

■ 거대질량 블랙홀, 별 삼키는 순간 포착

국내 연구진 7명을 포함한 국제공동연구팀이 거대질량 블랙홀이 별을 삼키면서 갑자기 밝아지는 순간을 포착하였다. 이번 연구는 미항공우주국(NASA)을 비롯한 대한민국, 이탈리아, 영국, 일본, 대만 등 6개국 58명이 참여한 국제공동연구팀에 의해 수행되었고, 국내에서는 서울대학교 임명신 교수가 이끄는 초기우주천체 연구단 5명과 한국천문연구원 전영범, 성현일 박사가 참여하였다.

연구팀은 미국 NASA의 스위프트 위성을 이용하여 지난 3월 28일 39억 광년 떨어진 곳에 있는 평범한 은하의 중심부가 갑자기 밝아지는 현상을 발견하였고, 이 천체를 'Swift J1644+57'로 명명하였다. 연구팀은 Swift J1644+57의 밝기가 시시각각 변하는 모양을 분석한 결과, 이 현상은 은하 중심부에 위치한 거대질량 블랙홀의 강한 중력으로 산산 조각난 별의 잔해가 블랙홀로 떨어질 때, 블랙홀에서 강한 광선다발이 특정방향으로 뿜어져 나오는 것임을 밝혀냈다.

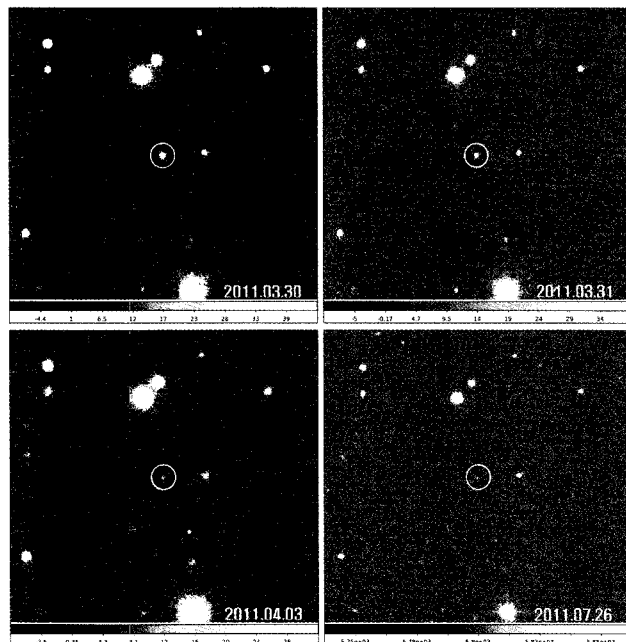
이번 연구에 사용된 가시광선, 근적외선, X선, 감마선, 전파 등 5종 관측자료 중에서 가시광선과 근적외선 자료의 대부분을 국내 연구진이 국내 연구시설로 획득 분석하여 연구에 기여하였다. 우리 연구진이 사용한 망원경은 한국천문연구원의 보현산천문대 1.8m 망원경, 레몬산천문대 1m 망원경(미국 애리조나주 소재), 유커트(UKIRT) 4m 적외선 망원경(미국 하와이 소재), 우즈베키스탄 마이디나 천문대 1.5m 망원경이다. 특히 한국천문연구원이 개발하여 보현산 1.8m 망원경에 설치한 근적외선 카메라를 통해 관측이 쉽지 않은 근적외선 영역의 자료를 획득할 수 있었고, 이

■ 빛의 자기장 편광을 측정해내다

김대식 서울대 교수 연구팀은 지금까지 사실상 불가능하다고 여겨왔던 빛의 자기장 편광 측정을 빛의 파장보다 작은 구멍을 이용해 성공적으로 해냈다고 밝혔다. 김 교수팀은 금속평면 위에 빛의 파장보다 작은 크기의 구멍(베테 구멍)이 있을 때 이 구멍과 빛이 반응하여 만드는 표면 전류의 방향이 빛의 자기장의 방향과 연관성을 갖는다는 사실에 주목하였다. 연구팀은 베테 구멍을 직접 제작하여 빛과의 반응을 연구한 결과, 이 베테 구멍은 빛의 자기장과만 반응하여 빛을 투과시킨다는 새로운 사실을 확인하였다.

