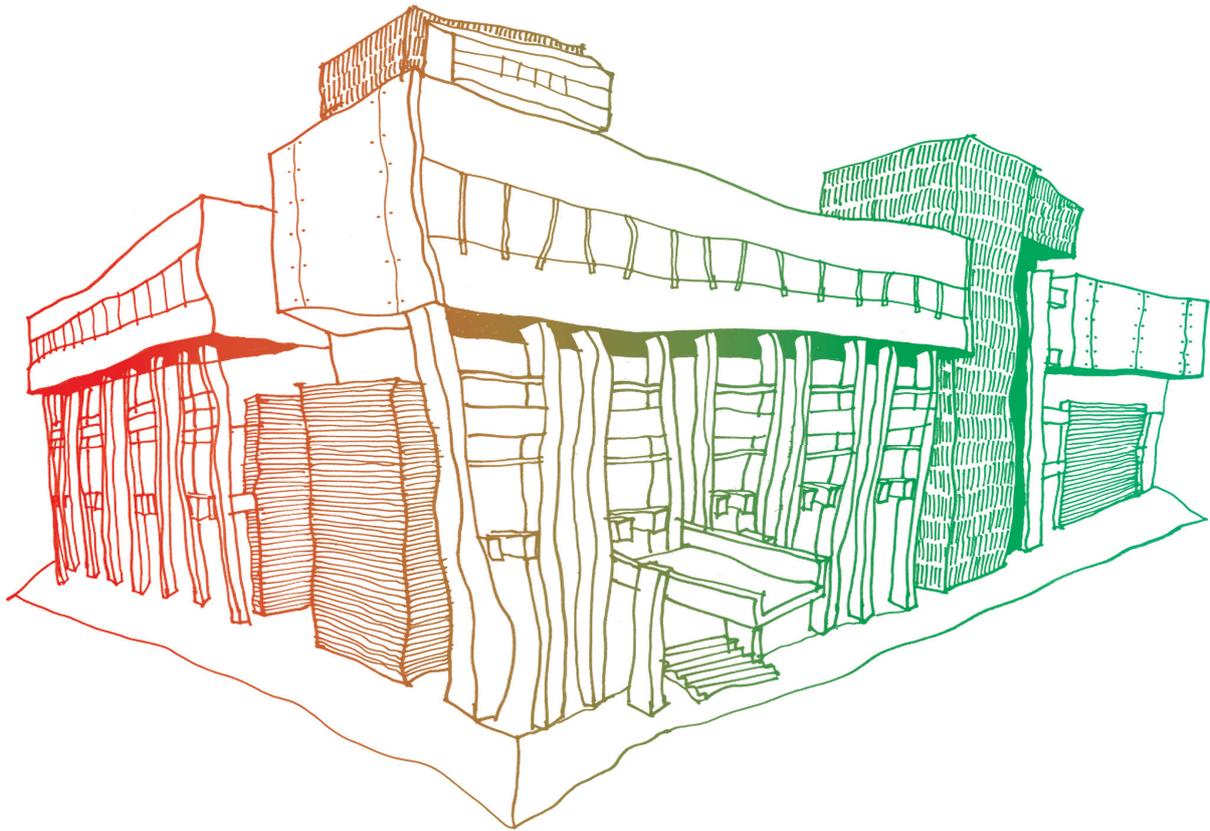


TePRI

REPORT

2017. 07. vol.74



TePRI 포커스 4차 산업혁명 시대, 혁신 플랫폼으로서 흥릉을 기대하며...

TePRI가 만난 사람 국가과학기술연구회 이상천 이사장

PART 01 : 이슈분석 2017년 KIST 연구역량발전계획

PART 02 : 과학기술 동향 I. 주요 과학기술 정책 : 정부 · 공공기관의 중소기업 기술혁신지원 2016년 실적 및 2017년 계획(안)
II. 월간 과학기술 현안 : 4세대 방사광가속기 이동 서비스 개시 외

PART 03 : TePRI 라운지 I. TePRISM : 고방열 플라스틱 저비용 · 고속 제조공정 개발
II. 신규 보고서 : 일본의 제4차 산업혁명 대응 정책과 시사점
III. TePRI Wiki : 유전공학 발전의 끝은 어디일까? 유전공학 기본기 익히기

TOPPRI REPORT

2017. 07. vol.74

기술정책연구소

Technology Policy Research Institute



TePRI
Technology Policy Research Institute



TePRI 포커스

4차 산업혁명 시대, 혁신 플랫폼으로서 흥릉을 기대하며... 4

TePRI가 만난 사람

국가과학기술연구회 이상천 이사장 6

PART 01 : 이슈분석

2017년 KIST 연구역량발전계획 11

PART 02 : 과학기술 동향

- I. 주요 과학기술 정책 :
정부·공공기관의 중소기업 기술혁신지원
2016년 실적 및 2017년 계획(안) 19
- II. 월간 과학기술 현안 :
4세대 방사광가속기 이동 서비스 개시 외 23

PART 03 : TePRI 라운지

- I. TePRISM :
고방열 플라스틱 저비용·고속 제조공정 개발 30
- II. 신규 보고서 :
일본의 제4차 산업혁명 대응 정책과 시사점 31
- III. TePRI Wiki :
유전공학 발전의 끝은 어디일까? 유전공학 기본기 익히기 35

TePRI FOCUS

4차 산업혁명 시대, 혁신 플랫폼으로서 홍릉을 기대하며...

보유 특허 5002건, 바이오 스타트업 투자 유치 18억 달러, 2005년 이후 일자리 5만4008개 증가... 이는 세계 1위 바이오테크 단지인 미국 동부 보스턴 바이오클러스터를 상징하는 숫자다. 이곳의 사람들은 보스턴 클러스터의 획기적 성공비결의 핵심으로 산·학·연·병의 단순 집적을 넘어, '길 하나만 건너면 해답을 줄 전문가'의 존재를 꼽는다. 이는 하버드, MIT 등 경쟁력 있는 우수한 인재·첨단 기술과 더불어, 이들간 긴밀한 시너지를 이루는 생태계의 깊이를 짐작하게 한다.

새 정부도 출범부터 청년일자리 창출, 저성장의 장기화 고리를 타개할 방안으로 첨단 스타트업 육성을 전방으로 내세우며 새로운 혁신경제로의 진입 의지를 천명했다. 첨단·강소 기업이 이끄는 창의적 아이디어 기반의 빠른 혁신은 기존 대기업 중심의 성장체제와는 전혀 다른 방식의 전략을 필요로 한다. 특히 다양한 원천 기술들의 빠른 융합을 통한 새로운 가치창출이 핵심인 4차 산업혁명 구도에서는 개별 주체의 혁신 이상의 혁신생태계 조성이 필수이다.

반경 2km내 박사급 인재 5천 2백명, 대학생 12만여명 등 고급인재의 밀집, 1.5조원 규모로 수행되는 첨단 R&D, 글로벌 협력에 유리한 수도권 입지를 보유한 홍릉 연구단지는 보스턴 바이오클러스터를 지탱하는 혁신주체의 요건을 갖췄다. 이러한 연유로 산업이 약한 대덕과 대학이 없는 판교에 비해 산·학·연·병의 혁신주체가 고루 밀집한 홍릉연구단지는 과거 정권마다 정부의 주요 혁신정책을 견인할 핵심 요충지로 집중을 받아왔다. 하지만 4차 산업혁명이 눈앞에 다가온 지금이야말로 홍릉이 대한민국의 변화를 이끌 '혁신의 적기'라는 목소리가 한층 높아지고 있다.

그렇다면, 다음 반세기 홍릉의 역할은 무엇인가? 홍릉 연구단지는 결국 4차 산업혁명을 주도하는 첨단기술에 기반한 창업·중소기업의 메카로 리모델링되어야 한다. 미래형 첨단 창업기업과 글로벌 선도연구기관, 우수인재가 모여 첨단 비즈니스를 창출하고, 이들이 자유로운 교류와 협력을 통해 글로벌 혁신을 주도해 나가는 거점이다. 이를 위해 홍릉의 대학과 연구소는 보유한 연구 인프라와 역량을 적극 개방해 혁신기업 육성의 플랫폼을 구축하고, 대학, 연구소, 병원 등이 연계하여 첨단 R&D의 빠른 상용화를 위한 테스트베드를 조성할 수 있다. 또한 대학-연구소가 협력하여 창의형인재



육성을 위한 신개념 공동 인재양성 프로그램을 운영하여 지속적으로 혁신의 씨앗을 공급하는 역할을 할 수도 있다.

하지만 이를 실현하기 위해서는 넘어야 할 산이 많다. 글로벌 선도 연구기관, 국내외 다국적기업이 연구·비즈니스 할 수 있는 규제완화와 인센티브 조성, 그리고 첨단분야를 지속적으로 육성·발전 시킬 투자펀드 조성도 필요하다. 한편 홍릉 연구단지가 속한 서울 동북권은 타 지역에 비해 우수한 재가 모일 수 있는 주거시설, 글로벌 비즈니스를 위한 인프라, 청년들이 자유롭게 거닐고 소통할 수 있는 기반시설이 턱없이 부족한 실정이다. 스웨덴의 대표적 혁신단지 시스타 사이언스시티는 주거 시설과 호텔, 철도, 쇼핑몰, 공공도서관 등 주거·교통·편의·문화시설을 한층 강화하여, 이들이 보다 밀접하게 소통할 수 있는 하나의 생활권을 구축한 바 있다. 기술과 혁신은 그 자체로 고립된 것이 아니라, 사람과 삶으로 확산·재생산 되어야 한다는 철학을 우리도 되새겨 볼 필요가 있다.

얼마 전, 홍릉의 재창조를 위해 홍릉 연구단지 내 기관이 자발적으로 출범한 홍릉포럼이 9회를 맞았다. 그간 지속적 논의를 통해 홍릉이 대한민국 미래를 견인할 혁신단지로 탈바꿈해야 한다는 점에 내·외부 공감대는 물론, 각 기관은 이미 이를 위한 세부 프로그램도 실행하고 있다. 이제 홍릉 재창조가 본격적인 추진동력을 얻기 위한 국가·국민의 적극적 관심과 지원이 필요한 때이다. 고부가가치 창업 활성화, 도시 재생사업 등 정부와 서울시 등이 추진하는 사업과 연계한다면 더 큰 시너지를 발휘할 수 있다. 이를 통해 홍릉 연구단지 재창조가 혁신거점 확보의 의미를 넘어, 청년일자리 창출과 시민 삶의 질 향상에 기여하는 대한민국의 새로운 발전 모델을 제시할 수 있게 되길 기대해 본다.

TePRI 편집진

[참고자료] 일자리 5만개 일군 보스턴의 '바이오 기적'(한국경제, 2016.6)

[참고자료] 스웨덴의 산학 클러스터 '시스타'(한국경제, 2017.6)

TePRI가 만난 사람 **신한 번째 만남**



국가과학기술연구회 이상천 이사장

이상천 이사장님께서서는 국가과학기술위원회 위원, 영남대학교 총장, 대통령자문 정책기획위원, 한국기계연구원 원장 등 과학기술계의 다양한 분야에서 요직을 담당해 오신 리더이십니다.

지난 2014년부터는 통합된 국가과학기술연구회 제 1기 이사장으로서 25개 출연(연)의 융합과 협력을 위해 노력해 오셨습니다. 이번 인터뷰에서는 임기를 마무리하는 시점에서의 소회와 그간 추진하신 다양한 사업에 대한 말씀을 들어보도록 하겠습니다.

이사장님께서서는 지난 4년간 과학기술계 출연(연) 단일 국과과학기술연구회 초대 이사장님으로서 막중한 임무를 수행해 오셨습니다. 그간 25개 출연(연)을 이끌어 오신 철학과 임기를 마무리 하시는 시점에서의 소회를 말씀해 주십시오.

19세기 미국의 정치경제학자인 헨리 조지는 “바람이 바뀌는데도 돛을 바꾸지 않고 줄곧 한 방향만을 고집하는 뱃사람은 결국 항구에 이를 수 없을 것”이라고 말했습니다. 저는 이사장으로 취임 후, 과학기술계가 변화의 대상이 아닌 혁신의 주체로서 스스로 변화하는 분위기를 조성하기 위해 노력했습니다. 사실 과학기술계에 대한 엇갈린 시각과 다양한 이해관계를 조율하는 것은 큰 도전을 요하는 일이었습니다. 하지만 그 결과 수십 년간 자신의 분야에만 갇혀 있던 출연(연) 연구자들이 칸막이를 걷고 소통과 협력의 융합연구 분위기를 만들었다는 것에 뿌듯함을 느낍니다.

통합연구회 1기를 마무리하는 현 시점에서, 해야 할 일이 남아있고 풀어야 할 숙제도 많습니다. 아직 국가와 국민 그리고 출연(연)으로부터 받는 기대에 부응하지 못하는 부분이 있기 때문입니다. 초대 통합연구회가 혁신과 융합을 위한 큰 판을 짰다면, 2기 통합연구회에서는 본격적인 열매를 수확할 수 있기를 기대합니다.

국가과학기술연구회는 출연(연) 지원 육성, 융합생태계 조성, R&D 성과 확산, 중소/중견기업 지원, 글로벌 협력체계 구축 등 다양한 기능을 담당하고 있습니다. 그간 추진하신 다양한 사업 중 가장 기억에 남는 것이 있다면 무엇이 있는지 여쭙고 싶습니다.

