

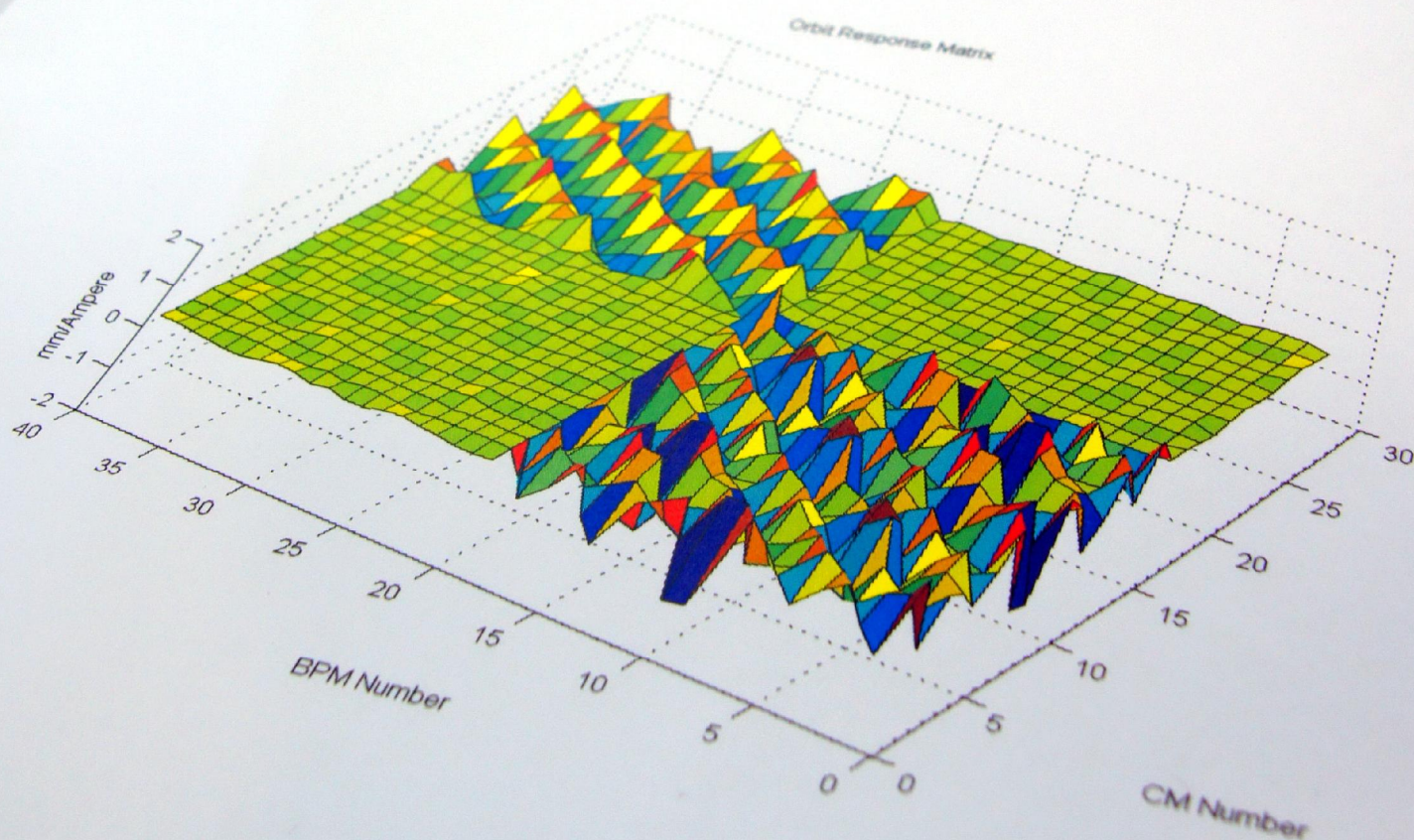


แสงสยามสาร SLRI Newsletter

Synchrotron Light Research Institute

ISBN 1543-1416

ปีที่ 14 ฉบับที่ 6: พฤศจิกายน – ธันวาคม 2555



การปรับปรุงความเสถียรเชิงตำแหน่ง
ของลำอิเล็กตรอนของเครื่องกำเนิดแสงสยาม
เซนเซอร์วัดความชื้นด้วยเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน



สารจากกองบรรณาธิการ

“แสงสยามสาร” ฉบับต้อนรับมหานาว ประจำปีเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2555 เดือนแห่งมหามิ่งมงคลเฉลิมพระชนมพรรษา พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ภูมิพลอดุลยเดช

ชาว สช. ปลื้มปริ่มในพระมหากรุณาธิคุณของ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงเปิดระบบลำเลียงแสงที่ 5 สถานร่วมวิจัยระหว่าง มสท. - นาโนเทค - สช. เมื่อวันที่ 19 ตุลาคม 2555 (ภาพบรรยากาศหน้ากิจกรรม)

กิจกรรมเด่นประจำเดือนนี้ สถาบันฯ ได้รับใบประกาศเกียรติคุณโครงการวิทยาศาสตร์สู่ความเป็นเลิศจากประธานวุฒิสภาในผลงานชุดอักษรเบรลล์ 3 เซลล์สำหรับผู้พิการทางสายตา, สถาบันฯ และอพวช. ร่วมจัดงานแถลงข่าวพิธีเปิดนิทรรศการภาพสะท้อน (Reflection Exhibition) หวังเสริมสร้างความรู้ให้แก่เยาวชน, ทีมข่าว 3 มิติเยี่ยมชมสถาบันฯ พร้อมทั้งทำข่าวเปิดระบบลำเลียงแสงที่ 5 : SUT-NANOTECH-SLRI นอกจากนี้พบกับ ก้าวหน้าของระบบลำเลียงแสงในด้านการประสบความสำเร็จในการควบคุมลำเล็กลิตรอนได้ต่ำกว่า 5 ไมครอน และข่าวสารอีกมากมายในฉบับ

แสงสยามสาร SLRI Newsletter

- ที่ปรึกษา : ศ.น.ท.ดร. สราวุธ สุจิตจร
- บรรณาธิการ : ดร.ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ
- กองบรรณาธิการ :
ดร.วราภรณ์ ตันทนุช น.ส.ศศิพันธุ์ ไตรทาน
ดร.กาญจนา ธรรมนุ น.ส.กุลธิดา พิทยาภรณ์
น.ส.อริญา ลาภโคกสูง
- ออกแบบ : เทวฤทธิ์ พันธุ์เพียร

