

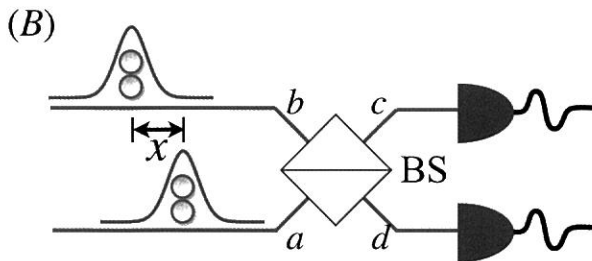
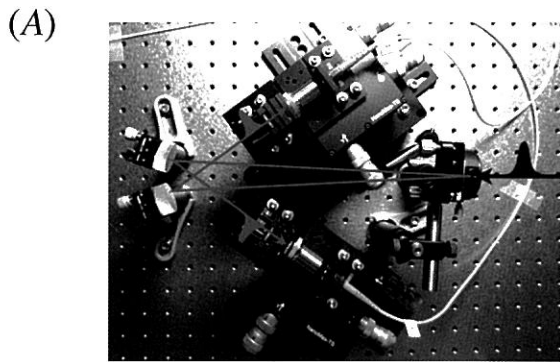
양자물리와 고전물리 중간에 새로운 영역 존재

포스텍 김윤호 교수 연구팀(라영식, 임향택, 권오성 박사과정생)과 독일 프라이부르크 대학 이론연구진의 공동연구로 다중 입자의 양자 간섭 실험을 통해 양자물리적인 특성에서 고전적인 특성으로 변화하는 과정(양자-고전 전이)을 연구한 결과, 양자물리와 고전물리 중간에 존재하는 새로운 물리영역을 발견하였다.

지금까지 양자물리와 고전물리 사이의 영역은 양자물리와 고전물리를 단순히 조합하여 설명할 수 있다고 알려져 왔고, 수많은 물리학자들은 이를 당연한 것으로 받아들였다. 이것은 양자-고전 전이가 일어날 때 물질의 특성은 단조적(점점 강해지거나 약해지는 것)으로 변한다고 알려져 왔기 때문이다.

그러나 김 교수팀은 다중 입자의 경우, 양자 간섭이 일어나는 과정이 매우 복잡하기 때문에 양자-고전 전이도 기존에 알려진 것과 달리 복잡한 양상을 보일 수도 있을 것이라고 생각하였다. 따라서 다중입자(광자 4개)를 만든 후 양자 간섭을 점차 약화시켜 양자-고전 전이가 일어나도록 조치하자, 기존의 예상(단조적 전이 현상)과는 확연히 다른 새로운 현상(비단조적인 전이 현상)을 관측하였다.

지금까지 학계에서는 양자-고전 전이가 일어날 때 물질의 특성은 단조적으로만 변한다고 인식해 왔으나, 이번 연구에서 발견된 비단조적인(증가→감소→증가 등 복잡한 양상을 나타내는 것) 전이 현상은 양자물리와 고전물리의 단순한 조합으로는 도저히 설명되지 않는 새로운 물리영역이 존재한다는 사실을 입증한다.

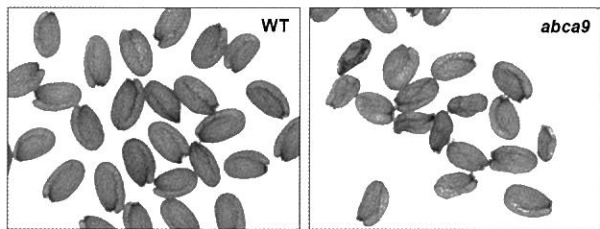


▶▶ (A) 다중 입자(광자 4개)를 생성하는 핵심 실험 장치. (B) 양자 간섭계를 이용하여 다중 입자(광자 4개)의 양자-고전 전이 과정 중에 입자 검출 확률이 어떻게 변화하는지를 실험적으로 측정하였다.

