

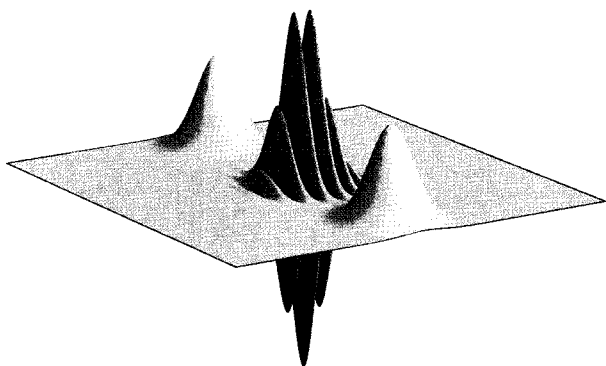
## ■ 양자 중첩 크기 · 정도 동시 측정 일반적도 개발

서울대학교 정현석 교수팀은 양자역학의 가장 신기한 현상인 양자 중첩의 크기와 정도를 동시에 측정하고, 수치로 정량화하는 일반적 · 효율적인 척도를 개발했다고 밝혔다.

양자 중첩은 한 물체가 떨어진 두 장소에 동시에 존재하는 효과를 보이는 현상으로 원자나 전자로 이루어진 아주 작은 '미시적 세계'에서 관측된다. 이 기묘한 현상이 우리가 일상에서 경험하는 '거시적 세계'에서도 일어날 수 있는가에 대한 해답을 찾기 위해 전 세계 물리학자들은 보다 큰 물리계를 양자 중첩상태로 만들고자 지속적으로 노력해왔다. 그러나 실험으로 구현된 거시적 양자 중첩상태를 수치로 정량화하는 것은 매우 어려운 문제였다. 이는 양자 중첩의 물리적 '크기'와 '정도'를 동시에 측정하는 것이 쉽지 않았기 때문이다.

정 교수팀은 양자역학적 위상 공간에서 나타나는 간섭 패턴을 수치화하여 양자 중첩의 크기와 정도를 동시에 효과적으로 정량화할 수 있음을 증명하였다. 양자역학적 위상공간은 양자역학의 불확정성 원리가 적용되는 추상적인 공간으로, 이 위상공간에서 거시적 양자 중첩상태는 미시적 중첩상태에 비해 더 높은 진동수의 간섭 패턴을 보인다. 정 교수팀은 이 점에 착안하여 위상공간에서 나타나는 간섭패턴의 진동수와 진폭을 계산하여 양자 중첩의 크기를 일반적으로 정량화할 수 있음을 규명하였다.

정 교수는 "이번 연구결과로 물리학자들은 양자역학의 중요한 현상인 양자 중첩을 수치로 정량화할 수 있는 일반적이면서 효율적인 도구를 갖게 되었다. 이는 양자역학을 거시적으로 검증하고, 미시 세계와 거시세계를 통합적으로 이해하는 틀을 만드는데 중요한 걸음이라고 할 수 있다"고 연구의의를 밝혔다.



▶▶ 양자중첩상태

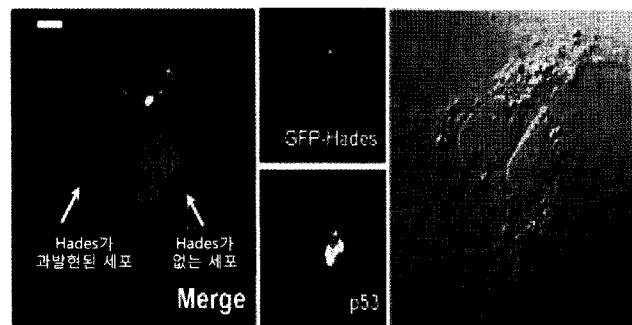
## ■ 방사선 치료 방해하는 암 유발 효소 발견

건국대학교 안성관 교수는 대표적인 암억제유전자로 알려진 p53의 기능을 억제하는 효소를 발견하고 '하데스'라고 명명했다고 밝혔다. 같은 간암 환자라 하더라도 '하데스'의 양이 적은 사람은 방사선 치료 효과도 높고 재발될 가능성도 낮은 반면, 하데스의 양이 많은 사람은 방사선 치료도 어렵고 재발될 위험도 높다는 사실이 규명돼 하데스를 활용한 간암 진단과 치료제 개발에 새로운 가능성을 열 것으로 기대된다.