จัดทำโดย :

ส่วนงานประชาสัมพันธ์
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
อาคารสิรินธรวิทยโขทัย
111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง
จ.นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 0-4421-7040 ต่อ 1251-2
โทรสาร 0-4421-7047

Website : www.slri.or.th

E-mail : pr@slri.or.th

www.facebook.com/SLRI.THAILAND

Research Focus

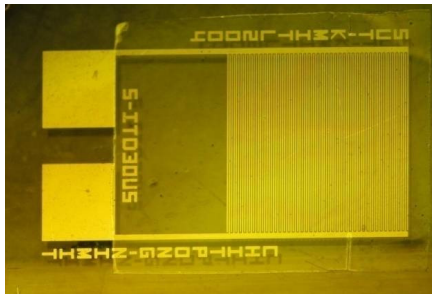
เซนเซอร์วัดความชื้น ด้วยเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน

นายมานิตย์ มาปะโท¹, นายวัชรพล กุมรา¹, นางสาวสมปอง สมประสงค์¹,

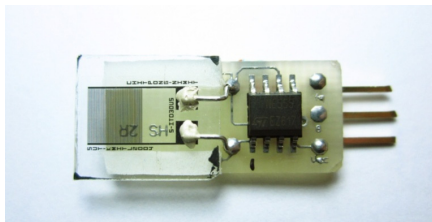
ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล² และ ดร. นิमित ชมนาวัง¹

¹สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

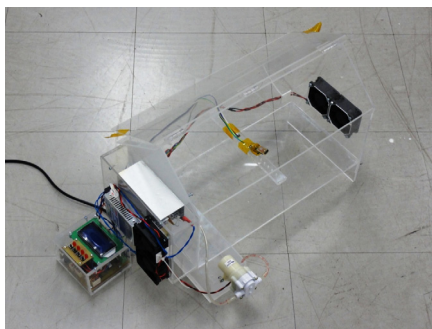
²สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)



โครงสร้างตัวตรวจวัดความชื้น



วงจรเชื่อมต่อตัวเซนเซอร์



ชุดทดสอบและควบคุมความชื้น

ความชื้นในอากาศนั้นเป็นสิ่งสำคัญ ต่อกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมหลาย ประเภท อาทิ อุตสาหกรรมยา อาหารและ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น นอกจากนั้น ในทางการแพทย์ยังมีความ ต้องการที่จะใช้ตัวตรวจวัดความชื้นในการ วินิจฉัยโรคจากลมหายใจของผู้ป่วย ด้วย เหตุผลเหล่านี้ ทำให้เทคโนโลยีการตรวจวัด ความชื้นได้ถูกพัฒนาขึ้นหลายรูปแบบ เพื่อ ให้เหมาะสมต่อการใช้งานหลากหลายด้าน

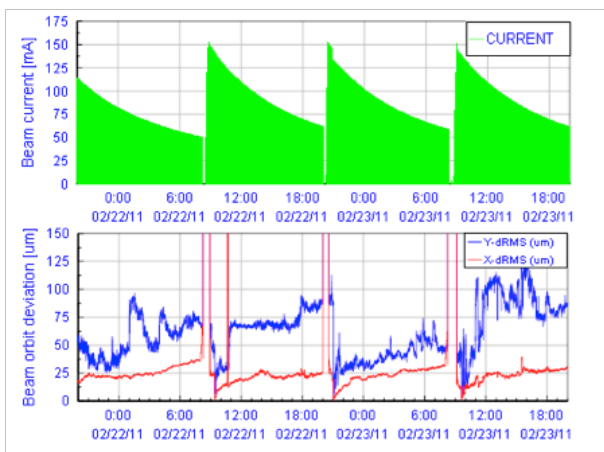
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ได้สนับสนุนทุนวิจัยแก่นายมานิตย์ มาปะโท นักศึกษาปริญญาเอกมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อ ศึกษาการสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้น หรือ เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity Sensor) โดยใช้กระบวนการลิโธ กราฟิด้วยรังสีเอกซ์ ณ ระบบลำแสง BL6a ห้องปฏิบัติการแสงสยาม จากผลการ ศึกษาพบว่า รูปแบบโครงสร้างที่ความ เหมาะสมสำหรับการสร้างตัวตรวจวัด ความชื้น คือ โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นซี่ ยาว และปิดทับด้วยพอลิเมอร์ ลักษณะ คล้ายซี่หวีซ้อนกันเชื่อมต่อกันกับจุดเชื่อมต่อ ไปยังวงจรภายนอก โดยความไวของตัว ตรวจวัดความชื้นที่มีโครงสร้างแบบนี้ สามารถควบคุมได้ด้วยการแปรค่าความ

หนาของชั้นวัสดุไวต่อความชื้น ซึ่งชั้นของ วัสดุไวต่อความชื้นที่บางจะช่วยให้ตัวตรวจ วัดความชื้นมีความไวสูง นอกจากนี้ความเร็ว ในการตอบสนองก็ยังขึ้นกับขนาดความกว้าง ของซี่เล็กไทรด กล่าวคือ เมื่อซี่ของสารไว ความชื้นมีขนาดความกว้างลดลง เวลาใน การตอบสนองจะลดลง ■

สถาบันฯ ประสบความสำเร็จ ในการควบคุมลำอิเล็กตรอนได้ต่ำกว่า 5 ไมครอน



ความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน (Beam position stability) ในวงกักเก็บอิเล็กตรอน (Electron storage ring) เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของแสงซินโครตรอนที่ผลิตเพื่อให้บริการกับนักวิจัยผู้ใช้แสงตามสถานีโอตดลองต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับระบบลำเลียงแสงที่มีการโฟกัสลำอิเล็กตรอนให้มีขนาดเล็ก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหรือมุมของลำอิเล็กตรอนจะทำให้ความเข้มและพลังงานของแสงมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของข้อมูลที่ได้ตามไปด้วย



