



แสงซินโครตรอนกับงานวิจัยทางอุตสาหกรรมและ นาโนเทคโนโลยี

นายณรงค์ จันทร์เล็ก

นักวิทยาศาสตร์ระบบลำเลียงแสง 1

ระบบลำเลียงแสงที่ 5.3 SUT-NANOTEC-SLRI XPS

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน(องค์การมหาชน)

What is synchrotron light?

- Synchrotron light (also known as synchrotron radiation) is electromagnetic radiation that is emitted when charged particles moving at close to the speed of light are forced to change direction by a magnetic field.¹

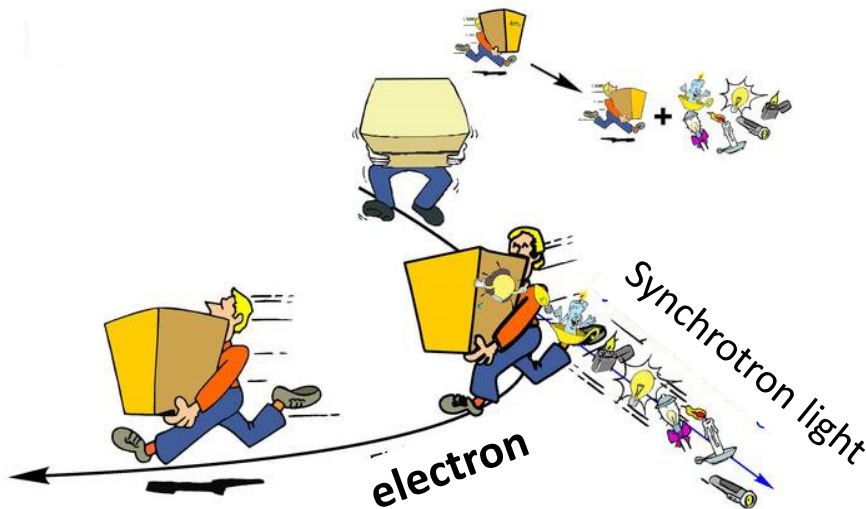
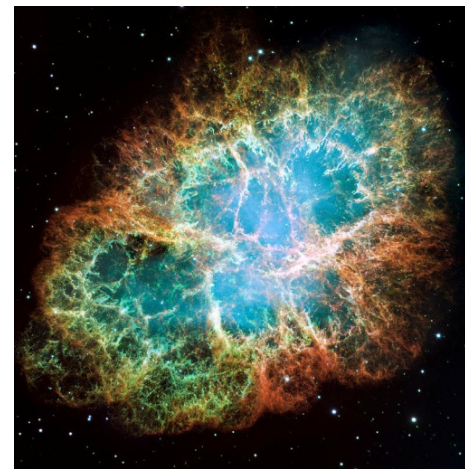
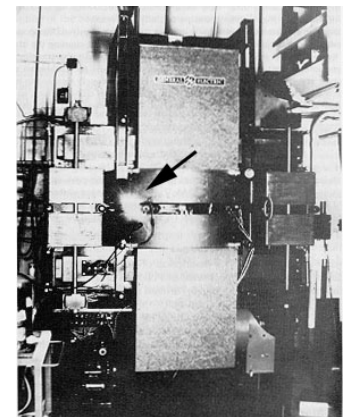


Image courtesy :https://www.helmholtz-berlin.de/mediathek/info/beschleunigerphysik-fuer-anfaenger/synchrotronstrahlung_en.html



Synchrotron light can be produced naturally by astronomical objects, such as the Crab Nebula.¹



Synchrotron light from the 70-MeV electron synchrotron at GE.²

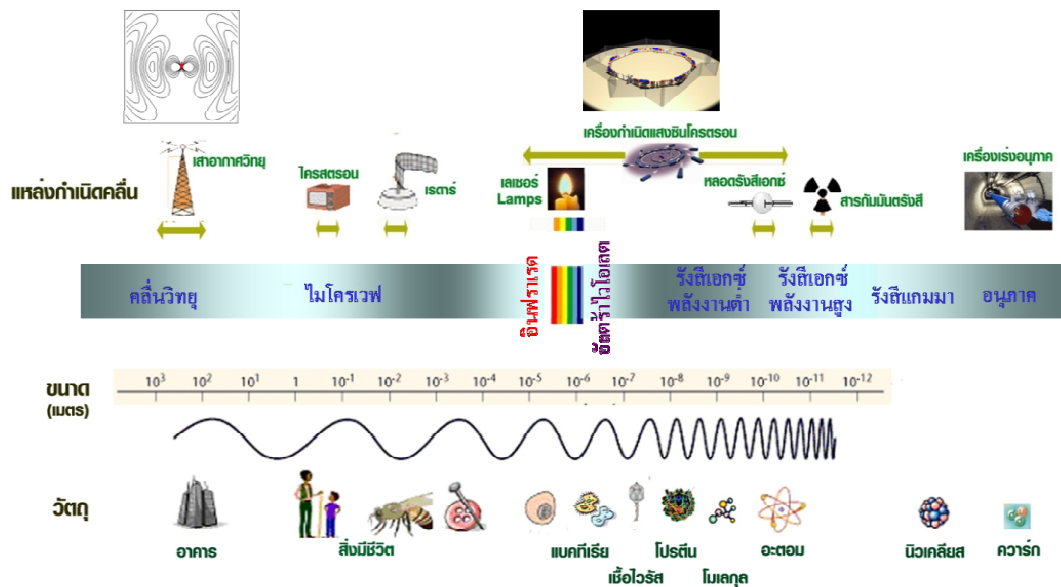
¹https://www.iop.org/publications/iop/2011/file_47457.pdf

² http://xdb.lbl.gov/Section2/Sec_2-2.html

What is synchrotron light?

- Synchrotron light is unique in its intensity and brilliance and it can be generated across the range of the electromagnetic spectrum: from infrared to x-rays.

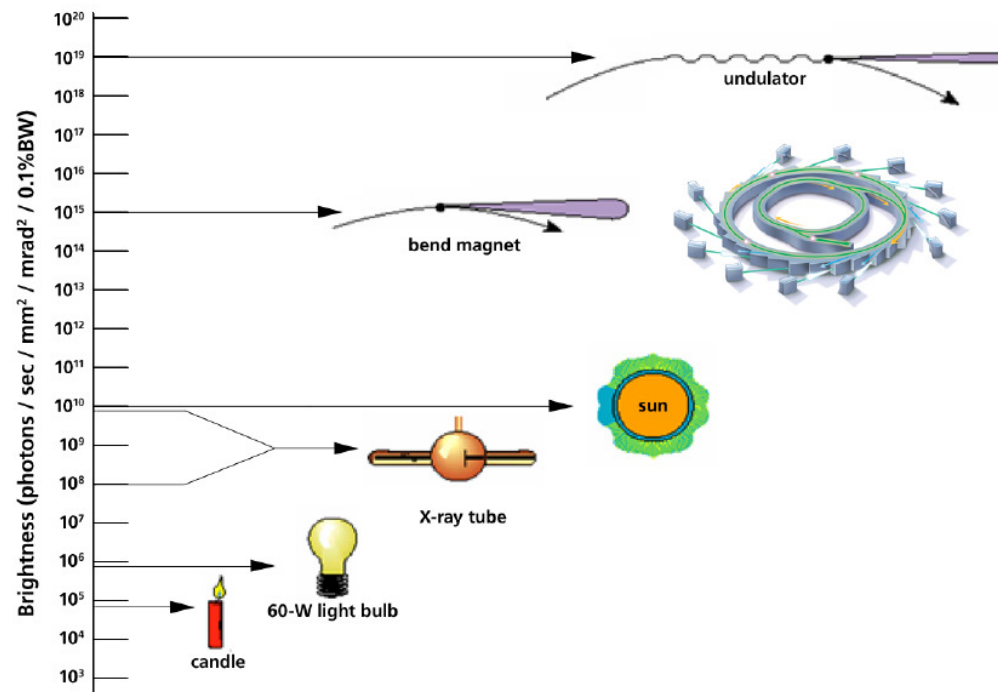
แหล่งกำเนิดแสง



Properties of synchrotron light:

- High brightness and collimated
- Wide energy spectrum and Tunable
- Highly polarised
- Short pulses: enabling time-resolved studies.

What is synchrotron light?

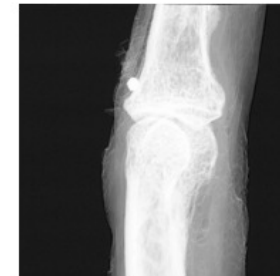


Brightness of the light produced by the Australia Synchrotron

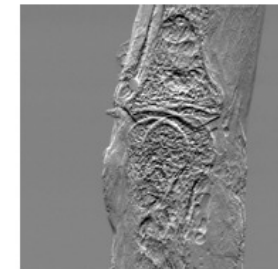
Image courtesy: Australian Synchrotron, State of Victoria



A conventional X-ray image of a human finger joint



A synchrotron X-ray image of a human finger joint



A synchrotron phase contrast X-ray image of a human finger joint

Image courtesy: Australian Synchrotron, State of Victoria

How to produce synchrotron light?

Diamond, UK



Image courtesy: <http://www.diamond.ac.uk>

Spring-8, Japan



Image courtesy: <http://www.spring8.or.jp>

ESRF, France



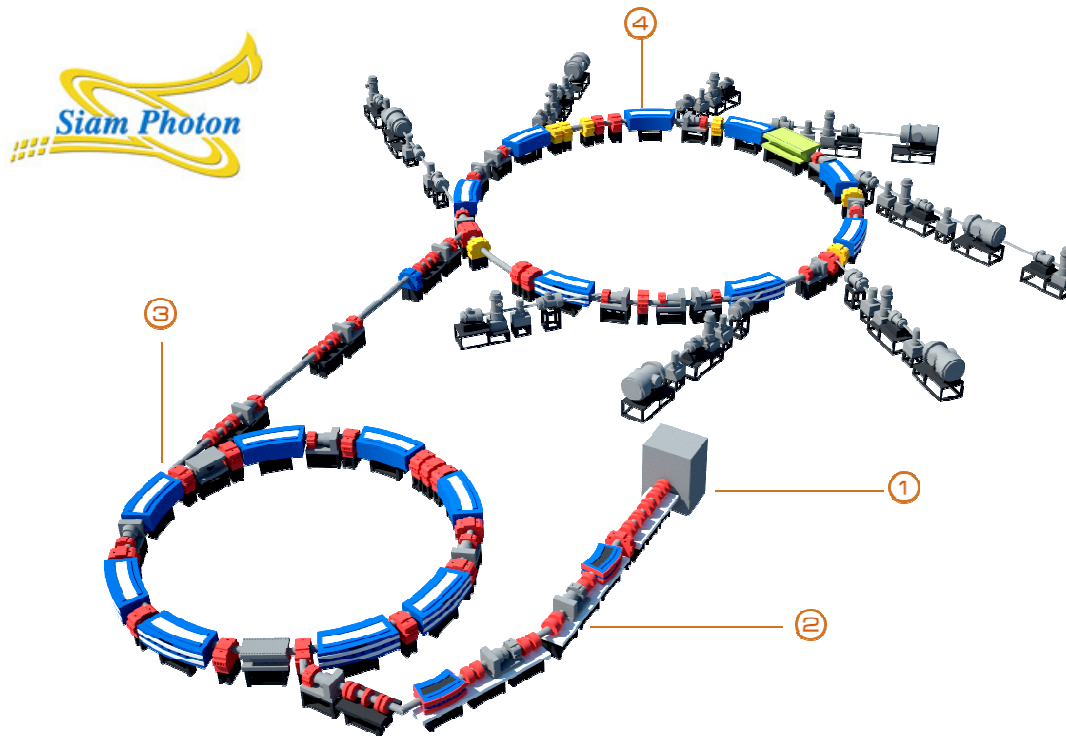
Image courtesy:
https://en.wikipedia.org/wiki/European_Synchrotron_Radiation_Facility

