

## 나노 + 바이오 = 미래 신성장동력

지금까지의 나노기술과 바이오기술은 다양한 응용분야에서 또한 본질적으로 서로 독립적인 영역에서 발전을 거듭하면서 매우 큰 진전을 이루어 왔다. 그러나 최근 이러한 상황은 조금씩 변화되면서 많은 연구자들이 바이오 물질이 지닌 기능을 모방하여 고기능의 소자를 제작하려는 융합 연구가 활발히 이루어지고 있고, 분자단위 수준에서 현상을 규명하고 제어하는 나노기술에 관련된 연구들이 점차 증가되고 있는 실정이다.



### 나노바이오기술의 배경

반도체 산업의 급속한 발전은 사실상 현대과학의 중추적 역할을 수행하면서 지금의 과학의 발전을 이루었다고 말할 수 있다. 그러나 보다 나은 성능의 소자, 시스템 개발의 필요성은 무기물을 이용한 기술의 한계를 드러내게 되었다. 이를 극복하기 위한 하나의 방법으로 제안된 것이 분자단위의 미세 구조에서부터 소자를 설계, 조립 및 제작하고자 하는 나노기술이다. 이와 함께 생체 내의 전자, 정보 및 에너지 전달 기능을 모방하면서 기존 전자소자의 한계를 극복하려는 나노바이오 기술의 연구가 활발히 이루어지고 있다. 바이오기술은 인류의 건강증진, 질병예방·진단·치료에 필요한 유용물질 생산을 비롯하여 군사, 신약개발, 환경, 보건 등 여러 분야와 밀접히 관련되어 있어서, 나노소자를 바이오기술 분야에 적용하여 전지, 센서 등의 제작 혹은 생명현상에 접목시켜 응용하려는 시도가 학문적, 기술적으로 그 중요성이 매우 커지면서 관련연구가 활발히 이루어지고 있다.

#### ●●● 단백질의 산화환원 기능을 이용한 전지개발

산화환원 기능을 지닌 단백질은 현재 알려진 단백질 중 20% 이상을 차지하고 있다. 이러한 성질을 지닌 단백질은 전자를 주고받을 수

있는 특성을 지니고 있기에 전지에 활용될 수 있어 최근 전 세계적으로 활발히 연구되고 있는 분야이다. 그 원리는 글루코스라는 효소에서 나오는 전자를 GOx라는 촉매제를 사용해서 기능을 활성화시키고 발생된 전자를 전극에 전달하는 매개체로 단백질을 활용하는 것이다. 갈수록 인간의 수명이 길어짐에 따라 삶의 질을 추구하게 되고 이에 신체의 변화를 모니터링하는 센서, 나노로봇 등이 개발되어 자체 전력을 몸에서 직접 생산할 수 있는 인체 친화적인 전지의 개발이 필수적인 상황으로 전환된 것이다. 이에 따라 이와 관련된 연구가 크게 이루어지고 있는 것이다.

또한 마이크로 공정기술의 급속한 발전으로 반도체, MEMS 등의 미세 소자 및 초소형 정밀소자의 개발로 완전한 마이크로 시스템의 구현을 위해 초박막전지의 개발이 필수적이다. 이러한 박막전지는 고체물질을 이용한 것 외에도 단백질의 기능을 이용한 연구도 함께 이루어지고 있다. 이미 2007년 8월에 보도된 바에 따르면 일본의 소니사는 포도당 전지를 개발하여 MP3 플레이어의 전원으로 활용하였고, 핀란드의 VTT 연구소는 라카아제(laccase) 효소를 활용한 프린팅 효소 전지 개발을 목전에 두고 있다. 스마트 카드(smart cards), 저장장치(memory back-up), RFID tags(RFID 태그) 등의 등장에 따라 이에 적합한 동력원에 대한 시장이 동반 상승하여, 2012년경에는 100억 달러 이상의 시장을 형성할 것으로 예상된다.

#### ●●● 바이오센서

인간은 다양한 감각기관을 이용해 외부의 자극을 감지하는 점에 착안하여, 물질과 이온을 수송하고 신호를 전달하는 기능성분자를 이용하는 바이오센서는 융합 기술의 대표격이다. 바이오센서는 “생물학적 요소를 이용하거나 모방하여 생물학적 측정대상의 정보를 색, 형광, 전기적 신호 등과 같이 인식 가능한 유용한 신호로 변화시키는 장치”로 정의할 수 있다. 1962년 미국의 클라크 박사에 의해 포

도당의 농도를 측정하기 위한 바이오센서 개발이 처음 시도된 이후, 응용 분야는 의료(임상적 진단), 제약, 환경, 식품, 군사 및 연구용으로 크게 확대되었다. 특히 바이오센서에 대한 수요가 가장 많은 분야는 의료부문에, 의료용 바이오센서는 향후에도 바이오센서 산업 성장의 견인차 역할을 할 것으로 예상되고 있다. 현재 세계 바이오센서 시장은 존스 앤 존슨, 바이엘, 로슈, 메디트로닉스 등 다국적 업체들이 세계 시장의 80% 이상을 장악하고 있으며, 우리의 경우 (주)올메디쿠스, (주)인포피아, (주)아이센스, 바이오포커스 등 몇 군데의 벤처기업에서 제품을 출시하고 있는 상태이다. 바이오센서는 전자공학·화학·생물학·재료공학·효소공학·물리학 등 과학 전반에 걸친 기술들을 필요로 하는 미래형 융합 기술로 정보통신 기술이 상대적으로 많이 발달된 우리나라도 미래 시장 개척을 위해 반드시 경쟁력을 갖추어야 하는 전략 분야 중 하나임에 의심할 여지가 없다.

