

TePRI

REPORT

2018. vol.83

04



전망대 '디지털 캄브리아기'의 미·중 기술패권 경쟁
Focus 미래 50년을 위한 과학기술의 새로운 주춧돌을 바라며
Insight 오송첨단의료산업진흥재단 박구선 이사장

Part 01 R&D Spotlight

01. 기획시리즈 : 송곡 최형섭 박사 스토리, 셋 - 미래를 만드는 장관이 되다
02. 이슈분석 : 블록체인 기술 전망

Part 02 R&D In&Out

01. 주요 과학기술 정책 및 현안 : 「2019년도 정부연구개발투자 방향과 기준(안)」 제시
02. TePRI, 현장속으로 : 제1회 과총 국민생활과학기술포럼
03. 글로벌 시장 동향 : 디스플레이 시장, LCD는 정체, OLED는 폭발적 성장 예상
04. Guten Tag! KIST Europe : 레독스 플로우 전지 총방전 효율 증대를 위한 수계 이온성 액체 전해질 개발

Part 03 TePRI 休

01. 소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기 : 세계사 속 과학 연구 지원 체제 - 그들이 지향한 연구지원의 본질은 무엇이었는가?
02. 이달의 추천도서 : 과학자의 생각법

TePRI

2018. vol.83
04

REPORT

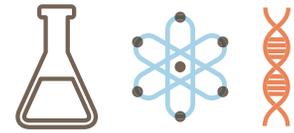
기술정책연구소

Technology Policy Research Institute



2018 April

Technology
Policy
Research
Institute



vol.83

CONTENTS



04

전망대

'디지털 캠브리아기'의 미·중 기술패권 경쟁 4

06

Focus

미래 50년을 위한 과학기술의 새로운 주춧돌을 바라며 6

08

人sight

오송첨단의료산업진흥재단 박구선 이사장 8



14

Part 01 R&D Spotlight

01. 기획시리즈 :

송곡 최형섭 박사 스토리, 셋 - 미래를 만드는 장관이 되다 15

02. 이슈분석 :

블록체인 기술 전망 20



28

Part 02 R&D In&Out

01. 주요 과학기술 정책 및 현안 :

「2019년도 정부연구개발투자 방향과 기준(안)」 제시 29

02. TePRI, 정책 현장 속으로 :

제1회 과총 국민생활과학기술포럼 38

03. 글로벌 시장 동향 :

디스플레이 시장, LCD는 정체, OLED는 폭발적 성장 예상 39

04. Guten Tag! KIST Europe :

레독스 플로우 전지 총방전 효율 증대를 위한 수계 이온성 액체 전해질 개발 40



43

Part 03 TePRI 休

01. 소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기 :

세계사 속 과학 연구 지원 체제 - 그들이 지향한 연구지원의 본질은 무엇이었는가? 44

02. 이달의 추천도서 :

과학자의 생각법 46

‘디지털 캄브리아기’의 미·중 기술패권 경쟁



곽재원
서울대 공대 객원교수



지금 북미대륙과 유라시아대륙을 잇는 범(凡) 태평양의 하늘엔 기술 냉전이란 이름의 짙은 구름이 드리워지고 있다. 그 아래서 대국을 움직이는 역사의 수레바퀴는 역회전하며 굉음을 내고 있다. 우리는 눈앞에서 미국 트럼프 대통령의 폭주(暴走), 중국 시진핑 주석의 질주(疾走), 러시아 푸틴 대통령의 독주(獨走), 일본 아베총리의 미주(迷走)를 목격하고 있다. 미국 제1주의를 외치는 신보호주의, 종신 주석제에 바탕한 레닌주의 시장경제(정치통제강화), 유사 제정 러시아 강권체제(4반세기의 통치), 부국강병의 메이지 유신 재탐색(평화헌법 개정)은 네 나라의 각기 다른 달리기 모습이다. 이는 한창 세계적 붐을 맞고 있는 제4차 산업혁명의 파괴적 혁신과는 정반대 방향의 과거 회귀다.

경제·정치 파워와 속성으로 굳이 양편을 가르자면 미국 대 중국의 대결구도로 정리될 수 있다. 이 두 개의 축이 지금 정면충돌하며 통제권역을 벗어나고 있다. 트럼프가 최근 촉발시킨 무역전쟁이 그 상징이다. 미국은 무역 확장법 232조(국가안보에 위협이 된다고 판단할 때 내리는 수입제한조치)와 통상법 301조(슈퍼301조 포함, 불공정 무역과 지적재산권 침해에 대한 제재조치)라는 두개의 긴 칼을 휘두르기 시작했다. 미국과의 무역에서 막대한 부를 챙기고 일자리를 빼앗아간 중국을 직접 겨냥한 것이라지만 주변에 있는 대미 무역 흑자국들도 칼날 앞에 일제히 줄을 서고 있는 형국이다. 미·중 무역전쟁은 당분간 일파만파로 세계 경제에 큰 영향을 미칠 것이다. 그리고 이 무역전쟁은 원-원이 안되기에 7,80년대의 데자뷔를 연출하며 결국 진정화의 길을 찾을 것이다.

그러나 동시에 무역전쟁의 불씨가 꺼지지 않은 채 제4차 산업혁명으로 옮겨 붙어 새로운 기술전쟁으로 번질 것이라는 전망도 설득력 있게 다가온다. 트럼프의 무역전쟁은 중국의 지적재산권과 기술이전 전략에 대한 최초의 실력 행사라는 면도 부각되고 있어 처음부터 기술전쟁을 출구전략으로 삼았을 개연성도 있다. 미국의 조사기관인 유라시아 그룹은 올해의 '글로벌 10대 리스크'에서 미국과 중국간에 벌어지는 기술냉전(tech cold war)의 세계적 확산을 세번째로 꼽았다. AI(인공지능), 슈퍼컴, 위성통신 등에서 보이는 기술냉전이 어떤 시장 리스크와 국가 간 대립을 몰고 올지, 세계의 파워 밸런스를 측정하는 중요한 지표가 되는 양상이다. 미국 외교협회(CFR)의 2018년 전망에서도 세계의 10대 경제 대상의 하나로 중국의 인공지능 추격을 꼽았다. AI 특허와 기업 수에서 미국의 뒤를 바짝 쫓고 있는 중국은 이미 경계를 넘어 위협이 되고 있다.

지금은 '디지털 캄브리아기(紀)'란 말이 있다. 약 5억년전 지구상에 나타난 캄브리아기때 생물의 종류가 극적으로 늘어났다. 어느 시기보다 다양한 생태계를 갖게 되었다. 소위 '캄브리아 폭발'이다. 이 때는 지표에 도달하는 햇빛이 증가하면서 생물들이 눈을 획득하기 시작했다. 영국의 생물학자 앤드류 파커는 저서 '눈의 탄생'에서 눈을 확보한 생물은 눈을 갖지 못한 생물을 포식하기 시작했다. 포식되는 생물들은 눈을 갖도록 진화했거나 포식되기 어렵게 딱딱한 껍질로 몸을 둘러쌌다. 이 시기에 화석이 늘어난 이유다. 요컨대 캄브리아기는 약육강식이 가속한 시대였다. 디지털 혁신을 기반으로 한 제4차 산업혁명은 캄브리아기의 모습이다. 마구 생겨나고 마구 사라지는 '다산다사(多産多死)'의 시대다. 미국의 아마존은 무차별적으로 대형 마트를 먹어 치우고 있으며, 구글과 애플은 웬만한 시스타트업들을 보는 대로 사들이고 있다. 중국의 알리바바와 바이두는 자율운전 관련 신흥기업을 계속 접수하고 있다. 실리콘밸리와 중관촌은 글로벌 장터다.

미국 조사회사 CB인사이트에 따르면 기업가치가 10억달러를 넘는 비상장기업을 일컫는 '유니콘'은 2018년 2월말 현재 전세계에 232개사가 있는 것으로 집계됐다. 이중 114개사를 미국이 차지했으며, 중국이 62개사로 그 뒤를 이었다. 중국은 벤처투자국순위에서도 세계 2위다. 설게는 캘리포니아, 제조는 중국'-과거 10년 애플 제품에는 이렇게 썩어 있었다. 미·중 2대 경제대국은 미국이 두뇌를, 중국이 근육을 제공하는 역할을 해왔다. 그러나 지금 중국에는 알리바바와 텐센트가 있다. 시가총액은 5000억달러로 페이스북에 필적한다. 미국은 중국에 의한 지적재산권 피해가 1조달러에 이른다는 명세표를 이번 무역전쟁에서 내밀었다. 구글은 2025년에는 시가 중국에 추월당할거라고 경고했다. 5G 통신기술에서의 중국패권을 두려워한 미국은 중국이 뒤에 있는 브로드컴의 미국 퀄컴 인수를 막았다. 트럼프 대통령은 어쩌면 과거를 때려 미래를 제압하려는 노련한 수법을 구사하고 있는지 모른다. 우리가 지상의 무역전쟁에 몰입할 때 구름위에선 미래를 먹으려는 기술패권 쟁탈전이 벌어지고 있다. 한국 과학기술계는 고개를 들고 위를 보면서 기술혁신을 가속화해 나가야 한다. **ktg**

미래 50년을 위한 과학기술의 새로운 주춧돌을 바라며

서덕록
연구기획·분석팀장

대 한민국헌법은 국민의 기본적인 권리와 의무, 국가의 통치조직과 작용의 원리를 규율하는 가장 기본이 되는 규범이다. 1987년 민주화 운동의 산물로 마련된 현행 헌법이 지난 30년간의 우리사회의 변화와 발전을 제대로 반영하고 있지 못하다는 공감대가 형성됨에 따라, 작년부터 국회 개헌특위를 중심으로 다양한 형태의 개헌에 대하여 논의가 진행되어 왔다. 특히, 지난 3월말 정부에서는 그 내용을 순차적으로 발표하고 국무회의 가결을 거쳐 개헌안을 발의하여 국회로 공을 넘겼다. 정부와 여당의 ‘빠른’ 스케줄에 따르면 6월의 지방선거에서, 야당의 ‘늦은’ 스케줄에 따르더라도 연말이면 개정헌법에 대하여 국민에게 직접 의견수렴하는 절차가 진행될 것으로 보인다.

“저작자, 발명가, 과학기술자와 예술가의 권리는 법률로써 보호한다.” (제2장 제23조 제3항)

“국가는 과학기술의 혁신과 정보 및 인력의 개발을 통하여 국민경제의 발전에 노력해야 한다” (제9장 제127조 제1항)

현행 헌법조문 중 과학기술이 언급되고 있는 조항들이다. 헌법 조항에 과학기술이 직접 기술된 것은 1962년의 제5차 개정헌법이며, 현재 조항의 근간이 되는 내용은 1972년 제7차 개정헌법에 반영된 것이었으니, 지난 반세기동안 과학

기술의 역할은 변함없이 '국민경제의 발전'을 위한 수단이었다. 변화를 꿈꾸는 과학기술인 네트워크(ESC)의 문제 제기에서 시작된 헌법 내 '과학기술의 역할' 확대는 과학기술인 출신 국회의원, 각종 과학기술인 유관단체, 그리고 한국과학기술단체총연합회까지 일관된 지지를 받고 있다.

우리는 과학기술이 경제와 시장중심적 시각에 의하여 재단되는 현상을 수 없이 목도하였다. 제도적으로는 새로운 대형연구개발사업을 추진하기 위한 예비타당성조사에서부터 연구계획서내의 경제적 성과에 이르기까지 연구자가 스스로 경제적 가치를 증명하고 설명해야만 연구비를 지원받을 수 있는 구조에 놓여 있다. 기실, 경제활동의 궁극적인 목표가 '삶의 질(Quality of Life) 향상'에 두고 있을진데, 그 목표를 간과하고 중간 잣대로만 평가되어 온 것이다.

다행히 최근 정부가 발의한 개헌안에는 "국가는 국민경제의 발전과 국민의 삶의 질 향상을 위하여 기초 학문을 장려하고 과학기술을 혁신하며 정보와 인력을 개발하는 데 노력해야 한다(제134조 제1항)"라는 진일보한 초안이 담겨 있다. 국회 개헌특위에서 정리한 내용도 이와 맥락이 크게 다르지 않아 과학기술은 경제발전의 수단을 넘어 국민 삶에 직접 기여하고 기여해야할 의무를 갖게 되어 역할이 확대되는 전기를 마련하게 된 셈이다.

사실 과학기술과 연구개발 활동은 다층적인 의사결정구조와 파급효과를 갖고 있다. 미시적으로는 미지의 탐구와 지식의 진보, 거시적으로는 기업과 산업의 혁신과 국민경제의 성장이 복합적으로 얽혀 있다. 과학기술은 새로운 기술로 무장한 혁신제품의 제조와 생산에서부터, 교육, 보건·의료, 금융, 유통, 운송 등 서비스 분야의 혁신, 나아가 문화, 환경, 재난·안전 등 우리의 삶이 영위하는 모든 분야에서 전방위적으로 활용되고 있고 있다. 따라서 연구개발 활동을 설명하고 효과를 기술하는 방식도 딱딱한 과학적 수치와 경제적 산식을 넘어서 우리 생활의 감성으로 확대되고 국민이 직접 향유할 수 있도록 점차 바뀌어나가야 할 것이다.

현재 논의대로 과학기술 관련 헌법조항의 개정이 이루어지면 이를 근거로 한 과학기술 관련 법률과 제도에서도 일대 변화가 이어질 것으로 예상된다. 연구개발의 목적과 목표, 평가와 성과활용에 이르기까지 그 어느 것 하나 영향을 받지 않을 것이 없다. 현재 진행되고 있는 R&D사업에 대한 규정 일원화 등 연구자 중심의 R&D를 위한 환경개선에 대한 논의에 더해, R&D의 기획, 수행, 평가, 활용 등 전주기에 걸쳐서 연구자뿐만 아니라 이를 지원·지지하고 있는 국민이 체감할 수 있도록 정책방향이 설정되어야 할 것이다. 우리 과학기술인도 연구 자율성 못지않게 더 많은 기대와 책무가 주어졌음을 인식하고, 국민을 바라보고 공공복리와 삶의 질 향상에 더 많이 기여하도록 일신우일신(日新又日新) 노력해야 하겠다. **김성**



예순 번째 만남

오송첨단의료산업진흥재단 박구선 이사장



박구선 이사장님은 1987년 KIST에 입사해 한중과학기술협력센터 북경사무소 소장, 한국과학기술기획평가원(KISTEP) 부원장, 국가과학기술위원회 성과평가국장 등 지난 30여년간 과학기술 정책전문가로 활동하시며 우리나라 과학기술계의 발전과 함께 달려오셨습니다. 올 2월부터는 오송첨단의료산업진흥재단 이사장으로 취임, 오송(五松)에 우리나라 바이오·의료산업의 새로운 다섯 그루 소나무를 심겠다는 포부를 밝히신 박구선 이사장님을 KIST에서 만나보았습니다.

원유형 정책실장, yhwon@kist.re.kr

김종주 미래전략팀장, jongjoo@kist.re.kr

정혜재 미래전략팀, hyjae@kist.re.kr

오송첨단의료산업진흥재단(이하 오송재단)의 제3대 이사장으로 선임되었습니다. 간단한 소감 부탁드립니다.

“우 리나라 바이오헬스케어산업을 대표하는 우수한 시스템과 인프라를 갖춘 오송재단을 이끌게 되어 책무감이 매우 큼니다. 재단의 초대 이사장님이 선수를 발굴하는 역할을 했다면 그 다음 이사장님은 이 선수들이 시합에 나갈 수 있도록 트레이닝을 해 주셨습니다. 3대 이사장으로 취임한 저는 이제 선수들이 시합에 출전해 당당히 성과를 낼 수 있도록 지원할 것입니다. 즉, 바이오의료분야의 기업들이 오송재단을 통해 혁신적 기업들로 성장하는 시작부터 끝까지 저희 재단이 함께 하겠습니다.”

오송재단 설립 초기 일부에서는 기관의 정체성이 모호하다는 지적도 있었다. 하지만 지난 2년, 박구선 이사장이 재단에 합류하면서 기능과 역할이 활성화 되었다는 평가가 있다.

“조직이 혁신을 하려면 조직 전체가 움직이는 모습을 보여야 한다.”



“처음 이곳에 와 보니 신약과 의료기기, 임상을 지원해주는 기능들이 함께 어우러져야 하는데, 분야 간 장벽으로 시너지를 잘 내지 못하고 있었습니다. 이를 해결하기 위해 내부 정관을 기존의 센터중심에서 재단 중심으로 통폐합하고 인사, 회계, 자산관리 등 각 영역이 일원화되어 효과적으로 운영될 수 있도록 조정하였습니다. 기관의 자원을 최적으로 조합하여 기업들에게 최대의 만족을 줄 수 있는 지원시스템을 만든 것입니다. 또한 기관이 경쟁력을 갖추려면 우수한 인재가 유입되어야 하고, 여기에 직원의 사기진작은 빼놓을 수 없는 요소입니다. 이러한 의미로 급여에이블을 연봉제로 바꾸고, 연구원의 연봉을 약 15%정도 인상하기도 했습니다.”

작년에는 2014년 대비 기업유치 2배, 투자유치는 10배가 증가했다고 들었는데요...

