

# K-Tech의 미래를 여는 최고의 혁신 플랫폼 koita

대한민국 기업이 힘차게 뛸 수 있도록  
기업의 기술혁신을 지원하고  
지속 가능한 성장 환경을 만들어갑니다.



# 선행기술조사 · 특허동향분석 패키지 서비스

정부R&D과제 수행 시, R&D 기획 시 특정기술 분야에 대한 중복성, 유사성, 기술적 차별성 등을 선행기술조사 보고서를 통해서 확인해 보세요

그리고 하나 더!

관련 기술분야에 대한 특허동향, 선도기업, 핵심 연구자, 키워드 등을 포함한 특허동향분석(정량분석)보고서를 동시에 빠르게 받아보실 수 있습니다

## KIPRO의 선행기술조사

신청기술과 기존의 유사도를 비교하며 주요 선행기술이 반영된 선행기술조사를 글로벌 특허대상으로 빠르고 정확하게 분석함으로써, 신뢰도 높은 선행기술조사 보고서 제공

요약, 청구항 상세설명 등 포함, 5개국(한국, 미국, 중국, 일본, 유럽, 국제) 특허대상 조사

## KOITA의 특허동향분석

신청기업의 기술분야에 대한 특허동향(출원, 등록 등), 키워드 분석(급상승 키워드, 신규 키워드 등), 기술관련 선도기업분석, 핵심 연구자 등이 포함된 정량분석 보고서 제공

5개국 IP 데이터, 300만 개 특허 보유기업, 4,000만 명 핵심 연구자 등 AI 기반 특허 빅데이터 활용

## 서비스 주요내용

선행기술조사 유형 (택 1)	1. 정부 R&D 과제용 - 정부 R&D 과제 신청 수행 시 선행특허 관련성 검토, 중복성, 기술적 차별성 등 확인 2. R&D 기획용 - R&D 기획 시 특정기술분야, 연구테마와 관련된 선행특허, 주변기술정보 등 조사
특허동향분석	관련기술대상 2개 이내 분석(산기협 특허 분석 서비스)
보고서 분량	50p 내외
소요기간 (근무일 기준)	10일 이내
금액 (VAT 별도)	50만원 (산기협 회원사), 70만원 (산기협 비회원사)

## 신청 및 서비스 절차

### 서비스 신청

- 신청서(요약서) 작성
- 온라인신청

### 사전 상담

- 요약서 문의 및 보완
- 요청사항 파악 등

### 보고서 작성

- 선행기술조사(KIPRO)
- 특허동향분석(KOITA)

### 보고서 확인

- 근무일 기준 10일

- 서비스 신청은 산기협 홈페이지 > 회원사지원 > 정보마당 > 특허분석 서비스 > 선행기술 및 분석 서비스를 통해 신청하실 수 있습니다.
- 서비스 신청 전, 첨부된 신청서(기술요약서) 작성하여 온라인 신청 시 첨부해 주시기 바랍니다.
- 신청서는 작성 가능한 부분만 기재하셔도 되며, 신청 후 사전상담을 통해 기술분야 파악 및 보완해 드릴 예정입니다.
- 사전 상담은 결제 이후 진행 되며, 사전상담 이후 신청(결제) 취소가 불가하오니 참고하여 주시기 바랍니다.
- 서비스 소요기간은 사전 상담 후 기술조사 범위에 따라 일부 연장될 수 있습니다.

## 9·10월 회원지원 교육 프로그램

기술혁신 Part			
과정명	일시	장소	교육비
MZ세대를 위한 R&D 조직관리와 성과관리	9.4(월) 10:00~17:00	산기협 대강당	무료
R&D 기획과 기획서 작성	9.5(화) 10:00~17:00		
창의적 문제해결기법-트리즈	9.8(금) 10:00~17:00		
특허관리 실무	9.15(금) 10:00~17:00		
미래환경변화와 기술예측	10.5(목) 13:00~17:00		
정부 R&D 사업/과제 계획서 작성실무	10.17(화) 10:00~17:00		
기술의 사업성분석과 사업화 전략	10.20(금) 10:00~17:00		

경영지원 Part			
과정명	일시	장소	교육비
인사관리 실무(중급)	10.11(수) 10:00~17:00	산기협 대강당	무료
전략적 기획과 보고서문서작성	10.19(목) 10:00~17:00		
노무관리	10.24(화) 10:00~17:00		

재무세무 Part			
과정명	일시	장소	교육비
수출입 세무회계 실무	9.1(금) 10:00~17:00	산기협 대강당	무료
재무관리 실무	9.6(수) 10:00~17:00	산기협 대강당 / 산기협 YouTube채널	
원가계산 및 분석 실무	9.14(목) 10:00~17:00	산기협 대강당	
연구개발비 및 정부출연금 세무회계처리 실무	10.31(화) 10:00~17:00		

직무역량 Part			
과정명	일시	장소	교육비
성과 UP 팀장 능력개발	9.13(수) 10:00~17:00	산기협 대강당	무료
잡 크래프팅(JOB Crafting)-업무변화 및 관리능력개발	10.6(금) 10:00~17:00		
성과 UP 팀원 능력개발	10.25(수) 10:00~17:00		
목표달성을 위한 전략적 소통	10.26(목) 10:00~17:00		
성공하는 프레젠테이션 스킬	10.27(금) 10:00~17:00		

심화과정 Part			
과정명	일시	장소	교육비
KIST-KOITA 무기분석 전문과정	9.6(수)~9.8(목) 09:30~17:30	KIST	회원 35만원 비회원 55만원
KIST-KOITA 표면분석 전문과정	9.6(수)~9.8(목) 09:30~17:30	KIST	회원 35만원 비회원 55만원
R&D전략과 신제품 발굴	9.11(월)~9.13(수) 10:00~17:00	산기협회관 아너스홀	회원 30만원 비회원 50만원
R&D프로젝트 매니저(PM)	9.18(월)~9.20(수) 10:00~17:00	산기협회관 아너스홀	회원 30만원 비회원 50만원
KISTI-KOITA HEMOS-Fluid 활용을 통한 공학분야 시뮬레이션 과정 이해	9.21(목)~22(금) 09:00~17:00	KISTI 본원	회원 25만원 비회원 45만원
연구개발회계 실습 심화과정	10.11(수)~10.13(금) 10:00~17:00	산기협회관 아너스홀	회원 30만원 비회원 50만원
IP R&D 특허실무 심화과정	10.19(목)~10.20(금) 10:00~17:00	판교	회원 25만원 비회원 45만원
실전 R&D비즈니스 협상스킬향상 전문과정	10.23(월)~10.24(화) 09:00~18:00	산기협회관 아너스홀	회원 25만원 비회원 45만원
사업장 근로감독 대응을 위한 핵심 인사노무관리 실무교육	10.26(목)~10.27(금) 10:00~17:00	안산	회원 25만원 비회원 45만원

\* 상기 일정 및 강연은 사정에 따라 변동될 수 있습니다.

신청방법 ▶ www.koita.or.kr 또는 한국산업기술진흥협회 App에서 교육신청

문의처 ▶ 한국산업기술진흥협회 인재개발서비스팀 TEL: 02-3460-9138, 9135



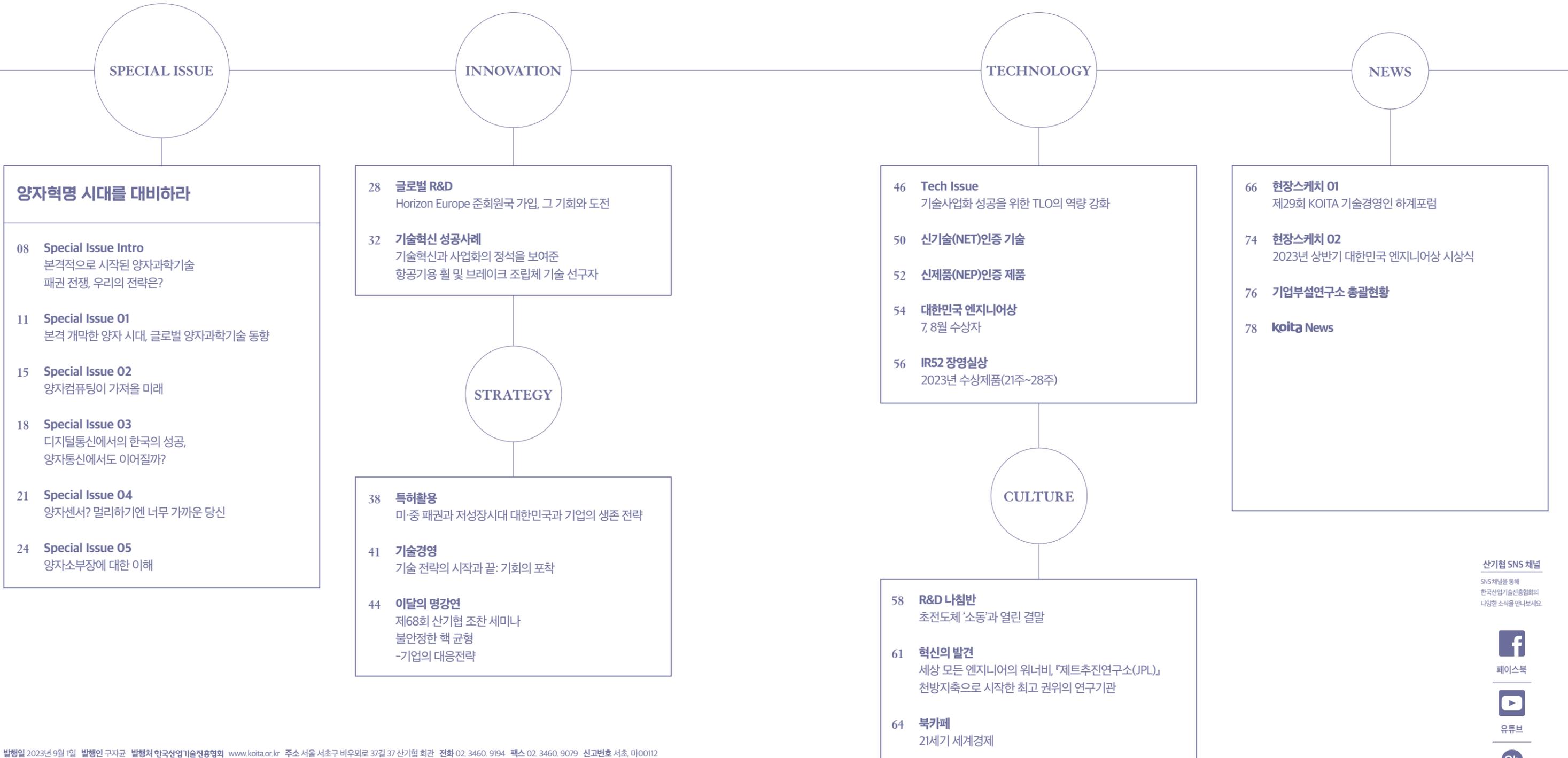
# Contents

VOL. 461 SEPTEMBER · OCTOBER 2023



스마트폰이나 태블릿 PC 등의 QR코드 인식 애플리케이션으로 QR코드를 스캔하시면 「기술과혁신」을 웹진으로 보실 수 있습니다.

「기술과혁신」에 실린 글의 내용은 한국산업기술진흥협회의 공식 의견과 다를 수 있습니다. 또한 게재된 글과 사진은 허가 없이 무단으로 사용할 수 없습니다.



산기협 SNS 채널

SNS 채널을 통해 한국산업기술진흥협회의 다양한 소식을 만나보세요.



페이스북



유튜브



kakao 카카오톡 채널

# QUANTUM

양자혁명 시대를  
대비하라

# TECHNOLOGY

## SPECIAL ISSUE

현재 미국을 필두로 주요 선진국에서는 양자기술 선점을 위해 국가 차원의 전략을 강화하고 있는 추세이며, 우리나라는 미국에 이어 세계에서 두 번째로 양자법 제정을 추진하고 있는 상황이다. 양자역학을 적용한 양자컴퓨터와 양자센서, 양자통신 등은 미래 '게임체인저'로 떠오르고 있다. 하지만 한국은 양자 분야에서 이렇다 할 존재감이 없고, 기술 수준은 선진국 대비 62.5% 선에 불과하다. 이에 이번 호에서는 양자기술에 대한 우리의 현실과 전략에 대해 살펴보고, 더 나아가 양자컴퓨팅·양자통신·양자센서·양자소재부품장비 산업의 현재와 미래에 대해서도 이야기해 보고자 한다.

08.

본격적으로 시작된 양자과학기술  
패권 전쟁, 우리의 전략은?

11.

본격 개막한 양자 시대,  
글로벌 양자과학기술 동향

15.

양자컴퓨팅이 가져올 미래

18.

디지털 통신에서의 한국의 성공,  
양자통신에서도 이어질까?

21.

양자센서?  
멀리하기엔 너무 가까운 당신

24.

양자소재부에 대한 이해

# 본격적으로 시작된 양자과학기술 패권 전쟁, 우리의 전략은?



글. 한상욱  
한국과학기술연구원(KIST)  
양자정보연구단장

한국과학기술원(KAIST)에서 전기 및 전자공학 박사 학위를 취득했다. (주)픽셀플러스, 삼성종합기술연구원을 거쳐 현재 KIST에서 연구원으로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 양자통신, 양자컴퓨팅, 양자센싱 시스템 개발이며, 최근에는 양자집적소자 기반 시스템 연구에 집중하고 있다.

## 과학에서 산업으로 전환되고 있는 양자기술

필자는 2~3년 전부터 ‘양자’라는 용어가 더 이상 낯선 용어가 아닌, 익숙한 용어로 여러 과학기술인에게 다가가기를 희망해 왔다. 우리는 ‘1+1=2’라는 단순한 산수를 엄밀한 정수론에 입각하여 일상생활에서 증명하며 사용하지 않는다. 마찬가지로, 양자를 전공하지 않은 이들은 직관적인 상식으로는 이해하기 어려운 양자 현상에 대해 ‘왜 그럴까?’라는 의문에 대한 답을 찾으려고 처음부터 너무 애쓰지 않았으면 한다. 대신에 양자 현상은 자연에 엄연히 존재하는

그림 1 | 양자기술 분류 : 응용 분야를 중심으로 양자컴퓨팅, 양자통신, 양자센싱

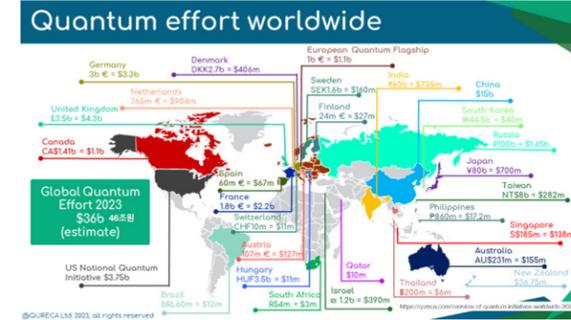


현상이라는 사실을 받아들이고, 새롭고 특별한 현상을 이용하여 기존에 불가능했던 것들을 가능하게 만드는 일에 더 많은 지식을 발휘했으면 좋겠다.

양자과학기술 연구는 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. ‘양자’ 자체를 연구하는 양자과학연구와 ‘양자 현상’을 이용하여 새로운 기술을 개발하는 양자기술연구가 있다. 대표적으로 ‘중첩’과 ‘얽힘’으로 대표되는 특이한 양자 현상을 어떻게 만들 수 있는지, 그 현상을 오래 지속할 수 있는 방법은 무엇인지 등에 대해 여러 이론을 만들고 기초 실험을 통해 확인하는 것이 양자과학연구이다. 반면에, 여러 매체에 회자되고 있는 양자컴퓨팅, 양자통신, 양자센싱과 같은 연구들은 양자 현상을 이용하여 우리 삶에 긍정적인 변화를 가져올 수 있는 응용기술을 개발하는 양자기술연구이다.

최근, 우리의 삶에서 느낄 수 있는 ‘양자’로 다가가기 위한 양자기술연구가 급속도로 발전하고 있다. 아직 여러 논란이 있는 것은 맞지만, 구글과 IBM이 슈퍼컴퓨터보다 빠른 계산을 하는 양자컴퓨팅을 실현했다고 하고, 중국은 양자암호를 중요 통신망에 사용하고 있어서 미국의 전방위적인 도청에 안전하다고 얘기한다. 하지만, 지금까지 일반 대중은 ‘양자’ 기술의 효용을 체감하지 못하고 있는데, 이는 아직 본격적인 산업화가 이루어지지 못했기 때문이다. 아직은 산업의 극초기 단계라 평가할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 멀게만 느껴졌던 양자기술이 상대적으로 쉽

그림 2 | 전 세계 양자기술 투자 동향(from QURECA 2023)



게 접할 수 있게 된 변화의 이유는 ‘기술의 잠재적인 파급력’ 때문이다. 양자기술은 단순히 기존 기술을 향상시키는 것이 아닌, 기존에 불가능했던 일을 가능하게 하는 혁신적인 발전을 가능하게 한다는 점에서 잠재력이 있다고 인정받고 있다. 양자기술이 패러다임을 바꿀 정도로 큰 위력을 가진 분야라는 것을 단적으로 보여주는 기고문이 있었는데, 2018년 5월에 워싱턴포스트지에 미국 남가주 대학, USC 총장이 기고한 글이다. 주요 내용을 요약하면, 현대 사회의 기술 패권은 누가 뭐래도 미국이 가지고 있는데 그 근원적인 힘은 60년대, 70년대 치열하게 전개된 미소 우주기술 전쟁에서 미국이 승리했기 때문이다. 그때 개발된 수많은 기술이 현재 기술 패권을 지탱하는 핵심 기술들이다. 그런데 향후 30년 후 기술 패권을 좌지우지할 만한 새로운 기술이 나타났는데 그것이 양자기술이다. 그런데 지금 미국의 양자기술이 중국에 뒤쳐지고 있다. 전략적인 투자와 정책을 통해 양자기술 우위를 확보해야만 하는 시점이다. 이 기고문이 담고 있는 의미에 동의해서인지 당시 트럼프 정부에서 민주, 공화 양당이 참여하게 대립하고 있었음에도 양당 공동 법안으로 양자법이 제정되었고, 이를 바탕으로 본격적인 정부 투자와 정책이 집행되고 있다. 그리고 이와 같은 인식은 비단 미국과 중국만 가지고 있는 것이 아니라 우리가 이름을 들어봤음직한 거의 모든 나라들이 양자기술 육성 정책을 앞다투어

내놓고 있고, 전략기술로 육성하고 있는 것으로 판단컨대 세계 대부분의 국가에서 이 기술의 잠재적인 파급력에 동의하고 있음을 알 수 있다.

산업적인 관점에서 기술의 파급력과 효용에 대해 구체적인 예를 드는 것은 쉽지 않은 일이다. 컴퓨터가 없던 시절에, 컴퓨터가 있는 현재 세계를 상상하기 어려웠듯이, 양자기술이 어떤 영향을 미칠지를 정확하게 예측하는 것은 쉽지 않은 일이다. 다만, 여러 국가의 비전 발표자료와 시장 조사 기관 자료들을 보면 대략적인 예상해 볼 수 있다. 현재 연구개발 수준에 비춰볼 때(한 명의 연구자로서 언제가 될지는 아직 잘 모르겠지만), 양자기술이 충분히 발전한다면 다음과 같은 장밋빛 전망이 가능하다. 예를 들어, 모든 문제에 대해서는 아닐지라도 기존의 컴퓨터로는 계산이 불가능했던 문제를 양자컴퓨팅이 풀 수 있다. 그런데 그 특정 문제가 단순히 중고등학교 수학 문제를 푸는 것이 아니고, 암호를 해킹할 수 있는 문제라고 한다면 매우 큰 파장을 초래하게 될 것이다. 또한, 새로운 종류의 감염병이 나타났을 때, 이를 치료하기 위한 신약 개발을 양자컴퓨팅을 이용해 빠르고 정확한 계산을 통해 경쟁 기업보다 앞서 개발한다면 기업 경쟁력을 확고히 할 수 있을 것이다. 마찬가지로 원자 단위의 양자화학 계산이 필요한 신소재 개발 시 양자컴퓨팅을 통해 후보 물질을 더 빠르게 찾아 개발 기간을 단축한다면 사회 수요에 발빠르게 대응하는 경쟁력을 갖게 될 것이다. 양자컴퓨팅의 장점으로 인지하고 있는 최적화 문제를 유통 경로, 교통 관리 부문에 적용한다면 새로운 산업적 가치를 창출할 수 있을 것이다. 기존 레이더 기술로는 감지할 수 없었던 스텔스 전투기를 양자레이더로 검출한다면, 이 또한 국방 안보 시장에 큰 영향을 끼치게 될 것이고, 양자센서를 이용해서 지금보다 훨씬 더 정밀한 촬영이 가능한 영상진단장치를 개발한다면 의료 산업에 획기적인 변화를 견인할 것이다. 이 외에도 다양한 응용 분야를 집단 지성을 통해 충분히 만들어 낼 것으로 생각된다. 마지막으로 다시 한번 한가지 꼭 언급하고 싶은 점은 기술 자체

그림 3 | 100년간의 기초 원천 연구에서 양자산업으로의 전환기



가 매우 난이도가 높기 때문에 아직까지 실현되려면 많은 시간이 필요할 수도 있다는 점이다. 물론, 반대로 생각하면, 그렇기 때문에 여러 기업들에 아직도 기회는 남아 있을 것으로 판단할 수 있다.

전 세계 주요국들은 앞다투어 양자기술을 국가 전략 기술로 지정하고 육성하고 있다. 아직 기술적인 면에서 잠재력만 확인되고 본격적인 산업화가 이루어지지 않았음에도 불구하고 집중 지원을 하고 있는 것이다. 양자 과학연구가 시작된 유럽은 전통적으로 국가 간의 경계가 없는 공동 연구 프로그램을 통해 협력 연구를 진행해 왔다. 그러다가 약 10여 년 전부터 진행해 오던 공동 연구 프로그램은 계속해서 지원하면서, 개별 국가별로 별도의 육성 정책들을 내놓고 있다. 필자는 본 현상이 기초 원천 연구에서 산업화 연구로 넘어가고 있는 증거라고 생각한다. 기업 경쟁력, 국가 산업 경쟁력, 더 나아가 안보 문제까지 영향을 미칠 수 있는 양자 산업 시장이 열렸을 때 주도권을 가져야 한다는 판단을 하고 있기 때문이라 생각한다.

이러한 시점에 안타깝게도 우리나라 연구 수준은 기술 선도국가에 비해 매우 낮다. 대략 60~70% 수준이라는 것이 일반적인 견해이다. 특히 기초 원천 양자과학연구 수준은 기술 격차가 더 큰 것이 현실

이다. 더욱이, 기술 초기 단계에서 가장 중요한 인적 자원도 절대적으로 부족하다. 대략 양자과학기술 전문가의 수는 300여 명 정도로 추산된다. 하지만, 기초과학 연구에서 산업화 초기 단계로 진입하고 있는 현재 시점은 우리나라가 기술 격차를 빠르게 추격할 수 있는 기회를 잡을 수 있는 시기라고 생각된다. 산업화로 가기 위해서는 실제로 양자신호를 다룰 수 있는 소자와 시스템 기술이 필수적인데, 우리나라는 양자소자를 만드는 반도체 공정 기술과 양자시스템을 만드는 제조업 기술에 강점이 있기 때문이다. 또한 양자기술의 주요 응용 분야들이 ICT 기술인데, 우리나라는 ICT 인프라 강국의 위치를 가지고 있다. 인력 부분에서도 기존 산업 분야의 전문 엔지니어들이 양자기술에 대한 기본적인 소양만 배양할 수 있다면 산업화에 필요한 인력을 빠르게 확보해 나갈 수 있을 것이다. 우리나라의 강점 기술을 바탕으로 기술을 빠르게 추격하고 지속적이고 장기적인 투자를 통해 기초 원천기술을 꾸준히 연구하고 관련 인력들을 배출한다면 다가오는 양자산업 시대에 기술 주도 국가로 발돋움하는 것이 가능할 것이다. 국가의 전체적인 전략안에서 개별 기업들의 적극적인 참여와 기회 발굴이 필요한 시점이다. **기술혁신**

SPECIAL ISSUE 01

# 본격 개막한 양자 시대, 글로벌 양자과학기술 동향



글. 이정원  
한-EU 양자과학기술협력센터 (KE-QSTCC) 센터장

서울대 기술경영경제정책 대학원에서 박사 학위를 취득했다. LIG 넥스원에서 선임연구원으로 근무하였으며, IITP에서 ICT 정책기획과 양자 기술기획을 담당했다. 현재는 KE-QSTCC 센터장으로 재직 중으로, 주요 연구 분야는 양자과학기술 기획, 국제협력, 기술정책 분석 등이다.

## 양자과학기술 선점을 위한 주요국의 본격적인 기술 패권 경쟁 시작

기술 선도국은 양자과학기술을 미래 게임체인저, 국가안보 전략기술로 인식, 2010년 중반부터 국가적 차원의 정책적 지원과 중장기적 기술 로드맵을 제시하고, 대규모 연구개발 투자로 양자기술 전략화 경쟁의 주도권 확보에 사활을 걸고 있다.

미국은 양자법(18)을 수립, 백악관 직속 국가양자조정실 이하 범정부적인 조직을 기반으로 '19년부터 '22년까지 지난 4년간 27.91억 달러(약 4조 원)를 투

자하고 있다. 미국 양자네트워크 전략 비전('20)을 통해 장기 20년간 양자네트워크 비전을 제시하였고, 양자컴퓨팅은 구글, IBM 등 글로벌 테크기업을 필두로 민간 중심의 기술 선점을 추진하고 있다.

유럽은 일찍부터 양자성명서('16), Quantum flagship('18~)을 추진하고, 2020년대에는 축적된 기초역량을 기반으로 양자컴퓨팅(EuroHPC), 양자통신(EuroQCI) 등 양자응용연구·상용화 접목을 진행 중이다. 또한, 영국은 국가양자기술프로그램(NQTP)으로 양자센서 허브를 운영('14~)하여 고전 센서의 한계를 넘어서는 양자센서를 개발 중이다.

중국 역시 양자 굴기를 위해 세계 최대 규모의 국립양자정보과학연구소 설립('17~) 등 '18~'22년간 1천억 위안(약 16.5조 원)의 적극적 투자를 하고 있으며, 유·무선 4,600km 양자암호통신 신기록을 세우며 양자통신 분야에 두각을 나타내고 있다.

이 외에도 일본, 독일, 프랑스, 캐나다 등 각국은 앞다투어 국가적 차원의 양자 전략을 제시하고 있다. 각국은 이를 근거로 연구개발 투자를 진행 중이며, 전 세계적으로 양자과학기술에 대한 투자 규모는 약 386억\$(QURECA, '23.7)로 추정되며 매년 빠르게 증가하고 있다.

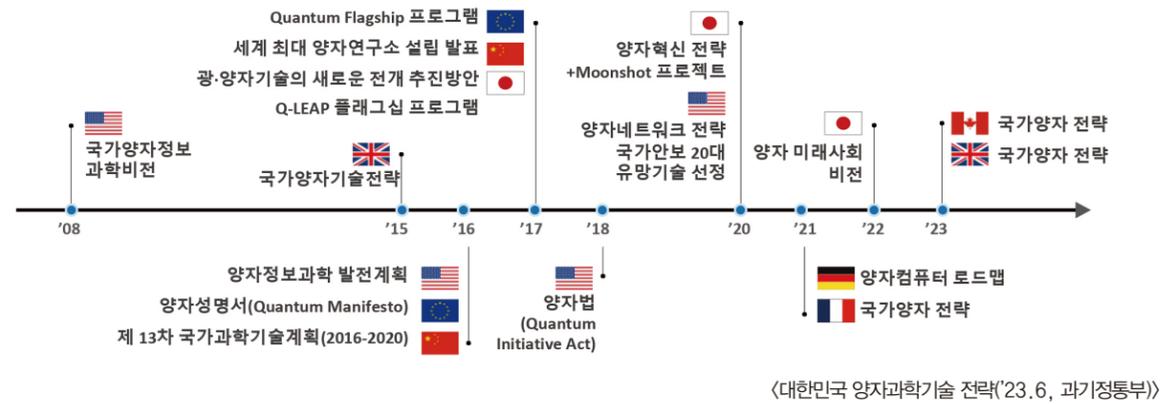
## 한발 늦었지만 우리도 양자과학기술 비전 제시, 국가적 역량 결집을 통한 대도약 모색

글로벌 기술 패권 경쟁 가속화에 대응하여 국가 전략 기술 육성방안('22) 마련, 12개 국가 필수전략 기술 중 양자기술을 **초 기술·초 산업의 공통 핵심 기술인 필수기반 기술로 선정하였다**. 또한, 올해 6월에는 '2035년 대한민국, 글로벌 양자경제 중심 국가로 도약' 비전을 제시하고 양자경제 실현을 위한 3단계 발전 전략과 7대 추진전략을 수립하였다.

국내 정부 양자 연구개발 투자는 '19년 양자기술 전용 사업 신설 후 '19년 106억 원에서 '22년 699억 원으로 증가 추세이다(KISTEP, '22). 다만 여전히



그림 1 | 국가별 양자과학기술 주요 정책 및 프로그램 현황



국내 정책	내용
양자기술 연구개발 투자전략 ('21.4)	■ 양자를 활용한 컴퓨팅, 통신, 센서 분야의 원천기술 개발, 인력양성, 인프라 확충 등 양자 전략기술 확보 방안을 제시
국가전략기술 육성방안 ('22.10)	■ 12대 국가전략기술과 50대 세부 중점기술 제시하였으며, 필수기반 기술로 양자 포함
양자기술 전략로드맵 ('22.12)	■ 2030년 양자기술 4대 강국 진입을 위한 전략적 지원방안 및 기술개발 로드맵 수립
양자과학기술 비전 ('23.6)	■ 양자과학기술에 대한 중장기 비전과 종합적인 발전 전략을 담은 양자과학기술 분야의 국가 전략을 제시

주요국 대비 절대적인 투자 규모는 상대적으로 낮은 상황이다. 선도국이 대규모 R&D 투자를 통한 기술 선점 경쟁을 가속화 하는 상황에서 기술 추격의 골든 타임 확보를 위해서는 전략적인 대규모 투자가 필요하다.

**근미래 양자암호통신, 양자센서 기반으로 시장 성장 전망, 장기적으로 양자컴퓨팅이 시장 주도**

전 세계 양자기술 시장 규모는 '23년 기준 20.65억 \$ 수준에 불과하나, 타 산업과 융·복합 확산을 통해 높은 성장률(연평균 22.7%)로 급성장할 것으로 기대된다. 전략 컨설팅 기업 맥킨지(McKinsey)는 2040년대 양자컴퓨터는 90억\$~930억\$, 양자통신은 10

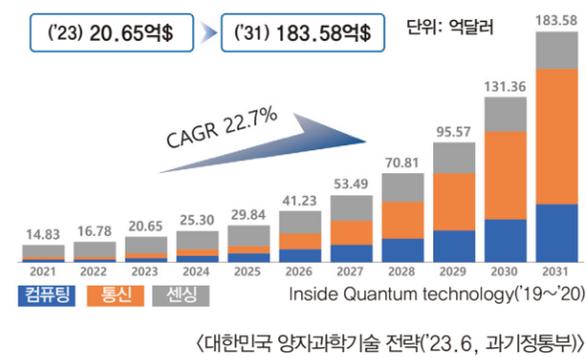
억\$~60억\$, 양자센싱은 10억\$~70억\$ 수준의 대규모 시장을 형성할 것으로 예측하였다('22.6).

양자시장의 활성화 시점은 단기적으로 양자통신·센싱 분야의 상용화가 먼저 시작되어 잠재적으로 여러 산업을 변화시킬 것으로 예상(맥킨지, '21.12)되며, 장기적으로 양자컴퓨팅 시장이 성장을 주도할 것으로 전망하고 있다. 최근 양자 분야 연구자 대상의 분야별 시장 형성 시점에 대한 설문조사(IITP, '22.7, 응답자 240명)에서 양자통신은 4~6년, 양자센싱은 7~9년, 양자컴퓨팅은 10~14년 내 활성화가 될 것으로 조사되었다.

세부 시장별로 양자통신은 양자암호통신 서비스와 양자난수 생성 칩셋 등 부품·장비 상용화 확산으로 시장이 급성장할 것으로 전망되며, 양자센싱은 자기장 센서, 원자시계 등 중심으로 국방, 산업과 융합하여 다양한 분야에서 시장을 형성할 전망이다. 양자컴퓨팅은 아직 개발 초기 단계로 초전도, 이온포획, 광자 방식에 집중되고 있으며, IBM, IonQ 등 글로벌 기업이 클라우드 서비스를 출시하여 자사 플랫폼 중심의 생태계 형성에 주력하고 있다.

양자과학기술은 먼 미래 기술이 아니라 근미래 상용화 가능성이 높은 기술이다. 글로벌 양자기술 패권 주도 및 양자시장 조기 선점을 위해 민관의 선제적 투자가 시급한 이유라고 볼 수 있다.

그림 2 | 양자과학기술 시장 성장 전망



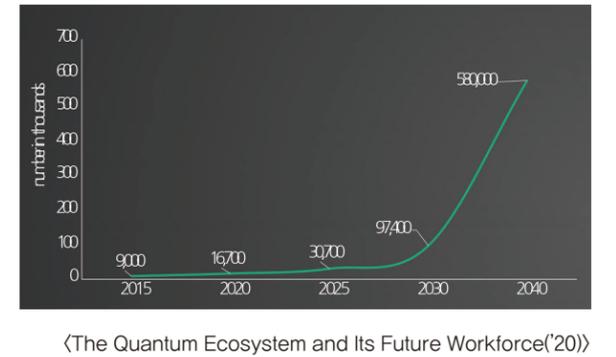
**양자과학기술의 초석, 양자인력 확보가 최우선 과제로 양자 핵심인력·엔지니어링 인력의 동시 육성 필요**

양자과학기술은 고전역학적 발상에서 벗어나서 새로운 사고를 해야 하는 학문으로 기존 인력의 전환 교육이나 핵심인력 양성이 쉽지 않은 분야이다. 더구나, 현재 양자 시장은 본격적인 형성 이전의 단계로 전 세계적으로 양자 전문인력 부족 현상을 겪고 있다. '25년 이후에 3만 명 이상의 기하급수적 양자인력 수요를 고려하면 양자인력 부족 현상은 더욱 심화될 전망이다.

국내 역시 양자 핵심인력은 산학연 전체 380여 명 수준이며, 시장과 연구 생태계가 미미하여 국내·외 우수 인재 확보에 어려운 상황에 놓여 있다. 다행히, 정부는 양자기술 연구개발 투자전략('21.4) 수립을 통해 인력양성을 강화하고 있으며, 최근 고려대('22년), 카이스트('23년) 주관의 양자대학원 신설, 교육·거점 센터(ITRC, SRC/ERC) 확대 등을 통해 양자 핵심인력과 융합인력을 집중 양성 중이다.