이번 연구결과는 다입자계에서 나타나는 새로운 물리영역을 발견함으로써 양자-고전 전이에 관한 기존의 패러다임에 변화를 일으킬 뿐만 아니라, 미래형 최첨단 컴퓨터인 양자 컴퓨터를 개발하는 데도 크게 기여할 것으로 기대된다.

김윤호 교수는 “양자물리와 고전물리의 중간영역에는 단순히 양자물리와 고전물리만으로 설명할 수 없는 새로운 물리영역이 존재한다. 이번 연구결과로 다입자에 관한 연구, 예를 들면 양자 얽힘 현상이나 상보성 원리연구 등에도 크게 기여할 것으로 전망된다”고 밝혔다.

바이오연료 생산 증대에 기여할 유전자 발견



▶▶ AtABCA9 유전자가 손실된 돌연변이 식물체(abca9)는 종자 지방질 함량이 감소하여, 야생종(WT)에 비해 크기가 작은 종자를 생산하였다.

교육과학기술부는 포스텍 이영숙 교수 연구팀이 일본 사이타마대학 니시다 교수팀과 함께 아자, 들깨 등에 있는 식물성 지방을 생산하는 주요 재료인 지방산을 수송하는 유전자를 세계 최초로 발견했다고 밝혔다.

지방산 및 지방질 합성과 관련된 효소들은 수십년간 연구를 통해 거의 대부분이 알려져 있었지만, 지방산이 어떻게 소포체로 수송되는지에 관해서는 수수께끼로 남아 있었는데, 이번 연구에서 이 교수팀이 지방산을 지방질 합성이 이루어지는 소포체로 수송하는 유전자인 'AtABCA9'를 발견하였다.

'AtABCA9'가 손실된 돌연변이 식물은 종자 지방질 함량이 약 35% 감소한 종자를 생산하며, 과발현시킨 식물은 종자 지방질 함량이 약 40% 증가한 종자를 생산하는 것을 관찰함으로써 'AtABCA9' 단백질이 종자의 지방질 합성을 증가시키는 주요 유전자라는 것을 밝힌 것이다.

이 연구결과는 전 세계적으로 식용 및 산업원료로 수요가 급증하는 식물성 지방질의 생산을 증대시키는 중요한 유전자원을 발견하고, 해당 분야의 원천기술을 확보했다는 점에서 의의가 크다.

이 교수는 “이번 연구 성과는 기름을 더 많이 생산하도록 작물을 개량하는데 이용할 수 있는 중요한 유전자원이 될 것이며 그린에너지 바이오연료 생산에 기여할 수 있을 것 같다”라고 말했다. 한편, 연구팀은 현재 이번의 연구 성과를 상용화하기 위해 다국적기업과 라이선싱 계약 체결을 협의 중인 것으로 알려지고 있다.

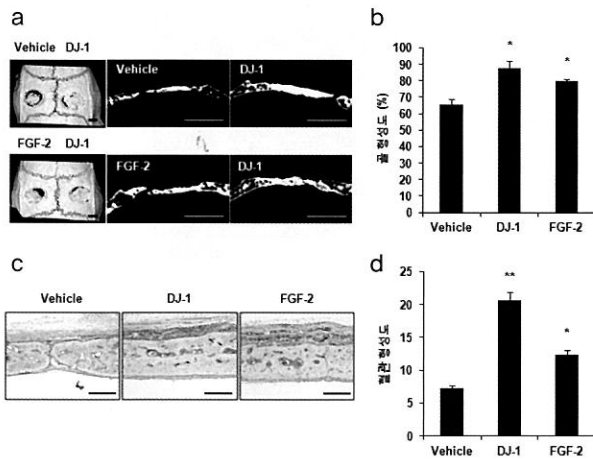
혈관과 뼈 형성을 촉진하는 단백질 발견

울산과기대 서판길 교수가 주도하고 김정민 박사가 참여한 연구진이 혈관과 뼈 형성을 촉진하는 단백질을 발견하고 그 원리를 밝혀내, 향후 골절과 골다공증으로 인해 손상된 뼈를 효과적으로 치료할 수 있는 가능성이 열렸다.