“연구개발의 가장 마지막 부분, 즉 기업이 개발한 상품의 인허가까지 지원해 비로소 이들이 시장에 진출할 수 있도록 도와주어야 제대로 된 지원이라고 생각합니다. 이것이 가능하려면 충분한 시설·장비와 경험있는 인력, 노하우가 필수인데 저희 재단에서는 의료기기쪽은 GLP¹⁾, 신약쪽은 GMP²⁾ 예산을 확보해 기업이 필요한 전주기 지원체계를 갖추었습니다. 이를 기반으로 앞으로 3년 내에 이곳에 입주한 기업이 지금보다 평균 10배 이상의 매출을 달성하는 것이 목표입니다.”

취임사 등을 통해 오송첨단의료복합단지(이하 오송단지)를 혁신 성장의 중추로 발전시키겠다고 하셨는데 구체적인 전략은 무엇인가요?

“이곳 오송(五松)에 새로운 다섯 소나무를 심겠다”

“혹시 오송의 유래에 대해 아시나요? 오송이란 명칭은 신라 말 고운(孤雲) 최치원 선생이 이곳에 다섯 그루의 소나무를 심고 후학을 가르친 데에서 유래했습니다. 그분의 뜻을 기려 저는 이곳 오송에 바이오·의료산업의 새로운 다섯 그루 소나무를 심어보려 합니다.”

1) GLP(Good Laboratory Practice) : 의약품 등의 안전성 평가의 신뢰성을 보증하기 위해 연구인력, 실험시설, 시험방법 등 시험의 전 과정에 관련된 모든 사항을 관리하는 운영기준
 2) GMP(Good Manufacturing Practice) : 우수한 의약품을 제조하기 위하여 공장에서 원료의 구입부터 제조, 출하 등에 이르는 모든 과정에 필요한 관리기준



△일자리... 지금 우리사회의 최대 이슈는 일자리가 아닌가 합니다. 오송재단이 청년들에게 좋은 일자리를 만들어주는 기업들을 많이 배출할 수 있도록 지원해 주겠습니다. △동반성장... 우리만 잘나서는 아무것도 될 수 없습니다. 재단이 오송이라는 지역에 기반하고 있음을 늘 되새기고, 나아가 충청북도 지역과 동반성장하는 지역상생 모델을 이끌어 나가겠습니다. △국가 대표 바이오의료 클러스터... 혁신성장을 위해서는 경쟁도 필요하지만 혁신 주체들간의 시너지가 더욱 중요합니다. 우리 재단을 중심으로 오송지역이 융합과 협력을 통해 국내 바이오의료산업의 대표 클러스터로 거듭나 세계에서 경쟁할 수 있도록 역량을 발휘하는데 주력하겠습니다. △글로벌 진출 지원... 오송재단이 주로 타겟팅하는 기업은 소규모 기업입니다. 우수한 핵심 기술을 보유한 이들에게 가장 아쉬운 것은 바로 해외시장 진출입니다. 우리가 가진 네트워크와 전문적 지원 시스템을 통해 이들이 세계시장에 활발히 진출할 수 있도록 하겠습니다. △좋은 일터... 위 네 그루의 소나무를 잘 키울 수 있는 인재가 필요합니다. 오송재단이 충북지역의 좋은 일터, 나아가 바이오하는 사람들은 꼭 한번 와서 일해보고 싶은 곳으로 만들어 나갈 것입니다.”

특히 바이오의료산업이 4차 산업혁명을 주도해 나가기 위한 방안이 있으시다면요?

“4차 산업혁명의 핵심은 초연결 사회에 대비한 제조업 혁신, 모든 자원이 융합되는 공유경제, 그리고 사람중심 혁신입니다. 여기서 사람중심이란 의료/복지혁신을 의미하며 바로 이 부분이 우리 오송 재단이 앞으로 발전시켜 나가야 할 부분입니다. 이를 위해 재단 전 영역의 역량을 결집한 ‘묶음형 일괄혁신’ 지원체계를 만들어 나갈 것입니다. 기존과 같은 센터별 분할지원이 아닌, 전주기·종합적 문제해결 중심으로의 전환을 의미합니다. 그 방향은 △기업이 원하는 답을 주는 수요자 맞춤, △해결해야 할 포인트를 찾아주는 전략적 지원, △시장진출까지 전주기를 지원하는 패키지형 지원이 될 것입니다. 취임 직후부터 과연제 생각이 맞는지 확인하기 위해 현장행보를 이어가고 있는 중이며, 다행히 현재까지는 반응이 매우 좋습니다(웃음). 앞으로 3년 동안 on-demand service 기반을 공고히 하고 이를 원활히 운영되는데 최선의 노력을 기울일 예정입니다.”

그럼에도 불구하고 아직 우리나라의 지역 클러스터의 한계에 대한 우려는 여전한데요...

“지역혁신은 보통 Triple Helix 구조로 설명하는데, 오송지역은 이를 뛰어넘는 Quadruple Helix 모델을 갖추고 있습니다. 정부, 대학, 연구소, 기업뿐만 아니라 식약청, 질병관리본부, 국립보건연구원 등 의료산업의 인허가를 담당하는 정부조직들이 함께 시너지를 낼 수 있는 차별적 여건을 갖췄습니다. 나아가 이곳을 둘러싼 오송생명과학단지, 우리의 비전과 가치를 실현할 탄탄한 기반이 되며 대덕연구단지, 그리고 세종시와 불과 20~30km밖에 떨어져있지 않은 지리적 이점까지 고려하면 참으로 매력적인 여건을 갖춘 지역임에 틀림없습니다.”

“일-가정 양립이 가능해야 성공한다”

“다만, 아직까지 오송지역은 정주여건이 그리 좋지 않습니다. 만약 오송 지역이 판교수준의 정주여건을 갖춘다면 보스턴 못지 않은 혁신클러스터로 발전할 수 있을 것이라 확신합니다. 다행히 오송에 SRT가 개통해 서울에서 40분 정도면 이동이 가능해

졌습니다. 하지만 지속가능한 발전이 가능한 혁신단지로 거듭나기 위해서는 일터만이 아닌 '생활'이 이뤄지는 공간이 되어야 합니다. 저는 제 임기중에 이곳 오송을 우수한 인재들이 오고 싶어하고 풍요로운 삶이 있는 지역으로 만드는 데 각별한 노력을 기울일 것입니다.”

KIST가 있는 홍릉지역은 2013년 단지 내 입주기관의 공공기관 지방이전 이후, 이 지역을 바이오의료 혁신클러스터로 재창조하기 지역 내 연구·교육기관, 그리고 서울시 등 지자체와의 협업 노력이 한창이다.

홍릉 클러스터는 앞으로 어떤 방향으로 발전시켜 나가야 할까요? 오송단지와 협력할 수 있는 분야가 있다면요?

서울은 고령화와 실버, 오송은 바이오·의료 전 영역을 다루고 있어 범위만 다를 뿐 서로의 지향점은 같다고 생각합니다. 연구 역량이 풍부한 홍릉은 소프트웨어 중심으로, 장비, 인프라 등 기반시설이 충분한 오송은 하드웨어 중심으로 협력한다면 충분한 시너지 창출이 가능하리라 봅니다. 4차 산업혁명시대를 맞은 지금, 물류·교통의 발전으로 지리적 장벽은 크게 완화되어 오송과 홍릉의 협력 가능성은 더욱 커질 수 있을 것입니다. 예를 들면 공간과 인프라가 부족한 홍릉에 새로운 GLP를 짓는 것보다 이미 최고 수준의 GLP와 관련된 첨단 지원시스템을 갖춘 오송에 택배를 보내 분석하는 것이 훨씬 더 효과적일 것입니다. 심지어 비용도 기꺼이 저희가 지원해 드릴 수 있습니다(웃음).”

“K-bros만의 벽을 넘어서야 한다”

“홍릉지역은 KIST, 고려대(Korea Univ), 한국국방연구원(KIDA), 경희대학교(KHU) 등 우수한 연구·교육역량이 한 곳에 집중된 곳입니다. 하지만 이제 K-bros를 넘어, 지역과의 상생으로 그 관점을 넓혀나가야 합니다. 서울시, 성북구 등 더 큰 영역에서 지역상생협의체를 만들어 큰 그림을 만들고 함께 발전할 수 있는 거시적 발전전략이 필요합니다. 과거 KIST는 비단 과학기술 뿐 아니라 국가 싱크탱크로서 지역개발에 대한 밑그림을 그려온 많은 경험이 있습니다. 이제 다시 기술중심 R&D를 뛰어 넘어, 지역과 함께 더 큰 차원의 국가적 이슈를 고민하고 해결하는 KIST가 되어주길 기대합니다.”

박구선 이사장은 KIST를 시작으로 한중과학기술협력센터, KISTEP, 국과위, 그리고 오송재단에 이르기까지 우리나라 과학기술체계의 발전 역사와 함께 해 온 산 증인이라 할 수 있다.

그간 과학기술계의 다양한 자리에 몸담으시면서 특별히 기억에 남는 사례가 있으신지요?

“31년 전 KIST에 원서 내리 왔던 날이 기억납니다. 결국 그 때 KIST와 인연을 통해 지금 이 자리까지 온 것 같습니다. 이후 '92년도 국내 최초 장기대형연구개발사업인 G7사업의 출범, 그리고 10년 뒤 2002년 해당사업의 평가에 참여하여 오늘날 대한민국 주력산업 조성에 기여할 수 있었던 것은 참 좋은 경험이었다고 생각합니다. 또한 한국과학기술기획평가원(KISTEP)이 과기정책의 중추기관으로 자리매김하는 과정에 '99년도 설립부터 함께하여 국가 과학기술의 진흥에 이바지해왔다는 자부심도 있습니다. 반대로 어려운 때도 있었습니다. 입사 후 10년 마다 국가적 위기가 있었습니다. 입사 10년차인 97년에는 IMF 외환 위기, 또 10년 후 2007년에는 금융위기가 찾아왔습니다. 그 때마다 과학기술계도 그 파고를 피해가지 못하고 급기야 연구비가 줄어들고 교육과 과학 거버넌스가 물리적으로 통합되는 시절을 겪기도 하였습니다. 돌이켜보면 이러한 위기의 상황에서 과학기술의 가치에 대해 주장하고, 힘을 모아 관련자들을 설득했던 과정들이 기억에 많이 남습니다. 남들도 다 할 수 있던 경험이 있었지만 이를 제 나름의 방식으로 차별화하고, 저만의 자산으로 만들 수 있었던 건 참 다행이라고 생각합니다.”



연구자와 공직자로 근무하면서 느꼈던 가장 큰 차이는 무엇 인가요?

“연구자는 정보를 전달한다면, 공직자는 해답을 제시하는 것”

“정부부처에서 근무하게 되면서 KISTEP에서 정책연구를 하던 시절을 되돌아봤는데, KISTEP 때가 마치 50인치짜리 초고해상도 LED TV를 보고있는 것과 같았다면 정부부처에서의 일은 4차원 증강현실 같았습니다. 생각지도 못했던 복잡한 사안과 다양한 이해관계자들이 얽혀 있어 이를 해소해야 하는 무게감이 피부로 다가왔습니다. 연구자로서는 어떠한 사안에 대한 깊이 있는 분석이 필요하다면, 공직자는 넓은 시각에서 다양한 의견을 담은 답안을 만들어야 하는 차이가 있었습니다.”

“하지만 현장 연구자로서의 경험이 정책을 다루는데 큰 실탄이 되었습니다. 힘든 시간이었지만 나름의 보람이 있었던 일은 예비타당성조사 제도에 기술성이 우선적으로 고려될 수 있도록 제도를 개선한 것입니다. 기존 예타는 지나치게 경제적 관점에만 치우쳐 기술의 원천성과 파급효과를 제대로 반영하지 못했습니다. 그때의 제도라면 우리나라는 케네디 대통령의 ‘man on the moon’과 같은 비전을 절대 제시할 수 없었습니다. 당시 기획재정부를 끝까지 설득해 기술성평가단계를 도입, 당장의 경제성 보다는 기술성이 우선 고려될 수 있도록 한 것이 기억에 남습니다. 그 외에도 연구자중심 연구관리, 학생인건비 풀링 제도 등도 사안을 정확히 이해하고 그에 맞는 그림을 그려야 했었는데, 오랜 시간 연구현장에서 보고 경험한 것들이 없었더라면 관련 정책을 제안하기에 불가능했을 것입니다.”



지금 대한민국은 세계적 R&D 투자규모에도 연구성고가 혁신 성장으로 이어지지 못하는 소위 ‘R&D 패러독스’에 빠졌다는 시각이 많다.

대한민국이 다시 과거의 역동성을 회복시킬 처방은 무엇 이라고 생각하십니까? 이를 위한 처방이 있다면요?

“모든 제도는 변화하는 현실에 맞게 고쳐야 한다”

“80년대 처음 KIST에 입사했을 땐, 공무원들이 KIST에 와서 연구자들에게 과학기술 지식을 사전에 배우고 그 내용을 바탕으로 평가장에서 질문하고 다시 확인하는 식의 행정 지원이 이뤄졌습니다. 과학기술과 관련된 의사결정은 연구자가 했었기에 KIST가 참 대단한 곳이라 느꼈습니다. 당시엔 평가가 지금 처럼 경직되지 않았으며, 더 강하게 말하면 평가가 없던 시절 과학기술 혁신이 가장 활발하게 일어난 것 같습니다. 특히 PBS 도입으로 평가가 굉장히 경직된 룰게임으로 변질됐습니다. 과학기술이 발전하면서 분야가 다양해지니 연구분야는 좁혀졌고, 자연히 그 분야가 아니면 제아무리 혁신적(breakthrough) 연구라도 연구를 수행하지 못하는 장벽이 생기는 악순환이 지속되었습니다. 그래야만 관리자, 연구자 모두 책임을 안 지게 되니 어쩔 수 없는 것이었죠. 모든 제도는 시간이 지나면 변화된 현실에 맞게 바뀌어야 합니다. PBS를 비롯한 과거의 불합리한 제도를 바꿀 기회가 이제 다시 온 것입니다.”

그렇다면 무엇을, 어떻게 바꿔나가야 할까요?

“연구계, 산업계, 대학, 정부 등 혁신주체들이 서로 신뢰할 수 있는 환경을 만들어야 합니다. 정부는 연구주체의 돈을 관리만 하려 들지 말고, 성과에 관심을 가지고 무엇을 했는지에 초점을 두어야 합니다. 그래야만 혁신적 연구에 대해 실패를 용인할 수 있습니다. 연구자들에게는 자율과 책임을 주고, 그 결과에 대한 책임감을 가질 수 있도록 정부는 긴 안목에서 지켜봐 줘야 합니다. 우리는 그간 급박한 성장이라는 압력 속에서 사실 알면서도 이러한 환경을 만들지 못했습니다. 다시 말하지만 신뢰에 기반한 연구환경 없이 혁신은 불가능합니다. 우리 눈앞에 있는 4차 산업혁명도 너무 기술의 변화로만 접근하지 말고, 연구개발 생태계의 근본적 변화를 가져올 수 있는 모멘텀으로 삼아야 합니다. 이를 위해 과기계, 정부 등 모두의 관심이 필요합니다.”



“우리사회에도 이제 신뢰라는 자본이 축적되어야 한다”

일본에 출장가서 그들에게 일본은 노벨상 받는 사람이 이렇게 많은가 질문했더니 그 답이 참 인상적이었습니다. “일본에는 연구 장인, 연구 매니아가 많다.” 생각해보니 우리나라는 ‘연구비’ 매니아가 많은건 아닌가란 생각이 들었습니다. 언젠가 미국출장에서 4차 산업혁명과 정밀의료에 대해 질문했더니 “정밀의료를 왜 정의하려고 하는가? 다만, 의료는 정밀화 되는 것이 맞다” 라고 말하더라고요. 기존 의료분야를 조금 더 치료목적에 맞게 발전시키는 과정이지, 이를 위해 무엇을 다 바꾸는게 아니라는 겁니다. 그리고 연구자들이 더 다양하고 폭넓은 연구를 할 수 있도록 지원해 주는 것이 이 분야의 가장 큰 지원전략이라고 말합니다. 그들의 단순하지만 본질적인 답변은 정부와 국민, 과학자 사이에 신뢰라는 자본이 있었기에 가능하지 않았나 생각 됩니다.

끝으로 최근 인상 깊게 읽으신 책이 있다면 소개 부탁드립니다.

