

2019년도 올해의 10대 과학기술 뉴스 투표 후보뉴스(연구개발성과)

[블랙홀 관측] 세계 최초로 '실제 블랙홀' 관측 성공

세계 최초로 초대질량 블랙홀의 증거와 모습이 공개됐다. EHT(Event Horizon Telescope, 사건 지평선 망원경)¹⁾ 연구진은 전 세계 협력에 기반한 8개의 전파망원경을 연결한 사건 지평선망원경으로 초대질량 블랙홀 관측에 성공했다고 밝혔다.

발표된 영상은 처녀자리 은하단의 중앙에 위치한 거대은하 M87의 중심부에 있는 블랙홀을 보여준다. 이 블랙홀은 지구로부터 5천 500만 광년 떨어져 있으며 무게는 태양 질량의 65억 배에 달한다. 해당 관측은 2017년 4월 5일부터 14일까지 6개 대륙에서 8개 망원경이 참여해 진행됐다. 같은 시각, 서로 다른 망원경을 통해 들어온 블랙홀의 전파신호를 컴퓨터로 통합 분석해 이를 역추적하는 방식으로 블랙홀의 모습을 담은 영상을 얻었다. EHT의 원본 데이터를 최종 영상으로 바꾸는 데 필요한 분석은 독일 막스플랑크 천파천문학 연구소(MPIfR)와 미국 매사추세츠공과대 헤이스택 관측소에 위치한 특화된 슈퍼컴퓨터를 활용했다.

한국천문연구원 소속 연구자 등 8명이 협력 구성원으로서 EHT 프로젝트에 참여했으며, 한국이 운영하고 있는 한국우주전파관측망(KVN)과 동아시아우주전파관측망(EAVN)의 관측결과도 본 연구에 활용됐다. 해당 관측 결과는 4월 10일 미국 천체물리학저널 레터스(The Astrophysical Journal Letters) 특별판에 6편의 논문으로 발표됐다.

연구진은 관측성공으로 향후 EHT의 관측에 한국의 기여도가 더욱 높아질 것이라고 전했다.

[용어설명]

1) EHT(사건지평선망원경, Event Horizon Telescope) : 전 세계에 산재한 전파망원경을 연결해 지구 크기의 가상 망원경을 만들어 블랙홀의 영상을 포착하려는 국제협력 프로젝트이자 이 가상 망원경의 이름. 사건지평선이란 블랙홀 안팎을 연결하는 지대를 뜻한다.

[MRI] 100배 이상 해상도 높은 MRI 기술 개발

원자 한 개의 자기장을 관찰할 수 있는 자기공명영상¹⁾(MRI, Magnetic Resonance Imaging) 기술이 개발됐다. 원자의 스핀²⁾ 자기장을 시각화하는 세상에서 가장 세밀한 MRI인 셈이다. 기초과학연구원 양자나노과학 연구단 안드레아스 하인리히(Andreas Heinrich, 이화여자대학교 물리학과 석좌교수) 단장이 이끄는 연구진과 미국 IBM이 공동 연구한 이 결과는 기존의 분자 수준 자기공명영상보다 100배 이상 해상도를 높인 것이다.

MRI는 병원에서 병을 진단할 때 주로 쓰인다. 몸을 이루는 원자들의 스핀이 외부 자기장에 반응해, 우리 눈엔 보이지 않는 신체 내부를 시각화하는 원리다. 독특한 분자 구조 신소재나 양자소자 등 미시적인 자성 현상을 갖는 물질을 연구하기 위해서는 개별 원자 스핀 시각화가 반드시 필요하다. 눈으로 볼 수 있어야 나노 구조물을 원하는 대로 정확하게 만들 수 있기 때문이다.

연구진은 꾸준히 연구해 온 주사터널링현미경³⁾(STM, Scanning Tunneling Microscope)에서 해결책을 찾았다. 주사터널링현미경은 아주 뽀족한 금속 탐침을 시료 표면에 가깝게 스캔해, 탐침과 시료 사이에 흐르는 전류로 표면 원자를 보는 장비로 주사터널링현미경 탐침 끝에 원자 여러 개를 묶은 스핀 클러스터⁴⁾를 부착하는 방법을 고안했다.

이를 통해 표면 위 원자 하나와 스핀 클러스터 사이의 자기적 공명을 읽는 데 성공하고, 원자 한 개와의 자기적 공명 에너지를 볼 수 있었다. 이는 기존의 분자 수준 자기공명영상보다 100배 높은 해상도로, 원자 하나의 또렷한 자기공명영상을 촬영한 것은 최초다.

이번 연구 결과는 국제 학술지 <네이처 피직스(Nature Physics)> 온라인에 게재되었다.

