วาระที่ 3.5
โครงการความร่วมมือไทย – เดซี
ตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
(ประจำปี 2566)

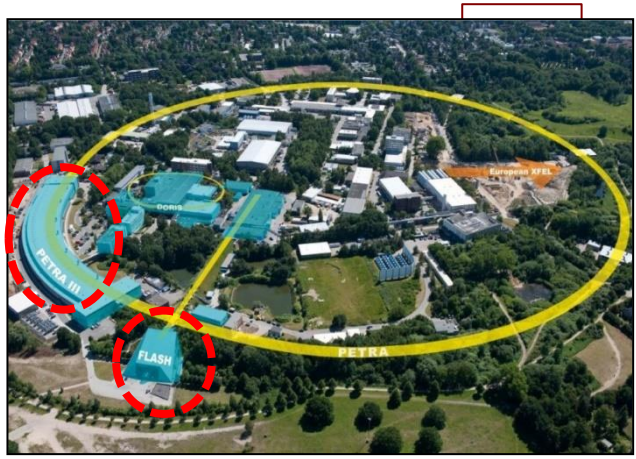
รายงานเมื่อ
5 มีนาคม 2567

หน่วยงานร่วมโครงการ

1. Princess Sirindhorn IT Foundation
2. SLRI: Synchrotron Light Research Institute
3. NSTDA: National Science and Technology Agency
4. DESY: Deutsches Elektronen-Synchrotron หรือ "German Electron Synchrotron“
5. THeP: Thailand Center of Excellence in Physics
6. NARIT: National Astronomical Research Institute of Thailand

1. สถาบันเดซี:ข้อมูลพื้นฐาน(1/2)

- สถาบันเดซี (DESY : Deutsches Elektronen-Synchrotron หรือ "German Electron Synchrotron") ก่อตั้งเมื่อ 18 ธันวาคม 2502
- มีที่ตั้ง 2 แห่ง คือ เมืองฮัมบูร์ก (Hamburg) และเมืองซอยเธน (Zeuthen) ใกล้เบอร์ลิน
- เดซีเป็นหนึ่งในบรรดาห้องปฏิบัติการชั้นนำของโลกด้านฟิสิกส์ของอนุภาคมูลฐานและงานวิจัยที่ใช้แสงซินโครตรอน
- บุคลากรราว 2,700 คนเป็นนักวิทยาศาสตร์ราว 1,180 คน
- งบประมาณปีละ 349 ล้านยูโร (ราว 12,694 ล้านบาท) 320 ล้านยูโร (ราว 11,638 ล้านบาท) ที่ฮัมบูร์ก และ 29 ล้านยูโร (ราว 1,055 ล้านบาท) สำหรับซอยเธน จากกระทรวงศึกษาและวิจัยของรัฐบาลกลางเป็น สำคัญโดยมี 10% จากรัฐฮัมบูร์กและแบรนเด็นเบิร์ก (1ยูโร=37.97บาท)



(https://www.desy.de/about_desy/desy/index_eng.ht)

กิจกรรมและอุปกรณ์สำคัญ

1. โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน
2. อุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดของสถาบันเดซีหรือสถาบันมีส่วนร่วมในปัจจุบัน ได้แก่
   - 2.1 PETRA III ผลิตแสงซินโครตรอนรุ่นที่ 3 พลังงาน 6 GeV เส้นรอบวง 2.3 กิโลเมตร นับว่าทันสมัยและใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งของโลก
   - 2.2 อุปกรณ์ FLASH ผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระความยาวคลื่นย่าน 1 นาโนเมตร
   - 2.3 โครงการ European XFEL ผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระความยาวคลื่นย่าน 0.1 นาโนเมตร
   - 2.4 IceCube กล้องโทรทัศน์ตรวจหานิวทริโนจากอวกาศติดตั้งที่ขั้วโลกใต้
   - 2.5 Cherenkov Array Telescope (CTA) หมู่กล้องโทรทัศน์เชอเรนค็อฟตรวจหารังสีแกมมาจากอวกาศ

- เดซีเป็นผู้ร่วมมืออันดับสองรองจากม.วิสคอนซิน-เมดิสัน(US)ในความร่วมมือนานาชาติไอซ์คิวบ์
- ¼ ของโมดูลหน่วยตรวจวัดของไอซ์คิวบ์ผลิตจากเดซีซอยเธน
- เดซียังเป็นศูนย์กลางการพัฒนาและผลิตเซนเซอร์ในโครงการขยาย(IceCube Upgrade)ในปัจจุบันอีกด้วย(Source:DESY)

*นักศึกษาภาคฤดูร้อน

*เลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ

FLASH.

European XFEL

*IceCube: กล้องโทรทัศน์นิวทริโน

*กล้องโทรทัศน์แสงเชอเรนค็อฟ

*หมายถึงโครงการที่ไทยเข้าร่วม

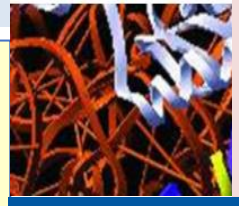
http://www.desy.de/research/research_areas/photon_science/light_sources_at_desy/index_eng.html

1.สถาบันเดซี (2/2)

The European X-Ray Laser Project : XFEL

- ผลิตแสงซินโครตรอนแบบเลเซอร์ย่านรังสีเอ็กซ์ด้วยเครื่องเร่งอิเล็กตรอนทางตรงราว 3.4 กิโลเมตรในอุโมงค์ใต้ดินลึก 6-38 เมตร และมีสถานีบนพื้นดิน 3 แห่ง (บริเวณที่มีเส้นสีแดง) เริ่มต้นจากHamburg-Bahrenfeld ไปยัง Schenefeld, Pinneberg district, Schleswig-Holstein มีพิธีเปิดเป็นทางการเมื่อกันยายน ค.ศ. 2017 (http://xfel.desy.de)

สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จเยี่ยม European XFEL, Schenefeld, Schleswig-Holstein, Germany วันที่ 25 มิ.ย. 2562

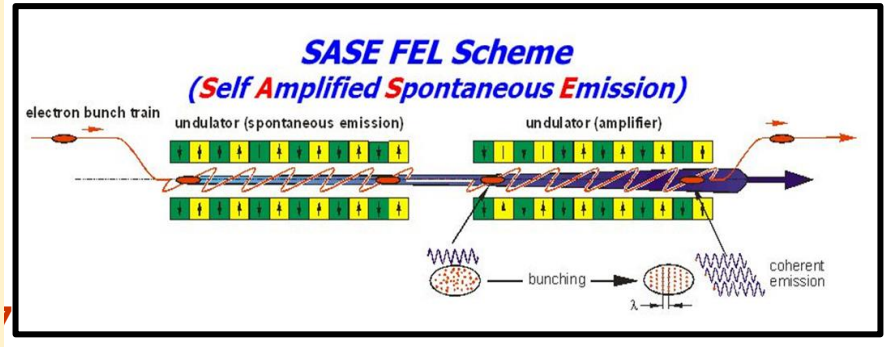


เนื่องจากรังสีเอกซ์ที่ได้เป็นพัลส์ที่แคบระดับเฟมโต (10ยกกำลัง-15) วินาที จึงสามารถ (1) แสดงโครงสร้างทางชีววิทยาเช่นไรโบโซมเป็นต้นโดยไม่ต้องทำเป็นผลึกก่อนและ

(2) Filming chemical reactions:ฉายลำเลเซอร์(flash)เพื่อกระ ตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี จากนั้นลำที่สองจะส่งเข้าไปเป็นช่วงๆเพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลงทุกระยะที่เกิดขึ้นในโมเลกุล(http://www.xfel.eu/)

<u>กระบวนการผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ (FEL : Free Electron Laser) แบบยกระดับความเข้มข้นด้วยตนเอง (SASE: Self Amplified Spontaneous Emission)</u>

1. กระบวนกลุ่มอิเล็กตรอน (electron bunch train) ความเร็วสูงเกือบเท่าความเร็วแสงถูกป้อนเข้าไปยังชุดแม่เหล็กเรียกว่าอันดูเลเตอร์แรกให้อิเล็กตรอนซิกแซกไปมาปลดปล่อยรังสีเอกซ์ (spontaneous emission undulator)
2. เข้าสู่อันดูเลเตอร์ถัดเพื่อให้เกิดยกระดับ (amplifier undulator) ความเข้มโดยกลุ่มอิเล็กตรอนกับรังสีเอกซ์จะมีอันตรกิริยาซึ่งกันและกันทำให้กลุ่มอิเล็กตรอนแบ่งเป็นกลุ่มที่เล็กลงไปอีกและอยู่ห่างกันเท่ากับความยาวคลื่นรังสีเอกซ์ส่งผลให้ให้รังสีเอกซ์ที่ปลดปล่อยออกมาอยู่ในเฟสเดียวกันจึงได้รังสีเอกซ์เข้มข้นหรือก็คือเลเซอร์ของรังสีเอกซ์นั่นเอง



2.ความร่วมมือไบโอเทค-ศูนย์วิจัยโครงสร้างระบบชีววิทยา Center for Structural Systems Biology (CSSB) ปี 2566 (1/2)

สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระ เทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารีเสด็จเยือน CSSB ตั้งอยู่ที่เมืองฮัมบูร์ก ประเทศเยอรมนี เมื่อ 25 มิถุนายน 2562

CSSB Centre for Structural Systems Biology

BIOTEC a member of NSTDA

สร้างคน ข้ามพรมแดน

ดร.อุดม(Biotec) Prof. Kolbe(CSSB)

ตัวอย่างไวรัสแบคทีรีโอฟาจกำจัดแบคทีเรียก่อโรค

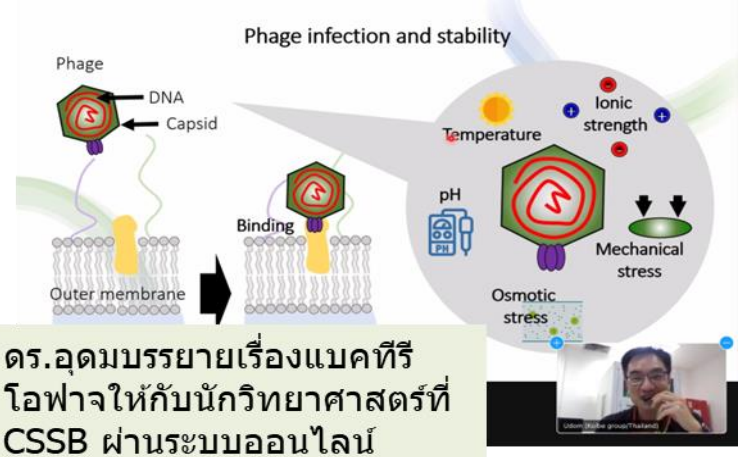
- บริษัท OmniLytics สหรัฐอเมริกามีผลิตภัณฑ์จากแบคทีรีโอฟาจ ชื่อ AgriPhage ใช้ในการควบคุมแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์ในส้ม

ความเป็นมา:

- <u>โพโดไวรัส C22 เป็นไวรัสสายพันธุ์ใหม่ที่ถูก</u> **<u>ค้นพบที่จังหวัดเชียงใหม่</u>** ประเทศไทย ยังไม่มีการศึกษาในเชิงลึกมาก่อน
- คณะผู้วิจัยมุ่งศึกษากลไกที่สร้าง<u>ความคงทนให้กับไวรัสดังกล่าวเพื่อนำไปจับเพื่อกำจัดแบคทีเรียได้นาน</u>

โครงการ Molecular mechanisms of capsid stabilization of novel podoviruses

- **นักวิจัย**:ดร.อุดม แซ่อึ่ง ไบโอเทค สวทช. (ร่วมกับ Prof. Dr. Michael Kolbe, CSSB)
- **วัตถุประสงค์**:
  (1) เพื่อศึกษากลไกการสร้างความคงทนของโพโดไวรัสสายพันธุ์ใหม่
  (2) สร้างองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการประยุกต์ใช้โพโดไวรัสในการควบคุมทางชีววิทยา (biocontrol agent) เชื้อแบคทีเรียราลสโตเนีย โซลานาซีเอรัม (*Ralstonia solanacearum*) ซึ่งก่อโรคในพริกและมะเขือเทศ
- **ความร่วมมือทางงานวิจัย:** ศึกษาโครงสร้างของโพโดไวรัสโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเยือกแข็ง (cryogenic electron microscopy)
- **งบประมาณรวม:** 5,997,700 บาท จาก<u>**หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคนและทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม (บพค.)**</u> กระทรวง อว.
- **ระยะเวลา:** พ.ศ. 2565 – 2567 (3 ปี)



ดร.อุดมบรรยายเรื่องแบคทีรีโอฟาจให้กับนักวิทยาศาสตร์ที่ CSSB ผ่านระบบออนไลน์

2.ความร่วมมือไบโอเทค-CSSB ปี 2566 (2/2)

Prof. Dr. Michael Kolbe เดินทางมาประเทศไทย เพื่อสร้างความร่วมมืองานวิจัยและขยายความร่วมมือกับนักวิจัยในไทย

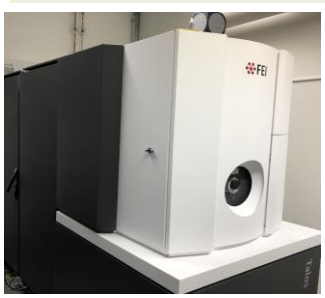
1. การเสนองานร่วมกับดร.อุดม แซ่อึ้ง เรื่อง CSSB-BIOTEC Joint Colloquium: See the world of bacteria and phages through structural biology lenses ครั้งที่1 วันที่ 17-19 พ.ค. 2565 และครั้งที่ 2 วันที่ 4-6 ต.ค. 2565 ณ ไบโอเทค/สวทช.
2. Prof. Kolbe ได้รับเชิญให้มาบรรยายในหัวข้อ "Host Pathogen Interaction: Structural Studies of a Molecular Syringe" ในงาน 40th International Conference of the Microscopy Society of Thailand (MST40) วันที่ 3-5 เมษายน 2566 ณ โรงแรมลองบีชการ์เดน พัทยา

Prof. Kolbe และคณะนักวิจัยที่ไบโอเทค สวทช.

