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-MN-2026-066
ชื่อเรื่อง Title	คู่มือการเตรียมระบบสถานีทดลองที่ 8 เทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (ฉบับปรับปรุง 2569)
ชื่อฝ่าย Department	ฝ่ายระบบลำเลียงแสง
วันที่เผยแพร่ Release date	15 พฤษภาคม 2569
ระดับการเปิดเผยข้อมูล Level of Disclosure	☐ ข้อมูลในรายงานเป็นความลับ (Undisclosed)
	☐ เปิดเผยข้อมูลเฉพาะภายในฝ่ายหรือส่วนงาน (Information can be disclosed within department/section)
	☑ เปิดเผยข้อมูลได้สำหรับพนักงานของสถาบันฯ และอนุญาตให้บันทึกข้อมูลเข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบ Knowledge Management ภายในสถาบันฯ (Information can be disclosed for SLRI staffs and can be part of SLRI's Knowledge Management System)
	☑ เปิดเผยข้อมูลได้เพื่อเป็นองค์ความรู้สาธารณะ เช่นเว็บไซต์ของสถาบันฯ (Information is available for public)
คำสำคัญ Keyword	การเตรียมสถานีทดลอง, เทคนิค XAS, BL8

รายชื่อผู้จัดทำรายงานหรือผู้ดำเนินโครงการ (Name)	**ส่วนร่วมในการปฏิบัติงานในโครงการ Responsible tasks in the project**
นางสาวสมพิน มหาโคตร	จัดทำรายงาน
นางสาวชนากานต์ ชลสุข	จัดทำรายงาน
ดร.วุฒิไกร บุษยาพร	ตรวจสอบและแก้ไขรายงาน
ดร.วันวิสา ลิ้มพิรัตน์	ตรวจสอบและแก้ไขรายงาน

แก้ไขครั้งที่	วันที่เผยแพร่	รายละเอียดการปรับปรุง
0	14 สิงหาคม 2567	จัดทำครั้งแรก
1	15 พฤษภาคม 2569	เพิ่มเติมรายละเอียดขั้นตอนการตรวจสอบระบบก่อนเตรียมระบบใหม่ โดยเพิ่มเติมในบทที่ 3 การเตรียมระบบสำหรับระบบลำเลียงแสงที่ 8

คู่มือการเตรียมระบบสถานีทดลองที่ 8 เทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (ฉบับปรับปรุง 2569)

นางสาวสมพิน มหาโคตร
นางสาวชนากานต์ ชลสุข
ดร.วุฒิไกร บุษยาพร
ดร.วันวิสา ลิ้มพิรัตน์

ส่วนสเปกโตสโกปีรังสีเอกซ์
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
15 พฤษภาคม 2569

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ 7
บทที่ 2 ส่วนประกอบของระบบลำเลียงและสถานีทดลอง 9
บทที่ 3 การเตรียมระบบสำหรับระบบลำเลียงแสงที่ 8 12
3.1 การเปลี่ยนผลึกในเครื่อง DCM 16
3.2 การเติมแก๊ส I_0 และ I_1 19
3.3 การปรับระนาบผลึก 22
3.3.1 การ Move DCM XAS 22
3.3.2 การ Maximize I_0 current 23
3.3.3 การ Burn paper 27
3.3.4 การ Validation motor DCM 29
3.4 การเตรียมระบบแบบ FL-mode 35
3.4.1 การสร้าง Configuration File ด้วย 13SDD 37
3.4.2 การสร้าง Config file ในกรณีใช้ตัวอย่างของ User 41
3.4.3 การสร้าง Configuration File ด้วย 13GeD 42
3.4.4 วิธีการติดตั้งตัวอย่างและการหาระยะ Detector ที่เหมาะสมกับตัวอย่าง 43
3.4.5 ข้อควรรู้และระวังเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม BL8 Detector Motor Controller 45
3.5 การใช้งานโปรแกรม BL8 XAS Auto Scan 47
3.5.1 การวัดสเปกตรัมแบบทะลุผ่าน TM-mode 48
3.5.2 การวัดสเปกตรัมแบบเรืองรังสีเอกซ์ FL-mode 49
บทที่ 4 การเก็บสถานีทดลองหลังการใช้บริการ 51
4.1 กรณีวัดตัวอย่างในแบบทะลุผ่าน 51
4.2 กรณีวัดตัวอย่างในแบบเรืองรังสีเอกซ์ 51

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 วิธีการวัดสเปกตรัม XAS ในแบบต่าง ๆ (1) แบบทะลุผ่าน (2) แบบเรืองแสง (3) แบบกระแสอิเล็กตรอน. 7
รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างสองส่วนของสเปกตรัม XAS 8
รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบของระบบลำเลียงแสงที่ 8 9
รูปที่ 4 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ บริเวณ Optical table 10
รูปที่ 5 ตู้ Rank A, B, C และ D ของสถานีทดลองที่ติดตั้ง Hardware อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ 11
รูปที่ 6 ภาพถ่ายภายในเครื่องคัดเลือกพลังงาน หรือ DCM 12
รูปที่ 7 แผนภาพแสดงตำแหน่งและมุมสะท้อนของผลึกคู่ในเครื่อง DCM 13
รูปที่ 8 หน้าโปรแกรม BL8 Slit and XBPM control 14
รูปที่ 9 แสดงตารางการเลือกผลึกของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS 15
รูปที่ 10 การปรับค่า V-Slit ของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS 16
รูปที่ 11 โปรแกรม Interlock Beamline 8 18
รูปที่ 12 เครื่อง DCM ของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS 18
รูปที่ 13 ตำแหน่ง Valve ต่าง ๆ 22
รูปที่ 14 โปรแกรม “DCM control” ของระบบลำเลียงแสง B 8 XAS 23
รูปที่ 15 โปรแกรม “428 current amplifier” ของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS 24
รูปที่ 16 ชุดคอนโทรลการปรับตำแหน่งผลึก เพื่อให้ได้ I_0 current ที่มากที่สุด 24
รูปที่ 17 โปรแกรม “Ionization current I_0 counter” 25
รูปที่ 18 ชุดรีโมทคอนโทรลควบคุมมอเตอร์ในการปรับตำแหน่งผลึกในเครื่อง DCM 25
รูปที่ 19 ตารางแสดงค่า Photon flux ในแต่ละครั้งของการเตรียมระบบ 26
รูปที่ 20 ตัวอย่างการตั้งค่าสำหรับการ Burn paper 3 ตำแหน่ง 27
รูปที่ 21 ตัวอย่างการติด Burn paper และการเช็คตำแหน่งแสง 3 จุดในโหมด TM 28
รูปที่ 22 กล่องควบคุมการเปิด-ปิดแก๊สที่ใช้ในสถานีทดลอง 28
รูปที่ 23 ตัวอย่างการติดกระดาษ burn ที่ตำแหน่ง End flange 35
รูปที่ 24 การเลือกโหมดที่ใช้ในการวัดตัวอย่าง 29
รูปที่ 25 โปรแกรม “XAS scan counter V4.1” BL8 XAS 30
รูปที่ 26 วิธีการเลือกจุดที่ใช้ในการ Validate สำหรับตัวอย่างที่เป็น Foil 32
รูปที่ 27 สเปกตรัมสารมาตรฐาน Ti foil วัดแบบ XANES+EXAFS 33
รูปที่ 28 ตัวอย่างการ Validate แบบใช้สารประกอบ KCl เพื่อวัดธาตุ Cl K-edge 34

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 29 ภาพการประกบ Detector 13SDD เข้ากับ SC 36
รูปที่ 30 การเปิดโปรแกรม BL8 Detctor Motor Control เริ่มต้น 37
รูปที่ 31 หน้าต่างของโปรแกรม X-Manager 38
รูปที่ 32 แสดงปุ่มคำสั่งและการเลือกในหัวข้อต่าง ๆ ในโปรแกรม xManager 39
รูปที่ 33 การป้อนค่าที่หน้า GainMatch 39
รูปที่ 34 การสร้าง Config file จากตัวอย่างของ User 41
รูปที่ 35 การจ่าย Volt สำหรับหัววัด 13GeD 42
รูปที่ 36 ภาพถ่ายการติดตัวอย่าง 43
รูปที่ 37 การระยะ Detector ของตัวอย่าง User 44
รูปที่ 38 การใช้งานโปรแกรมกับ 13SDD 45
รูปที่ 39 ภาพถ่ายระยะของ 13SDD ที่ใกล้ตัวอย่างได้มากที่สุด 30 mm 45
รูปที่ 40 การใช้งานโปรแกรมกับ 13GeD 46
รูปที่ 41 ภาพถ่ายระยะของ Detector ที่ใกล้ตัวอย่างได้มากที่สุด 46
รูปที่ 42 ระยะของ Detector ที่ใกล้ตัวอย่างโดยมี PP window ปิดอยู่ และตำแหน่งบนสเกล 47
รูปที่ 43 หน้าเริ่มต้นของโปรแกรม “BL8 XAS Auto Scan V4.1” 47
รูปที่ 44 แสดงหน้าโปรแกรม XAS Auto Scan V4.1 และการป้อนคำสั่งต่าง ๆ 49
รูปที่ 45 หน้าโปรแกรม XAS Auto Scan V4.1 .ใน FL-mode 50

สารบัญตาราง

หน้า

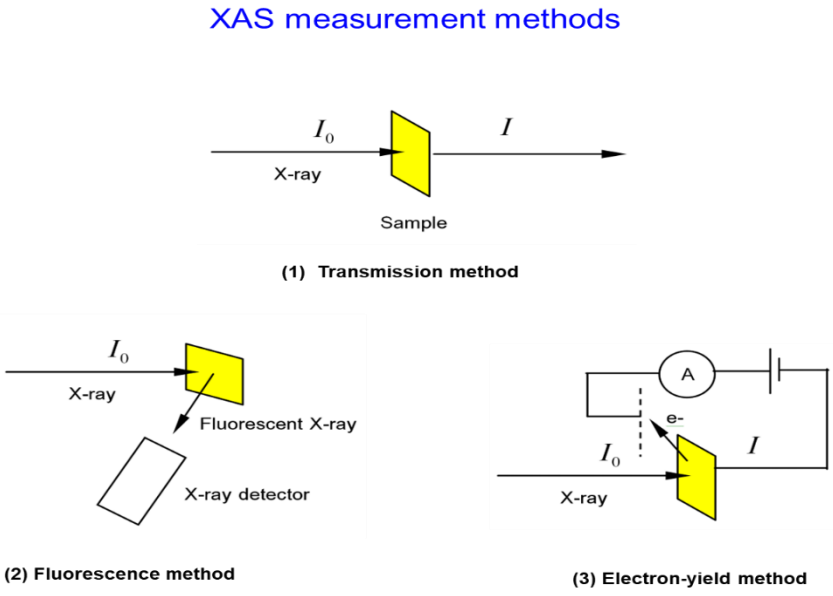
ตารางที่ 1 ระยะห่างระหว่างระนาบผลึก และช่วงพลังงานโฟตอนสำหรับ Bonn monochromator.....13
ตารางที่ 2 ตารางการเติมแก๊สของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS.....20
ตารางที่ 3 แสดงพารามิเตอร์ที่ใช้ป้อนสำหรับเช็คค่า Edge jump และสำหรับการวัด 48
ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างการตั้งค่า Time สำหรับการวัด FL-mode.....50

บทที่ 1 บทนำ

เทคนิคการทดลอง X-ray absorption spectroscopy (XAS) คือการทดลองและการศึกษาการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของอะตอมในสารตัวอย่างที่เป็นฟังก์ชันของพลังงานโฟตอน หรือพลังงานรังสีเอ็กซ์ โดยรังสีเอ็กซ์ที่ใช้สำหรับการทดลองต้องมีความยาวคลื่นเดี่ยวที่สามารถปรับค่าได้ และมีพลังงานโฟตอนอยู่ในช่วงพลังงานการดูดกลืนของอะตอม (พลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนในอะตอม) การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของอะตอมเกิดขึ้นจากการสลายตัวของโฟตอนโดยที่พลังงานของโฟตอนหนึ่งตัวจะถูกนำไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะพลังงานของอิเล็กตรอนหนึ่งตัวในอะตอม เนื่องจากพลังงานโฟตอนของรังสีเอ็กซ์มีค่าใกล้เคียงกับพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนที่อยู่ในชั้น K, L หรือ M ดังนั้นเมื่ออะตอมถูกกระตุ้น อิเล็กตรอนในชั้น K, L หรือ M จะสามารถกระโดดไปยังสถานะพลังงานที่สูงกว่า ทำให้เกิดสถานะว่างในชั้นพลังงานนั้น นอกจากนี้ขบวนการที่เกิดขึ้นหลังจากการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ คือการกลับคืนสู่สภาวะพื้นฐานของอะตอมนั้น จะทำให้เกิดการเรืองแสงและการปล่อยอิเล็กตรอนตัวอื่นๆ ในอะตอมออกมา

ดังนั้นในทางปฏิบัติเราสามารถวัดการเรืองแสงและการสูญเสียอิเล็กตรอนของอะตอมเพื่อศึกษาการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ได้เช่นเดียวกันกับการวัดความเข้มรังสีเอ็กซ์ที่ถูกดูดกลืนไป โดยการวัดสเปกตรัมการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่างในทางปฏิบัติสามารถกระทำได้ 3 วิธี คือ

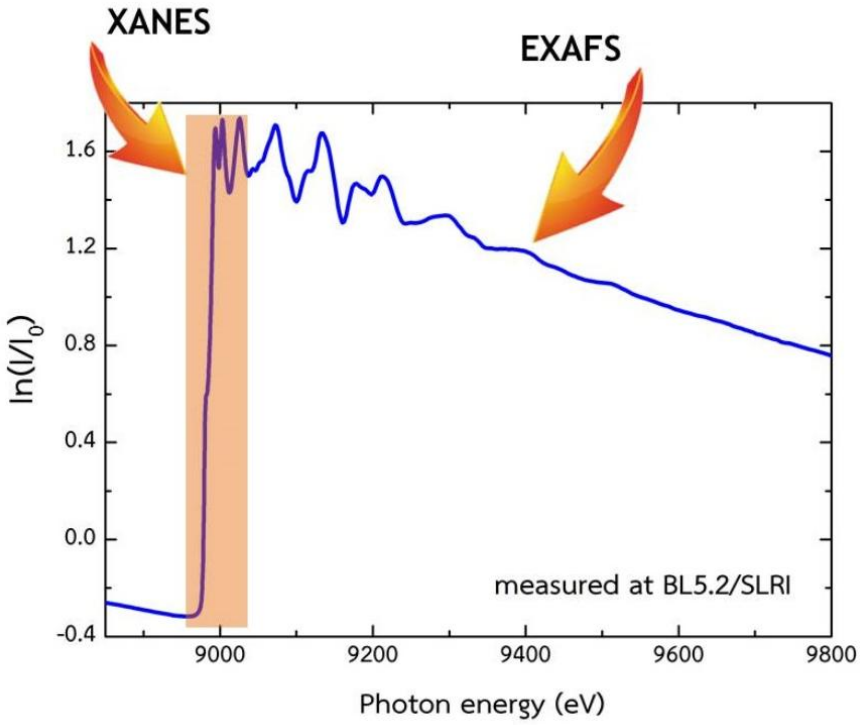
1. การวัด XAS แบบทะลุผ่าน (Transmission mode, TM-mode)
2. การวัด XAS แบบเรืองแสง (Fluorescence mode, FL-mode)
3. การวัด XAS แบบกระแสอิเล็กตรอน (Electron-yield mode, EY-mode)



รูปที่ 1 วิธีการวัดสเปกตรัม XAS ในแบบต่าง ๆ (1) แบบทะลุผ่าน (2) แบบเรืองแสง (3) แบบกระแสอิเล็กตรอน

ซึ่งแต่ละวิธีการจะมีประสิทธิภาพและความเหมาะสมสำหรับสารตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เช่น องค์ประกอบ ลักษณะทางกายภาพ ความเข้มข้นของอะตอม ความนำไฟฟ้าของสารตัวอย่าง ความหนาของชิ้นงาน เป็นต้นนอกจากนี้เทคนิค XAS นั้น เป็นเทคนิคการทดลองที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่องานวิเคราะห์โครงสร้างในระดับอะตอม เป็นเครื่องมือวิจัยที่สามารถนำไปประยุกต์ได้ในหลายสาขาวิชา เช่น วัสดุศาสตร์ ชีววิทยา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฯลฯ โดยเทคนิค XAS นั้น อาศัยการศึกษาข้อมูลในสเปกตรัมที่เรียกว่า X-ray absorption fine structure (XAFS) ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างสองส่วนคือ X-ray absorption near edge structure (XANES) และ Extended X-ray absorption fine structure (EXAFS) ดังรูปที่ 2

สถานีทดลอง XAS ของระบบลำเลียงแสงที่ 8 (BL8) เป็นสถานีทดลองสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค XAS ซึ่งปัจจุบันประกอบด้วยระบบวัดสเปกตรัมแบบทะลุผ่าน แบบเรืองแสงเท่านั้น

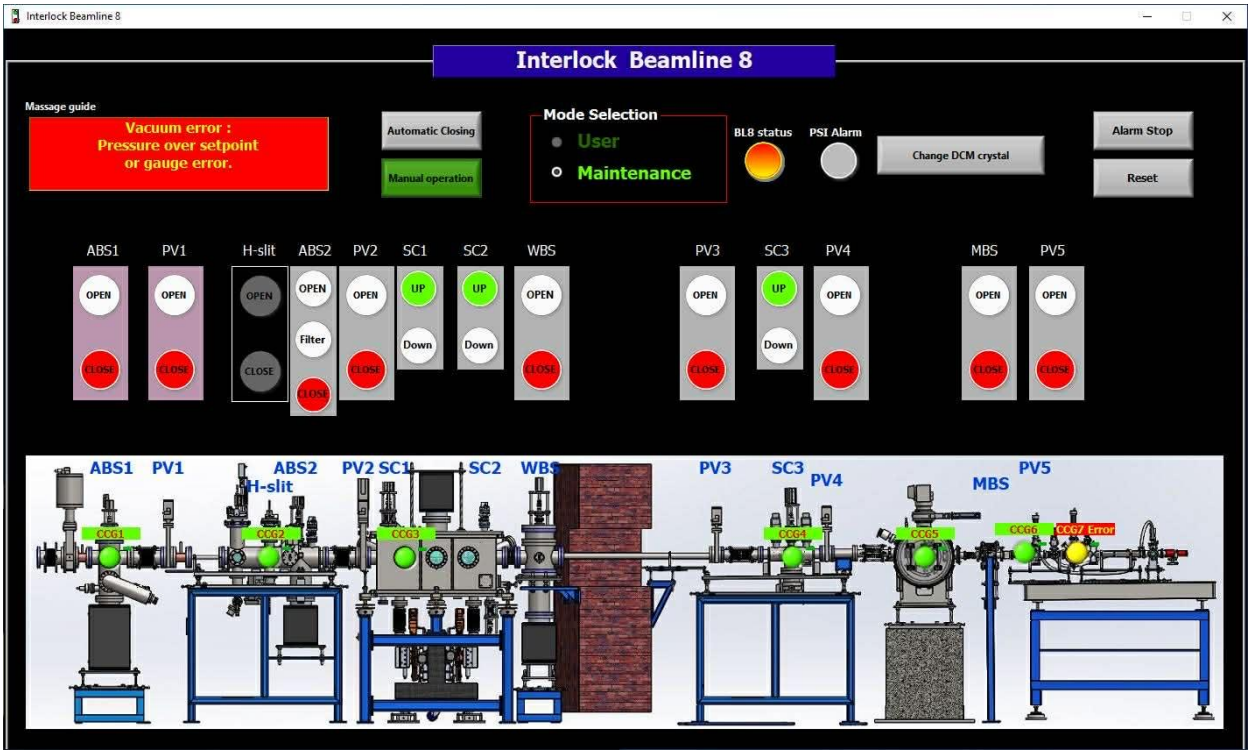


รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างสองส่วนของสเปกตรัม XAS

บทที่ 2 ส่วนประกอบของระบบลำเลียงและสถานีทดลอง

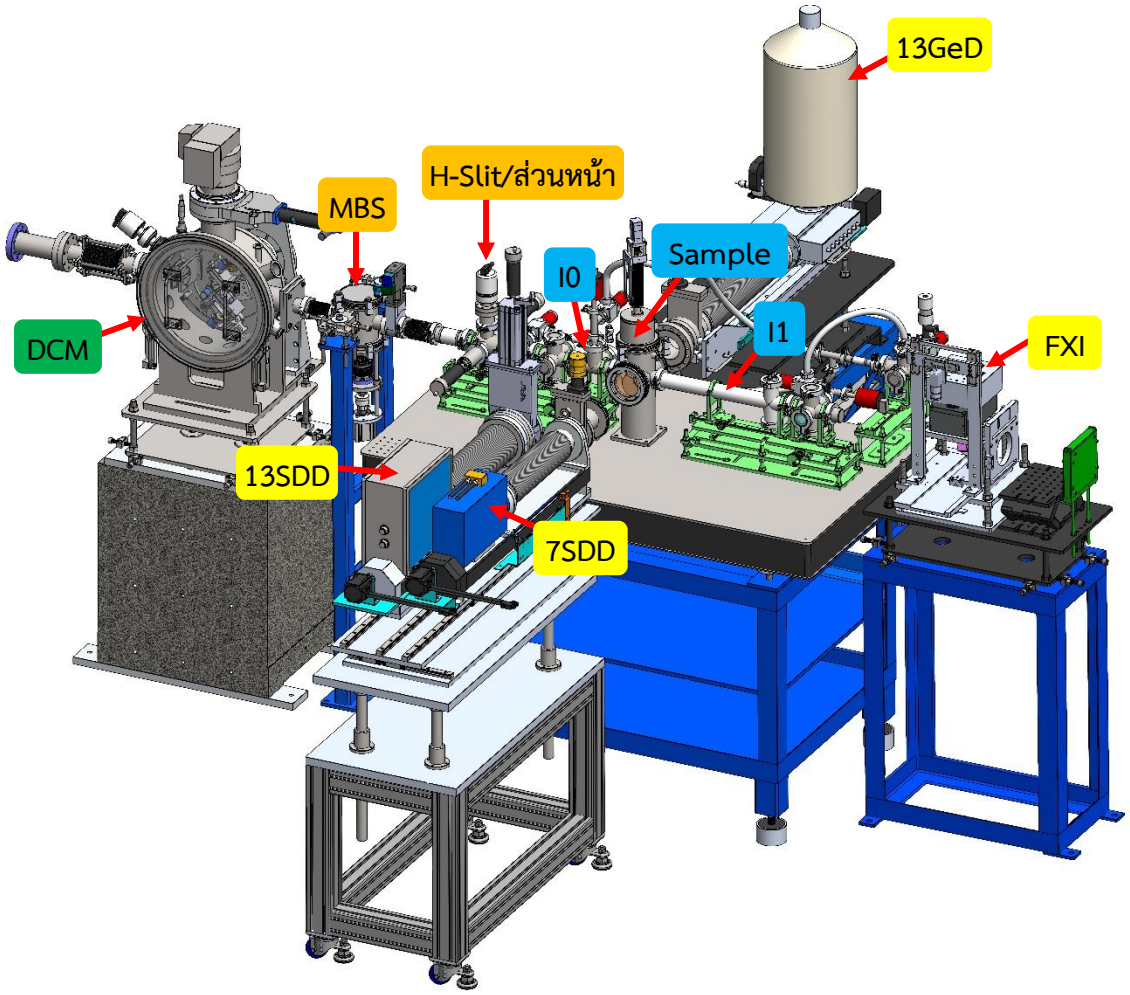
สถานทดลองที่ 8 มีรายละเอียดและส่วนประกอบดังต่อไปนี้