김 교수팀은 자체 개발한 자기장 편광 탐침으로 자기장 편광 측정에 성공하였다. 또한 다른 편광을 지닌 두 빛을 중첩시켜 전기장과 자기장이 서로 평행한 방향으로 진동하는 특수한 빛을 직접 만들고, 근접장 광학 현미경 탐침에 베테 구멍을 결합시켜 자기장 편광 탐침을 개발하고 이를 이용해 자기장 편광을 측정하였다.

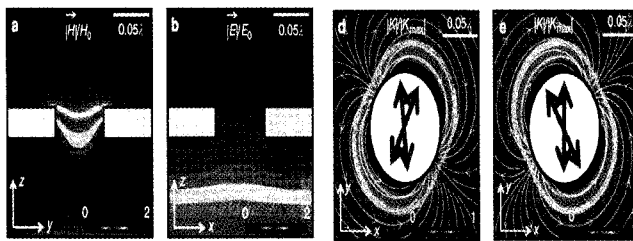
김대식 교수는 "이번 연구를 통해 그동안 미지의 영역으로 여겨졌던



▶▶ 각 사진 중앙에 위치한 노란색 원 중앙에 있는 천체가 Swift J1644+57. 이 사진들은 보현산천문대 1.8m망원경과 미국 하와이에 위치한 유커트(UKIRT) 4m 망원경을 사용하여 얻어졌다.

자료는 Swift J1644+57의 분석에도 핵심적으로 활용되었다.

임명신 교수는 "이론적으로만 예측된 현상을 직접 관측함으로써 거대질량 블랙홀의 존재에 대한 새로운 증거를 제시하였을 뿐만 아니라, 별이 산산조각나면서 블랙홀로 떨어질 때 강한 광선다발이 발사된다는 새로운 사실도 밝혀냈다"고 연구의의를 밝혔다.



▶▶ 왼쪽 (그림a,b)는 베테 구멍 근처에서의 전기장과 자기장 분포를 보여준다. 구멍을 투과하는 성분의 대부분이 자기장임을 알 수 있다. 오른쪽 (그림d,e)는 베테 구멍 주변에서 생성되는 표면 전류의 분포를 보여준다. 표면 전류의 분포는 자기장의 방향에 영향을 받는다.

빛의 자기장 편광 방향을 측정하고 파장 이하의 분해능을 가진 자기장 편광 분석기를 자체 개발함으로써, 자기장 조절 메타물질이나 나노플라즈모닉스 소자 개발에 응용될 수 있는 가능성을 보였다"고 밝혔다.

