



생태모방기술 분야별 시장동향과 미래성장성 분석

Market Trends and Future Growth
Prospects of Biomimicry Technology

제1편

재료/소재, 건축/기계설계, 자동차/항공우주 분야



생태신기술팀, 소크라틱매니징(주)

발행일 2025년 12월
발행처 국립생태원 생태신기술팀
 충청남도 서천군 마서면 금강로 1210
 www.nie.re.kr
저자 이은옥, 옥기영, 소크라틱매니징(주)
편집제작 (사)아름다운사람들
© 국립생태원 2025
ISBN 979-11-6698-770-0 94400
 979-11-6698-769-4(세트)



Contents

연구방법론 소개	5
----------	---

① 생태모방 기술 시장 PEST 분석 9

» 1. 정책환경	9
» 2. 경제환경	21
» 3. 사회환경	32
» 4. 기술환경	52

② 재료, 소재 63

» 1. 시장동향	63
» 2. 생태모방 재료/소재 기술 시장	73
» 3. 생태모방 재료/소재 기술 시장 미래 성장성	78

③ 건축, 기계설계 시장 82

» 1. 시장동향	82
» 2. 생태모방 건축/기계설계 기술 시장	86
» 3. 생태모방 건축/기계설계 기술 시장 미래 성장성	89

④ 자동차, 항공우주 시장 95

» 1. 시장동향	95
» 2. 생태모방 차량/항공우주 기술 시장	101
» 3. 생태모방 차량/항공우주 기술 시장 미래 성장성	103

⑤ 결론 107

» 1. 재료/소재, 건축/기계설계, 차량/항공우주 분야 미래 성장성 비교	107
» 2. 재료/소재, 건축/기계설계, 차량/항공우주 분야 생태모방 시장가치 비교	108

연구방법론 소개



1 ▶ 전체 시장동향 조사 및 분석 방법

생태모방 기술이 주로 활용되는 5대 분야 시장은 매우 방대한 시장이기 때문에 전체적으로 거시경제적 접근 방식인 Top-down approach 방식으로 전체 생태모방 기술 시장 동향 조사를 진행했으며 항목별로는 PEST 분석(거시환경분석; Political, Economic, Social and Technological analysis), 각 5대 배경시장 동향 조사 등이 이에 포함된다.¹⁾

시장동향은 크게 PEST 분석과 생태모방 기술 각 5대 분야 시장동향으로 나눠서 조사를 진행한다.

PEST 분석이란 정책, 경제, 사회, 기술 대외환경분석을 의미하는 것으로 이를 통해 생태 모방 기술 및 해당 시장에 대한 전체 시장동향을 조사 분석한다.

즉, 전체 생태모방 기술 및 해당 시장에 영향을 끼치게 될 정책, 경제, 사회, 기술적 요소를 검토하고 이에 대한 시장 영향력을 검토한다.

또한 생태모방 기술 각 5대 분야인 재료/소재, 환경 오염처리, 제약/화학, 자동차/항공우주, 건축/기계설계 시장은 각각의 시장 자체가 방대한 시장이며 각 분야 시장의 보편적인 시장동향을 조사한다.

각 분야 전체 시장에 대한 시장 특성, 집중되고 있는 세부 분야, 규모 등을 파악하기 위해 신뢰성 높은 McKinsey & Company, Atradius, United Nations, ICCA와 같은 기관자료를 활용했으며 각 해당 시장에서 지배력이 큰 주요 기업들에 대한 조사와 해당 기업들의 기술 개발 집중 분야를 조사한다.

1) Andreas Peichl, 2008. The Benefits of Linking CGE and Microsimulation Models: Evidence from a Flat Tax Analysis, IZA DP No. 3715. Top-down 및 Bottom-up 접근 방식은 경제학에서 보편적으로 사용되는 접근 방법론으로 이 문헌에서 명시적으로 정의 및 분류하고 있다.

2 5대 분야 생태모방 기술 시장 조사 및 분석 방법

생태모방 산업 특성, 전체 시장 규모, 생태모방 시장 규모 추정 등에서는 대체로 미시경제적 접근 방식인 Bottom-Up approach 방식으로 조사를 진행했으며 특히 생태모방 기술의 확장 특성 등 생태모방 기술의 시장성(성장성) 조사는 다중사례 연구 방식으로 진행한다.²⁾

각 5대 분야 시장에서 생태모방 기술이 개발, 상용화되고 있는 사례 등 응용되고 있는 현황을 집중, 조사함. 생태모방 기술을 직접 응용하고 있는 사례뿐만 아니라 비록 직접적 이지는 않지만, 응용 가능성이 높은 사례도 함께 조사한다.

특히 해당 시장에서 시장 영향력이 큰 기업들이 생태모방 기술을 개발하고 있는지 어떤 제품군을 개발하고 있는지 조사했으며 주요 기업 외에 신생기업, 스타트업들이 생태모방 기술을 개발하고 있는지 어떤 제품군을 개발하고 있는지 조사한다.

그리고 이렇게 생태모방 기술을 응용하고 있는 기술들의 개발, 상용화 단계를 함께 검토한다.