ABS	Absorbance stopper	ส่วนดูดกลืนรังสีเอกซ์ชนิดทองแดง
WBS	White beam shutter	ส่วนปิดกั้นรังสีเอกซ์พลังงานรวม
MBS	Monochromatic beam shutter	ส่วนปิดกั้นรังสีเอกซ์พลังงานเดี่ยว
PV	Pneumatic valve	วาล์วกั้นสุญญากาศ
SC	Screen	ฉากรับรังสี



รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบของระบบลำเลียงแสงที่ 8

DCM	Double crystal monochromator	เครื่องคัดเลือกพลังงานรังสีเอกซ์
H-slit	Horizontal slit	เครื่องมือตัดแสงในแนวแกนนอน
I_0	Ionization Chamber	อุปกรณ์วัดสัญญาณก่อนดูดกลืนแสง
I_1	Ionization Chamber	อุปกรณ์วัดสัญญาณหลังดูดกลืนแสง
GeD	Germanium detector	ตัวตรวจวัดสัญญาณการเรืองรังสีเอกซ์ ชนิดเจอร์มิเนียม 13 ช่อง
SDD	Silicon drift detector	ตัวตรวจวัดสัญญาณการเรืองรังสีเอกซ์ ชนิดซิลิกอน 7 และ 13 ช่อง
XFI	X-ray fluorescence imaging	เทคนิคการถ่ายภาพการเรืองรังสีเอกซ์



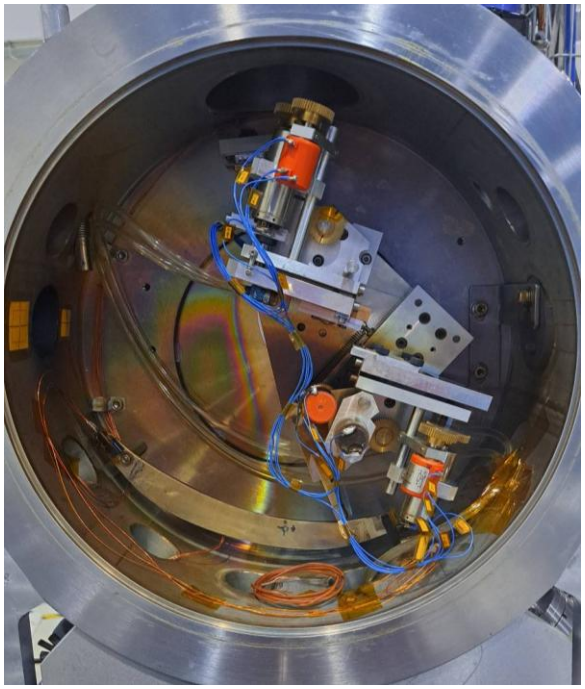
รูปที่ 4 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ บริเวณ Optical table

รูปที่ 5 ตู้ Rank A, B, C และ D ของสถานีทดลองที่ติดตั้ง Hardware อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ

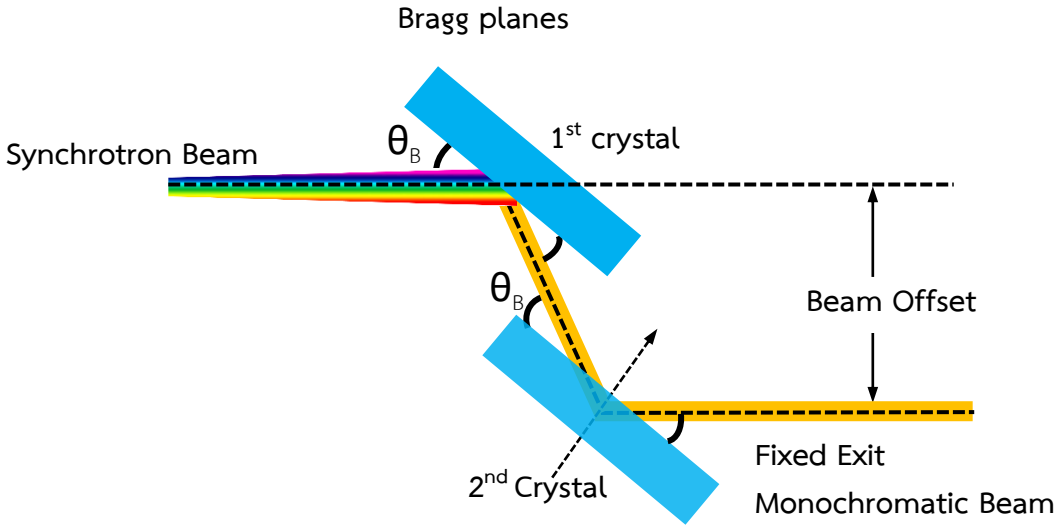
บทที่ 3 การเตรียมระบบสำหรับระบบลำเลียงแสงที่ 8

ระบบลำเลียงแสง BL8 ถูกออกแบบสำหรับการนำแสงซินโครตรอนในย่านรังสีเอ็กซ์พลังงานต่ำถึงปานกลาง (1-13 keV) ที่ผลิตขึ้นจากแม่เหล็กสองขั้วที่อยู่ในวงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอนมายังสถานีทดลอง ซึ่งลำแสงซินโครตรอนที่มีพลังงานรวมจะเรียกว่า แสงขาว (White beam) จะถูกลำเลียงผ่านเข้ามาสู่ระบบลำเลียงแสง และจะถูกคัดเลือกพลังงานให้เหลือพลังงานเดียว (Monochromatic X-ray) โดยการใช้เครื่องคัดเลือกพลังงาน (Double crystal monochromator chamber, DCM) ของระบบลำเลียงแสง BL8 ดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งมีรายละเอียดการทำงานดังต่อไปนี้

DCM เป็นแบบผลึกคู่ที่มีตำแหน่งทางออกของลำแสงคงที่ ประกอบด้วยผลึก 2 ชิ้น โดยผลึกชิ้นแรกเป็นผลึกตำแหน่งข้างบนทำหน้าที่คัดเลือกพลังงานแสงและผลึกชิ้นที่สองเป็นผลึกตำแหน่งล่างทำหน้าที่สะท้อนแสงที่มุมเลี้ยวเบนของระนาบผลึก (Bragg angle) ทำให้ลำของรังสีเอกซ์ขาออกมีทิศทางขนานกับรังสีเอกซ์ขาเข้า ตำแหน่งของรังสีเอกซ์ขาออกจะต่ำกว่าตำแหน่งรังสีเอกซ์ขาเข้าประมาณ 3 เซนติเมตรดังรูปที่ 7 โดยมีการเลือกผลึกให้สอดคล้องกับค่าพลังงานดังแสดงตารางด้านล่าง หลังจากนั้น Monochromatic X-ray จะถูกส่งต่อไปยังสถานีทดลองที่ 8



รูปที่ 6 ภาพถ่ายภายในเครื่องคัดเลือกพลังงาน หรือ DCM



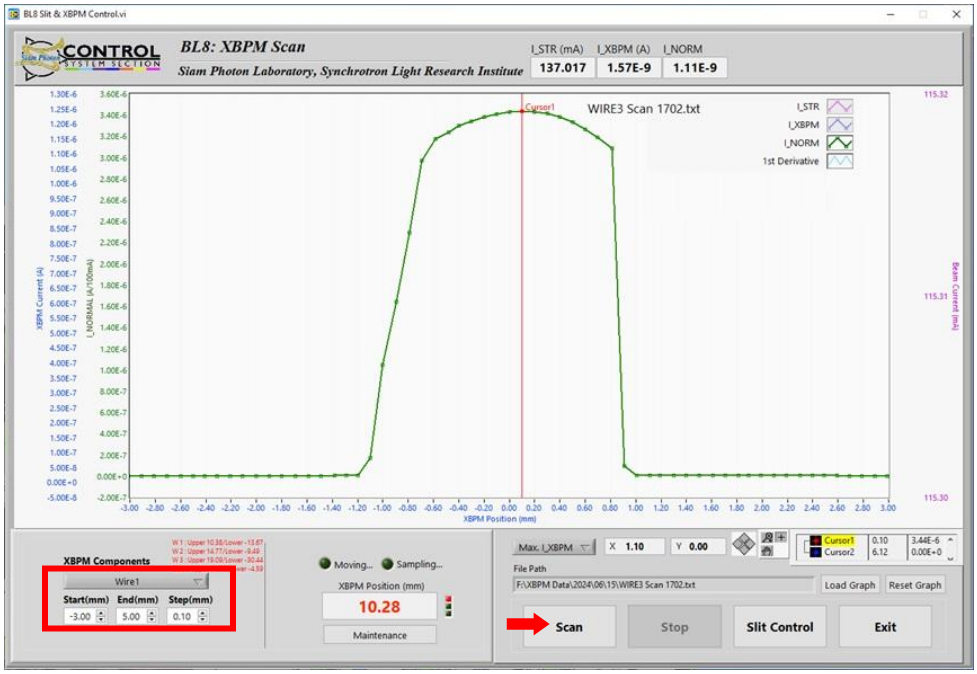
รูปที่ 7 แผนภาพแสดงตำแหน่งและมุมสะท้อนของผลึกคู่ในเครื่อง DCM

ตารางที่ 1 ระยะห่างระหว่างระนาบผลึก และช่วงพลังงานโฟตอนสำหรับ Bonn monochromator

DCM crystal	2d spacing (Å)	Photon energy range (eV)
KTP(111)	10.955	1250-4780
InSb(111)	7.481	1830-7000
Si(111)	6.271	2180-8350
Ge(220)	4.001	3440-13000

ดังนั้นเพื่อให้การเตรียมความพร้อมของสถานีทดลอง และระบบวัดเป็นไปอย่างเรียบร้อย จะขออธิบายถึงหลักการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน (Local contact, LC) ดังนี้ ในทุกครั้งหลังจากการเติมอิเล็กตรอนของส่วนเดินเครื่อง ซึ่งจะเติมอิเล็กตรอน 2 ช่วงและแล้วเสร็จประมาณ 09:00 และ 21:00 โดยประมาณ LC มีหน้าที่ดังต่อไปนี้

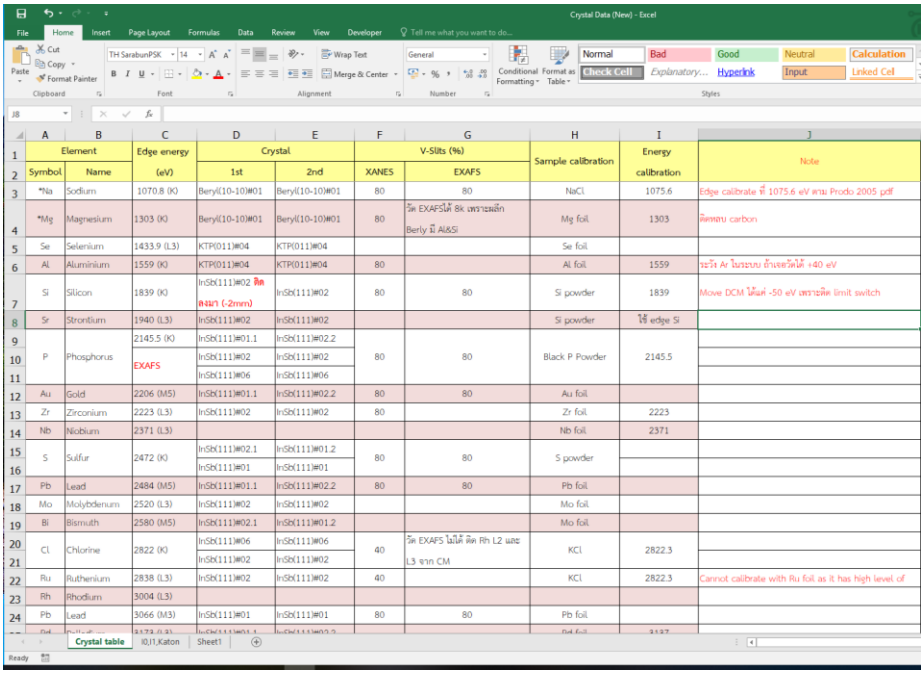
1. สแกนตำแหน่งแสง โดยใช้ X-ray beam position monitoring (XBPM) ทำการตรวจสอบตำแหน่งแสงทุกครั้ง โดยการสแกน XBPM ซึ่งเป็นการสแกนแกน Z (บน-ล่าง, Wire 1) จำนวน 1-2 ครั้ง เพื่อเช็คตำแหน่งแสงก่อนการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
   - ใช้คอมพิวเตอร์ Interlock เปิดโปรแกรม BL8 Slit and XBPM control
   - เลือกสแกนที่ wire 1 ปรับช่วงสแกนเป็น -3 ถึง 3 Step มอเตอร์ 0.05 มิลลิเมตร (mm) หมายเหตุ ช่วงการสแกนอาจมีปรับเปลี่ยนไปตามรอบการให้บริการ
   - กด Scan โดยค่าที่ได้ต้องไม่คลาดเคลื่อนจากเดิม ±1 mm



รูปที่ 8 หน้าโปรแกรม BL8 Slit and XBPM control

2. LC ในกะเช้า 08:30-16:30 ตรวจสอบสมุด logbook ที่ได้มีการจดบันทึกการทดลองต่าง ๆ เอาไว้ ตรวจสอบข้อความหรือโน้ต จาก LC ในกะเย็นก่อนหน้าว่าได้ทำการทดลองอะไรอยู่บ้าง ณ ขณะนี้ เช่น วัดธาตุอะไร พลังงานต่ำหรือพลังงานสูง วัดโหมด TM หรือ FL ใช้ผลึกใดการคัดเลือกพลังงาน หรือใช้คู่ไหนอยู่ในตอนนี้
3. เมื่อตรวจสอบข้อมูลเสร็จเรียบร้อย หากพบว่าต้องมีการเปลี่ยนพลังงานในการวัดจะต้องปฏิบัติดังนี้
    - ปิด MBS > WBS > ABS2
    - ปิดวาล์ว PV5 > PV4 > PB3 > PV2 > PV1 > ABS1
    - ปรับลด Gain I_0, I_1 ให้เป็น 3,3
    - ปรับลด HV ลงจาก 0.30 kV ให้เป็น 0.00 kV
    - เปิดประตู safety gate หากวัดธาตุพลังงานต่ำให้ปิดแก๊ส He ที่กล่องควบคุม
    - หากวัดในโหมด FL ให้ตรวจสอบระยะการใช้งานของ detector ว่าอยู่ในระยะที่ปลอดภัย นั้นคือ 100 mm หรือมากกว่านั้น จากนั้นให้ถอด champ lock ที่ยึดระหว่าง flange ของตัว detector กับ sample chamber ออกแล้วถอยเลื่อนฐานรอง detector ออกไปให้มีระยะห่างไกลขึ้น
    - หากในโครงการถัดไปวัดในโหมด TM จำเป็นต้องถอย detector ออกไปที่ตำแหน่ง 228 mm จากนั้นจึงจะสามารถปิด hand valve ได้ (ระยะ detector 228 mm นี้คือระยะที่ไกลที่สุดสำหรับ 7SDD)
    - หากมีการวัดพลังงานต่ำ ต้องถอด PP window I_0 เดิมออกมา แล้วทำการเปลี่ยนใหม่ทันที

4. จากนั้น LC จะมีการทวนซ้ำก่อนการเตรียมระบบใหม่ กับผู้ปฏิบัติงานคนอื่น ตามที่ได้รับมอบหมายจากผู้กำกับดูแลสถานีทดลอง โดยการทวนซ้ำนั้นจะอธิบายถึงการปิดระบบที่เรียบร้อยแล้วตามข้อที่ 3 และตรวจสอบการต่อสายแก๊ส He ที่ขาเข้าและขาออกของ sample chamber
5. เมื่อทราบพลังงานที่ต้องเตรียมระบบจากผู้ดูแลโครงการหรือจากผู้ใช้บริการเองก็ตาม ในขั้นตอนที่ 1 ให้ตรวจเช็คคู่ผลึกที่ต้องใช้งานหรือคู่ที่เหมาะสมกับพลังงานที่ต้องการจะวัด จากนั้นทำการเลือกคู่ผลึกเพื่อใช้สำหรับการคัดเลือกพลังงานแสงให้เหมาะสมกับธาตุที่ต้องการวัด โดยเลือกคู่ผลึก ได้จากโฟลเดอร์ “\\10.1.11.210\Documents” ->“Crystal Data (New).xls” ดังรูปที่ 9



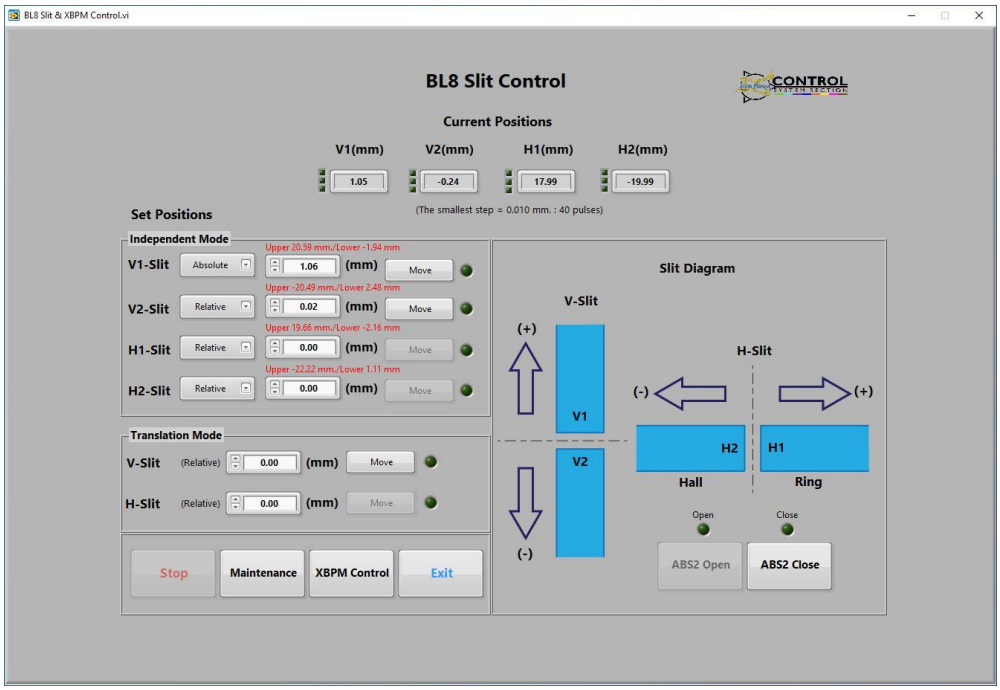
Element		Edge energy	Crystal		V-Slits (%)		Sample calibration	Energy calibration	Note
Symbol	Name	(eV)	1st	2nd	XANES	EXAFS			
*Na	Sodium	1070.8 (K)	Beryl(10-10)#01	Beryl(10-10)#01	80	80	NaCl	1075.6	Edge calibrate ที่ 1075.6 eV ตาม Prodo 2005 pdf
*Mg	Magnesium	1303 (K)	Beryl(10-10)#01	Beryl(10-10)#01	80	วัด EXAFSได้ 8k เพราะผลึก Beryl มี Al&Si	Mg foil	1303	ติดสนม carbon
Se	Selenium	1433.9 (L3)	KTP(011)#04	KTP(011)#04			Se foil		
Al	Aluminium	1559 (K)	KTP(011)#04	KTP(011)#04	80		Al foil	1559	ระวัง Ar ในระบบ ถ้าเจอวัดได้ ±40 eV
Si	Silicon	1839 (K)	InSb(111)#02 ติด (หมา (-2mm)	InSb(111)#02	80	80	Si powder	1839	Move DCM ได้แค่ -50 eV เพราะติด limit switch
Sr	Strontium	1940 (L3)	InSb(111)#02	InSb(111)#02			Si powder	ใช้ edge Si	
P	Phosphorus	2145.5 (K)	InSb(111)#01.1	InSb(111)#02.2	80	80	Black P Powder	2145.5	
		EXAFS	InSb(111)#02	InSb(111)#02					
			InSb(111)#06	InSb(111)#06					
Au	Gold	2206 (M5)	InSb(111)#01.1	InSb(111)#02.2	80	80	Au foil		
Zr	Zirconium	2223 (L3)	InSb(111)#02	InSb(111)#02	80		Zr foil	2223	
Nb	Niobium	2371 (L3)					Nb foil	2371	
S	Sulfur	2472 (K)	InSb(111)#02.1	InSb(111)#01.2	80	80	S powder		
			InSb(111)#01	InSb(111)#01					
Pb	Lead	2484 (M5)	InSb(111)#01.1	InSb(111)#02.2	80	80	Pb foil		
Mo	Molybdenum	2520 (L3)	InSb(111)#02	InSb(111)#02			Mo foil		
Bi	Bismuth	2580 (M5)	InSb(111)#02.1	InSb(111)#01.2			Mo foil		
Cl	Chlorine	2822 (K)	InSb(111)#06	InSb(111)#06	40	วัด EXAFS ไม่ได้ ติด Rh L2 และ L3 จาก CM	KCl	2822.3	
			InSb(111)#02	InSb(111)#02					
Ru	Ruthenium	2838 (L3)	InSb(111)#02	InSb(111)#02	40		KCl	2822.3	Cannot calibrate with Ru foil as it has high level of
Rh	Rhodium	3004 (L3)							
Pb	Lead	3066 (M3)	InSb(111)#01	InSb(111)#01	80	80	Pb foil		

