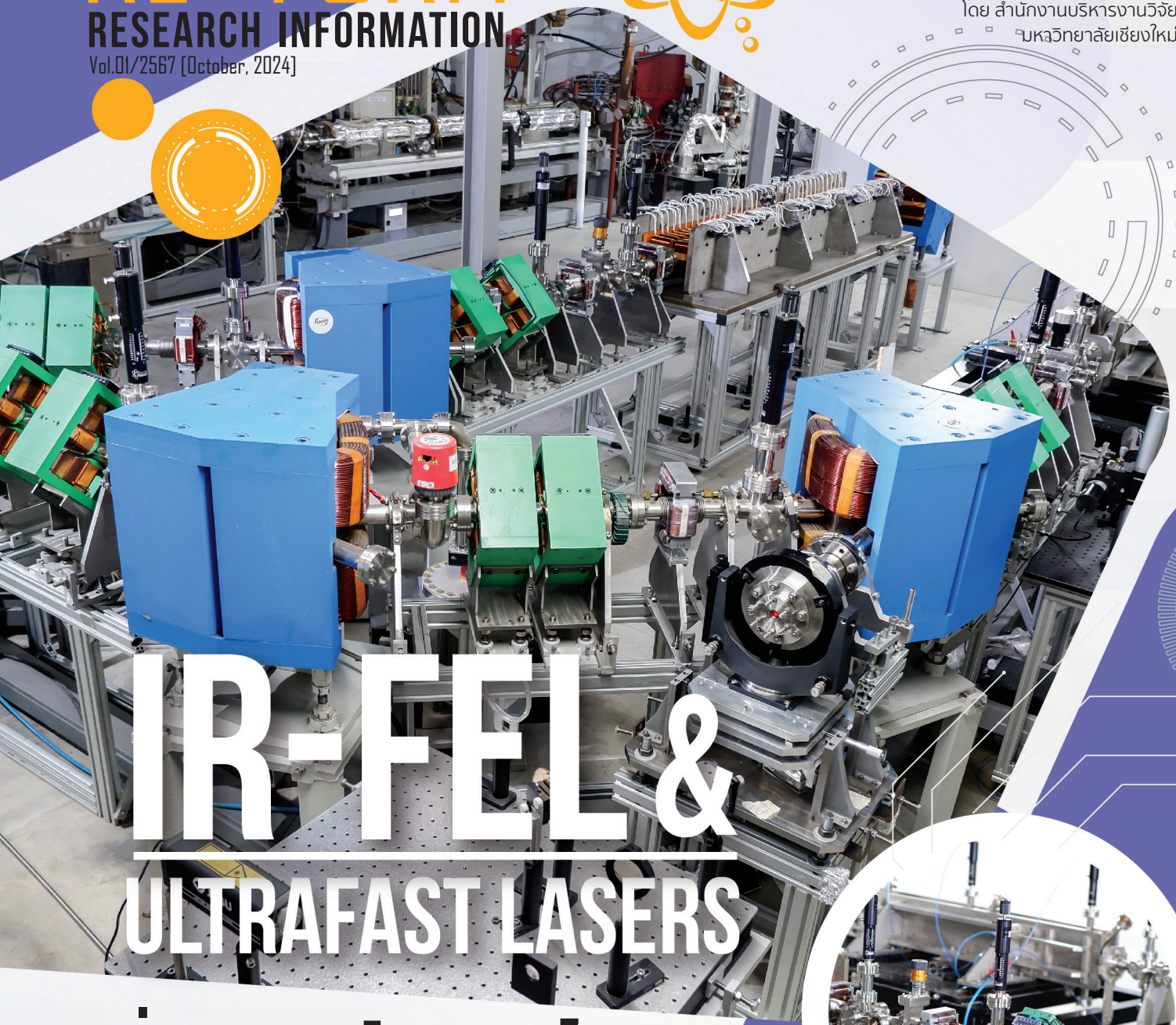
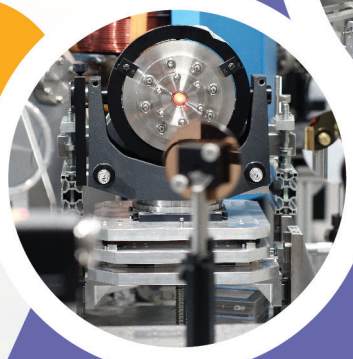
CMU RESEARCH NEWS
RE- FORM
RESEARCH INFORMATION
Vol.01/2567 [October, 2024]

รีฟอร์ม ข่าวสารวิจัย มช.
โดย สำนักงานบริหารงานวิจัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



IR-FEL & ULTRAFAST LASERS

สิ่งประดิษฐ์ของคนไทย
ยกระดับงานวิจัยขั้นแนวหน้า



กองบรรณาธิการ
รองศาสตราจารย์ ดร.วินิตา บุณโยดม (รองอธิการบดี)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑาทิพย์ เฉลิมผล (ผู้ช่วยอธิการบดี)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช พิบูลย์รุ่งโรจน์ (ผู้ช่วยอธิการบดี)
รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะพงศ์ เนียมทรัพย์ (ผู้ช่วยอธิการบดี)
รองศาสตราจารย์ ดร.นพพล เล็กสวัสดิ์ (ผู้อำนวยการสำนักงานบริหารงานวิจัย)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร ริมแจ่ม
ทีมงานสำนักพิมพ์และวารสาร สำนักงานบริหารงานวิจัย

สำนักงานบริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถ.ห้วยแก้ว ต. สุเทพ อ.เมือง จ. เชียงใหม่ 50200
โทร 053-943602-14
Email: cmupress.th@gmail.com
Website: https://ora.oou.cmu.ac.th/

CHIANG MAI UNIVERSITY

ถ้อยแถลงบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร ริมแจ่ม
หัวหน้าโครงการและ
ผู้ประสานงานห้องปฏิบัติการวิจัยเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้น

บทความใน REFORM ฉบับนี้ ขอแนะนำทุกท่านให้รู้จักกับ “ห้องปฏิบัติการเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้น” หรือ PBP-CMU Electron Linac Laboratory (PCELL) ซึ่งมุ่งหมายที่จะพัฒนาเป็นห้องปฏิบัติการกลางสำหรับการประยุกต์ใช้เครื่องเร่งอิเล็กตรอนและเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านอินฟราเรด (IR-FEL) รวมถึงเลเซอร์ความไวสูง (Ultrafast lasers) เพื่อนำไปใช้ในงานวิจัยขั้นแนวหน้าและงานวิจัยเชิงประยุกต์ เช่น ด้านสเปกโตรสโกปี การปรับสมบัติของวัสดุด้วยเลเซอร์ และการศึกษาอันตรกิริยาระดับความไวสูง อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการนี้ส่วนใหญ่ได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นเองโดยทีมงานนักวิจัยและนักศึกษาไทย อีกทั้งยังมีความร่วมมือด้านการวิจัยกับมหาวิทยาลัยและหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศเป็นระยะเวลากว่ายี่สิบปี โดยมีหน่วยงานในประเทศเครือข่ายความร่วมมือ เช่น สหรัฐอเมริกา สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ญี่ปุ่น และไต้หวัน ซึ่งทำให้ห้องปฏิบัติการแห่งนี้กลายเป็นห้องปฏิบัติการที่ริเริ่มทำงานด้านนี้เป็นแห่งแรกในประเทศไทยรวมถึงประเทศในประชาคมอาเซียนด้วย

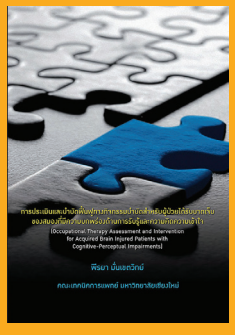
โครงการพัฒนาห้องปฏิบัติการนี้ ยังได้รับพระมหากรุณาธิคุณให้อยู่ภายใต้มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี โดยเฉพาะในส่วนของความร่วมมือกับสถาบันวิจัย Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) และได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากหลายหน่วยงาน เช่น หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคนและทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาการวิจัยและการสร้างนวัตกรรม (บพค.) สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ รวมทั้งมหาวิทยาลัยเชียงใหม่เอง

บทความนี้ยังนำเสนอประวัติการพัฒนาห้องปฏิบัติการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงปัจจุบันผ่านมุมมองของดิฉันและรองศาสตราจารย์ ดร.จิตรลดา ทองใบ รวมถึงแนวทางการนำสถานีทดลองของห้องปฏิบัติการนี้ไปประยุกต์ใช้ผ่านมุมมองของทีมงานวิจัยผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ ศาสตราจารย์ ดร.ธีรวรรณ บุญญวรรณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะรัตน์ นิมมาณพิภักดิ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ เรือนคำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกฤต สุจริตกุล และ ดร.ชุติพงศ์ สุวรรณจักร นักวิจัยจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์ (องค์การมหาชน) โดยสถานีทดลองต่าง ๆ ที่กำลังพัฒนาขึ้นนี้ จะพร้อมให้บริการแก่นักวิจัยทั้งจากภาครัฐและเอกชนในอนาคต ซึ่งจะสามารถประยุกต์ใช้งานวิจัยชั้นแนวหน้าในหลายสาขา เช่น วัสดุศาสตร์ ชีววิทยา ชีวเคมี ดาราศาสตร์เคมี เกษตรศาสตร์ การแพทย์ เภสัชศาสตร์ และอุตสาหกรรม

สารบัญ

เครื่องเร่งอนุภาคเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ หนึ่งเดียวในอาเซียนที่สร้างโดยนักวิจัย มช. 1
เครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นรุ่นแรก 4
เครื่องมือที่ดีมีผลต่อข้อมูลเชิงลึกที่แม่นยำ 12
การค้นพบสิ่งใหม่ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่ตอบโจทย์ 14
โครงสร้างเคมีที่ซับซ้อน ต้องการความถูกต้องของข้อมูล 16
สเปกโตรสโกปีเทร่าเฮิรตซ์ ร่วมกับเทคนิคพลาสมาเพื่อสิ่งแวดล้อม 18
การทดลองทางเคมีในสภาวะอวกาศ โดยใช้เทคโนโลยีจากเครื่องเร่งอนุภาค 20
เบื้องหลังคือพลังของความทุ่มเท 22

แนะนำหนังสือ



หนังสือการประเมินและบำบัดฟื้นฟูทางกิจกรรมบำบัดสำหรับผู้ป่วยได้รับบาดเจ็บของสมองที่มีความบกพร่องด้านการรับรู้และความคิดความเข้าใจ

การรับรู้และความคิดความเข้าใจมีความสำคัญต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ผู้ป่วยได้รับบาดเจ็บของสมองที่มีความบกพร่องของทักษะทั้งสองด้าน ย่อมส่งผลต่อการดำเนินชีวิต ดังนั้นการประเมิน และบำบัดฟื้นฟูผู้ป่วยได้รับบาดเจ็บของสมองที่มีความบกพร่องด้านการรับรู้และความคิดความเข้าใจจึงมีความสำคัญ

หนังสือเล่มนี้เป็นแนวทางให้แก่บุคลากรทางการแพทย์โดยเฉพาะ นักกิจกรรมบำบัด สำหรับประเมินและบำบัดฟื้นฟูการรับรู้และความคิดความเข้าใจเพื่อส่งเสริมการดำเนินชีวิตและคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย

ผู้แต่ง: ผศ.ดร.พิรยา มั่นเขตวิทย์
รูปแบบหนังสือ: แบบเล่ม และ E-BOOK
พิมพ์ครั้งแรก: กรกฎาคม 2567
จำนวนหน้า: 206 หน้า
ขนาด: 7 X 10 นิ้ว
ราคา: แบบเล่ม 472.- บาท, E-BOOK 425.- บาท

สนใจสามารถซื้อ

>> **หนังสือ (Book)** ได้ที่ สำนักพิมพ์ มช., ร้านหนังสือในเครือศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, Shopee
>> **E-book** ซื้อได้ที่ https://cmuto/seedcmupress, https://www.bookcaze.com, https://hibrary.hytexts.com, https://cmu.to/cmupress, https://ddebook.com, https://chulabook.com

เครื่องเร่งอนุภาค เลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ หนึ่งเดียวในอาเซียน ที่สร้างโดยนักวิจัย มช.

เมื่อวิทยาศาสตร์ไม่มีขอบเขตที่แน่นอน การค้นคว้าจึงเป็นสิ่งที่สร้างความท้าทายให้กับบรรดานักวิจัยที่ต้องการค้นพบสิ่งใหม่เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่มีประโยชน์ต่อโลกนี้และผู้คน แต่งานวิจัยที่โดดเด่นนั้นมีหลายองค์ประกอบที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นงานวิจัยที่ต้องการวัดค่าในระดับที่ตามองไม่เห็น จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถบ่งชี้ค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ อย่างเช่นการวัดค่าในระดับโมเลกุลไปจนถึงอนุภาคที่เล็กที่สุดอย่างอะตอม ต้องอาศัยเครื่องมือที่ทันสมัยและเทคโนโลยีที่รองรับความซับซ้อนของโจทย์วิจัยมาเป็นองค์ประกอบในการศึกษา โดยเครื่องมือเหล่านั้นมักจะมีมูลค่าที่สูงลิ่ว และอาจกล่าวได้ว่าการสร้างเครื่องมือทันสมัยในภูมิภาคอาเซียนที่สามารถรองรับงานในระดับนี้มีน้อยมาก ทำให้ต้องมีการนำเข้าอุปกรณ์ที่แสนแพงจากต่างประเทศ และไม่สามารถปรับแต่งให้รองรับความต้องการใช้งานที่หลากหลายได้

แต่งานวิจัยใน Re-Form ฉบับนี้ อาจเป็นคำตอบให้นักวิจัยหลายท่านที่กำลังมองหาเครื่องมือที่รองรับการศึกษาในระดับโมเลกุลและการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่รวดเร็ว โดยเริ่มต้นจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร ริมแจ่ม ผู้ประสานงานห้องปฏิบัติการวิจัยเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้น ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จะแนะนำให้เราได้รู้จักกับเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นและเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระที่ประดิษฐ์ขึ้นเองจากนักวิจัยไทยและนักศึกษาภายในรั้ว มช.