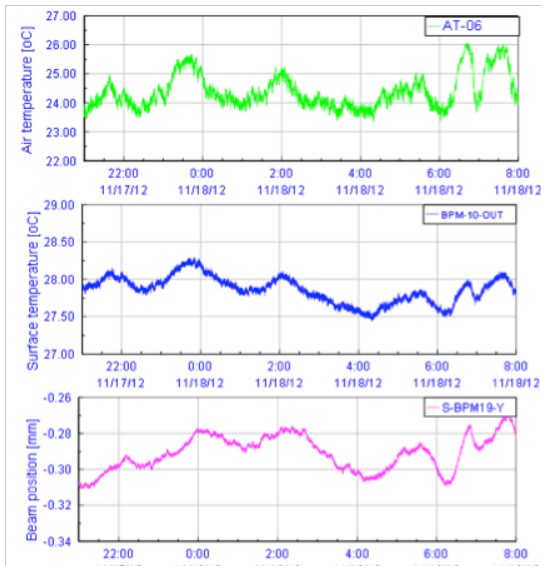
รูปที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของวงโคจรของลำอิเล็กตรอนในแนวแกน X และ Y ของวงกักเก็บอิเล็กตรอนในช่วงระยะเวลา 48 ชม. ของการให้บริการก่อนการปรับปรุง ภายในรอบการให้บริการ 11 ชม. ตำแหน่งลำอิเล็กตรอนอาจเลื่อนไปมากกว่า 25 ไมโครเมตรในแนวแกน X และมากกว่า 100 ไมโครเมตรในแนวแกน Y

การปรับปรุงความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน จึงเป็นโครงการสำคัญซึ่งทางสถาบันฯ ได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง โดยได้ปรับปรุงระบบหลายๆ ระบบไปพร้อมกัน เนื่องจากสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนนั้นเกิดจากปัจจัยหลายๆ ด้าน เช่น ประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า (Power supply) ของแม่เหล็ก การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น การขยับตัวและการสั่นของพื้น (Ground settlement, Ground vibration) ด้วยปัจจัยเหล่านี้ทำให้ตำแหน่งลำอิเล็กตรอนในวงกักเก็บอิเล็กตรอนในช่วงเวลา 11 ชั่วโมงของการให้บริการแสง เกิดการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยอยู่ที่ 50-120 ไมโครเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งโดยทั่วไปเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนนั้นควรจะมีการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งลำอิเล็กตรอนน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของขนาดลำอิเล็กตรอน หรือประมาณ 20 ไมโครเมตรสำหรับวงกักเก็บอิเล็กตรอนของเครื่องกำเนิดแสงสยาม เพื่อปรับปรุงความเสถียรเชิงตำแหน่งให้ได้ตามค่าดังกล่าว ทางสถาบันฯ ได้ดำเนินการปรับปรุงระบบที่เกี่ยวข้องกับความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน ดังต่อไปนี้

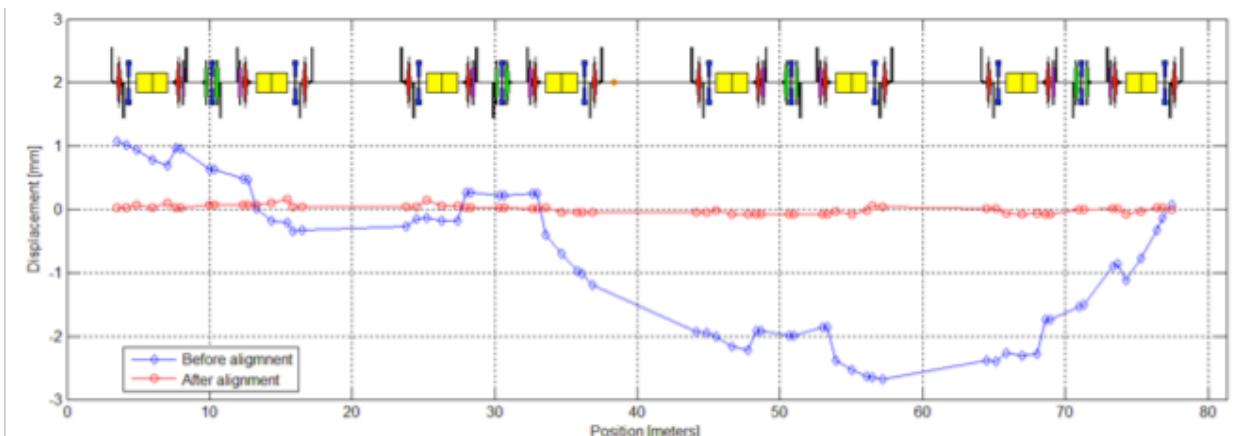
1. การปรับปรุงระบบปรับอากาศ

สภาพอุณหภูมิอากาศและความชื้นทั้งภายในและภายนอกวงกักเก็บอิเล็กตรอนนั้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งลำอิเล็กตรอนเนื่องด้วยสาเหตุการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมินั้นทำให้ แม่เหล็ก ฐานแม่เหล็ก (Magnet girder) และท่อสุญญากาศ (Vacuum chamber) เกิดการขยายตัวหรือหดตัว การจัดเรียงตัวของแม่เหล็กเกิดการ

เปลี่ยนแปลง เพื่อลดผลกระทบดังกล่าว ทางสถาบันฯได้ดำเนินการปรับปรุงระบบปรับอากาศในวงกักเก็บอิเล็กตรอน ในระยะแรก ทางสถาบันฯได้ดำเนินการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้น (Humidity sensor) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศ (Air-temperature sensor) และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิพื้นผิว (Surface-temperature sensor) ให้กับแม่เหล็ก ฐานแม่เหล็ก และท่อสูญญากาศ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งลำอิเล็กตรอน ซึ่งพบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนดังแสดงในรูปที่ 2 หลังจากนั้นทางสถาบันฯ ได้ดำเนินการปรับปรุงและควบคุมเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) ควบคุมเครื่องส่งจ่ายลมเย็น (Fan Coil Unit) ในบริเวณวงกักเก็บอิเล็กตรอนและโรงทดลอง ทำให้ปัจจุบันอุณหภูมิอากาศในวงกักเก็บอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิลดลงจากเดิม $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็น $\pm 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ (บน) อุณหภูมิผิวของอุปกรณ์วัดตำแหน่ง (กลาง) และการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งลำอิเล็กตรอน (ล่าง)



รูปที่ 3 แสดงค่าระดับความสูงของแม่เหล็กในวงกักเก็บอิเล็กตรอน ก่อนการปรับระดับ (สีน้ำเงิน) และหลังการปรับระดับ (สีแดง)