[용어설명]

- 1) 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging) : 자기공명 촬영 장치에 관측 대상을 넣고 고주파 자기장을 발생시키면 대상의 수소 원자핵이 공명한다. 이때 나오는 신호의 차이를 측정하고 컴퓨터를 통해 영상화시켜 우리가 보는 자기공명영상이 된다.
- 2) 스핀(spin) : 양자역학에서 입자가 가지는 내재된 각운동량. 처음에는 전자의 자전에서 기인한 것으로 생각했지만, 이후 전자가 원자핵 주변을 실제로 돌 수는 없음이 밝혀졌다. 현재는 전하나 질량처럼 입자의 기본 성질로 보고 있다. 원자들의 스핀을 한 방향으로 정렬하면 자성을 띠어, 모든 입자가 갖는 '자석의 씨앗'으로 비유되기도 한다.
- 3) 주사터널링현미경(STM, Scanning Tunneling Microscope) : 전자의 양자역학적 터널링을 이용하는 현미경. 전도성 탐침을 시료 표면에 아주 가깝게 가져간 상태에서 탐침과 시료 사이에 바이어스 전압을 걸어주면, 전자가 진공의 에너지 장벽을 꿰뚫고 한 쪽에서 다른 쪽으로 넘어갈 수 있다. 이를 터널링이라고 부르고, 탐침으로 표면을 훑으면서 터널링 전류를 측정하여 표면을 볼 수 있다.
- 4) 스핀 클러스터 : 스핀을 띤 원자들의 집합으로, 실험에서는 1~5개 사이의 철 원자를 부착했다.

[치매예측기술] 뇌 면역세포 기능회복 통한 알츠하이머 치료 가능성 확인

국내 연구진이 뇌 면역세포의 기능회복을 통해 알츠하이머병을 치료할 수 있는 가능성을 열었다. 서울대 목인희 교수, 백성훈 박사, 강석조 박사 연구팀이 뇌 면역세포인 미세아교세포가 알츠하이머병에서 기능을 상실하는 원인을 규명하고 면역기능을 회복시켜 치료효과를 거둘 수 있음을 확인했다.

알츠하이머병은 노인성 치매의 약 70%를 차지하는 질환으로, 뇌 실질에 비정상적으로 축적되는 베타 아밀로이드 단백질에 의해 신경세포가 손상되어 기억력을 포함한 인지 기능이 점진적으로 악화되는 만성 퇴행성 신경질환이다. 뇌 면역세포인 미세아교세포는 평상시 주변을 탐지·보수하는 신경교세포인데, 알츠하이머병의 주요 원인물질 중의 하나인 베타 아밀로이드 단백질을 감지하면 활성화되어 베타 아밀로이드 단백질을 포식·분해하는 청소부 역할을 한다.

연구팀은 미세아교세포가 베타 아밀로이드를 제거하는데 필요한 에너지를 생성하는 대사과정을 실시간으로 확인하여 알츠하이머에서 미세아교세포의 역할을 규명했고, 실험 결과 미세아교세포가 베타 아밀로이드에 노출되면 에너지 생성 속도를 높여 베타 아밀로이드를 포식·분해하는데 필요한 에너지를 얻는다는 것을 확인했다.

반면에 만성적으로 베타아밀로이드에 미세아교세포가 노출된 경우에는 정상적인 에너지 생성을 못하고 미세아교세포의 포식 분해작용을 잃어버리게 된다. 이것을 감마인터페론을 주입하여 다시 대사축진을 시키고 포식 분해작용을 회복시킬 수 있음을 확인했다.

본 연구는 신경세포가 아닌 뇌 면역세포의 조절을 통한 뇌 환경의 정상화 가능성을 보여주어, 향후 알츠하이머 극복에 한걸음 더 다가가는 계기를 마련할 것으로 기대되고 있다. 연구성과는 <셀(Cell)>의 자매지인 <셀 메타볼리즘(Cell Metabolism)>에 게재되었다.

[뇌질환유발원인] 치매 유발 뇌 노폐물 배출 경로 세계 최초 규명

기초과학연구원(IBS) 혈관연구단 고규영 단장(KAIST 특훈교수) 연구팀이 치매 등 퇴행성 뇌질환을 유발하는 뇌 속의 노폐물이 뇌 밖으로 배출되는 주요경로(hotspot)를 세계 최초로 규명했다. 연구진은 동물실험을 통해 뇌의 노폐물을 담은 뇌척수액¹⁾을 밖으로 배출하는 주요 통로가 뇌 하부에 위치한 뇌막 림프관이라는 사실을 밝히고, 나이가 들수록 뇌막 림프관의 기능이 떨어지는 것을 확인하였다.

뇌에서는 대사활동의 부산물로 상당한 양의 노폐물이 생성되어 뇌척수액을 통해 중추신경계²⁾ 밖으로 배출되는데, 베타-아밀로이드, 타우 단백질과 같은 노폐물이 배출되지 않고 뇌에 축적되면 기억력 등 뇌 인지 기능이 저하되고, 치매 발병 확률이 높아진다.

연구진은 생쥐의 머리뼈를 얇게 박피하여 관찰력을 높이고, 뇌척수액에 형광물질을 주입하는 실험과 자기공명영상(MRI) 실험을 통해 뇌 상부와 하부 뇌막 림프관의 구조가 서로 다르며, 뇌 하부 뇌막 림프관이 뇌에 쌓인 노폐물 등을 밖으로 배출하는 주요 배수구 역할을 한다는 것을 처음으로 밝혔다. 이번 연구는 치매 등 퇴행성 뇌질환 치료에 새로운 방향을 제시한 것으로 앞으로 뇌 하부 뇌막 림프관의 배수기능을 향상시키는 치료제를 개발하면 새로운 퇴행성 뇌질환 치료방법의 실마리를 제시할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구성과는 <네이처(Nature)> 온라인 판에 게재되었다.