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร ริมแจ่ม

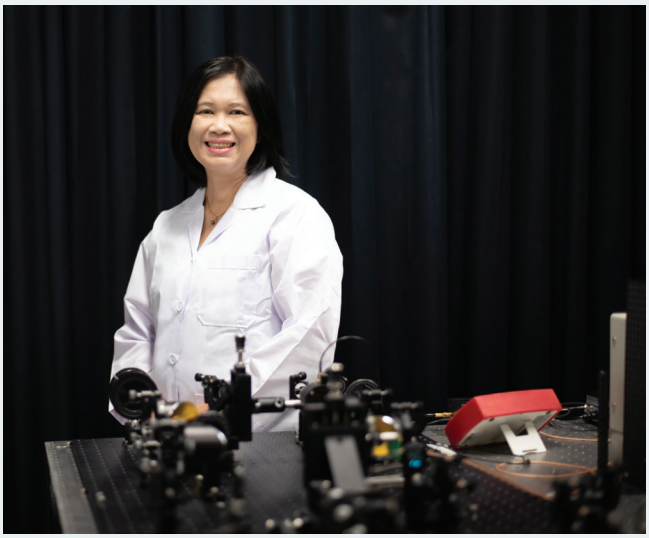
ผู้ประสานงานห้องปฏิบัติการวิจัย
เครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้น

จุดกำเนิดของเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้น

เครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้น (Electron Linear Accelerator) และเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ (Free Electron Laser) อาจเป็นสิ่งที่หลายคนในประเทศไทยไม่คุ้นเคยนัก แต่สำหรับกลุ่มนักวิจัยต่างประเทศที่ทำงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ วัสดุศาสตร์ หรือด้านอื่น ๆ ที่ต้องการใช้เครื่องมือเหล่านี้ในการวัดค่าตัวแปรของตัวอย่าง (Sample) เพื่อให้ได้คำตอบตามโจทย์งานวิจัย หรือสร้างการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลจะรู้จักกันดี เนื่องจากสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในหลากหลายสาขา ซึ่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ ได้เล่าถึงที่มาของการสร้างเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้น ว่าเกิดขึ้นมาตั้งแต่ตอนที่อาจารย์กำลังทำงานวิจัยในระดับชั้นปริญญาเอก โดยได้รับทุนการศึกษาภายใต้โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก (คปก.) ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยมีศาสตราจารย์ ดร.ถิรพัฒน์ วิลัยทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและ Prof. Dr. Helmut Wiedemann จากมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ร่วมเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาด้วย โดยงานวิจัยที่ทำ คือการสร้างเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นสำหรับผลิตรังสีอาพันธ์ย่านเทร่าเฮิรตซ์พัลส์สั้น ที่มีคุณลักษณะพิเศษคือสามารถทะลุผ่านวัสดุที่เป็นอโลหะ เช่น พลาสติก กระดาษ เสื้อผ้า และเซรามิกส์ รวมถึงเนื้อเยื่ออ่อนของมนุษย์ แต่ไม่สามารถทะลุผ่านโลหะและน้ำได้ ด้วยลักษณะการดูดซับรังสีเทร่าเฮิรตซ์ที่แตกต่างกันในวัสดุต่างๆ ทำให้สามารถใช้ในการสร้างภาพที่บ่งบอกถึงความหนาแน่นที่ต่างกันในเนื้อวัสดุและสามารถนำไปวิเคราะห์สเปกตรัมของวัสดุเพื่อระบุชนิดของสาร รวมทั้งเป็นรังสีที่กระตุ้นการตอบสนองของโมเลกุลและสสารในระดับต่ำ ทำให้สามารถศึกษากระบวนการทางชีววิทยาและเคมีในระดับละเอียดได้ นอกจากนี้การมีพัลส์สั้นยังสามารถนำไปศึกษาอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นในเวลาที่รวดเร็วได้อีกด้วย

“ในตอนนั้น ศาสตราจารย์ ดร.ถิรพัฒน์ วิลัยทอง ท่านได้รับงบประมาณเพื่อการพัฒนาเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นสำหรับผลิตรังสีอาพันธ์ย่านเทร่าเฮิรตซ์พัลส์สั้น โดยร่วมมือกับมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดผ่านทาง Prof. Dr. Helmut Wiedemann โดยเราได้เข้ามามีส่วนร่วมกับทีมวิจัยเพื่อออกแบบส่วนผลิตอิเล็กตรอน ในขณะที่กำลังศึกษาระดับปริญญาเอกที่ มช. เมื่อออกแบบเรียบร้อยแล้วก็ทำการขึ้นรูปตามแบบ ทำให้ได้ชิ้นส่วนของเครื่องเป็นชิ้น ๆ แยกกัน จากนั้นได้ส่งอุปกรณ์ที่ขึ้นรูปแล้วในประเทศไทยไปเชื่อมสุญญากาศที่สถาบันแสงซินโครตรอน ณ ประเทศไต้หวัน และนำอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเรียบร้อยแล้วไปทำการปรับจูนคุณสมบัติต่อที่มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ประเทศสหรัฐอเมริกา แต่มีบางชิ้นส่วนที่เราจำเป็นต้องใช้ในการให้กำลังคลื่นย่านความถี่วิทยุ (Radiofrequency; RF) แก่ส่วนผลิตอิเล็กตรอน ซึ่งขณะนั้นยังไม่สามารถหามาได้ เนื่องจากการซื้ออุปกรณ์ใหม่มาเลยต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงมากในราคาหลายสิบล้านบาท

แต่เป็นจังหวะที่ดีที่ศาสตราจารย์ ดร.ถิรพัฒน์ฯ ได้รับบริจาคเครื่องเร่งอนุภาคสำหรับฉายรังสีมะเร็งจากโรงพยาบาลมหาราช 2 เครื่อง และจากโรงพยาบาลศิริราช 1 เครื่อง เราจึงได้แกะชิ้นส่วนบางส่วนมาปรับใช้กับเครื่องเร่งอนุภาคที่เรากำลังพัฒนาขึ้น ทำให้เราสามารถพัฒนาเครื่องเร่งอนุภาคขึ้นมาได้ในราคาค่อนข้างถูกมากเมื่อเทียบกับการสร้างเครื่องเร่งอนุภาคในต่างประเทศ”



เครื่องมือและชิ้นส่วนบางอย่างนั้นมีความเฉพาะมากแม้กระทั่งเป็นอุปกรณ์ที่คล้ายกันเพียงใด แต่ก็ไม่สามารถจะทดแทนกันได้ นี่อาจเป็นความยากของการสร้างเครื่องเร่งอนุภาคในครั้งนั้น แต่โอกาสที่ดีมักจะเกิดขึ้นเสมอเมื่อมีความมุ่งมั่น และโอกาสนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ที่ Prof. Dr. Helmut Wiedemann ซึ่งเป็นที่ปรึกษาร่วมให้กับผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ ในขณะนั้น

“โชคดีที่อาจารย์เคยได้ไปทำวิจัยอยู่ที่มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด กับ Prof. Wiedemann ประมาณ 6 เดือน ในปี พ.ศ. 2545 เพื่อทำการออกแบบส่วนผลิตอิเล็กตรอนและเรียนรู้วิธีการใช้งานเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นเพื่อผลิตรังสีอาพันธ์ย่านเทร่าเฮิรตซ์พัลส์สั้น เนื่องจากเราต้องการจะสร้างเครื่องนี้ เราก็ต้องเรียนรู้ที่จะรู้จักเครื่องนี้ให้เป็นอย่างดี อีกทั้งรองศาสตราจารย์ ดร.จิตรลดา ทองใบ หนึ่งในทีมวิจัยก็เป็นนักศึกษาปริญญาเอกของ Prof. Wiedemann ที่ได้ใช้งานเครื่องนี้ในขณะที่ศึกษา ณ มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดอีกด้วย จากนั้นในปี 2547 นักศึกษาคนสุดท้ายของ Prof. Wiedemann ก็ได้สำเร็จการศึกษา และ Prof. Wiedemann จะหยุดการใช้งานเครื่องเร่งอนุภาค เนื่องจากได้รับภารกิจใหม่ เราจึงเดินทางไปที่มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดอีกครั้งเป็นเวลา 4 เดือน เพื่อไปแกะชิ้นส่วนของเครื่องเร่งอนุภาคบางส่วนออกมาและถ่ายภาพไว้ จะได้ทราบว่าแต่ละชิ้นประกอบกันอย่างไร รวมทั้งศึกษาการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชิ้นว่าทำงานอย่างไร และที่สำคัญเราได้รับความกรุณามากจาก Prof. Wiedemann ท่านได้ให้บางชิ้นส่วนที่เราไม่สามารถสร้างได้ในประเทศกลับมาด้วย เมื่อกลับมาถึง มช. Prof. Wiedemann ก็ได้มาอยู่ช่วยแนะนำในการติดตั้งในปี 2548 เป็นเวลา 6 เดือน โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.จิตรลดาฯ เป็นหัวหน้าทีมในขณะนั้น จากนั้นเราก็ได้ทำการเดินเครื่องและปรับคุณสมบัติของเครื่องกันเองจนกระทั่งปี 2549 เราจึงได้ระบบเครื่องเร่งอนุภาคและระบบลำเลียงแสง (Beamline) ครบทุกอย่าง จนสามารถผลิตลำอิเล็กตรอนและรังสีเทร่าเฮิรตซ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ นับว่าเป็นความสำเร็จตามที่ตั้งใจ และนับว่าเป็นเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนที่สร้างขึ้นเองในประเทศไทยเป็นเครื่องแรกอีกด้วย”

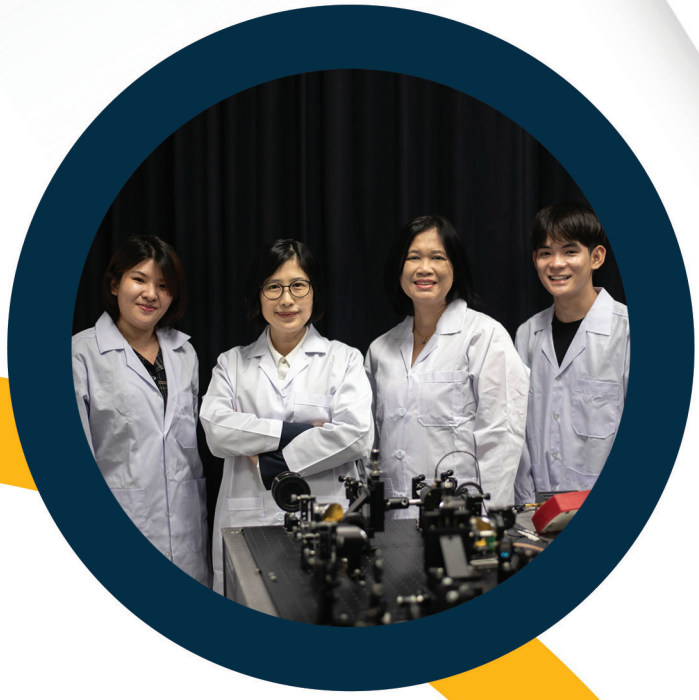
เมื่อผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ จบการศึกษาปริญญาเอกจากงานวิจัยชิ้นนี้ ก็ได้ไปทำงานวิจัยหลังปริญญาเอกต่อที่สถาบันวิจัย Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) ซึ่งเป็นสถาบันด้านเครื่องเร่งอนุภาคที่ใหญ่ที่สุดของประเทศเยอรมนีเป็นเวลา 5 ปีกว่า โดยเครื่องเร่งอนุภาคนั้นยังคงอยู่ที่ มช. และสามารถใช้งานได้แต่ยังมีความจำกัดในการใช้งานอยู่ อย่างไรก็ตามนับเป็นเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นรุ่นแรกที่อยู่ภายใต้โครงการวิจัยของ ศาสตราจารย์ ดร.ถิรพัฒน์ฯ และทีมนักวิจัย ซึ่งจากนี้ รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรลดาฯ จะเล่าถึงระบบเครื่องเร่งอิเล็กตรอนนี้ในช่วงแรก

เครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นรุ่นแรก

รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรลดา ทองใบ
อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มช.

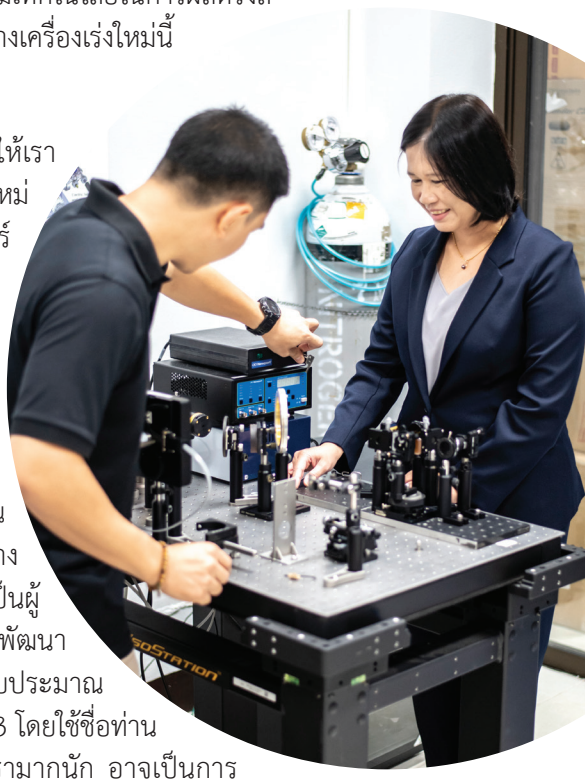
ในช่วงแรกของการสร้างเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นนั้น ศาสตราจารย์ ดร.ถิรพัฒน์ฯ ได้รับทุนเมธีวิจัยอาวุโส ประจำปีงบประมาณ 2543 – 2546 จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และรองศาสตราจารย์ ดร.จิตรลดาฯ ได้รับทุนโครงการบูรณาการนำร่อง ประจำปีงบประมาณ 2547 – 2549 จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) จากนั้นรองศาสตราจารย์ ดร.จิตรลดาฯ ก็ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ (สกอ.) ต่อมาอีกหลายปี

"ในโครงการตอนนั้นจะเน้นเรื่องการสร้างแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนให้ได้ห้วงสั้นมาก ๆ ประมาณ 10^{-15} วินาที หรือ Femtosecond เพื่อจะผลิตรังสีเอ็กซ์ (X-ray) ห้วงสั้น และรังสีเทร่าเฮิรตซ์ (Terahertz Radiation) ความเข้มสูงพร้อมทั้งพัฒนาการประยุกต์ใช้ในการสร้างภาพด้วยรังสีเทร่าเฮิรตซ์ (THz imaging) โดยเครื่องรุ่นใหม่ที่กำลังพัฒนาขึ้นในปัจจุบันนี้ได้ใช้บางชิ้นส่วนของเครื่องเดิม ซึ่งจะทำให้สามารถผลิตรังสีในเทคนิคเดิม เพื่อการประยุกต์แบบเดิมได้ด้วย สำหรับส่วนที่ขยายเพิ่มขึ้น เพื่อสร้างสถานีทดลองที่เชื่อมโยงกับเครื่อง FTIR spectrometer โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จะเพิ่มสถานีทดลองแบบเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ (Free-electron laser; FEL) ทำให้สามารถรองรับผู้ใช้งานที่มีความต้องการที่แตกต่างกันได้หลากหลายขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการเติมเต็มให้งานวิจัยด้านต่าง ๆ ได้มากขึ้น"



