



vol. 3

January. 2025

KIAT Policy Review

Bridge Interview

바이오 산업, 양질의 데이터 수립과
자유로운 문화 조성이 뒷받침 되어야
뉴욕대학교 화학생명공학과 김진련 교수

글로벌 이슈특집

배터리 시장 불확실성 심화...
국가적 맞춤 전략 필요

산업기술 정책브리프

산업기술 동향위치

구독자 AGORA

Ch KIAT 산업기술정책이야기 +





KIAT Policy Review

vol. **3**

CONTENTS

04

Bridge Interview

바이오 산업, 양질의 데이터 수립과 자유로운 문화 조성이 뒷받침 되어야

뉴욕대학교 화학생명공학과 김진련 교수

12

글로벌 이슈특집

배터리 시장 불확실성 심화... 국가적 맞춤 전략 필요

18

산업기술 정책브리프

- 전 세계 핵심 기술 연구 성과, 중국의 약진과 미국의 부진
- 대중 반도체 수출 통제, 미국 경제에 미치는 영향은?
- 친환경으로 가는 길, 핵심광물 재활용 증진 방안

34

산업기술 동향위치

2024년 9~12월 전 세계에서 발표된 산업별 주요 이슈 소개

50

구독자 AGORA

2024년 4분기에 접수된 구독자 의견 소개

Bridge Interview



해외에서 활동하는 전문가가
현지 산업기술 관련 현황과 정책을 소개하고
한국의 산업기술 정책 수립을 위한
시사점을 제안하는 인터뷰

• 차세대 효소 개발 및 치매와 파킨슨병 해결에 전념하고 있는
뉴욕대학교 화학생명공학과 김진련 교수

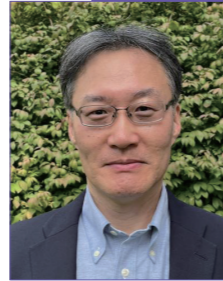
“바이오 산업, 양질의 데이터 수집과 자유로운 문화 조성이 뒷받침 되어야”

차세대 효소 개발 및 치매와 파킨슨병 해결에 전념하고 있는 뉴욕대학교 화학생명공학과 김진련 교수

“바이오 산업, 양질의 데이터 수립과 자유로운 문화 조성이 뒷받침 되어야”

- ▶ 양질의 생체 기능 데이터를 수립하고 공유해야 시를 효과적으로 활용할 수 있어
- ▶ 클러스터가 성공하려면 연구 중심 대학과 도전·자유정신 문화가 있어야
- ▶ 한국 대학과 뉴욕대 공동으로 치매 동반한 파킨슨병 연구 진행
- ▶ 산·학·연 간 인력 이동이 활발해야 이해도 높이고 시너지 낼 수 있어

Interviewee



서울대학교 화학공학과에서 학사(1997년)·석사(1999년) 학위를 받고, 2004년 미국 위스콘신대학교 매디슨(University of Wisconsin-Madison) 화학공학과에서 박사 학위 과정을 마쳤다. 서울대 학부 3학년 때부터 생화학공학 분야에 관심을 가졌으며, 효소 공학 관련 연구로 석사 학위를 취득 하였다. 박사 학위 과정 중에는 치매의 주원인인 단백질 엉김 현상을 수학적으로 모델링 하고, 저해제를 개발하는 연구에 몰두했다. 그 후 2006년까지 존스홉킨스대학교(Johns Hopkins University) 단백질 공학 실험실에서 박사후 연구원(Postdoc)으로 단백질 스위치 관련 연구를 진행해 왔다. 현재는 뉴욕대학교(New York University) 화학생명공학과 부교수로 재직 중이며, 동 학과 대학원 과정 프로그램 디렉터로도 일하고 있다.

✉ jin.kim@nyu.edu

뉴욕대학교 Tandon School of Engineering



출처 | 본인 제공

Q. 현재 연구하고 있는 분야와 주요 관심 분야에 대해 소개한다면?

제 연구 분야를 통칭하여 단백질 공학이라고 하는데, 쉽게 설명하면 주로 단백질을 유전자 레벨에서 조작하여 단백질의 기능을 향상시키거나 새로운 기능이 부여된 단백질을 제작하는 것을 말한다. 몰두하고 있는 연구 분야는 크게 세 가지로 구성된다.

첫 번째는 단백질 촉매, 즉 생촉매인 효소 관련 연구로 특별히 효소의 활성과 안정성을 높이는 일에 많은 관심을 기울이고 있다. 초기에는 단백질 융합체를 만들어 효소의 안정성을 높이는 데 집중했고, 그 후 변이주 제작 및 스크리닝을 통한 효소 활성 증가 연구에, 최근에는 효소의 성능을 예측하는 기계학습 모델 제작에 주력하고 있다.

Q. 재직 중인 뉴욕대 생체분자공학 연구실에 소개한다면?

현재 지도 교수로 있는 생체분자공학 연구실(Biomolecular Engineering Lab)은 2006년 설립되었으며, 화학 산업 및 의료 분야의 단백질 공학과 관련된 연구를 진행하고 있다. 지금까지 약 40명 이상의 석·박사급 연구 인력이 배출되었고 대부분의 졸업생들이 미국의 제약 회사나 바이오텍 업계에서 연구 인력으로 활동 중이다.



최근 노인 인구 증가와 고령화 현상으로 인해 전 세계적으로 노인성 질환인 치매와 파킨슨병이 급증하는 추세다. 이에 따라 단백질 관련 연구도 활발히 진행되고 있는데, 노년의 삶에 치명적 영향을 미치는 이러한 질병의 경우 뇌 속 단백질과 연관이 깊기 때문이다. 단백질 공학이란 주로 유전자 수준에서 단백질을 조작하여 그 기능을 향상시키거나 새로운 기능이 부여된 유용한 단백질을 만들고자 하는 첨단 연구 분야로, 관련 치료에 큰 도움을 줄 뿐 아니라 기타 산업 분야에도 크게 이바지하고 있으며, 향후 기대감 또한 크다. 현재 미국 뉴욕대학교에서 이에 관한 연구에 힘쓰고 있는 김진련 교수를 만나 그의 주요 연구 분야 및 우리나라와의 공동 연구 등에 관해 들어 보았다.

두 번째는 단백질 영김 현상으로 생기는 치매나 파킨슨병 같은 뇌 질환 관련 연구이다. 초기에는 여러 영김체 가운데 가장 독성이 높은 영김체를 검출하는 분자 센서 제작에 열중했는데, 최근에는 치매와 파킨슨병에서 나타나는 각각의 단백질 영김들이 서로 어떻게 영향을 주고 있는지, 그리고 그런 것들이 치매와 파킨슨병을 동시에 앓고 있는 경우(Comorbidity)와 어떤 관련이 있는지에 대해 연구 중이다.

마지막 세 번째는 위 두 분야의 교집합 연구로서, 효소가 활성을 잃게 되는 요인 중 하나로 치매나 파킨슨병과 비슷하게 단백질 영김이 될 수 있는데, 이와 관련된 메커니즘 연구뿐 아니라 효소의 단백질 영김 저해제 개발에도 힘쓰고 있다.

Q. 올해 단백질 구조 예측용 AI 모델을 구축한 연구자들이 노벨 화학상을 받았다. AI를 활용한 연구를 위해 어떠한 정책 지원이 필요하다고 생각하는가?

최근 바이오 관련 데이터가 급속도로 증가한 가운데, AI나 기계학습 등이 단백질 구조 예측과 같이 생명공학 분야에 많은 기여를 할 수 있다고 본다. 이들의 기여를 더욱 효과적으로 증대시키기 위해서는 알고리즘이나 생물학적 정보의 수학적 표현 방법 등의 개선도 중요하겠지만, 무엇보다 양질(High quality)의 많은 데이터(Large quantity) 확보가 절대적으로 필요하다. 유전자 염기 서열 혹은 단백질 아미노산 서열과 같은 생체 분자 관련 데이터는 최근 10~20년 동안 많은 양이 축적되어 왔고, 관련 기술 발전으로 인해 앞으로도 계속 많은 데이터들이 더 빠른 속도로 새롭게 추가될 것이다.

반면 생체 분자나 생체 시스템의 기능(Function)과 관련한 데이터는 상대적으로 그 양이 매우 부족할 뿐만 아니라 질적인 측면에서도 개선되어야 할 부분이 많다. 예를 들어, 실험을 통해 생체 분자 또는 생체 시스템의 기능을 측정하는 것은 일반적으로 상당한 시간이 소요되어 많은 양의 데이터를 빠른 시간 안에 축적하는 것이 현실적으로 어려운 편이다.

또 실험마다 측정 조건 등이 달라서 데이터들을 서로 직접 비교하기도 쉽지 않다. 물론 AI나 기계학습 모델에 이런 불확실성(Uncertainty)을 통계적으로 고려하고 적용하여, 불확실성으로 인한 한계를 인식하면서 기능을 예측할 수는 있지만 근본적인 대책이 될 수는 없다. 이보다는 생체 분자 및 생체 시스템의 기능 측정과 관련하여 표준화된 매개변수(Standardized parameter)와 표준적인 실험 환경(Standard experimental conditions) 등을 확립하여, 더 많은 기능 관련 데이터를 효과적으로 공유하는 것이 필요하다.

이런 데이터들이 축적된다면, 측정 조건에 따른 생체 기능을 예측할 수 있는 새로운 AI 혹은 기계학습 모델도 수립할 수 있다고 본다. 이는 최근 많은 관심과 찬사를 받았던 AI 단백질 구조 예측 도구 AlphaFold2나 AlphaFold3에서도 수행이 쉽지 않은 부분이다.

또 한 가지 고려할 사항으로는 '물리정보 기반 학습(Physics informed learning)*'을 추가하는 것이다. 보통 AI나 기계학습에서 사용되는 일반적인 블랙박스 학습(Black box learning) 방법이 아니라, 생체 기능과 관련한 여러 물리 화학적 원칙 등을 적용하면 훨씬 더 확장성이 큰 모델 구축이 가능하다는 생각이다. 종합하면, 양질의 생체 기능 데이터를 수립하고 공유할 수 있도록 지원하는 정책을 포함하여 기존의 생물정보학뿐만 아니라 화학, 물리학 등을 모두 아우르는 AI나 기계학습 모델을 개발할 수 있는 지원 방안이 마련된다면 조금 더 효과적으로 원하는 성과를 얻게 될 것으로 예상된다.

* (Physics informed learning) 물리 법칙을 기계학습 모델에 통합하여 학습의 효율성과 정확도를 높이는 기법

Q. 이러한 사례는 AI의 폭발적인 생산성을 보여주지만 일각에서는 AI의 안전성에 대해 우려를 표하는 목소리도 있다. AI 규제에 대해서는 어떤 정책이 필요하다고 생각하는가?

분자 및 세포 레벨의 AI나 기계학습 모델의 경우 결국 실험을 통해 검증이 되어야 하므로 모델 자체로는 크게 안전성의

우려가 있다고 생각하지 않는다. 다만, 일반적인 유전자 재조합, 합성 생물학 실험과 같이 AI나 기계학습의 예측 관련 실험에 대한 위험 요소는 정확히 평가할 필요가 있으며, 의료 및 진료 기록 데이터를 이용한 AI 혹은 기계학습 모델 개발 시에는 윤리, 프라이버시 침해와 관련하여 생물학적, 사회적, 도덕적, 환경적 위험을 다각도로 평가해야 한다. 과학적인 요소의 위험성뿐 아니라 비과학적인 요소의 위험성도 철저히 분석하여 관련 연구 및 상용화와 연계된 지침을 포괄적으로 수립해야 할 것이다.

Q. 보스턴에는 세계적인 바이오 클러스터가 형성되어 있는 것으로 안다. 클러스터가 성공적으로 운영될 수 있었던 주요 정책적 요인과 대표적인 성공 또는 실패 사례가 있는가?

미국 보스턴에 세계적인 바이오 클러스터가 형성될 수 있었던 가장 큰 요소는 유수의 연구 중심 대학과 도전 및 자유정신의 문화, 그리고 바이오 스타트업 회사들이 있다는 것이다. 바이오 관련 졸업생들이 많이 배출되고, 다수의 대학에서 학생들에게 도전과 자유정신을 추구할 수 있도록 여러 측면으로 재정 및 멘토링 지원을 아끼지 않는 것도 주요 요인이라 할 수 있다. 이런 학생들이 주변의 스타트업이나 기타 바이오 회사에서 인턴 등을 통해 경험을 쌓고, 또 그 경험에 도전 및 자유정신이 합쳐져 새로운 아이디어로 스타트업을 시작할 수 있는 산업 환경이 조성되는 것은

클러스터 형성에 아주 중요하다. 뉴욕대에서의 대표적인 성공 사례로는 예전 우리 실험실의 박사 과정 및 학부 학생들과 뉴욕대 경영학과(NYU Stern School of Business) 학생들 간의 창업 활동을 꼽을 수 있다. 우리 화학공학과 학생들은 단백질 및 기타 생체 분자 전문가로서, 뉴욕대 경영학과 학생들은 경영 전문가로서 함께 팀을 이루어 '지워지는 문신'이라는 아이디어로 뉴욕대 주최 창업 경연 대회에 출전하였다. 이들은 뉴욕패션·미용의 중요 부분 중 하나인 문신에 관심을 갖고 연구를 시작하였는데, 결과는 1등이었고 5년 전쯤에 이를 사업화하여, 현재 미국 30여 개 주에서 비즈니스를 진행하고 있다.

Q. 미국이 추진하고 있는 첨단바이오 산업 육성 정책과 한국의 산업기술정책을 비교해 볼 때 어떤 차이가 있는가? 또한 한국이 미국으로부터 벤치마킹하면 좋을 정책이나 프로그램이 있다면?

한국의 산업기술정책도 전체적으로 지원 규모나 방향 등의 측면에서 잘 수립되어 있다고 본다. 다만, 인력 양성과 관련해 대부분의 지원과 투자가 소수의 우수 연구 중심 학교에



집중되어 있는 것 같은데, 타 학교의 학부생들도 방학을 이용해 교과목 외 연구나 현장 경험을 충분히 할 수 있는 지원이 뒷받침되면 좋을 것 같다. 또한 학생들이 본인 학교 외의 다른 학교, 연구소, 회사 등에서 경험을 쌓도록 정책적 지원을 하는 것도 바람직할 것이다.

기술 개발 측면에서는 중소기업에 대한 지원 방안을 개선할 필요가 있다. 중소기업이 현장 위주의 기술뿐만 아니라 급변하는 환경에 보다 유연하게 대처하는 데 필요한 기초 기반 기술력을 쌓을 수 있도록 중소기업과 우수 연구 기관 간의 협력 지원 방안이 마련되었으면 한다.

Q. 지금 한국과 협력하고 있는 분야가 있는지?

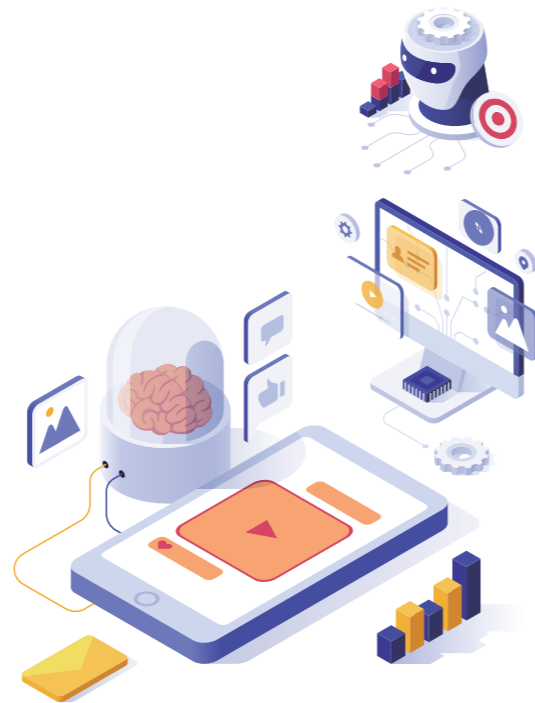
현재 한국 기업 및 연구소와 함께 바이오 리파이너리* 과제를 같이 수행하고 있다. 한국 내에서 생산되는 바이오매스로부터 고부가 가치 산업물을 생산하는 공정을 개발하는 것인데, 제 담당 분야는 관련 효소 공정에 사용되는 효소의 성능을 증대시키는 일이다. 앞서 언급한 여러 단백질 공학적 기법뿐만 아니라, 기계학습 방식을 적용하여 해당 효소의 우수 변이주 및 이를 대량 생산할 수 있는 업스트림 기술 개발에 몰두 중이다. 특히 이 과제를 통해 쌓은 경험과 기술을 바탕으로 폐의류의 효과적인 리사이클링 및 업사이클링 공정 기술 개발 연구에 최근 많은 관심을 갖게 되었다.

* (Physics informed learning) 물리 법칙을 기계학습 모델에 통합하여 학습의 효율성과 정확도를 높이는 기법

또 다른 한 가지는 치매(Dementia)를 동반한 파킨슨병의 단백질 엉킴 관련 기초 연구와 치료 기술을 개발하는 과제로서, 한국의 한 대학교 3개 연구실과 이곳 뉴욕대학교의 4개 실험실이 협력하여 연구에 매진하고 있다.

Q. 마지막으로 한국의 산업기술정책 관계자에게 전하고 싶은 메시지가 있다면?

각 관련 기관 사이의 인력 이동이 조금 더 자유로웠으면 한다. 예를 들어 연구자 혹은 기업인에서 정부의 산업기술정책 부서로, 기업인에서 연구자로, 정부 부서에서 연구자로 자리를 옮기는 등의 인력 이동이 활성화되는 것이 바람직하다. 인력 이동이 자유로울수록 각 관련 기관 사이의 이해도는 물론 기술 개발의 수요 파악이나 실제 기술 개발, 정책적 보조 등에서 더 큰 시너지 효과를 낼 수 있기 때문이다.



KIAT Policy Review

vol. 3

글로벌 이슈특집

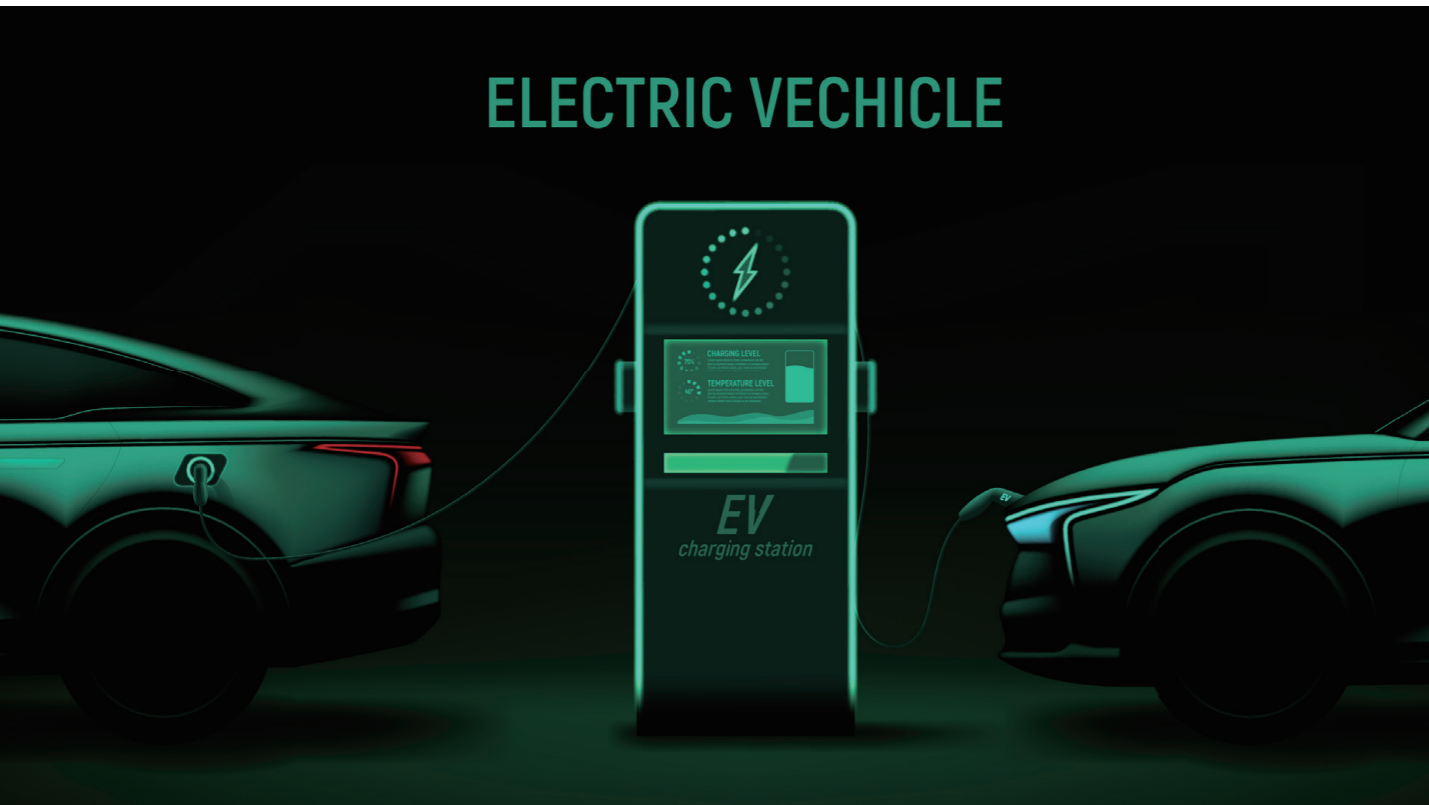
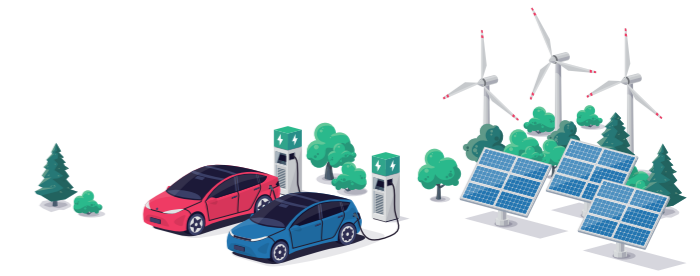


글로벌 산업기술 관련 대형 이슈에 대해
선제적으로 국내외 현황을 파악하고
정책 시사점을 도출한 콘텐츠

※ 2024년 12월에 발간된 글로벌 이슈특집 2024-2호 보고서를 요약·편집한 내용입니다.
자세한 내용은 KIAT 홈페이지(www.kiat.or.kr) 정책간행물 코너에서 확인하실 수 있으며,
카카오톡 채널 "KIAT 산업기술정책이야기"를 구독하시면 빠르게 받아보실 수 있습니다.