국가과학기술연구회는 언급해 주신 것처럼 다양한 사업을 추진하였지만 그중 가장 역점을 두었던 것은 융합연구사업입니다. 최근 우리사회와 과학기술계가 직면한 과제는, 개별 기관의 역량으로는 해결하기 어려운 매우 도전적이고 풀기 어려운 난제들입니다. 이를 위해 가장 먼저 출연(연)들이 해야 할 것은, 기관 간 벽을 허물고 융합연구 생태계를 조성하는 것이라 생각했습니다. 처음 사업을 설계했을 당시에는 새로운 연구방식과 시스템으로 인해 많은 연구자들이 어색해 하셨지만 각고의 노력을 통해 현재 융합연구사업의 성과를 만들어 낼 수 있었습니다.

이러한 배경에는 융합연구사업에서 추진한 다양한 소통 프로그램과 논의의 장이 큰 역할을 했다고 생각합니다. 먼저 융합클러스터를 운영하여 연구자들이 자발적으로 모여 교류하고 소통하면서 융합연구 주제를 기획·발굴할 수 있는 장을 만들었습니다. 실제로 ‘사회기반 시설 재난예방 및 대응기술 융합클러스터’와 ‘신종질병대응기술 융합클러스터’가 융합연구단 사업으로 발전한 바 있습니다. 또한 출연(연) 창조런치 3.0을 운영하여 소통에 기반한 자발적인 연구기획을 활성화하였습니다. 더 나아가 더 포럼 융합에서는 과학기술과 경제·인문사회 간 상호이해와 국가사회 현안에 대한 해법 모색을 시도하였습니다.

이와 같은 노력이 성과로 이어져 현재 운영 중인 11개 융합연구단 중 치매 DTC(Diagnosis-Treatment-Care) 융합연구단이 지난달 60억원대의 대형 기술이전에 성공하였습니다. KIST의 치매 조기진단 기술도 카페테리아에서 우연히 각기 다른 분야의 두 연구자가 이야기를 나누다가 풀리지 않던 문제에 대한 해결책을 발견하여 성공할 수 있었던 대표적인 융합 사례라고 알고 있습니다. 또한 UGS(UnderGround Safety) 융합연구단과 CiM(Customized I-Medicine) 융합연구단 역시 이제 본격적인 궤도에 올라 대형 성과 창출이 예상됩니다. 그간의 노력이 결실을 맺는 것 같아 뿌듯합니다. 앞으로도 출연(연)의 융합연구가 더욱 활성화되기를 바랍니다.





대한민국의 미래를 견인할 과학기술계에 대한 국민적 기대가 커지고 있습니다. 하지만 반대로 국가연구개발의 핵심 주체인 출연(연)에 대한 비판의 목소리도 적지 않은 것이 사실입니다. 이사장님께서 출연(연) 혁신위원회를 중요 아젠다 중 하나로 추진해 오셨습니다. 출연(연) 혁신의 핵심 방안과 성공방정식은 무엇이라고 생각하십니까?

출연(연) 혁신의 핵심은 기존의 정부 주도의 하향식(Top Down) 변화노력에서 탈피하여 출연(연)이 스스로 혁신의 주체로서 본연의 임무를 수립·수행하는 상향식(Bottom-up) 혁신방안을 도출하는 것이라고 생각했습니다. 진정한 혁신은 다른 사람이 등을 떠밀 때 되는 것이 아니라 자발적 실행의지를 가질 때에만 가능하기 때문입니다. 이러한 배경에서 2016년 8월 31일 25개 연구소의 부원장님들을 모셔서 출연(연) 혁신위원회를 발족하고, 치열한 논의를 통해 연구경쟁력 혁신, 시스템경쟁력 혁신, 그리고 인재·문화 경쟁력 혁신을 골자로 하는 3대 전략, 6대 과제를 도출하였습니다. 이렇게 만들어진 상향식 혁신안을 기반으로 지난 2월 '정부출연연구소 혁신 4.0계획(GRI Innovation 4.0 Initiative)-출연(연) 자기주도 혁신방안'을 확정하였습니다.

이것은 출연(연)이 혁신의 대상에서 혁신의 주체로서 국가·사회로부터 부여받은 임무를 재확인하고 내·외부 수요를 반영하여 자발적으로 수립했다는 점에서 매우 의의가 큼니다. 앞으로 혁신위원회를 통해 출연(연) 혁신방안에 대한 기관별 추진경과와 성과를 지속적으로 점검하고 보완해나갈 예정입니다. 그렇지만 출연(연)이 자발적으로 마련한 혁신 방안이 실현되기 위해서는 출연(연) 스스로 뼈를 깎는 진정성 있는 노력을 보이는 것이 무엇보다도 중요할 것입니다.

출연(연) 간 경계를 허물고 융합과 협력이 필요하다는 점은 범 과학기술계가 동의할 것으로 생각합니다. 25개 출연(연)의 역량 결집을 위해 추진하신 융합연구단사업이 더욱 활성화되기 위해 어떠한 노력이 지속되어야 한다고 생각하십니까?

경제학자인 타일러 코웬 교수는 오늘날의 시대를 일컬어 '높게 위치해 따기 힘든 과일의 시대(high hanging fruit)'라고 표현했습니다. 앞서 말씀드린 바와 같이 지금 우리가 직면한 문제들의 대부분은 해결되기 어려운 난제들이라는 점에서 '따기 힘든 과일의 시대'가 참 적절한 표현인 것 같습니다. 이런 맥락에서 융합연구사업단은 미국방위고등연구계획국(DARPA : Defense Advanced Research Projects Agency)의 R&D방식과 비교할 만합니다.

DARPA 프로젝트들의 가장 큰 특징은 도전적인 목표(Ambitious Goal)입니다. DARPA의 국장은 프로젝트가 3년 내 성공한다면 실패로 간주하겠다고 언급했을 만큼 10년, 20년에 걸쳐 수행해야 하는 도전적 목표를 지향합니다. 또한 과제 수행에 필요한 각 분야별 최고 전문가들로 드림팀을 구성하고, 프로젝트의 종료와 동시에 소속기관으로 복귀하는 일몰형 한시조직(Temporary Team)으로 프로젝트가 운영됩니다. 마지막으로 연구자들에게 철저하게 연구의 자율성과 독립성을 보장함으로써 창의적 성과를 낼 수 있도록 지원하는 시스템을 기반으로 하고 있습니다.

우리 융합연구사업단 역시 성실도전제도, 일몰형 조직, 독립성 보장 등 도전적 혁신적 연구를 장려하기 위한 다양한 제도와 시스템을 도입하였습니다. 향후 이를 더욱 체계적으로 보완하고 발전시켜 '높은 곳에 있어 따기 힘든 과일'을 따는 도전적 융합연구에 더욱 집중해 나갈 수 있도록 지원할 계획입니다.

출연(연) 혁신과 융합의 중심에 국가과학기술연구회가 있습니다. 국가과학기술연구회가 보다 효과적으로 국가적, 시대적 임무를 수행하기 위해 어떠한 발전적 노력이 필요하다고 생각하십니까?

연구회의 궁극적 임무는 출연(연) 연구자들이 자율성과 책임감을 가지고 연구에 전념할 수 있는 환경을 조성해 주는 것입니다. 이를 위해 연구회는 연구자의 창의성과 수월성을 존중하는 실력우선주의가 정착할 수 있도록 유도해야 합니다. 이를 뒷받침하기 위해서는 연구회가 기획, 평가, 관리를 포함한 지원 분야의 제도 및 역량을 선진형으로 발전시키려는 각고의 노력이 필요합니다. 또한 서로 다른 분야의 전문가들이 소통할 수 있도록 지원하여 혁신적인 성과를 만들어내도록 도와야 합니다.

이러한 관점에서 제가 연구회 이사장으로 취임할 당시 직원들에게 지켜달라고 당부한 5대 원칙이 있습니다. 그 첫번째가 현장 중시, 둘째는 격식과 형식 탈피, 셋째, 소통 강화, 넷째는 봉사정신 강화입니다. 그리고 마지막으로 전문성을 확보하는 것입니다. 이 다섯 가지 원칙을 지켜 주신다면 국가과학기술연구회가 보다 효과적으로 본연의 임무를 수행해 나아갈 수 있을 것이라 기대합니다.

최근 4차 산업혁명이 국가적 화두로 떠오르며 이에 대한 과학기술계의 대비가 필요하다는 목소리가 높습니다. 4차 산업혁명 시대를 선도하기 위한 출연(연)의 임무는 무엇이라고 생각하십니까?



작년 다보스포럼에서 클라우드 슈밥 회장은 4차 산업혁명을 ‘전 세계 사회, 산업, 문화적 르네상스를 불러올 과학기술의 대전환’이라 표현했습니다. 우리 연구계도 4차 산업혁명 대응에 주력해야 할 중요한 시기에 있습니다. 독일은 ‘인더스트리 4.0’, 일본은 ‘로봇 신전략’, 미국은 ‘클라우드 생태계 선점’, 중국은 ‘제조 2025’ 전략을 추진하고 있습니다. 이처럼 이미 주요 선진국을 중심으로 전 세계는 4차 산업혁명이 가져올 미래사회를 대비하는 연구에 집중하고 있습니다.

4차 산업혁명 시대의 선도자가 되기 위해서는 가장 먼저 출연(연)의 DNA 전환이 시급하다고 생각합니다. 여기서 DNA란 흔히 말하는 디옥시리보 핵산(Deoxyribonucleic Acid)가 아닌 데이터(Data), 네트워크(Network), 그리고 인공지능(AI)의 약자입니다. 다시 말해, 4차 산업혁명시대의 필수적인

기술개발과 연구를 통해 혁신을 만들 수 있는 기반을 다져야 합니다.

첨단 기술 개발연구는 물론, 4차 산업혁명 시대 성공의 핵심은 플랫폼을 선점하고 축적된 데이터를 활용하는 역량에 있습니다. 따라서 기술개발 주체들이 온/오프라인 상에서 서로 협력할 수 있는 지능형 융합 플랫폼 구축이 필요합니다. 흔히들 4차 산업혁명의 핵심 키워드가 융합이라고 하는 것은 바로 이러한 이유 때문입니다. 출연(연) 또한 각기 다른 강점을 보유한 기관들과 소통·융합을 통해 4차 산업혁명을 선도할 연구개발을 주도해 나가야 할 것입니다.

이사장님께서서는 영남대 공과대학 교수를 시작으로 동 대학의 총장을 역임 하셨습니다. 또한 대통령자문 정책기획위원, 국가과학기술위원회 위원, 한국기계연구원 원장 등을 역임하셨습니다. 구성원에서 조직의 리더로, 나아가 국가적 리더로 성장한 경력은 젊은 과학기술인들에게 귀감이 될 것 같습니다. KIST 및 과학기술 연구자들에게 격려와 조언의 말씀 부탁드립니다.

모죽(毛竹)이란 대나무는 씨 뿌린지 5년이 돼야 싹을 틔우는데, 한 번 싹이 난 후에는 6주 만에 30미터까지 성장합니다. 오랜 기간 다양한 조직에서 많은 역할을 경험해보니, 창조적인 삶의 방식을 체화시키기 위해서는 장기적 관점으로 미래를 준비하는 것이 중요하다는 점을 깨달았습니다. 젊은 과학기술인들에게 모죽처럼 긴 호흡, 긴 안목으로 미래를 준비 하라고 조언하고 싶습니다. 이러한 관점에서 사필귀정(事必歸正)과 우보천리(牛步千里)가 인생의 길잡이가 되어줄 것이라고 생각합니다. 이것은 학계에서 연구계, 산업현장까지 두루 몸담아 오면서 늘 견지하고자 했던 저의 신조이기도 합니다.

편법은 일시적으로는 이득 같아 보일 수 있지만, 오래가지 못하고 결국에는 우리의 발목을 잡게 됩니다. 저 또한 진실하게 살아가는 것이 손해를 본다고 생각될 때가 많았지만 그럴 수록 사필귀정을 되새기면서 흔들림 없이 나아가고자 노력해 왔습니다. 이러한 소신을 지켜온 덕분에 여러 기관의 장을 맡는 영광을 누리고 리더십을 발휘할 수 있는 기회를 얻게 된 것이 아닌가 싶습니다. 또한 우직한 소 걸음으로 천리를 간다는 뜻의 사자성어 우보천리(牛步千里)는 실패에서 배운 교훈이 삶의 자양분이 되었던 지난날을 잘 보여줍니다. 눈앞의 성과에 집착하지 않고 정도를 걸으며 한발 한발 내딛는다면, 어느새 본인이 꿈꿔왔던 목표에 도달 할 수 있을 것입니다. 우리 출연(연) 연구자들도 소와 같은 우직함으로 천리를 내다보는 연구에 임할 수 있게 되길 바랍니다.