การพัฒนาที่ก้าวกระโดดผ่านการสนับสนุนจากแหล่งทุนทั้งในและนอกมหาวิทยาลัย

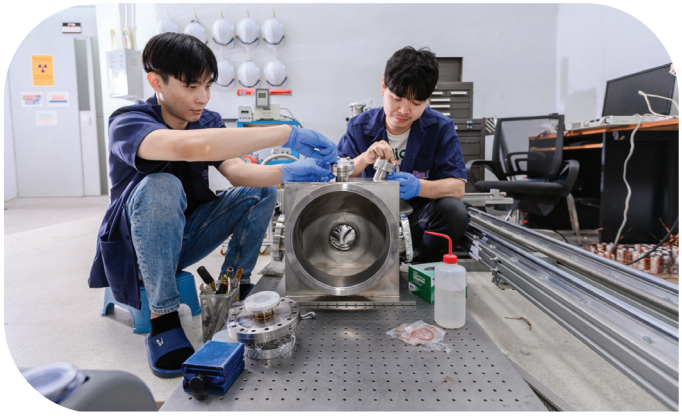
ในการทำงานใด ๆ ก็ตาม นอกจากความทุ่มเทเพียรพยายามแล้ว แรงสนับสนุนรวมถึงงบประมาณจากแหล่งทุนมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อจะนำมาสร้างสรรค์ ต่อยอด และพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น หลังจากที่ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ กลับมาทำงานเป็นอาจารย์ใน มช. จึงได้กลับมาสานต่อโดยพัฒนาเครื่องเร่งอิเล็กตรอนที่มีเทคโนโลยีในการผลิตรังสีที่ใหม่กว่าเดิม แต่แน่นอนว่าจำเป็นต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก เพื่อจะสามารถสร้างเครื่องเร่งใหม่นี้ให้เกิดขึ้นจริงได้



“เมื่อกลับมาทำงานที่ มช. จากประสบการณ์ในการทำงานที่ DESY ทำให้เราตระหนักว่าโลกได้เปลี่ยนไปแล้ว สิ่งที่เรามีนั้นยังไม่เพียงพอในการรองรับงานวิจัยใหม่ ๆ ถ้าเราจะทำงานวิจัยให้ได้ดีมากขึ้นควรจะมีสถานีทดลองที่ใช้เทคโนโลยีเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านอินฟราเรด (Infrared free-electron laser; IR-FEL) เพิ่มขึ้น จึงเริ่มต้นออกแบบ โดยการทำงานช่วงแรกนั้นเป็นการสร้างแบบจำลองแต่ละชิ้นขึ้นมาเป็นโมเดล รวมทั้งการศึกษาพลศาสตร์ของลำอิเล็กตรอนที่จะผลิตได้ แต่เนื่องจากงบประมาณที่ได้รับมีจำกัดจึงทำได้เพียงการออกแบบเบื้องต้นไปก่อน

จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2561 อาจารย์ได้งบประมาณก้อนแรกที่ค่อนข้างสูงจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ (สกอ.) ประมาณ 5 ล้านบาท รวมกับงบประมาณสนับสนุนเพิ่มเติมอีก 20% จาก มช. ทำให้เพียงพอต่อการเริ่มต้นสร้างอุปกรณ์บางส่วน และก็ได้รับการสนับสนุนจาก ศาสตราจารย์ ดร.ถิรพัฒน์ฯ ซึ่ง ณ เวลานั้นเป็นผู้อำนวยการศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ ท่านมองว่ามีความเป็นไปได้ที่จะสร้างและพัฒนาเครื่องนี้ขึ้นมาแต่ต้องใช้งบประมาณสูง ท่านจึงสมัครทุนของ บพค. จนกระทั่งได้งบประมาณของทุน Global Partnership มาจำนวน 18 ล้านบาท ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 โดยใช้ชื่อท่านเป็นหัวหน้าโครงการ เพราะเราเพิ่งกลับมาทำงานที่ประเทศไทย ยังไม่มีคนรู้จักเรามากนัก อาจเป็นการยากหากจะได้รับพิจารณาให้งบประมาณก้อนใหญ่ นอกจากนั้นส่วนตัวมองว่าการที่ได้งบประมาณครั้งนี้เป็นเพราะเรามีความร่วมมือกับหน่วยงานต่างประเทศด้านเครื่องเร่งอนุภาคโดยตรง อย่างเช่น German Electron Synchrotron DESY ประเทศเยอรมนี มหาวิทยาลัยเกียวโต และมหาวิทยาลัยโทโฮกุ ประเทศญี่ปุ่น และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ประเทศไต้หวัน ทำให้สามารถเริ่มสร้างเครื่องมือเพิ่มเติมได้ แต่การสร้างเครื่องมือนั้นไม่สามารถทำให้เสร็จได้ภายใน 1 ปี จึงต้องขยายเวลาอีกหนึ่งปีเพื่อให้ทำให้เสร็จ ซึ่งจะสังเกตว่าเราจะได้รับทุนแบบปีเว้นปี สำหรับทุน Global Partnership นั้น งบประมาณส่วนมากเป็นครุภัณฑ์ชิ้นใหญ่ที่มีประโยชน์มากคือ เครื่อง Fourier transform infrared spectroscopy station (FTIR spectrometer) ที่มีคุณสมบัติพิเศษเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่อง FTIR spectrometer ปกติทั่วไป ตรงที่มีแหล่งกำเนิดแสงทั้งในช่วงอินฟราเรดย่านกลาง (Mid-infrared; MIR) และอินฟราเรดย่านไกล (Far-infrared; FIR) หรือเทร่าเฮิรตซ์ (Terahertz; THz) โดยสามารถทำงานภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ทั้งในสภาวะ สุญญากาศ ในอากาศ และในสภาวะ dry N2-flow

จากนั้นในช่วงปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยเริ่มมีกลุ่มวิจัยแบบ Consortium แล้วเราได้รวมอยู่ในกลุ่มงานวิจัย High Energy Physics (HEP) โดยกลุ่มงานวิจัยนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 3 กิ่ง คือ 1) กิ่งที่ร่วมกับเซิร์นเป็นหลัก 2) กิ่งที่ศึกษานิวทริโน และ 3) กิ่งการประยุกต์ใช้ เราอยู่ในกิ่งที่ 3 ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ โดยในเวลานั้นทาง บพค. ได้เลือกโครงการที่เด่นในแต่ละกิ่งของกลุ่ม High Energy Physics (HEP) และโครงการของเราได้รับคัดเลือกจากกิ่งที่ 3 ทำให้ได้งบประมาณมา 10 ล้านบาท และได้รับงบประมาณเพิ่มอีก 9.8 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2567 ซึ่งจะเห็นว่างบประมาณแต่ละปีจะมีกรอบงบประมาณอยู่ ทำให้ไม่สามารถได้งบประมาณที่สูงมากนัก แต่ในการสร้างเครื่องที่เราทำนั้นจำเป็นต้องใช้งบประมาณสูงกว่าที่ได้รับมาก อีกทั้งยังต้องใช้เวลาในการสร้างอุปกรณ์แต่ละชนิดในระบบทั้งหมด ผลผลิตที่ต้องส่งเพื่อปิดโครงการวิจัยแต่ละปีจึงค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งงบประมาณที่เราได้รับในแต่ละปีก็จะน้อยมากเมื่อเทียบกับที่ห้องปฏิบัติการวิจัยในลักษณะเดียวกันได้รับในต่างประเทศ แต่ก็ยังดีที่ได้รับงบประมาณมาเพื่อให้ยังสามารถดำเนินการพัฒนาต่อยอดไปได้เรื่อย ๆ”



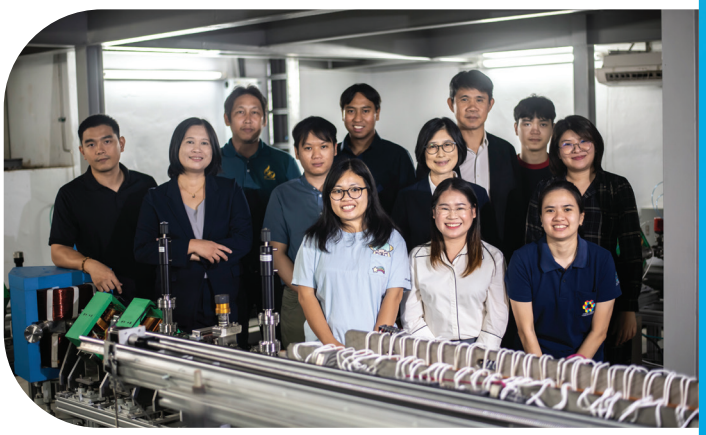
เครื่องเร่งอนุภาคนั้นมีราคาสูงมาก อีกทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ บางชิ้นที่ใช้ในการส่งเสริมงานวิจัยนั้น เป็นครุภัณฑ์ราคาสูง ไม่สามารถขอทุนภายนอกซื้อได้ทั้งหมด หากไม่มีการสนับสนุนจากภายในมหาวิทยาลัยก็อาจจะทำให้แผนงานที่วางไว้เดินหน้าได้ช้าลง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ ได้เล่าต่อถึงแรงสนับสนุนจากภายในมหาวิทยาลัย ทำให้ได้เครื่องมืออีกชิ้นที่เป็นประโยชน์อย่างมาก นอกเหนือไปจากเครื่องเร่งอนุภาค นั่นคือ เครื่องเลเซอร์พัลส์สั้นกำลังสูง ที่สามารถนำไปพัฒนาเครื่องมือสำหรับงานวิจัยขั้นแนวหน้าที่ยังไม่มีในประเทศไทย

“ก่อนหน้านั้นในสมัยที่ศาสตราจารย์คลินิก นายแพทย์ นิเวศน์ นันทจิต เป็นอธิการบดี และรองศาสตราจารย์ ดร. สัมพันธ์ สิงหราชวราพันธ์ เป็นรองอธิการบดี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ให้เราไปนำเสนอโครงการที่ทำอยู่ เมื่อนำเสนอแล้วท่านก็ถามว่าเราอยากได้อะไรเพิ่มบ้าง เราจึงเสนอของบประมาณเพื่อซื้ออุปกรณ์ที่ไม่สามารถขอทุนจากภายนอกได้แน่ ๆ นั่นคือ เครื่องเลเซอร์พัลส์สั้นกำลังสูงที่เรียกว่าเลเซอร์เฟมโตวินาที (Femtosecond Laser) มูลค่ารวมประมาณ 17 ล้านบาท ทั้งนี้ต้องขอบคุณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่มองเห็นความสำคัญ และได้มอบงบประมาณเพื่อจัดซื้อเครื่องนี้ และยังได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องมาจนถึงสมัยของท่านอธิการและท่านรองอธิการปัจจุบัน เราได้รับเครื่องครบชุดในระยะเวลา 2 ปี โดยเครื่องนี้สามารถนำไปพัฒนาเครื่องมือที่บ้านเรายังไม่มีได้อีกหลายชุด และสามารถรองรับงานวิจัยให้กับนักวิจัยที่ต้องการใช้งานได้เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังได้สนับสนุนบรรจุเจ้าหน้าที่ฝีมือขั้นสูงที่ทำงานในโครงการเรามาสิบกว่าปีในตำแหน่งพนักงานมหาวิทยาลัย ทำให้คนทำงานมีขวัญและกำลังใจในการทำงานเป็นอย่างมาก”

ในขณะเดียวกันในการพัฒนาเครื่อง IR-FEL นั้น ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ ทีมวิจัยและกลุ่มนักศึกษาก็ได้พัฒนาเครื่องมือจากเลเซอร์เฟมโตวินาที โดยเครื่องแรกที่เลือกพัฒนาขึ้น คือเครื่องสเปกโตรสโกปีโดเมนเวลาย่านเทร่าเฮิรตซ์ (Terahertz time-domain spectroscopy; THz-TDS) แต่การสร้างนั้นหากไม่มีต้นแบบให้ศึกษาอาจทำให้ใช้เวลานาน จึงได้มีความร่วมมือกับศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ หรือที่รู้จักกันดีในชื่อ NECTEC เพื่อส่งนักศึกษาไปศึกษาการใช้เครื่องมือและเรียนรู้ระบบการทำงาน

“การสร้างเครื่อง THz-TDS นั้น หากเราไม่เคยใช้งานก็ไม่สามารถจะสร้างขึ้นมาได้ จึงได้ส่งนักศึกษาไปที่ NECTEC และทาง NECTEC ใจดีมาก เขาให้นักศึกษาแกะเครื่องมือของเขาและเรียนรู้จากระบบนั้น ทำให้สามารถกลับมาออกแบบประยุกต์ในแบบของเราได้ เพราะสิ่งที่เราทำจะไม่เหมือนกับระบบของเขา คือ ของเขาจะใช้เลเซอร์อีกแบบหนึ่ง และจากความร่วมมือจาก NECTEC ในครั้งนี้ ทาง NECTEC ได้มอบชิ้นส่วนที่สำคัญมากให้เราด้วย คือ ตัวผลิตและตัวตรวจวัดรังสีเทร่าเฮิรตซ์ที่ทาง NECTEC ได้พัฒนาขึ้นมาเองในประเทศ และเมื่อนำมาประกอบเข้ากับเครื่องที่เราออกแบบไว้พบว่าเครื่องสามารถใช้งานได้คุณภาพเทียบเท่ากับเครื่องที่ซื้อมาจากต่างประเทศ จึงเป็นชุดการทดลองที่เราออกแบบและสร้างสำเร็จเป็นที่แรกในประเทศไทยภายใต้ความร่วมมือของนักวิจัยและนักศึกษาของ มช. และ NECTEC ส่วนตัวแล้วรู้สึกภูมิใจกับนักศึกษาของเรามาก และบอกพวกเขาเสมอว่าเขาทำสำเร็จแล้วนะ เพราะนักศึกษามีส่วนสำคัญมากในการสร้างเครื่อง THz-TDS นี้และเขารู้กระบวนการตั้งแต่ออกแบบ สร้าง ไปจนถึงการดูแลปรับจูนทั้งหมด และหากเครื่องมีปัญหาเราก็สามารถซ่อมแซมดูแลเองได้เนื่องจากเราสร้างขึ้นมาเองซึ่งถึงแม้ว่าระบบเลเซอร์ที่เราใช้นั้นจะมีต้นทุนสูง แต่ข้อดีคือ สามารถแบ่งเลเซอร์ออกมาใช้งานได้