요즘처럼 강추위가 지속되는 날에는 빙판길에서 넘어져 골절이 되는 경우가 종종 발생한다. 골절된 후 뼈가 효과적으로 재생되기 위해서는 조골세포에 의한 뼈 형성과 혈관의 내막을 구성하는 세포(혈관 내피세포)에 의한 혈관 생성이 반드시 필요하다.

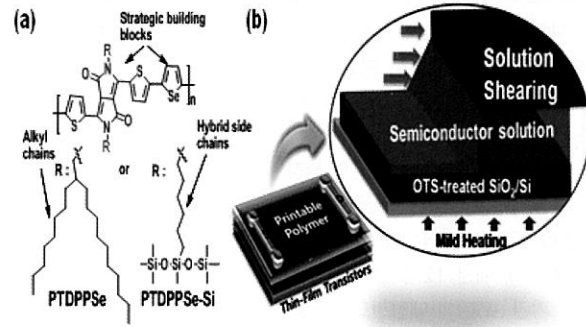
서판길 교수 연구팀은 조골세포에서 분비되는 단백질을 모두 분석한 결과, 항산화 스트레스를 조절하는 것으로 잘 알려진 단백질(DJ-1)이 조골세포와 혈관내피세포 사이에 상호 작용하는 중요한 인자라는 사실을 밝히고, 동물 모델에서 그 효과를 확인하였다. 특히 서 교수팀은 DJ-1 단백질의 분비가 조골세포 분화과정에서 증가되고, DJ-1이 단독으로 혈관내피세포에 작용하여 혈관 형성을 유도하며, 사람의 골수로부터 나온 중간엽 줄기세포의 조골세포 분화를 촉진한다는 사실을 확인하였다.

지금까지 DJ-1 단백질이 세포 내에서 항산화 스트레스를 조절하고 세포를 생존시키는 인자로 작용한다는 사실은 잘 알려져 있지만, 세포 밖에서 어떠한 기능을 하는지는 알려진 바가 없다. 연구팀은 두 개골이 결손된 동물 모델을 이용해, DJ-1 단백질이 골 결손 부위에서 뼈와 혈관의 형성을 증가시켜 뼈의 재생을 촉진하는 것을 관찰하였다. 또한 DJ-1이 결핍된 쥐가 골절되면 뼈의 재생도 늦어진다는 사실을 확인하였다. 서판길 교수는 "이번 연구로 DJ-1 단백질이 뼈의 재생을 촉진한다는 사실을 밝혀내, 향후 골절이나 골다공증 등 뼈 질환을 효과적으로 치료하는 의약품 개발에 새로운 가능성을 열었다"고 밝혔다.



▶▶ 두개골 결손 동물 모델을 이용하여, DJ-1에 의한 골 결손 부위에서의 골 형성 증가를 micro-CT를 통해 확인하였고 (a,b) 혈관 형성의 증가를 조직 면역염색법으로 확인하였다 (c,d).

저렴하면서도 가볍고 자유자재로 휘는 디스플레이 개발



▶▶ 분자 구조 디자인과 용액전단 공정법(solution-shearing)을 이용한 모식도

울산과기대 양창덕 교수와 오준학 교수가 주도하고 이정훈, 한아름 박사과정생(공동 제1저자)이 참여한 연구팀이 전하이동도가 가장 높은 양극성 물질의 반도체 고분자를 개발함에 따라 저렴하면서도 가볍고 자유자재로 휘는 디스플레이 개발이 앞당겨졌다.

