๓.๕ โครงการไทย – เดซี ตามพระราชดำริฯ

(ผู้ถวายรายงาน : นายไพรัช ธัชยพงษ์ นายอภิชาต เหล็กงาม และนางสาวมณีเนตร เวชกามา)

๑. ความเป็นมา

สถาบันเดซี (DESY : Deutsches Elektronen-Synchrotron หรือ “German Electron Synchrotron”) ก่อตั้งเมื่อวันที่ ๑๘ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๐๒ มีที่ตั้งอยู่ ณ เมืองฮัมบูร์ก (Hamburg) และเมืองซอยเธน (Zeuthen) สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี สถาบันเดซีเป็นหนึ่งในบรรดาห้องปฏิบัติการชั้นนำของโลกด้านฟิสิกส์ของอนุภาคมูลฐานและงานวิจัยที่ใช้แสงซินโครตรอน มีบุคลากรราว ๓,๐๐๐ คน เป็นนักวิทยาศาสตร์ราว ๑,๓๐๐ คน งบประมาณปีละ ๓๔๙ ล้านยูโร (ราว ๑๒,๖๙๔ ล้านบาท) ซึ่งเป็นงบประมาณ ๓๒๐ ล้านยูโร (ราว ๑๑,๖๓๘ ล้านบาท) สำหรับฮัมบูร์ก และ ๒๙ ล้านยูโร (ราว ๑,๐๕๕ ล้านบาท) สำหรับซอยเธน โดยงบประมาณได้รับจากกระทรวงศึกษาและวิจัยของรัฐบาลกลางเป็นส่วนใหญ่ โดยมี ๑๐% จากรัฐฮัมบูร์กและแบรนเด็นเบิร์ก (https://www.desy.de/about_desy/desy/index_eng.ht)

กิจกรรมและอุปกรณ์ที่สำคัญ

๑) โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี

๒) อุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดของเดซีในปัจจุบันได้แก่

๒.๑) PETRA III ผลิตแสงซินโครตรอน รุ่นที่ ๓ พลังงาน 6 GeV เส้นรอบวง ๒.๓ กิโลเมตร นับว่าทันสมัยและใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งของโลก

๒.๒) FLASH ผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระความยาวคลื่นย่าน ๑ นาโนเมตร

๒.๓) โครงการ European XFEL ผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระความยาวคลื่นย่าน ๐.๑ นาโนเมตร

๒.๔) IceCube กล้องโทรทัศน์ตรวจหานิวตริโนจากอวกาศติดตั้งที่ขั้วโลกใต้

๒.๕) Cherenkov Array Telescope (CTA) หมู่กล้องโทรทัศน์เชอเรนค็อฟตรวจหารังสีแกมมาจากอวกาศ

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

๒. The European X-Ray Laser Project : XFEL

สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินเยือน European XFEL, Schenefeld, Schleswig-Holstein สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี เมื่อวันที่ ๒๕ มิถุนายน ๒๕๖๒ XFEL ผลิตแสงซินโครตรอนแบบเลซอร์ย่านรังสีเอ็กซ์ด้วยเครื่องเร่งอิเล็กตรอนทางตรงราว ๓.๔ กิโลเมตร ในอุโมงค์ใต้ดินลึก ๖ - ๓๘ เมตร และมีสถานีบนพื้นดิน ๓ แห่ง เริ่มต้นจาก Hamburg-Bahrenfeld ไปยัง Schenefeld, Pinneberg district, Schleswig-Holstein และมีพิธีเปิดเป็นทางการเมื่อเดือนกันยายน ๒๐๑๗ (http://xfel.desy.de)

กระบวนการผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ (FEL : Free Electron Laser) แบบยกระดับความเข้มข้นด้วยตนเอง (SASE: Self Amplified Spontaneous Emission) เริ่มจากกระบวนกลุ่มอิเล็กตรอน (electron bunch train) ความเร็วสูงเกือบเท่าความเร็วแสงถูกป้อนเข้าไปยังชุดแม่เหล็กเรียกว่าอันดูเลเตอร์แรกให้อิเล็กตรอนซิกแซกไปมาปลดปล่อยรังสีเอกซ์ (spontaneous emission undulator) จากนั้นเข้าสู่อันดูเลเตอร์เพื่อให้เกิดยกระดับความเข้ม (amplifier undulator) โดยกลุ่มอิเล็กตรอนกับรังสีเอกซ์จะมีอันตรกิริยาซึ่งกันและกัน ทำให้กลุ่มอิเล็กตรอนแบ่งเป็นกลุ่มที่เล็กลงไปอีกและอยู่ห่างกันเท่ากับความยาวคลื่นรังสีเอกซ์ ส่งผลให้ให้รังสีเอกซ์ที่ปลดปล่อยออกมาอยู่ในเฟสเดียวกันจึงได้รังสีเอกซ์เข้มข้นหรือก็คือเลเซอร์ของรังสีเอกซ์นั่นเอง

๓. โครงการ/กิจกรรมที่ดำเนินงาน

๓.๑ ความร่วมมือไบโอเทค-ศูนย์วิจัยโครงสร้างระบบชีววิทยา (CSSB : Center for Structural Systems Biology)

สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินเยือนศูนย์วิจัยโครงสร้างระบบชีววิทยา (CSSB : Center for Structural Systems Biology) CSSB วันที่ ๒๕ มิถุนายน ๒๕๖๒ โดย CSSB ตั้งอยู่ที่เมืองฮัมบูร์ก สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี เป็นความร่วมมือระหว่างสถาบันวิจัย ๖ แห่ง และมหาวิทยาลัย ๓ แห่งได้แก่

๑) Bernhard Nocht Institute for Tropical Medicine (BNITM)
๒) Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)
๓) European Molecular Biology Laboratory (EMBL)
๔) Forschungszentrum Jülich (FZJ)
๕) The Heinrich Pette Institute, Leibniz Institute for Experimental Virology (HPI)
๖) Helmholtz Centre for Infection Research (HZI)
๗) Hannover Medical School (MHH)
๘) Universität Hamburg (UHH)
๙) University Medical Center Hamburg-Eppendorf (UKE)

๓.๑.๑ โครงการความร่วมมือที่ได้ดำเนินการคือ โครงการ Molecular mechanisms of capsid stabilization of novel podoviruses

ความเป็นมา : โพโดไวรัส C22 เป็นไวรัสสายพันธุ์ใหม่ที่ถูกค้นพบที่จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย ยังไม่มีการศึกษาในเชิงลึกมาก่อน คณะผู้วิจัยมุ่งศึกษากลไกที่สร้างความคงทนให้กับไวรัสดังกล่าวเพื่อนำไปจับกับแบคทีเรีย เพื่อกำจัดแบคทีเรียได้นานนักวิจัย : ดร.อุดม แซ่อึ่ง ไบโอเทค สวทช. (ร่วมมือกับ Prof. Dr. Michael Kolbe, CSSB)

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาโครงสร้างของโพโดไวรัสสายพันธุ์ใหม่ และสร้างองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการประยุกต์ใช้โพโดไวรัสในการควบคุมทางชีววิทยา (biocontrol agent) เชื้อแบคทีเรียราลสโตเนีย โซลานาซีเอรัม (Ralstonia solanacearum) ซึ่งก่อโรคในพริกและมะเขือเทศ

ความร่วมมือทางงานวิจัย : ศึกษาโครงสร้างของโพโดไวรัสโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเยือกแข็ง (cryogenic electron microscopy)

ระยะเวลาดำเนินงาน : ๓ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๕ - ๒๕๖๗)