Prof. Kolbe บรรยาย งาน MST40 ณ รร.ลองบีชการ์เดน พัทยา

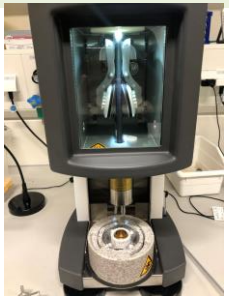
ดร.อุดมเดินทางไปปฏิบัติงานวิจัยที่ CSSB วันที่ 25 พ.ค.- 20 ส.ค. 2565 และวันที่ 28 ส.ค -23 ต.ค. 2566

- เก็บข้อมูลภาพของโพโดไวรัสสายพันธุ์ใหม่โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเยือกแข็ง (cryogenic electron microscopy หรือ cryoEM) ซึ่งใช้ศึกษาไวรัสหลายชนิด เช่นไวรัสเริม ไวรัส HIV เป็นต้น
- ภาพโครงสร้างของไวรัสดังกล่าวแสดงส่วนของหัว (capsid) ซึ่งบรรจุสารพันธุกรรมของไวรัส
- เมื่อสามารถเก็บข้อมูลภาพโครงสร้างดังกล่าวได้เป็นจำนวนมาก ข้อมูลทั้งหมดจะถูกวิเคราะห์และประมวลผลเป็นภาพโครงสร้าง 3 มิติ ซึ่งมีความละเอียดสูงกว่าภาพโครงสร้าง 2 มิติที่ได้ในขั้นแรก
- เทคนิคนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับตัวอย่างอื่นๆ เพื่อให้เข้าใจการทำงานของโครงสร้างนั้นๆ ได้ เช่น ไวรัสอื่นๆ และโปรตีน
- นอกจากนี้ ดร.อุดมได้เริ่มขยายความร่วมมือกับนักวิทยาศาสตร์อื่นๆ ในสถาบัน CSSB และได้บรรยายความรู้ด้านฟาจให้กับนักวิทยาศาสตร์ที่ CSSB ผ่านระบบ Zoom เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2566

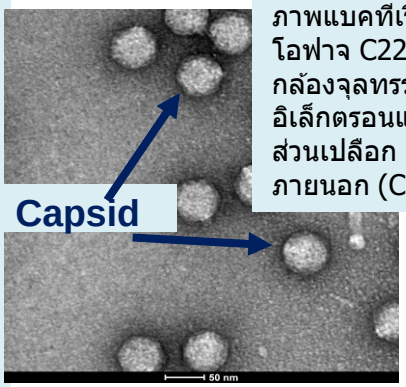


กล้องจุลรรศน์อิเล็กตรอน รุ่น Talos L120 ณ CSSB

กล้องจุลรรศน์อิเล็กตรอน รุ่น Krios ณ CSSB



เครื่อง Vitrobot สำหรับแช่แข็งตัวอย่างแบบอัตโนมัติ ณ CSSB

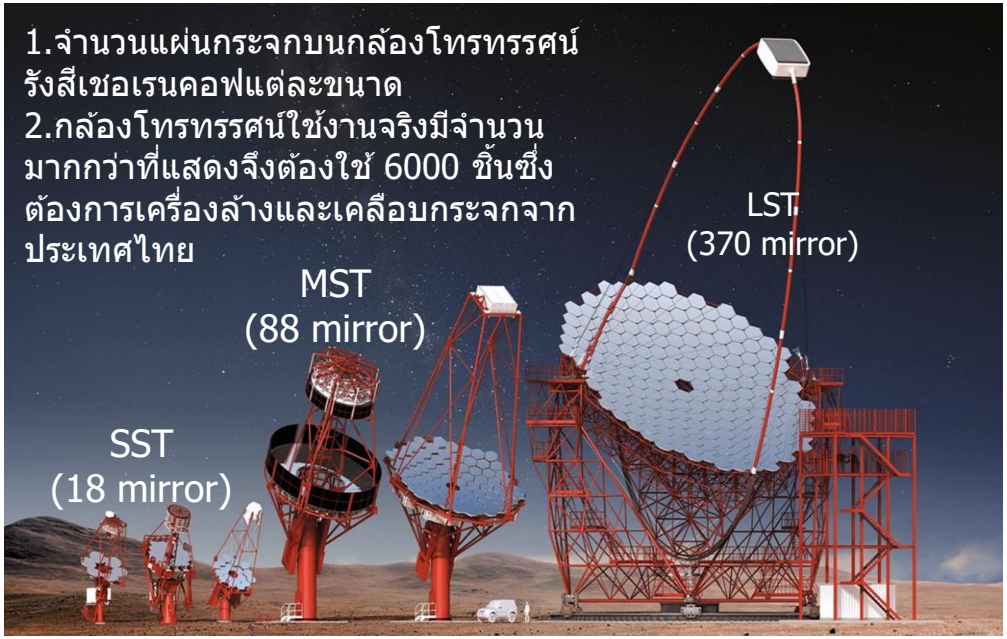


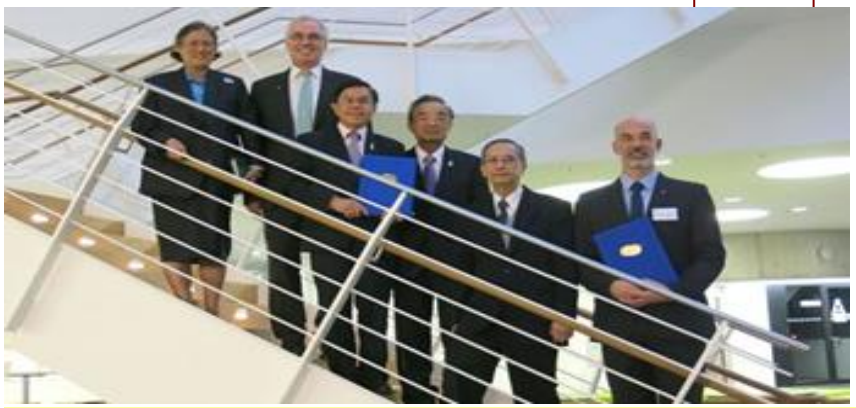
ภาพแบคทีเรียโอฟาจ C22 จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงส่วนเปลือกภายนอก (Capsid)

ระบบภายในกล้องจุลรรศน์อิเล็กตรอน รุ่น Krios ณ CSSB

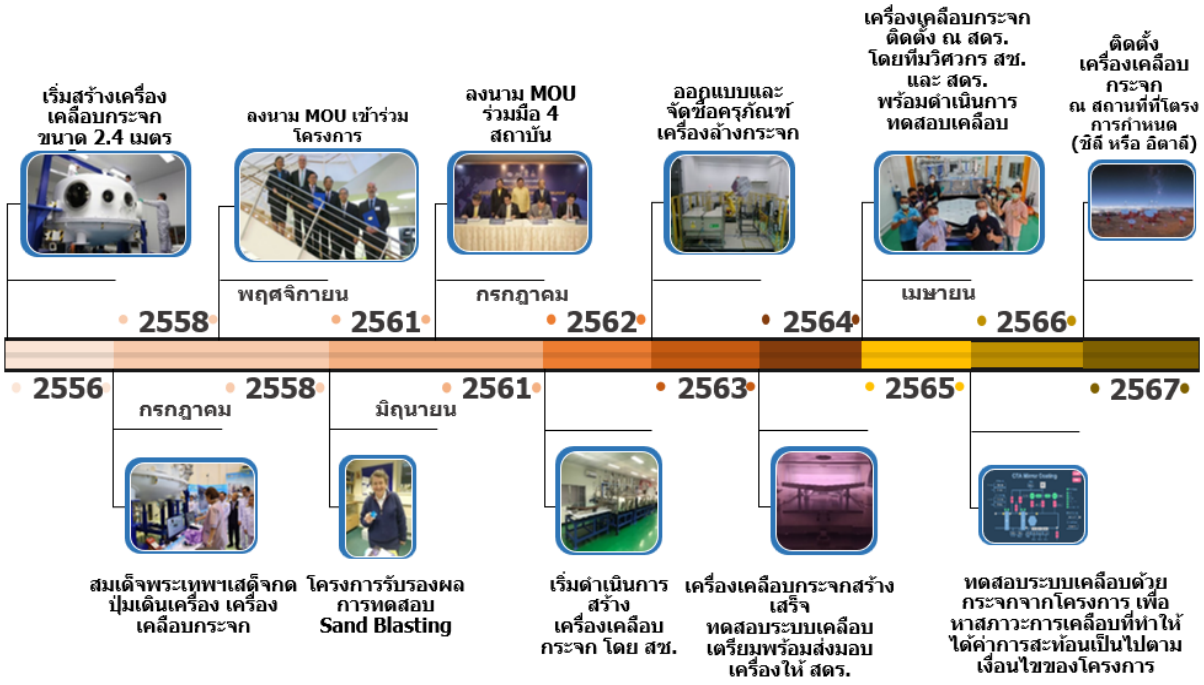
การดำเนินงานในอนาคต: เดินทางไปCSSBในปี 2567 เพื่อเก็บข้อมูลภาพเพิ่มเติม และประมวลผลโครงสร้าง 3 มิติ ของโพโดไวรัส

3.ความก้าวหน้าโครงการ CTA (สดร. สซ. มทส. จุฬา) ในปี 2566 (1/5)





เสด็จเดซีครั้งที่ 3 และการลงนามMoU วันที่ 18 พฤศจิกายน 2558 สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จทรงเป็นประธาน ณ สถาบันเดซีในการลงนาม MoU ระหว่างสถาบันเดซี และสดร. ด้านฟิสิกส์ดาราศาสตร์อนุภาค



Timeline

- ปี 2564 เครื่องล้างและเครื่องเคลือบกระจกสามารถทำได้เสร็จ 100 %
- ปี 2565เครื่องเคลือบกระจกติดตั้งพร้อมทดสอบเคลือบ
- ปี 2566 ทดสอบเคลือบเพื่อหาสภาวะการเคลือบที่ทำให้ได้ค่าการสะท้อนตามเงื่อนไขของโครงการ
- ปี 2567 คาดว่าจะนำไปติดตั้งที่ประเทศชิลี (หรือประเทศอิตาลี ซึ่งเป็นผู้ผลิตกระจก)

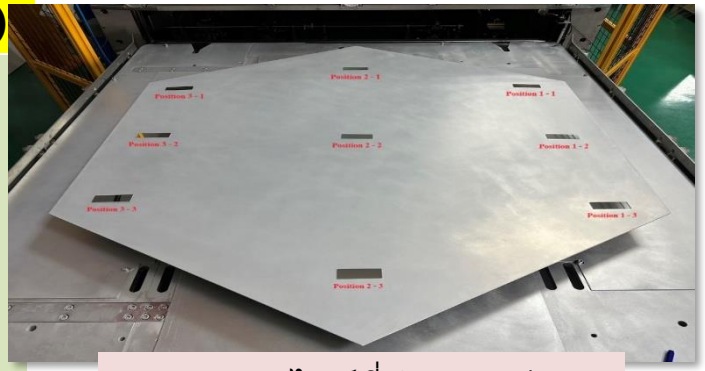
3.ความก้าวหน้าโครงการ CTA (สดร. สซ. มทส. จุฬา) ในปี 2566 (2/5)

