



# KBRI

## BRAIN RESEARCH CORE FACILITIES

첨단뇌연구장비센터

### CONTENTS

03	Introduction
04	한국뇌연구원 소개   비전
06	한국뇌연구원 연구시설장비
10	이미징장비
48	분석장비
83	동물행동분석장비
94	장비 이용 절차 장비 담당자 장비 이용료 할인제도
95	찾아오시는 길



# Introduction

안녕하십니까?

최근 인공지능에 대한 이슈와 더불어 뇌연구는 과학기술 분야의 세계적인 화두입니다. 앞서 유럽연합은 천문학적 연구비를 투자하여 '인간 두뇌 프로젝트'를 시작하였으며 미국은 오바마 대통령이 직접 나서 앞으로 10년 동안 30억달러 (3조6천억원)를 투자하는 '브레인 이니셔티브' 사업을 개시하였습니다. 이런 세계적인 흐름 속에서 한국뇌연구원은 미래성장 동력인 뇌연구의 발전을 위해 우수 연구 인력과 장비들을 확보하고 뇌연구정책센터, 한국 뇌은행을 설립하는 등 다각도로 뇌연구 인프라를 구축하고 있습니다.

특히 국내 뇌연구 역량을 결집하고 혁신적 뇌융합 원천기술 개발에 기여하고자 최첨단 뇌연구장비 구축과 사용지원을 담당하는 '첨단뇌연구장비센터'를 조직 하였습니다. 현재 한국뇌연구원과 국가연구시설장비진흥센터(NFEC)의 관리 하에 약 147여개의 첨단이미징, 분석, 동물행동장비들을 운영하고 있습니다. 한국 뇌연구의 허브역할 수행이라는 목표하에 세계 최고 수준의 첨단뇌연구장비들을 지역 연구자 뿐만 아니라 국내외 기관 및 기업에 개방하여 공동활용을 촉진하고 대내외 서비스를 제공하는 데 박차를 가하고 있습니다.

한국뇌연구원은 각종 뇌연구 관련사업 및 학제간 융합연구에 공동장비 및 기술 지원을 통해 '세계적인 뇌강국 KOREA' 라는 비전을 실현하기 위하여 최선을 다하겠습니다.

저희 첨단뇌연구장비 인프라의 공동활용을 통해 다양한 뇌연구 분야에서 월드클래스급의 훌륭한 연구성과들이 도출되어 국가 뇌과학 발전에 중대한 기여를 할 수 있기를 희망합니다. 연구자분들의 지속적인 관심과 성원을 부탁드립니다.

첨단뇌연구장비센터  
직원 일동



# KBRI VISION

## 글로벌 뇌연구 선도기관

A Global Leading Institute in Brain Research

### 기관장 경영철학

역량의 성숙

글로벌  
지향

규모의 성장

### 사업목표

뇌연구 핵심원천기술 개발 및 협력생태계 구축을 통한  
글로벌 연구 경쟁력 확보

### 추진전략

뇌연구  
기초·원천 기반 확보



뇌 작동원리 해석 및 뇌질환  
병인 규명을 통해 인간을  
이해하고 사회문제를 해결,  
그리고 미래를 대비

뇌연구  
거점 역할 수행



허브-스포크 기반 협력  
뇌연구 추진으로  
국가 뇌연구 선도

뇌연구  
인프라 확충



뇌연구 첨단 인프라(장비, 재료,  
정책) 구축 및 활용을 통한  
국가 뇌연구 허브기능 수행

## KBRI

Korea Brain Research Institute

## 첨단뇌연구장비센터

이용자 분포 및  
시설 규모—  
2022년 4월 기준국내 16개 지역,  
173명 외부연구자와 공동활용

59개 산학연기관과 공동활용

약 240억 규모 연구비,  
ZEUS 등록장비 136종 147대

## 우수공동연구 및 논문 사사 실적

2022년 기준

	논문명	학술지	분야	기관명
2022	LRRTM3 regulates activity-dependent synchronization of synapse properties in topographically connected hippocampal neural circuits	PNAS	Neural circuits	KBRI
	Comparative phosphoproteomics of Neuro-2a cells under insulin resistance reveals new molecular signatures of Alzheimer's disease	International Journal of Molecular Sciences	Neurodegenerative diseases	
	Vitamin B12 reduces TDP-43 toxicity by alleviating oxidative stress and mitochondrial dysfunction	Antioxidants	Dementia	
2021	Long non-coding RNAs in brain tumors: Roles and potential as therapeutic targets	Journal of Hematology & Oncology	Neurodegenerative diseases	UNIST
	NSMF promotes the replication stress-induced DNA damage response for genome maintenance	Nucleic Acids Research	Life Sciences	
	Gamma subunit of complement component 8 is a neuroinflammation inhibitor	Brain	Pharmacology	Kyungpook Uni.
	Prediction of Alzheimer's disease-specific phospholipase c gamma-1 SNV by deep learning-based approach for high-throughput screening	PNAS	Neurodegenerative diseases	KBRI
2020	Astrocytes phagocytose adult hippocampal synapses for circuit homeostasis	Nature	Neurovascular unit	
	International Brain Initiative : An Innovative Framework for Coordinated Global Brain Research Efforts	Neuron	Developmental disorders	
	Cryo-EM structure of human Cx31.3/GJC3 connexin hemichannel	Science Advances	Life Sciences	Korea Uni.
2019	Korea Brain Initiative: Emerging Issues and Institutionalization of Neuroethics	Neuron	Developmental disorders	KBRI
	Diverse structural conversion and aggregation pathways of Alzheimer's Amyloid-b(1-40)	ACS Nano	Protein structure	
	Autophagic death of neural stem cells mediates chronic stress-induced decline of adult hippocampal neurogenesis and cognitive deficits	Autophagy	Brain and Cognitive Science	DGIST

# 한국뇌연구원 연구시설장비

## 이미징장비 Imaging Instruments

No.	장비 기기명	모델명	브랜드(국가)	페이지
A1	연속블록면 주사전자현미경 3D-Scanning Electron Microscopy	Merlin Compact VP	Carl Zeiss [독일]	16
A2	투과전자현미경 Transmission Electron Microscopy	Tecnai G2	FEI ThermoFisher [미국]	18
A3	자동화연속절편용 주사전자현미경 Automatic Tape Large Area Imaging SEM	GeminiSEM 300 with ATLAS 5	Carl Zeiss [독일]	20
A4	자동화 연속 절편 시스템 Tape Collecting Ultramicrotome	ATUMtome/ASH-100	Boeckeler Instruments [미국]	21
A5	온포인트 후방산란전자 감지기 Onpoint Backscattered Electron Detector	Onpoint Backscattered Electron Detector Upgrade(400.3V)	Gatan Inc. [미국]	22
A6	초해상력현미경 Structured Illumination Microscopy	N-SIM	Nikon [일본]	23
A7	라이브고속초해상도 현미경 Live Stochastic Optical Reconstruction Microscopy	N-STORM 4.0	Nikon [일본]	24
A8	초고감도 고해상력 레이저주사 공초점 현미경 Super-sensitive High-resolution Confocal Laser Scanning Microscope	TCS SP8	Leica [독일]	25
A9	실시간 공초점 현미경 Real-time Confocal Microscopy (Swept-field)	Opterra	Bruker [미국]	26
A10	생체내 공초점 이미징 시스템 In-vivo Confocal Microscopy	Cellvizio Dual Band	Mauna Kea Technologies [프랑스]	26
A11	초고속 스펙트럼 공초점 현미경 Ultra-high Speed & Spectral Confocal microscopy	A1 Rsi	Nikon [일본]	27
A12	정립 고감도 공초점 현미경 Upright High Sensitive Confocal Microscopy	A1si	Nikon [일본]	28
A13	다기능 고속 공초점 현미경 Multi-functional Fast Confocal Microscopy	Dragonfly 502w	Andor [영국]	30
A14	초고감도 근적외선 공초점 현미경 Super-sensitivity Near-infrared Confocal Microscope	Stellaris 8	Leica [독일]	31
A15	가변평면레이저 현미경 Light Sheet Microscopy	Lightsheet Z.1	Carl Zeiss [독일]	32
A16	거대시료이미징 평면레이저 현미경 Macro-Imaging Selective Plane Illumination Microscopy	UltraMicroscope II	Miltenyi Biotec [독일]	32
A17	고효율 시료 검색 시스템 High Contents Screening Imaging System	ImageXpressMicro Confocal	Molecular Devices [미국]	34
A18	다광자현미경 및 전기생리학 시스템 Two Photon Microscopy & Electrophysiology System	Ultima	Bruker [미국]	35
A19	다광자 레이저 주사 현미경 Multi-photon Laser Scanning Microscopy	Multi-photon imaging system	Scientifica [영국]	36
A20	전반사 레이저 형광 현미경 Total Internal Reflectance Fluorescence Microscopy	H-TIRF	Nikon [일본]	36



## 이미징장비 Imaging Instruments

No.	장비 기기명	모델명	브랜드(국가)	페이지
A21	뇌/신경영상 입체해석학 시스템 Stereology System for Anatomical Analysis	Stereo Investigator	MBF Bioscience [미국]	38
A22	뇌신경영상분석시스템 Stereology System (NeuroLucida software)	NeuroLucida	MBF Bioscience [미국]	38
A23	슬라이드 스캔 시스템 Slide scan system	Pannoramic Scan	3DHistech [헝가리]	40
A24	장시간 세포관찰 시스템 Long Term Live Cell Screening Analysis System	Incucyte Zoom	Essen Bioscience [미국]	41
A25	유체바이오 원자현미경 및 세포역학 측정장비 Fluid Force Microscopy with Automated Nanomechanical Analysis System	Bioscope Resolve S	Bruker [미국]	42
A26	레이저 미세해부 시스템 Laser Microdissection Microscopy System	PALM MicroBeam	Carl Zeiss [독일]	43
A27	실시간 레이저 스펙클 미세혈류 영상 측정기 Real-time Laser Speckle Blood Perfusion Imager	PeriCam PSI HR	Perimed AB [스웨덴]	44
A28	광간섭 단층 영상기기 Optical coherence tomography	TEL220C1	Thorlab [영국]	46
A29	초음파 마이크로 이미징 플랫폼 High Frequency Micro Imaging Platform	Prospect T1	S-Sharp [대만]	47

## 분석장비 Instruments for Analysis

No.	장비 기기명	모델명	브랜드(국가)	페이지
B1	고해상도 분자영상화 질량분석기 High Resolution Molecular Imaging Mass Spectroscopy	RapifleX TOF	Bruker [미국]	50
B2	액체크로마토그래프 질량분석기(LC-Mass) High Precision for Proteomics Analysis	Q-Exactive plus	Thermo Scientific [미국]	51
B3	액체크로마토그래피 시스템(HPLC) Fluorescence Activated HPLC System	Ultimate 3000	Thermo Scientific [미국]	52
B4	고사양 자동 세포 분리기(FACS) Automated Extreme Performance Cell Sorter	MoFlo Astrios	Beckman Coulter [미국]	53
B5	세포 및 조직분리수집시스템 Cell and Tissue Acquisition System	TCM400	Neuroindx [미국]	54
B6	자동액체미량분주기 Microfluidics Liquid Handling System	Formulator 16	Formulatrix [미국]	55
B7	막단백질 결정화 스크리닝 장비 Membrane Protein Crystallization Screening System	Crystal phoenix	Art Robbins Instruments [미국]	56
B8	다채널 전기생리학 실험 시스템 Multi-Channel Patch Clamp System	MultiClamp 700B	Molecular Device [미국]	57
B9	신경신호물질 및 전기생리학 측정장비 Fast-scan Cyclic Voltametry and Electrophysiology Equipment	Multiclamp 700B etc	Molecular Devices [미국]	57
B10	다중채널 전기자극시스템 Multi Channel Microelectrode Arrays System	MEA2100	Multi Channel System [독일]	58

## 분석장비 Instruments for Analysis

No.	장비 기기명	모델명	브랜드(국가)	페이지
B11	<b>대용량 자동전기영동장치</b> High throughput Automated Gel Electrophoresis System	4200 TapeStation	Agilent Technologies [미국]	59
B12	<b>고속 실시간 유전자 증폭 정량장치</b> High Speed/Throughput Real Time PCR System	LightCycler 480II	Roche [스위스]	59
B13	<b>나노입자분석기</b> Nanoparticle Tracking analyzer	NanoSight LM10	Malvern Instruments [영국]	60
B14	<b>입자 크기와 농도측정 시스템</b> Particle Size & Concentration Analyzer	qNano	iZon [뉴질랜드]	61
B15	<b>고속 카이네틱 칼슘측정장치</b> Fast Kinetic Multi-Detection Microplate Reader	FlexStation 3	Molecular Device [미국]	62
B16	<b>회전형 레오미터 시스템</b> Rotational Rheometer System	HAAKE MARS II	Thermo Scientific [미국]	63
B17	<b>세포투과도 측정장치</b> Transcellular Permeability Monitoring System	CellZscope	Nanoanalytics [독일]	64
B18	<b>유전자도입총시스템</b> Gene Gun System	Helios	Bio-rad [미국]	65
B19	<b>미세등온적정열량계</b> Nano ITC Low Volume System	Nano ITC	TA instruments [미국]	66
B20	<b>실시간 세포대사 분석기</b> Real-time Cell Metabolism Analyzer	XFe24	Seahorse Bioscience [미국]	67
B21	<b>전자동 특수염색기기</b> Fully Automatic Special Staining System	ARTISAN Link pro	Dako [미국]	68
B22	<b>자동조직처리장치</b> Automatic Tissue Processor	Excelsior ES	Thermo Scientific [미국]	68
B23	<b>화상 이미지 분석기(LAS 4000)</b> Bio-Molecular Imager	Image QUANT LAS 4000 GE	Ge Healthcare [미국]	70
B24	<b>고속단백질 분리 정제 시스템</b> Fast Protein Liquid Chromatography	NGC Scout 10 Plus	Bio-rad [미국]	72
B25	<b>고성능 단백질 대량정제 시스템</b> Fast Performance Preparative Protein Purification System	AKTA Pure L1	Ge Healthcare [미국]	73
B26	<b>세포막 단백질 절대분자량 분석 시스템</b> Membrane protein absolute molecular weight analysis system	miniDAWN & Optilab	Wyatt [미국]	73
B27	<b>단일세포 유래 전자동 대량유액기반 분획 및 라벨링 장치</b> Single cell droplet isolator for sequencing	Chromium Single Cell 3' v2	10X Genomics [미국]	74
B28	<b>자동시료추출시스템</b> Automated Nucleic Acids/Protein Extraction System	QIAcube	QIAGEN [독일]	75
B29	<b>아이트래커</b> Eye Tracker	EyeLink 1000 Plus	SR Research [캐나다]	76
B30	<b>고주파 고정밀 임피던스 분석기</b> Impedance / Gain-phase Analyzer	1260A	Solartron Analytical [영국]	77
B31	<b>음향집속 세포정렬 분석시스템</b> Acoustic-assisted Hydrodynamic Focusing	Attune NxT	ThermoFisher [미국]	78
B32	<b>생체물질결합 동역학 분석시스템</b> Biomolecular Interaction Kinetics Analyzer	Monolith NT.115 pico	NanoTemper [독일]	79

## 분석장비 Instruments for Analysis

No.	장비 기기명			모델명	브랜드(국가)	페이지
B33	고감도 세포주기 검출시스템 High sensitive detection system for circadian rhythm			Circadian 700A	Live Cell Instrument [한국]	80
B34	생체적합성 멀티젯 3D 프린터 Bio-compatible 3D Printer			J826 Prime	Stratasys [미국]	81
B35	실시간 경두개 뉴로모듈레이션 시스템 Combined Wearable & Wireless fNIRS-tDCS-EEG System			StarStim32-BriteMKII	Neuroelectrics-artinis [스페인-네덜란드]	81
B36	울트라마이크로톰 Cytometer	초박절편기 Ultramicrotome		PT-PC PowerTome / EM UC7	RMC [미국]    Leica [독일]	82
B37	진동조절절편기 Vibrating Microtome	회전식미세절편기 Rotary Microtome	동결절편기 Cryostats Microtome	VT1200S / RM2255 / CM1860	Leica [독일]	82

## 동물실험장비 Instruments for Animal Study

No.	장비 기기명			모델명	브랜드(국가)	페이지
C1	운동능력측정시스템 Comprehensive Kinematic Analysis System			MotoRater	TSE Systems [독일]	84
C2	전임상 특수행동 분석장치 Laboras Behavior Mouse System 8 channel			LABORAS	METRIS [영국]	84
C3	운동능력 및 지구력 측정장치 Rotarod			Rotarod	Panlab [스페인]	84
C4	마우스용 공포 및 놀람반응 측정 시스템 Startle & Fear combined system for 4 Mice			LE 116	Panlab [스페인]	85
C5	수동 및 능동회피장치 Active and Passive Avoidance System			GEMINI Avoidance system	San Diego Instruments [미국]	85
C6	마우스용 약물 자가주입 시스템 Self Administration System for 8 mice			MED-307W-CT-D1	Med Associates [미국]	85
C7	비디오 트래킹 시스템 Video Tracking System (Maze Test, Forced Swim Test)			SMART Video-tracking System	Panlab [스페인]	86
C8	마우스용 대사량 측정 시스템 Indirect Calorimetry System. for 8 Mice			Oxylet for 8 Mice	Panlab [스페인]	87
C9	소동물용 생체신호측정 및 해석시스템 In vivo Recording and Analyze System for Small Animal			Omniplex 64	Plexon [미국]	88
C10	소동물용 신경세포활성 광기록 장비 Equipment for the opto-recording of neuronal activity in small animal			SPC-830 etc	Becker & Hickl [독일]	89
C11	행동 소동물 활성 뉴런 분석용 다광자 현미경 시스템 Multi-photon Microscope for Behaving Animals			Bergamo II	Thorlabs [미국]	90
C12	소동물 생체분석용 가상현실 시스템 Virtual reality system for in vivo analysis using small animal			JetBall	Phenosys [독일]	90
C13	생체 미세형광 이미징 및 광 자극 장치 Integrated Imaging and Optogenetic System			nVoke 2.0	Inscopix [미국]	91
C14	접촉화면 기반 통합 동물 실험 장비 Integrated touchscreen equipment for animal research			CL 80614-20, etc	Campden Instruments [영국]	91





## KBRI 시설및장비 이미징장비 Imaging Instruments

- 16 연속블록면 주사전자현미경  
Serial Block Face-Scanning Electron Microscopy

---

- 18 투과전자현미경  
Transmission Electron Microscopy

---

- 20 자동화 연속 절편용 주사전자현미경  
Automatic Tape Large Area Imaging SEM  
자동화 연속 절편 시스템  
Tape Collecting Ultramicrotome

---

- 22 온포인트 후방산란전자 감지기  
Onpoint Backscattered Electron Detector  
초해상력 현미경  
Structured Illumination Microscopy

---

- 24 라이브 고속 초해상도 현미경  
Live Stochastic Optical Reconstruction Microscopy  
초고감도 고해상력 레이저주사 공초점 현미경  
Super-sensitive High-resolution Confocal Laser Scanning Microscope

**26** 실시간 공초점 현미경  
Real-time Confocal Microscopy(Swept-field)  
생체 내 공초점 이미징 시스템  
In-vivo Confocal Microscopy  
초고속 스펙트럼 공초점 현미경  
Ultra-high Speed & Spectral Confocal Microscopy

---

**28** 정립 고감도 공초점 현미경  
Upright high sensitive confocal microscopy

---

**30** 다기능 고속 공초점 현미경  
Multi-functional Fast Confocal Microscopy  
초고감도 근적외선 공초점 현미경  
Super-sensitivity Near-infrared Confocal Microscope

---

**32** 가변평면 레이저 현미경  
Light Sheet Microscopy  
거대시료이미징 평면 레이저 현미경  
Macro-Imaging Selective Plane Illumination Microscopy

---

**34** 고효율 시료 검색 시스템  
High Contents Screening Imaging System  
다광자현미경 및 전기생리학 시스템  
Two Photon Microscopy & Electrophysiology System

---

**36** 다광자 레이저 주사 현미경 시스템  
Multi-photon Laser Scanning Microscopy

**37** 전반사 레이저 형광 현미경 시스템  
Total Internal Reflection Fluorescence Microscopy

---

**38** 뇌/신경영상 입체해석학 시스템  
Stereology System for Anatomical Analysis  
뇌신경영상 분석 시스템  
Stereology System(Neurolucida Software)

---

**40** 슬라이드 스캔 시스템  
Slide Scan System  
장시간 세포관찰 분석시스템  
Long Term Live Cell Screening Analysis System

---

**42** 유체바이오 원자현미경 및 세포역학 측정장비  
Fluid Force Microscopy with  
Automated Nanomechanical Analysis system  
레이저 미세 해부 시스템  
Laser Microdissection Microscopy System

---

**44** 실시간 레이저 스펙클 미세혈류 영상측정기  
Real-time Laser Speckle Blood Perfusion Imager

---

**46** 광간섭 단층 영상기기  
Optical coherence tomography  
초음파 마이크로 이미징 플랫폼  
High Frequency Micro Imaging Platform



## 생체분자의 이미징과 적용

Robert Hooke이 현미경을 개발한 이후 과학자들은 보이지 않는 것을 가시화하기 위하여 많은 노력을 해왔다. 현미경 기술의 발달에 힘입어 Camilo Golgi가 Golgi 염색으로 신경세포를 가시화한 것에서부터 Osamu Shimomura의 해파리형광단백질(Green Fluorescent Protein) 발견과 이 단백질을 변형하여 다양한 파장영역의 형광단백질들을 개발한 Roger Tsien 등 유전자 기술을 이용한 단백질 가시화 연구들은 그 중요성을 인정받아 노벨상이 수여 되었다. 이러한 연구결과들은 현미경의 발전과 더불어 연구자의 다양한 적용으로 가능한 일이다. 1930년대 Ernst Ruska의 전자현미경 개발부터 2000년대 초반 Stefan W.Hell과 Eric Betzig의 STED(Stimulated Emission Depletion)와 PALM(PhotoActivated Localization Microscopy) 같은 초고해상도 현미경들의 개발까지 과학자 들이 수십나노미터의 세계를 볼 수 있게 된 것은 채 100년이 되지 않는다. 특히, 형광의 감쇠(depletion)나 형광단백질(Photoactivated protein)을 이용한 초고해상도 현미경 개발이 노벨 화학상을 수상한데는 수세기 동안 깨지지 않던 200nm 광학적 분해능의 한계(Ernst Abbe의 법칙)를 넘어서는 이미징 기술들이 세포 수준의 바이오 연구에 혁신적인 역할을 하고 있기 때문이다.

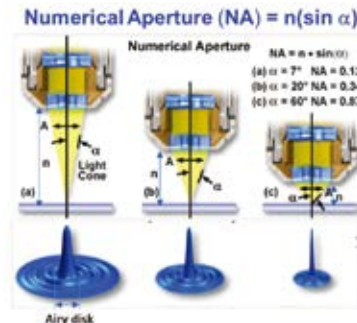
광학이미징에서 분해능의 한계는 Abbe의 법칙과 Rayleigh의 방정식으로 설명할 수 있다.

### ABBE의 법칙



Ernst Abbe  
Diffraction Limits of  
Optical Instruments

$$d = \frac{\lambda}{2NA}$$



- $d$  : 회절한계  
- 그 빛이 갖고 있는 파장의 1/2이하로 초점을 맞출 수 없고 투과하거나 집속할 수 없다는 것
- $NA$  : 빛을 모아 물체의 초점을 맞출 수 능력의 척도
- $\lambda$  : 빛의 파장
- $A$  : 빛의 파장이 Light cone을 만드는 긴 부분
- $n$  : 시료와 렌즈간의 거리
- $\alpha$  : 대물렌즈 안으로 들어갈 수 있는 빛의 각도
- Airy disk : 표본에서 나온 빛이 상을 형성할 때 광원의 회절과 분산에 의해 작은 동심원들로 이루어진 무늬

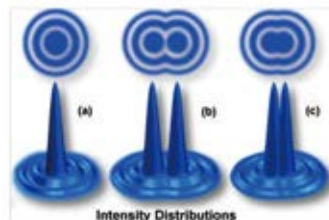
### RAYLEIGH의 방정식



Lord Rayleigh  
Resolution Limits of Diffraction  
Limited Optical Instruments

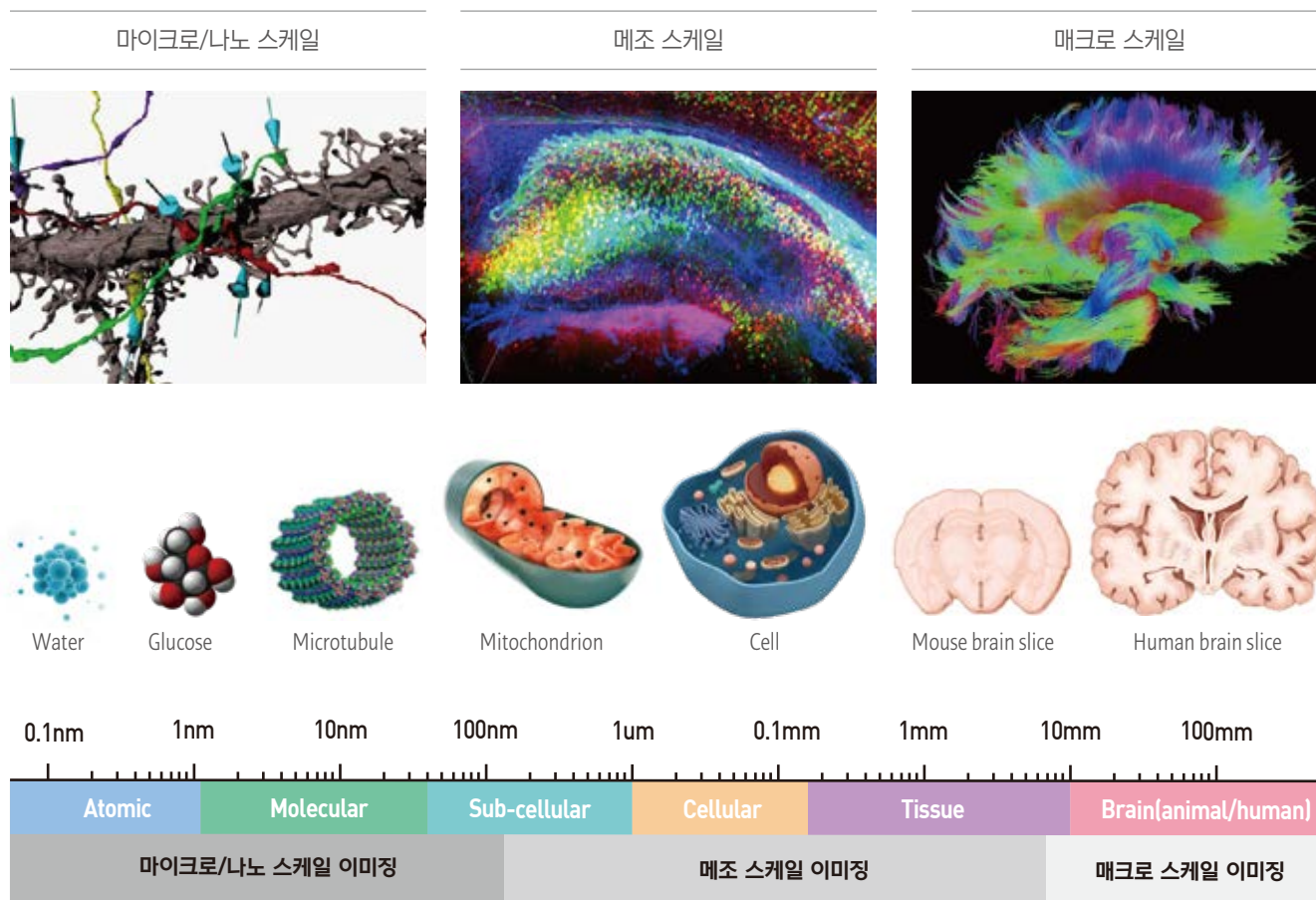
$$R = \frac{1.22 \lambda}{2NA}$$

$$R = \frac{1.22 \times 488(\text{nm})}{2 \times 1.40} = 210\text{nm}$$



- $R$  : 두개의 Airy disk를 서로 구분할 수 있는 한계거리
- $NA$  : 빛을 모아 물체의 초점을 맞출 수 능력의 척도
- $\lambda$  : 빛의 파장
- ※ NA값이 높을수록 Airy disk가 작아져 두 광원을 더 상세히 구별할 수 있음

## ◆ 이미징 스케일 분류







광학의 한계에 따라 다양한 종류의 현미경이 존재하며 이미지를 획득하고자 하는 목적과 샘플이 가지는 크기에 따라 알맞은 현미경을 선택 하여야 한다.