งบประมาณ : ๕,๙๙๗,๗๐๐ บาท โดยได้รับงบประมาณจาก บพค. (หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคนและทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม)

<u>ตัวอย่าง</u>

ไวรัสแบคทีรีโอฟาจกำจัดแบคทีเรียก่อโรค เช่น บริษัท OmniLytics สหรัฐอเมริกามีผลิตภัณฑ์จากแบคทีรีโอฟาจ ชื่อ AgriPhage ใช้ในการควบคุมแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์ในส้ม

๓.๑.๒ ความร่วมมือไบโอเทค - CSSB ในปี ๒๕๖๖

Prof. Dr. Michael Kolbe เดินทางมาประเทศไทย เพื่อสร้างความร่วมมืองานวิจัยและขยายความร่วมมือกับนักวิจัยในไทย

- การเสนองานร่วมกับ ดร.อุดม แซ่อึ่ง เรื่อง CSSB-BIOTEC Joint Colloquium: See the world of bacteria and phages through structural biology lenses ครั้งที่ ๑ วันที่ ๑๗ - ๑๙ พฤษภาคม ๒๕๖๕ และครั้งที่ ๒ วันที่ ๔ - ๖ ตุลาคม ๒๕๖๕ ณ ไบโอเทค/สวทช.

- Prof. Kolbe ได้รับเชิญให้มาบรรยายในหัวข้อ “Host Pathogen Interaction: Structural Studies of a Molecular Syringe” ในงาน 40th International Conference of the Microscopy Society of Thailand (MST40) วันที่ ๓ - ๕ เมษายน ๒๕๖๖ ณ โรงแรมลองบีชการ์เดน พัทยา

ดร.อุดม เดินทางไปปฏิบัติงานวิจัยที่ CSSB วันที่ ๒๕ พฤษภาคม - ๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๕ และวันที่ ๒๘ สิงหาคม – ๒๓ ตุลาคม ๒๕๖๖ โดยมีกิจกรรมดำเนินงาน ดังนี้

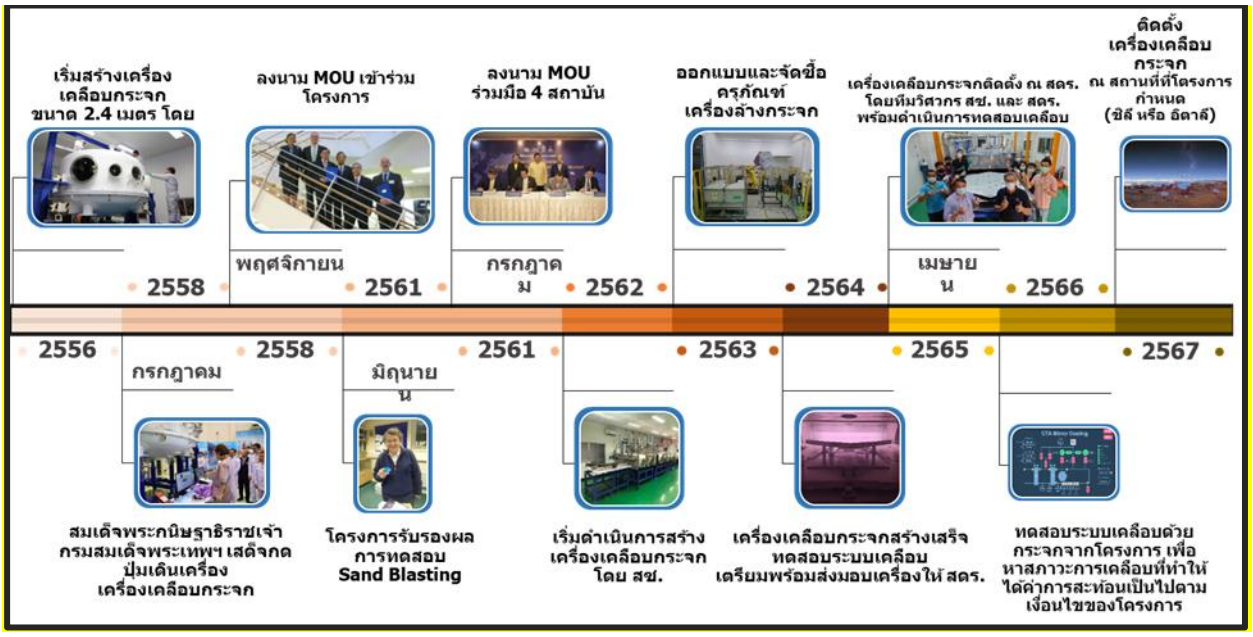
- เก็บข้อมูลภาพของโพโดไวรัสสายพันธุ์ใหม่โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเยือกแข็ง (cryogenic electron microscopy หรือ cryoEM) ซึ่งใช้ศึกษาไวรัสหลายชนิด เช่น ไวรัสเริม ไวรัส HIV เป็นต้น
- ภาพโครงสร้างของไวรัสดังกล่าวแสดงส่วนของหัว (capsid) ซึ่งบรรจุสารพันธุกรรมของไวรัส
- เมื่อสามารถเก็บข้อมูลภาพโครงสร้างดังกล่าวได้เป็นจำนวนมาก ข้อมูลทั้งหมดจะถูกวิเคราะห์และประมวลผลเป็นภาพโครงสร้าง ๓ มิติ ซึ่งมีความละเอียดสูงกว่าภาพโครงสร้าง ๒ มิติที่ได้ในขั้นแรก
- เทคนิคนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับตัวอย่างอื่น ๆ เพื่อให้เข้าใจการทำงานของโครงสร้างนั้น ๆ ได้ เช่น ไวรัสอื่น ๆ และโปรตีน
- นอกจากนี้ ดร.อุดมได้เริ่มขยายความร่วมมือกับนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ในสถาบัน CSSB และได้บรรยายความรู้ด้านฟาจให้กับนักวิทยาศาสตร์ที่ CSSB ผ่านระบบ Zoom เมื่อวันที่ ๒๗ เมษายน ๒๕๖๖
- การดำเนินงานในอนาคต : ดร. อุดม เดินทางไป CSSB ในปี ๒๕๖๗ เพื่อเก็บข้อมูลภาพเพิ่มเติม และประมวลผลโครงสร้าง ๓ มิติ ของโพโดไวรัส

๓.๒ โครงการ CTA (Cherenkov Telescope Array)

เมื่อวันที่ ๑๘ พฤศจิกายน ๒๕๕๘ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินเยือนสถาบันเดซี ครั้งที่ ๓ ได้ทรงเป็นประธานในการลงนามข้อตกลงความร่วมมือ (MoU) ระหว่างสถาบันเดซี และสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ด้านฟิสิกส์ดาราศาสตร์อนุภาค

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์ได้รับการตอบรับเข้าร่วมเป็นสมาชิกโครงการ CTA Observatory ภายใต้ European Research Infrastructure Consortium (ERIC) โดยประเทศไทยได้เสนอการออกแบบและสร้างเครื่องเคลือบและล้างกระจกให้กับโครงการ เพื่อนำไปติดตั้งที่ประเทศชิลี ประเทศไทยได้เข้าร่วมการประชุม ณ กรุงโรม ประเทศอิตาลี จำนวน ๙ ครั้ง ครั้งแรกพฤษภาคม ๒๐๑๘ และล่าสุดมกราคม ๒๐๒๐

