

# 이달의 신기술

# 12

DECEMBER 2017  
VOL. 51

TOPIC

2018년 기술 및 트렌드 전망  
인공지능과 휴머니즘

KEY WORD

차세대 줄기세포  
앞서가는 일본

기술의 발자국

유전자 조작 생물  
(GMO)의 역사

GLOBAL TREND

독일 스마트바이오시스템  
기술 및 개발 동향

4차 산업혁명 시대의 바이오산업

# 개인 맞춤형 질병 치료 시대 열린다

산업기술 경제동향

개인별 맞춤 질병 치료가 가능한  
새로운 패러다임 ..... 10

GLOBAL ISSUE

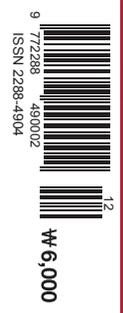
미국 정부의 바이오의약  
지원 정책 ..... 16

이달의 산업기술상 신기술

철강산업 질적 경쟁시대의 선도적 기술을  
이끈다 ㈜포스코 ..... 30

이달의 산업기술상 사업화

인류 건강과 핵의학산업 발전을  
선도하다 ㈜듀켄바이오 ..... 36



# C O N T E N T S

VOL. 51 · DECEMBER 2017



## 이달의 신기술

등록일자 2013년 8월 24일

발행일 2017년 11월 30일

발행인 한국산업기술평가관리원 원장 성시현

발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원,

한국산업기술진흥원, 한국공학한림원

주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동) 한국산업기술평가관리원

후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 이상훈 국장, 김홍주 과장, 성시내 사무관,

김덕기 사무관, 장민재 사무관, 조원철 사무관, 강희경 사무관,

이희주 주무관, 이안영 주무관

한국산업기술평가관리원 김상태 본부장, 신성운 단장

하석호 팀장, 박종성 책임, 마형철 책임

한국에너지기술평가원 이희웅 본부장

한국산업기술진흥원 장필호 본부장

한국산업기술미디어재단 정경영 상임이사

한국공학한림원 남상욱 사무처장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4845)

인쇄 디자인범신 (042-254-8737)

구독신청 02-360-4845 / power96@hankyung.com

문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)

잡지등록 대구동, 라00026

※ 본지에 게재된 모든 기사의 판권은 한국산업기술평가관리원이 보유하며,  
발행인의 사전 허가 없이는 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다.

12월호

## THEME

COLUMN 02

미래의 먹거리 바이오산업, 어떻게 키울 것인가?

OPINION 06

인간 중심의 바이오산업에 주목하다

산업기술 경제동향 10

개인별 맞춤 질병 치료가 가능한 새로운 패러다임

GLOBAL ISSUE 16

미국 정부의 바이오의약 지원 정책

GLOBAL TREND 20

독일 스마트바이오시스템 기술 및 개발 동향

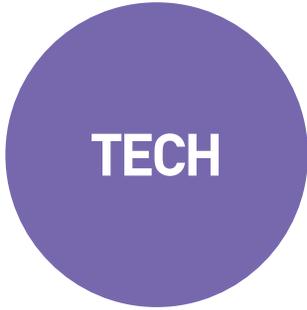
유망기술 24

패혈증 신속 진단을 위한 초고감도 라만 분광 기반 원천 기술

R&D 프로젝트 26

(주)중검\_활성 기반 항체 선별을 위한 항체집합체 기술





① 이달의 산업기술상 신기술_ (주)포스코 철강산업 질적 경쟁시대의 선도적 기술을 이끈다	30
② 이달의 산업기술상 사업화_ (주)듀캠바이오 인류 건강과 핵의학산업 발전을 선도하다	
이달의 새로 나온 기술	41
이달의 사업화 성공 기술	45

## PASSION

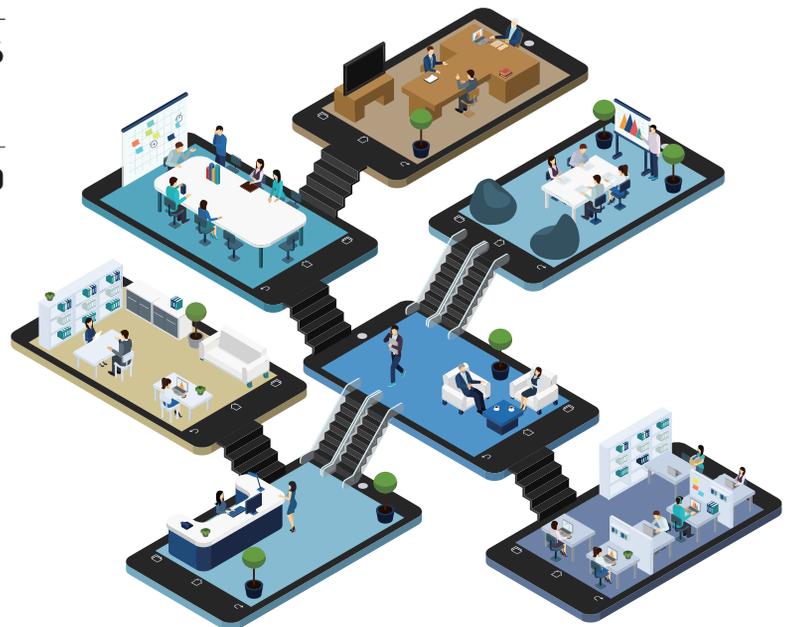
EXHIBITION '2017 대한민국 산업기술 R&D대전' 리뷰	48
R&D 기업 (주)바이오인프라생명과학_ 예방의학의 새로운 기술적 패러다임을 마련하다	52

## FUTURE

TOPIC 2018년 기술 및 트렌드 전망 인공지능과 휴머니즘	56
NEXT 인공지능 활용 스마트병원 시스템	62
KEY WORD 차세대 줄기세포 앞서가는 일본	66
NEW 메디블록, '블록체인 기술 활용한 의료정보 플랫폼'	70

## CULTURE

기술의 발자국 유전자 조작 생물(GMO)의 역사	72
기술과 문화 '트윈스'를 통해 살펴보는 유전자 조작 맞춤 아기 논란	76
리쿠르팅	78
Q&A	79
News	80





## 미래의 먹거리 바이오산업, 어떻게 키울 것인가?

2015년 8월 지미 카터 전 미국 대통령이 흑색종이라는 암에 걸렸으며 뇌로 전이돼 뇌종양으로 진단됐다고 밝혀졌다. 하지만 불과 4개월 후인 12월 키트루다(Keytruda)라는 신개념의 면역항암제로 치료해 암이 사라졌다고 CNN, NBC 등 전 세계 미디어를 통해 보도됐다. 대개 암으로 진단받으면 몇 년 내에 사망하는 것이 보통인데 카터 전 대통령의 경우 4개월의 치료를 통해 암이 사라졌다는 것은 정말 놀라운 일이다. 키트루다라는 기적의 항암제는 제3세대 항암제의 대표선수로서 면역항암제의 일종이다.



목현상  
[범부처신약개발사업단 사업단장]

### 3세대 면역항암제로 패러다임 전환

항암제는 작용기전에 따라, 그리고 개발된 순서에 따라 1세대 화학항암제와 2세대 표적항암제에 이어 3세대 면역항암제로 패러다임 전환이 이뤄지고 있다. 1세대 항암제는 정상 세포에 비해 분화 속도가 빠른 암세포를 공격하는 원리로 작용한다. 하지만 빠르게 분열하는 모든 세포를 공격하다 보니 정상 세포까지 구분 없이 공격해 환자들이 구토, 탈모 등의 부작용에 시달려야만 했다. 우리가 항암제의 부작용이라고 알고 있는 것이 1세대 항암제로 인한 것이다.

1세대 항암제의 단점을 보완한 것이 글리벡(Gleevec)으로 대표되는 2세대 표적항암제다. 표적항암제는 암을 유발하는 특정 유전자만 골라서 공격해 부작용을 줄였다. 하지만 암을 일으키는 특정 유전자가 있는 환자에게만 제한적으로 사용할 수 있다는 점과 치료 초기에는 잘 듣지만 영약한 암 유전자가 스스로의 변이를 통해 표적항암제를 무력화시키는 바람에 항암제 내성이 생기는 문제점이 있었다. 부작용은 적지만 재발하는 것이 문제로 지적된다.

3세대 면역항암제는 자연이 우리에게 준 면역체계를 활성화해 암세포를 사멸시킨다. 기존 항암제가 암세포를 직접 공격하는 형태라면, 면역항암제는 우리가 원래 보유한 몸속의 면역세포가 암세포와 싸울 수 있도록 도와주는 개념이다. 면역시스템을 강화하는 기전이어서 항암 치료로 인한 부작용을 최소화하면서 내성도 극복한다는 평가를 받고 있다.

### 바이오산업은 선택의 문제가 아니라 생존의 문제

항암제가 진화함에 따라 불치의 병으로

알고 있던 암도 고혈압이나 당뇨병과 같이 관리하면서 천수를 다할 수 있는 만성질환의 하나로 분류될 날이 그리 머지않았다. 이는 모두 바이오테크놀로지의 발전 덕분이다.

이러한 바이오테크놀로지가 적용되는 바이오산업을 자세히 들여다보면 바이오 의약품, 바이오식품, 바이오소재, 화학 등으로 나뉘지만 이 중 가장 각광받고 있으며 가장 빠른 성장률을 기록하는 분야가 바이오 의약품이다. 2015년을 기준으로 바이오 의약품의 세계 시장 규모는 약 1200조 원으로, 세계 자동차 시장(약 650조 원) 및 반도체 시장(약 400조 원)을 합친 것보다 훨씬 크다. 시장 규모만 보더라도 자동차와 반도체를 이어 앞으로 우리나라의 주력산업이 돼야 할 분야가 바이오산업이 될 수밖에 없다는 뜻이다. 우리나라를 포함해 세계 선진국 모두가 바이오산업에 집중하고 있는 것은 이제 세계적인 흐름이며 이는 선택의 문제가 아니라 생존의 문제로 21세기를 살고 있는 우리 모두에게 다가오고 있다.

바이오산업, 특히 바이오의약품산업의 중요성은 시장이 크다거나 돈벌이가 되기 때문만은 아니다. 세계 인류가 극도의 빈곤에서 벗어나게 되면서 건강한 삶, 인간다운 삶에 대한 욕구가 커지게 됐고 굶주림 다음으로 해결해야 할 인류 공통의 과제가 질병 퇴치가 됐다는 것을 부정하기는 어렵다. 그래서 바이오의약품산업은 산업적 지향점인 부(Wealth)와 인류의 건강과 행복이라는 지향점인 건강(Health) 두 날개로 창공을 나는 형태가 돼야 한다.

바이오의약품 분야의 발전은 3세대 면역항암제에 그치지 않는다. 인류의 탄생으로부터 지금까지 인간을 고통스럽게 하던

관절 류머티즘 등의 자가면역질환 역시 휴미라(Humira), 레미케이드(Remicade) 등의 항체 의약품으로 감쪽같이 치료되는 기적이 일어났다. 20년 전만 해도 상상도 못할 일이었다. 사소하게 생각되는 무좀, 특히 치료해도 재발하는 발톱 무좀 역시 2016년 개발된 주블리아(Jublia)라는 매니큐어 타입의 바르는 무좀약 1회 도포로 감쪽같이 사라지게 할 수 있다. 이런 예를 들자면 끝도 없다. 그렇기 때문에 제약·바이오산업의 세계 시장 규모가 2015년 1200조 원에서 2021년 1700조 원으로 급격히 성장할 것으로 예측되는 것이다.

### 제약·바이오산업의 진입장벽이 높은 이유 3가지

현재 우리나라의 주력산업은 반도체, 자동차, 화학산업이지만 2030년대부터 제약·바이오산업은 우리를 먹여 살리는 주력산업이 돼야만 할 것이고, 만일 그렇지 못하다면 2030년 이후 우리의 삶은 여러모로 힘들어질 것으로 전망된다. 과연 어떻게 해야 제약·바이오산업이 우리나라의 주력산업으로 자리잡게 될 것인가?

‘기업의 수명은 30년’이라고 하는데 세계 20위권에 속하는 제약·바이오기업 중 설립된 지 100년이 안 된 기업은 암젠과 길리어드 정도에 불과하다. 화이자, 로슈, 노바티스, 사노피 등 전통의 명가는 설립된 지 벌써 100년이 훌쩍 넘었다. 제약·바이오 분야에서 새로운 강자가 탄생하기가 정말 어렵기 때문에 장수기업이 제약기업의 상위 순번을 모두 차지한 것이다. 경영학 용어로 진입장벽(Entry Barrier)이 높은 산업의 대표적인 예라고 할 수 있다. 제약·바이오산업의 진입장벽이 높은 이유는 크

게 세 가지로 분석된다.

첫째, 의약품은 각국에서 철저하게 안전성, 유효성을 심사해 허가를 내주는 품목이기 때문에 작은 규모의 제약·바이오기업이 쉽사리 허가를 받지 못한다. 왜냐하면 허가를 받기 위해서는 임상1상부터 임상3상까지 장기간에 걸친 임상시험을 실시해야만 한다. 엄청난 비용이 들어가는 일이다. 대개 한 종류의 의약품을 개발해 미국, 유럽에서 시판 허가를 받으려면 1조~2조 원의 비용이 소요된다. 철저히 규모의 경제가 작용한다. 작은 고기는 살 수 없는 물이라고 할 수 있다.

둘째, 신약을 개발하는 데는 비용도 많이 들어가지만 더 큰 문제는 성공 확률이 낮다는 것이다. 안전한지 확인하기 위해 인간을 대상으로 하는 임상상에 진입한 물질이 신약이 돼 시판될 확률은 10%에 불과하다. 바꿔 말하면 실패할 확률이 90%에 달한다는 뜻이다. 10개의 물질을 임상에 투입해 1개의 물질만이 성공적으로 시장에 출시되는데 10개 물질의 임상시험에 들어가는 비용이 5조 원에서 10조 원가량이라 선투자 10조 원 정도를 집어넣고 1개 물질의 성공을 바라는 셈이니 웬만한 규모의 기업으로서는 선뜻 개발에 나서기가 어렵다. 물론 1개의 신약이 성공하기만 하면 시판 후 몇 년 이내에 투자한 본전을 회복하는 것은 물론이고 평균적인 의약품 수명주기로 볼 때 12~13년 동안 캐시카우의 역할을 톡톡히 할 것이기 때문에 다국적 제약회사에서 그토록 애를 써서 신약을 개발하려는 것이다.

셋째, 유통망 때문이다. 100년 된 제약·바이오기업은 이미 공고하게 굳어진 병원-의사-제약회사 네트워크와 100년 된 브랜드 네임을 가지고 있다. 하지만 신규

회사가 이런 네트워크 또는 브랜드 네임을 확보하기는 매우 어렵기 때문에 경영학에서 말하는 선발주자의 이익(First Mover's Advantage)이 적용되는 분야다. 신규 참여자가 성공하기란 대단히 어려운 구조라고 할 수 있다. 우리나라 제약·바이오기업이 이런 시장에 참여해 세계적인 플레이어가 돼야만 하는 숙제를 우리가 풀어내야 하는 것이다.

### 주력산업으로 자리잡게 될 제약·바이오산업

시작도 하기 전에 어렵다고 실망할 필요는 없어 보인다. 실제로 우리 제약·바이오기업이 세계 시장에서 활발히 움직이는 사례가 꽤 많이 있다. 류머티즘 치료제인 레미케이드를 모방한 바이오시밀러를 개발해 유럽과 미국에서 허가받고 '렘시마'라는 브랜드 네임으로 판매하고 있는 셀트리온이 대표적이다. 바이오시밀러의 장점인 싼 가격을 무기로 렘시마의 유럽 시장 점유율은 벌써 40%에 육박하고 있다. 또 다른 예로는 신약 완제품을 자체에서 개발, 각국의 허가를 받아 판매하는 것이 아직 무리이기 때문에 2015년 한미약품은 제2형 당뇨병치료제 후보물질을 임상2상 단계에서 다국적 제약사인 사노피에 기술이전을 하면서 총액으로 약 4조 원, 계약금으로 2500억 원을 받았다. 동아ST 역시 2016년 12월, 초기 개발 단계에 있던 3세대 면역항암제 후보물질을 미국의 애브비에 총액 6000억 원, 계약금으로 약 500억 원을 받고 기술이전을 했다. 이것만으로도 엄청난 금액이지만 만일 한미약품이나 동아ST가 독자적으로 개발을 계속해서 성공한다면 이 금액의 약 10배의 이익을 기대할 수 있

을 것이다.

하지만 아직은 우리나라 제약·바이오기업의 체력과 규모가 작아서 자체적으로 글로벌 신약 개발에 사운을 걸고 덤벼들기에는 무리가 있다. 그렇다고 하더라도 언젠가는 우리가 직접 글로벌 신약을 개발해 국내는 물론 선진국 규제기관에서 허가를 받고 판매할 수 있어야 글로벌 제약회사로 성장할 수 있고, 그 결과로 제약·바이오산업이 우리나라 주력산업으로 자리잡게 될 것이다.



가끔씩 TV에서 LPGA 중계를 보면 상금 순위 1~10위의 절반이 한국 선수들이다. 미국인의 눈으로 보면 불가사의한 일이다. 하지만 우리는 그 비밀을 다 알고 있다. 1998년 박세리 선수가 US여자오픈에서 연장전 끝에 우승하는 것을 본 세리키즈들이 박세리 선수를 본받아 LPGA 진출을 목표로 열심히 연습했고 많은 선수가 문을 두

드린 결과 오늘날 박인비, 박성현, 유소연, 전인지 선수 등이 상금 순위 상단을 차지하게 된 것이다. 이와 똑같은 일이 제약·바이오산업에서도 일어나야만 한다. 어떤 제약·바이오기업이 박세리 선수가 될지는 아직 모르겠지만 어떤 기업이 미국 시장에 진출해서 신약을 개발해 미국 식품의약국(FDA)의 허가를 받고 미국 시장에서 판매를 하게 되면 이 기업이 박세리 기업이 될 것이다. 다른 세리키즈 기업들이 이 기업을 본받아 미국 시장에 진입하게 될



것이고 그로부터 10년쯤 지나면 세계 제약 업계 20위권에 우리나라 제약·바이오기업 여럿이 이름을 올릴 것이고 50위권에는 우리 기업들이 우글우글할 것이다. 요즘의 LPGA 상금순위와 비슷하게 될 것이 틀림없다. 다만 문제는 박세리 기업을 어떻게 만들어낼 것이냐가 관건이다. 가능하진 할까?

## 실패의 위험을 해소할 '메가펀드' 조성해야

제약·바이오 분야의 우리나라 과학수준은 미국, 유럽의 선진국과 비교해도 크게 뒤처지지 않는다. 사이언스, 네이처 등 세계적인 수준의 학술지에 발표되는 국가별 논문 수를 보면 알 수 있다. 심지어 유전자 편집과 같은 특정 분야에서는 세계 3대 강국 중 하나라고 할 수 있을 정도다. 하지만 과학적 성과를 산업적 성과로 연결하는 데 많은 부족함이 있기 때문에 아직 우리나라에서 개발된 글로벌 바이오신약이 없는 것이다.

이런 상황이 초래되게 된 제일 큰 이유는 '과학'이 아니라 '두려움' 때문이다. 바이오 의약품 개발에 필수적으로 따라다니는 실패의 위험성을 무릅쓰고 1조~2조 원을 투자해야만 하는데 우리나라에서 제일 큰 제약·바이오기업인 유한양행의 2016년 매출액이 1조3000억 원이고 영업이익은 977억 원에 불과한 상태다 보니 1년 치 매출액을 모두 투자해도 1개의 바이오신약을 개발하기 어려운 규모라고 할 수 있다. 결국 두려움은 회사의 규모로부터 나온다. 1년 매출액이 50조 원쯤 되고, 영업이익이 10조 원쯤 된다고 가정한다면 바이오신약 대여섯 개 정도는 투자할 만한 여건이 된다. 모두 실패한다고 해도 1년 치 이익만큼 손해 본다고 생각하면 되고, 성공 확률로 보더라도 대여섯 개 투자하면 하나 정도는 성공적으로 시장에 출시할 수 있기 때문에 절대 손해 보는 장사가 아니게 된다.

내수 시장이 상대적으로 작고 해외 진출이 늦었기 때문에 우리나라 제약기업의 규모는 상당히 작은 편이다. 우리나라 최대 제약·바이오기업인 유한양행의 글로벌 매출 순위는 82위에 불과하고 세계 100위

권에 3개사가 이름을 올린 것에 불과하다. 규모가 작기 때문에 글로벌 수준의 바이오 신약 개발에 나설 수가 없게 되었고 이것은 악순환으로 반복될 수밖에 없는 구조다. 앞으로 2030년부터 우리를 먹여 살려야 하는 주력산업이 제약·바이오산업 혹은 바이오의약품산업이라고 모두 믿고 있지만 현실은 '규모의 경제(Economies of Scale)' 혹은 '임계질량(Critical Mass)'의 벽에 가로막혀 좋은 기술을 개발해 놓고도 다국적 제약사에 기술 수출을 할 수밖에 없는 상황에 몰려 있다.

이것이 대표적인 시장 실패 영역이다. '보이지 않는 손'에 의지해 실낱같은 희망을 논할 때가 아니다. 민간기업, 금융시장, 민간단체, 정부 등이 모두 나서서 바이오 신약 개발을 위한 1조 원 펀드, 짧게 말하면 '신약 메가펀드'를 조성해야 한다. 이 펀드에는 제일 먼저 제약·바이오기업이 참여할 것이다. 다음으로 국책은행 등 금융기관과 국부펀드, 여의도의 대형 투자은행 및 투자기관 그리고 정부의 기금이 참여할 것이다. 1조 원이 큰 금액처럼 보이지만 사실이 기관들이 참여한다면 순식간에 모을 수 있는 수준이다. 이 자금을 바이오신약을 개발하는 제약·바이오기업과 공동으로 신약 개발에 투자해야 한다. 지금부터 투자한다면 2023~2025년 사이에 두세 종류의 글로벌 바이오신약이 출현할 수 있을 것이다. 메가펀드와 함께 투자해 성공하는 제약·바이오기업이 박세리 기업이 될 것이고, 수많은 세리키즈 기업이 성공 공식을 따라 여러 성공 사례를 만들어낼 것이다. 바이오 의약품 분야가 우리나라의 새로운 주력산업이 되는 여러 가지 경로 중 가장 효과적인 방법이 바로 이것이다.

## 4차 산업혁명 시대의 미래 성장동력 인간 중심의 바이오산업에 주목하다

최근 우리 경제·산업계에 4차 산업혁명이 화두로 떠오르고 있다. 4차 산업혁명은 전 세계 산업계는 물론 국가의 미래 성장동력을 탐색하는 데 큰 역할을 하고 있다. 이에 따라 많은 국가에서 이러한 기조에 따른 조직의 개편과 기술 개발의 방향, 투자의 집중 등을 논의하며 구체화·현실화하고 있다. 이러한 흐름은 우리나라도 예외가 아니어서 정부 정책을 통해 4차 산업혁명에 따른 관련 산업의 육성과 기업 지원 등의 의지를 확인할 수 있다.

김준 [고려대 생명과학부 교수 / 전 한국연구재단 생명과학단장]

### 4차 산업혁명, 본격적인 대응에 나서다

우리나라는 조직의 구성과 예산의 편성 등을 통해 4차 산업혁명을 구체화하고 있다. 9월 26일에는 대통령 직속 '4차산업혁명위원회'가 현판식을 갖고 공식 출범하면서 본격적인 대응에 나서고 있다. 위원회는 정부위원 5명과 민간위원 20명으로 구성돼 정부 정책에 민간의 의견을 적극적으로 반영하겠다는 의지를 실었으며, 각각의 현안에 맞추어 혁신위원회와 특별위원회를 구성하겠다고 밝힌 바 있다. 10월 11일 첫 번째 회의에서 문재인 대통령은 '사람 중심'의 4차 산업혁명을 강조하며 단순한 기술의 발전이 아닌 국민이 체감할 수 있는 대응 전략과 성과를 위해 위원회의 적극적인 의견 수렴과 홍보를 부탁했다. 더불어 정부부처 간 벽을 허물고 새로운 기술과 서비스가 연착륙하기 위한 제도의 개선을 약속하며 문제 해결과 정책 추진을 위해 긴밀하게 협력해 줄 것도 당부했다.

이에 따라 4차 산업혁명과 관계가 깊은 직종에 대한 새로운 국가기술자격이 신설되고 훈련과정에도 반영될 것으로 전망된다. 정부에 따르면 인력 수요의 확대가 예

상되는 정보통신, 로봇, 바이오·생명공학 관련 분야에 필요한 숙련인력의 양성 기반을 구축하기 위해 특히 청년층이 선호하는 신산업 분야 훈련을 통해 고용 안정에도 이바지한다는 계획이다. 국회 예산정책처에서 내놓은 '2018년도 정부 예산안 분석' 자료에 따르면 4차 산업혁명 R&D 사업은 15개 부처, 150개 사업으로 구성되며 예산 규모만 1조5000억 원이 넘는다. 이 중 과학기술정보통신부 자료를 토대로 파악된 신규 연구개발 사업에만 713억 원이 투자되는데 이러한 신규 사업에는 보건복지부와 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 해양수산부, 농촌진흥청 및 기상청 등 6개 부처가 협업해 총 25개 사업을 추진하는 것을 골자로 하고 있다.

### 미래 성장동력 바이오산업에 선택과 집중하다

4차 산업혁명에서 언급되는 주요 분야 중 하나가 바로 생명과학 분야다. 우리나라는 1980년대 초반 유전공학육성법을 제정하는 등 연구지원과 산업적 토대를 마련했으며, 1992년 바이오니아라는 회사가 설립되면서 바이오벤처 창업에 대한 관심이

높아졌다. 이후 1996년 코스닥 시장 개장이 바이오기업의 기업 공개를 위한 창구로 활용되면서 2000년 마크로젠을 필두로 활발한 창업 분위기가 조성됐다. 또한 2004년 기술성 평가를 통한 상장특례제도의 시행은 기술력을 보유한 바이오벤처 기업의 대규모 자금 조달 가능성을 열어 주었다. 2005년 바이로메드를 필두로 한 기술성장 기업 상장특례제도의 활성화는 현재까지 이 제도를 통해 상장한 기업의 90% 이상이 생명과학 관련 기업이라는 점에서 그 시사점이 크다. 더불어 이 제도를 통해 우리나라의 근간을 유지하던 전통적 제조산업의 매출 둔화와 맞물려 '하이 리스크 하이 리턴'의 투자 패턴을 보이는 생명산업, 즉 바이오산업으로 투자가 급속히 증가하기 시작했다.

한편, 4차 산업혁명 시대를 맞아 바이오산업이 발전할 수 있는 여건은 미래 성장동력으로서의 인식이 사회적 합의에 이르렀다는 점에서 긍정적이다. 또한 고도의 기술이 요구되며 동시에 노동집약적인 생명산업의 특성상 고용의 안정성 측면에서도 우리나라는 매우 유리한 위치에 있다. 기술의 융합 측면에서 보자면 우리나라의 발전된

정보기술(IT)은 바이오산업이 발전할 수 있는 또 하나의 장점이라고 할 수 있다. 더불어 바이오 분야는 1990년대 초반부터 생명공학기초계획이라는 10년 단위의 사업 플랜을 통해 발전을 모색하고 투자를 지속해 왔으며, 2017년은 3차 생명공학육성계획이 시작되는 원년이기도 하다. 이는 바와 같이 바이오산업 분야는 인류의 식량, 건강, 복지, 환경을 해결할 수 있는 거의 유일한 분야로 그 시장은 커질 수밖에 없는 현실이며, 이에 발맞춰 국가에서는 육성계획을 효과적으로 제시하고 이를 실행해 나가기를 기대한다.

#### 4차 산업혁명에서 가장 주목받는 정밀의료 분야

우리나라는 세계에서 그 유례를 찾아볼 수 없을 정도로 평균 수명이 빠르게 증가하고 있다. 이로 인해 의료비 지출이 늘면서 보다 효율적인 의료 서비스와 헬스케어에 대한 새로운 모델의 필요성이 제기되고 있다. 2014년 국민의료비는 105조 원에 이르며 증가율 역시 OECD 평균인 5.4%를 훨씬 상회하는 9.5%에 달한다. 따라서 과잉진료나 처방에 따른 손실을 최소화하기 위해 동반 진단의 중요성이 대두됐고 이를 기반으로 한 개인 맞춤형 의료 제품 등이 선보이고 있는 것이 그 예이다. 치료에서 예방으로의 변화, 맞춤형 의료산업의 활성화, 바이오의약품의 대두와 정밀의료의 중요성 등은 비단 우리나라뿐만 아니라 전 세계적인 흐름이며 선진국을 비롯한 신흥 시장에서도 정부 차원의 지원 정책을 쏟아내고 있다.

정밀의료 분야는 4차 산업혁명에서 가장 주목받고 있는 분야라 할 수 있다. 정밀의료는 개인 맞춤형 의료로서 개인이 가지고

있는 의료정보와 유전정보, 식습관 등의 생활습관까지 통합·분석하여 이를 사물인터넷(IoT)이나 인공지능(AI)과 같은 첨단기술과 융합해 치료 효과를 높인다. 최근 우리나라도 정밀의료의 중요성을 인식해 보건복지부와 과학기술정보통신부가 공동으로 2021년까지 국비 631억 원을 투자해 암 정밀진단 치료법 개발과 정밀의료 병원정보시스템 개발에 투입할 예정이다. 이러한 정밀医료를 기반으로 한 헬스케어산업은 증상에 따른 직관적 치료의 개념이 아닌 방대한 양의 빅데이터를 기반으로 한 예방의학으로의 변모를 의미한다. 이것은 전술한 바와 같이 의료비 부담을 완화할 수 있는 고비용 의약품의 최소 사용을 통한 경제적 부담 경감에 대한 수요가 있고 개인의 유전 정보를 활용해 선택적이고 효율적인 치료 효과를 지속시킬 수 있는 기술의 적용이 실현되고 있으며 여러 가지 IT 디바이스의 이용을 통한 관리시스템을 접목해 병원만이 아닌 언제 어디서나 서비스를 받을 수 있는 수준으로 전환되고 있음을 시사한다.

이해하기 쉬운 하나의 예로 암 환자에 대

한 정밀医료를 현실화하면 어떤 변화가 일어날까? 일반적으로 생각할 수 있는 암의 진단은 보통 몸의 이상부터 시작한다. 하지만 이런 이상 증상은 암을 치료하기에는 너무 늦은 경우가 많고 비용도 상당하다. 또한 지금까지 개발되어 온 많은 항암제는 정상 세포와는 다르게 빠른 성장을 하는 암세포 사멸을 유도하는 것으로서 느리게 자라는 정상세포에도 영향을 주어 각종 부작용을 동반하는 약점이 존재했다. 최근 각광받는 표적치료제는 암세포만이 지니는 고유한 특성 등을 발굴해 이에 작용하는 방법으로 부작용을 최소화할 수 있는 장점이 있다. 하지만 암세포는 모두 동일한 특성을 보이는 게 아니라 계속해서 변이를 거듭하는 생존력을 지니므로 기대치만큼의 효과를 내지 못하는 것이 현실이다. 그러므로 암은 치료 보다는 조기 발견이 매우 중요하다.

정밀医료가 적용된 암 치료는 가장 먼저 진단의 간소화로부터 시작된다. 최근에는 암 진단이 침습적 진단 방법에서 부분 침습이나 비침습적 진단 방법으로 전환하고 있어 환자의 고통을 최소화하고 절차 역시



간단해지고 있으며, 이러한 진단 방법은 빅데이터를 기반으로 한 높은 정확도를 확보한다는 특징이 있다. 우리나라 국가 암 검진 사업의 수검률이 40%를 밑도는 이유는 본인의 건강을 근거 없이 자신하는 성향 이외에 경제적 문제, 절차의 복잡성, 시간의 부족 등을 꼽을 수 있으며 개선된 진단 방법의 편리성과 경제적 부담의 완화는 수검률을 제고할 수 있는 중요한 요소가 될 수 있다. 암 진단 후 치료에 있어서도 암 세포의 병리학적 관찰뿐만 아니라 환자가 가지고 있는 유전적 특징, 생활환경, 식습관 등의 데이터를 종합·분석해 개인에게 맞는 최적의 치료법을 도출해 내고 시행착오를 최소화해 가장 경제적으로 안전하게 치료를 제공하는 것이 바로 정밀의료의 추구하는 목표다.

#### 4차 산업혁명의 중심에 선 바이오신약

바이오신약 역시 빠르게 발전하고 있는 분야임과 동시에 4차 산업혁명의 중심에서 있다. 합성 신약의 투자 대비 성공 확률이 점점 낮아지고 복제약 시장도 커지고 있는 상황에서 바이오신약의 중요성이 높아지고 있는 것이다. 바이오신약은 난치성 질환 치료에 높은 효과를 보이고 안전성도 높지만 대부분이 엄청난 노력과 비용을 수반하는 경우가 많고 그만큼 실패율도 높다. 국내에서는 대형 제약사를 중심으로 소규모 연구 중심의 벤처기업이 활발하게 연구를 지속하고 있다.

이러한 바이오신약 분야에서도 빅데이터의 활용과 정보통신기술(ICT)산업과의 융합 등 4차 산업혁명의 특징이 고스란히 반영되고 있다. 신약 개발에 필요한 후보물질의 탐색을 위한 R&D는 물론 인구의

특성을 반영하는 빅데이터를 통해 유병률의 추정이나 의약품의 처방, 개인별 의료 이용 분석 등에 활용해 시행착오를 줄일 수 있다. 10월 23일 코엑스에서 열린 '2017 코리아 바이오플러스 콘퍼런스'에 참가한 미국 MIT의 마크 바테 교수가 "4차 산업혁명의 변화를 만들어내는 첫 번째 요인은 빅데이터"라고 언급했던 것처럼 수집한 수많은 정보를 어떻게 응용하는가는 새로운 시대에서 매우 중요한 기술이라는 의미로 받아들일 수 있는 것이다.

