SYNCHROTRON LIGHT RESEARCH INSTITUTE (PUBLIC ORGANIZATION)

ANNUAL REPORT 2012

สารบัญ

สารประธานกรรมการบริหาร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาประเทศ และเป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ การสร้างความเข้มแข็งในด้านการวิจัยพื้นฐานและการให้ความรู้ที่ถูกต้องตามหลักวิชาวิทยาศาสตร์ถือเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้

การดำเนินงานในปี 2555 เป็นปีแรกของการดำเนินงานตามแผนยุทธศาสตร์ ระยะที่ 4 (พ.ศ. 2555-2559) ซึ่งจากการทุ่มเทกำลังกาย กำลังใจ ความร่วมมือร่วมใจของคณะกรรมการบริหาร ผู้บริหาร และบุคลากรของสถาบัน ส่งผลให้สถาบันสามารถบรรลุการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อให้บริการแสงซินโครตรอน ในด้านที่สำคัญอย่างน่าชื่นชม ได้แก่

- สถาบันได้พัฒนาปรับปรุงศักยภาพของเครื่องกำเนิดแสงสยามอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้บริการแสงซินโครตรอนแก่ผู้ใช้บริการ 24 ชั่วโมงทุกวัน จะมีเว้นบ้างก็เพียงในช่วงหยุดเดินเครื่องตามแผนปฏิบัติการปกติ สถาบันจึงสามารถเปิดบริการแสงได้ถึง 4,190 ชั่วโมงต่อปี
- สถาบันสามารถดำเนินงาน 8 ระบบลำเลียงแสงและ 2 อุปกรณ์วิเคราะห์ได้อย่างสม่ำเสมอและน่าเชื่อถือ ในส่วนนี้สถาบันประสบความสำเร็จในการพัฒนาระบบลำเลียงแสงใหม่อีก 1 ระบบ โดยร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

นอกจากทั้งสองประการข้างต้นนี้แล้ว สถาบันยังประสบความสำเร็จอย่างโดดเด่น ในการแก้ไขปัญหาเสถียรภาพพลวัตเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน ด้วยการใช้ความรู้และเทคโนโลยีขั้นสูงทางวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ภายใต้การกำกับดูแลของคณะกรรมการบริหารสถาบันได้กำหนดยุทธศาสตร์การดำเนินงานที่สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาประเทศของรัฐบาล การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมของประเทศ เทคโนโลยี แสงซินโครตรอนเป็นที่ยอมรับว่ามีประโยชน์สูงมากในนานาประเทศ เพราะแสงซินโครตรอนเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่สำคัญต่อการพัฒนางานด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีในหลายแขนง และสามารถใช้เพื่องานวิจัยได้หลากหลายสาขา ทั้งงานวิจัยภาคการเกษตร การแพทย์ สิ่งแวดล้อม และภาคอุตสาหกรรมในรอบปี 2555

ที่ผ่านมา เป็นที่ประจักษ์ว่าสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนได้ประสบผลสำเร็จในการผลิตงานวิจัยหลายด้านที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต และสังคมในอนาคต และมุ่งมั่นการพัฒนาศักยภาพให้ก้าวไปสู่ความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านแสงซินโครตรอนในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก

ในฐานะประธานกรรมการบริหาร ผมขอแสดงความชื่นชมต่อความทุ่มเทเสียสละของผู้บริหารและบุคลากรของสถาบันและชื่นชมต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้นอันเป็นผลจากความทุ่มเทแรงกายแรงใจของทุกท่าน

ศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์

ประธานกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

สารผู้อำนวยการ

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบดำเนินงานห้องปฏิบัติการวิจัยกลางระดับชาติ และเป็นห้องปฏิบัติการวิจัยแสงซินโครตรอนที่ใหญ่ที่สุดในภูมิภาคอาเซียน การให้บริการแสงซินโครตรอนหรือเครื่องมือวิจัยของสถาบันเป็นไปตามนโยบายการจัดให้มีโครงสร้างพื้นฐานของประเทศทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

พันธกิจหลักของสถาบันประการหนึ่ง คือ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของสถาบัน ในปี พ.ศ. 2555 สถาบันประสบความสำเร็จในการเดินเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน สามารถให้บริการแสงได้ถึง 4,190 ชั่วโมง ตลอดจนสามารถพัฒนาระบบลำเลียงแสงให้ใช้ประโยชน์ได้ถึง 8 ระบบลำเลียงแสงและ 2 อุปกรณ์วิเคราะห์ คุณภาพของแสงที่ให้บริการนั้นถือได้ว่ามีคุณภาพสูง จากการที่สถาบันได้พัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมขั้นสูงเพื่อแก้ปัญหาเสถียรภาพของลำอิเล็กตรอนได้อย่างสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2555 ทำให้ในปัจจุบัน เสถียรภาพทางตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนจำกัดอยู่ที่ 5 ไมโครเมตรเท่านั้น ดีกว่าค่าเป้าหมาย (20 ไมโครเมตร) ถึง 4 เท่า ซึ่งก่อนหน้านี้ การขจัดของเสถียรภาพพลวัตดังกล่าว มีค่าเฉลี่ยที่ 50-120 ไมโครเมตร ตลอดจนสถาบันเดินเครื่องกำเนิดแสงได้อย่างมีความน่าเชื่อถือ (reliability) สูง ทำให้ตลอดปี 2555 มีค่าเฉลี่ย MTBF 262.8 ชั่วโมง นอกจากนั้น สถาบันได้ประสบความสำเร็จ ในการปรับปรุงระบบกราวนด์ทั้งหมด ทำให้ได้ความต้านทานกราวนด์น้อยกว่า 0.2 โอห์ม และได้จัดระบบกราวนด์แยกเป็นสัดส่วนทั้งการกราวนด์สัญญาณ อิเล็กทรอนิกส์กำลังสูง ระบบกำลัง ดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น รวมถึงเปลี่ยนสายวัดสัญญาณใหม่ ทำให้คุณภาพการวัดสัญญาณดีขึ้น ถูกรบกวนจากสัญญาณรบกวนต่างๆน้อยลง ค่าผิดพลาดในการวัดจึงลดลงจาก 60 ไมโครเมตร เหลือ 3 ไมโครเมตร นอกจากนั้นสถาบันได้ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ พัฒนาระบบลำเลียงแสงใหม่เสร็จสิ้นอีกหนึ่งระบบดำเนินงานในเทคนิค x-ray absorption spectroscopy การดำเนินงานพัฒนาให้เครื่องกำเนิดแสงสามารถผลิต hard x-ray ได้ กำลังดำเนินไปอย่างเข้มข้นต่อเนื่อง โดยอาศัยอุปกรณ์ multi-pole wiggler magnet (MPWM) และ super-conducting wavelength shifter (SWLS) ซึ่งระบบหล่อเย็นของ SWLS ด้วยฮีเลี่ยมเหลว เป็นระบบแบบปิดที่สามารถรีไซเคิลฮีเลียมได้ ซึ่งเป็นระบบที่สถาบันพัฒนาขึ้นใช้เองได้ประสบความสำเร็จเช่นกัน

อีกพันธกิจหนึ่งของสถาบันเป็นการให้บริการแสงซินโครตรอนและเทคโนโลยีเชิงวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้ใช้โดยส่วนมากของสถาบันเป็นนักวิจัยของภาครัฐ ที่ทำวิจัยแสวงหาองค์ความรู้ใหม่ มีผู้ใช้ชาวต่างประเทศบ้างไม่มากนัก ซึ่งมีทั้งชาวเอเชียและยุโรป ในปี 2555 มีโครงการวิจัยในกลุ่มนี้มากกว่า 330 โครงการ สถาบันได้เริ่มแสวงหากลุ่มผู้ใช้ทางอุตสาหกรรม เพื่อการใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอนในการตอบโจทย์ภาคการผลิตอุสาหกรรม ในช่วงเริ่มดำเนินการนี้ทำให้มีผู้ใช้จากเอกชนอุตสาหกรรม 23 โครงการ มีบริษัท SCG สหวิริยาสตีลอินดัสตรี เป็นต้น ที่เริ่มเข้ามาใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอน นอกเหนือจากนั้นสถาบันฯ ยังให้บริการออกแบบ พัฒนา และให้คำปรึกษาในงานเทคโนโลยีเชิงวิศวกรรม ให้แก่หน่วยงานของรัฐและเอกชน ตัวอย่างการให้บริการ ได้แก่ การสร้างชิ้นส่วนและระบบสุญญากาศ ตลอดจนสถาบันได้พัฒนาเทคโนโลยีบางส่วนขึ้นใช้เอง เพื่อลดรายจ่ายจากการนำเข้าเครื่องมือเฉพาะด้าน ในปี 2555 ทีมงานเทคนิควิศวกรรมได้พัฒนาเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ และเครื่องเชื่อมเฉพาะจุด โดยได้นำมาใช้งานจริงอย่างมีประสิทธิผล

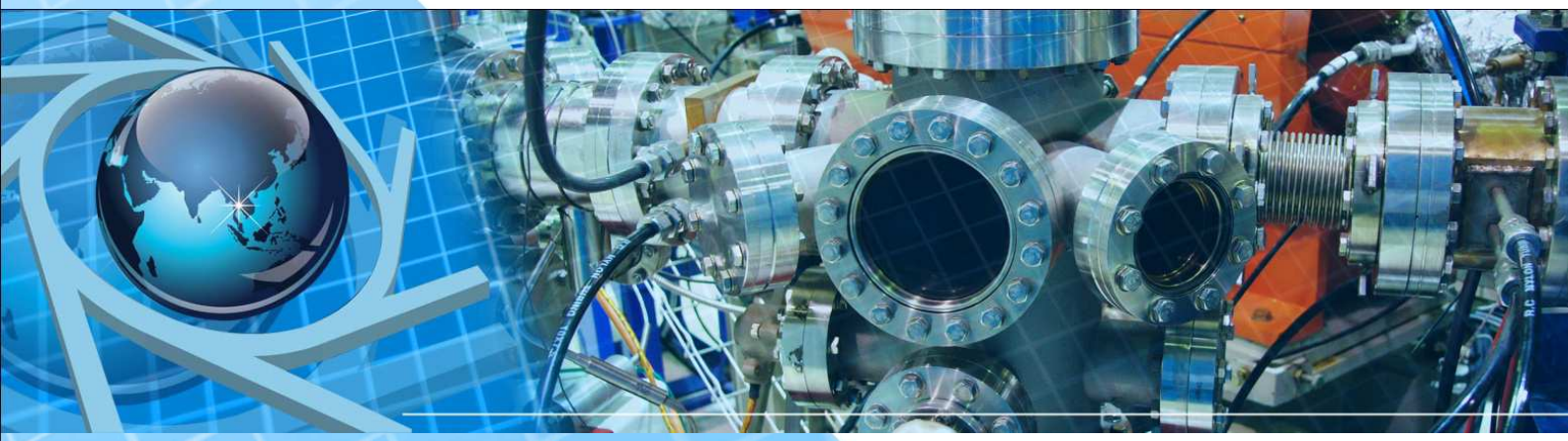
สถาบันยังดำเนินการในพันธกิจพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเชิงวิศวกรรมในหลายระดับ โดยได้ จัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์แสงสยาม การอบรมครูฟิสิกส์ไทย โครงการคัดเลือกนักศึกษาและครูสอนฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเซิร์น เพื่อเป็นตัวแทนประเทศไทยเข้าสัมผัสงานวิจัยแนวหน้าที่โครงการ CERN และยังจัด ASEAN Workshops อีกหลายครั้ง เพื่อให้ความรู้แก่นักวิทยาศาสตร์ไทยและอาเซียน ตลอดจนส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดการสร้างเครือข่ายนักวิจัย

ด้วยความร่วมแรง ร่วมใจของคณะผู้บริหาร และบุคลากรทุกฝ่าย ทำให้สถาบันฯ ประสบผลสำเร็จในทุกภารกิจ และได้รับการประกาศโดย กพร. ให้สถาบันเป็น best practice ทางด้านประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ซึ่งสถาบันจะมุ่งมั่นดำรงความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านแสงซินโครตรอนในภูมิภาคอาเซียนสืบต่อไป และจะพัฒนาไปสู่ความเป็นเลิศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

ศาสตราจารย์ นาวาอากาศโท ดร.สราวุฒิ สุจิตจร

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

ผลงานวิจัยเด่นในรอบปี



การศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่มีรูทีเนียมและเซอร์โคเนียมเป็นโปรโมเตอร์ สำหรับปฏิกิริยา ฟิชเชอร์-โทรปช์ เพื่อผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์จากแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจน

นางสาวแพรวไพลิน กังวานสุระ[1] รศ.ดร.อรรถธีรา วรยิ่งยง[1] ดร.ยิ่งยศ ภู่อาภรณ์[2]

[1]ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

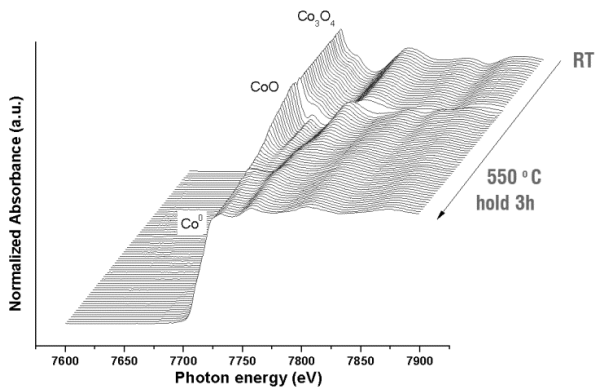
[2]สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

กลุ่มนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน(องค์การมหาชน) ได้ร่วมทำการศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่เจือโลหะรูทีเนียมและเซอร์โครเนียมออกไซด์บนซิลิกาในปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่สำคัญในการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์ โดยเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์และพบว่าที่อุณหภูมิ 550 °C โลหะที่เจือเข้าไปในตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ส่งผลให้การเกิดปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์เร็วขึ้น

ปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ (Fischer-Tropsch) เป็นปฏิกิริยาสำคัญในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์ โดยเปลี่ยนแปลงก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเหลวและสารเคมีอื่น ๆ กระบวนการฟิชเชอร์-โทรปช์ ต้องอาศัยตัวเร่งปฏิกิริยาในการเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจนไปเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจำพวกพาราฟินและโอเลฟิน ดังสมการ

$$CO + \frac{1+m}{2n} H_2 \longrightarrow \frac{1}{n} C_nH_m + H_2O$$

ตัวเร่งปฏิกิริยาแต่ละชนิดจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติและองค์ประกอบแตกต่างกัน โลหะโคบอลต์เป็นตัวเร่งหนึ่งที่นิยมใช้ในปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ เนื่องจากมีกัมมันตภาพสูงและความสามารถในการเลือกผลิตภัณฑ์พาราฟินโซ่ตรง อีกทั้งยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาได้โดยการเจือด้วยโลหะหรือโลหะออกไซด์ ในการศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่มีโลหะรูทีเนียมและเซอร์โครเนียมออกไซด์บนตัวรองรับซิลิกา($Ru/ZrO_2/Co/SiO_2$) เป็นตัวโปรโมเตอร์ โดยใช้เทคนิค Time-resolved x-ray absorption spectroscopy (TRXAS)



รูปที่ 1 แสดงการติดตามการเปลี่ยนแปลงของโคบอลต์ขณะเกิดปฏิกิริยารีดักชันด้วยก๊าซไฮโดรเจนแบบ in situ โดยเทคนิค XANES ที่ระบบลำเลียงแสง TRXAS

ผลการศึกษาที่เป็นตัวอย่างดังรูปที่ 1 อาจสังเกตได้จากสเปคตรัม XANES ในรูปพบว่าสามารถลดรูป Co_3O_4 เป็นโลหะโคบอลต์ (Co) ได้ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส โดยกลไกการรีดักชันเกิดผ่านโคบอลต์ที่อยู่ในรูป CoO อีกทั้งสามารถบอกได้ว่ารูทีเนียมและเซอร์โครเนียมออกไซด์นั้น ส่งผลต่อความสามารถในการรีดักชันของตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ โดยทำให้ตัวเร่งปฏิกิริยานั้นมีความสามารถในการรีดักชันดีขึ้น ซึ่งจะทำให้ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์พัฒนาไปเป็นชนิดที่ว่องไวมากขึ้น ในกระบวนการปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ ข้อมูลที่ได้จากการวัดด้วยเทคนิค XANES ดำเนินงานที่ระบบลำเลียงแสง TRXAS จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับกระบวนการฟิชเชอร์-โทรปช์ นับเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญของการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์

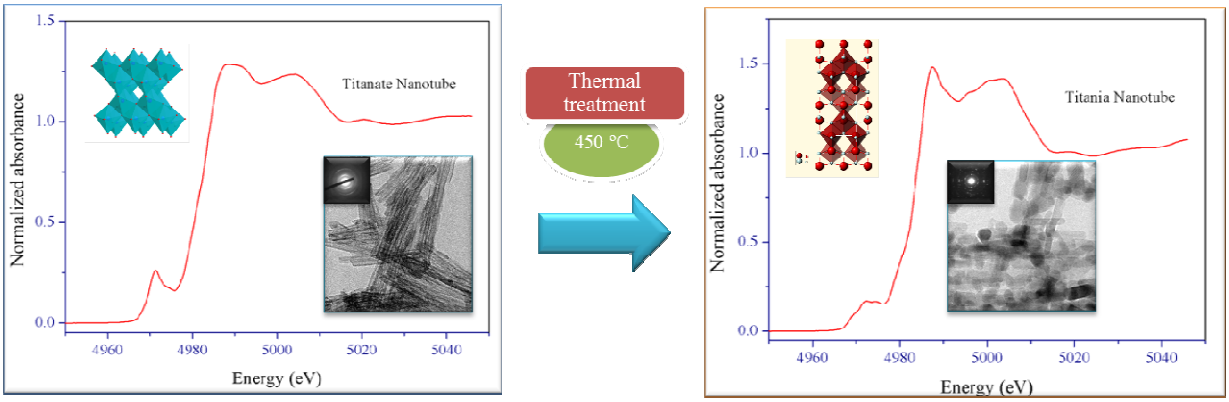
การผลิตไฮโดรเจนจากกระบวนการแยกน้ำด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสง

ดร.พงษ์ธนวัฒน์ เข็มทอง[1], ดร.พินิจ กิจขุนทด[2] และ ดร.นุรักษ์ กฤษดานุรักษ์[3]
[1]ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
[2]สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
[3]ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะผู้วิจัยจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และนักวิจัยของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์แบบติดตามเวลา (Time-Resolved XAS) มาศึกษาคุณลักษณะโครงสร้างของท่อนาโนไทเทเนี่ยม (titanium nanotube) ที่สังเคราะห์ เพื่อใช้ในการศึกษาคุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาแทนที่ไทเทเนี่ยมไดออกไซด์ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ผิว

พลังงานเป็นหนึ่งในปัจจัยพื้นฐานที่มนุษย์มีความต้องการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งพลังงานที่ใช้กันในปัจจุบันเป็นพลังงานที่ได้จากแหล่งเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดและใช้หมดไป ดังนั้นการค้นคว้าวิจัยด้านการนำพลังงานทดแทนที่เป็นพลังงานหมุนเวียนมาใช้จึงมีความตื่นตัวมากขึ้น และไฮโดรเจนถือได้ว่าเป็นแหล่งเชื้อเพลิงทางเลือกที่มีศักยภาพเพียงพอ เนื่องจากเป็นพลังงานที่สะอาดสามารถผลิตได้จากแหล่งที่เป็นพลังงานหมุนเวียน อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ได้จากไฮโดรเจนกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ พบว่าไฮโดรเจนให้ค่าพลังงานสูงที่สุดคือ 120MJ/kg ซึ่งให้ค่าพลังงานที่มากกว่าเชื้อเพลิงหลักที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันที่ได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิล 2-3 เท่า อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าพลังงานไฮโดรเจนจะสามารถตอบสนองความต้องการได้แต่ก็ยังไม่เป็นที่นิยมหรือไม่สามารถใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ เนื่องจากมีต้นทุนในการผลิตที่ยังคงสูงอยู่ ดังนั้นจึงได้มีการวิจัยและพัฒนาวิธีการอื่นที่สามารถผลิตพลังงานไฮโดรเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อรองรับความต้องการพลังงานไฮโดรเจนในอนาคตและเป็นทางเลือกทดแทน ซึ่งแนวความคิดของการแยกโมเลกุลน้ำเพื่อผลิตก๊าซไฮโดรเจน จึงได้ถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นเพราะกระบวนการนี้สามารถผลิตไฮโดรเจนให้เป็นพลังงานที่สะอาดและยั่งยืน อีกทั้งยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วยเพราะแหล่งของสารตั้งต้นที่นำมาใช้ในการผลิตพลังงานในกระบวนการนี้คือ น้ำและพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีอยู่อย่างไม่จำกัด

สำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาที่นำมาใช้ในกระบวนการแยกน้ำเชิงแสงนิยมนำสารกึ่งตัวนำมาเร่งปฏิกิริยา เช่น ไทเทเนี่ยมไดออกไซด์ (TiO_2) แต่เนื่องจากไทเทเนี่ยมไดออกไซด์ยังมีข้อจำกัดในเรื่องขนาดของพื้นที่ผิวที่มีรูพรุนต่ำ ซึ่งไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์ได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นในการศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมจากไทเทเนี่ยมไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลักให้มีพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้นโดยการลดขนาดของตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของท่อนาโน (nanotube) และมีประสิทธิภาพในการกระบวนการแยกน้ำเชิงแสงในการผลิตก๊าซไฮโดรเจน (รูปที่ 1) เพื่อให้เข้าใจในคุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้ ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์แบบติดตามเวลา (Time-Resolved XAS) มาศึกษาคุณลักษณะโครงสร้างของท่อนาโนไทเทเนี่ยม (titanium nanotube) ที่สังเคราะห์ โดยความร่วมมือกับ ดร.พินิจ กิจขุนทด ซึ่งเป็นนักวิจัยของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ในการศึกษาคุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาดังกล่าว ผลจากการศึกษาพบว่าโครงสร้างของท่อนาโนไทเทเนี่ยมมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ กล่าวคือ โครงสร้างของท่อนาโนไทเทเนี่ยมมีการเปลี่ยนแปลงจาก titanate nanotubes ไปเป็น titania nanotubes เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงประมาณ 450 °C ซึ่งสามารถสังเกตได้จากความสูงและรูปร่างของสเปกตรัมของการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ในช่วง ก่อนการดูดกลืน (pre-edge) และเมื่อทำการลดอุณหภูมิลงกลับมาเป็นอุณหภูมิห้อง พบว่าโครงสร้างของท่อนาโนไทเทเนี่ยมยังคงอยู่ในรูปของ titania nanotubes ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงสำหรับการผลิตไฮโดรเจนจากกระบวนการแยกน้ำ



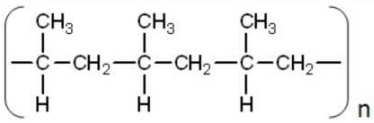
รูปที่ 1 แสดงการเปลี่ยนโครงสร้างของ Titanate nanotube ไปเป็น Titania nanotube

การพัฒนาผลิตภัณฑ์พลาสติกจากการศึกษาโครงสร้างผลึกของพอลิเมอร์โดยแสงซินโครตรอน

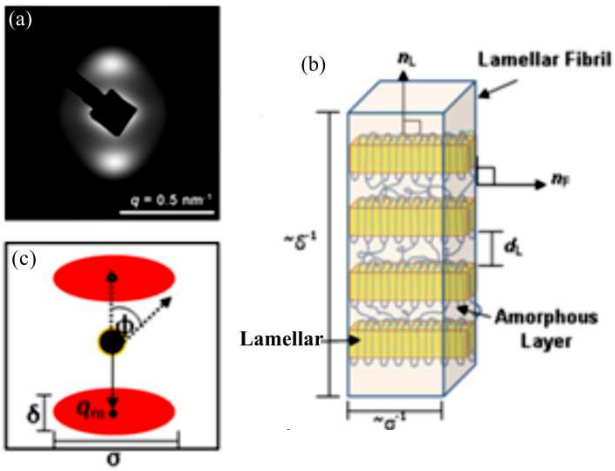
ดร.วันเฉลิม รุ่งสว่าง
บริษัท ไทยโพลิเอทีลีน จำกัด

การศึกษาโครงสร้างผลึกของชิ้นงานพอลิโพรไพลีนที่ขึ้นรูปด้วยวิธีการฉีดของคณะวิจัยบริษัท ไทยโพลิเอทีลีน จำกัด ในเครือบริษัท เอสซีจี เคมีคอลล์ ด้วยเทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์มุมเล็ก พบความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างผลึกและคุณสมบัติเชิงกลของพอลิโพรไพลีน รวมไปถึงสภาวะต่างๆ ของกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์พลาสติกในอุตสาหกรรมได้

เมื่อพูดถึงคำว่า “พอลิเมอร์” (polymer) แล้ว คนส่วนใหญ่มักจะไม่ค่อยรู้จัก แต่จะคุ้นชินกับคำว่า “พลาสติก” (plastic) มากกว่า แต่ที่จริงแล้ว พลาสติกประกอบด้วยพอลิเมอร์เป็นองค์ประกอบหลักถึงประมาณ 99% ส่วนที่เหลือเป็นสารเติมแต่งและสารประกอบอื่นๆ ที่เติมเข้าไปเพื่อให้ผลิตภัณฑ์พลาสติกนั้นๆ เหมาะกับการใช้งานแต่ละประเภท พอลิโพรไพลีน (polypropylene หรือ PP) เป็นพอลิเมอร์พลาสติกชนิดหนึ่งที่มีลักษณะขาวขุ่นเมื่อไม่ได้ผสมสี มีผิวที่แข็ง ทนทานต่อการขีดข่วน และคงตัวไม่เสียรูปง่าย ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพอลิโพรไพลีนที่พบเสมอคือ เครื่องใช้ในครัวเรือน กล่องบรรจุอาหาร อุปกรณ์ของรถยนต์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ทางการแพทย์ ฯลฯ เนื่องด้วยประโยชน์ในเชิงพาณิชย์หลายอย่างของพอลิโพรไพลีน การวิจัยเชิงลึกเพื่อปรับปรุงโครงสร้างของพอลิเมอร์ ให้มีคุณสมบัติหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงทันต่อการแข่งขันในเชิงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีการแข่งขันค่อนข้างสูงจึงเป็นสิ่งจำเป็น



รูปที่ 1 เม็ดพลาสติกพอลิโพรไพลีน และสูตรทางเคมี



รูปที่ 2 (a) ผลการวัดของการกระเจิงรังสีเอกซ์มุมเล็กของชิ้นงานพอลิโพรไพลีนที่ถูกเตรียมขึ้นโดยการฉีด (b) แบบจำลองการเกิดชั้นเส้นใย (lamellar fibril) ของพอลิโพรไพลีน (c) พารามิเตอร์ต่างๆ (a) ที่ใช้อธิบายโครงสร้างผลึกพอลิเมอร์ใน (b)

โครงสร้างผลึกของชิ้นงานพอลิโพรไพลีนที่ขึ้นรูปด้วยการฉีด ได้รับการศึกษาวิจัย โดยคณะวิจัยของบริษัท ไทยโพลิเอทีลีน จำกัด โดยมี ดร.วันเฉลิม รุ่งสว่าง เป็นหัวหน้าคณะวิจัย บริษัทในเครือ เอสซีจี เคมีคอลล์ ซึ่งเป็นผู้ผลิตเม็ดพลาสติกรายใหญ่รายหนึ่งของประเทศไทย ได้ใช้เทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์มุมเล็กวัดหาความยาว ความกว้าง และระยะระหว่างชั้นผลึกของพอลิโพรไพลีน ซึ่งดำเนินงานที่สถานีวิจัยของสถาบันแสงซินโครตรอน ได้รูปแบบการกระเจิงของรังสีเอกซ์ดังแสดงในรูปที่ 2(a) บ่งชี้ให้เห็นว่าการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยวิธีการฉีดทำให้ส่วนที่เป็นผลึกของพอลิโพรไพลีนมีการวางตัวอย่างเป็นระเบียบตามทิศทางของการฉีด ซึ่งรูปที่ 2(b) แสดงแบบจำลองการเรียงตัวของสายโซ่พอลิโพรไพลีนที่มีการพับทบกันไปมาจนเกิดเป็นชั้นของเส้นใย (lamellar fibril) ชั้นของเส้นใยเหล่านี้คือส่วนที่เป็นผลึกของพอลิโพรไพลีนนั่นเอง ชั้นของเส้นใยเหล่านี้มีการซ้อนทับจนเกิดเป็นโครงสร้างที่มีการเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบในทิศทางเดียวกันกับทิศทางการฉีดสารขึ้นรูปชิ้นงาน จากค่าเวกเตอร์การกระเจิง q_m ดังแสดงในรูปที่ 2(c) สามารถนำไปใช้คำนวณหาระยะระหว่างชั้นผลึก ($2\pi/q_m$) รวมทั้งความยาว (δ) และความกว้าง (σ) ของจุดบนรูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ยังสามารถนำไปใช้คำนวณหาความกว้างและความยาวของชั้นเส้นใยในรูป 2(b)

จากการศึกษาดังกล่าวทำให้คณะวิจัยของบริษัท ไทยโพลิเอทีลีน จำกัด สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างผลึก และสมบัติเชิงกลของพอลิโพรไพลีน เช่น ความสามารถในการทนแรงกระแทก (impact resistance) และมอร์ดูลัสการดัดงอ (flexural modulus) รวมไปถึงสภาวะต่างๆของกระบวนการผลิต ดังนั้นจะเห็นว่าเทคนิคทางวิทยาศาสตร์อย่างเทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์มุมเล็กเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษา ปรับปรุง และพัฒนาผลิตภัณฑ์พลาสติกในอุตสาหกรรมพลาสติกของไทยเราเองได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Peacock, A. J. In *Handbook of Polypropylene Structures, Properties and Applications*, Edition 2rd, Marcel Dekker, Inc **2000**; p 459-461.

[2] Rungswang,W.; Kotaki, M.; Sakurai, S.; Shimojima, T.; Kimura, G.; Chirachanchai, S. *Macromolecules* **2011**, 44, 9276-9285.

การวิเคราะห์สถานะออกซิเดชันของไทเทเนี่ยมในสารประกอบออกไซด์ที่ใช้เป็นขั้วโฟโต้ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง

นายสมาน แซ่โค้ว[1], นายวสันต์ ไมอักรี[2], ดร.วิรัตน์ เจริญบุญ[3], ผศ.ดร.สมัคร์ พิมานแพง[2], และ รศ.ดร.วิทยา อมรกิจบำรุง[1,2]

[1] ศูนย์วิจัยนาโนเทคโนโลยีบูรณาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[2] ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[3] วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

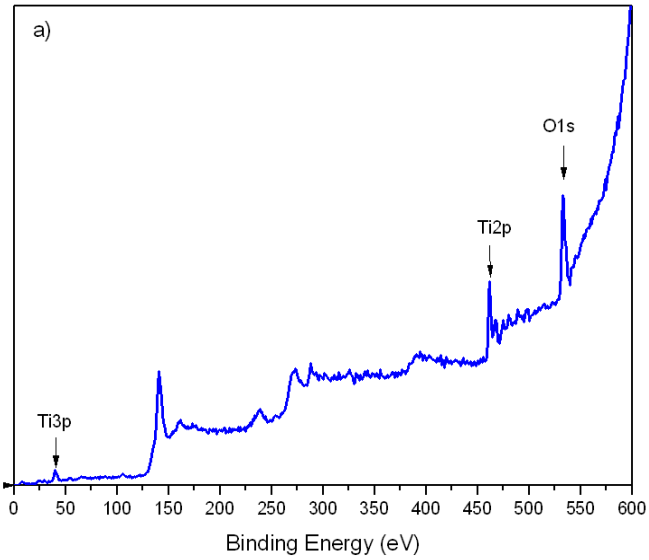
นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้เทคนิค Photoemission Electron Spectroscopy (PES) เพื่อศึกษาผลของการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตบนผิวของสารประกอบไทเทเนี่ยมออกไซด์ในกระบวนการเตรียมขั้วรับแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงพบว่าประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่เตรียมโดยการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเพิ่มขึ้นถึง 13% เทียบกับที่ไม่ได้ฉายรังสี

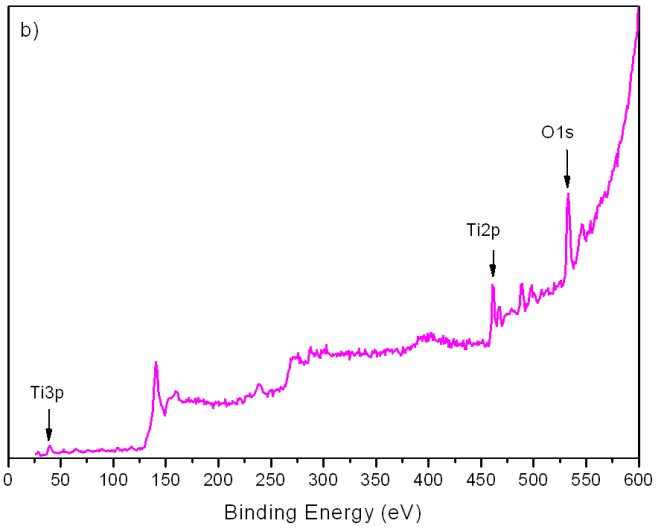
นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร่วมศึกษาผลการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตบนผิวของสารประกอบไทเทเนี่ยมออกไซด์ในกระบวนการเตรียมขั้วรับแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงต่อผลการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการใช้เทคนิค Photoemission Electron Spectroscopy (PES) หรือ X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) ในสถานีทดลองที่ 3.2a ผลการศึกษาพบการเกิดปฏิกิริยารีดักชั่นที่ผิวไทเทเนี่ยมออกไซด์ เนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเลตทำให้ไทเทเนี่ยมสี่บวก (Ti^{4+}) ลดลง ขณะที่ไทเทเนี่ยมสามบวก (Ti^{3+}) เพิ่มขึ้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการส่งผ่านของอิเล็กตรอนและโฮลระหว่างขั้วรับแสงและเม็ดสีย้อมไวแสงให้สูงขึ้น

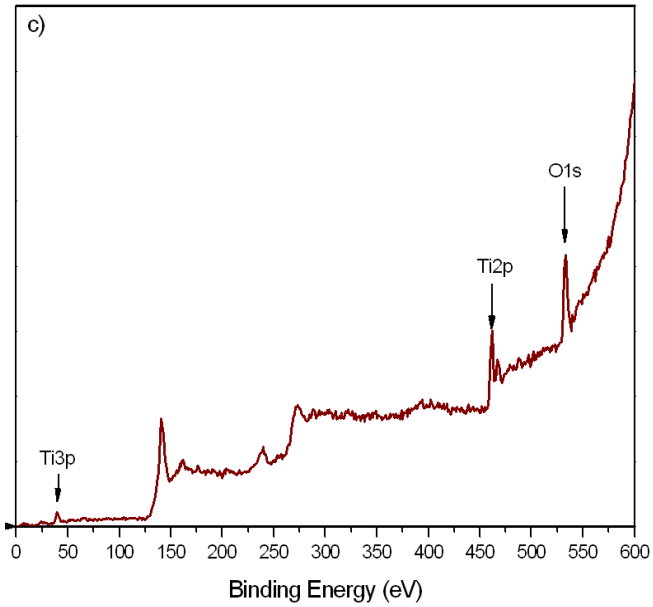
เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง เป็นเซลล์เคมีเชิงไฟฟ้าที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากการกระตุ้นด้วยแสง ประกอบด้วยส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ ขั้วรับแสง เม็ดสีย้อมไวแสง อิเล็กโทรไลต์ และขั้วเคาน์เตอร์หรือขั้วแคโธด การวิจัยนี้เน้นการพัฒนาขั้วรับแสงหรือขั้วแอโนดที่ประกอบด้วยไทเทเนี่ยมออกไซด์เคลือบบนกระจกนำไฟฟ้าทินออกไซด์โดปด้วยฟลูออไรด์ โดยไทเทเนี่ยมออกไซด์ที่ใช้ลักษณะเป็นแบบเพสท์ (paste) และมีการเผาที่ 500 $^{\circ}$C เพื่อกำจัดส่วนผสมอื่นจากเพสท์ให้เหลือเฉพาะไทเทเนี่ยมออกไซด์ก่อนย้อมด้วยสีย้อมไวแสงมาตรฐาน N719 แต่ก่อนย้อมด้วยสีย้อมไวแสงเราได้ฉายรังสีอัลตราไวโอเลตขนาดกำลัง 1650 และ 500 วัตต์ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นบนผิวก่อนนำไปย้อมด้วยสีย้อมไวแสงแล้วประกบกับขั้วเคาน์เตอร์ และ บรรจุอิเล็กโทรไลต์ประกอบเป็นเซลล์เพื่อวัดประสิทธิภาพต่อไป

การตรวจวิเคราะห์ผิวไทเทเนี่ยมออกไซด์กระทำหลังจากถอดประกอบเซลล์และล้างเม็ดสีไวแสงออกด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในเอทานอล การวัดเอ็กซ์เรย์โฟโตอิเล็กตรอนสเปคโทสโกปี(XPS) ทำที่ค่าพลังงานสูงสุด 600 eV และสแกนค่าพลังงานทีละ 0.1 eV ดำเนินงานที่สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน มีผลการตรวจวิเคราะห์แสดงดังรูป (a), (b) และ (c) สำหรับเงื่อนไขฉายรังสีอัลตราไวโอเลต 1650, 500 วัตต์ และไม่ฉายอัลตราไวโอเลตตามลำดับ ผลการวิเคราะห์พบพีค Ti3p, Ti2p และ O1s ที่ตำแหน่ง 37.1, 451.9 และ 530.6 eV ตามลำดับ หลังจากทำคอนโวลูชั่น (peak convolution) พีค O1s ประกอบด้วย 2 พีคย่อยที่ตำแหน่ง 530 และ 532 eV ซึ่งมาจากไทเทเนี่ยมออกไซด์ TiO_2 และ Ti_2O_3 ตามลำดับ เมื่อคำนวณ

พื้นที่ใต้พีคพบการลดลงของพื้นที่ใต้พีคของ TiO_2 และมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใต้พีคของ Ti_2O_3 ตามกำลังของรังสีอัลตราไวโอเลตที่มากขึ้น แสดงถึงการเกิดปฏิกิริยารีดักชั่นที่ผิวไทเทเนียมออกไซด์ เนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเลตทำให้ไทเทเนียมสี่บวก (Ti^{4+}) ของ TiO_2 ลดลง ขณะที่ไทเทเนียมสามบวก (Ti^{3+}) ของ Ti_2O_3 เพิ่มขึ้น มีผลต่อการส่งผ่านของอิเล็กตรอนและโฮลระหว่างขั้วรับแสงและเม็ดสีย้อมไวแสงสูงขึ้น เนื่องจากการลดลงของเลขออกซิเดชั่นของไทเทเนียม ทำให้ประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่เตรียมโดยมีการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเพิ่มขึ้นถึง 13 % จาก 10 % ที่ไม่ได้ฉายรังสีอัลตราไวโอเลต







รูปที่ 1 ผลการตรวจวิเคราะห์ผิวไทเทเนี่ยมออกไซด์แสดงดังรูป (a), (b) และ (c) สำหรับเงื่อนไขฉายรังสีอัลตราไวโอเลต 1650, 500 วัตต์ และ ไม่ฉายอัลตราไวโอเลต ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

[1] Samarn Saekow, Wasan Maiakgree, Wirat Jarernboon ,Samuk Pimanpang,Vittaya Amornkitbamrung. High intensity UV radiation ozone treatment of nanocrystalline TiO_2 layers for high efficiency of dye-sensitized solar cells. Journal of Non-Crystalline Solids. 358 (2012) 2496–2500.

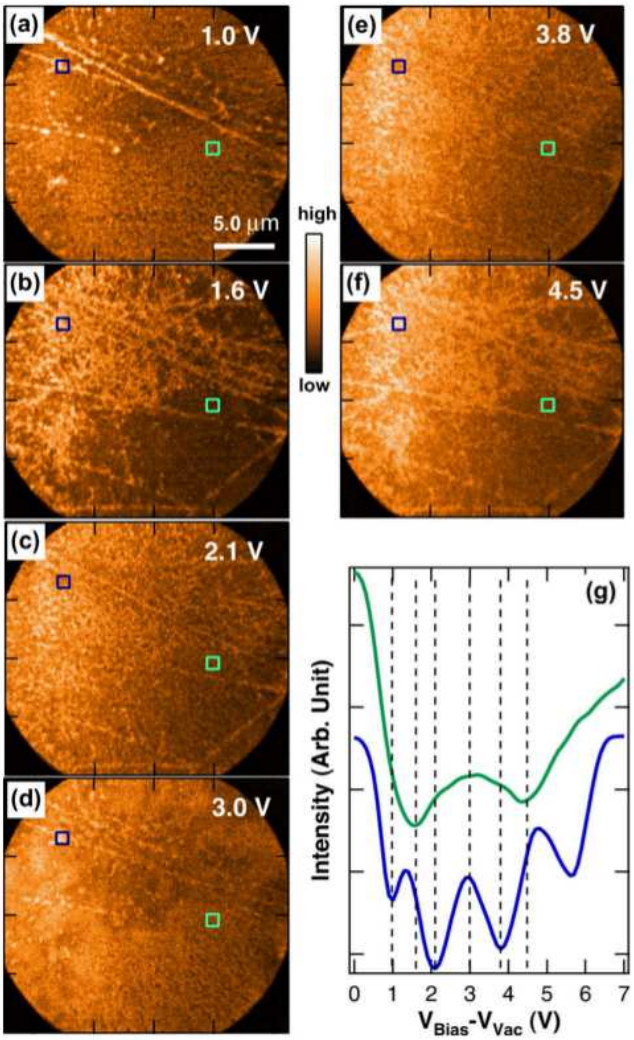
การศึกษาผลกระทบของรอยขีดข่วนบนพื้นผิวของสารพื้น SiC ต่อการควบคุมขนาดและความหนาในการปลูกฟิล์มกราฟีน

ดร.ชนรรค์ เอื้อรักสกุล[1], ผศ ดร.จริน โอษะคลัง[2], ผศ.ดร.วรวัฒน์ มีวาสนา[3] และ รศ.ดร.ประยูร ส่งสิริฤทธิกุล[3]
[1]สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน องค์การมหาชน
[2]ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[3]ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

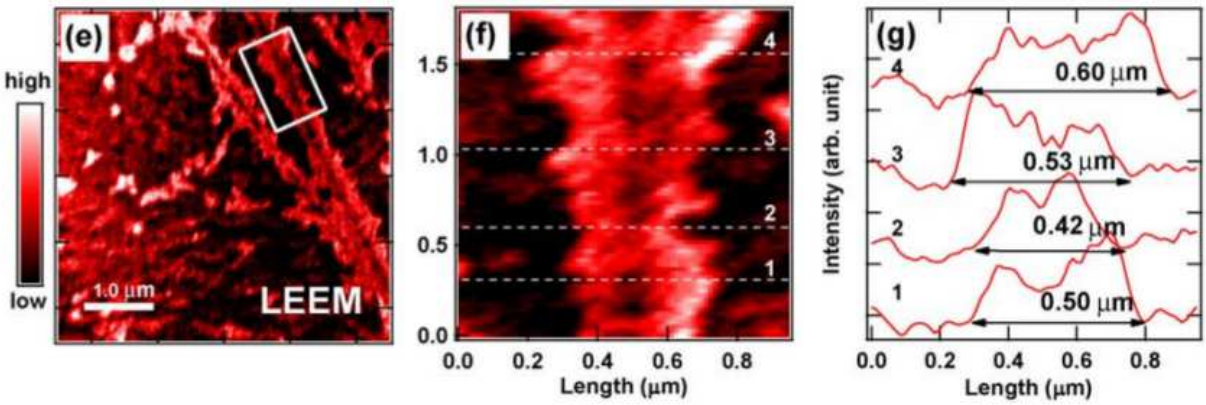
กลุ่มนักวิจัยได้ใช้เทคนิค Low-energy electron microscopy หรือ LEEM ในการศึกษาการเกิดกราฟีนบนผลึกซิลิกอนคาร์ไบด์ ซึ่งพบว่ากราฟีนจะเกิดขึ้นบริเวณที่เป็นรอยขีดข่วนเมื่อให้ความร้อน 1300 °C โดยมีความกว้างเฉลี่ย 2.5 เท่าของความกว้างรอยขีดข่วนและมีความหนา 3 – 4 ชั้นอะตอม ซึ่งการค้นพบนี้อาจจะไปสู่การสร้างลวดลายกราฟีนที่ต้องการได้ซึ่งเหมาะสมต่อการสร้างวงจรอิเล็กโทรนิกส์

กราฟีน (Graphene) เป็นวัสดุใหม่ที่มีสมบัติในการนำอิเล็กตรอนได้ด้วยความเร็วสูง จึงอาจถูกนำไปใช้แทนซิลิกอนเพื่อใช้เป็นวัสดุพื้นในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในอนาคตที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และเนื่องจากกราฟีนนั้นมีความบางในระดับอะตอมทำให้มีความอ่อนตัวและโปร่งใส จึงยังสามารถนำไปใช้ในการสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ยืดหยุ่นไม่แตกหักง่ายเพื่อนำไปประยุกต์เข้ากับการสร้างผลิตภัณฑ์แบบใหม่ เช่น จอภาพชนิดที่บางและโปร่งแสง หรือเครื่องนุ่งห่มซึ่งมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์และแผงรับพลังงานสุริยะติดอยู่ เป็นต้น เนื่องจากสมบัติทางไฟฟ้าของกราฟีน นั้นจะขึ้นอยู่กับทั้งความหนา (จำนวนชั้นอะตอม) และความกว้างของแผ่นกราฟีนแต่ละชิ้น ผู้วิจัยเกี่ยวกับกราฟีนจากทั่วโลกต่างต้องการค้นหาวิธีในการปลูกกราฟีนให้ได้ตามขนาดตามต้องการเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน วิธีการปลูกกราฟีนที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้ในโครงการนี้คือการให้ความร้อนสารพื้นผลึก SiC ในระบบสุญญากาศเพื่อให้เกิดแผ่นกราฟีนบนผิวหน้า ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถควบคุมขนาดและจำนวนชั้นของกราฟีนได้ง่าย โดยจากการทดลองผู้วิจัยได้ค้นพบว่าเมื่อสารพื้น SiC มีรอยขีดข่วนเป็นเส้นตรง การให้ความร้อนถึงอุณหภูมิ 1300 °C จะทำให้เกิดการสร้างกราฟีนเป็นลักษณะแนวยาวตามเส้นตรงของรอยขีดข่วนแต่ละเส้น โดยมีความกว้างเฉลี่ยประมาณ 2.5 เท่าของความกว้างของรอยขีดข่วน และมีความหนา 3-4 ชั้นอะตอม ซึ่งจากการค้นพบเบื้องต้นนี้อาจจะนำไปสู่การสร้างลวดลายรอยขีดข่วนบนผิวตัวอย่างโดยตั้งใจให้มีลักษณะที่เหมาะสมต่อการสร้างวงจรอิเล็กโทรนิกส์จากกราฟีน ณ บริเวณต่าง ๆ บนสารพื้นได้

ในงานวิจัยนี้กลุ่มผู้วิจัยได้ใช้เทคนิค Low-energy electron microscopy หรือ LEEM ซึ่งติดตั้ง ณ ระบบลำเลียงแสงที่ 3.2b ในการถ่ายภาพตัวอย่างกราฟีนโดยใช้ความสามารถพิเศษของ LEEM ในการแยกแยะจำนวนชั้นของอะตอมที่บริเวณต่าง ๆ บนสารพื้นในขณะที่ให้ความร้อน และความสามารถในการถ่ายภาพที่มีความละเอียดในระดับนาโนเมตรได้



รูปที่ 1 การใช้เทคนิค LEEM ในการวัดจำนวนชั้นอะตอมของกราฟีนโดยดูจากจำนวนครั้งของการเปลี่ยนความสว่างในภาพเมื่อเพิ่มพลังงานจลน์ของลำอิเล็กตรอนที่ใช้ในการถ่ายภาพ



รูปที่ 2 การวิเคราะห์ความกว้างของแผ่นกราฟีนที่เกิดขึ้นตามแนวยาวของรอยขีดข่วนที่เป็นเส้นตรงบนสารพื้น SiC

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Osaklung, C. Euaruksakul, W. Meevasana and P. Songsiriritthigul, Appl. Surf. Sci. **258**, 4672 (2012)

เทคนิค X-PEEM สำหรับวิเคราะห์การกัดกร่อนในโลหะ : กรณีศึกษาการกัดกร่อนของเหล็กกล้าเครื่องมือ H13

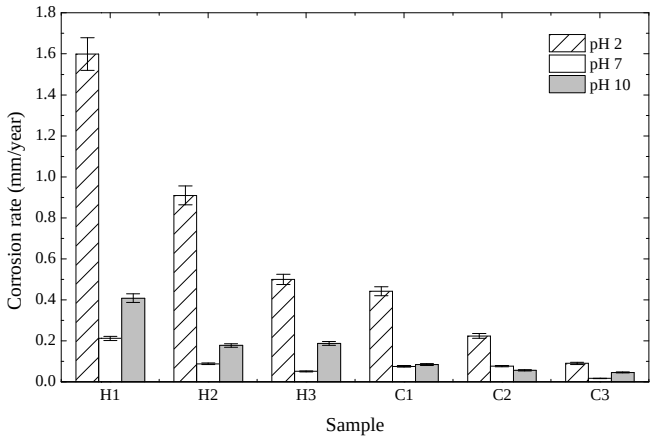
นายศรายุทธ ตั้นมี[1], ดร.ชนรรค์ เอื้อรักสกุล[2], รศ.ดร.ประยูร ส่งสิริฤทธิกุล[3], ผศ.ดร.นิรันดร์ วิทิตอนันต์[4]
และ ผศ.ดร.พรวสา วงศ์ปัญญา[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
[2]สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
[3]สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
[4]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

นักวิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการกัดกร่อนของเหล็กกล้าเครื่องมือ H13 ที่เคลือบด้วยฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ด้วยวิธีทางกายภาพ พบว่าเหล็กกล้าเครื่องมือ H13 มีความต้านทานการกัดกร่อนสูงกว่าบนพื้นผิวเหล็กกล้าที่ไม่ได้เคลือบ นอกจากนั้นแล้วการทดสอบความต้านทานของเหล็กกล้าในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 3.5% (เท่ากับน้ำทะเล) พบสารประกอบโครเมียมออกไซด์บนพื้นผิวบริเวณที่ไม่เกิดการกัดกร่อน และพบสารประกอบเหล็กออกไซด์ หรือสนิมบริเวณที่เกิดการกัดกร่อน

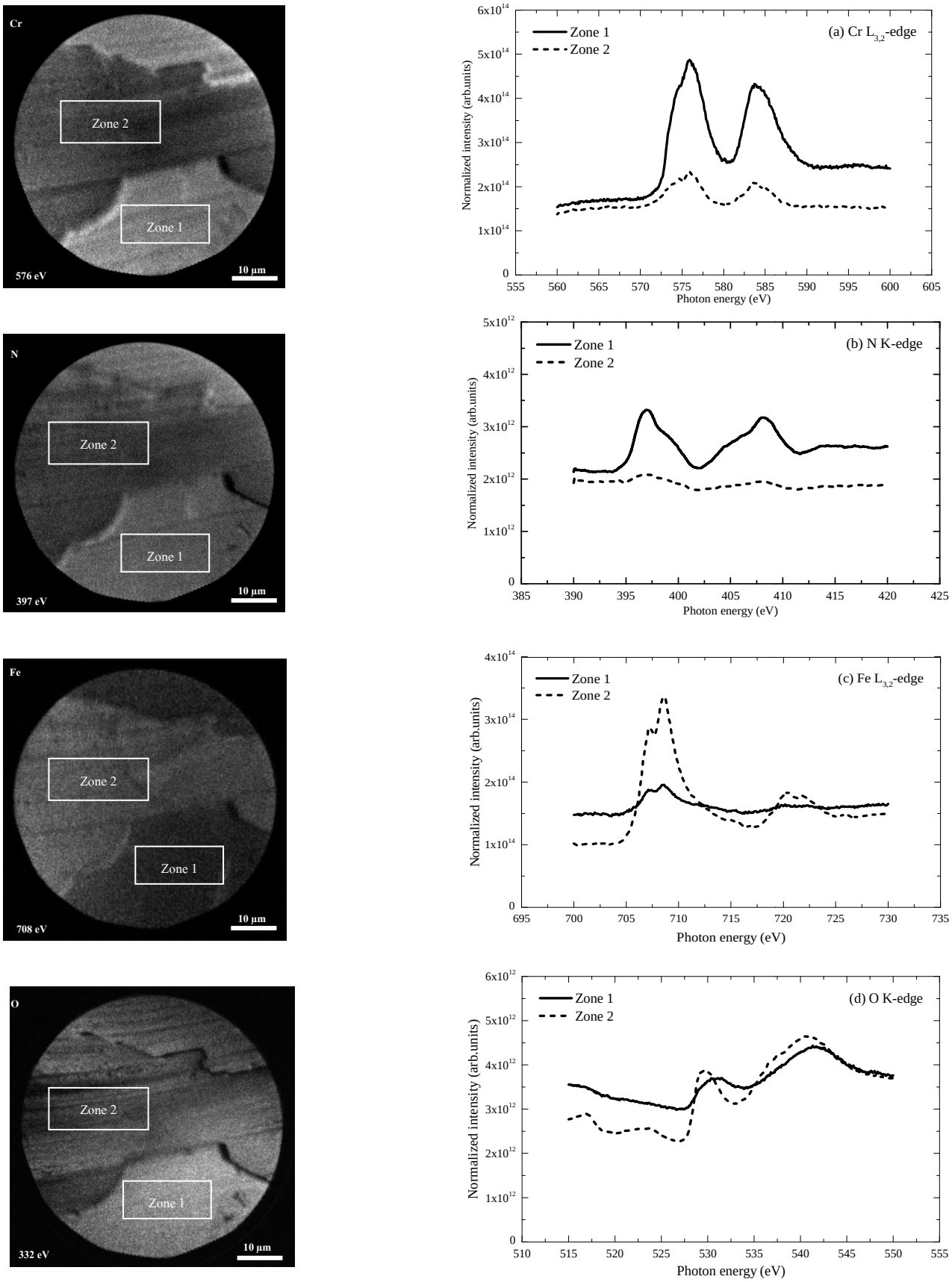
ปัจจุบันแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการขึ้นรูปร้อน (Hot working) มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนทางวิศวกรรม เช่น อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนของเด็กเล่น และอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีแนวโน้มการเติบโตเป็นอย่างมาก ดังนั้นการที่อุตสาหกรรมเหล่านี้มีการเติบโตด้านธุรกิจ ก็จะส่งผลต่ออุตสาหกรรมด้านแม่พิมพ์ที่จะต้องพัฒนา และปรับปรุงคุณภาพของแม่พิมพ์เพื่อที่จะสามารถผลิตสินค้าให้ทันต่อผู้บริโภคและสามารถผลิตสินค้าให้ได้ตามมาตรฐาน เมื่อแม่พิมพ์มีการใช้การงานเป็นระยะเวลายาวนาน มักจะเกิดปัญหาการสึกหรอรอยขูดขีดบริเวณผิวและนำไปสู่การกัดกร่อนบริเวณผิว จากงานวิจัยหลาย ๆ เรื่อง มักจะมีการทดสอบสมบัติทางด้านเชิงกลเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งขาดการทดสอบสมบัติทางด้านการกัดกร่อน ดังนั้นเพื่อเป็นการตอบสนองจุดมุ่งหมายหลักของกระบวนการปรับปรุงพื้นผิวทางวิศวกรรม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมบัติดังกล่าว ทำให้การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในกลุ่มนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานวิจัย และกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นศึกษาพฤติกรรมการกัดกร่อนของเหล็กกล้าเครื่องมือ H13 ที่เคลือบผิวฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ด้วยวิธีไอทางกายภาพ และศึกษาพื้นผิวของชั้นฟิล์มที่ถูกกัดกร่อนและไม่ถูกกัดกร่อนด้วยเทคนิค X-PEEM (ในสถานีทดลองที่ 3.2b) จากการศึกษาพบว่าชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือ H13 ที่ผ่านการเคลือบผิวฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์มีความสามารถในการต้านทานการกัดกร่อนได้สูงกว่าชิ้นงานเหล็กเครื่องมือ H13 (ที่ยังไม่เคลือบผิว) โดยสมบัติการต้านทานการกัดกร่อนจะถูกแปรผลออกมาเป็นค่า“อัตราการกัดกร่อน (Corrosion rate, mm/year)” ดังรูปที่ 1 นอกจากนี้ยังพบอีกว่าที่ความหยาบพื้นผิวของวัสดุพื้น (Substrate) ต่างกันก็จะให้ค่าอัตราการกัดกร่อนที่ต่างกันด้วย อย่างไรก็ตามถ้าค่าความหยาบพื้นผิวของวัสดุพื้นมากจะทำให้อัตราการกัดกร่อนสูงกว่าค่าความหยาบพื้นผิวน้อย ภายหลังที่ชิ้นงานผ่านการทดสอบการกัดกร่อนในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (เป็นความเข้มข้นเดียวกับน้ำทะเล) ทีมงานวิจัยได้เลือกชิ้นงานดังกล่าวมาศึกษาบริเวณพื้นผิวด้วยเทคนิค X-PEEM พบว่าบริเวณที่ไม่เกิดการกัดกร่อนจะมี

สารประกอบโครเมียมออกไซด์เกิดขึ้น ซึ่งสารประกอบโครเมียมออกไซด์จำพวกนี้มักจะเป็นตัวปกป้องพื้นผิวไม่ให้เกิดการกัดกร่อน โดยทั่วไปแล้วจะปรากฏในรูปของ Cr_2O_3ซึ่งเป็นชั้นฟิล์มที่มีเสถียรภาพ ดังเส้นสเปคตรัมในรูปที่ 2(a) ส่วนบริเวณที่เกิดการกัดกร่อนจะปรากฏสารประกอบจำพวกเหล็กออกไซด์ในรูปของ Fe_2O_3 หรือเรียกอีกอย่างว่า เฮมาไทต์ (Hematite) ซึ่งเป็นสนิมเหล็กนั่นเอง ดังเส้นสเปคตรัมรูปที่ 2 (c) ลักษณะของสนิมเหล็กจะมีสีน้ำตาลแดงซึ่งสามารถพบเห็นได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์เส้นสเปคตรัมของธาตุ N K-edge และ O K-edge ดังรูปที่ 2(b) และ (d) ตามลำดับ ดังนั้นกล่าวได้ว่าเทคนิค X-PEEM ในสถานีทดลองที่ 3.2b ของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ตัวอย่างชิ้นงานโลหะและฟิล์มบางที่ผ่านการทดสอบการกัดกร่อนได้อีกด้วย



รูปที่ 1 อัตราการกัดกร่อนของชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือ H13 (H1, H2 และ H3) และชิ้นงานเหล็กกล้าเครื่องมือ H13 ที่เคลือบฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ (C1, C2 และ C3) ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 3.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่ pH 2, 7 และ 10



รูปที่ 2 ภาพซินโครตรอน X-PEEM และ XAS ของชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบการกัดกร่อนในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 3.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่ pH 2: a) Cr $L_{3,2}$ -edge, b) N K-edge, c) Fe $L_{3,2}$-edge และ d) O K-edge

ห้องปฏิบัติการเลี้ยงเซลล์สาหร่ายบนชิพ

ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล และ ชาญวุฒิ ศรีผึ้ง
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

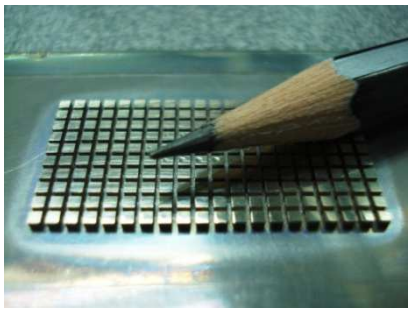
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ได้ใช้เทคนิคการสร้างโครงสร้างจุลภาคด้วยรังสีเอกซ์สร้างแม่พิมพ์ความละเอียดสูง สำหรับการสร้างโครงสร้างพอลิเมอร์เพื่อนำมาใช้เป็นห้องเพาะเลี้ยงสาหร่ายบนแผ่นกระจก ซึ่งเป็นประโยชน์มากในการศึกษาพฤติกรรมของสาหร่าย เนื่องจากห้องเพาะเลี้ยงนี้ประกอบไปด้วยห้องขนาดเล็กเพื่อคัดแยกเซลล์สาหร่ายแต่ละตัว รวมถึงสามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมของสาหร่ายได้

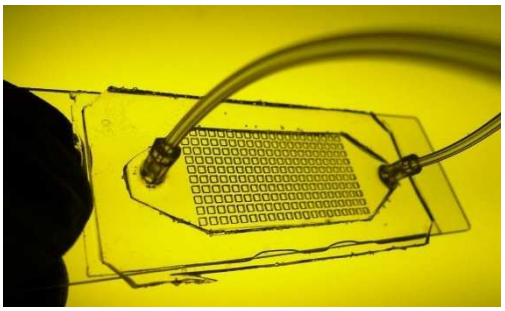
สาหร่ายขนาดเล็ก (Microalgae) เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ พบทั้งชนิดที่มีเซลล์เดียว (single cellular form) และหลายเซลล์ (multicellular form) ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตสำคัญในระบบนิเวศทางน้ำ หลายศตวรรษที่ผ่านมามนุษย์ได้ศึกษา ค้นพบ และใช้ประโยชน์จากสาหร่ายนานับประการ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เป็นอาหาร ใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดสารเคมีที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compound) โปรตีน น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ และกรดไขมัน ในอุตสาหกรรมอาหารเสริมและเทคโนโลยีชีวภาพ เครื่องสำอางรวมไปถึงพลังงานทดแทน เช่น ไบโอดีเซล ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าดีเซลจากใต้พิภพ และด้วยอัตราการเจริญและการให้ผลผลิตของสาหร่ายที่สูง อีกทั้งยังใช้พื้นที่ในการเพาะเลี้ยงและทรัพยากรน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพืช นักวิทยาศาสตร์จากทั่วทุกมุมโลกจึงให้ความสนใจและศึกษาวิจัยเพื่อเพาะเลี้ยงและใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในแง่มุมต่างๆเพิ่มมากขึ้น

รูปที่ 1 รูปแบบสถาปัตยกรรมของสาหร่ายขนาดเล็กและผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ

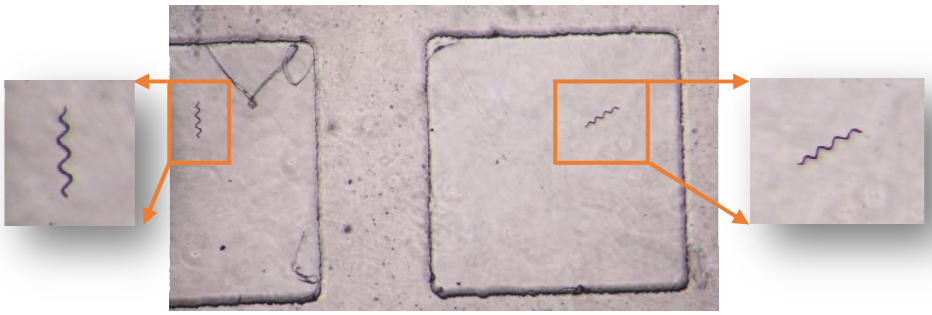
จากความต้องการในการศึกษาพฤติกรรมระดับเซลล์ของสาหร่ายให้เข้าใจถ่องแท้มากยิ่งขึ้น การพัฒนาระบบไมโครฟลูอิก ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่เกี่ยวข้องกับการควบคุมของไหลจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการตอบคำถามทางสาหร่ายวิทยา โดยการสร้างเป็นห้องเพาะเลี้ยงเซลล์สาหร่ายขนาดเล็กหลายร้อยห้อง เพื่อคัดแยกเซลล์สาหร่ายแต่ละตัวมาศึกษาในสภาวะแวดล้อม

ที่ต้องการ ด้วยเหตุนี้ห้องเลี้ยงเซลล์สาหร่ายบนชิพจึงถูกพัฒนาขึ้นด้วยเทคนิคการสร้างโครงสร้างจุลภาคด้วยรังสีเอ็กซ์จากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน (X-ray microfabrication) โดยการสร้างแม่พิมพ์โลหะที่มีความละเอียดสูง และสำเนาโครงสร้างพอลิเมอร์ เพื่อนำมาสร้างห้องเพาะเลี้ยงสาหร่ายบนแผ่นกระจก





รูปที่ 2 แม่พิมพ์โลหะบนฐานสแตนเลส ห้องเพาะเลี้ยงสาหร่ายจำนวน 200 ห้องบนแผ่นกระจก



รูปที่ 3 เซลล์สาหร่ายสไปรูลิน่าที่ถูกเพาะเลี้ยงบนชิพปฏิบัติการ

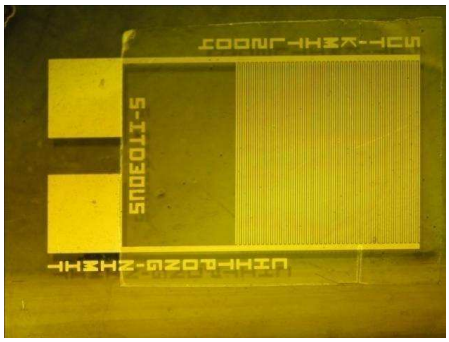
เซ็นเซอร์วัดความชื้นด้วยเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน

นายมาโนทย์ มาปะโท[1], นายวัชรพล ภุมรา[1], นางสาวสมปอง สมประสงค์[1], ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล[2] และดร.นิมิต ชมนาวัง[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
[2]สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

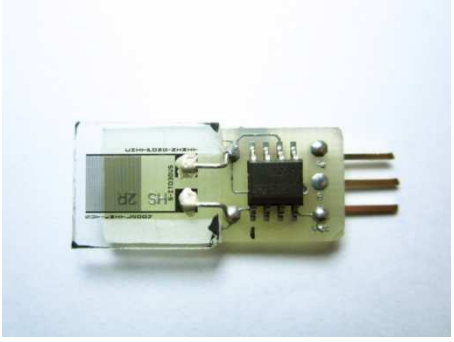
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สร้างอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ด้วยกระบวนการลิโธกราฟฟีด้วยรังสีเอกซ์ โดยตัวเซนเซอร์มีลักษณะคล้ายซี่ยาวคล้ายหวีเคลือบด้วยโลหะทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรด และเชื่อมต่อกับวงจรอิเล็กโทรนิคส์ภายนอก ซึ่งความไวของตัวตรวจวัดความชื้นนี้สามารถควบคุมได้ด้วยการปรับเปลี่ยนความหนาของชั้นวัสดุไวต่อความชื้น คือ ยิ่งบางยิ่งมีความไวสูง ส่วนความเร็วในการตอบสนองจะขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างของซี่อิเล็กโทรด คือ ยิ่งกว้างยิ่งตอบสนองเร็ว

ความชื้นในอากาศนั้นเป็นสิ่งสำคัญต่อกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมหลายประเภท อาทิ อุตสาหกรรมยา อาหารและอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น นอกจากนั้น ในทางการแพทย์ยังมีความต้องการที่จะใช้ตัวตรวจวัดความชื้นในการวินิจฉัยโรคจากลมหายใจของผู้ป่วย ด้วยเหตุผลเหล่านี้ทำให้เทคโนโลยีการตรวจวัดความชื้นได้ถูกพัฒนาขึ้นหลายรูปแบบ เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานหลากหลายด้าน

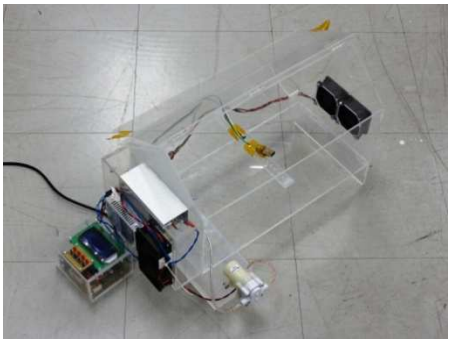
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ได้สนับสนุนทุนวิจัยแก่ นายมาโนทย์ มาปะโท นักศึกษาปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อศึกษาการสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้น หรือ เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity Sensor) โดยใช้กระบวนการลิโธกราฟฟีด้วยรังสีเอกซ์ ณ ระบบลำเลียงแสง BL6a ห้องปฏิบัติการแสงสยาม จากผลการศึกษาพบว่า รูปแบบโครงสร้างที่ความเหมาะสมสำหรับการสร้างตัวตรวจวัดความชื้น คือ โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นซี่ยาวและปิดทับด้วยอิเล็กโทรดโลหะ ลักษณะคล้ายซี่หวีซ้อนกันเชื่อมต่อกันกับจุดเชื่อมต่อไปยังวงจรภายนอก โดยความไวของตัวตรวจวัดความชื้นที่มีโครงสร้างแบบนี้ สามารถควบคุมได้ด้วยการแปรค่าความหนาของชั้นวัสดุไวต่อความชื้น ซึ่งชั้นของวัสดุไวต่อความชื้นที่บางจะช่วยให้ตัวตรวจวัดความชื้นมีความไวสูง นอกจากนี้ความเร็วในการตอบสนองก็ยังขึ้นกับขนาดความกว้างของซี่อิเล็กโทรด กล่าวคือ เมื่อซี่ของสารไวความชื้นมีขนาดความกว้างลดลง เวลาในการตอบสนองจะลดลง



รูปที่ 1 โครงสร้างตัวตรวจวัดความชื้น

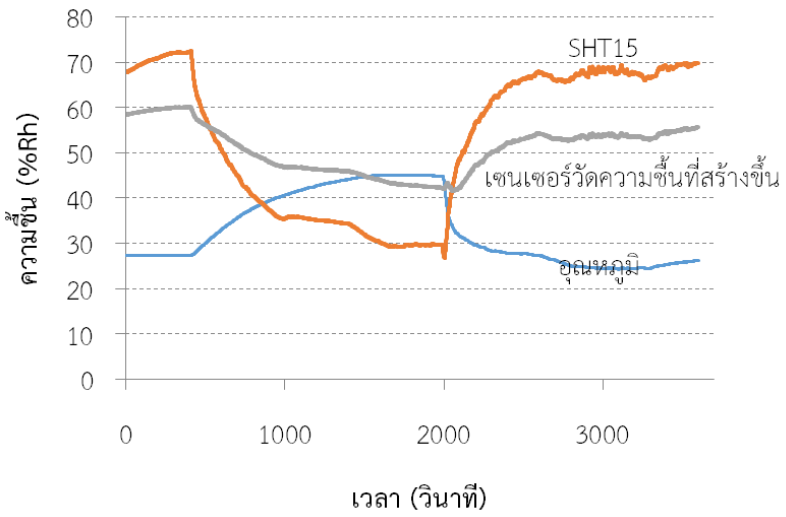


รูปที่ 2 วงจรเชื่อมต่อตัวเซนเซอร์



รูปที่ 3 ชุดทดสอบและควบคุมความชื้น

ผลการทดสอบตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความชื้นเบื้องต้น พบว่าเซนเซอร์วัดความชื้นที่สร้างขึ้นสามารถตรวจจับค่าความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปได้สอดคล้องกับเซนเซอร์ที่จำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งจำเป็นต้องทำการปรับเทียบค่าความชื้นด้วยเกลืออิ่มตัวมาตรฐานก่อน จึงจะสามารถนำไปใช้งานได้จริง



รูปที่ 4 ผลการทดสอบตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความชื้นเบื้องต้น

เทคนิคใหม่ในการวิเคราะห์เส้นใยนาโน : FTIR microspectroscopy mapping ผสมผสาน cluster analysis

ดร.จักรพล สุนทรวราภาส[1],ดร.กาญจนา ธรรมนู[2], ดร.วันวิสา ลิ้มพิรัตน์[2] และ รศ.ดร.กล้าณรงค์ ศรีรอต[3]
[1]หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
[2]สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
[3]ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

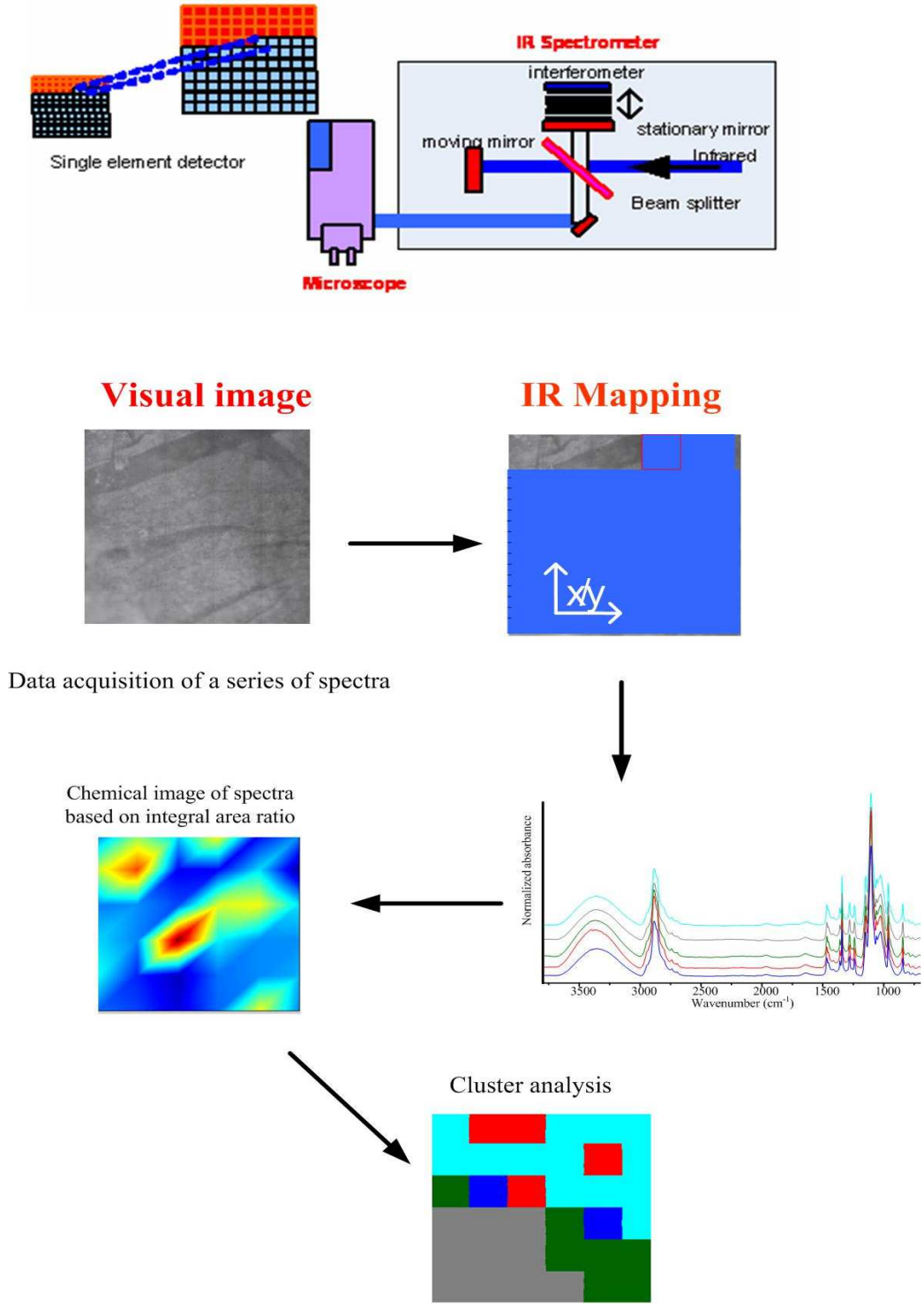
เทคนิค FTIR microspectroscopy mapping ได้ถูกนำมาหาสภาวะที่เหมาะสมของการเตรียมตัวอย่างที่สภาวะการขึ้นรูปและสัดส่วนของสารที่ต่างกัน เพื่อให้มีการกระจายตัวของเส้นใยนาโน ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ที่มีการพัฒนาขึ้นทำให้สามารถตรวจสอบการกระจายตัวของสารได้อย่างถูกต้อง การศึกษานี้จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของเส้นใยผสม และเพิ่มความสามารถในการควบคุมคุณสมบัติให้กับแผ่นเส้นใยผสมได้มากขึ้น

ปัจจุบันนาโนเทคโนโลยีเริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการผลิตและประยุกต์ใช้สารที่มีขนาดเล็ก ส่งผลให้โครงสร้างของวัสดุหรือสสารมีสมบัติพิเศษเพิ่มขึ้น ทั้งสมบัติเชิงกล สมบัติทางไฟฟ้า และสมบัติทางชีวภาพ ทำให้เกิดประโยชน์อย่างมากต่อการนำไปใช้งาน อาทิเช่น เส้นใยนาโน (nanofibers) ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ เช่น ตัวกรอง (filter) วัสดุตรวจจับ (sensor) ชุดเกราะป้องกันสารเคมี (chemical protective armor) วัสดุปิดแผล (wound dressing) เป็นต้น เนื่องจากสามารถย่อยสลายได้ (biodegradable) และไม่เป็นพิษต่อร่างกาย (biocompatible)

เส้นใยนาโน คือเส้นใยที่มีขนาดเล็กในระดับนาโนเมตร และมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงมาก รวมทั้งมีขนาดของรูพรุนที่เล็ก จึงทำให้มีสมบัติเชิงกลที่ดี เช่น มีความแข็งแรงตามแนวแกนสูง ยืดหยุ่น และน้ำหนักเบา นอกจากนี้เส้นใยนาโนยังมีสมบัติพิเศษทั้งทางด้านฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพ ทั้งนี้ขึ้นกับวิธีและสารที่นำมาใช้สังเคราะห์ โดยมีหลายวิธีที่ใช้ในการผลิตเส้นใยระดับนาโน เช่น การดึงยืด (drawing) การสังเคราะห์แบบเทมเพลต (template synthesis) การแยกเฟส (phase separation) และการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตหรืออิเล็กโตรสปินนิง (electrospinning) เป็นต้น

งานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการเตรียมเส้นใยผสมระหว่างคาร์โบไฮเดรตและพอลิเมอร์ย่อยสลายได้ โดยการปรับเปลี่ยนสัดส่วนของสารผสมทั้งสองชนิด รวมถึงสภาวะการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันของกระบวนการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตหรืออิเล็กโตรสปินนิง (electrospinning) เพื่อให้ได้เส้นใยขนาดเล็กที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ งานวิจัยพัฒนานี้ได้คิดค้นเทคนิคใหม่ในการวิเคราะห์ โดยใช้เทคนิค FTIR microspectroscopy mapping ร่วมกับการทำ cluster analysis ได้ประยุกต์ใช้เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของการเตรียมตัวอย่างที่สภาวะการขึ้นรูปและสัดส่วนของสารที่ต่างกัน เพื่อให้มีการกระจายตัวของวัสดุที่ดีที่สุด โดยการตรวจสอบจากสัดส่วนพื้นที่ใต้กราฟ (integral ratio) ของแผนภาพการกระจายตัวของหมู่ฟังก์ชันทางเคมี (chemical mapping) ที่สนใจ การนำเทคนิคนี้มาใช้ในงานทางด้านนี้จะช่วยในการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของเส้นใยผสมทั้งสองชนิด ที่ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้จากกล้องจุลทรรศน์ในแบบต่างๆ เนื่องจากการกระจายตัว

ขององค์ประกอบทั้งสองอย่างเป็นระเบียบหรือเป็นเนื้อเดียว ไม่สามารถบอกความแตกต่างได้อย่างชัดเจนจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ ดังนั้นเทคนิคนี้เป็นเทคนิคใหม่ที่มีการพัฒนาขึ้นทำให้สามารถตรวจสอบการกระจายตัวของสารได้อย่างถูกต้อง การศึกษานี้จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของเส้นใยผสม และเพิ่มความสามารถในการควบคุมคุณสมบัติให้กับแผ่นเส้นใยผสมได้มากขึ้น



รูปที่ 1 แสดงเทคนิค FTIR microspectroscopy mapping ร่วมกับการทำ cluster analysis

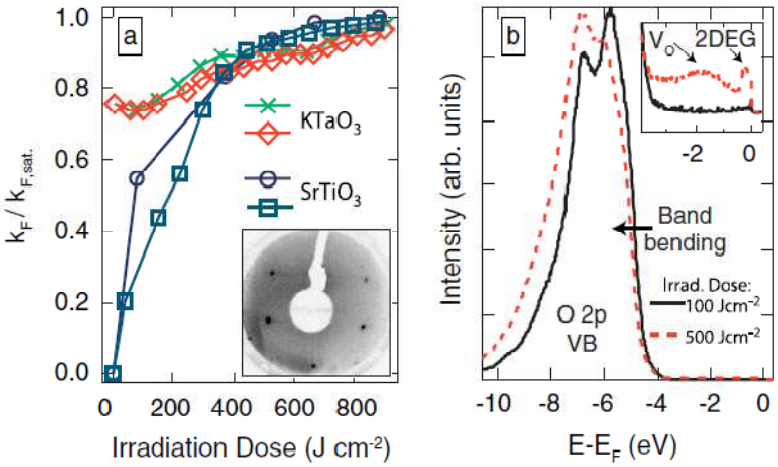
ค้นพบชั้นอิเล็กตรอนสองมิตินำไฟฟ้าบนผิวของโลหะออกไซด์ชนิดใหม่ $KTaO_3$

ผศ. ดร. วรวัฒน์ มีวาสนา และคณะ
สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คณะนักวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นำโดย ผศ.ดร.วรวัฒน์ มีวาสนา ทำการศึกษาสารประกอบโพแทสเซียมแทนทาลัมออกไซด์ ($KaTaO_3$) พบว่ามีคุณสมบัติคล้ายกับสตรอนเทียมไททาเนียมออกไซด์คือเกิดชั้นอิเล็กตรอนที่นำไฟฟ้าบนผิวเมื่ออาบด้วยแสงซินโครตรอนในย่านรังสีอัลตราไวโอเลต โดยนักวิจัยสามารถใช้เทคนิคโฟโตอิมิชชันช่วยในการบอกที่มาของความคล่องตัวของอิเล็กตรอนได้

จากการค้นพบว่า เมื่อนำผลึกสนิมโลหะของไทเทเนี่ยมและอะลูมิเนียมสองชนิดมาประกบกัน พบว่าที่บริเวณรอยต่อมีชั้นอิเล็กตรอนสองมิติที่นำไฟฟ้าและยังมีความคล่องตัวของอิเล็กตรอนสูง จึงเป็นไปได้ว่าจะสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบใหม่ที่เรียกว่า all-oxide devices ซึ่งจะมีฟังก์ชันการทำงานที่แปลกใหม่กว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันเพราะสนิมโลหะ หรือโลหะออกไซด์ มีสมบัติทางแม่เหล็กไฟฟ้าที่หลากหลาย ทั้งสมบัติของสารกึ่งตัวนำ การเปลี่ยนอย่างฉับพลันเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็ก หรือสภาพการนำไฟฟ้ายวดยิ่ง (ความต้านทานเป็นศูนย์) เป็นต้น

ที่ผ่านมาคณะวิจัยได้ค้นพบเพิ่มว่า ชั้นอิเล็กตรอนสองมิติที่นำไฟฟ้านั้นยังสามารถเกิดได้บนผิวของสตรอนเทียมไทเทเนี่ยมออกไซด์ ($SrTiO_3$) โดยไม่ต้องมีการประกบเข้ากับโลหะออกไซด์ตัวอื่นแต่เกิดได้โดยการฉายแสงซินโครตรอนที่มีความเข้มสูงในย่านยูวี และเนื่องจากเป็นผิวที่เปิดโล่งยังทำให้คณะวิจัยสามารถศึกษาถึงโครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิคโฟโตอิมิชชันที่ช่วยบอกถึงที่มาของความคล่องตัวของอิเล็กตรอนที่สูงได้ เมื่อไม่นานนี้คณะวิจัยยังได้ค้นพบว่านอกจากสารสตรอนเทียมไทเทเนี่ยมออกไซด์แล้วยังมีสนิมโลหะอื่น อย่างโพแทสเซียมแทนทาลัมออกไซด์ ($KTaO_3$) [1] ที่ชั้นอิเล็กตรอนสองมิติสามารถเกิดขึ้นได้หลังการฉายแสงซินโครตรอน โดยสภาพนำไฟฟ้าบนผิวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนก่อนและหลังฉายแสง นอกจากนี้ยังพบว่า สภาพผิวที่มีสนามไฟฟ้า (Polar surface) ของ $KTaO_3$ ยังช่วยทำให้เกิดชั้นอิเล็กตรอนได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 1 ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนที่เพิ่มและโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนไปของผลึก $KTaO_3$หลังการฉายแสงซินโครตรอน

เอกสารอ้างอิง

[1] Subband Structure of a Two-Dimensional Electron Gas Formed at the Polar Surface of the Strong Spin-Orbit Perovskite KTaO3, P. D. C. King, R. H. He, T. Eknapakul, P. Buaphet, S.-K. Mo, Y. Kaneko, S. Harashima, Y. Hikita, M. S. Bahramy, C. Bell, Z. Hussain, Y. Tokura, Z.-X. Shen, H. Y. Hwang, F. Baumberger, and W. Meevasana*, Phys. Rev. Lett. 108, 117602 (2012)

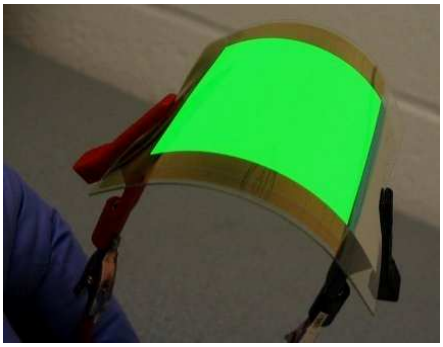
ศึกษาและปรับปรุงพื้นผิวของอินเดียมทินออกไซด์ (tin-doped indium oxide, ITO) เพื่อใช้เป็นขั้วอิเล็กโทรดสำหรับสารกึ่งตัวนำพลาสติก

Dr. Thomas Whitcher, Dr Woon Kai Lin

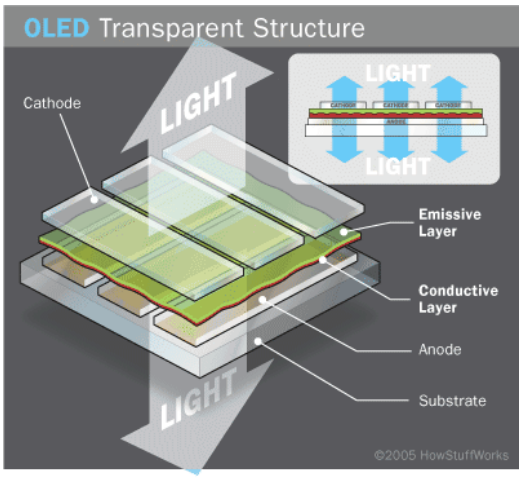
Department of Physics, University of Malaya, MALAYSIA

กลุ่มนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยมาลายา ประเทศมาเลเซีย ใช้เทคนิค X-ray photoelectron spectroscopy ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบของสารบางจำพวกที่เคลือบลงบนพื้นผิวของอินเดียมทินออกไซด์เพื่อเพิ่มค่า work function ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกับสารกึ่งตัวนำพลาสติก

ปัจจุบันสารกึ่งตัวนำที่สังเคราะห์มาจากโมเลกุลอินทรีย์ (Organic Semiconductor) หรือพลาสติกได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายเนื่องจากใช้ต้นทุนในการผลิตที่ค้อนข้างต่ำ ง่ายต่อการผลิต สามารถผลิตออกมาเป็นแผ่นขนาดใหญ่ได้และมีความยืดหยุ่นที่ค่อนข้างสูง โดยในการพัฒนาและสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ไดโอดเปล่งแสง เซลล์สุริยะ และทรานซิสเตอร์ จากสารกึ่งตัวนำจำพวกนี้ ส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือขั้วอิเล็กโทรด (Electrode) ที่เชื่อมต่อกับสารกึ่งตัวนำขึ้นมาเป็นอุปกรณ์ โดยขั้วอิเล็กโทรดจำเป็นที่จะต้องมีค่า Work function ที่เหมาะสมกับสารกึ่งตัวนำ ในปัจจุบันสารที่นิยมนำมาใช้เป็นขั้วอิเล็กโทรด (อาโนด) คือ transparent tin-doped indium oxide (ITO) ซึ่งมีค่า work function ที่ยังต่ำกว่าค่าที่ต้องการอยู่ (โดยทั่วไปค่า work function ของ ITO มีค่าประมาณ 4.7 อิเล็กตรอนโวลต์ แต่ค่าที่ต้องการสำหรับอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำพวกพลาสติกมีค่าอยู่ระหว่าง 5.7 ถึง 6.3 อิเล็กตรอนโวลต์) ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำพลาสติกที่ผลิตขึ้นมายังต่ำอยู่

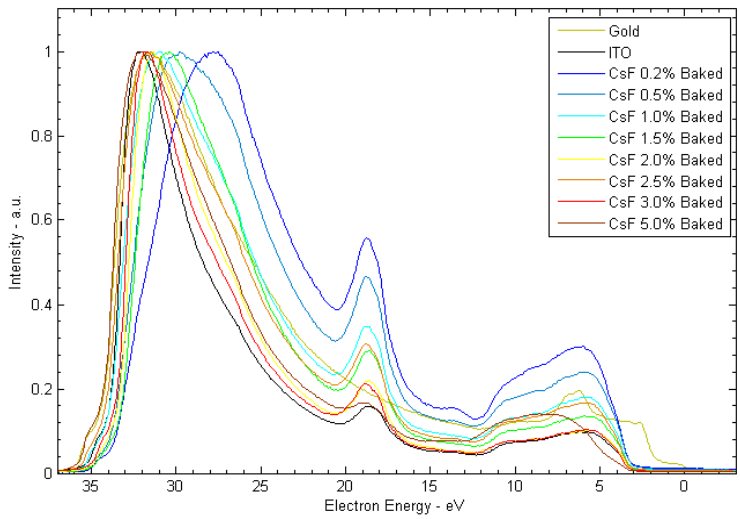


รูปที่1 ตัวอย่างไดโอดเปล่งแสงที่ทำมาจากพลาสติกและจอภาพที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำพลาสติก



รูปที่ 2 ตัวอย่างโครงสร้างของอุปกรณ์เปล่งแสงที่ทำมาจากสารประกอบอินทรีย์ (Organic light emitting device) ซึ่งประกอบด้วยวัสดุที่มีสมบัติเป็นสารเปล่งแสง (Emissive Materials) ซึ่งเป็นโมเลกุลอินทรีย์ (Organic Materials) อยู่ระหว่างขั้วอิเล็กโทรด (อาโนดและคาโทด) [3]

กลุ่มนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยมาลายา (University of Malaya) ประเทศมาเลเซีย นำโดย Dr. Thomas Whitcher ได้ทำการพัฒนาเทคนิคเพื่อเพิ่มค่า work function ของ ITO โดยการเคลือบสารบางจำพวกลงบนพื้นผิว โดยเทคนิคดังกล่าวอยู่ในระหว่างพัฒนาและใช้แสงซินโครตรอน ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ในการศึกษา เช่น การใช้เทคนิคเอกซ์เรย์ โฟโต้อิเล็กตรอนเปกโตรสโกปี (x-ray photoelectron spectroscopy: XPS) ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบของสาร และเทคนิคอัลตราไวโอเลต โฟโต้อิเล็กตรอนเปกโตรสโกปี (ultraviolet photoelectron spectroscopy: UPS) ในการวัดค่า work function ของสาร



รูปที่ 3 ตัวอย่าง*สเปกตรัมจากเทคนิก* UPS *ที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนไปของค่า* work function ของ ITO หลังจากเคลือบสารพวก CsF

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.ecf.utoronto.ca/~luzheng/research.html

[2] http://www.oled-info.com/oled-tv

[3] http://electronics.howstuffworks.com/oled4.htm

แบคทีเรียผลิตอนุภาคนาโนแม่เหล็กสายพันธุ์ใหม่ในประเทศไทย

รศ.ดร.สินีนาฏ ศิริ[1], นางสาวสุทธิลักษณ์ ขวัญไตรรัตน์[2]

[1]สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

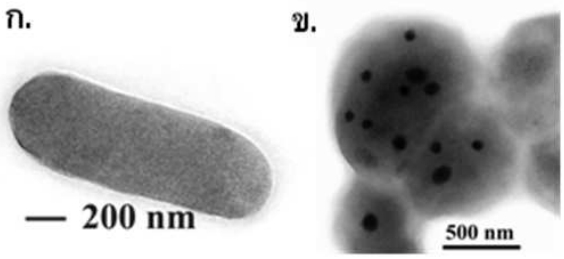
[2]ภาควิชาชีวเคมีคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กลุ่มนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และกลุ่มนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น ร่วมทำการการศึกษาสำรวจและจำแนกแบคทีเรียที่สามารถผลิตอนุภาคนาโนแม่เหล็กจากแหล่งน้ำปนเปื้อนในประเทศไทย พบแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน สายพันธุ์ใหม่ ซึ่งสามารถสังเคราะห์อนุภาคนาโนแม่เหล็กแมกนีไทท์(Fe3O4) ได้จากการใช้แสงซินโครตรอนของเครื่องกำเนิดแสงสยามในการศึกษากลไกการสังเคราะห์อนุภาคนาโนแม่เหล็กในเซลล์แบคทีเรีย ซึ่งอนุภาคแม่เหล็กจากแบคทีเรียมีการกระจายตัวที่ดี เนื่องจากแต่ละอนุภาคถูกห่อหุ้มด้วยฟอสโฟลิปิด จึงเข้ากันได้ดีกับเซลล์ มีความเป็นพิษต่อเซลล์ต่ำ และสามารถให้การปรับปรุงพื้นผิวได้ง่ายทำให้เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ด้านการแพทย์และด้านเทคโนโลยีชีวภาพ

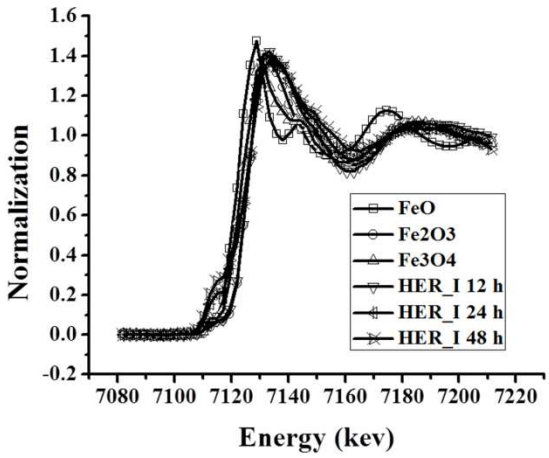
จากการศึกษาสำรวจและจำแนกแบคทีเรียที่สามารถผลิตอนุภาคนาโนแม่เหล็กจากแหล่งน้ำปนเปื้อนในประเทศไทย พบแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน สายพันธุ์ใหม่ ซึ่งสามารถสังเคราะห์อนุภาคนาโนแม่เหล็กแมกนีไทท์(Fe3O4) ได้จากการใช้แสงซินโครตรอนของเครื่องกำเนิดแสงสยาม ในการศึกษากลไกการสังเคราะห์อนุภาคนาโนแม่เหล็กในเซลล์แบคทีเรียดังกล่าว พบว่าแบคทีเรียที่เลี้ยงในอาหารที่มี FeCl3 เป็นองค์ประกอบสามารถผลิตอนุภาคนาโนFe3O4 และ Fe2O3ได้ นอกจากนี้ พบว่าแบคทีเรียมีสัดส่วนของปริมาณ Fe3O4 ที่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณ Fe2O3 ที่ลดลง ในระยะการเจริญที่ 12, 24 และ 48 ชั่วโมง ซึ่งอยู่ในระยะ early-log, mid-log และ late-log phase ตามลำดับ

อนุภาคนาโนแม่เหล็ก (magnetic nanoparticle)ได้รับความสนใจในการประยุกต์ใช้ในงานหลายด้าน เช่น การแพทย์ อณูชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพและสิ่งแวดล้อมอนุภาคนาโนแม่เหล็กส่วนใหญ่ได้มาจากการสังเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมี เช่น การตกตะกอนร่วม (co-precipitation) เทอร์มอลดีคอมโพซิชัน (thermal decomposition) และปฏิกิริยาโซล-เจล (sol-gel reaction) การผลิตอนุภาคนาโนแม่เหล็กจากสิ่งมีชีวิตเป็นอีกวิธีหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ แบคทีเรียบางชนิดพบว่ามีสมบัติพิเศษในการนำอิออนของเหล็กจากสิ่งแวดล้อมมาผลิตเป็นอนุภาคนาโนแม่เหล็กที่มีขนาดและรูปร่างที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับกลไกการผลิตที่ถูกควบคุมด้วยแบคทีเรียแต่ละชนิด จึงมีขนาด รูปร่างจำเพาะต่อเชื้อแต่ละชนิดนอกจากนี้อนุภาคแม่เหล็กจากแบคทีเรียยังมีการกระจายตัวที่ดี เนื่องจากแต่ละอนุภาคถูกห่อหุ้มด้วยฟอสโฟลิปิด จึงเข้ากันได้ดีกับเซลล์มีความเป็นพิษต่อเซลล์ต่ำ และสามารถให้การปรับปรุงพื้นผิวได้ง่ายทำให้เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ด้านการแพทย์และด้านเทคโนโลยีชีวภาพ

จากการศึกษาก่อนหน้านี้ สามารถแยกแบคทีเรียที่สังเคราะห์อนุภาคนาโนแม่เหล็กได้ โดยแบคทีเรียดังกล่าว เป็นแกรมลบ รูปท่อน ขนาด 0.3 x0.9 ไมโครเมตรจากการศึกษาด้วย TEM พบว่าภายในมีเวสิเคิล (vesicle) ขนาดประมาณ 100 นาโนเมตร ประมาณ 1-8 เวสิเคิลต่อเซลล์ (รูปที่ 1) จากการวิเคราะห์ 16SrRNA สามารถจำแนกแบคทีเรียอยู่ในซับดิวิชัน Alphaproteobacteriaเมื่อศึกษาด้วยเทคนิคTEM-EDXพบว่าเวสิเคิลดังกล่าวประกอบด้วย ออกซิเจน และเหล็ก ในปริมาณที่สูง นอกจากนี้เมื่อศึกษาโครงสร้างผลึกด้วยเทคนิคTEM-SAEDสามารถพิสูจน์ได้ว่าสารประกอบในเวสิเคิล คือ ออกไซด์ของเหล็กชนิดแมกนีไทต์ เนื่องจากมีระนาบ เท่ากับ 222, 400, 531 และ 533 เมื่อเทียบกับ JCPDS standard card number 89-0951 จากการศึกษากลไกการสังเคราะห์อนุภาคนาโนแม่เหล็กด้วยเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ในช่วง XANES (X-ray Absorption Near-Edge Structure) ของระบบลำเลียงแสงที่ 8 ของห้องปฏิบัติการแสงสยาม เพื่อศึกษาสถานะออกซิเดชันของโลหะเหล็กที่พบในแบคทีเรียในระยะต่างๆของการเจริญ โดยใช้สารประกอบ Fe2O3, Fe3O4และ FeO เป็นสารเปรียบเทียบมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า มีการสังเคราะห์อนุภาคนาโนแมกนีไทท์ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นในการขณะที่สัดส่วนของปริมาณ Fe2O3 ลดลง (รูปที่ 2 และตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่ากลไกการสังเคราะห์ Fe3O4 ของแบคทีเรียชนิดนี้เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสารประกอบตัวกลาง คือ Fe2O3 โดยปฏิกิริยารีดักชันเป็น Fe3O4



รูปที่ 1. ภาพถ่ายจากกล้อง TEM ก) แบคทีเรีย Escherichia coli ซึ่งไม่พบเวสิเคิล และ ข) แบคทีเรียที่จำแนกได้ซึ่งพบเวสิเคิลขนาดประมาณ 100 นาโนเมตร



รูปที่ 2. XANESspectra ของ Fe_3O_4 และ Fe_2O_3 ของแบคทีเรียที่ผลิตอนุภาคนาโนแม่เหล็ก (HER_I)

ตารางที่1. สัดส่วนของFe_3O_4 และ Fe_2O_3 ของแบคทีเรียที่ผลิตอนุภาคนาโนแม่เหล็ก(HER_I) ในระยะการเจริญต่างๆ

Bacterial growth stages	Weight ratio	
	Fe_2O_3	Fe_3O_4
Early-log	1	0
Mid-log	0.605	0.295
Late-log	0.155	0.845

เอกสารอ้างอิง

D. Schuler, “Formation of magnetosome inmagnetotactic bacteria”, Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology1(1),79-86(1999).

S. Huiping, L. Xingang, S. Jinsheng, “Biosorption equilibrium and kinetics of AU(III) and Cu(II) on magnetotactic bacteria”, Chinese Journal of Chemical Engineering 15(6), 847-854(2007).

M. Hergt, R. Hiergeist, M. Zeisberger, D. Schuler, U. Heyen, I. Hilger, W.A. Kaiser, “Magnetic properties of bacterial magnetosomes as potential diagnestic and therapeutic tools”, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 293, 80-86(2005).

การชดเชยในซิงค์ออกไซด์ที่ถูกเจือด้วยอะลูมิเนียมโดยความบกพร่องแบบซับซ้อนของอะลูมิเนียม: สเปกโทรสโคปีการดูดกลืนซินโครตรอนรังสีเอกซ์และทฤษฎี

ผศ.ดร. จิรโรจน์ ต.เทียนประเสริฐ[1], ดร.สาโรช รุจิรวรรธน์[2], ดร.วันทนา คล้ายสุบรรณ์[3], Dr. Joel N. Duenow[4], Dr. Timothy J. Coutts[4], Prof. Dr. Shengbai Zhang[5], Prof. Dr. David C. Look[6], และ ศ.ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์[2]

[1]ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]สาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[3]สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

[4]National Renewable Energy Laboratory, USA

[5]Physics Department, Rensselaer Polytechnic Institute, USA

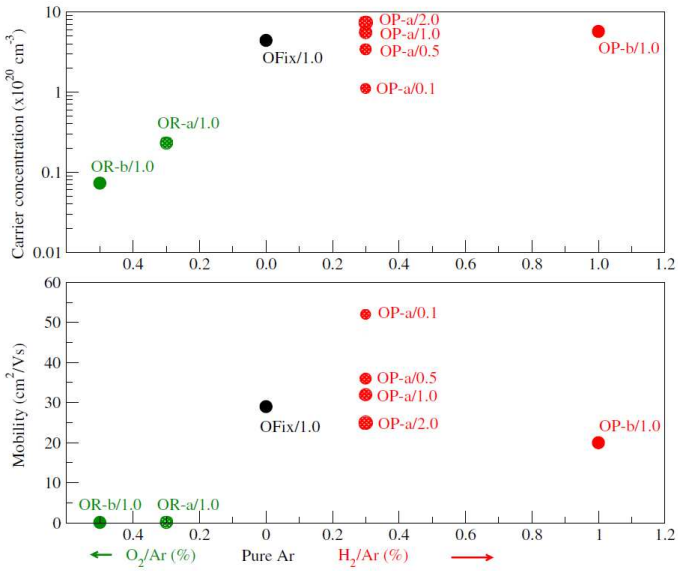
[6]Semiconductor Research Center, Wright State University, USA

กลุ่มนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน และกลุ่มนักวิจัยจากประเทศสหรัฐอเมริกา ร่วมทำการศึกษาถึงสาเหตุของความนำไฟฟ้าของฟิล์มซิงค์ออกไซด์ที่ถูกเจือด้วยอะลูมิเนียมที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการเปลี่ยนเงื่อนไขการปลูกฟิล์ม ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าอะลูมิเนียมมีการก่อตัวเป็นความบกพร่องแบบซับซ้อนชนิดใหม่ หรืออาจมีการก่อตัวของอะลูมิเนียมออกไซด์ภายในฟิล์มเมื่อทำการปลูกฟิล์มภายใต้สภาวะที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนอยู่มาก งานวิจัยชิ้นนี้เป็นหนึ่งในงานวิจัยที่ใช้แสงซินโครตรอนของเครื่องกำเนิดแสงสยามเพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์โครงสร้างระดับอะตอมของสารตัวอย่าง อีกทั้งยังสามารถช่วยในการปรับปรุงคุณสมบัติของสารตัวอย่างให้เป็นไปในทางที่ดีขึ้น

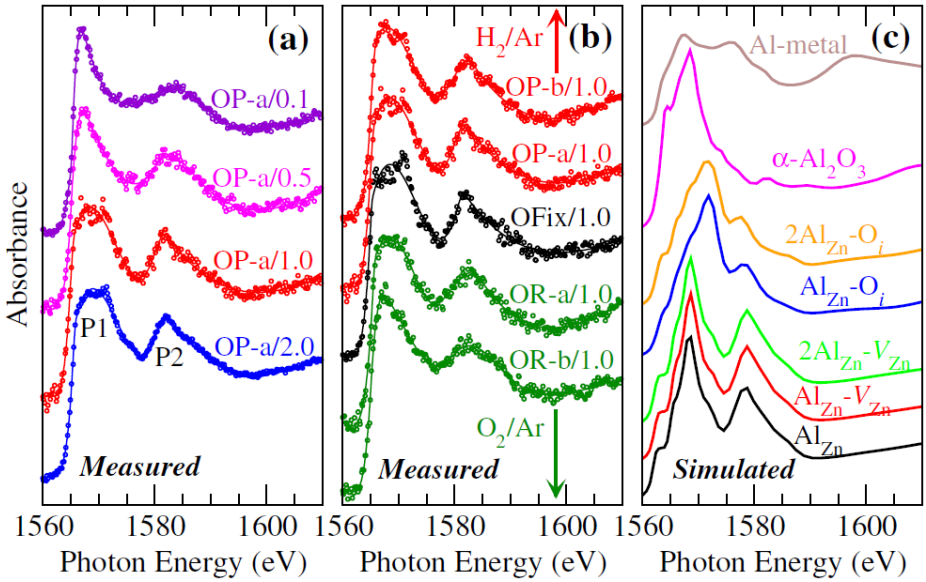
เทคโนโลยีที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันหลายๆ อย่างจำเป็นต้องใช้วัสดุที่เป็นสารตัวนำที่โปร่งแสงเป็นส่วนประกอบ ยกตัวอย่าง เช่น จอแบบสัมผัส และเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ซึ่งวัสดุตัวนำโปร่งแสงที่ใช้กันโดยส่วนใหญ่เป็นสารประกอบออกไซด์ของอินเดียมและดีบุก (ITO) ซึ่งสารประกอบ ITO นี้จะมีราคาที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการพยายามศึกษาหาสารประกอบชนิดอื่นที่เหมาะสมกับการนำมาใช้แทนที่สารประกอบ ITO ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสารประกอบซิงค์ออกไซด์ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาแทนที่สารประกอบ ITO เนื่องจากสารประกอบซิงค์ออกไซด์ไม่มีความเป็นพิษ มีราคาถูก และยังมีปริมาณอยู่เยอะมาก โดยปกติแล้วสารประกอบซิงค์ออกไซด์ที่ปลูกได้นั้นจะมีช่องว่างแถบพลังงานที่กว้าง (~3.3 eV) ทำให้มีความโปร่งแสงและค่อนข้างจะมีความนำไฟฟ้าอยู่พอสมควรโดยมีอิเล็กตรอนเป็นตัวพาหะ ซึ่งความนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้เชื่อว่า เกิดจากความบกพร่องภายในผลึกเองหรืออาจจะเกิดจากไฮโดรเจนที่เข้าไปเจือปนอยู่ในสารประกอบซิงค์ออกไซด์ ในกรณีที่ต้องการเพิ่มความนำไฟฟ้าในสารประกอบซิงค์ออกไซด์โดยที่ยังคงรักษาความโปร่งแสงไว้นั้นสามารถทำได้โดยการเจือธาตุหมู่ที่ 3 เข้าไปผสมในสารประกอบซิงค์ออกไซด์ จากการศึกษาพบว่า การเจืออะลูมิเนียมในสารประกอบซิงค์ออกไซด์จะสามารถเพิ่มความนำไฟฟ้าขึ้นได้ อีกทั้งสารที่ได้ยังมีความเสถียรที่อุณหภูมิสูง นอกจากนั้นธาตุอะลูมิเนียมก็มีอยู่อย่างมากมายเช่นกัน แต่จากการทดลองพบว่าในกระบวนการเตรียมสารที่แตกต่างกันจะมีผลต่อความนำไฟฟ้าของสารที่เตรียมได้ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีของการปลูกผลึกซิงค์ออกไซด์ที่ถูกเจือด้วยอะลูมิเนียมภายใต้สภาวะที่มีก๊าซออกซิเจนอยู่เยอะจะพบว่าความนำไฟฟ้าที่ได้มีค่าต่ำมาก แต่หากเราปลูกผลึกดังกล่าวภายใต้สภาวะที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน จะทำให้ความนำไฟฟ้ามี

ค่าเพิ่มขึ้นสูงมากเมื่อเทียบกับกรณีแรก ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงต้องการศึกษาผลของการเจืออะลูมิเนียมในสารประกอบ ซิงค์ออกไซด์ที่ปลูกขึ้นภายใต้สภาวะต่างๆ กับความนำไฟฟ้าที่เปลี่ยนไปเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง อีกทั้งยังสามารถช่วยให้นักทดลองสามารถปรับปรุงกระบวนการการปลูกผลึกเพื่อให้ได้ความนำไฟฟ้าตามที่ต้องการ

งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ในย่านใกล้ขอบการดูดกลืน (X-ray Absorption Near-Edge Structure) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า XANES ของระบบลำเลียงแสงที่ 8 ณ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม ผสมผสานกับเทคนิคการคำนวณระดับควอนตัมขั้นสูง เพื่อศึกษาโครงสร้างระดับอะตอมของสารประกอบซิงค์ออกไซด์ที่ถูกเจือด้วยอะลูมิเนียมซึ่งได้จากการปลูกฟิล์มในสภาวะที่แตกต่างกัน เริ่มตั้งแต่สภาวะที่มีก๊าซออกซิเจนอยู่มาก (OR) มีแต่ก๊าซอาร์กอน (OFix) และสภาวะที่มีก๊าซออกซิเจนอยู่น้อย (OP) โดยการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนผสมของก๊าซ (O2/Ar และ H2/Ar) ที่ส่งเข้าไปในระบบสุญญากาศในระหว่างกระบวนการปลูกฟิล์ม จากการศึกษาพบว่าฟิล์มที่ได้จะมีจำนวนพาหะนำไฟฟ้าและความสามารถในการเคลื่อนที่ของพาหะที่แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการปลูกฟิล์ม ดังแสดงในรูปที่ 1 จากนั้นนำฟิล์มที่เตรียมได้มาทำการวัดสเปกตรัม XANES ดังแสดงในรูปที่ 2 เมื่อทำการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยวิธีการคำนวณแบบเฟิร์สพรินซิเพิลพบว่าอะลูมิเนียมที่เจือเข้าไปจะไปแทนที่อะตอมของซิงค์ทำให้มีจำนวนพาหะนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น แต่ในสภาวะการปลูกฟิล์มที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนอยู่มาก ภายในฟิล์มจะมีจำนวนของความบกพร่องที่มาชดเชยการนำไฟฟ้าที่ได้จากอะลูมิเนียมที่เจือเข้าไป นอกจากนั้นอะลูมิเนียมที่เจือเข้าไปภายใต้สภาวะนี้ยังสามารถก่อตัวขึ้นเป็นโครงสร้างความบกพร่องซับซ้อนชนิดใหม่ที่ไม่สามารถให้อิเล็กตรอนได้อีกต่อไป นั่นคืออะลูมิเนียมจับตัวกับที่ว่างของซิงค์ (AlZn-VZn และ 2AlZn-VZn) และ อะลูมิเนียมจับตัวกับออกซิเจนที่แทรกในผลึก (AlZn-Oi และ 2AlZn-Oi) นอกจากการเกิดเป็นความบกพร่องซับซ้อนชนิดใหม่แล้วนั้นอะลูมิเนียมยังอาจจะเข้าไปก่อตัวอยู่ในรูปแบบของออกไซด์ได้อีกด้วย เมื่อนำแบบจำลองดังกล่าวมาคำนวณสเปกตรัม XANES เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองพบว่า สเปกตรัมที่ได้จากการทดลองและการคำนวณมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี จึงสรุปได้ว่าในระหว่างกระบวนการปลูกฟิล์มหากมีปริมาณก๊าซออกซิเจนอยู่มากจะทำให้เกิดการก่อตัวของความบกพร่องซับซ้อนดังกล่าวหรืออาจมีการก่อตัวในรูปแบบของออกไซด์ ซึ่งมีผลทำให้ฟิล์มที่เตรียมได้นั้นมีความสามารถในการนำไฟฟ้าที่ลดลง



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพาหะนำไฟฟ้า (ภาพบน) และความสามารถในการเคลื่อนที่ของพาหะ (ภาพล่าง) เมื่อมีการเปลี่ยนอัตราส่วนผสมของก๊าซระหว่างการปลูกฟิล์ม



รูปที่ 2 แสดงสเปกตรัม XANES ของฟิล์มอะลูมิเนียมที่เจือในสารประกอบซิงค์ออกไซด์ที่เคลือบภายใต้สภาวะการปลูกฟิล์มที่แตกต่างกัน (ภาพซ้ายและกลาง) เปรียบเทียบกับสเปกตรัม XANES ที่ได้จากการคำนวณ (ภาพขวา)

เอกสารอ้างอิง

J. T-Thienprasert, S. Rujirawat, W. Klysubun, J. N. Duenow, T. J. Coutts, S. B. Zhang, D. C. Look, and S. Limpijumnong, “Compensation in Al-Doped ZnO by Al-Related Acceptor Complexes: Synchrotron X-Ray Absorption Spectroscopy and Theory”, Physical Review Letters 110, 055502 - 055506 (2013).

การพัฒนากำลังคนและการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอน

การพัฒนากำลังคนและการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอน โครงการสนองแนวพระราชดำริในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

โครงการนักศึกษาและครูสอนฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเซิร์น ประจำปี 2555 (CERN Programme for Summer Student and Physics High School Teacher 2012)

เพื่อสนองแนวพระราชดำริในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในการส่งเสริมสนับสนุนการสร้างกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีของประเทศ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) (สซ.) ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) (สดร.) ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านฟิสิกส์ (ศฟ.) สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) (สทน.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และบริษัท ไอ อาร์ พี ซี จำกัด (มหาชน) ดำเนินโครงการคัดเลือกนักศึกษาและครูสอนฟิสิกส์ เพื่อเข้าร่วมโปรแกรมภาคฤดูร้อนเซิร์น ประจำปี 2555 โดยได้คัดเลือกนักศึกษาและครูสอนฟิสิกส์เบื้องต้น จากนั้นจึงนำความขึ้นกราบบังคมทูลสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อทรงคัดเลือกนักศึกษา จำนวน 2 คน และครูสอนฟิสิกส์ จำนวน 2 คน เป็นตัวแทนประเทศไทยเข้าร่วมกิจกรรมปฏิบัติการวิจัยกับเซิร์น ณ ประเทศสมาพันธรัฐสวิส (ประมาณ 8 สัปดาห์ สำหรับนักศึกษาและ 3 สัปดาห์ สำหรับครูสอนฟิสิกส์) ก่อนเดินทางผู้ได้รับคัดเลือกจะต้องเข้ารับศึกษาดูงานและสัมมนาเชิงปฏิบัติการ ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) จังหวัดนครราชสีมา และเข้าร่วมกิจกรรม CERN School Thailand 2012 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน และฟิสิกส์อนุภาค ตามลำดับ โดยในปี 2555 ผู้ได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมกิจกรรมประจำปี มีรายนามดังนี้

Summer Student Programme

1. นายนวเดโช ชาญขุนทด

   ปริญญาตรีปีที่ 4 สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

   ปัจจุบัน: จะเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. นายรัฐกร แก้วอ่วม

   ปริญญาตรีปีที่ 4 สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

   ปัจจุบัน: กำลังศึกษาระดับปริญญาโทชั้นปีที่ 1 สาขาฟิสิกส์ ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Physics High School Teacher Programme

1. นายสุรศักดิ์ ศรีสุวงศ์ จากโรงเรียนน้ำโสมพิทยาคม จ.อุดรธานี

   ปัจจุบัน: ย้ายมาประจำอยู่ที่โรงเรียนเกษมสีมาวิทยาคาร จ.อุบลราชธานี

2. นางสาวชุลีณี พาหุรัตน์ จากโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา กรุงเทพมหานคร

การจัดอบรมสัมมนา ฝึกอบรมเชิงวิชาการ และเชิงปฏิบัติการ

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการระดับอาเซียน สำหรับเทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์มุมเล็ก ครั้งที่สอง (2nd ASEAN Workshop on Small Angle X-ray Scattering : AWSAXS2012)

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ ระดับอาเซียนสำหรับเทคนิคการกระเจิงรังสีเอ็กซ์มุมเล็ก ครั้งที่ 2 (2nd ASEAN Workshop on Small Angle X-ray Scattering : AWSAXS2012) ได้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 6-8 มีนาคม 2555 โดยมีผู้เข้าร่วมประกอบด้วยคณาจารย์ นักวิจัย และนักศึกษาระดับปริญญาโท-เอก จากมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยต่างๆในประเทศและต่างประเทศ จำนวนทั้งสิ้น 35 คน ซึ่งในครั้งนี้ ได้เชิญผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค Small Angle Scattering คือ Dr. Joachim Kohlbrecher จาก Paul Scherrer Institute (PSI) ประเทศสมาพันธรัฐสวิส และ Dr.Tae Joo Shin จาก Pohang Accelerator Laboratory (PAL) ประเทศเกาหลี มาเป็นวิทยากรบรรยายและอบรมการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้




โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการระดับอาเซียนสำหรับเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (ASEAN Workshop on X-ray Absorption Spectroscopy : AWX2012)

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการระดับอาเซียนสำหรับเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (ASEAN Workshop on X-ray Absorption Spectroscopy : AWX2012) ได้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 13-15 สิงหาคม 2555 โดยมีผู้เข้าร่วมประกอบด้วยคณาจารย์ นักวิจัย และนักศึกษาระดับปริญญาตรี-เอก จากมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวนทั้งสิ้น 42 คนทั้งนี้ ได้

เชิญ Dr. Bruce Ravel จาก The National Institute of Standards and Technology (NIST) ประเทศสหรัฐอเมริกา มาบรรยายในการอบรมครั้งนี้

งานประชุมวิชาการนานาชาติ The First International Biomedical Sciences Conference (BMSC)

สถาบันได้ร่วมกับคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จัดงานประชุมวิชาการนานาชาติ The First International Biomedical Sciences Conference (BMSC) ขึ้น ระหว่างวันที่ 8-10 กุมภาพันธ์ 2555 ณ โรงแรมพลูแมน ราชาออคิด จังหวัดขอนแก่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความร่วมมือทางวิชาการ และโครงการศึกษาวิจัยร่วมระหว่างสถาบันในประเทศ และผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ และเพิ่มพูนความรู้ แลกเปลี่ยนประสบการณ์ในสาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ระหว่างผู้ร่วมประชุมในระดับชาติ และนานาชาติ ซึ่งมีนักวิจัยเข้าร่วมกว่า 200 คนจากประเทศไทย มาเลเซีย และเวียดนาม

การประชุม 6th Asia-Oceania Forum on Synchrotron Radiation Research (AOFSRR2012)

การประชุม Asia-Oceania Forum on Synchrotron Radiation Research หรือ AOFSRR เป็นการประชุมระดับนานาชาติของนักวิจัยด้านแสงซินโครตรอนทั่วโลกที่สำคัญการประชุมหนึ่งซึ่งจัดขึ้นทุกปี ในการประชุมดังกล่าว มีการบรรยายเกี่ยวกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอน จากนักวิชาการด้านแสงซินโครตรอนที่มีชื่อเสียงระดับโลก ความร่วมมือกันระหว่างหน่วยงาน การเสนอผลงานวิจัยที่โดดเด่น เป็นต้น โดยในปี 2555 นี้ สถาบันได้รับเกียรติเป็นเจ้าภาพจัดการประชุม Asia-Oceania Forum on Synchrotron Radiation Research (AOFSRR) ครั้งที่ 6 ในระหว่างวันที่ 8-12 สิงหาคม 2555 ณ โรงแรมอิมพีเรียล ควีนส์ พาร์ค กรุงเทพมหานคร และมีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งสิ้น 228 คน จาก 18 ประเทศ ซึ่งการประชุมดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ด้านแสงซินโครตรอนที่ได้มาพบปะ แลกเปลี่ยน และเปิดรับความรู้และเทคโนโลยีด้านแสงซินโครตรอน นอกจากนี้ ยังเป็นโอกาสที่ดีสำหรับสถาบัน และประเทศไทยในการเปิดให้ผู้เข้าร่วมการประชุมได้เยี่ยมชมห้องปฏิบัติการแสงสยาม ณ จังหวัดนครราชสีมา

ในวโรกาสนี้ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงเป็นประธานเปิดงาน โดยมี ดร.ปลอดประสพ สุรัสวดี รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศาสตราจารย์ นาวาอากาศโท ดร.สราวุฒิ สุจิตจร ผู้อำนวยการ พร้อมด้วยคณะผู้บริหาร บุคลากรสถาบัน และผู้เข้าร่วมประชุม เฝ้ารับเสด็จ

การประชุมกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอน ครั้งที่ 4 (The 4th SLRI Annual User Meeting)

สถาบันได้ดำเนินการจัดการประชุมกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอน ครั้งที่ 4 (The 4th SLRI Annual User Meeting) ขึ้น ระหว่างวันที่ 8-12 สิงหาคม 2555 ณ โรงแรมอิมพีเรียล ควีนส์ พาร์ค กรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรายงานสถานะปัจจุบันและการเข้ามาร่วมใช้แสงซินโครตรอน ณ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม ระดมความคิดจากผู้ใช้กลุ่มต่างๆ เพื่อนำมาใช้กำหนดแนวทางในการพัฒนาเครื่องกำเนิดแสงสยาม ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลอง การให้บริการแสงให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ และให้สอดคล้องกับทิศทางการวิจัยภายในประเทศ และเพื่อให้ผู้ใช้ได้แสดงความคิดเห็นให้ข้อเสนอแนะ และปัญหาต่างๆ ที่พบในระหว่างการใช้แสง เพื่อให้สถาบันนำไปปรับปรุงแก้ไขการให้บริการ รวมทั้งร่วมกำหนดนโยบายกลุ่มผู้ใช้ เพื่อสร้างเครือข่ายระหว่างกลุ่มผู้ใช้ เกิดความร่วมมือและเกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างกลุ่มผู้ใช้ เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยที่เกิดจากการใช้แสงซินโครตรอน ณ ห้องปฏิบัติการแสงสยามนั้น โดยการประชุมครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมประชุมจำนวนทั้งสิ้น 112 คน เป็นชาวไทย 106 คน และชาวต่างชาติ 6 คน

โครงการค่ายวิทยาศาสตร์ซินโครตรอนอาเซียน ครั้งที่ 1 (1st ASEAN Synchrotron Science Camp)

สถาบันได้จัดโครงการค่ายวิทยาศาสตร์แสงสยามขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี ในปี 2555 นี้ ทางสถาบันได้มีเป้าหมายขยายฐานการสร้างความร่วมมือด้านเทคโนโลยีแสงซินโครตรอนไปสู่ประเทศสมาชิกสมาคมนานาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (อาเซียน) โดยมุ่งเป้าหมายไปยังผู้เข้าร่วมกิจกรรม ได้แก่ นิสิต นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3-4 นักศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาเอกชั้นปีที่ 1 ในสาขาวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ และวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยต่างๆ ในภูมิภาคอาเซียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นิสิต นักศึกษา เข้าใจถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน ต่อความเจริญก้าวหน้าของภูมิภาคอาเซียน และเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งของกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอนในอนาคต ตลอดจนเพิ่มจำนวนนักวิทยาศาสตร์ และนักวิจัยทางด้านแสงซินโครตรอนในภูมิภาคอาเซียน และเพื่อให้การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์แสงสยามยกระดับกิจกรรมเข้าสู่สากล จึงได้เปลี่ยนชื่อจากโครงการค่ายวิทยาศาสตร์แสงสยาม เป็นโครงการค่ายวิทยาศาสตร์ซินโครตรอนอาเซียน (ASEAN Synchrotron Science Camp) ซึ่งในปีนี้ได้จัดขึ้นเป็นครั้งแรก ระหว่างวันที่ 14-18 พฤษภาคม 2555 มีผู้เข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น จำนวน 81 คน

โครงการอบรมครูฟิสิกส์ไทย ครั้งที่ 3 (3rd High School Physics Teacher Training)

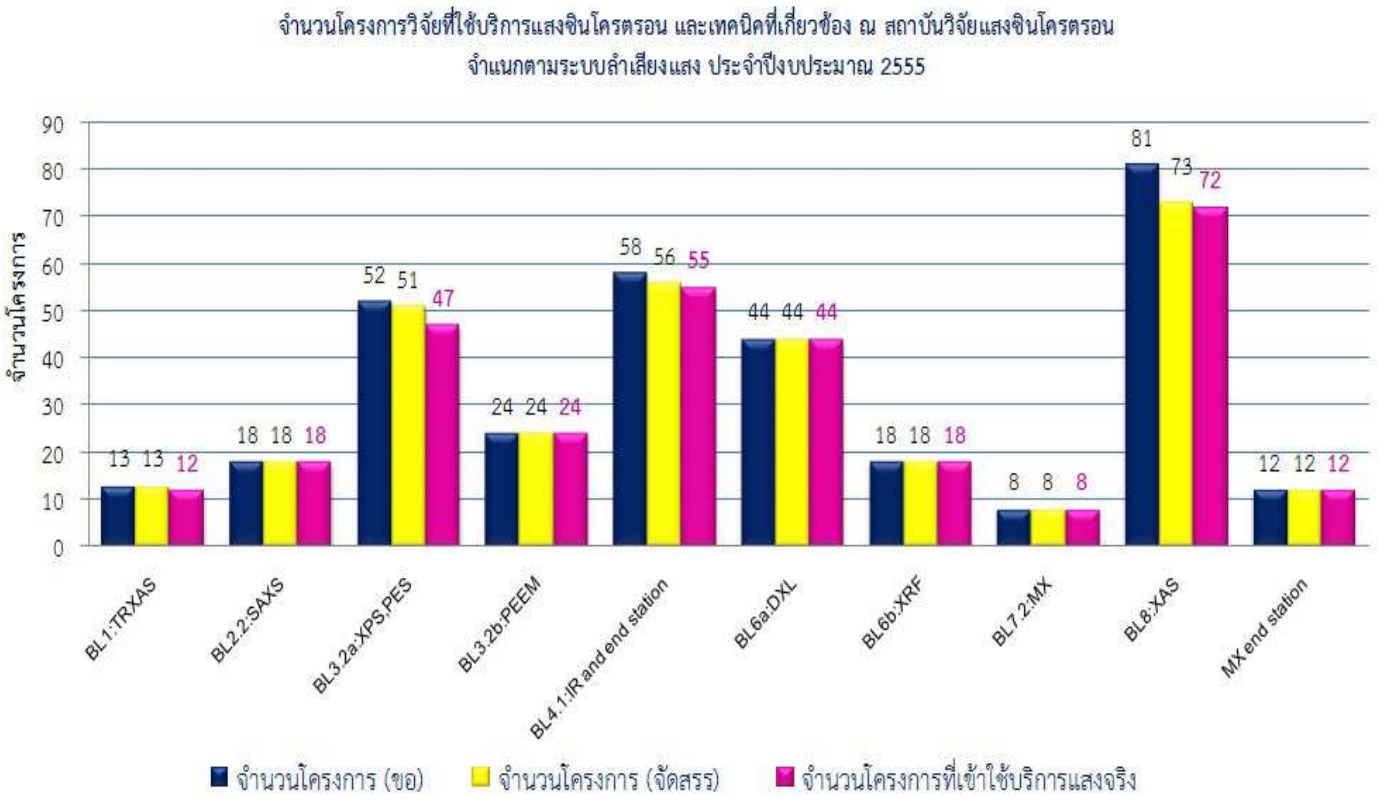
สถาบันได้จัดโครงการอบรมครูฟิสิกส์ไทยขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปีนี้ได้จัดโครงการอบรมครูฟิสิกส์ไทย ครั้งที่ 3 (3rd High School Physics Teacher Training) ระหว่างวันที่ 14-18 พฤษภาคม 2555 โดยมีครูวิทยาศาสตร์จากทั่วประเทศเข้าร่วมจำนวน 17 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา สนับสนุนการแลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์ระหว่างครูวิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน อีกทั้งเปิดโลกทัศน์ของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ไปสู่การศึกษาวิจัย

สถิติผู้ใช้บริการแสง (USER STATISTICS)

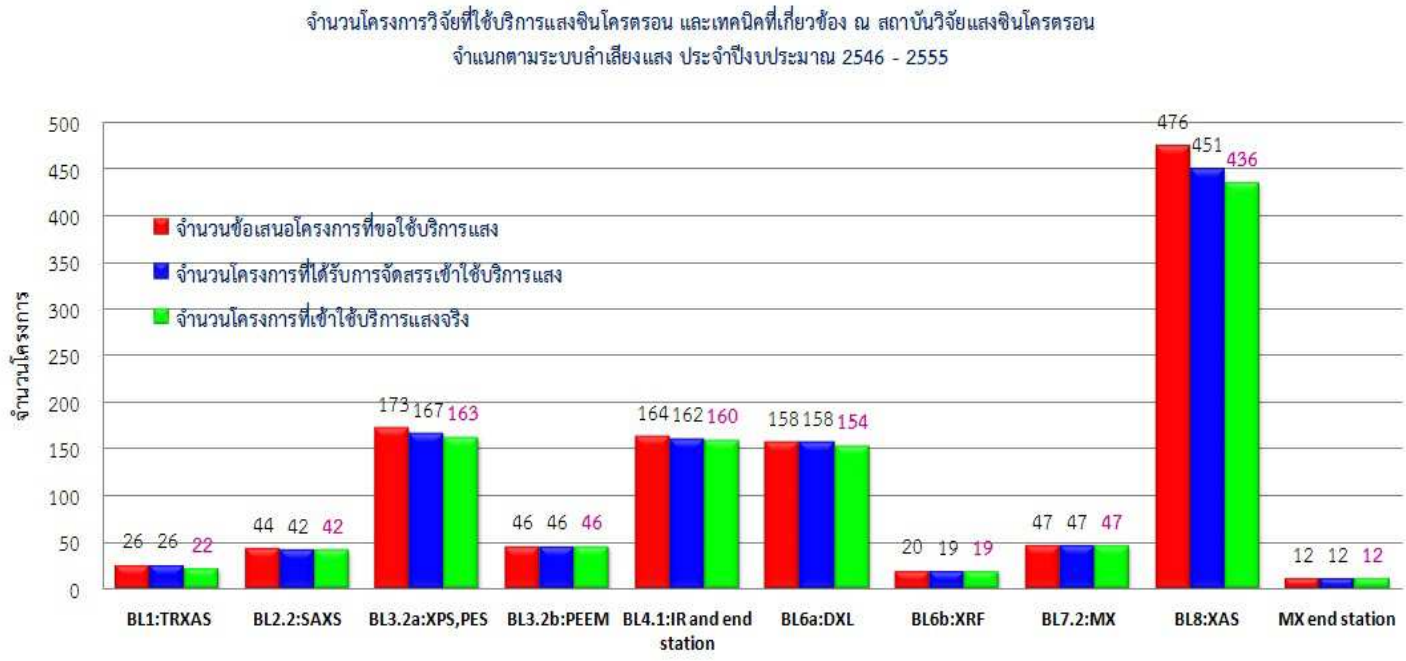
ทั้งนี้ นับตั้งแต่ พ.ศ. 2546 สถาบันได้พัฒนาและปรับปรุงการให้บริการเทคนิคต่างๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สอดรับกับความต้องการของอาจารย์ นักวิจัย นักศึกษา และนักวิจัยภาคเอกชน ผู้เข้ามาใช้บริการแสงซินโครตรอน โดยในปัจจุบันมีเทคนิคที่ให้บริการถึง 10 เทคนิค ดังนี้

ลำดับ	ชื่อระบบลำเลียงแสง /สถานีทดลอง	เทคนิค	ปีที่เปิดให้บริการ
1	BL1: TRXAS	Time-resolved X-ray Absorption Spectroscopy	2554
2	BL2.2: SAXS	Small Angle X-ray Scattering	2554
3	BL3.2a: PES	Photoelectron Emission Spectroscopy	2554
4	BL3.2b: PEEM	Photoemission Electron Microscopy	2554
5	BL4.1: IR	Infrared (IR) Spectroscopy	2553
6	BL6a: DXL	Deep X-ray Lithography	2549
7	BL6b: XRF	Micro X-ray Fluorescence Spectroscopy/Imaging (μ-XRF)	2554
8	BL7.2:MX	Multi X-ray Techniques	2555
9	BL8:XAS	X-ray Absorption Spectroscopy	2548
10	MX End station	Macromolecular Crystallography	2552

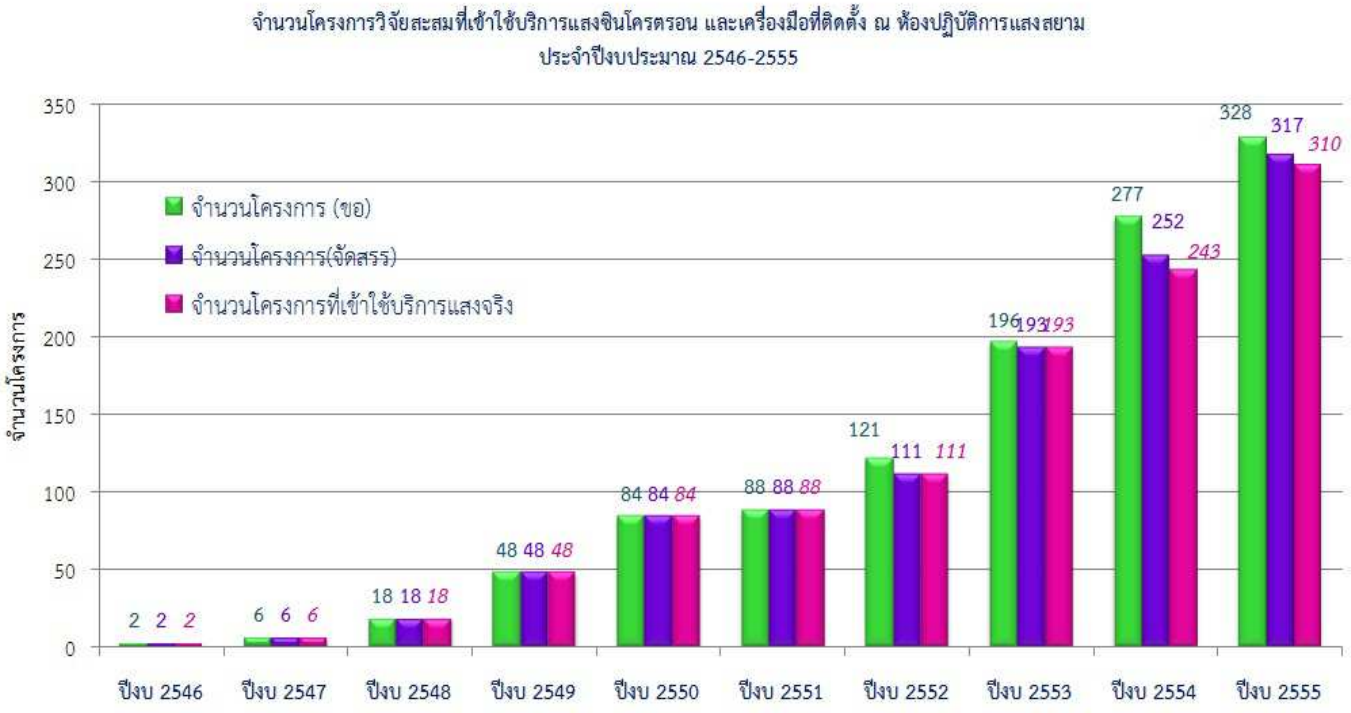
ในปี พ.ศ. 2555 มีระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองที่ให้บริการ ทั้งสิ้น 10 ระบบ และมีโครงการวิจัยที่เข้ามาใช้บริการทั้งสิ้น จำนวน 310 โครงการ โดยมีจำนวนโครงการที่เข้าใช้บริการแสงซินโครตรอนและเทคนิคที่เกี่ยวข้องแยกตามระบบลำเลียงแสง ดังนี้



ทั้งนี้ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 สถาบันได้ดำเนินการฝึกปฏิบัติการทดลองในระบบลำเลียงแสงที่ 8 เทคนิค X-ray Absorption Spectroscopy เพื่อเพิ่มศักยภาพให้กลุ่มผู้ใช้ใหม่ที่เข้าใช้บริการแสงครั้งแรก ในการเพิ่มความสามารถในการใช้เครื่องมือต่างๆ ที่สถาบันมีไว้บริการ เพื่อให้ทางผู้วิจัยได้ผลการทดลองที่ดี ที่สามารถนำไปตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานในระดับนานาชาติต่อไป

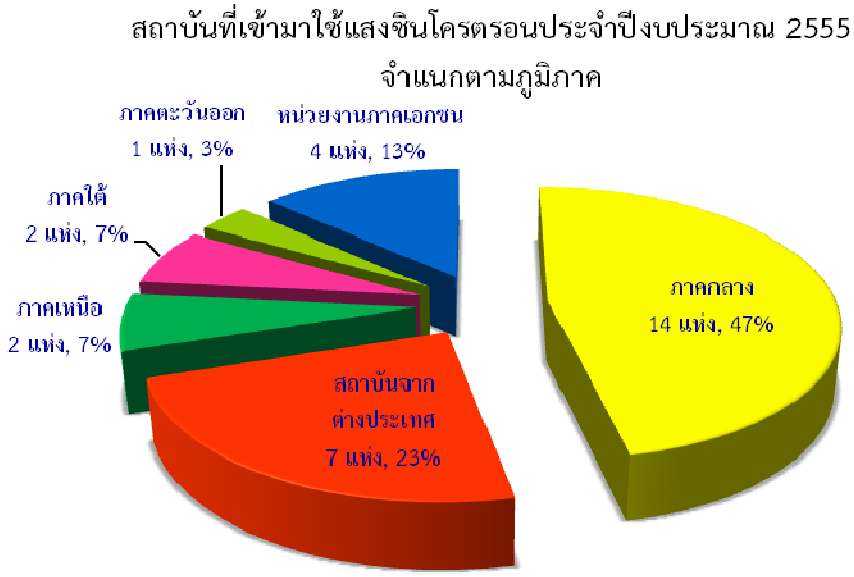


ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 มีจำนวนข้อเสนอโครงการที่ขอใช้บริการแสง เป็นจำนวน 328 โครงการ ซึ่งสถาบันสามารถจัดสรรเวลาให้เข้าใช้บริการแสง 317 โครงการ และมีโครงการที่เข้าใช้บริการแสงจริง เป็นจำนวน 310 โครงการ



ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 จำนวนผู้เข้าทำการทดลอง (ไม่นับซ้ำกรณีที่ผู้เข้าใช้ทำการทดลองหลายครั้งและหลายโครงการในรอบให้บริการนี้) เป็นจำนวน 384 คน โดยแบ่งเป็นระดับหัวหน้าโครงการ (Principle investigator) จำนวน 85 คน (22.10%) และนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จำนวน 299 คน (77.90%)

สถาบันมีหน่วยงานที่มีนักวิจัยเข้าใช้บริการแสงซินโครตรอนเป็นจำนวนทั้งสิ้น 30 หน่วยงาน โดยจำแนกหน่วยงานตามภูมิภาค ดังนี้



ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 มีสถาบันที่มีนักวิจัยเข้าใช้บริการแสงซินโครตรอน ทั้งจากสถาบันการศึกษาจำนวน 242 โครงการ จากหน่วยงานภาครัฐ จำนวน 45 โครงการ และหน่วยงานเอกชน จำนวน 23 โครงการ โดยจำแนกได้ ดังนี้

ความร่วมมือกับหน่วยงานในประเทศ

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ร่วมมือกับ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ในการเผยแพร่ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่สาธารณะ

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ลงนามบันทึกความร่วมมือกับ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ เมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2555 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อร่วมสร้างกิจกรรมด้านการเผยแพร่ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่สาธารณะ เผยแพร่ผลการดำเนินงานและประชาสัมพันธ์กิจกรรมของหน่วยงานทั้งสองให้เป็นที่ทราบอย่างกว้างขวางในภาคประชาชน เพื่อเสริมสร้างให้ภาคประชาชนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและมีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ บันทึกความร่วมมือดังกล่าว ยังมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาบุคลากรโดยการแลกเปลี่ยนวิทยากรเพื่อให้ความรู้แก่บุคลากรของอีกฝ่ายหนึ่งด้วย

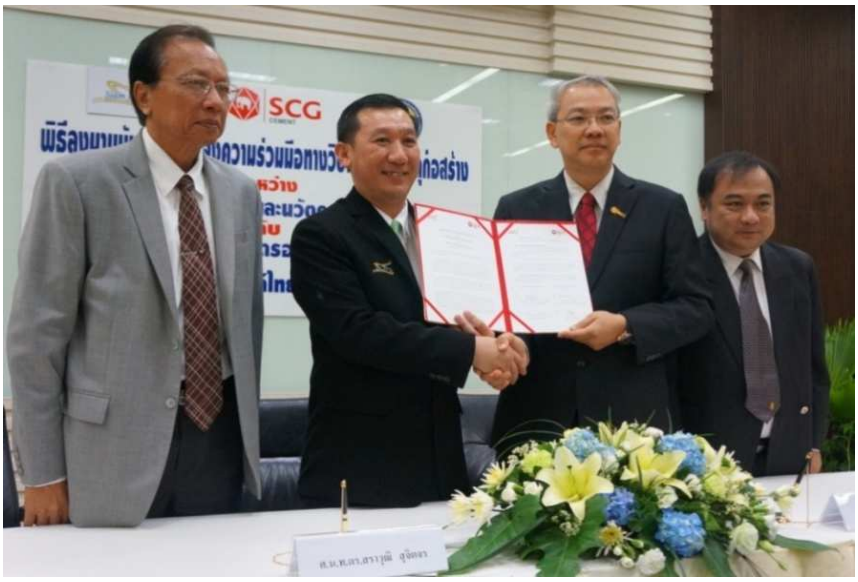
ทั้งนี้ ทั้งสองสถาบัน ได้ร่วมกันดำเนินกิจกรรมแรกของการลงนามความร่วมมือโดยการจัดแสดง “นิทรรศการภาพสะท้อน” ซึ่งเป็นการจัดครั้งแรกในภูมิภาคและในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยได้รับความอนุเคราะห์พื้นที่จัดแสดงมากกว่า 650 ตารางเมตรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นพื้นที่เดียวกันกับสถาบัน อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่วันที่ 12 พฤศจิกายน 2555 เป็นต้นไป

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยขอนแก่น พัฒนาสถานีวิจัยแสงซินโครตรอน มข.-สซ

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการพัฒนาระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองแสงซินโครตรอนย่านรังสีเอกซ์ (BL 1.1) และสถานีทดลองแสงซินโครตรอนย่านรังสีอินฟราเรด (BL 4.1b) และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการวิจัย โดยเมื่อเสร็จสิ้น ระบบลำเลียงแสงทั้งสองจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย ทั้งสองฝ่ายลงนามในข้อตกลงความร่วมมือโครงการพัฒนาสถานีวิจัยแสงซินโครตรอน มข.-สซ. เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2555 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ลงนามความร่วมมือทางวิชาการด้านวัสดุก่อสร้างกับบริษัท สยามวิจัยและนวัตกรรม จำกัด

เพื่อยกระดับความสามารถและเพิ่มศักยภาพด้านการวิจัยและพัฒนาโดยใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอน ซึ่งเป็นการบูรณาการการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ร่วมกันของหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชนอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมในประเทศซึ่งมุ่งเน้นด้านการวิจัยและพัฒนาให้ทัดเทียมนานาประเทศ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน และบริษัท สยามวิจัยและนวัตกรรม จำกัด จึงร่วมลงนามในบันทึกข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการด้านวัสดุก่อสร้าง เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2555 เพื่อให้ความสนับสนุนระหว่างกันในด้านวิชาการและการฝึกอบรมเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาด้านวัสดุก่อสร้าง โดยใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอน ด้านการวิเคราะห์ ตรวจสอบ และทดสอบวัสดุก่อสร้าง สนับสนุนและส่งเสริมความร่วมมือด้านเทคนิคและวิศวกรรม รวมทั้งการแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการองค์กร



ความร่วมมือกับหน่วยงานต่างประเทศ

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ลงนามข้อตกลงความร่วมมือกับ Accelerator Laboratory, University of Jyväskylä ประเทศฟินแลนด์

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ลงนามข้อตกลงความร่วมมือกับ Accelerator Laboratory, Department of Physics, Faculty of Mathematics and Science, University of Jyväskylä ประเทศฟินแลนด์ เพื่อความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยโดยใช้แสงซินโครตรอน และเพื่อเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างนักวิจัยทั้งสองสถาบัน และกับนักวิจัยสถาบันอื่นๆ โดยมีนักวิจัยของทั้งสองสถาบันเป็นผู้ประสานความร่วมมือ โดยมีการลงนามในข้อตกลงความร่วมมือดังกล่าวเมื่อวันที่ 11 ตุลาคม 2554

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ลงนามบันทึกความเข้าใจเพื่อความร่วมมือทางวิชาการกับ Vietnam Academy of Science and Technology สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม

เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือด้านวิทยาศาสตร์ พัฒนาความรู้เฉพาะด้านในการใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอน และเครื่องมือด้านแสงซินโครตรอน สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน และ Institute of Materials Science, Vietnam Academy of Science and

Technology สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ได้ลงนามบันทึกความเข้าใจเพื่อความร่วมมือทางวิชาการร่วมกัน จากการลงนามดังกล่าว ทั้งสองสถาบัน ได้ริเริ่มกิจกรรมความร่วมมือกิจกรรมแรก โดยจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “The First Vietnam-Thailand Workshop on Synchrotron and Applications” เพื่อให้ความรู้ด้านการใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอนเพื่อการวิจัยแก่นักวิจัยชาวเวียดนาม และเพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอนในการวิจัย กิจกรรมดังกล่าวจัดขึ้นในวันที่ 19-21 ธันวาคม 2555 ณ Conference Hall, Institute of Materials Science, Vietnam Academy of Science and Technology สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกร รักใหม่ และ ดร.วันทนา คล้ายสุบรรณ์ จากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนเป็นวิทยากรบรรยาย ในหัวเรื่อง Introduction to SLRI, overview about SLRI’s facilities and possible characterization methods, policy for collaboration และ Characterization techniques based on synchrotron facility

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ลงนามในข้อตกลงเพื่อความร่วมมือกับศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และ Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี

เมื่อวันที่ 9 สิงหาคม 2555 สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และ Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ลงนามในข้อตกลงความร่วมมือระหว่างกัน ณ โรงแรมอิมพีเรียลควีนส์พาร์ค กรุงเทพมหานคร โดยสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จเป็นองค์ประธานในพิธีลงนามดังกล่าว

ข้อตกลงเพื่อความร่วมมือนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินกิจกรรมความร่วมมือด้านการศึกษา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อสร้างขอบข่ายงานความร่วมมือระหว่างสถาบันโดยจะมุ่งเน้นดำเนินกิจกรรมด้านฟิสิกส์เครื่องเร่งอนุภาคและเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอนเพื่อการวิจัยพื้นฐานและวิจัยประยุกต์ การพัฒนาและการใช้ประโยชน์แหล่งกำเนิดแสงฟรีอิเล็กตรอนเลเซอร์ (Free Electron-Lasers) รวมทั้งการศึกษาวิจัยพัฒนาด้านฟิสิกส์อนุภาคมูลฐาน ฟิสิกส์ดาราศาสตร์อนุภาค (Astroparticle Physics) และฟิสิกส์เชิงทฤษฎี ข้อตกลงนี้ ยังรวมถึงความร่วมมือในการแลกเปลี่ยนนักศึกษาไทยเพื่อเข้าร่วมในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเดซี (DESY Summer Student Program) ซึ่งเดซีให้การสนับสนุนอีกด้วย

การสนับสนุนทุนการศึกษา

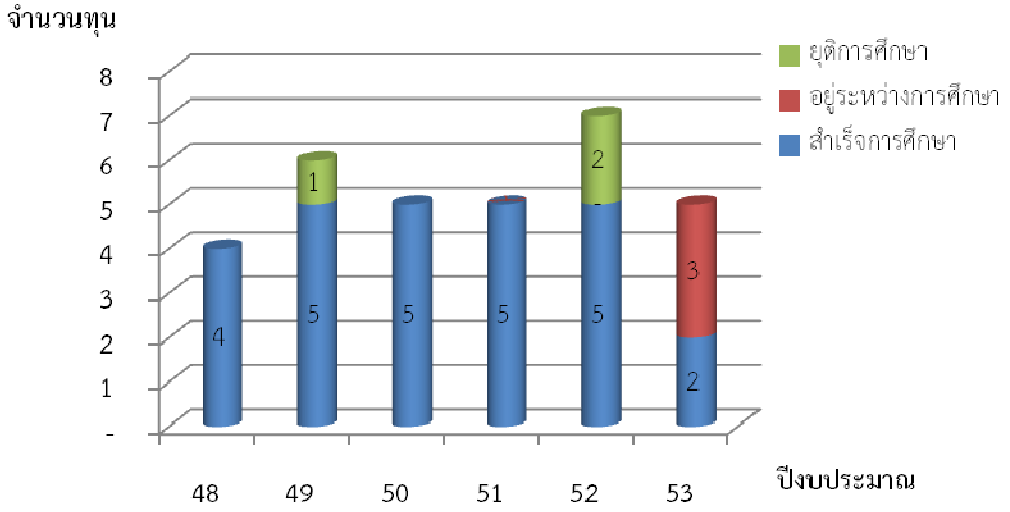
เพื่อเสริมสร้างและพัฒนาบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ ในการผลิตบุคลากรวิจัยระดับสูงที่มีคุณภาพในระดับปริญญาโทและปริญญาเอกในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหรือการประยุกต์ใช้เครื่องเร่งอนุภาค การพัฒนาระบบลำเลียงแสงซินโครตรอน หรือการประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอนเพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนางานวิจัยด้านเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน และเพิ่มความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ สถาบันได้ดำเนินการส่งเสริมและสนับสนุนการศึกษา ในรูปแบบการสนับสนุนเงินทุน บุคลากร และทรัพยากรเพื่อการวิจัยและพัฒนา รวมถึงการจัดหาแหล่งทุน โดยมี 3 โครงการ ดังนี้

1. โครงการทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

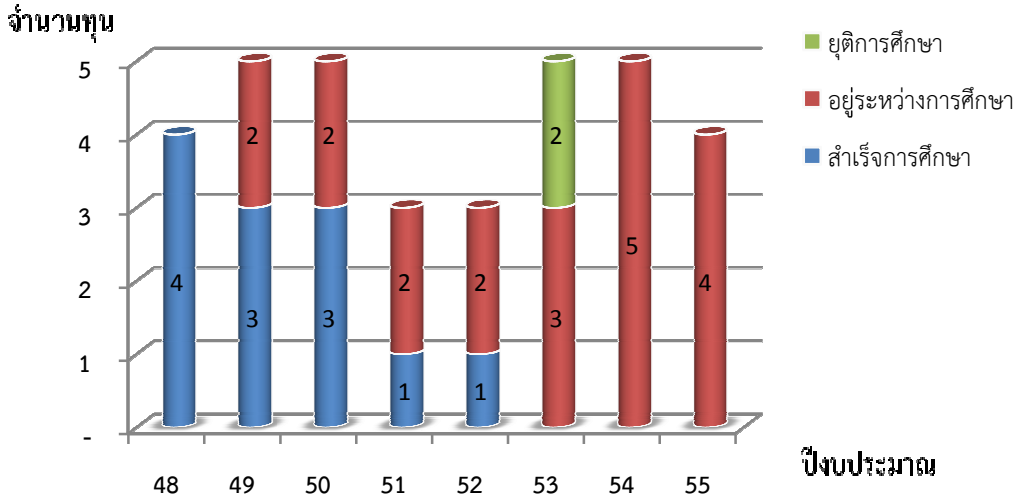
สนับสนุนทุนการศึกษาเพื่อศึกษาระดับปริญญาโท และปริญญาเอก ในมหาวิทยาลัยที่มีบันทึกความร่วมมือกับสถาบัน โดยทำการวิจัยในหัวข้อวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหรือการประยุกต์ใช้เครื่องเร่งอนุภาค การพัฒนาระบบลำเลียงแสงซินโครตรอน หรือการประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอน

สถาบันได้ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2548 รวมทั้งสิ้น 66 ราย โดยจำแนกเป็นระดับปริญญาโท จำนวน 32 ราย และระดับปริญญาเอก จำนวน 34 ราย สำเร็จการศึกษา จำนวน 38 ราย อยู่ระหว่างการศึกษา จำนวน 23 ราย และยุติการศึกษา จำนวน 5 ราย ในการนี้สถาบันยุติการให้ทุนการศึกษาในระดับปริญญาโทในปี 2554 เป็นต้นไป ดังแผนภาพที่แสดงนี้

ระดับปริญญาโท

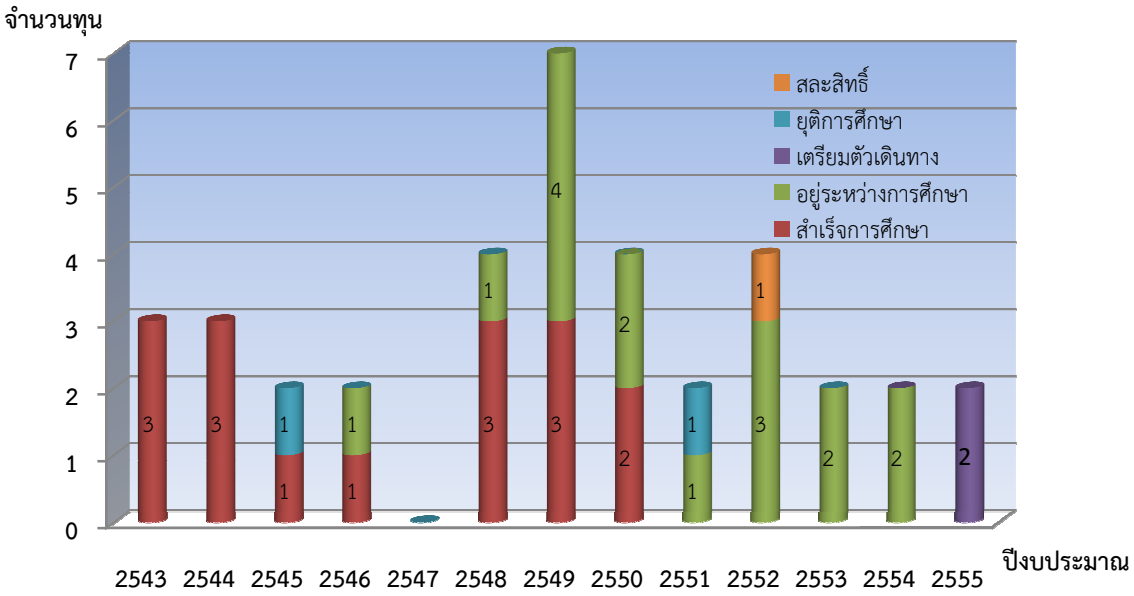


ระดับปริญญาเอก



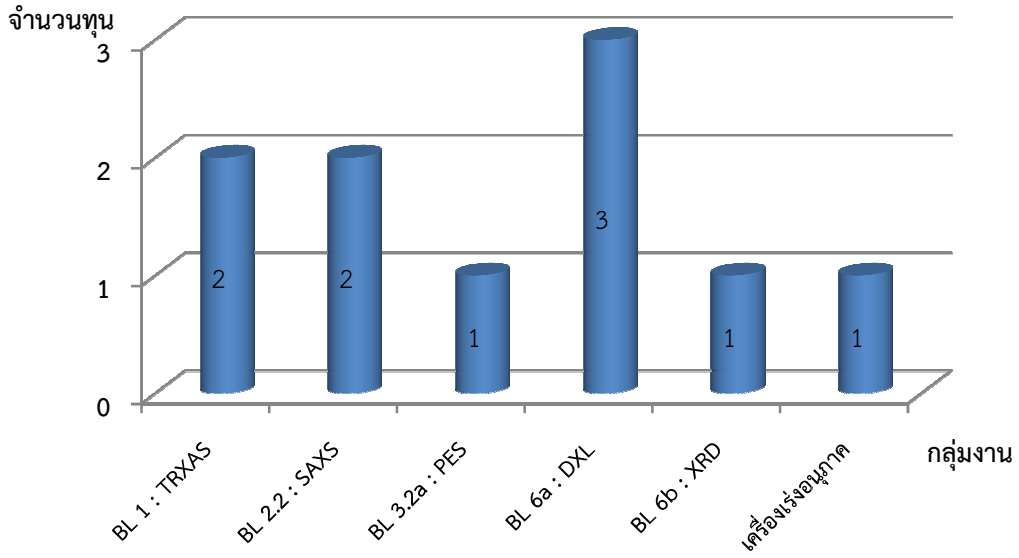
2. โครงการทุนรัฐบาลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันได้รับการจัดสรรทุนรัฐบาลที่จัดสรรให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามความต้องการของสถาบันไปศึกษาวิชา ณ ต่างประเทศ ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2543 - 2555 รวมทั้งสิ้น จำนวน 37 ทุน จำแนกตามประเภทการสนับสนุนเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทพัฒนาบุคลากร จำนวน 17 ทุน และประเภทบุคคลทั่วไป จำนวน 20 ทุน ปัจจุบันสำเร็จการศึกษา จำนวน 16 ราย อยู่ระหว่างการศึกษา จำนวน 16 ราย เตรียมตัวเดินทาง จำนวน 2 ราย ยุติการศึกษา จำนวน 2 ราย และสละสิทธิ์ จำนวน 1 ราย ดังแผนภาพที่แสดงนี้



3. โครงการทุนผู้ช่วยวิจัย

สถาบันจัดให้มีโครงการทุนผู้ช่วยวิจัยเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนาบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ และก่อให้เกิดประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัยของสถาบัน ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสนับสนุนทุนให้แก่นักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาที่มีบันทึกความร่วมมือกับสถาบัน ซึ่งเข้ามาปฏิบัติงาน ณ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 ได้สนับสนุนทุนผู้ช่วยวิจัย รวมทั้งสิ้นจำนวน 10 ราย โดยปฏิบัติงานที่ระบบลำเลียงแสง และฝ่ายเครื่องเร่งอนุภาค ดังรายละเอียดต่อไปนี้



การให้บริการแสงซินโครตรอนและถ่ายทอดเทคโนโลยี
ที่เกี่ยวข้องแก่ภาคอุตสาหกรรม

การให้บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องแก่ภาคอุตสาหกรรม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ได้เปิดให้บริการแก่ภาคอุตสาหกรรม ใน 3 ด้าน ได้แก่ การให้บริการแสงซินโครตรอนและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง การให้บริการด้านเทคนิคและวิศวกรรม และการให้บริการถ่ายทอดเทคโนโลยีเสริมสร้างองค์ความรู้ผ่านการจัดฝึกอบรม และสัมมนาให้กับผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมในประเทศ เพื่อมุ่งเน้นการส่งเสริมขีดความสามารถของภาคอุตสาหกรรมไทยให้เข็มแข็งยิ่งขึ้น ผ่านการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือการปรับปรุงกระบวนการผลิต และการพัฒนาบุคคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์

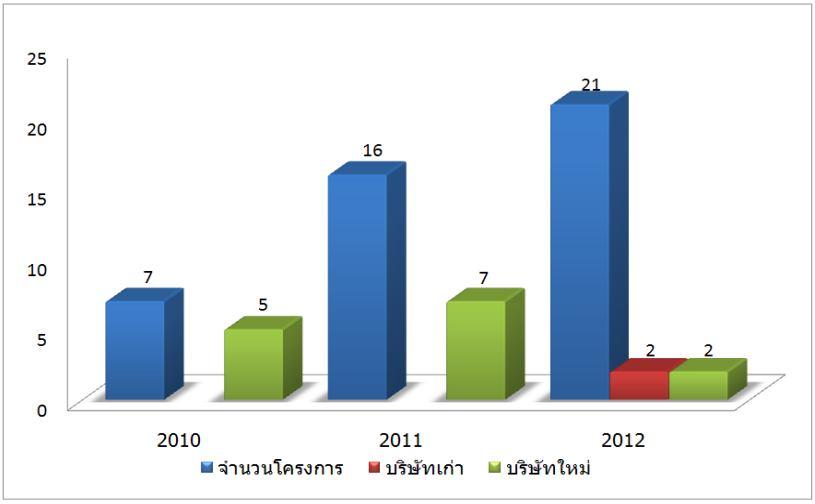
การให้บริการแสงซินโครตรอนและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือปรับปรุงกระบวนการผลิต

ปีงบประมาณ 2555 สถาบันได้ให้บริการแสงซินโครตรอนและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง แก่ภาคอุตสาหกรรมครอบคลุมกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะและวัสดุ อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมยางและพอลิเมอร์ จำนวน 4 บริษัท และมีจำนวนโครงการทั้งหมด 21 โครงการ ได้แก่

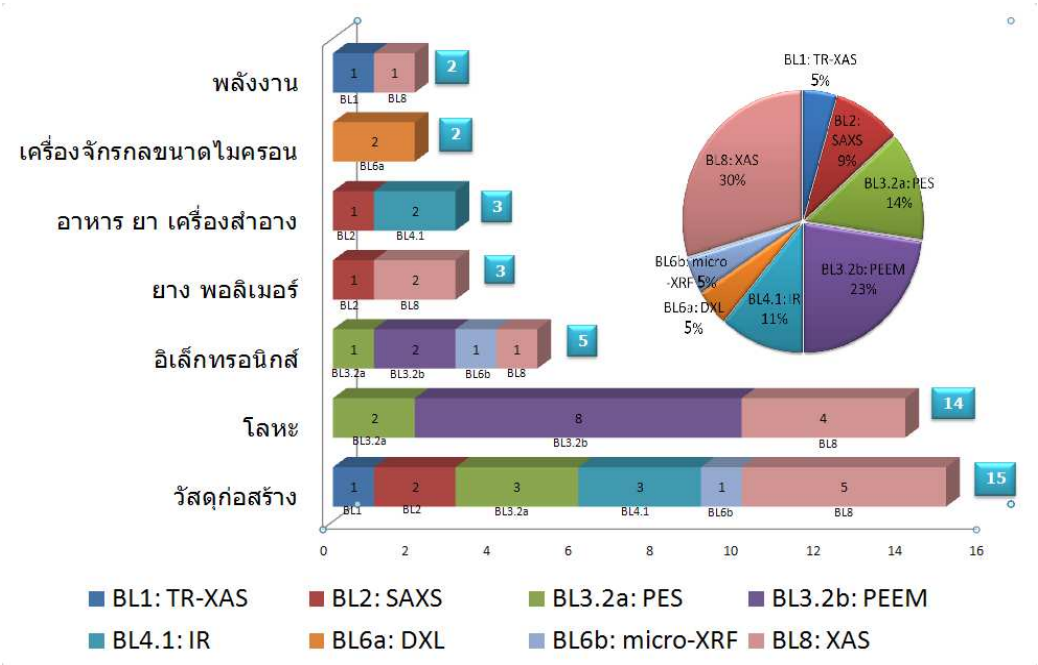
1. บริษัท สหวิริยาสตีลอินดัสตรี จำกัด (มหาชน) จำนวน 6 โครงการ
2. บริษัท สยามวิจัยและนวัตกรรม จำกัด จำนวน 12 โครงการ
3. บริษัท ห้าดาวแทรค จำกัด จำนวน 2 โครงการ
4. บริษัท ไทยโพลิเอททิลีน จำกัด จำนวน 1 โครงการ

ความก้าวหน้าของการให้บริการภาคอุตสาหกรรม

จากปีงบประมาณ 2553 ถึง ปีงบประมาณ 2555 สถาบันได้ให้บริการแสงซินโครตรอน และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องแก่ภาคอุตสาหกรรม จำนวน 44 โครงการ ซึ่งมีสถิติการให้บริการแสดงดังรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 สถิติการให้บริการแก่ภาคอุตสาหกรรม ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2553 – 2555 (44 โครงการ)



รูปที่ 2 สถิติการให้บริการแก่ภาคอุตสาหกรรม ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2553 – 2555 (44 โครงการ)

การให้บริการด้านเทคนิคและวิศวกรรม

สถาบันให้บริการด้านเทคนิคและวิศวกรรมโดยการผลิตชิ้นส่วนสุญญากาศมีความแม่นยำสูง (High Precision Mechanical Components) ในระดับต่ำกว่าไมโครเมตร และมีความเป็นสุญญากาศในระดับ Ultra High Vacuum (UHV) ที่ระดับความดันต่ำถึง 10^{-10} ทอร์ ในปีงบประมาณ 2555 ให้การบริการด้านเทคนิค และวิศวกรรมแก่ภาคอุตสาหกรรม และหน่วยงานของรัฐ จำนวน 4 แห่ง รวมมูลค่ากว่า 728,344 บาท ได้แก่

1. บริษัท บางกอกโซล่าร์ จำกัด
2. ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์
3. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
4. โครงการจัดตั้งสถานร่วมวิจัย มทส.-นาโนเทค-สซ.

