



เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนเครื่องใหม่ พลังงาน 3 GeV สำหรับอนาคต

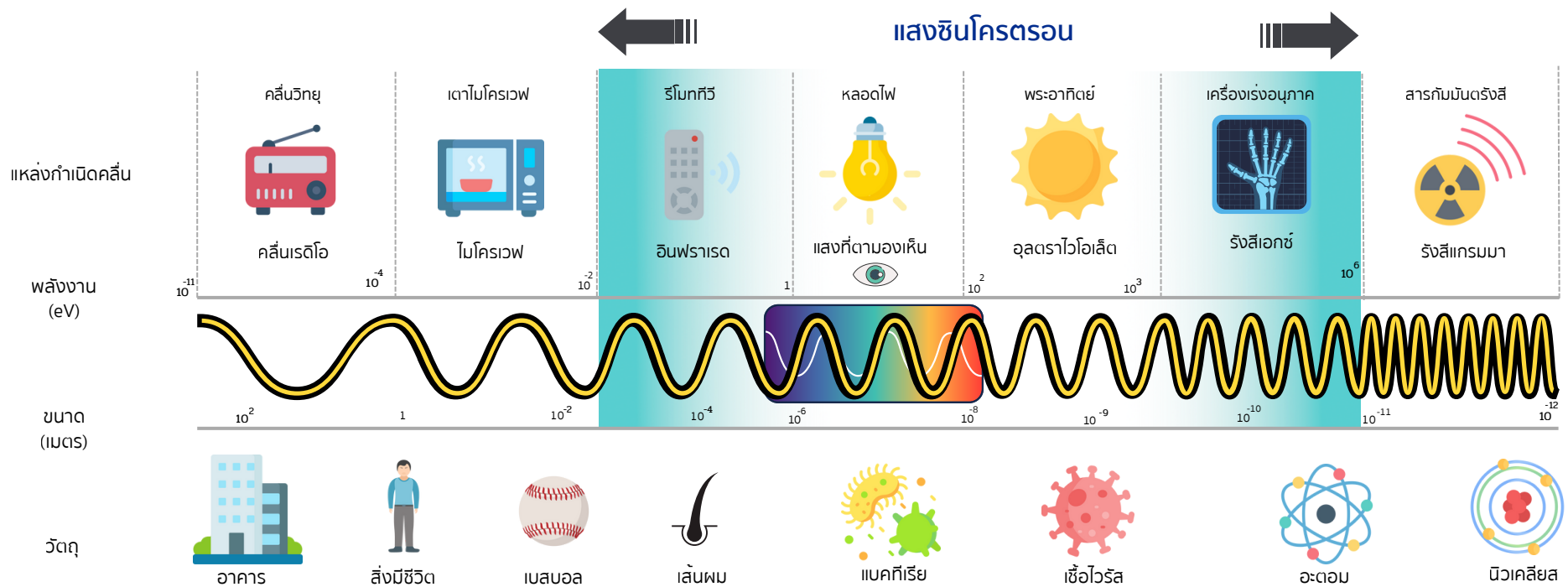
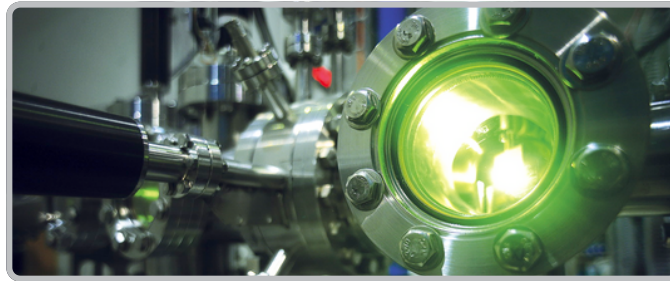
ณ เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EECi) จังหวัดระยอง

เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจอุตสาหกรรมและคุณภาพชีวิตประชาชนอย่างยั่งยืน



แสงซินโครตรอน คืออะไร ?

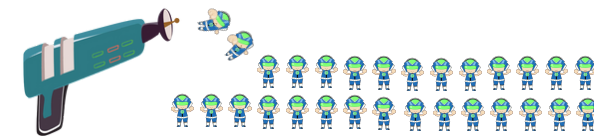
แสงซินโครตรอนเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน โดยมีความยาวคลื่นครอบคลุมตั้งแต่ รังสีอินฟราเรด แสงที่ตามองเห็น รังสีอัลตราไวโอเลต ไปจนถึงรังสีเอกซ์ ซึ่งมีความเข้มสูงกว่าดวงอาทิตย์ล้านเท่า และสามารถส่องผ่านวัตถุได้โดยไม่ทำลายวัตถุ จึงสามารถใช้ศึกษาโครงสร้างอะตอม โครงสร้างโมเลกุล และโครงสร้างระดับนาโน เพื่อวิจัยและพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม



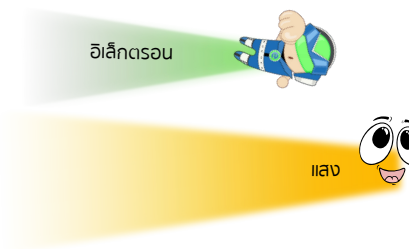
แสงซินโครตรอนเกิดขึ้นได้อย่างไร?

แสงที่ผลิตขึ้นจากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน เกิดจากการเร่งอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบให้มีความเร็วสูงมาก ใกล้เคียงกับความเร็วแสง และบังคับให้อิเล็กตรอนเลี้ยวเบนกระทันหัน ทำให้อิเล็กตรอนปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เรียกว่า “แสงซินโครตรอน”

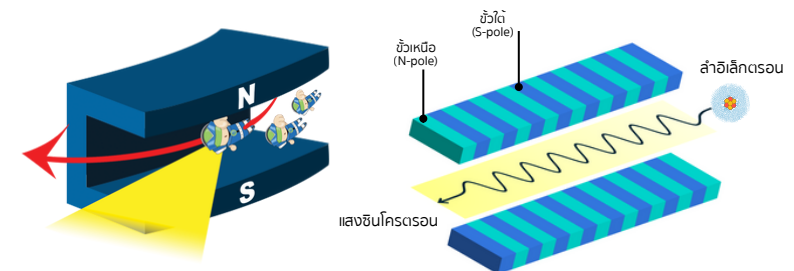
1 ป้อนอิเล็กตรอน
ผลิตอิเล็กตรอน



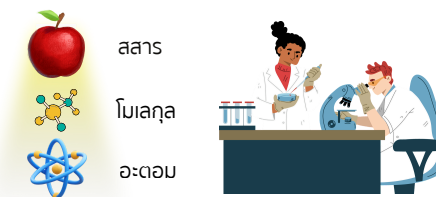
2 เร่งความเร็วให้ใกล้เคียง
ความเร็วแสง



3 บังคับอิเล็กตรอนเลี้ยวโค้ง
ผ่านสนามแม่เหล็กเกิดแสงซินโครตรอน
ทำให้อิเล็กตรอนปลดปล่อยแสง



4 นำแสงไปใช้ศึกษาและวิเคราะห์
งานวิจัยในระดับต่าง ๆ



เครื่องกำเนิดแสงแห่งเดียวในประเทศไทย และใหญ่ที่สุดในภูมิภาคอาเซียน

ปัจจุบันเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนมีอยู่กว่า 60 แห่ง กระจายอยู่ทั่วโลก ทั้งในฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา แคนาดา สหราชอาณาจักร สาธารณรัฐเยอรมนี สวิตเซอร์แลนด์ สวีเดน เกาหลีใต้ สาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน ตลอดจนสหภาพยุโรป ซึ่งล้วนให้ความสำคัญในการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในประเทศไทย เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ตั้งอยู่ที่สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) จังหวัดนครราชสีมา ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โดยเป็นเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนรุ่นที่ 2 ที่ระดับพลังงาน 1.2 พันล้านอิเล็กตรอนโวลต์ (1.2 GeV) ซึ่งได้รับมาจากญี่ปุ่น และมีการพัฒนาเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนและระบบลำเลียงแสงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้บริการวิจัยแก่ภาครัฐและเอกชน ซึ่งเกิดงานวิจัยและพัฒนาอย่างกว้างขวางทั้งภาคการเกษตร อาหาร วัสดุศาสตร์ พลังงาน การแพทย์ เวชสำอาง สิ่งแวดล้อม และนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต ตลอดจนแก้ไขปัญหาทางสังคม



อย่างไรก็ตาม ในยุคที่วิทยาศาสตร์มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนระดับ 1.2 GeV ที่ได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพในด้านคุณภาพของแสงซินโครตรอน เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการวิจัยและพัฒนาในสาขาวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมได้อย่างเต็มศักยภาพ และลดการพึ่งพาจากศูนย์วิจัยแสงซินโครตรอนจากต่างประเทศ สถาบันฯ จึงได้ริเริ่ม “โครงการสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนระดับพลังงาน 3 GeV และห้องปฏิบัติการ” ซึ่งจะเป็นการสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนรุ่นที่ 4 ที่ระดับพลังงาน 3 พันล้านอิเล็กตรอนโวลต์ (3 GeV) โดยมีช่วงระดับพลังงานของแสงซินโครตรอนครอบคลุมทุกช่วงความยาวคลื่นที่สำคัญ และมีความสามารถในการบีบลำอิเล็กตรอนและลำแสงเพื่อเพิ่มความเข้มแสงให้สามารถได้ข้อมูลที่ละเอียดขึ้น และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีในระดับความไวสูงได้ นับเป็นการยกระดับขีดความสามารถในการวิจัยและพัฒนาทั้งอุตสาหกรรมเดิมและอุตสาหกรรมใหม่ที่มีศักยภาพ