ALS, USA



Image courtesy:
<https://www.flickr.com/photos/41250731@N03/gallery/72157625018822199/>

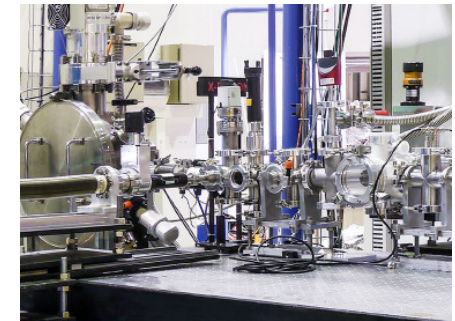
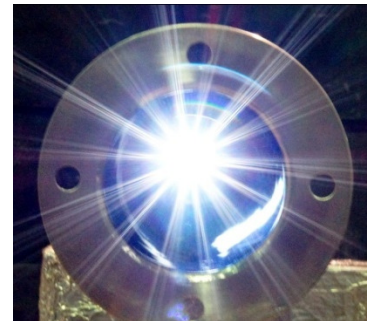
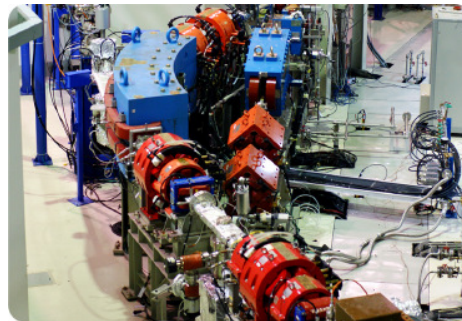
The Synchrotron Light Research Institute (SLRI)



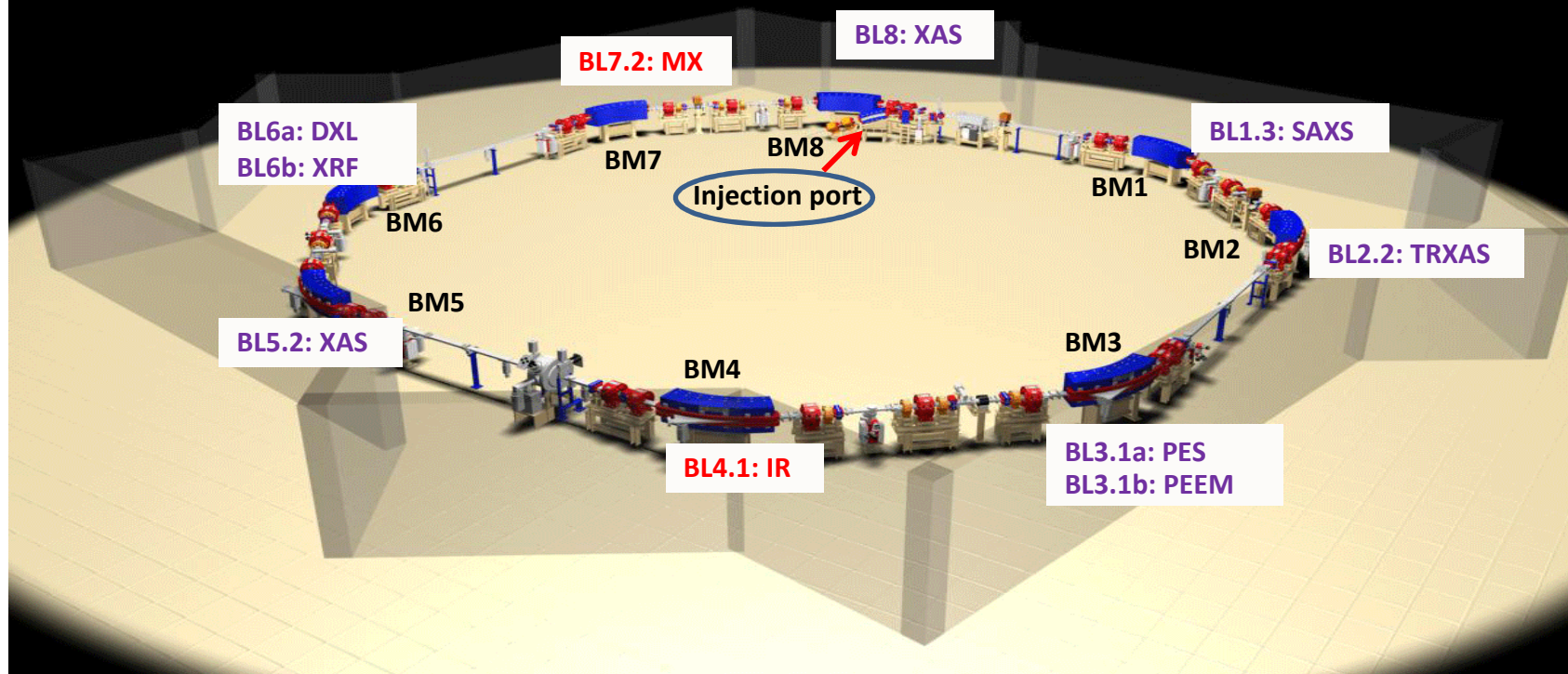
การผลิตแสงซินโครตรอน

สรุปสั้นๆ...
วันนี้อิเล็กตรอนจะบอกถึงขั้นตอนการผลิตแสงซินโครตรอนกันครับ...

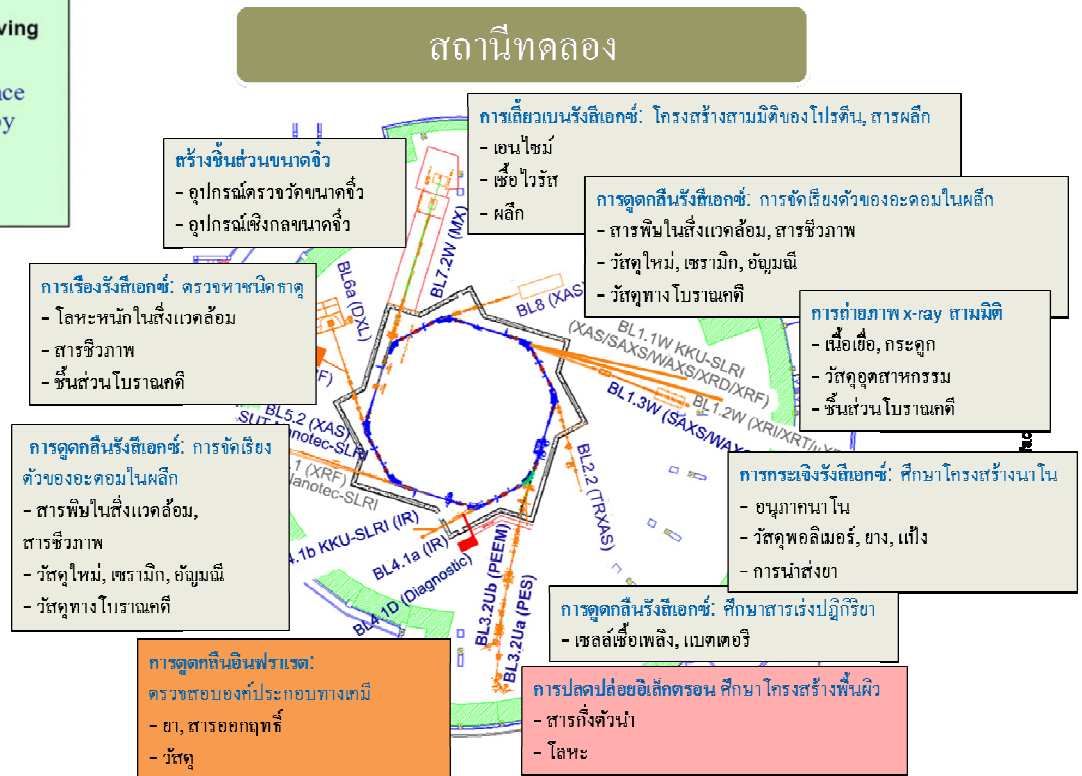
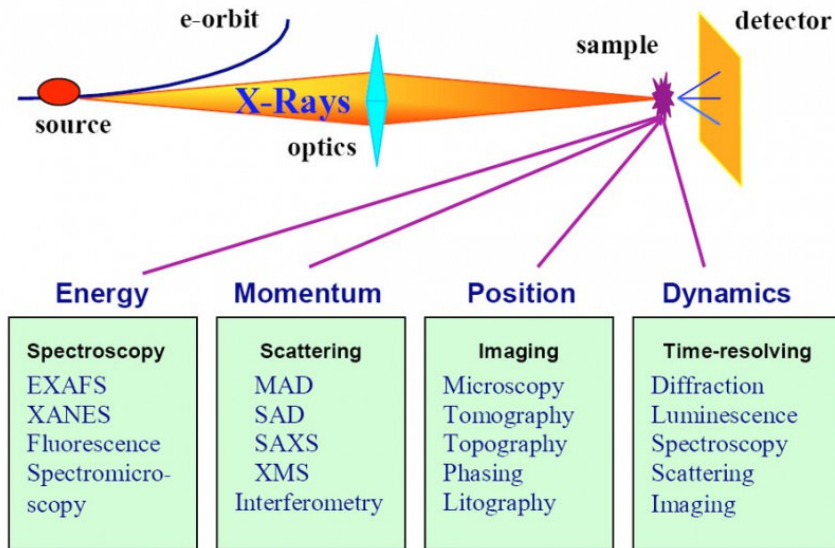
- 1 ป้อนอิเล็กตรอน
ผลิตอิเล็กตรอน
จำนวนมหาศาล
- 2 เร่งความเร็ว
ให้มีความเร็วใกล้เคียง
ความเร็วแสง
อิเล็กตรอน
แสง
- 3 บังคับอิเล็กตรอนให้
เลี้ยวโค้ง
ผ่านสนามแม่เหล็ก
และปลดปล่อย
แสงซินโครตรอน