2. การปรับระดับของแม่เหล็ก (Magnet Realignment)

จากการติดตามวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับแม่เหล็กในวงกักเก็บอิเล็กตรอนพบว่า ระดับแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละปี โดยประมาณเฉลี่ยปีละ 0.4 มิลลิเมตร รวมแล้วในเวลาหลายปีที่ผ่านมา ระดับแม่เหล็กบางตัวเปลี่ยนแปลงไปมากถึงกว่า 3 มิลลิเมตร ซึ่งอาจดูเหมือนเป็นปริมาณที่น้อยมาก แต่สำหรับลำอิเล็กตรอนซึ่งมีขนาดเล็กมากนั้น การเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลมากทีเดียว การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นผลมาจากการทรุดตัวอย่างช้าๆ ของอาคาร และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ทั้งตำแหน่งและคุณลักษณะของลำอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนแปลงทางสถาบันฯ จึงได้ดำเนินการปรับระดับการจัดเรียงตัวของแม่เหล็กใหม่ดังแสดงในรูปที่ 3 หลังจากปรับระดับแม่เหล็กแล้ว แม่เหล็กแต่ละตัวจะมีระดับแตกต่างกันน้อยกว่า ± 0.2 มิลลิเมตร

3. การควบคุมตำแหน่งลำอิเล็กตรอน

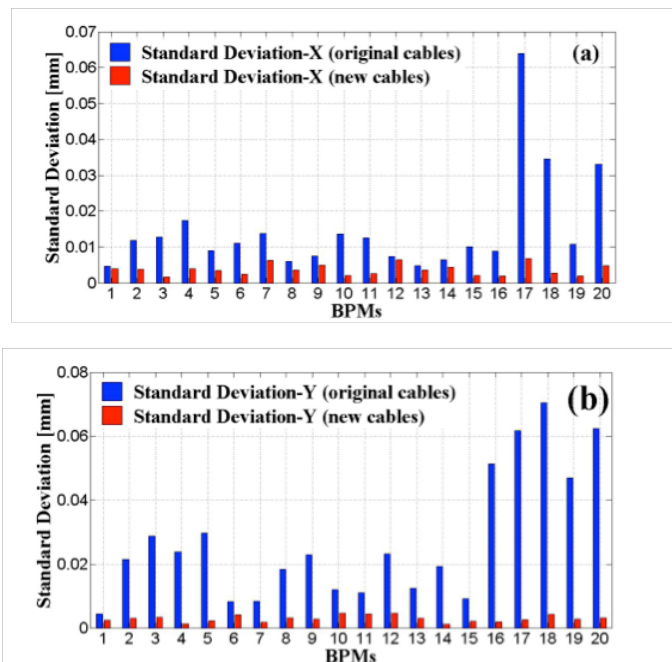
นอกจากเราจะแก้ไขการเปลี่ยนตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนโดยการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อลำอิเล็กตรอนแล้ว เรายังสามารถใช้ระบบควบคุมวงโคจรของลำอิเล็กตรอนแบบป้อนข้อมูลกลับ หรือ Orbit feedback ซึ่งเป็นวิธีการแก้ไขตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนโดยการปรับความเข้มของสนามแม่เหล็กสองขั้ว (Corrector magnet strength) ทุกๆ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

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

ปัญหาสำคัญที่ทางสถาบันได้ดำเนินการแก้ไข โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การปรับปรุงระบบวัดตำแหน่งลำอิเล็กตรอน

ปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในระบบวัดตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน เป็นปัญหาแรกที่ทางสถาบันฯ ได้ดำเนินการแก้ไขเพื่อรองรับการปรับปรุงความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอน โดยทางสถาบันฯ ได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนประเทศได้หวั่นในแก้ไขปัญหาลักษณะสาเหตุ



รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดในการวัดตำแหน่งลำอิเล็กตรอน ก่อน (สีน้ำเงิน) และหลัง (สีแดง) การปรับปรุงสายสัญญาณ สำหรับแวนแกน X (รูปบน) ในแวนแกน Y (รูปล่าง)

ซึ่งพบว่าสาเหตุสำคัญที่เกิดขึ้นมาจากคุณภาพและการติดตั้งของสายสัญญาณ ทางสถาบันฯ จึงได้ติดตั้งสายสัญญาณใหม่ที่มีคุณภาพสูง กล่าวคือ มีอัตราการสูญเสียสัญญาณต่ำและมีการป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกที่ดีขึ้น รวมทั้งแยกสายสัญญาณออกจากระบบสายสัญญาณอื่นๆ ทำให้ความแม่นยำในการวัดตำแหน่งลำอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจากเดิมที่มีความคลาดเคลื่อนอยู่ภายในช่วง 60 ไมโครเมตร ลดลงเป็น 3 ไมโครเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4

3.2 การปรับปรุงแหล่งจ่ายไฟฟ้าแม่เหล็กสองขั้ว (Corrector manger power supply)

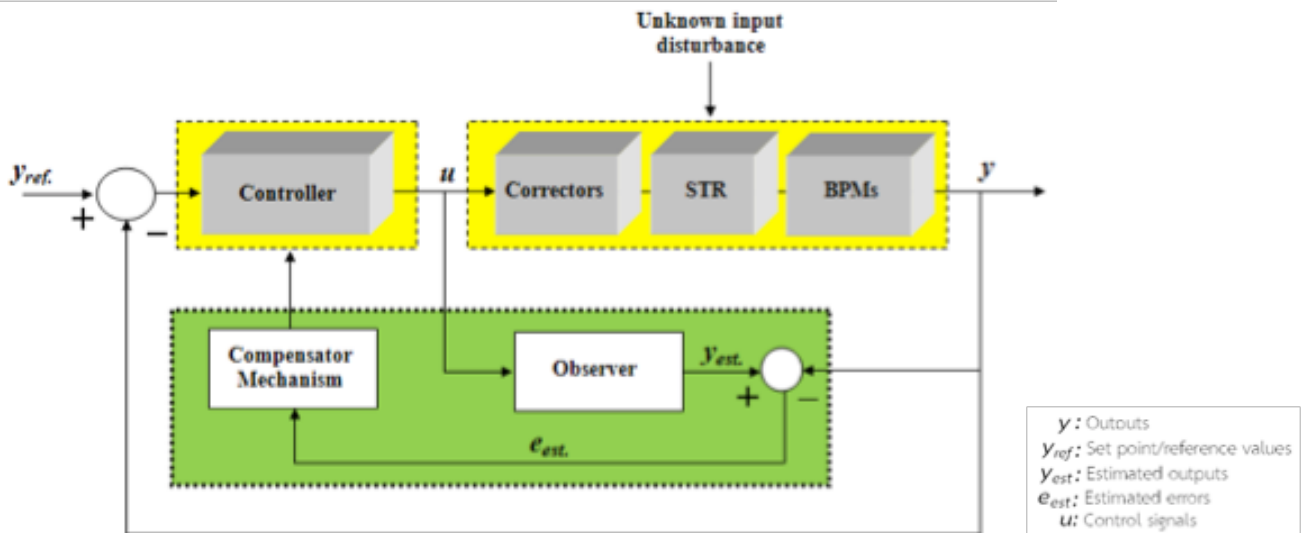
ทางสถาบันฯ ได้ดำเนินการติดตั้งแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าของแม่เหล็กสองขั้วใหม่แทนระบบเดิมเนื่องจากความละเอียดและความแม่นยำของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าระบบเดิมไม่สามารถควบคุมความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนตามเป้าหมายที่กำหนดได้ โดยคุณสมบัติของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าได้แสดงเปรียบเทียบในตารางที่ 1