특히, 최근 발표한 양자과학기술 비전('23.6)에서는 7대 추진방향 중 양자인력 확보를 최우선으로 두고 있으며, ① 양자과학기술 인재 양성, ② 글로벌 양자과학기술 인재 선순환 체계 구축, ③ 초·중·고 양자인력 육성 저변 확대 등 3대 방향을 제시하고 있다. 양자과학기술 인재 양성을 위한 단계적인 육성

그림 3 | 양자기술로 창출되는 전 세계 일자리 수 전망



계획을 수립, '27년 700명(누적), '35년 2,500명(누적)을 목표로 하고 있다. 또한, 양자시스템 개발에 필요한 전기·전자, 시스템·제어 공학 기반의 엔지니어링 인력양성을 동시 추진할 계획이며, '35년까지 1만 명 수준의 양자 분야 종사자를 육성할 계획이다. 한편 인력양성의 선순환 체계를 구축하기 위해서는 연구자들이 가고 싶은 일자리 창출이 병행되어야 하며 산학연 간 긴밀한 협력이 필요하다.

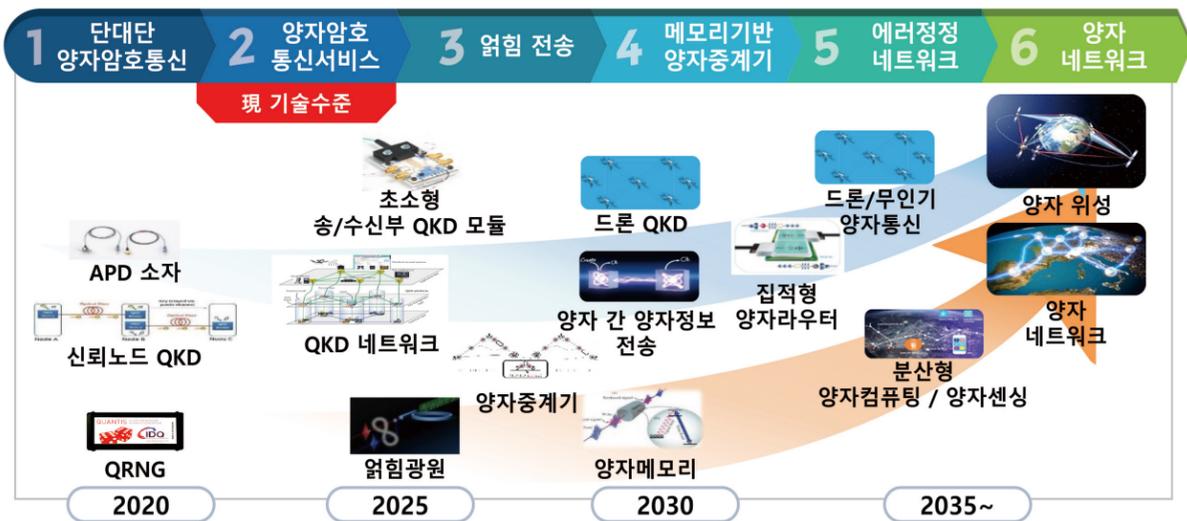
**다양한 큐비트 플랫폼 기술 간 경쟁 중, 향후 발전 양상에 따라 무빙타겟 전략으로 선택과 집중 필요**

양자컴퓨팅 기술은 '30년 후반에 본격 상용화가 예상되는 상황이며, 다양한 양자컴퓨팅 후보기술(플랫폼) 간에 경쟁 중이다. 현재는 초전도 방식과 이온트랩 방식이 기술적으로 앞서 있으나, 방식별 장·단점이 있어 기술발전 양상에 따라 주도 플랫폼이 바뀔 가능성이 있다. 또한, '30년대 오류 내성을 갖는 범용 양자컴퓨터가 개발되기 전까지는 오류를 포함한 중간규모 양자컴퓨터(NISQ)를 활용하는 혁신서비스 중심의 발전 가능성이 크다.

양자통신의 경우 현재는 양자암호키(디지털 정보 암호화)를 전송하는 양자암호통신의 거리·속도 성능 개선, 부품·장비 저가격화, 채널 다중화, 유·무선 커버리지 확대 등의 고도화 단계에 있다. 향후 단



그림 4 | 양자통신 기술발전 전망도



〈2022 양자통신 로드맵, IITP(22)〉

표 1 | 양자컴퓨팅 큐비트 플랫폼별 장·단점

초전도 소자	이온트랩	반도체 양자점
빠른 게이트 속도, 반도체 기술 활용	소자 안전성, 높은 신뢰도	소자의 안전성, 반도체기술활용
초전온 유지, 짧은 양자 상태 유지시간	느린 게이트 속도, 복잡한 레이저 장치	얽힘 구현 난이도, 초저온 유지
위상큐비트	고체결합	광자 기반
오류 미발생	상온 작동	제어와 전송 용이
구현가능성 미입증	얽힘 구현 난이도 높음	대규모 얽힘 생성 어려움

〈양자기술 연구개발 투자전략(안), 과기정통부(21.4)〉

계적으로 양자얽힘이 준비된 종단 간 양자정보를 교환하는 얽힘전송, 양자메모리 기반의 경로설정이 가능한 메모리 기반 양자중계기, 네트워크 전달과정에서 발생하는 오류보정이 가능한 에러정정 네트워크를 거쳐, 궁극적으로는 양자기기(양자컴퓨터, 센서 등) 간 양자정보 전송이 가능한 다양한 양자 네트워크(양자인터넷)로 발전이 예상된다.

양자센싱의 경우 양자 관성, 시간·주파수, 전자기장, 양자광학·계측 등 4대 플랫폼별 고전 센서의 한계를 극복하고, 성능을 극대화하는 방향으로 기술이 발전되고 있다. 현재는 양자 관성, 자기장, 이미징 센서 위주로 정밀도·분해능 향상, 상온 동작 등 기술적 난제 해소에 주력하고 있으며, 실험실 단계에서 입증된 센서 중 실제 응용이 가능할 수 있도록 SWaP-C(크기, 무게, 전력소모) 최적화를 연구 중이다. 양자센싱은 빠른 상용화를 통해 양자경제를 견인할 것으로 기대되고 있다.

**양자경제 선도국을 향한 우리의 도전**

양자경제 선점을 위해 기술선도국은 한발 앞서 정책적 지원과 투자를 추진하고 있으나, 다행히 아직 지배적 디자인(Dominant Design)의 등장 이전으로 추격 기회는 열려있다. 국가적 역량을 결집하여 대한민국이 양자경제 강국으로 한 단계 도약을 실현할 수 있는 대규모 Flagship project 추진이 절실한 시점이다. **기술혁신**

SPECIAL ISSUE 02

**양자컴퓨팅이 가져올 미래**



글. 김동호  
포스코홀딩스 미래기술연구원 상무보

The University of Texas at Austin에서 컴퓨터공학 박사 학위를 취득했다. 인텔, LG전자를 거쳐 현재 포스코홀딩스 미래기술연구원에서 양자컴퓨팅 연구조직을 리드하고 있다. 양자컴퓨팅 기반의 공정 최적화 및 신소재 개발 관련 알고리즘 및 애플리케이션을 개발하고 있다.

지난 역사를 돌이켜 보면 인류 문명 발달의 촉진제가 되는 여러 가지 획기적인 발견과 발명들이 있었다. 그중에 첫 번째는 불의 발견이며 두 번째는 바퀴의 발명이다. 제3의 발명은 현재 진행형인 양자컴퓨터라 할 수 있다. 달 탐사에 사용되었던 초기의 컴퓨터는 최근까지 눈부신 발전을 해오고 있다. 이러한 컴퓨팅 기술의 발전은 무어의 법칙이 발표된 1965년 이후 최근까지 24개월마다 2배의 계산 능력 향상을 이룩하였다. 그러나 현대 과학 기술 발전의 핵심인 실리콘 기반의 CPU/GPU가 실리콘 칩 미세 공정의 한계로 무어의 법칙이 더 이상 유효하지 않게 되었

으며 수년 내 계산 능력 향상의 한계에 도달할 것으로 예측되고 있다. 지난 수십 년간 비약적으로 발전해온 현대 컴퓨터이지만 현재 최고 성능의 슈퍼컴퓨터로도 해결하지 못하는 난제들이 있으며 이러한 난제 해결의 유일한 해결책으로 양자컴퓨팅이 거론되고 있다.

현재 컴퓨터는 전 세계 에너지의 2~3%를 사용할 만큼 막대한 에너지를 사용하고 있으며 스마트폰 사용으로 데이터의 폭발적인 증가와 이의 상업적 이용 요구는 컴퓨팅 능력의 대폭적인 증가와 이에 따른 에너지 문제를 수반한다. 또한 인류 생존을 위협하는 기후변화 해결을 위하여 2050년 탄소중립을 목표로 하고 있으나 여전히 탄소중립 달성 가능성에 대한 리스크가 존재하는 상황이며 리스크를 해소하는 방안으로 양자컴퓨팅의 활용이 제안되고 있다.

양자컴퓨팅 산업에 대한 BCG의 보고서는 2035년 최대 약 1,000조 원 규모의 시장이 될 것으로 예측하고 있으며 인공지능, 화학, 제약, 다중 물리 최적화에 활용되어 현재 해결하지 못하는 복잡하고 다양한 문제가 양자컴퓨팅에 의해 해결될 것으로 예측하고 있다. 특히 상업적 파급력이 큰 양자컴퓨팅이 활용 가능한 분야 중 몇 가지 예를 들면 다음과 같다.

- **차세대 배터리 개발** : 배터리의 양극재, 음극재, 분리막, 전고체 등 배터리의 기본 소재에 대한 양자컴퓨팅 활용을 통하여 현재 배터리 대비 더욱 향상된 충전 능력, 내구성, 안전성을 이룩하여 전기차 시장 활성화에 공헌

- **수소 경제** : 수소는 탄소중립에 기여할 차세대 에너지로 주목받고 있으며 경제적인 수소 생산에 필요한 촉매 개발, 수소 생산 공정 최적화 등에 활용 가능

- **물류 혁신 및 스마트 팩토리** : 물류 혁신은 물류의 최적화를 통하여 에너지의 효과적인 사용이 가능하며 물류비용의 혁신적 절감에 기여

- **양자 초거대 AI** : 초거대 AI의 경우 GPT3의 1,750억 파라미터에서 GPT4의 1.76조 파라미터로 지수함수적으로 증가하고 있으며 수년 내 현재 실리

큰 기반의 컴퓨터로는 한계에 도달할 것이며 이의 돌파구로 큐비트 수 증가에 대하여 지수함수적인 연산 능력을 갖추고 있는 양자컴퓨팅이 대안으로 가능

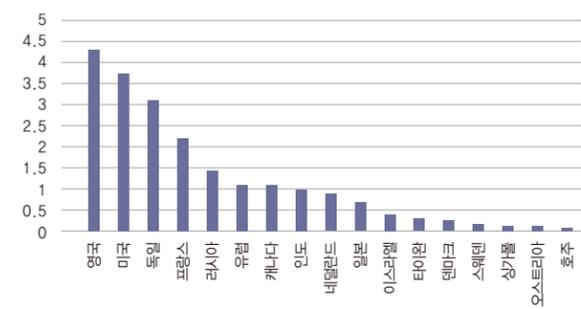
-  **제약 및 화학 분야의 양자컴퓨팅 활용** : 신약 개발 및 물질 개발 분야의 경우 양자인공지능 기술을 이용한 개발 기간 단축을 통한 전체 개발 비용을 낮추려는 노력들이 진행되고 있으며 양자컴퓨터 활용을 통한 더욱 고도화된 화학 분석 기술, 가상 스크리닝 기술 개발 가능

**글로벌 국가 및 기업들의 투자 현황**

양자과학기술 부문에 대한 각국의 투자는 최근 3~4년 동안 큰 폭으로 증가하고 있는데 이는 각국이 양자과학기술을 국가전략 기술로 반드시 확보해야 할 분야로 인식하고 있기 때문이다. 국가 투자에 있어 중국, 미국, 유럽연합이 앞서가고 있으며 유럽연합의 경우 유럽연합 내에 독일, 프랑스 등이 투자에 있어서 선두권을 유지하고 있다. 영국과 스위스도 양자과학기술에 대한 국가적인 연구·개발 프로그램을 마련하고 투자 대열에 참여하고 있다.

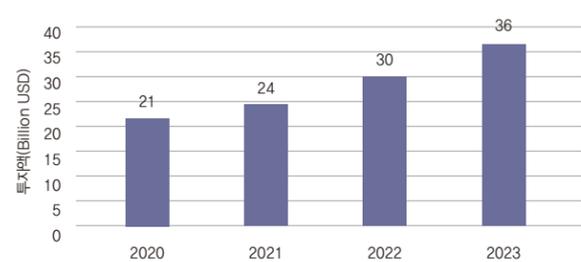
글로벌 IT 대기업들인 구글, IBM, 아마존, 마이크로소프트 등이 양자컴퓨팅 기술 리더십 확보를 위하여 양자컴퓨팅 연구 개발에 투자하고 있으며 IBM, 아마존, 마이크로소프트 등은 양자컴퓨터 시스템 개발뿐만 아니라 클라우드 서비스를 통해 각자의 개발 환경으로 미래 시장 선점을 진행하고 있다. Merck, Boehringer Ingelheim, Jassen, Total, JSR, Exxon Mobile 등 제약/화학 기업들은 신약 및 신소재 개발 기간 단축을 목표로 물질의 화학적/물리적 특성 파악을 위한 양자 알고리즘을 개발하고 있으며 목표로 하는 특성의 신약 및 신소재 후보 물질을 빠르게 찾아주는 가상 스크리닝 기술 개발에 역량을 집중하고 있다. 항공기 회사인 에어버스(Airbus), 보잉(Boeing)사도 양자컴퓨팅 기술 개발을 진행하고 있다. 이 회사들은 양자컴퓨팅을 통해

표 1 | 2023년 국가별 투자 현황(Billion USD)



〈2023년 선도국가별 투자 현황, QURECA 자료, 15B의 중국은 제외〉

표 2 | 연도별 투자 총액



〈선도국가 총투자 현황, QURECA 자료 재구성함〉

항공기 디자인, 시뮬레이션, 제조 및 유지보수에 활용하고자 하고 있으며 3차원 기상 상황에 따른 항공 운항 최적화도 양자컴퓨터 시스템의 발전에 따라 충분히 경제적 이득이 발생될 수 있는 분야이다. 금융권에서는 골드만 삭스(Goldman Sachs), JP 모건(JP Morgan) 등이 양자컴퓨팅 기술 개발을 진행하고 있으며 특히 빠른 연산 속도와 정확한 계산을 요구하는 금융상품 거래에 활용 가능한 양자알고리즘 및 애플리케이션을 개발하고 있다. 자동차 기업으로 BMW, Daimler, Volkswagen, Toyota 등이 양자컴퓨팅 기술 개발을 진행하고 있다. 이 회사들은 양자컴퓨터를 활용하여 자동차 설계, 제조 최적화, 교통 흐름 최적화 등과 같은 분야에서 경쟁력을 강화하고자 노력하고 있다. 2019년 구글의 양자 우월성 논문 이후로 활용 분야 기업들의 연구 활동이 대폭

증가하고 있으며, 2023년 현재 BCG 양자컴퓨팅 현황 리포트<sup>01</sup>에서는 약 100건 이상의 실험적인 연구가 기업의 미래 경쟁력 강화를 위해 수행되고 있다. 이를 통해 양자컴퓨팅 기술의 역할과 중요성이 더욱 부각되고 있으며, 글로벌 기업들의 노력은 활발하게 이어질 것으로 예상된다.

**국내 산업 현황**

한국의 양자컴퓨팅 산업은 2019년 구글의 양자우월성(Quantum Supremacy) 발표 후 대기업을 중심으로 연구 개발을 시작하였으며 대부분의 기업들은 연구 개발을 준비하는 단계에 있다. 양자컴퓨팅 기술 개발을 진행하고 있는 기업은 기업 내 난제 해결을 위한 연구 개발을 통해 양자컴퓨팅 시대의 본격적인 도래에 대비하고 있다. 2022년 11월 양자컴퓨팅 산업화를 준비하기 위한 “양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합”이 창립되었으며 현재 포스코 홀딩스, 엘지전자, 현대차, 삼성디스플레이, 하나은행 등의 대기업과 중견, 중소기업에 포함한 42개 기업이 회원사로 활동하고 있다. 기업연합에 포함된 소재, 자동차, IT 기업은 이차전지 및 차세대 디스플레이 소재 발굴, 공정 최적화에 집중하고 있으며 주로 국내외의 양자컴퓨팅 전문 기업들과 협업을 진행하고 있다.

양자컴퓨팅 전문 스타트업의 창업도 진행되고 있으며 국내 주요 대학 기술을 기반으로 창업한 큐노바, 퍼스트퀀텀과 오리엔텀 등이 화학 및 금융 분야 알고리즘과 애플리케이션을 개발하고 있으며 한국퀀텀컴퓨팅은 IBM 양자컴퓨터를 국내에 들여와 클라우드 서비스를 계획하고 있다. 지난 6월 과기정통부는 퀀텀코리아 행사에서 민간투자 6천억을 포함한 총 3조 원 규모의 대규모 투자가 포함된 양자과학 기술 발전전략을 발표하였으며 정부의 공격적인 투자

01 Preparing Businesses to Implement Quantum Computing | BCG

그림 1 | 양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합



는 민간 부분의 양자컴퓨팅 기술 개발의 훌륭한 마중물이 될 것으로 판단하고 있다.

**산업적 관점에서의 우리의 전략**

전문가들의 의견을 따르면 양자컴퓨팅의 상업적 활용 가능 시기에 대한 예측은 다양하다. 많은 전문가들은 2030년 경을 양자컴퓨팅의 상업적 활용 가능한 시점으로 예상하고 있다.

그러나 노벨 물리학상 수상자인 알랭 아스페 교수와 일부 양자컴퓨팅 시스템 개발 기업은 훨씬 빠른 시점인 향후 2~3년안에 양자컴퓨팅의 상업적 활용이 가능할 것으로 예측하고 있다.

이러한 가까운 미래에 대비하여 기업들은 다양한 대응 전략을 고려할 필요가 있다. 전담 조직을 신설하고 난제를 발굴하며 알고리즘과 애플리케이션을 국내외 전문기업과 협업하여 개발하는 것이 효과적인 대응방안으로 간주되어 질 수 있다. 특히 반도체, 전자, 자동차, 이차전지 등 대량 생산의 효율화와 새로운 사업 모델 발굴을 통한 경제적인 가치 창출이 가능한 분야에서는 양자컴퓨팅 기술을 준비해야 하는 시기라고 판단된다.

따라서 기술준비와 협업을 통해 상업적 활용이 가능한 양자컴퓨팅 시대에 대비하는 것이 미래 경쟁력을 제고하는 필수적인 요소라 할 수 있다. **기술혁신**



# 디지털통신에서의 한국의 성공, 양자통신에서도 이어질까?



글. 김형수  
KT 융합기술원 수석연구원

건국대학교에서 전자공학 박사학위를 취득했다. KT에서 수석연구원으로 재직 중이다. 국제전기통신연합(ITU) 표준화 부문 SG13 부의장이자 WP1 의장 및 한국 국가대표단 수석대표로 활동하고 있다. 주요 연구분야는 양자암호, 양자 인터넷, 국제표준화 등이다.

## 양자통신의 현황과 미래 전망

양자물리학 특성을 통신 서비스에 적용하려는 시도가 활발히 진행되고 있다. 대표적으로 양자암호통신과 양자인터넷을 들 수 있다. 양자암호통신은 양자기술로 생성·분배한 암호키를 현대 암호체계에 활용하는 기술로써, 여러 양자기술 중 가장 먼저 상용화 단계에 도달하였다. 반면 양자인터넷은 양자 컴퓨터나 양자센서와 같은 양자디바이스 사이를 양자 상태로 연결하는 네트워크 기술로써, 현재 디지털 인터넷보다 더 높은 수준의 보안, 연산, 정교함을 가지

표 1 | 양자통신기술 분류

분류	개요	현 수준
양자암호통신	양자기술로 암호키를 생성·분배(절대 보안 제공)	상용화 도달
양자인터넷	양자기술로 양자디바이스 간(間)을 양자 상태로 연결(차세대 인터넷 제공: 보안, 연산, 정교함 강화)	원천기술 개발 중

는 인터넷이다.

최근 양자기술의 급속한 발전으로 상용화가 가까워진 양자컴퓨터는 현대 암호체계를 해킹할 수 있는 능력을 보여주었다. 따라서 양자암호통신은 현대 암호체계를 보완하거나 대체함으로써, 양자컴퓨터의 공격에도 안전한 통신 환경을 제공한다.

반면 양자인터넷은 분산형 양자컴퓨팅이나 양자 센싱 네트워크와 같이 양자 기능의 확장과 성능 향상을 제공할 것으로 기대된다. 분산형 양자컴퓨팅은 소규모 양자컴퓨터 간(間)을 양자 인터넷으로 연결하여 가상의 대규모 양자컴퓨터를 구성한다. 양자 센싱 네트워크는 원격의 양자센서 간을 양자인터넷으로 연결하여 양자센서 개별 성능의 총합 이상을 제공하게 된다.

그러나 무엇보다도 디지털 인터넷이 우리 일상에 끼치는 영향을 감안하면, 양자인터넷은 국가·사회·경제 분야에서의 상당한 변화를 유도할 것이다. 예를 들어, 양자암호통신 기술을 적용하지 않아도 양자인터넷 자체의 보안성으로 디지털 인터넷의 개방형 접속체계에 대한 보안 약점을 극복하는 안전한 인터넷 서비스를 이용할 수 있다. 양자인터넷은 디지털 인터넷보다 좀 더 정교하고 빠른 통신 서비스를 제공할 수 있다. 현재 컴퓨팅 및 통신 기술로는 예측과 실측이 쉽지 않은 공기 흐름 변화에 민감한 UAM이나 항공기의 고속 이동 시 비행 경로에, 불특정 제트기류 출현 및 순간 풍속·풍향 변화를 실시간으로 신속하게 반영함으로써 소요되는 연료비용이나 도착시간을 최소화할 수 있다. 또한 양자인터넷은 접속자의 익명성을 완벽히 보장할 수 있기

에 비밀 투표나 신문고와 같은 익명 통신 활성화에 기여할 것이다.

## 양자암호통신 분야의 국내외 기술개발 및 산업화 현황

양자통신기술 중 양자암호통신 분야는 글로벌 기술 리딩 국가 대비 한국의 기술 수준이 낮지는 않은 상황이다. 상대적으로 원천기술 개발은 늦었으나, 국내 통신사와 정부출연연구소 협업과 지난 '20년~'22년간 정부 주도 양자암호 인프라 구축 시범사업 전개로 제품화 및 서비스 상용화에 상당히 앞선 것으로 여겨진다. 특히 지난 '22년 국내 통신사들의 양자암호통신 전용회선 서비스 출시는 공공기관 보안 통신 수요를 충족시키는 적절한 사례이다.

그러나 이는 유선 즉 광케이블을 이용하는 양자암호통신 기술로 장거리 무선 및 우주·항공용 자유공간에서의 양자암호통신 기술은 기술 리딩 국가 대비 많이 미흡한 상황이다. 다만, KIST와 ETRI에서 원천기술 개발에 매진하고 있으며 KT에서는 최근 2km 구간에 대한 무선 양자 암호통신 시연에 성공하는 등 경쟁력을 키워가고 있다.

중국은 이미 10,000km에 달하는 북경-상해 간 주요 도시와 관공서를 연결하는 유선 양자암호통신 인프라를 구축하고, 주요 금융기관간 거래 정보 공유에 활용하고 있다. 또한 세계최초 양자위성인 '묵자(墨子)'호를 발사하여 장거리 위성 양자암호통신을 구현하였고, 최근에는 양자인터넷으로의 진화를 위한 얽힘 특성을 실험하고 구현하는 데 활용하고 있다.

유럽은 이미 Open QKD(Quantum Key Distribution, 양자 키 분배) 프로젝트를 통해 주요 국가와 도시 사이를 양자 암호 통신으로 연결하고 연구개발에 정진하여 왔으며, '24년을 목표로 유럽 전역 대상 위성 양자암호통신 서비스를 제공하기 위해 또 다른 범 유럽 프로젝트를 추진 중이다.

일본은 '10년에 구축한 양자암호통신용 Tokyo

표 2 | 주요 국가별 양자암호통신 기술개발 현황

국가명	주요 현황
중국	북경-상해간 10,000km 유선 및 세계 최초 위성 양자 암호 구현
유럽	유럽 전역 Open QKD 유선 구현 및 '24년 위성 양자 암호 구현 예정
일본	Tokyo QKD 유선 구현 및 연도별 전국 확산 예정 (위성 양자암호 포함)
한국	KOREN 중심 유선 구현 및 일부 무선 기술개발 중

QKD 시험 망의 국가단위 확산을 계획하고 있는데, '23년까지는 일본 관동지방 대상으로 양자 보안 클라우드(Quantum Secure Cloud)를 확대하여 주요 공공기관에 대한 양자암호통신 서비스를 적용하는 것을 우선 목표로 하고 있다. '30년까지는 위성 양자암호통신을 포함하여 전국에 걸쳐 양자암호통신서비스를 확산할 예정이다.

양자암호통신 기술은 글로벌 상용화가 진행되고 있어 대량생산을 통한 저가격화 및 전국 혹은 글로벌 서비스를 위한 상호연동용 기술 표준화가 필수이다. 다행히 한국은 국제전기통신연합(ITU, International Telecommunications Union)에서 지난 '18년 제안한 세계최초의 양자암호통신 네트워크 표준 Y.3800을 '19년에 승인 받은 이후, 후속 ITU 표준 40여건 중 50% 이상을 주도하는 성과를 달성하였다. 따라서, 한국은 국제표준화 분야에서의 리더십을 바탕으로 상용 서비스에서의 성공적 수행으로 상당한 수준의 글로벌 기술 경쟁력을 보유한 것으로 볼 수 있다.

특히 지난 '20년~'22년간 정부 주도 양자암호 인프라 구축 시범사업에 참여한 국내 산·학·연은 일정 규모 이상의 산업생태계를 형성하였다. 국내 통신사가 각 컨소시엄을 주관하면서 소재, 부품, 장비, 네트워크 및 응용서비스 개발과 구현에 국내 중소기업과 연구계가 참여하여 국내 산업계가 자체 역량과 제품으로 대규모 양자암호통신 인프라를 구축하고 서비스를 제공할 수 있는 역량이 완비되었다. 다



만, 정부 주도 사업 이후 본격 시장이 형성되지 않아 어렵게 형성한 국내 산업생태계의 생존과 성장이 어려운 점은 아쉬운 부분이다. 하지만, 올해 초 국가정보원과 국가보안연구소 주관으로 양자암호통신 장비 국가 인증 제도가 출시되어 조만간 국가 인증 완료 장비가 출현할 경우 공공 및 민간 분야 시장 확대와 더불어 국내 산업생태계 성장이 기대된다.

### 양자인터넷 분야의 글로벌 기술개발 현황

양자인터넷 분야는 아쉽게도 국내에서는 최근에서야 원천기술 확보에 나서고 있다. 양자얽힘과 같은 양자인터넷 핵심 기술이 양자컴퓨팅이나 양자센서 분야에서 주로 개발되어 온 점을 감안하면, 불가피한 상황으로 이해할 수도 있다. 다만, 글로벌 기술 리딩 국가도 관련 기술개발 본격화가 그리 오래되지 않은 점을 감안하면, 아직은 한국과의 기술 격차가 큰 상황이 아니다.

양자인터넷 분야는 미국과 유럽이 선도적으로 기술 개발에 나서고 있다. 유럽에서도 특히 네덜란드는 헤이그를 중심으로 세계 최초 양자 네트워크 시험망을 구축·운영하면서 양자인터넷을 향한 추가 기술을 개발하고 있다. 미국은 시카고 인근에 양자 네트워크 시험망을 구축한 후 기존 광통신 인프라에 적용가능한 기술을 개발하고 있다. 미국과 유럽은 IRTF(Internet Research Task Force) 표준화 기구에 함께 참여하여 양자인터넷 국제표준화를 이끌고 있다.

한국은 최근 양자인터넷 핵심기술 개발을 위한 과기정통부 주관 국책연구개발과제가 시작되었으나, 미국이나 유럽과 같은 수준의 양자네트워크 시험망 구축은 '30년경으로 예정되어 있어, 산업화에서의 격차가 점차 커질 것으로 우려된다.

### 산업적 관점에서 우리의 전략

많은 양자기술 전문가들이 아쉬워하는 점은 글로

표 3 | 주요 국가별 양자인터넷 기술개발 현황

국가명	주요 현황
유럽	네덜란드, 세계최초 양자네트워크 시험망 구현 및 후속 양자인터넷 기술개발 중
미국	기존 광통신 인프라 활용 양자네트워크 시험망 구현 및 국제표준화 추진 중
한국	원천기술 개발 중으로, '30년 양자네트워크 시험망 구현 예정

벌 기술 리딩 국가에 비해 한국의 기초·원천 기술 연구개발 기간이 부족했다는 점이다. 자연과학 기반이 상대적으로 미흡한 한국이 겪고 있는 일반적 상황이기는 하나, 양자기술의 미래 영향력을 감안하면 아쉬운 상황이다.

그러나 디지털 통신산업에서 한국의 성공적 성과를 감안하면, 고려 가능한 전략을 도출할 수 있다. 기술 표준화 선점, 디지털 역량 활용, 응용 서비스 중심 기술개발이다. 산업화 선제 요구사항은 표준화된 기술이다. 지금까지 양자통신 표준화에서의 한국의 성공적 리더십과 주도권을 지속적으로 강화함으로써, 핵심 표준 기술 선점을 통한 선제적 산업화 전략을 우선 고려할 수 있다. 양자통신 기술을 구현하기 위해서는, 양자 상태의 전달을 위해서 그리고 전달되는 정보의 이용을 위해서 디지털통신 기술의 지원이 필요하다. 한국 디지털 역량과 기술력은 양자시대를 앞서 나갈 수 있는 핵심 자원이다. 현재까지 한국의 기술개발 성과(양자통신 표준화)와 역량(디지털 강국)은 양자통신 산업화 성공을 담보하는 기반이 될 것이다.

기술개발 분야에서의 지속적인 격차 축소를 위한 노력과 더불어 산업화 즉 양자통신기술을 활용하는 응용 서비스 개발에 집중해야 할 시기이다. 디지털통신에서의 한국의 성공은, 상기 전략에 대한 실행이, 적기에 그리고 충실히 수행될 경우 양자통신에서도 이어질 수 있을 것이다. **기술혁신**

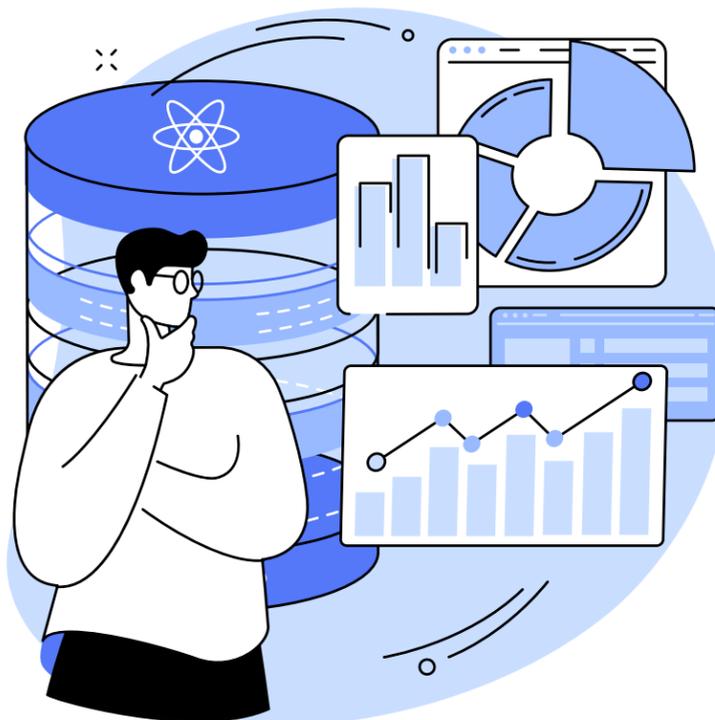
### SPECIAL ISSUE 04

## 양자센서? 멀리하기엔 너무 가까운 당신



글. 황찬용  
한국표준과학연구원  
양자기술연구소장

위스콘신 대학(University of Wisconsin)에서 물리학 박사 학위를 취득했다. 학위 후 한국표준과학연구원(KRRISS)에서 근무해 왔으며 현재 KRISS Fellow로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 양자스핀트로닉스 및 양자소재 등이다.

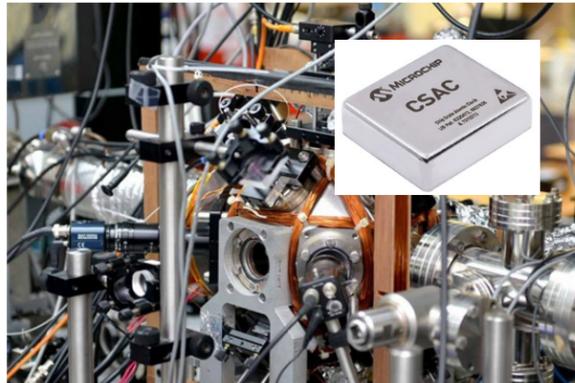


미래산업의 중추적인 기술은 다양한 분야에 적용이 될 인공지능(artificial intelligence)이라는데 이견이 없을 것이다. 도로 위의 자동차나, 가정에서 사용되는 가전제품, 그리고 공장에서 생산에 이용되는 설비에 이르기까지 이런 기술이 적용되는 순서를 살펴보면 실현을 위한 소자가 개발되어야 하고 이 소자는 컴퓨터 등의 도움을 받아 최종 선택이라는 종점에 이르러야 한다. 그런데 인공지능이 작동하기 위해서는 관련된 데이터가 충분히 그리고 정확하게 제공되어야 하는데 이 데이터의 공급은 결국 그 데이터를 만들어 낼 수 있는 측정이라는 절차를 필요로 한다. 그것이 중력이든, 자기장이든, 전기장이든 아니면 특정 영상이든 간에 이러한 데이터를 제공하기 위해서는 원하는 물리량을 측정할 수 있는 센서를 통해서 가능해진다. 만일 센서에 의해 제공되는 특정한 물리량이 인공지능의 작동을 위해 충분하고 정확하다면 인공지능이 학습을 하기 위한 시간은 획기적으로 줄어들 수 있고 따라서 최종 선택이라는 종점에 신속하게 이를 수 있게 된다.

이 센서의 성능을 향상시키기 위해서는 센서 소재의 물성을 극대화하거나 센서의 구조를 바꾸기도 하지만 근본적으로 다른 센싱 방법론을 적용하기도 한다. 이 다른 센싱 방법의 하나가 양자센싱(Quantum Sensing) 기술이고 이 기술을 이용한 센서를 양자센서(Quantum Sensor)라고 한다.

