิ้นงานตามข้อกำหนดอย่างน้อย 1 ครั้งต่อภาคการศึกษา

ผลการดำเนินงาน

หลังจากที่ได้รับการอนุมัติงบประมาณสำหรับโครงการ การพัฒนาพื้นที่ของการสร้างสรรค์ (Makerspace) สำหรับนักศึกษา ผู้ดำเนินโครงการก็ได้จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นไปไว้ที่ ชั้น 3 อาคารเครื่องมือ 10 และอาคารสุรพัฒน์ 3



รูปที่ 1 แสดงสถานที่เก็บและใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จัดซื้อในพื้นที่ Makerspace นี้ (บริเวณหน้าห้อง F10315 ชั้น 3 อาคารเครื่องมือ 10) บางส่วนอยู่ในกล่องพลาสติก 2 ใบที่เห็นในภาพ ส่วนที่เหลือเก็บอยู่ในห้องด้านหลังในรูป

สำหรับพื้นที่ Makerspace ที่ชั้น 3 อาคารเครื่องมือ 10 ในช่วงเดือนสิงหาคม 2560 นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ 8 กลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน ได้ทำโครงการสร้างรถที่ขับเคลื่อนด้วยกลไกทางกลศาสตร์จากขวดพลาสติกเหลือใช้ โดยนักศึกษาจะต้องทำการวิเคราะห์หาค่าอัตราเร่งสูงสุด อัตราเร็วสูงสุดของรถของกลุ่มตนเอง ด้วยโปรแกรม Tracker ด้วย กิจกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในรายวิชา กลศาสตร์และความร้อน ภาพด้านล่างแสดงกิจกรรมการทำโครงการดังกล่าว



รูปที่ 2 แสดงภาพกิจกรรมการสร้างรถที่ขับเคลื่อนด้วยหลักกลศาสตร์จากขวดน้ำพลาสติกเหลือใช้

เมื่อนักศึกษาทุกกลุ่มทำรถและวิเคราะห์ผลดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว ทางผู้ดำเนินโครงการได้จัดให้มีการนำเสนอผลงาน และการแข่งขันเพื่อทดสอบว่ารถของกลุ่มใดจะวิ่งไปได้ระยะทางมากที่สุดตามทางที่กำหนดให้ รูปที่ 3 แสดงบรรยากาศการแข่งขันดังกล่าว



รูปที่ 3 แสดงภาพกิจกรรมการแข่งขันรถที่ขับเคลื่อนด้วยหลักกลศาสตร์จากขวดน้ำพลาสติกเหลือใช้

ในเดือน ตุลาคม 2560 นักศึกษากลุ่มเดียวกันนี้ ก็ได้สร้าง Rube Goldberg Machine เพื่อให้ไข่แตก แบบ ถอดประกอบได้ โดยนักศึกษาต้องวิเคราะห์ การถ่ายทอดพลังงานกล การอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่ของรอก และ จุดศูนย์กลางมวลด้วย รูปที่ 4 กับ 5 แสดงภาพบรรยากาศการสร้าง Rube Goldberg Machine และการนำเสนอ ผลงาน



