

2018년을 빛낸 10대 나노기술

발행일 : 2018.11.22

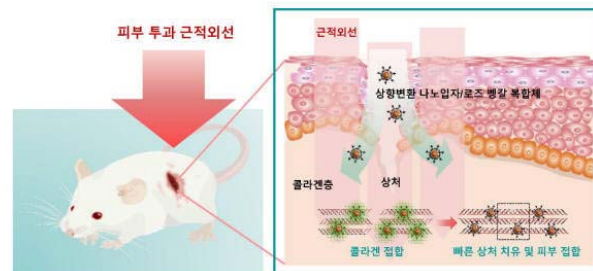


과학기술정보통신부, 산업통상자원부가 공동 주최하는 나노융합성과전을 통해 '2018년 10대 나노 기술'이 발표됐다. 과기부와 산업부 지원을 받아 2017년 6월부터 2018년 5월까지 성과를 창출한 기술 중 추천을 받아 1차로 혁신성(40점), 확장성(40점), R&D 기여도(20점) 등 기준으로 20개 후보기술을 추리고, 나노기술연구협의회 정회원과 나노융합산업연구조합 회원사가 참여하는 온라인 투표와 선정위원회 검토를 거쳐 2018년 10대 나노 기술이 최종 선정됐다. 올해도 '기초원천기술'과 '사업화 유망기술' 두 가지 분야로 구분해 기초기술과 산업화 응용기술 중요성을 모두 반영했다.

< 기초원천기술 분야 ①~⑥:기초원천기술은 미래 우리나라 경제를 이끌어갈 수 있는 미래성장동력 기술과 우리 건강과 관련된 삶의 질 향상 기술을 아우르는 원천기술로 총 6개 기술이 선정됐다.>

1. 빛에 감응하는 나노 입자를 이용한 상처치유 및 피부 접합 기술(한세광 포항공대 교수)

빛을 이용한 상처 치유 및 피부 접합



<빛을 이용해 상처를 치유하는 광의약 기술 모식도.>

근적외선에 감응하는 나노 입자를 이용해 피부 내부의 콜라겐 접합을 유도해 피부 절단 부위를 간편하고 빠르게 접합하는 광의학 기술이다. 상향변환 나노입자(UCNP)에 피부투과 히알루론산을 섞어 복합체를 제조한 다음 상처 부위에 효과적으로 전달하는 방식으로 이뤄진다. 장파장 근적외선 빛을 흡수해 단파장 가시광선을 방출하는 상향변환 나노입자가 녹색 파장의 빛을 방출하게 해 광염료를 활성화시키고 이것이 콜라겐 접합을 유도해 빠르게 효과적으로 상처를 치유한다. 이 기술을 이용하면 사고나 상처에 의한 피부 절단 부위나 로봇 수술 후 피부 절단 부위를 빛을 이용해 간편하게 접합할 수 있다.

< 미니인터뷰 > 한세광 포항공대 교수

【사진8】'아바타'나 '킹스맨' 같은 공상과학(SF) 영화에서 주인공의 상처 부위나 피부 절개 부위에 빛을 조사해 상처를 치유하는 장면을 흔하게 볼 수 있다. 한 교수는 이러한 첨단 미래 의료기술을 구현하기 위해

빛에 감응하는 나노 입자를 이용한 상처치유 및 피부 접합 기술을 개발했다.

한 교수는 "근적외선을 조사해 피부 깊은 조직에서 콜라겐 접합을 유도해 피부접합이 빠르게 진행돼 외과 수술에 일반적으로 사용되는 봉합사나 스테이플링을 이용한 상처 봉합 또는 피브린글루와 같은 피부 접착제를 사용하는 피부접합과 비교했을 때 흉터가 적고 효과적으로 상처 부위가 치유된다"면서 "상향변환 나노입자의 탁월한 체내 광전달 특성을 다양한 광의약 기술에 접목해 새로운 패러다임의 광의료 기술을 개발할 것"이라고 말했다.

