



สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)
เอกสารความรู้ (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-2025-057
ชื่อเรื่อง Title	คู่มือการใช้งานโปรแกรมเพื่อเก็บข้อมูล micro-X-ray fluorescence
ชื่อฝ่าย Department	ระบบลำเลียงแสง
วันที่เผยแพร่ Release date	2 ธันวาคม 2568
ระดับการเปิดเผยข้อมูล Level of Disclosure	<input type="checkbox"/> ข้อมูลในรายงานเป็นความลับ (Undisclosed)
	<input type="checkbox"/> เปิดเผยข้อมูลเฉพาะภายในฝ่ายหรือส่วนงาน (Information can be disclosed within department/section)
	<input checked="" type="checkbox"/> เปิดเผยข้อมูลได้สำหรับพนักงานของสถาบันฯ และอนุญาตให้บันทึกข้อมูลเข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบ 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	X-ray fluorescence imaging (XRF imaging), micro-X-ray fluorescence (micro-XRF), micro-X-ray imaging, micro-XRF mapping

รายชื่อผู้จัดทำรายงานหรือผู้ดำเนินโครงการ (Name)	ส่วนร่วมในการปฏิบัติงานในโครงการ Responsible tasks in the project
ดร. ชมกานุช ส่งศิริฤทธิกุล	เขียน เรียบเรียง แก้ไขและจัดทำรายงาน
ดร. ชาตรี ไสยสมบัติ	ตรวจสอบ แก้ไข

ประวัติการแก้ไข/ปรับปรุง

แก้ไขครั้งที่	วันที่เผยแพร่	รายละเอียดการปรับปรุง
0	2 ธันวาคม 2568	จัดทำครั้งแรก

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
1. บทนำ	2
2. วัตถุประสงค์	4
3. ส่วนประกอบของระบบลำเลียงแสง 7.2 และปลายสถานีทดลอง	5
4. ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเพื่อเก็บข้อมูล micro-X-ray fluorescence	6
5. เอกสารอ้างอิง	12
6. เอกสารแนบท้าย	13

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 ส่วนประกอบของระบบลำเลียงแสง 7.2 และปลายสถานีทดลอง	4
รูปที่ 2 โปรแกรม my main slim ในหน้า Desktop	6
รูปที่ 3 หน้าต่างหลักและส่วนประกอบของโปรแกรม my main slim	6
รูปที่ 4 หน้าต่างหลักและส่วนประกอบของโปรแกรม BL7.2W micro-XRF Scan	7
รูปที่ 5 หน้าต่างโปรแกรม BL7.2W micro-XRF Scan แสดงแถบ Admin	9
รูปที่ 6 หน้าต่างโปรแกรม BL7.2W micro-XRF Scan แสดงแถบ Si Drift Setup	9
รูปที่ 7 หน้าต่างโปรแกรม BL7.2W micro-XRF Scan แสดงแถบ Motor Control	10
รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างการทดลองซึ่งควรบันทึกในรายงานผลการทดลอง	11

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างพารามิเตอร์ที่ควรบันทึกในการเก็บข้อมูล micro-XRF scan	10
--	----

1. บทนำ

ระบบลำเลียงแสง 7.2 Macromolecular Crystallography (BL7.2W: MX) เป็นระบบลำเลียงแสงที่ออกแบบมาเพื่อใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอนย่านรังสีเอกซ์พลังงานสูง สำหรับการศึกษาค้นคว้าโครงสร้างสามมิติของโปรตีนและโมเลกุลอื่นที่เกี่ยวข้องในระดับอะตอม โดยอาศัยเทคนิค X-ray Crystallography ได้ดำเนินการทดสอบการใช้งานในเบื้องต้นเมื่อปลายปี พ.ศ. 2557 จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2559 ชุดแม่เหล็ก 6.5 Tesla Superconducting wavelength shifter, SWLS ซึ่งเป็นแม่เหล็กแบบเหนี่ยวนำยิ่งยวด ได้นำมาใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพ

ภายหลังจากการติดตั้ง commercial Double Crystal Monochromator (Kohzu; model TSR-2DCM) ในปี พ.ศ. 2559 ดังนั้นปี พ.ศ. 2564 ทางสถานีทดลองได้เริ่มให้บริการเทคนิค X-ray Absorption Spectroscopy (XAS) และ X-ray fluorescence (XRF) เพิ่มขึ้นมาด้วย (นฤมล ไม้ทองและคณะ พ.ศ. 2566) เนื่องจากความพร้อมของอุปกรณ์ DCM ระบบวัด Ion Chambers และ Si drift detector เพื่อปรับเทียบพลังงานโฟตอน จึงสามารถให้บริการเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์แบบส่องผ่าน (Transmission mode) และแบบ Fluorescence mode

การพัฒนาศักยภาพของการให้บริการเทคนิค micro-XRF ที่ระบบลำเลียงแสง BL7.2W อาศัยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์หรือ X-ray fluorescence (XRF) เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุที่อยู่ในตัวอย่าง โดยอาศัยความต่างของชั้นพลังงานของแต่ละธาตุ (ชั้น K, L, M, N,...) ดังนั้นเมื่อเรากระตุ้นอะตอมด้วยค่าพลังงานที่มากกว่าพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนชั้นใน เมื่ออิเล็กตรอนหลุดออกไปจึงทำให้เกิดที่ว่าง และเมื่ออิเล็กตรอนชั้นนอกลงมาแทนที่ อะตอมจะปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีเอกซ์ ปรากฏการณ์ดังกล่าวเรียกว่าการเรืองรังสีเอกซ์