การให้บริการถ่ายทอดเทคโนโลยี

สถาบันได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการประยุกต์ใช้แสงซินโครตรอนในการวิเคราะห์ วิจัย และการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านเทคนิคและวิศวกรรมเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ และสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ โดยมีการฝึกอบรม สัมมนา และจัดนิทรรศการประชาสัมพันธ์เชิงรุกสู่กลุ่มอุตสาหกรรมโดยตรง เพื่อเป็นการเผยแพร่ และส่งเสริมภาคอุตสาหกรรมให้เข้ามาใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอนให้มากยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ยังได้ดำเนินการสร้างความร่วมมือทางวิชาการกับภาคอุตสาหกรรมเพื่อพัฒนาศักยภาพด้านการผลิตให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้อย่างยั่งยืน

การลงนามความร่วมมือทางวิชาการด้านวัสดุก่อสร้างกับบริษัท สยามวิจัยและนวัตกรรม จำกัด ในเครือปูนซีเมนต์ไทย เมื่อวันที่ 31 ส.ค. 2555 โดยมีระยะเวลาความร่วมมือตั้งแต่วันที่ 31 ส.ค. 2555 ถึง วันที่ 30 ส.ค. 2557

การให้คำปรึกษา และถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้แสงซินโครตรอนเพื่องานวิจัยและพัฒนาฮาร์ดดิสก์ ให้แก่ นักวิจัย บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด เมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2555

คณะนักวิจัย สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน และบริษัท สหวิริยาสตีลอินดัสตรี จำกัด (มหาชน) ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีความก้าวหน้าทางวิทยาการด้านการผลิตผลิตภัณฑ์จากเหล็ก โดยคณะนักวิจัยจากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนของสาธารณรัฐเกาหลี Pohang Accelerator Laboratory (PAL) มหาวิทยาลัย Pohang University of Science and Technology (POSTECH) และ บริษัท Pohang Iron & Steel Company (POSCO) ณ สาธารณรัฐเกาหลี ระหว่างวันที่ 6 – 10 มีนาคม 2555

การให้คำปรึกษา และถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้แสงซินโครตรอนเพื่องานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์แก้ว แก่ บริษัท บางกอกกล๊าส จำกัด จังหวัดปทุมธานี เมื่อวันที่ 26 มกราคม 2555

การถ่ายทอดเทคโนโลยีสุญญากาศ ให้กับบริษัท บางกอกโซลาร์ จำกัด โดยทีมวิศวกรของสถาบันได้เข้าไปให้ความช่วยเหลือและถ่ายทอดองค์ความรู้เรื่องการตรวจสอบรอยรั่วของระบบสุญญากาศที่ใช้ในโรงงานผลิตแผงโซลาร์เซลล์ ณ โรงงานบางกอกโซลาร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา เมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2554

การให้คำปรึกษา และถ่ายทอดเทคโนโลยีการด้านเทคนิคและวิศวกรรม ให้แก่ บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ณ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน เมื่อวันที่ 29 พฤษภาคม 2555

การให้คำปรึกษา และถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้แสงซินโครตรอนเพื่องานวิจัยผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ แก่บริษัท อูเบะ (ประเทศไทย) จำกัด ณ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน เมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2555

การจัดนิทรรศการเผยแพร่ความรู้เทคโนโลยีแสงซินโครตรอนกับภาคอุตสาหกรรม

งานบูรณาการงานด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมสัญจรสู่จังหวัด / กลุ่มจังหวัดและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (วทน.) ครั้งที่ 1 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง จังหวัดมหาสารคาม วันที่ 25 - 27 ธันวาคม 2554

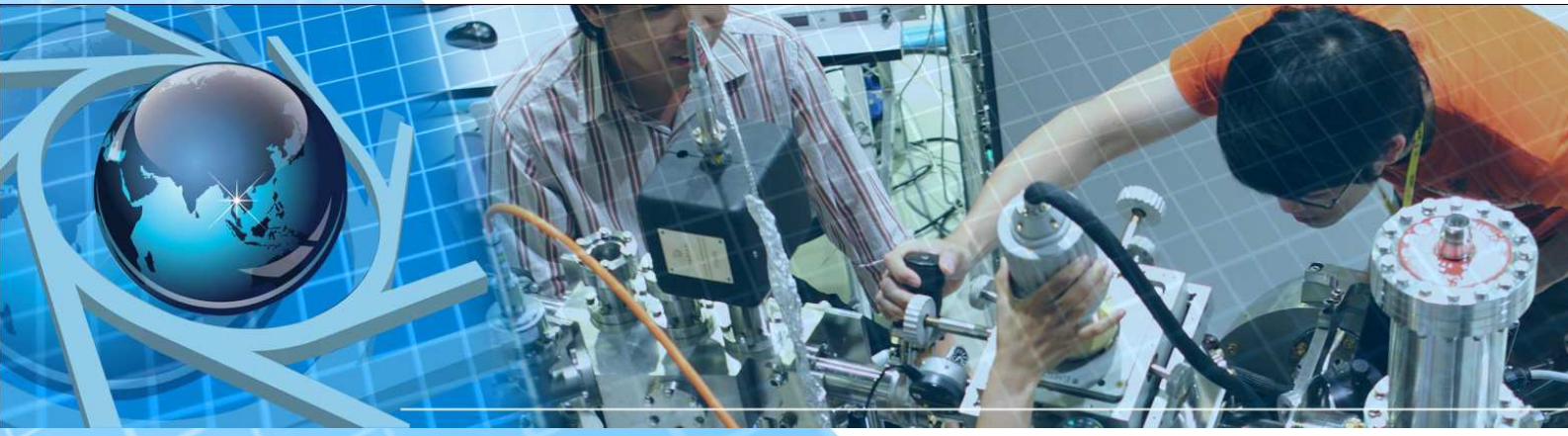
งานบูรณาการงานด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมสัญจรสู่จังหวัด / กลุ่มจังหวัดและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (วทน.) ครั้งที่ 2 ภาคเหนือตอนล่าง 2 จังหวัดนครสวรรค์ วันที่ 26-28 มีนาคม 2555

งานบูรณาการงานด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมสัญจรสู่จังหวัด/กลุ่มจังหวัดและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น(วทน.) ครั้งที่ 3 ภาคใต้ฝั่งอันดามัน จ.กระบี่ ระหว่างวันที่ 6-8 มิถุนายน 2555

งานบูรณาการงานด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมสัญจรสู่จังหวัด/กลุ่มจังหวัดและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (วทน.) ครั้งที่ 4 ภาคตะวันออก จังหวัดจันทบุรี วันที่ 5-8 สิงหาคม 2555

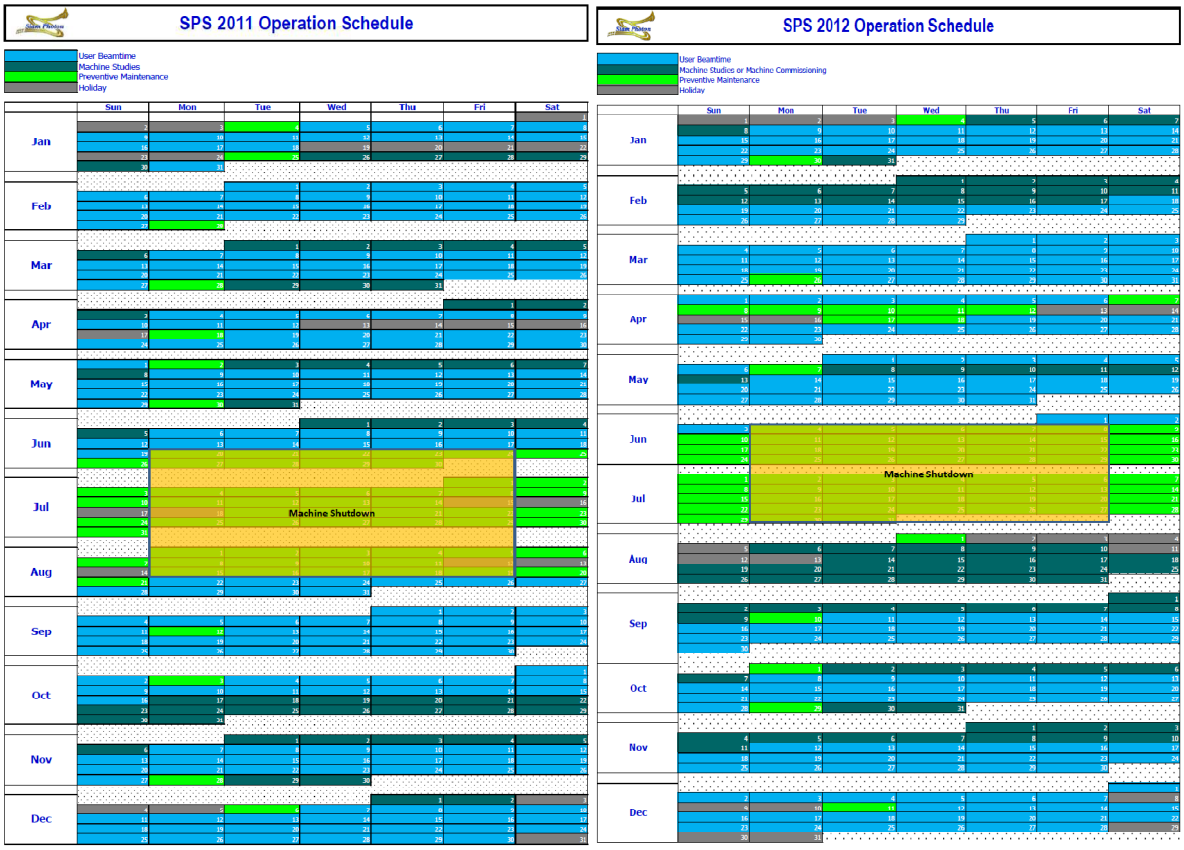
TechnoMart InnoMart 2011 17-20 ตุลาคม 2554 ณ ห้อง EH 101-102 ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค

การพัฒนาเครื่องกำเนิดแสงสยามและการเดินเครื่อง



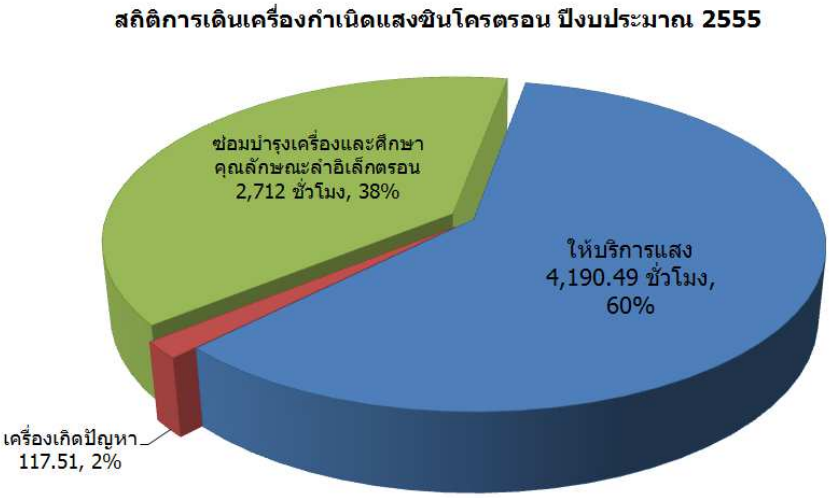
การเดินเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนเพื่อให้บริการแสงซินโครตรอนแก่ผู้ใช้

ปีงบประมาณ 2555 สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ได้กำหนดตารางการเดินเครื่องและให้บริการแสงซินโครตรอนแก่นักวิจัย โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2554 ถึง วันที่ 30 กันยายน 2555 ดังแสดงในรูปที่ 1



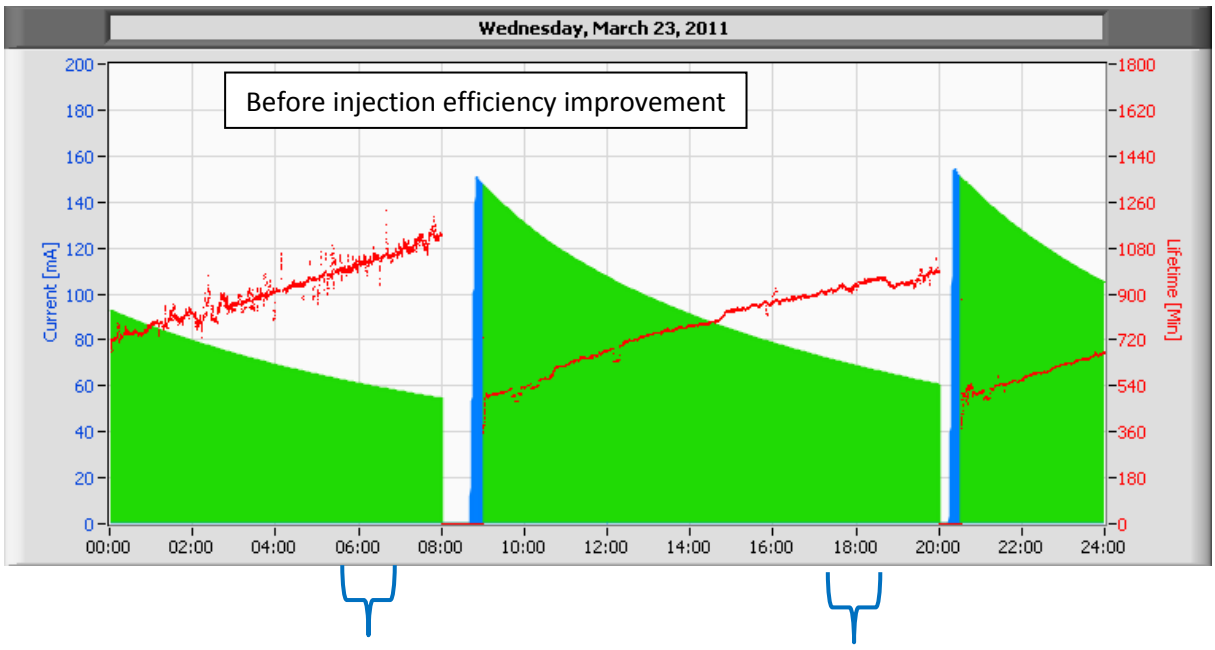
รูปที่ 1 แสดงตารางเวลาการเดินเครื่องและการให้บริการแสงซินโครตรอน ปี 2555

ซึ่งในตารางประกอบด้วยช่วงเวลาของการให้บริการแสง (User Beamtime) การซ่อมบำรุง (Preventive Maintenance) การศึกษาคุณลักษณะลำอนุภาคอิเล็กตรอน (Machine Study) และการหยุดเครื่องเพื่อซ่อมบำรุงประจำปี (Machine Shutdown) โดยสามารถสรุปเป็นสถิติจำนวนชั่วโมงได้ตามกราฟในรูปที่ 2

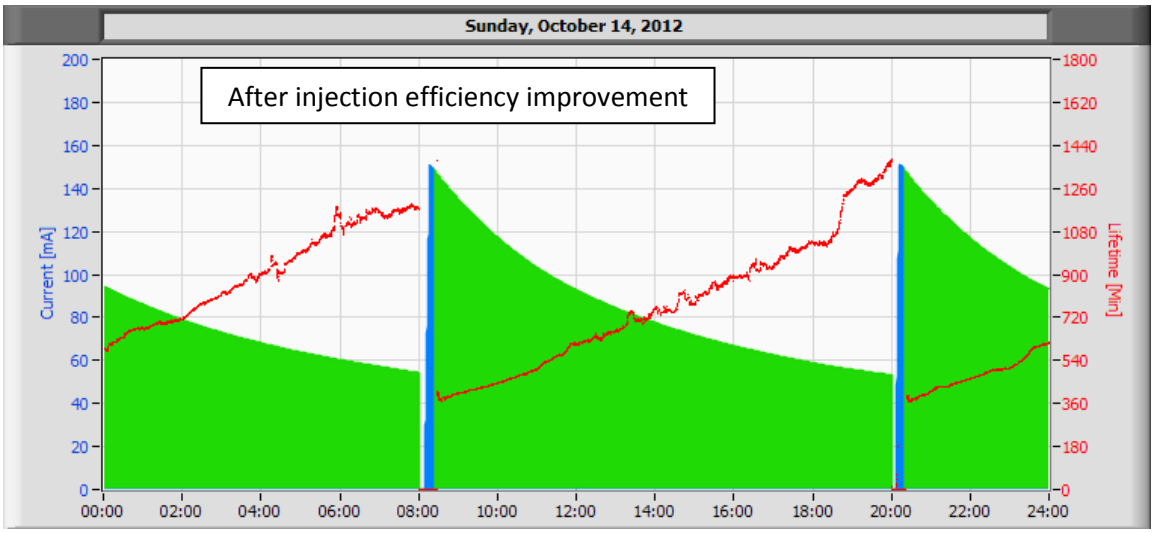


รูปที่ 2 แสดงสถิติการเดินเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนในปีงบประมาณ 2555

สถาบันได้กำหนดเวลาที่ต้องให้บริการแสงเพิ่มขึ้นเป็น 4,190.49 ชั่วโมง จากเดิม 3,976 ชั่วโมงในปีงบประมาณ 2554 โดยได้กำหนดให้มีการเดินเครื่องเพื่อให้บริการแสงซินโครตรอนแก่นักวิจัยตลอด 24 ชั่วโมงติดต่อกัน 3 สัปดาห์ต่อเดือน ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ของเดือน รวมจำนวนชั่วโมงการให้บริการแสงเท่ากับ 166 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมในปีงบประมาณ 2554 ที่มีจำนวนชั่วโมงการให้บริการแสงเท่ากับ 154 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เนื่องจากมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการบรรจุอิเล็กตรอนสู่วงกักเก็บให้เร็วขึ้นกว่าเดิม โดยในแต่ละวันจะมีรอบเวลาในการบรรจุลำอิเล็กตรอนเข้าสู่วงกักเก็บอิเล็กตรอน 2 ครั้ง ในช่วงเวลา 08:00 น. และ 20:00 น. ซึ่งแต่ละครั้งใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที จากเดิมที่ต้องใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้มีเวลาให้บริการแสงเพิ่มขึ้นเป็น 23 ชั่วโมงต่อวันจากเดิม 22 ชั่วโมงต่อวัน ดังแสดงในรูปที่ 3



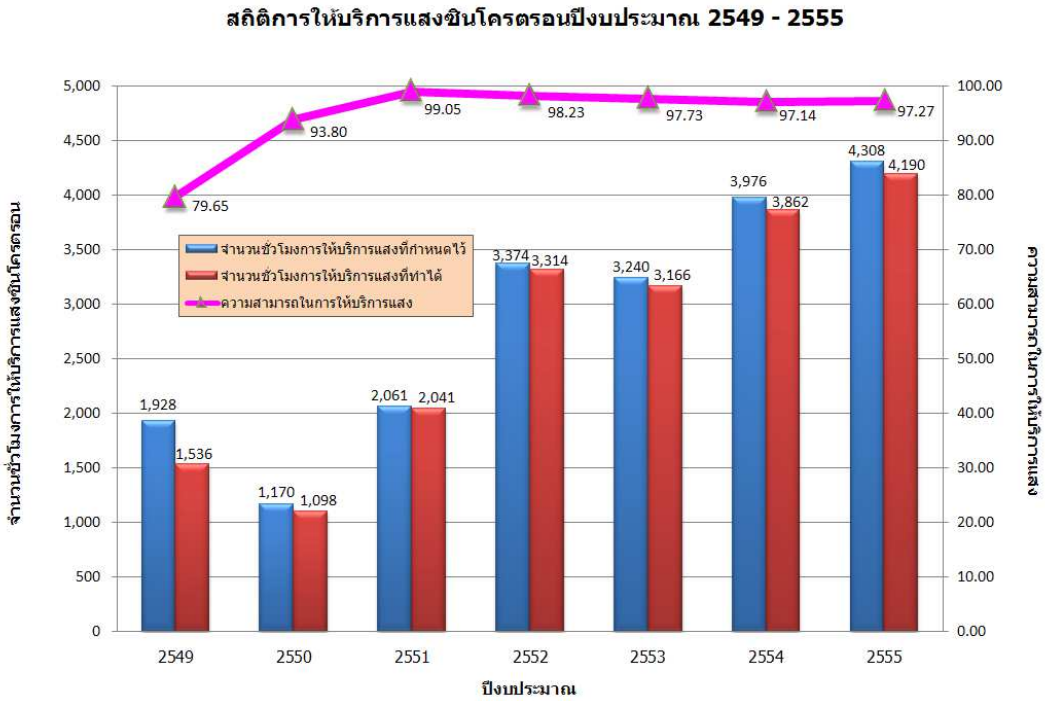
ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง



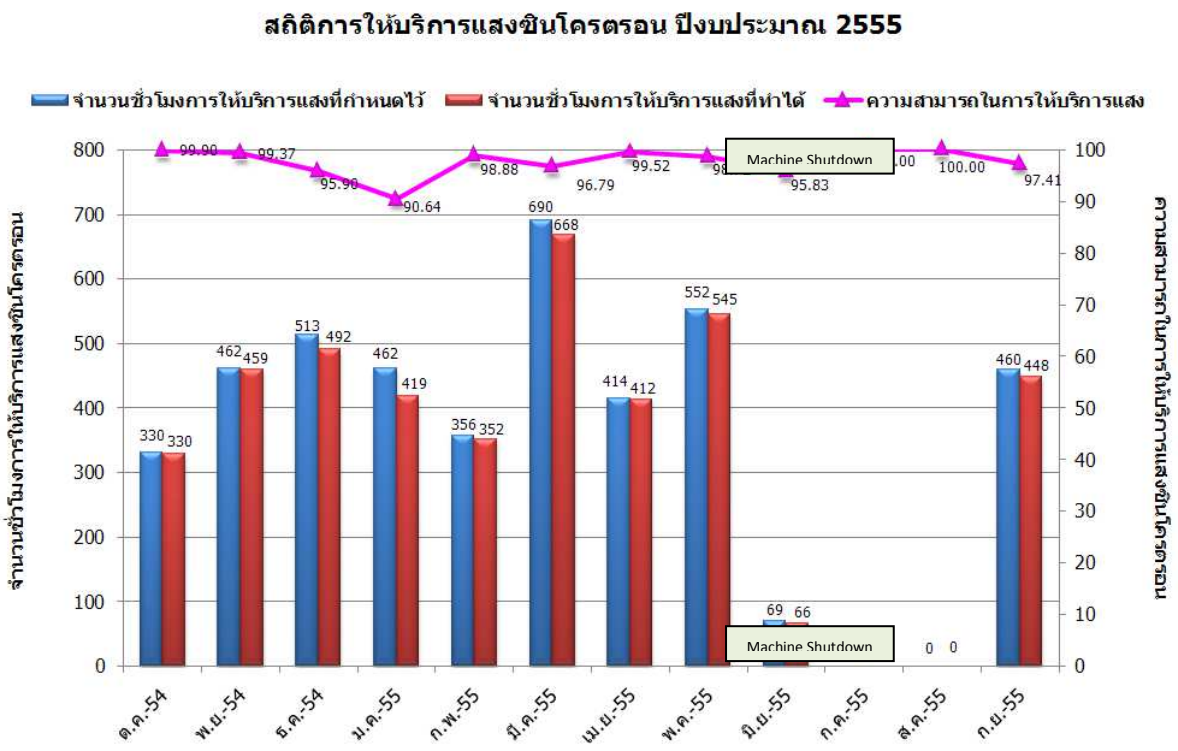
ใช้เวลาน้อยกว่า 30 นาที ใช้เวลาน้อยกว่า 30 นาที

รูปที่ 3 แสดงช่วงเวลาการให้บริการแสงซินโครตรอนในแต่ละวัน

ตลอดปีงบประมาณ 2555 สถาบันสามารถเดินเครื่องเพื่อให้บริการแสงแก่นักวิจัยรวมทั้งสิ้น 4,190 ชั่วโมง คิดเป็น 97.27 เปอร์เซ็นต์ของเป้าหมาย



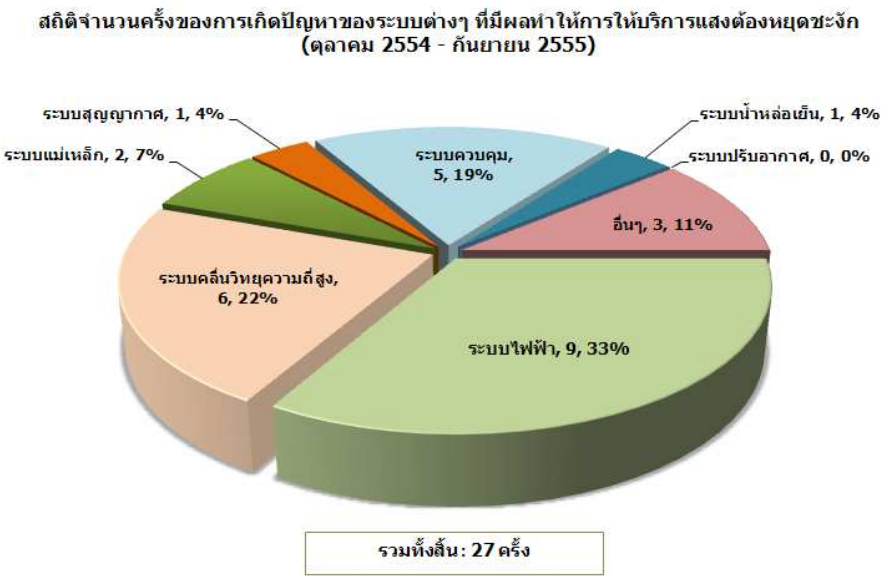
รูปที่ 4 แสดงสถิติการให้บริการแสงซินโครตรอนตั้งแต่ปี 2549 – 2554



รูปที่ 5 แสดงสถิติการให้บริการแสงซินโครตรอนของแต่ละเดือนในปีงบประมาณ 2555

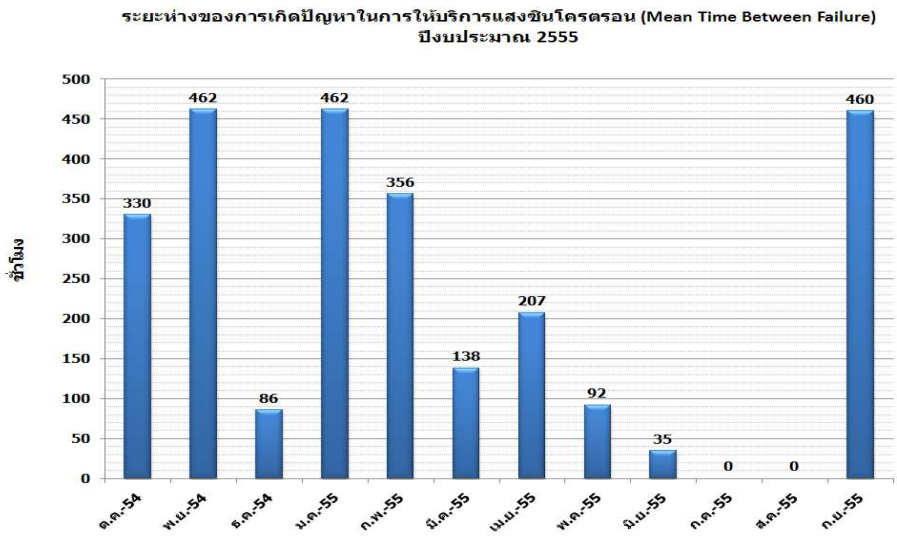
จากสถิติพบว่าจำนวนชั่วโมงการให้บริการแสงเพิ่มขึ้นจากปีงบประมาณ 2554 ประมาณ 328 ชั่วโมง หรือประมาณร้อยละ 8 และมีความสามารถในการเดินเครื่องเพื่อให้บริการแสง (Operation Availability) เพิ่มขึ้นจากปีงบประมาณ 2554 เล็กน้อย เนื่องจากได้มีการแก้ไขปัญหาการชำรุดและการทำงานผิดพลาดของอุปกรณ์บางส่วนในเครื่องกำเนิดแสง ทำให้การทำงานของเครื่องมีความเสถียรมากขึ้น อย่างไรก็ตามในช่วงเดือนมกราคมปี 2555 ได้เกิดปัญหาขึ้นกับระบบสุญญากาศของส่วนต่อระหว่างวงกักเก็บอิเล็กตรอนและระบบลำเลียงแสง (Beamline Frontend) ต้องใช้เวลาในการแก้ไขปัญหานานประมาณ 43 ชั่วโมง ทำให้ความสามารถในการเดินเครื่องเพื่อให้บริการแสง (Operation Availability) ลดลงเหลือร้อยละ 90.64

การเดินเครื่องเพื่อให้บริการแสงในบางครั้งต้องหยุดชะงัก (Machine downtime) เนื่องจากปัญหาการชำรุดและการทำงานผิดพลาดของระบบและอุปกรณ์ภายในเครื่องกำเนิดแสง ซึ่งในปีงบประมาณ 2555 นั้น เกิดขึ้นทั้งหมด 64 ครั้ง ระบบที่เกิดปัญหาบ่อยครั้งที่สุดคือระบบจ่ายกำลังคลื่นวิทยุความถี่สูง (RF System) ดังแสดงในรูปที่ 6



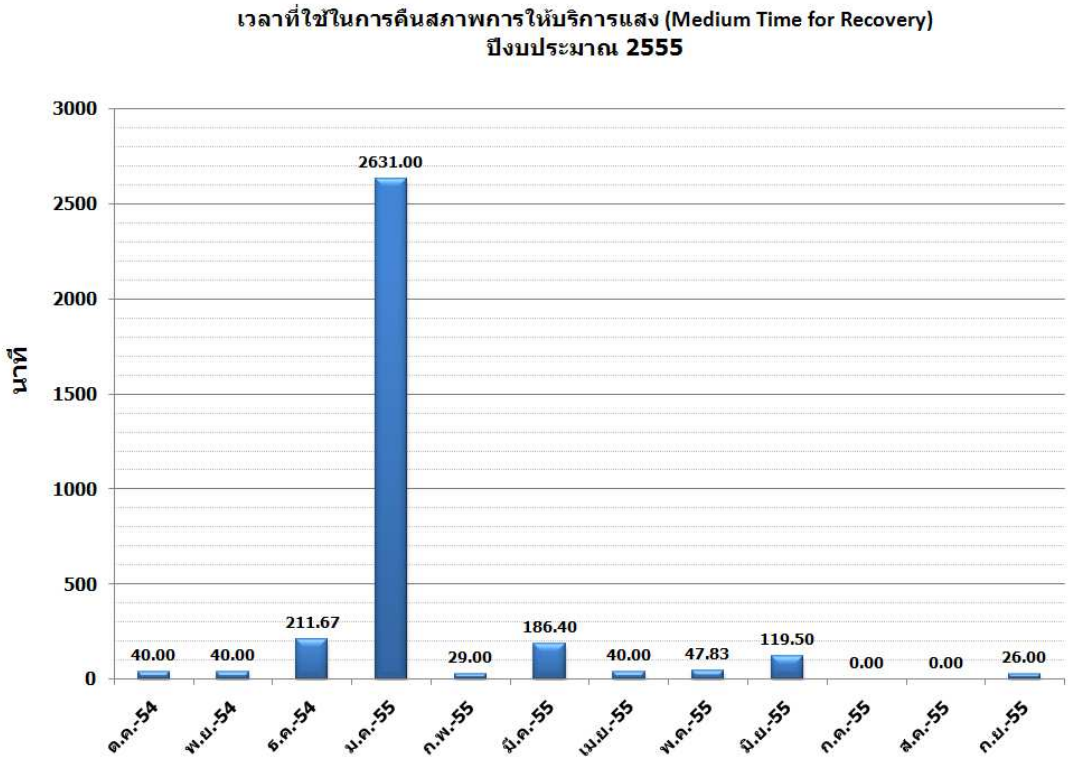
รูปที่ 6 แสดงสถิติการเกิดความผิดพลาดของระบบต่างๆ ที่ทำให้ต้องหยุดบริการแสงปีงบประมาณ 2555

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพและเสถียรภาพในการเดินเครื่องเพื่อให้บริการแสงที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ระยะห่างของเวลาในการเกิดปัญหา (Mean Time Between Failures หรือ MTBF) โดยถ้าหากในเดือนใดมีค่า MTBF สูง แสดงว่าการเดินเครื่องเพื่อให้บริการแสงในเดือนนั้นมีประสิทธิภาพและเสถียรภาพสูง เพราะเนื่องจากมีปัญหาหรือความผิดพลาดของเครื่องเกิดขึ้นน้อยครั้งนั่นเอง จากสถิติข้อมูลในรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่าในช่วงเดือนธันวาคม 2554 มีค่า MTBF ที่ค่อนข้างต่ำคือ 86 ชั่วโมง เนื่องจากการระบบจ่ายกำลังคลื่นวิทยุความถี่สูงเกิดปัญหาบ่อยครั้ง เช่นเดียวกับในช่วงเดือนพฤษภาคม 2555 ที่มีค่า MTBF 92 ชั่วโมง เนื่องจากเกิดไฟฟ้าดับบ่อยครั้งขณะเกิดพายุฤดูร้อน ทำให้การเดินเครื่องต้องหยุดชะงัก ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายน ที่มีค่าต่ำเพียง 36 ชั่วโมง เพราะเนื่องจากมีการเดินเครื่องและให้บริการแสงเพียง 3 วัน (4 มิถุนายน – 31 กรกฎาคม เป็นช่วงของการหยุดซ่อมบำรุงเครื่องประจำปี 2555) หากพิจารณาตลอดปีโดยยกเว้นช่วงหยุดซ่อมบำรุงประจำปี จะเห็นได้ว่าตลอดปี 2555 มีค่าเฉลี่ย MTBF 262.8 ชั่วโมง



รูปที่ 7 แสดงสถิติระยะห่างของเวลาในการเกิดปัญหาในแต่ละเดือนของปีงบประมาณ 2555

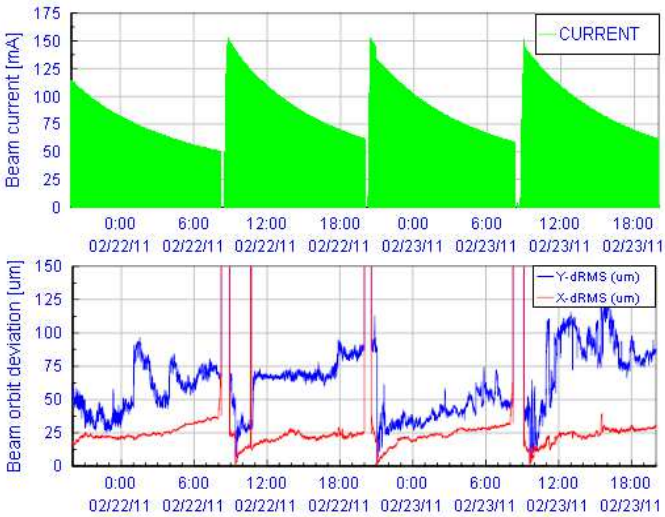
โดยมีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาเพื่อให้สามารถคืนสภาพการให้บริการแสงได้อีกครั้ง (Medium time for recovery) อยู่ที่ประมาณต่ำกว่า 50 นาทีต่อหนึ่งปัญหา ส่วนในเดือนมกราคมมีค่าสูงกว่าเดือนอื่นๆ เพราะเนื่องจากระบบสุญญากาศของส่วนต่อระหว่างวงกักเก็บอิเล็กตรอนและระบบลำเลียงแสงเกิดการรั่วซึม ทำให้ต้องใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมงในการแก้ไขปัญหา ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงสถิติเวลาที่ใช้ในการคืนสภาพการให้บริการแสงในแต่ละเดือนของปีงบประมาณ 2555

การปรับปรุงความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน

ความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน (Beam position stability) ในวงกักเก็บอิเล็กตรอน (Electron storage ring) เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของแสงซินโครตรอนที่ผลิตเพื่อให้บริการกับนักวิจัยผู้ใช้แสงตามสถานีทดลองต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับระบบลำเลียงแสงที่มีการโฟกัสลำอิเล็กตรอนให้มีขนาดเล็ก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหรือมุมของลำอิเล็กตรอนจะทำให้ความเข้มและพลังงานของแสงมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของข้อมูลที่วัดได้ตามไปด้วย



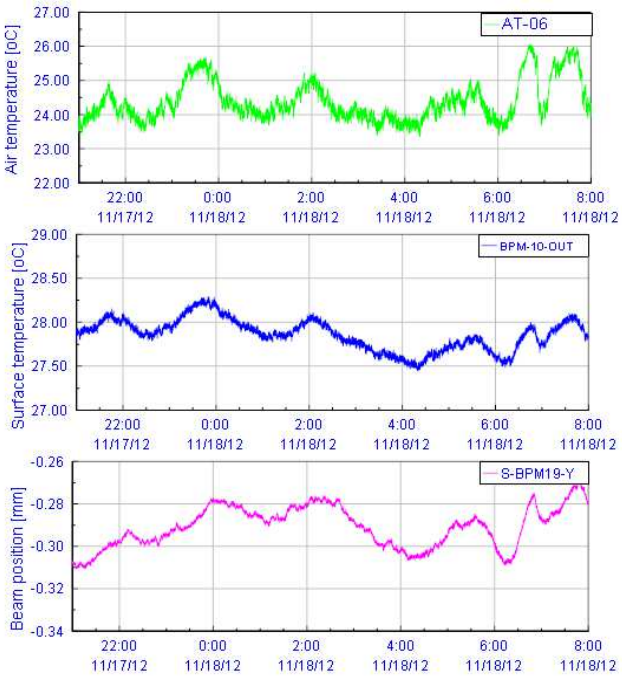
รูปที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของวงโคจรของลำอิเล็กตรอนในแนวแกน X และ Y ของวงกักเก็บอิเล็กตรอนในช่วงระยะเวลา 48 ชม. ของการให้บริการก่อนการปรับปรุง ภายในรอบการให้บริการ 11 ชม. ตำแหน่งลำอิเล็กตรอนอาจเลื่อนไปมากกว่า 25 ไมโครเมตรในแนวแกน X และมากกว่า 100 ไมโครเมตรในแนวแกน Y

การปรับปรุงความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน จึงเป็นโครงการสำคัญซึ่งทางสถาบันได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง โดยได้ปรับปรุงระบบหลายๆ ระบบไปพร้อมกัน เนื่องจากสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนนั้นเกิดจากปัจจัยหลายๆ ด้าน เช่น ประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า (Power supply) ของแม่เหล็ก การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น การขยับตัวและการสั่นของพื้น (Ground settlement, Ground

vibration) ด้วยปัจจัยเหล่านี้ทำให้ตำแหน่งลำอิเล็กตรอนในวงกักเก็บอิเล็กตรอนในช่วงเวลา 11 ชั่วโมงของการให้บริการแสงเกิดการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยอยู่ที่ 50-120 ไมโครเมตร ดังแสดงในรูปที่ 9 ซึ่งโดยทั่วไปเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนนั้นควรจะมีการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งลำอิเล็กตรอนน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของขนาดลำอิเล็กตรอน หรือประมาณ 20 ไมโครเมตร สำหรับวงกักเก็บอิเล็กตรอนของเครื่องกำเนิดแสงสยาม เพื่อปรับปรุงความเสถียรเชิงตำแหน่งให้ได้ตามค่าดังกล่าว ทางสถาบันได้ดำเนินการปรับปรุงระบบที่เกี่ยวข้องกับความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน ดังต่อไปนี้

1. การปรับปรุงระบบปรับอากาศ

สภาพอุณหภูมิอากาศและความชื้นทั้งภายในและภายนอกวงกักเก็บอิเล็กตรอนนั้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมินั้นทำให้ แม่เหล็ก ฐานแม่เหล็ก (Magnet girder) และท่อสุญญากาศ (Vacuum chamber) เกิดการขยายตัวหรือหดตัว การจัดเรียงตัวของแม่เหล็กเกิดการเปลี่ยนแปลง เพื่อลดผลกระทบดังกล่าว ทางสถาบันได้ดำเนินปรับปรุงระบบปรับอากาศในวงกักเก็บอิเล็กตรอน ในระยะแรก ทางสถาบันได้ดำเนินการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้น (Humidity sensor) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศ (Air-temperature sensor) และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิพื้นผิว (Surface-temperature sensor) ให้กับแม่เหล็ก ฐานแม่เหล็ก และท่อสุญญากาศ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งลำอิเล็กตรอน ซึ่งพบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนดังแสดงในรูปที่ 2 หลังจากนั้นทางสถาบันได้ดำเนินการปรับปรุงและควบคุมเครื่องส่งลมเย็น (Air handing unit) ควบคุมเครื่องส่งจ่ายลมเย็น (Fan coil unit) ในบริเวณวงกักเก็บอิเล็กตรอนและโถงทดลอง ทำให้ปัจจุบันอุณหภูมิอากาศในวงกักเก็บอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิลดลงจากเดิม ± 2 °C เป็น ± 0.6 °C



รูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ (บน) อุณหภูมิผิวของอุปกรณ์วัดตำแหน่ง (กลาง) และการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งลำอิเล็กตรอน (ล่าง)

2. การปรับระดับของแม่เหล็ก (Magnet Realignment)

จากการติดตามวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับแม่เหล็กในวงกักเก็บอิเล็กตรอนพบว่า ระดับแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละปี โดยประมาณเฉลี่ยปีละ 0.4 มิลลิเมตร รวมแล้วในเวลาหลายปีที่ผ่านมาระดับแม่เหล็กบางตัวเปลี่ยนแปลงไปมากถึงกว่า 3 มิลลิเมตร ซึ่งอาจดูเหมือนเป็นปริมาณที่น้อยมาก แต่สำหรับลำอิเล็กตรอนซึ่งมีขนาดเล็กมากนั้นการเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลมากทีเดียว การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นผลมาจากการการทรุดตัวอย่างช้าๆ ของอาคาร และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ทั้งตำแหน่งและคุณลักษณะของลำอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนแปลง ทางสถาบันจึงได้ดำเนินการปรับระดับการจัดเรียงตัวของแม่เหล็กใหม่โดยมีรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

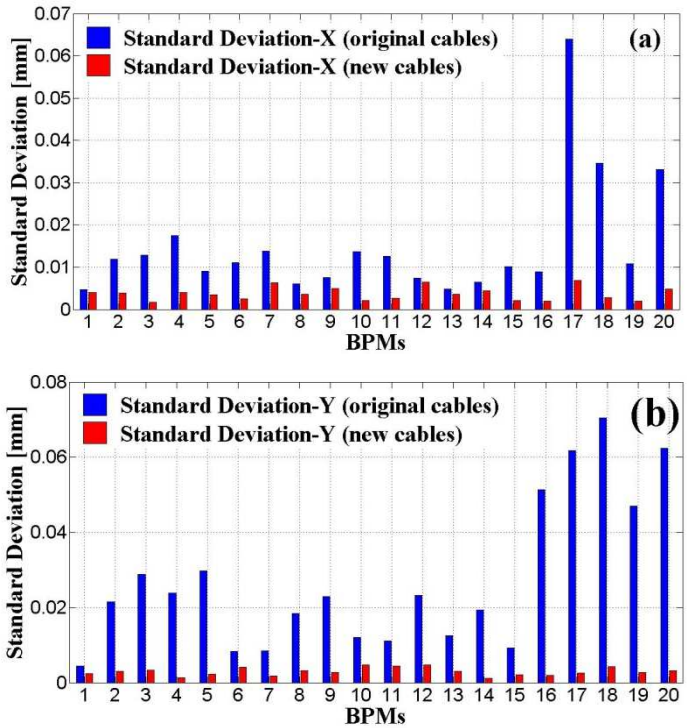
3. การควบคุมตำแหน่งลำอิเล็กตรอน

นอกจากเราจะแก้ไขการเปลี่ยนตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนโดยการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อลำอิเล็กตรอนแล้ว เรายังสามารถใช้ระบบควบคุมวงโคจรของลำอิเล็กตรอนแบบป้อนข้อมูลกลับ หรือ Orbit feedback ซึ่งเป็นวิธีการแก้ไขตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนโดยการปรับความเข้มของสนามแม่เหล็กสองขั้ว (Corrector magnet strength) ทุกๆ 1-10 วินาที โดยความเข้มของสนามแม่เหล็กจะถูกคำนวณโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับแม่เหล็กสองขั้ว หรือเรียกว่า Corrector-to-BPM Response Matrix

เพื่อให้ได้ความเสถียรเชิงตำแหน่งลำอิเล็กตรอนตามเป้าหมายที่กำหนด วิธีการนี้ต้องอาศัยอุปกรณ์วัดตำแหน่ง (Beam Position Monitor; BPM) และแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าของแม่เหล็ก (Magnet power supply) ที่มีความละเอียดและความแม่นยำสูง รวมถึงต้องพิจารณาสิ่งรบกวนจากภายนอกที่เข้ามาทำให้ระบบเกิดความคลาดเคลื่อนหรือเสียสมดุล ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เป็นปัญหาสำคัญที่ทางสถาบันได้ดำเนินการแก้ไข โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การปรับปรุงระบบวัดตำแหน่งลำอิเล็กตรอน

ปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในระบบวัดตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน เป็นปัญหาแรกที่ทางสถาบันได้ดำเนินการแก้ไขเพื่อรองรับการปรับปรุงความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน โดยทางสถาบันได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนจากไต้หวันในการแก้ไขปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุ ซึ่งพบว่าสาเหตุสำคัญที่เกิดขึ้นมาจากคุณภาพและการติดตั้งของสายสัญญาณ ทางสถาบันจึงได้ติดตั้งสายสัญญาณใหม่ที่มีคุณภาพสูง กล่าวคือ มีอัตราการสูญเสียสัญญาณต่ำและมีการป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกที่ดีขึ้น รวมทั้งแยกสายสัญญาณออกจากระบบสายสัญญาณอื่นๆ ทำให้ความแม่นยำในการวัดตำแหน่งลำอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจากเดิมที่มีความคลาดเคลื่อนอยู่ภายในช่วง 60 ไมโครเมตร ลดลงเป็น 3 ไมโครเมตร ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดในการวัดตำแหน่งลำอิเล็กตรอนก่อน (สีน้ำเงิน) และหลัง (สีแดง) การปรับปรุงสายสัญญาณ สำหรับแนวแกน X (รูปบน) ในแนวแกน Y (รูปล่าง)

3.2 การปรับปรุงแหล่งจ่ายไฟฟ้าแม่เหล็กสองขั้ว (Corrector manger power supply)

ทางสถาบันได้ดำเนินการติดตั้งแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าของแม่เหล็กสองขั้วใหม่แทนระบบเดิมเนื่องจากความละเอียดและความแม่นยำของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าระบบเดิมไม่สามารถควบคุมความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนตามเป้าหมายที่กำหนดได้ โดยคุณสมบัติของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าได้แสดงเปรียบเทียบในตารางที่ 1

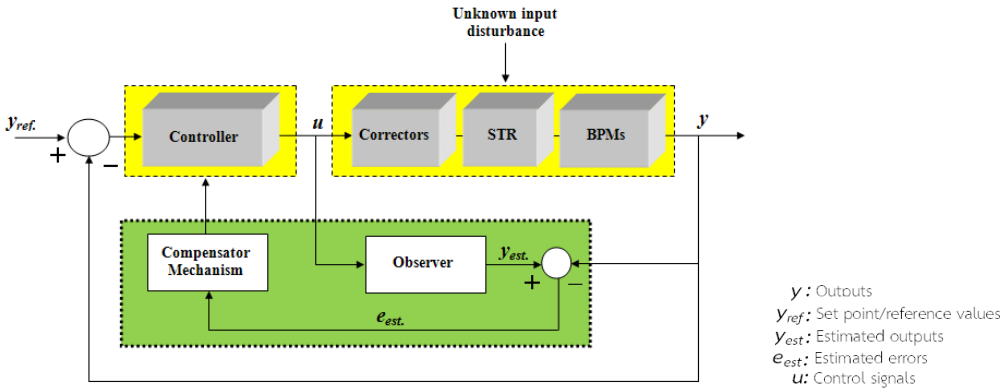
ตารางที่1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุง

คุณสมบัติ	**แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง**	**แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าหลังการปรับปรุง**
ชนิด	Uni-polar power supply	Bi-polar power supply
ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด (Maximum current)	33 A ในแนวแกน X 25 A ในแนวแกน Y	12 A สำหรับทั้งแกน X และแกน Y
ความละเอียดของค่ากระแส (Current setting resolution)	12 บิต	16 บิต
ความเสถียรของกระแส (Output current stability)	1 mA	0.05 mA

คุณสมบัติ	แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง	แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าหลังการปรับปรุง
ความละเอียดของกระแสต่อบิต	16 mAในแนวแกน x 12 mA ในแนวแกน y	0.4 mA สำหรับทั้งแกน X และแกน Y

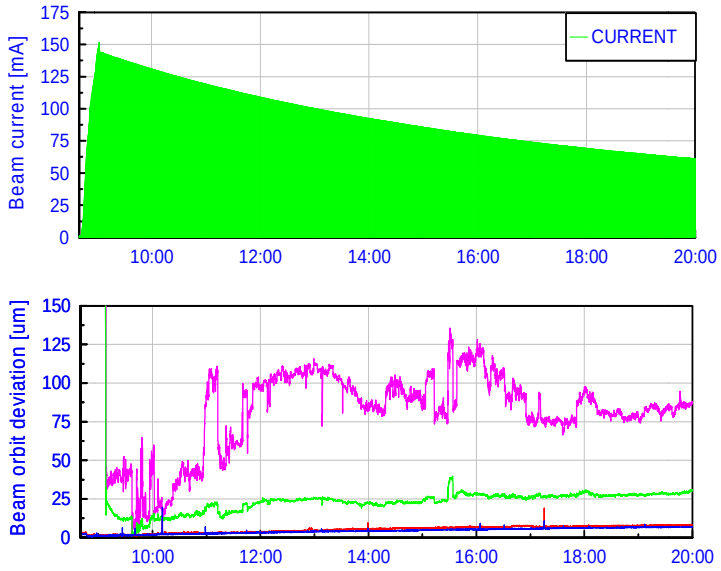
3.3 การควบคุมตำแหน่งลำอิเล็กตรอน ด้วยเทคนิค Fault-Tolerant Control (FTC)

ทางสถาบัน ได้นำเทคนิค FTC มาประยุกต์ในระบบการควบคุมตำแหน่งลำอิเล็กตรอน เนื่องจากเทคนิค FTC เป็นเทคนิคที่ออกแบบมาเพื่อแก้ไขข้อจำกัดในระบบ Feedback control เมื่อมีเหตุการณ์ที่ระบบ (Plant) เกิดความผิดพลาด (Fault เช่น Actuator fault, Sensor fault, Component fault) หรือมีสิ่งรบกวนจากภายนอก (External disturbances เช่น EMI, noise, temperature) เข้ามาทำให้ระบบเสียสภาพสมดุล ซึ่งปัญหาต่างๆ เหล่านี้เกิดขึ้นในระบบการควบคุมตำแหน่งลำอิเล็กตรอน และไม่สามารถแก้ได้ด้วยการใช้เทคนิคการคำนวณโดยตรงจากความสัมพันธ์ของ Response Matrix แต่ FTC สามารถชดเชยได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการปรับค่าของตัวควบคุมใหม่ (Controller reconfiguration) เพื่อให้สอดคล้องกับระบบที่กำลังเผชิญหน้าอยู่กับปัญหาหรือความผิดพลาดแบบ Real-time โดยอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า Fault Diagnosis ผ่าน Model-based observer เพื่อทำการประมวลผล ตรวจจับ (Detection) แยกโดดปัญหา (Isolation) ตลอดจนประมาณค่า (Estimation) ของปัญหา ข้อผิดพลาด และสิ่งรบกวนที่เกิดขึ้นในระบบ โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งต่อไปยัง Compensator Mechanism ในการปรับการทำงานใหม่ของ Controller เพื่อชดเชยและรักษาเสถียรภาพของระบบที่กำลังควบคุมให้สามารถดำเนินต่อไปอย่างสมบูรณ์ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงหลักการทำงานของ Fault-Tolerant Control (FTC)

จากการปรับปรุงระบบต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ปัจจุบันความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนมีค่าอยู่ที่ 5 ไมโครเมตร หรือคิดเป็น 2.7 เปอร์เซ็นต์ของขนาดลำอิเล็กตรอน ดีกว่าค่ามาตรฐาน 10 เปอร์เซ็นต์อย่างมาก ดังแสดงผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงในรูปที่ 13 นอกจากนี้ จากการทดลองพบว่า ระบบการควบคุมโดยการใช้เทคนิค FTC ที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นนั้นสามารถรักษาเสถียรภาพและควบคุมการเคลื่อนที่ของลำอิเล็กตรอนได้ ถึงแม้อุณหภูมิภายในอาคารปฏิบัติการแสงสยามจะเปลี่ยนแปลงไปมากถึง 2-3 องศาเซลเซียส



รูปที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของลำอิเล็กตรอนในแนวแกน X และ Y ภายในวงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอนก่อน (สีน้ำเงิน:X, สีแดง:Y) และหลังการปรับปรุง (สีชมพู:X, สีเขียว:Y)

การปรับระดับและการปรับตำแหน่งแม่เหล็ก (Magnet realignment)

เพื่อให้แสงซินโครตรอนที่ให้บริการแก่ผู้ใช้มีคุณภาพและมีเสถียรภาพ แม่เหล็กที่ทำหน้าที่บังคับทิศทางและตำแหน่งของอิเล็กตรอนซึ่งถูกจัดวางไว้ในวงกักเก็บอิเล็กตรอนจำเป็นต้องอยู่ในระดับและตำแหน่งที่ถูกต้อง หลังจากการปรับระดับแม่เหล็กภายในวงกักเก็บอิเล็กตรอน เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2549 ได้มีการสำรวจระดับความสูงของแม่เหล็กภายในวงกักเก็บอิเล็กตรอน พบว่าเดือนกันยายน 2551 ระดับแม่เหล็กต่ำสุดจากระดับอ้างอิง 1.7 มิลลิเมตร ต่อมาเดือนกรกฎาคม 2554ระดับแม่เหล็กต่ำสุดจากระดับอ้างอิงมากถึง 3.1 มิลลิเมตร ซึ่งค่าดังกล่าวมีค่าเกินมาตรฐานที่ยอมรับได้ตามตารางที่ 2 ที่ระบุว่าระดับความสูงและตำแหน่งของแม่เหล็ก ควรมีค่าน้อยกว่า ± 0.2 มิลลิเมตร ดังนั้นทางสถาบันจึงได้ดำเนินการปรับระดับแม่เหล็กใหม่ในเดือนมิถุนายน 2555 ที่ผ่านมา

ตารางที่ 2 แสดงค่ามาตรฐานของความแม่นยำของระดับความสูงและตำแหน่งแม่เหล็ก

Components	Reference components or marks	Required precision (mm)		Tilt (mm/m)
		X and Y	Beam stream	
Dipoles	Dipole reference marks/Level marks	±0.2	±0.2	±0.2
Multipoles	Dipole reference marks/Level marks	±0.2	±0.2	±0.2
Steering magnets	Quadrupoles	±0.5	±0.5	±0.5

Beam Position Monitor	Quadrupoles	±0.5	±0.5	±0.5

การ Alignment คือการปรับระดับและการปรับตำแหน่งของอุปกรณ์ให้อยู่ในพิกัดที่ออกแบบโดยการปรับระดับความสูงของแม่เหล็กภายในวงกักเก็บอิเล็กตรอนจะใช้กล้องวัดระดับ การปรับตำแหน่งจะใช้ Laser Tracker การวัดความลาดเอียงโดยใช้ Tilt meter ในส่วนขั้นตอนการ Alignment วงกักเก็บอิเล็กตรอน จะเริ่มจากการปรับระดับและตำแหน่ง รวมถึงความลาดเอียงของแม่เหล็กสองขั้ว (BM) โดยใช้ Reference mark เป็นตัวอ้างอิง จากนั้นทำการปรับระดับ ตำแหน่ง และความลาดเอียงของแม่เหล็กสี่ขั้ว (QM) โดยใช้แม่เหล็กสองขั้ว (BM) เป็นตัวอ้างอิง สุดท้ายจะทำการปรับระดับ ตำแหน่ง และความลาดเอียงของแม่เหล็กหกขั้ว (SXM), แม่เหล็กสองขั้ว (Steering) และอุปกรณ์อื่นๆ (BMP, RF-Cavity, Undulator) โดยใช้แม่เหล็กสองขั้ว (BM) เป็นตัวอ้างอิง

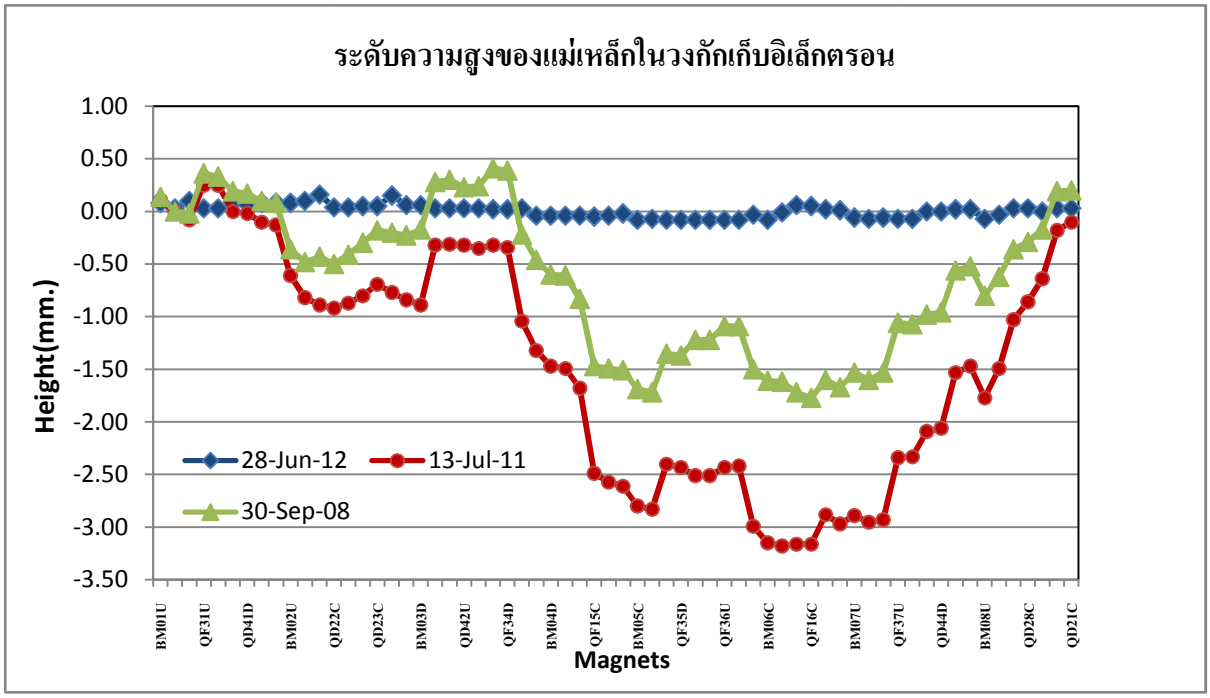
รูปที่ 14 การ Alignment แม่เหล็กสองขั้ว

รูปที่ 15 การ Alignment แม่เหล็กสี่ขั้ว

รูปที่ 16 การ Alignment แม่เหล็กหกขั้ว

รูปที่ 17 การ Alignment แม่เหล็กสำหรับปรับตำแหน่ง (Steering Magnet)

ระดับความสูงของแม่เหล็กภายในวงกักเก็บอิเล็กตรอนหลังเสร็จการ Realignment ได้ผลดังรูปที่ 18 จากกราฟจะเห็นว่าหลังจาก Realignment (เส้นน้ำเงิน-28 June 2012) แม่เหล็กมีระดับความสูงแตกต่างกันน้อยมากเมื่อเทียบกับก่อนทำการ Realignment (เส้นแดง-13 July 2011) ส่วนตำแหน่ง X, Y ความลาดเอียง(Tilt) ของแม่เหล็ก รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆ เช่น RF Cavity, Undulator พบว่าอุปกรณ์อยู่ในระดับและตำแหน่งที่ถูกต้องตามค่าความแม่นยำที่กำหนดสำหรับแต่ละอุปกรณ์ ยกเว้น Steering Magnets และ BPM ซึ่งอยู่ชิดกับท่อสุญญากาศมากจึงไม่สามารถปรับให้ได้ค่าตามที่กำหนด



รูปที่ 18 ระดับความสูงของแม่เหล็กในวงกักเก็บอิเล็กตรอนก่อนและหลังการ Re-alignment

การปรับปรุงระบบควบคุมคลื่นวิทยุภาคกำลังต่ำ (Low-Level RF Control System) สำหรับเครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม (Booster Synchrotron)

ระบบคลื่นวิทยุสำหรับเครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม (Booster Synchrotron) ของเครื่องกำเนิดแสงสยามซึ่งมีขนาด 10 กิโลวัตต์ เป็นระบบสำหรับเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนให้มีพลังงาน 1 พันล้านอิเล็กตรอนโวลต์(GeV) โดยการใช้ระบบควบคุมคลื่นวิทยุภาคกำลังต่ำ (Low-Level RF Control System หรือ LLRF Control System) ควบคุมสนามไฟฟ้าภายในโพรงคลื่นวิทยุ (RF Cavity) ให้คงที่ทั้งแอมพลิจูดและเฟส ซึ่งการทำงานจะมีการรับสัญญาณจากจุดตรวจสอบของโพรงคลื่นวิทยุเพื่อตรวจสอบสนามไฟฟ้า และควบคุมกำลังของเครื่องวิทยุที่ส่งไปขับเครื่องขยายกำลังคลื่นวิทยุกำลังสูงให้ได้ค่าสนามไฟฟ้าที่คงที่ นอกจากนี้ระบบควบคุมยังทำหน้าที่ควบคุมความถี่เรโซแนนซ์ของโพรงคลื่นวิทยุให้คงที่โดยการสั่งให้จูนเนอร์ปรับความเหมาะสมของตำแหน่งเพื่อแก้การเลื่อนของความถี่เรโซแนนซ์

ในปี 2555 ทางสถาบันได้ดำเนินการเปลี่ยนระบบควบคุมคลื่นวิทยุภาคกำลังต่ำเดิมที่มาพร้อมกับเครื่องซึ่งเป็นระบบแบบอนาลอก (Analog) ไปเป็นระบบแบบดิจิตอล (Digital) เต็มรูปแบบ ซึ่งใช้หน่วยประมวลผลกลางที่สามารถโปรแกรมได้ที่เรียกว่า เอฟพีจีเอ (Field Programmable Gate Array: FPGA) ร่วมกับระบบซอร์ฟแวร์และ GUI จากโปรแกรม LabVIEW

ประกอบกับเทคนิคในการประมวลผลสัญญาณแบบดิจิตอล (Digital Signal Processing) และระบบฮาร์ดแวร์ในการแปลงสัญญาณระหว่างอนาลอกและดิจิตอล ระบบควบคุมใหม่นี้ผลิตโดยบริษัทไครโออิเล็กตรา (Cryoelectra GmbH) ประเทศเยอรมนี สถาบันได้ทำการติดตั้งและทดสอบระบบควบคุมดังกล่าวในช่วงของการหยุดเครื่องประจำปี ระหว่างวันที่ 6 – 16 กรกฎาคม 2555 ซึ่งสามารถนำเข้าใช้งานกับเครื่องขยายกำลังคลื่นวิทยุกำลังสูงตัวปัจจุบันของระบบเครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลมได้ดีทั้งระบบสัญญาณคลื่นวิทยุและระบบสัญญาณอินเตอร์ล็อกทั้งหมด โดยระบบควบคุมคลื่นวิทยุภาคกำลังต่ำระบบใหม่นี้ให้ผลการทำงานที่มีเสถียรภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ในการควบคุมสนามไฟฟ้าที่แรงดันสูงสุด 60 กิโลโวลต์ในระบบแรมพ์โหมด (Ramp Mode) ต้องใช้คลื่นวิทยุอยู่ที่กำลังประมาณ 3 กิโลวัตต์ ระบบใหม่ที่ติดตั้งใช้งานแล้วสามารถลดคลื่นวิทยุที่สะท้อนกลับได้ต่ำเหลือที่ระดับประมาณ 250 – 275 วัตต์ ในขณะที่ระบบเดิมมีคลื่นวิทยุสะท้อนกลับต่ำสุดที่ระดับประมาณ 1 กิโลวัตต์ ในด้านการใช้งานเพื่อทำการศึกษาเครื่องเร่งอนุภาค (Machine Study) สามารถใช้งานระบบควบคุมได้ง่ายและมีความยืดหยุ่นสูง เพราะรูปแบบการปรับเปลี่ยนโหมดการทำงานและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของตัวควบคุม (Controller) ทำได้อย่างสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

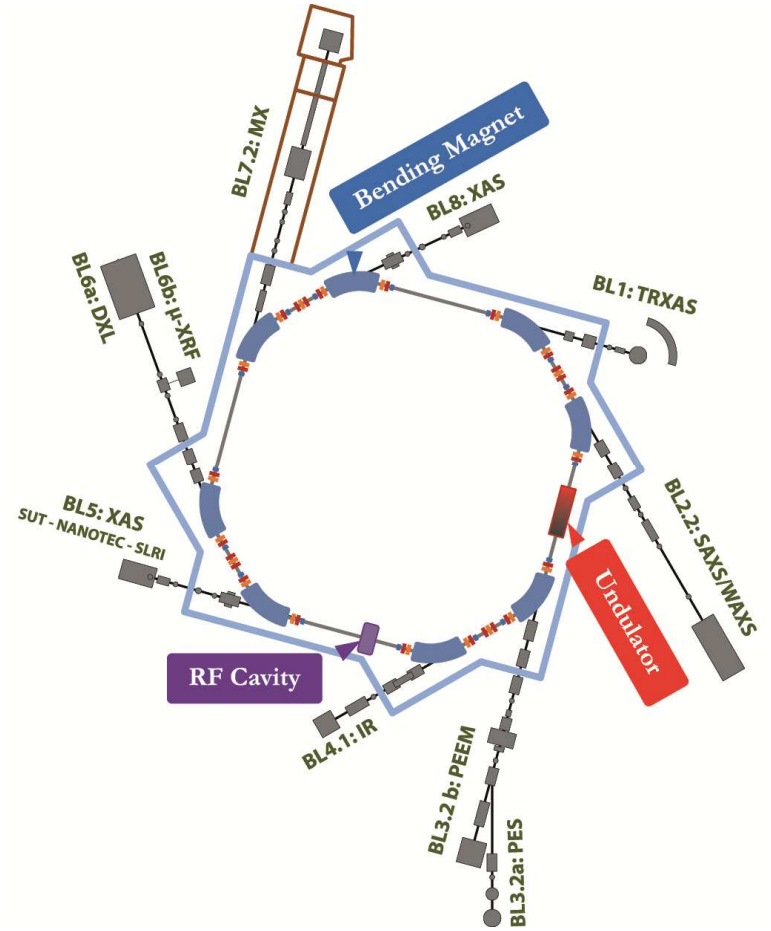
รูปที่ 19 แสดงระบบควบคุมคลื่นวิทยุภาคกำลังต่ำที่ติดตั้งในห้องควบคุม

รูปที่ 20 แสดงหน้าจอ GUI ระบบควบคุมคลื่นวิทยุภาคกำลังต่ำแสดงค่ากำลังของคลื่นวิทยุที่ส่งไปขับเครื่องและสะท้อนกลับ แรงดันสนามไฟฟ้า และค่าเฟสของสนามไฟฟ้า ในการ injection

การพัฒนาระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลอง

การพัฒนาระบบลำเลียงแสงพร้อมสถานีทดลอง

สถาบันได้ให้บริการแสงซินโครตรอนในย่านรังสีอัลตราไวโอเลต ถึงย่านรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ (Soft X-rays) โดยสถาบันเปิดให้บริการจำนวน 8 ระบบลำเลียงแสง และ 2 อุปกรณ์วิเคราะห์ รายละเอียดตามรูปที่ 1 ดังนี้



รูปที่ 1 แสดงภาพรวมระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลอง

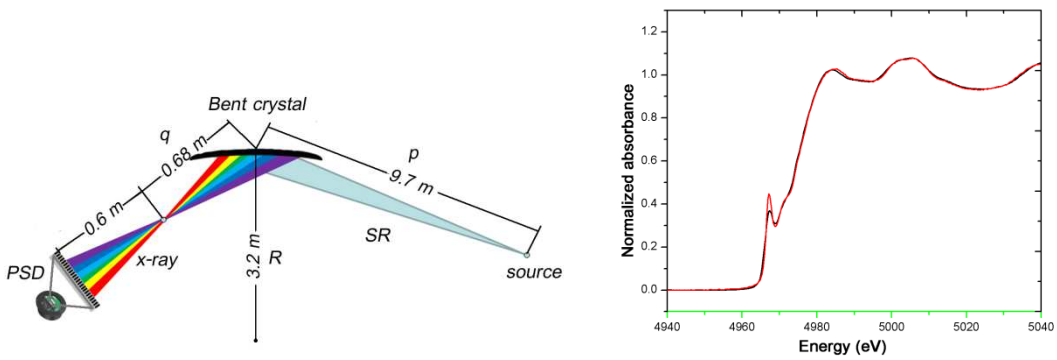
ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองที่เปิดให้บริการแก่ผู้ใช้

BL1: ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์แบบแยกแยะเวลา

BL1: Time-resolved X-ray Absorption Spectroscopy (TRXAS)

เริ่มเปิดให้บริการเดือนกันยายน 2554

การวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ เป็นเทคนิคการวิเคราะห์สำคัญเพื่อศึกษาสสารในระดับอะตอม เช่นการระบุชนิดและสภาพแวดล้อมของอะตอม ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติการทำปฏิกิริยาของสสาร หลักการของเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ คือการยิงรังสีเอกซ์ไปตกกระทบสารตัวอย่าง และวัดรังสีเอกซ์ที่ถูกดูดกลืนที่พลังงานต่างๆ ได้เป็นสเปกตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ชนิดและสภาพแวดล้อมของอะตอมในสสารได้ ระบบลำเลียงแสงที่ 1 เป็นระบบลำเลียงแสงที่มีอุปกรณ์คัดเลือกพลังงานรังสีเอกซ์แบบพิเศษที่มีความสามารถในการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ที่หลายค่าพลังงานได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้สามารถวัดสเปกตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์ได้ภายในเวลาสั้นๆเป็นเศษส่วนของวินาที ส่งผลให้สามารถทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงในระดับอะตอมภายในสสารในขณะที่เกิดปฏิกิริยากับสารอื่น หรือขณะที่มีการให้ความร้อน เทคนิค TRXAS นี้จึงมีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาสารเร่งปฏิกิริยาต่างๆ ซึ่งมีความสำคัญในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท

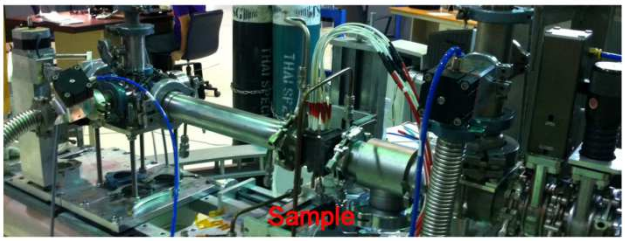


a) b)

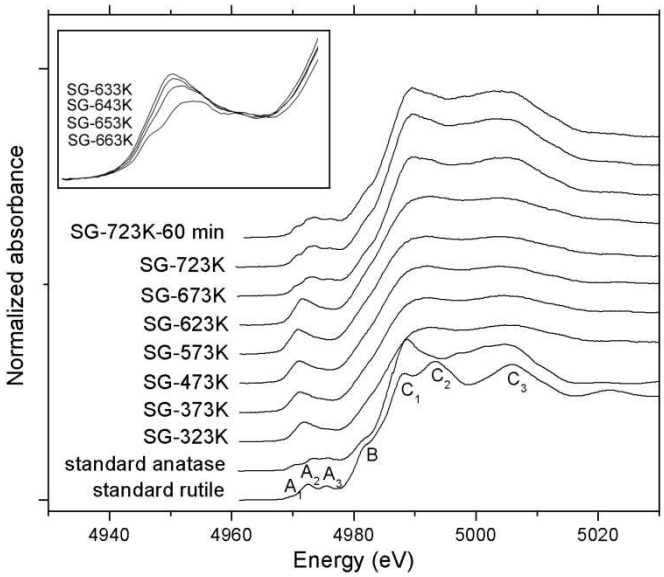
รูปที่ 2 แสดง (a) Optical layout ของระบบลำเลียงแสง TRXAS และ (b) สเปกตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของโลหะไทเทเนี่ยมวัดในสถานีทดลองที่ 1 (เส้นสีแดง) โดยการวัดพร้อมกันทั้งช่วงพลังงาน ใช้เวลาวัด 2 วินาที เทียบกับผลการวัดแบบเปลี่ยนค่าพลังงานรังสีเอกซ์ทีละค่า (เส้นสีดำ) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันแต่ใช้เวลาวัด 5 นาที

ด้วยลักษณะเด่นของสถานีทดลอง TRXAS ซึ่งสามารถวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของตัวอย่างได้อย่างรวดเร็วนั้น จึงเหมาะอย่างยิ่งในนำมาการประยุกต์ใช้สำหรับตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของตัวอย่างภายใต้สภาวะแวดล้อมต่างๆ (in-situ measurement) เช่น ภายใต้สภาวะความร้อน ความดัน และบรรยากาศของแก๊สเป็นต้น โดยที่สถานีทดลองมีอุปกรณ์ติดตั้งสารตัวอย่างที่สามารถให้ความร้อน พร้อมทั้งปล่อยแก๊สผ่านสารตัวอย่างเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาขณะทำการวัดได้

a)



b)



รูปที่ 3 แสดง (a) อุปกรณ์ติดตั้งสารตัวอย่างที่ ระบบลำเลียงแสงที่ 1 สำหรับติดตามการเปลี่ยนแปลงของตัวอย่างภายใต้ความร้อนและบรรยากาศของแก๊สชนิดต่างๆ และ (b) สเปกตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์วัดในสถานีทดลองที่ 1 ของสารไทเทเนี่ยมไดออกไซด์ในระหว่างให้ความร้อน โดยตรวจพบการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างในช่วงอุณหภูมิ 633-663 เคลวิน

การประยุกต์ใช้ที่สำคัญของระบบลำเลียงแสง TRXAS เช่นนำข้อมูลที่ตรวจวัดได้ไปพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยา เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ และแบตเตอร์รี่เป็นต้น

BL2.2: ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองเทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์

BL2.2: Small Angle X-ray Scattering (SAXS) และ Wide Angle X-ray Scattering (WAXS)

เริ่มเปิดให้บริการในเดือนมีนาคม 2554

เทคนิค SAXS/WAXS เป็นเทคนิคสำคัญสำหรับการศึกษาโครงสร้างสสารในระดับนาโนเมตร หรือหนึ่งในพันล้านเมตร ซึ่งเป็นช่วงขนาดของโมเลกุลที่เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของสสาร เทคนิค SAXS/WAXS จึงถูกใช้ในการศึกษาขนาดและรูปร่างของอนุภาคนาโน หรือการจัดเรียงตัวของโมเลกุลในวัสดุ เช่น พอลิเมอร์ เส้นใย หรือศึกษาโครงสร้างโมเลกุลในสารชีวภาพ เช่น คอลลาเจนในเส้นเอ็นหรือกล้ามเนื้อ ซึ่งข้อมูลโครงสร้างระดับนาโนเมตรนี้เป็นส่วนสำคัญในการทำนายคุณสมบัติของสาร เช่น ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น หรือลักษณะการทำปฏิกิริยากับสารอื่น

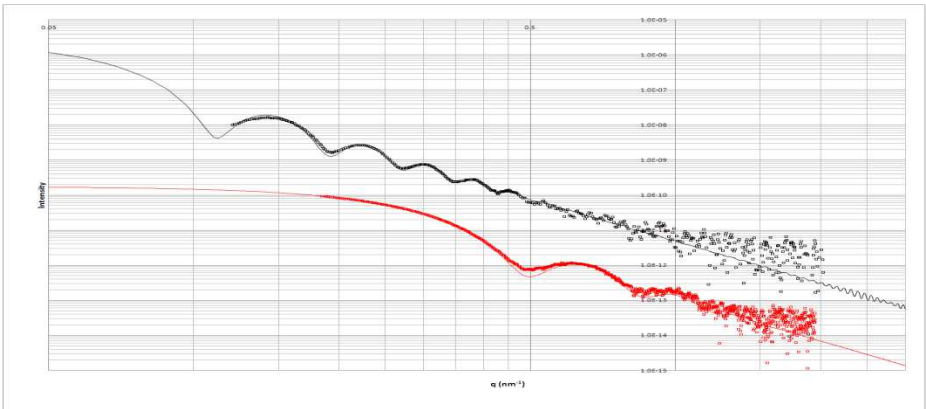
หลักการของเทคนิค SAXS/WAXS คือการให้รังสีเอกซ์ตกกระทบสารที่ต้องการศึกษา จากนั้นวัดความเข้มรังสีเอกซ์ที่กระเจิงออกมาที่มุมต่างๆ โดยที่ระบบลำเลียงแสงที่ 2.2 มีอุปกรณ์ตรวจวัดรังสีเอกซ์ประเภท CCD ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกล้องดิจิตอลขนาดใหญ่ สำหรับวัดรังสีเอกซ์ที่กระเจิงออกมา ทำให้ได้แผนผังการกระเจิงซึ่งสามารถนำไปแปรผลเป็นรูปแบบโครงสร้างภายในของสารได้

ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองที่ 2.2 ถูกออกแบบโดยทีมนักวิจัยและวิศวกรของสถาบัน โดยอุปกรณ์ส่วนใหญ่จัดสร้างขึ้นเองภายในสถาบัน และได้ทำการติดตั้งและทดสอบระบบลำเลียงแสงแล้วเสร็จ และเปิดให้บริการในเดือนมีนาคม 2554

ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ระบบลำเลียงแสงในสถานีทดลองที่ 2.2

ศึกษาขนาดและรูปร่างของอนุภาคนาโน

อนุภาคนาโน ได้รับการใช้ประโยชน์อย่างหลากหลายในปัจจุบัน เช่นใช้เป็นสารเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงมาก จึงสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ คุณสมบัติของอนุภาคนาโนเหล่านี้เปลี่ยนแปลงตามรูปร่างและขนาดของอนุภาค ซึ่งเทคนิค SAXS สามารถใช้บอกทั้งรูปร่าง ขนาด รวมทั้งการกระจายขนาดของอนุภาคได้

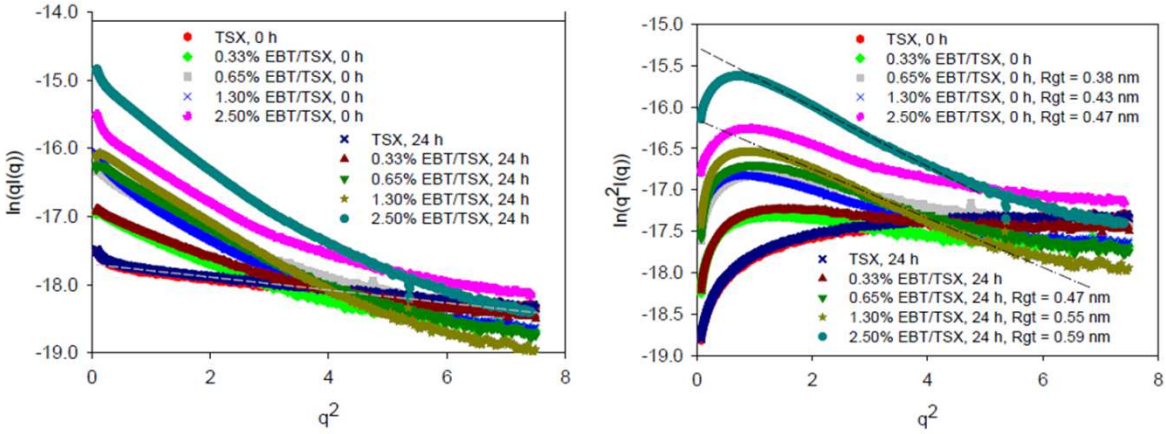


รูปที่ 4 แสดงผลการวัดการกระเจิงรังสีเอกซ์ด้วยเทคนิค SAXS ในสถานีทดลองที่ 2.2 ของอนุภาคนาโนที่สังเคราะห์จากสารพอลิเมอร์ PMMA (จุดสีดำ) และอนุภาคทอง (จุดสีแดง) แสดงให้เห็นความเป็นอนุภาคนาโนของ PMMA ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 นาโนเมตรและการกระจายขนาด 6.25% (ยืนยันจากผลการคำนวณทางทฤษฎีด้วยเส้นสีดำ) และความเป็นอนุภาคนาโนของทองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นาโนเมตรและการกระจายขนาด 9% (ยืนยันจากผลการคำนวณทางทฤษฎีด้วยเส้นสีแดง)

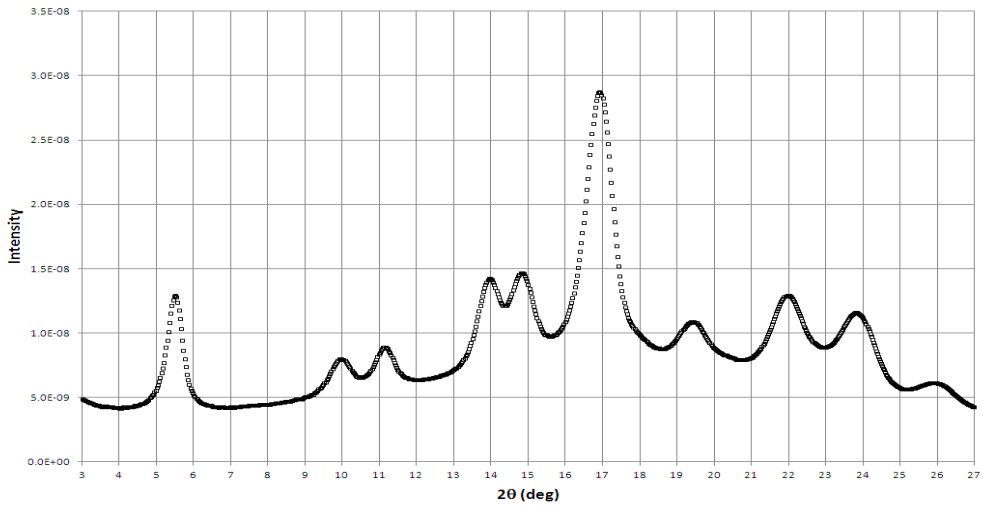
ศึกษารูปแบบการจัดเรียงตัวของโมเลกุลในสารพอลิเมอร์ หรือวัสดุทางชีวภาพ

สารพอลิเมอร์ ประกอบด้วยโมเลกุลขนาดใหญ่ซึ่งเรียงตัวกันอยู่ภายในสาร สารพอลิเมอร์นี้มีทั้งสารสังเคราะห์ เช่น พลาสติก หรือสารชีวภาพ เช่น เส้นใยไหม แป้ง หรือแม้แต่เส้นเอ็นของมนุษย์ ลักษณะการเรียงตัวของโมเลกุลส่งผลต่อคุณสมบัติต่างๆ เช่น ความแข็งแรงหรือความยืดหยุ่นของสารเหล่านี้ เทคนิค SAXS/WAXS สามารถบอกได้ว่าในสารนั้นประกอบด้วย

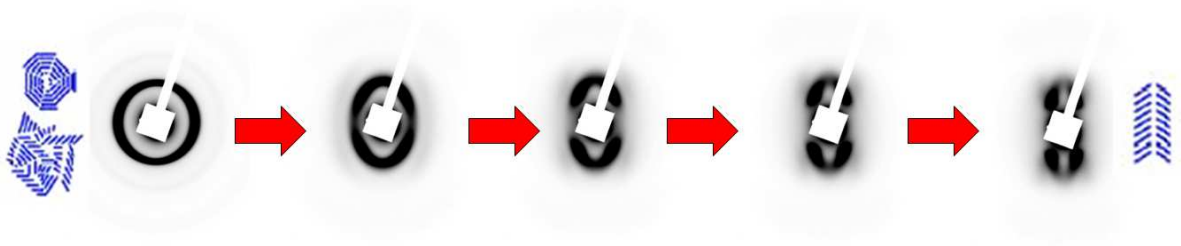
โมเลกุลที่เรียงตัวเป็นเส้น หรือเป็นแผ่น หรือเป็นก้อน และมีความเป็นระเบียบหรือไม่ อย่างไร นอกจากนั้น สถานีทดลองที่ 2.2 ยังสามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของพอลิเมอร์ หรือเส้นใยในขณะที่มีแรงดึงได้



รูปที่ 5 แสดงผลการวัดด้วยเทคนิค SAXS ในสถานีทดลองที่ 2.2 ของแป้งเม็ดมะขามผสมสารที่ทำให้เกิดสภาพเป็นเจล[1] นักวิจัยใช้เทคนิค SAXS ในการติดตามศึกษาการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงโมเลกุลในแป้งเม็ดมะขามในขณะที่เกิดสภาพเป็นเจล เพื่อศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการใช้แป้งเม็ดมะขามเป็นส่วนผสมในยา โดยผลจากเทคนิค SAXS แสดงให้เห็นการจัดเรียงโมเลกุลรูปทรงกระบอกในช่วงเริ่มต้น (รูปซ้าย) และเปลี่ยนสภาพเป็นแผ่นบาง (รูปขวา) โดยสามารถระบุขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอก และความหนาของแผ่นโมเลกุลซึ่งอยู่ในระดับประมาณ 1 นาโนเมตร



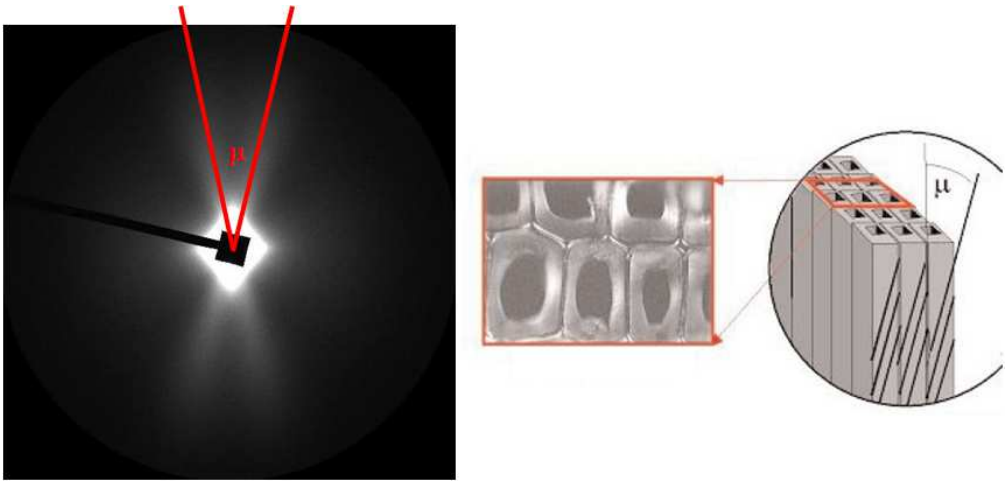
รูปที่ 6 ด้านบนแสดงผลการวัดการกระเจิงรังสีเอกซ์ด้วยเทคนิค WAXS ในสถานีทดลองที่ 2.2 ของตัวอย่างแป้ง[2] แสดงให้เห็นการเรียงตัวเป็นผลึกของโมเลกุลในเม็ดแป้ง ซึ่งการใช้รังสีเอกซ์จากแสงซินโครตรอนทำให้ได้ผลการวัดที่มีคุณภาพสูง นักวิจัยสามารถดูการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระดับโมเลกุลของแป้งหลังจากการบำบัด เช่น การย่อยด้วยเอนไซม์ได้



รูปที่ 7 แสดงแผนผังการกระเจิงรังสีเอกซ์ด้วยเทคนิค SAXS ในสถานีทดลองที่ 2.2 ของสารพอลิเมอร์ที่ถูกดึงทีละน้อย[3] แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียงตัวของโมเลกุลจากไม่เป็นระเบียบซึ่งให้แผนผังการกระเจิงเป็นวงกลม (รูปซ้ายมือ) และมีความเป็นระเบียบมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อถูกดึง ทำให้แผนผังการกระเจิงเป็นสี่จุดในที่สุด (รูปขวามือ)

ศึกษามุมของเส้นใยรอบเซลล์เนื้อไม้

ภายในเนื้อไม้ ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมเรียงตัวกันหลายชั้น รอบเซลล์เหล่านี้มีเส้นใยที่เรียกว่าไมโครไฟบริลพันอยู่โดยรอบคล้ายบันไดวน มุมของเส้นใยไมโครไฟบริลรอบเซลล์ไม้นี่เองที่มีส่วนสำคัญในการกำหนดความแข็งแรงของเนื้อไม้ เทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์สามารถใช้ดูมุมของเส้นใยไมโครไฟบริลในเนื้อไม้ได้



รูปที่ 8 แสดงผลการวัดมุมเส้นใยไมโครไฟบริลในไม้ยางพารา[4] ในสถานีทดลองที่ 2.2 เมื่อรังสีเอกซ์ตกกระทบเนื้อไม้ จะเกิดการกระเจิงจากเส้นใยไมโครไฟบริลในเนื้อไม้ ทำให้เกิดแผนผังการกระเจิงเป็นรูปกากบาท (รูปซ้ายมือ) ซึ่งมุมระหว่างแนวการกระเจิงนี้จะเท่ากับมุมของเส้นใยไมโครไฟบริลที่พันอยู่รอบเซลล์ไม้ (รูปขวามือ) ทำให้นักวิจัยสามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยไมโครไฟบริลเมื่อทำการบำบัดไม้ เช่นการอบด้วยความร้อนเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อไม้ได้

[1]งานวิจัยโดยทีมวิจัยของ ศ.ดร.วิมล ตันติไชยกุล คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[2]งานวิจัยโดยทีมวิจัยของ ผศ.ดร.สุนันทา ทองทา สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[3]ตัวอย่างโดย ดร.ปณิธาน วนากมล ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒน์

[4]งานวิจัยโดย ผศ.ดร.นิรันดร มาแทน หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

BL3.2a: ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองอิเล็กตรอนสเปกโทรสโกปี

BL3.2a: Photoemission Electron Spectroscopy (PES)

เริ่มเปิดให้บริการในเดือนมีนาคม 2554

ระบบลำเลียงแสงที่ 3.2 เป็นระบบลำเลียงแสงแรกของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนที่ผลิตแสงซินโครตรอนจากอันดูเลเตอร์ (undulator : U60) เปิดให้บริการแก่ผู้ใช้บริการทั่วไปตั้งแต่เดือนตุลาคม 2553 โดยระบบลำเลียงแสงถูกออกแบบมาเพื่อรองรับเทคนิค soft x-ray photoemission electron spectroscopy (สถานีทดลองที่ 3.2a : PES) และ microscopy (สถานีทดลองที่ 3.2b : PEEM) อันดูเลเตอร์ที่ใช้ในเป็นแบบ Planer Hallback (U60) จากบริษัท Danfysik ซึ่งทางสถาบันได้ทำการพัฒนาระบบควบคุมและตรวจวัดสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามความกว้างระหว่างขั้วแม่เหล็ก ณ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม ก่อนทำการติดตั้งเข้ากับวงกักเก็บอิเล็กตรอนในปี 2552 จากนั้นจึงทำการสร้างระบบลำเลียงแสงจนแล้วเสร็จในเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 และได้เปิดให้บริการแก่ผู้ใช้แสงกลุ่มแรกทำการทดลองควบคู่ไปกับการทดสอบและพัฒนาระบบลำเลียงแสง ก่อนติดตั้งสองสถานีทดลองหลักคือ สถานีทดลองที่ 3.2a: PES และ 3.2b: PEEM แล้วเสร็จในเดือนเมษายน 2553 โดยอุปกรณ์ส่วนใหญ่ของระบบลำเลียงแสงที่ 3.2 และระบบ PES นำมาจากระบบลำเลียงแสงที่ 4 เดิมที่นำแสงจาก bending magnet มาใช้ แต่มีการออกแบบและปรับเปลี่ยนกระจกและเกรตติ้งใหม่เพื่อให้สามารถส่งผ่านแสงจากอันดูเลเตอร์ได้

เนื่องจากประสิทธิภาพของระบบลำเลียงแสงขึ้นอยู่กับการทำงานของอันดูเลเตอร์ในวงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอน รวมทั้งการปรับเปลี่ยนค่าช่องว่างของอันดูเลเตอร์เพื่อการใช้งานของระบบลำเลียงแสงมีผลกระทบต่อวงโคจรของลำอิเล็กตรอน ระบบ global electron orbit feedback จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพของระบบลำเลียงแสงเพื่อการรักษาตำแหน่งของแสงที่ส่งมาจากอันดูเลเตอร์ รวมทั้งรักษาเสถียรภาพของลำอิเล็กตรอนในวงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอน ระบบการวัดตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนและโฟตอน (electron and photon beam position monitor: BPM) สำหรับระบบ global electron orbit feedback จึงถูกพัฒนาขึ้นและติดตั้งแล้วเสร็จตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2554

ในปี 2555 นี้ทางระบบลำเลียงแสงที่ 3.2a ได้ปรับปรุง 4-blade photon BPM โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPECTRA เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และจำลองแบบ ทำให้สามารถระบุตำแหน่งของแสงที่เปลี่ยนไปตามการปรับเปลี่ยนค่าช่องว่างของอันดูเลเตอร์ได้อย่างแม่นยำ ทำการติดตั้ง pnuematic beam shutters (ABSs) แทนที่ stepping-motor-drive ABS ที่ front-end ของระบบลำเลียงแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ interlock สุญญากาศและ 4-blade photon BPM ระบบ slow orbit feedback ถูกนำมาใช้ทำให้ลำอิเล็กตรอนมีเสถียรภาพในการเปลี่ยนค่าช่องว่างของอันดูเลเตอร์ สำหรับปัญหาจากความร้อนสะสมที่ entrance slit ของระบบลำเลียงแสงขณะนี้อยู่ในระหว่างการศึกษาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (thermal simulation and ray-tracing software) เข้ามาช่วย ในส่วนของสถานีทดลอง ทางระบบลำเลียงแสงได้ทำการออกแบบระบบโฟกัสแสงเพิ่มอีกหนึ่งตำแหน่ง ออกแบบระบบ soft x-ray fluorescence detector และ ระบบ angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES) (VGScienta R4000 analyzer) เพิ่มเติม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวัดด้วยเทคนิค soft x-ray photoemission และ absorption ของสถานีทดลอง โดยคาดว่าจะสามารถทำการติดตั้งระบบเหล่านี้

ภายในปี 2556 และเปิดให้บริการได้ในต้นปี 2557 นอกจากนี้ทางสถานีทดลองยังได้พัฒนาระบบปลูกฟิล์มแบบโมเลกุลาร์บีมเอพิแทกซี (MBE) สำหรับสารกึ่งตัวนำอินทรีย์เพิ่มเติมเชื่อมต่อกับสถานีทดลองภายในระบบสุญญากาศเดียวกัน เพื่อเป็นการเพิ่มความร่วมมือและสนับสนุนงานวิจัยทางด้านสารกึ่งตัวนำอินทรีย์ที่กำลังเป็นที่สนใจทั่วโลกในขณะนี้

BL3.2b: ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลอง เทคนิคการถ่ายภาพจุลทรรศน์โฟโตอิมิสชันอิเล็กตรอน

BL3.2b: Photoemission Electron Microscopy (PEEM)

เริ่มเปิดให้บริการเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554

เทคนิคการถ่ายภาพจุลทรรศน์โฟโตอิมิสชันอิเล็กตรอน(PEEM) ที่สถานีทดลองที่ 3.2b เป็นการถ่ายภาพพื้นผิวของตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์สถานะทางเคมีและโครงสร้างระดับอะตอมโดยรอบของธาตุที่สนใจ หลักการคือ ฉายแสงซินโครตรอนบนตัวอย่างเพื่อกระตุ้นอิเล็กตรอนบริเวณพื้นผิวให้หลุดออก อิเล็กตรอนเหล่านั้นจะถูกเร่งด้วยสนามไฟฟ้า ให้เคลื่อนที่ผ่านชุดเลนส์กำลังขยายสูงก่อนแสดงผลบนอุปกรณ์แสดงภาพ เนื่องจากแต่ละธาตุมีการจัดเรียงตัวชั้นพลังงานของอิเล็กตรอนที่ต่างกัน จึงมีพฤติกรรมการดูดกลืนปริมาณแสงและปลดปล่อยอิเล็กตรอนไม่เหมือนกัน ทำให้สามารถเลือกวิเคราะห์เฉพาะธาตุที่สนใจได้

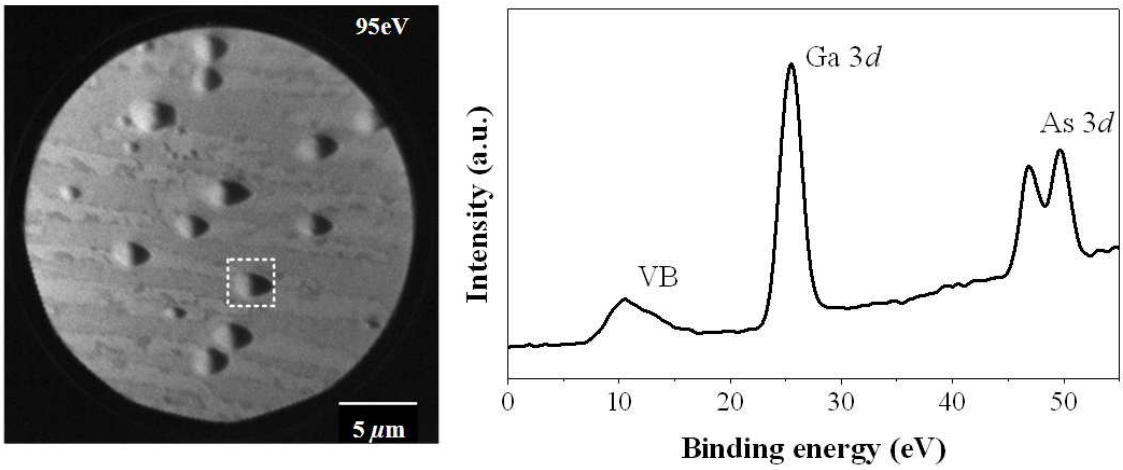
จุดเด่นของเทคนิคคือความสามารถในการเลือกวิเคราะห์บนพื้นที่ที่มีขนาดเล็กมากๆบนผิวตัวอย่าง จึงเหมาะกับชิ้นงานที่พื้นผิวไม่สม่ำเสมอ หรือไม่เป็นเนื้อเดียวกัน เช่น พื้นผิวที่โดนกรดกัดกร่อน ลายเส้นจากการรีดเหล็ก รอยเชื่อมต่อระหว่างสารสองชนิด หรือการเจือปนบนพื้นผิว เป็นต้น ช่วงพลังงานของแสงซินโครตรอนที่ใช้อยู่ที่ 40 – 1200 eV อยู่ในย่านรังสีวียูวี (VUV) และรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ (Soft X-ray)สามารถใช้ศึกษาธาตุได้หลายชนิด โดยเฉพาะธาตุมวลเบาเช่น คาร์บอน ออกซิเจน ไนโตรเจน และโลหะทรานซิชั่น

นอกจากการบำรุงรักษาอย่างเป็นประจำ ทางทีมงานได้ทำการปรับปรุงกระบวนการบรรจุตัวอย่างเพื่อลดเวลาสำหรับนำตัวอย่างเข้าสู่ระบบ ติดตั้ง Argon gun sputtering สำหรับทำความสะอาดพื้นผิวตัวอย่าง รวมถึงการพัฒนาระบบปลูกฟิล์มบางด้วยวิธี DC magnetron sputtering และ mini e-beam evaporation สำหรับเตรียมพื้นผิวของตัวอย่างก่อนไปทำการทดลองด้วยเทคนิค PEEM อีกด้วย

ตัวอย่างงานวิจัย

การศึกษาการเกิด Ga droplets บนพื้นผิวของ GaAs

สถานีทดลองที่ 3.2b ยังให้บริการเทคนิค Low Energy Electron Microscopy (LEEM) เหมาะสำหรับสังเกตการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวตัวอย่างเนื่องจากปัจจัยภายนอก ซึ่งเหมาะสำหรับสังเกตการเกิดของ Ga droplets บนพื้นผิวของฟิล์ม GaAs เมื่อได้รับความร้อน

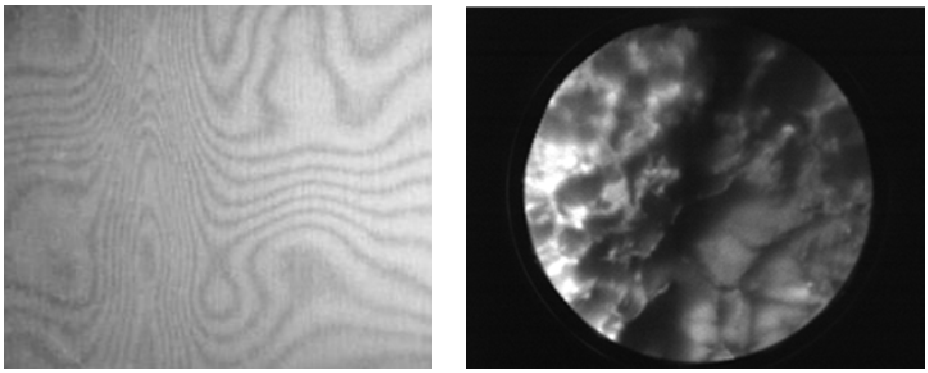


(a) (b)

รูปที่ 9 (a) ภาพจุลทรรศน์ถ่ายด้วยเทคนิค PEEM ของฟิล์ม GaAs แสดงลักษณะคล้ายเม็ดของ Ga dropletsบนพื้นผิว ภาพนี้ถ่ายโดยใช้แสงซินโครตรอนที่พลังงาน 95eV (b) สเปคตรัมการจัดเรียงของชั้นพลังงานอิเล็กตรอนบนบริเวณ Ga droplets แสดงชั้นพลังงานของ อิเล็กตรอนชั้นบนสุด Ga 3*d*และAs 3*d*[1]

การศึกษาเพื่อเพิ่มมูลค่าเหล็กรีดร้อน

ในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กรีดร้อน พบว่าแผ่นเหล็กบางส่วนมีลายคล้ายไม้ (Wood Grain) อยู่ประมาณ 10% ของปริมาณการผลิตทั้งหมด ทำให้ต้องขายแผ่นเหล็กดังกล่าวในราคาที่ต่ำลง การศึกษาด้วยเทคนิค PEEM ทำให้ทราบว่ามีการตกค้างของธาตุคาร์บอนบริเวณรอยต่อของลายไม้กับบริเวณปกติ เมื่อเหล็กดังกล่าวถูกรีดให้เป็นแผ่นบางที่อุณหภูมิสูง ธาตุคาร์บอนจะเดินมาอยู่ที่พื้นผิว โดยเฉพาะบริเวณรอยต่อของส่วนที่ขรุขระและพื้นที่ผิวปกติ ทำให้รอยต่อของทั้งสองบริเวณนี้มีความเข้มของลายไม้ซึ่งสังเกตได้ด้วยตาเปล่า

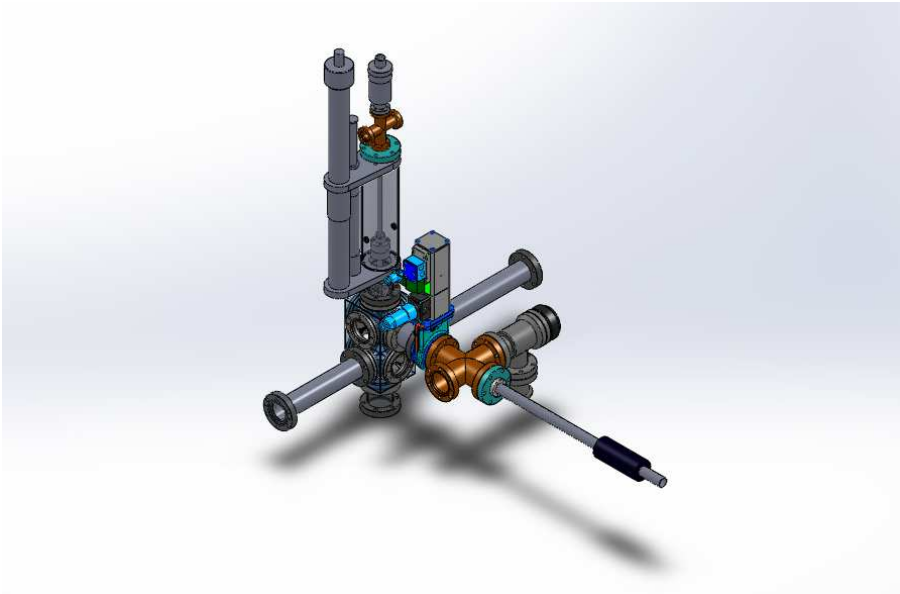


(a) (b)

รูปที่ 10 (a) ภาพแสดงลาย Wood Grain บนแผ่นเหล็กเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า (b) ภาพถ่ายโดยเทคนิค PEEM บนบริเวณ Wood Grain[2]

การพัฒนาระบบเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ

เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการแสง ที่ต้องการใช้รังสีเอกซ์พลังงานต่ำศึกษาโครงสร้างระดับอะตอมโดยรอบของธาตุบางชนิดเช่น คาร์บอน ออกซิเจน และ และไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุที่ผู้ทำงานวิจัยทางด้านชีววิทยา และ สารกึ่งตัวนำอินทรีย์ ให้ความสนใจมากเป็นพิเศษ ทีมงานจึงดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบเทคนิคการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์พลังงานต่ำในรูปแบบการวัด Total Electron Yield (TEY) ระบบนี้ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็กกะทัดรัด สามารถประกอบเข้ากับระบบลำเลียงแสงโดยใช้ชุดกระจกที่มีอยู่เดิมทั้งหมดได้ นอกจากนี้ยังสามารถหมุนตัวอย่างให้ทำมุมกับทิศทางโพราไลซ์ของแสงได้ ซึ่งคาดว่าสามารถทดสอบการใช้งานจริงได้ภายในต้นปี พ.ศ. 2557



รูปที่ 11 แสดงภาพการออกแบบของระบบเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์พลังงานต่ำสำหรับสถานีทดลอง 3.2b

[1] งานวิจัยโดย รศ. ดร.ทรงพล กาญจนชูชัย สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] งานวิจัยโดย บริษัท สหวิริยาสตีลอินดัสตรี จำกัด(มหาชน)และ ดร. วุฒิไกร บุษยาพร สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

BL6a: ระบบลำเลียงแสงเพื่อการอาบรังสีเอกซ์สำหรับการประดิษฐ์โครงสร้างจุลภาค

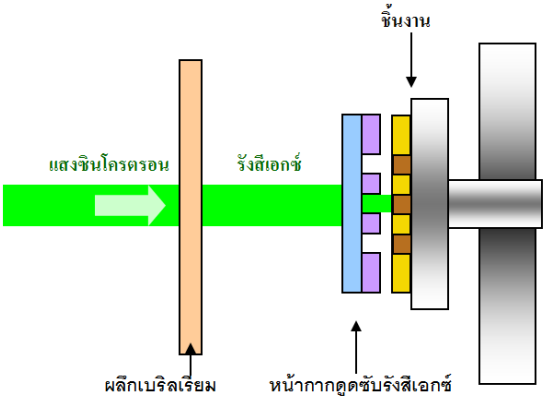
BL6a: Deep X-ray Lithography (DXL)

เริ่มเปิดให้บริการในเดือนกันยายน 2549

สถานีทดลองที่ 6a: DXL เป็นระบบลำเลียงแสงซินโครตรอนในย่านรังสีเอกซ์พลังงานต่ำสำหรับกระบวนการประดิษฐ์โครงสร้างจุลภาคสัดส่วนสูง แสงซินโครตรอนที่เกิดจากการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนพลังงานสูง ณ บริเวณแม่เหล็กไฟฟ้า BM-6 ของเครื่องกำเนิดแสงสยาม จะถูกคัดแยกเฉพาะย่านรังสีเอกซ์ด้วยผลึกเบริลเรียมให้ถูกส่งผ่านไปยังสถานีอาบรังสีเอกซ์ที่ถูกติด

ตั้งอยู่ภายในห้องสุญญากาศดังรูปที่ 1(a) ภายในมีชุดขับเคลื่อนชิ้นงานเพื่อการอาบรังสีเอกซ์ที่จับยึดชิ้นงานให้ตัดผ่านลำแสงที่อาบลงบนวัสดุดังรูปที่ 1(b)

(a)



(b)

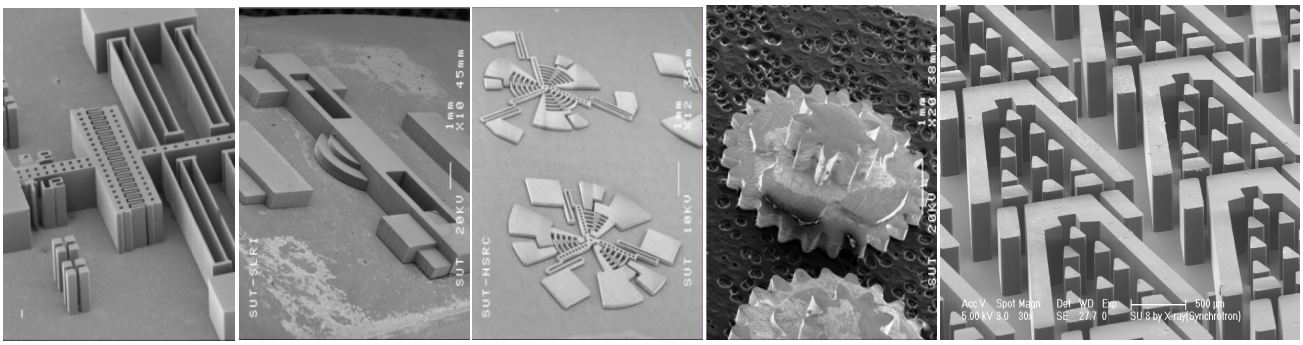
รูปที่ 12 (a) ห้องสุญญากาศสำหรับการอาบรังสีเอกซ์และ (b) แผนภาพชุดขับเคลื่อนชิ้นงานเพื่อการอาบรังสีเอกซ์ลงบนวัสดุ

ข้อมูลทางเทคนิคของระบบลำเลียงแสง

ช่วงพลังงานแสงซินโครตรอน	2000 - 8000 eV
ระยะจากแหล่งกำเนิดแสงถึงชิ้นงาน	17.99 เมตร
ขนาดของลำแสงที่ใช้อาบลงบนวัสดุ	79 mm (กว้าง) x 15 mm (สูง)
ระยะแสกนชิ้นงานตามแนวตั้ง	120 mm
พื้นที่อาบลำแสงลงบนวัสดุ	เส้นผ่านศูนย์กลาง 76 mm หรือ สี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 76 mm x 76 mm
ขนาดของหน้ากากและชิ้นงาน	เส้นผ่านศูนย์กลาง 95 mm หรือ สี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 95 mm x 95 mm
ความหนาของสารไวแสง	SU-8 : 1 – 1300 μm PMMA : 1 – 1500 μm
มุมการหมุนชิ้นงาน	± 60°
ความเร็วในการแสกนชิ้นงาน	2.87 mm/sec

หลักการของเทคนิค DXL คือการให้รังสีเอกซ์อาบลงบนพื้นผิวของวัสดุพิเศษที่ทำปฏิกิริยากับรังสีเอกซ์ โดยใช้หน้ากากดูดซับรังสีเป็นตัวกำหนดลวดลายที่ต้องการ ด้วยพลังงานและการทะลุทะลวงของแสงซินโครตรอนที่สูงกว่าแสงทั่วไป ส่งผลให้โครงสร้างวัสดุมีขนาดเล็กและผิดเพี้ยนไปจากต้นแบบน้อยมาก โครงสร้างที่หนาได้ถึงระดับ 1000 ไมโครเมตรและมีผนังแนวดิ่ง (Vertical sidewall) เหมาะสำหรับการสร้างชิ้นส่วนจักรกลขนาดเล็ก รวมถึงแม่พิมพ์โลหะที่มีความละเอียดสูงระดับไมโครเมตร

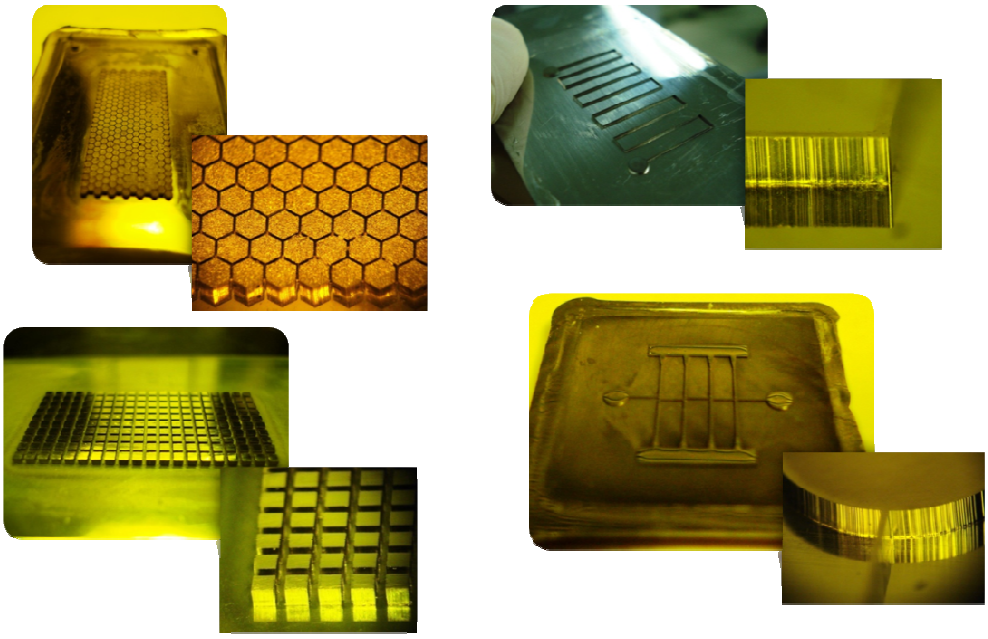
อีกทั้งสามารถสร้างได้ปริมาณมากในแต่ละครั้ง ช่วยให้ต้นทุนการผลิตลดลงแต่ยังคงประสิทธิภาพของชิ้นส่วนจุลภาคเหล่านั้นไว้ได้เป็นอย่างดี รูปที่ 13 แสดงตัวอย่างชิ้นงานการอาบรังสีเอกซ์เพื่อสร้างชิ้นส่วนจุลภาค นอกจากการสร้างเป็นชิ้นส่วนจุลภาคที่เป็นพอลิเมอร์ของสารไวแสงแล้ว แม่พิมพ์ที่ได้จากการอาบรังสีเอกซ์ยังสามารถใช้เติมโลหะชนิดอื่นลงไปเพื่อสร้างเป็นชิ้นส่วนโลหะที่มีความแข็งแรงและเหมาะสมต่อการใช้งานมากขึ้น รูปที่ 14 แสดงชิ้นส่วนโลหะและโครงสร้างร่วมพอลิเมอร์โลหะที่ถูกสร้างขึ้น



รูปที่ 13 ชิ้นส่วนจุลภาคที่ได้จากการอาบรังสีเอกซ์

รูปที่ 14 ชิ้นส่วนจุลภาคที่ถูกสร้างเป็นโลหะและโครงสร้างร่วมพอลิเมอร์-โลหะ

เนื่องด้วยปัจจุบัน เทคโนโลยีของไหลจุลภาคกำลังเข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาห้องปฏิบัติการบนชิพ (Lab-on-a-chip) ซึ่งต้องใช้ช่องทางไหลจุลภาค (Micro-channel) ในการนำพาสารทดสอบไปยังพื้นที่ที่ต้องการเพื่อการวิเคราะห์ โดยอุปกรณ์ชิ้นนี้จะถูกสร้างขึ้นด้วยเทคนิคการสำเนาแม่พิมพ์ด้วยวัสดุ Polydimethylsiloxane หรือ PDMS จากแม่พิมพ์ที่สร้างขึ้นด้วยเทคนิคลิโธกราฟีด้วยแสงอัลตราไวโอเลต ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการสร้างช่องทางไหลจุลภาคด้วยวิธีการนี้คือ แม่พิมพ์จะไม่คงทน โดยจะใช้งานได้ต่อเนื่องเพียง 3 – 4 ครั้งเท่านั้น และจำเป็นต้องสร้างขึ้นมาใหม่ ส่งผลต่อต้นทุนการพัฒนาเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้ ระบบลำเลียงแสงที่ 6a: DXL จึงได้พัฒนากระบวนการสร้างแม่พิมพ์โลหะจุลภาคสำหรับการสำเนาช่องทางไหลของห้องปฏิบัติการบนชิพ ที่สามารถนำไปใช้งานได้หลายร้อยครั้งโดยไม่มีการเสียหาย ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รูปที่ 15 แสดงแม่พิมพ์โลหะสำหรับงานทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพและการประยุกต์ใช้งานบางส่วน



รูปที่ 15 แม่พิมพ์โลหะจุลภาคสำหรับการสร้างอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพ

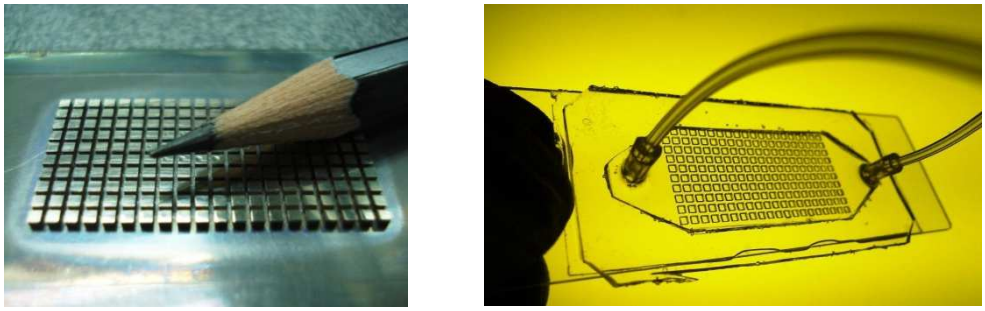
ตัวอย่างการประยุกต์ใช้

ห้องปฏิบัติการเลี้ยงเซลล์สาหร่ายบนชิพ

สาหร่ายขนาดเล็ก (Microalgae) เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ พบทั้งชนิดที่มีเซลล์เดียว (single cellular form) และหลายเซลล์ (multicellular form) ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตสำคัญในระบบนิเวศทางน้ำ หลายศตวรรษที่ผ่านมา มนุษย์ได้ศึกษา ค้นพบ และใช้ประโยชน์จากสาหร่ายนานัปการ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เป็นอาหาร ใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดสารเคมีที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compound), โปรตีน, น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ และกรดไขมัน ในอุตสาหกรรมอาหารเสริมและเทคโนโลยีชีวภาพ เครื่องสำอางรวมไปถึงพลังงานทดแทน เช่น ไบโอดีเซล ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าดีเซลจากใต้พิภพ และด้วยอัตราการเจริญและการให้ผลผลิตของสาหร่ายที่สูง อีกทั้งยังใช้พื้นที่ในการเพาะเลี้ยงและทรัพยากรน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพืช นักวิทยาศาสตร์จากทั่วทุกมุมโลกจึงให้ความสนใจและศึกษาวิจัยเพื่อเพาะเลี้ยงและใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในแง่มุมต่างๆเพิ่มมากขึ้น

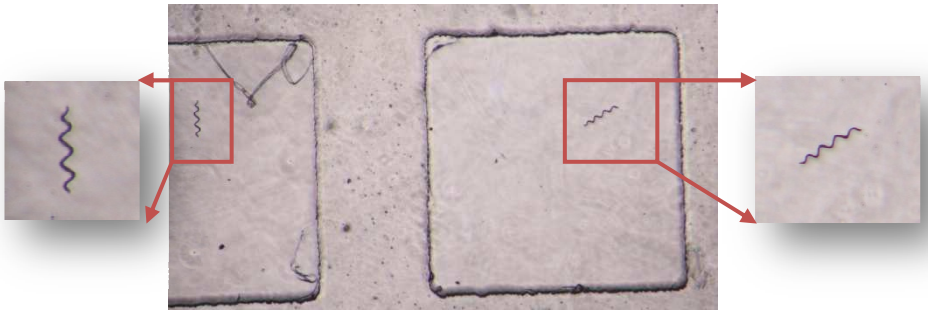
รูปที่ 16 รูปแบบสถาปัตยกรรมของสาหร่ายขนาดเล็กและผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ

จากความต้องการในการศึกษาพฤติกรรมระดับเซลล์ของสาหร่ายให้เข้าใจถ่องแท้มากยิ่งขึ้น การพัฒนาระบบไมโครฟลูอิค ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่เกี่ยวข้องกับการควบคุมของไหลจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการตอบคำถามทางสาหร่ายวิทยา โดยการสร้างเป็นห้องเพาะเลี้ยงเซลล์สาหร่ายขนาดเล็กหลายร้อยห้องเพื่อคัดแยกเซลล์สาหร่ายแต่ละตัวมาศึกษาในสภาวะแวดล้อมที่ต้องการ ด้วยเหตุนี้ ห้องเลี้ยงเซลล์สาหร่ายบนชิพจึงถูกพัฒนาขึ้นด้วยเทคนิคการสร้างโครงสร้างจุลภาคด้วยรังสีเอกซ์จากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน (X-ray microfabrication) โดยการสร้างแม่พิมพ์โลหะที่มีความละเอียดสูงและสำเนาโครงสร้างพอลิเมอร์เพื่อนำมาสร้างห้องเพาะเลี้ยงสาหร่ายบนแผ่นกระจก



(a) (b)

รูปที่ 17 (a) แม่พิมพ์โลหะบนฐานสแตนเลส (b) ห้องเพาะเลี้ยงสาหร่ายจำนวน 200 ห้องบนแผ่นกระจก



รูปที่ 18 เซลล์สาหร่ายสไปลูลิน่าที่ถูกเพาะเลี้ยงบนชิพปฏิบัติการ

ดร. พันธุ์วงค์ คุณธนะวัฒน์[1] ดร.รุ่งเรือง พัฒนกุล[2] น.ส.จิรภัทร์ เรืองอินทร์[1]

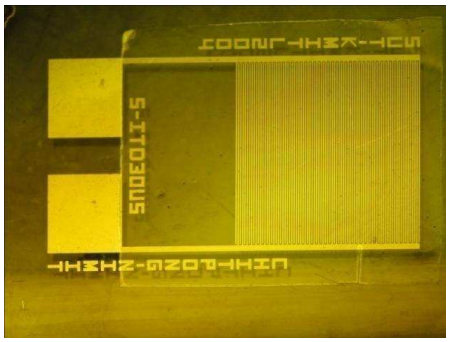
[1]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี [2]สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

เซนเซอร์วัดความชื้น

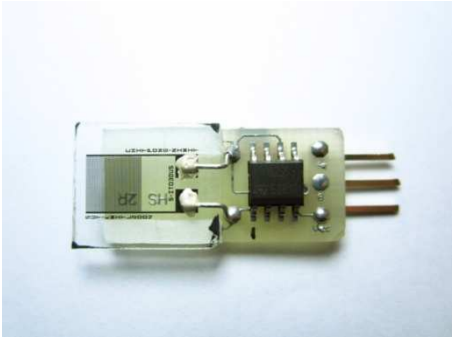
ความชื้นในอากาศนั้นเป็นสิ่งสำคัญต่อกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมหลายประเภท อาทิ อุตสาหกรรมยา อาหารและอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยที่เป็นประเทศเกษตรกรรม ผลผลิตหลายชนิดโดยเฉพาะข้าวเปลือกที่ต้องมีความชื้นในการจัดเก็บไม่เกิน 14% โดยน้ำหนัก มีความสำคัญมาก เพราะถ้าความชื้นสูงจะส่งผลต่อราคาข้างเปลือกที่ลดลงเพราะโรงสีผู้รับซื้อต้องเพิ่มต้นทุนในการอบลดความชื้นออกก่อนการจัดเก็บ หรือแม้กระทั่งการส่งพืชผลทางการเกษตรไปจำหน่ายที่ต่างประเทศ ถ้าการควบคุมความชื้นไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ก็ย่อมได้ผลกำไรที่ลดลงเช่นกัน นอกจากนั้น ในทาง

การแพทย์การควบคุมความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจะช่วยกำจัดหรือลดการแพร่พันธุ์ของเชื้อโรคได้ ด้วยเหตุผลเหล่านี้ทำให้เทคโนโลยีการตรวจวัดความชื้นได้ถูกพัฒนาขึ้นหลายรูปแบบ เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานหลากหลายด้าน

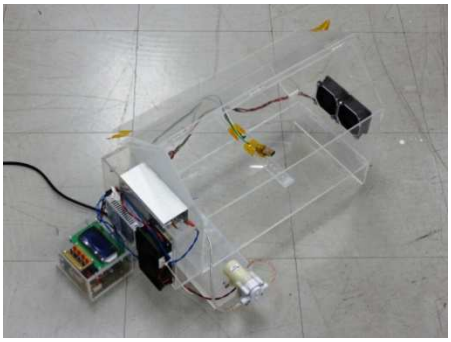
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ได้สนับสนุนทุนวิจัยแก่ นายมาโนทย์ มาปะโท นักศึกษาปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อศึกษาการสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้น หรือ เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity Sensor) โดยใช้กระบวนการลิโธกราฟฟีด้วยรังสีเอกซ์ ณ ระบบลำเลียงแสง BL6a ห้องปฏิบัติการแสงสยาม จากผลการศึกษา พบว่ารูปแบบโครงสร้างที่ความเหมาะสมสำหรับการสร้างตัวตรวจวัดความชื้น คือ โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นซี่ยาวและปิดทับด้วยอิเล็กโทรดโลหะ ลักษณะคล้ายซี่หวีซ้อนกันเชื่อมต่อกันกับจุดเชื่อมต่อไปยังวงจรภายนอก โดยความไวของตัวตรวจวัดความชื้นที่มีโครงสร้างแบบนี้ สามารถควบคุมได้ด้วยการแปรค่าความหนาของชั้นวัสดุไวต่อความชื้น ซึ่งชั้นของวัสดุไวต่อความชื้นที่บางจะช่วยให้ตัวตรวจวัดความชื้นมีความไวสูง นอกจากนี้ความเร็วในการตอบสนองก็ยังขึ้นกับขนาดความกว้างของซี่อิเล็กโทรด กล่าวคือ เมื่อซี่ของสารไวความชื้นมีขนาดความกว้างลดลง เวลาในการตอบสนองจะลดลง



รูปที่ 19 โครงสร้างตัวตรวจวัด



รูปที่ 20 วงจรเชื่อมต่อตัวเซนเซอร์



รูปที่ 21 ชุดทดสอบและควบคุมความชื้น

ผลการทดสอบตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความชื้นเบื้องต้น พบว่า เซนเซอร์วัดความชื้นที่สร้างขึ้นสามารถตรวจจับค่าความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปได้สอดคล้องกับเซนเซอร์ที่จำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งในปัจจุบันกำลังดำเนินการปรับเทียบค่าความชื้นด้วยเกลืออิ่มตัวมาตรฐานก่อนนำไปทดสอบในสภาวะแวดล้อมการทำงานจริงต่อไป

นายมาโนทย์ มาปะโท[1], นายวัชรพล ภุมรา[1], นางสาวสมปอง สมประสงค์[1], ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล[2] และดร. นิมิต ชมนาวัง[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[2]สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

ชุดแสดงผลอักษรเบรลล์ 10 เซลล์

จากความสำเร็จขั้นต้นในการพัฒนากลไกชุดแสดงผลอักษรเบรลล์ 3 เซลล์โดยใช้แรงดันลมการการขับเคลื่อนจุดแสดงผล ในปีงบประมาณ 2555 นี้ ทางสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ได้สนับสนุนทุนวิจัยการพัฒนาชุดแสดงผลอักษรเบรลล์จำนวน 10 เซลล์ขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและการทำงานของชุดแสดงผล รวมถึงการเปลี่ยนกลไกการทำงานมาเป็นชุดขับเคลื่อนด้วยวัสดุเพียโซอิเล็กทริกเพื่อลดขนาดและน้ำหนักลงให้สามารถพกพาเคลื่อนที่ได้สะดวกมากขึ้น

แสงซินโครตรอนในย่านรังสีเอกซ์พลังงานต่ำได้เข้ามาสร้างชิ้นส่วนของจุดแสดงผล ซึ่งต้องการความแม่นยำและปริมาณที่มากเพื่อนำมาประกอบรวมกันเป็นชุดแสดงผล การทำงานร่วมกับโปรแกรมที่ถูกออกแบบมาให้ควบคุมชุดแสดงผลให้สอดคล้องกับอักษรเบรลล์ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อนำไปทดสอบกับผู้พิการทางสายตา ผลการทดสอบเบื้องต้นกับนักเรียนระดับชั้น ป.5 ถึง ม.6 ของโรงเรียนการศึกษาคนตาบอด จ.นครราชสีมา พบว่าความถูกต้องในการอ่านอยู่ที่ร้อยละ 95 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของชุดแสดงผลอักษรเบรลล์ที่พัฒนาขึ้น

ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล[2], นายวัชรพล ภุมรา[1], นายชัยชนะ ชัยจำรัส[2], และดร. นิมิต ชมนาวัง[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[2]สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

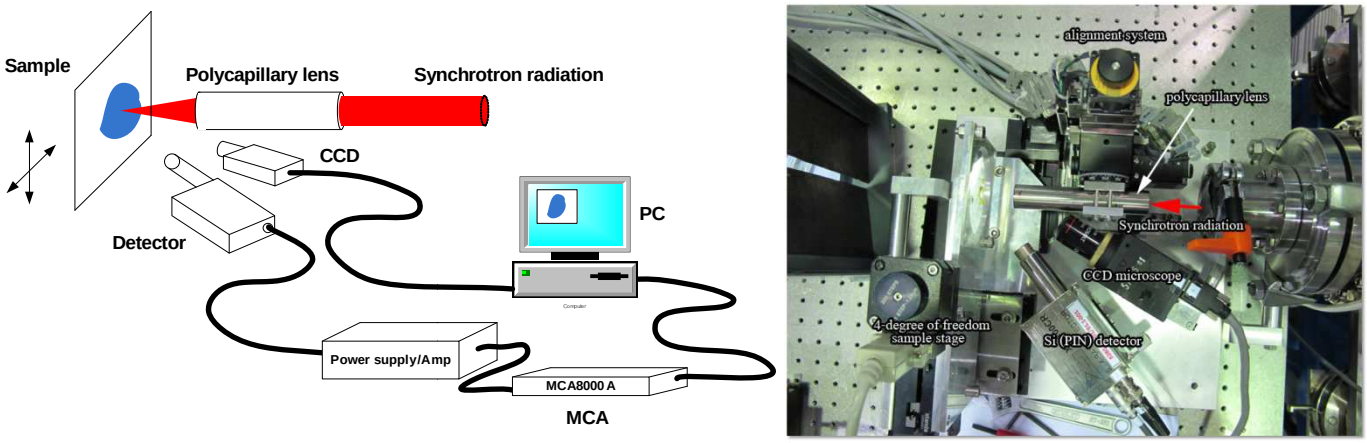
BL6b: ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองการถ่ายภาพแบบเรืองรังสีเอกซ์

BL6b: Micro-beam X-ray Fluorescence Imaging (XRFI)

สถานีทดลองการเรืองรังสีเอกซ์ด้วยลำแสงซินโครตรอนขนาดไมโครเมตร (100 ไมโครเมตร) ถูกสร้างขึ้นเพื่อศึกษาชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบภายในตัวอย่างโดยอาศัยหลักการการปลดปล่อยรังสีเอกซ์เฉพาะ (Characteristic X-rays) เมื่อถูกกระตุ้นด้วยพลังงาน (ในที่นี้คือแสงซินโครตรอน) ที่มีค่ามากกว่าพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนในอะตอมนั้นๆ เนื่องจากค่าพลังงานรังสีเอกซ์เฉพาะนี้มีค่าแตกต่างกันตามชนิดของธาตุ เทคนิคนี้เป็นที่นิยมมากนอกจากเป็นเทคนิคที่ไม่ซับซ้อนแล้ว ยังเป็นเทคนิคที่ไม่ทำลายตัวอย่าง (non-destructive method) และเมื่อพลังงานที่ใช้ในการกระตุ้นตัวอย่างเป็นแสงซินโครตรอนในช่วงรังสีเอกซ์ ทำให้เราสามารถโฟกัสให้ลำรังสีเอกซ์มีขนาดเล็กโดยยังมีความเข้มแสงที่สูงพอที่จะทำการทดลองได้ โดยขนาดของลำรังสีเอกซ์ที่สถานีทดลองนี้คือ 100 ไมโครเมตร การที่ลำรังสีเอกซ์มีขนาดเล็กทำให้เรานอกจากจะสามารถศึกษาชนิดของ

ธาตุได้แล้ว เรายังศึกษาการกระจายตัวของธาตุบนตัวอย่างได้ในกรณีที่ตัวอย่างไม่เป็นเนื้อเดียวกัน หรือสามารถเลือกศึกษาเฉพาะพื้นที่ที่สนใจบนตัวอย่างได้

สถานีทดลองที่ 6b มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ 1) เลนส์รังสีเอกซ์ ในที่นี้เราใช้ polycapillary lens ซึ่งประกอบด้วยท่อคาปิลลารี่ขนาดเล็กจำนวนมากอัดกันอยู่ในท่อทรงกระบอกทำหน้าที่บังคับให้รังสีเอกซ์ขนาดประมาณ 5x3 มม^2 (กว้างxสูง) ที่ตำแหน่งทางเข้ามารวมกันโดยมีขนาดประมาณ 0.1x0.1 มม^2 ที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ คือ 2.2 ซม. 2) ตัวอย่างที่จับยึดด้วยมอเตอร์ 2 ตัวเพื่อทำหน้าที่ขับเคลื่อนตัวอย่างเพื่อรับรังสีเอกซ์เวลาทำการทดลอง รังสีเอกซ์จะกวาดไปบนบริเวณที่ต้องการทำการศึกษา เมื่อรังสีเอกซ์ตกกระทบตัวอย่างตัวอย่างจะปลดปล่อยรังสีเอกซ์เฉพาะและถูกตรวจจับด้วย 3) หัววัดรังสี (detector) รังสีเอกซ์ที่เข้ามาที่หัววัดรังสีเอกซ์จะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วถูกส่งไปยังตัวขยายสัญญาณ (Amplifier) และอุปกรณ์คัดแยกสัญญาณแบบหลายช่อง (Multichannel Analyser, MCA) และส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อเก็บบันทึกและประมวลผล ในการเลือกพื้นที่บนตัวอย่างเราจะใช้ 4) กล้อง CCD ซึ่งต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ทำการเลือกบริเวณที่สนใจ รูปที่ 22 (b) แสดงถึงสถานีทดลอง 6b



(a) (b)

รูปที่ 22 (a)แสดงแผนผังการต่ออุปกรณ์ต่างๆ ของสถานีทดลองที่ 6b และ (b) ภาพถ่ายสถานีทดลอง

ตารางแสดงข้อมูลทางเทคนิคของสถานีทดลองที่ 6b

เทคนิค	Micro-beam X-ray Fluorescence Imaging
พลังงานรังสีเอกซ์	2 –10 keV (white beam)
ตัวอย่าง	ของแข็ง, ผง, ตัวอย่างมีชีวิต เช่น ใบไม้
ขนาดของลำแสงซินโครตรอน	100x100 μm^2
หัววัดรังสี	Si(PIN) detector with energy resolution of 160 eV
สภาพแวดล้อมของตัวอย่าง	อากาศ

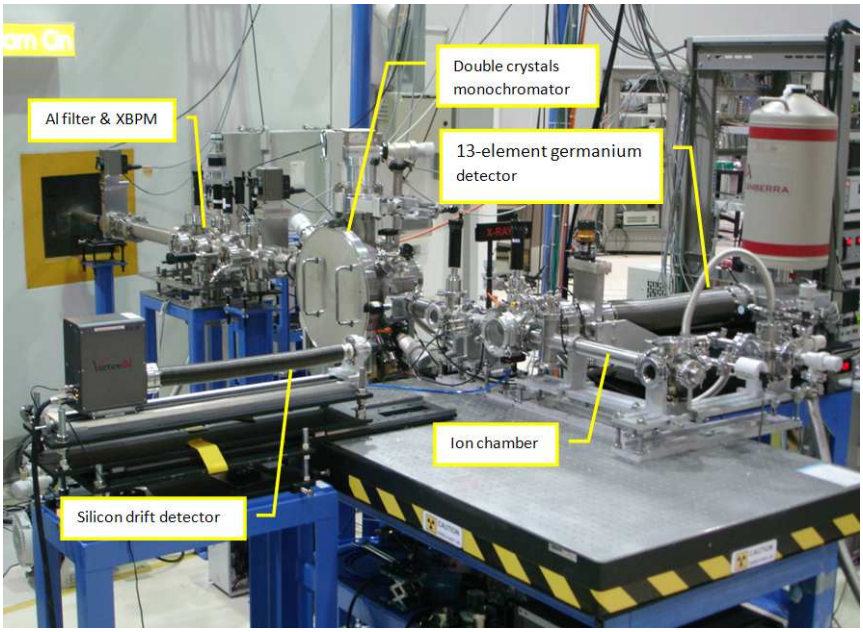
BL8: ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองการดูดกลืนรังสีเอกซ์

BL8: X-ray absorption spectroscopy (XAS)

ระบบลำเลียงแสงที่ 8 ได้เปิดให้บริการตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 จนถึงปัจจุบัน โดยมีผู้ขอใช้เป็นจำนวนมาก ทีมงานของระบบลำเลียงแสงที่ 8 (BL8) ได้พัฒนาระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองด้านเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (x-ray absorption spectroscopy, XAS) มาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถทำการทดลองได้อย่างถูกต้องและได้ข้อมูลสเปกตรัม XAS ที่มีคุณภาพ สามารถตอบโจทย์วิจัยได้ตามเป้าหมาย

ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลอง XAS ในปัจจุบัน ทำงานได้ในช่วงพลังงานแสงซินโครตรอนย่านรังสีเอ็กซ์ ตั้งแต่ 1.25 keV ถึง 10 keV โดยใช้เครื่องคัดเลือกพลังงานแสงแบบผลึกคู่ สามารถวิเคราะห์สถานะทางเคมีและโครงสร้างอะตอมโดยรอบของธาตุที่สนใจศึกษาได้หลายชนิด ได้ตั้งแต่ธาตุแมกนีเซียม อะลูมิเนียม และธาตุอื่นๆ ที่หนักกว่า โดยเฉพาะธาตุโลหะทรานซิชัน ที่ถูกศึกษากันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยด้านต่างๆ เช่น เซรามิกส์ สารเร่งปฏิกิริยา สารกึ่งตัวนำ เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง เป็นต้น ข้อมูลทางเทคนิคของระบบลำเลียงแสงที่ 8 และสถานีทดลอง XAS ที่เป็นปัจจุบันสามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

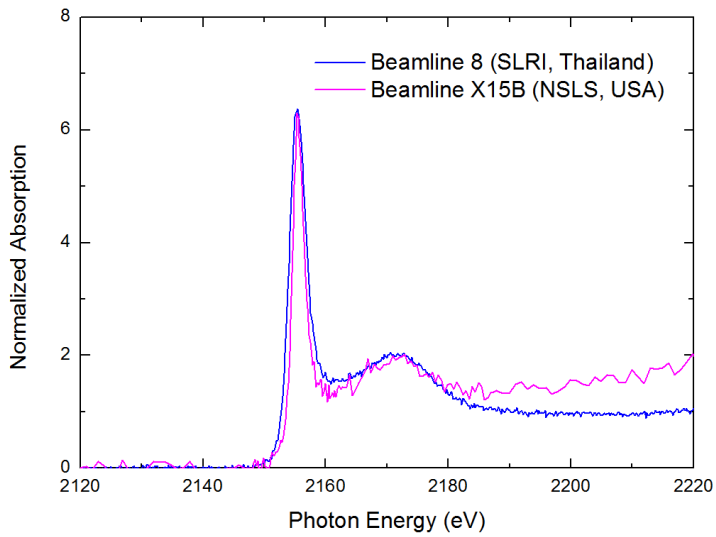
ช่วงพลังงานแสงซินโครตรอนที่ปรับค่าได้	1.25 -10 keV
ผลึกคัดเลือกพลังงานแสง	KTP(011), InSb(111), Si(111) และ Ge(220)
ขนาดของลำแสงที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่าง	13 mm (กว้าง) × 1 mm (สูง)
ความเข้มแสง	10^{8}-10^{10} photons/sec/100 mA
ความกว้างของแถบพลังงานแสง	~ 2-3 × 10^{-4} ส่วนของค่าพลังงานแสง
เทคนิคการทดลอง XAS	Transmission mode และ Fluorescence-yield mode
เครื่องวัดรังสีเอ็กซ์	Ion chamber, 13-element Germanium detector, Silicon drift detector, Lytle detector
ความเข้มข้นธาตุต่ำสุดในตัวอย่างที่สามารถวิเคราะห์ได้	~ 50 ppm



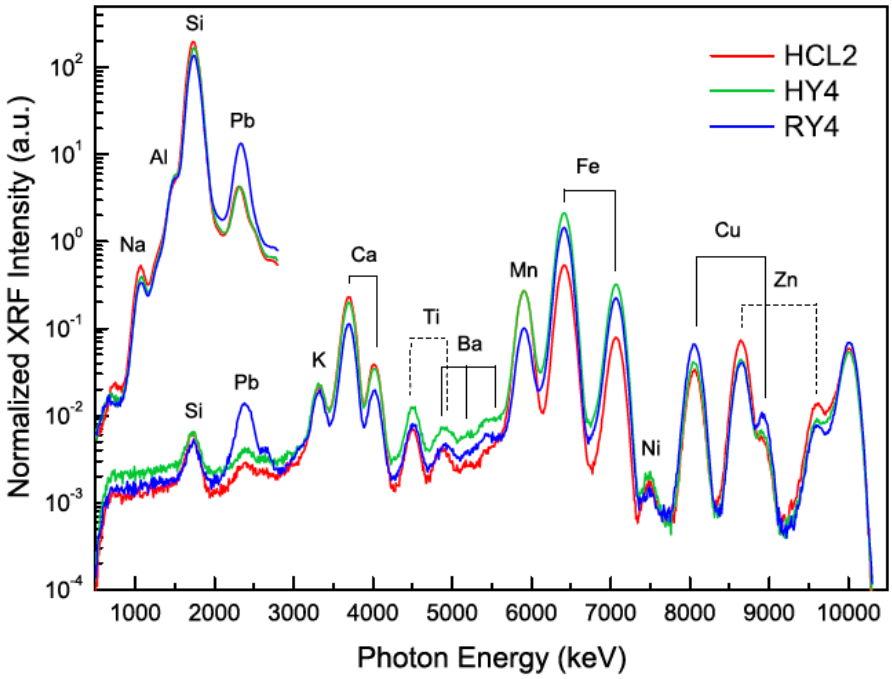
รูปที่ 23 แสดงภาพถ่ายระบบลำเลียงแสงที่ 8 และสถานีทดลอง XAS

จุดเด่นของระบบลำเลียงแสงที่ 8 คือความสามารถในการวัดสเปกตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของธาตุอะลูมิเนียม ซิลิกอน ฟอสฟอรัส และซัลเฟอร์ ได้ดีกว่าหรือเทียบเท่าระบบลำเลียงแสงหลายที่ในต่างประเทศ (ดังแสดงในรูปที่23) เนื่องจากเราใช้หัววัดรังสีเอกซ์แบบ 13 ช่องสัญญาณ (13-element germanium detector) และทำการทดลองในบรรยากาศของแก๊สฮีเลียม ซึ่งช่วยลดสัญญาณรบกวนได้ดี อีกทั้งแสงซินโครตรอนที่ใช้ในการทดลองมีความเข้มสูงสุดในย่านพลังงานรังสีเอกซ์ที่ใช้สำหรับกระตุ้นธาตุเหล่านี้

นอกจากเทคนิคการดูดกลืนแสงแล้ว สถานีทดลองของระบบลำเลียงแสงที่ 8 สามารถให้บริการตรวจวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของธาตุองค์ประกอบในตัวอย่างด้วยเทคนิคการเรืองแสง (X-ray Fluorescence) โดยใช้แสงซินโครตรอนในย่านพลังงานรังสีเอกซ์ ใช้ได้ดีกับตัวอย่างที่มีขนาดมากกว่า 5 mm x 1 mm สามารถตรวจวิเคราะห์ได้โดยไม่จำเป็นต้องบดทำลายตัวอย่าง เหมาะสำหรับการศึกษาตัวอย่างวัตถุโบราณ (รูปที่ 25) และตัวอย่างที่ต้องการรักษาสภาพเดิมเอาไว้



รูปที่ 24 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของธาตุฟอสฟอรัสในตัวอย่างดินชนิดเดียวกัน เส้นกราฟสีฟ้าคือสเปกตรัมที่วัดจากระบบลำเลียงแสงที่ 8 ของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน และเส้นกราฟสีชมพูคือสเปกตรัมที่วัดจากระบบลำเลียงแสง X15B ของ National Synchrotron Light Source



รูปที่ 25 แสดงธาตุที่ตรวจพบในแก้วโบราณจากการใช้เทคนิค XRF ที่ระบบลำเลียงแสงที่ 8 องค์ประกอบที่วิเคราะห์ได้คือ SiO2 55-67 %, Na_2O 8.3-12.9 %, Al_2O_3 1.8-3.5 %, K_2O 1.4-1.7 %, CaO 7.5-11.0 %, PbO 1.8-15.9 %, Fe_2O_3 1.5-9.3 %, MnO 0.7-1.6 %, CuO (0.06-0.13 %), ZnO 0.07-0.09 % (ผลงานวิจัยของ วันทนา คล้ายสุบรรณ์และคณะ, สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน)

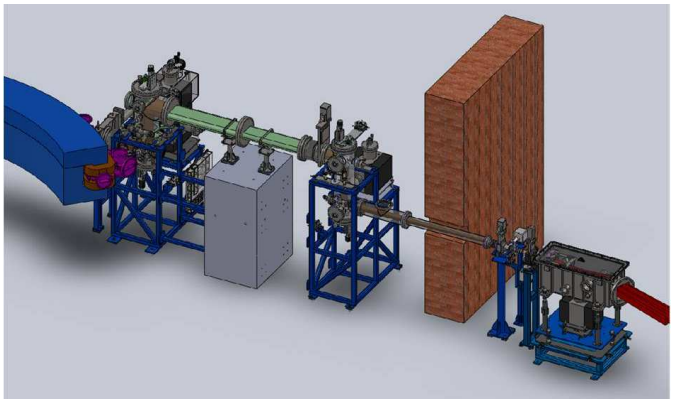
เทคนิคที่เปิดให้บริการแก่ผู้ใช้

BL4.1: ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโกปี

BL4.1: Infrared Spectroscopy and Imaging

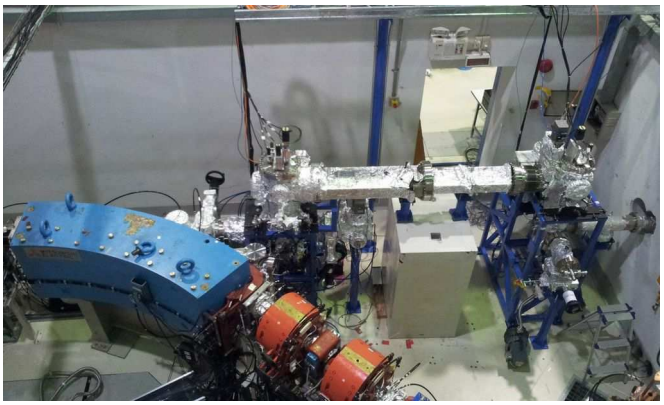
ด้วยคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนซึ่งผลิตแสงซินโครตรอนที่มีค่าพลังงานต่อเนื่องตั้งแต่รังสีอินฟราเรดไปจนถึงรังสีเอกซ์ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) จึงมีระบบลำเลียงแสงในย่านพลังงานต่างๆ กันหลายระบบเพื่อใช้ในศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของสารที่แตกต่างกันได้ โดยแสงซินโครตรอนย่านอินฟราเรด (เลขคลื่นช่วง 12800-50 cm^{-1} หรือความยาวคลื่นช่วง 0.78-200 μm) เป็นช่วงรังสีที่มีประโยชน์ในการศึกษาการสั่นของโมเลกุลของสาร โดยสารแต่ละชนิดจะมีเอกลักษณ์ในการดูดกลืนแสงอินฟราเรดในช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน ทำให้เราสามารถจำแนกชนิดและติดตามการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของสารได้ ด้วยเหตุนี้เอง ในปีงบประมาณ 2553 สถาบันจึงได้มีนโยบายในการสร้างระบบลำเลียงแสงย่านรังสีอินฟราเรดขึ้น เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการแสงซินโครตรอนในงานวิจัยที่หลากหลายมากขึ้น อาทิ เช่น งานวิจัยพื้นฐานทางฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา งานวิจัยทางวัสดุศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี งานวิจัยทางการแพทย์และเซลล์ต้นกำเนิด (Stem cells) งานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เวชสำอางสำหรับผิวหนังและเส้นผม รวมถึงงานวิจัยทางการเกษตร เป็นต้น