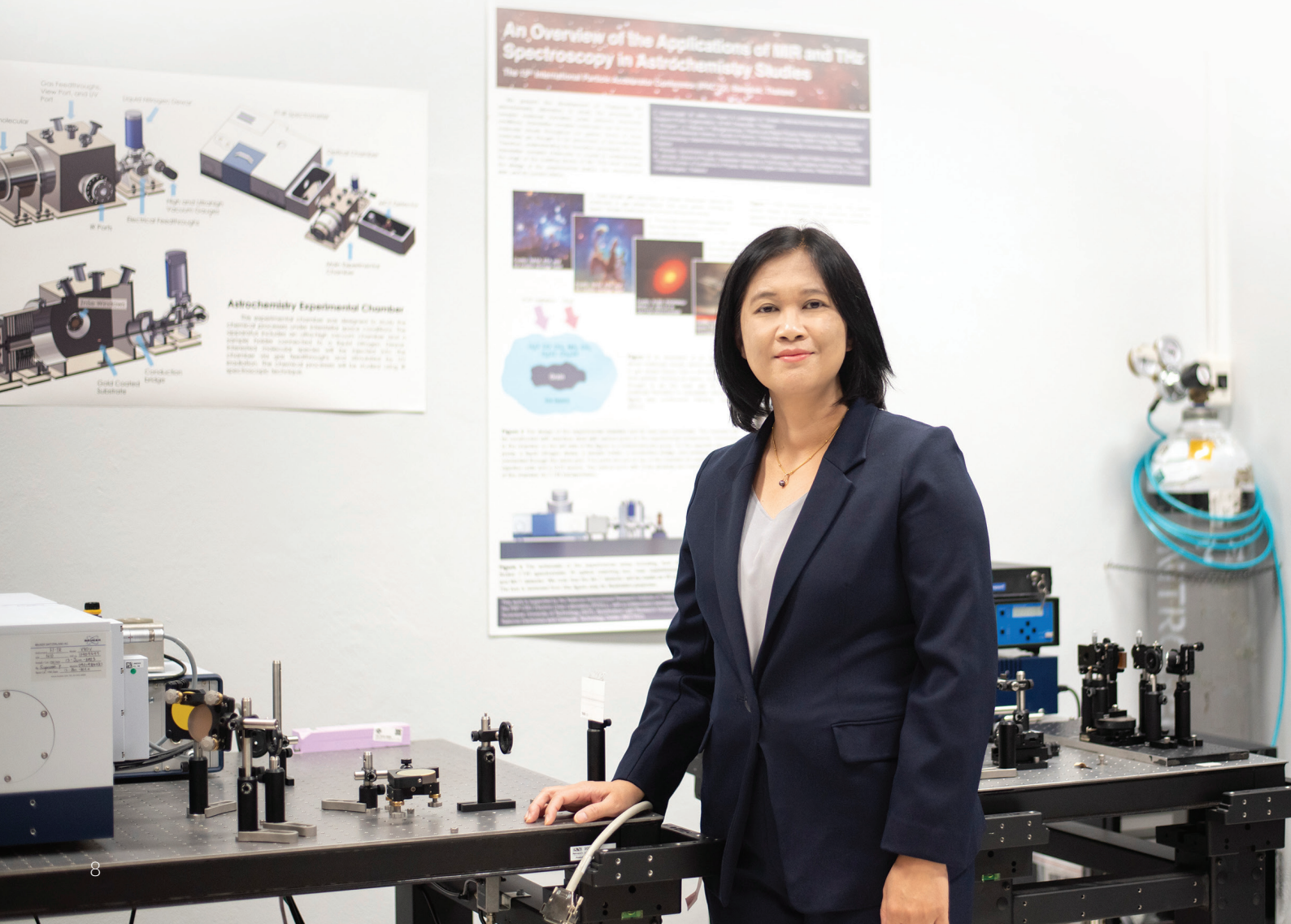
และในปีงบประมาณ 2567 นี้ เราอยู่ในระหว่างการออกแบบเพื่อพัฒนาเครื่องที่ความสามารถในการใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามเวลาความไวสูง เรียกว่าเครื่อง Time–resolved THz spectroscopy (TRTS) ซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนมากกว่าเครื่อง THz-TDS อีก แต่จะเป็นสถานีทดลองเพื่อศึกษาในระดับควอนตัม ซึ่งเป็นการศึกษาในระดับลึก เช่น ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนระดับชั้นพลังงาน ทำให้สามารถสนับสนุนงานวิจัยขั้นแนวหน้าที่ต้องการข้อมูลเชิงลึกมาก ๆ ได้ และเท่าที่ทราบยังไม่มีเครื่องมือชนิดนี้ที่ให้บริการในประเทศไทย”



แผนการขั้นต่อไป

การสร้างเครื่อง IR-FEL และสถานีทดลองต่าง ๆ นั้นยังคงมีเฟสการทำงานเพื่อพัฒนาให้รองรับกับงานวิจัยขั้นแนวหน้าต่อไปได้อีก ซึ่งยังคงต้องใช้เวลาอีกประมาณ 2-3 ปี อย่างไรก็ตามขณะนี้ได้เปิดให้นักวิจัยได้มาร่วมใช้งานเครื่องมือที่พร้อมให้บริการ โดยจะเริ่มต้นจากภายในมหาวิทยาลัยก่อน เพื่อเป็นการศึกษาและปรับจูนให้เครื่องสามารถให้บริการได้เต็มรูปแบบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ ได้เล่าถึงการทำงานและการเปิดให้นักวิจัยมาร่วมใช้งานเครื่อง FTIR Spectrometer และเครื่อง THz-TDS ที่พร้อมให้บริการว่า

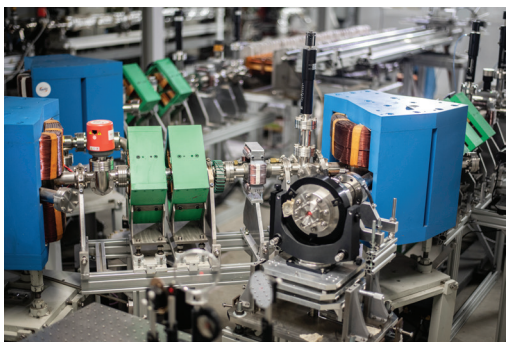
"ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 เราจะเริ่มให้บริการการใช้งาน เครื่อง FTIR Spectrometer และเครื่อง THz-TDS ก่อน โดยรูปแบบการให้บริการจะมี 2 แบบ คือ ผ่านความร่วมมือในการทำงานร่วมกัน เช่น การมีงานตีพิมพ์หรือสิทธิบัตรร่วมกันกับอีกส่วนคือ ชำระเป็นค่าบริการ ส่วนของเครื่องเร่งอนุภาค ที่สามารถผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระได้ 2 ย่าน คือ ย่านอินฟราเรดช่วงกลาง (Mid-Infrared FEL) กับย่านเทร่าเฮิรตซ์ (THz FEL) หากทำสำเร็จจะมีการสร้างระบบลำเลียงรังสีเพื่อให้ user เข้ามาใช้งานได้ เพราะห้องปฏิบัติการของเราจะมี 2 ฝั่งซึ่งการใช้งานเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระจะมี 2 ลักษณะ แบบแรก คือ การฉายรังสีที่มีความเข้มสูง หากสูงมากพอจะทำให้เปลี่ยนสมบัติของตัวอย่างได้ ซึ่งมหาวิทยาลัยเกียวโต ประเทศญี่ปุ่นสามารถทำได้แล้ว ในช่วงแรกนี้เราจึงจะไปทำการทดลองนี้ที่มหาวิทยาลัยเกียวโตเป็นการทดลองนำร่องก่อน โดยจะนำตัวอย่างเพื่อไปศึกษาดูว่าเทคนิคและกระบวนการฉายรังสีทำอย่างไร และได้ผลการเปลี่ยนสมบัติหรือไม่ อีกแบบคือ การนำรังสีมาใช้ในการทดลองศึกษาการเปลี่ยนระดับชั้นพลังงานของวัสดุพิเศษ เช่น ควอนตัม เพอรอฟสไกต์ กราฟีน เพื่อใช้ในการศึกษาเชิงลึกของวัสดุ ซึ่งจะสามารถส่งเสริมนักวิจัยได้มากขึ้น นอกจากนี้ก็จะมีการประยุกต์ใช้ลำอิเล็กตรอนโดยตรง ที่มุ่งเน้นไปทางการแพทย์ โดยเราพบว่าลำอิเล็กตรอนจากเครื่องเร่งอนุภาคของเราอาจสามารถนำไปศึกษาการฉายรังสีเพื่อรักษามะเร็งแบบไฮโดรหรือมีกำลังสูงแต่ในระยะเวลาสั้น ๆ ได้ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการทำลายเซลล์มะเร็ง แต่ไม่ทำลายเนื้อเยื่อที่ดีที่อยู่โดยรอบ โดยในขณะนี้เราได้ทำงานกับกลุ่มนักวิจัยใน มช. และนักวิจัยในสถาบันอื่นที่เป็นนักวิจัยร่วมในโครงการก่อน เป็นเหมือน Pilot Project ก่อน เพื่อร่วมแลกเปลี่ยนและเป็นการทดลองการใช้งานไปด้วย จากนั้นเมื่อสถานีทดลองต่าง ๆ สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพแล้ว จะได้เปิดให้บริการแก่นักวิจัยอื่นทั่วไป"

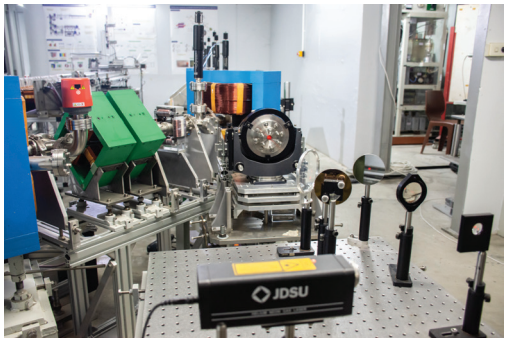


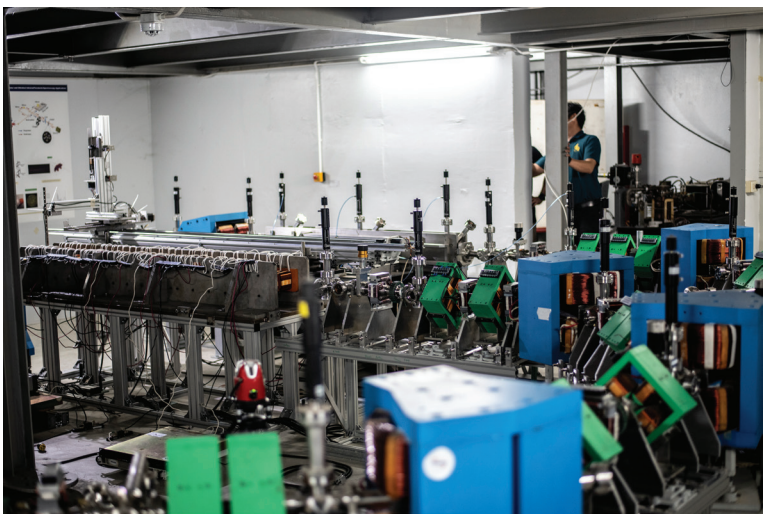
DID YOU KNOW?

เครื่อง IR-FEL กับ FTIR ทำงานอย่างไร

เครื่อง IR-FEL มีสองสถานีทดลองคือ Mid-Infrared FEL กับ THz FEL โดยสมบัติเด่นของ MIR-FEL คือมีความถี่สอดคล้องกับการกระตุ้นพันธะเคมีในโมเลกุล (Intramolecular interaction) และจากสมบัติการมีความเข้มสูงของเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ ทำให้สามารถประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาผลจากการถ่ายโอนพลังงานแสงเลเซอร์กำลังสูงที่ให้สสารหรือวัสดุ เมื่อสสารหรือวัสดุดูดกลืนเลเซอร์กำลังสูงที่มีความยาวคลื่นสอดคล้องกับความถี่การสั่นในโหมดต่างๆ ของพันธะเคมีดังกล่าวจะเกิดการกระตุ้นอย่างรุนแรงและมีโอกาสที่โมเลกุลจะถูกไอออไนซ์ (Ionization) ด้วยกระบวนการ photoionization ต่างๆ กันไป และหากเกิดบนวัสดุอาจทำให้เกิดการแปรเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมี การเสื่อมสภาพ หรือการเปลี่ยนเปลงทางกายภาพบนพื้นผิว กระบวนการดังกล่าวมีความสำคัญหลายประการตั้งแต่ระดับความรู้พื้นฐานถึงการประยุกต์ใช้ อาทิ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระดับโมเลกุลของสารเคมีเนื่องจากการกระตุ้นด้วยแสง การออกแบบวัสดุ การปรับเปลี่ยนสมบัติของวัสดุทั้งทางเคมีและกายภาพ การปรับปรุงลักษณะพื้นผิว ไปจนถึงการสร้างเทคนิคเพื่อเคลือบฟิล์มบางของพอลิเมอร์บนพื้นผิวที่ต้องการ ส่วนสมบัติเด่นของ THz-FEL คือความถี่ของ THz-FEL จะสอดคล้องกับการกระตุ้นอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุล (Intermolecular interaction) ซึ่งมีความสำคัญต่อโครงสร้าง หรือ รูปร่างของโมเลกุล โดยเฉพาะโมเลกุลชีวเคมีขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน DNA RNA สามารถใช้ศึกษาปรากฏการณ์ในระบบชีวเคมี ซึ่งระบบที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ และจากสมบัติการมีความเข้มสูง ทำให้สามารถประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาผลจากการถ่ายโอนพลังงานแสงเลเซอร์กำลังสูงที่ให้สสารหรือวัสดุ แสงย่านเทร่าเฮิรตซ์ที่ความเข้มสูงพอยังสามารถใช้ในการศึกษาสภาพแม่เหล็กของวัสดุได้อีกด้วย นอกจากนี้คุณสมบัติพัลส์สั้นของ THz-FEL เหมาะกับการใช้เป็นแหล่งแสงสำหรับการทดลองสเปกโตรสโคปีตามเวลา นอกจากนี้ MIR-FEL และ THz-FEL ยังมีความสามารถในการปรับเลือกความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์ได้ในช่วงความยาวคลื่นตามต้องการ ทำให้การศึกษาผลของ FEL ที่ความยาวคลื่นต่างๆ มีประสิทธิภาพกว่าแหล่งกำเนิดแสงความเข้มสูงอื่น เช่น เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ที่ให้สเปกตรัมแสงที่กว้างแต่จำเป็นต้องมีการคัดเลือกหรือกรองความยาวคลื่น ซึ่งโดยทั่วไปส่งผลให้ความเข้มลดลง หรือ เลเซอร์ห้วงสั้นอื่นที่มีช่วงการแปรความยาวคลื่นค่อนข้างจำกัดตามชนิดและการออกแบบ



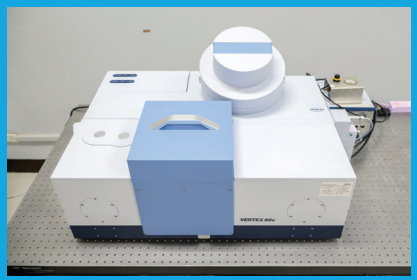




HOW DOES IT WORKS?