• 배터리 시장 불확실성 심화... 국가적 맞춤 전략 필요

배터리 시장 불확실성 심화... 국가적 맞춤 전략 필요



국가별 육성 전략과 전기차 업체의 참여로 2030년까지 공급 과잉이 심화될 전망

한중일 3국 전유물이었던 배터리 산업에 미국, EU 등 많은 국가가 자국 내 생산을 장려하고, 전기차 제조업체도 참여를 선언하면서 글로벌 경쟁 환경이 더욱 치열해지고 있다. 미국, EU, 일본 등 주요 선진국들이 탄소중립과 에너지 전환의 핵심 인프라인 배터리 산업을 국가 차원에서 육성을 도모하고 있으며, 전기차 제조업체도 미국의 테슬라를 필두로 현대차 그룹, VW, 도요타 등 거의 모든 업체가 직접 또는 합작 형태로 배터리 생산을 확장하고 있는 추세다.

이로 인한 공급 확대가 가속화됨에 따라 수요 증가가 공급 속도를 따라가지 못해 현재도 공급 과잉인 상황이 2030년까지 계속 심화될 것으로 예측된다. 특히 미국과 유럽의 투자 지원과 이에 대응한 배터리 업체의 투자 확대, 그리고 전기차 제조업체의 신규 참여가 공급을 폭발적으로 확대시키는 핵심 요인이라 할 수 있다. 향후 수년 동안의 공급 과잉이 배터리 업체의 가동률 하락과 더불어 수익성 저하로 귀결될 전망이며, 이에 따라 지속적인 투자가 요구되는 배터리 업체는 자금난에 시달릴 우려가 크다.

위기 국면의 한국산 배터리, 차세대 기술 확보와 특허 선점이 유리

현재 非중국 배터리 수요의 다수를 차지하는 삼원계(NCM) 배터리, 특히 하이니켈 NCM 배터리에서 우위를 점하던 국내 3사의 지위가 불안한 상황이다. 그동안 전고체 등 차세대 배터리에 집중해 온 일본이 현재 상용화된 리튬이온 배터리에도 중점을 두는 등 국가 전략을 변경함에 따라 고성능 NCM 배터리의 참여 확대가 유력시되면서 업계를 긴장시키고 있다. 중국 업체 또한 고성능 리튬인산철(LFP) 배터리를 무기로 중급 배터리 시장을 석권하며 국내 3사가 개발하고 있는 미드니켈 배터리와 직접 경쟁에 나선 것도 위협적인 요소라 할 수 있다.

여기에 국내 배터리 업계 매출 부진으로 자금 조달이 어려운 가운데, 향후 3년간 15조원 규모의 수익을 기대하던 첨단제조생산세액공제(AMPC) 혜택도 트럼프 차기 정부에서 없어질 위기에 직면해 있으며, 원재료 가격의 지속적인 하락으로 업계 수익성 또한 동반 하락을 피하기 어려울 것으로 보인다.

생산 설비 확대와 R&D 비용 증가로 국내 3사의 자금 투자가 더욱 필요해진 가운데, 앞으로 수년간 수익성 저하가 예상되어 정부의 자금 지원이 더욱더 절실해졌다. 우리 기업은 당장 시장 점유율 향상에 크게 도움이 되지 않는 차세대 배터리 특허를 다수 출원하고 있는데, 이는 리튬메탈 배터리·나트륨이온 배터리 등 차세대 배터리 종류가 다양하고 주력이 무엇인지 불확실하기 때문이다. 차세대 배터리 기술을 확보하지 않으면, 시장이 바뀌었을 때 아예 기회를 잃을 수 있으므로 기업으로선 되도록 많은 특허를 선점하는 것이 유리하다.

미국과 유럽의 전기차 수요 둔화 영향으로 2024년 상반기 글로벌 시장 전기차 판매 성장세가 약화되며 배터리 산업의 동반 부진이 지속되고 있다. 배터리 시장 성장률은 2021년 106.8%를 기록한 후 계속 감소해 2024년 상반기에는 22.3%에 그쳤다. 국내 업체의 글로벌 시장 점유율은 지난해 상반기 대비 3%포인트 하락한 22.1%를 기록했으며, 앞으로 더 큰 타격이 우려된다.

향후 글로벌 경쟁 구도에서 배터리 산업의 큰 환경 변화가 발생할 것으로 보이는데, 특히 미국과 유럽의 정책적 불확실성이 가장 큰 요인으로 평가되고 있다. 미국 중심의 공급망 정책을 위한 「인플레이션 감축법(IRA)」이 트럼프 재선에 따라 크게 바뀔 것으로 예상되고, 현재로서는 공급망 구축 정책 폐기보다는 전기차 세액공제 제도 개편이 유력하다는 전망이다. EU의 「폐배터리 규정」 등 지속가능성과 원재료 재활용에 대한 요구가 강화되는 가운데, 미 IRA의 대응 성격인 유럽 공급망 정책인 「핵심원자재법(CRMA)」의 최종 승인도 주목해야 할 부분이다. 미국과 유럽의 중국 전기차에 대한 관세 대폭 인상은 단기적으로 우리나라에 유리하게 작동할 듯 보이나 중장기적으로는 불확실성이 오히려 커질 것으로 예측된다.

정부는 배터리 업계를 우선으로 하는 국가적 맞춤형 전략 펼쳐야

정부는 우리 배터리 산업이 초격차를 유지하며 글로벌 선도 국가의 위상을 계속 유지할 수 있도록 여러 전략을 수립·실천하고 있으나 업계 입장에서 보면 미흡한 점에 대한 보완이 필요하다. 특히 배터리 공급망·재활용·수급의 3대 주요 이슈 대응과 자금 지원 측면에서 업계가 필요로 하는 방향으로 정책을 맞추는 것이 중요한데, 공급망 강화를 위한 투트랙 전략 수립, 에너지저장시스템(ESS) 산업 지원, 국가전략기술 세액공제 확대, 직접한급제도 도입 등이 요구된다.

공급망 경쟁 강화를 위한 투트랙 전략 추진

배터리 산업의 미래 경쟁력 유지·확보를 위해 중국 등 경쟁국에 비해 상대적으로 미흡한 공급망 경쟁력 강화를 위한 투트랙 전략이 중요하다. 취약 품목의 안정적 공급망 확보는 물론 경쟁 우위 품목에 대한 주도권 확보 모두를 포괄하는 복합전략 수립 및 추진이 적절한 방안으로 활용될 수 있을 것이다. 한편 「공급망 기본법」에 따라 정부가 5조원 규모의 공급망안정화기금 운용을 개시했는데, 배터리 산업의 현실과 투자 규모를 볼 때 기금 확대 또는 배터리 산업에 한정된 재정 지원이 뒷받침될 필요가 있다.

배터리 산업 정책 제안

주요내용	이슈	제안 성격
① 공급망 투트랙 전략	공급망	제도, 재정
② 사용후 배터리 산업 생태계 활성화	재활용	제도
③ 배터리 국가 R&D 예산 증액 통해 기술 초격차 확보	기본	재정
④ ESS 등 수요 산업 지원	수급	제도
⑤ 국가전략기술 세액공제 확대 및 직접한급 제도 도입	기본	재정
⑥ 첨단전략산업 정책자금 지원 강화 및 국가첨단전략산업 지원기금 신설	기본	재정
⑦ 해외자원개발 투자 세액공제 확대 관련	공급망	재정

재활용 배터리 산업 활성화

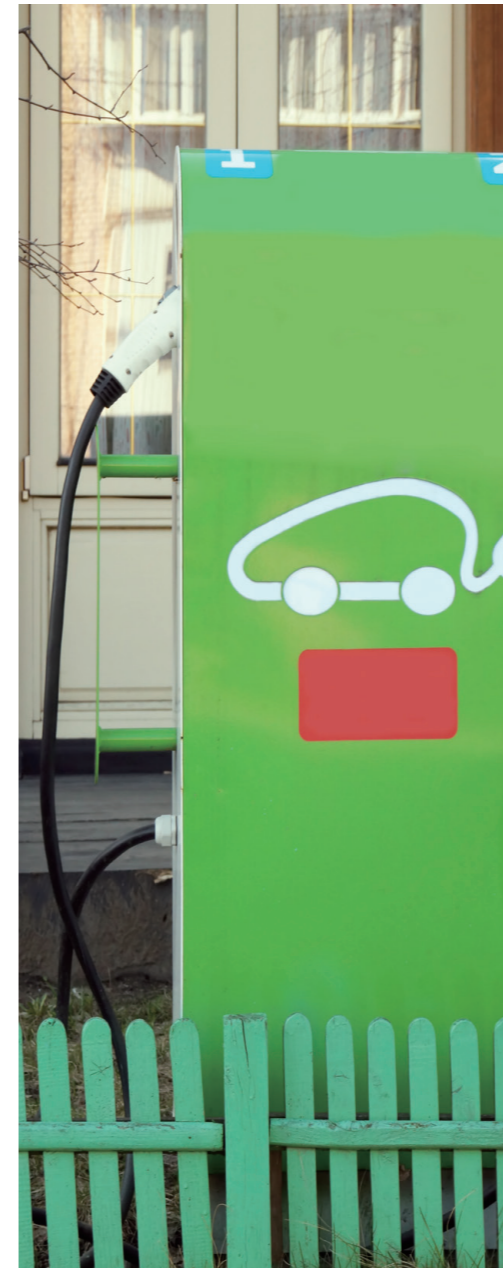
사용후 배터리 산업 생태계 활성화를 위한 자금·제도·시스템 차원의 전방위적 조치가 필요한 시점이다. 현재 배터리 재활용 사업은 수익성이 낮아 기업으로선 대규모 투자를 단행하기 어려운 입장임으로 무엇보다 기업의 초기 투자를 지원하기 위한 조세·재정 지원 혜택 증대 검토가 이루어져야 한다.

국가 차원의 R&D 예산 증가

배터리 산업의 국가 경쟁력을 강화하고 현재의 위기 국면에서 벗어나기 위해서는 기업에 부족한 R&D 예산을 국가 예산 차원에서 적극 지원할 필요가 있다. 현재 국내 배터리 3사 R&D 투자 합계가 중국의 CATL보다 적은 것으로 나타나 국가적 차원의 보완이 시급하다.

에너지저장시스템(ESS) 산업 지원

산업부는 2023년 우리나라가 세계 3대 에너지저장시스템(ESS) 산업 강국으로 도약하기 위해 발전 전략을 발표했는데, 전기차 캐즘을 극복하기 위해서는 지속적인 ESS 매출 확대가 뒷받침되어야 한다. 특히 향후 2~3년간 고전이 예상되는 배터리



업계를 견인할 수 있도록 현재 해외 진출이 가능한 기술 및 제품을 선별하여 신속한 지원으로 빠른 시일 안에 매출을 올리는 것이 중요하다.

국가전략기술 세액공제 확대 및 직접한급제도 도입

국가전략기술 세액공제 확대 및 직접한급제도 도입 또한 국내 배터리 산업의 경쟁력 확보에 효과적인 방안이다. 배터리 업계와 학계는 우리나라를 마더 팩토리(핵심 생산기지) 중심으로 키우고 가치사슬 생태계를 육성하기 위해 세액공제 비율을 현재의 15%보다 높이고, 적자 기업도 지원하는 현금한급제도를 도입하여 한국판 IRA를 서둘러 마련해야 한다고 주장하고 있다. 이와 관련해 반도체, 배터리 등 국가전략산업에 대한 투자 세액공제 규모를 기존 15%에서 25%로 상향하고, 손실 기업도 현금으로 한급받을 수 있도록 하는 「조세특례제한법 개정안」 등이 현재 국회에 발의된 상태다.

국가첨단전략산업 지원기금 신설

국가첨단전략산업은 대규모 투자가 경쟁력 확보의 핵심 요소인 만큼 이를 위해 다양한 조달 방안이 검토되어야 한다. 하지만 국책기관이라는 특성으로 인해 국가첨단전략산업에만 집중적으로 지원하기 어려운 상황임으로 배터리 지원기금 신설 방안을 따로 마련하는 것이 효과적인 방법이다.

해외자원개발 투자 세액공제 대상 확대 및 조건 완화

올해 신설된 해외자원개발사업 세액공제는 '광업권·조광권을 취득하거나 취득하기 위한 투자'에 한정하고 있으며, 조건도 '출자 총액의 10% 이상이거나 임직원을 외국법인의 임원으로 파견'하는 경우로 제한하고 있어 투자에 어려움이 예상된다. 광업권·조광권 투자의 경우, 모수가 되는 출자 총액이 너무 크기에 일반 기업이 시행령의 조건(10%)에 맞춰 투자를 실행하기엔 역부족인 상황이다. 따라서 세액공제 대상에 '정제련 시설을 확보하기 위한 투자'를 추가하고, 기업들의 자원개발투자를 진흥하기 위해 현재 출자 총액의 10% 이상이라는 조건을 '일정 금액 이상'과 같이 최소 금액을 지정하는 방식 등으로 완화하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

한국산업기술진흥원이 2024년 12월 발간한 「글로벌 배터리 산업 동향 및 국내 정책 대응 방향」의 주요 내용을 요약·편집한 자료입니다.

산업기술 정책브리프



시사성이 높은 글로벌 산업기술정책
관련 이슈의 현황을 심층적으로 분석하고
정책 시사점을 도출한 콘텐츠

※ 2024년 4분기에 발간된 '산업기술 정책브리프(2024년 10호~12호)'를 요약·편집한 내용입니다.
자세한 내용은 KIAT 홈페이지(www.kiat.or.kr) 정책간행물 코너에서 확인하실 수 있으며,
카카오톡 채널 "KIAT 산업기술정책이야기"를 구독하시면 빠르게 받아보실 수 있습니다.

- 전 세계 핵심 기술 연구 성과, 중국의 약진과 미국의 부진
- 대중 반도체 수출 통제, 미국 경제에 미치는 영향은?
- 친환경으로 가는 길, 핵심광물 재활용 증진 방안

1. 전 세계 핵심 기술 연구 성과, 중국의 약진과 미국의 부진

호주전략정책연구소(ASPI*)가 최근 64개 핵심 기술의 고영향 연구 출판물 모니터링 결과(Critical Technology Tracker)를 분석한 업데이트 보고서를 발간하였다. 'Critical Technology Tracker'란 경제, 사회, 안보, 국방, 에너지, 의료, 기후 분야의 64개 기반 기술을 모니터링 할 수 있도록 지원하는 ASPI의 데이터 세트로, 각국의 고영향 연구 현황을 바탕으로 전략적 의도와 미래의 잠재적 과학기술 역량을 파악하기 위해 2021년 기획되었다. 전체 기술 수명 주기에 미치는 영향이 크고, 미래 연구 혁신을 주도할 뿐만 아니라 기술 돌파구를 뒷받침하며 특히 이어질 가능성이 높은 고인용 상위 10%의 연구 출판물을 분석 대상으로 설정해 조사를 진행하고 있다.

* (Australian Strategic Policy Institute) 정부의 정책 수립을 지원하는 호주의 독립 싱크탱크

ASPI는 지난해 발간한 초회 보고서에서 44개 핵심 기술에 관한 2018~2022년 모니터링 결과를 제시한(23.3) 데 이어, 금년에는 분석 연도를 2003~2023년(총 21년)으로 대폭 확장하였다. 각국의 연구 성과 점검 및 과거 데이터 분석을 통해 21년간의 국가 및 기관별 추이를 파악했는데, 이러한 장단기 분석 결과를 바탕으로 나라별 연구·혁신 분야의 글로벌 순위 확보·상실·상실 위험 시점, 연구 성과 궤적 및 추진력, 미래 혁신 도출 가능성이 높은 국가와 기관 등을 파악할 수 있게 되었다. 이 중 파격적인 성장세를 기록하며 과학기술 선진국으로 우뚝 서게 된 중국과 압도적인 연구 강국의 지위를 상실한 미국, 새롭게 기술 강국으로 부상한 인도 등의 추세가 두드러진다.

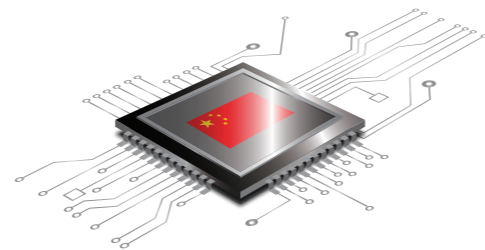
갈목할 만한 발전성과를 이룬 중국, 64개 핵심 기술 중 57개에서 1위

ASPI의 장단기 모니터링 분석 결과를 보면 지난 20년간 중국의 이례적인 연구 성과를 바탕으로 인도태평양 지역의 연구 리더십이 대폭 변화하고 있는 것을 확인할 수 있다. 글로벌 연구 성과에서 미국의 영향력이 대폭 감소한 반면

중국의 영향력은 확대되었고, 인도가 글로벌 연구 혁신 분야의 핵심 센터로 부상하며 과학기술 강국으로의 입지를 확립하고 있는 것도 눈여겨봐야 할 점이다. 단, 일부 핵심 기술의 경우 신흥 과학기술 강국의 부상에도 미국과 영국, 유럽, 동북아시아 국가의 강점이 지속적으로 유지되고 있다.

주요국 분석 결과, 2000년대 후반~2010년대 중반까지 글로벌 연구 순위에서 중위권에 머물렀던 중국은 연구 과학 강국으로 점진적으로 일관되게 성장한 것으로 나타났다. 특히 2010년대 중반부터 핵심 기술 분야의 입지를 다지기 시작한 이후 대다수 기술에서 글로벌 연구 주도권을 강화하는데 성공했다. 2019~2023년에는 64개 핵심 기술 중 57개 분야에서 1위를 차지했는데, 2003~2007년 연구 성과 1위 기술이 단 3개에 불과했던 것에 비하면 파격적인 성장을 이뤄냈다고 할 수 있다.

무엇보다 중국이 최상위 연구 기관 및 과학 전문성 측면에서 독점적 위치를 구축해 왔다는 점에 주목하게 된다. 10여 년 전부터 미국을 추월한 기술 분야의 경우 꾸준히 선도적 우위를 견고하게 확보해 가는 경향을 보이고 있다. 첨단 소재·제조 분야에서는 2000년대 후반~2010년대 중반 우수한 연구 성과를 거두었고, 현재는 첨단 복합 소재·보호 장비, 코팅, 스마트 소재, 新메타물질, 나노 소재·제조 분야 등에서 최상위 기관과 연구 전문성을 집중적으로 보유하고 있어 독점 위험까지 대두되는 상황이다. 첨단 광·무선 주파수·수중 무선 통신에서는 2010년대 중반 주요 통신 분야의 선도적 위치를 차지한 데 이어, 지난 5년간 미국의 3~5배에 달하는 연구 성과를 거두는 등 현저한 우위를 점하는 데 성공하였다. 바이오·유전자 기술 및 백신은 비교적 최근 들어 강세를 보이는 분야로, 2010년대 후반~2020년대 기술 추적기(Tech Tracker)의 7대 바이오 기술 중 5개 기술의 연간 고영향 논문 발표 건수가 미국을 추월한 상태다.