[용어설명]

- 1) 뇌척수액 : 뇌의 수액이라고도 불리며 뇌를 보호하고, 뇌에서 발생하는 노폐물을 배출시켜 중추신경계의 기능과 항상성 유지에 중요한 역할
- 2) 중추신경계 : 뇌와 척수를 말하며 동물의 신경계에서 가장 많은 부위를 차지하는 부분

[블랙홀 기원] 중간질량 블랙홀 최초 발견

서울대학교 우주학 교수 연구팀은 블랙홀의 기원에 중요한 단서가 되는 중간질량 블랙홀을 최초로 확인하였다. 이는 연구팀이 1천4백만 광년 떨어진 왜소은하 NGC 4395 중심의 블랙홀 질량을 연구한 결과이다.

은하 중심에 존재하는 블랙홀들은 태양보다 백만 배 이상 무거워 거대질량 블랙홀로 불리지만, 이번 연구는 그보다 백배 이상 가벼운 중간질량 블랙홀을 왜소은하 중심에서 찾아낸 결과다. 블랙홀의 기원은 블랙홀 연구의 주요한 과제로 남아 있으며, 중간질량 블랙홀의 존재를 확인한 이번 연구결과는 우주초기에 형성된 블랙홀 씨앗을 이해하기 위한 중요한 단서가 된다.

은하와 블랙홀은 서로 상호작용하며 공동진화하는 것으로 추정되고 있으나 천문학자들은 블랙홀이 은하의 진화과정에 구체적으로 어떤 영향을 주었는지 밝히기 위한 증거들은 여전히 찾는 중이다. 이번 연구는 중간질량 블랙홀의 경우도 은하와 상관관계를 보이며 은하진화에 블랙홀의 역할이 그다지 필요하지 않다는 반증을 제시하고 있다.

블랙홀은 질량이 작을수록 발견하기 어렵다. 블랙홀의 중력이 미치는 공간이 작아서 지구에서 관측하기가 더 어렵기 때문이다. 이번 연구는 빛의 메아리 효과를 이용한 획기적인 방법으로 블랙홀 질량을 측정하였다. 블랙홀에서 광속으로 80분 거리에 있는 가스에서 방출되는 빛이 지구에 80분 늦게 도착하는 메아리 효과를 측정하여 블랙홀 질량을 도출하였다. 본 연구성과는 <네이처 아스트로노미(Nature Astronomy)> 온라인판에 게재되었다.

[AI 진단] 조류인플루엔자 바이러스 현장 검출 진단 플랫폼 개발

조류인플루엔자(AI) 바이러스는 고전염성 호흡기 질병의 주요 원인으로, 국내에서도 매년 주기적으로 발생해 경제적 손실은 물론 국민 건강에 큰 위협이 되고 있다. 최근에는 2개 이상의 바이러스 유형이 동시에 발생하는 등 대규모 피해 사례가 증가하고 있어 조기 진단과 방역체계 구축이 시급하다.

한국과학기술연구원(KIST) 생체재료연구단 이관희 박사팀은 건국대학교 수의학과 송창선 교수팀과 공동 연구를 통해 이동식 측정이 가능한 전기 신호 기반의 반도체 바이오센서를 제작하고, 현장에서 안정적으로 AI 바이러스를 검출할 수 있는 진단 플랫폼을 개발했다.

연구팀은 기존 진단키트가 감도가 낮고 검사용 대상에서 바이러스를 구별하기 어렵다는 점과 이로 인해 조기진단 역시 힘든 한계를 극복하기 위해 검출 신호를 뚜렷하게 구별하고 인지할 수 있는 전기 신호 방식의 박막 반도체 바이오센서를 제조하고, 현장에서 측정이 가능하도록 이동식 패키징에도 성공했다.

개발 바이오센서가 이동형이라는 강점을 활용해 건국대 수의과대학 BSL(Bio Safety Level)-3¹⁾ 시설로 측정 시스템을 운반해 측정한 결과, 기존 검출 키트에 비해 고위험군 AI 바이러스를 1,000배 이상 고감도로 검출할 수 있다는 사실을 확인했으며, 뉴캐슬 바이러스처럼 AI의 오진을 일으키는 유사 바이러스와도 구별이 가능하다는 것도 입증했다.

연구팀은 고병원성 AI 바이러스를 현장 시료에 영향을 받지 않고 안정적이고 고감도로 검출할 수 있는 플랫폼이라고 소개하며 신속성과 정확성, 경제성, 사용 편의성을 고루 갖춘 보급형 이동식 센서를 상용화하여 신속한 AI 현장 진단과 방역체계 구축에 기여할 것이 기대된다고 밝혔다. 연구결과는 <ACS Nano>에 게재되었다.

[용어설명]

1) BSL-3 : 고위험군 바이러스의 경우 음압시설을 갖춘 BSL-3 등급의 실험실에서 실험을 진행해야 함. 기존의 전기신호 센서는 이동식 패키징이 되지 않아 저위험군 바이러스 검출에만 한정되어 있었음.

[인체모사 기술] 신약개발에 활용도 높은 인간 간(肝) 모사모델 개발 성공

한국생명공학연구원 줄기세포융합연구센터 손명진 박사팀이 인간 전분화능 줄기세포를 이용하여 증식 가능한 3차원 형태의 인간 간 모사모델을 개발하는데 성공하였다. 신약 개발 단계에서 필수적인 간독성, 유효성 평가용 인체모사 간 모델로, 동물실험과 임상 시험 간극을 메우는데 활용도가 높을 것으로 기대된다.