Siam Photon Laboratory, SLRI



Siam photon laboratory



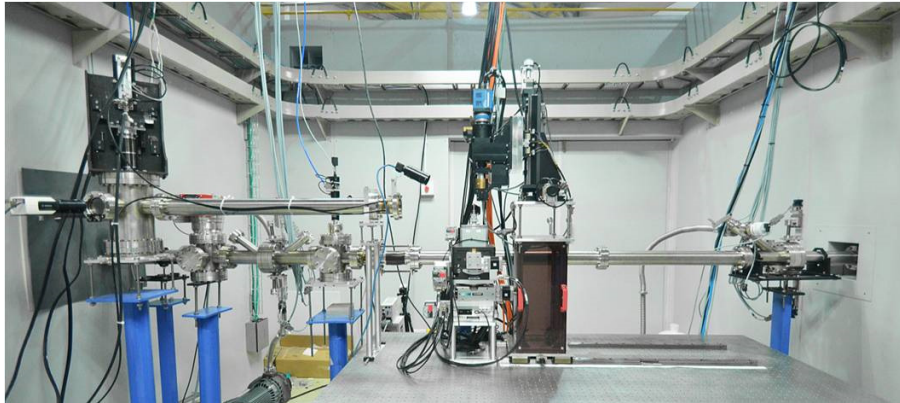
SLRI สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)

candle.am

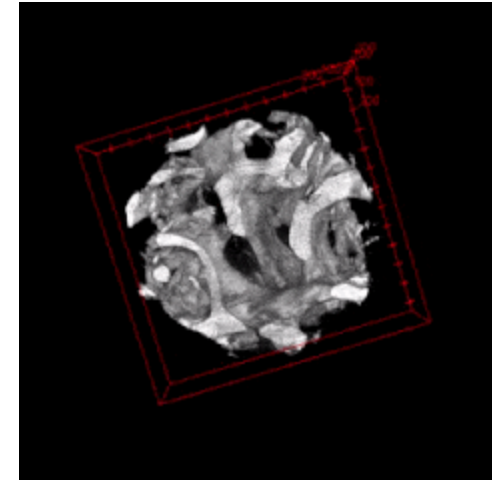
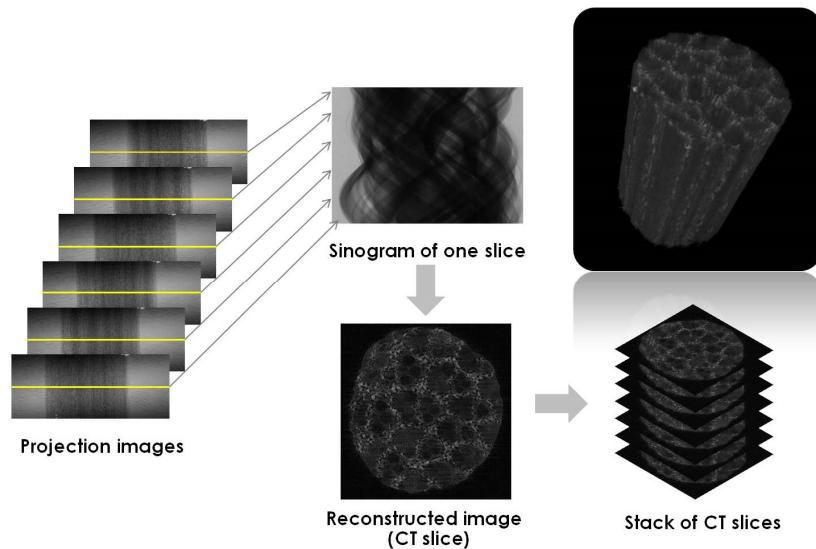
<http://www.vcharkarn.com/uploads/sites/6/2014/04/stations2.png>

BL1.2W: X-ray imaging and X-ray Tomographic Microscopy (XTM)

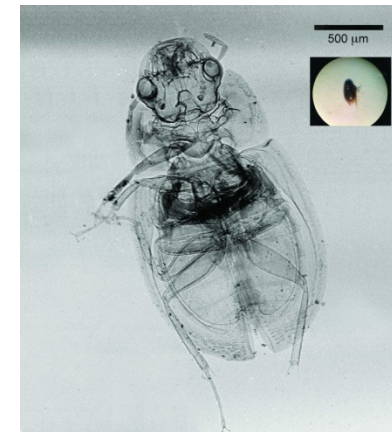
ถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของวัตถุตัวอย่างขนาดเล็ก



ขั้นตอนการสร้างภาพสามมิติจากภาพถ่ายเอกซเรย์คอมพิวเตอร์



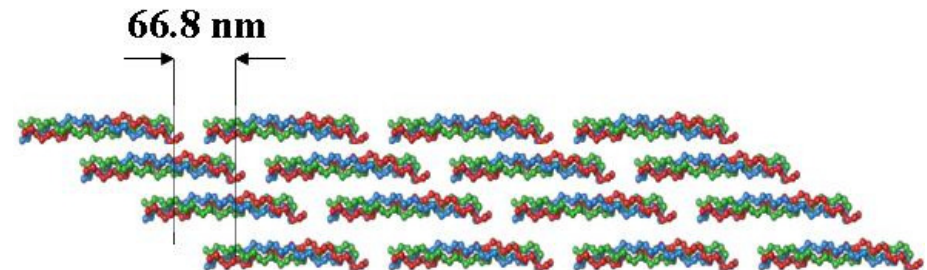
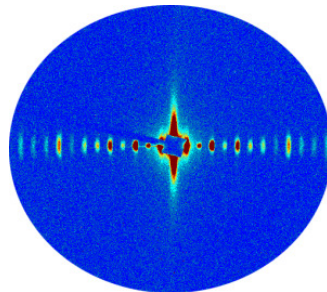
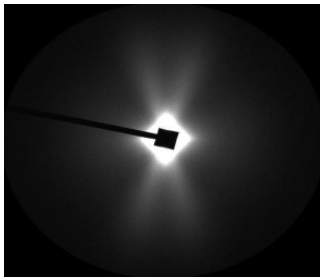
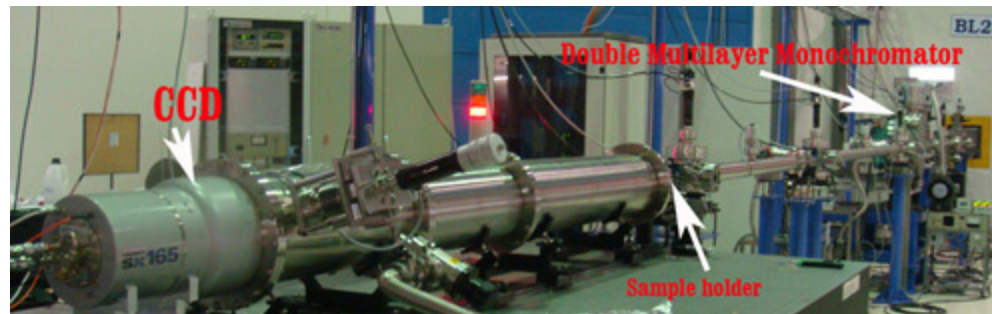
ภาวะกระดูกพรุนในกระดูกมนุษย์



อวัยวะภายในของแมลงปีกแข็ง

BL1.3: Small Angle X-ray Scattering (SAXS)

เทคนิคสำหรับการศึกษาขนาดและโครงสร้างที่อยู่ระดับนาโนเมตร เช่น การศึกษาขนาดและรูปร่างของอนุภาคนาโน การศึกษาโครงสร้างวัสดุพอลิเมอร์และเส้นใย รวมถึงการศึกษาโครงสร้างนาโนในวัสดุทางชีวภาพ



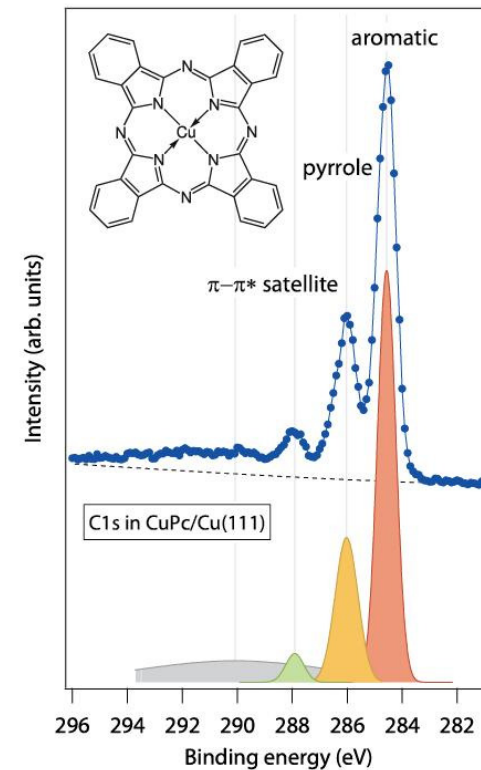
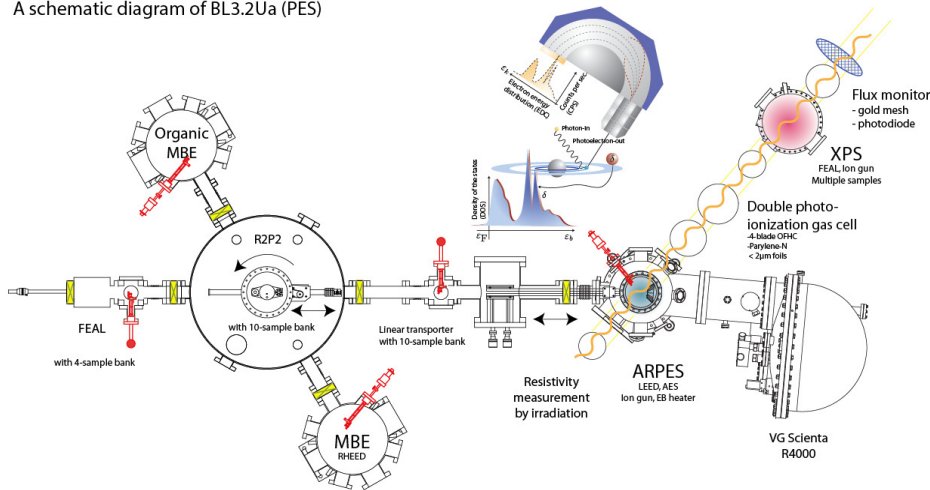
แบบจำลองเส้นใยคอลลาเจนซึ่งประกอบเป็นโครงสร้างของเอ็น

BL3.2a: Photoelectron Emission Spectroscopy (PES)