“최근 읽은 책 중 기재부 출신 여섯 분이 공저하신 “그때는 맞고 지금은 틀리다”가 기억에 남습니다. 과거 대한민국의 발전 시점에 통용되던 정책의 상당부분이 이제는 더 이상 유효하지 않음을 강조합니다. 앞서 과거에 만들어진 과학기술계의 많은 제도와 정책도 이제는 달라져야 한다고 말씀드린 게 생각과도 같습니다. 또한 세 분의 세계적 석학이 공저하고 출판사 청년

의사가 펴낸 “파괴적 의료혁신”도 인상 깊었습니다. 혁신이론의 관점에서 보건·의료분야를 살펴보고, 이 분야에서도 어떻게 파괴적 혁신이 일어날 수 있는지에 대해 이야기하고 있습니다. 꼭 바이오의료 분야가 아니어도 한번 접해보신다면 시야가 한층 더 넓어지는 계기가 될 수 있을 것입니다.” **김성**

박구선 이사장

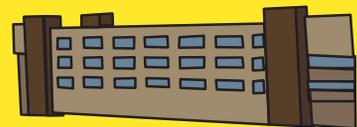
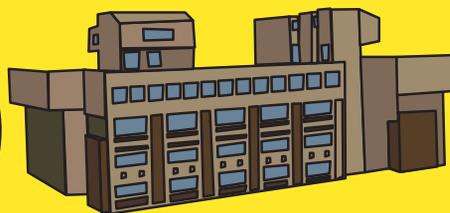
- ▲ 現 오송첨단의료산업진흥재단 이사장
- ▲ 前 국가과학기술위원회 성과평가국장, 한국과학기술기획평가원(KISTEP) 부원장/정책기획본부장 외, 한국과학기술연구원(KIST) 기술정책연구부 연구위원, 오송첨단의료산업진흥재단 전략기획본부장/미래발전추진단장, 한중과학기술협력센터 북경사무소 소장 등 역임

01 R&D Spotlight

기획시리즈 : 송곡 최형섭 박사 스토리, 셋
미래를 만드는 장관이 되다

이슈분석 : 블록체인 기술 전망





기획시리즈

송곡 최형섭 박사 스토리, 셋 미래를 만드는 장관이 되다

본 지에서는 지난 호에 이어 KIST 설립에 결정적 역할을 한 초대원장이자 과학한국의 씨를 뿌려 일군 개척자로 평가받는 최형섭 박사의 삶과, 연구, 과학기술 정책 관련 업적을 되돌아보고자 합니다.

이를 위해 TePRI Report는 4부작 기획으로 최형섭 박사의 일대기를 현재적 관점에서 조명하고 있습니다. 이번호에서는 금속연료종합연구소와 한국과학기술연구소 설립 등 10여 년간 연구관리자로서의 경력을 바탕으로, 1971년 2대 과학기술처 장관에 임명되어 연구행정가로서 쌓아 온 그의 업적을 살펴보고자 합니다.

- 하나** 2월호(Vol. 81)
세계적인 과학자가 되기까지
- 유년 및 청년시절 삶과 업적
- 둘** 3월호(Vol. 82)
평생의 꿈, 연구소를 건립하다
- 다양한 연구소 경험과 KIST 건립 과정
- 셋** 4월호(Vol. 83)
미래를 만드는 장관이 되다
- 대덕연구단지 건설 등 수많은 정책수행
- 넷** 5월호(Vol. 84)
세계가 원한 한국의 별
- 장관 퇴직 이후, 정열적인 과학 기술 ODA활동



01

이상적인 ‘과학관료’로서 수많은 합리적 정책 수행

R&D Spotlight

임혜진

미래전략팀
hjlim@kist.re.kr

과학기술기반의 조성, 산업기술의 전략적 개발, 과학기술의 풍토조성 추진³⁾

원 자력연구소의 경험과 해외 과학기술체계에 대한 관심은 최형섭 박사가 1966년 KIST 초대소장이 되면서 새로운 연구소를 설립하고 운영하는 데 중요한 자산이 되었다. 그는 5년 이상 소장으로 일하면서 KIST가 한국의 과학기술 연구 활동을 주도해 나갈 수 있는 기반을 마련하는 데 힘썼다. KIST 설립이 한국과 미국의 협력에 기반하고 있었기 때문에 그는 한국 측의 입장을 미국에 설득시키는 역할을 담당하는 한편, 연구소의 자율성 확보를 위해 주한미군원조사절단(United States Operations Mission, USOM) 관계자와 함께 한국정부로 하여금 제정된 지 3개월밖에 되지 않은 ‘한국과학기술연구소육성법’ 개정을 이끌어내는 정치력을 보였다. 무엇보다 우려의 시선을 받았던 해외 과학기술자 유치사업을 특유의 설득력을 통해 성공적으로 이끌어냄으로써 KIST 설립과 초기 운영을 순탄하게 이끌어냈다. 연구소 책임자로서 최형섭 박사는 개별 과제의 연구자에게 최대한 믿고 맡기며 책임까지 확실하게 지우는 관리 스타일을 보였으며, 그가 유치한 핵심인력들은 이후에도 ‘최형섭 사단’으로 불릴 정도로 긴밀한 유대관계를 유지했다.

■ 10여 년간 연구 관리자로 경력을 쌓은 최형섭 박사는 대통령이 많은 관심을 보였던 KIST에서의 공적을 인정받아 1971년 2대 과학기술처 장관에 임명되어 연구 행정가의 길로 접어들었다. 그는 미국 출장 중에 장관 임명을 통보받았지만 예정된 국제 협력업무 일정을 모두 마치고 2주 만에

귀국했다. 장관임명장을 받는 것보다 과학기술 개발을 위한 국제협력 업무가 더 중요하다는 판단이었다. 이처럼 최형섭 박사는 최고 통치자의 든든한 후원을 등에 업고 고지식할 정도로 원칙을 고수했으며, “MOST(과학기술처) 장관이 아니라 KIST 장관”이라는 비판이 나올 정도로 연구자들을 우선시하는 태도를 보여 부하 직원으로부터 불만을 듣기도 했다. 하지만 일관된 철학 하에 합리적인 방식으로 과학행정을 펼쳐 과학기술처 고위 공무원들로부터 가장 이상적인 장관으로 꼽히기도 했다.

■ 최형섭 박사는 자신의 역할을 ‘과학관료’로 표현했고, 과학관료란 과학계와 정부를 잇는 다리 역할을 해야 한다고 생각했다. 그는 그동안 과학계에서 구축한 명성과 인맥을 바탕으로 자신을 과학기술계의 대표로 자리매김했다. 군, 산업계, 관직을 거치면서 군과 정.관계 주요 인사들과 신뢰를 쌓았으며, 파이클럽⁴⁾, 원자력연구소, KIST에서의 활동으로 국내 과학기술계 주요 인사들과 긴밀한 관계를 맺어왔다. 1969년에는 임원진만 약 50여 명이 되는 한국원자력학회를 창립하여 10년간 회장으로 활동했는데, 이 학회의 구성원 대부분은 당시 대학, 연구소, 기업 등에서 요직을 차지하고 있는 과학기술자들이었다.

■ 최형섭 박사는 과학기술처 기능 회복과 기초 과학 육성을 비롯한 과학기술계를 위한 정책적 배려 등의 문제를 자신에게 주어진 첫 번째 과제

3) 박정희 시대 과학기술 ‘제도구축자’: 최현섭과 오원철, 한국과학사학회지 제35권 제1호(2013)

4) 파이클럽(-Club) : 당시 미국에서 박사학위를 취득하고 귀국한 과학자들의 모임

라고 생각했다. 몇 달간 과학기술처 업무를 파악한 다음 과학기술처의 3대 과학기술 정책목표—과학기술기반의 조성 및 강화, 산업기술의 전략적 개발, 과학기술의 풍토조성—를 설정하여 과학기술처의 역할을 뚜렷하게 했으며, 이는 그의 재임기간 내내 일관되게 강조되었다. 이를 위해 무엇보다 과학기술처 기존 구성원에 인문사회학을 전공한 사람들이 지나치게 많다는 과학기술계의 비판을 수용하여 2급 연구조정관 5명 중 4명을 과학기술 전공자들로 교체했으며, 장관 재임 3년 이내에 모든 국장을 기술직으로 교체하여 과학기술처에 맞는 특색을 갖추고자 했다. 그는 3대 정책 목표의 하나로 설정한 과학기술 풍토조성사업을 위해 과학기술처 진흥국에 과학기술 풍토조성과를 설치했으며, 1972년 1월 과학기술후원회를 과학기술진흥재단으로 개편하고 조직 및 이사회, 사업 등을 확대·개편하여 풍토조성사업의 수행주체로 삼고자 했다. 그는 자신이 회장으로 있던 한국원자력학회 회원이었던 성좌경, 최상업 등을 이사진으로 영입시켜 과학기술진흥재단이 정부와 관련된 과학기술 사업들을 담당하게 했다.

■ 한편 장관 재임시절 그가 가장 역점을 두었던 사업은 대덕연구단지건설이었다. 연구자와 연구관리자로서 오랜 경력을 지닌 그는 과학기술기반 조성과 산업기술의 전략적 개발이라는 과학기술 정책목표를 실현하기 위해 연구학원도시 건설을 추진했다. 비록 막대한 재정 부담으로 인해 연구학원도시라는 원래 계획에서 연구단지로서 축소되었지만 대덕에 들어선 정부출연연구소는 한국의 연구개발 활동을 주도했으며, 대덕연구단지는 한국과학기술의 메카로 자리매김했다. 당초 대덕연구단지는 중화학공업화 정책과 별개로 시작되었고, 수도권에 국공립연구소 이전을 중심 방향으로 구상했으나 구체화되는 과정에서 중화학공업화를 뒷받침하기 위해 분야별 정부출연연구소를 신설하는 쪽으로 변모했다. 과학기술처의 주장으로 대덕연구단지의 건설을 이끌었지만 최형섭은 과학기술처의 관할권을 무리하게 주장하지 않았고, KIST와 달리 신설 연구소들은 해당 분야와 직접 관련된 부처가 관장하도록 했다.

■ 또한 최형섭 박사는 과학기술총단체연합회(이하 과총)을 강화시켜 과학기술처와 관계를 긴밀하게 만들었다. 초기 과총은 열악한 재정 상태로 과학자의 권익 신장을 요구하는 대정부건의문을 채택하는 정도의 일만 하는 상태였고, 설립 초기부터 계획했던 회관 건립 계획은 거의 진척을 보지 못하고 있었다. 그러다 최형섭이 장관으로 부임한 다음 과총 회장이자 대학 선배였던 김윤기에게 ‘새마을기술봉사단’을 조직하여 새마을운동이라는 국가사업에 참여할 것을 제안했고, 이에 김윤기 회장은 1972년 4월 새마을기술봉사단을 창립하여 과총 회원들의 참여를 독려했다. 이듬해 전 국민 과학화운동이 시작되자 최형섭은 새마을기술봉사단을 과학기술처의 전국민 과학화운동의 추진기구로 재배치했으며, 이후 새마을기술봉사단은 적극적인 활동을 통해 대통령 표창까지 받으면서 존재감을 보였다. 이러한 성과를 인정받아 과총은 정부로부터 총 2억원의 회관 건립 지원금을 받아 1976년 오랜 숙원이었던 회관을 건립했으며, 과학기술 대표 단체로의 위상을 확립했다.

■ 산업기술의 전략적 개발을 우선과제로 내세웠지만 최형섭 박사는 장관 초기부터 기초과학 육성 의지를 밝혔다. 그는 1973년 대통령의 과학기술처 연두순시에서 대학의 기초과학을 지원할 한국과학재단 설립에 대한 구상을 처음으로 보고했는데, 산하기관을 늘려 부처의 힘을 키우기보다 효과적 운영의 원칙을 고수하여 대학에 대한 지원인 만큼 문교부(文敎部)가 관장할 것을 기대했다. 하지만 문교부와의 이견으로 인해 결국 과학기술처가 1977년 대학의 연구지원을 목적으로 내건 한국과학재단을 설립했고, 최형섭 박사는 초대 이사장직을 맡아 장관 퇴임 후인 1980년까지 재단의 운영기반을 조성하기 위해 노력했다.

나의 장관시절

전국민의 과학화운동 제창

나는 과기처장관으로 재임하면서 과학기술발전의 기반구축, 전략적 공업기술개발과 함께 역점을 두고 진행시킨 사업이 있다. 그것이 바로 과학기술 풍토를 조성하기 위한 '전국민의 과학화 운동'이다. 일반 국민의 과학에 대한 이해와 기술에 대한 존중이 없는 한 나라의 과학기술은 발전할 수 없다는 나의 생각은 이미 64년 박대통령에게 "과학기술을 어떻게 발전시켜야 하는가?"라는 질문을 받았을 때 피력한 바 있다.

과기처에 풍토조성課 신설

과학이 무엇인지도 모르고 기술을 천시하는 사회에서는 유능한 인재도 태어날 수 없을 뿐 더러 설사 천재가 나온다고 해도 자신의 능력을 발휘하고 그 사회의 과학기술을 발전시키는데 크게 기여할 수 없었을 것이다. 이러한 상황에서 국민들의 의식구조를 개혁하는 일은 우수한 과학자나 유능한 기술자 만에 의해서 하루아침에 이루어질 수 있는 것은 아니다.

이와 같은 생각을 배경으로 71년 과기처에 부임한 후 과학기술풍토조성을 실무적으로 담당해 나갈 기구를 만들었다. 그것이 「과학기술풍토조성과」였던 것이다. 이 기구를 중심으로 여러 가지 방안을 구상하다가 나오게 된 것이 '전국민의 과학화 운동'이었다. 이 운동은 73년 문교부 주체로 전주에서 열린 전국 교육자대회에서 대통령이 직접 제창하게 되면서 거국적인 운동이 되었다.

과학화 운동의 기본목표는 무엇보다 국민들의 의식구조를 재정립하자는 것이었다. 여기서 말하는 의식변화는 가정주부, 농민, 기술자, 사업가, 학자 등 모든 영역의 국민들에게서 일어나야 했다. 과학기술발전은 특정한 과학자나 기술자들의 직접적인 기술과 과학

지식에 입각하여 이루어지는 것이라고 할지라도 과학화 운동은 이들 특수 계층에만 국한되어서는 안된다.

또한 과학화 운동은 핵심적인 과학기술의 발전에만 관심을 기울여서도 안된다. 사회의 모든 영역에 세분되어 있는 군소단위에서의 균형있는 과학기술발전을 꾀해야 한다는 것이다.

「새마을기술봉사단」 발족시켜

그런데 전국민의 과학화가 정말 실현되는 것은 우리 국민의 대다수가 살고 있는 농어촌에 과학기술이 침투 확산 되는 것이었다. 직접 농가소득에 보탬이 된다든지, 자신들의 건강에 보탬이 된다든가 하지 않으면 어떤 훌륭한 과학기술지식도 이들에게는 하찮은 것이었다. 그래서 생각한 것이 당시 활발하게 진행되고 있던 '새마을 운동'의 소득 증대사업과 관련된 기술을 지원하는 일이었다. 지붕이나 바꾸고 위생시설이나 개량하는 것이 아니라 소득을 증대시킬 수 있는 기술을 지원함으로써 과학기술에 대한 기본인식을 바꾸어 놓자는 의도였다.

이 사업을 구체적으로 추진시키기 위하여 나는 과총의 김윤기 회장과 상의하였다. 그때 과총 산하에는 1백 40여개의 학술단체가 있었고 회원수도 8만명이나 되었다. 이 단체는 현역교수들이 주체를 이루고 있었지만 정년퇴임한 교수들도 상당수 있었다. 이러한 교수들을 인적자원으로 활용해야겠다는 생각이 들었던 것이다.

이런 생각으로부터 나온 「새마을 기술봉사단」이 72년 발족하게 되었으며, 과총에 소속된 각 분야의 교수 1백여명이 최초의 발기인이 되었다. 처음 구성이 되면서 나는 미리 그분들이 감내해야 하는 고통에 대해서

숙지를 시켰다. “여러분들께 돈을 많이 드릴 수는 없습니다. 다만 지방에 내려가실 때 드는 차비 정도는 보조해 드릴 수가 있습니다. 또 호텔에서 숙박하실 수 있는 비용은 드릴 수 없지만 농가에서 숙박하신다면 그 돈은 부담할 수 있습니다.”

사실 처음에는 이런 재정적인 어려움 등으로 봉사단이 잘 운영될까 하는 의구심이 들었다. 그러나 이것이 쓸데없는 걱정이었다는 것이 드러나게 되었으며, 서울 지역 교수들로 구성되어 있던 봉사단이 74년에는 지방까지 확산된 것이다.

지방대학 교수들이 중심이 되어 지역봉사단이 자발적으로 조직되었고, 74년 말에는 단원수가 1천 5백명이나 되었다. 그 결과 77년에는 3백여개 마을이 과학자와 기술결연을 맺게 되었다.

대통령 지시로 자금문제 해결

이후 74년 12월 제주도에서 열린 새마을지도자대회에 우연한 계기로 참석하게 되었다. 대통령 치사를 대독하고 각종 행사를 참관한 후 제주도 지사, 새마을 지도자들 등과 좌담회를 갖게 되었는데 그 자리에서 나는 평소 생각하던 ‘지역사회 개발 모델’에 대해 이야기를 나누게 되었다. “지역사회개발에 과학기술이 기여할 수 있는 것이 없을까 생각 중인데 그 모델로 가장 유요한 곳이 제주도라고 생각합니다. 인구나 지역면적도 그렇고 여러 가지 조건으로 가장 간단하게 실행해 볼 수 있는 곳이 제주도입니다.” 나의 이 말에 그 자리에 있던 제주도 지사를 비롯하여 많은 사람들이 대단한 흥미를 보였다.

제주도에서 돌아온 후 이 사업을 실행에 옮길 셈으로 KIST에 제주도 개발에 관한 연구계획을 만들게 하려고 하였다. 그러나 정작 일을 시키려고 하니 돈이 없었다. 계약연구기관인 KIST에 공짜로 일을 시킬 수는 없었다. 그러던 중 연초에 국무회의가 열렸다. 회의가 끝난 후 대통령을 비롯하여 각부 장관들과 저녁식사를 함께 하게 되었다. 옆자리에 앉은 대통령이 제주도 사업에

대해서 물었다.