연구기간과 임상기간이 10년 이상이고 통계적으로 신약 후보물질 5000여 개 중 신약으로 판매허가를 받는 경우가 단 1개에 불과할 정도로 높은 실패율을 보이는 신약 개발 사업에 시를 활용하는 것은 기존에 소요되는 시간과 비용을 획기적으로 줄일 수 있는 방법으로 각광받고 있다. IBM의 왓슨과 같은 AI는 연구자가 분석할 수 있는 자료의 수천 배 이상을 검토할 수 있고 수백만 명의 임상 자료도 분석할 수 있다. 초기이긴 하지만 왓슨은 이미 가천대와 협력하면서 진료 현장에 투입됐다.

#### 바이오산업 도약과 성장 위해 규제 해소 필요하다

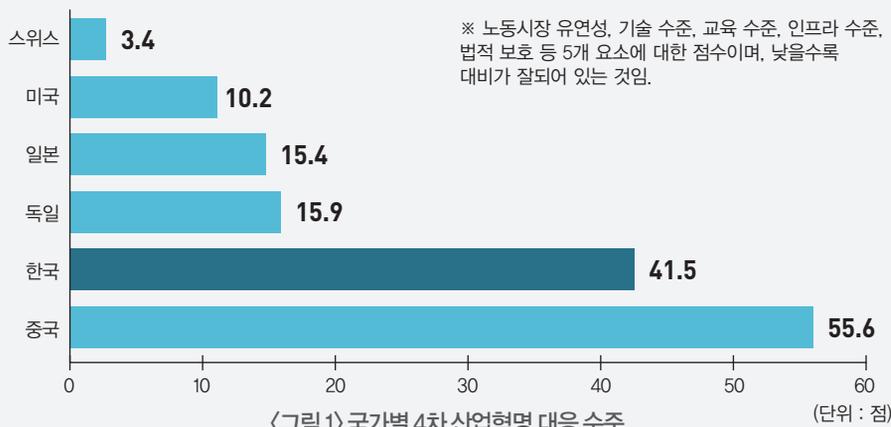
이처럼 무한한 발전 가능성을 보유한 바이오산업 분야에서 뒤처지지 않고 미래 성장동력으로 발전시켜 나가기 위해 우리는 어떤 노력을 해야 할 것인가? 그 답은 단순히 어느 하나의 대상에 국한되지 않는다. 정부와 기업인, 과학자 등이 서로의 영역에서 각자의 역할을 해 나가는 것이 필요하다. 하지만 우선적으로 고민해야 하는 과제는 바로 연구의 지속성과 이를 사업화로 연결시켜 보다 발전적인 방향으로의 도

약과 성장을 위해 반드시 넘어야 하는 장애물인 규제 해소다.

4차 산업혁명 준비 수준에 대한 의미 있는 통계가 있다. UBS은행(Union Bank of Switzerland, 2016)의 자료에 따르면 우리나라의 4차 산업혁명 국제 경쟁력 적응도 순위는 조사대상 138개국 중 25위에 그치는 것으로 보고됐다. 이 보고서에 따르면 우리나라는 기술 수준이나 교육, 인프라 영역보다 노동구조와 법적보호 항목에서 낮은 평가를 받았다.

바이오산업은 인체에 직접적으로 영향을 미치기 때문에 윤리적 문제나 안전성 측면에서 강력한 규제가 반드시 필요한 것으로 인식돼 왔다. 하지만 기존 기술에 대한 규제를 무조건 적용시키기보다는 기술의 파급력이나 부작용의 최소화 등을 면밀하게 검토하고 기술과 규제의 적절한 조화와 선제적인 인허가 등도 고려하는 등 규제 혁신을 이루는 것이 필요하다. 또한 분산돼 있는 관리시스템의 개편을 통해 통합적으로 바이오산업을 전담하고 운영할 수 있는 주체를 마련하는 것도 시급하게 거론되고 있다. 문재인 정부에서는 이에 대한 대책으로 새로운 기술이나 서비스가 시장에 안착할 수 있는 '규제 샌드박스'를 도입하고 4차산업혁명위원회가 설치됐다는 점은 긍정적이지만 이 위원회에 당연직 정부위원으로 주무부처인 보건복지부가 배제됐다는 점은 아쉬운 대목이다.

이러한 통합적 협력체계를 구축하는 데 있어 바이오산업에 대한 개방적인 협력은 반드시 필요하다. 미국이나 유럽연합(EU)의 경우 이러한 초기 기술 개발 업체들을 대상으로 하는 펀드와 다국적 제약업체의 적극적인 투자가 있기에 소기의 목적을 달



출처: 현대경제연구원(2016)에서 재인용, 원자료: USB(2016)

성할 수 있었다. 이와 더불어 적극적인 기술 탐색을 위한 별도의 조직을 운영하기도 한다. 국내 바이오 벤처캐피털 투자는 지속적으로 증가하고 있지만, 가장 큰 자금이 요구되는 창업 이후 3년 이내의 초기 기업에 대한 투자는 매우 저조한 실정이다. 초기 투자에 대한 부담을 줄일 수 있는 시스템을 조성하고 클라우드펀딩 도입 등을 고려하는 정책적 제도는 물론, 자금력을 가지고 있는 중견·대기업의 적극적인 기술 개발 업체 발굴과 투자 같은 동반성장 기반을 마련하는 것도 중요하다.

최근에는 우리나라에도 새로운 비즈니스 모델을 가지고 사업에 뛰어드는 업체가 속속 생겨나고 있다. 이는 매우 고무적인 현상인데 일반적으로 바이오벤처가 가지고 있던 패러다임인 기술 개발 및 제품 생산이라는 고전적인 방법에서 벗어나 핵심 기술 없이 기술 이전만으로 수익을 창출하는 기업이나 기술 개발에 대한 컨설팅, 파트너십을 전문적으로 시행하는 기업 등 소위 NRDO(Non Research Development Only) 전략을 취하면서 자신만의 수익 모델을 가지고 사업을 키워 나가고 있는 것은 바람직한 현상이라 하겠다.

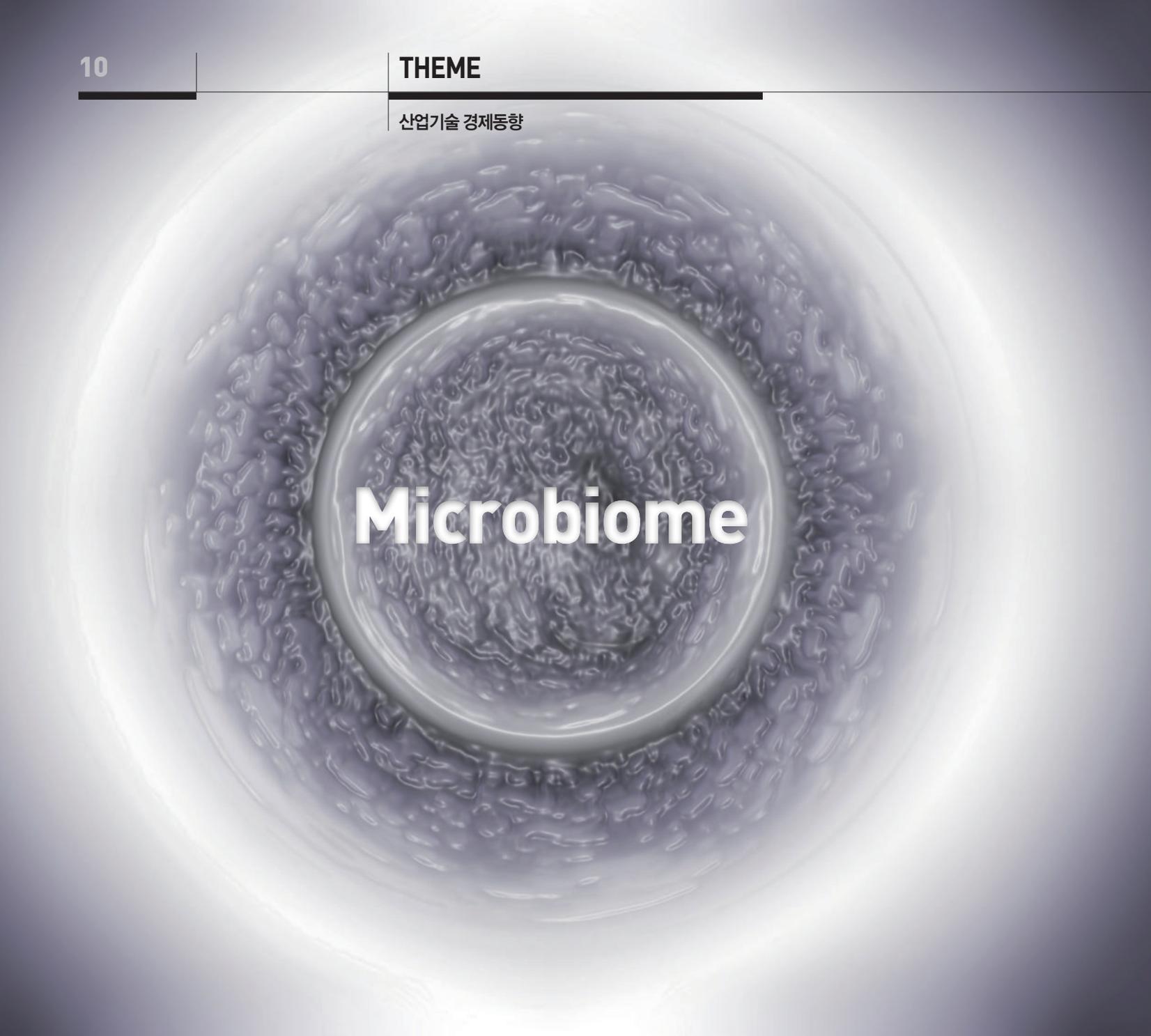
### 추격형 아닌 선도형 노력 경주해야...

4차 산업혁명의 중심에는 ‘사람’이 있다. 문 대통령 역시 ‘인간 중심의 산업’을 역설했으며 관련 교육 활성화를 위한 정책이 새롭게 수립되고 있다. 일각에서는 AI나 IoT, 로봇과 같은 4차 산업혁명 관련 사업으로 일자리 감소를 우려하고 있고 실제로 2016년 세계경제포럼에서 함께 발표된 ‘미래 고용 보고서’에서는 미래 기술과 인구 및 사회경제적 변화로 인해 향후 5년간 전 세계에서 710만 개의 직업이 사라지고 210만 개의 직업이 새로 생겨 이 기간 중 전체적으로 500만 개의 직업이 순감할 것으로 예상했다. 이와 관련해 4차산업혁명 위원회의 민간위원인 임정욱 스타트업 얼라이언스 센터장은 “위험 직무, 단순반복 업무는 자동화 가능성이 있다”고 전제한 뒤 “하지만 창의성이나 고도의 기술력 등이 요구되는 양질의 일자리는 오히려 증가할 것”이라고 말했다. 빠른 변화에 따른 적응과 혁신이 필요한 시점에서 고도의 기술력과 창의성을 배양하기 위한 기술 교육도 새로운 시대를 열어갈 하나의 핵심 요소일 것이다.

우리나라의 바이오산업은 시장 자체가

글로벌 시장에 비해서 매우 취약하다. 우선적으로 우리나라의 산업 규모를 확대해 규모의 성장을 이루어야 하는 선결 조건과 함께 빠른 성장세를 보이고 있는 신흥 시장에 대한 공략이 시급해 보인다. 현재 미국 및 EU 시장과 함께 중국을 비롯한 아시아나 중동, 남미 등의 시장 잠재력을 충분히 활용해야 하며 해외 시장을 염두에 둔 사업 방향과 제품 개발, 인허가와 같은 이슈에 대한 고민 등이 제품의 개발 단계부터 고려돼야 함은 선택이 아닌 필수다. 해외 시장에서 인정받을 수 있는 제품은 기술력과 독창성뿐만 아니라 마케팅 전략과 영업이라는 사업 마인드를 가지고 접근하는 것 역시 연구자가 지녀야 할 또 하나의 능력이다.

한편, 우리나라의 현대 의료는 짧은 기간 동안 선진국을 따라잡고자 추격형 노력을 펼쳐왔다. 이제는 선도형 노력을 경주할 시기가 도래했다. 새로운 4차 산업혁명의 출발점에 선 우리는 세계 최고의 IT를 보유하고 있어 기술의 융합이 필수적인 미래의 바이오산업 분야에서 유리한 고지를 선점할 수 있는 가능성이 매우 크다. 이제 우리는 4차 산업혁명의 선도자로서 힘차게 앞으로 나아가야 한다. 관련 산업의 육성과 융합이 필요한 새로운 시대를 개척해 나가고 이를 위해 기업은 시장의 트렌드를 정확히 읽어낼 수 있는 능력과 이에 맞는 인력 양성에도 힘을 기울여야 한다. 정부는 연구자와 기업가가 마음껏 자신의 역량을 펼칠 수 있도록 4차 산업혁명이라는 흐름에 맞추어 제도를 개편하고 투자를 활성화하며 규제를 혁신해 젊은 인력의 고용을 창출하는 등 협력 체계를 구축해 나가야 할 것이다.

A circular, glowing visualization of a microbiome, showing a dense, intricate network of blue and white structures, resembling a complex, interconnected web of cells or fibers. The word "Microbiome" is overlaid in the center in a bold, white, sans-serif font.

# Microbiome

## 개인별 맞춤 질병 치료가 가능한 새로운 패러다임 마이크로바이옴(Microbiome), 유산균을 넘어 치료제로 부상

마이크로바이옴 연구는 한국의 발달된 정보통신기술(CT) 및 산업과 융합함으로써 개인 맞춤형 미생물 유전자 분석 서비스 개발이 필요한 분야다. 이러한 서비스는 특정 질병에 있어서도 환자 개인의 마이크로바이옴에 적합한 치료제를 처방받을 수 있게 해준다. 기존의 약으로 치료 효과가 없거나 낮았던 환자에게 마이크로바이옴 치료제는 새로운 삶을 가져다 줄 수 있을 것이다. 머지않아 마이크로바이옴 정보를 활용해 '개인별 맞춤 질병 치료'가 가능한 차세대 바이오·제약산업 분야가 부상할 것으로 예상된다.

홍정은 [한국바이오경제연구센터 연구원]

## 제2의 인간 유전체라 불리는 마이크로바이옴

직장인 10명 중 2명은 불규칙한 식습관과 스트레스로 '과민성대장증후군'을 앓고 있다. 이 증후군은 장에 이상이 없는데도 복통이나 복부 불편감 및 설사나 변비를 동반한다. 명확한 원인은 밝혀지지 않았지만 스트레스, 잦은 음주, 자극적인 식습관, 자율신경계 이상, 장내 미생물 이상 등으로 인한 질환으로 추측할 수 있다. 실제로 장내 미생물이 과민성대장증후군을 일으키는 중요한 역할을 한다는 연구가 진행되고 있다.<sup>2)</sup>

장내 미생물이란 무엇일까? 단어 그대로, 장에 사는 미생물을 일컫는다. 우리 눈에 보이지 않지만 우리 몸에 살고 있는 미생물은 약 100조 개 이상으로 상당한 규모이며, 무게로는 약 1~2kg에 달한다. 이러한 미생물이 균집을 이루어 살아가는 것을 '공생미생물(Symbiotic Microorganism)' 또는 '마이크로바이옴(Microbiome)'이라고 부른다. 제2의 인간 유전체라고도 불리는 공생미생물은 피부, 눈, 입, 호흡기, 비노생 식기 등 인체 곳곳에 다양하게 분포하지만

대부분이 대장에 몰려 있다(그림 1).

## 장내 마이크로바이옴 역할과 질병

장에서 또는 장 조직에 붙어서 공생하는 마이크로바이옴은 사람이 섭취한 음식과 인체에서 나오는 대사산물 등을 먹고 소화하는 과정에서 대사물질을 생성하며, 이것은 다른 미생물과의 상호작용을 통해 인체의 면역체계, 대사, 신경계, 뇌 행동 발달 조절 등 다양한 부분에 작용해 인체 건강에 영향을 끼친다(그림 2, 3).

장내 마이크로바이옴은 질병과도 깊은 관련성이 있다. 사람마다 종류가 다르지만, 보통 개인의 장내 미생물 분포는 안정적으

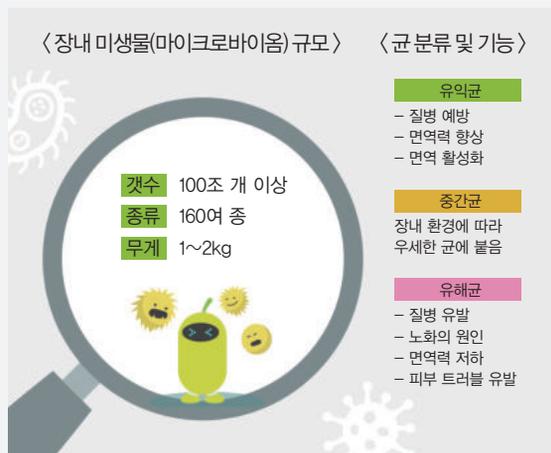
로 균형을 유지하고 있다. 하지만 어떠한 요인에서라도 이 균형이 깨지면 질병이 발생된다. 마이크로바이옴의 불균형은 장내 방어벽 기능을 약화시키고, 장관 점막 손상을 유발해 장에 존재하던 병원균과 독소, 항원 등이 혈류로 유입돼 면역체계를 자극함으로써 감염성 질환이나 자가면역질환 등을 초래한다(표 1).

- 0) 한국바이오경제연구소 BIO ECONOMY BRIEF 9호/13호를 바탕으로 작성함.  
 1) 과민성대장증후군: Irritable Bowel Syndrome, IBS.  
 2) 2011년 이탈리아 밀라노대 미생물학과 포프(Popp) 연구팀의 임상시험을 통해 과민성대장증후군 환자에게 프로바이오틱스의 한 종류인 비피도박테리움 비피덤균주를 투여한 결과 과민성대장증후군에 따른 증상이 개선됐음을 확인함.  
 3) BCC Research에서는 후면 마이크로바이옴을 통한 치료제(신약) 분석 및 질병 종류를 분류했음.

Cancer 암	Obesity 비만	Type 2 Diabetes 제2형 당뇨병	Ulcerative Colitis 궤양성 대장염
Crohn's Disease 크론병	C.difficile Infection 클로스트리디움 디피실 장염	Lactose Intolerance 젖당 불내증	Dental Caries 치아 우식증
Recurrent Bacterial Vaginosis and UTI 세균성 질염 및 요로감염증	Skin Disorders 피부질환	Hyperoxaluria 고수산노증	Celiac Disease 셀리악병
Urea Cycle Disorder 요소회로질환	Phenylketonuria 페닐케톤노증	Non-alcoholic Steatohepatitis 비알콜성 지방간염	Hepatic Encephalopathy 간성뇌증

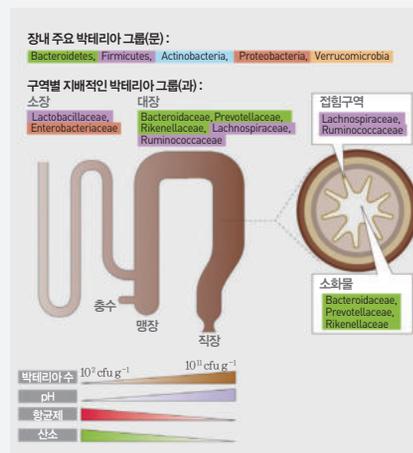
〈표 1〉 마이크로바이옴과 다양한 질환

출처 : BCC Research (Human Microbiome, 2017. 5)<sup>3)</sup>, 한국바이오경제연구소 재구성



〈그림 1〉 장내 미생물 규모 및 기능

출처 : 한국바이오경제연구소



〈그림 2〉 인간 장내의 주요 미생물 분포

출처 : BRIC View 동향리포트(2016-T05호)



〈그림 3〉 유익균과 유해균의 종류

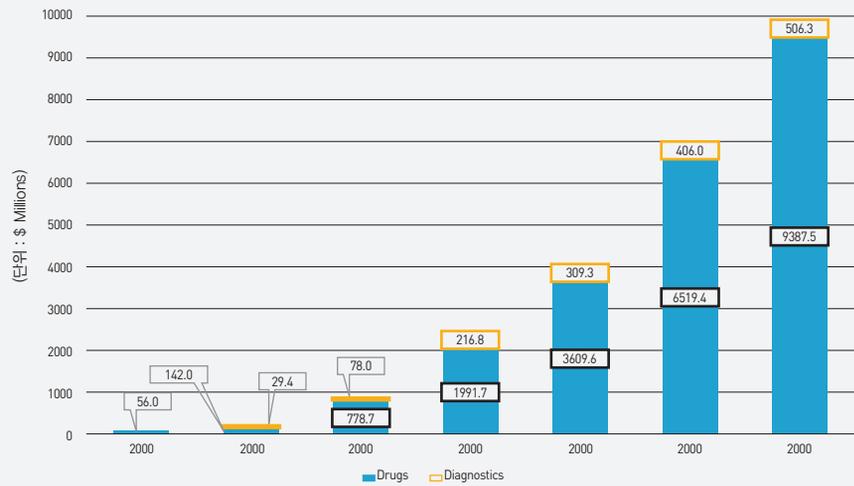
출처 : 한국바이오경제연구소

산업기술 경제동향

2006년 미국 워싱턴대에서 흥미로운 연구<sup>4)</sup>가 진행됐다. 무균의 쥐<sup>5)</sup>에 비만쥐와 마른쥐의 대변(장내 마이크로바이옴)<sup>6)</sup>을 주입한 결과, 비만쥐의 대변을 이식한 쥐가 마른쥐의 대변을 이식한 쥐보다 체중이 2배로 늘어났다.<sup>7)</sup> 이와 비슷한 변화가 사람에게도 관찰됐으며<sup>8)</sup> 많은 연구자가 이때부터 장내 미생물이 체내에서 어떠한 역할을 하는지에 대해 관심을 갖게 됐다.

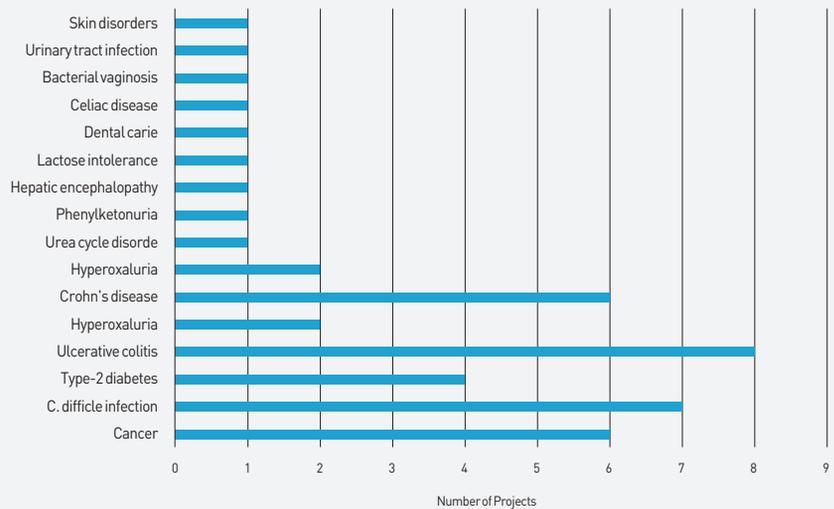
CJ제일제당<sup>9)</sup>은 2013년 피부 가려움증을 개선하는 피부유산균 'CJLP133'을 개발했다. 7년의 연구개발 끝에 수백 개의 김치에서 분리한 3500개의 유산균 분석을 통해 CJLP133을 발견했고, 한국인에게 맞는 차별화된 기능성을 입증해 국내 최초 식약처 인증<sup>10)</sup>을 받았다. 일동제약 역시 올해 4월 소아 임상시험에서 프로바이오틱스 'ID-RHT3201'<sup>11)</sup>의 아토피피부염 개선 효과를 확인했다고 밝혔으며, 후속 개발을 통해 기능성 제품 및 의약품 등 상업화할 계획이다. 장 건강에 집중돼 있던 기존 유산균 시장에서 기능성 중심의 유산균 시장 전환을 위해 노력하는 것을 알 수 있다.

각종 질환 치료에서 미생물이 우수한 효과를 입증하고 있지만 염증성 장 질환, 대장성 크론병 같은 많은 질환의 시작은 아직까지 정확히 밝혀지지 않았다. 현 시점에서 는 사람마다 장내 마이크로바이옴이 다른



〈그림 4〉 휴먼 마이크로바이옴의 제약 및 진단 시장 규모

출처 : BCC Research (Human Microbiome, 2017. 5)



〈그림 5〉 휴먼 마이크로바이옴 치료제 파이프라인 프로젝트 수, 2016

출처 : BCC Research (Human Microbiome, 2017. 5)

조성을 갖는다는 점이 질병의 원인을 찾는 데 중요한 단서가 될 것이라고 추정된다.

해외 · 국내 마이크로바이옴 연구 현황

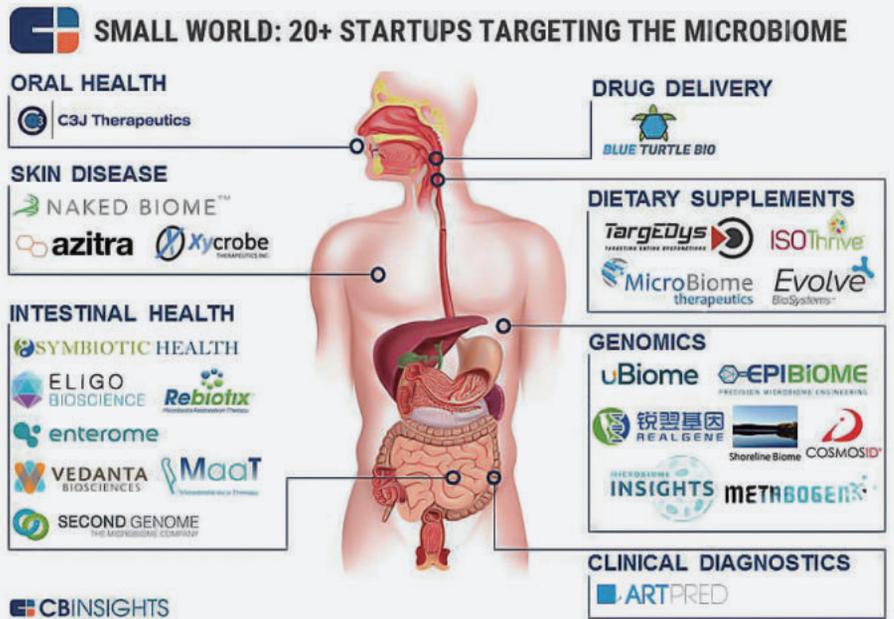
차세대 염기서열분석(NGS)<sup>12)</sup> 기술의 도입 이후 마이크로바이옴의 연구는 활발해졌다. 미국은 버락 오바마 전 대통령이 지난 5월 임기 마지막 과학 프로젝트로 '국가 마이크로바이옴 종합계획(National Microbiome Initiative)'이라는 대형 프로젝트를 공표하며 미생물과 인간 · 가축 · 농작물 등의 관계에 대한 연구를 시작했다. 미국의 시장조사기관인 BCC Research에 따르면 휴먼 마이크

4) 2006년 미국 워싱턴대, 미생물 연구 대가인 제프리 고든 박사가 실험했음. 국제의학학술지 네이처(Nature)에 실림, 2006. 12.  
 5) 체내에 어떠한 미생물도 살지 않는 상태의 쥐.  
 6) 대변에는 인체 내의 미생물 중 99%인 장내 미생물이 섞여 있음.  
 7) 실험 결과, 비만쥐는 정상쥐에 비해 Bacteroidetes 의 비율이 작고 Firmicutes는 높은 비율로 존재함.  
 8) 식이요법을 통해 체중이 감소했을 때 Bacteroidetes가 증가하는 경향을 보였음.  
 9) 식품사업, 생명공학사업을 주력으로 하는 CJ그룹 소속의 계열회사.  
 10) 12개월에서 13세의 유아 및 어린이를 대상으로 한 임상시험에서 면역 과민 반응에 의한 피부 상태 개선에 도움을 줄 수 있다는 효과를 인정받음(국내 최초 식약처 인증, 2013년 12월 처음으로 제품화했으며, 2015년 3월 기준 누적매출 200억 원을 돌파함).  
 11) ID-RHT3201은 신생아의 장에서 유익한 균주를 분리해 개발한 유산균 원료로, 아토피피부염 치료와 관련한 특허를 등록함.  
 12) (Next Generation Sequencing : NGS), 유전자 정보 전체를 빠르게 읽어낼 수 있는 기술, 30억 쌍의 염기로 이뤄진 인간 유전자 전체를 분석하는 시간이 15년에서 3일로, 비용은 30억 달러에서 1000달러로 줄었음.

로바이옴의 제약 및 진단 시장은 2024년 99억 달러(약 10조 원 이상)까지 증가하는 것으로 나타났다(그림 4). 2017년 현재는 마이크로바이옴을 이용한 치료제가 시장에 아직 출시되지 않은 상황이지만 2018년 첫 출시될 것으로 기대되고 있다. 마이크로바이옴을 이용한 치료제는 2012년 이후 유럽, 호주, 일본 등에서 연구가 시작됐고, 현재는 세계 각국에서 25개 이상의 회사가 알레르기나 비염, 아토피, 비만, 장염, 심장병 등 다양한 연구 주제로 50개 이상의 전임상·임상시험을 진행하고 있다(그림 5).

존슨앤존슨은 2015년 안센 휴먼 마이크로바이옴 연구소를 설립했고, 올해 2월 이스라엘의 와이즈만 과학연구소와 대사 장애에 대한 마이크로바이옴 기반 건강 솔루션 개발을 추진하기 위한 연구개발 제휴 및 투자 계약을 체결했다.<sup>13)</sup> 앨라건은 올해 1월 어셈블리 바이오사이언스<sup>14)</sup>와 연구개발 및 라이선스 계약을 체결하고 궤양성 대장염과 크론병 치료제 개발에 힘쓰고 있다. 로슈, 화이자 등 다국적 제약사들이 마이크로바이옴 연구에 적극적으로 투자하고 있으며, 마이크로바이옴 치료 시장이 크게 형성될 것으로 예상된다.

빅 파머(대형 제약사)뿐만 아니라 스타트업도 마이크로바이옴 연구에 한창이다. 미국 시장조사업체인 CB인사이트<sup>15)</sup>에 따르면, 스타트업은 치명적인 위장관 질병 치료제를 개발하는 것부터 미생물 유전체의 서열(시퀀싱) 분석 등 다양한 방법을 통해 현대 의학을 재조명하는 데 힘쓰고 있다고 한다. 2016년 12월, 휴먼 마이크로바이옴 분야의 글로벌 스타트업 24개를 중요한 치료 후보 7개의 카테고리 분류해 시장 지도(Market Map)를 작성했다(그림 6, 표 2).



〈그림 6〉 휴먼 마이크로바이옴 스타트업 시장 지도

출처 : CB인사이트(CB Insights, 2016, 12)

번호	카테고리	설명·기업
1	Oral Health	구강 질환을 치료하는 회사 C3J Therapeutics : 치아 감염 치료법을 개발하는 회사. 입안에서 건강한 마이크로바이옴을 남기는 반면, 해를 끼치는 병원균을 선택적으로 찾아 치료하는 방법을 개발했음
2	Skin Disease	여드름, 습진, 피부염 같은 피부병을 치료 혹은 예방하는 회사 Azitra : 습진 및 건선 등 다양한 피부병을 치료하는 마이크로바이옴 기반의 플랫폼 개발 중
3	Intestinal Health	장내 마이크로바이옴의 불균형으로 인한 소화계 질병을 치료하는 회사 Enterome : 크론병, 궤양성 대장염, 과민성대장증후군 치료 Second Genome : 염증성 장 질환 치료
4	Clinical Diagnostics	ARTPred : 체외 수정으로 수정된 배아를 자궁 내로 이식할 때 배아 이식의 실패 가능성을 예측하는 기술을 개발하는 회사 플랫폼은 비노생식기의 마이크로바이옴의 생물지표 프로파일(Biomarker Profile)에 근거해 만들어짐
5	Drug Delivery	Blue Turtle Bio : 결합 있는 효소로 인한 질병(Enzyme-deficient Disease)을 치료하는 보충 효소(Supplemental Enzymes)를 장내 박테리아를 활용해 약으로 만들어서 치료하는 플랫폼을 개발함
6	Dietary Supplements	ISO Thrive : 장내 마이크로바이옴을 보충하거나 조절하는 프리바이오틱스(Prebiotics) <sup>16)</sup> 를 생산해 소화 건강을 증진시킬 수 있는 연구
7	Genomics	uBiome : 인체에 해로운 마이크로바이옴을 진단하는 유전자 검사를 개발하는 회사. SmartGut <sup>17)</sup> 플랫폼을 개발함

〈표 2〉 7개 치료 후보 카테고리에 따른 기업 예시

출처 : CB인사이트(CB Insights, 2016, 12)

13) 출처 : 의학신문, 〈J&J, 마이크로바이옴 관련 제휴 및 투자〉, 2017. 2. 7.

14) 마이크로바이옴을 이용한 초기 임상단계(Clinical-stage) 치료제 개발회사.

15) 미국 벤처캐피탈 전문 조사기관, 미국 스타트업 및 벤처캐피탈 DB 보유 기관.

16) 대장 내 유용 미생물에 의해 이용돼 미생물의 생육이나 활성을 촉진함으로써 숙주 건강에 좋은 효과를 나타내게 하는 비소화성 식품 성분.

17) 장내 미생물의 DNA를 스크리닝해 병을 야기하는 마이크로바이옴을 구별할 수 있음.

## 산업기술 경제동향

우리나라 역시 2011년부터 국제 인간 마이크로바이옴 컨소시엄(IHMC)<sup>18)</sup> 등 국제 연구에 동참하며 공생미생물에 대한 연구에 힘쓰고 있다. 작년 12월 일동제약<sup>19)</sup>은 프로바이오틱스 디스커버리 플랫폼을 소유한 천랩<sup>20)</sup>과 양해각서(MOU)를 체결했고, 지난달 마이크로바이옴 신약 공동연구소(ICM)를 출범시키며 마이크로바이옴 기반의 신약 및 프로바이오틱스 제품을 공동 개발하고 있다.