이미징의 과정에서 주요한 요소(해상도, 속도 등)들을 고려하여 현미경을 선택 하는 것이 중요하다.

## 어떤 현미경을 사용해야될까?



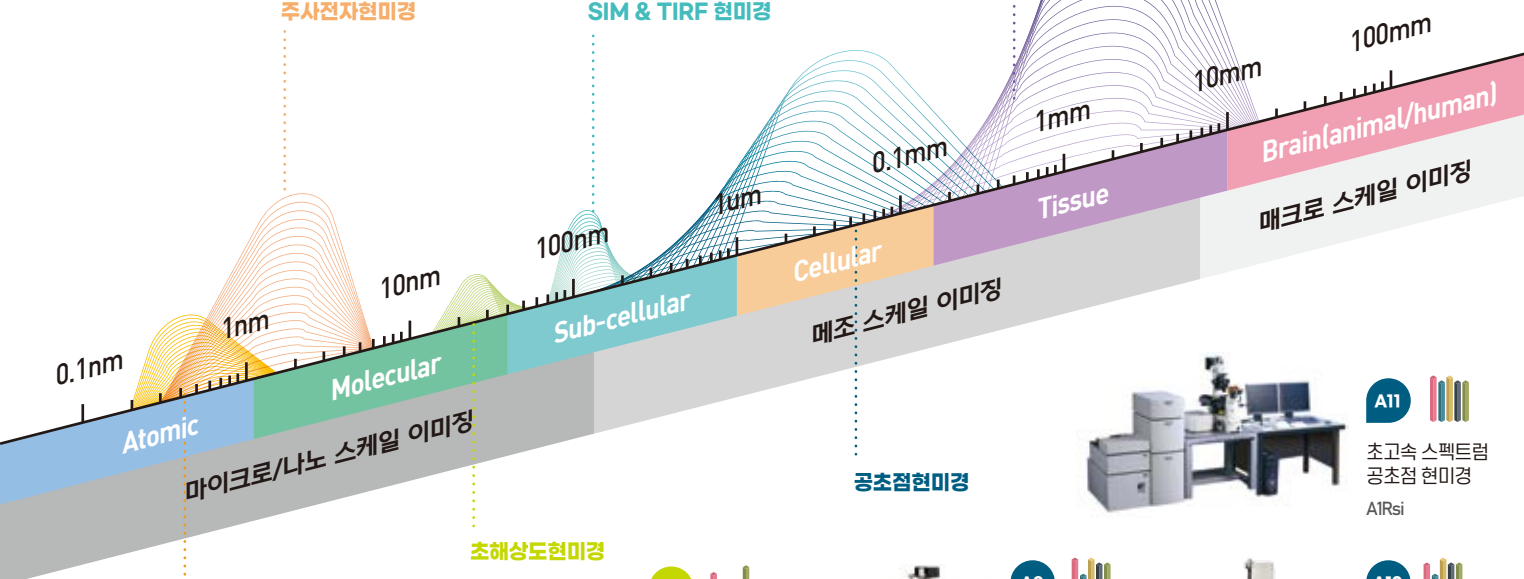


라이트 시트 및  
슬라이드 스캔 현미경



SIM & TIRF 현미경

주사전자현미경



투과전자현미경

초해상도현미경

공초점현미경

본 팸플릿 자료에서는 한국뇌연구원에 구축된 이미징 장비들에 대한 소개와 각 장비들의 기본 원리와 특징을 간략히 소개하여 연구에 활용 시 도움이 되고자 하였습니다. 활용에 필요한 자세한 정보들을 [한국뇌연구원 첨단뇌연구장비센터](#)로 문의 바랍니다.



# 연속블록면 주사전자현미경

모델명 | Merlin Compact VP [Carl Zeiss/독일]



나노미터 해상도로 세포 구조 및 세포소기관의 구조 이미징  
대면적의 생물시료의 삼차원 재구성을 위한 3view 울트라마이크로톰이 현미경 내부에 장착

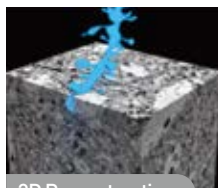
- ◆ **특징 및 활용분야** 일반적인 SEM 이미징 방식과는 다르게 SEM 내부에 장착된 초박절편기(3-View system)를 이용하여 특수하게 제작된 시료를 동일한 두께로 연속적으로 절삭하고 이미징하여 연속적인 시료 내부의 구조를 관찰하거나 또는 삼차원으로 재구성 할 때 유용한 장비

## ◆ 사양

- 해상도 : 1.6nm at 1 kV 0.8nm above 15 kV
- 가속전압 : 0.02 - 30 kV
- 배율 : 12 ~ 2,000,000x
- 조리개 : 7, 10, 15, 20, 30, 60, 120um
- 시료 챔버 : 330mm and 270mm
- 진공시스템

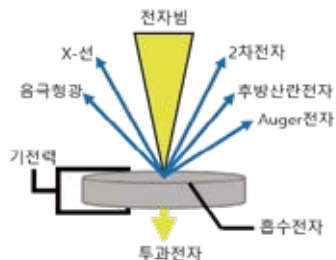
## ◆ 이미지

### ◆ 연속블록면 주사전자현미경 시료준비 방법



## 전자현미경

광학현미경에서 사용하는 가시광선 대신 전자선을, 유리렌즈 대신에 전자렌즈를 사용하는 이미징 장치이다. 기존 광학현미경으로 관찰할 수 없는 20nm 간격으로 연결된 신경 전달위치, 시냅스(synapse)를 광학 현미경 해상도의 한계를 뛰어넘어 시냅스 관찰 및 세포내 미세 구조의 관찰이 가능하다.

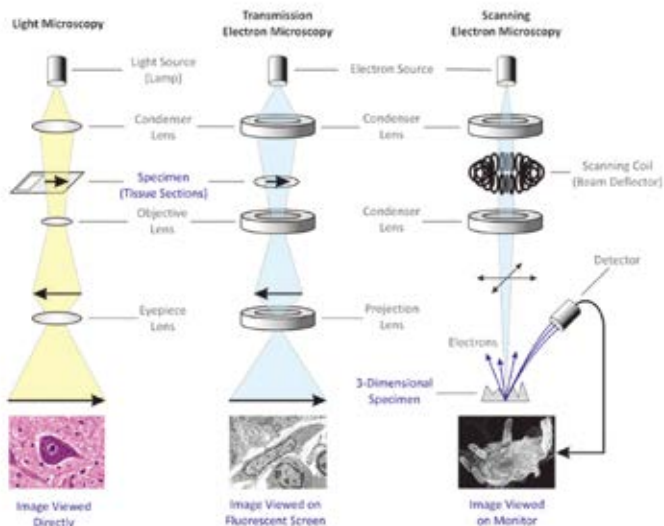


### 주사전자현미경

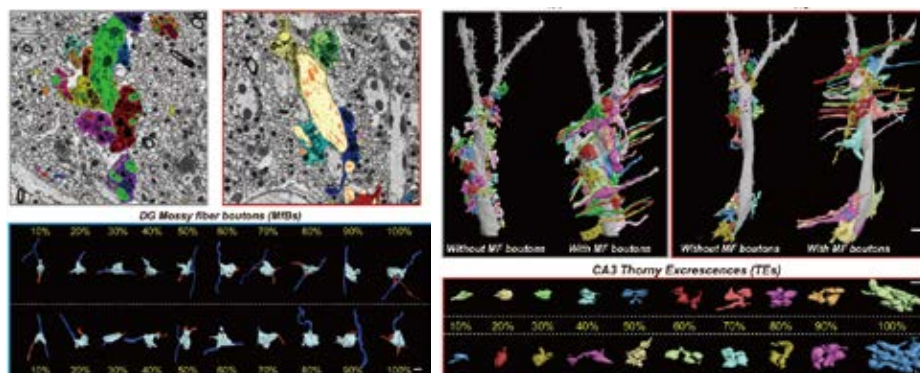
시료 표면 위에 전자를 주사하여 발생하는 이차 전자를 검출하여 최고 0.8nm의 해상도로 시료 표면의 미세 구조를 관찰이 가능하다.

### 투과전자현미경

생물시료를 Uranyl acetate와 Lead citrate로 이중 염색을 시행하여 전자밀도도를 부여하고 약 70nm 정도의 얇은 절편으로 만들어 전자로 시료 내부를 통과 시켜 시료 내부의 구조를 이미징하는 방법으로 세포 및 조직내 미세구조를 약 0.27nm의 해상도로 관찰이 가능한 높은 분해능을 갖고 있다.



### 연속블록면 주사전자현미경을 활용한 우수논문



[Kea Joo Lee et al. PNAS., 119(3), 2022]

뇌 특정 해마 신경회로의 특성을 조절하는 LRRTM3 핵심 인자 규명연구에 연속블록면주사전자현미경을 활용하여 신경회로별 미세구조 변화를 관찰

## Transmission Electron Microscopy

## 투과전자현미경

모델명 | Tecnai G2 [FEI ThermoFisher/미국]

Tecnai™ G2 시스템은 나노미터 미만의 높은 해상도와 고대비를 제공함  
Correlative microscopy와 다양한 3차원 이미징을 위한 기술과 실험 가능함

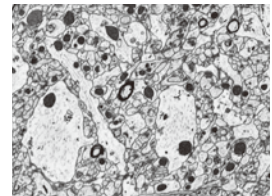


- ◆ **특징 및 활용분야** 0.34nm의 높은 해상도로 이미지 획득이 가능하여 약 200um 두께의 절편을 이용하여 +70° to -70° 범위에서 시료를 일정한 각도로 기울여 이미지 촬영 가능  
이 이미지들은 하나의 Volumem을 갖는 이미지로 변환을 하여 입체적인 내부구조의 삼차원적 재구성 가능

## ◆ 사양

- 해상도 : 0.34nm
- 정보 한계점 : < 0.20nm
- 배율 : 22x ~ 340,000x
- 초점거리 : 6.1mm
- 고전압 범위 : 20~120kV

## ◆ 이미지



## ◆ 투과전자현미경 시료준비 방법



## 전자현미경을 이용한 이미징 기법과 3D 재구성방법

연속블록면  
주사전자현미경을  
이용한  
삼차원 재구성방법



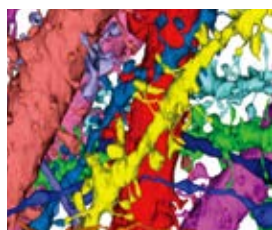
블록면 커팅



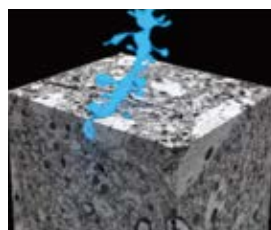
연속 이미지 획득



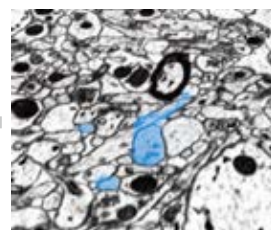
각각의 이미지를  
하나의 volume 데이터로 변환



3차원 정보 획득

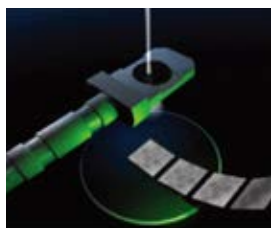


3차원 재구성

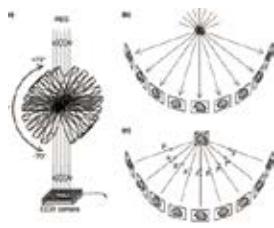


분 획

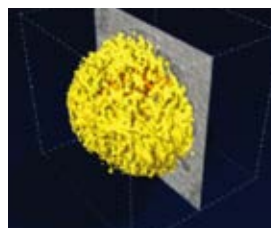
## 투과전자현미경의 단층촬영기법을 이용한 삼차원 재구성방법



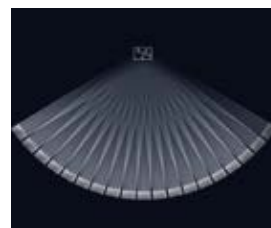
이미지 촬영



회전단면촬영

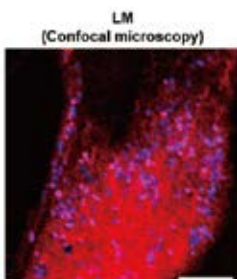


3차원 재구성

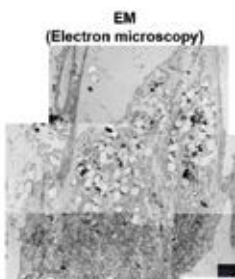


이미지 통합

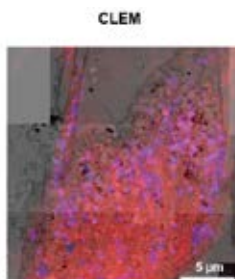
투과전자현미경을  
활용한 우수논문



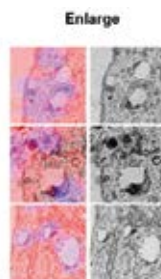
LM  
(Confocal microscopy)



EM  
(Electron microscopy)



CLEM



Enlarge

[ Ji Young Mun et al. Int. J. Mol. Sci. 2021,22,11650 ]

철의 축적이 비정상적 자가포식 액포에 일어나는 현상을 CLEM 기법을 이용하여 Confocal 현미경과 TEM을 이용하여 분석



## Automatic Tape Large Area Imaging SEM

# 자동화 연속 절편용 주사전자현미경

모델명 | GeminiSEM 300 with ATLAS 5 [Carl Zeiss/독일]

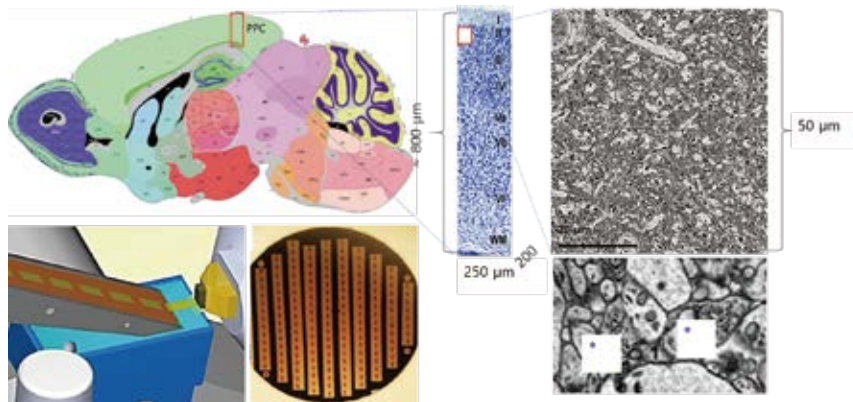
연속절편시스템을 이용하여 얻은 샘플시료의 연속절편을 대상으로 넓은 대영역을 대상으로 삼차원 재구성



- ◆ 특징 및 활용분야
- 기존 전자현미경에 비해 넓은 영역의 이미징
  - 대뇌피질 내의 대규모 신경회로망 초고해상도 구조 분석에 적합
  - 조직 시료의 연속절편을 보관하여 반복 이미징 가능

- ◆ 사양
- Atlas 5 AT (optical area automated montage imaging module, 32k x 32k)
  - 검출기 : In-lens SE and In-lens EsB
  - 기본구성 GeminiSEM 300, GEMINI column, auto pendulum anti vibration system
  - 고진공 시스템을 위한 20 nA 고해상도 설정

## 자동연속절편용 주사전자현미경



본 장비(SEM + montage 모듈)는 자동연속절편수집장치(ATUM)로 획득한 연속절편의 광영역을 몽타주 기법을 통해 고해상도로 이미징이 가능함(수백 마이크로미터 ~센티미터 수준)

장비 담당자

이 상 훈

mediilg@kbri.re.kr

053-980-8562

Tape Collecting Ultramicrotome

# 자동화 연속 절편 시스템

**모델명** | ATUMtome/ASH-100 [Boeckeler Instruments/미국]

8mm 넓이의 캡톤 테이프 또는 유리 슬라이드에 수천개의 초박절편이 자동으로 수집되어 주사전자현미경으로 이미징하여 3차원 재구성에 이용함



## 특징

- 수백~수천장의 조직 절편을 효율적이며, 안정적으로 연속 제작함
- Array tomography 또는 삼차원 투과성 전자현미경 이미징을 위한 연속 절편을 제작하여 시료의 삼차원 구조 영상화에 사용함

## 활용분야

- 신경과학
- 생물학
- Correlative microscopy
- 삼차원 재구성

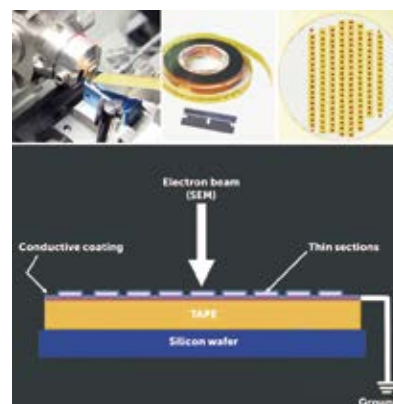
## 사양

- ATUMtome 절단 수집 장치, PC, 소프트웨어, 자동 물 필터
- PT attachment fixture X-Y-Z positioners.
- 다이아몬드 나이프에 의한 레진-임베딩 시료 절단

## 자동화 연속 절편 시스템

### 특이사항

- 30-50nm의 매우 얇은 절편을 수천개 범위로 수집 할 수 있음.
- 연속적으로 절삭된 시료는 Kapton tape위에 안정적으로 수집하여 Silicon wafer에 부착하여 주사전자현미경으로 이미지를 획득이 가능.
- 연속 절편들을 Library화 하여 체계적으로 보관 및 반복 촬영이 가능해 후속 연구에 용이함.
- 고해상도의 생물조직 및 고분자시료를 자동적으로 수집.
- 삼차원구조 연구의 제한점이었던 비선형적 구조의 변화와 조직 절편 두께 변화의 제한요소를 최소화 함.



장비 담당자

이상훈

medilg@kbri.re.kr

053-980-8562



## Onpoint Backscattered Electron Detector

# 온포인트 후방산란전자 감지기



**모델명** Onpoint Backscattered Electron Detector(400.3 V) [Gatan Inc./미국]

SBF SEM용 BSE 검출기는 고감도와 고속으로 비전도성 샘플인 폴리머, 플라스틱과 생물시료를 이미지 가능

## 특징

낮은 kV의 사용으로 비전도성 시료 표면의 전하의 축적을 줄이고, 샘플의 손상을 방지하여 고해상도의 이미지를 얻을 수 있음

## 활용분야

- 신경과학
- 세포생물학
- 천연 자원
- 플라스틱, 폴리머

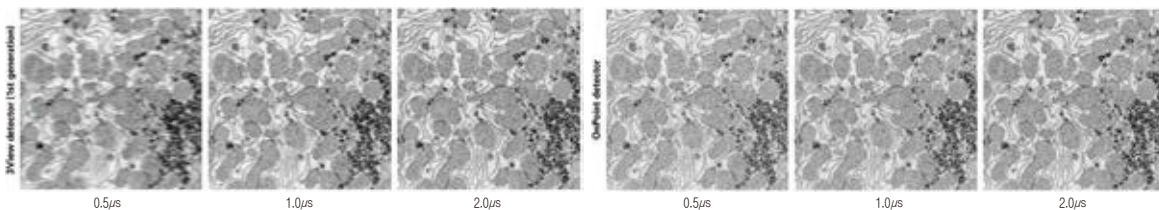
## 사양

- 검출기 속도(MHz) : 2
- Pole 위치에서의 검출기 높이(mm) : <1.5
- 다이오드 삽입 반복력( $\mu$ m) : <50
- 검출기 dark noise(%) : <0.2

## 후방산란전자 감지기

### 특이사항

- 기존 검출기와 비교하여 비교적 작은 에너지인 5kV 미만으로 15~30kV 전자들 사이에서 획득된 것들과 유사한 검출이 가능.
- 기존의 검출기 대비 4배 빠른 검출이 가능.
- 온포인트 후방산란전자 감지기는 감소된 전자 획득시간, 높은 감도, 빠른 검출 속도로 샘플의 손상을 최소화하고 고화질의 이미지 촬영이 가능.
- 생물학적 재료와 polymer, plastics 같은 비전도성 샘플에 효과적.
- 낮은 원자번호의 샘플과 대면적 데이터 연구에 적합.



장비 담당자

이 상 훈

mediilg@kbri.re.kr

053-980-8562

## Structured Illumination Microscopy

## 초해상력 현미경

모델명 | N-SIM [Nikon/일본]



Stripe pattern과 회절각 변형을 조합하여 Moire 패턴을 형성  
형광광원의 정확한 위치를 소프트웨어적으로 재조합하여 기존 광학현미경의 해상도 한계를 극복하여 초해상력 이미지를 구현

## 활용분야

- 세포 구조체, 세포내 소기관 및 단백질 관찰
- 비교적 느린 역동성을 지닌 구조체 변화 연구
- 분자/단백질 상호작용 탐색 등

## 사양

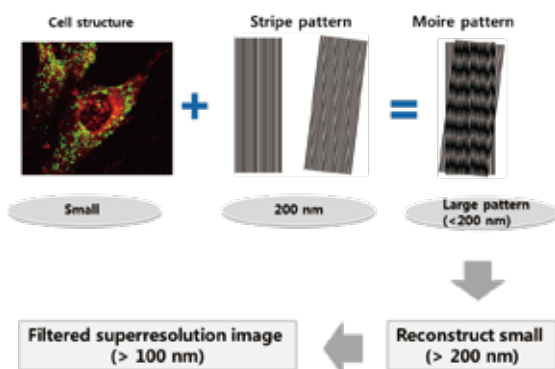
- 대물렌즈 : 10x, 40x, 60x, 100x
- 필터 블록 : DAPI, FITC, TRITC
- 분해능 : XY : 100nm, Z : 300nm
- 레이저 : 405, 488, 561, 640nm

## 초해상력 현미경

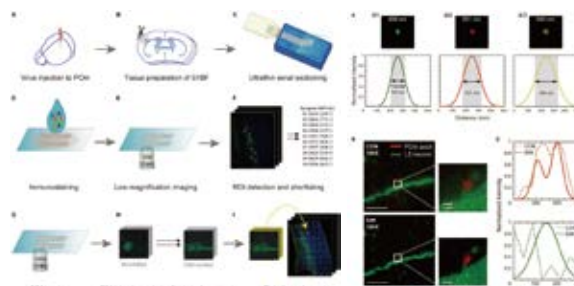
## 특징

기존 confocal의 2배 해상도인 약 100nm까지 미세한 세포 구조를 분석할 수 있어 분자간의 co-localization이나 세포 소기관인 mitochondria의 변형 등을 실시간으로 초해상력으로 관찰을 할 수 있음. 그러나 샘플의 형광의 밝기가 강하지 않은 경우 Moire 패턴 형성이 잘 되지 않아 초해상력 영상 촬영이 어려움.

## 작업흐름도



## 초해상력현미경을 활용한 우수논문



[ Jong-Cheol Rah et al. Front Neuroanat, 15:759816, 2021 ]

장비 담당자

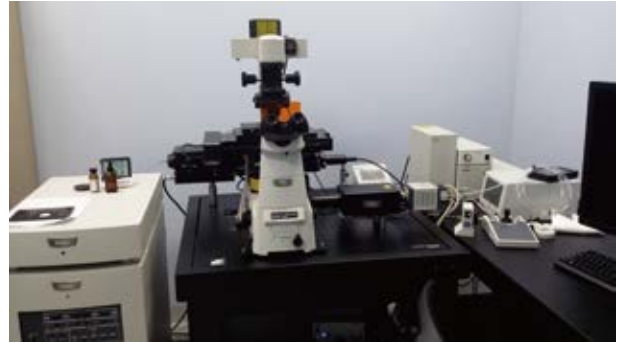
김윤주

pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563

# 라이브 고속 초해상도 현미경

모델명 | N-STORM 4.0 [Nikon/일본]



라이브고속초해상도 현미경인 STORM(Stochastic Optical Reconstruction Microscopy)은 다중 색상의 개별 형광분자의 고정밀 위치 정보를 종합하고 3차원 정보를 결합하여 이미지를 재구성하여 초해상도 이미지를 구현

## 활용분야

- 신경시냅스 분자간 상호작용 연구
- 세포소기관내 분자 동향 탐색
- 분자/단백질 상호작용 탐색 등

## 사양

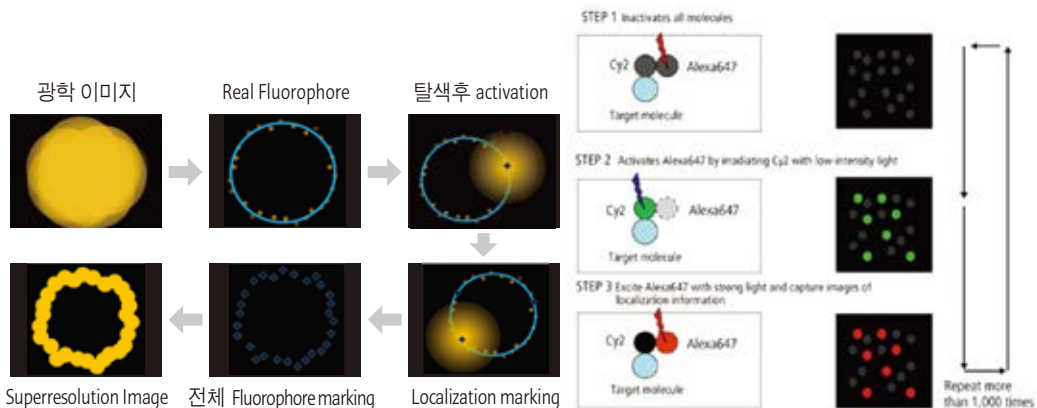
- XY 해상도 : 20nm
- Z 분해능 : 50nm
- 이미징 속도 : 128 x 128 해상도에서 ~500 fps
- 레이저 소스 : 405, 488, 561, 647nm
- 이미징 모드
  - N-STORM 멀티컬러 이미징
  - cSTORM 멀티컬러 이미징
  - WF 형광 이미징

## 장비 기본 원리 및 특징

### 특징

- 확률분포적 광학 재구성(Stochastic Optical Reconstruction) 기술을 적용해 기존 200nm의 분해능을 20nm 수준으로 10배 가량 높여 구분하지 못한 신호도 구분 가능
- 기존 STORM의 단점을 극복하여 500f/s의 고속 촬영과 GPU 기반의 데이터 처리로 라이브 STORM이 가능하고, 단일 분자의 움직임을 실시간으로 포착 가능

### 작업흐름도



Super-sensitive High-resolution Confocal Laser Scanning Microscope

# 초고감도 고해상력 레이저주사 공초점 현미경

모델명 | TCS SP8 [Leica/독일]



고감도(HyD) 검출기와 Deconvolution을 이용하여 140nm 해상도의 이미지 획득

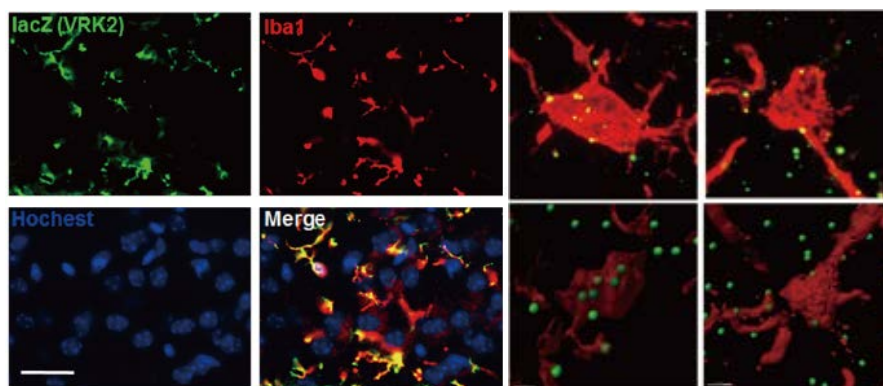
## 특징

- AOBs(Acousto Optical Beam Splitter)를 이용해 기존의 Dichroic 필터 방식보다 30% 이상 추가 정보를 획득할 수 있음
- 무필터 스펙트럼 탐지 시스템으로 브레인보우(Brainbow) 형광단백질을 사용하여 세포 간 연결 확인이 가능하며 최대 5가지의 형광 정보를 손실 없이 동시에 획득 가능
- HyD 검출기와 Deconvolution을 이용해 140nm 해상도의 이미지를 획득할 수 있어 기존의 공초점 현미경보다 우수한 해상도를 가짐

