

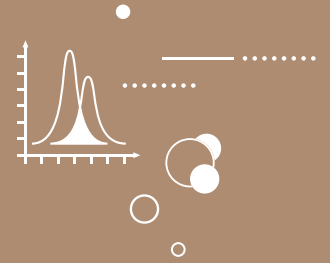
PART . 2



SECTION

I

대한민국을 바꾼 카이스트



“2000년이 되면 카이스트는
대한민국 교육의 새로운 장을 여는
선봉장이 되어 있을 것이다.
또한, 국민들에게 높은 자신감을 주고,
안정되고 자유로운 한국 사회를 만드는
초석이 되어 있을 것이다.”

카이스트 설립 근거가 된 터만보고서의 마지막 장
‘미래의 꿈(The Dream of the Future)’에서 확신한 것처럼
카이스트는 국가 산업발전의 초석을 놓는 역할을 했다.

이제는 현실이 된 50년 전의 확신은
두 번째 신화를 쓰기 위해 새로운 꿈을 꾀다.

4차 산업혁명의 선봉장이 되어 국민의 자긍심을 고양하고,
대한민국을 선진국으로 발전시키는 초석이 되겠다는 비전에
한마음 한뜻으로 도전한다.

한국 반도체 산업의 신화를 만든 카이스티안

카이스티안 중에 세계적으로 회자되는 혁신사업가는 아직 없다. 그러나 우리나라 반도체 산업을 키운 핵심 동력원이라면 얘기가 다르다. 세계 최고 기업 삼성전자의 반도체 신화창조에 카이스트 출신 인재들의 활약을 빼놓고는 얘기할 수 없기 때문이다.

우리나라 이공계 대학원 교육을 세계적인 수준으로 높이겠다는 카이스트 설립 첫번째 목적을 기억한다면, 카이스티안이 한국 산업의 선봉에 선 것은 어쩌면 당연한 일일 것이다.

한국 반도체의 대부, 김충기 교수

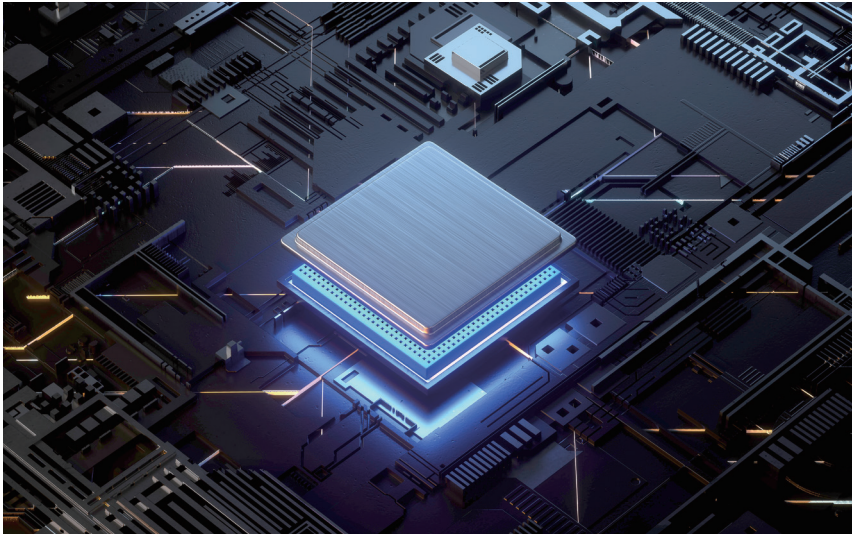
1970년대 초, 우리나라는 반도체 산업의 중요성을 인식하고 있었지만 체계적인 연구나 교육은 아직 이루어지지 못한 상태였다. 한국과학기술연구소에서 발광 다이오드 제작, 실리콘 적층 연구, 집적회로 제작 실험 등의 연구가 수행되고 있었지만, 반도체에 대한 체계적인 연구나 교육은 이뤄지지 않았다.

큰 그림을 그리고, 앞에서 이끌어 나갈 전문가가 없던 시절, 김충기 교수는 반도체 기술 연구와 교육이 무엇보다 시급하게 이뤄져야 한다고 판단했다. 그리고 3년에 걸쳐 미국 대학의 시스템을 벤치마킹해 반도체 집적회로 제작 설비를 설치했다.

이로 인해 마침내 국내에서도 이론과 실습이 균형을 이룬 첨단 반도체 연구와 교육이 가능해졌다. 연구자로서 그리고 교육자로서 해야 할 일들을 정확한 타이밍에 해낸 것이다.

한국 반도체 산업 발전의
기틀을 마련한 김충기 교수.

반도체 비전을 전파해
지금의 반도체 강국이 있게 한,
한국의 반도체 신화를 써내려간
영웅이자 대부였다.



김충기 카이스트 교수

- 대부라는 호칭은 부담스럽습니다. 다만 막 걸음마를 떤 위태롭게 걷던 한국 반도체가 어느덧 높이 비상하며 세계를 호령하는 모습을 보니 꿈만 같습니다. 연구와 교육에 투자한 시간들이 결코 헛되지 않았다는데 보람을 느낍니다. ●●

김충기 교수가 카이스트에 임용된 것은 지난 1975년. 당시 한국에는 반도체 산업이라는 개념이 전무하던 시절이었다. 하지만 김충기 교수는 언젠가 한국의 대기업들이 반도체로 뛰어들 것이라고 확신했다. 미래가 보이는 데도 준비하지 않는 인생은 실패할 수밖에 없다고 단언하던 김충기 교수는 무엇을 해야 하나 고민하기 시작했다.

반도체를 산업으로 키워야 내가 교수로서 할 일을 한다는 생각이 들었습니다. 그래서 인력을 키웠죠. 학생들에게 실무를 가르치고, 교과서에 나오는 것과 실무에서 다른 것이 무엇인지를 가르쳤습니다. 학생들이 졸업할 무렵 국내 대기업들이 반도체에 투자를 시작하더군요.

김충기 카이스트 교수

일기예보에서 비가 온다는데도 우산을 준비하지 않고 집을 나서는 사람들이 있습니다. 내일 실험이 있다는 데도 아무 준비도 없이 학교에 오는 학생들이 있듯이 말입니다. 미래가 보이는 데도 오늘을 준비하지 않는다면 그의 인생은 실패할 수밖에 없지 않겠습니까?

국내 반도체 기술 연구의 중심에 선 김충기 교수의 연구실에서 이론과 실습이 균형을 이룬 첨단 반도체 연구와 교육이 실행됐다. 페어차일드(Fairchild Semiconductor Inc.)에서 자유롭게 소통하는 기술을 경험한 그의 강의는 학생들에게 늘 인기 만점이었다. 특히 기술의 실제 문제를 염두에 둔 그의 연구 태도는 학생들에게 늘 귀감이 됐다. 강의를 듣기 위해 우수한 학생들이 끊임 없이 모여들었다.



1975년부터 2010년까지 김충기 교수는 총 72명의 석사와 38명의 박사를 지도했다. 반도체 연구를 국내에 정착시키고 관련 기술 개발을 이끈 1, 2세대 주역들을 키워내 국내 반도체 산업 발전의 기틀을 마련한 공로를 인정받아 1997년 국민훈장 모란장을 수여했다.

2000년대 한국 반도체 산업 초기에, 메모리 반도체와 반도체 소자를 핵심부품으로 쓰는 디지털 기기 등 꼭 필요한 연구를 수행하고 인력을 키운 그 업적을 인정하여 2019년 과학기술유공자로 지정하며 그의 헌신에 경의를 표했다.

국가의 과학자로서, 또 카이스트 교수로서 연구개발과 인력양성에 적극적으로 참여하며 국가 산업 발전에 기여한 김충기 교수.

실험연구의 여건이 취약한 국내에서 실험을 통해 반도체 소자 및 집적회로 분야에서 우수한 연구업적을 이룩함으로써 우리나라 반도체 관련 산업이 세계 수준에 도달하고, 향후 더욱 발전할 수 있는 기틀을 마련하는 데 많은 기여를 했다.

1970년부터 20여 년간

반도체 소자, 집적회로 분야에 대한 집중적인 연구로 세계적으로 인정받는 획기적인 연구업적을 이룩하여 우리나라 반도체 관련분야의 기술향상에 공헌했다.

1973년, 미국의 페어차일드 연구소에서

전하결합소자^(CCD : Charge Coupled Device)의 연구개발에 종사하며 세계 최초로 '전하결합 선형영상감지소자'^(CCD : Linear Image Sensor) 개발에 성공했다.

1975년 이후에는

한국과학기술원에서 반도체 소자 및 집적회로분야의 연구와 교육에 종사하면서 국내 반도체 산업 발전에 크게 기여했다.

고속열처리 공정에 관한 연구를 통해 국내에서 제작한 고속열처리공정^(Rapid Thermal Process) 장비로 0.1 μ m 정도의 '얇은 접합'^(Shallow Junction)을 형성하는 데 성공하여 16M DRAM 이상의 고집적 기억소자에 필요한 접합형성기술을 확보했다.

3 μ m~5 μ m의 적외선 파장을 검출하는 MCT^(Mercury Cadmium Telluride) 다이오드 개발에 성공하여 향후 적외선 감지소자(IR sensor)개발에 이용할 수 있게 함으로써 국내에서 '열영상소자'^(Thermal Image Sensor)의 개발 가능성을 열었다.

1990년대 연구실에서는 연구 주제를 다각화하고 특히 미래를 준비하는 새로운 문제에 도전했다. 냉각식 적외선 영상 감지 소자를 개발하여 국방용 적외선 카메라를 국산화했다. 또한 이 시기에 김충기 교수의 지도로 박막 트랜지스터(TFT)나 액정 디스플레이(LCD) 같이 새로운 주제에 도전했던 제자들은 한국 기업이 세계 최고가 되는 데 중심 역할을 했다. 김충기 교수로부터 이론과 실무를 배운 카이스트 학생들은 반도체 산업에 뛰어난 대기업에 대거 진출하면서 한국 반도체 신화의 밑거름이 됐다.

김충기 교수의 1기 제자, 경종민 교수

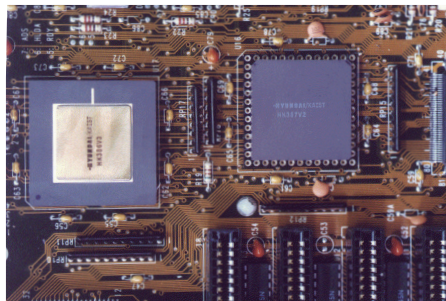
대한민국 메모리 중심 반도체 산업의 포문을 연 것은 삼성전자였다.
1983년 국내 최초로 64K DRAM 제작에 성공하면서
선두 자리를 차지하게 된 것이다.

하지만 전기및전자공학과 경종민 교수는
앞으로 메모리보다 비메모리가 중요해질 것이라고 예상하고
1990년부터 도전하여 1995년 9월 국내 최초로
인텔 386 호환 중앙처리장치(CPU) 개발에 성공했다.

현대전자와 공동개발 한
처리속도 33MHz짜리 마이크로프로세서 HK386은
IBM호환 PC의 386칩 소켓에 그대로 꽂아 쓸 수 있다.
386칩은 세계 CPU시장의 90% 이상을 점유하고 있는
인텔 80386 계열의 기본기술로
펜티엄 등 고급 칩으로 도약하기 위한 필수기술이었다.

CPU시장은 미국의 인텔사가 세계시장을 독점하고 있었는데,
국산화에 성공하면서 인텔에서 CPU를 공급받아온 국내 PC업체들도
가격경쟁력을 크게 높일 수 있게 됐다.
이번 CPU개발은 국내 반도체 산업 발달사에
한 획을 긋는 업적이라는 평가를 받았다.

HK386과 HK387이 장착된 PC 주기관



김충기 교수의 뒤를 잇는 카이스티안의 신화

김충기 교수의 반도체 교육과 연구는 많은 제자들에게 전파되어 세계 산업계에서 한국의 반도체
신화를 이끌어 가는 주역이 되었다.

세계 최초로
26만 컬러 액정표시장치 구동칩을 개발하고
삼성전자의 반도체 신화를 일으킨
권오현 삼성전자 겸 종합기술원 前 회장.

삼성전자에서 최초로 플래시메모리를 개발한
임형규 삼성종합기술원 前 사장.

반도체설계교육센터(IDE)를 설립해
반도체설계인력양성을 위해 공헌한
경종민 카이스트 교수.

국내 반도체 분야 기술 혁신에 혁혁한 공을 세운
진대제 前 정보통신부 장관.

디스플레이의 기능과 형태, 모두를 혁신한 카이스티안

전자공학에서 디스플레이는 표시장치라는 뜻으로 각종 전자기기의 다양한 정보를 전달하는 출력장치를 의미한다. 우리나라가 액정표시장치 개발에 처음 뛰어들었을 때는 기술이 미처 준비되지 않은 무모한 도전이었다. 그러나 1995년 첫 TFT-LCD 양산을 시작한 지 불과 6년 만에 세계 디스플레이 시장에서 부동의 1위였던 일본을 따라잡고 당당하게 1위에 올라섰다. 이는 삼성과 LG가 거액의 설비 투자부터 시작해 기업과 정부, 대학이 힘을 합친 3인 4각으로 기술력을 끌어올렸기 때문이었다.

3인 4각 중에는 카이스티안의 다리가 있다. 카이스트는 디스플레이를 공동연구하기 위해 삼성과 LG 등 6개 기업과 산학협력 협정을 체결하고 '디스플레이 연구센터'를 설립했다.



디스플레이 연구센터(LG세미콘홀)

이상완 삼성전자 LCD 총괄 사장

“카이스트는 대한민국의 미래를 이끌 과학영재들이 모인 곳입니다. 이번 협력을 통해 디스플레이 세계 최고 기업과 대한민국 최고의 과학기술대학이 손잡고 미래의 디스플레이 기술을 리드해 나갑시다.”

기업과의 공동연구로 원천기술 확보

2008년, 전기및전자공학과 박재우 교수와 유승협 교수는 ㈜테크노세미켄, 삼성전자LCD총괄과 공동연구를 통해 '꿈의 디스플레이'라 불리는 투명디스플레이, 에이엠올레드 디스플레이 및 플렉시블 디스플레이 등의 구동회로용으로 사용되는 투명박막트랜지스터(Transparent Thin Film Transistor) 기술을 개발했다.

이는 미국, 일본 등이 원천특허를 보유하고 있는 산화아연(ZnO)기반 투명박막트랜지스터 기술에서 벗어나, 세계 최초로 산화티타늄(TiO₂)물질을 이용한 투명박막트랜지스터의 원천기술을 확보하는 데 성공한 것이다.

TiO₂박막트랜지스터의 원천특허는 카이스트 소유로 되어 있다. 2007년 10월 국내특허에 출원되었으며 지식경제부 해외특허 지원프로그램으로 채택되어 미국, 일본, 유럽에 관련기술 특허 등이 등록되었다.



과거에 디스플레이의 혁신은 높은 화질과 색감 등에 국한되어 있었다. 이제는 접히고 말리고 늘어나는 디스플레이라는 형태 혁신, 그리고 이를 이용한 기능 혁신이 함께 일어나는 시대다.

카이스트는 이 새로운 혁신의 중심에 있다.

딱딱하고 평평한 화면, 안녕~

딱딱하고 평평한 화면은 가고 살아 움직이는 화면이 왔다. 접히는 스마트폰과 돌돌 말리는 TV가 상용화되면서 영화 속의 디스플레이가 우리 생활에 스며든 것이다. SF영화에서나 보던 휘어지고 구부러지는 상상 속의 기기들이 이제 더 이상 상상이 아닌 현실이 됐다. 디스플레이 시장에 거대한 변화를 가져온 플렉시블은 '잘 구부러지는'이란 뜻이다. 즉, 플렉시블 디스플레이는 종이처럼 휘어지고 구부러지는 화면이다.



플렉시블 디스플레이에는 많은 장점이 있다.

두께가 기존의 디스플레이에 비해 **얇고 가벼워 휴대가 간편하다.**

쉽게 형태를 변형할 수 있어 **공간 활용성이 뛰어나다.**

다양한 형태로 변형이 가능하다.

그렇기 때문에 교과서나 서적 같은 출판물에 전자종이로 쓸 수 있고, 나아가 전자책판, 매장의 가격표, 패션에까지 그 응용분야가 무궁무진하다. 플렉시블 디스플레이는 우리 생활에 일대 혁신을 불러올 것이다.

디스플레이의 선도자 최경철 교수

2005년부터 카이스트에서 학생들을 가르치며 디스플레이 분야의 연구를 진행하고 있는 최경철 교수는 석사과정 재학 중인 80년대 후반부터 디스플레이 관련 연구를 진행했다. 93년도에 디스플레이로 박사학위를 받을 당시만 하더라도 디스플레이로 박사학위를 받은 경우는 거의 없었다.

차세대 디스플레이 개발의 선두를 달리고 있는 차세대 디스플레이 및 나노융합 연구실의 최경철 교수가 연구하는 분야 중 하나가 플렉시블 디스플레이이다. 이 기술이 더 발전한다면, 우리가 입는 옷에 디스플레이가 부착될 수 있다. 또한 한국연구재단으로부터 선도연구센터 사업자로 선정이 되어 플렉시블 OLED를 의료(Medical) 분야에 응용한 새로운 연구도 시작했다.

최경철 카이스트 교수

- 밤에 경찰이나 도로공사를 하시는 분이 디스플레이가 부착된 의류를 입으면 더 안전해집니다. 멀리서도 운전자가 OLED 빛을 보고 사람을 확인할 수 있기 때문이죠. 또, 조그마한 디스플레이 패치를 옷소매 부분에 부착하면, 소비자는 굳이 스마트폰을 들고 다니지 않아도 됩니다. 바로 옷에 부착된 디스플레이에서 이메일도 보고, 뉴스도 검색하고, SNS 콘텐츠도 게재할 수 있기 때문이죠. 이처럼, 디스플레이는 패션 측면에서 얼마든지 활용할 수 있습니다.
- OLED 디스플레이 조명이 피부에 난 상처 치료, 수면장애 치료, 치매치료 등에 도움이 되는지를 보고 있습니다. OLED의 조명이 피부에 난 상처치리에 도움이 된다는 것이죠. 또 이 빛이 사람의 마음을 평온하게 해 줘서 수면장애나 치매치료 등에 효과적이라는 의미입니다.

2007년

PDP(Plasma Display Panel) 전력 소모를 대폭 개선할 수 있는 세계 최고 고효율 발광 핵심 원천기술을 개발했다.

이 핵심 원천 기술을 이용하여 국내 PDP 생산 기업들이 일본 및 미국의 PDP 원천 기술에 대한 사용료 없이 고효율의 디지털 PDP TV 생산이 가능해졌다.

2009년

세계 최초의 저비용 상온 공정이 가능한 표면 플라즈몬 OLED 원천기술을 개발했다.

표면 플라즈몬을 이용해 개발된 이 기술은 OLED의 광효율을 향상시킬 수 있는 새로운 기술로써, 원천기술 확보 및 국제경쟁력을 갖는 OLED 및 플렉시블 디스플레이 기술개발에 크게 기여했다. 디스플레이뿐만 아니라 유기 태양광 전지에서 적용 가능한 저온 저가의 공정으로 에너지 변환 효율을 향상시켰다.

이 연구는 차세대 디스플레이인 OLED에 저비용의 나노입자를 이용한 표면 플라즈몬 기술을 접목한 새로운 디스플레이 소자 연구로 주목받았다.

'2018 국제정보디스플레이학회(IMID)'에서 제15회 머크 어워드를 수상

최경철 교수는 30년간 나노 표면 플라즈몬 현상을 OLED 소자에 접목해 효율을 향상시키는 연구를 통해 OLED 디스플레이의 전력 소모 절감기술과 함께 플렉시블 OLED 연구를 통해 새로운 형태의 투명 플렉시블 전극 및 플렉시블 인캡슐레이션(Encapsulation) 기술을 제시했다.

플렉시블 전극과 인캡슐레이션 기술은 향후 플렉시블 디스플레이의 핵심기술로 상용화 가능성을 확인 중에 있다. 최 교수는 세계 최초로 플렉시블 OLED의 핵심 기술을 활용해, 섬유 위에 고효율, 고유연성의 웨어러블 OLED 소자를 구현했으며 웨어러블 소자를 이용해 상처 치료용 OLED 밴드도 세계 최초로 연구, 개발한 공로를 인정받았다.



2018.08.30 최경철 교수 머크 어워드 수상

국내 LCD 산업의 명인 장진 교수

카이스트에서 물리학과 석사와 박사 학위를 받은 경희대학교 차세대디스플레이연구센터장 장진 교수는 기술에 대한 남다른 열정을 기초로 한 TFT-LCD 분야의 다양한 연구업적으로 현재 산학계를 아울러 국내 LCD 산업의 '없어서는 안 될' 명인으로 불리고 있다.

삼성전자·LG디스플레이 같은 국내 업체는 물론, 미국·일본·독일 등 해외 기업들과 다양한 공동 연구를 진행했다.

1980년 대 초부터 LCD 및 트랜지스터를 연구해 온 한국 LCD의 산증인 장진 교수는 2007년 최초의 한국인으로 세계적인 디스플레이 학회 SID 프로그램 의장을 맡아 전세계 디스플레이 학술을 집대성했다. 삼성과의 인연으로 디스플레이 산업에 발을 들여놓은 1980년부터 지금에 이르기까지 기업체 및 학교에서 LCD 기술과 가능성을 이끌어 왔다.

세계 최초로 플렉시블 아몰레드(2002년), 투명 아몰레드(2005년) 등을 개발한 장진 교수는 SCI에 실린 논문만 500편이 넘는다. 또한 디스플레이 관련 국내·국제 특허도 100개 이상 갖고 있어 '한국 디스플레이 분야의 선구자'로 꼽히고 있다. 이런 공로를 인정받아 2017년 '호암상 공학분야' 수상자로 선정됐다.

장진 경희대 차세대디스플레이연구센터장

외국 기업들은 연구 과제를 놓고 같이 토론하고 실험 결과를 공유하는 데 반해 한국 기업들은 기초 데이터 공유 없이 시뮬레이션을 하라는 식의 부당한 요구가 많습니다. 기업과제와 학교의 연구과제가 일치해야 학생들이 입사해서 곧바로 조직에 기여할 수 있다는 것을 간과해서는 안 될 것입니다.

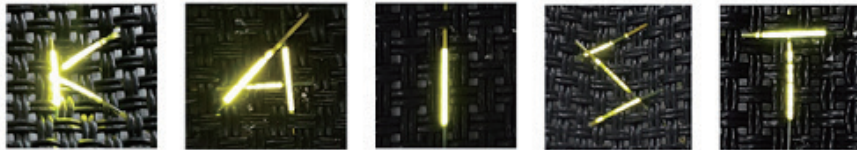
카이스티안의 디스플레이 연구성과

2018년

머리카락보다 얇은 섬유 위에 고효율의 유기발광 디스플레이(OLED)를 제작할 수 있는 기술을 개발했다.

카이스트 전기및전자공학부 최경철 교수 연구팀의 권선일 연구원이 주도한 이 연구는 직물을 구성하는 요소인 섬유에 고성능의 OLED를 제조할 수 있는 기술이다. 이 기술 개발로 간단하고 저비용의 공정으로 고성능 섬유형 웨어러블 디스플레이 상용화의 길을 열었다.

이 연구는 나노과학 분야 국제 학술지 '나노 레터스(Nano Letters)' 12월 6일 자 온라인 판에 게재됐다.



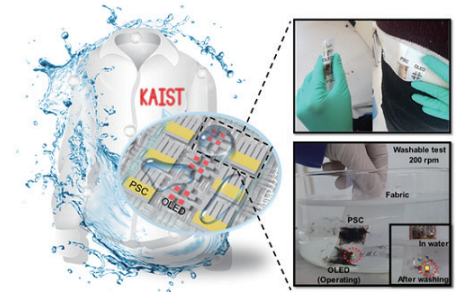
섬유형 유기발광 다이오드를 직조하여 구동한 모습

2019년

자가발전으로 에너지 절약 및 세탁 가능한 입을 디스플레이를 개발했다.

카이스트 전기및전자공학부 최경철 교수와 전남대학교 의류학과 조석호 교수 연구팀의 정은교 박사과정과 전용민 연구원이 주도한 이 연구는 일상생활에 입을 옷감을 기판으로 활용해 세탁이 가능하고 외부 전원 없이 고분자 태양전지로 디스플레이를 구동하는 전자소자 모듈을 구현한 것이다. 진정한 의미의 입을 수 있는 디스플레이 기술 시대를 열었다.

이 연구는 국제 학술지 '에너지&인바이런멘탈 사이언스(Energy and Environmental Science)' 1월 18일 자 온라인판에 게재됐고, 우수성을 인정받아 뒤표지 논문으로 선정됐다.



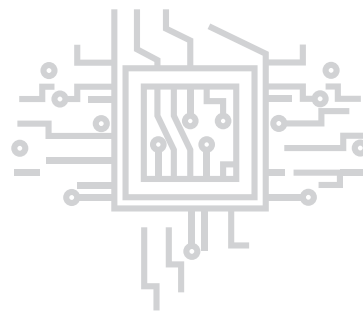
세탁 가능한 입을 디스플레이 모듈 모식도 및 구동

2020년

높은 신축성을 갖는 유연한 기둥과 멤브레인 형태가 결합한 새로운 스트레처블 기판을 개발했다.

카이스트 전기및전자공학부 최경철 교수 연구팀의 임명섭 박사와 남민우 연구원이 주도한 이 연구는 제작된 스트레처블 기판을 활용하면 스트레처블 OLED, 마이크로LED, 센서 등이 구현 가능하다. 바이오 및 의료 분야와 결합한 다양한 치료 분야에 적용할 수 있다. 스트레처블 및 웨어러블 전자 소자, 전자약 기술 발전에 도움이 될 것이라고 기대하고 있다.

이 연구는 나노 분야 국제학술지 '나노 레터스(Nano Letters)' 1월 28일 자 온라인판에 게재됐다.

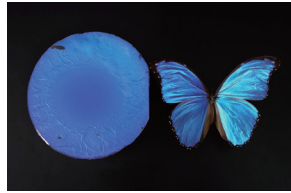


자연에서 배우는 생체모방 기술

2012년, 물리학과·나노과학기술대학원 신중훈 교수 연구팀은 반사형 디스플레이 원천기술을 개발했다. 물포나비의 구조를 적용해 물포나비 같이 무질서와 질서를 동시에 포함하는 구조를 유리구슬을 이용해 완벽하게 대형으로 재현하는 데 성공했다.

이번 연구 성과는 외부 빛을 반사시켜 화면을 출력하는 반사형 디스플레이를 구현할 수 있는 원천기술로, 밝으면서도 전력소모가 매우 적은 디스플레이를 만들 수 있을 것이라는 기대를 갖기에 충분했다.

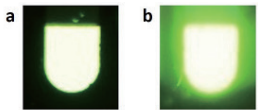
이 기술을 이용해 5만 원 권의 부분 노출 은선을 만들어 위조나 복제가 어려운 화폐를 만들 수 있다. 기존의 색소에 의한 색과는 다르게 번쩍거리는 느낌을 주기 때문에 핸드폰이나 지갑 등의 코팅재로도 활용이 가능하다. 반사형 디스플레이뿐 아니라 센서나 패션 등 다양한 분야에서 응용할 수 있다.



물포나비 구조색 모사 나노구조 재현

2016년, 반딧불이 구조를 적용한 유기발광다이오드(Organic Light-Emitting Diode: OLED)를 개발했다. 바이오및뇌공학과 정기훈 교수 연구팀이 반딧불이 발광기관 구조의 광학적 역할을 밝혀내고 이를 공학적으로 모사하는 데 성공했다. 이를 통해 기존 유기발광다이오드보다 발광효율을 향상시킨 반딧불이 모사 유기발광다이오드가 개발된 것이다.

OLED는 발생된 빛이 내부에 갇혀 약 20%의 빛만 외부로 추출되는 문제를 갖는다. 연구팀은



기존 OLED(좌)와 반딧불이 모사 OLED(우)의 발광

반도체공정 및 미세몰딩공정을 이용해 반딧불이의 광학구조를 모사하는데 성공했고, 이를 OLED에 적용해 광 추출 효율을 최대 61%까지 향상시켰다. 또한 계층적 구조를 이용해 기존 OLED보다 넓은 광 분포도를 구현했다.

정기훈 카이스트 교수

이번 연구는 자연의 신비를 밝힘과 동시에 OLED의 광추출 효율을 높이는 새로운 방법을 제시했습니다. 이 연구가 생물발광체 관련 생체모사연구에 대한 연구자들의 관심을 불러일으킬 것이라고 기대합니다.

2016년, 신소재공학과 배병수 교수와 울산대학교 첨단소재공학부 진정수 교수 공동 연구팀이 오징어의 폐기물을 재료로 플렉시블 기기의 기판으로 사용 가능한 투명종이를 개발했다. 연구팀은 게와 새우 껍질 및 오징어 내골격의 주성분인 키틴 나노섬유를 이용해 투명종이 개발을 연구한 것이다. 키틴은 기계적으로 매우 강하면서도 생분해성과 생체친화성이 뛰어나 미래 친환경 소재로 각광받고 있었다. 그러나 수소결합에 의한 키틴 특유의 불용성(용매에 녹지 않는 성질)과 필름 제작 시 생기는 수축현상으로 인해 키틴 나노섬유를 이용한 투명종이 개발에는 상당한 어려움이 있었다.

이러한 문제를 해결하기 위해 연구팀은 용해성이 상대적으로 높은 오징어 내골격 유래 키틴과 수소결합을 효과적으로 끊을 수 있는 용매를 사용했다. 동시에 필름 제작 시 생기는 수축 현상을 원심력을 이용해 억제할 수 있는 새로운 필름 제작 공정을 설계했다. 이를 통해 균일하면서도 매우 투명한 키틴 나노섬유 투명종이를 개발하는 데 성공했다.

키틴 나노섬유 투명종이는
기존의 종이처럼 접을 수 있고
인쇄도 가능할 뿐만 아니라,
대표적인 고성능 합성 플라스틱 필름들과
성능을 견주어도 전혀 손색이 없었다.

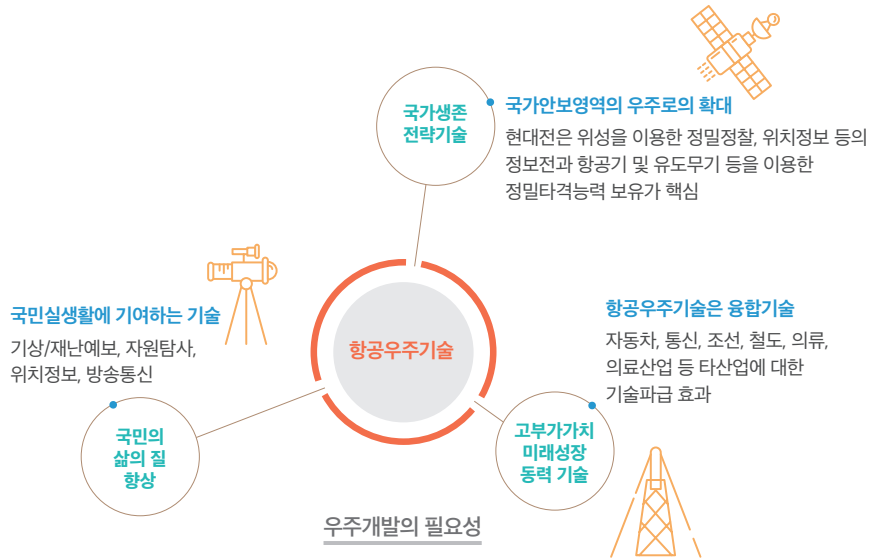
키틴 나노섬유 투명종이를 기판으로 사용해
최초로 플렉시블 유기발광다이오드(OLED)
디스플레이 소자를 제작하는 데 성공함으로써
나노섬유 투명종이의
응용 가능성을 검증했다.

우주기술 개발과 카이스트



우주는 인류의 미래다. 미국 국가안보우주관리위원회의 럼스펠트 보고서에는 ‘우주를 선점한 국가가 미래 21세기 세계를 제패할 것이다’라고 지적했다. 그만큼 우주기술력은 한 국가의 안위에 큰 영향을 미친다는 뜻이다.

우주기술은 국가 생존전략 기술이며, 우주산업은 국민 생활의 질 향상, 경제발전과 직결되어 있다. 군사적인 측면에서 보면 독자적인 정찰위성 확보가 절실하니 우주기술 확보는 선택이 아니라 필수이다. 대한민국은 지정학적으로 일본, 중국, 러시아 등 우주강국에 둘러싸여 있다. 그리고 이들 국가는 군사위성인 정찰위성을 운용하고 있다. 정찰위성은 우주에서 내려다보면서 동태를 살피기 때문에 이보다 더 적절한 군사정보수집 수단은 현재로서는 없기 때문이다.



최근 세계 우주개발은 과거 정부가 주도하던 ‘올드스페이스’ 시대를 지나 민간이 주도하는 ‘뉴스페이스’ 시대에 돌입했다. 이에 아직 걸음마 단계에 있는 국내 우주산업도 변화를 맞고 있다. 상업용 통신위성, 과학위성 등 수요가 급증하면서 우주산업에 도전하는 스타트업이 늘고 있다.

우주산업은 우주통신분야, 원격탐사분야, 우주제조업분야, 에너지생산분야, 우주서비스산업분야가 있다. 이 중 위성통신방송과 위치추적정보시스템(GPS)과 같은 우주통신산업분야는 이미 황금알을 낳는 산업이 됐다. 지구관측과 같은 원격탐사분야도 활발히 진행되고 있고, 앞으로는 우주제조업과 에너지생산분야로의 발전이 예상된다. 특히 우주제조업은 발전 가능성이 가장 큰 분야로 먼지와 중력이 없는 우주공장에서 특정 화학물질, 의약품, 반도체결정 및 합금 등의 개발 및 제도가 행해질 것으로 예상하고 있다. 우주서비스산업은 우주운송이라든지 가까운 장래에 실현 될 것으로 예상되는 우주관광이 대표적인 예다.

모건스탠리는 우주산업 규모는 2016년 3천 500억 달러에서 2040년 1조 3천 500억 달러 이상으로 전망하고 있다. 기존에 없던 우주 인터넷 서비스가 39.1%를 차지할 만큼 급성장하고, 그 뒤를 지상국 서비스(18.6%)가 차지할 것으로 예상했다.

2015년 창업한 ‘컨택’은 지상국 서비스 시장에 진출한 거의 유일한 한국 업체이다. 2018년 세계위성산업 규모는 2천 83억 달러인데 컨택이 진출한 위성 활용 서비스와 지상장비 분야가 전체 시장의 80%를 차지한다. 위성과 발사체는 데이터를 수신하고 처리하는 지상국이 없으면 무용지물이다. 위성이나 발사체가 보내는 위치정보와 상태정보, 촬영정보 등을 받기 위해 지상국을 쓸 때마다 사용료를 내야 한다. 스마트폰을 쓸 때 통신망 이용에 따른 요금을 내는 것과 비슷하다.

2017년 창업한 우주 스타트업 ‘이노스페이스’는 2021년 12월 ‘이카루스’라는 직경 1m, 높이 16.3m의 2단 발사체가 50kg 무게의 나노위성 발사체 시험발사를 앞두고 있다. 발사에 성공한다면 민간기업이 쏘아올린 첫 위성 발사체라는 기록이 만들어진다.

인공위성 개발의 요람, 카이스트 인공위성연구소

우리나라 인공위성 개발의 요람이자 첫 번째 위성 개발을 성공시킨 카이스트의 인공위성연구소. 1989년 8월 인공위성연구센터로 설립돼 2019년에 설립 30주년을 맞았다.

설립 직후부터 우주 분야의 인력 양성과 위성기술전수를 위해 영국 서리 대학(University of Surrey)과 국제 공동 연구 협약을 맺었다. 전기전자·물리학·통신·제어·회로 등 다양한 전공 배경을 가진 우수한 학생 5명을 파견해 인공위성 개발에 착수했다. 5명의 유학생은 밤잠을 아껴가며 공부와 기술 습득에 매진해 위성 개발 기술 경험을 쌓았다. 이는 인공위성연구소가 우리나라 대표 인공위성 개발 기관으로 성장하는데 밑거름이 됐다.

이후, 1990년대 우리별시리즈 3기, 2000년대 과학기술위성시리즈 5기(나로과학위성 포함), 차세대소형위성 1기 등 총 9기를 개발했다.

우주분야 불모지에 쏘아 올린 우리별 1호

1992년 8월 11일 대한민국 최초의 인공위성 우리별 1호(KITSAT-1)가 발사됐다.



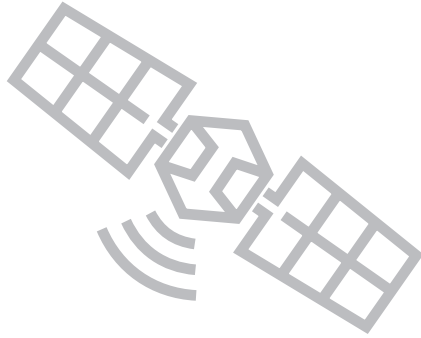
우리별 1호 발사장에서의 모습

우리별 1호의 역사는 1980년대 정부가 통신위성 발사계획을 발표하면서부터 시작됐다. 1988년 출범한 제6공화국 정부가 통신방송위성 보유를 공약 사업으로 설정하면서 우주개발의 문을 열었다.

「항공우주산업개발촉진법」이 발효됐고, 항공우주공학과 등 우주 개발 관련 학과가 대학에 개설됐다. 위성통신기술본부와 항공우주연구소 설립도 이어져 우주 개발에 대한 가능성이 높아졌다.

권세진 카이스트 인공위성연구소장

우주개발을 위해 일생을 바친 최순달 박사의 숭고한 정신을 이어받아 대한민국의 미래 우주기술 개발에 헌신을 다하겠습니다. 그리고 우주 기술을 사회에 돌려줘야 한다는 책임 의식을 가지고 우주를 향한 꿈을 펼쳐 가겠습니다.



최순달 교수는
1989년 2월 과학기술대학교^(KIT) 내에
 학생들과 함께
인공위성연구센터를 설립했다.

1989년 9월 KIT 조기졸업생 5명을 선발해
1차로 영국 서리대에 유학 보냈다.

1989년 10월에는
 인공위성연구센터와 서리대 간에 학생 유학 및
우리별(KITSAT) 위성 공동개발을 위한
 각서를 교환했다.

1990년에는 졸업생 4명을
 추가로 서리대 행 비행기에 태웠다.
 서리대에서도 **서리대인공위성^(UOSAT) 5호**를
 개발하고 있던 때였다.
 인공위성 관련 기술을 기초부터 배워
 우리 기술로 확보할 수 있는
 절호의 기회를 십분 활용하기 위함이었다.

인연이 있었던 영국 전자회사
 ‘GEC마르코니’ 임원을 찾아가
 우주기술 인력 양성에 필요한 지원을
 부탁하기도 했다.
 GEC마르코니는 1년에 10만 달러씩
3년간 총 30만 달러 지원을 약속했다.

하지만 우리별 1호를 성공리에 쏘아 올릴 수 있었던 것은
 한국과학기술대학(KIT, 현 KAIST)의 최순달 교수가 있었기에 가능했다.

최순달 교수는 아폴로 11호가 달에 착륙하던 1969년 NASA의 주요 연구 기관이었던 미국 캘리포니아대 제트추진연구소에서 6년 동안 인공위성 개발에 참여했다. 그러면서 우리나라가 인공위성을 보유할 수 있다는 꿈을 갖게 됐다. 그러나 우리나라 단독으로 인공위성 기술을 확보할 수 없다고 판단한 최순달 교수가 주목한 기술 확보처는 영국의 서리 대학(University of Surrey)이었다.

최순달 교수는 한국과학재단의 지원을 받아
1987년 7월 영국 서리대를 찾아갔다.

당시 서리대는 위성을 이용한 통신 분야 연구를 진행 중이었고, 50kg급 초소형 인공위성 개발에 초점을 맞추고 있었다. 초소형 위성은 적은 예산과 기술력만으로 빠른 성과를 낼 수 있는 분야였다. 임무 설정부터 발사까지의 개발시간이 짧고, 지구관측과 저궤도 이동통신, 우주과학 실험과 새로 개발하는 기술과 장치 시험에 폭넓게 사용할 수 있었다. 서리대 연구진과 면담한 최순달 교수는 초소형 위성개발부터 시작하기로 마음을 굳혔다.

인공위성연구센터에 대한
우리나라의 지원도 연이어졌다.
1990년 1월 당시 체신부는
인공위성연구센터에 대한 기초기술 개발 및
인력양성 사업 지원을 확정했다.
8월에는
카이스트 인공위성연구센터에
우리나라 최초의 위성지상국을 설치했다.
이로써 **우리나라 최초의 실험용 인공위성
우리별 1호의 개발이
본격적인 궤도에 올랐다.**

1990년 4월 한국과학재단이 위성분야 우수공학연구센터(ERC)로 지정하였고, 10월에는 과학 기술처로부터 과학위성 공동개발 사업단으로 지정됐다. 100억 원에 가까운 자금이 지원되는 등 국책과제로서 지원이 대폭 확대됐다. 서리대를 비롯해 영국 임페리얼칼리지, 일본 도쿄대, 미국 아이오와대, 컬럼비아대 등으로 향한 유학생이 총 27명까지 늘어났다. 이들 유학생들은 인공위성 기술 확보에 온 힘을 쏟았다. 교수 강의나 기술 내용을 이해하지 못한 때에는 휴지통까지 뒤져가며 설명 자료를 찾아 부족한 부분을 채웠다. 이런 어려움 속에서도 서리대 유학생들은 역량을 발휘했다. 소형 위성 최초로 두 대의 카메라를 장착해 조종하는 컨트롤러, 성능개선 지평선 감지기, 디지털 신호처리 실험부 및 우주 방사선 검출장치를 개발해내고 그 기술을 서리대에 전수한 것이다.

**최순달 교수와 학생들은
우리나라의 첫 인공위성에 '우리별 1호'라는 이름을 지었다.**

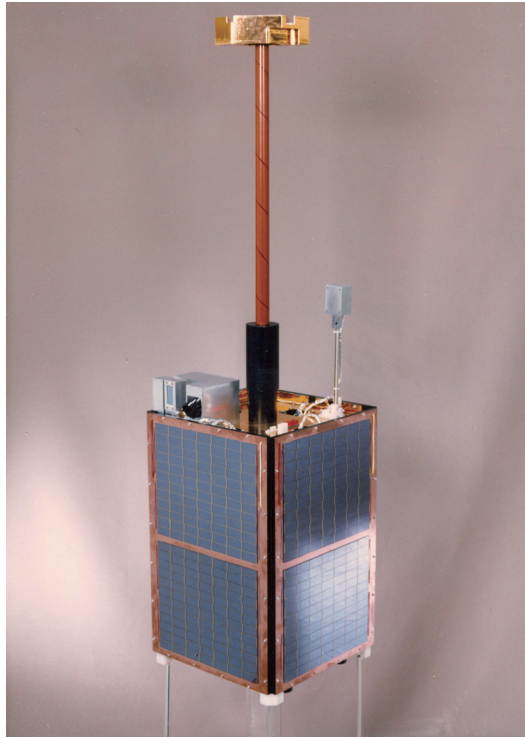
1991년 4월 위성 임무분석회의를 열어 우리별 1호의 임무를 결정했다. 다른 실험용 위성보다 다양한 임무를 수행하는 것을 목표로 세웠다. 지상과의 통신은 물론이고 지구 표면 촬영, 우리말 방송, 우주 방사선 측정 실험까지 임무에 포함시켰다.

서리대의 한 모퉁이에 자리한 인공위성 연구실에서는 적은 인원으로 정해진 시간 안에 인공위성을 만들어야 한다는 목표 아래 한 사람이 여러 가지 일을 동시에 진행하며 열기가 뜨거웠다.

인공위성연구센터 팀원들의 부단한 노력 끝에 1992년 8월 10일 현지 시간 오후 8시, 남미 가야나의 쿠루 우주기지에서 우리별 1호가 천공을 향해 날아올랐다.



1992년 초창기 우리별1호 개발팀



우리별 1호

우리별 1호는
48.6kg의 무게에
352x356x670mm^(가로x세로x높이)의
크기로 만들어졌다.

전력은 갈륨아세나이드 소자 태양전지로
최대 30W를 생산하도록 설계됐다.
고도 1,300km 궤도에서 110분 만에
지구를 한 바퀴 돌며
각종 과학실험을 수행할
우리별 1호의 수명은 5년이었다.

우리별 1호 위성의 동작 상태 감시를 위한 운영 보조 기능 수행을 목적으로 남극 세종기지에 기
지국을 설치했다.

우리별 1호는 우리나라 최초의 인공위성이었던 만큼 많은 의미를 남겼다. 성공적으로 궤도에 안
착한지 50여 일 만인 개천절이었던 1992년 10월 3일 낮 12시 49분, 우리별 1호는 한반도 상
공을 통과하며 전 세계를 향해 우리말 음성방송을 시작했다. 3분 43초 길이의 우리말 음성방송
에는 조병화 시인이 지은 '또 한 번의 개천'이 실려 있었다.

● **우리 한국은
다시 한번 우주로
개천을 한 거다.** ●

이 시는 인공위성 건립기념비로 카이스트 교정에 남았다. 1960년대 독일의 탄광과 병원을 넘
고, 1970년대 중동의 뜨거운 사막을 거쳐 1980년대에 이르는 우리나라는 어느덧 고개를 넘어
우주를 향한 눈길을 보내기 시작했다. 그 역사의 서막을 카이스트가 열어젖혔다.

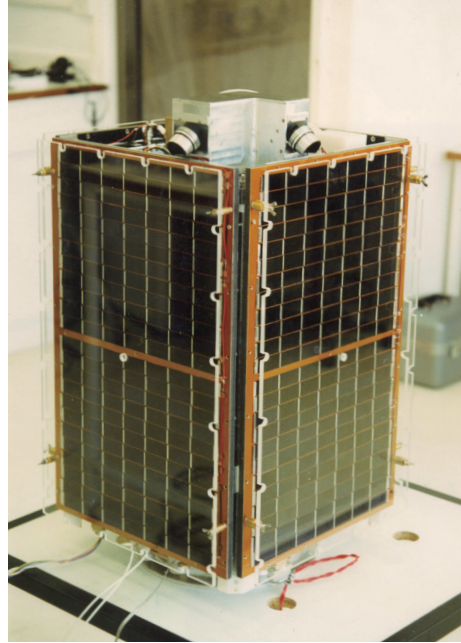
최순달 초대 인공위성연구센터 소장

● 위성방송을 함으로써 어떠한 결과를 얻느냐 하는 것은
첫째 우리가 계획한 것이 설계한 대로 제대로 잘 동작한 것에 대한
자신감을 주고 또 앞으로도 우리나라 통신위성을 이용해
가지고 통신위성을 하는데 그만큼 우리에게 자신감을 주는 그런 결과가 되겠습니다. ●

Made in Korea를 향해 날아오른 우리별 2호

우리별 1호의 성공적인 궤도 안착으로 우리나라는 세계에서 22번째 위성 보유국이 되었지만, 우리별 1호에는 '남의 별'이라는 꼬리표가 따라다녔다. 우리 연구진의 기술력이 들어갔지만 영국 서리대의 기술 지원에다가 국산 부품 비율이 1%에도 미치지 못한다는 비판을 받았다. 우리별 1호가 개발되는 동안 국내에서는 우리별 2호 개발을 위한 준비 작업도 한창 진행되고 있었다.

개천절 우리말 음성방송의 감동이 여전히 남아있던 1992년 10월, 우리별 2호의 개발이 본격적으로 시작됐다. 우리별 1호를 개발한 연구원들과 새로이 합류한 연구진이 함께 위성의 임무분석과 설계, 제작, 시험까지 모든 제작 과정을 국내에서 수행하여 개발했다. 우리별 1호의 문제점들을 수정·보완하고 가능한 한 국산 부품을 많이 사용했다.



우리별 2호

352x356x670^(가로x세로x높이)mm의 크기에

47.5kg의 무게로 제작된 **우리별 2호**는, 1만 2,000여 개의 부품 중 827개를 국산으로 활용했다.

1992년 10월부터 1993년 7월까지 개발된 우리별 2호는 **1993년 9월 26일 발사에 성공했다.**

우리별 2호는 중력경사 안정화방식과 자기토크제어방식으로 자세를 제어했다. 지구표면촬영 실험과 소형위성용 차세대 컴퓨터, 고속변복조 실험 장치, 축적 및 전송 통신 실험, 저에너지 입자 검출기, 적외선 감지기 실험 장치 등이 탑재체였다. 지구표면촬영을 위해 전하 결합 소재(CCD)를 채용한 지구관측카메라가 각각 두 대씩 탑재됐다.



우리별 2호 발사장에서

우리별 1호가 저해상도 카메라 4km, 고해상도 카메라 400m의 지구관측카메라를 탑재했던 반면, 우리별 2호는 저해상도 카메라 2km, 고해상도 카메라 200m를 탑재했다.

우리별 2호의 주요 임무 중 하나는 소프트웨어를 이용해 다양한 방식의 변조와 복조 실험을 수행하는 것이었다. 우리별 1호에서 사용했던 통신속도 9,600bps를 19,200bps, 38,400bps로 향상시킨 고속변복조실험이었다. 800km 상공의 우주 플라즈마 관측과 오로라 발생지역의 저에너지 전자검출 실험도 수행했다. 적외선감지기 실험과 소형위성용 차세대 32bit 컴퓨터 실험 등도 수행임무에 포함됐다.

우리별 2호의 개발은 위성 개발 중 발생하는 많은 문제점을 스스로 해결할 수 있다는 자신감과 국산부품 사용 비중을 높임으로써 소형위성 분야의 기술자립을 보여주었다.

적은 예산으로 짧은 시간 내에 위성을 만들어낸 나라가 세계적으로 처음이었다는 자긍심과 함께 최초의 'Made in Korea' 위성이라는 역사적 의미를 지니게 됐다.

우리나라 최초 독자위성, 우리별 3호



우리별 3호

우리별 3호가 발사되기까지는 제법 시간이 흐른 뒤였다. 대내·외적인 환경의 변화와 기술의 발전 등 시간의 간극이 가져다준 좋은 효과도 있었다. 우리별 2호를 개발할 때만 해도 인공위성을 개발할 충분한 공간이 확보되지 않아서 강의실을 개조하여 위성개발과 지상국 운영을 병행했다. 1995년 8월 인공위성연구센터와 현대전자는 위성분야에서 협력 사업을 위한 양해각서를 체결했다. 국내 민간기업에서 우주산업에 관심을 갖고 성사된 최초의 사례였다. 현대전자 소속의 연구원들이 인공위성연구센터로 파견되어 우리별 3호의 개발에 참여했다. 이 협력의 일환으로 산학연구동 건립 약정이 조인됐다.

1995년 12월 기공식을 가진 산학연구동은 1997년 3월 완공됐다. 소형위성을 연구할 수 있는 시설이 갖추어짐으로써 우리별 3호 개발에 박차를 가하게 됐다. 2008년 8월 우주분야 연구개발을 지원했던 고 정몽헌 현대그룹 회장의 공헌을 기리기 위해 ‘정몽헌 우리별연구동’으로 새롭게 이름을 붙였다.

독자적인 위성 제작과 운영 기술을 확보했지만 우리별 1, 2호는 영국 서리대의 모델을 차용한 위성이었다. 우리별 3호의 연구목적은 자체 능력으로 고유의 소형위성을 개발하는 데 초점이 맞춰졌다.

위성 자세제어에 중력경사안정화방식을 이용했기 때문에 정밀 지상관측이나 천문관측 등 고급 임무 수행에 한계가 있었다. 실용급 위성개발에 필수적인 각종 기술을 개발하여 우주환경에서 시험함으로써 위성개발 관련 핵심기술 개발과 관련 분야의 연구경험을 확보해야 한다는 시대적 요구에도 응답해야 했다.

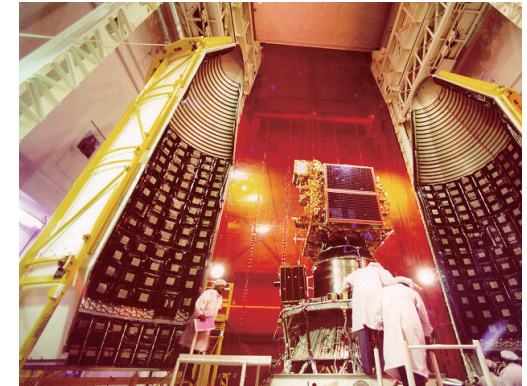
3축 자세제어, 분산형 시스템, 고속 데이터 전송장치, 대용량 메모리 시스템, 태양 전지판 전개 시스템 등이 새로운 기술로 채택됐다. 탑재체 개발을 위한 핵심기술을 선형 개발하여 우주에서 실험을 시도했다. 이러한 시도를 통해 위성기술분야에서 지식과 실무경험이 풍부한 전문인력을 양성해내는 것이 궁극적인 목표였다.

1999년 5월 26일
발사에 성공한
우리별 3호는
국내에서 독자적으로
설계·개발된
**우리나라 최초의
고유 위성모델**이라는
역사적 의미를 가진다.
국내 기술진에 의해 만들어진
순수 국산 위성으로서
우리나라도 소형 인공위성을
임무에 따라
독자적으로 개발할 수 있음을
증명한 쾌거였다.

우리별 3호는 우리별 1, 2호를 뛰어넘는 수준이었다.

1995년 1월부터 1999년 5월까지
약 4년여에 걸쳐 개발됐다.
몸체에 부착되었던 태양전지판은
몸체의 양쪽에 한 개씩 붙여 전개하도록 설계되었고
위성 최대 공급 전력은 150W로 확장됐다.
반작용 휠 및 자기토크를 사용하여
자세제어를 수행하는 3축 안정화 방식으로 개선됐다.
13m 해상도와 컬러 영상이 가능한
다채널 지구관측카메라를 장착했다.
고에너지 검출기, 전자온도 측정장치,
정밀 자기장 측정기 및 우주환경에서
반도체 소자 영향 실험장치 등이 탑재됐다.

495x604x852mm(가로x세로x높이)의 크기에
110kg의 무게인 우리별 3호는
우리별 1, 2호보다 약 두 배로 커졌다.
궤도는 고도 730km,
경사각 98°인 원형 태양동기궤도로 운용됐다.
통신에는 상향주파수는 초단파(VHF),
하향주파수는 극초단파(UHF)와
S-Band주파수 대역을 사용하였고,
데이터의 지상 송출에는 X-Band주파수 대역을 사용해
대용량 관측자료를 짧은 지상국 통신 시간 동안
모두 받을 수 있도록 구현했다.



우리별 3호

우리별 3호의 지상관측 카메라에 담긴 평양 시내의 모습은 의외의 반향을 불러일으켰다. 북한과의 교류가 활발하지 않았던 당시, 위성 영상을 통해서라도 고향의 모습을 보고 싶어 했던 실향민들의 문기가 쇄도했던 것이다.

인공위성연구센터는 공개 가능한 북한지역의 위성사진을 판매하기로 했다. 가로 48km, 세로 30km의 넓이를 담은 20MB 크기의 사진 CD롬이 약 5~10만 원 선이었다. 미국과 프랑스의 위성사진이 250~500만 원에 판매되고 있었던 상황에 비하면 분단국가의 상처를 치유하기 위해 미력이나마 기여하고자 했던 인공위성연구센터의 의지가 드러난 부분이었다.

우리별 3호의 발사 성공은 전 세계 인공위성 관련 전문가들의 큰 주목을 받았다. 우리별 3호는 적은 예산으로 뛰어난 인공위성을 만들어낸 가성비비 '작품'이었던 것이다.

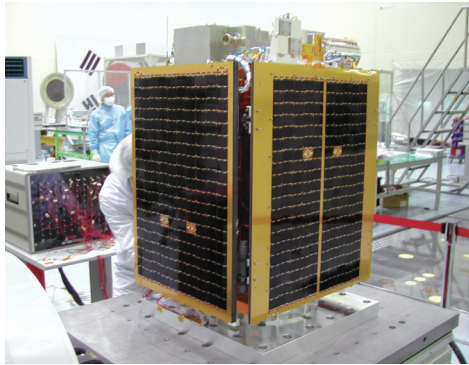
성단근 前 인공위성연구센터 소장

- 우리별의 성공으로 중국 대만 싱가포르 말레이시아 등이 우리별 3호에 큰 관심을 보이고 있습니다.
싱가포르 국방 과학자들은 지난 1월부터 내년 여름까지 연구센터에 상주하며 위성관련 기술을 배우고 있습니다.

우주생명체를 탐사하라, 과학기술위성 1호

2000년대에 들어서며 우주개발은 당시 과학기술부의 지휘 아래 본격적으로 진행되기 시작했다. 우주개발 중장기 계획에 따라 추진된 과학기술위성 1호는 우리별 1, 2, 3호에 이은 국내 자력 개발 소형 위성이다. 인공위성에 분야에 뛰어들어 지 15년 만에 소형위성 분야에서 세계적 수준에 도달한 위성으로 1998년 10월 그 개발이 시작됐다.

과학기술위성 1호



과학기술위성 1호의 개발목표는

고성능, 고신뢰도의 소형 위성본체 개발과 우주과학 탑재체 및 기술시험 탑재체를 개발하고 운영하는 것이었다.

황정아 한국천문연구원 선임연구원

● 카이스트 인공위성센터는 인공위성을 손으로 직접 만지고 원하는 디자인으로 만들 수 있는 곳이었습니다. 저는 그곳에서 과학기술위성 1호를 만들었습니다. 제가 참여해서 만든 소중한 별인 과학기술위성 1호에는 제 이름이 금박으로 쓰여 있습니다. 지금도 저 밤하늘 어딘가에서 나를 내려다보며 지구 주위를 돌고 있습니다. 그런 생각만으로도 얼마나 자랑스럽고 뿌듯한지 모릅니다. ●

과학기술위성 1호가 발사된 2003년 9월은 인공위성연구센터 설립 이후 세인들로부터 가장 많은 관심을 받고 있었다. 9월 2일 러시아 플레세츠크 기지의 발사장으로 이송된 과학기술위성 1호는 한국 시간으로 9월 27일 오후 3시 11분에 발사됐다. 현지에서는 비가 내렸지만 발사에 지장을 줄 정도는 아니었다. 발사 장면은 인터넷으로 지켜볼 수 있었다. 성공적인 발사와 분리가 이루어진 데다 현지에 파견된 연구원으로부터 안정적이라는 전화까지 받은 터라 다들 발사 성공에 대한 감격으로 삼폐인을 터뜨렸다.

카이스트 캠퍼스 내의 인공위성연구센터는 발사 성공 소식을 듣고 몰려든 언론 기자들로 북새통을 이루었다. 과학기술위성 1호가 전해줄 수많은 과학실험 결과의 교신을 기다리며 그에 대한 기대감을 타전하기 위한 TV와 라디오의 인터뷰가 줄을 이었다.

하지만
계속되는
교신 시도에도
불구하고
과학기술위성 1호는
응답이 없었다.

통신이 계속 연결되지 않자 연구원들은 조바심에 속이 타들어 갔고, 지치기 시작한 기자들의 타전 내용도 인내심을 잃어가고 있었다. 그렇게 3일째 되는 날에는 “과학기술위성 1호 교신 실패-우주 미야 우려”라는 타이틀의 기사까지 나와 5년 동안 젊음을 바쳐 인공위성을 만들었던 연구원들 사이에도 우려의 분위기가 감돌았다.

3일간 한숨도 자지 못하고 대책을 마련한 연구원들은 지상국 상태를 다시 점검하고 위성의 위치를 추적하며 11번째 교신을 준비하는 본연의 업무를 수행해 나갔다. 지친 기자들이 모두 자리를 비워 연구원들은 오히려 일에 집중할 수 있었다.

11번째 교신을 시도한 지상국에서
안테나 신호를 감시하던 한 연구원이
과학기술위성 1호의 신호를 확인하고
“왔다”라고 소리쳤다.

모두가 모여들어 신호를 확인한 결과, 연구원들이 만든 위성의 고유주파수라는 것을 확인하고 다 함께 환호하기 시작했다. 사흘간의 마음고생이 눈 녹듯이 사라지고, 5년을 공들여 쌓은 탑이 우뚝 서는 순간이었다.



2003.10.10 박호군장관 과학기술위성 1호 발사 성공 격려행사

우리가 만든 발사체로 발사한 과학기술위성 2호

우리별 1호와 2호는 유럽의 아리안 로켓, 우리별 3호는 인도의 PSLV 발사체, 과학기술위성 1호는 러시아의 COSMOS 발사체 등을 이용해 발사됐다. 인공위성 발사는 외국에서 이루어지는 것이 당연하다고 생각하고 있었던 시절이었다. 과학적 또는 상업적 목적의 위성은 외국에서 발사하는 것이 번거롭다는 점을 제외한다면 아무런 문제가 없었다. 그러나 군사적 목적이나 달 탐사, 행성 탐사 등 특수목적의 위성은 국가적 안위와 자긍심이 달린 문제여서 남의 손을 빌릴 수 없는 노릇이었다. 진정한 우주개발 국가의 대열에 합류하는 것, 위성 크기와 무게 임무 등 다양한 수요를 충족하면서 후발국가의 현실을 극복하는 방법은 자체적인 발사체를 확보하는 것이었다.

과학기술위성 1호를 개발하는 동안 한국형 소형위성발사체 개발 사업이 시작됐다. 항공우주연구원이 발사체 개발을, 인공위성연구센터가 과학기술위성 2호 개발을 맡아 발사체를 검증하기로 했다.

‘우리가 만든 위성을,
우리 땅에서,
우리가 만든 발사체로’
발사할 수 있는
위성자력 발사국가의 지위를
확보하기 위한
프로젝트가 가동됐다.

서남표 前 카이스트 총장

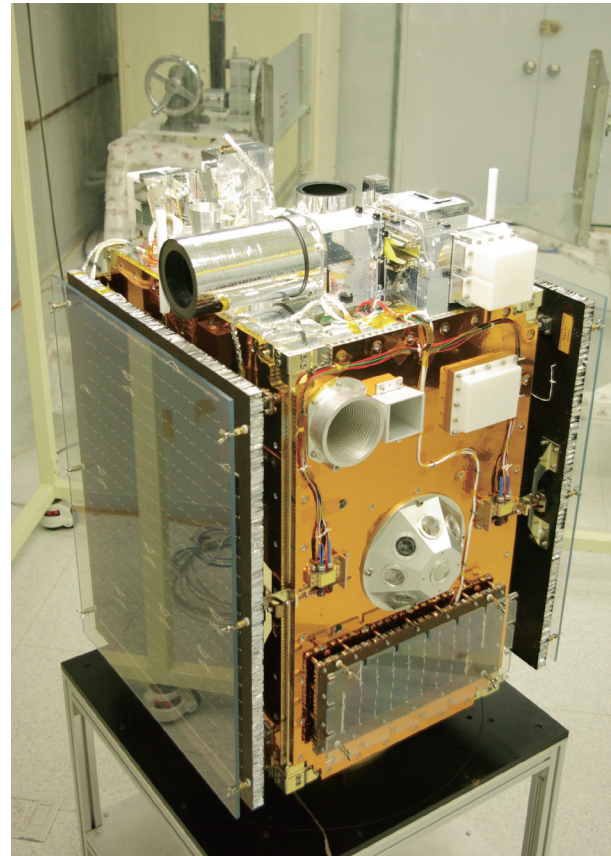
우리대학의 소형위성개발 프로그램인 과학기술위성사업은 적은 재원으로 다양한 지구과학 및 우주과학의 연구와 핵심기술의 우주 검증을 수행할 수 있는 ‘저비용 고효율’이라는 가장 큰 장점을 지니고 있습니다. 이러한 사업의 확대를 통해 독자적인 기술개발과 세계적인 연구성과가 만들어질 수 있도록 국가적인 측면에서의 정책적인 배려와 지원이 절실히 필요합니다.

뜨거웠던 월드컵의 열기가 남아있던 2002년 10월 이 역사적인 프로젝트가 출범했다. 전남 고흥의 나로우도에 발사장을 건설하는 것으로 결정됐다. 우리별 1, 2, 3호와 과학기술위성 1호의 기술과 경험을 축적하고 있는 인공위성연구센터를 필두로 광주과학기술원, 대한항공 등이 참여하게 됐다.

이전 위성들이 적층형(stack type) 보드로 구성되었던 반면, 과학기술위성 2호는 프레임형(frame type)으로 구성됐다. 각각의 기능을 담당하는 전장 박스들로 구성되어 고성능 위성의 모듈형태를 갖추는 형태였다. 발사체를 처음 시도하는 만큼 실패에 대비하여 2기의 동일한 인공위성을 제작하기로 했다. 2005년 STSAT-2A호가, 2006년에는 STSAT-2B호가 제작되어 발사체를 만날 준비를 했다.

탑재체는 마이크로파 복사계 시스템(라디오미터)과 레이저반사경이었다. 주탑재체인 라디오미터(Dual Radiometers for Earth & Atmosphere Monitoring, DREAM)는 물체에서 방사되는 자연에너지(잡음신호)를 초광대역, 저잡음, 고감도 수신기를 이용해 물체의 밝기온도를 검출하는 장치이다. 지상과 대기에서 나오는 마이크로파를 측정하여 수분함유량과 바람의 속도 등을 측정하는 것이 주목적이었다.

부탑재체인 레이저반사경은 지상에서 방출된 레이저 펄스를 반사하여 지상으로 되돌아오는 시간을 측정함으로써 위성까지의 거리를 mm 단위로 정밀하게 측정하는 기술이다. 국내 최초의 발사체인 KSLV-1 로켓의 인공위성 궤도 투입 능력을 검증하는 중요한 임무를 수행하는 탑재체였다.



과학기술위성 2호

2009년 6월
과학기술위성 2A호가
나로우주센터로 운반됐다.
8월 25일
과학기술위성 2A호를
탑재한 나로호가

온 국민의 희망과 기대 속에 발사됐다.

하지만 마지막 단계에서 인공위성을 보호하는 페어링이 제대로 열리지 않으며 정상궤도를 벗어나 과학기술위성 2A호는 지구로 낙하하며 타버렸다.

2010년 4월 나로우주센터로 운반된 과학기술위성 2B호는 2010년 6월 10일 나로호에 탑재되어 발사됐다. 전 국민이 생중계로 지켜보는 와중에 137초의 비행 끝에 지상추적소와의 통신이 두절되고 말았다. 나로호 발사체 1단 로켓 연소 구간에서 비행 중 폭발이 일어났고, 잔해는 제주도 남단 공해상에 떨어진 것으로 분석됐다.

과학기술위성 2호의 개발에 모든 공력을 쏟아부었던 연구원들도 생방송을 지켜본 국민들과 같이 안타까운 마음으로 무심한 하늘만 쳐다볼 수밖에 없었던 아쉬운 결과였다.

안드로메다 은하를 찍은 과학기술위성 3호

카이스트
 인공위성센터에서 제작한
 과학기술위성 3호가
 2013년 11월 21일
 러시아 야스니 발사장에서
 성공적으로 발사된 뒤
 안드로메다 은하와 오리온 성운 및
 로제타 성운을 촬영한
 적외선 우주관측 영상이 공개됐다.



과학기술위성 3호

과학기술위성 3호가 촬영한 안드로메다 은하(M31)는 지구에서 가장 가까운(약 200만 광년) 나선은하로서, 과학기술위성 3호에 탑재된 적외선 우주망원경으로 관측한 첫 적외선 영상이었다. 국내 최초로 인공위성에 탑재된 근적외선 위성용 영상카메라는 우주 초기 별들과 관련된 것으로 추정되는 적외선 우주배경복사를 관측하여 우주의 기원을 연구했다. 또 한반도 지역의 적외선 영상자료를 찍어 원자력발전소 인근의 해수온도 분포, 산불감시, 토양오염 지역 연구, 작황분포와 한반도 재난감시 등 광범위한 분야에 활용됐다.

과학기술위성 3호는 발사 이후 위성 상태, 자세 제어 기동 성능, 태양전지판 전개, 우주관측 적외선영상 관측 기능 등 우주관측 탑재체 구성품 전반의 기능 점검을 거쳐 2014년 2월까지 정상 궤도에서 최종 검·보정 작업을 진행했다.

2년간 600km 상공에서 우리은하에 있는 고온 가스의 기원 연구를 위한 은하면 탐사와 우주 초기 상태를 예측할 수 있는 적외선 우주배경복사에 관한 영상정보를 수집했다.

과학기술위성 3호의 탑재체는 다목적 적외선 영상시스템(Multi-purpose IR Imaging System, MIRIS)과 소형영상분광기(Compact Imaging System, COMIS)였다. 주탑재체인 다목적 적외선 영상시스템은 적외선을 이용하여 우주 및 지구관측 임무를 수행했다. 부탑재체인 소형영상분광기는 지구환경감시 및 작물작황 감시업무 등을 마쳤다.



과학기술위성 3호가 촬영한 로제타 성운

우주환경 관측에 나선 나로과학위성

과학기술위성 2호의 쌍둥이 위성들이 모두 실패하리라고 예상하지 못했던 상황이었지만 굴하지 않고 나로호 3차 위성 개발에 착수하게 됐다. 나로과학위성은 759x906x1,134mm의 크기에 약 100kg의 무게, 최대공급전력 80W를 제원으로 가졌다. 우리나라 최초의 발사체인 나로호의 궤도진입을 검증하고, 300~1,500km인 타원궤도 주변의 우주환경을 관측하며 선형 우주기술을 우주에서 검증하는 목적으로 개발됐다.

2013년 1월 30일 발사된 나로과학위성은 궤도진입 후 국산 우주개발기술의 우주 검증 임무를 수행했다. 2014년 4월 원래 계획되었던 임무수행 기간인 1년을 한 달 넘긴 시점에서 통신이 두절됐다. 인공위성이 되살아날 가능성을 염두에 두고 기다렸던 인공위성연구센터는 2014년 6월 공식적인 종료를 결정했다.



나로과학위성

나로과학위성은 과학 연구 임무보다 국산 우주 부품이 극한의 우주 환경에서 잘 작동하는지 검증하는 성격이 강했다. 예산의 제약으로 우주 방사선 등 극한의 우주 환경을 견딜 수 있는 내구성이 좋은 부품을 쓰지 못한 것도 수명 단축의 원인으로 추정됐다.

나로호가 인공위성을 목표궤도에 안정적으로 올려놓는지의 여부 판단과 국산우주부품 내구성의 합격점 부여라는 점에서 개발목표는 충분히 완수한 것으로 볼 수 있었다.

100kg급 차세대 소형위성

차세대 소형위성 사업은 과학 임무, 우주핵심기술의 궤도검증 및 우주 선도기술 개발을 위한 국가 우주사업의 일환으로 연구·개발되고 있다.

차세대 소형위성 1호(NEXTSAT-1)

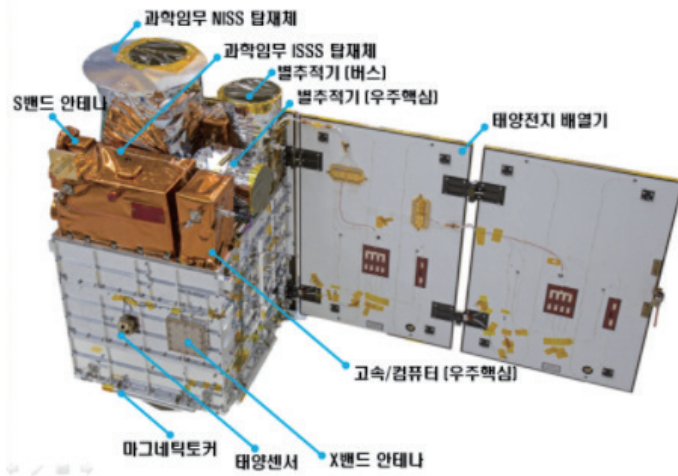
소형화, 모듈화, 표준화 기반의 소형위성 시리즈 첫 번째 모델이다. 2018년 12월 4일, 미국 반덴버그 공군 발사장에서 SpaceX社の Falcon9 로켓에 실려 발사됐다. 본체와 2개의 우주과학 탑재체, 7개의 우주핵심기술 검증 탑재체로 구성되어 있다.

1호기는 우주폭풍 및 별 탄생기원에 대한 우주과학 연구와 3차원 적층형 대용량 메모리 외 6개의 우주핵심기술 검증이라는 임무를 맡고 있다. 우주과학 탑재체인 우주방사선 및 플라즈마 측정기를 통해 위성 오작동 원인 규명 및 GPS 위성 신호 잡음원인을 규명한다. 적외선 영상 분광기를 통해 은하의 기원 및 별의 탄생을 규명하는 연구도 수행하게 된다.

우주환경 검증을 위한 탑재체로는 3차원 적층형 메모리, S대역 디지털 송수신기, 과학형 자이로, 반작용 휠, 고속 & 고정밀 별추적기, 차세대우주용 고속처리장치, 표준형 탑재 컴퓨터가 있다.

총 사업비 324.3억 원을 투자한 차세대 소형위성 1호는 2016년 6월 개발하기 시작하여 2018년 12월에 발사됐다.

무게 107kg,
크기 57.8cm X 58.8cm X 92.3cm,
고도 575km,
경사각 98도의 태양동기궤도를 가진다.
임무수명은 2년이며
2021년 2월 현재까지 정상 작동 중이다.



캔위성 체험경연대회

카이스트 인공위성연구소는 초·중·고등학생 및 대학생들이 위성개발에 직접 참여할 수 있는 기회를 제공하여 우주분야 저변확대 및 국민적 관심을 제고시킬 목적으로 매년 캔위성 체험·경연대회를 개최하고 있다. 미래창조과학부가 주최하고 카이스트 인공위성연구소가 주관하는 대회로 2012년 시범대회를 시작으로, 현재까지 매년 성공적으로 개최 되고 있다.



2019 캔위성 경연대회

음료수 캔 크기로 단순하게 만든 교육용 모사위성(캔위성)을 과학로켓이나 기구 등을 이용하여 수백 미터 상공에서 분리한 후, 낙하하는 동안 부여된 임무를 수행 하는 경연대회다.

초·중학생은 캔위성 교육을 포함한 과학캠프 및 캔위성 낙하 체험 등을 포함한 1박 2일 기간의 체험캠프에 참가하고, 고등학생 및 대학생부터 직접 조립한 캔위성에 임무를 부여하여 경연하는 경연대회에 참가한다.

**캔위성에 어울리는 임무로는,
고도, GPS 위치, 압력, 온도, 습도, 가속도 등의
정보를 획득하는 것을 들 수 있다.**

또한 CCD 소자를 장착하여
지상관측영상을 전송하거나,
각종 센서를 동원하여 대기과학 정보를
전송할 수도 있다.

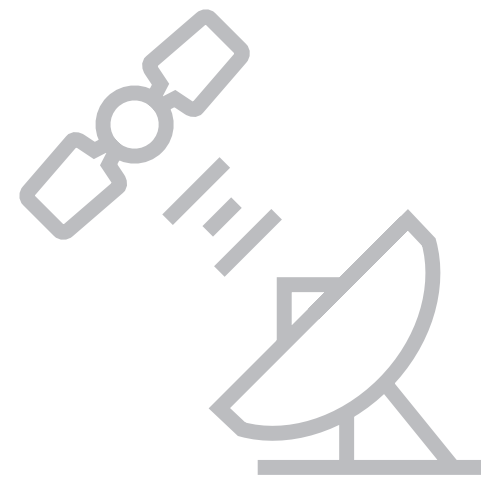
그뿐만 아니라, 구동기를 장착하여 위성기능과 유사하게 자제제어수행을 시연하거나, 통신위성을 흉내 낸 공중방송 시연을 할 수도 있다. 일부 해외 캔위성 경연대회에서는, 좀 더 나아가 탐사선의 화성착륙을 모사하여 지상목표물에 최대한 근접 도달하여 지상안착하는(soft landing) 임무를 수행하기도 한다.

우리별 1호의
성공적인 발사로
우주개발의 가능성과
위성보유국의
자긍심을 심어주었다.

우리별 2호의
개발을 통해
위성 개발 중에 발생하는
많은 문제점을
스스로 해결할 수 있는 등
인공위성 독자개발의
자신감을 갖게 됐다.

권세진 카이스트 인공위성연구소장

우주를 향한 끝없는 도전과 개척의 정신으로 첨단소형위성에 대한 연구 및 개발을 통해 우주탐사의 임무를 수행하고, 우주개발 인력양성의 전문기관으로서의 기능을 지속해 나가며, 위성 및 우주활용연구를 통한 국가적 가치창출에 기여하겠습니다.



우리별 3호의
발사 및 성공적인 운용은
향후 우주기술개발에 있어
절대적으로 요구되는
**핵심요소기술을 우리가 개발하여
우주에서 검증하였다는
기술적인 중요한 의미를
담고 있다.**

SECTION

2

내 삶을 바꾼 카이스트



“제자들에게 강조합니다.
논문 쓰는 데만 너무 치우치지 말고
내 연구가 사람들에게 얼마나 유익할지,
그들의 삶에 어떤 영향을 가져다줄 수 있을지,
이렇게 카이스티안다운 고민을 하라고요.”

어느 교수의 말처럼 반세기 동안 계속된 카이스티안의 고민은
삶의 혁명을 불러올 수 있는 위대한 과학적 성과를 향해 있었다.

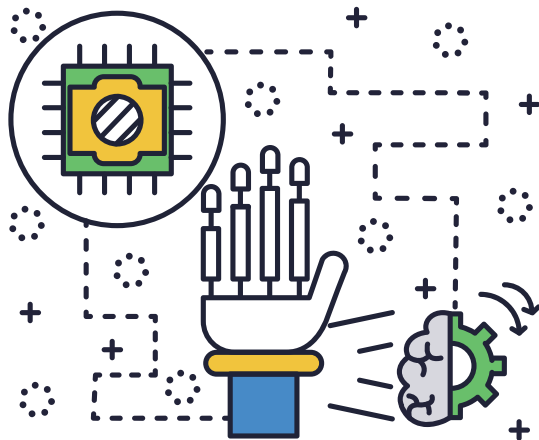
대중의 삶에 어떤 변화를 가져올 것인가?
인류의 미래에 어떻게 기여할 것인가?

50년 세월을 두고 질문은 영글고 여물어 단단한 열매를 맺었고,
하늘의 명을 알아챌 나이가 된 현재의 카이스트는
우리 삶의 유익한 변화를 불러오는 대표적인 창조자로 자리 잡았다.

널리 이롭게 할 로봇

ROBOT

- 가장 총체적이고 종합적인 기술 플랫폼,
그게 인간형 로봇입니다.
우리는 그 틀 안에서 기술의 한계까지
몰아붙이는 중입니다.



SEQUENCE I.

휴보가 넘어집니다

로봇이 넘어졌어요. 어떻게 된 겁니까?
센서에서 신호가 잡히질 않습니다!
빨리 들어가서 재부팅 준비해주세요.

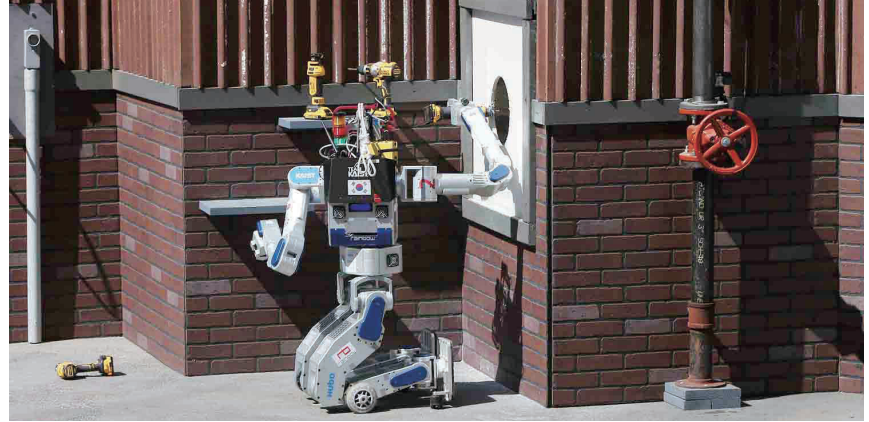
소방호스를 연결하고 밸브를 열다 휴보가 쓰러졌다. '팀 KAIST' 조끼를 입은 현장조가 경기장으로 곧장 달려 들어간다. 제한시간은 단 30분. 차고 안에 모여 상황을 예의주시하던 20여 명의 본부 인원들은 초침 돌아가는 소리에 속이 타들어간다. 무심하게 흘러가는 시간. 결국 '삐익!' 소리와 함께 타임종료 부저가 울린다.

여기는 미국 플로리다주에 소재한 '홈스테드-마이애미 스피드웨이'. 2013년 12월 20일에 열린 세계 재난로봇 경진대회(DRC, DARPA Robotics Challenge) 트라이얼 경연의 현장이다. 몇 달 밤을 새우며 치열하게 준비했으나 실제 대회 현장은 만만치 않았다. 사소하게 넘어간 온갖 것들이 카이스트 휴보팀을 옥죄어 왔다. 고장과 오작동의 연속, 악몽을 꾸는 듯했다. 대회 첫 날 일정을 마치자 휴보팀의 성적은 바닥을 치고 있었다.

세계 각국의 로봇들이 모여 운전 실력을 겨루고, 돌무더기 험지를 통과 하고, 소방호스를 연결하는 이 전대미문의 희한한 광경은 후쿠시마 원전사고에 대한 안타까움에서 출발했다.

당시 현장에 들어가 불길을 잡고 사고를 수습할 로봇 한 대가 없었다. 전 세계를 통틀어 사정은 마찬가지였다. 사람들의 생활 터전이 오염에 물들고, 바다가 죽어가는 과정을 생중계로 지켜만 봐야 했다. 이에 2012년 4월, 미국 방위 고등연구계획국(DARPA)이 나섰다. 미증유의 대회공고를 작성해 전 세계에 발송하며, 흥미로운 계획의 출발을 알렸다.

● 원전을 걸어 들어가 공장 내부를 복구할 수 있는 로봇을 만들어 보자.
2013년 연말에 세계 각국에서 개발된 로봇을 모아놓고
우승자를 가리는 경진대회를 열겠다. ●



DARPA 로봇틱스챌린지에 참가한 후보

얼핏 들으면 황당한 제안이었다. 걸음마를 겨우 떤 아이에게 일터에 나가 생활비 벌어오란 소리랄까. DARPA가 참가 로봇에게 내놓은 요구는 총 8가지. 대회에 참가를 원하는 팀이라면 다음의 8가지 기능을 모두 갖춰야 한다는 의미였다.

2012년 당시 DARPA가 공고한 대회의 규칙

1. 로봇이 지정한 장소까지 자동차를 직접 운전해서 몰고 들어갈 것
2. 자동차에서 내린 다음 울퉁불퉁한 돌무더기를 넘어 들어갈 것
3. 진입로를 막고 있는 잔해를 치워낼 것
4. 문을 열고 건물, 즉 원자력 발전소 안으로 들어갈 것
5. 작업용 사다리를 기어 올라간 다음, 공장 내부의 작업자용 통로를 통과할 것
6. 도구를 이용해 콘크리트 패널에 구멍을 뚫을 것
7. 냉각수가 새고 있는 파이프를 돌려 잠글 것
8. 소화호스를 소화전에 연결하고 밸브를 열 것

당시만 해도 인간형 로봇의 성능은 ‘걷다가 이제 뛰는’ 수준이었다. 그나마 달리기 가능한 로봇도 일본의 아시모와 파트너, 우리나라의 후보 정도뿐이었다. 그것도 매우 잘 정돈된, 어느 정도 연출된 환경에서나 가능했다. 울퉁불퉁한 험지를 걸어 다니고, 사다리를 기어 올라가라고? 황당한 소리로 받아들여졌다.

그러나 황당한 소리이기에 오히려 해볼 만한 도전으로 생각하는 사람들도 있었다. 카이스트 후보팀(휴머노이드 로봇연구센터)의 연구진도 그 중 하나였다.

‘후보’는 세계에서 몇 안 되는 인간형 로봇 중, 성능이 우수한 모델로 널리 알려져 있었다. 2004년 첫 등장 이후, 10년 간 꾸준히 성능을 발전시켜 온 터였다. 특히 후보2에 들어서는 완성도 높은 전신제어기술을 완성해 세상에 내놓았다. 바다 건너에서의 평가가 오히려 더 높았다. 대당 40만 달러에 이르는 값을 치르고 앞다퉈 구입해갔다. 각종 첨단기술의 상징과도 같은 구글에서도 2대를 구입해 활용할 정도로, 이미 후보는 세계 여러 기관에서 로봇제어기술의 플랫폼 구실을 톡톡히 하고 있었다.

더욱이 ‘후보 아빠’ 오준호 교수와 그의 팀원들은 불모지로 여겨졌던 대한민국의 인간형 로봇기술을, 한 순간에 선구자들의 턱 밑까지 끌어올린 장본인들이었다. 때문에 이 ‘Born to Be’ 챌린저들은 다시 한 번 세계를 놀라게 할 자신에 차 있었다. 이러한 자신감을 바탕으로 카이스트의 후보팀은 DRC대회 참여를 결정하게 되었다. 트랙A 부문에선 드렉셀대학교의 폴 오 교수 연구팀 등과 연합해 출전했고, 트랙D에선 카이스트 후보팀은 ‘Team KAIST’ 라는 이름으로 단독 참가를 결정했다.

TIP DRC대회의 진행 방법

DARPA는 ‘트라이얼 대회’(2013년 12월)와 ‘파이널 대회’(2015년 6월)로 구분해 2차에 걸쳐 대회를 열었으며, 참가팀은 A 부터 D까지 4개 트랙으로 나누었다. 트랙A와 트랙B에 참가하려면 전문가 그룹의 기술평가를 거쳐야 했다. 트랙A에 선정되면 300만 달러의 연구비가 지원되고 로봇의 몸체와 제어 프로그램 등을 모두 자체개발해야 하고, 트랙B는 100만 달러를 지원 받으며 주최 측으로부터 로봇(보스턴 다이내믹스의 ‘아틀라스’)을 제공받고, 제어 프로그램 등 만 만들면 되는 형태였다. 더욱 많은 기관의 참가를 유도하기 위해 자비(Self Funding)로 참여를 원하는 경우 트랙C와 트랙D를 통하여 최소한의 자격 심사로 참가가 가능하였다. 그 중 ‘Team KAIST’가 속했던 트랙D는 트랙A처럼 직접 로봇 몸체까지 개발해야 참가신청을 할 수 있었다. 트랙 D에 참여한 Team KAIST를 비롯한 일본, 유럽 팀들은 해당국가의 지원을 받은 팀들이 대부분이다. 참고로 DARPA에서는 이 대회를 위하여 4년간 약 1억달러를 지출하였다.

SEQUENCE 2. 다시 출발선에서

그러나 받아들인 성적표는 예상을 한참 벗어나 있었다.

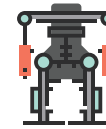
첫째 날의 부진을 만회하지 못한 Team KAIST는 트라이얼 대회에서 16개 팀 중 11위를 기록했다. 미국 드렉셀대학 연구진과 연합을 이룬 트랙A의 '팀 DRC-HUBO'도 전체 13위의 성적에 그쳤다. 변명의 여지가 없는 참담한 결과. 파이널 대회 진출 기준인 8위 안에 어느 팀도 들지 못하면서, DRC대회와의 인연도 이렇게 끝이 나는 듯했다.

그 때, 뜻밖에 만회의 기회가 찾아왔다. 길을 열어준 건 주최 측인 DARPA였다. 그들만의 잔치로 끝날 것을 우려한 DARPA가 한국을 비롯한 EU, 일본 정부 측에 출전 지원을 요청해 왔던 것이다. 당시 산업통상자원부는 이와 같은 취지에 공감을 나타내며 즉각 3개 팀을 선정하고, 약 10억 원 가량의 연구비를 각각 지원했다. 당연히 그 중 한 장의 카드는 카이스트 후보팀으로 돌아갔다. 파이널 출전이 결정되고, Team KAIST의 방향성은 명확했다. '기본으로 돌아가기'. 이것이 그들의 새로운 키워드였다.

복잡할수록 점점 어려워지는 거죠.
단순하게 생각하면 그냥 걷는 거예요.
복합적인 동작을 취할 때, 기술적으로 복잡할 수는 있겠죠.
그러나 큰 그림에서 볼 때 행위 자체는 간단해요.
연습 때는 매번 만점을 받던 과제를
실전에만 들어가면 제대로 수행하지 못한다?
이건 결국 기본기의 문제예요.

- 카이스트 기계공학과 오준호 석좌교수

파이널을 준비하는 그들의 표어는 심플했다. 로봇을 더 잘 움직이고, 더 오래 버티게 만들기, 그것이 결선을 준비하는 카이스트 후보팀의 철학적이고 모토였다.



차세대 DRC후보 개발의 방향성

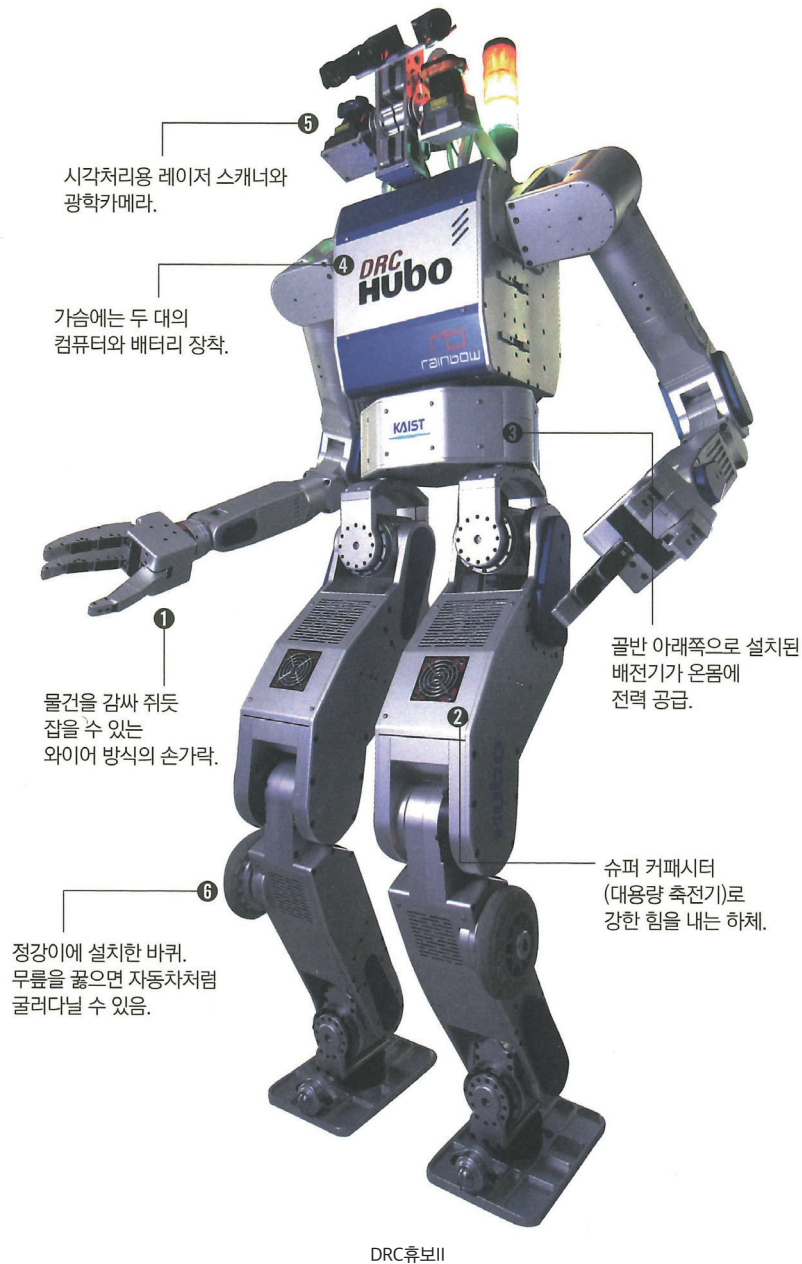
- 1 로봇을 안정적으로 걷게 한다.
- 2 시스템 다운을 최소화한다.

키를 고쳐 켜 뒤에는 트라이얼 대회 때의 악몽을 다시 떠올렸다. 당시 몇 걸음 옮기지도 못하고 계속해서 쓰러지는 상황이 벌어졌다. 때문에 제1과제로 DRC후보의 이동능력을 키우는데 주력했다. 이때 떠오른 아이디어가 '변신형' 다리였다. 비평단면 등에서는 이족보행으로 이동하다가 장거리 평지 이동을 위해서는 다리를 굽힌 후 무릎에 부착된 구동 바퀴를 이용하여 안정적으로 이동하는 것이다. 순간적인 큰 힘을 요하거나 강한 외부 충격에 대해 전기적으로 안정시키고 또한 필요시 큰 전류를 끌어내기 위하여 고용량 슈퍼 커패시터를 장착하여 시스템 강인성을 크게 높였다.

새로운 제어프로그램의 안정화를 위해서도 노력을 기울였다. 흩어져 운영되는 각각의 프로그램을 모듈 형태로 구분해 다루면서도, 한 몸인 듯 통합적으로 엮어 준다는 의미에서 '포도(PODO)'라는 이름이 붙은 운영체제였다. 마치 독립된 소프트웨어 모듈들이 포도송이처럼 연결되어져 붙힌 이름이었다. 트라이얼 대회 준비 과정에서 이미 개발을 완료했으나, 당시만 해도 몸체와의 호환성이 완전하지 않았다. 이에 신형 모델 개발 시에는 로봇과 PODO의 시스템 궁합을 맞추기 위해 많은 공을 들였다. PODO는 후보팀에서 독자 개발해온 소프트웨어로써 실시간 제어상황에서 독립된 모듈들이 충돌없이 서로 유기적으로 작동하게 하는 매우 강력한 하위 운영체제이다.

2013년의 실패에는 마이애미의 강렬한 태양도 한 몫을 했다. 햇빛에 카메라 시스템이 먹통이 되며 손쉽다고 생각했던 과제에서도 0점을 기록했다. 이에 별 문제없이 앞을 볼 수 있도록 레이저 스캐너와 광학카메라를 동시에 설치했다. 또 영상 인식처리 기술의 권위자인 카이스트 권인소 교수와의 협업을 통해 시각 처리 기능을 크게 개선했다. 이에 후보의 가슴에는 두 개의 심장이 뛰게 되었다. 그 하나는 로봇제어를 담당하는 컴퓨터였고, 다른 하나는 시각처리를 맡는 컴퓨터였다.

이로써 DRC를 위해 태어난 두 번째 후보 모델, 'DRC후보II'가 탄생했다. 만든 이들 스스로 차원이 다른 안정성과 세계 최고의 작업성을 자부할 수 있는 완성도 높은 작품이었다.



SEQUENCE 3.

우승, 그리고 일하는 로봇의 가능성

“KAIST 휴보, 세계 재난로봇대회 우승”

미국 로스앤젤레스 인근의 소도시 포모나에서 열린 재난로봇 경진대회에서 우리나라 카이스트팀이 우승을 차지했습니다. 카이스트 팀의 휴보는 자동차 운전과 벽에 구멍 뚫기, 험지 돌파와 계단 오르기 등 8가지 임무를 44분 28초 만에 완료하며 미국과 일본 등 23팀의 경쟁자를 제쳤습니다.

- 2015년 6월 8일 MBC뉴스

4년여에 걸친 대장정은 카이스트 팀의 우승으로 막을 내렸다. 파이널은 이틀에 걸쳐 각 팀마다 한 번씩 기회가 주어지고, 더 좋은 점수를 최종결과에 반영해 우승팀을 뽑는 방식으로 진행되었다. 카이스트 휴보랩이 새로 선보인 DRC휴보II는 둘째 날에 들어 진가를 발휘했다. 최소시간 안에 8개 임무를 실수 없이 수행하며, 단숨에 1위로 뛰어올랐다. 결국 우승상금 200만 달러는 카이스트 팀의 차지가 되었다.

감격에 겨운 팀원들은 눈물을 흘리고, 서로 얼싸 안으며 기쁨을 나눴다. 지난 시간의 고생들이 머릿속에 주마등처럼 스쳐 지나갔다. 그러나 제자들이 부담스러워 할까 싶어, 경기장과 떨어진 곳에서 모니터로 대회를 지켜 본 오준호 교수는 입가에 슬며시 띄운 미소 외에는 차분하고 담담한 표정이었다.



2015.06.07 DARPA 로보틱스 챌린지 결선대회 우승

당연히 기쁘기야 했죠. 그러나 그 이후로 누차 말했지만, 1등 한 게 곧 우리가 세계 최고라는 의미는 아니에요. 그저 대회 때의 문제를 좀 더 잘 풀어냈을 뿐인 거죠. DRC대회는 어떤 정점이라기보다 하나의 계기로 해석하는 게 맞을 겁니다. 인간형 로봇의 새로운 가능성을 열어 놓은 시발점이었다는 거죠. 그렇기 때문에 우승에 도취되기보다 대회가 남긴 걸 잘 이어가고, 발전시켜 나가는 게 중요했어요.

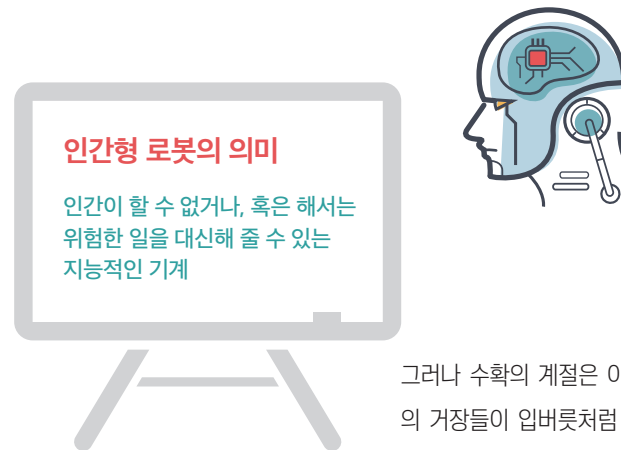
- 카이스트 기계공학과 오준호 석좌교수

그렇다면 DRC가 남긴 유산은 무엇일까.

대회 이전의 인간형 로봇이 걷기, 뛰기, 말하기 등 인간의 기본적인 행위를 모사하는 ‘홍내쟁이’ 로봇에 머물렀다면, DRC를 통해 그것은 ‘일하는 로봇’으로 거듭났다. 미션 수행을 위한 다양한 기술들이 개발되어 전체적으로 작업성이 크게 향상되었다. 이에 심해와 우주를 포함한 극지의 탐사, 재난현장에서의 구조대원 역할, 환자나 고령자를 돕는 업무 등 사람이 하기 어렵거나 꺼리는 일을 인간형 로봇이 대신할 수 있는 가능성이 열리게 되었다.

1921년 체코의 희곡 작가 카렐 차페크는 인간을 대신해 공장에서 일하는 존재로 ‘로봇(Robot)’을 처음 호명했다. 이는 본래 노동, 노예라는 뜻을 지닌 체코어 ‘로보타(Robota)’에서 유래한 단어로, 이후 다양한 산업용·의료용 로봇이 개발되어 실제 작업현장에서 사용되어 왔다. 그러나 사람의 온전한 전신을 본 뜬 로봇에 대한 유의미한 작업성을 도전과제로 삼아 세계 최고의 로봇 및 개발 주체들 간에 자존심을 건 진검 승부를 벌인 것은 DARPA 챌린지가 최초이자 유일한 것이다. 여기서 우승함으로써 DRC 후보와 KAIST의 이름을 드높였다.

이렇게 로봇에 대한 최초의 상상은, 근 100년이 지나 열린 DRC를 계기로 비로소 지금 이곳의 현실이 되어가기 시작했다.



인간형 로봇의 의미

인간이 할 수 없거나, 혹은 해서는 위험한 일을 대신해 줄 수 있는 지능적인 기계

그러나 수확의 계절은 아직 오지 않았다. 로봇 연구의 거장들이 입버릇처럼 말하는 대로 “아직 그 때는 오지 않았다.” 로봇이 사람의 생활에 물과 공기처럼 섞이고, 사람을 도와 더 높은 가치를 창출하기 위해서는 아직도 많은 시간이 필요하다. 따라서 지금의 로봇과학은 기술력을 축적하는 단계를 지나고 있고, 그 중심에 바로 인간형 로봇이 있다.

인간형 로봇은 하나의 플랫폼으로 볼 수 있어요. 그 연구과정에서 쌓인 결과가 중국엔 자동차가 될 수도 있고, 드론이나 무인비행기에 적용될 수도 있고, 아니면 고성능의 카메라로 변신할 수도 있죠. 그 어떤 분야보다 인간형 로봇이라는 플랫폼이 더 총체적이고 종합적이기 때문에, 그 틀을 중심으로 기술을 모을 수 있는 겁니다. 지금의 우리들은 그 기술을 한계점까지 한번 밀어붙여 보고 있는 거고요.

- 카이스트 기계공학과 오준호 석좌교수

당장 중력을 무시한 운동능력이나 인간 수준의 지능을 가진 인간형 로봇을 기대하기는 어렵다. 때문에 지금의 로봇 과학자들은 당장 뺄 수 있는 한 걸음을 내딛고 있다. 그리고 그 한 걸음을 통해 얻어낸 기계공학적인 진보는, 생각보다 극적인 삶의 변화를 불러오고 있다.

- 후보스토리는 「휴보, 세계 최고의 재난구조로봇 - 대한민국 후보의 [DRC 파이널 2015] 우승분투기」(전승민 저)에서 각색하였습니다.

SEQUENCE 4.

흥익 로봇의 이상

로봇을 ‘입고’ 온 몸에 힘을 쥐 벌떡 일어섰다. 현기증이 나고, 금방이라도 구도가 올라올 것만 같았다. 카이스트 공경철 교수가 개발한 하지보조용 웨어러블 로봇 ‘워크 온 슈트’를 착용한 김병욱 씨는 그렇게 휠체어에서 몸을 일으켜 세웠다. 서른 언저리의 사고 이후, 18년 만의 홀로서기였다.

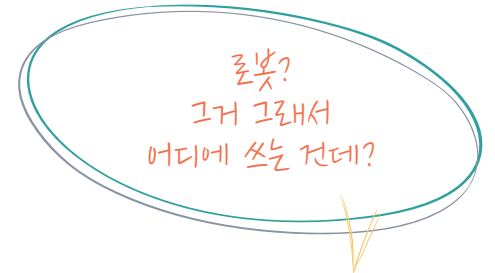
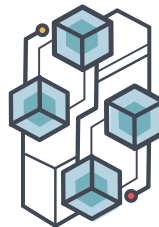
그날 밤 잠자리에 누웠는데 하염없이 눈물이 쏟아지대요.
아침에 일어나 거울을 보니 얼굴에 하얀 눈물자국이 남아 있더라고요.
그걸 보면서 다짐했어요. 나한테 찾아온 이 행운을 절대 놓치지 않겠다고요.

- 엔젤로보틱스 김병욱 책임연구원

그렇게 로봇기술은 누군가에게 행운이 되었다. 이후 파일럿의 굳은 의지에 개발자의 치열한 노력이 더해지며, 워크 온 슈트 시리즈는 국제 사이보그 올림픽인 사이베슬론 대회에서 2016년 엔 동메달을, 2020년엔 금메달을 거머쥐었다.

저도 안경을 쓰지만, 만약 안경이 존재하지 않던 시대에 살았다면 시각장애인 소리를 들을 수도 있었을 겁니다. 그런데 로봇기술이 지금처럼 꾸준히 발전해 간다면 보행 장애가 더 이상 장애가 아닌 세상이 올 겁니다. 눈이 나쁜 사람이 안경을 쓰듯이, 다리가 불편한 사람은 로봇을 입는 세상이 되는 겁니다.

- 카이스트 기계공학과 공경철 교수

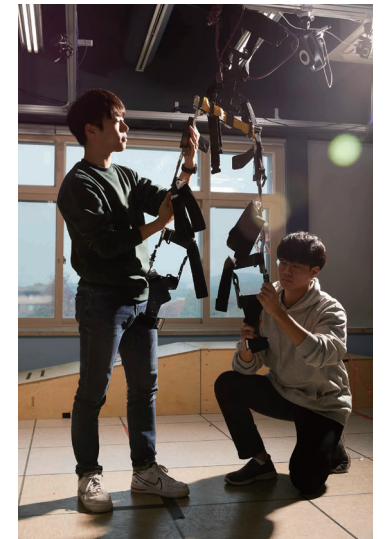


아직 오지 않은 세상에 대해 사람들은 묻는다. 이런 질문에 카이스트는 공경철 교수와 김병욱 씨의 이야기와 같은 사례들을 하나 둘씩 꺼내놓기 시작했다.

기술이 우리를 어디로 끌고 갈 것인가. 우리는 아직 알지 못한다. 로봇과학의 윤리학이나 철학을 논하기에는 여전히 때가 여물지 않은 느낌이다. 그러나 카이스트의 로봇과학자들은 일종의 행동 지침 정도는 지니고 있다. 이를 단순화하자면 다음과 같은 정도로 표현될 수 있을 것이다.

하나, 우리는 사람의 힘만으로는 돌파나 극복이 불가능한 상황을 대상으로
하나, 사람에게 도움이 되는 방향으로
하나, 로봇기술을 발전시켜 나갈 것이다

기계공학과 공경철교수 연구실

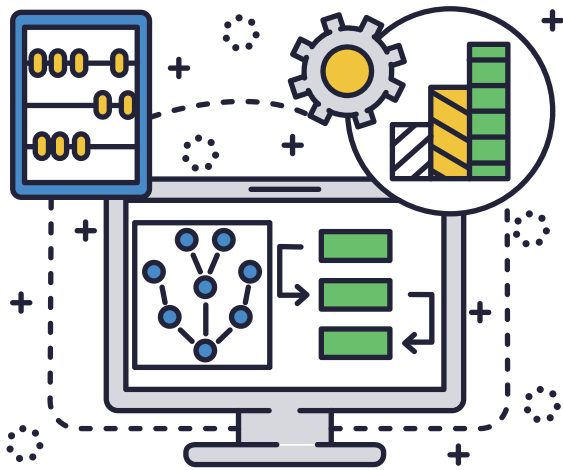


이러한 방향성을 가지고 그들은 인간을 돕는 로봇기술, 사람을 널리 이롭게 하는 로봇과학을 지향해 나가고 있다.

마음을 잇는 기술

INTERNET

앞서 간 나라와 뒤쳐진 나라를 연결하고
동양과 서양을 묶어낸 기술.
그렇게 기억되었으면 좋겠습니다.



SEQUENCE I.

인터넷 연결 마법사, 전길남

● 나는 그 때 구미에 있었어요. 그곳에서 네트워크를 이용해 서울대학교에 있는 컴퓨터에 로그인한 거죠. 연결이 되니까, 서울에 있는 컴퓨터를 구미에서 쓰는 것 같은 거예요. 그 때는 그랬어요. 박수를 치고, 다들 신기해 했죠. ●

- 한국 인터넷의 代父, 전길남 박사

e메일은 쓰면 되는 것이고, 기사는 보면 되는 것이며, 검색은 하면 되는 것이다. 지금이야 그렇다. 그러나 이전 1980년대의 이야기이다. 우리는 기억한다. 그때만 해도 이 모든 일들은 결코 '당연하지' 않았다.

1982년 5월 15일, 구미에 소재한 한국전자기술연구원(KIET) 컴퓨터개발실. 모든 연구원들이 숨을 죽인 채 컴퓨터 화면을 바라보고 있다. 'SNU', 화면에 서울대학교의 영문 약자가 뜨자 환호성과 박수 소리가 터져 나온다. 이로써 한국전자기술연구원과 서울대 연구소를 연결하는 통신 네트워크 구축이 완료되었다. 대한민국의 인터넷 역사가 시작된 순간이었다.

일본 오사카에서 나고 자란 전길남 박사가 한국 땅에 입성한 건 1979년. 정부의 해외 과학자 유치 프로그램을 통해 꿈에 그리던 모국 땅을 밟게 되었다.

당시 한국 정부는 수출이 가능한 PC의 개발을 제안했다. 그러나 미국 UCLA에서 박사과정을 밟으며, 세계 최초 인터넷인 '아파넷(ARPAnet)'의 탄생과정을 보아온 터였다. 전 박사는 컴퓨터 네트워크의 가능성을 누구보다 굳게 믿고 있었다. 이에 관련 개발제안서를 정부 측에 제출했고, 해당 계획을 바탕으로 한국 최초의 TCP/IP 기반 인터넷 네트워크인 'SDN' 개발에 돌입하게 되었다.

하드웨어를 만들기 위해 부품을 공수해야 했다. 당시만 해도 세계 유일의 인터넷 개발국가였던 미국이 접촉 대상으로 설정되었다. 그러나 해당 부품은 죄다 수출금지 품목으로 지정되었고, 미국방성에서는 승인 불가 통보를 해왔다. 미국 정부가 생각하는 인터넷이란 자국의 이익을 위해 보호해야 할 '군사 기술'이었던 것이다.

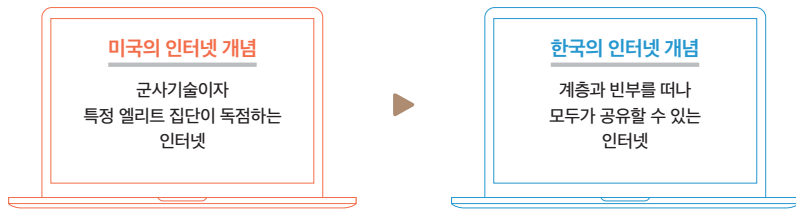
그러나 이러한 어려움을 뚫고 전길남 박사와 그의 연구팀은 전설의 반열에 올랐다. 서로 다른 통신망을 연결하는데 필요한 전송장치 없이도, 인터넷 연결에 성공한 것이다. 덕분에 대한민국은 전 세계에서 두 번째로 인터넷 네트워크를 구축할 수 있었다.

여기에서 그치지 않았다. 미국과는 달리 기술 공유에 인색하지 않았다. 1985년에는 동남아시아 지역의 연구자들이 대거 참여하는 PACNET(PACific NETwork)을 구성하고 의장을 역임했다. 이는 세계적으로 처음 구성된 인터넷 관련 국제 협의체로, 결성 이후에는 각종 학술대회를 개최하고 국제 네트워크 구성에 필요한 논의를 이어갔다. 이후로도 15개가 넘는 인터넷 국제조직을 만들며 아시아 태평양 지역에서의 인터넷 확산과 세계화에 기여해 나갔다.

인터넷이 공공재라는 개념이 없던 시절이었다. 그런 상황에서 전길남과 그의 연구팀은 아무도 열어주지 않던 빗장을 스스로의 힘으로 풀어냈다. 또 독자기술을 통해 인터넷 연결에 성공함으로써 ‘막아도 소용없다’는 인식을 심어주었다. 이에 미국은 서서히 과거의 폐쇄성을 극복하고 인터넷 기술의 문을 열기 시작했다.

그런 의미에서 전길남 박사는 세계인 모두를 위한 인터넷의 초석을 놓은 인물이다. 글로벌 인터넷 역사에 있어 세계 전파자의 임무를 수행한 20세기의 마지막 ‘마르크폴로’라 할 수 있다.

미국에서의 ‘인터넷’과 한국에서의 ‘인터넷’(1980년대)



TIP TCP/IP의 기술적 토대, 패킷 교환방식

통신 교환방식의 주류를 이루 왔던 회선 교환방식(circuit switching)의 취약성이 1960년대에 들어 집중적으로 부각되었다. 이에 미국 정부는 대안 마련에 부심하게 된다. 회선 교환은 음성전화망에 채택된 방식으로, 송화자와 수화자 사이 통신 회선이 설정되면 통화 완결 시까지 하나의 회선들이 전용으로 할당된다. 따라서 전송로 중 어느 한곳이라도 문제가 생기면 그 전송로 전체가 제 기능을 수행하지 못하게 된다. 이러한 회선 교환방식의 취약점을 개선하기 위해 TCP/IP의 기술적 토대가 된 패킷 교환방식이 개발되었다. 패킷(packet)이란 본래 소포를 뜻하며, 소화물을 의미하는 패키지(package)와 덩어리를 뜻하는 버킷(bucket)의 합성어다. 커다란 화물을 적당한 덩어리로 나누고 행선지 표시 꼬리표를 붙이는 방식을, 데이터통신에 접목한 것으로 보면 된다.

SEQUENCE 2. 어느 연구실 이야기

전길남 박사에 대해서 말하자면 참 재미있는 사람이에요. 그 사람은 일본에서 태어나서... 한국과학기술원 전산과에 SALAB이라는 특이한 ‘왕따’ 연구실을 차립니다. 제자들을 키우기 위해 그가 무엇을 했느냐? 록 클라이밍을 시키고, 스키장으로 MT를 갔습니다.

- 가수 한대수의 헌가(獻歌) '전길남 이야기' 중에서

‘인터넷’은 20세기 마지막 발명품이다. 다른 발명품과는 성격이 달라도 한참 다르다. 기술의 완성이냐 망의 구축만으로 그 발명의 과정이 완결되지 않는다. 무엇보다 그 퍼짐과 번짐이 일정 수준에 도달해야 과정이 종료되었다 말할 수 있다. 그런 의미에서 대한민국의 인터넷은 아시아 지역 최초 개발이라는 성과 이후에, 잃어버린 10년에 봉착했다. 후발주자들의 기세에 눌러 날개를 펴지 못했다.

80년대 말이면 한국의 네트워크 사용량이 일본의 10분의1 밖에 안 됐어요. 쓰는 사람이 너무 적고, 도무지 확산이 되지를 않는 거예요. 빨리 만들면 뭐하겠습니까?

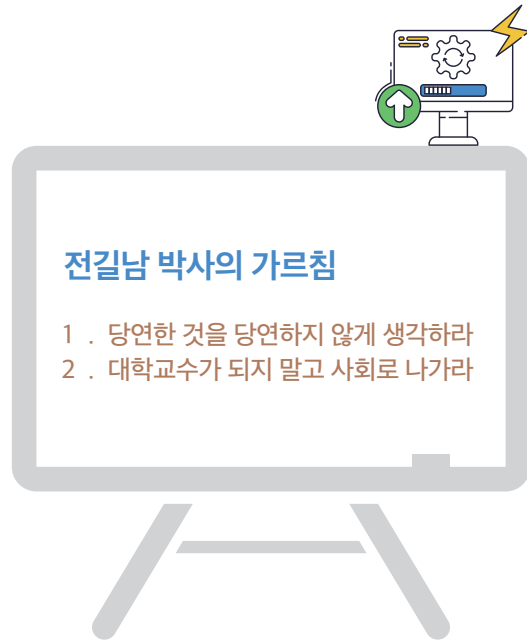
- SALAB의 전설적인 1세대, 박헌제 박사

그러나 뚜렷한 성과가 보이지 않던 그 10년 동안, 무엇보다 사람이 자라고 있었고 그 중심에는 카이스트의 SALAB(System Architecture Laboratory)이 있었다.

세계에서 두 번째로 인터넷 통신에 성공했다고는 하나 당장 ‘네트워크 천국’이 열리지는 않았다. 80년대 내내 SALAB 소속의 학생들은 전화 교환수처럼 e메일을 A란 곳에서 B로 무사히 보내고, 비가 오면 먹통이 되는 모뎀을 수리해야 했다.

하지만 이들에게 전길남 교수의 연구실은 놀이터였다. 언제든 컴퓨터를 쓸 수 있는 당시로선 흔치 않은 연구실이었고, 아무 때나 유닉스를 활용해 프로그래밍을 할 수 있는 유일무이한 환경이었다. 전 세계의 학교 및 연구기관들과 커뮤니티를 형성하고, 거리낌 없이 서로의 의견을 교환하는 공간이기도 했다.

제자들이 만들어가는 놀이의 문화를 스승은 더욱 복돋았다. 질문은 많이 던지되 답은 스스로 찾아나가도록 유도했고, '대학교수'라는 획일화된 목표를 넘어 사회를 위해 무엇을 할 것인지 고민하도록 독려했다.



SALAB에서 청춘의 한 구간을 보낸 20세기 청년들은 하나같이 비슷한 증언을 남긴다. 적절한 경쟁과 협력관계 속에 매일이 불꽃 튀기는 나날이었다고. 이제와 돌아보면 연구실을 놀이터 삼아 자유롭게 스스로의 길을 모색할 수 있었다고.

그리고 나서 이들은 마음이 가는 일을 선택했다. 누군가는 창업을 했고, 다른 이는 인터넷 통신망을 까는데 합류했으며 어떤 이는 오픈소스 커뮤니티에서 활동을 이어갔다. 완전히 새로운 무언가를 만들기 위해 당시로선 생소하고 낯선 도전을 감행한 이도 있었다. 그리고 이들이 마음대로 갔던 길은 그대로 대한민국 정보통신산업의 역사가 되었다.

SALAB의 아이들



허진호

인터넷 대중화에 기여
(아이네트 창업)



박현제

멀티미디어 콘텐츠의
인터넷 접목을 시도
(솔빛미디어 창업,
두루넷 전무 역임)



정철

삼보컴퓨터 신화의 주역
(삼보컴퓨터 CTO 역임)



송재경

'바람의 나라'와
'리니지'의 아버지
(XL게임즈 창업)



김정주

대한민국 PC
온라인게임의 개척자
(넥슨 창업)

SALAB의 아이들이 세상 밖으로 나오자, 비로소 대중의 삶에 '인터넷'이 들어오기 시작했다. 1994년에는 아이네트와 같은 인터넷 상용서비스 업체가 등장하면서 일반인도 인터넷을 쓸 수 있게 되었다. 1998년에는 두루넷이 처음으로 초고속 인터넷 서비스를 시작하면서 세계에서 가장 빠른 속도와 품질을 경험하게 되었다. 세기의 전환기에는 안정된 품질의 중저가형 PC가 대량 보급됨에 따라 '1가구 1PC' 시대가 열렸고, 자연스럽게 일상 속에서 인터넷 활용이 이뤄졌다.

이어 세상 모든 것들이 인터넷 속으로 들어왔다. 영화와 소설, 노래는 물론이고 온라인 게임까지 즐길 수 있었다. 인터넷은 그야말로 또 하나의 유니버스가 펼쳐지는 "진짜 별천지"로 거듭났다. 급기야 인터넷을 한다는 건 별다른 소식이 아니나, 인터넷을 하지 않는다는 건 특이한 뉴스이자 별종 취급을 받는 세상에 진입하고 있었다.

이처럼 급격한 전환과정의 곳곳에서 SALAB 키즈들이 존재감을 드러냈다. 그들이 빛을 발하고 도드라질수록, 전길남 박사의 영향 아래 오래도록 키워온 꿈은 점차 현실이 되어가고 있었다.

SEQUENCE 3.

1초 검색의 실현

검색이 없는 인터넷 세상은 상상할 수 없다. 인터넷의 바다에 수많은 정보들이 떠다닌다 해도, 서 말 구슬도 꿰어야 보배가 된다. 그런 차원에서 검색엔진은 인터넷에 생명을 불어 넣으며 그 대중화의 역사를 이끌어왔다.

그러나 앞서 말했듯이 이견 당연한 것이 당연하지 않던 시절의 이야기이다. 1995년을 기점으로 국산 검색엔진들이 하나 둘 개발되어 서비스에 들어갔으나 검색 결과의 정확성이 현저히 떨어졌다. '장동건'을 검색하면 '마장동 건어물시장'이 제일 앞에 보이던 시절이었다.

1996년에 개발된 '미스다찾니'와 같은 예외도 있었다. 검색어와 연관성이 높은 순으로 보여주는 알고리즘 체계를 갖추고 있었다. 그러나 카이스트 학생이 개발한 이 검색엔진의 경우에는 속도가 문제였다. 느려도 너무 느렸다. 그 외 (주)한글과컴퓨터의 '심마니', KT의 '정보탐정' 등 기업이 개발한 검색엔진들도 잇달아 선보였지만, 사정은 그다지 나아지지 않았다.

지금에야 어디 상상이나 하겠습니까.

그런데 당시만 해도 검색한다고 하면, 그 결과를 얻기까지 수초에서 수분이 걸리는 것을 당연하게 받아들이던 시절이었어요.

- 카이스트 전산학과 황규영 특훈교수

1997년 말부터 외국계 검색엔진들이 상륙을 시작했다. 야후와 알타비스타, 라이코스 등이 국내의 검색서비스 시장에 진입했다. 특히 야후는 특유의 차별성을 무기로 국내 검색시장을 빠르게 잠식해 나갔다. 수작업으로 분류된 디렉토리 검색 결과를 제공함으로써 사용자의 만족감을 극대화했다. 이에 오래된 선입견이 다시 고개를 들었다. 세계 최고 천재들의 빛나는 아이디어, 실리 콘밸리의 아성 등등... 국내 언론들은 쉽사리 낙담하며, IT서비스는 우리 감량이 아니라는 선부른 결론을 내렸다.

판도를 바꾼 것은 1999년에 등장한 젊은 기업이었다. 삼성SDS의 사내 1호 벤처로 출발한 네이버가 기존 대형 검색엔진들의 기술적인 허점을 파고들며 혜성처럼 등장했다. 포털 춘추전국시대의 후발주자로 출발했으나 기술력 자체는 흠잡을 데가 없었다. 빠르고, 또 정확한 검색엔진을 세상에 내놓고 점차 활동영역을 넓혀 나갔다.

이 무서운 아이들은 든든한 후원군의 지원을 받고 있었다. 국내 최초의 객체지향 데이터베이스 시스템(DBMS), '오디세우스'를 개발한 황규영 교수 연구팀의 기술을 이전받아 개발에 착수했던 것이다. 이는 기존 DBMS에 정보검색 기능을 밀결합한 형태였으며, 정식 명칭은 '오디세우스/IR-S 코스모스'였다.

우리 연구실 출신의 이해진 의장이 직접 부탁을 해왔죠. 오디세우스를 활용하고, 우리 연구실의 기술지원을 받아가며 네이버의 초기 검색엔진이 완성되었습니다. 이 때 DBMS 기술을 이용한 네이버의 검색엔진이 세상에 나오면서, 거의 모든 질의를 1초 이내에 처리할 수 있는 기술혁신이 일어났습니다.

- 카이스트 전산학과 황규영 특훈교수

빠르기만 한 것이 아니라 검색 정확도는 높고, 결과 값의 절대량은 많았다. 검색어의 의미소를 분석해, 결과 값을 찾아내는 방식이었기 때문이다. 예를 들어 인터넷 신문에 대해 검색할 경우, '인터넷^신문'을 입력하면 두 검색어 사이에 단어가 들어있는 인터넷 전자신문, 인터넷 온라인신문, 인터넷 멀티미디어 신문 등을 모두 찾아주는 방식이었다. 반면 다른 포털의 검색엔진들은 입력한 단어와 정확히 일치해야 결과 값을 산출했기에, 검색 양 자체가 적은데다 엉뚱한 검색결과가 나오기도 했다.

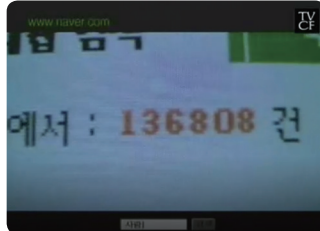
네이버 초기 검색엔진의 기술적 우위 요소

1. 1초 검색의 기술혁신 달성
2. 단서와 문장의 의미소 단위로 결과 값을 찾아내는 방식
3. 12개의 다양한 연산자를 지원해 정교한 검색 가능

네이버 초기 광고 이미지(2000년)

네이버 검색성능 잘 보여주는 광고,

신혼의 여성이 신랑에게:
**"사랑이 뭔지 알아?"라고 묻지만
 남자는 아무 말도 하지 못한다.**
 그리고 여성은:
**"그가 아무 말도 못했을 때
 네이버는 13만 6,808건이었다."고 독백한다.**



이로써 황규영 교수 연구팀의 '오디세우스' 기술은 구글과 야후 같은 글로벌 기업의 공세에 맞서 국내 인터넷 검색시장을 지켜낼 수 있었다. 이후 네이버는 국내 최대 포털로 성장해 갔으며, 그 검색엔진은 노동부, 중앙일보, 한겨레를 포함한 250여개 기업의 기본 검색엔진으로 사용되었다. 때문에 황규영 교수는 인터넷 정보문화의 형성과 확산을 앞당긴 주역 중 하나로 평가받게 되었다.

기술적으로도 검색엔진에 데이터베이스 기술을 접목한 최초의 사례였다. 이에 오디세우스의 DB-IR 밀결합 기술은 2002년 관련 분야에서 세계 최초로 특허 등록에 성공했다. 이후로는 국내를 넘어 구글, 오라클, 마이크로소프트, IBM, 애플, SUN 등 세계적인 기업들에서도 활발하게 인용되며 '정전'의 반열에 오른 기술로 인정받고 있다.

SEQUENCE 4.

인터넷의 미래에 대한 단상

빈트 서프는 TCP/IP라는 약속을 만들어 컴퓨터들이 통신할 수 있는 기반을 만들었고, 팀 버너스 리는 월드와이드웹(WWW)을 설계해 전 세계를 하나로 연결했다. '인터넷의 아버지'라 불리는 이 인물들은 2012년, 인터넷 소사이어티(ISOC)가 만든 제1회 인터넷 명예의 전당에 이름을 올렸다.

목록에는 익숙한 한글 이름이 보였다. 이들과 함께 명예의 전당에 이름을 올린 유일한 한국인이 바로 전길남 박사였다. ISOC는 전 박사를 헌액하며 '아시아에 인터넷을 가져온 인물'이라 기록했다. 개인의 영광을 넘어, 대한민국이 인터넷 발상지와 아시아를 연결한 '글로벌 커넥터'로 공인받는 순간이었다.

한편 스위스 제네바에서 열린 행사 내내 전길남 박사는 기억에 남는 밤을 보냈다. 무엇보다 대학원 시절 지도를 받았던 스승과 함께 명예의 전당에 올랐다. 아파넷 프로젝트의 총책임자였던 레너드 클라인록 교수는 인터넷 네트워크의 개척자로, 전길남 박사는 인터넷 세계화에 기여한 인물로 각각 선정되어 33인 명단에 같이 이름을 올렸다. 40년 만에 옛 스승과 마주한 자리가 명예의 전당 헌액식이었기에, 그 감격을 말로 다 표현할 수 없었다.

남은 인생의 숙제를 확인한 자리이기도 했다. 컴퓨터 네트워크의 가능성을 함께 탐구했던 친구들이 40여년 만에 한 자리에 모였다. 서로에 대한 격려와 축하로 떠들썩할 수밖에 없었으나, 누군가 전 박사 곁으로 다가와 차분한 음성으로 그에게 물어왔다.

다시 한 번 태어나서,
 또 이 연구를 하게 된다고
 가정해 보자고.
 자네는 어떻게 할 텐가.
 그 때도 우리가 해왔던 방법을
 고수할 생각인가.

우리 세대가 처음 인터넷을 개발할 때만 해도, 네트워킹의 성능에만
 신경을 썼던 것 같아요. 보안과 인터넷 폭력, 가짜뉴스 등과 같은 안전(Safety)의
 측면은 도외시했던 게 사실이에요. 그런 생각을 하면 마음이 무거워집니다.
 다시 그 때로 돌아간다면 그런 부분에 더 신경을 써서
 시스템과 거버넌스를 다듬을 것 같아요. 저에게 남은 마지막 숙제이기도 하지만,
 후학들도 그런 부분에 좀 더 책임감을 가지고 개선에 동참했으면 좋겠어요.

- 카이스트 명예교수 전길남 박사

인터넷은 사람과 정보를 연결하던 네트워크에서 사람과 사람 사이를 연결하는 도구로 진화했다.
 현재는 “모든 사물 간을 연결”하는 인터넷으로 개념이 확장되고 있다. 가까운 미래에 사람과 사
 물, 그리고 공간이 인터넷으로 서로 연결된다는 의미이다. 그러나 일상에 물과 공기처럼 밀착하
 게 될 ‘사물인터넷(IoT)’이 정말 안전한가에 대한 논쟁은 아직 합의된 결론에 도달하지 못했다.
 그런 의미에서 전길남 박사의 얘기는 충분히 새겨들어야 할 조언이다.

만든 나조차도 지금처럼 상전벽해(桑田碧海)의 인터넷 세상이 올 줄은
 꿈에도 몰랐습니다. 다가올 미래도 마찬가지입니다.
 예측이 어렵기에, 미리 준비하고 대비해 나가야 합니다.

- 카이스트 명예교수 전길남 박사

이에 현재의 카이스트 역시 보다 사려 깊은 인터넷의 미래를 고민 중이다. 머지않아 현실이 될
 IT기술들이 사람을 위한 기술이 될 수 있도록 청사진 마련에 고심하고 있다. 그 궁극적인 지향점
 은 아마도 사람과 세상을 연결하는 인터넷, 체온을 가진 인터넷을 향해 있을 것이다.

난치병 정복의 꿈

MEDICAL

- 치료의 패러다임을 바꾸며
 될 때까지 파고 든 끝에, 난치병과
 싸울 무기가 비로소 하나 둘
 갖춰지기 시작했습니다.



SEQUENCE I.

의과학대학원 설립

알음알음 찾아온 이들에게 제공하던 작은 배움이 소문을 타고 많은 이들의 귓가에 전해졌다. 몰려드는 의사들로 실험실이 마비될 지경에 이르자, 국내 1호 분자생물학자인 유욱준 교수는 일주일의 시간을 그들을 위해 할애했다. 그리고 그 1주는, 2주가 되고, 3주가 되더니 결국 '바이오 메디컬 워크숍'이라는 공식 교육과정의 탄생으로 이어졌다.

1990년대 초반부터 그렇게 10년을 계속했어요.
그동안 우리나라 종합병원 스텝의 4분의 1은 이 교육과정을 들었을 거예요.
주로 임상의들을 대상으로 분자유전학 실험방법에 대한 교육을 진행했는데,
이 워크숍이 지금의 의과학대학원을 만드는 계기가 됐습니다.

- 카이스트 의과학대학원 유욱준 명예교수

의사들이 가진 배움의 갈증을 확인한 유욱준 교수는, 그간의 연구 성과와 기술을 공유할 수 있는 보다 확실한 터전을 만들기로 했다. 마침 의과학자 양성의 필요성이 강하게 제기되며, 정부에서도 카이스트 내에 관련 대학원의 설치를 적극적으로 검토하게 되었다.

의과대학도, 병원도 없는 터라 이후 설립과정에는 약간의 어려움이 뒤따랐다. 그러나 2006년에 들어 모든 준비를 마치고, 의과학대학원의 제1기 학생들을 모집하기 시작했다.

카이스트는 대한민국 의과학의 미래가 될 의사학생들을 모집합니다

의과대학 졸업생의 대부분이 의사가 되는 길을 택하는 게 현실이다.
사정이 이렇다보니 기초연구를 평생의 진로로 정하는 일은 보기 드문 케이스였다.
때문에 면역학, 생물학 등 다양한 기초과학 분야의 연구 성과가
실제 임상현장에 적용되지 못하고 있었다. 자신들의 일과가 샐러리맨의 그것과
다르지 않다는 사실을 누구보다 의사들 스스로 잘 알고 있었다.

- 카이스트 의과학대학원 수확 중인 어느 의사

이런 상황에서 의과학대학원은 가문의 단비 같은 존재가 되었다. 기초과학연구 성과와 실제 환자 치료 사이를 연결하는 가교 역할을 수행하며, '연구하고 생각하는 의사'를 배출하는 국내 유일한 산실로 자리 잡아 갔다.

그 과정에서 카이스트는 생물학, 생명과학 등의 연구 성과에 정보기술과 나노기술을 접목하며, 우리나라 바이오산업 발전을 위한 터 닦기를 주도해 갈 수 있었다.

SEQUENCE 2.

암 및 망막 혈관질환 치료의 새로운 방향 제시

전체 질병의 3분의 1가량이 혈관과 연관되어 있습니다. 그만큼 혈관 손상은 질병의 발생과 밀접하게 관련되어 있는 겁니다. 그래서 저희는 혈관이 손상됐을 때 어떤 질병으로, 어떻게 연결되는지를 연구하고 있습니다. 또 이를 바탕으로 질병에 대한 근본적인 치료방법을 개발하고 있습니다.

- 카이스트 의과대학원 고규영 특훈교수

‘암’이라는 파괴적인 질병에 대한 해답을 고규영 교수와 그의 연구팀은 혈관에서 구하고 있다. 특히 혈관신생의 매커니즘을 집중적으로 연구함으로써 근본적인 치료의 기반을 마련해 나가고 있다.

말 그대로이다. ‘혈관신생’은 기존 혈관에서 새로운 혈관이 형성되는 일련의 과정을 총칭한다. 그런데 혈관 수준에서 암이라는 질병을 정의하자면, 그것은 비정상 혈관인 ‘암 혈관’이 이상 증식하는 현상이다. 따라서 기존 임상에서는 이 암 혈관을 제거하는 방법으로 암을 치료해 왔다. 그러나 뒤집어 생각하기, 창의적인 역발상을 통해 고규영 교수는 암 치료를 위한 새로운 길을 제시했다. 암 혈관을 비정상 상태에서 정상 상태로 되돌림으로써 그 진행을 억제하는 방법을 개발한 것이다.

연구진은 혈관의 분화와 안정을 촉진하는 ‘TIE2’ 단백질에 주목했다. 이 물질을 활성화하면 암 혈관을 안정화시킬 수 있을 것으로 보고, 동물실험을 통해 효과를 검증해 나갔다.

결과는 예상한 그대로였다. TIE2 활성 항체를 투여하자, 불안정하던 암 혈관이 정상 혈관으로 돌아오기 시작했다. 그 결과 암세포 내부에 산소 공급이 원활해지고 항암제와 면역세포의 침투가 늘어났다.

SEQUENCE 3.

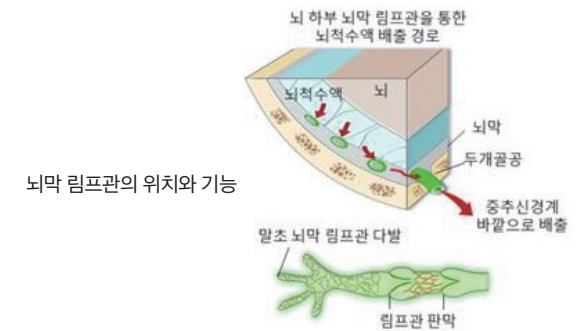
치매 유발 뇌 속 노폐물을 배출하는 뇌수막 림프관 발견

암의 환경을 변화시켜 치료에 용이한 환경을 만든다!

수십 년간 지속되어온 암치료의 패러다임에 지각변동이 일어났다. 보다 효과 좋은 치료제 개발을 위한 구체적인 토대가 마련되었다는 측면에서도 의미가 남달랐다. 또 암뿐만 아니라 당뇨병, 노인성 황반변성, 녹내장 같은 다양한 혈관 관련 질환에 접목될 수 있는 결과라는 점에서 확장성이 큰 성과였다.

고규영 교수와 그의 연구팀은 ‘몸의 하수도’라 할 수 있는 림프관에 대한 연구에서도 의미 있는 성과를 내놓았다. 아직 미지의 영역으로 남아있던 ‘뇌하부 뇌막 림프관’의 정확한 기능을 규명함으로써 치매에 대한 새로운 접근방식의 가능성을 열어 놓았다.

연구진은 형광물질을 생쥐의 뇌척수액에 주입하고 뇌 구조를 살펴보는 방법으로, 뇌막 림프관이 뇌에 쌓인 노폐물을 내보내는 배수구임을 확인했다. 또 늙은 쥐의 경우, 해당 부위의 림프관이 붓고 내부 판막이 망가져 뇌척수액을 제대로 배출하지 못한다는 것도 알아냈다. 이는 노화에 따라 사람의 뇌에 노폐물이 쌓이는 원인을 가늠케 하는 결과였다.



SEQUENCE 4.

인공지능과 유전체 빅데이터 분석을 통한 암진단 및 치료기술개발과 사업화

도시에 하수구가 막히면 도시 기능이 정지되는 것처럼 뇌에서도 비슷한 현상이 일어나는 게 바로 퇴행성 뇌질환인 거죠. 기존에는 그 발생 원인물질에만 시선이 집중되어 있던 게 사실이었어요. 그런 면에서 새로운 치료법 개발의 길을 열었다고 볼 수 있습니다.

- 카이스트 의과대학원 고규영 특훈교수

고규영 교수 연구팀의 많은 연구성과는 카이스트의 세계적인 의료영상 기술의 도움을 받고 있다. 혈관은 기능에 따라 구조가 매우 다르기에 정밀한 관찰을 위해서는 시각화 작업이 선행되어야 한다. 이 과정에서 고규영 교수 연구팀은 나노 수준의 생체영상 촬영기술을 가지고 있는 카이스트 오왕열 교수 연구팀과 긴밀한 협업을 진행했다. 의과학과 기계공학의 이상적인 만남이 실현된 것이다. 현재의 카이스트 의과대학원은 이처럼 서로 다른 분야의 전문가가 모여, 더 큰 시너지를 추구해가는 융합의 용광로로 거듭나고 있다.

나아가 생물학적 기반의 연구방법에만 머무르지 않고, 2010년대 중반부터는 진화를 거듭 중이던 데이터 사이언스 기술의 도입을 추진했다. 특히 NGS 데이터의 해독능력을 갖춘 젊은 인재들을 공격적으로 영입하며, 다가올 개인 맞춤형 정밀의료 시대를 대비해 나갔다.

한편 낯설기에 어렵게만 느껴지는 단어, 차세대 염기서열 분석(NGS, Next Generation Sequencing)의 연원을 찾아 거슬러 올라가면, 우리가 익히 알고 있는 인간 게놈 프로젝트와 마주치게 된다.

1990년부터 시작된 인간 게놈 프로젝트는 한 사람의 유전체를 해독하고 그 염기서열을 작성하기 위해, 13년 동안 총 27억 달러(우리나라 돈으로 약 3조 원)의 비용을 감수했다. 그러나 인간 게놈지도가 완성된 2003년을 기점으로 기술의 발전은 숨 돌릴 틈 없이 가빠져 전개되었고, 2007년에는 기다리던 특이점이 찾아왔다.

2007년에 미국의 일루미나란 회사에서 NGS 분석방법에 기반을 둔 기계가 나오면서 해독 시간이 말도 못하게 빨라져요. 이때부터 차세대 초고속 유전체 기술의 시대로 넘어왔어요. NGS 분석능력을 갖추고 그 기술을 활용할 수 있는 1세대들이 등장한 것도 바로 이 시점이고요. 이후로도 속도에 어마어마한 진전이 있었죠. 예전에는 한 사람 데이터를 만드는 데 10년이 넘게 걸리던 것이 지금은 뭐, 하루도 안 걸리는 수준으로 발전했고, 비용도 100달러 안팎으로 낮아졌으니까요.

- 카이스트 의과대학원 주영석 교수

카이스트 의과대학원의 주영석 교수는 대한민국의 NGS 발전사에서 선구자라 할 수 있는 1세대 중 한 명이다. 2012년 암 유전체의 전장서열 빅데이터를 활용해 폐암을 일으키는 돌연변이의 양상을 처음으로 규명하더니, 2019년에는 흡연을 하지 않아도 폐암(폐선암)을 일으킬 수 있는 융합유전자 돌연변이의 생성 원리를 규명했다.

해당 연구성과를 통해 주영석 교수 연구팀은 암의 발생원인에 대한 이해의 폭을 크게 넓혀 놓았다. 또한 유전자 돌연변이를 피해, 암을 근본적으로 예방할 수 있는 돌파구를 마련했다.

현재는 악성 종양의 발생 원인을 살살이 이해하기 위해 어떠한 원인에 의해, 어느 시점에, 어떠한 기전으로, 얼마나 높은 빈도로 돌연변이가 만들어 지는지 관찰하고 있다. 이를 통해 NGS 기술이 실제 질병의 이해에 높은 효용가치가 있음을 증명해 나가고 있는 중이다.

이처럼 카이스트는 빅데이터 분석의 적용 범위와 빈도를 늘려가며, 의과학 발전의 새로운 가능성을 탐구하고 있다. 불과 몇 년 사이 세대를 떠나 모든 분야의 연구에 광범위하게 퍼져 나가고 있으며, 앞서 살펴본 의과학 분야 외에도 생물학, 그리고 생명과학 분야에까지 폭넓게 활용하기 시작했다.

TIP 당최 알 수가 없네. NGS? WGS?!

차세대 염기서열 분석(NGS, Next Generation Sequencing, NGS)은 2006년 처음 상용화되어, 15년도 채 안 되는 기간 동안 유전체 연구의 혁명을 불러왔다. 차세대 염기서열 분석은 하나의 유전체를 무수히 많은 조각으로 분해하고 각 조각을 동시에 읽어낸 뒤, 전산기술을 이용해 조합함으로써 방대한 유전체 정보를 빠르게 해독하는 방법이다. NGS는 이미 유전체 연구의 핵심기술로 자리 잡았고, 임상에서 질병의 진단과 처방을 위해 사용되고 있다. 전장 유전체 분석(WGS, Whole-Genome Sequencing)은 차세대 염기서열 분석(Next Generation Sequencing; 이하 NGS) 방법을 바탕으로, 생물체의 염기서열 전체를 온전히 해독하는 것을 말한다. 이는 특정한 사전 정보에 의존하지 않으면서, 유전체 전 영역에서 발생하는 유전 변이를 탐색한다. 전장 유전체 분석은 유전체에서 파생하는 모든 가설들을 검증할 기회를 제공한다는 장점을 가지고 있다.

SEQUENCE 5.

신약 개발을 위한 디지털 인체시스템

CODA 개발

과학의 상상력은 무한하기에 때로 그 신빙성을 의심케 한다. 2012년에 발표된 ‘유전자동의보감’ 프로젝트가 그런 예였다. 컴퓨터로 가상인체를 만든다고? 당장 이런 반응이 쇄도했다. 어떻게 인체를 구성하는 수많은 세포와 복잡한 대사과정, 미묘한 조직과 기관의 움직임들을 컴퓨터 모형으로 구현한단 말인가.

그런데 얼핏 불가능에 가까워 보였던 이 프로젝트의 구상에 대해, 콘트롤 타워 역할을 맡은 카이스트 이도현 교수는 ‘가능하다’고 잘라 말했다.

우리가 구현하려는 가상인체 시스템 코다(CODA)는 어디 다른 별에서 날아온 외계의 것이 아니었습니다. 간단히 말해, 그간 지구상의 과학자들이 내놓은 연구성과들을 최대한 활용하는 지극히 정상적인 시스템이었습니다.

- 이도현 유전자동의보감 사업단장 & 카이스트 바이오및뇌공학과 교수

그렇다. 유전자동의보감 사업단의 팀원들은 가상인체 시스템을 구성하기 위해 방대한 양의 과학적 지식을 활용했다. 2,500만 개의 관련 논문을 동원했고, 14만 개의 생체회로 모델을 사용했으며, 220만 개의 유전자 조절에 관한 수학적공식을 활용했다. 이렇게 현기증 나는 숫자의 데이터가 모여 CODA는 인체의 복잡성이 내재된 온전한 신체를 가지고, 세상에 나올 수 있었다.

2014.11.21 유전자 동의보감 사업성과 발표회



유전자동의보감 사업 개요

1. 사업기간: 2012 - 2022
2. 참여기관: 카이스트를 본부로 두고 30여개 교육 및 연구 기관 참여
3. 사업목표: 신약 개발에 기여
4. 세부 성과: 인공지능 가상인체 시스템 코다(CODA) 개발
천연물 및 화합물 데이터베이스 시스템 코코넛(COCONUT) 구축



프로젝트의 지향점은 우선 ‘신약 개발’을 향해 있었다. 기존의 신약 개발 과정을 살펴보면 언제나 그 이야기 구조가 유사했다. 천문학적인 비용에 더해 십수 년의 개발 기간이 소요됐음에도, 성공 확률은 극히 낮았다. 때문에 빅데이터를 기반으로 개발된 가상인체 시스템을 활용해, 약물 개발에 드는 비용과 시간은 줄이고 신약의 성공률은 높이겠다는 포부였다.

그러나 조금씩 속이 채워지고, 풀이 갖춰지자 CODA는 쓰임새가 더 많은 그릇임이 드러났다. 구체적인 사례를 살펴보자.

2015년 이도현 교수가 이끄는 동의보감사업단은 미국 스탠퍼드 의학연구소 김상현 박사 연구팀과의 국제 협력연구를 통해, 주요 정신질환을 일으키는 유전자와 그 발병 매커니즘을 규명하는데 성공했다.

연구진은 정상인과 우울증, 정신분열증, 조울증 환자의 사후 뇌 조직을 NGS 방식으로 비교 분석했다. 이를 통해 정신질환 환자에게서 나타나는 과도한 면역·염증 반응이 서로 다른 분자회로를 통해 이뤄짐을 밝혀냈다. 서로 다른 매커니즘으로 과도하게 증가한 면역·염증 반응이 정신질환 발병의 원인일 가능성을 확인한 것이다.

이렇게 발굴된 면역·염증 분자회로는 즉시 CODA에 탑재되었으며, 2017년 가상인체시스템이 개발을 마치고 오픈된 이후에는 정신질환 치료제 개발에 널리 활용되기 시작했다.

이 사례를 통해 확인되는 것이 있다. 첫째는 CODA의 개발과정이 원인이 규명되지 않은 난치 질환의 기전에 대해 이해를 높이는 과정이었다는 점이다. 둘째로 그러한 과정을 거쳐 개발된 가상인체는 생물학적 관계들로 가득찬 바이오 네트워크라는 사실이다. 따라서 CODA는 그 자체로 생명현상을 더 전체적인 관점에서, 종합적으로 이해하게 해주는 유용한 도구인 셈이다.

생물학 분야의 데이터가 쏟아지면서 나무를 볼 수는 있어도 오히려 숲은 보기 어려운 형국입니다. 따라서 바이오 정보들을 유기적으로 연결하는 게 어느 때보다 중요한 상황이죠. 그렇게 해서 전체적인 관점에서 생명 현상을 파악할 수 있어야 질병 예방과 치료가 가능해질 수 있는 겁니다. 그런 의미에서 CODA는 무한한 확장성을 가진 그릇이라고 생각합니다.

- 카이스트 바이오및뇌공학과 이도현 교수

많은 이들이 지금보다 미래의 CODA를 더욱 기대하는 이유가 여기에 있다.

아직도 많은 질병이 미스테리로 남아 있다. 난치병은 왜 난치병인가. 그것이 왜 발생하는지를 잘 모르거나, 발생 기체에 대한 단서를 잡았더라도 치료의 타깃을 정확히 설정할 수 없어 난치병이다.

그렇기에 암이나 치매 등 비교적 흔한 질병들마저 정확한 원인을 찾고 있지 못한 것이 현재 인류가 처해 있는 현실이다.

그러나 인간 유전체에 대한 연구와 기술이 급속도로 발전하며 질병을 이해하고, 보다 효과적인 치료법을 개발할 수 있는 새로운 가능성이 열리고 있다. 그리고 이는 카이스트에 큰 기회로 다가오고 있다.

생명이나 의학 쪽의 데이터가 엄청나게 빠른 속도로 디지털화되고 있어요. 데이터 규모가 엄청나게 커져서 공학의 도움 없이 한 발짝도 앞으로 나갈 수 없는 상황이 왔습니다. 이제는 인간을 대상으로 한 의료 역시 기존의 경험 기반에서 데이터 기반으로 전환될 수밖에 없어요. 카이스트에는 아주 좋은 기회가 찾아왔다고 볼 수 있습니다.

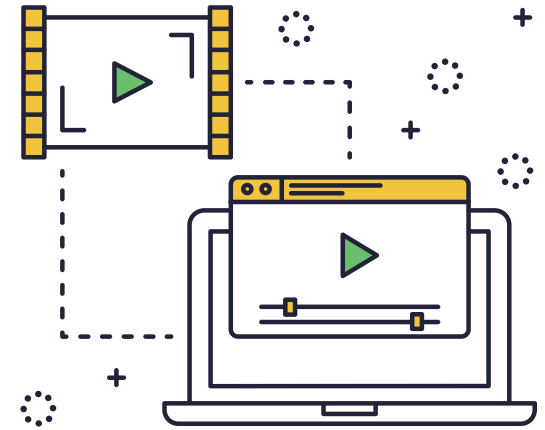
- 카이스트 의과대학원 유육준 명예교수

이것이 카이스트가 그렇게도 ‘융합’에 방점을 찍어 온 이유이다. 일찍이 뿌려 온 씨앗이 유쾌한 소용돌이를 이루며, 이제는 꽃을 피울 때가 다가오고 있다. 따라서 인류가 지닌 난치병 정복의 소망에 카이스트가 큰 힘을 보탬 날이 그리 멀지 않은 것 같다.

생활의 발견

MEDIA

- **인공 창의성의 시대가 오고 있습니다.**
우리는 **도구의 제약 없이**
누구나 스스로를 표현할 수 있는 세상을
꿈꾸고 있습니다.



SEQUENCE I.

3면 영상 상영 기술 ScreenX

1927년 4월, 프랑스 파리의 '오페라 가르니에'. 1.33:1의 표준비율 스크린 세 개가 설치되고, 그 아래에는 오케스트라가 자리 잡는다. 곧 이어 관객이 입장하고 실내의 불이 꺼진다. 그 날의 프로그램은 아벨 강스의 <나폴레옹>. 소문으로 듣기에는 현재까지의 모든 영화기술이 집대성된 역작이라 한다. 관객들은 설레는 마음으로, 어둠을 밝히며 필름 이미지가 쏟아지기를 기대한다.

“사람들은 새로운 볼거리를 체험했고,
그것에 압도당했다.”

영화 후반부에 들어 '이탈리아로의 출격' 에피소드가 시작되자 나란히 놓인 세 개의 스크린이 원 정대의 기나긴 행렬을 비춘다. 후대의 와이드스크린과 비슷한 용도로 세 개의 화폭이 활용되고 있다.



세 개의 화면 전부가 동일한 영상을 비출 때도 있다. 이를 통해 사람들은 더 많은 군중이나 병사가 화면에 등장하는 것으로 인식하고, 머릿속에 상상의 스펙터클을 그려내기 시작한다.

이미지의 폭격 혹은 향연. 이후 영화는 전 세계를 돌며 관객들에게 전에 없던 몰입의 경험을 선사했다. 그 명성은 전설이 되어, 이후 영화사 교과서에 빠짐없이 언급되는 작품으로 남게 되었다.

**세기를 건너
2015년 또 하나의 전설이
등장했다.**

1927년 프랑스에서 그랬던 것처럼, 이 해의 대한민국 관객들은 스크린 너머로 확장된 새로운 영화의 탄생에 열광했다. 새로운 플랫폼을 타고 해발 8,750미터의 히말라야 산맥을 생생하게 체험했으며, (영화 <히말라야>) 악령을 쫓기 위한 구마의식의 현장에 숨을 멈추고 빠져들었다. (영화 <검은 사제들>)

2012년과 2013년. 개발과정의 어려움과 도입기의 시행착오까지 무사히 겪어낸 다면영상시스템, '스크린X'는 그렇게 100년의 시간을 건너, 다시 한 번 빛나는 아이디어를 현실에 만개시켰다.



2015년에 첫 개봉된 스크린X 작품들 <히말라야>, <검은 사제들>, <차이나타운>

극장의 재발견

시각을 넘어 더 풍부한 공간감을 제공

별도의 안경 없이 극대화된 몰입감을 제공하는 와이드 스크린

영화가 스크린을 뛰어넘었다

- 더 아틀랜틱

- 더 인디펜던트

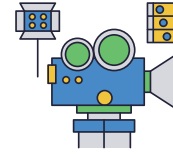
- 월스트리트저널

극장의 양 옆면까지 영상을 투사해보자는 아이디어를 가지고 CJ CGV에서 일하는 카이스트 졸업생이 찾아왔어요. 2012년 여름쯤이었어요. 이미 여러 전시나 행사에서 멀티 프로젝션 기술을 활용한 경험이 있었기에 기술의 실현 자체는 어렵지 않았어요. 그러나 이게 과연 대량 생산이 가능한 것인가, 모든 극장에서 불특정 다수의 관객과 만날 정도로 안정될 수 있을 것인가, 이런 것들이 문제의 핵심이었어요.

- 카이스트 문화기술대학원 노준용 교수

노준용 교수는 할리우드에서의 근무 경험을 바탕으로, 이미 영화라는 매체의 속성을 꿰고 있었다. 5센트 극장이라 불리던 '니켈로디언'이 영화와 대중을 연결한 이후로, 백 년이 넘는 세월 동안 영화는 무엇보다 대중을 위한, 대중의 예술이라는 점을 잘 알고 있었다. 때문에 더 넓은 범위로 퍼져 나가기 위해 기술의 개발단계에서부터 '비용'이 고려되어야 했다. 기술은 대중이 받아들일 수 있는 범위 안에서 잉태되고 또 성장해야 했다.

따라서 노준용 교수와 연구팀은 스스로에게 몇 가지 제한을 걸고, 이후 개발작업을 진행해 나갔다.



스크린X 개발 시 스스로 내건 제한조건

- 1 . 극장은 본래 모습 그대로 둔다.
- 2 . 옆면에 영사하는 프로젝터는 저가형을 사용한다.
- 3 . 1과 2의 조건을 준수하면서도, 고품질의 영상을 제공할 수 있는 기술

이후 여러 대의 프로젝터가 만들어내는 영상이 마치 한 대에서 나오는 것처럼 기술적으로 구현했다. 또 기존의 상영시스템과 정확하게 일치하도록 세심하게 동기화시켜 나갔다. 이와 같은 과정을 거쳐 프로젝터의 전원만 끄면 다시 원래의 극장으로 돌아올 수 있도록 기술적으로 풀어 나갔다.

다음 이슈는 '극장의 구조' 문제였다. 극장의 구조에 따라 관람 체험이 다르고, 좌석에 따라 영화 경험에 차이가 날 수밖에 없다. 그러나 완전한 해소에 이르지는 못해도, 그 갭을 최대한 줄여 나가는 작업이 필요했다. 이에 어느 자리에 앉건 왜곡이 최소화된 이미지를 볼 수 있도록, 수학적 모델을 만들고 이를 개발과정에 적용해 나갔다.

공간의 방정식을 풀고 동시에 영상 변환을 위한 해법도 제시했다. 과거의 추세선(趨勢線)을 연장해 미래 일정시점의 상황을 예측하는 엑스트라폴레이션(Extrapolation) 기법을 적용해, 하나의 영상만으로도 3면용 변환이 가능한 방법을 개발했다. 이로써 카메라 한 대로 촬영한 소스만으로도 스크린X 상영을 고려할 수 있게 되었다. 스크린X라는 상영 플랫폼의 확장 가능성을 무한히 넓혀 놓은 기술적 성과였다.

3D 영화와의 차이?

무엇보다 '극장에 와서 눈을 가릴' 필요가 없었다. 스크린X는 극장이라는 공간 전체를 콘텐츠 전달에 활용하기에, 전용 안경을 낄 필요가 없었다. 때문에 별도의 장비를 착용하는 불편 없이도, 관객에게 극대화된 몰입감을 선사할 수 있었다.

한편 2016년에는 스크린X가 기존의 평면 영상보다 강한 생체반응과 높은 몰입감을 제공한다는 사실이, 뇌과학 연구기법을 활용한 실험을 통해 입증되었다.

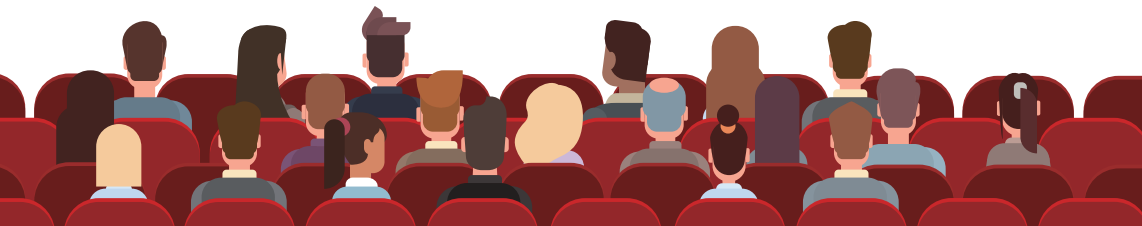
카이스트 경영대학 박병호 교수 연구팀은 39명 참가자를 대상으로 각 66초 길이, 영화 예고 4편을 보여주고 1초에 1,000번씩 생체반응을 측정했다.

그 결과 평면 영상을 시청한 이들에 비해, 스크린X의 관객들이 미간근육에서 더 강한 긴장상태를 나타냈고, 심장이 더 느리게 뛰는 등 영상에 한껏 몰입된 모습을 보였다. 스크린X의 최대 장점이라 할 수 있는 향상된 몰입도가 객관적인 실험을 통해 검증된 셈이다.

이후 열풍이 불었다. 미국, 중국, 인도네시아, 베트남, 터키, 일본, 프랑스 등 총 22개국에서 241개 스크린이 운영에 들어가며 전 세계로 번져 나갔다. 2018년에는 <보헤미안 랍소디>가 국내외에서 최초로 스크린X 100만 관객 돌파 기록을 세우는 등 영화 관람의 새로운 표준으로 빠르게 자리 잡아 나갔다.

입체영화도 끝물에 들면서 할리우드에서도 고민에 빠져 있던 시기였어요. 그런데 지구 반대편에서 획기적인 플랫폼이 등장한 거예요. 영화의 역사를 쭉 살펴봐도 항상 그 중심은 서구에 쏠려 있었어요. 기술적인 측면이든, 산업적인 쪽이든, 모든 면에서 그랬죠. 그런데 스크린X가 등장하면서 비로소 우리가 그 판을 바꿔 놓았고, 주도권 교체의 모멘텀을 만들어 낸 거죠. 아마도 앞으로의 이야기가 훨씬 더 신나고, 흥미진진할 겁니다.

- 카이스트 문화기술대학원 노준용 교수



스크린X

SEQUENCE 2.

증강현실 기술에 기반을 둔 미디어아트

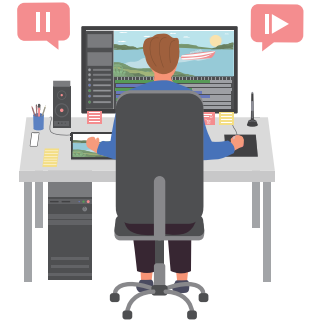
카이스트는 국내 영화산업의 발전을 이끌 획기적인 도구를 만들어냈다. 더불어 변이점이 찾아왔다. 이제 세상은 누구나 창작자가 될 수 있는 시대에 진입하고 있었다. 때문에 문화기술대학원은 창작자들이 도구를 배우는 부담에서 벗어나, 자신의 영감을 쉽고 또 자유롭게 표현할 수 있도록 인터페이스 개발에 집중해 나갔다.

스크린X를 통해 할리우드의 높은 벽에 실금을 냈다면, 2018년에는 '마야(Maya)'의 아성에 도전장을 던졌다. 1990년대 후반부터 3D 애니메이션 프로그램의 대명사로 떠올라, 이제는 고전의 반열에 오른 상대였다. 그러나 카이스트 이성희 교수 연구팀은 명성에 개의치 않았다. 사용자가 보다 편하고 쉽게 다가갈 수 있는 인터페이스를 개발해 세상에 내놓음으로써 다시 한 번 세계를 상대로 카이스트의 가능성과 저력을 보여주었다.

구체적으로 '캐릭터 리깅(Character Rigging)' 업무량을 크게 줄일 수 있는 '스플라인 인터페이스'를 내놓았다.

여기서 캐릭터 리깅은 3D 캐릭터의 뼈대인 컨트롤러와 이를 둘러싼 스킨이 함께 움직이게 하는 작업이다. 3D 캐릭터의 자연스러운 움직임을 구현하려면 부위별로 스킨이 움직이는 정도인 '스키닝 웨이트(Skinning Weight)'를 달리 적용해야한다. 사람 몸에도 관절 움직임에 따라 많이 움직이는 부위와 아닌 부위가 나뉘는 것과 같은 이치이다.

기존 상용 소프트웨어로 해당 작업을 수행하려면, 자동방식과 수동방식을 선택할 수 있다. 자동방식은 업무량은 매우 적으나 자연스러운 움직임은 어렵고, 수동방식은 자연스러운 결과를 내지만 부위별 스킨링 웨이트 값을 일일이 지정해야 한다.



반면 이성희 교수 연구팀이 개발한 인터페이스를 사용하면, 알고리즘을 통해 값이 자동 지정된다. 대상을 따라 여러 개의 제어점으로 이뤄진 곡선을 지정하면, 선 주변에 자동으로 스킨링 웨이트 값이 정해지는 것이다.

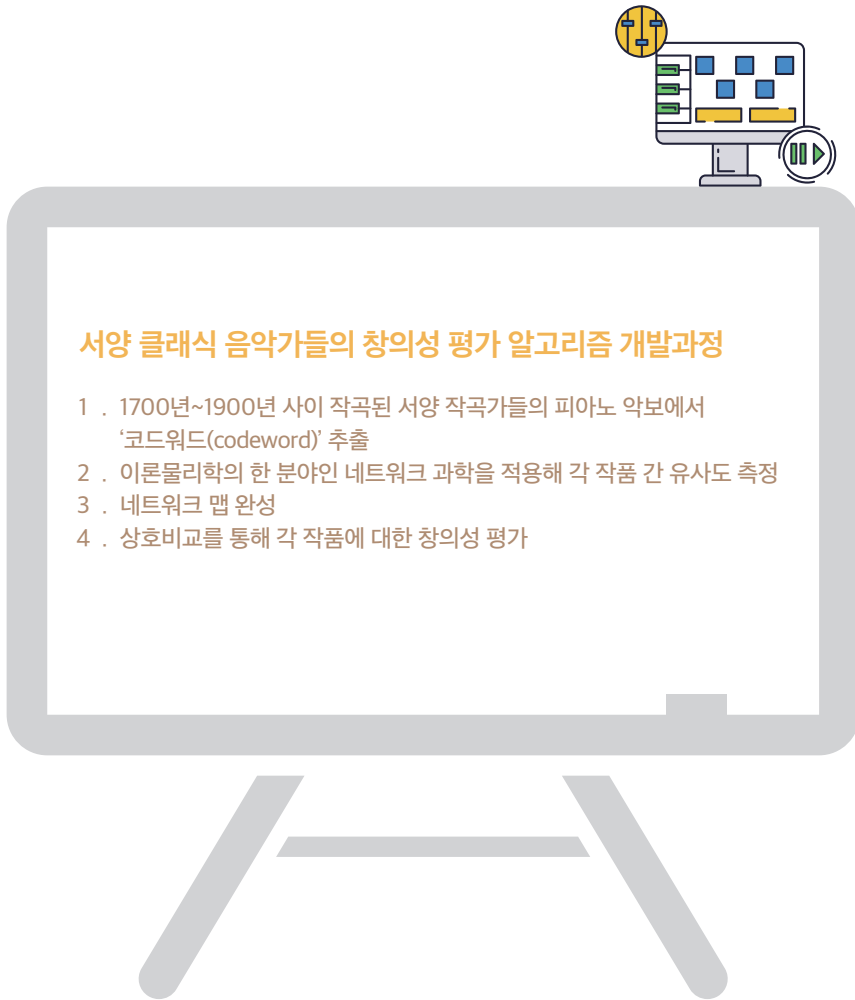
따라서 기존 자동방식과 수동방식의 장점을 합쳐, 이상적인 작업환경을 형성할 수 있다. 실제로 연구진은 마야를 활용할 때보다 소요시간은 절반 이하로 줄이면서, 훨씬 더 자연스러운 움직임을 구현하는데 성공했다.

앞으로는 복잡한 인터페이스를 다 날려버리고 간단한 스케치와 조작만으로 3D 애니메이션 에디팅이 가능하게 될 것입니다. 따라서 일반인도 쉽게 창의성을 발휘해 전문가 수준의 결과물을 만들어낼 수 있는 때가 올 것이고요. 그러한 기술적 플랫폼을 갖춰 나가는 중심에, 저희 문화기술대학원이 큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대하고 있습니다.

- 카이스트 문화기술대학원 이성희 교수

이처럼 누구나 창작자가 될 수 있는 시대의 문이 열렸다. 이에 카이스트는 개인 창의성의 발현을 극대화하는 방향으로 여러 연구를 수행 중에 있고, 그 중 하나로 창의성 평가를 위한 알고리즘 개발에도 성공했다.

주인공은 문화기술대학원 박주용 교수 연구팀으로, 이들은 2020년 서양 클래식 음악작품의 빅 데이터로부터 창의성을 직접 계산해낼 수 있는 알고리즘을 개발해냈다. 이로써 창작 콘텐츠의 우수성을 측정하는 객관적 기제가 마련될 수 있었다.



서양 클래식 음악가들의 창의성 평가 알고리즘 개발과정

- 1 . 1700년~1900년 사이 작곡된 서양 작곡가들의 피아노 악보에서 '코드워드(codeword)' 추출
- 2 . 이론물리학의 한 분야인 네트워크 과학을 적용해 각 작품 간 유사도 측정
- 3 . 네트워크 맵 완성
- 4 . 상호비교를 통해 각 작품에 대한 창의성 평가

이 알고리즘은 문학작품이나 시각예술의 창의성 연구에도 적용될 수 있는 품이 넓은 도구다. 따라서 창의성 평가라는 난제에 대한 해법을 마련함으로써 문화예술 작품의 과학적 연구에 새로운 이정표를 제시했다는 평가를 받고 있다.

누구나 인공지능을 말하는 세상에서 카이스트는 인공 창의성을 말하고 있다. 인공지능이 할 수 있는 것과 없는 것을 구분하고, 미래사회의 해법을 '창의성'에서 찾아 나가고 있다.

<나니아연대기>를 작업할 때 지형 자동생성 기술이란 걸 개발했어요. 당시 2차원 공간을 3차원으로 바꾸려면 아티스트 한 명이 종일 매달려 일해도 겨우 한 컷을 작업할 수 있었어요. 그런데 버튼 하나만 누르고 기다리면 자동으로 지형이 생성되도록 한 거예요. 자기 일자리를 기계한테 뺏긴다고 그들이 싫어했을까요? 아니에요. 단순하고 패턴화된 작업을 기술이 풀어주니까 좋아했어요. 본인들은 이제 보다 의미 있고 창의적인 작업에 집중할 수 있으니까요. 앞으로 카이스트, 저희 문화기술대학원이 해 나가야할 역할이 바로 이런 겁니다.

- 카이스트 문화기술대학원 노준용 교수

따라서 지금의 카이스트는 인공지능을 넘어, 인공 창의성의 미래를 향해 달려 나가고 있다.

뭐가 달라지나고?

그 가까운 미래에는 움아매고 있던 기존의 모든 기술적 제약을 벗어나, 각 개인들은 자신의 창의성을 마음껏 발휘할 수 있는 날개를 달게 될 것이다.

사람들은 카이스트가 마련한 날개를 입고, 비행의 자유를 한껏 누리며 자신을 표현하는 기쁨을 만끽할 것이다. 근래의 성과들을 찬찬히 살펴보면, 다가올 '그 날'이 그렇게 멀리 있지는 않은 것 같다.

멋진 신세계의 출현

SUSTAINABILITY

- 인류의 오래된 미래가 화학에 있습니다. 그 가능성을 열 수 있다면 우리는 충분히 새로운 길을 갈 수 있습니다.



노벨상 시즌 시작... 韓 수상자 나오나?
한국인 과학자, 톰슨 로이터가 뽑은 노벨상 수상 예측 인물로 선정
과학의 메카 대덕, 첫 노벨상 꿈에 부풀어

:
우리나라 최초 과학분야
노벨상 수상 무산
노벨상보다 기초과학에
투자해야

매년 가을이면 반복되는 레퍼토리. 2014년의 주인공은 카이스트 유룡 교수였다. 그러나 스스로 지독한 리얼리스트라는 이 사내는 쓸데없는 실망으로 기력을 소모하지 않았다.

과학자의 연구 목표가 특정한 상이 될 수는 없어요. 어떤 분야에서 독창적이고 탁월한 성과를 내서 그것이 인류에 기여하는 바가 크면 상은 따라오는 것이지, 쫓아야 할 게 아닙니다. 우리 같은 사람들은 그저 '진리탐구', 그 한 가지만 등불처럼 걸어두고 앞으로 나아가면 되는 겁니다.

- 카이스트 화학과 유룡 특훈교수

적은 연구비에 쪼들리며 허름한 실험실에 묻혀 지낸 세월이 더 길었다. 그는 쿨한 일감을 남기고 미련 없이 연구실로 돌아갔다. 그리고 주말과 휴일을 바쳐 연구에 몰두했던 청년시절처럼, 수십 년이 넘게 탐구해온 주제에 다시 빠져들었다. 그는 이미 화학이라는 신비한 숲의 어딘가에서 인류의 미래에 기여할 희망을 발견한 터였다.

SEQUENCE I.

(나노, 신소재) 다공성 제올라이트 개발

유룡 교수는 나노미터 크기의 작은 구멍에서 화학의 미래를 보았다. 왜 하필 나노인가? 우선 인류사의 신기원을 열 것으로 기대되는 이 핫한 물질에 대해 알아보자.

나노(nano)는 10억분의 1이라는 뜻이다. 물질이 이 단위까지 잘게 쪼개지면 분자 단위의 세계에서는 나타나지 않는 새로운 특성이 발현된다. 탄소의 경우 나노입자 상태에서 같은 무게의 어떤 물질보다 강하고, 열과 전기를 잘 통과 시킨다. 그렇기에 1나노미터는 '마법의 지점'으로 불린다. 물질의 전도성이나 녹는점과 같은 일상적 성질이 파동 및 입자의 이중성, 양자효과 등 이상한 성질과 만나는 지점이기 때문이다.

또 나노입자는 다른 물질을 만날 때 매우 쉽게 반응한다. 물질이 잘게 쪼개지면 부피는 일정하나, 총 표면적이 커지기 때문이다. 외부 물질과 접촉할 기회가 늘어남에 따라 반응도 역시 높아진다. 따라서 나노입자의 독특한 성질을 잘 이용하면 물질 기능의 효율을 높이고, 에너지 소모를 크게 줄일 수 있다.

미시세계의 새로운 가능성이 널리 알려지며, '나노'는 유행이 되고 입버릇이 되었다. 그렇다면 유룡 교수는 그 많던, 그러나 지금은 어디로 간 지 모르는 술한 나노 추종자 중 하나일 뿐인가? 간단히 말해, 아니다. 유룡 교수가 관심이 있던 건 추상적인 나노 풍월이 아니라, 우리 삶에 밀착해 생활의 혁명을 불러올 '실제 기능을 가진 나노'였기 때문이다.

초기의 나노는 쇼윈도에 걸린 나노였어요.

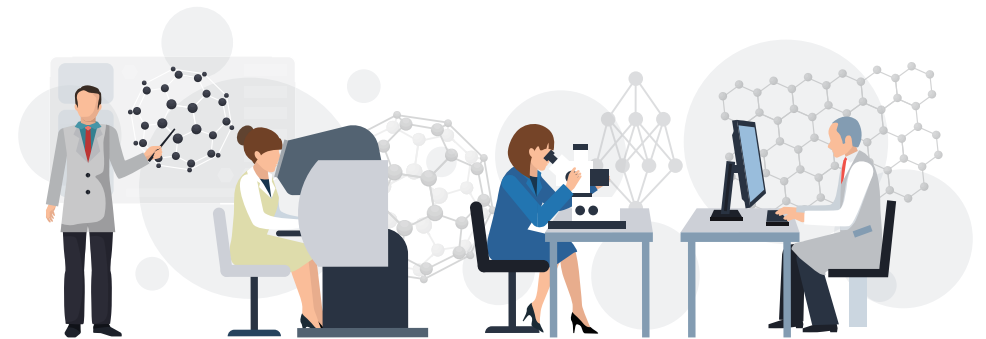
나노 크기의 막대기를 용수철처럼 빙글빙글 돌아가게도 했다가,

꽃무늬를 그리게도 했다가, 하여튼 신기한 나노였죠.

그러나 나는 그런 건 의미가 없다고 생각했어요.

기능이 있어야, 우리 삶에서 체감할 수 있어야 진짜 나노라고 생각한 거죠.

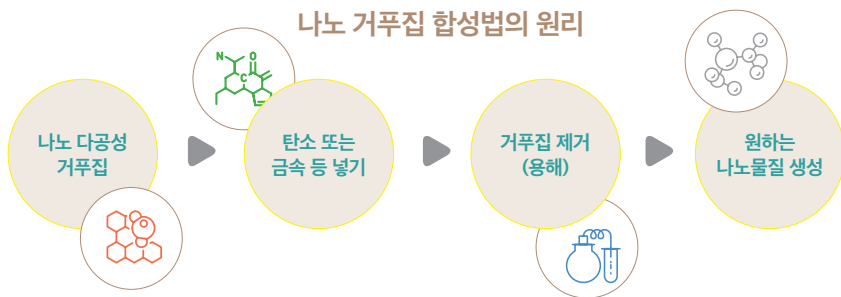
- 카이스트 화학과 유룡 특훈교수



현실 속의 나노를 구현하기 위해 천착한 것이 바로 나노미터 크기의 작은 구멍이었다. 그 작은 구멍 속에서는 화학반응의 속도가 민기 힘들 정도로 빨라졌고, 특정 분자의 원하는 성질을 골라 낼 수 있었다. 이런 특성을 잘 활용하면 꿈에 그리던 새로운 소재의 개발도 불가능한 일이 아니었다.

그 때 떠올린 것이 바로 거꾸집 원리였다. 건설현장에서는 거꾸집에 콘크리트를 붓고, 그것이 굳은 뒤에는 틀을 떼어내 제거한다. 이로써 원하는 형태와 치수의 구조물을 만들어낼 수 있다. 이 원리를 나노물질의 생성과정에 응용하자는 구상이었다.

최초의 거꾸집은 2000년에 만들어졌다. 머리카락 굵기의 10만분의 1에 불과한 아주 작은 거꾸집이었다. 나노 구멍이 규칙적으로 뚫린 실리카(모래의 주성분) 물질을 틀로 삼고, 그 안에서 분자나 원자를 조립시켜 새로운 나노물질을 만들어냈다.



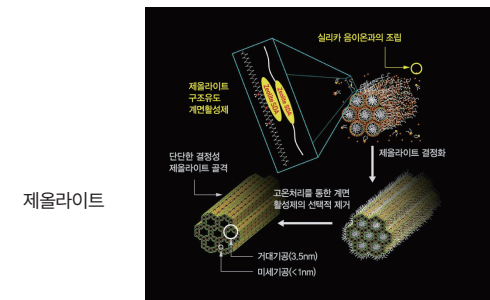
나노 막대에서 나노 다공체까지 갖가지 구조물을 쉽게 만들 수 있는 간단한 합성법이었다. 단순하기에 더 많은 반향을 일으켰다. 얼마 안 가 세계 최초로 개발된 나노 다공성 탄소물질에는 'CMK(Carbon Mesostructured by KAIST)'라는 명칭이 붙고 고유명사로 통용되기 시작했다. 동시에 유룡 교수는 나노물질 합성의 개척자로 과학사의 한 페이지에 이름을 남기게 되었다.

실생활에 쓰일 수 있는 새로운 나노물질을 많은 사람들이 애타게 기다렸다. 따라서 그들에게는 이 합성법이 현대판 연금술처럼 신비롭게 들렸다.

아주 틀린 말은 아니었다. 우선 나노 거꾸집 합성법을 활용하면, 나노구멍의 크기를 조절해 원하는 반응을 섬세하게 단속할 수 있었다. 따라서 환경오염 물질을 걸러 내거나 DNA, 단백질 등 다양한 분자들을 크기별로 분리하는데 활용될 수 있었다. 또 합성의 결과물은 표면적이 넓어 촉매 기능이 뛰어났다. 이에 연료전지를 비롯해 다양한 대체에너지 개발에 활용될 수 있었다. 무엇보다 이처럼 유용한 나노물질을 일정한 품질로 대량생산할 수 있는 길을 열어놓았다. 이는 나노 수준의 화학 역사에서 대단히 획기적인 성과라 평할 만했다.

계속해서 새로운 합성방법을 내놓았다. 이번에는 특수 설계된 계면활성제를 첨가하는 방식이었다. 유룡 교수 연구팀은 2011년 이 방법으로 제올라이트 골격의 나노 다공성 물질을 합성하는데 성공했다.

제올라이트는 실리카와 알루미늄으로 이뤄진 결정형 광물이다. 그 안에 작은 분자들이 드나들 수 있는 1나노미터 이하의 구멍들을 지니고 있다. 이 광물의 유용성은 바로 이 수많은 구멍들에서 비롯된다. 구멍 크기에 맞는 작은 분자를 선택적으로 끌어들이 붙잡아둬으로써 분자를 거르는 필터 역할을 하기 때문이다. 이처럼 선택적인 흡착력 때문에 특정 물질의 제거와 농축, 회수 등을 위한 촉매로 쓰이고 있다. 실제로 화학산업에서 사용되는 고체 촉매물질 가운데, 그 비중이 무려 40% 이상을 차지하고 있다.



그러나 촉매로서 단점도 분명하다. 구멍의 크기가 워낙 작은 탓에 큰 분자는 그 안에 들어갈 수 없다. 일단 진입에 성공한 반응 물질의 경우에도, 공간이 좁아 확산속도가 느릴 수밖에 없다. 좁은 1차선 골목길만 있어 분자들의 교통 체증이 심하다는 얘기다. 사정이 이렇기에 지난 20년 간 전 세계의 수많은 과학자들이 결정 속에 더 큰 크기의 구멍을 배열하기 위해 노력해 왔다. 그리고 2011년에 들어 유룡 교수 연구팀에 의해 마침내 숙원이 해결되었다.

앞서 말한 계면활성제는 물에 녹기 쉬운 친수성 머리 부분과 물을 싫어하는 소수성(疏水性) 꼬리 부분으로 이뤄져 있는데, 제올라이트 원료에 이 특수 계면활성제를 넣자 주목할 만한 현상이 발생했다. 계면활성제 분자 머리 부분을 둘러싸고는 제올라이트 결정의 골격이 형성되었고, 긴 꼬리 부분들이 모인 곳에는 보다 큰 공간이 만들어진 것이다.

이 같은 특성을 이용해 유룡 교수 연구팀은 2-50나노미터에 이르는 ‘메조’ 구멍과 2나노미터 이하인 ‘마이크로’ 구멍이 규칙적으로 섞인 나노물질을 설계할 수 있었다. 벌집을 꼭 닮은 모양의 이 나노 촉매는 이후 테스트에서 뛰어난 성능을 자랑했다. 기존 제올라이트에 비해 촉매로서의 효율성이 월등히 나은 것으로 드러났다. 나아가 계면활성제 설계 시 형태나 길이 등을 바꿈으로써 합성되는 제올라이트의 구멍 크기를 조절할 수 있다는 사실도 확인했다. 이로써 필요한 분자 크기에 따라 ‘맞춤형’ 제올라이트를 생산할 수 있는 가능성이 열리게 되었다.

일단은 ‘메탄올’입니다.

석유 이후에 100년은 더 갈 수 있는 이 자원을, 가솔린으로 전환시키는 화학공정에 적용하고 있습니다.

그러나 이 디자인은 특정분야에만 국한된 게 아닙니다.

무한한 가능성을 가지고 있습니다.

이미 다양한 친환경 화학분야와 대체에너지 분야에서 인용되고 있고, 앞으로도 그 적용범위가 꾸준히 확대될 것입니다.

- 카이스트 화학과 유룡 특훈교수

모든 과학분야의 관심이 대체가능한 에너지의 개발을 향해 모여든 지 오래이다. 어디로 갈 것인가. 뻔히 보이는 에너지 절벽 앞에서 고민은 나날이 깊어지고 있다. 그런 의미에서 유룡 교수의 연구 성과는 인류에게 희망적인 그림을 제시했다. 아직은 문틈으로 새어드는 희미한 빛에 불과할 수 있다. 그러나 전통 화학의 힘을 믿으며 우직히 자신의 길을 가는 이런 ‘천생’ 과학자 덕에, 아침이 밝아올 날이 그리 멀게 느껴지지 않는 것도 같다.

SEQUENCE 2.

(시스템 대사공학, 에너지) 미생물에서 가솔린 생산

“휘발유 만드는 대장균 세계 첫 개발”

국내 연구진이 세계 최초로 미생물을 이용해 휘발유를 생산하는 데 성공했습니다. 장차 원유 부족과 환경오염을 해결하는데 도움이 될 것으로 전망됩니다.

- 2013년 9월 30일 MBC뉴스

카이스트는 원소의 미시세계에 이어, 세포의 미시세계에서도 새로운 가능성을 발견했다. 강철보다 튼튼한 인공 거미줄, 대장균이 토해내는 휘발유, 미생물 플라스틱 등등... 모두 SF영화에나 나올 법한 가상세계의 풍경인 줄 알았다.

그러나 이와 같은 가슴 뛰는 상상은 곧 현실이 되어 눈앞에 다가왔다. 이처럼 멋진 신세계의 출현을 앞당긴 이들은 바로 카이스트 대사공학 연구실의 미래소년들이었다.

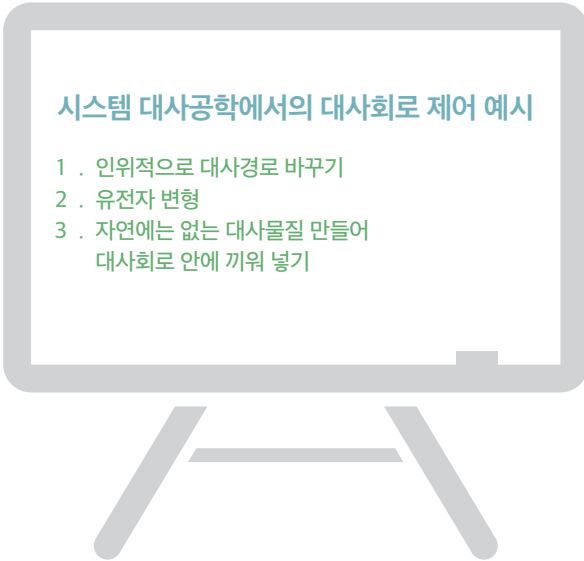
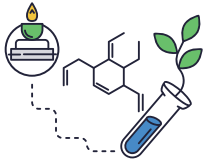
기존의 굴뚝 화학공장을 바이오 기반의 화학공장으로 대체한다,

이런 야심을 가지고 우리가 처음 문을 열었던 거죠.

대문에는 ‘시스템 대사공학’이라는 문패를 걸었고요.

- 카이스트 생명화학공학과 이상엽 특훈교수

시스템 대사공학이란 무엇인가. 그것은 미생물의 대사회로를 인위적으로 제어해 우리가 필요한 화학물질의 대량생산을 가능케 하는 기술을 말한다. 기존의 화학업계에서 제품을 생산하기 위해 공장을 짓고 공정을 개선하듯, 미생물 공장을 짓고 그 공정의 효율을 개선해 나가는 것이다.



이러한 미생물의 변신은 '가상세포' 덕에 이뤄질 수 있었다. 이는 일종의 컴퓨터 프로그램으로, 생물종의 세포 안에서 벌어지는 대사작용 정보들을 실시간으로 연구자에게 보여준다. 따라서 인위적으로 대사회로를 제어할 때, 그 결과로 어떤 일이 일어나는지 미리 확인할 수 있다.

예를 들어 특정한 대사산물을 얻기 위해 대장균의 유전자 세 개를 동시에 없애려 할 수 있습니다. 이를 실험을 통해 결과를 얻으려 한다면 1억 6,600만 번 되풀이해야 할 겁니다. 하지만 가상세포 프로그램을 돌리면 간단한 건 1주, 복잡한 시뮬레이션도 6주에서 9주 정도면 끝낼 수 있습니다.

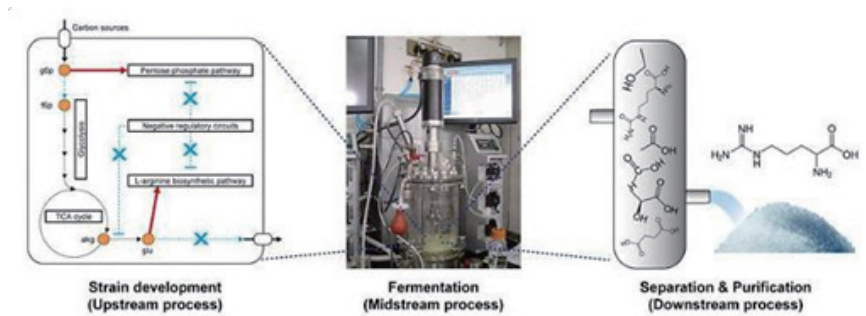
- 카이스트 생명화학공학과 이상엽 특훈교수

가장 자주 쓰이는 대표 주자는 대장균이다. 과학자들이 비교적 속속들이 알고 있는 미생물이기 때문이다. 이상엽 교수 연구팀은 대장균 단세포에서 벌어지는 복잡한 대사의 조절과 그 유전자의 변형, 신호전달 과정에 대한 제어 등을 통해 새로운 '슈퍼 대장균'들을 여럿 만들어 냈다. 그리고 이를 활용해 연료와 바이오 플라스틱, 의약품 등 대중의 삶에서 꼭 필요한 화학물질들을 만들어내고 있다.

그러나 아직은 갈 길이 멀다. 현 시점에서는 석유화학 제품을 대체하고 있는 분야가 극히 일부에 머물러 있다. 무엇보다 '가격'이 문제인 상황이다. 상용화에 적합할 정도의 성능을 가진 미생물 균주를 생성하고, 또 관련 공정을 개발하기 위해서는 상당한 비용이 발생하기 때문이다.

그래도 고무적인 것은 기반기술의 확보 차원에서는 여기저기에서 희망적인 소식이 들려온다는 점이다. 특히 이상엽 교수 연구팀은 2019년 로도코커스 균주를 이용해 바이오 디젤을 만들어 내는데 성공했다. 이미 2013년 대장균을 이용해 가솔린을 생산한 바 있었다. 그러나 이때만 해도 최초의 연구이다 보니 '대사설계'에 방점이 찍혀 있었다. 생산농도 측면에서는 포도당으로부터 리터당 기름 한 방울 정도를 얻어내는데 그쳤다. 반면 2019년에는 리터당 50.2g의 지방산 및 리터당 21.3g의 디젤을 만들어낼 정도로 생산성을 크게 향상시킬 수 있었다.

이처럼 대사공학 기술 수준이 꾸준히 올라간다면, 머지않아 기술발전이 자연스레 비용절감 효과로 이어지는 시점이 도래할 수 있다. 그때가 되면 시스템 대사공학은 포스트 화석연료 시대의 유력한, 혹은 유일한 대안으로 자리매김하게 될 것이다.



시스템 대사공학 전략 개념도

SEQUENCE 3.

(무선전력) 주행 중 충전 가능한 무선전력전송시스템



2009.07.01 온라인버스제작 납품

‘지속가능성’의 추구는 과학에 있어 상수가 된 지 오래이다. 세상은 환경과 보다 친하고, 버려지는 건 최대한 줄일 수 있는 과학을 원하고 있다. 카이스트는 몇몇 뛰어난 연구자들의 선도적인 업적에 의존하던 시기를 지나, 정책적으로 친환경 연구 및 개발을 지원하기 시작했다.

2009년 출범한 ‘온라인전자자동차 사업단’의 활동이 그 대표적인 사례였다. 해당 사업단을 통해 카이스트는 대용량의 전기에너지를 무선으로 전달할 수 있는 기술을 개발하고, 다수의 상용화 실적을 작성해 나갔다.

특히 경북 구미시의 경우에는 시범운행을 거쳐, 2014년 3월부터 카이스트의 무선 충전 전기버스를 정규 버스로 채택했다. 이후 총 34km 거리를 하루 12회씩 운행중에 있다. 이로써 카이스트는 친환경 도시교통시스템 구축을 위한 초석을 놓을 수 있었다.

이밖에도 2006년부터 운영되어 온 KI(KAIST Institute)는 근래에 들어 ‘인류를 위한, 지구 환경을 위한 기여’를 키워드로 삼고, 관련 융합기술의 메카로 거듭나기 위해 최선을 다하고 있다.

어차피 유한자원입니다. 어쩔 수 없이 새로운 기반이 필요할 수밖에 없는 거죠. 바로 이 지점에서 카이스트가 해야 할 일도 많고, 책임도 막중한 것입니다. 과거보다는 앞으로가 더 중요합니다. 우리 후대들이 쓰고 누릴 수 있는 것을 만들어 내기 위해 새로운 토양을 다져놔야 합니다.

- KI 이상엽 원장

과학은 앞으로 우리 삶에 어떤 가치를 더해 줄 수 있을까? 분명한 건 과학이 만들어낸 부정적인 산물은 과학만이 해결할 수 있다는 점이다.

따라서 지난 50년간 대한민국 산업발전의 원동력이 되어 온 카이스트는 이제 국가 단위의 관점을 넘어 인류 전체의 공존을 위해 역할을 해야 한다. 앞서 살펴본 것처럼 이미 그 첫 단추는 잘 끼워졌다.



SECTION



이제껏 없던 최초, 최고에 도전하다



최초**FIRST**의 연구가 수행되고,
최고**BEST**의 교육이 제공되는,
세계가 찾아오는 카이스트 **THE WORLD AT KAIST**

대한민국 발전에
카이스트가 함께 하겠다는 꿈과
세계적인 대학으로 성장하겠다는 비전을
반세기 만에 이루었다.

설립 이래 1만 2천 6백여 명의 박사를 배출시켰고,
우리나라 과학기술계 리더급 인력의 23%를
카이스트 졸업생으로 채웠다.

2017 QS 세계대학평가 종합 41위,
2017 QS 개교 50년 미만 세계대학평가 3위,
2016, 2017 톰슨로이터 선정
'세계에서 가장 혁신적인 대학평가' 6위에 선정,
2016, 2017, 2018. 3년 연속
'아시아에서 가장 혁신적인 대학평가' 1위에 선정됐다.

과거와 현재, 그리고 미래로 이어질
최초, 최고라는 명예로운 도전으로
글로벌 가치창출 세계선도대학을 향해
한 걸음 더 가까이 다가서고 있다.

과학기술사에 이름을 남기다

국내 최초 고출력 레이저 개발

카이스트의 이상수 박사 팀은 1977년 4월 제3세대의 빛 옥소레이저를 개발했다. 국내 최초이자 세계에서 두 번째였다.

0.1초의 방전식 대출력형으로 증폭조작이 쉬워 순식간에 막대한 에너지를 얻을 수 있어 주목을 끌었다.

이것은 10만분의 1초 동안에 고리원자력발전소의 출력인 1천MW의 10분의 1인 1백MW의 에너지를 내고 있다. 이런 레이저장치를 여러 개 묶어 증폭시키면 이보다 수백 배의 에너지를 낼 수 있다.

이 고출력 레이저는 외국에서 핵융합발전, 군사적인 목적 외에도 다이아몬드나 반도체금속을 자르는 등 정밀가공에 널리 이용됐다.

여러 번 실패한 끝에 글로(GLOW)방전방식으로 해본 결과 옥소 레이저를 발생시킬 수 있었습니다. 방전방식 증폭장치의 연구가 보완되면 앞으로 2년 후에는 실용화가 가능할 것입니다.

- 이상수 카이스트 초대 원장

카이스트가 배출한 최초 박사

우리나라 과학기술의 요람 카이스트가 1호로 배출한 최초의 박사는 1978년 10월 「삼차원의 압출의 해석」으로 박사 학위를 받은 양동열 박사이다.

기존에는 알루미늄새시나 철강제 등을 만들 때 고온에서 평금형을 통해 압출하여 생산함으로써 제품의 표면이 거칠거나 강도가 낮아 문제였다.

양동열 박사의 이론과 실험의 성공은 필요한 강도를 정확히 요구하는 제품과 고도의 정밀도를 요구하는 제품을 기존처럼 선반으로 깎는 방법을 쓰지 않고 3차원 압출법으로 생산하는 방법이 개발됨으로써 중화학 정밀기기공업에 신기원을 맞았다.



3차원 압출에 대한 이론해석 기법이라는 주제는 지도교수님의 도움을 받아 결정했습니다. 처음엔 배짱 좋게 시작했지만, 나중에 이 주제가 세계적으로 푼 사람이 아무도 없는 난제 중의 난제임을 알게 되었습니다.

- 양동열 카이스트 박사

대한민국 최초의 기술 수출

카이스트의 식품화학연구실 최홍식 박사 연구팀은 1981년 4월 미강 안정화 처리기 공정개발에 성공했다. 쌀겨에서 고급 미강유를 추출할 수 있게 됐으며, 유지를 빼낸 탈지당은 전량 고단백 사료로 활용할 수 있는 길을 열어 놓은 것이다.

이 미강처리기는 쌀겨를 압출하는 공정에서 발생하는 열을 이용하여 쌀겨의 미세입자를 응결, 성형하여 리파제효소를 불활성화시키고 동시에 부분건조를 유도하는 최신기술이었다.

미강처리기는 국내산업화에 이어 태국 국가종합연구소(TISTR)에 상당액의 로열티를 받기로 계약을 체결했다. 이와 같이 **국내 순수자체 개발 기술이 해외로 이전되는 것은 대한민국 최초**였다.

이제는 우리나라도 해외로 수출할 만큼 기술력이 향상되었습니다. 단순한 기술이전보다는 국제협력 차원에서 바람직한 일이라고 생각합니다.

- 최홍식 카이스트 박사

독자개발 첨단기술의 금속재료 독일 수출

카이스트의 김영길 교수 연구팀은 1984년 7월 최신 반도체 리드프레임용 기판 재료인 PMC 102를 독자개발 하는 데 성공했다. 이는 세계에서 두 번째로 이룬 쾌거였다.

이 금속재료는 세계 반도체 메이커들의 성능테스트에서 세계시장의 90%를 독점해온 미국 제품보다 성능과 가격에서 압도적으로 우위라는 평가를 받았다.

30억 달러 규모인 세계시장의 50%가 이 금속으로 대체 될 것이며, 연간 4억 3천만 달러의 수출 및 수입 대체효과를 거둘 수 있을 것으로 전망했다.

이 반도체 리드프레임 동합금 소재기술은 1986년 2월 서독의 스톨버거사에 수출하기로 계약을 체결했다. **우리나라 독자적으로 개발된 첨단소재기술을 처음으로 선진국에 수출하여 우리 기술이 그만큼 세계에서 주목받고 있음을 뜻한다.**

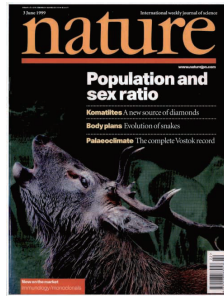


세계적 학술지 'Nature'에 한국인 최초로 논문 게재

카이스트 생물공학과를 졸업한 **배현숙 박사**는 **식물이 스스로 자가 수정을 하지 않는 이유를 밝혀냈다.**

친족 간의 결혼을 금지하는 인간사회처럼 식물 가운데 절반 정도는 자기 자신의 꽃가루를 배척하는 '자가불화합성' 현상을 보인다. 이 현상은 다윈도 연구했을 만큼 오래전부터 알려져 왔다. 하지만 지난 한 세기 동안 의문은 풀리지 않았다. '암술이 어떻게 자기 자신의 꽃가루인지 아닌지 구별하는가'에 대한 수수께끼를 배현숙 박사가 풀어낸 것이다.

세계 최고의 권위를 자랑하는 과학학술지 'Nature'는 **1994년 이 놀라운 사실을 증명한 논문을 게재하고, 배현숙 박사가 연구한 피튜니아 꽃을 잡지 표지에 썼다.** 150년 넘는 역사를 가진 'Nature'는 과학자들이 가장 선망하는 잡지이다. 이 잡지에 실리지 않고는 노벨상을 탈 수 없다는 말이 나올 정도이다.



한국인 과학자가 이 잡지에 표지 기사를 낸 것은 배현숙 박사가 처음이었다. 이는 카이스트의 자랑일 뿐 아니라 한국 전체 여성 과학도들에게 큰 희망을 심어준 일대 쾌거였다.

“동물도 마찬가지이지만, 식물도 자가 수정을 하지 않는 쪽이 진화의 측면에서 훨씬 유리합니다. 자가 수정을 반복해서 그 종이 지닌 유전자의 다양성이 줄어들면 잠복해 있던 열성 유전자가 발현될 가능성이 높아집니다. 실제로 식물을 몇 대에 걸쳐서 계속 자가 수정하면 그 자손이 약해지는 것을 볼 수 있습니다.”

- 배현숙 생물학 박사

카이스트 연구진 최초로 'Nature'에 논문 발표

카이스트 생명과학과 **최준호 교수 연구팀**은 **자궁경부암을 일으키는 파필로마바이러스(HPV)의 복제에 관여하는 체내 단백질 'hSNF5'를 발견했다.**

파필로마바이러스의 E1단백질과 hSNF5 단백질이 서로 결합하고 세포 내에 작용해 파필로마바이러스의 DNA 복제를 증가시킨다는 사실을 밝혀냈다. 거꾸로 hSNF5와 E1의 결합을 방해하자 파필로마바이러스의 DNA복제도 억제되는 것으로 나타났다는 것이었다.

이 연구결과는 1999년 과학학술지 'Nature'에 발표됐다. 카이스트 연구진으로써는 최초의 발표였다.

자궁경부암은 국내 여성 암 중 1위(22%)를 차지하고 있으며 이중 파필로마바이러스 원인이 90% 이상 차지하고 있었다. 그러나 아직 백신이나 치료제가 개발되지 않아 조기 진단으로 예방하는 것이 유일한 방법이었다.

국내 학계에서는 이번 연구결과가 자궁경부암의 발암기작을 이해하는데 중요한 전기를 마련한 것으로 **항암제 및 백신개발의 가능성을 열어놓은 연구성과라고 평가받았다.**

“이번 연구결과를 토대로 시험관에서 파필로마바이러스 DNA를 복제하는 시스템을 개발, 기존의 항바이러스제나 신물질을 투여해 효능을 시험하는 한편 E1과 hSNF5의 결합을 방해하는 물질(백신)을 만들어낼 수 있을 것입니다.”

- 최준호 카이스트 교수

대한민국 최초, 전면 영어강의 시행

한국의 MIT를 꿈꾸는 카이스트는
2007년 10월
학부 신입생부터 100% 영어 강의를 실시했다.

외국인 교수와 외국인 학생을 더욱 많이 유치하고
단계적으로 숫자를 늘려 2010년까지
모든 과정을 영어로 강의한다는 목표를 세운 것이다.

수학, 물리, 전자공학 등은 물론
국어나 미술사 등 모든 강의를 영어로 실시하며,
시험도 영어로 치르게 했다.

한 걸음 더 나아가
교수들이나 카이스트 임직원들에게
공문서를 작성할 때도
가급적 영어를 사용하라고 요구했다.
국내는 물론 해외 연구기관과의 교류가 많은
카이스트 특성상 국문·영문을 가려
별도로 공문을 만들어야 하는 불편함을
없애기 위해 처음부터
영어 공문서를 작성하라는 권고였다.

미래에는 기술로 무장해 사회의 다양한 방안에 적용할 수 있는 아이디어를
창출해 낼 수 있는 디자이너가 국가발전의 중요한 역할을 담당하게 될 것입니다.
그러니 엔지니어가 아닌 디자이너가 되어야 합니다.

- 서남표 前 카이스트 총장

대한민국 최초 우주인 배출

바이오및뇌공학과 박사과정 대학원생 이소연은
우주인 선발 대회에서
3만 6,206명의 경쟁자 가운데 최종 1인으로 남아
한국 최초 우주인이 되는 영광을 차지했다.

2008년 4월 우주선 소유즈 TMA-12호에 탑승해
이틀 뒤 국제우주정거장에 도착한 후
우주에서 최초로 한국어 인사를 전했다.

“안녕하세요! 여기는 우주입니다.”

11일간 국제우주정거장에 머물며
식물 발아 성장과 변이 관찰,
초파리의 중력반응 및 노화 유전자 연구 등
18가지 우주과학 실험과
대한민국이 부여한 임무를 마치고
2008년 4월 19일 무사히 지구로 돌아왔다.

이소연 박사의 우주비행이
성공적으로 끝나면서
한국은 세계에서 36번째로
우주인을 배출한 국가가 됐다.



모든 우주인의 가장 큰 의무감은 우리를 지켜보고 있는 아이들입니다.
미국 나사(NASA)에서 엄청난 일을 한 과학자 대부분이, 어릴 때 봤던 닐 암스트롱이
달에 내릴 때의 흥분을 잊지 못한다고 합니다. 마찬가지로 나를 보고 그 기억을 붙잡고
공부하고 과학기술을 이끌어 나갈 미래 세대가 나한테는 가장 큰 관심사이고,
의무와 책임감을 느끼게 하는 사람들입니다.

- 이소연 카이스트 바이오및뇌공학 박사

세계 최초로 그래핀 마찰력의 특성 규명

카이스트 화학과 박정영 교수와 건국대 박배호 교수 연구팀이 2011년 7월 기간 개념상으로만 알려졌던 그래핀의 미세한 주름 구조와 도메인 구조, 그 구조들의 생성원리 및 열처리 공정을 통한 주름구조 제어 가능성을 세계 최초로 규명했다.

기계적 박리법을 이용해 제작한 그래핀 박막을 원자 힘 현미경을 이용하여 측정한 결과 물리적으로 똑같은 특성을 지닌 단일층 그래핀 내에서 마찰력이 현저히 다른 구역(비등방성 마찰력 도메인)이 존재하는 것을 발견한 것이다. 이 연구 결과는 과학학술지 '사이언스지'에 게재됐다.

또한 2012년 6월

카이스트 박정영 교수와 김용현 교수 연구팀이 하나의 원자층으로 이루어진 그래핀을 불소화해 마찰력과 접착력을 제어하는 데 성공했다.

원자 단위에서 그래핀에 대한 마찰력의 원리를 규명하고 제어하는 데 성공한 것은 이 연구가 세계에서 처음이었다.

그래핀은 구리보다 100배 이상 전기가 잘 통하면서도 구부러도 전기전도성이 유지돼 실리콘 반도체를 대체할 차세대 전자소자는 물론 휘어지는 디스플레이, 입는 컴퓨터 등 다양한 분야에 활용될 수 있는 '꿈의 신소재'로 불린다.

꿈의 소재로 알려진 그래핀은 나노 스케일 기기의 구동부 윤활에 쓸 수 있습니다. 이번 연구는 그래핀 기반의 작은 역학구동소자의 코팅 등의 응용을 가질 수 있을 것입니다.

- 박정영 카이스트 교수

세계 최초로 분자가 탄생하는 순간을 실시간으로 관측 성공

카이스트 화학과 이효철 교수 연구팀은 2005년 분자결합이 끊어지는 과정을 밝혀 사이언스지에 논문을 게재했다.

2015년 2월 세계 최초로 원자의 화학결합을 통해 분자가 탄생하는 순간 분자의 구조를 원자 수준에서 관측하는 데 성공했다.

또한 2020년에는 원자가 결합하여 분자가 탄생하는 처음부터 끝까지 전 순간(35펨토초)을 포착, 실시간으로 관찰하는 데 성공했다. 연구진은 기존보다 더 빠른 움직임을 볼 수 있도록 향상시킨 실험기법과 구조 변화 모델링 분석기법으로 금 삼합체 분자의 형성과정을 관찰했다. 그 결과, 세 개의 금 원자를 선형으로 잇는 두 개의 화학결합이 동시에 형성되는 것이 아니라, 한 결합이 35펨토초 만에 먼저 빠르게 형성되고, 360펨토초 뒤 나머지 결합이 순차적으로 형성됨을 규명했다.

이 성과는 세계 최고 권위의 과학학술지 네이처 온라인판에 2020년 6월 25일 게재됐다.

펨토초 엑스선 회절법을 통해 이번 연구 결과 외에도 분자의 진동, 회전 등을 관측할 수 있을 것입니다. 축적한 기술과 경험을 토대로 국내 연구진이 세계 과학계의 흐름을 주도하길 바랍니다.



- 이효철 카이스트 교수

뇌전증 원인 유전자 세계 최초 규명

카이스트 의과대학원 이정호 교수팀이 2015년 3월 약물로 조절되지 않는 난치성 뇌전증(간질 발작)의 원인을 밝히고 새로운 치료법의 발판을 마련했다.

연구팀은 약물치료 효과가 없어 간질 수술을 받은 환자 77명의 뇌 유전체 정보와 임상 자료를 심층 분석했다. 그 결과 약 16%의 환자는 마치 백설기 안의 건포도처럼 뇌의 특정 부분에만 돌연변이가 존재하고 나머지 신체 부위는 정상인 것으로 밝혀졌다.

이 과정을 통해 뇌전증을 일으키는 변이 유전자를 세계 최초로 발견해 난치성 뇌전증의 원인을 밝혀낸 것이다. 또한 같은 형태의 돌연변이를 실험용 쥐에 주입한 후 유전 변이에 따른 맞춤형 치료법 개발에 성공했다.

이 연구의 핵심 성과는 기존에 발견되지 않던 난치성 뇌전증의 원인을 파악해 맞춤형 치료법을 개발할 수 있는 발판을 마련한 것이다.

같은 해 6월 이정호 교수팀은 뇌전증 연구를 지원하는 세계적인 비영리 단체 CURE로부터 한국인 최초로 2015년 '소아 뇌전증 연구상'을 수상했다.



이 연구는 선천적으로 몸 전체에 돌연변이가 분포한다는 기존 학설을 뒤집고, 뇌에만 돌연변이가 발생해 난치성 뇌질환이 유발된다는 것을 증명한 최초의 연구였습니다.

- 이정호 카이스트 교수

환자 맞춤형 줄기세포로 세계 첫 파킨슨병 임상치료 성공

카이스트 생명과학과 석·박사 졸업생이면서 현재 해외초빙 석좌교수와 총장 자문위원을 맡고 있는 하버드 의대 김광수 교수는 2020년 5월, 파킨슨병 임상치료를 성공했다.

환자 맞춤형 줄기세포 임상치료는 세계 최초로 환자의 피부세포를 도파민 신경세포로 만드는 '역분화 줄기세포' 기술로 임상치료 하는 데 성공한 것이다.

까다롭기로 유명한 미국 식품의약국(FDA)의 최종 승인 후, 69세 환자에게 도파민 신경세포를 면역체계 거부반응 없이 작용토록 2017년과 2018년 2차례에 걸쳐 이식 수술을 진행했다. 그리고 2년 동안 PET, MRI 영상 등 후속 테스트를 마친 후에야 드디어 임상치료를 성공했음을 발표했다.

파킨슨병은 뇌에서 신경전달물질 도파민을 분비하는 신경세포가 사멸해 근육의 떨림이나 느린 움직임, 보행 및 언어 장애 등의 증상을 보인다. 그런데 이 임상치료를 받은 환자는 면역체계의 거부반응 없이 구두끈을 다시 묶을 수 있을 뿐만 아니라 수영과 자전거를 탈 정도로 운동능력이 회복됐다.

이는 여러 난관을 극복하며 20여 년간 연구에 집중해온 성과였다.

안정성과 효능성 입증을 위해 더 많은 환자를 대상으로 임상시험이 필요합니다. 10여 년 정도 후속 연구를 계속 성공적으로 수행하면 맞춤형 세포치료가 파킨슨병 치료를 위한 또 하나의 보편적인 치료 방법으로 자리 잡게 될 것이라고 생각합니다.

- 김광수 하버드 의대 교수

대한민국 최초 제올라이트학회 브렉상 수상

카이스트의 유용 특훈교수는
마이크로나노기공과 메조나노기공을 위계적으로 연결시킨
새로운 나노다공성 구조의 제올라이트 촉매 물질개발 연구로
학계에 커다란 주목을 받고 있다.

특히 제올라이트 구조를 유도할 수 있는 관능기를 부착한
계면활성제 분자를 이용하는 새로운 방법을 통해
학술적으로 가능한 최소 결정 크기에 해당하는 '단일단위격자'
약 2nm 두께의 극미세 제올라이트 나노판 합성에 성공했다.
이렇게 합성한 물질을 석유화학 촉매로 이용하면
기존 제올라이트가 가지는 촉매로서의 수명을 5배 이상
연장시킬 수 있다.

이런 연구업적을 높이 평가해 2010년 7월
대한민국 최초로 국제제올라이트학회에서 수여 하는
'제올라이트 연구 분야의 노벨상'인 브렉상을 수상했다.
2011년 유네스코와 IUPAC에서 선정한
'세계 화학자 100인' 중 1인으로 선정되었고,
같은 해 12월에 과학학술지 '사이언스'에서는
그가 연구한 '특수 설계된 나노구조 유도 물질을 이용한
규칙적 위계나노다공성 제올라이트 합성'을
2011년 10대 연구과학기술 성과로 선정했다.

이전에 개발한 새로운 제올라이트 물질은 큰 분자의 화학적 처리가 가능하기 때문에
경제적인 가치가 적은 중질유를 가솔린으로 변환시키는 고부가가치공정이나
폐플라스틱 분해공정과 같은 미래 환경에 중요한 공정에서 핵심 촉매로
널리 이용될 수 있을 것입니다.

- 유용 카이스트 특훈교수

세계 최고 권위 디자인상 석권

*세계 4대 디자인상 : 레드닷, iF, IDEA, 굿 디자인 어워드

배상민 교수 연구팀은 2005년부터
사회공헌 디자인(Philanthropy Design)을 주제로
혁신적인 디자인을 통해 소외받는 사람들을 위한 나눔프로젝트와
시드프로젝트를 수행해 오고 있다.

이 프로젝트를 통해 4개의 상품을 개발하고
세계 최고 권위의 4대 디자인상*을 총 44회 수상하여
그 우수성과 진정성을 전 세계에 널리 알리고 있다.

카이스트 산업디자인학과 배상민 교수 연구팀은
세계 최고 권위의 디자인전인 '2012 IDEA 어워드'에 출품한
작품 2점이 상업 및 산업 제품 디자인 부문과
사회적 영향 부문에서 동상과 콘셉트 어워드를 각각 수상했다.

2013년 11월 일본 굿 디자인 어워드를 석권한 '딜라이트'는
donative(기부금)와 light(빛)의 합성어로
'delight'의 사전적 의미인 '큰 기쁨을 준다'는 뜻이다.
전등갓 끝부분을 잡고 회전시키면
형태가 다양하게 변하는데
이를 통해 밝기를 조절할 수 있는 조명이다.
전등갓이 하트 형태일 때 가장 밝아
나눔의 마음이 세상의 소외된 곳을 밝힌다는
상징적인 의미를 담고 있다.



나눔프로젝트는 자선활동을 위해 기획·디자인·생산·판매가
이루어지며 수익금 전액을 도움이 필요한 어린이들의
교육 및 장학 사업에 사용하고 있습니다.
소비자들은 나눔상품을 통해 미감과 편의를 만족시키는 제품을
구매하는 것과 함께 어려운 가정의 학생들을 위해
기부할 수 있는 기회를 동시에 가질 수 있는 것이지요.

- 배상민 카이스트 교수

로이터 선정 세계에서 최고 혁신적인 대학 6위, 아시아 최고 혁신대학 1위

카이스트가 2016년 대한민국 최고를 넘어
아시아 최고 혁신대학 1위,
세계에서 가장 혁신적인 대학 6위에 올랐다.
상위 10개 대학 가운데 1위부터 5위까지
미국 대학들이 차지했다.
미국 대학을 제외한 전세계 대학 중에서는
카이스트가 최고 순위를 기록한 것이다.



로이터의 이번 평가는
각 대학의 기초 연구수준을 볼 수 있는
학술논문과 연구 성과를 보호하고 상용화하려는
대학의 관심도를 보여주는 특허를 기준으로
순위가 매겨졌다.

2018년 6월에는 지난해에 이어 3년 연속
아시아 최고 혁신대학 1위를 차지하면서
카이스트의 맹위를 증명했다.

특허출원 수, 특허성공률, 국제특허, 특허인용 수, 특허인용 비율,
특허인용 논문 영향력, 산업계 논문인용 영향력 등
10개의 평가지표에서 높은 점수를 받으면서 이룬 쾌거였다.

로이터는 카이스트가 높은 점수를 받은 이유를
다음과 같이 밝혔다.

2010년부터 2015년까지 923개의 특허를 신청해 75개 상위 교육기관 중
가장 많은 수의 특허를 출원했고 특허 성공률뿐만 아니라 외부 연구자들이
카이스트의 특허를 연구논문과 특허에 자주 인용했기 때문에
높은 점수를 주었습니다.

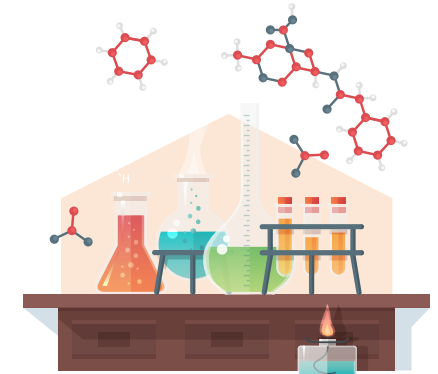
미국 특허 출원 1위 대학 석권

2019년 대한민국 대학 가운데
미국 특허 출원을 가장 많이 한 곳은 카이스트였다.

당시 한국전자정보통신산업진흥회 조사분석센터에 따르면
지금까지 우리나라 대학이 미국에서 출원한 특허 건수는
총 1만 2천 941건(총 112개 대학)으로 집계됐다.
카이스트는 그중 17.8%에 해당하는 2천 297건으로 1위를 석권했다.

출원뿐만 아니라 카이스트는
‘미국특허등록 상위 100개 대학’에 포함된
대한민국 8개 대학 중 1위를 차지했다.

2017년 76건으로 대한민국 1위, 세계 28위에 올랐고,
2018년 72건으로 대한민국 1위, 세계 28위에 이어
2019년 86건으로 대한민국 1위, 세계 25위를 석권하면서
연속 3년 대한민국 1위 자리를 지켜오고 있다.



대학의 특허는 결국 기업에 이전 또는 라이선스 되거나 스타트업·벤처창업에 활용되며
향후 해외 시장 개척과 진출에 중요한 역할을 하고 있습니다. 그렇기 때문에 기술이전 등
가능성이 높은 특허의 해외 특허 확보에 신경을 쓸 필요가 있다고 생각합니다.

- 이유리나 한국지식재산연구원 선임연구원

DRC휴보 II, 다르파로보틱스 챌린지 우승

카이스트 기계공학과 오준호 교수가 이끄는 '팀 카이스트'의 DRC휴보 II가 2015 다르파 세계 재난로봇 경진대회(DRC)에서 우승을 차지했다. 국내는 물론 세계를 놀라게 한 이날의 우승은 '팀 카이스트'에 '세계 최고의 로봇 연구팀'이란 명예와 자부심을 안겨주었다.

DRC휴보 II는 최종 결선 경기에서 주어진 8단계 수행임무를 44분 28초 만에 완수해 8점 만점으로 당당하게 우승했다.

오준호 교수팀은 2004년 휴보의 첫 모델을 발표한 이후 2015년 DRC 대회 최종 결선에 진출하기까지 계속 성능을 높여왔다. DRC휴보 II는 2013년에 개발했던 초기형 모델보다 힘과 체구, 안정성과 운동능력 등 모든 면이 확연하게 달랐다. 무엇보다 가장 큰 변화는 '변신 기능'이었다. DRC휴보가 가진 2족 보행에서 4족 보행으로의 변신이 아니라 험지는 두 발로 걷고, 평지에서는 바퀴로 굴러가는 변신이었다. 이는 사람처럼 걷는 휴머노이드라는 정해진 틀을 파괴한 매우 적절한 아이디어라는 평가를 받았다. 머리에 레이저 스캐너와 광학카메라를 달아 시각능력을 향상시켰고 허리를 180°로 돌릴 수 있어 앞뒤 방향 전환이 쉽다는 것도 특징이었다.

팀 카이스트는 공학분야 사상 최대 금액인 우승 상금 200만 달러(약 22억 원)를 재난로봇 연구에 재투자해 휴보 연구를 계속 이어가고 있다.

● 인간형 로봇은 하나의 플랫폼으로 볼 수 있습니다. 연구과정에서 쌓인 결과가 자동차가 될 수도 있고, 드론이나 무인비행기에 적용될 수도 있고, 아니면 고성능의 카메라로 변신할 수도 있죠. 그 어떤 분야보다 인간형 로봇이라는 플랫폼이 더 총체적이고 종합적이기 때문에, 그 틀을 중심으로 기술을 모을 수 있는 겁니다. 우리들은 그 기술을 한계점까지 한 번 밀어붙여 보고 있는 거고요. ●●

- 오준호 카이스트 기계공학과 석좌교수

사이베슬론 2020 국제대회 1위, 3위 석권

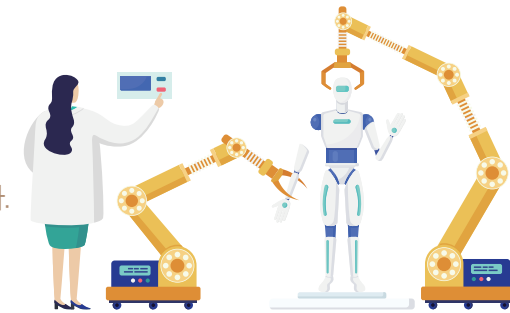
카이스트 기계공학과 공경철 교수가 이끄는 팀 엔젤로보틱스가 2020년 11월 카이스트 본원 캠퍼스에서 열린 '사이베슬론(Cyathlon) 2020 국제대회'에서 압도적인 기량을 선보이며 금메달과 동메달을 석권했다.

착용형 외골격 로봇 종목에 출전한 김병욱 선수는 소파에서 일어나 컵 쌓기, 장애물 지그재그 통과하기, 험지 걷기, 계단 오르내리기, 옆 경사로 통과하기, 경사로 및 문 통과하기 등 6개의 임무를 3분 47초 만에 완벽하게 수행하며 금메달을 차지했다. 함께 출전한 이주현 선수는 5분 51초를 기록해 동메달의 주인공이 됐다.

하반신 장애인이 로봇 슈트를 입고 계단을 뛰어오르고 장애물을 통과하는 모습은 영화를 보는 듯한 장면이었다.

2016년 대회에서 동메달을 차지했던 연구진은 슈트의 무게감을 낮추고 보행속도를 높이며 4년 만에 세계 최정상 자리를 차지한 것이었다.

우승의 원동력이 된 착용형 보조장비는 하지 부분 마비 환자를 위한 보행 재활 훈련 로봇의 의료기기 인증을 마무리하고 실제 치료 현장에 보급하는 단계에 이르렀다.



● 금메달과 동메달을 동시에 석권한 것은 하반신 마비 장애인 선수들의 노력과 더불어 워크온슈트4에 적용된 로봇 기술의 우수성을 증명하는 것이었습니다. 아이언맨이 실제로 개발된다면 대한민국에서 가장 먼저 완성될 것이라고 자신합니다. ●●

- 공경철 카이스트 기계공학과 교수

KAIST 50년 이야기

과학으로 세상과 소통하다

도움주신 분들

집필 김혜란, 엄경호

기획진행 정진기, 한민규

교정교열 이정희, 정혜인

디자인 안지아, 김보연

발행인 신성철

발행처 한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291

대표번호 042-350-2114

<http://www.kaist.ac.kr>

발행일 2021년 2월

기획/디자인 ㈜유니크플러스

서울시 송파구 삼전동 99-14, 3층

02-2140-1114

<http://www.unps.co.kr>

인쇄 예림인쇄

ISBN 978-89-89453-29-1

이 책에 수록된 사진의 저작권은 KAIST에 있으며,
수록 사진을 어떠한 형태로든 사용할 경우 저작권자의 허락을 받아야 합니다.