지놈앤컴퍼니<sup>21)</sup>는 마이크로바이옴을 이용해 국내 최초 면역항암제 신약을 개발하는 회사로, 올해 동물실험을 마무리하고 내년에는 임상시험에 착수할 예정이다. 배지수 지놈앤컴퍼니 대표에 따르면 마이크로바이옴도 줄기세포처럼 하나의 산업군으로 자리매김할 가능성이 큰 것으로 예상된다.<sup>22)</sup> 최근 국내 바이오 기업 3개(코엔바이오, 바이오뱅크힐링, 엠디헬스케어)·ICT 기업 1개(쌍크풀)는 공동으로 마이크로바이옴 사업을 추진한다고 밝혔다. 4개 기업이

공동으로 추진하는 사업은 김치, 청국장 등 우리나라 발효식품에서 나온 미생물을 이용한 탈모 치료다. 김치에서 나온 유산균은 혈관 내 지방을 분해해 혈액순환을 개선한다. 혈류가 개선되면서 두피의 혈액순환이 원활해진다는 점에서 탈모 치료 효과를 예상할 수 있다.

### 마이크로바이옴으로 '개인별 맞춤 질병 치료' 가능

사람마다 마이크로바이옴 조성을 다르게 갖고 있다는 점은 치료제 개발에 있어 새롭게 접목할 수 있는 부분이다. 서울대 고광표 교수 연구팀은 미국 연구진과 함께 인종별

쌍둥이를 대상으로 장내 마이크로바이옴을 분석해 한국인의 장내미생물 군집은 서양인과 다르다는 것을 입증했다.<sup>23)</sup> 따라서 마이크로바이옴 연구는 개별 인종 또는 유사 집단에 적합한 혁신적 치료제 개발에 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 생각된다.

중국은 2008년부터 유럽, 일본과 함께 마이크로바이옴 연구 공동 프로젝트를 진행하고 있으며, 일본 역시 우리나라보다 앞서서 연구를 진행하고 있다. 한국이 아시아인 대상 미생물 연구의 주도권을 놓치지 않기 위해서는 조금 더 속도를 내야 한다. 꾸준한 마이크로바이옴 연구는 세균, 미생물에 대한 새로운 패러다임을 가져올 것이다.

18) 2007년 전 세계 과학자들이 구성했음(International Human Microbiome Consortium, IHMC), 한국은 2011년 5월 8번째 회원국으로 가입함.

19) 1940년대부터 유산균 연구를 시작한 우리나라 프로바이오틱스 분야의 선구 기업으로 70년간 축적된 지식과 기술로 3000여 종의 방대한 균주 데이터를 보유함.

20) BT·IT 융합 Bioinformatics(바이오인포메틱스, 생명정보) 기술 기반으로 마이크로바이옴 분석을 활용한 일반인 대상 마이크로바이옴 모니터링 사업을 추진하고 있는 마이크로바이옴 전문 바이오 벤처기업.

21) 마이크로바이옴 식품, 신약, 제약 연구를 하는 바이오 벤처기업, 2015년 설립.

22) 출처: 전자신문, '휴먼 마이크로바이옴 연구 개황, 국산 신약 개발 허브로 육성 절실', 2017. 2. 15.

23) 생명공학정책연구센터(휴먼 마이크로바이옴 연구동향, 2017년 BiolNpro 33호), 국제학술지 사이언티픽 리포트(Scientific Reports, Stability of Gut Enterotypes in Korean Monozygotic Twins and Their Association with Biomarkers and Diet)에 실림, 2014. 12. 8.



# 기술강국 도약을 위한 도전 “국제 기술 협력을 지원합니다”

## 산업통상자원부 해외기술협력거점



**해외기술 협력거점 역할**

- 국제 공동 R&D 수요 발굴 및 지원
- 선진 R&D기관과의 협력체계 구축
- 해외 산업기술 정책 및 시장 현황 조사 등

**국제 기술 협력의 기본기능 수행**

**KEIT 미국(실리콘밸리)거점**  
 담당자 조용범  
 E-mail dragon@keit.re.kr  
 Tel (Office) +1-408-232-5403

**KIAT 미국(워싱턴)거점**  
 담당자 최홍열  
 E-mail felix3254@kiat.or.kr  
 Tel : (Office) +1-703-337-0950

**KETEP 미국(워싱턴)거점**  
 담당자 박재형  
 E-mail jaehyung@ketep.re.kr  
 Tel (Office) +1-703-337-0952

**KEIT 독일(베를린)거점**  
 담당자 이강우  
 E-mail lkwspe@keit.re.kr  
 Tel (Office) +49-30-8891-7390,7391

**KIAT 벨기에(브뤼셀)거점**  
 담당자 심기태  
 E-mail gtshim@kiat.or.kr  
 Tel (Office) +32-2-431-0591

**KORIL 이스라엘 거점**  
 담당자 황유리  
 E-mail gtkorea.barashi@gmail.com  
 Tel (Office) +972-54-345-1013

## 바이오의약 최고 경쟁력을 확보한 원동력 미국 정부의 바이오의약 지원 정책

세포나 단백질, 유전자를 원료로 해서 만드는 바이오의약품은 난치성 질병 치료에 높은 효과를 보이고 합성의약품에 비해 독성과 부작용이 적어 최근 각광을 받고 있다. 이에 발맞춰 많은 제약사가 합성의약품보다 바이오의약품 개발에 힘을 쏟고 있으며 향후 20년 안에 대부분의 약이 바이오의약품으로 대체될 것이라는 예상도 나오고 있다. 미국은 바이오의약 분야에서 가장 앞서 있는 나라인데, 최고 자리에 이르게 된 이면에는 보이지 않는 미국 정부의 지원이 있었다. 미국이 바이오의약에서 최고의 경쟁력을 확보하고 유지할 수 있도록 미국 정부가 어떤 지원을 하고 있는지 살펴본다.

조용범 [한국산업기술평가관리원 미국거점 소장]

### 바이오의약 세계 최고 선두주자 '미국'

최근 노바티스의 '킴리아'와 카이트 파머의 '예스카타'라는 혈액암 유전자 조작 치료제가 시판되기 시작했는데, 이것은 암세포만 골라 공격하므로 부작용이 적고 한번 투약하면 몸속에서 자기 증식을 해서 추가 투약이 필요 없는 획기적인 신약이다. 이와 같이 세포나 단백질, 유전자를 원료로 해 치료제를 만드는 것을 바이오의약(Biomedical)이라고 하는데, 바이오의약 사업은 매년 크게 성장하고 있다. 바이오의약이 부상하는 이유는 아스피린으로 대표되는 기존의 합성의약품이 표적치료와 난치병을 대응하는 데 한계를 보이고, 신약 개발 성공 확률이 점점 낮아지고 있기 때문이다. 아울러 블록버스터 합성의약품의 특허가 만료됨에 따라 누구나 복제약을 만들 수 있게 돼 수익이 낮아지게 된 것도 또 다른 이유이다. 생명공학 기술의 발달로 세포와 유전자를 분석할 수 있게 되면서 바이오의약은 비약적으로 발전하게 되었고 이 때문에 합성의약품이 바이오의약품으로 대체되고 있다. 예를 들면 1990년에는 당뇨병과 면역 치료제가, 2000년대

에는 관절염 치료제가, 2010년대에는 암과 치매 치료제가 바이오의약품으로 대체되기 시작했다. 바이오의약품 시장은 매년 4~7%씩 성장해 2016년 기준으로 2020억 달러 규모이며, 향후 20년 안에 대부분의 약이 바이오의약품으로 대체될 것이라고 예상되고 있다(2016년 기준 바이오의약품은 전체 의약품의 25%를 차지하고 있다).

 의약품은 크게 합성의약품과 바이오의약품으로 나뉘는데, 합성의약품은 화학소재 기반으로 만들어진 의약품이며 바이오의약품은 단백질, 호르몬 등 바이오제제를 기반으로 만들어진 의약품이다. 합성의약품을 복제해 만든 것을 '제네릭(Generic)', 바이오의약품을 복제해 만든 것을 '바이오시밀러(Biosimilar)'라고 부른다.

바이오의약 분야에서 미국은 세계 선두주자이다. 미국은 세계 최대 의약품 시장이자 매출 규모로 세계 20위권 내 제약회사를 가장 많이 보유하고 있으며 최다 바이오 신약 개발 국가이기도 하다. 미국이 바이오의약 선도국에 자리하게 된 데에는 민간 제약업체의 노력이 컸지만 미국 정부의 지원도 큰 몫을 했다. 미국 정부는 '브레인 이니셔티브(BRAIN Initiative)' '정밀의료 이니셔티브(Precision Medicine

Initiative)' '암 문샷(Cancer Moonshot)'과 같은 보건복지 관련 국가전략을 수립하고 지속적으로 연구개발(R&D)을 지원하면서 개발된 기술이 활용될 수 있도록 법·제도를 개선해 오고 있다. 특히 바이오와 관련해서는 '국가 바이오경제 청사진(National Bio-economy Blueprint)'을 2012년 발표하고 바이오산업 육성을 적극 지원하고 있다.

### 정부 지원의 핵심은 R&D

정부 지원 중에 바이오의약산업에 대한 가장 직접적인 것은 연구개발비다. 미국 연방정부의 보건으로 분야 R&D 예산의 약 90%가 국립보건원(NIH)을 통해 집행되는데 바이오의약 개발도 이 R&D의 일부로 지원되고 있다. 미국 보건복지부 산하 기관인 NIH는 미국 연방정부 전체 R&D에서 국방부 다음으로 많은 21.5%의 예산(2016년 기준으로 약 313억 달러)을 사용해 기초의학과 그 응용지식 연구를 추진함으로써 국민의 건강 향상과 수명 연장, 신체 장애를 감소시키는 데 기여하고 있다. 암, 심장, 폐, 혈관, 알레르기, 감염병, 소아과, 안과



National Institutes  
of Health

등 각종 질병을 연구하는 21개의 자체 연구소와 보건 의료와 관계되는 기초·기반 연구, 인프라, 정치적·사회적 이슈 등에 대해 연구하는 6개의 센터를 운영 중이며 2013년 기준 1만8646명이 근무하고 있는 거대 조직이다. 자체 연구소에서는 질병과 관련된 모든 연구를 종합적으로 수행하고 있는데, 예를 들면 암연구소(NCI)는 암 치료를 위한 기초연구, 질병 원인 규명, 위험 요인 발굴, 예방, 진단, 치료, 통제, 감시 등 암과 관련된 전방위적인 업무를 수행하고 있다.

하지만 NIH가 바이오의약 발전에 기여하는 것은 사용 예산의 80%를 차지하는 '외부연구지원'을 통해서인데, 외부연구지원이란 보건 의료 관련 대학, 연구소, 기업에서 수행하는 연구에 예산을 지원해 주는 것이다(NIH는 의약 연구에 있어 세계 최대 지원 기관이다). 보통 대학이나 공공연구소는 도전적이고 혁신적인 연구 아이디어가 많은데, 정부 차원에서 이들에게 초기 연구비를 지원해 가지고 있는 아이디어에 대한 연구를 추진할 수 있도록 돕는 것이다. 바이오 신약을 개발하기 위해서는 기초연구부터 임상시험까지 10년 이상의 시간과 3조 원 이상의 예산이 들기 때문에 제 아무리 큰 제약회사라 해도 처음부터 신약

개발을 추진하기에는 상당한 부담을 가질 수밖에 없다. 이 때문에 보통 초기 R&D 자금을 정부가 지원해주어 신약 개발 가능성을 확인하고, 가능성이 보이면 그 기술을 기업으로 이전해 상용화를 추진하게 된다. 한 예로, 앞서 언급한 '김리아'라는 백혈병 유전자 조작 치료제는 펜실베이니아대에서 NIH의 지원을 받아 개발한 원천기술을 노바티스라는 글로벌 제약회사가 기술 라이선싱을 해서 상용화한 것이다. 신약 같은 경우 상용화를 위해서는 임상시험이라는 시간과 돈이 많이 드는 절차를 거쳐야 하는데 이것은 민간기업이 담당하고, 정부는 연구자의 혁신적인 아이디어를 연구해 볼 수 있는 기회를 제공하는 것이다. 기업은 NIH가 지원한 기초 및 임상연구를 바탕으로 신약과 치료 방법을 개발하고 있는데, 1988년부터 2005년까지 미국 식품의약국(FDA)이 승인한 의약품의 47%가 이

렇게 개발된 것이다. 이처럼 미국 연방정부의 연구 지원은 거대 제약회사도 기피하는 혁신적이긴 하지만 실패 확률이 높은 R&D를 가능하게 함으로써 수많은 의약품 개발에 큰 기여를 해왔다. 다시 말해 NIH의 대학·공공연구소에 대한 연구 지원은 바이오의약산업에 있어 마중물(펌프에서 물을 끌어올리기 위해 필요한 한 바가지의 물) 역할을 한다고 볼 수 있다.

NIH의 외부연구지원 프로그램은 여러 종류가 있는데 가장 대표적인 것이 'R01 프로그램(Research Project Grant Program)'이다. 이 프로그램은 개인 연구자에게 연간 15만~25만 달러 규모로 3~5년간 예산을 지원하는 것인데, 당장 상용화할 수 있는 기술 개발보다는 과학적인 근본원리나 기초핵심 기술을 개발하는 데 초점을 맞추고 있다. NIH가 특정 주제를 정해 과제를 공모하면 연구자는 해당 주제에 부합하는



노바티스의 김리아



암젠의 에포젠

R&D 제안서를 제출하고, 엄격한 선정 평가를 거쳐 가장 우수한 연구자를 수행자로 선정하게 된다. NIH의 R&D 선정은 매우 엄격하게 추진하지만 일단 수행자를 선정 한 후에는 중간평가 등을 최소화해 자율적인 연구를 통해 창의성을 발현할 수 있도록 한다. 그외에도 연구자원을 지원하는 프로그램, 연구자의 성장을 지원하는 프로그램 등 다양한 프로그램이 운영되고 있다.

### 대학·연구소 연구결과 민간으로 확산 유도

NIH는 기초연구에 대한 예산 지원을 하면서 동시에 대학·연구소에서 개발한 결과가 민간기업 등 외부로 확산되는 데에도 심혈을 기울이고 있다. NIH에서는 대학·연구소에서 기초과학 연구를 통해 발견한 지식과 기술을 임상적으로 사용하도록 하는 연구를 '중개연구(Translational Research)'라 정의하고 이를 촉진하기 위해 노력 중이다. 즉, 정부 R&D 연구성과가 사장되지 않고 실제 의료현장에서 질병의 진단 및 환자 치료를 위해 활용되도록 중간자적 역할을 하는 것이다. NIH는 2006년부터 이 중개연구를 중점 투자 방향으로 정했으며, 2011년에는 중개연구를 전담하는 '국립중개연구센터(NCATS)'를 신설했다. 이 센터는 대학 및 연구소, 병원, 제약업체 등을 연계하는 협력 플랫폼인 CTSA(Clinical and Translational Science Award)라는 프로그램을 만들어 기초연구수행(대학·연구소) → 임상연구추진(병원) → 신약 개발(제약업체)로 연구결과가 연계 확산되는 것을 촉진하고 있다. NIH는 CTSA 센터로 지정된 병원에 5년간 약 1000억 원을 지원하고, 병원이 중심이 돼 대학·연구소, 제약업체와 협력해 기초연

구성과가 임상시험을 거쳐 제품화까지 이어지도록 유도하고 있다.

### 기초연구기관의 연구개발 촉진

최근 대학, 연구소 등의 비영리 연구기관이 NIH 연구자금을 지원받아 경쟁적으로 신약 개발에 뛰어들고 있는데, 이렇게 된 배경에는 미국 정부의 '바이-돌 법안(Bayh-Dole Act)'이 큰 역할을 하고 있다. 1980년 발효된 이 법안은 미국 연방정부의 지원을 받은 공공연구소, 대학 등의 비영리 연구기관이 자기가 개발한 기술에 대해 특허를 출원하고 기술사용료를 받을 수 있도록 한 법안이다. 그 전까지는 세금으로 조성된 정부 예산을 사용해 개발된 연구결과물은 공공의 자산으로 간주돼 이를 원하는 기업은 별다른 규제 없이 가져다 사용할 수 있었다. 따라서 개발한 기술로부터 물질적인 이득을 볼 수 없었던 대학·연구소는 신약 등의 개발에 적극적이지 않았는데, 바이-돌 법안으로 인해 혁신적인 기술을 개발할 경우 엄청난 금전적 보상을 받을 수 있게 됨으로써 보다 적극적으로 기술 개발에 뛰어들게 된 것이다.

NIH의 지원 연구를 통해 엄청난 돈을 번 대표적인 사례가 암젠의 에포젠이라는 신약이다. 에포젠은 적혈구 생성을 자극하는 바이오의약품인데, NIH의 지원을 받은 컬럼비아대가 바이오의약품을 합성하는 기술을 개발하고 특허권을 출원했다. 당시 벤처기업이었던 암젠은 이 기술을 대학으로부터 구입해 상업적 대량 합성 방법을 개발하고 임상시험을 거쳐 빈혈치료제 에포젠 신약을 출시하게 되는데, 에포젠은 세계적인 블록버스터가 돼 엄청난 이익을 창출하게 된다.

미국 정부는 또한 바이오 신약에 대한 판매 독점권을 연장해 주는 일련의 법안을 제정함으로써 기업의 신약 개발을 더 촉진시키고 있다. 개발에 오랜 시간과 천문학적 돈이 드는 신약 개발에 기업이 적극적으로 참여하도록 하기 위해서는 신약 값을 높게 받을 수 있고 독점권을 오래 유지해 주는 것이 필요하다. 특히 신약은 특허를 출원한 이후 임상시험 및 승인에 약 10년 기간이 소요돼 사실상 특허 보호 기간이 단축되므로 이의 보완책으로 의약품 개발한 제약사가 일정 기간 임상시험 자료를 독점할 수 있도록 하는 자료독점권을 부여하고 있다. 오리지널 신약의 안정성과 유효성에 관한 임상시험 자료를 복제약 제조회사가 사용하지 못하도록 함으로써 복제약의 출시를 지연시킬 수 있으므로 자료독점권이 인정되면 특허가 만료되더라도 사실상 독점권을 확보할 수 있기 때문이다. 미국 정부는 2009년 '생물 의약품의 가격경쟁 및 혁신법(Biologics Price Competition and Innovation ACT of 2009)'을 제정해 바이오의약품에 대해 12년의 자료독점권을 부여했는데(참고로 유럽은 10년, 우리나라는 6년이다), 이것은 화학소재 합성의약품의 5년보다 훨씬 긴 것이다. 또한 미국 정부는 신약에 대한 가격 책정에 있어서도 친기업적인 정책을 취해 높은 가격을 받을 수 있도록 해 오고 있다(최근에는 약값이 너무 높아짐에 따라 독점기간과 가격상한제를 도입해야 한다는 목소리가 나오고 있다). 신약 개발에 투입한 시간과 돈을 회수할 수 있는 방법과 충분한 기간을 부여함으로써 기업이 바이오 신약 개발에 보다 적극적으로 뛰어들도록 만든 것이다.



미국의 싱크탱크인 정보기술혁신재단(ITIF)이 2016년 4월 발간한 보고서에 따르면 바이오의약산업 관련 정부 기여도가 가장 높은 나라는 미국이다. 이것은 정부의 연구개발비 지원(35%), 신약 가격 규제 정책(35%), 지식재산권 관련 제도(30%)를 지표로 해 주요 56개국을 평가한 것인데, 미국은 전체 정부 R&D 예산 중 보건으로 분야 비중이 23%로 높은 편이며, 신약 가격 제한이 심하지 않으며, 임상시험 자료독점 기간이 12년으로 가장 길어 종합 1위를 차지했다. 많은 정부 R&D 예산을 바이오의약 부문에 투입하는 것 외에도 시장가격이 자유롭게 결정될 수 있는 제도와 세계에서 가장 긴 임상시험 자료독점권을 부여함으로써 바이오의약이 발전할 수 있는 토대를 마련했다고 볼 수 있다.

### 발목 잡지 않는 제도

보건의료산업은 사람의 건강과 안전에 관련되는 것을 다루기 때문에 규제가 엄격하기로 유명하다. 특히 의약 분야는 생명과 직결되기 때문에 새로운 의료가기나 신약을 판매하기 위해서는 FDA로부터 승인을 받아야 한다. FDA 승인을 받기 위해서는 임상시험 데이터를 통해 효과성과 안전성을 입증해야 하는데, 이런 임상시험을 추진하기 위해서는 많은 돈과 시간이 들게 된다. 시간이 돈인 기업 입장에서는 임상시험의 기간을 줄이고 빨리 승인을 받아 신약을 출시하는 것이 매우 중요한데, FDA는 희귀의약품, 중증 질병 치료제의 개발을 촉진하기 위해 신속한 승인을 받을 수 있도록 하는 여러 제도를 도입해 운영하고 있다. 이런 신속 승인 제도는 신약 출시가 중요한 기업뿐만 아니라 치료가 시급한 환자에게도 큰 도움이 된다. 현재 운영 중인 제도는 크게 네 가지가 있다.

**첫째로 신속 심사(Accelerated Approval) 제도다.** 중증 질환이나 아직까지 치료제가 개발되지 않은 의료상 요구가 많은 질환을 대상으로 신약 후보물질에 대해 임상시험이 끝나기

전에 조건부 허가를 내 주는 제도로 허가를 받더라도 임상시험을 계속해 제품의 임상효과를 증명해야 한다. **둘째로 패스트 트랙(Fast Track) 제도다.** 기존에 딱히 치료 방법이 없는 중대 질병이나 신규 치료제가 시급한 경우 임상시험을 축소해줘 신약 개발을 가속화하고 심사기간을 단축하는 방식이다. 2014년 에볼라 사태 때 빠른 백신 개발을 위해 이 제도가 활용된 바 있다. **셋째로 혁신적 치료법(Breakthrough Therapy) 제도다.** 중대 질병에 대한 치료제로 임상시험 초기 결과부터 획기적인 치료 효과를 보이는 경우 임상시험이 종료되는 때까지 기다리지 않고 도중에 승인을 신청할 수 있도록 한 제도다. 앞서 언급했던 노바티스의 백혈병 유전자 조작 치료제인 킴리아도 이 제도의 수혜 약이다. **넷째로 우선 심사(Priority Review) 제도다.** 임상시험 완료 후 그 결과가 재고의 여지없이 확실한 경우 신약 허가 신청을 빠르게 진행할 수 있도록 하는 것으로 보통 10~12개월 걸리는 신청 기간을 6개월 정도로 단축할 수 있도록 해준다.

이런 신약에 대한 빠른 심사·승인제도는 경쟁률이 높아 제한된 기업만이 이용할 수 있다. FDA가 공개한 보고서에 의하면

2016년 기준으로 신청한 약 중 각 제도의 혜택을 본 비율은 신속 심사 27%, 패스트 트랙 36%, 혁신적 치료법 32%, 우선 심사 68% 수준이라고 밝히고 있다.

이처럼 현재 미국의 바이오의약산업이 세계 최고 선두주자가 되기까지 미국 정부의 보이지 않는 많은 지원이 있었다. 정부의 기초기술에 대한 대폭적인 지원과 이것이 임상시험을 거쳐 신약 개발까지 이어질 수 있도록 지원하는 시스템과 제도를 마련함으로써 산업생태계가 선순환적으로 잘 돌아가도록 이끌고 있는 것이다. 산업을 육성시키는 데 있어 정부의 역할을 잘 보여주는 사례라 할 수 있다.

### 참고자료

- 1) World Preview 2017, outlook to 2020 (Evaluate, 2017)
- 2) How National Policies Impact Global Biopharma Innovation : A Worldwide Ranking(ITIF, 2016)
- 3) AACR Cancer Process Report(AACR, 2016)
- 4) NIH 홈페이지(www.nih.gov)



## Scienion 및 zebris Medical을 통해 살펴본 독일 스마트바이오시스템 기술 및 개발 동향

스마트바이오시스템 개발을 위해서는 생물공학 자체의 기술 개발뿐만 아니라 관련 분석장비, 생산장비의 경쟁력 확보가 매우 중요하다. 이와 관련해 독일의 유전체학 및 단백질체학에 대한 전문 분석장비 및 서비스 제공 회사로 제약, 생명공학, 진단 및 시약 공급 회사는 물론 학술연구기관에 이르기까지 인정받고 있는 Scienion(대기업)과 의료기기, 치과, 스포츠 등 세 가지 헬스케어 사업 분야에서 인간의 동작 시퀀스 분석을 위한 측정시스템으로 정형외과, 복지 분야, 실험실, 과학기관 등에서 인정받고 있는 zebris Medical(중소기업)에 대해 알아본다.

이강우 [한국산업기술평가관리원 독일거점 소장]



소의 스피노프로 설립돼 직원 수 45명의 기업으로 성장했으며, 현재 독일 도르트문트의 바이오의학센터와 베를린 아들러스호프 사이언스시티 두 곳에서 운영되고 있다. 2011년 12월 미국 지사, 2016년 10월 프랑스 지사를 설립했고 2017년 1월에는 엔지니어링 역량 강화를 위해 미국의 Engineering Arts와 전략적 제휴를 체결했다. 또한 독자적인 마이크로 어레이 및 액체처리 기술로 '베를린-브란덴부르크 혁신상'을 두 번 수상한 바 있다. 한편, Scienion의 제품은 광범위한 특허로 보호받고 있다. 대표적인 개발 제품은 비접촉 분주장치인 sciFLEXARRAYER이며, 현재 S1, S3, S5, S11, S100, SX 등 6가지 버전으로 제공되고 있다. sciFLEXARRAYER를 사용하면 초미량의 액체를 다른 저장소에서 채취해 피코마이크로리터 범위로 다양한 운반시스템에 접촉 없이 분주할 수 있다.

Scienion은 이러한 하드웨어 및 소모품뿐만 아니라 테스트 개발이나 제조서비스를 위한 솔루션, 교육서비스까지도 제공한다. 표면기화, 프린팅, 고정화, 배양프로토콜 최적화, 검출 및 데이터 분석이 모두

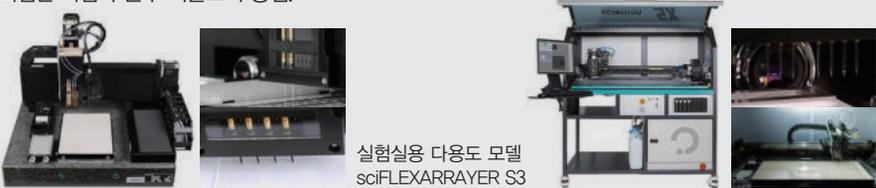
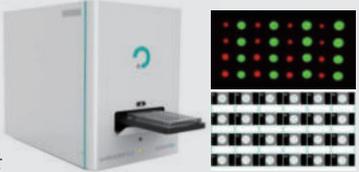
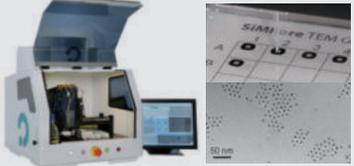


### Scienion AG

- 설립연도 : 2000년
- 설립자 : Dr. Holger Eickhoff
- CEO : Dr. Holger Eickhoff
- 주소 : Volmerstraße 7b, 12489 Berlin, Germany
- 연락처 : +49 (0)30 6392 1700
- 이메일 : support@scienion.com
- URL : www.scienion.com

### 독일 유전체학 및 단백질체학 분야 기업 'Scienion AG'

Scienion AG(사이니언 주식회사)는 초소량 액체처리시스템 및 마이크로 어레이 기술 시장에서 잘 알려진 생명과학 회사로, 유전체학 및 단백질체학 분야의 연구에 필요한 제품을 통합 포트폴리오(하드웨어, 소모품은 물론 서비스까지)로 제공한다. 주요 고객은 제약, 생명공학, 진단 및 시약 공급 회사는 물론 학술연구기관에 이르기까지 다양하다. Scienion은 2000년 베를린에서 막스플랑크 분자유전학연구

<p>sciFLEXARRAYER</p>	<p><b>R&amp;D 및 제조를 위한 초미량 분주시스템</b>                  sciFLEXARRAYER 제품 라인은 진단, 유전체학, 단백질체학 및 기술 응용 분야에서 다양한 시료(생물학적, 유기적, 나노입자, 염료 등)의 초소량 액체 처리의 자동화를 위한 도구임. 또한 유리 모세관의 불활성 특성으로 인해 폴리머 및 재료 연구와 같은 소형 화학 응용 분야에도 알맞음. 몇 초 안에 100피코리터에서 1마이크로리터 사이의 액체가 100피코리터 단위로 분주될 수 있음. 최첨단 비접촉 분주 기술로 구동됨.</p>	 <p>실험실용 다용도 모델 sciFLEXARRAYER S3</p> <p>대량 생산용 콤팩트 모델 sciFLEXARRAYER SX</p>
<p>sciREADER</p>	<p><b>다양한 지원 포맷의 고품질 디지털 이미징이 가능한 데이터 분석도구</b>                  sciREADER 제품 라인은 가장 일반적인 검출 포맷을 구성하며 단일 파라미터 및 멀티플렉스 분석을 지원함. 로봇시스템과 LIMS(실험실 정보관리시스템), HIS(병원정보시스템)에 통합될 수 있음.                  sciREAD 소프트웨어는 강력하고 사용하기 쉬우며, 유연한 이미징 및 데이터 해석을 제공해 분석개발자 및 임상 직원을 위해 설계됐음. 외부 소프트웨어가 없어도 최종 고객별 보고서까지 자동으로 처리됨. 그리드 얼라인먼트 및 스폿 찾기 알고리즘을 통해 분석 프로세스의 자동화가 가능하고, 데이터 정규화 및 정량화를 위한 다양한 옵션을 통해 고객 맞춤형 데이터 해석이 가능함.</p>	 <p>최대 3색 형광 분석법 고품질 디지털 이미징을 위한 sciREADER FL2</p>
<p>sciTEM</p>	<p><b>전자현미경 관찰용 샘플 준비를 위한 초미량 액체처리시스템</b>                  sciTEM을 사용하면 서로 다른 샘플을 100um 가까이 배치할 수 있음. 비접촉 피에조 디스펜스 기술로 민감한 그리드에 손상을 주지 않으면서 취약한 표면에 약 100pL의 액체를 부착할 수 있고, 정교한 이미지 분석 기술로 홀더에서 TEM(투과전자현미경) 그리드 배치를 식별하고 구조적·비구조적 그리드에서 중첩 위치를 감지할 수 있음.</p>	

〈표 1〉 Scienion의 주요 하드웨어 제품

<p>sciPLEXPLATES 96</p>	<p><b>확장 가능한 처리량 및 절감된 비용으로 다중 테스트</b>                  sciPLEXPLATES 96은 마이크로 어레이 응용 분야에 최적화된 매우 균일하고 결함 없는 표면을 특징으로 하며, 마이크로 어레이 형식의 DNA 및 ELISA 검사의 소형화 및 다중화에 적합함. 맞춤형 표면 기능화를 통해 단백질, DNA, 글리칸 같은 다양한 생체 분자를 효율적으로 고정해 나노리터 단위의 자동화된 분석을 수행함으로써 유연성과 처리량을 증가시키면서 분석당 비용과 시간을 줄임. sciFLEXARRAYER 기술을 사용해 비접촉 배열에 맞게 최적화돼 있으며 기존의 표준 마이크로 플레이트 처리 실험기구와 호환됨.</p>	
<p>sciBUFFER</p>	<p><b>마이크로 어레이 생산에 가장 유리한 환경</b>                  Scienion 버퍼 시스템은 단백질 및 DNA 마이크로 어레이 프린팅부터 프로세싱 및 최종 염색에 이르기까지 전체 프로세스를 통해 활용될 수 있으며, 차단, 세척, 시료 배양을 포함한 모든 단일 단계에 최적화된 마이크로 어레이 및 분석 처리를 위한 특수 완충액을 제공함. 초순수 시약만 사용해 최종 무균 여과 단계를 수행하며, 엄격한 품질 관리와 그에 따른 분석 증명서를 포함함.</p>	
<p>sciCHIP</p>	<p><b>일관되고 재현 가능하며 민감한 마이크로 어레이 데이터 제공</b>                  Scienion의 표면 디자인에 대한 전문지식을 바탕으로 표면 기능화 슬라이드가 개발돼 마이크로 어레이 응용 분야에 최적화됨. 이 특정 기능층 기재를 통해 우수한 표면 기능화 균질성을 가진 고밀도 결합이 가능함.</p>	
<p>sciHYBCHAMBER</p>	<p><b>향상된 교배 결과 제공</b>                  sciHYBCHAMBER는 사용하기 편리하고, 특허받은 밀봉 기술을 특징으로 하며 특수 주입구를 통해 쉬운 슬라이드 제거와 안정적인 슬라이드 위치가 가능함.</p>	

〈표 2〉 Scienion의 주요 소모품 제품(sciCONSUMABLES)

가능하며, 진단테스트 제조 시장에서 10년 이상 지속적인 성장을 하며 노하우를 축적해 왔다. 이를 토대로 이탈리아, 한국, 일본, 중국, 대만, 홍콩, 싱가포르, 말레이시

아, 인도네시아, 러시아 연방 및 CIS(독립국가연합)의 유통업체를 통해 제품을 공급하고 있으며, 동시에 온라인 상점을 통해 제품을 판매하고 있다. 한국의 배급사는

체외면역진단 업체인 PCL(주)로 사이니언의 제품을 한국에 유통할 뿐만 아니라 Scienion을 통해 자사의 제품을 대량 생산하고 있다.