โครงการ CTA (Cherenkov Telescope Array) มีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างสถานีศึกษารังสีแกมมาพลังงานสูงขนาดมากกว่า 10 GeV (หรือรังสี Cherenkov) จากนอกโลกเพื่อให้เข้าใจถึงการกำเนิดรังสีคอสมิกและธรรมชาติของอนุภาคที่ถูกเร่งรอบ ๆ หลุมดำ บทบาทสำคัญของประเทศไทยในโครงการนี้คือ (๑) ออกแบบ และสร้างเครื่องเคลือบกระจกและเครื่องล้างกระจกกล้องโทรทรรศน์ CTA สำหรับโครงการ ๒ เครื่อง (๒) ส่งเครื่องเคลือบและล้างกระจกไปติดตั้ง และ (๓) สร้างความร่วมมือด้านการวิจัยฟิสิกส์โดยนักวิจัยและนักศึกษาของไทยสามารถเข้าร่วมงานวิจัยระดับโลกที่มีโอกาสค้นพบหลักฐานหรือทฤษฎีวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ



แผนเวลาการดำเนินงาน

๓.๒.๑ ผลการดำเนินการโครงการ CTA : เครื่องเคลือบกระจก (สดร. สช. มทส. และจุฬาฯ) ปี ๒๕๖๖

ในปี ๒๕๖๖ ทำการทดสอบความสม่ำเสมอและการวัด % ของการสะท้อนแสงที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนแผ่นกระจก

(๑) ทำการทดสอบเคลือบฟิล์มเพื่อหาสภาวะที่ดีที่สุด โดยการเคลือบกระจกสไลด์ ๙ ตำแหน่งที่วางบนแผ่นอะลูมิเนียมขนาดเท่ากระจกจริงพบว่าให้ความสม่ำเสมอเท่ากันทุกตำแหน่ง

(๒) ทำการวัดค่าร้อยละของการสะท้อนด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ของกระจกสไลด์ทุกตำแหน่งทดสอบพบว่า

- เครื่องเคลือบกระจกสำหรับโครงการ CTA มีประสิทธิภาพที่ดี
- ฟิล์มติดแน่น ทดสอบโดยนำเทปติดบนกระจก
- มีค่าการสะท้อนแสง ในช่วงความยาวคลื่น ๓๕๐ – ๕๐๐ นาโนเมตร มากกว่า ๘๕ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขของโครงการ
- บางตำแหน่งมีค่าการสะท้อนแสงลดลง (ประมาณ ๑ - ๒%) เกิดจากเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้วาล์วของ Turbomolecular Pump ทำให้อัตราการสะสมของฟิล์มต่ำกว่าตำแหน่งอื่น ๆ ซึ่งอยู่ระหว่างการดำเนินการแก้ไขปัญหา
- สิ่งที่จะพัฒนาต่อไปคือทำให้ได้คุณภาพฟิล์มที่มีความสม่ำเสมอโดยใช้เวลาในการเคลือบน้อยลง (เวลาการเคลือบทุกขั้นตอนประมาณ ๒ ชั่วโมง)

สรุปโครงการ CTA

(๑) เครื่องเคลือบและเครื่องล้างกระจกพร้อมที่จะนำไปติดตั้ง ณ ชิลีหรืออิตาลี ซึ่งเป็นสถานที่ที่ทางโครงการ CTA กำหนด

(๒) โครงการสามารถบริหารงบประมาณและเวลาได้ตามแผน งบประมาณทั้งหมดราว ๔๓ ล้านบาท แบ่งเป็นเครื่องเคลือบกระจก ๓๕ ล้านบาท และเครื่องล้างกระจก ๘ ล้านบาท ใช้เวลาทั้งสิ้น ๒ ปี ๙ เดือน ในการออกแบบและสร้าง

(๓) มูลค่าของระบบเคลือบและล้างกระจกทั้งหมดที่โครงการ CTA ได้คิดมูลค่าไว้ให้กับประเทศไทยคือ ๑.๗ ล้านยูโร (โครงการ CTA มีมูลค่า ๔๐๐ ล้านยูโร)

(๔) ในปี ๒๕๖๗ จะได้ประสานงานกับโครงการ CTA เพื่อที่จะนำกระจกจริงมาทดสอบการเคลือบที่ประเทศไทย และวางแผนในการติดตั้งที่ประเทศชิลีหรืออิตาลี ในลำดับถัดไป

๓.๒.๒ ผลการดำเนินการโครงการ CTA : วิทยาศาสตร์ของ CTA (สดร. มก. มศว. ม. มหิดล) ปี ๒๕๖๖

<u>คณะนักวิจัย</u> (นักวิจัย จำนวน ๘ คน ผู้ช่วยนักวิจัย ๓ คน นักศึกษา ๑๐ คน นักวิจัยความร่วมมือระดับนานาชาติ ๖ คน)

<u>สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)</u>

(๑) ดร.อุเทน แสวงวิทย์ (นักวิจัย)

(๒) ดร.ศิรประภา สรรพอาษา (นักวิจัย)

<u>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์</u>

(๑) ผศ.ดร. มณีเนตร เวชกามา (นักวิจัย และผู้ประสานงาน CTA dark matter)

(๒) นายกานต์ เงินแพทย์ (ผู้ช่วยนักวิจัย)

(๓) นางสาวกฤตพร บุษราคำ (ผู้ช่วยนักวิจัย)

(๔) แบรนด์ดอน กานต์ แคนทะเลย์ (นศ. ป.เอก)

(๕) นายกฤตย์ เสาวนิช (นศ. ป.โท)

(๖) นางสาวแวววรรณ์ แหไธสง (นศ. ป.โท)

(๗) นายสุภกิตติ์ วิเวโก (นศ. ป.โท)

(๘) นายสหัชบดินทร์ นกไธสง (นศ. ป.ตรี)

(๙) นางสาวชุติกาญจน์ พึ่งพัก (นศ. ป.ตรี)

<u>มหาวิทยาลัยขอนแก่น</u>

(๑) ผศ.ดร. ชาคริต พงษ์กิติวณิชกุล (นักวิจัย)

(๒) รศ.ดร.ดริศ สามารถ (นักวิจัย)

(๓) นายธเนศ กลางบุรัมย์ (นศ. ป.โท)

(๔) นายธีระเทพ เพียรคำ (นศ. ป.ตรี)

<u>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ</u>

(๑) รศ.ดร.ปฏิภาณ อุทยารัตน์ (นักวิจัย)

(๒) ผศ.ดร.วาสุเทพ หลวงทิพย์ (นักวิจัย)

(๓) นางสาววรารัตน์ ตรีสุขรัตน์ (นศ. ป.เอก)

<u>มหาวิทยาลัยมหิดล</u>

(๑) ผศ.ดร.วฤทธิ์ มิตรธรรมศิริ (นักวิจัย)

(๒) นายหาญณรงค์ จันทเลิศ (ผู้ช่วยนักวิจัย)

(๓) นายสาริทธิ์ โจปะระ (นศ. ป.ตรี)

<u>ความร่วมมือระดับนานาชาติ</u>

Universidad Autónoma de Madrid (Spain)

(๑) Dr. Miguel A. Sánchez-Conde
(๒) Dr. Yago Ascasibar
(๓) Dr. Alejandra Aguirre-Santaella

University of Innsbruck (Austria)

(๑) Manuel Rocamora (นศ. ป.เอก)

University of Erlangen-Nuremberg (Germany)

(๑) นายชัยมงคล ดวงจันทร์ (นศ. ป.โท)

University of Bonn (Germany)

(๑) นายจอมพจน์ วงศ์เพชรอักษร (นศ. ป.เอก)

<u>จัดงานประชุมเชิงปฏิบัติการ และเชิญผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศมาทำงานร่วมกับนักวิจัยไทย</u>