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์บริเวณพื้นผิวของวัสดุ



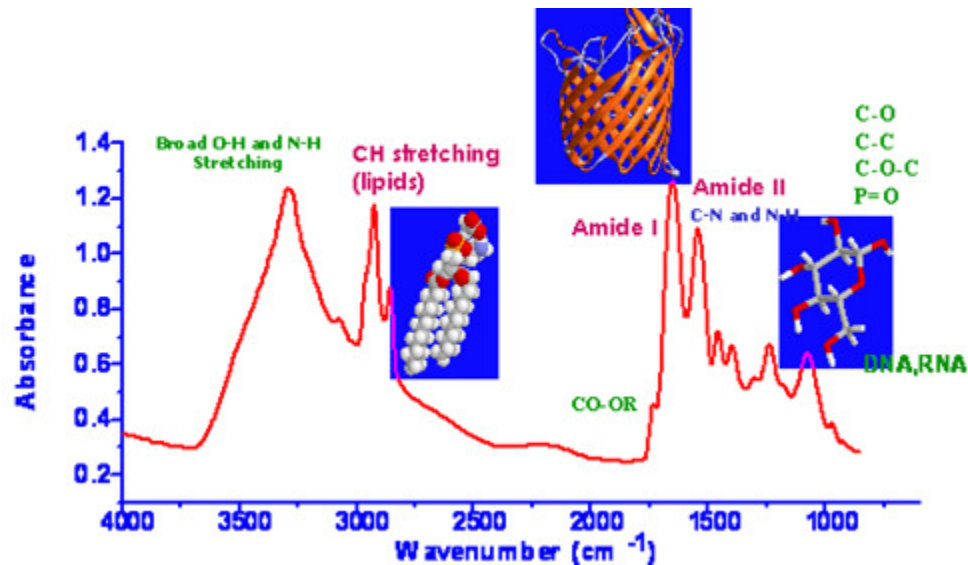
A schematic diagram of BL3.2Ua (PES)



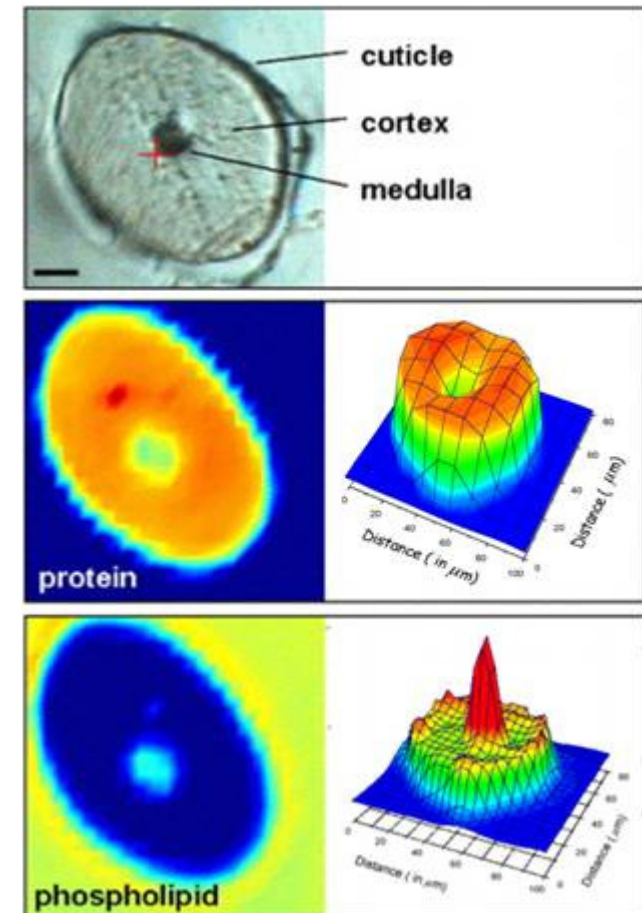
ตัวอย่างการวิเคราะห์และแยกแยะคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของฟิล์มบาง Copper Phthalocyanine (CuPc) บนทองแดง

BL4.1: Infrared Spectroscopy and Imaging (IR)

วิเคราะห์ตรวจสอบเกี่ยวกับโมเลกุลของสาร



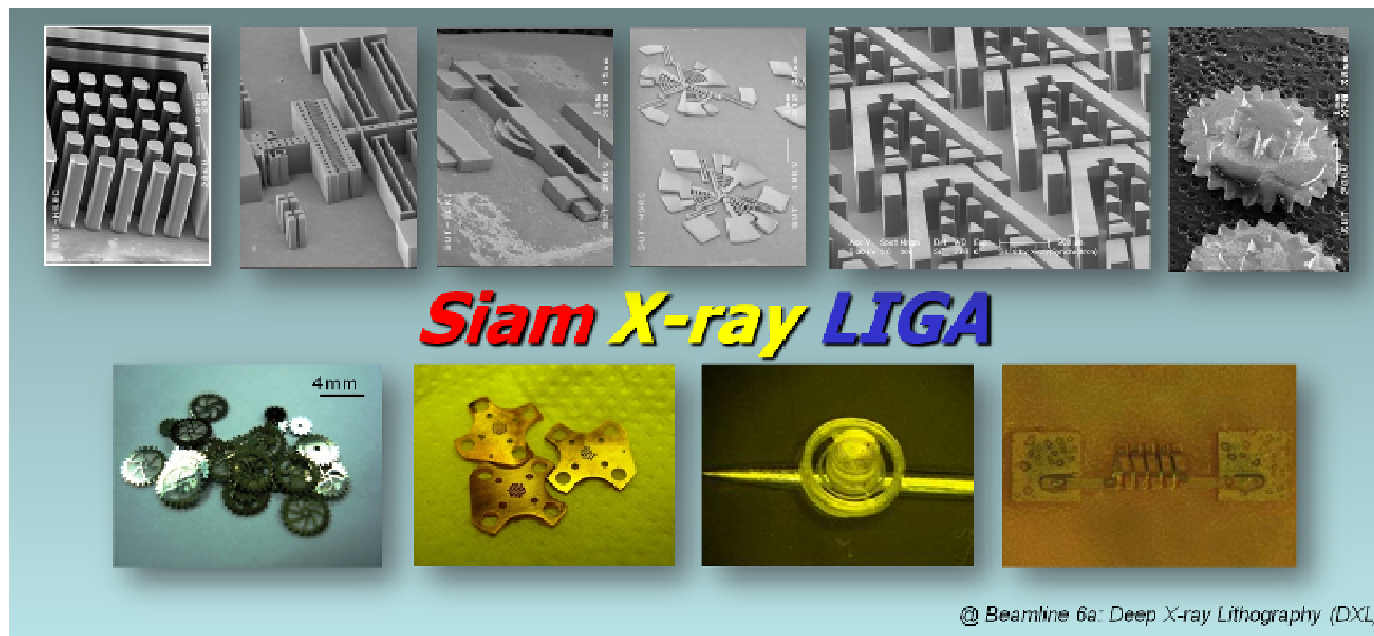
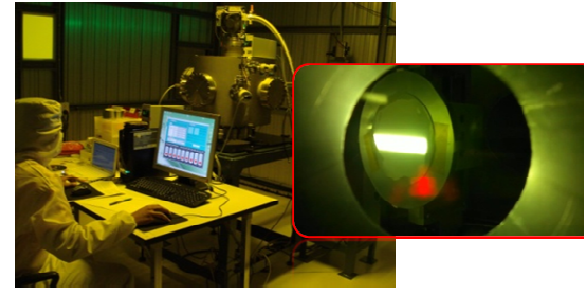
ลักษณะสเปกตรัมของการดูดกลืนแสงอินฟราเรด
ในช่วงกลางอินฟราเรดของสารชีวโมเลกุล



ภาพองค์ประกอบทางเคมีของเส้นผมมนุษย์ตัดตามขวางในส่วนต่างๆ สเกลบาร์เท่ากับ 25 ไมครอน (ภาพประกอบโดย Dr. Paul Dumas and Dr. Lisa Miller)

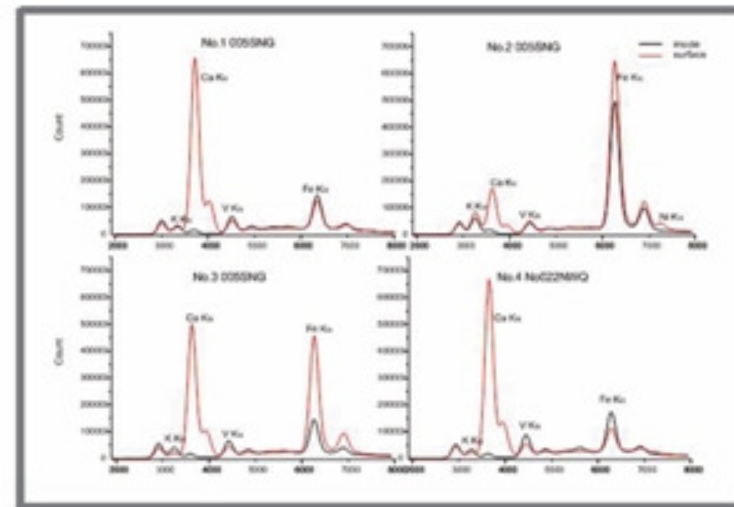
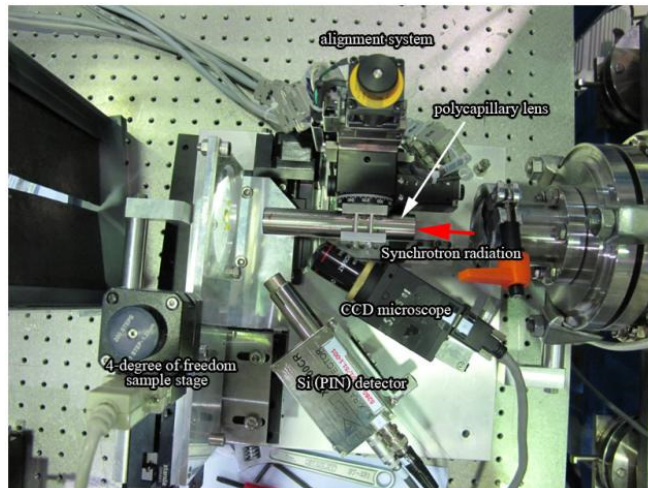
BL6a: Deep X-ray Lithography (DXL)

ห้องปฏิบัติการผลิตชิ้นส่วนจุลภาค

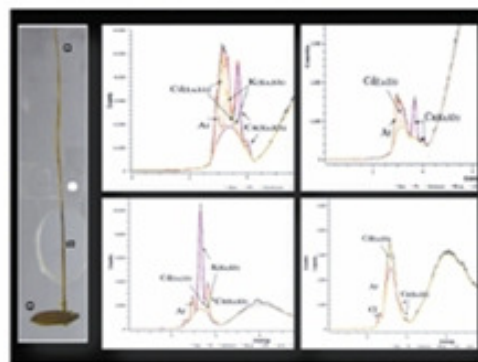


BL6b: Micro-X-ray fluorescence (micro-XRF)

