



สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
แบบลงทะเบียนเอกสารความรู้ (knowledge documents)

ประเภทเอกสาร

- TR: รายงานเชิงเทคนิค (TECHNICAL REPORT)
 TN: รายงานเชิงเทคนิค (ฉบับย่อ) (TECHNICAL NOTE)
 MN: คู่มือการดำเนินงาน (Operation Manual) / คู่มือการใช้งาน (Instruction Manual) /
แผนปฏิบัติการ (Operation Plan)

หมายเลขเอกสาร(For QDS) KM Document No.	SLRI-TR-2024-063
ชื่อเรื่อง Title	Auto XAS BL5-2 ระยะเคลื่อนที่ 100 มม.
ชื่อฝ่าย Department	ฝ่ายระบบลำแสง
วันที่เผยแพร่ Release date	30 มิถุนายน 2567
ระดับการเปิดเผยข้อมูล Level of Disclosure	<input type="checkbox"/> ข้อมูลในรายงานเป็นความลับ (Undisclosed)
	<input type="checkbox"/> เปิดเผยข้อมูลเฉพาะภายในฝ่ายหรือส่วนงาน (Information can be disclosed within department/section)
	<input type="checkbox"/> เปิดเผยข้อมูลได้สำหรับพนักงานของสถาบันฯ และอนุญาตให้บันทึกข้อมูลเข้าเป็นส่วน หนึ่งของระบบ Knowledge Management ภายในสถาบันฯ (Information can be disclosed for SLRI staffs and can be part of SLRI's Knowledge Management System)
	<input checked="" type="checkbox"/> เปิดเผยข้อมูลได้เพื่อเป็นองค์ความรู้สาธารณะ เช่นเว็บไซต์ของสถาบันฯ (Information is available for public)
คำสำคัญ Keyword	Synchrotron, XAS, linear drive

รายชื่อผู้จัดทำรายงานหรือผู้ดำเนินโครงการ (Name)	ส่วนร่วมในการปฏิบัติงานในโครงการ Responsible tasks in the project
นายสมบุรณ์ทรัพย์ รอดพร	วางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์และปฏิบัติการทดลอง เขียนสรุปรายงานผลการทดลอง
นายณฤพนธ์ ว่องประชาคุณกุล	แนะนำและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมควบคุม
นายภาสวัฒน์ ไทศาล	เตรียมอุปกรณ์และปฏิบัติการทดลอง
ดร.วินวิสา ลิ้มพิรัตน์	ควบคุม แก้ไข และตรวจรายงาน

บทคัดย่อ

ระบบลำเลียงแสงที่ 5.2 ให้บริการแสงซินโครตรอน ด้วยเทคนิค X-ray Absorption Spectroscopy (XAS) การทดลองวัดตัวอย่างได้หลากหลาย ทั้ง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส การวัดสเปกตรัมตัวอย่างใช้การสแกนพลังงานด้วย Double Crystal Monochromator (DCM) ใช้เวลาทำการทดลอง 10 – 120 นาที/สเปกตรัม ที่ติดตัวอย่าง (Sample Holder) ออกแบบให้ติดตัวอย่างสำหรับการทดลองได้ครั้งละ 1 ตัวอย่าง ทำให้ผู้ทำการทดลองต้องคอยเฝ้าเปลี่ยนตัวอย่าง และหากเป็นการทดลองที่ต้องการเติมแก๊สใน Sample Chamber ทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองแก๊ส จึงได้พัฒนา โปรแกรม Auto XAS BL5-2 ที่สามารถติดตัวอย่างได้ ไม่น้อยกว่า 8 ตัวอย่าง โปรแกรมสามารถเปลี่ยนตัวอย่าง และเงื่อนไขการวัดได้ตามคิวการวัดที่ผู้ทดลองกำหนดได้ จากทดสอบโปรแกรม Auto XAS ที่พัฒนาขึ้น พบว่า สามารถติดตัวอย่างได้มากกว่า 8 ตัวอย่าง จุดวัดมีความแม่นยำ ± 0.1 มม. สามารถสร้างคิวการวัดได้ในโหมดทะลุผ่าน (transmission) และโหมดเรืองรังสีเอกซ์ (fluorescence) ใดอย่างหนึ่ง ซึ่งให้ผลสเปกตรัมถูกต้องและมีสัญญาณรบกวนน้อย