2010년대 이후 현저한 발전을 이룩한 중국은 2015년 「중국제조 2025」를 통해 정부의 기술 패권 목표를 공고히 다지는 한편, 단순 연구 투자 이외에 산업 정책, 공급망 업그레이드, 제조 부문에 대한 대규모 보완 투자를 추진해 왔다. 향후에도 기존 과학기술 강국의 연구 성과 정체* 및 자국 내 성과 급증을 배경으로 중국의 과학기술 분야 성장 모멘텀이 지속될 것으로 예상된다.

* (예) 유럽과 미국에서 운영되던 글로벌 유수의 전자통신 분야 R&D 연구소 수 감소

기술 패권 경쟁에서 부진하고 있는 미국, 신흥 기술 강국으로 부상한 인도

2000년대 초중반 압도적인 연구 강국의 지위를 점했던 미국은 지난 21년간 연구 우위를 상실하고 있는 것으로 평가 된다. 2003~2007년 64개 기술 중 60개 분야에서 연구 성과 1위를 차지했으나, 2019~2023 조사 1위 분야는 자연어 처리, 유전공학, 핵의학·방사선 치료, 백신·의료 대응품, 소형 위성, 양자 컴퓨팅, 원자시계의 7개 기술에 불과하다.

단기적으로는 지난 수십 년간의 투자와 선구적 연구를 통해 구축된 지식과 전문성, 제도적 강점이 미국에 유리하게 작용할 것으로 예상되지만, 중국 또한 국방, 에너지 분야를 중심으로

전례 없는 과학기술 투자와 최상위 기관을 통해 빠르게 미국을 따라잡고 있는 상황이다.

인도는 2003년~2007년 4개에 불과하던 연구 성과 상위 5개국 기술 개수가 지난해 조사에서 37개, 2024년에는 45개로 확대된 것으로 나타났다. 아직까지 64개 핵심 기술 중 1위를 차지한 종목은 없지만 기술 분야 전반에서 강세를 보이고 있고, 특히 2019년 이후 바이오 연료와 고사양 가공 공정에서 성과를 거두며 새로운 기술 강국으로 떠오르고 있다.

이러한 상승세에도 불구하고 2003~2023년 상위 5위 안에 포함된 인도 기관이 드문 편인데, 최상위 기관이 부족하다는 점은 해외 연구 인재를 유치하거나 저명한 인도 과학자와 기술자의 국내 체류 및 귀국 동기를 부여하는 데 한계로 작용할 가능성이 존재한다고 볼 수 있다.

* 최근 64개 기술 분야에서 상위 5위권에 든 기관 수가 5개에 불과

전반적으로 기술 강국인 유럽연합, 연구 성과 순위가 역전된 한국과 일본

유럽연합의 경우 회원국 간 순위 차이가 있지만 전체적으로는 경쟁력 있는 기술 강국으로 평가되며, 지난 5년간 EU 회원국을 모두 종합해 볼 때 중력 센서와 소형 위성 부문에서

1위, 30개 기술 분야에서는 2위 수준으로 간주될 수 있다. 이렇게 EU를 '권역'으로서 분석하게 되면, 국가별 연구 점유율에 영향을 주고 해당 기술의 독점 위험도에도 변화를 가져올 것으로 예상된다.

EU 회원국 중 가장 우수한 연구 성과를 거둔 국가는 독일로 27개 기술이 상위 5개국에 안착하였고, 이탈리아는 15개, 프랑스는 3개 분야에서 상위 5개국에 포함되었다. 하지만 상위 5개국 기술 수가 독일 45개, 프랑스 32개, 이탈리아 10개였던 2003~2007년에 비하면 대폭 감소한 수치다.

첨단 기술 산업 강국으로서 역사가 비슷한 한국과 일본은 지난 20년 동안 연구 성과 순위가 역전되어, 한국의 연구 성과 상위 5개국 포함 기술 수가 2003~2007년 7개에서 2019~2023년 24개로 확대된 반면 일본은 동기간 32개에서 8개로 감소하였다. 한국이 주로 시와 에너지·환경 분야에서 우위를 점한 가운데, 일본은 광대역·UWBG 반도체 및 원자력 분야 강점을 보유하고 있다.

이란, 호주, 영국 및 미·영·호주의 안보·기술 동맹 오키스(AUKUS)

2003~2007년 기계학습 분야 순위 17위가 최고 기록이었던 이란은 첨단 소재·제조, 바이오 기술 등에서 강세를 나타내며 2019~2023년 8개 기술이 상위 5개국에 포함되었다. 특히 중국을 제외하고 공기불요추진시스템(AirIndependent Propulsion System, AIPS), 스마트 소재, 첨단 데이터 분석 분야에서 상위 10대 기관을 보유한 유일한 국가에 해당한다.

호주는 AI 및 로봇 기술, 첨단 소재·제조, 에너지·환경, 바이오 기술 분야 상위 10위권 국가로 전체 순위가 상승하였고, 영국은 상위 5위권 기술 수가 2003~2007년 47개, 지난해 조사에서 44개, 금년 조사에서 36개로 감소했다.

한편, 미·영·호주의 안보·기술 파트너십 오키스(AUKUS)는 필라2* 관련 분야의 격차를 일부 보완한 것으로 평가되나, 첨단 로봇, 자율시스템 운영 등 여러 기술 분야에서 중국의 연구 성과에 미치지 못하고 있는 실정이다. 오키스 연구 활동과 협력국인 한국·일본의 성과가 결합될 경우 중국과의 격차를 좁히는 데 도움이 될 수 있을 것으로 기대되지만, 민감 분야인 국방 관련 기술 개발 연구는 기밀 프로젝트로 전환될 가능성이 높은 편이다.

* AI, 양자 컴퓨팅, 극초음속 미사일 등 8개 첨단 안보 기술

2019~2023년 과학 전문 지식과 고영향 연구 결과의 단일 국가 집중도를 나타내는 '기술 독점 위험 지표'에 따르면, 군사 및 국가 안보에 적용될 수 있는 다양한 기술 지표가 중위험에서 고위험으로 전환되고 있는 추세다. 중국에서 주요 국방 기술 분야의 과학적 발전과 연구 혁신 진행 가능성이 점차 증가하는 것으로 분석되는 가운데 레이더, 위성 측위·항법, 첨단 항공기 엔진, 드론 및 군집·협업 로봇이 '고위험' 기술에* 새롭게 포함되었다.

* 기존에는 초음속 탐지·추적과 전자전 기술을 고위험 기술로 간주

첨단 소재·제조 분야에서도 중국의 연구 주도권이 확대됨에 따라, 고사양 가공 공정, 新메타물질, 스마트 소재의 위험도가 중위험에서 고위험으로 상승되었으며 첨단 보호 장비는 저위험에서 고위험으로, 첨단 자석·초전도체와 연속 흐름 방식 화학 합성은 저위험에서 중위험으로 높아지는 변화를 보이고 있다.

과학기술 연구·투자 약화되면 기술 강국에서의 추락은 시간 문제

ASPI의 분석 보고서를 통해서도 알 수 있듯 주요국 간의 연구 경쟁이 30년이 안 되는 기간 동안 급격하게 변화할 수 있다는 점에 주목할 필요가 있다. 이는 곧 기술 강국의 지위를 유지하기 위해서는 한시도 긴장의 끈을 놓아서는 안 되며, 충분한 재원이 뒷받침되는 국가일수록 상당한 성과를 거둘 수 있고, 기존의 과학기술 강국도 연구 개발을 늦추거나 약화되도록 방치하는 경우 곧바로 뒤처질 위험이 있다는 것을 시사한다.

2000년대 후반~2010년대 중반까지 글로벌 연구 순위에서 중위권에 머물렀던 중국이 연구 과학 강국으로 성장한 데 반해, 2000년대 초중반 압도적인 연구 강국 지위를 점했던 미국이 지난 21년간 연구 우위를 상실했다는 점은 어느 나라나 심사숙고해야 할 대목이다.

고영향 연구는 혁신 경제의 예측 지표이자 선행 지표로서, 미국과 기타 선진국의 장기적인 연구 활동이 수십 년간 응용·상용화 측면의 성과로 이어질 수 있으나, 과학 연구 투자가 지속되지 않을 경우 관련 효과가 사라지고 성장 모멘텀이 약화될 수 있다는 점에 유의해야 한다. 고영향 연구 분석만으로 국가의 현재 기술·혁신 경쟁력 전체를 파악할

수는 없지만, 기술 역량 구축을 위해서는 지식 및 혁신 스킬, 인재, 연구 기관에 대한 지속적인 투자가 필요하다는 점을 간과해서는 안 될 것이다. 국익에 중요한 기술에 전략적이고 지속적인 투자를 단행하는 동시에, 과학기술 수명 주기 전반의 역량 구축을 뒷받침할 수 있는 상호 보완적 조치 및 국제 협력을 추진하는 것이 필수적이다.

연구 주도권이 확대되며 독점 위험이 증가하고, 민간 부문 연구에서도 미국의 거대 기술기업 집중도가 높아지고 있는 만큼 국내 연구 경쟁력을 강화하여 주요국의 기술 독점에 대비하는 대책 추진이 중요하다. 현재 중국의 첨단 광통신, 합성 생물학, 드론 및 군집·협동 로봇, 고사양 가공 공정, 전기 배터리 등 중국이 선도하고 있는 기술 중 24개가 독점 고위험 군으로 분류된 상태다.

한국, 기술 분야 '초격차 대한민국'을 목표로 국가적 역량 총결집

'Critical Technology Tracker' 분석 결과 우리나라가 연구 성과 상위 5개국에 포함된 기술 수는 현재 총 24개로 첨단 정보통신기술, 에너지·환경 분야 등에서 강세를 나타내고 있지만 전반적으로 중·미와의 점유율 격차가 현저한 것을 확인할 수 있다.

우리나라의 연구 성과 상위 5개국 기술 수는 2003~2007년 7개에서 2019~2023년 24개로 확대되었고, 특히 첨단 무선 통신 분야 상위 기관에 삼성이 국내 기관으로는 유일하게 포함되었다.

우리나라 24개 상위 5개국 기술 분야

- ▲첨단 정보통신기술: 첨단 무선 주파수 통신(5위), 고성능 컴퓨팅(3위), 메시·인프라 독립형 네트워크(4위) ▲첨단 소재·제조: 첨단 복합 소재(4위), 첨단 보호 장비(4위), 코팅(4위), 나노 소재·제조(4위), 新메타물질(3위), UWBG 반도체(5위) ▲AI 기술: AI 알고리즘 및 하드웨어 가속기(4위), 기계학습(5위), 첨단 집적회로 설계·제작(5위), 자연어 처리(5위) ▲바이오·유전자 기술 및 백신: 합성 생물학(4위) ▲방위·우주·로봇·운송: 자율 시스템 운영 기술(5위) ▲에너지·환경: 전기 배터리(3위), 전력용 수소·암모니아(3위), 슈퍼커패시터(2위), 지향성 에너지 기술(3위), 태양광 발전(4위), 원자력 에너지(5위) ▲감지·항법·시각: 광센서(4위), 음파·음향 센서(5위) ▲오키스(AUKUS) 관련 기술: 공기불요추진시스템(5위)

다만, 64개 핵심 기술에서 우리나라와 미국·중국과의 연구 성과 점유율 격차가 뚜렷한 상황으로, 과학기술 분야 경쟁력 강화를 위해서는 국가 차원의 적극적인 대응이 우선되어야 할 것이다. 특히 국방 기술 및 첨단 소재·제조 분야에서 중국의



〈표〉 한국·미국·중국의 64개 기술 점유율¹⁾

분류	기술명	총 연구 출판물 비중			총 연구 출판물 비중		
		한국	미국	중국	한국	미국	중국
AI기술	AI 알고리즘-하드웨어 가속기	5%	16%	26%	5%	14%	31%
	첨단 데이터 분석	2%	13%	33%	2%	14%	33%
	첨단 집적회로 설계-제작	4%	19%	18%	4%	22%	24%
	적대적 AI	4%	25%	29%	3%	19%	31%
	기계학습	4%	15%	32%	3%	15%	36%
첨단정보통신기술	자연어 처리	3%	19%	23%	4%	25%	24%
	첨단 광통신	3%	9%	41%	2%	11%	41%
	첨단 무선 주파수 통신	4%	9%	25%	5%	10%	32%
	첨단 수중 무선 통신	3%	10%	45%	3%	9%	52%
	분산원장	4%	10%	27%	4%	9%	29%
	고성능 컴퓨팅	4%	28%	19%	8%	26%	31%
	메사-인프라 독립형 네트워크	4%	7%	26%	4%	7%	29%
첨단소재·제조	방어형 사이버 보안 기술	3%	17%	20%	3%	14%	22%
	적층 제조	2%	20%	20%	2%	18%	25%
	첨단 복합 소재	4%	7%	28%	4%	6%	45%
	첨단 폭발물-에너지 물질	3%	16%	43%	1%	18%	53%
	첨단 자석 및 초전도체	3%	10%	31%	1%	15%	33%
	첨단 보호 장비	5%	16%	31%	4%	13%	43%
	코팅	3%	6%	46%	3%	5%	63%
	연속 흐름 방식 화학 합성	3%	11%	22%	3%	13%	29%
	핵심 광물 추출·가공	2%	7%	38%	2%	11%	42%
	고사양 가공 공정	2%	8%	39%	1%	11%	43%
	나노 소재 및 제조	4%	6%	43%	4%	5%	61%
	신메타물질	3%	11%	50%	4%	13%	52%
	스마트 소재	4%	7%	36%	3%	5%	46%
바이오·유전자 기술, 백신	UWBG 반도체	5%	13%	35%	4%	18%	43%
	바이오 제조	3%	10%	21%	3%	9%	28%
	유전공학	3%	27%	29%	2%	37%	29%
	개능 시퀀싱 및 분석	3%	15%	36%	2%	22%	36%
	신규 항생제-항바이러스제	2%	13%	23%	2%	12%	30%
	핵의학 및 방사선 치료	3%	21%	18%	2%	27%	21%
방위우주·로봇운송	합성 생물학	3%	15%	38%	3%	13%	58%
	백신 및 의료 대응품	2%	21%	14%	2%	26%	14%
	첨단 항공기 엔진	2%	9%	56%	1%	7%	63%
	첨단 로켓	4%	18%	22%	4%	20%	35%
	자율 시스템 운영 기술	5%	17%	24%	4%	18%	34%
	드론 및 군집·협동 로봇	3%	12%	31%	2%	10%	38%
	초음속 탐지 및 추적	2%	15%	64%	1%	13%	73%
에너지 환경	소형 위성	3%	23%	16%	3%	23%	18%
	우주 발사 시스템	5%	20%	17%	3%	19%	23%
	바이오 연료	2%	6%	18%	3%	5%	23%
	지향성 에너지 기술	6%	13%	36%	5%	16%	44%
	전기 배터리	6%	9%	55%	4%	10%	68%
	전력용 수소-암모니아	6%	6%	44%	5%	5%	61%
	원자력 에너지	6%	15%	23%	4%	19%	32%
	핵폐기물 관리 및 재활용	7%	16%	21%	3%	13%	43%
양자	태양광 발전	4%	9%	23%	4%	9%	31%
	슈퍼커패시터	7%	3%	50%	8%	4%	63%
	양자 내성 암호	4%	11%	29%	2%	12%	34%
	양자 통신	2%	12%	39%	1%	17%	34%
	양자 컴퓨팅	2%	22%	22%	1%	34%	16%
감지·항법·시각	양자 센서	1%	15%	26%	1%	24%	24%
	원자시계	2%	18%	29%	1%	30%	19%
	중력 센서	2%	15%	23%	1%	21%	21%
	관성 항법 시스템	4%	9%	44%	3%	11%	49%
	자기장 센서	3%	13%	31%	2%	17%	35%
	다중분광-초분광 이미징 센서	2%	12%	41%	1%	10%	54%
	광센서	4%	12%	36%	4%	11%	46%
	레이더	3%	12%	35%	3%	13%	43%
	위성 측위-항법	3%	11%	37%	3%	12%	41%
	음파 및 음향 센서	6%	13%	44%	3%	14%	50%
AUKUS 관련 기술	공기불요추진시스템	5%	8%	32%	4%	9%	44%
	자율 잠수정	3%	10%	48%	2%	6%	67%
	전자전(Electronic warfare)	4%	14%	45%	3%	12%	52%

1) ASPI, Critical Technology Tracker, 2024.10월 업데이트

최근 정부가 「대한민국 과학기술주권 청사진: 제1차 국가전략 기술 육성 기본 계획('24~'28)*」을 수립해('24.8) 기술 패권 경쟁 시대에 맞춰 주도적 대응 및 국가 역량 총결집을 도모하고 있으므로 국가전략기술 육성을 위한 연구 개발 투자와 정책 지원이 강화될 것으로 예상된다.

* '과학기술 주권국가, 초격차 대한민국'을 목표로, ▲국가전략기술 신속 사업화 총력 지원 ▲기술 안보 선제 대응 역량 획기적 제고 ▲임무 중심 연구 개발 혁신의 3대 정책 과제와 12대 국가전략기술 분야별 중점 정책을 제시

ASPI가 지적한 바와 같이 과학기술 연구에 대한 투자가 장기적으로 지속되지 않을 경우 고영향 연구의 응용·상업화 성과가 감소하고, 성장 모멘텀이 약화될 수 있다는 점에 유의하여 과학기술 투자의 지속성과 일관성을 확립해 나가는 데 더욱더 역량을 기울여야 할 것이다.

※ 호주전략정책연구소(ASPI)가 2024년 8월 발간한 「ASPI's two-decade Critical Technology Tracker: The rewards of long-term research investment」의 주요 내용을 요약·편집하고 정책 시사점을 도출한 자료입니다.

2. 대중 반도체 수출 통제, 미국 경제에 미치는 영향은?

미국 바이든 행정부에 이어 트럼프 2기에서도 대중 반도체 수출 통제를 더욱 강화할 것으로 예상되는 가운데, 중국의 대응 또한 보다 강경해질 것으로 전망된다. 이에 미국 전략국제연구센터(CSIS)는 중국이 펼치고 있는 미국 배제(Design out) 및 수출 통제 우회(Design around) 정책의 가속화 양상을 점검하고, 우회 전략의 주요 사례로서 미·중 반도체 경쟁의 균형에 영향을 미칠 수 있는 첨단 패키징 대응 방안을 고찰하였다.

※ 이번 보고서는 첨단 패키징에 초점을 맞추고 있으나 추후 보고서 시리즈를 통해 미국 수출 통제에 대한 기타 대응 전략을 다룰 예정

미국 배제와 수출 통제 우회 전략으로 반격에 나선 중국

최근 미·중 간 지정학적 경쟁이 가속화되면서, 미국 정부는 AI를 비롯한 군사 및 민간 겸용 분야 리더십을 유지하기 위해 핵심 유망기술(CET) 통제 조치를 확대하는 등 경제안보 전략을 대폭 변경하였다. 특히 장기간 유지해 온 단계적 접근법(Sliding scale approach)*에서 벗어나 미국·미 동맹국 제품에 대한 접근을 제한하여 중국의 기술 발전을 늦추기 위한 경제안보 도구로서 '수출 통제'를 적극 활용해 왔다.

* '중국과 같은 전략적 경쟁국보다 기술 격차를 유지하지만 타국의 기술 발전 제한 조치를 취하지 않는 정책 방향

미국의 수출 통제 조치는 첨단 AI 시스템의 핵심 요소로서 국가 안보에 미치는 영향이 큰 첨단 반도체 분야를 중심으로 실행되고 있다. 2018년 4월 트럼프 1기 행정부가 중국 통신 대기업 중흥통신(ZTE)을 대상으로 발동한 제재 조치*는 미국이 수출 통제를 경제 강압(Economic coercion) 수단으로 수용하기 시작했음을 의미하는 전환점에 해당한다. 이후 바이든 행정부는 우려국, 특히 중국의 첨단 반도체 공급망을 대상으로 두 차례의 반도체 수출 통제를 시행하였고, 현재도 추가 조치 수립에 대한 논의를 지속 중인 것으로 알려졌다.