รูปที่ 9 แสดงตารางการเลือกผลึกของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS

6. ทำการปรับค่า V-Slit ให้เหมาะสมกับธาตุ และโหมดที่ต้องการจะวัด (XANES หรือ EXAFS) โดยเลือกค่าการเปิดของ V-Slit ที่ได้จากการทำ Alignment แต่ละรอบของการให้บริการ นำค่าที่ได้ไปกรอกในโปรแกรม “BL8 Slit & XBPM Control” ดังรูปที่ 10

   - V1 และ V2-Slit เลือกเป็น Absolute ใส่ค่าตำแหน่งที่ได้ กดปุ่ม move หากค่าที่ได้ยังไม่ตรงในหน่วยทศนิยม ให้เปลี่ยนจาก Absolute เป็น Relative กรอกค่า ±0.01 mm
   - กดปุ่ม XBPM Control เพื่อกลับมาหน้าหลักของโปรแกรม
7. หากต้องมีการเปลี่ยนคู่ผลึกที่ใช้คัดเลือกพลังงานจากที่ติดตั้งไว้อยู่เดิม ให้ปฏิบัติตามข้อที่ 3.1 การเปลี่ยนผลึกในเครื่อง DCM
8. หากไม่ได้มีการเปลี่ยนผลึกที่ใช้คัดเลือก แต่เป็นการเปลี่ยนพลังงานในการวัด ให้ปฏิบัติตามข้อที่ 3.2 การเติมแก๊ส I_0 และ I_1

9. จากนั้นจะเป็นการปรับระนาบผลึก เพื่อให้คู่ผลึกที่ใช้คัดเลือกพลังงานจากแสงซินโครตรอนเป็นแสงที่มีความถี่เดียว ให้ขนานกันมากที่สุดโดยให้ปฏิบัติตามข้อที่ 3.3 การปรับระนาบผลึก
10. เมื่อ LC ปฏิบัติตามข้อที่ 3.3 เสร็จเรียบร้อย หากเป็นการวัดแบบ TM-mode LC สามารถนำตัวอย่างติดตั้งที่ SH และสอนผู้มาใช้บริการติดตัวอย่าง พร้อมการตั้งค่าวัดตัวอย่างถัดไป
11. หากเป็นการวัดแบบ FL-mode LC ให้ปฏิบัติตามข้อที่ 3.4 การเตรียมระบบแบบ FL-mode



รูปที่ 10 การปรับค่า V-Slit ของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS

กรณีที่ต้องทำการเปลี่ยนคู่ผลึกในเครื่อง DCM ให้ปฏิบัติดังนี้

3.1 การเปลี่ยนผลึกในเครื่อง DCM

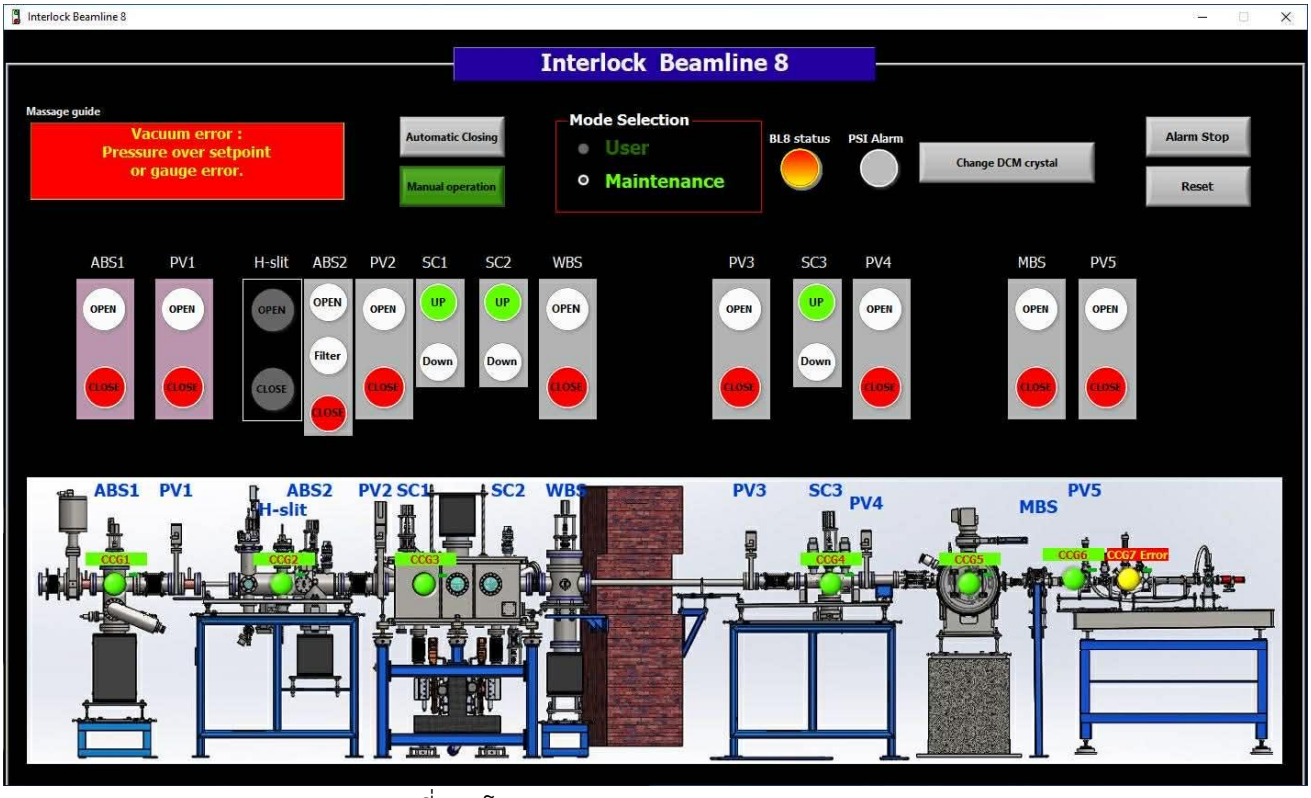
- ไปที่โปรแกรม “Interlock Beamline 8” เปลี่ยนจาก User เป็น Maintenance ป้อนรหัสผ่าน ปิด Valve ทั้งหมดโดยการกด Close MBS > WBS > ABS2 > ABS > PV1 > PV2 > PV3 > PV4 > PV5 ตามลำดับ ดังรูปที่ 11
- ทำการปิด Hand valve (รูปที่ 12) โดยหันด้ามจับสีดำเข้าหาตัว หลังจากนั้น Alarm pressure จะดังให้เดินกลับไปกด Alarm Stop ที่โปรแกรม “Interlock Beamline 8”
- ทำการเติมแก๊ส N_2 เข้าใน DCM ผ่านทาง Valve หรี่ที่ต่อกับสายแก๊ส N_2 เข้าที่ช่อง Vent และค่อย ๆ เปิด Valve หรี่เพื่อเติมแก๊ส N_2 ให้เต็มภายในเครื่อง DCM หลังจากนั้นทำการปิด Valve หรี่ให้แน่นสนิท
- ถอด Camp lock ออกและค่อย ๆ เปิดฝาเครื่อง DCM อย่างเบามือ
- ทำการสวมถุงมือทุกครั้ง ก่อนเริ่มทำการเปลี่ยนผลึก

- ทำการถอด Crystal holder ตัวที่ 2 ออก และนำไปวางไว้บนโต๊ะให้เรียบร้อย
- หลังจากนั้น ทำการถอด Crystal holder ตัวที่ 1 ออก และถอดผลึกออกจาก Crystal holder และนำผลึกที่ถอดออกมาไปเก็บในกล่องผลึกเดิมให้เรียบร้อย
- ติด Crystal holder ตัวที่ 1 กลับเข้าไปที่เดิม และเช็คว่าติดแน่นเรียบร้อยดีแล้ว
- ทำการเปลี่ยนผลึกตัวที่ 2 และนำ Crystal holder ตัวที่ 2 กลับไปใส่ตำแหน่งเดิม โดยใส่ Crystal holder ให้ห่างจากจุด Home ตามชนิดของ ผลึกนั้น ๆ ดังต่อไปนี้

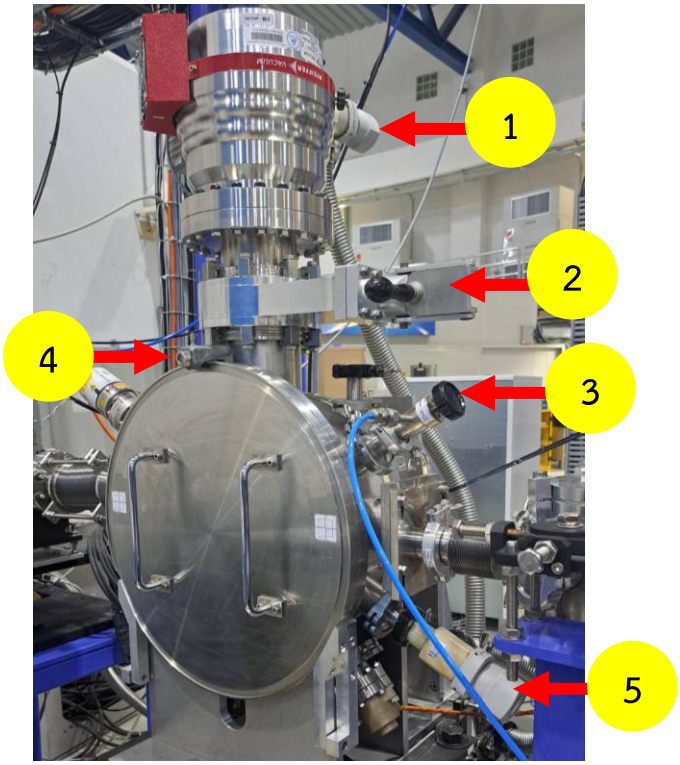
ผลึก InSb(111)	+15 mm จากจุด Home
ผลึก Ge(220)	+10 mm จากจุด Home
ผลึก Si(111)	+0 mm จากจุด Home
ผลึก KTP(011)	+12 mm จากจุด Home
ผลึก Beryl(10-10)	+12 mm จากจุด Home

หมายเหตุ การติดตำแหน่งผลึกตัวที่ 2 นั้น ขึ้นอยู่กับพลังงานของธาตุที่ต้องการวัดด้วย เช่นถ้าต้องการวัดธาตุพลังงานที่มากกว่า Zn 9659 eV ควรติดผลึกต่ำลงจากตำแหน่งที่กำหนดไว้ หรือติดที่ Home เพื่อให้แสงตกกระทบโดนผลึกพอดี

- หลังจากติด Crystal holder เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ให้เช็คสายน้ำว่าขวางทางออกของแสงหรือไม่ และทำการตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง ก่อนทำการปิดฝา DCM (ปิดอย่างเบามือ) และทำการล็อคโดยใช้ Camp lock (ล็อคให้ตึงมือ)
- ปิด Valve turbo-pump
- เปิด Valve dry-pump และรอให้ได้ Pressure ประมาณ 6.0×10^{-2} Torr
- ทำการปิด Valve dry-pump และทำการเปิด Valve turbo-pump
- ทำการเปิด Hand valve และรอให้ได้ Pressure ต่ำกว่า 6.0×10^{-5} Torr



รูปที่ 11 โปรแกรม Interlock Beamline 8



รูปที่ 12 เครื่อง DCM ของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS

1. Valve turbo-pump 2. Hand valve 3. Valve หรี่ 4. Camp lock 5. Valve dry pump

คำเตือน การเปิด/ปิดระบบสุญญากาศของสถานีทดลองควรทำตามขั้นตอน Interlock ของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS อย่างเคร่งครัด การทำผิดขั้นตอนอาจนำมาซึ่งอุบัติเหตุอันร้ายแรง เช่น การแตกของ Kapton window หรือการทำให้แก๊ส หรืออากาศเข้าสู่ระบบลำเลียงแสงอย่างฉับพลัน ทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงกับวงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอน กล่าวคือสภาพสุญญากาศระดับสูงภายในวงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอนจะถูกทำลายลง และปั๊มสุญญากาศระดับสูงจะเสียหายเป็นเหตุให้ต้องหยุดบริการแสงเป็นเวลานาน ระบบ Interlock ของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS สามารถป้องกันได้เพียงเหตุการณ์ที่ไม่ร้ายแรงได้ เช่น การรั่วซึมของท่อสุญญากาศของระบบลำเลียงแสง ซึ่งระบบ Interlock จะปิดวาล์วเพื่อป้องกันวงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอนได้ทันเวลา แต่สำหรับอุบัติเหตุการไหลของแก๊ส หรืออากาศอย่างฉับพลัน ระบบ Interlock จะไม่สามารถปิดวาล์วได้ทันเวลา

3.2 การเติมแก๊ส I_0 และ I_1

เพื่อศึกษาการดูดกลืนรังสีของตัวอย่าง จึงมีการนำเอาเทคนิคการแตกตัวของแก๊สหรือ Ionization มาใช้ตรวจวัดค่ากระแสโดยติดตั้ง Ionization Chamber หน้าและหลัง Sample Chamber (SC) และใช้แหล่งจ่ายศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 0.30 kV โดยค่ากระแสที่ได้อยู่ในระดับ nA เพื่อให้สามารถนำไปประมวลผลได้ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ ดังนี้

- เครื่อง Current Amplifier
- เครื่องแปลงสัญญาณแรงดันเป็นความถี่
- เครื่องนับความถี่

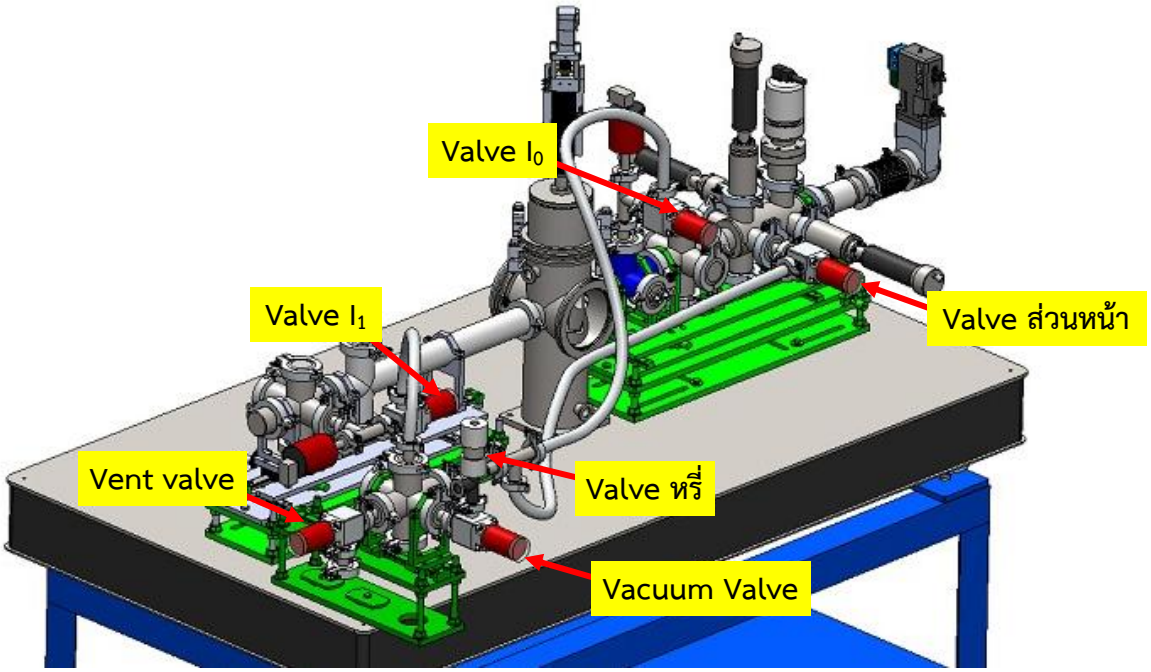
โดยใช้เครื่อง Ionization chamber ขนาด 10 และ 40 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับเครื่องวัดสัญญาณ I_0 และ I_1 โดยเลือกใช้แก๊สที่ทำให้เครื่อง Ionization chamber ที่ I_0 ดูดกลืนรังสีในปริมาณไม่เกิน 10% และเพื่อให้มีความเข้มรังสีเหลืออยู่ 90% สำหรับกระตุ้นตัวอย่าง และหลังจากผ่านตัวอย่างแล้วยังมีความเข้มรังสีเหลือเพียงพอสำหรับวัดสารมาตรฐาน โดยเติมแก๊สในท่อตามที่คำนวณไว้ดังตารางที่ 2 เมื่อแสงผ่านมาชนกับอะตอมของแก๊สภายในท่อจะแตกตัวเป็นอิออนบวก และอิเล็กตรอน เราเรียกว่าการเกิด Ionization อิออนบวก และอิเล็กตรอนจะถูกดึงดูดเข้าหาแผ่นโลหะที่มีขั้วไฟฟ้าตรงข้ามกัน โดยจ่ายศักย์ไฟฟ้า (0.30 kV) ไปยังแผ่นโลหะทั้งสอง เมื่อต่ออุปกรณ์ครบวงจรจะทำให้เกิดการไหลของกระแส และเราสามารถอ่านกระแสที่เกิดขึ้นได้ โดยขั้นตอนการเติมแก๊สมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ตารางการเติมแก๊สของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS

K-edge	L3 edge	M5 edge	10 cm long Ion chamber (I0)	40 cm long Ion chamber (I1)
Mg	As, Se		6 mbar N2	31 mbar N2
Al	Br, Kr	Ta, W	10 mbar N2	53 mbar N2
Si	Rb, Sr	Re, Os	16 mbar N2	85 mbar N2
P	Y, Zr	Ir, Pt, Au, Hg	24 mbar N2	132 mbar N2
S	Nb, Mo	Tl, Pb, Bi, Po	37 mbar N2	200 mbar N2
Cl	Tc, Ru	Po, At, Rn, Fr	54 mbar N2	296 mbar N2
Ar	Rh, Pd, Ag	Ra, Ac, Th, Pa	79 mbar N2	433 mbar N2
K	Cd, In	U	113 mbar N2	619 mbar N2
Ca	Sn, Sb, Te		160 mbar N2	872 mbar N2
Sc	I, Xe		11 mbar Ar	61 mbar Ar
Ti	Cs, Ba		15 mbar Ar	80 mbar Ar
V	La, Ce		19 mbar Ar	104 mbar Ar
Cr	Pr, Nd		24 mbar Ar	133 mbar Ar
Mn	Pm, Sm		31 mbar Ar	170 mbar Ar
Fe	Eu, Gd, Tb		39 mbar Ar	214 mbar Ar
Co	Dy, Ho		49 mbar Ar	269 mbar Ar
Ni	Er, Tm		61 mbar Ar	335 mbar Ar
Cu	Yb, Lu		76 mbar Ar	413 mbar Ar
Zn	Hf, Ta, W		93 mbar Ar	509 mbar Ar
Ga	W, Re		113 mbar Ar	626 mbar Ar
Ge	Os, Ir		136 mbar Ar	746 mbar Ar
As	Pt, Au		165 mbar Ar	906 mbar Ar
Se	Hg, Tl		200 mbar Ar	1013 mbar Ar
Br	Pb, Bi		240 mbar Ar	1013r Ar

ลำดับขั้นตอนในการเตรียมแก๊สมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ทำการปิด Valve ทั้งหมด ด้วยโปรแกรม “Interlock Beamline 8”
- เช็ค Valve ทั้งหมดของ Experiment station (Valve ส่วนหน้า, Valve I_0, Valve I_1, Valve vent, Valve หรี่และ Valve dry-pump) ว่าปิดอยู่ทั้งหมด
- ทำการเติมแก๊ส I_0 โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้
  - เปิด dry pump ที่ station
  - เปิด valve I_0 จนสุด
  - เปิด Vacuum valve
  - เปิด Vent valve ช้าๆ เพื่อทำการ pump เอาแก๊สเดิมหรืออากาศที่อยู่ใน I_0 ออก โดยจะเหลือ Pressure ประมาณ 1-2 mbar ที่คงค้างอยู่ ไม่สามารถปั๊มได้มากกว่านี้แล้ว
  - ปิด Vent valve
  - ทำการเติมแก๊สที่เราต้องการ (ตารางที่ 2) โดยใส่ให้ได้ตามปริมาณที่กำหนดของธาตุที่ต้องการจะวัดนั้น ๆ โดยใช้ Valve หรี่ เป็น Valve ควบคุมปริมาณการเติมแก๊ส หลังจากนั้นทำการเติมแก๊ส He จนได้ Pressure ที่เต็ม Ionization camber กล่าวคือตัวเลขของ gate ความดันไม่เพิ่มขึ้นแล้ว
  - จากนั้นทำการปิด Valve I_0 และ Valve หรี่ ตามลำดับ
- ทำการเติมแก๊ส I_1 โดยปฏิบัติตามขั้นตอนในการเติม Gas I_0 (เปลี่ยนจากการเปิดปิด Valve I_0 เป็นการเปิดปิด Valve I_1)
- เมื่อเติมแก๊ส I_0 และ I_1 เสร็จ ให้ทำการ Pump ส่วนหน้าโดยการเปิด Vent valve ก่อน หลังจากนั้นให้เปิด Valve ส่วนหน้าและรอให้ได้ความดันของส่วนหน้าต่ำกว่า 6.0×10^{-2} Torr
- เมื่อ Pressure ของเครื่อง DCM และส่วนหน้าได้ประมาณ 6.0×10^{-5} และ 6.0×10^{-2} Torr ตามลำดับ ให้ทำการปิด Valve ส่วนหน้า ปิด vent valve และปิด Valve dry-pump ให้เรียบร้อย หลังจากนั้นให้รีบมาเปิด Valve PV5 ในโปรแกรม “Interlock Beamline 8” ให้อยู่ในสถานะ Open ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการแบ่งปันความดันระหว่างส่วนหน้าและ DCM ที่มีความต่างกันของความดัน ดังนั้นจึงต้องเปิด PV5 สลับไปมากับการกด Reset ของ alarm ที่ร้องดังเมื่อความดันในส่วนนั้นไม่ตรงตามที่ได้มีการตั้งค่าเอาไว้