คำสำคัญ Keyword: XAS, transmission, fluorescence

1. บทนำ

การทำการทดลองด้วยเทคนิค X-ray Absorption Spectroscopy (XAS) ใช้เวลาทำการทดลองครั้งละ 1 ตัวอย่าง ใช้เวลาประมาณ 10 – 120 นาที/ตัวอย่าง เมื่อทำการทดลองแต่ละตัวอย่างเสร็จ ผู้ทำการทดลองต้องเข้าพื้นที่ควบคุมรังสี (บริเวณโต๊ะทดลอง) เพื่อเปลี่ยนตัวอย่าง การทดลองตัวอย่างที่มีธาตุองค์ประกอบอยู่ในย่านพลังงานต่ำ (>5000 eV) จะต้องเติมแก๊สฮีเลียม (He) เข้าไปใน Sample Chamber ทุกครั้งที่เปลี่ยนตัวอย่าง ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที แล้วแต่ลักษณะของการเตรียมตัวอย่าง การนำเอาระบบเปลี่ยนตัวอย่างแบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการเปลี่ยนตัวอย่างจะสามารถช่วยให้ ลดขั้นตอนการเปลี่ยนตัวอย่างลง ลดขั้นตอนการเติมแก๊ส และเป็นการใช้ Beam time อย่างคุ้มค่า จึงดำเนินการพัฒนาโปรแกรม Auto XAS

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำการทดลองได้อย่างต่อเนื่อง และสะดวกมากขึ้น

2.2 เพื่อให้ผู้ใช้สามารถลดระยะเวลาการเติมแก๊สใน sample chamber เมื่อวัดธาตุพลังงานที่ต่ำกว่า 4 keV

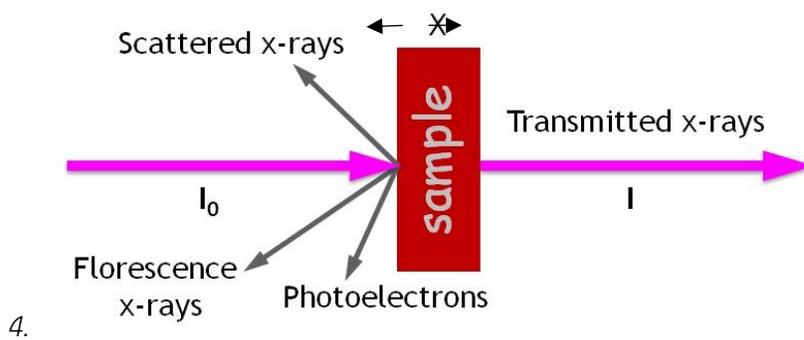
3. แนวคิด/ทฤษฎี/หลักการ

XAS เป็นเทคนิคการวิเคราะห์การดูดกลืนพลังงานแสงในย่านรังสีเอกซ์ โดยอาศัยการกระตุ้นอะตอมด้วยรังสีเอกซ์ที่มีความยาวคลื่นเหมาะสมในตัวอย่าง เมื่ออะตอมของสารถูกกระตุ้น คลื่นพลังงานของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะเกิดการแกว่งและเกิดปฏิกิริยากับพันธะของอิเล็กตรอนภายในอะตอม ส่งผลให้อิเล็กตรอนได้รับพลังงานกระตุ้น และย้ายตำแหน่งพร้อมๆ กับการปลดปล่อยพลังงานในรูปแสงออกมา

การวัดค่าการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของตัวอย่าง ซึ่งสามารถวัดได้จากความเข้มแสงที่ลดลงหลังจากการเดินทางของรังสีเอกซ์ผ่านตัวอย่าง โดยใช้เครื่องตรวจวัดความเข้มรังสีเอกซ์ (ionization chamber) ความเข้มของรังสีเอกซ์ก่อน (I_0) และหลังการดูดกลืน (I) ซึ่งเป็นไปตามสมการ

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (1)$$

โดยที่ตัวแปร μ และ x คือสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีเอกซ์แบบเชิงเส้น (Linear absorption coefficient) ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของอะตอมที่ต้องการศึกษา และความหนาของตัวอย่าง