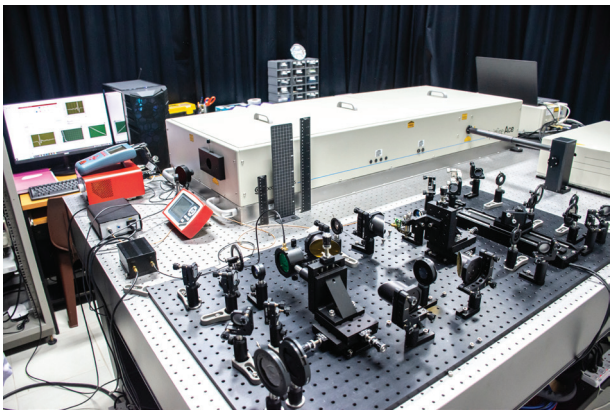
เครื่อง Fourier transform infrared spectroscopy station (FTIR spectrometer)

เครื่องนี้เป็นโมเดล Bruker Vertex 80v ที่มีคุณสมบัติพิเศษเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่อง FTIR spectrometer ปกติทั่วไป ตรงที่มีแหล่งกำเนิดแสงทั้งในช่วงอินฟราเรดย่านกลาง (Mid-infrared; MIR) และอินฟราเรดย่านไกล (Far-infrared; FIR) หรือเทร่าเฮิรตซ์ (Terahertz; THz) ซึ่งสามารถใช้ในการศึกษาสเปกตรัมที่เป็นลายนิ้วมือ (Finger print) ของวัสดุในทั้งสองช่วงรังสีนี้ โดยสามารถทำงานภายใต้เงื่อนไขต่างๆ (ในสภาวะสุญญากาศ, ในอากาศ, dry N2-flow) นอกจากนี้ ยังสามารถออกแบบสถานีทดลองภายนอกสำหรับการทดลองที่ต้องการเงื่อนไขพิเศษอีกด้วย



เครื่อง Terahertz time-domain spectroscopy (THz-TDS)

เครื่องนี้ใช้เทคนิคการใช้รังสีเทร่าเฮิรตซ์พัลส์สั้นในการศึกษาวิเคราะห์สมบัติของสสารในโดเมนของเวลา ซึ่งจะได้ข้อมูลทั้งแอมปลิจูดและเฟสของสนามไฟฟ้าของรังสีเทร่าเฮิรตซ์ ทำให้สามารถวิเคราะห์สมบัติของวัสดุได้ครอบคลุมมากกว่าการทดลองและวิเคราะห์ด้วย FTIR spectroscopy ข้อเด่นของสถานี THz-TDS คือ สามารถวัดคุณสมบัติในการส่งผ่านและการสะท้อนแสงแบบเชิงซ้อนของวัสดุได้โดยตรง ซึ่งจะช่วยให้สามารถคำนวณหาค่าสภาพนำไฟฟ้า ค่าคงที่ dielectric และค่าดัชนีหักเหแบบเชิงซ้อนได้โดยตรง ซึ่งทำให้เข้าใจสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุได้ครบถ้วนและง่ายขึ้น อีกทั้งยังเป็นเทคนิคการทดสอบแบบไม่ทำลาย และไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิคอื่น เช่น การทดลอง DC conductivity measurement เพิ่มเติม และสามารถใช้ในการตรวจสอบการนำไฟฟ้าในระดับนาโนของวัสดุ เนื่องจากความถี่ในช่วง 0.4 ถึง 2.5 THz สอดคล้องกับขนาดในระดับ 10 ถึง 20 นาโนเมตร



สถานีทดลองจากเครื่อง IR-FEL และเลเซอร์เฟมโตวินาที เป็นเครื่องมือที่ทันสมัยที่มีคุณสมบัติพิเศษดังที่กล่าวมาและสามารถใช้ได้ทั้งในงานวิจัยขั้นแนวหน้าและการประยุกต์ในหลากหลายสาขา อาทิเช่น ด้านชีววิทยา ชีวเคมี เคมี การแพทย์ เภสัชศาสตร์ วัสดุศาสตร์ พลังงาน การเกษตร และอาหาร

คุณสมบัติพิเศษของรังสีเทร่าเฮิรตซ์

รังสีเทร่าเฮิรตซ์พัลส์มีคุณลักษณะพิเศษคือสามารถทะลุผ่านวัสดุที่เป็นอโลหะ เช่น พลาสติก กระดาษ เสื้อผ้า และเซรามิกส์ รวมถึงเนื้อเยื่ออ่อนของมนุษย์ แต่ไม่สามารถทะลุผ่านโลหะและน้ำได้ ด้วยลักษณะการดูดซับรังสีเทร่าเฮิรตซ์ที่แตกต่างกันในวัสดุต่างๆ ทำให้สามารถใช้ในการสร้างภาพที่บ่งบอกถึงความหนาแน่นที่ต่างกันในเนื้อวัสดุและสามารถนำไปวิเคราะห์สเปกตรัมของวัสดุเพื่อระบุชนิดของสาร รวมทั้งเป็นรังสีที่กระตุ้นการตอบสนองของโมเลกุลและสสารในระดับต่ำ ทำให้สามารถศึกษากระบวนการทางชีววิทยาและเคมีในระดับละเอียดได้

ห้องปฏิบัติการวิจัยเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้น PCELL (PBP-CMU Electron Linac Laboratory) เป็นห้องปฏิบัติการวิจัยด้านเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนเชิงเส้นและเลเซอร์ความไวสูงย่านอินฟราเรดและเทร่าเฮิรตซ์ เป็นโครงการที่มุ่งเน้นการพัฒนาสถานีทดลองเพื่อประยุกต์ใช้ในงานวิจัยขั้นแนวหน้าและอุตสาหกรรมในอนาคต มีผลผลิตของโครงการ ณ ปัจจุบัน ได้แก่ ระบบเครื่องเร่งอิเล็กตรอนและสถานีเพื่อผลิตเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระย่านอินฟราเรดช่วงกลางและเทร่าเฮิรตซ์ และระบบเทร่าเฮิรตซ์สเปกโทรสโกปีโดเมนเวลา (Terahertz time-domain spectroscopy: THz-TDS) แต่เครื่องมือวิจัยเหล่านี้จะมีส่วนช่วยตอบโจทย์งานวิจัยที่หลากหลายที่ต้องการข้อมูลเชิงลึกที่มีความละเอียดและความแม่นยำในการวัดค่าต่าง ๆ ได้อย่างไร ท่านจะได้สัมผัสประสบการณ์ผ่านนักวิจัยหลายท่านที่ได้ทำงานกับเครื่องมือเหล่านี้ด้วยกัน

เครื่องมือที่ดี มีผลต่อ ข้อมูลเชิงลึก ที่แม่นยำ

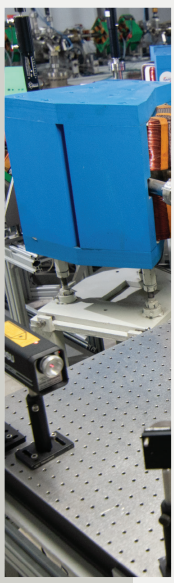
รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ เรือนคำ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มช. ผู้ได้รับรางวัลช้างทองคำ นักวิจัยรุ่นใหม่ดีเด่น ประจำปี 2566 กำลังมองหาเทคนิคที่จะช่วยให้ได้ข้อมูลเชิงลึกในการวัดค่าความสมบูรณ์ของสารกึ่งตัวนำชนิดเพอรอฟสไกต์ หรือวัสดุเพอรอฟสไกต์เพื่อใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งในการวิเคราะห์แบบทั่ว ๆ ไป เป็นการวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของวัสดุดังกล่าวทางอ้อม ซึ่งจะไม่สามารถอธิบายโครงสร้างผลึกเชิงลึกอย่างมีหลักฐานที่ชัดเจนได้ ดังนั้นการมีเครื่องมือวิเคราะห์ที่เหมาะสมและแม่นยำจึงเป็นคำตอบของโจทย์ที่มองหาอยู่

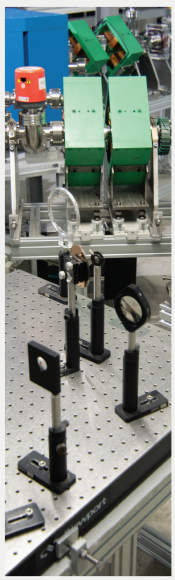
รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ เรือนคำ
ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มช.

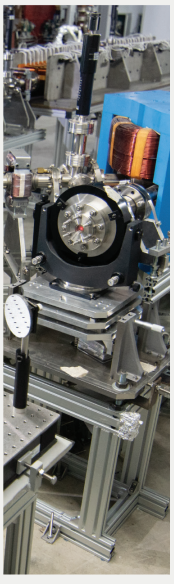
“ผมทำงานวิจัยเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมุ่งศึกษาวัสดุเพอรอฟสไกต์ เพื่อใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ที่เรียกว่า Perovskite Solar Cell โดยปกติเซลล์แสงอาทิตย์นั้นอาศัยสารกึ่งตัวนำในการรับพลังงานแสงแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า ดังนั้น หากต้องการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพในการแปลงกำลังงานแสงเป็นกำลังงานไฟฟ้าสูงจะต้องมีโครงสร้างสารกึ่งตัวนำที่สมบูรณ์เพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าไปกับตำแหน่งของวัสดุที่ไม่สมบูรณ์ แล้วเราจะทราบได้อย่างไรว่าผลึกหรือฟิล์มบางที่เราผลิตขึ้นมานั้น มีโครงสร้างที่สมบูรณ์แล้ว เราจำเป็นต้องใช้เทคนิคขั้นสูงเพื่อวิเคราะห์สมบัติเหล่านี้ออกมา ผมจึงมาปรึกษากับผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร ริมแจ่ม เนื่องจากอาจารย์มีเครื่องที่สามารถวิเคราะห์สมบัติของสสารในโดเมนของเวลาหรือที่เรียกว่า Terahertz Time Domain Spectroscopy (THz-TDS) ได้ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สมบัติที่สำคัญต่องานของผม ในปัจจุบันประเทศไทยมีเครื่องนี้เพียง 2 แห่ง คือ มช. กับ เนคเทค (NECTEC) ที่ สวทช. (NASDA) ฉะนั้นผมจึงเลือกที่ มช. เนื่องจากเราอยู่ใน มช. อยู่แล้ว และที่สำคัญหากไม่มีสถานี THz-TSD เราจะไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกได้เลย เนื่องจากวิธีทางอ้อมอื่นนั้น อาจจะให้คำตอบได้ไม่ชัดเจน”

รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ฯ ได้กล่าวถึงจุดเด่นของห้องปฏิบัติการ PCELL นี้ ว่าตอบโจทย์วิจัยของอาจารย์ได้อย่างไร

“ถามว่าทำไมผมจึงเลือกมาใช้บริการที่นี่ มีหลายประเด็นและหลายเครื่องมือที่ช่วยผมในการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้วัสดุเพอรอฟสไกต์ได้ และช่วยหาคำตอบที่แน่ชัดในงานวิจัยที่มีคุณภาพสูง เพื่อให้สามารถอธิบายเชิงวิชาการที่มีหลักฐานได้มากขึ้น ทั้งนี้มี 4 ประเด็นที่ตัดสินใจมาทำวิจัยร่วมกับที่นี่ คือ **ประเด็นแรก** คือการใช้ Terahertz FTIR Spectroscopy ที่แตกต่างจาก FTIR Spectroscopy ทั่วไปตรงที่มีช่วงของการวัดค่าที่โดดเด่นกว่าที่อื่น เนื่องจากมี Terahertz FTIR Spectroscopy ซึ่งเป็นช่วงของ FIR (Far Infrared) ที่ที่อื่นไม่มี (นอกจากที่เนคเทค) โดยข้อมูลตรงนี้จะสามารถบอกข้อมูลความไม่สมบูรณ์ของผลึกได้ **ประเด็นที่สอง** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ ได้ปรึกษากับทางบริษัทผู้จำหน่ายในการสร้างเครื่องมือให้สามารถวัดวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วย Terahertz FTIR Spectroscopy ภายใต้บรรยากาศที่ควบคุมได้ทั้งสุญญากาศ อากาศปกติ หรือก๊าซไนโตรเจน เช่น ถ้าสารตัวอย่างของเราทำปฏิกิริยากับอากาศ เราสามารถนำอากาศออกไปได้ เพื่อวัดข้อมูลภายใต้สุญญากาศ หรือสามารถวัดค่าภายใต้ก๊าซเฉื่อยได้ ซึ่งวัสดุเพอรอฟสไกต์บางชนิดหากไม่มีการเคลือบผลึกหรือฟิล์มด้วยสารปกป้องความชื้นบางชนิด ก็จะเสื่อมสภาพได้เร็วมากเมื่อเจอกับความชื้นในอากาศ อีกข้อดีหนึ่งของห้องทดลองนี้คืออยู่ใกล้ เราจึงไม่จำเป็นต้องแพคตัวอย่างก่อนจัดส่งไปวิเคราะห์เหมือนที่อื่น ซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาดไปได้มาก **ประเด็นที่สาม** คือ การใช้ Terahertz Time Domain Spectroscopy (THz-TDS) ที่ทำให้เราได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความสมบูรณ์ของผลึก ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญอย่างยิ่งของสารกึ่งตัวนำที่ต้องคิดเวลาที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการแปลงกำลังงานในเซลล์แสงอาทิตย์ เพราะเซลล์แสงอาทิตย์จะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของผลึกที่เรานำมาเป็นตัวรับแสงและให้ประจุไฟฟ้า ผมถือว่าเป็นจุดเด่นมากๆ เพราะหาเครื่องวัดในรูปแบบนี้ยากมาก และ**ประเด็นสุดท้าย** คือ ห้องแลปนี้มี Femtosecond Laser ที่ให้แสงเลเซอร์ที่มีความถี่สูง ซึ่งเราสามารถใช้กัดเซาะฟิล์มบางที่มีความหนาในระดับนาโนเมตรได้ ซึ่งสามารถช่วยทำ pattern ของเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ได้อย่างแม่นยำมีความร้อนที่เกินมาน้อยไม่เหมือนกับการใช้ Nanosecond laser ที่อาจไม่เป็นผลดีกับฟิล์มบางแต่ละชั้นในเซลล์แสงอาทิตย์ เพราะการใช้ nanosecond laser ให้ความร้อนส่วนเกินกับฟิล์มบางแต่ละชั้นในเซลล์แสงอาทิตย์ แต่ถ้าเป็นระดับ Femtosecond Laser ความร้อนส่วนเกินมีน้อยมากเป็นเหตุให้ไม่ทำลายฟิล์มที่เราสร้าง และที่สำคัญการกัดเซาะมีความแม่นยำสูง”







ด้วยเหตุผลทั้งหมดที่ รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ฯ ได้กล่าวมา ทำให้เราได้เห็นถึงมุมมองสำคัญของงานวิจัยที่จะยกระดับสู่ขั้นแนวหน้าได้นั้น ต้องมีปัจจัยการบ่งชี้ถึงรายละเอียดเชิงวิชาการได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งอาจารย์ได้บอกถึงเป้าหมายของห้องปฏิบัติการเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำนี้ว่า

“เราต้องการให้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเพอรอฟสไกต์นี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง ดังนั้น ความวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Terahertz FTIR Spectroscopy, Terahertz Time Domain Spectroscopy (THz-TDS) เพื่อช่วยเราเข้าใจธรรมชาติเชิงลึกของวัสดุเพอรอฟสไกต์ หรือการใช้ Femtosecond Laser เพื่อนำไปช่วยพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ก็ตาม ล้วนช่วยส่งเสริมเราให้ไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ ปลายทางที่ดีต้องมาจากต้นทางที่ดี มาจากเพื่อนร่วมงานที่ดี และเครื่องมือที่ดี ผมมองว่าความสำเร็จก็อยู่ไม่ไกลหากเรามีสิ่งสนับสนุนเหล่านี้”

การค้นพบสิ่งใหม่ จำเป็นต้องใช้.. เครื่องมือที่ตอบโจทย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกฤต สุจริตกุล
ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มช.