간은 재생이 잘 되는 장기이긴 하지만, 신약개발 단계에서 활용하기 위하여 간 조직을 얻는 것이 쉽지 않을 뿐 아니라, 체외에서 간 세포는 전혀 증식하지 않는 한계를 가지고 있어, 전 세계적으로 이를 극복하기 위한 기술개발이 진행 되어왔다.

이번 연구결과는 기존 전분화능 줄기세포 기반 오가노이드 모델이 가지는 한계(증식하지 않고 기능적으로 미성숙)를 극복한 최초의 성과로, 체외에서 장기간 증식이 가능하고, 동결·해동이 가능하며, 기능적으로 성숙한 간 모델을 개발하는데 성공한 것이다.

연구팀은 본 모델처럼 인체 유사도가 높은 간 모델이 비임상에 활용됨으로서 향후 신약개발 효율성 향상에 기여할 것으로 기대된다고 밝혔다. 연구성과는 <저널오브헤파톨로지(Journal of Hepatology)> 온라인 판에 게재되었다.

[약물전달 기술] 면역세포로 암세포에 약물 전달 기술 개발

현택환 기초과학연구원 나노입자 연구단장 연구팀은 한국기초과학지원연구원(KBSI), 국민대 연구진과 공동으로 체내를 자유롭게 이동할 수 있는 면역세포를 트로이 목마처럼 활용하는 약물전달 기술을 개발했다.

암세포는 굉장히 빠르게 성장하지만, 영양분을 공급하는 혈관은 암조직의 일부분에만 형성돼 있다. 이 때문에 혈관을 통해 약물을 주입하는 항암 치료를 진행할 경우 혈관 주위 암세포에는 약물이 전달되지만, 종양 중심부의 깊은 곳까지는 약물이 거의 전달되지 않는다는 한계가 있었다. 이는 암 치료 실패나 재발을 야기한다.

연구진은 체내로 항체와 약물을 포함한 나노입자를 순차적으로 주입했다. 항체는 나노입자를 면역세포에 부착시키는 접착제 역할을 한다. 이후 **클릭화학반응¹⁾**을 통해 원하는 면역세포에만 나노입자가 결합될 수 있도록 했다.

약물의 전달과정을 형광현미경을 이용해 관찰한 결과, 면역세포 표면에 부착된 나노입자가 면역세포에 의해 종양 내부까지 운반되는 것을 관찰할 수 있었다. 이후 유방암을 유발한 동물모델에서 실험을 진행한 결과, 기존 대비 두 배가량 많은 양의 약물이 종양 중심부에 축적됨을 확인했다. 혈관에서 거리가 먼 암세포까지 약물 전달이 가능해진만큼 치료 효과가 향상된 셈이다.

연구팀은 기존 나노입자 기반 약물전달 치료법으로는 치료가 어려웠던 부위까지 치료할 수 있을 뿐만 아니라 체내 다양한 질환에 참여하는 면역세포를 이용하기 때문에 암을 비롯한 다양한 질환에 적용할 수 있고, 추가 연구를 통해 현재 기술로는 약물 전달이 어려웠던 난치성 질환 치료에도 활용이 가능 할 것이라고 밝혔다. 이번 연구성과는 <미국화학회지(Journal of the American Chemical Society)> 온라인 판에 게재되었다.

[용어설명]

1) **클릭화학반응**: 간단한 반응조건에서 간편하게 화합물을 얻을 수 있는 화학반응으로 수득률이 높을 뿐만 아니라 다른 작용기와의 반응성이 매우 낮다는 특징이 있다.

[고분자 복합소재] 열전도성이 우수하고 가벼운 전자파 차폐 소재 개발

구종민 한국과학기술연구원(KIST) 물질구조제어연구센터장 연구팀이 가벼우면서도 전자파 차폐율과 열 전도성이 우수한 고분자 복합 소재인 고분자 코어·메탈 셸 구조 입자를 개발했다. 이 소재는 기존의 금속 소재 한계를 극복하고 고분자 복합체 상용화 가능성까지 높였다는 평가를 받고 있다.

전자기기 집적도가 높아지면서 전자파 간섭 현상도 심화되고 있다. 기기 오작동을 유발하거나 기기 내 발열 문제로 화재 등 사용자 안전도 위협한다. 전자파를 차단하면서 기기 내부에 쌓이는 열을 효과적으로 방출하는 다기능 복합소재 수요가 많다.

현재는 열전도 특성과 전자파 차단 특성이 우수한 금속필름이 주로 사용되고 있으나 밀도가 커서 무겁고 가공하기 어려운 것이 단점이다. 연구진은 이러한 단점을 극복한 가볍고 가공성이 우수한 다기능 고분자 복합체를 개발했다.

연구팀은 범용 고분자 플라스틱 입자 표면에 금속을 얇게 코팅한 후 열 압착 공정을 거쳐 생산했다. 실험을 통해 전자파를 99.9999% 차단했고, 열 전도성은 15W/mK 정도를 유지했다. 밀도는 일반 플라스틱과 비슷한 1.5g/Mol 수준이다. 이어 추가연구로 경량 고분자 복합소재가 요구되는 응용 분야에서 상용화가 가능하도록 후속 연구를 진행하고 있다.