포항공대 신소재공학과 의료용 나노소재 연구실은 생체고분자 히알루론산을 이용한 피부투과 단백질 전달기술을 개발하기 위한 연구와 상향변환 나노입자에 대한 연구를 수행하고 있다. 연구성과를 바탕으로 화이바이오메드를 창업해 피부투과 히알루론산-단백질 접합체 나노의약과 기능성 화장품, 자기조립 하이드로젤을 이용한 난치성 질환 세포치료제, 진단 및 치료용 스마트 콘택트렌즈 사업화도 추진하고 있다.

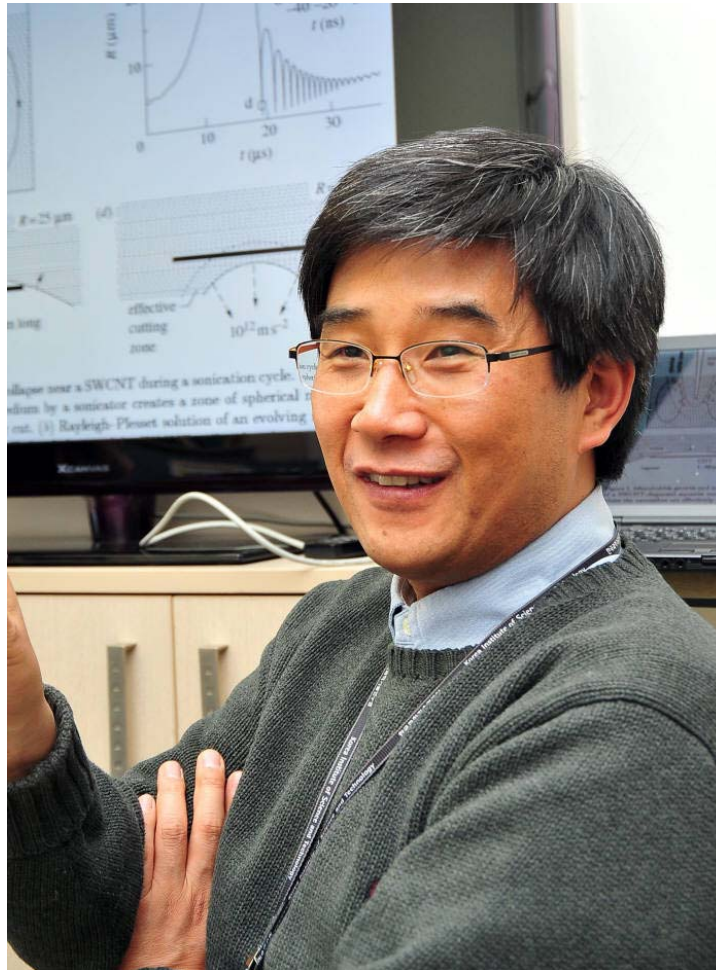
2.세계 최고 양자 효율을 갖는 진청색 OLED 소재 및 소자 기술(이준엽 성균관대 교수)



<유기발광다이오드(OLED) 발광소재. <전자신문DB>>

고효율 청색 인광·형광·발광 재료 기술을 통한 세계 최고 효율 유기발광다이오드(OLED) 소자다. 발광물질은 1세대 형광, 2세대 인광, 3세대 열활성화지연형광(TADF)로 나눌 수 있으며 2, 3세대는 1세대에 비해 높은 발광 효율을 보인다. 적색과 녹색의 경우 2세대를 사용해 전력 소모가 적은 편이지만 청색의 경우 1세대를 사용하고 있어 전기를 많이 소모한다. 형광 발광 기술은 효율이 낮은 대신 다른 기술에 비해 색 순도가 좋고 소자 수명이 길다는 장점이 있다. 연구팀은 형광과 인광, TADF 기술을 조합해 형광 수준의 수명과 색 순도를 가지면서 인광, TADF 수준의 효율을 가지는 고효율 진청색 소자를 개발했다. 고효율 진청색 OLED 소재 기술을 통해 OLED 디스플레이 소비전력을 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

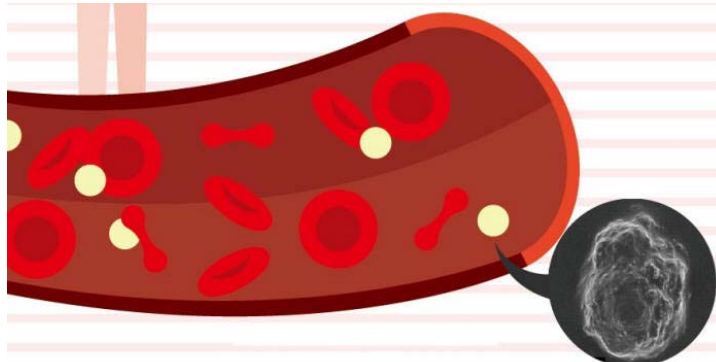
3.나노 물질 설계가 용이한 웹기반 나노 시뮬레이션 플랫폼 개발(이광렬 KIST 박사)



<이광렬 한국과학기술연구원(KIST) 박사.>

이론적 계산을 기반으로 한 시뮬레이션을 통해 원자나 분자 움직임을 이해하는 것은 나노 현상을 이해하고 제어하는데 효과적인 연구수단이지만 슈퍼컴퓨터를 이용한 거대 규모 계산이 필요한 매우 전문화된 영역으로 진입장벽이 높았다. 이 박사팀은 이러한 문제를 극복하기 위해 인터넷상 가상의 실험실인 버추얼랩을 만들어 실험을 하듯이 나노소재를 설계할 수 있는 환경을 구축했다. 배터리 소재 설계를 위한 가상의 실험실인 iBat에서는 전해질과 음극의 계면반응 실험실, 음극반응 실험실, 양극물질 실험실 등 다양한 시뮬레이션을 통해 나노 현상을 이해하고 나노 물질을 설계할 수 있다. 이러한 플랫폼을 손쉽게 만들 수 있는 프레임워크인 심플(SimPL)도 개발해 계산나노과학 플랫폼 정보를 제공하는 포털사이트를 통해 공개하고 있다. 축적된 기술과 경험을 바탕으로 버추얼랩을 창업해 사업화했다. 슈퍼컴퓨터로만 가능했던 계산과학 기반 나노설계 플랫폼을 웹기반으로 제공해 나노연구의 진입 장벽을 낮췄다는 평가다.

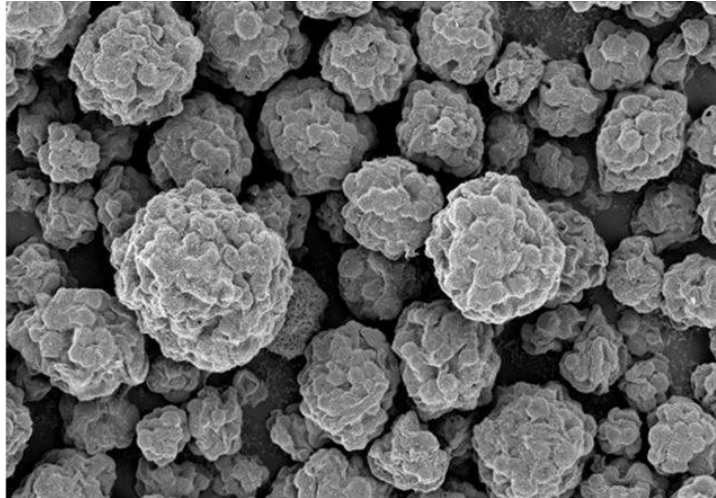
4.나노코팅된 인간면역세포를 활용한 목적 생리 물질 전달 기술(최종훈 중앙대 교수)



<혈관 속 적혈구와 나노코팅된 면역세포.>

살아있는 세포에 바이오 폴리머를 이용해 나노 두께의 얇은 막을 코팅하고 그 표면에 외부 물질을 인식할 수 있는 단백질을 붙여 체내 주입시 짧은 시간 내에 원하는 표적기관에 도달시켜 면역반응을 유도하는 기술이다. 외부 물질이 들어오면 면역세포가 탐식하고 인지해 그 물질에 대한 면역 활성을 띄는데 보통 2주가 걸린다. 만들어진 면역세포 나노막에 외부물질을 인식할 수 있는 단백질을 붙여서 짧은 시간에 면역 반응을 유도해 외부물질을 사멸시키거나 암세포 활성화도 억제시킬 수 있다.

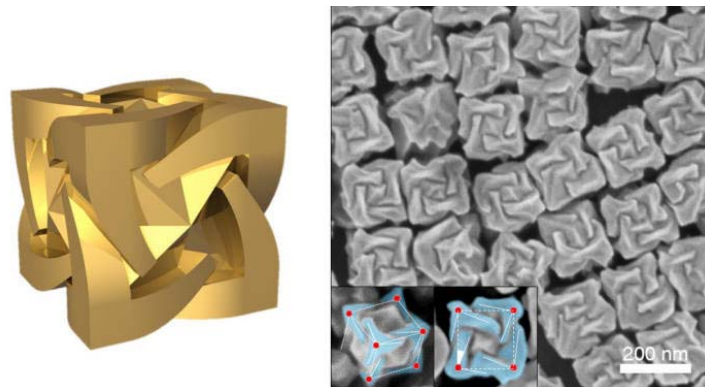
5.고에너지 밀도 리튬-황 전지 구현을 위한 카본나노튜브 스펀지 입자 제조 기술(문준혁 서강대 교수)



<문준혁 서강대 화공생명공학과 교수 연구팀이 개발한 에너지 밀도가 높은 탄소나노튜브 볼.>

카본나노튜브(CNT)가 뭉쳐진 필름에 기공구조를 제어해 황 흡수가 용이한 나노구조소재를 개발하고, 이를 리튬황전지 전극에 적용해 기존 리튬이온전지 대비 두 배 이상 고에너지 밀도를 달성했다. 현재 리튬이온전지 전극 물질로는 다공성 탄소 필름이 널리 활용된다. 하지만 차세대 고에너지밀도 리튬전지 활물질로 각광받는 황은 높은 표면장력 때문에 일반적인 다공성 탄소 필름에 쉽게 흡수되지 않는다. 반면에 탄소나노튜브 스펀지 필름은 수 μm 크기 카본나노튜브 입자로 이뤄져있어 입자 내부에 양의 곡률을 갖는 미세기공이 형성되기 때문에 기공비율이 2배 이상 커져 황이 매우 빠르게 흡수된다. 황을 흡수시킨 스펀지 입자를 양극으로 사용하는 리튬황전지는 기존 리튬이온전지 보다 2배 이상 높은 에너지밀도를 구현할 수 있기 때문에 차세대 전기차에 적용하면 연비와 주행거리를 비약적으로 향상시킬 수 있다.

6.단백질을 모방한 3차원 금속 나노입자 합성 기술(남기태 서울대)



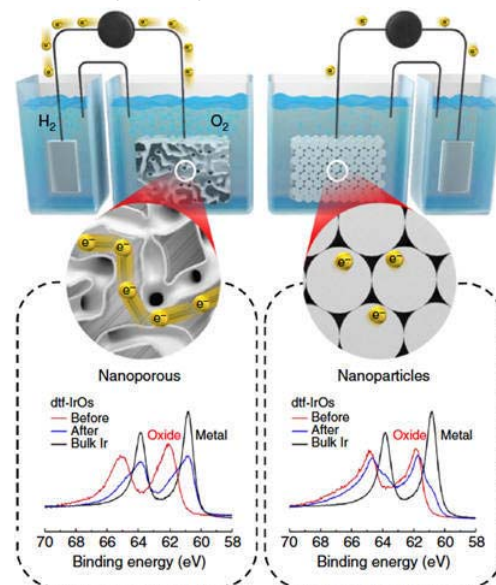
<남기태 서울대 교수팀이 최초로 개발한 거울 대칭상의 금 나노 기하구조 펩타이드를 이용해 세계 최초로 구현된, 거울상 기하 구조를 가진 금 나노 입자의 모형(왼쪽)과 전자현미경 사진. (자료=서울대)>

단백질과 금 특정 표면의 상호작용에 대한 이해를 바탕으로 인공적으로 만들 수 없었던 카이랄 구조가 표현된 균일한 금 나노입자를 세계 최초로 합성해 나노 구조체 제작에 새로운 패러다임을 제시했다. 오른손

과 왼손의 입체구조는 동일해 보이지만 서로 겹쳐지지 않는데 이런 특성을 '카이랄성'이라고 한다. 자연계 단백질과 같은 유기물에서만 존재하는 입체이성질체 구조인 카이랄 구조를 무기 재료에서 구현하는 것은 어려웠다. 남 교수팀은 화학적인 방법을 통해 정교하게 조절된 나노 형상을 만들어 무기 재료에서 카이랄 구조를 구현했다. 독특한 기하 구조를 조절해 육안으로 구분할 수 있는 모든 색체를 구현할 수 있기 때문에 차세대 디스플레이 개발에 새로운 패러다임을 제시할 수 있다. 플렉시블 디스플레이, 3차원 홀로그램, 광 기반 커뮤니케이션의 핵심 소재로 활용할 수 있다. 또 화학과 생체의료 분야에서도 중요한 돌파구를 제시할 수 있다.

< 사업화 유망기술 분야 ⑦~⑩:사업화 유망기술은 2년 이내 상용화되어 우리 생활 속에서 접하게 될 기술을 의미하며 4개 기술이 선정됐다.>

7.고효율 나노다공성 수소발생 촉매기술(엘캠텍)



<김용태 교수팀이 개발해 엘캠텍에 이전한 전극구조에서 전하전달 고속도로 기본 개념.>

물 분해 촉매역할을 하는 양극 미세구조를 전기화학적 탈합금 방식으로 나노다공구조화하고 이를 적용해 수소발생효율 90% 이상, 소비전력 20% 절감이 가능한 세계 최대 규모 수소 제조장치를 사업화했다. 나노다공성 촉매는 기존 제조법을 그대로 이용할 수 있어 경제적이며 촉매의 성분을 바꾸면 물 외에 다양한 전기분해 분야에도 사용할 수 있다. 나노다공성 촉매를 적용하면 물 전기분해 수소 제조 가격은 5000원 수준으로 낮아져 수소경제 활성화에 기여할 수 있다.

< 미니인터뷰 > 문상봉 엘캠텍 대표

【사진7】모든 화학 반응은 에너지를 필요로 한다. 이러한 화학 반응 과정에 촉매가 적용되면 반응에 필요한 에너지를 획기적으로 줄일 수 있다. 엘캠텍이 개발한 기술은 머리카락의 100분의 1 두께인 나노미터 크기에 다공성 구조를 갖는 촉매를 제작하는 원천기술이다. 나노다공성 구조의 고효율 촉매를 이용해 수소를 생산하는데 필요한 에너지를 획기적으로 줄여 환경·에너지 분야에 다양하게 적용할 수 있는 기술이다.

이 기술을 통해 엘캠텍은 염소 발생기(살균·소독 분야)와 수소 발생기(에너지 분야) 고효율화를 이끌어낼 수 있을 것으로 기대하고 있다. 염소 발생기와 수소 발생기는 귀금속 촉매를 사용하기 때문에 발생기 가

격 상당부분을 촉매가 차지한다. 부산대와 산학협력을 통해 나노다공성 구조 고효율 촉매를 개발해 동일한 성능을 유지하면서 제품 소형화와 가격 절감을 가능해 경쟁력 있는 제품을 생산할 수 있게 됐다.