양자센서는 근본적으로 양자시스템이 외부의 자극에 대하여 매우 민감한 성질을 이용한다. 양자컴퓨터는 이러한 성질 때문에 양자시스템을 외부 환경으로부터 분리해야 한다. 원자 증기(atomic vapor), 초전도 회로(superconducting circuit), 리드버그 원자(Rydberg Atom), 그리고 최근 들어서는 다이아몬드 박막의 결함계(NV-center) 등 다양한 구성의 양자

그림 1 | 표준연에서 개발한 광격자 시계

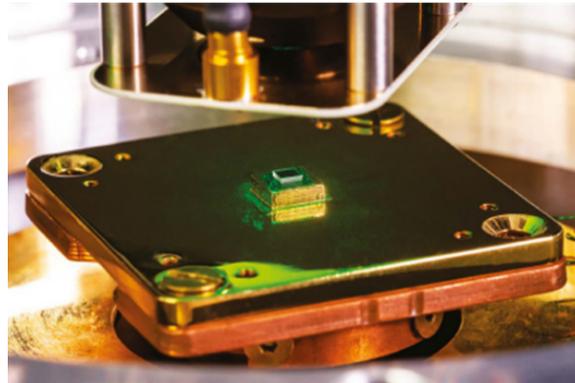


〈그림 안에 삽입된 이미지는 Microchip Technology 사의 CSAC〉

시스템을 이용하여 측정 대상에 따라 원하는 물성이 극대화된 기법을 활용하게 된다. 기존의 고전 센서에 비하여 획기적으로 늘어난 감도(sensitivity)와 정밀도(precision)를 갖는 양자센서를 여러 시스템에 적용한다면 다양한 기술과 과학 분야에서 혁신적인 발전을 기대할 수 있다.

2023년 맥킨지사의 Quantum Technology Monitor 보고에 의하면 2040년 양자센서의 시장은 10억 불~60억 불 정도로 기대가 된다(양자통신은 10억 불~70억 불, 양자컴퓨팅은 70억 불~930억 불로 예상되고 있다). 양자센서 생태계에서 2022년 국가별 스타트업 회사의 개수는 미국이 14개로 가장 많지만 유럽 전체를 살펴보면 스위스 독일 프랑스 영국 등을 포함하여 24개로 양자센서 분야를 압도하고 있다. 일본, 중국, 싱가포르 등 아시아권은 5개, 아직 한국은 없다. 이 중 반은 장비/부품업체이고 하드웨어 혹은 응용소프트웨어 및 서비스 회사가 반을 차지한다. 양자센서의 개발 및 응용은 빠르게 진화하고 있다. 2023년 라스베이거스 CES에서 세계 최대의 자동차 부품업체인 보쉬의 타냐 뤼케르트는 센서는 현대 기술의 핵심이자 연결사회의 근간임을 밝히고 IBM과 함께 양자센서를 개발할 것을 발표한 바 있다. 자동차에 적용하는 양자센서가 휴대폰에 빠질

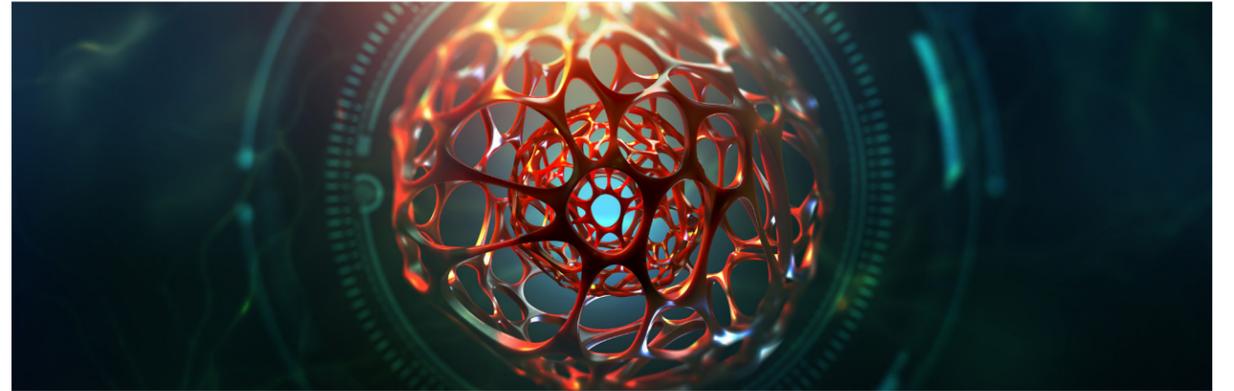
그림 2 | 다이아몬드에서 만들어지는 결함을 이용한 양자센서



〈Nature 617, 672 (2023)〉

이유가 없다. 국내 산업계도 양자센서에 관심을 가져야 할 때다. 그래도 희망적인 사실을 들자면 양자센서 관련 특허의 출원은 중국, 일본, EU, 미국에 이어 한국이 5위에 올라가 있다. 이 순위는 양자컴퓨터, 양자통신 분야에서도 마찬가지이다. 우려할 만한 사실은 중국이 총 특허 출원의 반을 차지한다고 하는 사실이다.

양자센서의 대표적인 예는 원자시계이다. 1967년 국제도량형 총회에서는 세슘 원자의 진동수를 이용하여 초를 정의하여 왔다. 9,192,631,770 번의 진동에 걸리는 시간을 1초로 정의하였다. 2000년대 초반부터 개발되어온 광시계(광주파수에서 작동하는 이터븀 원자시계)의 경우 진동수가 1초에 51,829,583,659,863.6 번에 이르러 세슘원자 시계보다 100배 이상의 정확도를 제공할 수 있다. 현재 한국표준과학연구원에서 개발된 광시계는 20억 년 동안 1초 정도의 오차만 발생할 정도로 정확도를 유지하고 있으며 향후 이 기술은 GPS의 정확도 향상, 우주기술 등에 이용될 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위해서는 소형화가 필수이다. 이터븀 광시계의 소형화는 추후 시간이 소요되겠지만 미국의 Microchip Technology 사는 매우 작은 크기의 원자시계를 판매하고 있고 CSAC(chip scale atomic clock) 모델의 경우 그 무게가 약 35g이다.



또 하나의 대표적인 예는 SQUID이다. 초전도 조셉슨 정선에 기반한 SQUID의 경우 10 aT/Hz<sup>1/2</sup>의 감도로 자기장을 측정할 수 있다. 뇌자도(MEG), 혹은 심자도(MCG) 등에 이용되는 이 기술은 대표적인 양자 센서이다. 최근에는 다이아몬드에 질소와 결합해 있는 결함(NV color centre)이 양자센서로 각광을 받고 있다. 다이아몬드의 큰 밴드갭, 그리고 매우 적은 스핀-궤도 결합으로 인하여 상온 상압의 조건 하에서도 상관 시간(coherence time)이 1ms에 이른다. 이 NV-Center는 다양한 조건에서도 작동하는데 예를 들면 온도(4 K~625 K), 자기장(~8.3 T), 압력(~13.6 GPa)에서 작동하며 이를 활용하여 자기장, 전기장, 온도, 압력 등의 측정이 가능하다. 자기장의 경우 지금까지 실험적으로 보고된 최고의 민감도는 ~ 1 pT/Hz<sup>1/2</sup>이다. 이 기술은 바이오/의료 분야에서도 응용의 가능성이 확인됨에 따라 많은 사람의 관심을 받고있는 양자센서 분야의 하나이다.

마지막으로 소개할 양자센서는 원자 간섭계에 기반한 중력 센서이다. 말 그대로 중력의 작은 변화를 감지하는 양자 중력 센서는 화산 활동 등의 지표면 아래의 지구물리 분야, 천연광물 및 새로운 유정의 매장 탐지에 사용될 수 있다. 이러한 지하에 존재하는 물질 관련 응용은 고고학으로도 확장이 가능하고 터널이나 수로 등의 건축, 그리고 당연히 군사적인 이용까지도 확대될 수 있다.

양자센서의 발전도 사실 양자컴퓨터와 견줄 만하

다. 2022년 Inside Quantum Technology 보고서에 따르면 CSAC, 양자 중력계의 연평균 마켓 성장률은(2022년~2030년) 각각 39.2%, 33.0%로 예상하고 있다. 양자컴퓨터가 당신의 은행 계정 암호를 풀어 버릴 것이라는 공포감에 당장의 관심을 가져야 한다면 다음 이런 것들은 괜찮을까? 현재 가격이 폭등해 있는 리튬, 이리듐 등 광물의 대규모 매장지역을 특정 국가가 단독으로 파악하고 그 지역을 선점해 버린다면? 우리가 아무리 지하에, 물속에, 혹은 우주에 무기를 숨기더라도 위치와 종류가 다 알려질 수밖에 없다면? 만일 1cm의 움직임도 다 관측해내는 초정밀 GPS가 개발되어 사용되고 있다면 혹은 GPS가 없이도 위치 등의 파악이 cm 정확도까지 가능해 진다면? 그리고 이 기술이 특정 국가 혹은 집단의 전유물이 된다면?

최근 들어 반도체 칩 조차도 전략물자화 하고 있다. 핵심이 되는 양자센서 기술을 보유하고 있지 못한 상황에서 첨단 양자센서가 장착된 제품이 시장에 나오게 된다면, 그 양자센서가 들어있지 않은 제품은 시장에서 살아남을 수 있을까? 학연이 기술을 개발하고 그곳에서 배출된 인력들이 그 기술을 활용해 스타트업을 운영하고 그 기술을 좀 더 심화 발전 시킬 수 있는 양자센서 기술의 생태계를 구축해야만 한다. 양자산업의 선점을 위해서 적어도 몇 개의 분야에서 세계 최고의 양자센서 기술을 보유하는 것이 바람직해 보인다.

기술혁신

# 양자소부장에 대한 이해



클. 송진동  
KIST 광전소재연구단 단장

서울대에서 1995년 학사 학위 후 광주과학기술원에서 광전자공학으로 석사(1997), 박사학위(2002)를 각각 마쳤다. 한국과학기술연구원 입사하여 2002년부터 현재까지 연구원, 선임연구원, 책임연구원, 광전소재연구단 단장으로 봉직 중이다. MBE를 이용한 화합물 반도체 나노구조 성장을 기반으로 초고속 반도체, 특수파장 레이저 다이오드·센서, 양자반도체소자 등 극한 성능의 반도체 기술개발에 관심을 가지고 있다.

## 양자소부장이란 무엇인가?

양자소부장은 양자기술 즉, 양자통신, 양자컴퓨팅, 양자센서를 구성하는 직접적인 소재 및 부품 그리고 이를 가공하는 장치를 의미하는 것으로, 양자기술을 직접적으로 구현하는 소재 및 부품으로 정의된다. 그러나 본고에서는 온전한 양자 기술 실현을 지원하는 비양자기술 기반의 지원기술까지 포함하여 기술할 예정이다. 이 모든 것을 포함한 경우 양자활성화 기술이라는 용어가 더 적절한 것으로 저자는 생각한다. 이는 과학적 의미 뿐 아니라 산업적인 의

그림 1 | 양자 기술 간의 상호 위치

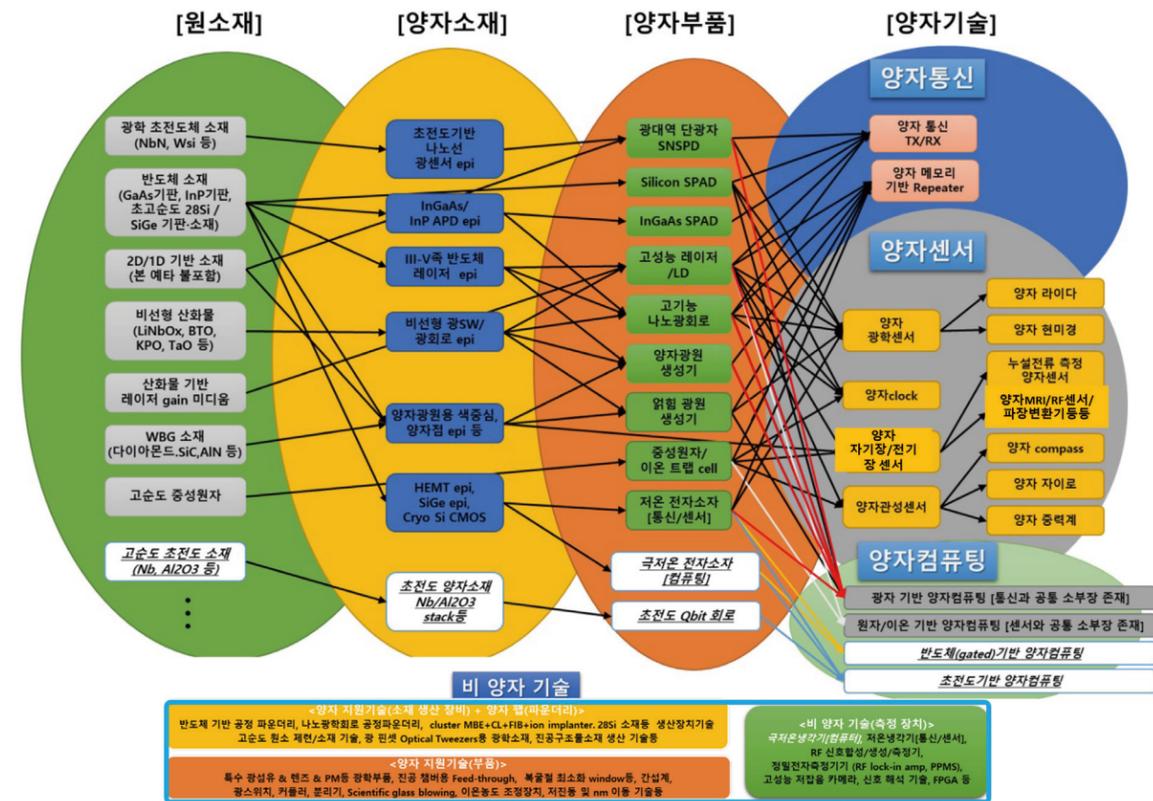


미에서 양자기술 실현을 위해 필수 불가결한 소재·부품·장비 기술이 존재하며, 양자기술도 기존의 산업구조와 떨어져 존재하는 것은 아니기 때문이다. 그러므로 본고에서 양자소부장 기술은 양자활성화 기술을 의미한다.

현재 양자기술의 기술적 위치를 전자공학에 비유한다면, 진공관을 이용하여 전자공학의 이론들이 구현되고 이를 신뢰성 있는 고성능 전자기기로 만들기 위해 트랜지스터를 만들어야 하는 단계로 볼 수 있다. 전자상에 부품을 쉽게 구해 조립하는 단계는 아직 오지 않았으며, 부품 하나하나를 직접 설계하고 제작하는 단계이다. 지금 단계에서 양자기술은 이를 구성하는 양자소부장의 발전에 따라 고도화되고 있다. 더 안정성이 높은 동작 환경을 고성능의 양자소부장을 통해 제공받고, 더 높은 순도의 소재 공급, 더 정밀한 부품, 다양한 고민감도 측정장치를 제공받아 그 실용 한계를 넓혀 가고 있다.

전 세계적으로 초기 단계인 양자 산업의 현실을 고려할 때, 주요 양자기술의 확보를 통해 시장 선점에 성공할 경우 공급망 안정은 물론 해외시장 개척까지 기대할 수 있다. 반면, 시장 선점에 실패할 경우 국내 양자 산업은 주요 소재·부품·장비 공급을 해외 수입에 전적으로 의존해야 하는, 취약한 구조에 노출될 위험성이 높다. 더욱이 각국의 양자기술에 대한 전략적 수출규제가 미·중 간에 이미 실제화되고 있는 상황에서, 미래 국가경쟁력 유지를 위해 양자기술

그림 2 | 양자 기술의 공급 체인 분석



관련 글로벌 공급망의 다원화 및 주요 소재·부품·장비에 대한 내재화(內在化)가 절실하게 요구되고 있다. 이러한 차원에서 이번 편에서는 양자통신·센서·컴퓨터에 필요한 소재·부품·장비를 분류해보고, 이를 공급망 측면과 양자기술에서 용도 측면으로 분석해 본다.

## 양자소부장 기술의 공급망 기술 분류

그림 2는 다양한 소부장의 공급망을 분석한 것이다. 본고에서는 양자 FAB 등에 대해 다루고 있지 않지만, 양자소부장 기술이 산업화를 위해서는 안정된 양자 FAB이 필요함을 다시 한번 강조하고자 한다. 그림의 양자소재 중 기존의 Si 및 III-V FAB에 사용 가능한 소재는 극소수이며, 대부분 기존 Si 혹은

III-V 공정에 상호 오염이 가능한 소재를 사용한다. 그림 2에서 강조하고자 하는 점은 양자기술은 기존의 비양자기술에 크게 의존하고 있으며, 양자기술 발전 및 산업화를 위해 기존의 국내 중소/벤처 기업의 할 일이 많다는 것이다. 예를 들어, 저온 냉각기, 무진동 펌프, 진공 장치 개발 업체는 양자컴퓨터의 외각 환경 장치 제공이 가능하고, 실험실 제어 장치 개발 업체, 고속 FPGA 회로 제작업체 등도 양자장치의 신호 해석 장치 개발이 할 일이 많다. 비이커/유리관 제작업체도 trap ion용 특수 셀 제작에 필요하며, 초전도 전선 등 기존의 전선 제작업체도 양자기술에 많은 부품을 납품할 수 있다. 이의 구체적 예로 미국의 양자기술 협의회인 QED-C에서 조사한 각 기업에서 입사를 원하는 직종을 분석한 결과 약 70%의 직종이 이른바 비양자기술로 분류된다.



표 1 | 양자소부장 기술의 기술적 분류

양자 활성화 기술 (Quantum Enabling Technology)	양자기술을 구현하기 위해 전반에 공통 사용되는 양자 소재-부품 기술과 양자기술 실 응용 및 산업화 필수적인 비양자 기술	Qbit 소재 기술 (Qbit Material Technology)	o (정의) 양자 Qbit을 구성하는 소재 생산 기술	양자기술용 Wide bandgap 소재 (Wide Bandgap Material for Quantum Technology)
			o (범위) 원자, 광자, 전자/정공 Spin, 초전도, 이온트랩, 위상절연체등의 기반 Qbit를 직접 구성하는 소재	양자기술용 III-V epi 소재 (III-V Epi Material for Quantum Technology)
				양자기술용 Si/SiGe epi소재 (Si/SiGe Epi Materials for Quantum Technology)
				양자기술용 광학결정 소재 (Optical Crystal Materials for Quantum Technology)
				광학초전도소재(Optical Superconducting Material)
				초고순도 trapped ion 혹은 중성원자용 원소 소재 (Ultra-high Purity Elemental Material for Neutral Atom or Trapped Ion Device)
		Qbit 부품 기술 (Qbit Component Technology)	o (정의) 양자기술을 구성하는 시스템에 사용되는 부품 기술	신소재 양자소재(Emerging Quantum Material)
			o (범위) 광원, 센서, 광회로, 양자신호 증폭기, trap ion cell, 초전도 Qbit 회로등 Qbit를 구현하는 부품	양자광검출기 부품(Quantum Light Sensor Devices)
				고기능 나노 광자회로(High-performance Nano Photonic Circuit)
				양자광원 생성장치(Quantum Light Source Generator)
				Trapped Ion 증기셀(Trapped Ion Vapor Cell)
				단전자/단전공 생성 및 측정 장치 (Single Electron/Single Hole Generation and Measurement Device)
		양자 지원 기술 (Quantum Support Technology)	o (정의) 양자기술의 구현 및 산업화를 위해 사용되는 환경 장치, 측정 장치, 광학부품등 비양자기술	초전도 Qbit 회로(Superconducting Qbit Circuit)
			o (범위) 극저온 냉각기, 극저온 이동 장치, 극저온 증폭기등 반도체, 극저온내 신호전달부품상온동작 RF 장치, 광학계 및 모듈레이터, 고성능 양자신호 전용 신호처리 장치 등	극저온 냉각기 및 주변기술(Cryogenic Coolers and Peripherals)
				극저온 동작 반도체(Cryogenic Operation Semiconductor)
	고성능 여기레이저(High Performance Excitation Laser)			
	양자시스템 지원기술(Quantum System Support Technology)			
	양자기술용 RF 장치(RF Devices for Quantum Technology)			
	양자기술 여기용 DPSS 레이저 gain medium소재(DPSS Laser Gain Medium Material for Excitation of Quantum Technology)			
	고성능 광학부품(High Performance Optics)			

양자소부장 기술의 기술적 분류

각 소부장 기술의 기술적 사용 용도에 따라 이를 분류하면 표 1과 같다. 참고로 모든 소부장을 망라하기보다는 주요 키워드를 제시한 것이며, 범위의 구체적 소재·부품은 대표적인 예시를 든 것일 뿐으로 여기만으로 제한되지 않음을 미리 밝힌다.

맺음말

각각의 양자기술은 양자소부장으로 상호 연결되고 있다. 즉, 양자소부장 기술은 양자기술 산업화를 지지하는 기술이 되며, 당연하게도 산업화 시 가장 병

목현상을 일으키는 지점이 될 수 있다.

마지막으로, 양자기술의 산업화에는 어려운 양자 기술만 필요한 것이 아니라, 다양한 중소/벤처 기업이 보유한 비양자기술도 필수 불가결하다는 것과 이를 통해 양자 기술기업이 아니더라도 양자 산업에 뛰어 들 수 있다는 것을 독자들이 알아차렸다면, 본고의 내용을 완전히 숙지한 것과 같다. 예를 들어 전원 공급장치만 해도 양자 품질의 장치가 별도로 필요하다.

구체적인 각각의 양자기술의 세세한 분류와 이에 필요한 각각의 소부장 기술의 세세한 목표성능 및 제조 방법 예시 등은 차후 별도로 정리할 계획이다.

기술혁신

# 최신기술동향 정보 제공 서비스 안내



산기협은 기업의 기술전략 수립 및 정부 R&D 과제 수행에 도움을 드리기 위해, 국내외 90여 개 산업기술 전문기관이 발행하는 최신 산업기술 동향 소식을 전달해드리는 서비스를 제공하고 있습니다.

## 서비스 소개

### 서비스내용

- 홈페이지, 이메일, 카카오톡 3가지 형태로 최신기술 동향 요약정보 제공

### 이메일/카카오톡 발송 분야 (1개 산업분야/일)

\*신청 분야별 선택 구독 가능

월	화	수	목	금
전기전자	IT	기계/소재	에너지/자원	화학
바이오/의료	농림/식품	건설/교통	기술공통	기타

## 서비스 내용

### 이메일 서비스 예시

- 요약내용과 원문 링크로 최신기술 동향 Push 알림 (일 3개)



### 카카오톡 서비스 예시



## 제휴기관

## 제휴기관 소개

### 국내외 제휴 기관 91개

KOTITI 시험연구원	GBSA 경기도경제과학진흥원	ST-PT 과학기술정책연구원	NNPC 국가나노기술정책센터
KODF 국가신약개발재단	KAIA 국토교통 과학기술진흥원	KOPRI 극지연구소	IPET 농림식품기술기획평가원
한국과학기술연구원	KIET 산업연구원	SPRI 소프웨어정책연구소	에너지경제연구원
kosti 전력물자관리원	EIRIC 국가지정 전자정보연구정보센터	IITP 정보통신기획평가원	...

### 서비스 신청



이메일, 모바일 서비스는 각각 신청해야 하며 카카오톡 수신을 희망시는 경우, 반드시 친구 추가를 해주셔야 합니다.



# Horizon Europe 준회원국 가입, 그 기회와 도전



글. 김진하  
이니씽크 본부장

고려대학교에서 물리학을 전공하고 과학기술학 박사 학위를 취득했다. KISTEP 국제협력정책센터장을 역임하고 현재 이니씽크(NIThink)에서 본부장으로 재직 중이며 한양대학교 MoT 겸임교수를 맡고 있다. 주요 연구 분야는 과학기술정책 기획 및 과학기술외교 전략 등이다.

우리는 첨단기술을 중심으로 한 기술 패권 경쟁 시대에 직면하고 있다. 과학기술이 새로운 지식 탐구와 같은 보편적 가치 추구의 대상에서 벗어나 경제 및 안보의 영역으로 인식되면서 미국, 중국 등 주요국은 첨단기술에 대한 기술력 강화 및 저변 확대를 위해 노력하고 있다. 그리고 기술 패권 경쟁의 주요 수단으로 과학기술협력이 자리하면서 주요국은 동맹국(like-minded)과 우려국(country of concern)을 구분하고 첨단기술 확보 및 시장 선점을 위해 우방국 간 소다자 협력체제 등 과학기술협력 플랫폼을 구축하고 있다.

EU의 Horizon Europe은 과학기술협력 플랫폼의 대표적 사례이다. Horizon Europe의 등장 배경은 약 80년 전으로 거슬러 올라간다. 제2차 세계대전 직후 윈스턴 처칠은 1946년 스위스 취리히 회의에서 “유럽도 UN과 같은 기구가 필요하다”고 언급

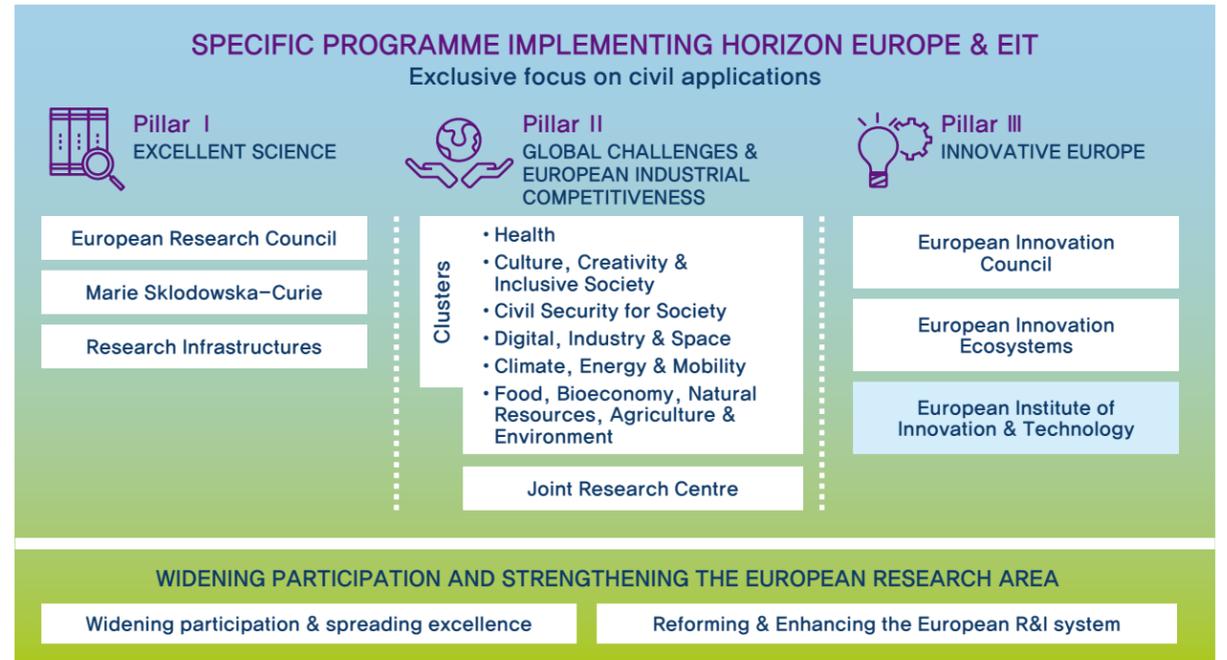
하며 ‘유럽 합중국(United States of Europe)’의 개념과 필요성을 최초로 제시하였다. 이후 1948년 헤이그 회의 등을 통해 유럽 통합이 구체적으로 논의되면서 유럽석탄철강공동체(ECSC), 유럽경제공동체(EEC), 유럽원자력공동체(EURATOM) 등의 공동체가 구성되기 시작하였고, 1967년 이들을 하나로 합친 유럽공동체(EC, European Community)가 만들어졌다. 1991년 EC 정상회담에서 마련된 정치통합과 경제통화 통합 관련 2개 조약(안)이 채택되면서, 1993년 11월 비로소 12개국을 중심으로 한 유럽연합(European Union)이 탄생했다<sup>01</sup>.

유럽연합(이하 EU)은 정치적, 경제적 통합을 기반으로 과학기술 역량을 강화하기 위해 노력해왔다. EU는 유럽을 단일 연구지대(European Research Area, ERA)로 구축하여 EU 회원국 간 중복투자를 피하고 체계적 연구개발 활동 장려 및 재정지원을 위해 ‘프레임워크 프로그램(Framework Programme; 이하 FP)’을 추진하고 있다. 1983년 FP1이 시작된 이후 지속되어 최근 8번째 FP인 Horizon 2020(2014~2020)이 종료되었다.

현재 EU는 제9차 FP로서 약 955억 유로 규모의 역대 최대 연구혁신 프로그램인 Horizon Europe(2021-2027)을 추진하고 있다. Horizon Europe(이하 HE)은 ‘Green, Healthy, Digital and Inclusive Europe’을 목표로 기초 연구 및 인력교류 부문(Pillar1), 글로벌 문제해결을 위한 핵심 기술 분야별 연구개발 부문(Pillar2) 및 창업/혁신 지원 부문(Pillar3) 등 3개 Pillar로 구성되어 유럽 내 공동 연구와 연구개발 인력양성 활동 등이 활발하게 추진되고 있다. 그 결과, EU의 총연구개발비 규모는 전 세계 R&D 투자 규모의 22%로 미국, 중국에 이어 세계 3위를 차지하고 있다. 또한 과학기술 논문 수는 전 세계 약

<sup>01</sup> 현재 유럽연합(EU)은 27개국으로 오스트리아, 벨기에, 불가리아, 크로아티아, 키프로스, 체코, 덴마크, 에스토니아, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 헝가리, 아일랜드, 이탈리아, 라트비아, 리투아니아, 룩셈부르크, 몰타, 네덜란드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 슬로바키아, 슬로베니아, 스페인, 스웨덴으로 구성

그림 1 | Horizon Europe



<<https://cinea.ec.europa.eu>>

24%를 차지하며 세계 1위이고, 피인용 상위 1% 논문 지수도 미국에 이어 세계 2위를 기록하는 등 EU는 연구개발 투자와 활동이 매우 활발한 권역이 되었다.

앞서 언급된 최근 주요국 간의 기술 패권 경쟁은 Horizon Europe에도 영향을 직접적으로 미쳐 EU는 협력 대상국을 확대하기 위해 노력하고 있다. 현재 27개 회원국 및 15개국 준회원국<sup>02</sup>과 더불어, EU는 모로코, 캐나다, 일본 등과 준회원국 가입과 관련 협상을 진행하고 있고, 최근 뉴질랜드의 준회원국 가입 결정 등은 EU가 협력 대상을 넓히기 위해 얼마나 노력하는지를 보여주고 있다.

EU의 협력 대상에서 한국도 예외는 아니다. 한국은 Horizon Europe 등 기존 FP를 통해 EU와 지속적으로 연구협력 활동을 해왔다. 특히 Horizon 2020에 제3국으로 참여하며<sup>03</sup> Pillar1의 마리퀴리 프로그램(Marie Skodowsak-Curie Actions), Pillar2 내 ICT 분야의 과제에 참여하며 논문 및 특허 등 우수한 성과를 도출하였다.

특히 ICT 분야는 한-EU 간 ICT 분야 공동연구 추진에 합의하면서 ICT Work Programme을 통해 Coordinated Call을 추진하며 ETRI, 연세대학교 등 출연연 및 대학이 과제에 참여했다.

지난 2018년 12월 EU는 한국에 HE 준회원국 가입을 제안했다. 이에 정부는 HE 준회원국 가입과 관련하여 연구 현장 의견수렴 및 관계부처 논의 등을 통해 준회원국 가입의 타당성과 기대효과 등을 검토하고 있다. 최근 EU 측에 준회원국 가입의향서(LoI)를 전달하며 공식 논의를 개시하였고, 지난 5월 한-EU 정상회담에서 EU와의 첨단기술 협력 촉진을 위해 HE

<sup>02</sup> 아이슬란드, 노르웨이, 튀르키예, 몬테네그로, 북마케도니아, 세르비아, 보스니아, 알바니아, 조지아, 이스라엘, 몰도바, 아르메니아, 우크라이나, 튀니지, 페로제도(2022.4 기준)

<sup>03</sup> Horizon Europe 참여 지위는 회원국, 준회원국(Associated Country) 및 제3국으로 구분되며 한국은 제3국의 지위로 Horizon 2020과 Horizon Europe에 참여

준회원국으로 참여하도록 실무협상을 개시하기로 합의함에 따라 본격적으로 협상 단계에 진입했다.

한국의 HE 준회원국 가입은 우리에게 정책, 경제, 과학기술 3가지 측면에서 새로운 기회가 될 것으로 기대된다. 첫 번째는 정책적 측면에서 EU와 한국은 전략적 동반자 관계를 바탕으로 상생 협력 기반을 구축할 수 있을 것이다. 이미 한국은 EU의 전략적 동반자 10개국 중 하나로 선정되었다<sup>04</sup>. 한-EU 정상 회의 및 과기공동위 등 정부 간 협력과 더불어 준회원국 가입을 통한 양국 간 연구개발 협력을 통해 한국과 EU가 함께 국제사회 내 기술 패권 경쟁 대응이라는 정책적 지향점을 공유하고 전략적으로 대응할 수 있을 것이다.

두 번째, EU와의 과학기술협력은 민간 산업 협력으로 확대될 것이다. EU는 세계 최대 단일 경제권 역으로 거대 내수시장을 보유하고 있고 글로벌 경쟁력을 보유한 선도기업이 다수 존재한다<sup>05</sup>. 한-EU 교역 규모도 경제침체에도 불구하고 1,100억 유로(2021년)를 기록하며 한국 전체 무역의 약 10%를 차지했다. 특히 EU의 「신산업전략 개편안(New Industrial Policy Update)(2021.5)」은 글로벌 산업 구조 및 공급망 재편에서의 EU 역할을 강조하고 있어 국제협력 및 시장 수요 증가가 전망되고 있다. 또한 HE는 유럽혁신위원회(EIC)를 통해 신시장 창출형 혁신기술 개발 및 혁신기술을 보유한 기업 지원을 제공을 강조하고 있어, 한국 기업의 참여를 통한 R&D 국제화 및 재정지원 등 글로벌 경쟁력 확보의 기회가 될 것이다.

세 번째로 HE 준회원국 가입을 통해 과학기술협력 채널을 다각화할 수 있을 것이다. 국내 국가연구개발사업의 국제공동·위탁연구 현황을 살펴보면 미국이 약 44%로 압도적으로 높은 비중을 차지하고 있다. 반면 EU의 연구개발 규모 및 기술 수준에 비해 EU와의 국제공동연구 활동은 미진한 상황이다. HE 준회원국 가입은 EU와의 전략적 과학기술협력을 확대하고 강화할 수 있는 핵심 수단이 될 것이다. EU

내 우수 연구기관과 연구자와의 공동연구를 추진하고 첨단 연구인프라를 활용할 수 있는 기회가 될 것이고, EU 회원국뿐만 아니라 준회원국 및 제3국과의 다양한 과학기술협력 기회를 확보하여 우수한 연구성과를 창출할 뿐만 아니라 한국의 과학기술 역량 위상을 높일 수 있을 것이다.

