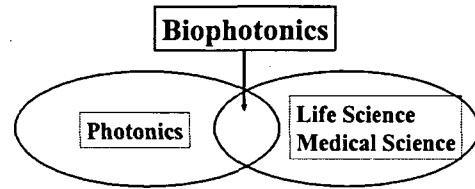


## BioPhotonics 개관

남기봉  
 한림대학교 전자물리학과  
 kbnaam@hallym.ac.kr

생체광자공학(Biophotonics)은 광자공학, 전자공학 및 정보공학 분야의 기술과 생물학, 생화학 및 의학 분야가 방법론을 공유할 수 있는 특수한 학문 영역으로, 광자와 생체물질과의 상호작용을 이용하여 생체의 기전을 이해하고 그 응용을 추구하는 학문의 범주를 총칭한다. 그 활동의 내용은 생의학(biomedical) 분야에 활용하기 위하여 필요한 광자 과학 및 기술을 연구 개발하는 분류와 반대로 광자공학 분야에 적용하기 위하여 생체 물질을 연구하는 분야로 대별 해 볼 수 있다. 첫 번째 접근법의 예는 초파리에서 추출하는 Rhodopsin(視紅素)<sup>1)</sup>으로서 이 물질은 R-state와 M-state의 상이 존재하는데, R-state에 486nm의 빛을 조사하면 M-state로 변성이 발생하며, 반대로 M-state에 566nm의 빛을 쬐여주면 다시 R-state로 돌아가는 성질을 보인다. 두 번째 접근법의 경우, 생체 물질을 광자공학에 응용한 사례로는 일본 Chitose Institute of Science and Technology의 업적을 들 수 있는데, 연어의 정자에서 추출한 DNA를 host로 사용하고, 여기에 여러 가지 광활성 분자( 염료)들을 결합시켜 될 수도 있는 photonic 막을 개발한 예가 있다. 의학 분야에서는 마이크로/마이크로 크기의 미생물 수준에서 비침습적으로 질병을 검출, 진단 및 치료하는 새로운 방법론으로서 이 분야의 연구가 주목을 받고 있다. 광동력학 치료법 등이 대표적인 사례가 될 수 있으며, 최근에 널리 사용되는 레이저의 의학적 응용은 또 다른 성공사례가 될 수 있다.



이러한 일련의 연구가 활성화 되는 배경에는 다음과 같은 시대적 문화적 수요가 있다. 미국 NSF의 Grand Challenges in Life Science로 선정하고 있는 5대 주제가 이를 다음과 같이 아울러서 정리하고 있다.

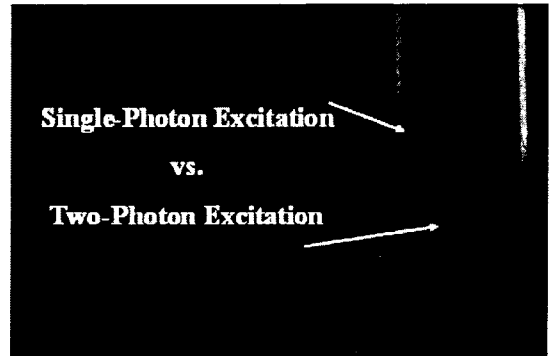
- Molecular Scale Imaging of Living Cell
- Finding Single Abnormal Cells Among Healthy Ones
- Understanding DNA Damage & Repair
- Sequencing Single DNA
- Non-Invasive Medical Tools

이 주제들은 대부분이 인체의 질환치료( 선천 또는 후천적)에 궁극적인 목표를 두고 있는 것을 알 수 있다. 또한 각 주제에 관련된 광전 공학적 기술 요소는 대부분이 현재의 일상적인 기술 수준으로 부담스러울 정도의 성능을 요구하고 있다. 예를 들어 측정 대상 생체 시료에서 단 한 개의 이상세포를 찾아내기 위해서는 우선 그 이상 세포와 정상 세포의 차이성을 강조할 수 있는 생화학적 또는 분광학적 기법 등의 기본 방법론이 선행되거나 이상 세포가 정상세포와 그 외형이 주목 할 만 하게 달라지는 등의 분별적 요소가 규명되어야 한다. 이후 현미경 화면을 가정할 경우 통상 관찰되는 수십만 개의 세포 중 한 개의 이상 세포를 찾아내는 것은 육안으로도 어렵지만 자동화 시스템으