3.3 การควบคุมตำแหน่งลำอิเล็กตรอน ด้วยเทคนิค Fault-Tolerant Control (FTC)

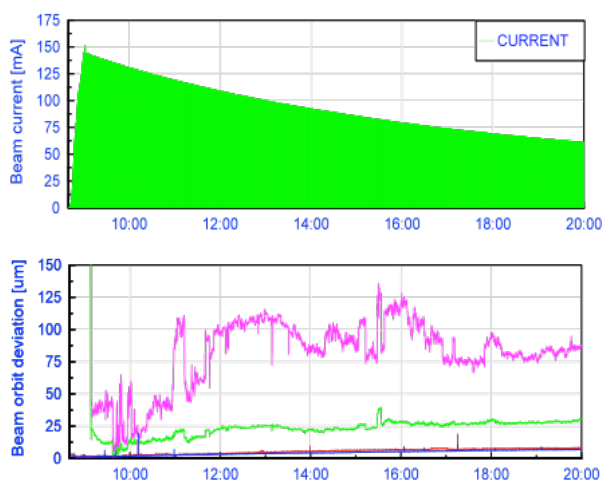
ทางสถาบันฯ ได้นำเทคนิค FTC มาประยุกต์ใช้ในระบบการควบคุมตำแหน่งลำอิเล็กตรอน เนื่องจากเทคนิค FTC เป็นเทคนิคที่ออกแบบมาเพื่อแก้ไขข้อจำกัดในระบบ Feedback control เมื่อมีเหตุการณ์ที่ระบบ (Plant) เกิดความผิดพลาด (Fault เช่น Actuator fault, Sensor fault, Component fault) หรือมีสิ่งรบกวนจากภายนอก (External disturbances เช่น EMI, noise, temperature) เข้ามาทำให้ระบบเสียสภาพสมดุล ซึ่งปัญหาต่างๆ เหล่านี้เกิดขึ้นในระบบการควบคุมตำแหน่งลำอิเล็กตรอน และไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้เทคนิคการคำนวณโดยตรงจากความสัมพันธ์ของ Response Matrix แต่ FTC สามารถชดเชยได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการปรับค่าของตัว

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุง

คุณสมบัติ	แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง	แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าหลังการปรับปรุง
ชนิด	Uni-polar power supply	Bi-polar power supply
ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด (Maximum current)	33 A ในแวนแกน X 25 A ในแวนแกน Y	12 A สำหรับทั้งแกน X และแกน Y
ความละเอียดของค่ากระแส (Current setting resolution)	12 บิต	16 บิต
ความเสถียรของกระแส (Output current stability)	1 mA	0.05 mA
ความละเอียดของกระแสต่อบิต	16 mA ในแวนแกน x 12 mA ในแวนแกน y	0.4 mA สำหรับทั้งแกน X และแกน Y



รูปที่ 5 แสดงหลักการทำงานของ Fault-Tolerant Control (FTC)



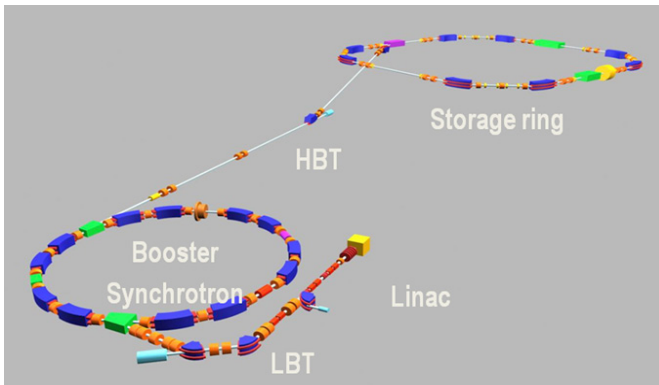
รูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของลำอิเล็กตรอนในแนวแกน X และ Y ภายในวงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอนก่อน (สีน้ำเงิน:X, สีแดง:Y) และหลังการปรับปรุง (สีเขียว:X, สีเขียว:Y)

ควบคุมใหม่ (Controller reconfiguration) เพื่อให้สอดคล้องกับระบบที่กำลังเผชิญหน้าอยู่กับปัญหาหรือความผิดพลาดแบบ Real-time โดยอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า Fault Diagnosis ผ่าน Model-based observer เพื่อทำการประมวลผล ตรวจจับ (Detection) ระบุตำแหน่ง (Isolation) ตลอดจนประมาณค่า (Estimation) ของปัญหา ข้อผิดพลาด และสิ่งรบกวนที่เกิดขึ้นในระบบ โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งต่อไปยัง Compensator Mechanism ในการปรับการทำงานใหม่ของ Controller เพื่อชดเชยและรักษาเสถียรภาพของระบบที่กำลังควบคุมให้สามารถดำเนินต่อไปอย่างสมบูรณ์ดังแสดงในรูปที่ 5