### ●●● AFM 기기를 활용한 응용

인간은 육안으로는 관측하기 어려운 세계에 대한 호기심이 오래전부터 강했다. 그러한 욕구를 충족시키기 위해 탄생한 것이 광학현미경이다. 그러나 광학현미경이 가지고 있는 기본적인 한계를 넘어 더 작은 원자의 세계까지 보고 싶어 나온 것이 전자현미경과 함께 등장한 원자간력현미경(atomic force microscope)이다. AFM은 캔틸레버에 고정된 대략 2 $\mu$ m 길이의 예리한 팁을 이용해 재료의 표면 위를 이동하면서 팁과 원자사이의 힘을 측정해 표면형태 이미지를 형성한다. 특히 AFM을 개량한 분자인지침 현미경은 단일 생체분자간 또는 생체분자내 특이점 상호작용을 연구하는데 사용될 뿐 아니라 생리조건에서 생체분자, 생체구조체 및 세포표면을 단분자 수준에서 조작하고 고공간 분해능으로 이미지를 측정할 수 있어, 다양한 생체 분자들의 분포 및 구조의 변화, 이동 및 반응 등을 실시간에서 그리고 단분자 수준에서 측정할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

### ●●● 분자컴퓨터

실리콘 기반의 반도체 기술의 급속한 발전과 더불어 컴퓨터 기술은 무어법칙을 따라왔다. 하지만 물리적인 한계에 부딪힌 반도체 기술은 무어법칙의 붕괴를 가져올 수 있는 상황에 직면하면서, 디옥시리보 핵산(DNA) 컴퓨터, 분자 컴퓨터(molecular computer), 양자 컴퓨터(quantum computer) 등이 실리콘 컴퓨터의 대안으로 연구

되고 있다. 분자 컴퓨터는 한 개의 분자가 한 개의 트랜지스터 역할을 하는 컴퓨터로, 1997년 미국의 마크 리드(Mark Reed)가 분자로 전자 장치를 만드는 실험에 성공한 뒤로 본격적인 연구에 나서고 있지만 아직은 이론을 정립하는 단계에 머물고 있다. 하지만 분자 컴퓨터는 분자기반의 진단, 신약개발 등과 관련된 생명공학의 전반적인 분야에 응용될 수 있는 가능성을 시사하고 있다.

### ●●● 나노 단백질 센서

질병 중에서 인간이 극복하고자 하는 병의 하나가 암이다. 나노기술과 바이오기술을 응용한 것으로는 암의 치료보다는 조기발견에 초점을 맞추어 진행되고 있다. 지금까지의 암의 조기 진단을 위해서 쓰인 단백질은 분석물의 구조적 차이점과 복잡성 때문에 어려운 점이 있어 적용이 제한되어 있다. 미국 MIT 대학에서는 형광성의 PPE 폴리머를 포함한 금 나노입자들이 분석물을 탐지하고 인지할 수 있다는 특성을 이용한 효율적인 단백질 센서를 개발하면서 암의 조기진단에 기대를 걸고 있다. 단백질 센서의 특징은 목표로 한 타깃을 형광물질로 치환을 하면서 단백질의 인식을 위한 나노입자 표면을 이용한 것으로 질병의 조기진단에 크게 활용될 것으로 예측된다.

### 나노바이오기술의 전망

우리의 경우 전통적으로 반도체 기술 분야에서 세계적으로 강국이다. 따라서 이러한 기술적 밑바탕에 바이오기술을 접목하여 새로운 분야를 개척할 경우 타국가에 비해 상대적으로 매우 유리한 위치를 선점하게 될 것이다. 또한 미래의 기술은 더욱 친환경적, 소형경량화, 인체친화적, 내구성 등을 중시하는 쪽으로 기울어가고 있기에 나노바이오 분야는 더욱 주목받게 될 것으로 예측되며, 전 세계적으로 연구의 초기단계인 점을 고려하면 이의 개발을 통한 기술의 우위확보와 실용화는 국가 부품 산업 및 차세대 기술집약적인 마이크로시스템 산업, NT 및 BT 산업의 선진화에 크게 기여할 것이다. 자연으로부터 우리는 많은 것을 배우고, 특히 생물의 현상에서 직접적으로 중요한 정보를 획득할 수 있는 나노바이오 융합연구는, 생물학의 원리가 지닌 다양성과 기능성, 그리고 나노공정기술을 이용함으로써 엄청난 범위의 재료, 장치와 새로운 성질을 지닌 복잡한 구조를 만들어내어 무기물로 해결하기 어려운 문제를 해결하는 단초를 제공할 것임에 틀림없다.