〈그림 1〉 Scienion의 주 고객사



### 독일 생체역학 기업

#### ‘zebris Medical GmbH’

zebris Medical GmbH(체브리스 메디컬 유한회사)는 생체역학 분야에서 30년의 경력을 쌓은 혁신적인 기술 회사로, 독일 바덴뷔르템베르크 주 알고이(Allgäu) 근처의 도시 이즈니에 있으며, 38명의 직원과 함께 의료기기, 치과, 스포츠 등 세 가지 사업 분야에서 인간의 동작 시퀀스 분석을 위한 측정시스템을 개발하고 제조한다. zebris Medical의 제품은 34개국 이상의 유통업체를 통해 전 세계에 판매되며, 정형외과 및 노인복지 분야, 치과 진료 및 실험실, 클리닉, 과학기관 등에서 사용되고 있다. 의료 시장에서 현재의 발전을 바탕

으로 미래 지향적 기술을 개발하는 것은 zebris Medical의 핵심역량이다. 특히 의료 기기 분야의 재활시설, 족부의학, 물리치료 등에서 zebris Medical의 제품은 의사와 치료사를 일상적으로 지원하고 환자의 건강 상태를 개선하는 데 도움을 주고 있다. 더불어 기술 서비스 제공 업체이므로 자체 제품 라인 외에도 수많은 파트너 회사의 OEM 제품을 개발 및 제조하고 있다.

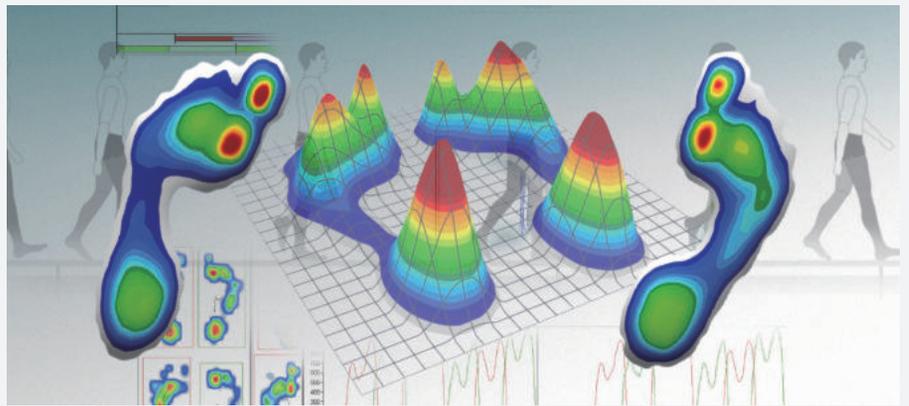
한편, zebris Medical은 같은 도시에 위치한 사립대학인 과학기술아카데미 이즈니(NTA Isny)와 밀접한 협력관계를 맺고 있다. zebris Medical의 설립자 중 한 명이자 현재 대표인 Wolfgang Brunner는 NTA Isny에서 물리학을 전공했고, 후에 전기공학도 공부했다. 또한 수년째 NTA Isny 이사회 의장을 맡고 있다. 이 학교의 많은 학생이 zebris Medical에서 인턴 경험을 쌓고, zebris와의 협력 프로젝트를 통해 학사논문을 쓰며, 졸업 후 연구개발 직원으로 입사하기도 한다.

DIN EN ISO13485에 따라 인증된 zebris Medical의 측정시스템은 족부의학에서의 발 롤오프 분석, 재활학에서의 보행 훈련, 기능치과학에서의 하악 운동 3D 기록 등에 사용되며, 피트니스 및 스포츠에서의 균형 훈련에도 이용되고 있다. zebris Medical은 독일 연방경제에너지부의 중소기업 R&D 지원 프로그램 중 하나인 ‘ZIM-협력프로젝트’를 통해 2009년 7월부터 2011년 10월까지 지원금을 받아 Rehawalk®를 개발했다. 이러한 프로젝트의 성공적인 수행을 인정받아 2017년 연방경제에너지부(BMWi) 중소기업 혁신의 날 행사에서 ‘올해의 ZIM 협력프로젝트’로 선정돼 BMWi 장관상을 받은 바 있다.





〈그림 2〉 zebis Medical의 주 고객사



<p>Rehawalk®</p>	<p><b>보행 분석 및 보행 훈련</b>                  zebis Rehawalk® 시스템은 신경학, 정형외과 및 노인 재활에서 보행 장애를 분석하고 치료하기 위해 설계됨. 환자의 보행 패턴을 분석해 시각적인 정보로 제공, 올바른 보행 패턴을 훈련할 수 있도록 도와줌. 압력측정판에 들어 있는 수천 개의 센서가 보행의 압력과 움직임을 측정해 디지털로 변환시킨 후 화면에 3차원으로 나타내 주는 방식임. 무게 부담을 덜어주면서 훈련할 수 있으므로 심각한 기능 제한을 겪고 있는 환자도 조기에 치료를 시작할 수 있음. Rehawalk®의 기술적 가능성은 휠체어 환자, 보행 장애를 겪는 환자, 걸을 수 있는 환자에 이르기까지 다양한 환자의 요구를 만족시킬 수 있음. 따라서 Rehawalk®는 로봇 보조 이동과 수동 보행 요법 사이에 위치함.</p>	
<p>FDM</p>	<p><b>자세, 보행 및 롤오프 분석시스템</b>                  zebis FDM(족저 압력 분포 측정시스템)은 자세 교정을 위한 진단과 신발 깔창 제공을 위해 사용되며, 서 있거나 걸을 때 빠르고 쉽게 정적·동적 압력 분포를 포착함. 이 측정판은 평평한 보행 경로에 통합돼 있으며 보행 보조기구를 사용해 걷는 것도 측정 가능함. 각 측정 프로세스는 여러 번 반복 가능하고, 측정 매개변수가 소프트웨어에서 자동으로 계산됨.</p>	
<p>PDM (Pressure Distribution Measurement)</p>	<p><b>모바일 자세, 보행 및 롤오프 분석시스템</b>                  zebis Medical의 검증된 압력 분포 측정 기술을 바탕으로 기존의 FDM 플랫폼 라인을 보완함. 차세대 압력 분포 측정, 즉 구조물 높이의 감소, 높은 측정 빈도 및 모바일 애플리케이션으로 자세, 롤오프 및 보행 분석에 새로운 가능성이 열림.</p>	
<p>FDM-T</p>	<p><b>러닝머신에서의 압력 분포 측정을 쉽게</b>                  러닝머신에서의 보행을 분석하면 인간의 보행을 다양한 보행 속도에서 반복해서 관찰할 수 있음. 러닝머신 분석시스템인 FDM-T를 통해 응용프로그램에 따라 보행 속도를 일정하게 유지하거나 변경해 여러 보행 주기를 평가할 수 있음. 동시에 롤오프에서 보행 분석에 이르기까지 걸음걸이 행동 분석에 대한 모든 추가 응용 프로그램을 포함함.</p>	

〈표 3〉 zebis Medical의 주요 제품

# 패혈증 신속 진단을 위한 초고감도 라만 분광 기반 원천 기술

패혈증이란 다양한 원인(교통사고, 총상, 골절 등)으로 박테리아·바이러스·곰팡이 등 패혈증 유발균에 의해 감염되고, 그 원인균으로 인해 고열을 겪다가 결과적으로 우리 몸의 면역 기능이 과다하게 작동해 장기가 손상되거나 원인균이 혈액과 장기에 모두 감염돼 기능부전으로 사망에 이를 수도 있는 급성 중증 질병이다.

## 개발이 필요한 이유

패혈증은 전 세계 5세 미만 유아 사망 원인의 60%, 국내 집중치료시설 내 사망 원인 1위를 차지하는 질병으로 병원 내 사망의 큰 부분을 차지하고 있다. 이러한 패혈증 환자의 생존율을 높이기 위해서는 원인균 감염 초기 상태에서의 정확한 정보 확보와 조기 진단을 통한 공격적 대응이 중요하고 관련 기술 개발 필요성이 매우 높다. 따라서 비배양·비시료 증폭을 통해 시간을 단축시키고 패혈증 원인균의 핵산을 10cfu 미만의 민감도로 검출할 수 있도록 단분자 수준의 신호 증폭 기술에 기반하는 초고감도 라만 분광 패혈증 신속 진단 원천 기술의 개발이 요구된다. 특히 패혈증이 차지하는 높은 영유아 및 병원 내 사망률로 인해 패혈증 조기 진단 기술의 필요성은 점점 커지고 있으며, 그에 따라 국내외 진단 시장의 규모도 꾸준히 확대되는 추세다.

이와 관련한 패혈증 진단 기술 시장 규모는 2021년까지 연평균 8.8% 성장률로 5억6000만 달러까지 확대될 것으로 예상된다. 현재 주된 진단 기술로 쓰이고 있는 혈액배양진단 방식은 진단까지 2~4일 걸리기 때문에 시간을 단축하는 신기술에 대한 요구가 많다. 패혈증 진단 기술의 글로벌 선두업체는 bioMeriux SA(프랑스),

T2 Biosystems(미국), Cepheid(미국), Thermo Fisher(미국), Nanosphere(미국), Abbott Laboratories(미국), Roche Diagnostics(스위스), Becton Dickinson(미국), Brucker(미국), Beckman Coulter(미국) 등이 있다.

혈액배양진단은 현재 패혈증 진단에서 점유율(39.3%, 2016년)이 가장 높은 방법이다. 이러한 혈액배양진단을 포함하는 미생물 분석 기술 분야(Microbiology)는 진단 기술의 가격 우위성으로 인해 현재 가장 큰 진단 기술 시장 점유율(53.9%, 2016년)을 가지고 있다. 더불어 박테리아에 의한 패혈증이 전체 패혈증의 85.7%(전 세계, 2016년 기준)를 차지하고 있다. 이러한 박테리아 원인 패혈증 증가와 수술 건수 증가로 박테리아성 패혈증 진단 시장의 성장

이 유망하다. 한편, 북미는 2016년 기준으로 전 세계 48.0%의 시장 규모를 가지고 있으며 2021년까지 연평균 8.5%의 성장률을 보일 것으로 예상된다. 침습성(Invasive) 시술 증가, 패혈증 진단 방법 발전, 정부 지원 확대 등으로 북미 시장이 전 세계 시장에서 큰 규모를 차지하고 있다. 아시아 시장은 2021년까지 연평균 11.8%의 성장률로 9000만 달러 규모까지 성장이 예상된다. 수술시술 및 임상연구 증가, 의료시설 확대 등으로 패혈증 진단 기술에 대한 수요가 확대되고 있다.

현재 임상에서 혈액배양검사 결과는 혈액 채취 후 일반적으로 최대 5일 이상, 최소 24시간 이상이 경과해야 진단 가능하다. 이에 따라 대부분의 패혈증 환자는 정확한 원인균이 확인되지 않은 채 경험적

SEPSIS DIAGNOSTICS MARKET SIZE, BY REGION, 2014-2021 (USD MILLION)

Region	2014	2015	2016-e	2021-p	CAGR (2016-2021)
North America	148.5	161.9	177.6	266.5	8.5%
Europe	88.5	95.5	103.6	146.7	7.2%
Asia-Pacific	43.3	48.9	55.5	97.3	11.9%
RoW	27.1	29.9	33.3	53.6	10.0%
<b>Total</b>	<b>307.4</b>	<b>336.3</b>	<b>370.0</b>	<b>564.1</b>	<b>8.8%</b>

Source: Annual Reports, SEC Filings, Investor Presentations, Press Releases, Journals, International Diabetes Federation, World Health Organization, The World Bank, OECD, National Health Insurance, Global Sepsis Alliance, Sepsis Trust, Centers for Disease Control and Prevention, American Journal of Infectious Diseases, Expert Interviews, and MarketsandMarkets Analysis

<표 1> 지역별 패혈증 진단 기술 시장 규모 및 전망

치료 소견에 따라 여러 종류의 항생제를 투약하는 실정이다. 따라서 다제내성균과 같은 경험적 항생제에 내성이 있는 균이 패혈증의 원인균이었을 경우, 며칠 후 혈액배양검사 결과 다제내성균을 확인했을 때는 이미 환자의 초기 치료에 실패했을 가능성이 있으며 이는 곧바로 환자 사망률의 증가(J. Antimicrob. Chemother., 2012)로 이어진다. 면역폭풍(Cytokine Storm) 반응이 일어나기 전인 패혈증 감염 초기, 즉 균혈증 상태에서 원인균을 진단하기 위해서는 현재 진단 최고 기술 수준(민감도 10cfu/시료, 측정시간 90분)보다 더 빠르고(30min/시료), 초고감도(10cfu/시료 미만)인 진단 기술이 필요하다. 이러한 진단 기술 실현을 위해 단분자 수준의 민감도 구현을 위한 라만 측정 기술을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 단분자 수준의 민감도는 진단 대상균의 유전체에 의해 결합되는 나노복합구형체가 발생시키는 증강된 라만 신호를 통해 구현되며, 증강된 라만 신호는 진단키트 리더기 시스템을 통해서 측정·분석될 것이다.

**핵심 기술 및 주요 연구내용**

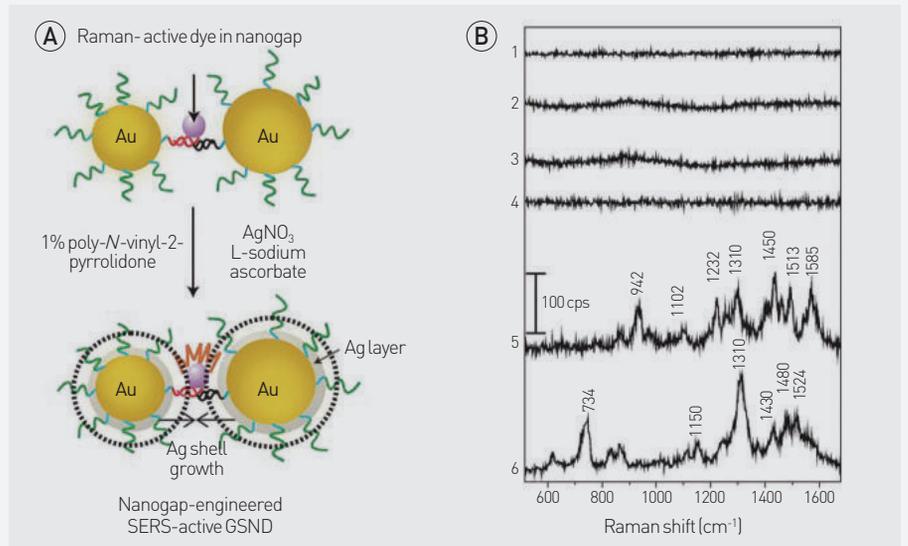
패혈증 신속 진단을 위한 초고감도 라만 분광 기반 원천 기술 개발의 핵심 기술로는 우선 라만 신호 증강 나노복합체가 있다. 패혈증 원인균의 유전자에 의해 선택적으로 형성된 나노캡을 가지는 나노복합체는 라만 증강된 신호를 발생시켜 패혈증 원인균 진단을 가능하게 한다. 단일분자 수준의 감도를 갖는 나노복합체의 라만 증강 효과를 통해 진단 민감도의 극한 구현에 도전한다.

다음으로 고감도·고속 라만 분광 측정 기술이 있다. 나노복합체 기반 라만 신호

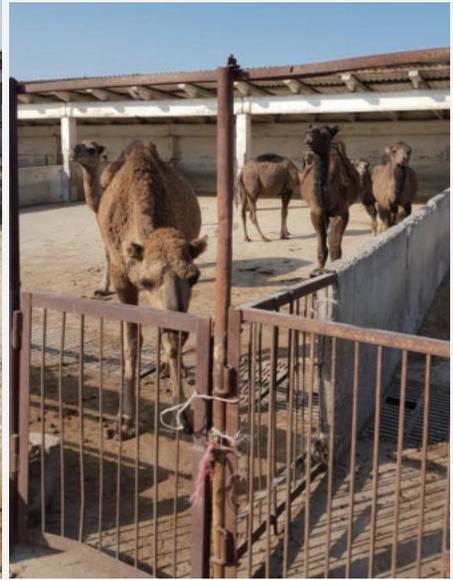
측정은 단일 나노입자 수준의 측정 기술(탐침 현미경 기반 라만 측정 기술)이 필요하다. 이를 위해 나노복합체 형상을 측정할 수 있는 탐침 현미경 기반 라만 분광 현미경과 광대역 라만 분광 현미경을 구현한다. 탐침 현미경 기반 라만 분광 기술은 나노복합체의 형상을 측정하면서 라만 분광 신호를 동시에 측정할 수 있기 때문에 라만 신호 증강 나노복합체 성능 측정에 사용된다. 하지만 탐침 현미경 기반 라만 분광 기술은 개별의 나노복합체를 하나씩 측정해 정확도는 높으나 속도가 느리기 때문에 진단시스템에 적용하기는 어렵다. 실제 개발될 패혈증 진단키트 리더기 시스템은 넓은 영역에 분포한 나노복합체의 라만 분광 신호를 개별로 동시에 측정하는 광대역 라만 측정 기술을 기반으로 개발이 진행될 예정이다. 진단시약의 넓은 영역을 동시에 여기(Excitation)시킨 후 이미지 영역에서 개별 입자별로 신호를 구분하기 때문에 측정시간을 단축할 수 있다.

**기대 및 파급효과**

패혈증 신속 진단을 위한 초고감도 라만 분광 기반 원천 기술 개발을 통해 패혈증 조기 진단에 따른 영유아 및 병원 내 사망률 감소를 기대할 수 있다. 패혈증 감염 초기에 감염 원인균 종류를 진단해 그에 적합한 항생제를 투약함으로써 패혈증 관련 질환 사망률을 감소시킬 수 있다. 이를 통해 궁극적으로 국민건강을 증대할 수 있을 것이다. 또한 2021년까지 연평균 8.8% 성장해 5억6000만 달러로 시장이 확대될 것으로 예상되는 패혈증 진단 기술 시장에 파급력 높은 진단 기술로 진출이 가능하다 (MarketsandMarkets 2016, 'Sepsis Diagnostics Market Global Forecast to 2021'). 이외에도 질병 유발 원인균의 유전체에 의해 결합돼 형성되는 나노복합체의 라만 분광 측정을 통한 패혈증 진단 원천 기술은 향후 다른 질병의 진단에도 확장될 수 있다. 개발 목표 기술의 신속성, 고감도, 확장성을 고려할 때 진단 기술 시장에 대한 파급력이 클 것으로 예상된다.



〈그림 1〉 ① 나노복합체를 이용한 라만 증강 효과 도식도, ② 나노복합체에 의한 라만 증강 효과 측정 예시



## (주)중검이 추진하는 R&D 프로젝트 활성 기반 항체 선별을 위한 항체집합체 기술

본 프로젝트를 통해 낙타에서 유래된 저분자 재조합 항체(단일도메인항체)를 기반으로 다양한 종류의 병원성 세균, 바이러스, 유해물질 등을 효과적으로 선별할 수 있는 시스템을 위한 기반을 확보해 세계적으로 항체공학 분야를 선도할 수 있는 원천 기술을 확보했다.

### 항체공학 분야 선도 전략 구축

세계적으로 기존 전통 항체의 특허가 만료되고 있어 이를 활용한 복제약(바이오시밀러) 생산을 위해 국내 대기업도 대규모 투자를 진행하고 있으나, 선진국에선 이에 대응해 단일도메인항체로 전환해 신규 특허를 획득하는 전략을 시행 중이어서 이에 대한 적극적인 대응책 마련이 시급하다.

이러한 상황에서 중검이 추진하는 R&D 프로젝트인 '활성 기반 항체 선별을 위한 항체집합체 기술 개발'을 통해 항체집합체 구축을 위한 확장성 있는 시스템을 개발하고, 이 과정에 대한 자동화장비 구축, 실험 과정의 체계화를 확보했다. 그 결과 다양한 특이성을 갖는 항체집합체를 구축할 수 있음은 물론, 이러한 항체집합체 제공을

통한 단일도메인항체 활성 기반의 새로운 항체 발굴을 추진할 수 있었다. 이를 통해 본 프로젝트는 지난 40년 동안 전통 항체를 주도해온 선진국의 전략에 대응하는 새로운 바이오소재를 활용한 항체공학 분야 선도 전략을 구축하는 데 크게 기여할 것으로 평가받고 있다.



## 국내 항체공학 분야 선도하는 강소기업

### (주)중검

다양한 항체를 기반으로 질병의 원인(세균, 바이러스 등)을 진단하는 데 사용되는 혈청 및 키트를 생산하는 중검은 낙타에서 유래된 단일도메인항체의 활용을 통해 국내 항체공학 분야를 선도하는 굴지의 강소기업이다. 중검은 최근 하나의 키트로 하나의 질병 원인을 진단하는 것이 아니라 다양한 원인 물질을 진단하거나 여러 종류의 질병을 한번에 진단해 낼 수 있는 단일도메인항체 기반 고집적 질병 진단 키트 개발을 목표로 연구에 매진하고 있다.



### 산업적으로 활용할 수 있는 기반 확보

단일도메인항체의 특성상 실험동물로는 다소 특이한 낙타를 대상으로 한 실험이 필요했기 때문에 이에 따른 여러 가지 어려움이 존재했다. 일단 국내에서 낙타 수급이 불가능하므로 기본적으로 장기간 해외 원정 실험이 필요했다. 이와 관련해 몽골과 타지키스탄을 비롯한 사막 국가에서 그 나라 다부처 간 협력을 통한 통관 절차 확보, 현지 문화의 생소함, 실험동물인 낙타 자체에 대한 이해 과정 등 모두 도전적인 모험이었다.

이러한 어려움을 극복하고 중검은 '활성 기반 항체 선별을 위한 항체집합체 기술 개발' R&D 프로젝트를 통해 광범위한 항체집합체를 구축함에 있어 보다 효과적이고 효율적으로 활성기반 항체를 선별할 수 있는 기술을 확립했다. 또한 목표한 항체집합체 다양성보다 광범위한 항체집합체 크기를 확인했고, 이를 통해 다양한 단일도메인항체를 선별할 수 있었다. 더불어 세균, 바이러스 및 독소에 대한 단일도메인항체 선별을 통해 해당 기술이 다양한 항원에 효과적으로 적용될 수 있음을 확인했다. 특히 단일도메인항체는 전통 항체의 다양한 한계성을 극복할 수 있어 고가의 인체 질환 치료제뿐만 아니라 식품, 환경, 농축수산 등 전방위 바이오산업체에 활용할 수 있는 파급력이 매우 높은 첨단 바이오소재이므로, 이를 산업적으로 활용할 수 있는 기반을 확보했다는 평가를 받고 있다.



INDUSTRIAL  
TECHNOLOGY  
AWARDS

이달의  
산업기술상

## 신기술 부문 산업통상자원부 장관상

철강산업 질적 경쟁시대의 선도적 기술을 이끈다  
(주)포스코

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 신기술 부문은 최근 최종 평가를 받은 R&D 과제 중에서 혁신성이 높은 기술 또는 해당 기간 성과물이 탁월한 기술을 뽑는다. 포스코가 '신합금철 제조(e-FERA) 기술 개발' 연구과제를 통해 에너지 다소비 공정인 FeMn 합금철 제조 공정의 전력, 탄소 소모량을 저감할 수 있는 신개념 제조 공정을 개발하고 엔지니어링 기술을 확보했다. 이렇듯 세계 최초로 예비환원 공정을 물리적으로 분리함과 동시에 밀폐형 전기로와 결합한 FeMn 합금철 제조 기술을 개발한 성과를 인정받아 영예의 장관상에 선정됐다.



# 철강산업 질적 경쟁시대의 선도적 기술을 이끈다

친환경 및 에너지 절감이 산업계의 화두로 부상하면서 친환경 사업전략 마련과 이를 기초로 한 포트폴리오 재편 등의 움직임이 산업계 전반에서 가속화되고 있다. 특히 우리나라의 주요 수출 품목이자 대표적인 기간산업인 철강업계의 노력은 더욱 뜨겁다. 이런 가운데 (주)포스코 기술연구원이 기존의 '반밀폐형 전기로 단독 공정'으로 이뤄지던 FeMn 합금철 제조공정을 세계 최초로 '에비 환원·밀폐형 전기로 복합 공정'을 통해 친환경·저원가로 제조할 수 있는 '신합금철 제조 (e-FERA) 기술' 개발에 성공해 주목을 받고 있다.

취재 조범진 사진 이승재

## 최주 [(주)포스코 기술연구원 기술연구원장(전무)]

사업명	산업원천기술개발사업
연구과제명	신합금철 제조(e-FERA) 기술 개발
제품명	합금철 전기로 플랜트
개발기간	2009. 6 ~ 2016. 9 (88개월)
총정부출연금	6,625백만 원
개발기관	(주)포스코 / 경상북도 포항시 남구 동해안로6261 054-220-0224 / www.posco.co.kr
참여연구진	김용하, 박재현, 박정호, 박종길, 신동훈, 이상동, 이중의, 장병록, 정용석, 조해창



## 8년간의 신제조 공법 개발 마침내 결실

FeMn은 제철공정에서 가장 많이 사용하는 합금철이다. 최근 기계적 성질이 우수한 철강제품의 수요가 증가함에 따라 합금철류의 사용량은 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 고망간(Mn)강 개발에 따라 Mn 합금철의 수요가 급증할 것으로 전망된다.

반면 FeMn을 제조하기 위한 원료 광석은 품위가 점차 열위해지는 가운데 가격은 증가세이며, 광석 서플라이어(Supplier)가 막강한 시장지배력을 가진 상황에서 저품위 원료 사용 기술의 확보가 필요하게 됐다.

이에 따라 포스코는 에너지 다소비의 제조 공정 특성상 원가 절감에 대한 요구 및 철강업 대비 2배에 달하는 이산화탄소 발생량 저감에 대한 필요성에 대응해 친환경 저원가 신제조 공법 개발에 적극 나서게 됐고, 8년여의 연구개발 끝에 마침내 이번 기술 개발에 성공하게 된 것이다.

사실 포스코의 이산화탄소 저감 노력은 10여 년 전부터 시작됐다. 국내는 물론이고 전 세계 업계에서 포스코가 Green Steel 철강사로 인식되고 있는 것도 이와 무관치 않다.

포스코 기술의 대명사인 파이넥스를 비롯해 스트립캐스팅, 소결광 현열회수 및 예비환원, 암모니아를 활용한 고로에서 부산물로 발생된 가스인 BFG(Blast Furnace Gas) 중 이산화탄소를 흡수 분리하는 기술 및 코크스로에서 석탄 건류 시 발생하는 가스인 COG(Coke Oven Gas)를 이용해 대량의 수소를 생산해내는 기술 모두 2005년 교토 의정서가 발표된 이후 끊임없이 펼쳐온 포스코의 이산화탄소 저감 노력의 결과이자 이번 신합금철 제조(e-FERA) 기술 개발 성공의 밑거름이라 말할 수 있다.

### How to

10여 년 전부터 시작된 친환경 제품 및 공정 개발 노력과 그 과정에서 축적된 각종 이산화탄소 저감 기술력 및 '내가 하면, 우리가 할 수 있고, 해낼 수 있다(Yes, I Do, Yes, We Can, Yes We Did)'는 자신감과 POSCO the Great와 합금철 기술 선도 국가 이미지를 각인시키기 위한 사명감이 하나로 뭉쳐 기술 개발의 성공을 이끌어 냈다.

## 신합금철 제조(e-FERA) 기술 개발

## 세계 최초 예비환원·밀폐형 전기로 제조 공정 개발

기존 FeMn 제조 공법은 단일 전기로 내부에 망간 광석을 적층한 후 예비환원-용융환원을 거쳐 제품을 만드는 반면, 본 연구과제를 통해 개발된 기술은 예비환원로를 별도로 설치해 예비환원-용융환원 공정을 물리적으로 분리했다는 점이 가장 큰 특징이다.

또한 전기로에서 발생된 배가스를 예비환원로의 열원 및 환원가스로 재활용했으며, 상용 전기로에서 오는 달리 설비의 완전 밀폐화를 통해 배가스 이용 효율을 극대화했고, 예비환원로의 온도 및 가스 농도 제어를 위해 무화염 연소 기술을 적용해 일반 버너 대비 질소산화물 발생량을 63% 줄였다.

이와 관련해 최주 기술연구원장은 "본 기술 개발을 위해 2ton/day급의 파일럿 설비를 포스코 광양연구소에 설치했으며, 총 47시간을 조업해 설비 개선 및 운전 기술을 확보했다"며 "그 결과 FeMn 합금철 메이커 중 세계 최고 수준의 기술을 보유한 노르웨이에 라메트의 전력 및 탄소원 단위를 추월함으로써 기술의 진보성을 입증했으며, 기존 FeMn 제조 공법 대비 전력 소모 12%, 탄소 소모 22%, 총 이산화탄소 발생량을 19% 줄였다"고 말했다.

아울러 기술연구원은 "파일럿 설비를 운전하면서 축적된 노하우 및 설비 개선점을 반영해 상용 스케일의 설비를 설계했으며, 국내외 합금철 플랜트에 판매하고 있다"고 밝혔다.

## 국내외 플랜트 적용 사업화 가능, 매출 확대 긍정적

한편 이번 기술 개발 파급효과 역시 매우 클 것으로 기대되고 있다. 이에 대해 포스코 기술연구원 측은 "우선 과학기술적 측면에서의 파급효과를 보면, 국내 합금철 메이커의 경우 기초연구 인프라가 부족해 해외 자료에 의존하거나 경험적 조업 데이터에 의해 기술 개발을 진행해 왔으며, 공식적인 학회나 기술교류회가 없는 관계로 기술의 질적



최주 (주)포스코  
기술연구원  
기술연구원장

한계가 있었던 반면 본 과제는 체계적인 시스템 아래 과제 기획부터 완료까지 8년여에 걸쳐 연구가 진행된 대규모 컨소시엄 합금철 기술 개발 과제라는 점에서 의미가 있다”며 “분야별로 대학, 설비회사, 생산회사의 전문가가 기술 개발을 진행했고, 과제에 직간접으로 참여한 연구원 수가 100명이 넘으며 논



## FeMn

페로망가니즈

(Ferromanganese).

철과 망간의 합금으로

제강 과정 중 환원제

역할을 함과 동시에

불순물을 제거하는

필수요소이며 탄소

함유량에 따라 고탄소,

중탄소, 저탄소 페로망간

등으로 구별된다.

문 발표 37건(국외 15건, SCI 8건), 특허출원 10건(등록 6건) 등의 성과로 기술력을 입증했다. 그 결과 합금철 메이커가 끊임없이 고민해야 하는 제조원가 절감 및 이산화탄소 저감 부분에서 솔루션을 제공할 수 있었던 것은 물론 FeMn뿐만 아니라 니켈(Ni), 몰리브덴(Mo) 등 기타 합금철로 기술을 확대 적용할 수 있게 됐다”고 설명했다.

더불어 경제사회적 측면에서의 파급효과와 관련해 “본 과제를 통해 개발된 기술이 Asia Minerals Limited Malaysia 사의 합금철 플랜트 건설에 적용돼 해외 시장에서도 그 기술력을 인정받았으며, 국내에서도 (주)LS니코 밀폐형 전기로, (주)서원 동합금 폐기물 용융로에 공급하게 돼 개발 제품의 매출액(720억 원)이 총 연구비(132억 원) 대비 5배가 넘는 성과를 창출했다”며 “현재 해외 합금철 플랜트 건설 협상이 추가로 진행되고 있어 매출은 계속 늘어날 것으로 전망된다. 또한 본 과제에 참여한 교수진은 권위 있는 학회에 논문을 발표함으로써 각종 합금철 메이커 및 대학 연구기관 등에서 기술자문 요청을 받고 있으며, 합금철 기술을 선도하는 국가로서의 이미지를 각인시키는 효과도 가져오고 있다”고 덧붙였다.



임영목  
한국산업기술평가관리원 금속재료 PD

### 전문가 코멘트

“(주)포스코가 기존의 세계 최고 FeMn 합금철 제조 기술(아라메트사) 대비 전력 및 탄소소모를 획기적으로 저감하고 CO<sub>2</sub> 배출량을 감소시킬 수 있는 밀폐형 전기로 합금철 제조 기술을 개발했다. 이러한 세계 최고 수준의 친환경 설비 및 엔지니어링 기술을 바탕으로 합금철 플랜트 건설 수주 등 700억 원 이상의 국내의 매출을 달성했다. 앞으로도 FeMn 합금철 및 고망간강의 생산성 효율화를 통해 관련 제품의 수요 확대에도 영향을 줄 수 있을 것으로 기대된다.”

더 나은 내일을 위한 동행,  
이제 신한은행과 함께 하세요

전용  
대출

기술사업화  
컨설팅

금융  
프로그램  
(법률자문 서비스 등)

산업통상자원부와 신한은행이 함께하는

# R&D 수행 중소·중견기업 지원 프로그램 안내

신한은행은 산업통상자원부 R&D 자금 전담은행으로  
다음과 같은 지원 프로그램을 운영하고 있습니다.

## R&D 사업화자금 전용 대출

R&D 수행 중소·중견기업을 위해 대출을 시행하고 있습니다.  
(신한 산업기술 우수기업 대출)

## 기술사업화 컨설팅

기술사업화 컨설팅 제공을 통해 기업의 성공을 지원합니다.

## 신한은행 대표 금융프로그램 (법률자문 서비스 등)

지역변호사회 연결을 통한 법률자문 서비스 등 기업에게  
꼭 필요한 다양한 프로그램을 제공합니다.

- 신청대상 산업통상자원부 선정 R&D 과제 수행 중소·중견기업
- 신청방법 신한은행 기관고객1본부 산업통상자원부 R&D 자금전담은행 담당자 전화 ☎ 02-2151-5581)

※금융기관 신용관리대상자 등 여신부적격자에 대하여 대출이 제한될 수 있습니다.



INDUSTRIAL  
TECHNOLOGY  
AWARDS

이달의  
산업기술상

## 사업화 기술 부문 산업통상자원부 장관상

인류 건강과 핵의학산업 발전을 선도하다  
(주)듀켄바이오

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 사업화 기술 부문은 종료 후 5년 이내 과제 중 매출·수출 신장, 고용 확대 등의 사업화 성과 창출에 크게 기여한 기술을 시상한다. 듀켄바이오가 '난치 및 퇴행성 질환의 조기 진단을 위한 영상진단 기술 개발' 연구과제를 통해 파킨슨병, 뇌종양, 신경내분비종양 등의 진단을 위한 PET·CT용 방사성의약품(FP-CIT, F-Dopa)을 개발했다. 이를 통해 현재 매출이 지속적으로 상승하는 가운데 해외 수출 계약 및 향후 매출 성장 등 사업화 성과가 가시화함에 따라 영예의 장관상을 수상했다.



# 인류 건강과 핵의학산업 발전을 선도하다

고령화사회에서 고령사회로 접어들면서 노인성 질환의 발병률이 나날이 높아지고 있다. 특히 심각한 노인 질환인 파킨슨병과 알츠하이머의 경우에는 그 증가세가 더욱 뚜렷하게 나타나지만 이에 대한 의료계의 대응은 그 속도를 따라가지 못하고 있는 실정이다. 이런 가운데 국내 최고의 방사성의약품 전문기업인 ㈜듀켄바이오가 파킨슨병과 알츠하이머 치매 등을 정확하게 조기 진단할 수 있는 새로운 영상 진단 기술 개발에 성공해 관련 질환을 앓고 있는 환자들에게 큰 희망을 안겨주고 있다.

취재 조범진 사진 서범세

## 김종우 [㈜듀켄바이오 대표이사]

사업명	FP-CIT/F-Dopa의 국내외 사업
연구과제명	난치 및 퇴행성 질환의 조기 진단을 위한 새로운 영상 진단 기술 개발 '한-스페인 국제 공동 연구'
제품명	파킨슨병진단방사성의약품(FP-CIT), 뇌종양등진단방사성의약품(F-Dopa)
개발기간	2013. 11 ~ 2016. 10 (36개월)
총정부출연금	675백만 원
개발기관	㈜듀켄바이오 서울특별시 서대문구 경기대로47(충정로2가 190-3) 4층 02-332-4868 / www.duchembio.com
참여연구진	김종우, 장승호, 조국현(이상 ㈜듀켄바이오), 문대혁, 오승준, 이상주(이상 서울아산병원)



## 핵의학 강국 위상 드높이는 선도적 역할 특출

‘예방’과 ‘치료’라는 두 마리 토끼를 잡기 위한 의료계의 연구개발 노력은 끊임없이 이어지고 있다. 그리고 이러한 노력에 가장 필수불가결한 것은 질병의 정확한 발병 원인과 진단이다.

이런 측면에서 암 및 노인성 질환 진단 약품을 개발·공급해 국민 복지 향상에 기여한다는 사명감을 지닌 듀켄바이오의 사례는 국내는 물론이고 세계적으로 우리의 기술로 미래 P4 의료시대를 선도하는 데 있어 관련 질환 치료제 개발에 원동력이 될 것으로 기대되고 있다.

이에 김종우 대표는 “우리나라의 경우 PET(Positron Emission Tomography·양전자단층촬영) 인프라가 세계 5위권이며, PET를 사용해 난치성 질환 및 심각한 노인 질환인 파킨슨병과 알츠하이머 치매 등을 진단하는 데 반드시 필요한 방사성의약품 개발 및 제조·공급에 있어 세계적인 기술력을 보유하고 있다”면서 “이번 기술 개발 성공은 독일과 일본을 제치고 세계 2위의 핵의학 연구국이자 강국인 대한민국의 위상을 더욱 공고히 하는 것은 물론 글로벌 시장에서 강력한 경쟁력을 구축하는 데 큰 역할을 할 것으로 기대된다”고 말했다.

특히 김 대표는 “이번 과제의 경우 국제공동 개발사업이어서 기술 개발 후 해외에 기술 이전을 기획하는 등 듀켄바이오가 글로벌 기업으로 급성장하는 것은 물론 세계 시장 진출 확대에 큰 원동력이 됐다”고 밝혔다.

## 세계 최초 방사성의약품 신약 개발, 상용화 이끌어

듀켄바이오의 이번 기술 개발 성공에 있어 가장 주목해야 할 부분이 있다면 그것은 국내외 경쟁 기술과의 비교우위성이다.

우선 파킨슨병의 진단을 위한 PET·CT용 방사성의약품인 FP-CIT와 관련해 김 대표는 “제조에 사용

## Howto

시장이 열린지 10년 정도에 불과한 방사성의약품 시장의 성장 가능성과 방사성의약품 글로벌 플랫폼으로서의 역할을 통해 축적된 시장 흐름의 뛰어난 예측성, 우수한 기술 경쟁력, 완벽한 제조 인프라가 ‘세계 최초 개발’이라는 수식어가 붙는 듀켄바이오만의 새로운 영상 진단 기술 개발 성공으로 이어졌다.

## 난치 및 퇴행성 질환의 조기 진단을 위한 새로운 영상 진단 기술 개발

되는 방사성 동위원소 특성상 반감기가 존재하는 방사성의약품은 높은 제조수율 및 제조 안정성 확보가 방사성의약품 신약에 대한 상업화·산업화·세계화의 가장 중요한 요소로 인식된다”면서 “이번 기술 개발 성공의 우수성은 세계 최초로 개발된 국내 18F-FP-CIT 신약에 대한 제조 기술을 상업화할 수 있는 생산 기술을 확보함으로써 세계 시장 진출이 가능하도록 개발했다는 점과 사업화가 어려웠던 기존 제조 기술 대비 10% 향상된 제조수율 및 50% 이상 향상된 제조 안정성 획득을 통한 신규 특허 기술을 출원·등록했다는 데 있다”고 설명했다.

또한 김 대표는 “무엇보다도 가장 큰 장점은 HPLC(고성능 액체 크로마토그래피)를 사용하지 않고, 단순히 고체상 추출 카트리지를 사용한 듀켄의 18F-FP-CIT 정제 기술이 높은 제조수율 및 제조 안정성은 물론 간편 정제 기술까지 확보한 세계 최초의 기술이라는 점”이라면서 “이는 국내 방사성의약품 기술의 우수성을 알리는 일임과 동시에 해외 수출 추진에 가속 페달 역할을 할 것으로 판단된다”고 강조했다.

아울러 뇌종양 및 신경내분비종양, 갈색세포종 및 크롬친화세포종 등의 진단을 위해 사용되는 방사성의약품인 F-Dopa와 관련해서는 “18F-FDOPA에 대한 중성 후 안정화 제조 기술 역시 듀켄바이오가 세계 최초로 개발한 기술이다. 이 기술은 18F-FDOPA 제조 후 중성의 산성도(pH)에서 장기간 보존이 가능해 주사 전 중화가 필요 없어 실제 병원에서 임상 적용 시 사용 편리성을 획기적으로 향상시켰을 뿐만 아니라 산성 주사액의 잘못된 주사방지도 큰 기여를 할 수 있다. 또한 기존 기술 대비 10%에 불과한 비용으로 동일한 18F-FDOPA를 제조할 수 있고, 거기다 100%의 광학적 순도를 나타내는 유일한 기술이라는 점에서 국내외 여타 경쟁 기술과 비교해 엄청난 경쟁력을 갖고 있다”고 덧붙였다.



김종우 ㈜듀켄바이오 대표이사

## 국내외 시장 빠르게 선점, 글로벌 기업 바짝 다가서

이렇듯 차별화되고 뛰어난 기술 경쟁력은 곧바로 사업화 성과로 이어져 글로벌 기업을 향한 듀켄바이오의 발걸음에 속도를 더해주고 있다.

김 대표는 “FP-CIT의 경우 18F-FP-CIT 제조 기술에 적용돼 사업화가 진행됐으며, 2015년 서울아산병원으로부터 기술 이전 후 1년 반 동안 투입된 과제 전체 연구비 대비 360% 이상의 매출을 달성한 이후 지금도 지속적인 매출 신장이 이뤄지고 있다”고 밝혔다.

그리고 “현재 미국, 캐나다, 유럽, 영국, 중국, 대만, 호주, 뉴질랜드, 필리핀, 남아프리카공화국 등의 다국적 제약사들과 FP-CIT 라이선스 아웃에 대한 협의를 지난 1년여 동안 진행했다. 올해 6월 3개국과의 계



## HPLC

High Performance Liquid Chromatography(고성능 액체 크로마토그래피)의 약자. 용액 중의 유기화합물을 성분별로 분리해 함유량을 측정하는 기기.

약을 시작으로 하반기 3개국, 2018년에는 나머지 국가와 수출계약이 체결될 것으로 전망되며, 총 계약 규모는 향후 10여 년간 1500억~2000억 원으로 예상하고 있다”고 말했다.

더불어 그는 “F-Dopa의 경우 현재 당사가 보유하고 있는 기술을 적용해 18F-FDOPA의 품목허가를 하반기 취득할 예정이며, 각 병원에 공급할 경우 국내 최초로 뇌종양 및 신경내분비 종양 특이적 진단용 방사성의약품의 상업적 공급이 시작될 것으로 전망된다. 이에 따라 매출 향상이 기대되며 FP-CIT 기술의 해외 수출 사례와 비슷하게 F-Dopa의 ‘중성 후 안정화 기술’을 하반기 세계 시장에 소개해 내년에는 또 다른 해외 수출 사례 발표와 함께 매출 신장과 시장 확대를 적극 모색할 것”이라고 밝혔다.

끝으로 앞으로의 계획 및 목표에 대해 김 대표는 “지금까지는 듀켄바이오가 국내 시장을 선도하는 플랫폼 역할을 하는 것이 목표였다면 앞으로는 우리나라를 비롯해 중국, 일본, 대만 등의 동북아시아와 필리핀 등 동남아시아 모두를 아우르는 명실상부한 글로벌 기업을 목표로 더욱 노력할 것”이라고 말했다.



이상호 한국산업기술평가관리원 바이오의약 PD

## 전문가 코멘트

“㈜듀켄바이오는 18F-FP-CIT(파킨슨)와 18F-FDOPA(뇌종양&신경내분비종양) 등 2종의 방사성의약품의 원천 기술을 도입해 산업용으로 개량한 후 품목허가를 취득했다. 특히 상용화의 걸림돌이던 기술적 요소를 극복할 수 있는 기술과 제품을 개발함으로써 향후 뇌질환 분야의 영상진단에 있어 획기적인 기술적 우위를 확보한 것으로 평가받고 있다. 따라서 이러한 특화된 제조 기술력과 상용화 생산능력은 향후 PET·CT용 방사성의약품의 글로벌 시장에서 매우 높은 경쟁력을 보여줄 것으로 기대된다.”

# 정리하기 빠듯했던 연구비관리가 시스템으로 바뀐다고?

서류 정리로 빠듯했던 과거는 안녕!

연구비관리의 **新** 패러다임

우리  연구비관리시스템  
**RDMS**

「우리RDMS」는 연구비 오·유용방지 및 사업관리 효율성 증대를 위해 우리은행이 개발한 연구비관리시스템으로 예산 교부부터 정산 종료까지 연구비관리 전영역 시스템 관리지원 제공

\*RDMS : Reserch and Development Management System의 약자

## 투명성



“연구비는 눈먼 돈?”

우리은행/우리카드/국세청 연동으로

**사용내역 실시간 모니터링과 증빙자료 검증**

## 편의성



“감사·정산시즌 야근은 필수?”

사업/과제/재원/집행/참여자 등 다양한

**정보 연계 제공으로 수검·정산 Data 준비 지원**

## 자동화·효율성



“예산은 증가해도 일손은 그대로?”

**운영기관 사업계획에 맞게 관리지원**

# Innovation Bank of Korea

## 나는 새롭다

은행을 벗어나자  
금융이 있어야 할 곳은 고객의 옆이다

당신을 이롭게 금융을 혁신하다  
Innovation Bank of Korea



IBK캐피탈 IBK투자증권 IBK연금보험 IBK자산운용 IBK저축은행 IBK시스템 IBK신용정보



참! 좋은 은행

IBK 기업은행

## ▶ December

산업통상자원부 연구개발 과제 중 최근  
성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.  
바이오·의료 3개로 총 3개의 신기술이 나왔다.

# 이달의 새로 나온 기술

### 바이오·의료

- 의자 결합 가능한 헬스케어 기능 검용 모듈형 착석보조시스템
- 간암 조기 진단, 소라페닙 반응 예측 및 경동맥 화학색전술 예후 진단을 위한 다중 마커 검지 플랫폼
- 선진 시장 진출형 혁신 작물보호제 기술

# 의자 결합 가능한 헬스케어 기능 겸용 모듈형 착석보조시스템

이달의 새로 나온 기술 바이오·의료 부문

(주)맨엔텔\_국민안전증진기술개발사업

## 기술의 의의

시트와 옆구리에 무게센서가 장착돼 장애인의 자세 정보를 블루투스 통신을 이용해 보호자 휴대폰으로 전달하는 스마트 착석보조시스템을 개발함.

## 기술내용

장애인과 척추 손상 환자, 근골격계가 퇴화된 고령자가 좀 더 편리하게 의자에 앉아 있을 수 있는 착석보조장치의 개발이 필요함. 사용자가 잘못된 자세로 장시간 앉아 있는 것을 예방하기 위해 사용자의 자세를 모니터링하고 자세 교정이 필요한 시점에 상황을 알려주는 등의 지능형 헬스케어 기술이 필요함. 또한 장애인의 자세 유지에 편리성을 제공하고 고령자의 근골격계 변형을 예방해야 함. 더불어 일반인의 자세를 바르게 유지시켜 체간의 교정에 도

움을 줄 수 있고 착석 자세의 상태를 감지할 수 있는 헬스케어 기능을 포함하며, 다양한 환경 변화에 대응이 가능한 결합 구조 시스템을 갖춘 착석보조장치의 개발이 필요함. 이러한 상황에서 본 연구과제를 통해 개발한 스마트 착석보조시스템은 자세 정보를 인식해 휴대폰으로 정보를 전송하며 알람을 통해 현재의 자세 정보를 실시간으로 알려줘 올바른 자세 정보를 유지시킴. 또한 게임과 연동해 자세 훈련을 할 수 있는 스마트 착석보조시스템을 상품화하면 장애인 및 자세 교정에 좋은 상품

으로 국내 수요 및 수출에 크게 기여할 수 있음.

## 적용분야

» 뇌병변 및 지체장애인용 자세보조용구(착석보조시스템).

## 향후계획

» 본 연구과제의 개발 완료 후 2017년 9월 국민건강보험공단의 자세보조용 보장구 등록 완료, 스마트 착석보조시스템의 상용화를 통한 2018년 회사 매출 기여(맞춤형 주문 생산).

## 연구개발기관

» (주)맨엔텔 /  
054-444-2377 /  
www.manntel.com

## 참여연구진

» (주)맨엔텔 이동성, 배영곤, 광창환, 중원대 배태수, 이지연, 박상혁, 씨앤디 서병윤, 이민아 외



훈련 게임 휴대폰 앱 화면

착석자세 상태 정보 화면



개념도(개발 단계)



동적 안정성 시험



자세보조용구  
건강보험공단 등록 제품

# 간암 조기 진단, 소라페닙 반응 예측 및 경동맥 화학색전술 예후 진단을 위한 다중 마커 검지 플랫폼

이달의 새로 나온 기술 바이오 · 의료 부문

서울대병원\_바이오산업핵심기술개발사업

## 기술의 의의

간암을 조기에 진단할 수 있는 정확도 80% 이상의 새로운 진단방법을 개발함으로써 국내외 시장을 선점할 수 있는 초석을 마련함.

## 기술내용

간암은 우리나라를 포함한 아시아권에서는 암발생대비사망률 2위이고 2012년 보건복지통계연보에 의하면 국내에서 간암은 5번째로 흔한 암이며 사망률은 폐암에 이어 2번째 (10만 명당 21.8명)를 차지함. 특히 경제 활동이 왕성한 30~50대에 간암 사망률이 높아 손실 소득액은 2조 531억 원으로 암 중에 1위임. 우리나라 전체 간암 환자의 대다수는 병기가 진행된 후 발견돼 조기에 진단할 수 있는 새로운 방법이 필요하지만 국가암정보센터에서 권고한 알파-태아단백에 의한 조기 진단 검사는 민감도와 특이도가 낮아 조기에 간암 환자를 선별해 완치가 가능(근치적 치료대상)한 비율은 전체 간암 환자의 20% 미만으로 이를 대체할 새로운 간암 조기 진단 방법이 필요함. 최근 근치적 치료가 불가능한 말기 간암 환자를 대상으로 사용되는 경구용 항암 표적치료제인 소라페닙이 진행성 간암의 초기 치료로 인정됨. 하지만 소라페닙의 경우 가격 대비 종양 크기가 감소하는 비율이 3.3%

에 불과하고 생존 기간의 증대가 2~3개월에 머물러 국가 재정 낭비와 환자의 불편을 초래하고 있어 신뢰도 높은 반응 예측 검사가 절실함. 더불어 우리나라의 경우 중간 병기, 진행성 병기를 통틀어 경동맥 화학색전술로 치료를 받는 환자가 대부분으로 치료 전 반응을 예측하는 검사가 필요함. 경동맥 화학색전술의 경우 불응성임에도 불구하고 불필요한 반복적 시술로 이후 다발성 또는 침윤성 간암의 형태로 변하면서 예후가 불량해지는 등 다양한 임상 양상을 보임. 따라서 경동맥 화학색전술의 치료 예후를 예측할 수 있는 신뢰도 높은 검사가 절실함. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 질량분석기 기반 다중반응검지법을 이용해 최소 침습 시료인 혈액에서 간암 조기 진단법, 소라페닙 반응 예측법 및

경동맥 화학색전술에 대한 예후 진단법을 확보함.

## 적용분야

» 국내외 만성 간경화 환자를 대상으로 한 간암 조기 진단 및 예후 진단 분야.

## 향후계획

» 다중반응검지법을 이용해 간암 조기 진단법, 소라페닙 반응 예측법 및 경동맥 화학색전술 예후 진단법을 상용화 · 사업화하기 위해 미국 식품의약국, 유럽 의약품청, 한국 식품의약품안전처에서 요구하는 임상(성능)시험에 따르는 진단적 · 분석적 성능 평가 자료를 마련해 신의료 기술로 등재를 추진 중임.

## 연구 개발기관

» 서울대병원/  
02-740-8073/  
<http://biolab.snu.ac.kr>

## 참여 연구진

» 서울대병원 김영수, 윤정환, 서울대 박태성, (주)진매트릭스홍선표 외



# 선진 시장 진출형 혁신 작물보호제 기술

이달의 새로 나온 기술 바이오·의료 부문

그린바이오연구조합\_바이오산업핵심기술개발사업

## 기술의 의의

신규 작물보호제 개발에 필요한 기술의 선진국과의 격차를 줄이며  
글로벌 시장 창출이 가능함.

### 기술내용

» 작물보호제(제초제, 살균제, 살충제)는 인류 생존에 필요한 식량자원과 에너지자원 확보를 위한 생산·관리 기술의 핵심 수단임. 2015년 작물보호제 전체 세계 시장은 575억 달러이고 2010년 이후로 연평균 4.1% 이상의 성장률을 기록하고 있으며, 곡물가격 급등과 바이오연료로 사용되는 식물바이오매스의 사용량 증가로 향후 지속적인 성장이 예상됨. 우리나라의 작물보호제 시장(원제+제품) 규모는 2014년 총 1조4200억 원이며, 매년 4000억 원 규모의 외국산 원제를 수입하고 있어 무역역조를 해결하고 국내 사업의 해외 시장 진출을 위한 원제의 기술 개발이 필요함. 작물보호제 산업은 고도의 지식기반 산업으로 일

정한 수준의 투자와 개발 노하우를 보유하면 지속적인 차별화, 독점적 사업이 가능한 고부가가치 산업임. 이에 본 연구과제에서 2개의 신물질 작물보호제를 조기에 글로벌 사업화해 국내 기업의 국제 경쟁력을 높이고 무역수지를 개선해 작물보호제산업의 국가 경쟁력을 제고하고자 추진함. 이를 통해 핵심 기술인 글로벌 생물활성 및 안전성 평가, 생산 공정 최적화를 실현해 글로벌 시제품을 확보함.

### 적용분야

» KNF1036은 스트로빌루린 계통의 고효성 광범위 살균제로, 글로벌 살균제 시장의 약 24%를 차지하고 있는 스트로빌루린계 시장에 진입할 수 있음. 우수한 살균활성 및 작물 안전성, 식물의 기온 스트레스 극복을 통한 증수 효과 등의 특징으로 기존 스트로빌

루린계 선도물질과의 경쟁이 가능함. DCC-3825는 Uracil 계통의 PPO (Protoporphyrinogen Oxidase) 저해 작용기작을 갖는 신규 제초제로 화분과 및 광엽 잡초에 탁월한 효과를 보임. 글로벌 제초제 시장의 약 27%를 차지하고 있는 비선택성 제초제 시장에 진입할 수 있음. 저항성 잡초 방제 효과 우수, 인체 및 환경에 안전, 빠른 약효 발현 등의 특징으로 기존 선도물질인 Glyphosate와의 경쟁이 가능함. 작물보호제 국내 총 수요의 93.8%를 차지하는 수입 원제 중 살균제 및 제초제 분야를 일부 대체할 수 있음.

### 향후계획

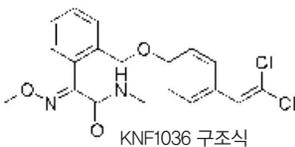
» 본 과제의 결과물은 신규 작물보호제의 글로벌 등록을 위해 직간접적으로 활용. 기술 개발 경험의 확산을 통한 국가 경쟁력 향상 및 후속 신규 물질 개발 시 축적된 기술력을 적용할 예정임.

### 연구개발기관

» 그린바이오연구조합 / 02-775-7128 / www.gbna.or.kr  
(주)팜한농 / 02-3159-5500  
www.farmhannong.com  
(주)경농 / 02-3488-5800 / www.knco.co.kr

### 참여 연구진

» (주)팜한농 채명윤, (주)경농 김주경, 파미셀(주) 김성년, 한국화학연구원 연구환, 고영관, 그린바이오연구조합 김순민, 정기성 외



DCC-3825 효과 검증사진

# 이달의 사업화 성공 기술

산업통상자원부 연구개발 과제를 수행해  
종료한 후 5년 이내 사업화에 성공한  
기술을 소개한다. 사업화 성공 기술은  
개발된 기술을 향상시켜 제품의  
개발·생산 및 판매, 기술 이전 등으로  
매출을 발생시키거나 비용을 절감해  
경제적 성과를 창출한 기술을 말한다.  
기계·소재 1개로 총 1개의  
사업화 성공 기술이 나왔다.

기계·소재

■ 항공용 Smart Type MFD 시스템

# 항공용 Smart Type MFD 시스템

이달의 사업화 성공 기술 기계·소재 부문

LIG넥스원(주)\_항공우주부품기술개발사업

## 기술의 핵심

군용 항공기 운용 조건을 고려한 LCD 모듈 견고화 기술의 개발과 RTOS를 적용한 임베디스 시스템용 그래픽 솔루션 개발.

### 기술내용

기존에는 군용·민간 항공기에서 사용되는 디스플레이 장비인 다기능 시현기를 전량 수입에 의존했음. 따라서 독자적인 성능 개량이 어렵고 고장 시 해외 원제작사에서 수리해야 해 유지보수 비용이 많이 소요됐음. 본 사업에서는 다기능 시현기 개발에 필요한 핵심 기술을 국내 독자적으로 확보하고 향후 사업에서 요구되는 성능을 고려해 디스플레이 사이즈에 따라 5개의 크기(5.0, 6.4, 8.4, 10.4, 12.1인치)로 제품 계열화를 추진함. 더불어 장비 자체적으로 심벌(그래픽스)을 생성할 수 있는 기능 보유 여하에 따라 Dumb Type 과 Smart Type으로 하드웨어 및 소

프트웨어 플랫폼을 설정해 개발을 진행함.

### 사업화 내용

본 사업을 통해 확보한 항공기용 LCD 모듈의 견고화 설계 기술, NMS (Night Vision Imaging System) 호환 설계 기술, 휴먼 인터페이스를 고려한 베젤 패널 설계 기술, RTOS(Real Time Operating System) 기반 임베디드 시스템용 소프트웨어 설계 기술을 기반으로 다양한 분야의 개발 제안에 활용했음. 그중에서 사업화에 성공한 것으로 양산 규모 약 320억 원의 한국형 기동헬기에 소요되는 8.4인치 Dumb Type 다기능 시현기 개발의 기반이 됐으며, KF-16 시

뮐레이터에 소요되는 5.4인치 정방향 다기능 시현기의 경우 본 사업을 통해 개발된 기술을 활용해 개발·양산, 약 8억 원의 성과를 달성했음. 항공기용 디스플레이의 국내 및 해외 수출 시장 규모는 2030년까지 1000억 원 이상으로 예상됨에 따라 국내 사업을 통해 확보한 기술력과 대외 인지도를 기반으로 단계적인 사업화를 추진할 예정임.

### 사업화시 문제및해결

KF-16 시뮬레이터용 MFD 개발 시 요구조건이 항공기에 탑재된 것과 동일하게 만드는 것이었으나 장비에 대한 규격서나 외형에 대한 도면 등 세부적인 기술 자료가 없어 사업 초기부터 개발에 어려움이 발생했음. 따라서 장비를 사용하는 실무 부대에 협조를 요청, 부대를 직접 방문해 기술 자료를 제한적으로 열람하고, 가장 착된 장비의 실물 크기를 측정 후 개발을 진행했음. 제작 후 일부 설계 변경이 있었으나 소요군 운용 평가에서 매우 만족스러운 평가를 받았음.

### 연구 개발기관

LIG넥스원(주) /  
031-8026-7683 /  
www.lignex1.com  
(주)사이언 / 042-863-1171 /  
www.psiondsp.com

### 참여 연구진

LIG넥스원(주) 김정열, 이석규, 윤지용, 온새움,  
(주)사이언 유창한, 김종배 외



# 상시 성과 입력 시스템 및 지식재산권 연구개발과제 정보 입력 안내

## 상시 성과 입력 시스템

한국산업기술평가관리원(KEIT)에서는  
국가 R&D 조사 · 분석 · 평가를 위해  
매년 1회 실시하던 조사 입력을 수행기관에서  
상시로 입력할 수 있도록  
상시 성과 입력 시스템을 운영 중이오니  
많은 활용 부탁드립니다.



## 지식재산권 연구개발과제 정보 입력

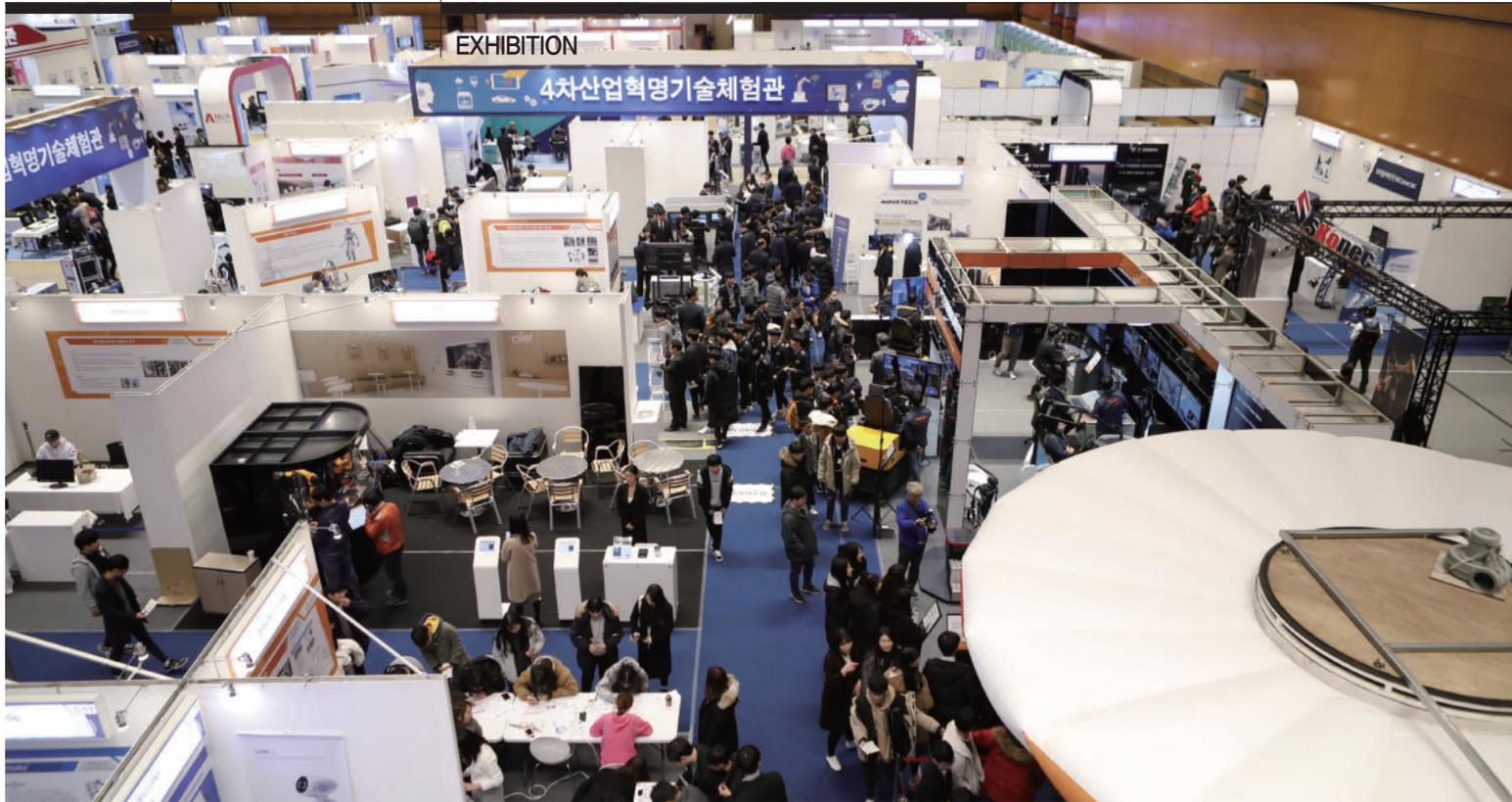
KEIT에서 지원한 국가 R&D 사업을 통해  
지식재산권(특허 등)을 출원 · 등록하는 경우  
연구개발과제 정보를 반드시 기재해야 함을  
안내드립니다.

출원 · 등록서에 기재하는 연구개발과제 정보는  
하단의 표기 방법을 참고하시기 바랍니다.

- |            |                             |
|------------|-----------------------------|
| * 과제고유번호   | 신청 시 부여받은 사업계획서 상의 과제번호 8자리 |
| * 부처명      | 산업통상자원부                     |
| * 연구관리전문기관 | 한국산업기술평가관리원                 |
| * 연구사업명    | 협약서에 명기된 사업명칭(○○○○기술개발사업)   |
| * 연구과제명    | 협약서에 명기된 과제명                |
| * 기여율      | 특허 성과에 대한 지원사업의 기여율         |
| * 주관기관     | 협약서에 명기된 주관기관               |
| * 연구기간     | 협약서에 명기된 총 수행기간             |



더불어 지식재산권 출원 · 등록은 수행기관 명의로 해야 하며  
그렇지 않은 경우 관련 규정에 의거, 1년간 국가 R&D 참여 제한을  
받을 수 있습니다. 다만, 개인사업자의 경우에 한해 대표자 명의 가능



## ‘2017 대한민국 산업기술 R&D대전’ 리뷰 4차 산업혁명 대표 혁신기술을 체험하다

로봇, AR·VR, AI 등 4차 산업혁명 관련 기술 체험관 운영으로 관람객을 사로잡은 ‘2017 대한민국 산업기술 R&D대전’이 성황리에 마무리됐다. 11월 16일부터 18일까지 3일간 코엑스에서 진행된 이번 R&D대전은 ‘R&D, 상상에서 일상으로’라는 주제로, 산업 R&D를 통해 ‘앞으로의 미래가 더 이상 상상이 아닌, 우리 일상으로 다가올 것’임을 알리고 출품 기업의 R&D 성과물을 국민이 보고, 느끼고, 즐길 수 있는 행사로 펼쳐졌다.

### R&D, 상상이 아닌 일상으로 다가오다

산업통상자원부(이하 산업부)가 주최하고 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원이 주관한 ‘2017 대한민국 산업기술 R&D대전’은 국내외 산학연 기관 560여 곳이 참여하고 122개 기업의 우수 제품을 전시한 체험의 장으로 구성됐다. R&D 성과 전시와 더불어 콘퍼런스·포럼, 국제기술협력, 사업화 지원, R&D 토크쇼 등 다양한 부대행사를 마련해 참여 기업의 실질적인 비즈니스 지원과 단체로 참여하는 국민을 위한 문화행

사로 진행됐다.

‘산업혁신관’에는 81개 산학연 기관이 총 166개 부스 규모로 참가해 산업(시스템, 소재부품, 에너지 등)별 R&D 우수 기술 및 제품을 선보였다. 대표적인 전시품으로는 국내 최초로 무선 전력 전송 기술을 상용화한 ㈜그린파워의 ‘유도·자기공명 방식의 전기차용 무선충전시스템’과 마린전자상사의 ‘전자해도 표시장치’(2015년 이후 약 100억 원의 매출과 총 21명의 고용 창출 효과)가 있다. 또한 세계 최초로 실시간 전력량 측정 기술을 개발한 인코어드테크놀로지사의 ‘모바일 및 IoT 기술을 활용한 실시간

소규모 수요자원 관리 기술’과 세계 최초 위험지도 기반 분석기법 개발 및 국내 최초 방폭·방수형 무선장치에 쓰일 한국가스안전공사의 ‘무선 네트워크 기반 실시간 스마트 가스 안전 관리 및 위험 분석 기술’ 등이 있다.

### 4차 산업혁명 관련 기술·제품을 체험하다

‘4차 산업혁명 체험관’은 41개 업체가 126개 부스를 꾸려 로봇, 인공지능(AI), 가상현실(VR) 및 증강현실(AR), 스마트공장 등 4차 산업혁명 관련 기술과 제품을 체험



할 수 있도록 했다. 대표적인 제품으로는 현장 전문가의 경험지식이 반영된 주행 시나리오로 굴착기, 지게차 등 다양한 중장비 운전 훈련이 가능한 ㈜이노시뮬레이션의 '중장비 시뮬레이터'와 한 번의 스캔으로 터널 및 내부 시설물에 대한 종합 안전 검사를 실시하는 ㈜상상돔의 'TIBOS', 2017 CES 톱10에 선정된 코딩 및 영어학습용 교육용 로봇인 SK텔레콤의 'UO알버트' 등이 있다. 이외에도 출연연·전문연 전시관, 국제공동연구전시관을 별도로 구성해 주요 정부 출연 연구기관 및 전문 연구기관의 대표 R&D 성과와 국제기술협력 R&D

사업을 통해 얻은 대표 성과를 전시했다.

### 산업기술 진흥에 공헌한 유공자 포상 '기술대상 시상식'

11월 16일 열린 개막식에는 박건수 산업통상자원부 산업정책실장을 비롯해 성시현 한국산업기술평가관리원장, 정재훈 한국산업기술진흥원장, 백만기 산업통상자원부 R&D전략기획단장, 기술대상 수상자 등 약 250명이 참석했다. 백운규 산업통상자원부 장관의 축사를 대독한 박건수 산업정책실장은 "4차 산업혁명 시대 산업혁신을 선도하기 위해 정부와 민간이 함께 체계적

인 전략을 마련하고 기술역량을 하나로 집해야 한다"고 언급했다. 이를 위해 "정부는 R&D의 전략성을 강화해 명확한 목표를 설정하고 R&D 성과가 연구실 안에만 머무는 일이 없도록 기획 단계부터 전주기에 걸쳐 사업화 지원을 강화하는 한편, 기술혁신을 위한 산학연 주체들의 협력을 촉진해 글로벌 시장 진출을 지원하겠다"고 강조했다. 더불어 "산업기술 R&D대전은 R&D 성과를 모두가 공유하고 기술협력, 사업화 촉진 등을 활발히 논의하는 매우 뜻깊은 혁신의장"이라고 말했다.

개막행사에 이어 산업기술의 중요성에

EXHIBITION



대한 국민적 공감대를 확산하고 산업기술 인의 사기를 높이기 위해 우리나라 산업기술 진흥에 공헌한 유공자에게 포상을 수여했다. 백운규 장관을 대신해 박건수 실장이 ㈜실리콘마이터스 허영 대표에게 금탑산업훈장을 수여하는 등 대상자 22명에게 정부 포상을, 삼성전자의 '세계 최고 속도 64단 3차원 V낸드플래시 기술', 크리스탈지노믹스(주)의 '금성 골수성 백혈병 치료제'에 대통령상 등 기술대상 정부 표창을 수여했다. 최고 영예인 금탑산업훈장을 수상한 실리콘마이터스는 전력관리집적반

도체(PMIC) 국산화에 성공해 최근 3년간 수출 4500억 원, 수출 비중 95.1% 달성, 매년 매출 대비 20%를 기술 개발에 투자하는 등 지난 34년간 시스템반도체산업의 세계적 도약과 수출, 일자리 창출에 기여한 바 있다. 동탑산업훈장을 수상한 ㈜한독이엔지(대표 황열순)는 폐수 처리시스템 및 오일 재활용 집진장치 개발로 주력산업 경쟁력 향상에 기여한 울산지역 강소기업이다.

지난 1년 동안 기술 개발 및 상용화에 성공해 기술적 우수성이 뛰어나고 산업에 미치는 파급 효과가 큰 기술 및 제품에 대한

시상식도 진행됐다. 대통령상은 세계 최초 9-Hole 초고집적 셀 구조·공정 기술 개발로 64단 적층 한계를 극복하며 90단 이상 초고용량 V낸드 양산 기술을 확보한 삼성전자의 '세계 최고 속도 64단 3차원 V낸드플래시' 기술과 신약 후보 물질인 크리스탈지노믹스의 '금성 골수성 백혈병 치료제'가 선정됐다.

국민과 함께하는 문화행사로 치러져...

산업기술 R&D대전은 우수 R&D 성과 전



시아 함께 20여 개의 부대행사를 열어 산학연 관계자들의 기술협력과 사업화 촉진을 독려하고 채용박람회 등을 통해 R&D 일자리를 연계하는 등 이해관계자들의 실효성을 높였다. 우선 산업플랫폼 콘퍼런스를 통해 4차 산업혁명 및 플랫폼 시대 도래에 따라 4대 핵심산업(헬스케어·모바일·에너지·제조)별 국내외 플랫폼 비즈니스 성공사례를 벤치마킹하고 신산업 육성을 위한 R&D 정책 방향을 논의했다. 또한 대·중소기업 상생발전포럼을 통해 사물인터넷(IoT), 자동차·선박, 신소재·의류

별 주요 대기업의 4차 산업혁명 대응을 위한 R&D 전략 소개와 중소기업의 IoT, AI 등 신기술 발표로 대·중소기업 간 상생발전의 장을 마련했다.

더불어 국제기술협력을 통해 국내 중소기업과 국제공동연구 협력 수요가 있는 해외 기관·기업(해외 70여 개, 국내 100여 개)을 초청해 해외(네덜란드, 캐나다)의 신산업 발전 전략 및 국제기술협력 성공 사례를 알아보고, B2B 상담회를 개최해 국제공동 R&D 과제 발굴, 기술사업화 등을 지원했다. 특히 B2B 상담회에서

는 사전 매칭 작업을 통해 미국·캐나다·네덜란드·이스라엘·체코 등의 산학연 관계자와 국내 우수기업이 실질적으로 국제 공동 R&D 과제 발굴, 기술사업화 등을 할 수 있도록 추진했다. 이외에도 기술금융·투융자, 특허·디자인·수출 지원 등 관련 전시장 내 별도 공간을 두어 중소기업의 R&D 성과가 실제 사업화로 연계될 수 있도록 관련 전문가가 현장 상담을 진행한 사업화 지원을 비롯해 청년희망 R&D 토크쇼, 채용박람회, 경진대회 등 관람객과 함께하는 문화행사로 치러졌다.



## 예방의학의 새로운 기술적 패러다임을 마련하다

(주)바이오인프라생명과학

의학 기술의 발달은 질병으로부터 인류의 건강을 지키고 유지시키는 것은 물론이고 삶의 질 측면에서도 큰 역할을 하고 있다. 그러나 무엇보다도 중요한 것이 있다면 그것은 질병에 걸리기 전 이를 감지하고 사전에 예방하는 것이다. 이에 따라 암을 비롯해 치료가 어려운 중증질환의 원인이 되는 주요 만성질환의 발병 가능성을 사전에 알 수 있는 진단 기술 개발에 관심이 집중되고 있다. 이런 가운데 바이오인프라생명과학이 혈액을 통한 기존의 암 표지자 검사와는 완전히 차별화되고, 주요 만성질환의 발병 가능성마저 현저히 높은 민감도로 진단·예측할 수 있는 세계적 수준의 암 사전검사 기술 개발에 성공해 예방의학의 새로운 기술적 패러다임을 만들어가고 있다.

취재 조범진 사진 김기남

## 국내 대표적인 바이오헬스케어 전문기업

바이오인프라생명과학은 2001년 의학, 약학, 화학, 생물학 등 의생명과학의 다양한 분야를 연구하는 교수 6명이 설립한 회사로, 인체 내의 질병 관련 단백질 바이오마커를 발굴하고 이를 상용화해 질병의 조기 진단으로 향후 바이오헬스케어 분야의 글로벌 전문기업을 목표로 설립됐다.

이후 바이오인프라생명과학은 설립 첫해부터 빠른 연구개발(R&D) 성과를 도출해 내기 시작했다. 우선 단백질 마커의 대량 발굴 기술을 체계화하기 위해 인천대 생물학과 연구실에서 박영미 교수 주도하에 2차 전기영동 기술 확립이 진행됐고, 2002년부터 서울대 의대 병리학교실 김철우 교수가 대표를 맡으며 서울대 암연구소에 자리를 잡아 '암 진단 다지표 검사 개발'을 목표로 약 15년간 R&D 기업으로 꾸준한 성장을 이어왔다. 그 결과 2011년과 2015년 두 차례에 걸쳐 '체외진단 다지표 검사' 항목으로 보건신기술 인증을 받았고, 3년 전부터는 시범사업을 진행해 2016년 15억여 원의 매출을 달성하는 등 높은 성과를 이뤄냈으며, 바이오기술(BT)과 정보기술(IT)을 융합한 국내 대표적인 바이오헬스케어 전문기업으로 발돋움하고 있다.

이와 관련해 김철우 대표는 "바이오인프라생명과학의 경쟁력은 사업 분야의 특성에서 잘 나타난다"면서 "특히 우리 회사가 발굴한 고유의 암 관련 단백질표지자 5개를 비롯해 이미 대형 병원에서 다국적 자동화 기기를 사용해 암 진단에 적용하고 있는 14개 표지자 등 19개 표지자를 검사하고, 이 수치를 그동안 회사 내에서 7200여 암환자 및 정상인의 혈액 샘플로 개발한 통계분석 알고리즘 활용과 최근 검사한 3만여 명의 결과를 인공지능(AI) 분석을 거쳐 8대 암의 위험도를 검사하는 '스마트 암 검사 i-FINDER'를 들 수 있다"고 말했다.

이러 김 대표는 "스마트 암 검사 i-FINDER'는 현재까지 일반적으로 암 스크리닝에 사용하고 있는 단일 암 표지자의 민감도를 훨씬 능가할 뿐만 아니라 다지표검사를 개발한 선진국에서도 단일 암 진단을 목표로 하지만 미래 초고령화 시대에 대비해 간단한 방법으로 개개인의 건강관리에 적합하도록 사람에게 가장 빈번히 발생하는 8대 암의 위험도를 한 번에 측정할 수 있어 향후 헬스케어 시장에 적합한 검사법으로는 유일한 개발품"이라며 "이를 통해 바이오인프라생명과학은 글로벌 바이오산업에서 선도적인 역할을 하는 것은 물론이고 인류의 건강에 기여하는 글로벌 헬스케어 전문기업으로 자리매김할 것"이라고 밝혔다.

## 세계 최고 수준 '스마트 암 검사 i-FINDER' 개발

바이오인프라생명과학이 개발에 성공한 '스마트 암 검사 i-FINDER'는 혈액 내 건강 상태를 알 수 있는 다양한 지표 중 단백질을 기반으로 한 바이오마커의 수치를 이용해 고유의 빅데이터 분석으로 질환의 위험도를 찾아내는 검사다. 소량의 혈액검사로 8대 암(폐암, 간암, 위암, 대장암, 전립샘암, 유방암, 난소암, 췌장암)은 물론이고 8대 만성질환 향

비드 기반의 분자면역진단이 가능한 여성 질환용 고신뢰성 다중분석시스템 상품 개발 참여 성공 견인



목(면역·염증, 심혈관 기능, 당뇨 성향, 간 기능, 대사증후군, 갑상샘 기능, 신장 기능, 혈액 이상)을 조기에 검사할 수 있는 획기적인 기술이다.

아울러 바이오인프라생명과학은 이러한 획기적인 진단검사 기술 개발과 함께 세계적 수준의 암 사전검사 원천 기술을 보유해 산업통상자원부가 지원하는 바이오산업핵심기술개발사업 중 '비드 기반의 분자면역진단이 가능한 여성 질환용 고신뢰성 다중분석시스템 상품 개발' 과제에 참여기관으로도 나서 과제의 성공을 이끌어 눈길을 끌고 있다.

이에 대해 김 대표는 "바이오인프라생명과학은 지난 10여 년간 암 진단에 효율적인 단백질 복합 바이오마커를 발굴, 선별해 면역진단 방법으로 8대 암을 동시에 검진할 수 있는 복합서비스인 i-FINDER를 상용화했다. 이와 같은 기술력(바이오마커 콘텐츠 및 소프트웨어)을 바탕으로 대표적 여성 질환인 난소암과 유방암을 진단할 수 있는 다중분석시스템을 개발하고자 다중분석이 가능한 QMAP 플랫폼(분석시스템 및 하드웨어)을 보유한 ㈜퀀타매트릭스와 함께 본 과제를 수행하게 됐다"고 말했다.

더불어 그는 "QMAP는 고유의 바코드가 새겨진 비드(마그네틱 마이크로 디스크) 종류별로 각기 다른 마커에 대한 항체를 결합한 후 시료와 반응시켜

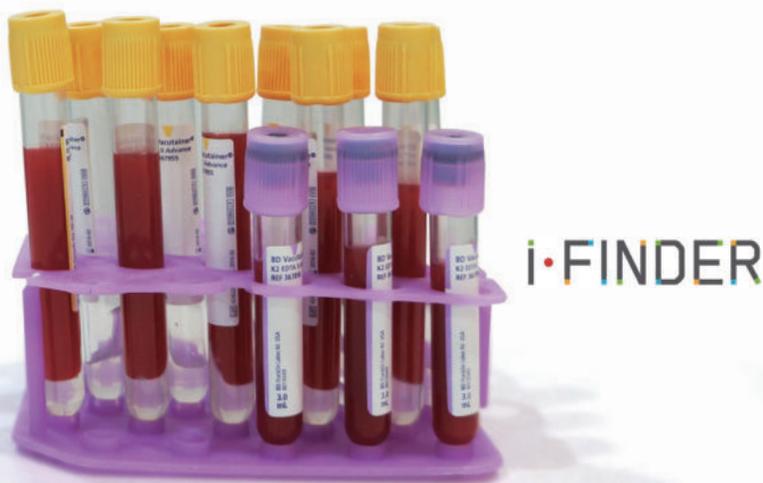
비드 종류별 형광 세기를 측정함으로써 서로 다른 바이오마커를 동시에 측정하는 등 다중분석이 가능한 시스템이다. QMAP처럼 다수의 표지자를 한 번에 검사할 수 있는 기법은 최근에 개발되고 있는 신기술"이라며 "전 세계적으로는 미국 Luminex가 보유한 기술이 잘 알려져 있다. QMAP는 서울대 공대 권성훈 교수의 특허 기술을 상용화한 기기 및 제품으로 Luminex와 비교해 여러 면에서 장점이 많은 기술임에도 불구하고 현재까지는 국내 시장이 작아 시장에서의 활용도가 낮은 상황이었다. 다행히도 QMAP를 개발한 퀀타매트릭스와 국내 다지표검사의 선구 기업인 우리 회사가 국책과제를 함께 수행해 과제를 성공리에 완수했고, 현재 새로운 진단 제품으로 임상시험을 진행 중으로 내년 초 승인 절차를 마무리할 수 있을 것으로 기대된다"고 설명했다.

또한 "이 기술은 확장성이 매우 큰 기술로, 현재 바이오인프라생명과학이 개발한 고유의 단백질 마커를 QMAP에 적용할 경우 국내뿐 아니라 세계 각국에 수출해 '스마트 암 검사 i-FINDER'와 QMAP가 함께 전 세계 헬스케어 시장으로 활로를 개척해 나갈 수 있다는 기대와 함께 우리나라가 P4 의료 트렌드를 선도하는 데 큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다"고 강조했다.

### '항암용 표적 약물 전달 시스템' 개발 중

한편 바이오인프라생명과학은 주력 분야인 스마트 암 검사 i-FINDER 외에도 항암제 및 유전자 치료 등의 약물을 표적 부위에 안정적으로 전달해 치료 효과를 극대화하는 한편, 약물 부작용은 극소화하는 '항암용 표적 약물 전달 시스템'을 개발하고 있어 주목받고 있다.

김 대표는 "예를 들어 암이 발생한 부위(표적 위치)에 선택적인 약물 투여를 하려면 약물이 일정 시간 혈액 내에서 안정적으로 순환해야 하는데 대부분의 약물은 면역반응에 의해 외부 물질로 인식돼 순환하지 못하고 분해되곤 한다. 또한 주입된 약물이 표적



된 암세포에만 약효를 발생시켜야 하는데 정상세포에도 작용해 부작용을 일으키는 경우가 많다. 이에 따라 항암 치료 시 어려움이 많다”면서 “이러한 문제점을 해결하기 위해 바이오인프라생명과학은 마이크로버블을 개발하고 있다. 마이크로버블은 정상세포에는 작용하지 않고 표적된 암세포에만 약효가 발생할 수 있도록 특화된 초음파 기술도 개발하고 있다”고 밝혔다.

끝으로 앞으로의 계획과 목표에 대해 김 대표는 “바이오인프라생명과학은 예측(Predictive), 예방(Preventive), 맞춤형(Personalized), 참여형(Participatory)으로 일컬어지는 미래 P4 의료를 지향하는 사회에 기여하는 헬스케어 회사로 성장하고 싶다”며 “현재의 ‘치료 중심 의료’로는 초고령화 사회

에 개인 또는 국가가 감당해야 할 비용이 기하급수적으로 증가할 수밖에 없다. 지금은 바로 미래 ‘예방 또는 조기 진단 중심 의료’로의 패러다임 전환이 시급히 요구되는 시점이다. 그런 측면에서 우리 회사는 간단하고 저렴한 건강검진 콘텐츠를 공급해 개인 맞춤 그리고 자기주도형 건강관리로 건강수명을 늘릴 수 있는 방안을 제공하고자 한다”고 말했다.

그리고 “이는 범세계적으로 모든 국가가 지향하는 목표이며 선진 의료 시장보다 후발 의료 시장에서 더욱 시급히 원하는 곳이 많아 이들 국가의 의료 정책을 입안하는 기관 또는 대학, 대형 병원 등과 협력해 지역에 맞는 건강관리 솔루션을 제공하는 글로벌 헬스케어 회사로의 입지를 구축하는 것이 목표”라고 밝혔다.

## 시대에 맞는 연구 통해 인류에 도움을 줘야 한다

‘인간’과 ‘환자’에 대한 고민과 사랑이 성공 핵심

바이오인프라생명과학은 현재 40여 명의 임직원이 근무하고 있으며, 이 중 60%에 해당하는 24명 정도가 연구인력일 정도로 R&D 중심 기업이다. 회사 설립 후 수십 년에 걸친 R&D 성과와 함께 현재 진행하고 있는 R&D 모두 이렇듯 탄탄한 연구인력이 있었기에 가능했으며, 여기에 서울대병원 병리와 교수 출신이자 예방의학 연구에 있어 선도적 역할을 해온 김철우 대표의 이력이 더해지면서 큰 원동력이 됐다고 해도 과언이 아니다.

무엇보다도 바이오인프라생명과학의 R&D 철학에는 넓게는 ‘인류’, 좁게는 ‘환자’에 대한 깊은 고민과 사랑이 담겨 있다. ‘인류의 건강에 기여하는 가치 있는 기업이 되겠다’는 목표가 바로 이를 여실히 증명해 보이고 있다.

이에 대해 김 대표는 “세계는 선진국, 개발도상국을 막론하고 고령화시대를 넘어 초고령시대에 접어들고 있다. 사람의 수명이 길어진 것은 축복이기도 하지만 한편으로는 질병에 따르는 고통을 오래 겪을 수밖에 없다. 또한 국가 입장에서는 초고령화에 따른 의료비 상승으로 엄청난 경제적 비용이 추가로 들어가게 된다. 그뿐만 아니라 개인적으로도 말년까지 건강을 유지해야만 경제적 부담 없이 충분한 건강수명을 확보할 수 있다. 따라서 1980년대 이후 세계보건기구(WHO)는 치료 중심 의료에서 예방 또는 조기 진단 중심 의료로 전환할 것을 각국에 제안하고 있다”면서 “암에 대한 조기 진단 시스템 개발과 활성화가 시급한 이유가 바로 여기에 있다. 바이오인프라생명과학은 혈액검사시스템이라는 시범적인 검사방법을 통해 이러한 의료의 패러다임을 바꾸어 나가는 기초를 마련하고자 설립됐고, 그 길을 묵묵히 나아가고 있다”고 말했다.

그리곤 “암도 60~70%는 예방이 가능하다. 즉, 흡연과 패스트푸드 등을 절제하는 것만으로도 암 발생 확률을 상당수 낮출 수 있다. 바이오인프라생명과학의 R&D 목표는 명확하다. 스마트 암 검사 i-FINDER로 자신의 건강 상태를 파악하고 식습관, 운동, 스트레스 관리, 생활환경 개선 등을 통한 개인 맞춤 건강관리를 적극 수행해 나가도록 도움으로써 건강수명을 늘리고 노후에도 왕성한 활동을 가능케 하는 것이다. 이것이 우리의 R&D 철학이고 전략의 근간”이라며 “R&D는 시대 흐름에 맞는 연구와 상용화를 통해 인류에게 도움을 줄 수 있어야 한다”고 강조했다.

R&D 로드맵



# 2018년 기술 및 트렌드 전망 인공지능과 휴머니즘

시장조사기관 가트너는 미국 플로리다 올랜도에서 열린 가트너 심포지엄·IT엑스포에서 주목해야 할 10대 전략 기술 트렌드를 발표했다. 코트라는 세계 소비자를 사로잡은 상품, 서비스, 시장을 11가지 키워드로 묶은 '2018 한국이 열광할 세계 트렌드'를 발간하면서 휴머니즘을 강조했다. 한편, 국내 정보통신기술(ICT) 업계는 '2018 ICT 10대 이슈'를 통해 가장 주목해야 할 기술로 인공지능(AI)을 꼽았다.



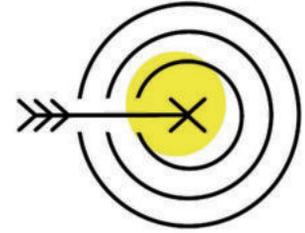
## 가트너의 2018년 10대 전략 기술 트렌드

### 인공지능 강화 시스템(AI Foundation)

최소 2020년까지 자율적으로 학습, 적응, 행동하는 시스템은 업체 간 가장 심한 각축전이 벌어질 분야로 예상된다. 또한 2025년까지 의사결정 향상, 비즈니스 모델, 생태계 · 고객 경험 재형성을 위한 AI 능력이 디지털 이니셔티브를 성공으로 이끄는 주 원동력으로 작용할 전망이다. 데이비드 설리 부사장은 “AI 기술은 급속히 발전하고 있으므로 이러한 기술과 프로세스, 툴(데이터 준비, 통합, 알고리즘, 트레이닝 방법론, 모델 생성 등)에 대대적으로 투자해 기술을 성공적으로 활용하고 AI 강화 시스템을 구축해야 한다. 따라서 데이터 사이언티스트, 개발자, 비즈니스 프로세스 책임자 등 여러 관계자가 상호 협력해야 한다”고 말했다.

**지능형 앱 · 분석(Intelligent Apps and Analytics)** 향후 몇 년간 사실상 모든 앱과 애플리케이션, 서비스가 일정 수준의 AI를 포함할 것이다. 일부 앱은 AI와 머신러닝을 필수 포함하는 명백한 지능형 앱일 것이다. 또 다른 일부 앱은 드러나지 않게 기능을 제공하는 방식으로 AI를 활용할 것이다. 지능형 앱은 인간과 시스템 간 새로운 지능적 매개층을 형성할 것이며, 업무 본질과 현장 구조를 변화시킬 잠재력을 보유한다. 설리 부사장은 “지능형 앱을 인간 대체 수단이나 인간 활동 증진 방식 중 하나로 봐야 한다”며 “증강 분석(Augmented Analytics)

## Top 10 Strategic Technology Trends for 2018



gartner.com/SmarterWithGartner

Gartner.



### Intelligent



AI Foundation



Intelligent Apps and Analytics



Intelligent Things



### Digital



Digital Twin



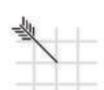
Cloud to the Edge



Conversational Platforms



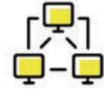
Immersive Experience



### Mesh



Blockchain



Event-Driven



Continuous Adaptive Risk and Trust

은 특히 전략적으로 성장 중인 분야로, 사용자와 운영자, 데이터 사이언티스트를 위한 데이터 준비, 인사이트 발견과 공유 자동화를 위해 머신러닝을 활용 중”이라고 설명했다. AI는 전사적자원관리(ERP)를 포함해 다양한 소프트웨어, 서비스 시장의 차후 주요 격전지가 됐다. 패키지 소프트웨어, 서비스 업체는 AI를 활용해 고급분석, 지능형 프로세스, 사용자 경험 등의 형태로 새롭게 비즈니스 가치를 높이는 방안을 강구해야 한다.

**지능형 사물(Intelligent Things)** 지능형 사물은 융통성 없는 프로그래밍 모델

의 실행력을 넘어 AI를 통한 고급 기능을 선보이며 인간, 주변 환경과 한층 자연스러운 상호 작용을 하는 사물을 의미한다. AI는 자율주행차, 로봇, 드론 등 새로운 지능형 사물의 발전을 주도하고 있으며 사물인터넷(IoT)이나 연결형 소비자, 산업시스템 등 수많은 사물의 역량을 발전시키고 있다. 설리 부사장은 “현재 농업, 광업 등 통제된 환경에서의 자율주행차 사용이 급속히 성장 중인 지능형 사물 분야로 떠오르고 있다”며 “2022년까지 통제된 도로상에서 제한적 자율주행차 사례가 나올 전망이다. 하지만 일반 자율주행차 사용 시, 혹시 모를 기술 오

작동에 대비해 운전석에 사람의 탑승을 요구할 가능성이 높을 것으로 보인다”며 최소 향후 5년간은 운전자가 필요한 반자율(Semiautonomous) 형태가 대세를 이룰 것이며, 그 기간 제조사는 엄격한 기술 테스트를 시행하고 규제나 법적 문제, 문화적 수용 등 나노 기술 문제를 해결할 것이라고 설명했다.

**디지털 트윈(Digital Twin)** 디지털 트윈은 ‘현실 세계에 존재하는 대상이나 시스템의 디지털 버전’을 말한다. 디지털 트윈은 향후 3~5년간 특히 IoT 프로젝트에서 유망할 것이다. 이는 오늘날 디지털 트윈이 주목받는 이유다. 체계적으로 설계된 디지털 트윈은 기업 의사결정을 대폭 향상시킨다. 또한 현실 세계에 존재하는 실제 모델과 연결돼 물체나 시스템의 현 상태 이해와 변화 대응, 운영 개선, 가치 증진에 활용된다. 조직은 디지털 트윈을 단순 구현 차원에서 시작해 이를 점차 발전시키고, 데이터 수집 및 가시화 능력을 개선시키며, 올바른 분석 기법과 규칙을 적용하며 효과적으로 사업 목표에 대응한다. 설리 부사장은 “세상의 모든 디지털 트윈은 실제 버전과 점차 역동적으로 연결될 것이며 시 역량과 결합해 고급 시뮬레이션, 운영과 분석을 가능하게 할 것”이라며 “도시계획가, 디지털 마케터, 산업계획가 등은 통합된 디지털 트윈 세상으로의 장기적 전환으로 혜택을 볼 것”이라고 말했다.

**클라우드에서 에지로(Cloud to the Edge)** 에지 컴퓨팅은 정보 처리와 콘텐

츠 수집, 전달이 해당 정보 소스와 인접한 곳에서 처리되는 컴퓨팅 토폴로지다. 연결과 대기 시간 문제, 대역폭 제약과 에지에 내장된 다양한 기능 차원에서 분산 모델이 유리하다. 기업은 인프라 아키텍처 내, 특히 주요 IoT 패턴 설계 시 에지 컴퓨팅을 사용해야 한다. 클라우드와 에지를 라이벌 구도로 보기도 하지만 클라우드는 탄력적 확장이 가능한 기술이 서비스로 제공되며, 중앙 집중화 모델을 필수로 하지 않는 컴퓨팅 스타일이다. 설리 부사장은 “보안재 개념으로 사용될 경우 클라우드는 서비스 중심 모델과 중앙 집중화 제어, 조정 구조를 형성하는 컴퓨팅 스타일이 될 수 있고, 에지는 클라우드 서비스 측면의 비연결, 비분산 프로세스 실행을 가능하게 하는 스타일로 사용할 수 있다”고 설명했다.

**대화형 플랫폼(Conversational Platforms)** 대화형 플랫폼은 디지털 세계와 인간 상호작용 방식 간 차세대 패러다임 전환을 야기할 것으로 예측된다. 이제 해석 역할은 인간이 아닌 컴퓨터의 몫이다. 플랫폼은 사용자에게 질문이나 명령을 받은 후 기능을 수행, 콘텐츠 제시, 추가 인풋을 요청하는 방향으로 일을 처리한다. 향후 몇 년간 대화형 인터페이스는 사용자 상호작용을 위한 주요 설계 목표로 자리 잡고 전용 하드웨어, 코어 OS 기능, 애플리케이션, 플랫폼 등으로 제공될 전망이다. 설리 부사장은 “대화형 플랫폼은 언어와 기초적 사용자의 의도를 이해하는 측면에서는 전환점에 도달했지만 여전히 부족

한 점이 많다”며 “대화형 플랫폼이 직면한 문제는 사용자들이 매우 구조화된 방식으로 커뮤니케이션해야 한다는 것이며, 이는 실망감으로 이어지는 경우가 많다”고 말했다. 더불어 “대화형 플랫폼이 차별적 우위를 가지고 있는 요소는 대화 모델과 API, 복잡한 결과를 낼 수 있도록 제3자 서비스에 접근, 활용하고 조화를 이루는 이벤트 모델의 견고성일 것”이라고 덧붙였다.

**몰입 경험(Immersive Experience)** 대화형 인터페이스가 인간의 디지털 제어 방식을 변화시킨다면, 가상·증강·혼합현실은 인간의 디지털 인식과 상호작용 방식을 변화시키고 있다. 가상현실



(VR)과 증강현실(AR) 시장은 현재 성장 기인 동시에 해체되는 중이다. 이에 대한 높은 관심은 고급 엔터테인먼트 기능은 뛰어나지만 실질적 비즈니스 가치는 떨어지는 새로운 VR 애플리케이션(비디오 게임, 360도 회전 비디오 등)의 등장으로 이어졌다. 이에 기업이 VR·AR을 통해 직원 생산성과 설계, 교육, 시각화 프로세스를 증진시킬 수 있는 실질적 시나리오 검토에 나선다면 뚜렷한 비즈니스 결실을 얻을 수 있을 것이다. 혼합현실(Mixed Reality)은 AR과 VR 기술을 통합, 확장하는 몰입 유형이다. 이는 인간이 자신의 세계를 들여다 보고 상호작용하는 방식에 잘 매치될 수 있도록 인터페이스를 최적화하는 매

력적 기술로 급부상 중이다. MR은 스펙트럼에 따라 존재하며 스마트폰, 태블릿 기반 AR과 환경 센서, VR용 헤드마운트 디스플레이(HMD)를 사용한다. 또한 인간의 디지털 세계 인식과 상호작용 방식의 범위를 제시한다.

**블록체인(Blockchain)** 블록체인은 디지털 통화 인프라에서 디지털 혁신 플랫폼으로 진화 중이다. 이는 현재의 중앙집중 거래 방식과 기록 관리 메커니즘을 탈피할 수 있는 기존 기업과 스타트업에 위한 혁신적 디지털 비즈니스의 기초 토대를 제공한다. 본래 금융업계를 중심으로 블록체인을 둘러싼 과한 기대감이 형성되긴 했으나, 정부·보건·제조·신원 확인·소유권 등록 등에도 잠재적 활용이 가능한 기술이다. 블록체인이 장기적으로 유망하고 새로운 혁신을 불러올 기술이란 점은 분명하지만, 향후 2~3년간 관련 기술 다수는 미숙한 상태에 있을 것으로 보인다.

**이벤트 기반 모델(Event-Driven)** 디지털 비즈니스의 핵심은 매 순간 이벤트를 감지하고, 매 순간을 활용하는 것이다. 비즈니스 이벤트는 상품 구매 주문과 완료, 항공기 이착륙 등 주목할 만한 상태나 그 변화를 발견해 디지털적으로 반영될 수 있는 모든 것이다. 이벤트 브로커, IoT, 클라우드 컴퓨팅, AI 등을 활용해 신속히 추적하고 자세히 분석할 수 있다. 하지만 문화적 변화, 리더십 변화 없이 기술만으로 이벤트 중심 모델의 모든 가치를 전달할 수는 없다. 따라서 디지털 비즈니스는 IT 리더, 설

계자, 아키텍트의 이벤트 사고 수용 필요성을 촉진시킨다.

**지속적이며 적응할 수 있는 리스크 및 신뢰 평가(CARTA) 접근법** 한층 정교한 타겟 공격이 가능해진 세상에서 디지털 비즈니스 이니셔티브를 안전하게 추진할 수 있도록 보안과 리스크 관리 담당자는 적응 가능한 대응으로 실시간적이고 위협과 신뢰 기반의 의사결정을 하기 위한 지속적이며 적응할 수 있는 리스크 및 신뢰 평가(CARTA) 접근법을 택해야 한다. 보안 인프라는 디지털 비즈니스와 같은 속도로 움직이는 보안 제공을 통한 기회 포착과 위험 관리를 위해 어디서든 적응 가능해야 한다. CARTA의 일환으로 기업이 데브옵스(DevOps) 툴과 프로세스를 통해 개발팀과 운영팀 간의 간극을 좁힌 것과 같이 보안팀과 애플리케이션팀 간 장벽 역시 해소해야 한다. 또한 정보 보안 아키텍트는 여러 지점의 보안 테스트를 데브옵스 워크플로에 통합해야 한다. 이를 통해 여러 개발자가 확인할 수 있는 공동 작업 방식으로 데브시큐프스(DevSecOps)를 제공해 팀워크, 민첩성 뿐만 아니라 데브옵스와 개발 환경의 신속성을 보존해야 한다. 더불어 CARTA는 디섹션 기술 방식과 함께 런타임에 적용될 수 있다. 가상화와 소프트웨어 정의 네트워킹(SDN) 등의 기술 발전으로 네트워크 기반 디섹션의 기본 요소인 '적응 가능한 허니팟(Adaptable Honeypots)'을 배치, 관리하고 모니터링하기가 훨씬 수월해졌다.





**스마트웨어**  
Smart Wear  
패션 그 이상



악수만으로 명함을 주고받는 팔찌



**퍼스널 피팅**  
Personal Fitting  
나만을 위한 선물



**타임 푸어**  
Time Pool  
시간을 사는 사람들



입기만 해도 피로가 해소되는 옷



**스몰 챌린지**  
Small Challenge  
활력 충전



**스페이스 비즈**  
Space Biz  
공간의 재정의



실내 공기를 정화시키는 수직 정원



**플랜테크**  
Plant-tech  
농업의 미래



**드론의 진화**  
Drone's Evolution  
시야를 초월한 비행



물속을 비행하는 낚시용 수중 드론



**디지털 너지**  
Digital Nudge  
부드러운 제안



**테이터 예측**  
Data-driven Prediction  
계산된 미래



**실버봇**  
Silver-bot  
강철로 된 손길



실버세대의 동반자, 반려로봇



**디지털 영생**  
E-ternity  
죽어도 산다

## 코트라, '2018 한국이 열광할 세계 트렌드'

2011년부터 매년 전 세계 숨은 트렌드를 꾸준히 소개해온 KOTRA가 이번에도 세계 소비자를 사로잡은 상품, 서비스, 시장을 취재해 11가지 키워드로 묶었다. 4차 산업혁명의 시대, 많은 이들이 인간의 설 자리를 위협하는 AI 기술의 진화를 경계하고 있지만, 올해 KOTRA가 목격한 트렌드의 대표 키워드는 '휴머니즘(Humanism)'이다. 네덜란드의 악수만으로 상대와 명함을 교환할 수 있는 셰이크-온 팔찌에서는 스마트 웨어러블(Wearable) 기술로 구현된 친밀한 인간적 교류가, 미국과 캐나다에서 인기를 끌고 있는 3D 프린터로 제작된 세상의 하나뿐인 맞춤형 정장과 신발에서는 집단이 아닌 개인을 위한 기술로서의 휴머니즘이 느껴진다. 이미 전 세계적으로 심각한 고령화 문제 속에서 탄생한 서비스와 비즈니스는 또 어떤가? 돌봐주는

가족이나 친구 없이 홀로 지내는 노인의 대화 상대가 되어주며 위기의 순간 곁을 지키는 것은 다름 아닌 헬퍼 로봇(Helper Robot)이다. 인간의 수명과 범죄 발생 가능성을 예측하는 빅데이터(Big Data), AR과 위치 기반 기술로 세상을 떠난 고인의 생전 모습을 재현해주는 스폿 메시지(Spot Message) 앱에 이르기까지 스마트 기술은 따뜻한 감성으로 무장한 채 인간 곁으로 성큼 다가왔다.

### 2018년 ICT 10대 이슈 1위는 인공지능

국내 ICT 업계 종사자와 전문가들은 내년 가장 주목해야 할 기술로 AI를 꼽았다. 2020년 도로에 등장할 자율주행차와 가전제품과 융합될 IoT 기술도 중요하다고 대답했다. '2018 ICT 산업 전망 콘퍼런스'에서 이상홍 정보통신기술진흥센터장은 '2018 ICT 10대 이슈'를 발표했다. 이번 10대 이슈는 6~9월 ICT업계 종사자

와 전문가 1000여 명의 의견을 물어 선정했다. 그 결과 1위는 AI, 2위는 자율주행차, 3위는 IoT, 4위는 사이버보안, 5위는 디지털 헬스케어가 차지했다. 6~10위는 AR, 스마트팩토리, 핀테크, 블록체인, 5G 이동통신 순으로 나타났다. 이 센터장에 따르면 전문가들은 내년 AI가 다양한 사회 분야로 확대되고, 토종 AI 플랫폼 서비스도 보급될 것이라고 전망했다. AI 기술은 '2017 ICT 10대 이슈'에서는 8위를 차지했지만, 1년 만에 1위로 뛰어올랐다. 자율주행차는 2년 연속 높은 순위를 유지했다. 미국, 독일 등은 2020년 상용화를 목표로 이미 제도 개선에 나섰다. 이 센터장의 설명이다. 북한의 사이버테러 공격이 증가할 것으로 우려되는 만큼 사이버보안도 중요한 기술로 꼽혔으며, 2018 평창 동계올림픽에서 처음 선보일 5G 이동통신과 모바일 페이의 등장으로 주목받는 핀테크도 이번 10대 기술에 이름을 올렸다.



순위	2017 ICT 10대 이슈	2018 ICT 10대 이슈
1	자율주행차·커넥티드카	인공지능
2	가상현실·증강현실	자율주행차
3	스마트팩토리	사물인터넷
4	디지털 헬스케어	사이버보안
5	드론·로봇	디지털 헬스케어
6	사물인터넷	증강현실
7	생체인식	스마트팩토리
8	인공지능	핀테크
9	블록체인	블록체인
10	사이버보안	5G 이동통신

출처 : 정보통신기술진흥센터

# 인공지능 활용 스마트병원 시스템

4차 산업혁명 시대의 도래로 세계적으로 인공지능(AI)에 대한 관심이 커지고 있다. 헬스케어 분야에서도 AI와의 다양한 접목이 시도되고 있다.

## 스마트병원 시대, 의료용 스마트폰 앱 서비스 활발

스마트폰 앱(응용프로그램)을 활용해 환자 서비스를 강화하는 병원이 늘고 있다. 환자의 건강 상태를 기록하고 입원·외래·수술 등 모든 진료 과정을 스마트폰으로 관리하는 스마트병원 시대가 본격화되고 있다는 분석이다. 강동경희대병원은 지난 11월 1일 스마트병원 선포식을 열고 의료용 앱인 스마트 가이드 서비스를 시작했다. 앱을 통해 환자는 대기 환자 수를 확인하고 진료 예약을 할 수 있다. 입원기간 검사일정과 복용약 정보도 안내받을 수 있다. 언제든지 입원비를 조회하고 보험 청구에 필요한 서류도 신청할 수 있다. 집이나 사무실에서 수술 진행 상황 알림을 받을 수도 있다. 국내 병원이 외래·입원·수술 등 의료서비스 정보를 앱으로 제공하는 것은 이번이 처음이다. 병원은 2012년부터 스마트병원 시스템을 구축해 왔다. 의료정보시스템 운영팀이 시스템을 개발하고 환자 피드백을 받아 서비스를 완성했다. 김기택 강동경희대병원장은 “병원 내 대기 공간의 혼잡이 줄고 보호자가 병원을 찾지 않아도 언제든지 환자 상태를 확인할 수 있다”며 “AI를 접목해 환자 건강수치 등을 모니터링하다가 건강 이상 징후를 알려주는 서비스도 도입할 것”이라고 말했다. 세브란스병원도 지난 10월 말 내비게이션 기능을 강화한 앱 ‘마이 세브란스’ 서비스를 시작했다. 근접무선통신 장치인 비컨 2000여 개를 설치해 병원 내부 지도를 제작했다. 환자와 보호자가 진료실과 각종 검사실을 쉽게 찾아가도록 돕는다. 식단 안내, 간호 요청, 주치의 회진 일정, 모바일 결제 등의 서비스도 제공할 계획이다.



병원을 찾은 환자가 의료용 스마트폰 앱을 이용하고 있다.  
출처: 강동경희대병원



### 경희대병원, 인공지능 활용 스마트병원 시스템 구축

“시를 활용해 환자가 집을 나서는 순간부터 병원까지 길을 안내하고 대기 장소까지 알려주는 스마트병원 시스템을 구축할 계획입니다.” 이길연 경희 의과대학 연구원 부원장(경희대병원 대장항문외과 교수)은 “내년 8월 후마니타 스암병원 개원에 맞춰 시 진료 안내 서비스를 시작할 것”이라고 말했다. 경희 의료원은 지난 9월부터 시 분야 스타트업(신생 벤처기업) 트위니와 챗봇 개발을 시작했다. 서비스가 시작되면 시가 언제든 환자 증상을 토대로 적절한 진료과를 추천하고 필요한 검사 등을 안내하게 된다. 치료 후 관리, 처방약의 성능과 기능, 질환에 따른 관리방법 등도 설명한다. 스마트폰 앱으로 진료 예약, 길 찾기, 주차 지원 등 단방향 편의 서비스를 제공하는 병원은 많다. 하지만 시를 활용해 환자 상담과 같은 쌍방향 대화 서비스를 도입하는 곳은 경희 의료원이 처음이다. 이 부원장은 2015년부터 헬스케어 스타트업 루닛과 유방 촬영 영상을 분석해 암 발생 여부를 판독하는 시 개발에 참여하고 있다. 시가 상용화되면 진단 정확도를 높이고 병원 진료를 편리하게 하는 데 활용될 것으로 내다봤다. 그는 “자동 트래커로 수술받은 환자의 운동 상태를 확인하고 식습관, 운동법 등도 안내할 수 있을 것”이라며 “자율주행 로봇을 활용해 몸이 불편한 환자가 타는 자율주행 휠체어를 제작하는 논의도 진행 중”이라고 말했다. 환자 진료 과정에서 나온 의사들의 아이디어를 상용화하기 위해 여러 분야 전문가와의 교류도 늘리고 있다. 이 부원장은 2012년 의료원 젊은 의사들과 경희대 생명과학대학 연구진 간 만남을 주선했다. 첫 모임 후 이를 정례화했다. 일부 이공계 연구진 사무실을 병원과 가까운 경희의과대학 연구원으로 옮겼다. 매주 의사, 한의사, 치과의사, 과학자 등이 모여 토론하는 램미팅도 열고 있다. 연구 성과도 나왔다. 지난 8월 양한방 통합 암 치료방법 개발을 위한 국책과제에 선정됐다. 이 부원장은 “미국의 암 연구를 주도하는 뉴욕 메모리얼슬론케터링암센터는 의료진이 환자가 있는 공간을 지나 연구원과 함께 식사하도록 동선을 짰다”며 “매 순간 자신이 살려야 할 환자를 보고 아이디어를 공유할 연구진과 만나라는 취지”라고 말했다.

### 전남대·조선대병원 인공지능 ‘왓슨’ 도입

광주와 전남지역 대학병원인 전남대병원과 조선대병원이 의료 분야 인공지능 ‘왓슨 포 온콜로지’를 도입, 암 진료를 한다. 왓슨은 진료기록을 입력하면 방대한 의학 논문과 자료를 빠르게 분석해 수초 만에 가장 적절한 치료 방안을 제시한다. 최근 가천대 길병원, 부산대병원, 건양대병원에 잇따라 도입돼 암 진료와 치료에 이용되고 있다.

조선대병원도 다학제실, 진료·치료시스템 운영체제를 갖추고 지난 9월부터 본격 운영에 들어갔다. 왓슨을 이용한 진료대상 질환은 유방암, 폐암, 대장암, 직장암, 난소암, 자궁경부암, 위암 등이다. 300개 이상 의학 학술지, 200개 이상 의학 교과서, 1500만 쪽에 달하는 의료 정보를 이미 학습한 왓슨은 의사가 환자의 진료기록을 입력하면 이를 바탕으로 환자의 상태를 요약하고 치료 및 관리 방법을 제시한다.

### IBM에 도전장 낸 셀바스AI

“3년 전 시를 활용한 의료시스템을 만들자고 대형 병원에 제안했는데 관심을 보이는 곳이 없었습니다. 올해 시 질병 예측 서비스를 내놓은 이후 병원, 보험사 등에서 러브콜을 받고 있습니다. 앞으로 한국형 왓슨을 개발하는 것이 목표입니다.” 시를 이용해 헬스케어 서비스를 개발하는 기업인 셀바스AI의 김경남 대표는 이같이 말했다. 이 회사의 전신은 1999년 설립된 정보기술(IT) 업체 디오텍이다. 지난해 셀바스AI로 사명을 바꿨다. 필기인식 등 스마트폰 소프트웨어 개발이 주력 사업이었지만 3년 전 헬스케어 사업에 뛰어 들었다. 2015년에는 의료기기 전문업체 자원메디칼을 인수했다. 김 대표는 “스마트폰 시장 경쟁이 심화되면서 새로운 성장동력이 필요했다”며 “시헬스케어 시장은 성장성이 높고 경쟁자가 적어 승산이 있다”고 설명했다.

셀바스AI는 세브란스병원과 손잡고 건강검진 정보를 입력하면 폐암·간암 등 6대 암, 당뇨, 치매 등의 발병을 예측하는 ‘셀비체크업’과 의료진의 진단 소견을 실시간으로 녹취하는 ‘셀비메디보이스’를 개발했다. 회사는 셀비체크업을 개발하기 위해 1년여간 전문의, 의료 빅데이터 전문가들과 함께 51만 명의 건강검진 데이터를 분석했다. 혈압 등 건강검진 항목을 분석해 어떤 질병이 생길 수 있는지를 예측하는 알고리즘을 구축했다. 시의 딥러닝 기술을 이



용해 질병 예측 정확도를 90%까지 올렸다. 지난 3월 세브란스병원 홈페이지를 통해 셀비체크업 서비스를 시작했다. 셀바스AI는 의료 시인 '셀비'를 왓슨과 같은 의료 분야 대표 AI로 키운다는 계획이다. 회사는 3월부터 세브란스병원과 공동 연구 협약을 맺고 한국형 왓슨 개발에 들어갔다. 2020년까지 개발을 완료할 계획이다. 김 대표는 “의료상담 서비스를 제공하는 셀비챗봇 등 다양한 기술을 개발하고 있다”며 “내년부터 신기술을 차례로 선보일 것”이라고 말했다.

### 삼성서울병원, 한국MS와 한국형 AI 정밀의료시스템 개발

삼성서울병원과 한국마이크로소프트가 한국형 AI 정밀의료시스템을 개발한다. AI로 엑스선 등 영상 데이터를 분석해 폐섬유화 진단 정확도를 높이고 수면 무호흡증 예방에도 활용할 계획이다. 삼성서울병원은 한국MS와 클라우드 기반 AI 애저를 활용해 환자 치료를 돕는 시스템을 개발하기로 양해각서(MOU)를 지난 10월 체결했다. 한국MS는 의료데이터를 처리하고 분석하는 애저를 IT 인프라로 제공한다. 병원은 이를 활용해 파일럿 연구를 한다. 두 기관은 엑스선 등 영상 데이터로 폐섬유화 진단 정밀도를 높이는 딥러닝 학습 시스템을 개발할 계획이다. 수면 데이터로 수면 무호흡증 발병 가능성을 예측하는 알고리즘을 개발하고, 암 관련 유전체 데이터를 분석해 암환자 생존율을 높이는 프로그램도 개발한다. 의료진의 AI 활용 역량을 높일 교육 프로그램도 운영할 계획이다. 권오정 삼성서울병원장은 “앞으로 활성화될 클라우드 기반 AI 연구 가능성을 확인하고 실질적인 성과를 낼 것으로 확신한다”고 말했다.



권오정 삼성서울병원 병원장(왼쪽)과  
고순동 한국마이크로소프트 대표(오른쪽).

# 일본 바이오현장을 가다 차세대 줄기세포 앞서가는 일본

일본이 차세대 줄기세포로 꼽히는 유도만능줄기세포(iPS세포)를 활용한 재생의료 분야에서 속속 성과를 내고 있다. 파킨슨병, 혈소판감소증, 심장병 등 난치병 치료제도 개발 중이다. iPS세포로 죽은 세포를 재생해 질환을 치료하는 원리다. iPS세포 제조법을 발명한 야마나카 신야 교토대 교수가 2012년 노벨생리의학상을 받은 이후 일본 정부가 집중적으로 지원한 데 힘입은 결과다.

임락근 [(오사카·고베·교토·도쿄)한국경제신문 기자]

## iPS세포

Induced Pluripotent Stem Cell(유도만능줄기세포), 피부 등의 체세포에 특정 인자를 주입해 만든 세포다. 다양한 조직이나 장기의 세포로 분화하고 무한대로 증식할 수 있다. 세계 최초로 iPS세포를 만든 야마나카 신야 교토대 교수는 2012년 노벨생리의학상을 받았다.

### 유도만능줄기세포 주도 일본

일본 교토에 본사가 있는 바이오 벤처기업 메가카리온. 임직원이 29명에 불과한 이 회사는 최근 헌혈로만 얻을 수 있던 혈소판을 차세대 줄기세포로 대량 생산하는 기술을 개발했다. 미와 겐지로 메가카리온 대표는 “혈액 분야에서는 혈액형 발견 이후 100여년 만의 혁신”이라고 강조했다.

“현미경으로 본 건데 똑같죠? 생김새뿐 아니라 실제 기능도 같습니다.” 일본 도쿄 미나토구에 있는 메가카리온 도쿄 사무실. 미와 대표는 유도만능줄기세포(iPS세포)로 만든 혈소판과 헌혈 혈액에서 추출한 혈소판 비교 사진을 모니터에 띄워놓고 설명했다. 그는 “일본에서만 한 해 수혈하는 혈소판 제제가 80만 팩”이라며 “헌혈에만 의존하던 혈소판을 대량으로 생산할 수 있는 길이 열렸다”고 말했다.

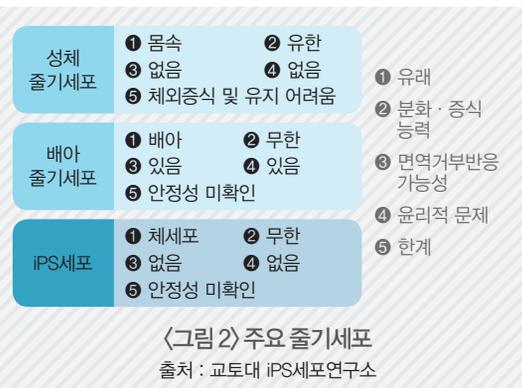
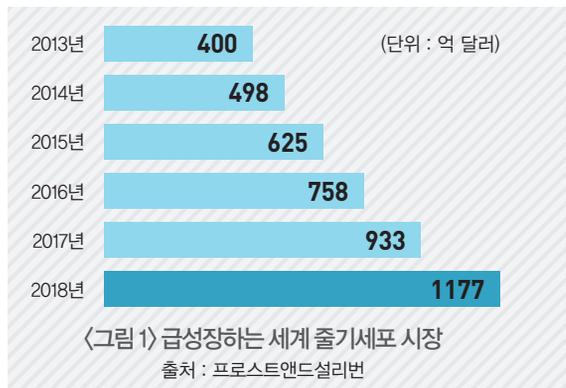
### 감염 위험 없애고 보존 기간 늘려

메가카리온은 iPS세포를 산업에 응용한 대표주자다. 출혈을 멈추는 데 필수적 혈액 성분인 혈소판을 대량 생산하는 기술을 개발했다. 출혈을 동반하는 외과수술은 물론 혈소판 관련 희귀질환자, 항암치료를 받는 암환자 등에게 필수적이다. iPS세포로 혈소판을 만들면 헌혈 과정에서 일어날 가능성이 있는 에이즈, C형 간염 등의 감염 위험도 차단할 수 있다. 박테리아 증식 때문에 4일에 불과한 보관 기간도 2주 안팎으로 늘릴 수 있다. 미와 대표는 “헌혈 혈액으로 만든 혈소판 제제는 간혹 면역거부반응이 일어난

다”면서도 “특이한 혈액형으로 iPS세포를 만들어 혈소판을 생산해 두면 이런 문제도 해결할 수 있다”고 말했다. 일본 정부는 2015년 메가카리온을 국가전략사업자로 지정하고 총 27억 엔(약 270억 원)을 출자했다. 헌혈량 부족을 해결할 수 있는 국가기반기술이라는 이유에서였다. 미와 대표는 “일본 헌혈 인구의 76%가 50세 이하지만 수혈이 필요한 환자는 85%가 50대 이상”이라며 “저출산과 고령화가 고착화되면 필연적으로 헌혈량 부족에 시달릴 것”이라고 설명했다. 메가카리온은 오츠카제약, 시스맥스 등 16개 기업 및 연구소와 손잡고 대량 생산에 필요한 인프라를 확보했다. 2020년 상용화를 목표로 내년부터 일본과 미국에서 임상시험에 들어간다.

### 차세대 줄기세포에 집중하는 日

일본에서는 줄기세포 중에서도 iPS세포 연구가 활발하다. 2010년 세워진 교토대 iPS세포연구소(CiRA)가 iPS세포 연구의 구심점 역할을 하고 있다. iPS세포 제조법 발명으로 2012년 노벨상을 받은 야마나카 교수가 연구소장이다. 300여 명의 iPS세포 관련 연구원이 상주하고 있고 한 해 예산만 80억 엔(약 800억 원)에 달한다. 기존 성체줄기세포는 연골 등 특정 신체부위를 재생하는 데만 활용된다. 반면 iPS세포는 체세포를 줄기세포로 바꿔 모든 신체부위의 재생 치유에 쓸 수 있는 차세대 줄기세포다. 인간배아를 활용하는 배아줄기세포와 달리 생명윤리 문제에서도 자유롭다.





〈그림 3〉 iPS세포 관련 특허 건수  
 ※2017년 3월 기준 출처 : 교토대 iPS세포연구소

한편, 일본은 2014년 세계 최초로 황반변성 환자에게 iPS세포로 만든 줄기세포를 이식하는 데 성공했다. 올해 초에는 다른 사람 세포로 제조한 iPS세포를 이용한 임상시험을 했다. 줄기세포 치료의 시간과 비용을 획기적으로 줄일 것이라는 기대를 받고 있다. 이에 비해 한국에서는 iPS세포 등 차세대 줄기세포 연구가 지지부진하다. 연골 재생 등 1세대 줄기세포로 분류되는 성체줄기세포 연구에 머무는 수준이다. ‘황우석 사태’ 이후 생명윤리법 등이 강화된 데다 차세대 줄기세포 분야의 정부 지원이 줄어든 탓이다. 등록된 iPS세포 관련 특허는 일본이 37건인 데 비해 한국은 6건에 불과하다. 송지환 차병원 줄기세포연구소 교수는 “일본 정부는 수천억 원의 지원금을 쏟아 부으며 차세대 줄기세포 기술 확보에 열을 올리고 있다”며 “한국도 기초연구 활성화를 위한 환경을 조성해야 한다”고 말했다.

### 무궁무진한 활용 가치

iPS세포로 다양한 질환을 치료하는 연구가 일본에서 순조롭게 진행 중이다. 일본 이화학연구소는 2014년 세계 최초로 난치성 질환인 노인성 황반변성 환자를 대상으로 시작한 임상시험에서 환자의 시력 저하가 멈추는 등 성과를 내고 있다. 교토대는 내년 파킨슨병, 혈소판 감소증, 심장병, 척수 손상 등의 난치병 치료를 위한 임상시험에 나설 예정이다. 신약 개발 등에서도 가시적 성과를 내고 있다. 도구치다준야 교토대 교수는 iPS세포를 이용해 근육에 뼈가 자라나는 희귀질환 치료 후보물질을 찾아내 최근 임

상시험에 들어갔다. iPS세포를 활용한 세계 최초 신약 임상시험이다. 가네코 신 교토대 교수는 iPS세포로 면역항암제를 개발 중이다. 송 교수는 “일본과 영국 등에서는 정부가 장기 계획을 갖고 줄기세포 연구를 적극 지원하고 있다”며 “한국이 줄기세포 분야에서 뒤처지지 않기 위해서는 해외 사례를 벤치마킹할 필요가 있다”고 말했다.

### ‘협력의 힘’ 발휘하는 일본

일본 오사카 근교 스이타시에 있는 오사카대병원. 이 병원은 일본 대학병원 중에서 산학협력으로 유명한 곳이다. 병원 부지 안에는 9층짜리 최첨단 의료이노베이션센터(COMIT)가 자리잡고 있다. 나카타니 다이사쿠 오사카대 의대 교수는 “오사카대병원 연구진과 기업 연구진이 손잡고 기초연구부터 임상시험까지 한 지붕 아래서 협력하고 있다”고 했다. COMIT에서 중개임상연구 책임을 맡고 있는 묘이 야키라 미래의료센터장은 “기초연구부터 임상시험까지 26개 기업과 29개 프로젝트를 공동으로 하고 있다”며 “일본 최대 의료기기 업체 데루모와 손잡고 심부전 치료에 사용하는 심장근육 시트 상용화에 성공했고 주가이제약과는 세계적 베스트셀러가 된 류머티즘관절염 치료제 약템라를 개발했다”고 말했다. 고베의료산업도시도 일본 내 대표적인 바이오 클러스터다. 고베항 인근 인공섬 포트아일랜드에 자리잡은 고베의료산업도시는 일본 내 바이오 클러스터로는 최대 규모다. 다케다약품공업, 후지필름, 이화학연구소(RIKEN) 등 340여 개 기업과 연구소가 모여

공동 연구 등을 하고 있으며, iPS세포를 활용한 임상 시험이 이곳에서 이뤄지고 있다. 고베 시는 의료산업도시에서의 사업화 지원, 건물 증축 등에 올해에만 41억9700만 엔(약 419억7000만 원)의 예산을 지원한다. 일본이 차세대 줄기세포 분야에서 앞서가는데는 산업계와 대학, 연구소와 병원이 하나로 연결된 클러스터가 한몫하고 있다. 다케다 히로시 고베대 총장은 “정부와 기업의 지원을 받아 대학 연구소를 캠퍼스 밖에 세워 활발하게 산학협력에 나서고 있다”고 말했다. 고베대는 진단검사 전문업체 시스맥스의 기부를 받아 포트아일랜드에 지난 4월 의대 연구소를 개설했다. 교토대 iPS연구소(CiRA)는 일본 재생의료 클러스터의 선봉에 있다. CiRA가 기업과 공동 연구한 건수는 2008년 19건에 불과했지만 지난해 202건으로 늘었다. 일본 최대 제약사 다케다약 품공업은 지난해부터 CiRA와의 공동 연구에만 10년간 200억 엔(약 2000억 원)을 투자하기로 했다. 지난 9월 세계 최초로 혈소판 제제 양산 기술을 개발한 바이오벤처 메가카리온은 CiRA에서 혈소판 제제 생산에 필요한 iPS세포를 제공받는다. 생산, 품질 관리 등은 다른 바이오 기업들과 손을 잡았다. 고토 다다 하루 일본제약공업협회 이사장은 “교와하코기린은 도쿄대, 나고야시립대와 손잡고 항체의약품 포털리지오를, 오노약품은 교토대와 손잡고 면역항암제 옴디보를 개발했다”며 “산학병연 협력이 성과를 내온 만큼 재생의료 분야에서도 조만간 가시적인 성과가 나올 것”이라고 말했다.

나카타니 다이사쿠  
오사카대 의대 교수  
(왼쪽)와  
모이 아키라  
미래의료센터장  
(오른쪽).



### 규제 풀고 1.1조 투입해 재생의료 키우는 일본

일본이 재생의료 연구의 선두에 설 수 있던 배경에는 정부의 든든한 지원이 있었다. 연구비 지원뿐만 아니라 연구에 걸림돌이 되는 규제를 과감하게 정리한 것도 주효했다는 분석이다. 일본 문부과학성은 2013년부터 재생의료 연구에 10년간 1100억 엔(약 1조1000억 원)의 예산을 투입할 계획이다. 여기에 후생노동성, 경제산업성에서 지원하는 예산까지 더하면 규모는 더 커진다. 한국이 2008년부터 올해까지 재생의료 연구에 투입하는 예산이 1856억 원인 것을 감안하면 6배 이상 많은 규모다.

이케야 마코토 교토대 교수는 “교토대 CiRA 연간 예산의 80%가량이 정부 지원이 포함된 산학협력 연구지원비”라고 설명했다. 일본 정부의 지원은 연구비에만 그치지 않는다. 초기 단계 재생의료 벤처기업에도 투자하고 있다. 경제산업성 산하 산업혁신기구는 2013년과 2015년 두 차례에 걸쳐 바이오벤처 메가카리온에 총 27억 엔(약 270억 원)을 투자했다. 미와 대표는 “iPS세포를 활용한 연구는 아직까지 상용화 사례가 없어 사업 전망이 불투명했지만 정부의 지속적인 지원 덕분에 기술 개발에 전념할 수 있었다”고 말했다.

일본 정부는 줄기세포 연구 활성화를 위해 과감하게 규제를 없앴다. 2014년 조건부 승인제도를 만들어 최종 인허가를 받지 않았더라도 병원, 연구소 등에서 수익 기반의 임상시험 등을 할 수 있도록 했다. 2015년에는 의료연구 분야 컨트롤타워 역할을 하는 일본의료연구개발기구(AMED)를 설립해 연구 지원의 효율화를 도모했다. 신속심사제도도 도입해 희귀 질환이나 혁신적인 치료제의 인허가 기간을 단축시켰다. 시미즈 다쓰야 도쿄여자의과대 최첨단의료센터장은 “조건부 승인제도 덕분에 오사카대, 테루모와 공동으로 개발한 심부전 치료에 쓰이는 심장근육 시트의 임상시험을 할 수 있었다”고 말했다.



## 메디블록, 새로운 의료산업 패러다임 구축 ‘블록체인 기술 활용한 의료정보 플랫폼’

메디블록(MediBloc)은 현재 가장 주목받고 있는 ‘블록체인’이라는 기술을 의료 분야에 접목시켜 의료정보를 중심으로 한 새로운 사회경제 생태계를 만들어 나가고 있다.

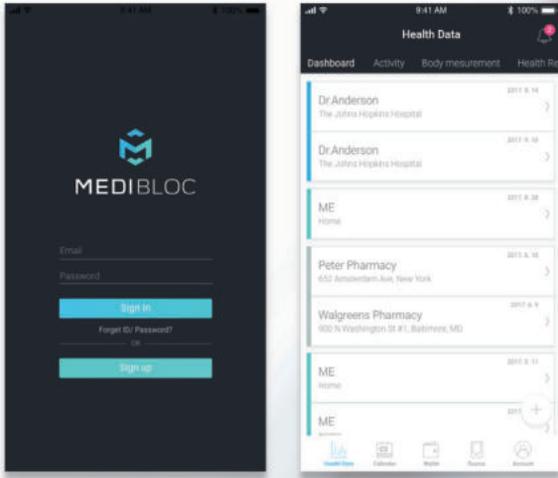


MEDIBLOC

### 개인 맞춤형 의료정보 플랫폼

메디블록(MediBloc)은 블록체인을 기반으로 한 개인 맞춤형 의료정보 플랫폼(의료소비자, 공급자, 연구자 및 기업을 위한)으로서 새로운 의료산업 패러다임을 구축해 나가고 있다. 오늘날의 의료정보시스템은 낡고 파편화돼 있다. 메디블록은 의료 분야에서 데이터의 상호운용성을 높여 환자의 데이터 소유권을 중심으로 한 새로운 경제 시스템을 만들고 있다. 개발자는 메디블록을 통해 새롭고 혁신적인 의료서비스를 개발할 수 있다. 궁극적으로 진료 과정의 효율성을 높이고, 연구자들은 연구에 필요한 정보를 효율적으로 얻을 수 있다.

지금까지 의료정보는 병원과 같이 중앙화된 기관을 중심으로 보관돼 왔다. 이로 인해 매년 수백만 명의 의료정보가 유출되고, 수십억 원이 보험사기로 인해 손실되고 있으며 수조 원이 불필요하게 낭비되고 있다. 이러한 문제를 해결하고자 메디블록은 블록체인 기술을 활용해 흩어져 있는 의료정보를 환자가 직접 저장하고 관리할 수 있는 플랫폼인 메디블록을 구축한다. 환자는 메디블록이 제공하는 서비스를 일종의 ‘디지털 헬스케어 지갑’이라고 생각할 수 있다. 자신의 모든 의료·



메디블록 플랫폼 및 생태계는 MED라는 암호 화폐를 기반으로 운영된다. 메디블록 플랫폼 위에 구현될 수많은 서비스는 메디토큰을 이용해 접근이 가능하다. 이 메디토큰은 메디블록 플랫폼 위에 구현될 수많은 유료 서비스를 이용하는 데 사용된다. 한편, 메디블록은 메디토큰을 크라우드펀딩의 형태인 ICO(초기 코인 발행)를 통해 발행한다. 토큰 세일은 12월 15일까지 진행되며 프로젝트 및 토큰 세일 참가에 대한 자세한 정보는 메디블록 공식 웹사이트 ([medibloc.org](http://medibloc.org))에서 확인 할 수 있다.

건강정보가 하나의 앱 또는 서비스에 담기게 된다. 자신의 의료·건강 기록을 한곳에 모음으로써 더 나은 건강관리가 가능하다. 이를 병원 진료 시 전달해 더 정확한 진료를 받는 데 사용할 수 있으며, 불필요한 중복 검사도 줄일 수 있다. 보험 청구 시 병원에서 일일이 서류를 떼지 않아도 이 정보를 활용하면 자동 보험 청구가 가능해진다.

### 의료정보의 보안에서 상호운용성까지 확보

메디블록은 데이터를 암호화한 뒤 이를 블록체인의 외부 저장소(IPFS 등을 기반으로 한 분산 데이터베이스 저장시스템)에 저장하고, 이 정보에 대한 해시값만을 블록체인에 기록한다. 이는 블록체인에 기록하는 데이터의 사이즈를 최소화하면서 데이터의 무결성을 증명할 수 있는 가장 간단한 방법으로, 실제로 많은 블록체인 프로젝트에서 사용되고 있다. 이렇게 저장된 메디블록의 의료정보는 상호운용성을 가지며, 환자들의 자율적인 건강관리 시스템을 만드는 데 활용된다. 의사는 이 정보를 활용해 보다 정확하고 수준 높은 의료서비스를 제공할 수 있다. 비효율적인 의료정보 관리시스템을 개선할 수도 있

다. 의료소비자에게 보다 전문화된 개인 맞춤형 의료서비스를 제공할 수 있고, 환자에게 의료정보를 투명하게 제공함으로써 의료서비스에 대한 신뢰감을 높일 수 있다.

또한 의료 관련 연구자 및 개발자는 대부분의 경우 연구개발 과정에서 많은 데이터를 필요로 한다. 하지만 현재의 의료정보시스템은 폐쇄돼 있고 파편화돼 있어 연구자 및 개발자는 데이터를 구하는 데 큰 어려움을 겪고 있다. 지금의 의료시스템에서 의료정보의 유통이 어려운 데는 의료정보의 주인과 관리자가 달라서 제3자의 데이터를 다루는 데 많은 법적 제약이 있기 때문이다.

메디블록은 의료정보의 주인인 환자들이 직접 자신의 의료 데이터를 저장하고 관리할 수 있도록 함으로써 이 같은 제약을 없애 이를 바탕으로 정보의 활용을 촉진한다. 메디블록이 현실화하면 전 세계 모든 지역에 있는 사람들로 부터 적절한 대가를 지불하고(또는 환자 자신의 의지에 따라 기부를 받아) 의료정보를 수집할 수 있다. 이렇듯 더 많은 연구 데이터를 모을 수 있는 플랫폼을 제공함으로써 의학 발전에 크게 기여할 전망이다.

# 유전자 조작 생물(GMO)의 역사

인간은 고도로 발전한 생명공학에 힘입어 이제는 유전자도 원하는 대로 조작하기에 이르렀다. 이미 눈치 채지 못하는 사이에 우리의 삶을, 더욱 와 닿는 표현을 쓰자면 식탁을 지배하고 있는 유전자 조작 기술. 과연 어디까지 왔으며, 얼마만큼 더 나아갈 것인가.

이경원 [과학칼럼니스트]



유전자는 문자 그대로 생명의 지도이자 설계도다. 모든 생명체의 모양과 기능은 그 생명체가 가진 유전자 속에 명시돼 있다. 필자도 독자도 모두 유전자의 명령에 의해 만들어졌고 움직이는 유전자의 하인이다. 그리고 인류는 그 유전자를 해석하고 변조함으로써 인간이 원하는 새로운 모양과 기능을 가진 생명체를 만들어내고, 그러한 일을 인간 자신에게도 시도하고 있다. 유전자를 알고 활용하는 것이야말로 생명과학 및 공학, 그리고 관련 산업의 알파오메가인 셈이다. 그리고 우리가 매일 먹고 우리의 몸을 만드는 식품의 생산에도 유전자 조작 기술은 이미 깊숙이 침투해 있다.

## 기존의 농업이야말로 최초의 유전자 조작 기술?!

유전자 조작이라는 말에서 엄청난 최첨단 기술의 이미지를 떠올리는 분이 많다. 하지만 상당수의 '첨단 기술'이 그렇듯이 인류는 의외로 꽤나 오래전부터 유전자 조작 기술을 보유하고 발전시키기 시작했다. 다름 아닌 우리가 매일 먹는 농산물

역시 농업이라는 유전자 조작 기술의 산물이다.

물론 인류가 유전자의 존재를 알게 된 것은 인류 역사에서 비교적 최근의 일이다. 그러나 인류는 무려 수천 년 전부터 경험칙을 통해 유전자와 유전 법칙의 존재를 막연하게나마 알고 있었다. 세상에 등장한 직후에는 다른 동물과 마찬가지로 수렵과 채집을 통해 식량을 해결했지만, 농업을 시작하고 여러 대에 걸쳐 동식물을 축화해 기르게 되면서 어떤 개체끼리 교배를 시켜야 인간이 원

하는 특질(양과 질이 우수한 과육이나 고기, 알, 젖, 가죽 등의 생산)을 더 강하게 갖게 되는지를 경험을 통해 알게 되고, 이를 적극적으로 실시하게 된 것이다. 때문에 우리가 매일 접하는 농산물 중 야생 그대로의 모습을 간직한 것은 거의 없다. 모두 적극적인 선택 교배를 통해 우수한 특질을 갖는 유전자끼리 결합, 그 특성이 강하게 발현되도록 개량된 품종이다. 그 가장 극단적인 사례 중 하나는 개일 것이다. 오늘날 인간이 기르는 개의 대부분은 원래 야생 상

### 01

이미 인류는 경험칙에 따라 매우 초보적인 유전자 조작을 해왔다. 모든 가축화된 개는 유전자 조작의 산물이다.



태에는 존재하지 않던 품종이다. 인간이 야생 늑대를 포획해 축화하고, 인간이 원하는 다양한 특질을 갖도록 품종 개량한 산물인 것이다.

하지만 앞서도 말했듯이 옛날의 인류는 유전자의 존재를 몰랐다. 따라서 본격적인 유전자 조작의 시대는 유전자와 유전 법칙의 존재가 과학적으로 입증된 20세기 이후라고 할 수 있다.

## 본격 유전자 조작의 시대

1865년 그레고어 멘델이 유전 법칙의 존재를 증명한 이후, 유전자의 실체는 계속 비밀의 커튼을 벗어 갔다. 멘델은 유전자의 존재 또한 추정했는데, 1903년 WS 서튼이 곤충의 염색체에 유전자가 있다는 가설인 염색체설을 제시했다. 이것은 1926년 TH 모건의 초파리 실험으로 입증된다. 1928년에는 F 그리피스가 폐렴 쌍구균을 이용해 형질전환 실험을 하여 유전자의 존재를 확인하고, 1943년에는 OT 에이버리가 유전자의 본체인 DNA를 분리해 내는 데 성공한다. 이후 1953년 JD 왓슨과 F 크릭이 DNA가 이중나선 구조로 이뤄져 있음을 밝히면서 현재와 같은 유전자의 개념이 거의 확립됐다.

인류는 유전자에 대해 알게 되면서 유전자를 개조할 수 있는 도구도 갖춰 나가게 됐다. 1970년 해밀턴 스미스 연구소에서는 DNA를 원하는 대로 절단해 전기이동 젤 속에 분리할 수 있는 제한 효소를 발견하게 된다. 이로써 과학자들은 생물체의 게

놈에서 유전자를 분리할 수 있게 됐다. 절단된 DNA를 접착하는 데 필요한 DNA 리가아제는 이보다 앞선 1967년 발견됐다. 세포 간 정보 전달 및 DNA 서열 복제에 필요한 플라스미드는 1952년 발견됐다. 프레더릭 생어는 1977년 DNA 서열 분석 방법을 고안해 연구자들이 많은 유전 정보를 얻을 수 있게 해 주었고, 1983년 캐리 멀리스가 개발한 중합효소 연쇄반응(Polymerase Chain Reaction: PCR)을 통해 작은 DNA 조각을 증폭, 유전 물질의 식별과 분리가 용이하게 됐다.

이러한 유전자 조작 도구와 관련 기술의 발전으로 1972년에는 폴 버그가 최초의 재조합 DNA 분자를 만들었다. 원숭이 바이러스 SV40의 DNA를 람다 바이러스의 DNA와 결합시킨 것이다. 이후 허버트 보이어와 스탠리 노먼 코헨은 버그의 연구를 한 단계 더 발전시켜 재조합 DNA를 박테리아 세포에 옮겨 심는 데 성공했다.

1974년에는 란돌프 예니슈가 최초의 유전자 조작 동물을 만들어 내는 데 성공했다. 쥐의 배아에 유인원 바이러스 40(SV40) DNA를 넣어 성체로까지 성장시키는 데 성공한 것이다. 그가 만든 유전자 조작 쥐는 변형된 형질을 후손에게까지 전파하지는 않았지만, 이후 1981년 프랭크 루들, 프랭크 콘스타니니, 엘리자베스 레이시 팀이 만든 유전자 조작 쥐는 형질을 후손에게까지 전파하는 데 성공했다.

## 02

유전 법칙을 발견하고 유전 물질의 존재 가능성을 발견한 그레고어 멘델. 그로 인해 과학적인 유전학이 열리게 된다.



최초의 유전자 조작 동물이 쥐라면 최초의 유전자 조작 식물은 담배였다. 1983년 마이클 W 비벤, 리처드 B 플라벨, 메리 델 칠튼은 아그로박테리아에서 나온 T1 플라스미드에 항생제 내성 유전자를 결합시킨 키메라 유전자를 만드는 데 성공했다. 이 플라스미드로 변형시킨 아그로박테리아를 담배에 감염시킴으로써 키메라 유전자를 식물로 집어넣는 데 성공했다. 이후 조직 배양 기술을 통해 이 키메라 유전자가 든 담배 세포를 발견한 후, 이 세포를 통해 동일한 유전자가 있는 새로운 개체를 만들어 내는 데까지 성공했다.

## 유전자 조작 생명체의 상업적 활용

이렇게 미생물뿐 아니라 동식물의 본격적인 유전자 조작이 이뤄지면서 이를 상업적으로 이용하려는 움직임이 슬슬 나타나기 시작했다. 1980년 미국 대법원은 제너럴 일렉트릭의 과학자들이 유전자 조작으



로 만든 원유 분해 박테리아의 특허 출원을 받아들였다. 이 판결로 인해 유전자 조작 생명체(Genetically Modified Organism : GMO)에 대한 소유권이 인정받게 되자, 여러 기업은 수익을 올리고자 GMO 개발 시장에 경쟁적으로 뛰어들게 됐다.

2년 후인 1982년, 미국 식품의약국은 GMO 방식으로 개발된 최초의 인간 치료제를 승인했다. 유전자 조작을 받은 박테리아가 생산한 인슐린인 ‘휴물린’을 당뇨병 환자의 치료제로 판매하게 된 것이다.

그리고 1986년에는 미국과 프랑스에서 제초제에 내성을 지닌 유전자 조작 담배의 현장 실험이 진행됐고, 1987년에는 플랜트 제네틱 시스템즈가 최초로 바실러스 튜링겐시스균의 살충제 성분 단백질을 생산하도록 유전자 조작된 담배를 생산하기에 이른다.

유전자 조작된 미생물이 생산한 효소가 식품 생산용으로 미국 식품의약국에서 처음으로 승인된 것은 1988년의 일이었다. 1990년대 초반

### 03

학계에서 안전하다고 중론이 났음에도 불구하고 유전자 조작 식품에 대한 반감은 아직도 뜨겁다.

이 되자 유전자 조작 박테리아를 통해 만들어진 키모신(송아지의 제4위에서 나오는 단백질분해효소)이 여러 나라에서 사용 승인을 받게 돼 치즈 생산에 쓰이게 된다.

이후에도 유전자 조작 농산물의 승인과 보급은 갈수록 확대돼 1992년에는 중국이 바이러스 내성을 지니도록 유전자 조작된 담배를 처음으로 상용화했고, 1994년에는 칼젠이 유통기한 증대를 위해 유전자 조작된 ‘플레이버 세이버’ 토마토의 출시 승인을 얻었다. 1994년 유럽연합은 제초제 브로모시닐에 내성을 지니도록 유전자 조작된 담배를 승인했다. 1995년에는 살충제를 생산하도록 유전자 조작된 감자인 Bt 포테이토가 미 식품의약국과 환경보호청으로부터 승인을 받았다. 미국 내에서 최초로 판매 승인을 받은 살충제 생산 작물이었다.

2010년에는 상용 목적으로 유전자 조작된 작물을 심은 나라는 29개국, 그외에 31개국이 유전자 조작 작물의 수입을 승인했다. 2013년에는 이러한 유전자 조작 작물의 보급에 힘쓴 로버트 프렐리(몬산토의 부사장이자 선임기술담당관), 마크 반 몬테규 교수, 메리 델 칠튼이 식품의 질과 양, 입수 가능성을 높인 공로로 세계식품상을 받았다.

상용화된 최초의 유전자 조작 동물은 글로피시다. 형광유전자를 가져 어둠 속에서 자외선을 받으면 빛이 나는 제브라피시다. 최초로 식용으로 승인을 받은 유전자 조작 동물

은 2015년 아쿠어드밴티지 연어로, 태평양 치누크 연어와 오션 파워트의 성장 유전자를 이식받아 1년 내내 성장한다.

### 유전자 조작 기술의 논란과 장래

유전자 조작 기술로 인해 병충해와 같은 외부 효과에 더욱 강하고 생산량이 우수한 동식물이 만들어져 세계의 식량 문제 해결에 상당 부분 일조했음은 부인할 수 없는 사실이다. 그러나 유전자 조작 기술에는 많은 논란도 있는 것 역시 사실이다. 그중 대부분은 유전자 조작 식품에 쏟아지고 있다. 종교적 및 철학적 견지에서 유전자 조작 식품을 비판하는 사람도 있지만, 대부분의 비판은 환경 및 건강상의 우려에서 쏟아진다. 예를 들어, 1999년 발표된 어떤 연구에 따르면 Bt독이 나비 개체 수를 줄이는 것으로 나타나 반대 여론이 들끓었다. 또한 1990년대 후반과 2000년대 초반, 유전자 조작 면화의 직황이 좋지 않아 해당 지역 농부들의 자살률이 치솟았다는 보고도 있었다. 비록 후속 연구를 통해 이들 주장은 사실이 아님이 밝혀지기는 했지만 말이다.

그리고 이 시기에 걸쳐 유전자 조작 식품에 대한 대중의 경각심도 크게 증가했고, 적절한 규제를 요구하는 목소리가 높아졌다. 이들은 유전자 조작 기술이 불러올 수 있는 예기치 못한 문제에 대한 경각심을 표하고, 소비자에게도 적절한 선택권을



줘야 한다고 주장했다. 이 때문에 여러 나라(현재 64개국)에서 유전자 조작 식품을 사용한 제품의 라벨에는 그 사실을 알리는 내용이 들어가게 됐다. 반면 이러한 라벨링이 필요 없다고 주장하는 사람도 있다. 그들은 유전자 조작 식품에 대한 과도한 공포심이 소비자의 구매심리를 위축시키며, 결과적으로는 식품 가격 상승 및 자원 낭비를 불러올 것이라고 말한다.

유전자 조작 식품에 대한 논란이 뜨겁지만, 적어도 학계에서는 유전자 조작 식품이 기존의 농산물에 비해 더 위험하지는 않다는 것이 중론이다. 물론 그런 결론을 내렸다고 해서 유전자 조작 식품에 대한 공포의 상업화를 막지는 못했다. 앞으로도 상당 기간 유전자 조작 식품에 대한 논란은 계속될 것으로 보인다.

그러나 논란과는 상관없이 유전

자 조작 기술의 잠재적인 용처는 무궁무진하다. 병충해와 가뭄에 더 강한 내성을 지닌 작물, 성장 속도가 더욱 빠른 동물, 더욱 효율적인 의약품 생산 등에 유전자 조작 기술은 유용하게 사용될 수 있다. 그리고 해당 기술은 매우 빠른 속도로 발전하고 있다. 얼마 전 연구자들은 박테리아 체계를 이용해 유전자 편집을 용이하게 하는 CRISPR 기술을 개발했다. 이러한 기술은 더욱 유용한 유전자 조작 동식물 개발, 질병 퇴치, 생태계 개선 등에 유용하게 쓰일 잠재력이 있다.

게다가 세계 인구는 엄청난 속도로 늘어나고 있다. 2050년이 되면 지구 인구를 모두 먹여 살리기 위해 현재보다 70% 더 많은 식량이 필요하다는 것이 UN의 관측이다. 게다가 지구 온난화로 인해 자꾸 발생하는 극한 기후는 기존 농법의 지속

## 04

장차 크게 늘어날 세계의 식량 수요를 감안하면 유전자 조작 식품을 포함한 모든 대안을 열린 마음으로 검토해야 한다.

가능성을 낮추고 있다. 이러한 식량 문제를 해결하려면 전향적이고 혁신적인 접근법이 필요하다. 유전자 조작 동식물은 그런 접근법이 될 수 있다.

또한 유전자 조작 기술은 식량 생산뿐 아니라 의학 연구와 치료에도 유용하게 사용되는 점을 잊어서는 안 된다. 앞서도 잠깐 소개했던 유전자 조작 쥐가 대표적인 사례다. 암 등 여러 난치병을 갖고 태어나도록 만들어진 실험용 쥐는 암 퇴치 연구에 유용하게 쓰이고 있다. 또한 인슐린을 생산하는 박테리아, 인간 항체를 생산하는 식물, 비타민A가 풍부한 벵 등 인간의 건강을 개선할 수 있는 여러 가지 생물이 유전자 조작을 통해 만들어지고 있다.

그러나 모든 기술은 가치중립적이다. 이러한 기술이 원래의 의도와는 달리 인간을 억압하고 해치는 데 악용되지 않게 하기 위해서는 충분한 감시의 시선이 반드시 필요할 것이다.

## 05

유전자 조작 기술은 식품 생산뿐 아니라 인류의 건강 증진을 위해서도 유용하게 쓰이고 있다.



## ‘트윈스’를 통해 살펴보는 유전자 조작 맞춤 아기 논란

생명은 그 자체로 어떤 가치보다도 고귀하고 소중하다. 하지만 이미 우리 인간은 그 생명의 설계도라 할 수 있는 유전자의 실체를 알고, 그것을 마음대로 조작하기 위해 발버둥치고 있다. 과연 인간이 다른 인간의 유전자마저 좌지우지하게 된다면, 어떤 미래가 펼쳐질 것인가.

이동훈 [과학칼럼니스트]



생명공학 실험으로 태어난 쌍둥이 형제인 줄리어스 베네딕트(우)와 빈센트(좌). 그러나 둘의 능력은 그야말로 극과 극이다.

‘터미네이터’ ‘코만도’ 등으로 명성을 날린 할리우드의 액션 스타이자 정치가인 아널드 슈워제네거. 그는 터프가이 이미지에 맞지 않게 여러 편의 가족 영화를 찍은 적도 있었다. 이번에 살펴볼 이반 라이트먼 감독의 1988년 작 미국 영화 ‘트윈스(Twins)’도 그런 작품이다. 이 영화는 가족 코미디 영화라는 장르에 걸맞게 잔인한 폭력 장면도, 화려한 액션 장면도 없다. 하지만 영화의 이면에 숨어 있는 메시지는 그리 가족적(?)이지 않다. 바로 비인도적인 과학 실험으로 인해 생이별을 한 어느 가족의 상봉기이기 때문이다.

1950년대 초, 미국 정부는 최고의 인간을 만들기 위해 사회 각 분야에서 한가닥하는 남자 6명의 유전자를 모아 한 여자의 몸에 인공수정시킨다. 그 결과 태어난 주인공 줄리어스 베네딕트(아널드 슈워제네거 분)는 최고의 지능과 체력, 인성을 갖춘 완전체가 된다. 그러나 이 실험에는 어두운 비밀이 숨겨져 있었다. 실험 책

임자 미첼 트래브 박사(네헤미아 퍼소프 분)는 줄리어스의 어머니인 메리 앤 베네딕트(보니 바틀렛 분)에게 줄리어스가 사산되었다고 거짓말을 했다. 그리고 이 실험으로 인해 과학자들도 예기치 못한 또 한 명의 아기가 태어났다. 줄리어스의 쌍둥이 동생인 빈센트 베네딕트(대니 드 비토 분)가 바로 그였다. 트래브 박사는 빈센트의 출생 사실까지 메리 앤에게 밝히지 않고, 줄리어스는 피지 섬에서 연구를 하는 워너 박사에게, 빈센트는 고아원으로 입양시켜 가족을 갈라 놓는다. 35세가 돼서야 동생이 있다는 사실을 들은 줄리어스는 동생을 찾으러 가겠다고 워너 박사를 떠나지만, 형과는 달리 빈센트는 여섯 아버지의 나쁜 점만 죄다 물려받아 최악의 지능과 체력, 인성에다 자동차 도둑질 등 범죄로 생계를 이어가고 있었다. 우여곡절 끝에 다시 만난 두 형제는 어머니를 찾으러 간다. 그러나 제버릇 개 못 준다던가? 빈센트는 돈 때문에 고가의 시제품 연료분사장치가 들어 있는 자동차를 훔쳐서 그걸로 어머니를 찾아가는데... 결국 이 연료분사장치를 노리는 악당들이 형제의 뒤를 밟게 되고, 형제의 운명은 과연 어떻게 될까?

### 언젠가는 현실로 다가올지도

아마 본지의 독자들이라면 이런저런 영화를 보면서 영화 속 기술의 현실성을 따질 것이다. 그렇다면 현재의 유전공학으로 뛰어난 사람들의 유전자를 모아 아이 영화의 주인공 형제를 만들어 낼 수 있을까? 이런 류의 설정은 다른 여러 SF 작품에서도 다루고 있지만, 결론부터 말하자면 아직은 불가능하다. 그러나 언젠가는 가능해질지도 모른다.

현재도 불가능한 것이 두 형제의 출생연도인 1950

TWINS

년대 초반에 가능할 리가 없다. 인간의 유전정보인 게놈이 인간 게놈 프로젝트에 의해 완전히 해독된 것이 2003년의 일이다. 그러나 앞서도 밝혔듯이, 급속히 발전하는 유전공학과 생명공학은 영화 속 상상이 현실이 될 날을 앞당기고 있다. 현재 각종 소아병 환자를 진단하는 데 이미 게놈 서열 분석이 사용되고 있다. 유소아들은 살아온 기간이 길지 않아 소아병 발병 원인이 거의 전적으로 유전적 요인이기 때문이다. 게놈 서열 분석은 이러한 유전적 요인을 정확히 알아내는 데 결정적인 역할을 할 수 있다.

그리고 이러한 유전자 진단은 이미 태어난 아기뿐 아니라 태어나지 않은 아기, 심지어는 배아에 대해서도 가능하다. 착상 전 유전자 진단(Preimplantation Genetic Diagnosis : PGD)을 통해 배아의 유전병 보유 여부를 알 수 있는 것이다. 이는 유전병을 앓는 부부들로부터 크게 환영받았다. 문제는 갈수록 이 기술을 아이의 성별이나 눈 색깔, 머리 색깔 등 건강과 무관한 특성을 정하려는 데 사용하는 부모가 많아진다는 것이다. 초보적인 맞춤 아기가 등장하고 있는 것이다. 물론 게놈은 일반인이 생각하는 것 이상으로 까다롭고 복잡한 생명의 설계도다. 우리 인간은 그것을 분석만 했을 뿐, 자유자재로 가공하는 법을 아직 알지 못한다. 전자공학에 대해 완전 문외한인 사람이 TV를 분해해 어떤 부품이 어떻게 들어맞는지 정도만 간신히 알아냈을 뿐, 각 부품의 세밀한 작동 원리나 개량 및 개조를 통해 성능을 변경할 수 있는 포인트는 알아내지 못한 것과도 같다. 그러나 그것이 언제까지나 미지의 영역에만 남아 있을까.

이미 인류는 세 부모 아기를 통해 2명을 초과하는 부모의 유전정보를 갖춘 아기를 만드는 법을 실용화했다. 이는 모계로만 유전되는 미토콘드리아에 유전적 이상이 있는 여성이 건강한 아기를 낳기 위한 방법으로, 미토콘드리아에 이상이 있는 여성의 난자에서 유전정보가 포함된 핵을 추출하고 미토콘드리아에 이상이 없는 여성의 난자에 이식하는 방식으로 이뤄진다. 이 난자가 수정되면 어머니와 아버지의 유전정보가 담



*그대의 아이는  
그대의 아이가 아니다.*

*아이들은 스스로 갈망하는  
생명의 아들이고 딸이다.*

*아이들은 그대를 저쳐서  
왔으나 그대에게서 온 것이  
아니다.*

*그리고 아이들은 그대와  
함께 있어도 그대의  
소유물이 아니다.*

칼릴 지브란,  
《아이들에 대하여》 中

기며, 미토콘드리아 기증자의 일부 정보도 포함되므로 세 부모 아기가 되는 것이다. 게다가 2016년 6월 2일, 미국 뉴욕대 랑곤 의료센터의 제프 뷔거 등을 주축으로 하는 과학자 25명은 과학전문지 '사이언스'를 통해 10년 내 세포계 안의 인간 유전체를 모두 합성해 내는 것이 목표인 인간 게놈 합성 프로젝트를 시작하겠다고 밝혔다. 이는 아버지가 6명인 인간뿐 아니라 생물학적 부모가 아예 없는 인간까지 창조할 가능성을 여는 것이어서 생명과학계 안팎에서 우려를 낳고 있다.

### 수많은 윤리적 문제에 대해 미리 생각해 보아

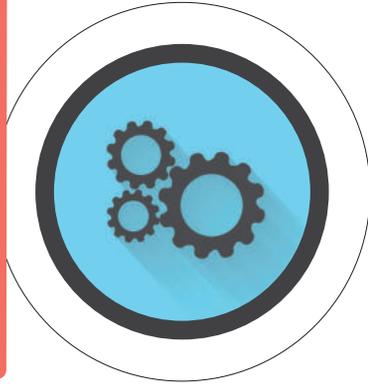
생명공학은 지고의 가치인 생명을 재료로 하는 것이므로 원래부터 큰 윤리적 문제를 안고 있었다. 그동안 관련 실험의 주요 재료이자 인간의 전 단계라고 할 수 있는 배아를 과연 인간으로 볼 수 있는가 등 가치관에 연관된 문제가 주로 논의의 대상이었다. 그러나 이 영화에서 나온 것처럼, 그리고 앞으로의 기술 발전이 암시하는 것처럼 누군가의 취향에 맞는 조건을 지닌 인간을 양산하는 기술이 실용화될 경우 더욱 크고 실질적인 문제가 제기될 것이다. “피조물에 불과한 인간이 타인의 생명을 설계하고 창조하는 신의 영역까지 넘보는 것이 과연 옳은가?”하는 형이상학적인 문에서부터 “안 그래도 심각한 계층 간 갈등과 빈부 격차에 유전적 격차까지 가세해 사회를 더욱 분열시키고 기득권층의 지배를 공고히 할 수 있다”는 사회학적 문제 제기, 그리고 이 영화에서도 살짝 다루어지듯이 실험 과정의 비윤리성과 인간 생명의 수단화, 피험자들에 대한 비인도적이고 반인권적 대우 논란 등 별의별 문제가 다 튀어나올 것이다. 이러한 문제에 대해 생각해 보는 것 또한 과학 기술을 사랑하는 사람들의 당연한 의무이자 권리라고 할 것이다.



어릴 적 헤어진 어머니를 찾아 헤매는 쌍둥이의 여정이 이 영화의 키포인트. 생명공학 실험의 비윤리적 속성에 대해서도 고발하고 있어 재미있다.

# R&D 관련 구인 및 구직

## 리쿠르팅



연구개발(R&D) 관련 직종의 구인 및 구직을 소개합니다. R&D 관련 직종(연구직, 기획, 관리, 홍보 등)의 구인 및 구직 관련 자료(구인공고, 자기소개서)를 이메일로 보내주세요.

### 구인공고



엠투에이치([www.marinetohhead.com](http://www.marinetohhead.com))

R&D 정부과제 관리 및 진행

- 담당업무: 연구개발직, 기술관리직(과장~차장급)
- 응모자격 및 우대사항: 학력 초대졸 이상, 경력 2년 이상
- 근무형태: 정규직
- 근무처: 경남 창원시
- 모집기간: 12월 21일까지(채용 시 마감)
- 문의전화: 055-256-4321



(주)엘로이즈([www.elrois.com](http://www.elrois.com))

서울 R&D센터 응용 소프트웨어 프로그래머 모집

- 담당업무: MR AI Avatar 개발
- 응모자격 및 우대사항: 대졸 이상, 3D, VR, AR 분야 개발 경험자, Chat Bot 개발 경험자, 관련 전공 경력자 우대
- 근무형태: 정규직
- 근무처: 서울 금천구
- 모집기간: 12월 30일까지(채용 시 마감)
- 문의전화: 042-861-8577



스타리온([www.starion.co.kr](http://www.starion.co.kr))

연구소 · R&D, 전기 · 전자 · 제어외 경력자 모집

- 담당업무: 자동차 회로 설계 및 개발 업무
- 응모자격 및 우대사항: 학력 무관, 경력 5년 이상, 유관업무 경력자, 공학계열
- 근무형태: 정규직
- 근무처: 부산 해운대구
- 모집기간: 상시 채용
- 문의전화: 051-523-1225



(주)트리플하이엠([www.hmcorp.co.kr](http://www.hmcorp.co.kr))

[R&D분부] 웹디자이너 경력사원(2년 이상) 채용

- 담당업무: 자사 웹, SNS 등 온라인 광고 콘텐츠 디자인, 클라이언트 광고 이미지 제작, 상세 페이지 및 오픈마켓 이미지 제작, 모바일 홈페이지 제작 및 자사 사이트 운영 및 유지 · 보수
- 응모자격 및 우대사항: 대졸 이상, 경력 2년 이상, 웹표준(HTML, CSS 등) 코딩 가능자 우대, 온라인 광고 대행사 및 웹 에이전시 출신 우대, 포토샵 · 일러스트 사용 필수
- 근무형태: 정규직
- 근무처: 서울 금천구
- 모집기간: 12월 22일(채용 시 마감)
- 문의전화: 02-2039-3800



보낼 곳 [eco\\_news@naver.com](mailto:eco_news@naver.com)

문의 042-712-9421,  
'이달의 신기술' 담당  
김은아 기자

### QUIZ.

최근 의약품의 특허 만료 등으로  
복제약 시장 규모가 커지고 있다.  
이와 관련해 널리 알려진  
'제네릭(Generic)'은 합성 의약품을  
복제해 만든 복제약을 지칭한다.  
그렇다면 바이오 의약품을 복제해  
만든 복제약을 지칭하는 용어는  
무엇일까요?

#### 50호 정답 및 당첨자

탄소배출권 거래제



한승희, 한다임, 윤지희, 김대규, 이호준



3D구글 카드보드(가상현실안경)

※ 독자선물은 교환, 환불이 불가능합니다.  
주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.

**Q&A**

**사업비 계상과 개인명의 특허**

사업비로 계상이 가능한 장비 및 간이영수증 처리에 대해 자세히 알고 싶습니다. 더불어 개인명의 특허와 간접비 증액에 대해서도 궁금합니다.



원칙적으로 연구와 관련한 장비를 구입한 경우 사업비 계상이 가능하고, 간이영수증은 인정하지 않습니다. 개인명의 특허는 과제 실적과 무관하며, 영리기관의 경우 간접비는 직접비의 10% 이내에서만 증액이 가능합니다.

이와 관련한 각각의 질문에 맞춰 자세히 설명해드리겠습니다.

주관기관 보유장비에 대해 수리비를 집행할 수 있는지요?

**사업 계획서**  
**사업비 현금/현물**

**유지보수비 현금 집행 가능**

사업계획서에 사업비 현금으로 구입하거나 현물로 계상한 장비의 경우에만 유지보수비가 현금으로 집행 가능합니다. 단순히 주관기관이 보유하고 있거나 과제수행과 관련 없는 사무기기, 장비 및 시설의 유지보수비는 집행이 불가능합니다.

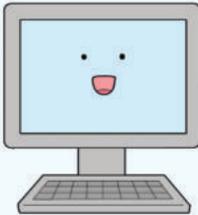
연구자에게도 연구개발능률성과급을 지급할 수 있나요?

연구개발능률성과급은 해당 연도 간접비 총액의 10%를 초과할 수 없으며, 자체 성과평가를 실시한 후 그 결과에 따라 지급해야 합니다.

단, 산업부 R&D 규정에서는 연구개발능률성과급은 연구지원인력(행정인력 및 연구지원전문가 포함)에 대해서만 지급하도록 돼 있습니다. 만약 참여인력(연구원)에게 지급 시 불인정되므로 주의 부탁드립니다.

소액 금액에 대해 간이영수증으로 증빙이 가능한가요?

금액과 무관하게 간이영수증은 적격 증빙이 아니므로 사업비 사용 시 불인정됩니다. 사업비는 RCMS에 등록된 사업비 카드로 사용해야 하며 사업비 카드 사용이 불가능한 경우 RCMS를 통한 계좌이체가 가능합니다.



특허출원비 사용에 따른 간접비 증액이 가능한가요?

간접비는 영리기관의 경우 직접비(현물 제외)의 10% 이내에서 실제 필요한 경비에 대해서만 산정하도록 돼 있습니다. 만약 현재 산정된 간접비가 이 범위 안이라면 증액(협약 변경 통보 필요)해 사용 가능합니다. 그러나 기존 사업비 내역에서 간접비가 10%에 도달해 있다면 추가로 증액은 불가능합니다(비영리기관은 증액 불가능).

개인명의 특허도 과제 실적으로 인정되나요?

개인명의 특허는 실적으로 인정되지 않습니다. 만약, 정당한 사유 없이 수행성과물인 지식재산권을 개인명으로 등록할 경우 연구부정 행위의 사례 중 하나로 간주돼 전담기관으로부터 참여 제한(1년) 조치를 받게 됩니다.

단, 개인사업자의 경우에는 예외로 인정돼 개인명의 특허를 실적으로 인정받을 수 있습니다.



# 이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

『이달의 신기술』은 산업기술R&D의 성과확산을 위하여 산업통상자원부 산하 R&D전담기관들(한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원) 및 한국공학한림원이 함께 만든 전 기술분야를 망라한 종합 R&D성과 정보지입니다. 이 잡지는 R&D 및 혁신과정에 대한 다양한 정보는 물론 기술정보와 사업화정보가 모두 수록되어 각 기업들의 다양한 기술 및 경영전략을 엿볼 수 있으므로 R&D를 수행하고자 하는 기업들로 하여금 생생한 체험과 교훈을 제공해 드릴 것입니다.



계좌번호 : 038-132084-01-016 기업은행  
1005-102-350334 우리은행  
전화 : 02-360-4845  
온라인 신청 : <https://goo.gl/u7bsDQ>  
이메일 접수 : [power96@hankyung.com](mailto:power96@hankyung.com)  
구독료 : 50,000원 (연간)



## 주요내용

- 산업기술상 수상기업 심층인터뷰
- 산업기술R&D성공기술 (이달의 새로 나온 기술, 사업화 성공 기술)
- 산업기술부문별 특집
- 전문가칼럼 및 산업기술담론
- 저명인사 인터뷰
- R&D사업소개, R&D제도 및 Q&A 등

## 총괄 편집 및 감수기관

- 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 한국산업기술미디어재단

## 편집 및 제작 (판매)기관

- 한국경제매거진
- 판매가격 : 6,000원(각 서점 구매)



# 국민행복시대를 열어갑니다!

**투명한 정부! 유능한 정부! 서비스 정부!**

공공정보를 공개하여 국민과 소통하겠습니다.

기관간 칸막이를 없애고 서로 협업하여

국민 한 분 한 분에게 맞춤형 서비스를 제공할 것입니다.

행복한  
대한민국을 여는  
정부 3.0



행정자치부  
www.gov30.go.kr