HE 준회원국 가입을 위한 이슈와 도전도 남아 있다. 먼저 준회원국 가입을 위한 분담금 규모, 가입 범위, 상호성 이슈, 행정체계 등 여전히 고민해야 할 이슈가 존재한다. 이는 한국에 직접적으로 영향을 미칠 수 있기 때문에 본격 협상 단계에 진입 전에 주요 쟁점에 대해 치밀하게 준비하고 대응해야 할 것이다. HE 준회원국 가입 이후 국내 참여 활성화는 우리가 해결해야 할 도전이다. 준회원국 가입은 단순히 가입 자체만으로 끝나는 것이 아니라, 국제공동연구 등 연구자와 민간의 실질적인 참여가 매우 중요하다. Horizon 2020 참여 현황에서 한국은 대부분 대학과 출연연을 중심으로 참여하고 민간기업의 참여는 전체의 0.9%로 매우 저조했다. 앞서 살펴본 것과 같이 HE가 혁신기업에 대한 지원 등을 추진하고 있기 때문에 정확한 정보 제공 등을 통해 민간의 참여를 더욱 격려하고 지원하여 민간기업의 R&D 국제화 및 시장 진출 등을 지원할 필요가 있다.

최근 EU는 한국을 혁신성과와 연구개발 분야의 핵심 파트너로서의 가치를 높이 평가하고 있다. 이에 Horizon Europe 준회원국 가입은 제3국으로서의 참여 한계를 극복하고 우리에게 혁신기술 분야에서의 연구협력 기회를 제공함과 더불어 유럽 내 새로운 시장을 진입할 수 있는 기회가 될 것이다. **기술혁신**

<sup>04</sup> EU는 전략적 동반자 국가로 미국, 중국, 일본, 러시아, 인도, 캐나다, 멕시코, 브라질, 남아공 그리고 한국을 선정  
<sup>05</sup> Fortune Global 500대 기업 중 138개 사(28%), 히든 챔피언 기업 1,948개 사(72.5%)가 유럽 소재



국번없이 1379  
 www.sos1379.go.kr

기업 성장을 위한 기술고민 해결, 혼자서는 못해도 함께하면 방법이 있습니다.  
 기술고민이 있다면, **국번없이 1379** 로 전화주세요!



전문가  
현장자문 지원



후속 기술애로  
지원사업



기술애로  
상담회



전문 기술상담 및  
기술정보 제공



기업공감 원스톱지원센터

SOS1379 기업공감원스톱지원센터는 100여개 지원기관의 전문인력 및 연구·시험장비 등을 활용하여 중소기업의 기술문제 해결을 지원합니다.

# 기술혁신과 사업화의 정석을 보여준 항공기용 휠 및 브레이크 조립체 기술 선구자

(주)다윈프릭션



**강득수**  
(주)다윈프릭션 기계사업담당 이사  
서울대학교에서 기계공학 박사(2006) 학위를 취득했다. 대우중공업 중앙연구소 유압 부품 개발, 스페이스솔루션 기술개발 부문 연구원을 거쳐, 현재 다윈프릭션 기계사업 부문의 항공기용 휠/브레이크 기술개발과 생산부문 관리를 담당하고 있다.

기술혁신을 생각하면 지금까지와는 다른 방식, 기존보다 월등한 등의 이미지가 먼저 떠오를 것이다. 1~2위를 다투는 상황이라면 그럴 수 있다. 그러나 글로벌 후발주자이고 국내에서 처음 개발하는 기술이라면 우리는 기술혁신을 어떻게 정의해야 할까?  
아마도 기본기를 갖추는 것 자체가 도전이고 혁신일 것이다. 아무도 가르쳐주는 사람 없이 요소 기술들을 확보해 나간다는 것만으로도 기술혁신이고 자기 자신을 뛰어넘는 과정일 것이다.  
기술혁신만이 문제가 아니다. 어느 기업이든 이윤 추구 없이 도전만 할 수는 없다. 후발주자 입장에서는 돈도 벌고 기술개발도 해야 하는 어려운 상황이다. (주)다윈프릭션은 기술개발과 기술사업화를 절묘하게 조율함으로써 글로벌 시장진출에 성공했고 시장의 골리앗들과 싸움 없이 지혜로운 기술사업화를 모색하여 시장개척을 한 다윈이 되었다. 다윈프릭션은 '해외 공군 항공기용 휠 및 브레이크 조립체'를 개발하여 국내에 관련 기술이나 제품이 없던 상황에서 스스로 기술 축적을 이루어가며 각종 국내외 시험 규격을 만족하였고 수출실적을 올리는데 성공한 기술혁신으로 '22년 41주차 장영실상을 수상했다.

글. 이장욱 컨설턴트(씨앤아이컨설팅)

## 기술혁신의 새로운 정의

적어도 지금까지는 기술혁신이란 기존과 다른 방식으로 고객 니즈를 충족시켜주면서 보다 나은 가치를 제공하거나 또는 기존의 방식과 동일하더라도 월등한 수준으로 니즈를 충족시키는 것으로 생각해왔다. 그러나 다윈프릭션의 기술개발 과정을 듣고는 기술혁신의 다른 정의가 있음을 알게 되었다.

국내 항공기 관련 산업에 대해서는 2000년대에 들어 국산 수리온 헬기 개발 및 양산 성공, 고등훈련기 T-50이나 경공격기 FA-50이 세계적으로 인지도가 높아져 수출이 이루어지고 있으며 KF-21 보라매의 개발로 항공기 관련 산업이 부상하고 있다는 좋은 소식 정도를 뉴스에서 본 것이 전부일 정도로 낮은 이해도를 가지고 있지만, 적어도 항공기 관련 산업 전반이 글로벌 선두를 다투는 최고 수준이 아니라는 것 정도는 알고 있다.

다윈프릭션은 2003년 대우중합기계에서 분사하여 설립한 회사로서 중장비의 유압펌프 실린더 블록 등 윤활재로 신소재 기술과 금속계 소결 마찰재 기술을 핵심기술로 창업한 회사다. 기술 기반 기업이 성장하기 위해서는 크게 두 가지 측면에서 성장의 방향을 생각해볼 수 있다. '현

재 보유한 기술로 앞으로 무엇을 해야 성장할 수 있을 것인가?'와 '현재는 없지만 어떤 기술을 확보해야 앞으로 성장할 수 있을까?'의 두 가지 방향이다.

이 두 가지 방향은 기술의 관점에서 간단하고 이해하기 쉽게 표현한 것이고 실제 사업에 있어서는 비즈니스가 될 것인가? 경쟁력이 있을 것인가? 기술개발에 필요한 역량과 자금은 어떻게 조달할 것인가? 등등 고려해야 할 것이 한두 개가 아니다. 다윈프릭션의 '해외 공군 항공기용 휠 및 브레이크 조립체' 기술혁신 과정은 이를 압축해서 이해할 수 있는 매우 좋은 사례가 될 것으로 확신한다.

다윈프릭션은 창업 초기부터 금속계 소결 마찰재 기술, 쉽게 말해 금속계 브레이크 패드를 개발하고 양산·판매하는 비즈니스 모델을 가지고 있었다. 당시 공군 항공기 중 금속계 마찰재를 이용하는 항공기에 소모품 마찰재와 디스크를 국내 공급해오다가 2006년 착수된 국산 수리온 헬리콥터 개발 프로젝트에서 휠과 브레이크 체계개발에 참여하게 되면서 기술혁신은 시작되었다.

브레이크의 마찰재와 디스크를 개발하고 공급하는 보유 기술에 더하여 브레이크 조립체 전체와 이를 감싸는 휠까지 개발하고 양산해야 하는 기술 과제가 생긴 것이다. 앞서 말한 두 가지의 성장 방향을 모두 포함한 것이다.

기술혁신 성공사례

이제 남은 것은 기술개발에 성공하면 비즈니스가 될 것인가 하는 문제이다.

위의 과정에서 어떤 부분이 기술혁신인가? 당시나 지금이나 항공기용 휠과 브레이크 조립체 전체를 개발하고 양산한 국내 회사는 다윈프릭션이 유일하다. 개발도 개발이지만 환경시험과 성능시험만 대략 40여 가지를 통과해야 요구사항을 만족할 수 있다. 기술을 이전받은 것도 아니고 국내에 개발 경험이 있는 기술자도 없다. 시험 기준이나 방법도 모두 학습을 통해 스스로 기술 터득을 해야만 하는 상황이라면 개발과 시험, 양산 모든 과정이 기술 개척이자 혁신이라 말해도 될 것이다.

어쩌면 현재 글로벌 기술 선두를 다투는 여러 국내 기업들의 기술혁신 시작도 과거에는 이와 비슷했으리라 생각된다. 지금 항공기용 휠과 브레이크에 있어 다윈프릭션이 또 하나의 새로운 기술혁신 역사를 만들어내는 중이다.

### 기술 축적과 틈새시장을 통한 기술사업화

높은 목표를 가지고 훌륭한 기술개발에 성공했다고 하여도 고객과 시장이 인식하지 못하거나 인정해주지 않으면 아무런 의미가 없다. 특히나 항공기 부품은 고객의 인정이 없으면 비즈니스 자체가 성립할 수 없기 때문이다.



(왼쪽부터) 고상렬 대리, 김보현 사원, 조광희 과장, 강득수 이사, 문세혁 대리



그림 1 | 이탈리아 공군 중등 훈련기 M-345에 장착되는 다윈프릭션의 휠 및 브레이크 조립체



항공기 체계제작사나 부품 개발사 등 고객이 매우 제한적이기 때문에 고객이 요구하는 가치가 매우 명확하며, 이에 부합하는 가치를 제공하지 못하면 흔히 말하는 비즈니스 모델이 성립될 수가 없으며 가치를 제안할 기회조차 얻기 어렵다.

다윈프릭션은 금속계 소결 마찰재 기술을 가지고 크레인이나 풍력발전기, 모터사이클, 군용 탱크, KTX 고속철도, 군용 항공기에 들어가는 브레이크 패드를 개발하고 공급하면서 사업 영역을 확장해왔다. 이미 보유 기술에 있어서는 탄탄한 기본기를 갖추고 고객을 확보해서 비즈니스 모델을 착실히 확장해온 것이다.

수리온 헬기의 휠과 브레이크 체계 개발을 통해 기존 보유 기술에 추가로 신규 기술을 확보하면서 동시에 실적을 만들었다. 고객사가 우리와 비즈니스를 하도록 만들기 위해서는 첫 단계가 인지이고 두 번째가 인식이며 세 번째가 인정이다. 수리온 헬기는 지금까지 200여 대가 만들어졌다. 200여 대에 휠과 브레이크를 공급하는 것은 물론이고 향후 헬기가 운용되는 수십 년간 소모품에 대한 고정고객이 확보된다. 그러나 더 중요한 것은 고객이 인지할 수 있는 실적이 만들어졌다는 것이다.

이 실적은 캐나다 Mecaer America Inc.와 미국 Bell Textron 사의 헬리콥터 Bell 525용 휠 및 브레이크 조립체 개발계약으로 이어졌다. 개발은 성공적으로 완료하였고 미국 연방항공청(FAA, Federal Aviation Administration)의 형식승인 대기 중이다. 2024년에는 미국 벨 525 헬기에 다윈프릭션의 휠과 브레이크가 장착되어 판매될 예정

이다. 이제 고객은 우리를 인식했고 인정했다.

이탈리아 랜딩기어 회사이자 캐나다 Mecaer America Inc.의 본사인 Mecaer Aviation Group으로부터 이탈리아 공군 훈련기인 M-345의 휠 및 브레이크 조립체 개발계약을 2017년에 체결하여 현재는 제품개발에 성공하고 각종 시험과 비행시험을 통과하여 양산과정에 있다. 이 제품은 휠 및 브레이크 조립체 세 번째 기술개발 성공작이자 장영실상 수상 기술이기도 하다. 이 제품의 개발 성공으로 인해 튀르키예의 훈련기 Hurkus에도 파생 제품을 적용하고 있다.

기술개발 실적의 축적도 중요하지만 다른 한 가지 포인트는 기술사업화 또는 비즈니스 모델이라고 부를 수도 있겠다. 항공기용 휠과 브레이크는 민간 항공기 시장이 훨씬 더 크지만, 경쟁자들이 골리앗과 같이 덩치 큰 대기업들이다. 후발주자이자 해당 분야에선 신생기업이나 마찬가지로 입장에서 시장이 크다고 뛰어 들 수도 없고 고객의 인정을 받을 수도 없다. 다윈프릭션은 경쟁자들이 잘 보지 않는 군용 항공기 부품시장을 본 것이고, 경쟁자들이 제공할 수 없는 유연성을 제공했다. 고객의 설계 수정 요구를 적극적으로 수용하는 유연함을 보여주었고 개발기간, 비용, 시간에 대해 덩치 큰 경쟁자들은 제공하기 어려운 가치를 제공한 것이다.

현재 제품의 수출실적은 매년 50~60만 달러 정도이고 유지보수용 부품까지 포함해서 100만 달러의 해외 매출이 기대된다. 항공기가 운용되는 수십 년의 기간을 생각하면 꾸준한 매출이 앞으로의 기술개발과 시장 확대에 든든한 연금이 되어줄 것이다.

정리하면 다윈프릭션은 보유한 핵심기술로 무엇을 할 수 있을지에 대해 기회를 찾았고 기회를 놓치지 않기 위해 신규로 확보해야 할 기술을 정의하고 개발에 필요한 역량을 집중하였다. 기술개발 성공은 고객이 인지할 수 있는 실적을 만들어냈고 또 다른 기술 축적을 가져다줄 기회를 얻게 해주었다. 거대기업들과 경쟁을 피해 독자적인 시장을 창출해냈으며 향후 수십 년간의 지속적인 비즈니스를 가능케 했다. 작게 보면 한 기업의 성공담이지만 크게 보면 대한민국 항공산업 관련 기술을 개발하는 기업들에게 중요한 레퍼런스가 될 수 있을 것이다.

그림 2 | 다윈프릭션의 9 Block Business Model Canvas. 휠 및 브레이크 조립체 개발은 기술개발인 동시에 새로운 사업의 시작임을 알 수 있다

핵심파트너십	핵심활동	가치제안 제품 제안 (X)  제품(서비스)이 고객에게 제공할 수 있는 가치의 제안 (O)	고객관계	고객세분화 1. 고객이 우리 회사를 인지해야 함 2. 고객이 우리 회사를 인식해야 함 3. 고객의 인정 (가치 제안의 기회 제공)  가치는 항상 고객의 관점에서 제안되어야 함
	핵심자원		채널	
비용구조		수익구조		

### 기술과 비즈니스 그리고 미래

수많은 기술혁신 성공사례들을 보아 오면서 느낀 점이 많지만 한 가지 공통된 점은 시장의 인정이라는 것이다. 시장에서 인정받지 못한 기술인데 혁신이라는 인정만을 받은 경우는 아직 보지 못한 것 같다. 기술을 기반으로 사업을 하는 회사들은 연구개발이 시장과 고객을 향해 있지 않으면 혁신을 이루기 어렵다는 뜻이기도 하다.

다윈프릭션이 준비하는 미래를 알아보는 것은 중요한 힌트가 될 것 같다. 내가 가진 핵심기술이 무엇이고 고객에게 어떤 가치를 줄 수 있는지를 끊임없이 고민하는 것은 비즈니스 모델 수립의 기본이다. 다시 말해 우리는 무엇을 할 수 있는가? 무엇을 해야 하는가? 그 무엇이 고객에게 가치 있는 것인가? 라는 질문에 대한 답을 찾아가는 것이 비즈니스 모델의 기본이다.

다윈프릭션은 금속계 소결 마찰재라는 기존의 핵심기술을 보유한 회사이고 이제는 항공기용 브레이크 조립체와 휠까지 핵심기술의 영역을 확장했고 성공적인 비즈니스 모델을 만들어냈다. 가까운 미래에 이 기술로 무엇을 할 수 있고, 고객에게 어떤 가치를 제공할 수 있을까?

멀지 않은 시기에 도심항공수단(UAM, Urban Air Mobility)은 자동차와 비행기의 역할 일부를 대체할 것으로 보인다. UAM이 상용화되면 자동차처럼 이용하겠지만

항공기의 규정을 적용받게 될 것이다. UAM은 자동차도 아니고 거대한 여객기라 할 수도 없다. 국내에서 여기에 적용할 수 있는 휠과 브레이크 조립체를 만들 수 있고, 경험이 있고, 항공기 규정을 알고 있는 회사가 몇이나 될까? 다윈프릭션이 유일하며 이미 전사적 노력으로 미래의 기술을 준비하고 있다.

더 가까운 미래를 살펴보자. 대형 항공기나 전투기와 같은 크거나 빠른 비행기들은 브레이크 마찰재 소재가 다르다. 핵심기술이 다르다는 것이다. 반면에 40인승 내외의 민항기나 금속계 소결 마찰재를 브레이크에 사용하는 항공기들은 여전히 운항 중이며 앞으로도 운항해야 한다. **다윈프릭션은 보잉737 등의 브레이크 라이닝 PMA(Parts Manufacturer Approval) 획득을 목표로 개발 진행 중이다.** PMA는 미국 연방항공청(FAA)이 발급하는 유지보수용 부품 인증으로 인증된 부품이 항공기에 최초 부착된 부품과 동등한 정도의 신뢰성과 안전성을 증명받는 것을 의미한다. 참고로 항공기의 평균 사용 연수는 3~40년이고, 항공 부품시장에서 유지보수용 부품시장은 약 30% 이상을 차지하는 거대시장이라고 한다.

기술혁신을 시장의 인정이라는 단 하나의 기준으로만 보는 것은 합리적이지 않을 수 있다. 그러나 기술개발로 비즈니스를 영위하겠다고 하면 더 합리적인 결론은 아직 찾지 못했다. **기술혁신**



### MINI INTERVIEW

면서 연구개발 결과를 확보하고자 하고 있습니다. 또 다른 어려운 점은 국내 항공 관련 산업 자체가 기반이 두텁지 못하여 기술개발 시간을 지금보다 더 단축하는 것과 cost down이 어렵다는 점입니다. 설계한 이후 기계 가공을 하고 열처리, 도금, 도장, 단조 등의 후처리 가공을 해야 하는데 하나의 회사가 이를 모두 감당하기 어려워 일부는 외주로 진행할 수밖에 없는데 국내에서 국제 품질 인증인 AS9100, 특수 공정에 대한 인증인 NADCAP을 보유한 업체가 극히 제한적이기 때문에 시간과 비용을 줄일 방법이 없습니다. 이는 한 기업의 노력만으로 해결될 수 있는 것이 아니고 항공 관련 산업 전반이 지금보다 성장하게 되면 차차 좋아질 부분이라 생각합니다.

**Q1** 기술개발에 있어 어려운 점과 이를 극복한 방법이 있다면?

**A** 가장 어려웠던 점이고 현재도 어려운 점은 중소기업으로서 개발자금 부족과 개발 인력의 부족이 어렵습니다. 많은 중소기업이 공통적으로 호소하고 있는 부분인데 수도권을 벗어나면 전문인력 확보가 어렵다는 점입니다. 다행히 우리 회사는 수도권에 있어 덜한 편일 수도 있지만 기술 분야 특성상 기계, 전자, 항공산업 전문인력이 필요한데 전문인력을 확보하기가 매우 어렵습니다. 특히 국내 항공 산업계 전체적으로 전문인력이 매우 부족하므로, 우리 회사에 입사하여 전문인력으로 육성되고 성장한 직원들이 스카웃 되는 경우가 많아 가장 큰 애로사항이 되고 있습니다. 어려운 여건임에도 신입연구원을 뽑아 내부적으로 훈련하는 것뿐만 아니라, 외부 연구소나 대학과 공동연구 또는 위탁 연구를 진행하는 과정에서 전문지식을 습득할 수 있도록 연구원들을 적극적으로 참여시켜 짧은 시간에 기술 수준을 높이는 데 힘쓰고 있습니다. 개발자금 역시도 정부나 기관의 연구비 지원을 받을 수 있도록 과제화하여 진행함으로써 회사의 자체 부담을 줄이

**Q2** 지금까지 기술 축적을 어떻게 하고 있는지? 특별한 노하우가 있는지?

**A** 기술은 사람의 경험에 의한 축적이 중요한 요소인데 전문인력의 이직에 대해서는 뚜렷한 해결책이 없어 차선책으로 기술자료 축적에 힘을 쓰고 있습니다. 그동안 다수의 정부 지원 R&D 과제를 통해 결과보고서를 작성하고 시험 데이터를 얻는 과정에서 기록이 기술 축적의 중요한 수단임과 동시에 새로운 인력을 양성할 수 있는 수단이기도 함을 절실히 느끼게 되어 현재는 작성되는 모든 시험 자료와 데이터, 보고서들을 전자 파일로 만들어 보관하고 활용하고 있습니다. 이 자료들은 기술 축적의 의미도 있지만 신입연구원들 교육 목적으로도 중요한 자료들입니다. 이런 자료들은 구하고 싶다고 구할 수 있는 것이 아니고 유일하게 우리가 축적해야만 가질 수 있는 것들입니다. 우리가 시험 데이터를 얻기 어렵거나 해석하기 어려운 경우에는 외부 연구소나 대학에 의뢰를 하기도 하는데, 모든 개발을 내부에서 진행할 필요는 없다고 생각합니다. 더 전문성 있는 기관이나 연구소에서 우리가 필요로 하는 결과를 빨리 얻을 수 있고, 우리 연구원이 전문 기술을 습득하는 지름길 역할을 해주기도 합니다.

# 미·중 패권과 저성장시대 대한민국과 기업의 생존 전략



글. 윤태승  
한국특허전략개발원 전문위원

충북대학교에서 공학박사 학위를 취득했다. 한국IP보호기술연구소와 밸류엔아이피 대표를 거쳐 현재 한국특허전략개발원 전문위원으로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 IP 기반 R&D 전략 수립과 기술경영, 오픈이노베이션 및 플랫폼 전략, 인공지능 및 오픈소스 R&D 등이다.

## 미·중 패권전쟁 시대

최근의 미·중 패권 경쟁이 대한민국의 위기를 불러오고 있다. 우리나라는 물리적 전쟁 위험과 정치적 선택 사이에서 그 어느 때보다 위협하고 중요한 상황에 놓여있다. 지난 2019년 일본의 반도체 소재 수출규제로 발발된 소부장(소재·부품·장비) 사태를 비교적 출혈 없이 잘 극복하고 더 큰 소부장 위기에 대비한 덕분에 나름의 약점을 잘 극복하고 있지만, 이번 미·중 패권과 대중 수출규제가 불러온 IRA 반도체지원법 등과 같은 미국의 횡포는 일본의 소부장과는 차원이 다른 핵폭탄급 소부장 사태라 할 수 있다.

챗GPT가 불러온 AI 반도체 빅뱅과 전기차 시대의 배터리 공급 부족 및 밸류체인 내재화를 위한 자원과 생산기지의 유치, 그리고 미국의 패권 유지를 위한

중국 견제와 대한민국의 안보를 인질로 삼은 우리나라와 우리 기업에 대한 횡포는 결국 선택지와 국가적 산업적 기술적 약점을 빌미로 하기때문에 더욱 치명적이다.

우리가 대내외적인 환경의 변화와 패권전쟁에 휘둘리지 않기 위해서는 반도체·디스플레이·배터리와 같은 전략무기를 더욱더 확대 및 강화하고 소부장이나 반도체 장비, 비메모리, 핵심 소재와 같이 취약한 분야의 경쟁력을 높이는 방향으로 나아가야만 할 것이다. 최근 미국이 IRA나 반도체지원법 등의 패권을 휘두르는 이유에는 다양한 원인이 있지만, 기술 측면에서 가장 중요한 두 가지는 바로 기술 습득과 특허 문제 해결이라고도 볼 수 있다. 반도체의 경우는 어플라이드 머티리얼즈를 비롯한 막강한 반도체 장비 기업의 힘을 바탕으로 우리와 중국을 압박하고 있지만, 배터리의 경우는 전기차 배터리 수요확보와 생산 기술을 습득하고 특허 문제를 회피하는 방안으로 합작회사를 설립하고 있는 것이다. 물론 반도체와 배터리 모두 미국의 전쟁전략에 필요한 필수 내재화 전략물자이기 때문이라고 할 수 있다. 미·중의 패권전쟁은 우리에게 지금까지의 국제질서에서 벗어나는 다소 위험한 선택을 강요하고 있어 매우 신중하고 전략적인 중립을 추구해야 한다.

## 퍼스트 & 패스트 전략

좀 더 구체적인 전략을 제안하자면, 앞선 분야에서의 퍼스트무버형 전략과 쫓아가는 분야에서의 퍼스트팔로워형 전략을 믹스한 퍼스트&패스트 전략이 필요하다. 과거 일본이 퍼스트팔로워에서 특허전략을 통해 현재까지 살아남아 마켓을 장악하고 있는 분야가 바로 소부장 분야이다. 소재 분야에서의 파라미터 특허를 비롯해 막강한 IP 포트폴리오를 바탕으로 앞선 분야에서의 시장을 탄탄하게 보호하고 있으며, 우리가 2019년 1차 소부장 공격을 잘 막아내며 기술 개발을 완료할 수 있었던 것 역시 IP에 기반한 기술

그림 1 | IRA·반도체지원법 등 미국 패권전쟁의 이면



개발과 탄탄한 IP 포트폴리오의 구축이 있어 가능했다고 볼 수 있다. 따라서, 반도체 초격차, 배터리, 디스플레이 분야와 같이 앞선 기술 영역에서는 퍼스트무버형 IP 전략으로의 전환이 반드시 필요하며, 중국과 같은 경쟁국가 및 경쟁사의 추격을 늦추기 위해 침해 가능성이 큰 특허장벽을 높고 넓게 구축함으로써 최대한 우월하게 점유율과 지위 유지를 지속할 수 있도록 해야만 한다. 그것이 우리가 퍼스트팔로워 시절 선진국과 선진기업들이 구사해온 경쟁력 유지 전략이자 이전 앞서있는 분야에서 우리가 해야하는 생존 전략이다. 또한, 소부장 및 반도체 장비와 같이 여전히 우리가 뒤쳐진 분야에서의 지속적인 특허침해 리스크 해소 및 경쟁사를 공격할 수 있는 카운터클레임을 창출하고 무기화하는 퍼스트팔로워 전략을 강화해야만 한다. 특히, 우리가 디지털로 전환되는 시점에 일본을 뛰어넘을 수 있었던 것처럼, 새로운 전환점이나 새로운 미래 기술 등에 전략적으로 투자하고 IP 포트폴리오를 선점함으로써, 선진경쟁사들의 특허 지뢰 영역을 회피함은 물론 건너뛰어 넘어 새로운 영역에 우리의 IP를 선점하는 건너뛰기 전략이 반드시 필요하다 하겠다.

## 건너뛰기 전략

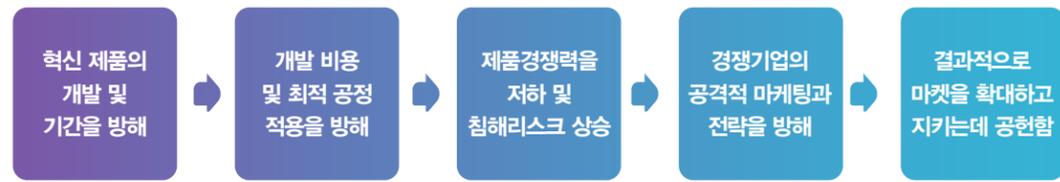
건너뛰기는 결국 혁신과 같은 행위이다. 블루오션 전략과 같이 레드오션이며 특허 지뢰가 사방에 깔려있는 위험지역을 건너뛰어 블루오션을 찾는 IP-R&D 전략이라 할 수 있다. 건너뛰기의 좋은 사례는 영국과 중국 그

리고 우리 대한민국에서 찾아볼 수 있다. 사실 영국의 경우 제조업이나 첨단기술에서 이미 경쟁력을 상실해 쇠락해가던 나라였지만, 어느 순간 ARM과 다이슨, 휴머노이드 로봇 아메카(Amecca)를 만든 엔지니어드 아트스(Engineered Arts)와 같은 혁신 기업이 새로운 시장을 리드해가고 있다. 영국의 이런 기업들은 새로운 혁신 대륙을 찾아 그들만의 영역을 확고히 하고 있으며, 레드오션 같지만 기존에 없던 새로운 기술을 적용해 LG와 삼성이 개척한 그들의 대륙에 특허 지뢰 걱정 없이 새로운 다이슨만의 땅을 개척해가고 있다. 중국의 경우는 보다 더 광범위하고 파워풀하다. 저가 제품과 선진국의 제품을 베끼기에 급급하던 중국이 전기차, AI, 5G, 드론을 대표선수로 전 분야에서 우리 대한민국은 물론 미국을 포함한 선진국의 기술을 따라잡고 시장까지 장악하고 있다. 2015년 리커창 총리가 발표한 ‘중국 제조 2025’는 제조업 기반 육성과 기술 혁신, 녹색 성장 등을 통해 중국의 경제 모델을 ‘양적 성장’에서 ‘질적 성장’으로 바꾸겠다는 중국 정부의 산업 전략이다. 결국 이 전략이 산업 대부분에서 결실을 맺고 있는데 유일하게 반도체의 경우는 미국의 제재와 반도체 제조의 특성상 고전하고 있는 영국이다.

우리 대한민국 역시 건너뛰기의 대표적인 사례라 할 수 있다. 우리 이미 선진국들이 높게 친 중화항공업의 장벽을 건너뛰어 세계적인 기업을 길러냈고, 가전, 디스플레이, 자동차, 반도체, 게임, ICT 등에서 선진국을 뛰어넘었다. 시대에 따라서는 제조업 황금기와 디지털 전환기, 인터넷 시대 등의 시류에 잘 올



그림 2 | 핵심특허 및 카운터클레임의 중요성



라타고 미래의 기술과 시장을 선점하기 위한 건너뛰기 전략을 잘 수행했기 때문일 것이다. 미·중 패권과 저성장의 위기이지만, 우리의 혁신 DNA와 건너뛰기 경험이 Chat GPT로 촉발된 AI시대에 다가올 미래 먹거리와 기술 전쟁에서도 승리할 수 있는 힘이 되어줄 것이라 믿는다.

### 대한민국과 기업의 생존 전략

최근의 미·중 패권전쟁의 핵심은 반도체 규제로 나타나고 있다. 그런데 이 반도체 규제의 핵심은 미국의 핵심 반도체 장비 기업의 역량에서 비롯된다고 해도 과언이 아니다. Applied Materials가 출원하고 있는 핵심 장비 특허의 경우 대부분의 반도체 제조 과정에서 핵심 권리와 응용범위를 보호하고 있어 반도체 제조 회사의 침해 가능성이 크며, IP 리스크 때문이라도 Applied Materials 제품을 채용하지 않을 수 없는 파워풀한 IP 장벽을 구축하고 있다. IP가 곧 마켓이라고 말할 수 있는 사례라고 볼 수 있다. 반도체 장비 독립이 결국 경쟁력과 협상력을 키우는 일이며, 경쟁기업을 공격 가능한 카운터 클레임 IP가 곧 무기이자 마켓을 확보하는 힘이 된다. 국가 간의 전쟁에서도 마찬가지이다. 우크라이나 전쟁에서 우크라이나 역시 카운터 펀치 가능한 핵무기급의 전략무기가 없었기 때문에 전쟁을 억제하지 못하고 침략을 당한 것이며 이는 기업의 비즈니스 전쟁에서도 마찬가지이다. 저성장시대에서 불황이 지속될수록 선진국을 포함한 다양한 파워를 지닌 국가들은 자국의 이익을 위해 그 힘과 패권을 휘두르며 다양한 이익을 취하려고

할 것이다. 따라서 **우리 대한민국과 기업들은 반도체, 디스플레이, 배터리, 로봇 등과 같은 대체 불가능한 전략 무기급의 핵심기술을 지속적으로 R&D하고 제품화하는 것은 물론, 제품의 제조에 필요한 핵심 소재와 장비 밸류 체인을 내재화해야만 한다.** 반도체의 경우를 예를 들면 미국의 어플라이드 머티리얼즈와 네덜란드의 ASML, 일본의 TEL 사 의존성이 결국 미국의 반도체 패권의 무기가 되어 중국은 물론 우리나라 기업들에게도 악영향을 끼치고 있다. 요즘 화두가 되고 있는 K 방산의 경우도 결국 AESA 레이더와 같은 핵심 부품의 국산화가 있었기에 가능했을 것이다. 이처럼 단순히 제품 자체뿐만 아니라 제조와 핵심 부품의 개발 능력과 밸류체인 내재화 생태계는 기업과 국가의 경쟁력과 협상력을 높이는 최고의 무기가 되고 있다.

세계는 지금 팬데믹 이후 극도의 저성장과 국제질서의 과거로의 회귀 및 미·중 패권전쟁과 밸류체인 내재화 등 국내외의 리스크가 어느 시대보다 위험하게 전개되고 있는 상황이다. 우리는 배터리, 반도체, 디스플레이 같은 우리가 개척한 앞선 분야를 효과적으로 지키며 확장시켜야한다. 또한 소부장과 반도체 장비와 같이 취약한 분야에서의 혁신적인 건너뛰기 전략을 통해 미국과 중국의 패권전쟁과 전략물자를 통한 횡포에 휘둘리지 않는 탄탄한 기술적 경제적 안보 전략을 확립하며, AI/로봇/UAM/XR 등 다가올 미래 먹거리 시장을 선점하기 위한 혁신과 건너뛰기 전략을 지속적으로 실행해야만 할 것이다. 특허청과 한국특허전략개발원은 이러한 기업의 혁신 활동과 건너뛰기 전략에 필수적인 IP-R&D 전략지원 사업을 통해 기업의 경쟁력을 강화하는데 노력하고 있다. **기술·혁신**

## 기술 전략의 시작과 끝: 기회의 포착



글. 권규현  
한양대학교 기술경영전문대학원 교수

Virginia Tech에서 산업공학 박사 학위를 취득했다. 한국과학기술연구원(KIST)을 거쳐 현재 한양대학교에 재직 중이다. 인지공학, 인간 컴퓨터 상호작용, 데이터 기반 기술 예측 등을 접목하여 디지털 서비스 혁신, 디지털 헬스케어, 디지털 기반의 신사업 개발 등을 연구하고 있다.

후견지명이라는 말이 있다. 뒤를 돌아보면 사건의 모든 것을 설명할 수 있을 것 같고, 그 인과관계를 쉽게 이해한다는 것이다. 후견지명이라는 말은 곧 심리학에서 말하는 사후확신편향(Hindsight Bias)이다. 이는 인지편향의 한 종류로, 노벨 경제학상을 받은 아모스 트버스츠키와 다이엘 커너먼은 가용성 휴리스틱(Availability Heuristic) 과 대표성 휴리스틱(Representativeness Heuristic)의 개념을 기반으로 사후확신편향을 설명한다.