“최장관, 내가 이번에 제주도 순시(巡視)를 갔었는데 당신이 무슨 말을 하고 갔는지는 모르지만 지사를 비롯해 모두들 꿈에 부풀어 있었소. 가서 무슨 말을 한거요?”, “저는 다만 제주도 지역사회개발을 위해서 필요한 기술을 지원하면 좋겠다는 제안을 했습니다. 그런데 정작 타당성 조사를 하려고 하니 자금문제 때문에 여의치가 없었습니다. 무역협회 박회장에게 요청해 보았지만 무역과 관계없다고 막무가내군요”, “무역과 관계가 없는 것이 아니라 박회장 자신이 제주도 출신이라서 그럴거요, 자기 출신지역에 어떻게 선뜻 돈을 내 주겠소? 어쨌거나 사정을 알았으니 내가 해결해 주리다.”

濟州는 3년만에 ‘富道’로

다음날 새벽 대통령은 박충훈 회장에게 전화로 지시를 하여 그날로 지원을 약속받게 해주었다. 이렇게 시작된 제주도 개발사업은 굴농사 기술지원을 위시해서 제주도 특산물 개발, 풍력발전 등 여러 가지 일을 도와 주었다. 그렇게 3년을 하고 나니 제주도는 8도에서 제일 부유한 도가 되어 있었다.

이렇게 사업이 진행되고 있던 중 독일의 한 교수가 제주도를 돌아보고는 독일병부에 개발도상국 개발 모델로 이를 상세히 보고하게 되었다. 개발도상국에 원조를 하고 있던 독일로서는 효과적인 원조방안을 찾던 차에 제주도에서 진행된 개발사업을 보고받게 된 것이다. 독일정부에서 곧 KIST로 제안이 들어왔다. 개발도상국의 지역사회개발에 대해서 자기네들과 함께 연구를 해보자는 것이었다. 그것도 상당한 액수의 지원자금과 함께.

이렇게 해서 추진된 농어촌지역 기술개발사업은 국내 뿐만 아니라 국외에서도 개발도상국 지역사회개발의 대표적인 모델이 되는 성공을 거두었다. **KIST**

02

블록체인 기술 전망

R&D
Spotlight

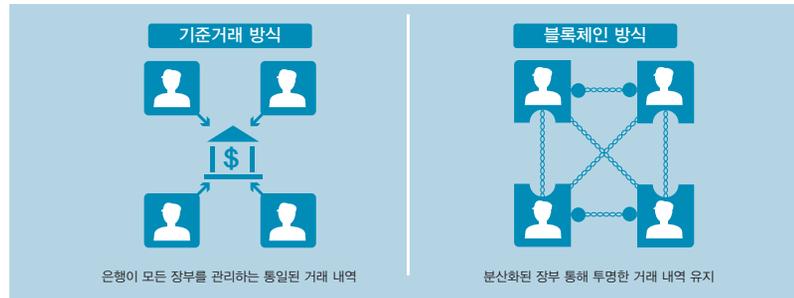
박종대

ETRI 초연결통신연구소
네트워크연구본부

1. 블록체인 기술 현황

블록체인은 모든 구성원이 분산네트워크를 통해 정보 및 가치를 검증·저장·실행함으로써 특정한 임의적인 조작이 어렵도록 설계된 분산 컴퓨팅 기술로 정의할 수 있다. 즉, 신뢰를 담보해주는 ‘제3의 기관’ 도움 없이(Trusted Third Party-free, 이하 TTP-free) 참가자들이 거래기록 또는 정보를 각자 보관하며, 각 참가자들이 공동으로 인증하여 거래가 성립되는 P2P(Peer to Peer) 구조이다.

| 블록체인 개념도 |



2008년 사토시 나카모토의 비트코인 논문(Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System)에 의해 블록체인 기술이 세상에 소개된 이후 많은 기술변화를 거듭하고 있다. 디지털 화폐(Digital Currency)의 1세대 블록체인 기술을 거쳐서 스마트 컨트랙트(Smart Contract) 기반의 2세대 블록체인 기술에 도달해 있다. 현재 1, 2세대 기술을 활용하여 타 산업에 접목시킬 수 있는 다양한 서비스를 구현 중에 있다. 하지만 블록체인이 가지고 있는 초고속 거래처리, 인터넷 수준의 확장성, 데이터 프라이버시, 실시간성 등의 문제점들을 해결하지 않으면 타 산업군에 적용 가능한 인터넷 기반의 신뢰 인프라로서 역할을 담당하는데 어려움이 있다. 따라서 1, 2세대 기술의 한계점을 극복하고, 블록체인과 인터넷이 밀결합(컴퓨팅과 네트워킹의 융합)된 3세대 블록체인 기술인 블록체인 인터넷으로 발전할 전망이다.

가트너사의 블록체인 기술 하이프사이클에 따르면 블록체인을 구성하는 요소기술들⁵⁾은 잠재적 기술이 관심을 받기 시작하는 기술 촉발(Technology Trigger)인 1단계에 위치해 있으며 블록체인 기술은 초기의 대중성이 일부의 성공적 사례와 다수의 실패 사례를 양산해 내고 있는 중이다. 금융과 같은 일부 산업에서는 실제 사업에 착수하기도 하지만 대부분의 산업들은 관망하는 2단계에 위치해 있다.

블록체인 기술을 응용한 수익 모델을 보여 주는 좋은 사례들이 늘어나고, 2~3 세대 제품 출시 및 더 많은 기업들이 사업에 투자하기 시작하는 계몽단계(Slope of Enlightenment) 및 시장의 주류로 자리잡기 시작하는 생산성 안정 단계(Plateau of Productivity)로 접어들기 위해서는 기존 블록체인 기술들의 한계를 극복할 수 있는 대안 기술들이 시급히 개발되어 사회전반에 블록체인 기술이 신뢰 인프라로 활용될 수 있도록 해야 한다.

5) 블록체인 핵심 요소기술로는 거래 정보를 공유하는 공유원장(Distributed ledger), 분산 네트워크상에서 일어나는 거래에 대한 구성원들 간의 합의 알고리즘(Consensus Algorithm), 디지털 명령어로 작성된 계약 조건에 따라 자동 실행되는 스마트 컨트랙트, 저지연 분산 네트워킹, 블록 데이터의 프라이버시 보호 및 코어 플랫폼 기술이 있다.

| 블록체인 기술 하이프 사이클 |



출처 : Gartner, Hype Cycle for Blockchain Technologies, 2017, Published: 31 July 2017 ID: G00332627

1.1 블록체인 종류

네트워크 참여자의 성격과 시스템 접근 범위 제한 등에 따라 퍼블릭(개방형)과 프라이빗(폐쇄형), 그리고 그 중간 단계인 컨소시엄의 형태로 구분된다.

퍼블릭은 비트코인 활성화와 함께 은행권 컨소시엄을 통한 R3CEV 및 프라이빗 유형의 블록체인 기반 서비스가 등장하고 있다. 국내에서도 금융권을 중심으로 블록체인 기반 서비스 도입 사례가 확대 중이며, 프라이빗 플랫폼 서비스 전문기업도 등장하는 추세이다.

| 블록체인의 유형별 주요 특징 |

구분	퍼블릭	프라이빗	컨소시엄
모형	<p>공개적 접근 가능 상호 익명성</p>	<p>상호 인지 허가된 사용자만 접근 가능</p>	<p>상호 인지 허가된 그룹의 사용자만 접근 가능</p>
개념 및 특징	<ul style="list-style-type: none"> 최초 블록체인 활용사례 인터넷을 통해 모두에게 공개 및 운용 컴퓨팅 파워를 통해 누구든 공증에 참여 네트워크 확장이 어렵고 거래속도 느림 	<ul style="list-style-type: none"> 개인형 블록체인 하나의 주체가 내부 망을 블록체인으로 관리 해당 체인개발을 위한 플랫폼 서비스 등장 	<ul style="list-style-type: none"> 반(半)중앙형 블록체인 미리 선정된 소수(N개)의 주체들만 참여 주체들간 합의된 규칙을 통해 공증 참여 네트워크 확장성 용이 및 고속

1.2 블록체인 플랫폼

2009년 비트코인이 개발된 이후 2017년 기준으로 전 세계 2,500여개 이상의 블록체인 플랫폼이 존재하고 지속적으로 증가 추세에 있다. 그 중 대표적인 퍼블릭 및 프라이빗 플랫폼들에 대해 아래와 같이 간략하게 정리하였다.

• 비트코인

비트코인은 공개키 암호 방식을 이용해 공개된 계정 간에 거래를 수행하고 작업 증명(proof of work)을 통해 중복 지출을 방지한다. 비트코인 노드의 채굴 과정을 통해 원장에 대한 합의가 이루어지는 방식이다. 특정한 난이도의 작업을 수행했음을 증명하는 기법(작업증명)으로 임의로 주어진 목표 값보다 작은 논스 값을 계산하되 경쟁을 통해 가장 먼저 계산에 성공한 노드에게 컴퓨팅 리소스 사용에 대한 댓가로 비트코인이 인센티브가 부여되는 구조이다.

• 이더리움

튜링완전(Turing-complete) 언어를 통해 임의의 계약 규칙을 구현한 코드에 의해 디지털 자산을 관리하는 스마트 컨트랙트(Smart Contract)를 제공하고, EVM(Ethereum Virtual Machine)을 통해 실행된다. 반복문 등에 의한 사고에 대응하기 위해 가스(Gas)를 통해 수수료를 부과하는 방식을 사용하고 있으며 ICO(Initial Coin Offering), 에스크로(Escrow) 뿐만 아니라 다양한 분산 어플리케이션의 로직을 구현할 수 있다.

이더리움은 작업증명 방식의 문제점(대규모 컴퓨팅 리소스 소모)을 해결하기 위해 지분 증명(Proof of stake) 방식으로의 전환을 도모하고 있으며, 현재 작업 증명과 지분 증명을 혼합하여 사용하는 캐스퍼(Casper) 프로젝트가 진행 중이며 2018년 도입 예정이다.

• 기타 퍼블릭 블록체인

현재 1,000개 이상의 퍼블릭 블록체인 플랫폼이 소개되었으며 이 중 대표적인 블록체인 플랫폼들은 다음과 같다.

| 기타 블록체인 플랫폼 주요 특징 |

플랫폼	목적	합의방식	특징	한계점
이오스 (EOS)	블록체인 OS	DPoS (Delegated Proof of Stake)	- 멀티 쓰레딩 기반 트랜잭션 병렬처리 - 블록생성: 3 sec	- 기술검증 및 적용사례 없음 - 합의 알고리즘에 대한 신뢰성 문제
리플 (Ripple)	분산원장 기반 실시간 총액 결제 시스템	PoS (Proof of Stake)	- 기존 금융 인프라에 설치되어 금융망의 성능을 향상시키는 목적 - TPS: 3~6 - 가용성(24/7) 보장 - FX cost 절감	- 합의구조의 중앙집중화 가능성 - 합의구조 변경의 어려움
Tangle (IOTA)	IoT 산업의 소액결제 및 기계경제	Markov Chain Monte Carlo 알고리즘	- No blockchain/No mining - DAG(Directed Acyclic Graph)를 기반 새로운 분산 원장 아키텍처	- 현재 베타버전으로 시스템 운영 안정성 (Neighbor 검색/추가의 어려움, 트랜잭션 승인 지연, Raspberry Pi-3에 Full Node 지원 불가 등) 문제
NEM (New Economy Movement)	디지털 화폐	Pol (Proof of Importance)	- 비트코인의 성능을 개선한 암호화폐 - 웹 기반 아키텍처 - 블록생성: 1 min - TPS: 2	- 스마트 컨트랙트 지원 없음

• 하이퍼레저(Hyperledger)

오픈소스 기반의 프라이빗 블록체인 플랫폼으로 기존 퍼블릭 플랫폼에서 제공하지 못하는 기밀성(Confidentiality)을 채널이라는 개념을 도입해 제공한다. 거래 당사자들 간에 채널을 생성하고 스마트 컨트랙트를 작성할 수 있으며 해당 스마트 컨트랙트는 채널에 참여한 사용자들만이 거래 내용을 확인할 수 있다. 하이퍼레저는 노드들이 역할(Endorser, Orderer⁶⁾)을 나누어서 트랜잭션을 처리하는 효율적인 구조로 되어 있으며 BFT(Byzantine Fault Tolerance) 계열의 합의 방식을 채택하고 있다.

• 코다(Corda)

금융산업에 최적화된 프라이빗 분산원장 플랫폼으로 기존 블록체인 플랫폼과 달리 금융거래의 기밀성과 확장성을 보장하기 위해 네트워크 차원의 합의가 아닌 개별거래 단위로 거래 당사자들끼리만 공유·합의하는 구조이다. 코다는 별도의 노드들로 구성된 공증인 서비스(Notary Service)를 제공하고 공증인들 간의 합의를 통해 거래의 유일성을 검증하는 절차를 채택하고 있다.

6) Endorser는 트랜잭션의 유효성을, Orderer는 트랜잭션의 유일성을 검증한다.

• 기타 프라이빗 블록체인

하이퍼레저, 코다 외에 다양한 종류의 오픈소스 기반 프라이빗 블록체인 플랫폼들이 등장하고 있으며 이 중 대표적인 블록체인 플랫폼들은 다음과 같다.

플랫폼	특징
Quorum	이더리움 기반 프라이빗 블록체인 플랫폼
BigChain DB	빅데이터 기반 프라이빗 블록체인 플랫폼
Chain Core	금융자산 거래에 특화된 프라이빗 블록체인 플랫폼
Eris	비트코인 기반 프라이빗 블록체인 플랫폼
HydraChain	이더리움 기반 프라이빗 블록체인 플랫폼
Multichain	금융자산 거래에 특화된 프라이빗 블록체인 플랫폼
Openchain	디지털 자산 거래에 특화된 프라이빗 블록체인 플랫폼
Loopchain	금융거래에 특화된 프라이빗 블록체인 플랫폼

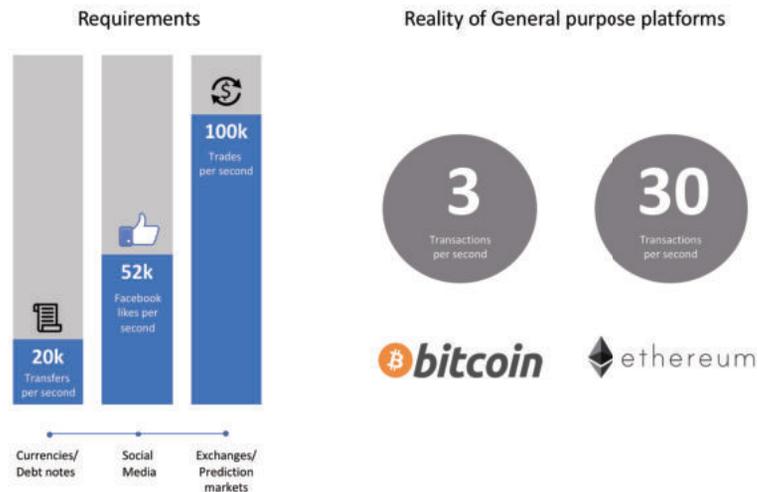
1.3 기존 블록체인 기술의 한계점

• 성능(Performance)

퍼블릭 블록체인인 비트코인의 경우 ~2 tps(transactions per second)의 낮은 처리 속도를 가지며 이후 구현된 블록체인도 수십 tps 정도로 트랜잭션 처리 성능의 한계를 보이고 있다.

프라이빗 블록체인으로 대표적인 Hyperledger의 경우 역시 수천 tps의 성능 한계를 가지고 있다. VISA 신용카드 거래치는 최고 50,000 tps 이상을 기록하는 등 블록체인을 다양한 서비스에 활용하기 위해서는 트랜잭션의 확장성이 큰 걸림돌이다.

| 트랜잭션의 확장성 - 일반적인 서비스 대비 주요 퍼블릭 블록체인의 수용 트랜잭션 수 비교 |



• 확장성(Scalability)

지분증명 또는 투표 기반의 프라이빗 블록체인은 대체로 합의 복잡성(Consensus Complexity)이 참여 노드 수의 제곱에 비례하므로 실제 환경에서는 수십 노드 이상의 참여 노드를 수용하기 어렵다.

• 지연시간(Transaction latency)

블록체인에서의 정보 교환은 트랜잭션을 통해 이루어지며 트랜잭션의 확정(confirmation)에 걸리는 시간은 비트코인의 경우 약 60분(blocktime10분X6 confirmations) 등으로 실시간 거래/메세지 전달 등의 서비스를 제공하는데는 부족하다.