임혜진(미래전략팀, hjlim@kist.re.kr)

강혜정(미래전략팀, hjkang@kist.re.kr)

이상천 이사장

- ▲ 現 국가과학기술연구회 이사장, 前 영남대 총장, 한국기계연구원 원장
- ▲ 서울대 기계공학과 학사, KAIST 기계공학 석사, 노스웨스턴대학교 기계공학 박사
- ▲ 창조근정훈장(2008), 캄보디아 국가재건훈장 금장(2003), 대통령표창(2001) 등

2017년 KIST 연구역량발전계획

– 4대 전략목표, 12개 성과목표를 대상으로

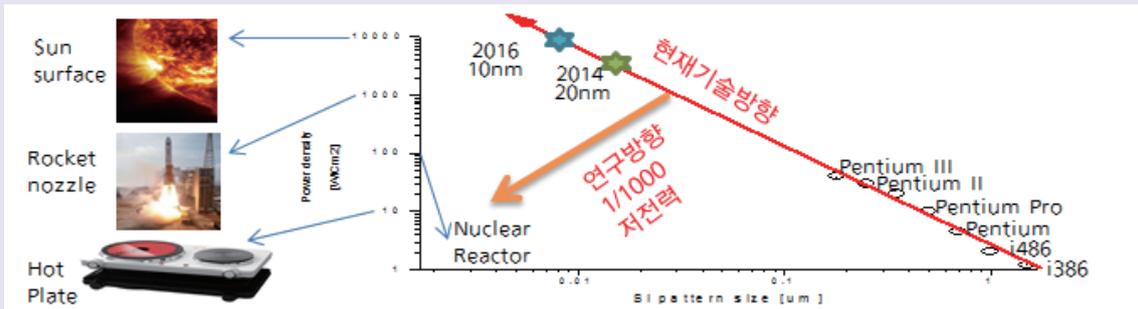
이번 이슈 분석에서는 KIST 미래 3년간의 연구 방향 및 목표를 제시하는 2017~2020 KIST 연구역량 발전계획서를 소개드리고자 합니다. KIST가 국가과학기술연구회 및 미래부에 제시한 4대 전략 목표, 12개 성과목표에 대한 연구 내용 및 방향을 정리하였습니다. 이를 통해 KIST가 미래에 어떤 주제와 방향성을 가지고 연구를 추진해 나갈 것인지 살펴보는 기회가 되었으면 합니다.



1. 1 차세대 반도체 선도기술

기존 실리콘 기반 반도체의 고집적화로 인한 발열 문제 대응

- 반도체 소자 단위면적당 발열/전력소모 해결을 위한 신규 소재 및 물리현상 활용 필요
- 실시간 순차학습 가능 신경모사 반도체 개발로 인공지능 시스템 모바일화 및 계산 효율화를 통한 저전력화 실현



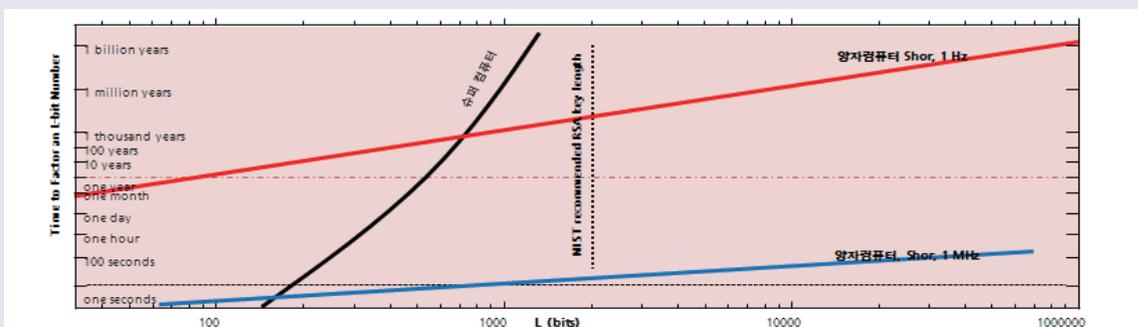
신규 소재, 스핀, 신경모사 등 신규 방법론 도입으로 저전력화 추진

- Si 반도체 물질 한계를 III-V족 반도체로 극복하여 고속/저전력 반도체 구현
- 전자의 스핀을 이용한 소자개발로 정보 저장에 필요한 에너지 절감
- 인지학습기능을 구현하는 인공신경망 기반의 반도체설계를 통한 저전력 시스템 구현

1. 2 양자컴퓨팅 기술

양자의 특성인 중첩과 얽힘을 이용한 양자컴퓨팅 기술 수요 증대

- 기존 디지털 기술의 한계를 뛰어넘는 양자기술 기반 차세대 컴퓨팅 기술 수요 증가
※ 50 큐비트 양자프로세서만으로 현존 슈퍼컴퓨터의 성능을 뛰어 넘을 것으로 예상
- 대규모 양자컴퓨팅을 위해 기존 단일 물리계 시스템의 한계 돌파 기술 필요



광자-원자 하이브리드 시스템을 통한 대규모 양자컴퓨팅 구현

- 점검함 인공원자기반 소규모 양자정보처리 큐비트소자(양자노드) 구현
- 단일물리계 (광자 또는 원자)의 한계를 극복하는 하이브리드 큐비트 기술 구현
- 양자노드 연결을 위한 광자기반 고효율 양자채널 구현

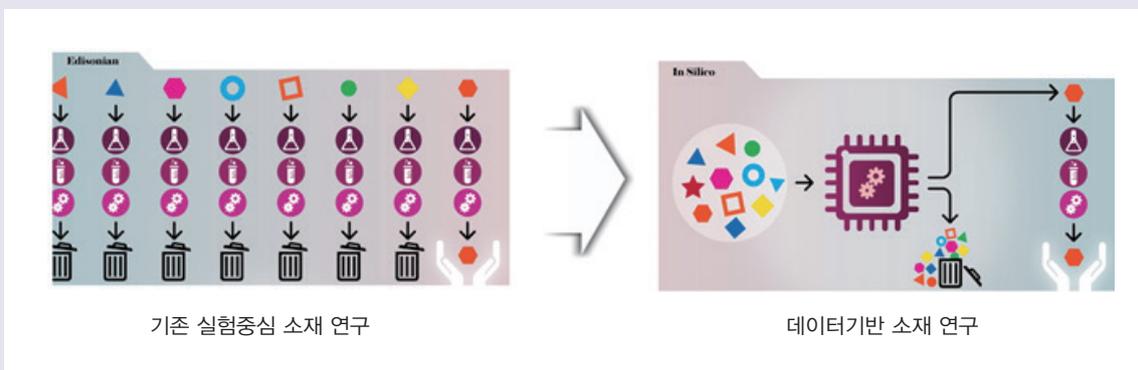
2. 2 데이터기반 신개념 나노 소재

고비용 · 저효율의 시행착오 방식을 극복할 새로운 소재 개발

- 4차 산업혁명의 도래에 따라 관련 기기의 모듈화 · 모바일화가 절실한 상황
- 우수한 특성을 지니는 나노소재의 개발을 가속화하기 위해서는 고비용 · 효율의 시행착오 방법론을 넘는 새로운 방법론의 도입이 필요

데이터기반 소재설계 기술을 활용하여 새로운 소재의 개발을 촉진

- 계산과학기반 소재특성 DB의 확보 및 이를 활용한 나노소재 설계 플랫폼 개발
- 나노소재 설계 플랫폼을 활용한 공정 최적화 및 2D나노소재 구조제어를 통해 저비용 · 대량생산형 나노소재 및 전자파 차폐용 나노소재 개발 추진



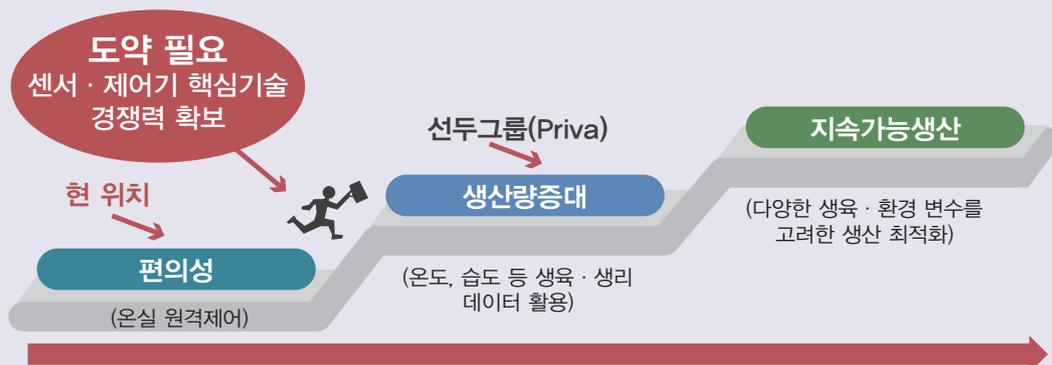
2.3 빅데이터기반 스마트팜 기술

한국 농업의 경쟁력 확보를 위한 농업의 데이터화 · 기능화 수요 증대

- 구글 등 해외 기업 및 국가연구소는 빅데이터를 활용한 미래농업 기술개발 확대
- 스마트팜은 농업 생산성을 극대화 할 수 있어 미래 농업기술로 각광받고 있으나, 현재 우리나라 스마트팜 주요장비는 전면 수입에 의존하고 있어 국산화 필요

스마트팜 국산화를 위한 생육환경 정보 확보 및 분석 체계 개발

- 생육 모니터링 및 요인환경 영향분석 제어를 위한 생육조절 모델링 기술 개발
- 데이터 기반 센싱, 예측 및 양액, 환경제어 기술의 실증 데이터 확보
- 실증 데이터 기반한 스마트팜 작물 생육정보 획득 · 분석 · 활용 최적 조건 확립

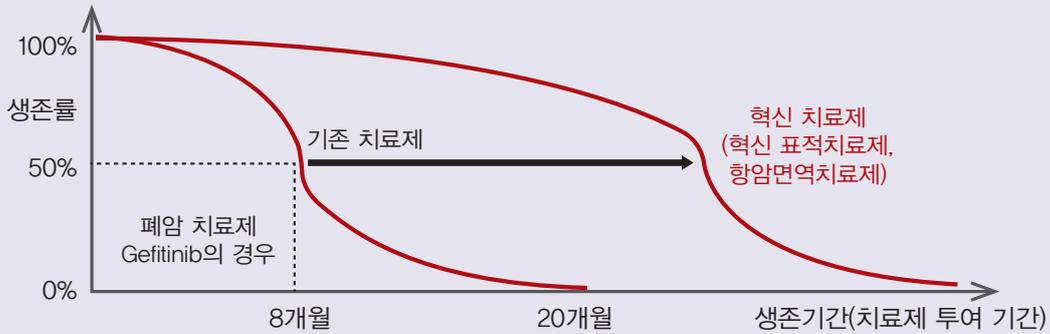




3. 3 고령자 질환치료 기술

고령자 주요 질환에 대한 표적 치료제 개발 수요 증대

- 키나아제 돌연변이/과발현은 암, 염증, 당뇨, 뇌질환 등 고령질환의 주요 원인
- 기존 면역시스템 이용 항암치료제는 특정 항원에만 작용하며 고형암에는 효능 미약



혁신 표적치료제 및 항암면역치료제 후보물질 개발로 고령질환 극복

- 키나아제 돌연변이/과발현으로 인한 고령질환 발병의 극복을 위해서는 특정 키나아제 저해 기전의 표적치료제 탐색·개발 필요
- 면역성 암세포사멸과 탐식작용 증강기술을 병합한 항암면역치료기술 개발

4

전략목표 4. 지속가능 에너지·환경기술 개발

4. 1 고효율 에너지 변환 기술

신 기후협약 시대를 대비하는 신재생에너지 활용 수요 증대

- 정부의 온실가스 감축 목표 상향이후 신재생에너지 활용 수요 급증
※ 정부는 2035년까지 국내 1차에너지 대비 신재생에너지 비중을 11%로 확대 계획
- 태양광 에너지의 시·공간적 제약문제 해결을 위한 도심분산 발전 시스템이 필요
※ 건물일체형 태양광(BIPV) 기술 및 수전해/연료전지 일체화로 공간활용성 극대화



핵심 요소 기술개발로 투광형 태양전지와 URFC 고성능화 추진

- 30% 이상의 투광도를 유지하면서 10% 이상의 효율을 내는 투광형 태양전지 개발
- 새로운 촉매 및 전극 개발을 통해 고효율을 가지는 연료전지/수전해 일체화 시스템(URFC) 개발



연구역량발전계획서 구성

전략목표	성과목표	성과지표
전략목표 1 : 4차 산업혁명 선도 기술 개발	1-1. 차세대 반도체 선도기술	<ul style="list-style-type: none"> • 저전력 III-V족 CMOS소자 기술 • 스핀저장소자 비트당 동작에너지 절감기술 • 신경모사기반 인지학습 플랫폼 반도체기술
	1-2. 양자컴퓨팅 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 집적 양자컴퓨팅 큐비트소자(양자노드) 기술 • 광자-원자 하이브리드 양자인터페이스 기술 • 고효율 양자채널 구현기술
	1-3. 첨단 센서 시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 드론/로봇 위치추적 기술 • 고민감도 고선택성 미량 생화학 분자 센싱 기술 • 초분광영상 기반 정상/암 조직 판단 기술
전략목표 2 : 지능형 데이터기반 신산업 창출기술 개발	2-1. 지능형 인터랙션 및 로봇 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 시각지능기반 안면식별 기술 • 성격추정 기술 • 가변작업 대응 가능 모듈라 로봇 기술
	2-2. 데이터기반 신개념 나노소재	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터기반 나노소재 설계 플랫폼 • 저비용 · 대량생산형 에너지 재생 나노소재 • 고전도도 2D 나노전자소재
	2-3. 빅데이터 기반 스마트팜 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 식물 생육-환경 모델링 • 스마트팜 2.0 실증 • 스마트팜 기술상용화
전략목표 3 : 초고령화 사회 대응 기술 개발	3-1. 뇌회로 분석기술 개발 및 뇌기능 기전 규명	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌회로 분석기술 개발 및 기전규명 • 뇌회로 DB 구축
	3-2. 난치성 뇌질환 대응기술	<ul style="list-style-type: none"> • 난치성 뇌질환 신규 타겟 발굴 및 원인규명 • 생체신호기반 난치성 뇌질환 조기진단기술 • 난치성 뇌질환 치료기술
	3-3. 고령자 질환 치료기술	<ul style="list-style-type: none"> • 고령질환 표적치료제 후보물질 도출 • 항암면역치료기술
전전략목표 4 : 지속가능 에너지 · 환경기술 개발	4-1. 고효율 에너지 변환 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 광전변환셀효율 • URFC 구성 요소 및 요소기술
	4-2. 탄소자원 고도화 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광-화합물 전환 • 환원촉매전극 내구성 • 지질생산 기술
	4-3. 지속가능 대기 · 수질 관리기술	<ul style="list-style-type: none"> • 초미세먼지 생성기작 규명 • 탈질촉매효율 향상 • 신종 미량 유해 물질 처리