가용성 휴리스틱은 '구할 수 있는, 이용할 수 있는' 인지적 증거를 기반으로 과거를 복기해서 현재의 상황을 설명하는 것이라면 대표성 휴리스틱은 대표적인 증거나 대상에 높은 확률을 부여함으로써, 현재의 상황에 대한 판단을 하는 것을 의미한다. 휴리스틱의 좋은 점은 불확실한 상황에서의 의사결정에 효율성을

추구한다고 할 수 있지만 반대의 경우에 인지적 판단 오류(Cognitive Bias)를 발생시킨다.

이러한 개념은 기술예측에 있어서도 동일하게 적용된다. 많은 기업들이 신제품을 위한 개발을 할때, 기억의 가용성과 대표성에 근거해 새로운 기회의 요소를 포착하고 기술의 방향을 설정한다. 특히 성공을 경험했던 CTO나 최고경영자는 사후확신편향에 기반한 직관적 기술전략 수립을 맹신하는 경향이 있다. 기술 전문가의 일방적이고 독단적인 기술예측, 전략은 몇 번의 성공과 함께 기업에게는 치명적인 실패의 경험을 제공한다. 마치 러시아인 룰렛처럼 언젠가는 발사되는 총구의 앞에 서서 방아쇠를 당기는 것과 유사한 것이다. 가용성과 대표성에 의한 편향을 보완하기 위해서, 보다 객관적이고 데이터 기반의 증거에 기반한 기회의 포착과 감지를 하려는 시도는 모든 기업의 숙제이기도 하다. 또한 데이터만으로는 한계가 있기 때문에 기술 예측을 혁신생태계라는 이론적 틀에서 바라보는 것 또한 중요한 일이다.

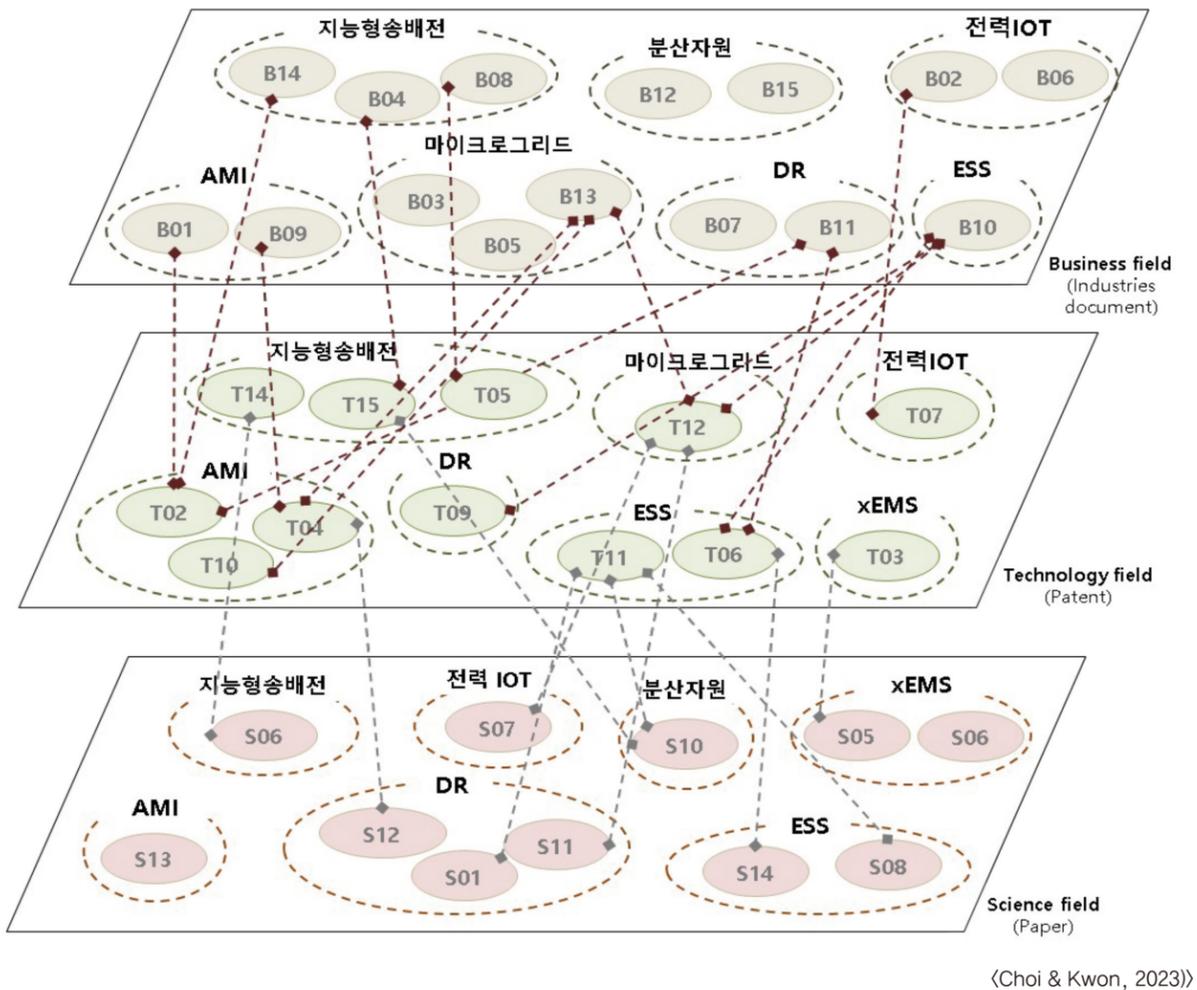
### 기회감지(Opportunity Sensing)

기회는 학술적으로 새롭게 인식된 요구사항이며, 새로 발견된 기술 또는 요구사항과 가능한 솔루션 간의 일치를 의미한다(Terwiesch & Ulrich, 2009). **기회는 끊임없이 움직이는 것이며 대부분의 새로운 혁신 방향은 구분하거나 식별하기 어렵다. 그렇기 때문에 기회를 감지하는 것은 기업의 혁신 이니셔티브를 설정하는 중요한 활동으로 간주된다. Teece(2007)은 변화하는 환경에 대응하기 위해서는 동적 역량이 필요하다고 강조했으며 특히 기회의 감지에 대한 중요성을 역설했다. 감지(Sensing)의 활동은 기술 지향성, 고객 수요, 그리고 산업구조 등을 포함하여 다양한 정보를 기반으로 새로운 생태계로의 변화를 찾아 내는 것을 포함한다.**

혁신의 기회를 포착하기 위한 기술예측 방법으로는 역사기반의 예측 및 통계적 방법, 전문가의 의견과 민주적 예측, 시나리오 기반 등 다양한 방법이 있다. 데



그림 1 | 스마트 그리드의 S-T-B 생태계의 상호작용 프레임워크



이러한 개념을 과학, 기술 뿐만 아니라 비즈니스 영역의 상호작용으로 확대해서 바라보면 산업적 관점에서의 기회감지가 가능하다. 과학분야의 연구에서는 과학논문을 중심으로 하는 빅데이터에 기반한 연구를 중심으로 과학분야의 연구 흐름을 파악하며, 기술의 개발에서는 특허를 중심으로 기술의 진보를 파악한다. 비즈니스 필드에서는 산업가치사슬의 지적 경향을 파악하고 투자, 거래, 전략 등에 해당하는 비즈니스 리포트를 중심으로 어떤 비즈니스 모델들이 주축을 이루고 있는지를 분석한다. 각 분야간의 격차분석(Gap Analysis)은 각 영역 사이의 유사도를 측정하여 상호작용을 파악한다. 또한 과학-기술-비즈니스는 때로는 순차적으로 일어나는 이벤트로 정의할 수 있으며, 과학과 기술의 성숙도는 비즈니스의 타이밍 설정에도 도움이 된다. 반대로 시장 중심의 접근에 있어서는 과학과 기술의 개발 필요성을 도출하는 데에도 활용할 수 있다. 과학적 분야와 기술적 분야의 상호작용이 활발하게 일어나고 있으나, 아직 비즈니스 필드의 연결고리가 약한 분야의 경우에는 사업적 가치로의 전환을 유도할 새로운 전략 수립이 필요하다. 기술적 분야와 비즈니스 분야의 상호작용이 활발히 일어나고 있으나 과학분야의 상호작용이 작은 분야는 기술의 수명 주기상 새로운 전환 포인트

를 고민해야 하는 시기일 수도 있다. 기술 예측은 미래에 대한 예측이기 때문에 항상 불확실성을 가지고 있으며, 다양한 변수와 동향을 예측해야 한다. 성공적인 기술 예측은 정확한 데이터 분석 뿐만 아니라 이론적 프레임워크에 기반하여 체계적인 사고의 틀을 갖추어서 진행 했을 때 가능하며 이를 통해 비판적 사고를 할 수 있다. 비판적 사고는 앞에서 말한 사후확신편향을 줄일 수 있는 가장 중요한 시작점이라 할 수 있다. 앞에서 언급한 기회 감지의 방법 외에도 다양한 기술 예측 방법론들이 존재하며, 이러한 방법론을 조합하거나 수정하여 특정한 상황이나 분야에 맞게 예측 접근을 개발할 수 있어야 한다. 기술 예측은 미래를 예측하는 것이므로 불확실성을 완전히 제거할 수는 없지만, 다양한 방법을 활용하여 사후확신편향을 줄이고 정확한 예측을 시도하는 것이 중요하다. 이는 조직의 경쟁력을 향상시키고 미래에 대비하여 성공을 이끄는 데 큰 역할을 할 것이다. 이를 통해 조직은 변화의 기회를 포착하고, 더욱 민첩하게 행동하여 지속적인 성장과 혁신을 추구할 수 있을 것이다. [기술혁신]

### 혁신생태계 관점에서의 기회감지: S-T-B 생태계적 접근

혁신생태계라는 개념은 다양하게 논의 되고 있지만 일반적으로는 혁신과 관계되어 있는 수많은 개별 요소 간의 상호작용의 결과이며, 혁신을 위한 가치를 창출하는 복잡한 관계를 포함하는 환경으로 정의될 수 있다. Granstrand and Holgersson(2020)은 ‘혁신 수행에 중요한 보완 및 대체관계를 포함하는 행위자, 활동 및 인공물, 제도 및 관계의 진화하는 집합’으로 정의하였다. 특히 연구주도의 지식경제와 시장지향의 비

지스 경제 두가지의 상호작용과 긴장 관계가 혁신 생태계의 원동력으로 작용한다. 과학과 기술은 유사한 듯 보이지만 과학적 지식연구는 기술개발 및 혁신의 단초가 될 수 있으며, 과학적 진보는 때로는 기술적 발전에 의존한다. 둘 사이의 상호작용에서 잠재적 기회와 경향성을 발견할 수 있다. 과학과 기술이 상호작용하고 동시에 활발한 진화가 일어나는 영역이 있으며, 기술발전은 있으나 과학적 연구가 없는 분야, 과학적 연구는 있으나 기술적 진보가 없는 분야 등 과학과 기술과의 관계를 3가지 유형으로 나누어서 생각해 볼 수 있다. 이를 통해 기술과 과학의 상호작용 사이에 비어 있는 잠재적 기회를 파악하면 새로운 형태의 전략적 방향이 도출된다.

이러한 개념을 과학, 기술 뿐만 아니라 비즈니스 영역의 상호작용으로 확대해서 바라보면 산업적 관점에서의 기회감지가 가능하다. 과학분야의 연구에서는 과학논문을 중심으로 하는 빅데이터에 기반한 연구를 중심으로 과학분야의 연구 흐름을 파악하며, 기술의 개발에서는 특허를 중심으로 기술의 진보를 파악한다. 비즈니스 필드에서는 산업가치사슬의 지적 경향을 파악하고 투자, 거래, 전략 등에 해당하는 비즈니스 리포트를 중심으로 어떤 비즈니스 모델들이 주축을 이루고 있는지를 분석한다. 각 분야간의 격차분석(Gap Analysis)은 각 영역 사이의 유사도를 측정하여 상호작용을 파악한다. 또한 과학-기술-비즈니스는 때로는 순차적으로 일어나는 이벤트로 정의할 수 있으며, 과학과 기술의 성숙도는 비즈니스의 타이밍 설정에도 도움이 된다. 반대로 시장 중심의 접근에 있어서는 과학과 기술의 개발 필요성을 도출하는 데에도 활용할 수 있다. 과학적 분야와 기술적 분야의 상호작용이 활발하게 일어나고 있으나, 아직 비즈니스 필드의 연결고리가 약한 분야의 경우에는 사업적 가치로의 전환을 유도할 새로운 전략 수립이 필요하다. 기술적 분야와 비즈니스 분야의 상호작용이 활발히 일어나고 있으나 과학분야의 상호작용이 작은 분야는 기술의 수명 주기상 새로운 전환 포인트

Terwiesch, C., & Ulrich, K. T. (2009). Innovation tournaments: Creating and selecting exceptional opportunities. Harvard Business Press.

Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. Strategic management journal, 28(13), 1319-1350.

Granstrand, O., & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. Technovation, 90, 102098.

Choi, K. H., & Kwon, G. H. (2023). Strategies for sensing innovation opportunities in smart grids: In the perspective of interactive relationships between science, technology, and business. Technological Forecasting and Social Change, 187, 122210.



# 제68회 산기협 조찬 세미나 불안정한 핵 균형 -기업의 대응전략



**연사. 조동준** 서울대 정치외교학부 교수  
서울대학교 외교학과를 졸업하고 미국 펜실베이니아주립대학교에서 정치학 박사 학위를 받았다. 국방부 피해자 지원 심의위원회, 한반도 평화연구원 원장 등을 거쳐 현재 서울대학교 정치외교학부 교수로 재직 중이다.

6월 22일, 제68회 산기협 조찬세미나가 엘타워 그레이스홀에서 진행됐다. 이번 세미나에서는 국제 안보와 세계 정치 분야의 전문가인 조동준 서울대 정치외교학부 교수가 <불안정한 핵 균형-기업의 대응전략>을 주제로 강연을 진행했다.

## 핵분열/융합의 원리와 핵무기에 대한 불편한 진실

미국과 러시아 사이의 핵 균형이 불안정해지고 있다. 이러한 상황 속에 최근 러시아는 벨라루스에 핵무기를 배치했다. 이에 핵무기 개발과 핵균형의 역사, 핵균형의 악화 원인, 그로 인한 기업의 대응 전략에 관해 이야기해 보고자 한다.

먼저 물리학과 관련한 이해가 필요하다. 핵무기는 어떤 에너지를 이용할까. 원소는 분열되기도, 융합되기도 한다. 무거운 원소의 원자핵은 다수 양성자와 중성자로 구성되어 있다. 대표적인 것이 우라늄235이다. 이 원소는 외부에서 중성자가 들어오면 불안정한 상태의 우라늄236이 된다. 이후 안정을 유지하고자 바륨과 크립톤으로 분열한다. 그 과정에서 중성자가 3개로 쪼개지면서 엄청난 에너지가 방출된다. 바륨, 크립톤, 3개의 중성자가 응집되기 위해 필요했던 에너지가 갑자기 방출되는 것이 핵분열의 원리이다. 플루토늄 역시 핵분열하는 원소 중 하나다.

핵융합은 소수 양성자와 중성자로 구성된 가벼운 원소에서 일어난다. 가벼운 원소와 원소가 충돌하면서 플라즈마 상태에서 원소가 활동할 때, 더 무거운 물질(원소)이 생성된다. 이 같은 핵융합 과정에서 강한 에너지가 방출된다. 원소와 원소를 인위적으로 융합할 수도 있다. 이러한 과정에서 발생하는 엄청난 에너지를 활용해 무기를 만들 수 있는 것이다.

**핵분열과 핵폭발이 없으면, 사실 인류는 존재할 수 없었다. 지구 내핵이 없어지면 인류가 현재 지상에서 누리고 있는 환경이 유지될지 알 수 없다. 지금도 지구의 내핵에서는 우라늄235가 연쇄 폭발하고 있는 것으로 추정한다. 한편으로 태양에서는 수소폭발로 인한 에너지가 지구에 도달해 현재의 지구 생태계가 유지되고 있다.**

핵무기는 기본적으로 폭발을 일으키는 탄류가 있으면 만들 수 있다. 비행기 투하, 대포, 로켓 혹은 미사일, 핵배낭을 통한 자폭 등 다양한 방법으로 폭발시키는 물체들이 이미 개발되어 있다. 다만 핵무기의 위험

성을 경고하는 의견이 쏟아져 대부분 없앤 상황이다. 핵무기는 무기의 표적지가 누구인가에 따라 전략 무기가 되기도 하고, 전술 무기로 취급받기도 한다.

## 인간이 핵무기를 만든 이유와 핵무기 사용의 충격

핵무기가 만들어진 과정은 민주주의와 연결되어 있다. 시민혁명 이전에는 통치자와 신민간의 유대감이 없었고, 주로 용병을 투입한 전쟁이 이루어졌다. 하지만 시민혁명 이후에는 정치공동체가 운명공동체로 변모했고, 시민군, 자원병, 민병대가 출현했다. 예를 들어 지금의 네덜란드는 과거 스페인왕의 땅이었다. 그 시절 지배자와 피지배자는 완전히 다른 존재였지만, 얼마든지 지배자가 바뀔 수도 있는 상황이었다. 여기에 민족주의가 결합되면서 '땅의 주인'에 대한 의식이 생겼다. 이에 따라 군대와 시민사회의 심리적 결합이 발생했다.

전쟁에서 승리를 도모하는 방식에도 변화가 생겼다. 공급과 장거리 포격으로 충격과 공포를 심어주고 전쟁수행능력을 무력화하는 데 초점이 맞추어졌다. 핵무기는 시작부터 대도시와 생산시설을 파괴할 목적으로 만들어졌다. 이런 이유로 무기를 만들었지만, 실제 사용 여부를 결정하는 일은 절대 쉽지 않았다. 2차 세계대전 당시 미국 역시 매우 어렵게 투하 결정을 내렸다. 미국의 초기 구상은 해상을 차단해 본토를 고립시켜 일본의 항복을 끌어내는 것이었다. 사실 전쟁 당시 핵무기의 영향은 그다지 크지 않았으나, 심리적으로 일본은 핵무기 때문에 졌다고 인식하게 되었다.

민족주의 및 민주주의 이전의 전쟁방식에도 과도한 피해 금지와 전투원과 비전투원을 구별해야 한다는 인도주의가 강조되었다. 그런데 핵무기는 파괴력이 엄청나고, 방사능 물질의 경우 장기적인 피해를 가져온다. 대도시의 민간인과 생산시설을 공격하면서 전투원과 비전투원을 구별해야 한다는 원칙에도 어긋난다. 1945년 이후 핵무기 사용 사례가 없으면



서 핵금지가 작동되는 듯 보이지만, 군사적/정치적 효과로 인해 핵보유를 포기하지 않는 국가들도 있다. **핵무기는 핵국 사이의 고강도 분쟁을 줄이는 효과가 있지만, 반면에 핵국 사이의 저강도 분쟁 가능성을 높이고 위기를 조성한다. 제한 전쟁에서는 비핵국이 승리하지만, 위기 종결 측면에서는 핵국의 승리 가능성이 높다. 냉전기에 미국과 소련은 핵무기를 쉽게 쓸 수 없음을 인식하고, 1972년 탄도탄요격미사일조약을 체결하고 합의 아래 핵 균형을 이루어왔다.**

그런데 시민들의 안전상 기대와 요구가 커지면서, 2010년대 이후 미국과 러시아 사이에 실전배치 전략 무기 관련 협약을 담은 'New START 합의'가 이루어졌다. 그런데도 기술의 발전으로 정밀타격능력이 생기고 우주전 가능성이 열리면서, 핵균형의 안정성은 점차 무너졌다. 급기야 러시아가 New START 참여 중단을 선언했다. 이에 미국은 전략핵 관련 정보 교환을 중단하고, 다시 협상에 나섰다.

이러한 상황에서 기업들은 어떻게 대응해야 할지에 대해서는 구체적인 해답은 없다. 다만 국제 질서가 장기적으로 두 개의 리그로 재편될 것으로 보인다. 원자재 수출국인 러시아는 선진 제조업에서 자유로울 수 없어 중국 영향권에 편입될 가능성이 있다. 진영 간 장벽이 이전보다 높아질 수 있으므로 진영 간 영향을 고려해서 기업 활동과 투자를 결정해야 한다. **기술·혁신**



# 기술사업화 성공을 위한 TLO의 역량 강화



글. 홍석환  
한국표준과학연구원 기술이전그룹장

한국과학기술원(KAIST)에서 생명화학공학 석사 학위를 취득했다. 한국표준과학연구원 홍보실장, 예산실장을 거쳐 현재 기술이전그룹장을 맡고 있으며, 특허, 기술이전, 창업 및 연구소기업 업무를 총괄하고 있다.

국공립연구소 및 대학으로부터 생산된 공공기술이 민간기업을 만나 사업화의 꽃을 이루는 것을 우리는 기술사업화라고 부른다. 기술사업화의 생태계는 매우 역동적인 사슬로 얽혀 있는데, 그 주체는 대학, 공공연, 민간기업, 특허사무소, 기술거래 기관, 사업화 컨설팅 기관, 투자사, 금융기관, 개인 투자조합 등으로 매우 다양하게 구성되어 있다. 각 주체들의 저마다 역할이 있지만, 이 지면을 빌어서는 대학, 공공연 내에서도 정부출연연구기관의 기술사업화부서(TLO)의 역할과 역량에 대해 이야기해보겠다.

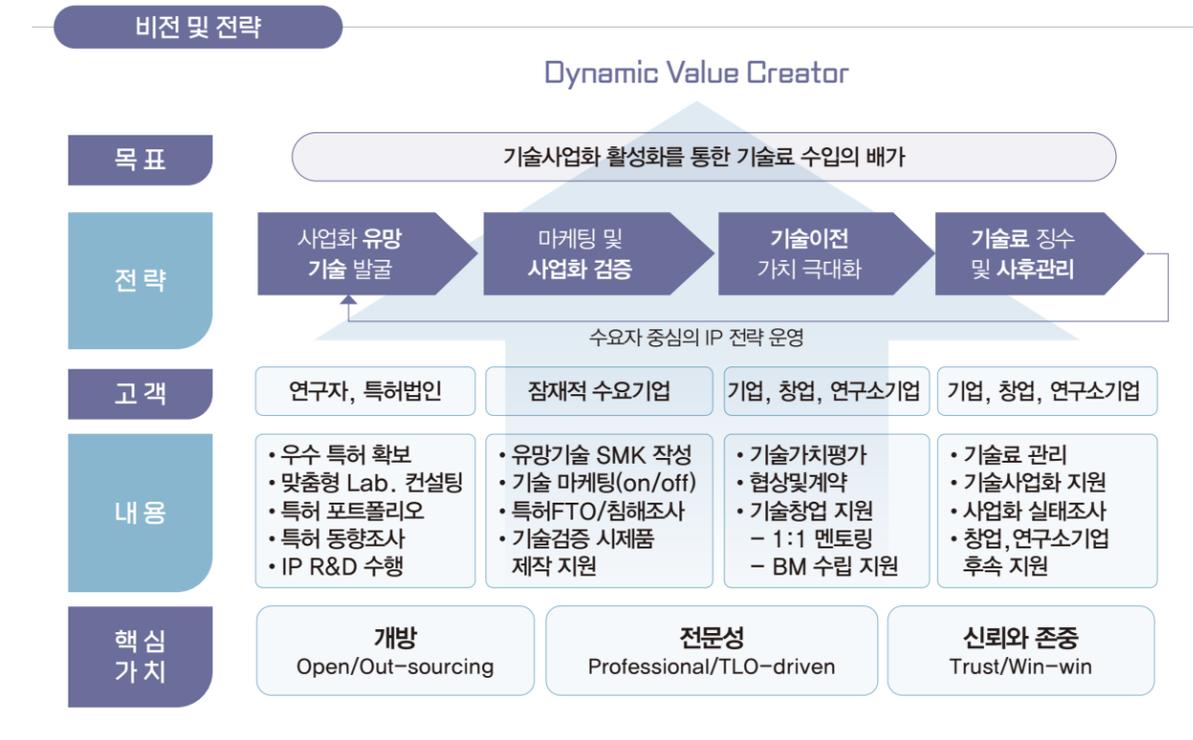
한강의 기적을 만들어낸 우리나라 경제발전의 뒤에는 국가 주도의 과학기술 개발이 있었음은 자명한 사실이다. 경제의 규모를 이루어낸 이후 민간기업의 연구개발 자원과 역량이 증가하면서 출연연의 역할과 정체성에 대한 의구심은 계속 커져 왔으며, 이에 따라 출연연의 생산성과 성과를 따지는 일이 잦아졌

다. 출연연은 국민의 세금 사용에 대해 성과로 부응하여야 하는데, 그 성과는 우주발사체, 인공위성, 원자력발전, 핵융합발전, 자원탐사선, 5G/6G 통신 기술 개발, 시간 표준 확립 등도 있겠지만, 애석하게도 이러한 성과보다 숫자로 보여지는 성과가 요구되는 경우가 많다. 대표적인 것이 특허가 얼마나 많이 기술 이전되었는지, 투입 연구비 대비 기술료를 얼마나 많이 벌어들였는지 등이다. 출연연을 국가 인프라로서 인식하기보다 민간기술보다 조금 더 앞서서 기술을 개발하는 개발자로 보기 때문이다. 이러한 과도기적 인식 착오에도 불구하고, 출연연은 시대의 요구 앞에 국민 눈높이에 맞는 성과로 답을 하여야 한다.

출연연의 성과를 시장에 내놓기 위한 많은 플레이어가 있겠지만, 가장 기술의 일선에 맞닥뜨린 자들은 TLO 인력이다. 이들은 유망한 공공의 기술을 끄집어내어 민간기업에 기술을 넘기고 기술이전 계약을 체결한다. 또는 기술을 현물 출자하여 연구소기업을 세운다. 금전거래가 걸린 일기기에 실리를 잘 따져야 하고, 분쟁에 휘말리지 않도록 법적인 검토를 철저히 하여야 한다. 기술사업화의 성공을 위해 이의 선봉장인 TLO 부서를 강화하고 육성하여야 하지만, 실상은 그렇지 못하다. 국가과학기술연구회의 2022년 말 기준 통계에 따르면, 출연연의 평균 근속 경력은 약 4년에 불과하다. 절반 이하의 출연연은 1~3년 사이에 직위가 재배치되어 기술사업화의 생태계에 대한 폭넓고 깊은 전문성을 갖추기 어렵다. 필자가 속한 한국표준과학연구원 경우 최근 인력 교체로 근속연수가 채 2년이 되지 못한다.

기술사업화의 업무 범위는 대단히 유동적이고 또 확장적인데, 가장 소극적인 TLO 업무는 특허출원·등록, 연구자가 요청하는 기술이전 계약 체결, 연구원 창업 승인 등 단순한 행정지원 업무일 것이다. 그러나 특허 관리의 범주를 유망기술 발굴, 권리 보호를 위한 특허 조사, 컨설팅, 특허침해 조사 등으로 확장하면 업무의 넓이와 깊이가 대단히 심화된다. 수요기업을 발굴하기 위한 마케팅 활동의 전략과 방법

그림 1 | 한국표준과학연구원 TLO의 비전과 전략



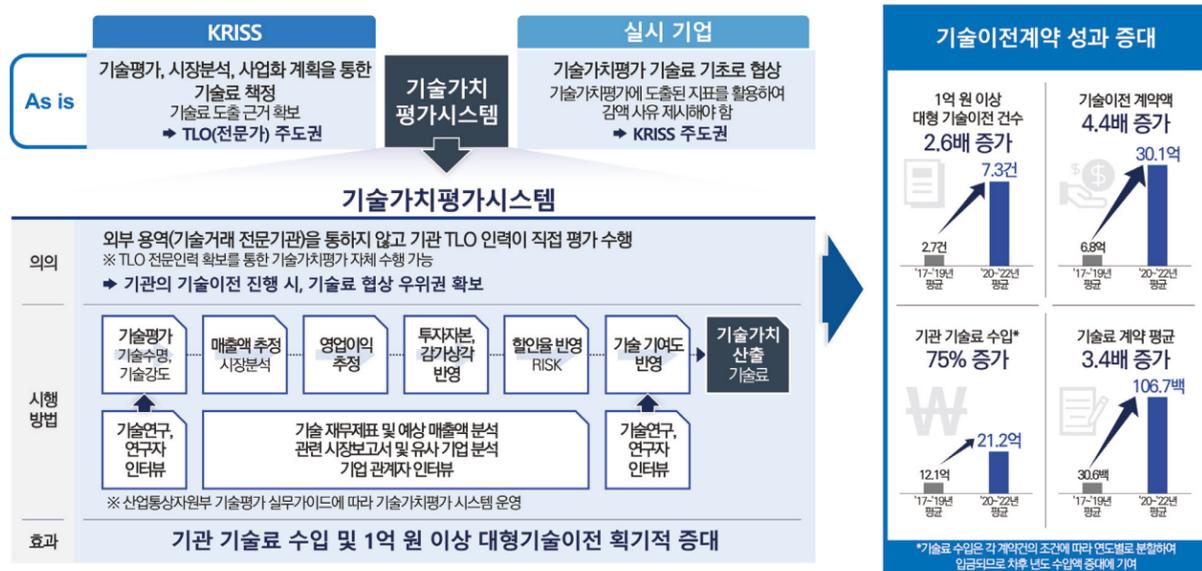
을 고찰하고 그에 따른 전략을 실행하는 것, 기술을 제대로 판매하기 위해 기술가치평가를 실시하는 것도 마찬가지이다. 창업 부문은 아이템 검증, BM 수립, 사업화 지원까지 고민하다 보면 다른 하나의 부서가 생겨야 할 정도로 업무가 많아진다.

그러나 제한된 인력과 업무 환경 속에서 모든 일을 다 감당할 수는 없으며, 선택과 집중을 통해 기술사업화 업무를 수행하게 된다. 한국표준과학연구원은 다양하고 복잡한 기술사업화 업무의 효율적 수행을 위해 업무추진 철학을 다음의 세 가지로 삼았다. 첫째, 오버랩핑 업무 분장/협업-쉐어이다. TLO 인력의 전문성을 빠르게 함양하고, 사업화 전주기 업무를 물 흐르듯 경험케 하기 위함이다. 둘째, 전문성 강화/프로세스 혁신이다. 자체 기술가치평가 능력을 강화하는 것과 더불어, 업무를 시스템화하여 담당자 교체 시에도 흔들리지 않는 기반을 구축하기 위함이다. 셋째, 아웃소싱 확대이다. 앞선 두 가지 전략으로 사업화 모든 영역에 대해 충분

히 감당할 수 없기 때문에 민간의 숙성된 역량을 최대한 활용하고, TLO는 이에 대한 PM의 역할을 수행하는 것이다. 이러한 철학을 바탕으로 '사업화 유망 기술 발굴' → '마케팅 및 사업화 검증' → '기술이전 가치 극대화' → '기술료 징수 및 사후관리' 각 추진 단계에 따라 세부 전략을 수립하고, 효율적이고 효과적으로 각 단계별 성과를 도출하고자 노력하였다.

한국표준과학연구원은 유망기술을 발굴하기 위하여 맞춤형 Lab, 특허 컨설팅을 추진하고, 개별 연구자 중심의 특허 동향 조사 등을 기관 차원에서 통합하여 지원하였으며, 특허출원 및 연차 유지에 대한 심의를 강화하였다. 유망기술 중 대형기술 이전이 기대되는 기술은 특허 FTO 분석 지원을 도입하여 권리를 다시 한번 더 확인하고, 이전이 된 기술이라 하더라도 기업의 요청에 따라 특허침해 조사를 지원하기도 하였다. '5G 주파수 필터 설계 기술'은 특허 분석·설계 지원 및 다양한 마케팅 활동을 통해 수요

그림 2 | 기술가치평가시스템 도입을 통한 기술이전 계약성과 증대



기업을 발굴하여 기본기술료 12억 원 및 경상기술료 1.2%의 조건으로 기업에 이전되었다.

또한 자체 기술가치평가시스템을 도입하여 모든 기술이전 계약을 대상으로 기술의 가치를 평가한다. 기술을 거래하기 위해서는 가격을 책정하여야 하는데, 연구자가 불러주는 가격, 기업이 흥정하는 가격에 끌려가서는 TLO의 역량을 발휘할 수 없다. 산업부의 기술가치평가 실무가이드를 따라 기술을 평가해보고, 이것이 체화가 되면 TLO 담당자의 강한 무기가 된다. 기술가치평가를 반드시 해야 진짜 유망한 기술에 선택과 집중할 수 있으며, 기술사업화의 체질과 안목이 개선된다. 기술가치평가 결과에 따라 유리한 고지에서 협상의 주도권을 가지게 된다. '평면형 플라즈마 측정 기술'은 기술가치평가 결과에 따라 동일한 기술이지만 반도체 적용 제품 시장을 2개로 분할하여 복수의 기업과 통상 실시계약을 체결하였다. 각각 5억 원과 경상기술료 a% 조건이다. 디스플레이 부문의 시장은 계약 조건에서 제외되어 기존 기업에 추가로 이전하거나, 다른 기업에 이전할 수 있다. 기술가치평가가 있기 때문에 가능한 일이다. 이 글을 읽는 모든 분들에게 자

체 기술가치평가를 도입할 것을 적극적으로 권면한다.

창업 부문에서는 그동안 연구자들이 창업 승인을 요청하면 TLO는 행정지원을 해주는 것에 그쳤으나, 지금은 기관 차원에서 예비창업자와 기술을 발굴하고, 1:1 법률·세무·투자 멘토링, 비즈니스모델 수입 지원, 정부 연계 과제 지원 등을 적극적으로 지원하고 있다. 그 결과 신규기업 수가 '19년 1개 기업에서, '20년 3개, '21년 4개, '22년 3개로 큰 폭으로 증가하였다. 이노폴리스사업단, (주)SYP, 아이코어사업단 등과 MOU를 체결하고 함께 협력한 결과이다.

여러 제도와 시스템의 도입, 전문성 강화와 아웃소싱 확대를 통해 기술료가 약 3배로 증가하고, 창업기업 매출이 크게 활성화되는 등 기술사업화의 가시적 성과를 조금 맛보았다. 그러나 여전히 사업화의 생태계는 복잡하고, 사업화를 위해 넘어야 할 산과 계곡은 더욱 많이 있음을 실감하게 된다. TLO의 전문성과 역량이 더욱 강화되어야 하는 이유다. **기술·혁신**

# 연구노트 작성, R&D 프로젝트 관리 고민을 스마트하게 해결해 드립니다

산기협은 플랫폼 운영기관인 더존비즈온과 협력하여, 클라우드 기반의 디지털서비스를 제공하고 있습니다. 플랫폼을 활용하여 효율적인 R&D를 수행할 수 있도록, 최적의 업무환경을 제공하고 있으니 많은 활용 바랍니다.