โครงการออกแบบและสร้างระบบลำเลียงแสงอินฟราเรด เริ่มต้นจากการออกแบบ bending magnet chamber ซึ่งมีช่องเปิด 25 (แนวตั้ง) x 86 (แนวนอน) มิลลิเรเดียน ที่มุม 2.1 องศา เพื่อรองรับการแผ่รังสีชนิด edge และ bending magnet ของวงกักเก็บอิเล็กตรอน โดยใช้โปรแกรม SRW และ ray software ©Th. Moreno ในการออกแบบระบบลำเลียงแสงให้สามารถใช้งานได้ถึง 3 สถานีทดลองในเวลาเดียวกัน โดยมีกระจกตัวที่ 1 (M1) ทำหน้าที่คัดเลือกแสงซินโครตรอนเฉพาะย่านอินฟราเรด จากนั้นมีกระจกตัวที่ 2 (M2) ทำหน้าที่โฟกัสแสงในแนวนอนโดยมีค่ารัศมี = 2637.7 มิลลิเมตร และ กระจกตัวที่ 3 (M3) ทำหน้าที่โฟกัสแสงในแนวตั้ง R = 5435.2 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้แสงมีขนาดเล็กลง จากนั้นกระจกตัวที่ 4 (M4) จะทำหน้าที่สะท้อนแสงออกมายังนอกผนังคอนกรีตของวงแหวนกังเก็บอิเล็กตรอน ลำแสงซินโครตรอนย่านอินฟราเรดที่ได้จะมีขนาด 2.32×0.16 มิลลิเมตร^2 มีความเข้มแสงประมาณ 10^{12} (ph/s/0.1%BW) ณ จุดรวมแสง (focus point) ซึ่งจะอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดแสง 7.2 เมตร และใช้โดยมีกระจกเพชร (CVD diamond window) เป็นตัวกั้นระหว่างระบบสุญญากาศและเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ แสงซินโครตรอนจะถูกทำให้เป็นแสงขนานและแยกออกเป็น 3 ลำแสง หลังจากผ่านกระจกเพชรด้วยกระจกตัวที่ 5 ถึง 9 (M5-M9) เพื่อส่งไปยังสถานีทดลองทั้ง 3 สถานีต่อไป



รูปที่ 26 แสดงระบบลำเลียงแสง 4.1 Infrared Spectroscopy and Imaging

ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 สถาบัน ได้เริ่มต้นปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดสร้างระบบลำเลียงแสงอินฟราเรด จากนั้นในปีงบประมาณ 2554 สถาบัน ได้สร้างและติดตั้งระบบลำเลียงแสงส่วนหน้าซึ่งประกอบด้วย bending magnet chamber, M1 and M2 chamber และ M3 and M4 chamber แล้วเสร็จ



รูปที่ 27 แสดงระบบลำเลียงแสงส่วนหน้าเมื่อต่อกับวงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอน

โดยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 สถาบัน ได้ดำเนินการติดตั้งกระจกตัวที่ 1-4 (M1- M4) และแผ่นกระจกเพชร (CVD diamond window) ซึ่งเป็นตัวกั้นระหว่างระบบสุญญากาศและเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์และจัดวางกระจกทุกตัวให้อยู่ในแนวแสง รวมถึงทดสอบระบบสุญญากาศและระบบการควบคุมต่างๆ โดยในขณะนี้กำลังอยู่ระหว่างการติดตั้งและจัดวางแนวกระจกตัวที่ 5 ถึง 9 (M5-M9) เพื่อทำให้ได้แสงซินโครตรอนแบบแสงขนานและแยกลำแสงออกเป็น 3 ลำแสงซึ่งจะให้ค่าความเข้มของแสงประมาณ 10^{12} ph/s/0.1%BW ก่อนนำเข้าสู่เครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ต่อไป โดยคาดว่าจะสามารถเปิดให้บริการในปลายปี 2556

(a) (b)

รูปที่ 28 แสดงการติดตั้งกระจก (a) และการตรวจสอบตำแหน่งของกระจกให้อยู่ในแนวแสง (b)

(a) (b) (c)

รูปที่ 29 แสดง การตรวจสอบกระจกตัวที่ 1 ก่อนติดตั้ง (a) ส่วนของกระจกเพชรซึ่งเป็นตัวกั้นระหว่างระบบสุญญากาศและเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (b) และ การตีแนวแสงบนพื้น (c)

นอกเหนือจากงานสร้างระบบลำเลียงแสงย่านรังสีอินฟราเรดแล้ว สถาบัน ยังรวบรวมกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอนในย่านอินฟราเรด และให้บริการเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโกปีด้วยแหล่งกำเนิดแสงชนิดแผ่ความร้อนแก่ผู้ใช้บริการ ทั้งจากภาครัฐและเอกชน เพื่อส่งเสริมการทำวิจัยโดยใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโกปี และเพื่อเตรียมความพร้อมให้กลุ่มผู้ใช้ได้มีความรู้ ความชำนาญ และมีความพร้อมที่จะใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอนย่านอินฟราเรดเมื่อการสร้างระบบลำเลียงแสงและการติดตั้งสถานีทดลองที่เกี่ยวข้องแล้วเสร็จสมบูรณ์ต่อไป

BL7.2: สำหรับงานด้านชีววิทยาโครงสร้าง

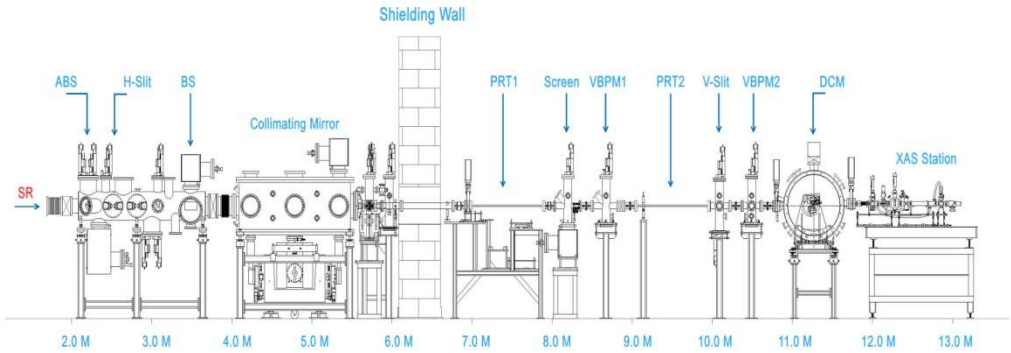
BL7.2: Structural Biology

ระบบลำเลียงแสงที่ 7.2 ณ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม เป็นระบบลำเลียงแสงที่ออกแบบเพื่อใช้ประโยชน์รังสีเอกซ์พลังงานสูงจาก Superconducting Wavelength Shifter (SWLS) สำหรับงานด้านชีววิทยาโครงสร้างเพื่อศึกษาโครงสร้างสามมิติของสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ ได้แก่ กรดนิวคลีอิก เอนไซม์และโปรตีน และการศึกษาโครงสร้างบริเวณรอบๆ อะตอมของธาตุบางชนิดที่มีผลต่อการทำงานของโมเลกุลทางชีวภาพ เช่น เมทัลโลโปรตีน

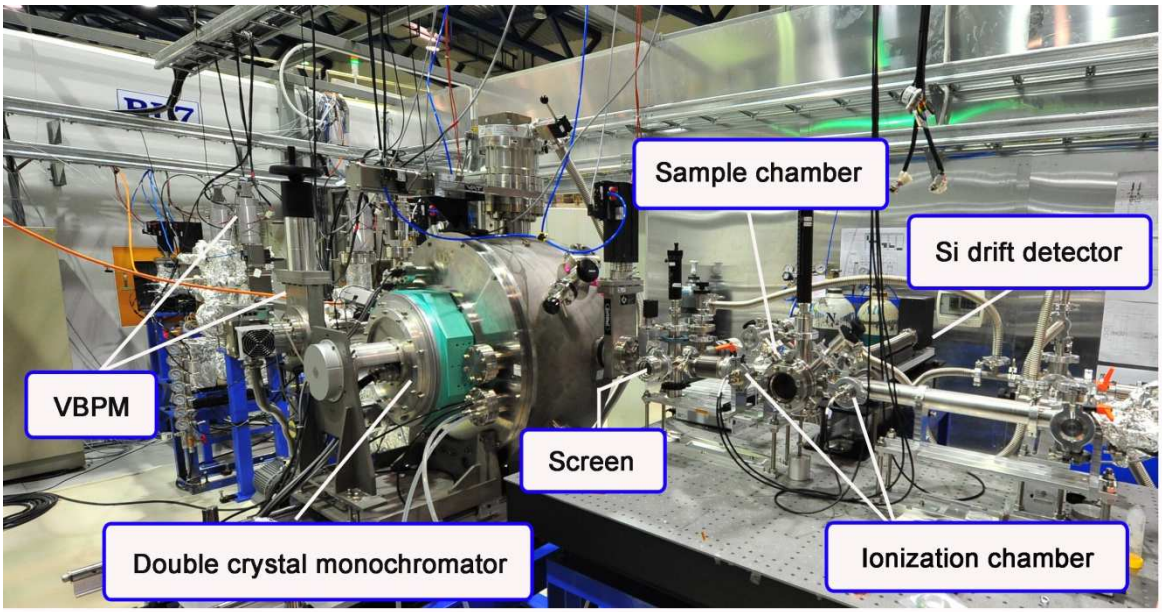
ชิ้นส่วนต่างๆ ของระบบลำเลียงแสง ซึ่งประกอบด้วย ส่วนหน้า กระจกทำแสงขนาน โมโนโครเมเตอร์ และกระจกโฟกัสแสงได้ถูกสร้างและประกอบแล้วเสร็จ แต่เนื่องจากการติดตั้ง SWLS มีความล่าช้ากว่าแผน จึงได้ปรับย้ายระบบลำเลียงแสงมาใช้แสงจากแม่เหล็กสองขั้ว (bending magnet) เพื่อในเบื้องต้นจะได้ทำการทดสอบการทำงานของโมโนโครเมเตอร์ชนิดผลึกคู่ (DCM, double crystal monochromator) และอุปกรณ์ส่วนหน้าของระบบลำเลียงแสงที่สถาบันได้สร้างขึ้นมาใช้เอง ข้อมูลทางเทคนิคของระบบลำเลียงแสงที่ได้ปรับย้ายแสดงดังตาราง

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของระบบลำเลียงแสงที่ 7.2

เทคนิคการวัด	การดูดกลืนรังสีเอกซ์ วิธีการวัดแบบทะลุผ่านใช้ Ionization chambers วิธีการวัดแบบเรืองแสงใช้ Silicon drift detector
แหล่งกำเนิดแสง	แม่เหล็กสองขั้ว
ช่วงพลังงานแสง	2.25-9.0 keV
ระบบคัดเลือกพลังงานแสง	โมโนโครเมเตอร์ชนิดผลึกคู่ ผลึก Si(111) และผลึก InSb(111)
ขนาดลำแสงที่ตกกระทบตัวอย่าง	15 mm (กว้าง) x 1-2.5 mm (สูง)
ความเข้มแสงที่ตัวอย่าง	10^{8}-10^{9} photons/sec/100mA
ระยะระหว่างแหล่งกำเนิดแสงไปยังตัวอย่าง	12.2 เมตร
สภาวะความดันของตัวอย่างขณะวัด	ความดันบรรยากาศ-สุญญากาศระดับ 10^{-2} mbar
ชนิดของตัวอย่างที่วัดได้	ผงบนแผ่นเฟรม ผงอัดเม็ด
สถานะปัจจุบัน	พัฒนา

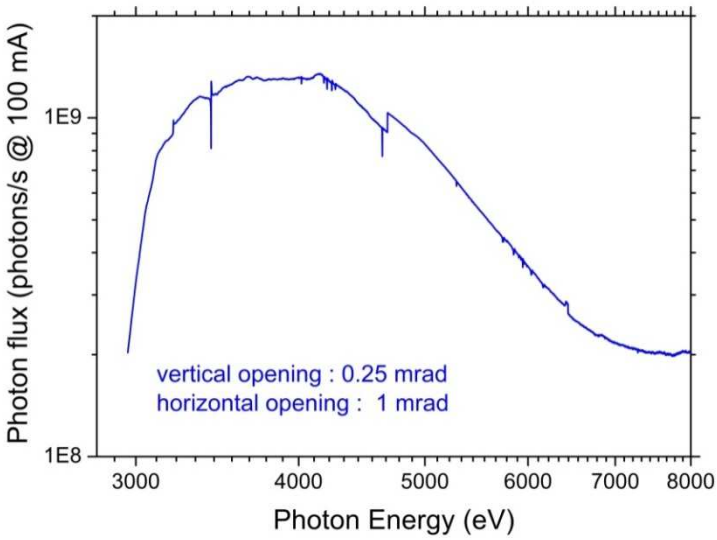


รูปที่ 30 แสดงแผนผังของระบบลำเลียงแสงที่ 7.2



รูปที่ 31 แสดงภาพถ่ายระบบลำเลียงแสงที่ 7.2 เพื่อทดสอบการทำงานของโมโนโครเมเตอร์ชนิดผลึกคู่

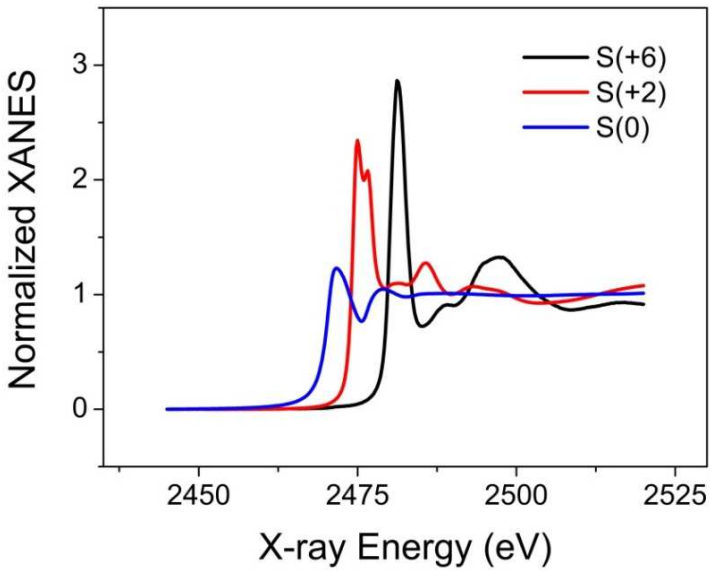
จากภาพแสดงแผนผังของระบบลำเลียงแสงสำหรับการทดสอบโมโนโครเมเตอร์ ลำแสงจากแม่เหล็กสองขั้วถูกจำกัดขนาดโดยอุปกรณ์ในส่วนหน้าระบบลำเลียงแสงซึ่งเส้นทางเดินของแสงที่ใช้งาน ณ ปัจจุบันไม่ผ่านกระจกทำแสงขนาน ดังนั้นแสงที่ตกกระทบผลึกในโมโนโครเมเตอร์เป็นแสงมีลักษณะของลำที่บานออก เพื่อทดสอบโมโนโครเมเตอร์ที่สถาบันได้สร้างขึ้นมาใช้เองได้มีการติดตั้ง ionization chambers สำหรับการวัดปริมาณโฟตอนต่อหน่วยเวลา (flux) ของแสงที่ผ่านการคัดเลือกพลังงาน ส่วนพลังงานของโฟตอนหรือความยาวคลื่นของแสงวัดเทียบจากสเปกตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของแผ่นฟิล์มของโลหะมาตรฐาน



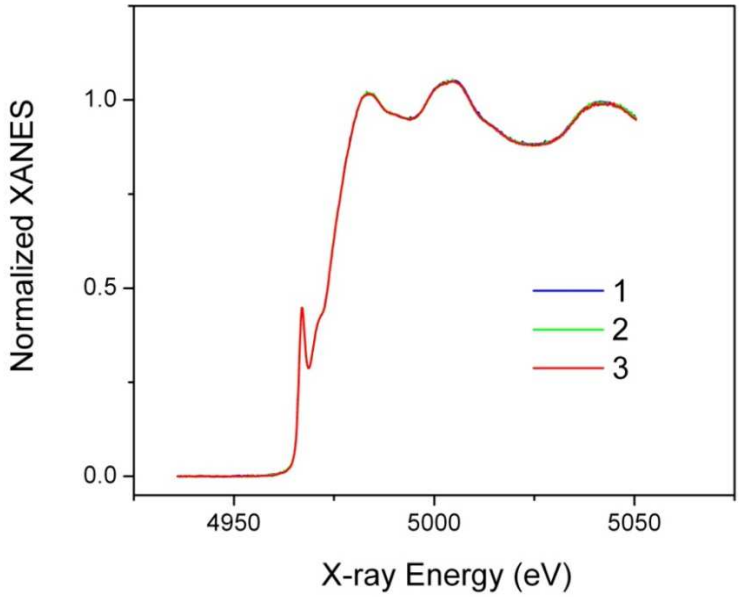
รูปที่ 32 แสดงปริมาณของโฟตอนของแสงที่ผ่านการคัดเลือกพลังงาน

ปริมาณโฟตอนต่อหน่วยเวลาของแสงที่ผ่านการคัดเลือกพลังงานโดยโมโนโครเมเตอร์ที่ใช้ผลึก Si(111) พบว่าพลังงานที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานอยู่ในช่วงประมาณ 3–8 keV เนื่องจากไม่มีการติดตั้ง Be window ในระบบลำเลียงแสง จึงสามารถขยายช่วงพลังงานต่ำลงได้ถึงประมาณ 2.25 keV เมื่อเปลี่ยนผลึกของโมโนโครเมเตอร์เป็น InSb(111)

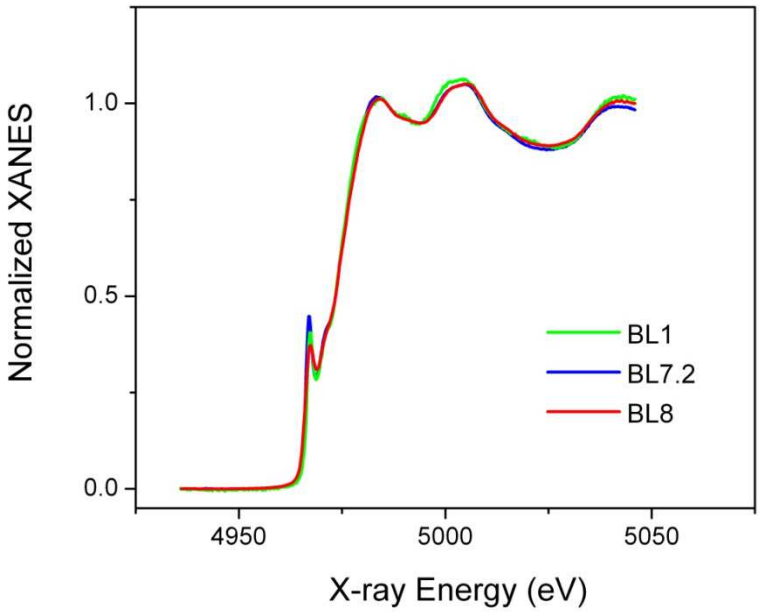
ตัวอย่างสเปคตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์แบบทะลุผ่านของ S K-edge, Ti K-edge และ Co K-edge ที่วัดได้จากระบบลำเลียงแสงที่ 7.2



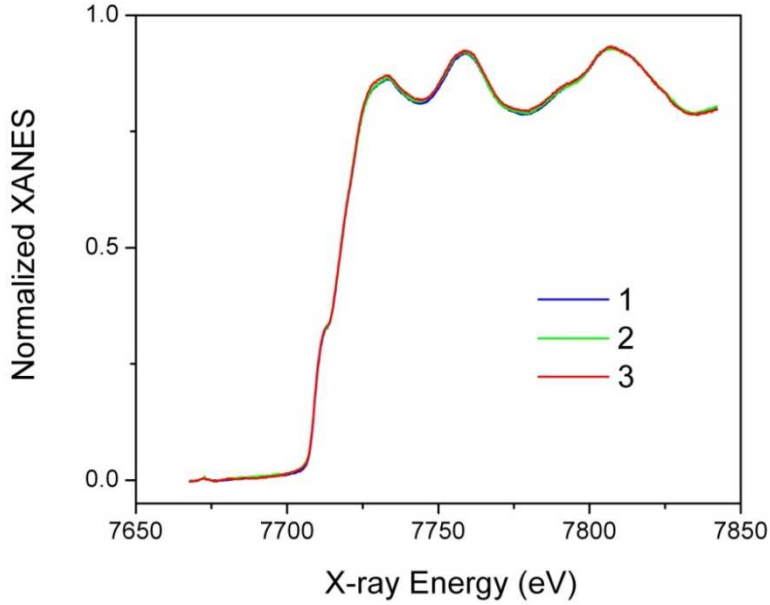
รูปที่ 33 แสดงตัวอย่างสเปคตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของ S K-edge ที่วัดได้จากระบบลำเลียงแสงที่ 7.2 ซึ่งอะตอมซัลเฟอร์อยู่ในสถานะออกซิเดชันที่ต่างกัน



รูปที่ 34 แสดงตัวอย่างสเปคตรัมของสารมาตรฐาน Ti foil ความหนา 6 ไมครอน จากระบบลำเลียงแสงที่ 7.2

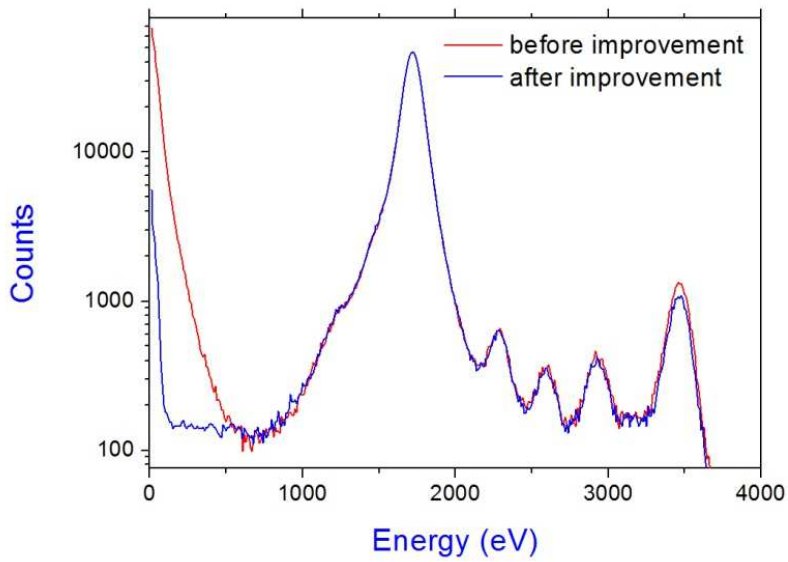


รูปที่ 35 แสดงตัวอย่างสเปคตรัมของสารมาตรฐาน Ti foil ความหนา 6 ไมครอน ที่วัดได้จากระบบลำเลียงแสงที่ 7.2 เทียบกับสเปคตรัมจากระบบลำเลียงแสงที่ 1 และ 8



รูปที่ 36 แสดงตัวอย่างสเปคตรัมของสารมาตรฐาน Co foil ความหนา 4 ไมครอน ที่วัดได้จากระบบลำเลียงแสงที่ 7.2

ตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม 2555 ระบบลำเลียงแสงที่ 7.2 ได้เริ่มทดสอบและติดตั้งหัววัด Si drift detector เพื่อวัดสเปคตรัมโดยวิธีการวัดแบบเรืองแสง (X-ray Fluorescence) ซึ่งจำเป็นต้องให้หัววัดรังสีเอกซ์อยู่ในห้องสุญญากาศเดียวกันกับสารตัวอย่างเพื่อไม่ให้โมเลกุลของอากาศดูดกลืนรังสีเอกซ์ ทางทีมงานจึงได้เตรียมระบบเพื่อกั้นสุญญากาศระหว่างหัววัดและห้องสุญญากาศสำหรับสารตัวอย่าง ซึ่งจะทำให้การวัดในทั้งสองวิธีสามารถปฏิบัติงานได้สะดวกและมีความปลอดภัยกับหัววัด พร้อมกันนั้นได้มีการปรับปรุงระบบการวัดเพื่อลดปัญหาจากสัญญาณรบกวนในช่วงพลังงานต่ำ ภาพที่แสดงเป็นสเปกตรัมของอินเดียมทินออกไซด์ที่ถูกปรับสภาพผิวโดยคลอรีน แสดงการลดสัญญาณรบกวนในช่วงพลังงานต่ำ (น้อยกว่า 500 eV) หลังจากที่มีการปรับปรุงระบบการวัด



รูปที่ 37 แสดงตัวอย่างการปรับปรุงคุณภาพของระบบการวัดของหัววัด Si drift detector ในระบบลำเลียงแสง 7.2

ตั้งแต่กลางเดือนเมษายน 2555 ระบบลำเลียงแสงที่ 7.2 ได้เริ่มเปิดทดลองให้บริการแก่โครงการที่ไม่ได้รับการจัดสรรเวลาการเข้าใช้แสงจากระบบลำเลียงแสงที่ 8 และได้ให้บริการเพิ่มแก่โครงการที่สมัครเข้าใช้โดยตรงรวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 18 โครงการควบคู่ไปกับงานพัฒนาทดสอบและปรับปรุง ตัวอย่างที่ผู้ใช้ได้เข้ามาทำการทดลองที่ระบบลำเลียงแสงได้แก่ ตัวเร่งปฏิกิริยา โลหะอสัณฐาน เซรามิก คอมโพสิต อิเล็กโทรไลท์แข็ง/กึ่งแข็ง ซึ่งต้องการศึกษาการจัดเรียงตัวของอะตอม และการระบุสถานะออกซิเดชัน (oxidation state) ของอะตอมที่สนใจ ซึ่งเทคนิคการวัดแบบเรืองแสงมีประโยชน์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุเจือปนในตัวอย่างของผู้ใช้

คาดว่าเมื่อสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนสามารถผลิตแสงซินโครตรอนช่วงเอกซเรย์พลังงานสูงได้และติดตั้งระบบลำเลียงแสงที่ 7.2 สำหรับงานด้านชีววิทยาโครงสร้างได้แล้วเสร็จ ศักยภาพของแสงซินโครตรอนที่ผลิตได้ช่วงเอกซเรย์พลังงานสูงซึ่งมีความเข้มมาก จะสามารถส่งเสริมงานวิจัยด้านการศึกษาโครงสร้างสามมิติของโปรตีนได้

ระบบลำเลียงแสงที่ได้ดำเนินการสร้างและพัฒนา

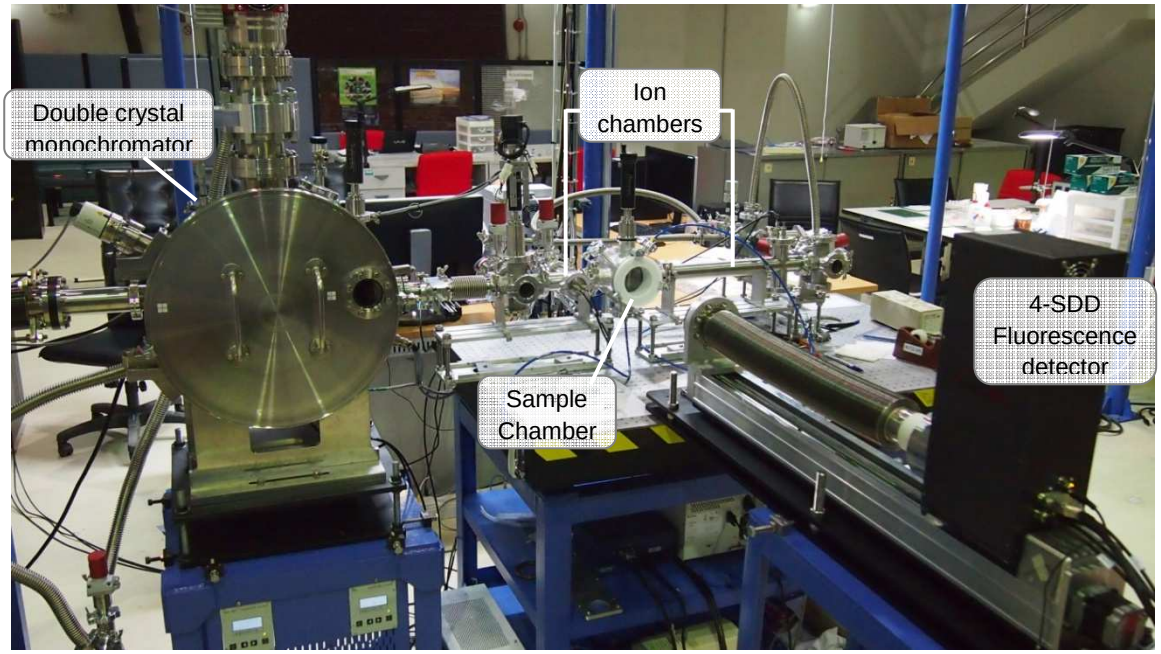
BL5.2: ระบบลำเลียงแสง มทส. – นาโนเทค – สซ.

BL5.2: SUT-NANOTEC-SLRI

ระบบลำเลียงแสงที่ 5.2 จัดสร้างภายใต้โครงการจัดตั้งสถานีร่วมวิจัย มทส. - นาโนเทค - สซ. เพื่อการใช้แสงซินโครตรอน โดยบุคลากรจากทั้งสามองค์กรจะใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอนในการวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกัน

ระบบลำเลียงแสงที่ 5.2 และสถานีทดลองเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (X-ray Absorption Spectroscopy หรือ XAS) นั้นใช้สำหรับการศึกษาโครงสร้างสสารในระดับอะตอม สามารถวิเคราะห์สถานะทางเคมี และโครงสร้างโดยรอบของอะตอมที่สนใจได้ ไม่ว่าจะเป็น ความยาวพันธะ ลักษณะการจัดเรียงตัว หรือชนิดของอะตอมรอบข้าง เทคนิคนี้ไม่ทำลายสารตัวอย่างและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยได้หลายสาขา เช่น วัสดุศาสตร์ ชีววิทยา สิ่งแวดล้อม และโบราณคดี ซึ่งเทคนิคดังกล่าวสามารถวิเคราะห์สารตัวอย่างได้ทั้งในสภาวะของแข็งและของเหลว

หลักการของเทคนิค XAS คือ การฉายรังสีเอกซ์บนสารที่ต้องการศึกษา และวัดอัตราส่วนการดูดกลืนรังสีเอกซ์ที่พลังงานต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้บ่งบอกถึงโครงสร้างของสารตัวอย่างในระดับอะตอมได้ ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองนี้ สามารถทำงานได้ในช่วงพลังงานแสงซินโครตรอนย่านรังสีเอกซ์ตั้งแต่ 1,240 – 12,100 อิเล็กตรอนโวลต์ (eV) โดยใช้เครื่องคัดเลือกพลังงานแสงแบบผลึกคู่ (Double Crystal Monochromator หรือ DCM) ระบบลำเลียงแสงที่ 5.2 ถูกออกแบบโดยทีมนักวิจัยและวิศวกรของสถาบัน โดยอุปกรณ์ส่วนใหญ่จัดสร้างขึ้นเองภายในสถาบัน ซึ่งได้ทำการติดตั้งและทดสอบแล้วเสร็จ และได้เปิดให้บริการตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556

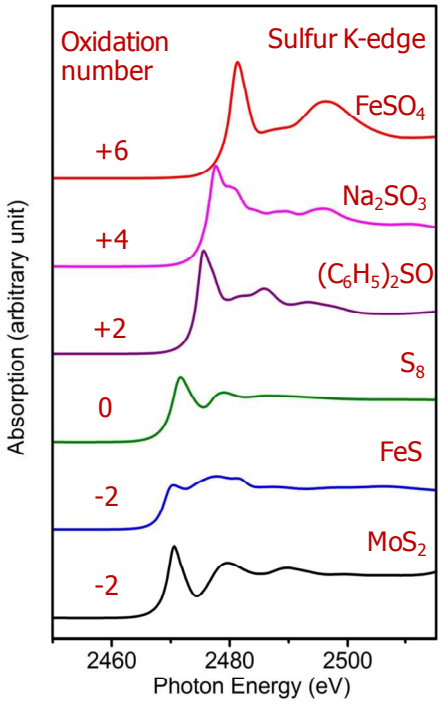


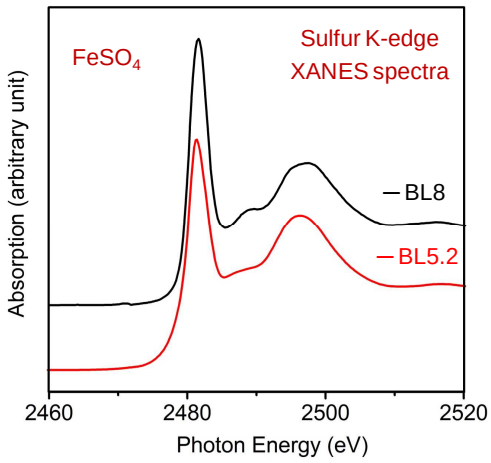
รูปที่ 38 แสดงระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลอง มทส. – นาโนเทค – สซ.

ข้อมูลทางเทคนิคของระบบลำเลียงแสง

ช่วงพลังงานแสงซินโครตรอน	1240 - 12100 eV
ผลึกคัดเลือกพลังงานแสง	KTP(011), InSb(111), Si(111) และ Ge(220)
ขนาดของลำแสงบนตัวอย่าง	13 mm (กว้าง) × 1 mm (สูง)
ความเข้มแสง	10^{8}-10^{10} photons/sec/100 mA
ความละเอียดของพลังงาน	2×10^{-4} ส่วนของค่าพลังงานแสง
เทคนิคการทดลอง XAS และระบบตรวจวัด	การวัดแบบทะลุผ่านโดย Ion chambers การวัดแบบเรืองแสงโดย 4-element silicon drift detector

1 ตัวอย่างสเปกตรัม XANES ของ Sulfur K-edge โดยโหมดการวัดแบบทะลุผ่าน

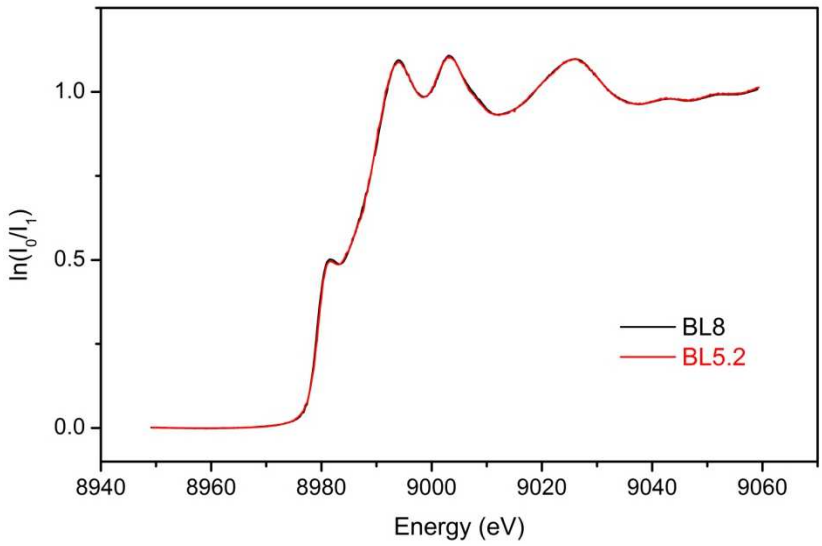




เปรียบเทียบสเปกตรัมวัดจาก BL5 และ BL8

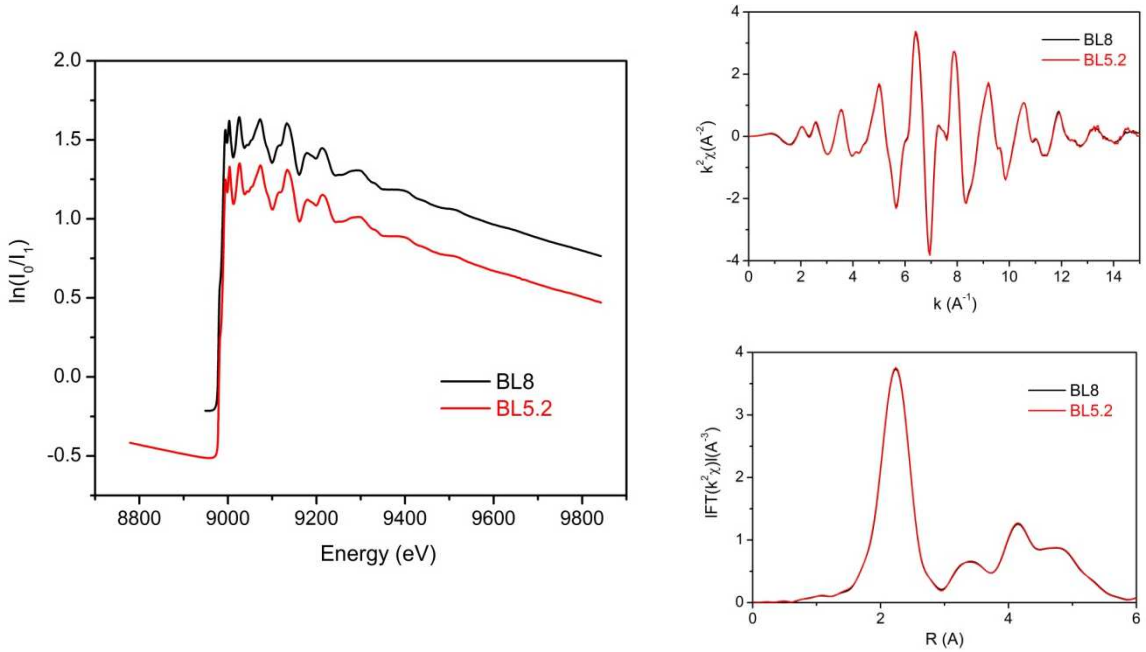
รูปที่ 39 แสดงผลการวัดด้วยเทคนิค XAS ที่ BL5.2 ของซัลเฟอร์ในสารประกอบชนิดต่างๆ ซึ่งมีเลขออกซิเดชันแตกต่างกัน

2 ตัวอย่างสเปกตรัม XANES ของ Cu K-edge โดยโหมดการวัดแบบทะลุผ่าน



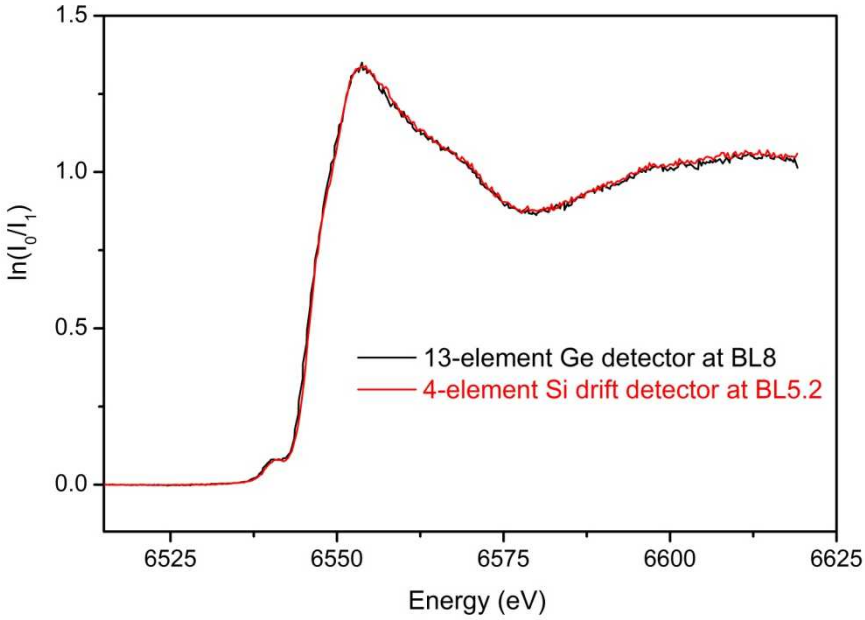
รูปที่ 40 แสดงการเปรียบเทียบสเปกตรัมของสารมาตรฐาน Cu foil ที่วัดได้จาก BL5.2 และ BL8

3 ตัวอย่างสเปกตรัม EXAFS ของ Cu K-edge โดยโหมดการวัดแบบทะลุผ่าน



รูปที่ 41 แสดงการเปรียบเทียบสเปกตรัมของสารมาตรฐาน Cu foil ที่วัดได้จาก BL5.2 และ BL8

4 ตัวอย่างสเปกตรัม XANES ของ Mn K-edge โดยโหมดการวัดแบบเรืองแสงด้วย 4-element silicon drift detector ที่วัดได้จากระบบลำเลียงแสงที่ 5.2



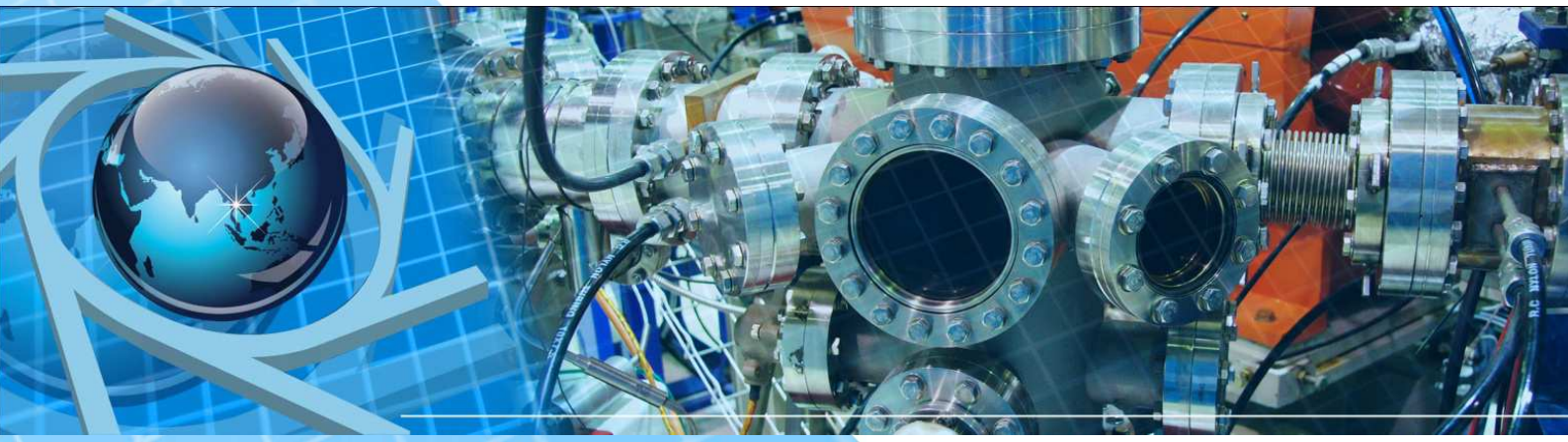
รูปที่ 42 แสดงการเปรียบเทียบสเปกตรัมของสารตัวอย่างที่มี Mn เป็นองค์ประกอบเจือ 1.6%wt ที่วัดได้จาก BL5.2 และ BL8

ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ระบบลำเลียงแสงที่ 5.2 ได้เริ่มเปิดให้บริการแสงแก่โครงการที่ได้รับการจัดสรรจากหน่วยงานทั้งสามองค์กร (มทส. - นาโนเทค – สซ). โดยโควตาที่เป็นส่วนของสถาบัน ได้จัดสรรให้แก่ผู้ใช้ภายนอกซึ่งสามารถสมัครเข้ามาใช้ได้โดยทั่วไป

รูปที่ 43 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินไปยังห้องปฏิบัติการแสงสยาม สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ทรงเปิดระบบลำเลียงแสง มทส.-นาโนเทค-สซ.

เมื่อ 19 ต.ค. 55 สถาบัน ได้รับพระมหากรุณาธิคุณอย่างหาที่สุดมิได้ที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้เสด็จพระราชดำเนินมาทรงเปิดระบบลำเลียงแสงที่ 5.2 นี้ นับเป็นสิริมงคลแก่สถาบัน บุคคลากรและผู้ที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาด้านเทคนิคและวิศวกรรม



งานพัฒนาด้านเทคนิคและวิศวกรรม

งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ชั้นสูงมีความต้องการอุปกรณ์เครื่องมือเฉพาะด้านที่หลากหลายเพื่อช่วยในงานวิจัย โดยส่วนใหญ่ อุปกรณ์และเครื่องมือเหล่านั้นมีราคาค่อนข้างสูง และต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

สถาบัน จึงได้จัดทำโครงงานพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือขึ้น เพื่อลดรายจ่ายทดแทนการนำเข้า ตลอดจนเป็นการพัฒนาบุคคลากรในด้านการเรียนรู้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ภายในสถาบัน

ในปีงบประมาณพ.ศ. 2555 ได้จัดทำโครงงานพัฒนาอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์เป็นผลสำเร็จ ดังนี้

- เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature monitor)

เป็นอุปกรณ์สำหรับการตรวจวัดอ่านค่าอุณหภูมิ โดยสามารถอ่านค่าได้หลายๆจุดพร้อมกัน แล้วนำผลข้อมูลนั้นออกแสดงผ่านทางจอมอนิเตอร์

- เครื่องเชื่อมเฉพาะจุด (Spot welding)

เป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมประสานชิ้นงานขนาดเล็กและบาง ซึ่งทางสถาบัน ใช้สำหรับการเตรียมตัวอย่าง ด้านงานวิจัยต่างๆ

นอกจากอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์แล้ว สถาบันยังได้พัฒนาซอฟท์แวร์ต่างๆขึ้นใช้ประโยชน์กับระบบลำเลียงแสง การให้บริการแสงและระบบความปลอดภัย โดยมีซอฟท์แวร์ที่สถาบันประดิษฐ์คิดค้นขึ้นดังต่อไปนี้

- โปรแกรมอินเตอร์ล็อค โปรแกรมควบคุมระบบลำเลียงแสงและโปรแกรมวัดของสถานีทดลอง ระบบลำเลียงแสงที่ 5.2
- โปรแกรมวัดและบันทึกค่ารังสี
- โปรแกรมควบคุมมอเตอร์ของระบบวัด XAS scan counter สถานีทดลองที่ 7.2
- โปรแกรมควบคุมและอ่านค่าสนามแม่เหล็กอัตโนมัติแบบสามแกน
- โปรแกรมควบคุม scanner ของสถานีทดลอง 6a : DXL

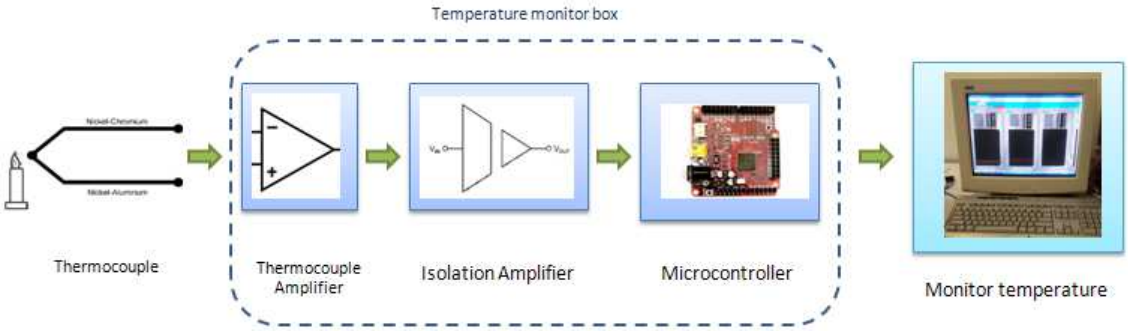
รายละเอียดของสิ่งประดิษฐ์ต่างๆทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ ได้รับการอธิบายไว้ต่อไปนี้

สิ่งประดิษฐ์ฮาร์ดแวร์

เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature monitor)

เนื่องด้วยการอ่านค่าอุณหภูมิหลายๆ จุดระหว่างกระบวนการ baking สถาบันต้องใช้อุปกรณ์อ่านค่าอุณหภูมิ คือ Dataloger ซึ่งในแต่ละครั้งต้องเตรียมอุปกรณ์ ตั้งค่าโปรแกรมใหม่ทุกครั้ง ถ้าหากชำรุดจนไม่สามารถซ่อมแซมได้จำเป็นต้องจัดซื้อใหม่ทดแทน ด้วยเหตุนี้จึงได้เกิดแนวคิดการสร้างเครื่องวัดอุณหภูมิและโปรแกรมขึ้นเอง เพื่อแก้ไขปัญหาข้างต้น ก่อนหน้านี้ได้มีการออกแบบและสร้างชุดวัดอุณหภูมินี้แล้วรุ่นแรก แต่ทำงานไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีสัญญาณคลื่นซายน์ความถี่ 50 Hz จาก heater แบบเหล็กที่พันรอบ chamber เข้ามารบกวนทำให้คอนโทรลเลอร์ (MCU) ไม่สามารถอ่านค่าได้ถูกต้อง ในขั้นนี้ได้แก้ไขปัญหาดังกล่าวแล้ว ด้วยการแยกโดดภาคกำลังกับภาคควบคุมออกจากกัน และเดินสายกราวน์ให้ถูกต้อง ทำให้สามารถแยกโดดสัญญาณรบกวนออกจากวงจร จึงทำให้สามารถอ่านค่าได้อย่างถูกต้อง

รูปที่ 1 Temperature Monitor**หลักการทำงาน**



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของระบบ

เมื่อนำสาย Thermocouple ไปแตะที่จุดที่ต้องการวัด ค่าแรงดันในสาย Thermocouple จะเข้าไปที่กล่องวัดสัญญาณ รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบของระบบ เริ่มต้นที่ IC Thermocouple amplifier type K เบอร์ AD595AQ ทำหน้าที่ขยายแรงดันระดับมิลลิโวลต์ให้เป็น โวลต์แบบเชิงเส้น ค่าแรงดันประมาณ 10 mV ต่อ 1 องศาเซลเซียส ในเบื้องต้นทดลองวัดแรงดัน Output จาก AD595AQ ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้ผลว่ามีค่าใกล้เคียงกับ Datasheet แต่พบว่ามีค่าผิดพลาดประมาณ 4 องศาเซลเซียส แต่ไม่ตรงทั้งหมด จึงไม่สามารถใช้ค่าแรงดันในตารางอ้างอิงได้

Thermocouple Temperature °C	Type K Voltage mV	AD595 Output mV
0	0	2.7
10	.397	101
20	.798	200
25	1.000	250
30	1.203	300
40	1.611	401
50	2.022	503
60	2.436	605
80	3.266	810
100	4.095	1015
120	4.919	1219
140	5.733	1420
160	6.539	1620
180	7.338	1817
200	8.137	2015

รูปที่ 3 ตารางค่าแรงดัน AD595 จาก datasheet

Thermocouple Temperature (C)	AD595 Output(mV)	วัดได้จริง (mV)	ความต่าง (mV)
20	200	248	48
40	401	450	49
60	605	651	46
80	810	852	42
100	1015	1054	39
120	1219	1255	36
140	1420	1457	37
160	1620	1658	38
180	1817	1859	42
200	2015	2061	46
	ประมาณ 10 mV /1 C		เฉลี่ยที่ 42 mV หรือ 4 องศา

รูปที่ 4 ตารางค่าแรงดัน AD595 เมื่อเทียบกับวัดจริง

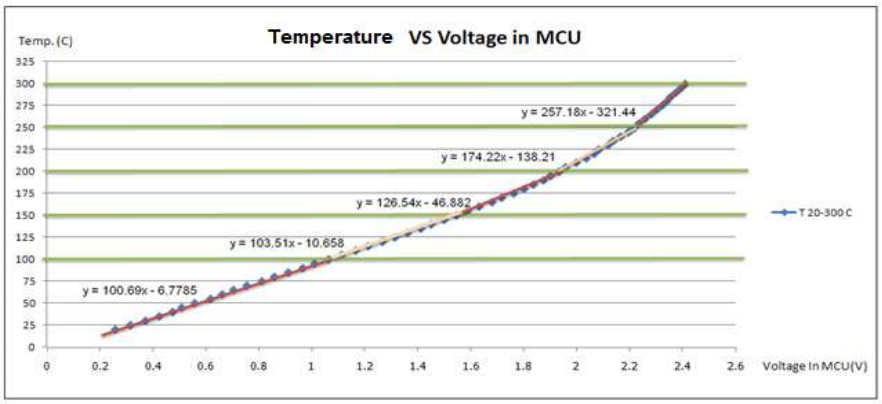
ขั้นต่อไปแรงดันที่ขยายแล้วนำไปเข้า Isolation amplifier ISO124P มีหน้าที่แยกโดดแรงดัน ด้าน Thermocouple ออกจากด้านควบคุม และใช้ Zener diode 1N5225B 3.3Vz ป้องกันแรงดันเกิน 3.3 V ซึ่งเป็นระดับรงดันสูงสุดที่คอนโทรลเลอร์สามารถรับได้

คอนโทรลเลอร์ที่ใช้เป็น Maple Arduino ARM CPU 32-bit โปรแกรมภาษา C แบบ Arduino เป็น Open source ARM CPU สามารถรับอนาล็อกอินพุตผ่าน ADC 15 ช่องสัญญาณ ที่สถาบันได้พัฒนา Shield PCB ขึ้นใช้เอง ให้ความสะดวกในการเชื่อมต่อ ADC ให้ดิจิตอลเอาท์พุต ความละเอียด 12 บิต สมนัยกับแรงดันไฟฟ้า 0-3.3 V ด้วยความละเอียดแบบ 12 บิต อาจกล่าวได้ว่า 1 บิต สมนัยกับ 1 mv หรือ 0.1 องศาเซลเซียส แล้วจึงส่งค่าดิจิตอล 0-4076 ผ่าน Port USART ต่อไปที่ IC MAX3088 แปลงเป็นสัญญาณ RS485 ส่งต่อไปที่คอมพิวเตอร์ ด้วยความเร็วต่อ 1 รอบประมาณ 0.3 วินาที ตามที่ได้ถูกเขียนโปรแกรมไว้

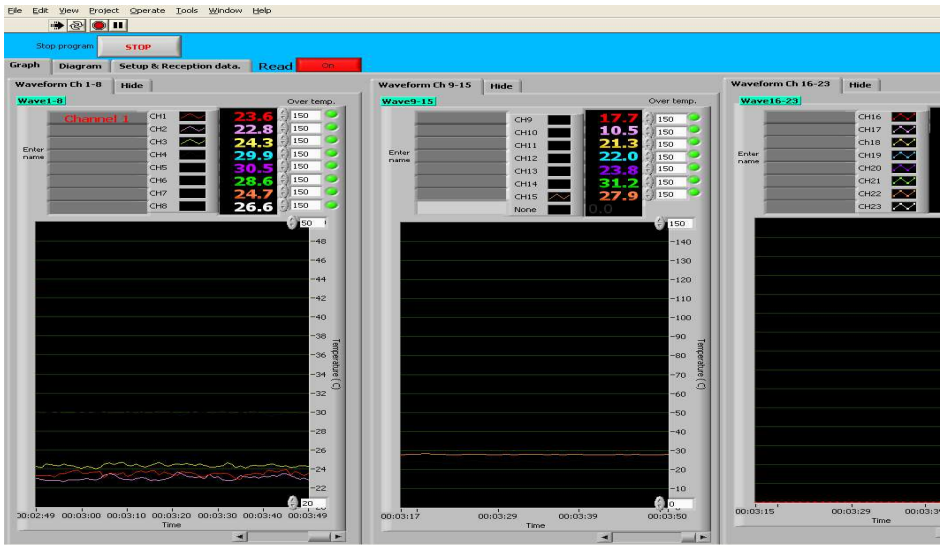
รูปที่ 5 บอร์ด Shield PCB และ คอนโทรลเลอร์ Maple

ค่าที่ถูกส่งมาจาก คอนโทรลเลอร์ นั้นจะเข้าสู่โปรแกรม Lab VIEW ที่คอมพิวเตอร์ อ่านค่าดิจิตอล ที่ได้มา แปลงเป็นค่าแรงดันกลับคืนให้เท่ากับค่าแรงดันที่เข้ามา เพื่อให้สะดวกต่อการคำนวณหาค่าอุณหภูมิต่อไป เมื่อแปลงค่าเป็นแรงดันแล้ว ก็จะนำไปเข้าสมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่เข้าไมโครคอนโทรลเลอร์และอุณหภูมิ สมการความสัมพันธ์นี้หาได้จากการวัดค่าแรงดันที่อุณหภูมิต่างๆโดยใช้ Temperature Controller ของ Omron อ่านค่าอุณหภูมิเป็นเกณฑ์ เนื่องจากที่สถาบันใช้ Temperature Controller รุ่นนี้ เมื่อพิจารณากราฟความสัมพันธ์แล้วจะพบว่าไม่เป็นเชิงเส้น เหมือนที่ได้จาก IC AD595 (ADC 15 ช่องสัญญาณ 12 บิต) เนื่องจากจุดที่นำค่าส่งต่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องผ่านตัวต้านทานและซีเนอร์ไดโอด ซึ่งคุณลักษณะของซีเนอร์ไดโอดจะไม่เป็นเชิงเส้นในทางปฏิบัติใช้สมการเส้นตรงตามหลักการ piecewise linear 5 ช่วงต่อ คำนวณสัมประสิทธิ์ของสมการด้วยโปรแกรม Excel ดังแสดงในรูปที่ 6 จากนั้นนำค่าสมการความสัมพันธ์ที่ได้จากข้างต้นนำมาใช้ในโปรแกรมแสดงผล พล็อตเป็นกราฟแสดงผลอุณหภูมิที่วัดได้ตามจุดต่างๆ

Temp	Vin MCU	Temp	Vin MCU
T	V	T	V
20	0.258	160	1.633
25	0.315	165	1.682
30	0.372	170	1.718
35	0.424	175	1.765
40	0.475	180	1.803
45	0.509	185	1.838
50	0.558	190	1.877
55	0.618	195	1.902
60	0.662	200	1.935
65	0.705	205	1.96
70	0.755	210	2
75	0.812	215	2.038
80	0.859	220	2.067
85	0.912	225	2.085
90	0.966	230	2.121
95	1.011	235	2.14
100	1.064	240	2.168
105	1.114	245	2.198
110	1.167	250	2.22
115	1.214	255	2.237
120	1.268	260	2.26
125	1.315	265	2.283
130	1.362	270	2.303
135	1.413	275	2.324
140	1.452	280	2.343
145	1.501	285	2.356
150	1.547	290	2.377
155	1.588	295	2.396
		300	2.412



รูปที่ 6 กราฟสมการอุณหภูมิและแรงดันเข้าคอนโทรลเลอร์



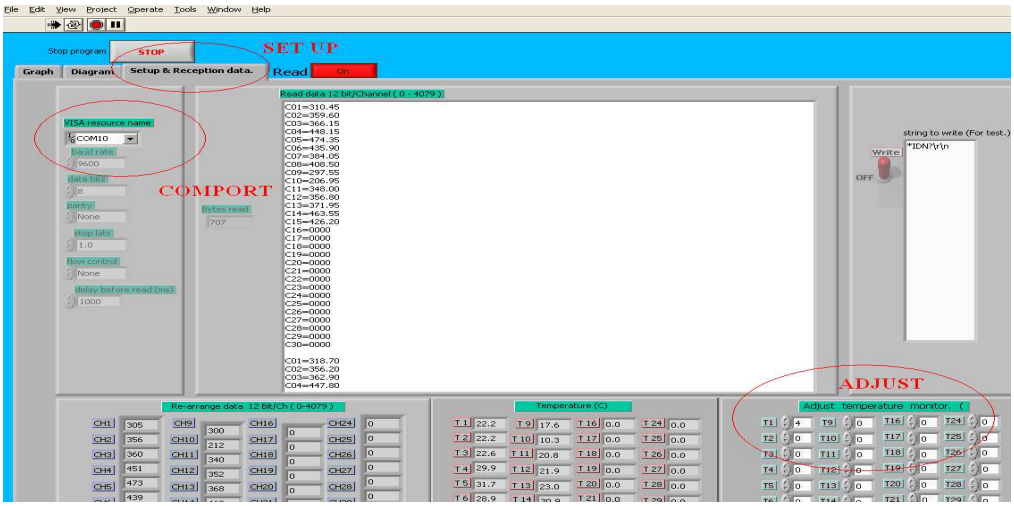
รูปที่ 7 โปรแกรมแสดงกราฟอุณหภูมิที่อ่านได้

วิธีใช้งานชุดวัดอุณหภูมิและโปรแกรมแสดงผล

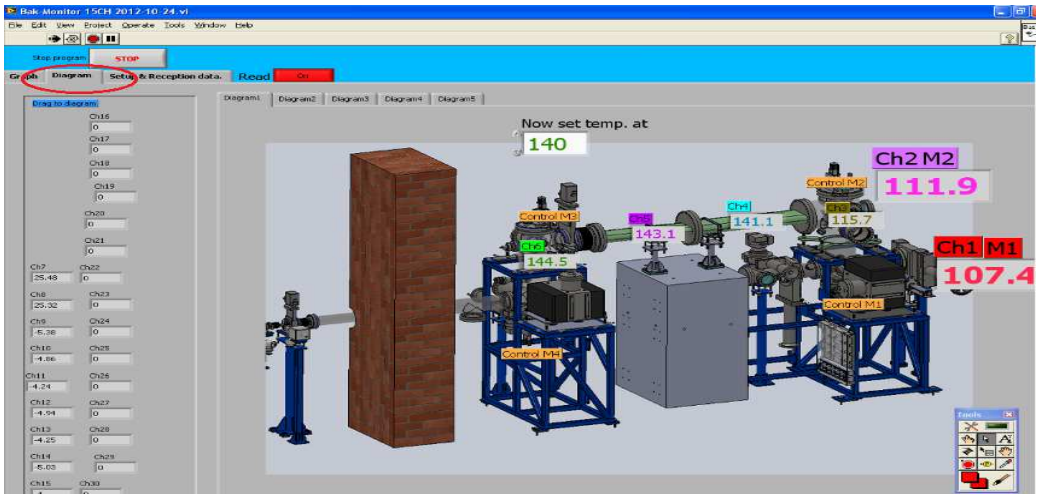
นำ Thermocouple connector ที่จะใช้วัดอุณหภูมิ ไปเสียบด้านหลังของเครื่อง หาก heater ที่ใช้เป็นชนิดเหล็ก ให้ต่อสายกราวด์จาก Chamber ไปที่ Ground connector เฉพาะที่ทำไว้ด้านหลังเครื่องเพื่อแยกสัญญาณรบกวนออก จากนั้นต่อสาย RS485 ด้านหลังเครื่องเข้ากับคอมพิวเตอร์ เปิดสวิตซ์ on ให้เครื่องทำงาน (ดังรูปที่ 8)

รูปที่ 8 ด้านหลังชุด Temperature Monitor

ที่คอมพิวเตอร์ให้เปิดโปรแกรม Lab VIEW Temperature monitors ขึ้นมา ไปที่ Tab Setup เลือก Comport ที่จะใช้งานใน Tab นี้จะสามารถปรับค่าอุณหภูมิในแต่ละช่องสัญญาณที่แสดงผลค่าเกินหรือต่ำไปก็สามารถปรับได้ที่ Tab Diagram จะมีไว้ใส่รูปภาพ Chamber ต่างๆ เคยวัดสัญญาณ สามารถนำค่าอุณหภูมิที่อ่านได้มาวาง ตรง chamber นั้นๆ เพื่อให้สะดวกต่อการดูค่าอุณหภูมิ (ดังรูปที่ 10)

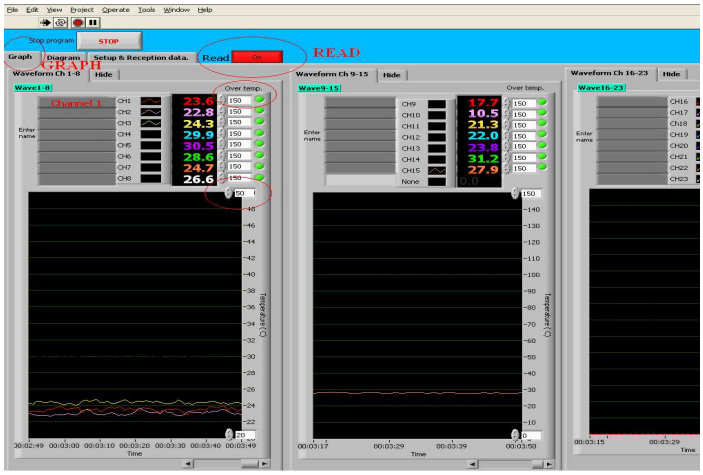


รูปที่ 9 โปรแกรม Tab Setup



รูปที่ 10 โปรแกรม Tab Diagram

ที่ Tab Graph ให้ปรับแต่งหน้าจอแสดงผลตามที่ต้องการ เช่นใส่ชื่อ Chamber, ช่วงแสดงอุณหภูมิ, สีกราฟเส้นอุณหภูมิ, เลือกอุณหภูมิที่ต้องการให้ LED เตือนเมื่ออุณหภูมิเกินค่าที่กำหนด เมื่อตั้งค่าเสร็จแล้ว ก็ทำการ Run โปรแกรม Lab VIEW แล้วจึงกดปุ่ม Read เพื่ออ่านค่าอุณหภูมิตามที่ต้องการ

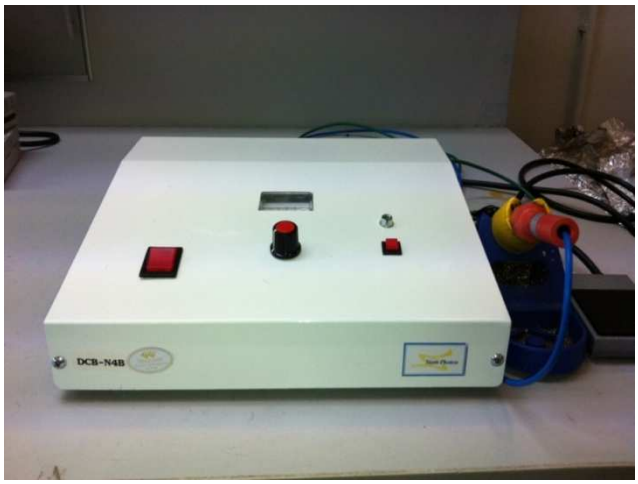


รูปที่ 11 โปรแกรม Tab Graph

เครื่องเชื่อมเฉพาะจุด (Spot welding)

สถาบัน ได้ใช้เครื่องเชื่อมเฉพาะจุดหรือ Spot welding เชื่อมงานอุปกรณ์ขนาดเล็ก สำหรับงานเตรียมตัวอย่างในแต่ละสถานีทดลอง ในอนาคต เมื่อมีจำนวนสถานีทดลองเพิ่มขึ้น ตลอดจนความต้องการการใช้งานเครื่องเชื่อมเฉพาะจุด เพิ่มขึ้นตามลำดับ เพื่อรองรับปริมาณความต้องการใช้งานนี้จึงได้เกิดแนวคิดการพัฒนาเครื่องเฉพาะจุดขึ้นเอง เพื่อรองรับความต้องการใช้งานที่มากขึ้น

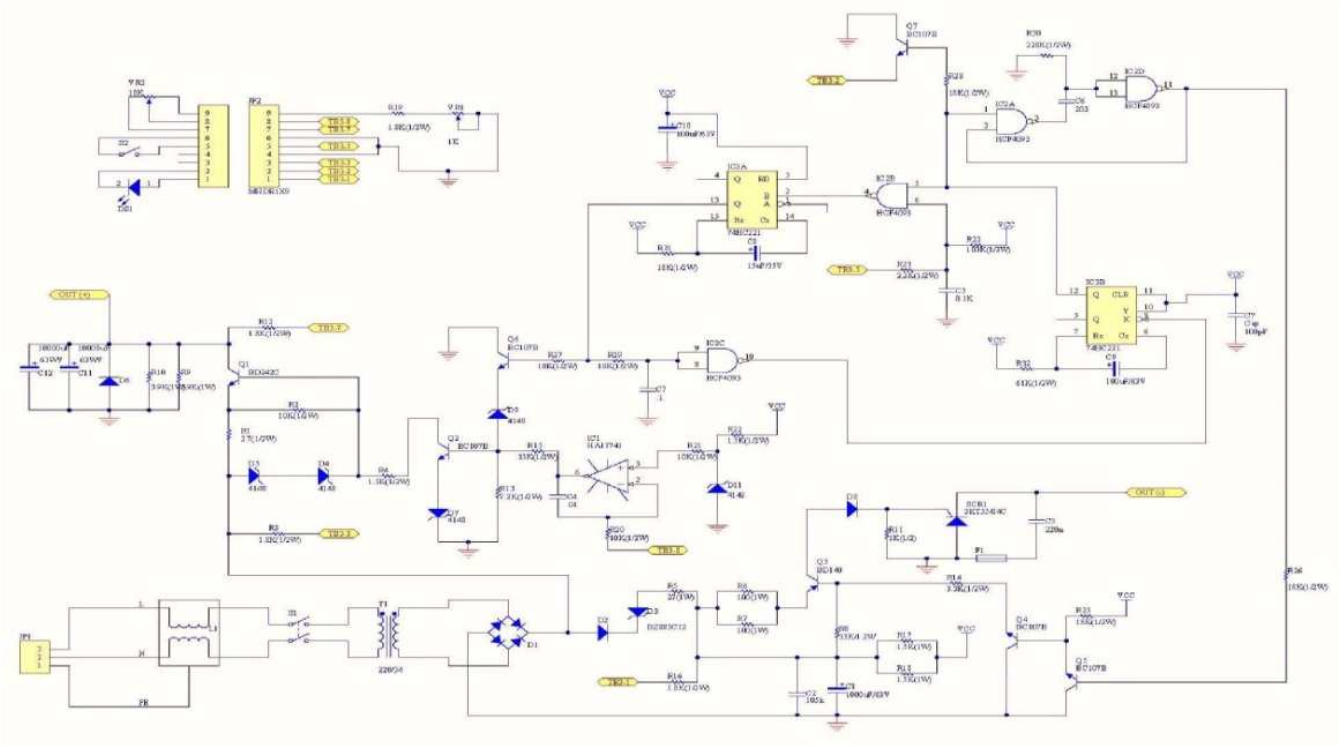
สถาบัน ได้ออกแบบและสร้างเครื่องเชื่อมเฉพาะจุดขึ้น เพื่อที่นำมาใช้สำหรับเป็นอุปกรณ์สำรอง ในกรณีเครื่องเดิมเกิดการเสียหายชำรุด และรองรับความต้องการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น เพื่อลดรายจ่ายในการจัดซื้อเครื่องมือสำเร็จรูป



รูปที่ 12 เครื่องเชื่อมเฉพาะจุด

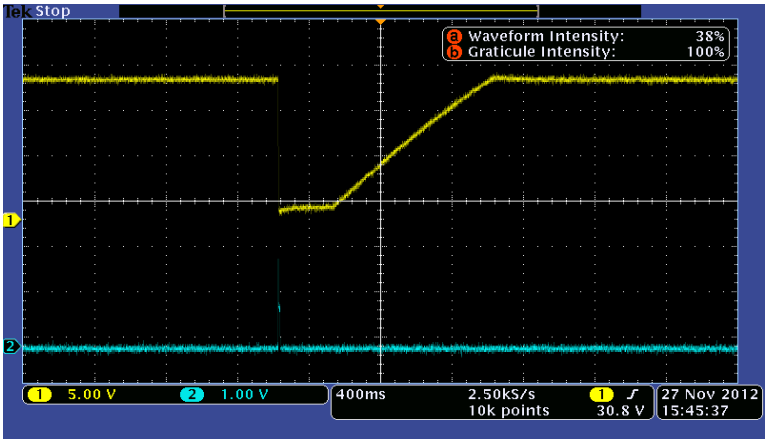
หลักการทำงาน

แผนภาพวงจรเครื่องเชื่อมเฉพาะจุดแสดงดังรูปที่ 13 อุปกรณ์หลักที่ใช้เพื่อการพิจารณาของเครื่องคือ ไธริสเตอร์ SKT55/04D แรงดันกระแสสลับ 220 V 50 Hz จะถูกแปลงเป็นแรงดันกระแสตรง ผ่านวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น 0 – 40 Vdc การปรับระดับขนาดแรงดันนี้สามารถทำได้ด้วยความต้านทานปรับค่าได้ 10 kΩ (VR2) การจุดชนวนไธริสเตอร์ใช้ IC HCF4093 ทำงานร่วมกับทรานซิสเตอร์ BC107B เมื่อสับสวิทซ์ S2 จะเกิดสัญญาณจุดชนวนป้อนเข้าขาเกตของ SKT55/04D ทำให้เกิดการอาร์คระหว่างขา Out+ กับ Out- เมื่อการอาร์คสิ้นสุด IC HCA7741 จะทำงานส่งผลให้เกิดการอัดประจุกับ C11,C12 เมื่อการอัดประจุเสร็จสิ้นหลอด LED จะติดสว่าง แสดงว่าเครื่องพร้อมใช้งานในรอบต่อไป

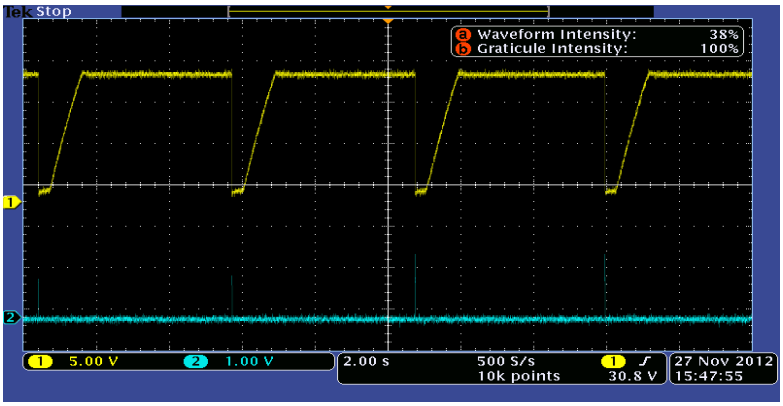


รูปที่ 13 แผนภาพวงจรเครื่องเชื่อมเฉพาะจุด

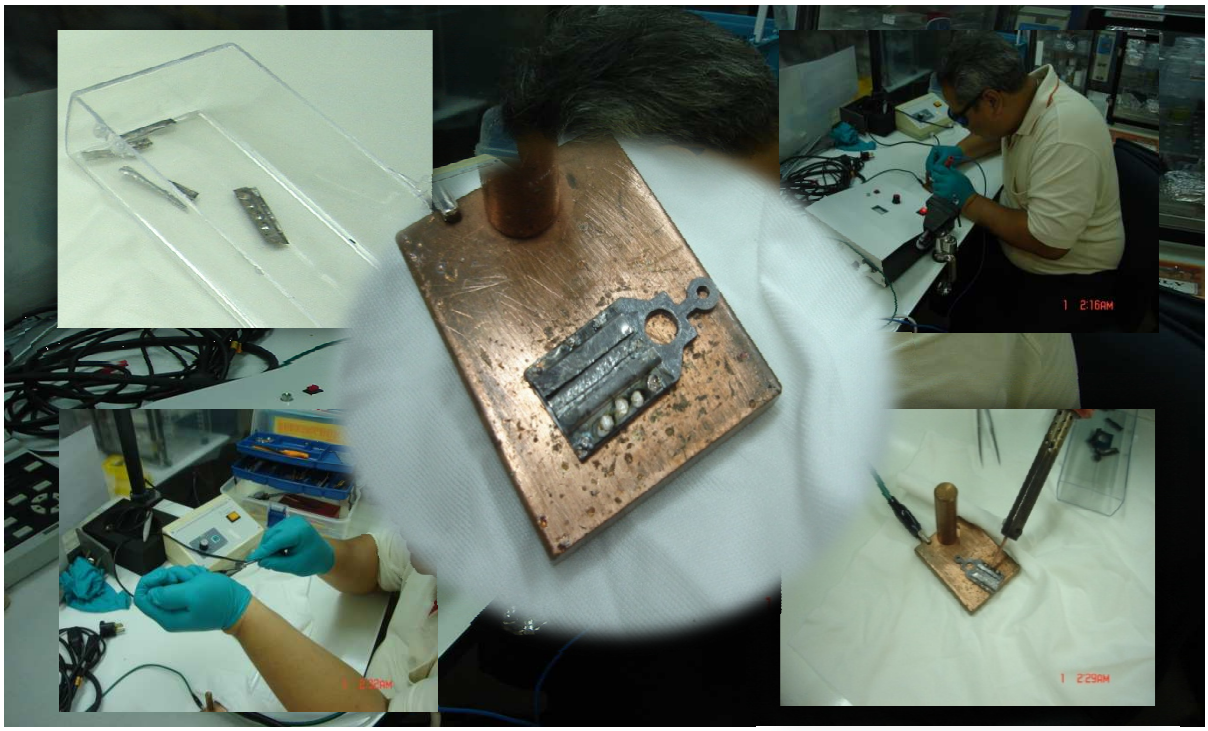
รูปที่ 14 การติดตั้งอุปกรณ์ภายใน



รูปที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาท์พุต (ch1) กับ (ch2)



รูปที่ 16 แสดงระยะเวลาในการชาร์ตแรงดันเอาท์พุต (ch1) กับกระแส Trig (ch2)