I. 주요 과학기술 정책 :

정부 · 공공기관의 중소기업 기술혁신지원 2016년 실적 및 2017년 계획(안)¹⁾

추진개요 및 활용 성과

(목적) 중소기업의 기술혁신을 범국가적으로 지원하기 위해 '98년도부터 정부 · 공공기관의 중소기업 기술혁신지원 제도(KOSBIR)*를 운영

- 대규모 R&D 예산을 운영하고 있는 공공기관으로 하여금 R&D 예산의 일정비율을 중소기업에 의무적으로 지원할 수 있도록 제도화
 - * KOSBIR : Korea Small Business Innovation Research Program
- 공공기관의 전년도 중소기업 R&D 지원실적과 당해연도 계획을 국무회의에 보고함으로써 실효성을 확보

(시행기관 및 의무비율) 시행기관으로는 정부부처 14개 및 공공기관 7개 등 총 21개 기관이며, 의무비율의 경우 시행기관별 R&D 예산의 0.4%~43.8%까지 기관마다 차이가 크게 나타남

- 연간 300억원 이상의 연구개발(R&D) 예산을 운용하는 정부부처가 이에 해당
 - * R&D 예산이 중소기업 지원 전용사업으로 운영되는 중소기업청은 제외

| 시행기관 |

구분	기관명
정부부처(14개)	미래창조과학부, 문화체육관광부, 농림축산식품부, 산업통상자원부, 보건복지부, 환경부, 국토교통부, 해양수산부, 방위사업청, 농촌진흥청, 산림청, 기상청, 국민안전처, 특허청
공공기관(7개)	한국전력공사, 한국가스공사, 한국도로공사, 한국수자원공사, 한국수력원자력, 한국전력기술, 한전KPS(신규)

- 의무비율의 경우 시행기관의 R&D 사업의 특성, 직전 3개 연도 지원실적 등을 고려하여 중소기업 청장이 시행기관과 협의하여 산정

(중소기업 R&D지원의 성과) 직접성과와 간접성과를 나누어 파악하였으며, 성과는 상승하는 추세

- (직접성과) 연구수행 주체 중 중소기업은 사업화, 국내특허등록 부문에서 지원 성과가 높게 나타남
 - * 출처: 2015년 국가연구개발사업 성과분석 보고서(미래부)
 - (사업화) 중소기업이 수행한 연구결과물의 사업화(창업, 상품화, 공정개선) 건수(9,442)가 가장 많이 발생함(전체 20,060건)
 - * 사업화 건수(15.%) : 중소기업 47.1, 대학 32.1, 국공립(연)9.9, 출연(연) 2.6, 대기업 2.1
 - (특허) 중소기업의 특허 등록 건수는 대학, 출연(연) 다음으로 많음
- (간접성과) 정부의 R&D 지원 확대로 중소기업의 기술혁신 저변이 확대
 - 부설연구소를 보유한 중소기업은 연평균 11.5%로 증가, 기술혁신형 중소기업은 3,454개('05)에서 17,794개('16)로 5.2배 성장

1) 국가과학기술심의회 '정부 · 공공기관의 중소기업 기술혁신지원 2016년 실적 및 2017년 계획(안)'(2017.4.14.)을 요약 · 정리한 내용임

2016년 중소기업 기술혁신 지원 실적

지원실적 총괄, 지원 규모, 지원 비율을 토대로 조사하여 대상별 2016년 중소기업 지원 실적을 파악

- (지원실적 총괄) 시행기관 전체 R&D 예산 16조 8,538억원 중 12.3%에 해당하는 2조 703억원을 중소기업에 지원함으로써 제도도입 이래 최초 2조원 돌파
 - 이는 '15년 실적 대비 1,336억원(0.1%p ↑)이 증가한 규모이며, 특히 14개 정부부처의 경우 중소기업에 13%를 지원함으로써 '15년 실적(12.4) 대비 0.6%p 증가에 기인

| 2016년 시행기관의 중소기업 R&D 지원 실적 |

(단위 : 억원, %)

구분	'15년 실적		'16년 계획		'16년 실적	
	금액	비율	금액	비율	금액	비율
정부부처(14개)	19,248	12.4	20,078	12.8	20,386	13.0
공공기관(7개)	119	3.1	236	2.0	317	2.6
계	19,367	12.2	20,313	12.2	20,703	12.3

- 반면, '15년 지원실적 대비 지원비율이 0.1%p 증가에 머무른 것은 중소기업 지원이 저조한 공공기관의 R&D 예산 총액의 증가가 영향을 미침
- 21개 시행기관 중 19개 기관이 의무 지원비율을 달성하였으며, 한국가스공사와 한국전력기술 등 2개 기관은 의무 지원비율을 미달성
- 2개 미이행 기관에 대해서는 공공기관 경영평가(정부권장정책에 대한 이행실적 평가)에 반영토록 기획재정부에 요청
- (정부부처 지원규모) 2조 386억원을 중소기업에 지원하는 등, '15년 지원실적(19,248억원) 대비 1,138억원 증가
 - * 산업통상자원부 458억원, 미래창조과학부 175억원, 농림축산식품부 70억원 증가
 - 산업통상자원부는 중소기업에 대한 R&D 지원비중 확대 목표* 관리, 미래창조과학부는 자유공모형**, 시장친화형 과제 확대에 기인
 - * 17년까지 중소·중견기업에 대한 지원을 50% 이상으로 확대
 - ** 자유공모형 과제비중을 ('15) 51.2% → ('16) 63.1%로 확대
 - 지원 규모는 산업통상자원부(12,076억원), 미래창조과학부(2,944억원), 방위사업청(1,383억원), 국토교통부(1,222억원), 환경부(811억원) 순서
- (공공기관 지원규모) '16년 317억원을 지원함으로써 '15년 지원 실적(119억원) 대비 1.6배 증가
 - * 공공기관의 R&D 예산: ('15) 3,833억원 → ('16) 11,787억원
- (지원 비율) 시행기관 전체의 평균 지원 비율은 12.3%로 '16년 지원 계획인 12% 대비 0.3%p, '15년 지원 실적보다 0.1%p 증가
 - * '16년 지원실적: 12.3%, '16년 지원계획: 12%, '15년 지원실적: 12.2%
 - 지원 비율은 문화체육관광부(43.8%), 산업통상자원부(35.4%), 국토교통부(27.4%), 환경부(26.6%), 농림축산식품부(24.2%) 순서

2017년 중소기업 기술혁신 지원 계획

R&D 예산배분에 맞춰 중소기업 지원 기관을 변경하고, 2017년도 기관별 지원계획을 수립하여 16년 대비 더욱 폭넓은 지원을 도모

- (시행기관 변경) 시행기관 R&D 예산 300억원 이상인 기관 적용 기준에 따라 1개 기관 제외, 1개 기관 추가되면서 전체 기관수는 21개로 '16년과 동일
 - * 중소기업 기술혁신촉진법 제13조 개정('15.1) 및 시행('16.1)
- '16년 시행기관 중 R&D 예산 300억원에 미달하는 한국토지주택공사 제외, 300억원 이상 운용하고 있는 한전 KPS('17년 R&D 예산 392억원) 추가

| 한전 KPS(주) |

- 한국전력공사 계열사로서, 발전설비와 송전설비 등에 대한 전력설비 정비 전문회사 ('74년 설립, 시장형 공기업)
- 대표: 정의헌 / 종업원 수: 5,700명(연구인력 172명)
- 재무상태('15년말): 매출 1조 1,797억원 / 자산 1조 336억원 / 부채 2,473억원

- (시행기관 지원 계획) 21개 시행기관의 R&D 예산 17조 2,219억원 중 의무 지원규모(12%, 20,666억원) 대비 240억원 증가한 2조 906억원(12.1%)을 지원할 계획
 - 14개 정부부처는 R&D 예산 16조 385억원의 12.8%에 해당하는 2조 551억원을 지원하고, 7개 공공기관은 R&D 예산 1조 1,834억원의 3%에 해당하는 355억원을 지원

| 2017년 시행기관의 중소기업 R&D 지원 계획 |

(단위 : 억원, %)

구분	R&D 예산(A)	의무지원비율	중소기업 R&D 지원계획	
			지원금액(B)	지원비율(B/A)
정부부처(14개)	160,385	12.6	20,551	12.8
공공기관(7개)	11,834	3.0	355	3.0
계	172,219	12.0	20,906	12.1

- 이는 지원계획의 보수적 수립 결과로, '16년 실적(20,703억원, 12.3%) 대비 203억원 증가한 규모이나, 지원 비율로는 0.2%p 감소
- 대부분의 R&D는 중소기업 전용이 아닌 대학, 연구소, 기업 등 모든 수행주체가 경쟁을 통하여 선정되는 구조로 중소기업 지원규모의 사전예측이 어려움

| 2017년 의무비율* 대비 지원계획 수립 현황 |

의무비율 초과 (8개 기관)	농림축산식품부, 산업통상자원부, 환경부, 국토교통부, 특허청, 한국수력원자력, 한국수자원공사, 한국전력기술
의무비율 초과 (8개 기관)	미래창조과학부, 문화체육관광부, 보건복지부, 해양수산부, 국민안전처, 방위사업청, 농촌진흥청, 산림청, 기상청, 한국전력공사, 한국가스공사, 한국도로공사, 한전KPS

* 산정기준(동법 시행령 11조3항): 시행기관의 직전년도 평균 지원비율('16, 12.3%)보다 높은 기관은 3년 실적의 평균치, 낮은 기관은 연평균 증가율을 반영

제도개선 추진 사항 및 시행기관별 계획

R&D의 중소기업 투자 확대를 위해 KOSBIR 투자비율 의무화('15), 적용기관도 R&D 예산 300억원 이상 운용기관으로 확대('16.5)

* ('15) 정부·공공기관 19개 기관 → ('16) 안전처, 한수원 등 2개 기관 추가

- KOSBIR 의무비율 이행, 중기 지원실적에 대한 보고를 국가과학기술심의회에서 국무회의 보고로 상향하고, KOSBIR연계 사업화 후속 지원 프로그램 마련('16, 31억원 → '17, 53억원)
- NTIS 정보에 대한 접근권한 확보를 통해 KOSBIR 실적 교차 확인 등 자료의 정확성 확보

R&D 예산의 중소기업 지원 이행여부에 대한 관리를 강화할 계획

- 정부의 중소기업 기술혁신 지원(비율) 목표 재설정 → 4차 과학기술기본계획에 반영(미래부)
* 정부의 중·중견기업 기술혁신 지원 목표(18%)를 조기달성('15)
- NTIS 연계하여 시행기관별 이행여부 관리 → 결과를 정부업무 평가 등에 반영(총리실, 행자부)
- 또한, 성과창출을 유도하기 위해 경제적 성과 기준으로 부처별·사업별 효율성 분석 추진
- 중소기업 기술혁신 지원단 구성·운영을 통해 의무비율 이행여부를 지속적으로 확인·점검(2회/년)

| 2017년 시행기관별 제도개선 계획 |

기관명	주요내용
농림축산식품부	• 학술적 평가지표(논문·학술발표) 위주의 평가를 배제하고, 매출 창출효과·기술이전 가능성 등의 사업화지표 비중 대폭 강화
산업통상자원부	• 정부가 기획하는 과제비중을 축소하고 민간(기업)의 창의성, 현장성이 반영된 자유공모형 과제 지원을 확대 • R&D 사업비를 관리하는 전담은행(산업기술 R&D자금 전담)과 협력하여 중소중견 혁신기업에 대한 저리융자 지원 확대
보건복지부	• 중소기업 등과의 성과정보 교류 협의체 운영 강화 및 성과 교류회 추진 등으로 실용화 지원 확대 * 의료기기 중개·임상시험센터(7개 센터), T2B(Technology to business)센터 등
환경부	• 신성장 분야에 대한 기술, 시장성, 특허 분석을 통해 중소기업이 개발·상용화하기 적합한 전략 분야 파악 및 지원 • 중소기업이 단독으로 해결하기 어려운 환경기술을 미래부 우수 성공과제와 컨소시엄 연구로 지원하는 "Bridge Program" 운영 • 국가 R&D 성공 종료과제를 대상으로 후속 실증 연구 개발을 지원하는 "실증릴레이 프로그램" 운영
국토교통부	• 사업화 가능성이 높은 과제를 지원하기 위해 대상 기술수준을 TRL 4단계 이상으로 한정 • 기술사업화 R&D 자금을 지원 받을 수 있는 과제 수 제한(1개/년)으로 수혜 중소기업수 확대
해양수산부	• R&D '바우처 제도' 시범 도입을 통한 중소기업 지원 확대 * '미래해양기술개발' (33.1억원), 수산실용화기술개발 융복합기술(26억원) • 미활용 R&D 성과의 사업화 및 중소·중견기업 보유 기술 제품화 등을 지원하는 기업지원 Post R&D 신규 과제 추진(32억원, 14개 과제)
농촌진흥청	• 중소기업 참여를 유도하기 위한 우대 기준 운영(농업실용화 기술 R&D 지원 사업)
특허청	• IP-R&D 지원 사례들을 대상·유형별로 집대성한 '특허전략 사례집 100선'을 발간하여 IP-R&D 연계 전략의 효과적인 민간 확산 추진
한국전력공사	• 연구개발 진입 문턱 낮추고(제조실적 제한 폐지, 유관기관 참여 허용), 연구비 지원범위 확대(연구 시설비, 금형 제작비 지원 등)
한국도로공사	• 중소기업 기술료 할인 요건 완화 (최종 평가 우수 할인 : 95점 이상 → 90점 이상)

