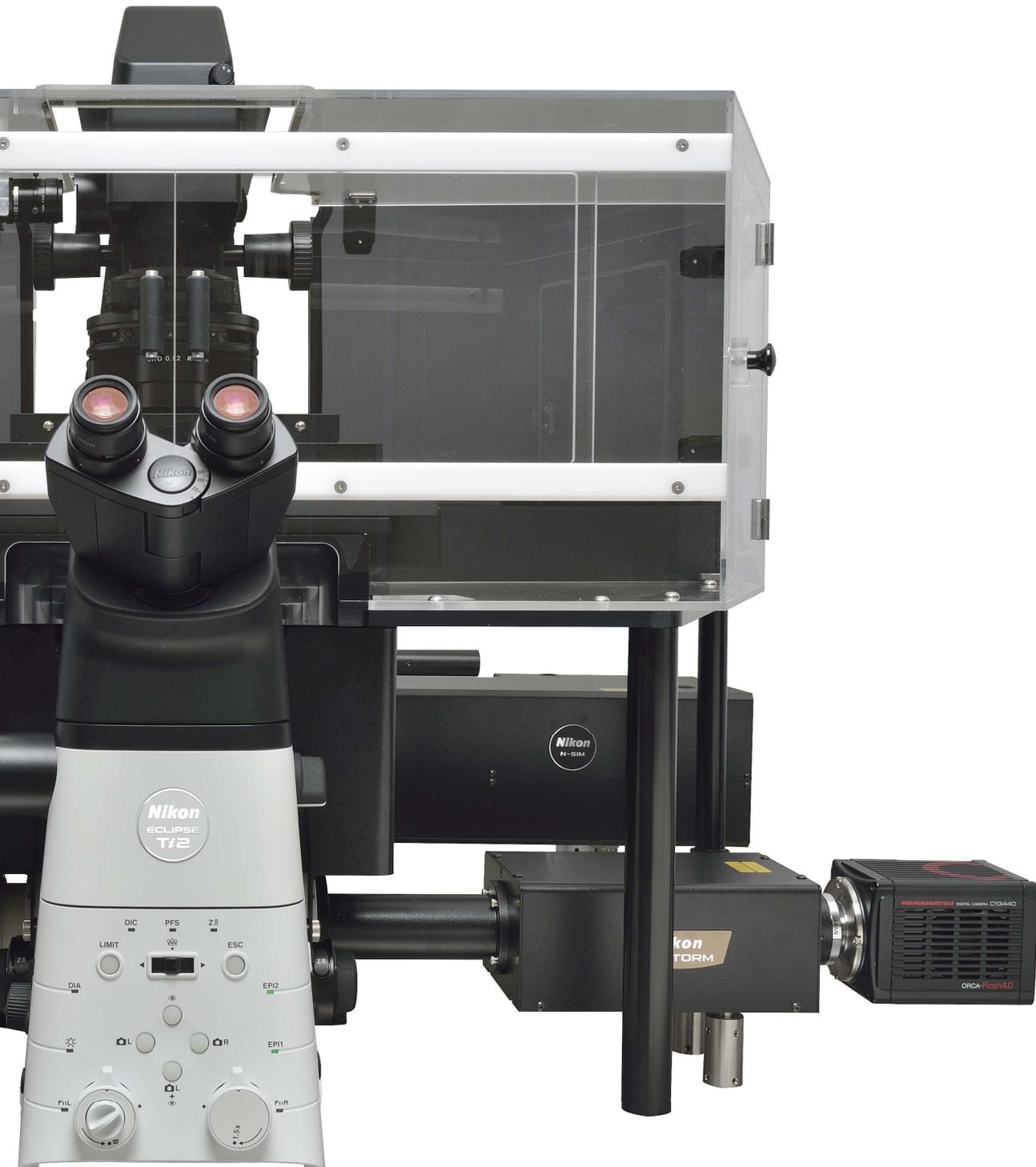




Shedding New Light On **MICROSCOPY**

# 초해상 현미경



# 완전히 새로운 초해상 시대

N-SIM S 초고해상도 현미경은 특수 고속 구조 조명 시스템을 이용해 최고 15fps\*의 촬영 속도를 달성하여 빠른 생물학적 과정을 기존 광학 현미경보다 2배 더 높은 공간 해상도 (XY에서 ~115nm\*\*)로 캡처할 수 있습니다.

N-STORM 초고해상도 현미경은 기존 광학 현미경보다 해상도가 10배 더 개선되어 (XY에서 ~20nm) 진정한 분자 수준 관찰에 사용할 수 있습니다.

N-SIM S 및 N-STORM은 같은 이미징 시스템 안에서 함께 사용하기가 쉬워서 더 융통성 있는 나노스케일 이미징 실험이 가능합니다. 이 두 제품을 AX 같은 공초점 현미경 시스템과 함께 사용해 다목적 멀티스케일 이미징 플랫폼 하나를 만들 수도 있습니다. 이를 가능하게 하는 Ti2 독립 현미경은 매우 유연하게 설계되어 나노 단위의 정밀한 Z-드라이브와 퍼펙트 포커스 시스템이 포함된 업계 최고의 장비로 실험 설계의 무한한 가능성을 열어줍니다.

\* TIRF-SIM/2D-SIM 모드, 512 x 512화소, 노출 시간 2msec

\*\* 488nm 레이저를 사용하여 3D-SIM 모드로 수집한 100nm 비드 이미지의 FWHM TIRF-SIM 모드에서는 488nm 레이저로 자극한 40nm 비드를 사용하여 86nm 해상력을 얻을 수 있습니다.



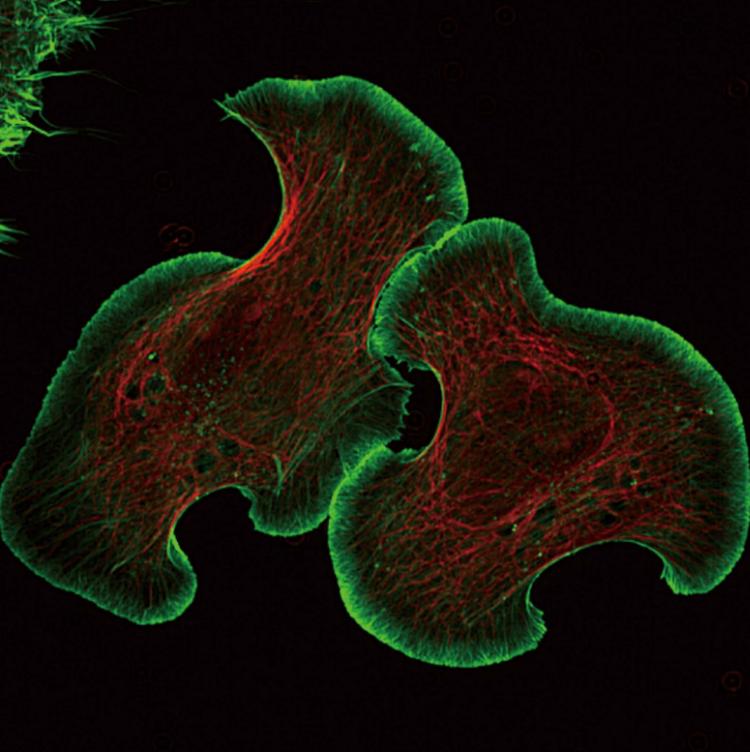
**N-SIM S**

구조 조명 현미경  
15fps 이미지 촬영  
측면 해상도 ~115nm  
축방향 해상도 ~269nm

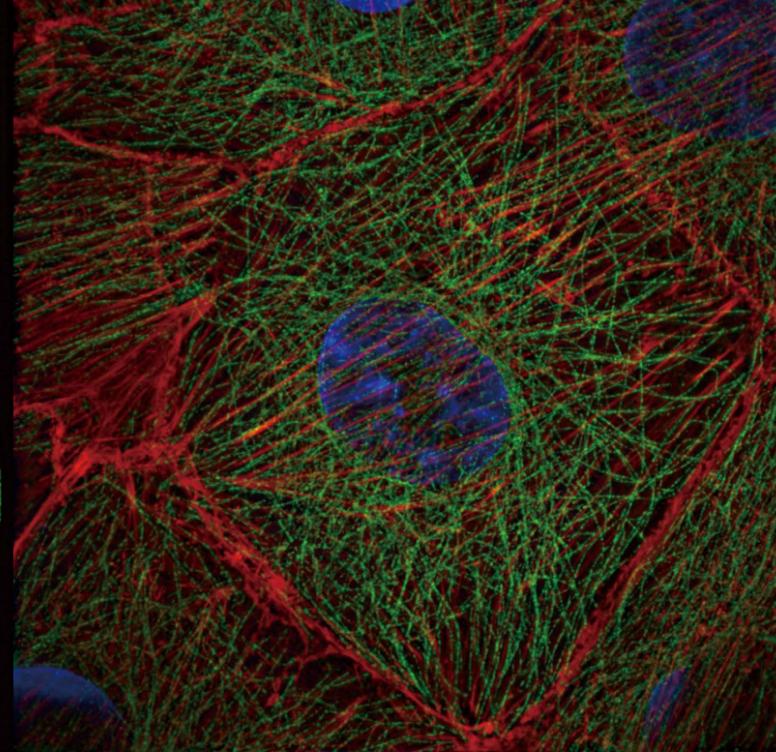


**N-STORM**

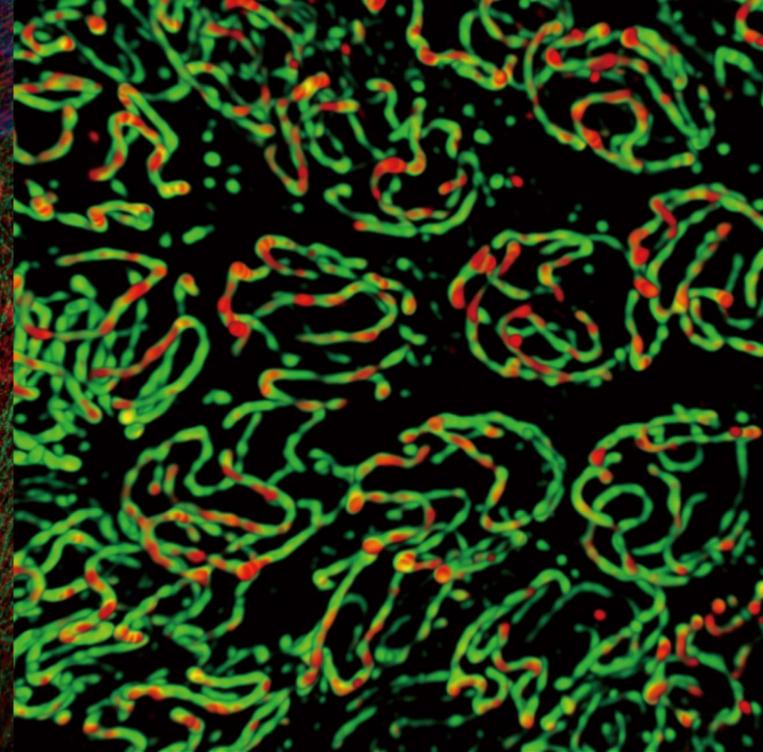
확률적 광학 재구성 현미경법  
측면 해상도 ~20nm  
축방향 해상도 ~50nm



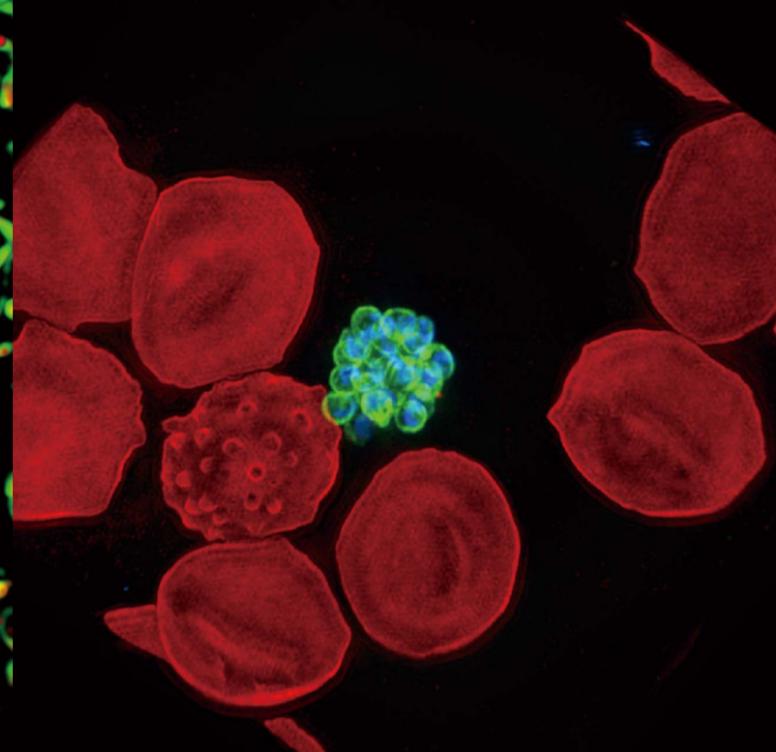
액틴(녹색)을 Alexa Fluor® 488로, 미소관(빨간색)을 TRITC-팔로이딘으로 라벨링한 NG108 세포의 라멜리포디움. 사진 제공: Drs. Shizuha Ishiyama & Kaoru Katoh, The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)



DAPI로 핵(파란색), Alexa Fluor® 488로 미소관(녹색), TRITC-팔로이딘으로 액틴(빨간색)을 라벨링한 LLC-PK1 세포. 사진 제공: Dr. Kaoru Katoh, The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)



항 SYP-1 항체로 라벨링한 예쁜꼬마선충 파키텐 점 세포의 시넵톤 복합체. 사진 제공: Tyler Machovina & Dr. Judith Yanowitz, Magee-Womens Research Institute



Alexa Fluor® 488(green)로 라벨링된 말라리아 기생충(MTIP), Alexa Fluor® 568(red)로 라벨링된 적혈구막(Band 3), DAPI(blue)으로 라벨링된 DNA. Scientific Reports DOI:10.1038/s41598-018-22026-0. 사진 제공: Drs. Masayuki Morita, Eizo Takashima, Tadahiro Iimura, Takafumi Tsuboi, Proteo-Science Center, Ehime University

# N-SIMS

## 초고해상도로 보는 생명

N-SIMS는 혁신적인 구조 조명 현미경법 기술을 최고의 광학과 결합하여 기존 광학 현미경보다 2배 더 높은 해상도를 실현합니다. N-SIMS는 촬영 속도가 최고 15fps에 달해 라이브 셀에서 일어나는 동적 사건의 고속 및 초고해상도 이미징이 가능합니다.