รูปที่ 13 ตำแหน่ง Valve ต่าง ๆ

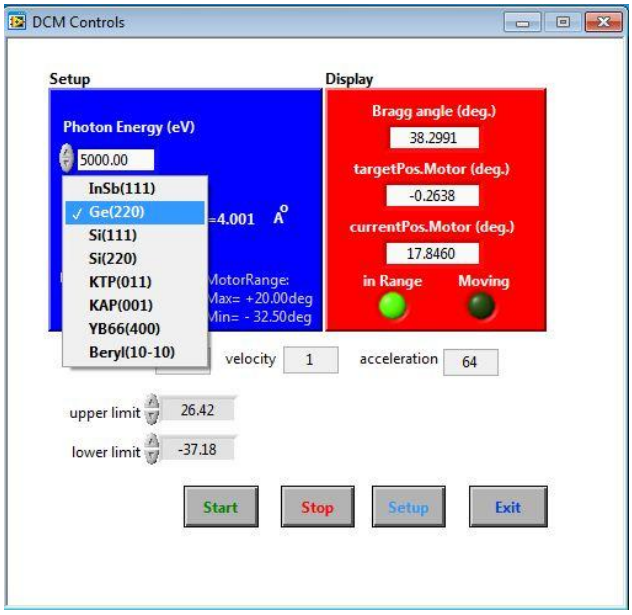
3.3 การปรับระนาบผลึก

ในการวัดด้วยเทคนิค XAS นั้นจะเริ่มด้วยการเตรียมระบบการวัด TM (Transmission) ก่อนเสมอ เพื่อทำการ Validation DCM เป็นการสอบเทียบค่าความถูกต้องของพลังงานแสงที่ต้องการใช้งาน (Energy Calibration) และตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของผลึกคู่ ให้มีความเที่ยงตรงสูงสุดก่อนเริ่มการทดลองนั้น ๆ โดยการวัดแบบ TM เราจะวัดการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์จากความเข้มของรังสีเอ็กซ์ที่ลดลงหลังจากการเดินทางผ่านตัวอย่าง โดยมีการวัดปริมาณความเข้มของรังสีก่อน (I_0) และหลังผ่านตัวอย่าง (I_1) ซึ่งจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.1 การ Move DCM XAS

เป็นขั้นตอนหลังจากการเปลี่ยนผลึก และเตรียมแก๊สเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำการคัดเลือกพลังงานแสง โดยการปรับเปลี่ยนมุม Bragg โดยการคัดเลือกพลังงานแสงนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของผลึกด้วย

- ทำการ Move DCM โดยเปิดโปรแกรม “DCM Controls” ขึ้นมาดังรูปที่ 18
- กดปุ่ม Crystal type เพื่อเลือกชนิดของผลึก
- ใส่ค่า Edge energy ของธาตุที่เราต้องการจะวัดลงในช่อง Photon Energy และกด Enter
- กดปุ่ม Start และทำการจดค่ามุมที่ได้จาก CurrentPos.Moter (deg.)
- กดปุ่ม Exit เพื่อออกจากโปรแกรม



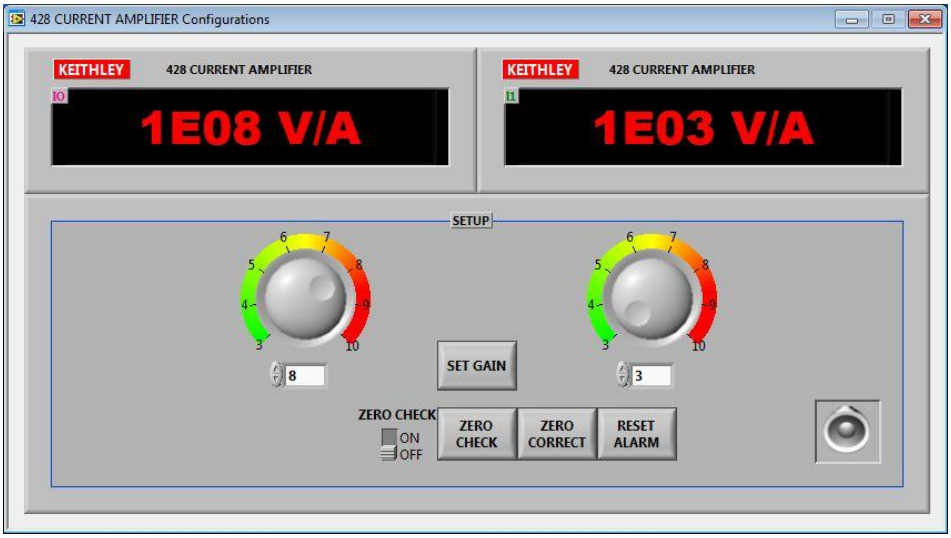
รูปที่ 14 โปรแกรม “DCM control” ของระบบลำเลียงแสง B 8 XAS

3.3.2 การ Maximize I_0 current

ทำเพื่อปรับระนาบผลึกตัวที่ 2 ให้อยู่ในระราบขนานกับผลึกตัวที่ 1 มากที่สุด โดยจุดที่ขนานกันมากที่สุดคือจุดที่ได้ค่า I_0 current มากที่สุด

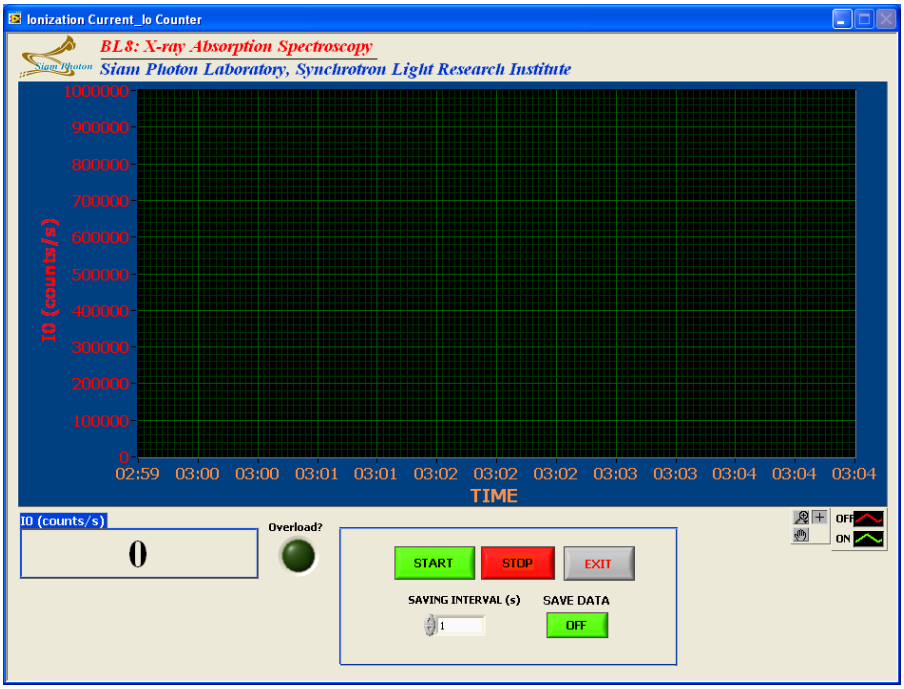
- ทำการเปิด High volt ให้กับ I_0 และ I_1 ให้มีค่า 0.30 kV
- ทำการปรับ Gain ของ I_0 ด้วยโปรแกรม “428 current amplifier” รูปที่ 15 โดยมีเงื่อนไขดังนี้
  * ถ้าวัดธาตุพลังงานสูง (> Fe) ให้ปรับเป็น Gain 8 (1E08 V/A)
  * ถ้าวัดธาตุพลังงานต่ำ (< Fe) ให้ปรับเป็น Gain 7 (1E07 V/A
  * ถ้าวัดธาตุ Mg หรือ Al ให้ใช้เป็น Gain 8
- ทำการเปิดสวิตซ์ของรีโมทคอนโทรลเพื่อทำการ Maximize I_0 current ดังรูปที่ 16
- ทำการเปิดโปรแกรม “Ionization current I_0 counter” ดังรูปที่ 17 กดปุ่ม Start พร้อมจดค่า I_0 (c/s), Ring current (mA) และค่า 1P, 2P และ 2V เริ่มต้น
- ทำการปรับตำแหน่งผลึกตัวที่ 2 โดยใช้รีโมทคอนโทรล (รูปที่ 18) เพื่อให้ได้ค่า I_0 current ที่สูงที่สุด โดยเริ่มจากปรับค่า 2P จนได้ค่า c/s สูงระดับหนึ่ง หลังจากนั้นทำการปรับค่า 2V จนได้ค่าที่สูงสุดเท่าที่จะทำได้ และให้กลับมาปรับค่า 2P อีกครั้งจนได้ค่าที่สูงสุด ทำการจดค่า I_0 (c/s), Ring current (mA) และค่า 1P, 2P และ 2V ตามลำดับ
- ทำการคำนวณ Flux ที่ได้ โดยเปิดโฟลเดอร์ “\\10.1.11.210\Documents” เลือกไฟล์ New_BL8-Conversion-from-I0-current-to-photon-flux.xlsx และทำการใส่ค่า I_0 (nA) ที่อ่านได้จากโปรแกรม “Ionization current I_0 counter” และค่า Ring current (mA) เพื่อคำนวณค่า Flux ที่ได้ หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบค่า Flux ที่ได้ ณ ปัจจุบัน ดังรูปที่ 19

* โดยค่า Flux ที่ได้ควรอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน



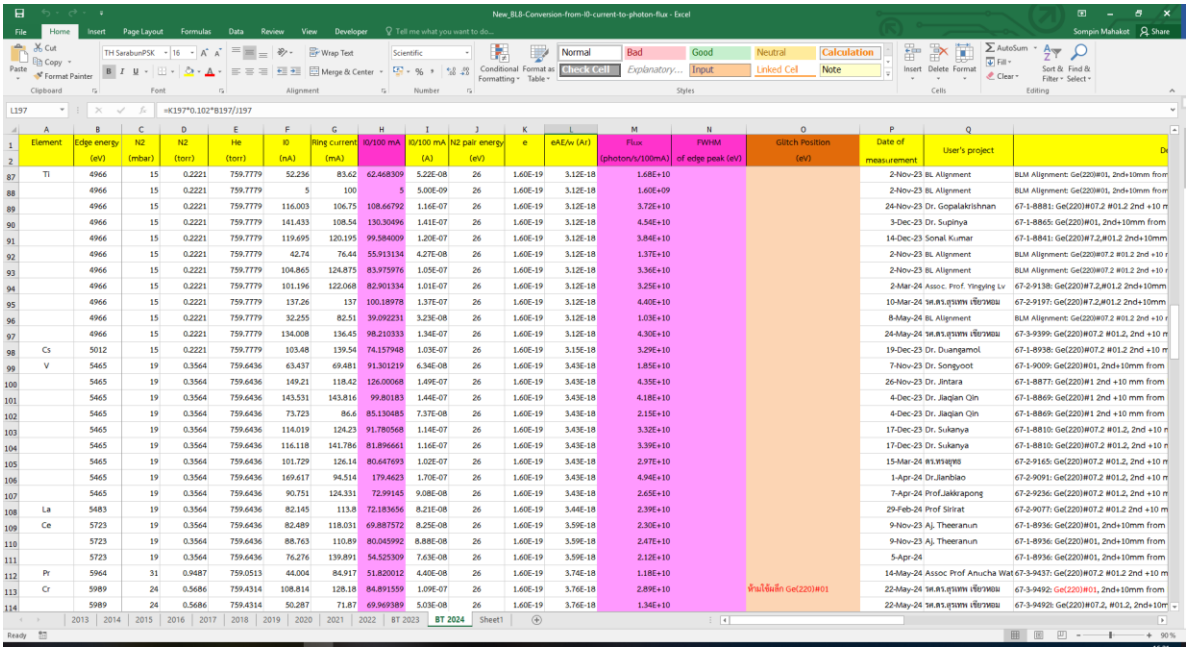
รูปที่ 15 โปรแกรม “428 current amplifier” ของระบบลำเลียงแสง BL8 XAS

รูปที่ 16 ชุดคอนโทรลการปรับตำแหน่งผลึก เพื่อให้ได้ I_0 current ที่มากที่สุด



รูปที่ 17 โปรแกรม “Ionization current I_0 counter”

รูปที่ 18 ชุดรีโมทคอนโทรลควบคุมมอเตอร์ในการปรับตำแหน่งผลึกในเครื่อง DCM



Element	Edge energy (eV)	N2 (mbar)	N2 (torr)	He (torr)	I0 (nA)	Ring current (mA)	I0/100 mA	I0/100 mA (A)	N2 pair energy (eV)	e	eAE/w (Ar)	Flux (photon/s/100mA)	FWHM of edge peak (eV)	Glitch Position (eV)	Date of measurement	User's project	D
Ti	4966	15	0.2221	759.7779	52.236	83.62	62.468309	5.22E-08	26	1.60E-19	3.12E-18	1.68E+10			2-Nov-23	BL Alignment	BLM Alignment: Ge(220)#01, 2nd+10mm from
	4966	15	0.2221	759.7779	5	100	5	5.00E-09	26	1.60E-19	3.12E-18	1.60E+09			2-Nov-23	BL Alignment	BLM Alignment: Ge(220)#01, 2nd+10mm from
	4966	15	0.2221	759.7779	116.003	106.75	108.66792	1.16E-07	26	1.60E-19	3.12E-18	3.72E+10			24-Nov-23	Dr. Gopalakrishnan	67-1-8881: Ge(220)#07.2 #01.2 2nd +10 m
	4966	15	0.2221	759.7779	141.433	108.54	130.30496	1.41E-07	26	1.60E-19	3.12E-18	4.54E+10			3-Dec-23	Dr. Suplnya	67-1-8865: Ge(220)#01, 2nd+10mm from
	4966	15	0.2221	759.7779	119.695	120.195	99.584009	1.20E-07	26	1.60E-19	3.12E-18	3.84E+10			14-Dec-23	Sonal Kumar	67-1-8841: Ge(220)#7.2,#01.2 2nd+10mm
	4966	15	0.2221	759.7779	42.74	76.44	55.913134	4.27E-08	26	1.60E-19	3.12E-18	1.37E+10			2-Nov-23	BL Alignment	BLM Alignment: Ge(220)#07.2 #01.2 2nd +10 m
	4966	15	0.2221	759.7779	104.865	124.875	83.975976	1.05E-07	26	1.60E-19	3.12E-18	3.36E+10			2-Nov-23	BL Alignment	BLM Alignment: Ge(220)#07.2 #01.2 2nd +10 m
	4966	15	0.2221	759.7779	101.196	122.068	82.901334	1.01E-07	26	1.60E-19	3.12E-18	3.25E+10			2-Mar-24	Assoc. Prof. Yingying Lv	67-2-9138: Ge(220)#7.2,#01.2 2nd+10mm
	4966	15	0.2221	759.7779	137.26	137	100.18978	1.37E-07	26	1.60E-19	3.12E-18	4.40E+10			10-Mar-24	พ.ต.ร.สุรเทพ เชียวหอม	67-2-9197: Ge(220)#7.2,#01.2 2nd+10mm
	4966	15	0.2221	759.7779	32.255	82.51	39.092231	3.23E-08	26	1.60E-19	3.12E-18	1.03E+10			8-May-24	BL Alignment	BLM Alignment: Ge(220)#07.2 #01.2 2nd +10 m
	4966	15	0.2221	759.7779	134.008	136.45	98.210333	1.34E-07	26	1.60E-19	3.12E-18	4.30E+10			24-May-24	พ.ต.ร.สุรเทพ เชียวหอม	67-3-9399: Ge(220)#07.2 #01.2, 2nd +10 m
Cs	5012	15	0.2221	759.7779	103.48	139.54	74.157948	1.03E-07	26	1.60E-19	3.15E-18	3.29E+10			19-Dec-23	Dr. Duangamol	67-1-8938: Ge(220)#07.2 #01.2 2nd +10 m
V	5465	19	0.3564	759.6436	63.437	69.481	91.301219	6.34E-08	26	1.60E-19	3.43E-18	1.85E+10			7-Nov-23	Dr. Songyoot	67-1-9009: Ge(220)#01, 2nd+10mm from
	5465	19	0.3564	759.6436	149.21	118.42	126.00068	1.49E-07	26	1.60E-19	3.43E-18	4.35E+10			26-Nov-23	Dr. Jintara	67-1-8877: Ge(220)#1 2nd +10 mm from
	5465	19	0.3564	759.6436	143.531	143.816	99.80183	1.44E-07	26	1.60E-19	3.43E-18	4.18E+10			4-Dec-23	Dr. Jiaqian Qin	67-1-8869: Ge(220)#1 2nd +10 mm from
	5465	19	0.3564	759.6436	73.723	86.6	85.130485	7.37E-08	26	1.60E-19	3.43E-18	2.15E+10			4-Dec-23	Dr. Jiaqian Qin	67-1-8869: Ge(220)#1 2nd +10 mm from
	5465	19	0.3564	759.6436	114.019	124.23	91.780568	1.14E-07	26	1.60E-19	3.43E-18	3.32E+10			17-Dec-23	Dr. Sukanya	67-1-8810: Ge(220)#07.2 #01.2, 2nd +10 m
	5465	19	0.3564	759.6436	116.118	141.786	81.896661	1.16E-07	26	1.60E-19	3.43E-18	3.39E+10			17-Dec-23	Dr. Sukanya	67-1-8810: Ge(220)#07.2 #01.2, 2nd +10 m
	5465	19	0.3564	759.6436	101.729	126.14	80.647693	1.02E-07	26	1.60E-19	3.43E-18	2.97E+10			15-Mar-24	พร.พรสุพร	67-2-9165: Ge(220)#07.2 #01.2, 2nd +10 m
	5465	19	0.3564	759.6436	169.617	94.514	179.4623	1.70E-07	26	1.60E-19	3.43E-18	4.94E+10			1-Apr-24	Dr.Jianbiao	67-2-9091: Ge(220)#07.2 #01.2, 2nd +10 m
	5465	19	0.3564	759.6436	90.751	124.331	72.99145	9.08E-08	26	1.60E-19	3.43E-18	2.65E+10			7-Apr-24	Prof.Jakkrapong	67-2-9236: Ge(220)#07.2 #01.2, 2nd +10 m
La	5483	19	0.3564	759.6436	82.145	113.8	72.183656	8.21E-08	26	1.60E-19	3.44E-18	2.39E+10			29-Feb-24	Prof Sirirat	67-2-9077: Ge(220)#07.2 #01.2 2nd +10 m
Ce	5723	19	0.3564	759.6436	82.489	118.031	69.887572	8.25E-08	26	1.60E-19	3.59E-18	2.30E+10			9-Nov-23	Aj. Theeranun	67-1-8936: Ge(220)#01, 2nd+10mm from
	5723	19	0.3564	759.6436	88.763	110.89	80.045992	8.88E-08	26	1.60E-19	3.59E-18	2.47E+10			9-Nov-23	Aj. Theeranun	67-1-8936: Ge(220)#01, 2nd+10mm from
	5723	19	0.3564	759.6436	76.276	139.891	54.525309	7.63E-08	26	1.60E-19	3.59E-18	2.12E+10			5-Apr-24		67-1-8936: Ge(220)#01, 2nd+10mm from
Pr	5964	31	0.9487	759.0513	44.004	84.917	51.820012	4.40E-08	26	1.60E-19	3.74E-18	1.18E+10			14-May-24	Assoc Prof Anucha Wat	67-3-9437: Ge(220)#07.2 #01.2 2nd +10 m
Cr	5989	24	0.5686	759.4314	108.814	128.18	84.891559	1.09E-07	26	1.60E-19	3.76E-18	2.89E+10		ห้ามใช้แล็ก Ge(220)#01	22-May-24	พ.ต.ร.สุรเทพ เชียวหอม	67-3-9492: Ge(220)#01, 2nd+10mm from
	5989	24	0.5686	759.4314	50.287	71.87	69.969389	5.03E-08	26	1.60E-19	3.76E-18	1.34E+10			22-May-24	พ.ต.ร.สุรเทพ เชียวหอม	67-3-9492: Ge(220)#07.2, #01.2, 2nd+10m