II. 월간 과학기술 현안

미래부, 세계 3번째로 4세대 방사광가속기 이용 서비스 개시

- 햇빛보다 1경(10^{16})배 밝은 빛으로 펨토초(10^{-15} 초) 단위의 미시세계 분석

- 미래부와 포항공대는 포항 4세대 방사광가속기의 시운전 및 사전실험을 종료하고 6.8.(목)부터 본격적인 일반 이용자 연구 지원을 시작
 - (방사광가속기 개요) 빛의 속도로 가속한 전자에서 나오는 방사광으로 물질의 구조를 분석하는 대형 기초과학연구시설로, 펨토초(10^{-15} 초 = 천조분의 1초) 시간동안 X-선을 발생시켜 원자나 분자, 살아있는 세포 등을 대상으로 실시간으로 분석
- 최근 과학분야 노벨상 수상자의 약 20%가 가속기 활용 연구를 통해 배출되는 등 가속기가 기초과학의 중추적인 역할을 수행*
 - * 방사광가속기 활용 노벨상 수상 : 화학('12년, '13년), 물리학('14년, '15년)
 - 우리나라에서도 지난 '94년 3세대 방사광가속기 구축 이후 매년 5천여명이 활용 중
 - 국내 과학기술(SCI) 논문 중 약 1%('15년 451편)가 방사광가속기 연구를 통해 배출되고 있으며, 논문의 질적 수준도 상당히 우수*한 것으로 평가
 - * 방사광가속기 활용 SCI논문 피인용지수(IF) : '96년 2.6 → '16년 6.19
- 이번 4세대 방사광가속기는 미국·일본에 이어 세계 3번째로 구축에 성공('16.9, 준공식)한 것으로, 3세대 방사광가속기 대비 1억 배의 밝기, 1천 배의 시간분해능 보유
 - 가속기에서 발생하는 X-선 레이저(지터값* : 25펨토초)는 미국(177펨토초), 일본(250펨토초)보다도 뛰어난 세계 최고의 시간 정밀도
 - * Jitter(지터) 값 : 4세대 방사광가속기에서 전자 및 방사광의 생성 및 실험까지의 시간 제어 능력을 측정하는 대표적인 값
 - 4세대 방사광가속기 중 세계에서 유일하게 중에너지(2.1~3KeV) 대역의 X-선 레이저를 제공
 - * 중에너지 영역에는 대부분의 반도체 소재를 구성하는 실리콘 및 게르마늄, 환경물질 및 생체 필수 미량원소에 해당하는 인, 황, 염소, 불소 등이 포함되어 최근 주요 연구분야로 급부상(예 : 휴대전화, 초전도체 등을 위한 희토류 금속 연구)
- 포항 4세대 방사광가속기는 지난 2월 수요조사 결과 접수된 25개 과제 중 최종 8개를 상반기에 지원할 계획으로, 첫 번째 실험은 한국-스웨덴 공동의 '물(water) 분자구조 변화 연구과제'가 선정
 - 물은 지구상에 가장 많이 존재하지만 분자변화 시간이 펨토초 시간에 이루어져, 여전히 미지의 영역으로 남아있어 4세대 방사광가속기가 개발된 이후에야 연구가 가능
 - 이번에 참여하는 스웨덴의 앤더스 교수 연구팀은 미국, 일본의 4세대 가속기를 활용하여 물이 냉각되면서 물의 사면체(tetrahedral) 구조가 증가함을 증명(Nature 2014)
 - 또한, 우리나라의 방사광가속기를 활용*하여 이론적 가설로 그치고 있는 초냉각된(super-cooled) 물의 결정 구조를 실증할 수 있을 것으로 기대
 - * X-선 레이저 방사광이 십마이크로미터 크기 물방울에 부딪힌 후 만들어지는 회절을 측정하는 것으로, 얼음으로 결정화되기 전 100펨토초 이내로 측정 필요

- 4세대 방사광가속기는 전 세계 3기에 불과한 최첨단 장치로, 다수실험을 동시에 수행하기 어렵고, 실험난이도가 높아 전략적 활용이 중요
 - 운영 초기에는 학문적·산업적 파급효과가 큰 유망분야 중 우리가 선점할 수 있는 펨토초 시분해 등 4세대 가속기roman 가능한 7대 중점 연구분야를 우선 지원

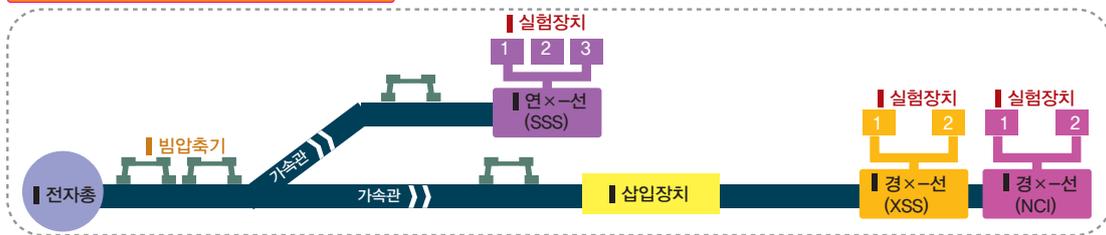
구분	고유사무 분야
화학/화공	① 화학·생물학 반응의 구조 동역학 및 메커니즘 연구 ② 광활성 에너지·나노소재의 반응메커니즘 연구
물리/재료	③ 초고속 나노영상 기술 및 나노스케일 물리현상 연구 ④ 극한물성 연구 ⑤ 자유전자레이저 광원 완벽 결맞음 성능구현
생명/의학	⑥ 세포막·세포기능 조절 단백질 연구 ⑦ 감염관련 단백질 연구

- 가속기 활용 저변 확대를 위해 이용자 육성 프로그램 운영('17년 10개), 실험기법 개발 및 부품 국산화('17년 17억원), 가속기 실험 경험 공유·전파('17년 1백여명) 등도 병행
- 3세대 방사광가속기도 기존에 운영하던 32기의 빔라인에 2개의 빔라인을 추가(6.8(목) 준공식)
 - 국내에서 수행할 수 없었던 적외선 분광학, 마이크로 거대분자 결정학을 위한 연구가 가능

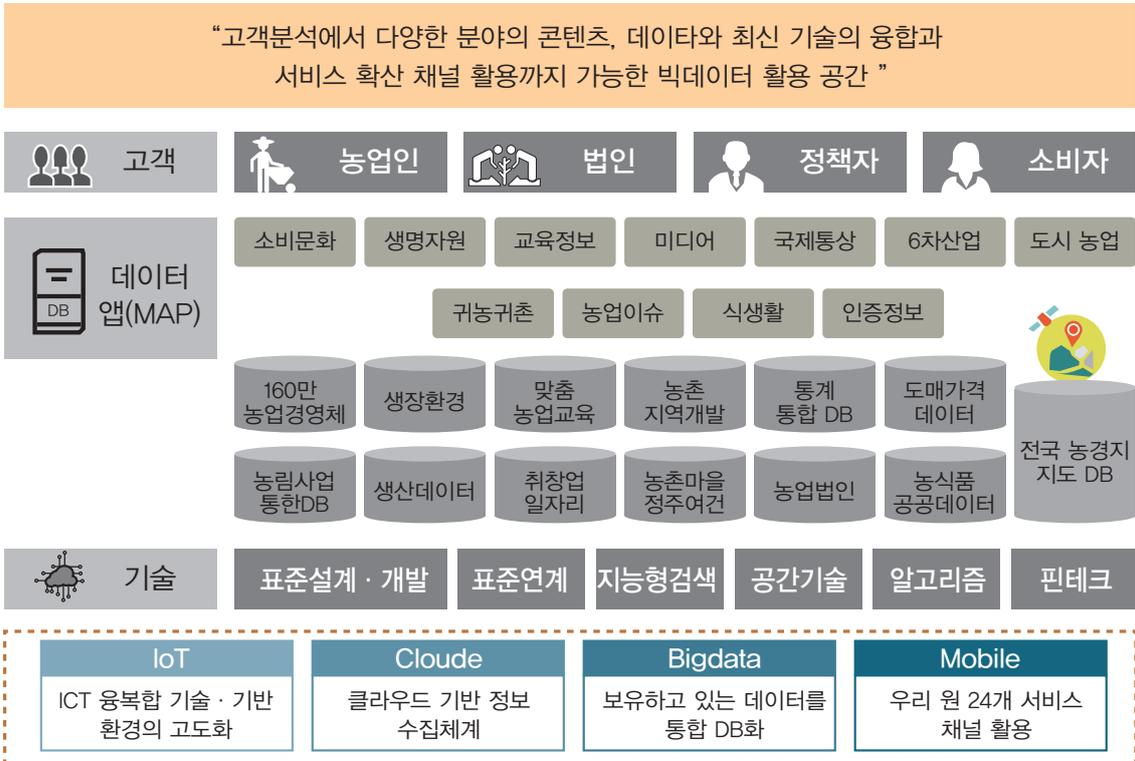
- ◇ (적외선 분광학 빔라인) 일반 실험실에서 사용하는 적외선 발생기보다 1천배 강한 적외선을 제공. 시료 파괴 및 가열 없이 미세 생명시료의 생화학과정을 분석
- ◇ (마이크로 거대분자 결정학 빔라인) 기존 대비 5배(50→10 μ m) 이상 개선된 미세 집속빔을 제공하여 막단백질과 같은 작고 얇은 결정의 구조를 분석하는 데 활용

구분	3세대	4세대
형태	원형	선형
빔에너지	3.0GeV	10GeV
빛의 밝기	태양 빛의 100억배	3세대의 1억배
시간 분해능	피코(10-12)초	펨토(10-15)초
빛의 성질	적외선에서 경X선까지 넓은 파장대	0.1nm(경X-선), 3nm(연X-선)
실험 수준	정적 분석	동적 및 실시간 3차원 분석
활용 분야	결정단백질(거대분자), 냉동(죽은)세포	단분자 단백질, 살아있는 세포