สำหรับการให้บริการเทคนิค micro-XRF แสงซินโครตรอนความถี่เดียวซึ่งมีความเข้มสูงในย่านรังสีเอกซ์จากระบบลำเลียงแสง BL 7.2W ถูกโฟกัสที่ปลายสถานีทดลองด้วยเลนส์รังสีเอกซ์ ซึ่งเป็นชนิดที่เรียกว่า polycapillary lens (Songsiriththigul, et al. 2023) และตรวจวัดสัญญาณการเรืองรังสีเอกซ์ด้วย Si drift detector

จากรายงานเชิงเทคนิค (ชมภูนุช ส่งสิริฤทธิกุลและคณะ พ.ศ. 2567) ที่พลังงานระหว่าง 10 ถึง 13 keV มีความเข้มแสงซึ่งผ่านการคัดเลือกพลังงานด้วย Double Crystal Monochromator ในช่วง 1×10^{11} (photons/s@100mA) ที่พลังงาน 10 keV มีความเข้มแสงที่ผ่าน capillary คิดเป็น 0.42% (Transmission เท่ากับ 0.42%) หากต้องการให้มีความเข้มแสงมากที่สุดสำหรับการวัดตัวอย่างควรใช้พลังงาน 10 keV ซึ่งในช่วงพลังงานอื่นๆ ความเข้มรังสีเอกซ์ลดลงตามลำดับ จากการทดสอบที่ระบบลำเลียงแสงพบว่าที่พลังงาน 9, 13.5 และ 18 keV มีค่า FWHM ของแสงโฟกัสเท่ากับ 25, 19 และ 14.5 ไมครอนตามลำดับ (เมื่อพลังงานมากขึ้นจะมีขนาดแสงโฟกัสเล็กลง)

คู่มือการใช้งานโปรแกรมเพื่อเก็บข้อมูล micro-X-ray fluorescence (micro-XRF imaging) นี้จึงได้ถูกจัดทำขึ้น เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ใช้บริการสถานีทดลอง micro-XRF imaging ที่ระบบลำเลียงแสง 7.2 เพื่อให้การใช้ประโยชน์ระบบลำเลียงแสงได้อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้อุปกรณ์การทดลอง ณ ปลายสถานีทดลอง ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย การเลือกพารามิเตอร์ในการเก็บข้อมูล และขั้นตอนการใช้โปรแกรมต่างๆ เพื่อให้ผู้ทำการทดลองมีความรู้ ความเข้าใจ หลักการและเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เนื่องจากขั้นตอนนี้มีความสำคัญกับคุณภาพของข้อมูลที่จะนำไป process และแปลผลต่อไป

2. วัตถุประสงค์

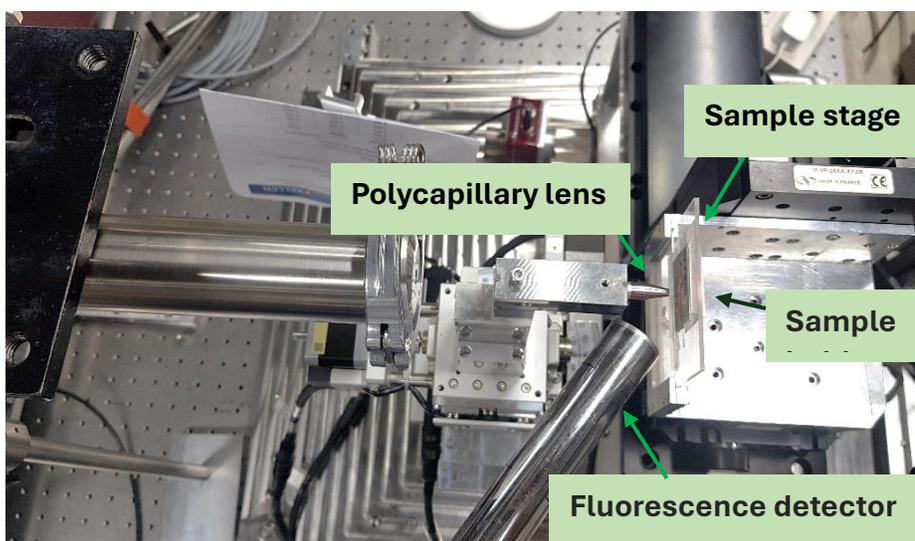
2.1 เพื่ออธิบายขั้นตอนการทดลอง การใช้โปรแกรม และเลือกพารามิเตอร์ในการเก็บข้อมูล micro-XRF imaging

2.2 เพื่อให้ผู้ทำการทดลองมีความรู้ ความเข้าใจ หลักการและเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

3. ส่วนประกอบของระบบลำเลียงแสง 7.2 และปลายสถานีทดลอง micro-X-ray fluorescence

แสงซินโครตรอนในย่านรังสีเอกซ์พลังงานสูงซึ่งผลิตจากอุปกรณ์แทรกซันิตแม่เหล็กแบบเหนี่ยวนำยิ่งยวด (6.5-Tesla Superconducting wavelength shifter, SWLS) ซึ่งติดตั้งอยู่ในวงกักเก็บอิเล็กตรอน (Storage ring) หลังจากแสงซินโครตรอนผ่านระบบลำเลียงแสงส่วนหน้าของ BL7.2W: MX (Front end, FE) แสงจะถูกปรับให้ขนานไปในทางเดียวกันโดยกระจกปรับขนาน (Collimating Mirror, CM) และเข้าสู่อุปกรณ์คัดเลือกพลังงาน (Double Crystal Monochromator, DCM) ทำให้แสงมีคุณสมบัติเป็น Monochromatic beam และผ่านกระจกปรับโฟกัส (Focusing Mirror, FM) ก่อนเข้าสู่ปลายสถานีทดลอง (End station) รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบของปลายสถานีทดลองสำหรับเทคนิค micro-XRF imaging