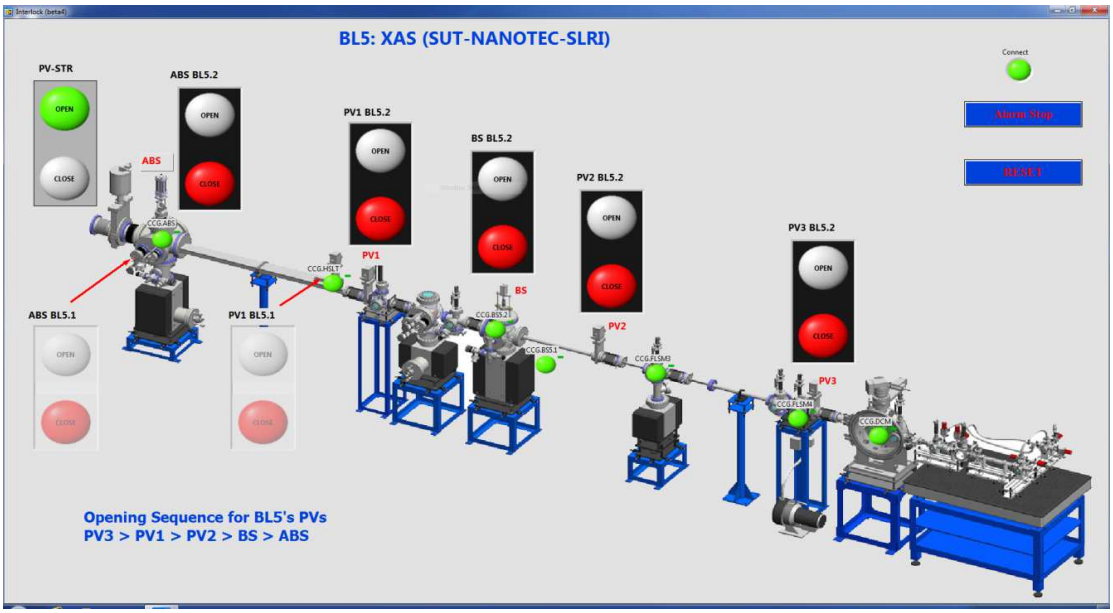


รูปที่ 17 เครื่องเชื่อมเฉพาะชุดขณะใช้งาน

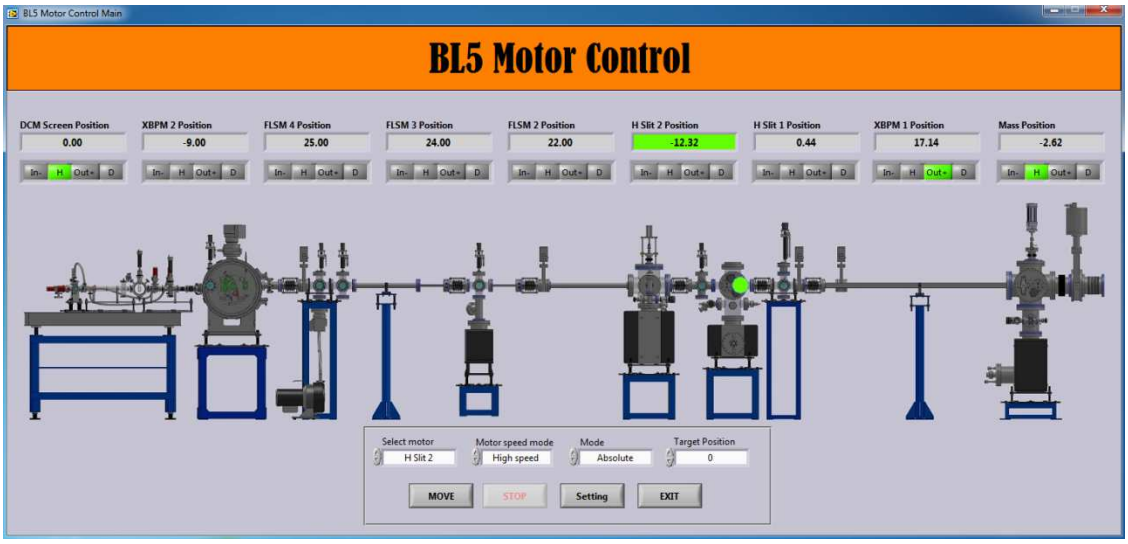
สิ่งประดิษฐ์ซอฟท์แวร์

ระบบอินเตอร์ล็อค โปรแกรมควบคุมระบบลำเลียงแสง และโปรแกรมวัดของสถานีทดลอง 5.2

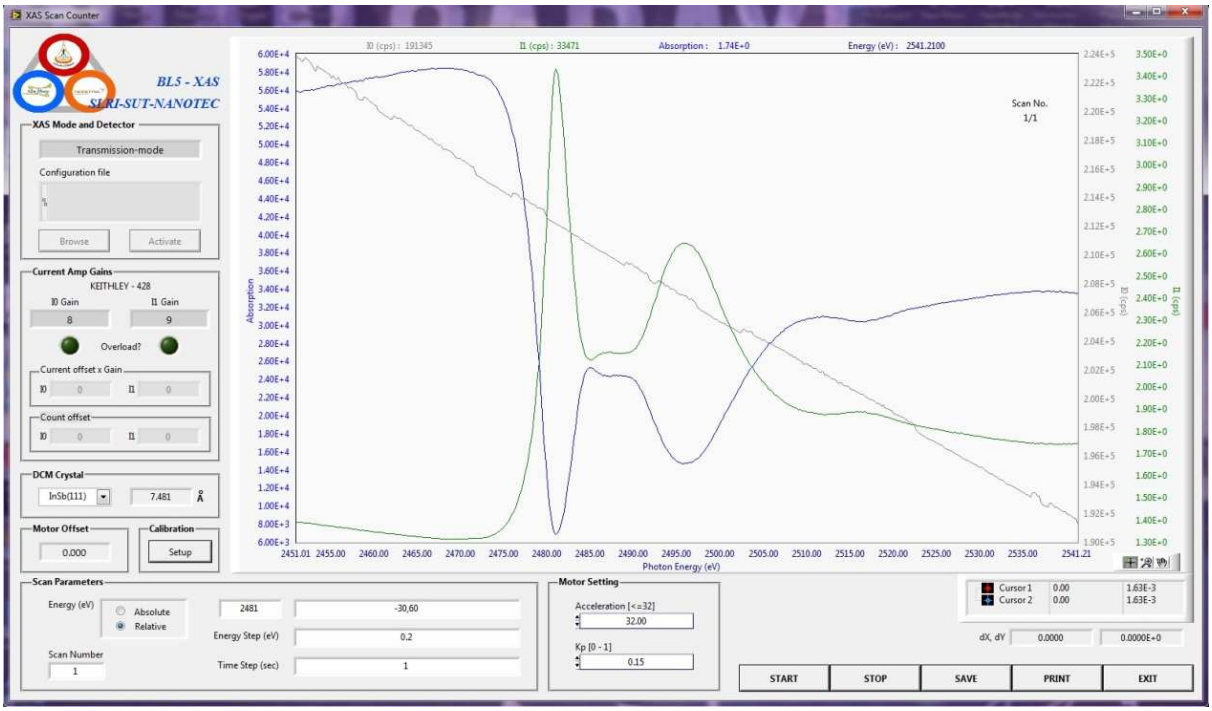
ในการติดตั้งระบบลำเลียงแสง 5.2 ได้มีการพัฒนาระบบอินเตอร์ล็อคที่มีหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิดวาล์ว และป้องกันระบบสุญญากาศของระบบลำเลียงแสงและวงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอน นอกจากนี้ยังใช้ซอฟท์แวร์ LabVIEW พัฒนาระบบควบคุมมอเตอร์สำหรับ mass, slit และ XBPM นอกจากนี้ยังพัฒนาโปรแกรมสำหรับระบบวัดและเก็บข้อมูล เทคนิค X-ray Absorption Spectroscopy (XAS)



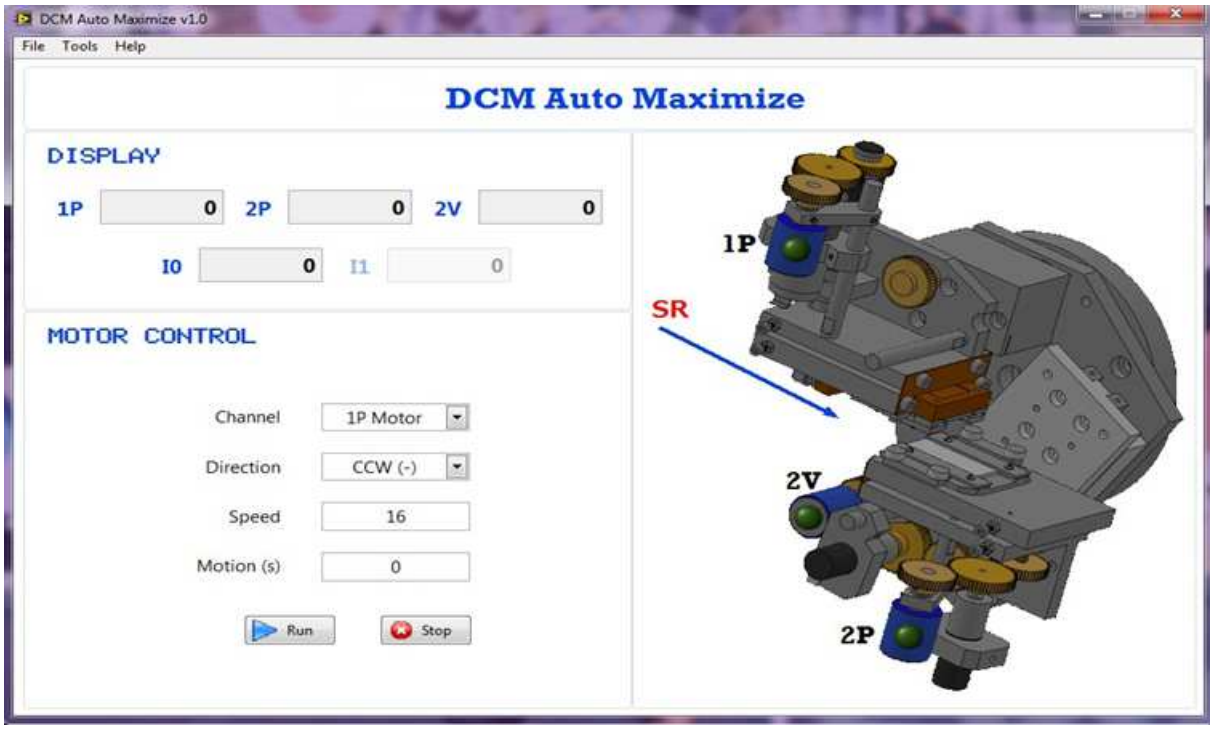
รูปที่ 18 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของระบบควบคุมการเปิด-ปิดวาล์ว



รูปที่ 19 แผนภาพส่วนประกอบของระบบควบคุมมอเตอร์สำหรับ mass, slit และ XBPM



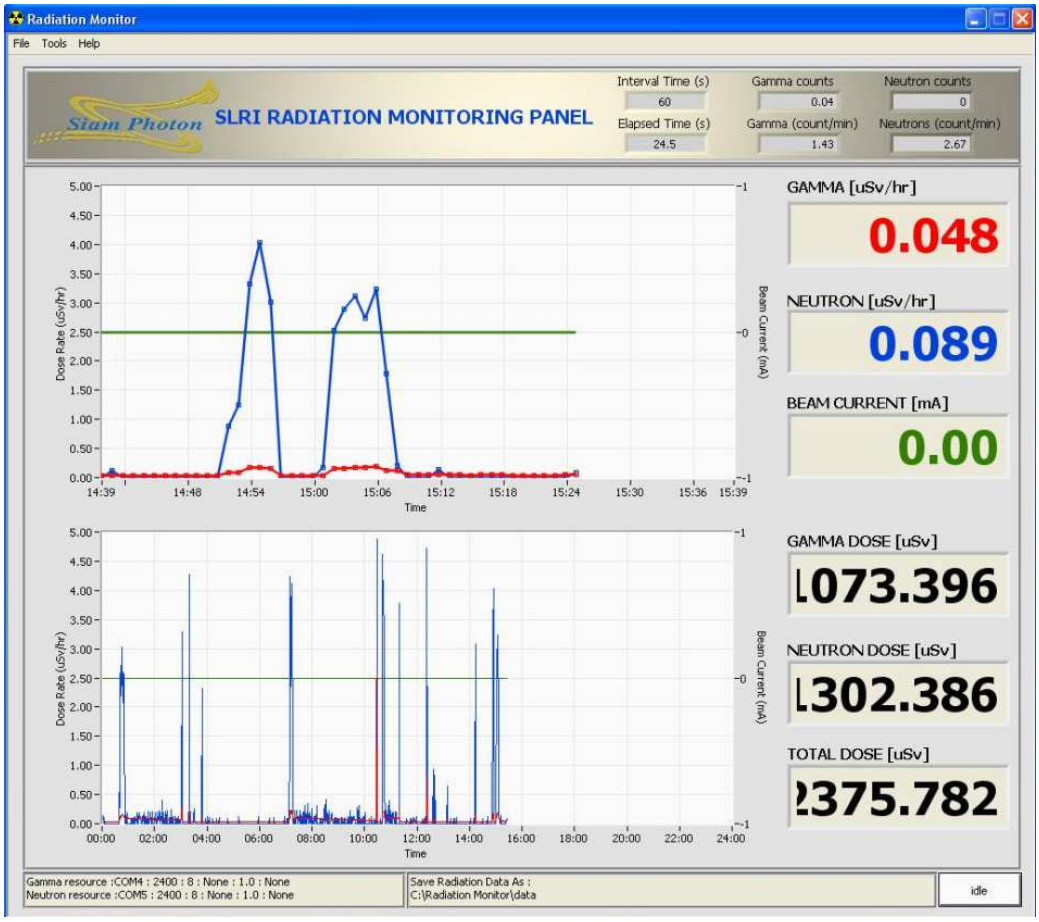
รูปที่ 20 การแสดงผลทางหน้าจอของโปรแกรมวัด เทคนิค X-ray Absorption Spectroscopy (XAS)



รูปที่ 21 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของโปรแกรมปรับมุมคริสตัลเพื่อหาตำแหน่งที่ได้กระแสโปรตอนสูงสุดแบบอัตโนมัติ

โปรแกรมวัดและบันทึกค่ารังสี Radiation Monitor

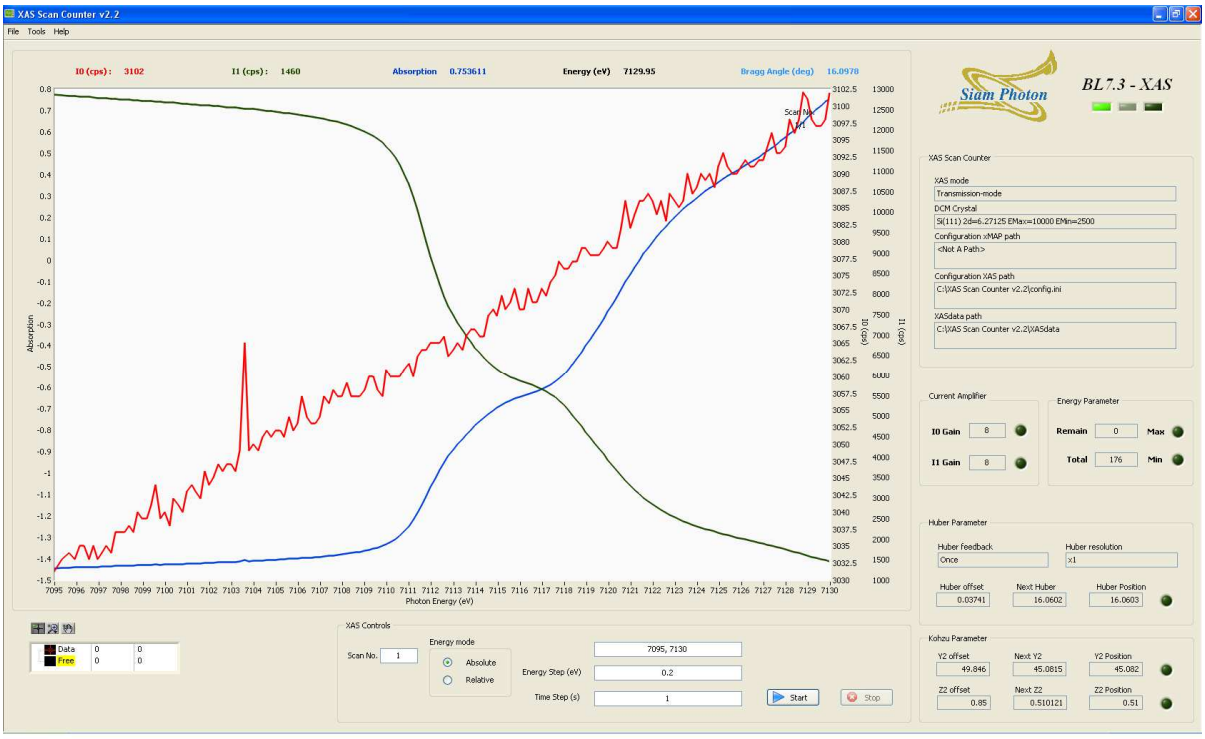
การวัดปริมาณรังสีรังสีแกรมมาและรังสีนิวตรอนในบริเวณต่าง ๆ ของสถาบัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ ไปใช้ในการดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการด้านความปลอดภัยและการป้องกันอันตรายจากรังสีของส่วนงานความปลอดภัยนั้น โปรแกรมเดิมที่พัฒนาด้วยโดยใช้ซอฟแวร์ LabVIEW มีปัญหาขัดข้องบ่อย มีฟังก์ชันการทำงานน้อย ส่วนงานความปลอดภัยได้ร่วมมือกับส่วนงานระบบควบคุม พัฒนาโปรแกรมขึ้นมาใหม่ให้ความเสถียรในการบันทึกข้อมูลมากขึ้น



รูปที่ 22 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของโปรแกรมวัดและบันทึกค่ารังสี Radiation Monitor

โปรแกรมควบคุมมอเตอร์ของ XAS Scan Counter สถานีทดลอง 7.2

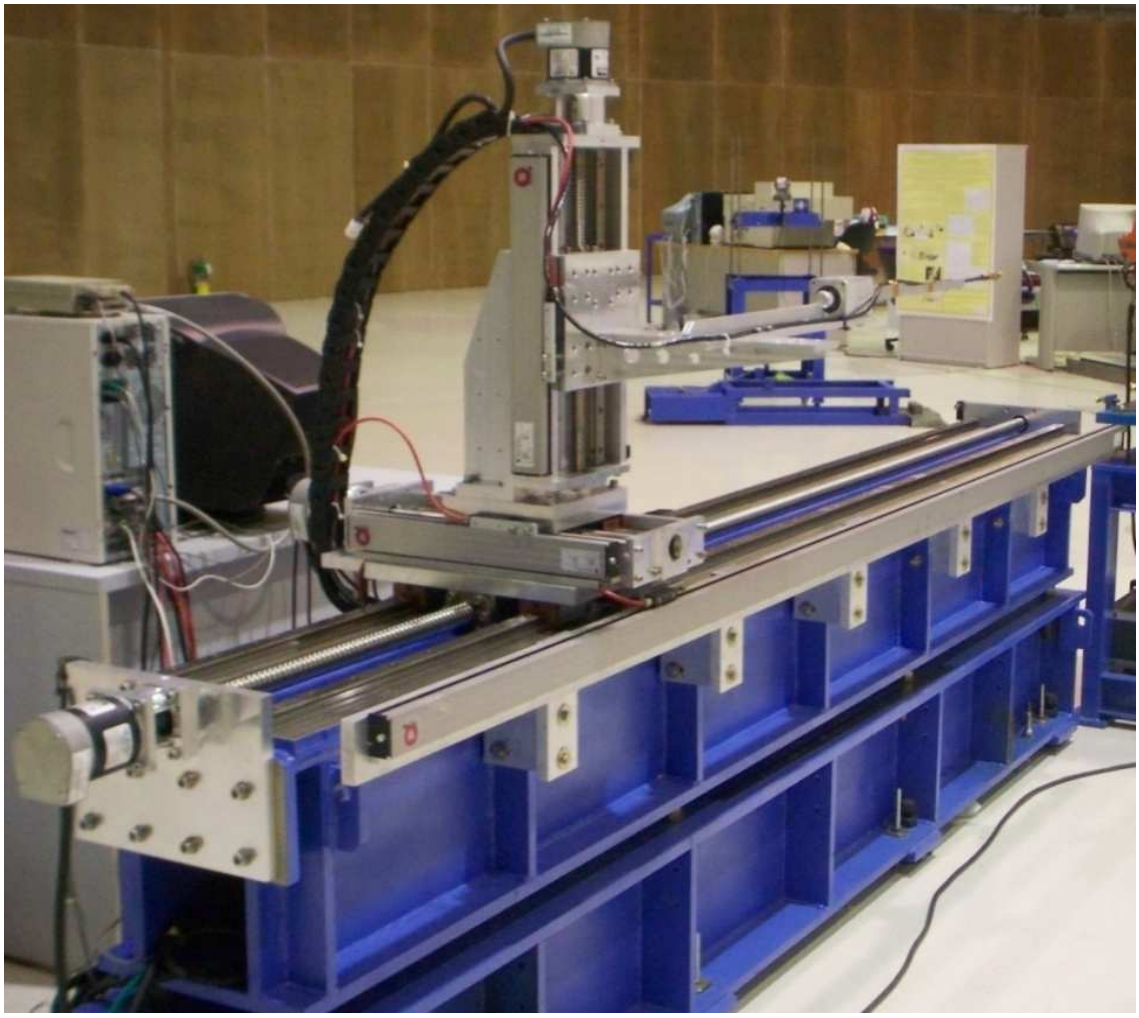
ระบบการวัดด้วยเทคนิค X-ray Absorption Spectroscopy (XAS) ในสถานีทดลอง 7.2 เป็นระบบวัดเพื่อการวิเคราะห์โครงสร้างในระดับอะตอม ซึ่งอาศัยการศึกษาข้อมูลจากสเปกตรัม ส่วนงานระบบควบคุมได้ใช้ซอฟแวร์ LabVIEW ในการพัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมวัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของการควบคุม สเต๊ปปิ้งมอเตอร์ จำนวน 3 ชุด โดยให้มีการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการพร้อมๆกัน ซึ่งจากการใช้งานพบว่าช่วยลดระยะเวลาในการสแกนสเปกตรัมได้ถึง 40%



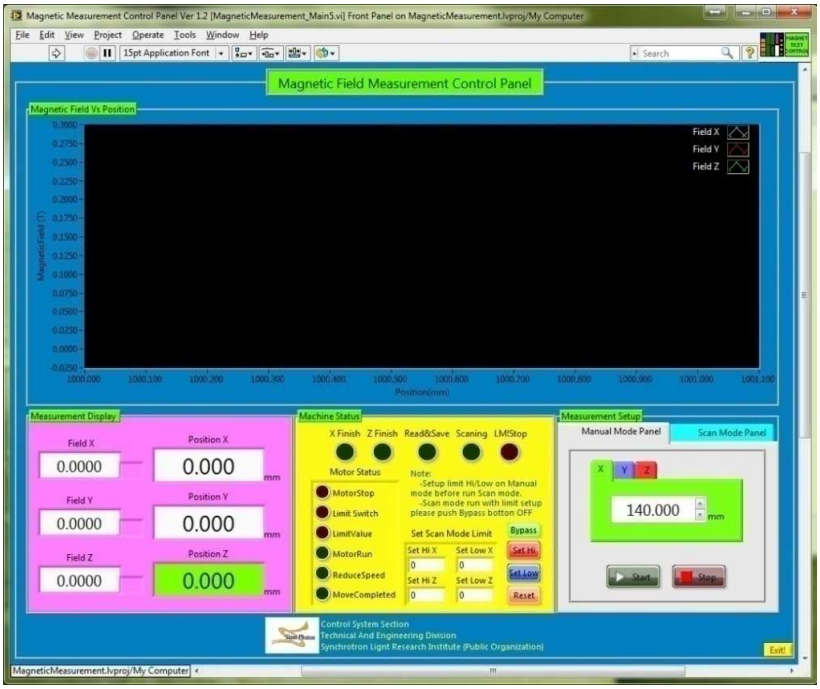
รูปที่ 23 แผนภาพการแสดงผลทางหน้าจอของโปรแกรมระบบวัด XAS Scan Counter

โปรแกรมควบคุมและอ่านค่าสนามแม่เหล็กอัตโนมัติแบบสามแกน

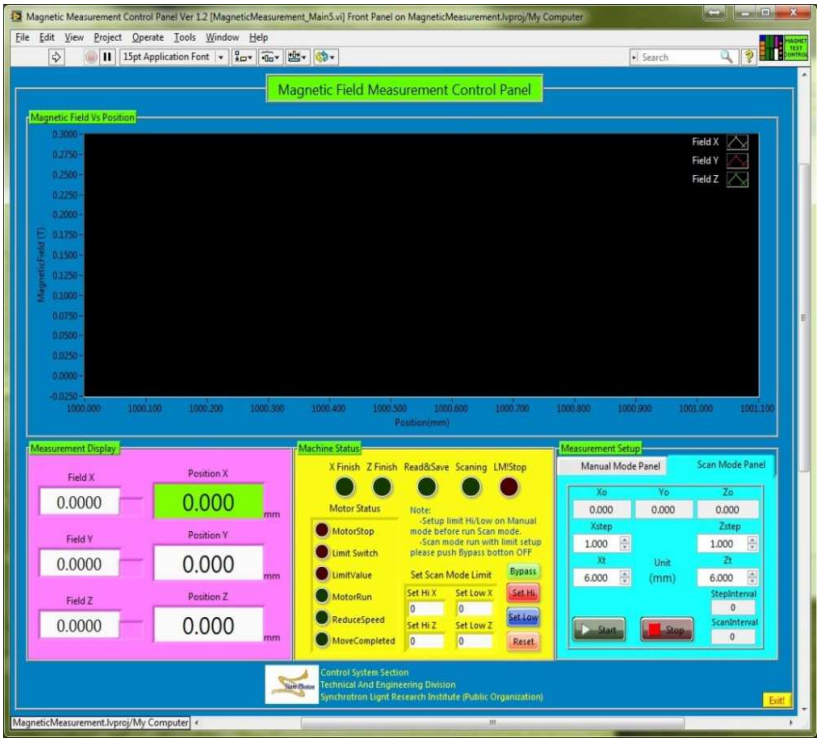
การนำแม่เหล็ก Wavelength shifter และ Multipole wiggler ไปใช้งานจริง จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการทดสอบสนามแม่เหล็กของอุปกรณ์ทั้งสองชนิด เพื่อทำการปรับตั้งค่าสนามแม่เหล็กให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน ในการทดสอบนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดของตำแหน่งสูงและอ่านค่าสนามแม่เหล็กได้แม่นยำ ตลอดจนสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว จึงต้องการการวัดและเก็บข้อมูลแบบอัตโนมัติ ส่วนงานระบบควบคุมจึงได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมมอเตอร์และวัดค่าสนามแม่เหล็กแบบอัตโนมัติขึ้นโดยใช้ซอฟแวร์ LabVIEW นอกจากนี้ชุดโปรแกรมและเครื่องมือวัดนี้ ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อวัดค่าสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กชนิดอื่นได้ด้วย



รูปที่ 24 เครื่องมือวัดสนามแม่เหล็กแบบหลายแกน



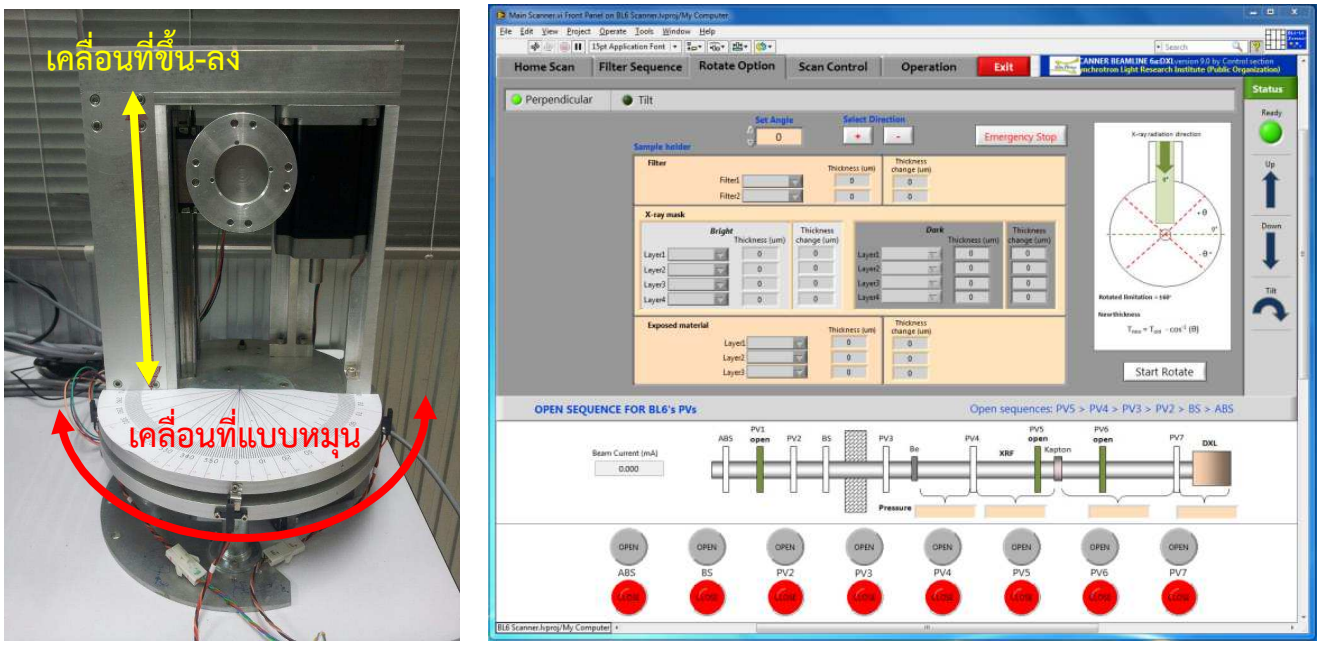
รูปที่ 25 หน้าต่างของโปรแกรมควบคุมและอ่านค่าสนามแม่เหล็ก โหมดผู้ใช้ปรับค่าเอง (Manual mode)



รูปที่ 26 หน้าต่างของโปรแกรมควบคุมและอ่านค่าสนามแม่เหล็ก โหมดปรับค่าอัตโนมัติ (Automatic mode)

โปรแกรมควบคุม Scanner สถานีทดลอง 6a:DXL

ส่วนงานระบบควบคุมได้พัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมสำหรับควบคุมชุดสแกนของสถานีทดลอง 6a ด้วยซอฟท์แวร์ LabVIEW ขึ้นมาใหม่ สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของสแกนเนอร์ได้หลากหลายขึ้น ผู้ใช้สามารถควบคุมการหมุนของสแกนเนอร์ได้ 180 องศา และควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ 140 มิลลิเมตร มีฟังก์ชันการค้นหาตำแหน่งพลังงานสูงสุดพร้อมจดจำตำแหน่งที่เกิดพลังงานสูงสุด สามารถกำหนดระยะทางในการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง เพื่ออาบรังสี พร้อมทั้งระบุจำนวนรอบในการเคลื่อนที่ แสดงสถานะและทิศทางการเคลื่อนที่ของสแกนเนอร์ในขณะที่ทำงานได้ นอกจากนั้นยังแสดงพลังงานที่เกิดขึ้นจากการอาบรังสีที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย

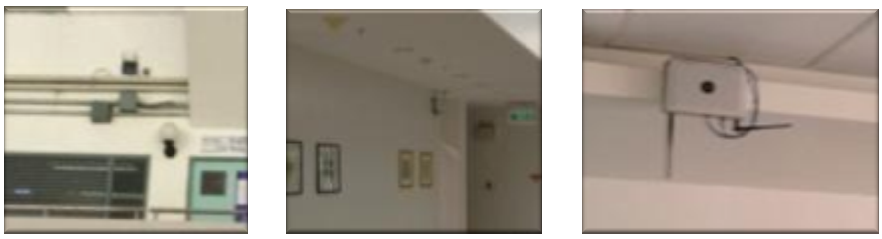


รูปที่ 27 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของชุดสแกนและโปรแกรมควบคุม Scanner

งานบำรุงรักษาและพัฒนาระบบเครือข่าย

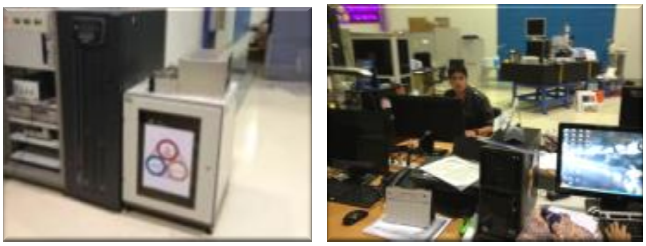
ปัจจุบันสถาบัน มีระบบเครือข่ายติดตั้งใช้งานอยู่แล้วและมีการแยกส่วนเครือข่ายเพื่อป้องกันความปลอดภัยด้วยการแบ่งระบบเครือข่ายออกเป็นกลุ่มๆ เพื่อป้องกันการบุกรุกจากภายนอกและควบคุมการติดต่อสื่อสารภายในสถาบัน และมีการเชื่อมโยงเครือข่ายในแต่ละบริเวณด้วยอุปกรณ์กระจายสัญญาณ โดยในปีงบประมาณ 2555 สถาบัน ได้ทำการติดตั้งและปรับปรุงระบบเครือข่ายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ โดยมีกิจกรรมสำคัญดังต่อไปนี้

งานปรับปรุงระบบเครือข่ายไร้สายภายในอาคารสุรพัฒน์ 3 และอาคารสิรินธรวิชโชทัย โดยทำการตรวจสอบคุณภาพสัญญาณ ปรับปรุงการกระจายสัญญาณของอุปกรณ์และติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม



รูปที่ 28 ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเพิ่มเติม

งานปรับปรุงระบบเครือข่ายสำหรับระบบลำเลียงแสง โดยดำเนินการติดตั้งระบบเครือข่ายให้กับระบบลำเลียงแสง IR และ **SUT-NANOTEC-SLRI** ปรับปรุงระบบเครือข่ายให้กับระบบลำเลียงแสง SAX โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณและเดินสายเพื่อเพิ่มจุดให้บริการเครือข่าย ตลอดจนปรับปรุงการเชื่อมต่อระหว่าง ห้อง Control 1 และ อาคารสิรินธรวิชโชทัย



รูปที่ 29 ระบบเครือข่ายและสายสัญญาณสำหรับระบบลำเลียงแสงที่ติดตั้งใหม่

งานบำรุงรักษา ซ่อมแซมและปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องลูกข่ายและเครื่องแม่ข่าย

ส่วนงานเทคโนโลยีสารสนเทศ มีเครื่องแม่ข่ายที่อยู่ในความรับผิดชอบจำนวน 14 เครื่องและเครื่องลูกข่ายจำนวน 335 เครื่อง ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 ส่วนงานเทคโนโลยีสารสนเทศได้ดำเนินการดูแลและปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายเพื่อให้สามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีกิจกรรมสำคัญ ดังต่อนี้

ติดตั้งเครื่องแม่ข่ายใหม่เพื่อใช้สำหรับระบบงานสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ของสถาบัน เนื่องจากเครื่องแม่ข่ายเดิมมีอายุการงานมากว่า 5 ปี ประกอบกับเครื่องแม่ข่ายเดิมนั้นมีหน่วยความจำไม่เพียงพอต่อการให้บริการ

ดำเนินการปรับปรุงการจัดวางเครื่องแม่ข่ายในห้อง Server ของสถาบัน

งานโสตทัศนูปกรณ์

ส่วนงานเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำหน้าที่ดูแลและปรับปรุงระบบโสตทัศนูปกรณ์ ประกอบด้วย ห้องประชุม ห้องเลกบรรยาย ห้องสัมมนา และห้องจัดนิทรรศการ จำนวน 19 ห้อง เพื่อให้สามารถพร้อมให้บริการแก่บุคลากรของสถาบัน และภายนอกได้ตลอกเวลา โดยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 ส่วนงานเทคโนโลยีสารสนเทศได้ดำเนินการดูแลและปรับปรุงประสิทธิภาพระบบงานดังกล่าว โดยมีกิจกรรมสำคัญ เป็นการปรับปรุงระบบกระจายสัญญาณภายใน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ

รูปที่ 30 ติดตั้งและปรับปรุงระบบโสตทัศนูปกรณ์

การพัฒนาระบบความปลอดภัย

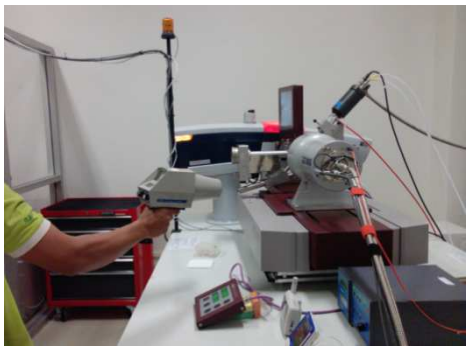
การพัฒนาระบบความปลอดภัย

1. ด้านรังสี

1.1 การขอรับใบอนุญาต และดำเนินการเกี่ยวกับวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ วัสดุต้นกำลัง วัสดุพลอยได้ หรือพลังงานปรมาณู เพื่อให้สอดคล้องตามกฎกระทรวงกำหนดเงื่อนไข วิธีการขอรับใบอนุญาต และการดำเนินการเกี่ยวกับวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ วัสดุต้นกำลัง วัสดุพลอยได้ หรือพลังงานปรมาณู พ.ศ. 2550 สถาบันได้ดำเนินการขออนุญาตใช้ซึ่งพลังงานปรมาณูจากเครื่องกำเนิดรังสีและวัสดุพลอยได้ต่อคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติดังนี้

1.1.1 ขออนุญาตใช้ซึ่งพลังงานปรมาณูจากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ครอบคลุมระบบลำเลียงแสงที่ 1, 2.2, 3.2a, 3.2b, 6a, 6b, และ 8 ตามใบอนุญาตเลขที่ 4R3000013/55R2

1.1.2 ขออนุญาตใช้ซึ่งพลังงานปรมาณูจากเครื่อง X-ray Diffraction ตามใบอนุญาตเลขที่ 4R3000003/55R1



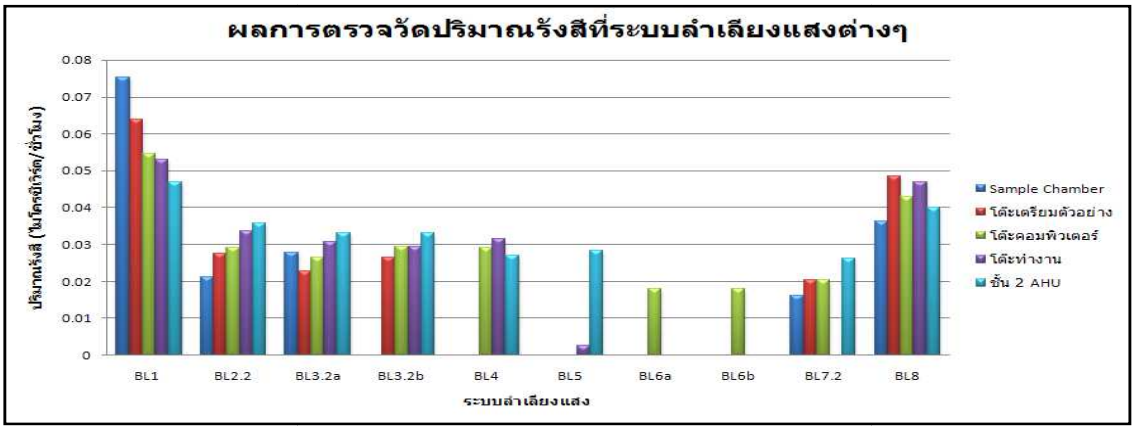
รูปที่ 1 แสดงการตรวจวัดปริมาณรังสีเครื่อง X-ray Diffraction

1.1.3 ขออนุญาตมีไว้ในครอบครองหรือใช้ซึ่งวัสดุพลอยได้ จำนวน 10 รายการ ได้แก่ Ba-133, Cd-109, Co-57, Co-60, Cs-137, Mn-54, Na-22, Cs-137/Zn-65, Cs-137 และ Fe-55 ตามใบอนุญาตเลขที่ 4R310/55F1 โดยกำหนดให้มีมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับการจัดการวัสดุพลอยได้หรือวัสดุกัมมันตรังสีเกี่ยวกับ การเบิกจ่ายวัสดุกัมมันตรังสี การจัดเก็บวัสดุกัมมันตรังสี การจัดการกากกัมมันตรังสี การขนส่งวัสดุกัมมันตรังสีและกากกัมมันตรังสี และแผนฉุกเฉินเกี่ยวกับวัสดุกัมมันตรังสี

รูปที่ 2 แสดงวัสดุกัมมันตรังสี

เพื่อให้การบริหารจัดการด้านความปลอดภัยเกี่ยวกับรังสีเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ สถาบันจึงจัดให้มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีระดับสูงประเภทวัสดุกัมมันตรังสีและเครื่องกำเนิดรังสี จำนวน 4 ราย ซึ่งผ่านการสอบขึ้นทะเบียนรับรองจากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เพื่อดูแลด้านความปลอดภัยเกี่ยวกับรังสีของสถาบันให้สอดคล้องตามกฎหมาย


1.2 การตรวจวัดรังสี เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและผู้ใช้บริการแสงในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีการตรวจวัดรังสีอย่างต่อเนื่องจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สถาบันดำเนินการ ทั้งนี้เพื่อเฝ้าระวังปริมาณรังสีในพื้นที่ปฏิบัติงานและระบบลำเลียงแสงให้อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยไม่เกินขีดจำกัดปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ และเพื่อให้การใช้ประโยชน์ทางรังสีในการศึกษาวิจัยนั้นเป็นไปอย่างปลอดภัย ซึ่งผลการตรวจวัดปริมาณรังสีในพื้นที่ปฏิบัติงานและระบบลำเลียงแสงในปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 พบว่าระดับปริมาณรังสีอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ใช้บริการแสง



รูปที่ 3 แสดงผลการตรวจวัดปริมาณรังสีที่ระบบลำเลียงแสงต่างๆ

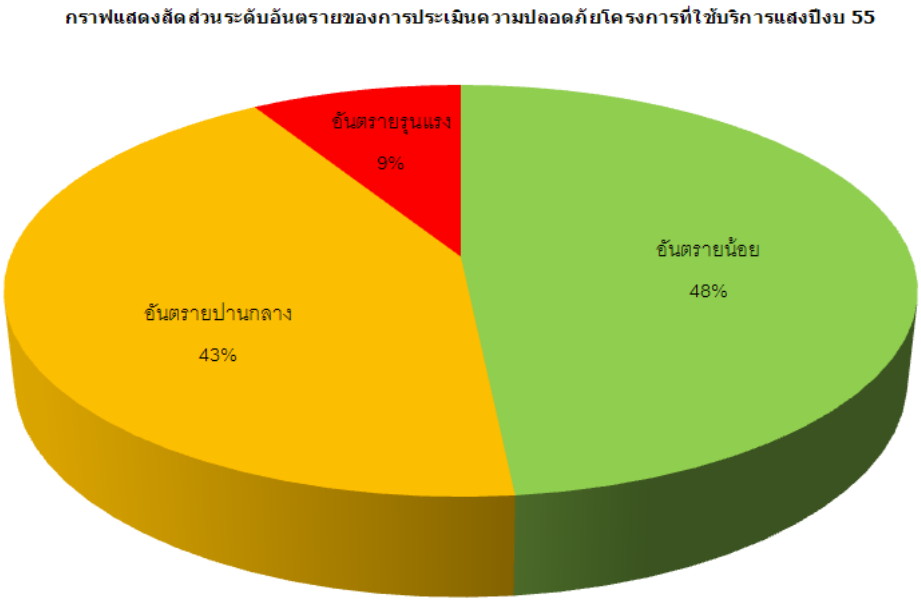
1.3 การสอบเทียบเครื่องมือวัดรังสี

เครื่องมือวัดรังสีที่ทำการตรวจวัดรังสีต้องมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ สถาบันได้ดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือวัดรังสี Survey meter และเครื่องวัดรังสีประจำบุคคล Pocket Dosimeter เป็นประจำทุกปีโดยมีสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเป็นหน่วยงานที่ดำเนินการสอบเทียบ

รูปที่ 4 แสดงเครื่องวัดรังสีที่ทำการสอบเทียบ

2. การประเมินความปลอดภัยโครงการที่ใช้บริการแสง

ด้วยตัวอย่างที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยจำนวนมากเพิ่มขึ้นและแตกต่างกัน เช่น สารเคมี สารไวไฟ เชื้อจุลินทรีย์ เป็นต้น ผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องทราบระดับอันตรายของตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทดลอง เพื่อเพิ่มความระมัดระวังขณะปฏิบัติงานกับตัวอย่าง และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย การพิจารณาระดับอันตรายของตัวอย่างสารเคมีที่นำมาใช้พิจารณาตามระบบ NFPA (The National Fire Protection Association) และ HMIS (Hazardous Materials Identification System) ส่วนระดับอันตรายของเชื้อจุลินทรีย์นั้นอ้างอิงตามหลักเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก สถาบันแบ่งระดับอันตรายออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ อันตรายน้อย อันตรายปานกลาง อันตรายรุนแรง และอันตรายรุนแรงมาก สำหรับปีงบประมาณ 2555 มีโครงการที่เข้าใช้บริการแสงจำนวน 343 โครงการ สัดส่วนระดับอันตรายแบ่งได้ดังพายชาร์จในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงสัดส่วนระดับอันตรายของการประเมินความปลอดภัยโครงการที่ใช้บริการแสงปีงบประมาณ 2555

3. การตรวจวัดสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมในการทำงานที่ปลอดภัยมีความสำคัญต่อผู้ปฏิบัติงานเป็นอย่างมาก สถาบันจึงจัดให้มีการตรวจวัดสภาพแวดล้อม เมื่อวันที่ 13 กันยายน 2555 และวันที่ 22 ตุลาคม 2555 โดยมีบริษัท CMS Technology จำกัด

เป็นผู้ดำเนินการตรวจวัดสภาพแวดล้อมเกี่ยวกับ คุณภาพอากาศ ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมง การสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมง แสงสว่างในพื้นที่ปฏิบัติงาน รวมถึงการตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่รางระบายน้ำสาธารณะทั้งนี้เพื่อรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณโดยรอบสถาบัน

รูปที่ 6 แสดงการตรวจวัดสภาพแวดล้อมและเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

4. การตรวจสอบระบบป้องกันอัคคีภัย

Fire Alarm System หรือ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เป็นระบบที่มีไว้สำหรับแจ้งเตือนเมื่อมีเหตุเพลิงไหม้ โดยจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับแตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสม เช่น Smoke Detector, Heat Detector, Manual Pull Station เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เราสามารถรับรู้เหตุเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้น และป้องกันไม่ให้เกิดการลุกลามของไฟจนไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งระบบดังกล่าวต้องมีสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ สถาบันจึงได้ทำการตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้บริเวณห้องซินโครตรอน อาคารโถงทดลอง ห้องสวิตช์เกียร์ และอาคารสุรพัฒน์ 3 เพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีสภาพปกติและพร้อมใช้งานตลอดเวลา

รูปที่ 7 แสดงการตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

5. การอบรมความปลอดภัย

ปัจจุบันสถาบัน มีปั้นจั่นเหนือศีรษะใช้ในการปฏิบัติงาน หากผู้บังคับปั้นจั่นขาดความรู้ความเข้าใจและทักษะที่ถูกต้อง อาจทำให้สิ่งของตก หล่น มีผลกระทบให้เกิดทรัพย์สินเสียหาย ผู้ปฏิบัติงานได้รับบาดเจ็บ พิการ ทุพพลภาพ และเสียชีวิตได้ สถาบันจึงได้จัดให้มีการอบรมปั้นจั่นขึ้นโดยฝึกอบรมเกี่ยวกับ ความรู้พื้นฐานสำหรับปั้นจั่น ระบบไฟฟ้า ระบบสัญญาณเตือน และ Limit Switch การใช้สัญญาณมือ วิธีผูกมัดและการยกเคลื่อนย้าย การประเมินน้ำหนักสิ่งของ การตรวจสอบ และการ

บำรุงรักษาตามระยะเวลา ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถยกเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยปั้นจั่นอย่างปลอดภัย ป้องกันความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน และลดผลกระทบที่รุนแรงอันอาจเกิดขึ้นจากอุบัติเหตุ

รูปที่ 8 แสดงกิจกรรมระหว่างการอบรมการใช้งานปั้นจั่น

การกำหนดบริเวณรังสีและพื้นที่ควบคุมในสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

การจำแนกบริเวณรังสี ก็เพื่อให้มีระดับความเข้มงวดในการควบคุมดูแลการใช้รังสีในแต่ละบริเวณตามความเสี่ยงอันตราย ดังนั้น การแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงานทางรังสี จึงแบ่งตามปริมาณรังสี และหรือโอกาสที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับปริมาณรังสี ดังนี้

พื้นที่ควบคุม (Control area) หมายถึงบริเวณที่ทำให้บุคคลมีโอกาสได้รับปริมาณรังสีสูงกว่า หรือเท่ากับ 3 ใน 10 ของขีดจำกัดปริมาณรังสีสำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี ซึ่งเท่ากับ 3 ใน 10 ของ 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี (6 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี) เมื่อนำวิธีการคิดเวลาการปฏิบัติงานรังสีคือ ทำงาน 1 ปี เท่ากับ 50 สัปดาห์ต่อปี สัปดาห์ละ 5 วัน และวันละ 8 ชั่วโมง เพราะฉะนั้นสามารถคำนวณขีดจำกัดเท่ากับ 10 ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง (ซึ่งเป็นค่าที่ แสดงบนเครื่องมือวัดรังสี) ดังนั้นสามารถจะสรุปว่า พื้นที่ควบคุมจะมีโอกาสได้รับปริมาณรังสีเกินกว่า 3.3 ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง

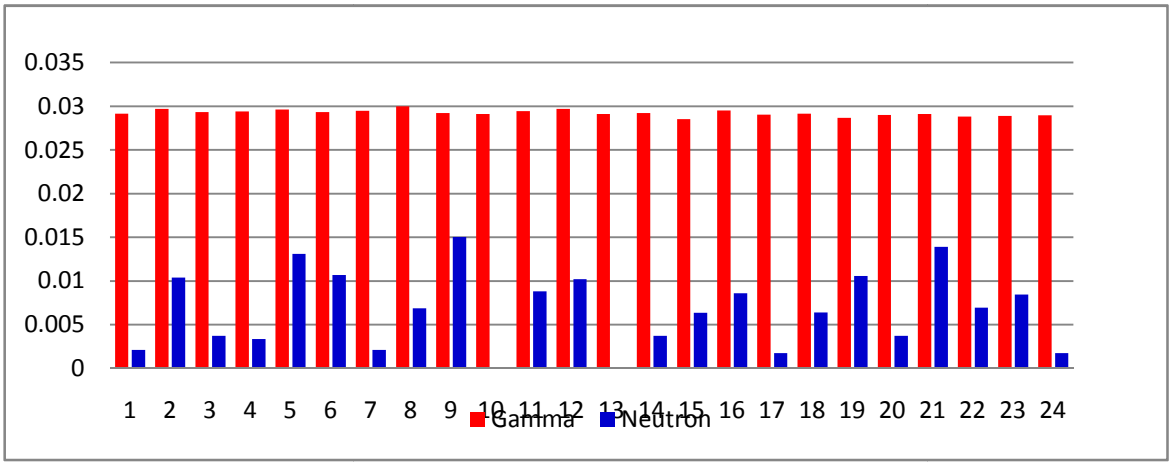
พื้นที่ตรวจตรา (Supervised area) หมายถึงบริเวณที่มิได้เป็นพื้นที่ควบคุม แต่มีโอกาสทำให้ ประชาชนทั่วไปมีโอกาสได้รับปริมารรังสีสูงกว่าขีดจำกัด คือ 1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปีเมื่อนำวิธีการคิดเวลาของประชาชนทั่วไป คือ ตลอด 1 ปี เท่ากับ 365 วัน วันละ 24 ชั่วโมง เพราะฉะนั้นสามารถคำนวณขีดจำกัดเท่ากับ 0.11 ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง

ดังนั้นสามารถสรุปว่า พื้นที่ตรวจตราจะมีโอกาสได้รับปริมาณรังสีเกินกว่า 0.11 ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง จนถึง 3.3 ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ในการเดินเครื่องเร่งอนุภาคซินโครตรอนที่สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน จะมีแนวทางการปฏิบัติ คือ การเดินเครื่องที่เป็นช่วงเวลา และเป็นเวลานอกการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ทั่วไป เพื่อลดการได้รับปริมาณรังสีโดยไม่จำเป็น

ผลการตรวจวัดรังสีในช่วงปิดซ่อมบำรุงและเดินเครื่องเร่งอนุภาคซินโครตรอน เดือนกันยายน – เดือนพฤศจิกายน 2555

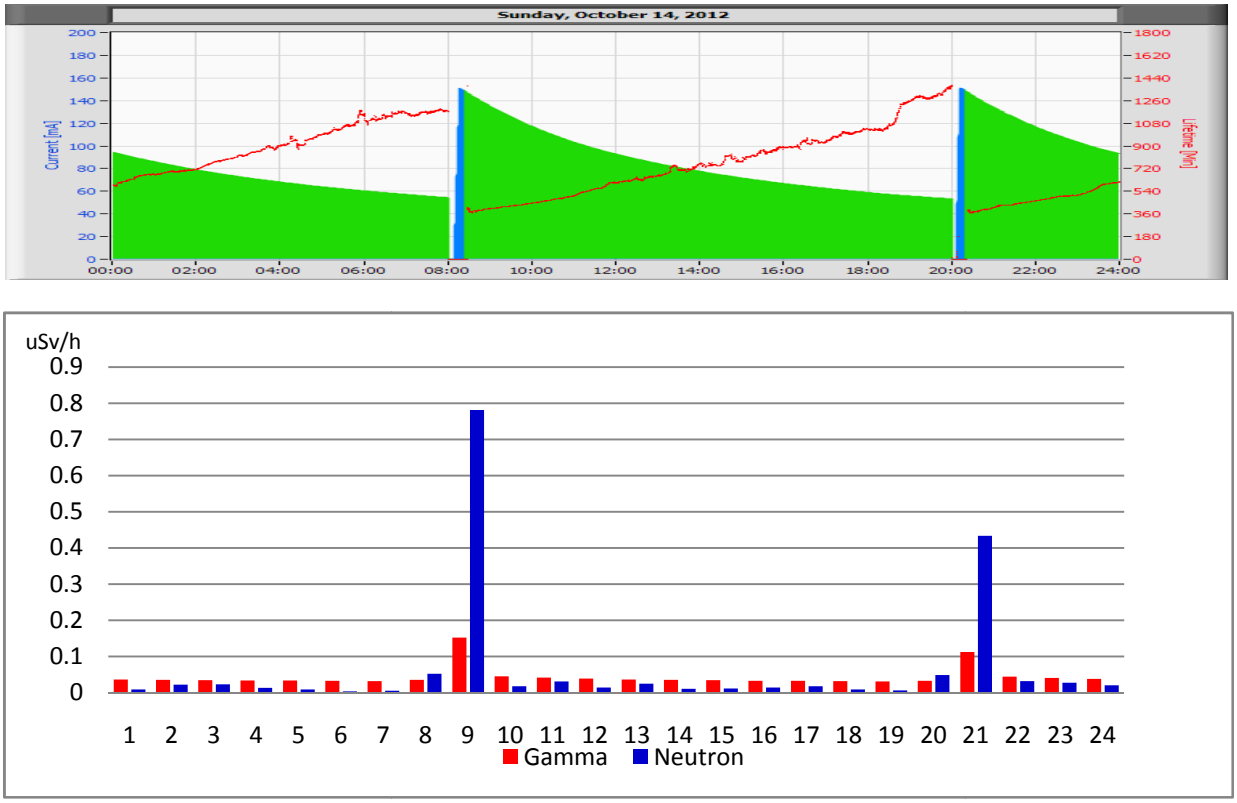
ผลปริมาณรังสีในช่วงซ่อมบำรุงเครื่องจักร

จากการตรวจวัดปริมาณรังสีในช่วงไม่มีการเดินเครื่องเร่งอนุภาคซินโครตรอน เห็นได้ว่าระดับปริมาณรังสีในสถานีทดลองจะต่ำในระดับรังสีธรรมชาติ หรือเรียกว่ารังสีพื้นหลัง (Background radiation) จะมีค่าโดยประมาณที่ 0.03 – 0.05 ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ดังในรูปที่ 11

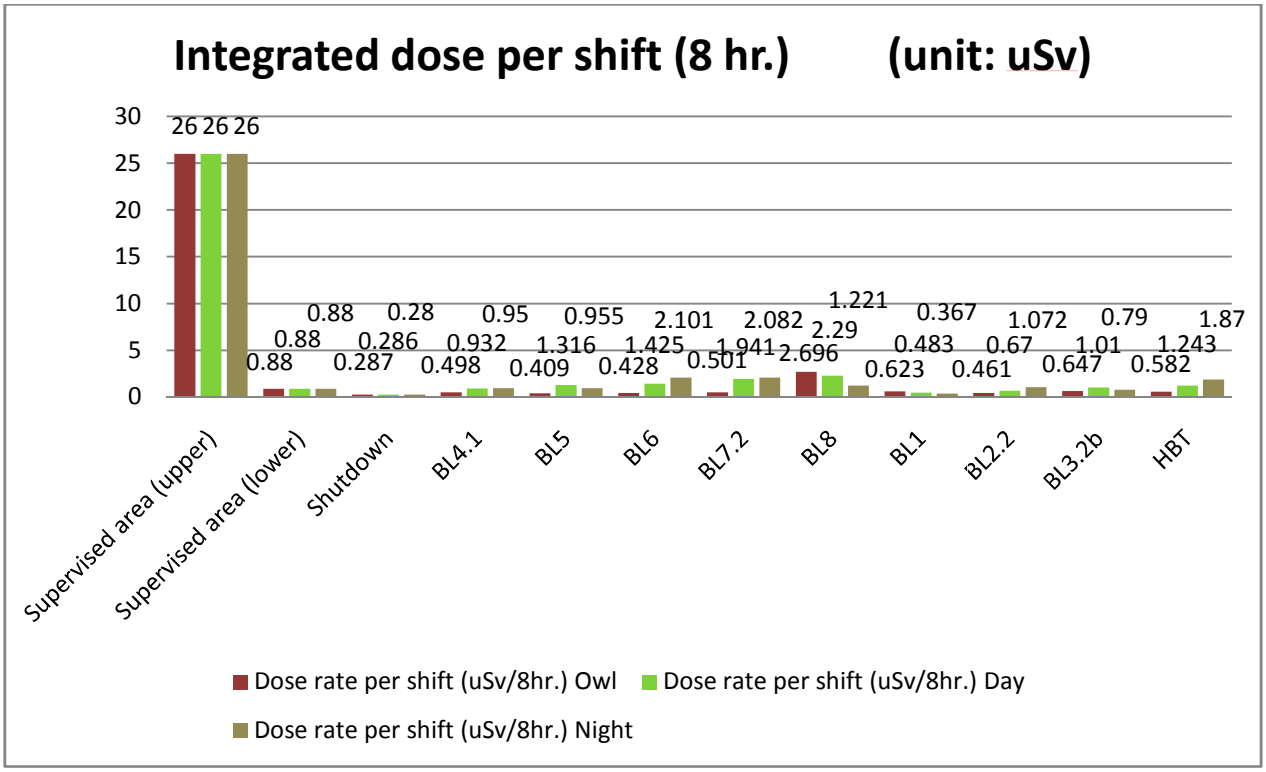


รูปที่ 9 แสดงระดับปริมาณรังสีในแต่ละชั่วโมง ตลอด 24 ชั่วโมง (แท่งสีแดงแสดงรังสีแกมมา แท่งสีน้ำเงินแสดงรังสีนิวตรอน) ผลปริมาณรังสีจากการตรวจวัดปริมาณรังสีในช่วงเดินเครื่องเร่งอนุภาคซินโครตรอน

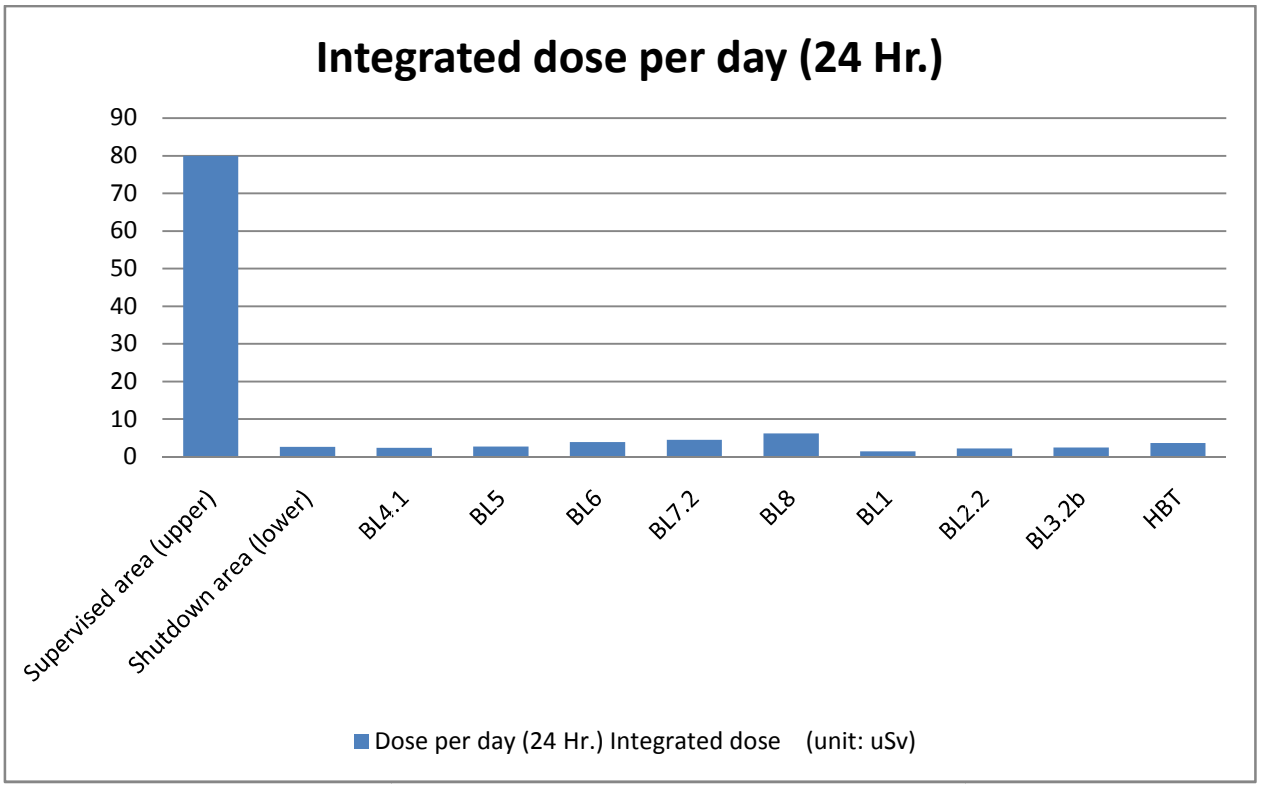
เห็นได้ว่าระดับปริมาณรังสีในสถานีทดลองจะมีระดับรังสีสูงขึ้นจากระดับรังสีปกติ จะมีค่าโดยประมาณที่ 0.4 – 1.316 ไมโครซีเวิร์ตต่อ 8 ชั่วโมง ดังในรูปที่ 10



รูปที่ 10 หน้าต่างด้านบนแสดงกระแสในระหว่างการเดินเครื่องเร่งอนุภาคซินโครตรอน ช่วงเวลาการเร่งพลังงานจาก 0 ถึง 1.2 GeV จะมีพลังงานสูญเสียในรูปของรังสีสูงขึ้น และลดลงสู่ระดับปกติดังแสดงในหน้าต่างด้านล่าง เมื่อไม่มีการเร่งพลังงานคือช่วงการให้บริการแสงซินโครตรอน เมื่อนำข้อมูลมาแสดงเป็นข้อมูลกราฟแท่ง ได้ดังรูปที่ 11

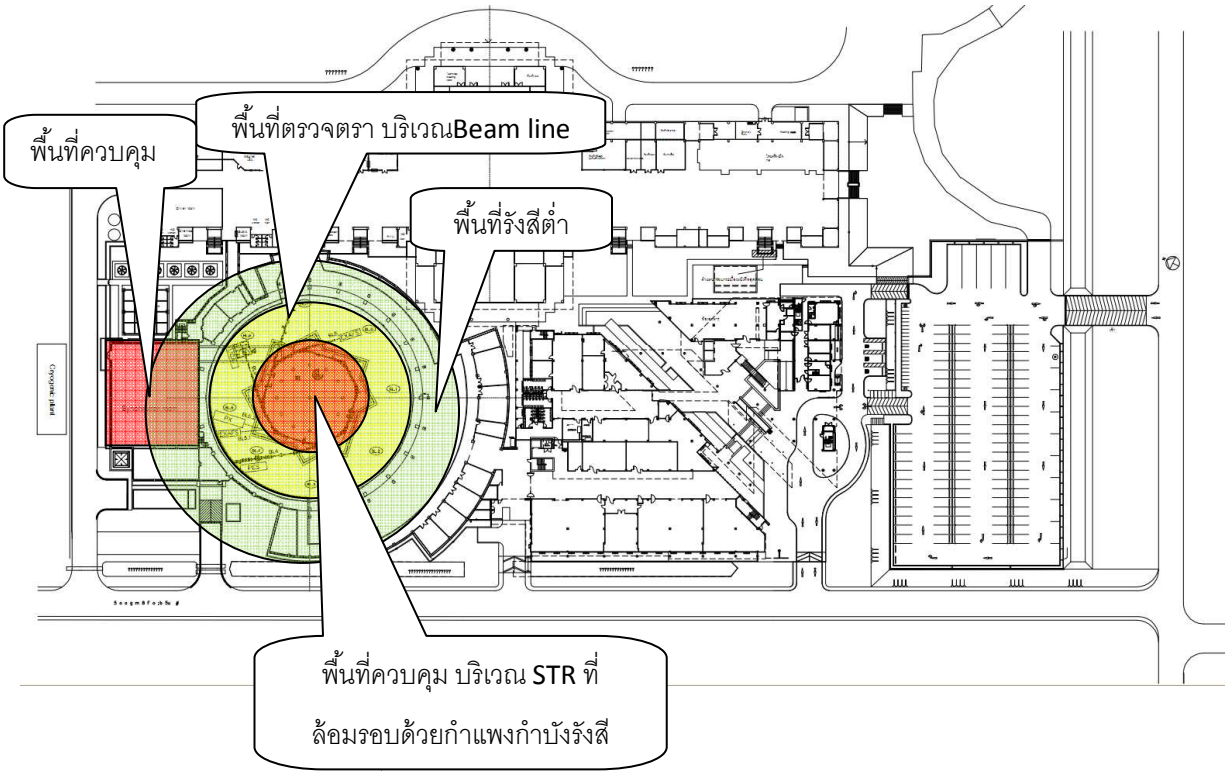


รูปที่ 11 แสดงถึงระดับปริมาณรังสีสะสมต่อ 8 ชั่วโมงทำงาน ตามสถานีทดลองต่างๆ และเปรียบเทียบกับปริมาณรังสีในบริเวณพื้นที่ตรวจตรา



รูปที่ 12 แสดงระดับปริมาณรังสีสะสมต่อใน 24 ชั่วโมง ตามสถานีทดลองต่างๆ และเปรียบเทียบกับปริมาณรังสีในบริเวณพื้นที่ตรวจตรา

กำหนดพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ตรวจตราในแผนผังสถาบัน



รูปที่ 13 แสดงพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ตรวจตรา

เหตุการณ์และกิจกรรมสำคัญในรอบปี

สถาบันได้รับใบประกาศเกียรติคุณใน “โครงการวิทยาศาสตร์สู่ความเป็นเลิศ” วุฒิสภา

คณะกรรมาธิการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การสื่อสารและโทรคมนาคม วุฒิสภา จัดงานมอบใบประกาศเกียรติคุณโครงการ “วิทยาศาสตร์สู่ความเป็นเลิศ” ซึ่งสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ได้รับใบประกาศเกียรติคุณ ประเภทองค์กรของรัฐ ในผลงานชื่อ “ชุดอักษรเบรลล์ 3 เซลล์ สำหรับผู้พิการทางสายตา” โดย ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล เป็นตัวแทนสถาบัน เข้ารับมอบใบประกาศเกียรติคุณจาก นายนิคม ไวยรัชพานิช ประธานวุฒิสภา เมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2555 ณ ห้องประชุมรัฐสภา อาคารรัฐสภา 1 ชั้น 2 กรุงเทพมหานคร ทั้งนี้ทางสถาบันขอขอบคุณ ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล และส่วนงานพัฒนาธุรกิจที่ส่งผลงานดังกล่าวในนามสถาบัน

นิทรรศการงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติประจำปี 2555

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ได้ร่วมจัดนิทรรศการในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติประจำปี 2555 ที่จัดขึ้นระหว่างวันที่ 17 - 31 สิงหาคม 2555 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพฯ ในวโรกาสนี้ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงเป็นประธานเปิดงาน และทรงมีพระมหากรุณาธิคุณเสด็จทอดพระเนตรนิทรรศการ Synchrotron Light โดยมี มร.มงเซฟ เมดเดบ (Mr. Moncef Meddeb) ผู้ช่วยเอกอัครราชทูตฝรั่งเศส ฝ่ายความร่วมมือทางด้านวิทยาศาสตร์และมหาวิทยาลัย ตัวแทนจากสถานทูตฝรั่งเศส ศาสตราจารย์ นาวาอากาศโท ดร.สราวุฒิ สุจิตจร ผู้อำนวยการ พร้อมด้วยคณะผู้บริหาร และตัวแทนบุคลากรสถาบันวิจัย เฝ้ารับเสด็จ ในการจัดกิจกรรมครั้งนี้ สถาบันได้รับการสนับสนุนจากสถานทูตฝรั่งเศสประจำประเทศไทย ในโครงการความร่วมมือทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างประเทศไทย และประเทศฝรั่งเศส เป็นงบประมาณจำนวน 6,000 ยูโร เพื่อจัดสร้างอุปกรณ์การทดลองต่างๆอันเป็นพื้นฐานทางฟิสิกส์ของแสงและแม่เหล็ก ให้ผู้เข้าชมงานสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับการทดลองต่างๆ ได้ด้วยตัวเอง เป็นการสร้างความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์แก่ประชาชน นอกจากนั้น ยังได้มีการจัดนิทรรศการผลงานวิจัยเด่นของสถาบัน ผลงานวิจัยทางโบราณคดีของ European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) ประเทศฝรั่งเศส โดยมี มิสมารีน โค้ท (Ms. Marine Cotte) เป็นผู้ถวายรายงาน




นิทรรศการโครงการจัดหาทุนซ่อมสร้างและส่งเสริมสื่ออุปกรณ์เพื่อการศึกษา 3 โรงเรียน ที่ประสบอุทกภัยในจังหวัดชัยนาท

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ได้ร่วมจัดแสดงนิทรรศการในโครงการจัดหาทุนซ่อมสร้างและส่งเสริมสื่ออุปกรณ์เพื่อการศึกษา 3 โรงเรียน (รร.วัดสิงห์ รร.อนุบาลวัดสิงห์ และรร.เทศบาลวัดสิงห์) ระหว่างวันที่ 14 - 15 กรกฎาคม 2555 ณ โรงเรียนวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ซึ่งจัดโดยชมรมนักเขียนและผู้จัดทำหนังสือวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยนิทรรศการของสถาบันนั้น มีการให้ความรู้เกี่ยวกับแสงซินโครตรอน กิจกรรมเกมส์สันทนาการ และแจกของรางวัลที่ระลึกแก่นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมด้วย

การต้อนรับคณะต่างๆ ที่เข้าเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการแสงสยาม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ให้การต้อนรับคณะเยี่ยมชมจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนจากทั่วประเทศ รวมถึงสถาบันการศึกษาจากทั่วประเทศ ทั้งนักเรียน นักศึกษา ครู อาจารย์ที่สนใจเรื่องแสงซินโครตรอน จำนวนทั้งสิ้น 3,542 คน เพื่อต้องการให้เกิดความตระหนักถึงการมีเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนในประเทศไทย และการนำแสงซินโครตรอนไปใช้ประโยชน์ในงานวิจัยด้านต่างๆ ทั้งทางด้าน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์การแพทย์ และทางด้านอุตสาหกรรม โดยสถาบันนำคณะเยี่ยมชมเข้าฟังการบรรยายถึงภาพรวมการดำเนินงานของสถาบัน ความรู้เรื่องแสงซินโครตรอน การใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอน

การประชุมคณะอนุกรรมการที่ปรึกษานานาชาติ (International Advisory Committee)

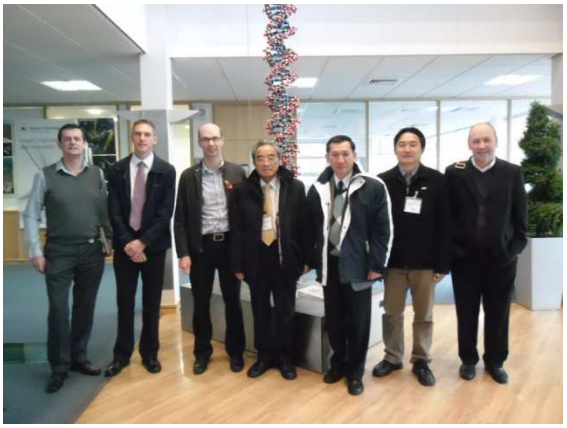
ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน จัดให้มีการประชุมคณะอนุกรรมการที่ปรึกษานานาชาติ 1 ครั้ง เมื่อวันที่ 8-10 มกราคม 2555 โดยมีอนุกรรมการเข้าร่วมประชุม 7 ท่าน ได้แก่

1. Professor. Josef Hormes — ประธานอนุกรรมการ
   The Canadian Light Source, Canada
2. Professor. Keng Liang — อนุกรรมการ
   The National Synchrotron Radiation Research Center, Taiwan
3. Professor. Moonhor Ree — อนุกรรมการ
   The Pohang Accelerator Laboratory, Korea
4. Dr. Paul Dumas — อนุกรรมการ
   The Société Civile Synchrotron (SOLEIL), France
5. Dr. Haruo Ohkuma — อนุกรรมการ
   SPring-8, Japan

6. Dr. June-Rong Chen อนุกรรมการ
   The National Synchrotron Radiation Research Center, Taiwan
7. Dr. Zhentang Zhao อนุกรรมการ
   Shanghai Institute of Applied Physics (SINAP),
   Chinese Academy of Sciences (CAS), P.R. China

ในการประชุมดังกล่าว คณะอนุกรรมการฯ ได้ติดตามความก้าวหน้าการดำเนินงานของสถาบัน ให้คำปรึกษาและแนะนำด้านเทคนิคเครื่องเร่งอนุภาค ระบบลำเลียงแสง สถานีทดลอง รวมทั้งการดำเนินงานเกี่ยวกับการสนับสนุนผู้ใช้ และให้คำแนะนำด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่บุคลากรด้านเทคนิคและนักวิทยาศาสตร์ของสถาบัน ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาการดำเนินงานของสถาบัน

ศ.ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์ ประธานกรรมการบริหารสถาบัน นำคณะผู้บริหาร ร่วมลงนามความร่วมมือกับ Diamond Light Source และศึกษาดูงานที่ ASTeC (Accelerator Science and Technology Centre) สหราชอาณาจักร



ศาสตราจารย์ ดร. ไพรัช ธัชยพงษ์ ประธานกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน นำผู้บริหาร ประกอบไปด้วย ศาสตราจารย์ นาวาอากาศโท ดร.สราวุฒิ สุจิตจร ผู้อำนวยการสถาบัน และ รองศาสตราจารย์ ดร. ประยูร ส่งสิริฤทธิกุล เดินทางไปลงนามความร่วมมือระหว่างสถาบัน และ Diamond Light Source สหราชอาณาจักร โดยการลงนามครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อร่วมวิจัยด้านแสงซินโครตรอน การใช้ facilities โดยดำเนินการในรูปแบบของการจัดประชุมร่วมกัน การแลกเปลี่ยนบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ การทำการวิจัยและพัฒนาร่วมกัน นอกจากนี้ยังเดินทางไปศึกษาดูงานและเยี่ยมชม ASTeC (**Accelerator Science and Technology Centre**) ระหว่างวันที่ 6-8 พฤศจิกายน 2555 ณ สหราชอาณาจักร

การลงนามความร่วมมือไทย-เซิร์น ร่วมวิจัยพัฒนาด้านฟิสิกส์อนุภาค และเทคโนโลยีสารสนเทศขั้นสูง

ด้วยพระบารมีของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี จึงทำให้เกิดลงนามความร่วมมือทางวิชาการโครงการความร่วมมือไทยกับเซิร์นขึ้น ระหว่างผู้บริหารสถาบันอุดมศึกษา หน่วยงานสนับสนุนทุนวิจัย หน่วยงานทางวิชาการระดับชาติและหน่วยงานในสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสิ้น 13 หน่วยงาน ประกอบด้วย 1. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส.) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (จุฬาฯ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) มหาวิทยาลัยมหิดล (มม.) ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (ศฟ.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) (สดร.) สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) (สสนก.) สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) (สทน.) สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) (สซ.) ถือเป็นการร่วมมือของสถาบันทางวิชาการชั้นนำของไทยจำนวนมากที่สุด ในการส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมทางวิชาการที่มีความร่วมมือกับองค์กรวิจัยระดับโลกนับว่าเป็นประวัติศาสตร์ครั้งสำคัญที่น่าจดจำของวงการวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย และได้สัมผัสกับเทคโนโลยีขั้นสูงของเซิร์นเพื่อนำมาปรับใช้ในวงการวิจัย และพัฒนาวงการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของไทยต่อไป

การร่วมพัฒนางานวิจัยโดยใช้แสงซินโครตรอน สร้างสถานีทดลอง 2 สถานีในย่านรังสีเอกซ์ และอินฟราเรด

เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2555 รศ.ดร.กิตติชัย ไตรรัตนศิริชัย อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น และดร.นวลวรรณ สงวนศักดิ์ รักษาการผู้อำนวยการ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) **ได้ลงนามในบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ "โครงการพัฒนาสถานีวิจัย มข.-สซ."** ซึ่งเป็นการร่วมกันพัฒนาระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลอง 2 สถานี ประกอบด้วย ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลอง 1.1 (BL1.1) ใช้แสงซินโครตรอนย่านรังสีเอกซ์ และระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลอง 4.1b (BL4.1b) ใช้แสงซินโครตรอนย่านอินฟราเรด นับเป็นความร่วมมือระหว่างสองสถาบัน โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่นสนับสนุนด้านงบประมาณครึ่งหนึ่งจำนวน 33 ล้านบาท ในการจัดซื้ออุปกรณ์หลักในการจัดสร้างสถานีทดลองทั้งสองระบบนี้ และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนสนับสนุนงบประมาณอีกครึ่งหนึ่งในการจัดหาอุปกรณ์เสริมระหว่างการติดตั้ง รวมถึงกำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบและพัฒนาระบบลำเลียงแสง รวมถึงถ่ายทอดองค์ความรู้เทคนิคการวิเคราะห์แก่คณะนักวิจัยของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ส่วนในการบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ของแสงซินโครตรอน ทั้งสองหน่วยงานจะมีสิทธิการใช้แสงฯ หน่วยงานละครึ่งหนึ่งของเวลาการใช้แสง (beam-time) ทั้งหมด ที่สามารถเปิดบริการ คาดว่าจะสามารถเปิดให้บริการได้ปลายปี 2556