자료는 해당 업체들의 기술 소개 자료 및 홈페이지, 언론자료, 연구 및 특히 DB 등을 참고한다.

3 미래 성장성 종합 방법

생태모방 기술에 해당한다는 보편적으로 합의된 시장적 관점 또는 경제학적 기준 또는 통용되는 구체적인(체계적인) 개념적, 기술적 기준 규범(규격 등)이 명확하지 않기 때문에 이번 연구에서는 생태모방 기술의 시장 규모를 구체적으로 추정하는데 한계가 많았다. 더욱 이 전세계 모든 시장과 산업을 대상으로 생태모방 기술이 적용된 부분만을 선별해 그 규모를 산정하기에는 이번 조사와 같이 단일성 조사를 통해 파악하기에는 많은 한계가 있었다는 점을 알린다.

따라서 이 보고서에서 검토한 생태모방 기술의 시장 규모에 대한 내용으로 투자 결정, 경영 의사 결정 등을 위해 활용하기에는 적합하지 않고 주의가 필요하다는 점을 알린다. 이번 연구는 생태모방 기술이 시장에서 주로 어떤 부분에서 수용되고 확산되고 있는지 파악하고 예측하는데 초점이 맞춰졌기 때문이다.

2) Andreas Peichl, 2008. The Benefits of Linking CGE and Microsimulation Models: Evidence from a Flat Tax Analysis, IZA DP No. 3715. Top-down 및 Bottom-up 접근 방식은 경제학에서 보편적으로 사용되는 접근 방법론으로 이 문헌에서 명시적으로 정의 및 분류하고 있다.

우선 PEST 분석, 생태모방 기술 5대 시장에서의 공통 요소를 종합해 전체 보편적인 생태모방 기술에 대한 미래 성장성을 분석한다.

각 생태모방 기술 시장에서는 각 해당 시장에서의 주요 기업들의 생태모방 기술 응용 여부, 해당 시장 전체 시장에서의 집중개발 분야와 생태모방 기술 시장에서 집중, 개발되고 있는 분야의 비교 분석, 생태모방 기술의 확장 특성, 상용화 단계 등을 종합해 기술 수용 성과 성장성을 추정한다.

또한 시장에 대한 이해를 위해 각 해당 시장에서의 생태모방 기술 수용 규모(시장 규모)를 대략 추정함. 생태모방 기술 수용 규모 또는 생태모방 기술 시장 규모를 구체적으로 추산하기 위해서는 각각 시장별, 세부 산업별로 별도의 조사를 수행할 필요가 있지만, 대략적인 이해를 위해 각각의 전체 배경 시장 규모 대비 생태모방 기술 활용 기업 전체 매출액을 비교해 추정함. 연간 매출액이 확인할 수 있는 기업들의 매출액만 합산 추정한다.

각 5대 분야 생태모방 기술 시장 규모 추정은 공급적 측면의 Bottom-Up approach 방식으로 기업(사업체) 수준 미시자료를 상향식으로 집계하는 방법과 **기술 채택 여부만으로 기업을 포함시키는(기술을 하나라도 사용하는 기업들의 매출을 합산. 또한 생태모방 기술에 해당한다는 기준점이 다를 수 있기 때문에 대략적으로 생태모방 기술 관련 매출의 하한선과 상한선으로 추정되는 5%~60% 매출 비중 구간을 제시함.)** 이진 채택 집계 방법(extensive-margin)을 응용해 상한 규모를 추정한다.^{3), 4)} 이에 따라 생태모방 기술을 하나라도 활용하고 있고 매출이 확인되는 주요 기업의 전체 매출액을 조사하고 해당 기업들의 전체 매출을 합산한 다음 생태모방 기술의 매출 비중의 하한선과 상한선을 적용해 추정되는 시장 규모를 추정함(전체 매출규모의 5%~60%). 이후 상향식 집계와 정합화 방

-
- 3) Eric J. Bartelsman and Mark Doms, 2000. Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata, Journal of Economic Literature vol. 38, no. 3. 기업의 미시자료를 집계해 산업 전체 생산성, 총량 등 거시 현상을 체계적으로 설명한 대표적인 문헌 중 하나이며 경제학에서 기업(사업체) 수준 미시자료를 상향식으로 집계하는 방법의 기준 참고문헌으로 인정받고 있다.
 - 4) Paul A. David, 2010. Zvi Griliches and the Economics of Technology Diffusion: Adoption of Innovations, Investment Lags, and Productivity Growth, SIEPR Discussion Paper No. 09-016 (Stanford, CA: Stanford Institute for Economic Policy Research) Zvi Griliches, 1957/10, Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change, Econometrica 25(4): 501-522. 이진 채택 집계 방식은 Griliches(1957) 문헌에서 응용한 이후 경제학에서 넓리 활용되고 있으며 이러한 방법론에 대한 설명은 David(2010) 문헌에서 정리하고 있다.