(๑) Thai CTA workshop ๒๐๒๓ จำนวน ๒ ครั้ง

- ครั้งที่ ๑ ณ ม. เกษตรศาสตร์ (วันที่ ๒๐ - ๒๗ กรกฎาคม ๒๕๖๖) ผู้ร่วมงาน ๒๕ คน
  วัตถุประสงค์เพื่อหาโครงการวิจัยใหม่ ๒ 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
- ครั้งที่ ๒ ณ สดร. (วันที่ ๒๑ - ๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๖) ผู้ร่วมงาน ๒๕ คน
  วัตถุประสงค์เพื่อทำวิจัยร่วมกันในทั้ง ๒ หัวข้อ

(๒) Dr. Miguel A. Sánchez-Conde ทำงานวิจัยร่วมกับนักวิจัยไทย (วันที่ ๒๐ กรกฎาคม - ๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๖) Dr. Miguel เป็นผู้เชี่ยวชาญรังสีแกมมา และเคยเป็นหัวหน้าทีมวิจัยเกี่ยวกับสสารมืดของ CTA Dr. Miguel ได้เข้าร่วม Thai CTA workshop ทั้ง ๒ ครั้ง ให้คำปรึกษา และยังได้กล่าวสัมมนาทั้ง ๒ ครั้ง

<u>งานวิจัย</u>

(๑) CTA sensitivity on dark matter velocity-dependent models

เป้าหมาย : เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ CTA ในการค้นหาสสารมืดแบบที่การประลัยคู่ของสสารมืดขึ้นอยู่กับความเร็วของสสารมืด

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

ความคืบหน้า : เริ่มงานวิจัยในปี ๒๕๖๖ และกำลังเตรียมเสนอโครงการวิจัยต่อ CTA consortium ในต่างประเทศต่อไป

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

เป้าหมาย : เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ CTA ในการวัด magnetar ซึ่งเป็นดาวนิวตรอนสนามแม่เหล็กสูง เพื่อใช้อธิบาย Fast Radio Bursts Fast Radio Bursts (FRBs) หรือการระเบิดแบบฉับพลันของรังสีวิทยุ ซึ่งเป็นการระเบิดสั้นๆในช่วงเวลาเพียงมิลลิวินาที และปลดปล่อยคลื่นรังสีวิทยุออกมาก

- FRB ส่วนใหญ่พบนอกใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก นักดาราศาสตร์ไม่ทราบว่า FRB คือวัตถุชนิดใด
- ในปี ๒๐๒๐ 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 ๒๕๖๖ และกำลังเตรียมเสนอโครงการวิจัยต่อ CTA consortium ในต่างประเทศต่อไป

(๓) Multi - Component Modeling of Fermi-LAT Gamma Ray All-Sky Maps

- Fermi - LAT ซึ่งเป็นกล้องอวกาศได้ตรวจพบวัดรังสีแกมมาในในกาแล็กซีทางช้างเผือกย่านพลังงาน 50 MeV ถึง 300 GeV ทั้งสิ้น ๒๐ ย่านพลังงาน
- นักวิจัยไทยสามารถแยกข้อมูลรังสีแกมมาที่ค้นพบนี้เฉพาะส่วนที่สมมาตร แล้วนำส่วนที่สมมาตรนี้มาวิเคราะห์ต่อพบว่า ประกอบด้วย ๓ องค์ประกอบคือ (i) องค์ประกอบที่มาจากสสารมืด (ii) องค์ประกอบที่มาจากพัลซาร์และซุปเปอร์โนวาบนแผ่นจานของกาแล็กซี และ (iii) องค์ประกอบที่มาจาก Fermi Bubble

ความคืบหน้า : กำลังเขียนรายงานการค้นพบโดยนักวิจัยไทยนี้เพื่อตีพิมพ์ในวารสาร Journal of Cosmology and Astroparticle Physics

<u>ผลงานวิจัยตีพิมพ์ปี ๒๕๖๖</u>

- 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*
- 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*
- 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*

๓.๓ โครงการออกแบบและพัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy, SEM)

๓.๓.๑ ความเดิม งบประมาณ นักวิจัยคุณสมบัติแผนเวลาและผลที่จะได้รับ

๓.๓.๑.๑ ความเดิม

โครงการออกแบบและพัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด ริเริ่มจาก ๓ หน่วยงานหลัก คือ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (สดร.) สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (สซ.) และสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (สทน.) และต่อมาขยายไปยัง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (มช.) และ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) รวมเป็น ๕ หน่วยงาน ด้วยกัน มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความก้าวหน้าในการออกแบบและพัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด SEM ในประเทศไทย

๓.๓.๑.๒ งบประมาณ : ปี ๒๕๖๔ จำนวน ๕๐๐,๐๐๐ บาท ปี ๒๕๖๕ จำนวน ๑,๐๐๐,๐๐๐ บาท และ ปี ๒๕๖๖ จำนวน ๒,๐๐๐,๐๐๐ บาท (แต่ละหน่วยงานตั้งงบประมาณของตนเอง)

๓.๓.๑.๓ นักวิจัยในโครงการฯ

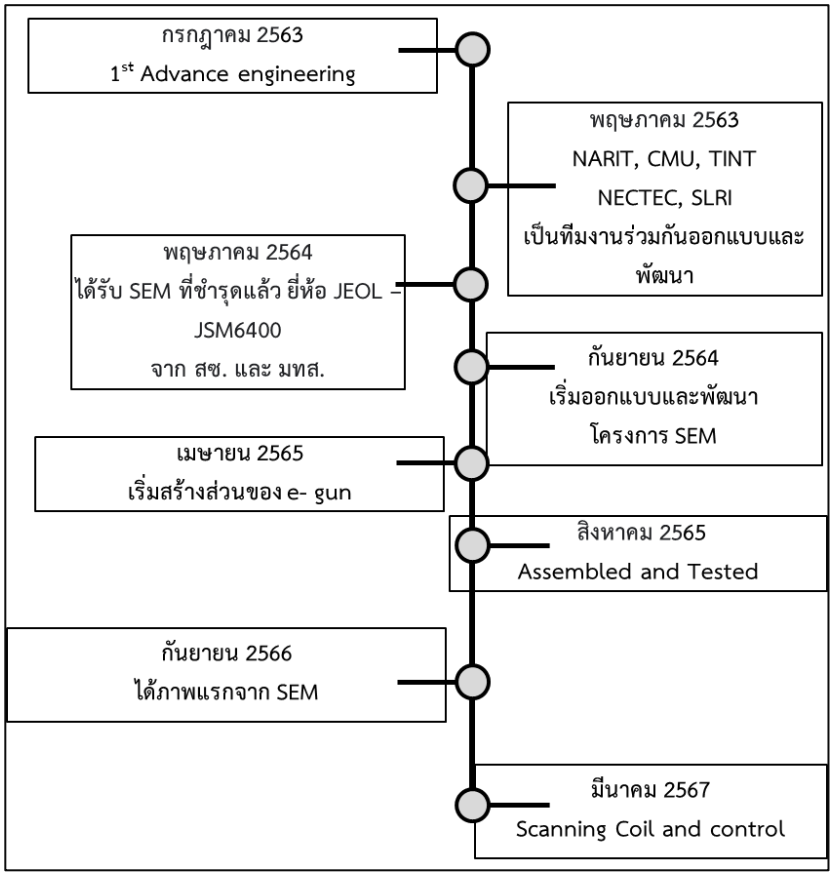
สถาบัน	ผู้ร่วมโครงการ
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ	[๑] นายอภิชาต เหล็กงาม (ผู้ประสานงาน) [๒] นายภัทร ชัยสวัสดิ์ [๓] นายณัฐรัฐ เทพนารินทร์ [๔] นายธนวิชญ ม้าศรี
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน	[๑] ดร.สุพัฒน์ กลิ่นเขียว [๒] นายสำเริง ด้วงนิล [๓] ดร.ณรงค์ จันทร์เล็ก [๔] ดร.ฐกลวรรธน์ จันทร์วัฒนะ