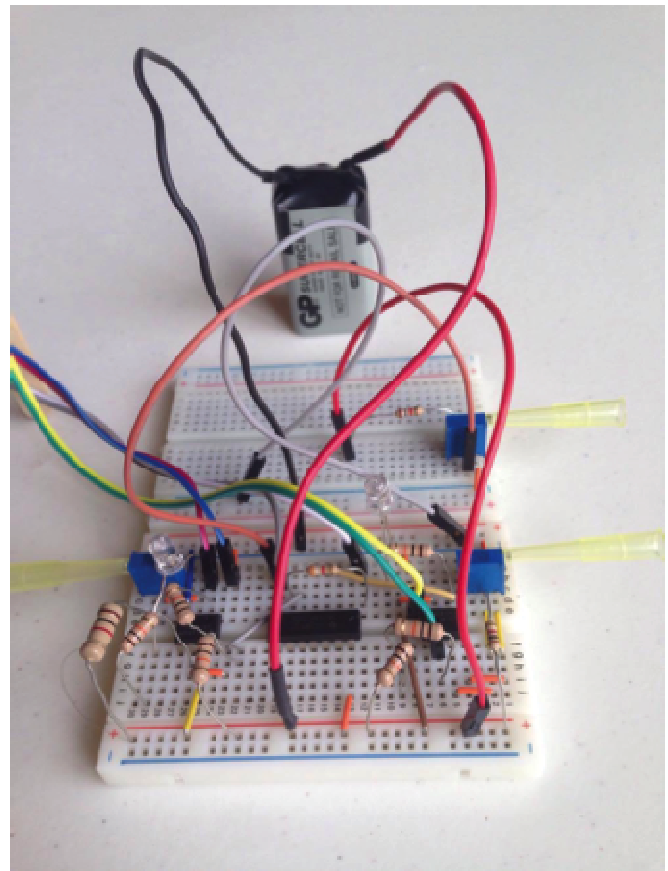
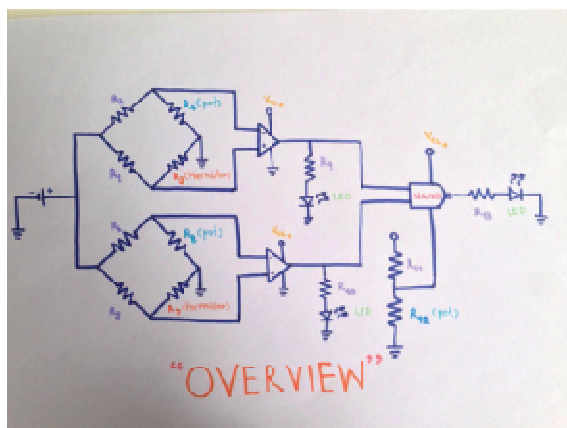
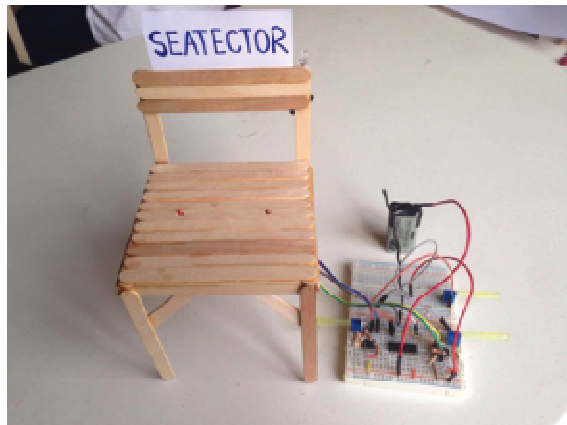
รูปที่ 4 แสดงภาพบรรยากาศบางส่วนในการสร้าง Rube Goldberg Machine



รูปที่ 5 แสดงภาพบรรยากาศบางส่วนในการเสนอผลงาน Rube Goldberg Machine

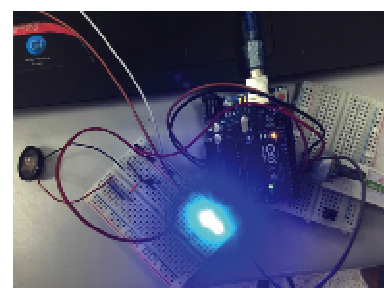
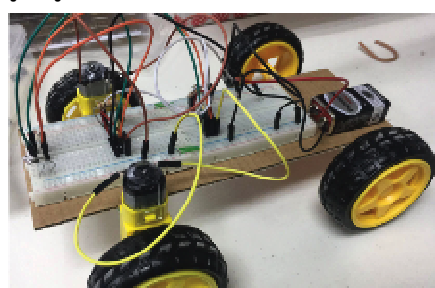
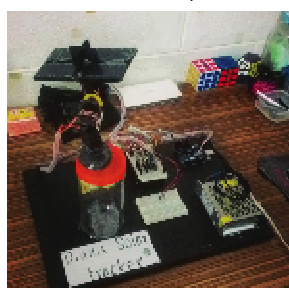
นอกจากนี้นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ 7 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน ยังได้ทำโครงการสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในหัวข้อที่ตนเองสนใจ โดยนักศึกษาจะต้องเลือกหัวข้อ เขียนข้อเสนอโครงการ เพื่อวางแผนการทำงาน เลือกอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และลงมือสร้างต้นแบบ ภาพด้านล่างแสดง ตัวอย่างของโครงการของนักศึกษากลุ่ม 1 กลุ่ม ใน

ชื่อเรื่อง “Seatector” (มาจากสองคำ คือ Seat + detector) ซึ่งเป็นอุปกรณ์การตรวจวัดที่ติดอยู่กับที่นั่ง โดยมีเป้าหมายเพื่อระบุว่า มีคนกำลังนั่งเก้าอี้ตัวนี้อยู่หรือไม่



รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างของวงจรและอุปกรณ์ของนักศึกษาชั้นปี 3 ในหัวข้อเรื่อง “Seatector”