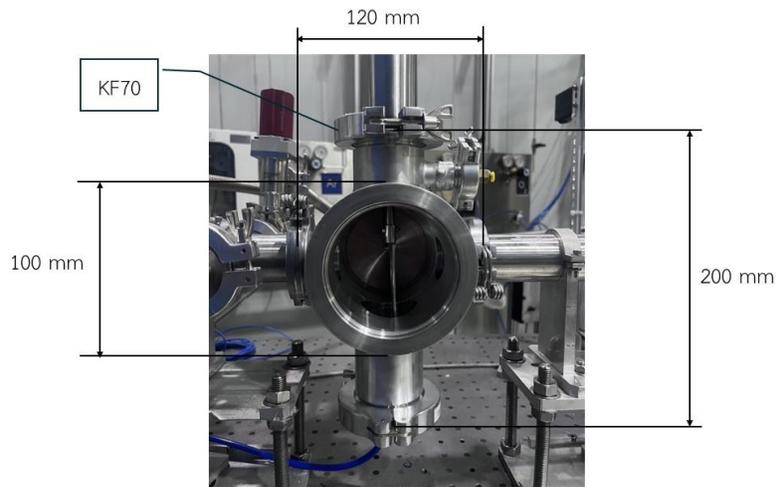
รูปที่ 1 กระบวนการเกิดการดูดกลืนพลังงานรังสีเอกซ์ของสารตัวอย่าง เมื่อผ่านเครื่องโมโนโครมิเตอร์ เพื่อคัดกรองความถี่

5. วิธีการดำเนินงาน

ระบบลำเลียงแสงที่ 5.2 ได้มีการพัฒนาโปรแกรม XAS Auto แล้วแต่ยังไม่ได้นำมาทดสอบใช้ เนื่องจากติดขัดปัญหาในการขึ้นอุปกรณ์ linear drive และ ต้องมีการปรับปรุง sample chamber ใหม่ โดยรอบ 67-3 นี้ได้ทำการยืม ของ BL8 ตัวเก่าที่ไม่ได้ใช้มาทำการทดสอบโปรแกรมกับระบบก่อนโดยมีรายละเอียดอุปกรณ์และโปรแกรมดังต่อไปนี้

อุปกรณ์

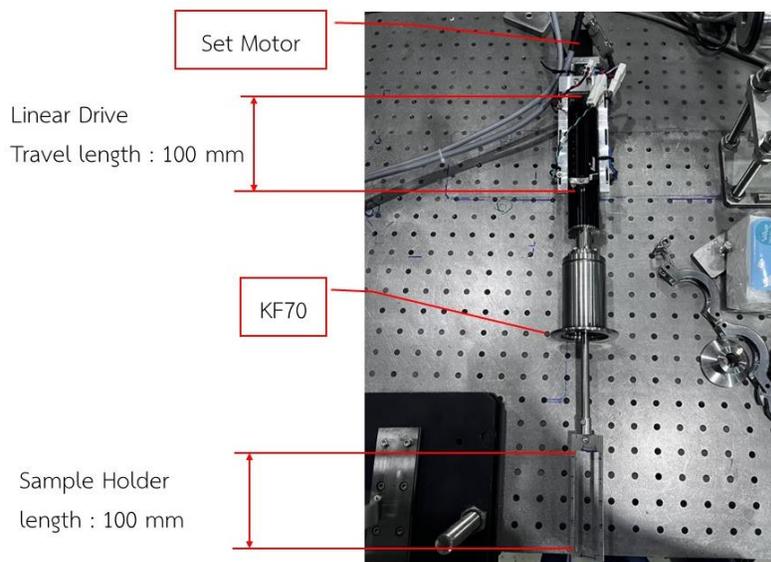
1. Sample Chamber ที่มีความสูงรองรับกับระยะเคลื่อนที่ของตัวอย่างได้ มีขนาดดังรูปที่ 1 KF70 มีขนาดช่องว่างใส่ตัวอย่างประมาณ 50 mm ด้านข้างเปิดเชื่อมต่อกับหัววัดสัญญาณฟลูออเรสเซนซ์ได้ 2 ด้าน ทางเข้าเชื่อมต่อกับ I0 Chamber และทางออกเชื่อมต่อกับ I1 Chamber สร้างจากอลูมิเนียม