문 대표는 "지속적으로 환경과 에너지 분야 연구 개발에 매진한 결과 10대 나노 기술 선정이라는 열매를 맺었다"면서 "앞으로도 해당 분야에 대한 체계적인 연구개발 및 투자와 지원을 아끼지 않을 것이며 정부와 기관에서도 미래 산업인 나노기술 분야의 아낌없는 지원을 부탁드립니다"고 말했다.

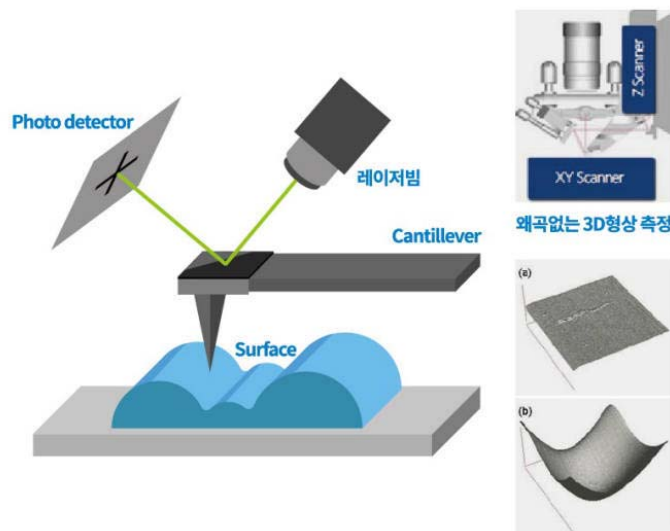
8. 대기 중 단시간 상온 소결 가능한 저가 구리 나노잉크 제조기술(누리비스타)



<누리비스타가 개발한 단시간 상온 소결 가능한 구리나노잉크. <전자신문dB>>

누리비스타의 구리잉크는 머리카락 굵기의 200분의 1 수준인 미세한 나노 파우더로 만들어졌다. 이러한 나노잉크는 구리와 같이 전도성을 가져 전극으로 활용된다. 전극 패턴을 인쇄하고 인쇄된 곳에 빛을 쬐어 주면 상온에서 1초 내로 전극형성이 완료돼 기재에 손상을 주지 않는다. 또 구리입자를 사용해 현재 상용화된 은 소재 잉크 가격 대비 3분의 1 이하 수준의 뛰어난 가격 경쟁력을 갖췄다. 이 기술은 열에 약한 종이나 필름과 같은 유연한 기재에도 충분히 사용할 수 있다. 물류유통 분야 RFID 태그, 휴대폰이나 각종 전자기기용 NFC 안테나, 종이 위의 전극부터 태양전지에 이르기까지 다양한 분야에 활용할 수 있다.

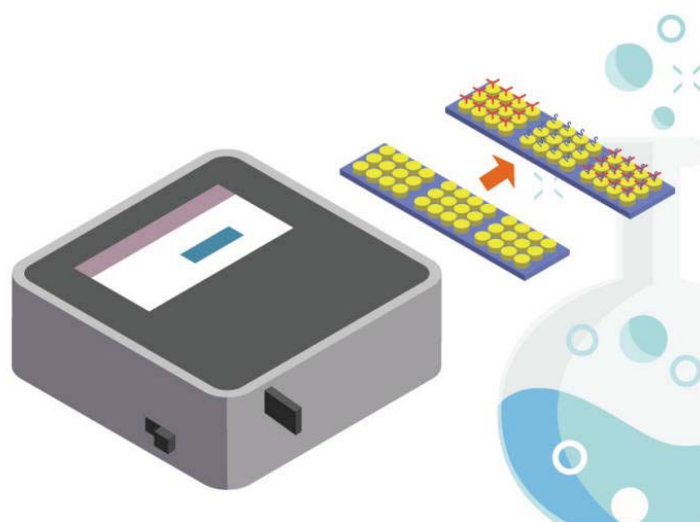
9. 반도체의 인라인 나노계측 솔루션을 제공하는 자동 원자현미경 기술(파크시스템즈)



