



กำหนดการอบรม “Synchrotron Radiation Applications”

ในวันพฤหัสบดีที่ 15 มีนาคม 2561 เวลา 08.30 – 17.15 น.

ณ ห้องประชุม 135 อาคารบรรยายเรียนรวม 3 ชั้น 1 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อำเภอกลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

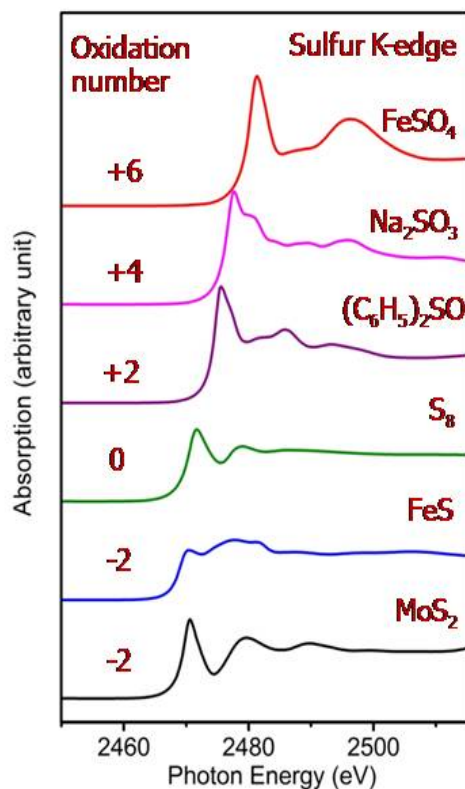
08:30 - 09:00 น.	ลงทะเบียน
09:00 - 09:15 น.	พิธีเปิด
09:15 - 09:30 น.	ชมวิดีโอแนะนำสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
09:30 - 10:10 น.	การบรรยายเรื่อง “เทคนิค Photoemission Electron Spectroscopy (PES)” โดย ดร.ณรงค์ จันทร์เล็ก, นักวิทยาศาสตร์ระบบลำเลียงแสง
10:10 - 10:50 น.	การบรรยายเรื่อง “เทคนิค Macromolecular Crystallography (MX)” โดย ดร.ชมนุช ส่งศิริฤทธิกุล, รักษาการผู้จัดการระบบลำเลียงแสง 7.2: MX
10:50 - 11:00 น.	รับประทานอาหารว่าง
11:00 - 11:40 น.	การบรรยายเรื่อง “เทคนิค IR Spectroscopy and Imaging (IR)” โดย ดร.กาญจนา ธรรมนุ, รักษาการผู้จัดการระบบลำเลียงแสง 4.1: IR
11:40 - 12:30 น.	การบรรยายเรื่อง “เทคนิค X-ray Absorption Spectroscopy (XAS)” โดย ดร.พินิจ กิจขุนทด, รักษาการผู้จัดการระบบลำเลียงแสงที่ 5.2: SUT-NANOTEC-SLRI
12:30 - 13:30 น.	รับประทานอาหารกลางวัน
13:30 - 14:10 น.	การบรรยายเรื่อง “เทคนิค Photoemission Electron Microscopy (PEEM)” โดย ดร.พัฒน์ โพธิ์ทองคำ, นักวิทยาศาสตร์ระบบลำเลียงแสง
14:10 - 14:50 น.	การบรรยายเรื่อง “เทคนิค Micro X-ray Fluorescence Spectroscopy/Imaging (XRF)” โดย ดร.จิตริน ชัยประภา, นักวิทยาศาสตร์ระบบลำเลียงแสง
14:50 - 15:00 น.	รับประทานอาหารว่าง
15:00 - 15:40 น.	การบรรยายเรื่อง “เทคนิค Deep X-ray Lithography (DXL)” โดย ดร.พัฒพงศ์ จันทร์พวง, หัวหน้าส่วนบริการผู้ใช้และนักวิทยาศาสตร์ระบบลำเลียงแสง
15:40 - 16:20 น.	การบรรยายเรื่อง “เทคนิค X-ray Imaging and X-ray Tomographic Microscopy (XTM)” โดย ดร.แคลเลีย โรจนวิริยะ, รักษาการผู้จัดการระบบลำเลียงแสงที่ 1.2W: XTM
16:20 - 17:00 น.	การบรรยายเรื่อง “เทคนิค Small Angle X-ray Scattering (SAXS)” โดย ดร.ศิริวัช สุนทรานนท์, ผู้จัดการระบบลำเลียงแสง 1.3W: SAXS
17:00 - 17.15 น.	Proposal workshop และอภิปราย ตอบข้อซักถาม โดย ดร.ยิ่งยศ ภู่อารมณ์