## 서비스 소개

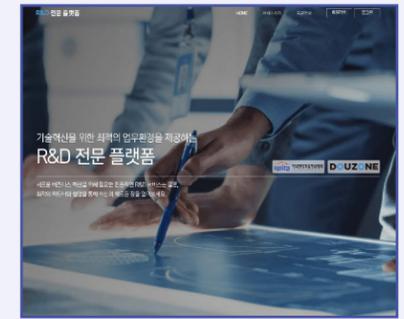
<https://cloud.koita.or.kr>

전자연구노트*	R&D PMS	특허전문 번역(IP 킥콩)	플랫폼이 제공하는 무료서비스**
간편한 노트작성 연구과제관리 시점인증(위변조 방지) 등	R&D 수행 관리 R&D 산출물 관리 R&D 예산관리 등	저렴한 비용으로 더 빠르고 정확하게 특허문서 번역	실시간 협업 메신저 원거리 화상회의 메일, 웹스토리지 등

\* 기업 연구소 R&D 세액공제를 위해 연구 진행 결과를 관리가 중요하며, 이를 효과적으로 뒷받침하는 연구노트 작성이 필요합니다.  
\*\* 플랫폼에 가입하시면 협업 메신저 등 다양한 무료 서비스를 받을 수 있습니다.

## 이용방법

- 가입절차**
  - R&D 전문 플랫폼 접속 : <https://cloud.koita.or.kr>
  - 플랫폼 신규가입, 최초 가입한 사용자에게 관리자 권한 부여(이후 변경 가능)
  - 기업관리자가 [직원초대하기] 메뉴에서 직원(연구원)에게 초청메일 발송
  - 초청장을 받은 직원은 안내에 따라 플랫폼 이용자로 회원가입
- 더존비즈온의 클라우드 기반 R&D서비스는 안전합니다!**
  - 클라우드 컴퓨팅서비스 보안요건 충족, 최적의 데이터 안전관리와 보안환경 제공



## 이용요금

### ■ 월이용료(PMS, 전자연구노트)

(부가세 별도)

구분	산기협 회원사(할인)	비회원사
기본료 + 사용자(1인)	30,000원 + 15,000원/인	30,000원 + 20,000원/인

[예시] 연구원 3명 이용 시 월 이용료 : 산기협 회원사인 경우 30,000원(기본료) + (15,000원 × 3명) = 75,000원  
※ 해외특허 전문번역 서비스는 별도 문의주시면 상세한 안내 드립니다.

### ■ 특별할인 프로모션

- **최초 신규 가입시 1개월 동안 무료로 사용할 수 있습니다. (인원 제한 없음)**  
※ 1개월 무료 서비스가 종료되면 결제 후 이용 가능합니다. (무료기간 후 자동결제되지 않습니다.)
- 산기협 회원사인 경우, 사용자 ID 당 25% (20,000원 → 15,000원) 할인해 드립니다.





# 신기술 NET 인증 기술

신기술(NET, New Excellent Technology)인증은 산업통상자원부 국가기술표준원과 한국산업기술진흥협회가 운영하는 인증 제도로서 개발된 신기술의 상용화와 기술거래를 촉진하고자 도입되었다. 기업 및 연구기관, 대학 등에서 개발한 신기술을 조기 발굴하는 데 기여하고 있다.

- 신청자격: 신기술 인증을 받고자 하는 기업, 대학, 연구기관의 대표(장)
- 신청안내
  - 신청기간: 연 3회
  - 신청방법: 온라인 접수(<https://www.netmark.or.kr>)
  - 문의: 인증심사팀 02-3460-9022, 9179

## 영인에이스(주)



### 이온 분자 반응기술을 적용한 실시간 VOC 질량 분석 기술

본 기술은 마이크로웨이브 플라즈마를 이용한 반응이온(전구이온, precursor ion) 생성 기술로 반응이온의 선택적으로 이동할 수 있다. 시료 성분과 전구이온간의 이온화 반응의 정량적 제어를 통해 2차 질량필터를 이용한 시료분자의 질량별 분리가 가능하다.

- ① 전 단계에서 생성된 전구이온이 흐름관 내부로 유입되는 중 흐름관 상단 부위에서 분석대상시료 도입 가능
- ② 흐름관 내에서 전구이온과 시료기체 사이에 이온화 반응이 일어날 때 안정적 발생 조건 형성 가능



주생산품	질량분석기
개발기간	2019. 1. ~ 2020. 8.
분야	화학생명

## (주)폼웍스



### 건축 실링용 폴리우레탄 조인트 팽창폼 기술

본 기술은 건축, 토목공사 시 발생하는 틈을 실링할 수 있다. 연질 폴리우레탄폼의 복원력과 수성아크릴의 점착력을 상호 보완하여 압축된 팽창소재 시공 후 복원되는 팽창폼 기술이다. 아크릴 수지의 함침 양을 조절하여 팽창·회복 속도 조절이 가능하다.

- ① 이음매 부분 차단 및 연질폴리우레탄폼의 유연한 내구성과 실링성을 구현하고 아크릴 수지를 통해 시공효율성 향상
- ② 압축비율에 따라 수밀성, 기밀성, 차음성 등의 효과 조절 가능



주생산품	연질폴리우레탄폼
개발기간	2015. 5. ~ 2020. 12.
분야	화학생명

## 피에스에스(주)



### 변압기용 고체 전해질식 수소센서 기술

본 기술은 산소이온전도체와 수소이온전도체의 이중 접합구조를 채용한 가스 센서구조 및 측정기술이다. 공기를 기준으로 수소농도를 측정하는 고체 전해질 방식 수소센서를 적용했다.

- ① 측정 분위기로부터 기준전극 격리가 쉬워 용존수소 측정에 적합
- ② 고체전해질의 특성상 약조건에 잘 견디며 선택성이 우수



주생산품	가스센서
개발기간	2002. 3. ~ 2020. 8.
분야	화학생명

## (주)엘지화학



### 수술용 장갑을 위한 비항가교 NB Latex 제조 기술

본 기술은 가황공정(Vulcanization, 황가교)을 대체할 수 있다. 또한 NB Latex와 효과적인 가교를 지원하는 Latex 입자의 작용기 분포 조절 기술, 용액유지율, 신율과 연성을 향상시키는 Latex 모폴로지 조절이 가능하다.

- ① 응력유지율, 신율 및 연성이 우수한 수술용 니트릴 장갑 제조 가능
- ② 천연 라텍스를 사용하지 않아 Allergy를 유발하지 않는 장갑 제조 가능



주생산품	석유화학제품가공원료 자동차소재, 전자/전자재료, 의약품
개발기간	2018. 3. ~ 2020. 12.
분야	화학생명

## (주)리퍼터, 농업회사법인 렛츠팜(주) REPUTER Let's Farm

### (공동)사포닌 증진을 위한 돌외재배 자동제어 기술

본 기술은 돌외의 사포닌 성분 최적화를 위해 스마트 팜 및 식물공장의 돌외 재배의 자동제어를 수행하며 지표성분 증진을 유도(Elicitor)한다. 유용 식물의 생육상태(13종) 분석을 위한 비파괴·실시간 측정을 수행하고 환경정보 이상치·결측치를 보정한다.

- ① 빅데이터 및 인공지능을 활용하여 환경정보(11종)와 생육정보(13종)를 활용한 데이터셋을 구성하고 관리 가능
- ② 생산성과 지표성분 함유량을 동시에 높일 수 있는 자동제어 및 비례정밀 Plants Growth Chamber 개발



주생산품	컴퓨터 및 네트워크 장비 / 농업용 기계 멀티미디어학습장치
개발기간	2018. 3. ~ 2019. 6.
분야	화학생명

## 현대자동차(주), ㈜삼양사, ㈜쓰리디팩토리 HYUNDAI samyang 3D FACTORY 삼양사

### (공동)자동차부품 픽스처용 적층/절삭 일체형 PC/CF 복합소재 3D 프린팅 기술

본 기술은 자동차 중/대형 부품의 초정밀 픽스처용 하이브리드 3D 프린팅 기술이다. 1m<sup>2</sup> 이상의 대면적 및 대형 노즐 3D 프린팅 전용 복합소재를 제조하며, 약 0.20mm 정밀도 구현을 위해 적용 및 가공이 가능하다.

- ① 대형 노즐을 활용하여 대면적 3D 프린팅이 가능한 열가소성 복합소재 가공 가능
- ② 3D 적층 및 NC 절삭 가공과 하이브리드 3D 프린팅 기술을 융합한 초정밀 픽스처 제작 기술



주생산품	일반여객및 화물자동차, 특장차 / 설비, 엔지니어링 플라스틱, 기초유기화학물질 / 적층성형기
개발기간	2016. 1. ~ 2020. 11.
분야	화학생명



# 신제품 NEP 인증 제품

신제품(NEP, New Excellent Product)인증은 산업통상자원부 국가기술표준원과 한국산업기술진흥협회가 운영하는 인증 제도로서 국내에서 최초로 개발된 기술 또는 이에 준하는 대체기술을 적용한 제품을 인증하여 제품의 초기 판로를 지원하고 기술개발을 촉진하고자 도입되었다. NEP 인증마크를 부여받은 제품에 대하여 자금지원, 의무구매, 신용보증 등 각종 지원제도의 혜택을 제공하고 있다.

- 신청자격: 신제품 인증을 받고자 하는 중소기업, 중견 및 대기업의 대표
- 신청안내
  - 신청기간: 연 3회
  - 신청방법: 온라인 접수(<https://www.nepmark.or.kr>)
  - 문의: 인증심사팀 02-3460-9185~8

## (주)세진플러스 SEJINPLUS

### 폐섬유 고온압축 접착기술을 적용한 재활용 섬유 패널

본 제품은 섬유 폐기물을 재활용해 건축 및 인테리어 마감재로 활용 가능한 패널 제조 기술이다. 합성수지 접착제를 혼합하지 않고 섬유의 용접 차이로 고온압축 접착 기술과 원료 특성을 활용해 성형하는 친환경 공법을 적용했다.

- ① 기존제품 대비 밀도·강도·내구성 개선 및 단열·흡음 성능을 보강한 패널 제조를 통해 섬유 폐기물처리 방식 개선
- ② 폴리에스터와 면이 안정적으로 결합하는 혼합비를 개발·적용하고 열과 압력만으로 성형하여 유해 성분 미방출



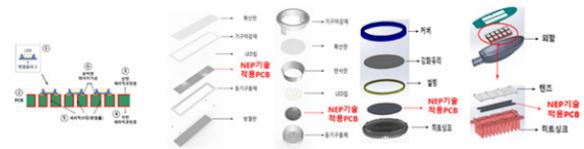
주생산품	건축용패널
인증기간	2022. 5. 6. ~ 2025. 5. 5. 분야 건설·환경

## (주)금경라이팅 KUM KYEONG

### LED 칩 하부 비아홀 기반 양면코팅 인쇄회로기판 제작 기술이 적용된 LED 조명등기구

본 제품은 LED 칩이 실장되는 기판의 인쇄층-동박층 사이 및 기판 최하층에 방열 세라믹층을 형성한다. LED 칩의 작하부와 칩 주변에 다수의 비아홀을 내부에 방열 세라믹층을 도포하는 인쇄회로기판 제작 기술이다. 세라믹 방열도료는 이산화규소, 알루미늄 나이트라이드 나노 파우더를 혼합·조성했다.

- ① LED 수명 및 기판의 성능 향상과 기존제품 대비 우수한 광효율에 소비전력을 줄여 에너지 절감 효과 확보
- ② 열 감소로 광속 유지율이 향상되어 사용기간 동안 고품질 조명환경 제공



주생산품	LED 등기구
인증기간	2022. 6. 20. ~ 2025. 6. 19. 분야 전기·전자

## (주)엘파워 L·POWER

### 예측수명이 증대된 전해커패시터 제거형 정전력 구동회로 적용 LED 등기구(100W 이하)

본 제품은 LED 조명용 절연형 구동 드라이버의 1차측 입력전압 및 전류정보를 이용한 기준전압 생성, 출력전력 고정 기술이다. 또한 기존 큰 용량의 전해커패시터를 제거하고 기존 LED 조명의 문제점인 수명 문제 해결로 장시간 사용을 보장한다.

- ① 기존제품 대비 316.7%의 수명 향상 및 출력고정기술로 High PF 및 Low THD의 안정적 회로 설계 기술 실현
- ② AC/DC 절연형 LED 전원회로의 전해커패시터 제거를 통한 유지보수 비용 절감



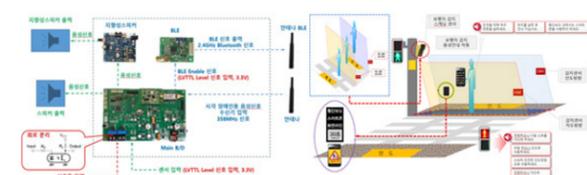
주생산품	LED조명
인증기간	2022. 6. 20. ~ 2025. 6. 19. 분야 전기·전자

## (주)패스넷 SMART WORLD, SMART CROSSWALK PASSnet

### 스마트폰 화면잠금 기능을 갖는 보행신호 음성안내 보조장치

본 제품은 횡단보도 진입 보행자의 스마트폰 화면 차단 기술로써 2채널 감지 센서를 이용하여 보행자 유무, 이동 방향을 감지·판단하여 상황에 알맞은 안내를 송출한다. 또한 비콘 및 고주파 특정 주파수로 횡단보도 진입 시 보행자의 스마트폰 화면 차단 잠금 기능이 포함되었다.

- ① 스왑 기능으로 보행자의 상황에 알맞은 음성안내 송출로 보행자의 혼란 방지
- ② 횡단보도 내 다양한 통계 자료를 제공하여 구조개선, 무단횡단 예방
- ③ 예비 전력이 없거나 추가 전원 공급을 위한 선로 작업이 불가능한 장소에도 설치 가능



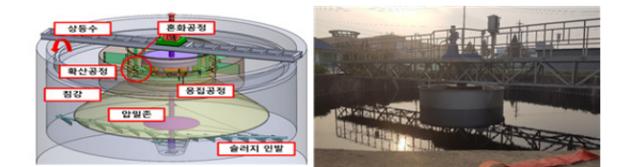
주생산품	보행신호 음성안내 보조장치
인증기간	2022. 6. 20. ~ 2025. 6. 19. 분야 전기·전자

## (주)가온텍 GAONTEC

### 원형 침전 일체형 슬러지 수집기

본 제품은 센터휠 내측으로 유입된 원수가 임펠러에 의해 혼합·응집 후 방출되는 응집물질과 구동력 전달부에 크기가 다른 2개의 구동 전달기어, 기어 연결축 동작에 따라 스크래퍼와 임펠러가 동시에 동작되는 단일 구동 장치이다. 슬러지 침강 효율을 높이기 위해 슬러지 침강 유도판과 농도를 높이는 슬러지 압밀콘을 적용했다.

- ① 하나의 동력으로 기존 구조를 변화없이 맑은 물을 생산 가능
- ② 응집원내 임펠러 회전과 슬러지 스크래퍼 구동을 동시에 수행하여 기존 부지면적 감소와 유지관리 어려움 해소
- ③ 슬러지 침강 유도판과 압밀콘에 의한 처리수 수질 향상



주생산품	슬러지수집기, 인라인드레그 컨베이어 등
인증기간	2022. 6. 20. ~ 2025. 6. 19. 분야 전기·전자

## (주)에너토크 Ever Reliable enertork

### 토크감지에 의한 위치한계점 자동설정 기능의 유·무선 통신제어 전동 액추에이터

본 제품은 사용자 설정치에 의해 토크량을 감지하여 밸브의 위치 한계점을 자동 설정하고, 유·무선 통신제어 기술을 통한 액추에이터 조작 및 운전정보 감시가 가능하다. 또한 마그네틱 홀센서의 위치 정확도 및 반복 정밀도가 향상되었다.

- ① 개별(또는 집체) 액추에이터 위치설정 과정 자동화로 신뢰성·편리성 향상
- ② 유·무선 통신으로 현장의 운전상황을 모니터링하여 제품의 고장 진단 및 예방유지보수 가능
- ③ 샤프트 및 기어 백래쉬 감소 설계에 의해 기존제품 대비 위치 정확도 오차 개선



주생산품	전동액추에이터
인증기간	2022. 6. 20. ~ 2025. 6. 19. 분야 기계·소재

 **대한민국 엔지니어상**

July

**지능형 사출 금형·성형시스템 및 초미세 발포 사출기술을 개발**

세계 최고 수준의 지능형 사출 금형·성형시스템 및 국내 최초의 초미세 발포 사출기술을 개발하여 국내 뿌리 산업인 금형·성형·가공 분야에서 경쟁력 향상 및 기술혁신에 기여한 공로를 인정받았다.



백만인 엘지(LG)전자(주) 책임연구원

백만인 책임연구원은 전자제품 분야에서 약 26년간 생산기술 및 금형·성형기술 개발 활동을 지속해온 엔지니어이다. 끊임없는 연구개발을 통해 다수의 생산성 혁신기술을 개발하여 양산에 적용했다. 2017년부터 LG전자 내 금형센터를 담당하여 금형·성형 산업 분야의 기술개발 성장 및 확대에 핵심적인 역할을 맡고 있다.

센서 기반 지능형 사출성형시스템인 i-Mold를 독자적으로 개발하여, 자사 해외 법인 및 국내·외 협력사 약 30여 개의 사출 공장에 보급함으로써 제품의 생산성 향상 및 불량률 감소에 기여했고, 금형 설계·제작 분야에도 자동화 및 AI 기술을 접목하여 수작업을 최소화할 수 있도록 LG Flow(사출성형해석), LG Mold(금형설계), LG CAM(금형가공) 시스템을 개발하는 등 전통적 뿌리 산업인 금형·성형 분야의 디지털화를 선도하는 중이다.

현재, 협력업체의 안정적 지속 성장의 기회를 제공하기 위해 금형·사출 신기술을 신속하게 확대 전개하고 금형제작 노하우를 전수·공유하고 있다. 또한 전문인력육성에도 지원을 아끼지 않아 '금형기술사 및 기능장 육성과정'을 사내교육과정으로 신설하여 후배들에게 다양한 기회를 주고 있다.

**전기차용 알루미늄 판재부품 버(Burr)\* 용착방지 금속냉각성형 기술을 개발**

국내 최초로 전기차용 알루미늄 판재부품 버(Burr)\* 용착방지 금속냉각성형 기술을 개발하여 전기차 부품 산업의 생산성 향상 및 재작업공수 개선을 통한 제조 경쟁력 강화에 기여한 공로를 인정받았다.



이태길 (주)삼성텍 연구소장

이태길 연구소장은 자동차 프레스 금형 기술분야에서 33년간 한 우물을 파 온 금형기술 최고의 엔지니어로서 신기술개발과 금형제작을 통해 우리나라 자동차 부품산업 발전에 기여했으며, 최근 3년의 수공기간에 8건의 국가성장동력 고도화 전략품목인 수송용 경량고강도 금속소재부품의 신기술개발과 사내공정개선을 주도하여 회사의 기술경쟁력 향상과 매출 증대에 공헌했다.

중소기업에서 보기 드물게 기계공학 박사, 금형 기술사, 금형 제작기능장 자격소지자로 성형이 어려운 자동차 고장력강 부품의 스프링백 형상동결기술을 포함한 차별화된 10대 과학 기술을 보유하고 있으며, 뛰어난 창의력과 기술력을 바탕으로 3년간 5개의 특허를 취득했다. 주요 기술 업적으로 자동차 제3세대 시트 프레임 부품을 국산화하고 본 개발품을 해외전 사회에 출품하여 세계시장에서 기술경쟁력을 강화하는 큰 성과를 거두었다.

틈틈이 엔지니어 기술특강 및 지식 기부활동과 사회적 약자와 취약계층을 위한 연탄나눔 등 봉사활동에 참여하여 대한민국 엔지니어로서의 소명의식과 함께 사회적 책임을 다하고 있다.

\* 버(Burr) : 알루미늄 표면층 입자가 탈락하여 거스러미를 형성한 돌기

**신청 방법**

- 신청대상: 기업의 엔지니어로서 최근 3년 이내의 공적이 우수한 자
- 포상내용: 과학기술정보통신부장관상 및 트로피, 상금 500만 원
- 추천서 접수 기간 및 방법: 연 2회, 온라인 접수([http://www.koita.or.kr/month\\_eng/](http://www.koita.or.kr/month_eng/))
- 문의: 시상인증단 02-3460-9026

**일체형 원자로 상부구조물\* 설계기술을 개발**

국내 최초로 일체형 원자로 상부구조물\* 설계기술을 개발·상용화하고, 상용 원자력 발전소와 소형 모듈형 원자력 발전소 고유 노형 개발에 참여하여 우리나라 원자력 산업의 기술 혁신에 기여한 공로를 인정받았다.



강태고 한국전력기술(주) 실장

강태고 실장은 원자력 분야에서 약 27년간 설계와 연구개발 활동을 지속해온 원자력 기계 분야 엔지니어이다. 일체형원자로 상부구조물, SMR\*\*, 상부탑재형 노내계측계통을 개발하며 핵심기술에 대해 다수의 논문과 특허를 출원하여 원천기술 확보, 원자로 핵심 설비에 대한 기술 고도화를 이끌며 원전 설계 분야에서 국제경쟁력 강화에 기여하였다.

일체형원자로상부구조물은 원자로 헤드에 설치되어, 원자로 헤드인양, 비산물 차폐, 제어봉 냉각과 제어봉 지지 등의 기능을 수행하는 일체형 설비이다. 해외 소수의 원전설계사만 보유한 원전 핵심 계통으로 순수 독자 기술로 개발해 국내외 원전에 적용한 사례이다. 원자로 상부 설비가 통합되고 안전 설비가 추가되어 기존 대비 원전 정비기간이 2~4일 단축되어 안전성과 경제성이 크게 향상되었다.

2010년부터 스마트원자로 기술개발, 2021년부터는 혁신형 SMR 중장기 개발계획 수립과 예비타당성 통과, 원자로 설계에 참여해 차세대 원전 개발에 큰 역할을 담당하며 원전산업에서 국가 기술경쟁력 강화에 앞장서고 있다.

\* 일체형 원자로 상부구조물 : 원자로 헤드에 설치되어 원자로 헤드 인양, 비산물 차폐, 제어봉 냉각, 제어봉 내진 지지 등의 기능을 수행하는 일체형 집합체

\*\* SMR(Small Modular Reactor) : 전기출력 300 MWe 이하, 소형모듈형원전

August

**선체 부착생물 제거용 수중 선체 청소로봇을 개발**

선체 부착생물 제거용 수중 선체 청소로봇을 개발·상용화하는 데 기여한 공로를 인정받았다.



한성호 (주)에스엘엠 연구소장

한성호 연구소장은 로봇·자동화 분야에서 20년 이상 연구개발 활동을 지속해온 로봇·자동화 분야 엔지니어이다. 기존의 수중로봇 기술의 한계를 극복하고 열악한 수중 환경에서 신뢰성 있고 효율적인 작업을 수행할 수 있는 수중 선체 청소로봇의 개발과 세계에서 최초로 상용화를 추진하면서, 해당 분야의 신규 시장을 개척하고 기술 경쟁력 강화를 이끌었다. 수중로봇 작업 현장의 열악한 조건과 요구사항을 제품 설계 단계에서 반영하고 검증하는 과정을 반복하면서 신뢰성을 확보하고, 수중 선체 청소로봇 상용화에 성공했다. 수중로봇의 핵심 요구사항으로 수밀성능 확보, 선체 곡면 주행 메커니즘, 선체 도막손상 방지, 청소 과정에서 발생하는 잔해물 비산방지 및 회수 최적화 등 현장의 요구조건에 부합하는 성능 최적화를 통해 기술경쟁력을 보유했다.

그 외에도 국내 특허 3건 해외 특허 5건을 출원 및 등록하였고, 수중로봇 연구개발 관련 국책과제 8건을 수행하면서 수중로봇 요소기술을 확보했다.

수중로봇의 기술 차별화를 위해 선체 청소 이력과 청소 결과 자동 보고서 생성 및 선체 위치 기반 청소 결과 확인 기술 등 선체 표면 관리 플랫폼 기술 개발을 통해 데이터 기반의 선체 관리 솔루션 공급에도 큰 역할을 담당하고 있다.

원자력기술특수분야

**IR52 장영실상 (리주~28주)**

**신청 방법**  
 • 신청대상: 국내에서 개발된 신제품 중에서 접수 마감일 기준 최초 판매일이 5년을 경과하지 않은 제품  
 • 신청방법: 온라인 신청(<http://www.ir52.com/>)  
 • 문의: 시상인증단 02-3460-9189

**리주** **현대자동차(주)**

**수소연료전지 대형트럭**



나옥진 상무, 이호영, 신재영, 염시호 책임연구원이 개발한 수소연료전지 대형트럭은 세계 최초로 양산 개발된 친환경 차량이다. 고압 탱크에 충전된 수소와 공기 중의 산소를 이용해 연료전지 발전을 하고, 이를 통해 얻은 전기에너지로 모터를 작동시켜 구동력을 발생시킨다. 충전 시간은 약 8~25분 소요되며 주행가능거리는 350바 충전 압력 기준 400km 이상 주행거리를 확보했다.

**22주** **파워오토메이션(주)**

**하이브리드 이형 부품 조립 장비 (i-12.0)**



맹학도 연구소장, 정대철, 김낙훈 책임연구원이 개발한 i-12.0은 세계적인 이형 부품 자동 삽입 조립 기술에 의해 탄생된 차세대 융합 장비이다. 전자부품을 손으로 삽입공정을 자동화하여 무인화 공정에 기여했다. 또한 단자삽입 및 퓨즈삽입 공정에도 적용이 가능한 하이브리드 장비로 투자 회수 기간을 단축 및 공간 절약을 달성했고, 전자부품을 장비에 장착된 노즐과 다양한 그리퍼를 이용해 전자부품을 픽업한다.

**25주** **인투코어테크놀로지(주)**

**반도체 제조 공정용 플라즈마 활성화용 공급장치**



허진 부사장, 이윤성, 손영훈 프로그가 개발한 PRO-RPS는 자기 유도결합 방식의 플라즈마 발생 기술을 적용한다. 가스 분자에 가장 효과적이고 효율적으로 에너지를 전달하여 고에너지의 활성화용을 생산, 공정 챔버에 공급하는 장치로서 반도체 제조 시 플라즈마를 통해 생성된 활성화용을 활용할 수 있는 모든 공정(박막증착, 원자층 증착/식각, 표면처리, PR 스트립, 에칭)에 사용된다.

**26주** **엘지전자(주)**

**LG 인공지능 UP가전 세탁기**



김영수 상무, 서현석 연구위원, 유선화 책임연구원, 지백근 선임연구원이 개발한 LG 인공지능 UP가전 세탁기는 사용자가 세탁 과정에서 의류의 분류, 세제 투입, 코스와 옵션 설정 등으로 고민하게 되는 스트레스와 시간을 줄이도록 '알아서 해주는' 인공지능세탁코스를 제공한다. 구매 후에도 새로운 기능들을 업그레이드 콘텐츠로 제공하여 '나에게 맞춰주는' 세탁기로 진화해가는 새로운 개념의 가전이다.

**23주** **삼성전자(주)**

**초고용량 스토리지 서버시스템**



박종규 상무, 김정수, 배덕호 수석연구원이 개발한 PB-SSD (Petabyte-scale SSD)는 세계적인 메모리 기술에 의해 탄생된 데이터센터 향 차세대 스토리지 서버시스템으로, PB (Petabyte)급 초고용량의 데이터 저장 및 고성능 데이터 처리가 가능하다. 본 제품은 최근 화두가 되는 초거대 AI, 클라우드 서비스, 바이오 분야 등에서 거대한 데이터를 저장하고 효율적이고 빠르게 처리한다.

**24주** **현대자동차(주), (주)에스엘미러텍**

**후방시계의 사각지대를 제거하여 차량의 안전운행을 돕는 디지털 사이드 미러**



현대자동차 이정호 상무, 봉흥선 책임연구원, 에스엘미러텍 김용환, 신영남 책임연구원이 개발한 디지털 사이드 미러는 카메라로 들어오는 후방 사물을 실시간으로 실내의 모니터를 통해 보여주는 기계 및 전자 융합 시스템이다. 야간 및 우천 등 시야 확보에 불리한 상황에서도 선명한 시계를 제공하여 차량의 안전운행을 돕는 제품으로 기존에 거울로 된 아웃미러가 가지고 있는 사각지대 한계점을 극복했다.

**27주** **(주)이랜텍**

**고에너지 밀도 전지시스템**



권한용, 김한수, 박철우 PMO이 개발한 가정용ESS는 전기요금 이 저렴한 시간에 전력과 신재생에너지 발전전력을 저장해 사용하기 위한 장치이다. 고에너지밀도 전지시스템은 가정용 ESS에 탑재되는 배터리팩 모듈로 에너지 고효율을 위해 삼원계 원통형 셀을 채택했고, 셀의 열폭주가 화재로 확산되지 않도록 제품설계, 제조기술을 적용하여 개발했다. 또한 세계 최초로 열폭주 화재 확산 방지 UL9540A 테스트를 통과했다.

**28주** **한국항공우주산업(주)**

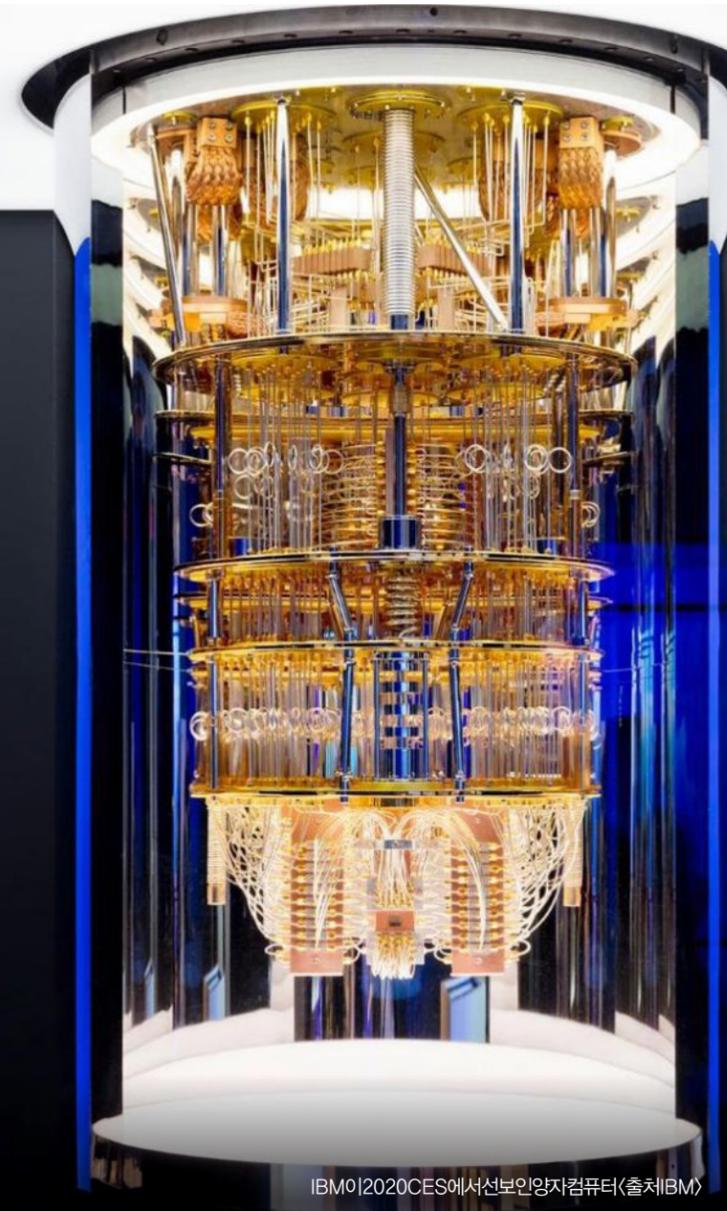
**KF-21 단좌/복좌 캐노피**



선석진 수석연구원, 정하택 책임연구원, 이재훈 선임연구원이 개발한 캐노피는 전투기 운용 중 조종사를 보호하고 조종사 시야 확보 및 조종사가 타고 내릴 수 있도록 개폐 기능을 갖추고 있다. 전투기 운용 시 발생 가능한 조류 충돌, 낙뢰 및 고공·고속의 극한 환경에서 조종사와 내부 장비를 보호하고, 임무 수행이 가능하도록 우수한 광학 성능을 보유한다. 또한, 유사시 조종사 탈출을 위한 신속 분리 기능도 갖췄다.

IR52 장영실상

# 초전도체 '소동'과 열린 결말



IBM이2020CES에서선보인양자컴퓨터(출처IBM)

글. 안경애 디지털타임스 ICT과학부장  
경북대학교 영어영문학과를 졸업했다. 전자신문을 거쳐 디지털타임스에서 과학 기술, ICT 분야를 취재했으며 현재 ICT과학부장을 맡고 있다. 과학기술과 기술혁신, 인공지능, 디지털전환, 스타트업-벤처기업 육성 등이 주요 관심 영역이다.

과학계부터 SNS, 온라인 커뮤니티까지... 한여름 폭염과 태풍의 기세 못지않게 전 세계를 집어삼킨 이슈가 있다. 그 앞에는 '꿈의 물질'이자 '현대물리학의 성배'라는 수식어가 따라붙었다. 한국 연구진이 던진 상온상압 초전도체 이슈다.

이석배, 김지훈 등 퀀텀에너지연구소 연구진이 상온상압 초전도체라고 밝힌 'LK-99'는 납, 구리, 인이 산소와 결합한 아파타이트(Apatite-육각기둥 모양으로 원자 배열이 반복된 형태) 구조를 가진다.

과학계가 100년 이상 매달려온 상온 초전도체 문제를 풀었다는 논문이 논문 사전 공개 사이트 '아카이브'에 공개되자 세계 과학계는 휴가를 반납하고 이론-재현실험 검증에 나섰다.

## 에너지·기후변화 문제 한 번에 해결?

폭염, 폭우 등 온난화의 부메랑이 피부에 와 닿다 보니 초전도체에 대한 기대감은 더 증폭됐다.

초전도는 특정 물질이 특정 온도에서 전기저항이 0이 되고 자기장이 완전히 사라지는 현상이다. 저항의 방해가 없다 보니 전기가 손실 없이 흐른다. 또 초전도체 위에 작은 영구 자석을 놓으면 마이스너 효과 때문에 자석이 밀리는 힘을 받아 공중에 뜨게 된다. 이 효과를 이용한 자기부상열차는 공중에 떠서 빠르게 이동할 수 있다. 핵융합, 양자컴퓨터, MRI(자기공명영상) 등에도 초전도체가 핵심으로 쓰인다.

특히 상온상압 초전도체는 전자기 작용 위에서 작동하는 인류문명의 많은 부분을 바꿔놓을 파괴력을 가진다. 전기를 쓰고 충전하고 전달하는 과정의 비효율이 개선돼 에너지 절감, 탄소감축에 결정적 도움이 될 수 있다.

그러나 과학계에서 상온상압 초전도체는 수많은 성공 발표에도 불구하고 사실로 판명된 적이 한 번도 없는 민감한 주제다. 수많은 양치기 소년이 등장했다 사라진 데 이어 LK-99가 발표되자 과학계의 반응은 냉담과 회의에 가까웠다.