<반도체 인라인 나노계측 솔루션을 제공하는 파크시스템즈의 자동 원자현미경 기술. <자료=나노기술연구협의회>>

원자현미경(AFM) 개발회사인 파크시스템즈는 반도체 공정 개발·검사를 위한 나노계측용 자동원자현미경을 개발해 세계 반도체 글로벌 기업을 대상으로 사업화를 추진하고 있다. X-Y축과 Z축이 분리된 스캐너를 사용해 왜곡현상이 없는 반듯한 이미지를 얻을 수 있으며 완전비접촉모드를 통해 탐침이 조사자국을 남기지 않아 시료 손상이나 탐침 마모 없이 3D 형상을 측정할 수 있는 원자현미경 기술이다.

10.금속 나노패턴센서 기반의 휴대형 실시간 식품 독소 측정기 제품화 기술(텔트론)



<텔트론이 개발한 금속 나노패턴센서 기반 휴대형 실시간 식품 독소 측정기 개념도. <자료=나노기술연구협의회>>

금속 나노패턴 기반 국부 플라즈몬 발생원리를 이용해 식품에 미량 잔류하는 독소, 농약 등을 현장에서 실시간 검출할 수 있는 검사기기 제품화 기술이다. 곰팡이 독소와 유기인계농약, 패류독소 등 식품유해화학물질은 끓이더라도 제거되지 않고 섭취했을 때 발암과, 신경중독, 심근경색 등을 유발해 인체에 치명적이기 때문에 섭취를 미리 방지하는 것이 중요하다. 독소 분석을 위해 금속나노패턴 위에 독소와 반응하는 압타머를 부착해 금속나노센서를 제작했고 이 금속나노센서는 독소와 결합되면 표면에 굴절률의 변화가 생기는데 이를 통해 독소의 양을 분석한다. 음식물 속에 있을지도 모르는 독소를 미리 측정해서 증체율 감소, 면역기능 억제, 암을 유발할 수 있는 중독 사고를 미연에 방지할 수 있다.



<인터뷰> 이창현 단국대 교수 “어려운 나노 기술 이해도 높이는 기회 되길”

이창현 단국대 에너지공학과 교수는 나노기술연구협의회 교육·홍보위원회 간사로 2018년 10대 나노 기술 선정 과정을 총괄했다.

2016년부터 매년 선정해 발표하는 10대 나노 기술은 연구비를 지원하는 과기부와 산업부를 대상으로 나노 기술 투자 성과를 홍보하는 동시에 일반 국민에게 나노 기술이 우리 생활과 동떨어져 있는 기술이라는 인식을 개선하고 기술 이해도를 높여 새로운 성장동력임을 알리고자 하는 취지에서 시작됐다.

이 교수는 “나노 기술은 크게 나노매뉴팩처링·나노정보전자·나노바이오·나노소재·나노에너지환경 등 다섯 가지 분야로 나뉘는데 처음 10대 기술을 선정한 2016년에는 나노바이오 분야, 작년에는 나노소재 분야에서 의미있는 결과가 많이 나왔지만 반면에 올해는 5가지 분야에서 고루 성과가 나왔다”면서 “전방위에서 연구개발 투자가 열심히 이뤄진 결과로 의미가 있다”고 설명했다.

이어 이 교수는 “지난해부터 과기부와 산업부가 함께 나노융합성과전을 개최하면서 기초원천기술부터 사업화기술까지 전체적으로 의미있는 나노 성과를 많이 노출을 했다는 점도 의미있는 부분”이라고 말했다.

일반 국민이 더 쉽게 나노 기술을 이해할 수 있도록 카드뉴스와 동영상 형태로 10대 나노 기술 소개 자료를 만들어 유튜브와 페이스북 등에 홍보할 예정이다. 중·고등학생을 대상으로 한 교육 자료로 활용하는 방안도 검토하고 있다.

정현정 배터리/부품 전문기자 iam@etnews.com