ด้วยประสบการณ์กว่า 20 ปีที่ผ่านมาของสถาบันฯ โครงการนี้ นับว่าเป็นการแสดงศักยภาพของสถาบันฯ ครั้งใหญ่ ทั้งการออกแบบเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน และพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์และระบบปฏิบัติการของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนด้วยฝีมือนักวิจัย พร้อมทั้งการถ่ายทอดองค์ความรู้ดังกล่าวแก่ภาคอุตสาหกรรม เพื่อเป็นฐานการผลิตเทคโนโลยีขั้นสูงสำหรับโครงการในระยะยาวตามเป้าหมายการผลิตภายในประเทศกว่าครึ่งของโครงการ

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 3 GeV ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขั้นนำนี้ จะตั้งอยู่ในพื้นที่ยุทธศาสตร์อย่างเขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EECI) และเกิดเป็นระบบนิเวศทางวิจัยและนวัตกรรมที่เข้มแข็ง เพื่อขับเคลื่อนศักยภาพ งานวิจัยและทักษะของภาคอุตสาหกรรมไทยสู่การแข่งขันในเวทีโลกพร้อมทั้งช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของไทยสู่ฐานนวัตกรรมและพัฒนาอย่างยั่งยืน

ตัวอย่างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนทั่วโลก



HEPS, China
6 GeV



SSRF, China
3.5 GeV



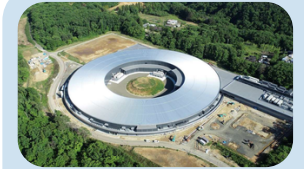
4GSR, South Korea
4 GeV



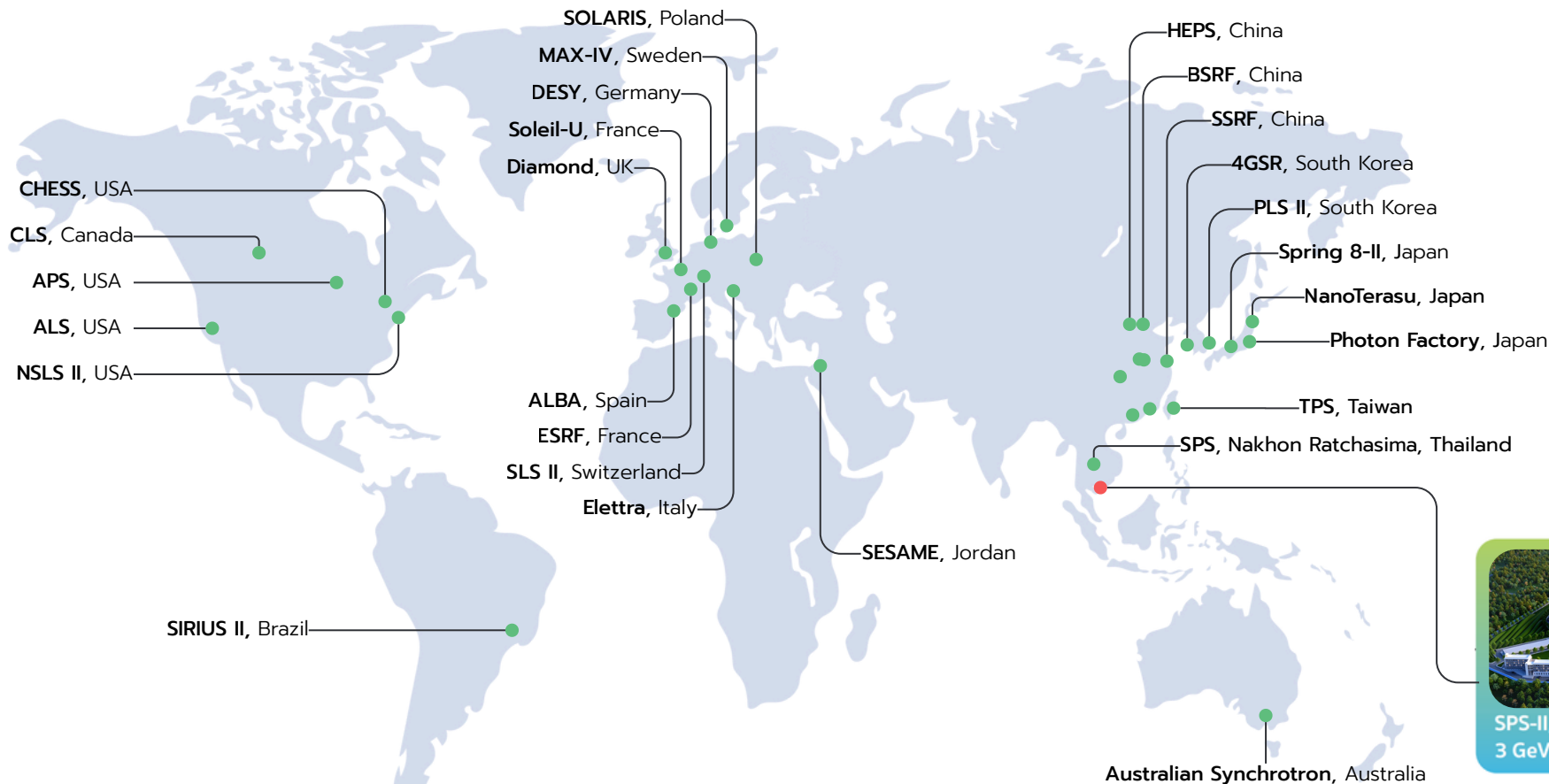
PLS II, South Korea
3 GeV



SPring-8, Japan
8 GeV



NanoTerasu, Japan
3 GeV



TPS, Taiwan
3 GeV



Australian Synchrotron
3 GeV



SPS-II, Rayong, Thailand
3 GeV



เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน เพื่ออนาคต

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 3 GeV มีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดไปจากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 1.2 GeV ทั้งระดับพลังงานที่เพิ่มขึ้น 2.5 เท่า ความครอบคลุมช่วงความยาวคลื่นของแสงซินโครตรอนตั้งแต่แสงอินฟราเรด แสงที่ตามองเห็น แสงอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์พลังงานต่ำ และรังสีเอกซ์พลังงานสูง โดยมีความเข้มแสงสูงกว่า 1,000,000 เท่า เพิ่มความละเอียดของข้อมูล เพิ่มความคมชัดของภาพถ่าย ลดระยะเวลาในการทดลอง และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงที่มีความไวสูงในระดับหนึ่งในพันล้านล้านวินาทีได้ อีกทั้งมีขนาดเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น 4 เท่า ทำให้สามารถติดตั้งสถานีทดลองได้มากกว่า 20 สถานี พร้อมสู่การเป็นกำลังสำคัญเพื่อยกระดับภาคอุตสาหกรรม เศรษฐกิจและสังคมไทย

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนเครื่องที่ 2
จะเปิดให้บริการใน ปี พ.ศ.2577

คุณสมบัติเด่นเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนระดับพลังงาน 3 GeV



สามารถให้แสงซินโครตรอนครอบคลุมช่วงรังสีอินฟราเรดจนถึงรังสีเอกซ์พลังงานสูง (Hard X-rays), ที่มีเสถียรภาพ



มีขนาดลำแสงลดลง



ความเข้มของลำแสงที่เพิ่มขึ้น



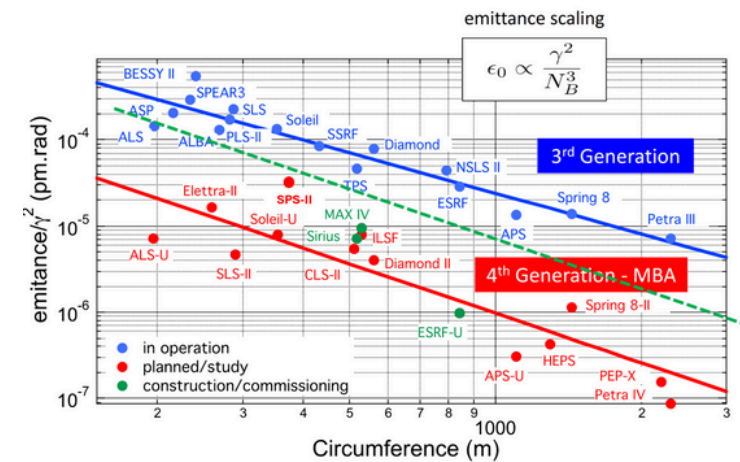
ระดับความถี่ของลำแสงที่สั้นในระดับ femtosecond (10^{-15} วินาที) ทำให้สามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางปฏิกิริยาเคมี และปฏิกิริยาชีวเคมี



สามารถทำวิจัยเชิงลึกในระดับนาโนเมตร ซึ่งเป็นโครงสร้างของโมเลกุล โครงสร้างของสารชีวภาพในร่างกายและเชื้อโรค โครงสร้างวัสดุที่ทันสมัย

ยกระดับแสงซินโครตรอนของไทยสู่มาตรฐานโลก

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 3 GeV ของไทย
ในชื่อ “**เครื่องกำเนิดแสงสยาม 2 (Siam Photon Source II: SPS-II)**”
ซึ่งได้ออกแบบและพัฒนาด้วยฝีมือนักฟิสิกส์ไทยให้มีขนาดเล็กลง
และมีความเข้มแสงที่สูงขึ้นกว่าเดิม **1,000,000 เท่า**
ซึ่งทำให้เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 3 GeV นี้
สามารถสร้างผลลัพธ์ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูงสุดเท่า
มาตรฐานของแสงซินโครตรอนในต่างประเทศ
นำซินโครตรอนไทยกลับสู่มาตรฐานเวทีโลก



กราฟเปรียบเทียบค่าความเล็กของลำอิเล็กตรอน (emittance) ต่อขนาดของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน รุ่นที่ 3 และ 4 ทั่วโลก