ในการค้นพบสสาร โมเลกุล หรือสารกึ่งตัวนำใด ๆ สิ่งที่ควรเข้าใจพื้นฐานก่อนคือ พฤติกรรมของอิเล็กตรอนในสารนั้น ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีความสามารถในการวัดค่าตัวแปรตามการทดลองที่ออกแบบไว้ ในส่วนนี้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกฤต สุจริตกุล อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มช. กำลังทดลองวัสดุกึ่งตัวนำที่เป็น 2 มิติ และมีงานวิจัยเกี่ยวกับควอนตัมดอท โดยงานวิจัยนี้จำเป็นต้องวัดค่าการสั่นด้วยเครื่องเร่งอนุภาคที่มีความสามารถเพียงพอในการให้ค่าความเป็นจริงได้ ซึ่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกฤตฯ ได้เล่าถึงงานวิจัยที่อาจารย์ได้ทำดังนี้ว่า

“ผมจบด้านสื่อวัสดุมิติต่ำ (Low Dimensional Material) วัสดุมิติต่ำคืออะไร อาจอธิบายง่าย ๆ เช่น โต๊ะที่เราเห็นนี้ถ้าจับมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก็จะได้วัสดุบางเหมือนกระดาษ มีแค่ 2 มิติ หนาแค่ 1 หรือ 2 อะตอม เป็นต้น และเนื่องจากผมเพิ่งเข้ามาเป็นอาจารย์ที่ มช. จึงยังไม่มี 2D Materials Setup ของตัวเอง แต่ได้มาช่วย รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาพ ชูพันธ์ หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ ทำวิจัยเกี่ยวกับควอนตัมดอทที่ใช้กับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเพอรอฟสไกต์ โดยเมื่อแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานจะทำให้เกิดการกระตุ้นที่นำไปสู่การเกิดพาหะนำประจุเรียกว่า อิเล็กตรอน กับ โฮล (Hole) ซึ่งเป็นสื่อที่ใช้ในการทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนั้น ถ้าต้องการให้โซลาร์เซลล์นำกระแสไฟฟ้าได้จำนวนมาก ก็ต้องดึงอิเล็กตรอนออกมาจำนวนมากด้วยเช่นกัน งานวิจัยของผมสามารถช่วยปรับปรุงประเด็นนี้ได้โดยการนำควอนตัมดอทที่มีสมบัติที่เหมาะสมไปเชื่อมและอุดรูที่อิเล็กตรอนถูกดึงออกมา มีผลให้โซล่าร์เซลล์ทำงานได้ดีขึ้นและมีเสถียรภาพมากขึ้น งานล่าสุดที่พวกเราเพิ่งส่งตีพิมพ์ไปภายใต้หัวข้อนี้คือ Efficiency Enhancement of Perovskite Solar Cells through Electron Transport Layer Modification Using TiO2-Graphene Nanocomposited Quantum Dots ซึ่งเป็นการใช้ควอนตัมดอทของไทเทเนียมผสมแกรฟีนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดึงอิเล็กตรอนของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดดังกล่าว ซึ่งเป็นการใช้ความเชี่ยวชาญด้านวัสดุมิติต่ำที่ผมเรียนจบมากับงานวิจัยที่มีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์ประยุกต์ (Applied Physics Research Laboratory) นอกจากนี้ งานส่วนที่ 2 คือการทำเซนเซอร์ที่ผลิตมาจากวัสดุ 2 มิติ ตัวอย่างเช่น แกรฟีน ที่ได้รับรางวัลโนเบลในปี พ.ศ. 2548 หลักการคือเมื่อกระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านสารกึ่งตัวนำอย่างแกรฟีน จะสามารถทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น โดยวัสดุ 2 มิติที่ผมกำลังทำ Electrical Anisotropy in InSe/MoO3 heterostructure 2D Field Effect Transistor และ Electrochemical Carrier Enhancement of MoS2 FET Device มีความร่วมมือกันกับมหาวิทยาลัย Case Western Reserve ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยที่ผมจบมาและได้ทำงานที่มหาวิทยาลัยที่นั่น งานวิจัยที่ทำเกี่ยวกับ Flexible Device ซึ่งเป็นอุปกรณ์ 2 มิติ สามารถนำมาใช้กับร่างกายของเราได้ อาทิ กลุ่มแผงวงจรที่สามารถสวมใส่ได้ โดยทั้งสองส่วนยังอยู่ในการทดลอง”

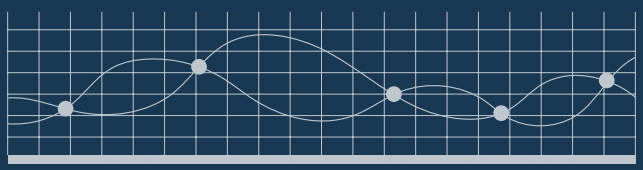
ในวัสดุที่บางและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าตามงานวิจัยของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกฤตฯ อุปกรณ์ที่สำคัญต่อการทำงานคือ เครื่องเร่งอนุภาคที่วัดค่าในส่วนย่อยของสารประกอบกึ่งตัวนำนี้ได้

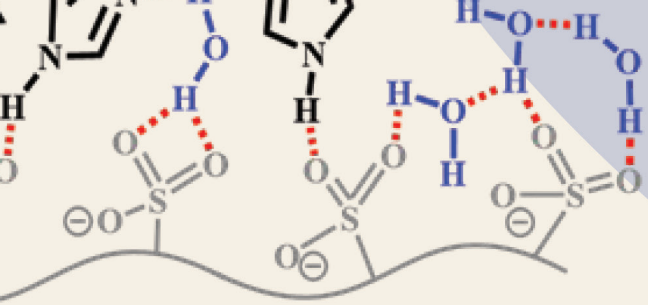
“แท้จริงแล้วในทางฟิสิกส์จะมีสิ่งที่เรียกว่า การสั่น ยิ่งขนาดใหญ่จะยิ่งสั่นช้าลง นี่คือจุดเด่นของ FTIR สามารถวัดการสั่นโดยที่เราสามารถเลือกช่วงได้ ปกติถ้าซื้อเครื่องแบบสำเร็จรูปจะสามารถวัดสัญญาณที่เรียกว่า Mid Infrared ได้โดยจะมีประโยชน์ทางเคมี เช่น ถ้าเราต้องการสร้างโมเลกุลจะสามารถวัดค่าการสั่นในระดับโมเลกุลได้ แต่ในงานของผมนั้นเป็นวัสดุที่เป็นของแข็ง ซึ่งของแข็งประกอบด้วยโมเลกุลจำนวนมหาศาล เมื่อเราต้องการเปลี่ยนคุณสมบัติของวัสดุที่เป็นของแข็ง โมเลกุลเหล่านั้นจะต่อกันยาวกว่าทำให้สัญญาณ Mid Infrared จะไม่เพียงพอในการวัดค่าสำหรับชิ้นงานนี้ โดยเฉพาะงานที่ผมกำลังทำอย่างควอนตัมดอทที่ผ่านมาต้องใช้วิธีทางอ้อมในการวัดค่าสมบัติทางไฟฟ้าและไฮโดรไดนามิกส์ ซึ่งก็ไม่สามารถการันตีความถูกต้องได้ทั้งหมด แต่เครื่องนี้จะช่วยให้เราวัดค่าได้ละเอียดมากขึ้น เนื่องจากควอนตัมดอทมีขนาดเล็กมาก เมื่อเรามีสัญญาณระดับเทร่าเฮิรตซ์ (THz) จึงเหมาะสมพอดีในการวัดค่าเพื่อจะได้ข้อมูลเชิงลึกที่ดีขึ้น ซึ่งนี่ก็เป็นความร่วมมือกับแล็บของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่

QUANTUM DOT

อีกประเด็นหนึ่งคือ เมื่อเราสร้างสาร 2 มิติ อิเล็กตรอนจะวิ่งเร็วมาก ๆ เมื่อยิงเลเซอร์ระดับ THz เข้าไป จะวัดการสั่นได้ ดังนั้นการที่ได้ทำงานร่วมกับผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ จึงเป็นการสร้างโอกาสในการทำวิจัยให้กว้างขวางมากขึ้น โดยการออกแบบชุดทดลองตามที่เราต้องการโดยกำหนดความยาวคลื่นของแสงจากเครื่อง FTIR และยังมีการวางแผนที่จะวัดอันตรกิริยาด้วยเทคนิค Pump-Probe ซึ่งเทคนิคนี้จะเป็นการยิงแสงความเข้มสูงเพื่อไปกระตุ้นสารกึ่งตัวนำ การกระตุ้นคือ Pump ให้อิเล็กตรอนกระโดดขึ้นไป แล้วสังเกตพฤติกรรมของอิเล็กตรอน โดยการ Probe ซึ่งคือการยิงแสงอีกตัวเข้าไป ทำให้ได้รับข้อมูลเชิงลึกว่าการเกิดแบบปกติ เนื่องจากความเข้าใจในพฤติกรรมของอิเล็กตรอนในสารที่เราสังเคราะห์ที่สูงยิ่งขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การตีพิมพ์และความเข้าใจของสารตัวใหม่ เพราะสุดท้ายมนุษยชาติก็ยังไม่ได้ค้นพบสารทุกชนิดที่สามารถเกิดขึ้นได้ในโลกใบนี้ ดังนั้นการที่เราจะสังเคราะห์สารขึ้นมาใหม่เราก็ต้องรู้จักพฤติกรรมของอิเล็กตรอนในสารตัวนั้นว่าเป็นอย่างไร เพื่อสร้างความเข้าใจในเชิงพื้นฐานก่อนเพื่อออกแบบการเตรียมสารแบบใหม่ๆก่อนนำไปประยุกต์ใช้ทาง Application ต่างๆ

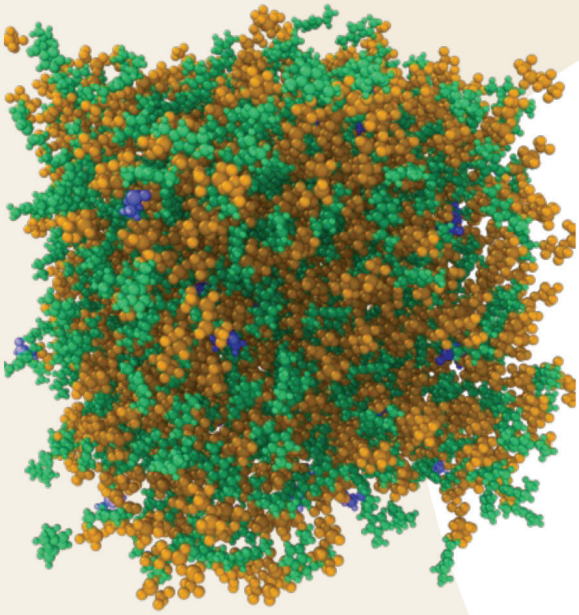
โดยการทดลองนี้เราได้ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเกียวโต โดยผมและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ จะนำตัวอย่างไปวัดค่าผ่าน FEL ของที่นั่น เนื่องจากการติดตั้งเครื่องเร่งอนุภาคของเรายังไม่สมบูรณ์ 100% และเพื่อทราบว่า Beamline ที่เราจะสร้างนั้นทำงานได้ดีหรือไม่ เราก็ควรไปดูและใช้งานกับเครื่องที่มีอยู่แล้ว แต่แน่นอนว่าเรามีเวลาในการทดลองสั้นมาก ๆ หากเรามีอุปกรณ์อยู่แล้วใน มช. จะดีมากกว่าการที่ต้องเตรียมชุดการทดลองเดินทางไปวัดค่าที่ต่างประเทศ เพราะนอกจากจะประหยัดค่า commutation และ machine time แล้ว ยังทำให้เราสามารถยืนยันได้ว่าตัวอย่างของเราไม่มีการเสื่อมสภาพระหว่างการขนส่ง เพราะการสังเคราะห์และวิเคราะห์สามารถทำได้ในที่เดียวกันในรั้วของมหาวิทยาลัยเรา”

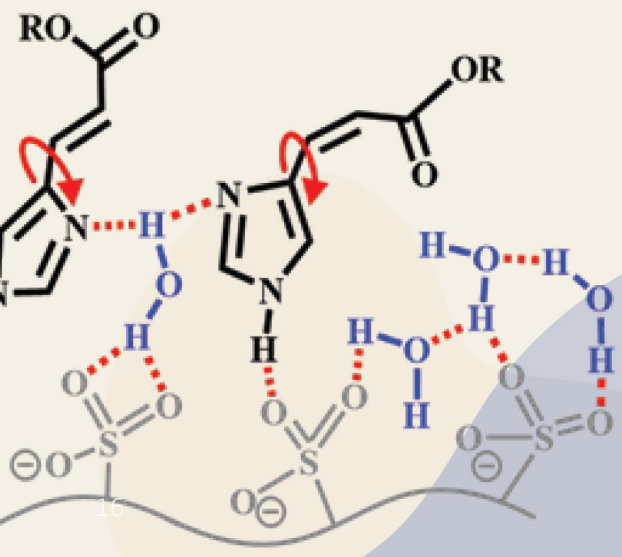


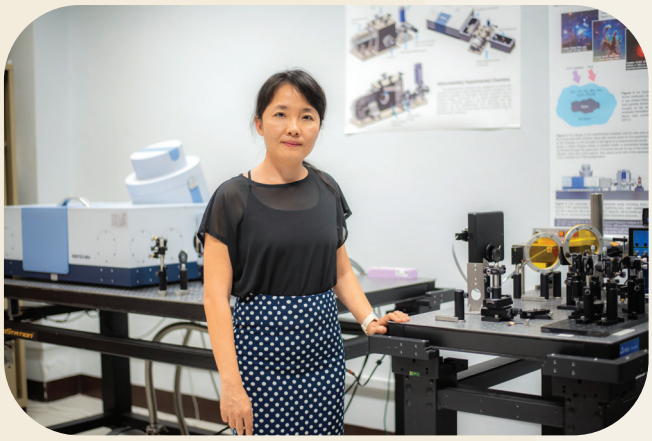


โครงสร้างเคมีที่ซับซ้อน
ต้องการความถูกต้องของข้อมูล

รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ นิมมานพิภักดิ์
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาตร์ มช.