## 사양

- 레이저 : 405, 458, 476, 488, 496, 514, 633nm
- 최대 스캔 속도 : 13 fps at 512 x 512 pixels
- 줌(Zoom) 범위 : 0.6x ~ 63x
- 형광필터 : DAPI, GFP, Yellow, Red
- 스캔 해상도 : 4 x 1 ~ 6,144 x 6,144 pixels
- 스캔 회전 각도 : 360도

## 초고감도 고해상력 공초점 현미경을 활용한 우수논문



[ JuhyunLee et al. GLIA, 1667-1679, 2019 ]

P15 reporter 마우스의 VRK2 분석 및 microglia에서의 synaptophysin 분포, IMARIS 소프트웨어를 이용한 3차원 재구성

장비 담당자

이 가 영

leegy@kbri.re.kr

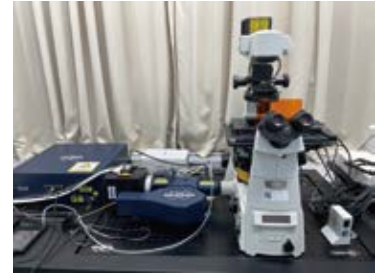
053-980-8566

## Real-time Confocal Microscopy(Swept-field)

## 실시간 공초점 현미경

모델명 | Opterra [Bruker/미국]

휩쓰는 방식의 레이저 스캔을 이용하여 고속의 형광 이미징 가능



## 특징

- 최대 66fps의 빠른 속도로 이미지 획득이 가능하여 신경세포의 변화 및 혈류의 이동을 실시간으로 관찰하는데 사용
- 기존의 spinning disk 방식과 비슷하나 slit 및 line 핀홀을 사용하기 때문에 비교적 광표백 효과가 적음

## 사양

- 니콘 도립 형광 현미경 몸체
  - 접안렌즈 : 10x
  - 대물렌즈 : 10x, 20x, 40x, 60x, 100x
  - XY 스캐닝 스테이지
- 레이저 : 405, 488, 561, 635nm
- 스캔 속도 : 66 fps (슬릿모드), 40 fps (핀홀모드)
- 카메라 : Evolve delta 512x512 EMCCD
- 소프트웨어 : Prairie view 5.0 control
- 라이브 이미징 시스템

장비 담당자

류영재

ryj123@kbri.re.kr

053-980-8561

## In-vivo Confocal Microscopy

## 생체 내 공초점 이미징 시스템

모델명 | Cellvizio Dual Band [Mauna Kea Tech./프랑스]

표면에서 깊은 조직내부 까지 생체 내에서 세포 간 분해능을 달성 할 수 있음  
 종단 연구를 통해 동일한 동물의 생체 내 여러 동적 프로세스, 생리적 경로 또는 세포 상호 작용을 모니터링



## 특징

- 얇은 직경의 최소 침습적으로 삽입하여 깊은 영역의 이미지 획득이 가능
- 최대 200 fps의 빠른 속도로 스캔이 가능하며 살아있는 동물의 조직 및 혈관을 관찰하는데 사용
- 광파이버를 이용하므로 일반 공초점현미경과 비교시 낮은 해상도를 가짐

## 활용분야

- 심뇌영상
- 약물 전달
- 암 연구

## 이미지

## 사양

- 해상도 : 1.4 um
- 프레임 속도 : 12~200 fps
- 고감도(APD)
- 이중 밴드방출/검출 : 488/660nm



장비 담당자

이상훈

mediilg@kbri.re.kr

053-980-8562

Ultra-high Speed &amp; Spectral Confocal Microscopy

# 초고속 스펙트럼 공초점 현미경

모델명 | A1Rsi [Nikon/일본]

높은 감도의 검출기와 분광 검출기를 활용하여 세포 및 단백질 기능 분석



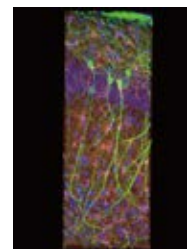
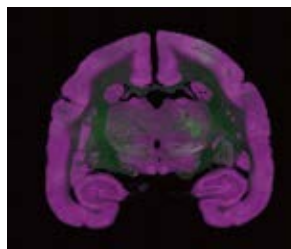
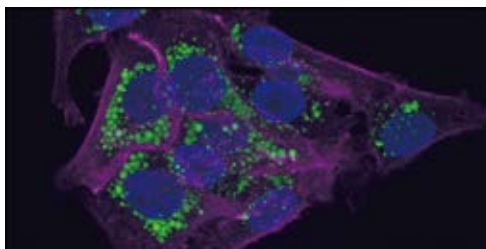
## 특징

- 공진 스캐너를 이용한 빠른 속도의 이미지 획득이 가능하여 칼슘의 움직임 등 빠른 변화를 가지는 샘플을 촬영 할 때 활용할 수 있음. 단, 이미지 해상도만을 고려한다면 Galvo 스캐너를 활용
- 32개의 개별 검출기를 통해 분광 이미지 획득이 가능
- 기존에 동시에 분석이 불가능하였던 근접한 신호를 분리함으로써 GFP와 YFP 등의 교차가 발생하는 신호를 정확하게 구분할 수 있으며 자가 형광 스펙트럼 Unmixing 을 통해 원하는 신호를 취득

## 사양

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 가시광선 레이저           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Blue diode laser : 408nm</li> <li>- Ar-laser : 457/514nm</li> <li>- Diode laser : 488/561nm</li> <li>- LD 640 nm</li> </ul> </li> <li>• 소프트웨어 : NIS Elements ER ver 5.0</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 대물렌즈 : 10x, 20x, 40x, 60x, 100x</li> <li>• 머큐리 램프 : 2000 시간 이상</li> <li>• 필터 : DAPI, FITC, TRITC</li> <li>• 검출기           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 채널 검출기(2 GaAsP 검출기 &amp; 2 multi-anode PMT)</li> <li>- 32 채널 스펙트럼 검출</li> </ul> </li> </ul> |
|---|---|

## 이미지



장비 담당자

김윤주

pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563

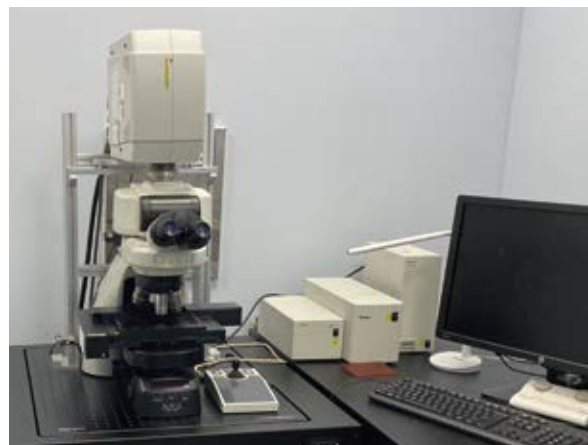


Upright high sensitive confocal microscopy

# 정립 고감도 공초점 현미경

모델명 | A1si [Nikon/일본]

초고감도 검출기와 고해상도 스캐너를 활용한 형광 이미징 가능  
고정된 샘플의 이미지 확보가 편리



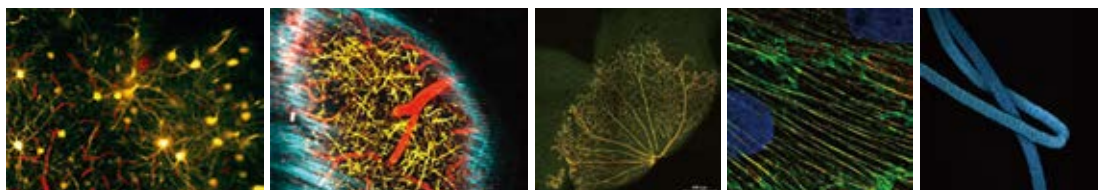
## 특징

대물렌즈가 샘플 위쪽에 위치하고 있어 비교적 고정된 샘플을 획득 하기에 용이

## 사양

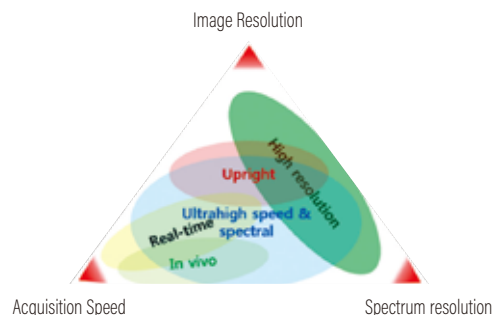
- 스캐너 : Galvano scanner x2
- 픽셀 크기 : max. 4096 x 4096 pixels
- 스캔 속도(standard mode) : 1 fps (512 x 512 pixels, bi-direction)
- Zoom : 1-1000x continuously variable
- 레이저 : 408, 488, 561, 640nm

## 이미지



## 공초점 현미경 선정 기준

- 이미지의 해상도는 Pinhole의 크기 및 이미지 획득 속도(스캔 방식), 검출기 등에 의해 영향을 받음
- 선명한 이미지를 얻기 위해서 다양한 요소들을 고려해야 하며 실험에 소요되는 시간 및 목적에 따라 적합한 현미경을 선택하여야 함
- 빛의 산란때문에 조직 심부 이미지를 획득하기 위해서 조직을 얇게 잘라 절편을 만들어 각각 획득하는 방법이 일반적으로 활용되나 상대적으로 낮은 해상도를 가지고 직접 원하는 부위까지 광섬유를 삽입하여 침습적으로 이미지 획득을 할 수도 있음



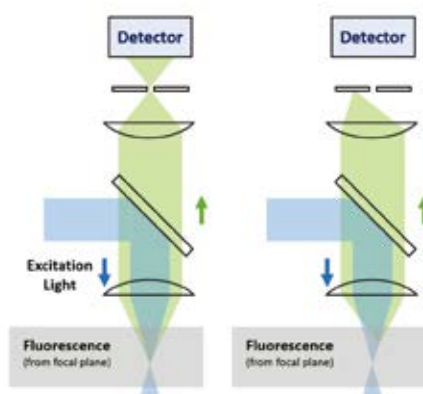
장비 담당자

임혜령

hrsz@kbri.re.kr

053-980-8567

## 공초점 현미경



- 점광원에서 조사된 조명광이 샘플 표면에서 초점이 맞을 때, 그 반사광도 검출기 상에서 초점이 맞도록 설계된 공초점광학계를 이용하여 점광원을 스캔하면서 초점이 맞는 정보 획득하는 이미징 방법.
- 샘플 표면이 초점 위치에 있을 경우, 샘플 표면의 반사광은 검출기 상에서도 초점이 맞아, 대부분의 모든 반사광이 핀홀을 통과하여 검출기에 도달한다. 하지만 초점이 맞지 않을 때는 샘플 표면 위치에서의 반사광이 검출기 상에서 모아지지 않고 산란되어 대부분의 반사광은 pinhole에서 차단되어 검출기까지 도달하지 않음.
- 하나 또는 다수의 형광 입자를 염색하여 고정 및 살아있는 시료 분석에 활용
- 현재 이미지 분석 장비들이 사용되고 있는 분야, 세포 생물학, 나노공학, 뇌신경공학 및 생물화학 공학 등 다양한 분야에서 활용될 수 있음.

### 특징

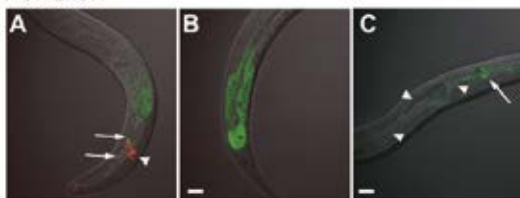
- 형광 현미경이 가진 단점을 보완하는 기능들을 가지고 있어 고해상도의 이미지를 얻을 수 있으며 형광물질 염색에 의한 세포 내 신호전달물질의 실시간 분석이나 세포 내에서 발현된 단백질 위치 분석, 세포구조 등을 관찰할 수 있음.
- 높은 출력의 레이저와 초고감도 GaAsP 검출기를 이용하여 미세한 신호까지 증폭하여 관찰 할 수 있음.
- 넓은 영역을 하나의 이미지로 만들어 샘플의 Atlas등을 이미지화하고 분석 가능.

### 분류

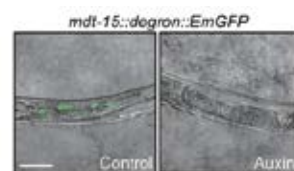
- 정립 / 도립 공초점 현미경 : 샘플과 광학계의 배치에 따라 정립 / 도립으로 구분됨.
- 고해상력 공초점 현미경 : 고감도 검출기와 이미지 프로세싱을 통해 150nm 수준의 고해상도 구현.  
※ STED 현상을 이용하여 50nm 수준의 초고해상도 구현.
- 스펙트럴 공초점 현미경 : 분광기와 멀티채널 검출기를 활용 여러 파장의 이미지를 동시에 구현.
- 실시간 공초점 현미경 : 고속 스캐닝 방식을 도입하여 고속 이미징을 구현.
- In ViVo 공초점 현미경 : 광파이버를 시료에 삽입하여 Deep 이미징 구현.

## 공초점 현미경을 활용한 우수논문

MON-2::GFP



[Yoonji Jung et al. Science Advances, 2021]



[Dongyeop Lee et al. PLoS Biol, 17(8), 2019]

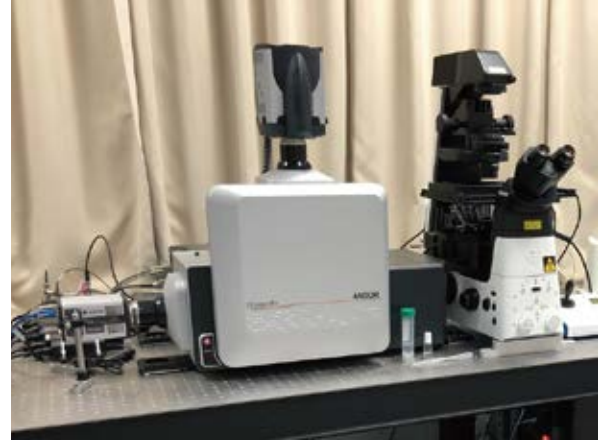
예쁜 꼬마선충(c-elegans)에서의 MDT-15::degtron::EmGFP 발현

## Multi-functional Fast Confocal Microscopy

# 다기능 고속 공초점 현미경

모델명 Dragonfly 502w [Andor/영국]

다기능 고해상력을 지닌 카메라 기반의 고속 공초점 현미경으로 SRRF 기능을 통해 초해상력(Super resolution) 이미징이 가능



## 특징

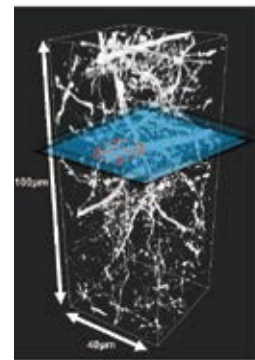
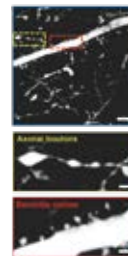
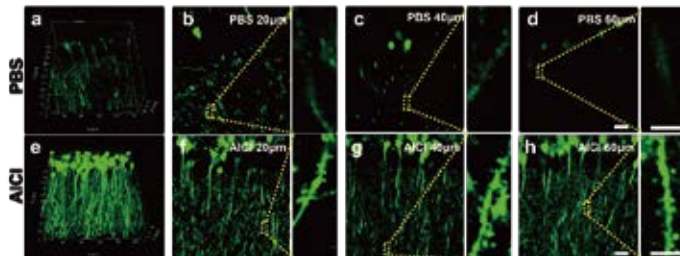
- 넓은 시야
- 초고속 다초점 공초점 시스템
- 레이저 조사 방식의 Wide field 모드
- 16 비트 동작 범위(dynamic range)
- 비점 수차 렌즈

## 사양

- 순간 공초점 속도 최대 400 fps
- 초고감도 카메라(EMCCD)
- 낮은 광표백
- 광원 : Borealis Illumination (highly uniform)
- 특수 기능 : SRRF super-resolution
- 실시간 3차원 재구성 기능
- 초고속 GPU-powered deconvolution
- 초고속 stitching (montage) of tiled datasets

### 다기능 고속 공초점현미경을 활용한 우수논문

다기능 공초점 현미경을 이용하여 기존 현미경보다 빠른 속도로 일반 및 투명화 된 뇌 조직에서 신경의 미세한 구조를 3차원으로 재구성



[ Ryu. Y et al. IJMS, 23(12), 2022 ]

장비 담당자

류영재

ryj123@kbri.re.kr

053-980-8561

Super-sensitivity Near-infrared Confocal Microscope

# 초고감도 근적외선 공초점 현미경

모델명 | Stellaris 8 [Leica/독일]

410 ~ 850nm 근적외선 영역까지 초해상력 이미징 구현



## 활용분야

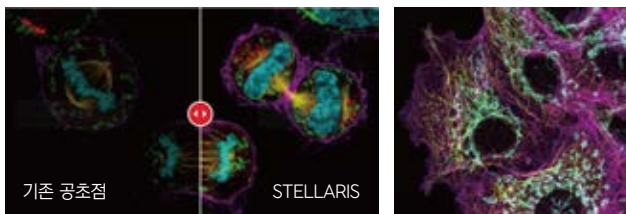
- 초고감도 4채널 분광 초해상력 이미징 가능
- 표적기관 및 세포의 구조 관찰 및 영상 재구축
- 근적외선 레이저를 장착하여 근적외선 영역까지 관찰 가능
- 라이브셀 이미징 및 형광 염색한 시료의 3차원 이미지 재구축 및 분석에 활용
- 세포생물학, 분자생물학, 생화학 등 생명공학 및 의학 전반 관련 연구에 사용

## 사양

- XY 전동 재물대 : 127 x 73 mm
- 대물 렌즈 : 5x, 10x, 20x, 40x, 63x, 100x
- 해상도 : XY - 120nm, Z - 200nm
- 레이저 : 405, 448, 488, 514, 561, 638, 730nm
- 검출 범위 : 410 ~ 850nm
- 감도 : QE(Quantum Efficiency) ~ 58%

## 초해상도 이미지 촬영

- 최대 8개의 동시 레이저 라인에서 440nm에서 790nm까지 선택 가능하여 다양한 형광 조합 이미징 가능
- 정확한 프로브를 선택하고 조합할 수 있어 스펙트럼 자유도가 높음
- 한 샘플 안에 있는 많은 마커를 동시에 이미징 할 수 있음
- Power HyD 사용으로 초민감 감지 기능을 사용하여 고해상도 이미징 가능
- 기존 공초점 현미경보다 더 높은 광자 감지 효율성(PDE)과 매우 낮은 다크 노이즈로 더 높은 밝기로 자세히 이미징 할 수 있음
- 샘플에 포함된 염료의 스펙트럼 프로파일과 완벽하게 일치 하도록 여기 조정 및 감지가 가능하여 깨끗하고 선명한 이미지 제공 가능



장비 담당자

김윤주

pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563

## Light Sheet Microscopy

## 가변평면 레이저 현미경

모델명 | LightsheetZ.1 [Carl Zeiss/독일]

평면 레이저를 조사하여 넓은 영역을 빠른 속도로 이미징이 가능



## 특징

- 다양하게 적용(5x, 20x water, clarity 등) 할 수 있는 시스템을 구성 하고 있으며 굴절률에 맞는 우수한 영상을 획득 할 수 있음
- 2.5x 저배율 렌즈를 적용하여 더 넓은 시야를 확보 할 수 있으며 특수 챔버 제작을 통해 기존보다 더 넓은 영역 이미징이 가능

## 사양

- 대물렌즈 : 2.5x, 5x, 20x, 40x
- 레이저 : 405, 488, 561, 647nm
- 필터 : DAPI, GFP, Cy3, mcherry
- 인큐베이션 : Hot, Cold & temperature
- 시야 : 60um to 2.8mm
- 샘플링 사이즈 : 1um - 5mm
- 평면 광원 두께 : 2um

## Macro-Imaging Selective Plane Illumination Microscopy

거대시료이미징  
평면 레이저 현미경

모델명 | UltraMicroscope II [Miltenyi Biotec/독일]

여러 평면의 레이저를 넓은 면적에 동시 조사하여  
전통적인 SPIM 방식보다 더 큰 샘플에 대해 이미징이 가능

## 특징

비교적 시료의 크기가 큰 경우(직경 약 14mm) 까지도 적용가능

## 사양

- 스펙트럼 범위 : 450 - 700nm
- 이동 범위 : 10 x 10 x 10mm<sup>3</sup>
- 초점 범위 :  $\pm 5$ mm
- 줌 범위 : 0.63 - 6.3 x
- 샘플링 사이즈 : ~14mm dia.
- 평면 광원 두께 : 4.5um (@ 488nm 기준)

장비 담당자

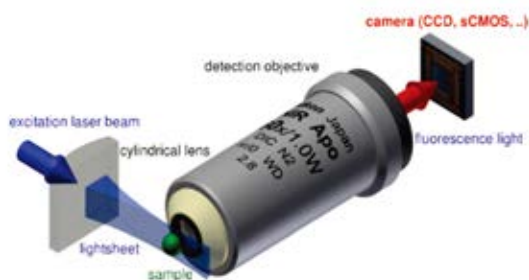
류 영 재

ryj123@kbri.re.kr

053-980-8561

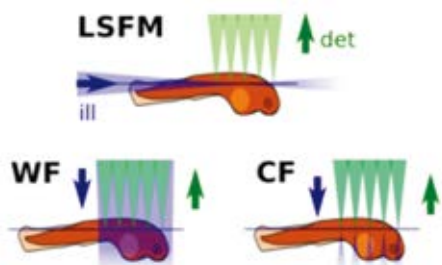


## 평면 레이저 현미경



Source : Wikipedia File:Spim principle en.svg

- 평면 레이저 현미경은 대물렌즈로 관찰하는 방향과 수직인 방향으로 평면상의 레이저를 조사하여 특정 형광을 방출하는 샘플의 구조를 촬영, 3차원 이미지를 구현하는 장비이다. 최근에 소개된 투명화(CLARITY, SCALE, CUBIC 등) 기술에 응용됨.
- 일반적으로 레이저 평면(Lightsheet)을 만들기 위해 하나 혹은 여러 개의 cylindrical lens를 사용하며 여러 개를 사용할 수록 더욱 질 좋은 광학이미지를 얻을 수 있음.

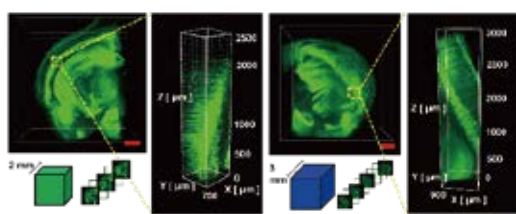


Source : Wikimedia Commons/Jkrieger.

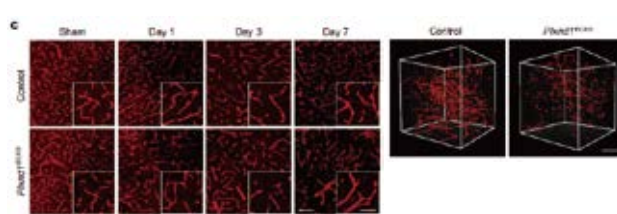
### 타 광학 현미경 기술과의 비교

- Epi-fluorescent(wide-field) microscopy와 달리 Lightsheet microscopy는 평면상의 레이저를 조사하는 방식으로 약 5  $\mu\text{m}$ 의 optical sectioning이 가능하다. 또한 레이저 평면 밖(off-focus)에서 나오는 신호의 영향을 받지 않으므로 대비가 뚜렷함.
- Lightsheet microscopy는 점 스캔 방식(point scanning method)를 사용하는 confocal microscopy 방식에 비해 매우 빠르게 샘플에 photo-damage가 적음.

### 가변평면레이저 현미경을 활용한 우수논문



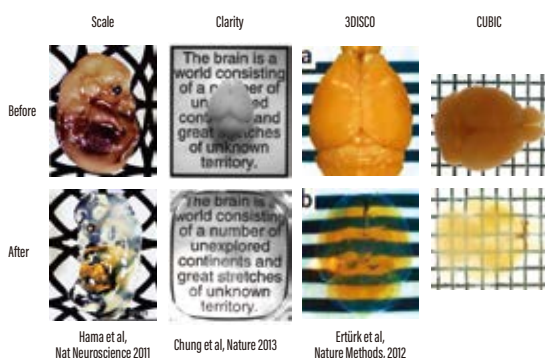
[ Ryu. Y et al. IJMS, 23(12), 2022 ]



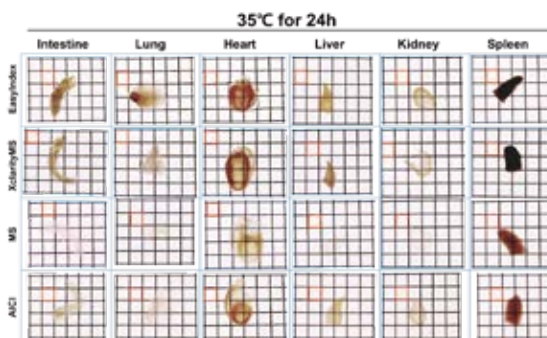
[ Ri Yu et al. Translational Stroke Research, 13:142-159, 2021 ]

mm 단위의 두꺼운 조직 이미징 및 혈관의 미세 분포

### [참고자료] 조직 투명화 기술



### [참고자료] 다양한 장기에서의 투명화



[ Ryu. Y et al. IJMS, 23(12), 2022 ]



## High Contents Screening Imaging System

# 고효율 시료 검색 시스템

**모델명** ImageXpressMicro Confocal [Molecular Devices/미국]

고정된 세포와 라이브 세포의 실시간 이미징이 가능  
다양한 분석 및 스크리닝에 활용



## 특징

- 세포에서의 뇌질환 타겟 물질 발견 용이
- 많은 양의 이미지로 부터 다양한 분석 결과 도출
- 다양한 이미징 모드 활용

## 적용

- 3차원 세포 이미징 및 분석
- 세포 측정
- 세포 이동 분석
- 세포외 기질안 세포
- 살아있는 세포 이미징
- 신경돌기 성장 / 신경돌기 추적
- 칩 안의 장기(Organ-on-a-Chip)
- 스페로이드(Spheroids)
- 줄기세포 연구

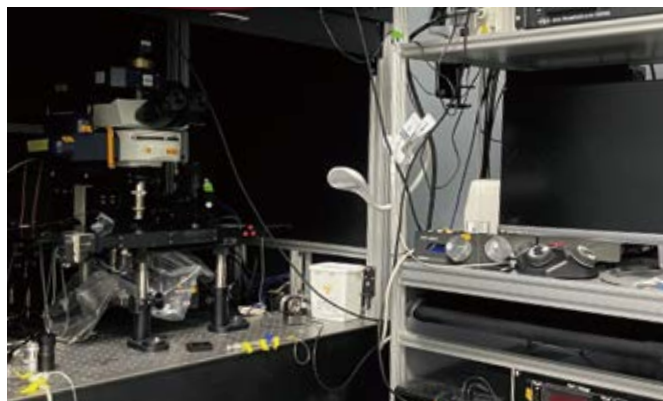
## 사양

- 이미징 모드 : 스피닝 디스크 공초점, 위상차, 광학
- 카메라 : > 4 megaPixel sCMOS
- 대물렌즈 : 4X, 10X, 20X, 40X, 60X
- 필터세트 : DAPI, FITC, TexasRed, Cy3, Cy5
- 온도, CO2 조절
- MetaXpress Imaging and Analysis software
- 23가지 분석모듈(cell cycle, death, proliferation, neurite outgrowth, migration, etc)

## Two Photon Microscopy & Electrophysiology System

# 다광자현미경 및 전기생리학 시스템

모델명 | Ultima [Bruker/미국]