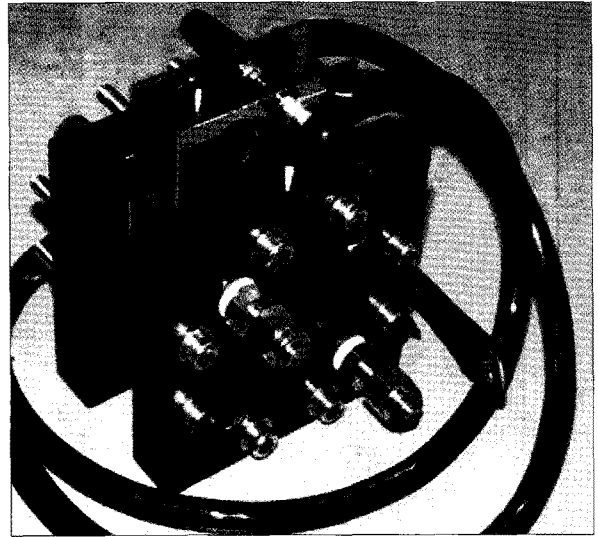


■ 고분자전해질 연료전지 효율 23% 향상기술 개발

신재생에너지로 각광 받고 있는 고분자전해질 연료전지의 전력밀도를 23% 이상 높여 연료전지의 부피를 줄이고, 전력생산비용도 절감할 수 있는 기술이 국내 연구진의 주도로 개발되었다. 김형만 인제대 교수팀은 분리판의 유동채널 사이에 발생하는 촉매층 공급 대류 이론을 활용하여 분리판의 형상을 최적화한 후 실험한 결과, 전력밀도가 기존에 비해 23%이상 향상된 새로운 분리판을 개발하는데 성공했다고 밝혔다.

이 기술은 고분자전해질 연료전지의 실용화에 걸림돌이었던 물이 흘러넘치는 문제를 해결해 전력밀도를 향상시키고자 수많은 연구자들이 시도했던 것이다. 전기화학적 반응이 활성화되려면 생성물인 물의 배출이 원활하여야 반응물인 수소와 산소가 입구부터 출구까지 고르게 전달되고 전체 활성화 면적에서 전기화학적 반응이 일어나 전력밀도가 향상된다. 따라서 물의 배출을 원활히 하여 전력밀도를 향상시키는 기술은 고분자전해질 연료전지의 부피를 대폭 줄이고 전력생산비용도 낮추는 획기적인 기술이다.

김형만 교수는 "이번에 개발된 기술은 97% 에너지 수입국이자 세계 10대 온실가스 배출국인 우리나라의 신재생에너지 활성화를 위한 새로운 원천 기술이 될 것으로 기대한다"고 밝혔다.



▶▶ 고분자전해질 연료전지

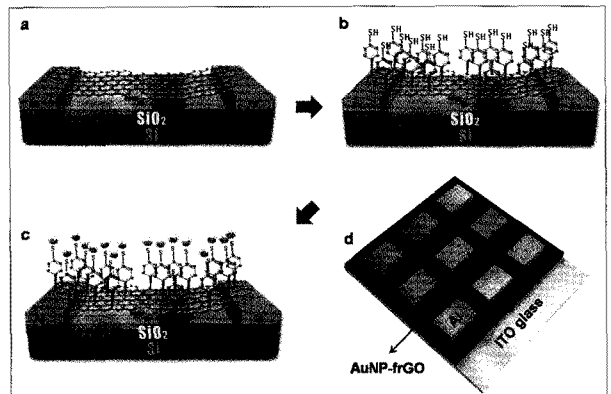
■ 그래핀·금 나노 이용 비휘발성 메모리 소자 개발

면적당 초고밀도 집적이 가능하고, 자유자재로 휘어지는 모니터, 분자 컴퓨터 및 태양전지 등 다양한 분야에서 활용할 수 있는 그래핀을 이용한 비휘발성 메모리 소자가 국내 연구진에 의해 개발되었다. 특히 이번 연구 결과는 전 세계적으로 각광받는 그래핀과 금 나노입자를 활용해 처음으로 제작된 메모리 소자이다.

이효영 성균관대 교수팀이 개발한 메모리 소자는 메모리 반도체 소자를 구성하는 소스-채널-드레인 배열에서 수직 구조와 수평 구조가 모두 가능한 메모리 소자이다. 그래핀 채널과 금 나노입자와의 화학적 결합을 통해 비휘발성 메모리 특성이 뛰어나고 안정된 소자 제작이 가능하여 다른 비휘발성 메모리 소자에도 다양하게 활용될 수 있는 것이 특징이다.