유기박막 트랜지스터의 특성을 좌우하는 유기 반도체 재료는 크게 단극성 반도체와 양극성 반도체로 나뉜다. 단극성 반도체로 만든 전자회로는 전력손실이 높고, 구동속도와 안정성이 떨어지는 단점이 있다. 반면에 양극성 반도체는 전자와 정공을 모두 구동전하로 활용하고, 단극성 반도체에 비해 간편해 하나의 패턴 공정으로 전자회로를 만들 수 있다. 그러나 지금까지 개발된 양극성 고분자 반도체는 성능이 매우 낮아 전자회로를 만들 수 없어, 전하이동도가 높은 반도체 개발이 절실히 필요했다.

양창덕, 오준학 교수 연구팀은 기존과 다른 반도체 고분자를 합성하고 새로운 방법(용액전단 공정법)으로 정공과 전자의 이동도를 2배 가량 향상시키는데 성공하였다. 연구팀은 거의 모든 유기 박막 트랜지스터에 사용되는 소재(알킬사슬)가 아닌 무기물과 유기물의 혼성체(실록세인 가용화제)를 갖는 반도체 고분자를 합성하였다. 또한 트랜지스터를 만드는 과정에서 용액전단 공정법을 사용해 정공과 전자의 이동도를 획기적으로 향상시켰다.

연구팀이 개발한 새로운 물질은 기존의 양극성 고분자 재료 중에서 가장 높은 전하이동도를 갖고, 지금까지 개발된 비결정성 무기박막 트랜지스터의 전하이동도보다 최대 4배 가량 빠른 이동도를 구현해냈다. 최근 거의 같은 시기에 중국 연구팀에 의해 개발된 재료와 비교해도 정공은 2배 이상, 전자는 5배 높은 전하이동도를 갖는다.

양창덕 교수는 "이번에 개발한 고성능 고분자 반도체 재료를 이용해 유기전자회로를 사용하는 스마트폰, 컴퓨터와 같은 정보통신기기, 센서와 스위치 등에 다양하게 적용할 수 있다"며 "향후 차세대 휘어지는 전자소자 개발에도 크게 기여할 것으로 기대한다"고 밝혔다.

국가 융합정책을 전담할 융합연구정책 센터 설립

교육과학기술부는 창조경제를 이끌어가고 신산업 창출에 기여하기 위해 국가 융합연구 정책 및 전략 방향 수립을 전담할 '융합연구정책센터'를 설립했다고 밝혔다. 교과부는 융합연구의 시너지 효과를 극대화하기 위해 융합연구정책센터를 산·학·연 컨소시엄으로 구성했으며, 선정평가위원회와 융합기술개발추진위원회 심의를 거쳐 한국과학기술연구원(KIST, 원장 문길주) - 고려대(총장 김병철)를 선정(주관연구기관 : 한국과학기술연구원)하였다.

융합연구정책센터는 교과부의 '융합기술종합정보 및 정책지원사업'을 통해 매년 12억 원의 예산을 지원받으며, 주관연구기관(컨소시엄 기관 포함)의 매칭펀드(12억 원)를 포함하면 총 24억 원이 국가융합연구 정책형성 및 성과확산에 사용될 예정이다.

최근 융합연구는 정보통신기술(IT), 생명과학기술(BT), 나노기술(NT), 인지과학(CS : Cognitive Science) 등 첨단기술 간 또는 타산업·학문 간의 상승적 결합을 통해 새로운 창조적 가치를 창출함으로써 미래 경제·사회·문화의 변화를 주도할 분야로 주목받고 있다. 융합연구정책센터는 대한민국 융합연구정책의 싱크탱크(Think-Tank)로서 ▲국가 주요 융합연구정책의 기획 및 지원 ▲융합분야의 연구자·기업·정책전문가를 위한 맞춤형 종합정보 제공 ▲융합연구 활성화 및 성과확산을 위한 융합연구 네트워크 허브 구축을 담당하게 된다.

교과부는 융합연구정책센터를 통해 국가 융합연구 정책을 체계화하고, 융합연구 관련 기관·기업 및 연구자에게 효과적으로 정보를 제공하며 융합 연구자와 기관·기업의 네트워크를 구축하여 우리나라가 글로벌 융합연구를 선도할 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것이라고 밝혔다.