신경세포 수상돌기 이미징 및 UV-uncaging과 같은 신경/시냅스 활동의 국소화 광자극 및 전기생리학적 측정을 동시에 기록하는 장비

### 활용분야

- 뇌 심층부 영상
- 이미징과 엔케이징을 동시에 수행하며 전기생리 측정
- 광자극을 이용한 실시간 분자/세포 영상 등

### 사양

- 대물렌즈 : 10x, 20x, 40x
- 필터 세트 : DAPI, FITC, TRITC
- 다광자 레이저(680nm~1080nm) 및 광자극 레이저(1040nm)
- GaAsP 검출기 / 공진 스캐닝 시스템
- 광자극 시스템(PHASOR)
- 전기생리학 모듈

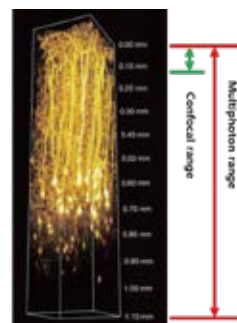
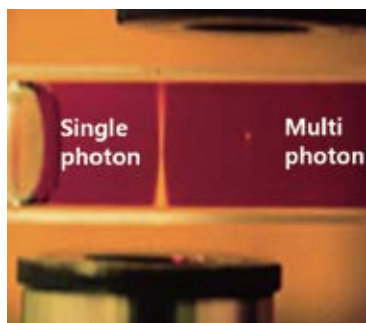
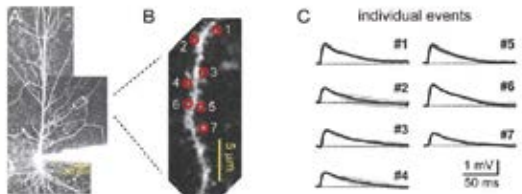
## 장비 기본 원리 및 특징

뇌 심층부 조직에서 전기생리학 장치와 연동을 통한 세포의 전류/전압 변화, 칼슘 이미징, 살아있는 세포 이미징 및 UV-uncaging 등의 다양한 기법을 결합하여 신경망의 활성 및 가소성과 관련된 세포 신호체계 분석

- Photostimulation using digital holography technique



- Dual galvo system & fast resonant scanning



장비 담당자

김윤주

pray4u96@kbri.re.kr

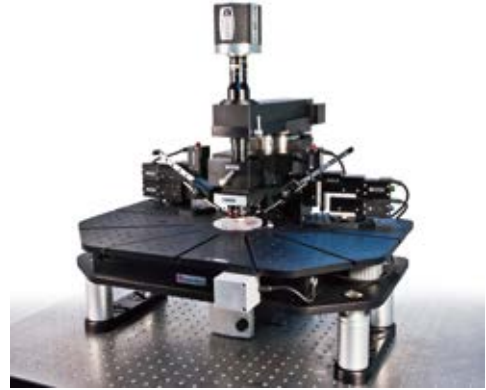
053-980-8563

## Multi-photon Laser Scanning Microscopy

# 다광자 레이저 주사 현미경 시스템

모델명 | Multiphoton Imaging System [Scientifica/영국]

펄스 레이저를 사용. 생물학적 조직의 초점면에 위치한 소량의 형광색소만을 여기시켜 가시광선에 비해 더 깊은 곳의 이미징 가능



- |   |   |
|---|---|
| <p>◆ 특징 및 활용분야</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 칼슘이미징</li> <li>• 비선형 흡수에 의해 다광자 흡수는 단광자 흡수에 비해 여기영역이 집중되는 반면 단위시간당 단위면적당 높은 광자수가 필요하여 연속파 레이저보다 단위시간당 출력이 월등히 높은 펄스레이저가 일반적으로 사용</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 비선형 광흡수를 이용한 형광이미징</li> </ul>  |
| <p>◆ 사양</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 대물렌즈 : 10x, 20x, 40x, 60x</li> <li>• 수은등 : 2000시간 이상</li> <li>• 필터 블록 : DAPI, FITC, TRITC</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전동 TIRF 장치 - 자동 레이저 각도 및 초점 조정</li> <li>• 레이저 : 405nm, 488nm, 561nm, 640nm</li> <li>• 검출기 : Andor EMCCD iXon Du897, High QE, 90% 이상</li> </ul> |

## Total Internal Reflection Fluorescence Microscopy

# 전반사 레이저 형광 현미경 시스템

모델명 | Ti-E with H-TIRF [Nikon/일본]

H-TIRF 모듈은 반사빔을 모니터링하여 TIRF 관찰을 위한 레이저의 초점과 입사각을 자동으로 조정. TIRF 조명의 균일한 필드는 ND(Gradation Neutral Density) 필터로 구현



- |   |   |
|---|---|
| <p>◆ 특징</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 시세포막 거동 단백질 역동성 탐색</li> <li>• 신경세포체 거동 탐색</li> <li>• 분자/단백질 상호작용 탐색 등</li> </ul>   |
| <p>◆ 사양</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 대물렌즈 : 10x, 20x, 40x, 60x</li> <li>• 수은등 : 2000시간 이상</li> <li>• 필터 블록 : DAPI, FITC, TRITC</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전동 TIRF 장치 - 자동 레이저 각도 및 초점 조정</li> <li>• 레이저 : 405nm, 488nm, 561nm, 640nm</li> <li>• 검출기 : Andor EMCCD iXon Du897, High QE, 90% 이상</li> </ul> |

장비 담당자

김 윤 주

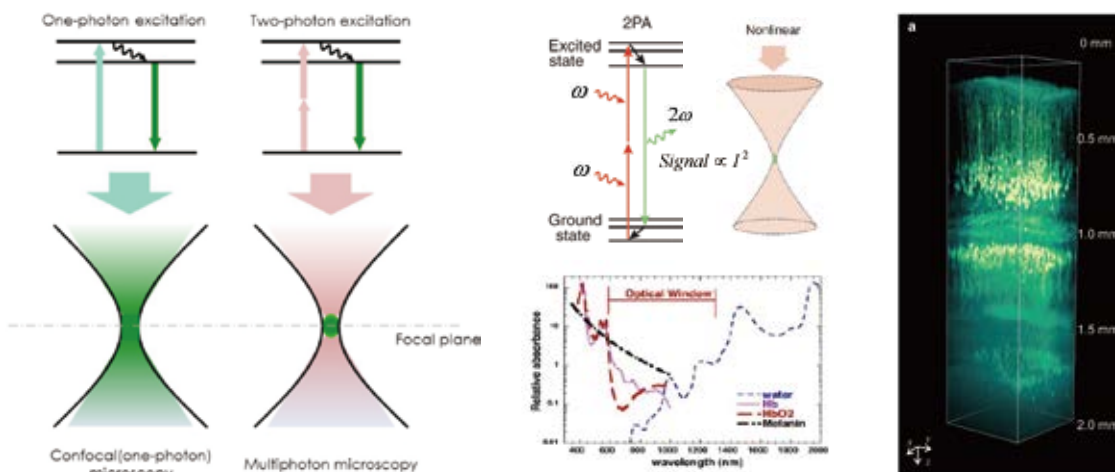
pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563

## 다광자 현미경 장비 기본 원리 및 특징

### 특징

- 일반적인 형광 이미징은 단일 광자를 사용한 여기 에너지를 통해 바닥 상태의 전자를 여기하는데 비해, 다광자 형광 이미징은 더 긴 파장으로 광자를 여기하여 빛의 산란을 감소시킨.
- 또한 많은 수의 여기 광자를 흡수할 확률이 매우 낮고 여기된 광 밀도 비선형성은 초점에서만 선택적으로 형광이 발생을 가능하게 함.
- 다광자 흡수의 낮은 확률을 극복하기 위해 고출력 연속파 레이저를 사용. 그러나 펄스 레이저는 출력이 너무 높아서 낮은 전력에서도 흡수 확률을 높일 수 없는 경우 샘플에 손상을 줄 수 있음.
- 단광자 이미징에 비해 장파장 여기광을 사용할 수 있어 mm 수준에서 심부 이미징이 가능.

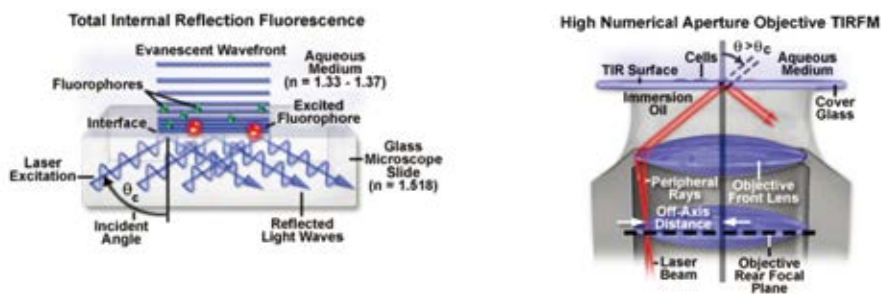


## 전반사 현미경 장비 기본 원리 및 특징

### 특징

- 전반사는 빛이 굴절률이 큰 물질로부터 굴절률이 작은 물질의 경계면으로 진행할 때, 입사각이 어떤 임계각보다 크면 빛이 경계면을 투과하지 못하고 모두 반사하는 현상으로 이런 빛의 성질을 이용해서 매질의 경계면 근처에서 형성되는 수십나노미터 수준의 얇은 근접장(Evanescent field)를 여기광으로 하는 근거리 광학을 이용한 형광 이미징 방법
- 형광 여기 영역 외부의 형광 물질은 여기되지 않으므로 여기 영역 내에 위치하는 세포막 내부 또는 주위의 형광 분자만 명확하게 포착
- 근접장을 형성하는 광학방식으로 High Numerical Aperture의 대물렌즈를 이용하는 방식과 프리즘 같은 별도의 광학계를 이용하는 방식이 있음

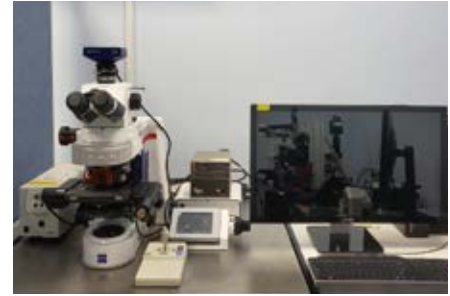
### 원리



## 뇌/신경영상 입체해석학 시스템

모델명 | Stereo Investigator [MBF Bioscience/미국]

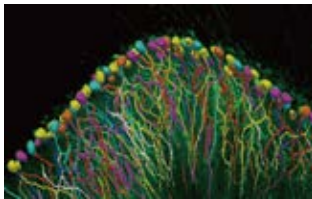
세포의 기하학적 구조에 대한 정량적 정보 획득



### 특징

- 면적으로부터 부피, 선으로부터 표면, 교차점으로부터 선 정보의 재구성
- 2차원 절편(section)들로부터 3차원의 정량적인 기하학적 구조 정보를 얻을 수 있음
- 세포의 개수 및 밀도, 특정 영역의 부피, 비율, 섬유의 길이, 세포 크기 등의 정보를 얻을 수 있음
- 다양한 전임상 샘플의 세포 개수와 분포, 부분 분포 등 해부학적 분포도 및 구조 분석에 활용

### 이미지



### 사양

- 형광 필터 : DAPI, FITC, TRITC
- 대물렌즈 : 4x, 10x, 20x, 40x, 63x
- 4" x 3" 크기의 슬라이드 고정 장치
- 통계치 및 오차값 자동 생성 지원
- 자동 현미경 스테이지

Stereology System(Neurolucida Software)

## 뇌신경영상 분석 시스템

모델명 | Neurolucida [MBF Bioscience/미국]

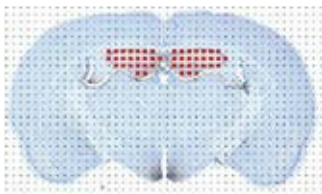
신경세포 추적 및 재구성, 정량적 뉴런 분석, 3D 뇌 맵핑



### 특징

- 신경세포를 촬영하고 그 형태를 재구성하여 세포의 크기, 길이 등에 대한 정보를 얻을 수 있음
- 면적과 부피, 구조 등 3차원의 공간적 데이터를 컴퓨터를 통해 분석
- 현미경 영상 이미지 획득 및 영상 데이터 후처리에 대한 지원
- 세포나 입자의 개수, 길이, 면적 및 부피 등의 데이터 객관화

### 이미지



### 사양

- 연속 절편에 대한 통계 데이터 추출
- 해부학적 3D 맵핑 지원
- XY 축 : 선형 인코더 (0.05um 해상도, < 3um 정확도)
- Z 축 : 모터 (0.1um 해상도)
- 다양한 렌즈 배율에 따른 캘리브레이션 가능



## Stereology를 위한 영상분석 시스템

### Stereology란?

- 입체해석학(Stereology)은 2차원 section들로부터 3차원의 정량적인 기하학적 구조 정보를 얻는 수학적 방법
- 3차원 샘플이 2차원의 section으로 나뉘었을 때, 소실되는 3차원의 기하학적인 정보 획득 가능

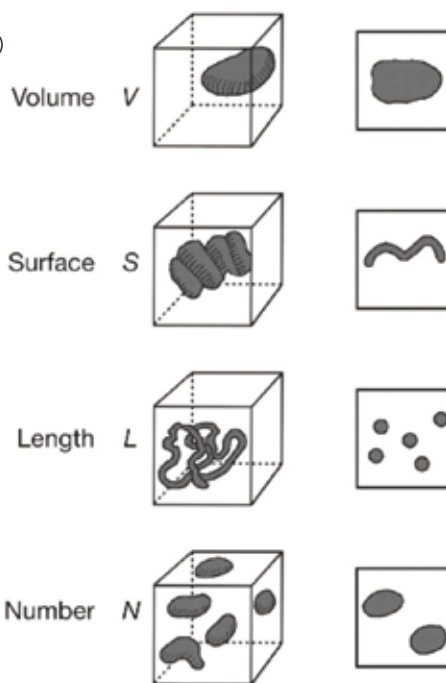
### Stereology로부터 얻을 수 있는 기하학적 정보

- 세포의 개수 및 밀도(Cell Population)
- 특정 영역의 부피(Regional Volume)
- 특정 영역의 비율(ex. Fraction of cortex occupied by plaques)
- 섬유 길이(Fiber Length)
- 세포의 크기(Cell Size)

### 3차원의 기하학적 정보를 얻기 위한 Sectioning

관심영역(ROI)의 모양, 구조의 분포 및 밀도에 따라 필요한 section의 정도가 달라짐

	More sections	Fewer sections
ROI의 형태	Non-uniform	Uniform
구조적 분포	Unevenly distributed	Evenly distributed
군집 빈도	Sparse population	Dense population



### Neuronal Tracing(Neuron Reconstruction)

- Neural axon과 dendrite의 경로를 결정하는 neuroscience의 한 분야로써, 신경세포의 이미지로부터 3차원 구조를 digital reconstruction 방식으로 진행
- 재구성된 신경세포로부터 dendrite, axon, synapse의 수, 길이 및 거리 등 정량적인 구조 정보 획득



## Slide Scan System

## 슬라이드 스캔 시스템

모델명 | Panoramic scan [3DHitech/형가리]

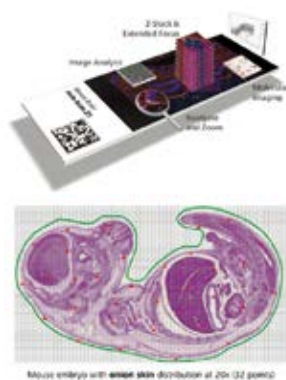
150개의 슬라이드를 자동으로 스캐닝 가능  
슬라이드 ROI 영역의 단백질 발현 분포 확인



## 특징

- 150개의 슬라이드를 한번에 로딩
- 초점이 잘 맞는 영역만 골라 대영역 이미징 가능(Extended Focus)

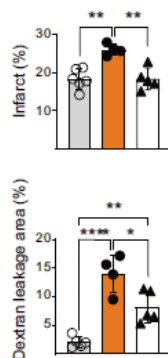
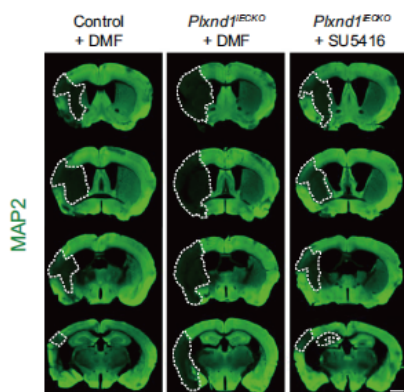
## 이미지



## 사양

- 듀얼 카메라 : 광학 & 형광
- 스캐닝 해상도 :  
20x에서 0.38 um/pixel, 40x에서 0.25 um/pixel
- 스캔 확대율 : 31X, 62X
- 두께 : 커버글라스 포함한 0.9~1.2 mm
- 스캔 스피드  
- 40x (15mmx15mm) : Below 220 sec  
- 20x (15mmx15mm) : Below 100 sec
- 슬라이드 로딩 용량 : 150개 (26mmx76mm)

## 슬라이드 스캔 시스템을 활용한 우수논문



마우스 뇌 조직 절편 Infarction 영역

[ Ri Yu et al. Translational Stroke Research, 13:142-159, 2021 ]

장비 담당자

임혜령

hrs@kbri.re.kr

053-980-8567

Long Term Live Cell Screening Analysis System

# 장시간 세포관찰 분석시스템

모델명 | Incucyte Zoom [Essen Bioscience/미국]



장기, 라이브 세포 운동 이미징 시스템인 IncuCyte Zoom은 세 가지 다른 이미징 모드에서 세포 행동을 운동학적으로 추적 가능. 인큐베이터에서 세포 제거 없이 HD 위상차, 녹색, 적색 채널 형광 측정

## 특징

- 인큐베이터에서 장기간에 걸쳐 영상을 획득하여 환경 변화에 따른 세포의 변화를 최소화하여 정확한 분석이 가능
- 위상차와 형광 관찰을 통해 보다 정확한 결과를 분석
- 여러 사용자가 동시에 데이터를 분석이 가능

## 활용분야

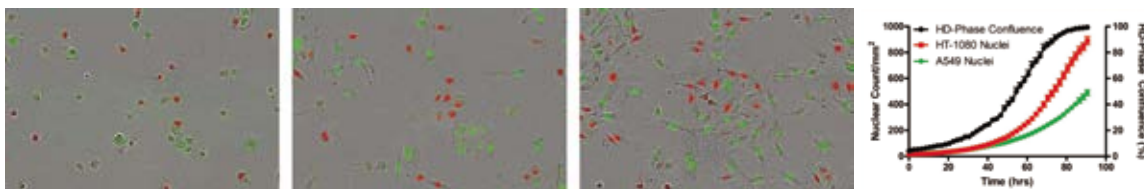
- 최대 6x384 well plates에서 Kinetic 세포 증식 분석 가능
- 3D spheroid, Whole well imaging, Stem cell, Dilution cloning, cell culture QC, Proliferation,
- Cytotoxicity, Apoptosis, Migration/Invasion, Neurotrack, angiogenesis, reporter Gene

## 사양

- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| • 대물렌즈 4x, 10x, 20x     | • 이미지 해상도                  |
| • 형광 Ex/Em              | - 4x : 3.05 $\mu$ m/pixel  |
| - 440-480nm / 504-544nm | - 10x : 1.22 $\mu$ m/pixel |
| - 565-605nm / 625-705nm | - 20x : 0.61 $\mu$ m/pixel |

## 장시간 세포관찰 분석시스템

배양기 내에 설치되어 배양기와 동일한 조건으로 세포를 배양하면서 자동으로 이미지를 얻고 분석할 수 있는 시스템으로 세포의 여러가지 활성에 대한 테스트가 가능하다 최소 촬영간격은 1분이며 세포 배양이 이루어지는 긴 시간 동안 형광 및 위상차 이미지를 획득할 수 있다.



장비 담당자

이 상 훈

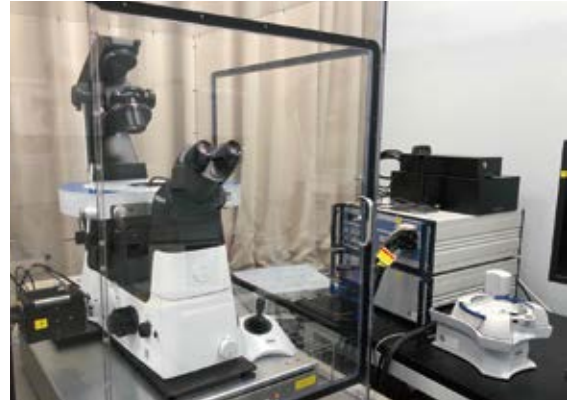
medilg@kbri.re.kr

053-980-8562

# 유체바이오 원자현미경 및 세포역학 측정장비

모델명 Bioscope Resolve S [Bruker/미국]

여러 종류의 조직, 셀, 분자에 대한 조작, 힘 계측, 이미징 등이 가능



## 특징

- 접착, 픽애플레이스, 주입, 추출
- 소프트 증착, 콜로이드 분광기
- 스포팅, 리소그래피, 전기생리 등

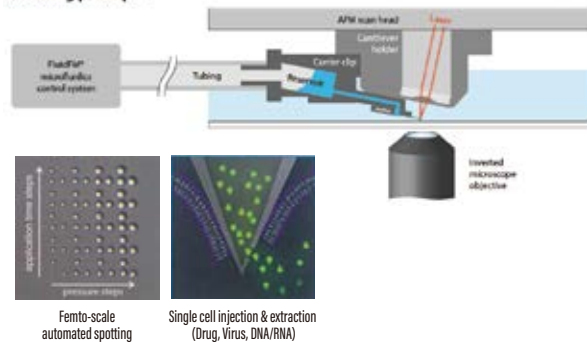
## 사양

- 몸체, 기본 컨트롤 기기
- CCD 카메라
- 유체 FM
- 도립 형광 현미경
- 대물렌즈 : 10x, 20x, 40x

## 유체바이오 원자현미경 및 세포역학 측정장비

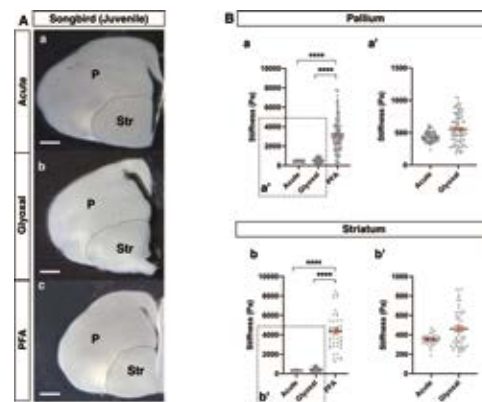
### 특이사항

#### Working principle



일반 bio-AFM과 달리 NanoFluidic hollow 캔틸레버를 이용한 기술과 Nanomechanical 정보를 실시간적인 분석과 처리로 한눈에 보며 정보를 제공

### Bio-AFM 활용한 우수논문



다른 고정액을 이용하여 어린 새 뇌(Juvenile songbird brain)의 부위별 강직도(Stiffness) 측정

장비 담당자

류영재

ryj123@kbri.re.kr

053-980-8561

Laser Microdissection Microscopy System

# 레이저 미세 해부 시스템

모델명 | PALM MicroBeam [Carl Zeiss/독일]

세포독성 없이 미세 절제한 조직을 레이저 압력으로 띄워 비접촉방식으로 수집



## 특징

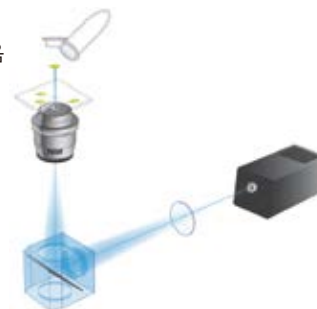
- 살아 있는 세포에서 DNA, RNA 및 단백질 분리를 위한 UV-A 레이저를 이용하여 세포 독성 없이 절개(Dissection)
- 인체유래 조직, 마우스 조직 등에서 과발현 혹은 유전자 제거(knock out) 세포의 변화를 선택적으로 구분하여 분석
- 면역학에서 특정 항체로 라벨링 되어있는 타겟 단백질의 분리 및 형광 조직 분리
- 냉각 절편, FFPE(Formalin Fixed and Paraffin Embedded) 조직에 적용

## 사양

- 고체 UV-A 레이저 : 355nm
- 단일 펄스 에너지 : 100ul 이상
- 펄스 지속 시간 : 1 nsec
- 반복률 : 200 Hz
- 대물렌즈 : 5x, 10x, 20x, 40x
- 형광필터 : DAPI / FITC / Cy3

## 레이저 미세 해부 시스템

- 레이저 압력에 의해 중력과 반대방향으로 샘플을 띄워올려 샘플을 수집할 수 있는 장비로 100% 비접촉 방식 적용
- DNA, RNA, 단백질 회수에 영향을 주지 않아 안정성이 높음
- UV-A 영역의 355nm 고체 레이저를 사용하여 수명이 길고, 샘플을 미세하게 절제할 수 있음
- UV-C 범위(200-290nm) 내에서 DNA 및 단백질을 최대로 수집할 수 있음
- 모든 모양과 크기의 표본 샘플링에 대한 정밀도가 높음



1. 레이저로 주변 샘플에서 원하는 샘플을 분리
2. 단일 레이저 펄스를 사용하여 샘플 캡처
3. 추출된 샘플을 원하는 캡처 튜브로 전달

장비 담당자

이 가 영

leegy@kbri.re.kr

053-980-8566



# 실시간 레이저 스펙클 미세혈류 영상측정기

모델명 | PeriCam PSI HR [Perimed AB/스웨덴]



Laser Speckle Contrast Analysis(LASCA) 기술을 기반으로 하는 혈액관류 이미징 장비로, LASCA는 미세 순환을 연구할 수 있는 새로운 방법을 제공함

이를 통해 조직 혈액관류를 실시간으로 시각화 할 수 있으며 동적 응답과 공간 해상도를 결합 할 수 있음. 조직과 직접적인 접촉이나 염료 투는 투적요소가 필요하지 않기 때문에 관류에 영향을 미치지 않음

## 특징

- 생체 조직 표면의 미세 혈류를 실시간으로 모니터링하여 신속한 촬영 및 분석이 가능. 특히 기존 Doppler 보다 높은 분해능과 정확도를 보이는 레이저 스펙클 방식 방법으로 동적 혈류 변화를 정확하게 측정 할 수 있음
- 혈관신생 등의 기초 연구외에도 뇌졸중을 비롯한 다양한 뇌혈관 질환 모델의 제작 및 치료여부를 확인할 수 있음. 허혈성 질환, 줄기세포, 혈관에 대한 약물반응 등의 연구에도 활용 가능함

## 활용분야

- 중간대뇌동맥
- 폐색 모델 \* 뇌졸중
- 빈혈성 뒷 다리 모델
- 피질확산성탈분



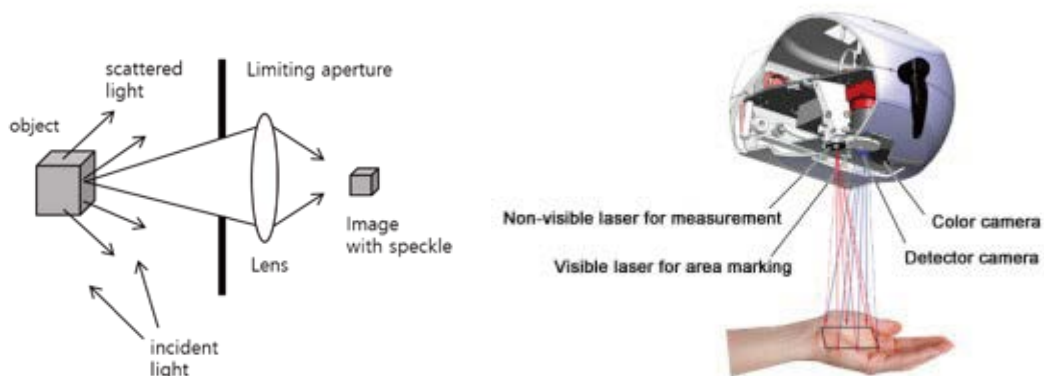
## 사양

- 컬러 카메라가 장착된 스캐너 헤드
  - 이미지 검출 속도 60 Hz
  - 이미지 해상도 : -최대 1386 x 측정점, 20 $\mu$ m/pixel
- 카메라 해상도 : 1388 X 1038 pixels
- 조절 암 또는 회전 암 스탠드
- 측정 레이저
  - 레이저 산란 대비 분석
  - 785 nm 파장, 최대 출력 파워 80mV

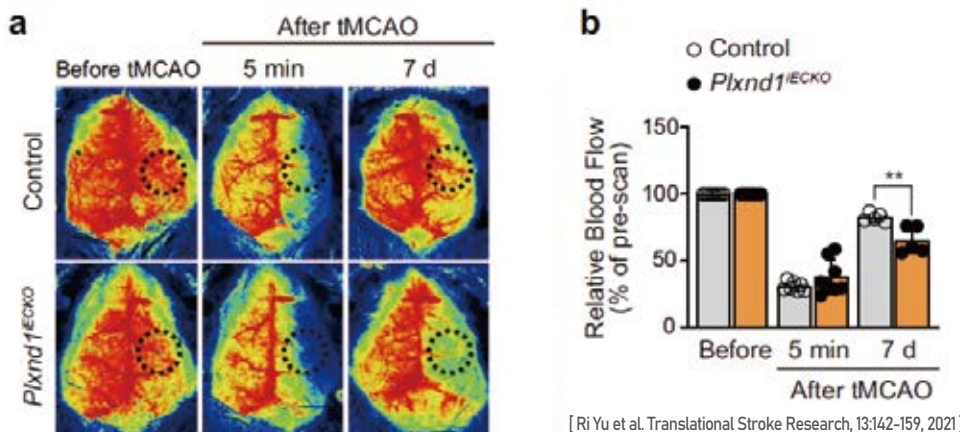


## 레이저 스펙클 미세혈류 이미징

- 미세혈류를 측정하는 방식 중 Dropper 원리를 이용한 영상장비에 비하여 데이터의 분석 정확도가 높음
- 혈관형성의 기초적 기전연구 뿐만 아니라 뇌혈관 관련 질환모델(strokes, cortical spreading depolarization), 퇴행성 뇌질환(AD, PD) 동물모델 등에서 실시간으로 보다 정확한 방법으로 미세혈류의 변화를 측정.