이 소재는 기존의 금속 소재 한계를 뛰어넘어 가벼우면서도 우수한 전자파 차폐 효과와 방열 효과를 동시에 나타내는 신소재로 다양한 모바일 전자기기, 자율주행 자동차에 적용할 수 있을 것이라고 기대를 모은다.

[퇴행성질환 규명] 퇴행성관절염의 원인은 노화 아닌 관절연골 콜레스테롤

광주과학기술원 전장수 교수와 전남대학교 류제황 교수 공동연구팀이 관절연골 콜레스테롤이 퇴행성관절염을 일으키는 원인임을 세계 최초로 증명했다. 관절 연골이 점진적이고 비가역적으로 닳아 없어져 유발되는 퇴행성 관절염은 삶의 질을 떨어뜨리는 대표적인 퇴행성질환이지만 현재까지 명확한 발병원인이 밝혀지지 않아 근본적인 예방 및 치료 방법이 개발되지 않고 있다.

연구팀은 정상연골에 비해 퇴행연골에서 콜레스테롤이 비정상적으로 많이 유입되어 증가하고, 그에 따라 증가된 콜레스테롤 대사산물이 일련의 과정을 거쳐 퇴행성관절염을 유발함을 밝혀냈다. 연구진은 퇴행성관절염의 예방과 치료법 개발에 새로운 실마리를 제공할 것으로 기대된다고 밝혔다. 연구 성과는 세계 최고 수준의 국제학술지 <네이처(Nature)>에 게재되었다.

[5G] 5G 통신기술 세계 최초 상용화

삼성전자는 10여 년간 개발해온 5G 기술리더십을 바탕으로 5G 핵심기술 개발 및 국제 표준화 주도, 5G 글로벌 생태계 구성에 앞장섰으며, 통신장비(Core/RAN)-단말-핵심 칩을 포함한 엔드-투-엔드 솔루션을 통해 미국(5G FWA), 한국(5G Mobile)에서 세계 최초로 5G 상용화에 성공했다. 이 기술성과를 기반으로 전 세계 5G 초기 시장에서 점유율 1위를 달성하는 한편 국내 이동통신분야 학계 및 산업 생태계 고도화에 기여했다는 평가를 받고 있다.

삼성 5G 상용 솔루션의 우수성은 5G 기술 특성과 다양한 시장 수요에 대응하기 위하여 기지국, 다말의 칩/HW/SW에 필요한 End 2 End(E2E) 핵심 기술을 모두 확보한 데 있다. 또한 E2E 솔루션은 저주파~고주파, 고정형/이동형 통신, 자체개발 핵심 칩-기지국 등 제품 하드웨어, 소프트웨어-설치 및 운영 자동화 솔루션 등 모두를 포함한다. 고주파 이외에 6GHz 이하 대역(Below 6GHz)에서는 각국의 5G 서비스 계획에 따라 다양한 주파수 대역에서 서비스가 전개되고 있다.

삼성전자는 이러한 시장의 기술적 요구사항에 대응하며 3.5GHz 5G E2E 상용 솔루션도 확보해 국내에서 세계 최초로 상용화(2018.12)에 성공, 국내 통신사업자와 2019년 4월 일반 가입자 대상 서비스까지 성공적으로 개시하며 5G 시장의 성장을 이끌고 있다.

[롤러블 OLED TV] 세계 첫 '롤러블 OLED TV' CES 최고혁신상 수상

‘LG 시그니처 올레드 R’가 ‘CES 2019 혁신상’에 이어 ‘CES 최고 혁신상’을 잇따라 수상했다. 미국 소비자기술협회(CTA; Consumer Technology Association)는 매년 1월 미국 라스베이거스에서 개최하는 세계 최대 IT 전시회 ‘CES(Consumer Electronics Show)’에 앞서, 출품 제품 가운데 가장 혁신적인 제품들을 선별해 ‘CES 혁신상’을 수여한다. 이밖에 일본 최고 권위의 디자인상인 ‘굿디자인 어워드 2019(Good Design Award 2019)’에서 국내 기업 중 유일하게 ‘Best100’에 선정되고, ‘금상’을 수상했다. 국내 ‘2019 우수디자인’에서도 최고상인 대통령상의 영예를 안았다.

LG 시그니처 올레드 R는 세계 첫 롤러블 TV로 기존 TV와는 비교할 수 없는 혁신적인 디자인을 갖췄다. 올레드의 압도적인 화질을 유지하면서도 시청할 때는 화면을 펼쳐주고 시청하지 않을 때는 본체 속으로 화면을 말아 넣는다. 절제된 디자인을 토대로 전체 외관에는 리얼 알루미늄을, 스피커에는 명품 패브릭 브랜드 ‘크바드라트(Kvadrat)’의 원단을 적용해 클래식하면서도 고급스러운 디자인을 완성했다.

LG 시그니처 올레드 R의 UX(사용자 경험)는 산업통상자원부 장관상을 수상했다. ▲65인치 전체 화면을 시청할 수 있는 ‘풀 뷰(Full View)’ ▲화면 일부만 노출되는 ‘라인 뷰(Line View)’ ▲화면이 완전히 내려간 ‘제로 뷰(Zero View)’ 등 기존 TV에서 경험할 수 없는 3가지 뷰를 구현해 새로운 사용자 경험을 제시했다는 점에서 높은 평가를 받았다.

‘LG 시그니처 올레드 R’은 올해 초 미국 라스베이거스에서 열린 ‘CES 2019’ 전시회에서 처음 공개돼 관심을 한 몸에 받았다. LG전자는 세계 최대 디자인 전시회인 ‘밀라노 디자인 위크’에서도 공간에 대한 재정의의 주제로 디자인 전문가들에게 이 기술을 소개해 주목을 받은 바 있다. 특히 백라이트가 필요 없어 얇은 두께, 곡면 등 다양한 형태로 만들 수 있는 올레드의 강점을 극대화한 ‘LG 시그니처 올레드 R’로 세상에 없던 새로운 TV 패러다임을 제시했다는 평가를 받고 있다.

[유기단분자] 분자 열전도 수준 측정 열량계 개발로 분자컴퓨팅 실용화 길 열려

울산과학기술원 장성연 교수 연구팀 등이 참여한 국제공동연구진이 피코(10-12)와트 단위의 초미세 열을 측정하는 열량계를 이용하여 오랜 난제였던 유기단분자의 열전도도를 측정, 분자컴퓨팅 실용화를 위한 새로운 한 발을 내디뎠다.

분자를 회로의 최소단위로 이용하는 분자컴퓨팅은 기존 실리콘 칩 대비 집적도를 수천 배 이상 높일 수 있어 **무어의 법칙¹⁾**의 궁극이라고 하나 실용화를 위한 숙제가 많다. 그 가운데 하나가 열 분산이다. 전극을 분자로 연결하기 때문에 열이 발생하면 분자를 이루는 원자들이 빠르게 진동하면서 접합이 깨어질 수 있기 때문이다.

연구팀은 1조(兆)분의 1 와트에 가까운 예민한 열감지 능력을 지닌 탐침형 **열량계²⁾**를 이용해 탄소사슬로 된 단분자의 열전도도를 측정할 수 있었다. 차가운 금 기판과 뜨거운 금 탐침 사이에 놓인 유기분자의 말단이 분리되면서 변화되는 열용량을 측정하는 방식이다. 유기 단분자가 두 전극으로부터 분리되면서 변화되는 수십 피코 와트 수준의 작은 에너지변화를 감지하여 탄소사슬을 통해 전달되는 열을 측정해 낸 것이다.

이번 연구는 단분자 레벨의 열전도도를 처음으로 측정한 것으로 향후 분자 구조의 디자인을 통해 전자 및 열의 전달 특성을 제어하여 분자컴퓨팅을 실현하며 나아가 단분자들의 열전특성을 이용한 분자에너지 소재를 개발하는데 기여할 수 있을 것으로 기대를 모으고 있다. 이번 연구 결과는 국제학술지 <네이처(Nature)>에 게재되었다.

[용어설명]

- 1) 무어의 법칙 : 반도체 집적회로에 사용되는 트랜지스터의 수가 2년마다 두 배로 증가한다는 법칙
- 2) 열량계(calorimetric scanning probe) : 열량 측정, 화학반응 또는 물리적 변화뿐만 아니라 열용량의 열을 측정하는 프로세스에 사용되는 개체

[디스플레이] 세계 최초 곡률 1.5R 폴더블 디스플레이 개발

삼성디스플레이가 다년간의 연구개발을 통해 2019년 세계 최초로 1.5R, 인폴딩(In-Folding) 방식의 폴더블 디스플레이(Foldable Display)개발에 성공했다. 이를 위해 윈도우, 패널, 하부패널, 접착제 등 전체 디스플레이 부품을 새롭게 개발하고, 이들을 최적 조합으로 구성하는 적층 기술을 확보했다. 폴더블 디스플레이 개발 과정에서 확보된 소재, 부품 기술 및 모듈화 기술을 집약하여, 현재 구현할 수 있는 가장 낮은 곡률인 1.5R In-Foldable Display 제품 기술을 삼성전자와 협업하여 세트화하고, 2019년 9월 세계 최초로 7.29” 크기의 제품으로 출시한 바 있다.

기존의 플렉서블 디스플레이(Flexible display)는 두꺼운 글라스 윈도우(Rigid Glass), 패널(Flexible Panel), 하부패널(Cover Panel)과 이들 부품을 결합해주는 접착제(Pressure Sensitive Adhesive)로 구성되는데, 이들은 공정 진행 후 반영구적으로 고착되어 있는 특징을 지니고 있다. 하지만 폴더블 디스플레이의 경우 기본 구성은 기존 디스플레이와 유사하나, 폴딩(Folding) 특성이 있어야 차별화된다. 이 기술을 구현하기 위해 여러 협력업체와 개발했다.

디스플레이는 소재, 부품, 장비 등과도 밀접한 관련을 맺고 있다. 또한 이제 시장이 열리고 있는 시장 형성 단계에 있어 업체 간 기술 완성도 향상과 기술 차별화를 위한 연구, 개발 등이 활발히 진행될 것으로 기대된다. 삼성디스플레이의 제품화를 기점으로 소재, 부품 개발, 계측 장비 및 제조 설비 등 산업 전반에 활력을 불어넣을 수 있을 것으로 예상된다.