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน

Parameter	SPS-I, Thailand (2001)	SPS-II, Thailand	TPS, Taiwan (2014)	MAX-IV, Sweden (2016)	NanoTerasu, Japan (2024)
เส้นรอบวง (m)	81.3	327.6	518.4	528	349
ขนาดของลำอิเล็กตรอน (nm-rad)	41	0.96	1.6	0.33	1.14
กระแสอิเล็กตรอน (mA)	150	300	500	500	400

ประโยชน์และผลกระทบต่อประเทศ

จากการสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 3 GeV

1 เป็นกำลังสำคัญในการยกระดับการพัฒนาและงานวิจัย

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 3 GeV เป็นโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ปลดล็อกงานวิจัยและพัฒนาเพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชาชน และพัฒนาอุตสาหกรรม เศรษฐกิจและสังคมในด้านต่าง ๆ



เพื่อยกระดับนวัตกรรมสิ่งทอสมัยใหม่



เพื่อส่งเสริมภาคเกษตรกรรม



เพื่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ



เพื่อนวัตกรรมด้านอาหาร



เพื่อการเป็นศูนย์กลางทางการแพทย์



เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า



เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมพลังงานทางเลือก



สู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน

3 พัฒนากำลังคน

การพัฒนากำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี ทั้งเทคโนโลยีซินโครตรอน และการประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอน เพื่อวิจัยและพัฒนา จะเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการลงทุนจากต่างประเทศเพื่อจัดตั้งอุตสาหกรรมใหม่ที่มีศักยภาพในประเทศ



2 สร้างรากฐานการผลิตและการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูง

การสร้างและพัฒนาเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 3 GeV ด้วยนักวิจัยไทย และจัดตั้งฐานการผลิตจากอุตสาหกรรมไทยมากกว่าครึ่งของเงินลงทุนโครงการ จะเป็นฐานสำคัญสู่การต่อยอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ สู่เทคโนโลยีขั้นสูงอื่น ๆ



พัฒนาการตรวจร่างกายด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า



พัฒนาเลนส์กล้องสำหรับดาวเทียมสำรวจ



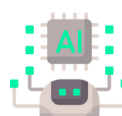
พัฒนานวัตกรรมด้านโลจิสติกส์ การเกษตร การแพทย์ อัญมณี จากเทคโนโลยีเครื่องเร่งอนุภาค



พัฒนาเทคโนโลยีนิวเคลียร์ฟิวชัน



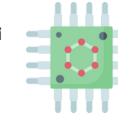
พัฒนาเทคโนโลยีเครื่องเร่งอนุภาคโปรตอนเพื่อการบำบัดรักษามะเร็ง



พัฒนาเทคโนโลยี AI จาก Big Data ของซินโครตรอน



พัฒนาเทคโนโลยีสัญญาณภาคเพื่อการเชื่อมประสานวัตถุและจำลองอวกาศ

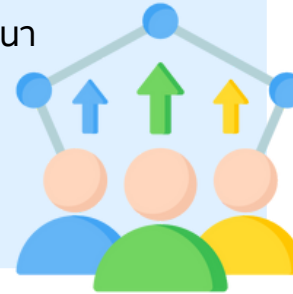


พัฒนาเทคโนโลยีการสร้างลายวงจรระดับนาโน

3 GeV ช่วยยกระดับ เศรษฐกิจและสังคม อย่างไร?

พัฒนาคุณภาพชีวิตและ
ความเป็นอยู่ของประชาชน

จากงานวิจัยและพัฒนา
นวัตกรรมและ
ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนา
ภายในประเทศ



สร้างอุตสาหกรรมเป็น R&D
ให้แข่งขันได้ในเวทีโลก

พัฒนาบุคลากรในภาคส่วนที่
เกี่ยวข้องสู่ความเป็น
ผู้เชี่ยวชาญและแข่งขันได้ใน
ระดับสากล



พัฒนาสู่การเป็น ASEAN Innovation Hub
เชื่อมโยงประเทศชั้นนำ และประเทศในภูมิภาค



พัฒนาเส้นทางอาชีพด้าน
วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม
และเทคโนโลยี



สนับสนุนการลงทุนในการผลิต
เทคโนโลยีขั้นสูง

สร้างโอกาสให้ SMEs

ได้เข้าถึงเทคโนโลยีขั้นสูงและเพิ่มขีดความ
สามารถในการแข่งขัน



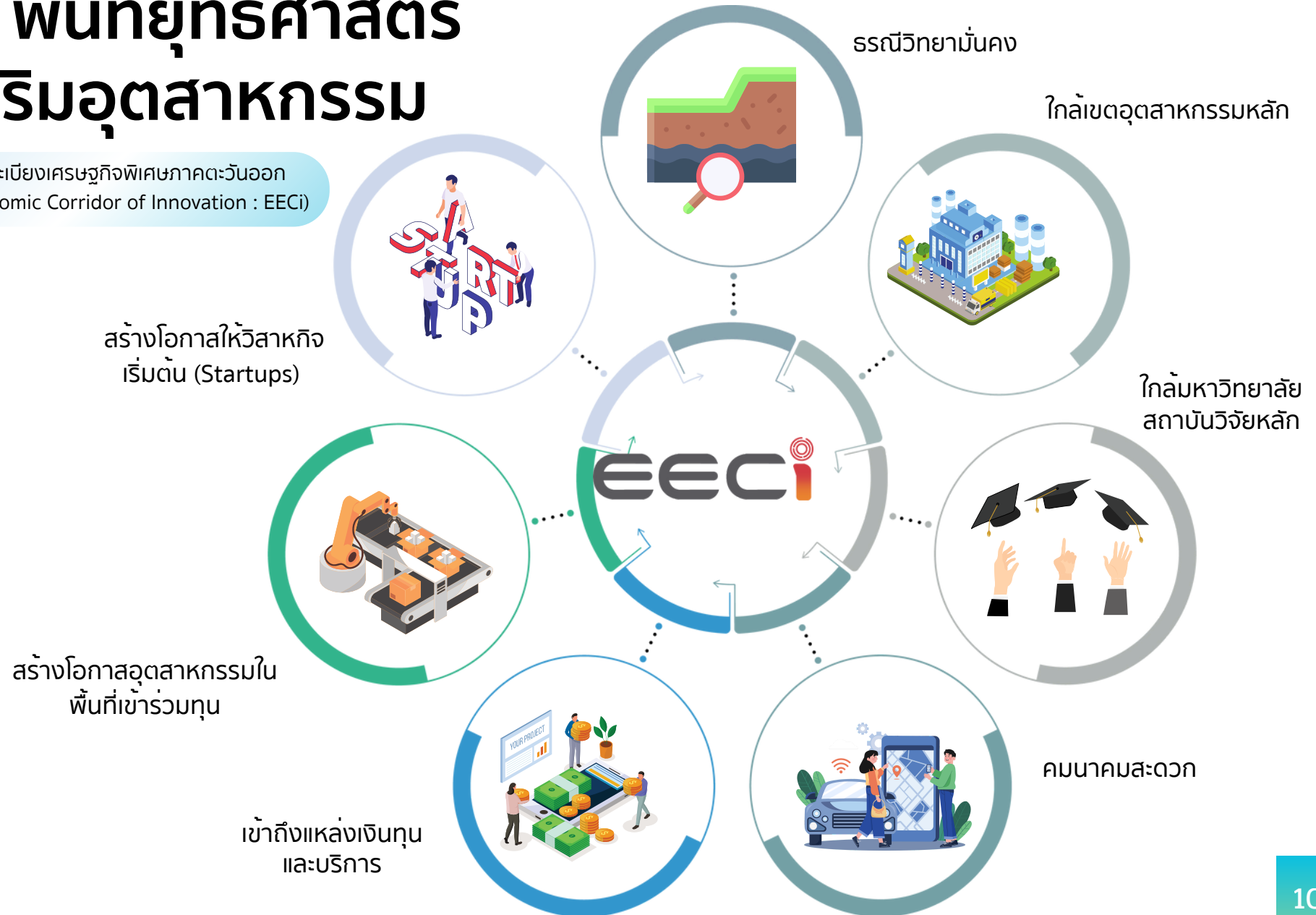
ศูนย์กลางแสงซินโครตรอนแห่งอาเซียน



เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 3 GeV
จะเป็นศูนย์กลางแสงซินโครตรอนแห่งอาเซียน
รองรับงานวิจัยและนวัตกรรมล้ำสมัย
พัฒนาความร่วมมือทางวิชาการและวิจัย
พร้อมยกระดับศักยภาพทางวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีของภูมิภาคสู่มาตรฐานสากล