โดยทั่วไปเทคนิค micro-XRF จะมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องคือ 1. เลนส์รังสีเอกซ์ (Polycapillary lens) 2. ระบบจับยึดตัวอย่าง (Sample stage) โดยตัวอย่างจะสามารถเลื่อนในแนวแกนซ้ายขวาและบนล่างเพื่อระบุเลือกตำแหน่งที่ต้องการวัดอย่างเจาะจง 3. หัววัดสัญญาณฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence detector) โดยมีอุปกรณ์ ดังแสดงในรูป 1



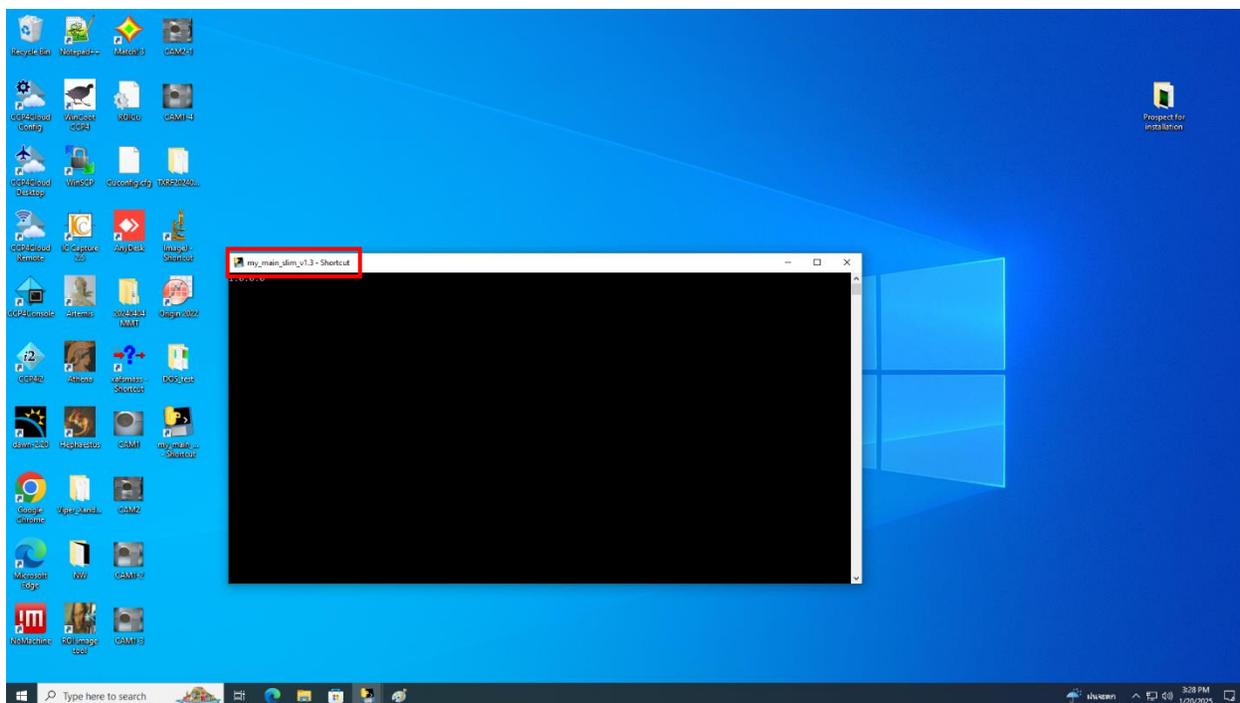
รูปที่ 1 แสดง Polycapillary lens, Sample stage และ Fluorescence detector สำหรับการทดลอง micro-XRF imaging ซึ่งประกอบและติดตั้ง ณ ปลายสถานีระบบลำเลียงแสงที่ 7.2W

ปลายสถานีทดลองมีอุปกรณ์หลักคือ เลนส์รังสีเอกซ์ (Polycapillary lens) ซึ่งมี 2 ชนิดได้แก่ ชนิด half lens รุ่น 07471 XOS (New York, USA) และ full lens รุ่น J12818-01 (Hamamatsu, Japan) และมี Sample stage สำหรับการขับเคลื่อนตัวอย่างด้วย Newport motor โดยอุปกรณ์หัววัดสัญญาณฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence detector) ยี่ห้อ VORTEX-EM รุ่น 714-VTX-EM-600 (Hitachi High-Tech, Japan) ใช้ในการตรวจวัดความเข้มของรังสีเอกซ์ที่ออกจากตัวอย่างซึ่งจะเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลสัญญาณฟลูออเรสเซนซ์และจะได้กล่าวรายละเอียดในขั้นตอนการเก็บข้อมูล micro-XRF imaging ต่อไป