실시간 레이저 스펙클 미세혈류 영상측정기를 활용한 우수논문



레이저 스펙클을 이용한 쥐의 뇌혈류 관류 이미징 (Control, *Plxnd1<sup>IECKO</sup>*)

Optical coherence tomography

# 광간섭 단층 영상기기

모델명 TEL220C1 [Thorlab/영국]

다광자 이미징 플랫폼으로 조직 표면 및  
심부의 미세 구조, 혈액 흐름 등을 검출하여 3D 입체 영상으로 재구성



## 특징

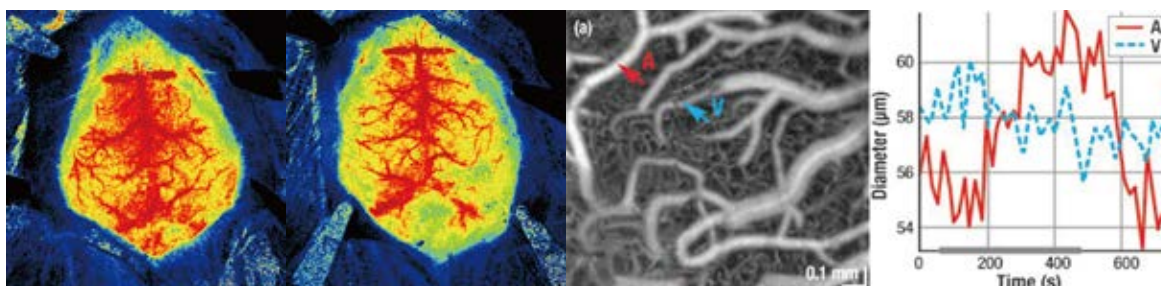
- 생체내 및 혈관 구조 이미징
- 미세혈류 검사

## 사양

- 중간 파장 : 1300nm
- 스피드 : High-Speed Mode : 76 kHz  
Medium-Sensitivity Mode : 48 kHz  
Video-Rate Mode : 28 kHz  
High-Sensitivity Mode : 5.5 kHz
- 축 해상도 :  $5.5\mu\text{m}$  in Air with 3.5mm Imaging Depth

## 광간섭 단층 영상기기 Optical Coherence Tomography

- 다양한 뇌질환 병변 확인을 위한 실시간 심부의 미세구조 변화 분석
- 높은 해상도 및 투과도를 가져 혈관 dynamics 패턴 확인
- 살아있는 동물의 심부 미세 혈액 흐름 분석



장비 담당자

임혜령

hrs@kbri.re.kr

053-980-8567

High Frequency Micro Imaging Platform

# 초음파 마이크로 이미징 플랫폼

모델명 | Prospect T1 [S-Sharp/내만]

초음파 시스템으로 실험동물의 해부학적 구조 및 혈관 등을  
마이크로 단위의 정확도로 관찰 가능한 장비



## 특징

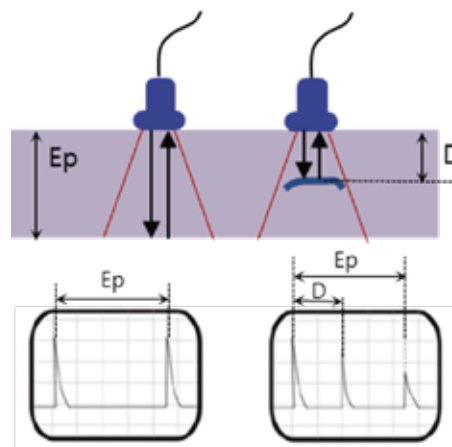
- 질환 발생 부위 탐지 및 이식된 세포 등을 관찰
- 타겟 유전자의 실시간 발현을 확인 가능

## 사양

- 해상도 : up to 30um
- S/W 이미지 모드 : B/M/PW/2D doppler/3D/Contrast
- 관측 시야 : Depth up to 39mm / Width up to 23mm
- 프레임 속도 : Up to 190fps

## 초음파 이미징 원리

- 압전효과란 압전성을 가지는 물질에 전압을 가하면 물질이 수축하거나 확장하여 용적의 변화를 유발하는 현상이며 이러한 특성을 가지는 물질을 압전자(piezoelectric element)라 한다.
- 초음파는 음파이기 때문에 빛과는 달리 전파되기 위해 매개체가 필요하며 특성에 따라 전달 속도에 차이를 나타내며 초음파 주파수인 1-30MHz 전압을 가하면 압전자가 진동을 일으켜 1-30MHz의 초음파가 발생된다.
- 초음파는 여러 상호 작용을 하는데, 이러한 모든 성질이 종합되어 초음파 영상으로 나타나므로 각각의 특징과 원리를 확인해야 한다.(반사, 굴절, 흡수, 산란, 투과 및 감쇠 효과).
- Principle and Comprehension of Ultrasound Imaging, The Journal of the Korean Orthopaedic Association, Volume 48 Number 5(2013)



장비 담당자

임 해 령

hrsz@kbri.re.kr

053-980-8567





## **KBRI** 시설및장비

### **분석장비**

### Instruments for Analysis

- 48    고해상도 분자영상화 질량분석기  
High Resolution Molecular Imaging Mass Spectroscopy  
액체크로마토그래프 질량분석기  
High Precision for Proteomics Analysis

---

- 50    액체크로마토그래피 시스템  
Fluorescence Activated HPLC System  
고사양 자동 세포 분리기  
Automated Extreme Performance Cell Sorter

---

- 52    세포 및 조직분리수집시스템  
Cell and Tissue Acquisition System  
자동액체미량분주기  
Microfluidics Liquid Handling System

---

- 54    막단백질 결정화 스크리닝 장비  
Membrane Protein Crystallization Screening System  
다채널 전기생리학 실험 시스템  
Multi-Channel Patch Clamp System  
신경신호물질 및 전기생리학 측정장비  
Fast-scan Cyclic Voltametry and Electrophysiology Equipment

---

- 56    다중채널 전기자극 시스템  
Multi Channel Microelectrode Arrays System





**57** 대용량 자동 전기영동장치  
High throughput Automated Gel Electrophoresis System  
고속 실시간 유전자 증폭 정량장치  
High Speed / Throughput Real Time PCR System

---

**58** 나노입자분석 시스템  
Nanoparticle Tracking analyzer  
입자 크기와 농도 측정 시스템  
Particle Size & Concentration Analyzer

---

**60** 고속 카이네틱 칼슘측정장치  
Fast Kinetic Multi-Detection Microplate Reader  
회전형 레오미터 시스템  
Rotational Rheometer System

---

**62** 세포투과도 측정장치  
Transcellular Permeability Monitoring System  
유전자도입측 시스템  
DNA Detection System

---

**64** 미세등온적정열량계  
Nano ITC Low Volume System  
실시간 세포대사 분석기  
Real-time Cell Metabolism Analyzer

---

**66** 전자동 특수염색기기  
Fully Automatic Special Staining System  
자동조직처리장치  
Automatic Tissue Processor

---

**68** 화상이미지분석장치 (FUSION FX7)  
Chemi-Image Documentation System  
화상이미지분석기(LAS 4000)  
Bio-Molecular Imager

---

**70** 고속단백질 분리 정제 시스템  
Fast Protein Liquid Chromatography  
고성능 단백질 대량정제 시스템  
Fast Performance Preparative Protein Purification System  
세포막 단백질 절대분자량 분석 시스템  
Membrane protein absolute molecular weight analysis system

---

**72** 단일세포 유래 전자동 대량유액기반 분획 및 라벨링 장치  
Single Cell Droplet Isolator for Sequencing  
자동시료추출시스템  
Automated Nucleic Acids / Protein Extraction System

---

**74** 아이트래커  
Eye Tracker  
고주파 고정밀 임피던스 분석기  
Impedance / Gain-phase Analyzer

---

**76** 음향집속 세포정렬 분석시스템  
Acoustic-assisted Hydrodynamic Focusing Cytometer  
생체물질결합 동역학 분석시스템  
Biomolecular Interaction Kinetics Analyzer

---

**78** 고감도 세포주기 검출시스템  
High sensitive detection system for circadian rhythm  
생체적합성 멀티젯 3D 프린터  
Bio-compatible 3D Printer  
실시간 경두개 뉴로모듈레이션 시스템  
Combined Wearable & Wireless fNIRS-tDCS-EEG System

---

**80** 초미세조직절편기  
Ultramicrotome  
미세조직 절편기  
Microtome

---



# 고해상도 분자영상화 질량분석기

모델명 Rapiflex TOF [Bruker/미국]

기존 MALDI-TOF 시스템보다 최대 20배 더 빠르게 작동하여  
조직 이미징 또는 고처리량 1차 스크리닝의 증가하는 요구 사항을 충족하도록 설계



활용분야 단백질체학, 대사체학, 리퀴도믹스, 폴리머 및 이미징 분석

## 사양

- MALDI 이온 소스 : Smartbeam 3D
  - 레이저 반복률 : 10,000Hz
  - 레이저 초점 크기 : 5 $\mu$ m의 최적화된 레이저 초점
- 고해상도 TOF/TOF : 질량 정확도(펩티드 혼합물)는 아래와 같음
  - 선형 : 외부에서 60ppm, 내부에서 50ppm
  - 리플렉터 : 외부에서 5ppm 및 내부에서 1.5ppm
  - MS 감도 : 서브아몰 S/N 200:1

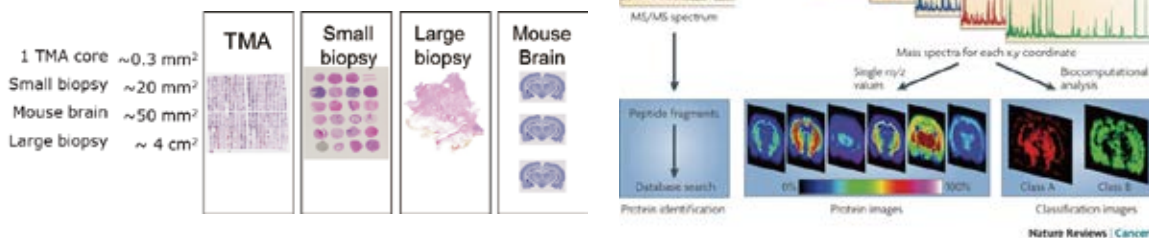
## 고해상도 분자영상화 질량분석기법

박편된 생체 조직 등 고해상도 공간 분해능의 효율적인 이온화를  
통해 영상학적인 질량분석이 가능.

### 작업흐름

### 특이사항

- 16 brain samples
- Acquisition time : ~11.5 h
- Import Time : ~3 h



장비 담당자

김윤주

pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563

High Precision for Proteomics Analysis

# 액체크로마토그래프 질량분석기

**모델명** Q-Exactive plus [Thermo Scientific/미국]

액체크로마토그래프의 검출기에 질량분석기(MS)를 사용한 분석법으로  
액체크로마토그래프, 이온화장치, 질량분석기로 구성



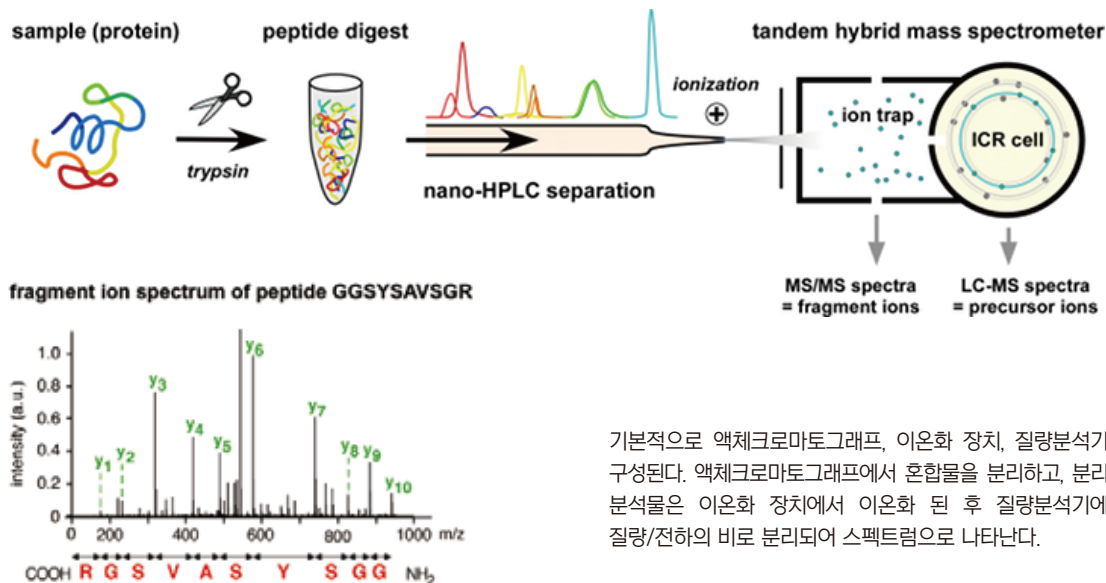
## 특징

- 고속/대량의 단백질 시료를 분석
- 바이오의약품, 대사물질 동정에 활용되며 특정 분자량을 갖는 물질 및 구조를 예측 가능

## 사양

- Mass 해상도 :  $> 280,000$  at  $m/z$  200
- Mass 범위 : up to  $m/z$  6,000
- Mass 스캔 동력(힘) :  $> 12\text{Hz}$  high resolution full scan MS/MS
- Mass 정확도 :  $< 3\text{ ppm RMS}$
- 분리 폭 :  $< 0.3\text{ Da}$

## 액체크로마토그래프 질량분석기 (LC-Mass)



기본적으로 액체크로마토그래프, 이온화 장치, 질량분석기로  
구성된다. 액체크로마토그래프에서 혼합물을 분리하고, 분리된  
분석물은 이온화 장치에서 이온화 된 후 질량분석기에서  
질량/전하의 비로 분리되어 스펙트럼으로 나타난다.

장비 담당자

임혜령

hrs@kbri.re.kr

053-980-8567

# 액체크로마토그래피 시스템

모델명 | Ultimate 3000 [Thermo Scientific/미국]

지표성분 및 기능성 물질에 대한 정성·정량 분석



## 특징

- 천연물 분석, 세포 용해물(cell lysates) 분석 등에 활용
- 표준 단백질을 기준으로 천연상태에서의 대략적인 크기 분석
- 단백질 결합에 따른 크기 변화를 바탕으로 단백질-단백질 결합 분석
- 형광을 이용하여 특정 단백질이나 펩타이드에 형광 염료 혹은 형광 단백질을 붙여서 비정제된 단백질 분석

## 사양

- 샘플 용량 : 120 x 1.8/2.0 ml, 3 x 96 or 384 wells
- 펌프 압력 범위 : 2 ~ 612 bar(9000 psi)
- 온도 범위 : 5°C ~ 80°C
- 주입 방식 : In-line split-loop injections, bypass mode
- 형광 검출기 광원 : Xenon Flash Lamp
- 형광 검출기 정확도 : ±2nm

## 크로마토그래피 (Chromatography)

크로마토그래피는 혼합물을 이루고 있는 각 성분이 두 상에 대하여 서로 다른 분포도를 가지기 때문에 분리가 되는 원리에 입각한 화학분리법이며, 이동상이 gas인 경우에는 Gas Chromatography(GC) 이동상이 liquid인 경우는 Liquid Chromatography(LC)이다.

각각의 성분들이 이동상과 고정상에 분배되는 정도의 차이에 의하여 이루어지게 되고, 각 성분의 두상에 대한 분배비를 분배계수(K)라고 하며 실제 K는 다음의 식으로 구한다.

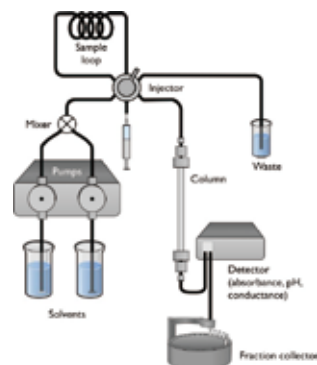
$$K = \frac{C_s}{C_m}$$

$C_s$  고정상에 있는 시료의 농도  
 $C_m$  이동상에 있는 시료의 농도

Column은 particle diameter, column size, packing materials를 기준으로 선택하며 Column type은 Normal phase, Reverse phase가 있고 Normal phase인 경우 고정상으로 Silica, 이동상으로는 Hexane, Ethyl acetate가 주로 쓰이며 일반적으로 non polar compounds를 분리할 때 사용하고, Reverse phase인 경우 고정상으로 C8, C18 이동상으로는 water, ACN, Methanol이 주로 쓰이며 일반적으로 polar compounds를 분리할 때 사용한다.

Equilibration은 Column 직경이 중요하며, 일반적인 조건은 다음과 같다.

Equilibration times ca.	Dimensions	Column volume	Flow rate	Equilibration times ca.	Dimensions	Column volume	Flow rate
10min	ID2.0 x L150mm	0.1ml	0.25ml/min	45min	ID4.0 x L250mm	2.20ml	1.00ml/min
25min	ID2.0 x L150mm	0.33ml	0.25ml/min	15min	ID4.6 x L150mm	0.58ml	1.00ml/min
45min	ID2.0 x L250mm	0.55ml	0.25ml/min	35min	ID4.6 x L150mm	1.74ml	1.00ml/min
30min	ID4.0 x L150mm	1.50ml	1.00ml/min	60min	ID4.6 x L250mm	2.91ml	1.00ml/min



Automated Extreme Performance Cell Sorter

# 고사양 자동 세포 분리기

모델명 | MoFlo Astrios [Beckman Coulter/미국]

정밀한 레이저 장치를 사용하여 혼합 세포군에서 특정 세포군을 분석 및 분리



## 특징

- 개별 세포가 가지는 여러가지 특성을 레이저와 형광이 표지(tagging)된 항체를 이용하여 분석하는 장비
- 세포의 표면 및 내부가 갖는 면역 상태를 파악하고 세포 혹은 핵 내부의 DNA 양을 분석하여 세포의 특성 파악
- 세포 분리 방법 중 Jet-in-air 방식을 이용하여 세포 분리 시 높은 순도, 높은 생존율, 빠른 속도 제공
- 분석한 세포 중에서 원하는 특성을 가진 세포만을 물리적으로 분리하여 다른 실험에 사용 가능
- 단일 세포(single cell)를 분리할 수 있어 단일 세포의 유전자, 세포 신호 전달 연구에 활용

## 사양

- 레이저 : 405, 488, 561, 640nm
- Jet-in-Air 방식 : 초당 100,000개 이상 분석
- 다양한 수집 장치가 있는 6-way 분리 방식
- 노즐 팁 : 70um, 100um
- 초당 70,000개 분리 결정 가능 : >99% Purity

## 고사양 자동 세포 분리기 (Flow Cytometry)



- Flow Cytometry는 세포가 가지는 특성을 형광을 이용하여 측정 하는 장비로 유액 상태의 세포가 레이저 빔을 통과할 때 산란되는 빛과 세포에 부착한 형광이 방출하는 빛을 측정하여 세포의 크기와 내부 복잡성 및 단일 세포 단위의 특성을 규명하고 원하는 세포를 분리할 수 있는 연구 기법
- 단일 세포 유전체 분석 및 세포주 개발을 위해 세포 집단에서 해당 세포를 분리할 때 사용
- 유세포 분석법을 이용하여 세포를 분석한 후 원하는 세포를 단일 세포 단위로 분리 가능
- 세포는 plate, slide 및 다양한 크기의 tube 등 수집하고자 하는 용기에 분리 가능
- 최대 서로 다른 6개 집단의 세포를 단일 세포 및 원하는 숫자의 세포를 지정하여 분리 가능
- 매우 빠른 분석 속도로 초당 최대 100,000개 이상의 세포 분석이 가능하며 단일 세포의 여러 parameter를 동시에 측정할 수 있음

장비 담당자

이 가 영

leegy@kbri.re.kr

053-980-8566



# 세포 및 조직분리수집시스템

모델명 TCM400 [Neuroindx/미국]

뇌조직 슬라이드 나 배양세포 중에서 원하는 부분을  
진공 capillary 방식을 사용하여 선택적으로 분리 및 수집하는 시스템



## 특징

- 살아있는 세포에서 DNA/RNA 및 단백질 분리를 위한 dissection 가능
- 한 세포가 갖는 여러 특징을 동시에 측정하고 특정 부분을 선택하여 고감도 측정 분석 가능

## 사양

- 미동 장치 범위 : 눈금마다 0.002
- 미동 장치 stroke : 0.2mm per turn
- 스테이지 : 240 x 160mm(with mechanical X,Y stage)
- 이동거리 : 14 x 41.3mm
- 시료 : Slide glass, petri dish

## 이미지

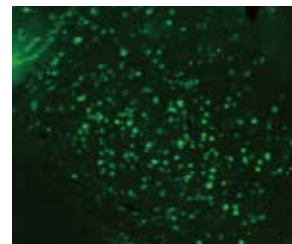


## 세포 및 조직분리수집 시스템

다양한 특성의 세포와 빠른 스피드의 분리와 고감도 측정을 위한 특이한 부분의 세포를 동시에 측정할 수 있는 장치

### 특이사항

- 쉬운 장비운영과 컨트롤러 버튼을 이용한 정확한 측정 가능
  - 홈 위치 & 예비 위치
  - 진공 압력 조절
  - 진공 기간 조절
  - 모음 기능
- 분리된 세포나 조직은 재배양이나 기타 downstream work(PCR 등)을 위해 syringe를 이용하여 다른 vessel로 옮겨져 활용



## Microfluidics Liquid Handling System

# 자동액체미량분주기

**모델명** | Formulator 16 [Formulatrix/미국]

기존의 일반 액체 분주기보다 10배 가량 더 빠른 분주가 가능한 차세대 액체 분주기이며 점성이 있는 시약도 분주가 가능



### 적용

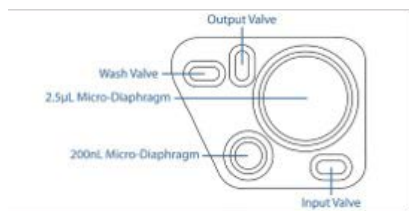
- 단백질 결정화
- 점성 시약 분주
- Screen Creation

### 사양

- 밸브 클러스터 용량 : 200nL or 2.5mL
- 독립 채널 조절 96 노즐
- 4개의 점성 셋팅으로 간단히 선택
- 쉽게 저장 성분 전환
- 병 위치의 시그널링에 대한 병 센서
- 최소 분주 범위 : down to 200nL
- 플레이트 호환 : SBS or Linbro footprints

## 자동액체미량분주기

미소분량의 액체를 조정하는 마이크로유체 조작기술을 이용한, 액체 분주장치를 활용하여 대량의 샘플들을 효과적으로 처리할 수 있다.



장비 담당자

류영재

ryj123@kbri.re.kr

053-980-8561

# 막단백질 결정화 스크리닝 장비

모델명 Crystal phoenix [Art Robbins Instruments/미국]



Crystal Phoenix는 이상적인 단백질 결정화 디스펜서로 정확도, 속도 및 정밀도를 제공하여 낙하, 매달린 물방울 및 마이크로 배치 반응에 대한 완벽한 기기

## 활용분야

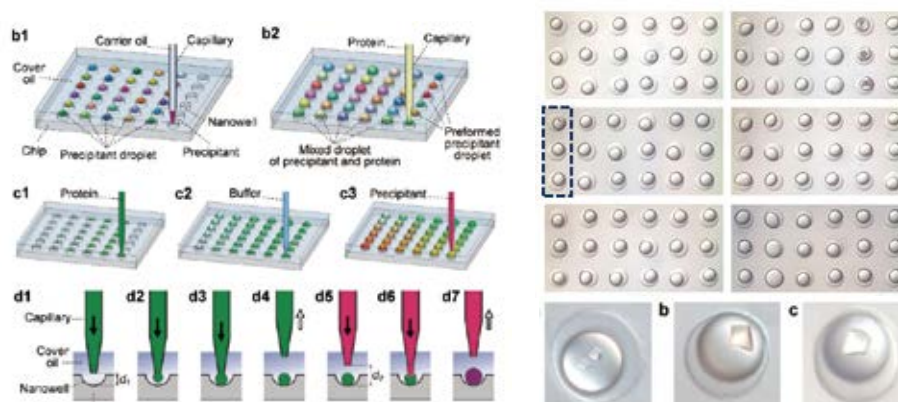
- 단백질의 분자구조 결정
- 제약을 목적으로 하는 단백질 제형

## 사양

- 96 주사기 헤드
  - 주사기 헤드 : 96 또는 384 사용 가능
  - 분배 유형 : 비접촉식
  - 분배량 : 0.1uL-100uL
- 비접촉 나노 디스펜서
  - 토출량 : 0.1uL ~ 100uL
- 유연한 바늘이 있는 주사기
  - 주사기 용량 : 100uL, 250uL, 500uL, 1000uL
  - 주사기 재질 : 단백질과 호환 가능
  - 주사기 바늘 유형 : 유연한 니티놀 바늘

## 단백질 결정화

단백질 결정화 기술은 생체 단백질 구조 연구에 핵심적인 기술임. 생체단백질 결정의 최적 성장 조건을 찾기 위해 미소분량의 액체를 정교하게 다루는 시스템이 활용됨.