그림 1 | 한국형핵융합연구장치 KSTAR 내부



〈핵융합연구원〉

## 학술지 대신 아카이브, 언론 대신 SNS... 전파·소통 창구 달랐다

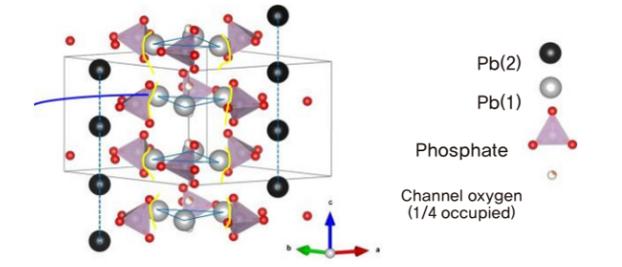
눈에 띄는 것은 보통의 과학적 발견과 LK-99 이슈는 전파와 소통 창구가 달랐다는 점이다. 새로운 연구성과는 국제학술지에 논문이 실린 후 언론을 통해 기사화되는 게 일반적이다. 그러나 LK-99는 동료 검증이 필요한 학술지 대신 논문 사전 공개 사이트에 연구 결과가 발표됐고, 언론 대신 X(옛 트위터), 유튜브 등을 타고 전 세계에 바로 퍼졌다.

과학계와 언론들이 이 이슈를 경계한 것은 비주류 연구 그룹이 동료평가를 거치지 않은 채 아카이브에 먼저 논문을 싣고, 직전에 미국 로체스터대학 연구진이 네이처에 낸 상온 초전도체 논문이 철회된 영향이 많았다. 상온상압 초전도체는 인류가 도저히 손에 쥐지 못할 성배라는 회의론도 컸다. 퀀텀에너지연구소 내부의 이해충돌 때문에 논문이 다소 급하게 발표되기도 했다.

아카이브에 논문을 발표한 것은 결과적으로 훨씬 폭넓은 세계 각국 연구자들의 동료 검증을 받는 계기가 됐다. 보통 국제학술지는 3명 정도의 전문가가 동료평가를 해서 논문 게재 여부를 결정한다. 아카이브는 그 과정이 생략되지만 논문 발표 후 미국·중국·유럽·인도 등 세계 각국의 연구그룹이 이론과 재현실험 연구에 뛰어 들었다. 이들의 결과는 아카이브에 실시간으로 공개됐다.

몇 주의 검증과정이 필요한 국제학술지에 비해 훨씬 빠른 속도로 정보 전파가 이뤄지고 글로벌 과학계 간의 지식공유가 일어난 것. 이들이 아카이브에 올린 내용은 X(옛 트위터)

그림 2 | LK-99의 3차원 구조



〈퀀텀에너지연구소〉

등 SNS를 타고 전 세계로 전파됐다. 과학 '초전도급'이었다.

## 과학 소식 퍼 나른 대중... 테마주와 엮인 과학

회의적인 과학기술계, 언론들과 달리 SNS와 커뮤니티의 반응은 즉각적이었다. 아카이브와 SNS의 연결이 파괴력을 키웠다. 많은 이들이 온라인에서 초전도 이슈를 주고 받았다. '세빛 하늘 동동삼' 같은 유행어까지 등장했다. 온라인에서는 "이 정도면 국가가 밀어줘라", "일론 머스크나 빈 살만 부러울 게 없다", "즐거운 일이 없었는데 초전도체로 며칠간 행복했다. 검증에 시간이 걸린다니 좀 더 행복할 수 있겠다" 등의 이야기가 오갔다. 가족이나 친구들이 초전도체를 주제로 대화하는 풍경도 벌어졌다.

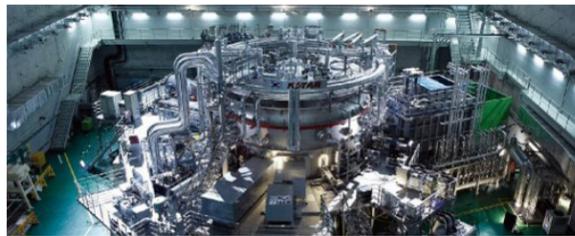
이슈의 에너지가 폭발한 것은 주식시장이다. 이차전지와 인공지능을 대체해 초전도체 테마주가 형성되면서 국내외 주식들이 요동쳤다. 어느새 과학 이슈가 '주가조작', '개미 털기' 같은 얘기에 덮이기 시작했다. 과학에서 시작된 대중의 관심은 어느 순간 탐욕으로 연결됐다.

## 미·중 포함 전 세계 과학계, 검증 대열에

세계 각국의 연구자들은 LK-99 검증 결과를 아카이브에 공유하는 한편 SNS로도 공개했다.

그 가운데 미국 로렌스버클리국립연구소가 내놓은 이론적 연구 결과가 주목받았다. LK-99에서 구리 원자가 결정 구조로 침투해 납 원자를 대체하는 과정을 시뮬레이션

그림 3 | 한국형핵융합연구장치 KSTAR



<핵융합연구원>

함으로써 초전도 현상의 조건이 만들어질 가능성이 있는 게 골자다. 이후 세계 각국의 재현실험 경쟁이 치열하게 전개됐지만 실패 소식이 이어지면서 초기의 환호는 급격하게 식었다.

국내보다 앞서 LK-99 재현실험을 한 국제 과학계는 초전도체가 아니라는 데 의견이 모아지고 있다. LK-99 논문 공개 후 수십 개 연구조직이 LK-99 복제를 시도했지만 초전도성을 확인한 곳은 한 곳도 없다.

네이처는 16일(현지 시각) 기사에서 “과학계가 LK-99의 퍼즐을 푼 것 같다”면서 LK-99의 불순물인 황화구리가 초전도체가 나타내는 특성과 유사한 전기저항의 급격한 저하와 자석 부분부상의 원인이라고 보도했다. 국제 과학계가 사실상 실패 신고를 한 모양새다.

국내 과학계의 검증 결과는 9월 중 나올 것으로 보인다. 서울대, 포항공대, 고려대, 성균관대, 경희대 등 6개 연구실이 검증에 착수했다. 이들은 논문에 제시된 방법대로 LK-99를 만든 후 전기저항, 자기 특성, 상전이 특성, 외부 자기장 반응성 등을 볼 예정이다. 쿼텀에너지연구소가 만든 LK-99 샘플을 가진 유일한 외부 기관인 한국에너지공대는 전기적 특성에 초점을 맞춘 연구 결과를 올 연말께 내놓을 예정이다. 표준과학연구원과 광주과학기술원의 검증 결과가 발표되고, 국제학술지 ‘APL’의 논문 게재 승인 여부가 나오면 LK-99의 운명은 가려질 것으로 보인다.

### 0.1%의 가능성에 도전해 실패 딛고 진보하는 과학

초전도 현상이 처음 발견된 것은 1911년이지만 이를 설

그림 4 | 한국형핵융합연구장치 KSTAR 내부



<핵융합연구원>

명하는 이론이 정립된 것은 46년 후였다. 양자역학의 공이 절대적이었다. 초전도 현상에 대한 인류의 이해는 이후 몇 걸음 나아가지 못했다. 아직 영하 200도 부근에서 일어나는 고온 초전도 현상의 원리도 모른다.

LK-99에 대해 과학계가 상온 초전도체일 가능성은 거리를 두되 급하게 결론을 내리지 않는 이유다. 네이처도 많은 이들이 LK-99가 상온 초전도체가 아니라고 확신하지만 이 물질의 실제 특성이 무엇인지에 대한 의문은 여전히 남아 있다고 밝혔다.

긍정적인 것은 아카이브라는 창구를 통해 전 세계 과학계가 집단지성을 발휘해 비교적 빠르게 결론을 모아가고 있다는 점이다. 객관적이고 차분한 후속 검증을 이어가야 할 것으로 보인다. 우리가 모르던 신물질이 줄 수 있는 기회도 살살이 탐색해야 할 것이다. 결과는 과학 그 자체의 이슈로 받아들여야 할 것이다.

양자 세계에서 일어나는 초전도 현상은 난제의 영역이다. 구리 산화물 초전도체도 발견된 지 37년이 됐지만 수수께끼로 남아있다. 수많은 과학자들이 열광적으로 빠져들었다가 좌절하고 떠나간 이 분야에서 한국의 과학자들이 대를 이어 새로운 물질을 내놨다는 것은 의미가 있다.

인류는 진화된 양자역학과 슈퍼컴퓨팅, 인공지능 같은 무기를 가지고 있다. LK-99에서 얻은 힌트가 물질에 대한 더 나은 이해로 나아가는 길을 열어줄 가능성도 있다.

과학의 여정은 그 자체로 결과만큼이나 가치가 있다. 과학자들은 0.1%의 가능성에 도전해서 결과물을 만들고 인류문명을 바꿔왔다. LK-99의 열린 결말이 기대되는 이유다. **기술·혁신**



## 세상 모든 엔지니어의 워너비, 「제트추진연구소(JPL)」 천방지축으로 시작한 최고 권위의 연구기관

글. 김택원 과학칼럼니스트  
서울대학교에서 과학사를 전공하고 동아시아언스의 기자, 편집자로 활동했다. 현재는 동아시아언스로부터 독립한 동아에스앤씨에서 정부 출연 연구기관 및 과학 관련 공공기관의 홍보 커뮤니케이션 업무를 지휘하며, 다양한 매체에 과학 기술 관련 글을 기고하고 있다.

네 명의 연구자와 한 명의 음식점 직원이 빚어내는 엉뚱한 에피소드로 채워진 미국의 시트콤, ‘빅뱅이론’은 캘리포니아 공과대학(칼텍)이 배경이다. 등장인물 중 하워드 월로위츠는 칼텍 4인방 중 유일하게 박사학위가 없어 무시당하곤 한다. 그러나 월로위츠도 미국 항공우주국(NASA)의 연구소에서 정식 연구원으로 일하며 우주정거장에 쓸 장비를 설계하는 고급 엔지니어다. 극중에서 월로위츠는 연구소에 대한 자부심이 엄청난데, 극중 직접 언급되지는 않지만 월로위츠가 일하는 연구소는 아마 NASA의 제트추진연구소(이하 JPL)일 가능성이 가장 높다.

JPL은 우주비행에 필요한 시스템 전반을 다루는 연구소다. 이름처럼 단순히 추진체만 연구하는 데 그치지 않고 로켓의 제어 시스템, 유인비행시 생명유지장치, 선외활동시스템, 심우주탐사선의 통신시스템, 각종 센서와 망원경 등

우주비행에 관련된 것이라면 모두 다룬다. 엔지니어가 상상해볼만한 연구, 한 번쯤 만들고 싶지만 기술과 돈, 시간이 충분치 않아서 공상으로 끝내야 했던 연구를 할 수 있는, 우주과학 엔지니어에게는 ‘꿈의 직장’인 셈이다.

### 소년, 로켓을 동경하다

JPL의 위상이 처음부터 ‘넘사벽’이었던 것은 아니다. JPL의 시작은 지금 보면 하찮아 보일 정도로 철저한 아웃사이드의 모임이었다. 그리고 그 한가운데에 학사학위도 없이 JPL의 창립 멤버에 이름을 올린, 잭 파슨스가 있다.

파슨스는 부모의 불화로 어린 시절을 외롭게 보낸, 로스앤젤레스의 청년이었다. 그는 혼자 시간을 보내면서 질 베른과 당시 유행하던 SF풍 펄프픽션에 빠져들었다. 오늘날

혁신의 발견



자살클럽. 왼쪽부터 루돌프 쇼트, 아폴로 밀턴 올린 스미스, 프랭크 맬리나, 에드워드 포먼, 잭 파슨스

로 치면 웹소설과 위상이 비슷한 대중적인 작품이다. 파슨스는 특히 로켓에 깊이 매료됐다.

10대에 이르자 파슨스는 소설로만 읽던 로켓을 직접 만들어보기로 했다. JPL의 또 다른 창립멤버인 에드 포먼과 의기투합한 때도 이 시기다. 같은 반 친구였던 파슨스와 포먼은 뒷마당에서 알루미늄 호일, 장난감 화약, 접착제 등을 이용해서 로켓을 실험하기 시작했다.

결국 파슨스는 스탠퍼드에 재학하던 중 자신의 오랜 관심사를 따라 화학회사에 입사했다. 여기서 화학을 더 깊이 이해하면서 장난감 주먹구구식으로 실행해 오던 로켓 실험을 더 체계적으로 진행하기 시작했다. 퇴근 후에는 회사에서 몰래 챙겨 온 재료들로 포먼과 로켓 실험하는 생활을 이어나갔다.

파슨스와 포먼의 여가생활은 칼텍 공개 강연에서 프랭크 맬리너를 만나며 새로운 전환점을 맞았다. 맬리너는 당시 유체역학과 항공역학에서 명성을 얻고 있던 테오도르 폰 카르만 교수의 지도 하에 박사과정을 밟고 있었다. 파슨스, 포먼, 맬리너 세 사람은 금세 의기투합하고는 나름의 ‘로켓 모임’을 만들었다. 맬리너의 대학원 동료인 루돌프 쇼트, 아폴로 스미스, 첸쉐션이 여기에 합류하여 칼텍 캠퍼스에 자리를 잡고 본격적으로 로켓 실험을 시작했다. 파슨스의 공상이 마침내 칼텍의 대학원생들을 만나 실체를 얻기 시작한 셈이다. 그러나 이들의 로켓 동호회는 여가시간에 만나 재미로 무언가를 쏘아올려보는 모임이



테오도르 폰 카르만이 비행기 날개에 설계도를 그리며 설명하고 있다.

였을 뿐, 아직 제대로 된 연구팀은 아니었다. 당시만 해도 로켓은 결코 진지한 연구주제가 아니었기 때문이다.

### 차원이 다른 엉뚱함으로 무장한 ‘로켓 보이즈’

당시의 로켓은 지금으로 치면 ‘이족보행로봇’과 비슷한 위상이었다. 상상력을 자극하고 그 자체만으로 멋진 기술이라 이야기거리로는 더할 나위 없지만 실현시킬만한 가치는 딱히 없는 기술, 즉 학문이라기보다 엔터테인먼트에 가까웠다. 로켓 동호회 구성원의 관심사도 로켓 ‘과학’보다는 당시 유행하던 SF에 더 쏠려 있었다. 지금으로 치면 아이언맨의 팬들이 모여서 아크 원자료를 만들어보겠다고 똑딱거리는 것에 비유할 수 있을까.

특히나 파슨스의 관심사는 과학이나 공학과는 한참 거리가 있었다. 그는 정식으로 대학 교육을 받지도 않았고, 로켓광이자 신비주의자기도 했다. JPL에서 반쯤은 쫓겨난 이후의 이야기긴 하지만, 파슨스 부부는 영국의 유명한 마술사이자 신비주의자, 사이비 종교인인 앨리스터 크롤리의 열렬한 추종자이기도 했다.

당시 분위기에 비추어보면 과학과 미신이 뒤섞인 취향은 그리 특이한 일도 아니었다. 1930년대 미국 서부 해안 지역은 신비주의와 대안적인 사상의 실험장이었다. 당시의 캘리포니아는 전통적인 미국 동부 커뮤니티에서 밀려난 아웃사이더들의 안식처였다. 동시에 태평양 건너 동양

인들이 모여드는 곳이기도 했다. 비주류 백인 기독교도, 골드러시를 쫓아 온 개척자, 동양인 노역자들이 한데 뒤엉키면서 세계관의 화학반응이 아주 격렬하게 일어났다. 윤희, 일원론, 신적 존재와의 합일, 범신론에 가까운 관점 등 서양과는 전혀 다른 체계를 지닌 동양의 세계관은 당시 서부 사람들에게 고리타분하고 억압적인 유럽식 전통에 대한 훌륭한 대안으로 받아들여졌다. 서양식으로 수용된 동양 사상은 여러 갈래로 뻗어나가 훗날 ‘뉴에이지’라 불리는 사상적 흐름을 형성했다. 1930년대의 캘리포니아는 1960년대 이상으로 자유분방하고 거칠었다. 이러한 분위기 속에서 주변부의 비주류 문화와 온갖 미신까지도 진지하게 받아들일만한 가치가 있는 것으로 여겨졌다.

과학도 예외는 아니었다. 파슨스는 전문적인 지적 훈련 없이 독학으로 폭발물과 로켓에 대한 지식을 쌓았다. 에드워드 포먼도 대학생이 아닌 손재주 좋은 정비공이었다. 이들이 칼텍의 강연에 참석하고, 박사과정생인 맬리나가 학위도 없는 ‘폭파광’ 두 명을 지도교수에게 소개하고, 카르만 교수는 이들에게 섯둑 공간을 내주는 것이 당시 캘리포니아 대학교의 분위기였다.

파슨스와 포먼, 맬리나 세 사람에게 로켓 공학은 세계적인 논문을 발표하고 학술회의에 참석해야 하는 전통적 의미의 학문이 아니었다. 그들에게 로켓은 대가를 딱히 기대하지 않고 뜻이 맞는 사람끼리 함께 즐기는 취미, 그러나 동부의 따분한 사람들은 절대 알지 못할 만큼 새롭고 흥미진진한 취미였다. 로켓 실험처럼 오직 재미를 위한 활동으로부터 가능성을 찾고 체계화하는 것이야말로 세계 여느 지역과는 다른, 캘리포니아만의 에너지였다. 그리고 이처럼 독특한 ‘엉뚱함’은 왜 20세기 동안 로켓과 전자공학, 컴퓨터와 인터넷과 같은 ‘새로운 과학’ 대부분이 오랜 전통을 자랑하는 동부의 대학이 아니라 캘리포니아를 비롯한 미국 서부의 대학에서 시작됐는지 보여준다.

### 칼텍과 카르만 교수의 ‘망나니 길들이기’

당시의 캘리포니아가 관용적인 분위기였다지만, 당연히 일반적인 상식을 넘어서는 사고몽치까지 환영받지는 않



JPL에 있는 퍼시버런스 화성탐사선 관제센터 Bill Ingalls

았다. 파슨스와 포먼은 뒷마당 시절의 버릇대로 캠퍼스에서 온갖 폭발물을 시험했고, 칼텍의 대학원생 동료들은 이를 말리려는 커녕 한술 더 뜨는 일도 많았다. 결국 이 사고몽치들이 건물 일부를 날려먹는 짓을 저지르자 대학 당국은 이들을 칼텍에서 조금 떨어진 황량한 협곡인 아로요 세코로 쫓아내고 말았다.

1936년 보금자리를 아로요 세코로 옮긴 로켓 동호회는 대학교의 눈치를 볼 것 없이 이전보다 훨씬 더 큰 스케일의 로켓 실험에 착수했다. 그러나 주먹구구식 일이 늘 그렇듯 실험은 그리 잘 풀리지 않았다. 1936년 10월 실행한 첫 번째 로켓 실험에서 이들은 실수로 산소 주입 계통에 불을 붙이는 바람에 하마터면 폭발할 뻔했다. 그런데도 멤버들은 뻔뻔할 만큼 낙관적이었다. “불길이 50cm나 치솟았는데 아무도 죽지 않았으면 성공이지 뭐.” 칼텍 학생으로부터 ‘자살클럽(Suicide Squad)’이라는 경의 반 놀림 반의 별명을 얻은 것도 이때였다.

카르만 교수가 로켓 동호회를 주시하던 때도 이 시기였다. 카르만은 아로요 세코에서 일어난 소동 이후 로켓 동호회가 한 달 만에 기어코 실험을 성공시키는 모습을 보고는 칼텍 캠퍼스 내에 다시 자리를 마련해줬다. 그러나 이번에는 동호회가 아닌 정식 연구그룹의 자격이었다. 로켓 동호회는 구겐하임 항공 연구소(이하 GALCIT)라는 그럴듯한 이름으로 칼텍의 연구 프로젝트에 참여하기 시작했다.



JPL에서 화성 로버를 시운전하는 모습

초창기 항공공학이 그러했듯, 로켓도 정교한 이론을 먼저 설계하고 실물을 만든 분야가 아니었다. 당시의 로켓 공학은 아직 체계도 잡히지 않은 신생 분야였다. 초창기 항공공학이 그러했듯 로켓 역시 수많은 사람들이 제각각 시행착오를 거치면서 조금씩 모습을 갖추어나가고 있었다. 항공공학의 선구자로서 혼란스러운 시절을 경험한 카르만은 로켓 동호회의 방식이 혼란스럽긴 해도 지켜볼만한 가치가 있다고 생각했다. 무엇보다 위험하기 짝이 없는 로켓 분야에는 막무가내로 대담하고 행동력이 넘치는 사람이 필요했다.

이제는 GALCIT 그룹이 된 로켓 동호회 회원들이었지만, 카르만의 배려와 결단이 무색하게 다시 폭발사고를 내고 캠퍼스에서 쫓겨나야 했다. 그러나 이번에는 황무지 한 가운데가 아니었다. 아로요 건너편에 있는 번쩍이는 시설을 새로 건설하고 GALCIT 그룹을 위한 자리를 마련한 것이다. 1940년 아로요에 건설된 이 연구소가 바로 오늘날 JPL의 모체다.

### 병기창에서 우주지사로

카르만과 칼텍이 건물까지 지어가며 GALCIT 그룹을 품은 데는 이유가 있었다. 2차대전이 한창이던 당시 미국 대학은 전시 동원 체제에 군용 기술을 연구했다. 카르만 역

시 미국 육군으로부터 제트엔진을 이용해서 비행체를 띄우는 '제트보조이륙(JATO)' 개발을 요청받았다. 아직 제트엔진이 상용화되지 않았던 당시에는 제트엔진에 대한 개념만 있었지 실용적인 수준의 엔진을 개발하지는 못하고 있었다. 그런데 폭발력을 추진력으로 사용한다는 점에서 제트엔진과 로켓은 사실상 원리가 동일하다. 그런 점에서 GALCIT 그룹은 JATO 연구에 최적의 인재였다.

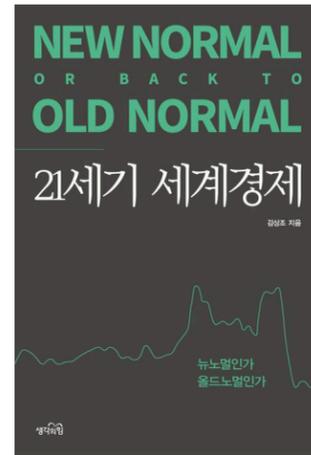
'연구비가 답'이라는 속설을 증명이라도 하듯, 미 육군에서 연구비를 지원받은 GALCIT 그룹은 1941년 JATO 시스템을 개발하는 데 성공했다. JATO의 성공에 고무된 육군은 신개념 병기인 '유도로켓' 개발을 위해 지원을 확대했다. 이처럼 추진체에 이어 유도시스템 전반을 연구하기 시작하면서 GALCIT 그룹도 '제트추진연구소(JPL)'라는 우아한 이름을 얻었다. 1944년의 일이었다.

JPL은 전쟁 이후에도 미 육군의 지속적인 수요 제기에 힘입어 성장을 거듭했다. 1952년이면 직원이 천 명을 넘길 정도였다. JPL이 체계를 갖추어나갈수록 도전적이지만 무계획적인 파슨스의 흔적은 점차 사라지고 정교하게 계획된 절차에 따라 효율적으로 기술을 개발하는 공학적 체계가 자리잡았다. 요컨대, 1930년대 마음껏 날뛰던 아이디어를 공학으로 편입한 결과물이 JPL인 셈이다.

JPL은 '스푸트니크 쇼크'를 계기로 또 한 단계 도약한다. 소련의 인공위성 발사 성공 소식에 경악한 미국은 부랴부랴 우주계획을 서둘렀으며, 각자 자체적인 발사체를 보유하고 있던 육군과 해군이 경쟁을 벌였다. 여기서 육군의 JPL이 성공을 거두자 연방정부는 JPL을 우주 경쟁의 핵심 연구기관으로 점찍어줬다. JPL의 주 업무가 무기에서 우주개발로 옮겨가자 육군은 JPL을 미항공우주국(NASA)에 넘겼다.

JPL은 지금까지도 미국의 우주개발 프로젝트를 사실상 주도하는 위치에 있다. JPL의 연구는 사람을 달에 보내고, 화성과 금성으로 탐사선을 보내고, 외우주탐사선을 쏘아 올리는 등 미국 우주계획의 전부라고 해도 될 정도다. 비록 민간 우주기업이 성장한 요즘은 NASA나 JPL이나 위상이 예전같지 않지만, 여전히 JPL은 엔지니어의 가장 영광스러운 커리어로 여겨진다. **기술·혁신**

'뉴노멀'인가 '올드노멀'인가. '전략적 자율성'이 상실된 시대, 한국경제는 어떤 선택을 해야 하는가? 지난 정부 청와대 정책실장과 공정거래위원장을 역임한 저자가 국내외 진영 간 갈등을 넘어 오늘날 세계경제와 한국경제의 흐름을 좌우하는 메가트렌드를 분석하고, 우리가 선택할 수 있는 전략들을 제시한다.



## 21세기 세계경제

지은이 김상조  
출판사 생각의힘

40년 만의 인플레이션, 러시아-우크라이나 전쟁, 미국과 중국의 패권 경쟁과 반도체, 배터리, 희토류 등의 공급망 재편... 지금은 자국의 이익을 전면에 내세우는 강대국들의 틈바구니에서 줄서기를 강요당하는, '전략적 자율성'이 상실된 시대이다. 우리의 운명을 스스로 통제하기 어려운 불확실성으로 가득 찬 대외 환경에 대한 분석 없이 한국경제의 미래는 있을 수 없다.

문재인 정부에서 청와대 정책실장과 공정거래위원장을 역임한 저자는 국내외 진영 간 갈등을 넘어 오늘날 세계경제와 한국경제의 흐름을 좌우하는 메가트렌드를 살펴보고 제안한다. 코로나19 팬데믹, 4차 산업혁명, 기후변화, G2 패권경쟁, 글로벌 밸류체인, 공급망 재편 등이 그것이다. 이를 둘러싼 다가한 신호를 글로벌 차원의 요인, 한국·중국·일본·대만·아세안 등 아시아 인접국 간의 지정학적·지정학적 요인, 그리고 한국만의 특수한 요인 등 세 차원의 신호를 구분하여 분석하고, 우리가 선택할 수 있는 전략들을 제시한다. **기술·혁신**

### NEW BOOKS



## 기업문화, 조직을 움직이는 미래 에너지

지은이 기업문화Cell  
출판사 아템포

이 책을 한마디로 설명한다면 '기업문화로 고민하는 많은 기업을 위해 제작된 바이블'일 것이다. 저마다의 목적을 가지고 출범한 기업들은 예외 없이 고민한다. '우리 기업은 계속 존재할 수 있을까? 급변하는 사회에서 존재론적 위기를 겪는 기업들이 눈 돌린 곳은 기업문화다. 기업문화는 경영의 핵심 요소로 손꼽히지만 낯은 개념으로 여겨지곤 한다. 사회에 문화가 자연스럽게 녹아 있듯이 기업문화도 기업이 자리 잡은 곳이라면 항상 존재한다. 이러한 문화는 주변 환경과 상호작용하며 끊임없이 변화하므로 기존의 기업문화를 맹목적으로 좇는다면 오히려 혁신의 대상이 될 뿐이다. 이 책은 현재 기업들이 겪고 있는 여러 문제가 이전의 기업문화를 답습하기 때문에, 변화를 따라가지 못해서 발생한다고 진단한다. 특정 기업의 성공한 문화를 좇기보다 우리 조직만의 기업문화를 만들기 위해 고군분투하는 리더들에게 추천한다.



## 홀로 빛나는 리더는 없다

지은이 박정조  
출판사 문학세계사

KAIST 리더십 프로그램 개발했으며, 현재 육군교육사령부 리더십 교육과장으로 재직하며 연간 3만여 명을 대상으로 리더 교육 활동을 펴고 있는 저자는 지휘관, 교관, 아프가니스탄 파병 등으로, 군대에서만 30년 동안 리더십과 팔로워십을 경험했다. 직접 경험한 데이터를 바탕으로 리더십을 5개의 실천 매뉴얼(인식, 감정, 공감, 소통, 팀워크)로 정리해 소개하고 있으며, 리더십 원칙에 부합되는 인간 심리, 인문학, 구체적이고 흥미로운 사례, 지금 당장 시도해 볼 수 있는 노하우를 소개한다. 더불어 조직문화가 절대적으로 중요한 군대뿐만 아니라 모든 조직 문화에 적용 가능한 응용 방안, 리더십의 핵심 요소와 현장에서 효과를 발휘하는 전략과 도구, 새로운 리더십의 패러다임이 담겨있다.

제29회 koita 기술경영인 하계포럼



본회는 7월 5일(수)부터 8일(토)까지 3박 4일간 제주 롯데호텔에서 'K-TECH의 도전! 자연과의 공존!'이라는 주제로 '제29회 KOITA 기술경영인 하계포럼'을 개최했다. 이번 행사에는 기술경영인과 가족 500여 명이 참가했다.



구자균 회장은 개회사를 통해 “지금은 지구온난화에 대응하기 위한 탄소중립의 거대한 물결이 밀려오는 변화와 도전의 시기”임을 언급하며, 제29회 하계포럼의 주제를 ‘K-Tech의 도전! 자연과의 공존!’으로 정한 배경에 대해 설명했다. “새로운 질서를 이끌어가기 위한 세계 각국의 성장전략, 기후변화 대응을 골자로 하는 정책” 현황에 주목하고, “세계가 부러워하는 높은 기술력과 저력”을 발판으로 “성장의 판을 뒤집는 변화이자 도전”으로부터 지속가능한 대한민국의 미래를 위해 함께 힘을 모으자고 강조했다.

이어 기조강연자로 초대된 탄소중립녹색성장위원회 김상협 위원장을 위시한 모든 연사들, 그리고, 29

회제를 맞이한 하계포럼 행사에 참석하기 위해 전국에서 모인 회원사 임직원과 그 가족들에게 감사의 인사를 전했다.

개회사에 이은 김상협 위원장의 ‘탄소중립 녹색성장 시대와 First Korea’라는 주제의 기조강연은 뜨거운 박수를 받았으며, 경영·Tech, 문화, 인문, 가족 강좌로 나누어 4일간 진행된 국내 최고 전문가들의 릴레이 강연 또한 ‘역시 KOITA 하계포럼 강연은 명불허전’이라는 찬사와 함께 참가자들로부터 뜨거운 호응을 이끌어냈다. 경영·Tech 강좌를 중심으로 주요 강연 내용을 소개한다. **기술·혁신**

## 탄소중립 녹색성장 시대와 First Korea

발표. 김상협 2050 탄소중립녹색성장위원회 위원장

탄소중립 실현을 위한 대한민국 정부 정책을 살펴보고, 우리 기업들의 대응 전략과 First Korea로 나아가기 위한 방안을 전망해본다.



일부 과학자들은 세기말 즈음, 어쩌면 대한민국 제 주도에서 '겨울'이라는 단어가 사라질 수 있다고 말하기도 한다. 기후 위기 시대. 매우 심각한 위기와 도전 앞에서, 탄소중립과 녹색성장 기반을 마련하기 위해 해야 할 일들이 너무도 많은 상황이다. 현재 우리 정부는 지속가능한 대한민국의 녹색성장 기반 마련과 탄소중립을 실현하기 위해, 탄소중립 녹색성장위원회를 통해 다양한 활동을 전개하고 있다. 산업-기술-금융이라는 '녹색 트라이앵글' 강화 전략으로, 시대의 주류(Mainstream)가 된 탄소중립과 패권 경쟁, 그리고 미국의 新국제경제 정책과 New 컨센서스에 대응함으로써 First Korea로의 도약과 새로운 경제 발전의 발판이 되도록 하는 목표를 수립하고 있다.

전략 컨설팅 기업 맥킨지(McKinsey)는 2050년까지 탄소중립 추진을 위해 연평균 매년 9조 달러의 투입이 필요할 것으로 추정하고 있다. 한미 안보 기술 동맹의 핵심 또한 '녹색'이다. 지난 4월, 워싱턴에서 진행된 한미 정상회담에서 양국은 탄소중립, 기후 위기에 공동으로 대응하고, 청정전력, 건설, 수송 등 포괄적으로 협력하는 '차세대 핵심 신기술 대화'를 신설했다. 50건의 MOU 중 CCUS(탄소포집·활용·저장 기술) 등 13건이 Clean Energy Technology 분야다. 엘 고어 전 부통령의 방한 당시 나눴던 대화에서도 한국의 역할이 강조됐다. 그는 한국의 반도

체, 배터리, 전기차, IT 기술이 세계 최고 수준이라는 점을 일깨우며 세기의 대전환을 선도할 것으로 내다봤다.

우리나라는 2030년까지 40% 감축(2018년 대비), 2050년에 이르러 탄소중립을 실현한다는 목표를 수립하고 있다. 탄소중립·녹색성장 위원회는 이를 달성하기 위해 원전과 재생에너지 등 청정에너지의 확대, 에너지 효율 개선 및 탄소감축 혁신기술 도입을 통한 저탄소 산업구조로의 전환, 무공해차 중심의 수송체계 개편, 폐기물을 자원으로 하는 순환 경제 활성화, CCUS(탄소포집·활용·저장 기술) 등 구체적인 실행방안도 마련했다.

우리나라가 기후위기와 지정학적 갈등, 기술패권 경쟁과 글로벌 공급망 조정 속에서 미래의 안전과 번영을 보장받기 위해서는 클래스가 다른 국가의 요건을 갖춰나가야 한다. 가장 우선적으로, 지향점을 같이 하는 국가들과의 신뢰할 수 있는 파트너십(Reliable Partnership)의 구축이 필요하다. 이를 통해 Catch-up State에서 Trend-setting State로의 자세 전환, 대체불가능한 과학기술과 혁신 역량(Indispensable Capability)을 확고히 하고, First Korea로 나아가기 위해 '인내자본'과 기술혁신, 긴 호흡의 기업가 정신, 새로운 사고를 지닌 인재 육성을 병행해야 할 것이다. **기술·혁신**

## 현대차그룹 미래 모빌리티 전략

발표. 김용화 현대자동차 CTO

세계적 도심화, 환경규제 강화, 4차 산업혁명 본격화 등 미래 사회 모빌리티 변화에 대해 파악하고 이에 따른 에너지, 기술, 사업모델에서 자동차 산업의 본질적인 변화를 전망해본다. 더불어 현대차그룹의 미래 모빌리티 전략을 살펴본다.



### 미래 사회 모빌리티 변화

미래 사회 모빌리티 변화의 특징 가운데 현대차그룹이 주목한 것은 크게 세 가지. 첫 번째는 '도심화', 두 번째는 '환경', 세 번째는 '4차 산업혁명'이다.