* '중국 ZTE의 대북·대이란 제재 위반과 관련한 합의 사항 미이행에 따라 미국 기업과의 7년 거래 금지 조치를 시행하였으나('18.4), 이후 벌금 납부 및 보증금 예치로 이를 해제

미국 정부의 글로벌 반도체 시장 통제 조치가 확대되자, 중국 측은 미국 배제와 통제 우회 등 예상치 못한 정책으로 대응에 나섰다. 중국 반도체 산업에서 미국 기업과 기술을 완전히 배제하려는 움직임이 강화되고 있으며, 수출 통제의 영향 및 자국 반도체 생태계의 취약성을 완화하기 위한 목적으로 미국 반도체 기술 의존도 저감을 위한 공급망 혁신에도 착수했다. 이에 미국 전략국제연구센터(CSIS)가 중국 정부와 기업이 추진하고 있는 미국 배제 및 수출 통제 우회 정책을 고찰하였다.

미국 배제(Design out) 전략의 키워드

- 미국과 미 동맹국의 반도체 기술을 중국 기업 또는 제3국의 비등한 기술로 대체하는 것이 주요 목표로, 중국 중앙·지방 정부는 미국을 배제하는 생산라인 구축을 위해 자국 기업에 수십억 달러를 투자하는 한편, 반도체 기업의 핵심 기술을 중국 내에서 조달하도록 압박하고 있다.
- 중국 반도체 공급망의 미 기술 의존도에 대한 우려가 증대되자 현재 제재 조치의 영향을 최소화하고 향후 통제 강화에 대비하기 위해 자국 생태계에서의 미국 기술 및 공급 업체 배제를 도모하고 있다.
- 미국의 대중 수출 통제 정책은 외국 기업이 미국 반도체 기업을 대체하는 현상을 초래할 수 있는데, 이로 인해 미국 기술 기업은 R&D 투자의 재원인 매출이나 추가 상승 측면에서 손해를 감수해야 하는 상황에 직면할 가능성이 높다. 또한 중국 펌의 미 기술 구매가 감소함에 따라, 미국 통제 정책에 완전히 동조하지 않는 제3국 기업에 시장 기회가 열리고 있는 상황으로 이들이 미국 업체의 공백을 메우고 있는 것으로 분석된다.

우회(Design around) 전략의 키워드

- 미국의 반도체 수출 통제에 대응해 중국 정부와 기업이 펼치고 있는 우회 전략의 주요 내용은 ▲반도체 공급망 내 통제 대상 기술의 전체 카테고리를 우회하는 새로운 기술 개발에 역점 ▲해외 페이퍼 컴퍼니를 통한 통제 대상 기술의 제3국 수입 ▲자국 기술 거래 네트워크를 통해 반도체 기술을 금지 기관으로 우회 전달 ▲수입 기술의 최종 용도 정보 허위 제공 ▲규제 발효 전 장비 비축 등이다.
- 최첨단 칩과 동일한 성능을 발휘할 수 있는 새로운 대안 기술 개발에 주력하는 동시에, 미국이나 미 동맹국이 아니라 자국의 지식재산과 제조 인프라에 기반한 기술을 활용하여 첨단 Si와 같은 응용 분야에 필요한 역량을 확보하는 데 힘을 쏟는 양상이다.
- 이와 더불어 수출 통제 우회 방안을 혁신하고자 하는 인센티브가 확대되면서 중국 내 R&D 활동이 강화되었는데, 이는 패키징과 같이 중국이 선도하는 산업 분야에서 반도체 기술 우위를 빠르게 달성할 수 있는 길을 열어준 것으로 평가되고 있다.

대중 반도체 수출 통제가 미국 경제안보에 미치는 부정적 영향

중국에서 미국 배제(Design out) 및 우회(Design around) 전략을 병행할 경우, 미국 정부가 수출 통제 정책을 포괄적으로 시행하더라도 중국의 첨단 반도체 기술 발전을 막는 장기적인 저해 요인으로서는 실효성이 떨어질 수 있다는 우려가 제기되고 있다. 또한 중국 반도체 공급망에서 미국 기술이 제거되면, 미국 정부가 현재 자국 기업의 매출을 통해 확보할 수 있는 중국 장비 구매 데이터의 접근성 또한 잃게 될 것으로 예상된다. 이 데이터는 중국 인민해방군(PLA)의 군사□민군 겸용 기술 역량을 파악할 수 있는, 국가 안보 관점에서 유용한 자료로 해당 데이터 상실 시 미국이 효과적인 정책 수단을 잃게 된다는 것을 의미한다.

결과적으로 중국 반도체 업계의 칩 생산 과정에서 미국 기술 활용이 중단될 경우, 수출 통제의 지속적인 시행·집행 여부나 새로운 통제를 도입하겠다는 위협이 미국 경제 및 국가안보 이익에 별다른 도움을 주지 못하는 상황이 전개될 수 있을 것으로 전망된다. 이는 기업의 시장 접근성과 수익 창출을 저해하여 자국의 반도체 산업과 연구 개발 분야의 리더십을 장기적으로 약화시킬 가능성이 높은 요인으로 부각되고 있다.

미국 반도체 산업에 중대 과제를 던진 중국 패키징 기술의 혁신

미국의 반도체 수출 통제 압박에 따라 중국은 첨단 패키징 기술을 바탕으로 정부와 기업이 첨단 칩에 집중된 미국의 수출 통제를 우회하고, 非통제 기술을 사용해 오히려 성능 향상을 모색할 수 있는 기회를 얻게 되었다. 또한 기존 반도체 패키징 분야의 탄탄한 시장 입지와 선점 우위를 바탕으로 첨단 패키징 생태계를 구축함으로써 미국의 수출 통제를 우회할 수 있는 기반을 다지게 된 점에도 주목할 필요가 있다.

현재 중국은 패키징 분야 글로벌 선도국으로서 전체 조립·테스트·패키징(ATP) 부가가치 활동의 38%를 점유하고 있으며, 후공정위탁생산(OSAT) 기업이 칩렛과 같은 첨단 후공정 기업으로 점차 전환되는 추세다. 글로벌 패키징 시장에서 영향력이 큰 중국 기업이 첨단 패키징 장비·재료 공급망에 다수 포함되어 있는 것은 고도로 정교한 장비가

필요한 나노미터 수준의 반도체 제조와 달리, 첨단 패키징 관련 톨 대부분의 기술적 전문성과 개발 난이도가 낮기 때문인 것으로 분석된다. 중국은 기존 패키징 설비를 활용해 첨단 패키징 생태계를 구축함으로써 미 수출 통제를 우회할 수 있는 기회를 확보하였는데, 광범위하게 사용될 수 있는 장비와 재료로 첨단 패키징을 구현할 수 있다는 점은 미국의 수출 통제 실효성을 낮추는 요인으로 작용하고 있다.

미국의 공격적인 경제안보 조치가 역으로 중국의 반도체 혁신을 확장시키는 결과를 가져 오면서 당초 보호하고자 했던 자국 산업의 리더십을 저해할 가능성이 대두되고 있으며, 중국의 패키징 분야 발전은 미국 반도체 기업에 중장기 과제로 부각될 전망이다.

한편, 최근 들어 중국 외에도 여러 국가가 첨단 패키징 분야 민간 R&D를 확대하고 정책적 투자를 추진하는 등 시장 경쟁이 중대 국면에 진입한 상황이다. 대만은 TSMC 및 장비·패키징 재료 공급업체 생태계에 힘입어 현재 첨단 패키징 분야를 선도하고 있는 것으로 평가되며, 후공정위탁생산(OSAT) 경쟁에서는 미국 Amkor와 대만 ASE가 중국 JCET와 Tongfu 대비 기술 우위를 유지하는 중이다. 미·중 긴장 고조에 따라 주요 OSAT 업체가 생산지를 중국에서 동남아 등의 지역으로 이전하는 경향도 나타나고 있다.

트랜지스터 밀도, 첨단 패키징 혁신과 같은 공정상의 변화 중 어떤 요인이 미래 반도체 산업의 발전 동력으로 작용하게 될지는 확실하지 않지만, 첨단 패키징 기능과 첨단 제조 장비를 통합하는 것이 미국과 미 동맹국의 반도체 리더십을 유지하는 가장 유망한 방법으로 분석되고 있다.

한국은 첨단 패키징 원천 기술 확보와 충분한 정책 지원이 시급

미국 트럼프 2기 출범 확정 후 글로벌 무역의 불확실성이 증대되는 가운데 차기 행정부는 과거와 같이 조직(Entity) 기반 수출 통제를 강화하는 동시에, 바이든 정부의 첨단 기술 분야의 포괄적 통제, 특히 분야 기반 통제를 병행할 것이라는 예상이 제기되고 있다.

단기적으로 첨단 기술, 전략 물자에 초점을 맞춰 특정 우려 기업에 대한 수출 통제(Entity List)를 심화하는 한편, 민군 겸용 기술이 우회적으로 중국의 국방 분야 등에 유입될 가능성을 고려해 전반적인 대중 수출 통제 강화 조치를 검토할

것으로 전망된다. 특히 중국의 우회 거래 및 기술 토착화를 저지하기 위해 수출 통제 범위를 저사양 반도체까지 대폭 확대하고, 동맹국·협력국의 적극적인 참여와 협력을 강력하게 요구할 것으로 보인다.

미·중 무역 의존도가 높은 우리나라의 선제적 대응이 필요한 시점으로, 더욱이 AI 산업의 핵심 인프라 중 하나인 고대역폭 메모리(HBM) 수출 통제 논의가 진행되고* 있는 만큼 삼성, SK 하이닉스 등 우리 업계에 미칠 영향에 이목이 집중되고 있다.

* 2024 한미 경제안보회의에서 미국 측은 HBM 시장을 주도하고 있는 삼성, SK 하이닉스에 대중 수출 통제 동참을 촉구하였고, 우리 정부와도 꾸준히 협의해 나갈 것으로 예상

이에 미국 정부와의 협상에서 국익을 극대화하기 위한 정부 교섭 역량이 중요해졌으며, 해당 조치로 인한 중국 Si 반도체 시장 위축 시 우리 업계에 미칠 장기적인 영향에도 대비할 필요가 있다. 세부적으로는 수출 통제 대응을 위한 산업부 내 인력 및 무역 안보 투자 확대를 통해 정부의 대응 역량을 향상시키는 방안이 효과적일 것으로 보인다.

※ 우리 정부의 수출 통제 관련 인원은 34명으로 미국 554명, 일본 170명에 비해 소수

미국의 반도체 수출 통제 이후 첨단 패키징 분야가 미·중 경쟁의 전략적 요충지이자 핵심적인 혁신 동력으로 부상하는 가운데, 패키징 업계 점유율이 하락하고 있는 우리나라로서는 경쟁력 향상에도 집중해야 한다. 한국의 글로벌 패키징 시장 점유율은 2021년 6%에서 2023년 4.3%로 감소하였고, 기존 글로벌 10대 패키징 기업 중 국내 업체도 전무한 실정이기 때문이다.

첨단 패키징은 대만과 미국이 주도하고 일반 패키징은 말레이시아와 중국이 역량을 끌어올리고 있는 상황에서, 삼성전자와 SK 하이닉스가 첨단 패키징 핵심 소재·장비의 95% 이상을 해외 수입에 의존하고 있다는 점 또한 우려스러운 상황이다. 더구나 대만의 TSMC가 첨단 패키징·테스트 투자 및 생태계 구축 노력에 힘입어 파운드리 시장을 선도할 수 있는 것으로 분석되는 반면, 우리나라의 첨단 패키징 기술 수준은 대만에 비해 약 10년 뒤쳐진 것으로 평가되고 있다.

과기부와 산업부가 첨단 패키징 원천 기술 확보 등을 위한 사업 계획을 수립한 가운데, 업계에서도 패키징 역량 향상에 노력을 기울이고 있으므로 인력 양성, 금융, 인프라 등의

측면에서 정책적 지원이 충분히 제공될 수 있는 세부 방안을 확충하여 패키징 기술 강국으로 도약할 수 있는 발판을 공고히해야 할 시점이라고 할 수 있다.

※ ▲(과기부) 「반도체 미래기술 로드맵」을 기반으로 3D 적층, 고효율·미세피치 패키징, 초미세기판 등 첨단 패키징 원천 기술 확보에 2024년부터 5년간 1,000억 이상을 투입해 R&D, 인력 양성, 국제 협력 사업을 추진할 예정 ▲(산업부) 패키징 산업 경쟁력 강화를 목표로 3개 사업, 7개 전략 과제에 2025~2031년까지 2,744억원의 사업비를 투입하고, 그 중 기술 선도형 첨단 패키징 기술 개발 사업을 통해 첨단 패키징 기술을 개발할 계획

★ 미국 국제전략문제연구소(CSIS)가 2024년 10월 발간한 「The Double-Edged Sword of Semiconductor Export Controls: Introduction and Advanced Packaging Technologies」의 주요 내용을 요약·편집하고 정책 시사점을 도출한 자료입니다.

3. 친환경으로 가는 길, 핵심광물 재활용 증진 방안

석유와 가스, 석탄을 비롯해 화석연료에서 배출되는 온실가스로 인해 지구 온난화 등 환경오염이 심각해지는 가운데, 청정에너지가 글로벌 친환경 에너지로 자리 잡고 있다. 전기차와 같이 배터리를 사용하는 청정에너지 시스템은 핵심광물 수요를* 대대적으로 증가시켜 공급자의 부담을 가중시키는 측면도 있지만, 지속적으로 재투입되어야 하는 화석연료와 달리 구축·운영에 소비되는 광물 자원은 인프라 수명이 다해도 회수와 재활용이 가능하다는 이점도 지닌다.

다만, 강철과 알루미늄 같은 일반 금속은 재활용에 대한 관행이 확립되어 있는 반면, 리튬, 코발트, 니켈, 희토류 원소, 실리콘과 같은 에너지 전환 광물 중 다수는 아직까지 재활용이 미흡한 상황이다. 이에 국제에너지기구(IEA)가 핵심광물의 재활용 현황과 시나리오별 2차 공급 전망을 점검하고, 재활용 증진을 위한 정책 권장 사항을 제시하였다.

* 대표적으로 리튬·니켈·코발트·망간·흑연은 배터리 기술에, 희토류 원소는 영구자석에 필수적인 요소에 해당하고, 전력망에는 대량의 구리와 알루미늄이 소요

현재 핵심광물의 글로벌 재활용 현황은?

알루미늄과 같은 일반 금속과 달리 현재 에너지 전환 광물의 재활용 투입률은 낮은 편에 속한다. 그러나 전기차 및 저장용 배터리 등의 사용이 증가하고 청정에너지가 글로벌 에너지로 자리매김함에 따라 에너지 전환 광물의 재활용 투입률도 증가할 것으로 전망된다. 국제에너지기구(IEA)가 분석한 전 세계 핵심광물의 재활용 현황은 다음과 같다.

알루미늄 지난 10년간 평균 약 35%의 가장 높은 재활용 투입률을 기록하였는데, 재료의 고가치성, 1차 생산 대비 낮은 재활용 에너지 소비량, 수월한 스크랩 원료 접근성, 재활용까지의 비교적 짧은 평균 수명주기, 캔 등 알루미늄 다량 함유 폐제품의 높은 수거율 등으로 인해 경제적 인센티브가 확립되며 재활용을 견인하고 있다.

구리 스크랩 활용이 비교적 쉽고 성능 저하 없이 반복적으로 재활용할 수 있어 지난 10년 동안 재활용 투입률이 약 17%(직접 사용 스크랩 제외)를 유지하고 있다. 다만, 구리는 알루미늄과 같은 일반 금속보다 원료 수명이 길고, 케이블·전선 등의 경우 폐기물에 포함된 구리의 회수·처리 비용이 높아 상대적으로 회수가 복잡한 상황이다.

에너지 전환 광물 전기차 및 저장용 배터리 제조·보급의 급속한 확대에 코발트, 리튬, 니켈 등 기타 에너지 전환 광물의 2차 공급 점유율이 상승할 것으로 예상되면서, 제조 스크랩으로부터의 광물 회수 및 전기차·저장용 배터리의 수명 종료에 대비한 재활용 시설 투자가 증가하고 있는 추세다.

지역별 현황 전 세계적으로 지역에 따라 재활용 산업 조성 양상과 수거율에는 상당한 편차가 존재하는데, 정제 및 재활용 산업이 발전한 중국, 유럽, 북미가 광물 전반적으로 2차 생산 수준과 재활용 투입률이 가장 높은 지역에 해당한다. 현재 코발트, 니켈, 리튬의 2차 생산 시설 대부분이 중국에 집중되어 있는 상황으로, 그 외의 국가 간 재활용 산업 개발을 위한 공조 움직임이 나타나고 있다.

IEA가 분석한 시나리오별 핵심광물의 2차 공급 확대 전망

재활용을 통한 광물별 2차 공급 수준은 과거 재활용량, 해당 광물 함유 제품의 수명, 청정에너지 분야 성장에 따른 미래 수요 증가치에 따라 달라지는데, 청정에너지 보급으로 에너지 전환 광물의 1차 공급이 확대되면서 향후 재활용될 물량 또한 증가할 전망이다. 이에 국제에너지기구는 3가지 시나리오를 작성하여 주요 광물의 2차 공급 확대치를 예상해 보았다.

IEA의 목표공약 시나리오(APS)를 기준으로 2030년까지 주요 광물의 1차 수요 상승률은 ▲구리, 연간 3% ▲니켈·코발트, 연간 6.5% ▲리튬, 연간 18%로 전망된다. 수요 상승에 따라 2030년 이후 재활용 공급 원료의 양도 증가하게 되므로, 2차 공급량이 급증하는 만큼 2050년경부터는 1차 공급 규모가 감소하기 시작할 것으로 보인다. 2050년 1차 공급 수요는 재활용이 진행되지 않을 때와 비교해 구리·코발트는 약 40%, 리튬·니켈은 약 25% 감소할 전망이다.

IEA의 시나리오별 핵심광물 2차 공급 확대 전망

현정책 시나리오(STEPS)

현재 발표된 각국의 정책과 목표를 종합해서 예측한 결과, 직접 사용 스크랩을 제외한 구리의 2차 공급 비중은 현 17%에서 2050년 33%로 증가하고, 배터리 보급 확대에 따라 리튬과 니켈의 2차 공급도 확연히 성장하는 등 핵심 광물 총수요 중 2차 공급 비중이 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

목표공약 시나리오(APS)

각국의 탄소중립 목표가 모두 이행될 것이라는 가정 아래, STEPS보다 높은 수준의 수거율을 기록하면서 구리의 경우 회수율 향상을 위한 강력한 정책 조치를 바탕으로 2차 공급 비중이 2035년 총수요의 20%, 2050년에는 40%를 상회할 것으로 전망된다.

2050 넷제로 시나리오(NZE)

지속가능성과 순환성에 보다 방점을 두고 가장 공격적인 수거율과 효율성 수준을 제시하는 시나리오로, 세 시나리오 중 가장 이상적이고 목표치가 높다. 2030년까지 지구 평균 온도가 1.5도 이상 상승하지 못하게 필요한 조치들을 실행했을 경우, 2050년 2차 공급량이 APS 대비 ▲희토류 원소는 약 15% ▲리튬, 니켈, 코발트는 35% 이상 높게 나타날 것으로 예측된다.

재활용 잠재력을 저하시킬 수 있는 관련 과제 대응에도 적극 나서야...

핵심광물의 재활용 잠재력을 극대화하기 위해서는 경제성, 기술, 무역, 지속가능성 등 관련 과제 대응에도 힘을 쏟아야 한다. 재활용 확대에 걸림돌이 될 수 있는 요인들을 해결하지 않으면 청정에너지로의 전환이 늦어지고, 글로벌 경쟁력 또한 약화될 수 있기 때문이다.

경제성 일반 금속 재활용과 핵심광물 재활용 간에는 사업 모델에 현저한 차이가 존재한다. 이는 핵심광물 재활용의 유가 물질 회수 과정이 상대적으로 어려워 금속 재활용보다 복잡하고 맞춤형 공정 필요하기 때문이다. 대체로 안정화된 시장, 견고한 수요, 작업 공정이 확립된 일반 금속 재활용의 경우 예측 가능한 투자 수익을 확보할 수 있으나, 핵심광물의 재활용 모델은 현재로서는 가치 창출 잠재력이 높은 반면 불확실성과 재정적 위험 부담이 따르는 것이 사실이다. 또한 핵심광물 재활용 프로젝트의 경제성은 재료의 가격, 공급원료 입수 가능성, 규제, 가격 책정 및 지불 체계, 행정 및 실무 복잡성 등 여러 요인에 영향을 받게 될 가능성이 크고, 회수된 재료의 시장 가치 또한 수익성을 좌우하게 될 요소로 평가되고 있는 만큼 시의적절한 대응이 필요하다.