식을 응용해 추정된 생태모방 시장 규모를 전체 배경 시장 규모에 비교해 생태모방 기술이 전체 시장에서 차지하는 상한 비중을 추정.⁵⁾ 기업들의 매출액은 2024년 기준으로 했다.

5) UNSD, 2018. Handbook on Supply and Use Tables and Input–Output Tables with Extensions and Applications, UNSD, 2008, The System of National Accounts (SNA). 경제활동 측정의 국제 표준이 되고 있는 상형식 집계와 정합화 방식을 응용함. 대표적으로 경제활동 측정의 국제표준이 되고 있는 SNA (UN/EC/OECD/IMF/World Bank 공동)가 총량(분모)을 일관되게 산출하고 하위 추정치(분자)를 상위 총계에 맞추는 통계 규칙을 제공



1 정책환경

정책환경 부분에서는 전반적인 생태모방 기술 수요 및 시장을 포괄할 수 있으며 정권교체 영향을 받더라도 큰 변화가 어렵고 장기간 지속적인 영향을 끼치게 될 정책 요소를 검토했다.

이와 관련된 생태모방 기술 수요 및 관련 기술 시장에 영향을 끼치게 될 국내와 해외의 시장 영향력이 큰 정책 요소를 살펴본다.

가 해외 생태모방 기술 정책환경

생태모방 기술 수요 및 관련 시장에 영향을 끼치게 될 해외 주요 국가들의 배경정책과 생태모방 기술과 직접 관련된 정책을 살펴본다.

1) 해외 시장 배경 정책

가) 국제사회 기후협약 및 탄소중립(Net-Zero) 선언 현황

• 국제사회 기후협약

국제사회는 온실가스 배출로 인한 지구 온난화의 심각성을 인식하고 기후 위기에 공동으로 대응하기 위해 기후협약을 채택하고 있다.

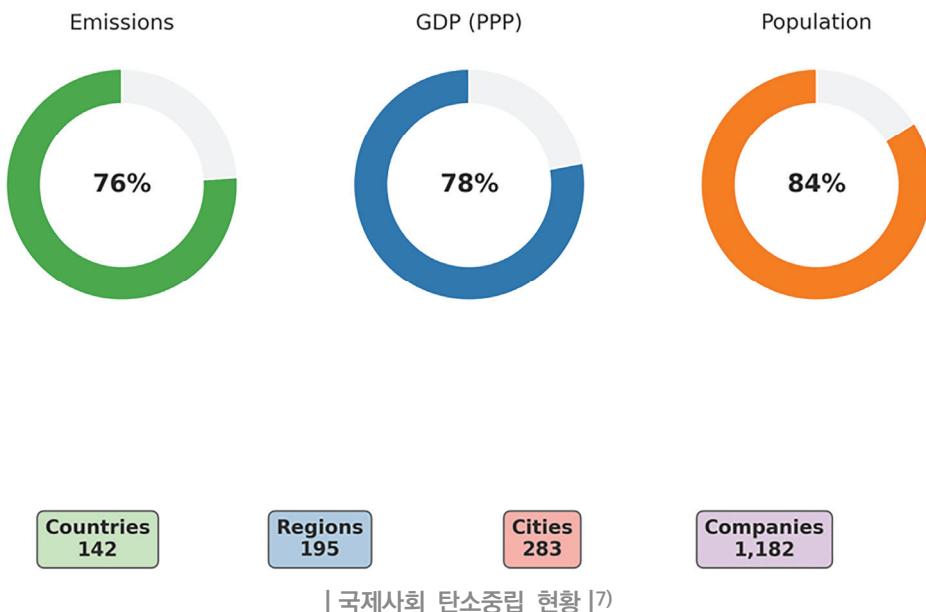
국제사회는 1992년 유엔기후변화협약(UNFCCC), 교토의정서(Kyoto Protocol), 2015년 파리기후협정(Paris Agreement)을 채택한 바 있으며 교토의정서가 2020년 만료됨에 따라 2020년 이후 국제사회는 ‘파리기후협정’과 ‘UNFCCC 협약’, IPCC ‘ 1.5°C 특별보고서’에 따라 기후변화에 대응해 오고 있다.⁶⁾

6) 탄소중립 정책포털. <https://www.gihoo.or.kr/menu.es?mid=a30209000000>

파리기후협정은 지구의 평균 온도 상승을 2°C 이하로 유지하고 1.5°C 이하로 제한하기 위해 노력해야 함을 명시하고 있다. 또한 IPCC가 발표한 ‘1.5°C 특별보고서’에서 지구 평균 온도 상승을 1.5°C 이내로 억제하기 위해서는 2030년까지 온실가스 배출량을 2010년 대비 45% 이상 감축해야 하며, 2050년에는 탄소중립(Net-Zero)을 실현해야 한다고 제시한다.

이에 따라 한국을 포함한 대부분 국가들은 2050년까지 탄소중립을 달성한다는 정책적 목표를 설정하고 있다.

- 국제사회 탄소중립 현황



UNFCCC (유엔기후변화협약)에 따라 탄소중립(Net-Zero)을 선언한 국가들은 현재(25년 4월 기준) 142개국에 이르며 이는 전 지구 인류의 84%, 글로벌 전체 GDP의 78% 규모에 해당한다.