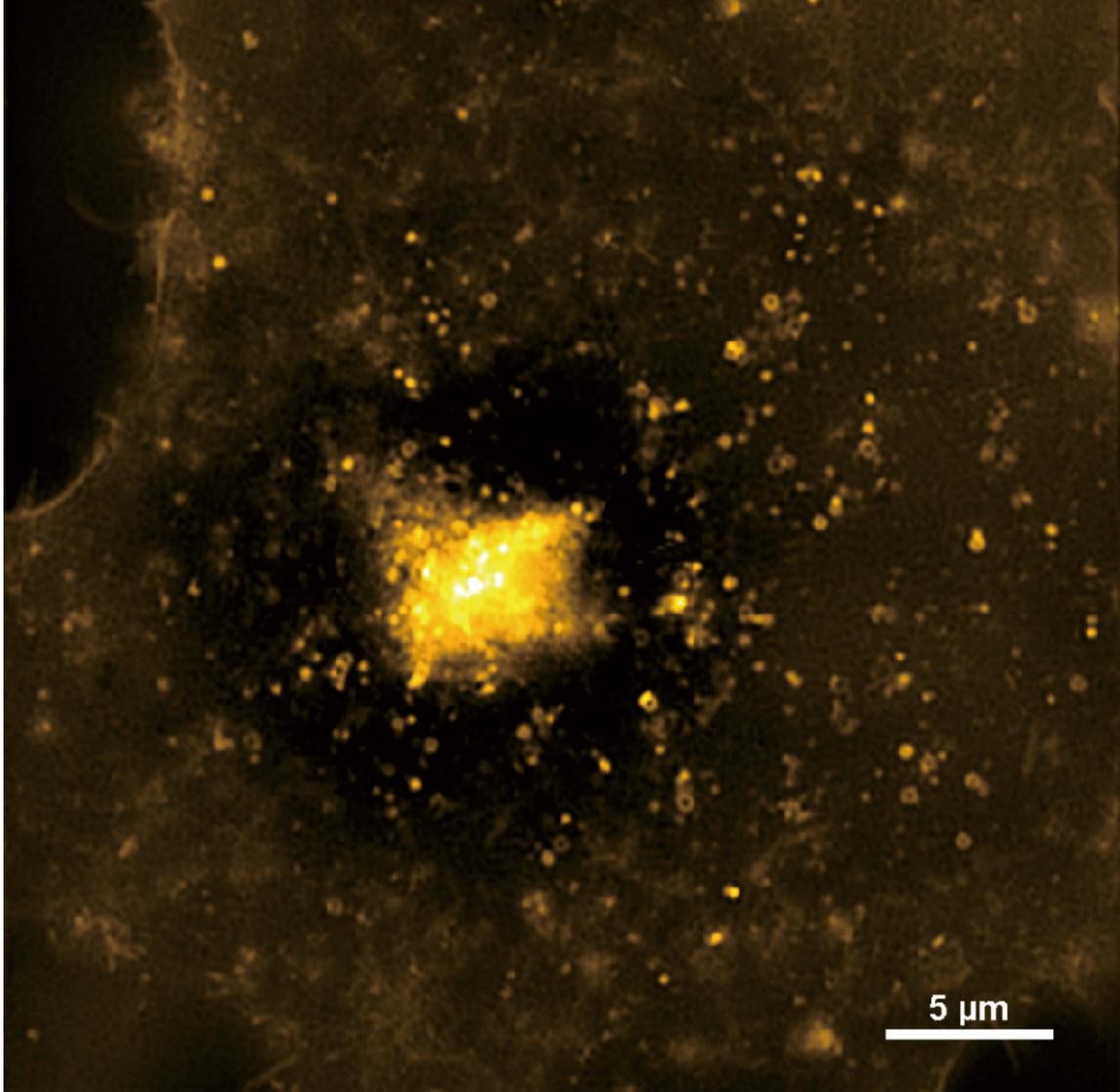
- ❖ 15fps로 라이브 셀의 빠른 변화 캡처\*
- ❖ 구조 조명 현미경법을 이용하여 기존 광학 현미경보다 2배 더 높은 해상도(약 115nm\*\*) 실현
- ❖ 여러 조명 모드 간에 자동 전환
- ❖ 2채널 TIRF-SIM 획득
- ❖ 더 큰 시야 확보(66μm x 66μm\*\*\*)
- ❖ 사용하기 쉬운 드라이타입 대물렌즈와 호환
- ❖ 2채널 동시 이미징(선택 사항)

\* TIRF-SIM/2D-SIM 모드, 512 x 512픽셀, 노출 시간 2msec

\*\* 488nm 레이저를 사용하여 3D-SIM 모드로 수집한 100nm 비드 이미지의 FWHM TIRF-SIM 모드에서는 488nm 레이저로 자극한 40nm 비드를 사용하여 86nm 해상력을 얻을 수 있습니다.

\*\*\* 100X 대물렌즈를 사용한 시야.





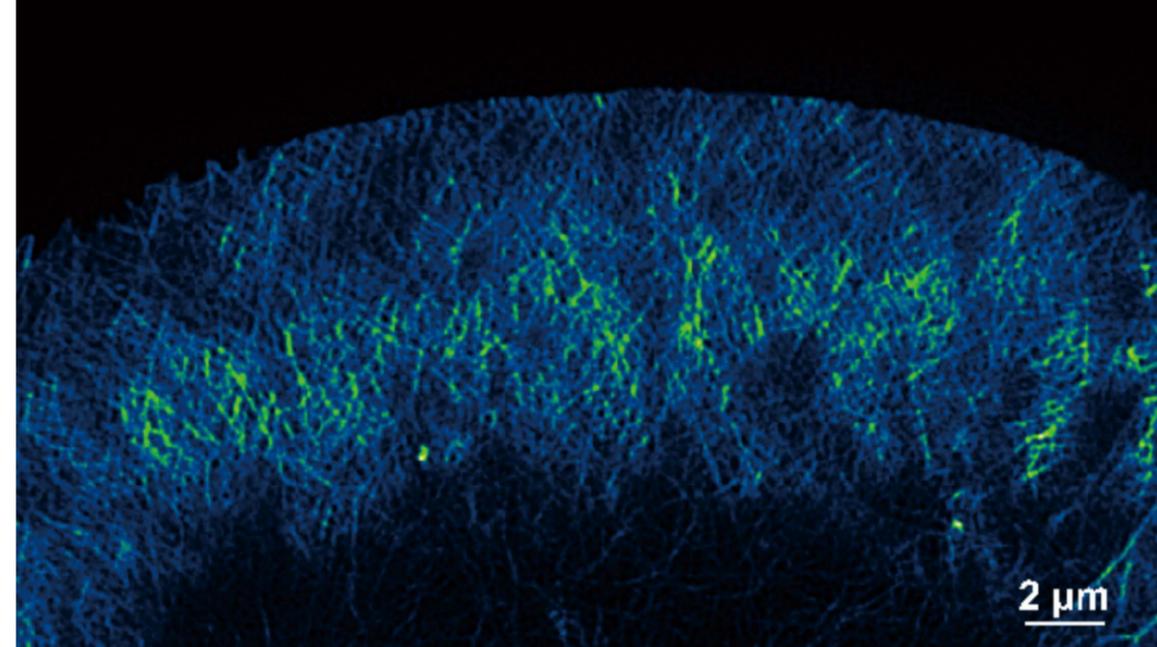
YFP로 라벨링된 COS7 세포의 엔도솜. 엔도솜의 빠른 움직임이 고해상도로 캡처됨.  
 이미지 촬영 속도: 6fps  
 이미징 모드: 3D-SIM  
 이미지 제공: Yasushi Okada, M.D., Ph.D., Department of Physics, Graduate School of Science, The University of Tokyo  
 초고해상도 및 광시야 이미지에 대해 설명하는 비디오를 보려면 QR 코드를 스캔하십시오.

## 라이브 셀의 빠른 변화 캡처

### 15fps의 고속, 초고해상도 이미징

Nikon의 새로운 고속 구조 조명 시스템은 새로운 패턴 변조 기술을 이용하여 조명 패턴을 빠르고 정확하게 전환합니다. N-SIM S 초고해상도 현미경은 놀라운 촬영 속도 (최고 15fps\*)로 라이브 셀과 세포 내 역학의 초고해상도 타임랩스 이미징을 지원합니다. N-SIM S를 사용한 새로운 수준의 라이브 셀 이미징의 발견

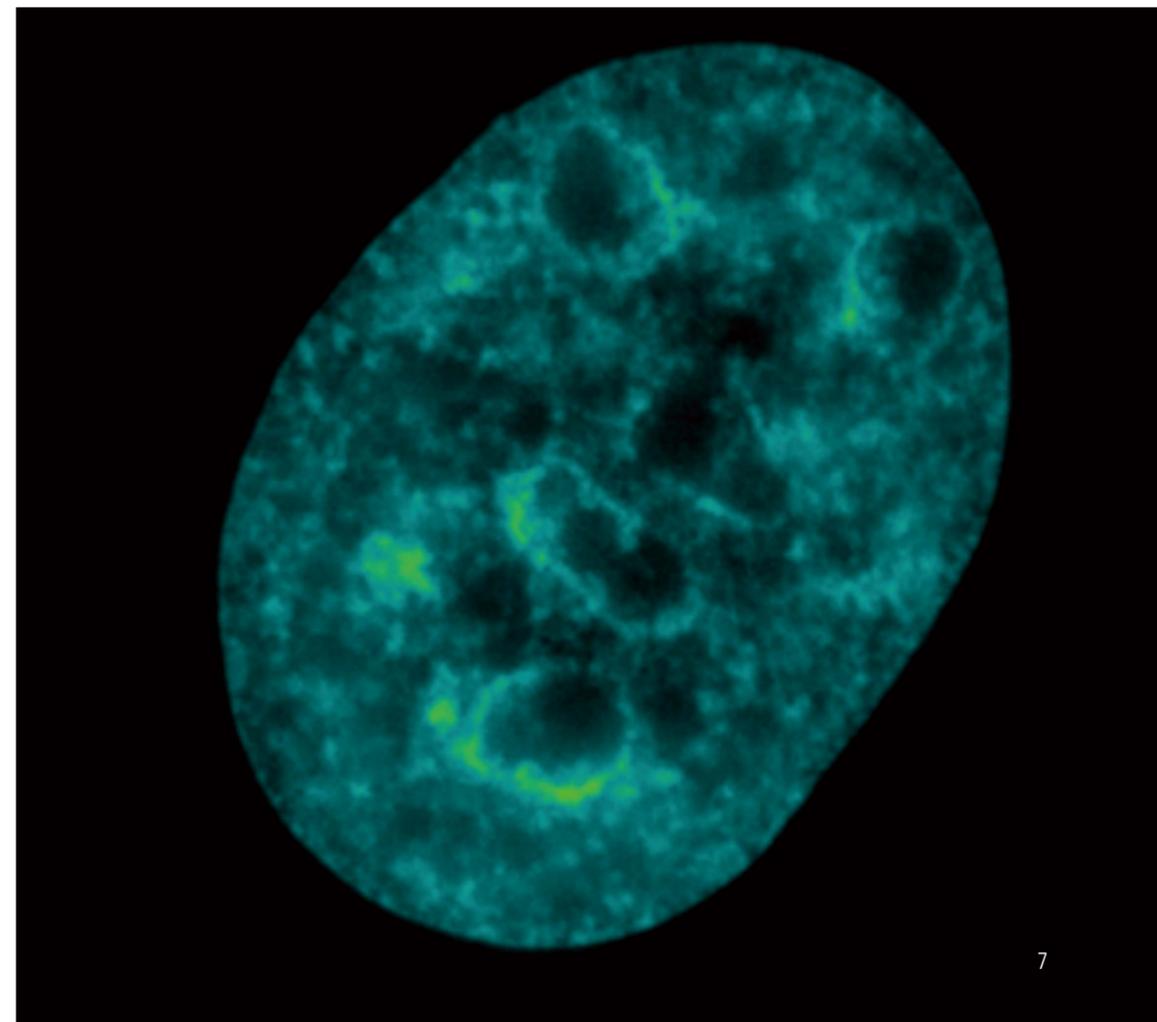
\* TIRF-SIM/2D-SIM 모드, 512 x 512화소, 노출 시간 2msec

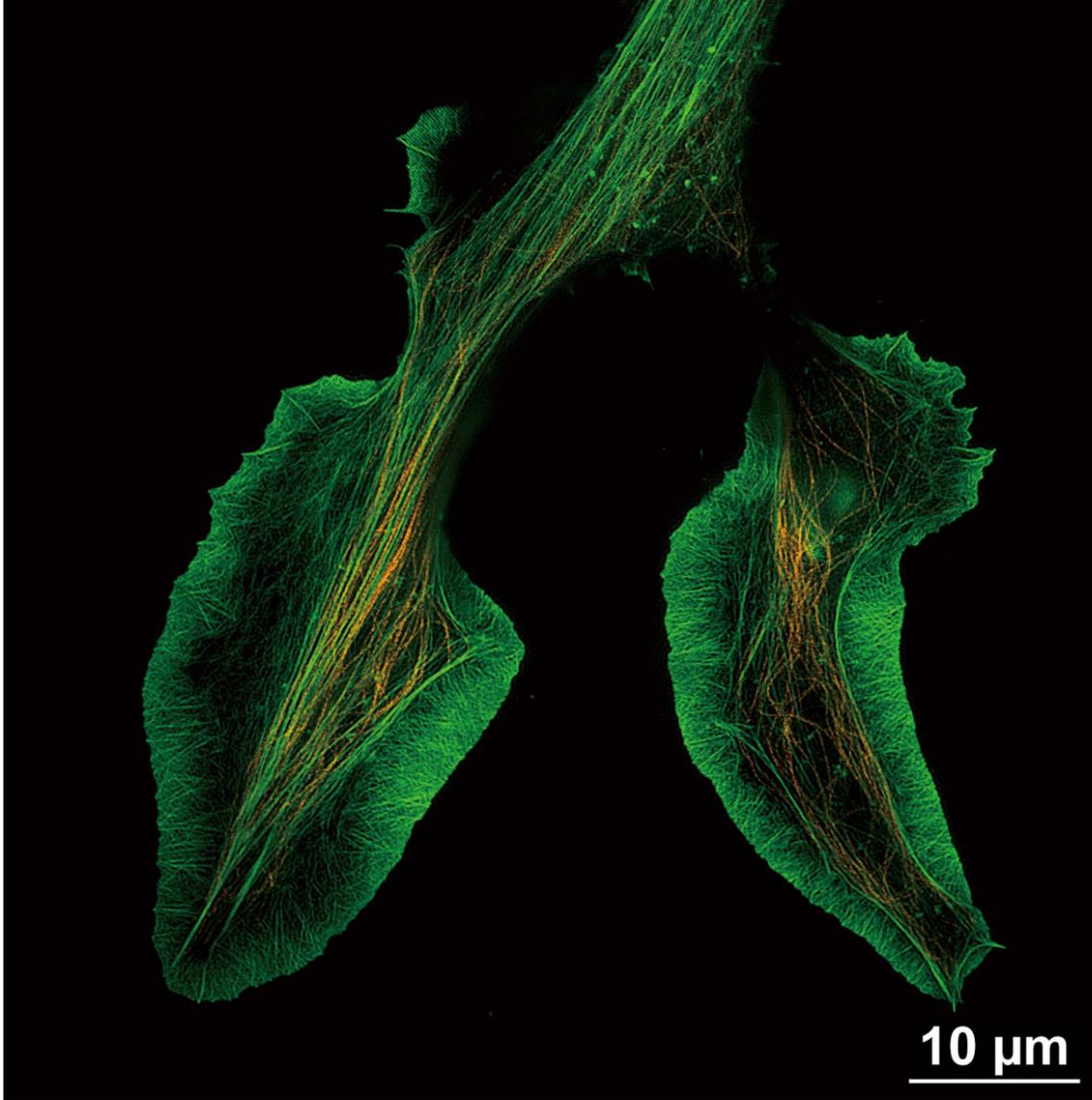


F-액틴에 대해 GFP-Lifeact로 라벨링된 NG108 세포의 성장 원뿔. 액틴 메쉬의 형성이 고속으로 캡처됨.  
 이미지 촬영 속도: 10fps  
 이미징 모드: TIRF-SIM  
 이미지 제공: Drs. Minami Tanaka & Kaoru Katoh, The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)  
 초고해상도 및 광시야 이미지에 대해 설명하는 비디오를 보려면 QR 코드를 스캔하십시오.