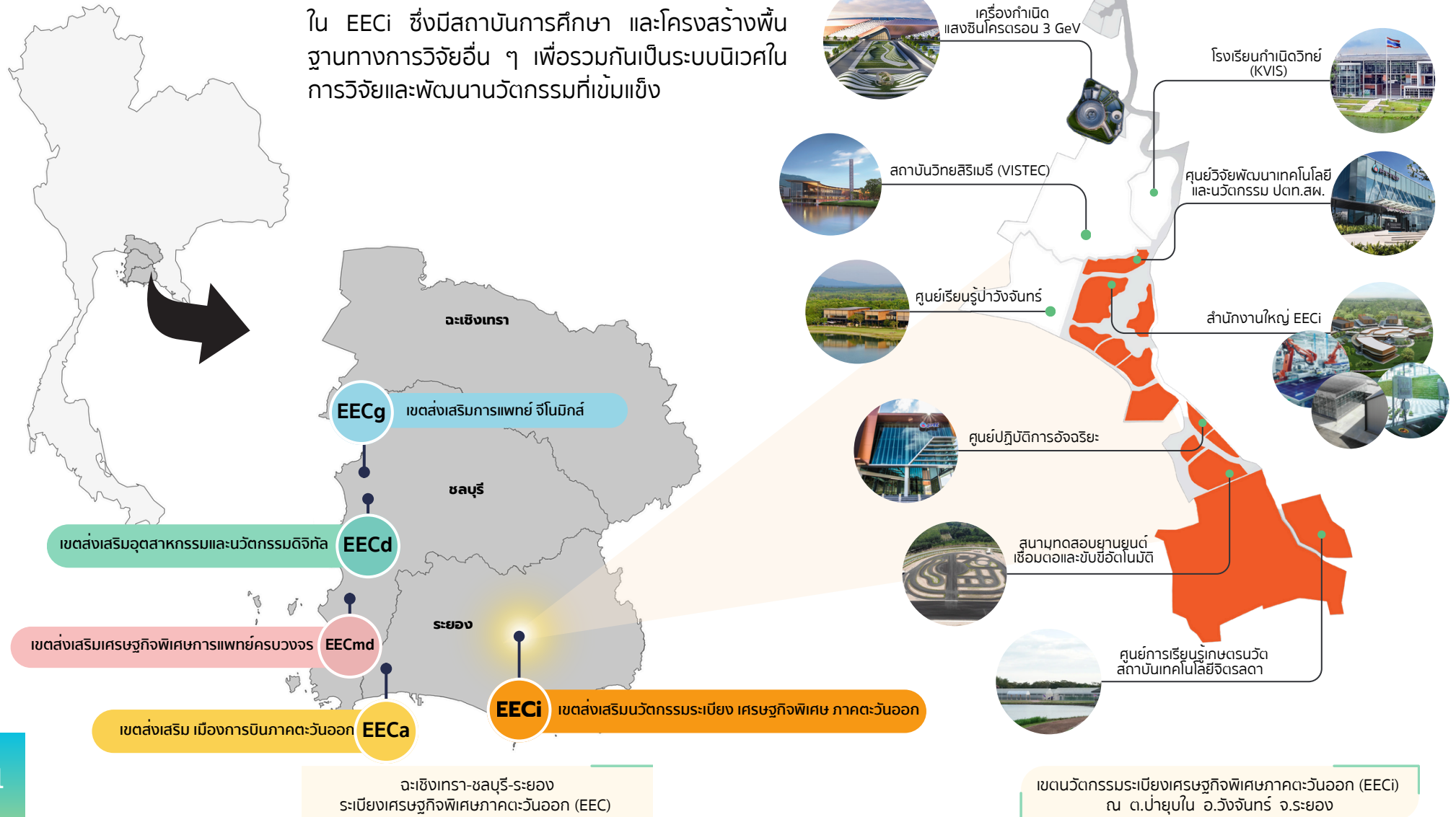
EECi พื้นที่ยุทธศาสตร์ ส่งเสริมอุตสาหกรรม

เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก
(Eastern Economic Corridor of Innovation : EECi)



ที่ตั้งโครงการ

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 3 GeV จะติดตั้งใน EECi ซึ่งมีสถาบันการศึกษา และโครงสร้างพื้นฐานทางการวิจัยอื่น ๆ เพื่อรวมกันเป็นระบบนิเวศในการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมที่เข้มแข็ง



3 GeV Facility Complex



อาคารเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน

อาคารหอพัก

อาคารปฏิบัติการวิศวกรรม

อาคารระบบสาธารณูปโภค

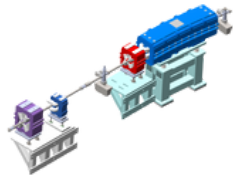
อาคารสถานีไฟฟ้าย่อย

อาคารสำนักงานและสนับสนุนผู้ใช้บริการ

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนระดับพลังงาน 3 GeV ของประเทศไทย

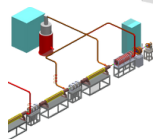
เครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม (Booster Synchrotron)

เครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม เพิ่มพลังงานให้กับอิเล็กตรอนด้วยคลื่นวิทยุ โดยบังคับให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงกลมและเพิ่มพลังงานอย่างต่อเนื่อง จนถึงระดับพลังงาน 3 GeV ก่อนส่งไปยังวงกักเก็บอิเล็กตรอน



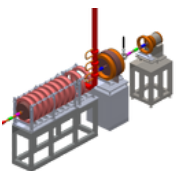
เครื่องเร่งอนุภาคแนวตรง (Linear Accelerator)

แบ่งอิเล็กตรอนที่ออกจากปืนอิเล็กตรอนให้เป็นกลุ่มๆ เรียกว่า Electron bunch หลังจากนั้น จะเร่งพลังงานของอิเล็กตรอนในแนวเส้นตรงด้วยคลื่นไมโครเวฟ ให้มีพลังงานสูงถึง 270 MeV และส่งไปยังเครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม



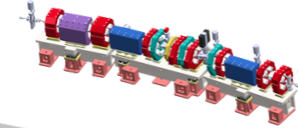
ปืนอิเล็กตรอน (Electron Gun)

ผลิตอิเล็กตรอนจำนวนมากโดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าให้กับไส้หลอดของปืนอิเล็กตรอนจนร้อน ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาจากนั้นใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าแรงสูงช่วยในการดึงอิเล็กตรอนให้วิ่งเข้าสู่เครื่องเร่งอนุภาค



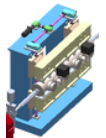
วงกักเก็บอิเล็กตรอน (Storage Ring)

ทำหน้าที่กักเก็บ และรักษาลำอิเล็กตรอนให้มีความเสถียร เพื่อให้สามารถผลิตแสงซินโครตรอนได้อย่างต่อเนื่อง โดยบังคับให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านแม่เหล็กสองขั้ว (Bending magnet) หรืออุปกรณ์แทรก



อุปกรณ์แทรก (Insertion Devices)

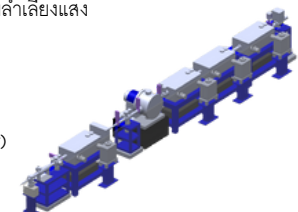
เป็นแม่เหล็กชนิดพิเศษ ที่ถูกติดตั้งในส่วนตรงของวงกักเก็บอิเล็กตรอน เพื่อสร้างแสงซินโครตรอนที่มีความเข้ม หรือพลังงานสูงกว่าการเลี้ยวเบนโดยปกติ

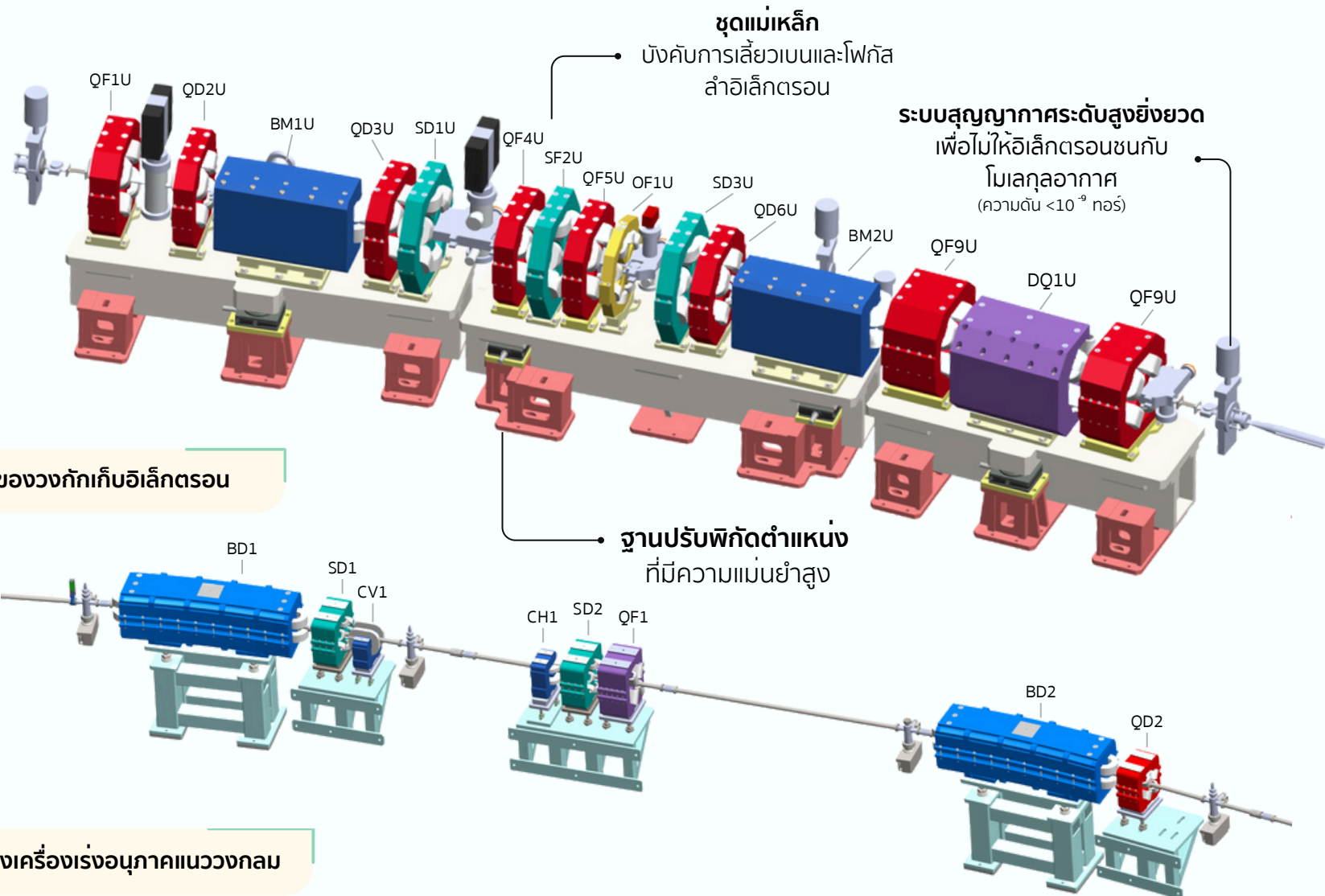


ระบบลำเลียงแสง (Beamlines : BL)