ข้อมูลเพิ่มเติม

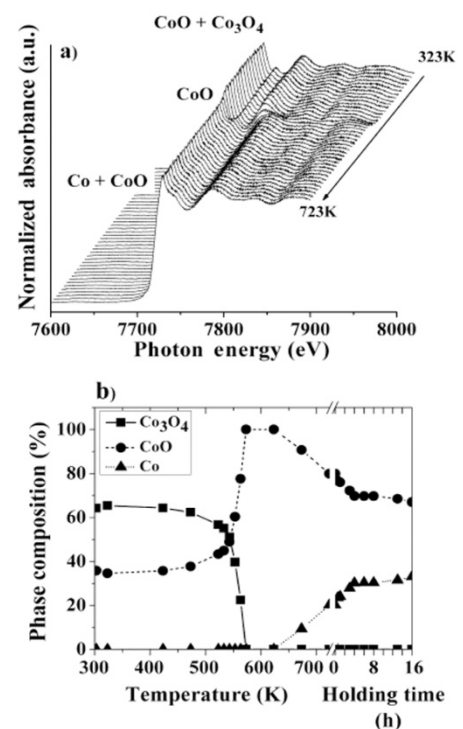
BL1.1W, BL2.2, BL5.2, BL8:

X-ray Absorption Spectroscopy (XAS)

หลักการของเทคนิค XAS คือ การฉายรังสีเอกซ์บนสารที่ต้องการศึกษาและวัดอัตราส่วนการดูดกลืนรังสีเอกซ์ที่พลังงานต่างๆ ทำให้สามารถวิเคราะห์สถานะทางเคมี และโครงสร้างโดยรอบของอะตอมที่สนใจได้ ไม่ว่าจะเป็น ความยาวพันธะ ลักษณะการจัดเรียงตัว หรือชนิดของอะตอมรอบข้าง เทคนิคนี้ไม่ทำลายสารตัวอย่างและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยได้หลายสาขา เช่น วัสดุศาสตร์ ชีววิทยา สิ่งแวดล้อม และโบราณคดี ซึ่งเทคนิคดังกล่าวสามารถวิเคราะห์สารตัวอย่างได้ทั้งในสถานะของแข็งและของเหลว นอกจากนี้ ยังสามารถออกแบบการทดลองแบบ in situ experiment เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของตัวอย่างภายใต้สภาวะต่างๆ เช่น ความร้อน แก๊ส ความดัน ศักย์ กระแสไฟฟ้า เป็นต้น



ภาพที่ 1 ตัวอย่างสเปกตรัม XANES ของ Sulfur K-edge ที่วัดได้จาก BL5.2 พบว่าซัลเฟอร์ในสารประกอบชนิดต่างๆ ซึ่งมีเลขออกซิเดชันแตกต่างกัน จะให้สเปกตรัมที่มีรูปร่างและตำแหน่งค่าพลังงานการดูดกลืน (EO) ต่างกัน



ภาพที่ 2 การติดตามการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโคบอลต์จากปฏิกิริยารีดักชันด้วยแก๊สไฮโดรเจน (H₂-temperature programmed reduction)

BL6b:

Micro X-ray Fluorescence Spectroscopy/Imaging (μ -XRF)

เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์หรือ X-ray fluorescence (XRF) เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับการศึกษาร่องรอยประกอบของธาตุที่อยู่ในตัวอย่าง โดยอาศัยความต่างของชั้นพลังงานของแต่ละธาตุ (ชั้น K, L, M, ...) ดังนั้นเมื่อเรากระตุ้นอะตอมด้วยการให้พลังงานที่มากกว่าพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนชั้นใน ทำให้เกิดที่ว่าง และเมื่ออิเล็กตรอนในชั้นนอกลงมาแทนที่ อะตอมจะปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีเอกซ์ เรียกปรากฏการณ์ดังกล่าวว่า "การเรืองรังสีเอกซ์" เราสามารถนำปรากฏการณ์นี้ไปใช้ในการหาชนิดของธาตุที่อยู่ในตัวอย่างที่เราสนใจได้ เราเรียกเทคนิคนี้ว่า "เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์" ซึ่งข้อดีของเทคนิคนี้ก็คือ การเตรียมตัวอย่างที่ไม่ยุ่งยาก และเป็นเทคนิคที่ไม่ทำลายคุณสมบัติของตัวอย่าง (non-destructive method) โดยทั่วไปเราจะใช้รังสีเอกซ์เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการคายพลังงานของอะตอมในตัวอย่าง ในที่นี้คือ แสงซินโครตรอนในย่านรังสีเอกซ์ และเนื่องจากแสงซินโครตรอนมีความเข้มสูง ทำให้เราสามารถโฟกัสลำรังสีเอกซ์ให้มีขนาดเล็กในระดับไมโครเมตรได้ ซึ่งเหมาะสำหรับการหาองค์ประกอบของธาตุที่มีบริเวณเล็กๆ บนตัวอย่างที่ไม่เป็นเนื้อเดียว นอกจากนั้นยังสามารถศึกษาการกระจายตัวของธาตุต่างๆ ได้ เราเรียกเทคนิคนี้ว่า micro-X-ray fluorescence spectroscopy/imaging สถานีทดลอง micro-XRF เป็นสถานีที่ใช้แสงซินโครตรอนในย่านรังสีเอกซ์แบบต่อเนื่อง (white X-ray beam) จากแม่เหล็กสองขั้ว