HeLa 세포에서 나타나는 히스톤 H2B-GFP. 여러 위치에서 염색질 도메인의 미세 움직임을 시각화한 이미지.  
 이미지 촬영 속도: 3.9fps  
 이미징 모드: 3D-SIM  
 이미지 제공: Yuko Sato, Ph.D. & Hiroshi Kimura, Ph.D., Cell Biology Center, Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology  
 초고해상도 및 광시야 이미지에 대해 설명하는 비디오를 보려면 QR 코드를 스캔하십시오.





F-액틴 (green)을 Alexa Fluor® 488로, 미세소관 (orange)을 Alexa Fluor® 555로 라벨링한 NG108 세포 성장 원뿔의 2색 TIRF-SIM 이미징 재구성된 이미지 크기: 2048 x 2048화소 (66μm x 66μm, 100X 대물렌즈 사용)  
 검체 제공: Drs. Shizuha Ishiyama & Kaoru Katoh, The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

## 쉬운 이미지 모드 전환으로 최적의 결과

### 조명 모드 간 자동 전환

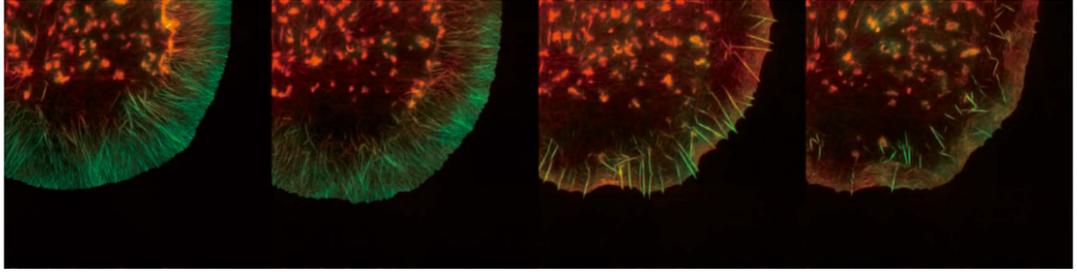
새로 개발된 고속 구조 조명 기술을 사용하면 빠른 촬영 속도뿐만 아니라 조명 모드 간 자동 전환과 여러 파장 및 배율에 따른 정형 조명 패턴의 자동 최적화도 가능합니다. 이렇게 확장된 자동화 기능을 사용하면 빠른 2-color TIRF-SIM 이미징과 여러 SIM 모드의 멀티플렉싱이 가능합니다. N-SIM S는 단일 모드 또는 다중 모드 이미징 실험에 모두 사용하기 쉬운 간소화된 워크플로를 제공합니다.

### 더 큰 시야 확보

N-SIM S는 평방 66μm의 큰 시야로 초고해상도 이미지를 촬영할 수 있습니다. 이미징 면적이 이렇게 크다 보니 넓은 시야에 더 유리한 애플리케이션/검체 (뉴런 등)를 매우 빠른 속도로 처리하여 데이터를 얻는 데 필요한 시간과 노력을 줄일 수 있습니다.

## 2채널 동시 이미징

선택 사항인 두 가지 카메라 이미징 어댑터\*와 두 가지 sCMOS 카메라를 이용하여 동시 2-color 이미징이 가능합니다.  
 \*Hamamatsu Photonics K.K.



투약 직전 10분 후 20분 후 30분 후  
 NG108 세포의 성장 원뿔. Fascin (green): GFP-Fascin,, 액틴 (red): LifeAct-KO 대물 렌즈: CFI SR HP Apochromat TIRF 100x Oil  
 이미지 분할 광학 시스템을 사용해 약물 용액 투여 후에 듀얼 컬러 타임랩스 이미지를 캡처했음. 시간 경과에 따라 파신이 액틴 번들에서 분리되고 필라멘트 액틴의 패턴이 바뀐 것으로 기록되었음. 파신과 액틴의 코로컬라이제이션과 파신의 분리가 잘 나타났음. 광학 수차와 이미지 왜곡이 30nm 미만으로 조정되었음.  
 이미지 제공: Dr. Minami Tanaka, Dr. Kaoru Katoh, Biomedical Research Institute Molecular Neurobiology Group, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

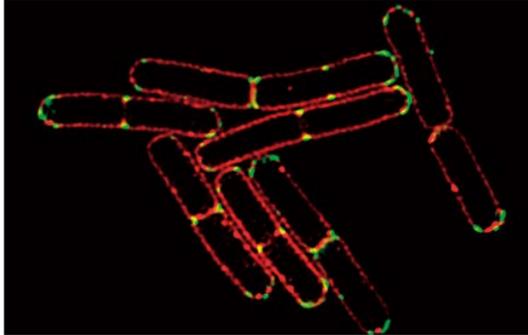
## 2D-SIM 모드 / TIRF-SIM 모드

이 모드에서는 초고해상도 2D 이미지가 믿기지 않을 정도로 높은 명암비로 고속으로 캡처됩니다. TIRF-SIM 모드를 사용하면 기존 TIRF 현미경보다 두 배 높은 해상도로 TIRF(Total Internal Reflection Fluorescence)를 관찰하여 세포면에서 일어나는 분자 상호작용에 대한 이해를 높일 수 있습니다.

## 3D-SIM 모드

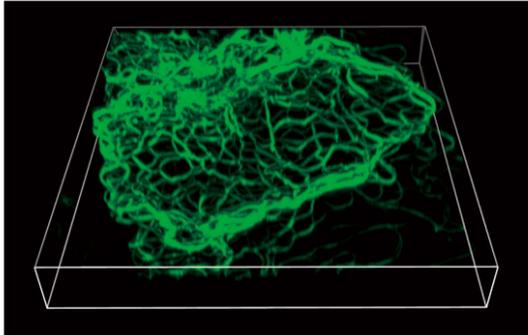
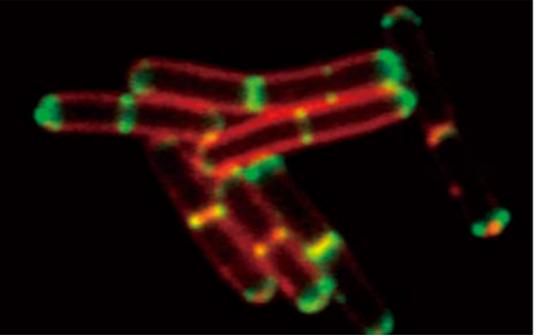
3D-SIM 모드에서는 구조 조명 패턴이 3차원으로 생성되어 측면 및 축방향 해상도가 두 배 개선됩니다. 두 가지 재구성 방법("슬라이스" 및 "스택")을 사용하여 용도에 필요한 사항(예: 검체 두께, 속도 등)에 따라 결과를 최적화할 수 있습니다.

3D-SIM 이미지

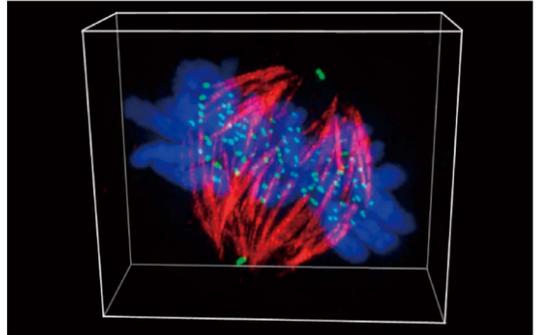


Nile Red 멤브레인 염료로 염색한 Bacillus subtilis bacterium과 DivIVA 융합된 세포 분할 단백질 표현 (green). 초고해상도 현미경을 사용하면 분할 중에 정확한 단백질 로컬라이제이션이 가능합니다.  
 재구성 방법: 슬라이스  
 사진 제공: Drs. Henrik Strahl & Leendert Hamoen, Centre for Bacterial Cell Biology, Newcastle University

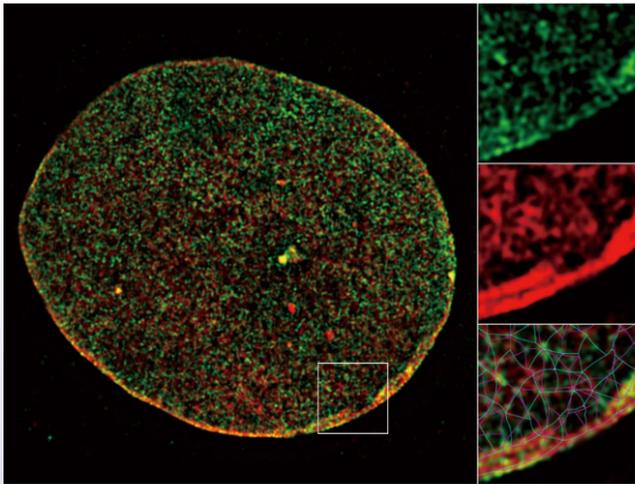
기존 광시야 이미지



너비: 26.19μm, 높이: 27.11μm, 깊이: 3.36μm  
 keratin intermediate filaments 를 나타내는 간접적인 면역 표지가 있고 Alexa Fluor® 488 복합 이차 항체로 시각화한 Mouse keratinocyte  
 재구성 방법: 스택  
 사진 제공: Dr. Reinhard Windoffer, RWTH Aachen University



너비: 16.00μm, 높이: 13.36μm, 깊이: 6.00μm  
 유사 분열 중기의 인체 U2OS 세포  
 녹색 (동원체 단백질 CENP-B), 빨간색 (알파-튜블린) 및 파란색 (DNA)으로 라벨링된 세포  
 재구성 방법: 스택  
 사진 제공: Dr. Alexey Khodjakov, Wadsworth Center, Albany NY



“N-SIM은 nuclear lamina의 구조적 조직을 확인하고 평가하는데 필요한 해상도를 제공합니다\*1, \*2. N-SIM은 사용이 편리하고 성능이 안정적이어서 실험실에서 필수적인 연구용 도구가 되었습니다.”



**Dr. Robert D. Goldman**  
 Ellison Foundation Senior Scholar, Stephen Walter Ranson Professor, Chair, Dept. of Cell & Mol. Biol., Feinberg School of Medicine, Northwestern University

\*1 Mol Biol Cell. 2015년 11월 5일, 26(22):4075-86.  
 \*2 Nature . 2017년 3월 9일, 543(7644):261-264.

라인 B1(빨간색)과 라인 C(녹색)는 분리되었지만 상호작용하는 섬유주를 쥐의 배아 섬유 모세포 핵막 안에 형성함. 이중 간접 면역형광을 위해 준비되고 3D-SIM으로 이미징됨. 섬유주 구조는 조정 가능(steerable) 필터를 사용해 LB1(청록색) 및 LC(자홍색) 3D-SIM 형광 데이터로부터 계산하여 도출되었음.\*1  
 사진 제공 : Drs. Takeshi Shimi & Mark Kittisopikul

### 구조 조명 현미경법의 원리

공간 주파수가 높다고 알려진 패턴을 겹치게 표시하여 만든 모아레 패턴을 레코딩하여 분석적으로 처리하면 시료의 서브레졸루션 구조가 수학적으로 복원됩니다.

공간 주파수가 높은 레이저 간섭을 이용하여 표본 안에 있는 서브레졸루션 구조에 빛을 비추면 모아레 무늬가 생성되고 캡처됩니다. 이런 모아레 무늬에는 표본의 서브레졸루션 구조의 변조된 정보가 포함됩니다. 이미지를 처리해 시료에 대해 알려지지 않은 정보를 복구하여 기존 광학 현미경의 한계를 뛰어넘는 해상도를 실현할 수 있습니다.



### 여러 모아레 패턴 이미지를 처리하여 초고해상도 이미지 만들기

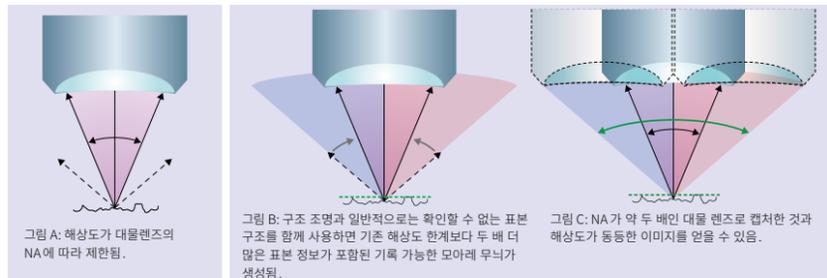
이 프로세스에서 캡처되는 모아레 패턴의 이미지에는 시료 내부의 극히 작은 구조에 대한 정보가 포함됩니다. 구조 조명의 여러 위상 및 방향이 캡처되고, 전위된 “초고해상도” 정보가 모아레 무늬 정보에서 추출됩니다. 이 정보는 “푸리에”, 즉 조리개 공간에서 수학적으로 합쳐진 다음 이미지 공간으로 다시 변환되어 기존 해상도 한계보다 해상도가 두 배 더 높은 이미지가 생성됩니다.



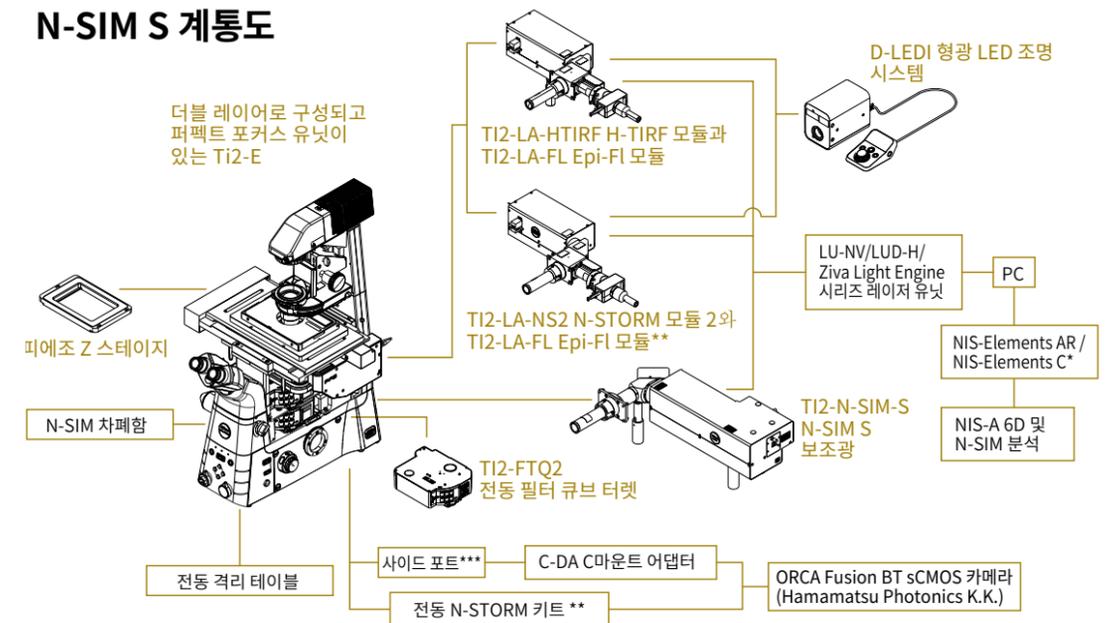
### 고주파수 줄무늬 조명을 이용해 해상도를 두 배로

공간 주파수가 높은 고해상도 정보 캡처는 대물렌즈의 개구수 (NA)에 따라 제한되고, 광학 시스템 조리개의 범위를 벗어나는 구조의 공간 주파수는 제외됩니다 (그림 A). 기존 해상도 한계를 벗어나는 표본의 알 수 없는 구조로 인해 몇 배 증가하는 고주파수 구조 조명으로 표본에 빛을 비추면 전위된 “초고해상도” 정보가 광학 시스템 조리개 안으로 들어옵니다 (그림 B).