รูปที่ 1 New Sample Chamber for 100 mm Linear drive

2. Sample Holder (100 mm) with motor

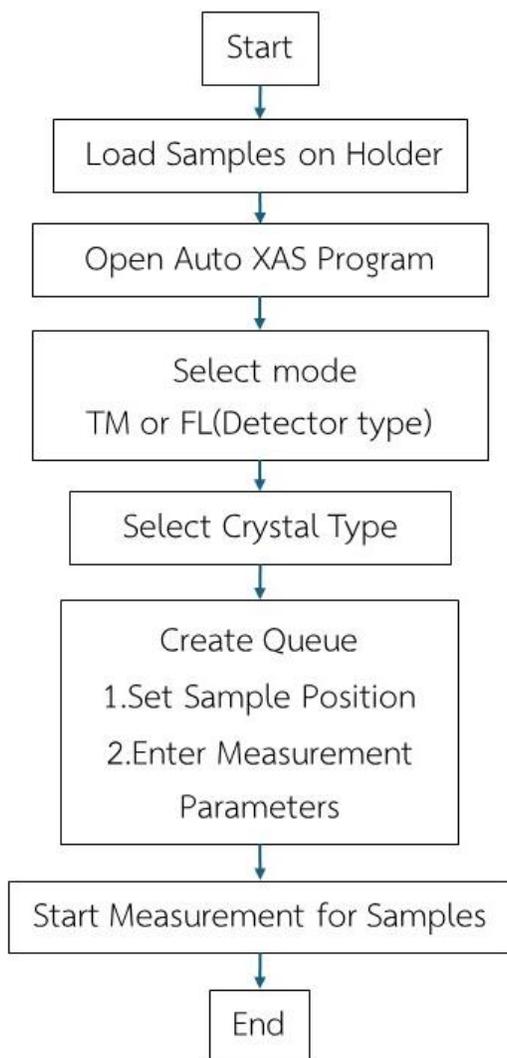
ติดตั้งสแต็ปมอเตอร์ที่ปลายของ Linear drive สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของ Sample holder ในรูปที่ 2 Linear drive มีระยะการเคลื่อนที่ได้ 100 mm ทำให้สามารถเคลื่อนที่ Holder ได้ประมาณ 90 mm เพื่อระยะติด limit switch ที่ขอบบนและขอบล่างของ Linear drive ขนาดของตัวอย่างหรือแผ่นใส่เตรียมตัวอย่างคือ 25 x 18 mm สามารถติดตัวอย่างได้ประมาณ $90/18 = 5$ ตัวอย่าง



รูปที่ 2 Sample Holder with Motor

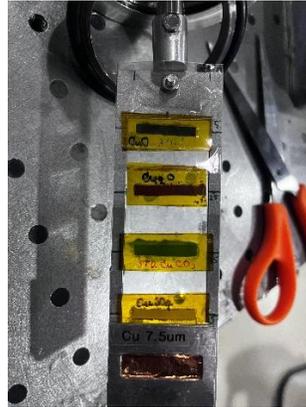
โปรแกรมสำหรับ Auto XAS

การวัดสเปกตรัมด้วยเทคนิค XAS เดิมเป็นการทำการทดลองทีละ 1 ตัวอย่าง โปรแกรมที่ใช้ควบคุมจึงสามารถรับค่าพารามิเตอร์ได้ครั้งละตัวอย่าง แต่เนื่องจากระบบ Auto XAS เป็นระบบที่สามารถวัดตัวอย่างได้อย่างต่อเนื่อง จึงทำให้มีฟังก์ชันสำหรับการสร้างคิวการวัดตัวอย่าง เพื่อให้สามารถกำหนดค่าตำแหน่ง ค่าพารามิเตอร์ การวัดของแต่ละตัวอย่างได้ มีรายละเอียดการทำงานดังรูปที่ 3