ข้อมูลทางเทคนิค

Micro-beam X-ray Fluorescence

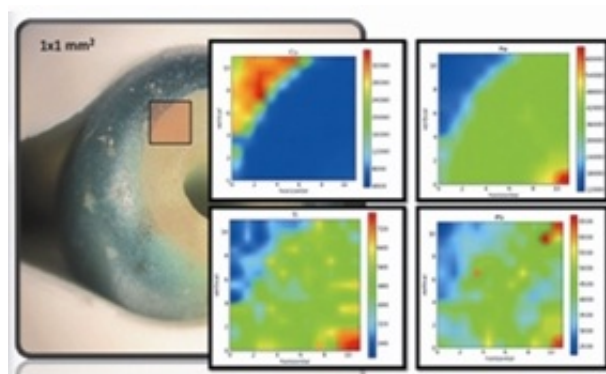
พลังงานรังสีเอกซ์: 2 –10 keV (white beam)

ตัวอย่าง: ของแข็ง, ผง, ตัวอย่างมีชีวิต เช่น ใบไม้

ขนาดของลำแสงซินโครตรอน: 100x100 μ m²

Detector: Si(PIN) detector with energy resolution of 160 eV

Sample environment: อากาศ

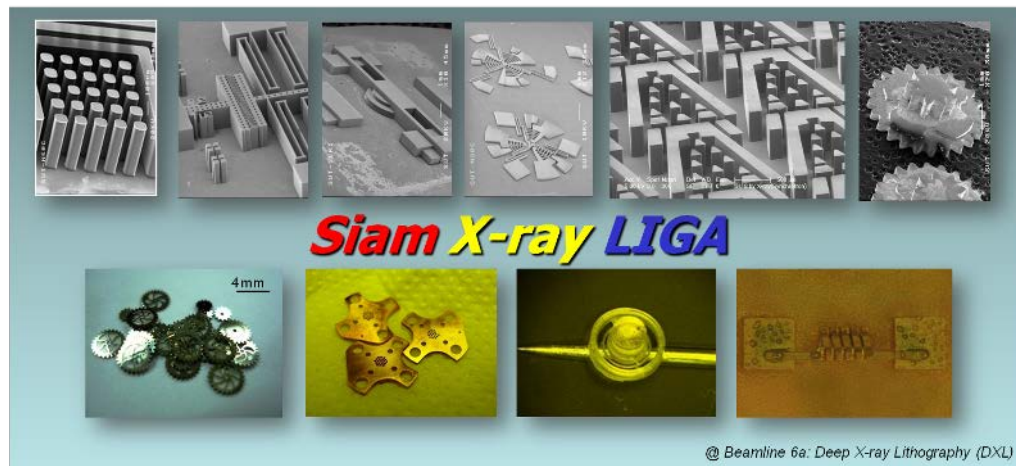


ภาพที่ 3 metal distribution in ancient bead

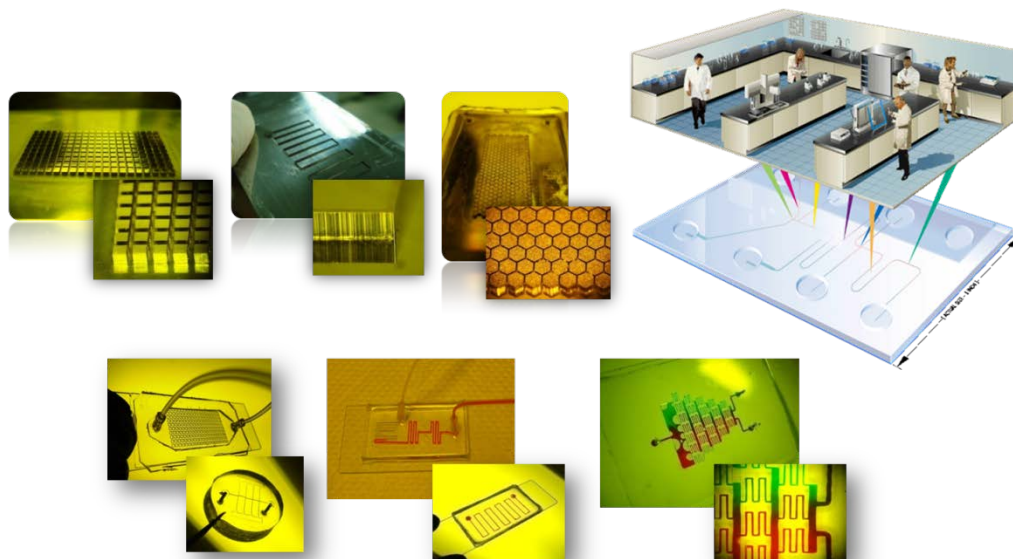
BL6a:

Deep X-ray Lithography (DXL)

ระบบลำแสงที่ 6a: DXL คือเทคนิคในการผลิตชิ้นส่วนจุลภาค (Micro-parts) ที่มีความละเอียดและแม่นยำสูงระดับไมโครเมตร โดยใช้รังสีเอกซ์พลังงานต่ำจากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ชิ้นส่วนและโครงสร้างที่ได้จะมีความคมชัดและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นกลไกขับเคลื่อนและแม่พิมพ์ความละเอียดสูงของระบบปฏิบัติการบนชิปได้ (Lab-on-a-chip) และด้วยพลังงานรังสีเอกซ์ที่ครอบคลุมในช่วง $2\text{keV} - 8\text{keV}$ การทดสอบตัวอย่างชิ้นงานจากการเปลี่ยนแปลงของรังสีเอกซ์สามารถดำเนินการได้ที่สถานีทดลองนี้เช่นกัน