สถาบัน	ผู้ร่วมโครงการ
สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ	[๑] รศ.ดร.สมศักดิ์ แดงติ๊บ [๒] นายวศิน นุถาแปงถา [๓] นายธิติ เรืองศรีสำราญ
ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	[๑] ผศ.ดร.สาคร ริมแจ่ม [๒] นายเอกชัย กองมนต์ [๓] นายสุพศิน สุกระ [๔] นางสาวพิชญาภัค กิติศรี
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และ คอมพิวเตอร์แห่งชาติ	[๑] ดร.รุ่งโรจน์ จินตเมธาสวัสดิ์ [๒] Miss. Chia Jia Yi

๓.๓.๑.๔ 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)	

๓.๓.๑.๕ แผนเวลาการดำเนินงาน

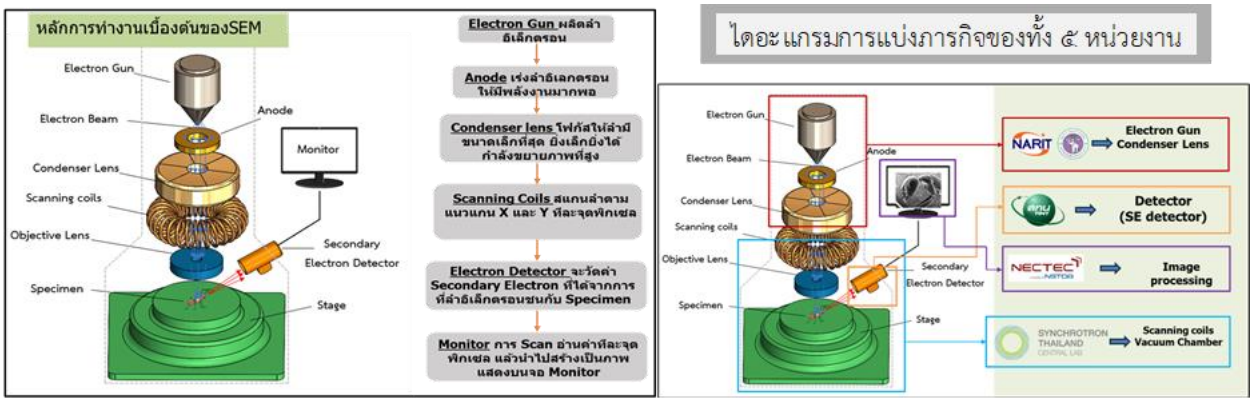


๓.๓.๑.๖ ผลที่คาดว่าจะได้รับ

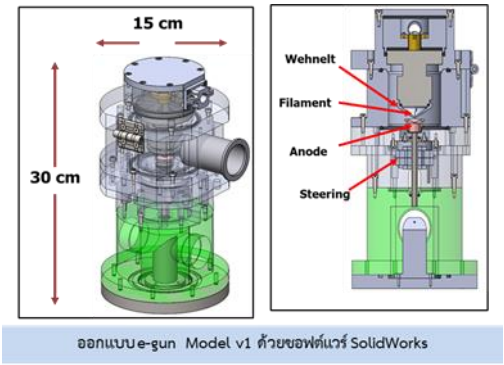
กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้อิเล็กตรอนแทนการใช้แสงในการให้เกิดภาพ

ผลการการดำเนินงาน SEM ปี ๒๕๖๔ - ๒๕๖๖

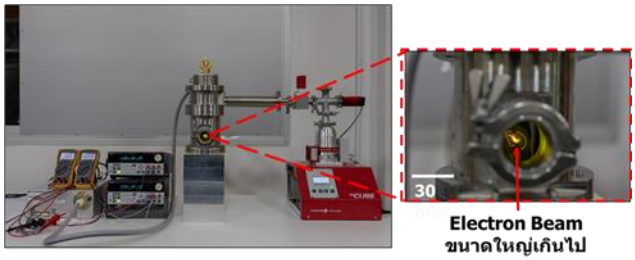
ปี ๒๕๖๔ : ได้รับมอบ SEM ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM6400 ที่ชำรุดแล้วจาก สซ. และ มทส. เพื่อนำมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาออกแบบ

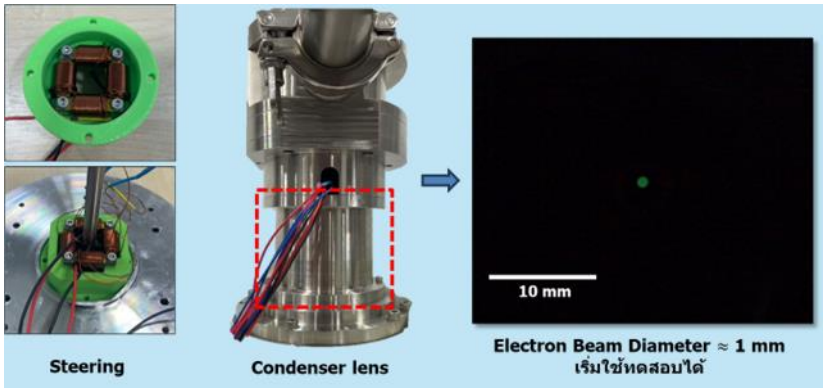


ปี ๒๕๖๕ : ออกแบบ e-gun Model V1 ด้วยซอฟต์แวร์ SolidWorks และสร้าง e-gun ได้สำเร็จ แต่ electron beam ยังมีขนาดใหญ่ ไม่สามารถใช้งานได้ ต่อมาปรับเป็น e-gun Model V2 ได้ลำเล็กลงเส้นผ่าศูนย์กลางราง 1 mm. เริ่มใช้ทดสอบได้



ออกแบบ e-gun Model v1 ด้วยซอฟต์แวร์ SolidWorks





e-gun Model V2

ใส่ steering และ condenser lens เพื่อทำให้ electron beam มีขนาดเล็กประมาณ ๑ มม. เพียงพอต่อการใช้งานในการทดสอบเพื่อให้เกิดภาพ จาก 2nd electron

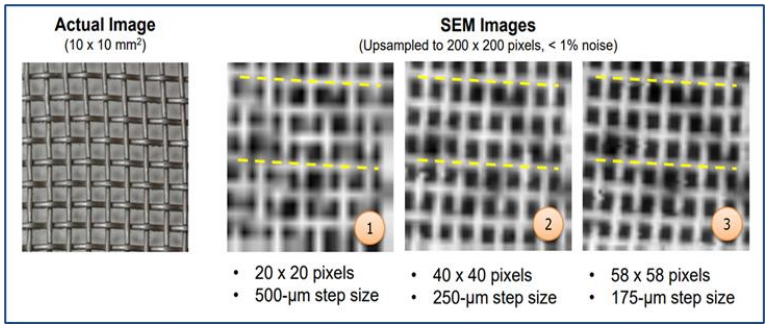
สทน.ออกแบบและพัฒนาส่วนของอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (2nd electron) และวงจรควบคุม

เพื่อทำหน้าที่รับสัญญาณจากอิเล็กตรอนทุติยภูมิมาทำการขยายด้วยหลอดทวีคูณแสง (PMT : Photomultiplier Tube) แล้วจึงนับจำนวนอิเล็กตรอนทุติยภูมิ ที่ได้รับจากตัวอย่าง (specimen) ส่งไปให้ระบบประมวลภาพ (Image processing) สร้างภาพตัวอย่างต่อไป