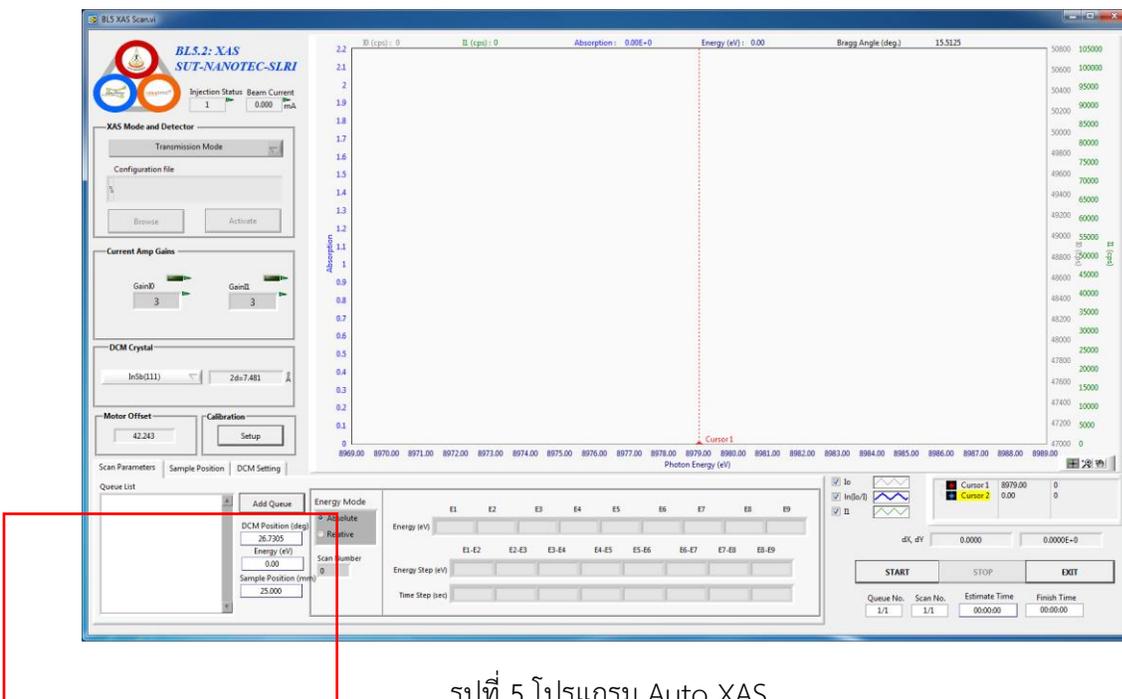
รูปที่ 3 ลำดับการทำงานของโปรแกรม Auto XAS

1. ติดตัวอย่างที่ต้องทำการทดลองบนที่ติดตัวอย่าง Sample Holder ให้ตรงตำแหน่งที่ระบุไว้หรือระบุตำแหน่งตัวอย่างใหม่ให้ถูกต้อง เพื่อนำไปใช้สำหรับการสร้างคิวการวัด ตัวอย่างการติดตั้งไว้ในรูปที่ 4



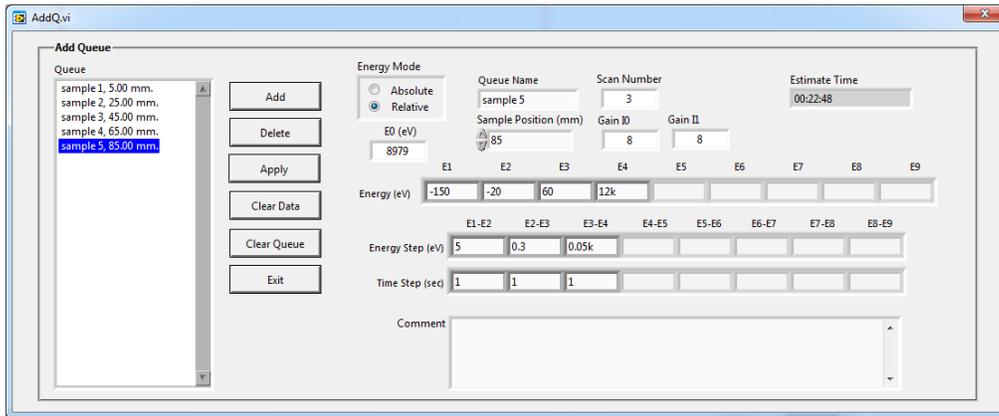
รูปที่ 4 ลำดับการทำงานของโปรแกรม Auto XAS

2. หน้าโปรแกรมหลัก ยังคงคล้าย XAS scan เวอร์ชันเดิม มีการเพิ่มในส่วนของฟังก์ชันการเพิ่มคิวเข้ามาดังรูปที่ 5