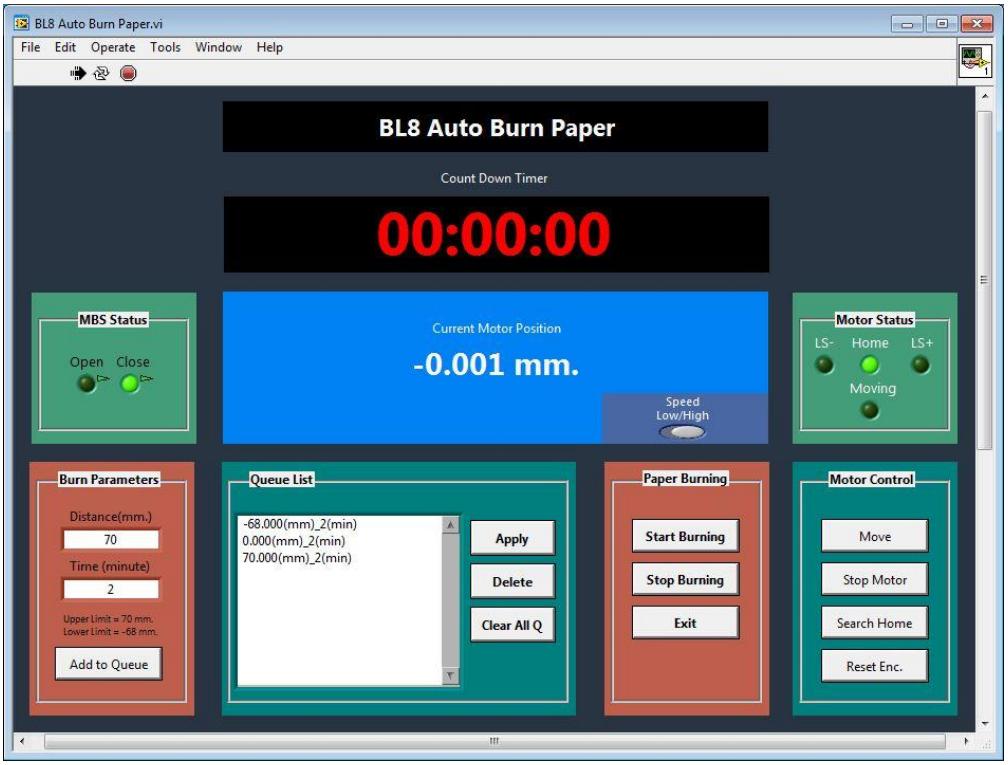
รูปที่ 19 ตารางแสดงค่า Photon flux ในแต่ละครั้งของการเตรียมระบบ

หลังจากทำการปรับระนาบผลึกและได้ค่ากระแสที่สูงสุดแล้ว ถัดไปจะเป็นการเช็คลักษณะหน้าตาแสงที่ได้ตำแหน่งแสงที่ตกลงบน SH โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ปิดแสง กดตำแหน่ง Close MBS และ WBS > ABS2
- ติดกระดาษ Burn ลงบน SH ดังรูปที่ 21
- เปิดโปแกรมแกรม “BL8 Auto Burn Paper” ดังรูปที่ 20 ปรับ Speed ไปที่ High
- ป้อนค่า Distance(mm.) และ Time (minute) กด Add to Queue เพิ่มคำสั่งทีละตำแหน่ง

* ปัจจุบันแกน linear drive ที่ได้ทำการติดตั้งมอเตอร์สามารถเลื่อนระยะอยู่ในช่วง +70 ถึง -68
* ตำแหน่งที่แสงตกกระทบที่ตกกลางคือตำแหน่งที่ 0 เลื่อนขึ้นด้านบนมีค่าเป็นบวก เลื่อนขึ้นด้านบนมีค่าเป็นลบ

- เปิดแสง Open WBS อย่างเดียว จากนั้นให้กดที่คำสั่ง Start Burning มอเตอร์จะทำการเลื่อนไปยังตำแหน่งที่เราใส่ค่าไว้ เมื่อถึงตำแหน่งนั้น ๆ โปรแกรมจะสั่งเปิด MBS อัตโนมัติ แล้วจะนับเวลาถอยหลังจากเวลาที่ป้อนไว้ เมื่อครบเวลา โปรแกรมจะปิด MBS อัตโนมัติ และมอเตอร์จะเลื่อนไปยังตำแหน่งถัดไปตามลำดับ
- เมื่อครบทั้งหมดให้ปิด WBS เพื่อเข้าไปเช็คตำแหน่งแสงที่ได้

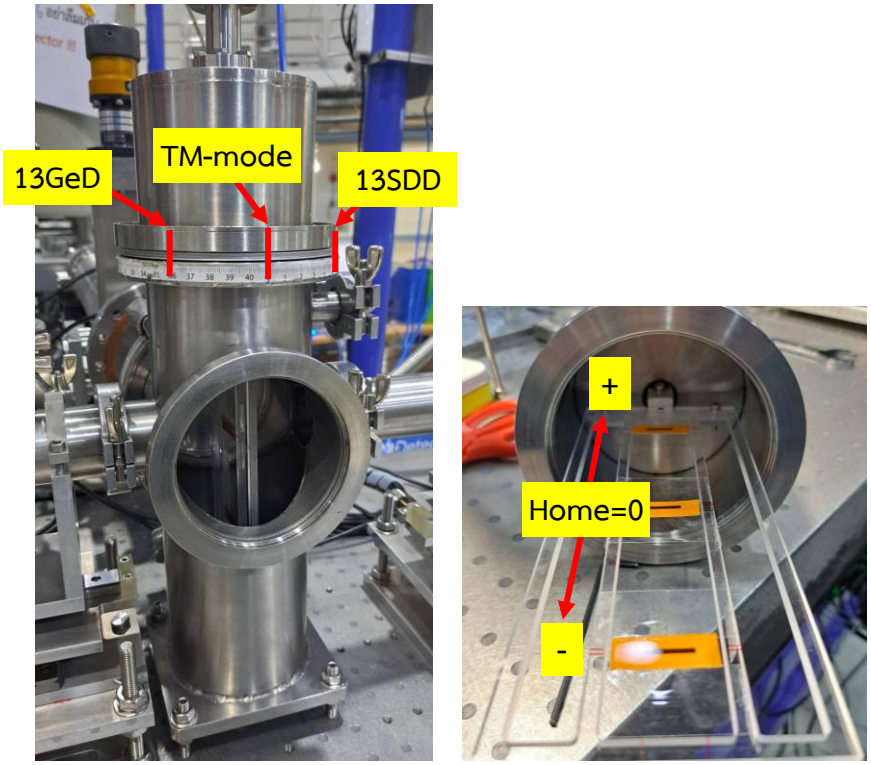


รูปที่ 20 ตัวอย่างการตั้งค่าสำหรับการ Burn paper 3 ตำแหน่ง

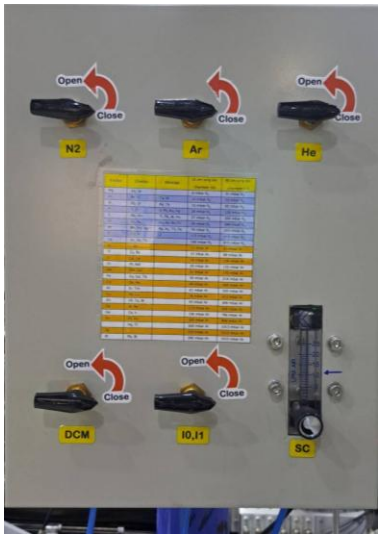
3.3.3 การ Burn paper

การ Burn paper นั้นเป็นการดูตำแหน่งแสงหลังจากที่ทำการปรับระนาบผลึกให้มีค่ากระแสที่สูงที่สุด (Max I_0 current) เพื่อเป็นการเช็คว่าแสงที่ได้มาครบปกติตามขนาดแสงของ beamline หรือไม่ และเป็นการเช็คว่าแสงตก ณ ตำแหน่งใดของ SH จะมีการเช็คดังต่อไปนี้

- <u>การ Burn paper ที่ SH</u>
  - หากตัวอย่างวัดในโหมด TM ให้ burn paper ที่ตำแหน่ง SH ที่มุม 90°
  * กรณีวัดธาตุพลังงานต่ำ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ Ti K-edgeม 4966 eV) ต้องทำการล็อคด้วย Camp และเปิดแก๊ส He เข้าไปใน sample chamber โดยปรับ flow rate ไปที่ 1.0 LPM
  * กรณีวัดธาตุพลังงานสูง (> Ti K-edge, 4966 eV) ไม่ต้องล็อค camp และไม่มีการเปิด Flow แก๊ส
  - หากตัวอย่างวัดในโหมด FL ให้ burn paper ที่ตำแหน่ง SH ที่มุมเอียง 45° โดยหมุนไปทางฝั่งที่จะมีการใช้งาน detector ในการวัดสเปกตรัม
  - ในตำแหน่ง SH จะทำการ burn paper ทั้งหมด 1-3 ตำแหน่ง ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของจำนวนตัวอย่างที่จะวัดในธาตุนั่น ๆ ใช้เวลาในการ burn ประมาณ 2-3 นาที
  - ทำการมาร์คตำแหน่งแสงที่ได้ลงบน Sample holder เพื่อเป็นมาร์คสำหรับการติดตัวอย่างในการทดลองต่อไป



รูปที่ 21 ตัวอย่างการติด Burn paper และการเช็คตำแหน่งแสง 3 จุดในโหมด TM

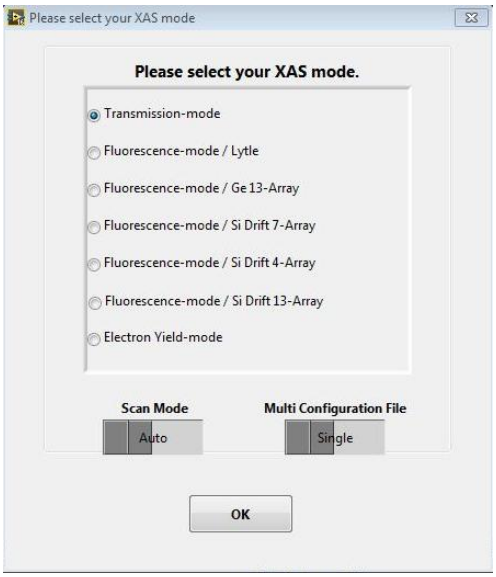


รูปที่ 22 กล่องควบคุมการเปิด-ปิดแก๊สที่ใช้ในสถานีทดลอง

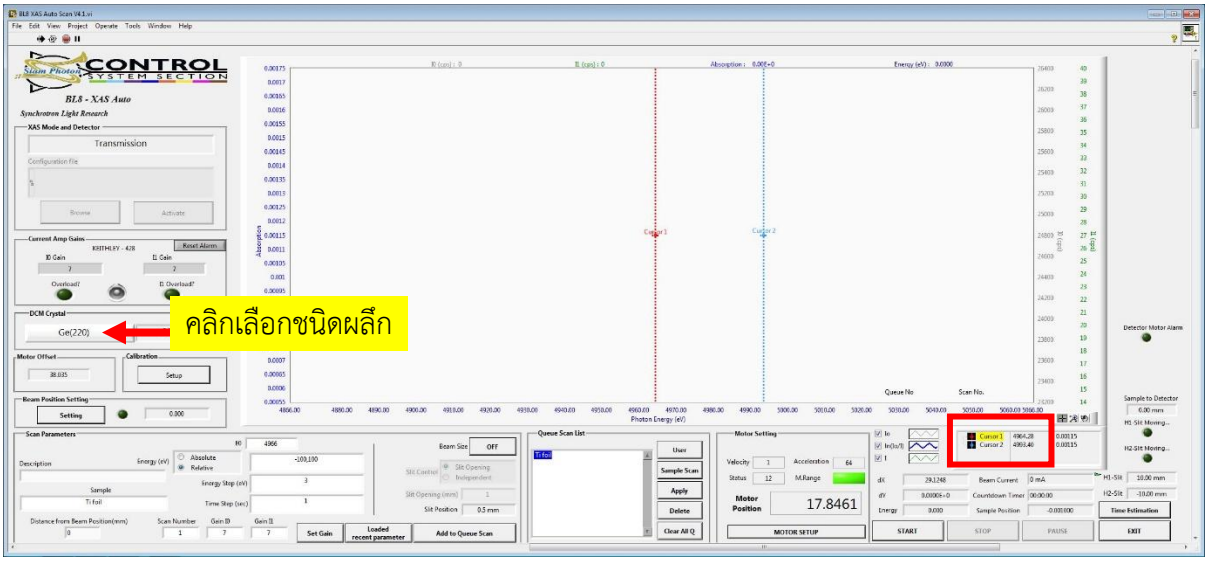
3.3.4 การ Validation motor DCM

ทำการ Validation เพื่อปรับเทียบตำแหน่งมอเตอร์ให้ตรงกับ Edge energy ของธาตุที่เราต้องการวัด

- ทำการติดตัวอย่าง (Metal foil หรือสารประกอบ) สำหรับการ Validate ที่ SH
- ใส่ SH ที่ติดตัวอย่างแล้วลงใน SC
- เปิด High volt ของ I_0 และ I_1 ให้มีค่า 0.30 kV
- ทำการเปิดโปรแกรม “XAS scan counter”ดังรูปที่ 24 เลือก“Transmission mode”
- ทำการเลือกชนิดของผลึกที่ DCM Crystal (ตามชนิดผลึกที่ทำการติดในเครื่อง DCM)



รูปที่ 23 การเลือกโหมดที่ใช้ในการวัดตัวอย่าง



รูปที่ 24 โปรแกรม “XAS scan counter V4.1” BL8 XAS

การ Validation DCM โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: ทำการสแกนแบบหยาบ

- เลือก Relative
- ช่อง E_0 ให้ใส่ค่า Edge energy ของธาตุที่เราต้องการจะวัด
- ช่อง Energy ให้ใส่ค่า -100,100
- ช่อง Energy Step (eV) ให้ใส่ค่า 3
- ช่อง Time Step (sec) ให้ใส่ค่า 1
- ปรับ Gain I_0, I_1 ให้เหมาะสม
- ช่อง Distance From Beam Position(mm) ใส่ตำแหน่งที่เราติดตั้ง foil หรือสารประกอบ
- กดปุ่ม Add to Queue Scan
- กดปุ่ม Start
- เมื่อสแกนเสร็จให้ทำการเรียก Cursor 1 และ Cursor 2 ขึ้นมา โดยคลิกขวาที่คำว่า Cursor 1 เลือก Bring to Center นำ Cursor 1 ไปวางในตำแหน่ง Pre edge และ Cursor 2 ไปวางในตำแหน่ง Post edge โดยวางให้ใกล้กับตำแหน่ง Edge ของธาตุที่เราทำการวัด

ขั้นตอนที่ 2: ทำการ Validation

- เลือก Absolute
- ช่อง Energy ให้ใส่ค่าที่ได้จากการลาก Cursor 1 และ Cursor 2 จากขั้นตอนที่ 1
- ช่อง Energy Step (eV) ให้ใส่ค่า 0.3 สำหรับการวัดธาตุพลังงานสูง (> Fe K-edge) และใส่ค่า 0.2 สำหรับการวัดธาตุพลังงานต่ำ (< Fe K-edge)

*กรณีที่ User มี Parameter มาเอง ให้เราใช้ Energy step ของ User ในการ Validate

- ช่อง Time Step (sec) ให้ใส่ค่า 1
- กดปุ่ม Apply
- กดปุ่ม Start
- เมื่อทำการสแกนเสร็จแล้วให้ไปที่ช่อง Calibration -> กดปุ่ม Setup โปรแกรมจะถาม “Do you want to calibrate using metal?” ถ้าเราใช้ Foil (หรือสารบริสุทธิ์) ในการ Validate ให้ตอบ Yes แต่ถ้าเราใช้สารประกอบในการ Validate ให้ตอบ No

<u>กรณีที่ Validation โดยใช้ Foil</u>

- ให้ทำการลาก Cursor ให้อยู่กึ่งกลางของ Edge energy ซึ่งตรงกับค่าความชันที่สูงที่สุด (เป็นกราฟพล็อตค่า Derivative ของ Absorption ต่อค่า energy) ดังรูปที่ 26
- ใส่ค่าที่อ่านได้จาก Cursor ลงในช่อง Observe Energy
- ใส่ค่า Edge energy ของธาตุที่ทำการ Validate ลงในช่อง Actual Energy
- กด Enter
- ทำการจดค่า New offset
- กดปุ่ม Apply

<u>กรณีที่ Validation โดยใช้สารประกอบ</u>

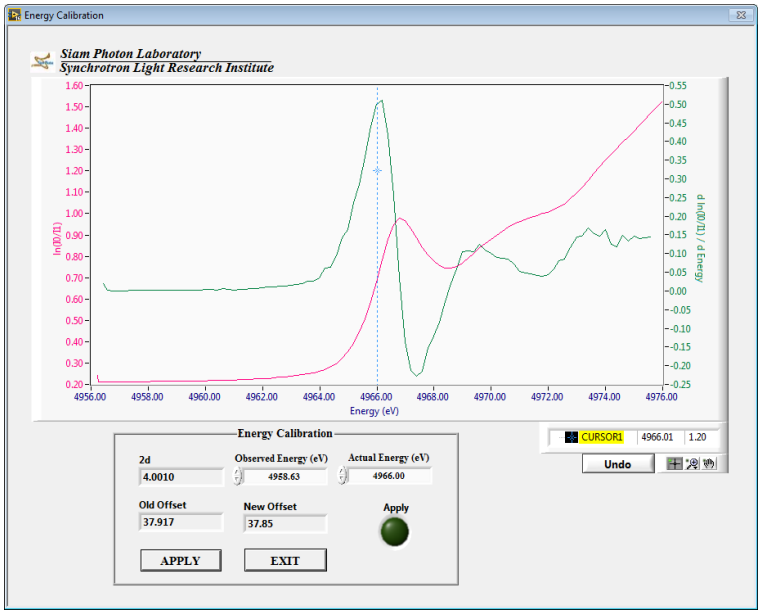
- ก่อนที่จะกด Calibration setup ให้ทำการลาก Cursor ให้อยู่ที่จุดสูงสุดของ Peck แรก (Peak energy ของธาตุที่ทำการ Validate)
- กด Calibration setup -> No
- ใส่ค่าที่อ่านได้จาก Cursor ลงในช่อง Observe Energy
- ใส่ค่า Peak energy ของธาตุที่ทำการ Validate ลงในช่อง Actual Energy
- กด Enter
- ทำการจดค่า New offset
- กดปุ่ม Apply

ขั้นตอนที่ 3: การเช็ค Validation

- เลือก Relative
- ช่อง E_0 ให้ใส่ค่า Edge energy ของธาตุที่เราต้องการจะวัด
- ช่อง Energy ให้ใส่ค่า -15,15
- ช่อง Energy Step (eV) ให้ใส่ค่า 0.2 หรือ 0.3
- ช่อง Time Step (sec) ให้ใส่ค่า 1
- กดปุ่ม Start
- เมื่อทำการสแกนเสร็จแล้วให้ไปที่ช่อง Calibration ->กดปุ่ม Setup โปรแกรมจะถาม “Do you want to calibrate using metal?” ถ้าเราใช้ Foil ในการ Validate ให้ตอบ Yes แต่ถ้าเราใช้สารประกอบในการ Validate ให้ตอบ No
- ทำการอ่านค่าที่ได้จาก Cursor โดยค่าที่ได้ควรอยู่ในช่วง Edge energy (หรือ Peak energy) ± Energy step ที่ใช้ในการ Run

* ถ้าค่าที่อ่านได้จาก Cursor มีค่ามากกว่า หรือน้อยกว่า Edge energy (หรือ Peak energy) ± Energy step ที่ใช้ในการ Run ให้กลับไปทำ **“ขั้นตอนที่ 2: ทำการ Validation”** ใหม่

- กดปุ่ม Exit

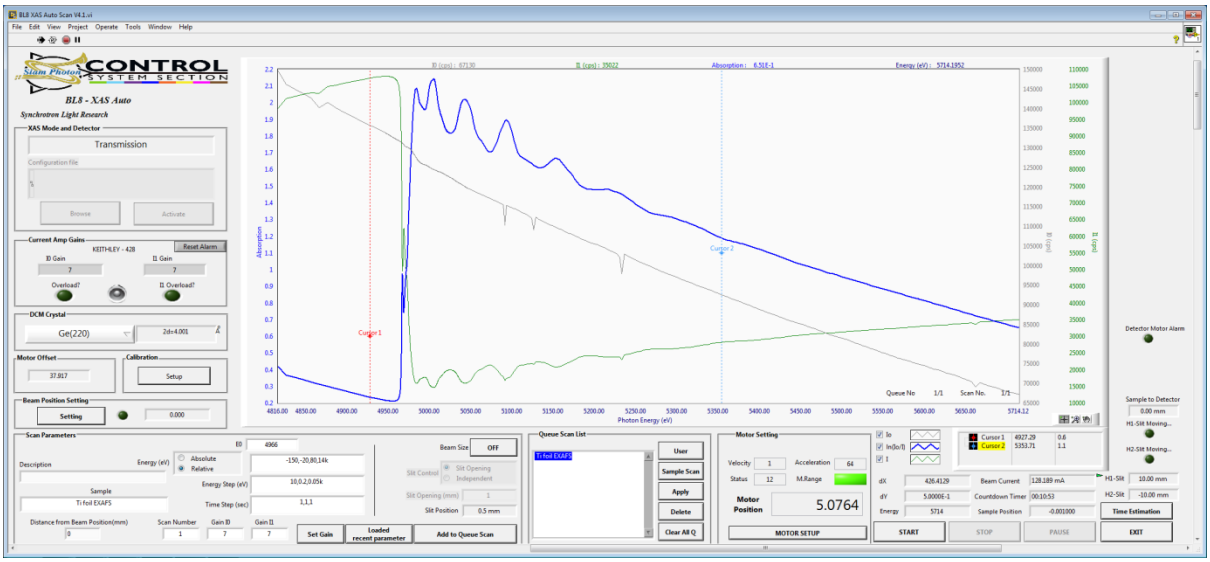


รูปที่ 25 วิธีการเลือกจุดที่ใช้ในการ Validate สำหรับตัวอย่างที่เป็น Foil

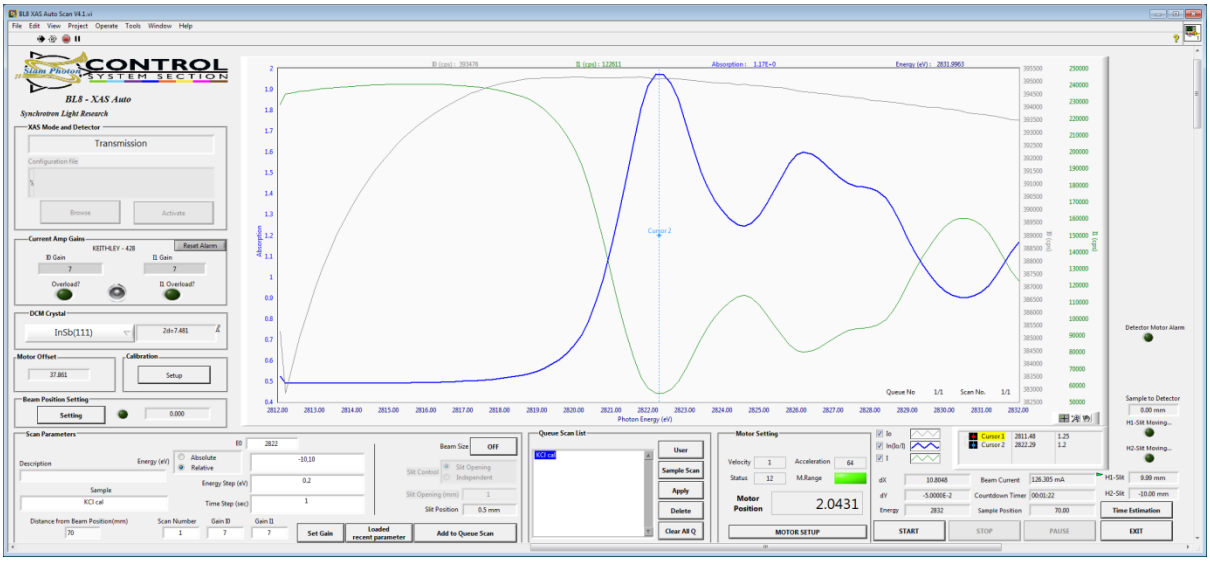
เมื่อทำการ Validation เรียบร้อยแล้ว ให้วัดสเปคตรัมแบบ TM ของตัวอย่างมาตรฐานซ้ำอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่า Edge/Peak Energy ตรงตามค่า Actual energy หรือไม่ และ Glitch ที่เกิดขึ้นมีผลต่อสเปกตรัมหรือไม่