ภาพด้านล่างแสดงให้เห็นถึงโครงงานของนักศึกษาปี 3 อีก 3 กลุ่ม เรื่อง Solar Tracker ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้หันแผงโซลาร์เซลล์ไปตามดวงอาทิตย์ Light Seaking Robot เป็นหุ่นยนต์ที่วิ่งเข้าหาแสง และ Smart Alarm Clock ซึ่งเป็นนาฬิกาปลุกที่สามารถรู้ว่าผู้ใช้ตื่นแล้วหรือยัง



รูปที่ 7 แสดงโครงงานของเด็กปี 3 จากซ้ายไปขวา เรื่อง Solar Tracker Light Seaking Robot และ Smart Alarm Clock ตามลำดับ



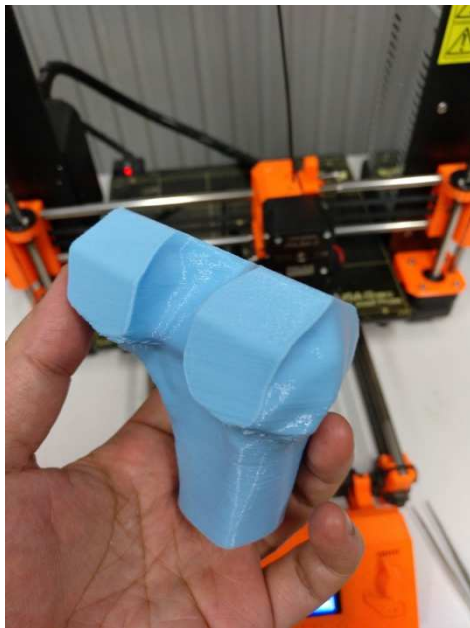
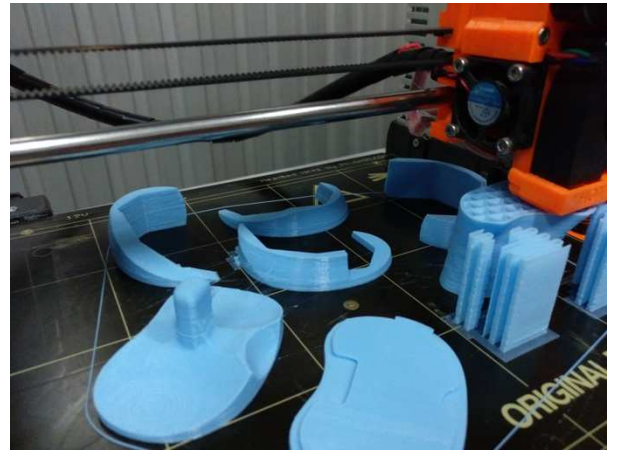
รูปที่ 8 แสดงพื้นที่ Makerspace สำหรับการพิมพ์สามมิติ (ในบริเวณอาคารสุรพัฒน์ 3) ซึ่งได้ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จัดซื้อสร้างเป็นระบบให้นักศึกษาได้เรียนรู้พัฒนาการสร้างชิ้นงานต้นแบบ

สำหรับ Makerspace ในบริเวณอาคารสุรพัฒน์ 3 (รูปที่ 7) ในช่วงเดือนสิงหาคม และตุลาคม ได้จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ แล้วทำการอบรมให้ความรู้แก่นักศึกษาในสาขาฟิสิกส์ ทั้งระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษา รวมทั้งนักเรียนจากโรงเรียนในระดับมัธยมศึกษา ที่ขอเข้ามาฝึกงานด้วย ดังภาพตัวอย่าง



รูปที่ 9 แสดงบรรยากาศการอบรมการใช้เครื่องพิมพ์สามมิติ และการออกแบบชิ้นงานต้นแบบ

ภายหลังการอบรม นักศึกษาได้ทดลองออกแบบชิ้นงานต้นแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAD/CAM) แล้วนำไฟล์สามมิติที่สร้างขึ้น มาผ่านโปรแกรมเตรียมชิ้นงาน (slicing software) จากนั้นจึงนำไฟล์สามมิติที่อยู่ในฟอร์แมต G-code ส่งเข้าเครื่องพิมพ์สามมิติ เพื่อพิมพ์เป็นชิ้นงานต้นแบบออกมา ซึ่งชิ้นงานต้นแบบมีความหลากหลาย ตามจินตนาการและแนวคิดสร้างสรรค์ หรือการนำชิ้นงานไปใช้ของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม ดังตัวอย่างชิ้นงานในภาพ



รูปที่ 10 ตัวอย่างภาพชิ้นงานต้นแบบ ที่สร้างขึ้น

โดยการพิมพ์สามมิติ เช่น อุปกรณ์สำหรับทำชิ้นส่วนกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม (AFM tip) ชิ้นส่วนสำหรับงานวิจัยด้านการแพทย์และสุขภาพ ชิ้นงานต้นแบบเครื่องวัดแอลกอฮอล์