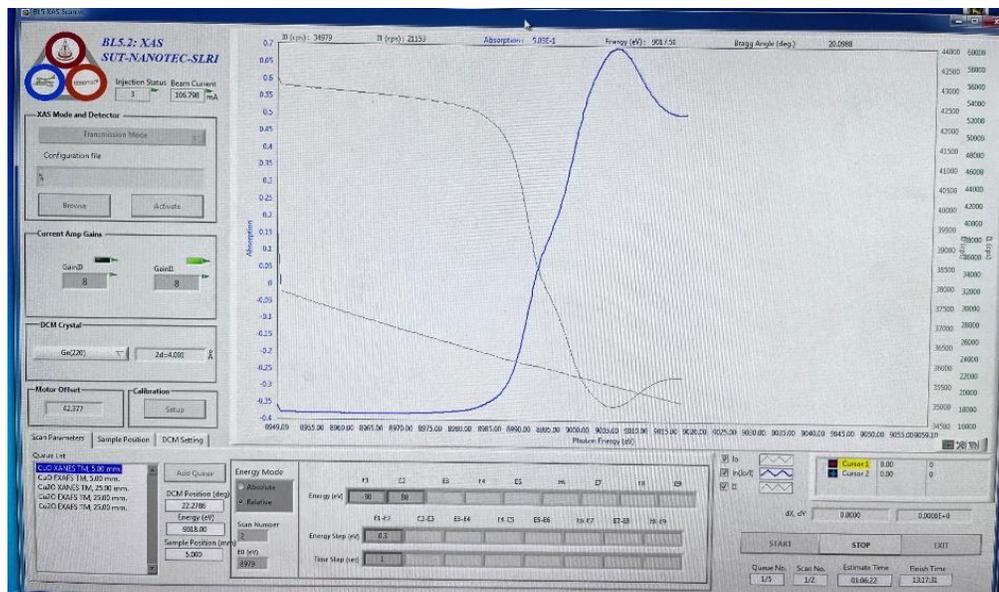
รูปที่ 5 โปรแกรม Auto XAS

3. ฟังก์ชัน Scan Parameter เป็นหน้าต่างของโปรแกรม Auto XAS สำหรับแสดง ลำดับคิวของตัวอย่าง และใช้สำหรับงานสร้างคิววัด ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การสร้างคิวการทำงานและกรอกข้อมูลวัด

4. ทำการสร้างคิวการวัดจนครบ แล้วเริ่มวัดสเปกตรัมตัวอย่าง ตัวอย่างการวัด Cu foil K-edge และ Cu Oxide ที่ตำแหน่งต่างๆ ด้วย โปรแกรม Auto XAS(รูปที่ 7) โปรแกรมจะวัดตัวอย่างตามคิวที่สร้างจนครบ แล้วปิดชัตเตอร์ รายละเอียดการใช้งานอยู่ในคู่มือการใช้งานโปรแกรม Auto XAS



รูปที่ 7 แสดงการวัด สเปกตรัม Cu foil K-edge ด้วย Auto XAS

6. ผลลัพธ์ และอภิปรายผล

จากการทดสอบระบบการวัดด้วยโปรแกรม Auto XAS สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. อุปกรณ์และเครื่องมือวัด การพัฒนาครั้งนี้ได้ปรับปรุงใช้ linear drive ที่มีความยาวการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นจากเดิม 50 มม. เป็น 100 มม. ทำให้ติดตัวอย่างได้มากขึ้น ตัวอย่างที่เตรียมด้วยเฟรมพลาสติกใสขนาดมาตรฐานของปีมไลน์ (12*25 มม.) สามารถติดตัวอย่างได้ประมาณ 8 ตัวอย่าง หากติดตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะติดได้น้อยลง และเนื่องจากการวัดตัวอย่างในโหมด TM โดยทั่วไปใช้เวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมงต่อตัวอย่าง ในช่วงให้บริการแสงต่อวันประมาณ 11 ชม. ดังนั้นระบบจึงสามารถเพิ่มตัวอย่างที่ต้องการทำการทดลองให้มากขึ้นได้อีกด้วยการเพิ่มความยาวการเคลื่อนที่ ให้เป็น 150 มม. หรือความยาวที่มากกว่านั้น
2. โปรแกรม Auto XAS หลังการทดสอบพบว่า โปรแกรมมีความสามารถในการ
 - 2.1 วัดตัวอย่างที่ตำแหน่งต่างๆ ที่ความแม่นยำ ไม่น้อยกว่า ± 0.1 มม. เพียงพอสำหรับการทำการทดลอง
 - 2.2 สร้างคิวการวัดตัวอย่าง และวัดตัวอย่างได้ตามคิวที่กำหนดถูกต้อง
 - 2.3 โปรแกรมสามารถสั่งเปิดปิดแสงได้ตามการใช้งาน ทำให้เกิดความปลอดภัยต่อระบบและผู้ทำการทดลอง

6. สรุปผล

การพัฒนาโปรแกรม Auto XAS ช่วยให้การทำการทดลอง XAS มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดเวลาในการเปลี่ยนตัวอย่างและใช้ beam time อย่างคุ้มค่า.

7. กลุ่มผู้ใช้ประโยชน์

ผู้ใช้แสงของระบบสถานีทดลองที่ 5.2 และนักวิทยาศาสตร์ระบบลำเลียงแสงที่ใช้เทคนิค XAS