항암 치료방법 중의 하나인 방사선 치료법은 암세포에 방사선을 직접 쬐어 암세포를 사멸시키는 것이다. 지금까지는 방사선으로 암세포를 치료하는 과정에서 p53의 기능이 억제되면서 방사선 치료의 효율도 급격히 떨어진다고 알려져 왔다. p53은 암억제유전자로 알려진 가장 중요한 단백질 중 하나로 세포 증식 억제 및 사멸을 촉진시키는 물질이다.

세포 내에 방사선을 쬐이면 p53의 양이 급격하게 증가되어 세포 증식 및 세포 사멸이 촉진된다. 과학자들은 지난 수년간 어떠한 효소가 p53의 기능을 억제시켜 방사선 치료의 효율을 떨어뜨리는지 근본원인을 밝혀내기 위해 연구해왔으나 정확한 해답을 찾지 못했다.

안 교수팀은 자체 개발한 인간 유전체 대상 결합 단백질 발굴 시스템(IPDS)을 통해 p53의 기능을 억제하는 신규 효소를 처음으로 발견하였다. 또한 이 효소가 세포 내에 에너지 합성 및 세포의 생존과 사멸에 필수적인 미토콘드리아를 통해 p53의 기능을 억제하는 메커니즘도 밝혀냈다. 안 교수는 "항후 항암치료 효과도 높으면서 동시에 암 재발 위험도 낮추어 주는 새로운 치료제 개발에 중요한 발걸음이라고 할 수 있다"고 연구의의를 밝혔다.



▶▶ 하데스가 많은 세포에서는 p53의 양이 줄어드는 것을 볼 수 있다.

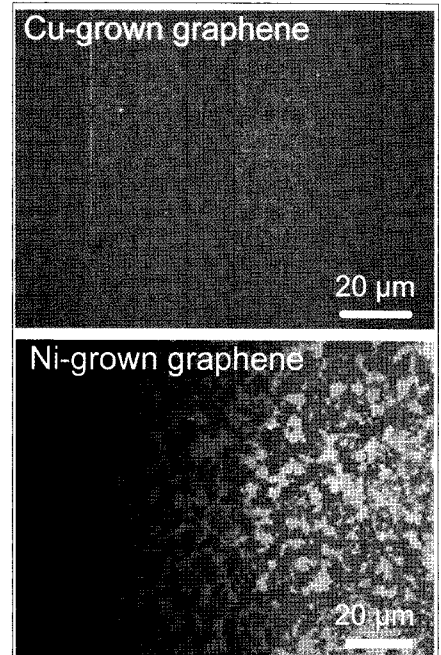
### ■ ‘그래핀’으로 나노고체윤활막 개발

교육과학기술부는 21세기 프론티어 나노메카트로닉스기술개발사업단의 지원을 받은 한국기계연구원 이학주 박사, 성균관대학교 안종현 교수팀이 그래핀을 이용한 두께 10nm 이하의 대면적 나노고체윤활막을 개발했다고 밝혔다.

그래핀은 연필심 등에서 볼 수 있는 탄소원자가 한 층으로 이뤄진 2차원 평면물질로 물리적·화학적 안정성이 매우 높으며, 신축성이 매우 뛰어난 소재이다. 고체윤활막은 기존의 유체를 이용한 윤활방법을 적용할 수 없는 미세전자기계시스템이나 항공우주부품 등에 광범위하게 사용되고 있지만 기존의 고체윤활제는 윤활막이 수십 마이크로미터여서 간극이 나노미터 단위의 미세구조에는 적용되기 어려우며, 나노미터 두께의 윤활막은 실험실에서 미세면적으로만 만들 수 있는 한계가 있었다.

이 박사팀은 구리 또는 니켈 박판 위에 탄소를 포함한 가스를 흘려주어 그래핀막을 성장시키는 방법으로 10nm 이하의 두께로 고체윤활막을 만들었다. 또한, 이 박사팀은 그래핀 나노고체윤활막을 가로 7cm×세로 7cm의 대면적으로 만들어 기존에 수십마이크론 정도의 넓이로 만들 수 있었던 한계를 극복하였다.

이 박사는 “이번에 개발한 그래핀 나노고체윤활막은 나노미터 두께로 대면적의 윤활막을 만듦으로써 산업에의 적용가능성을 높인데 연구의 의의가 있으며, 향후 수년 내에 상용화가 가능할 것으로 전망된다”고 밝혔다. 한편, 그래핀 관련 시장은 2015년 12억 달러, 2030년에는 6천억 달러 규모로 형성될 전망이며, 이 중 그래핀 코팅막 관련 시장은 75억 달러로 예상된다.