그런 다음 이 “초고해상도” 정보가 대물 렌즈로 캡처되는 표준 정보와 수학적으로 합쳐지면 NA가 약 두 배인 대물 렌즈로 캡처한 것과 해상도가 동등해집니다 (그림 C).



### N-SIM S 계통도

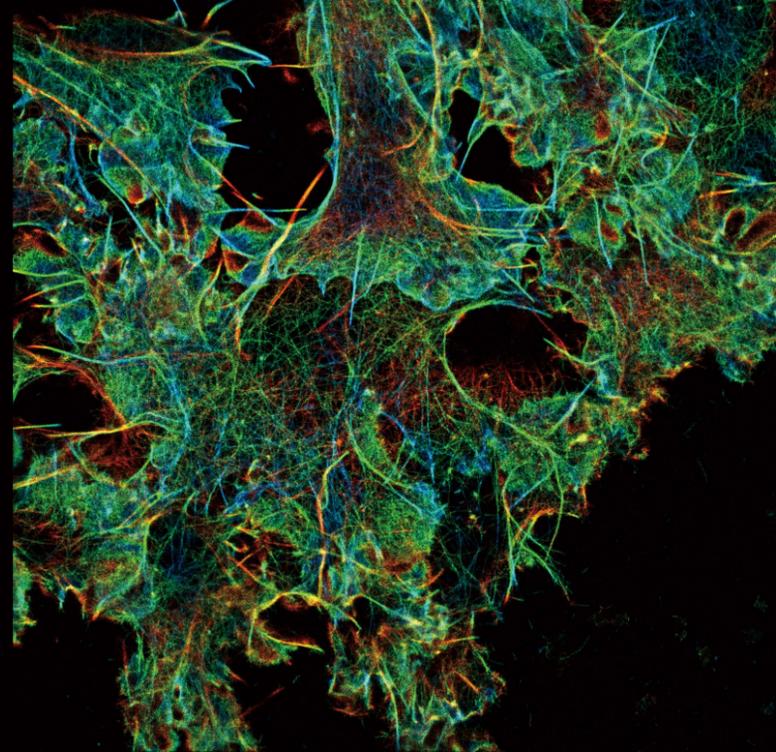
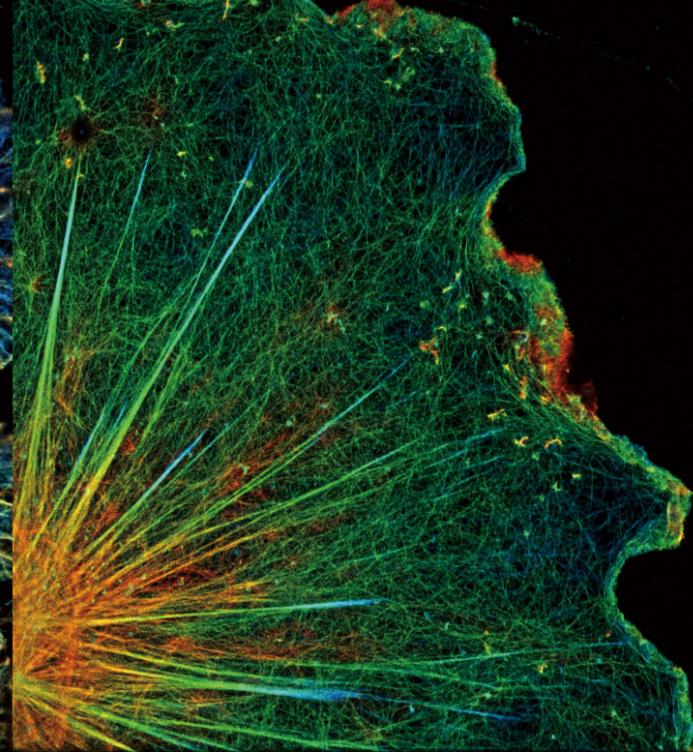
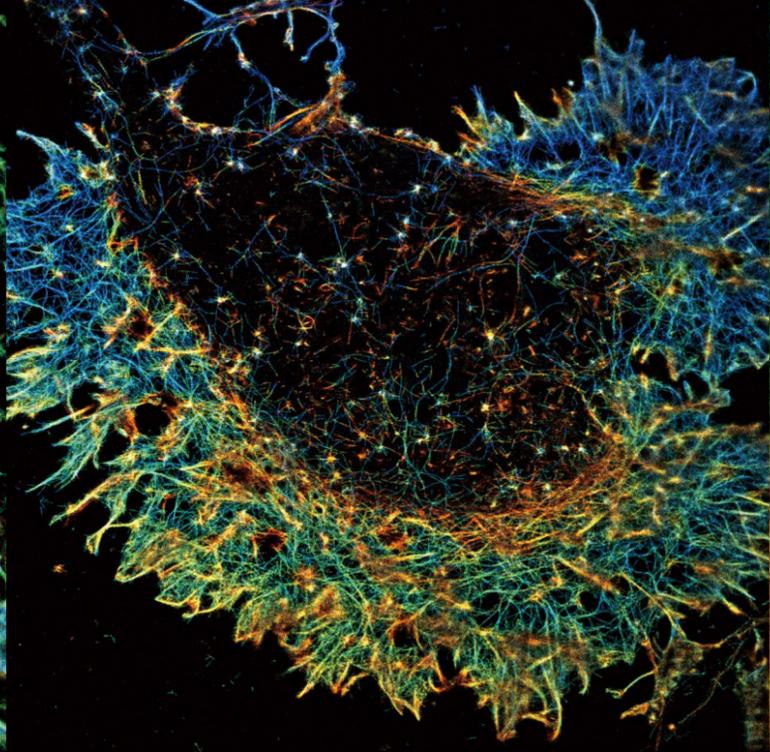


\* 공초점 시스템과 함께 사용 시 필수  
 \*\* N-STORM과 함께 구성 시 필수  
 \*\*\* 현미경 본체와 함께 제공

### N-SIM S 사양

측면 해상도 (XY에서 비드의 FWHM)	3D-SIM 모드에서 115nm*1, TIRF-SIM 모드에서 86nm*2	
축방향 해상도 (Z에서 비드의 FWHM)	3D-SIM 모드에서 269nm*1	
이미지 촬영 시간	최고 15fps(TIRF-SIM)/2D-SIM, 노출 시간 2msec	
재구성된 이미지 크기	1024 x 1024화소, 2048 x 2048화소	
이미징 모드	TIRF-SIM 2D-SIM 3D-SIM(재구성 방법: 슬라이스, 스택)	
멀티컬러 이미징	최대 6색	
동시 멀티컬러 이미징	2색	
호환 레이저	LU-NV 시리즈 레이저 유닛 기본: 405nm, 488nm, 561nm, 640nm 옵션: 445nm	Ziva Light Engine 시리즈 레이저 유닛(2D/3D-SIM) 405nm, 446nm, 476nm, 518nm, 545nm, 637nm
호환 현미경	전동 도립 현미경 ECLIPSE TI2-E 퍼펙트 포커스 시스템 전동 XY 스테이지, 인코더 포함 피에조 Z 스테이지	
대물렌즈	CFI SR HP Plan Apochromat Lambda S 100XC SiI (NA1.35) CFI SR HP Apochromat TIRF 100XC Oil (NA 1.49) CFI SR HP Apochromat TIRF 100XAC Oil (NA 1.49) CFI SR Plan Apochromat IR 60XC WI (NA 1.27) CFI SR Plan Apochromat IR 60XAC WI (NA 1.27) CFI Plan Apochromat Lambda 60XC (NA 0.95)*3 CFI Plan Apochromat Lambda 40XC (NA 0.95)*3	
카메라	ORCA Fusion BT sCMOS 카메라 (Hamamatsu Photonics K.K.)	
소프트웨어	NIS-Elements AR/NIS-Elements C(AX/AX R 공초점 현미경용) 둘 모두 추가 소프트웨어 모듈 NIS-A 6D 및 N-SIM Analysis 필요	
작동 환경	20 °C ~ 28 °C (± 1.5 °C)	

\*1 488nm 레이저로 자극한 지름이 100nm인 비드를 사용하여 측정된 값. 실제 해상도는 레이저 파장과 광학 구성에 따라 다름.  
 \*2 488nm 레이저로 자극한 지름이 40nm인 비드를 사용하여 측정된 값. 실제 해상도는 레이저 파장과 광학 구성에 따라 다름.  
 \*3 2D-SIM 및 3D-SIM(슬라이스 재구성) 지원



a: 배양 속 해마 뉴런 및 신경교  
Depth-code pseudo 색상을 사용해 Alexa Fluor® 647 팔로이딘으로 라벨링한 액틴의 3D-STORM 이미지.  
이미지 "a"에는 네 가지 유형의 액틴 조직이 왼쪽 하단부터 오른쪽 상단까지 뉴런의 세포체, 스트레스 섬유가 있는 교질 세포, 가시가 있는 뉴런 수상 돌기, 축색 돌기 순으로 나와 있음.  
사진 제공: Dr. Christophe Letierrier, NeuroCyto team, NICN CNRS-AMU UMR7259, Marseille, France

b: 배양 속 뉴런의 성장 원뿔

c: 신경 배양 속 신경교

d: COS 세포

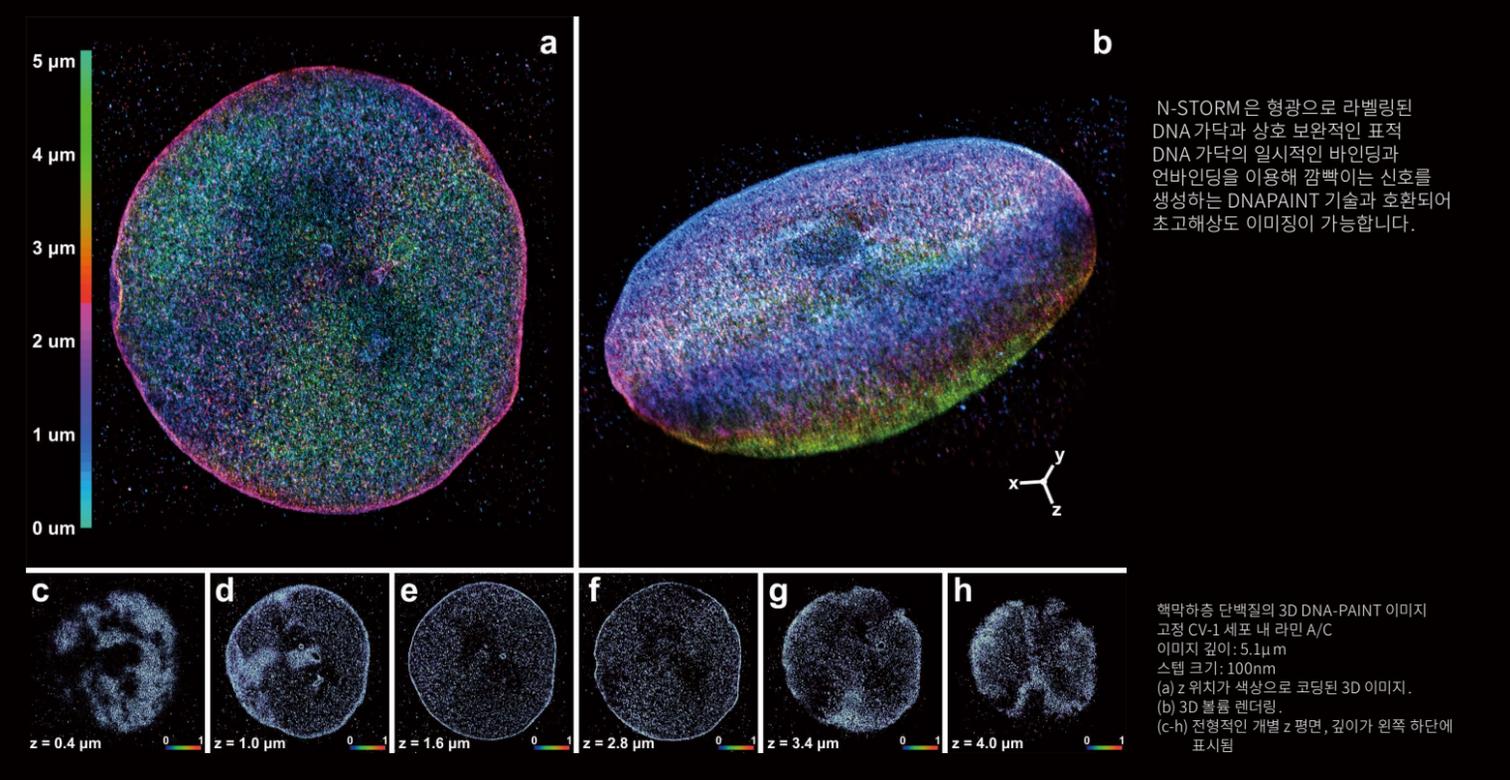
# N-STORM

## 나노스케일 유니버스 경험

STORM(STochastic Optical Reconstruction Microscopy)은 복합 형광 현미경 표본의 개별 형광단에 대한 정확한 로컬라이제이션 정보를 합쳐서 초고해상도 이미지를 재구성합니다. N-STORM은 Nikon의 강력한 Ti2-E 도립 현미경을 이용하고 고정밀 멀티컬러 로컬라이제이션 및 재구성을 3차원 (xyz)에 적용하여 기존 광학 현미경보다 해상도가 10배 (xy에서 최대 20nm) 더 높은 초고해상도 이미징이 가능합니다. 이 강력한 기술로 분자 상호작용 및 조직을 나노 스케일로 시각화하여 과학 지식의 새로운 세계를 열 수 있습니다.

- ❖ x, y, z 방향에서 기존 광학 현미경 해상도의 10배
- ❖ 분자 수준에서 동적 초고해상도 이미징
- ❖ 멀티컬러 이미징 기능
- ❖ 고해상도, 고밀도 이미지
- ❖ 큰 이미지 촬영 면적





# x, y, z 에서 해상도 10배 증가

## 최대 50nm 축방향 해상도

측방 초고해상도와 더불어, N-STORM은 독립적인 방법을 이용하여 축방향 해상도를 기존 광학 현미경보다 10배 높이고 나노스케일 정보를 3D로 제공하기도 합니다. 3D 스택 기능을 사용하면 여러 3D-STORM 이미지를 다양한 Z 위치에서 캡처하고 이미지 하나에 스티칭하여 더 두꺼운 STORM 이미지를 만들 수 있습니다.