7) NET ZERO TRACKER, Data Explorer. <https://zerotracker.net/>

• 미국 파리기후협정 탈퇴와 제한적 영향

국제사회가 기후 위기에 공동으로 대응하기 위해 파리기후협정에 가입해 탄소중립 정책을 실행하고 있는 기조와 반대로 미국 트럼프 정부는 2025년 1월 파리기후협정에서 탈퇴한 바 있다.

하지만 미국의 파리기후협정 탈퇴가 국제사회 기후 위기 대응 기조에 영향은 제한적일 것이라는 전망이 많다. 우선 트럼프 정부는 파리기후협정의 상위 협정인 UNFCCC를 탈퇴하지 않아 당사국으로서 지위는 유지된다.⁸⁾

특히 트럼프 정부의 파리기후협정 탈퇴에도 캘리포니아주 및 뉴욕주 등 미국의 19개 주는 독자적인 탄소중립 목표를 설정하고 있다.⁹⁾

또한 미국의 24개 주지사가 참여한 ‘미국기후연합’, 5천여 명의 지역 정치인들이 서약한 ‘아메리카 이즈 올 인’, 350개 미국 도시 연합체인 ‘기후시장들’과 같은 주요 단체들은 24년 11월 공동 성명으로 트럼프의 취임에도 기후 대응에서 후퇴하지 않을 것이라고 밝혔으며 해당 단체들은 미국 전체 인구의 63%를 포함한다.¹⁰⁾

나) 주요국 녹색산업 활성화 정책

주요국들은 기후협정에 따른 탄소중립(Net-Zero) 정책을 이행하기 위해 녹색산업 활성화 정책을 강화하고 있다.

UNEP의 정의에 따르면 녹색산업(Green Industry) 또는 녹색경제(Green Economy)는 국제사회의 탄소중립 목표를 달성하기 위한 정책과 관련된 경제활동, 공공 및 민간투자 분야를 의미한다.

녹색산업 분야는 크게 ‘탄소배출 및 오염 감소’, ‘에너지 및 자원 효율성 향상’, ‘생물다양성 및 생태계 손실 예방’ 등으로 구분된다.

아래 주요국의 녹색산업 활성화 정책은 김은미, 이성희, 장한별(2023)의 ‘3. 주요국의 녹색산업 활성화 정책 특징’ 부분의 내용을 요약해 정리했다.¹¹⁾

8) 이해경, 2025. 미국의 파리협정 재탈퇴 의의와 시사점

9) 이신형, 2025. 트럼프 파리협약 탈퇴에도 미국 19개주 탄소중립 견지. ESG경제

10) 박기용, 2025. 트럼프, 두 번째 파리협정 탈퇴…유엔 기후협약도 떠날까. 한겨레신문

11) 김은미, 이성희, 장한별, 2023. ‘주요국의 녹색산업 활성화 정책 동향과 시사점’, KIEP 대외경제정책연구원

2) 해외 녹색산업 현황

가) EU(유럽연합)

EU는 23년 그린딜 산업계획(Green Deal Industry Plan)과 넷제로 산업법(Net-Zero Industry Act)을 발표하고 이를 통해 8대 핵심기술에 대한 재정지원을 확대하고 있으며 관련 제도 정비, 전문인력 양성 등도 추진하고 있다.

8대 핵심기술: ① 태양광·태양열, ② 수전해 설비(전해조)·연료전지, ③ 육상풍력·해양 재생에너지, ④ 지속가능한 바이오가스·메탄, ⑤ 배터리·저장, ⑥ 탄소 포집·저장, ⑦ 히트 펌프·지열에너지, ⑧ 그리드 관련 기술

EU는 8대 핵심기술에 대한 제조 역량을 강화해 2030년까지 연간 수요의 40%를 자체적으로 조달한다는 계획이다.

특히 관련 기술 산업에 보조금 규제를 한시적으로 완화하고 유럽수소은행 및 유럽국부펀드를 통해 민간의 자금 조달 과정을 지원하며 특정 지역에 한해 제3국의 보조금과 동일한 규모의 보조금이나 세제 혜택 제공한다.¹²⁾

나) 미국

미국은 21년 초당적 인프라법(Bipartisan Infrastructure Law)이라고 불리는 PL 117-58, H.R.3684 규정과 22년 인플레이션 감축법(IRA)인 PL 117-169, H.R.5376 규정에 따라 청정에너지 관련 분야에 재정지원을 확대하고 지역별 네트워크를 구축하고 있다.

인플레이션 감축법(IRA) 재원의 65.7%인 2,590억 달러는 청정에너지 관련 사업들의 세제 혜택을 제공하기 위해 사용된다.

청정에너지 관련 보조금은 약 820억 달러, 인프라 개선 사업에 필요한 자금 조달 금융 지원에는 약 400억 달러가 책정된다.

또한 생산 기반 구축을 위해 175억 달러가 투입된다.