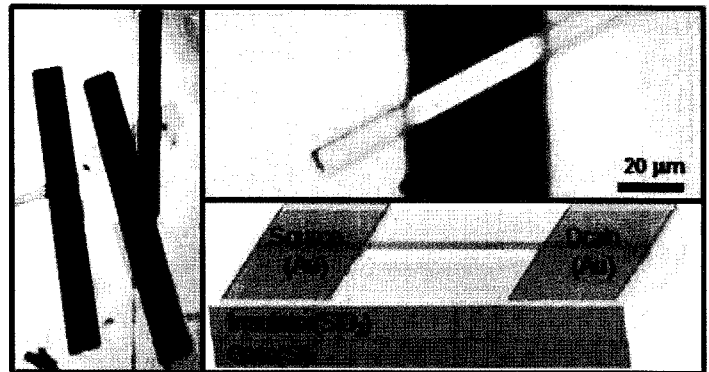
▶▶ 그래핀 나노고체윤활막 표면의 광학 현미경 사진

### ■ 약한 빛에 감응하는 유기 단결정 트랜지스터 개발

고려대 기초과학연구소 최동훈·이석중·이광렬 교수팀은 매우 약한 빛에도 민감하게 감응하고 반도체 특성도 우수한 ‘유기 단결정 트랜지스터’를 개발했다고 밝혔다.

유기물질을 기반으로 하는 트랜지스터는 실리콘 기반의 트랜지스터와 달리 크기가 작고 가벼우며 제작 방법이 간편해 미래 디스플레이와 같은 다양한 분야에 적용될 차세대 트랜지스터로 주목받고 있으나 빛에 대한 감응도가 낮아 단점으로 지적돼 왔다. 최동훈 교수팀은 기존의 광반응 유기 트랜지스터 소재로 연구돼온 선형구조의 물질과 달리 빛에 민감하게 반응하면서도 반도체 특성이 우수한 네 개의 팔을 가진 별모양의 유기나노물질을 합성하는데 성공했다. 이 물질을 이용해 빛에 대한 감응도가 기존의 단결정 실리콘 박막 트랜지스터보다 높고 트랜지스터 작동에 빛과 전기를 동시에 사용함으로써 메모리 성능을 증가시키고 전력소모도 줄인 유기 단결정 트랜지스터를 구현해냈다.

최 교수는 “이번에 개발한 유기 단결정 트랜지스터에서는 기존 무기물 실리콘 기반의 광반응 트랜지스터보다 광민감도가 30배 이상 증가했으며, 암전류의 10만 배 이상의 광전류가 발생하는 현상을 발견하였다. 이로써 신유기반도체 물질을 이용하여 차세대 디스플레이 부품 소재로서의 활용이 기대되며, 광트랜지스터를 요구하는 센서와 메모리 등 다양한 응용 범위에 적용할 수 있다”고 밝혔다.



▶▶ 유기단결정 트랜지스터

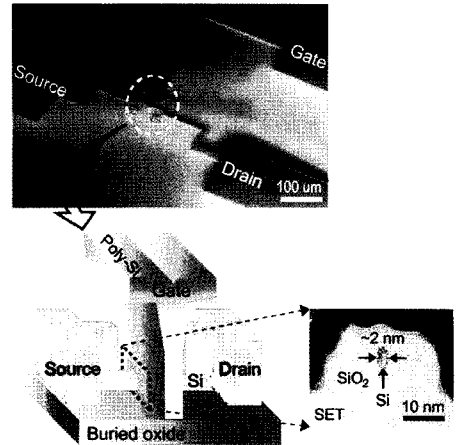
## ■ 세계 최소 트랜지스터에서 '상온 양자효과' 확인

충북대 최중범 교수팀은 일본 홋카이도대, 영국 케임브리지대와 국제협력으로 "세계 최초로 2nm 초소형 반도체 나노트랜지스터 제작을 통하여 상온 양자효과 관측에 성공하였다"고 밝혔다.

양자효과란 트랜지스터의 크기가 10nm 이하로 줄어들거나 영하 200도 이하의 극저온 상태에서 에너지나 전자가 작은 덩어리처럼 움직이는 특이한 현상을 말한다. 지난 20여년 동안 이 효과는 극저온 상태에서만 관측되어 상온에서 트랜지스터 특성에 미치는 영향을 알지 못했다.