기술 현재 재활용 기술은 에너지 및 환경 측면에서 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 핵심광물 함유 제품의 복잡성과 다양성으로 인해 회수율 최적화 한계에 부딪히거나 물질 소실이 발생할 수 있다. 따라서 첨단 분류, 신규 화학·물리 공정, 자동화, AI, 모니터링·품질 관리 기법 등의 신기술 개발을 통해 효율성과 선별성, 환경성 및 핵심광물 회수율을 개선하고, 핵심광물의 순환 사용을 대폭 확대하는 한편 재활용 공정의 환경 발자국 저감 등을 뒷받침할 수 있기를 기대한다.

무역 각국은 관리되지 않는 폐기물 누출을 줄이고 자국 내 재활용을 장려하기 위한 목적으로 스크랩 거래 규제 조치를 시행하고 있으며, 국제적으로도 바젤협약과 OECD 협정*에 기반하여 국가 간 폐기물 무역 통제를 강화하고 있다. 해당 조치는 수출된 폐기물이 수입 지역에서 적절하게 재활용되고 지속가능하게 처리되도록 지원하는 반면, 글로벌 재활용 산업 성장에 저해 요인이 될 수도 있으므로 효과적이고 기민한 실행 방침이 요구된다.

* OECD Decision on the Control of Transboundary Movements of Wastes

지속가능성 배터리 재활용 관리가 부실할 경우 폐기물의 잔여물, 수질오염 물질, 유해 배출물 등으로 인한 공해가 발생할 수 있으며, 폐기물 수거 단계에서 아동의 노동 참여나 불안정한 관행이 수반되는 경우도 많다. 자발적 표준이 다양

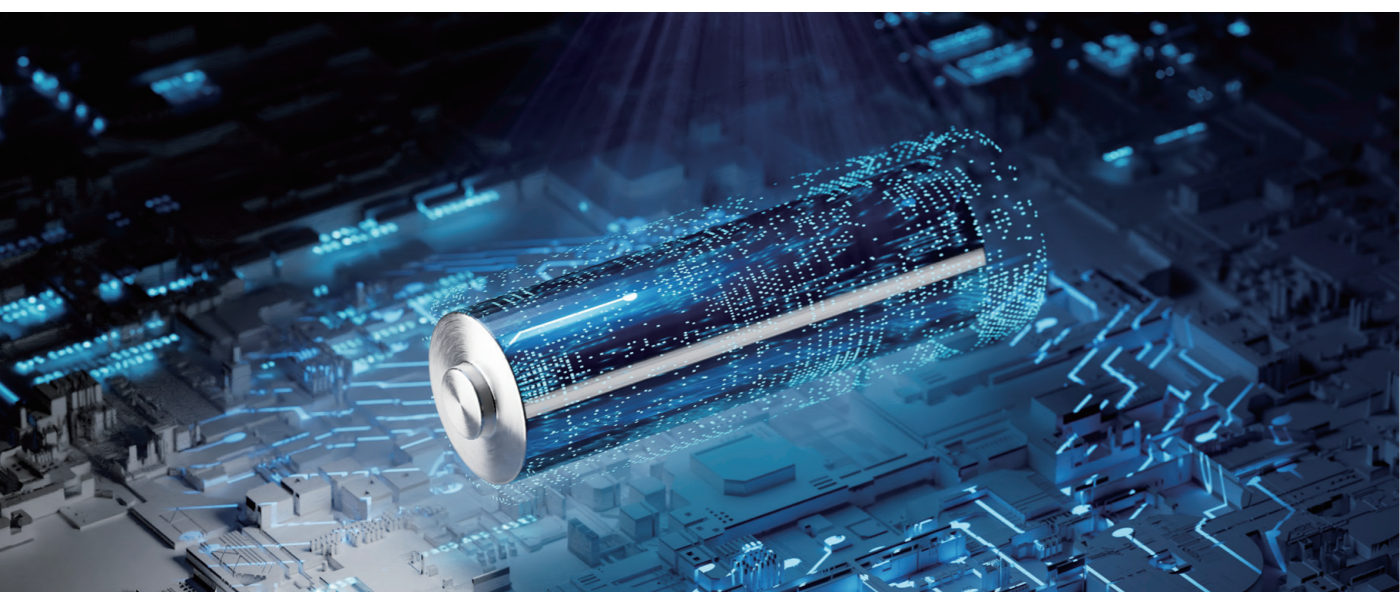
하게 수립되고 있지만, 환경·사회·거버넌스(ESG) 측면의 공백이 해소되지 않은 터라 기존 재활용 표준 강화가 더욱 절실한 상황이다.

핵심광물의 재활용 확대를 위한 IEA의 정책 권고 사항

이와 관련해 국제에너지기구(IEA)는 핵심광물의 재활용 확대를 위한 정책 시행의 필요성을 인지하고, 장기 정책 로드맵 개발을 비롯하여 인센티브나 규제를 통한 자국 내 인프라 강화 등 9가지 정책 권고 사항을 도출하였다.

1 상세한 장기 정책 로드맵 개발

핵심광물의 재활용 확대를 위해서는 무엇보다 정책 방향의 명확성과 투자자가 확신을 갖는 데 도움을 줄 수 있는 선명한 목표와 중간 점검 지표를 설정하는 것이 중요하다. 차세대 제품·기술에 필요한 재활용 물질의 최소량과 수거율 목표를 과학적으로 명확히 수립하고 해당 목표를 달성할 수 있는 방안을 제시하는 동시에, 기술 혁신 및 지속가능성 표준을 포함하는 광범위한 전략과 함께 투자 장려 조치를 추진할 필요가 있다.



2 효율적인 2차 시장 개발을 목표로 폐기물 관리·재활용 정책 조율

무역 장벽을 낮추고 관리되지 않은 재료 소실을 최소화하기 위해서는 각 나라들과의 협력에 적극 나서야 한다. 타국 및 타 지역과의 관계에 대한 고려 없이 한 국가가 단독으로 폐기물을 관리하고 재활용 솔루션을 발굴하기란 쉽지 않은 상황이므로, 새로운 폐기물 흐름에 대한 관할권 간 규칙을 조율하는 데 있어 국제 협력과 파트너십이 필수적인 요소라 할 수 있다.

3 인센티브 의무화를 통한 자국의 인프라 강화

경제적 인센티브를 통한 국가 및 권역 수준의 재활용 시설 투자가 이루어져야 하는데, 폐기물 수거·분류의 제도화 및 재정 인센티브 제공, 혁신적인 가격 책정 메커니즘 도입, 가치사슬 투자 등이 대표적인 재활용 인프라 강화 방안에 속한다. 수거 외에도 환경적·사회적 성과가 높은 재활용 업체 및 자사 제품의 수명 종료 관리를 적절히 수행하는 기업에게는 보조금과 같은 재정 인센티브를 제공하고, 재활용 재료 최저 함유율을 규정하는 것도 인프라 강화에 실효성 있는 방안이다. 이외에 차액계약제도(CfD), 수익 상·하한(cap-and-floor) 모델*과 같은 혁신적인 가격 책정 메커니즘을 도입할 경우 정책적으로 가격 변동성과 관련된 재정 위험을 완화하는 맞춤형 지원 제공도 가능하다.

* 재활용 업체의 재료 가격에 상·하한선을 설정하는 가격 정책 모델로, 극단적 가격 하락으로부터 기업을 보호

4 재활용 재료 소비 촉진을 목표로 추적·표준·인증 시스템 증진

투명성 향상은 재활용 산업 증진에 필수적인 요소다. 현재 핵심광물을 함유한 최종 제품의 수명 주기 전반에 추적 시스템을 도입함으로써 재활용 재료 사용을 장려하고 재활용 의무를 준수하도록 뒷받침할 수 있으나, 배터리를 제외한 태양광 패널, 풍력터빈, 연료전지 등의 분야는 추적 시스템 도입이 저조한 실정이다. 따라서 국제 실사 프레임워크에 부합하는 제3자 감사·보증 체계를 통해 재활용률 및 재료의 원산지, 표준 준수 여부를 독립적으로 검증하여 추적 시스템이 효과적으로 작동하도록 지원할 필요가 있다. 그 외 측정 표준화, 투명한 보고 방식, 정기적 모니터링 프로토콜, 제품여권, 적절한 라벨링, 독립적인 검증 프로세스 등도 투명성 향상에 크게 기여할 것으로 예상된다.

5 기술 혁신, R&D, 인력 교육을 위한 맞춤형 재정 지원

재활용 산업의 효율성과 경제성을 향상시키기 위해서는 재활용 기술·인력·공급망에 대한 대규모 투자가 요구되는데,

정부는 보조금, 우대책, 프로젝트 지원 등을 통해 투자 흐름을 유도하는 핵심 역할을 담당해야 한다. 또한 연구개발 활동 시 핵심광물 재활용과 관련된 주요 과제 해결에 집중하는 것이 중요하며, 연구기관과 업계의 협력은 신기술의 산업화 경로 확보에 도움을 줄 것이다.

6 신흥·개발도상국의 재활용 시스템 강화

아프리카 등 글로벌 과제에 대한 책임이 낮은 국가일수록 해당 과제의 심각한 영향을 가장 크게 받는 경우가 빈번한데, 이는 과제 해결에 필요한 인프라와 재정이 부족하기 때문이다. 신흥국이나 개발도상국들은 기술 역량 미흡으로 폐기물 가치 회수가 원활하지 않은 만큼 기술 및 스킬 이전, 재활용 인프라와 폐기물 관리 시스템 확대 투자 등 선진국의 다양한 지원이 필수적이다.

7 데이터 및 정보 격차 해소

폐기물 발생량, 제품의 평균 수명, 수거율, 재활용 용량, 회수된 물질의 규모나 가치에 대한 세부 데이터와 정보는 정책과 투자 결정이 효과적·효율적으로 진행되는 데 필수적인 요소다. 하지만 현재 공공 채널을 통해 해당 데이터에 접근할 수 있는 국가·지역이 드문 상황이므로, 신뢰할 수 있는 정교한 데이터 접근성을 바탕으로 효율적인 정책 수립과 투자 선택을 뒷받침할 수 있는 방안이 마련되어야 한다.

8 재활용 이상의 총체적 접근 방식 도입

재활용도 중요하지만 제품의 설계, 재사용, 수리, 개조 등은 지속가능한 광물의 가치사슬 확립에 중요한 역할을 한다. 따라서 수명이 종료된 제품·기술과 관련해서는 재활용보다는 재사용을, 용도 변경이나 보수를 우선적으로 검토해야 하며, 제조업체가 내구성 및 수리·재활용 가능성을 고려한 제품 설계를 추진하도록 장려하는 측면에서 「에코디자인 규정」, 소비자 수리권, 세제 혜택 등의 정책을 추진하는 것이 바람직하다. 교육 프로그램 등의 정책적 조치 또한 소비자가 자신의 선택이 환경에 미치는 영향을 이해할 수 있도록 뒷받침하는 한편, 재료 수요를 증가시키거나 자연 자원을 고갈시키지 않고도 소비자 수요를 충족시킬 수 있는 문화 육성 측면에서 중요하다.

9 재활용 업체의 환경·사회·거버넌스(ESG) 대응 필요

지속가능하고 책임 있는 공급망에 기여하기 위해서는 환경·사회·거버넌스(ESG), 이 세 가지를 균형 있게 고려한

정책 방안을 도모하는 것이 이상적이다. 재활용 사업은 대기 및 수질 오염, 온실가스 배출과 같은 환경적 영향에서 자유롭지 않으며, 부적절하게 생성·관리되는 폐기물이 토양이나 인체 건강에 악영향을 미칠 수 있으므로 이러한 재활용의 부정적인 영향 파악 및 최소화·완화에도 주력해야 한다. 예를 들어 지속가능한 광산 폐기물은 적절한 관리를 통해 환경 피해를 유발하지 않고 광산 잔여물을 가치 있는 자원으로 활용할 수 있으며, 정책 도구에 ESG 항목을 추가함으로써 재활용 업체의 ESG 성과를 장려·보상하는 방안도 효과적이다.

재활용을 통한 광물 회수는 우리나라의 공급 안보를 뒷받침할 주요 수단

2023년 기준 우리나라의 산화·수산화리튬, 산화·수산화니켈, 코발트, 흑연, 실리콘 등의 중국 수입 비중이 매우 높은 (70%를 상회) 편이며, 광물의 2차 공급 중요성에도 현재 핵심광물의 재자원화 비중이 2%대에 불과한 것으로 집계되는 만큼 정부와 업계의 집중 투자가 절실한 상황이다. 2023년 7월 기준, 해외 판매로 인한 전기차 말소 비중이 70%를 상회하고 있다는 점은 국내 배터리 수거 비중이 저조하다는 것을 반증하는 사례다. 재활용을 통한 광물 회수는 핵심광물 자원이 부족한 우리나라로선 자급률을 향상시켜 공급 안보를 뒷받침할 수 있는 중요 수단으로 평가받고 있다.

이와 관련해 정부는 「핵심광물 확보전략*」(’23.2)을 통해 핵심광물 목록을 지정하는 한편 핵심광물 재자원화 비중을 20%대로 확대하겠다는 목표를 수립하고, 「이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안」(’23.12)을 토대로 사용후 배터리 생태계 조성 전략을 제시하였다.

「핵심광물 확보전략」에는 사용후 배터리의 수거·유통·활용 등 통합관리 시스템을 마련하고, 미래자원 재자원화 촉진을 위한 K-재자원화 얼라이언스 운영 등을 통해 핵심광물의 재자원화를 위한 순환 체계를 구축한다는 계획이 담겨 있다.

* 국가첨단산업에 필수적인 원료광물 중 공급 리스크와 경제적 파급력이 높은 33종을 핵심광물로, 그 중 전기차·이차전지·반도체 분야 공급량 안정화에 우선적으로 필요한 10종(리튬, 니켈, 코발트, 망간, 흑연, 네오디뮴, 디스프로슘, 터븀, 세륨, 란탄)을 10대 전략 핵심광물로 지정

「이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안」을 살펴보면 사용후 배터리 거래 시장의 조성 지원, 업계 부담 경감을 위한 규제

완화, 재사용 제품의 확산을 위한 선도 프로젝트 추진, 기술개발 및 창업 지원 거점 확충 등의 정책 조치 제시가 주요 내용이다. 이러한 정부 지원을 바탕으로 2026년까지 핵심광물 정제련·소재 융복합 클러스터 조성 계획이 추진되고, ‘해외자원개발사업자금 용자기준’ 개정안에서 재자원화 기술을 신성장·원천기술로 지정해 투자 세액공제를 확대하는 움직임이 나타나고 있어 관련 생태계 구축 및 산업 발전을 지원할 수 있을 것으로 예상된다.

향후 정부의 정책 지원 효과를 높이고 핵심광물 재활용을 심화하는 측면에서 IEA의 제안에 따라 구체적인 목표와 중간 점검 지표를 설정하고 재활용 시설 투자를 위한 경제적 인센티브를 확대하는 것이 유의미할 것으로 보인다. 이와 더불어 재활용 물질 최소화, 수거율 목표 등을 과학적으로 수립하고, 실행 방안을 보다 세분화하여 단계별 이행 과정을 정기적·체계적으로 관리하여 정책의 실효성을 향상시키는 것도 중요하다. 재정적으로는 세제 혜택 및 보증 등의 금융 지원뿐만 아니라 차액계약제도(CfD)나 수익 상·하한 모델과 같은 가격 책정 메커니즘을 도입할 경우 업계의 재정 위험 부담과 투자 불확실성을 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

특히 EU의 디지털 제품여권 도입에 발맞춰 배터리 등을 비롯한 주요 제품의 추적 시스템 및 폐기물 발생량, 제품 수명 등의 세부 데이터 수집·공유 체계 도입을 가속화함으로써 핵심광물의 순환성을 증진하는 동시에 수출 공급망 관리에도 도움을 받을 수 있을 것이다.

★ 국제에너지기구(IEA)가 2024년 11월 발간한 「Recycling of Critical Minerals: Strategies to scale up recycling and urban mining」의 주요 내용을 요약·편집하고 정책 시사점을 도출한 자료입니다.



KIAT Policy Review

vol. 3

산업기술 동향위치



속보성이 높은 글로벌 산업기술정책
관련 이슈를 소개하는
정보 제공성 콘텐츠

※ 2024년 4분기에 발간된 '산업기술 동향위치(2024년 19호~24호)'의 주요 이슈를 정리하였습니다.
자세한 내용은 KIAT 홈페이지(www.kiat.or.kr) 정책간행물 코너에서 확인하실 수 있으며,
카카오톡 채널 "KIAT 산업기술정책이야기"를 구독하시면 빠르게 받아보실 수 있습니다.

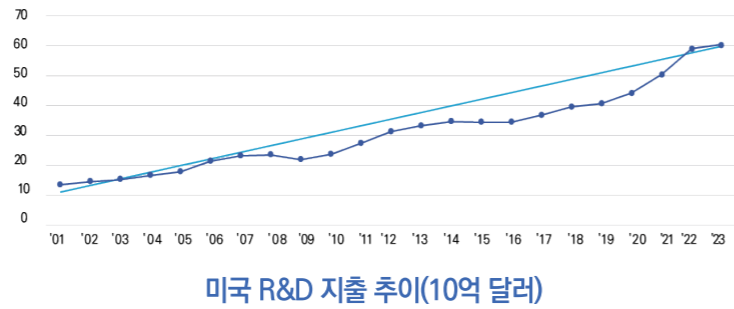
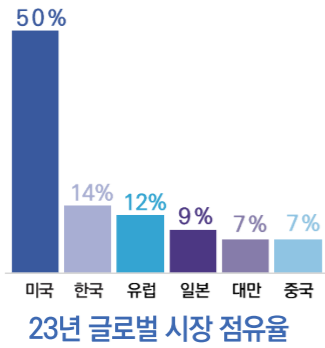
- '24년 미국 반도체 산업 현황 및 과제 (美 SIA, 9.12)
- 미국의 AI 수출 통제와 혁신 간 상충 우려 점검 (美 Brookings, 9.24)
- 미국 NSTC 우수인력센터 설립 (美 DoC, 9.25)
- 2025년 10대 전략 기술 트렌드 (Gartner, 10.21)
- EU 집행위 중국산 전기차 상계관세 부과 확정 (歐 EC, 10.29)
- 트럼프 재선이 산업 및 무역에 미칠 영향 (Counterpoint, 11.9)
- 전력 부족으로 AI 데이터 센터 운영 제약 전망 (Gartner, 11.12)
- 조직의 생성형 AI 도입 관련 10대 트렌드 (WEF, 11.25)
- 수출 통제가 중국 반도체 제조장비 산업에 미치는 영향 (美 CSIS, 11.26)
- 중국 핵심 광물 수출 제한 조치의 배경과 영향 (美 CSIS, 12.4)

“ 2024년 9~12월 전 세계에서 발표된 주요 이슈를 소개합니다. ”

'24년 미국 반도체 산업 현황 및 과제 (美 SIA, 9.12)

○ 반도체산업협회(SIA)가 미국의 반도체 산업 현황을 정리하고 지속적인 산업 발전을 위해 해결해야 할 주요 과제를 도출

- (글로벌 현황) '23년 반도체 산업의 글로벌 매출은 전년대비 8.2% 감소한 5,269억 달러를 기록하였고, '24년의 경우 전년대비 16% 증가한 6,110억 달러에 도달할 것으로 예상
 - ※ '23년 상반기 시장 침체 사이클에도 불구하고 AI, 자동차, 산업용 애플리케이션 분야의 수요 증가에 힘입어 하반기 글로벌 매출이 회복되었으며, '24년 상반기 매출은 '23년 상반기 매출에 비해 19.2% 증가
- (미국 현황) 미국 반도체 산업은 '23년 글로벌 매출의 50.2%를 차지하였으며, R&D 투자의 경우 '22년 대비 0.9% 증가한 총 593억 달러로 집계
 - ※ ▲미국 반도체 산업의 매출액 대비 R&D 투자 비율은 '23년 19.5%로 미국 제약 및 생명공학 산업에 이어 2위 기록
 - ▲반도체 수출 규모는 '23년 527억 달러로 원유(1,172억 달러), 항공기(1,133억 달러), 정제유(1,129억 달러), 천연가스(676억 달러), 자동차(636억 달러)에 이은 6위