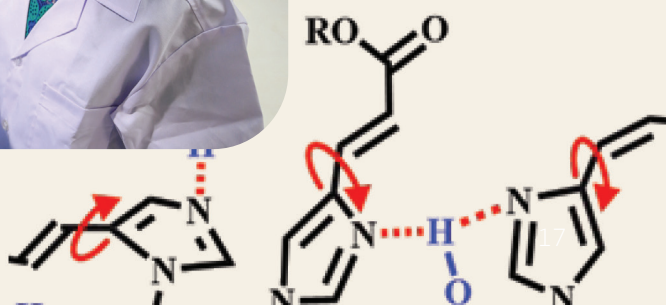


การคำนวณเพื่อค้นหาคำตอบเกี่ยวกับโครงสร้างเคมีเชิงฟิสิกส์เป็นงานซึ่งรองศาสตราจารย์ดร.ปิยรัตน์ นิมมานพิภักดิ์ อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มช. มีความเชี่ยวชาญในงานด้าน Simulation หรือแบบจำลองทางเคมีเชิงฟิสิกส์เพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างทางเคมีและแรงระหว่างโมเลกุล และปัจจุบันได้เข้ามามีส่วนในการพัฒนาการออกแบบการทดลองเครื่อง FTIR spectrometer เพื่อใช้กับงานด้าน Simulation นี้ อาจารย์ได้เล่าให้ฟังว่า

“งานที่อาจารย์ทำเป็นการจำลองโมเดลโดยใช้โครงสร้างทางเคมีเป็นหลัก เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยด้านทฤษฎีเคมีเชิงฟิสิกส์ โดยให้ความสำคัญกับอันตรกิริยาหรือแรงระหว่างโครงสร้างต่าง ๆ ที่เราสนใจ โดยทั้งหมดนั้นใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษา แต่เมื่อมีเครื่องมือที่จะสามารถวัดค่าอันตรกิริยาและนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลอง Simulation ที่เราออกแบบได้ มองว่ามีประโยชน์อย่างมาก จึงได้มีการพัฒนาร่วมกันกับแลปของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ ทั้งส่วนที่ทำการทดลองและส่วนของการคำนวณ

ทั้งนี้ สเปกตรัมของพลังงานที่ใช้ในการวัดของอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ จะเหมาะสมสำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ในระดับที่ต่างกันไป ซึ่งค่าสเปกตรัมช่วงดังกล่าวยังไม่มีมาก่อนในประเทศไทย การได้มาใช้ประโยชน์จากที่แลป PCELL ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ การออกแบบ Molecular dynamics (MD) simulation for complex liquids เครื่องมือนี้จะได้มาซึ่งข้อมูลที่สามารถเทียบสิ่งที่ได้จากการทดลองและการคำนวณ ซึ่งสามารถนำมาตรวจสอบโมเดลที่เราสร้างได้ อย่างไรก็ตาม นำไปใช้ในการพัฒนาวัสดุที่มีสมบัติพิเศษ การศึกษาพันธะไฮโดรเจนเพื่อดูการจัดเรียงของโครงสร้าง ซึ่งแต่ละการจัดเรียงจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับโจทย์วิจัยว่าเราสนใจเรื่องอะไร จึงพัฒนาโมเดลนี้แต่ละเคสไป

ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญจำเป็นต่อการนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อการประยุกต์ในการค้นคว้าวิจัย มีผลมากในการวัดค่าให้มีความถูกต้องมากขึ้น และจะช่วยให้สามารถวัดและศึกษาได้สมบูรณ์มากขึ้น องค์ความรู้พื้นฐานนี้จะสามารถนำไปประยุกต์ต่อยอดในเชิงอุตสาหกรรมได้ ตัวอย่างเช่นเรื่องของแรงระหว่างโครงสร้างเชื่อมโยง supramolecular structure และฟังก์ชันสามารถนำไปพัฒนาต่อจากองค์ความรู้ระดับโครงสร้างเชิงเคมีฟิสิกส์ได้ อาทิ energy storage material เป็นต้น”



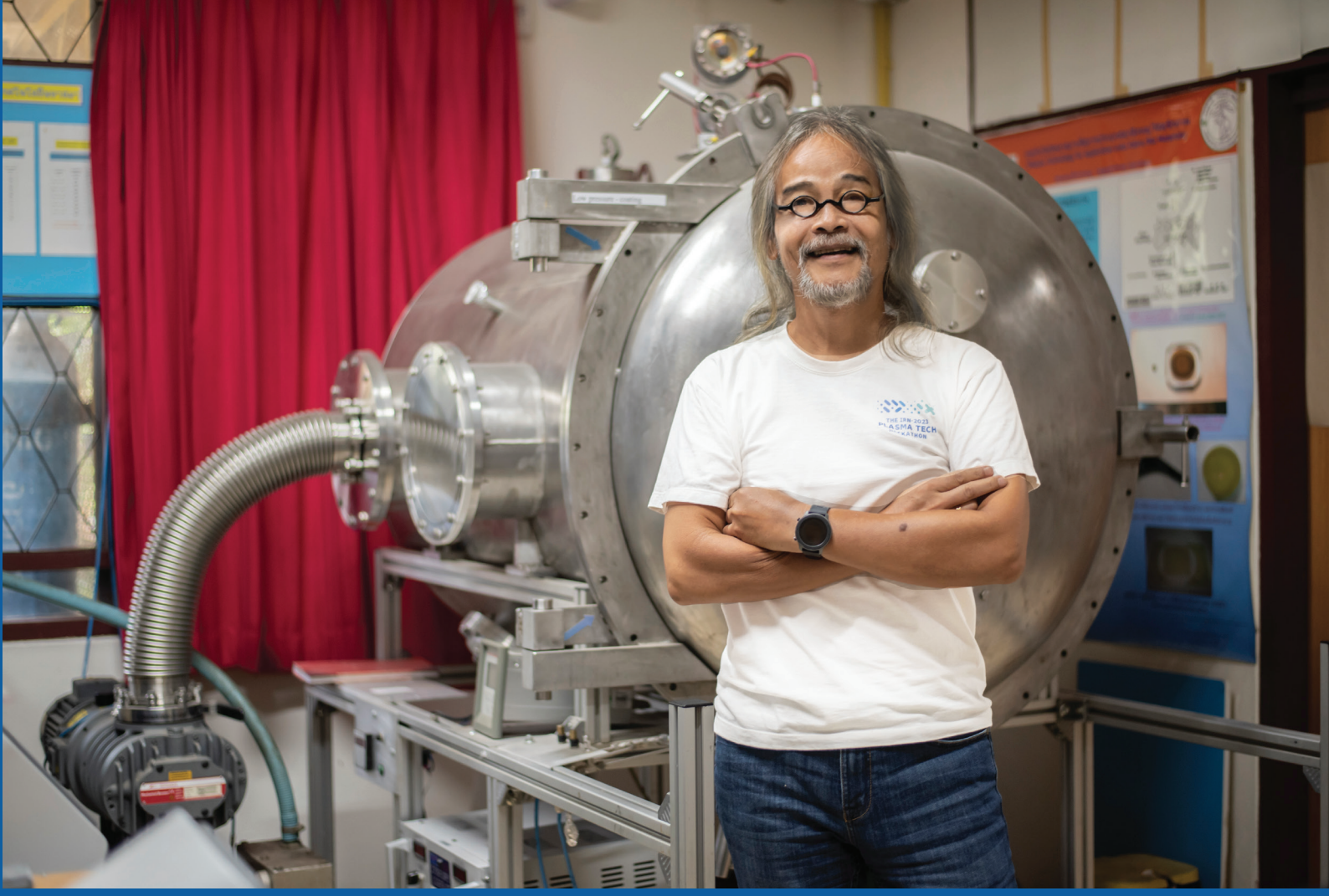
สเปกโตรสโกปีเทร่าเฮิรตซ์ร่วมกับเทคนิคพลาสมาเพื่อสิ่งแวดล้อม

ศาสตราจารย์ ดร.ธีรวรรณ บุญญวรรณ
ศูนย์วิจัยฟิสิกส์พลาสมาและลำอนุภาค คณะวิทยาศาสตร์ มช.

เราเคยได้ยินคำว่า สถานะของสสาร มีของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ก็จะเข้าใจถึงคำว่า ‘พลาสมา’ ซึ่งเป็นสถานะที่ 4 ของสสาร โดยต้องได้รับพลังงานมากพอจึงจะสามารถกลายเป็นพลาสมาได้ และในทุกวันนี้มีการนำเทคโนโลยีพลาสมาไปใช้งานในหลากหลายด้าน อาทิ ด้านการแพทย์ ด้านอุตสาหกรรมอาหาร ด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งศาสตราจารย์ ดร.ธีรวรรณ บุญญวรรณ แห่งศูนย์วิจัยฟิสิกส์พลาสมาและลำอนุภาค คณะวิทยาศาสตร์ มช. เป็นผู้หนึ่งทำงานด้านนี้และได้มีส่วนในการพัฒนาระบบสเปกโตรสโกปีเทร่าเฮิรตซ์เพื่อใช้ในงานวิจัยด้านพลาสมา ได้ให้ข้อมูลที่น่าสนใจกับ Re-Form ดังนี้

“เทคนิคพลาสมาร่วมได้รับความสนใจในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาในฐานะทางเลือกหนึ่งของการบำบัดน้ำ (เสีย) โดยผ่านกระบวนการออกซิเดชันขั้นสูง หรือ AOP (Advanced Oxidation Process) ซึ่งเทคนิคพลาสมา AOP เป็นการสร้างดิสชาร์จน้ำ (เสีย) เกิดอนุมูลไฮดรอกซิล (·OH) โดยตรงจำนวนมาก อนุมูลไฮดรอกซิลทำปฏิกิริยาออกซิเดชันได้สูงกว่าสารเติมอื่นๆ โดยมีศักย์ในการออกซิเดชันสูง (2.80 V) ทำให้เกิดปฏิกิริยาแบบไม่เลือกสรรต่อสารมลพิษอินทรีย์หลากหลายชนิด AOP แบบดั้งเดิมที่ใช้บำบัดน้ำ (เสีย) ก่อนหน้านี้ด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น กระบวนการเฟนตัน โฟโตคะตะไลซิส การออกซิเดชันของโอโซน การฉายรังสี UV และการใช้อัลตราโซนิก มีข้อจำกัดอยู่มาก รวมถึงความคุ้มค่าและการปนเปื้อนทุติยภูมิที่เกิดขึ้นจากสารเติม

สเปกโตรสโกปีเทร่าเฮิรตซ์ตรวจวัดการกระเจิงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดไม่ยืดหยุ่นต่อตัวอย่างน้ำ (เสีย) ได้ โดยให้ข้อมูลการสั่นของโมเลกุลและแปลผลเป็นโครงสร้างทางเคมีของ by products เป็นการตรวจวัดแบบไม่สัมผัส ไม่ทำลาย มีความไวสูง และวัดผลได้รวดเร็ว วัตถุประสงค์ร่วมกันจึงเป็นการพัฒนาระบบสเปกโตรสโกปีเทร่าเฮิรตซ์ สำหรับการติดตามไดนามิกของ by products แบบเรียลไทม์ระหว่างการบำบัดน้ำด้วยเทคนิคพลาสมา แนวทางนี้จะอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลการติดตามอย่างทันท่วงที ช่วยให้เข้าใจข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับกลไกกระบวนการย่อยสลาย และการควบคุมผลป้อนกลับสำหรับพารามิเตอร์การย่อยสลาย ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายและการอนุรักษ์พลังงาน”



เทคโนโลยีพลาสมาสิ่งแวดล้อม เน้น high-power-pulse bubble discharge plasma

เฟสก๊าซ กระบวนการสร้างพลาสมาจากอากาศและไอน้ำแวดล้อม มีเอกลักษณ์ในการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาที่พิเศษ เพราะสามารถสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยากลุ่มออกซิเดชันในปริมาณสูง รวดเร็ว และไม่สิ้นเปลือง

เฟสของเหลว การละลายของอนุมูลไฮดรอกไซด์ (OH) ในของเหลวโดยตรง นำไปสู่การผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่มีฤทธิ์รุนแรง มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง (หรือแม้แต่ทำลาย) เชื้อโรค จึงถือเป็นวิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

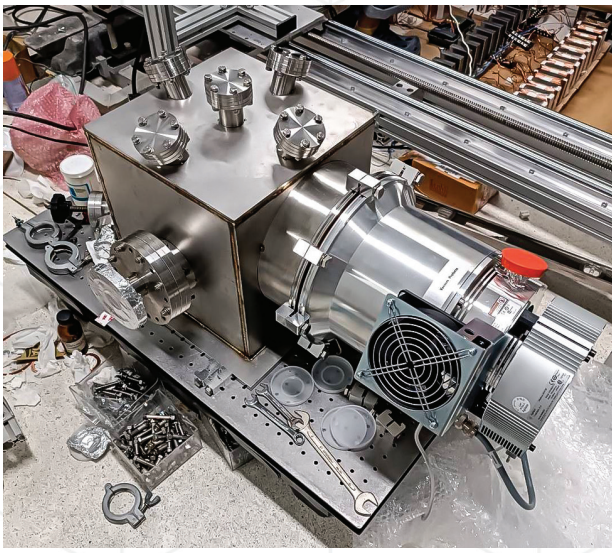
ระบบพลาสมา เริ่มต้นด้วยสนามไฟฟ้าแรงสูงเพื่อสร้างอิเล็กตรอนอิสระที่มีพลังงานจลน์สูง ทำให้เกิดอนุมูลอิสระและสารออกซิแดนท์ระดับโมเลกุล รวมถึง ·OH, O_3, H_2O_2, NO_2^- และ NO_3^- อนุมูลอิสระเหล่านี้สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ในเฟสก๊าซได้อย่างรวดเร็ว และเมื่ออยู่ในเฟสของเหลวยังสามารถย่อยสลายสารอนินทรีย์ เช่น ยา สารประกอบเปอร์ฟลูออริเนต ยาฆ่าแมลง ฟีนอล และสีย้อม โดยใช้พลาสมาหลายรูปแบบ อาทิ การอาร์คแบบไต่ การปล่อยโคโรนา และการดิสชาร์จข้ามฉนวน