떠오르는 신물질, 그래핀의 반도체 핵심특성 규명

국내 연구진이 탄소원자 한 층 두께의 신물질, 그래핀에서 반도체 핵심특성인 터널링 다이오드 효과를 발견함에 따라 더 작고 빠른 전자소자의 개발이 앞당겨질 전망이다. 층을 이룬 그래핀 속으로 전자가 빠른 속도로 투과하는 터널링 다이오드 효과를 규명하여 그래핀의 초고속 소자로서의 응용 가능성을 확인한 것이다.

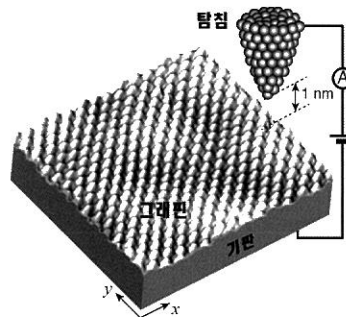
미국 로렌스버클리 국립연구소 김근수 박사(제1 저자)와 포항공대 물리학과 염한웅(공동교신 저자), 김태환 교수가 참여한 이번 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단이 추진하는 학문후속세대양성사업 및 창의연구사업의 지원으로 수행되었고, 물리학 분야의 권위있는 학술지인 '피지컬 리뷰 레터스(Physical Review Letters)'에 게재됐다.

흑연의 표면층을 한 겹만 떼어낸 탄소나노물질, 그래핀은 철보다 훨씬 단단하면서도 쉽게 휘어질 수 있고 구리보다 더 전기가 잘 통하는 등 그 뛰어난 물성으로 인해 2005년 처음 발견된 후 불과 5년 만에 노벨물리학상의 주인공이 될 만큼 주목받고 있다.

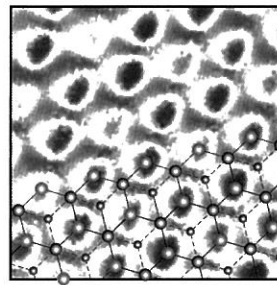
하지만 밴드갭이 존재하지 않는 그래핀의 도체적인 특성(금속성)으로 인해 반도체 소자로의 응용에는 제약이 있었다. 때문에 밴드갭이 존재하지 않더라도 소자로 응용이 가능한 다른 방법에 주목하게 되었는데, 그 중 하나가 그래핀에서 터널링 다이오드 효과를 유도하는 것이다. 이를 위해 많은 시도가 있었지만 기존 반도체와 같은 방법을 원자 한층 두께의 극히 얇은 그래핀에 그대로 적용하는 것은 매우 어려웠다.

연구팀은 기판 위에 성장시킨 두 층의 그래핀에 수직으로 전기장을 걸어주고 뾰족한 나노탐침을 이용하여 그래핀을 투과하는 전기신호를 조사하여 터널링 다이오드 효과의 대표적인 특성인 부저항을 확인함으로써 그래핀의 고속소자로서의 응용가능성을 확인하였다.

김근수 박사와 염한웅 교수는 "이번 연구로 신물질 그래핀에 기존 반도체 소자의 핵심기술을 접목하는 데 성공하여 초소형, 초고속 그래핀소자의 가능성을 열었다"고 연구의의를 밝혔다.



▶▶ 실험의 간단한 모식도. 기판 위에 그래핀을 성장시키고 초고진공 상태에서 원자 단위의 뾰족한 탐침을 미세하게 움직이면서 터널링 전기신호를 관찰한다



▶▶ 터널링 다이오드 효과를 보여주는 실험 결과. 겹쳐진 빨간색, 검은색, 파란색 공들은 각각 두 층으로 된 그래핀을 구성하는 탄소 원자들을 나타낸다. 터널링 다이오드 효과의 대표적인 특징인 부저항음의 저항이 발생하고, 그것이 원자수준에서 변화하는 것을 볼 수 있다.

독자카드 당첨자 : 라인희(전남 여주시 웅천동)