장비 담당자

김 윤 주

pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563

## Multi-Channel Patch Clamp System

# 다채널 전기생리학 실험 시스템

**모델명** | MultiClamp 700B [Molecular Device/미국]



단일채널 녹음의 경우, 세포 전체 전압 및 전류 클램프 기록, 세포내 정확한 미세 전류기록, 이온 채널의 세포외 전위기록, 신경과학, 나노포어, 전압전류 연구

### 활용분야

- Ion 채널 연구
- 세포 전달계 분석
- 질환 연구
- 안전성 평가

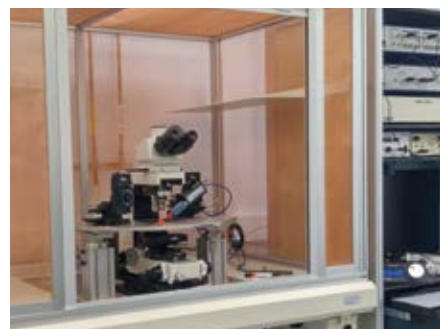
### 사양

- O<sub>2</sub>와 CO<sub>2</sub>에 대한 민감도 : 0.1%
- 공기의 허용 가능 O<sub>2</sub> 함량 : 19 - 21% or 11 - 21% or 0 - 100%
- 공기의 허용 가능 CO<sub>2</sub> 함량 : 0 - 1% or 0 - 5% or 0 - 100%
- 챔버 크기 : 50ml 부터 10liter
- 정확도 :  $\pm 2\%$
- 채널 수 : 8채널

## Fast-scan Cyclic Voltametry and Electrophysiology Equipment

# 신경신호물질 및 전기생리학 측정장비

**모델명** | Multiclamp 700B etc [Molecular Devices/미국]



고속 전류 클램프, 패치 클램프, 전압 전류 측정, 이온 선택 측정, 이중층 기록을 포함하는 다양한 세포내 또는 세포외 전기자극 측정에 유용

### 활용분야

- 기본 이온 채널 연구, 세포 경로 분석
- 질병 연구, 안전성 평가(hERG 테스트)
- 순환 전압전류법을 이용하여 뇌절편에서 전류와 전압을 측정하고 신경 신호 변환기의 특성을 측정하는 기존의 패치 클램프 시스템을 통해 실시간 변화와 동시 측정 가능

### 사양

- 아날로그 출력 및 입력
  - 8채널,  $\pm 10V$  범위, 16비트 분해능
  - 1Hz~500kHz 샘플링 속도
- 디지털 출력 전류 :  $\pm 4mA$  소스

장비 담당자

김 윤 주

pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563

# 다중채널 전기자극 시스템

모델명 | MEA2100 [Multi Channel Systems/독일]



전극을 모니터링 및 제어하는 기계장치를 통해 각 전극에서 개별 세포의 활동을 시간에 따라 관찰

## 특징

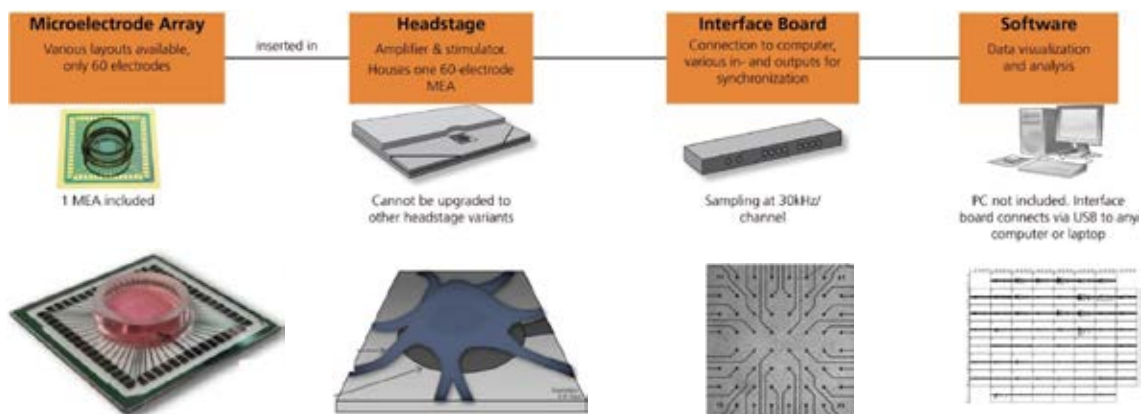
- 조직공학 기반 심장/뇌 인공시험체의 전기생리학적 특성을 부위 전위(field potential) 형태로 측정
- 줄기세포 유래 심근 및 신경세포의 기능성 여부 판단을 위해 전기생리학적 특성 분석
- 세포 내 신호 전달 물질의 실시간 분석이나 세포, 조직 내에서 발현된 독성 등 관찰
- 부위 전위 분석을 통해 흥분성 세포 및 조직체의 약물 반응성 확인

## 사양

- 최대 전류 자극 :  $\pm 1\text{mA}$
- 최대 전압 자극 :  $\pm 10\text{V}$
- 최대 샘플링 속도 : 채널당 50kHz
- 통합된 발열체 : 20 Ohm, PT 100 센서
- 다중 전극판 : 2100 인터페이스 보드
- 입력 전압 범위 : 100 ~ 240V

## 미세전극배열 시스템 (Microelectrode arrays system)

- MEA 시스템은 마이크로 크기의 전극들이 어레이 형태로 제작된 전극으로 수십 마이크로미터 크기의 신경세포(neuron)들로부터 발생된 활동전위(action potential) 등 세포의 전기적 특성의 변화를 기록하고 자극하여 세포 성장 컨트롤과 인공 신경회로망 구성에 활용
- 체외 환경(in-vitro)에서 배양된 신경세포나 뇌 절편으로부터 신경신호를 측정할 수 있는 평판형(planar) MEA가 주로 활용되며, 배양된 세포의 모습을 잘 관찰하기 위해서 투명하면서도 전도 특성이 좋은 ITO(indium-tin oxide)를 도선으로 사용
- 촘촘히 격자로 배열된 미세전극들로부터 개별 세포 단위와 네트워크 단위에서의 활동을 시간에 따라 관찰할 수 있음





High throughput Automated Gel Electrophoresis System

## 대용량 자동 전기영동장치

모델명 | 4200 TapeStation [Agilent Technologies/미국]

자동화 시료처리 Agilent 4200 TapeStation 시스템을 사용하면  
최대 96개의 샘플을 자동으로 분석하여 최소한의 사용자 개입을 통해 우수한 결과를 얻을 수 있음



### 활용분야

- Next Generation Sequencing
- Quantitative PCR

### 사양

- 작업을 간소화
- 분석을 위한 최소 샘플량 1-2μL
- 샘플당 1-2분 도는 96개 샘플의 경우 90분 이내에 결과를 얻을 수 있음
- 16-튜브 스트립 도는 96-웰 마이크로 믹서 플레이트

High Speed / Throughput Real Time PCR System

## 고속 실시간 유전자 증폭 정량장치

모델명 | LightCycler 480II [Roche/스위스]

LightCycler® 480 시스템은 유전자 검출, 유전자 발현 분석, 유전자 변이 분석 및  
array data 검증을 위한 다양한 방법을 제공하는 고성능, 중~고 처리량 PCR 플랫폼(96 또는 384-well plates)



### 활용분야

- 유전자 분석 : SNP, gene expression, microRNA
- 병원성 균, 바이러스 검출

### 사양

- 샘플 양 : 5ul-20ul(384-well), 10ul-100ul(96-well)
- 온도 조절 : 펄티어, 온도기준 레이어
- 온도 : 37°C~95°C(+/-0.1 °C)
- 자극 : 440nm, 465nm, 498nm, 533nm, 618nm
- 배출 : 488nm, 510nm, 580nm, 610nm, 640nm, 660nm
- 6컬러 다중화

장비 담당자

이 상 훈

medilg@kbri.re.kr

053-980-8562

# 나노입자분석 시스템

모델명 | NanoSight LM10 [Malvern/영국]



고해상도 입자 크기, 농도 및 응집 측정을 제고하는 반면 형광 모드는 표지된 입자에 대한 특정 결과를 제공  
이는 시각적 검증으로 확인된 이러한 모든 분석과 함께 입자 개체군 특성의 미묘한 변화를 실시간으로 모니터링

## 특징

- 액체상태에서 광범위하게 분포된 나노입자 각각의 사이즈와 개수를 분석
- 진공 밀봉 챔버 안에 포함된 단열막이 외부 온도 변화로부터 반응 셀을 격리

## 활용분야

- 약물 전달 시스템 개발
- Nano 독성학
- Exosomes과 microvesicles(extracellular vesicles) 특성화
- 바이러스 백신 연구 및 개발
- 단백질 응집 연구

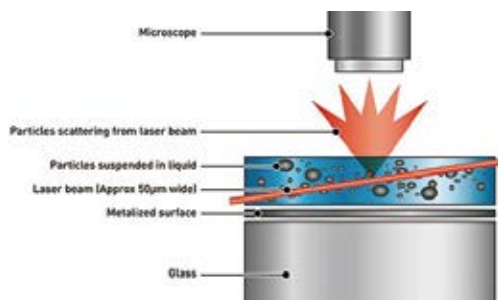
## 사양

- O2와 CO2 감도 : 0.1%
- 공기의 허용 가능 O2 함량 : 19 - 21% or 11 - 21% or 0 - 100%
- 공기의 허용 가능 CO2 함량 : 0 - 1% or 0 - 5% or 0 - 100%
- 정확도 : ± 2%
- 테스트 챔버 사이즈 : 50ml to 10liter
- 채널 수 : 8 채널

## 나노입자 추적 분석

NTA는 Nanosight Ltd.의 창립자 Bob Carr에 의해 발명된 입자의 크기와 농도를 분석하고 입자의 움직임을 이미지로 구현하는 기법이다. 입자의 크기와 입자의 브라운 운동 속도의 관계를 통해 측정되기 때문에 입자는 반드시 액체 내에 분산되어 있는 상태여야 하며, 10~1000nm 사이의 크기를 가질 때 측정 결과의 유효성을 인정받을 수 있다. 입자의 운동속도는 액체의 점도, 온도의 영향을 받으며 입자의 농도나 굴절율에 의한 영향은 받지 않는다, 입자의 움직임은 Stokes-Einstein 방정식으로부터 계산된 입자의 수확반경과 관계가 있다.

$$D = \frac{kT}{6\pi\eta R}$$



Particle Size & Concentration Analyzer

# 입자 크기와 농도 측정 시스템

모델명 | qNano [iZon/뉴질랜드]

용액 내 개별 나노 입자의 특성을 측정



## 특징

입자를 개별적으로 측정하여 평균치 측정에 따른 오차를 최소화, 정확한 크기와 농도 분석이 가능하여 다양한 샘플에 광범위하게 적용 가능

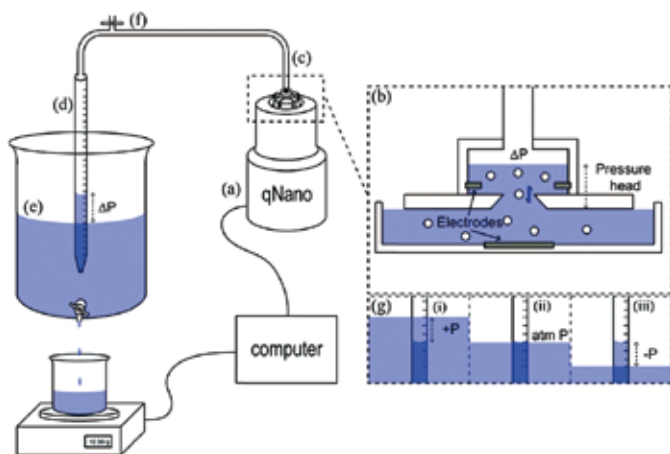
## 활용분야

- 입자 농도 고정밀 측정
- 병약물 전달, 백신 연구
- 병입자 크기 및 응집 확인

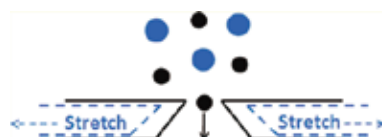
## 사양

- q-Nano body 1se t
- 나노포어 100, 200, 400, 1000
- 파티클 측정 CP100, CP200, CP400, CP1000
- 데이터 처리 시스템

## 입자 크기와 농도 측정 시스템



- Tunable Resistive Pulse Sensing (TRPS)라는 기법으로 upper fluid cell과 the lower fluid cell 사이의 전류를 확인하여 입자 하나 하나의 크기와 농도를 수치로 계산.
- 혈액이나 세포 특히 stem cell등 활발하게 연구가 진행되고 있는 Drug delivery particles, Microvesicles, Virus, Bacteria 등 광범위한 분야에 적용.



장비 담당자

이 상 훈

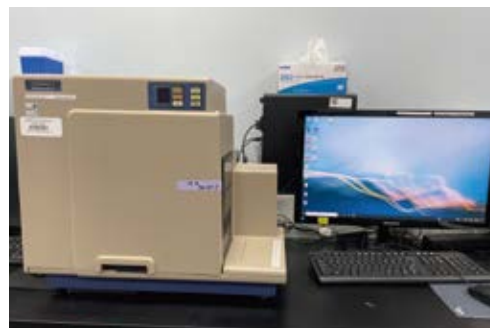
medilg@kbri.re.kr

053-980-8562

# 고속 카이네틱 칼슘측정장치

모델명 FlexStation 3 [Molecular Devices/미국]

칼슘 이온을 고속으로 분석하여 흡광, 형광, 발광, 형광 편광, 시간차 형광 측정



## 특징

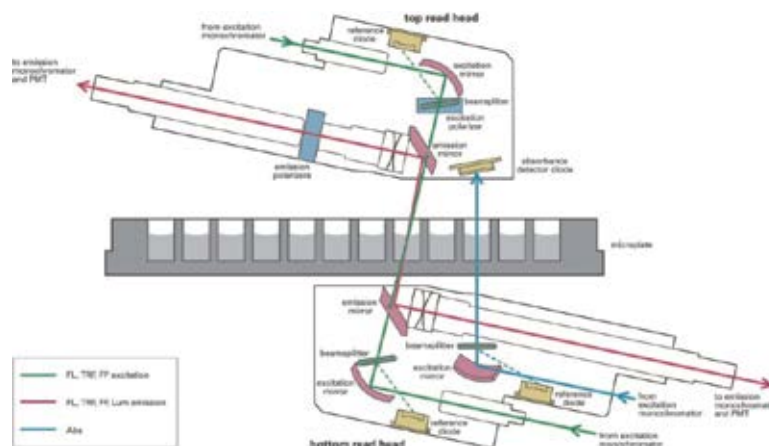
- 멀티 플레이트에서 형광, 발광, 변색 표지인자를 이용하여 대사체 세포 독성에 대한 데이터 획득
- 8개의 파이펫이 내장되어 있어, 수용액을 이용한 생화학(biochemical) 및 세포 운동(kinetic) 실험에 용이
- 인젝터(injector)를 활용할 수 있는 장비로 세포 내 생리학적 변화를 보다 빠르고 정확하게 측정 가능
- 신약물질 스크리닝을 위한 세포 신호 전달(cell signal pathway) 연구에 활용

## 사양

- 흡광 : 200 ~ 1000nm
- 발광 : 250 ~ 850nm
- 파이펫팅(Fluidics) : 8채널 또는 16채널
- 형광 : Excitation 250 ~ 850nm / Emission 250 ~ 850nm
- 형광 편광 : Excitation 400 ~ 750nm / Emission 400 ~ 750nm
- 시간차 형광 : Excitation 250 ~ 850nm / Emission 250 ~ 850nm

## 고속 카이네틱 칼슘측정장치 마이크로플레이트 리더

- 물질의 광학적 성질(흡광, 발광, 형광)을 이용하여 시료 내에 존재하는 타겟 물질의 양을 측정하는 분석장비
- Single-Mode Microplate Reader는 흡광, 형광, 발광 중 하나의 측정 모드만 이용할 수 있으며, Multi-Mode Microplate Reader는 흡광, 형광, 발광 측정 모드 모두 이용 가능
- 기본 구성 : 광원(Illuminant)-파장 선택기(Wavelength Selector)-시료부(Sample Vessel)-검출기(Detector)



장비 담당자

이 가 영

leegy@kbri.re.kr

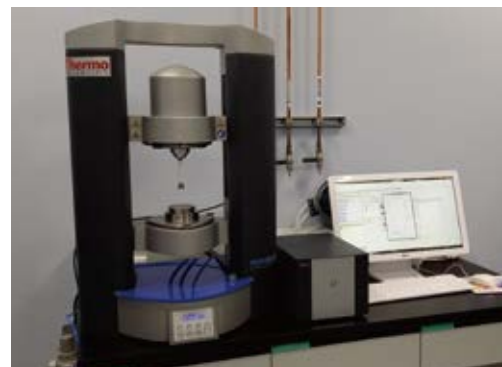
053-980-8566

## Rotational Rheometer System

# 회전형 레오미터 시스템

**모델명** | HAAKE MARS II [ThermoScientific/미국]

본 장비는 생체 조직 재료의 흐름과 변형상태의 점탄성적인 특성을 측정하며, 측정된 유동학적 특성들은 생체 기관 시료의 미세구조의 특성을 확인 가능



### 특징

외부 충격에 대한 생체 구조적 반향 특성과 함께 물리적 안정성 연구에 사용될 수 있고, 체액의 산도, 염기도 및 전해액 종류 및 농도에 따라 변하는 생체액 및 생체 구조물의 구조적 특성과 함께 종합 구조물을 이루는 단위 미세구조 연구에도 이용 가능

### 적용

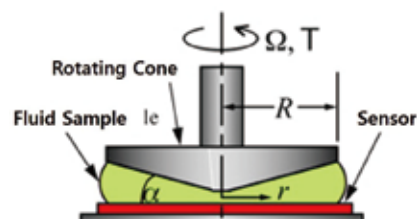
- 생체물리 : 세포들의 생물 점탄성적 특성
- 헬스케어 : Tactile properties of personal care fluids
- 심혈관 적용 : 카테터 이식

### 사양

- 최대 토크 : 200mNm
- 토크 해상도 : 0.1nNm
- CR : 10-8 ~ 1,500 min<sup>-1</sup>, CS : 10-7 ~ 1,500 min<sup>-1</sup>
- 각 해상도 : 12 nano rad
- 일반 힘 감지 범위 (N) : 0.01N to 50N in both positive and negative direction in measurement temperature range up to 600°C.
- 일반 힘 해상도(N) : 0.001

## 회전형 레오미터 시스템

고체, 액체 시료의 축방향의 파쇄 강도 및 끈적임 정도(Thickness) 측정과 함께 회전체에 대한 물질의 저항력인 비틀림 염력(Torque) 및 변형률(Rate of strain)을 측정하여 재료의 점성, 점탄성, 유체 및 고체의 흐름과 변형에 관한 특성을 정의하고 다양한 온도, 시간, 흐름과 변형 조건에서의 유변학적 특성 및 기계적 파쇄 강도 측정 도구를 통한 구조 변환에 따른 물성 변환 과정을 해석 하는데 필요한 재료 물성 연구 장비 시료의 온도, 시간 등에 따른 Kinetics 연구를 가능하게 하여 상변화(Phase behaviour), 겔화(Gellation) 및 경화 반응(Curing) 관련 연구 가능



장비 담당자

류영재

ryj123@kbri.re.kr

053-980-8561



# 세포투과도 측정장치

모델명 | CellZscope [Nanoanalytics/독일]

통계적 분석데이터 및 디스플레이 뿐 아니라  
프린팅과 결과값을 내보내 줄 수 있는 포괄적인 기능을 제공



## 특징

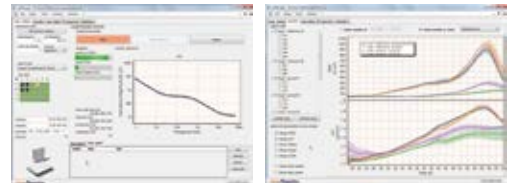
- Blood-brain barrier, blood vessels, nasal tissue 혹은 위장막 조직의 특정약물전달을 측정
- 전기적 임피던스를 측정하므로 여타의 형광물질을 이용한 Live cell 이미징 장비에 비해 경제적이며 용이하게 사용
- 미세용모의 발현과 막 용출 등의 세포막의 특징 확인
- 임피던스 기반 세포 관측 - 짧은 간격 tight junction 동역학에서 긴 간격 층 형성까지 일차 배양 상피, 내피 세포에서의 합성물 관련 영향들에 대한 연구

## 적용

- 임피던스 기반 세포 관측 - 짧은 간격 tight junction 동역학에서 긴 간격 층 형성까지
- 일차 배양 상피, 내피 세포에서의 합성물 관련 영향들에 대한 연구

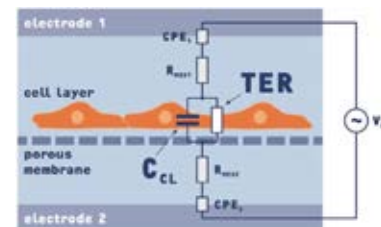
## 사양

- 세포 층의 전기적 임피던스를 자동적으로 측정
- 세포 모듈 : small 24-well type / mid-sized 12-well type / large 6-well type
- 실시간 관측
- 관측 변수
  - transepithelial electric resistance
  - endothelial electric resistance
  - electric capacitance



## 세포투과도 측정장치

- 투과성막 세포벽 형성의 임피던스를 측정하는 장치
- 세포층의 Transepithelial/endothelial resistance(TER)과 capacitance(Ccl) 물리적 특성을 자동으로 측정
- 세포층의 특성과 관련된 변수들을 유도하고 쉽게 분석가능
- 분자 및 이온 수송



## DNA Detection System

# 유전자도입총 시스템

모델명 Helios [Bio-rad/미국]

미생물, 동식물 등 다양한 세포에 특정 핵산, 단백질 등의 유전물질 도입



### 특징

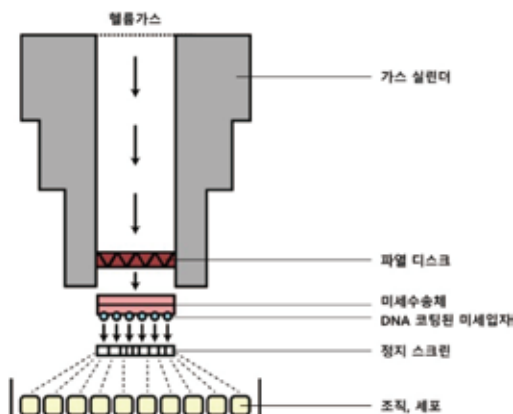
- 일반 유전자 도입 장치와 달리 살아있는 분열조직, 동물의 장기 등에 직접 유전자 도입
- 크기가 큰 DNA, 다수의 DNA, In vitro 및 In vivo 등 다양한 샘플에 사용 가능
- 암 관련 진단 및 치료제 연구, 유전자 분석 등 의생명공학 분야에 응용
- 유전자 치료제 개발이나 항생물질 생산, 생체의약품 개발에 활용
- 배양 뇌 조직에 유전자를 도입하여 뇌기능 연구에 활용

### 사양

- 최대 전류 : 10mA
- 전압 : 9V(알카라인 배터리)
- 가스압력 : 최대 600psi 헬륨(He)
- Safety relief 압력 : 700psi  $\pm$  35psi
- 압력 조절 : 최대 800psi limit

## 유전자 총 (Gene Gun)

- 지름 1~5 $\mu$ m로 크기가 적당한 금이나 텅스텐 또는 플라스틱 입자에 재조합 플라스미드를 부착하고 적정 속도로 가속하여 세포벽이나 세포막을 통과할 수 있도록 만든 기구로 세포질 속으로 유용 유전자를 삽입하여 형질 전환을 유도하는데 사용
- 외부 DNA를 매우 빠른 속도로 발사하여 살아있는 세포나 조직, 동물의 장기 등에 직접 유전자 도입
- 생체 내 표적 범위에 신속하고 직접적인 형질감염에 사용



장비 담당자

이 가 영

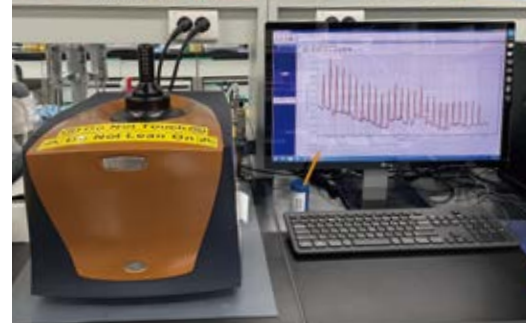
leegy@kbri.re.kr

053-980-8566

# 미세등온적정열량계

모델명 | Nano ITC [TA Instruments/미국]

단백질 관련 고분자·저분자 물질 등의 상호작용 결합력과 반응 엔탈피 측정



## 특징

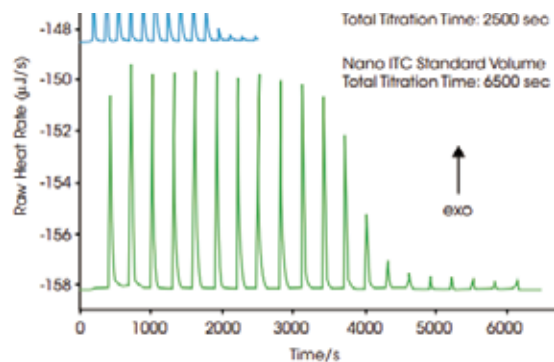
- 다양한 단백질 및 생물 관련 고분자 및 저분자 물질 등의 결합 반응 측정
- 신약개발을 포함한 기초연구부터 개발, 제조, 품질관리(QC) 등 광범위하게 사용
- 비표지 샘플을 실시간으로 감도 높게 측정하여 결합 여부, 결합 선택성, 친화성, 열역학적 특성 등 분석
- 등온적정열량계(ITC) 실험을 통하여 엔탈피( $\Delta H$ ), 엔트로피( $\Delta S$ ), 해리 상수( $K_d$ ) 등을 구할 수 있음

## 사양

- 사용온도 범위 : 2 ~ 80°C
- 온도 : 0.167 ~ 628  $\mu J$
- 셀 부피 안정성 : 0.0002°C at 25°C
- 측정 열량 : 190  $\mu L$
- 적정 실린지 용량 : 50  $\mu L$
- 교반속도 범위 : 120 ~ 1500rpm

## 등온 적정 열량계 (ITC)

- 등온 적정 열량계는 이온자 화학 반응 중에 방출되거나 소모되는 열의 양을 측정하기 위해 사용
- 화학 반응은 반응물의 상대적 에너지 안정성에 따라 발열 또는 흡열의 형태로 나타나고, ITC를 사용하여 반응 중 열 변화의 정도를 정량화 함
- ITC 실험 한 번으로 결합 친화도, 결합 특이성, 결합 비율(화학양론) 계산 가능
- 추가적인 시료의 준비가 필요하지 않으므로 기본 용액상 환경에서 결합 반응을 측정할 수 있음
- 기준 셀과 측정 셀의 출력을 비교하는 데, 다른 열량계 측정과 같이 두 셀은 단열 재킷으로 둘러싸여 있어 주변 환경과의 상호 작용이 최소화됨
- Nano ITC Low Volume의 민감도는 더 적은 시료로 장비가 정확하고 반복 가능한 결과를 생성하여 전체 적정 시간을 단축시킴



Real-time Cell Metabolism Analyzer

# 실시간 세포대사 분석기

모델명 | XFe24 [Seahorse Bioscience/미국]

XFe24는 온전하고 기능적인 세포 시스템을 검사하는 기능을 제공하여 대사 경로, 기질 선호도, 이화 및 동화 과정, 대사 표현형에 대한 포괄적인 조사를 가능하게 합니다.



## 특징

2개의 주요한 세포 에너지 대사 경로인 미토콘드리아 호흡(Oxidative phosphorylation)과 해당과정(glycolysis)을 24well plate 내에서 실시간으로 동시에 측정할 수 있음

## 활용분야

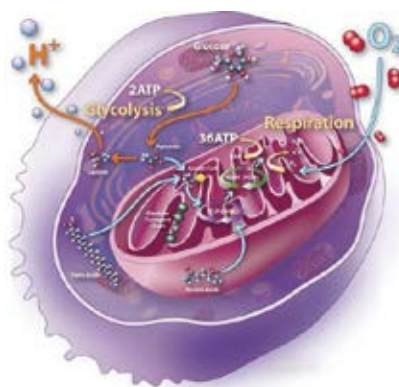
- 암, 비만, 당뇨 그리고 대사질환
- 퇴행성뇌질환

## 사양

- 1차 측정 : OCR(산소 소모율) & ECAR(세포밖 산성화율)
- 아세이 형식 : 특수 24웰 플레이트에 살아있는 세포
- 주입 포트 : 웰당 4개, 각각 75uL
- 최소 샘플 양 :  $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^6$  cells/well

## 세포대사 분석기

Extracellular  
Acidification Rate(ECAR)  
=  
Glycolysis



Oxygen  
Consumption Rate(OCR)  
=  
Mitochondrial Respiration

ECAR을 통해 Glycolysis, OCR을 통해 Mitochondrial Respiration을 알 수 있으며 측정결과를 바탕으로 암, 비만 등 각종 대사질환 연구에 기여할 수 있다.