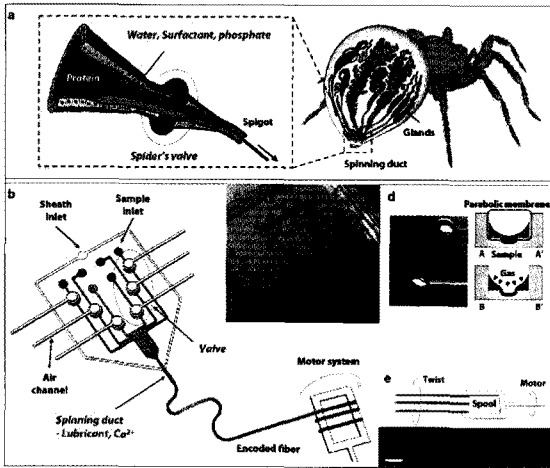
안정적이고 단단한 그래핀 채널을 이용한 메모리 소자는 향후 무기반도체 기술의 뒤를 이을 새로운 메모리 소자로서 가능성을 보여주며 단위 면적당 초고밀도 집적이 가능하고, 다양한 물질을 이용해 응용할 수 있는 장점이 있어 수많은 연구자들이 그래핀을 이용한 메모리 소자 개발을 위해 노력해왔다.

이효영 교수는 "현재 메모리 시장을 주도하는 우리나라가 차세대 메모리 분야에서 지속적으로 우위를 선점하기 위해서는 다양한 형태의 차세대 비휘발성 메모리 소자개발이 중요하다"며, "이번 연구는 그래핀을 채널로 활용해 금 나노입자를 화학적으로 붙인 후 비휘발성 메모리 특성을 나타낸 최초의 저분자 메모리 소자로서, 자유자재로 휘어지는 모니터, 분자컴퓨터 및 태양전지 등에도 다양하게 응용될 수 있을 것으로 기대한다"고 밝혔다.



▶▶ 실리콘 기판 위에 그래핀과 금 나노 파티클 사이에 유기 화합물을 이용, 고성능의 메모리 소자 구현

■ 거미줄 같은 마이크로 크기의 극세사 개발



▶▶ 거미줄을 생성하는 메커니즘을 모방한 마이크로 유체칩 및 마이크로 단위의 화학 및 구조의 조절이 가능한 극세사

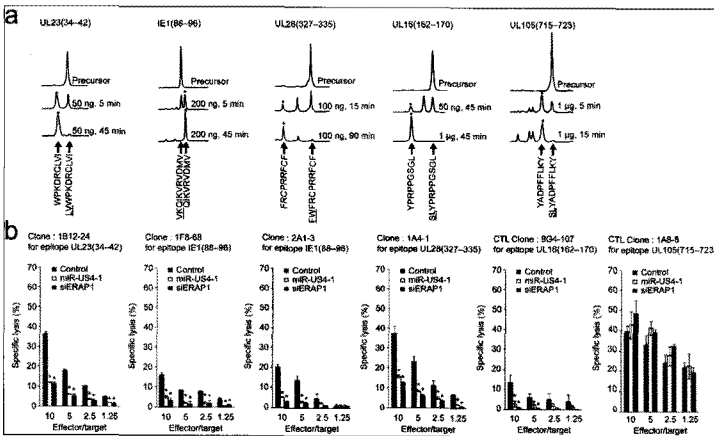
이상훈 고려대 교수팀은 거미가 실을 만들어 내는 원리를 이용해 마이크로 유체칩을 개발하고 컴퓨터 제어 기술을 활용해 마이크로 크기의 화학과 구조 조절이 가능한 극세사를 대량 생산할 수 있는 시스템을 개발하는데 성공하였다고 밝혔다.

이 교수팀이 개발한 기술은 구현이 매우 간단하고, 다양한 화학적 물질을 마이크로 단위로 극세사 위에 디지털 기술을 이용해 코딩할 수 있다. 또한 다양한 형태를 극세사 위에 마이크로 단위로 만들 수 있고, 요철 모양이나 물결 모양의 무늬 등을 연속적으로 조각할 수 있다.