12) 김은미, 이성희, 장한별, 2023. 주요국의 녹색산업 활성화 정책 동향과 시사점. KIEP 대외경제정책연구원

다) 일본

일본은 21년 ‘그린성장전략’을 발표하고 23년 ‘GX추진전략’ 및 ‘GX추진법’을 발표한 이후 녹색산업에 대한 추진 방향을 설정하고 녹색전환(GX)사업에 대한 예산을 증액하고 있다.

‘그린성장전략’에 따라 녹색산업 관련 연구개발을 지원하기 위한 ‘그린 이노베이션 기금 2조 엔을 창설했다.

해당 기금은 그린성장전략이 선정한 14개 전략산업에 지원한다.

| 그린 성장전략 14대 전략 분야 |

구분	분야	내용
에너지	해상풍력	생산능력 확증(2040년까지 4,500만kW 수준)
	암모니아	암모니아의 화력발전 활용 확대(2030년까지 약 20%)
	수소	2050년까지 소비량 2,000만 톤으로 확대
	원자력	신형 원자로 기술개발, 국제협력
운송·에너지	자동차·축전지	2030년대 중반까지 신차를 전동차로 전환
	반도체·정보통신	파워 반도체 소비전력 2030년까지 반감
	선박	2050년까지 수소 등 대체연료로 전환
	물류	항만 등 탈탄소화 추진
	식료·농림수산	2050년까지 농림수산업 CO ₂ 배출 제로
	항공기	전동화 및 대체연료 기술개발
가정·사무실	카본 리사이클	효율성 증대 및 비용절감
	주택	2030년까지 신축주택 CO ₂ 배출량 평균 제로
	자원순환	바이오매스 활용 확대
	라이프사이클	지역별 탈탄소 비즈니스 추진

13)

향후 10년간 GX경제이행체 20조 엔을 발행할 계획이며 경제산업성은 24년도 예산안에서 기술 R&D와 스타트업 육성 등 대규모 녹색전환(GX) 추진 예산 총 1조 985억 엔을 책정했다.

또한 탈탄소화 지원 위한 투자특별세제(CN 세제)를 시행해 탈탄소화에 기여하는 제품(수소연료전지 등) 생산을 위한 설비 또는 생산공정 등의 탈탄소화를 위한 설비에 투자하려는 기업을 대상으로 10% 세액공제와 50% 특별감가상각 혜택을 제공한다.

13) 하세가와 요시유키, 2021. 성장 기회? 주목받는 일본의 그린 성장전략. kotra 해외시장뉴스

라) 프랑스

프랑스는 23년 녹색산업법(Green Industry Bill, Law no. 2023-973) 제정을 통해 친환경 투자 및 제도개선 계획을 이행하고 있다.

프랑스는 녹색산업법에 따라 친환경 분야인 태양광, 풍력, 배터리, 히트펌프 등 분야 투자에 대한 20~45%의 세액공제 제도를 추진하고 있으며 관련 산업에 대한 산업부지 조성, 공장 인허가 기간 단축 등을 추진하고 있다.

마) 캐나다

캐나다는 23년 청정기술 투자 세액공제 제도(Clean Hydrogen Investment Tax Credit)를 발표했다. 이 제도에 따라 캐나다 정부는 청정기술·제조 투자에 대한 30% 세액공제, 청정수소 탄소 집약도에 따른 차등적(15~40%) 세액공제, 청정 전력 생산을 투자 관련 15% 세액공제, 넷제로 기술 제조 기업의 소득세 인하 기한 연장(2029년 → 2032년) 등 내용을 발표한 바 있다.¹⁴⁾

3) 해외 생태모방 기술 정책 현황

생태모방 기술 연구에 공적 자금을 직접 투자하는 등 국가적 차원에서 생태모방 기술 개발에 지원하는 국가로는 미국, 독일, 한국, 프랑스, 영국, 일본이 등이 대표적인 국가로 분류된다.

해당 국가들은 생태모방 기술을 미래 핵심기술로 인식해 생태계의 특성을 연구하는 단계에서부터 실제 제품에 반영시키는 단계까지 다양한 형태로 연구개발을 지원하고 있다.¹⁵⁾

아래 미국, 독일, 프랑스, 영국의 생태모방 기술 정책 등 현황 내용은 Amir Lebdioui (2022)의 3. The uneven policy landscape for nature-inspired innovation.¹⁶⁾ 부분의 내용을 요약해 정리했다.

14) 김은미, 이성희, 장한별, 2023. '주요국의 녹색산업 활성화 정책 동향과 시사점', KIEP 대외경제정책연구원
15) 이동영, 2020. 생태모방 기술의 동향과 과제. 국회입법조사처

16) Amir Lebdioui, 2022. Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development.

가) 미국

미국은 국방부(Department of Defense), 에너지부(Department of Energy), 국립과학재단(National Science Foundation) 등 정부 부처가 생태모방 기술 개발을 선도하고 있다.

국방부의 DARPA(고등국방계획국; The Defense Advanced Research Projects Agency), 에너지부의 ARPA-E(고등에너지연구소; Advanced Research Projects Agency-Energy), 국립과학재단의 과학기술 촉진 프로젝트(The Global Innovation through Science and Technology initiative) 등이 대표적인 생태모방 기술 개발을 주도하는 정부 기관이다.