ภาพที่ 4 ชิ้นส่วนจุลภาค (Microparts)

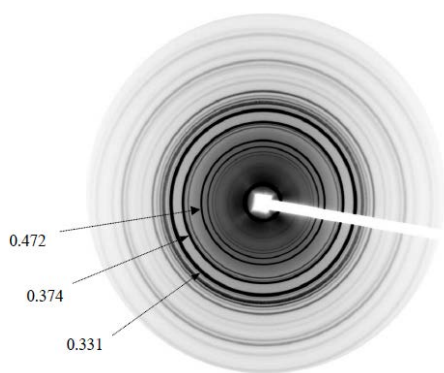


ภาพที่ 5 แม่พิมพ์จุลภาคสำหรับห้องปฏิบัติการบนชิป

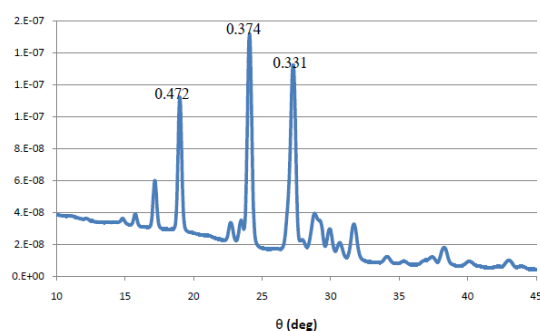
BL1.3W:

Small Angle X-ray Scattering (SAXS)

การวัด SAXS และ WAXS ทำได้โดยการให้รังสีเอกซ์ที่มีคาบความยาวคลื่นเดียวทะลุผ่านชิ้นตัวอย่างและวัดความเข้มของรังสีเอกซ์ที่กระเจิงไปที่มุมต่างๆ โดยหัววัดที่ใช้เป็นหัววัด 2 มิติ เช่น กล้อง CCD หรือ Image Plate รังสีเอกซ์ที่กระเจิงจากตัวอย่างจะทำให้เกิดภาพแผนผังการกระเจิง (scattering pattern) ซึ่งสามารถนำมาแปลความหมายเป็นลักษณะโครงสร้างโมเลกุลได้ ทำให้ SAXS จึงเป็นเทคนิคสำหรับการศึกษาขนาดและโครงสร้างที่อยู่ระดับนาโนเมตร เช่น การศึกษาขนาดและรูปร่างของอนุภาคนาโน การศึกษาโครงสร้างวัสดุโพลิเมอร์และเส้นใย รวมถึงการศึกษาโครงสร้างนาโนในวัสดุทางชีวภาพ โดยที่ BL1.3W สามารถศึกษาโครงสร้างที่มีขนาดประมาณ 1-100 นาโนเมตร นอกจากเทคนิค SAXS แล้ว ที่ BL1.3W สามารถทำการวัดเทคนิค Wide Angle X-ray Scattering (WAXS) สำหรับการศึกษาคุณสมบัติความเป็นผลึกได้



ภาพที่ 6 แผนผังการกระเจิงของ 4-bromobenzoic acid ตัวเลขที่พิกัดเด่น 3 พิก แสดงค่า d-spacing ของแต่ละพิกในหน่วยนาโนเมตร



ภาพที่ 7 แผนผังการกระเจิงของ 4-bromobenzoic acid ตัวเลขที่พิกัดเด่น 3 พิก แสดงค่า d-spacing ของแต่ละพิกในหน่วยนาโนเมตร แกนนอนคือมุม Bragg ซึ่งหมายถึง 2θ ในแฉดวง X-ray diffraction)

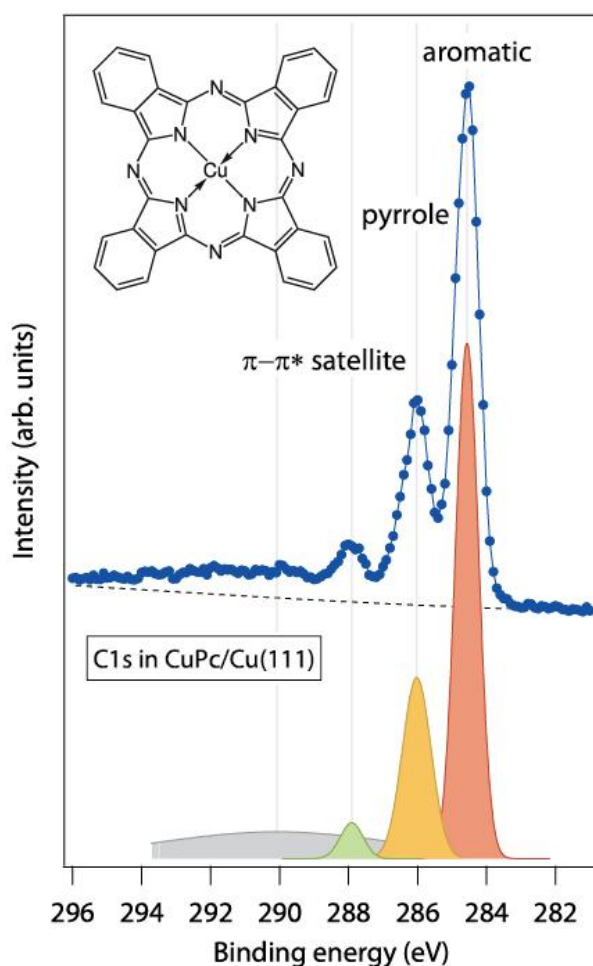
BL3.2a:

Photoelectron Emission Spectroscopy (PES)

ระบบลำเลียงแสงที่ 3.2a เปิดให้บริการแสงซินโครตรอนในย่านของ Vacuum Ultra-Violet (VUV) ถึง Soft X-ray (ช่วงค่าพลังงานระหว่าง 40 ถึง 1040 อิเล็กตรอนโวลต์ (eV)) เพื่อการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์บริเวณพื้นผิวของวัสดุโดยอาศัยเทคนิค Photoelectron Emission Spectroscopy (PES) ปัจจุบันสถานีทดลองของระบบลำเลียงแสงเปิดให้บริการใน 2 เทคนิคหลักคือ

1. X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS)
2. Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (ARPES)

นอกจากนี้สถานีทดลองยังเปิดให้บริการเทคนิคการทดลองและวิเคราะห์ทางพื้นผิวของวัสดุที่หลากหลาย อาทิ เช่น Auger Electron Spectroscopy (AES) Low Energy Electron Diffraction (LEED) Reflection High-Energy Electron Diffraction (RHEED) การปลูกฟิล์มบางด้วยเทคนิค Molecular Beam Epitaxy (MBE) Electron Beam Evaporation และ DC/RF Magnetron Sputtering



ภาพที่ 8 ตัวอย่างการวิเคราะห์และแยกแยะคาร์บอน (C) ที่เป็นองค์ประกอบของฟิล์มบาง Copper Phthalocyanine (CuPc) บนทองแดง (Cu) ด้วยเทคนิค XPS

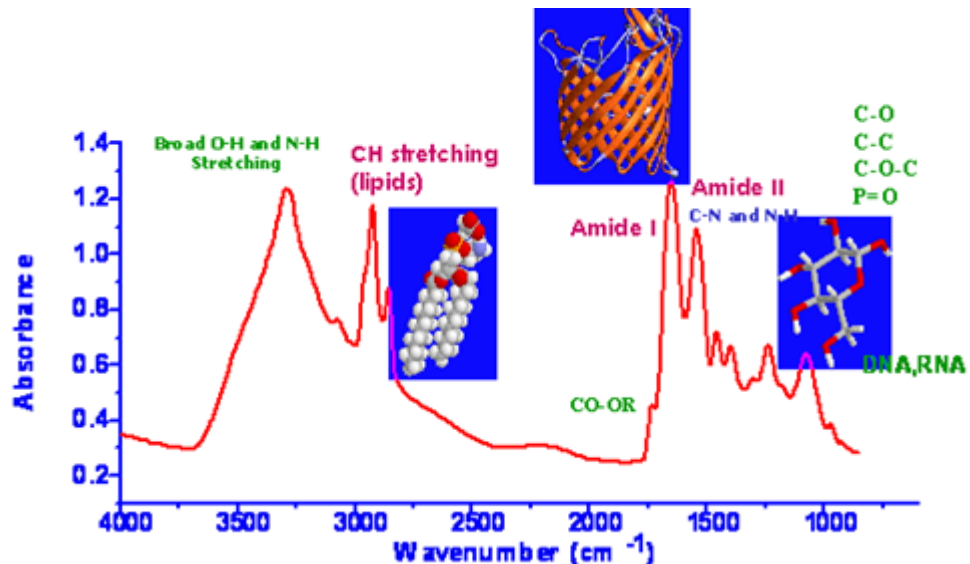
BL4.1:

Infrared Spectroscopy and Imaging (ISI)

เทคนิคด้าน Infrared (IR) Spectroscopy เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ตรวจสอบเกี่ยวกับโมเลกุลของสาร โดยอาศัยหลักการเกี่ยวกับการสั่น (Vibration) ของโมเลกุลแสงอินฟราเรดช่วงกลาง (2.5-25 μ m) มีความถี่ตรงกับความถี่การสั่นของพันธะโควาเลนต์ในโมเลกุลของสาร การนำแสงซินโครตรอนย่านพลังงานอินฟราเรดมาใช้กับเทคนิค Infrared Spectroscopy ร่วมกับการใช้กล้องจุลทรรศน์ หรือที่เรียกว่า Synchrotron Radiation-Based IR Spectromicroscopy เป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเทคนิค Infrared Spectroscopy ให้มีความสามารถนำไปใช้ตรวจวิเคราะห์สารตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก หรือตัวอย่างที่มีความเข้มข้นต่ำมากๆ เนื่องจากมีคุณสมบัติของแสงซินโครตรอนที่ให้ความเข้มและความสว่างจ้าของแสงสูงกว่าแหล่งกำเนิดแสงทั่วไปมาก นอกจากนี้ยังช่วยให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้มีอัตราส่วนระหว่างสัญญาณและสัญญาณรบกวน (signal/noise ratio) ที่ดีขึ้น โดยไม่สูญเสียรายละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial resolution) และยังช่วยลดระยะเวลาตรวจวิเคราะห์เมื่อเทียบกับการใช้ Conventional IR source