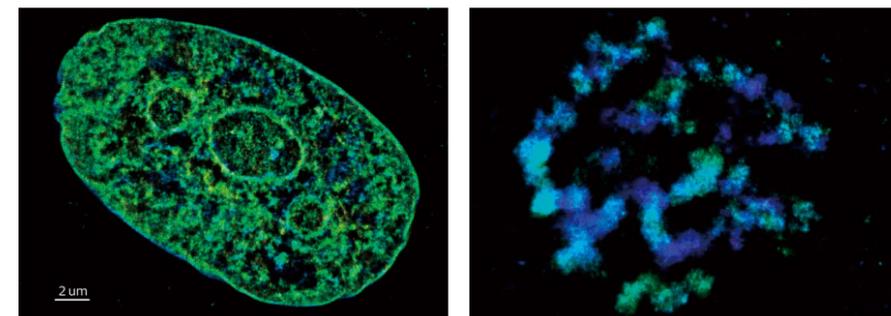
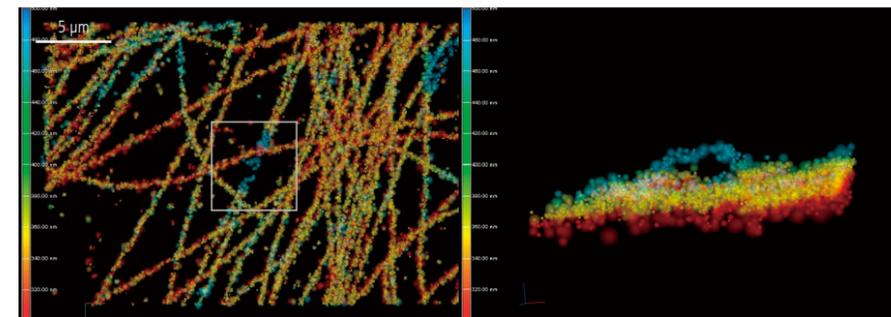


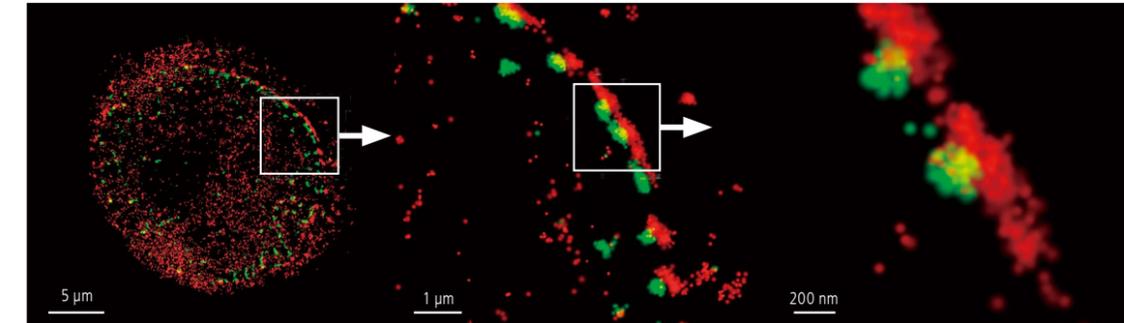
사진 제공: Jason Otterstrom, Ph.D., Melike Lakadamyali, Ph.D., The Institute of Photonic Sciences (ICFO), Castelldefels, Spain

사진 제공: Anna Oddone, Ph.D., Melike Lakadamyali, Ph.D. group, The Institute of Photonic Sciences (ICFO), Castelldefels, Spain

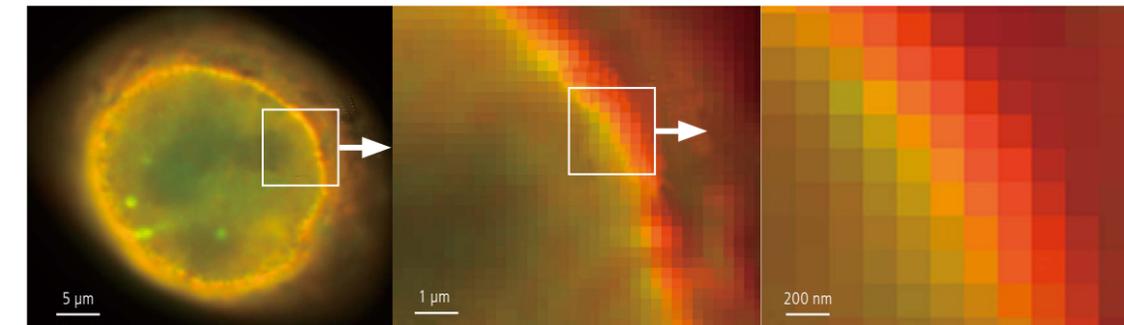
## 최대 20nm 측면 해상도

N-STORM은 시야 안에 있는 수천 개 개별 형광단의 고정밀 로컬라이제이션 정보를 이용하여 기존 광학 현미경보다 공간 해상도가 10배 더 높은 놀라운 “초고해상도” 이미지를 만듭니다.

### N-STORM 이미지

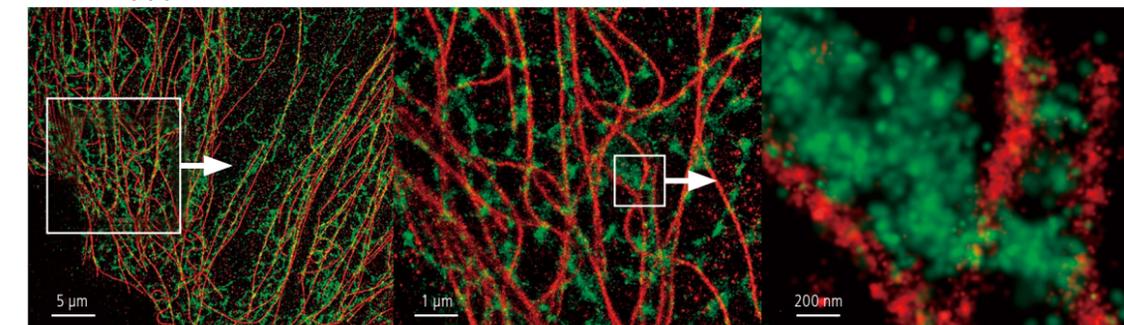


### 기존 광시야 이미지

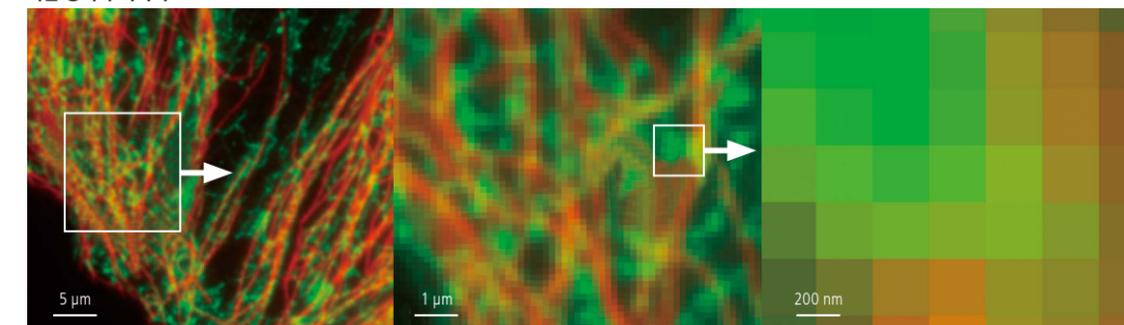


Alexa Fluor® 647(NUP153)와 ATTO 488(TPR)로 라벨링된 인체 자궁경부암 세포 (HeLa S3)  
사진 제공: Dr. Michael W. Davidson, National High Magnetic Field Laboratory, Florida State University

### N-STORM 이미지



### 기존 광시야 이미지

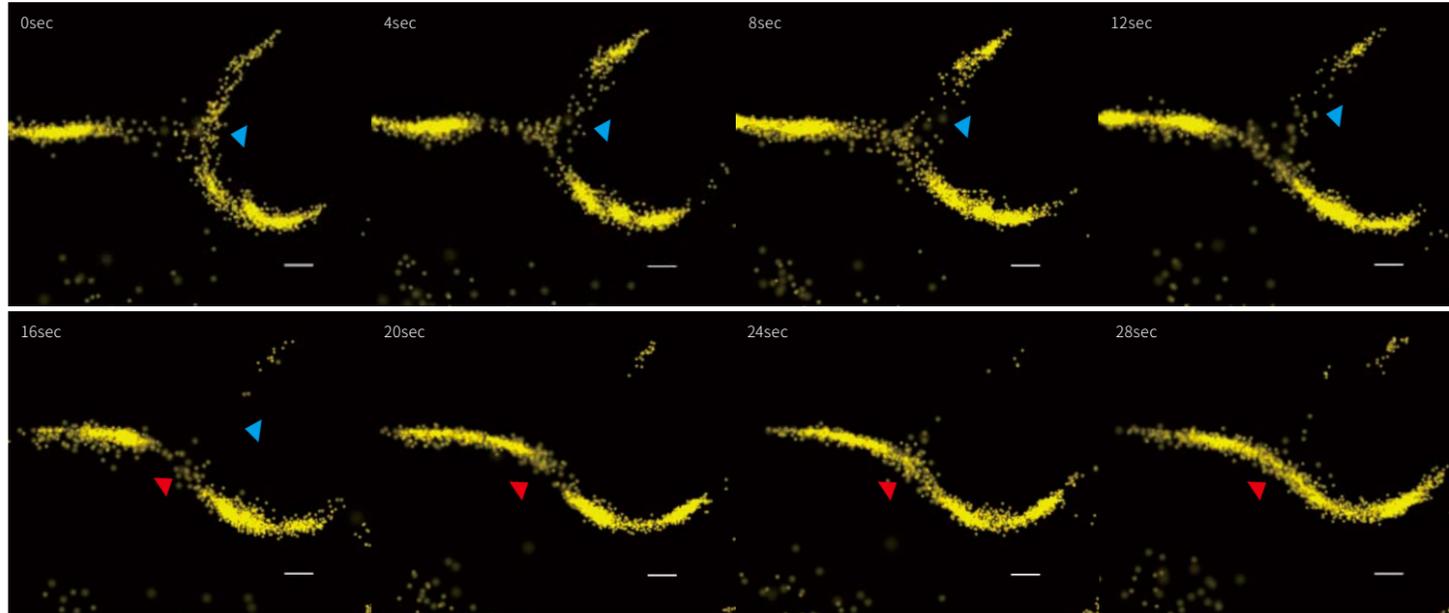


Alexa Fluor® 647(튜블린)과 ATTO 488(칼레티쿨린)로 라벨링한 그리벳 원숭이 신장 세포(BSC-1)  
사진 제공: Dr. Michael W. Davidson, National High Magnetic Field Laboratory, Florida State University

## 동적 초고해상도 이미징

sCMOS 기술에 최적화된 새로 개발한 광학 및 조명 시스템으로 이미지 촬영 속도가 최대 10배 빨라졌습니다. 촬영 시간이 분 단위에서 초 단위\*로 단축되어 이제 살아있는 표본의 동적 사건을 분자 수준 해상도로 캡처할 수 있습니다.

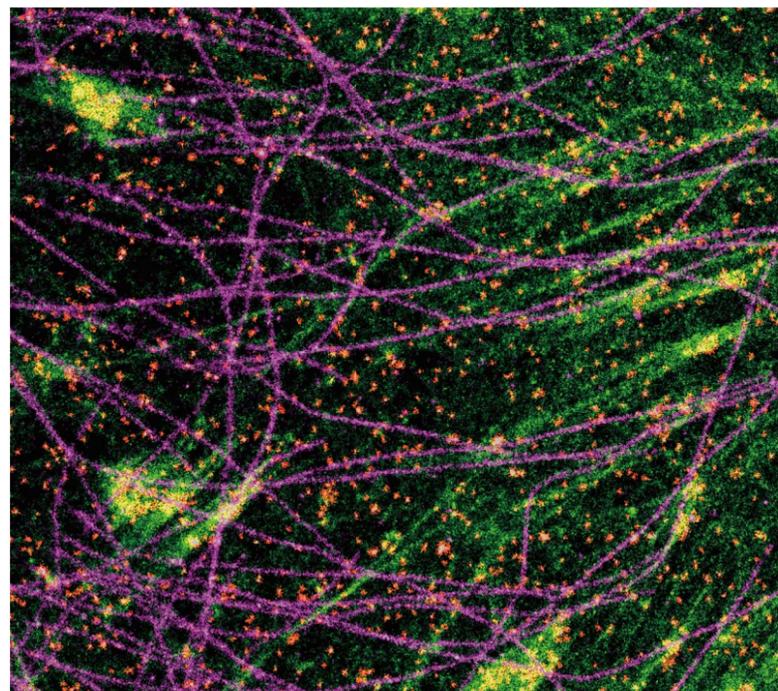
\* 고속 모드 사용 (이미징 면적 20µm x 20µm)



마이트트래커 레드 (미토콘드리아) 로 라벨링한 그리벳 원숭이 신장 세포 (BSC-1) 의 타임랩스 STORM 이미지. 이미지 속도: 500fps, 20초 타임랩스 이미징, 2초 간격 스케일 바: 0.2µm

## 멀티컬러 이미징 기능

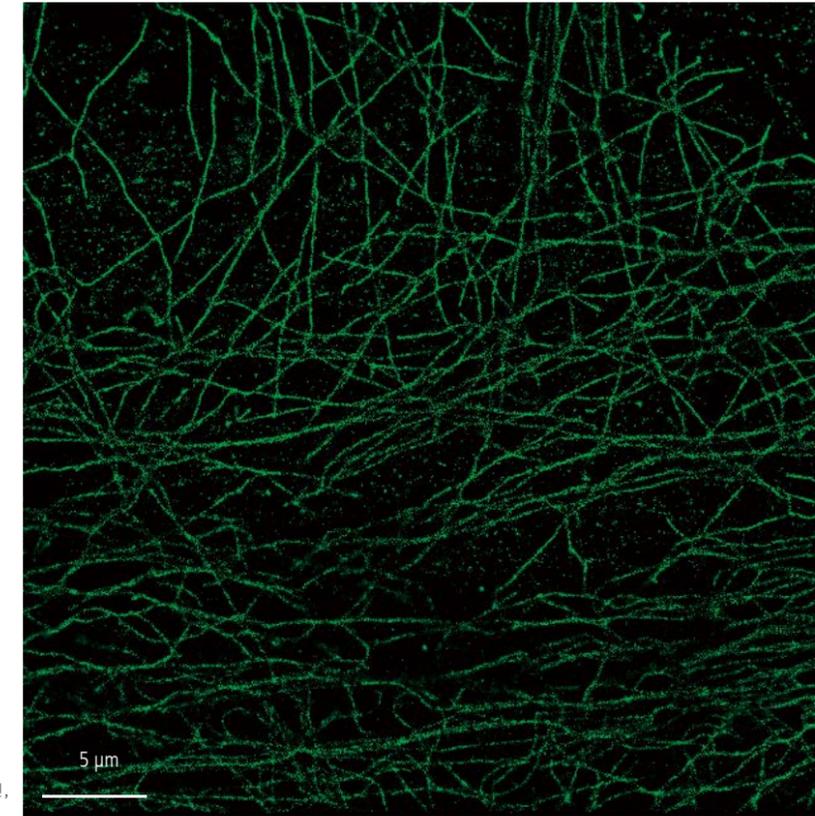
순차 활성화 이미징에 액티베이터-리포터 쌍을 사용하고 연속 활성화 이미징에 액티베이터프리 표지를 사용하여 멀티컬러 초고해상도 이미징이 가능합니다. 이런 유연성으로 인해 사용자는 여러 단백질의 로컬라이제이션 및 상호작용에 대한 중요한 통찰력을 분자 수준에서 쉽게 얻을 수 있습니다.