최 교수팀은 또 2nm 크기의 반도체 트랜지스터 제작에 성공하여 최초로 상온에서 전자의 전하 및 에너지의 양자화가 나노트랜지스터 동작 특성을 현저하게 변화시키는 결과를 실험적으로 규명했다. 현재 상용화되고 있는 트랜지스터는 30nm 정도이며, 실험적으로 개발된 크기도 20nm 정도로, 2nm 크기는 세계 최소수준이다. 또한, 기존의 반도체는 0 혹은 1이라는 입력 값으로만 연산이 가능했는데 이번에 개발한 나노트랜지스터에서는 단 한 개의 소자에 0, 1, 2, 3 등 다중치 연산이 가능해 필요한 회로의 수를 줄일 수 있다.

최 교수는 "상온양자효과를 이용하면 기존 실리콘 소재의 반도체로도 회로 수와 전력 소모를 크게 줄인 테라급 기능의 나노반도체 구현이 가능해질 것"이라고 연구의의를 밝혔다.



▶▶ 세계 최소형 2나노미터급 테라급 반도체 나노트랜지스터 샘플

## ■ '세계 화학의 해' 기념 과학예술특별전

국립중앙과학관은 한국화학연구원 후원으로 2011년 UN지정 '세계화학의 해'를 기념한 과학예술특별전 '마리 퀴리, 예술을 보다'를 6월 14일부터 9월 30일까지 국립중앙과학관 상설전시관 내 과학예술관에서 개최한다고 밝혔다.

이번 전시는 예술을 보는 새로운 시선을 제시하기 위하여 마리 퀴리가 동양과 서양의 예술품을 본다면 어떤 해석을 할 것인가에 대한 고민에서 출발하였다. 산화와 환원의 예술 도자기, 안료의 꽃 단청, 사랑과 고귀함의 상징인 붉은 색의 케르메스, 금보다 비싼 청금석이 만들어내는 천상의 신비 푸른색, 연백색에 묻어 있는 죽음의 납 등 예술품에 숨어 있는 화학이야기를 통해 화학과 예술을 재미있게 이해할 수 있도록 전시하였다.

특히, 이번 전시 기간 중에는 과학관에서 한국화학연구원의 릴레이 특강이 계획되어 있으며, 새로운 시각으로 감상 남기기, 화학자의 시각으로 감상 남기기 이벤트를 진행한다. 자세한 내용은 국립중앙과학관(www.science.go.kr)과 한국화학연구원(www.kriect.re.kr) 홈페이지를 통해 확인할 수 있다.



▶▶ '마리퀴리 예술을 보다' 포스터

## ■ 역분화 줄기세포 이용 파킨슨병 치료

한양대 의대 이상훈 교수팀과 하버드 의대 김광수 교수팀이 공동 연구를 통해 단백질로 안전하게 만든 역분화 만능줄기세포(iPS cells)를 도파민신경세포로 분화시키는데 성공했다고 밝혔다. 역분화 줄기세포는 배아줄기세포와 달리 환자의 성체 세포를 이용해 줄기세포를 만들기 때문에 생명윤리 및 면역 거부 등의 문제가 없다.

공동연구팀은 바이러스에 의한 유전자 도입 세포주 6종 및 단백질 도입에 의해 제조된 2종에 대하여 신경줄기세포 단계를 거쳐 도파민 신경세포로 분화유도하고 그 세포 성상을 비교 분석하였다. 그 결과 모든 역분화 줄기세포가 효율적으로 도파민신경세포로 분화되어 세포주마다 도파민 신경세포로의 분화능에는 큰 차이를 보이지 않았으나, 바이러스 도입에 의해 제조된 역분화 줄기세포에서는 신경줄기

세포로 분화된 후 세포사멸 및 미분화 유전자 발현에 의한 암 발생 등 세포기능 이상을 초래할 수 있는 현상이 나타났다.

반면, 단백질 도입 역분화줄기세포에서는 바이러스 역분화줄기세포에서 관찰된 비정상적인 세포 특성 없이 효율적으로 도파민신경세포로 분화되었으며, 파킨슨병 모델 쥐에 이식시켰을 때 파킨슨병 증상이 회복됨을 확인하였다. 이상훈 교수는 "이번 연구를 통하여 바이러스에 의한 유전자 도입보다 단백질 도입에 의한 역분화줄기세포가 파킨슨병 치료를 위한 보다 안전한 환자 맞춤형세포로 사용될 수 있음을 확인했으며, 맞춤형 파킨슨병 세포치료제로 개발 가능성을 높였다"고 연구의의를 밝혔다.