• 서비스 파편화 (Service fragmentation)

현재 블록체인은 범용적인 플랫폼보다는 제공하고자 하는 서비스의 목적에 따라 개별적으로 구현되고 있다. 이에 따라 공통적으로 필요한 기능들(예: 계정 관리, 데이터베이스) 역시 블록체인마다 독립적으로 상이하게 구현이 되어 비효율적으로 정보들이 단편화되는 문제점이 있다.

| 블록체인 서비스 파편화 |

Finance Payment (SETL, FactoryBanking) FX-Remittance-Saving (Ripple, Stellar) Stock exchange (Overstock, Symbiont, BitShares, Mirror, Hedgy) Bitcoin trading (itbit, Coinffine) Social banking (ROSCA) Remittance for immigrants (Toast) Remittance for Developing countries (Bitpesa) Remittance for Muslim (Abra, Blossoms)	Point/Reward Gift card exchange (GyftBlock) Reward for Artists (PopChest) Prepaid card (BuyAnyCoin) Reward Token (Rabbit Rewards)	Asset mgmt Bitcoin asset mgmt (Uphold(Bitreserve)) Land registration (Factom)	Distribution mgmt Supply chain mgmt (Skuchain) Tracking mgmt (Provenance) P2P market place (OpenBazaar) Gold storage (Bitgold) Diamond ownership (Everledger) Digital asset mgmt & trading (Colu)	Public sector Visualization of civic budget (Mayors Chain) Voting (Neutral Voting Bloc) Virtual nation/ Space dvlpmnt (BitNation/Spacechain) Basic incomes (GroupCurrency)
	Finance Arrangement Artist equity trading (PeerTracks) Cloud funding (Swarm)	Storage Data storage (Stroj, BigchainDB)	Contents Media streaming (Streamium) Games (Spells of Genesis, Voxelnauts)	Medical Medical information (BitHealth)
	Communication SNS (Synereo, Reveal) Messenger (Getgems, Sendchat)	Authentication Digital ID (ShoCard, OneName) Certification Of Authenticity (Ascribe/VeriSart) Verification of medicine (Block Verify)	Future prediction Future / Market prediction (Augur)	IoT IoT (Adept, Filament) Mining chip (21 Inc, Bitfury)
		Sharing Services Ride sharing service (LaZooZ)		

• 신뢰 평가의 부재 (Lack of trust evaluation)

블록체인에서 이루어지는 트랜잭션은 계정 간의 신뢰성에 대한 검증 없이 이루어져 이로 인한 사고가 발생할 수 있다. 블록체인 및 블록체인으로 제공되는 서비스 역시 신뢰성을 판단하고 검증할 수 있는 틀이 존재하지 않아 신뢰성을 검증하기 어렵다.

• 효율성(Efficiency)

현재 블록체인은 범용적인 플랫폼보다는 제공하고자 하는 서비스의 목적에 따라 개별적으로 구현되어 비효율적이고, 정보들이 단편화되는 문제점이 있다. 서비스 별 독립적인 블록체인 구조가 일반적이어서 서비스 블록체인 간 정보 교환이 이루어지지 않아 서비스의 통합이 어렵다.

• 안전성(Safety)

기존 블록체인 합의 구조(PoW, PoS)는 합의 참여에 대한 인센티브에 비해서 공격을 통한 이익이 큰 경우, 높은 컴퓨팅 파워 또는 높은 지분의 사용자가 합의 과정에 대한 공격 시도가 가능하다.

블록체인 방식의 데이터 구조는 이론적으로 모든 사용자가 최초 블록부터 현재 생성된 블록까지 모든 블록을 검증하여 데이터의 무결성 확인을 보장하나 현실적으로 일반 사용자가 모든 블록 데이터를 수집, 검증하는 것은 불가능하여 소수 노드에 의해 안전성이 종속될 가능성이 있다. 또한 스마트 컨트랙트는 내부 버그에 기인한 공격에 취약하며 블록체인에 포함된 스마트 컨트랙트는 취소가 불가능하여 피해가 계속 발생하는 문제가 있다.

2. 블록체인 기술 발전 방향

향후 블록체인 기술은 고성능, 고확장성, 고효율, 보안성이 강화된 기술 기반으로 타 산업과 융합을 통한 시너지를 창출하고 인터넷과 같은 기반 인프라로서, 전자정부와 공공서비스 등을 포함한 완전 분산된 국가 신뢰 인프라로 발전해 나갈 것으로 전망된다. 또한 블록체인 자체 기술 발전 뿐만 아니라 타 기술(IoT, Cloud, AI)과의 융합을 통해 신뢰 기반 분산 협업 생태계 기반 기술로도 발전해 나갈 것으로 전망된다.

| 블록체인 기술 발전 전망, IITP, 2017 |



2.1 분산원장(Distributed Ledger) 기술

기존 블록체인의 성능 및 확장성 문제를 해결하고 실 산업 적용이 가능하도록 트랜잭션의 초고속 처리, 블록체인 데이터 분산 저장 용량 확장이 용이한 고성능의 분산원장 기술 개발을 통해 기술 성숙도가 높아질 것으로 전망된다. 분산 네트워크 내의 모든 구성원들이 거래기록을 공유하는 방식에서 군집별로 나누어 공유하는 기술, Off-chain 데이터베이스와의 연동을 통한 대용량 데이터 분산 공유 기술, Multi-threading 기반 트랜잭션 병렬처리 기술 등이 접목되어 인터넷과 같은 기반 인프라에 적합한 분산원장 기술로 진화해 나갈 것으로 전망된다.

2.2 합의(Consensus) 기술

기존 블록체인 합의기술인 작업증명 방식의 비경제성 및 저속도 문제를 해결하기 위해 지분증명 방식으로 전환될 것으로 예상된다. 또한 지분증명 방식도 합의 속도 향상을 위해 위임지분증명(Delegated Proof of Stake) 방식이나 기여지분증명(Activity based Proof of Stake) 방식으로 더 진보해 나갈 것으로 전망된다. 분산 네트워크 참여자들 간의 담합 또는 사용자에 의한 합의 조작 시도를 무력화 시킬 수 있는 완전 분권화된 형태의 합의 알고리즘들이 등장할 것으로 전망된다.

2.3 프라이버시 보호(Privacy Protection) 기술

PKI 기반 데이터 암호화 기술을 통해 정보의 프라이버시를 보호하는 방식에서 데이터 분산 암호화 기술을 통해 프라이버시를 강화하는 방식으로 전환될 것으로 예상되며 궁극적으로 개인에 의해 생성된 데이터에 대한 주권이 데이터 생성 주체인 개인에게 이전되는 결과를 가져올 것으로 전망된다.

미국 MIT Media Lab에서 데이터 분산 암호화 기술 개발을 위한 이니그마 프로젝트를 진행하였고, 유럽집행부는 블록체인 기반 데이터 저장 및 공유를 통한 개인정보 보호기술 개발을 위해 디코드 프로젝트를 출범시킨 바 있다.

2.4 스마트 컨트랙트(Smart Contract) 기술

現 개발자 중심 스마트 컨트랙트 배포환경에서 일반 사용자 친화적인 스마트 컨트랙트 구현 환경으로 진화될 것으로 전망된다. 기존 스마트 컨트랙트의 안전성 확보 및 성능 향상을 위해 스마트 컨트랙트 검증 및 최적화 기술 내재된 차세대 스마트 컨트랙트 기술이 등장할 것으로 전망된다.

2.5 분산 네트워킹 기술

응용계층에서 블록체인 플랫폼에 의해 실행되는 블록체인 서비스는 블록체인에 저장되는 트랜잭션과 블록은 물리 계층의 네트워크를 통해 전달되며, 이러한 네트워크는 인터넷 위의 오버레이 형태로 존재하게 된다. 따라서 네트워크 성능 측면에 대한 고려는 전무한 상황이다. 따라서 Peer Selection 방식과 트랜잭션 및 블록 전송 프로토콜 측면에서 네트워크와 밀접합된 기술이 등장할 것으로 전망된다.

3. 블록체인 활용 분야

블록체인 기술을 활용한 응용분야는 비트코인(암호화폐)을 중심으로 하는 금융분야 외에도 스마트 물류·유통, 헬스케어, 공공서비스, 에너지 등의 분야에서 활용될 것으로 예상된다. 일본 경제산업성은 블록체인기술이 사회경제적으로 미치는 관련 시장으로, 디지털 화폐, 개인 및 문서 인증, 지적재산권 및 공유경제, 화물 운송 유통 및 예술, 사물인터넷 등에 67조엔('15년 기준)이 될 것으로 전망하고 있다.



출처 : Survey on Blockchain Technologies and Related Services (단위: 엔)

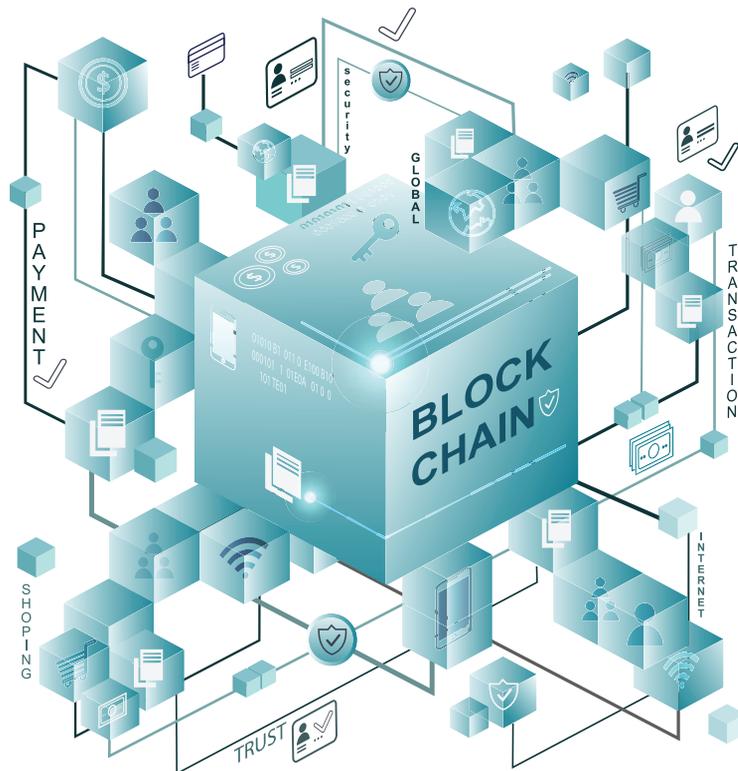
4. 결론 및 기대효과

전 세계적으로 확산되고 있는 제 4차 산업혁명의 혁신적인 신기술 중 하나로 블록체인 기술이 주목받고 있는 이유는 다음과 같은 3가지 혁신적 가치실현이 가능한 기술이기 때문이다.

즉, 초연결 환경에서 디지털화에 따른 사물-사물, 사람-사물 간 자동화된 투명·신뢰 인프라 제공이 가능하고, 개인이 생성한 정보에 대한 통제권을 개인이 권한을 가지는 데이터 민주화 기술, 그리고 TTP-free한 디지털세상의 사회·경제적 활동의 자동화 및 민주화가 가능하기 때문이다. 따라서 블록체인은 단순 플랫폼기술이 아니고 경제·사회를 변화시킬 수 있는 기반이 되는 신뢰 인프라로서 가치가 있다.

현재 국내는 핵심기술 경쟁력부족, 타 산업과의 융합서비스에 따른 법·제도 등으로 제품·서비스개발, 스타트업, 펀딩, 상용화 등 산업적 활용으로 연결되지 못하고 있는 실정이다. 즉, 비금융분야와 블록체인 결합을 통한 新 부가 가치창출이 기대되는 분야 활용도는 선진국대비 매우 낮은 수준이다.

다행히, 글로벌 블록체인 시장은 아직 초기단계로 기술, 서비스 등 무한한 잠재력이 가능하다. 블록체인 기술로 국가·사회적 현안 문제 해결과 숲 산업영역에의 빠른 확산이 필요하고, 차세대 블록체인 기술 및 서비스 개발을 통해서 블록체인 First Mover가 가능하다고 판단된다. **KT**



02 R&D In&Out

01. 주요 과학기술 정책 및 현안

「2019년도 정부연구개발투자 방향과 기준(안)」 제시

02. TePRI, 정책 현장 속으로

제1회 과총 국민생활과학기술포럼

03. 글로벌 시장 동향

디스플레이 시장, LCD는 정체, OLED는 폭발적 성장 예상

04. Guten Tag! KIST Europe

레독스 플로우 전지 총방전 효율 증대를 위한 수계 이온성 액체 전해질 개발



01

주요 과학기술 정책 및 현안

R&D In&Out

한 원 석

정책실

g16501@kist.re.kr

「2019년도 정부연구개발투자 방향과 기준(안)」 제시

주요특징 및 배경

과기정통부는 3월 14일 제34회 국과심 운영위원회를 열고, 「2019년도 정부연구개발 투자방향 및 기준(안)」을 심의·의결하였다.

- 과기정통부는 국과심 산하 기술분야별 7개 전문위원회와 공동으로 투자방향(안)을 마련해 왔고, 올해 2월말부터 3월초까지 공청회 등을 개최하여 연구계, 산업계 및 관계부처의 의견을 수렴했다.

구체적으로는 정부연구개발 활동의 목적을 명확하게 설정하고, R&D 대혁신을 뒷받침하기 위한 투자시스템 혁신 과제를 제시하였다.

- 정부는 R&D 투자영역을 '① 과학기술 혁신(기초연구, 인력개발 등), ② 산업 선도, ③ 공공 수요' 세 가지로 설정하고 이에 따른 정부 R&D 사업 중점투자 방향을 설정하였다.
- 또한 R&D 투자시스템 혁신을 위해 '기술-인력-정책-제도개선' 패키지형 투자플랫폼*을 도입하고, 대형 R&D 사업의 관리를 강화할 계획이다.

* 특히 4차 산업혁명에 대응하기 위해 다음 8개 분야를 우선 추진한다 : 자율주행차, 정밀의료, 고기능 무인기, 미세먼지 저감, 스마트그리드, 지능형로봇, 스마트팜, 스마트시티

※ 8대 시범분야 내에서는 부처간 벽을 넘어 탄력적으로 예산을 배분·조정할 예정이다.

과기정통부는 ▲창의적인 연구환경 조성, ▲국민이 체감하는 삶의 질 향상, ▲미래를 준비하는 혁신 성장 가속화, ▲과학기술 기반 고급 일자리 창출 등 4개 분야 12대 영역에 대한 투자를 강화하는 내용을 투자방향에 담았다.

첫째, 창의적인 연구환경 조성

연구자가 주도하는 창의·도전적 기초연구에 대한 지원을 강화한다.

- 지속적으로 확대*되는 기초연구의 투자 포트폴리오를 마련하여 전략성을 제고하고, 자유공모형 사업을 지속적으로 확대한다.

* ('17) 1,26조원 → ('18) 1,42조원 → … → ('22) 2,52조원

- 또한 신진 연구자의 조기정착을 위한 연구지원을 강화하고, 기존 연구자의 장기·안정적 연구를 지원하기 위한 '생애기본연구'를 신설한다.

그리고 연구자가 연구에만 전념할 수 있는 연구생태계를 구축한다.

- 연구자의 행정부담을 지속적으로 경감*하고, 목표달성 중심의 평가등급을 폐지하는 등 과정 존중의 평가체계를 도입한다.

* 연구관리 규정 일원화하고, 범부처 연구비통합관리시스템(17개→2개)을 구축한다.

- 더 나아가 국가 R&D 수행 시 대학·출연(연) 등이 보유한 장비의 활용성을 높이고, 대형 기초인프라의 공동활용을 지원한다.

※ (연구장비비 풀링제) 과제 기간 내 적립한 '연구장비비'를 과제 종료 후 이월하여 사용, (Core-Facility) 연구그룹별 특성화된 연구장비 집적 및 전문 장비지원 인력 배치 등

최근 연구 현장의 목소리를 반영하여 공공수요 및 규제개선 연계 R&D 투자를 강화한다.

- 공공·범용성 기술개발* 및 사업화 지원을 강화하고, 제도개선이 선결되어야 하는 신산업 분야는 규제 개선 조건부로 R&D를 지원한다.

* 기존에 특정 End-product를 직접 겨냥하던 방식에서 전방위 융합으로 다양한 End-product를 창출하는 범용 기술을 개발하는 방식으로 전환한다.

둘째, 국민이 체감하는 삶의 질 향상

예방 중심의 재난·재해 R&D를 확대한다.

- 부처 간 벽을 낮추고 재난·재해 협업모델*을 기반으로 선제적인 대응력 향상을 위한 연구 및 재난현장에 즉각적 활용이 가능한 연구를 확대할 예정이다.

* ① 역할분담형, ② 공동기획형, ③ 현장-기술개발 소통형

※ 범정부 차원의 활성단층 위험지도 제작, ICT 기반 화재감지 및 경보설비 등

또한 국민건강 및 생활편의 증진을 위해 원인규명-문제해결 중심으로 R&D를 지원한다.

- 부처별로 산발적 추진 중인 미세먼지 관련 R&D 사업을 하나의 패키지(과학기술-정책(제도)-국민생활 문제해결)로 지원하고, 미세먼지 발생원인 규명, 예보정확도 향상 등에 투자를 강화한다.
- 국민생활 인프라(치안·주거·건축·의료 등)는 과학기술을 바탕으로 생활 불안요인을 해소하는데 중점 지원할 예정이다.

중장기적으로 국가 위기 극복을 위한 연구도 지속한다.

- 신재생에너지 고효율화*를 위한 R&D 지원을 강화하고, 난임·불임 등에서 의학적 해결책 제시가 가능한 기술을 대상으로 적극 지원할 계획이다.

* 신재생에너지원(태양광, 풍력, 연료전지 등), 에너지저장형 전력 기술개발 분야에 대한 전주기적 R&D 지원 체계 구축

셋째, 미래를 준비하는 혁신성장 가속화

4차 산업혁명 대응 R&D 투자를 강화한다.