หมายเหตุ Parameter สำหรับการวัดตัวอย่างแบบ TM มีดังนี้

XANES:	Energy	= -100,-20,80,150
	Energy step	= 5,0.3(หรือ 0.2),5
	Time step	= 1,1,1
EXAFS:	Energy	= -200,-10,20,15k
	Energy step	= 10,0.3(หรือ 0.2),0.05k
	Time step	= 1,1,1
XAESN+EXAFS	Energy	= -200,-20,80,15k
	Energy step	= 10,0.3(หรือ 0.2),0.05k
	Time step	= 1,1,1



รูปที่ 26 สเปกตรัมสารมาตรฐาน Ti foil วัดแบบ XANES+EXAFS



รูปที่ 27 ตัวอย่างการ Validate แบบใช้สารประกอบ KCl เพื่อวัดธาตุ Cl K-edge

<u>หมายเหตุ หากพบปัญหาสเปกตรัม foil หรือสารประกอบผิดปกติ ให้ทำการ Burn paper ที่ End flange</u>

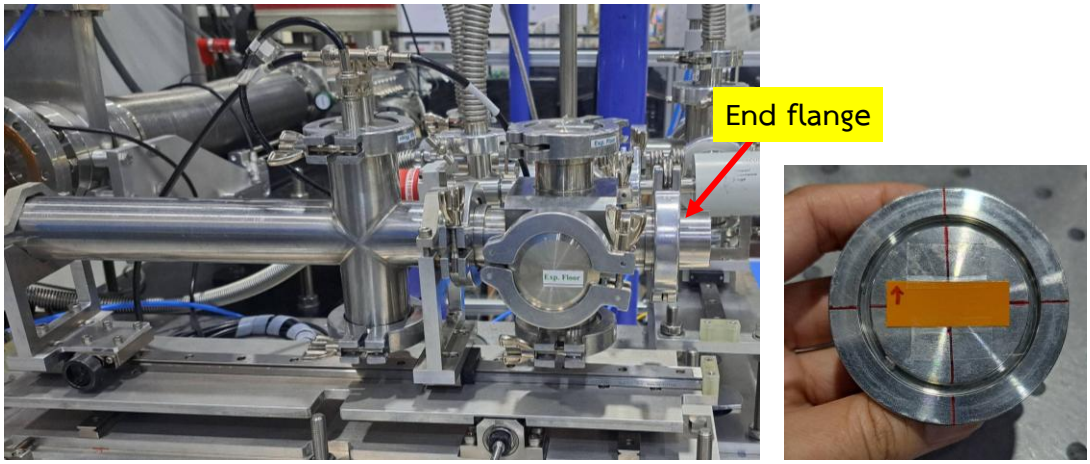
การทำการ Burn paper ที่ End flange นั้น เป็นการตรวจเช็คว่าแสงผ่านท่อไปถึงปลายท่อ I_1 หรือไม่ ซึ่งแสงที่ดีเมื่อทำการ Burn ที่ปลายท่อ I_1 แล้ว จะต้องมีความยาวมากกว่าหรือเท่ากับ 13 มม.และแสงที่ได้ควรอยู่ตรงกลางท่อ ซึ่งจะทำให้ได้สเปกตรัมที่ดี

- ทำการปิด Valve ทั้งหมดด้วยโปรแกรม “Interlock Beamline 8”ทำการลด Gain ของ I_0 และ I_1 ให้เท่ากับ 3 (1E03 V/A) และลด High volt ของ I_0 และ I_1 ให้เป็น 0 kV
- ถอด End flange ออก และทำการติด Burn paper ลงบนด้านในของ End flange
- ล็อค End flange ให้เรียบร้อย
- เปิด Valve I_1 จนสุด ->เปิด Valve vent เพียงเล็กน้อย->เปิด Valve dry-pump เพียงเล็กน้อย เพื่อ Pump เอาแก๊สใน I_1 ออก โดยให้ได้ pressure ประมาณ 1.5 mbar ->ปิด Valve I_1->ปิด Valve หรี่ ->ปิด Valve vent
- เปิด Valve ที่โปรแกรม“Interlock Beamline 8” ทั้งหมด เพื่อให้ X-Ray มาโดนกระดาษ ใช้เวลาในการ burn ประมาณ 2-3 นาที
- ปิด Valve ที่โปรแกรม “Interlock Beamline 8” ทั้งหมด จากนั้น vent เอาอากาศจากภายนอกเข้าสู่ท่อ I_1

*กรณีที่ตำแหน่งแสงมาไม่ครบ ให้ทำการเลื่อน Ionization I_1 ไปตามทิศทางของแสง และทำการ Burn end flange อีกครั้ง

- หลังจากเช็คตำแหน่งแสงที่ End flange เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการเตรียมแก๊สที่ I_1 (โดยวิธีการเตรียมแก๊ส ที่ I_1 นั้น ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2)

- หลังจากเช็คตำแหน่งแสงที่ SH, End flange และทำการเติมแก๊สที่ I_1 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ให้มาที่โปรแกรม“Interlock Beamline 8” เพื่อเปิด Valve ตามลำดับจาก PV5 > PV4 > PV3 > PV2 > PV1 > ABS ซึ่งขั้นตอนถัดไปจะเป็นการทดสอบวัดสเปกตรัม foil หรือสารประกอบใหม่อีกครั้ง



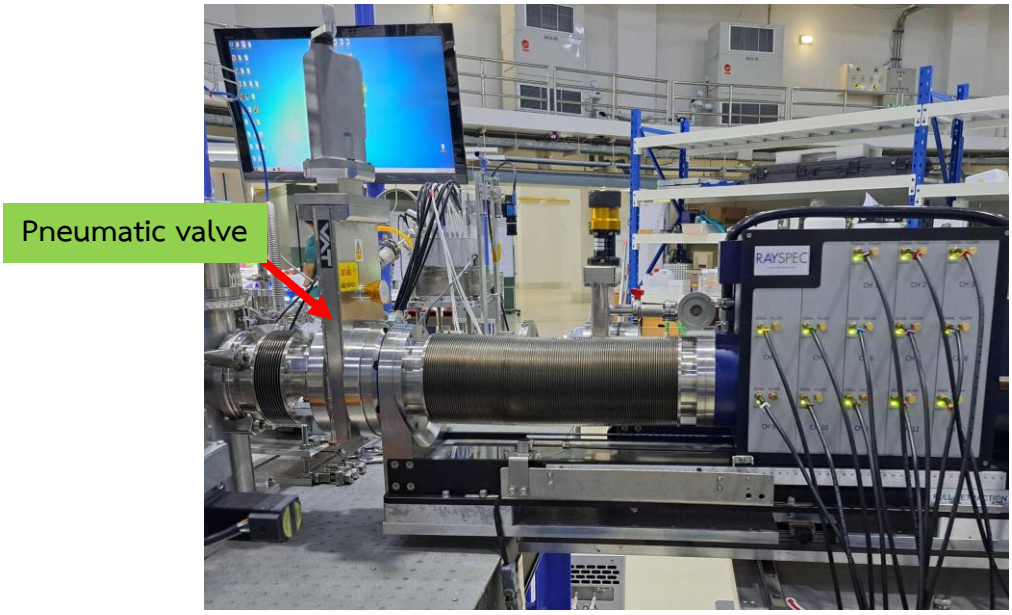
รูปที่ 28 ตัวอย่างการติดกระดาษ burn ที่ตำแหน่ง End flange

3.4 การเตรียมระบบแบบ FL-mode

ขั้นตอนการเตรียมระบบแบบ FL-mode นั้น จะเปลี่ยนแค่ตำแหน่งตัวอย่างที่วัด และ หัววัดที่ใช้เป็นแบบ fluorescent detector ซึ่งต้องมีการ validation fluorescent detector ให้แต่ละช่องสัญญาณ (Chanel) นั้นรับค่าสัญญาณตรงกัน และสอดคล้องตามทฤษฎี ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการเตรียมระบบแบบ FL-mode นั้น จะเหมือนแบบ TM-mode ทุกประการ แต่จะมีเพิ่มการ Calibrate detector (13SDD, 13GDD หรือ 7SDD) ขึ้นมา เพื่อให้ Detector แต่ละ Chanel นั้นรับค่าสัญญาณตรงกัน และสอดคล้องตามทฤษฎี ซึ่งต่อไปนี้จะเป็นการสอน Calibrate detector ควบคู่กับการสอนการใช้งานมอเตอร์ในการขับเคลื่อน Detector อัตโนมัติ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ติดตั้งตัวอย่างที่ต้องการจะวัดด้วย mode FL และหมุนตัวอย่างเอียง 45° ไปยังฝั่งที่เลือกใช้งาน Detector นั้น ๆ
- หากใช้งาน 13SDD ให้เลื่อน Detector เข้ามาประกบหน้า Flange ของ SC (รูปที่ 29)
- เปิดโปรแกรม “BL8 Detctor Motor Control” ขึ้นมาจะมี pop-up แจ้งเตือนให้เช็คสถานะ Pneumatic Valve ที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าของตัว Detctor ว่าได้ทำการเปิดขึ้นหรือยัง (รูปที่ 30)

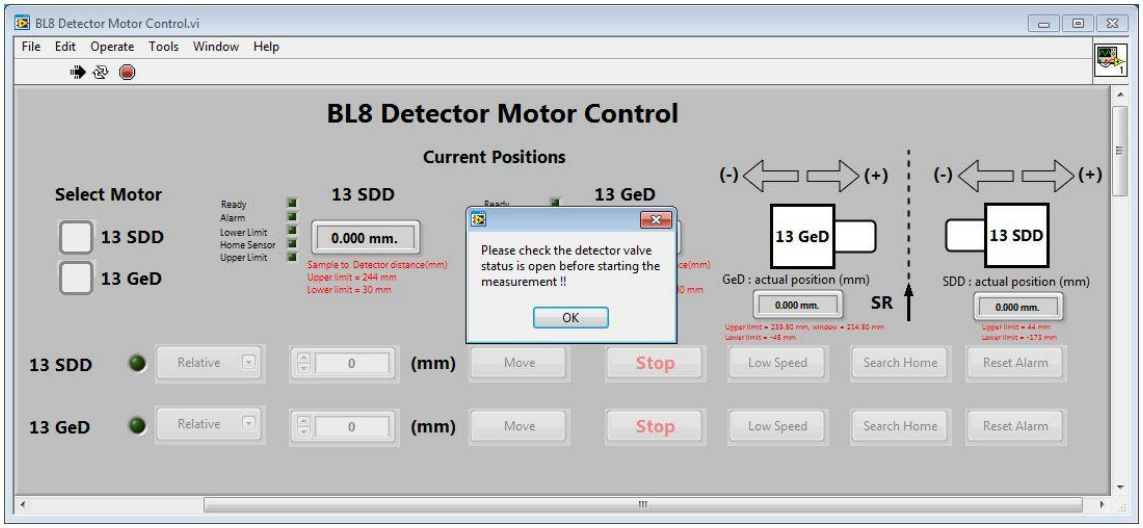


รูปที่ 29 ภาพการประกบ Detector 13SDD เข้ากับ SC

ระวัง ! หากกดเลื่อน Detector โดยลืมเปิดวาล์วที่ปิดหน้า Detector ไว้ หน้า Window ของ Detector จะชนกับวาล์วและเกิดชำรุดพังแน่นอน จุดนี้จะทำการปรับปรุงต่อไป

- หากยังไม่ได้เปิด valve ให้ทำการเปิดให้เรียบร้อย จากนั้นกลับมากดปุ่ม OK ต่อไปให้ทำการคลิกเลือกชนิด Detector ที่ใช้ระหว่าง 13SDD หรือ 13GeD คลิกเปลี่ยนจาก Relative เป็น Absolute เพื่อง่ายต่อการใช้งาน สามารถปรับความเร็วมอเตอร์ได้คือ Low Speed กับ High Speed ในการเลื่อนระยะ detector นั้นให้ทำการกรอกระยะที่เราต้องการใส่ช่องว่างสีฟ้า และกดคำสั่ง Move รอ Detector Move
- คำสั่ง Absolute เป็นการใส่ค่าตัวเลขคือระยะห่างระหว่างตัวอย่างถึงหัว Detector โดยที่ค่าเริ่มต้นที่จะอยู่ที่ตัวเลข 244 มิลลิเมตร (mm) ระยะนี้คือระยะที่ Detector ถอยหลังจนสุดระยะของตัว bellow และสามารถที่จะปิดวาล์วได้ เมื่อเลิกใช้งาน ซึ่งก็คือตำแหน่งเริ่มต้นนั้นเอง หัววัด 13SDD สามารถเลื่อนมาใกล้ตัวอย่างได้มากที่สุดคือ 30 mm หากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการสั่งงานเช่น กรอกระยะ Ddetector ผิดใส่ตัวเลข 28 mm จะมี pop-up เตือนขึ้นคำว่า Out of Range จะไม่สามารถกดเลื่อนได้ หรือในกรณีเกิดข้อผิดพลาดในการเลื่อนของระยะ Detector ที่ใกล้กว่า 30 mm จะมี Limit Switch สั่งหยุดและนอกจากนี้ยังมี Hard Stopper ป้องกันเพิ่มเติมอีกด้วย

<u>หมายเหตุ</u> ค่าระยะ 244 mm สำหรับ 13SDD ในส่วนของ 7SDD จะเป็นระยะ 228 mm

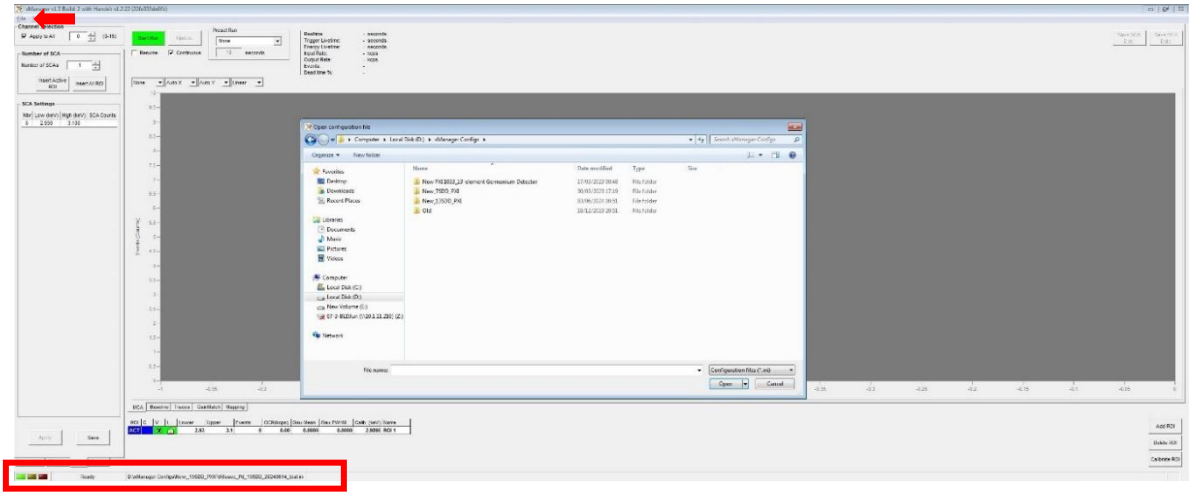


รูปที่ 30 การเปิดโปรแกรม BL8 Detctor Motor Control เริ่มต้น

3.4.1 การสร้าง Configuration File ด้วย 13SDD

ต่อไปจะเป็นขั้นตอนการ Calibrate ของหัววัด 13SDD มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

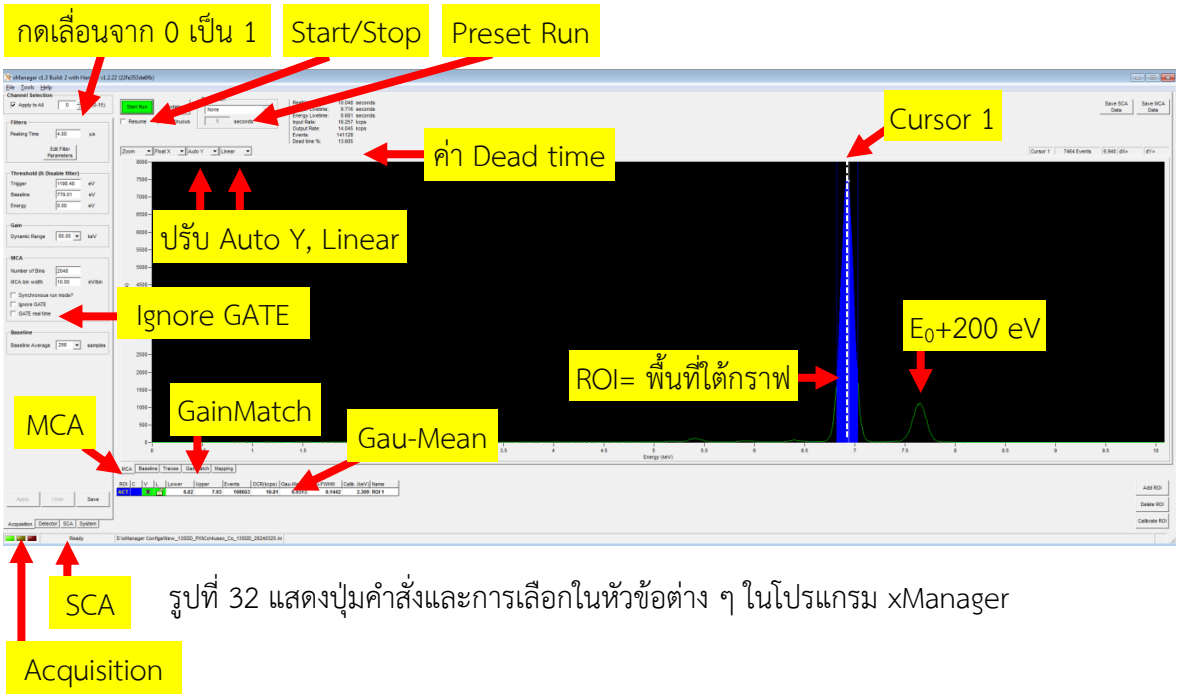
1. เปิดโปรแกรม DCM Controls เลือกชนิดผลึกให้ถูกต้อง ใส่ค่า Photon Energy เข้าไป โดยปกติค่าที่ป้อนคือค่า Edge Energy (E_0) +200 eV ตัวอย่างวัดธาตุ Co ค่าพลังงานที่ป้อนคือ 7709+200 = 7909 eV ทั้งนี้ +200 eV ไม่ใช่ค่าที่ตายตัวเสมอต้องดูองค์ประกอบอื่น ตัวอย่างเช่นวัดธาตุ Ag ชั้น L3-edge มีค่า Edge energy = 3351 eV ชั้น L2-edge มีค่า Edge energy = 3524 eV จะได้ว่าชั้น L3 และ L2 อยู่ห่างกันเพียง 173 eV ดังนั้นหากต้องการ Move DCM ของการเชท FL-mode ในธาตุ Ag ควรป้อนค่าพลังงานในช่วง 3451-3501 eV ก็เพียงพอแล้ว
2. เปิดโปรแกรม xManager เช็คว่า Detector พร้อมหรือไม่โดยดูคำว่า Ready ที่มุมล่างก้านซ้าย เช็ค Config file ล่าสุดว่าใช่ Detector ที่จะใช้งานหรือไม่ (รูปที่ 31) หาก configuration ล่าสุดไม่ตรงกับชนิดของ Detector ที่จะใช้งาน ให้ทำการ Load Configuration เข้ามาใหม่ โดยกดที่หัวข้อ File คลิก Load Configuration กดย้อนกลับหน้า D:\xManager Configs เลือกโฟล์เดอร์ให้ตรง และเลือก Config ของธาตุใดมาก็ได้ เช็คหัวข้อ Preset Run เลือกเป็น none