จากการปรับปรุงระบบต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ปัจจุบันความเสถียรเชิงตำแหน่งของลำอิเล็กตรอนมีค่าอยู่ที่ 5 ไมโครเมตร หรือคิดเป็น 2.7 เปอร์เซ็นต์ของขนาดลำอิเล็กตรอนดีกว่าค่ามาตรฐาน 10 เปอร์เซ็นต์อย่างมาก ดังแสดงผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงในรูปที่ 6 นอกจากนี้จากการทดลองพบว่า ระบบการควบคุมโดยการใช้เทคนิค FTC ที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นนั้นสามารถรักษาเสถียรภาพและควบคุมการเคลื่อนที่ของลำอิเล็กตรอนได้ ถึงแม้จะเผชิญภัยในอาคารปฏิบัติการแสงสยามจะเปลี่ยนแปลงไปมากถึง 2-3 องศาเซลเซียส ■

การวางแผนพิกัดและระดับของอุปกรณ์แม่เหล็ก เครื่องเร่งอนุภาคมีความสำคัญอย่างไร? (ตอนจบ)

นางสาวศุภวรรณ ศรีจันทร์ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน(องค์การมหาชน)



รูปที่ 1 ระบบเครื่องเร่งอนุภาคของเครื่องกำเนิดแสงสยาม

เครื่องกำเนิดแสงสยาม (Siam Photon Source) ซึ่งดำเนินงานโดยสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) เป็นเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนพลังงาน 1,200 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ ที่ประกอบด้วยระบบเครื่องเร่งอนุภาค 2 ส่วนหลัก ได้แก่ เครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลมบูสเตอร์ซินโครตรอน (Booster Synchrotron) ความยาวเส้นรอบวง 43.2 เมตร และวงกักเก็บอิเล็กตรอน (Electron Storage Ring) ความยาวเส้นรอบวง 81.3 เมตร ซึ่งได้ติดตั้งระบบแม่เหล็กอย่างแม่นยำตามตำแหน่งและระดับที่ได้ออกแบบไว้ แต่เนื่องจากอุปกรณ์แม่เหล็กที่มีภาระน้ำหนักมากมีผลต่อโครงสร้างอาคาร ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของระดับความสูงของอุปกรณ์แม่เหล็กในวงกักเก็บอิเล็กตรอนตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเดินเครื่อง

ภายหลังจากการติดตั้งและทดสอบเดินเครื่องตั้งแต่ พ.ศ. 2544 สถาบันฯ ได้ทำการปรับระดับและตำแหน่งของอุปกรณ์แม่เหล็กในวงกักเก็บอิเล็กตรอน (Storage ring realignment) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินเครื่อง จำนวนทั้งหมด 3 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2545, 2549 และครั้งล่าสุดในปี 2555 ซึ่งใช้ระยะเวลาดำเนินการแต่ละครั้งมากกว่า 1 เดือน ทำให้สามารถดำเนินการได้เฉพาะในช่วงเวลาที่มีการปิดการเดินเครื่องประจำปีเท่านั้น โดยทำการปรับระดับและตำแหน่งของแม่เหล็กทั้งหมดในวงกักเก็บอิเล็กตรอนซึ่งประกอบด้วยแม่เหล็กสองขั้ว (Bending magnet) จำนวน 8 ตัว แม่เหล็กสี่ขั้ว (Quadrupole magnet) จำนวน 28 ตัว แม่เหล็กหกขั้ว (Sextupole magnet) จำนวน 16 ตัว แม่เหล็กคอร์เรคเตอร์ในแนวอนและแนวตั้ง (Steering magnet) จำนวน 28 ตัว รวมถึงระบบวัดตำแหน่งลำ

อิเล็กตรอน (Beam position monitor) และระบบคลื่นวิทยุความถี่สูง (RF Cavity)

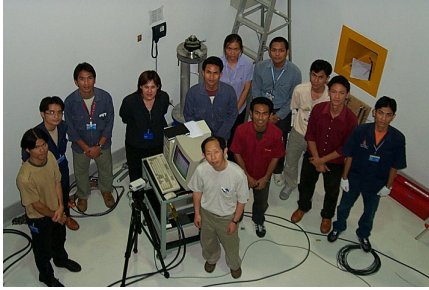
การปรับระดับและตำแหน่งแม่เหล็กในวงกักเก็บอิเล็กตรอนของเครื่องกำเนิดแสงสยาม จะต้องมีความแม่นยำในการวางแผนพิกัดและระดับของอุปกรณ์แม่เหล็กโดยมีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร นั้นหมายความว่าตำแหน่งอ้างอิงของศูนย์กลางสนามแม่เหล็กบนพื้นผิวของอุปกรณ์แม่เหล็กแต่ละตัว จะมีค่าตำแหน่งในแนวแกน X, แกน Y และค่าระดับความสูงต่างกันได้ไม่เกินค่าที่กำหนด

Components	Reference marks or components	Required precisions (mm)		Tilt (mm/m)
		X and Y	Beam Stream	
Dipoles	References marks Level marks	± 0.2	± 0.2	± 0.2
Quadrupoles	References marks, Level marks and both side dipoles	± 0.2	± 0.2	± 0.2
Sextupoles	Dipoles (mainly) (References marks, Level marks)	± 0.2	± 0.2	± 0.2
Steering Magnets Bump Magnets	Dipoles (mainly) (References marks, Level marks)	± 0.5	± 0.5	± 0.5

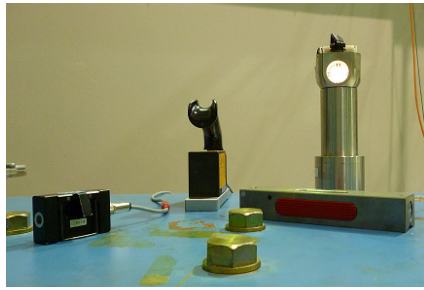
ตารางที่ 1 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของแม่เหล็กในวงกักเก็บอิเล็กตรอน

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีความแม่นยำสูง และต้องใช้ทักษะด้านงานรังวัดและงานมาตรวิทยาที่มีความละเอียดเพื่อการวางตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยในการปรับระดับและตำแหน่งของแม่เหล็กในวงกักเก็บอิเล็กตรอนครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2545 สถาบันฯ ได้รับความอนุเคราะห์เครื่องมือและคำแนะนำโดยผู้เชี่ยวชาญจากห้องปฏิบัติการ SPRING-8 ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งหลังจากนั้นสถาบันฯ ได้จัดหาเครื่องมือเพิ่มเติมและบุคลากรของสถาบันฯ ได้พัฒนาทักษะมากขึ้น ทำให้สามารถดำเนินการได้เองในปัจจุบัน