ทำหน้าที่ลำเลียง และคัดเลือกแสงซินโครตรอน พร้อมปรับคุณลักษณะของแสงให้เหมาะสมกับการทดลองของผู้ใช้ โดยระบบลำเลียงแสงประกอบด้วย

- ห้องสุญญากาศ (Vacuum chamber)
- กระจกทำแสงขนาน (Collimating mirror)
- ระบบคัดเลือกพลังงานแสง (Monochromator)
- กระจกรวมแสง (Focusing mirror)
- ระบบสลิตตัดแสง (Slit)
- สถานีทดลอง (End-station)





การพัฒนาต้นแบบเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนภายในประเทศ

“ สถาบันฯ มีเป้าหมายสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนภายในประเทศให้ได้มากกว่าร้อยละ 50 ของงบประมาณ โดยพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ด้วยศักยภาพภายในสถาบันฯ และถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ภาคอุตสาหกรรม สร้างรากฐานสำคัญสู่การยกระดับเทคโนโลยีการผลิตขั้นสูงของประเทศ ”

1 ต้นแบบปั๊มสุญญากาศ

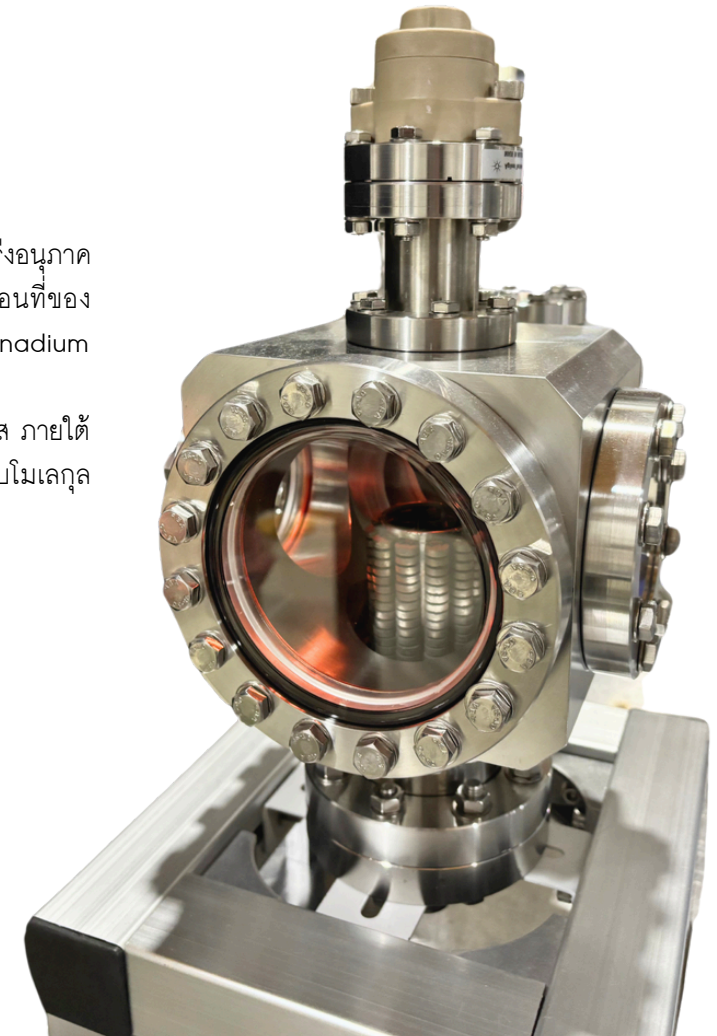
(Non-Evaporable Getters หรือ “NEG Pump”)

ปั๊มสุญญากาศระดับสูงยิ่งยวด (Ultra - High Vacuum: UHV) นิยมใช้ในเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง เช่น เครื่องเร่งอนุภาค และเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนรุ่นใหม่ ทำหน้าที่ในการสร้างสภาวะสุญญากาศภายในท่อสุญญากาศเป็นเส้นทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ส่วนประกอบที่สำคัญของปั๊มสุญญากาศชนิดนี้คือ เม็ดโลหะที่ได้จากการอัดผงโลหะผสมระหว่าง Zirconium, Vanadium ในอัตราส่วนที่เหมาะสมให้เป็นอัลลอยที่มีคุณสมบัติเป็นรูพรุน (Porous Alloys) แล้วนำมาเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ

ในขั้นตอนแรกจะต้องทำการกระตุ้นการทำงานของปั๊มโดยให้ความร้อนแก่เม็ดโลหะที่อุณหภูมิประมาณ 400 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะสุญญากาศระดับต่ำ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นตัวลงจะทำให้เม็ดโลหะมีคุณสมบัติทางเคมีที่ดีเยี่ยมในการดูดซับโมเลกุลอากาศที่อยู่ในท่อสุญญากาศ ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า “Chemical Adsorption”

คุณสมบัติของ NEG Pump

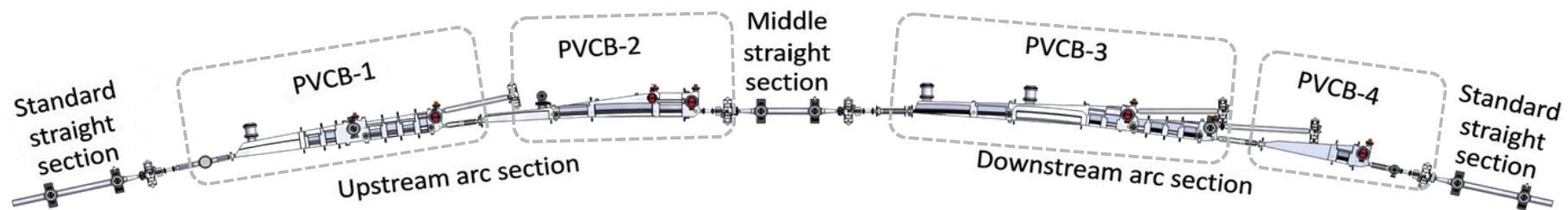
- มี Pumping Speed ที่สูง
- ขนาดเล็กและน้ำหนักเบา
- ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวจึงไม่มีการสั่นสะเทือน
- ไม่ต้องใช้ไฟฟ้าในระหว่างการทำงานของปั๊ม



2

ต้นแบบท่อสุญญากาศระดับสูง

งานพัฒนาท่อสุญญากาศระดับสูงยิ่งยวด (UHV Vacuum Chamber) ถือเป็นภารกิจหนึ่งที่สำคัญต่อการสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนระดับพลังงาน 3 GeV ตามนโยบายการใช้นวัตกรรมที่ผลิตภายในประเทศเป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่อสุญญากาศของวงกักเก็บอิเล็กตรอน จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีสุญญากาศขั้นสูงในการคำนวณ การออกแบบและการผลิต เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

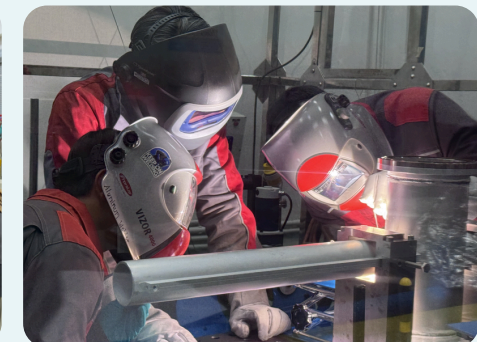


เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของการพัฒนาต้นแบบท่อสุญญากาศ จึงต้องใช้กระบวนการผลิตที่ปราศจากการปนเปื้อนน้ำมัน (Oilless Machining) มีข้อดีดังนี้

- ผิวท่อสะอาด ปราศจากสารตกค้าง จึงสร้างสภาวะสุญญากาศได้ดีเยี่ยม
- ถ่ายเทความร้อนและนำกระแสไฟฟ้าบนอลูมิเนียมได้ดีขึ้น
- ลดระยะเวลาการทำงานของปั๊ม และเพิ่มอายุการใช้งาน
- ลดการใช้สารเคมีในการผลิต เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม



ทดสอบการสร้างสภาวะสุญญากาศ

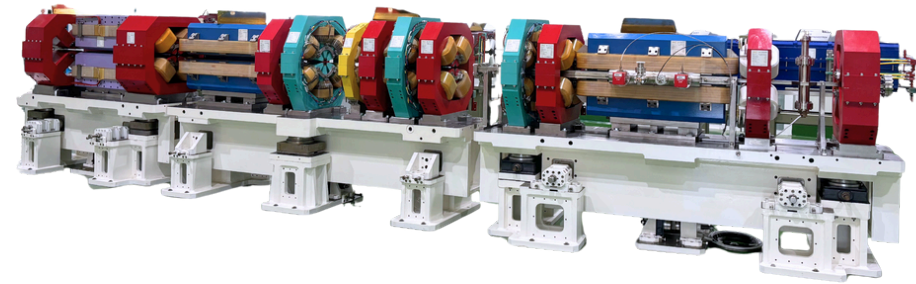


ต้นแบบท่อสุญญากาศที่ผ่านการเชื่อมจะถูกนำมาทดสอบรอยรั่ว วัดพิกัดการบิดตัว (Deformation) และทดสอบการสร้างสภาวะสุญญากาศระดับสูงยิ่งยวด UHV