ในทางชีววิทยาช่วงที่จะใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นช่วงอินฟราเรดกลางเป็นส่วนใหญ่ สเปกตรัมการดูดกลืนของแสงอินฟราเรดจะมีประโยชน์อย่างมากในงานวิจัยด้านตัวอย่างทางชีววิทยา โดยสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ไขมัน หรือกรดนิวคลีอิกซึ่งจะมีสเปกตรัมการดูดกลืนอยู่ในช่วงที่แตกต่างกัน การใช้งานจึงมีประโยชน์อย่างมากในการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างที่มีขนาดเล็กมากๆ ของสาชีวโมเลกุลได้ ข้อดีอีกประการหนึ่งของเทคนิคนี้คือ การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ไม่มีความยุ่งยากซับซ้อน ทำให้สามารถใช้ในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างโดยไม่ทำลายพันธะเคมีของตัวอย่าง เนื่องจากแสงที่ใช้อยู่ในย่านพลังงานที่ค่อนข้างต่ำเกินกว่าที่จะทำลายพันธะทางเคมีหรือการทำให้เกิดปฏิกิริยาการแตกตัวของโมเลกุลได้ การใช้ประโยชน์ของเทคนิคดังกล่าวมีประโยชน์อย่างยิ่งโดยเฉพาะในงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เช่น การตรวจสอบโครงสร้างเนื้อเยื่อ อาทิเส้นผม ผิวหนัง กระดูกเป็นต้น ใช้เป็นเครื่องมือทางการแพทย์ในการตรวจวินิจฉัยโรค อาทิเช่น การวินิจฉัยมะเร็งปากมดลูกในระยะเริ่มต้น การตรวจสอบความผิดปกติของเซลล์สมองที่เป็นสาเหตุของโรคอัลไซเมอร์ การตรวจวินิจฉัยโรคกระดูกพรุน รวมไปถึงงานวิจัยด้านเซลล์ต้นกำเนิด (Stem cell)

เทคนิค FTIR microspectroscopy สามารถนำมาใช้ศึกษาองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงสารชีวโมเลกุลจากตัวอย่างเซลล์หรือเนื้อเยื่อที่สนใจ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็น Spectral signature ของตัวอย่างที่สนใจได้ โดยลักษณะสเปกตรัมจาก IR จะให้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เป็นต้น ที่เป็นลักษณะสเปกตรัมของการดูดกลืนแสงอินฟราเรดในแต่ละชนิด ทำให้สามารถสร้างเป็น Molecular fingerprint ขององค์ประกอบสารชีวเคมีในตัวอย่างเซลล์หรือเนื้อเยื่อได้ (ดังภาพ)



ภาพที่ 9 การประยุกต์ใช้เทคนิค FTIR

BL3.2a:

Photoemission electron microscopy (PEEM)

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน PEEM

สถานีทดลอง PEEM ซึ่งติดตั้ง ณ ระบบลำเลียงแสง 3.2b ของห้องปฏิบัติการแสงสยาม เป็นกล้อง จุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่อาศัยโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจากผิวตัวอย่างเพื่อทำให้เกิดภาพ โดยเป็นเทคนิควิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีประโยชน์มากสำหรับงานศึกษาด้านพื้นผิวและการปลูกฟิล์มบาง เนื่องจากสามารถเลือกถ่ายภาพบริเวณที่สนใจบนผิวของตัวอย่างได้โดยมีความละเอียดในระดับนาโนเมตร นอกจากนี้ยังสามารถเลือกวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างทางผลึกของวัตถุนผิวของสารตัวอย่างได้อีกด้วย

การทำงานของสถานีทดลอง PEEM

PEEM (Photoemission electron microscopy) คือการรวมเทคนิคการดูภาพเหมือนกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทั่วไป กับเทคนิคด้าน Spectroscopy ด้วยแสงซินโครตรอน ซึ่งการใช้เทคนิค PEEM กับแสงซินโครตรอนทำให้สามารถเลือกและเปลี่ยนค่าพลังงานแสงที่ใช้กระตุ้นอิเล็กตรอนให้หลุดออกจากผิวของสารตัวอย่าง จึงสามารถวิเคราะห์ธาตุและองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุนสารตัวอย่างด้วยเทคนิค Micro X-ray absorption spectroscopy (μ -XAS)ได้นอกจากนี้ระบบ PEEM ที่ระบบลำเลียงแสง 3.2b ได้ติดตั้งElectron energy analyzer ทำให้สามารถศึกษาส่วนผสมทางเคมีได้ด้วยเทคนิค Micro X-ray photoemission spectroscopy (μ -XPS) ภาพถ่ายจากเทคนิค PEEM มีความละเอียดอยู่ในช่วงระหว่าง 10-100 นาโนเมตร ทั้งนี้ Contrast ของวัตถุในภาพถ่ายจาก PEEM นั้นเกิดได้จาก Elemental contrast โดยอาศัยความสามารถในการเปลี่ยนค่าพลังงานแสงของแหล่งกำเนิดแสงซินโครตรอนในช่วง UV ถึง X-ray ซึ่งในแต่ละค่าพลังงานแสง ธาตุแต่ละชนิดจะปล่อยโฟโตอิเล็กตรอนจำนวนไม่เท่ากัน ทำให้สามารถแยกแยะชนิดของธาตุนสารตัวอย่างได้ Topological contrast เกิด