การลงนามความร่วมมือระหว่างสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน กับสถาบันวัสดุศาสตร์แห่งเวียดนาม เพื่อร่วมเข้าใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอน

ศาสตราจารย์ นาวาอากาศโท ดร.สราวุฒิ สุจิตจร ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ร่วมลงนามในบันทึกข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการกับ Prof.Dr Nguyen Quang Liem ผู้อำนวยการ Institute of Materials Science, Vietnam Academy of Science and Technology, ประเทศเวียดนาม โดยมุ่งเน้นความร่วมมืองานวิจัยด้านวัสดุศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีแสงซินโครตรอน รวมถึงการแลกเปลี่ยนบุคลากรเพื่อการวิจัยและพัฒนาระหว่างกัน มีระยะเวลาดำเนินการ 5 ปี พร้อมนี้ คณะผู้บริหารและนักวิจัยของสถาบัน ร่วมให้การต้อนรับ ณ อาคารสิรินธรวิชโชทัย จังหวัดนครราชสีมา เมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2555

การร่วมพัฒนาอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยด้วยเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน

เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2555 ที่ห้องประชุมแก่งคอย-เขาวง บริษัท ปูนซินเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ทำพิธีลงนามความร่วมมือกับบริษัท SCG ยักษ์ใหญ่ปูนซินเมนต์ไทย เพื่อพัฒนาวัสดุก่อสร้างด้วยเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ และประสานความร่วมมือและสนับสนุนทางวิชาการด้านวัสดุก่อสร้าง ยกระดับความสามารถและเพิ่มศักยภาพด้านการวิจัยและพัฒนา โดยใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอนรวมถึงสนับสนุนการวิเคราะห์ ตรวจสอบ และทดสอบวัสดุก่อสร้างโดยใช้แสงซินโครตรอน รองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมในประเทศ ซึ่งมุ่งเน้นด้านการวิจัยและพัฒนาให้ทัดเทียนกับนานาประเทศ และเพื่อสนับสนุน ส่งเสริมความร่วมมือทางด้านเทคนิคและวิศวกรรม

บุคลากรสถาบันได้รับเชิญบรรยายให้ความรู้

- ดร.วุฒิไกร บุษยาพร บรรยายในหัวข้อ Soft X-ray Photoemission Electron Microscopy (PEEM) at Siam Photon (SLRI), THAILAND
  สถานที่: SOLEIL, France
- ดร.ศิริวัช สุนทรานนท์ บรรยายในหัวข้อ SAXS: Synchrotron facility งาน Seminar & Workshop on Exploring the Soft Matter at Nanoscale by Small-Angle Scattering (SANS & SAXS)
  สถานที่: Indonesian Institute of Sciences, Indonesian

ข้อมูลพื้นฐาน


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

วิสัยทัศน์

เป็นศูนย์กลางความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านแสงซินโครตรอนในระดับอาเซียน

พันธกิจ

1. วิจัย และพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแสงซินโครตรอน
2. ให้บริการแสงซินโครตรอนและเทคโนโลยีเชิงวิศวกรรม
3. ส่งเสริมการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประวัติความเป็นมาของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

แนวความคิดที่จะสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนขึ้นในประเทศไทย นั้นเริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2536 โดยสภาวิจัยแห่งชาติได้เล็งเห็นความสำคัญของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานและเทคโนโลยีอันเป็นฐานสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ สภาวิจัยแห่งชาติจึงได้แต่งตั้งคณะทำงานซึ่งประกอบด้วยนักวิชาการผู้ทรงคุณวุฒิจากสาขาต่างๆ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการมีเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนในประเทศไทย โดยคณะทำงานประกอบด้วย

1. ศาสตราจารย์ ดร.วิรุฬห์ สายคณิต (หัวหน้าโครงการ)
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ถิรพัฒน์ วิลัยทอง
3. รองศาสตราจารย์ ดร.จงอร พีรานนท์
4. รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต ศรีตระกูล
5. นายขจรศักดิ์ ชัยวัฒน์

โดยคณะทำงานได้เดินทางไปศึกษาความเป็นไปได้ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนและงานวิจัยด้านแสงซินโครตรอน จากประเทศจีน ญี่ปุ่น เกาหลี และไต้หวัน และได้รายงานสรุปผลการศึกษา หลังจากนั้นได้มีการจัดตั้งคณะทำงานเพื่อร่างโครงการสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนของประเทศไทยขึ้น ในปี พ.ศ.2537 คณะทำงานได้สรุปแบบเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ที่มีวงกักเก็บอิเล็กตรอนระดับพลังงาน 1,000 ถึง 1,300 ล้านอิเล็กตรอนโวลท์ และพิจารณาสถานที่ตั้งที่เหมาะสม จากรายงานผลการศึกษา และดูงานรวมทั้งการระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญสาขาต่างๆ ทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ จึงได้ข้อสรุปว่าประเทศไทยมีศักยภาพเพียงพอที่จะดำเนินการสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนขึ้นเอง

ปี พ.ศ. 2538 ขณะที่สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติกำลังจัดทำรายละเอียดโครงการสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนเพื่อเสนอต่อรัฐบาล คณะทำงานได้รับแจ้งจากผู้เชี่ยวชาญชาวญี่ปุ่นว่า บริษัทซอร์เทค (SORTEC Corporation) ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นกลุ่มบริษัทที่เกิดจากการร่วมลงทุนของบริษัทเอกชนญี่ปุ่นทั้งสิ้น 13 บริษัท ได้ร่วมกันสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน เพื่อดำเนินการวิจัยและพัฒนาการผลิตไมโครชิพ (Microchip) มีความประสงค์จะบริจาคเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน เนื่องจากกลุ่มบริษัทฯ ได้รับประสบการณ์จากการสร้างเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน และได้รับประโยชน์ตามเป้าหมายที่วางไว้แล้ว ในขณะนั้นได้มีสถาบันวิจัยหลายแห่งทั้งภายในและภายนอกประเทศญี่ปุ่น รวมถึงประเทศไทยแจ้งความจำนงที่จะขอรับบริจาคเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนนี้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จึงได้แต่งตั้งคณะผู้ประสานงาน ประกอบด้วยนักวิชาการ ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อทำการศึกษา และประเมินสภาพของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนในการใช้งานจำนวน 6 ท่าน ดังนี้

1.	ศาสตราจารย์ ดร. สิปปนนท์ เกตุทัต	ประธานกรรมการบริหารสภาวิจัยแห่งชาติ
2.	ศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร ศรีสอ้าน	อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
3.	ศาสตราจารย์ ดร.วิรุฬห์ สายคณิต	กรรมการบริหารสภาวิจัยแห่งชาติ
4.	ดร.สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์	เลขาธิการคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

5. รองศาสตราจารย์ ดร. ถิรพัฒน์ วิลัยทอง อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
6. รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คณะผู้ประสานงาน ได้เดินทางไปประเทศญี่ปุ่นเพื่อประเมินสภาพของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ที่บริษัท ซอร์เทค ตลอดจนได้หาข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการรื้อถอน ค่าขนส่ง ค่าติดตั้ง ค่าบำรุงรักษา ตลอดจนความร่วมมือในการฝึกอบรมบุคลากรเพื่อติดตั้งและดำเนินการ คณะผู้ประสานงานพบว่าเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนทั้งระบบยังอยู่ในสภาพการทำงานที่ดีเยี่ยม และ สามารถใช้งานได้ จึงเห็นควรขอรับบริจาคเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนดังกล่าว จากกลุ่มบริษัท ซอร์เทค และเนื่องจากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนเป็นเครื่องมือวิจัยที่มีขนาดใหญ่และมีขีดความสามารถสูง ซึ่งอาจจะเกินขีดความสามารถของหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งที่จะใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ คณะผู้ประสานงานจึงได้ร่างและนำเสนอ “โครงการแสงสยาม” ต่อคณะรัฐมนตรีในขณะนั้น เมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2539 คณะรัฐมนตรีจึงมีมติอนุมัติจัดตั้ง “ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ” ให้ดำเนินงานโครงการแสงสยามโดยเป็นหน่วยงานในกำกับของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (ในขณะนั้น) มีระบบการบริหารงานเป็นอิสระจากระบบราชการ และดำเนินงานตามภารกิจภายใต้การกำหนดนโยบายของคณะกรรมการบริหารศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ อันประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาต่างๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการวิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศ วัตถุประสงค์หลักในการจัดตั้งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อเป็นเครื่องมือวิจัยกลางระดับชาติที่จะใช้ปฏิบัติการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสาขาต่างๆ ทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน อันจะนำไปสู่การสร้างพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับสูงของประเทศ
2. เพื่อเป็นศูนย์ปฏิบัติการวิจัยกลางรองรับการวิจัยในระดับบัณฑิตศึกษาระหว่างมหาวิทยาลัย และสถาบันการศึกษาขั้นสูงทั้งของรัฐและเอกชน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เพื่อเป็นฐานรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมของภาคเอกชนที่ต้องใช้เทคโนโลยีระดับสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และโทรคมนาคม
4. เพื่อให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการค้นคว้าวิจัยระดับสูงในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

สำหรับสถานที่ตั้งศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาตินั้น คณะผู้เชี่ยวชาญไทยและต่างประเทศได้ร่วมสำรวจที่ตั้งที่เหมาะสม สามารถรองรับการติดตั้งเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน มีอาคารสถานที่ และบุคลากรพร้อมที่จะร่วมดำเนินการติดตั้ง รวมทั้งมีโครงสร้างพื้นฐานอื่นที่จะสนับสนุนการดำเนินการอย่างเพียงพอ โดยได้เลือกสถานที่ตั้งภายในบริเวณเทคโนธานี ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา โดยทางมหาวิทยาลัยยินดีให้ใช้พื้นที่ของอาคารสุรพัฒน์ 3 และพื้นที่รอบอาคารรวมเนื้อที่ประมาณ 28,270 ตารางเมตร เป็นสถานที่ตั้งสำนักงาน และก่อสร้างอาคารห้องปฏิบัติการแสงสยามสำหรับติดตั้งเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน

เนื่องจากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนที่ได้รับบริจาคมานั้นเป็นเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนที่ออกแบบมาเป็นการเฉพาะสำหรับการประยุกต์ใช้ทางด้าน Lithography โดยให้แสงซินโครตรอนที่มีความเข้มแสงต่ำ และมีช่วงพลังงานแสงจำกัด ทำให้มีขีดความสามารถจำกัดในการประยุกต์ใช้สำหรับงานวิจัยด้านอื่นๆ ดังนั้นเพื่อให้เครื่องกำเนิดแสงสยามมีความเข้มแสง

ช่วงพลังงาน และเทคนิคการวิเคราะห์วิจัย ที่ครอบคลุมการวิจัยได้หลากหลายสาขา การก่อสร้างเครื่องกำเนิดแสงสยามจึงทำการดัดแปลง และออกแบบส่วนของวงกักเก็บอิเล็กตรอน และส่วนประกอบบางส่วนใหม่ ดังนี้

- ขยายขนาดของวงกักเก็บอิเล็กตรอนเพื่อเพิ่มส่วนที่เป็นทางตรง (Straight sections) สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์แทรก (Insertion devices) ทั้งอุปกรณ์แทรกที่เรียกว่า “อันดูเลเตอร์ (Undulator) ” สำหรับเพิ่มความเข้มของแสงซินโครตรอน และอุปกรณ์แทรกที่เรียกว่า “ วิกเลอร์ (Wiggler) ” สำหรับเพิ่มพลังงานของแสงซินโครตรอนให้สามารถผลิตรังสีเอกซ์พลังงานสูง(Hard X-rays) โดยวงกักเก็บอิเล็กตรอนของเครื่องกำเนิดแสงสยาม จะมีช่วงทางตรง 4 ช่วง ที่สามารถติดตั้งอุปกรณ์แทรก ได้ 4 ชุด
- เปลี่ยนลักษณะ(Lattice)ของวงกักเก็บอิเล็กตรอนมาเป็นแบบที่เรียกว่า Double Bend Acromat (DBA) เพื่อลดขนาดของลำแสงซินโครตรอน และเพิ่มความเข้มของแสงซินโครตรอน
- สร้างท่อสุญญากาศ (Vacuum chamber) ใหม่ ให้วงกักเก็บอิเล็กตรอน
- สร้างระบบลำเลียงอนุภาคพลังงานสูง (High energy beam transport line) ใหม่สำหรับลำเลียงอิเล็กตรอนจากเครื่องเร่งอนุภาคในแนววงกลมเข้าสู่วงกักเก็บอิเล็กตรอน
- ออกแบบ และจัดสร้างอุปกรณ์แทรก เพื่อผลิตแสงซินโครตรอนสำหรับงานวิจัยด้านต่างๆ
- ปรับเปลี่ยนระบบควบคุมการทำงานใหม่ของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนให้เป็นระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัย

สถาบันได้ดำเนินการก่อสร้างอาคารห้องปฏิบัติการแสงสยาม เมื่อปี พ.ศ. 2541 และดำเนินการติดตั้งเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน จากนั้นดำเนินการปรับสภาพของเครื่องและเปิดให้บริการแสงซินโครตรอน ต่อผู้ใช้เมื่อพฤศจิกายน 2546 โดยมีผลการดำเนินงานที่สำคัญสามารถสรุปได้ดังนี้

2539 คณะรัฐมนตรี มีมติอนุมัติการจัดตั้ง ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ และ กลุ่มบริษัท SORTEC Corporation ประเทศญี่ปุ่น บริจาคเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน มูลค่ากว่า 8,000 ล้านบาท

2541 ดำเนินการประกอบ และติดตั้งเครื่องกำเนิดแสงสยาม

2542 ประสบความสำเร็จในการเก็บกักอิเล็กตรอนในวงกักเก็บอิเล็กตรอน(Storage Ring) ได้เป็นครั้งแรก

2545 ติดตั้งระบบลำเลียงแสง พร้อมสถานีทดลองแรก สำหรับเทคนิคโฟโตอิมิชชัน แล้วเสร็จ

2546 เริ่มเปิดให้บริการแสงซินโครตรอน

2548 พัฒนาศักยภาพของวงกักเก็บอิเล็กตรอนให้สามารถกักเก็บอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงขึ้นจาก 1,000 ล้านอิเล็กตรอนโวลท์ เป็น 1,200 ล้านอิเล็กตรอนโวลท์ และติดตั้งระบบลำเลียงแสง พร้อมสถานีทดลองสำหรับเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์

2549 ติดตั้งระบบลำเลียงแสง พร้อมสถานีทดลองสำหรับการผลิตชิ้นส่วนขนาดจิ๋วสามมิติ หรือการสร้างโครงสร้างจุลภาคสัดส่วนสูง และเริ่มก่อสร้างอาคารปฏิบัติการรวม และระบบสาธารณูปโภค

2550 ทดสอบระบบแม่เหล็กตัวนำยวดยิ่ง (Wavelength shifter, WLS) และระบบหล่อเย็นด้วยฮีเลียมเหลว รวมทั้งจัดสร้างระบบลำเลียงแสงพร้อมสถานีทดลองสำหรับเทคนิคการศึกษาโครงสร้างผลึกของโมเลกุลขนาดใหญ่ (Macromolecular crystallography) และเทคนิคโฟโตอิมิชชันอิเล็กตรอนไมโครสโคปี (Photoemission electron microscopy)

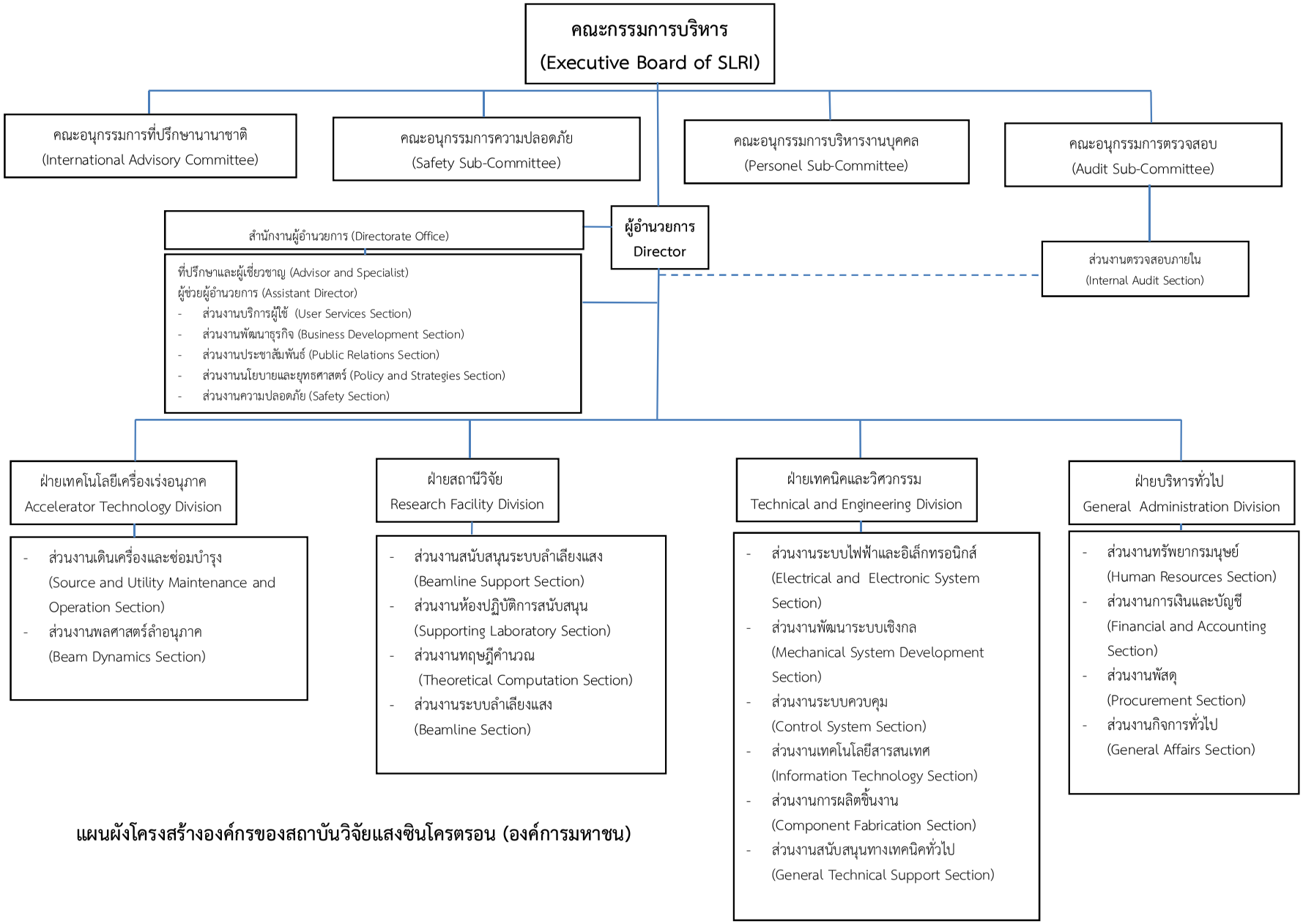
2551 ประกาศใช้พระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน(องค์การมหาชน) เมื่อวันที่ 19 กันยายน 2551

2552 เปิดให้บริการแสงซินโครตรอนในย่านรังสีอัลตราไวโอเลตถึงย่านรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ (Soft X-rays) สำหรับห้องปฏิบัติการแสงสยามโดยมีระบบลำเลียงแสงซินโครตรอน พร้อมอุปกรณ์การวิเคราะห์ที่ให้บริการทั้งสิ้นจำนวน 4 เทคนิค ได้แก่ ระบบลำเลียงแสงสำหรับเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (X-ray Absorption Spectroscopy) ระบบลำเลียงแสงสำหรับเทคนิคการสร้างโครงสร้างจุลภาคสัดส่วนสูงด้วยรังสีเอกซ์ (Deep X-ray Lithography) อุปกรณ์การวัดและวิเคราะห์โครงสร้างผลึกของโมเลกุลขนาดใหญ่ (Macromolecular Crystallography) และอุปกรณ์การวัดและวิเคราะห์ด้วยรังสีอินฟราเรด (Infrared Microspectroscopy)

2553 เปิดให้บริการระบบลำเลียงแสงซินโครตรอนพร้อมสถานีทดลองจำนวน 2 ระบบ ได้แก่ ระบบลำเลียงแสงสำหรับเทคนิคการสร้างโครงสร้างจุลภาคสัดส่วนสูงด้วยรังสีเอกซ์ (Deep X-ray Lithography, DXL) และระบบลำเลียงแสงสำหรับเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (X-ray Absorption Spectroscopy, XAS) และสถานีทดลองจำนวน 2 สถานีทดลอง ได้แก่ สถานีทดลองสำหรับการศึกษาโครงสร้างผลึกของโมเลกุลขนาดใหญ่ (Macromolecular Crystallography, MX) และสถานีทดลองสำหรับเทคนิคอินฟราเรดไมโครสเปกโตรสโกปี (Infrared Microspectroscopy, IR)

2554 เปิดให้บริการระบบลำเลียงแสงพร้อมสถานีทดลอง จำนวน 5 ระบบ ได้แก่ ระบบลำเลียงแสงสำหรับเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์แบบแยกแยะเวลา (Time-Resolved X-ray Absorption Spectroscopy, TRXAS) ระบบลำเลียงแสงสำหรับเทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์มุมเล็ก (Small Angle X-ray Scattering ,SAXS) ระบบลำเลียงแสงสำหรับการถ่ายภาพจากการปลดปล่อยอิเล็กตรอน (Photoemission Electron Microscopy, PEEM) ระบบลำเลียงแสงสำหรับการศึกษาโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์บริเวณพื้นผิว (Photoemission Electron Spectroscopy, PES) และระบบลำเลียงแสงสำหรับการถ่ายภาพแบบเรืองรังสีเอกซ์ (Micro-beam X-ray Fluorescence Imaging ,XFRI)

2555 ประสบความสำเร็จในการรักษาเสถียรภาพพลวัตของลำอิเล็กตรอนด้วยวิธี Fault Tolerant Control สามารถบังคับการเลื่อนของลำอิเล็กตรอนให้จำกัดไม่เกิน 4 ไมครอน และสามารถกำจัดปัญหาผลกระทบจากอุณหภูมิที่มีต่อลำอิเล็กตรอนได้



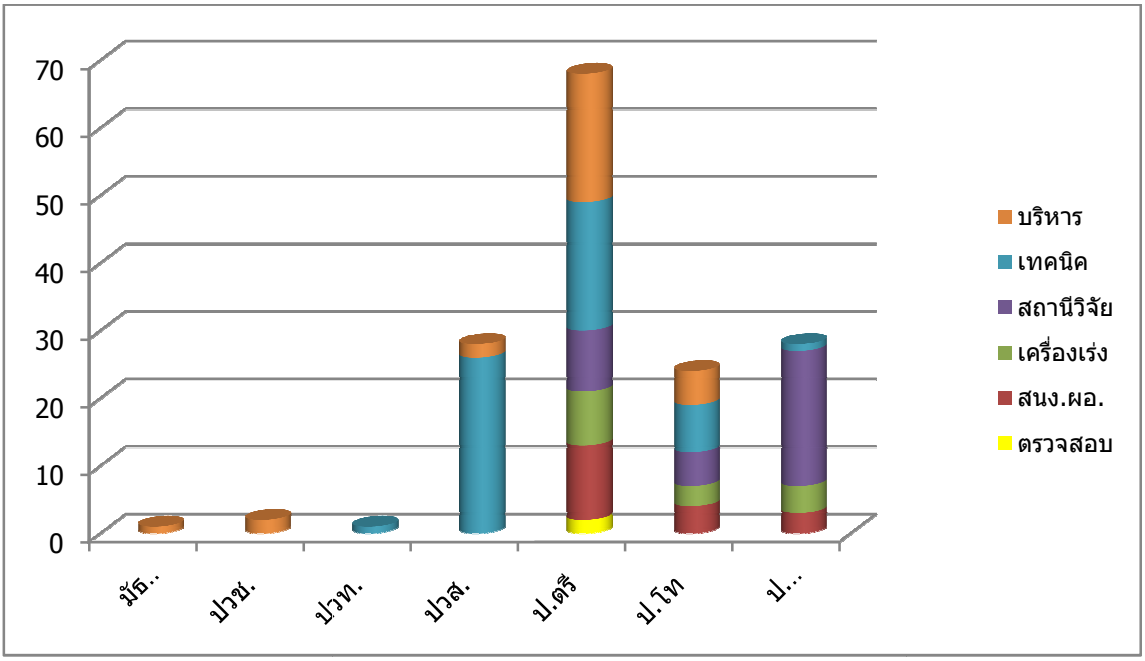
แผนผังโครงสร้างองค์กรของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

อัตรากำลัง

ในปีงบประมาณ 2555 อัตรากำลังของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) มีบุคลากรบรรจุจำนวน 152 อัตรา โดยสามารถจำแนกสัดส่วนของอัตรากำลังของสถาบันตามวุฒิการศึกษาได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงอัตรากำลังของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)ตามวุฒิการศึกษา

	ตรวจสอบ	สนง.ผอ.	เครื่องเร่ง	สถานีวิจัย	เทคนิค	บริการ	รวมทั้งสิ้น
ปริญญาเอก		3	4	20	1		28
ปริญญาโท		4	3	5	7	5	24
ปริญญาตรี	2	11	8	9	19	19	68
ปวส.					26	2	28
ปวท.					1		1
ปวช.						2	2
มัธยมศึกษา						1	1
	2	**18**	**15**	**34**	**54**	**29**	**152**



รูปที่ 1 สถิติอัตรากำลังของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)ตามวุฒิการศึกษา

คณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

ตามที่ได้มีพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2551 ซึ่งประกาศในพระราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 19 กันยายน 2551 นั้น ความในมาตรา 13 แห่งพระราชกฤษฎีกาฯ ดังกล่าว กำหนดให้คณะรัฐมนตรีเป็นผู้แต่งตั้งประธานกรรมการและกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการบริหาร เมื่อวันที่ 28 มกราคม 2552 คณะรัฐมนตรีได้มีมติแต่งตั้งประธานกรรมการและกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ โดยกำหนดให้กรรมการบริหารมีอำนาจหน้าที่ในการกำกับนโยบาย ดูแล ติดตามและประเมินผลการบริหารองค์กรให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คณะกรรมการบริหารประกอบด้วย

1 	**ประธานกรรมการ** 1. ศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์
2  3 	**กรรมการโดยตำแหน่ง** 2. ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดร.พรชัย รุจิประภา 3. อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ศาสตราจารย์ ดร.ประสาท สืบค้า
4  5  6  7  8  9 	**กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ** 4. ดร.พิสิฐ ลี้อาธรรม 5. ศาสตราจารย์ เกียรติคุณ ดร.ถิรพัฒน์ วิลัยทอง 6. ดร.สุเมธ แย้มนุ่น 7. ศาสตราจารย์ ดร.หม่อมราชวงศ์ชิษณุสรร สวัสดิวัตน์ 8. รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ แพสุวรรณ 9. นายอรรถชัย บุรกรรมโกวิท

10 	10. นายแสงชัย เอกพัฒนพาณิชย์
11 	**กรรมการและเลขานุการโดยตำแหน่ง** 11. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ศาสตราจารย์ นาวาอากาศโท ดร.สราวุฒิ สุจิตจร (1 มิถุนายน 2555 - ปัจจุบัน)

คณะอนุกรรมการความร่วมมือด้านวิชาการ และวิจัยกับเซิร์น

1.	ศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์	ประธานอนุกรรมการ
2.	รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ แพสุวรรณ	รองประธานอนุกรรมการ
3.	ดร.กอปร กฤตยากีรณ	ที่ปรึกษาอนุกรรมการ
4.	ดร.ชฎามาศ ธุวะเศรษฐกุล	อนุกรรมการ
5.	เลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
6.	อธิการบดีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
7.	อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
8.	อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
9.	อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
10.	ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
11.	ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
12.	ผู้อำนวยการศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ สกอ. หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
13.	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
14.	ผู้อำนวยการโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สกว. หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
15.	ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
16.	ผู้อำนวยการสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
17.	ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
18.	ผู้อำนวยการสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
19.	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน หรือผู้แทน	อนุกรรมการและเลขานุการ
20.	ดร.นวลวรรณ สงวนศักดิ์	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
21.	นางสาวศศิพันธุ์ ไตรทาน	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
22.	นางอุมารัชนี แก้วบุดตา	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

อำนาจหน้าที่

ให้คณะกรรมการความร่วมมือด้านวิชาการและวิจัยกับเซิร์นมีอำนาจหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการตามเอกสารแสดงเจตจำนงที่จะมีความร่วมมือกันระหว่างสถาบัน กับเซิร์น
2. แต่งตั้งคณะทำงานเพื่อดำเนินกิจกรรมตามที่คณะอนุกรรมการฯ มอบหมาย
3. ดำเนินการตามที่คณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนมอบหมาย

คณะอนุกรรมการความร่วมมือด้านวิชาการ และวิจัยกับเดซี่

1.	ศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์	ประธานอนุกรรมการ
2.	รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ แพสุวรรณ	รองประธานอนุกรรมการ
3.	ดร.กอปร กฤตยากีรณ	อนุกรรมการ
4.	ดร.คุณหญิงกัลยา โสภณพนิช	อนุกรรมการ
5.	ดร.ทวีศักดิ์ กออนันตกูล	อนุกรรมการ
6.	ศาสตราจารย์ เกียรติคุณ ดร.ถิรพัฒน์ วิลัยทอง	อนุกรรมการ
7.	อธิการบดีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
8.	อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
9.	อธิการบดีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
10.	นางฤทัย จงสฤษดิ์	อนุกรรมการ
11.	ศาสตราจารย์ นาวาอากาศโท ดร.สราวุฒิ สุจิตจร	อนุกรรมการและเลขานุการ
12.	ดร.นวลวรรณ สงวนศักดิ์	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
13.	นางสาวศศิพันธุ์ ไตรทาน	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

อำนาจหน้าที่

ให้คณะกรรมการความร่วมมือด้านวิชาการและวิจัยกับเดซี่มีอำนาจหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการตามเอกสารแสดงเจตจำนงที่จะมีความร่วมมือกันระหว่างสถาบัน กับเดซี่
2. แต่งตั้งคณะทำงานเพื่อดำเนินกิจกรรมตามที่คณะอนุกรรมการฯ มอบหมาย
3. ดำเนินการตามที่คณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนมอบหมาย

คณะอนุกรรมการตรวจสอบ

1. ดร.พิสิฐ ลี้อาธรรม	ประธานอนุกรรมการ
2. ดร.นิลสุวรรณ ลีลารัศมี	อนุกรรมการ
3. ร้อยโทนพดล พันธุ์กระวี	อนุกรรมการ
4. เจ้าหน้าที่ตรวจสอบภายใน สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)	เลขานุการ

อำนาจหน้าที่

กำกับดูแลเกี่ยวกับการตรวจสอบภายใน สอบทานและพิจารณาความเหมาะสมและเพียงพอของระบบการควบคุมภายใน รวมทั้งเสนอมาตรการการควบคุมภายในที่มีประสิทธิภาพ

1. อนุมัติแผน แนวทางและขอบเขตการตรวจสอบภายในเพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการบริหารวิจัยแสงซินโครตรอน รวมทั้งสอบทานรายงานผลการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน
2. ประเมินผลการตรวจสอบภายใน และเสนอแนะแนวทางการพัฒนาศักยภาพของการตรวจสอบภายใน โดยเน้นส่วนที่เป็นมาตรการพัฒนาและป้องกัน
3. รายงานผลการปฏิบัติงานต่อคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
4. เรียกดูข้อมูลหรือเอกสารของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) อันเกี่ยวข้องและจำเป็นในการปฏิบัติงานตรวจสอบ และอาจแต่งตั้งคณะทำงานเพื่อดำเนินการให้บรรลุวัตถุประสงค์และหน้าที่ความรับผิดชอบอันเกี่ยวกับการตรวจสอบ
5. ดำเนินการอื่นๆ อันเกี่ยวกับการตรวจสอบภายในตามที่คณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโคร-ตรอนมอบหมาย

คณะอนุกรรมการความปลอดภัย

1. อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ประธานอนุกรรมการ
2. รองศาสตราจารย์ น.อ. ดร.วรพจน์ ขำพิศ	อนุกรรมการ
3. นายวัฒน์ วัฒนพงศ์	อนุกรรมการ
4. นายเกียรติศักดิ์ บัตรสูงเนิน	อนุกรรมการ
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชคชัย วนภู	อนุกรรมการ
6. นางปิยฉัตร อินสว่าง	อนุกรรมการ
7. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน	อนุกรรมการ และเลขานุการ
8. หัวหน้าส่วนงานความปลอดภัย สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)	ผู้ช่วยเลขานุการ

อำนาจหน้าที่

1. พิจารณาเสนอแนะมาตรการความปลอดภัย และแนวทางในการป้องกันอุบัติภัยจากการประกอบ ติดตั้ง และเดินเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนต่อคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน
2. ร่วมกำหนดวิธีปฏิบัติในการตรวจสอบความปลอดภัย ป้องกัน และระงับภัย รวมทั้งการฝึกซ้อมการระงับภัยกับส่วนงานความปลอดภัย
3. กำกับดูแล ติดตามผลการดำเนินงาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เกี่ยวกับความปลอดภัยของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
4. แต่งตั้งคณะทำงานเฉพาะกิจขึ้นได้ตามความเหมาะสม
5. ดำเนินการตามที่คณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนมอบหมาย

คณะอนุกรรมการบริหารงานบุคคล

1. ดร.สุเมธ แย้มนุ่น	ประธานอนุกรรมการ
2. ศาสตราจารย์ ดร.วิชัย บุญแสง	อนุกรรมการ
3. ศาสตราจารย์ ดร.ประสาท สืบค้า	อนุกรรมการ
4. นายแสงชัย เอกพัฒนพาณิชย์	อนุกรรมการ
5. รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ แพสุวรรณ	อนุกรรมการ
6. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน	อนุกรรมการและเลขานุการ
7. นายสุรพล ศรีสอ้าน	ผู้ช่วยเลขานุการ

อำนาจหน้าที่

1. พิจารณาระเบียบ หลักเกณฑ์ และวิธีการเกี่ยวกับการบริหารงานบุคคลเพื่อนำเสนอคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน
2. พิจารณาโครงสร้าง แผนพัฒนาบุคลากร และอัตรากำลังเพื่อนำเสนอคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน
3. พิจารณารับเรื่องอุทธรณ์ร้องทุกข์
4. เสนอแนะ ให้คำปรึกษา และรายงานผลการดำเนินงานเกี่ยวกับการบริหารงานบุคคลต่อคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน
5. แต่งตั้งคณะทำงาน หรือบุคคลเพื่อทำการตามอำนาจหน้าที่
6. ดำเนินการตามที่คณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนมอบหมาย

คณะอนุกรรมการที่ปรึกษานานาชาติ

1. Prof. Dr.Josef Hormes The Canadian Light Source, Canada	ประธานอนุกรรมการ
2. Prof. Dr.Keng Liang The National Synchrotron Radiation Research Center, Taiwan	อนุกรรมการ
3. Prof. Dr.Moonhor Ree The Pohang Accelerator Laboratory, Korea	อนุกรรมการ
4. Dr. Paul Dumas The Société Civile Synchrotron (SOLEIL), France	อนุกรรมการ
5. Dr. Haruo Ohkuma Japan Synchrotron Radiation Research Institute, SPring-8, Japan	อนุกรรมการ
6. Dr. June-Rong Chen The National Synchrotron Radiation Research Center, Taiwan	อนุกรรมการ
7. Prof.Dr. Zhentang Zhao Shanghai Institute of Applied Physics (SINAP), Chinese Academy of Sciences (CAS), China	อนุกรรมการ

อำนาจหน้าที่

1. ติดตามความก้าวหน้าการดำเนินงานของสถาบัน และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับด้านเทคนิคเกี่ยวกับเครื่องเร่งอนุภาค ระบบลำเลียงแสง และสถานีทดลอง
2. ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานเกี่ยวกับการสนับสนุนผู้ใช้ รวมทั้งให้คำปรึกษา และคำแนะนำด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อวางแผนทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของสถาบัน

คณะอนุกรรมการบริหารความเสี่ยง

1. รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ แพสุวรรณ	ประธานอนุกรรมการ
2. ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.ถิรพัฒน์ วิลัยทอง	อนุกรรมการ
3. ศาสตราจารย์ ดร. มรว.ชิษณุสรร สวัสดิวัตน์	อนุกรรมการ
4. นายแสงชัย เอกพัฒนพาณิชย์	อนุกรรมการ
5. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน	อนุกรรมการและเลขานุการ
6. หัวหน้าส่วนงานนโยบายและยุทธศาสตร์	ผู้ช่วยเลขานุการ

อำนาจหน้าที่

1. พิจารณากลั่นกรองนโยบาย และแนวทางการบริหารความเสี่ยงโดยรวมของสถาบัน ซึ่งครอบคลุมถึงความเสี่ยงประเภทต่างๆ ที่สำคัญ เช่น ความเสี่ยงในเชิงบริหาร ความเสี่ยงของเครื่องเร่งอนุภาค และความเสี่ยงในการพัฒนากลุ่มผู้ใช้ เป็นต้น เพื่อนำเสนอคณะกรรมการบริหารให้ความเห็นชอบ
2. กำหนดยุทธศาสตร์ แผนงาน และแนวทางในการบริหารความเสี่ยงของสถาบัน ให้สอดคล้องกับนโยบายการบริหารความเสี่ยง โดยสามารถประเมิน ติดตาม และดูแลปริมาณความเสี่ยงของสถาบัน ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
3. ดูแล และติดตามการปฏิบัติตามนโยบายการบริหารความเสี่ยงภายใต้แนวทาง และนโยบายที่ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการบริหาร
4. ดำเนินการตามอื่นใด ตามที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการบริหาร

การเข้าร่วมประชุมของคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

ลำดับ	กำหนดการจัดประชุม (ครั้งที่)	วันที่ จัดประชุม	จำนวนกรรมการเข้าร่วมประชุม (คน)
1	วาระพิเศษ	7 พ.ย. 54	7
2	1/2555	16 ธ.ค. 54	10
3	2/2555	10 ม.ค. 55	11
4	วาระพิเศษ	24 ม.ค. 55	9
5	3/2555	22 ก.พ. 55	8
6	วาระพิเศษ	20 มี.ค. 55	9
7	4/2555	29 มี.ค. 55	9
8	5/2555	25 เม.ย. 55	8
9	6/2555	31 พ.ค. 55	10
10	7/2555	25 มิ.ย. 55	7
11	8/2555	14 ส.ค. 55	10
12	วาระพิเศษ	4 ก.ย. 55	10
13	9/2555	29 ก.ย. 55	8

การประชุมคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนในปีงบประมาณ 2555 มีการกำหนดวันการประชุมคณะกรรมการฯ ล่วงหน้าและนำเสนอให้ที่ประชุมคณะกรรมการรับทราบในการประชุม ครั้งที่ 11/2554 เมื่อวันที่ 27 กันยายน 2554 ทั้งนี้ เพื่อให้คณะกรรมการฯ จัดสรรเวลาเพื่อเข้าร่วมประชุมได้อย่างมีประสิทธิผล โดยในกรณีมีความจำเป็นเร่งด่วนอาจจะมีการประชุมวาระพิเศษ

การประชุมคณะกรรมการบริหารสถาบัน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2554 ถึงเดือนพฤษภาคม 2555 นั้น มีคณะกรรมการบริหารสถาบัน จำนวน 11 คน ดังนั้น จำนวนกรรมการที่เข้าร่วมประชุมฯ ร้อยละ 80 ขึ้นไป นั้นจะต้องมีกรรมการเข้าร่วมไม่น้อยกว่า 9 คน

ทั้งนี้ เนื่องจากเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2555 มีกรรมการบริหารสถาบัน พ้นตำแหน่งก่อนหมดวาระจำนวน 1 รายคือ นายอรรถชัย บุรกรรมโกวิท เนื่องจากถึงแก่อนิจกรรม จึงทำให้คณะกรรมการบริหารสถาบัน คงเหลือจำนวน 10 คน ตั้งแต่การประชุมในเดือนมิถุนายน 2555 (ครั้งที่ 7/2555) เป็นต้นไป ซึ่งส่งผลให้จำนวนกรรมการบริหารสถาบัน ที่เข้าร่วมประชุมฯ คิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป นั้นจะต้องมีกรรมการเข้าร่วมไม่น้อยกว่า 8 คน

จากรายละเอียดข้างต้น สถาบันจัดประชุมคณะกรรมการบริหารสถาบัน จำนวน 13 ครั้ง โดยมีการประชุมจำนวน 9 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 69 ของจำนวนการประชุมคณะกรรมการ ที่มีกรรมการเข้าประชุมร้อยละ 80 ขึ้นไป ของจำนวนกรรมการทั้งหมด

การกำหนดค่าตอบแทนคณะกรรมการ คณะอนุกรรมการและคณะทำงาน

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ได้กำหนดค่าตอบแทนคณะกรรมการบริหารสถาบัน คณะอนุกรรมการ คณะทำงาน ไว้อย่างชัดเจนและโปร่งใส โดยอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 19 (4) แห่งพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2551 ประกอบกับความเห็นของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2552 เห็นชอบให้กำหนดค่าเบี้ยประชุมของคณะกรรมการบริการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน และมติคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ครั้งที่ 2/2552 วันที่ 30 มีนาคม 2552 จึงออกระเบียบคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ว่าด้วยเบี้ยประชุมประธานกรรมการ กรรมการ คณะอนุกรรมการ และคณะทำงานของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2552 ดังนี้

อัตราค่าเบี้ยประชุม

ประธานกรรมการ กรรรมการ คณะอนุกรรมการ ที่ปรึกษา และคณะทำงาน

(หน่วย : บาท)

ประเภท	อัตราค่าเบี้ยประชุม
คณะกรรมการ	
- ประธานกรรมการ	10,000 บาท
- กรรมการ	8,000 บาท
คณะอนุกรรมการ	
- ประธานอนุกรรมการ	5,000 บาท
- อนุกรรมการ	4,000 บาท
คณะทำงาน	
- ประธานคณะทำงาน	1,250 บาท
- คณะทำงาน	1,000 บาท

คณะผู้บริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

ศาสตราจารย์ นาวาอากาศโท ดร.สราวุฒิ สุจิตจร
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

ดร.ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ์
ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและปฏิบัติการเครื่องเร่งอนุภาค/ผู้อำนวยการฝ่ายเทคโนโลยีเครื่องเร่งอนุภาค

นายสุรพล ศรีสอ้าน
ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายนโยบายและยุทธศาสตร์/ผู้อำนวยการฝ่ายบริหารทั่วไป

นายสำเริง ด้วงนิล
ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาวิศวกรรม

ผศ.ดร.ศุภกร รักใหม่
ผู้อำนวยการฝ่ายสถานีวิจัย

ดร.สุพัฒน์ กลิ่นเขียว
ผู้อำนวยการฝ่ายเทคนิคและวิศวกรรม

ประวัติคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

ประธานกรรมการ

ศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์ อายุ 68 ปี

วุฒิการศึกษา
- ปริญญาเอกด้านอิเล็กทรอนิกส์และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์-ประเทศอังกฤษ

ประวัติการทำงาน
- ปลัดประทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
  ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน นอกเหนือจากในองค์การมหาชน
- ผู้เชี่ยวชาญสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

กรรมการโดยตำแหน่ง

นายพรชัย รุจิประภา อายุ 60 ปี

วุฒิการศึกษา
- Ph.D. (Regional Economics), University of Pennsylvania, U.S.A.

ประวัติการทำงาน
- ปลัดกระทรวงพลังงาน
- รองเลขาธิการคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ตำแหน่งปัจจุบัน นอกเหนือจากในองค์การมหาชน
- ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ถึงวันที่ 30 กันยายน 2555)

กรรมการโดยตำแหน่ง

ศาสตราจารย์ ดร.ประสาท สืบค้า อายุ 62 ปี

วุฒิการศึกษา

- Ph.D. (Physics), Arizona State University, Tempe, U.S.A.

ประวัติการทำงาน

- สมาชิกสภานิติบัญญัติแห่งชาติ
- ประธานที่ประชุมคณบดีวิทยาศาสตร์ แห่งประเทศไทย (ทวท.)

ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน นอกเหนือจากในองค์การมหาชน

- อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

ดร.พิสิฐ ลี้อาธรรม อายุ 61 ปี

วุฒิการศึกษา

- ปริญญาเอก สาขาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัย อีราสมูส (Erasmus University), เมืองร้อตเตอร์ดัม (Rotterdam), ประเทศเนเธอร์แลนด์

ประวัติการทำงาน

- รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงการคลัง
- ประธานคณะทำงานเศรษฐกิจมหภาค การเงินการคลัง ของสภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน นอกเหนือจากในองค์การมหาชน

- คณบดีคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.ถิรพัฒน์ วิลัยทอง อายุ 67 ปี

วุฒิการศึกษา

- ปริญญาเอกด้าน Medium energy nuclear physics, Kent State University สหรัฐอเมริกา

ประวัติการทำงาน

- อุปนายกสมาคมฟิสิกส์ไทย
- ผู้อำนายการศูนย์วิจัยนิวตรอนพลังงานสูง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน นอกเหนือจากในองค์การมหาชน

- ผู้อำนวยการศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

ดร.สุเมธ แย้มนุ่น อายุ 61 ปี

วุฒิการศึกษา

- ปริญญาเอก สาขาสถิติประยุกต์และวิธีวิจัย มหาวิทยาลัยนอร์ทแคโรไลนา สหรัฐอเมริกา

ประวัติการทำงาน

- รองเลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
- ผู้อำนวยการสำนักนโยบายและแผนอุดมศึกษา

ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน นอกเหนือจากในองค์การมหาชน

- เลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา (กกอ.)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

ศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.ชิษณุสรร สวัสดิวัตน์ อายุ 65 ปี

วุฒิการศึกษา

- ปริญญาเอก สาขาอณูชีววิทยา มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ประเทศอังกฤษ

ประวัติการทำงาน

- กรรมการสภา มหาวิทยาลัยมหิดล
- คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน นอกเหนือจากในองค์การมหาชน

- นายกสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ส.ว.ท.)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ แพสุวรรณ อายุ 56 ปี

วุฒิการศึกษา

- วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (นิวเคลียร์ฟิสิกส์) สหรัฐอเมริกา

ประวัติการทำงาน

- ผู้อำนวยการศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ
- รองปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน นอกเหนือจากในองค์การมหาชน

- ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2555 – ปัจจุบัน)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

นายอรรถชัย บุรกรรมโกวิท อายุ 62 ปี

วุฒิการศึกษา

- M.P.A. (Buding), Pennsylvania State University, สหรัฐอเมริกา

ประวัติการทำงาน

- ที่ปรึกษาสำนักงบประมาณ (เจ้าหน้าที่วิเคราะห์งบประมาณ 10 ชช.)
- ผู้อำนวยการสำนักประเมินผล
- ปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน นอกเหนือจากในองค์การมหาชน

- คณะกรรมการการท่าเรือแห่งประเทศไทย

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

นายแสงชัย เอกพัฒนพาณิชย์ อายุ 59 ปี

วุฒิการศึกษา

- บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต (การจัดการทั่วไป) มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ประวัติการทำงาน

- รองประธานสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย สายงานธุรกิจระหว่างประเทศ
- ผู้พิพากษาสมทบ ศาลทรัพย์สินทางปัญญาและการค้าระหว่างประเทศกลาง

ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน นอกเหนือจากในองค์การมหาชน

- รองประธานกลุ่มอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สภาอุตสาหกรรม
- แห่งประเทศไทย

<u>กรรมการและเลขานุการโดยตำแหน่ง</u> (16 พฤศจิกายน 2554 – 31 พฤษภาคม 2555)

ดร.นวลวรรณ สงวนศักดิ์ อายุ 45 ปี

วุฒิการศึกษา

- Ph.D. (Astrophysics), University of Durham, U.K.

ประวัติการทำงาน

- ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
- ผู้อำนวยการสำนักบริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
- อาจารย์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<u>กรรมการและเลขานุการโดยตำแหน่ง</u> (1 มิถุนายน 2555 – ปัจจุบัน)

ศาสตราจารย์ นาวาอากาศโท ดร.สราวุฒิ สุจิตจร อายุ 51 ปี

วุฒิการศึกษา

- Ph.D. (Electronic & Electrical Engineering), University of Birmmingham, U.K.

ประวัติการทำงาน

- กรรมการสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- กรรมการสภาวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

ผลงานวิจัยของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนตลอดจนผลงานที่ร่วมวิจัยกับหน่วยงานอื่น ที่ได้รับตีพิมพ์ในรอบปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 (ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 – กันยายน 2555) มีจำนวน 53 ผลงาน จำแนกได้ดังนี้

รายการ	รวม
วารสารระดับนานาชาติ	32
รายงานการประชุมระดับนานาชาติ	17
วารสารระดับชาติ	1
รายงานการประชุมระดับชาติ	3
รวม	**53**

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับนานาชาติ

BL1:TRXAS 2 articles

1. Chotiwan, S., Kityakarn, S., Poo-arporn, Y. and Viravathana, P. "Time-Resolved XANES Studies on used Silica Supported Cobalt Catalysts" *Engineering Journal* 16.3 (Jul 2012): 115-121.
2. Phokha, S., Pinitsoontorn, S., Chirawatkul, P., Poo-arporn, Y. and Maensiri, S. "Synthesis, Characterization, and Magnetic Properties of Monodisperse CeO2 Nanospheres Prepared by PVP-assisted Hydrothermal Method" *Nanoscale Research Letters* 7 (Jul 2012): 425.

BL2.2:SAXS 2 articles

1. Rugmai, S., Chokprasombat, K., Sirisathitkul, C., Rangsanga, P., Harding, P., Srikhirin, T. and Jantaratana, P. "Small Angle X-ray Scattering Spectra of Iron-based Magnetic Fluid" *Materials and Technology* 46 (Jul- Aug 2012): 47-51.
2. Soontaranon, S. and Rugmai, S. "Small Angle X-ray Scattering at Siam Photon Laboratory" *Chinese Journal of Physics* 50.2 (Apr 2012): 204-210.

BL3.2a:PES 5 articles

1. King, P.D.C., He. R.H., Eknapakul, T., Buaphet, P., Mo, S.-K., Kaneko, Y., Harashima, S., Hikita, Y., Babramy, M.S., Bell, C., Hussain, Z., Tokura, Y., Shen, Z.X., Hwang, H.Y., Baumberger, F. and

Meevasana, W. "Subband Structure of a Two-Dimensional Electron Gas Formed at the Polar Surface of the Strong Spin-Orbit Perovskite $KTaO_3$" *Physical Review Letters* 108 (Mar 2012): 117602.

2. Noothongkaew, S., Nakajima, H., Tong-on, A., Meevasana, W. and Songsiriritthigul, P. "Oxidation of Zn in UHV Environment at Low Temperature" *Applied Surface Science* 258.6 (Jan 2012): 1955-1957.
3. Saekow, S., Maiakgree, W., Jarernboon, W., Pimanpang, S. and Amornkitbamrung, V. "High Intensity UV Radiation Ozone Treatment of Nanocrystalline TiO2 Layers for High Efficiency of Dye-sensitized Solar Cells" *Journal of Non-Crystalline Solids* 358.17 (Sep 2012): 2496-2500.
4. Sirisathitkul, C., Pansong, Y. and Rattanasuporn, S. "Longitudinal and Polar MOKE Magnetometry of Magnetoresistive Cobalt Thin Films Prepared by Thermal Evaporation" *Sains Malaysiana* 41.5 (2012): 617-621.
5. Yana, J., Sanghiran Lee, V., Rattanachai, Y., Songsiriritthigul, P., Medhisuwakul, M., Vannarat, S., Dokmaisrijan, S., Vilaithong, T. and Nimmanpipug, P. "Computational and Experimental Study of Low Energy Ar+ Bombardment on Nafion" *Surface and Coatings Technology* 206.17 (Apr 2012): 3607-3613.

BL3.2b:PEEM 1 article

1. Osaklung, J., Euaruksakul, C., Meevasana, W. and Songsiriritthigul, P. "Spatial Variation of the Number of Graphene Layers formed on the Scratched 6H–SiC(0 0 0 1) Surface" *Applied Surface Science* 258 (Mar 2012): 4072-4077. IF-2010 = 1.793

4.1:IR 8 articles

1. Buensanteai, N., Thumanu, K., Sompong, M., Athinuwat, D. and Prathuangwong, S. "The FTIR Spectroscopy Investigation of the Cellular Components of Cassava after Sensitization with Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Bacillus subtilis CaSUT007 " *African Journal of Microbiology Research* 6.3 (Jan 2012): 603-610.
2. Jandaruang, J., Siritapetawee, J., Thumanu, K., Songsiriritthigul, C., Krittanai, C., Daduang, S., Dhiravisit, A. and Thammasirirak, S. "The Effects of Temperature and pH on Secondary Structure and Antioxidant Activity of Crocodylus siamensis Hemoglobin " *The Protein Journal* 31 (Jan 2012): 43-50.
3. Khamdahsag, P., Pattanasiriwisawa, W., Nanny, M. A. and Grisdanurak, N. "Comparative Study of Sticky Rice Starch and Polyvinylpyrrolidone as Templates for ZnO and Ce-ZnO Syntheses" *Environmental Engineering and Management Journal* 11.4 (Apr 2012): 759-766.

4. Khoushab, F., Jaruseranee, N., Tanthanuch, W. and Yamabhai, M. "Formation of Chitin-based Nanomaterials Using a Chitin-binding Peptide Selected by Phage-display" *International Journal of Biological Macromolecules* 50.5 (Jun 2012): 1267-1274.
5. Machana, S., Weerapreeyakul, N., Barusrux, S., Thumanu, K. and Tanthanuch, W. "FTIR Microspectroscopy Discriminates Anticancer Action on Human Leukemic Cells by Extracts of Pinus Kesiya; Cratoxylum Formosum ssp. Pruniflorum and Melphalan" *Talanta* 93.15 (May 2012): 371-382.
6. Machana, S., Weerapreeyakul, N., Barusrux, S., Thumanu, K. and Tanthanuch, W. "Synergistic Anticancer Effect of the Extracts from *Polyalthia Evecta* Caused Apoptosis in Human Hepatoma (HepG2) Cells " *Asia Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2.8 (Aug 2012): 589-596.
7. Siritapetawee, J., Thumanu, K., Sojikul, P. and Thammasirirak, S. "A Novel Serine Protease with Human Fibrino(geno)lytic Activities from Artocarpus heterophyllus latex" *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics* 1824.7 (Jul 2012): 907-912.
8. Sutapon, W., Raksakulpiwat, Y. and Suppakarn, N. "Effect of Heat Treatment on Chemical Structure of a Bio-Filler from Vetiver Grass" *Advanced Materials Research* 410 (2012): 71-74.

BL6a:DXL 1 article

1. Phromsuwan, U., Sirisathitkul, C., Sirisathitkul, Y. and Sriphung, C. "Implementation of Edge Detection Algorithms to Characterize Magnetic Micropillars Patterned by X-Ray Lithography" *International Journal of Physical Sciences* 7.12 (Mar 2012): 1959-1966.

BL6b:XRF 1 articles

1. Tancharakorn, S., Tanthanuch, W., Kamonsutthipaijit, N., Wongprachanukul, N., Sophon, M., Chaichuay, S., Uthaisar, C. and Yimnirun, R. "The First Microbeam Synchrotron X-ray Fluorescence Beamline at the Siam Photon Laboratory" *Journal of Synchrotron Radiation* 19.4 (Jul 2012): 536-540.

7.2:MX 3 articles

1. Kuaprasert, B., Silprasit, K., Horata, N., Khunrae, P., Wongpanya, R., Boonyalai, N., Vanavichit, A. and Choowongkomon, K. "Purification, Crystallization and Preliminary X-ray Analysis of a Recombinant Rice Betaine Aldehyde Dehydrogenase (OsBADH2), Jasmine Aroma Involving Protein from Thai Fragrance Rice (*Oryza sativa* L.)" *Acta Crystallography Section F* 67 (2011): 1221-1223.
2. Pengthaisong, P., Withers, S. G., Kuaprasert, B., Svasti, J. and Ketudat Cairns, J. R. "The Role of the Oligosaccharide Binding Cleft of Rice BGlu1 in Hydrolysis of Cellooligosaccharides and in their Synthesis by Rice BGlu1 Glycosynthase" *Protein Science* 21.3 (Mar 2012): 362-372.

3. Pengthaisong, S., Chen, C.-F., Withers, S. G., Kuaprasert, B., and Ketudat Cairns, J. R. "Rice BGlu1 Glycosynthase and Wild Type Transglycosylation Activities Distinnguished by Cyclophellitol Inhibition" *Carbohydrate Research* 352 (2012): 51-59.

BL8:XAS 9 articles

1. Chandarak, S., Jutimooksik, J., Pojprapal, S., Srilomsak, S., Rujirawat, S., Yimnirun, R. and Monnor, T. "Synchrotron X-ray Absorption Study of Cu and Mn Doped $BiFeO_3$-$BaTiO_3$ Multiferroic Ceramics" *Ferroelectrics* 422.1 (Oct 2011): 23-29.
2. Chayakul, K., Srithanratana, T. and Hengrasmee, S. "Catalytic Activities of Re-Ni/CeO_2 Bimetallic Catalysts for Water Gas Shift Reaction" *Catalysis Today* 175.1 (Oct 2011): 420-429.
3. Laokiat, L., Khemthong, P., Grisdanurak, N., Sreearunothai, P., Pattanasiriwisawa, W. and Klysubun, W. "Photocatalytic Degradation of Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylene (BTEX) Using Transition Metal-Doped Titanium Dioxide Immobilized on Fibreglass Cloth" *Korean Journal Chemical Engineering* 29.3 (Mar 2012): 377-383.
4. Limpijumnong, S., Jutimoosik, J., Palakawong, P., Klysubun, W., Nukeaw, J., Du, M-H. and Rujirawat, S. "Determination of Miscibility in MgO-ZnO Nanocrystal Alloys by X-ray Absorption Spectroscopy " *Applied Physics Letters* 99.26 (Dec 2011): 261901-4.
5. Niltharach, A., Kityakarn, S., Worayingyong, A., T-Thienprasert, J., Klysubun, W., Songsiriritthigul, P. and Limpijumnong, S. "Structural Charaterization Sol-gel Synthesized TiO2 and Ce/TiO2 Nanostructure" *Physica B* 407 {2012): 2915-2918.
6. Sorolla II,, M.G., Dalida, M. L., Khemthong, P. and Grisdanurak, N. "Photocatalytic Degradation of Paraquat using Nano-sized Cu-TiO2/SBA-15 under UV and Visible Light" *Journal of Environmental Science* 24.6 (Jun 2012): 1122-1132.
7. Suwanchawalit, C., Wongnawa, S., Sriprang, P., Meanha, P. "Enhancement of the Photocatalytic Performance of Ag-modified TiO2 Photocatalyst Under Visible Light" *Ceramics International* 38.5 (Jul 2012): 3519-4420.
8. Won-in, K., Thongkam, Y., Pongkrapan, S., intarasiri, S., Thongleurm, C., Kamwanna, T., Leelawathanasuk, T. and Dararutana, P. "Raman Spectroscopic Study on Archaeological Glasses in Thailand: Ancient Thai Glass" *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 83.1 (2011): 231-235.
9. Wongsaenmai, S., Kanchiang, K., Chandarak, s., Laosiritaworn, Y., Rujirawat, S. and Yimnirun, R. "Crystal Structure and Ferroelectric Properties of Mn-doped $((Ka_{0.5}Na_{0\cdot5})_{0.935}Li_{0.065})$ NbO_3 Lead-free Ceramics" *Current Applied Physics* 12.2 (Mar 2012): 418-421.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ลงรายงานการประชุมระดับนานาชาติ

1. Bijari, A., Keshmiri, S-H., Leenaphet, A., Wanburi, W., Chomnawang, N., Sriphung, C. and Phatthanakun, R. (2012). A Novel Low-Cost Fabrication Process for Bulk-Mode Resonators in X-Ray LIGA Technology. In *The 20th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE2012).* 15-17 May 2012, University Tehran, Iran.
2. Kerdlapee, P., Wisitsoraat, A., Phokaratkul, D., Leksakul, K., Phatthanakun, R. and Tuantranont, A. (2012). Fabrication of Microactuatir for Dual-stage Slider in Hard Disk Drive Based on a Low Cost LIGA Process. In *The 4th International Data Storage Technology Conference* (p.189-192). January 9-10, 2012, IMPACT Convention Center, Muang Thong Thani, Nonthaburi, Thailand.
3. Kengkhetkit, N. and Amornsakchai, T. (2011). Structural Investigations of Unidirectional Pineapple Leaf Fiber – Polypropylene Composite. In *2nd Polymer Conference of Thailand* (p.323-324). October 20 – 21, 2011, Convention Center, Chulabhorn Research Institute, Bangkok, Thailand.
4. Klinkhieo, S., Sudmuang, P., Krainara, S., Suradet, N., Boonsuya, S., Klysubun, P., Rujirawat, S., Songsiriritthigul, P. (2012). Improvement of BPM System of Siam Photon Source. In *International Particle Accelerator Conference 2012 (IPAC12).* 20-25 May 2012, New Orleans Louisiana, USA.
5. Klinkhieo, S., Sudmuang, P., Krainara, S., Suradet, N., Boonsuya, S., Klysubun, P., Rujirawat, S., Songsiriritthigul, P. (2012). Commissioning Results of Slow Orbit Feedback using PID Controller Method for Siam Photon Source. In *International Particle Accelerator Conference 2012 (IPAC12).* 20-25 May 2012, New Orleans Louisiana, USA.
6. Meeloon, M., Chaimool, S., Akkaraekthalin, P., Leenaphet, A. and Pattanakun, R. (2011). An Ultra-Wideband Bandpass Filter with Notched Band Using Step-Impedance Resonators and Embedded Fold-Slot. In *International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP2011)* (4 p.). October 25-28, 2011, Lotte Hotel Jeju, Jeju, Korea.
7. Maneekat, C., Siangchaew, K., Phatthanakun, R. and Leksakul, K. (2012). Study of Deep X-ray Lithography Fabricating SU-8 Hard mask of Burnishing Head Patterns. In *The 4th International Data Storage Technology Conference* (p.157-160). January 9-10, 2012, IMPACT Convention Center, Muang Thong Thani, Nonthaburi, Thailand.
8. Maneekat, Ch., Phatthanakun, R., Siangchaew, K. and Leksakul, K. (2012). Patterning of Burnishing Head Using SU-8 Hard Mask Fabricated by Deep X-ray Lithography In *9th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2012).* May 16-18, 2012, Hua Hin, Thailand.
9. Phatthanakun, R., Pantong, C., Sriphung, C., Pummara, W. and Chomnawang, N. (2012). Reproduction of Microparts Based on Standard X-ray LIGA Processes for Mass Production. In *9th*

International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2012). May 16-18, 2012, Hua Hin, Thailand.

10. Phatthanakun, R., Deekla, P., Pummara, W., Sriphung, C., Pantong, C. and Chomnawang, N. (2012). Design and Fabrication of Thin-Film Aluminum Microheater and Nickel Temperature Sensor. In 7th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (IEEE-NEMS2012) (p.159-162). March 5-8, 2012, Kyoto University, Japan.
11. Ruenin, J., Sukprasong, S., Phatthanakun, R., Chomnawang, N. and Kuntanawat, P. (2012). Fabrication of Microfluidic Device for Quantitative Monitoring of Individual Algal Cell Behavior using X-ray LIGA Technology. In *World Academy of Science Engineering and Technology (WASET2012)* (p.134-137). 12-13 Sep 2012, River View Hotel, Singapore.
12. Rugmai, S. and Soontaranon, S. (2011). Synchrotron Small Angle X-ray Scattering Facility for Nano Structural Studies of Polymer. In *2nd Polymer Conference of Thailand* (p.323-324). October 20 – 21, 2011, Convention Center, Chulabhorn Research Institute, Bangkok, Thailand.
13. Sudmuang, P., Klysubun, P., Krainara, S., Poolampong, T., Deetae, N., Suradet, N., Sitisart, K. (2012). Beam Size Measurement at Siam Photon Source Storage Ring. In *International Particle Accelerator Conference 2012 (IPAC12).* 20-25 May 2012, New Orleans Louisiana, USA.
14. Taweepreda, W., Nu-Mard, R., Pattanasiriwisawa, W. and Songsiriritthigul P. (2011). Interpretation of Sulfur Vulcanized Latex Films Investigated by Using S K-edge XANES Spectroscopy. In *2nd Polymer Conference of Thailand* (p.63-67). October 20 – 21, 2011, Convention Center, Chulabhorn Research Institute, Bangkok, Thailand.
15. Yunphuttha, C., Phatthanakun, R., Porntheeraphat, S., Wongchaisuwat, A. and Viravathana, P. (2012). Fabracation of Microfluidic System for Micro Alcohol Fuel Cell: Deep X-ray Lithography of Three-dimensional Microstructures on a Stainless Steel. In *NSTI-Nanotechnology Conference & Expo (NSTI-Nanotech 2012)* (p.400-403). 18-20 Jun 2012, Santa Clara, CA. USA.
16. Dhanmanoda, w., Won-in, K., Tancharakorn, S., Tantanuch, W., Thongleurm, C., Kamwanna, T. and Dararutana, P. "Characterization of Enameled Glass Excavated from Laem Pho, Southern Thailand" *Journal of Physics : Conference Series : Materials Science and Engineering* 37 (2012): 012014.
17. Vora-ud, A., Amornkitbamrung, V. and Seetawan, T. "Simulating Electronic Structure of Condensed Adamantane" *Procedia Engineering* Volume 32 (2012): 603-608.

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับชาติ

1. อ่อนลมี กมลอินทร์ วันวิสา พัฒนศิริวิศว, สุธรรม ศรีหล่มสัก และ นงลักษณ์ มีทอง. Structural Studies of Ba1-xLaxTiO3 Using the Rietveld Refinement Method. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข. KKU Sci. J.* 39.3 (ก.ค.-ก.ย. 2554): 475-489.

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ลงรายงานการประชุมระดับชาติ

1. Phatthanakun, R., Khosinklang, S., Pummara, W. and Pantong, C. (2011). Fabrication of X-ray Absorber Patterns by using Pulse Electroplating Technique. In *The 34th Electrical Engineering Conference (EECON-34).* November 30 - December 2, 2011, Ambassador City Jomtien, Chonburi, Thailand. p. 873-876.
2. Suwanchawalit, C., Sriprang, P., Meanha, P. and Wongnawa, S. (2011). Highly Active Silver-Modified TiO2 Powders for Photdegradation of Indigo Carmine Dye. In *The 37th Congress on Science and Technology of Thailand.* October 10 - 12, 2011, Convention Centre at CentralWorld, Bangkok, Thailand. p. 1-5.
3. Wongsangta, N., Priprem, A., Pattanasiriwisawa, W., Nualkaew, N. and Damrongrungruang, T. (2012). In Vitro Permeation of Melatonin through a Mucous Membrane Model. In *The 13rd Graduate Research Conference Khon Khen University (GRC 2012).* February 17, 2012, Khon Khen University, Thailand, p. 535-540

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
งบแสดงฐานะการเงิน
เปรียบเทียบ ณ วันที่ 30 กันยายน 2555 และ 2554

หน่วย : บาท

	หมายเหตุ	2555	2554
สินทรัพย์			
สินทรัพย์หมุนเวียน :			
เงินสดและเงินฝากธนาคาร	1	36,928,170.51	51,661,329.29
เงินลงทุนระยะสั้น	2	214,004,342.62	200,098,837.24
ลูกหนี้เงินยืมทดรองจ่าย		922,718.60	790,100.00
ลูกหนี้อื่น	5	2,864,031.27	508,912.70
วัสดุคงเหลือ	3	539,052.08	820,106.97
รายได้ค้างรับ	4	356,900.07	861,379.23
ค่าใช้จ่ายจ่ายล่วงหน้า	6	4,264,195.81	3,142,883.84
รวมสินทรัพย์หมุนเวียน		259,879,410.96	257,883,549.27
สินทรัพย์ไม่หมุนเวียน :			
อาคาร และครุภัณฑ์	7.1	1,647,392,135.03	1,773,392,869.20
สินทรัพย์โครงสร้างพื้นฐานสุทธิ	8.1	13,773,012.59	19,123,927.31
โครงการจัดตั้งและดำเนินการสถานร่วมวิจัย		14,816,562.91	14,816,562.91
รวมสินทรัพย์ถาวร		1,675,981,710.53	1,807,333,359.42
สินทรัพย์อื่น :			
เงินมัดจำและเงินประกัน	9	401,387.10	17,500.00
รวมสินทรัพย์อื่น		401,387.10	17,500.00
รวมสินทรัพย์ทั้งสิ้น		1,936,262,508.59	2,065,234,408.69
หนี้สิน			
หนี้สินหมุนเวียน :			
เจ้าหนี้	10	218,370,190.49	271,056,366.02
รวมหนี้สินหมุนเวียน		218,370,190.49	271,056,366.02
หนี้สินอื่น :			
ค่าใช้จ่ายค้างจ่าย	11	4,950,701.37	4,881,593.27
เงินมัดจำและเงินค้ำประกัน	12	1,633,940.25	8,720,359.96
เงินพักอื่น ๆ	13	4,198,435.99	14,436.00
รายได้รับล่วงหน้า		-	98,971.97
รวมหนี้สินอื่น		10,783,077.61	13,715,361.20
รวมหนี้สินทั้งสิ้น		229,153,268.10	284,771,727.22
รวมสินทรัพย์สุทธิ (สินทรัพย์ทั้งสิ้น - หนี้สินทั้งสิ้น)		1,707,109,240.49	1,780,462,681.47

หน่วย : บาท

	หมายเหตุ	2555	2554
ส่วนของเงินทุนสถาบัน			
เงินทุนสะสม		1,610,336,589.98	1,610,336,589.98
บวก รายได้สูงกว่ารายจ่าย		96,772,650.51	170,126,091.49
รวมส่วนของเงินทุนสุทธิ		1,707,109,240.49	1,780,462,681.47

หมายเหตุ งบการเงิน ปี 2555 อยู่ระหว่างการตรวจสอบของผู้สอบบัญชี

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
งบแสดงผลการดำเนินงานทางการเงิน
สำหรับปีสิ้นสุดวันที่ 30 กันยายน 2555 และ 2554

หน่วย : บาท

	หมายเหตุ	2555	2554
รายได้จากการดำเนินงาน :			
รายได้เงินอุดหนุนทั่วไป		262,834,400.00	252,030,500.00
รายได้ดอกเบี้ยรับ	**14**	8,288,226.45	7,461,136.43
รายได้อื่น	**15**	46,917,275.94	50,395,863.77
รวมรายได้จากการดำเนินงาน		318,039,902.39	309,887,500.20
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน :			
ค่าใช้จ่ายด้านบุคคลากร	**16**	84,296,821.82	73,109,855.21
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	17	128,443,056.06	104,787,599.22
หมวดค่าเสื่อมราคาสินทรัพย์	18	178,653,465.49	160,192,007.91
รวมค่าใช้จ่ายจากการดำเนินงาน		391,393,343.37	338,089,462.34
รายได้สูง(ต่ำ)กว่า ค่าใช้จ่าย		(73,353,440.98)	(28,201,962.14)

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
รายงานงบกระแสเงินสด
สำหรับปีสิ้นสุดวันที่ 30 กันยายน 2555 และ 2554

หน่วย : บาท

รายการ	2555	2554
กระแสเงินสดจากกิจกรรมดำเนินงาน		
รายได้สูง (ต่ำ) กว่าค่าใช้จ่ายจากกิจกรรมตามปกติ	(73,353,440.98)	(28,201,962.14)
ปรับกระทบยอดเป็นกระแสเงินสดสุทธิจากกิจกรรมดำเนินงาน		
รายได้จากการรับบริจาคครุภัณฑ์	(41,646,335.90)	(41,908,862.75)
ค่าเสื่อมราคาและค่าตัดจำหน่าย	178,814,139.39	160,156,275.88
(เพิ่มขึ้น) ลดลง ในลูกหนี้เงินยืมทดรอง	(132,618.60)	346,602.00
(เพิ่มขึ้น) ลดลง ในวัสดุคงเหลือ	281,054.89	53,216.89
(เพิ่มขึ้น) ลดลง ในค่าใช้จ่ายจ่ายล่วงหน้า	(555,792.99)	(93,399.36)
(เพิ่มขึ้น) ลดลง ในลูกหนี้เงินประกัน	(362,491.64)	135,409.00
(เพิ่มขึ้น) ในรายได้อื่นค้างรับ	(454.00)	(22,514.02)
(เพิ่มขึ้น) ในรายได้จากการให้บริการทางเทคนิคค้างรับ	-	10,000,000.00
(เพิ่มขึ้น) ดอกเบี้ยค้างรับ	868,170.03	(354,106.05)
(เพิ่มขึ้น) ลดลง ในสินทรัพย์หมุนวียนอื่น	(2,742,099.74)	5,059,518.64
(เพิ่มขึ้น) ลดลง ในสินทรัพย์ไม่หมุนวียนอื่น	(1,848,003.78)	1,456.05
เพิ่มขึ้น (ลดลง) ในเจ้าหนี้และตั๋วเงินจ่าย	(9,475,624.24)	(4,994,690.28)
เพิ่มขึ้น (ลดลง) ในค่าใช้จ่ายค้างจ่าย	251,165.73	475,948.34
เพิ่มขึ้น (ลดลง) ในหนี้สินหมุนวียนอื่น	4,182,056.78	43,446.12
เพิ่มขึ้น (ลดลง) ในเงินรับฝาก		(19,461,961.83)
เพิ่มขึ้น (ลดลง) ในเจ้าหนี้เงินประกัน	(7,086,419.71)	(201,152.76)
กระแสเงินสดสุทธิจากกิจกรรมดำเนินงาน	47,193,305.24	81,033,223.73
กระแสเงินสดจากกิจกรรมลงทุน		
(เพิ่มขึ้น) ลดลงในเงินลงทุนระยะสั้น	(16,905,505.38)	(32,870,855.35)
(เพิ่มขึ้น) ในอาคารและครุภัณฑ์	(46,168,458.49)	(37,383,717.55)
(เพิ่มขึ้น)ในสินทรัพย์โครงสร้างพื้นฐาน		
(เพิ่มขึ้น)ในสินทรัพย์ไม่มีตัวตน	(1,112,308.27)	(15,338,910.45)
ลดลง ในครุภัณฑ์ระหว่างการจัดซื้อ	(740,191.88)	(230,219.59)
กระแสเงินสดสุทธิใช้ไปกิจกรรมลงทุน	(64,926,464.02)	(85,823,702.94)
เงินสดและรายการเทียบเท่าเงินสดเพิ่มขึ้น (ลดลง) สุทธิ	(17,733,158.78)	(4,790,479.21)
เงินสดและรายการเทียบเท่าเงินสด ณ วันต้นงวด	54,661,329.29	59,451,808.50
เงินสดและรายการเทียบเท่าเงินสด ณ วันปลายงวด	36,928,170.51	54,661,329.29

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
หมายเหตุประกอบงบการเงิน
สำหรับปีสิ้นสุดวันที่ 30 กันยายน 2555 และ 2554

หน่วย : บาท

				2555	2554
1 บัญชีเงินสดและเงินฝากธนาคาร					
เงินฝากธนาคาร					
เงินฝาก ธนาคารไทยพาณิชย์	(มทส.)	ออมทรัพย์	#707-2-05414-2	7,187,701.03	5,214,059.05
เงินฝาก ธนาคารกสิกรไทย	(หัวทะเล)	ออมทรัพย์	#296-2-58284-5	16,668.11	175,695.51
เงินฝากธนาคารยูไนเต็ดโอเวอร์ซีส์	(นม.)	ออมทรัพย์	#007-2-24325-6	10,252.83	3,021,320.06
เงินฝากธนาคารไอซีบีซี	(นม.)	กระแสรายวัน	#505-1-00021-7	6,612,688.06	42,686,151.86
เงินฝากธนาคารธนชาต	(นม)	ออมทรัพย์	#604-2-07081-3	211.28	308.95
เงินฝาก ธ.ทิสโก้	(โลตัส โคราช)	ออมทรัพย์	#0144-3212-00000-43	1,961.17	1,525.79
เงินฝาก ธ.ออมสิน	(จอมพล)	ออมทรัพย์	#0200-4363-7147	16,217.61	100.00
เงินฝาก ธ.กรุงไทย	(มทส)	ออมทรัพย์	#980-5-49144-7	8,506,916.10	122,468.07
เงินฝาก ธนาคารธนชาต	(นม)	ออมทรัพย์	#604-6-06306-2	25,517.65	-
เงินฝาก ธ.เกีรตินาคิน	(นม)	ออมทรัพย์	#001125-10000-4756	1,043.17	-
เงินฝาก ธ.เกีรตินาคิน	(นม)	ออมทรัพย์	#0011-2550-00114-6	397,456.81	-
เงินฝากธนาคารอิสลาม	(นม)	ออมทรัพย์	#030-1-03262-9	10,217.02	-
เงินฝาก ธนาคารไทยพาณิชย์	(บิ๊กซี)	ออมทรัพย์	#800-232326-6	906.50	-
เงินฝาก ธ.ทิสโก้	(นม)	ออมทรัพย์	#0143-2350-0000-13	1,266,109.56	-
เงินฝากธนาคาร ไทยพาณิชย์	(นม)	ออมทรัพย์	#707-253501-7	10,032,693.77	-
เงินฝากธ.อาคารสงเคราะห์	(นม)	ออมทรัพย์	#013-14-000396-6	2,519,159.84	-
บัญชีเงินฝากธนาคารรวมทั้งสิ้น				36,605,720.51	51,221,629.29
เงินสำรองจ่าย					
เงินยืมทดรองจ่ายย่อยศูนย์ฯ				100,000.00	200,000.00
เงินยืมทดรองจ่ายย่อยหน่วยประสานงานที่อาคารพญาไท				50,000.00	50,000.00
รวมบัญชีเงินสำรองจ่าย				150,000.00	250,000.00
เงินทุนช่วยเหลือระยะสั้น				172,450.00	189,700.00
รวมบัญชีเงินสดและเงินฝากธนาคารทั้งสิ้น				36,928,170.51	51,661,329.29