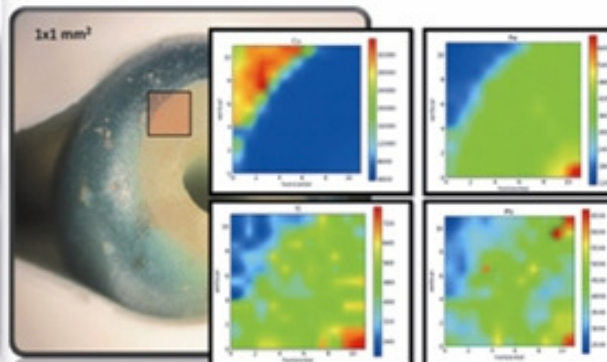
ศึกษาองค์ประกอบของธาตุที่อยู่ในตัวอย่าง



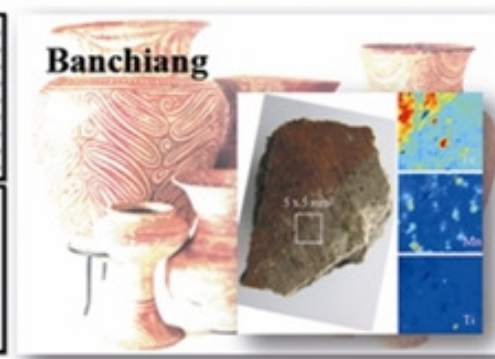
XRF spectra



(1) cadmium in rice root/seed



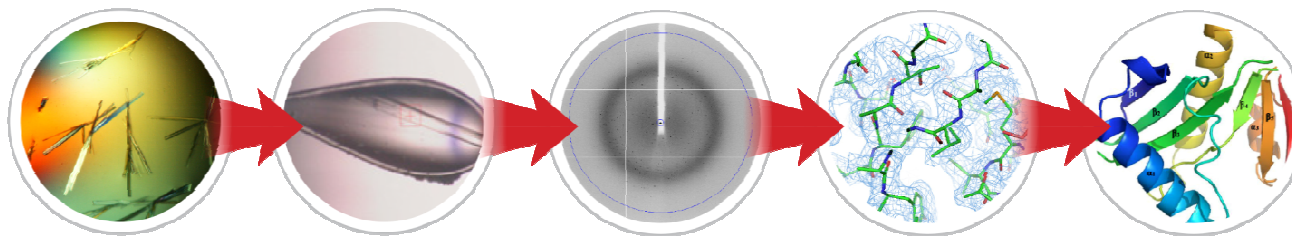
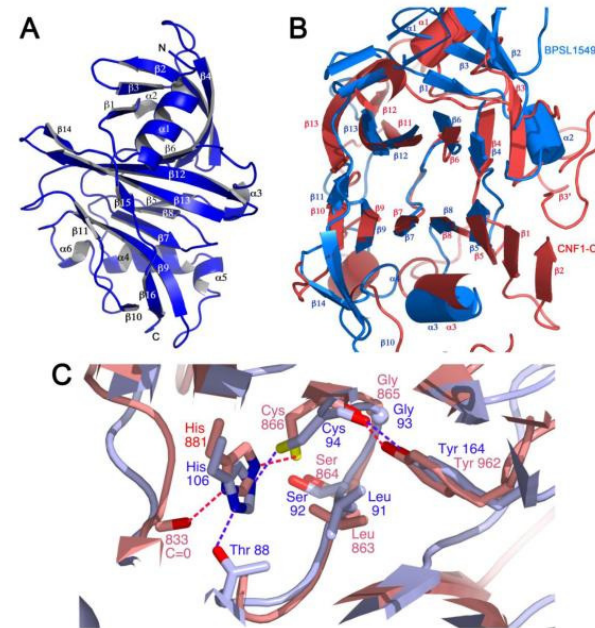
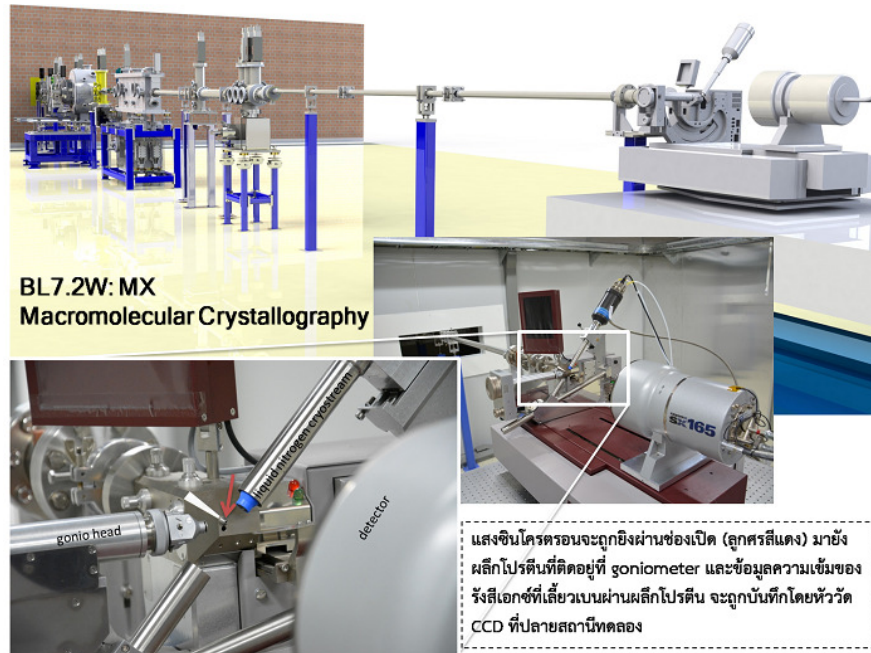
(2) metal distribution in ancient bead



(3) elemental distribution in Bangchiang pottery

BL7.2w: Macromolecular Crystallography (MX)

ศึกษาหาโครงสร้างสามมิติของโปรตีนและโมเลกุลอื่นที่เกี่ยวข้องในระดับอะตอม



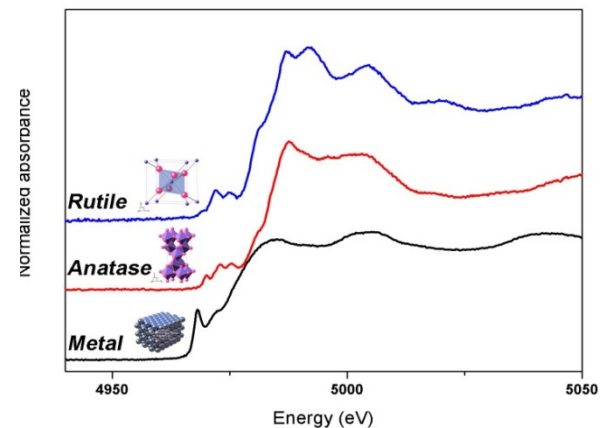
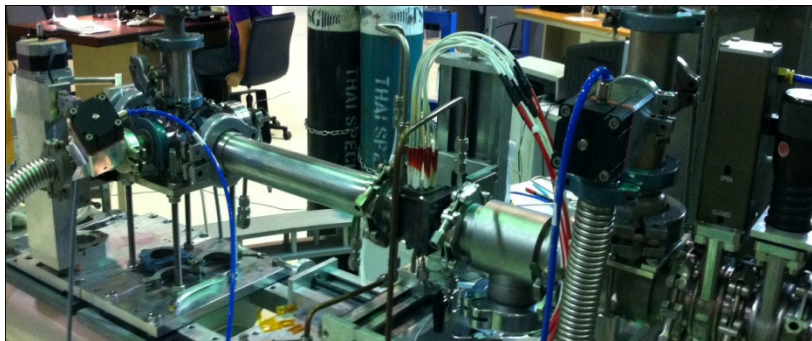
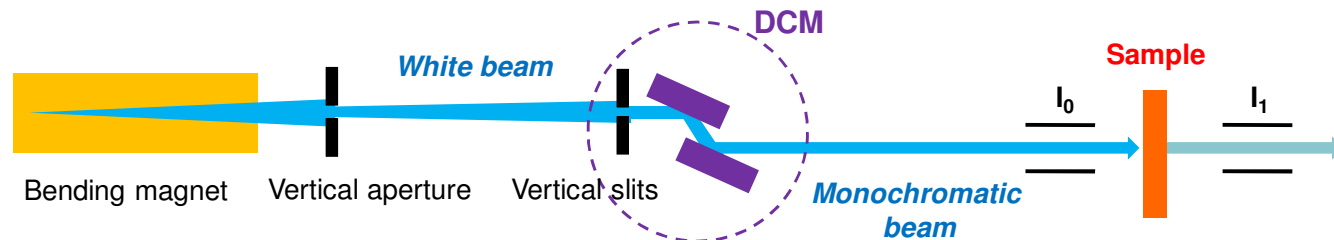
X-ray Absorption Spectroscopy (XAS)

BL1.1W: Multiple X-ray Technique (MXT)

BL2.2: Time-resolved X-ray Absorption Spectroscopy (TRXAS)

BL5.2: SUT-NANOTEC-SLRI XAS

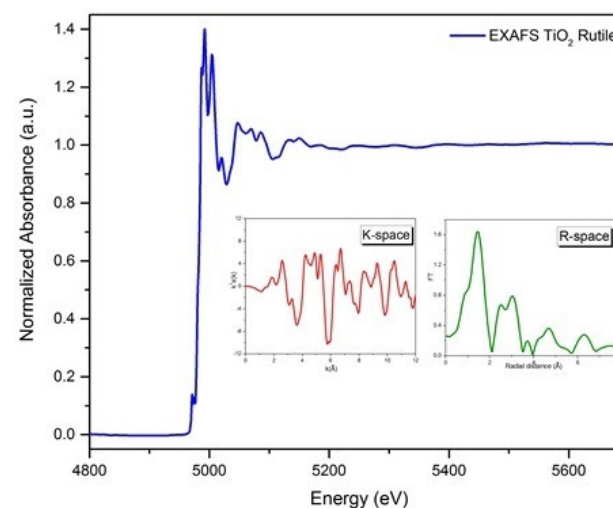
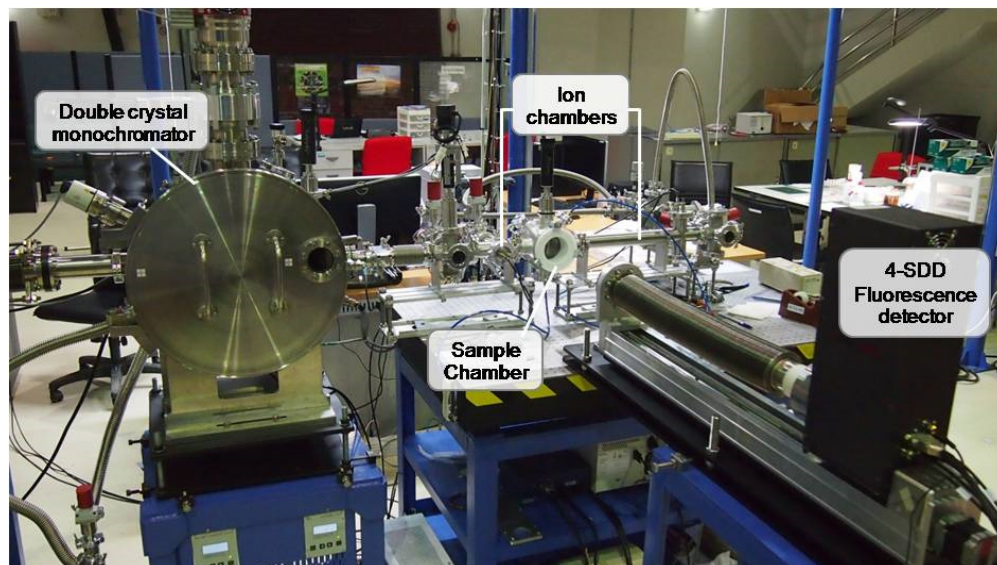
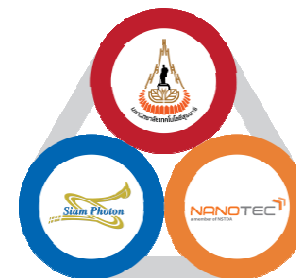
BL8: X-ray Absorption Spectroscopy (XAS)



BL5.2: SUT-NANOTEC-SLRI XAS

สำหรับศึกษาโครงสร้างระดับอะตอม เช่น การจัดเรียงตัวของอะตอม และการระบุสถานะออกซิเดชัน (**oxidation state**) ของอะตอม สามารถประยุกต์ใช้ในงานวิจัยได้หลากหลายสาขา เช่น

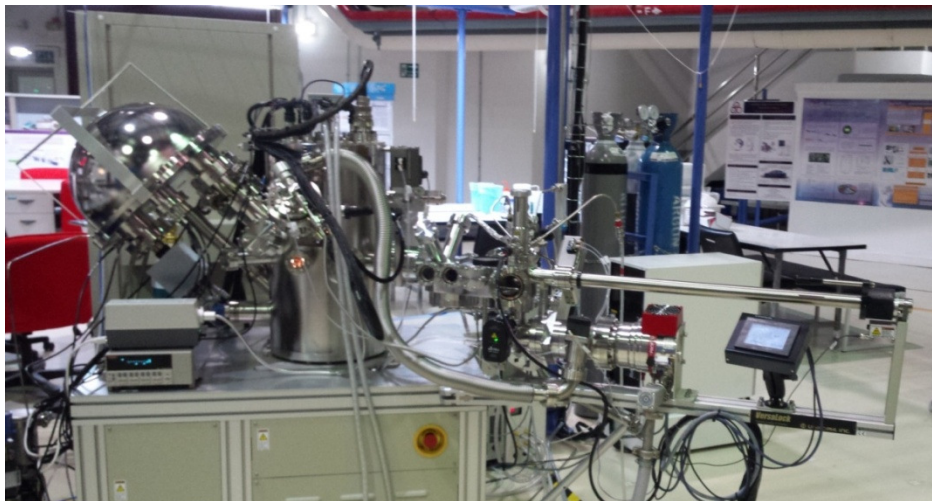
อุตสาหกรรม : ผลิตภัณฑ์เซรามิก เหล็ก ยาง ซีเมนต์และโพลิเมอร์



สเปกตรัม EXAFS Ti K-edge ของ TiO_2 เฟส Rutile คัดเลือกพลังงานด้วยผลึก Ge(220) และถูกแปลงสเปกตรัมในฟังก์ชันของเลขคลื่น (K-space) และ Fourier transform (R-space) สำหรับวิเคราะห์โครงสร้างอะตอมและชนิดของอะตอมข้างเคียง

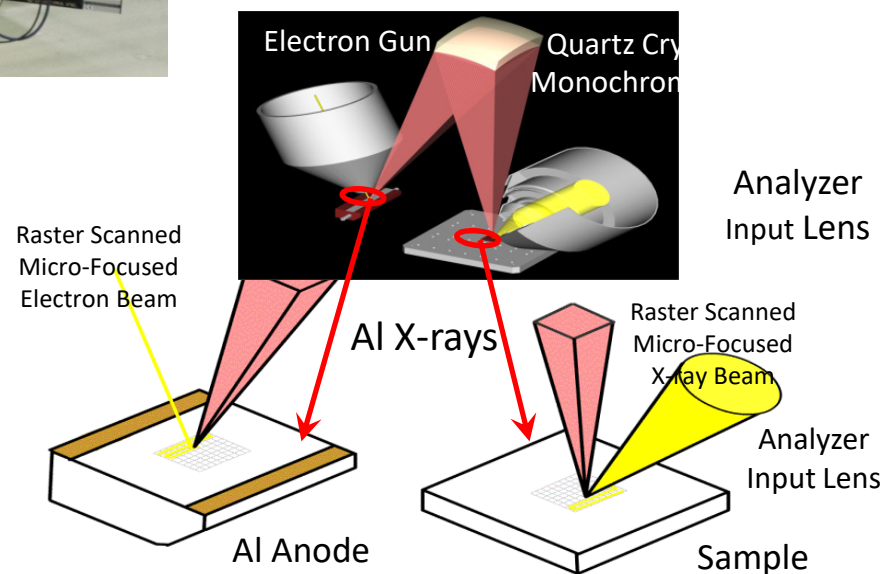
BL5.3: SUT-NANOTEC-SLRI XPS

ศึกษาองค์ประกอบธาตุและสถานะทางเคมีบริเวณพื้นผิวของวัสดุ



PHI 5000 VersaProbe II Scanning XPS Microprobe

- Scanning monochromatic X-ray source (Al K α) with a focused beam $\leq 10 \mu\text{m}$



Applications

INDUSTRIAL SCIENCE SOLUTIONS



Non-destructive synchrotron-based research provides unsurpassed information for industry

CLS's mandate includes vigorous industrial participation with innovative commercial research access, clear intellectual property policies, and scientists dedicated to working with industry.



- Unique-in-Canada analytical services
- A multi-disciplinary research centre – synergies between scientists from different disciplines
- The only synchrotron facility with a dedicated industrial support group
- Over 280 industrial science fee-for-service and collaborative projects to date
- 10% Industry use (highest rate in the world!)



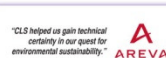
Mining and Environment



Synchrotron techniques provide valuable information in many areas of the mining process, from metals recovery to tailings management, by identifying metallic phases and amorphous compounds in discharges and mine tailings.



"The data we're getting from our synchrotron work demonstrates that the CLS is a key resource for our technical operations."



"CLS helped us gain technical certainty in our quest for environmental sustainability."



Energy Storage

Development of Battery and Fuel Cell Materials

Synchrotron techniques are increasingly being recognized as a crucial tool for the development of new battery and fuel cell materials. Advanced X-ray techniques allow us to probe the structure and electronic properties of electrode materials, electrolytes, catalysts, separators, and additives.

Oil and Gas

CLS can assist in isolating heavy metals in industrial sites, measuring the porosity and permeability of oil bearing rock, determining mineral reactions from CO₂ injection and characterizing polymers and new industrial materials for use in extraction and refining processes. Specific to the oil sands, opportunities exist in the analysis of the nature of slurries and soils to assist in both extraction and remediation.



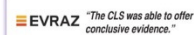
"The group at the Canadian Light Source is the premier group in the world for this kind of work."



"We could only speculate how the contaminants were associated with different elements. Now we can answer that question."

Aerospace

Synchrotron research is a key tool for aerospace industrial research, and is applied to a wide range of problems from the study of surface coating failures to 3D non-destructive testing of new materials.



"We came to the CLS with problems... and now they're solving them with us."

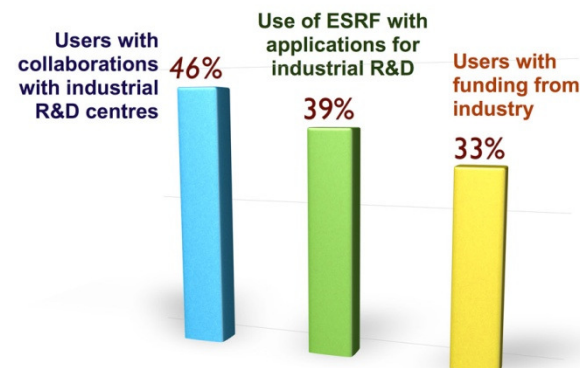


Pharmaceuticals

Single crystal X-ray crystallography is a primary means of determining the molecular conformations of proteins and other biomolecules. It



is critical for the understanding of medically-important targets and relied upon for pharmaceutical discovery and optimization.



ESRF Case for Industrial Works



SLRI สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
Synchrotron Light Research Institute (Public Organization)

www.lightsource.ca
www.esrf.eu

Applications

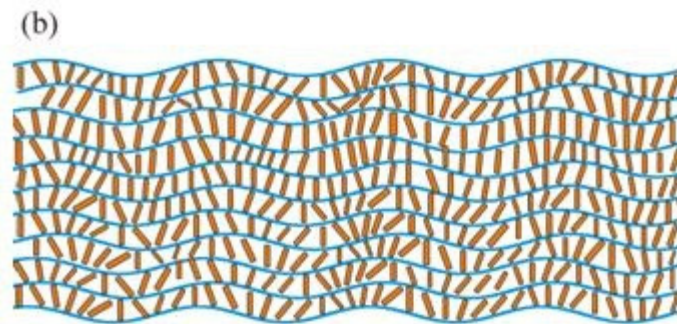
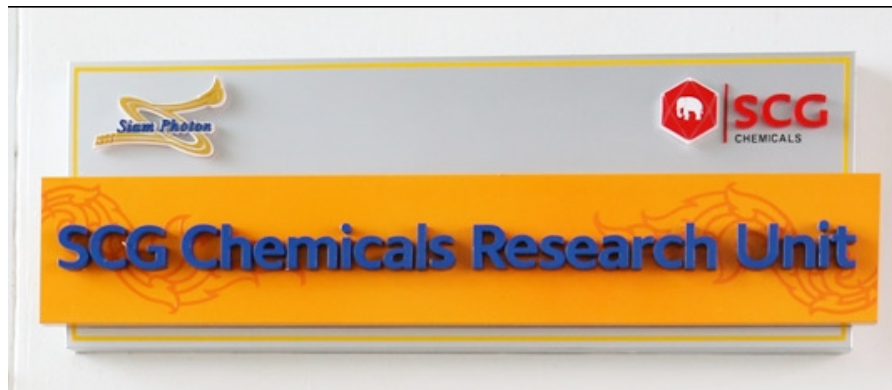
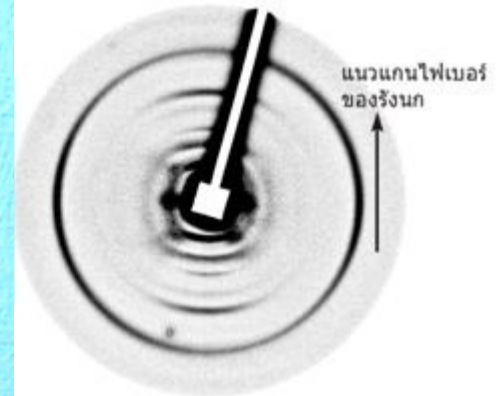
อุตสาหกรรมยางและพอลิเมอร์

พัฒนาเม็ดพลาสติก โดยการวิเคราะห์โครงสร้างในระดับโมเลกุลเพื่อ
ยืนยันผลในการปรับปรุงเม็ดพลาสติกในแต่ละสูตร