รูปที่ 31 หน้าต่างของโปรแกรม X-Manager

3. จากนั้นเมื่อทำการโหลด Config file แล้วให้ทำการกด Start โดยอาจจะกด Start เป็นเวลาประมาณ 20-60 วินาที หรือรอจนกว่าจะเห็นสเปกตรัมชัด กดปุ่ม Stop จากนั้นทำการตรวจสอบค่า Dead time ของทุกช่องว่าอยู่ในค่าที่ใกล้เคียงกันหรือไม่ โดยกดปุ่มเลื่อนเปลี่ยนหัววัดไปทีละหัว จากหัวที่ 0 ไปถึง 12 หากมีหัววัดที่อ่านค่า Dead time ที่มากผิดปกติ ให้ปิดแสงเพื่อเข้าไปหมุนสายหัววัดให้แน่น เพราะเวลาที่มีการเลื่อน Detector เข้า-ออก บ่อยจะทำให้สายสัญญาณของหัววัดหลวมได้ จะส่งผลค่า Dead time มีค่ามากผิดปกติ
4. จากนั้นทำการขยาย Peak หรือสัญญาณ XRF ให้ชัดขึ้น (โดยการคลิกขวาที่พื้นที่ว่าง เลือก Default Mode และกด Zoom) จากนั้นลากกราฟไปทางขวาให้เหมาะสม เพื่อขยายพีคของสัญญาณ XRF ให้ใหญ่ขึ้นจะได้ง่ายในการเลือกพื้นที่ใต้กราฟ จากนั้นปรับค่าแกน Y เป็น Auto Y และเลือกเป็นการแสดงผลเป็น Linear ดังรูปที่ 32 จากนั้นทำการคลิกขวาเลือก Place cursor 1 คลิกซ้ายเพื่อว่าง Cursor 1 ลาก cursor ไปที่จุดกึ่งกลางของ Peak ของธาตุที่เราสนใจและ Click auto ROI

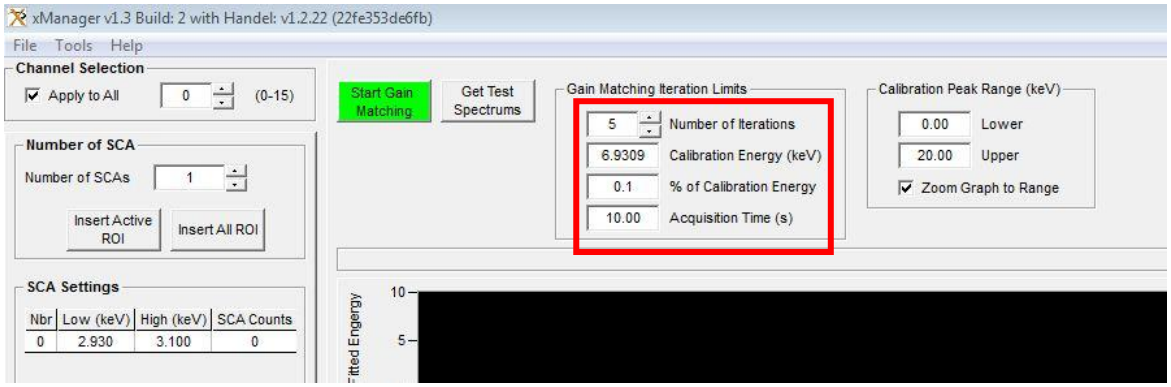
   * การทำ Auto ROI คือการเลือก Peak และขอบเขตที่ต้องการจะ Calibrate



รูปที่ 32 แสดงปุ่มคำสั่งและการเลือกในหัวข้อต่าง ๆ ในโปรแกรม xManager

5. เมื่อทำการคลิก Auto ROI เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการเลือก GainMatch และใส่ค่าที่ช่อง Calibration Energy (keV) ดังรูปที่ 33 และทำการ Start gain matching เพื่อเริ่มทำการ Calibrate

* การทำ Gain match คือการใส่ค่าที่ต้องการจะ Calibrate โดยในแต่ละธาตุค่าจะต่างกันโดยดูได้จากหนังสือ X-Ray Data Booklet ตารางที่ 1.2 Emission line หนังสือวางไว้ ณ สถานีทดลองที่ 8 หรือสามารถดูค่าจากโปรแกรม Hephaestus หัวข้อ Fluorescence lines



รูปที่ 33 การป้อนค่าที่หน้า GainMatch

Number of Iteration คือ จำนวนรอบมากที่สุดที่ใช้ในการ Calibrate

Calibrate energy คือ ค่าพลังงาน Fluorescence ของธาตุที่ต้องการ Calibrate

% of calibration Energy คือ ค่า Error หลังจากการ Calibrate ที่รับได้

Acquisition Time (S) คือ เวลาที่ใช้ในการรันและได้ Peak XRF ที่สมบูรณ์ สามารถเพิ่มได้

หมายเหตุ ควรมั่นใจใน Peak ที่ต้องการเลือกใช้ในการ Calibrate โดยเฉพาะในกรณีสารประกอบ หรือการใช้ตัวอย่างในการ Calibrate Detector ซึ่ง Peak XRF ที่ใช้ Calibrate ต้องสูงกว่า Peak XRF อื่นทั้งหมด ถ้าในกรณีที่ Peak XRF ที่สนใจเตี้ยกว่า จะต้องทำการ Calibrate ทีละ Channel

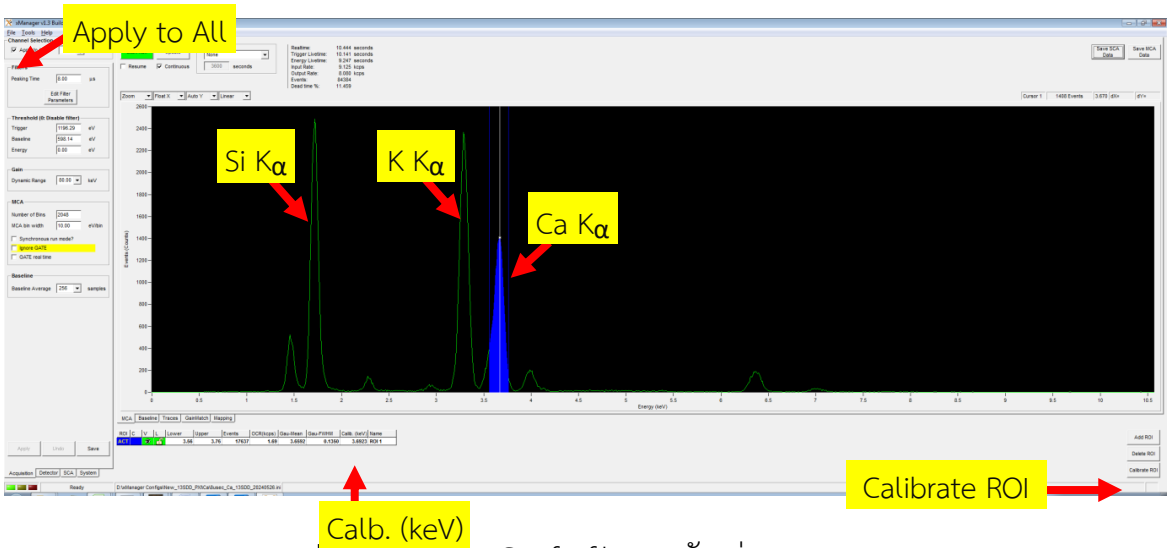
6. หลังจากกดปุ่ม Start gain matching แล้วนั้นโปรแกรมจะเริ่มทำการ Calibrate จากนั้นรอจนโปรแกรมโชว์ว่า X-Manager option (แสดงว่าโปรแกรม Calibrate เสร็จแล้ว) จากนั้นให้ตอบ No (เพราะยังไม่ต้องการ Save เนื่องจากเราต้องเช็คว่า Calibrate ได้ครบทุก Channel หรือไม่ก่อน)
7. จากนั้นให้กลับมาที่หน้าต่าง MCA กด Start รอเวลาให้ได้ Peak XRF ที่สวยงามกดปุ่ม Stop แล้วทำการขยับ Cursor 1 มาที่ตำแหน่ง FWHM และคลิกขวาเลือก Auto ROI ใหม่อีกครั้ง จากนั้นทำการตรวจสอบตำแหน่งที่เรา Calibrate ว่าไปยังตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่โดยการตรวจสอบค่า Gau-Mean ของทุกช่องว่าตรงกับพลังงานที่เรา Calibrate ไว้หรือไม่ (±0.1%)
8. เมื่อทำการตรวจสอบค่า Gau-Mean แล้วพบว่า ค่าที่ได้ตรงกับค่าที่เรา Calibrate ครบทุกช่องให้ไปที่หน้าต่าง SCA เพื่อที่จะทำการเซตค่าขอบของ Peak ที่ต้องการโดยในการเซทให้เลือกที่ Number of SCA เป็น 0 จากนั้นกด Insert active ROI โปรแกรมจะถามว่าคุณต้องการแก้ไขค่าขอบใช่หรือไม่ ให้ตอบว่า Yes จากนั้นกด Start อีกครั้งโดยรันเวลากี่วินาทีก็ได้เพราะต้องการตรวจสอบขอบเขตของ Peak ที่ต้องการเท่านั้น โดยปกติจะใช้เวลาในการรันประมาณ 5- 10 วินาที จากนั้นกด Stop และทำการตรวจสอบ ค่า SCA counts ว่าเท่ากับค่า Event, ค่า Low เท่ากับ Lower และ ค่า High เท่ากับ Upper ทุก Channel หรือไม่
9. จากนั้นทำการ Save new configuration file โดยกลับไปที่ช่อง Acquisition และเลือก Present run เป็น none และต้อง Click ignore gate ออก จากนั้นไปที่ File และกด Save configuration add และ Save ใน Folder ที่เราต้องการจากนั้นทำการจดค่า Upper, Lower และ Events ของ Channel ใด Channel หนึ่งลงใน Log book

* ถ้า Present run ของ config file นี้ไม่เปลี่ยนเป็น None จะส่งผลต่อการวัดสเปกตรัม ในกรณีที่ตั้งวัดสเปกตรัม XAS แล้วใช้ Time มากกว่า Time ใน Config file ที่ถูกตั้งค่าเอาไว้ จะทำให้การวัดสเปกตรัม XAS ไม่เป็นไปตามพารามิเตอร์ที่ได้ตั้งค่าเอาไว้ เนื่องจาก Config file จะรันตามเวลาที่เราบันทึกค้างไว้ใน Config file นั้นเอง

3.4.2 การสร้าง Config file ในกรณีใช้ตัวอย่างของ User

ในการวัดตัวอย่างในโหมด FL โดยเฉพาะพลังงานต่ำมักพบปัญหาเช่น เมื่อเรา Calibrate Detector จาก Foil เป็นอันเรียบร้อยหรือการสร้าง Confg file นั้นเอง และเมื่อติดตั้งตัวอย่าง และทำการเช็คสัญญาณ Event เพื่อหาระยะ Detector ที่เหมาะสมกับตัวอย่างนั้น ๆ ซึ่งตัวอย่างของ User ก็จะมีธาตุอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบและอาจมีความเข้มข้นที่มากกว่าธาตุที่กำลังจะทำการวัด เมื่อมีการเลื่อนระยะ Detector จึงส่งผลให้ window ROI ที่เราสร้างไว้ไม่ตรงกับ Peak XRF ของตัวอย่างนั้นเอง ทำให้ Config file ที่สร้างจาก Foil ไม่สามารถใช้ได้

โดยส่วนมากหากเป็นการวัดโหมด FL ในพลังงานต่ำ เราจะสร้าง Config file จากตัวอย่างของ User โดยตรง พอตัวอย่างที่มีธาตุอื่น ๆ อยู่ด้วยกันและมีความเข้มข้นมากกว่าธาตุที่จะวัด ก็จะทำให้ Peak XRF ที่เราสูงกว่า ซึ่งจะใช้วิธีการ Calibrate Detector แบบ GainMatch ไม่ได้ เนื่องจากคำสั่ง GainMatch คือการนำ Peak ที่สูงที่สุดเตะไปยังค่าทฤษฎีที่เราได้ป้อนในหัวข้อ Calibrate energy นั้นเอง ซึ่งจริง ๆ แล้ว Peak ที่เราเตะมานั้นไม่ใช่สัญญาณ XRF ของธาตุที่กำลังจะวัด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการ Calibrate เองแบบ Manual ดังรูปที่ 34 โดยมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 34 การสราง Config file จากตัวอย่างของ User

1. เลือก ROI ที่ Peak XRF ของตัวอย่าง กดปุ่ม Start รอให้ได้สัญญาณที่สวยงาม จากนั้นให้เอาเครื่องหมาย ✓ หน้า Apply to All ออก
2. ป้อนค่า Fluorescence lines ตามทฤษฎีในช่อง Calib. (keV) กดที่คำสั่ง Calibrate ROI จากนั้นให้เลื่อนเปลี่ยนจาก Channel 0 ไปที่ Channel 1 เช่นเดียวกันไปเรื่อย ๆ ทั้ง 13 หัววัด (ch0 – ch12)

3. จากนั้นกดปุ่ม Start อีกครั้งหนึ่ง เลือก ROI ใหม่ เช็คค่า Gau-Mean ที่ได้ว่าใกล้เคียงกับทฤษฎีหรือไม่ หาก ch ไหนไม่ตรงก็ให้กด Calibrate ROI ใหม่ เมื่อได้ค่า Gau-Mean ครบทุกช่องแล้ว ให้นำเครื่องหมาย ✓ หน้า Apply to All กลับมา
4. จากนั้นไปที่หน้า SCA เพื่อที่จะทำการเซตค่าขอบของ Peak ที่ต้องการโดยในการเซทให้เลือกที่ Number of SCA เป็น 0 จากนั้นกด Insert active ROI โปรแกรมจะถามว่าคุณต้องการแก้ไขค่าขอบใช่หรือไม่ ให้ตอบว่า Yes จากนั้นกด Start อีกครั้งโดยรันเวลากี่วินาทีก็ได้เพราะต้องการตรวจสอบขอบเขตของ Peak ที่ต้องการเท่านั้น โดยปกติจะใช้เวลาในการรันประมาณ 5- 10 วินาที จากนั้นกด Stop และทำการตรวจสอบ ค่า SCA counts ว่าเท่ากับค่า Event, ค่า Low เท่ากับ Lower และ ค่า High เท่ากับ Upper ทุก Channel หรือไม่
5. จากนั้นทำการ Save new configuration file โดยกลับไปที่ช่อง Acquisition และเลือก Present run เป็น none และต้อง Click ignore gate ออก จากนั้นไปที่ File และกด Save configuration add และ Save ใน Folder ที่เราต้องการจากนั้นทำการจดค่า Upper, Lower และ Events ของ Channel ใด Channel หนึ่งลงใน Log book

3.4.3 การสร้าง Configuration File ด้วย 13GeD

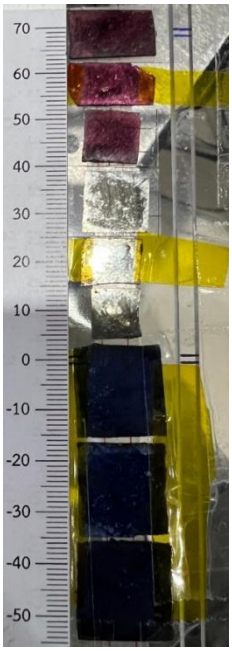
วิธีการ Calibrate หัววัดของ 13GeD ทำเช่นเดียวกับ 13SDD ต่างกันที่ก่อนเริ่มกดปุ่ม Start ที่โปรแกรม xManager ต้องมีการจ่าย Volt ให้กับ Detector เสียก่อน โดยดันสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง ON และหมุนปรับการจ่าย Volt ตามเข็มนาฬิกาไปที่ค่า 0.50 kV จากนั้นสามารถทำตามข้อที่ 3.4.1

รูปที่ 35 การจ่าย Volt สำหรับหัววัด 13GeD

3.4.4 วิธีการติดตั้งตัวอย่างและการหาระยะ Detector ที่เหมาะสมกับตัวอย่าง

หลังจากขั้นตอนการเตรียมระบบวัดทั้งหมดจนถึงขั้นตอนการสร้าง Config file สำหรับการวัดตัวอย่างในโหมด FL ในขั้นตอนถัดไปคือการติดตั้งตัวอย่างลงบน SH และการอ่านตำแหน่ง โดยการอ่านค่าตำแหน่งมีดังนี้

- ติดตัวอย่างในพื้นที่ที่มีการขีดตำแหน่งที่แสงตกบน SH คือช่วง +70 ถึง -68 mm เท่านั้น
- วางไม้บรรทัดที่มีสเกล โดยให้ตัวเลข 0 อยู่ระหว่างกึ่งกลางของตำแหน่งแสงที่ 0 ที่ได้มีการขีดไว้ตอน Burn Paper ดังรูปที่ 36
- จากนั้นถ่ายภาพตัวอย่าง เพื่อนำมาใช้อ่านค่าตำแหน่งของแต่ละตัวอย่างเทียบกับสเกลบนไม้บรรทัดต่อไป



รูปที่ 36 ภาพถ่ายการติดตัวอย่าง

จากนั้นจะเป็นการเช็คระยะของ Detector กับตัวอย่างของ User ที่เหมาะสมในการวัด โดยการดูค่าสัญญาณพื้นที่ใต้กราฟ Event (counts) ของตัวอย่างที่เราได้ทำ ROI ไว้แล้วนั้น สิ่งที่เราต้องการให้ค่า Event ที่มีค่ามากบ่งบอกว่าตัวอย่างที่เราสนใจมีปริมาณความเข้มข้นของธาตุที่เพียงพอ จะทำให้สามารถวัดสเปกตรัมได้สวยงาม โดยค่า Event ที่อ่านจะสัมพันธ์กับเวลาที่เราใช้ในการเช็คสัญญาณ XRF ณ ขณะนั้น ยิ่งสะสมเวลามาก Event ที่อ่านได้ก็มากตามเช่นกัน โดยจะกำหนดให้ Event ที่เหมาะสมอยู่ที่ประมาณ 2.0 – 4.0 kcps ทั้งนี้ขึ้นกับความเข้มข้นของตัวอย่างหากสัญญาณ XRF ที่อ่านได้มีค่าน้อยกว่าที่กำหนดก็ไม่เป็นไร แต่เหนือสิ่งอื่นใดที่จะต้องให้ความสำคัญมาเป็นอันดับ 1 คือค่า Dead time ต้องน้อยกว่า 15% ดังรูปที่ 37

รูปที่ 37 การระยะ Detector ของตัวอย่าง User

จากรูปที่ 37 แสดงสัญญาณ XRF ของตัวอย่าง User ซึ่งได้ทำการเลื่อนระยะ Detector ที่เหมาะสม เพื่อให้ค่า Dead time อยู่ในช่วงที่กำหนด ให้กดเลื่อนเพื่อเช็คสัญญาณในทุก channel จากนั้นให้จดค่า Event ที่ได้ที่ channel ใด channel หนึ่ง (โดยมากจะจดที่ ch0) และจดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ไม่ว่าจะเป็นค่าพลังงานที่ใช้ในการกระตุ้น (Excitation) ระยะ Detector (DD) ตำแหน่งตัวอย่าง (Position) และกระแส (I_{ring}) ณ ตอนทำการกระตุ้นสัญญาณ

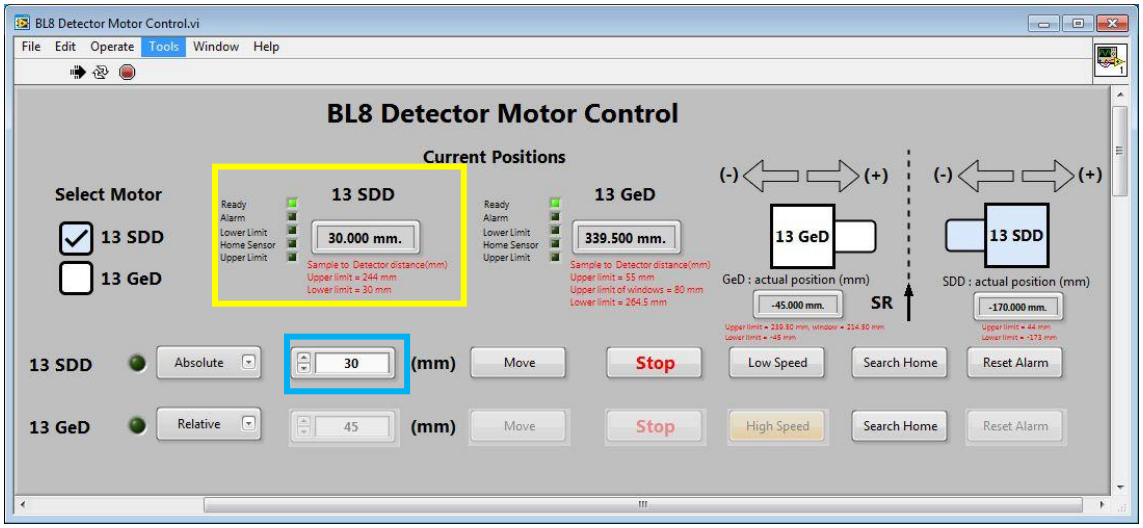
ได้ว่า Sample: A, Excitation: 2250 eV, DD 150 mm, Position: -11 และ I_{ring} 100 mA

Event: 3327 c/10 s Dead time: 10.28%

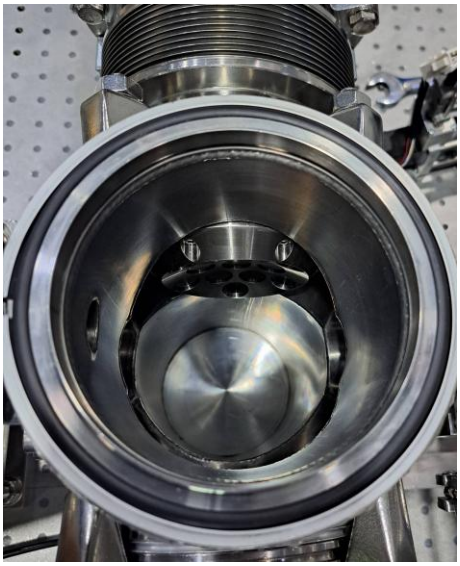
ซึ่งในกระบวนการนี้จะมีการใช้โปรแกรม “BL8 Auto Burn Paper” เพื่อใช้เลื่อนตัวอย่างไปยังตำแหน่งที่แสงตกกระทบ และใช้โปรแกรม “BL8 Detector Motor Controller” ร่วมด้วย เพื่อใช้เลื่อนระยะ Detector ให้มีค่าสัญญาณที่เหมาะสมในแต่ละตัวอย่าง