장비 담당자

이 상 훈

medilg@kbri.re.kr

053-980-8562

## Fully Automatic Special Staining System

## 전자동 특수염색기기

모델명 | ARTISAN Link pro [Dako/미국]



Artisan™ Link Pro은 안전한 그리고 사용하기 쉬우며, 일관성 있게 다룰 수 있는 특수 염색 솔루션임

## 특징

슬라이드 건조, 탈파라핀화 등 전과정이 자동으로 진행

## 사양

- 장비 치수 : 65cm x 65cm x 98cm
- 슬라이드 용량 : 48 Glass slides
- 전체 시약 용량 : 50 reagent packs
- 개별 슬라이드 온도 컨트롤 : Ambient to 65°C
- 시약 분주 용량
  - 50mL test pack - 200 dispense strokes
  - 100mL test pack - 400 dispense strokes
- 시약 폐기 용량 : Three 2L bottles, One 4L bottles

장비 담당자

류영재

ryj123@kbri.re.kr

053-980-8561

## Automatic Tissue Processor

## 자동조직처리장치

모델명 | Excelsior ES [Thermo Scientific/미국]



병리 조직의 고정, 탈수, 파라핀 침투 등 절편 제작의 전처리 자동화기기

## 특징

- 모든 동식물에 있는 수분/지방 등을 표본에서 제거 후 파라핀을 표본에 침투시켜 표본 제작
- 실험 조직의 영구 보존이 가능하며 표본용 생체 조직의 부패 및 변질을 방지할 수 있음
- 독성 분석, 단백질 분석, 유전자 분석 수행 시 해당 시료의 박편 제작
- 뇌 조직 내에서 다양한 염색을 통해 특이적인 변화를 관찰하는 광범위한 실험의 시료 제작에 활용
- 일정한 처리 온도를 유지하면서 조직의 자동처리가 가능하므로 사용자에게 유해한 시약과의 접촉을 최소화할 수 있음

## 사양

- 시약 단계 : 11(2× fixative, 6× dehydrant, 3× clearant)
- 카세트 용량 : 최대 222(74/148/222)
- 시약 용량 : 3.8 ~ 5L
- 시약과 파라핀 온도조절 가능
- 파라핀 용량 : 3.6 ~ 4.8L

장비 담당자

이가영

leegy@kbri.re.kr

053-980-8566



## 조직표본 제작

광학현미경으로 식물 및 동물 조직을 관측하기 위해서는 다음과 같은 여러가지 과정이 필요하다.

### 고정 [Fixation]

조직의 구조를 효소에 의한 자기분해 및 세균에 의한 파괴로부터 보전하기 위한 과정

### 탈수 [Dehydration]

수용성 고정액에 고정된 조직 내에 존재하는 물을 제거하기 위한 과정

### 투명 [Clearing]

탈수과정에서 사용한 탈수제를 제거하고 투명제와 치환하는 과정

### 포매 [Embedding]

특수한 매질을 조직에 침투시켜 조직 전체를 일정한 상태로 경화 시키고 조직 내부의 빈 공간을 메꾸어 조직의 구조적 변형을 막는 과정

### 박절 [Section Cutting]

현미경 관찰을 위해  $\mu\text{m}$  단위의 얇은 조직 절편을 얻는 과정

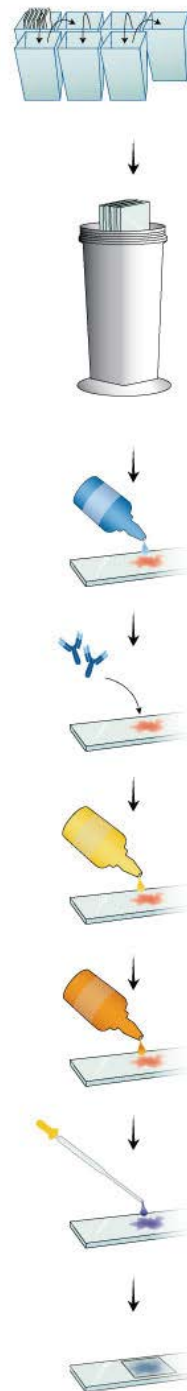
### 염색 [Staining]

일부 조직을 염색하여 다른 대부분의 조직과의 구분을 쉽게 하는 과정

### 봉입 [Mounting]

완성된 조직을 현미경으로 관측하기 좋은 형태로 슬라이드 글라스 위에 위치시키는 과정

### 조직 염색



## Chemi-Image Documentation System

# 화상이미지분석장치

**모델명** | FUSION FX7 [Viber Lourmat/프랑스]

최첨단 카메라 및 렌즈 기술을 갖춘 고급 사양의 웨스턴블롯 이미징 시스템



- 특징 및 활용분야
  - 단백질 검출
  - 단백질 상호작용 탐색
  - Western blot 결과 분석에 최적화

- 사양**
- CCD 모델 : Super CCD Area type
  - 렌즈 모델 : F0.85
  - 냉각 온도 : -30℃
  - 동적 범위 : 16-bit, 4 orders of magnitude
  - 칩 해상도 : 3.2 Mega pixels
  - 이미지 해상도 : 6.3 Mega pixels
  - 픽셀 크기 : 약 11μm
  - 노출 시간 : 자동, 수동
  - 픽셀 보정 : Dark frame correction, flat frame correction, and distortion correction
  - 이미지 크기 : 12MB(.GEL and .TIF)
  - 샘플 크기 : 21 x 14cm

장비 담당자

김윤주

pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563

## Bio-Molecular Imager

# 화상이미지분석기

**모델명** | ImageQuant LAS 4000 GE [GE Healthcare/미국]

세포막, 젤, 소동물, 콜로니 측정 등의 정량 이미징을 위한 다기능 목적의 CCD 카메라 시스템



- 특징
  - DNA 전기영동 결과를 분석에 최적화

- 사양**
- CCD 카메라
  - 최대 이미지 영역 : > 21x14cm
  - 이미지 해상도 : > 4 메가 픽셀
  - 동적 범위 : 16비트 4차수 확대
  - 냉각온도 : -30℃ 이하
  - 픽셀 크기 : 약 11μm
  - 자동 초점 : 모든 줌 설정 또는 높이에 대해 사전 보정된 초점
  - 광원 : UV광 RGB 광원

## 생체분자 분리 및 분석

생체 분자를 분리하는 기술은 분리 대상에 따라 크게 아래 세가지로 나뉜다. 아래 방법들은 공통적으로 항원-항체 반응 및 전기영동(크기와 전하에 따라 물질을 분리)을 이용한다. 항원-항체반응을 거치므로 매우 높은 특이성을 가진다.

### 1. Western blot

Protein detection/특정 단백질의 유무 또는 양을 알기 위해 수행하는 분석방법.  
단백질 - 단백질 간의 특이성(항원-항체반응)을 이용

### 2. Southern blot

DNA detection/DNA 시료에서 특정 DNA 서열을 찾기 위한 방법

### 3. Northern blot

RNA detection/ 시료에서 RNA에 의한 유전자 발현을 확인하기 위한 방법

\*\* Eastern blot : 단백질의 번역 후 수정을 찾기 위한 방법(PTMP)

위의 과정을 통해 준비된 샘플은 아래와 같은 이미지 분석방법을 통해 분석 가능하다.

#### A. Colorimetric detection

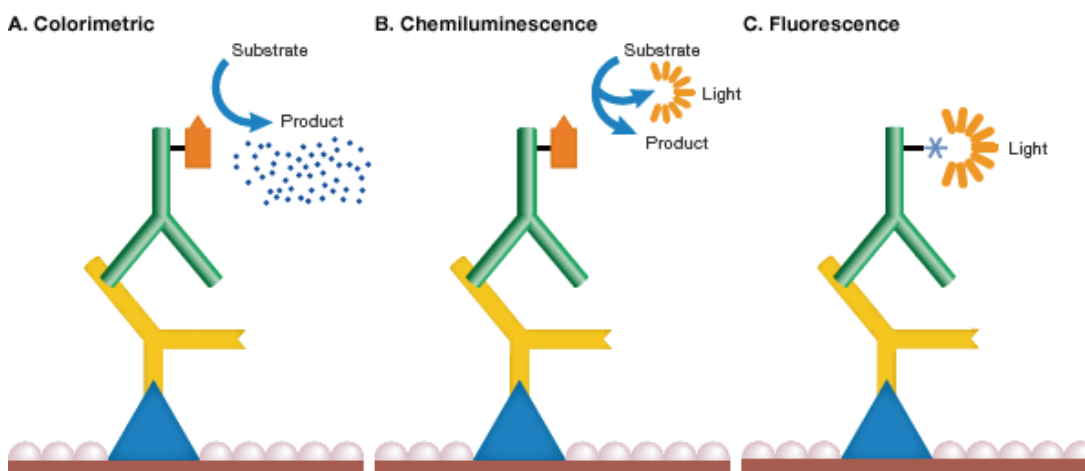
Peroxidase와 같은 Reporter enzyme을 이용하여 발생하는 물질의 신호를 검출하며 densitometry나 spectrophotometry를 통해 분석

#### B. Chemi-luminescent detection

Reporter enzyme이나 2차 항체에 노출되었을 때 발광하는 기질을 이용하여 CCD 카메라를 통해 영상을 얻고 densitometry를 통해 분석

#### C. Fluorescent detection

형광물질이 표지된 probe가 빛에 의해 여기되었을 때 발광하는 빛을 통해 분석



# 고속단백질 분리 정제 시스템

모델명 | NGC Scout 10 Plus [Bio-rad/미국]

자동화된 100mL/min 펌프는 생체 분자의 고분해능 분리를 위한 정확한 기울기를 제공



## 특징

다양한 컬럼을 이용하여 다량의 시료에서 특징적인 고분자 물질 분리

## 활용분야

- 진단 또는 치료용 항체 생산
- 효소 연구에는 기능적 순도 필요

## 사양

- C-96 자동 시료 주입기: 정확하고 재현 가능한 시료 주입을 위해 냉각 여부에 관계없이 사용 가능
- 시료 수집을 위한 BioFrac™ Fraction Collector와의 호환성

장비 담당자

김 윤 주

pray4u96@kbri.re.krr

053-980-8563



Fast Performance Preparative Protein Purification System

## 고성능 단백질 대량정제 시스템

**모델명** AKTA Pure L1 [GE healthcare/미국]

단백질, 펩티드의 빠른 정제를 위한 유연하고 직관적인 크로마토그래피 시스템



- 특징** 7가지 다른 샘플을 자동 Loading할 수 있고 Flow rate가 빠르고 Fraction collection이 용이
- 적용**
  - 겔화 / Gel Filtration / Size Exclusion Chromatography
  - Affinity Chromatography, etc
- 사양**
  - 작동 압력 : 2900psi(200bar)
  - 흐름 속도 범위 - isocraticmode : 0.001 - 25ml/min(normal range), 50ml(column packing flow)

장비 담당자

류영재

ryj123@kbri.re.kr

053-980-8561

Membrane protein absolute molecular weight analysis system

## 세포막 단백질 절대분자량 분석 시스템

**모델명** miniDAWN & Optilab [Wyatt/미국]

Proteins, polymers와 나노입자의 특징 분석을 위한  
다각도의 빛산란을 측정하는 장비로 세포막단백질복합체의 분자량 및 함량 분석



- 특징**
  - 시스템 준비 모니터
  - 실시간 상태 표시기
  - 동적 수집 모드
  - 인라인 측정을 위한 내장 DLS 모듈
- 적용**
  - 세포막 단백질의 절대분자량 및 올리고머 분석
  - 미확인 단백질의 특성 분석(분자량 분포, aggregation)
- 사양**
  - 분자범위 : 200Da to 10MDa(proteins) or 1MDa(linear polymers)
  - 레이저 파장 : 658nm  $\pm$  4nm
  - MALS 검출기 : High-gain, high dynamics range photodiodes at 3 angles

장비 담당자

임혜령

hrs@kbri.re.kr

053-980-8567



# 단일세포 유래 전자동 대량유액기반 분획 및 라벨링 장치

모델명 Chromium Single Cell 3' v2 [10X Genomics/미국]



10x Genomics는 기존 short-read 시퀀서의 기능을 변환하는 혁신적인 시스템으로

긴 거리, 구조 및 세포 정보에 대한 중요한 요구를 충족

이를 통해 연구자들은 기존 시퀀싱 시스템 및 워크플로를 활용하면서 단계적 구조적 변이체, 단계적 단일 뉴클레오타이드 변이체 및 개별 세포의 동적 유전자 발현을 포함하여 이전에 접근할 수 없었던 게놈 정보를 전례 없는 규모로 발견 가능

- 특징 및 활용분야
- 신경생물학
  - 암생물학
  - 줄기세포 연구
  - 유전자 시퀀싱의 높은 정확도 및 재현성
  - 10분 안에 10,000개 또는 최대 10,000개 세포의 정확한 분류
  - 뇌의 세포 유형별 정확하게 구분
  - 세포 분리와 동시에 분석 파이프라인 소프트웨어를 통해 전체 뇌를 매핑하는 기능

- 사양
- 병렬로 처리되는 최대 8개의 채널
  - 채널당 1,000~6,000개 이상의 셀
  - 셀 크기 제한 없음
  - 칩당 실행 시간 10분
  - ~50% 셀 처리 효율성

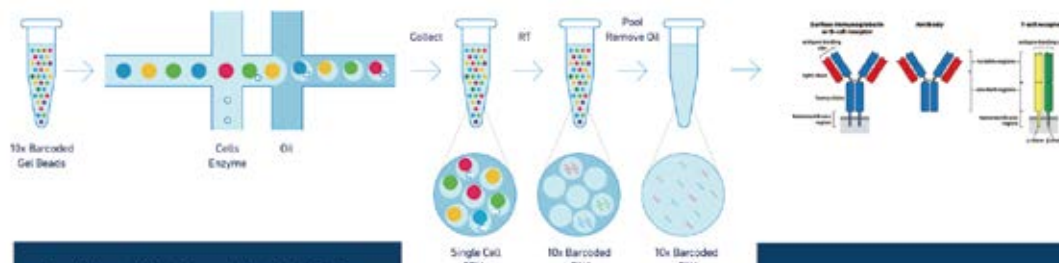
## 시퀀싱을 위한 단일세포 드롭렛 분리기

### 효율적인 생화학 연구 가능

- Sequencing을 통해 세포 당 정확한 유전자의 수 검출
- 각 세포주기와 연관된 Marker의 발현을 이용하여 세포주기 확인

### 단일세포 디지털 유전자 발현

mRNA는 바코드 된 cDNA를 만드는 역전사 효소에 의해 전사 되고, 바코드는 단일 세포에서 나온 전사를 확인



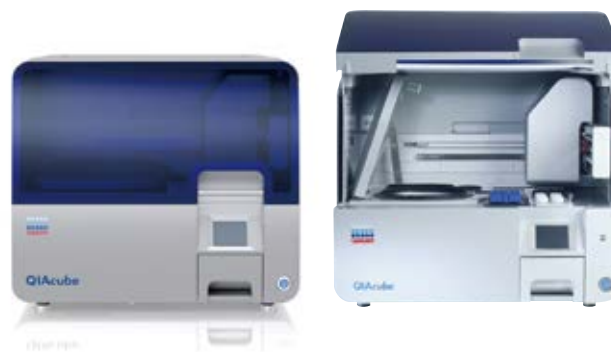
- Rapid partitioning and lysis of 100s-10,000s of cells in < 7 minutes
- Low cell loss
- No lower limit on cell size

- Output: Full-length, paired V(D)J sequences
- Optional gene expression measurements from the same cells

Automated Nucleic Acids / Protein Extraction System

# 자동시료추출시스템

모델명 | QIAcube [QIAGEN/독일]



QIAcube는 QIAGEN 스핀 컬럼을 처리하는 첨단 기술을 사용하여 자동화된 저처리량 시료 전처리를 실험실 워크플로로 원활하게 통합하게 함. 정제 화학 물질 변경 필요가 없어 빠른 시작과 즉각적인 결과를 보장. 정제 절차의 모든 단계는 완전히 자동화되어 실행당 최대 12개 샘플 처리가 가능함

## 특징

- 최대 12개 샘플 동시 처리
- 액체 레벨 센서 및 레이저 센서 설정
- 원심분리기, 셰이커, 히트 블록 및 피펫 포함
- 애플리케이션별 70가지 프로토콜 제공

## 활용분야

- 시퀀싱/시퀀싱 분석
- 유전자 발현 분석
- 유전자형
- 단백질체학

## 사양

- 원심분리기 : 12,000 x g, 12개 위치의 스윙아웃 로터
- 프로토콜 : DNA / RNA / 단백질 정제
- 키트 : 대부분의 QIAGEN 수동 키트
- 샘플 : 실행당 1~12개의 샘플
- 주사기 크기 1mL, 피펫팅 범위 5-900µl

## 핵산 / 단백질 자동 추출

- 자동화된 DNA/RNA/단백질 준비 : 원심분리기, 열 진탕기 및 피펫장치가 모두 built-in으로 내장되어 있어 용해에서 정제까지 전자동으로 DNA/RNA/단백질 준비가 가능.
- QIAGEN 스핀 컬럼 바로 사용 : Plasmid mini prep, PCR cleanup, gDNA, RNA, His-tag 단백질 정제와 같은 다양한 용도의 QIAGEN prep kit을 장착하여 사용 가능.
- 12가지 시료 진행 : 1~2시간 내에 최대 12개까지 DNA/RNA/단백질 준비 가능.
- 손쉬운 자동화 프로토콜 : 작동을 위해 실험자가 직접 프로토콜을 만드는 번거로움 없이 각 애플리케이션에 대한 자동화 프로토콜을 QIAGEN 웹사이트에서 직접 다운로드 가능.



장비 담당자

김 윤 주

pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563

## Eye Tracker

# 아이트랙커

**모델명** | EyeLink 1000 Plus [SR Research/캐나다]

시각자극에 따른 동공의 크기 변화를 실시간으로 측정하는 장비



## 특징

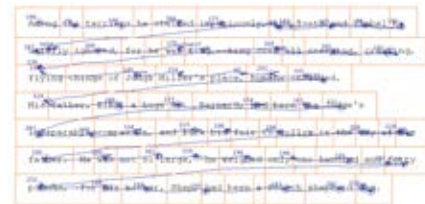
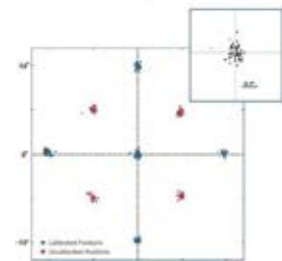
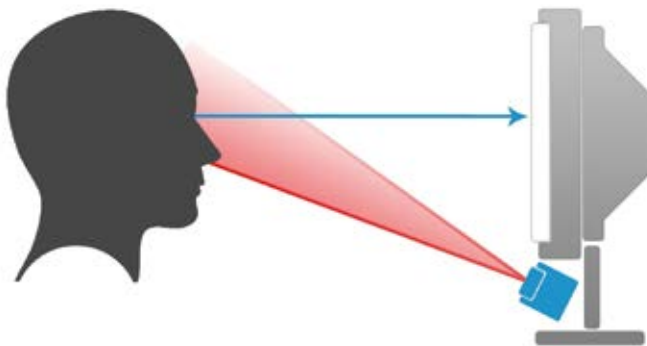
- 동공의 크기 변화 및 눈 움직임 경로의 편향은 실험 참가자의 의식 통제 밖이므로 무의식적 인지정보 처리과정 연구에 활용
- 시각정보처리 연구를 위한 인지과제에서 눈 움직임을 통해 반응을 받고 시선 이동경로를 측정하는 데 사용
- 사용자 경험 및 인간-컴퓨터 상호작용 연구 등 융합연구, 자폐증, ADHD 등 특수집단 연구에 활용
- 높은 샘플링 속도 및 정확도를 가지고 다양한 실험 환경에서 사용 가능

## 사양

- Sampling rate : 최대 2000 Hz
- 시선 추적 범위 :  $40^{\circ} \times 25^{\circ}$
- 추적 모드 : 양안 및 단안
- 정확도 :  $0.3^{\circ}$
- 정밀도 :  $0.2^{\circ}$
- 깜박임 복구 시간 : 0.5 ms

## 아이 트래커 (Eye Tracker)

- 근적외선 LED에 의해 각막에 생성된 반사 패턴을 아이트래킹 카메라로 취득
- 고도의 이미지 처리 알고리즘으로 안구의 생리학적 3D 모델을 사용하여 공간상의 눈의 위치와 시점을 높은 정확성으로 추정
- 다양한 안구 운동 정보를 측정할 수 있고, 인지 작업 중 실시간 안구 운동 정보 추적
- 실험 중 실시간으로 참가자의 안구 움직임을 관찰 할 수 있고, 참가자의 수행에 따라 피드백 제공



장비 담당자

이 가 영

leegy@kbri.re.kr

053-980-8566

Impedance / Gain-phase Analyzer

# 고주파 고정밀 임피던스 분석기

모델명 | 1260A [Solartron Analytical/영국]



1260A 임피던스/게인-위상 분석기는 현재 사용 가능한 가장 강력하고 정확하며 유연한 임피던스 분석기로, 측정 무결성과 실험적 신뢰성을 중요시 하는 연구원들이 일상적으로 사용하는 1260A는 부식 연구, 생체 재료 등의 분야의 출판된 연구 논문에서 그 평판이 보증됨

## 특징

- 측정하고자 하는 물질에 일정한 전압, 전류, 주파수를 인가하여 물질의 저항을 측정
- 생체 조직의 전기적 임피던스를 측정하여 조직 임피던스 분석
- 마이크로 및 기준 전극 설계에 사용

## 활용분야

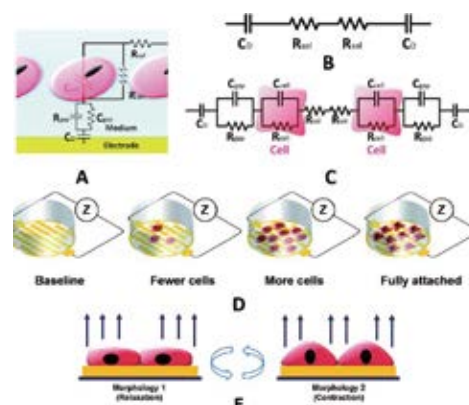
- 배터리 연구 및 연료 전지
- 바이오소재
- 전자부품 개발

## 사양

- 주파수 분해능 : 6500만분의 1(0.015ppm)
- 0.1%, 0.1° 정확도
- 0.001dB, 0.01°까지의 분해능
- 임피던스 >100M  $\Omega$
- 최대  $\pm 40.95V$ 의 분극 전압

## 임피던스 / 게인-위상 분석기

- 주파수가 다른 미세한 교류 신호를 셀에 부여하여 임피던스를 계측하는 방법을 통해 다양한 출력 형태가 가능함.
- 전도도가 매우 낮은 기존의 DC 측정법으로는 측정할 수 없는 반응을 측정 하는데 매우 효과적.
- 주로 인가된 AC 전위와 셀을 통해 흐르는 전류를 측정하여 신호로 나타냄
- 주변기기(임피던스 분석기)와의 인터페이스를 통한 장비 활용
- 임피던스 분석기 기능 및 이득/위상 분석도 수행 가능
- 단독으로 사용이 가능한 임피던스 분석기로서 10 $\mu$ Hz ~ 32MHz 범위에서 고정밀 임피던스 측정 가능



장비 담당자

김윤주

pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563

## Acoustic-assisted Hydrodynamic Focusing Cytometer

# 음향집속 세포정렬 분석시스템

모델명 | Attune NxT [Thermofisher/미국]



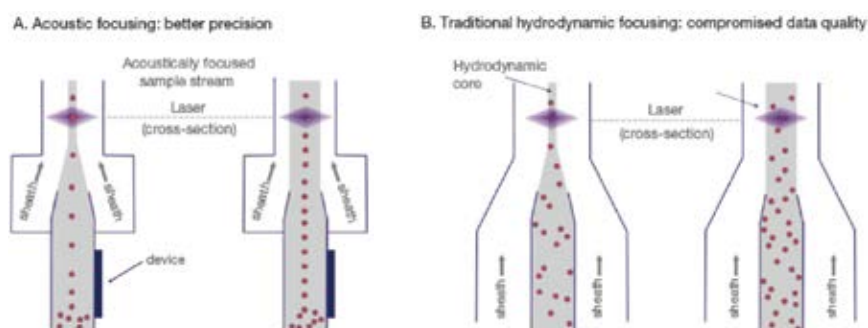
Acoustic Focusing cytometer는 혁신적인 기술인 음향집속 기술을 사용하여 레이저 조사 지점에 앞서 세포나 입자를 정렬하도록 하여 측정하는 벤치탑 분석기

- ◆ **특징 및 활용분야**
- 음향집속으로 희귀 세포의 신속한 감지
  - 모든 실험실 요구에 맞는 분자 설계
  - 기기 가동 중지 시간을 최소화하는 새로운 광학 설계
  - 체적 측정 및 세포 수 측정
  - 다중컬러 분석

- ◆ **적용**
- 데이터 수집 속도 : ~ 35,000
  - 입자 크기 범위 : 직경 0.5 ~ 50um
  - MESF(등가 가용성 형광색소의 예측 분자) : < 80 MESF(FITC), < 30 MESF(PE), < 70 MESF(APC)

## 음향집속 기술

- 음향 집속 기술을 기반으로 한 단일 세포 단위의 세포 활성 측정
- 12.5 ~ 1,000 uL/min의 빠른 샘플링 속도 및 대규모 고속 측정
- 매우 작은 시료 및 시료 크기 0.2~50um의 시료도 측정할 수 있는 고감도 분석
- 엑소좀, 뇌척수액, 신경줄기세포, 뉴런 등 극소량 시료의 고감도 분석



장비 담당자

김 윤 주

pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563



Biomolecular Interaction Kinetics Analyzer

# 생체물질결합 동역학 분석시스템

모델명 | Monolith NT.115 pico [NanoTemper/독일]



단일 이온(40Da) 또는 소분자(300Da)가 표적에 결합하는 것은 물론 리보솜(2.5MDa) 및 기타 복합체의 결합을 모니터링

## 특징 및 활용분야

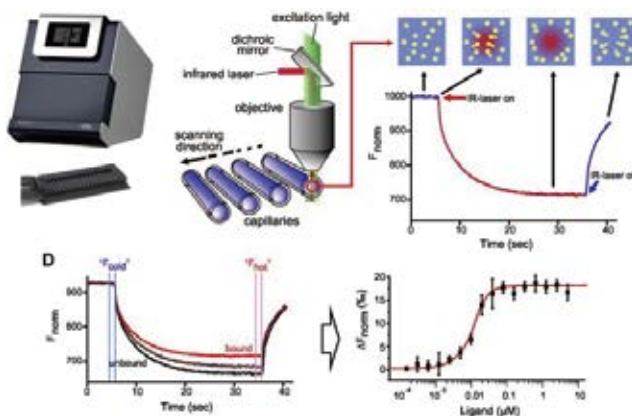
- 물질간의 상호작용
  - 단백질 - 단백질
  - 단백질 - DNA/RNA
  - 핵산 - 핵산
  - 단백질 - 소분자, 펩티드, 이온
  - 단백질 또는 소분자 - 고분자 복합체(e.g. 리보솜)
  - 단백질 또는 펩티드 - 리포솜/소포
  - 막수용체와의 리간드 결합

## 사양

- 친화도 범위 : 1pM ~ mM
- 샘플 소비량(Kd당) : 120pg
- 형광분자 농도 : 10<sup>-11</sup> ~ 10<sup>-3</sup>M
- 분자량 범위(Da) : 101-107

## 생체물질결합 동역학

- 단백질, 핵산, 소분자 및 이온을 포함한 다양한 생체분자물질 간의 결합 계수 측정
- pM에서 친화도(mM)까지 측정 가능. 넓은 다이내믹 레인지, 고감도
- 시료 소모량이 적은 까다로운 시료에 사용 용이
- 시료 정제 없이 매우 작은 시료에 대한 고속 고감도 분석



장비 담당자

김 윤 주

pray4u96@kbri.re.kr

053-980-8563

High sensitive detection system for circadian rhythm

# 고감도 세포주기 검출시스템

모델명 | Circadian 700A [Live Cell Instrument/한국]