SAXS



การศึกษาโครงสร้างรังนก

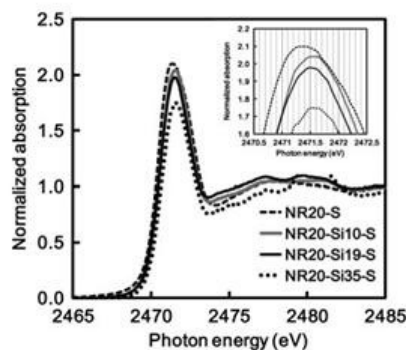
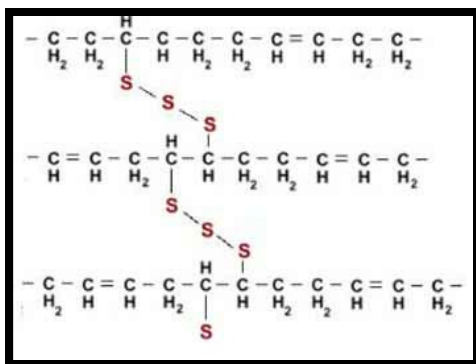


■ = โมเลกุลน้ำลายของนกนางแอ่น

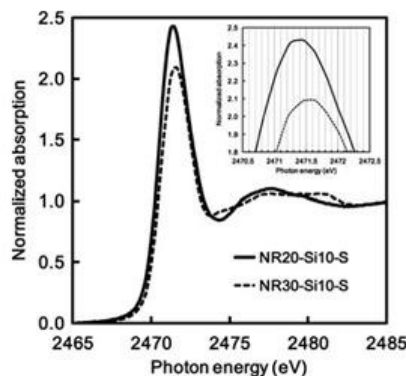
Applications

อุตสาหกรรมยางและพอลิเมอร์

ศึกษาสเปกตรัมฟลูออเรสเซนซ์ในกระบวนการวัลเคนไนเซชัน เมื่อมีการเติมสาร
ซิลิกาในยางธรรมชาติ



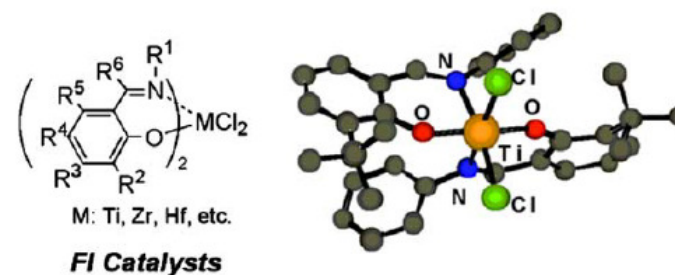
รูปที่ 1 XANES สเปกตรัมเมื่อมีการใส่และไม่ใช่สารผสมซิลิกาในยางพาราธรรมชาติ



รูปที่ 2 XANES สเปกตรัมของ NR20-Si10-S และ NR30-Si10-S

XAS

Describing the ethylene and propylene polymerization behavior of bis(phenoxy-imine) Ti complexes (Ti-FI Catalysts), placing special emphasis on fluorinated Ti-FI Catalysts.



Bond Distances (Å)	
Ti—O	1.852(4)
Ti—N	2.236(4)
Ti—Cl	2.305(2)
Bond Angles (°)	
O—Ti—O	171.6(2)
N—Ti—N	76.4(2)
Cl—Ti—Cl	103.10(8)

Applications

อุตสาหกรรมยางและพอลิเมอร์

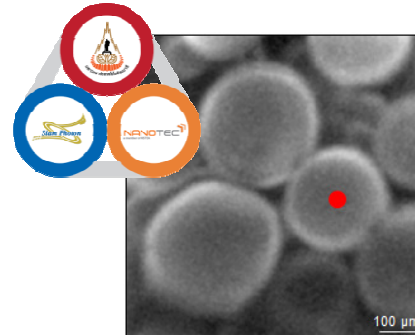
ตรวจสอบองค์ประกอบของสาร ระบุสาเหตุการ
เกิดปัญหาผลิตภัณฑ์บนด้ามไม้กอล์ฟ



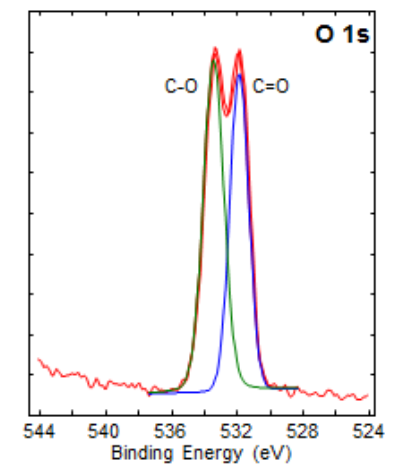
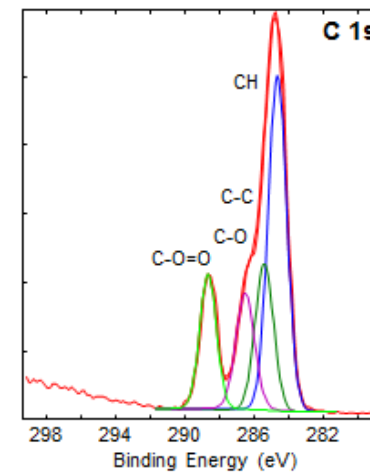
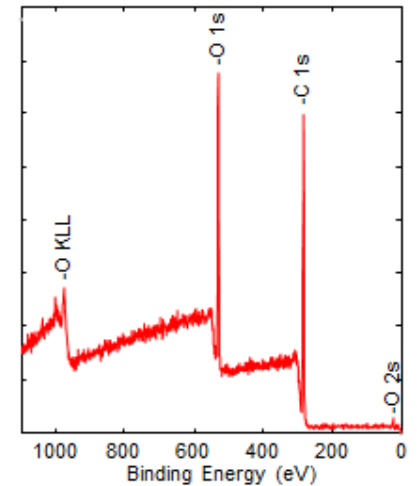
IR



BL5.3: SUT-NANOTEC-SLRI XPS



SXI image of PMMA micro
spheres showing the
selected analysis area



Applications

อุตสาหกรรมอาหารและการเกษตร



ตรวจสอบจุดสีขาวเล็กๆ บน
ผิวเปลือกกุ้งแช่แข็งด้านใน
เปลือก

IR

ยืนยันสารต้านมะเร็งจากพืชสมุนไพร

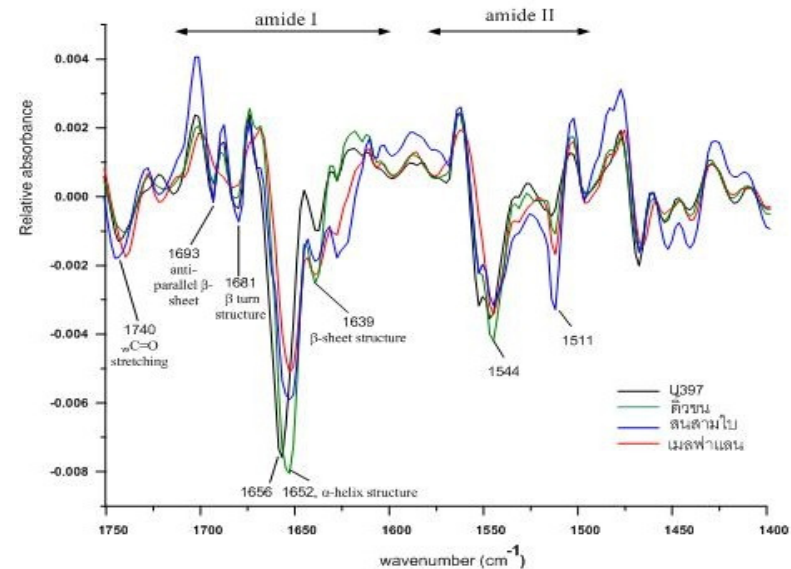


สนสามใบ



ติ้วขน

วิจัยเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนส 'มันสำปะหลัง'



Applications

อุตสาหกรรมปูน

PES

Phase Identification of Ca in Cement by XAS

research papers

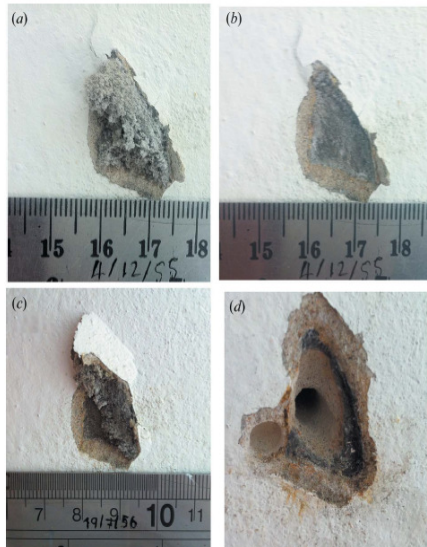
Journal of
Synchrotron
Radiation
ISSN 1600-5775

Received 3 April 2014
Accepted 15 September 2014

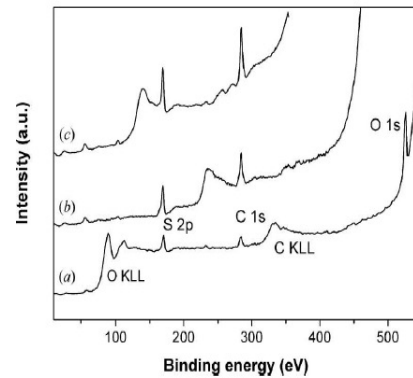
Investigation of damaged interior walls using synchrotron-based XPS and XANES

Yingyot Poo-arporn,^{a*} Surachai Thachepan^b and Rungtiva Palangsantikul^c

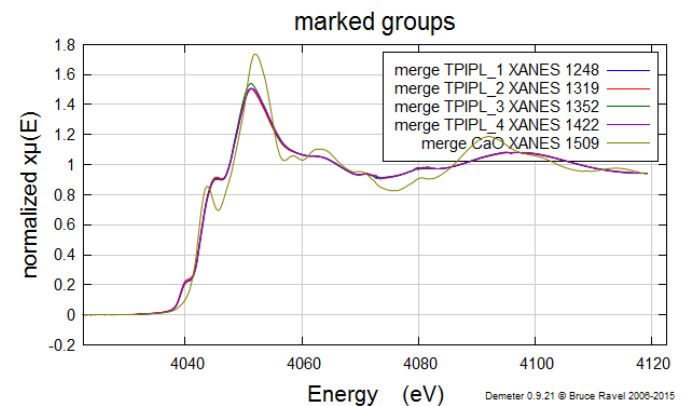
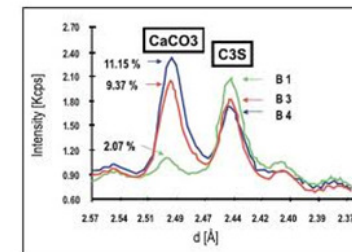
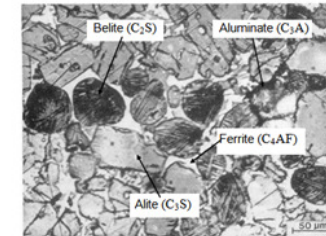
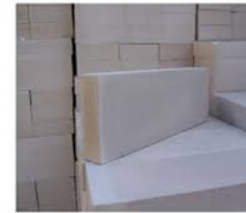
^aSynchrotron Light Research Institute, 111 University Avenue, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand, ^bDepartment of Chemistry, Faculty of Science, Kasetsart University, 50 Phahonyothin Road, Bangkok 10903, Thailand, and ^cBiological Engineering Program, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 126 Pracha Uthit Road, Bangkok 10140, Thailand. *E-mail: yingyot@slri.or.th



Photographs of the damaged area on the interior wall: (a) the crack was initially observed, (b) the same area after partial removal of the black substance, (c) seven months later, and (d) the same area after the expanded mortar.