- **<u>ในปี2566 ทำการทดสอบความสม่ำเสมอและการวัด%ของการสะท้อนแสงที่ตำแหน่งต่างๆบนแผ่นกระจก</u>**

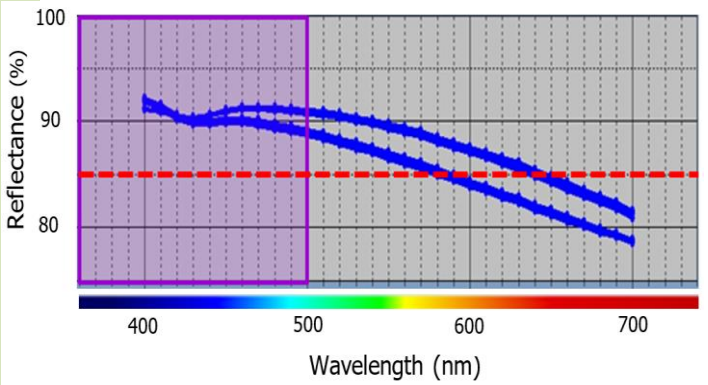
  (1)ทำการทดสอบเคลือบฟิล์มเพื่อหาสภาวะที่ดีที่สุด โดยการเคลือบกระจกสไลด์ 9 ตำแหน่งที่วางบนแผ่นอะลูมิเนียมขนาดเท่ากระจกจริงพบว่าให้ความสม่ำเสมอเท่ากันทุกตำแหน่ง

  (2) ทำการวัดค่าร้อยละของการสะท้อนด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ของกระจกสไลด์ทุกตำแหน่งทดสอบพบว่า
  - -เครื่องเคลือบกระจกสำหรับโครงการ CTA มีประสิทธิภาพที่ดี
  - -ฟิล์มติดแน่น ทดสอบโดยนำเทปติดบนกระจก
  - -มีค่าการสะท้อนแสง ในช่วงความยาวคลื่น 350 – 500 นาโนเมตร มากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขของโครงการ
  - -บางตำแหน่งมีค่าการสะท้อนแสงลดลง (ประมาณ 1-2%) เกิดจากเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้วาล์วของ Turbomolecular Pump ทำให้อัตราการสะสมของฟิล์มต่ำกว่าตำแหน่งอื่นๆ ซึ่งอยู่ระหว่างการดำเนินการแก้ไขปัญหา

- **<u>สิ่งที่จะพัฒนาต่อไป</u>**คือทำให้ได้คุณภาพฟิล์มที่มีความสม่ำเสมอโดยใช้เวลาในการเคลือบน้อยลง (เวลาการเคลือบทั้งกระบวนประมาณ 2 ชั่วโมง)



กระจกสไลด์ที่ 9 ตำแหน่ง



%การสะท้อนวัดเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ของกระจกสไลด์ทั้ง9ตำแหน่ง

<u>สรุปโครงการCTA</u>

1. เครื่องเคลือบและเครื่องล้างกระจกพร้อมที่จะนำไปติดตั้ง ณ ชิลีหรืออิตาลี ซึ่งเป็นสถานที่ที่ทางโครงการ CTA กำหนด
2. โครงการสามารถบริหารงบประมาณและเวลาได้ตามแผน งบประมาณทั้งหมดราว 43 ล้านบาท แบ่งเป็นเครื่องเคลือบกระจก 35 ล้านบาท และเครื่องล้างกระจก 8 ล้านบาท ใช้เวลาทั้งสิ้น 2 ปี 9 เดือน ในการออกแบบและสร้าง
3. มูลค่าของระบบเคลือบและล้างกระจกทั้งหมดที่โครงการ CTA ได้คิดมูลค่าไว้ให้กับประเทศไทยคือ 1.7 ล้านยูโร (โครงการCTAมีมูลค่า 400 ล้านยูโร)
4. ในปี 2567 จะได้ประสานงานกับโครงการ CTA เพื่อที่จะนำกระจกจริงมาทดสอบการเคลือบที่ประเทศไทย และวางแผนในการติดตั้งที่ประเทศชิลีหรืออิตาลี ในลำดับถัดไป

เครื่องล้างกระจก

เครื่องเคลือบกระจก

3.ความก้าวหน้าโครงการ CTA-Dark Matter: สดร. มก. มข. มศว. มหิดล ปี 2566 (3/5)

ผศ.ดร.มณีเนตร เวชกามา(ม.เกษตร)
ผู้ประสานงาน CTA dark matter

1. คณะวิจัย (นักวิจัย 8 คน, ผู้ช่วยนักวิจัย 3 คน, นักศึกษา 10 คน, นักวิจัยความร่วมมือระดับนานาชาติ 6 คน)

ส.วิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน)

1. ดร.อุเทน แสวงวิทย์
2. ดร.ศิรประภา สรรพอาษา

ม.เกษตรศาสตร์

1. ผศ.ดร.มณีเนตร เวชกามา
2. กานต์ เงินแพทย์ (ผู้ช่วยนักวิจัย)
3. กฤตพร บุษราคำ (ผู้ช่วยนักวิจัย)
4. แบรนด์ดอน กานต์ แคนทะเลย์ (นศ. ป.เอก)
5. กฤตย์ เสาวนิช (นศ. ป.โท)
6. แวววรรณ์ แหไธสง (นศ. ป.โท)
7. สุภกิตติ์ วิเวโก (นศ. ป.โท)
8. สหัชบดินทร์ นกไธสง (นศ. ป.ตรี)
9. ชุติกาญจน์ พึ่งพัก (นศ. ป.ตรี)

ม.ขอนแก่น

1. ผศ.ดร. ชาคริต พงษ์กิติวณิชกุล
2. รศ.ดร.ดริศ สามารถ
3. ธเนศ กลางบุรัมย์ (นศ. ป.โท)
4. ธีระเทพ เพียรคำ (นศ. ป.ตรี)

ม.ศรีนครินทรวิโรฒ

1. รศ.ดร.ปฏิภาณ อุทยารัตน์
2. ผศ.ดร.วาสุเทพ หลวงทิพย์
3. น.ส. วรารัตน์ ตรีสุขรัตน์ (นศ. ป.เอก)

ม.มหิดล

1. ผศ.ดร. วฤทธิ์ มิตรธรรมศิริ
2. หาญณรงค์ จันทเลิศ (ผู้ช่วยนักวิจัย)
3. สาริทธิ์ โจปะระ (นศ. ป.ตรี)

ความร่วมมือระดับนานาชาติ

Universidad Autónoma de Madrid (Spain)

1. Dr. Miguel A. Sánchez-Conde
2. Dr. Yago Ascasibar
3. Dr. Alejandra Aguirre-Santaella,

University of Innsbruck (Austria)

1. Manuel Rocamora (นศ. ป.เอก)

University of Erlangen-Nuremberg (Germany)

1. ชัยมงคล ดวงจันทร์ (นศ. ป.โท)

University of Bonn (Germany)

1. จอมพจน์ วงศ์เพชรอักษร (นศ. ป.เอก)

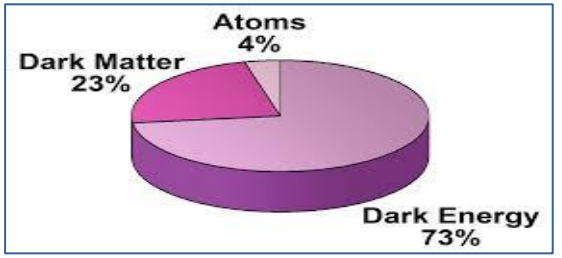
2. จัดงานประชุมเชิงปฏิบัติการ และเชิญผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศมาทำงานร่วมกับนักวิจัยไทย

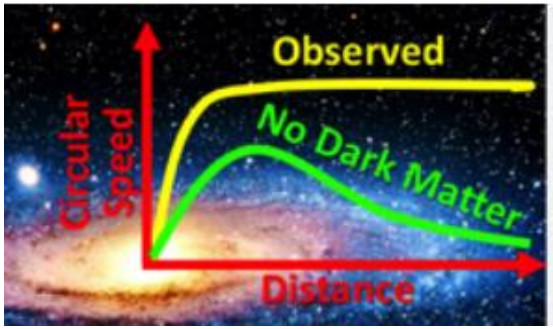
Thai CTA workshop 2023 **ครั้งที่ 1** ณ ม. เกษตร (20-27 ก.ค. 66) และ **ครั้งที่ 2** ณ สดร. (21-24 ส.ค.66) ผู้ร่วมงานแต่ละครั้ง 25 คน

ครั้งที่1:หาโครงการวิจัยใหม่ 2 หัวข้อคือ (i) CTA sensitivity on dark matter velocity-dependent models และ (ii) CTA sensitivity on magnetars as a candidate of Fast Radio Bursts (FRBs) และฝึกใช้โปรแกรม gammapy ซึ่งเป็น software ของ CTA ใช้วิเคราะห์รังสีแกมมา
ครั้งที่2:ทำวิจัยร่วมกันในทั้ง2หัวข้อ

Dr. Miguel A. Sánchez-Conde ทำงานวิจัยร่วมกับนักวิจัยไทย ระหว่าง 20 ก.ค. ถึง 24 ส.ค. 2566

Dr. Miguel เป็นผู้เชี่ยวชาญรังสีแกมมา และเคยเป็นหัวหน้าทีมวิจัยเกี่ยวกับสสารมืดของ CTA Dr. Miguel ได้เข้าร่วม Thai CTA workshop ทั้ง 2 ครั้ง ให้คำปรึกษา และยังได้กล่าวสัมมนา 2 ครั้งที่ ม. เกษตรศาสตร์ และ ที่ สดร.





3.ความก้าวหน้าโครงการ CTA-Dark Matter: สดร. มก. มข. มศว. ม.มหิดล ปี 66 (4/5)

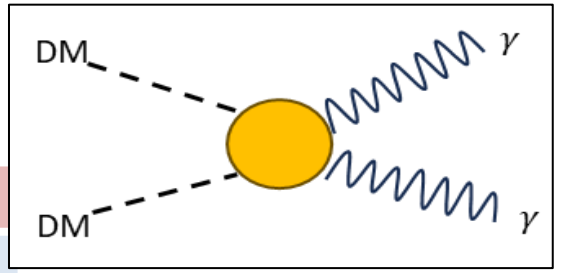
3. งานวิจัย

3.1 CTA sensitivity on dark matter velocity-dependent models

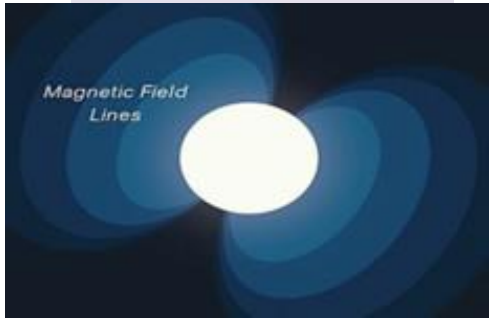
เป้าหมาย:เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ CTA ในการค้นหาสสารมืดแบบที่การประลัยคู่ของสสารมืดขึ้นอยู่กับความเร็วของสสารมืด

- สสารมืดสามารถเกิดการประลัยคู่ (annihilation) ไปเป็นสสารที่เรารู้จักและตรวจวัดได้ เช่น รังสีแกมมา
- การวัดรังสีแกมมาที่มาจากการประลัยคู่ของสสารมืดจึงเป็นวิธิหนึ่งในการศึกษาคุณสมบัติของสสารมืดว่า เป็นอนุภาคชนิดใด และมีมวลเท่าใด
- วิจัยจะทำการศึกษาประสิทธิภาพของ CTA ในการวัดรังสีแกมมาที่มาจากการประลัยคู่ของสสารมืดจากกาแล็กซีและกระจุกกาแล็กซี โดยจะศึกษาตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการประลัยคู่เช่นผลของพาหะของแรง เป็นต้น เพื่อนำไปสู่คำตอบว่า สสารมืดคืออะไร

ความคืบหน้า: เริ่มงานวิจัยในปี 2566 และกำลังเตรียมเสนอโครงการวิจัยต่อ CTA consortium