○ 「반도체·과학법」('22.8)을 바탕으로 미국 반도체 제조 부문에 대한 민간 투자 비중과 역량이 확대될 것으로 예상

- '20년 동 법안 발의 이후 90개 이상의 신규 반도체 제조 프로젝트가 발표되었고, 28개 주에서 총 4,500억 달러의 투자 계획이 수립된 것으로 집계
 - ※ 90개 프로젝트를 통해 미국 반도체 생태계에서만 58,000개 이상의 양질의 신규 일자리, 경제 전반적으로 수십만 개의 연관 일자리가 창출될 것으로 추산
- SIA와 보스턴컨설팅그룹의 보고서에 따르면 「반도체·과학법」 시행 후 10년간('22~'32년) 미국 팹 생산능력이 글로벌 최대 증가율(203%)을 기록하며 현재 수준보다 3배 이상 성장할 것으로 예견

- '32년까지 10nm 미만의 첨단 칩 제조 점유율이 28%로 확대되고, '24~'32년간 글로벌 자본지출 (capex)의 28%인 6,460억 달러를 확보해 대만에 이어 세계 2위로 부상 예상
 - ※ 「반도체·과학법」이 시행되지 않을 경우 '32년까지의 미국의 글로벌 capex 점유율은 9%에 그칠 것으로 예측
- 미국의 글로벌 팹 생산능력 점유율도 현 10%에서 '32년 14%로 상승할 전망으로, 「반도체·과학법」이 제정되지 않았을 경우에는 8%까지 하락 추정

○ 미국 내 칩 공급망 강화 움직임을 통해 막대한 기회가 창출되는 한편 인재 격차 해소, 지속 가능성 제고, 공급망 재조정 등의 과제 대응 필요성도 부각

- 미국 내 칩 사업 확장에 따라 숙련 인재 수요도 증가하여 '30년까지 기술자, 컴퓨터 과학자, 엔지니어가 부족 인원이 반도체 업계 67,000명, 경제 전체적으로 140만 명에 달할 것으로 예측('23 SIA-Oxford Economics)
 - ※ 반도체 산업은 칩 설계, 전자설계자동화(EDA), 반도체 및 장비 제조 등의 분야에서 약 338,000개의 직접 일자리와 약 200만 개의 간접·파생 일자리를 제공
- 반도체 제조 공정의 지속 가능성에 대한 리더십 유지 측면에서 환경과 건강 위험을 초래할 수 있는 과불화화합물(PFAS) 관련 문제 대응이 필요
- 반도체 공급망 강화는 미국 반도체 업계의 최우선 과제로, 칩 제조 및 업스트림 소재 생산능력 측면의 공급망 복원력 향상이 중요

○ 미국 반도체 산업의 글로벌 경쟁력을 유지하고 연구·혁신 투자를 지속하기 위해서는 투자 확대, 기술인력 강화, 해외 시장 개척, 유사 입장국과의 긴밀한 협력 등의 경쟁·혁신 의제 추진이 필수

- (반도체 투자 확대) ▲첨단제조투자세액공제(AMPC) 등 「반도체·과학법」에 따른 인센티브 기간 연장
 - ▲기존 CHIPS 세액공제에 칩 설계 항목을 포함시켜 미국 내 생산 확대를 유도
 - ▲「반도체·과학법」에 따라 승인된 연구 프로그램을 대상으로 전액 자금 지원 지속
- (기술 인력 강화) ▲포괄적인 인력 개발 전략을 실시해 교육 시스템 개선, STEM 분야 졸업생 수 확대, 마이크로일렉트로닉스 분야 인력 육성 지원 등 추진
 - ▲글로벌 인재 유치를 목표로 고속선 이민 시스템 개혁
 - ▲반도체 인력 강화 및 인재 파이프라인 확립을 위한 자금 확보
- (글로벌 시장 개척 및 지식재산 보호) ▲무역 정책 활용, 시장 개방 이니셔티브 추진으로 미국산 반도체에 대한 글로벌 수요 증진
 - ▲IT 제품의 관세철폐를 위한 WTO 정보기술협정의 상품 범위와 참여국 확대
 - ▲WTO 회원국 간의 무관세 모라토리엄 영구화
- (유사 입장국 간 협력 증진) 국가 안보 강화, 성장·혁신·공급망 복원력 증진을 목표로 유사 입장국과의 정책 및 규제 조율

(참고 : SIA, State of the U.S. Semiconductor Industry 2024, 2024.09.12.)

미국의 AI 수출 통제와 혁신 간 상충 우려 점검 (美 Brookings, 9.24)

○ 브루킹스 연구소가 AI 연산용 첨단 칩에 대한 수출 통제의 허점 및 통제 조치를 확대할 경우 AI 혁신에 미칠 수 있는 부정적 영향을 검토

- 미국 상무부가 「수출통제개혁법(ECRA)*」(’18)에 따라 중국의 AI 연산용 최첨단 칩 접근을 제한하는 일련의 수출 통제 규칙을 수립하고 있으나, 클라우드 컴퓨팅 사용 시 연산 수행 칩을 물리적으로 소유할 필요성이 없어지면서 수출 통제 효과가 감소하게** 되는 맹점 발생

* 상무부에 AI 기술과 관련된 수출 통제 규칙을 공포할 수 있는 권한 부여

** 클라우드 컴퓨팅으로 인해 컴퓨팅 하드웨어의 위치가 관념화되고 클라우드 기반 서버를 사용해 기업이 원거리에서도 AI 모델을 훈련시킬 수 있게 되며 수출 통제 효과가 제한

○ 이에 의회는 상무부의 수출통제 권한을 확대하여 클라우드 기반 AI 연산 자원 사용을 제한하기 위한 법안을* 발의하였으나, 수출 통제가 강화될 경우 기술 발전이 제약되고 관련 연구에 부정적 영향이 발생할 수 있다는 우려 제기

- 미국 상무부가 「수출통제개혁법(ECRA)*」(’18)에 따라 중국의 AI 연산용 최첨단 칩 접근을 제한하는 일련의 수출 통제 규칙을 수립하고 있으나, 클라우드 컴퓨팅 사용 시 연산 수행 칩을 물리적으로 소유할 필요성이 없어지면서 수출 통제 효과가 감소하게** 되는 맹점 발생

* ▲(Closing Loopholes for the Overseas Use and Development of Artificial Intelligence Act, ’23) 중국 또는 마카오 소재 기관이 수출관리규정의 통제 분류 번호 3A090 및 4A090에 나열된 클라우드나 집적회로를 원격으로 사용하지 못하도록 미국인과 미국 자회사의 지원 제공을 금지하는 내용이 골자이지만 외교위원회를 통과하지 못하고 중단 ▲(Enhancing National Frameworks for Overseas Restriction of Critical Exports Act, ’24.5) 「국가적 수출제한 프레임워크 강화법(ENFORCE Act)」은 미국인이 규제 대상 AI 시스템을 수출·재수출·국가 간 이전할 경우 정부가 이에 대한 라이선스 취득을 요구할 수 있도록 허용

- 「ENFORCE Act」이 규정하는 ‘규제 대상 AI 시스템’은 해석에 따라 최신 첨단 AI 기술을 대부분 포괄하는 것으로 풀이될 수 있으며, 국가 안보와 무관한 기술도 다수 영향받게 될 위험성 내포

※ 의료 이미지 분석, 신원 인증, 무인 차량의 주변 환경 인식 등 다양한 민간 분야와 국가 안보에 응용되는 AI 기반 이미지 인식 기술을 비롯해 첨단 AI 기술 대부분이 민간경용 범주에 포함

- ‘간주 수출*’ 규정에 따라 광범위한 최첨단 AI 기술이 ‘통제’ 대상으로 지정되면 외국인 학생이 다수 등록되어 있는 대학의 AI 연구가 효과적으로 수행되기 어려운 상황 발생

* 통제 기술을 미국에 있는 외국인에게 공개하는(release) 경우 해당 국가로의 수출로 간주하며 사전 허가 필요

※ 미국 정책재단 보고서에 따르면(’21) 정규 전기공학 대학원생의 74%, 컴퓨터·정보 과학 분야 대학원생의 72%가 외국인이며, 외국 국적 대학원생 연구를 비롯한 미국 대학의 연구는 AI 혁신의 주요 원천에 해당

- 미국 대학의 지속적인 글로벌 유망 AI 연구자 유치가 AI 생태계의 꾸준한 발전 측면에서 중요한 역할을 담당하고 있으므로, AI 수출 통제 규정이 혁신 생태계에 부수적 피해를 입히지 않는 방향으로 수립될 수 있도록 유의 필요

(참고 : Brookings, The tension between AI export control and U.S. AI innovation, 2024.09.24.)

미국 NSTC 우수인력센터 설립 (美 DoC, 9.25)

○ 바이든 행정부가 자국 반도체 산업의 인력 개발 과제 대응을 목표로 국가반도체기술센터(NSTC) 산하에 우수인력센터를 설치하고 향후 10년간 2억 5,000만 달러를 투입할 방침

- 미국 반도체 산업이 수요 증가와 대규모 투자를 바탕으로 급속히 확장되면서 ’30년 반도체 제조·설계 분야 인력 238,000명이 추가적으로 필요하게 될 것으로 추정

- 이에 상무부는 각 분야 이해관계자를* 소집해 반도체 인력 육성 방안 개발, 모범사례 촉진, 양질의 일자리 양성, 차세대 연구자·엔지니어·기술자 채용 및 훈련 강화 등을 추진하는 전담 앵커기관으로서 우수인력센터(WCoE)를 발족

* 민간 부문, 정부, 비영리단체, 교육 기관, 지역사회, 대학, 노동단체 등

○ 우수인력센터는 미국 내 수만 명의 인재 지원 및 교육 활성화, 협력 기관 네트워크 구축, 반도체 인력 이해관계자 커뮤니티 조성 등을 추진하고, 인력 개발 생태계를 재편하기 위한 3가지 프로그램을 운영할 계획

- (Amplifier Program) 근로자와 양질의 일자리를 연결하는 효율적·업계 주도적이며 공정한 근로자 중심의 인력 개발 관행을 확대하는 데 중점을 두고 인력 유지·훈련·교육 분야 모범사례 인정, 자금 지원, 파트너십 강화를 추진

※ Amplifier Program의 일환으로 ‘NSTC 인력 파트너 연합(WFPA)’ 프로젝트를 통해 미국 내 반도체 인력 생태계 개발을 지원하는 7개 기관을 선정하였는데, 1,150만 달러를 투입하여 12,000명 이상의 인력이 반도체 업계에서 장기적인 역할을 수행할 수 있도록 이들의 경력 개발을 지원하고 실습형 훈련을 제공할 계획

- (Signals Program) 인력 동향을 모니터링하고 프로그램 진행 현황과 결과를 평가하는 프로그램으로, 수요·공급 등의 인재 환경을 포괄적으로 파악하고 실행 가능한 분석 결과를 도출하는 데 초점

- (Connections Program) 회원 서비스, 맞춤형 이벤트, 실무 지원을 통해 NSTC 회원 기관의 구체적인 니즈를 충족시키고, 해당 기관이 미국 반도체 미래 인력을 구축할 수 있도록 지원

(참고: DoC, Biden-Harris Administration Launches NSTC Workforce Center of Excellence with Expected \$250 Million Investment, 2024.09.25. ; Natcast, NSTC Workforce Center of Excellence, 2024.09.)

2025년 10대 전략 기술 트렌드 (Gartner, 10.21)

- 글로벌 IT 분야 시장조사 전문기관 가트너가 '25년 10대 전략 기술 트렌드를 선정
 - 향후 10년간 IT 업계의 주요 기회와 과제를 촉발할 수 있는 기술 트렌드를 파악하여 관련 경영진이 책임 있고 윤리적인 혁신을 통해 조직의 미래를 설계할 수 있도록 지원하기 위한 목적

'25년 10대 전략 기술 트렌드

전략 기술	주요 내용
에이전틱 AI	사용자의 목표 달성을 위해 자율적으로 계획하고 조치를 이행하는 시스템으로, 인간의 업무를 경감·보강할 수 있는 가상 인력의 가능성을 제시 ※ '28년까지 에이전틱 AI 일상적인 업무의 최소 15%를 자율적으로 결정할 수 있을 것으로 예측('24년 기준 0%)
AI 거버넌스 플랫폼	'AI 신뢰성·위험·보안 관리(TRISM)' 프레임워크의 일부로, 조직이 AI 시스템 사용과 관련된 법적·윤리적·운영적 성과를 관리할 수 있도록 지원 ※ '28년까지 포괄적인 AI 거버넌스 플랫폼을 구현하는 조직은 미구현 조직에 비해 AI 관련 윤리적 사고가 40% 적게 발생할 것으로 예견
허위 정보 보안	체계적인 신뢰성 식별, 무결성 확립, 진위여부 평가, 사칭 방지, 유해 정보의 확산 추적을 위한 방법론적 시스템을 제공하기 위한 새로운 기술 범주 ※ '28년까지 기업의 50%가 허위 정보 보안을 위해 설계된 제품이나, 서비스, 기능을 도입하기 시작할 것으로 예상('24년 기준 5% 미만)
양자 내성암호	양자 컴퓨팅의 복호화 위험에 대응할 수 있는 데이터 보호 기능을 제공 ※ '29년까지 양자 컴퓨팅의 급속한 발전에 따라 기존 사용되던 대부분의 비대칭 암호화(공개 키 암호화) 방식의 안전성이 담보되기 어려울 전망
엔비엔트 인비저블 인텔리전스	주변 환경에 대한 비가시적 인지 기능을 제공하는 기술로, 초저가 소형 스마트 태그와 센서를 사용해 대규모 추적·감지 기능을 활성화 ※ '27년까지의 초기 기술 사례는 소매점 재고 확인, 신선제품 물류 등의 즉각적인 문제 해결에 초점을 맞출 것으로 예상되며, 이러한 상품의 저비용 실시간 추적·감지로 가시성과 효율성이 개선될 것으로 기대
에너지 효율적 컴퓨팅	탄소 발자국 및 지속 가능성에 영향을 미치는 컴퓨팅 방식 전환에 대한 관심이 증대되며, '20년대 후반부터 적은 양의 에너지를 사용하는 광학·뉴로모픽 기술기 등의 새로운 컴퓨팅 기술이 등장할 전망
하이브리드 컴퓨팅	다양한 컴퓨팅, 스토리지, 네트워크 메커니즘을 결합해 연산 문제를 해결함으로써 AI와 같은 신흥 기술이 현재의 기술적 한계를 뛰어넘는 성능을 발휘할 수 있도록 지원
공간 컴퓨팅	증강현실(AR), 가상현실(VR) 등을 통해 물리적 세계를 디지털 방식으로 향상시키는 기술로서, 향후 5~7년간 작업공정 간소화, 협업 증진을 통해 조직의 효율성을 제고 ※ '23년 1,100억 달러에서 '33년 1조 7,000억 달러 규모로 성장 예상
다기능 로봇	다양한 컴퓨팅, 스토리지, 네트워크 메커니즘을 결합해 연산 문제를 해결함으로써 AI와 같은 신흥 기술이 현재의 기술적 한계를 뛰어넘는 성능을 발휘할 수 있도록 지원
공간 컴퓨팅	두 가지 이상의 작업을 수행할 수 있는 새로운 형태의 로봇으로 단일 작업을 반복적으로 수행하도록 맞춤 설계된 개별 작업용 로봇을 대체 ※ 24년 기준 1% 미만인 일일 스마트 로봇 사용률이 '30년까지 80%로 상승 예측
신경학적 강화	인간의 두뇌 활동을 읽고 해독하는 기술을 사용해 인간의 인지 능력을 증진 ※ '30년까지 지식 근로자의 30%가 직장 내 AI 도입에 대응하기 위해 양방향 뇌-기계 인터페이스(BBMI) 등의 기술을 활용할 것으로 예견 ('24년 기준 1% 미만)

(참고 : Gartner, Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2025, 2024.10.21.)

EU 집행위 중국산 전기차 상계관세 부과 확정 (歐 EC, 10.29)

- EU 집행위원회가 중국산 배터리 전기차(BEV)에 대한 5년간의 상계관세 부과 확정으로 반보조금 조사를 마무리

- EU 전기차 시장의 중국산 점유율이 '20년 3.9%에서 '23.9월 25%로 급증하며, 기후 변화 대응에 필요한 자체 친환경 기술 생산 역량 및 역대 자동차 산업 근로자의 일자리를 위협할 것이라는 우려 대두

- 지난해 집행위는 중국산 수입 전기차에 대한 반보조금 조사('23.10.4 착수) 통해 중국 BEV 가치사슬이 불공정한* 보조금을 통해 가격 경쟁력 확보, 시장 점유율 확대 등의 수혜를 받고 있으며, 이로 인해 EU 국내 기업에 경제적 피해가 발생할 수 있다는 결론에 도달

* 지방정부의 저렴한 공장 부지 지원, 국유기업의 시장 가격 이하 원자재 공급, 국유은행의 저금리 자금 제공 등

- 이후 중국에서 수입되는 배터리 전기차에 부과할 임시 상계관세 수준을* 공개하고 중국 당국과의 논의 및 관련 기업의 의견 수렴 절차를 진행

* 금년 7월 기준 외국인 차량에 부과되는 10% 관세 외에 추가적으로 최대 38.1%(조사 협조 기업 중 샘플링 미참여 기업21%, 조사 비협조 기업 38.1%)의 추가 상계관세를 부과하기로 잠정 결정하고 샘플링에 참여한 중국업체 BYD는 17.4%, 지리자동차 20%, 상하이자동차 38.1%의 개별 관세율을 책정

- 최종 상계 관세율은 잠정 세율에서 소폭 조정되어 조사 협조 기업에 20.7%, 비협조 기업에 35.3%를 부과하는 것으로 확정되었으며, 발표 시점부터 징수 개시

- 기업에 대한 개별 관세는 BYD 17.0%, 지리자동차 18.8%, 상하이자동차 35.3%로 소폭 감소하였고, Tesla*의 개별 관세율은 7.8%로 결정

* 당초 Tesla의 임시 상계관세율은 20.8%였으나 업체측의 검토 요청에 따라 7.8%로 조정

- 평균 관세 적용을 받는 수출 생산자 또는 신규 수출자는 개별 관세율 확정을 위한 신속 심사를 요청할 수 있으며, 집행위는 향후 동 관세 조치의 효과를 모니터링하여 우회 행위가 발생하지 않도록 조치할 계획

- 중국 상무부는 EU의 관세 조치에 대응해 유럽산 브랜드 및 돼지고기에 대한 반덤핑 조사와 유제품 보조금 조사에 착수하여 이달 초 프랑스 및 유럽산 브랜드에 30.6%~39%의 잠정 관세 부과 방침 발표

- 그 외 대형 엔진을 장착한 가솔린 차량의 수입 관세 인상 여부를 검토하고 있으며, 중국 업계는 관세 회피 및 유럽 시장 접근성 제고 측면에서 역대 자동차 생산 방안을 고려 중

* BYD는 현재 헝가리에 자동차 생산시설을 건설하고 있으며, Cheny는 스페인에 자동차 합작회사를 설립

(참고 : EC, EU imposes duties on unfairly subsidised electric vehicles from China while discussions on price undertakings continue, 2024.10.29.; Commission investigation provisionally concludes that electric vehicle value chains in China benefit from unfair subsidies, 2024.06.12.; AP, What to know about Europe's tariffs on Chinese electric vehicles, 2024.10.30.)