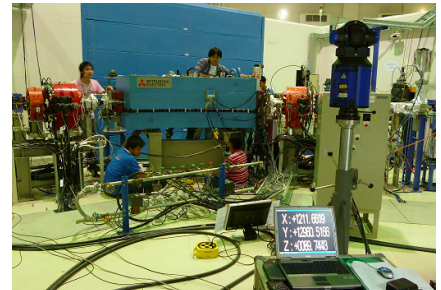
เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในงานปรับระดับและตำแหน่งแม่เหล็ก ได้แก่ เครื่องวัดพิกัดด้วยเลเซอร์(Laser tracker) กล้องระดับสำหรับงานรังวัดขั้นที่ 1 (Precision level) และเครื่องวัดความลาดเอียงแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic tilt meter) เป็นต้น โดยขั้นตอนในการดำเนินงานเริ่มจากการกำหนดระดับอ้างอิงที่เป็นค่าระดับเริ่มต้นแล้วทำการปรับแม่เหล็กสองขั้วให้เท่ากับระดับอ้างอิงโดยใช้กล้องระดับ



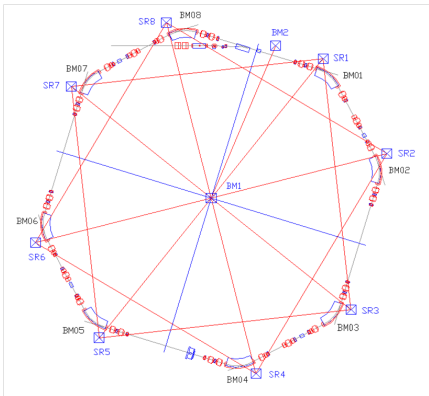
รูปที่ 2 บุคลากรของสถาบันฯ และผู้เชี่ยวชาญจากประเทศญี่ปุ่น ในการปรับระดับและตำแหน่งของ แม่เหล็กในวงกักเก็บอิเล็กตรอนครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2545



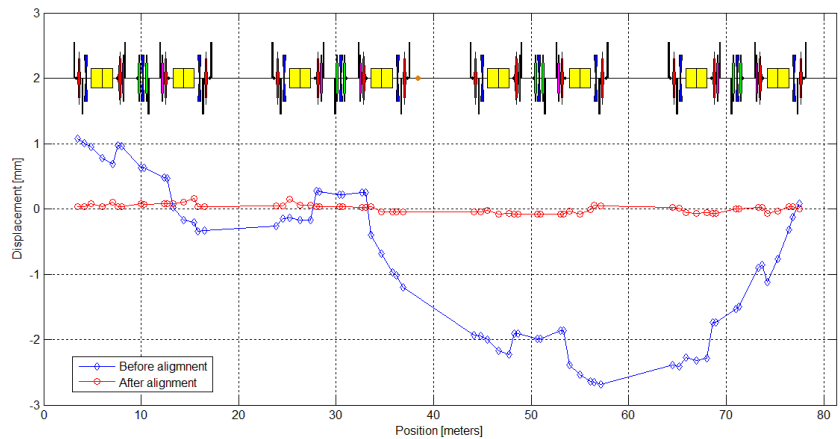
รูปที่ 5 เครื่องมือ Tilt meter และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดระดับและตำแหน่งอ้างอิงบนพื้นผิวแม่เหล็กสองขั้ว



รูปที่ 6 แสดงการปรับตำแหน่งแม่เหล็กในแนวแกน X และแกน Y ด้วยเครื่องมือ Laser tracker



รูปที่ 3 แสดงโครงข่ายงานรังวัดและตำแหน่งแม่เหล็กสองขั้วจำนวน 8 ตัว (BM01-BM08)



รูปที่ 7 แสดงค่าระดับความสูงของอุปกรณ์แม่เหล็กในวงกักเก็บอิเล็กตรอน ก่อนการปรับระดับ (สีน้ำเงิน) และหลังจากการปรับระดับ (สีแดง)



รูปที่ 4 แสดงตำแหน่งอ้างอิงสำหรับปรับตำแหน่งของแม่เหล็ก

และ Tilt meter แล้วปรับตำแหน่งในแนวแกน X และแกน Y ของแม่เหล็กสองขั้ว ด้วย Laser tracker ตามพิกัดของตำแหน่งอ้างอิงหลักที่ใช้ในการออกแบบ ซึ่งได้กำหนดพิกัดตามโครงข่ายงานรังวัดในรูปที่ 3 เมื่อทำการปรับระดับและตำแหน่งของแม่เหล็กสองขั้วได้ถูกต้องโดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 1 แล้วจึงทำการปรับระดับและตำแหน่งของอุปกรณ์แม่เหล็กทั้งหมดในวงกักเก็บอิเล็กตรอนโดยอ้างอิงจากระดับและตำแหน่งของแม่เหล็กสองขั้ว

ผลจากการปรับระดับและตำแหน่งของอุปกรณ์แม่เหล็กทั้งหมดในวงกักเก็บอิเล็กตรอนในรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าระดับความสูงของอุปกรณ์แม่เหล็ก ก่อนการปรับระดับมีค่าต่างกันมากกว่า 3 มิลลิเมตร และหลังจากการปรับระดับมีค่าใกล้เคียงค่าระดับเริ่มต้น ซึ่งเมื่ออุปกรณ์แม่เหล็กทั้งหมดอยู่ในตำแหน่งและระดับตามที่ออกแบบไว้แล้ว จะทำให้สามารถพัฒนาระบบอื่นๆ เพื่อปรับปรุงการเดินเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป ■

เอกสารอ้างอิง

1. N.Sanguansak, et al., "Realignment magnets of Siam Photon Source storage ring", IWAA2002, Spring-8, 2002, p.55-58.
2. S. Srichan, A. Kwankasem, S. Boonsuya, B. Boonwanna, V. Sooksrimuang, P. Klysubun, "Status report on storage ring realignment at SLRI", presented on 13 September 2012, IWAA2012, USA.
3. A. Kwankasem, et al., "Realignment storage ring 2012", SLRI-TN-2012/01, 2012.