หน่วย : บาท

					2555	2554
2	เงินลงทุนระยะสั้น					
	เงินฝากธนาคารธนชาต	(นม.)	ประจำ 3 เดือน	#604-1-00300-9	29,000,000.00	-
	เงินฝาก ธนาคารยูไนเต็ดโอเวอร์ซีส์	(นม.)	ประจำ	#007-3-06398-4	6,549.90	3,000,000.00
	เงินฝาก ธ.เกีรตินาคิน	(นม)	ประจำ	#011-3150-0025-70	29,000,000.00	-
	เงินฝาก ธนาคารออมสิน	(จอมพล)	ประจำ 3 เดือน	#06-4317-36-001126-9	-	1,004.36
	เงินฝาก ธนาคารออมสิน	(จอมพล)	ประจำ 99 วัน	#3-0000-3156-795	-	152,097,832.88
	เงินฝากธนาคารออมสิน	(นม.)	ประจำ	#3-6459001126-8	1,025.51	-
	เงินฝาก ธ.ทิสโก้	(นม)	ประจำ 3 เดือน	#0143-365-000001-2	7,500,000.00	45,000,000.00
	เงินฝาก ธนาคารกรุงศรีอยุธยา	(เซฟวัน)	ประจำ	#604-2-00542-2	7,500,000.00	-
	เงินฝาก ธนาคารออมสิน	(จอมพล)	ประจำ 5 เดือน	#30000-694972-5	82,996,767.21	-
	เงินฝากธ.กรุงเทพ	(นม)	ประจำ 5 ด.	#339-2-31955-8	10,000,000.00	-
	เงินฝาก ธนาคารไทยพาณิชย์	(มทส.)	ประจำ	#704-101865-6	48,000,000.00	-
					214,004,342.62	200,098,837.24
3	บัญชีวัสดุ					
	วัสดุ - สำนักงาน				145,947.05	102,636.55
	วัสดุ - ไฟฟ้าและวิทยุ				4,039.74	3,569.00
	วัสดุ - คอมพิวเตอร์				327,682.33	607,171.60
	วัสดุ - งานบ้านงานครัว				54,294.91	68,807.52
	วัสดุ - กีฬา				-	30,234.25
	วัสดุ - ยานพาหนะและขนส่ง				1,588.50	2,188.50
	วัสดุ - เครื่องแต่งกาย				5,499.55	5,499.55
	รวมบัญชีวัสดุทั้งสิ้น				539,052.08	820,106.97
4	บัญชีรายได้ค้างรับ					
	ดอกเบี้ยเงินฝากประจำค้างรับ				216,992.25	790,842.35
	ดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์ค้างรับ				60,592.94	2,511.13
	ดอกเบี้ยเงินฝากกระแสรายวันค้างรับ				51,560.88	40,725.75
	รายได้อื่นค้างรับ				27,754.00	27,300.00
	รวมบัญชีรายได้ค้างรับทั้งสิ้น				356,900.07	861,379.23
5	บัญชีลูกหนี้อื่น					
	ลูกหนี้พนักงาน				28,173.01	11,514.84
	ลูกหนี้อื่น				2,611,431.68	357,736.24
	ลูกหนี้เงินย่อย				-	-
	ลูกหนี้ กรมสรรพกร				224,426.58	129,561.62
	ลูกหนี้-โครงการสถานร่วมวิจัย				-	10,100.00
	รวมบัญชีลูกหนี้อื่นทั้งสิ้น				2,864,031.27	508,912.70

หน่วย : บาท

	2555	2554
6 บัญชีค่าใช้จ่ายจ่ายล่วงหน้า		
ค่าเบี้ยประกันภัยรถยนต์จ่ายล่วงหน้า	12,596.27	12,327.07
ค่าใช้จ่ายอื่นจ่ายล่วงหน้า	351,800.66	126,391.08
ค่าเบี้ยประกันชีวิตจ่ายล่วงหน้า	118,360.55	115,306.75
เงินจ่ายล่วงหน้า	3,573,865.98	2,833,674.10
ค่าบริการอินเตอร์เน็ตจ่ายล่วงหน้า	51,299.95	55,184.84
ค่าเบี้ยประกันทรัพย์สินจ่ายล่วงหน้า	82,772.40	-
เงินเดือนพนักงานจ่ายล่วงหน้า	73,500.00	-
รวมบัญชีค่าใช้จ่ายจ่ายล่วงหน้าทั้งสิ้น	4,264,195.81	3,142,883.84

อาคาร , ครุภัณฑ์ และสินทรัพย์โครงสร้างพื้นฐาน - สุทธิ

7 อาคาร และครุภัณฑ์สุทธิ ณ วันที่ 30 กันยายน 2555 และ 2554 ประกอบด้วย

7.1 อาคารและครุภัณฑ์ ณ วันที่ 30 กันยายน 2555

	มูลค่าที่ได้มา	มูลค่าสุทธิ	ค่าเสื่อมราคาสะสม
ครุภัณฑ์-สำนักงาน	31,996,903.83	(16,758,521.35)	15,238,382.48
ครุภัณฑ์-ก่อสร้าง	201,851.90	(193,576.24)	8275.66
ครุภัณฑ์-การเกษตร	129,792.55	(113,613.93)	16,178.62
ครุภัณฑ์-โรงงาน	34,307,618.01	(24,183,241.08)	10,124,376.93
ครุภัณฑ์-ไฟฟ้าและวิทยุ	90,716,273.99	(50,442,228.70)	40,274,045.29
ครุภัณฑ์-คอมพิวเตอร์	41,376,388.72	(32,561,003.18)	8,815,385.54
ครุภัณฑ์-โฆษณาและเผยแพร่	4,092,164.57	(2,964,818.51)	1,127,346.06
ครุภัณฑ์-วิทยาศาสตร์และการแพทย์	79,551,099.55	(40,863,469.71)	38,687,629.84
ครุภัณฑ์-งานบ้านงานครัว	464,378.00	(371,181.86)	93,196.14
ครุภัณฑ์-กีฬา	50,565.00	(50,561.00)	4.00
ครุภัณฑ์-ยานพาหนะและขนส่ง	1,585,000.00	(1,584,999.00)	1.00
ครุภัณฑ์-สำรวจ	9,732,057.69	(8,934,847.27)	797,210.42
ครุภัณฑ์-ประจำอาคารและเครื่องมือ	18,244,834.74	(10,990,009.42)	7254,825.32
ครุภัณฑ์-ห้องปฏิบัติการ	2,661,948.5	(2,610,575.18)	51,373.32
ระบบรักษาความปลอดภัย	12,140,612.83	(9,057,470.24)	3,083,142.59
ครุภัณฑ์-เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน	1,349,914,989.83	(679,331,172.58)	670,583,817.25
ครุภัณฑ์-Beamline และสถานีทดลอง	259,592,877.72	(38,932,854.74)	220,660,022.98
ครุภัณฑ์ - สุญญากาศ	127,860.78	(38,358.20)	89,502.58
ครุภัณฑ์-โรงงาน กลุ่มที่ 2	66,018,790.92	(19,805,637.27)	46,213,153.65
อาคารปฏิบัติการแสงสยาม	233,882,706.03	(150,137,261.29)	83,745,444.74
ส่วนปรับปรุงอาคาร	34,229,264.06	(16,097,479.17)	18,131,784.89

หน่วย : บาท

7.1 อาคารและครุภัณฑ์ (ต่อ) ณ วันที่ 30 กันยายน 2555

	มูลค่าที่ได้มา	มูลค่าสุทธิ	ค่าเสื่อมราคาสะสม
โรงเครื่องมือกล	5,703,416.58	(5,696,980.20)	6,436.38
สถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 เควี	22,296,027.07	(7,968,539.10)	14,327,487.97
อาคารสุรพัฒน์ 3	62,980,225.10	(14,592,139.54)	48,388,085.56
อาคาร Cryogenic Utility	2,477,790.23	(643,216.42)	1,834,573.81
อาคารปฏิบัติการรวมและระบบสาธารนูปโภคฯ	373,427,093.64	(42,816,229.35)	330,610,864.29
อาคารเก็บก๊าซความดันสูง	475,000.00	(42,099.27)	432,900.73
งานระหว่างทำ	85,103,357.15	-	85,103,357.15
สินทรัพย์ไม่มีตัวตน - โปรแกรมคอมพิวเตอร์			1,693,329.84
รวมบัญชี อาคาร และอุปกรณ์ทั้งสิ้น	2,823,480,888.99	(1,177,782,083.80)	1,647,392,135.03

สินทรัพย์ไม่หมุนเวียน

	มูลค่าที่ได้มา	ค่าตัดจำหน่าย	มูลค่าสุทธิ
สินทรัพย์ไม่มีตัวตน-โปรแกรมคอมพิวเตอร์	7,644,509.10	(5,951,179.26)	1,693,329.84
รวมสินทรัพย์ไม่มีตัวตนทั้งสิ้น	7,644,509.10	(5,951,179.26)	1,693,329.84

8 สินทรัพย์โครงสร้างพื้นฐาน - สุทธิ

8.1 สินทรัพย์โครงสร้างพื้นฐาน - สุทธิ

ระบบสาธารณูปโภคภายในอาคาร-ระบบไฟฟ้า	48,847,393.56	(35,344,704.10)	13,502,689.46
ระบบสาธารณูปโภคภายในอาคาร-ระบบประปา	525,738.30	(487,978.67)	37,759.63
ระบบสาธารณูปโภคภายนอกอาคาร-ระบบไฟฟ้า	11,911,295.58	(11,683,321.38)	227,974.20
ระบบสาธารณูปโภคภายนอาคาร-ระบบประปา	95,060.00	(90,471.70)	4,588.30
ระบบบำบัดน้ำเสีย	260,154.45	(260,153.45)	1.00
รวมบัญชีสินทรัพย์โครงสร้างพื้นฐาน - สุทธิ	61,639,641.89	(47,866,629.30)	13,773,012.59

หน่วย : บาท

7 อาคาร และครุภัณฑ์สุทธิ ณ วันที่ 30 กันยายน 2555 และ 2554 ประกอบด้วย

7.1 อาคารและครุภัณฑ์ ณ วันที่ 30 กันยายน 2554

	มูลค่าที่ได้มา	มูลค่าสุทธิ	ค่าเสื่อมราคาสะสม
ครุภัณฑ์-สำนักงาน	31,745,915.77	(13,103,060.42)	18,642,855.35
ครุภัณฑ์-ก่อสร้าง	201,851.90	(186,541.98)	15,309.92
ครุภัณฑ์-การเกษตร	129,792.55	(109,134.49)	20,658.06
ครุภัณฑ์-โรงงาน	31,221,034.35	(20,924,361.12)	10,296,673.23
ครุภัณฑ์-ไฟฟ้าและวิทยุ	74,899,660.13	(39,064,680.79)	35,834,979.34
ครุภัณฑ์-คอมพิวเตอร์	38,210,754.91	(29,370,949.81)	8,839,805.10
ครุภัณฑ์-โฆษณาและเผยแพร่	4,011,184.56	(2,565,201.38)	1,445,983.18
ครุภัณฑ์-วิทยาศาสตร์และการแพทย์	65,856,065.36	(31,991,252.81)	33,864,812.55
ครุภัณฑ์-งานบ้านงานครัว	470,178.00	(353,457.80)	116,720.20
ครุภัณฑ์-กีฬา	50,565.00	(50,561.00)	4.00
ครุภัณฑ์-ยานพาหนะและขนส่ง	1,585,000.00	(1,584,999.00)	1.00
ครุภัณฑ์-สำรวจ	9,400,798.30	(8,811,975.16)	588,823.14
ครุภัณฑ์-ประจำอาคารและเครื่องมือ	18,211,834.74	(7,637,296.27)	10,574,538.47
ครุภัณฑ์-ห้องปฏิบัติการ	2,661,948.50	(2,600,843.48)	61,105.02
ระบบรักษาความปลอดภัย	11,876,964.83	(7,978,688.27)	3,898,276.56
ครุภัณฑ์-เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน	1,349,914,989.83	(611,835,423.09)	738,079,566.74
ครุภัณฑ์-Beamline และสถานีทดลอง	81,110,697.97	(12,968,857.32)	68,141,840.65
ครุภัณฑ์ - สุญญากาศ	127,860.78	(25,572.15)	102,288.63
ครุภัณฑ์-โรงงาน กลุ่มที่ 2	66,018,790.92	(13,203,758.19)	52,815,032.73
อาคารปฏิบัติการแสงสยาม	233,882,706.03	(138,443,125.99)	95,439,580.04
ส่วนปรับปรุงอาคาร	33,880,572.46	(14,394,720.96)	19,485,851.50
โรงเครื่องมือกล	5,703,416.58	(5,523,794.22)	179,622.36
สถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 เควี	22,296,027.07	(6,853,737.72)	15,442,289.35
อาคารสุรพัฒน์ 3	62,980,225.10	(11,443,128.29)	51,537,096.81
อาคาร Cryogenic Utility	2,477,790.23	(519,326.86)	1,958,463.37
อาคารปฏิบัติการรวมและระบบสาธารนูปโภคฯ	373,438,863.64	(24,145,636.10)	349,293,227.54
อาคารเก็บก๊าซความดันสูง	475,000.00	(18,349.29)	456,650.71
งานระหว่างทำ	254,752,543.33	-	254,752,543.33
สินทรัพย์ไม่มีตัวตน - โปรแกรมคอมพิวเตอร์	-	-	1,508,270.32
รวมบัญชี อาคาร และอุปกรณ์ทั้งสิ้น	2,777,593,032.84	(1,005,708,433.96)	1,773,392,869.20

หน่วย : บาท

สินทรัพย์ไม่หมุนเวียน			ณ วันที่ 30 กันยายน 2554
	มูลค่าที่ได้มา	ค่าตัดจำหน่าย	มูลค่าสุทธิ
สินทรัพย์ไม่มีตัวตน-โปรแกรมคอมพิวเตอร์	6,532,200.83	(5,023,930.51)	1,508,270.32
รวมสินทรัพย์ไม่มีตัวตนทั้งสิ้น	6,532,200.83	(5,023,930.51)	1,508,270.32

		2555	2554
9	บัญชีเงินมัดจำและเงินประกัน		
	เงินมัดจำถังน้ำ	-	1,200.00
	เงินมัดจำอื่น	-	-
	เงินประกันอื่น	-	15,800.00
	เงินประกัน	-	500.00
	ค่าใช้จ่ายอื่นรอตัดบัญชี	401,387.10	-
	รวมบัญชีเงินมัดจำและเงินประกันทั้งสิ้น	401,387.10	17,500.00
10	บัญชีเจ้าหนี้		
	เจ้าหนี้-นิติบุคคล	6,689,318.42	16,865,637.75
	เจ้าหนี้-บุคคลธรรมดา	222,051.50	85,900.41
	เจ้าหนี้อื่น	-	49,432.49
	เช็คจ่าย (เช็ครอตัดจ่าย)	440,244.69	1,651,798.96
	เจ้าหนี้กรมสรรพกร	-	10,975.37
	ภาษีรอนำส่ง	286,184.78	185,186.86
	รายได้จากการบริจาครอการรับรู้	210,183,449.42	251,829,785.32
	รายได้เงินค่าเสียหายรอรับรู้	548,941.68	349,611.48
	รายได้เงินสนับสนุนรอรับรู้	-	28,037.38
	รวมบัญชีเจ้าหนี้ทั้งสิ้น	218,370,190.49	271,056,366.02
11	บัญชีค่าใช้จ่ายค้างจ่าย		
	เงินเดือนพนักงานค้างจ่าย	69,175.00	136,300.00
	ค่าตอบแทนค้างจ่าย	103,100.00	134,121.34
	ค่าใช้สอยค้างจ่าย	964,450.87	1,024,718.72
	ค่าไฟฟ้าค้างจ่าย	3,268,873.96	2,978,909.56
	ค่าน้ำประปาค้างจ่าย	84,856.16	-
	ค่าไปรษณีย์และโทรเลขค้างจ่าย	4,153.00	10,902.00
	ค่าโทรศัพท์และโทรสารค้างจ่าย	26,491.50	27,432.53
	ค่ารักษาพยาบาลค้างจ่าย	376,473.20	483,383.14
	ค่าใช้จ่ายอื่นค้างจ่าย	14,038.00	5,940.00

หน่วย : บาท

		2555	2554
11	บัญชีค่าใช้จ่ายค้างจ่าย (ต่อ)		
	ค่าเบี้ยประชุมค้างจ่าย	28,800.00	76,600.00
	ภาษีขายที่ยังไม่ถึงกำหนด	1,815.68	1,785.98
	เงินประกันสังคมค้างจ่าย	-	750.00
	เงินสมทบผู้ประกันตนค้างจ่าย	-	750.00
	เงินสมทบกองทุนสำรองเลี้ยงชีพค้างจ่าย	5,534.00	-
	เงินกองทุนสำรองเลี้ยงชีพค้างจ่าย	2,940.00	-
	รวมบัญชีค่าใช้จ่ายค้างจ่ายทั้งสิ้น	4,950,701.37	4,881,593.27
12	บัญชีเงินมัดจำและเงินประกัน		
	เงินประกันผลงาน	-	7,420,954.88
	เงินค้ำประกันสัญญา	1,633,940.25	1,299,405.08
	รวมบัญชีเงินมัดจำและเงินประกันทั้งสิ้น	1,633,940.25	8,720,359.96
13	บัญชีเงินพักอื่น ๆ		
	เงินพักอื่น ๆ	4,198,435.99	14,436.00
	รวมบัญชีพักเงินยืมย่อยนทั้งสิ้น	4,198,435.99	14,436.00
	รายได้จากการดำเนินงาน		
14	บัญชีรายได้ดอกเบี้ยรับเงินฝากธนาคาร		
	รายได้ดอกเบี้ยรับเงินฝากธนาคาร - ออมทรัพย์	531,491.69	52,472.28
	รายได้ดอกเบี้ยรับเงินฝากธนาคาร - ประจำ	7,526,277.13	6,149,315.92
	รายได้ดอกเบี้ยรับเงินฝากธนาคาร - กระแสรายวัน	230,457.63	148,921.73
	รายได้ดอกเบี้ยรับตั๋วแลกเงิน	-	1,110,426.50
	รวมบัญชีรายได้ดอกเบี้ยรับเงินฝากธนาคารทั้งสิ้น	8,288,226.45	7,461,136.43

หน่วย : บาท

		2555	2554
15	บัญชีรายได้อื่น		
	รายได้จากการขายแบบ	1,869.19	1,308.44
	รายได้จากการขายสินทรัพย์เหลือใช้	26,901.87	824.30
	รายได้จากการขายวัสดุและอุปกรณ์	1,113.09	3,516.26
	รายได้จากการขายวัสดุเพื่อการวิเคราะห์	167,302.04	-
	รายได้จากการขายของที่ระลึก	8,967.29	-
	รายได้ค่าปรับผิดสัญญา	1,260,285.24	132,684.87
	ผลต่างกำไรจากอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ	88,023.35	(122,677.44)
	กำไร/ขาดทุนจากการขาย	-	470,556.75
	รายได้จากการบริจาค	41,646,335.90	42,111,911.52
	รายได้เบ็ดเตล็ด	130,330.49	96,215.28
	รายได้ทางเทคนิค	1,869,158.88	5,158,298.02
	รายได้จากการชดเชยค่าเสียหาย	733,671.00	155,589.92
	รายได้จากการับคืนเงินโครงการ	203,044.08	304,016.36
	รายได้จากการวิเคราะห์	18,659.81	611.21
	รายได้จาการประชุมสัมมนาและฝึกอบรม	394,345.83	1,726,818.38
	รายได้ค่าเช่าสำนักงาน-อุปกรณ์	-	107,498.32
	รายได้ค่าบริหารโครงการวิจัย	296,730.05	141,214.95
	รายได้ค่าสนับสนุน	32,659.03	107,476.63
	รายได้ค่าเช่าอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	289.72	-
	กำไรขาดทุนจากการแลกเปลี่ยนสินทรัพย์	(113,364.19)	-
	รายได้จากการรับจ้างผลิต	150,953.27	-
	รวมบัญชีรายได้อื่นทั้งสิ้น	46,917,275.94	50,395,863.77
16	ค่าใช้จ่ายด้านบุคคลากร		
16.1	บัญชีเงินเดือนและค่าจ้าง		
	เงินเดือนและค่าจ้างประจำ	47,387,618.33	43,118,985.59
	ค่าจ้างชั่วคราว	2,674,944.00	1,788,241.00
	รวมบัญชีเงินเดือนและค่าจ้าง	50,062,562.33	44,907,226.59
16.2	บัญชีค่าตอบแทน		
	เงินประจำตำแหน่ง	4,274,129.03	4,801,048.36
	ค่าตอบแทนแก่ผู้มาช่วยปฏิบัติงาน ศซ.	763,136.54	433,486.58
	ค่าตอบแทนผู้เชี่ยวชาญ	235,796.82	824,391.00
	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย	666,387.10	1,018,485.72

หน่วย : บาท

		2555	2554
16.2	บัญชีค่าตอบแทน (ต่อ)		
	ค่าล่วงเวลา	1,164,413.68	1,641,700.55
	ค่าเบี้ยประชุมกรรมการ	1,159,050.00	1,281,250.00
	ค่าตอบแทนเหมาจ่าย	1,600,632.43	1,036,153.16
	ค่าเช่าที่พักพนักงานปฏิบัติการ	7,326,454.14	7,244,168.00
	ค่ารักษาพยาบาล	5,294,405.27	4,278,827.30
	ค่าเล่าเรียนบุตร	166,418.00	120,837.00
	เงินสมทบกองทุนสำรองเลี้ยงชีพ	3,575,153.72	3,267,514.19
	เงินสมทบผู้ประกันตน	2,250.00	10,620.00
	เงินช่วยเหลือค่าครองชีพ	1,316,560.96	2,081,896.76
	ค่าตอบแทนอื่น	31,680.00	43,750.00
	เงินรางวัลประจำปี	6,324,271.80	-
	ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิ	141,020.00	53,500.00
	ค่าวิทยากร	192,500.00	65,000.00
	รวมบัญชีค่าตอบแทน	34,234,259.49	28,202,628.62
	รวมบัญชีค่าใช้จ่ายด้านบุคคลากรทั้งสิ้น	84,296,821.82	73,109,855.21
17	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน		
17.1	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง		
	ค่าเบี้ยเลี้ยงในการเดินทางในประเทศ	456,350.00	359,830.00
	ค่าที่พักในการเดินทางในประเทศ	1,286,357.97	1,366,652.00
	ค่าพาหนะในการเดินทางในประเทศ	2,472,986.44	1,963,343.25
	ค่าเบี้ยเลี้ยงในการเดินทางต่างประเทศ	821,379.99	798,426.00
	ค่าที่พักในการเดินทางต่างประเทศ	689,042.40	616,484.99
	ค่าพาหนะในการเดินทางต่างประเทศ	2,099,915.00	2,309,726.80
	ค่าเบี้ยเลี้ยงผู้เชี่ยวชาญต่างชาติ	38,800.00	-
	ค่าพาหนะผู้เชี่ยวชาญต่างชาติ	172,814.88	-
	รวมบัญชีค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	8,037,646.68	7,414,463.04
17.2	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา		
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ครุภัณฑ์ - สำนักงาน	428,668.25	243,538.05
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ครุภัณฑ์ - ก่อสร้าง	12,840.00	3,852.00
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ครุภัณฑ์ - การเกษตร	8,877.79	2,791.63
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ครุภัณฑ์ - โรงงาน	155,010.68	444,011.67
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ครุภัณฑ์ - ไฟฟ้าและวิทยุ	611,886.86	349,813.25
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ครุภัณฑ์ - คอมพิวเตอร์	274,122.92	-

หน่วย : บาท

		2555	2554
17.2	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (ต่อ)		
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ครุภัณฑ์ - วิทยาศาสตร์และการแพทย์	25,947.50	34,243.92
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ครุภัณฑ์ - งานบ้านงานครัว	500.00	-
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ครุภัณฑ์ - ยานพาหนะและขนส่ง	95,179.05	108,828.14
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ครุภัณฑ์ - ประจำอาคารและเครื่องมือ	86,242.66	91,872.50
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา-ระบบรักษาความปลอดภัย	-	8,560.00
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ค.Beamline และสถานีทดลอง	-	102,613.00
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา - อาคาร	14,873.00	-
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ระบบสาธารณูปโภคในอาคาร - ระบบไฟฟ้า	60,982.28	95,794.12
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ระบบสาธารณูปโภคนอกอาคาร - ระบบไฟฟ้า	69,087.76	28,890.00
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษาทั่วไป	503,309.60	332,729.90
	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษาสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	471,615.75	504,528.88
	รวมบัญชีค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	2,819,144.10	2,352,067.06
17.3	ค่าจ้างเหมาบริการ		
	ค่าบริการรักษาความสะอาด	1,487,256.68	1,328,945.32
	ค่าบริการกำจัดปลวก	29,000.00	16,000.00
	ค่าบริการกำจัดขยะ	26,069.36	6,667.36
	ค่าบริการรักษาความปลอดภัย	2,336,022.51	2,060,152.32
	ค่าจ้างเหมาบริการอื่น	15,847,878.75	8,182,814.68
	รวมบัญชีค่าจ้างเหมาบริการ	19,726,227.30	11,594,579.68
17.4	ค่าใช้สอย		
	ค่าธรรมเนียมธนาคาร	173,495.69	94,883.19
	ค่าเบี้ยประกันภัย (รถยนต์)	14,954.76	38,384.08
	ค่าธรรมเนียมอื่น	75,135.56	58,786.00
	ค่ารับรอง	428,034.33	1,117,671.18
	ค่าพิธีการ	69,499.50	108,995.25
	ค่าของขวัญ เงินรางวัล	176,783.00	184,648.50
	ค่าขนส่ง	2,855,460.16	1,829,565.83
	ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่ม	119,569.00	67,303.00
	ค่าสมาชิกห้องสมุดและวารสาร	60,254.00	42,320.00
	ค่าใช้จ่ายในการประชาสัมพันธ์	1,430,962.37	2,084,396.68

หน่วย : บาท

		2555	2554
17.4	ค่าใช้สอย (ต่อ)		
	ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบรักษาความปลอดภัย	157,000.00	121,000.00
	ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสถานที่	500.00	1,500.00
	ค่าเช่ารถ	62,755.39	544,106.80
	ค่าประกันภัยเดินทาง	61,361.50	64,011.87
	ค่าเช่าสำนักงาน - อุปกรณ์	930,092.53	899,386.55
	ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับกีฬา	307,672.50	229,100.00
	ค่าใช้จ่ายในการผลิตชิ้นงาน	334,450.00	652,675.00
	ค่าเงินอนุโมทนาบุญ	5,000.00	-
	ค่าใช้จ่ายในการประชุมสัมมนาและฝึกอบรม	7,320,272.00	3,606,442.70
	ค่าสินทรัพย์บริจาค	-	23.09
	ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	35,971.77	83,247.25
	ค่าเบี้ยประกันชีวิต	129,837.20	123,230.99
	ค่าเช่าอุปกรณ์ - วิทยาศาสตร์	160,500.00	204,584.00
	ค่าเบี้ยประกันภัยทรัพย์สิน	2,104,638.23	1,951,657.72
	ค่าครุภัณฑ์ต่ำกว่าเกณฑ์	505,500.69	272,369.56
	ค่าภาษีอากร	16,134.50	-
	ค่าใช้จ่ายทางภาษี	4,431.13	583,616.82
	ค่าตัดจำหน่ายสินทรัพย์เป็นสูญ	46,584.77	9,743.97
	ค่าใช้จ่ายผลิต-งานเคลือบกระจก	8,386,953.33	2,578,495.17
	ค่าใช้จ่ายในการผลิตระบบลำเลียงแสง sut nano slri	1,799,067.21	-
	รวมบัญชีค่าใช้สอย	27,772,871.12	17,552,145.20

17.5	บัญชีค่าวัสดุ		
	ค่าวัสดุ - สำนักงาน	742,816.55	806,667.24
	ค่าวัสดุ - การศึกษา	279,269.90	143,858.67
	ค่าวัสดุ - ก่อสร้าง	17,196.00	13,362.00
	ค่าวัสดุ - การเกษตร	83,543.00	116,548.50
	ค่าวัสดุ - โรงงาน	9,995,427.67	8,878,061.70
	ค่าวัสดุ - ไฟฟ้าและวิทยุ	7,139,367.81	7,878,629.32
	ค่าวัสดุ - คอมพิวเตอร์	2,790,330.36	2,061,691.35
	ค่าวัสดุ - โฆษณาและเผยแพร่	947,003.50	863,709.00
	ค่าวัสดุ - วิทยาศาสตร์และการแพทย์	5,391,387.70	3,650,830.14
	ค่าวัสดุ - งานบ้านงานครัว	211,573.86	496,653.26
	ค่าวัสดุ - กีฬา	30,234.25	450.00
	ค่าวัสดุ - ยานพาหนะและขนส่ง	10,190.00	6,321.20

หน่วย : บาท

		2555	2554
17.5	บัญชีค่าวัสดุ (ต่อ)		
	ค่าวัสดุ - สำรวจ	77,162.69	-
	ค่าวัสดุ - ประจำอาคารและเครื่องมือ	42,523.75	442,380.59
	ค่าวัสดุ - ระบบรักษาความปลอดภัย	35,312.28	100,582.11
	ค่าวัสดุ - เครื่องแต่งกาย	207,100.00	45,015.50
	ค่าวัสดุ - เชื้อเพลิงและหล่อลื่น	1,539,567.99	935,548.14
	รวมบัญชีค่าวัสดุ	29,540,007.31	26,440,308.72
17.6	บัญชีค่าสาธารณูปโภค		
	ค่าไฟฟ้า	32,316,959.78	29,445,091.73
	ค่าน้ำประปา	490,159.30	273,446.54
	ค่าไปรษณีย์และโทรเลข	131,202.00	172,853.50
	ค่าโทรศัพท์และโทรสารในประเทศ	464,052.02	459,286.59
	ค่าโทรศัพท์และโทรสารต่างประเทศ	2,437.09	321.50
	ค่าใช้บริการอินเตอร์เน็ต	775,603.89	1,285,946.66
	รวมบัญชีค่าสาธารณูปโภค	34,180,414.08	31,636,946.52
17.7	บัญชีค่าสนับสนุน		
	ค่าเงินทุนสนับสนุนโครงการวิจัย - ภายใน	354,000.00	533,240.00
	ค่าเงินสนับสนุนทั่วไป	2,059,493.25	1,951,138.00
	ค่าเงินทุนสนับสนุนโครงการทุนการศึกษา	2,733,151.22	4,444,724.00
	ค่าสนับสนุนโครงการวิจัย - ภายนอก	1,220,101.00	867,987.00
	รวมบัญชีค่าสนับสนุน	6,366,745.47	7,797,089.00
	รวมบัญชีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น	128,443,056.06	104,787,599.22
18	หมวดค่าเสื่อมราคาสินทรัพย์		
18.1	บัญชีค่าเสื่อมราคา		
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - สำนักงาน	3,680,071.47	3,832,642.57
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - ก่อสร้าง	7,034.26	10,790.13
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - การเกษตร	4,479.44	5,354.47
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - โรงงาน	3,251,895.86	2,958,938.69
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - ไฟฟ้าและวิทยุ	11,384,532.01	11,315,742.45
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - คอมพิวเตอร์	3,254,367.22	3,249,210.82
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - โฆษณาและเผยแพร่	399,617.13	459,938.71
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - วิทยาศาสตร์และการแพทย์	9,077,893.85	8,142,493.20

หน่วย : บาท

		2555	2554
18.1	บัญชีค่าเสื่อมราคา (ต่อ)		
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - สำรวจ	122,872.11	105,209.86
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - ประจำอาคารและเครื่องมือ	3,352,713.15	3,244,893.48
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - ห้องปฏิบัติการ	9,731.70	62,092.27
	ค่าเสื่อมราคา - ระบบรักษาความปลอดภัย	1,078,781.97	1,135,838.81
	ค่าเสื่อมราคา ครุภัณฑ์ - เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน	67,495,749.49	67,495,749.46
	ค่าเสื่อมราคา-ค.Beamline และสถานีทดลอง	25,963,997.42	8,111,069.71
	ค่าเสื่อมราคา-ค.สุญญากาศ	12,786.05	12,786.07
	ค่าเสื่อมราคา-ค.โรงงานกลุ่มที่ 2	6,601,879.08	6,601,879.10
	ค่าเสื่อมราคา - อาคารปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน	11,694,135.30	11,694,135.30
	ค่าเสื่อมราคา - ส่วนปรับปรุงอาคาร	1,702,758.21	1,679,622.74
	ค่าเสื่อมราคา - โรงเครื่องมือกล	173,185.98	570,341.65
	ค่าเสื่อมราคา - สถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 เควี	1,114,801.38	1,114,801.37
	ค่าเสื่อมราคา - อาคารสุรพัฒน์ 3	3,149,011.25	3,149,011.24
	ค่าเสื่อมราคา - อาคาร Cryogenic Utility	123,889.56	123,889.56
	ค่าเสื่อมราคา - อาคารปฏิบัติการรวมและระบบสาธารณูปโภค	18,671,845.09	18,671,943.17
	ค่าเสื่อมราคา-อาคารเก็บก๊าซความดันสูง	23,749.98	18,349.29
	ค่าเสื่อมราคาระบบสาธารณูปโภคภายในอาคาร - ระบบไฟฟ้า	4,878,431.91	4,878,663.27
	ค่าเสื่อมราคาระบบสาธารณูปโภคภายในอาคาร - ระบบประปา	17,609.40	20,729.88
	ค่าเสื่อมราคาระบบสาธารณูปโภคภายนอกอาคาร - ระบบไฟฟ้า	446,848.97	491,943.57
	ค่าเสื่อมราคาระบบสาธารณูปโภคภายนอกอาคาร - ระบบประปา	8,024.44	9,296.26
	ค่าเสื่อมราคาระบบสาธารณูปโภคภายนอกอาคาร - ระบบบำบัดน้ำเสีย	-	15,679.54
	ค่าตัดจำหน่าย - โปรแกรมคอมพิวเตอร์	927,248.75	982,744.99
	รวมค่าเสื่อมราคาสินทรัพย์ทั้งสิ้น	178,653,465.49	160,192,007.91

งานตรวจสอบและงานให้ความเชื่อมั่น

ประเด็นข้อตรวจพบจากการดำเนินการตรวจสอบกิจกรรมทั้ง 18 กิจกรรม บางหน่วยรับตรวจได้ดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะไปแล้ว โดยประเด็นข้อตรวจพบที่สำคัญมีดังนี้

รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข	การดำเนินการ/กำหนดเวลาแล้วเสร็จ/ผู้รับผิดชอบ
1. การจัดซื้อจัดจ้าง	ใบสั่งซื้อ/จ้าง ที่ 021/55- SYN1-3 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2554 จัดซื้อ IC จำนวน 4 รายการ จำนวนเงิน 2,542.32 บาท จาก บจ. อาร์เอส คอมโพเน็นส์ พบว่ามีการส่งมอบสินค้าล่าช้าจำนวน 6 วัน คิดค่าปรับเป็นจำนวนเงินวันละ 5.08 บาท รวมเป็นค่าปรับทั้งสิ้น 30.48 บาท แต่เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบตรวจรับไม่ได้คิดค่าปรับ 1. การจัดทำทะเบียนคุมสัญญา พบว่า	สถาบันฯ ควรดำเนินการให้เป็นไปตามระเบียบว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.2552 ลงวันที่ 14 ธันวาคม 2552 ส่วนที่ 2 ค่าปรับ <u>ข้อที่ 81 การทำสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือสำหรับการซื้อ ให้กำหนดค่าปรับเป็นรายวันในอัตราไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.20 ของราคาพัสดุที่ยังไม่ได้รับมอบ</u> และกำชับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบปฏิบัติตามระเบียบ ข้อบังคับอย่างเคร่งครัด และเพิ่มความระมัดระวังในการตรวจรับสินค้า 1. เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบควรเพิ่มความระมัดระวังในการจดบันทึกข้อมูลในทะเบียนคุมการจัดซื้อจัดจ้าง(รายงานความก้าวหน้าการจัดซื้อจัดจ้าง) และทะเบียนคุมสัญญา พร้อมทั้งสอบทานความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูลต่างๆ ที่จดบันทึกในทะเบียนคุมดังกล่าวอย่างสม่ำเสมอ เพื่อสะดวกต่อการสืบค้นและสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้ 2. เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบควรเพิ่มความระมัดระวังในการจัดทำสัญญาและเร่งประสานงานกับส่วนงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการแก้ไขสัญญาให้มีความถูกต้องและแจ้งให้คู่สัญญาทราบต่อไป	

รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข	การดำเนินการ/กำหนดเวลาแล้วเสร็จ/ผู้รับผิดชอบ
2. การบริหารสัญญา	บันทึกรายละเอียดข้อมูลไม่ถูกต้อง และครบถ้วน เช่น จำนวนเงิน ระยะเวลาเริ่มต้นสัญญา และสิ้นสุดสัญญา เป็นต้น 2. สัญญาที่ 63/2554(8) ลงวันที่ 1 สิงหาคม 2554 สัญญาจ้างทำงานนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ ประจำปี 2554 ไม่ได้ระบุข้อความเรื่องค่าปรับ ในส่วนของ “แต่จะต้องไม่ต่ำกว่าวันละ 100.00 บาท” ไว้ในสัญญา 3. สัญญาที่ 8/2555(3) ลงวันที่ 15 พฤศจิกายน 2554 สัญญาเช่าวงจรสื่อสารความเร็วสูง พบว่าข้อ 5 เรื่องการชำระค่าเช่าจำนวนเงินที่เป็นตัวเลขและตัวหนังสือไม่ถูกต้องตรงกัน		
3. การควบคุมใบเสร็จรับเงิน	พบข้อผิดพลาดเพียงเล็กน้อย เช่น ชื่อผู้รับเงินไม่ตรงตามใบสำคัญรับเงินจึงได้แจ้งผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องให้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขระหว่างการตรวจสอบและมีการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว	ผู้ปฏิบัติงานควรเพิ่มความระมัดระวังในการออกใบเสร็จรับเงินและจัดทำเบียนคุมใบเสร็จรับเงิน รวมทั้งทะเบียนคุมลูกหนี้เงินยืมทดรองให้มีความถูกต้อง ครบถ้วน เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ทำการบันทึกไว้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างต่อเนื่อง	ดำเนินการแล้วเสร็จ คุณสุปราณี เพชรล้ำ

รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข	การดำเนินการ/กำหนดเวลาแล้วเสร็จ/ผู้รับผิดชอบ
4. ลูกหนี้เงินยืมทดรอง	ไม่พบรายการที่ขัดต่อระเบียบ แต่ในการจัดทำทะเบียนคุมลูกหนี้เงินยืมทดรองมีข้อผิดพลาดค่อนข้างมาก เช่น จำนวนเงินที่รับคืน และวันที่รับคืนไม่ตรงตามเอกสารการรับคืนเงิน เป็นต้น จึงได้แจ้งผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขระหว่างการตรวจสอบและมีการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว		
5. ภาษีมูลค่าเพิ่มและการนำส่ง	จากการตรวจสอบเอกสารการดำเนินการเกี่ยวกับภาษีมูลค่าเพิ่ม พบว่า ยอดขายที่นำไปคำนวณภาษีขายประจำเดือนมีบางรายการเกิดจากการคิดค่าใช้จ่ายของวัสดุสิ้นเปลืองกับผู้ใช้บริการของสถานีทดลอง ซึ่งการคิดค่าใช้จ่ายข้างต้นไม่พบวิธีการคิดคำนวณที่ชัดเจน	สถาบันฯ ควรทบทวนการดำเนินการด้านการคิดคำนวณค่าใช้จ่ายกับผู้ใช้บริการดังกล่าวให้เกิดความชัดเจน รัดกุม เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และตรวจสอบได้	รับทราบและจะรีบดำเนินการให้มีวิธีการคิดค่าใช้จ่ายดังกล่าวให้ชัดเจนตามระเบียบของสถาบันฯ ซึ่งที่ผ่านมานั้นการคิดค่าใช้จ่ายนั้นจะคำนวณจากค่าวัสดุที่สถาบันฯ ได้มีการจัดซื้อรวมภาษีมูลค่าเพิ่ม/ส่วนงานพัฒนาธุรกิจ

งานเลขานุการคณะอนุกรรมการ

ในปีงบประมาณ 2555 ได้มีการจัดประชุมคณะอนุกรรมการตรวจสอบ โดยเจ้าหน้าที่ตรวจสอบภายในของสถาบันเป็นเลขานุการ จำนวนทั้งสิ้น 4 ครั้ง ประกอบด้วย

1. ครั้งที่ 1/2555 เมื่ออังคารที่ 7 กุมภาพันธ์ 2555 โดยมีวาระสำคัญดังนี้

   <u>เรื่องแจ้งเพื่อทราบ</u>

   - รายงานการจัดซื้อจัดจ้างโดยวิธีพิเศษสำหรับระยะเวลา 8 เดือน (1 มิถุนายน 2554 – 31 มกราคม 2555)
   - รายงานความก้าวหน้าในการปฏิบัติตามข้อเสนอแนะ ข้อตรวจพบของส่วนงานตรวจสอบภายใน ประจำปีงบประมาณ 2554-2555

   <u>เรื่องเสนอเพื่อพิจารณา</u>

   - รายงานผลตรวจสอบ ประจำปีงบประมาณ 2554 โดย บริษัท นิลสุวรรณ จำกัด
   - รายงานการตรวจสอบ ไตรมาสที่ 4 ประจำปีงบประมาณ 2554 และไตรมาสที่ 1 ประจำปีงบประมาณ 2555
   - ร่างรายงานตรวจสอบ ประจำปี 2554

2. ครั้งที่ 2/2555 เมื่อวันศุกร์ที่ 25 พฤษภาคม 2555 โดยมีวาระสำคัญดังนี้

   <u>เรื่องแจ้งเพื่อทราบ</u>

   - รายงานการจัดซื้อจัดจ้างโดยวิธีพิเศษสำหรับระยะเวลา 3 เดือน (1 กุมภาพันธ์ 2555 – 30 เมษายน 2555)

   <u>เรื่องเสนอเพื่อพิจารณา</u>

   - รายงานการตรวจสอบ ไตรมาสที่ 2 ประจำปีงบประมาณ 2555

3. ครั้งที่ 3/2554 เมื่อวันอังคารที่ 31 กรกฎาคม 2555 โดยมีวาระสำคัญดังนี้

   <u>เรื่องแจ้งเพื่อทราบ</u>

   - รายงานการจัดซื้อจัดจ้างโดยวิธีพิเศษ รอบ 2 เดือน (1 พฤษภาคม 2555 – 30 มิถุนายน 2555)

   <u>เรื่องเสนอเพื่อพิจารณา</u>

   - รายงานการตรวจสอบ ไตรมาสที่ 3 ประจำปีงบประมาณ 2555

4. ครั้งที่ 4/2555 เมื่อวันอังคารที่ 18 กันยายน 2555 โดยมีวาระสำคัญดังนี้

   <u>เรื่องเสนอเพื่อพิจารณา</u>

   - รายงานผลการตรวจสอบระหว่างปี ประจำปีงบประมาณ 2555 ของสำนักงาน ดร.วิรัช แอนด์ แอทโซซิเอทส์
   - แผนตรวจสอบภายใน (Audit Plan) ประจำปีงบประมาณ 2556 (ร่าง)

งานบริหารส่วนงานตรวจสอบภายใน

1. งานจัดทำแผนตรวจสอบประจำปีงบประมาณ 2556 นำเสนอต่อที่ประชุมคณะอนุกรรมการตรวจสอบในคราวประชุมครั้งที่ 4/2555 เมื่อวันอังคารที่ 18 กันยายน 2555 ที่ประชุมมีมติ เห็นชอบ โดยให้นำเสนอต่อที่ประชุมคณะกรรมการบริหารสถาบัน
2. งานจัดจ้างผู้สอบบัญชีภายนอก ซึ่งอยู่ระหว่างการประสานขอให้ สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินเป็นผู้สอบบัญชีสถาบัน ประจำปีงบประมาณ 2556
3. งานติดตามผลการปฏิบัติตามข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

งานประกันคุณภาพส่วนงานตรวจสอบภายใน

ปีงบประมาณ 2555 ส่วนงานได้จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจของหน่วยรับตรวจ เพื่อจัดส่งให้หน่วยรับตรวจประเมินส่วนงานตรวจสอบภายใน ดังรายละเอียดรายงานสรุปผล

รายงานสรุปผลความพึงพอใจต่อการตรวจสอบและคุณภาพการตรวจสอบ ของผู้ตรวจสอบภายใน เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของส่วนงานตรวจสอบภายใน

การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินฯ

ผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อการตรวจสอบและคุณภาพการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของส่วนงานตรวจสอบภายใน จำนวน 5 หน่วยรับตรวจ ประกอบด้วยผู้บริหาร จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และเป็นผู้ปฏิบัติงาน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 100

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลแบบประเมินความพึงพอใจต่อการตรวจสอบและคุณภาพการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงาน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของหน่วยรับตรวจ แบ่งออกเป็น 2 ข้อ

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อการตรวจสอบ/คุณภาพการตรวจสอบ แบ่ง ออกเป็น 2 ข้อ ได้แก่

2.1 ความพึงพอใจต่อการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน

2.2 คุณภาพการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบ

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมินความพึงพอใจต่อการตรวจสอบและคุณภาพการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายในเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

รายการประเมินความพึงพอใจฯ/คุณภาพการตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นในภาพรวมของสิ่งที่ประเมิน/คุณภาพการตรวจสอบ โดยมีเกณฑ์วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจของหน่วยรับตรวจมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจของหน่วยรับตรวจมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจของหน่วยรับตรวจปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจของหน่วยรับตรวจน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจของหน่วยรับตรวจน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการดังนี้

แบบประเมินความพึงพอใจต่อการตรวจสอบและคุณภาพการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายในจำนวน 13 ชุด และเก็บได้ครบตามจำนวน

การจัดทำข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้รับแบบประเมินความพึงพอใจต่อการตรวจสอบและคุณภาพการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายในคืนมา ส่วนงานตรวจสอบภายในได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ตรวจสอบข้อมูล (editing) ส่วนงานตรวจสอบภายใน ทำการตรวจสอบจำนวนและความถูกต้องสมบูรณ์ของแบบประเมินฯและแยกแบบประเมินฯที่ไม่สมบูรณ์ออกไป
2. การประมวลผลข้อมูล
3. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปโดยการใช้สถิติเชิงบรรยาย โดยคำนวณหาค่าร้อยละเพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพรรณนา เพื่อใช้ในการอธิบายข้อมูล
   1.1 ค่าร้อยละใช้อธิบายข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินฯ
   1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตใช้อธิบายค่าความคิดเห็น
   1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อแสดงการกระจายของข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของหน่วยรับตรวจ คิดเป็นค่าร้อยละ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจต่อการตรวจสอบ/คุณภาพ การตรวจสอบคิดเป็นค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ เสนอเป็นความเรียงเรียงตามลำดับความถี่ของข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของหน่วยรับตรวจ ตามตารางที่ 1.1 – 1.2 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 แสดงค่าร้อยละของผู้ตอบแบบประเมินฯ จำแนกตามหน่วยรับตรวจ

ข้อมูลพื้นฐานของหน่วยรับตรวจ	ความคิดเห็นด้านต่าง ๆ	
	จำนวน	ร้อยละ
หน่วยรับตรวจ	5	100
ผลรวม	**5**	**100**

จากตารางที่ 1.1 พบว่า ผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อการการตรวจสอบ/คุณภาพการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของส่วนงานตรวจสอบภายในจำนวน 5 หน่วยรับตรวจ คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 1.2 แสดงค่าร้อยละของผู้ตอบแบบประเมินฯ จำแนกตามระดับผู้ประเมิน

ข้อมูลพื้นฐานของหน่วยรับตรวจ		ความคิดเห็นด้านต่าง ๆ	
		จำนวน	ร้อยละ
ผู้ประเมิน	ผู้บริหาร	4	100
	ผู้ปฏิบัติงาน	9	100
ผลรวม		**13**	**100**

จากตารางที่ 1.2 พบว่า ผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อการการตรวจสอบ/คุณภาพการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของส่วนงานตรวจสอบภายใน เป็นผู้บริหารจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และเป็นผู้ปฏิบัติงาน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 100

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบประเมินฯ ตามตารางที่ 2.1 - 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงระดับผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อการการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของส่วนงานตรวจสอบภายใน ในภาพรวมทุกด้าน

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน (ทั้งหมด 7 ข้อ)							การคำนวณ			
เลขที่แบบสอบถาม	ระดับความพึงพอใจ					รวม	X_1	$\overline{X}$	X_1^2	S.D.
	1	2	3	4	5					
01/2555			1	4	2	29	29.00	4.14	841.00	
02/2555				7		28	28.00	4.00	784.00	
03/2555				7		28	28.00	4.00	784.00	
04/2555			6	1		22	22.00	3.14	484.00	
05/2555				7		28	28.00	4.00	784.00	
06/2555				3	4	32	32.00	4.57	1,024.00	
07/2555				6	1	29	29.00	4.14	841.00	
08/2555				5	2	30	30.00	4.29	900.00	
09/2555				3	4	32	32.00	4.57	1,024.00	
10/2555		2	5			19	19.00	2.71	361.00	
11/2555				1	6	34	34.00	4.86	1,156.00	
12/2555				2	5	33	33.00	4.71	1,089.00	
13/2555		1	2	1	3	27	27.00	3.86	729.00	
รวม	**0**	**3**	**14**	**47**	**27**	**371**	**371**	**53**	**10801**	**4.22**

จากตารางที่ 2.1 พบว่า ผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อการการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของส่วนงานตรวจสอบภายใน ในภาพรวมอยู่ใน**ระดับความพึงพอใจของหน่วยรับตรวจพอใจมาก** ได้ค่าเฉลี่ย 4.08 (S.D. = 0.60)

ตารางที่ 2.2 แสดงระดับผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อคุณภาพการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของส่วนงานตรวจสอบภายใน ในภาพรวมทุกด้าน

ตอนที่ 2 คุณภาพการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายในในกิจกรรมนี้ (จำนวน 8 ข้อ)							การคำนวณ			
เลขที่แบบสอบถาม	ระดับการตรวจสอบ					รวม	x_1	$\bar{x}$	x_1^2	S.D.
	1	2	3	4	5					
01/2555				7	1	33	33.00	4.13	1,089.00	
02/2555				5	3	35	35.00	4.38	1,225.00	
03/2555				8		32	32.00	4.00	1,024.00	
04/2555			1	7		31	31.00	3.88	961.00	
05/2555				2	6	38	38.00	4.75	1,444.00	
06/2555				4	4	36	36.00	4.50	1,296.00	
07/2555				4	4	36	36.00	4.50	1,296.00	
08/2555				3	5	37	37.00	4.63	1,369.00	
09/2555				2	6	38	38.00	4.75	1,444.00	
10/2555		1	7			23	23.00	2.88	529.00	
11/2555				3	5	37	37.00	4.63	1,369.00	
12/2555				3	5	37	37.00	4.63	1,369.00	
13/2555					8	40	40.00	5.00	1,600.00	
รวม	**0**	**1**	**8**	**48**	**47**	**453.00**	**453.00**	**56.63**	**16,015.00**	**4.38**

จากตารางที่ 2.2 พบว่า ผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อคุณภาพการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของส่วนงานตรวจสอบภายใน ในภาพรวมอยู่ใน**ระดับความพึงพอใจของหน่วยรับตรวจพอใจมาก** ได้ค่าเฉลี่ย 4.38 (S.D. = 0.55)

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบ มีดังนี้

1. มีการแนะนำและให้ข้อเสนอแนะต่อผู้รับตรวจอย่างดีเยี่ยม ขอให้ส่วนงานฯดำเนินการตรวจสอบอย่างเที่ยงธรรม เสมอภาค และให้คำปรึกษากับเจ้าหน้าที่อย่างดีแบบนี้ตลอดไป
2. ส่วนงานตรวจสอบภายในให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำการดำเนินงานพัสดุด้วยดีตลอดมา ส่วนในกรณีใดที่งานพัสดุไม่สามารถดำเนินการได้ ก็ชี้แจงด้วยข้อเท็จจริงและเหตุผลต่อไป
3. หากสามารถแนะนำการอบรมเพื่อให้ผู้รับการตรวจสอบได้เข้าใจกระบวนการทำงานของตัวเอง ที่จะถูกตรวจสอบได้ทราบ มีความรู้ ความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น

งานประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูลส่วนงานตรวจสอบภายใน

ส่วนงานตรวจสอบภายใน ได้จัดนำข้อมูลต่างๆ ได้แก่ การจัดประชุมคณะอนุกรรมการตรวจสอบ แผนตรวจสอบประจำปี 2555 แผนการเข้าตรวจสอบของผู้สอบบัญชีสถาบัน สาระน่ารู้เกี่ยวกับการตรวจสอบ การกำกับดูแลของคณะกรรมการองค์การมหาชน และอื่นๆ ขึ้นไว้ที่ระบบอินทราเน็ตของสถาบัน เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ โดยผู้ที่สนใจสามารถสืบค้นข้อมูลได้ที่ \\splfs\AUDIT

งานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

ได้รับมอบหมายให้ดำเนินการสอบทานการบริหารโครงการจัดตั้งสถานร่วมวิจัย มทส.-นาโนเทค-สซ. เพื่อการใช้แสงซินโครตรอน ซึ่งได้ดำเนินการสอบทานงบการเงิน ณ 30 กันยายน 2554 เรียบร้อยแล้ว

ภาคผนวก

ระเบียบคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน
ว่าด้วย คณะอนุกรรมการตรวจสอบ และการตรวจสอบ พ.ศ.2552

โดยที่เป็นการสมควร ให้การดำเนินเกี่ยวกับการตรวจสอบเป็นไปโดยเรียบร้อย โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ และเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ ความมั่นใจแก่สาธารณาชนว่า การดำเนินงานและการบริหารเงินงบประมาณของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) มีการตรวจสอบและกำกับดูแล อย่างรอบคอบ ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 19 (4) (ฉ) แห่งพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2551 ประกอบกับมติคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ในคราวประชุมครั้งที่ 4/2552 เมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม 2552 จึงออกระเบียบไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ระเบียบนี้เรียกว่า “ระเบียบคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโคร ตรอน (องค์การมหาชน) ว่าด้วยคณะอนุกรรมการตรวจสอบ และการตรวจสอบ พ.ศ. 2552”

ข้อ 2 ระเบียบนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศเป็นต้นไป

ข้อ 3 ในระเบียบนี้

“สถาบัน” หมายถึง	สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
“คณะกรรมการ” หมายถึง	คณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน
“ประธานกรรมการ” หมายถึง	ประธานคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน
“ผู้อำนวยการ” หมายถึง	ผู้อำนวยการสถาบัน
“คณะอนุกรรมการตรวจสอบ” หมายถึง	คณะบุคคลที่ได้รับการแต่งตั้งจากคณะกรรมการให้มีหน้าที่กำกับดูแลการตรวจสอบและการควบคุมภายในของสถาบัน
“ประธานอนุกรรมการ” หมายถึง	ประธานคณะอนุกรรมการตรวจสอบ
“ผู้ตรวจสอบภายใน” หมายถึง	ผู้ที่ได้รับมอบหมายจากสถาบันให้ปฏิบัติงานด้านการตรวจสอบภายใน โดยให้รับผิดชอบขึ้นตรงต่อคณะอนุกรรมการตรวจสอบ
“ผู้ตรวจสอบภายนอก” หมายถึง	บุคคลภายนอกตามที่คณะกรรมการแต่งตั้งด้วยความเห็นชอบของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินเป็นผู้สอบบัญชีและประเมินผลการใช้จ่ายเงินและทรัพย์สินของสถาบัน
“หน่วยรับตรวจ” หมายถึง	หน่วยงานภายในสถาบันซึ่งปฏิบัติหน้าที่ภายใต้พันธกิจของสถาบัน
“การควบคุมภายใน” หมายถึง	กระบวนการปฏิบัติงานที่คณะกรรมการ ฝ่ายบริหาร และบุคลากรของสถาบันและหน่วยรับตรวจจัดให้มีขึ้น เพื่อสร้างความมั่นใจอย่างสมเหตุสมผลว่า การดำเนินงานของสถาบันและหน่วยรับตรวจ จะบรรลุวัตถุประสงค์ของการควบคุมภายใน ด้านประสิทธิผล และประสิทธิภาพของการดำเนินงาน ซึ่งรวมถึงการ

	ดูแลรักษาทรัพย์สิน การป้องกันหรือลดความผิดพลาด ความเสียหาย การรั่วไหล การสิ้นเปลือง หรือการทุจริตในสถาบันและหน่วยรับตรวจ ด้านความเชื่อถือของรายงานทางการเงิน และด้านการปฏิบัติตามกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ มติคณะรัฐมนตรี และหลักจริยธรรม
"การตรวจสอบภายใน" หมายถึง	การตรวจสอบการปฏิบัติตามแผนงานที่เกี่ยวกับการบริหารงบประมาณ การบริหารการเงิน การบริหาร การพัสดุ และการบริหารงานด้านอื่นๆ รวมทั้งการสอบทานบัญชี การวิเคราะห์ประเมินความเพียงพอ และประสิทธิผลของการควบคุมภายในของสถาบัน ตลอดจนการรายงานผลการตรวจสอบและข้อเสนอแนะ

ข้อ 4 ระเบียบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการดังต่อไปนี้

(1) เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพในการดำเนินงานของสถาบัน

(2) เพื่อเป็นเครื่องมือหรือกลไกที่สำคัญ ให้สถาบันมีกระบวนการบริหารจัดการที่สุจริต เป็นธรรม โปร่งใส ตามหลักธรรมาภิบาล

(3) เพื่อเสริมสร้างความมั่นใจและความน่าเชื่อถือแก่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับสถาบันและสาธารณชนต่อการดำเนินงานของสถาบัน ว่าได้มีการตรวจสอบและกำกับดูแลอย่างรอบคอบ

(4) เพื่อให้รายงานทางการเงินเป็นที่น่าเชื่อถือ มีคุณภาพที่ดี โดยการเสริมสร้างระบบการควบคุมภายใน และการรายงานการดำเนินงานให้มีประสิทธิผล

ข้อ 5 ให้ประธานกรรมการเป็นผู้รักษาการตามระเบียบนี้ และให้มีอำนาจออกข้อกำหนดต่างๆ เพื่อปฏิบัติการให้เป็นไปตามระเบียบนี้

ในกรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติตามระเบียบนี้ ให้คณะอนุกรรมการตรวจสอบนำเสนอคณะกรรมการเพื่อวินิจฉัยชี้ขาด คำวินิจฉัยของคณะกรรมการให้เป็นที่สุด

หมวด 1
คณะอนุกรรมการตรวจสอบ

ข้อ 6 ให้มีคณะอนุกรรมตรวจสอบคณะหนึ่ง ซึ่งแต่งตั้งโดยคณะกรรมการ ประกอบด้วย ประธานอนุกรรมการ 1 คน อนุกรรมการ 2 คน และเลขานุการ 1 คน ทั้งนี้อนุกรรมการอย่างน้อย 1 คน ต้องมีความรู้ ความเข้าใจ หรือมีประสบการณ์ด้านการบัญชีหรือการเงิน โดยให้ผู้ตรวจสอบภายในของสถาบันเป็นเลขานุการ

ข้อ 7 ประธานอนุกรรมการและอนุกรรมการต้องมีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามดังต่อไปนี้

(1) ไม่เป็นข้าราชการการเมือง ผู้ดำรงตำแหน่งทางการเมือง สมาชิกสภาท้องถิ่น ผู้บริหารท้องถิ่น ที่ปรึกษาทางการเมือง กรรมการบริหารพรรคการเมือง หรือเจ้าหน้าที่ของพรรคการเมือง

(2) เป็นผู้ที่ได้รับความเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

(3) ไม่เป็นพนักงาน ลูกจ้าง หรือที่ปรึกษาที่ได้รับเงินเดือนหรือค่าตอบแทนประจำจากสถาบันหรือหน่วยงานที่อยู่ในสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(4) ไม่เป็นผู้ที่มีผลประโยชน์หรือส่วนได้เสียส่วนตนไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม รวมถึงผลประโยชน์หรือส่วนได้เสียในลักษณะธุรกรรมใดๆ กับสถาบันในเวลา 1 ปี ก่อนได้รับการแต่งตั้งเป็นคณะอนุกรรมการตรวจสอบ

(5) ไม่เป็นญาติสนิทของผู้ดำรงตำแหน่งบริหารตามข้อบังคับ คณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ว่าด้วยการบริหารงานบุคคล พ.ศ. 2552

ข้อ 8 ประธานอนุกรรมการและอนุกรรมการมีวาระการดำรงตำแหน่งคราวละสองปี และในกรณีที่ประธานอนุกรรมการหรืออนุกรรมการพ้นจากตำแหน่งก่อนวาระให้ผู้ได้รับแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งแทนอยู่ในตำแหน่งเท่ากับวาระที่เหลืออยู่ของคณะอนุกรรมการตรวจสอบซึ่งได้รับแต่งตั้งไว้แล้ว

เมื่อครบกำหนดตามวาระในวรรคหนึ่ง หากยังมิได้มีการแต่งตั้งประธานอนุกรรมการหรืออนุกรรมการขึ้นใหม่ ให้ประธานอนุกรรมการหรืออนุกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งพ้นจากตำแหน่งตามวาระนั้นอยู่ในตำแหน่งเพื่อดำเนินกิจการต่อไปจนกว่าประธานอนุกรรมการหรืออนุกรรมการซึ่งได้รับแต่งตั้งใหม่เข้ารับหน้าที่

ประธานอนุกรรมการหรืออนุกรรมการซึ่งพ้นจากตำแหน่งตามวาระ อาจได้รับแต่งตั้งอีกได้ แต่จะดำรงตำแหน่งติดต่อกันเกินสองวาระไม่ได้

ข้อ 9 นอกจากการพ้นจากตำแหน่งตามวาระ ประธานอนุกรรมการและอนุกรรมการพ้นจากตำแหน่งเมื่อ

(1) ตาย

(2) ลาออก

(3) คณะกรรมการให้ออก

(4) เป็นบุคคลล้มละลาย

(5) เป็นคนไร้ความสามารถหรือคนเสมือนไร้ความสามารถ

(6) ขาดคุณสมบัติหรือมีลักษณะต้องห้ามตามข้อ 6 และข้อ 7

(7) ได้รับโทษจำคุกโดยคำพิพากษาถึงที่สุดให้จำคุก เว้นแต่เป็นโทษสำหรับความผิดที่ได้กระทำโดยประมาทหรือความผิดลหุโทษ

ข้อ 10 การประชุมคณะอนุกรรมการต้องมีอนุกรรมการมาประชุมไม่น้อยกว่ากึ่งหนึ่งของจำนวนอนุกรรมการทั้งหมด จึงจะเป็นองค์ประชุม ถ้าประธานอนุกรรมการไม่มาประชุมหรือไม่อาจปฏิบัติหน้าที่ ให้ที่ประชุมเลือกอนุกรรมการคนหนึ่งเป็นประธานในที่ประชุม

ข้อ 11 คณะอนุกรรมการตรวจสอบมีอำนาจหน้าที่ ดังนี้

(1) กำกับดูแลเกี่ยวกับการตรวจสอบภายใน สอบทานและพิจารณาความเหมาะสมและเพียงพอของระบบการควบคุมภายใน และเสนอมาตรการควบคุมภายในที่มีประสิทธิภาพ

(2) กำกับดูแล ติดตาม และประเมินการบริหารความเสี่ยงในการบริหารจัดการของสถาบัน

(3) อนุมัติแนวทางการตรวจสอบภายใน ขอบเขตและแผนการตรวจสอบภายใน รวมทั้ง สอบทานรายงานผลการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน และดำเนินการเพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ของผู้ตรวจสอบภายในได้รับการนำไปปฏิบัติโดยผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

(4) ประเมินผลการตรวจสอบ และเสนอแนะแนวทางการพัฒนาศักยภาพของการตรวจสอบภายใน โดยเน้นส่วนที่เป็นมาตรการพัฒนาและป้องกัน และให้คำปรึกษากับผู้ตรวจสอบภายในเกี่ยวกับปัญหาและประสบการณ์ในการปฏิบัติงานตรวจสอบ

(5) กำกับดูแลการตรวจสอบและสอบทานรายงานการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายนอก

(6) พิจารณาดำเนินการจ้างผู้ตรวจสอบภายนอก โดยเสนอคณะกรรมการเพื่อแต่งตั้งเป็นผู้ตรวจสอบ และดำเนินการขอความเห็นชอบจากสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน

(7) เรียกดูข้อมูลของสถาบันที่เกี่ยวข้องจำเป็นกับการปฏิบัติงาน

(8) อาจแต่งตั้งคณะทำงานตามที่เห็นสมควร เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์และหน้าที่ความรับผิดชอบ

(9) รายงานผลการปฏิบัติงานต่อคณะกรรมการทันทีหากมีประเด็นเร่งด่วนสำคัญที่จำเป็น แต่อย่างน้อยต้องรายงานปีละ 1 ครั้ง

(10) ปฏิบัติงานตามที่คณะกรรมการมอบหมาย

(11) คณะอนุกรรมการตรวจสอบ ควรกำหนดให้มีการประชุมตามความเหมาะสม แต่อย่างน้อยต้องสองเดือนต่อ 1 ครั้ง

หลักเกณฑ์และวิธีการในการดำเนินงานของคณะอนุกรรมการตรวจสอบให้เป็นไปตามที่คณะกรรมการกำหนด

หมวด 2
ผู้ตรวจสอบภายใน

ข้อ 12 ให้สถาบันมีผู้ตรวจสอบภายในของสถาบัน ตามจำนวนที่คณะกรรมการเห็นสมควรเพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบภายในโดยเฉพาะ และให้รับผิดชอบขึ้นตรงต่อคณะอนุกรรมการตรวจสอบ และให้คณะอนุกรรมการตรวจสอบทำหน้าที่ในการประเมินผลงานของผู้ตรวจสอบภายใน

ข้อ 13 ในกรณีที่ผู้ตรวจสอบภายในเป็นผู้ปฏิบัติงานของสถาบัน ผู้ตรวจสอบภายในต้องมีคุณสมบัติทั่วไปและไม่มีลักษณะต้องห้ามเช่นเดียวกับเจ้าหน้าที่หรือลูกจ้างของสถาบันตามที่กำหนดไว้ในข้อบังคับ คณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ว่าด้วย การบริหารงานบุคคล พ.ศ. 2552

ผู้ตรวจสอบภายในต้องมีความรู้ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญหรือประสบการณ์ และมีคุณสมบัติเฉพาะอื่นๆ ตามที่คณะกรรมการกำหนด

เพื่อประโยชน์ในการบริหารงานกิจการของสถาบัน ให้คณะอนุกรรมการตรวจสอบเสนอแต่งตั้งผู้ตรวจสอบภายใน โดยให้ผู้อำนวยการมีอำนาจบรรจุแต่งตั้งผู้ตรวจสอบภายในและกำกับดูแลให้ได้รับสิทธิประโยชน์และสวัสดิการตามข้อบังคับที่สถาบันกำหนด

ข้อ 14 ในกรณีที่มีการจ้างบุคคลภายนอกทำหน้าที่ผู้ตรวจสอบภายใน ให้ถือข้อบังคับตามสัญญาจ้าง โดยมีหลักเกณฑ์ตามระเบียบของสถาบันโดยอนุโลม และให้รับผิดชอบขึ้นตรงต่อคณะอนุกรรมการตรวจสอบเช่นเดียวกัน

หมวด 3
การตรวจสอบภายใน

ข้อ 15 ผู้ตรวจสอบภายใน ต้องมีความเป็นอิสระและเป็นกลางในการปฏิบัติงานและการให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ปราศจากอคติและมิให้เป็นกรรมการในคณะกรรมการใดๆ ของสถาบันอันมีผลกระทบต่อการปฏิบัติงานและการเสนอความเห็น รวมทั้งมีอำนาจในการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

(1) มีอิสระในการตรวจสอบตามที่เห็นสมควร ตามมาตรฐานการประกอบวิชาชีพตรวจสอบภายใน

(2) มีสิทธิที่จะขอเข้าทำการตรวจสอบทรัพย์สินและกิจกรรมต่างๆ ของสถาบันรวมทั้งเอกสาร คู่มือ หนังสือบัญชี และเอกสารประกอบการบันทึกบัญชี จดหมายโต้ตอบและรายงานต่างๆ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานตรวจสอบภายใน

(3) สามารถขอให้หน่วยรับตรวจให้ข้อมูล และคำชี้แจงในเรื่องที่ทำการตรวจสอบ

ข้อ 16 ให้ผู้ตรวจสอบภายใน มีหน้าที่ความรับผิดชอบ ดังนี้

(1) ตรวจสอบความถูกต้องและเชื่อถือได้ของข้อมูลต่างๆ ด้วยเทคนิคและวิธีการตรวจสอบที่ยอมรับโดยทั่วไปปริมาณมากน้อยตามความจำเป็นและเหมาะสม โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพของระบบการควบคุมภายในและความสำคัญของเรื่องที่ตรวจสอบ

(2) ตรวจสอบการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการบริหารงบประมาณ การบริหารการเงิน การบริหารการพัสดุ และการบริหารงานด้านอื่นๆ ของสถาบันให้เป็นไปตามนโยบาย กฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ คำสั่งของสถาบัน ตลอดจนตรวจสอบการดูแลรักษาทรัพย์สิน และการใช้ทรัพยากรทุกประเภท

(3) เสนอแนะวิธีการหรือแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้การปฏิบัติงานของสถาบัน เป็นไปโดยมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลและประหยัด รวมทั้งเสนอแนะเพื่อป้องกันมิให้เกิดความเสียหายหรือการทุจริตเกี่ยวกับการเงินหรือทรัพย์สินต่างๆ ของสถาบัน

(4) ติดตามผลการตรวจสอบ เสนอแนะและให้คำปรึกษาแก่ผู้บริหารของหน่วยรับตรวจ

(5) ในกรณีที่ผู้อำนวยการเห็นชอบให้ว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญจากภายนอกมาร่วมปฏิบัติงานตรวจสอบ ให้เสนอขอบเขตและรายละเอียดของงาน คุณสมบัติของผู้รับจ้างระยะเวลาดำเนินการ และผลงานที่คาดหวังจากผู้รับจ้าง รวมทั้งข้อเสนอของผู้รับจ้าง ให้คณะอนุกรรมการตรวจสอบพิจารณาให้ความเห็นและข้อเสนอแนะก่อนเสนอให้ผู้อำนวยการพิจารณาอนุมัติให้ว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญต่อไป

(6) รายงานผลการตรวจสอบต่อคณะอนุกรรมการตรวจสอบ พร้อมความเห็นของผู้อำนวยการ และหัวหน้าหน่วยรับตรวจทุกไตรมาส และเสนอรายงานผลการตรวจสอบประจำปีแทนไตรมาสที่ 4 และรายงานระหว่างกาลเมื่อพบประเด็นปัญหาสำคัญที่ต้องแก้ไขโดยเร่งด่วน

(7) สรุปผลการปฏิบัติงานตรวจสอบตามแผนการตรวจสอบประจำปีต่อคณะอนุกรรมการตรวจสอบ

(8) รายงานผลการตรวจสอบต้องทำเป็นลายลักษณ์อักษร อธิบายถึงวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการตรวจสอบ ข้อบกพร่องที่ตรวจพบ และข้อเสนอแนะ

(9) ปฏิบัติงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบภายใน ตามที่ได้รับมอบหมายจาก คณะอนุกรรมการตรวจสอบนอกเหนือจากแผนการตรวจสอบประจำปี

หลักเกณฑ์และวิธีการในการปฏิบัติงานของผู้ตรวจสอบให้เป็นไปตามที่คณะอนุกรรมการตรวจสอบกำหนดโดยได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการ

ข้อ 17 ขอบเขตงานการตรวจสอบภายในให้ครอบคลุมถึงการตรวจสอบ วิเคราะห์ รวมทั้งการประเมินความเพียงพอและประสิทธิผลของระบบการควบคุมภายในและการบริหารความเสี่ยงของสถาบัน

ข้อ 18 การตรวจสอบภายใน ให้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

(1) วางแผนและกำหนดเป้าหมายการตรวจสอบประจำปี ให้สามารถตรวจสอบภายใน ในขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบได้อย่างเหมาะสม

(2) กำหนดแผนงานตรวจสอบประจำปี

(3) ดำเนินการตรวจสอบตามแผนงานตรวจสอบประจำปี

(4) รายงานผลการตรวจสอบ

(5) ติดตามผลการตรวจสอบ

ข้อ 19 ผู้ตรวจสอบภายในต้องเสนอแผนการตรวจสอบประจำปี ตามข้อ 18 (2) ต่อคณะอนุกรรมการตรวจสอบ เพื่อพิจารณาและอนุมัติก่อนดำเนินการ

เมื่อคณะอนุกรรมการตรวจสอบได้อนุมัติแผนการตรวจสอบประจำปีตามวรรคหนึ่งแล้ว ให้ส่งสำเนาแผนการตรวจสอบประจำปีดังกล่าวให้ผู้อำนวยการทราบด้วย

ข้อ 20 ผู้ตรวจสอบภายในจะต้องปฏิบัติงานตรวจสอบภายในให้เป็นไปตามแผนการตรวจสอบประจำปี

ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติงานตามแผนการตรวจสอบประจำปี ให้ผู้ตรวจสอบภายในรายงานพร้อมกับชี้แจงเหตุผลความจำเป็นให้คณะอนุกรรมการตรวจสอบทราบ

ข้อ 21 ให้ผู้ตรวจสอบภายในปฏิบัติงานตรวจสอบ ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่คณะอนุกรรมการตรวจสอบกำหนด

หมวด 4
หน่วยรับตรวจ

ข้อ 23 หน่วยรับตรวจ มีหน้าที่ความรับผิดชอบ ดังนี้

(1) อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือแก่คณะอนุกรรมการตรวจสอบ ผู้ตรวจสอบภายใน และผู้ตรวจสอบภายนอก

(2) จัดให้มีระบบการเก็บเอกสารในการปฏิบัติงานที่เหมาะสม และครบถ้วน

(3) จัดเตรียมรายละเอียดแผนงาน/โครงการ ตลอดจนเอกสารที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงานเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบ

(4) จัดทำบัญชีและจัดเก็บเอกสารประกอบการบัญชี รวมทั้งจัดทำรายงานการเงินให้เรียบร้อยเป็นปัจจุบัน พร้อมที่จะให้ผู้ตรวจสอบภายในตรวจสอบได้

(5) ชี้แจงและตอบข้อซักถามต่างๆ พร้อมทั้งหาข้อมูลเพิ่มเติมให้แก่ผู้ตรวจสอบภายใน

(6) ปฏิบัติตามข้อทักท้วงและข้อเสนอแนะของผู้ตรวจสอบเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ที่ผู้อำนวยการสั่งให้ปฏิบัติ

กรณีที่เจ้าหน้าที่ของหน่วยรับตรวจกระทำการโดยจงใจไม่ปฏิบัติ หรือละเลยต่อการปฏิบัติหน้าที่ตามวรรคแรก ให้ผู้ตรวจสอบภายในรายงานคณะอนุกรรมการตรวจสอบพิจารณาสั่งการตามควรแก่กรณี

ประกาศ ณ วันที่ 16 กันยายน 2552

(ศาสตราจารย์ไพรัช ธัชยพงษ์)

ประธานกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

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

คำสั่งคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน
ที่ 4 /2555
เรื่อง แต่งตั้งคณะอนุกรรมการตรวจสอบ

เพื่อให้การดำเนินการด้านการตรวจสอบภายในของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) เป็นไปด้วยความต่อเนื่อง เรียบร้อย ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามมาตรา 21 แห่งพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2551 ประกอบกับมติคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ครั้งที่ 1/2555 เมื่อวันที่ 16 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2554 จึงมีคำสั่งแต่งตั้งคณะอนุกรรมการตรวจสอบ ประกอบด้วย

1. ดร.พิสิฐ	ลี้อาธรรม	ประธานอนุกรรมการ
2. ดร.นิลสุวรรณ	ลีลารัศมี	อนุกรรมการ
3. ร้อยโทนพดล	พันธุ์กระวี	อนุกรรมการ
4. เจ้าหน้าที่ตรวจสอบภายใน สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)		เลขานุการ

ให้คณะอนุกรรมการตรวจสอบ มีอำนาจหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. กำกับดูแลเกี่ยวกับการตรวจสอบภายใน สอบทานและพิจารณาความเหมาะสมและเพียงพอของระบบการควบคุมภายใน รวมทั้งเสนอมาตรการการควบคุมภายในที่มีประสิทธิภาพ
2. อนุมัติแผน แนวทางและขอบเขตการตรวจสอบภายในเพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการบริหารวิจัยแสงซินโครตรอน รวมทั้งสอบทานรายงานผลการตรวจสอบของผู้ตรวจสอบภายใน
3. ประเมินผลการตรวจสอบภายใน และเสนอแนะแนวทางการพัฒนาศักยภาพของการตรวจสอบภายใน โดยเน้นส่วนที่เป็นมาตรการพัฒนาและป้องกัน
4. รายงานผลการปฏิบัติงานต่อคณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

\เรียกดูข้อ...

111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โทรศัพท์ : (044) 217-040 โทรสาร (044) 217-047
111 University Ave., Muang District , Nakhon Ratchasima Thailand Tel : (66 44) 217-040 Fax : (66 44) 217-047
ที่อยู่ไปรษณีย์ ตู้ ปณ.93 ปณจ. นครราชสีมา 3000 : PO BOX 93 Nakhon Ratchasima 30000 THAILAND ; Email : siampl@slri.or.th
สำนักงาน สซ. กรุงเทพมหานคร 75/47 กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถนนพระราม 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400 โทรศัพท์ +66-2354-3954 โทรสาร +66-2354-3955
Bangkok Office : 75/47 Ministry of Science and Technology, Rama VI Road, Tungpayathai Sub-district, Ratchathewi, Bangkok Tel : +66-2354-3954 Fax : +66-2354-3955

5. เรียกดูข้อมูลหรือเอกสารของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน(องค์การมหาชน) อันเกี่ยวข้องและจำเป็นในการปฏิบัติงานตรวจสอบ และอาจแต่งตั้งคณะทำงานเพื่อดำเนินการให้บรรลุวัตถุประสงค์และหน้าที่ความรับผิดชอบอันเกี่ยวกับการตรวจสอบ
6. ดำเนินการอื่นๆ อันเกี่ยวกับการตรวจสอบภายในตามที่คณะกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนมอบหมาย

ทั้งนี้ให้มีวาระตั้งแต่วันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2554 ถึงวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2556

สั่ง ณ วันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2554

(ศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช ธัชยพงษ์)
ประธานกรรมการบริหารสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน