

아인슈타인 중력이론, 흑독한 검증 통과

유럽과 미국, 캐나다 등 국제 공동연구진은 '사이언스'에서 중력의 본질을 설명하는 아인슈타인의 일반상대성이론이 중성자별이라는 극한 환경에서 다시 진가가 검증됐다고 밝혔다.

연구진이 지구에서 약 7천 광년 떨어진 펄서(빠르게 회전하는 중성자별)와 백색왜성으로 이루어진 초고밀도 쌍성계 PSR JO348+0432를 관측한 결과 두 시간 반 간격으로 서로를 도는 이들의 운동이 일반상대성이론의 예측과 정확히 일치했다.

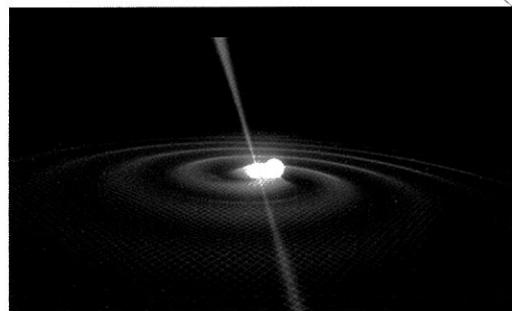
일반상대성이론은 질량과 크기가 큰 천체를 설명하는 데는 매우 정확하지만 아주 작은 천체를 설명할 때는 양자역학과 상충하기 때문에 과학자들은 중성자별과 같은 극한상황에서 두 이론을 검증할 수 있을 것으로 생각해 왔다.

연구진은 미국 뉴멕시코주의 아파치 포인트 망원경과 칠레 소재 국대망원경(VLT), 카나리아 제도의 헤셀 망원경, 푸에르토리코 소재 아레시보 전파망원경, 독일의 에펠스베르크 망원경 등을 통해 이 두 별의 궤도 운동에서 일어나는 미묘한 변화를 관찰했다.

일반상대성이론에 따르면 질량이 매우 큰 물체는 주변 시공간을 왜곡해 빛을 포함한 다른 대상이 주변을 지나갈 때 구부러진 경로를 따라가게 만든다. 또 PSR JO348+0432같은 쌍성계에서는 궤도가 감쇠하면서 시공간에 물결 모양으로 퍼져 나가는 엄청난 중력 에너지, 즉 중력파가 방출될 것으로 이 이론은 예상한다. 장시간에 걸쳐 펄서의 전파 펄스가 도착하는 시간을 자세히 측정하면 궤도 감쇠율과 중력파의 양을 알 수 있다.

일부 과학자들은 초고강도의 중력장이 형성되는 이런 조건에서라면 일반상대성이론이 방출된 중력파의 양을 정확하게 예측하지 못하고 대신 경쟁이론인 양자 역학이 더 정확할 것으로 예상했었다. 그러나 관측 결과 일반상대성이론이 예측한 것과 정확히 일치하는 연간 800만분의 1초의 궤도 변화가 일어났다.

연구진은 이 연구로 중력이라는 난제를 풀 수 있는 것은 아니지만 아인슈타인의 예측에 근거해 중력파를 포착하려는 현재의 연구 방향이 옳은 것임을 확인할 수 있었다고 밝혔다.



▶▶ 아인슈타인 중력 이론 검증 쌍성계 상상도 - Science

꿀벌부채명나방, 자연계 최고주파 감지 능력

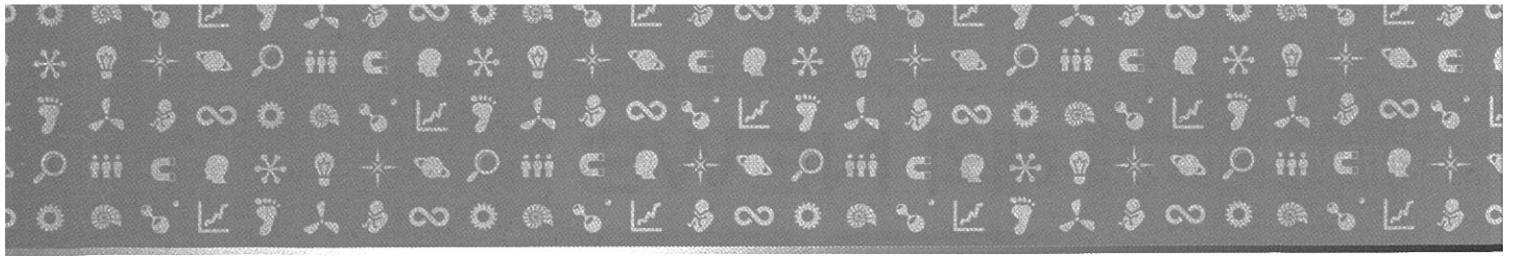
영국 글래스고대 연구진은 '바이올로지 레터스'에서 꿀벌부채명나방(Galleria mellonella)이 지금까지 자연에서 기록된 가장 높은 주파수대의 소리를 듣는 것으로 드러났다고 밝혔다.

연구진은 아시아와 유럽, 북미 지역에 사는 날개폭 3cm의 꿀벌부채명나방이 일부 박쥐들의 최고 기록보다 약 100㎑ 높은 300㎑의 소리까지 듣는다는 사실을 발견했다. 사람이 듣는 소리는 최고 20㎑, 그나마 나이를 먹으면 12~15㎑로 낮아진다. 초음파로 소통하는 돌고래와 박쥐는 각각 160㎑, 212㎑의 고주파를 들을 수 있다.

연구진은 레이저 진동계를 사용해 폭 0.5mm에 불과한 이들 나방의 귀가 소리에 반응할 때 일어나는 진동을 측정하고 청각 신경에서 일어나는 전기 신호도 측정했다. 이들이 나방에게 들려주는 소리의 주파수를 점점 올려 가면서 관찰한 결과 놀랍게도 300㎑의 고주파에도 반응하는 것으로 나타났다. 앞서 다른 과학자들의 실험은 100㎑에서 멈췄다.

연구진은 이들 나방의 놀라운 초고주파 청각 능력은 각기 다른 환경에서 다양한 주파수를 사용하는 포식자 박쥐를 피해 달아날 수 있게 해 주는 것으로 보인다고 밝혔다. 박쥐의 반향정위 방식 신호는 최고 212㎑에 이른다. 박쥐는 이처럼 높은 고주파 음을 들을 수 있는 능력으로 다른 포식자들의 신호음을 포착해 피할 수 있게 된다.

연구진은 "공기 중에서 고주파 신호는 급격히 약화되기 때문에 나방들의 청각 메커니즘을 이해하면 초소형 마이크 같은 청각장치 기술을 개발할 수 있을 것"이라고 말했다.



배·사과 냄새 구별 가능한 전자코 개발

스페인 빌렌시아공대와 스웨덴 예블레대학 연구진은 '센서와 액추에이터 A'에서 사람보다 과일 냄새를 더 예민하게 맡는 전자코를 개발했다고 밝혔다. 연구진은 메탄이나 부탄 등 냄새 나는 화합물을 감지하는 산화금속 반도체로 이루어졌으며 센서 32개로 구성된 전자코를 개발했다.

이 장치는 산화금속 반도체 센서들이 부착된 탑 쪽으로 공기가 흐르도록 설계된 공간에 파일 표본을 넣으면 소프트웨어가 실시간으로 자료를 수집, 분류 알고리듬을 통해 정보를 처리한다. 그 결과를 3D 그래프로 표시하면 배와 사과의 정보가 다르게 나타난다.

연구진은 현재 복잡하게 섞인 휘발성 물질들을 구별하는 능력을 강화한 멀티센서를 개발 중이라며 이 전자코는 이런 장치의 시발점이라고 말했다. 이런 장치는 다양한 분야에 활용이 가능할 것으로 보인다. 포도주 양조 분야의 경우 전자코가 포도의 질과 유형을 구별하거나 특정 포도주의 생산 연도를 판별하는 데 쓰일 수 있다.

연구진은 또 바이오 의약 부문에서도 훈련된 개가 사람의 숨 냄새로 폐암과 같은 악성 종양을 탐지할 수 있는 것으로 알려져 있어 전자코를 사용해 개들이 구별해내는 물질을 찾아냄으로써 질병을 조기 진단하고 치료율을 높일 수 있을 것이라고 설명했다.

철새 귀에서 내비게이션 역할 물질 발견

오스트리아 빈 분자병리학연구소 연구진은 '커런트 바이올로지'에서 비둘기의 내이(內耳) 속에 있는 모(毛)세포에서 공 모양의 철성분을 발견했다며 이것이 철새들의 내비게이션 역할을 하는 것으로 추정된다고 밝혔다.

철새들이 해마다 수천km를 이동해 기후가 다른 서식지를 찾아가는 비결은 지구 자기장에 있는 것으로 추정되지만 새들이 어떻게 자기장을 감지하는지는 아직 명확히 밝혀지지 않고 있다.

연구진은 비둘기 내이 속에 있는 모세포의 지각 뉴런에서 공모양으로 뭉쳐져 있는 철성분을 발견했다. 모세포는 소리와 중력을 감지하는 역할을 한다. 연구진은 이 쇠공이 모세포마다 딱 한 개씩 들어있는 것으로 나타났다면 쇠공은 비둘기든 타조든 모든 새의 귓속에 다 들어있지만 사람에는 없는 것이라고 말했다.

이들은 새들에 대한 수십 년간의 연구에서 이처럼 눈에 잘 띄는 쇠공이 발견되지 않은 것이 오히려 놀랍다고 덧붙였다. 이에 앞서 이 연구소의 데이비드 키즈 박사는 비둘기의 부리에 있는 철성분 세포가 이전까지 자기장 센서로 여겨져 왔으나 사실은 단순한 혈액세포라는 사실을 밝혀냈다. 이번 연구는 키즈 박사의 연구를 토대로 한 것이다.

키즈 박사는 "새로 발견된 세포는 뉴런이므로 자기장 센서일 가능성이 훨씬 더 크다"며 "그러나 새로 발견된 쇠공이 자기장 센서일지도 모르지만 이것이 어떻게 자기장을 감지하는지 밝혀내기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다"고 지적했다.

호주 거대동물 멸종은 기후변화 탓

호주와 미국 연구진은 '미국립과학원회보'(PNAS)에서 약 5만~4만년 전 호주 대륙에서 거대 동물들이 일시에 사라진 것은 그동안 원인으로 지목돼온 인류 때문이 아니라 기후 변화가 원인인 것으로 보인다고 밝혔다.

연구진이 최근 현존하는 증거들을 분석한 결과 호주와 뉴기니, 태즈메이니아를 아우르는 사훌(Sahul) 지역에서 사람이 멸종 동물들을 사냥했다는 직접적인 증거는 전혀 발견되지 않았다.

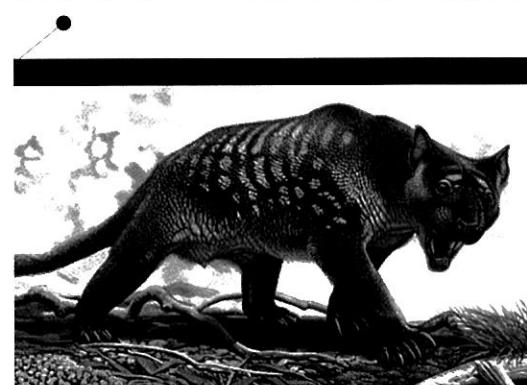
연구진은 "사람이 이들 동물을 멸종시켰을 것이라는 해석은 점점 부정확한 것으로 드러나고 있다"며 "5만~4만5천 년 전 처음 이 지역에 밭을 들어놓은 인류가 일부 종의 멸종에 약간의 역할을 했을 가능성은 있지만 그것도 입증되지는 않았다"고 말했다.

사훌 지역에는 코뿔소만한 유대류 디프로토돈과 너무 커서 뛸 수 있었을지도 의문인 짧은얼굴캥거루 등 약 90종의 거대 동물이 살았다. 연구진은 화석 증거를 근거로 볼 때 최초 원주민이 호주에 도착했을 때 남아있던 거대 동물의 종류는 기껏해야 8~14종에 불과하며 약 50종은 지난 13만년간 화석이 존재하지 않는다고 밝혔다.

한편 최근 남극의 빙핵 연구에서 밝혀진 호주 중심부의 호수 수심 등 고대기 후 자료를 보면 사훌지역에는 45만년 전 광대한 사막이 있었으며 이후 점점 더 건조해졌고 예측 불허의 기후 변화가 일어난 것으로 나타났다.

많은 학자들은 호주 원주민들이 주변에 불을 놓는 오랜 관습을 근거로 이들이 동물 멸종을 초래했다고 주장한다. 그러나 최근 연구는 이 지역에서 빈번한 화재의 역사는 인간 활동보다 기후변화와 더 밀접한 관계가 있는 것으로 드러났으며 사람이 도착하기 전부터 이미 화재가 증가한 것으로 나타났다.

연구진은 "사훌지역의 거대 동물 멸종은 불기항력적인 기후변화 속에서 수십 만년, 최소한 수만 년에 걸쳐 일어났음이 점점 분명해지고 있다"고 말했다.



▶▶ 호주 멸종 거대동물

0.1g 파리크기 로봇 제어비행 성공

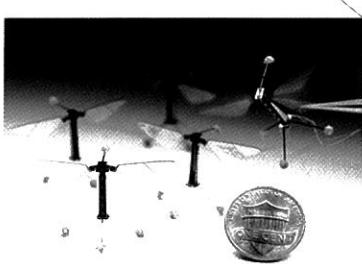
미국 하버드대 연구진은 '사이언스'에서 파리의 몸 구조와 동작을 본뜬 세계에서 가장 작은 로봇을 개발, 제어 비행에 성공했다고 밝혔다. 연구진이 만든 파리 모양 로봇 '로보비'(RoboBee)는 무게가 0.1g도 안 되는 초소형이지만 재료와 설계, 제조 등 여러 측면에서 수십 명의 과학자들이 10년 이상의 연구 끝에 이뤄낸 혁신적인 성과이다.

실험에서 이 로봇은 지면에서 약 10cm 솟아오르고 날개를 퍼덕이며 잠시 공중에 머문 뒤 정해진 경로를 따라 날고 나서 내려앉았다. 탄소 섬유로 만들어진 이 로봇의 두 날개는 초당 120회 퍼덕이며 비행한다.

로보비의 몸에는 전기장이 발생할 때 확장·수축하는 세라믹 가닥으로 이루어진 압전(壓電) 액추에이터가 장착됐다. 탄소 섬유 몸체에 심어진 얇은 플라스틱 경첩이 관절 역할을 하고 정교한 균형 제어 시스템이 각 날개의 회전 운동을 따로따로 실시간으로 제어한다. 이런 작은 로봇은 공기 흐름에 따라 비행 역학에 큰 영향을 받기 때문에 안정적인 자세를 유지하려면 제어 시스템이 그만큼 신속하게 반응해야 한다.

연구진은 시험비행에서 로보비를 가는 선으로 컴퓨터에 연결해 제어했다. 로보비의 완전 독자비행을 위해서는 초소형 뇌와 초소형 전지가 개발돼야 한다. 연구진은 다양한 재료들을 레이저로 재단해 여러 겹의 재료를 차곡차곡 접어 넣는 방식으로 완전한 전자역학 구조를 가진 편평한 판을 만들었고 이 판을 펼치면 마치 어린이용 팝업북처럼 입체적으로 튀어나오도록 했다.

연구진은 로보비가 환경감시, 조난자 수색·구조, 농작물 수분 등에 다양하게 활용될 수 있지만 무엇보다 첨단 재료와 제작기술, 신개발 부품 등이 더 큰 의미를 갖는다고 강조했다. 이들은 앞으로 제어비행과 착지 등 추가시험을 거친 뒤 곤충의 뇌와 군집 협동 행동, 동력원 등 여러 분야 전문가들과의 함께 독자적으로 움직이는 무선 로봇을 만들 계획이다.



▶▶ 하버드대 초소형 비행 로봇 로보비 – Science

'퉁구스카 공중폭발'로 생긴 운석 추정 물체 발견

러시아 과학원 베르나드스키주 지질박물관 안드레이 즐로빈 박사는 물리학 초고 웹사이트 'arXiv.org'에서 아직 정체가 정확하게 밝혀지지 않은 1908년 퉁구스카 공중폭발의 잔해로 추정되는 물체들을 발견했다고 밝혔다.

'퉁구스카 사건'은 소행성 또는 혜성이 히로시마 원자폭탄의 1천배 위력으로 시베리아 퉁구스카 상공에서 폭발하며 광대한 숲을 깯더미로 만든 것으로 수천km 떨어진 런던 하늘을 훤히 비출 정도로 강력했다. 하지만 사망자는 1명뿐이었고 목격자도 거의 없으며 파편이나 충돌 구덩이도 남지 않아 아직 그 실체가 정확히 규명되지 않고 있다.

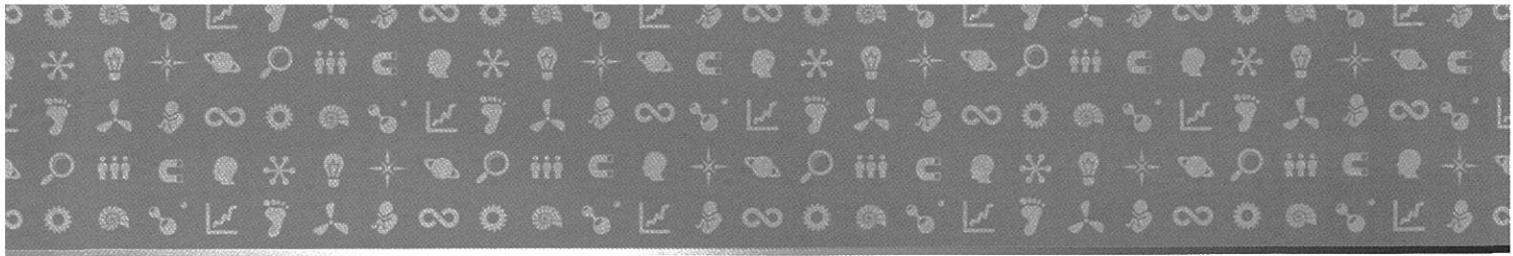
즐로빈 박사는 논문에서 1988년 퉁구스카 폭발현장 탐사 중 큐슈모 강에서 수집한 암석 100여 개 가운데 3개가 퉁구스카 운석으로 추정된다고 밝혔다. 세 개의 암석에서 우주 암석이 지구 대기권을 지나면서 고온으로 녹은 혼적과 운석 특유의 얇게 팬 지문인 '레그마글립트'(regmaglypt)를 발견했다는 것이다. 그는 계산 상 퉁구스카 폭발로 지상 암석이 녹을 정도의 고온이 발생한 것 같지는 않다며 소행성이나 혜성이 퉁구스카 상공에서 폭발할 때 이 운석들이 녹은 것으로 보인다고 말했다.

즐로빈 박사는 이 세 개의 운석이 헬리 혜성과 같은 밀도를 가진 혜성에서 나온 것으로 보인다면서 이 운석들은 얼음 덩어리 혜성이 지구의 대기권을 지나면서 초고온으로 달궈져 파괴될 때 떨어져 나왔을 것이라고 추정했다. 그러나 즐로빈 박사의 주장은 이 운석들이 엄격한 화학 분석과 국제적인 검증을 거쳐야만 확인될 수 있다.

일부 과학자들은 "즐로빈 박사의 첫 탐사 후 구소련의 정치적 격변을 고려해도 그가 왜 이제야 연구 내용을 발표했는지 등에 관해 설명이 미흡하다"고 지적했다.



▶▶ 퉁구스카 폭발 사진



백색지방-갈색지방 상호전환 가능

스위스 취리히공대 식품·영양·보건연구소 연구진은 '네이처 세포생물학'에서 백색지방과 갈색지방이 서로 필요할 때 직접 상호 전환이 가능하다는 사실이 쥐실험에서 확인됐다고 밝혔다.

인간 등 포유동물은 잉여 칼로리를 저장하는 백색지방과 에너지를 연소시키는 갈색지방 등 두 종류의 지방조직을 가지고 있다. 백색지방이 많을수록 체중이 늘고 갈색지방은 에너지를 연소시키기 때문에 많을수록 체중이 준다. 하지만 인간은 태아와 신생아 때를 제외하고 갈색지방이 거의 없고 대부분 백색지방만이 있는 것으로 알려졌다.

연구진은 유전적으로 백색지방과 갈색지방이 구분돼 표시되도록 만든 쥐를 1주일은 섭씨 8도의 생활환경에 노출시킨 뒤 다시 상온에서 살게 하면서 두 가지 지방조직 분포의 변화를 관찰했다. 그 결과 낮은 기온 환경에서는 백색지방 조직 속에서 갈색지방 세포들이 형성되었다가 생활환경이 정상기온으로 바뀌자 갈색지방 세포들이 다시 백색지방 세포로 전환되었다.

연구책임자 크리스티안 볼프룸 박사는 이는 기온이 낮아 열을 방출해야 할 때는 백색지방 일부가 갈색지방으로 바뀌고 기온이 올라가면 다시 백색지방으로 환원된다는 것을 보여준다고 말했다. 그는 사람도 몸이 주위에 노출되면 똑같은 현상이 나타날 것으로 보인다며 비만을 막기 위해서는 백색지방을 갈색지방으로 전환시킬 수 있는 방법을 찾아야 한다고 설명했다.

볼프룸 박사는 갈색지방이 50g만 늘어도 에너지 소모가 20% 증가한다며 비만 예방을 위해 쥐실험에서 나타난 것과 같은 백색지방 세포의 갈색지방 세포 전환 현상을 약리학적 또는 영양학적 수단으로 일으킬 수 있는 방법을 찾아야 할 것이라고 덧붙였다.

'살아있는 화석' 실러캔스 게놈 해독

12개국 40개 연구기관으로 구성된 국제 공동연구진은 '네이처'에서 사지 비슷한 지느러미가 달린 심해 물고기 실러캔스(coelacanth)의 게놈을 해독. 육지동물의 진화과정 등을 더 깊이 이해할 수 있게 됐다고 밝혔다.

3억년 전의 조상과 비슷해 '살아있는 화석'으로 불리는 실러캔스는 최고 2m까지 자라는 기이한 형태의 물고기로 한때 멸종된 것으로 생각됐으나 1938년 살아있는 개체가 아프리카에서 발견된 후 드물지만 지속적으로 발견되고 있다.

게놈 분석 결과 실러캔스는 약 30억 개의 DNA 염기를 가지고 있으며 모든 면에서 다른 모든 등뼈동물과 같은 속도로 진화해 왔으나 유전자만은 진화 속도가 느린 것으로 나타났다. 정크 DNA 양과 같은 다른 요소들을 보면 실러캔스도 다른 종과 비슷해 DNA의 상당 부분이 계속 재배치돼 진화하고 있음을 보여준다.

연구진은 "실러캔스는 '살아 있는 화석'이 아니라 '살아 있는 생명체'"라며 "이들의 유전자가 왜 우리 유전자보다 느리게 진화하는지 알아내는 것이 큰 의미를 갖는다"고 지적했다. 연구진은 실러캔스의 진화속도가 느린데 대해 이들의 서식 환경이 포식자나 경쟁자가 없는 심해 동굴이어서 진화할 필요가 없었기 때문일 것으로 추정한다. 연구진은 실러캔스의 게놈을 다른 등뼈동물들과 비교, 사지 비슷한 지느러미를 가진 물고기가 바다에서 나와 땅에 올라가는 과정에서 어떤 유전자 변화가 생겼는지 조사했다.

그 결과는 예상대로 육지 등뼈동물의 손과 손가락은 새로 생긴 것이 아니라 이미 사지모양 지느러미를 가진 물고기들에 있던 것이 변형됐다는 기존 가설과 일치하는 것으로 나타났다. 연구진은 또 최초의 사지동물이 실러캔스와 비슷한지, 아니면 페어와 더 비슷한지 알아보기 위해 이 두 물고기의 DNA를 포유동물과 새, 도마뱀 등 오늘날 육지동물의 것과 비교했다.

그 결과 실러캔스보다는 페어가 사지동물과 더 비슷한 것으로 나타났다. 또 등뼈동물이 육지에 오르면서 후각 관련 유전자에 광범위한 변화가 일어났고 면역과 배설을 조절하는 게놈 영역에서도 변화가 일어난 것으로 나타났다.

연구진은 새로 발견된 상세한 유전자 정보를 통해 사지 모양 지느러미를 가진 물고기와 사지동물이 공유했던 진화의 역사를 더 깊이 이해할 수 있을 것이라고 말했다. (ST)



▶ 실러캔스 게놈 해독 - Nature