

HVEM

초고전압투과전자현미경

모델(제조사): ARM1300S (JEOL)
 가속전압: 1,250 kV
 점분해능: 0.12 nm
 시료경사각도: $\alpha = \pm 60^\circ$, $\beta = \pm 45^\circ$
 실험온도범위: $-186^\circ\text{C} \sim 1,300^\circ\text{C}$
 부착장치: Gatan Image Filter
 Cryo System
 Tomography System
 EELS, ESI
 HREM-CCD(2k)
 ED-CCD(2k)



Super Bio-HVEM

수퍼바이오 전자현미경

모델(제조사): JEM-1000BEF (JEOL)
 가속전압: 1,000 kV
 점분해능: 0.15 nm
 시료경사각도: $\alpha = \pm 70^\circ$, $\beta = \pm 30^\circ$
 실험온도범위: $-186^\circ\text{C} \sim \text{RT}$
 부착장치: In-column Ω Filter
 Cryo System
 Tomography System
 STEM System
 HREM-DDD (4k)



SEEING IS BELIEVING!

한국기초과학지원연구원
 HVEM Center



Korea Basic Science Institute HVEM CENTER

High Voltage Electron Microscopy Center
 한국기초과학지원연구원 초고전압전자현미경센터

KBSI 한국기초과학지원연구원
 KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE

305-806 대전광역시 유성구 과학로 169-148
 TEL 1544-0052 FAX 042-865-3645 www.kbsi.re.kr

HVEM 초고전압 투과전자현미경
 High Voltage Electron Microscope

TEL 042-865-3440 FAX 042-865-3939 hvem.kbsi.re.kr

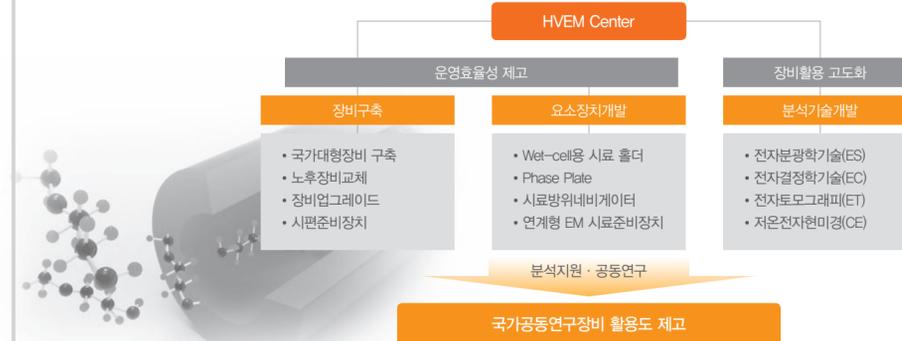
KBSI 한국기초과학지원연구원
 KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE

HVEM 초고전압 투과전자현미경
 High Voltage Electron Microscope

>> 중장기 발전계획



>> 사업추진체계



>> 국내 · 외 공동연구지원 네트워크



수차보정투과전자현미경 (UC-FF-TEM)

모델(제조사): LIBRA 200MC (Carl Zeiss)
 가속전압: 200 kV
 점분해능: 0.13 nm
 STEM분해능: 0.32nm
 에너지분해능: 0.15 eV
 시료경사각도: $\alpha = \pm 70^\circ$, $\beta = \pm 30^\circ$
 부속장치: Cs-corrector(imaging mode)
 Monochromator
 In-column energy filter
 Cryo system
 SAED, EF, PED
 EELS, EDS



전계방출형주사전자현미경 (FE-SEM)

모델(제조사): Merlin (Carl Zeiss)
 가속전압: 20 V ~ 30 kV
 점분해능: 0.8 nm at 15 kV
 0.6 nm at 30kV (STEM mode)
 배율: $\times 12 \sim \times 1,000,000$
 작동거리: 8.5 mm
 시료경사각도: $-3^\circ \sim 70^\circ$
 프로브전류: 10 pA ~ 40 nA
 부속장치: HR EBSD
 EDS(SDD)
 ESB, ESE, AsB,
 STEM detector



전계방출형투과전자현미경 (FE-TEM)

모델(제조사): FE-2100F (JEOL)
 가속전압: 200 kV
 점분해능: 0.19 nm
 STEM분해능: 0.15 nm
 시료경사각도: $\alpha = \pm 25^\circ$, $\beta = \pm 25^\circ$
 실험온도범위: $-186^\circ\text{C} \sim$ 상온
 부속장치: HAADF-STEM
 ENFINA 2000
 CBED, NBD, PED
 EELS, ESI, EDS
 Slow Scan CCD(2k x 2k)



환경주사전자현미경 (E-SEM)

모델(제조사): LEO 1455VP (Carl Zeiss)
 가속전압: 100 V ~ 30 kV
 점분해능: 2.5 nm(LaB6), 3.5 nm(W),
 5.5 nm(VPSE)
 배율: $\times 4 \sim \times 900,000$
 프로브전류: 1 pA ~ 10 nA
 부속장치: VPSE, QBSD, SE
 Cryo system
 EDS
 Gold Coater