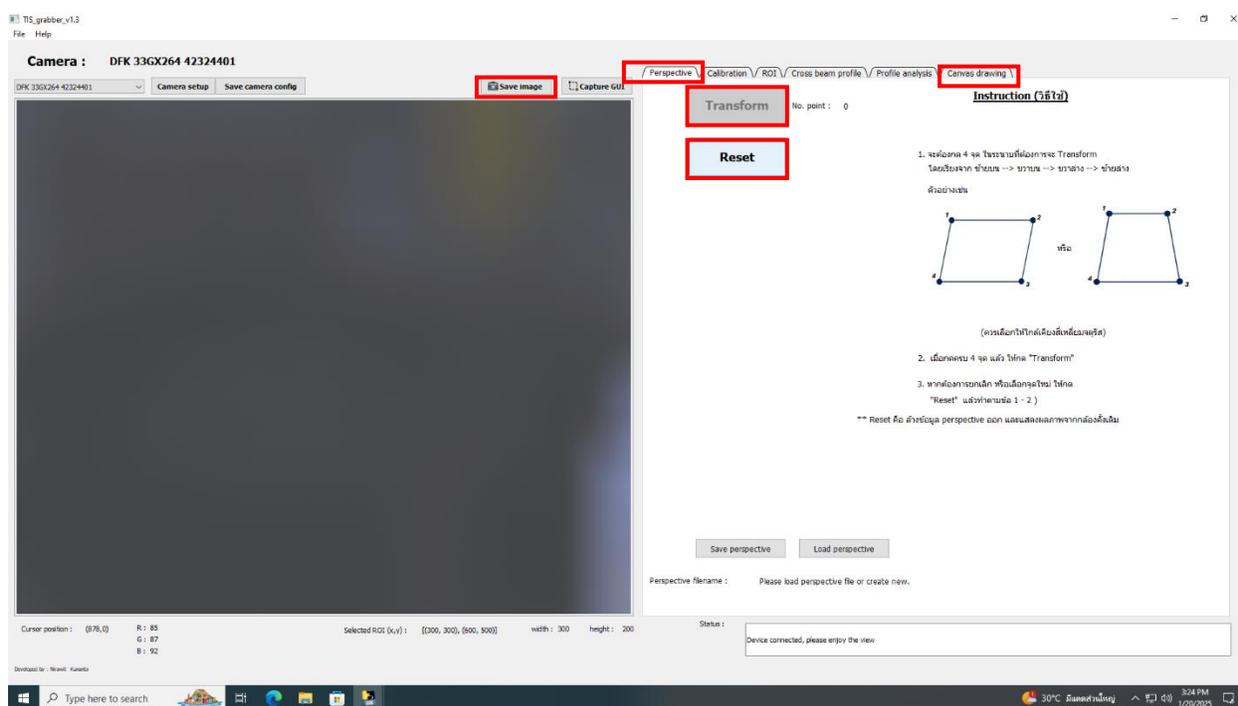
4. ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเพื่อเก็บข้อมูล micro-XRF fluorescence

4.1 นำตัวอย่างใส่ใน Sample holder และนำกระดาษ X-ray burn paper ติดลงบนตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับตัวอย่าง โดยให้ระนาบในแนวแกนเข้าหาแสงของกระดาษ X-ray burn paper อยู่ในระนาบเดียวกับตัวอย่าง และยึดติดเข้ากับแผ่นอะคริลิกที่ติดอยู่กับ Sample stage เมื่อเตรียมตัวอย่างเสร็จเรียบร้อยให้นำตัวจับตัวอย่าง (Sample holder) ที่เป็นแผ่นอะคริลิกใส่ไปเสียบลงร่องของตัวยึดแผ่นอะคริลิกที่ติดอยู่กับชุด Sample stage ขับเคลื่อนตัวอย่างด้วยมอเตอร์ (ดังแสดงในรูปที่ 1)

4.2 คลิกเลือกโปรแกรม my main slim ในหน้า Desktop (ดังแสดงในรูปที่ 2) จะมีหน้าต่างโปรแกรมที่เชื่อมต่อกับกล้องกำลังขยาย (ดังแสดงในรูปที่ 3) ขั้นตอนแรกให้คลิกเลือก Reset จากนั้นตรวจสอบตำแหน่ง micro-X-ray beam ด้วยกล้องกำลังขยายโดยเลื่อน Sample stage เพื่อให้ตำแหน่งของกระดาษ X-ray burn paper ถูก expose โดยเปิด MBS (Monochromatic beam shutter) เพื่อให้กระดาษถูกฉายแสงนานประมาณ 10 วินาที และทำซ้ำเป็นจำนวน 4 มุม ควรจะห่างกันประมาณ 3 มิลลิเมตร แล้วกดคลิกเลือก Transform ที่โปรแกรม จากนั้นเลื่อนมอเตอร์ในแนวแกน X เล็กน้อย และเปิด MBS เพื่อ expose กระดาษ X-ray burn paper อีกครั้งหนึ่งเพื่อกำหนดตำแหน่งแสง micro-X-ray beam ที่แน่นอน และใช้ปากกา permanent กำหนดตำแหน่งแสง micro-X-ray beam บนแผ่นใสหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือกำหนดตำแหน่งโดยใช้ Canvas drawing