เนคเทคประมวลผลจากอิเล็กตรอนทุติยภูมิให้เป็นภาพของตัวอย่าง

- เนคเทคพัฒนาโปรแกรมภาษา Python ทำการประมวลผลอิเล็กตรอนทุติยภูมิจากหน่วยตรวจวัดแล้วแสดงเป็นภาพ
- ในการทำงานมีหน่วยควบคุมมอเตอร์ (stepping motor)เคลื่อนตัวอย่างให้อ่านที่ละพิกเซลได้

ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ คือตาข่ายเหล็กขนาด mesh 16



ภาพที่ ๑ e-beam มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๓ มม. และพลังงานยังไม่เสถียร step size ๕๐๐ ไมครอน ภาพที่ได้ไม่ชัดเจน ภาพที่ ๒ และ ๓ e-beamมีเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑ มม. และพลังงานมีความเสถียร step size ๒๕๐ และ ๑๗๕ ไมครอน ภาพที่ได้มีความชัดเจนมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อ step size มีความถี่มากขึ้น

สรุป ทั้ง ๕ หน่วยงานสามารถร่วมกันออกแบบและพัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดต้นแบบสำเร็จ สามารถได้ 1st image เมื่อกันยายน ๒๕๖๖ ตามเป้าหมาย (ต่อไปจะทำการพัฒนาทั้งระบบให้มีประสิทธิภาพทั้งในการถ่ายภาพและการวิเคราะห์ภาพให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น)

๓.๔ โครงการ PITZ Collaboration: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่-ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์

ผลการดำเนินงาน ปี ๒๕๖๖ ประกอบด้วย

๓.๔.๑. ความร่วมมือโครงการ PITZ : พัฒนากำลังคน

ชื่อนักศึกษา : นายเอกชัย กองมนต์ นักศึกษาปริญญาเอก ฟิสิกส์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร่วมทำวิจัยกับกลุ่ม PITZ ที่สถาบัน วิจัย DESY (วันที่๖ ตุลาคม ๒๕๖๕ – ๓๐ กันยายน ๒๕๖๖) โดยได้รับการสนับสนุนค่าใช้จ่ายจาก DESY

ที่ปรึกษาหลัก มช. : ผศ.ดร.สาคร ริมแจ่ม ที่ปรึกษาที่ DESY: Dr. Mikhail Krasilnikov

หัวข้อวิจัยที่ DESY : Bunch compressor commissioning studies for THz FEL at PITZ, DESY

ความร่วมมือโครงการ PITZ : การเข้าร่วมประชุม PITZ Collaboration

๓.๔.๒. ความร่วมมือโครงการ PITZ : การเข้าร่วมประชุม PITZ Collaboration

ผศ.ดร.สาคร ริมแจ่ม ร่วมประชุม PITZ Collaboration Meeting (Online) (วันที่ ๑๖ พฤษภาคม ๒๕๖๖) เพื่อนำเสนอความก้าวหน้าโครงการ MIR-THz Free Electron Laser at Chiang Mai University

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

๓.๔.๓.๑ วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาสร้างเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนสำหรับผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่าน MIR/THz และ สถานีทดลองการวิจัยและประยุกต์ด้าน วัสดุศาสตร์ ชีวโมเลกุล และการเกษตร

๓.๔.๓.๒ คณะวิจัย

สถาบัน	ผู้ร่วมโครงการ	สถาบัน	ผู้ร่วมโครงการ
ม.เชียงใหม่	(๑) ผศ.ดร.สาคร ริมแจ่ม (๒) รศ.ดร.จิตรลดา ทองใบ (๓) ผศ.ดร.จตุพร สายสุด (๔) นายนพดล แข็งแรง (๕) รศ.ตร.ปิยรัตน์ นิมมานพิภักดิ์ (๖) ผศ.ดร.ภัทรพล ลีธนัชอุดม (๗) รศ.ดร.ดวงมณี ว่องรัตนะไพศาล (๘) ผศ.ดร.พิพัฒน์ เรือนคำ (๙) ผศ.ดร.อัจฉรา ปัญญา เจริญจิตดิชัย (๑๐) รศ.ตร.อนุชา วัชระภาสร (๑๑) นางสาวเสาวลักษณ์ หอมนาน (๑๒) นางสาวพิชญาภัค กิติศรี (postmaster) (๑๓) นายพิทยา อภิวัฒนกุล (postmaster) (๑๔) นายณัฐวัตร คำมาตา (ผู้ช่วยวิจัย)	สดร.	๑. ดร.ชุติพงศ์ สุวรรณจักร ๒. ดร.นหทัย ตนะกุล ๓. ดร.อุกฤษ เกเย็น (ผู้ช่วยวิจัย) ๔. นายวัชร ใจกล้า (ผู้ช่วยวิจัย)
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์	(๑) Mr. Michael Rhodes (๒) รศ.ดร.ยู เหลียงเติ้ง (๓) นายวัชนันท์ เรืองกูล	เนคเทค	๑. ดร.กิตติพงศ์ เกษมสุข ๒. Ms. Chia Jia Yi ๓. ดร.รุ่งโรจน์ จินตเมธาสวัสดิ์ ๔. นายภัทรกร รัตนวรรณ์
สช.	ดร.ธนะพงษ์ พิมพ์เสน	มทส.	ดร.มนต์ชัย จิตรวิเศษ
ม.มหิดล	ดร.ยอดชาย จอมพล	โรงเรียนกำเนิดวิทย์	ดร.อุกฤษ เกเย็น

นักศึกษา	ผู้ร่วมโครงการ
ป. เอก	(๑) นายปาณัสม์ นันทนาสิทธิ์ (๒) นางสาวสิริวรรณ ปาเคลือ (๓) นายกิตติพงษ์ เตชะแก้ว (๔) นายสุพศิน สุกระ (๕) นางสาวกัลยาพร กองมะลิ (๖) นางสาวพรรณทิพย์ ใจแก้ว (๗) Mr.ไมเคิล อาร์มสตรอง
ป.โท	(๑) นางสาวสุรวดี คำมี (๒) นางสาวเกษชฎาภาส รัตนสุภา
ป.ตรี	(๑) นางสาววราลักษณ์ ใจเป็ง

๓.๔.๓.๔ ผลการดำเนินงานปี ๒๕๖๔ - ๒๕๖๖

(๑) ติดตั้งโพรงแสง (Optical cavity) ของหน่วยผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านอินฟราเรดช่วงกลาง (MIR FEL)

(๒) ออกแบบระบบวัดสมบัติของเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านอินฟราเรดช่วงกลาง

(๓) สร้างหน่วยผลิตอิเล็กตรอนอิสระย่านเทระเฮิร์ตซ์ (THz-FEL undulator)

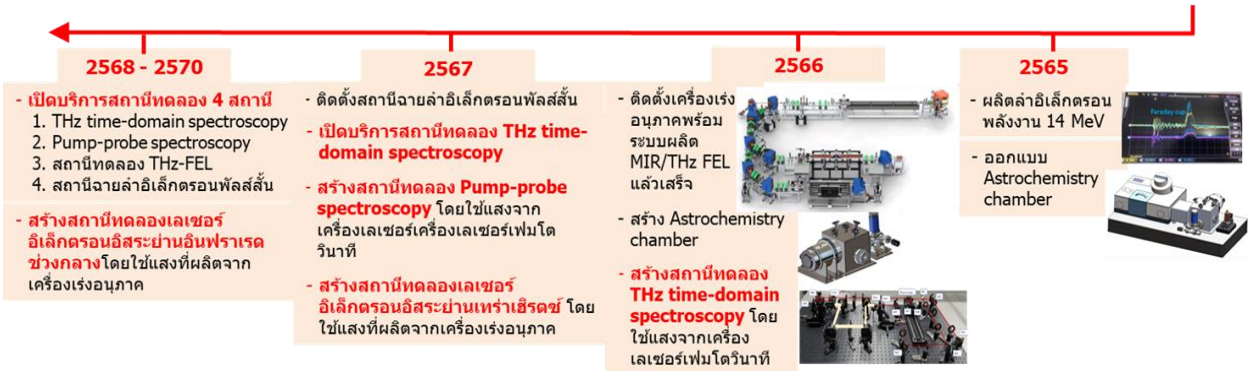
(๔) พัฒนา ออกแบบ และติดตั้งระบบสเปกโตรสโกปีตามเวลาย่านเทร่าเฮิรตซ์ (THz time-domain spectroscopy)