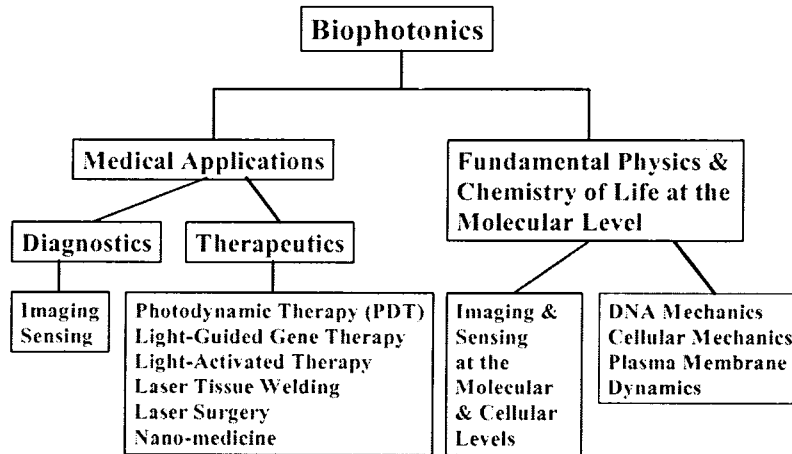
1) 동물 눈 망막의 간상세포에 포함된 붉은색을 띤 감광색소

로도 아직 믿을만하게 그리고 실용성 있게 성취하지 못하고 있다. 이러한 어려움은 그 목표의 비현실성 보다는 현재의 방법론과 기법이 목표에 비하여 크게 부족한 상태에 있음을 의미하는 것이며, 동시에 이는 그러한 목표 구현을 위하여 구현하여야 하는 학문적 기술적 연구 분야가 활짝 열려 있음을 의미하기도 한다.

연구 활동이 활발한 대표적인 세부 분야의 예로 Optical trapping and manipulation, Optical coherence tomography, Surface Plasmon Resonance Biosensing, Fluorescence Microscopy 등을 들 수 들 수 있는데, 과거의 현미경도 새로운 기술 기반으로 재설계되어 등장하고 있다. 예를 들어 공초점 현미경, 근접장 현미경, 원자력 현미경 등은 현미경의 새로운 차원을 개척한 방법론들이다. 현재 현미경 분야의 첨단 연구 활동은 Total Internal Reflection Fluorescence Microscopy (TIRFM), Multi-Photon Microscopy, Higher Harmonic Microscopy (2<sup>nd</sup> & 3<sup>rd</sup> Harmonics), ip-Enhanced Scanning Probe Microscopy (TESPM), Saturated (Nonlinear) Structured Illumination Microscopy 등의 분야에서 활발하게 진행되고 있다. 옆의 그림은 2 광자 (형광)현미경의 원리를 보인 것으로, 단광자 여기 현미경에서처럼 여기광이 지나가는 시료 구간 전체가 발광하지 않고 두 빔이 교차하는 부분에서만 형광이 발광함으로써 새로운 optical sectioning이 가능해 질 수 있음을 보여주는 예이다.



앞으로 생체광공학의 분야는 인체 질환의 예방, 진단 및 치료를 궁극적인 목표로 하여 계속 활발한 연구지원이 시행 될 것으로 기대해야 하지만, 물리학 또는 전자공학적인 배경으로 생체를 접하는 경우에는 수학적으로 명확하게 정의되지 않는 경계조건, 질량, 매질특성 등의 불확실성이 주는 분야의 특성을 인지하고 접근하여야 한다. 아래의 구성도는 Biophotonics와 주변 기술 등과의 관련 관계를 개념적으로 나타 낸 것이다.



**F  
B**