알파 튜블린 (Alexa Fluor® 647, magenta), 카베올린 (Alexa Fluor® 555, red), 및 f-액틴의 경우 Alexa Fluor® 488-팔로이딘 (green)에 대해 함께 염색한 CV-1 세포의 3색 STORM 이미지

## 고해상도, 고밀도 이미지

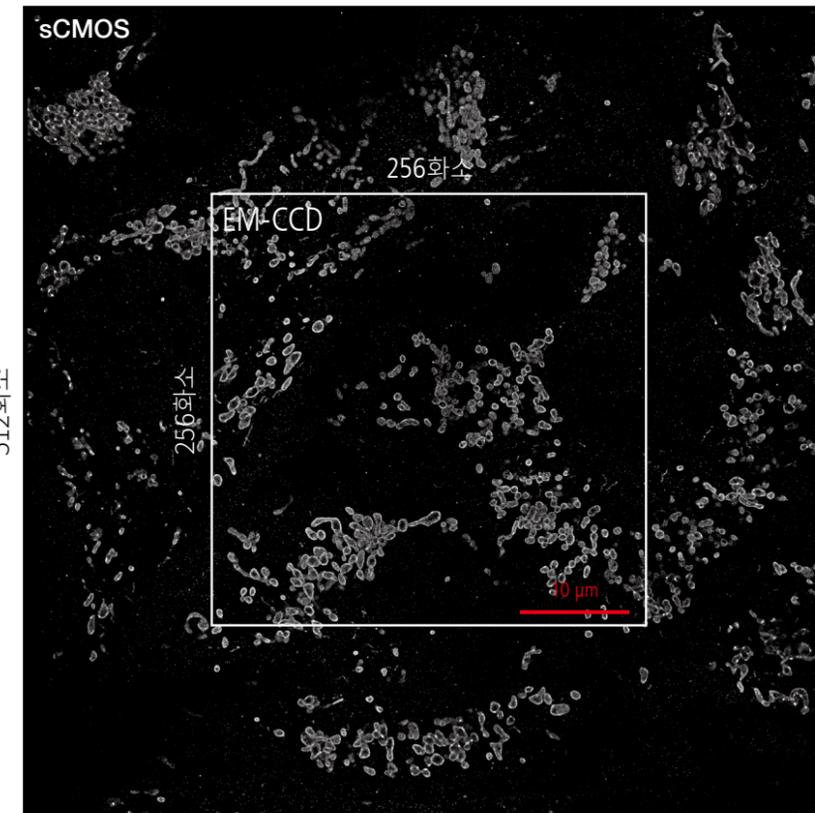
새로 개발된 여자 광학과 개선된 이미지 촬영 속도로 분자 로컬라이제이션 밀도가 증가하여 고분자 구조의 이미지가 더 선명해집니다.



Alexa Fluor® 647로 라벨링한 BSC-1 세포의 튜블린, 촬영 시간: 20초

## 큰 이미지 촬영 면적

이미징 시스템의 새로운 중간 줌 렌즈를 개발하고 광시야에 최적화했습니다. 광시야 모드에서는 이미징 면적이 이전 모델보다 4배 더 큰 80µm x 80µm에 이릅니다.



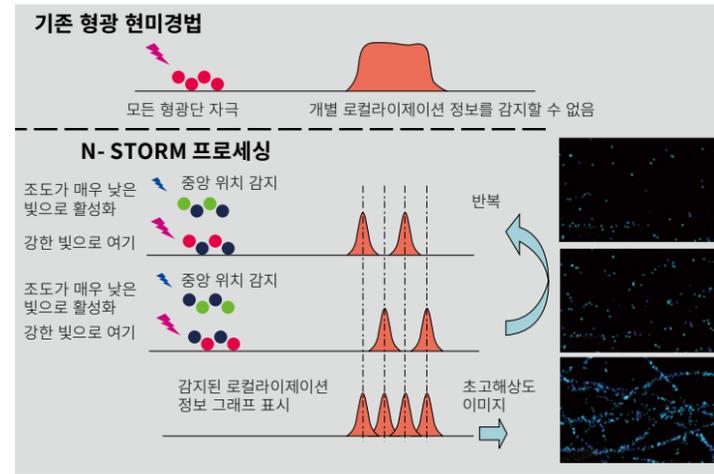
4배 더 넓어진 이미징 면적, 80µm x 80µm(광시야 모드). 비교를 위해 기존 이미징 면적인 40µm x 40µm도 표시되어 있음. 검체: Alexa Fluor® 647와 결합한 마이트트래커 TOM20

## 확률적 광학 재구성 현미경법 (STORM)의 원리

### STORM (STochastic Optical Reconstruction Microscopy)은 3차원의 여러 색으로 된 개별 형광단에 대한 매우 정확한 로컬라이제이션 정보를 합쳐 초고해상도 이미지를 재구성함

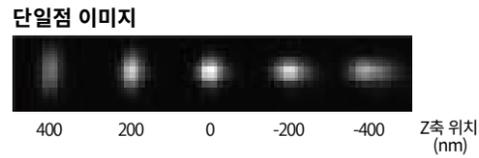
N-STORM은 조도가 매우 낮은 빛을 사용하는 비교적 수가 적은 형광단의 확률적 활성화를 사용합니다. 형광단의 이 같은 무작위 확률적 "활성화"를 통해 개별 분자의 시간적 분리가 가능하여 XY에서 각 형광단 이미지의 매우 정밀한 가우시안 맞춤이 가능합니다. N-STORM은 특수 3D-STORM 광학을 이용하여 개별 분자를 Z축을 따라 매우 정밀하게 로컬라이제이션 할 수도 있습니다. 3차원의 분자 좌표를 컴퓨터로 합쳐서 나노스코픽 세계의 초고해상도 3D 이미지를 얻습니다.

### 개별 형광단의 로컬라이제이션 정보를 사용한 N-STORM 이미지의 재구성



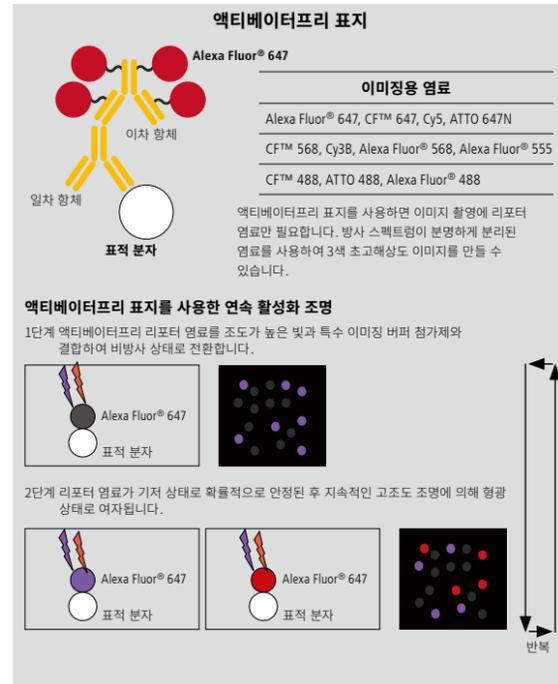
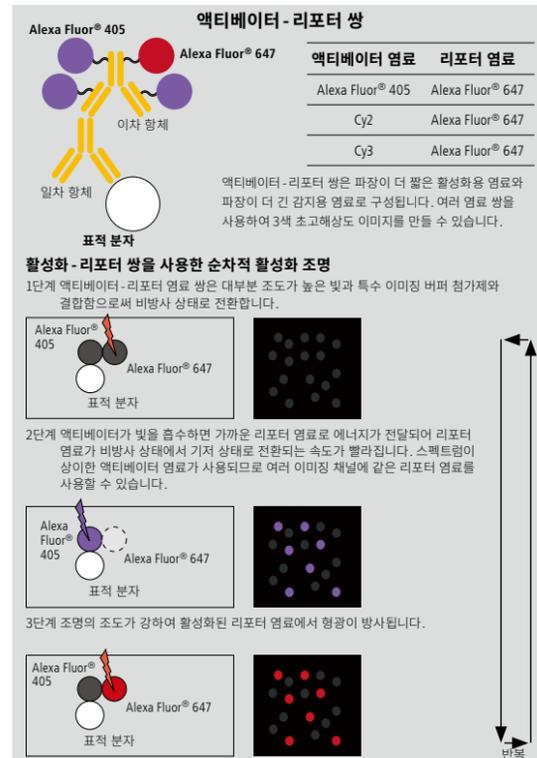
### 고정밀 Z축 위치 감지

X 또는 Y 방향에서 광선을 비대칭으로 압축하는 원통형 렌즈를 사용해 Z축 분자 위치를 약 50nm의 정확도로 확인할 수 있습니다. Z축 내 위치는 X 또는 Y 방향에서 난시 유도 스트레치 방향과 초점 밖에 있는 이미지의 크기를 감지하여 확인합니다. 3D 형광 이미지는 확인된 Z축 위치 정보와 XY축 위치 정보를 합쳐서 재구성할 수 있습니다.

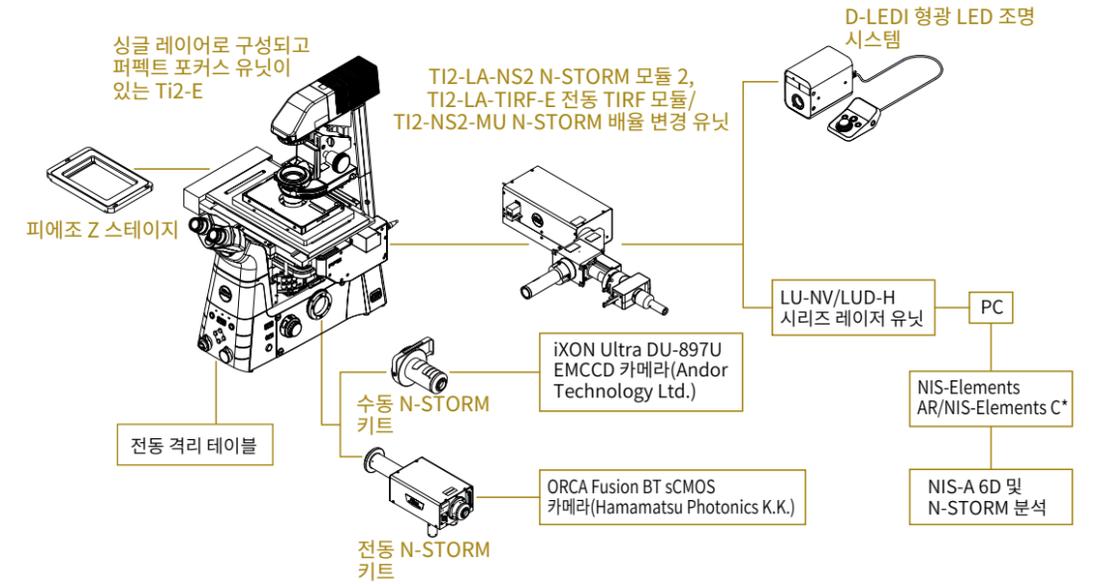


### 다양한 광전환가능 프로브와 표지 방식으로 매우 정확한 로컬라이제이션 실현

다양한 유형의 액티베이터-리porter 쌍과 액티베이터프리 표지를 사용할 수 있습니다. 액티베이터-리porter 염료 쌍 방식으로 접근하면 같은 리porter 염료가 다른 채널에 활용되므로 로컬라이제이션 정확도가 채널 간에 일정해집니다. 각 염료 쌍은 액티베이터 염료와 리porter 염료로 구성되고, 액티베이터 염료가 리porter 염료의 활성화 상태를 조절합니다. 액티베이터프리 표지는 이미징 염료로만 구성되어 간단한 표지와 기존 염료결합 항체를 사용한 기존 간접 면역형광 같은 검체 준비 기법을 사용할 수 있습니다.



## N-STORM 계통도



\* 공초점 시스템과 함께 사용 시 필수

## N-STORM 사양

XY 해상도	약 20nm
Z축 해상도	약 50nm
이미징 모드	2D-STORM(일반 모드, 연속 모드) 3D-STORM(일반 모드, 연속 모드), 3D-스택 기능
최대 시야	80 μm x 80 μm
촬영 속도	최고 500Hz
멀티컬러 이미징	최대 3색
호환 레이저	LU-NV 시리즈 레이저 유닛 405nm, 488nm, 561nm, 647nm LUD-H 시리즈 레이저 유닛 405nm, 488nm, 561nm, 640nm
호환 현미경	전동 도립 현미경 ECLIPSE Ti2-E 퍼펙트 포커스 시스템 전동 XY 스테이지, 인코더 포함 피에조 Z 스테이지
대물렌즈	CFI SR HP Plan Apochromat Lambda S 100XC Sil (NA1.35) CFI SR HP Apochromat TIRF 100XC Oil (NA 1.49) CFI SR HP Apochromat TIRF 100XAC Oil (NA 1.49) CFI HP Plan Apochromat VC 100X Oil (NA 1.40)
카메라	ORCA Fusion BT sCMOS 카메라 (Hamamatsu Photonics K.K.) iXON Ultra DU-897U EMCCD 카메라 (Andor Technology Ltd.)
소프트웨어	NIS-Elements AR/NIS-Elements C (AX/AX R 공초점 현미경용) 둘 모두 추가 소프트웨어 모듈 NIS-A 6D 및 N-STORM Analysis 필요
작동 환경	20 °C ~ 25 °C (±0.5 °C)

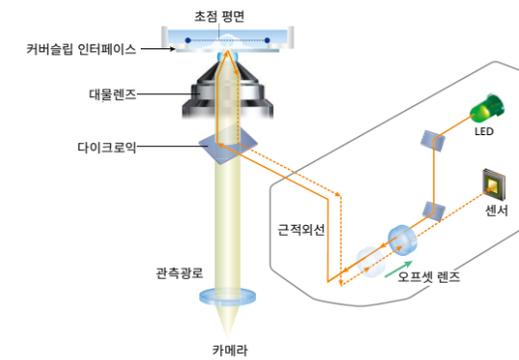
# 매우 안정적인 초고해상도 이미징 플랫폼

이미징 환경에서는 미미한 온도 변화와 작은 진동도 초점 안정성에 큰 영향을 미쳐 초고해상도 이미징에 악영향을 미칠 수 있습니다. ECLIPSE Ti2-E 전동 도립 연구용 현미경은 초점 안정성이 크게 개선되고 자동 실시간 초점 보정 시스템을 포함하도록 설계되어 초점 드리프트가 없으므로 나노스코픽 세포의 세부 사항을 충실하게 시각화할 수 있습니다.