จากพื้นผิวของสารตัวอย่างมีความขรุขระหรือสูงต่ำไม่เท่ากันทำให้วิถีของอิเล็กตรอนเกิดการเบี่ยงเบนก่อนจะเกิดภาพ Work function contrast เกิดจากแสงที่กระตุ้นในช่วง UV มีค่าพลังงานใกล้เคียงกับ Work function ของวัสดุบนผิวสารตัวอย่างที่ศึกษา Magnetic contrast เกิดจากทิศทางที่แตกต่างกันระหว่าง ทิศความเป็นโพลาไรซ์ของแสง ชินโครตรอนกับการเรียงตัวของโดเมนแม่เหล็กในพื้นผิวของสารตัวอย่าง

นอกจากการใช้แสงซินโครตรอนในการกระตุ้นโฟโตอิเล็กตรอนเพื่อสร้างภาพถ่าย PEEM แล้ว สถานีทดลอง PEEM ของห้องปฏิบัติการแสงสยามยังได้ติดตั้งแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนซึ่งสามารถใช้ถ่ายภาพตัวอย่างที่มีความละเอียดในระดับนาโนเมตรเช่นกัน เรียกว่าเทคนิค LEEM หรือ Low-energy electron microscopy ทั้งนี้ภาพถ่ายจากเทคนิค LEEM สามารถใช้เพื่อการวิเคราะห์โครงสร้างความเป็นผลึกของสารตัวอย่างได้อีกด้วย โดยการถ่ายภาพ LEEM จากเทคนิคอาศัยหลักการเลี้ยวเบน (Diffraction) จากโครงสร้างที่เป็นผลึกของตัวอย่าง เมื่อนำอิเล็กตรอนที่เกิด Diffraction มาขยายเป็นภาพหรือที่เรียกว่า Dark-field imaging ภาพที่ได้จะมี Contrast ระหว่างวัตถุหรือพื้นที่บนตัวอย่างที่มีโครงสร้างอะตอมขนาดแตกต่างกันหรือมีทิศทางแตกต่างกัน ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการศึกษาการปลูกฟิล์มบนผิวของตัวอย่างและศึกษาการเปลี่ยนแปลงเฟสหรือโครงสร้างเมื่อให้ความร้อน

ข้อจำกัดของลักษณะชิ้นงานตัวอย่างในการถ่ายภาพด้วย PEEM

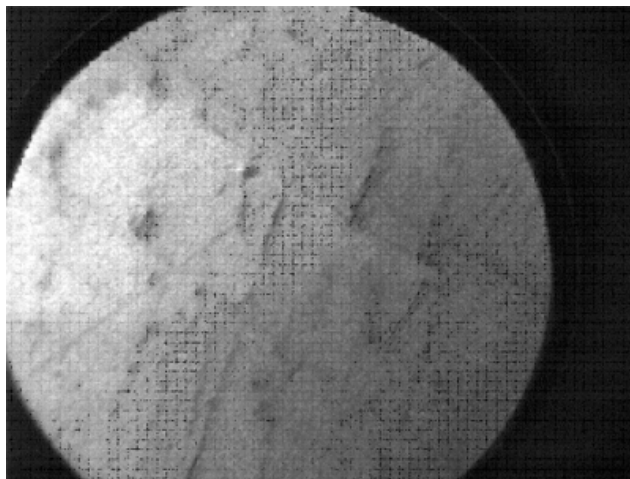
- ชิ้นงานตัวอย่างต้องมีลักษณะเป็นแผ่นบางขนาดประมาณ 1×1 ซม. หรือเล็กกว่า มีผิวเรียบ (RMS roughness ในระดับนาโนเมตร) และหนาไม่เกิน 3 มม.
- ชิ้นงานตัวอย่างต้องนำไฟฟ้าได้ กรณีเป็นวัสดุไม่นำไฟฟ้าสามารถเคลือบด้วยฟิล์มโลหะบนชิ้นงานก่อนนำไปถ่ายภาพ
- ชิ้นงานตัวอย่างต้องสามารถอยู่ได้ในสภาวะสุญญากาศระดับ 10⁻¹⁰ torr โดยไม่ทำให้สภาพสุญญากาศเสียจากการ Outgassing

การทดลองที่สามารถทำได้ใน PEEM ในขณะที่ถ่ายภาพแบบ In-situ

- สามารถปรับอุณหภูมิของตัวอย่างได้ตั้งแต่อุณหภูมิห้องถึงประมาณ 1500 องศาเซลเซียส
- ปลูกฟิล์มบางโดย Mini electron beam evaporator หรือใช้ก๊าซ (Chemical vapor deposition) บนชิ้นงานตัวอย่าง

ตัวอย่างงานวิจัยที่สามารถใช้ LEEM & PEEM

ฟิล์มบางสำหรับสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ฟิล์มบางแม่เหล็ก วิเคราะห์สมบัติและการเคลือบผิวโลหะวัสดุชีวภาพบางชนิด

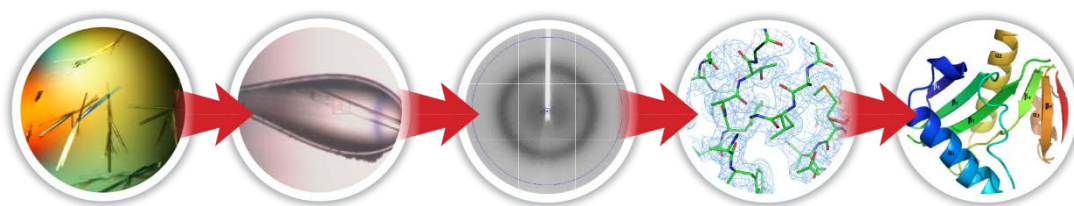


ภาพที่ 10 PEEM image of tungsten. Field of view is 75 microns.