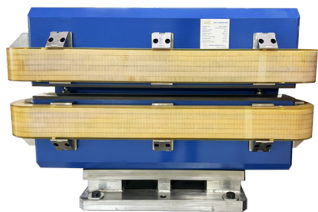
3 ต้นแบบแม่เหล็ก

สถาบันฯ ได้พัฒนากระบวนการผลิตแม่เหล็กไฟฟ้าและการวัดทดสอบแม่เหล็กให้ได้คุณสมบัติตามที่ออกแบบไว้ ทั้งด้านความแม่นยำทางกายภาพ สนามแม่เหล็ก และการระบายความร้อน โดยการออกแบบและจัดสร้างต้นแบบแม่เหล็กสำหรับวงกักเก็บอิเล็กตรอนและเครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม

- แม่เหล็กสองขั้ว ทำหน้าที่บังคับให้ลำอิเล็กตรอนเลี้ยวโค้งตามวงโคจร
- แม่เหล็กสี่ขั้ว ทำหน้าที่โฟกัสลำอิเล็กตรอนในแนวตั้งและแนวนอน
- แม่เหล็กหกขั้ว ทำหน้าที่แก้ไขผลกระทบจากการกระจายตัวของพลังงานที่มีผลต่อการโฟกัสของลำอิเล็กตรอน
- แม่เหล็กแปดขั้ว ทำหน้าที่ปรับแก้ผลจากความคดเคี้ยวแบบไม่เป็นเชิงเส้น

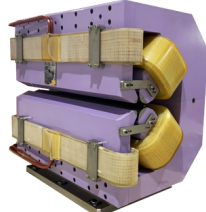


ต้นแบบแม่เหล็กของวงกักเก็บอิเล็กตรอน



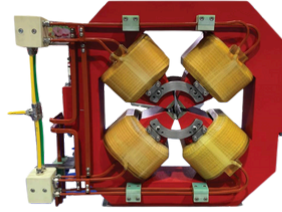
ต้นแบบแม่เหล็กสองขั้ว
(Bending magnet: BM)

สนามแม่เหล็ก = 0.87 T
กระแสไฟฟ้า = 530 A



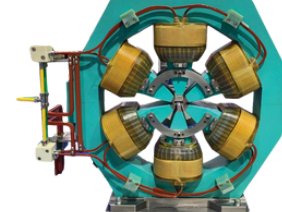
ต้นแบบแม่เหล็กสองขั้ว-สี่ขั้ว
(Dipole-quadrupole magnet: DQ)

สนามแม่เหล็ก = 0.60 T, 26.4 T/m
กระแสไฟฟ้า = 145 A



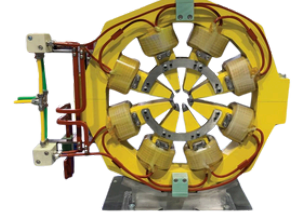
ต้นแบบแม่เหล็กสี่ขั้ว
(Quadrupole magnet: QF4)

สนามแม่เหล็ก = 44 T/m
กระแสไฟฟ้า = 113 A



ต้นแบบแม่เหล็กหกขั้ว
(Sextupole magnet: SF/SD)

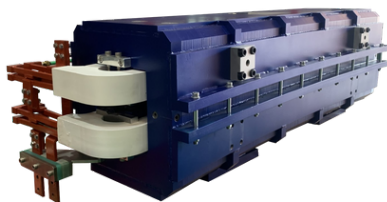
สนามแม่เหล็ก = 1,800 T/m²
กระแสไฟฟ้า = 84 A



ต้นแบบแม่เหล็กแปดขั้ว
(Octupole magnet: OF)

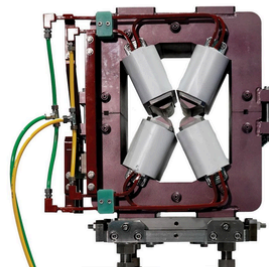
สนามแม่เหล็ก = 72,000 T/m³
กระแสไฟฟ้า = 103 A

ต้นแบบแม่เหล็กของเครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม



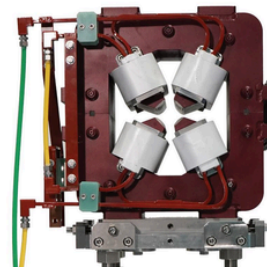
ต้นแบบแม่เหล็กสองขั้ว-สี่ขั้ว-หกขั้ว
(Dipole-quadrupole-sextupole magnet: BD)

สนามแม่เหล็ก = 1.05 T, 2.1 T/m, 30.4 T/m²
กระแสไฟฟ้า = 665 A (max)



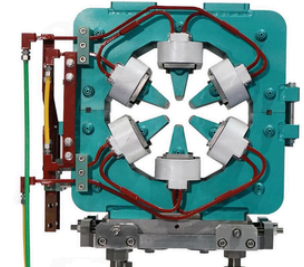
ต้นแบบแม่เหล็กสี่ขั้ว-หกขั้ว
(Quadrupole-sextupole magnet)

สนามแม่เหล็ก = 19.5 T/m, 21.9 T/m²
กระแสไฟฟ้า = 300 A (max)



ต้นแบบแม่เหล็กสี่ขั้ว
(Quadrupole magnet: QD)

สนามแม่เหล็ก = 0.7 T/m
กระแสไฟฟ้า = 20 A (max)



ต้นแบบแม่เหล็กหกขั้ว
(Sextupole magnet: SF/SD)

สนามแม่เหล็ก = 133 T/m²
กระแสไฟฟ้า = 81 A (max)

4 ต้นแบบแท่นปรับพิภักตำแหน่งแม่เหล็ก

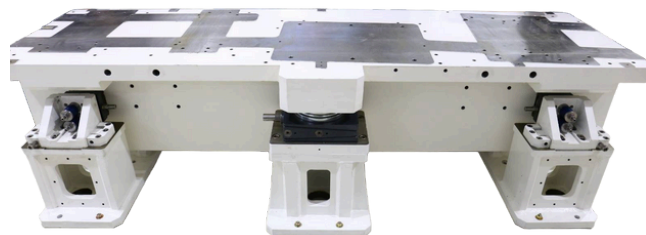
วงกบเก็บอิเล็กตรอนประกอบไปด้วยแท่นปรับพิภักตำแหน่งแม่เหล็กจำนวน 6 แท่นต่อ 1 เซลล์ เพื่อรองรับแม่เหล็กทั้งหมด มีความแข็งแรงและเสถียรภาพสูง เพื่อรักษาตำแหน่งแม่เหล็กให้แม่นยำ ซึ่งการติดตั้งจะทำในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องมือเฉพาะ ซึ่งตำแหน่งแม่เหล็กที่แม่นยำนี้ มีผลต่อคุณภาพของลำอิเล็กตรอนและประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน



Girder 3

Girder 2

Girder 1



ประโยชน์จากการพัฒนาต้นแบบภายในประเทศ



ลดการพึ่งพาจากต่างประเทศ

ลดการพึ่งพาและลดต้นทุนในการสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน



พัฒนาองค์ความรู้เทคโนโลยี

เกิดองค์ความรู้ทางเทคโนโลยี ที่ต่อยอดสู่เทคโนโลยีขั้นสูงด้านอื่น ๆ



พัฒนากำลังคน

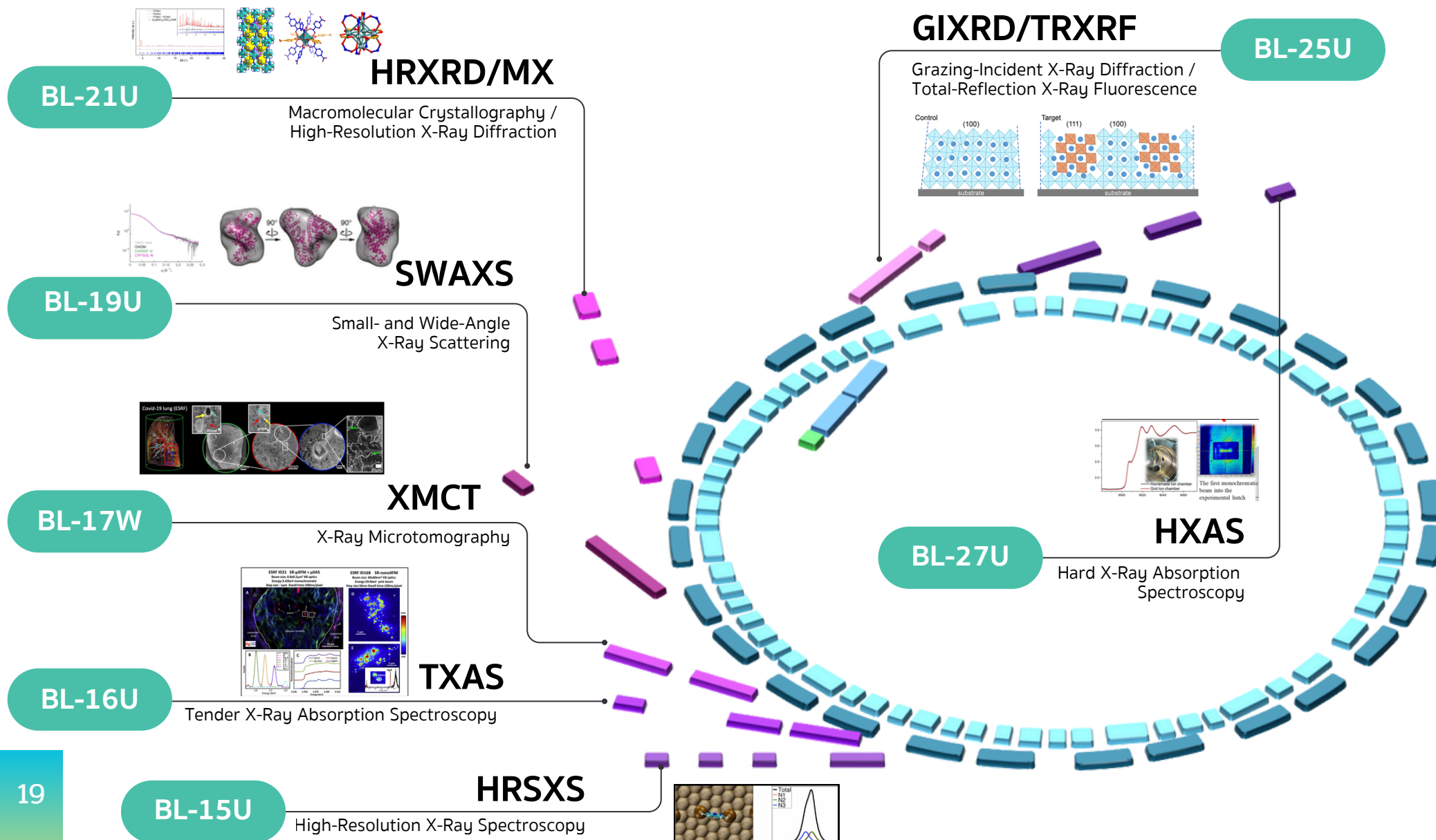
ด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์สู่ความเชี่ยวชาญ ส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง



สร้างอุตสาหกรรมใหม่

สร้างอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ที่เป็นเทคโนโลยีขั้นสูง เกิดเป็น s-curve ใหม่ ที่ยกระดับรายได้ของประเทศ

ระบบลำแสงและการใช้ประโยชน์ของ 3 GeV



พอลิเมอร์			สิ่งแวดล้อม
วัสดุฟิล์มบาง			การเกษตร
วัสดุสมัยใหม่			อาหาร
แบตเตอรี่			การแพทย์และสาธารณสุข
พลังงาน			มรดกวัฒนธรรมและโบราณคดี
วัสดุแม่เหล็ก			อิเล็กทรอนิกส์
วัสดุนาโน			ตัวเร่งปฏิกิริยา

สถาบันฯ จะสร้างระบบลำเลียงแสงตั้งต้น
ทั้งหมด 7 ระบบ ในโครงการระยะที่ 1
เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์วิจัย
ที่ครอบคลุมอุตสาหกรรมที่หลากหลาย

Photoemission Spectroscopy & Photoemission Electron Microscopy: ศึกษาโครงสร้างบนพื้นผิว



X-ray Fluorescence Spectroscopy: ตรวจหาชนิดของธาตุ



X-ray Diffraction: โครงสร้างสามมิติของโปรตีน, ลักษณะทางผลึก



Small & Wide Angle X-ray Scattering: ศึกษาโครงสร้างในระดับนาโนเมตร



X-ray Tomographic Microscopy: ศึกษาโครงสร้างสามมิติระดับไมโครเมตร



X-ray Absorption Spectroscopy: การเรียงตัวของอะตอม, สถานะทางเคมี



Grazing-incidence X-ray diffraction: การเรียงตัวของอะตอมและโมเลกุลบนพื้นผิวหรือฟิล์มบางเคลือบวัสดุ



Total-reflection X-ray fluorescence: ตรวจสอบสารเจือปน บนพื้นผิววัสดุ



ศักยภาพของ 3 GeV

ในการยกระดับการแข่งขันของงานวิจัยไทย



ด้านการแพทย์

“ยกระดับการแพทย์ด้วยการศึกษาโครงสร้างโปรตีนและไวรัส เพื่อเข้าใจกลไกการติดเชื้อ ฮอริโมน และเอนไซม์ นำไปสู่การออกแบบยาใหม่ ๆ”

การพัฒนายารักษาโรคพาร์กินสัน

ศึกษาโครงสร้างโมเลกุลของโปรตีนในสมองที่เกี่ยวข้องกับโรคพาร์กินสัน ซึ่งสามารถจับกับตระกูลคาเฟอีนได้ โดยอาศัยเทคนิค MX เพื่อพัฒนายารักษาโรคพาร์กินสันให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต

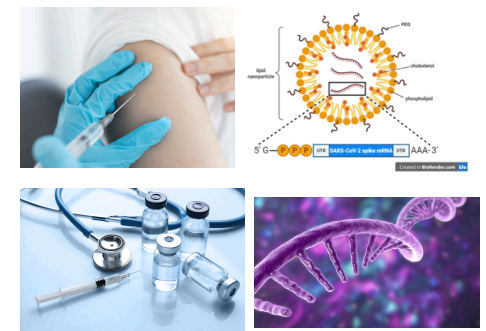
DOI: 10.1016/j.str.2011.06.014



การสังเคราะห์อนุภาคนาโนไขมันที่ห่อหุ้มเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) สำหรับงานวิจัย

ประยุกต์ใช้เทคนิค SAXS เพื่อพัฒนาและตรวจสอบโครงสร้างภายในอนุภาคนาโนไขมันที่ห่อหุ้ม mRNA จากระบบไมโครฟลูอิดิก เพื่อการส่ง mRNA เข้าสู่อย่างมีประสิทธิภาพ และพัฒนาทางการรักษาหรือสร้างภูมิคุ้มกันโรคแบบใหม่

DOI: 10.1093/clinchem/48.10.1647



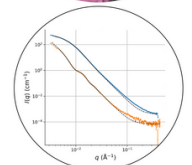
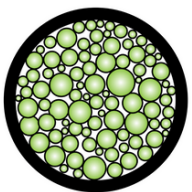
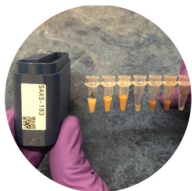
ด้านพลังงาน

“ ศึกษาโครงสร้างของวัสดุในระดับอะตอม และระดับนาโน สามารถเข้าใจพฤติกรรม และสมบัติของวัสดุที่ใช้ในเทคโนโลยีอย่างละเอียด ”

พัฒนาวัสดุเก็บความร้อนช่วยประหยัดพลังงาน

พัฒนาวัสดุเก็บความร้อนจากเปลือกไม้และอุตสาหกรรมกระดาษ นำมาผสมกับกรดไขมัน และใช้เทคนิครังสีเอกซ์ SAXS วิเคราะห์โครงสร้าง เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการดูดซับและคายความร้อนของวัสดุ ช่วยที่บ้านประหยัดพลังงาน กลางวันไม่ร้อน กลางคืนไม่หนาว

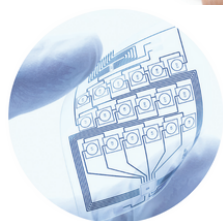
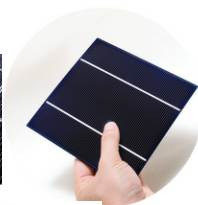
https://www.diamond.ac.uk/industry/Case-Studies/Case-Study-Aalto_heating_using_renewable_materials.html



เซลล์แสงอาทิตย์จากพอลิเมอร์ ทางเลือกใหม่ที่มีประสิทธิภาพ

พัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระดับนาโนขณะเคลือบพอลิเมอร์ลงบนแผ่นวัสดุด้วยเทคนิค GIXD และ GI-SAXS ช่วยให้ออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ต้นทุนต่ำและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

<https://www.diamond.ac.uk/industry/Case-Studies/Case-Study-Polymer-Photovoltaics-Thin-films-UKOPV.html>



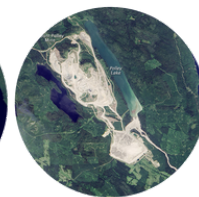
ด้านสิ่งแวดล้อม

“ ช่วยในการวิเคราะห์การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม พัฒนารัสดักจับหรือดูดมลพิษ นำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาและป้องกันการเกิดโรคในพืชและการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ”

ศึกษาการปล่อยกากแร่จำนวนมาก ออกสู่ธรรมชาติ

ตรวจวัดการปนเปื้อนและการกระจายตัวของสารประกอบวานาเดียมด้วยเทคนิค XRF และ XAS ที่เกิดจากเหมืองทองแดงและเงิน ช่วยให้วางแผนและควบคุมมลพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพ

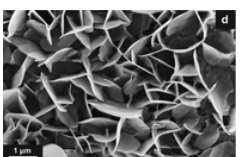
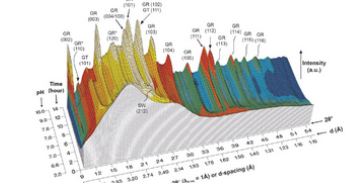
<https://www.diamond.ac.uk/industry/Case-Studies/Case-study-environmental-impact-of-the-Mount-Polley-mine-disaster.html>



การติดตามอนุภาคนาโนในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

วิเคราะห์โดยใช้เทคนิค time-resolved WAXS เพื่อศึกษา กลไกการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีของ Green Rust ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการย่อยสลายเป็นสารทำความสะอาดน้ำที่ปนเปื้อนสารพิษ โดยทำปฏิกิริยาให้สารพิษตกตะกอนและกรองออกได้

DOI:10.1021/0903935j



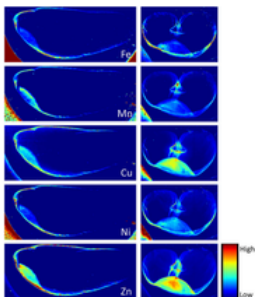
ด้านเกษตรและอาหาร

“ช่วยเพิ่มมูลค่า ปรับปรุงกระบวนการผลิต รวมถึงพัฒนาคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร”

การศึกษาการกระจายตัวของแร่ธาตุในเมล็ดข้าวสาลี

ประยุกต์ใช้เทคนิค XRF และ XAS เพื่อศึกษาการกระจายตัวของแร่ธาตุ เช่น เหล็กและสังกะสีในข้าวสาลี เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเพื่อปรับปรุงสุขภาพในกลุ่มประชากรที่ขาดแคลนแร่ธาตุ ลดปัญหาจากโรคหัวใจและโรคเบาหวานชนิดที่ 2