การประลัยคู่ของสสารมืด ทำให้เกิดรังสีแกมมา

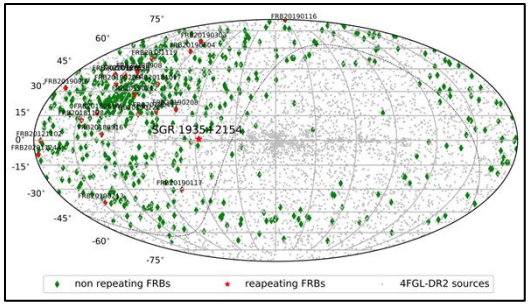


3.2 CTA sensitivity on magnetars as a candidate of Fast Radio Bursts (FRBs)

- **<u>เป้าหมาย</u> เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ CTA ในการวัด magnetar ซึ่งเป็นดาวนิวตรอนสนามแม่เหล็กสูง เพื่อใช้อธิบาย Fast Radio Bursts Fast Radio Bursts (FRBs) หรือการระเบิดแบบฉับพลันของรังสีวิทยุซึ่ง เป็นการระเบิดสั้นๆในช่วงเวลาเพียงมิลลิวินาที และปลดปล่อยคลื่นรังสีวิทยุออกมาก**
- FRB ส่วนใหญ่พบนอกใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก นักดาราศาสตร์ไม่ทราบว่า FRB คือวัตถุชนิดใด!!
- ในปี 2020 มีการตรวจพบการประทุของ magnetar ที่ชื่อว่า SGR J1935+2154 ซึ่งเป็นดาวนิวตรอนที่มีสนามแม่เหล็กสูงในกาแล็กซีทางช้างเผือก โดยสเปกตรัมของ magnetar มีความคล้ายกับ FRB จึงเรียก SGR J1935+2154 ว่า Galactic FRB
- อย่างไรก็ตามไม่มีการตรวจพบสเปกตรัมของ FRB และ magnetar ในย่านรังสีแกมมา แต่พบ FRB เฉพาะในย่านรังสีวิทยุ และพบ magnetar เฉพาะในย่านรังสีวิทยุและรังสีเอ็กซ์เท่านั้น
- สัณนิษฐานว่าที่ไม่พบสเปกตรัมของ FRB และ magnetar ในย่านรังสีแกมมาเป็นเพราะเครื่องวัดรังสีแกมมาในปัจจุบันมีความไว (sensitivity) ไม่สูงพอ หรือระยะเวลาในการระเบิดสั้นมาก
- เนื่องจาก CTA เป็นกล้องรังสีแกมมาที่มีความไวสูง ในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาว่า มีความเป็นไปได้หรือไม่ที่ CTA จะตรวจวัดสเปกตรัมในย่านรังสีแกมมาจาก magnetar ได้ และ magnetar จะเป็นแหล่งกำเนิดของ FRB หรือไม่ เพื่อให้เข้าใจมากขึ้นว่า FRB คืออะไร

ความคืบหน้า: เริ่มงานวิจัยในปี 2566 และกำลังเตรียมเสนอโครงการวิจัยต่อ CTA consortium

- ค้นหาสเปกตรัมของ magnetar ในย่านรังสีแกมมาด้วยการคาดเดาจากสเปกตรัมรังสีเอกซ์ของCTA



แผนที่การค้นพบ Fast Radio Bursts บนท้องฟ้ามากกว่า 200 ดวง มีทั้งแบบที่ระเบิดซ้ำ (repeating FRBs) และไม่ระเบิดซ้ำ (non repeating FRBs) โดยนักดาราศาสตร์ยังไม่ทราบว่า FRBs คืออะไร

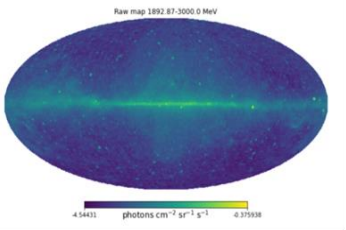
3.ความก้าวหน้าโครงการ CTA-Dark Matter: สดร. มก. มข. มศว. ม.มหิดล ปี 2566 (5/5)

3. งานวิจัย

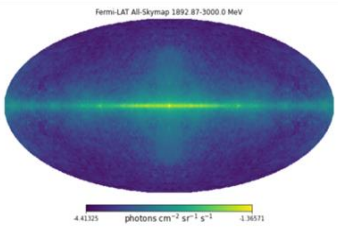
3.3 Multi-Component Modeling of Fermi-LAT Gamma Ray All-Sky Maps

- Fermi-LAT ซึ่งเป็นกล้องอวกาศได้ตรวจพบวัดรังสีแกมมาในในกาแล็กซีทางช้างเผือกย่านพลังงาน 50 MeV ถึง 300 GeV ทั้งสิ้น 20 ย่านพลังงาน
- นักวิจัยไทยสามารถแยกข้อมูลรังสีแกมมาที่ค้นพบนี้เฉพาะส่วนที่สมมาตร แล้วนำส่วนที่สมมาตรนี้มาวิเคราะห์ต่อพบว่าประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ (i)องค์ประกอบที่มาจากสสารมืด (ii)องค์ประกอบที่มาจากพัลซาร์และซุปเปอร์โนวาบนแผ่นจานของกาแล็กซี และ(iii) องค์ประกอบที่มาจาก Fermi Bubble

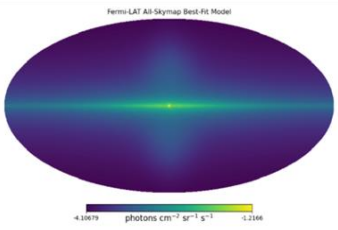
ความคืบหน้า: กำลังเขียนรายงานการค้นพบโดยนักวิจัยไทยนี้เพื่อตีพิมพ์ในวารสาร Journal of Cosmology and Astroparticle Physics



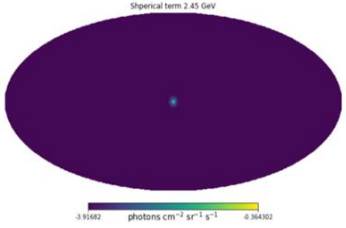
ข้อมูลจริง



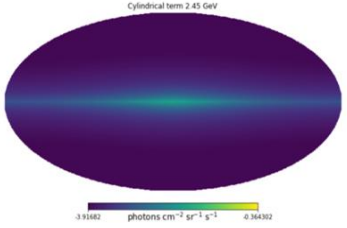
ข้อมูลจริงแบบสมมาตร



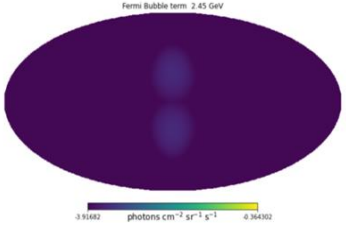
แบบจำลองที่รวม 3 องค์ประกอบ



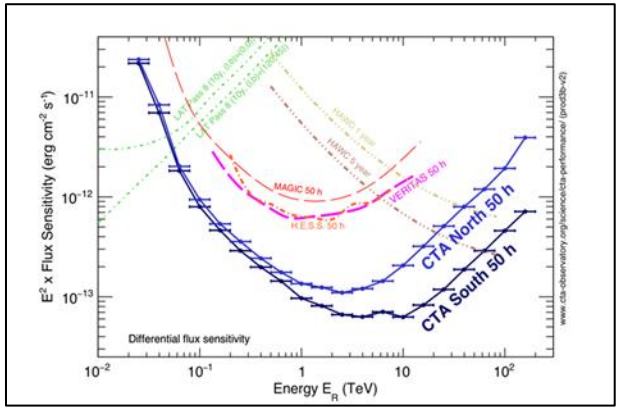
แบบจำลองรังสีแกมที่มาจากสสารมืด



แบบจำลองรังสีแกมมาที่มาจากพัลซาร์และ ซุปเปอร์โนวาบนแผ่นจานของกาแล็กซี



แบบจำลองรังสีแกมมาจาก **Fermi Bubble**



<u>หมายเหตุ</u> CTA มีความไว (sensitivity) ในการวัดสูงกว่ากล้องรังสีแกมมาอื่นๆ จึงอาจช่วยในการค้นหาDark Matter และสเปกตรัมของMagnetar

4. ผลงานวิจัยตีพิมพ์ปี 2566

1. W. Haethaisong, C. Duangchan, M. Wechakama 2023, The relationship between the shape of SPARC rotation curves to the galactic mass model: a chi-square test of independence, *accepted by Journal of Physics: Conference Series*
2. CTA consortium 2023, Prospects for a survey of the Galactic plane with the Cherenkov Telescope Array, *submitted to Journal of Cosmology and Astroparticle Physics;* https://arxiv.org/abs/2310.02828
3. CTA consortium 2023, Prospects for γ-ray observations of the Perseus galaxy cluster with the Cherenkov Telescope Array, *submitted to Journal of Cosmology and Astroparticle Physics;* https://arxiv.org/abs/2309.03712

4.โครงการออกแบบและพัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy, SEM) (สดร. สซ. สทน. มช.และเนคเทค/สวทช) (1/5)

นายอภิชาต เหล็กงาม
(สดร.)ผู้ประสานงาน

1.ความเดิม งบประมาณ นักวิจัยคุณสมบัติแผนเวลาและผลที่จะได้รับ

1.1ความเดิม

โครงการออกแบบและพัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสองกราด ริเริ่มจาก 3 หน่วยงานหลัก คือ สดร. สซ. และ สทน. และต่อมาขยายไปยัง มช.และ เนคเทครวมเป็น 5 หน่วยงานด้วยกัน

1.2 งบประมาณ

ปีงบประมาณ	งบประมาณ (บาท)	รายละเอียด
2564	500,000	▪ งบดำเนินการ
2565	1,000,000	▪ งบดำเนินการ ▪ วัสดุ เช่น power supply, tungsten filament, stainless steel
2566	2,000,000	▪ งบดำเนินการ ▪ วัสดุ เช่น power supply, stainless steel, sensor components, coils,

แต่ละหน่วยงานตั้งงบประมาณของตนเอง

1.4 คุณสมบัติ

Electron gun	Specification
Material	LaB6 or Tungsten
e-gun power supply	200 – 30 kV
e-gun heated	LaB6 -> 2700K
Magnetic lenses	**Specification**
Condenser	Beam dia.: 20-50 um
Objective	Beam dia.: 10 um
Vacuum chamber	**Specification**
Material	Stainless steel
Pressure	10^{-6} torr
Pump speed	TBD
Detector	
Secondary electron (SE)	
Backscatter (BSE)	

1.2 นักวิจัย

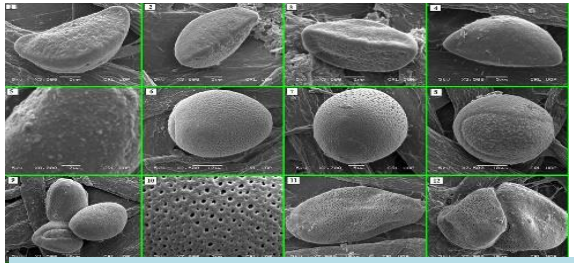
สถาบัน	ผู้ร่วมโครงการ
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ	1. นายอภิชาต เหล็กงาม 2. นายภัทร ชัยสวัสดิ์ 3. นายณัฐรัฐ เทพนารินทร์ 4. นายธนวิชญ ม้าศรี 5. นายพชร การคนซื่อ 6. นายพงศธร จันทร์ดีะ
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน	1. ดร.สุพัฒน์ กลิ่นเขียว 2. นายสำเริง ด่วงนิล 3. ดร.ณรงค์ จันทร์เล็ก 4. ดร.ฐกลวรรธน์ จันทร์วัฒนะ
สถาบันเทคโนโลยีนิวเครียร์แห่งชาติ	1. รศ.ดร.สมศักดิ์ แดงดิ๊บ 2. ดร.วศิน นุถาแปงถา 3. นายธิดิ เรืองศรีสำราญ 4. นายทศวรรษ อุดิลา 5. นายกำธร สายดาราสมุทร
ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	1. ผศ.ดร.สาคร ริมแจ่ม 2. นายเอกชัย กองมนต์ 3. นาย สุพศิน สุกระ 4. นางสาว พิชญาภัค กิติศรี
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็คทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ	1. ดร.รุ่งโรจน์ จินดเมธาสวัสดิ์ 2. Miss. **Chia Jia Yi**

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้อิเล็กตรอนแทนการใช้แสงในการให้เกิดภาพ

1.5 แผนเวลา

- กรกฎาคม 2563 — 1st Advance engineering
- พฤษภาคม 2563 — NARIT, CMU, TINT NECTEC, SLRI เป็นทีมงานร่วมกันออกแบบและพัฒนา
- พฤษภาคม 2564 — ได้รับ SEM ที่ชำรุดแล้วยี่ห้อ JEOL – JSM6400 จาก สซ. และ มทส.
- กันยายน 2564 — เริ่มออกแบบและพัฒนาโครงการ SEM
- เมษายน 2565 — เริ่มสร้างส่วนของ e- gun
- สิงหาคม 2565 — Assembled and Tested
- กันยายน 2566 — ได้ภาพแรกจาก SEM
- มีนาคม 2567 — Scanning Coil and control