에너지여과투과전자현미경 (EF-TEM)

모델(제조사): EM912L (Carl Zeiss)
 가속전압: 120 kV
 점분해능: 0.37 nm
 시료경사각도: $\alpha = \pm 60^\circ$, $\beta = \pm 30^\circ$
 실험온도범위: $-186^\circ\text{C} \sim 1,000^\circ\text{C}$
 부속장치: In-column energy filter
 BF, DF, EF
 CBED, EF
 EELS, ESI
 Top/Bottom CCD(2k x 2k)



집속이온빔장치 (IB)

모델(제조사): Quanta 3D FEG (FEI)
 가속전압: 200 V ~ 30 kV
 점분해능: 1.2 nm at 30 kV(SE),
 2.5 nm at 30 kV(BSE)
 배율: $\times 10 \sim \times 1,200,000$
 프로브전류: 1 pA ~ 65 nA in 15steps
 이온 원: Ga liquid-metal
 이온빔 분해능: 7 nm at 30 kV
 부속장치: EDS(SDD)
 GIS
 Auto-Slice & View



생물전용투과전자현미경 (Bio-TEM)

모델(제조사): TECNAI G2 Spirit Twin (FEI)
 가속전압: 120 kV
 점분해능: 0.34 nm
 시료경사각도: $\pm 70^\circ$
 실험온도범위: $-180^\circ\text{C} \sim$ 상온
 부속장치: Cryo System
 Tomography System,
 EELS
 Top/Bottom CCD(1k/4k)
 GIF CCD(1k)



저온투과전자현미경 (Cryo-TEM)

모델(제조사): JEM 1400Plus (JEOL)
 가속전압: 120 kV
 점분해능: 0.38 nm
 배율: $\times 10 \sim \times 1,200,000$
 시료경사각도: $\pm 80^\circ$ (Gatan 914 High Tilt
 Holder)
 실험온도범위: $-186^\circ\text{C} \sim$ 상온
 부속장치: Cryo System, Tomography System,
 Bottom CCD(2k)



전자프로브미세분석기 (EPMA)

모델(제조사): EPMA-1610 (Shimadzu)
 가속전압: 100 V ~ 30 kV
 프로브전류: 1 pA ~ 100 nA
 분석범위: 1 ~ 100 μm
 검출범위: B ~ U
 검출한도: 10 ppm
 부속장치: 4 WDS
 8 Analytical Crystals
 EDS
 SE, BSE, ABS
 Carbon Coater



Ion Miller

RES 101 (Bal-Tec)
 재료시료의 100nm 이하 절편 제작



Freeze Fracture System

BAF 060 (Bal-Tec)
 생체시료의 초저온($-180^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$)
 파쇄, 식각, 건조 시편 제작



High Pressure Freezer

HPM 010 (Bal-Tec)
 생체시료의 초고압(max, 2,970 bar)
 동결고정 (-193°C)



고온X-선회절분석장치 (HT-XRD)

모델(제조사): D8 Advance (Bruker)
 가속전압: 40 kV
 온도범위: $-193^\circ\text{C} \sim 2,200^\circ\text{C}$
 습도조절: 5~90%
 검출기: Position sensitive detector
 Sol-X detector
 부속장치: 7 position sample changer



Cryo-Ultramicrotome

EM UC7/FC7 (Leica)
 생체시료의 초저온($-185^\circ\text{C} \sim -15^\circ\text{C}$)
 초박절편 제작



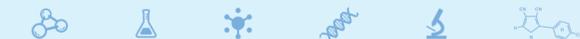
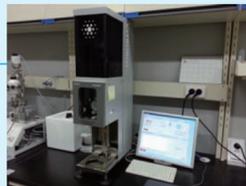
Freeze Substitution System

EM AFS2 (Leica)
 동결 고정된 생체시료의 탈수/치환/
 저온($-140^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$)포매 및
 중합



Cryo-EM sample plunger

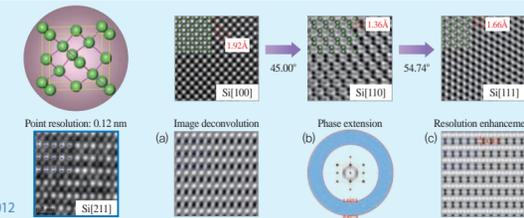
Vitrobot Mark I (FEI)
 급속 냉동을 통한 초저온(-196°C)
 시편 제작



전자결정학분야 (재료)

실리콘(Si) 나노 단결정의
 3차원적 원자배열 구조 분석

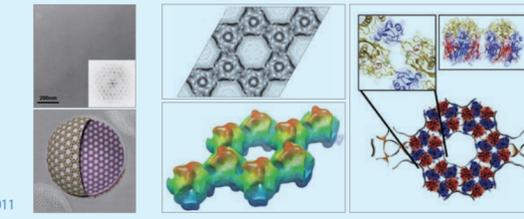
Met, Mater, Into, 18, 821-825, 2012



전자결정학분야 (생물)