BL7.2W: MX

Macromolecular Crystallography (MX)

เทคนิค Macromolecular Crystallography เป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการศึกษาโครงสร้างสามมิติของโปรตีน และโมเลกุลอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยในการศึกษาโครงสร้างระดับอะตอมของโปรตีนที่สนใจด้วยเทคนิคดังกล่าว จำเป็นต้องเตรียมตัวอย่างผลึกโปรตีน (Protein Crystal) จากสารละลายโปรตีนบริสุทธิ์ (Purified Protein) ก่อนที่จะนำผลึกโปรตีนไปยิงด้วยรังสีเอกซ์ที่สถานีทดลอง BL7.2W: MX และเก็บข้อมูลการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ที่ออกจากผลึกโปรตีน ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการหาโครงสร้างสามมิติของโปรตีนชนิดนั้นต่อไป ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาออกแบบตัวยา การศึกษากลไกการทำงานของโปรตีนในสิ่งมีชีวิต และการศึกษาเอนไซม์ที่มีความสำคัญทางเทคโนโลยีชีวภาพ เป็นต้น



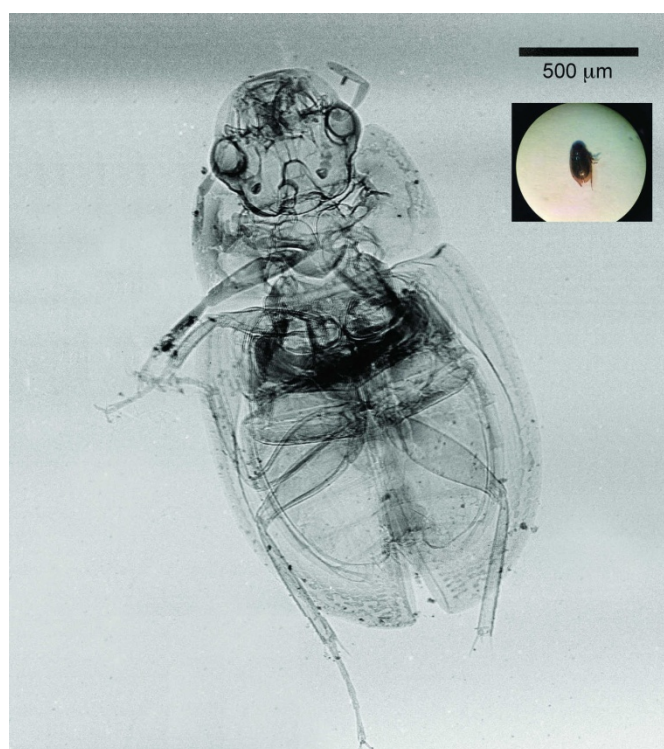
ภาพที่ 11 ขั้นตอนการศึกษาโครงสร้างสามมิติของโปรตีน

BL1.2W: XTM

X-ray Imaging and X-ray Tomographic Microscopy

เป็นระบบลำแสงใหม่ที่ออกแบบขึ้น เพื่อรองรับการถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของวัตถุตัวอย่างขนาดเล็ก ซึ่งระบบลำแสง BL 1.2W นี้จะอาศัยเทคนิคการถ่ายภาพวัตถุตัวอย่างผ่านกล้องจุลทรรศน์ด้วยรังสี

เอกซันพลังงานสูงจากแหล่งกำเนิดแสงซินโครตรอน (Synchrotron Radiation X-ray Tomographic Microscopy, SRXTM) ชุดข้อมูลภาพที่บันทึกในระหว่างที่วัตถุอย่างกำลังหมุน เมื่อนำภาพที่บันทึกได้ในแต่ละมุมมาประมวลเข้าด้วยกันจะสามารถแสดงภาพสามมิติซึ่งเผยให้เห็นถึงโครงสร้างภายในของวัตถุตัวอย่างได้อย่างละเอียดถึง 0.001 - 0.005 มิลลิเมตร เทคนิคนี้จะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ได้โดยไม่ทำลายวัตถุตัวอย่าง จึงสามารถนำมาใช้ในงานวิจัยทางการแพทย์ ภาควิทยาศาสตร์ และทางวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยทางโครงสร้างกระดูก งานพัฒนาวัสดุทดแทนกระดูก งานพัฒนาวัสดุสังเคราะห์ทางอุตสาหกรรมอื่นๆ และงานศึกษาทางธรณีวิทยา เป็นต้น



ภาพที่ 12 อวัยวะภายในของแมลงปีกแข็ง (2 มม)