- 기초과학-핵심기술-기본기술-융합기술 등 기술 분류체계를 근거로 정책 및 제도개선과 연계성을 검토한 R&D 투자를 실시할 계획이다.
* 관련 정책에 근거하지 않은 신규 R&D사업은 원칙적으로 미반영하고, 제도개선 없이 R&D 사업이 추진되어 연구성과가 사장되는 것을 사전에 방지한다.

구체적으로 신시장·신산업 선도를 위한 전략적 R&D를 확대한다.

- 3대 혁신성장동력 분야별 특성에 따라 맞춤형으로 지원하고, 원천기술 선점가능성이 높은 바이오, 에너지 등 중장기 신산업 육성도 병행한다.

한편 기존 주력산업 경쟁력 제고를 위한 R&D 투자도 지속한다.

- 혁신성장 주체인 중소기업 지원방식을 다양화하고, 지방정부 주도의 지역 R&D 지원을 통해 체질개선*을 뒷받침한다.
* 중소기업에 세액공제 등 간접지원을 확대하고, '지자체 주도, 중앙정부 지원' 방식의 지역 R&D 지원체계 구축
- 또한 R&D 기획 시 기술 수요자의 참여를 확대하고 실증과 연계하여 시장수요에 대응할 수 있도록 R&D-수요 연계 사업을 우선 지원한다.

넷째, 과학기술 기반 고급 일자리 창출

R&D를 통한 일자리 창출 생태계를 구축한다.

- 일자리 창출효과가 있는 사업*에 대해서는 고용영향평가를 실시하고 유형별 결과를 비교하여 예산 배분·조정에 활용한다.
* ① 인력양성, ② 창업기업 지원, ③ 사업화 및 상용화, ④ 기업비중 50% 이상
- 그리고 'High Risk' 기술혁신형 창업을 촉진하고, 고용유발 잠재력이 높은 사업화 단계의 투자를 강화하여 단기적 고용에 그치지 않도록 안정적 성장을 지원해 나갈 예정이다.

더불어 고용효과가 큰 신기술·신서비스에 대한 투자로 양질의 일자리 창출을 뒷받침 한다.

- 4차 산업혁명 기반이 되는 인프라(Data, Network, AI 등), 공공 연구성과 기반 실험실 일자리 등 성장전망이 높은 융합 신산업 분야를 중심으로 R&D 투자를 확대한다.
- 이와 연계하여 연구산업을 육성하여 과학기술기반 서비스 일자리 창출을 유도하고, R&D 성과가 지역 내 일자리로 파급될 수 있도록 지역 연구주체 간 협력을 활성화 시킨다.

장기적 관점에서는 미래산업 대비 창의·융합형 인재를 양성한다.

- 인재수급 예측을 기반으로 미래 유망분야의 R&D 투자와 인재양성 간 연계를 강화하고, 과학기술인의 창의적 역량을 지속 지원해 나갈 계획이다.
* 대학의 기존과정에 따른 교육 수료 지원은 지양하고, 산업구조 변화에 따른 인재수요(기업·연구소 등)에 부합하는 기술인력 양성 프로그램에 우선 지원한다.

투자시스템 혁신 세부내용

정부 R&D 사업을 효율적으로 기획·관리하고 R&D 대혁신 기반을 마련하기 위해 투자시스템을 혁신한다.

‘패키지형 R&D 투자플랫폼’(R&D PIE)을 도입하여, 사업별 예산 배분 방식에서 탈피하여 분야별로 ‘기술-인력양성-제도-정책’을 패키지 형태로 종합 지원한다.

- 부처별 산재된 R&D 사업을 통합 관리·평가하고, 웹기반 소프트웨어로 개발하여 관련 정보를 상시 업데이트하고 관리해 나갈 계획이다.
- 신속 추진이 필요할 경우 예비타당성 조사 이전에 단기 시범사업(‘Fast Track’) 형태로 지원하여 4차 산업혁명에 신속히 대응할 수 있는 체계도 구축한다.

이와 함께 R&D 투자효율화도 병행 추진한다.

- 신규·계속사업은 국정과제에 부합하도록 기획·재정비 하도록 유도하고, 부처 자율적으로 유사·중복 사업을 사전 정비, 민간의 유사 연구 수행여부를 면밀히 검토하는 등 불필요한 낭비를 줄일 계획이다.

마지막으로 R&D 지원체계도 개선해 나간다.

- 과학기술정책-투자-평가 간 연계성을 강화하기 위해, 국과심 등 주요 회의체에서 수립된 정책의 실행 비용을 구체화하고, 정책과 연관성이 높은 사업에 우선 투자한다.
- 이를 위한 실무 기구인 과학기술혁신본부의 국가연구개발 성과평가 결과를 부처 R&D 예산과 연계할 계획이다.
- 대형 R&D 사업의 경우, ‘(가칭)R&D 혁신 전략회의’를 정기적으로 개최하여 대형사업의 추진현황을 점검하여 필요시 사업계획 변경 등을 검토하고, 심층평가를 통해 차년도 예산 배분·조정과 연계한다.
- 대형연구시설장비구축사업의 경우 종합사업관리(PM) 시범적용을 통해 사업의 성공가능성을 제고한다.

과기정통부, 「국민생활연구 추진전략」 수립, 추진

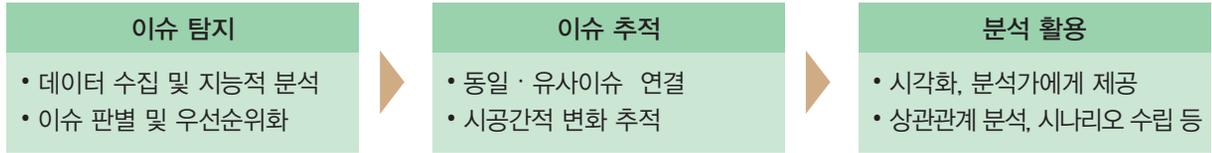
국민생활연구의 추진배경 및 의의

‘국민생활연구’는 국민의 일상생활에 영향을 미치는 심각한 문제(‘국민생활문제’)의 과학기술적 해결을 위한 연구개발 및 이의 적용·확산을 위한 제반 활동이다.

- 구체적으로 ▲연구 수 과정에서 최종 수요자(국민) 참여를 확대하는 한편, ▲기술개발 뿐 아니라 인증, 제도 개선, 수요 창출과 실제 적용을 포괄하고, ▲연구자간 협업은 물론, 다양한 부처 및 민·관의 파트너십이 필수적이라는 점에서 기존 R&D와는 차별성을 갖는다.
- 과기정통부는 이러한 ‘국민생활연구’의 현장 착근과 조기성과 창출을 위해 ① 문제 사전예측 및 준비체계 강화, ② 국민생활연구 R&D 프로세스 혁신, ③ 국민생활연구 활성화 기반 조성, ④ 국민생활연구 선도 사업 추진 및 확산의 정책과제를 제시하고 이를 속도감 있게 추진할 예정이다.

문제 사전 예측 및 준비체계 강화

빅데이터 기반으로 국내외 이슈를 상시 모니터링하고, 인공지능을 활용한 이슈 탐지·추적·분석 시스템이 개발된다.



- 예측된 문제에 대해서는 예비연구(현황 및 발생·전개, 과학적 해결방향 등)를 실시하여 ‘문제해결 연습의 장’으로 활용한다.
 - 기존 연구결과와 전문가 풀, 연구 인프라 등을 DB화하고, 문제별 중점대응 연구 기관 지정·운영(문제 모니터링, 연구진·연구인프라 활용)을 통해 실제 문제 해결을 위한 준비체계도 갖출 예정이다.

먹거리	질병	자연재해	생활화학물질	교통·건설	사이버	환경
식품(연)	생명(연)	지재(연)	화학(연)/안전성(연)	건기(연)	전자통신(연)	KIST

이러한 노력이 국민과의 소통을 기반으로 추진되고, 국민에게 제대로 전달될 수 있도록 ‘국민생활과학자문단’도 운영(총 113명으로 구성 완료, 활동 중)할 계획이다.

- ‘국민생활과학자문단’은 주요 국민생활문제 전문가와 과학 언론 등을 포함하여 과학기술계가 자발적으로 구성, 운영한다.
 - 평상시, 문제에 대한 국민들의 이해를 돕고, 사회적 현안 발생시에는 원인·현황에 대한 과학적 검증 및 소통을 통해 국민들이 느끼는 불안감을 선제적으로 해소하게 된다.

국민생활연구를 위한 R&D 프로세스 혁신

R&D 기획 → 선정·평가 → 수행 → 관리 → 적용 확산 순 과정에 국민 참여가 확대되고, 문제해결을 최우선으로 수행, 관리된다.

- 기술 융합 및 공백기술 개발 등의 기술개발을 넘어 인증, 제품·서비스 전달체계, 제도 개선 등을 포함하는 토달솔루션형으로 ‘국민생활연구’를 위한 R&D 과제가 기획된다.
- 구성원으로는 다양한 이해관계자(전문가, 국민, 제품·서비스 공급자)가 과제 기획에 참여하는 한편, 기술 수요기관(공공서비스 부처, 지자체 등)과 복수의 기술 공급자가 기술적 협상을 통해 최적의 솔루션을 도출하는 ‘경쟁형 기술대화’도 도입된다.
 - 기술개발(R&D) 부처와 공공서비스 기관(부처, 지자체 등)이 과제 기획 단계부터 기술 개발, 적용 확산까지 전주기적으로 역할 및 재원을 분담하는 협업 체계도 구축할 계획이다.



영역으로 보자면, 다양한 문제 해결 방식의 복수 과제 지원을 확대하되, 기술적 우수성 보다는 국민 눈높이에 맞는 문제 해결 및 적용 가능성을 중심으로 우수 과제를 선정하는 국민참여·경쟁형 R&D도 추진된다.

- 연구개발 순 과정에서 최종 수요자의 의견을 반영하고, 현장 사전 적용을 위한 리빙랩(Living Lab)을 적극 활용, 실험·실증을 병행할 수 있도록 '한국형 리빙랩 운영 모델'도 개발한다.
 - 혁신 기술의 실증을 위한 시범지역 선정, 활용시에는 한시적 규제 해소('규제 샌드박스')와의 연계도 강화할 예정이다.

R&D 관리체계는 문제해결 중심으로 개선한다.

- 기술 환경, 제도 변화 등에 유동적으로 대응하는 '무빙타겟형' 관리를 활성화하고, 기존의 경제가치 중심 성과지표를 탈피, 사회·환경 가치 위주의 질적 성과지표 활용도 확대할 계획이다.
- 또한 다수 부처(기관) R&D 과제의 유기적 연계를 위해, 주요 연구책임자들이 참여하는 '문제별 R&D 네트워크*' 운영도 추진된다.

* (예시) AI(조류 독감) 및 구제역 R&D, 녹조 및 적조 R&D 등

최종적으로 연구개발 성과의 문제해결을 위한 현장, 적용, 확산도 대폭 강화된다.

- 국민생활연구 추진 시, 기술개발 완료 후, 연구성과의 활용·적용 기간을 총 연구기간에 포함하도록 하여 기술개발 종료 후에도 연구자가 기업의 성과 사업화를 도울 수 있도록 지원한다.
- 실증 단계부터는 기업이 적극 참여하여 사업화 및 적용·확산은 기업 주도로 추진하되, 시장 성숙도에 따라 맞춤형 성과확산(공공구매·조달 연계, 투자 등 사업화 지원)을 지원해 나갈 계획이다.



예기치 않게 발생하는 국민생활문제(신종 감염병 등)에 신속히 대응하기 위한 '긴급대응연구' 지원 체계도 구축한다.

* (예시) 신종 감염병 신속 진단 키트 개발, 지진 발생 이후 구조물 안전 진단 등

- 용처가 특정되지 않은 예산을 사전에 확보하고, 조속히 연구 착수가 가능하도록 행정절차 간소화(공고기간 단축, 과제 선정·평가 간소화)나, 문제대응 기관의 사전 지정 운영 등이 추진된다.

국민생활연구 활성화 기반 조성

문제 발굴 · 기획 · 실증 · 평가 등 전 과정에 국민 참여를 촉진하도록 평가위원 자격 및 수당 등 제약요인 개선을 추진한다.



- 기술기반 사회적 경제조직*의 R&D 참여를 확대하고, R&D 바우처 및 비즈니스 모델 발굴 지원 등 기술역량 강화를 적극 지원한다.

** 사회적 가치 창출과 공익성을 지향하는 경제조직(사회적기업, 마을기업, 협동조합 등)*

- 실제 연구 수행에 있어서 출연(연)이 핵심주체가 되어 역할과 책임(R&R)을 국가적 임무, 미래선도 기초 · 원천연구 외에 국민 생활문제 해결을 통한 삶의 질 향상으로 확대한다.

** 「국민중심 · 연구자중심 과학기술 출연(연) 발전방안(18.1)」을 통해 이미 발표*

- 기관 고유 임무와 연계하여 출연(연)별 대표 국민생활연구 및 출연(연) 융합연구를 통한 국민생활연구 확대도 추진된다.

또한 국민생활연구 지원 전담조직으로 '(가칭)국민생활연구지원센터'를 설치한다.

- 이 센터는 문제 모니터링, 토달솔루션형 R&D 기획, 유관 기관(과제)와의 협력 네트워크 운영, 국민생활연구 성과확산 등을 종합지원함으로써 국민생활연구의 현장 착근을 지원할 계획이다.
- 그리고 다양한 기관(부처, 지자체, 민간 등)의 참여 및 협업 촉진을 위해 과학기술자문회의 산하 특별위원회 운영도 추진된다.

국민생활연구사업의 추진 및 확산

'국민생활연구'의 조기 정착과 선도모델 창출을 위해 「국민생활연구 선도사업(18~21년)」을 조만간 착수, 올해 약 140억원이 투입된다.

- 기존 국가과학기술연구회 출연(연) '융합연구사업'을 활용하되, 사업 유형을 국가현안해결형, 지역현안해결형, 긴급현안해결형으로 구분하고 혁신적인 '국민생활연구 프로세스'가 전면 적용된다.
- 단순한 기술개발이 아닌 실질적 문제해결이 가능하도록, 공공서비스 부처 및 지자체 등과의 협업(재원 분담 등)을 바탕으로 사업이 추진될 예정으로, 과기정통부는 광범위한 의견수렴을 거쳐 구체적 사업계획을 4월 중 확정, 공고할 예정이다.

「국민생활연구 선도사업」 추진과 더불어, 사업 추진과정에서 드러난 문제점과 개선사항을 지속 보완, 국민생활연구 체계를 더욱 정교화하고, 예산 규모와 사업 유형 등도 더욱 다양화한 ‘국민생활연구(본)사업’ 기획도 추진된다.

- 환경부, 산업부 등 관계 부처와 함께 올해 상반기부터 사업 기획을 추진할 예정으로, 예비타당성 조사 등을 거쳐 본 사업이 본격 추진되면, 기존의 기초연구와 원천기술개발과 차별화된 ‘국민생활연구’의 위상도 더욱 강화될 전망이다.

| 「국민생활연구 추진」정책패키지 |



혁신을 막는 넓은 연구개발(R&D) 규제, 연구자 중심으로 과감히 개편

「혁신성장을 위한 국가 R&D 분야 규제혁파 방안」 논의

이낙연 총리는 3월 8일 KIST 대회의실에서 「혁신성장을 위한 국가 R&D 분야 규제혁파 방안」을 논의했다.

- 이 방안은 혁신성장의 핵심동력인 국가 R&D 분야의 체질개선과 혁신을 위해서는 주요 전략분야 패키지 투자 등 혁신생태계 정비뿐만이 아니라, 실제 연구현장에서 연구자가 혁신의 주체로서 연구에 몰입할 수 있도록 지원시스템 혁신도 병행하여 추진되어야 한다는 인식 하에 마련되었다.
- 작년 11월에 마련한 ‘과기정통부 R&D 프로세스 혁신방안’과 과학기술혁신본부에서 ‘연구제도혁신기획단’을 통해 수렴한 연구현장의 의견을 토대로 국가 R&D 전주기에 걸친 과도한 규제에 대한 개선과 부처별로 산재된 R&D 규정에 대한 정비 내용을 담고 있다.
- 정부는 이날 현장대화에서 건의된 내용을 포함하여 향후 추가적인 의견 수렴과 과제 발굴을 거쳐 연구 몰입과 혁신성장을 위한 「(가칭)국가연구개발특별법」 입법을 추진해 나갈 계획임을 밝혔다.

R&D 프로세스 전반의 규제 혁파

(연구수행·평가) 1년 단위 잦은 평가로 인한 비효율과 행정부담을 대폭 완화하고 환경변화 시 연구자의 자발적인 연구 중단을 허용한다.

- 매년 단기적인 성과를 요구하던 연차평가를 폐지하고 최종평가 방식도 부처별·사업별로 간소화한다.
- 한편 기술·시장의 환경 변화로 진행 중인 연구의 필요성이 없어진 경우 연구비 환수 등 제재 없이 연구기관 스스로 연구 중단이 가능하게 된다.

(연구관리) 연구와 행정지원 기능을 분리하고 '사전 통제-사후 적발·환수' 중심의 연구비관리 행정도 개편된다.