## PFS로 실시간 초점 보정

PFS(퍼펙트 포커스 시스템)은 원하는 Z 위치를 자동으로 추적하고 유지하여 초점을 유지합니다. PFS는 미미한 온도 변화와 진동 때문에 발생하는 초점 드리프트를 실시간으로 보정합니다. PFS의 감지기 부분은 노즈피스와 분리되어 기계적 부하와 열 전달이 최소화되므로 Z 드리프트가 발생할 가능성이 더욱 더 줄어듭니다.



## 매우 안정적인 Z 초점 조절 메커니즘

Ti2-E의 내구성이 강한 본체는 초고해상도 현미경의 매우 안정적인 플랫폼으로 사용됩니다. Ti2-E는 Z 초점 조절 메커니즘이 더 작고 노즈피스에 가까이 있어 진동이 최소화되므로 초고해상도 이미징에 필요한 매우 정확하고 안정적인 Z 초점 조절이 가능합니다.



## 자동 보정환

초고해상도 이미징은 구면 수차에 매우 민감합니다. 자동 보정환을 사용해 보정환을 쉽고 정확하게 조정하여 구면 수차에 대해 보정할 수 있으므로 일관된 고품질 초고해상도 이미지가 보장됩니다.





# 초고해상도 이미징을 위한 최고 광학 성능

Nikon은 초고해상도 이미징 전용 대물렌즈를 개발하여 밝고 정확한 나노스케일 이미지를 실현합니다. SR 대물렌즈는 파면 수차 측정 기술을 사용하여 정렬 및 검사되므로, 초고해상도 이미징에 요구되는 가능한 최소 비대칭 수차와 탁월한 광학 성능이 보장됩니다.

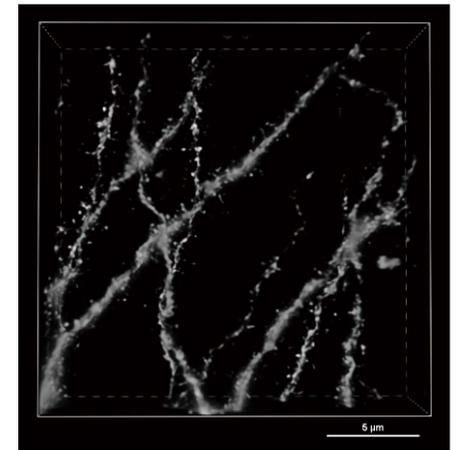
## N-SIMS / N-STORM

### 실리콘 이물질 대물렌즈

실리콘 이물질 대물렌즈에는 굴절률이 라이브 셀과 비슷하고 점도가 높은 실리콘 오일을 이물질 액으로 사용합니다. 이 대물렌즈는 이처럼 굴절을 호환성이 개선되어 표본을 더 깊이 초고해상도로 이미징할 때 더 나은 광자 수집 능력과 해상도를 제공할 수 있습니다. 이 대물렌즈는 광범위한 파장에 걸쳐 색수차 보정이 더 우수하고 투과율이 높습니다.

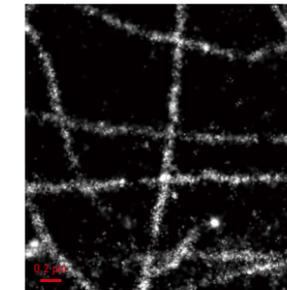


CFI SR HP Plan Achromat  
Lambda S 100XC Sil



N-SIM 이미지  
검체: tdTomato 표현 뉴런으로 라벨링된 쥐 뇌 절편

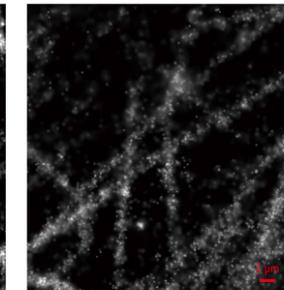
### 실리콘 이물질 대물렌즈



N-STORM 이미지 (깊이 약 6.5 μm)

왼쪽: CFI SR HP Plan Achromat Lambda S 100XC Sil, 오른쪽: CFI SR HP Achromat TIRF 100XC Oil

### 오일 이물질 대물렌즈



비디오를 보려면 QR 코드를 스캔하세요

### 오일 이물질 대물렌즈

이 대물렌즈는 N-STORM 이미징에 필요한 높은 개구수를 제공합니다. HP 대물렌즈는 형광단의 빠른 광전환을 유도하기 위해 필요한 초고출력 레이저와 호환됩니다. 이 대물렌즈는 축방향 색수차가 개선되어 3D 멀티컬러 STORM 이미징에서 로컬라이제이션 및 이미지 정렬이 가장 정확합니다.

### 워터 이물질 대물렌즈

이 대물렌즈는 광범위한 파장 (근적외선까지)에 걸쳐 색수차를 보정하므로, 라이브 셀의 고해상도 딥 이미징에 사용할 수 있습니다. Ti2-E 현미경의 자동 보정환을 지원하는 AC형 대물렌즈를 사용하면 보정환을 정확하고 쉽게 조정할 수 있습니다.



CFI SR HP Achromat TIRF 100XC Oil    CFI HP Plan Achromat VC 100X Oil    CFI SR HP Achromat TIRF 100XAC Oil



CFI SR Plan Achromat IR 60XC WI    CFI SR Plan Achromat IR 60XAC WI

### 드라이 타입 대물렌즈

N-SIM S는 드라이타입 대물렌즈와 호환되어 렌즈를 교환하지 않고도 초고해상도 이미징과 공초점 이미징이 모두 가능합니다. 저배율 광시야 드라이타입 렌즈를 사용하면 검체 조직 주변부의 고해상도 관찰도 가능합니다.



CFI Plan Achromat Lambda 60XC    CFI Plan Achromat Lambda 40XC

\* 드라이타입 대물렌즈는 2D-SIM 및 3D-SIM(슬라이스 채구성)만 지원함

모델	이물질	NA	W.D. (mm)	보정환
CFI SR HP Plan Achromat Lambda S 100XC Sil	실리콘 오일	1.35	0.31-0.29 (0.30*); 23 C, 0.30-0.28 (0.29*); 37 C	수동
CFI SR HP Achromat TIRF 100XC Oil	오일	1.49	0.16-0.10 (0.12*); 23 C, 0.15-0.09 (0.12*); 37 C	수동
CFI SR HP Achromat TIRF 100XAC Oil	오일	1.49	0.16-0.10 (0.12*); 23 C, 0.15-0.09 (0.12*); 37 C	자동
CFI HP Plan Achromat VC 100X Oil	오일	1.40	0.13	
CFI SR Plan Achromat IR 60XC WI	물	1.27	0.18-0.16 (0.17*)	수동
CFI SR Plan Achromat IR 60XAC WI	물	1.27	0.18-0.16 (0.17*)	자동
CFI Plan Achromat Lambda 60XC	건식	0.95	0.21-0.11 (0.15*)	수동
CFI Plan Achromat Lambda 40XC	건식	0.95	0.25-0.16 (0.21*)	수동

\* 커버 유리 두께 0.17mm

# 통합 수집 및 분석 소프트웨어 플랫폼

Nikon의 통합 소프트웨어 플랫폼인 NIS-Elements는 직관적인 초고해상도 이미징 워크플로를 제공합니다. JOBS와 조명 시퀀스 같은 그래픽 프로그래밍 도구와 강력한 분석 및 시각화 도구와 함께, NIS-Elements는 다양한 애플리케이션 요구 사항에 맞게 완전히 사용자 지정할 수 있는 포괄적인 운영 환경을 만듭니다.

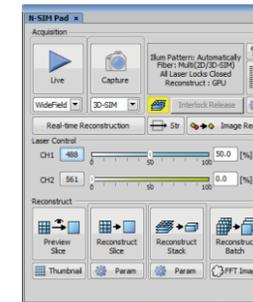
# N-SIMS / N-STORM

## 이미지 촬영

### N-SIMS

#### 이미지 촬영 설정

N-SIMS는 2D-SIM, 3D-SIM 및 TIRF-SIM 모드 간에 쉽게 전환할 수 있습니다. JOBS 유연 이미징 시퀀스 옵션을 사용하면 N-SIMS, N-STORM 및 공초점 현미경 간에 원활한 이미지 획득이 가능합니다.

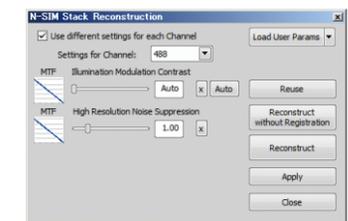


## 디스플레이 및 처리

### N-SIMS

#### 이미지 재구성

자동 설정을 사용하면 소프트웨어가 N-SIMS 이미지를 재구성하기 위해 촬영한 이미지에 가장 적합한 재구성 파라미터를 자동으로 선택할 수 있습니다. 사용자는 이러한 파라미터를 수동으로 조정하여 재구성을 더 최적화할 수 있습니다. 재구성 뷰를 통해 사용자는 선택된 재구성된 파라미터의 결과를 현재/선택된 프레임에서 미리 볼 수 있어 재구성 파라미터를 효율적으로 결정할 수 있습니다.



### N-STORM

#### 이미지 촬영 설정

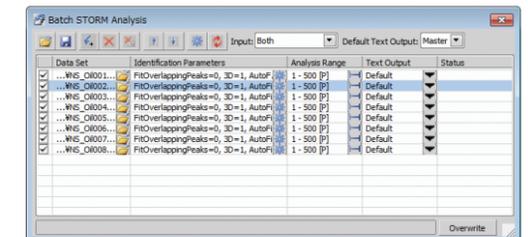
N-STORM은 2D-STORM 및 3D-STORM 이미지 촬영 모드 간에 쉽게 전환할 수 있습니다.



### N-STORM

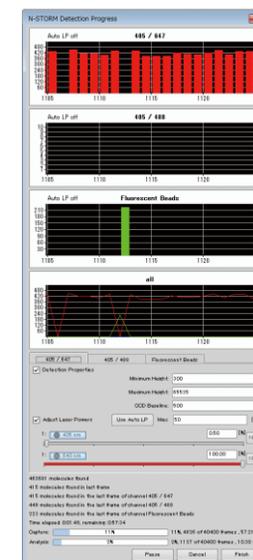
#### 일괄 처리 분석

여러 N-STORM 이미지를 동시에 분석할 수 있습니다.



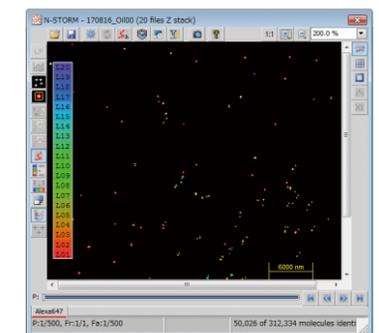
#### 프레임별 로컬라이제이션 실시간 표시

N-STORM 이미지 촬영 중에는 로컬라이즈된 형광 분자의 수가 이미지와 그래프를 사용하여 실시간으로 표시됩니다. Auto LP(자동 레이저 출력) 버튼을 클릭하면 레이저 출력이 로컬라이즈된 형광점 수에 따라 자동으로 조정됩니다.



#### 3D 디스플레이

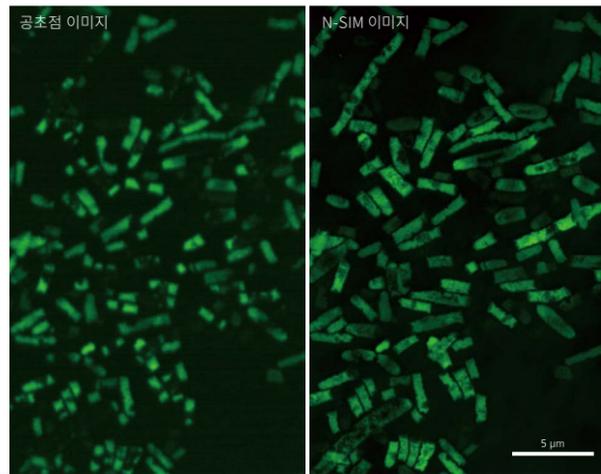
N-STORM의 중요한 기능 중 하나는 3D 초고해상도 이미지 촬영 및 분석입니다. 촬영한 이미지를 분석한 후 어떤 각도로든 표시할 수 있습니다.



# N-SIMS/N-STORM으로 나노 세계 탐구

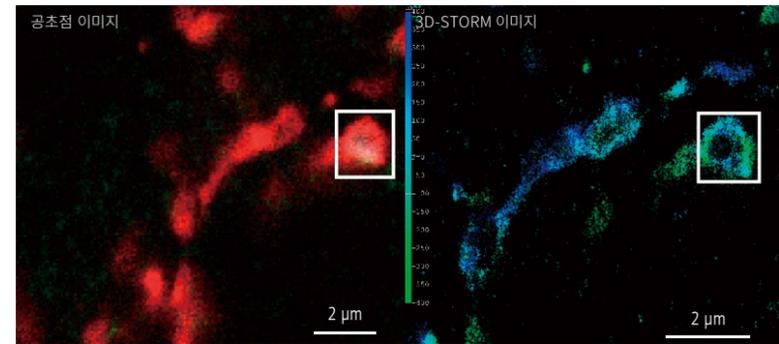
## 멀티스케일 실험을 위한 원활한 이미징 모드 전환

N-SIMS와 N-STORM을 Ti2-E 도립 현미경 하나와 함께 사용하면 개별 기술의 기능이 각각 확장됩니다. N-SIMS를 사용하면 더 두꺼운 볼륨 이미지를 촬영할 수 있으므로 N-STORM으로 획득한 단일 분자 수준 데이터의 해석을 위한 더 광범위한 분자 환경이 제공됩니다. N-SIMS 및/또는 N-STORM을 AX 같은 공초점 현미경과 함께 사용할 수도 있습니다. 배율이 낮은/FOV가 큰 공초점 이미지에서 검체의 원하는 위치를 지정하고 간단히 이미징 방법을 전환하여 초고해상도로 촬영할 수 있습니다. 공초점 현미경을 초고해상도 시스템과 함께 사용하면 초고해상도 정보의 더 큰 컨텍스트 뷰를 얻는 방법이 될 수 있습니다.