특히 Johnson (2010, 재인용: Amir Lebdioui, 2022), Kennedy 등(2015, 재인용: Amir Lebdioui, 2022)에 따르면 미국방부의 DARPA는 생태모방 기술 연구에 가장 많은 자금을 지원하는 단일 기관으로 평가된다. 미국방부는 생물학적 및 생태모방 기술에서 국방력을 증진할 수 있는 새로운 가능성을 오랫동안 모색해 왔다.¹⁷⁾

Henningan (2011, 재인용: Amir Lebdioui, 2022)에 따르면 DARPA에서 추진하고 있는 생태모방 기술 연구로는 나노 항공체 개발 프로그램(Nano air Vehicle program)이 대표적이며 벌새류 항공체 시제품 개발에만 400백만 달러 이상 투자되었다.¹⁸⁾ 투자 대상 업체는 AeroVironment사가 대표적이다.

Kennedy 등(2015, 재인용: Amir Lebdioui, 2022)에 따르면 DARPA는 이와 비슷하게 4족형 로봇 개발 프로젝트인 빅독(BigDog) 프로그램, 생태모방 기반 AI 기술 개발 등에 투자하고 있다.¹⁹⁾

17) Johnson, E.R., 2010. Reinventing biological life, reinventing ‘the Human.’. *Ephemera* 10(2), 177–193 Kennedy, E., Fecheyr-Lippens, D., Hsiung, B.K., Niewiarowski, P.H., Kolodziej, M., 2015. Biomimicry: a path to sustainable innovation. *Des. Issues* 31 (3), 66–73

재인용: Amir Lebdioui, 2022. Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development.

18) <https://www.latimes.com/archives/la-xpm-2011-feb-17-la-fi-hummingbird-drone-20110217-story.html>,

재인용: Amir Lebdioui, 2022. Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development.

19) Kennedy, E., Fecheyr-Lippens, D., Hsiung, B.K., Niewiarowski, P.H., Kolodziej, M., 2015. Biomimicry: a path to sustainable innovation. *Des. Issues* 31 (3), 66–73,

재인용: Amir Lebdioui, 2022. Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development.

뉴욕주는 2009년부터 에너지 고효율 생태모방 기술 개발을 지원하고 있다.²⁰⁾

나) 독일

독일은 생태모방 기술 관련 연구개발을 하는 공공연구기관이 100개 이상인 것으로 파악된다.

독일 정부와 담당 부처인 연방교육연구부(Federal Ministry for Education and Research)는 생태모방 기술 연구 연합 기관인 BIOKIN (Kompetenznetz Biomimetik)에 2001년 이후 1억 2천만 달러 이상을 투자해 오고 있다.

특히 생태모방 등 생체공학 관련 연구 기관들의 연합체인 BIOKON은 독일 내 주요 28개 연구 기관을 관리하고 있으며 관련 기술들의 상업적 및 산업적 가치, 공공적 가치를 증명하는 것을 목표로 활동 중이다.²¹⁾

다) 프랑스

프랑스 정부는 생태모방 기술 중심의 국가 생태전환 전략(Stratégie nationale de transition 'écologique vers un développement durable)을 마련한 바 있다.

Vertigo (2018, 재인용: Amir Lebdioui, 2022)에 따르면 프랑스 정부는 생태모방 기술의 경제적 가치에 주목하며 생태모방 기술로 인한 Nouvelle-Aquitaine 지역만의 GDP 가치를 5억 7천5백만 유로에서 32억 유로로 추산했으며 관련 일자리를 5,626개에서 31,082개로 추산했다.²²⁾

특히 프랑스 정부는 생태모방 기술 연구 센터인 CEEBOS (Centre Européen d'Excellence en Biomimétisme)를 2014년 설립한 이후 줄곧 운영해 오고 있으며 이와 함께 생태모방 기술 관련 고등교육 프로그램을 창설했다.

20) 이동영, 2020. 생태모방 기술의 동향과 과제. 국회입법조사처

21) Amir Lebdioui, 2022. Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development.

22) Vertigo, 2018. Evaluation du potentiel de développement de la biomimétisme en région Nouvelle-Aquitaine. http://vertigolab.eu/wp-content/uploads/2018/01/Rapport-biomim%C3%A9tisme-en-NA_VF.pdf,

재인용: Amir Lebdioui, 2022. Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development.

Le Monde (2018, 재인용: Amir Lebdioui, 2022)에 따르면 CEEBIOS를 중심으로 프랑스 전역에 175개 이상의 연구 팀과 100개 이상의 업체들이 에너지, 건설, 화장품 등 산업분야에서 생태모방 기술 관련 연구를 하는 것으로 조사된다.²³⁾

CEEBIOS는 생태모방 기술에 대한 연구방법론 등 표준을 설립하는 활동을 포함한다.