รูปที่ 2 โปรแกรม my main slim ในหน้า Desktop

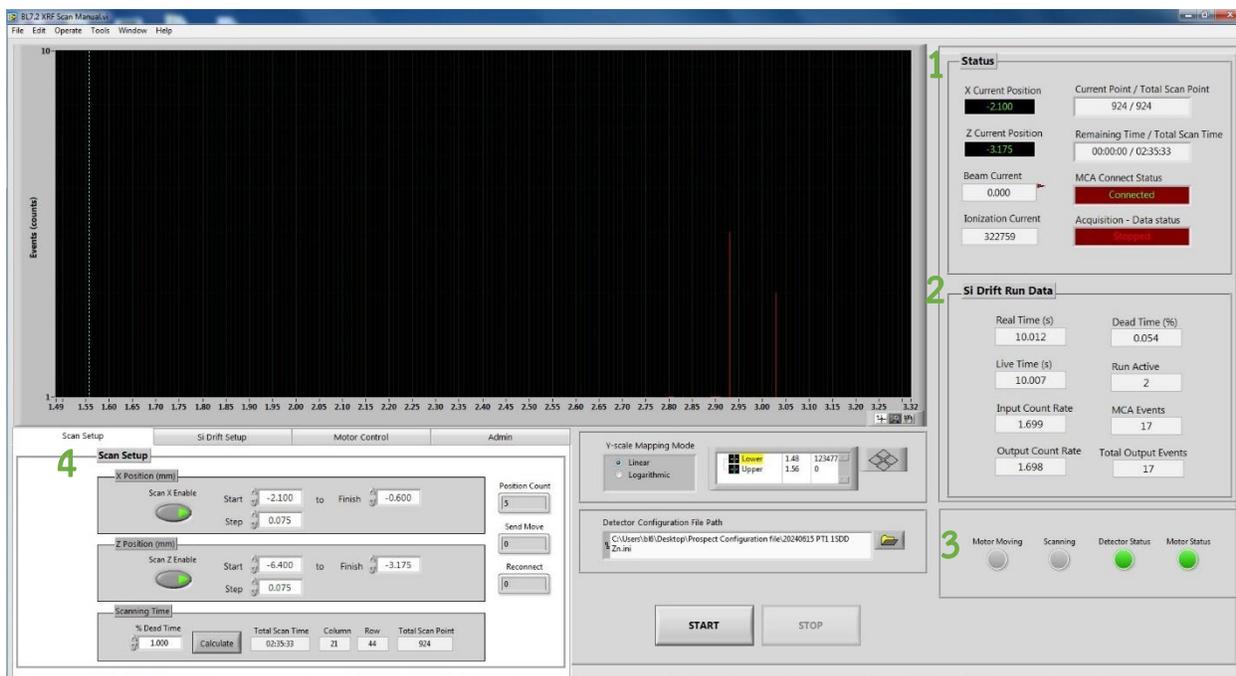


รูปที่ 3 หน้าต่างหลักและส่วนประกอบของโปรแกรม my main slim

4.3 เลื่อน Sample stage เพื่อกำหนดตำแหน่งแสง micro-X-ray beam ที่ต้องการฉายลงบนตัวอย่าง โดยจดบันทึกพิกัด X และ Y ซึ่งจะอ้างอิงเป็นตำแหน่งเริ่มต้น

4.4 เลื่อน Sample stage เพื่อกำหนดตำแหน่งแสง micro-X-ray beam ซึ่งครอบคลุมพื้นที่สี่เหลี่ยมที่ต้องการฉายลงบนตัวอย่าง โดยจดบันทึกพิกัด X และ Y ตำแหน่งอื่นๆ อีกรวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 4 มุม แล้วสร้างเส้นกรอบครอบคลุมบริเวณพื้นที่รูปร่างสี่เหลี่ยมที่ต้องการเก็บข้อมูล micro-XRF imaging ด้วยเมนู Canvas drawing (รูปที่ 3) แล้วเลือก Save image (รูปที่ 3) เพื่อบันทึกขอบเขตพื้นที่ของตัวอย่างในการทดลอง micro-XRF imaging

4.5 เข้าสู่โปรแกรม BL7.2W micro-XRF Scan ดังรูปที่ 4 แสดง GUI และขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม การวัดตัวอย่างด้วยเทคนิค micro-XRF จะถูกควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรม BL7.2W micro-XRF Scan โดยหน้าต่างประกอบด้วยรายละเอียดการแสดงผลสถานะ ผลที่ได้ และข้อมูลการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ Detector และ Sample stage กับโปรแกรม



รูปที่ 4 หน้าต่างหลักและส่วนประกอบของโปรแกรม BL7.2W micro-XRF Scan ประกอบด้วย 1. สถานะปัจจุบัน 2. ส่วนแสดงข้อมูลของอุปกรณ์หัววัดสัญญาณฟลูออเรสเซนซ์ 3. ส่วนแสดงข้อมูลการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ 4. แถบควบคุมประกอบด้วยแถบย่อย 4.1 แถบควบคุม Scan Setup 4.2 แถบ Si Drift Setup 4.3 แถบ Motor Control 4.4 แถบ Admin

การบันทึกผลข้อมูลนั้นไฟล์จะถูกเก็บไว้ในระบบ Network Attached Storage (NAS) เมื่อการทดลองเสร็จสิ้นและต้องการถ่ายโอนข้อมูลให้เข้า Network ที่อยู่ IP: 10.1.11.204 จะปรากฏ folder ชื่อ XRF data และมี subfolder ชื่อ yyyyymmdd uXRF

จากรูปที่ 4 ส่วนประกอบของโปรแกรมลำดับที่ 1 แสดงสถานะปัจจุบันของตำแหน่ง ค่ากระแสของวงกักเก็บอิเล็กตรอน ค่ากระแสของ Ionization chamber ลำดับการเก็บข้อมูลปัจจุบันเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนข้อมูลทั้งหมด และสถานะการเชื่อมต่อกับหัววัดสัญญาณฟลูออเรสเซนซ์

ส่วนประกอบของโปรแกรมลำดับที่ 2 แสดงสถานะข้อมูลของหัววัดสัญญาณฟลูออเรสเซนซ์ เช่น %Dead time และ จำนวน Events

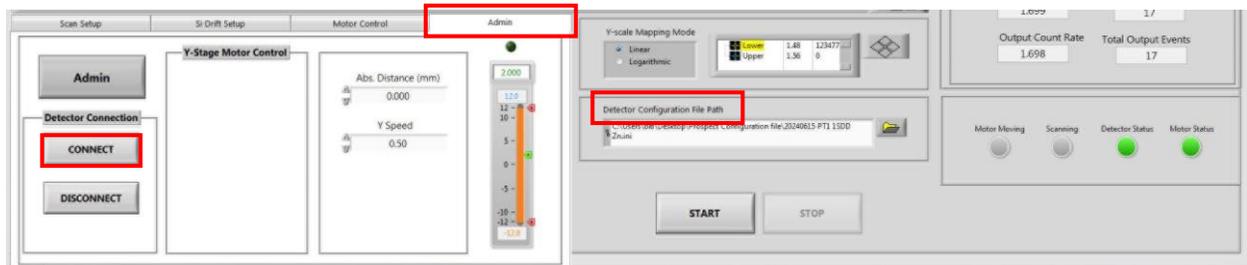
ส่วนประกอบของโปรแกรมลำดับที่ 3 แสดงข้อมูลการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ เช่น การเชื่อมต่อระหว่างหัววัดสัญญาณฟลูออเรสเซนซ์กับโปรแกรม มอเตอร์ควบคุม Sample stage กับโปรแกรม