3.4.5 ข้อควรรู้และระวังเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม BL8 Detector Motor Controller

จากรูปที่ 38 จะเห็นระยะ Detector ที่ป้อนคือ 30 mm ซึ่งคือระยะที่ใกล้ที่สุดที่สามารถใช้งานได้



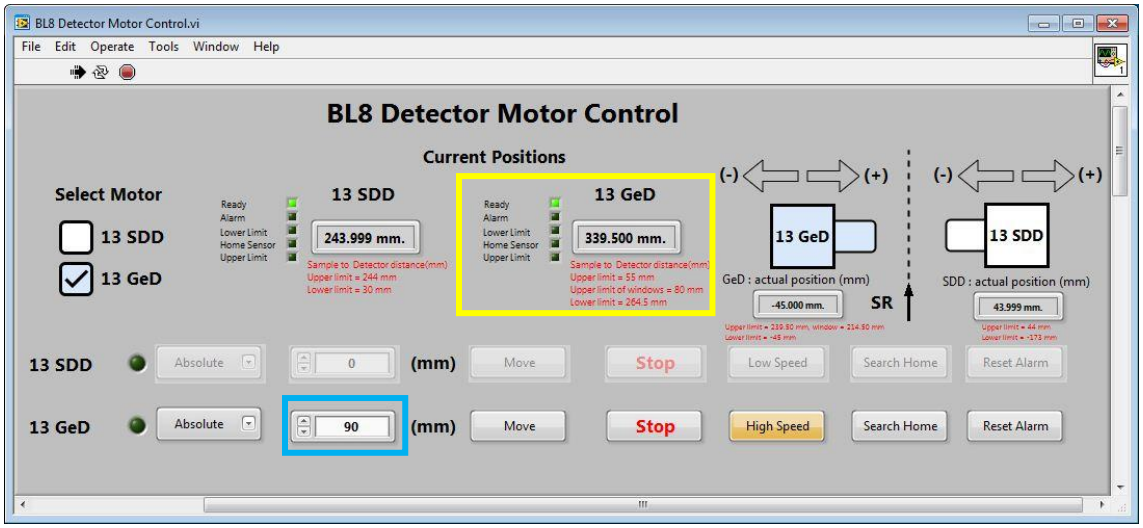
รูปที่ 38 การใช้งานโปรแกรมกับ 13SDD



รูปที่ 39 ภาพถ่ายระยะของ 13SDD ที่ใกล้ตัวอย่างได้มากที่สุด 30 mm

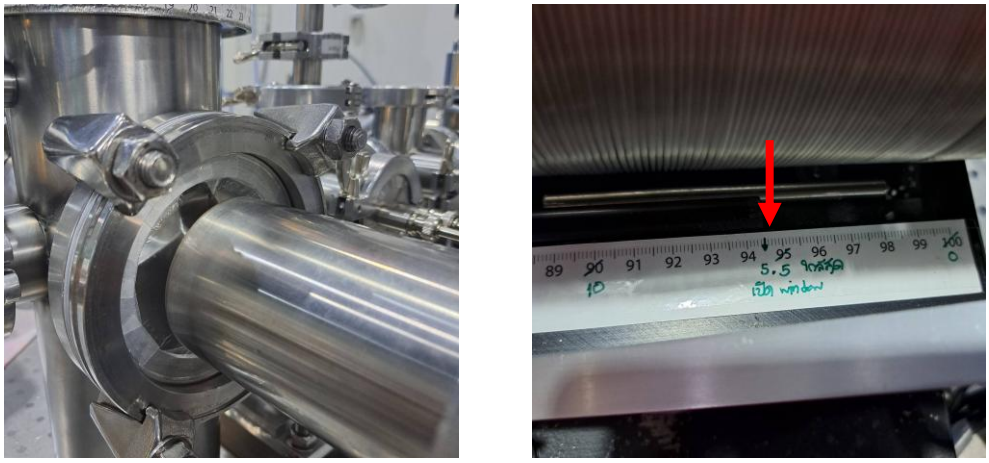
- ในส่วนของ 13GeD มีค่าเริ่มต้นอยู่ที่ตัวเลข 339.5 mm ระยะนี้คือระยะที่ Detector ถอยหลังจนสุดระยะของตัว bellow และสามารถที่จะปิดวาล์วได้ เมื่อเลิกใช้งาน โดยการใช้งาน 13GeD จะแบ่งช่วงการเลื่อน Detector ออกเป็น 2 กรณีดังนี้
  - กรณีที่ 1 การวัดธาตุพลังงานสูง หากความเข้มข้นของธาตุที่จะวัดน้อยมาก ๆ จะสามารถถอด PP window และเลื่อนให้หัว Detector เข้าใกล้ตัวอย่างได้มากที่สุดคือระยะ 55 mm

- กรณีที่ 2 วัดธาตุพลังงานต่ำจำเป็นต้องคง PP window ไว้เพื่อ Flow He gas เข้าไปใน chamber ใส่ตัวอย่าง จะทำให้ระยะที่สามารถเลื่อน Detector ได้ใกล้ที่สุดอยู่ที่ 80 mm (ระยะห่างจาก Detector ถึงหน้า Polypropylene Window (PP window) ประมาณ 15 mm



รูปที่ 40 การใช้งานโปรแกรมกับ 13GeD

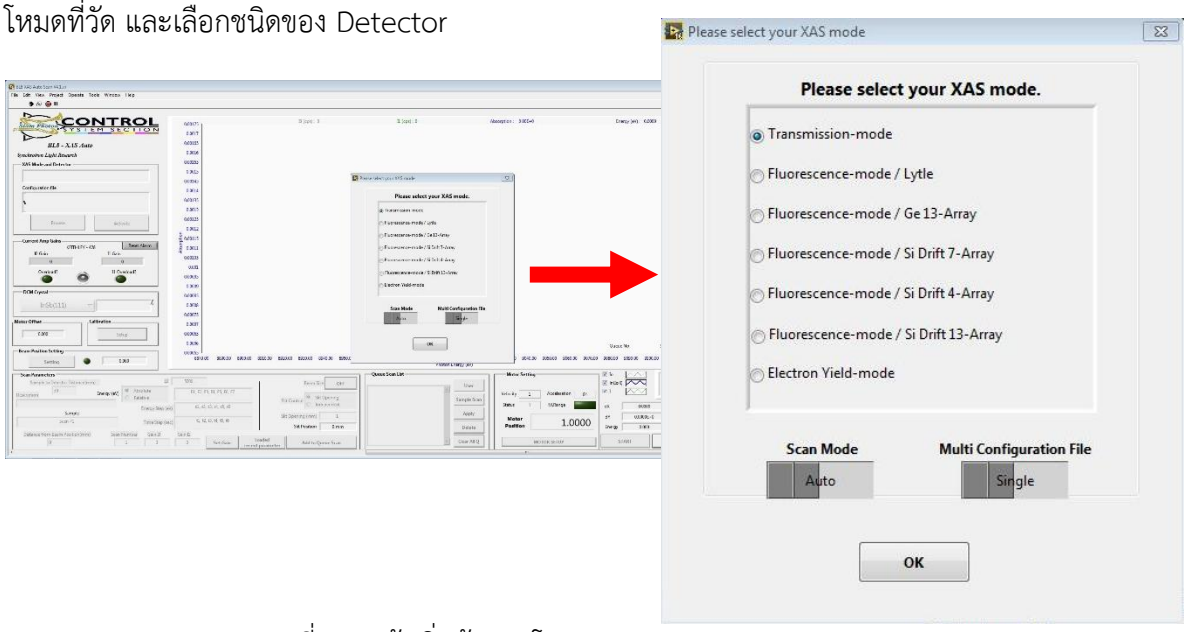
รูปที่ 41 ภาพถ่ายระยะของ Detector ที่ใกล้ตัวอย่างได้มากที่สุด



รูปที่ 42 ระยะของ Detector ที่ใกล้ตัวอย่างโดยมี PP window ปิดอยู่ และตำแหน่งบนสเกล

3.5 การใช้งานโปรแกรม BL8 XAS Auto Scan

ต่อไปนี้จะอธิบายการใช้งานโปรแกรม “BL8 XAS Auto Scan” ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อจากการวัดใน 2 โหมดด้วยกัน ได้แก่ TM-mode และ FL-mode เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมา ในหน้าเริ่มต้นจะมี pop-up ให้เลือกโหมดที่วัด และเลือกชนิดของ Detector



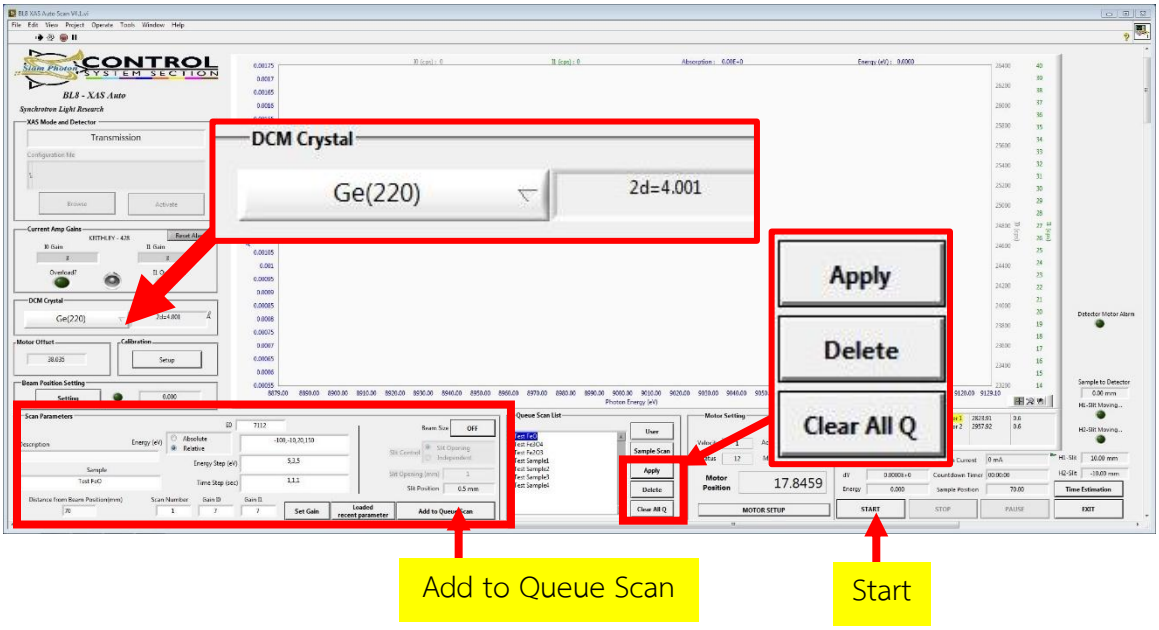
รูปที่ 43 หน้าเริ่มต้นของโปรแกรม “BL8 XAS Auto Scan V4.1”

3.5.1 การวัดสเปกตรัมแบบทะลุผ่าน TM-mode

- หลังจากติดตั้งตัวอย่าง และถ่ายภาพตัวอย่างพร้อมไม้บรรทัดสเกลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เมื่อเปิดโปรแกรม “BL8 XAS Auto Scan” ให้เลือกโหมด Transmission -mode -> เลือกชนิดผลึก -> ตั้งชื่อตัวอย่าง -> ใส่ค่าตำแหน่งตัวอย่างที่อ่านได้จากไม้บรรทัด -> เลือก Relative -> ป้อนค่า E0 -> ป้อนค่า Energy -> ป้อนค่า Energy Step (eV) ป้อนค่า Time Step (sec.) -> ป้อนจำนวนรอบในการเก็บสเปกตรัม ในช่อง Scan Number -> ป้อนค่า Gain I0 และ I1
- กด Add to Queue Scan
- ในตัวอย่างถัดไปให้แก้ไขชื่อตัวอย่าง และค่าตำแหน่งตัวอย่าง จากนั้นกด Add to Queue Scan ทำวนไปจนครบตามจำนวนตัวอย่างที่เราติดตั้งลงบน SH
- ในการวัด TM-mode เป็นการวัดตัวอย่างที่มีปริมาณความเข้มข้นของธาตุที่สนใจในปริมาณมาก และรังสีเอกซเรย์สามารถทะลุผ่านตัวอย่างไปได้ ดังนั้นในการเตรียมตัวอย่างที่มีความหนาที่เหมาะสม จึงเป็นปัจจัยสำคัญ และจะมีการเช็คค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีเอกซ์, μ (โดยค่า μ เรียกว่า Edge Step หรือ Edge jump จะต้องใกล้เคียง 1 ให้มากที่สุด หรืออยู่ในช่วง 0.5-1.2 ขึ้นกับปัจจัยอื่น ๆ ในตัวอย่าง)
- ซึ่งหลังจากเตรียมตัวอย่างและทำการติดตั้งลงบน SH จำเป็นต้องมีการสแกนสเปกตรัมเบื้องต้น คือการสแกนแบบหยาบ ว่าตัวอย่างที่เตรียมนั้นมีค่า Edge jump ที่ใกล้เคียง 1 หรือไม่ เมื่อได้ค่าที่ดี จึงจะเปลี่ยนการสแกนเป็นช่วงละเอียดอีกครั้ง ดังที่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงพารามิเตอร์ที่ใช้ป้อนสำหรับเช็คค่า Edge jump และสำหรับการวัด

TM-mode	Energy (E)	Energy Step (eV)	Time Step (sec.)
(XANES) แบบหยาบ	-100,-10,20,150	5,3,5	1,1,1
(XANES) แบบละเอียด	-100,-20,80,150	5,0.3 หรือ 0.2,5	1,1,1
(EXAFS) แบบหยาบ	-150,-10,20,15k	10,3,0.4k	1,1,1
(EXAFS) แบบละเอียด	-150,-10,20,15k	10,0.3 หรือ 0.2 ,0.05k	1,1,1
(XANES+EXAFS) แบบละเอียด	-150,-20,80,15k	10,0.3 หรือ 0.2 ,0.05k	1,1,1



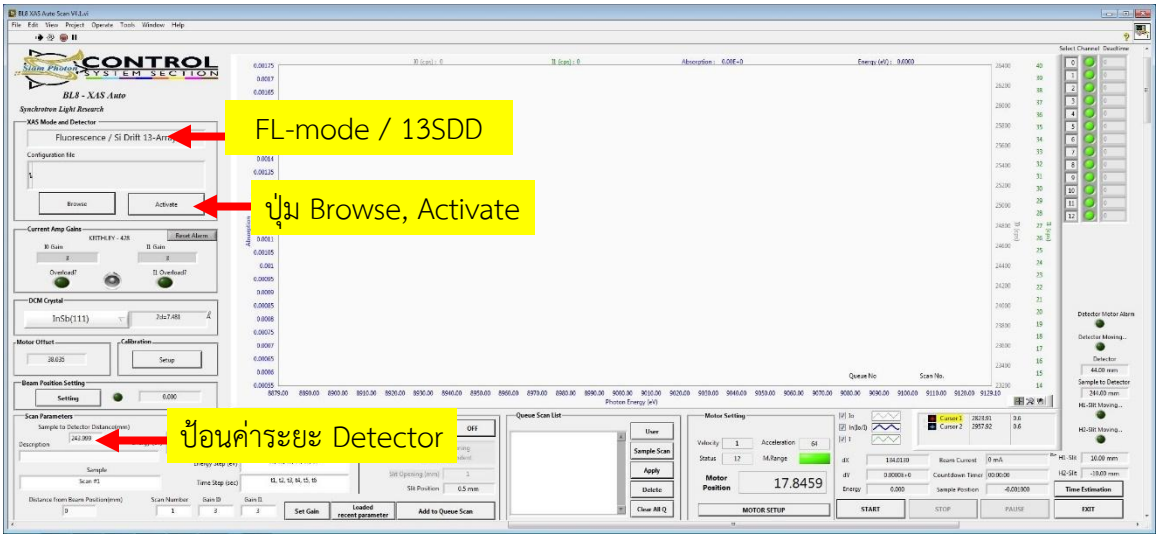
รูปที่ 44 แสดงหน้าโปรแกรม XAS Auto Scan V4.1 และการป้อนคำสั่งต่าง ๆ

- หากต้องการแก้ไขข้อมูลค่าต่าง ๆ ที่ได้ป้อนไว้ให้คลิกทึบ Queue ไฟล์นั้น ๆ แล้วแก้ไข และกดคำสั่ง Apply ด้านข้าง หรือหากต้องการลบ Queue ก็สามารถกดลบได้เช่นกัน
- เมื่อป้อนพารามิเตอร์ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม Start แล้วเลือกโฟลเดอร์สำหรับบันทึกข้อมูล
- เมื่อเช็ค Edge jump ด้วยพารามิเตอร์แบบหยาบเรียบร้อยแล้ว และได้ค่า Edge jump ที่ดี ก็สามารถเปลี่ยนพารามิเตอร์เป็นแบบละเอียดได้

3.5.2 การวัดสเปกตรัมแบบเรืองรังสีเอกซ์ FL-mode

จากรูปที่ 45 เมื่อเปิดโปรแกรม ให้ทำการเลือกชนิดของ Detector ที่ใช้ ทำการโหลด Config file ที่คำสั่ง Browse จากที่ได้ทำการสร้างไว้แล้วก่อนหน้านั้น และเมื่อกดโหลดแล้วให้กดคำสั่ง Activate จากนั้นก็ทำการป้อนพารามิเตอร์ในการวัดแบบละเอียด และป้อนระยะ Detector ในช่อง Sample to Detector Distance (mm.) ที่ได้ทำการหาไว้แล้วเช่นกัน เมื่อป้อนค่าทุกอย่างเรียบร้อย สามารถกดปุ่ม Start เพื่อทำการวัดสเปกตรัมได้ตามปกติ

ในการวัด FL-mode นั้นจะมีการตั้งค่า Time ที่ต่างไปจาก TM-mode โดยการวัด FL-mode จะมีการสะสมเวลาต่อจุดในการวัดสเปกตรัม เพื่อให้ได้สเปกตรัมที่สวยงาม ซึ่ง Time ที่ใช้ขึ้นกับค่า Event/sec ที่ได้จดไว้ก่อนหน้านั้น ซึ่งจะยกตัวอย่างค่า Time ที่ใช้ดังตารางที่ 4



รูปที่ 45 หน้าโปรแกรม XAS Auto Scan V4.1 .ใน FL-mode

ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างการตั้งค่า Time สำหรับการวัด FL-mode

FL-mode	Energy (E)	Energy Step (eV)	Time Step (sec.)
XANES	-100,-20,80,150	5,0.3 หรือ 0.2,5	1,2,1 1,3,1 3,6,3
EXAFS	-150,-10,20,8k,13k	10,0.3 หรือ 0.2 ,0.05k,0.05k	2,3,6,9 2,3,9,12
XANES+EXAFS	-150,-20,80,8k,13k	10,0.3 หรือ 0.2 ,0.05k,0.05k	2,3,6,9 2,3,9,12

บทที่ 4 การเก็บสถานีทดลองหลังการใช้บริการ

เมื่อผู้ใช้บริการแสงที่สถานีทดลองที่ 8 หมดช่วงเวลาของการทดลอง จำเป็นต้องคืนสภาพสถานีทดลองให้กลับสู้สภาพปกติ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 กรณีวัดตัวอย่างในแบบทะลุผ่าน

- เมื่อวัดตัวอย่างเสร็จ จะมี pop-up แจ้งเตือน “Scan Complete” ให้กด OK
- จากนั้นให้ปรับลด Gain I0, I1 เป็น 3, 3 จากนั้นกดคำสั่ง Set Gain
- ปิดโปรแกรม XAS Auto Scan
- ลด Volt ที่จ่ายให้กับ I_0, I_1 จาก 0.30 kV เป็น 0.00 kV โดยการหมุนปุ่มทวนเข็มนาฬิกา
- นำเอาตัวอย่างออกจาก SH
- หากการใช้งานแก๊ส He สำหรับพลังงานต่ำ ให้ทำการปิดวาล์วให้เรียบร้อย

4.2 กรณีวัดตัวอย่างในแบบเรืองรังสีเอกซ์

- เมื่อวัดตัวอย่างเสร็จ จะมี pop-up แจ้งเตือน “Scan Complete” ให้กด OK
- จากนั้นให้ปรับลด Gain I0, I1 เป็น 3, 3 จากนั้นกดคำสั่ง Set Gain
- ปิดโปรแกรม XAS Auto Scan
- ลด Volt ที่จ่ายให้กับ I_0 จาก 0.30 kV เป็น 0.00 kV โดยการหมุนปุ่มทวนเข็มนาฬิกา
- เปิดโปรแกรม BL8 Detctor Motor Control กด OK ที่ pop-up จากนั้นเลือกชนิดของ Detector ที่ใช้งาน
- เปลี่ยนคำสั่งจาก Relative เป็น Absolute เปลี่ยนความเร็วมอเตอร์จาก Low Speed เป็น High Speed
- ป้อนตัวเลขที่ช่องว่าง หากใช้งาน 7SDD ให้ป้อนตัวเลข 228 (mm) 13SDD ให้ป้อนตัวเลข 244 (mm) หรือหากใช้งาน 13GeD ให้ป้อนตัวเลข 339.5 (mm) จากนั้นกดคำสั่ง Move รอจนกว่ามอเตอร์จะเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่ป้อนค่าไว้
- เช็คระยะจริงของ Detector ว่าได้อยู่ในตำแหน่งในสุด จากนั้นหมุนปิด Hand Valve ที่ปิดกั้นหน้า Detector ให้เรียบร้อย
- นำเอาตัวอย่างออกจาก SH
- หากการใช้งานแก๊ส He สำหรับพลังงานต่ำ ให้ทำการปิดวาล์วให้เรียบร้อย