살아 있는 세포 및 조직의 바이오 일주기 리듬을 측정하고 분석



## 특징

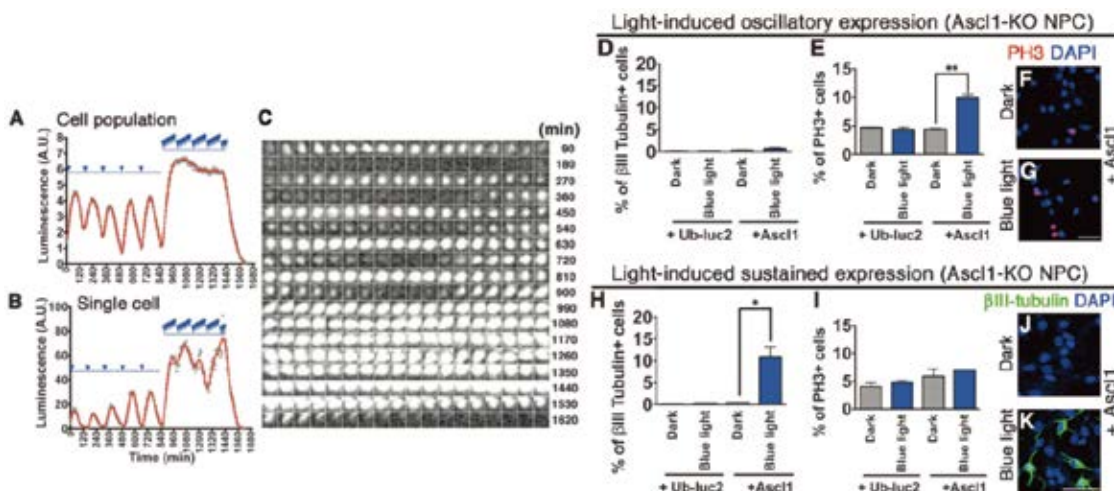
- 실시간 라이브 이미징이 가능하며 바이오 일주기 리듬을 측정하고 분석 가능
- 초고감도 검출기를 이용하여 매우 미약한 luminescence를 이미징, 분석

## 사양

- Ultrasensitive EMCCD 카메라
- 5채널 syringe pump 2 sets
- 4채널 perfusion 12 well chamber for cultured cell
- 2/3" 12.5-75 mm f1.2, 6x Manual Zoom

## 고감도 세포주기 검출시스템

- 세포와 조직의 바이오리듬 측정 및 분석
- Zoom lens 및 고감도의 detector를 사용한 시료 분석 및 이미징, 약한 신호의 발광 확인
- 다양한 perfusion을 이용한 많은 바이오리듬 변화 측정



장비 담당자

임혜령

hpsz@kbri.re.kr

053-980-8567

Bio-compatible 3D Printer

# 생체적합성 멀티젯 3D 프린터

모델명 J826 Prime [Stratasys/미국]

다양한 소재를 분사 및 경화시켜 고품질의 3차원 물체 출력



## 특징

- 50만 이상의 full 컬러 색상 구현 가능
- 프린터 헤드에서 광경화 레진을 분사한 후, UV광원으로 경화
- 생체적합성 재료로 제작이 가능하여 전임상 및 임상 연구에 장시간 사용 가능
- 여러 재료의 동시 출력이 가능하여 부분적으로 유연성을 가지는 부품을 조립없이 제작
- 연구에 필요한 복잡한 구조의 3차원 부속품들을 후가공이 필요하지 않을 정도의 고품질로 신속 제작 가능

## 사양

- 제작 크기 : 255 × 252 × 200 mm
- 적층 두께 : 최소 14 $\mu$ m
- 작동 조건 : 온도 18~25 $^{\circ}$ C, 상대 습도 30~70%(불응축식)
- 정확도 : 파트 길이 100mm 미만  $\pm 100\mu$ , 100mm 이상  $\pm 200\mu$
- 모델 재료 : 광경화성 레진(경질, 연질, 투명, 서포터)
- 디지털 재료 : 다양한 경도의 고무 모사 재료, 반투명 색조

Combined Wearable & Wireless fNIRS-tDCS-EEG System

# 실시간 경두개 뉴로모듈레이션 시스템

모델명 StarStim32-BriteMKII [Neuroelectronics-artinis/스페인-네덜란드]

무선으로 다중 채널을 동시에 사용하여 뇌 자극 및 모니터링 수행



## 특징

- 인간 대상 비침습 장비로 신경세포의 전기적 활동을 측정하는 EEG와 근적외선분광법(NIRS)으로 혈류 내 산소 변화 동시 측정
- tES 전기장의 피질 시각화로 프로토콜의 전류가 뇌에 어떻게 분포되는지에 대한 시각화 가능
- 무선 8채널 tES 자극기 및 EEG 모니터는 신경 생리, 학습 및 다양한 인지 기능 증진에 활용
- 모든 피질 영역에서 산소 및 헤모글로빈 농도 변화 측정 가능
- 다양한 뇌 질환 환자에게 전기자극과 뇌파검사 수행에 활용

## 사양

- 채널 : EEG - 32채널, Stimulation - 8채널
- LED 파장 : 760nm & 850nm
- 광전극 간격 : 30mm
- 무선통신 방식 연결
- 3D 분석 모듈 포함
- 측정 가능 부위 : 전두엽, 후두엽, 측두엽 등

장비 담당자

이 가 영

leegy@kbri.re.kr

053-980-8566

## Ultramicrotome

## 초미세조직절편기

모델명 PT-PC PowerTome [RMC/미국]



## 사양

- 절편 두께 : 1nm - 15μm
- 절삭 속도 : 0.1 - 100mm/s
- 시료 최대 절삭 두께 : 200μm

## 특징

투과전자현미경 또는 삼차원주사전자현미경 관찰을 위해 다양한 Polymer resin속에 포매된 샘플을 상온상태에서 수 nm~μm 사이즈로 Semi-thin & Ultrathin section 또는 Trimming 하는 장비

모델명 EM UC7 [Leica/독일]



## 사양

- 절편 두께 : 5nm - 15μm
- 온도 범위 : -185 - 110℃
- 절삭 속도 조절 : 0.05 - 100mm/sin 35 steps
- 시료 최대 절삭 두께 : 1 - 100nm in steps of 1nm

## Microtome

## 미세조직 절편기

## 진동조직절편기

Vibrating Microtome

모델명 VT1200S [Leica/독일]



## 사양

- 절편 두께 : 1 - 1000μm
- 절편 범위 : 0.5 - 45mm
- 절삭 속도 : 0.01 - 1.5mm/s

## 특징

파라핀, polymer 포매 또는 얼린 조직을 μm ~ mm 두께로 절편 할 수 있는 조직절편기

## 회전식미세절편기

Rotary Microtome

모델명 RM2255 [Leica/독일]



## 사양

- 절편 두께 : 0.5 - 100μm
- 절삭 속도 : 0.5 - 420mm/s
- 최대 시료 크기 : 50 x 60 x 40mm

## 동결절편기

Cryostats Microtome

모델명 CM1860 [Leica/독일]



## 사양

- 절편 두께 : 1 - 100μm
- 최대 시료 크기 : 55x55mm
- 온도 : -35 - 0℃

장비 담당자

이 상 훈

medilg@kbri.re.kr

053-980-8562

# KBRI 시설및장비

## 동물행동분석장비

### Instruments for Animal Study

- 84    운동능력측정시스템  
Comprehensive Kinematic Analysis System  
전임상 특수행동 분석장치  
Laboras Behavior Mouse System 8 Channel  
운동능력 및 지구력 측정장치  
Rotarod
- 
- 85    마우스용 공포 및 놀람반응 측정 시스템  
Startle & Fear combined system for 4 Mice  
수동 및 능동회피장치  
Active & Passive Avoidance System  
마우스용 약물 자가주입 시스템  
Self Administration System for 8 Mice
- 
- 86    비디오 트랙킹 시스템  
Video Tracking System (Maze Test, Forced Swim Test)
- 
- 87    마우스용 대사량 측정 시스템  
Indirect Calorimetry System for 8 Mice
- 
- 88    소동물용 생체신호측정 및 해석시스템  
In vivo Recording and Analyze System for Small Animal  
소동물용 신경세포활성 광기록 장비  
Equipment for the opto-recording of neuronal activity in small animal
- 
- 90    행동 소동물 활성 뉴런 분석용 다광자 현미경 시스템  
Multi-photon Microscope for Behaving Animals  
소동물 생체분석용 가상현실 시스템  
Virtual reality system for in vivo analysis using small animal
- 
- 91    생체 미세형광 이미징 및 광 자극 장치  
Integrated Imaging and Optogenetic System  
접촉화면 기반 통합 동물 실험 장비  
Integrated touchscreen equipment for animal research

동물관련 행동실험 사전에 IACUC 승인 요함  
동물반입 시 KBRI 반입조건 충족 요함



## MOTOR GENERAL ACTIVITY &amp; METABOLISM

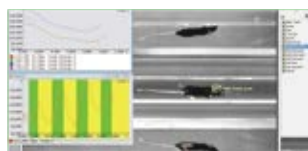
## 동물행동분석장비

## Particle Size &amp; Concentration Analyzer

## 운동능력측정 시스템

모델명 | Motorater [TSE systems/독일]

움직임 패턴과 장애 측정 가능



## Laboras Behavior Mouse System 8 Channel

## 전임상 특수행동 분석장치

모델명 | LABORAS [METRIS/영국]

동물 행동별 특징적인 진동 패턴 인지 분석

Resting	Grooming
Locomotion	Climbing
Drinking	Eating

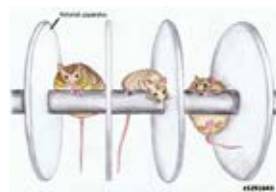


## Rotarod

## 운동능력 및 지구력 측정장치

모델명 | Rotarod [Panlab/스페인]

실험동물의 운동 기능과 지구력 측정



장비 담당자

최영표

cyp0201@kbri.re.kr

053-980-8540

LEARNING / MEMORY / ADDICTION / REWARD

## 동물행동분석장비

Startle & Fear Combined System for 4 Mice

### 마우스용 공포 및 놀람반응 측정 시스템

모델명 | LE116 [Panlab/스페인]

공포조건화에 대한 실험동물의 학습력과 기억력 분석



Active & Passive Avoidance System

### 수동 및 능동 회피장치

모델명 | GEMINI Avoidance system [San Diego Instruments/미국]

전기자극에 대한 실험동물의 학습력 및 기억력 분석



Self Administration System for 8 Mice

### 마우스용 약물 자가 주입시스템

모델명 | MED-307W-CT-D1 [Med Associates/미국]

실험실 동물들을 사용하여 약물 중독과 관련된 행동 패턴 분석



장비 담당자

최영표

cyp0201@kbri.re.kr

053-980-8540

ANXIETY / DEPRE & SOCIAL BEHAVIOR

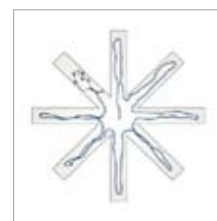
# 동물행동분석장비

Video Tracking System

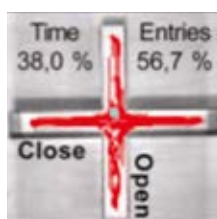
## 비디오 트랙킹 시스템

모델명 SMART Video Tracking System [Panlab/스페인]

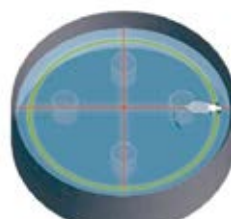
실험동물의 경로 선택 행동과 단기 기억력 분석



실험동물(설치류)의 불안감 분석



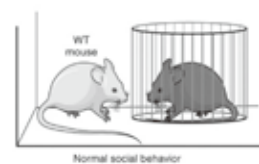
실험동물의 공간 학습력 및 기억력 분석



익사위험에 대한 실험동물 반응 분석 [항우울증 관련 연구에 사용]



동종 개체와의 사회성 및 사회적 회피/불안 반응을 분석



장비 담당자

최영표

cyp0201@kbri.re.kr

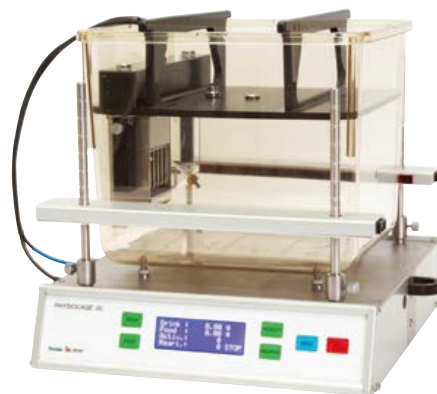
053-980-8540

Indirect Calorimetry System for 8 Mice

# 마우스용 대사량 측정 시스템

모델명 | Oxylet Pro [Panlab/스페인]

마우스 음수 섭취 모니터링, 행동성 및 리어링 분석 등 실험동물 대사량 측정



## 특징

- 일반적인 홈케이지와 비슷한 환경을 실험동물의 스트레스 최소화
- 간단하고 적은 시간의 캘리브레이션 과정으로 시스템의 유지 관리 용이
- 섭취과정에서 생길 수 있는 오차를 방지할 수 있도록 급여기가 디자인되어 있음
- 정밀한 무게 측정 유닛을 통하여 정확한 음식 섭취량 모니터링 가능
- 성인병(치매, 비만, 당뇨 및 대사성 질환) 증가에 따른 다양한 연구모델에 활용

## 사양

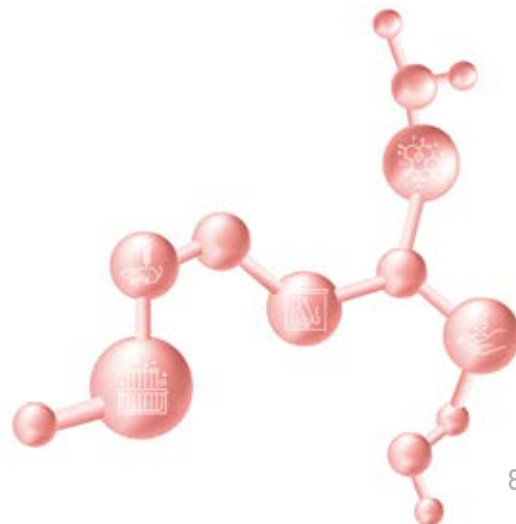
- 산소 센서 : 레이저 다이오드 흡수 타입
- 이산화탄소 센서 : 적외선 분광법 타입
- 가스 조절 가능 범위 : 0-2.5 l/min ≤
- 산소 공급량 : 0.1-4.7V 1.8V/l/min ≤
- 스위칭 시스템 워밍업 소요시간 : <1 min
- 디지털 출력 : RS232 (Serial port)

장비 담당자

최영표

cyp0201@kbri.re.kr

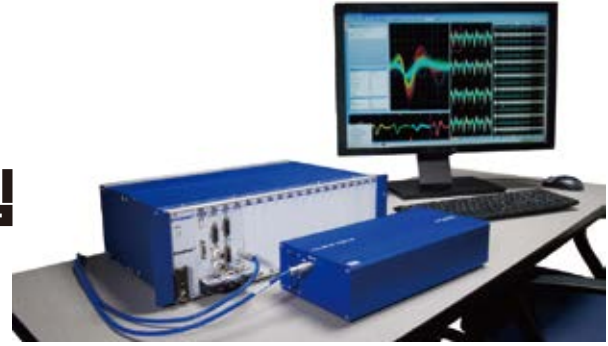
053-980-8540



In vivo Recording and Analyze System for Small Animal

# 소동물용 생체신호측정 및 해석시스템

모델명 | Omniplex 64 [Plexon/미국]



Omniplex 64 시스템은 고성능 데이터 수집 및 강력한 온라인 스파이크 정렬을 위한 작고 유연한 플랫폼

## 특징

Multi-Channel Recording 시스템을 사용하고 20X의 증폭을 통하여 구분하기 힘든 뇌파부분을 효율적으로 정밀하게 분석 가능

## 활용분야

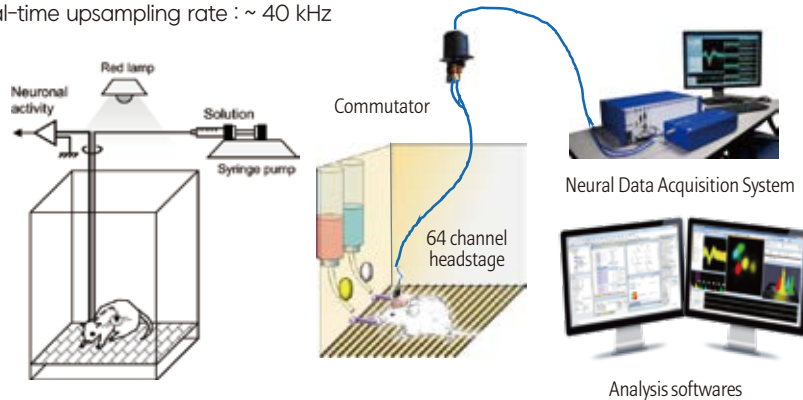
- 연속 스파이크
- 필드 전위
- 광대역 신호 광유전학
- 동물 행동

## 사양

- 채널 : 64 디지털 채널
- 증폭 이득 : 50x, 250x, 1000x
- 헤드 스테이지 : 1x, 20x

## 생체신호측정 및 해석시스템

- 시스템 구성품, 데이터 획득 모듈과 64채널 디지털 입력, 32 아날로그 입력의 동기화
- DHP(Digital Headstage Processor)는 512개의 신경신호를 기록 가능
- Headstage의 wire 개수를 최소화하여 실험동물의 움직임이 더욱 자유로움도 함
- real-time upsampling rate : ~ 40 kHz



장비 담당자

최영표

cyp0201@kbri.re.kr

053-980-8540

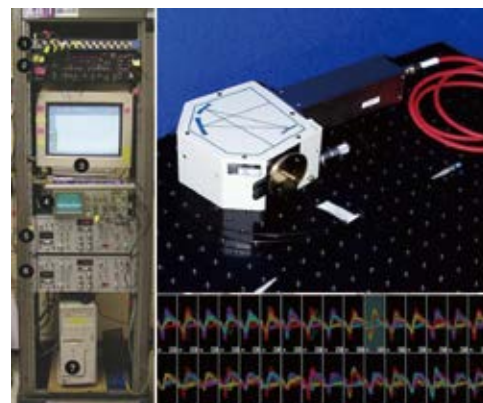


Equipment for the opto-recording of neuronal activity in small animal

# 소동물용 신경세포활성 광기록 장비

모델명 SPC-830 etc [Becker & Hick/독일]

활성 의존적 형광과 함께 뉴런-유형 특이적 전기생리 측정에 사용

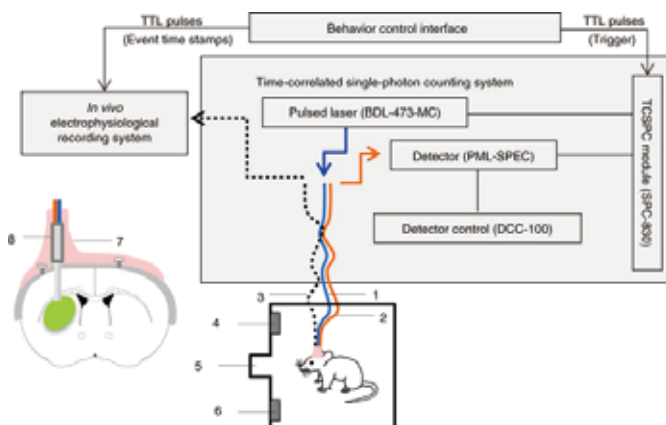


- ◆ **특징 및 활용분야**
- 살아있는 동물의 뉴런-유형 특이적 전기생리 측정
  - 자유롭게 움직이는 동물의 뇌신경 활성을 실시간 측정
  - 비특이적 뉴런의 활성보다는 연구하고자 하는 특정 세포군에서 발생하는 광신호 측정 가능

- ◆ **사양**
- FIFO 버퍼 용량(광자) : 8M
  - 파장 : 375, 405, 445, 473, 488, 515, 640, 685, 785nm

## 신경세포활성 및 뇌파 측정

피코초 레이저 발생기를 사용하여 활성 의존적 형광을 보이는 뉴런을 단일 광자 검출로 사용합니다. PMT 어레이는 높은 신호로 신경 활동에 의해 유도된 광학 신호를 감지합니다.



장비 담당자

최영표

cyp0201@kbri.re.kr

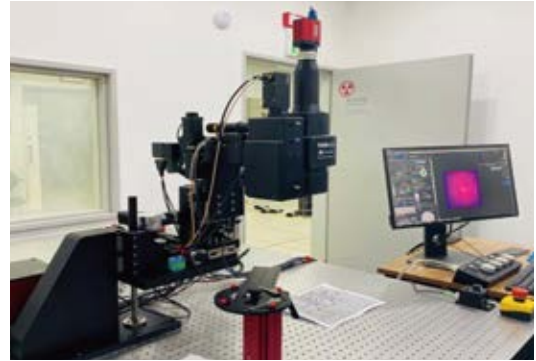
053-980-8540

Multi-photon Microscope for Behaving Animals

## 행동 소동물 활성 뉴런 분석용 다광자 현미경 시스템

모델명 Bergamo II [Thorlabs/미국]

자유롭게 행동하는 작은 동물의 신경 활동을 기록할 수 있는 다광자 현미경



- ◆ **특징 및 활용분야**
- 구조신경생물학
  - 시냅스와 신경회로
  - 기능 및 분자 이미징
  - 회전하는 현미경 본체에는 5개의 운동 축이 포함되어 있어 생체 내 시스템을 연구할 수 있는 최적의 유연성을 제공
  - 현미경 본체 자체가 이동하기 때문에 샘플 준비를 방해하지 않고도 시야 이동 가능
  - 신경 장애
  - 뉴런, 근육 및 아교세포의 세포생물학
  - 이온 채널, 운반체 및 신경전달물질 리포터
  - 뇌신경 발달과 가소성
- ◆ **사양**
- 다축 엘리베이터 베이스, 회전체 -50 ~ 50도
  - 스캔 경로 : Galvo-Res 8kHz
  - Tunable fs Ti:Sapphire Laser (조정 범위 : 690 ~ 1080nm, 평균 전력 : >3.5W)
  - 전동 레이저 감쇠기
  - 증폭된 비냉각 GaAsP PMT

Virtual reality system for in vivo analysis using small animal

## 소동물 생체분석용 가상현실 시스템

모델명 JetBall [Phenosis/독일]

가상현실상에서 동물이 인지, 기억, 학습, 선택 등의  
뇌기능에 따른 행동을 수행하게 한 후 일어나는 뇌 신경 네트워크를 분석하는 장비



- ◆ **특징**
- 실험동물의 뇌기능 활성화에 따른 다각도의 데이터를 확보
- ◆ **사양**
- TFT surround monitor system
  - 20cm Ball Holder, 2 x 20cm balls
  - Xy-motion 센서
  - 분석 : T-maze, Endless-Corridor, Plus-Maze

장비 담당자

최영표

cyp0201@kbri.re.kr

053-980-8540

Integrated Imaging and Optogenetic System

## 생체 미세형광 이미징 및 광 자극 장치

모델명 nVoke 2.0 [Inscopix/미국]



동물이 자유롭게 움직이는 상태에서 초소형 카메라를 이용하여 광유전학 장치와 동시에 칼슘 이미징 가능

### 특징

- 전기적 초점 범위 : 300um
- 광유전자 여기범위 :  $620 \pm 30\text{nm}$
- nVoke와 정확한 시점과 자동 컨트롤을 지닌 다양한 모드의 입력들 통합
- 최소한의 생물학적 cross-talk과 최대의 S/N 비율
- 단일 세포 해상도로 수개월동안 세포 활성 이미징
- 전기적 초점을 이용하여 세로 방향의 같은 범위 기록

### 적용

자유롭게 움직이는 동물에서 도파민 터미널을 자극함과 동시에 해부학적으로 정의된 신경세포의 활성도를 측정

### 특징

- LED 통합 현미경
- 프레임율 : 5 - 60 fps
- 대물렌즈 NA : 0.5
- 시야 :  $900\text{um} \times 650\text{um}$
- 무게 : 2g
- 형광 excitation / emission :  $455 \pm 8\text{nm} / 515 \pm 25\text{nm}$

Integrated touchscreen equipment for animal research

## 접촉화면 기반 통합 동물 실험 장비

모델명 CI.80614-20, etc [Campden Instruments/영국]



접촉화면을 활용하여 생쥐의 다양한 인지 행동과 광유전학적 실험을 동시에 수행할 수 있는 통합 장비

### 특징

프로그래밍을 통하여 창의적인 인지 행동 실험을 수행할 수 있으며, 빠르고 대량으로 동물의 인지 행동 검사가 가능

### 적용

- 시각(Visual), 쌍별(Pairwise) 식별, DDT
- 5-CSRTT, 5CPT, TUNL, PR & 4-Gambling task
- PAL, Ext, VMCL, rCPT
- 자동 조성(Autoshaping)
- 위치 식별

### 사양

- 4 채널 PlexBright 시스템
- 이동식 광선
- 듀얼 LED 정류자
- 터치스크린 세트
- 자기장 장착 소형 LED 모듈
- 카메라
- 광파이버 및 광 컨트롤러

장비 담당자

류영재

ryj123@kbri.re.kr

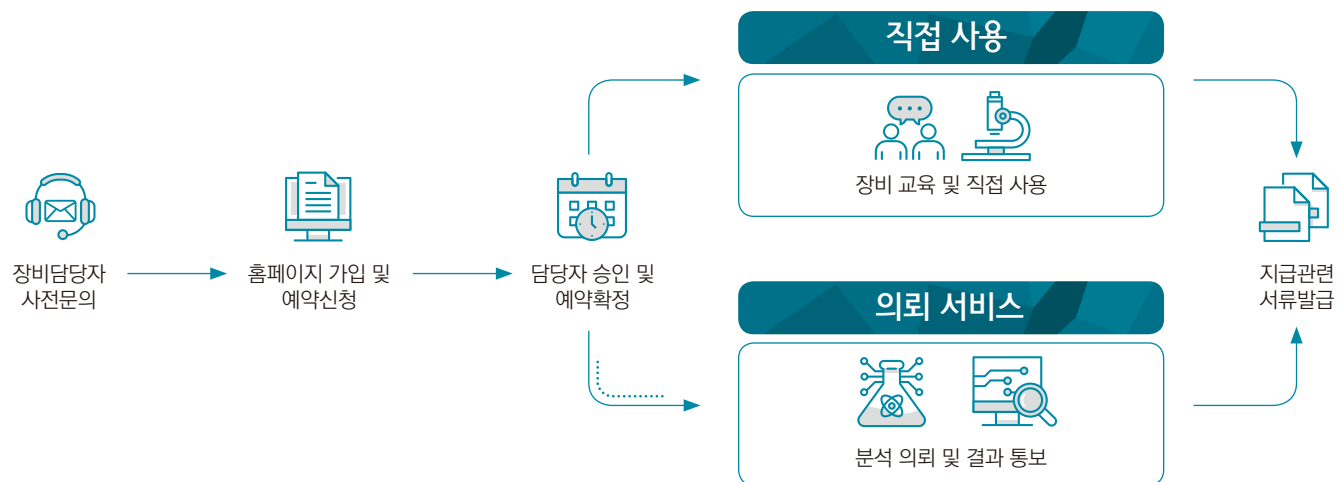
053-980-8561







## 장비 이용 절차



## 장비 담당자

구 분	직 책	이 름	연락처	비 고
시설장비담당관	책임연구원	이태관	053) 980-8560 tklee@kbri.re.kr	장비센터 총괄
전문운영인력	책임연구원	하창만	053) 980-8568 changman@kbri.re.kr	사용자 지원
전문운영인력	선임기술원	이상훈	053) 980-8562 medilg@kbri.re.kr	사용자 지원
전문운영인력	연구원	김윤주	053) 980-8563 pray4u96@kbri.re.kr	사용자 지원
전문운영인력	연구원	류영재	053) 980-8561 ryj123@kbri.re.kr	사용자 지원
전문운영인력	연구원	이가영	053) 980-8566 leegy@kbri.re.kr	사용자 지원
전문운영인력	연구원	임혜령	053) 980-8567 hrsz@kbri.re.kr	사용자 지원
실험동물센터장	책임연구원	최영표	053) 980-8540 cyp0201@kbri.re.kr	동물센터 총괄

## 장비 이용료 할인 제도

No.	할인 항목	할인율
1	MOU 체결 기관 연구자	20%
2	원내 연구자와 공동 연구	50%



## HOW TO GET TO KBRI

찾아오시는 길



대구국제공항에서 택시로 25분  
25 minutes by Taxi from Daegu International Airport



지하철 1호선 >> 안심역(1번출구) >> 택시로 5분  
Daegu Subway Line No. 1 >> Ansirn Stn. (Exit.1) >> 5 minutes by Taxi



안심역(1번출구) >> 동구 4-1[한국정보화진흥원 앞 하차] >> 도보로 3분  
Ansirn Stn. (Exit.1) >> BUS Dong-gu 4-1[Get off at NIA] >> 3 minutes by walk

41068  
대구광역시 동구 첨단로 61 [신서동 1142-1]

☎ 053)980-8114

[www.kbri.re.kr](http://www.kbri.re.kr)

Korea Brain Research Institute **KBRI**