ส่วนประกอบของโปรแกรมลำดับที่ 4 ในแถบควบคุม Scan Setup ผู้ใช้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของ Sample stage ได้ทั้งในแนวแกน X และ Z หรือแกนใดแกนหนึ่งได้ โดยกำหนดค่าระยะสแกนให้สอดคล้องกับบันทึกพิกัด X และ Y ของ 4 มุมที่ได้สร้างเส้นรอบรอบคลุมบริเวณพื้นที่รูปร่างสี่เหลี่ยมที่ต้องการเก็บข้อมูล การกำหนด step size ของการทดลอง พิจารณาจากค่ารายงานขนาดของปริมในเงื่อนไขของพลังงานที่ทดสอบ สามารถสอบถามข้อมูล Full Width at Half Maximum (FWHM) ของแสงโฟกัสสัมพันธ์กับพลังงานที่ทดสอบในรอบแสงที่ใช้บริการจาก Local contact เมื่อพลังงานมากขึ้นจะมีขนาดแสงโฟกัสเล็กลง โดยโปรแกรมสามารถคำนวณจำนวนจุดบนพื้นที่ตรวจสอบทั้งหมดรวมทั้งประมาณการณ์เวลาที่ใช้ทดลองได้

ในการทดลองเทคนิค micro-XRF มีการเลือกค่าพลังงานกระตุ้นความถี่เดียวสำหรับการทดลองนั้นๆ ดังนั้นหากต้องการให้มีความเข้มแสงหลังถูกโฟกัสมากที่สุดการทดลองวัดตัวอย่างควรใช้พลังงาน 10 keV หรือหากเลือกที่พลังงาน 12 keV ค่าความเข้มแสงหลังถูกโฟกัสลดลงเพียง 6 เปอร์เซ็นต์ แต่ทั้งนี้การคัดเลือกพลังงานกระตุ้นที่เหมาะสมสำหรับการทดลอง ยังขึ้นกับปัจจัยอื่นๆ ด้วย เช่น ชนิดของธาตุที่สนใจศึกษา

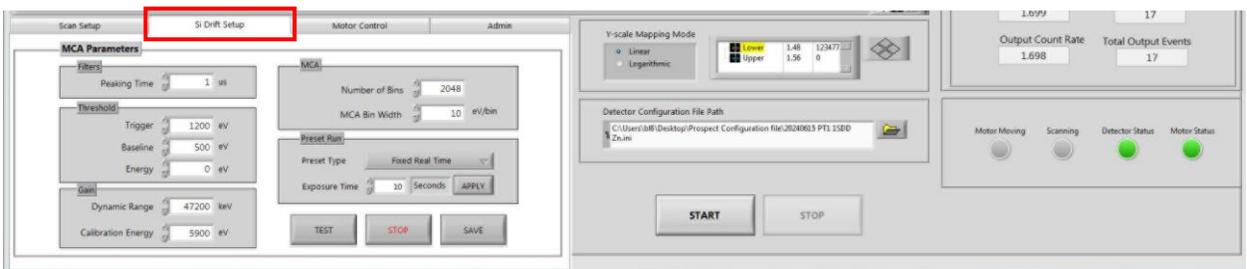
รูปที่ 5 แสดงแถบ Admin ซึ่งเป็นแถบที่อนุญาตให้เข้าถึงได้เฉพาะผู้ควบคุมระบบ เนื่องจากการควบคุมค่าระยะแกน Y ที่ส่งผลกระทบต่อระยะโฟกัสแสงและมีความสำคัญกับความปลอดภัยของอุปกรณ์ เนื่องจากเป็นแนวแกนที่เคลื่อนที่เข้า-ออกของ Sample stage ระยะ Y จึงสอดคล้องกับระยะทางระหว่างปลาย Polycapillary optic และตัวอย่างที่ยึดติดบน Sample stage จึงต้องปรับค่าระยะ ระยะ Y เพื่อไม่ให้ตัวอย่างชนกับ polycapillary lens และเลือกค่า Y ให้สัมพันธ์กับแสงโฟกัสของพลังงานที่ต้องการทดลอง

นอกจากนี้ แถบ Admin ยังเป็นแถบควบคุมการเชื่อมต่อของระบบเข้ากับหัวอ่านสัญญาณ (Fluorescence detector) หาก Detector Status ไม่ขึ้นไฟเขียว ให้ Browse> Add configuration file> Desktop> Prospect configuration file> 1SDD> File แล้วกด Connect