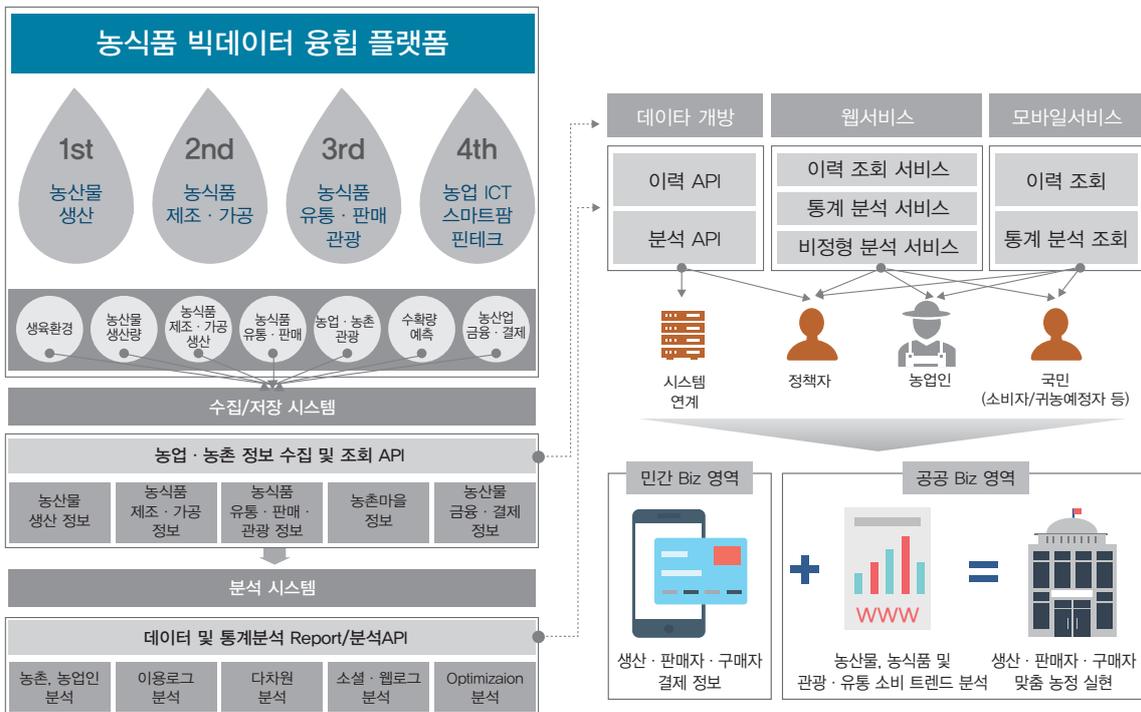
4세대 방사광가속기 구성도



- 농식품 빅데이터 플랫폼 개요(예시)
 - 민간 공동활용 빅데이터 플랫폼 구성도



- 개방형 빅데이터 플랫폼 활용체계

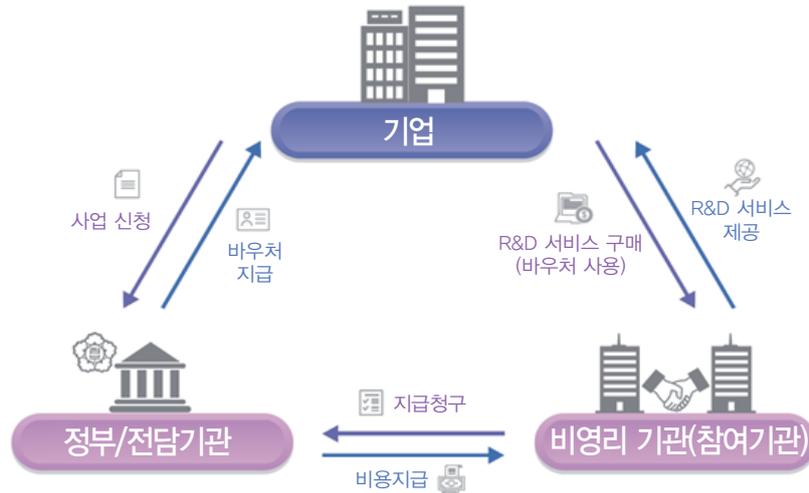


- 향후 데이터지도를 바탕으로 농식품분야 융복합 활용과제를 적극적으로 발굴하여 데이터와 알고리즘에 기반한 4차산업 기반을 마련할 계획

미래부, 2017년도 ICT R&D 바우처사업 추진 (총 205억원 지원)

- 개방형(Open Innovation) ICT R&D로 4차 산업혁명을 선도한다!

- 미래부는 중소기업이 주도하는 연구개발사업(ICT R&D바우처)을 대폭 확대하여 추진
 - 기술이 필요한 중소기업이 적절한 R&D 역량(기술, 인력, 장비 등)을 확보하고 있는 연구기관(대학, 출연연 등)을 찾아서 새로운 제품·서비스를 적시에 출시할 수 있도록 지원
- ※ 공모('17.1월~3월), 평가 및 연구기관-기업 매칭(~'17.5월)



- 그간, 중소기업은 짧은 시간 내에 고급 연구인력과 시설을 갖추기 어렵고, 연구기관들은 사업화 경험이 부족하여 연구결과를 제품화하거나 새로운 서비스를 출시하는데 어려움 존재
 - 본 사업은 시작단계에서부터 중소기업의 수요를 발굴
 - 과제별 최적의 연구기관(대학, 출연연)과 매칭함으로써 연구성과의 사업화 성공률을 높이기 위하여 '16년부터 34개 과제(약 101억원)를 지원
 - 수요 기업의 만족도가 높아 올해는 53개 과제(약 205억원)로 지원규모를 확대
 - ICT R&D 바우처 사업은 기업의 기술수요를 지원할 수 있는 최적의 연구기관을 연결하기 위하여 지정형(50개 과제)과 매칭형(3개 과제)으로 구분하여 시행
 - 지정형은 기업-연구기관이 함께 과제를 발굴하여 사업 공모에 참여 신청
 - 매칭형은 기업이 우선 공모에 참여한 매칭데이를 통해 최적의 연구기관을 찾는 방식
 - ICT 분야의 신시장 창출 및 기업의 기술개발 역량 강화를 위해 비영리기관(출연연, 대학 등)과 연계한 R&D 바우처 지원
 - 지원대상 : 신제품 개발 및 연구개발 역량 강화를 희망하는 중소·중견 기업
 - 지원분야 : K-ICT 10대 전략산업* 등 주요 ICT 산업 및 ICT 융합 분야 중 상용화·제품화가 가능한 분야
- *10대 전략산업 : ① 소프트웨어, ② IoT, ③ 클라우드, ④ 정보보안, ⑤ 5세대 이동통신(5G), ⑥ UHD, ⑦ 스마트 디바이스, ⑧ 디지털 콘텐츠, ⑨ 빅데이터, ⑩ 지능정보
- '17년도 예산 : 205억원('16년도 101.43억원)
 - 지원기간 및 규모 : 12개월 이내/과제당 6억원 이내
 - 연구결과물 실시권 부여 : 참여기관은 주관기관에게 과제종료일로부터 5년간 무상전용실시권 및 이후 3년간 무상통상실시권 부여

미래부, 「과학기술·전통문화융합연구 포럼」 개최

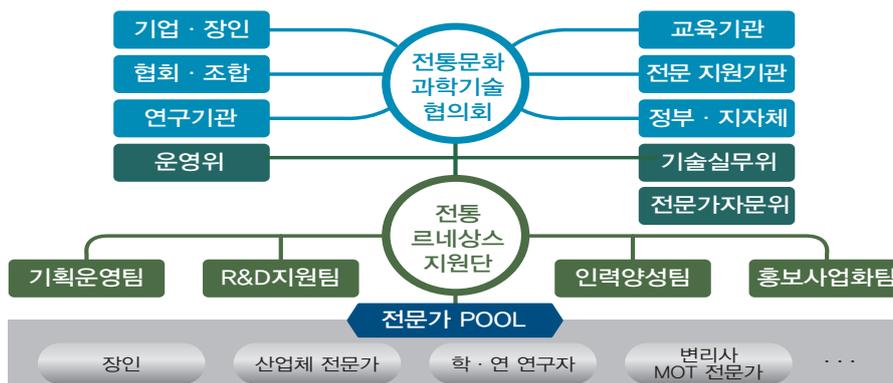
- “과거에서 찾은 미래” 과학기술, 전통문화의 미래를 그리다!

- 미래부는 2017년 6월 9일(금) 국립민속박물관에서 ‘전통문화의 미래를 만드는 과학기술’이라는 주제로 「과학기술·전통문화융합연구포럼」을 개최
 - 관계부처 합동으로 “과학기술을 통한 한국 전통프리미엄 창출전략”을 발표(국가과학기술심의회, '16.6)
 - 전통문화 산업계가 겪는 기술적 한계 극복 및 인간·생활·환경 친화적인 新산업 창출을 위해 노력
 - 그간 전통문화융합연구를 수행해온 산·학·연 전통문화융합연구 전문가 및 연구자, 일반 국민 등과 함께 과학기술 융합을 통한 전통문화의 현재를 살펴보고 미래를 모색하기 위해 마련
- 과학기술과 전통문화의 만남
 - 천진기 국립민속박물관장 : 과학기술과 전통문화의 만남
 - 함한희 전통문화과학기술협의회* 의장 : 전통문화와 4차 산업혁명
*新기술 개발·활용·교육 등 전통문화산업의 자생적 기술혁신 생태계 구축을 위해 전문지원기관, 교육기관, 협회·조합, 연구기관 등이 참여하는 협력 네트워크('16년 출범)
 - 유동환 건국대 교수 : 전통문화 산업의 현실과 미래를 위한 전망
- 과학기술을 통한 전통문화 산업 발전 방안
 - 김광우 서울대학교 교수 : 전통 온돌 기술 국제화
 - 정기원 국가기술표준원 과장 : 전통문화의 국제화 및 표준화 방안
 - 한호규 KIST 전통문화과학기술연구단장 : 옷칠에 대한 연구동향
 - 김재호 한국식품연구원 우리술연구팀장 : 전통주에 대한 연구동향

『전통르네상스지원단』 (2016.10월 공식 출범)

- (목적) 전통문화·첨단기술 융합을 통한 기술혁신 및 산업 경쟁력 강화를 위해, 산·학·연 기술 협력 촉진 및 산업현장 R&D 활성화 지원
 - 산업계의 기술적 한계 극복 등 기술역량 강화, 기술수요의 발굴 및 R&D·사업화 연계 지원을 통해 자생적 산업 생태계 구축 기반 마련
- (구성) 전통문화 기업·장인, 대학·출연연 연구자 등 산·학·연 전문가 및 변리사, 기술경영(MOT) 전문가 등 전문지원인력 참여
 - (전담인력) 지원단장 및 4개팀(기획운영팀, R&D지원팀, 인력양성팀, 홍보사업화팀) 15인 내외로 구성
 - (전문가 Pool) ‘전통문화과학기술협의회’ 참여기관 실무자, 각계 전문가 등 500인 내·외로 구성
- (운영) 운영위원회, 전문가 자문위원회, 기술실무위원회 운영

| 전통르네상스지원단 구성(전통문화과학기술협의회 사무국 역할 수행) |



- 지원단 주요 역할 및 추진내용
 - (4대 핵심 지원분야) ① R&D 활성화 기반 구축, ② R&D 수요 발굴·지원, ③ 교육 및 인력양성, ④ 기술사업화 촉진 및 홍보
 - 중점 추진내용
 - ① 전통문화과학기술협의회 운영 및 전문가 네트워크(Pool) 구축
 - ※ 현장방문, 워크숍, 기술수요조사 등을 통해 500여 명의 전문가 Pool 기 구축
 - ② 전통문화산업 R&D 활성화를 위한 DB 및 포털시스템 구축
 - 수요자(기업, 협회·조합 등)와 기술보유자(연구소, 대학 등) 연계, 상시 기술수요조사 및 기술 정보 제공 등을 위한 정보 인프라 구축
 - ③ 전통문화산업 분야별 분석 보고서 발간(年 4개 분야)
 - ※ '16년 '공예산업', '전통 발효장류식품' 분야 산업 현황 및 기술동향 등 분석 추진
 - ④ 산업현장 기술 상담·자문 및 애로기술 발굴·지원(年 10건 이상)
 - (기술자문) 전문가가 산업체 방문 및 면담 등을 통해 약 1개월간 소재 물성평가, 불량발생 원인 분석, 기술개발 계획 수립 등 자문
 - (애로기술 지원) 산업체의 생산공정 정밀 진단 및 품질관리, 새로운 시제품 제작 및 성능평가 등 밀착 지원(3개월 이내)
 - ※ '16년 목기웃칠(7월), 유기(8월), 발효주(9월), 천연염색(11월), 도자기(12월) 분야 지원
 - ⑤ 전통기술 원리규명 및 유망·원천기술 R&D 발굴·기획
 - ⑥ 전통문화·과학기술 융합을 위한 전문교육 및 단기강좌
 - ※ 한국전통문화대학 학생 등을 대상으로 연구현장교육 추진 등
 - ⑦ 전통문화 분야별 기술교류회(세미나, 미니워크숍 등)
 - ⑧ 첨단 분석 지원 및 바우처 프로그램 운영
 - 산업체의 소재·공정 개선을 위해 연구기관의 첨단분석장비 활용 지원
 - ⑨ 전통문화 확산을 위한 포럼 개최
 - ⑩ 신기술 융합 혁신제품 발굴 및 전시

한원석(정책실, 과학기술연합대학원대학교 석사과정, g16501@kist.re.kr)

I. TePRISM :

고방열 플라스틱 저비용 · 고속 제조공정 개발

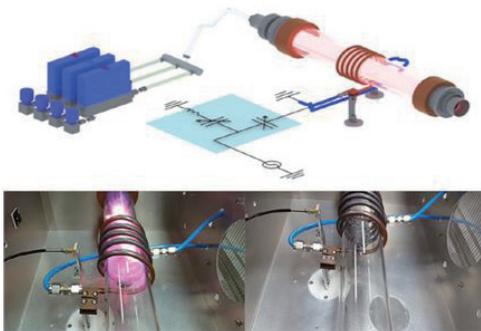
※ TePRISM은 TePRI + PRISM의 준말로 KIST의 주요 연구 · 경영성과에 대하여 소개하는 코너입니다.