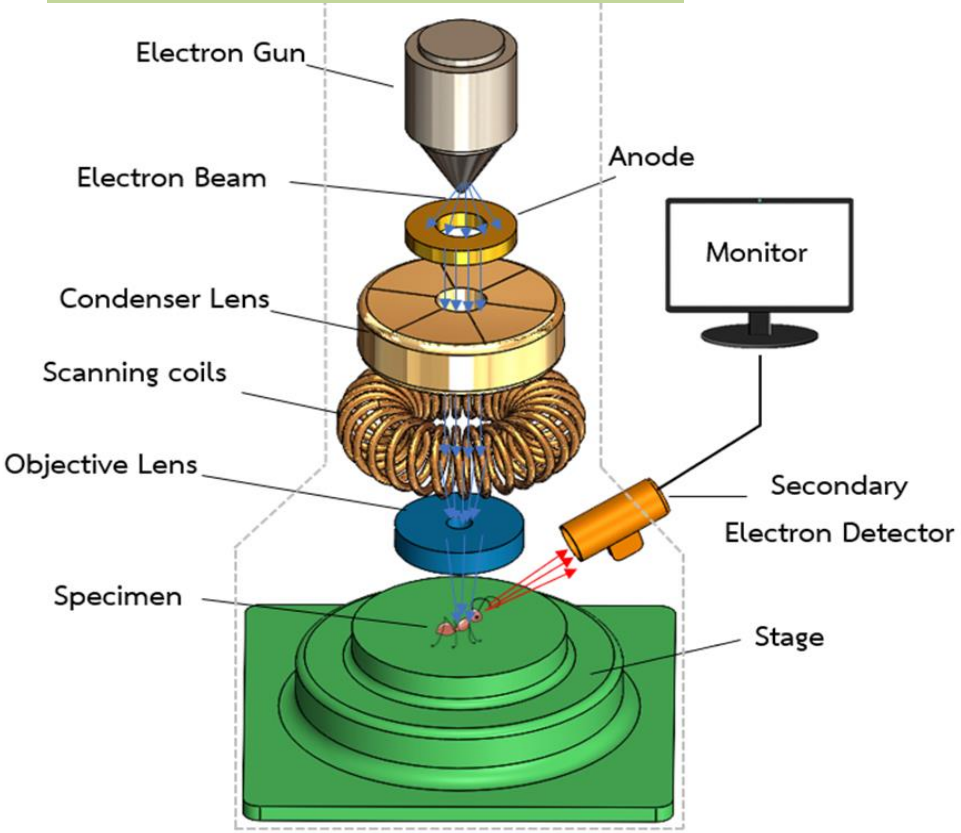


ภาพพื้นผิวของวัตถุจากหน่วยตรวจวัดอิเล็กตรอนทุติยภูมิ

4. ผลการการดำเนินงานSEMปี2564-66(2/5)

พ.ค. 2564:ได้รับมอบ SEM ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM6400 ที่ชำรุดแล้วจาก สซ. และ มทส. เพื่อนำมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาออกแบบ

หลักการทำงานเบื้องต้นของSEM



Electron Gun ผลิตลำอิเล็กตรอน

↓

Anode เร่งลำอิเลกตรอนให้มีพลังงานมากพอ

↓

Condenser lens โฟกัสให้ลำมีขนาดเล็กที่สุด ยิ่งเล็กยิ่งได้กำลังขยายภาพที่สูง

↓

Scanning Coils สแกนลำตามแนวแกน X และ Y ทีละจุดพิกเซล

↓

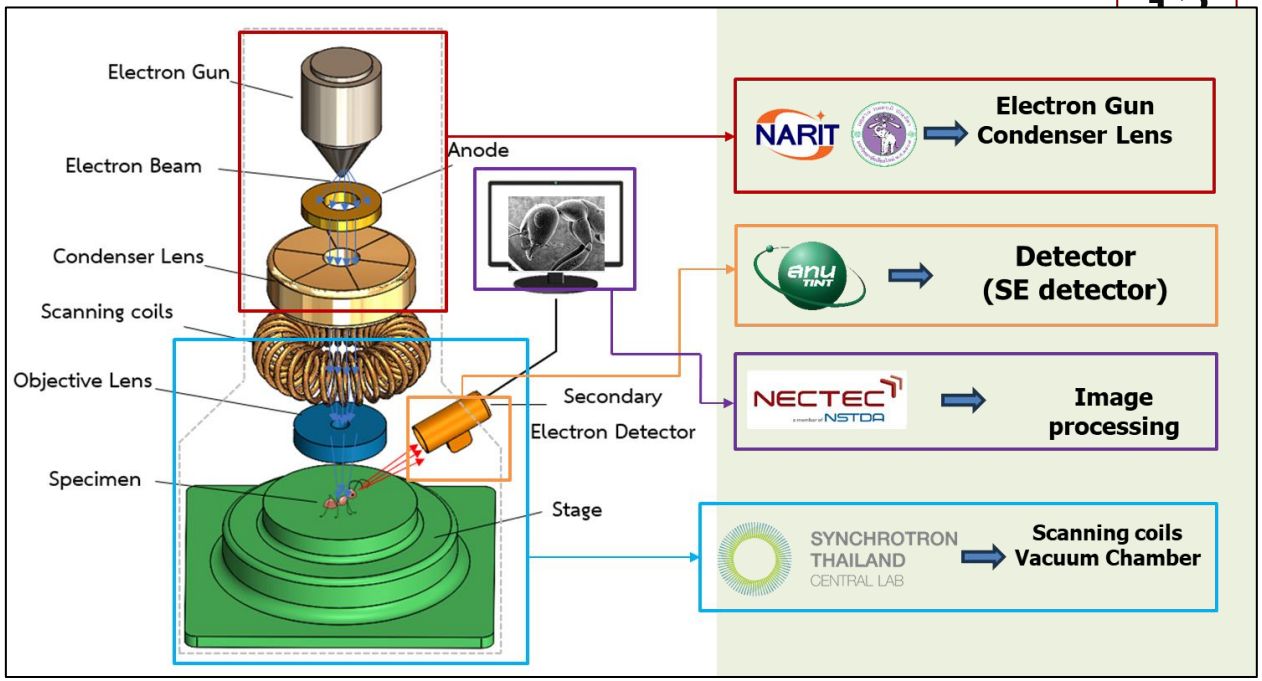
Electron Detector จะวัดค่า Secondary Electron ที่ได้จากการที่ลำอิเล็กตรอนชนกับ Specimen

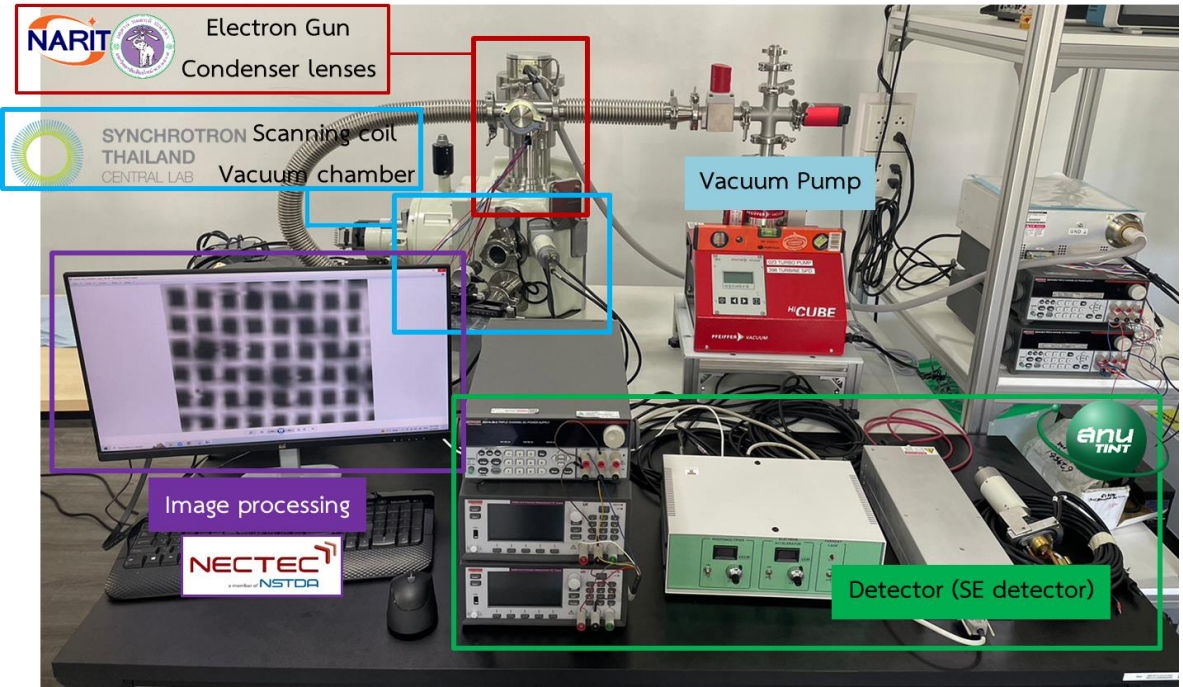
↓

Monitor การ Scan อ่านค่าทีละจุดพิกเซล แล้วนำไปสร้างเป็นภาพแสดงบนจอ Monitor

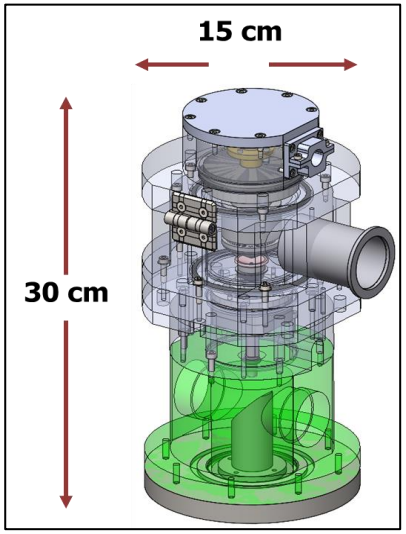
4. ผลการดำเนินงานปีSEM2564-66(3/6) :การแบ่งภารกิจ(3/5)

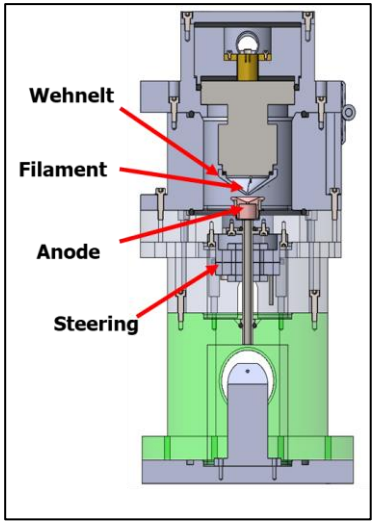
ไดอะแกรมการแบ่งภารกิจของทั้ง 5 หน่วยงาน





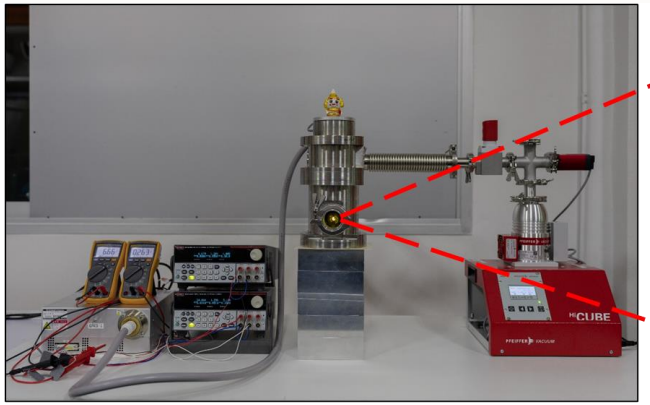
กายภาพของการภารกิจของทั้ง 5 หน่วยงาน

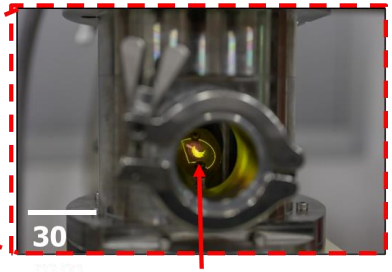




ออกแบบ e-gun Model v1 ด้วยซอฟต์แวร์ SolidWorks

- **ปี 2565:** ออกแบบ e-gun Model V1ด้วยซอฟต์แวร์ SolidWorksและสร้าง e- gun ได้สำเร็จ แต่ electron beam ยังมีขนาดใหญ่ *ไม่สามารถใช้งานได้*
- ต่อมาปรับเป็น e-gun Model V2 ได้ลำเล็กลง เส้นผ่าศูนย์กลางราง 1 mm.*เริ่มใช้ทดสอบได้*