- 현재 많은 연구자들에게 부담을 주고 있는 연구비 관리·정산, 물품구매 등의 행정업무는 행정지원 전담인력을 배치·처리토록 하여 연구자는 연구에만 집중할 수 있도록 한다.
- 연구 착수 단계에서 '물량×단가' 중심의 소요명세서 작성을 폐지하고 세부 인건비 등 필수 내역과 연구비 세부항목별 총액만 기재하도록 하여 전문기관 등에서 당초 계획 대비 지출을 세세하게 관리·감독하던 관행이 없어진다.

(제재) R&D 과정의 금전적 손실에 대한 손해배상 청구가 금지되고 선의의 피해자 권익보호를 위한 절차가 마련된다.

- R&D 도중 발생한 자산손실에 대해서는 연구자 비리나 고의적인 중과실이 아닌 경우 연구자 개인에게 손해배상 청구를 할 수 없게 된다.
- 전문기관 제재 처분에 연구자가 이의를 제기하는 경우 동일한 전문기관에서 또 다시 심사하던 절차를 개선, 별도 위원회에서 이의 신청에 대한 연구자 소명 기회를 부여하고 추가 검토를 하는 제도가 시범 도입된다.

부처별 R&D 제도·시스템 통합

(연구비) 부처별 개별 규정에 산재된 연구비 사용 기준과 연구비관리 시스템이 통합된다.

- 부처와 R&D 사업에 따라 상이하게 적용되던 연구비 사용 기준을 일원화하고 산·학·연 등 연구기관에 따라 연구비 사용 기준을 유형화하여 수요자에 맞춰 적용된다.

(연구정보) 20여개로 나뉘어진 과제관리시스템을 단계적으로 통합하여 연구현장에 대한 단일 서비스를 제공한다.

- 현재 전문기관별로 과제·연구자·성과 등의 다양한 정보를 개별 시스템에 각각 입력, 조회토록 하고 있으나 향후에는 단일 시스템에서 입력, 조회 할 수 있도록 하여 전문기관 간 정보 공유는 물론 연구자 간 연구정보 공유·협력도 쉬워진다.

획일적인 RFP(과제제안요구서) 공모, 불특정 시점의 과제 공모 등 과제 참여 기회를 제한하는 과제 공모 관행을 개선하고 전문기관에 대한 행정서비스 평가, 부처별 R&D 관리 법규 동시 개정 등을 통해 제도 혁신의 지속성·체계성을 확보하기로 했다. 

R&D In&Out

한 원 석

정책실

g16501@kist.re.kr

제1회 과총 국민생활과학기술포럼 - 재난 대응 인프라 구축과 과학기술혁신 - 안전안심 사회로 가는 길



사진 출처 : 한국과학기술단체총연합회 홈페이지

3월 13일 국회 의원회관에서 한국과총 국민생활과학기술지원센터와 변재일 의원(국회 재난안전대책특별위원장)이 공동 주최한 '제1회 과총 국민생활과학기술포럼'이 개최되었다. 이번 포럼에서는 최근 빈번히 일어나고 있는 사회 재난에 대한 과학기술혁신 차원의 대응 인프라 구축을 위해 과학기술계, 소방당국, 법조계 등이 머리를 맞댔다.

첫 번째 발제를 맡은 함인선 교수(한양대)는 대형사고의 발생과 관련하여 발상의 전환이 필요하다고 주장했다. 건축물 붕괴 사고가 일어나면, 이에 대한 논의는 안전 불감증을 주제로 다루는 경우가 많았다. 그러나 함 교수에 따르면, 이런 사고는 저렴하지만 안전하지 못한 자재를 사용하기 때문에 발생했다. 즉 비용 절감을 위한 타산적 합리주의가 끊이지 않는 사고의 원인이라고 주장했다. 또한 정부 주도의 재난 예방을 넘어 각 지역의 건축물에 대한 이해도가 높은 시민사회가 외국의 의용소방대처럼 적극적으로 참여할 필요도 제기했다.

두 번째 발제를 맡은 심재현 국립재난안전연구원장은 재난안전 R&D 전반의 현황을 소개하고 앞으로 나아갈 방향을 제시했다. 재난안전 분야 R&D는 각 정부부처들이 별도로 진행하고 있다. 심 원장에 따르면, 산업부와 과기정통부를 포함한 상위 5개 부처의 투자 비중이 65%를 차지하며, 재난 대응의 컨트롤타워인 행정안전부의 비중은 7%에 불과하다. 향후 재난 및 안전 관리 기술개발의 추진전략으로 ① 국민안전 확보를 위한 맞춤형 서비스 개발 ② 미래·신종재난 대비 재난 안전기술 선진화 ③ 현장 실용화 중심의 안전 생태계 구축 등 세 가지를 제시했다.

이어진 토론에서는 연구자들이 재난안전 R&D의 대표적 수요자인 소방관들과 장기간 함께 생활하며 어떤 R&D가 필요할지 체감할 수 있도록 하는 리빙랩의 필요성이 제기됐다. 그리고 또다른 수요자인 국민들의 재난안전 R&D에 대한 기대를 적극적으로 발굴해야 한다는 목소리도 있었다. 또한 전문분야별 재난 대응 체계보다는 사고 전후 등의 프로세스 별 대응 체계를 갖추자는 의견이 있었다. 정부부처의 재난안전 R&D에 관해서는 부처 간 유사·중복 연구로 인한 낭비를 막는 방향으로 여러 참가자들의 뜻이 모아졌다.

포럼을 개최한 변재일 의원은 재난 대응 R&D의 제도를 구축하는 것과 그것을 집행하는 추진력은 별개라는 점을 지적하며 실제 정책 집행으로 이어지도록 함께 노력하자고 격려했다. **kst**

03

글로벌 시장 동향

R&D In&Out

허윤숙

연구기획·분석팀
091179@kist.re.kr

디스플레이 시장, LCD는 정체, OLED는 폭발적 성장 예상

전 세계 디스플레이 재료 시장 규모는 현재 약 288조원에서 2023년까지 약 346조원으로 3.1% 연평균 성장률(CAGR)로 성장 할 전망이다. 패널 제조 공장 건설 및 업그레이드, TV의 평균화면 크기 및 해상도 확대와 향상, OLED 기술 도입 확대 등의 요인이 시장 성장을 촉진하고 있다. 환경 내 자연유기물질의 농도와 이러한 자연유기물질과 은이온의 결합에 의해 생성되는 은이온 복합체가 은 나노입자의 용해도 및 독성을 결정짓는 중요 요인임을 밝혔다.



LCD는 자동차 디스플레이, OLED는 대형 패널이 시장 견인

자동차 산업에서는 승객의 편의성과 시인성 향상을 위해 디스플레이 패널을 적극적으로 채택하고 있다. 긴 수명과 신뢰성을 지닌 LCD는 자동차 디스플레이 시장에서 다양하게 적용되고 있다. 자동차용 디스플레이 산업은 2017년에 시장규모가 약 6,100억원으로 나타났으며 2023년까지 3.4%의 성장률이 예상된다.

OLED TV는 높은 밝기와 낮은 전력소모로 소비자 수요가 매년 크게 증가하는 시장으로 2017년에 약 3,093억원으로 나타났고, 2023년까지 36.3%의 높은 성장률이 예상된다.

(단위:1억 원)

기술/애플리케이션	2017	2018	2019	2021	2023	CAGR
LCD	273,000	281,300	286,700	297,000	304,900	1.9%
TV	174,100	180,300	183,100	189,000	194,400	1.9%
컴퓨터	27,700	28,700	29,200	31,100	32,800	2.9%
광고·대형 상업 디스플레이	30,400	30,200	30,900	32,000	32,700	1.2%
노트북	12,900	12,600	13,500	14,800	15,800	3.4%
스마트폰&태블릿	16,300	16,500	16,600	16,200	15,300	-1.1%
자동차 디스플레이	6,100	6,500	6,800	7,400	7,500	3.4%
기타	5,500	6,500	6,600	6,500	6,400	2.7%
OLED	15,657	21,116	27,741	37,833	41,117	17.5%
스마트폰&태블릿	12,256	14,956	16,918	20,510	19,880	8.4%
TV	3,093	5,556	9,954	15,886	19,792	36.3%
광고·대형 상업 디스플레이	225	482	701	1,192	1,209	32.3%
스마트 웨어러블	83	122	168	245	236	19.1%
합계	288,657	302,416	314,441	334,833	346,017	3.1%

특히 OLED시장에서 주목할 사항은 플라스틱 기판을 사용해 부드럽게 휘어지거나 자유롭게 구부릴 수 있는 플렉시블 디스플레이의 성장세이다. 2023년까지 30.2%에서 45.4%로 점유율 확대와 25.5%의 높은 성장률이 예상된다. 이는 스마트폰, TV 등의 분야에서 패널 채택 확대와 조명분야 같은 응용영역 확대, 그리고 가격 경쟁력과 기술을 보유한 중국기업의 진출로 시장이 커질 것으로 예상된다.

플렉시블 디스플레이에 사용되는 전극소재는 자주 접고 휠 경우 전기적 성능이 떨어지고 수명이 줄어드는 단점이 있다. 이런 단점을 극복하기 위해, 2017년 KIST 광전소재연구단에서는 은나노선과 탄소나노 소재를 이용해 전기적 성능이 뛰어난 하이브리드 투명전극을 개발했다. 새로운 소재 특성의 단점 보완과 원천기술 개발은 제품 품질의 상승과 시장의 성숙에 기여할 수 있을 것으로 보인다. **키워드**

R&D In&Out

김 상 원

KIST 유럽연구소 바이오센서
/재료 연구단 에너지팀
sangwon.kim@kist-europe.de

Dr. Ruiyong Chen

KIST 유럽연구소 바이오센서
재료 연구단 에너지팀
r.chen@kist-europe.de

Prof. Rolf Hempelmann

Saarland University, Transfer-Center
Sustainable Electrochemistry(TSE),
r.hempelmann@mx.uni-saarland.de

레독스 플로우 전지 총방전 효율 증대를 위한 수계 이온성 액체 전해질 개발

지구온난화 문제를 해결하기 위하여 화석연료를 대체하는 신재생에너지와 내연기관을 대체하는 새로운 동력원에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이와 더불어, 지속적인 에너지 생산이 난해한 신재생 에너지원의 단점을 보완하기 위하여 에너지 저장장치 관련 연구 수요도 증가되고 있다. 에너지 저장장치 즉 이차전지가 보다 많이 도입되기 위해서는 다음의 3가지 요소가 충족되어야 한다. 우선 전지 자체의 수명이 길어야 하고, 수요 발생 시 응답성이 빨라야 하며 이와 동시에 운영 비용이 저렴해야 한다. 레독스 플로우 전지(Redox Flow Batteries, RFB)는 이러한 3가지 요소들을 모두 충족시킬수 있는 저장장치이며, 가정용 비상전원에서부터 대규모 전력 그리드까지 다양한 시스템에 적용하기에 적합한 장치라고 할 수 있다. 유럽연구소 바이오 센서 및 재료 연구단에서는 잘란트대학교 Transfercenter Sustainable Electrochemistry(TSE)와 함께 에너지 저장장치로서 레독스 플로우 전지에 대한 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다.

1. 고전압 레독스 플로우 전지를 위한 수계 이온성액체 전해질 연구(Aqueous ionic liquid electrolytes enable high-voltage aqueous redox flow batteries)

수계전해질 시스템은 비수계 시스템에 비하여 비용이 저렴하고, 안전하며 이온 이동성이 빠른 장점을 가지고 있다. 하지만, 수계 시스템의 산화환원쌍(Redox couple) 전위차는 물의 전기화학창(Electrochemical window) 한도를 넘지 못하므로(1.5V) 전지의 출력전압이 제한적인 단점이 있다. 따라서, 수계 레독스 플로우 전지 개발에 있어서 양극과 음극의 산화환원쌍 전위차를 크게 만드는 것이 중요한 연구주제이다.

수계 전해질의 전기화학창에서 물의 분해로 인한 수소와 산소의 발생 반응 전위를 각각 음의 방향과 양의 방향으로 이동시킴으로 기체발생부반응을 억제해야 한다. 이는 음극액과 양극액의 pH값을 조절함으로 얻어질 수 있다. 하지만, 수소와 산소 발생 부반응을 억제하는 실험조건들과 반응속도 및 활성종 용해도를 최적화하는 변수들(온도, 산의 농도, 전극물질) 간에 충돌이 있을 수 있다.

유럽연구소 바이오센서 및 재료 연구단에서는 물 분해를 억제하는 새로운 수계 이온성액체 전해질을 개발하였다[4,5]. 수용성이 좋고 전기적으로 비활성인 이온성액체 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 클로라이드(1-butyl-3-methylimidazolium chloride, BMImCl)를 사용하여 물분해현상을 효과적으로 지연시키는데 성공하였다(그림 1a, b). 제안된 전해질은 수분 농도를 낮춤으로써 수소와 산소의 발생 반응을 상당히 억제할 수 있고, 전기화학창에서 안정적인 영역이 확장 될 수 있다(그림 1c). 이는 레독스 플로우 전지의 작동전압을 높일 수 있음을 의미한다. 실제로 바나듐/바나딜 아세틸아세토네이트(vanadium/vanadyl acetylacetonates)와 Zn/Ce의 산화환원쌍을 사용하였을 때 10m BMImCl-H₂O 전해질에서 작동전압을 2V까지 부반응 없이 올리는데 성공하였다. 다양한 산화환원쌍과 이온성액체의 조합으로 전기화학창의 안정적인 전압영역을 3V에서 4.4V까지 확장하는 것이 가능하다.

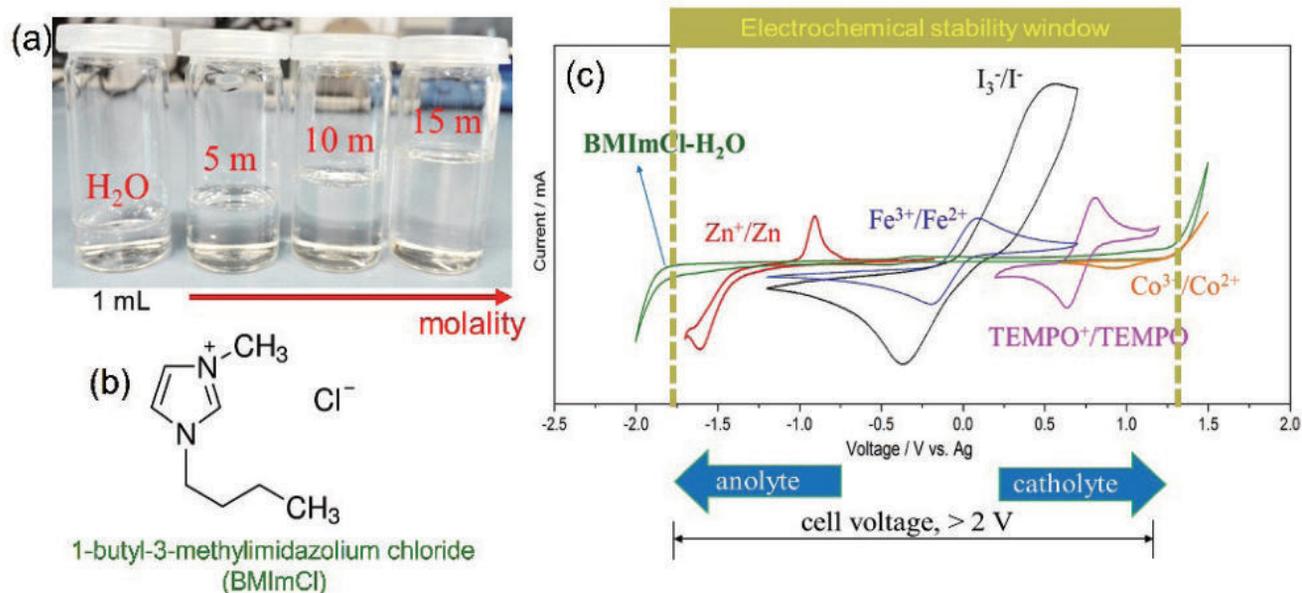


그림 1. 이온성액체를 이용하여 수계 전해질 레독스 플로우 전지 작동전압 확대 (a) H₂O 1m에 대한 이온성액체의 용해도 증가(5m-15m) (b) 친수성 이온성액체 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 클로라이드(BMImCl) 화학식 (c) 10 m BMImCl-H₂O와 산화환원쌍들의 전기화학적 안정성 창(Electrochemical stability window).

2. 산화환원 활성 유기전해질의 양이온 개질 연구(Cationic modification of redox active organic electrolytes)

레독스 플로우 전지의 산화환원쌍은 주로 전이 금속을 기반으로 연구되었다. 유기산화환원쌍은 전이금속에 비하여 비교적 가격이 저렴하고 풍부할 뿐만 아니라 화학구조를 맞춤화할 수 있어서 성능을 향상시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

수용성 유기종은 이온전도도가 높고, 점도가 낮으며 고출력이 가능하여 수계 전해질 레독스 흐름전지에서 활용도가 커질 것으로 전망된다. 최근 니트로시드 라디칼(nitroxyl radical) TEMPO(2,2,6,6-tetramethylpiperidine 1-oxyl)가 비수계 레독스 플로우 전지의 유기전해질 음극재료로 연구되어왔다. TEMPO 라디칼은 산화환원 활성 고분자의 펜던트 그룹(pendant groups)으로 사용될 수 있다. 최근에 피페리딘링(piperidine ring) 4 위치에 -OH기를 갖는 상용 TEMPO가 수계 레독스 흐름전지에 적용되었다. 부반응을 억제하고, 수용성을 높이기 위하여, 피페리딘링 4 위치가 트리아세톤아민(triacetonamine)으로부터 단단계 절차를 거쳐 이온성그룹으로 치환되었다. 구조를 변형시키고 전기 화학적 특성을 개선시키기 위하여 보다 쉬운 합성경로를 개발하는 것이 바람직하다.