(๕) เปลี่ยนอุปกรณ์และปรับระบบอาร์เอฟให้สามารถผลิตคลื่นอาร์เอฟที่มีสมบัติเหมาะสม เพื่อใช้ในการเร่งลำอิเล็กตรอน

๓.๔.๓.๕ งบประมาณ

ปีงบประมาณ	แหล่งทุน	โครงการ	งบ (ลบ.)
๒๕๖๕ (๒๗.๘๑ ลบ.)	- บพค. (Frontier Research) - ม.เชียงใหม่ - วช. (ทุนนักวิจัยรุ่นกลาง) - สดร. (FF)	ห้องปฏิบัติการเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านอินฟราเรดฯ โครงการจัดตั้งห้องปฏิบัติการวิจัยเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นฯ การพัฒนาระบบเทร่าเฮิรตซ์สเปกโตรสโกปีแบบพัลส์สั้นฯ โครงสร้าง การเกิด และอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุลฯ	๑๐ ๑๕.๗ ๐.๓๘ ๑.๗๓
๒๕๖๖ (๒๗.๘๑ ลบ.)	- ม.เชียงใหม่ - วช. (Hub of Talents) - บพค. (National Postdoc)	ห้องปฏิบัติการเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านอินฟราเรดและเทร่าเฮิรตซ์ฯ ศูนย์รวมผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องเร่งอิเล็กตรอนและเลเซอร์อิสระฯ (ศฟ.) โครงการนักวิจัยหลังปริญญาเอกเพื่อส่งเสริมการศึกษาฟิสิกส์ฯ (ม.จุฬา)	๑ ๒ Postdoc ๑ คน
๒๕๖๗ (ยื่น Proposal)	บพค. (Frontier Infra)	โครงการจัดตั้งหน่วยวิจัยเพื่อความเป็นเลิศด้านเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระฯ	๑๐

๓.๔.๓.๖ แผนเวลา



๓.๔.๓.๗ ผลงานตีพิมพ์ปี ๒๕๖๕ - ๒๕๖๖ ได้แก่

แหล่งพิมพ์	ผลงาน
4 papers in ISI (Q1-Q2)	[๑] 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) [๒] DNA Irradiating System with 35-keV Electron Beam", Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B 542 (2023) 242–251 (Q4) [๓] Development of an Undulator Magnetic Field Measurement System for the FEL Facility at Chiang-Mai University, Phys. Status Solidi A (2023) 2200398 (Q3) [๔] A Discussion on Associating THz Safety with 5G Safety , Phys. Status Solidi A (2022) 2200263 (Q3)
4 papers in Scopus (Q4)	[๑] Design, construction, and measurement of electromagnetic steering magnet for 25-MeV electron accelerator system", J. Phys.: Conf. Ser. 2431 (2023) 012073 [๒] Construction and tests of phosphor view screen station for monitoring transverse profile of electron beam at PCELL", J. Phys.: Conf. Ser. 2431 (2023) 012074 [๓] A computational study of the gas-phase interstellar formose-like reactions", J. Phys.: Conf. Ser. 2431 (2023) 012091. [๔] 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	

๓.๔.๓.๘ นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา

ระดับ	รายชื่อ
ปริญญาตรี	(๑) นายณัฐวัตร คำมาตา (ปี ๒๕๖๖) (๒) นางสาวสุรวดี คำมี (ปี ๒๕๖๖)
ปริญญาโท	(๑) Mr.ไมเคิล อาร์มสตรอง (ปี ๒๕๖๖) (๒) นางสาวพิชญาภัค กิติศรี (ปี ๒๕๖๖) (๓) นายพิทยา อภิวัฒนกุล (ปี ๒๕๖๖) (๔) นายพิชญ์ วงค์คำมูล (ปี ๒๕๖๖)
ปริญญาเอก	(๑) นายณัฐวุฒิ ใจสืบ (ปี ๒๕๖๕)

๓.๔.๓.๙ ความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น

- ระหว่างวันที่ ๓ - ๕ เมษายน ๒๕๖๕ Dr. Isao Watanabe, สถาบัน RIKEN และคณะจาก J-Park เยี่ยมชมแลกเปลี่ยนความรู้ความร่วมมือ
- นางสาวพรรณทิพย์ ใจแก้ว นักศึกษาปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ไปทำวิจัย ที่ RIKEN ๓ ปี งบประมาณจาก Inter. Program Associate ภายใต้ MoU ระหว่าง RIKEN- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

๓.๕ โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ประจำปี ๒๕๖๖ รุ่นที่ ๒๑

มีผู้แทนประเทศไทยเข้าร่วมโครงการ จำนวน ๔ คน ได้แก่

๑. นายณัฐวัตร คำมาตา นักศึกษาปริญญาตรี ปี ๔ คณะวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
๒. นายเชษฐมาส มโนวรกุล นักศึกษาปริญญาตรี ปี ๓ คณะวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหิดล
๓. นางสาวธัญรดา สุขวิบูลย์ นักศึกษาปริญญาตรี ปี ๓ คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวัสดุศาสตร์และวิศวกรรมนาโน มหาวิทยาลัยมหิดล
๔. นายปัณณวิชญ์ โชคประเสริฐ นักศึกษาปริญญาตรี ปี ๔ คณะวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>กิจกรรมก่อนการเดินทาง</u>

วันที่ ๑ มิถุนายน ๒๕๖๖ สวทช. จัดกิจกรรมเตรียมความพร้อมผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี โดยมีผู้แทนประเทศไทย ปี ๒๕๖๖ จำนวน ๔ คน และรุ่นพี่โครงการจำนวน ๒ คน มาเล่าประสบการณ์เพื่อช่วยในการเตรียมตัวก่อนเดินทางไปทำวิจัย ณ สถาบันเดซี

วันที่ ๑๐ มิถุนายน ๒๕๖๖ สวทช. ร่วมกับสถาบันเกอเธ่ ประเทศไทย (สถาบันด้านวัฒนธรรมของสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี) จัดกิจกรรม Intercultural Seminar – Introduction to Germany เพื่อเตรียมความพร้อมด้านวัฒนธรรมให้กับผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี

<u>การเข้าร่วมปฏิบัติงานวิจัยภาคฤดูร้อน ณ สถาบันเดซี สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี วันที่ ๑๘ กรกฎาคม– ๗ กันยายน ๒๕๖๖</u>

วันที่ ๕ กันยายน ๒๕๖๖ นักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ๒๕๖๖ เข้าเยี่ยม Mr. Stefan Krohn กงสุล กิตติมศักดิ์ไทยนครฮัมบูร์กเพื่อมอบของที่ระลึก