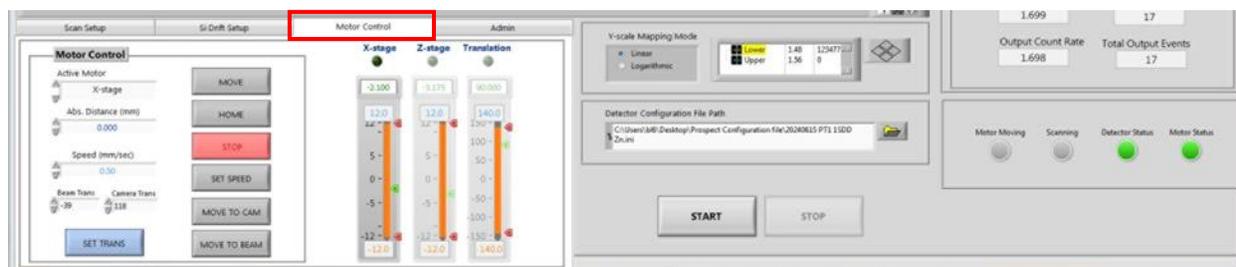
รูปที่ 5 หน้าต่างโปรแกรม BL7.2W micro-XRF Scan แสดงแถบ Admin

รูปที่ 6 แสดงแถบ Si Drift Setup แสดงถึงค่าตัวแปรต่างๆ ในการอ่านค่าสัญญาณจากหัวอ่าน 1SDD หลังจากทำการเชื่อมต่อในขั้นตอนก่อนหน้าแล้ว ผู้ทำการทดลองจำเป็นต้องโหลด configuration file ที่ถูกสร้างขึ้นก่อนหน้าในโปรแกรม Prospect ก่อนเริ่มทำการวัด micro-XRF Scan ที่แถบ Si Drift Setup (ดังแสดงในรูปที่ 6) ให้ผู้ทำการทดลองใส่ค่าเวลาที่ต้องการฉายรังสีเอกซ์ลงในช่อง Exposure Time และกดปุ่ม Apply หลังจากนั้นทดสอบโดยเปิดวาล์ว MBS จากนั้นจึงทำการฉาย micro X-ray beam ลงบนจุดที่ต้องการทดสอบลงบนชิ้นตัวอย่าง หาตำแหน่งและระยะของหัววัดรังสีเอกซ์ที่ทำให้ได้สัญญาณของธาตุที่ต้องการศึกษาดีที่สุด ซึ่งผู้ทำการทดลองอาจต้องลองปรับค่า Peaking time โดยให้ได้ค่า %Dead time ไม่เกิน 15-20% หากปรับลดค่า peaking time ถึง 0.25 μ s แล้วค่า Dead time ยังมากไป ให้เลื่อนหัววัดรังสีเอกซ์ออกจากชิ้นตัวอย่าง และหาระยะเวลาการฉายรังสีเอกซ์ลงบนชิ้นตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สัญญาณของสเปกตรัมมีค่าสูงกว่า Background ประมาณ 3-5 เท่า ซึ่งมีโอกาสที่จะนำผลการทดลองไปวิเคราะห์ได้



รูปที่ 6 หน้าต่างโปรแกรม BL7.2W micro-XRF Scan แสดงแถบ Si Drift Setup

รูปที่ 7 หน้าต่างโปรแกรม BL7.2W micro-XRF Scan แสดงแถบ Motor Control ซึ่งแถบ Motor Control ในรูปที่ 7 เป็นแถบที่ใช้ในการควบคุมตำแหน่งชิ้นงานที่จะตรวจสอบสัญญาณเพื่อเลือกบริเวณศึกษา โดยควบคุม Newport motor นอกจาก X และ Z stage ที่ใช้สแกนระหว่างทดสอบแล้ว translation mode จะเป็นการควบคุม Newport motor โดยเลื่อนตำแหน่งในแนวแกนตั้งฉากกับ polycapillary เพื่อความปลอดภัยในการถอดตัวอย่างออกจาก Sample stage เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง เพื่อไม่ให้ตัวอย่างชนกับ polycapillary lens

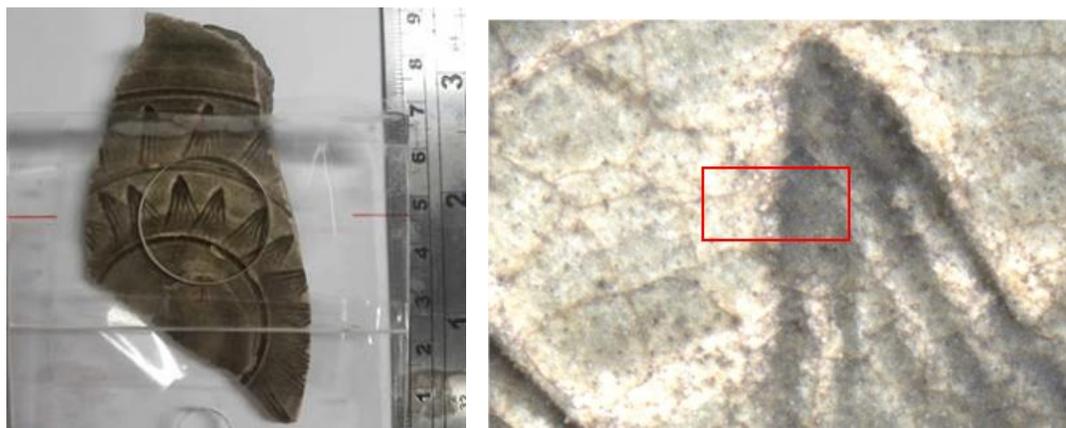


รูปที่ 7 หน้าต่างโปรแกรม BL7.2W micro-XRF Scan แสดงแถบ Motor Control

เมื่อได้เงื่อนไขการทดลองที่ดีที่สุดสำหรับตัวอย่างแล้ว จึงเริ่มทำการทดลองเก็บข้อมูล และบันทึกค่าพารามิเตอร์การทดลอง ดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับขนาดที่ล้อมกรอบพื้นที่ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งควรบันทึกในรายงานผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างพารามิเตอร์ที่ควรบันทึกในการเก็บข้อมูล micro-XRF scan ของเครื่องปั้นดินเผาโบราณจากภาคเหนือ