Poxvirus scaffold
 단백질 결합구조의
 전자결정학적 분석

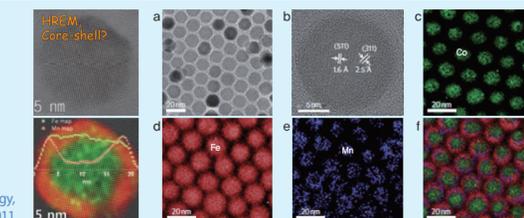
PLoS Pathogens, 7, e1002239, 2011



전자분광학분야

CoFe₂O₄@MnFe₂O₄의
 core-shell 자성 나노입자의
 화학구조 직접 이미징

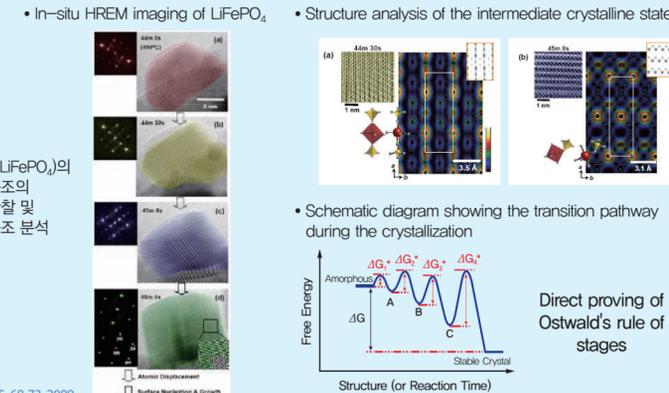
Nature Nanotechnology,
 418-422, 2011



전자결정학분야 (다차원)

이차전지 소재(LiFePO₄)의
 다중 상전이 구조의
 고온 실시간 관찰 및
 상전이 결정 구조 분석

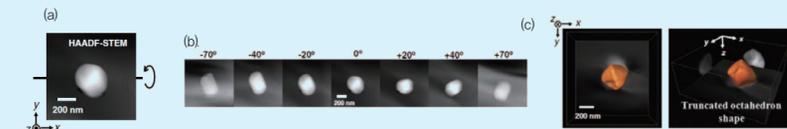
Nature Physics, 5, 68-73, 2009



전자 투모그래피분야 (재료)

배터리 신소재인 LiFePO₄ 다결정 내 Fe₂P 나노 결정체의 3차원 구조분석

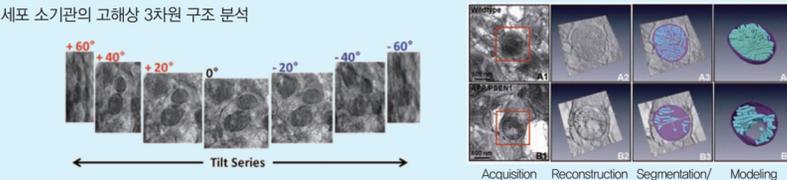
Advanced Materials, 23, 1398-1403, 2011



전자 투모그래피분야 (생물)

세포 소기관의 고해상 3차원 구조 분석

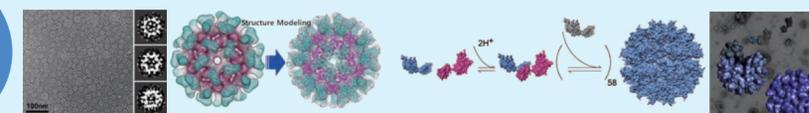
Applied Microscopy, 42, 179-185, 2012



초저온 전자현미경분야

Cryo-EM 기반 Retrovirus의 캡시드 단백질 결합구조 분석

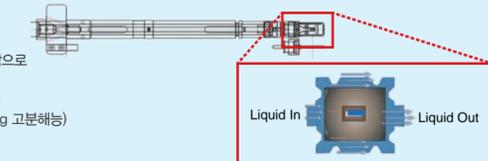
Journal of Biological Chemistry, 285, 15056-15064, 2010



요소장치 개발

연계형 Microscopy 시편준비 구축을 위한 Liquid EM system 개발

- 전자현미경을 통하여 세포내 나노-물결과 생체시료의 역동적 영상을 관찰하기 위한 요소장치 개발
- Subcellular 수준의 구조적 변화를 실시간 영상으로 확인 가능한 시편 고정 장치 개발
- 전자현미경이 가지는 투과력 활용, 광학현미경 이미징 이상의 기능적 변이 영상 확인 가능 (e.g 고분해능)



가열/이동/회전이 가능한 TEM-holder 개발

- 투과전자현미경(TEM)에서 고온상태로 3차원 분석이 가능한 3축 구동 시편홀더
- 투과전자현미경 내부(in-situ)에서 상온에서 고온으로 가열하면서(역동적인) 시료 관찰이 가능한 홀더
- 복합구조로 형성된 내부구조 분석가능
- 시편제작에 대한 시간 단축과 동일 시편에 대한 분석이 가능