<u>หัวข้อวิจัยที่ดำเนินงาน</u>

๑. นายณัฐวัตร คำมาตา
   หัวข้อวิจัย: Analysis of ultra-short XUV FEL pulses
   Supervisor: Mahdi Mohammadi Bidhendi and Dr. Stefan Duesterer
๒. นายเชษฐมาส มโนวรกุล
   หัวข้อวิจัย: Recyclable Cellulose-Based Solar Cells Using Fully Sprayed All-Layered Material
   Supervisor: Shuxian Xiong
๓. นางสาวธัญรดา สุขวิบูลย์
   หัวข้อวิจัย: X-ray optics through additive manufacturing
   Supervisor: Dr. Margarita Zakharova, Jan Lukas Dresselhaus FS-ML, Dr. Saša Bajt's group
๔. นายปัณณวิชญ์ โชคประเสริฐ หัวข้อวิจัย: SMEFT Studies for ttH(bb) Channel
   Supervisor: Aliya Nigamova, Rainer Mankel
   DESY-CMS Group

หลังเข้าร่วมกิจกรรม

นักศึกษาโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี ได้มารายงานผลการเข้าร่วมปฏิบัติงานวิจัยภาคฤดูร้อนเมื่อวันที่ ๑๒ ธันวาคม ๒๕๖๖ ออนไลน์ผ่านระบบ Zoom โดยมีคณะกรรมการเข้าร่วมรับฟังและให้ข้อเสนอแนะจำนวน ๗ คน

๕. สรุป

- สถาบันเดซี (DESY: Deutsches Elektronen-Synchrotron หรือ "German Electron Synchrotron") ก่อตั้งเมื่อวันที่ ๑๘ ธันวาคม ๒๕๐๒ มีที่ตั้ง ๒ แห่ง คือ เมืองฮัมบูร์ก (Hamburg) และเมืองซอยเธน (Zeuthen) ใกล้เบอร์ลิน
- อุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดของเดซีในปัจจุบัน ได้แก่
  (๑) PETRA III ผลิตแสงซินโครตรอนรุ่นที่ ๓ พลังงาน 6 GeV เส้นรอบวง ๒.๓ กิโลเมตร
  (๒) อุปกรณ์ FLASH ผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระความยาวคลื่นย่าน ๑ นาโนเมตร
- โครงการ European XFEL จัดทำขึ้นเพื่อผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระความยาวคลื่นย่าน ๐.๑ นาโนเมตร
- IceCube กล้องโทรทรรศน์ตรวจหานิวตริโนจากอวกาศติดตั้งที่ขั้วโลกใต้
- Cherenkov Array Telescope (CTA) หมู่กล้องโทรทรรศน์เชอเรนค็อฟตรวจหารังสีแกมมาจากอวกาศ
- เดซีเป็นผู้ร่วมมืออันดับสองรองจาก ม.วิสคอน ซิน-เมดิสัน (US) ในความร่วมมือนานาชาติไอซ์คิวบ์ ¼ ของโมดูลหน่วยตรวจวัดของ ไอซ์คิวบ์ผลิตจากเดซีซอยเธน เดซียังเป็นศูนย์กลางการพัฒนาและผลิตเซนเซอร์ในโครงการขยาย(IceCube Upgrade) ในปัจจุบันอีกด้วย
- สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีเสด็จทอดพระเนตร European XFEL, Schenefeld, Schleswig-Holstein, Germany และ CSSB เมื่อวันที่ ๒๕ มิถุนายน ๒๕๖๒ (ศูนย์ไบโอเทค/สวทช. ร่วมกับ CSSB จัดทำโครงการ Molecular mechanisms of capsid stabilization of novel podoviruses เพื่อศึกษาโครงสร้างของโพโดไวรัสสายพันธุ์ใหม่โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนขั้นศึกษาความคงทนของไวรัสของแบคทีเรียและปฏิสัมพันธ์กับเชื้อแบคทีเรียราลสโตเนีย โซลานาซีเอรัม (Ralstonia solanacearum) ด้วยงบประมาณเกือบ ๖ ล้านบาท ได้รับเมื่อกันยายน ๒๕๖๔ จาก บพค. (หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคน และทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม) กระทรวง อว. ระยะเวลา ๓ ปี
- สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้ร่วมมือด้านหมู่กล้องเชอเร็นคอฟเพื่อตรวจวัดรังสีแกมมาเพื่อหาแหล่งกำเนิดของรังสีนี้ สดร.ได้สร้างเครื่องล้างและเคลือบกระจกสำเร็จแล้วกว่า ๘๐% และถวายให้ทรงทอดพระเนตร ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) เมื่อวันที่ ๑๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๓ คาดว่าจะนำไปติดตั้งที่อิตาลีในปี ๒๕๖๗
- โครงการ CTA ช่วยให้คณะนักวิทยาศาสตร์ไทยจาก ๗ – ๘ มหาวิทยาลัย/สถาบันวิจัยได้มีโอกาสเข้าไปวิจัยตาม Key Science Project ระดับสากลที่ศึกษารังสีแกมมาในบริเวณต่าง ๆ ของเอกภพเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ของเอกภพรวมทั้งการศึกษา Dark Matter ด้วย

- โครงการออกแบบและพัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy, SEM) ร่วมมือกันระหว่าง สดร. สซ. สทน. มช.และเนคเทค/สวทช ภาพที่ได้มีความชัดเจนมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อ step size มีความถี่มากขึ้น
- โครงการของไทยที่ ม.เชียงใหม่ ได้มีความร่วมมือในโครงการ PITZ กลุ่มวิจัยพัฒนาแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนสำหรับ FLASH และ EU-XFEL ของเดซี ปี ๒๕๖๖ มีความก้าวหน้าหลายด้าน เช่น ผู้บริหารระหว่าง ๒ หน่วยงานได้ประชุมร่วมกัน มีนักศึกษาปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เดินทางไปวิจัยที่กลุ่มวิจัย PITZ และมีความร่วมมือในโครงการพัฒนา MIR/THz (Mid-Infrared/ Terahertz) Free Electron Lasers ที่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีความร่วมมือกับ RIKEN ญี่ปุ่นอีกด้วย
- ประเทศไทยได้ส่งนักศึกษาโครงการภาคฤดูร้อนนับตั้งแต่ปี ๒๕๔๖ จนถึงปี ๒๕๖๖ รวม ๒๑ รุ่น จำนวน ๕๓ คน (นักศึกษารุ่นที่ ๑๙ ปี ๒๕๖๔ นั้นไม่ต้องมีการคัดเลือกเพราะจะกราบบังคมทูลขอพระราชานุญาตให้รุ่นที่ ๑๘ ของปี ๒๕๖๓ ไปแทน)
- ปี ๒๕๖๗ มีการคัดเลือกเมื่อวันที่ ๒๘ ธันวาคม ๒๕๖๖ ปัจจุบัน ส่งรายชื่อเบื้องต้นให้เดซีพิจารณาแล้วก่อนที่จะนำขึ้นทูลเกล้าฯ ทรงเลือกเป็นขั้นตอนสุดท้ายได้ในช้านี้

๖. ประเด็นเสนอต่อที่ประชุม

เพื่อรับทราบผลการดำเนินงานปี ๒๕๖๖ และเห็นชอบแผนการดำเนินงานและงบประมาณปี ๒๕๖๗

รายชื่อคณะอนุกรรมการโครงการไทย-เดซีเพื่อพัฒนากำลังคนและการวิจัยพัฒนาตามพระราชดำริฯ เป็นคณะอนุกรรมการชุดเดียวกับคณะอนุกรรมการดำเนินงานโครงการสนองพระราชดำริ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ด้านวิชาการ CERN/DESY-GSI/FAIR