또한 이 교수팀은 간세포, 섬유세포, 신경세포 등 다양한 세포들을 극세사 내·외부에 심어 복잡한 구조의 바이오 인공장기와 손상된 신경 재생을 위한 기반기술을 개발하였다. 연구팀은 이 기술을 통해 거미줄에 이슬이 맺히는 것과 동일한 원리를 갖는 줄을 대량으로 생산할 수 있는 핵심기술을 확보하여 물 부족 지역에 물을 공급할 수 있는 장치를 개발할 수 있는 토대를 마련하였다.

이상훈 교수는 "이번 연구결과는 기존의 방법과는 달리 제작 공정이 매우 간단하고, 열이나 압력 등 에너지가 필요하지 않아 친환경적이며, 마이크로 단위로 다양한 물질이나 패턴 등을 부호화할 수 있어 새로운 원천기술이 될 것"이라며, 특히 "다양한 세포로 코딩된 섬유로 장기를 만들 경우 간, 신경계 및 근육 등 복잡한 인공장기도 구현할 수 있을 것으로 기대한다"고 밝혔다.

■ 바이러스 만성감염의 베일이 벗겨지다



▶▶ ERAP1 효소가 CMV 단백질 항원 생성에 필수적임을 보여준다(그림 a). CMV로 감염된 세포가 마이크로RNA US4 때문에 킬러T림파구에 의해 공격받지 않음을 보여주는 데이터(그림 b, 흰색 막대 그래프). 반면 마이크로RNA US4가 결손된 바이러스로 감염된 세포는 킬러T림파구에 의해 효과적으로 살상된다(그림 b, 검정 막대그래프).

바이러스 만성감염의 핵심원인이 국내 연구진에 의해 밝혀졌다. 안광석 서울대 교수팀은 바이러스 마이크로RNA가 바이러스를 계속 몸속에 숨겨 생존할 수 있게 만들어 바이러스 만성감염의 핵심원인이 된다는 사실을 규명하였다고 밝혔다.

거대세포바이러스(CMV)는 한국인을 포함한 전 세계인의 70%가 만성 감염된 헤르페스 바이러스계 바이러스로, 만성염증을 유발하여 다양한 질환을 일으킨다. 또한 특이하게도 일평생 지속적으로 중복감염을 일으켜 쉽게 새로운 변종이 탄생되는데, 지금까지 이를 효과적으로 치료하는 백신이 개발되지 못했다.

안 교수팀은 CMV에 만성 감염된 환자들을 대상으로 연구한 결과, 바이러스에서 생성되는 마이크로RNA US4가 환자들의 킬러T림파구 작용을 억제하여, 바이러스가 계속 몸속에 숨어서 생존할 수 있도록 한다는 새로운 사실을 발견하였다. 반대로 마이크로RNA US4가 결손된 바이러스는 킬러T림파구에 의해 효과적으로 제거된다는 것도 확인하였다.

또한 안 교수팀은 마이크로RNA US4가 세포 내 효소(ERAP1) 생성을 방해하여 궁극적으로 바이러스 단백질의 항원이 세포 표면에 나타나는 것을 방해하고, 킬러T림파구의 면역감시작용을 무력화시킨다는 사실도 분자적 수준에서 입증하였다. 이는 ERAP1 효소가 인간 면역작용에 매우 중요한 역할을 한다는 것을 처음 증명한 것이다.

안광석 교수는 "이번 연구를 통해 바이러스의 마이크로RNA가 킬러T림파구 면역 스텔스 기능을 할 수 있다는 사실이 밝혀졌다. 향후 바이러스 마이크로RNA를 타겟으로 한 만성감염 치료법 연구와 개발 등에도 큰 도움이 될 것으로 기대한다"고 말했다.

당첨자 : 김태현(경기도 군포시 수리동)