유도결합형 플라즈마 기술로 우수 고방열 복합소재 제조기술 개발

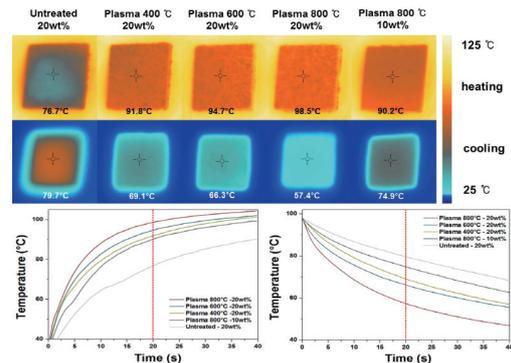
팽창율이 큰 흑연의 방열특성이 향상되는 메커니즘을 규명

- KIST 전북분원 김성륜 박사팀은 자체 개발한 유도 결합형 플라즈마*를 이용해 결합 발생이나 표면 특성 변화 없이 흑연의 팽창구조를 제어하는, 우수 고방열 복합소재 제조 기술 개발
 - 팽창흑연은 복합소재 방열 특성을 효율적으로 향상시키는 장점이 있어 경량 고방열 플라스틱** 제조에 첨가하는 열전도성 충전재(filler)로써 재 주목
 - 그러나 결합 발생이나 표면 특성 변화를 최소화하면서 고속 공정으로 흑연의 팽창 정도를 제어하는 기술 개발이 미미하였음
- * 유도 결합형 플라즈마 : 고주파 코일 축을 따라 혼합물 흘러 전자적으로 플라즈마 상태 생성시킨 광원
- ** 고방열 플라스틱 : 최근 전자기기의 전자소자 고집적화로 많은 방출열이 발생, 소자의 기능 저하 및 오작동 등을 방지하기 위해 열전도도가 향상된 플라스틱임
- 유도 결합형 플라즈마의 온도 조정으로 팽창 흑연의 팽창율 증가, 열전도도를 향상함
 - 가스의 조절 온도를 높일수록 팽창흑연의 팽창율이 증가되며 결합 및 표면 특성 변화를 최소화함
 - 가장 크게 팽창된 흑연을 혼합한 고방열 플라스틱의 열전도는 플라스틱 일반 대비 최대 약 58배, 일반 흑연 혼합 대비 최대 약 5.7배 향상됨

| 직접 설계된 유도 결합형 플라즈마 |



| 팽창율이 큰 경우 방열특성이 우수 |



고속 · 고품질 팽창흑연 제조와 고방열 플라스틱 개발 가능성

- 향후 고속화 및 자동화 연속 공정으로 대량의 고품질 · 고방열 플라스틱 개발 가능성 제시
 - 기존 퍼니스 기반의 열처리 공정 대비 유도 결합형 플라즈마 방식으로 고속 · 고품질 대량의 팽창흑연 제조와 고방열 플라스틱 개발 가능성 제공
- 학술적 측면에서도 최근 이슈가 되고 있는 ‘소재에 일어나는 열전도특성의 이상적인 변화 (thermal percolation) 거동의 발견과 원인 규명’에 중요한 연구가 될 것임

II. 신규 보고서 :

일본의 제4차 산업혁명 대응 정책과 시사점²⁾

서론: 제4차 산업혁명과 일본의 현황

일본은 정부 차원에서 제4차 산업혁명이라는 용어를 적극 수용해서 국가 전략에 반영한 첫 국가

- 제4차 산업혁명(4th Industrial Revolution)이라는 용어는 2016년 1월 다보스 세계경제포럼(WEF)에서 처음 소개되었으나, 정부 차원에서 이 용어를 채택한 나라는 일부에 불과
 - (독일) 다보스 세계경제포럼에 앞서 2011년에 IT를 활용한 제조업 혁신에 초점을 둔 “Industrie 4.0” 개념을 민간에서 제안한 후 정부 정책 문건에 반영하며 전 산업으로 확장
 - (미국 등 서구 선진국) 인공지능의 발전을 주도하고 있으나 제4차 산업혁명이라는 용어는 사용하지 않고, OECD에서 “Digital Transformation”, “Going Digital” 등의 용어를 사용
- 이에 비해 일본은 2015년 6월 발표된 [일본 재흥전략 개정 2015: 미래에의 투자와 생산성 혁명]에서 제4차 산업혁명을 처음 언급
 - 당시(2015.6)에는 다보스 포럼에서 이 용어가 소개되기 전이라 독일의 “Industrie 4.0”을 제4차 산업혁명으로 번역한 것으로 이해되며 이후 자세한 논의는 이어지지 않음
- 2016년 들어 일본은 다수의 정부 전략 문서에 제4차 산업혁명을 적극 사용할 뿐만 아니라, 일본이 당면한 문제와 강점을 분석하여 자국에 맞는 독특한 4차 산업혁명 전략을 수립 중

| 제4차 산업혁명 관련 일본의 주요 정책 문건 |

정책영역	발표 부처	정책 문건	발표시기	비고
경제정책	일본경제재생본부	일본 재흥전략 2016: 제4차 산업혁명을 향하여	2016.6	제4차 산업혁명 용어를 명시적으로 사용
산업정책	경제산업성 (산업구조심의회)	신산업구조 비전: 제4차 산업혁명을 선도하는 일본의 전략	2016.4	
	경제산업성 (제조산업국)	로봇신전략	2015.1	일본의 전략적 초점을 보여주는 문건
과학기술정책	내각부 (종합과학기술·이노베이션회의)	제5기 과학기술기본계획	2016.1	제4차 산업혁명과 내용적으로 같은 Society 5.0 개념 제시
	문부과학성	평성 28년판 과학기술백서	2016.5	

일본의 사례는 제4차 산업혁명 개념을 이해하고 대응하는 방식과 내용의 모든 측면에서 우리나라가 참고할 만한 시사점을 제공

- 일본은 제4차 산업혁명의 여러 기술적 동인을 고려하되, 데이터의 확보와 활용이라는 측면을 핵심으로 이해하고 이를 토대로 일관된 대응책을 강구
- 고령화, 자연재해 등 일본 사회가 지닌 문제와 기존 산업의 강점 분석을 토대로 자국에 맞는 독특한 대응 전략을 수립하려고 노력
 - 일본이 직면한 문제를 해결하는 과정에서 신산업 창출 및 경제성장이 가능

2) STEPI 발간보고서인 '일본의 제4차 산업혁명 대응 정책과 시사점(2017.5.23./제30호, 저자: 최해옥 외 2인)'을 요약·정리한 내용임

제4차 산업혁명 대응을 위한 일본의 전략 및 정책

일본의 제4차 산업혁명 관련 주요 정책 문건 분석을 통한 정책적 시사점 도출

- (제5기 과학기술기본계획) 초스마트사회(Society 5.0) 비전을 제시하며, 경제 성장과 사회문제 해결의 2가지 목표를 동시에 달성할 수 있는 것으로 기대
 - 일본 과학기술정책의 최상위 기구인 내각부 산하 종합과학기술이노베이션 회의에서는 2016년 1월에 제5기 과학기술기본계획을 발표했으며, 새로운 사회상을 초스마트사회로 제시
 - 일본은 수렵사회, 농경사회, 공업사회, 정보사회를 거쳐 초스마트사회가 오고 있다고 전망하며 제4차 산업혁명과 용어는 다르지만 내용상으로는 동일하다고 정의
 - ※ 20세기 후반 진행된 정보사회와는 별개로 급격한 변화가 최근 진행되고 있다고 진단하여 이를 초스마트 사회라고 명명
 - 독일 인더스트리 4.0이 제조업 혁신 개념이라면 초스마트사회는 산업을 포함한 경제사회 전반에 대한 과학기술혁신을 다루는 것이 특징
 - 일본은 고령화, 지역경제 침체, 자연재해, 고령화, 안보환경 변화 등 다양한 경제·사회적 과제에 직면하고 있으며 고령화, 재난재해 등을 세계에서 가장 먼저 또는 심각하게 경험하고 있음
 - ※ 이런 사회적 문제를 하나의 과제로 인식하여 새로운 성장동력으로 삼으려 하며, 사회문제 해결 서비스 창출을 통해 거대한 미래산업 육성과 수출로 해외시장도 개척 가능하다는 발상
 - 일본은 로봇, 센서 디바이스, 네트워크 인프라, 현실 데이터, 컴퓨터 개발능력 등의 강점 분야를 적극 활용하고, 데이터 기반 선순환형 비즈니스 모델을 추구
- (일본재흥전략 2016: 제4차 산업혁명을 향하여) 제4차 산업혁명 관련 내용을 다수 반영해서 최근의 기술적 변화에 민감하게 대응
 - 일본재흥전략 2016은 5개의 핵심 시책으로 구성되어 있는데, 첫 시책 중 하나가 “제4차 산업혁명의 실현”이고, 다른 4개의 핵심 시책에도 제4차 산업혁명 관련 내용이 다수 반영
 - 2020년 GDP 600조 엔 달성을 위해 관민전략 프로젝트10을 추진하고 해외 시장을 공략
 - ※ 명목 GDP에 대한 기여가 큰 프로젝트는 서비스산업의 생산성 향상(2020년 410조 엔), 제4차 산업혁명에 의한 부가가치 창출, 에너지 관련 투자, 건강 관련 시장(2020년 26조 엔) 등의 순서
 - 규제 개혁을 위해 목표역산 로드맵, 지역특구 등의 제도를 도입하여 연구개발이나 시설투자를 결정하고 지역경제 활성화에 기여
 - ※ 목표역산 로드맵은 정부가 규제 완화의 목표와 시간을 정하고 이를 통해 각 지자체에 규제완화를 지시하는 것으로, 기업은 이 로드맵으로부터 규제 완화를 예측하여 개발 및 투자 결정
 - ※ 지역특구를 국가전략특구, 종합특구, 구조개혁특구로 구분하여 신기술의 시험 서비스가 가능한 시범지구 역할을 수행하고 규제 개혁에 활용하여 지역경제 활성화에 기여
- 일본재흥전략 2016의 부록인 중단기공정표는 전략 실행을 위한 구체적인 사항을 규정하고 성과 목표를 설정하여 정책의 실효성을 제고하고자 함
 - 각 정책 분야에 대해 2013년부터 3년 단위로 진행 목표를 표시하고 향후 실적을 검증

- (신산업구조비전: 제4차 산업혁명을 선도하는 일본의 전략) 제4차 산업혁명에 대한 일본 정부의 문건 중 가장 핵심적이며, 제4차 산업혁명의 이해 및 대응 전략 등 시사점이 많은 문건
 - 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능, 로봇을 핵심 기술로 규정하고 이 공통 기반기술들이 부문별 기술 및 데이터와 결합하여 새로운 제품 및 서비스가 만들어지는 현상으로 이해
 - 제4차 산업혁명에서는 데이터가 부가가치의 원천이므로, 데이터를 가상 데이터와 현실 데이터로 구분할 때 현실 데이터를 일본이 경쟁력을 가질 수 있는 분야라고 판단
 - ※ 가상 데이터는 Web, SNS 등 온라인 공간에서 발생하는 데이터로 해외 IT 기업이 플랫폼을 지배(구글, 아마존, 애플 등)
 - ※ 실 데이터는 건강정보, 주행 데이터, 공장설비 가동 데이터 등 개인과 기업이 생산해낸 데이터로 적절히 대응한다면 일본에서 플랫폼을 획득할 가능성이 존재
 - 산업구조 변화 전망으로는 현상 방치와 변형의 2개 시나리오로 2030년 부문별 GDP 성장률 등 산업구조 변화를 측정하여 제4차 산업혁명이 가져올 편익 예측과 향후의 변화를 전망
 - 고용구조 변화 전망으로는 현상 방치와 변혁의 2개 시나리오로 2030년 직무별 종사자 수를 전망
 - ※ 전체 직업을 상류 공정, 제조/조달, 영업판매, 서비스, IT 업무, 사무업무, 기타 등의 직종으로 구분하여 인공지능, 로봇 등으로 인한 직종별 영향을 전망
 - 전략적 측면으로는 데이터, 인재, 기술, 금융, 산업·취업구조 전환, 중소기업·지역경제, 경제사회 시스템 부문에서 7대 전략을 제시
 - ① 데이터 활용 촉진을 향한 환경정비: 데이터 플랫폼 구축, 데이터 유통시장 조성 등
 - ② 인재육성·확보 등 고용시스템의 유연성 향상: 교육시스템 구축, 글로벌 인재 확보 등
 - ③ 이노베이션·기술개발 가속화: 오픈 이노베이션 시스템 구축, 지식재산 관리, 표준화 등
 - ④ 파이낸스 기능 강화: 리스크 비용 지원, 무형자산 투자 활성화, 핀테크 고도화 등
 - ⑤ 원활한 산업구조·취업구조 전환: 제도·환경 정비, 노동시장·고용제도 유연성 향상 등
 - ⑥ 제4차 산업혁명의 중소기업·지역경제로의 파급: 중소기업·지역에 사물인터넷 도입 등
 - ⑦ 제4차 산업혁명을 위한 경제사회 시스템의 고도화: 규제 개혁, 사회인식 확산 등
- (로봇신전략) 일본의 대표적인 강점 분야인 로봇에 대한 전략 보고서
 - 일본의 주력 분야는 제조·서비스, 간호·의료, 농업, 인프라·재해대응·건설 등이며 투자 확대, 규제 개선, 인재 양성이 주요 정책 과제
 - ※ 향후 5년을 로봇혁명 집중 실행기간으로 정하고 정부와 민간이 1천억 엔의 로봇 관련 프로젝트에 투자하여 로봇 시장규모를 현재 연간 6,500억 엔에서 2.4조 엔으로 확대
 - 분야횡단적 전략으로 로봇혁명을 위한 추진체계 정비, 핵심기술 개발, 제도적 인프라 정비, 규제 개혁 등을 추진
 - ※ “로봇혁명 이니셔티브 협의회” 설치: 주요 공업협회 대학, 연구기관, 지역 연계조직 등이 참여하여 니즈와 기술의 매칭, 성공사례 보급, 국제표준 대응 등을 추진
 - 분야별 전략으로 서비스 프로세스별로 로봇 개발 및 도입을 확대하여 현장인력의 작업 부담을 낮추고 인력 부족에 대응