Energy (keV)	13.5
Axis X Position (mm)	-10.750, -8.800
Axis Z Position (mm)	-9.100, -8.200
Step size of X and Z (micron)	30
Column	66
Row	31
The total number of points	2046
Acquisition Time (s)	10
Scan time (min)	407



รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างการทดลองซึ่งควรบันทึกในรายงานผลการทดลอง

รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างการทดลองเก็บข้อมูลเครื่องปั้นดินเผาโบราณจากภาคเหนือของประเทศไทยและพื้นที่ในการวิเคราะห์ขนาด 2 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งควรบันทึกในรายงานผลการทดลองในแต่ละตัวอย่างของผู้เข้ามาใช้บริการ

5. เอกสารอ้างอิง

ณฤมล ไม้ทองและคณะ รายงานเชิงเทคนิค ฝ่ายสถานีวิจัย สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน พ.ศ. 2566 เรื่อง การพัฒนาสถานีทดลองระบบลำเลียงแสงที่ 7.2W สำหรับการให้บริการเทคนิค MX, XRF, XAS, GIXRD, μ -XRF imaging และ μ -XAS

ชมภูณูช ส่งสิริฤทธิกุลและคณะ รายงานเชิงเทคนิค ฝ่ายสถานีวิจัย สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน พ.ศ. 2567 เรื่อง งานพัฒนาระบบสำหรับเทคนิค micro-X-ray fluorescence ที่ BL7.2W (micro-X-ray fluorescence development at BL7.2W)

<https://www.slri.or.th/th/index.php/beamline/bl72w-mx.html>

Songsiriritthigul, C., Chaiprapa, J., Mothong, N., Saiyasombat, C., Suphachiaraphan, S., Wongprachanukul, N., Phanak, M., Bumrungkoh, D., Songsiriritthigul, P. (2023). Performance of

micro-beam X-ray absorption spectroscopy at beamline 7.2W of Synchrotron Light Research Institute. Radiation Physics and Chemistry. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2023.110768.

6. เอกสารแนบท้าย

เลนส์รังสีเอกซ์ (Polycapillary lens) ซึ่งมี 2 ชนิดได้แก่ ชนิด half lens รุ่น 07471 XOS (New York, USA) และ full lens รุ่น J12818-01 (Hamamatsu, Japan)

6.1 ชนิด Half lens รุ่น 07471 XOS (New York, USA) ซึ่งมีคุณสมบัติดังข้อมูลข้างล่าง

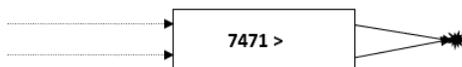


S/N: 7471
Date: August 26, 2021

Polycapillary X-Ray Optic Test Report

Output focal distance (to the optic enclosure)	4.0 mm	Output focal spot size* (FWHM) @ 8.0 keV	≤ 30 μm
Enclosure Length	60.0 mm	Transmission efficiency* @ 8.0 keV	≥ 5%
Diameter	10.0 mm		
Output tip diameter	2.8 mm		
Optic entrance acceptance diameter	6.0 mm	Intensity gain (vs. an 30 μm pinhole collimator)	≥ 700

* The data were obtained by testing the optic in reverse orientation with a 50 μm x-ray source and combining the results with the simulation data under the synchrotron beam conditions provided by the customer



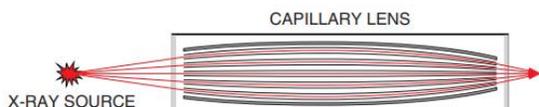
Physical orientation of optic within enclosure

Customer:	Synchrotron Light Research Institute
PO #:	482/64-OR1-10
XOS Drawing #:	6602374-01

Approved by: Scott Countryman

6.2 ชนิด full lens รุ่น J12818-01 (Hamamatsu, Japan) มีคุณสมบัติดังรายละเอียดข้อมูลข้างล่าง

SCHEMATIC DIAGRAM



SPECIFICATIONS

Parameter	Description / Value	Unit
Operating X-ray energy (recommended)	3 to 25 ^①	keV
Input focal length	70 ± 10	mm
Output focal length	5 ± 2	mm
Focusing size (FWHM)	20	µm
Gain (Min.) ^②	@Cu-Kα (8.0 keV) 10 000	—
Operating ambient temperature	0 to +50	°C
Input / output window material	Polyimide film	—
Housing case material	Stainless steel	—

NOTE: ^①Compatible with less than 3 keV when input/output windows are removed.

^②Compared with a pinhole of the same size as the focusing size, placed at the focus position.
An X-ray source with a focal spot size of 20 µm is used.

Focusing size @ Mo-K = 12.9 µm (FWHM)

Input focal length = 70 mm

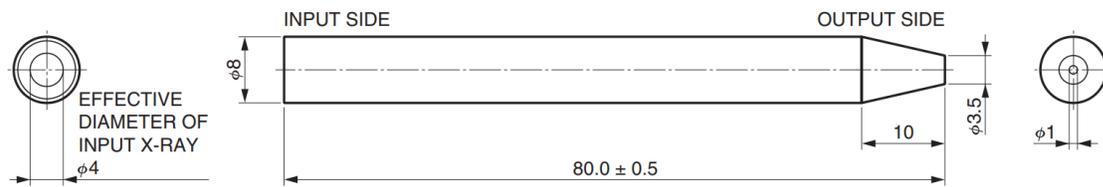
Output focal length = 5.5 mm

OPTICAL DIMENSIONS (Unit: mm)



TXPRC0022EA

DIMENSIONAL OUTLINES (Unit: mm)



TXPRA0031EB