[미생물 흔적 발견] 25억 년 전, 무산소 지구의 미생물 황으로 호흡한 흔적 발견

사람과 동물, 식물이 호흡하는 과정은 산소를 들이마셔서 몸속에서 유기물을 산화시키는 과정이며 이를 통해 우리는 에너지를 얻는다. 하지만 미생물은 황산염이나 질산염, 산화철 등 산소가 포함된 물질에서 산소를 떼어내는 독특한 호흡을 통해 산소 없이도 에너지를 확보할 수 있는데, 이들 미생물들은 원시 지구에서 생명의 탄생과 진화에 중요한 역할을 담당하였다.

심민섭 서울대 지구환경과학부 교수 연구팀은 무산소 환경에서 황을 이용해 숨을 쉬는 황산염 환원미생물이 이용하는 효소의 반응속도에 주목해 이들 미생물의 숨결 흔적을 찾았다. 황에는 무거운 동위원소(^{34}S)와 가벼운 동위원소(^{32}S)가 있는데, 미생물이 지닌 ‘아데노신 5’-포스포황산염(APS) 환원효소’는 이 가운데 가벼운 동위원소 황과 반응할 때 약 20% 빨리 반응하는 특성이 있다. 심 교수팀은 만약 황을 이용하는 미생물이 수십억 년 전 바다에서 번성했다면, 이 미생물이 가벼운 황을 호흡을 통해 더 빨리 소모해 결과적으로 해수 내 ^{32}S 의 비율을 줄일 것이라고 추정했다.

심민섭 서울대 지구환경과학부 교수 연구팀은 황 대사에 참여하는 효소의 동위원소 분별작용을 확인함으로써 세포의 상태와 동위원소 분별의 정량적인 연결고리를 마련하였는데, 30억년 이상 지질시대 동안 퇴적암에 기록된 황 동위원소 비율은 이번 연구의 예측과 잘 맞아 떨어진다. 25억 년 전보다 더 오래된 퇴적암에는 효소 실험에서 관찰된 것보다 ^{32}S 의 비율이 낮고 ^{34}S 의 비율이 높은 것으로 확인되는데, 연구팀은 “당시 미생물이 호흡에 필요한 전자를 지닌 유기물이나 수소에 쉽게 접근할 수 있는 곳에 존재했음을 확인시켜주는 것”이라고 해석했다. 반면 25억 년 전 이후로는 ^{32}S 의 비율이 과거보다 증가했는데, 연구팀은 이를 대기 중 산소 농도가 증가하면서 산소를 이용하는 미생물이 등장해 황산염 환원을 이용하는 미생물 대신 번성한 결과로 추정했다.

심민섭 서울대 지구환경과학부 교수는 “동위원소를 기반으로 한 미생물 활동을 밝혀냈다”며 “과거의 생명 활동뿐만 아니라, 암석권 깊은 곳에서 황을 기반으로 한 미생물의 활동을 확인하고 나아가 외계행성에서 생명 활동을 추적할 때에도 이용될 수 있을 것”이라고 말했다.

이번 연구결과는 네이처의 자매지인 <네이처 커뮤니케이션스(Nature Communications)> 온라인 판에 게재됐다.

[기후변화 예측] 홀로세 중기 기후변화모델로 기후변화 예측 한다

지구 온난화로 인해 북극 얼음 면적이 급격히 감소하는 등 극심한 기후 변화가 일어나고 있는 가운데 기후시스템의 민감도를 예측할 수 있는 홀로세 중기 기후변화모델 연구를 통해 북극의 해빙 감소가 북반구 기후에 어떠한 영향을 주는 지에 대한 예측 연구 결과가 세계 최초로 발표됐다.

약 5~9천 년 전, 홀로세 초~중기 북반구 여름의 태양복사량은 지금보다 약 5-10% 강했으며, 덥고 비가 많이 오는 날씨였다. 이 시기에 잘 알려진 대표적인 기후현상은 사하라사막이 초원이었다는 사실이다. 물이 가득한 호수, 다양한 식물이 식생한 지질학적 증거들이 많이 발견되고 있다. 이러한 홀로세 중기의 기후변화 증거는 기후시스템 민감도 분석을 위한 중요한 지질학적 단서다.

한국지질자원연구원 국토지질연구본부 박효석 박사가 제1저자로 참여한 이 연구에서 박효석 박사는 지질자원연 클러스터 서버에 최신 복합지구시스템 기후모델 NCAR CESM 1.2*를 설치하여 태양복사열에 의한 해빙 감소의 영향을 분리·분석하기 위한 3가지 시뮬레이션을 수행했다. 시뮬레이션 결과는 북극 해빙 감소가 북태평양과 북아메리카지역의 연평균 온도를 0.5-1도 정도 상승시키며 유라시아 대륙 일부 지역의 온도는 낮춘다는 사실을 보여 주었다. 또한 온도 변화 이외에도 북극 해빙의 감소는 대서양 열염순환을 약화시켜, 북대서양 해수 온도의 하강을 동반한 것을 확인할 수 있다.

북극 해빙 감소는 홀로세 초-중기 북반구 중-고위도 기후에 막대한 영향을 주었던 것으로 기후모델은 지시하고 있다. 이번 연구 결과는 과거 기후복원 뿐만 아니라 현재 급격히 진행되고 있는 북극의 해빙감소가 미래 북반구 기후에 어떤 영향을 줄지 예측하는데 큰 도움을 줄 것으로 기대된다. 연구팀은 전 지구적 기후 변화에 효과적으로 대응할 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대했다. 이 연구 결과는 <네이처 커뮤니케이션(Nature Communications)>에 게재되었다.