สมเด็จพระเทพฯ เสด็จพระราชดำเนินทรงเปิดระบบลำเลียงแสงที่ 5 สถานร่วมวิจัยระหว่าง มสท. – นาโนเทค – สช.



สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงเปิดระบบลำเลียงแสงที่ 5 สถานร่วมวิจัยระหว่าง มสท. - นาโนเทค - สช. เมื่อวันที่ 19 ตุลาคม 2555 ซึ่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส.) ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) (สช.) ได้ประสานความร่วมมือ

ในโครงการจัดตั้งสถานร่วมวิจัย มทส. - นาโนเทค - สช. เพื่อการใช้แสงซินโครตรอน ซึ่งเป็นการสร้างความร่วมมืออย่างเป็นรูปธรรมแบบไตรภาคี โดยมีวัตถุประสงค์ให้บุคลากรจากทั้ง 3 ฝ่ายใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอนในการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและศักยภาพในการแข่งขันในระดับสากล

สช. ร่วมถวายพระพรพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ และสมเด็จพระนางเจ้าฯ ณ โรงพยาบาลศิริราช



ศ.น.ท.ดร.สราวุฒิ สุจิตจร ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน นำคณะผู้บริหารและบุคลากรทูลเกล้าฯ ถวายพานพุ่มดอกไม้แด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ และสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ เมื่อวันที่ 27 กันยายน 2555 ณ ศาลาศิริราช 100 ปี โรงพยาบาลศิริราช กรุงเทพมหานคร

“สถาบันฯ” จับมือ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ จัดใหญ่ “นิทรรศการภาพสะท้อน (Reflection Exhibition)” ครั้งแรกในภาคอีสาน



เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2555 สถาบันฯ จัดงานแถลงข่าวพิธีเปิด “นิทรรศการภาพสะท้อน (Reflection Exhibition)” สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) โดยมี ศ.น.ท.ดร. สราวุธ สุจิตจร ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) และ ดร. พิชัย สนแจ้ง ผู้อำนวยการองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) ร่วมเป็นประธานเปิดงานแถลงข่าว ทั้งนี้ สื่อมวลชนและแขกผู้มีเกียรติเข้าร่วมงานแถลงข่าวกว่า 80 ท่าน ทางสถาบันฯ และ อพวช. หวังเปิดโอกาสให้เยาวชน นักเรียน นักศึกษา และประชาชนที่สนใจ ได้ศึกษาเรียนรู้หลักการการสะท้อนของแสง

นิทรรศการนี้ จะจัดแสดงอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 55 เป็นต้นไป ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) จ.นครราชสีมา สำหรับผู้ที่สนใจเข้าชมนิทรรศการภาพสะท้อนสามารถติดต่อได้ที่ ส่วนงานประชาสัมพันธ์ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน โทรศัพท์ 0-4421-7040 ต่อ 1251-2

สช.ร่วมแสดงความยินดีกับ รศ.ดร.วีระพงษ์ แพสุวรรณ ปลัดกระทรวง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีคนใหม่



ศ.น.ท.ดร. สราวุธ สุจิตจร ผู้อำนวยการ นาคณะผู้บริหารและบุคลากรสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน แสดงความยินดีกับ รศ.ดร.วีระพงษ์ แพสุวรรณ เนื่องในโอกาสได้รับโปรดเกล้าฯ ดำรงตำแหน่ง ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2555 ณ ห้องประชุมสำนักงานสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน กรุงเทพมหานคร

ทีมข่าว 3 มิติ เยี่ยมชมสถาบันฯ พร้อมทั้งทำข่าว เปิดระบบลำเลียงแสงที่ 5 : SUT-NANOTEC-SLRI Beamline



เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2555 ทีมงาน“ข่าว 3 มิติ” เดินทางมาทำสัปดาห์ “เปิดระบบลำเลียงแสงที่ 5 : SUT-NANOTEC-SLRI Beamline” รายงานข่าวโดย คุณมนุชา เจอมูล ซึ่งมีนายสำเร็จ ดั่งนิล ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาวิศวกรรม และคณะนักวิจัยคอยให้ข้อมูลในทุกขั้นตอนของการถ่ายทำ ทั้งนี้ทางทีมงานข่าว 3 มิติ ได้ลงไป

สัมผัสกับเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน เครื่องกักเก็บอิเล็กตรอน ระบบลำเลียงแสงอื่นๆและโรงเครื่องมือกล(ห้องผลิตชิ้นส่วน) ซึ่งเป็นที่น่าภาคภูมิใจของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน โดยสัปดาห์ดังกล่าวได้ออกอากาศไปเมื่อ วันที่ 19 ตุลาคม 2555 เวลา 22.30 น. ในรายการข่าว 3 มิติ

สถาบันได้รับใบประกาศเกียรติคุณใน “โครงการวิทยาศาสตร์สู่ความเป็นเลิศ” จากประธานวุฒิสภา



คณะกรรมการวิชาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การสื่อสารและโทรคมนาคม วุฒิสภา จัดงานมอบใบประกาศเกียรติคุณโครงการ “วิทยาศาสตร์สู่ความเป็นเลิศ” ซึ่งสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ได้รับใบประกาศเกียรติคุณ ประเภทองค์กรของรัฐ ในผลงานชื่อ “ชุดอักษรเบรลล์ 3 เซลล์ สำหรับผู้พิการทางสายตา” โดย ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล เป็นตัวแทนสถาบันฯ เข้ารับมอบใบประกาศเกียรติคุณจาก นายนิคม ไวยรัชพานิช ประธานวุฒิสภา เมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2555 ณ ห้องประชุมรัฐสภา อาคารรัฐสภา 1 ชั้น 2 กรุงเทพมหานคร

สถาบันฯ จับมือ Diamond Light Source เพื่อพัฒนาด้านแสงซินโครตรอน



สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) นำโดย ศ.ดร. ไพรัช ธัชยพงษ์ ประธานกรรมการบริหาร พร้อมด้วย ศ.น.ท.ดร.สรวิชัย สุจิตจร ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ลงนามความร่วมมือระหว่างสถาบันฯ และ Diamond Light Source สหราชอาณาจักร โดยการลงนามครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อร่วมวิจัยด้านแสงซินโครตรอน ดำเนินการในรูปแบบของการจัดประชุมร่วมกัน การแลกเปลี่ยนบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ การทำการวิจัยและพัฒนา ร่วมกัน