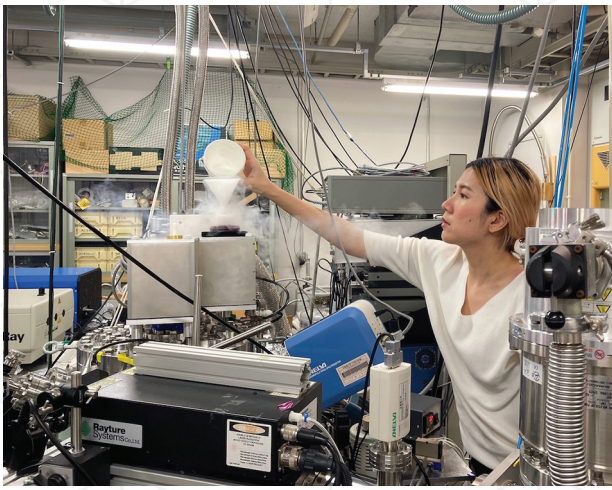
การทดลองทางเคมีในสภาวะอวกาศ
โดยใช้เทคโนโลยีจากเครื่องเร่งอนุภาค

ดร.ชุติพงศ์ สุวรรณจักร
นักวิจัยสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

บริเวณภายในเนบิวลาในอวกาศ ซึ่งประกอบด้วยแก๊สและฝุ่นนั้น เป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของอนุภาคและอุณหภูมิที่ต่ำยิ่งยวด ซึ่งแตกต่างจากสภาวะแวดล้อมบนโลกอย่างสิ้นเชิง แต่ในบริเวณนี้กลับมีสิ่งที่น่าสนใจมากเกิดขึ้น คือ มีการเกิดขึ้นของโมเลกุลอินทรีย์หลายชนิด จากโมเลกุลขนาดเล็กกลายเป็นโมเลกุลที่ขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ โมเลกุลบางชนิดที่เกิดขึ้นก็ยังเป็นส่วนย่อยของโมเลกุลอินทรีย์ที่สำคัญ เช่น น้ำตาล และกรดอะมิโน โดยปัจจุบันมีสมมุติฐานว่าโมเลกุลอินทรีย์ที่เกิดขึ้นเหล่านี้ อาจเป็นต้นกำเนิดของโมเลกุลที่ซับซ้อนมากขึ้นบนพื้นผิวดาวเคราะห์ดังเช่นโลก และอาจนำไปสู่การเกิดขึ้นของสิ่งมีชีวิต

"การศึกษาเคมีดาราศาสตร์ของกลุ่มวิจัยของเรา มีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจในกระบวนการเกิดของโมเลกุลเหล่านั้นภายใต้สภาวะแวดล้อมของอวกาศซึ่งแตกต่างจากสภาวะแวดล้อมบนโลกอย่างยิ่งยวด ด้วยการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยความท้าทายของการพัฒนาระบบการทดลองนี้คือการที่ต้องจำลองสภาวะในห้องปฏิบัติการให้เหมือนสภาวะในอวกาศให้มากที่สุด ซึ่งความหนาแน่นของอนุภาคในบริเวณที่หนาแน่นที่สุดของเนบิวล่านั้นเทียบเท่ากับสภาพสุญญากาศยิ่งยวดในห้องปฏิบัติการบนโลก และอุณหภูมิในเนบิวล่านั้นยังต่ำอย่างยิ่งยวดจนโมเลกุลที่ปกติพบในสถานะแก๊สบนโลกกลับอยู่ในสถานะของแข็ง จะเห็นได้ว่า การจะสร้างสภาวะดังกล่าวขึ้นได้นั้น จำเป็นต้องใช้ความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ด้านระบบสุญญากาศเป็นอย่างสูง จึงเป็นที่มาของความร่วมมือระหว่างสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ NARIT และห้องปฏิบัติการเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาคร ริมแจ่ม ซึ่งมีความเชี่ยวชาญสูงด้านระบบสุญญากาศยิ่งยวด เพื่อพัฒนาระบบการทดลองสำหรับงานวิจัยด้านเคมีดาราศาสตร์ดังที่กล่าวมา"





“ในการทดลอง พื้นผิวการทดลองซึ่งอยู่ภายในแชมเบอร์สุญญากาศยิ่งยวดจะถูกหล่อเย็นด้วยไนโตรเจนเหลวเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำ จากนั้นโมเลกุลของแก๊สชนิดที่ต้องการทดลองจะค่อย ๆ ถูกพ่นเข้าสู่ระบบการทดลองเพื่อให้เกิดเป็นชั้นน้ำแข็งขึ้นบนพื้นผิวการทดลองในลักษณะเดียวกับที่เกิดขึ้นบนฝุ่นในอวกาศ จากนั้นแสงยูวีจะถูกฉายลงบนพื้นผิวน้ำแข็งดังกล่าวเพื่อจำลองแสงยูวีในอวกาศ โดยแสงยูวีนี้จะกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาเคมีบนพื้นผิวน้ำแข็งเพื่อสร้างโมเลกุลที่มีความซับซ้อนมากขึ้น และเนื่องจากโมเลกุลที่เกิดขึ้นนั้นอยู่ในสถานะของแข็ง การตรวจสอบว่าโมเลกุลที่เกิดขึ้นเป็นโมเลกุลชนิดใดจะใช้แสงอินฟราเรดย่านกลาง (Mid infrared) จากเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (FTIR spectrometer) และเครื่องวัดสัญญาณชนิด MCT ของห้องปฏิบัติการเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในการตรวจวัด”

จะเห็นได้ว่า การพัฒนาเทคโนโลยีนั้นสามารถช่วยส่งเสริมงานวิจัยให้ก้าวหน้ามากขึ้น และการทำงานวิจัยก็สามารถส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีได้เช่นกัน

“แม้งานวิจัยนี้จะมีความท้าทายทั้งในด้านการรวบรวมผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขา และความต้องการเทคโนโลยีขั้นสูง แต่ความท้าทายนี้ก็ทำให้งานวิจัยของกลุ่มเรามีความโดดเด่นและไม่เหมือนใคร ทั้งในระดับประเทศและในอาเซียน ทั้งนี้ เป้าหมายของห้องปฏิบัติการในปัจจุบัน คือการศึกษาการเกิดของโมเลกุลในอวกาศด้วยแสงอินฟราเรดย่านกลาง ส่วนในระยะยาวนั้นการขยายการทดลองสู่แสงอินฟราเรดย่านไกล จะช่วยเพิ่มข้อมูลการทดลองและนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งใหม่ เช่น โครงสร้างของผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นในสภาวะอวกาศดังกล่าว

ในระดับโลกนั้น ห้องปฏิบัติการเคมีดาราศาสตร์ที่โดดเด่นคือที่ประเทศเนเธอแลนด์ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และไต้หวัน แต่มีเพียงไม่กี่แห่งเท่านั้นที่มีห้องปฏิบัติการเคมีดาราศาสตร์อยู่ควบคู่กับห้องปฏิบัติการเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้น ดังเช่นที่ประเทศเนเธอแลนด์ โดยการที่มีห้องปฏิบัติการทั้งคู่อยู่ร่วมกันนั้นทำให้นักวิจัยสามารถทำงานวิจัยด้านเคมีดาราศาสตร์โดยใช้แสงเลเซอร์ที่ผลิตจากเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้นได้ และที่ มช. ก็กำลังพัฒนาห้องปฏิบัติการทั้งคู่ขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ อีกความโดดเด่นของห้องปฏิบัติการเคมีดาราศาสตร์ คือ นักวิจัยสามารถทำวิจัยจากโจทย์ของภาคอุตสาหกรรมได้เป็นการต่อยอดเทคโนโลยีของห้องปฏิบัติการและความเชี่ยวชาญของนักวิจัยสู่ภาคอุตสาหกรรมในอนาคต”

เบื้องหลังคือ
พลังของความทุ่มเท

แน่นอนว่า นวัตกรรมในโลกของวิทยาศาสตร์ไม่มีวันหยุดยั้ง ทุกวันจะมีการคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ เกิดขึ้นเสมอ ซึ่งต้องมาพร้อมกับเทคโนโลยีด้านอุปกรณ์และเครื่องมือที่จะมาส่งเสริมให้งานวิจัยยกระดับขึ้น เพราะหากต้องการงานวิจัยที่มีคุณภาพสูงนั้น จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ทันสมัย ให้ผลการทดลองที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และนี่คือหนึ่งในความภาคภูมิใจของกลุ่มนักวิจัยที่นำโดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ ทำให้เครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนเชิงเส้นและระบบเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ และระบบเครื่องมือที่พัฒนาจากเลเซอร์เฟมโตวินาที ใกล้ความเป็นจริงที่จะสมบูรณ์มากขึ้น และพร้อมที่จะให้บริการได้ในเร็ว ๆ นี้

“เรามุ่งหวังว่าจะสามารถเปิดเป็นห้องปฏิบัติการกลางที่จะเปิดให้นักวิจัยทั่วประเทศหรือแม้กระทั่งในระดับอาเซียนมาใช้บริการได้ ซึ่งในภูมิภาคนี้ยังไม่มีเครื่องมือระดับนี้ โดยรูปแบบการให้บริการจะมี 2 แบบ คือ ผ่านความร่วมมือโดยเป็นการทำงานร่วมกัน มีงานตีพิมพ์หรือสิทธิบัตรร่วมกัน กับอีกส่วนคือ ชำระเป็นค่าบริการ ซึ่งเราตั้งใจว่าจะเปิดให้ใช้บริการเครื่อง FTIR Spectrometer และเครื่อง THz-TDS ประมาณเดือนตุลาคม ปี 2567 นี้

ซึ่งหากสนใจข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการให้บริการ สามารถดูช่องทางการติดต่อได้ที่เว็บไซต์ https://www.infraredfel-thailand.org/ โดยรูปแบบการใช้งานนั้น สามารถขยายวงกว้างของงานเชิงวิชาการ อาทิ ด้านชีววิทยา ชีวเคมี เคมี การแพทย์ เภสัชศาสตร์ วัสดุศาสตร์ การเกษตร และอาหาร”

ในฐานะของการเป็นหน่วยงานและอาจารย์ในสถาบันการศึกษา นอกจากเครื่องขั้นสูงที่เราได้พัฒนาขึ้นแล้ว เรายังได้พัฒนากำลังคนด้านเครื่องเร่งอนุภาคและการประยุกต์ใช้เลเซอร์พัลส์สั้นที่มีคุณภาพ เพราะเบื้องหลังการทำงานของห้องปฏิบัติการแห่งนี้ ส่วนหนึ่งซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญ คือ ทีมนักศึกษาที่มีความมุ่งมั่นและรักที่จะทำงานวิจัยด้วยความทุ่มเท เกือบทุกคนมีโอกาสไปฝึกฝนและทำวิจัยทั้งระยะสั้นและระยะยาวในสถาบันต่าง ๆ ในต่างประเทศที่เรามีความร่วมมือด้วย ทำให้ผลงานแต่ละชิ้นมาประกอบรวมกันจนเป็นห้องปฏิบัติการอย่างที่เห็นในปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาครฯ มีความภาคภูมิใจกับนักศึกษาและทีมวิจัยทั้งหมดเป็นอย่างมาก ได้เล่าให้ฟังว่า

“อย่างที่เห็นเรามีตำแหน่งประจำแค่อาจารย์ 3 คน และเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ 1 คน งานหลายอย่างถูกพัฒนาขึ้นจากเจ้าหน้าที่ นักศึกษา ผู้ช่วยวิจัยและนักวิจัยหลังปริญญาเอก ปัจจุบันเรามีนักศึกษาในห้องปฏิบัติการอยู่สิบกว่าคน มีผู้ช่วยวิจัยและนักวิจัยหลังปริญญาเอกอีก 5 คน ซึ่งส่วนตัวมองว่า **เราเป็นห้องปฏิบัติการที่พัฒนาคนทั้งทางด้านเครื่องเร่งอนุภาคและการประยุกต์ใช้เลเซอร์ได้มากที่สุดแห่งหนึ่งในประเทศ แต่ละชิ้นที่ทำสำเร็จขึ้นมาได้ ทางทีมงานเป็นคนออกแบบเองและทำเอง เขาทุ่มเทกันมาก ๆ เพราะเขาเห็นประโยชน์ของเครื่องเร่งอนุภาคและเลเซอร์ที่จะมีผลต่ออนาคต โดยพวกเขารับผิดชอบตั้งแต่ออกแบบ จัดซื้อของ ประสานการสร้าง และติดตั้ง** ถ้าไม่มีพวกเขา เราก็คงไม่มาถึงจุดนี้ เราคงไม่กล้าที่จะขอทุนมาทำขนาดนี้แน่ ๆ เพราะงานแบบนี้ต้องการเวลาต้องการคนที่ทุ่มเท นักศึกษาเหล่านี้บางคนอยู่กับเรามาตั้งแต่ปริญญาตรี โท เอก และยังเป็นนักศึกษาทุนอีกด้วย คือเราไม่ได้เอาเงินไปจ้างเขามา แต่พวกเขามาทำเพราะเห็นคุณค่าและด้วยความตั้งใจอย่างมาก ถือว่าเป็นผลผลิตของ มช. อย่างแท้จริง ในฐานะที่เคยทำงานในลักษณะเดียวกันตอนที่เป็นนักศึกษาเองและในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษา เราภูมิใจในพวกเขามากเพราะงานหลายชิ้นที่เขาทำขึ้นมา แทบไม่เคยมีใครทำในประเทศไทยเลย และหากเขามีความเชี่ยวชาญยิ่งขึ้น ก็จะสามารถนำไปต่อยอดในอนาคตได้”

PLEASE SEND TO

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ยินดีน้อมรับข้อคิดเห็นในการจัดทำ Re-Form เพื่อนำไปพัฒนาและปรับคุณภาพเนื้อหาให้ตรงกับความต้องการของคณาจารย์/นักวิจัย มช. ต่อไป โดยสามารถส่งข้อคิดเห็นมาที่ E-mail: cmupress.th@gmail.com