트럼프 재선이 산업 및 무역에 미칠 영향 (Counterpoint, 11.9)

○ 글로벌 리서치 기업 카운터포인트는 미국 대선 결과가 주요 산업과 정책에 미칠 것으로 예상되는 주요 영향을 점검

- 미국 트럼프 전 대통령이 재선에 성공하면서 자동차, 관세, AI, 반도체, 빅테크, 환경 정책 등이 대폭 변화할 것으로 예견

○ (자동차) 전기차 보조금에 비판적인 입장을 고수하고 자국산 내연기관(ICE) 차량 보조금을 지지해 왔던 만큼 전기차 판매량에 타격이 발생할 가능성이 높은 상황

※ 다만, 전미경제연구소(NBER)에 따르면 연방 세액공제 혜택으로 전기차를 구매한 미국인의 약 75%가 공제 여부와 관계 없이 구입 결정을 내렸을 것으로 분석되고 있어, 세액공제가 중단되더라도 전기차 판매량 감소율이 미미한 수준에 그칠 것이라는 일부 전망도 존재

- 「인플레이션 감축법(IRA)」에 따른 제조사 세액공제는 미국 내 자동차 OEM의 경쟁력을 뒷받침하는 요소이므로, 중국 자동차 기술이 미국 업체에 위협이 된다고 판단될 경우 동 제도를 유지할 수 있다는 예측 제기

- 트럼프 2기 내각 구성 이후에도 자동차 관세가 현재와 유사한 수준으로 유지될 것으로 예상되는데, 이때 OEM의 배터리 조달처가 소수 회사로 제한되어 수요-공급 격차 발생 전망

※ LG 에너지 솔루션과 삼성SDI가 관세, 규제 문제로 미국 내 제조 공장 건설에 투자하고 있으나 두 업체의 생산량만으로는 OEM 수요를 모두 충족하기 어려우며, 알루미늄 등의 원자재 가격도 급격하게 상승 가능

○ (관세) 중국산 제품을 대상으로 하는 최대 60%의 관세 및 10~20%의 보편 관세 부과를 제안하였으나, 광범위한 수준의 관세 정책이 의회를 통과할 가능성은 낮은 편

- 관세 인상의 세수 증가 효과는 약 3,000억 달러에 불과한 반면, 대외 무역 감소 및 무역 갈등, 가계비용 상승, GDP 감소를 유발할 수 있어, 인플레이션 경계 측면에서 관세가 부문별로 또한 점진적으로 적용될 것으로 예측

※ 세수 증가 효과 3,000억 달러 중 2,000억 달러가 중국에서 발생하고 관세 인상 시 가계 비용은 연간 200-300달러 증가, 미국 GDP는 0.2% 감소할 전망

○ (AI) 바이든 대통령의 AI 행정명령*을 폐지할 방침으로, 트럼프 당선자의 동 분야 정책 방향이 재임 당시와 크게 달라지지 않은 만큼** AI 개발을 제약하거나 제한을 가하지 않을 것으로 예상

* (Executive Order on the Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence (EO 14410, '23.10)) AI 개발자에 대한 국가 및 사이버 보안 지침 수립을 도모

** 트럼프 당선자는 재임 중('19) AI 연구 투자 확대, 관련 기술 표준 설정, 동맹국과의 협력을 위한 행정명령을 발동

- 금융 부문의 규제 완화를 통해 AI 관련 분야, 특히 빅테크의 M&A 활동 증가가 예견

○ (반도체) 대만 반도체 업체가 미국 산업을 잠식하고 있다고 언급하며 대만산 칩에 대한 높은 관세 부과 및 「반도체·과학법」 폐지를 시사

- 반도체 기업에 대한 관세를 상향하여 미국 내 생산을 유도하겠다는 입장이나, 대만에 대한 지원 지지(JD 밴스 부통령 당선자) 및 AI 산업 지원 측면에서 TSMC의 역할 강조 예상(머스크) 따라 「반도체·과학법」 관련 논쟁이 지속될 전망

※ 대만 반도체 제조회사(TSMC)의 글로벌 반도체 시장 점유율이 61.7%에 이르고 최첨단 칩의 90%를 생산하는 것으로 집계되며, 「반도체·과학법」에 따라 70억 달러의 인센티브 수혜 예상

○ (빅테크) 기업 친화적 FTC 위원장이 선출되는 등 전반적인 빅테크 규제 환경이 유연화

- TikTok에 우호적 입장인 트럼프 당선자가 이를 중국과의 협상 카드로 사용할 확률이 높은 한편, FCC의 소셜미디어 규제 조치가 도입될 수도 있다는 예측 제기

- 미국의 완화된 규제 환경이 EU와의 반독점 및 세금 관련 갈등을 심화시킬 가능성도 부각

○ (법인세) 트럼프 당선자는 「세금 감면 및 일자리 창출법」('17)을 통해 법인세율을 35%에서 21%로 인하한 바 있으며, 이번 대선에서 추가 인하 공약(최종 15%)을 제시

- 법인세율 인하가 기업의 수익 확보로 이어지면서, 이를 활용한 자사주 매입, 배당금 지급, 경기 침체기의 완충 역할을 할 수 있는 현금 보유량 확대가 가능해지고 주가 상승, 배당금 증가에 따른 편의 발생 기대

※ 증대된 수익을 활용한 기업의 활용 방향(연구개발 투자 수준, 자사주 매입이나 배당금 지급 비중)에 주목하고 있는데, R&D가 기업 효율성과 생산성을 향상시키는 반면, 자사주 매입이나 배당금 지급은 투자처로서의 기업 선호도에 영향을 미치지만 생산성·효율성에는 도움이 되지 않기 때문

○ (기타) 환경 정책 측면에서 파리기후협약 재탈퇴, 석유·천연가스·석탄 등의 화석연료 생산량 증대, 환경 규정 폐지 등을 추진하고, 암호화폐에 우호적인 입장을 견지하며 선도국으로서의 입지 확립을 도모 예정

- 대통령 취임 이후 환경보호청(EPA)의 최근 발전소 규제 강화 정책*을 폐지할 것으로 예상

* 석탄화력발전소의 탄소 오염 90% 제어, '39년까지 석탄 발전소 폐쇄, 발전소 배출량 75% 저감 등

- 암호화폐 자문위원회 설립, 최초의 국가 전략 비축 자산(Strategic National Bitcoin Stockpile) 조성 전망

(참고 : Counterpoint, Trump Triumph: What it Means for Big Tech, Tariffs, Semiconductors, Automotive and More, 2024.11.09.)

전력 부족으로 AI 데이터 센터 운영 제약 전망 (Gartner, 11.12)

○ 컨설팅 기업 가트너는 생성형 AI로 인한 전기 소비량이 빠르게 증가하는 가운데 향후 2년간 데이터 센터가 최대 160% 성장하면서 '27년까지 AI 데이터센터의 약 40%가 전력 부족에 따른 운영상의 제약을 경험하게 될 것으로 예측

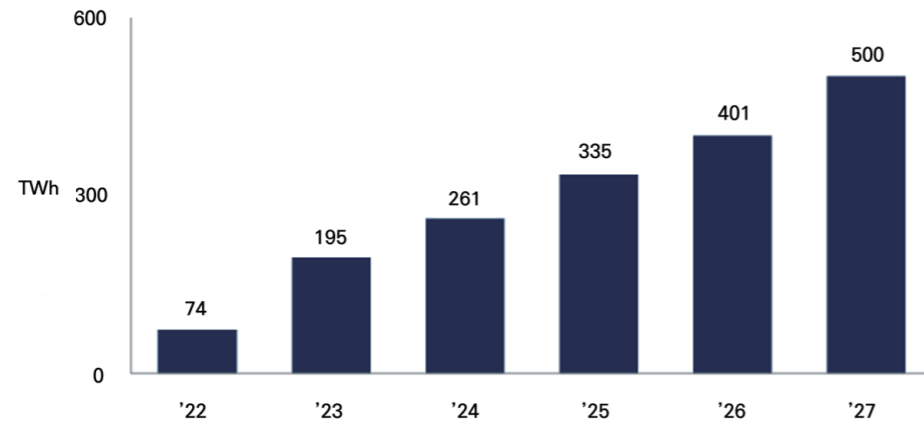
- 생성형 AI를 구현하기 위한 하이퍼스케일 데이터 센터*의 급격한 성장 속도와 전력 수요가 유틸리티 공급업체의 용량 확장 역량을 초과함에 따라, '26년부터 전력 부족으로 인한 신규 데이터 센터 성장에 제한 발생 전망

* 방대한 양의 데이터를 처리할 수 있고 확장력이 뛰어난 대규모 연산 시설, 초대형 데이터 센터를 지칭

- 생성형 AI 애플리케이션용 대규모 언어모델(LLM) 훈련·구현에 필요한 막대한 양의 데이터 처리를 위해 대형 데이터센터 신설이 계획되고 있으나, 새로운 송·배전 인프라 구축 및 발전소 가동 시까지 수년이 소요되어 단기적인 전력 부족 현상이 지속될 가능성 고조

※ '27년 'AI 최적화 서버' 실행에 필요한 전력이 '23년의 2.6배인 연간 500TWh에 도달 예상

'22~'27년 AI 데이터 센터의 전력 소비 증가 추이 추정



○ 향후 전력 부족에 따른 전기 요금 상승 및 LLM 비용 증가로 이어져 데이터 센터 운영 비용이 AI/생성형AI 제품·서비스 제공자에게도 전가될 수 있다는 우려 부각

- 전력 생산량 증대 요구가 높아지며 폐기 예정이었던 화석연료 발전소가 계속 가동되는 등 데이터센터 운영사·고객사의 CO2 배출 관련 지속 가능 목표 달성도 저해될 가능성 대두

※ 데이터 센터에 요구되는 연중무휴 24시간 전력 확보를 위해서는 수력·화력·원자력 발전소 운영이 필수

(참고 : Gartner, Gartner Predicts Power Shortages Will Restrict 40% of AI Data Centers By 2027, 2024.11.12.)

조직의 생성형 AI 도입 관련 10대 트렌드 (WEF, 11.25)

○ 세계경제포럼(WEF)이 조직의 생성형 AI(GenAI) 도입 및 활용과 관련하여 10가지 주요 트렌드를 개괄
- 생성형 AI 초기 도입 조직의 인터뷰를 바탕으로 생성형 AI에 대한 위험 인식 및 신중한 확장 기조, 생산성 및 작업 품질 향상을 위한 기술 활용 추세 등을 확인

생성형 AI 도입·활용 분야 10대 트렌드

주요 트렌드	주요 내용
1 데이터 중심 조직의 신속한 도입	'데이터 중심 조직'이 생성형 AI를 가장 신속히 도입하고 유용하게 활용하는 것으로 분석되는데, 데이터 품질, 인프라, 거버넌스, 보안 측면에서 오랜 경험을 보유하고 있는 만큼 관련 활용 사례 파악에서 도입까지 빠른 속도로 진행할 수 있는 여건을 확립하고 있기 때문
2 신중한 확장 기조 확인	다수의 초기 도입 조직이 생성형 AI 초기 실험 단계를 넘어선 상태로, 그 경험을 통해 구현 과정을 성급히 추진하지 않고 조직 내에 광범위하게 보급하기 전 소규모 그룹에서 테스트를 진행하는 방식의 중요성이 부각
3 생성형 AI의 위험 인식	조직 대부분이 직원을 대상으로 한 생성형 AI 보급 관련 위험성*을 인식하고 있으며, 비교적 안전한 환경에서 실험을 실시하고 시범 프로그램을 구현하는 등 신중한 접근방식 채택 * 데이터 유출, 개인정보 침해, 결과의 편향성, 윤리적 문제 등
4 생산성 향상	생성형 AI로 인한 조직 내 생산성 향상과 직원 역량 강화 측면의 이점이 보고되고 있으나, 직원들의 여유 시간 확보와 관련한 명확한 계획이 수립되지 않은 것으로 조사 * 조사 기업의 1/4 이상이 GenAI로 창의성 기반의 고부가가치 업무를 수행할 수 있게 되었다고 답하는 등 직원 역량 강화 효과를 언급
5 업무의 질 개선	생산성 향상뿐만 아니라 업무의 질 개선도 생성형 AI 도입을 촉진하는 요인으로, 동 기술이 적절히 구현될 경우 인간보다 정확하고 일관적으로 업무를 수행하여 오류를 줄일 수 있으므로 품질과 고객 만족도 제고 가능
6 기술 사용에 대한 의구심 보유	직원들이 정확성, 잠재적 편향성, 노동력 대체에 이르기까지 생성형 AI에 대한 여러 의구심을 보유한 가운데, 관련 영향을 가장 많이 받는 관리 업무 부서에서 불확실성을 느끼는 것으로 조사 ※ WEF의 Jobs Initiative에 따르면 향후 5년 내 근로자 스킬의 44%가 타격을 입게될 전망
7 관리 부문의 변화 필요성 증대	생성형 AI 도입이 조직 문화와 직원의 사고방식 변화에 미치는 영향을 이해해야 하며, 효과적인 리더십과 실무를 담당하는 중간 관리자의 역할이 중요
8 기술 사용 인력의 범위 상이	조직 내 생성형 AI 사용 인력 규모가 기업별로 매우 상이하여(20%~80%), 일부 조직이 전 직원에게 관련 툴 접근 권한을 부여하는 반면, 일부 조직은 접근 권한을 특정 부서로 제한하거나 요청 시에만 접근을 허용
9 지속 가능 전략 미수립	ChatGPT와 같은 대규모 언어 모델(MML)은 에너지 집약적이고 상당량의 전력을 소비하고 있지만 이에 대응하는 전략을 수립한 기업은 미비하며 생성형 AI 도입 시의 환경적 고려사항을 간과
10 인간 개입의 중요성 인식	대부분의 조직이 생성형 AI 도입 규칙과 프레임워크 수립, 사용 사례 평가, 관련 위험성·품질·책임 있는 사용 모니터링을 시행하는 가운데, 생성형 AI 검증과 관련한 인적 감독 및 개입의 중요성을 인식

(참고 : WEF, Generative AI and the workforce: 10 big trends we're seeing right now, 2024.11.25.)

수출 통제가 중국 반도체 제조장비 산업에 미치는 영향 (美 CSIS, 11.26)

- 국제전략문제연구소(CSIS)는 미국, 중국, 일본, 네덜란드 주요 반도체 기업의 데이터와 중국 정책 문서 분석 결과를 기반으로 수출 통제가 중국 반도체 제조장비 산업에 미치는 영향을 고찰
 - 미국 수출 통제 정책과 중국 반도체 산업 발전 간의 관련성 측면에서 10가지 분석 결과를 정리하고 중국의 기술 자립 목표를 변경 시키려는 정책 방향보다 목표 달성을 위해 투입되는 비용과 복잡성을 증대시키는 전략이 필요하다는 결론 도출
- (분석①) 중국 정부의 반도체 산업 국산화 목표와 정책 지원은 미 수출 통제 조치가 확대되기 이전부터 추진되어 온 전략 계획에 해당
 - 중국 정부는 미 수출 통제 조치가 확대되기 시작한 '18년 이전부터 「국가중장기과학기술발전계획」('06), 「중국제조 2025 중점 분야 기술 로드맵」('15.10) 등을 통해 반도체 등의 기술 자립을 명시적으로 추진하고 관련 기업에 세금 감면, 보조금, 자본 투자를 통한 재정 지원 실시
- (분석②) 수출 통제와 중국의 기술 발전 간에 직접적인 관계가 존재하지 않으며, 수출 통제 효과를 파악하려면 기술의 복잡성, 글로벌 시장 환경, 규제 설계·구현·시행 등에 대한 종합 분석이 필요
 - 수출 통제가 시행되지 않았던 중국 태양광 패널, 전기차 산업의 급속한 발전과 경쟁 우위는 기술 발전이 수출 통제 외 다양한 요인의 영향을 받고 있음을 시사
- (분석③) 지금까지 시행된 반도체 수출 통제는 다양한 시기에 서로 다른 방식으로 중국 기업을 저해하기도, 업계에 도움이 되기도 한 것으로 분석
 - 과거 외국 반도체 기업은 중국 업체에 교육, 장비 유지보수 등의 지원을 제공하거나 R&D 협력을 추진하였으나 수출 통제 이후 이러한 지원이 제한
 - ZTE에 대한 반도체 수출 통제('18.4)로 인해 중국 내 과학기술 자립 및 반도체 장비공급 업체의 역량을 강화하려는 의지가 강화
 - ※ 다만 수출 통제가 기술 현지화를 가속화했다고 단정하기는 어렵다는 의견
- (분석④) 바이든 행정부는 트럼프 행정부에서 시작된 반도체 제조장비 대상 수출 통제 정책을 강화하였고, 일본과 네덜란드를 참여시켜 다자적 조치로 확대
- (분석⑤) 지난 15년간 중국의 반도체 장비 업계가 급속히 성장하였으나 글로벌 공급 비중은 여전히 작은 편이며 주로 판매하는 장비도 범용 노드에 국한
 - 중국의 글로벌 반도체 장비 공급 비중은 '08년 0.2%에서 '23년 3.2%로 성장하였고 자국 내 점유율은 9.6% 또는 15%로 추정되지만, 글로벌 최첨단 기술과의 격차 존재
- (분석⑥) 중국 반도체 장비 기업의 R&D 지출은 '15년 「중국 제조 2025」 정책 이후 폭발적으로 증가하다가 '21년 이후 상대적 성장률이 다소 둔화

- 이는 수출 통제로 중국 반도체 제조장비 산업이 호황을 누렸다는 의견과 일치하지 않으며, 실제 미국의 수출 통제 전후로 연간 성장률이 모두 높게 나타났다는 사실을 확인 가능

- (분석⑦) '16~'24년 수출 통제 강화 추세에도 불구하고 미국과 글로벌 주요 반도체 장비 기업의 중국 내 매출이 고성장
 - Applied Materials, ASML 등 글로벌 6대 반도체 장비 공급업체의 중국 내 매출 성장률이 나머지 지역의 성장률을 앞지르고 있는데, 이는 중국 업체가 향후 수출 통제 강화를 예상하여 장비를 대량으로 사전 비축했기 때문으로 분석
- (분석⑧) 수출 통제로 인해 중국에서 필요로 하는 장비의 기술 수준이 낮아지고 장비 수요의 지리적 구성도 변화시킨 것으로 조사
 - 중국이 첨단 기술 경쟁보다 자급 및 범용 칩 생산에 초점을 맞춰 수요 구성을 변경하면서, 첨단 장비 수요는 미국, 대만, 한국, 일본, 유럽 등으로 이동하였고 기술 수준이 낮은 범용 칩 장비의 경우 대부분 중국으로 유입
- (분석⑨) 미국의 반도체 장비 수출 통제가 강화되며 미국 기업이 대중 판매용 장비를 자국 외 지역에서 제조·선적하는 경향 발생
 - '16년 이후 미국 반도체 장비 기업의 대중 판매량이 수출을 크게 초과하였는데 이는 해외 제조를 통해 수출 통제를 회피하려는 움직임과 연관되어 있으며, 기업 생산시설의 국외 이전 및 자국 내 일자리 감소를 야기
- (분석⑩) 중국은 반도체 제조 장비의 전략적 중요성으로 인해 막대한 자원을 투입할 수밖에 없는 상황으로, 이들의 탈미국화·디커플링 목표를 바꾸려는 시도보다는 관련 비용과 복잡성을 최소화하는 데 초점을 맞추는 것이 효과적

(참고 : CSIS, The True Impact of Allied Export Controls on the U.S. and Chinese Semiconductor Manufacturing Equipment Industries, 2024.11.26.)

중국 핵심 광물 수출 제한 조치의 배경과 영향 (美 CSIS, 12.4)

○ 미-중 기술 무역전쟁이 심화되는 가운데, 중국 정부가 미국을 겨냥한 핵심 광물 수출 제한 조치를 발표

- 중국 정부는 「수출통제법(出口管制法)」에 의거해 안티몬, 갈륨, 게르마늄 등과 관련된 '민군 겸용' 품목의 대미 수출을 전면 금지하였는데(12.3), 이는 바이든 행정부의 중국 반도체 산업 통제 강화*에 대한 즉각적인 보복 조치로 평가

* 미국 정부는 중국의 시 군사적 응용을 제한하기 위해 24종의 반도체 제조 장비와 3종의 관련 소프트웨어 도구 수출을 금지하고, 140개 중국 반도체 제조사를 상무부 수출통제 기업목록에 추가함으로써 미국 기업의 첨단 메모리칩, 제조장비 대중 수출을 사실상 불가능하게 만드는 한편, 해외직접생산품 규칙(FDPR) 적용으로 제3국에서 생산된 미국 설계 칩 수출도 제한(12.2)

- 이번 결정은 특정 국가(미국)만을 대상으로 하는 첫 번째 제한 조치이자, 첨단기술 통제에 대한 직접적 대응으로서 핵심 광물을 활용한 최초의 사례에 해당

※ 앞서 중국 정부가 갈륨과 게르마늄(23.8), 흑연(23.12), 안티몬 및 초경질 재료(24.9)에 대한 수출통제를 단행하였으나, 이번 조치를 통해 민군겸용 용도로 간주되는 품목 확장, 감독 용이화, 시행 간소화를 도모하고 텅스텐 등 타 전략 광물의 수출 금지 가능성을 제시

○ 대미 갈륨·게르마늄 전면 수출 금지로 34억 달러의 GDP 손실이 예상되는 등 이번 핵심 광물 수출 제한이 미국의 국가·경제 안보에 타격을 미칠 것으로 예상

- ▲(갈륨·게르마늄) 차세대 첨단 반도체 개발에 핵심적인 광물로, 방위 산업용 고성능 칩의 성능·속도·에너지 효율성 향상에 영향

- ▲(안티몬) 중국이 글로벌 생산의 48%, 미국 수입의 63%를 차지하는 상황에서, 지난 9월 수출 통제 발동 이후 중국발 선적이 97% 감소하고 가격은 200% 상승

- ▲(흑연) 흑연 수출이 전면 금지되지는 않았으나 통제가 강화되면서 수입 의존도가 높은 미국 업계, 특히 전기차 산업에 타격 예상

※ 전기차 1대당 평균 136파운드의 흑연이 필요한데 미국의 흑연 매장량이 전 세계 1%에 불과한 반면 중국은 천연 흑연 생산의 77%, 합성 흑연 생산의 95% 이상, 정제 분야 약 100%를 점유

○ 미국 차기 행정부의 대중 강경책이 예고된 가운데 중국 정부가 추가적인 수출 제한 조치를 발동할 것으로 예상됨에 따라 대체 공급망 구축이 시급

- 중국 상무부는 미국이 국가 안보 명목으로 "무역과 기술을 무기화"하고 있다고 비판하며, 향후 추가 대응 가능성 시사

- 미국은 인센티브, 자금 지원 등을 바탕으로 ▲(흑연) 모잠비크, 마다가스카르, 탄자니아 ▲(텅스텐) 한국 등 기존·신규 협력국에 대한 투자를 장려함으로써 핵심 자원 공급망 확보 필요

(참고 : CSIS, China Imposes Its Most Stringent Critical Minerals Export Restrictions Yet Amidst Escalating U.S.-China Tech War, 2024.12.04.)