또한 프랑스는 환경부에서 매년 생태모방 엑스포(Biomim'EXPO)를 개최하여 기업들이 생태모방 기술 사례를 공유하도록 지원하고 있다.²⁴⁾

라) 영국

영국 정부는 초기 단계의 생태모방 기술 연구 및 관련 업체들을 육성하기 위해 2002년 BIONIS (Biomimetics network for industrial sustainability) 및 NIM (Nature Inspired Manufacturing)을 설립했다.²⁵⁾

마) 일본

일본은 문부과학성에서 대학과 기업의 생태모방 로봇 및 제품 개발 연구 등을 지원하고 있다. 환경성은 제5차 환경기본계획(2018~2030)을 공표하고 생물의 뛰어난 기능을 모방·활용한 기술을 개발할 계획을 발표한 바 있다.²⁶⁾

4) 한국 생태모방 기술 정책환경

생태모방 기술 수요 및 관련 시장에 영향을 끼치게 될 주요 배경정책과 생태모방 기술을 직접 대상으로 하는 국내 정책 현황을 검토했다.

23) Le Monde, 2018. Biomim'etisme: la France peut, l'a aussi, ^etre une championne!, 18 July. <https://www.lemonde.fr/blog/alternatives/2018/07/18/biomimetisme-la-france-peut-la-aussi-etre-une-championne/>, 2018,

재인용: Amir Lebdioui, 2022. Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development.

24) 이동영, 2020. 생태모방 기술의 동향과 과제. 국회입법조사처

25) Amir Lebdioui, 2022. Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development.

26) 이동영, 2020. 생태모방 기술의 동향과 과제. 국회입법조사처

가) 한국 시장 배경 정책

- 탄소중립·녹색성장 기본법 및 정부 탄소중립 정책

2018년 UN 산하기구 IPCC의 ‘지구온난화 1.5°C 특별보고서’ 발표 이후 주요국들의 탄소중립 협약에 동조해 한국 정부도 탄소중립 및 친환경 정책을 시행해 오고 있다.

한국에서는 ‘탄소중립·녹색성장 기본법’이 제정돼 2022년 3월 25일부터 시행됨으로써 국가전략 차원에서 2050년까지 장기간 친환경 저탄소 정책이 추진된다.

비전: 2050 탄소중립 + 환경·경제조화

전략 목표: 국가전략 + 중장기 온실가스 감축목표

이행체계: 탄소중립 녹색성장 기본계획

온실가스	기후위기 적응	정의로운 전환	녹색성장
기후변화영향평가	감시·예측	사회안전망	녹색경제
탄소인지 예산제도	기후위기 적응대책	특별지구	녹색산업
배출권·목표관리	지역 기후의 대응	사업전환	녹색기술
탄소중립 도시	물 관리	자산순실 최소화	조세제도
지역 에너지 전환	녹색국토	국민참여	녹색금융
녹색건축·교통	농림수산 전환	협동조합 활성화	정보통신
흡수원·CCUS	정읍센터	지원센터	순환경제
국제 감축사업			
종합정보관리			

| 탄소중립·녹색성장 기본법 체계 |²⁷⁾

‘탄소중립·녹색성장 기본법’은 온실가스 감축 목표를 이루기 위해 온실가스, 기후위기 적응, 정의로운 전환, 녹색성장 부문으로 이행체계를 갖추고 있으며 이는 생태모방 기술의 주요 특징인 친환경 및 에너지 저감 효과에 잘 부합한다.

특히 세부 이행 내용으로 온실가스 감축을 위한 녹색건축·교통, 흡수원·CCUS, 물관리, 녹색국토에 대한 내용과 이와 관련된 산업인 녹색산업을 양성하기 위한 내용으로 구성된다.

정부는 ‘탄소중립·녹색성장 기본법’에 따라 ‘탄소중립 녹색성장 국가전략 및 국가기본계획’을 설립하고 2030년까지 온실가스 40% 감축목표를 설정했다.

특히 감축목표를 달성하기 위해 감축 부문을 구체화하고 있다.

27) <https://www.gihoo.or.kr/menu.es?mid=a30210000000>

| 탄소중립 녹색성장 국가전략 및 국가기본계획 감축 부문 |

전환	산업	건물	수송	농축수산
<ul style="list-style-type: none"> 석탄발전 감축 원전+재생e 수요 효율화 	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술 확보 기업지원 배출권 고도화 	<ul style="list-style-type: none"> 제로에너지 건축물 확대 그린 리모델링 	<ul style="list-style-type: none"> 무공해차 보급 철도·항공·해운 저탄소화 	<ul style="list-style-type: none"> 저탄소 농업구조 전환 어선 및 시설 저탄소화
폐기물	수소	흡수원	CCUS	국제감축
<ul style="list-style-type: none"> 지속 가능한 생산·소비체계 자원 순환 이용 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 청정수소 공급확대 수소활용 생태계 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 산림순환경영 내륙·연안습지 복원 및 보호 	<ul style="list-style-type: none"> 법령, 저장소 등 인프라 마련 기술 확보 상용화 연구개발 	<ul style="list-style-type: none"> 민관합동 지원 플랫폼 부문별 사업 발굴 및 이행

(28)

세부 감축 부문을 명문으로 규정하고 있으며 석탄 발전 감축, 재생에너지, 폐기물의 지속 가능한 생산 및 소비 체계, 수소 활용 생태계 강화, 제로에너지 건축물 확대, 그린 리모델링, 흡수원 및 CCUS, 무공해차 보급, 철도 항공 해운 저탄소화, 어선 및 시설 저탄소화 등을 구체적인 감축 부문으로 계획하고 있다.