일본 정책의 특징 및 정책적 시사점

제4차 산업혁명에 대한 정부 차원의 발 빠른 대응

- 일본은 다보스포럼에서 제4차 산업혁명 개념이 제시된 후 정부 차원에서 이 개념을 적극 수용하여 정책에 반영한 첫 국가
 - 비슷한 시기에 유사 개념인 Society 5.0을 자체적으로 주장했으며 제4차 산업혁명이 내포하는 기술적·사회적 변화를 인지하고, 이 변화를 자국의 성장전략에 반영하고자 함
 - 이후 Society 5.0과 제4차 산업혁명을 같은 의미로 사용하면서 개념적 논쟁보다는 정책 내용에 집중하며 경제·사회적 발전을 이룩하는데 목표를 둬
 - ⇒ (시사점) 제4차 산업혁명은 학계에 수용된 개념은 아니지만, 그 내용은 국가 전략 측면에서 매우 중요하므로 정부는 내용에 초점을 맞춘 실용적 접근 필요

제4차 산업혁명에 대한 간명하고도 입체적인 이해

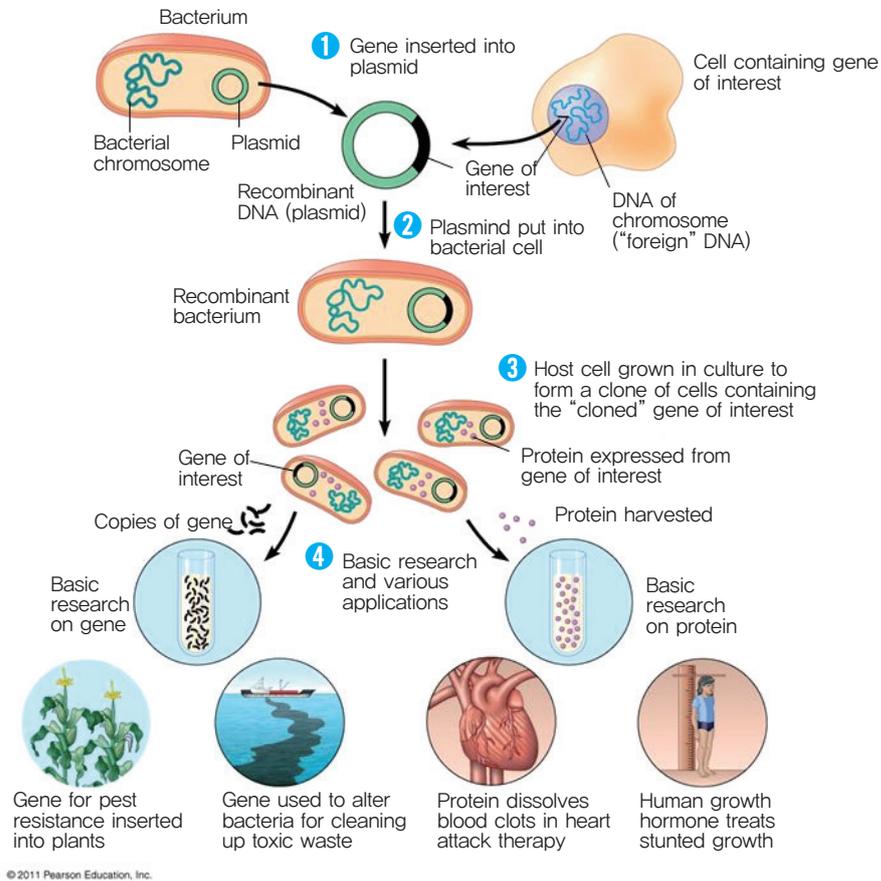
- 제4차 산업혁명의 핵심 동인을 데이터로 이해하고 전 산업에 걸친 일관된 대응 추구
 - 제4차 산업혁명 개념을 주장한 클라우드 슈밥은 현재의 유망 기술을 모두 모아놓은 23개 기술적 동인을 제시해서 이 개념의 명료한 이해를 방해한 측면이 있음
 - 제4차 산업혁명의 핵심기술을 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능, 로봇으로 규정, 이 공통 기반기술들이 부문별 기술 및 데이터와 결합하여 새로운 제품 및 서비스가 만들어지는 것으로 정의
- 제4차 산업혁명이 미칠 영향을 산업과 고용 관점에서 종합적이고 정량적으로 전망
 - 제4차 산업혁명 논의는 알파고 쇼크를 통해 더욱 심화되었으며, 주로 기술이 고용과 일자리에 미칠 영향에 대한 논의에 집중
 - 이에 비해 일본은 전체 산업구조에 미칠 영향도 정량적으로 분석함으로써 보다 종합적인 정책적 대응의 토대를 마련
 - ⇒ (시사점) 제4차 산업혁명의 핵심기술 확보, 데이터 활용에 초점을 둔 국가 전략의 수립이 필요하고, 고용 뿐 아니라 산업구조에 미치는 영향에 대한 연구·논의 필요

자국 상황을 반영한 일본 특유의 전략 수립 및 정책 과제의 규제 개선을 강조하고 이를 위한 다양한 수단 강구

- 일본은 제4차 산업혁명을 국가의 제반 과제를 해결하는 기회로 활용한다는 목표를 제시
 - 과제선진국이라는 약점을 과제해결선도국가라는 강점으로 바꾼다는 긍정적 비전 제시
- 일본의 강점인 로봇을 적극적으로 활용하는 전략을 추진
 - 제4차 산업혁명의 핵심기술로 로봇이외의 기술에 주목하고 있는데, 일본은 로봇도 포함시킨 것이 특징
 - ⇒ (시사점) 우리나라의 강점과 약점을 반영한 우리만의 전략이 필요
- 규제 개선이 핵심 정책과제 중 하나라고 보고 목표역산 로드맵, 지역특구 등의 수단 강구
 - ⇒ (시사점) 규제 개선에 어려움을 겪고 있는 우리나라의 실정을 고려하여 유사 제도 도입을 검토할 필요가 있음

III. TePRI Wiki :

유전공학 발전의 끝은 어디일까? 유전공학 기본기 익히기



▲ Recombinant DNA 제작 과정 및 용도

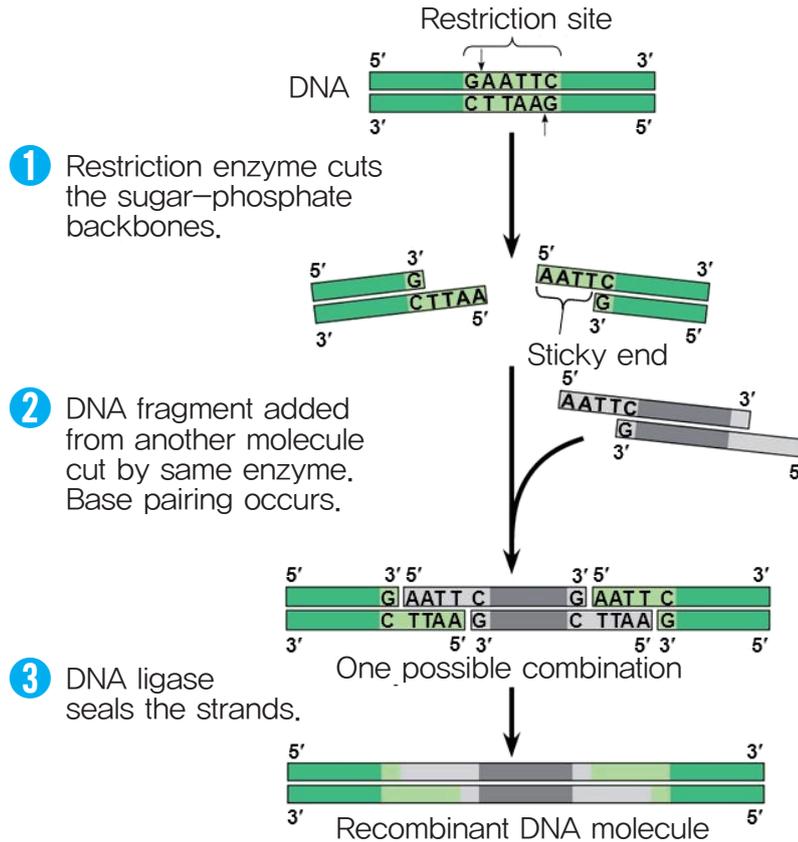
DNA가 사람의 유전물질이라는 점과 그것의 이중 나선 구조가 밝혀진 이후로 유전학과 유전공학이 전 세계적 이슈가 아닌 적이 과연 있었을까. 현대적인 과학기술 연구개발이 탄생하기 이전에도, 자식이 어떻게 부모를 닮는지는 모든 사람들의 관심사였다. 사실 유전학의 역사적 발견의 첫 순서는 유전물질이 무엇이었는지를 밝혀낸 것이 아니라, 어떻게 그러한 유전 현상이 나타나는 것 인지를 밝혀낸 것이었다. 멘델을 비롯한 유전학자들은 도대체 그 유전자라는 게 어떤 물질인지는 몰랐지만, 일단 왜 자식이 부모를 닮는지, 왜 곱슬 머리 부모로부터 직모의 자식이 나올 수 있는지 정도의 현상을 설명할 수는 있었다(비록 멘델이 실험에 이용했던 종은 사람이 아니라 식물이었지만 말이다). 이후에 허시와 체이스 등의 과학자들은 그렇게 많고 많은 생물질(단백질, 핵산 등) 중에서 DNA

가 유전 물질이라는 것을 밝혀냈다(허시와 체이스 역시 실험에 사람을 이용한 것이 아니라 바이러스를 이용했지만 말이다).

그리고 또 그 이후에 왓슨, 크릭, 로잘린드 프랭클린 등의 과학자들이 DNA가 이중나선 모양이라는 것을 밝혀냈고, DNA의 복제 현상이 어떤 방식으로 일어나는지의 후속 연구도 그리피스를 비롯한 과학자들에 의해 진행되었다. 1900년대 중후반에 걸친 이 시기부터 유전학 및 유전공학에 대한 관심이 폭발했다고 볼 수 있다. DNA의 구조까지 밝혀낸 이상, 이제는 인간이 DNA를 장난감처럼 오려 붙일 수 있게 되었기 때문이다.

요즘에는 CRISPR Cas9*과 같은 최첨단 기술까지 연구되고 있지만, 여전히 유전공학의 기본기는 Recombinant DNA(재조합 DNA)라고 할 수 있다.

* 유전학이나 의학에서 DNA 순서를 변경, 제거, 추가 함으로써 게놈의 일부를 편집하는 독특한 기술



▲ Restriction Enzyme의 구체적 원리

원리 자체는 굉장히 간단하지만, 파급 효과는 강력하다. DNA를 실로 묘사하면, 그러한 실을 자를 수 있는 생물학적 가위들도 존재한다. 이 가위들을 Restriction Enzyme이라고 한다. 그런데 DNA는 특수한 실이라서, 실의 첫 부분부터 끝 부분까지 균질적이고 동일한 형태가 아니라, 4가지 알파벳이 나뉠 패턴을 가지고 쓰여있는 실이다. 바로 이 4가지 알파벳으로 쓰여있는 패턴이 유전자를 비롯한 염기 서열이다. Restriction Enzyme 역시 특수한 가위들이기 때문에, 실의 아무 부분이나 자를 수 있는 것이 아니라, 저마다 자를 수 있는 알파벳 패턴이 정해져있고 그것과 다른 알파벳 패턴은 자를 수 없다. 자를 수 있는 가위가 있다면 붙일 수 있는 풀도 있다. 이 풀을 Ligase라고 부른다.

염색체라는 거대한 몇 개의 선형 DNA를 갖고 있는 우리 사람과는 달리 세균들은 아주 짧고 원형 DNA를 갖고 있는데, 이를 Plasmid라고 부른다. 유전공학에서 애용하는 도구가 바로 이 Plasmid이다.

우리가 여럿으로 수를 늘리고 싶은 사람의 유전자 부위를 Restriction Enzyme으로 잘라내고, 이

Plasmid 역시 같은 Restriction Enzyme으로 잘라내어 틈을 만든다. 그리고 Ligase로 이 둘을 붙인다. 이것으로 Recombinant DNA가 이렇게 간단하게 만들어졌다(실제 실험이 간단하다는 뜻은 아니다). 이제 이렇게 새롭게 만들어진 Recombinant DNA를 세균에 집어넣고, 이 세균이 맘껏 증식할 수 있는 환경을 만들어주면, 이 Recombinant DNA를 갖고 있는 세균의 수가 어마어마하게 불어난다. Recombinant DNA를 가진 세균의 수가 많기 때문에, 이것을 이용하면 유독성 물질을 제거하는 데에도 이용할 수 있고, 의료용 물질을 대량 생산하는 것도 가능하다(세균이 그런 물질을 많이 만들어주면 그걸 사람이 뺏는 식이다).

많은 사회적·윤리적 이슈를 낳고 있는 유전공학 기술들에 대한 논의를 하기 위해서는, 과학자들이 어떤 현상을 밝혀내고, 설명을 어떤 식으로 제시하며, 어떤 식으로 기술을 다루고 있는지 더 많은 이해가 필요할 것으로 보인다.

한원석(정책실, UST 석사과정, g16501@kist.re.kr)

*참고자료
Campbell Biology in Focus (2013.1)