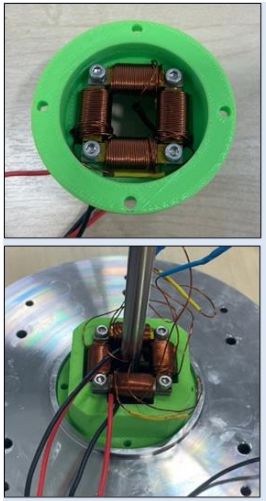




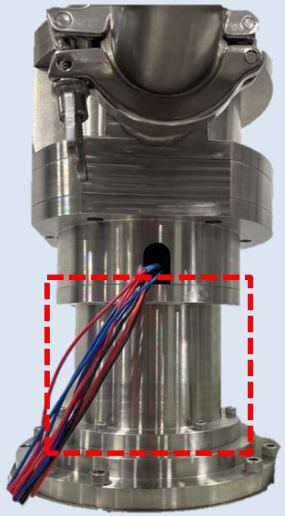
Electron Beam
ขนาดใหญ่เกินไป

e- gun Model V2

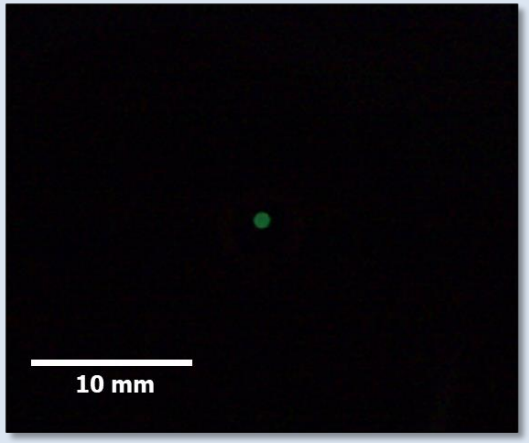
- ใส่ steering และ condenser lens เพื่อทำให้ electron beam มีขนาดเล็กประมาณ 1 มม.
- เพียงพอต่อการใช้งานในการทดสอบเพื่อให้เกิดภาพ จาก 2 nd electron



Steering



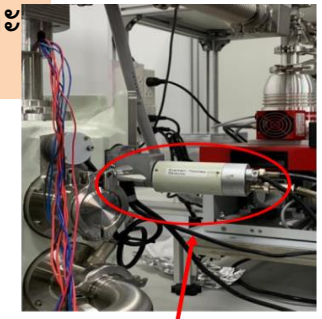
Condenser lens



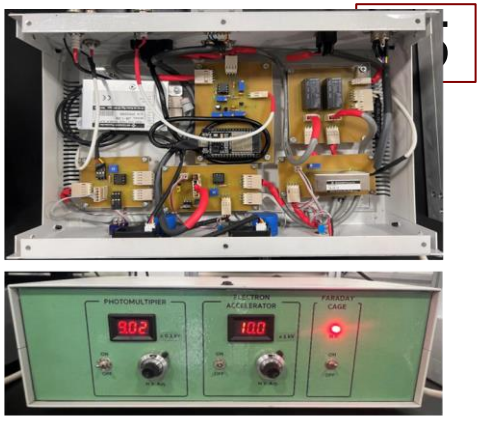
Electron Beam Diameter ≈ 1 mm
เริ่มใช้ทดสอบได้

4.ผลการการดำเนินงานSEMปี2564-66(5/6):สทน.ออก แบบและพัฒนาหน่วยตรวจวัดอิเล็กตรอนทุติยภูมิและวงจรควบคุม(5/5)

- สทน.ออกแบบและพัฒนาส่วนของอิเล็กตรอนทุติยภูมิ(2nd electron)และวงจรควบคุม
- ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอิเล็กตรอนทุติยภูมิมาทำการขยายด้วยหลอดทวีคูณแสง(PMT:Photomultiplier Tube) แล้วจึงนับจำนวนอิเล็กตรอนทุติยภูมิ ที่ได้รับจากตัวอย่าง(specimen) ส่งไปให้ระบบประมวลภาพ(Image processing)สร้างภาพตัวอย่างต่อไป



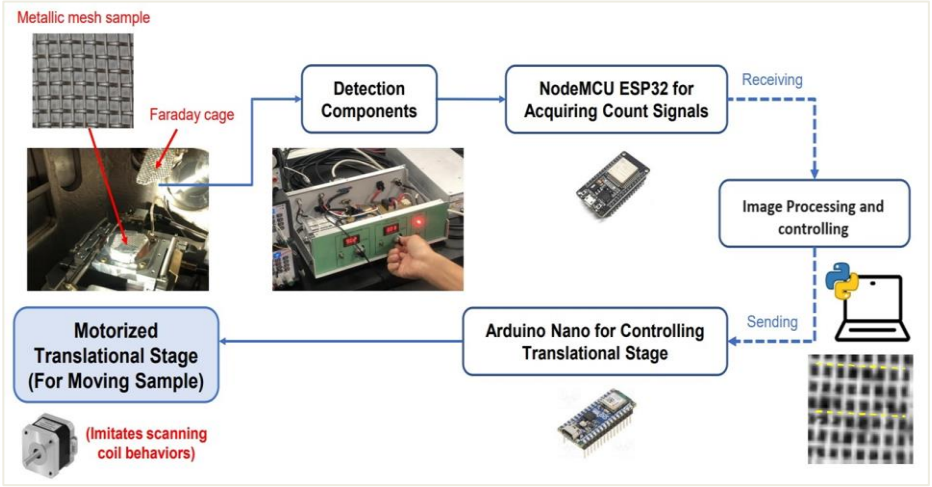
2nd electron detector



วงจรขยายด้วยPMTและนับจำนวน 2nd electron

2.ผลการดำเนินงานSEMปี2564-66(6/6):เนคเทคประมวลผลจากอิเล็กตรอนทุติยภูมิให้เป็นภาพของ

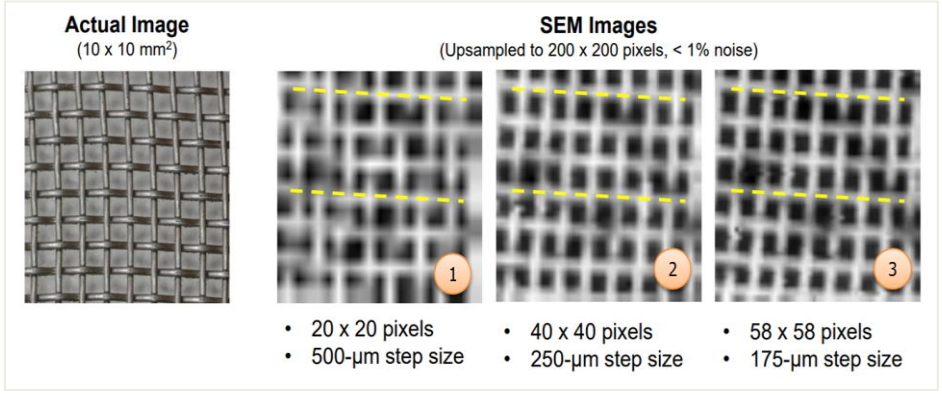
- เนคเทคพัฒนาโปรแกรมภาษา Python ทำการประมวลผลอิเล็กตรอนทุติยภูมิจากหน่วยตรวจวัดแล้วแสดงเป็นภาพ
- ในการทำงานมีหน่วยควบคุมมอเตอร์(stepping motor) เคลื่อนตัวอย่างให้อ่านที่ละพิกเซลได้



- ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ คือตาข่ายเหล็กขนาด mesh 16

ภาพที่ 1: e- beam มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มม. และพลังงานยังไม่เสถียร step size 500 ไมครอน ภาพที่ได้ไม่ชัดเจน

ภาพที่ 2 และ 3: e- beamมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม. และพลังงานมีความเสถียร step size 250 และ 175 ไมครอน ภาพที่ได้มีความชัดเจนมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อ step size มีความถี่มากขึ้น



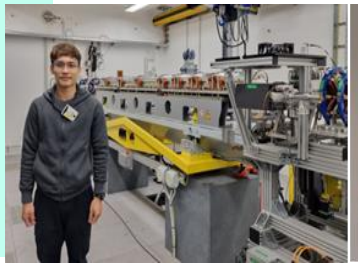
สรุป (1) ทั้ง 5 หน่วยงานสามารถร่วมกันออกแบบและพัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดต้นแบบสำเร็จสามารถได้ 1st image เมื่อกันยายน 2566 ตามเป้าหมาย(2)ต่อไปจะทำการพัฒนาทั้งระบบให้มีประสิทธิภาพทั้งในการถ่ายภาพและการวิเคราะห์ภาพให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

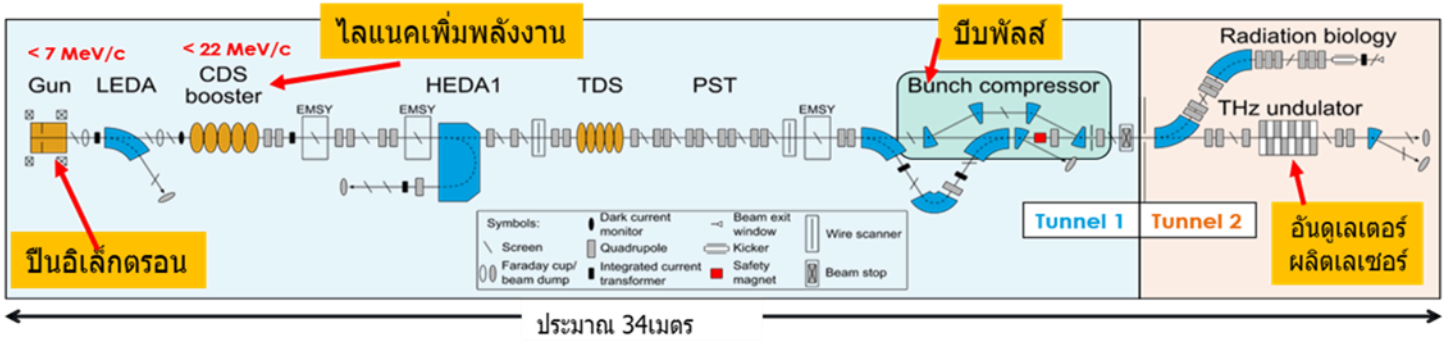
5. ความก้าวหน้าโครงการ PITZ Collaboration/DESY: ม.เชียงใหม่-ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ ปี 2566 (1/3)

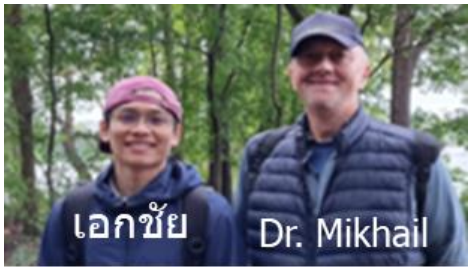
1. ความร่วมมือโครงการ PITZ: พัฒนากำลังคน

1.1 นายเอกชัย กองมนต์ นักศึกษา ป.เอก ฟิสิกส์ประยุกต์ ม. เชียงใหม่

- ร่วมทำวิจัยกับกลุ่ม PITZ ที่สถาบัน วิจัย DESY (6 ตุลาคม 2565 – 30 กันยายน 2566)
- สนับสนุนค่าใช้จ่ายจาก DESY
- ที่ปรึกษาหลัก มช.: ผศ.ดร.สาคร ริมแจ่ม ที่ปรึกษาที่ DESY: Dr. Mikhail Krasilnikov
- หัวข้อวิจัยที่ DESY: **Bunch compressor commissioning studies for THz FEL at PITZ, DESY**







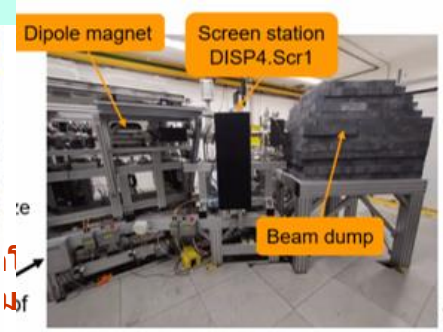
เครื่องผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านเทระเฮิรตซ์ (terahertz free-electron laser; THz FEL) ที่ PITZ

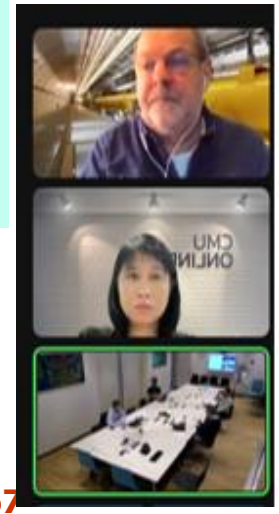
2. ความร่วมมือโครงการ PITZ: การเข้าร่วมประชุม PITZ Collaboration