[슈퍼 바이오플라스틱] 환경호르몬 없고 강철보다 강한 '슈퍼 바이오플라스틱' 개발

잘 찢고 안 찢어지는 비닐봉지를 개발해 화제가 된 국내 연구진이 이번에는 슈퍼 바이오플라스틱을 개발했다. 이 바이오플라스틱은 환경호르몬이 없는 것은 물론이고, 강철보다 강하고 200°C 이상의 고온에서도 견딜 수 있는 등 현존 바이오플라스틱의 한계점을 모두 극복했다.

한국화학연구원 오동엽·박제영·황성연 박사는 식물성 성분인 아이소솔바이드(isosorbide)를 이용해 고강도·고내열성의 투명 바이오플라스틱을 개발하는데 성공했다. 식물성 성분 **단량체**¹⁾인 아이소솔바이드로 만들어 환경호르몬 걱정이 없는데다, 물성이 우수해 기존 비스페놀A(Bisphenol-A)계 석유 플라스틱을 대체할 수 있을 것으로 보인다.

비스페놀A계 단량체로 만들어진 폴리카보네이트와 폴리스ulfon은 고강도·고내열성 특성 덕분에 고압을 견뎌야 하는 정수기 필터나 치아교정기, 고온에서도 변형이 되지 않아야 하는 젓병과 밥솥 등에 많이 쓰인다. 하지만 환경호르몬이 나와 비만, 심장질환, 고혈압 등을 일으킨다고 알려져 있으며 다른 석유계 플라스틱도 안전성 논란에서 자유롭지 않다.

연구진은 상전이 촉매를 이용해 반응성이 떨어지는 문제를 해결했다. 식물성 성분의 화학반응을 촉진시켜주는 상전이 촉매를 이용해 아이소솔바이드의 반응성을 극대화시켰다. 또한 단량체인 아이소솔바이드를 화학반응을 통해 하나씩 이어 기다란 화학물질로 만드는 과정에서 상전이 촉매를 이용했다. 그 결과, 슈퍼 바이오플라스틱의 비강도(단위무게 당 강도)는 같은 무게일 때, 69KN·m/kg으로 강철(63KN·m/kg)보다 높았다. 이는 지금까지 학계에 발표된 바이오플라스틱 중에서 가장 강한 것이다.

이번에 개발된 슈퍼 바이오플라스틱은 열에 녹여 가공할 수 있는 열가소성 수지로 320°C 이상의 열에 녹여 재활용할 수도 있어, 폐플라스틱 처리도 용이할 것으로 보인다. 이번 연구결과는 <네이처 커뮤니케이션즈(Nature Communications)> 온라인 판에 게재되었다.

[용어설명]

1) 단량체 : 고분자를 이루는 단위분자로, 고분자는 일반적으로 분자량이 1만 이상으로 큰 분자를 말한다. 고분자는 고체로 존재할 때 단단하고, 열에 녹아 액체가 되어 성형 가능하여 플라스틱이라고 부른다.

[세포원리 규명] 수학적모델로 밝혀낸 세포들의 의사소통 방법

KAIST 수리과학과 김재경 교수와 라이스 대학 매튜 베넷(Matthew Bennett), 휴스턴 대학 크레스미르 조식(Kresimir Josic) 교수 공동 연구팀이 합성생물학과 수학적 모델을 이용해 세포들이 넓은 공간에서 효과적으로 의사소통하는 방법을 발견했다.

세포들은 신호 전달 분자(Signalling molecule)를 이용해 의사소통하는데 이 신호는 보통 아주 짧은 거리만 도달할 수 있다. 그런데도 세포들은 넓은 공간에서도 상호작용하며 동기화를 이뤄낸다. 이는 마치 넓은 축구장에 수만 명의 사람이 주변 3~4명의 박수 소리만 들을 수 있는데도 불구하고 모두가 같은 박자로 손뼉을 치는 것과 비슷한 상황이다.

연구팀은 합성생물학을 이용해 만든 전사 회로(Transcriptional circuit)를 박테리아(E. coli)에 구축해 주기적으로 신호 전달 분자를 방출할 수 있도록 했다. 처음엔 제각기 다른 시간에 신호 전달 분자를 방출하던 박테리아들은 의사소통을 통해 같은 시간에 주기적으로 분자를 방출하는 동기화를 이뤄냈다.

하지만 박테리아를 넓은 공간으로 옮겼을 때 이러한 동기화가 각 박테리아의 신호 전달 분자 전사 회로에 전사적 양성 피드백 룰 (Transcriptional positive feedback loop)이 있을 때만 가능하다는 것을 발견했다. 양성 피드백 룰은 단백질이 스스로 유전자 발현을 유도하는 시스템으로, 전달받은 신호를 증폭하는 역할을 한다. 연구팀은 이러한 역할을 자세히 이해하기 위해 편미분방정식(Partial differential equation)을 이용해 세포 내 신호 전달 분자의 생성과 세포 간 의사소통을 정확하게 묘사하는 수학적 모델을 개발했다.

연구팀은 이런 원리는 수학을 이용한 복잡한 시스템의 단순화 없이는 찾지 못했을 것이라며, 수학의 힘을 강조했다. 이번 연구 결과는 <네이처 케미컬 바이올로지(Nature Chemical Biology)> 온라인 판에 게재되었다.