거대 도심화, 그에 따른 교통 체증과 안전 문제로 인해 전 세계적으로 100조 원에 이르는 사회적 비용이 투입되고 있는 상황에서 자율주행을 기반으로 한 다양한 형태의 공유 모빌리티 디바이스와 서비스, UAM, PBV 등의 개발이 점차 가속화될 것이라는 점에 주목한다. 환경 문제로 인해 기업에 대한 규제와 사회적인 책임이 더욱 커지고 있는 상황에도 초점이 맞춰지고 있다. 글로벌 규제 강화 추세는 친환경 모빌리티, EV 전기차나 수소차 중심 친환경 모빌리티 비중을 더욱 확대하는 계기가 될 것이다. 4차 산업혁명이 야기한 주요 ICT 기술 고도화 및 대중화 역시 중요한 관점으로 접근하고 있다.

### 현대차그룹의 미래 모빌리티 전략

2019년 '스마트 모빌리티 솔루션 프로바이더(SMSP)'가 되겠다는 비전을 밝힌 이래, 크게 세 가지 추진 전략을 진행하고 있다. 첫 번째는 '스마트 모빌리티 디바이스'로 전기차, 자율주행차, 로보틱스, 차세대항공모빌리티 등 ICT 기술이 결합된 스마트 모빌리티 디바이스 분야를 점차 확대해 나가는 것이다.

두 번째는 '스마트 모빌리티 서비스'로 소프트웨어 중심 스마트 모빌리티(SDV), 즉, 사람·사물 이동을 위한 솔루션과 서비스를 제공하는 것이다. 고객들에게 서비스뿐만 아닌 솔루션, 플랫폼, 클라우드, 테크놀로지까지 모두 제공하는 기업을 지향하고 있다. 세 번째는 '수소 에너지 생태계 솔루션'으로, 수소 생태계 이니셔티브를 리드하겠다는 전략이다. 전 세계 최초로 수소 전기를 상용화하고 양산한 기업답게, 수소 에너지 생태계를 구축하는 노력을 지속적으로 기울여나갈 예정이다.

### 차세대 전기차 전용 플랫폼과 배터리 기술

현대차그룹은 SUV 중심 차종을 확대해 나간다는 목표 아래 2030년까지 다양한 EV 모델 라인업을 완성할 예정이다.

현대자동차그룹이 거둔 긍정적인 평가들의 중심에는 차세대 전기차 전용 플랫폼이 있다. E-GMP 플랫폼으로 획기적인 충전 시간, 넓은 실내 공간, 더 높은 충돌 안정성, 제로백에 3.5초 등이 가능해졌다. 나아가 리튬이온전지보다 안정성 높은 차세대 배터리 기술(전고체 배터리), 보편적 안전과 선택적 편의의 개발 철학을 바탕으로 한 자율주행 기술 개발에 더욱 박차를 가하고, 고객들에게 더 새로운 경험을 제공하는 글로벌 협력 생태계를 구축해 나갈 예정이다. **기술·혁신**

## 챗GPT 시대의 사이버 보안

발표. 김승주 고려대 정보보호대학원 교수

챗GPT 등 AI기술의 발전은 많은 혁신을 가져왔다. 그러나 이러한 기술의 발전은 사이버 보안에 대한 새로운 위협을 초래하고 있다. 챗GPT의 기본적인 동작 원리에 대해 살펴보고, 보안 위협 및 이를 예방하고 대처할 수 있는 방안에 대해 알아보자.



### 전문가 시스템과 딥 러닝, AI의 이해

AI를 이해하기 위해서는 전문가 시스템, 머신 러닝, 딥 러닝 등을 이해하고 이들의 차이점을 구별할 수 있어야 한다. 전문가 시스템은 사람이 생각하는 모든 규칙을 컴퓨터에 입력해서 누군가 질문을 하면 대답을 출력해 주는 방식을 일컫는다. 기계 학습은 간단히 말해 모든 지식과 정보를 컴퓨터 프로그램으로 만드는 것으로 설명할 수 있다. 머신 러닝이 특징점을 기계에게 직접 알려주는 방식이라면, 딥 러닝은 특징점을 입력하는 대신 인간의 뇌를 모방한 시스템을 만들고 기계를 학습시키는 것이다. 많은 양의 정보만 제공했을 뿐인데, 학습을 통해 기계가 직접 사고하고 판단할 수 있게 된다는 것은 놀라운 일이 아닐 수 없다. 다만, 딥 러닝은 한계도 명확하다. 언젠가 가능해질 수도 있겠으나, 현재는 AI가 내놓은 답에 대한 명확한 근거를 찾거나 뒷받침할 수 있는 설명이 불가능하기 때문이다.

### 오픈AI의 채팅 서비스, 챗GPT

오픈AI사의 챗GPT 서비스는 생성형 AI의 붐을 촉발했다. 사실 챗GPT의 원천기술이라 할 수 있는 트랜스포머 기술은 구글 연구팀이 개발했다. 컴퓨터에 양질의 숫자값을 부여해서 자연어 처리 AI 기술 성능을 대폭 끌어올렸으나 그것을 사업화, 상용화하지

못했던 상황이었는데 오픈AI사가 이를 활용해 채팅 서비스를 내놓은 것이다. 챗GPT는 어떤 단어가 제시되면 그다음에 무슨 단어가 연결되어야 하는지를 높은 확률로 파악한다. 현재 챗GPT의 지능성에 대해 의견이 분분하지만, 결론적으로 챗GPT는 지능을 가졌다고 볼 수 없다. 천문학적 양의 데이터에 접근해서 규칙성 문자 등에 기반해 문장을 만드는 첨단 기술 표절 시스템으로 보는 것이 현실적이다.

### 챗GPT에 대한 우려와 기대

AI를 통해 세상은 분명 변화할 것이다. 하지만 다양한 문제점과 우려에 대비하지 않는다면 AI에 대한 희망적인 비전을 그리기는 어려울 것이다. 인간에게 진실처럼 보이지만 전혀 사실에 근거하지 않은 문장을 생성하는 ‘확률적 앵무새’ 혹은 ‘환각’ 현상은 기본적인 해결과제 중 하나로 꼽힌다. 인터넷상의 거짓 정보, 여러 가지 뒤섞인 정보들을 학습하고 이를 활용하는 AI기 때문에 신뢰성은 물론, 개인정보 보호 문제로부터 또한 자유로울 수 없는 상황이다.

해킹과 정보 유출 등 챗GPT 시대가 당면한 사이버 보안에 대한 준비와 해결책 마련도 시급하다. 우리나라도 AI기술에 필수적인 사이버 보안 관련 연구를 비롯해, 앞으로 펼쳐질 시대에 좀 더 효과적으로 대응할 수 있는 다양한 방안과 준비가 필요하다. **기술·혁신**

## 한국적 경영

발표. 유건재 홍익대 경영학과 교수

한국적 경영은 한국인의 특성을 이해하는 것에서 출발한다. 한국인은 모순적인 특성을 가지고 있으며, 미래의 경영환경은 모순이 상수인 시대가 될 것으로 예측된다. 성공적인 경영 활동에 장점으로 작용할 수 있는 한국인의 특성을 살펴본다.



“기업가 정신을 가장 잘 실천하고 있는 나라는 미국이 아니라 한국이다” 세계적인 경영학자 피터 드러커의 말이다. 우리는 자신을 평가하는 데 조금 박한 편이지만, 해외에서 한국을 바라보는 시각은 긍정적인 평가가 많은 것도 사실이다.

미국의 경영은 스타 기업가와 같은 탁월한 개인을 중심으로 발전해왔다. 기업가 정신, 주주, 단기 수익 중심으로 설명할 수 있다. 일본식 경영은 어떻게. 미국과 달리 조직 중심으로 발전한 일본식 경영은 100년이 넘는 산업화의 역사, 장인정신, 장기 수익 등의 키워드로 이해할 수 있을 것이다. 그렇다면 한국적 경영의 특징은 무엇일까. 먼저, IMF 이전에는 일본, 그 이후에는 미국식 경영에 가까우며 약 50년에 이르는 산업화 역사를 갖고 있다는 점을 꼽을 수 있을 것이다. 그렇다면 한국식 경영은 과연 ‘조직’ 중심일까, ‘개인’ 중심일까? 단기 수익 중심일까, 장기 수익 중심일까? 경영의 주체는 결국 사람이므로 그 나라의 특성이 반영될 수밖에 없다는 생각도 가능하다.

### 경영 전략의 필수조건 ‘모순’의 이해

장기적 이익을 추구하되, 단기적 이익도 간과할 수 없다. 개인도 중요하지만 조직 중심의 체계 관리도 필요하다. 이러한 상황은 모순에 가깝다. 모순(Paradox)이란 양립될 수 없는 두 요소가 공존하는 것이다.

조직은 모순을 안고 갈 수 있는 문화 혹은 그러한 리더십을 가지고 있느냐가 중요하다. 모순적인 상황을 수용하고 해결할 수 있는 조직은 장단기 성과에 다가설 수 있으며, 이러한 상황을 회피하는 경우에는 단기적 성과에 머물고 말 것이다. 양립하는 목표를 모두 성공적으로 거둬들이기 위해서는 실패에 대해 유연한 태도가 필요하며, 리스크를 효율적으로 관리할 수 있는 역량이 필요하다.

### 모순적 특성이 발현되는 조직을 디자인하라

한국인들은 매우 복잡하고, 모순으로 가득 차 있다. 이러한 특성은 조직, 기업에서 다양한 문제를 야기할 수도 있으나 각각의 개성을 지닌 재료들이 하나로 섞여 더 고유하고 훌륭한 맛으로 승화되는 비빔밥, 스승에게 가르침을 받았으나 스승과 다른 목소리와 개별성을 지니게 됐을 때 더욱 찬사를 얻는 판소리와 같이 ‘다양성을 받아들여 융합’해내는 원동력으로 작용하는 등 매우 긍정적인 역할을 담당했다.

중요한 것은 모순적인 특성이 잘 발현될 수 있도록 조직을 디자인하는 것이다. 모순적인 특성을 많이 갖고 있으나 오히려 그러한 특성을 창의적으로 발현시킨 한국인의 창의성과 사례들에 주목하고 조직문화, 리더십에 활용한다면 우리는 더 성공적인 내일의 비전을 기대할 수 있을 것이다. **기술·혁신**

## 교육, 권위, 세대

**발표.** 전상진 서강대 사회학과 교수

한국 교실의 상황, 학생은 교사를 경멸하고 교권은 추락했다. 교육을 경멸하고 권위가 추락하는 이유는 무엇일까? 세대라는 렌즈를 통해 이를 조명해본다.



우리가 직면한 세대 갈등은 그리 간단한 문제가 아니다. 세대라는 개념은 연령, 정체성, 역할, 시대 구분의 도구 등 4가지 개념으로 정의해볼 수 있는데, 세대 갈등이라는 차원에서 보면 '부모와 자식', '교사와 학생', '선배와 후배' 등 '역할' 세대로 이해하고 접근하는 것이 효율적인 방안일 것이다.

학교에서는 교사의 권위, 학생의 자율권과 욕구 충족 사이에 갈등이 발생한다. 이끄는 사람과 따르는 사람 사이에는 '권위'가 작용하며 학교 기관에는 교육적 권위가 필요하다.

### 추락하는 교권 회복을 위한 제언

과거, 교사는 지시와 명령을 내리고, 학생은 그저 따를 뿐이었던 시기에는 학생들이 자신의 부족함을 인정하고 교사나 리더의 우월함을 받아들임으로써 '인정하고 존중하는 권력', 즉 교육과 교사의 권위(교권)가 유지됐다. 권위의 가장 중요한 쓸모는 질서와 정상성을 마련하고 그에 근거한 신뢰를 구축하는 일이다.

권위의 추락은 오늘날 거의 모든 조직에서 목격되고 있지만, 학교 내 교권은 심각한 상황으로 치닫고 있다. 교권의 추락은 대체 어디서부터 시작된 것일까. 우선 성적평가, 벌점이나 체벌 등을 통해 교실 질서 유지에 영향을 끼쳤던 '제도적 권위'가 하락했으며, 교사의 전문성에 근거한 '전문가적 권위'나 교

사 개인의 품성과 개성에 기인한 '카리스마 권위' 역시 과거에 비해 낮아진 상황임을 인식해야 한다. 권위는 흡사 권력과 유사하다. 다만 권력과 다른 권위의 특성은 '설득'이 내포되어 있다는 점이다. 설득과 인정이라는 관계 형성을 통한다면 학교와 회사 모두, 세대 간 동등한 관계 형성은 불가능한 일은 아니다.

### 권위 회복의 핵심은 '설득과 인정'

어떤 조직이든 처음부터 끝까지 모든 과정에서 상대방을 설득하기란 쉽지 않다. 설득과 인정이라는 루틴을 정착시켜 효율적으로 굴러가게 하는 것은 매우 중요한 과제이다. 세대 간 갈등, 학교에서 교권의 권위 유지와 효율적인 갈등 극복을 위해서 반드시 선행되어야 할 조건일지도 모른다. 대등한 관계 형성, 긍정적 루틴을 만들기 위해서 '설득'은 '연약하고 문제투성이고 인정된 질의 단계'가 되어야 한다. 이것이 권위 회복의 핵심이라고 생각한다.

더불어 교육자는 제도적 권위를 위해 성적 배분 과정을 투명하고 공정하게 수행하고, 더 나은 연구, 그것을 반영하는 수업을 통해 전문적 권위를 회복하며, 학생들을 존중하고 교감함으로써 카리스마를 갖춰나갔으면 하는 바람이다. 대등한 관계를 유지하며 서로를 설득하고 인정하게 되는 과정을 통해 교육의 권위는 회복될 수 있을 것이다. **기술·혁신**

## 대한민국을 만든 한국인의 마음

**발표.** 허태균 고려대학교 심리학과 교수

현재의 대한민국을 만들어낸 한국인의 마음을 분석해본다. 이를 통해 다가올 미래, 더 나은 대한민국, 더 나은 우리의 모습을 기대해본다.



지금 대한민국 사회는 어떠한가. 우리나라를 설명할 때 가장 정확한 것 중 하나는 '비동시성'의 '동시성'이다. 차이가 벌어져 있는 세대. 동시에 존재할 수 없는 세대의 가치, 생각, 철학 등의 간극을 애써 맞추려 한다. 차이를 갈등으로 생각하지 않는 방법에 주목해야 한다. 차이 그 자체는 갈등의 원인이 아니다. 차이를 없애야 한다고 생각할 때 문제와 갈등이 발생한다. 해결책은 차이를 인정하는 것, 다양성을 받아들이는 것으로부터 시작된다.

### '진심'과 '개인주의' 사이의 한국인

한국인은 '진심'이라는 말을 매우 좋아하고 즐겨 사용한다. '심정 중심주의'로 이해할 수 있다. '심정'이라는 말은 마음을 공유할 때 쓰는 단어이며, 우리는 '마음'을 소중히 여기는 민족이다. 그토록 마음을 존중하고 귀중하게 여기는 것을 생각할 때, 개인을 존중하고 인정하는 태도 또한 비례해야 하지만, 우리나라는 개인주의에 대해 열려있는 사회는 아니다. MZ 세대로 지칭되는 세대를 이해할 때 매우 중요한 키워드인 개인주의를 이기주의와 혼동하기도 한다. 이기주의가 자신만의 이익을 위해 사는 것이라면, 개인주의는 자기 소신대로 사는 것을 의미한다.

한국인들이 개인주의자가 되기는 어렵다. 개인차는 있겠지만 평균적으로 우리나라 사람들은 다른 사

람과 영향을 주고받는 것을 좋아하고, 이를 당연하게 여기기 때문이다. 이타적인 신념을 가졌지만 자신의 삶과 행동을 결정하는 비중은 낮은 편이다.

### 겸손과 관대함이 필요한 지금

우리나라 사람들은 진심을 전달하는 방법으로 '오버'하는 경향이 있다. 그러한 모습을 통해 사람들은 '진심'이라는 것을 느끼고 누군가의 마음속으로 들어가는 것이다. 쓸데없는 일인 줄 알고, 살짝 손해 보는 일이라는 것을 알면서도 진심을 전하기 위해 오버한다.

과거, 우리나라가 이룩한 유례없는 경제 발전의 원인 중 하나가 거기에 있다. 국민 전체가 쓸데없는 일, 쓸데 있는 일 따지지 않으며, 각자 '진심'과 '최선'을 다하는 것으로 '오버'했기 때문이다. 하지만 쓸데 있는 일만 하기에 바쁜 세상. 이전과 많이 달라졌음을 인정해야 한다. 앞으로의 세상을 한 번도 가보지 않았던 동네에서 길을 잃은 이의 마음으로 대하면 어떨까. 지금까지의 경험과 권위를 앞세우는 대신, 조금은 겸손하고 관대하게 표현하는 리더십. 그것이 새로운 세상을 성공적으로 맞이하는 태도, 즉 '높은 확률'이 아닐까. **기술·혁신**

## 2023년 상반기 대한민국 엔지니어상 시상식

2

과학기술정보통신부(이하 과기정통부)와 한국산업기술진흥협회(이하 산기협)는 2023년 상반기 대한민국 엔지니어상 수상자 15명을 선정하고, 지난 6월 30일 웨스틴 조선 서울 호텔에서 시상식을 개최하였다.

‘대한민국 엔지니어상’은 산업현장의 기술혁신을 장려하고 기술자를 우대하는 풍토를 조성하기 위해 매월 대기업과 중견·중소기업 엔지니어를 각 1명씩 선정하며, 여성 엔지니어의 육성을 위해 매년 6명(상반기 3, 하반기 3)의 여성 엔지니어 선정하여 과기정통부 장관상과 상금 500만원을 수여한다. 시상식에는 과기정통부 이창윤 실장, 산기협 고서곤 상임부회장, 문화일보 이용식 주필, 한국경제신문 이건호 기획조정실장, YTN 사이언스TV 정재훈 보도국장을 비롯하여 15명의 수상자와 수상자 가족 및 동료 직원 등이 참석하여 자리를 빛냈다.

2023년 상반기 대기업 부문의 수상자로는 ‘LNG용 고강간강 신소재 및 저장 용기 등 용접 관련 기술’을 개발하여 국내 조선업의 기술 차별화에 기여했다고 평가받는 ‘한화오션(주) 윤광희 수석부장’ 등 6명의 엔지니어가 수상하였다. 중견·중소기업 부문의 수상자로는 ‘국내 최초로 비메모리 반도체 소자의 국산화에 성공하고 다양한 반도체 설비 인프라를 구축’하여 국내 비메모리 및 전력관리 반도체

분야에 기여했다고 평가받는 ‘(주)실리콘마이터스 조현석 이사’ 등 6명의 엔지니어가 수상하였다.

또한 대한민국 엔지니어상 여성 부문의 상반기 수상자로는 (주)안랩 김숙현 수석연구원, 삼성중공업(주)정은영 프로그, LG이노텍(주)한정은 책임연구원이 수상하였다.

산기협 고서곤 상임부회장은 인사말을 통해 “탄소중립과 디지털 전환이라는 거대한 변화의 흐름과 더불어 기술 패권 경쟁 등 세계 질서가 재편되고 있는 가운데 우리 경제와 안보의 주권을 확보하고 초격차 기술경쟁력을 유지하기 위해서는 우수한 역량을 지닌 기업 연구자들의 역할이 매우 중요하다”며 “산기협은 45만 명의 기업 연구자들이 사회적으로 그 공로를 인정받고 기술혁신에 매진할 수 있는 환경을 조성하기 위해 노력할 것”이라고 밝혔다.

한편 오찬 중에는 수상자 및 수상자 가족의 소감 발표가 이어졌는데, 대기업 부문의 1월 수상자인 윤광희 수석부장은 “국내 생산 소재 사용, 국내 중소기업에서 LNG 저장 용기 제작 및 선박 탑재와 수출로 이어지는 국내 산업 선순환을 통해 조선업계 경쟁력 향상에 앞으로도 기여하겠다”라고 수상소감을 밝혔다. 함께 단상에 오른 자녀 또한 아버지의 공로를 인정받아 기쁘다며 감동적인 수상소감으로 수상을 더욱 빛나게 하였다. **[기술·혁신]**



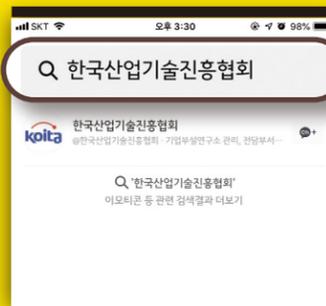
# 기업R&D 전문 카카오톡 채널

기업R&D에 관련된 핵심 정보만 선별해서 보내드립니다.  
한국산업기술진흥협회 카카오톡 채널을 추가하고  
우리 회사에 꼭 필요한 R&D 소식 받아보세요!

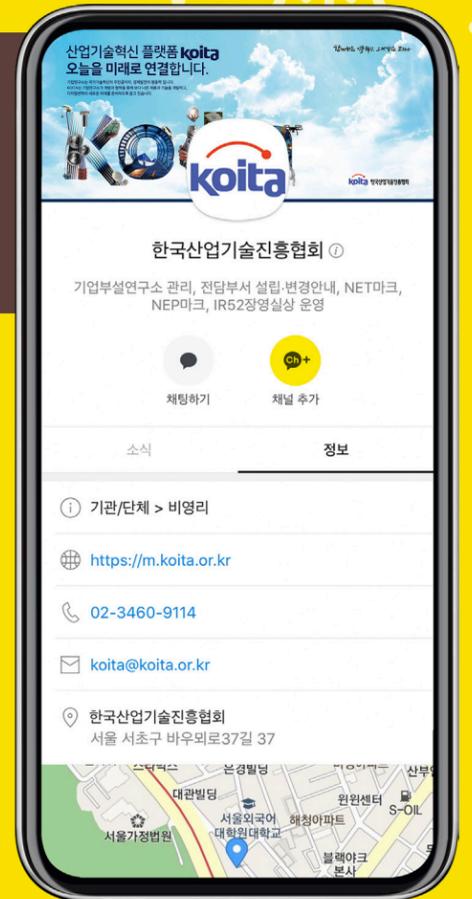
- 조세지원, 자금지원, 인력지원 등 정부지원사업 정보
- 디지털 전환, 글로벌 트렌드, 특허 등 최신 정보
- 기술기획, 사업계획서 작성 등 연구소 운영 필수사항 정보

### 추가방법

01 카톡 상단 검색창에 한국산업기술진흥협회 검색



02 한국산업기술진흥협회 [채널추가] 클릭



## 기업부설연구소 총괄현황 - 2023년 7월 말 현재

**개관** (단위: 개소, 명)

구분	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023.5
연구소 수	37,631	39,313	40,399	40,750	42,155	44,068	44,811	45,490
중견기업	470	592	762	1,000	1,244	1,437	1,519	1,585
중소기업	36,026	37,696	38,734	38,887	40,140	41,888	42,525	43,140
연구원 수	320,201	329,938	335,882	337,420	359,975	383,682	398,666	410,197
중견기업	15,305	19,107	27,436	34,140	42,593	47,618	50,505	54,640
중소기업	184,998	190,686	193,724	192,420	199,891	209,421	214,642	218,299

**학위별 연구원** (단위: 명)

구분	박사	석사	학사	전문학사	기타	총계
연구원 수	29,369	103,410	237,595	30,512	9,311	410,197
중견기업	2,576	17,124	33,671	1,054	215	54,640
중소기업	11,205	41,177	127,575	29,307	9,035	218,299

**지역별** (단위: 개소, 명)

구분	수도권					중부권					제주
	서울	인천	경기	소계	대전	세종	충남	충북	강원	소계	
연구소 수	13,745	2,033	14,208	29,986	1,744	241	1,510	1,278	516	5,289	198
중견기업	349	71	592	1,012	25	7	98	92	13	235	2
중소기업	13,218	1,933	13,362	28,513	1,668	222	1,368	1,156	498	4,912	195
연구원 수	106,075	16,124	181,029	303,228	18,836	1,828	13,331	9,764	2,578	46,337	763
중견기업	10,873	2,422	26,754	40,049	894	175	2,028	2,202	234	5,533	18
중소기업	71,970	8,790	71,173	151,933	9,931	1,085	6,455	5,337	2,184	24,992	734

구분	영남권					호남권					해외(기타)	총계
	부산	울산	대구	경남	경북	소계	광주	전남	전북	소계		
연구소 수	1,797	613	1,362	1,995	1,546	7,313	799	834	1,063	2,696	8	45,490
중견기업	41	35	39	86	72	273	16	22	22	60	3	1,585
중소기업	1,744	553	1,314	1,866	1,437	6,914	780	799	1,025	2,604	2	43,140
연구원 수	8,810	4,493	7,345	15,932	10,658	47,238	3,779	3,585	5,092	12,456	175	410,197
중견기업	816	621	1,101	3,918	1,403	7,859	393	214	472	1,079	102	54,640
중소기업	7,739	2,329	5,792	8,238	6,198	30,296	3,272	3,022	4,033	10,327	17	218,299

**형태별** (단위: 개소)

구분	건물전체	독립공간	분리구역	총계	
연구소 수		522	34,881	10,087	45,490
중견기업		81	1,501	3	1,585
중소기업		314	32,743	10,083	43,140

**면적별** (단위: 개소)

구분	50㎡ 이하	50~100㎡	100~500㎡	500~1,000㎡	1,000~3,000㎡	3,000㎡ 초과	총계
연구소 수	25,344	7,690	9,887	1,272	850	447	45,490
중견기업	71	144	655	309	281	125	1,585
중소기업	25,265	7,525	9,053	865	373	59	43,140

**연구원 규모별**

구분	2~4인	5~9인	10~49인	50~300인	301인 이상	총계
연구소 수	27,541	13,151	4,054	638	106	45,490
중견기업	0	581	741	247	16	1,585
중소기업	27,541	12,569	2,866	164	0	43,140

**과학기술 분야**

구분	건설	금속	기계	생명과학	섬유	소재
연구소 수	1,377	2,108	8,528	343	365	974
중견기업	46	117	411	3	13	42
중소기업	1,302	1,948	7,952	337	345	915
연구원 수	6,496	12,012	83,692	1,471	1,703	5,709
중견기업	478	1,745	16,340	24	198	815
중소기업	4,861	7,560	40,558	1,402	1,315	3,695

구분	식품	전기·전자	화학	환경	산업디자인	기타	총계
연구소 수	1,364	7,751	3,519	322	2,464	4,068	33,183
중견기업	66	282	284	7	60	87	1,418
중소기업	1,263	7,291	3,119	308	2,383	3,911	31,074
연구원 수	8,843	131,097	39,156	1,793	13,091	28,358	333,421
중견기업	1,676	11,441	10,205	126	1,251	2,067	46,366
중소기업	5,176	40,189	19,836	1,189	9,558	19,772	155,111

**서비스 분야**

구분	교육서비스	금융 및 보험	도매 및 소매	보건 및 사회복지서비스	부동산 및 임대	사업시설관리 및 사업지원서비스	숙박 및 음식점
연구소 수	254	28	721	59	15	181	21
중견기업	5	0	9	0	0	7	1
중소기업	249	25	710	59	14	171	20
연구원 수	1,088	324	3,079	311	90	890	131
중견기업	97	0	233	0	0	83	70
중소기업	991	135	2,826	311	80	662	61

구분	예술, 스포츠 및 여가관련서비스	운수	전문, 과학 및 기술서비스	출판, 영상, 방송 통신 및 정보서비스	하수·폐기물처리, 원료재생 및 환경복원	기타	총계
연구소 수	113	63	3,079	7,709	23	41	12,307
중견기업	1	2	35	107	0	0	167
중소기업	112	57	3,028	7,557	23	41	12,066
연구원 수	392	408	14,556	55,294	93	120	76,776
중견기업	7	22	632	7,130	0	0	8,274
중소기업	385	296	13,396	43,832	93	120	63,188

주 1: "연구원"은 연구전담요원을 가리킴(연구보조원과 관리직원은 제외함)



1 제148회 전국연구소장협의회 정기모임



2023년 6월 2일(금) 제148회 전국연구소장협의회를 한국쓰리엠 기술연구소(경기 화성)에서 진행했다.

문의: 회원지원팀 서동주 과장(02-3460-9046)

2 2023년 차세대 CTO 교육과정, 15주차



2023년 6월 14일(수) 2023년 차세대 CTO 교육과정, 15주차를 엘타워 엘하우스에서 진행했다.

문의: 인재개발서비스팀 강만영 차장(02-3460-9134)

7 2023년 제2회 산기협 정책위원회



2023년 6월 29일(목) 2023년 제2회 산기협 정책위원회를 엘타워 오페라홀에서 진행했다.

문의: 전략기획팀 이승현 대리(02-3460-9073)

8 2023년 상반기 대한민국 엔지니어상 시상식



2023년 6월 30일(금) 2023년 상반기 대한민국 엔지니어상 시상식을 웨스틴 조선 서울 호텔 오키드홀에서 개최했다.

문의: 시상인증단 박민정 주임(02-3460-9193)

3 민간R&D협의체 자율주행분과 전문가 세미나



2023년 6월 14일(수) 민간R&D협의체 자율주행분과 전문가 세미나를 산기협 아너스홀에서 진행했다.

문의: 전략기획팀 박진형 주임(02-3640-9040)

4 산기협 특허분석(IP-R&D) 서비스 활용 심화 교육



2023년 6월 21일(수) 산기협 특허분석(IP-R&D) 서비스 활용 심화 교육을 산기협 아너스홀에서 진행했다.

문의: 디지털서비스개발팀 동세영 주임(02-3460-9163)

9 민간R&D협의체 디지털헬스케어분과-AI분과 기업 간담회



2023년 6월 22일(목) 민간R&D협의체 디지털헬스케어분과-AI분과 기업 간담회를 산기협회관 중회의실에서 진행했다.

문의: 정책연구팀 김가희 주임(02-3460-9036)

10 탄소감축 협력방안 논의를 위한 시멘트-철강 업계 간 간담회



2023년 7월 19일(수) 탄소감축 협력방안 논의를 위한 시멘트-철강 업계 간 간담회를 쌍용C&E 동해공장장에서 진행했다.

문의: 전략기획팀 선철균 대리(02-3460-9037)

5 민간R&D협의체 디지털헬스케어분과 제2차 전문위원회



2023년 6월 22일(목) 민간R&D협의체 디지털헬스케어분과 제2차 전문위원회를 산기협회관 중회의실에서 진행했다.

문의: 정책연구팀 김가희 주임(02-3460-9036)

6 제2회 산기협 DT위원회



2023년 6월 29일(목) 2023년 제2회 산기협 DT위원회를 산기협회관 중회의실에서 진행했다.

문의: 디지털혁신지원팀 반혜진 주임(02-3460-9173)

11 제6차 회원협력 기술융합 클러스터 중간발표회 및 중간점검회의



2023년 7월 21일(금) 제6차 회원협력 기술융합 클러스터 중간발표회 및 중간점검회의를 산기협회관 소회의실에서 진행했다.

문의: 회원지원팀 장영주 부장(02-3460-9042)

12 2023년 제2회 교육조직문화 분과위원회



2023년 8월 2일(수) 2023년 제2회 교육-조직문화 분과위원회를 산기협회관 중회의실에서 진행했다.

문의: 인재개발서비스팀 강만영 차장(02-3460-9134)

# ReSEAT

고경력 과학기술인  
(기술전문가) 모집



www.reseat.or.kr

중소기업 기술 개발 지원을 위하여  
경험과 노하우를 공유해주실 전문가를 초빙합니다

**지금 바로 신청하기**  
(자격기준 문의 : www.reseat.or.kr, 02-3460-9176)

이름		
연락처 (휴대전화)	출생년도	
성별	E-mail	
<input type="checkbox"/> 남 <input type="checkbox"/> 여		

- 수집·이용의 목적 : 기업의 요청내용 확인 및 사후관리, 분회 사업홍보 및 안내
- 수집하는 개인정보 항목 : 성명, 전화번호, 휴대폰 번호 등
- 보유 및 이용기간 : 자문 신청서를 접수하는 시점부터 위의 이용목적이 종료되는 때까지
- 참여자는 개인정보 제공 및 활용에 대해 동의하지 않을 권리가 있음

본인은 「중소·중견기업 기술애로 해결요청 신청」 참여와 관련하여 한국산업기술진흥협회가 신청서에 기재된 개인정보를 수집·이용하고, 유관기관\*에 제공하는 것을 동의합니다.

\*요청사항의 해결을 위한 목적 공유 등 자문 진행에 있어 정보제공이 필요한 기관

신청자 년 월 일 (인)

# ReSEAT

고경력 과학기술인  
활용 지원사업

Clap!  
Clap!



문의  
ReSeat 사무국

(02-3460-9176, reseat@koita.or.kr, www.reseat.or.kr)

중소기업의 기술애로에 대해  
중장기(중소기업 기술멘토링) 또는  
단기(상시 현장자문) 지원

과제형 현장지원 프로젝트를 통해  
중소기업의 역량을 강화하고  
고경력 전문위원의  
노하우 사장 방지

청소년의 과학기술에 대한  
흥미와 관심 제고를 통해  
미래 과학기술 인재 양성

고경력 과학기술인의  
경험, 지식을 활용한 청소년 과학교육으로  
미래 과학꿈나무 지도

연구개발지원

청소년 과학교육

인프라 구축 및 사업지원

고경력 과학기술인 역량 강화 목적 교육 및 세미나 개최  
참여활동 촉진을 위한 사무공간 및 해외논문검색서비스 제공

▲ 고경력 과학기술인 활용지원은 과학기술정보통신부 과학기술진흥기금과 복권기금의 지원을 통해 사회적 가치를 증진하고 있으며, 한국산업기술진흥협회가 수행하고 있습니다.



# YouTube에서 「기술과 혁신」을 만나보세요!

유튜브 접속 경로 : 유튜브 사이트에서 '한국산업기술진흥협회' 검색 → 산기협TV 접속 → 격월간지 기술과혁신 코너 클릭



**반도체 산업의 동향과 주요쟁점**  
김형준 소장(KIST)



**반도체 분야 초격차 확보 전략**  
최창환 교수(한양대학교)



**R&D 거버넌스와 혁신생태계 개혁**  
안준모 교수(고려대학교)



**산업 대전환 시대의 민관 R&D 협력 방향**  
김기수 연구소장(포스코)



**코오롱인더스트리의 ESG 경영 5대 핵심 전략**  
조은정 상무(코오롱인더스트리)



**한화솔루션의 미래 지속가능성장 전략**  
김재형 연구소장(한화솔루션)



**안전 사회 구현 사회기반시설물의 관리**  
손훈 교수(KAIST)



**사회기반시설물의 안전진단과 유지관리**  
장정환 대표(티엠이앤씨)



**가속화되는 초고령화 사회, 솔루션이 필요하다**  
김진우 교수(연세대학교)



**2023 시니어 비즈니스의 현주소와 방향**  
장준표 대표(포퍼런츠)



**기업 관점 인력 양성의 필요성**  
엄미정 선임연구원(STEPI)



**국내 유학 외국인 인재 활용의 필요성**  
류석현 협력처장(UST)

# 2023 청년과학기술인 일자리박람회

**호남권 | 조선대, 9월 13일(수)**  
미래 모빌리티

**강원권 | 강원대, 10월 4일(수)**  
바이오, 헬스케어

**충청권 | 안남대, 10월 24일(화)**  
반도체

**경기권 | 단국대, 11월 8일(수)**  
IT, CT

**대경권 | 영남대, 11월 16일(목)**  
미래 자동차부품