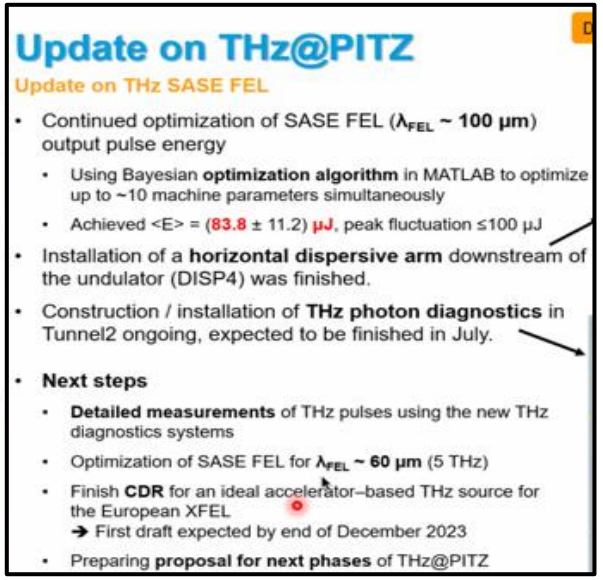
ผศ.ดร.สาคร ริมแจ่ม ร่วมประชุม PITZ Collaboration Meeting (Online) (16 พฤษภาคม 2566)

- ร่วมประชุม PITZ Collaboration Board Meeting
- นำเสนอความก้าวหน้าโครงการ MIR-THz Free Electron Laser at Chiang Mai University

Construction and installation of THz photon diagnostic systems in Tunnel2 are ongoing







5. ความก้าวหน้าโครงการ PITZ Collaboration/DESY: ม.เชียงใหม่-ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ ปี 2566 (2/3)

3. โครงการอิเล็กตรอนเลเซอร์อิสระย่านความถี่อินฟราเรดกลางและเทระเฮิรตซ์ (MIR-THz Free Electron Laser)
ม.เชียงใหม่, ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์, ม.สุรนารี, สดร., เนคเทค, สซ., ม.มหิดล, Kyoto Uni.

3.1 วัตถุประสงค์ :เพื่อพัฒนาสร้างเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนสำหรับผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่าน MIR/THz และสถานีทดลองการวิจัยและประยุกต์ด้าน วัสดุศาสตร์ ชีวโมเลกุล และการเกษตร

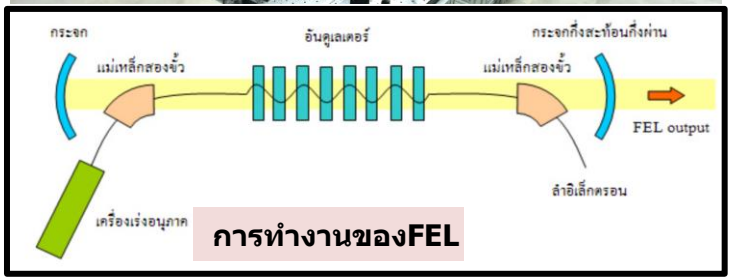
สถาบัน	ผู้ร่วมโครงการ
ม.เชียงใหม่	1. ผศ.ดร.สาคร ริมแจ่ม (PI) 2. รศ.ดร.จิตรลดา ทองใบ 3. ผศ.ดร.จตุพร สายสุด 4. นพดล แข็งแรง 5. รศ.ดร.ปิยรัตน์ นิมมานพิภักดิ์ 6. ผศ.ดร.ภัทรพล ลีธนัชอุดม 7. รศ.ดร.ดวงมณี ว่องรัตนะไพศาล 8. ผศ.ดร.พิพัฒน์ เรือนคำ 9. ผศ.ดร.อัจฉรา ปัญญา เจริญจิตติชัย 10. รศ.ดร.อนุชา วัชระภาสร 11. ดร.กันตภน ดำมินเสก (postdoc) 11. เสาวลักษณ์ หอมนาน (postmaster) 12. พิชญาภัค กิติศรี (postmaster) 13. พิทยา อภิวัฒนกุล (postmaster) 14. ณัฐวัตร คำมาตา (ผู้ช่วยวิจัย)
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์	1. Michael Rhodes 2. รศ.ดร.ยู เหลียงเต้ง 3. วัชนันท์ เรืองกูล

สถาบัน	ผู้ร่วมโครงการ
ม.สุรนารี	1. ดร.มนต์ชัย จิตรวิเศษ
สดร.	1. ดร.ชุติพงศ์ สุวรรณจักร 2. ดร.นหทัย ตนะกุล 3. อภิชาติ เหล็กงาม 4. วัชร ใจกล้า (ผู้ช่วยวิจัย)
เนคเทค	1. ดร.กิตติพงศ์ เกษมสุข 2. Chia Jia Yi 3. ดร.รุ่งโรจน์ จินดเมธาสวัสดิ์ 4. ภัทรกร รัตนวรรณ์
สซ.	1. ดร.ธนะพงษ์ พิมพ์เสน
ม.มหิดล	1. ดร.ยอดชาย จอมพล
รร.กำเนิดวิทย์	1. ดร.อุกฤษ เกเย็น

นศ.	ผู้ร่วมโครงการ
ป.เอก	1. เอกชัย กองมนต์ 2. ปาณัสม์ นันทนาสิทธิ์ 3. สิริวรรณ ปาเคลือ 4. กิตติพงษ์ เดชะแก้ว 5. สุพศิน สุกระ 6. ก้ลยาพร กองมะลิ 7. พรรณทิพย์ ใจแก้ว 8. ไมเคิล อาร์มสตรอง
ป.โท	1. สุรวดี คำมี 2. เกษชฎาภาส รัตนสุภา
ป.ตรี	1. วราลักษณ์ ใจเป็ง

3.2 คณะวิจัย

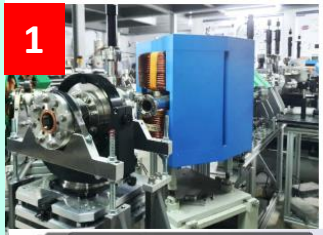
เครื่องเร่งอิเล็กตรอนเลเซอร์อิสระม. เชียงใหม่

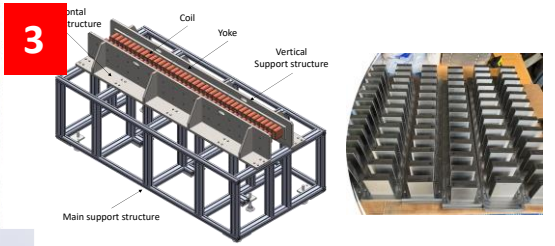


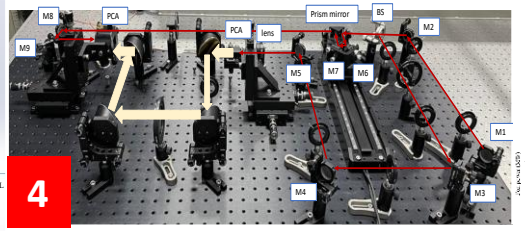
การทำงานของFEL

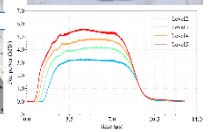
3.3 ผลการดำเนินงานปี พ.ศ.2565-66:

1. ติดตั้งโพรงแสง (Optical cavity) ของหน่วยผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านอินฟราเรดช่วงกลาง (MIR FEL)
2. ออกแบบระบบวัดสมบัติของเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านอินฟราเรดช่วงกลาง
3. สร้างหน่วยผลิตอิเล็กตรอนอิสระย่านเทระเฮิร์ตซ์ (THz-FEL undulator)
4. พัฒนา ออกแบบ และติดตั้งระบบสเปกโตรสโกปีตามเวลาย่านเทร่าเฮิรตซ์ (THz time-domain spectroscopy)
5. เปลี่ยนอุปกรณ์และปรับระบบอาร์เอฟให้สามารถผลิตคลื่นอาร์เอฟที่มีสมบัติเหมาะสม เพื่อใช้ในการเร่งลำอิเล็กตรอน









5. ความก้าวหน้าโครงการ PITZ Collaboration/DESY: ม.เชียงใหม่-ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ ปี 2566 (3/3)

3. โครงการอิเล็กตรอนเลเซอร์อิสระย่านความถี่อินฟราเรดกลางและเทระเฮิรตซ์ (MIR-THz Free Electron Laser)
ม.เชียงใหม่, ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์, ม.สุรนารี, สดร., เนคเทค, สซ., ม.มหิดล, Kyoto Uni.

3.5 แผนเวลา

2568 - 2570

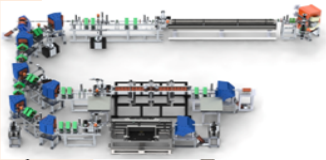
- **เปิดบริการสถานีทดลอง 4 สถานี**
  1. THz time-domain spectroscopy
  2. Pump-probe spectroscopy
  3. สถานีทดลอง THz-FEL
  4. สถานีฉายลำอิเล็กตรอนพัลส์สั้น
- **สร้างสถานีทดลองเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านอินฟราเรดช่วงกลาง**โดยใช้แสงที่ผลิตจากเครื่องเร่งอนุภาค

2567

- ติดตั้งสถานีฉายลำอิเล็กตรอนพัลส์สั้น
- **เปิดบริการสถานีทดลอง THz time-domain spectroscopy**
- **สร้างสถานีทดลอง Pump-probe spectroscopy** โดยใช้แสงจากเครื่องเลเซอร์เครื่องเลเซอร์เฟมโตวินาที
- **สร้างสถานีทดลองเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านเทร่าเฮิรตซ์** โดยใช้แสงที่ผลิตจากเครื่องเร่งอนุภาค

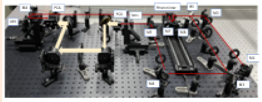
2566

- ติดตั้งเครื่องเร่งอนุภาคพร้อมระบบผลิต MIR/THz FEL แล้วเสร็จ



- สร้าง Astrochemistry chamber

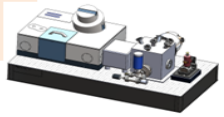
- **สร้างสถานีทดลอง THz time-domain spectroscopy** โดยใช้แสงจากเครื่องเลเซอร์เฟมโตวินาที



2565

- ผลิตลำอิเล็กตรอนพลังงาน 14 MeV

- ออกแบบ Astrochemistry chamber



3.6 ผลงานตีพิมพ์ปี พ.ศ. 2565-2566:

4 papers in ISI (Q1-Q2)	1. Highlight on H-Bond Interaction-Associated Multiple Ion Layer Formation of an Imidazolium-Based Ionic Liquid on a Potential-Bias Surface: Molecular Dynamics Simulations", J. Phys. Chem. C 126 (2022) 20644 -20657 (Q2) 2. DNA Irradiating System with 35-keV Electron Beam", Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B 542 (2023) 242–251 (Q4) 3. Development of an Undulator Magnetic Field Measurement System for the FEL Facility at Chiang-Mai University, Phys. Status Solidi A (2023) 2200398 (Q3) 4. A Discussion on Associating THz Safety with 5G Safety , Phys. Status Solidi A (2022) 2200263 (Q3)
4 papers in Scopus (Q4)	1. Design, construction, and measurement of electromagnetic steering magnet for 25-MeV electron accelerator system", J. Phys.: Conf. Ser. 2431 (2023) 012073 2. Construction and tests of phosphor view screen station for monitoring transverse profile of electron beam at PCELL", J. Phys.: Conf. Ser. 2431 (2023) 012074 3. A computational study of the gas-phase interstellar formose-like reactions", J. Phys.: Conf. Ser. 2431 (2023) 012091. 4. Electron Energy Spectrometer for MIR-THz FEL Light Source at Chiang Mai University", Particles, 2023, 6, 703–712. (ISI Q2 rank by Journal Citation Indicator, Scopus Q4)
Papers from FTIR users (5 paper in Q1): THz-FTIR Spectrometer for perovskite solar cells	

3.7 นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาแล้ว:

ปริญญาตรี	1. ณัฐวัตร คำมาตา (ปี 2566) 2. สุรวดี คำมี (ปี 2566)
ปริญญาโท	1. ไมเคิล อาร์มสตรอง (ปี 2566) 2. พิชญาภัค กิติศรี (ปี 2566) 3. พิทยา อภิวัฒนกุล (ปี 2566) 4. พิชญ์ วงค์คำมูล (ปี 2566)
ปริญญาเอก	1. ณัฐวุฒิ ใจสืบ (ปี 2565)

3.8 ความร่วมมือกับ RIKEN,ญี่ปุ่น

(i) 3-5 เมษายน 65 Dr. Isao Watanabe, สถาบัน RIKEN และคณะจาก J-Park เยี่ยมชมแลกเปลี่ยนความรู้ความร่วมมือ

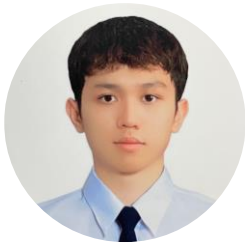
(ii)น.ส.พรรณทิพย์ ใจแก้ว นักศึกษาป.เอก มช. ไปทำวิจัย ที่ RIKEN 3 ปี งบประมาณจาก Inter. Program Associate ใต้ MoU ระหว่าง RIKEN- มช.

6. ผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2566 รุ่นที่ 21 (1/2)

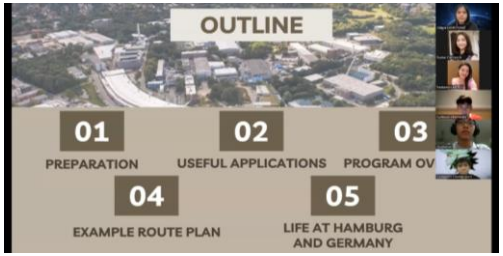
1. นายณัฐวัตร คำมาตา
นักศึกษาปริญญาตรี ปี 4
คณะวิทยาศาสตร์
สาขาฟิสิกส์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. นายเชษฐมาส มโนวรกุล
นักศึกษาปริญญาตรี ปี 3
คณะวิทยาศาสตร์
สาขาฟิสิกส์
มหาวิทยาลัยมหิดล

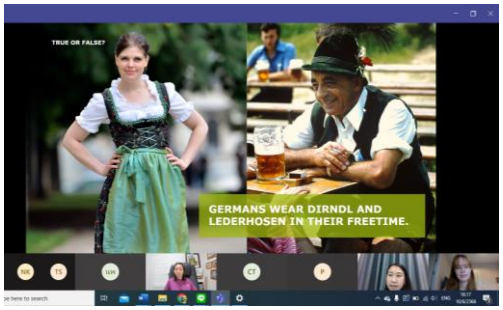
3. นางสาวธัญรดา สุขวิบูลย์
นักศึกษาปริญญาตรี ปี 3
คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวัสดุศาสตร์และวิศวกรรมนาโน
มหาวิทยาลัยมหิดล

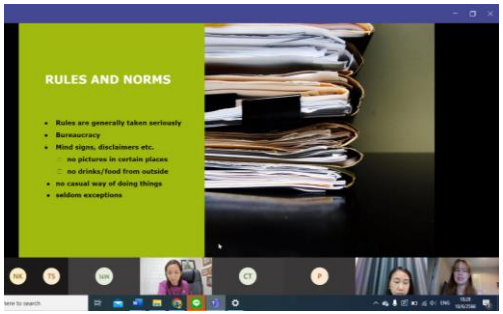


4. นายปัณณวิชญ์ โชคประเสริฐ
นักศึกษาปริญญาตรี ปี 4
คณะวิทยาศาสตร์
สาขาฟิสิกส์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



<u>ก่อนการเดินทาง</u> วันที่ 1 มิถุนายน 2566 สวทช. จัดกิจกรรมเตรียมความพร้อมผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี โดยมีผู้แทนประเทศไทยปี 2566 จำนวน 4 คน และรุ่นพี่โครงการจำนวน 2 คน มาเล่าประสบการณ์เพื่อช่วยในการเตรียมตัวก่อนเดินทางไปทำวิจัย ณ สถาบันเดซี





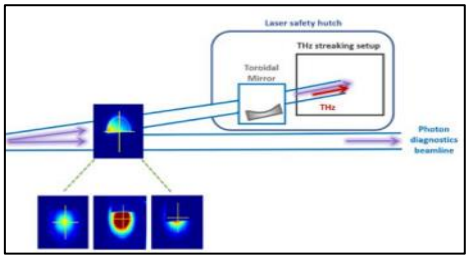
วันเสาร์ ที่ 10 มิถุนายน 2566 สวทช. ร่วมกับสถาบันเกอเธ่ ประเทศไทย (สถาบันด้านวัฒนธรรมของสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี) จัดกิจกรรม Intercultural Seminar – Introduction to Germany เพื่อเตรียมความพร้อมด้านวัฒนธรรมให้กับผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี

6. ผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี 2566 รุ่นที่ 21 (2/2)

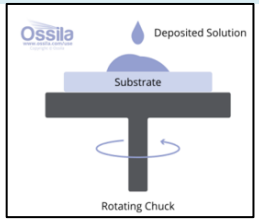
การเข้าร่วมปฏิบัติงานวิจัยภาคฤดูร้อน ณ สถาบันเดซี สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี วันที่ 18 ก.ค.– 7 ก.ย. 2566

วันที่ 5 กันยายน 2566 นักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี 2566 เข้าเยี่ยม Mr. Stefan Krohn กงสุล กิตติมศักดิ์ ไทยนครฮัมบูร์กเพื่อมอบของที่ระลึก

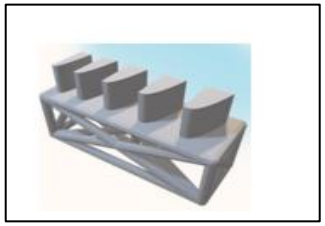
1. นายณัฐวัตร คำมาตา
หัวข้อวิจัย: Analysis of ultra-short XUV FEL pulses
Supervisor: Mahdi Mohammadi Bidhendi and Dr. Stefan Duesterer



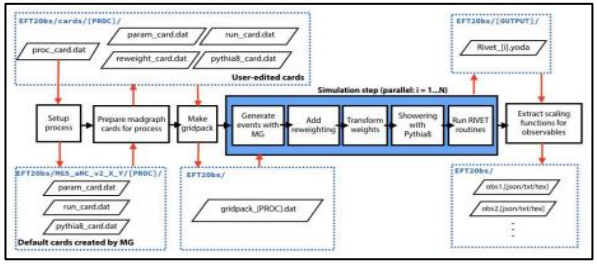
2. นายเชษฐมาส มโนวรกุล
หัวข้อวิจัย: Recyclable Cellulose-Based Solar Cells Using Fully Sprayed All-Layered Material
Supervisor: Shuxian Xiong



3. นางสาวธัญรดา สุขวิบูลย์
หัวข้อวิจัย: X-ray optics through additive manufacturing
Supervisor: Dr. Margarita Zakharova, Jan Lukas Dresselhaus FS-ML, Dr. Saša Bajt's group



4. นายปัณณวิชญ์ โชคประเสริฐ หัวข้อวิจัย: SMEFT Studies for ttH(bb) Channel
Supervisor: Aliya Nigamova, Rainer Mankel
DESY-CMS Group



การรายงานผลการเข้าร่วมโครงการ DESY Summer Student Programme 2023 เมื่อ 12 ธันวาคม 2566

งบประมาณในปี 2566และ67 จำนวน 4 คน 566,600 บาท

- มลูนิธิฯได้รับการสนับสนุนจากบพค.(หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคนและทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาการวิจัยและการสร้างนวัตกรรม)

<u>หลังเข้าร่วมกิจกรรม</u> นักศึกษาโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ได้มารายงานผลการเข้าร่วมปฏิบัติงานวิจัยภาคฤดูร้อนเมื่อวันอังคารที่ 12 ธันวาคม 2566 ออนไลน์ผ่านระบบ Zoom โดยมีคณะกรรมการเข้าร่วมรับฟังและให้ข้อเสนอแนะจำนวน 7 คน

การประชุมคณะกรรมการมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี วันที่ 5 มีนาคม 2567

8. สรุป

1. สถาบันเดซี (DESY: Deutsches Elektronen-Synchrotron หรือ "German Electron Synchrotron") ก่อตั้งเมื่อ 18 ธันวาคม 2502 มีที่ตั้ง 2 แห่ง คือ เมืองฮัมบูร์ก (Hamburg) และเมืองซอยเธน (Zeuthen) ใกล้เบอร์ลิน
2. อุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดของเดซีหรือที่เดซีมีส่วนร่วมในปัจจุบัน ได้แก่
   - PETRA III ผลิตแสงซินโครตรอนรุ่นที่ 3 พลังงาน 6 GeV เส้นรอบวง 2.3 กิโลเมตร
   - อุปกรณ์ FLASH ผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระความยาวคลื่นย่าน 1 นาโนเมตร
   - โครงการ European XFEL เพื่อผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระความยาวคลื่นย่าน 0.1 นาโนเมตร
   - IceCube กล้องโทรทรรศน์ตรวจหานิวตริโนจากอวกาศติดตั้งที่ขั้วโลกใต้
   - Cherenkov Array Telescope (CTA) หมู่กล้องโทรทรรศน์เชอเรนค็อฟตรวจหารังสีแกมมาจากอวกาศ
3. เดซีเป็นผู้ร่วมมืออันดับสองรองจากม.วิสคอน ซิน-เมดิสัน(US)ในความร่วมมือนานาชาติไอซ์คิวบ์ ¼ ของโมดูลหน่วยตรวจวัดของไอซ์คิวบ์ผลิตจากเดซีซอยเธน เดซียังเป็นศูนย์กลางการพัฒนาและผลิตเซนเซอร์ในโครงการขยาย(IceCube Upgrade)ในปัจจุบัน อีกด้วย
4. สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีเสด็จทอดพระเนตร European XFEL, Schenefeld, Schleswig-Holstein, Germany และ CSSBเมื่อ 25 มิถุนายน 2562 (ศูนย์ไบโอเทค/สวทช. ร่วมกับ CSSB จัดทำโครงการ Molecular mechanisms of capsid stabilization of novel podoviruses เพื่อศึกษาโครงสร้างของโพโดไวรัสสายพันธุ์ใหม่) ด้วยงบประมาณเกือบ 6 ล้านบาท ได้รับเมื่อกันยายน 2564 จาก บพค.(หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคน และทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม) กระทรวง อว. ระยะเวลา 3 ปี
5. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้ร่วมมือด้านหมู่กล้องเชอเร็นคอฟเพื่อตรวจวัดรังสีแกมมาเพื่อหาแหล่งกำเนิดของรังสีนี้ สดร.ได้สร้างเครื่องล้างและเคลือบกระจกสำเร็จแล้วกว่า 80%และถวายให้ทรงทอดพระเนตร ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) เมื่อ 10 พ.ย. 2563 คาดว่าจะนำไปติดตั้งที่อิตาลีหรือชิลีในปี 2567
6. โครงการ CTA ช่วยให้คณะนักวิทยาศาสตร์ไทยจาก7-8มหาวิทยาลัย/สถาบันวิจัยได้มีโอกาสเข้าไปวิจัยตาม Key Science Project ระดับสากลที่ศึกษารังสีแกมมาในบริเวณต่างๆ ของเอกภพเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ของเอกภพรวมทั้งการศึกษา Dark Matter ด้วย
7. โครงการออกแบบและพัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy, SEM) ร่วมมือกันระหว่าง สดร. สซ. สทน. มช.และเนคเทค/สวทช ภาพที่ได้มีความชัดเจนมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อ step size มีความถี่มากขึ้น
8. โครงการของไทยที่ม.เชียงใหม่ได้มีความร่วมมือในโครงการ PITZ กลุ่มวิจัยพัฒนาแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนสำหรับ FLASH และ EU-XFEL ของเดซี ปี 2566 มีความก้าวหน้าหลายด้าน เช่น ผู้บริหารระหว่าง 2 หน่วยงานได้ประชุมร่วมกัน มี น.ศ. ปริญญาเอก มช. เดินทางไปวิจัยที่กลุ่มวิจัย PITZ และมีความร่วมมือในโครงการพัฒนา MIR/THz(Mid-Infrared/ Terahertz) Free Electron Lasersที่ม.เชียงใหม่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีความร่วมมือกับ RIKEN,ญี่ปุ่นอีกด้วย
9. ประเทศไทยได้ส่งนักศึกษาโครงการภาคฤดูร้อนนับตั้งแต่ปี 2546 จนถึงปี 2566 รวม 21 รุ่น จำนวน 53 คน (นักศึกษารุ่นที่19 ปี 2564 นั้นไม่ต้องมีการคัดเลือกเพราะจะกราบบังคมทูลขอพระราชานุญาตให้รุ่นที่18 ของปี 2563 ไปแทน)
10. ปี 2567 นั้นมีการคัดเลือกเมื่อวันที่ เมื่อ 28 ธันวาคม 2566 ส่งรายชื่อเบื้องต้นให้เดซีพิจารณาแล้วก่อนที่จะนำขึ้นทูลเกล้าฯทรงเลือกเป็นขั้นตอนสุดท้ายได้ในช้านี้

ประเด็นเสนอที่ประชุม

เพื่อรับทราบผลการดำเนินงาน ปี 2566
และเห็นชอบแผนการดำเนินงานและงบประมาณปี 2567

จบ