KIAT
Policy
Review

vol. 3

정책간행물에 대한 구독자 분들의 의견과 사례를 소개합니다.

정책시사점 의견

최우수

| 구독자 |
전호영

| 간행물 종류 |
산업기술 동향위치

| 간행물 주제 |

[2024년 19호] 중국의 첨단 산업 분야 혁신 역량 분석

구독자 의견

미국의 첨단 산업 경쟁력을 강화하기 위해서는 정부의 적극적인 개입이 필수적입니다. 첨단 기술 분야에서의 혁신을 촉진하는 다양한 정책이 필요하며, 특히 R&D 투자에 대한 세액 공제를 대폭 확대하는 것이 효과적입니다. 또한, 민관 협력을 통해 국가안보와 관련한 기술 연구 및 개발을 강화해야 합니다. 이러한 접근은 미국이 중국과의 기술 경쟁에서 우위를 유지하는 데 중요한 요소가 될 것입니다. 위의 이유로 정책은 혁신 인프라와 연구개발을 지원하여 다각적인 대응전략을 마련해야 합니다.

정책시사점 의견

최우수

| 구독자 |

드림이즈 박복남 본부장

| 간행물 종류 |
산업기술 동향위치

| 간행물 주제 |

[2024년 15호] 미국 AI 기반 제조혁신연구소 설립 방침

구독자 의견

미국 NIST의 AI 기반 제조혁신연구소 설립은 제조업 경쟁력 강화를 위한 AI 기술 활용의 중요성을 보여줍니다. 대한민국은 이를 참고하여 AI 기술이 제조업 전반에 확산될 수 있는 정책을 강화해야 합니다. 특히, AI 연구개발(R&D)과 제조업 간 협업을 촉진하고, 데이터 인프라 및 AI 모델 적용 표준화를 추진해야 합니다. 또한, 중소·중견기업이 AI 솔루션을 쉽게 도입할 수 있도록 기술 지원과 인재 양성에 집중해야 하며, 산업-학계-정부 협력 생태계를 구축하여 AI 활용을 통한 제조 혁신을 가속화해야 합니다.

개선 의견

최우수

| 구독자 |
익명

| 간행물 종류 |
KIAT Policy Review

| 간행물 주제 |

[2호(2024년 10월)] 과학기술 혁신을 위한 일본의 전략

구독자 의견

과학기술 혁신을 위한 일본의 전략에서 Text 중심보다는 그래프, 통계 등 인포그래픽 자료를 더 보여주어 기술혁신 지수의 변천 과정도 보여주면 도움이 될 것 같습니다. 또한 KIAT Policy Review를 PDF로 읽을 때 A4 세로 보기 기능을 추가하여 가독성을 높일 필요가 있습니다. 현재는 글자가 너무 작아서 다시 좀 기능으로 확대하는 등 불편함이 많습니다. 감사합니다.

정책시사점 의견

우수

| 구독자 |
익명

| 간행물 종류 |
산업기술 정책브리프

| 간행물 주제 |

[2024년 21호] 2025년 10대 전략 기술 트렌드

구독자 의견

가트너 전략 기술 트렌드가 공개 될 즈음이면 각종 차년도 전망이나 트렌드 서적들이 서점가를 가득 채우고 무엇보다 차년도 CES 주제가 공개되고 미래기술 전망 등이 넘쳐납니다. 공개된 트렌드가 트렌드를 이끄는 게 아닌가 하는 우려도 있고, 무엇보다 정부의 과학기술 예산편성 현황이 미스매치 되는 경우나 경향도 제법 나타납니다. 이를 통합해서 정리하고 분석해서 정부(국회나 기재부 등)에 제시돼야 방향타 설정이 되고 제한된 재원으로 선택과 집중을 통해 예산배정이 가능하지 않을까 싶습니다.

정책시사점 의견

최우수

| 구독자 |

세종대학교 이상협 교수

| 간행물 종류 |
산업기술 동향위치

| 간행물 주제 |

[2022년 10호] 농업기술·신식품 분야 스타트업 생태계 현황

구독자 의견

농업기술과 신식품 스타트업을 지원하기 위해, 정부는 투자 유치와 세금 혜택 등 지원 프로그램을 마련해야 합니다. 전문 인력 양성을 위해 교육 프로그램을 강화하고, 인력 유입을 촉진하는 정책도 필요합니다. 또한 기술 혁신을 촉진하기 위해 연구개발을 지원하고, 스타트업이 시장에 쉽게 진입할 수 있도록 시장 조사 및 마케팅 지원 프로그램을 제공해야 합니다. 마지막으로 환경 보호를 위해 친환경 기술과 지속 가능한 농업 방식을 지원하는 정책이 중요합니다.

개선 의견

최우수

| 구독자 |

(주)에이치엔이루자 이한용 팀장

| 간행물 종류 |
산업기술 동향위치

| 간행물 주제 |

[2024년 19호] 중국의 디스플레이 산업 발전 및 혁신 현황 분석

구독자 의견

중국의 디스플레이 정책에 따른 LCD, OLED 시장 잠식 문제는 오늘의 문제가 아니라는 것은 누구나 다 잘 압니다. 해당 글의 내용은 현재 대한민국의 디스플레이 소부장 기업이 처하고 있는 현실에 비추어 보면 위기감이 덜 느껴집니다. 한편 디스플레이는 장치가 크기 때문에 관련 기술이 반도체로 이어지기는 쉽지 않고, 반대로 마찬가지로입니다. 한국에서 넘어간 엔지니어들이 오히려 중국 기업의 성장을 견인하고 있고 국내 기업을 더 압박하고 있는 현실입니다. 이러한 보다 상세한 내용들이 앞으로 다뤄지면 좋겠습니다.

정책시사점 의견

우수

| 구독자 |

KIAT 김은종 인턴

| 간행물 종류 |
산업기술 동향위치

| 간행물 주제 |

[2024년 23호] 전 세계 73개국의 AI 성숙도 평가

구독자 의견

이 조사에서 주목해야 할 점은 바로 중국의 성장세입니다. 2000년대 초반까지 혁신성 측면에서 1위 기술 수가 3개에서 2020년대 57개 이상으로 평가되며 가파른 성장세를 보이고 있습니다. 게다가 AI 기술까지 선도국 반열에 오르며 뛰어난 기술력을 인정받고 있습니다. 이번 BCG의 조사를 통해 알 수 있는 건 앞으로 대한민국이 AI 선도국이 되기 위해선 좋은 기술과 연구·혁신을 위한 인프라를 확보해 생태계를 구축하고, 기술 투자를 통해 틈새 시장 특화 및 핵심 산업의 AI 활용 증진을 통해 AI 선도국 BIG5를 향한 큰 발걸음이 필요합니다.

정책시사점 의견

우수

| 구독자 |

산업현장교수단 이동식 산업현장교수

| 간행물 종류 |
글로벌 이슈특집

| 간행물 주제 |

[2024년 2호] 글로벌 배터리 산업 동향과 국내 정책 대응 방향

구독자 의견

기업은 당장 시장 점유율 향상에 크게 도움이 안 되는 차세대 배터리 특허를 많이 출원하고 있는데, 이는 리튬메탈 배터리-나트륨이온 배터리 등 차세대 배터리의 종류가 다양하고 주력이 무엇인지 불확실하기 때문입니다. 배터리 업계가 매출 부진으로 자금 조달이 어려운 가운데 최악의 경우 미국에서 향후 3년간 15조원 규모의 수익을 기대하던 AMPC 혜택이 없어질 가능성에 직면했습니다. 원재료 가격의 지속적인 하락으로 업계 수익성도 동반 하락이 예상되는 가운데 이런 상세자료가 기업들의 최신 연구개발 동향에 많은 도움을 주고 있습니다.

정책시사점 의견

우수

| 구독자 |
장민우

| 간행물 종류 |
산업기술 정책브리프

| 간행물 주제 |

[2024년 9호] 중국 전기차 및 배터리 산업의 혁신 현황

구독자 의견

1. 배터리 화재는 빠르게 확산되어 인명 및 재산 피해를 유발합니다. 이에 안전한 배터리 소재(내충격성이 강하고 화재 위험이 낮은 새로운 소재) 개발이 필요합니다. 2. 배터리관리시스템(BMS) 고도화가 필요합니다. 배터리 상태를 실시간으로 모니터링하고 이상 발생 시 즉각적으로 차단하는 BMS 기술 개발이 중요합니다. 3. 안전 설계 및 제조 공정 개선이 필요합니다. 배터리셀 구조, 팩디자인, 제조 공정 개선을 통해 충격에 대한 안전성이 요구됩니다. 4. 소방 시스템 개선이 필요합니다. 특히 배터리 화재에 특화된 소방 시스템 개발 및 교육 강화가 필요합니다.

정책시사점 의견

우수

| 구독자 |
익명

| 간행물 종류 |
글로벌 이슈특집

| 간행물 주제 |

[2024년 1호] 2024년 미국 대선 이후 산업정책 전망과 국내 정책 대응 방향

구독자 의견

미국 대선 이후 바이든 정부와 차별성을 적시성있게 파악할 수 있었고, 시의적절한 주제였던거 같습니다. 또한, 산업의 향후 정책 대응 방향까지 도출하여 정책 시사점 파악에 도움이 되었습니다.

개선의견

우수

| 구독자 |
김형건

| 간행물 종류 |
KIAT Policy Review

| 간행물 주제 |

[2호(2024년 10월)] 생성형 AI 혁신, 글로벌 강자는?

구독자 의견

전반적으로 잘 작성되었지만, 주제에 대한 내용 등이 너무 많이 나오기 때문에 차별화된 내용이 좀 더 들어가야 할 것 같습니다. 또한 대한민국의 현 주소 및 우리의 해결책은 무엇인지 등도 포함되면 좋을 것 같습니다.

개선의견

우수

| 구독자 |
익명

| 간행물 종류 |
KIAT Policy Review

| 간행물 주제 |

[2호(2024년 10월)] 과학기술 혁신을 위한 일본의 전략

구독자 의견

과학기술 혁신을 위한 일본의 전략이라는 주제에 맞게 일본의 과학기술 전략 방향에 대해서 전체적인 틀을 이해할 수 있었습니다. 다만, 최근에 세계적으로 관심을 끌고 있는 산업 영역별로 구분해서 기술에 대한 각각의 전략이 어떠한지 제시하였다면 산업계에 있는 사람으로서 보다 활용도가 높고, 필요한 부분에 대한 이해를 하는데 도움이 될 것 같다는 생각이 듭니다.

정책시사점 의견

우수

| 구독자 |
익명

| 간행물 종류 |
산업기술 정책브리프

| 간행물 주제 |

[2024년 7호] 일본 통합혁신전략 2024

구독자 의견

개인의 개성이나 능력을 존중하며 개인이나 집단이 추구하는 원칙이나 가치관, 목적 따위가 다를 수 있음을 인정하는 다원화 사회, 다양화 사회에서의 오픈이노베이션의 역할이 중요해 보입니다. 중소기업 및 스타트업의 육성 차원에서 정부 주도의 오픈이노베이션 플랫폼 구축이 필요한데 공공이 주축이 아닌 기존 민간플랫폼을 공공의 관점으로 결합하고 육성하는 플랫폼별한 정책적 구상이 무엇보다 중요할 것으로 사료됩니다.

개선의견

우수

| 구독자 |
익명

| 간행물 종류 |
KIAT Policy Review

| 간행물 주제 |

[2호(2024년 10월)] 전기차배터리 산업, 중국의 굴기

구독자 의견

배터리 시장이 잠시 어려운 시기이나 에너지 연관성이 크기에 반드시 성장하리라 봅니다. 추가로 중국의 전기차는 (하이브리드 시장 규모를 포함해) 내수시장의 성장세가 매우 크다고 봅니다. 아마도 대한민국에 전기버스, 트럭 등 충전 인프라 관련 제품이 수입되어진다면 빠른 인프라 형성에 도움이 될 것이고 이로 인한 잠정적 성장성은 커질거라 봅니다.

개선의견

우수

| 구독자 |
익명

| 간행물 종류 |
산업기술 정책브리프

| 간행물 주제 |

[2024년 10호] 핵심기술 추적 결과 분석

구독자 의견

해당 인용문서의 원문을 보면 ASPI's Critical Technology Tracker website가 있는데 이것을 통해서 각 기술별, 국가별 시각적(그래프) 분석 비교가 가능합니다. "핵심기술 추적 결과 분석"의 번역문에도 텍스트 뿐만아니라 시각적 분석이 있었으면 좋겠습니다.

개선의견

우수

| 구독자 |
김경태

| 간행물 종류 |
산업기술 동향위치

| 간행물 주제 |

산업기술 동향위치

구독자 의견

산업기술 동향에 최신 논문 또는 특허 분석을 통한 기술동향 분석도 있으면 좋겠습니다. 또한 KIAT 발간물에 대한 홍보 강화가 필요합니다.

개선 의견



| 구독자 |
산바람서비스 이용희 연구소장

| 간행물 종류 |
산업기술 동향위치

| 간행물 주제 |
[2024년 16호] 백색수소의 잠재력 고찰

구독자 의견

현재 탄소중립 실현을 위해 그린수소 분야에서 많은 투자 및 연구개발이 진행되고 있습니다. 탄소중립 대안으로 백색수소에 대한 동향자료도 적절하였지만 다양한 수소생산 방식과의 비교자료도 추가되면 좋을 것 같습니다. 특히 그린수소와의 비교자료 제시를 통해 구독자의 사고의 폭을 확대할 수 있는 자료로 활용하면 좋을 것 같습니다.

개선 의견



| 구독자 |
익명

| 간행물 종류 |
산업기술 동향위치

| 간행물 주제 |
[2024년 21호] 2025년 10대 전략 기술 트렌드

구독자 의견

제목이 <2025년 10대 전략기술트렌드>인 동향자료를 정독 중이었는데 본문을 읽다보니 제가 알고 있는 정보와 상이하였습니다. 확인해보니 글로벌 IT분야 시장조사 전문기관이 선정한 트렌드였습니다. 아마도 IT분야를 위주로 트렌드를 선정했다고 생각합니다. 그렇다면 분야를 제목 앞단에 적어주시면 이런 혼선을 줄일 수 있을 것 같습니다.

활용 사례 (산업현장)



| 구독자 |
김균창

| 간행물 종류 |
산업기술 동향위치

| 간행물 주제 |
[2024년 13호] 기업의 생성형 AI 활용 양상

구독자 의견

금년 판교 K-부트캠프에서 생성형 인공지능의 산업 현장 적용 방법 멘토링에 자료를 활용하여 설명하였습니다. 취준생의 이력서 작성 및 구성에 AI의 도움을 받아 프로젝트화 하는데 도움이 되었습니다. 이외에도 취업 준비생들이 어떤 기술과 역량을 키워야할지에 대한 인사이트를 제공케하여 경쟁력 향상 및 취업 성공률을 높이는데 중요한 역할을 담당하였습니다.

활용 사례 (산업현장)



| 구독자 |
세계김치연구소 김재환 선임연구원

| 간행물 종류 |
산업기술 동향위치

| 간행물 주제 |
[2024년 20호] 2024 글로벌 혁신 지수

구독자 의견

글로벌 혁신 지수는 해외시장 진출 및 각 국가별 경쟁력 분석을 위한 중요한 자료입니다. 매년 관련 자료를 제공할 경우 내부 보고자료로 활용될 수 있습니다.

구독자 AGORA

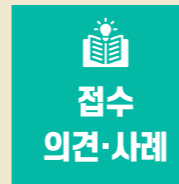
한국산업기술진흥원(KIAT)에서는 글로벌 산업기술정책 동향을 조사·분석하여 4가지 종류의 정책 간행물을 제공하고 있습니다.

①산업기술 동향위치 ②산업기술 정책브리프 ③글로벌 이슈특집 ④KIAT Policy Review

구독자분들께 상시적으로 의견·사례를 접수받고 (최)우수 의견·사례를 공유하는 <구독자 AGORA>를 운영하고자 하오니 많은 관심 부탁드립니다.



고대 그리스 시민들이 자유롭게 토론을 벌이던 장소인 'AGORA'처럼 글로벌 산업기술정책 동향에 대해 서로 의견과 사례를 자유롭게 나누고자 만든 창구입니다.



*접수 개수는 제한 없으나, 2개 이상 의견·사례 제출 시 따로 제출 필요

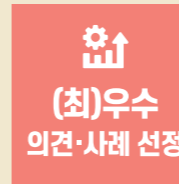
- 1. 정책 시사점 의견: 정책 간행물의 특정 주제에 대한 정책 시사점 의견 제시
- 2. 활용 사례: 정책 입안, 연구 활동, 기업 경영, 언론 보도 등 정책 간행물에서 아이디어를 얻어 현업에 활용한 사례
- 3. 개선 의견: 기존 정책 간행물의 수정·보완이나 추가 간행물 건의 등 개선 의견 제시

최우수 의견·사례로 선정 시 스타벅스 기프티콘 3만원

우수 의견·사례로 선정 시 스타벅스 기프티콘 1만원

분기당 최우수 의견·사례 최대 5개
우수 의견·사례 최대 15개 선정

* 해당 내용은 카카오톡 채널 등 오픈프라이드를 통해 공개될 예정이며, 원치 않을 시 개인정보(성함·소속·직위)를 익명 처리하실 수 있습니다.



- 1분기(1~3월) 접수 : 4월 중 선정
- 2분기(4~6월) 접수 : 7월 중 선정
- 3분기(7~9월) 접수 : 10월 중 선정
- 4분기(10~12월) 접수 : 1월 중 선정



카카오톡 채널 'KIAT 산업기술정책이야기' 포스트 참고

Ch KIAT 산업기술정책이야기

문의 wsjung@kiat.or.kr

한국산업기술진흥원

KIAT 산업기술정책이야기

한국산업기술진흥원이 제공하는 주요국의 산업·기술·정책 동향
정보 서비스를 신속하게 받아보실 수 있습니다.



산업기술 정책브리프

글로벌 산업기술정책
이슈 심층 분석 및
시사점 제시



산업기술 동향워치

글로벌 산업기술정책
뉴스 소개



글로벌 이슈특집

글로벌 대형 이슈 대응을 위한
국내외 현황 분석 및
시사점 도출



카톡에서 **KIAT 산업기술정책이야기**
채널을 추가하세요.

이메일 구독 신청 wsjung@kiat.or.kr



KIAT Policy Review

vol. 3



KIAT Policy Review

vol. 3

January, 2025

발행일 2025년 1월
발행처 한국산업기술진흥원
산업기술정책단 기술동향조사실
발행인 민병주 원장
기획/진행 문희수 실장, 정희상 연구원
주소 서울시 강남구 테헤란로 305 한국기술센터 7층
산업기술정책단 기술동향조사실
02-6009-3593
www.kiat.or.kr

* 본 자료에 수록된 내용은 한국산업기술진흥원의 공식 견해가 아님을 밝힙니다.

* 본 자료의 내용은 무단 전재할 수 없으며, 인용할 경우 반드시 원문 출처를 명시하여야 합니다.

KIAT Policy Review

vol. **3**

January. **2025**

beyond leading technology **kiat**
한국산업기술진흥원

06152 서울특별시 강남구 테헤란로305 한국기술센터 7층

비매품



ISSN 3058-387X