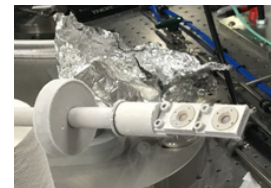
<https://www.diamond.ac.uk/industry/Case-Studies/Case-Study-Wheat-Grain-Mapping-XRF-XAS-Rothamsted.html>



การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์ที่มีรสชาติคล้ายกับเนื้อสัตว์ธรรมชาติ

ศึกษาการเชื่อมโยงของธาตุเหล็กในคลอโรฟิลล์ เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์เลียนแบบเฮม (Heme) ซึ่งสามารถนำไปใช้ในอาหารทดแทนเนื้อสัตว์ ใช้เทคนิค UV-Vis/FTIR ซึ่งการสร้างแหล่งโปรตีนจากพืชที่ย่อยง่ายและมีแคลอรีต่ำ ลดความเสี่ยงจากโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจและไขมันในเลือดสูง

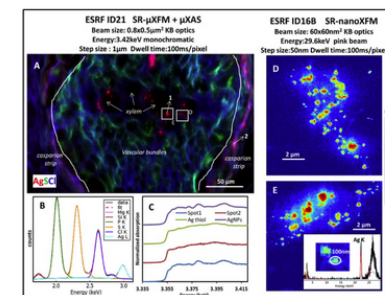
<https://www.diamond.ac.uk/industry/Case-Studies/Case-Study-Plant-based-meat-alternatives>



การศึกษาผลกระทบของวัสดุนาโนในพืชเศรษฐกิจ

ใช้เทคนิคถ่ายภาพ XRF และร่วมกับเทคนิค XAS เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคนาโนภายในพืช ตรวจสอบตำแหน่งและสภาพเคมีของอนุภาคเชิงลึกในระดับโมเลกุลและนาโนซึ่งช่วยให้เข้าใจผลกระทบของวัสดุนาโนต่อพืชและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเกษตรปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมและผู้บริโภคในอนาคต

(Plant Physiology and Biochemistry, 2017; Vol. 110, 13-32)



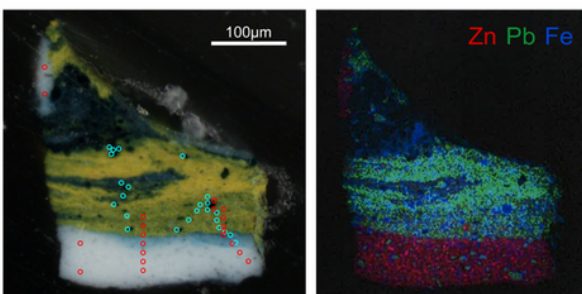
ด้านมรดกวัฒนธรรม และโบราณคดี

“ ศึกษาในเชิงนิติวิทยาศาสตร์ เชิงอนุรักษ์ ที่
จะเป็นโครงสร้างในระดับอะตอมเชิงลึก ทั้งการ
หาที่มา ตลอดจนการถ่ายภาพ (3 มิติ) ”

วิเคราะห์โครงสร้างงานจิตรกรรมประวัติศาสตร์ ด้วยแสงซินโครตรอน

ประยุกต์ใช้เทคนิค μ XANES เพื่อศึกษาความเสียหายจากรังสีที่เกิดขึ้น
ในภาพเขียนโบราณ โดยตรวจสอบสี Prussian blue และ zinc white
เพื่อตรวจจับความเสียหายที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ป้องกันการตีความ
ข้อมูลผิด และเสนอแนวทางในการจัดการความเสียหายเพื่อไม่ให้กระทบ
ต่อการวิเคราะห์ซ้ำในอนาคต

DOI 10.1007/s00339-015-9462-z



ด้านการบินและอวกาศ

“ การวิเคราะห์วัสดุเชิงลึก เช่น ตรวจสอบความแข็งแรงของโลหะผสม
พิเศษที่ใช้ในชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ไอพ่น และการวิเคราะห์ชั้นบาง ๆ
ของวัสดุ ”

ยกระดับการวิเคราะห์ความทนทานของวัสดุอากาศยาน

พัฒนาโครงสร้างและความแข็งแรงของยางพาราเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม
อวกาศ โดยใช้เทคนิค XANES เพื่อตรวจสอบโครงสร้างของยางก่อน
และหลังเติมสารซิลิกา ซึ่งช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของยาง
ทำให้สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ทนทานต่อความร้อนและแรงลั่น
สะเทือน

DOI : 10.1002/pat.2051



ตรวจสอบความแข็งแรงใบพัดเครื่องบิน แบบไม่ทำลายชิ้นงาน

ใช้เทคนิคถ่ายภาพ XRF และร่วมกับเทคนิค XAS เพื่อติดตาม
การเปลี่ยนแปลงของอนุภาคนาโนภายในพื้ช ตรวจสอบตำแหน่ง
ให้เข้าใจผลกระทบของวัสดุนาโนต่อพื้ชและเป็นประโยชน์ต่อ
การพัฒนาเกษตรปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม
และผู้บริโภคในอนาคต

<https://www.diamond.ac.uk/industry/Case-Studies/Case-Study-Rolls-Royce-fan-blade-strain.html>



ด้านอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

“ ศึกษาโครงสร้างของวัสดุและอุปกรณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับโครงสร้างระดับนาโนได้อย่างละเอียด ”

ตรวจสอบความแข็งแรงในพัดเครื่องบินแบบไม่ทำลายชิ้นงาน

ใช้เทคนิครังสีเอกซ์ขั้นสูง XMCD/XMLD เพื่อศึกษาวัสดุเคลือบผิวหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ระดับนาโน เช่น DLC และ Graphene ให้หัวอ่านฮาร์ดดิสก์ทนทานต่อการเสียดสี และทำงานได้ใกล้แผ่นแม่เหล็กมากขึ้น ส่งผลให้สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของฮาร์ดดิสก์

DOI : 10.1038/s41598-019-54093-2

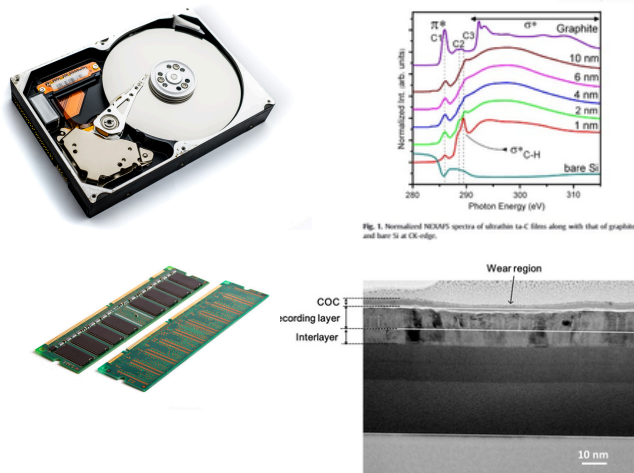


Fig. 1. Normalized NEXAFS spectra of carbon films along with that of graphite and bare Si at C K-edge.

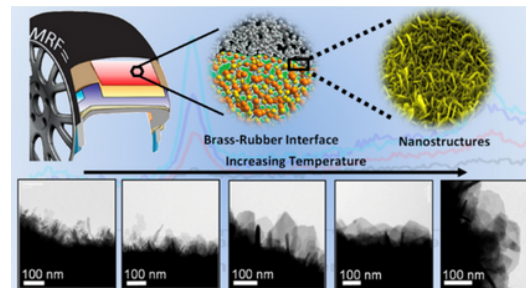
ด้านยานยนต์ไฟฟ้า

“ ช่วยเพิ่มมูลค่า ปรับปรุงกระบวนการผลิต รวมถึงพัฒนาคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร ”

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางและพอลิเมอร์มูลค่าสูง

ใช้เทคนิค TXAS เพื่อศึกษาระบบการคงรูปด้วยกัมมันต์ในผลิตภัณฑ์ยาง ช่วยออกแบบสูตรยางใหม่ที่ทนทาน เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมที่ต้องการคุณภาพสูง เช่น ยางรถยนต์ประสิทธิภาพสูง

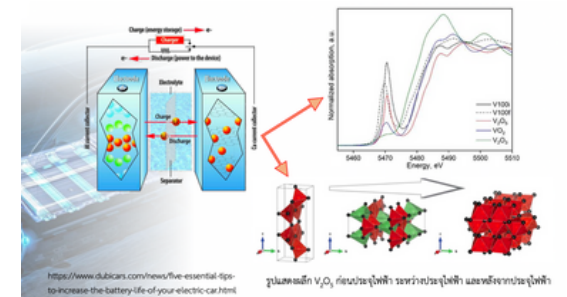
DOI : 10.1021/acsanm.0c01298



การพัฒนาแบตเตอรี่ชนิดของแข็งชนิดใหม่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

ใช้เทคนิค Quick Scanning-XAS เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกภายในแบตเตอรี่แบบของแข็งในขณะใช้งานจริง เช่น ตอนชาร์จและใช้งานไฟฟ้า ผลที่ได้ช่วยให้สามารถออกแบบแบตเตอรี่ที่ปลอดภัย ใช้ได้นาน และเหมาะกับรถยนต์ไฟฟ้ายุคใหม่

<https://www.dubcars.com/news/five-essential-tips-to-increase-the-battery-life-of-your-electric-car.html>







สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)

111 อาคารสิรินธรวิทยโชกัย ถนนมหาวิทยาลัย
ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง
จังหวัดนครราชสีมา 30000

☎ โทรศัพท์: 0-4421-7040

📠 โทรสาร: 0-4421-7047



SLRI.THAILAND



www.slri.or.th

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 3 GeV
ยกระดับงานวิจัยและอุตสาหกรรมไทยให้แข่งขันได้ในเวทีโลก