유럽연구소 바이오센서 및 재료 연구단에서는 그림2a에서와 같이 4-하이드록시-TEMPO(4-hydroxy-TEMPO)와 글리시딜트리메틸암모늄(glycidyltrimethylammonium) 양이온(GTMA⁺)의 1단계 에폭사이드 개환반응(one step epoxide ring-opening reaction)을 이용하여 양이온 그래프트 TEMPO(cation-grafted TEMPO, g⁺-TEMPO)를 합성하였다. g⁺-TEMPO / Zn²⁺ 하이브리드 레독스 플로우 전지의 전기화학적 성능을 평가하였을 때 사이클 안정성과 충방전효율이 개선되는 것으로 나타났다(그림 2c,d).

리튬이온전지와는 달리 레독스 플로우 전지는 고성능 이온교환막(high-performance ion exchange membrane)이 필요하다. 특히 음이온교환막(anion exchange membrane, AEM)은 상대적으로 가격이 저렴함에도 불구하고 많이 연구되지 않았다. 이를 위하여 본원 연료전지연구센터 디렉 헨켄스마이어박사(Dr. Dirk Henkensmeier)와의 공동연구를 수행한 바 있으며, 이를 통하여 가교 메틸레

이티드 폴리벤즈이미다졸(crosslinked methylated polybenzimidazole, PBI) 분리막을 염소이온(Cl⁻)을 전하 전달자로 사용하는 레독스 전지에 성공적으로 적용시킬 수 있었다. g+-TEMPO는 양전하로 하전된 PBI분리막과의 전기적 반발력으로 인하여 상대전해질로의 이동이 억제되고, 크로소버(crossover)에 따른 전류효율 저하를 감소시킬 수 있었다.

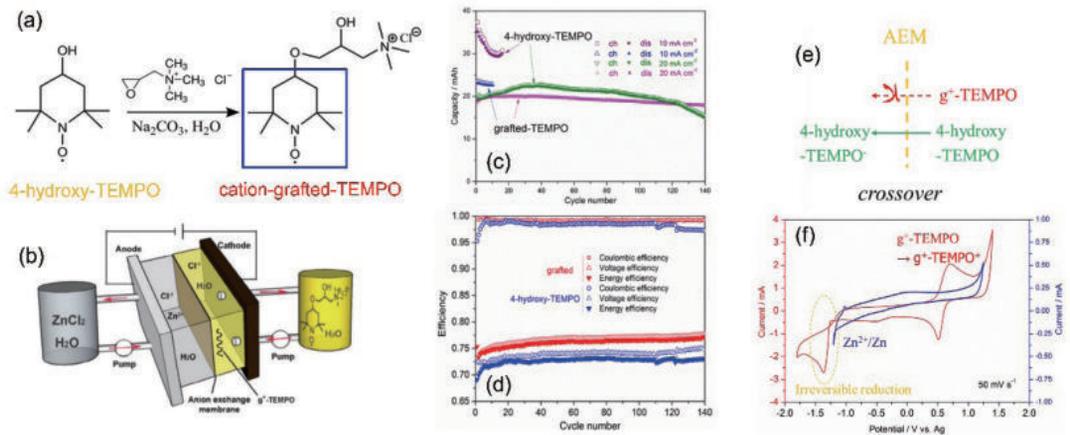


그림 2. 산화환원 활성 유기전해질 (a) TEMPO 4위치에 양이온사슬을 접합시키는 1단계 에폭사이드 개환반응 (b)하이브리드 TEMPO/Zn 레독스 플로우 전지 (c) 4-hydroxy-TEMPO와 grafted-TEMPO의 사이클 안정성 (d) 4-hydroxy-TEMPO와 grafted-TEMPO의 사이클 효율 (e) 음이온교환막(AEM) 적용으로 인한 양이온 활성종(g+-TEMPO) 크로스오버 억제 (f) g+-TEMPO 및 Zn의 순환 전압 전류 곡선

결론

도출된 연구결과는 친환경적인 고효율 수계 레독스 플로우 전지의 개발 가능성을 의미하며, 이온성 액체를 이용한 부반응 억제 전략은 수계 레독스 플로우 전지의 전반적인 총방전효율을 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다. 기후변화 대응 및 온실가스 배출 저감 등을 목표로 신재생 에너지원의 도입이 증대됨에 따라, 원활한 그리드 운영을 위해 대용량 에너지 저장장치에 대한 수요는 지속적으로 증가될 것으로 예상된다. **KIST**



KIST유럽연구소 에너지랩
-Transfercenter Sustainable Electrochemistry 연구원들

03 TePRI 休

01. 소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기

세계사 속 과학 연구 지원 체제 - 그들이 지향한 연구지원의 본질은 무엇이었는가?

02. 이달의 추천도서

과학자의 생각법



01

세계사 속 과학 연구 지원 체제

그들이 지향한 연구지원의 본질은 무엇이었는가?

TePRI 休

이혁성

정책기획팀
h.lee@kist.re.kr

한원석

정책실
g16501@kist.re.kr

흔히 과학기술 연구지원체제라고 하면, 우리는 정부의 국가연구개발사업과 대기업의 자체 연구개발을 떠올리기 쉽다. 정부가 R&D에 투자하는 이유는 국민 삶의 질 향상, 기초 학문 육성, 환경 변화 대응, 산업 혁신을 통한 경제 발전 등이다. 반면 대기업은 이윤 창출을 목적으로 기업 내부의 연구를 지원하고 있다. 그렇다면 과거의 사람들은 무엇을 위해 연구를 지원했을까? 오늘날의 우리와는 다른 목적으로 연구를 지원했던 과거의 흥미로운 사례들을 살펴보자.

14~15세기 이탈리아 인문주의자들은 높은 학문적 성취를 이룬 고대와 자신들의 시대 사이에 낀 중세를 '암흑 시대'로 부르며 저평가했으나, 중세의 사람들도 의미 있는 연구를 진행했다. 아직 과학이 철학으로부터 분리되지 않았던 중세에는 자연철학이라는 이름 아래 자연을 이해하기 위한 연구가 진행되었다. 로마 제국의 동서 분단 이후 서유럽 사람들은 플라톤·아리스토텔레스 등 고대 그리스 학자들이 남긴 문헌들을 접하기 어려웠다. 이 문헌들은 동쪽의 이슬람 문명에 전해졌다가 번역되어 12세기경 서유럽에 들어왔다. 중세의 자연철학 연구는 이 문헌들을 검토하며 진행되었다. 플라톤 철학의 핵심은 이상적인 모습을 뜻하는 형상(또는 조물주)과 이것의 불완전한 복제물인 질료를 명확히 구분하는 데 있다. 이러한 구분법은 고대부터 중세에 이르기까지 서서히 영향력을 키워온 기독교 교회의 입장에서 보았을 때 창조주의 존재를 뒷받침해줄 것처럼 보였다. 실제로 플라톤주의를 기독교에 적용하려는 적극적인 움직임은 오래 전부터 있었다. 이에 반해 아리스토텔레스의 자연철학은 기독교에 위협적으로 보였다. 그가 형상과 질료라는 단어들을 플라톤과 완전히 다른 뜻으로 사용했기 때문이다. 아리스토텔레스에 따르면, 형상은 사물의 속성이고, 질료는 형상의 토대이므로 둘을 분리할 수 없다. 하지만 아리스토텔레스의 자연철학은



거부하기 어려울 정도로 강력한 설명력을 지녀 교회가 무시할 수 없었다. 결국 기독교 교리에 부합하도록 아리스토텔레스의 자연철학 일부를 재구성하는 연구와 함께 그의 자연철학에 어울리도록 성경을 재해석하는 연구가 진행되었다. 중세의 교회는 기독교와 아리스토텔레스 자연철학 사이의 정합성을 높이려는 명확한 목적을 갖고 연구를 지원했다. 일례로 알베르투스 영혼이 육체(질료)로부터 분리되며 불멸한다는 기독교의 교리를 지키기 위해, 영혼이 육체의 형상은 아니지만 육체에 속성을 부여하는 형상의 역할을 한다는 식으로 아리스토텔레스 자연철학의 일부를 재구성했다.

“목성의 모습을 보면 누구나 전하의 부드럽고 온화한 영혼, 호감을 주는 태도, 빛나는 왕의 혈통, 위엄 있는 행동, 다른 이들을 지배하는 폭넓은 권능을 알아보게 될 것입니다.” 옛날의 신하라면 누구라도 했을 법한 비유적인 아부이다. 그런데 이 말의 화자는 그 유명한 갈릴레오 갈릴레이였고, 청자는 르네상스 시절부터 예술의 후원자로 유명한 메디치 가문의 코시모 2세였다.

과학혁명기의 귀족은 대중에게 스스로를 창의적이며 힘있는 존재로 나타내려고 학문적 결과물을 현정하는 연구자를 지원했다. 재정적으로 여유롭지 않았던 갈릴레오가 메디치 가문의 지원을 받고자 노력했던 여정은 귀족이 연구를 지원한 목적을 잘 보여준다. 갈릴레오는 코시모 1세의 출생을 천체와 연관지어 점성술적으로 표현한 천궁도(天宮圖)가 목성과 관련이 있음을 알아차렸다. 마침 목성 주위를 도는 4개의 위성을 발견한 갈릴레오는 이 위성에 ‘메디치 별(Medicea Sidera)’이라는 이름을 붙였다. 이후 메디치는 파두아 대학의 교수였던 갈릴레오를 궁정의 자연철학자로 선발했다. 그런데 당시의 연구 지원이 주기적이지는 않았다. 실제로 연구자의 여러 제안들 중 어떤 것은 귀족으로부터 퇴짜를 맞았다. 재정적으로 지원할 것인지 여부는 오직 연구 지원의 목적을 달성했는지를 결정하는 귀족에게 달렸던 것이다.

역사적으로 과학기술은 전쟁에 이용되어왔지만, 세계 대전 시기는 특히 그러했다. 군대는 기업과 대학을 서서히 끌어들이며 군산학복합체를 만들었다. 이러한 구성은 요즘의 산학연 협력과 비슷하게 보이지만, 군산학복합체는 전쟁 승리라는 목적을 명확히 했고 기술의 완성은 그것을 위한 수단이었다. 1차 세계 대전을 거치며 미국 정부는 전쟁과 밀접하게 관련된 항공산업의 연구개발을 위해 때로는 기술개발의 결과물을 사들이기도, 때로는 직접 연구개발을 지원하기도 했다. 두 번의 세계대전 사이에 미국의 육군과 해군은 각각 항공 연구본부를 설립했으며, 대학은 항공역학에 대한 기초연구를 진행했다. 1941년 루스벨트 대통령은 과학연구개발국(Office of Scientific Research and Development, OSRD)을 신설해 군대의 후원을 받는 모든 연구를 조율했다. 2차 세계 대전이 끝나갈 때쯤 물리학자 케네스 베인브리지 시범 폭발을 통해 원자폭탄의 파괴력을 확인한 후 “음, 이제 우리는 모두 개OO들이야.”라며 자신을 비속어로 표현한 대목은 군산학복합체가 연구를 지원한 목적이 얼마나 충실히 달성되었는지를 역설적으로 보여준다.

한편, 2010년대에 들어서면서부터 새로운 연구 지원 주체가 등장했다. 바로 시민이다. 스타트업 투자를 위한 기존의 크라우드펀딩 사이트들이 연구 지원이

라는 전에 없던 새로운 목적을 위해 쓰이기 시작했으며, 연구 지원을 위한 크라우드펀딩 사이트가 새로 생겨나기도 했다. 시민들이 직접 연구를 하는 것은 시간적·환경적으로 어렵다. 자신을 대신하여 과학자들이 연구할 수 있도록 십시일반으로 지원하는 시민들의 움직임이 나타나고 있다. 기존의 연구 지원 체제에 일어나고 있는 이러한 변화는 작고 느린 출발 일지라도 이미 시작되었다. 시민들은 다양한 사람들로 구성된 만큼 그들이 과학자를 지원하는 목적은 다양할 것이다. 그리고 다양한 목적은 정부와 대기업이 미처 다루지 못한 부분을 채울 수 있기에, 이러한 움직임에 주목할 필요가 있다. **kt**

참고자료

- 데이비드 C. 린드버그 지음, 이종흠 옮김 (2005) 서양과학의 기원들, 나남
- 로버트 그린 지음, 안진환, 이수경 옮김 (2009) 권력의 법칙
- 루스 슈워츠 코완 지음, 김명진 옮김 (2012) 미국 기술의 사회사, 궁리
- 피터 보울러, 이완 리스 모리스 지음, 김봉국, 홍성욱 책임 번역 (2008) 현대과학의 풍경 1, 궁리
- 피터 보울러, 이완 리스 모리스 지음, 김봉국, 서민우, 홍성욱 책임번역 (2008) 현대과학의 풍경 2, 궁리
- 홍성욱, 서민우, 장하원, 현재환 (2016) 과학기술과 사회, 나무나무
- Schweber, Sylvan S. (2000) In the Shadow of the Bomb: Bethe, Oppenheimer, and the Moral Responsibility of the Scientist. Princeton, NJ: Princeton University Press

02

과학자의 생각법

TePRI 休

박연수

정책실
ys00@kist.re.kr

>>> 도서소개

저자 로버트 루트번스타인은 미시간주립대 교수로, '천재 기금'이라고도 불리는 맥아더 펠로우십의 수상자다. 많은 독자들의 사랑을 받았던 <생각의 탄생>에 이어 집필한 <과학자의 생각법>은 위대한 과학자들의 창의성, 관찰력, 통찰력 등이 빛나는 순간을 가상의 과학자 여섯 명의 토론회 형식으로 다루고 있다. 역사를 바꿀 정도의 최고 과학자들이 남긴 실험실 노트, 일기, 자서전, 논문 등을 통해 과학자들이 어떻게 문제를 인식하고 돌파구를 찾아 새로움을 발견하는지 그 과정을 탐구한다. 이 책은 선도형 R&D를 추구하는 과정에서 생각의 벽에 부딪히거나 문제의 늪에서 헤매는 연구자들에게 많은 시사점을 줄 것이다.

>>> 주요 내용

과학자와 미(美)의 관계

- 미술과 공예가 과학기술자에게 유용함을 예술적 성향을 가진 과학자를 통해 제시
- 케쿨레(건축가), 파스퇴르(화가), 오귀스트 로랑(화가이자 음악가)
- 미적 감각은 개인적 표현의 원천일 뿐만 아니라 비논리적이지만 세계를 이해하도록 돕는 합리적인 생각도구임
- 상상력을 계발하기 위해서는 생각도구*를 훈련하는 과정이 필요하지만 표준 과학교육에서는 훈련의 과정이 이루어지지 않음

*생각도구란, 상상력을 훈련할 수 있는 도구로, 유형 형성, 시각적 사고(3차원을 넘어 4차원 n차원까지), 모형화(정신적 · 물질적), 운동 감각적 사고, 수동적 조작, 미학을 포함

과학자와 과학사 · 철학의 관계

- '과거'에 대한 지식과 방법론에 대한 질문이 우리가 발견하고자 하는 대상을 결정함
- 다양한 전통과 철학은 미래 문제를 다루는 일에 필요하므로 닫힌 상자에 갇히지 않도록

철학, 패러다임,
전통을 보존해야 함

- 과학자를 만드는 요소는 해답이 아니라 질문임
- 오늘날의 철학자, 과학자는 대개 명문화된 해답만을 가장 중요하게 여기는 오류를 범하고 있음

탐사 연구에 있는 장애물과 장려책

- 현 체제는 탐사 발견을 산출하는 조건인 나이, 교육, 고용 상태, 연구비, 장비, 조직, 계획, 동료 평가에 실패
- 하지만 돈, 장비, 시설, 동료평가 위원회 등이 아닌 순수한 호기심으로부터 발견과 발명이 시작될 수 있음을 이해할 필요

“과학 연구에서 수단은 그리 중요하지 않다.
사람이야말로 중요한 모든 것이다.”

- 라몬 이 카할

발견을 위한 전략 매뉴얼

- 논의한 사항들을 바탕으로 개척하는 연구에 유용한 전략들을 제시 :
- 영(Young)의 원리: 쓸모없는 재능이나 기술을 갖추지 마라. 제대로 깊이 있게 배우고, 배움의 폭을 넓혀야만 통찰을 얻을 수 있다는 원리
- 케터링(Kattering)의 원리: 직접 경험을 선호 하며 탐구자로서 일단 행동해야 한다는 원리
- 디스레일리(Disraeli)의 원리: 별나게 행동해야 우연한 발견에 다가간다.
- 트루스델(Truesdell)의 조언: 많이 시도하라. 독특해지는 가장 유용한 방법은 탐구의 달인을 모방하는 것이라는 조언
- 폴링(Pauling)의 원리: 성공의 열쇠는 시행 착오에 있으므로 수많은 생각을 떠올리고 나쁜 생각을 버리라는 원리 **ktg**



TePRI

REPORT

Technology
Policy
Research
Institute