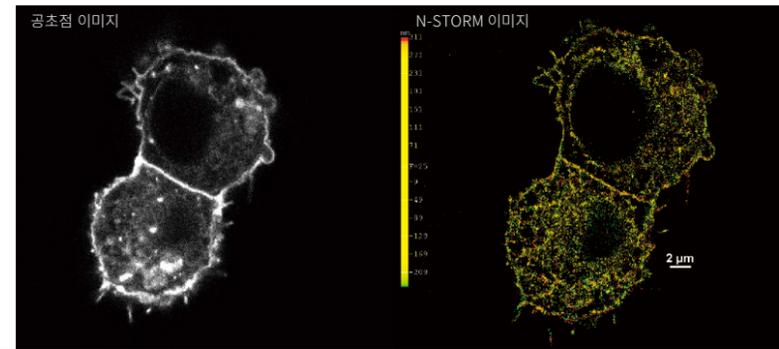


대장균 (XL1-Blue) 표현 SGFP2  
사진 제공: Drs. Takahisa Suzuki  
& Ikuo Wada, Fukushima  
Medical University School of  
Medicine

Alexa Fluor® 647을 사용하여 CB1 카나비노이드 수용체에 대해 면역 염색된 쥐 뇌 절편 (해마 CA1 영역), STORM 이미지를 사용하면 공동 축삭 말단 멤브레인이 더 선명하게 관찰됩니다.  
사진 제공: Barna Dudok Ph.D., Laszlo Barna Ph.D. & Istvan Katona Ph.D., Laboratory of Molecular Neurobiology, Institute of Experimental Medicine of the Hungarian Academy of Sciences



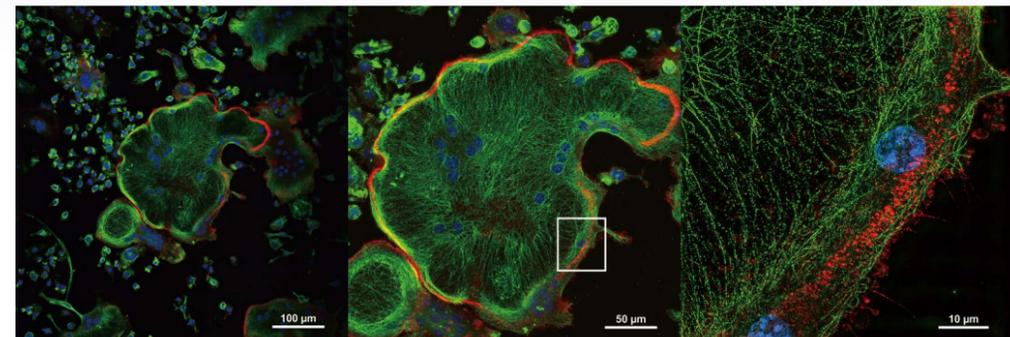
eGFP-CB1 융합 구성체를 표현하는 HEK 세포를 같은 이미징 플랫폼에서 공초점 및 3D-STORM 모드를 모두 사용하여 이미징했습니다. STORM 이미징을 위해, CB1을 Cy3-Alexa Fluor® 647 탠덤 염료 쌍으로 라벨링된 이차 항체를 사용하여 대조 염색했습니다. GFP 형광단은 공초점 모드를 사용하여 이미징했습니다. 멤브레인 구조는 STORM 이미지에서 공초점 이미지보다 더 높은 해상도로 볼 수 있음. 또한 다이내믹 레인지와 해상도의 한계로 인해 공초점 이미지에서 보이지 않는 세포 내 멤브레인 구조는 STORM 이미지에서 볼 수 있음.  
사진 제공: Barna Dudok Ph.D., Laszlo Barna Ph.D. & Istvan Katona Ph.D., Laboratory of Molecular Neurobiology, Institute of Experimental Medicine of the Hungarian Academy of Sciences



“A1+ 공초점 현미경과 N-SIM 초고해상도 현미경을 이미징 시스템 하나와 동시에 갖추면 멀티모드 분석이 가능합니다. 이 멀티모드 조합은 넓고 상세한 뷰가 일관되게 요구되는 연구에 유익합니다. 지름이 몇 백 마이크로에 이르는 성숙한 배양 용골 세포 같은 거대 세포를 분석하려는 사용자는 A1+를 사용하여 광시야 이미지를 촬영하고 이 광시야 이미지에서 관찰할 영역을 선택한 다음 초미세 관찰을 위해 N-SIM으로 전환할 수 있습니다. 전자 현미경법은 서로 접합되어 용골 세포의 세포 부착 및 운동과 기능적으로 연관된 액틴 링이라는 환형 구조를 형성하는 포도솜을 관찰하는 데 많이 사용되어 왔습니다. N-SIM은 개별 포도솜을 광학적으로 확인하며, 포도솜의 시간적, 공간적 역학 분석을 통한 용골 세포 기능의 정량적 평가에 사용할 수 있습니다.”

**Dr. Tadahiro Iimura**  
Division of Bio-Imaging, Proteo-Science Center (PROS),  
Division of Analytical Bio-Medicine, Advanced Research Support Center (ADRES), Ehime University

“HIV 감염 치료에 사용되는 표적 분자인 CCR5는 용골 세포 안에 있고 CCR5의 기능이 저하되면 용골 세포의 골질수 활동이 약화되어 골다공증 발생이 감소하는 것으로 확인되었습니다.\* 이 결과는 CCR5 대항제 치료가 골다공증 같은 골파괴 질환과 HIV 전염을 예방할 수 있음을 시사합니다.”  
\*Nature Communications DOI: 10.1038/s41467-017-02368-5

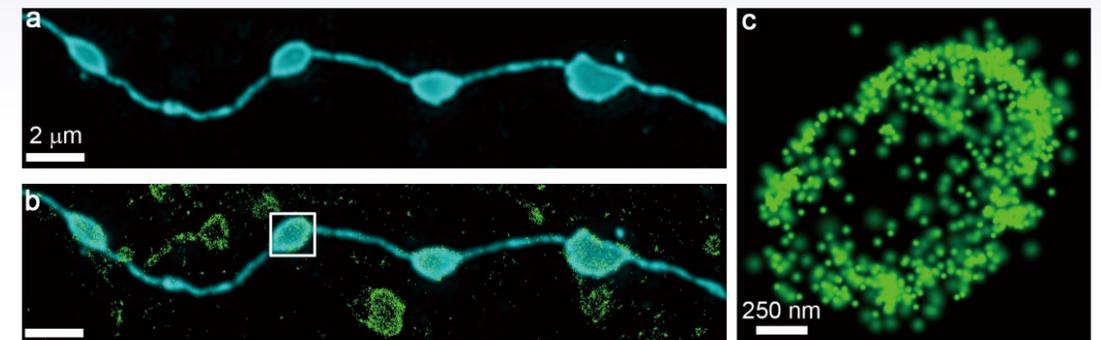


Alexa Fluor® 568(red)로 라벨링된 포도솜 (액틴), Alexa Fluor® 488(green)으로 라벨링된 튜블린, DAPI(blue)으로 라벨링된 핵  
왼쪽: 큰 FOV 공초점 이미지, 가운데: Z스택 공초점 이미지 투영, 오른쪽: 초고해상도 이미지  
사진 제공: Drs. Ji-Won Lee & Tadahiro Iimura, Division of Bio-Imaging, Proteo-Science Center (PROS), Ehime University



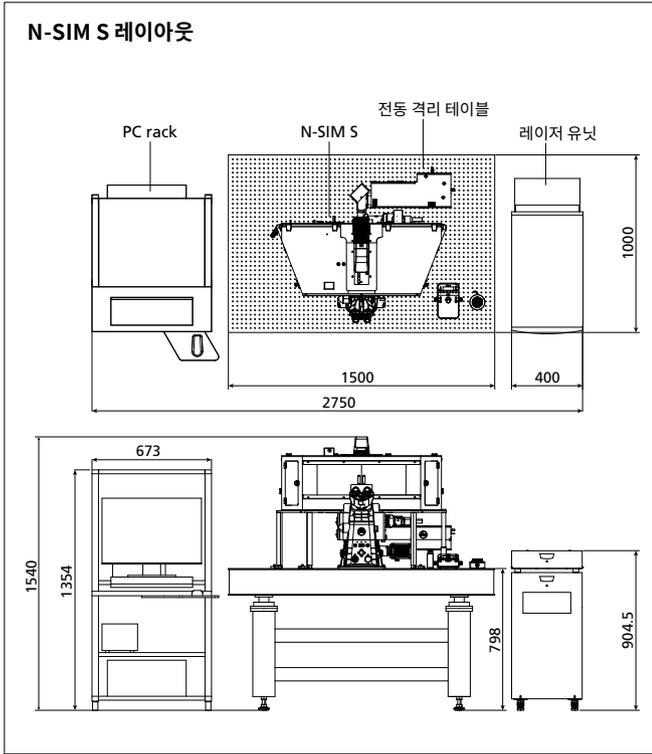
“STORM 이미징은 나노스케일에서 화학시냅스 안에 있는 중요한 신호 분자의 정확한 위치와 분포를 측정하기 위해 사용할 수 있는 유일한 기법이기 때문에 연구에 가장 중요한 도구입니다. 하지만 이 데이터만 있으면 어두운 하늘에서 별을 보는 것과 같습니다. 이런 분자 변화가 일어나는 맥락을 보려면 공초점 현미경을 사용해야 합니다. 생리학적 실험 후에는 세포 유형과 시냅스의 형태 특성 분석을 위해 공초점 이미징을 사용합니다. 그런 다음 STORM 모드로 전환하여 생리학적 신호를 담당하는 신호 분자에 대한 정보를 수집합니다. 이 방법으로 같은 시냅스에서 얻은 분자 데이터, 해부 데이터 및 생리 데이터를 상관 분석할 수 있습니다. 아주 흥미진진하죠!”

**Dr. Istvan Katona**  
Laboratory of Molecular Neurobiology, Institute of Experimental Medicine of the Hungarian Academy of Sciences

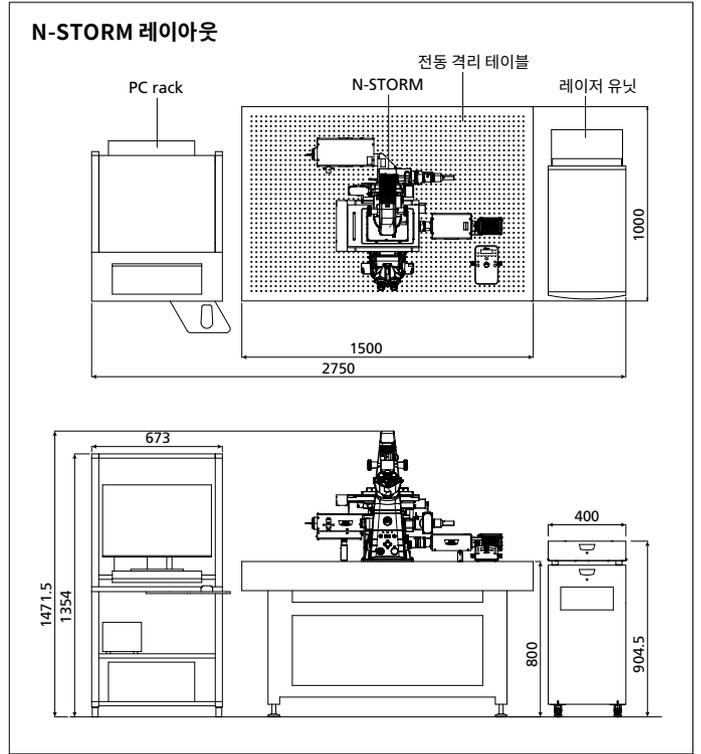


해마 GABA 생산 신경세포 (cyan)의 축삭 말단에 카나비노이드 수용체 로컬라이제이션 (green)이 보이는 Correlated confocal-STORM 이미지. 이미지는 결합된 N-STORM/C2 공초점 시스템으로 촬영되었습니다.  
사진 제공: Dr. Barna Dudok, Laboratory of Molecular Neurobiology, Institute of Experimental Medicine of the Hungarian Academy of Sciences

### N-SIM S 레이아웃



### N-STORM 레이아웃



단위 : mm

사양 및 장비는 제조사 측의 통지 또는 책임 없이 변경될 수 있습니다.  
July 2024 ©2024 NIKON CORPORATION

 <b>WARNING</b>	올바른 사용을 위해 장비를 사용하기 전에 해당 설명서를 주의 깊게 읽으십시오
----------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

모니터 이미지는 실제와 다릅니다.  
본 브로슈어 내 회사명과 제품명은 해당 회사의 등록 상표 또는 상표입니다.  
주의 본 브로슈어 내 제품 \*의 수출은 일본 외항 및 대외 무역법의 통제를 받습니다.  
일본에서 수출하는 경우에는 적절한 수출 절차가 필요합니다.  
\* 제품 : 하드웨어 및 관련 기술 정보 (소프트웨어 포함)

**WARNING-LASER RADIATION**  
AVOID EXPOSURE TO BEAM  
**CLASS 3B LASER PRODUCT**  
Total Power 500mW MAX.  
CW 400~700nm  
IEC/EN60825-1 : 2007, 2014

Complies with FDA performance standards for laser products except for deviations pursuant to Laser Notice No. 50, dated June 24, 2007

**DANGER-VISIBLE AND INVISIBLE LASER RADIATION AVOID EYE OR SKIN EXPOSURE TO DIRECT OR SCATTERED RADIATION**  
**CLASS 4 LASER PRODUCT**  
Total Power 1500mW MAX.  
CW 370~790nm  
IEC/EN60825-1 : 2007, 2014

Complies with FDA performance standards for laser products except for deviations pursuant to Laser Notice No.50 dated June 24, 2007.



#### NIKON CORPORATION

Head office  
1-5-20, Nishio, Shinagawa-ku, Tokyo 140-8601, Japan  
<https://www.healthcare.nikon.com/en/>

Manufacturer  
471, Nagaodai-cho, Sakae-ku, Yokohama, Kanagawa 244-8533, Japan

#### Nikon Instruments Inc.

1300 Walt Whitman Road, Melville, N.Y. 11747-3064, U.S.A.  
phone: +1-631-547-8500; +1-800-52-NIKON (within the U.S.A. only)  
fax: +1-631-547-0299  
<https://www.microscope.healthcare.nikon.com/>

#### Nikon Europe B.V.

Stroombaan 14, 1181 VX Amstelveen, The Netherlands  
phone: +31-20-7099-000  
[https://www.microscope.healthcare.nikon.com/en\\_EU/](https://www.microscope.healthcare.nikon.com/en_EU/)

#### Nikon Precision (Shanghai) Co., Ltd.

CHINA phone: +86-21-6841-2050 fax: +86-21-6841-2060  
(Beijing branch) phone: +86-10-5831-2028 fax: +86-10-5831-2026  
(Guangzhou branch) phone: +86-20-3882-0550 fax: +86-20-3882-0580  
<https://www.nikon-precision.com.cn/>

#### Nikon Canada Inc.

CANADA phone: +1-905-625-9910 fax: +1-905-602-9953

#### Nikon France, Succursale de Nikon Europe B.V.

FRANCE phone: +33-1-4516-4516

#### Nikon Deutschland, Zweigniederlassung der Nikon Europe B.V.

GERMANY phone: +49-211-9414-888

#### Nikon Italy, Branch of Nikon Europe B.V.

ITALY phone: +39-055-300-9601

#### Nikon Europe B.V., Amstelveen, Zweigniederlassung Schweiz (Egg/ZH)

SWITZERLAND phone: +41-43-277-2867

#### Nikon UK, Branch of Nikon Europe B.V.

UNITED KINGDOM phone: +44-208-247-1717

#### Nikon Österreich, Zweigniederlassung der Nikon Europe B.V.

AUSTRIA phone: +43-1-972-6111

#### Nikon Singapore Pte. Ltd.

SINGAPORE phone: +65-6559-3651 fax: +65-6559-3668

#### Nikon Australia Pty Ltd

AUSTRALIA phone: +61-2-8767-6900

#### Nikon Instruments Korea Co., Ltd.

KOREA phone: +82-2-6288-1900 fax: +82-2-555-4415

#### NIKON INDIA PVT. LTD.

INDIA phone: +91-124-4688-500