XPS spectra of the black substance collected from the cracked area. The survey scans were measured at a photon energy of (a) 600 eV, (b) 500 eV and (c) 400 eV.



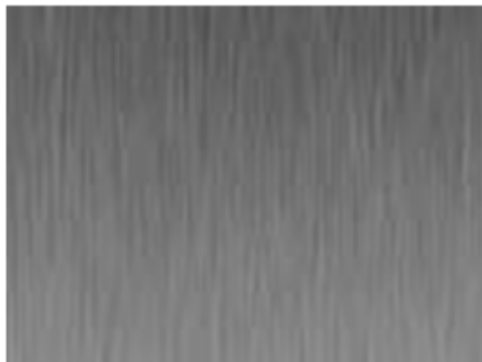
Applications

อุตสาหกรรมโลหะ

ปัญหาสายไหมบนแผ่นเหล็กรีดร้อน



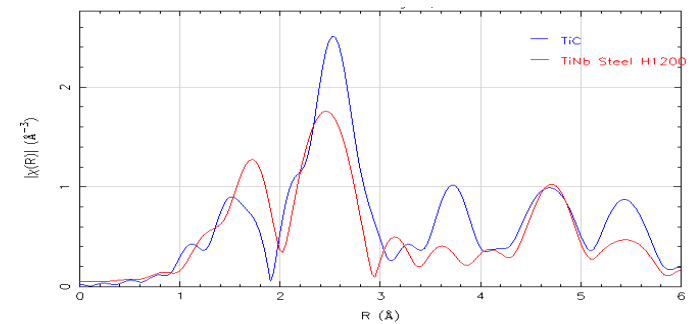
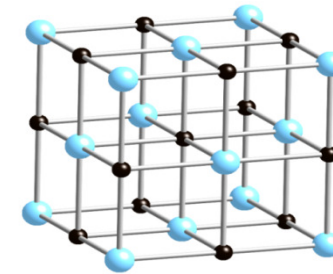
PES



XAS

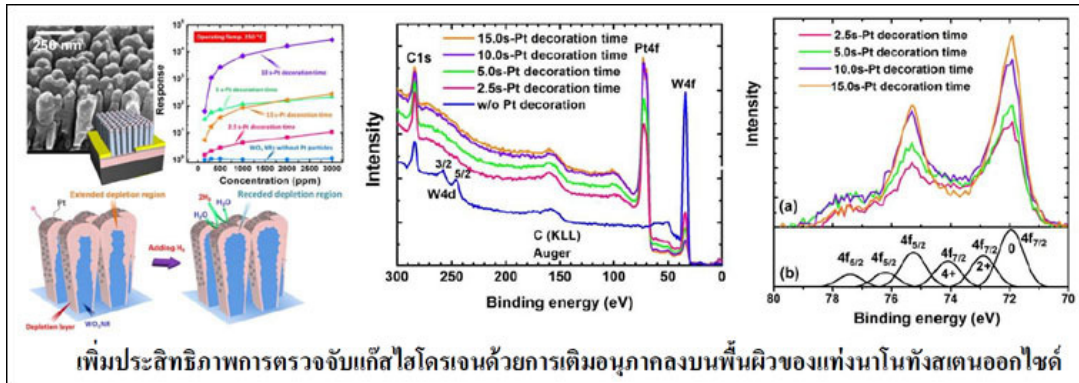
Particle-size estimation of
Metal precipitation
in high-strength low-alloy
steel by XAS

M-C



Applications

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

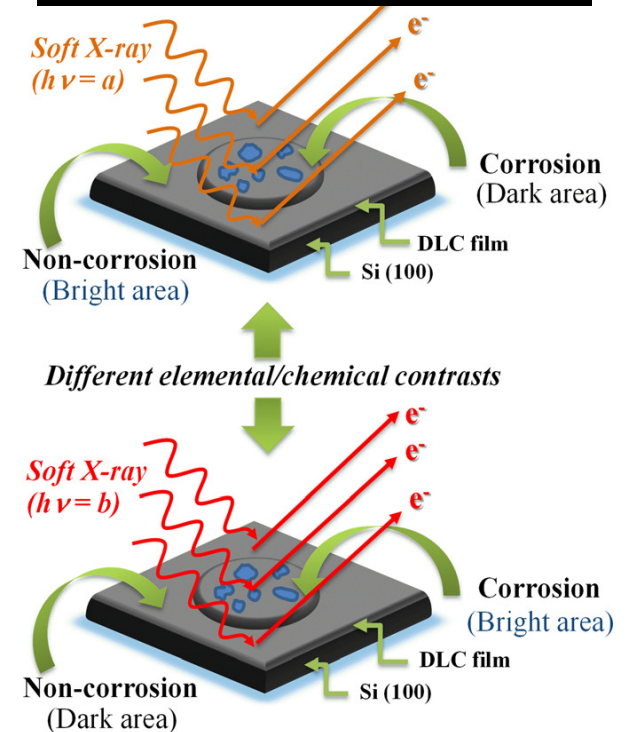
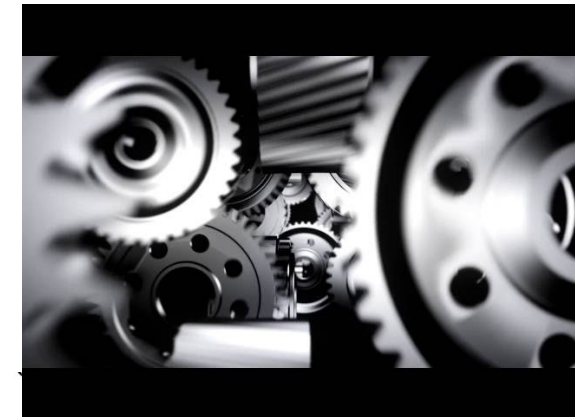
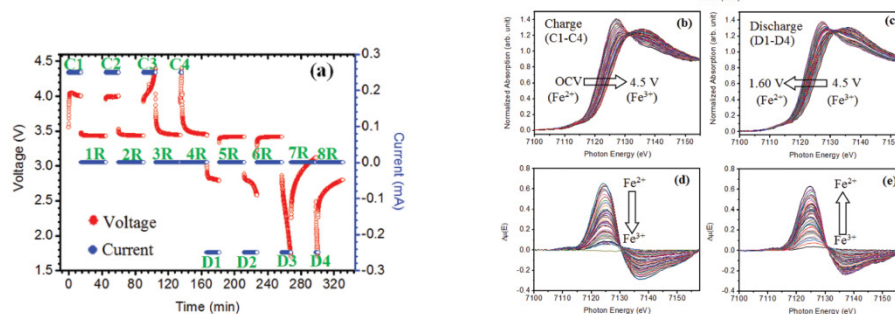


Materials
Views
www.MaterialsViews.com

ADVANCED
ENERGY
MATERIALS
www.advenergymat.de

XANES Investigation of Dynamic Phase Transition in Olivine Cathode for Li-Ion Batteries

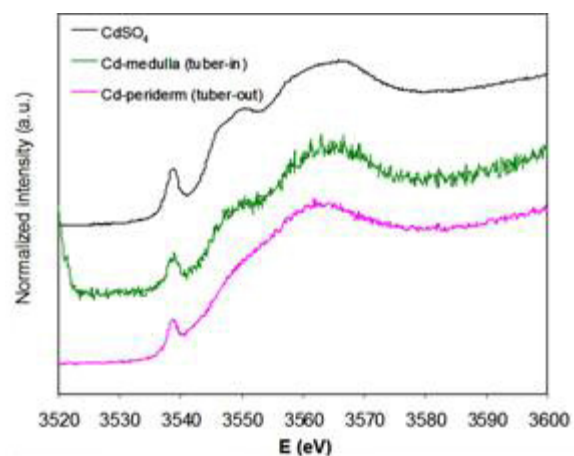
Sarawut Pongha, Boonyarit Seekoan, Wanwisa Limphirat, Pinit Kidkhunthod, Sutham Srilomsak,* Yet-Ming Chiang,* and Nonglak Meethong*



Applications

ตัวเร่งปฏิกิริยา สิ่งแวดล้อม

การใช้ความสามารถของพืชเพื่อบำบัดสารมลพิษ



Catalysis
Science &
Technology



PAPER

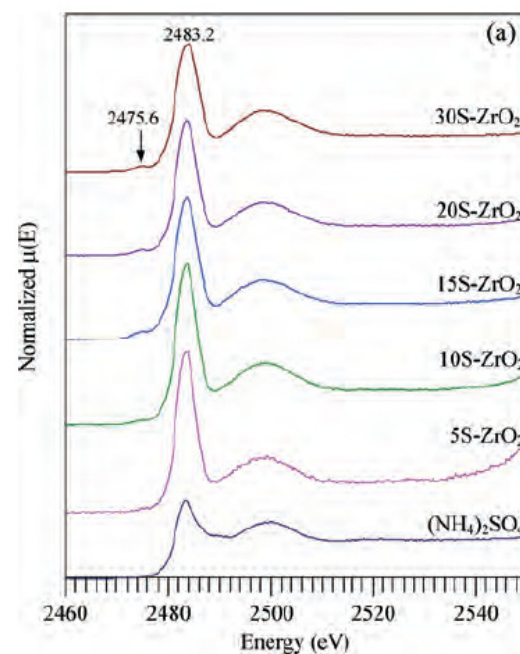
[View Article Online](#)
[View Journal](#)



Cite this: DOI: 10.1039/c4cy01568a

Direct synthesis of dimethyl ether from CO₂ hydrogenation over Cu–ZnO–ZrO₂/SO₄²⁻–ZrO₂ hybrid catalysts: effects of sulfur-to-zirconia ratios†

Thongthai Witoon,^{*abcd} Tinnavat Permsirivanich,^a Nawapon Kanjanasootorn,^a Chalairat Akkaraphataworn,^a Anusorn Seubsai,^a Kajornsak Faungnawakij,^e Chompunuch Warakulwit,^{bc} Metta Chareonpanich^{*abcd} and Jumras Limtrakul^{bcd}



Thank you for your attention



Synchrotron Light Research Institute
Sirindhornwitchothai Building
111 University Avenue
Suranaree Sub-district, Muang District
Nakhon Ratchasima 30000 THAILAND

Website: <http://www.slri.or.th>

Tel: +66-44-217040

Fax: +66-44-217047