이는 생태모방 기술 5대 분야인 재료/소재, 환경오염 처리, 제약/화학, 차량/항공우주, 건축/기계설계 분야와 상당 부분 겹친다.

나) 한국 생태모방 기술 정책 현황

국내에서는 아직 ‘생태모방 기술’을 직접 체계적으로 육성하고 지원하는 정책적·법제적 제도는 마련되지 않았지만, 그 중요성에 대한 인식이 증가하면서 크고 작은 정책적 지원책이 여럿 시도되고 있다.

한국은 미국, 독일, 프랑스 등 주요국과 함께 정부 차원에서 생태모방 기술 개발에 직접 투자하는 등 생태모방 기술 지원 선도 국가로 평가된다.²⁹⁾

환경부는 2017년 부처별 혁신성장 선도 사업으로 ‘생태모방 기술 개발사업’을 선정했으며 2019년부터 2023년까지 총 312.5억 원(국고 250억 원) 지원해 생태모방 기반 환경오염관리 기술 개발 R&D 사업을 추진해 공기정화 식물 구조를 모방한 실내공기오염 저감 장치 등 8개 생물기능 모방 환경 기술 과제와 6개 Bridge 프로그램 선정해 연구한 바 있다.³⁰⁾

28) <https://www.gihoo.or.kr/menu.es?mid=a30201000000>

29) Amir Lebdouli, 2022. Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development.

30) 이동영, 2020. 생태모방 기술의 동향과 과제. 국회입법조사처

국립생태원은 2019년부터 생태모방지식 DB 구축 사업 진행, 2023년 말 184만 종 생물정보, 1,000만여 건 논문 특허 및 생태모방 사례 1,900여 건 등 제공 DB 개발을 완료했다.³¹⁾

국립생태원은 특히 생태모방에 적합한 생물·생태 특성을 발굴하는 연구를 추진하고 있다.

그 밖에 경상북도, 전라남도 등 지자체에서 생태모방 기술 산업 계획을 수립한 바 있다.³²⁾

제20대 및 21대 국회에서는 생태모방 기술 등 청색기술 연구기반 조성의 체계적인 지원을 내용으로 하는 ‘청색기술개발촉진법안’이 발의된 바 있다.³³⁾

국내 생태모방 생태연구는 해외에 비교하면 생물 기능 분석 및 모사 등 초기 단계에 머물고 있다고 평가된다.³⁴⁾

나 시사점

한국, 미국, 독일 등 주요국들은 지구온난화에 따른 탄소중립 정책을 이행하기 위한 국가 전략과 관련법을 제정하고 있으며 녹색산업을 전방위적으로 지원하고 있다.

대부분 국가는 2050년을 목표로 탄소중립 및 녹색산업 활성화 정책을 추진 중이다.

이에 따라 생태모방 기술과 관련된 시장은 적어도 2050년까지 국제사회의 탄소중립 기조에 영향을 받을 것으로 보인다.

생태모방 기술 관련 수혜 산업 분야는 포괄적이지만 특히 탄소저감 분야와 친환경에너지 분야에 크게 집중되고 있다.

국제사회의 탄소중립 정책 기조는 생태모방 신기술 시장이라는 구체적인 시장형성에 기초 동력이 될 것으로 보인다.

특히 직접적으로 탄소 저감 및 친환경에너지 효과가 있는 생태모방 기술 분야가 직접적인 수혜를 받아 시장에서 큰 기회 요인으로 작용할 것으로 예상된다.

31) 김백준, 심승우, 2024. 생태모방 정보를 한눈에...생태모방지식 DB오픈. 국립생태원

32) 이동영, 2020. 생태모방 기술의 동향과 과제. 국회입법조사처

33) 이환주, 2020. 자연에서 힌트 얻는 ‘생태모방기술’ 2035년 76兆 시장 연다. 파이낸셜뉴스

34) 이동영, 2020. 생태모방 기술의 동향과 과제. 국회입법조사처

사실상 아직 생태모방 신기술 시장은 독립된 시장체계 및 규모를 갖췄다고 보기는 어려우며 시장형성 초기 단계 시장으로 분류할 수 있을 것인데 직접적인 정부 지원을 받을 수 있는 탄소 저감 및 친환경에너지 분야와 관련된 생태모방 기술 산업은 시장형성이 더욱 빠르게 진행될 것으로 보인다.

2 경제환경

생태모방 기술을 활용하는 시장은 주요 5대 시장을 넘어 크게는 전산업 영역 전반에 걸쳐 있으므로 생태모방 기술을 활용하는 넓은 시장 범위에 영향을 끼치게 될 거시 경제 요소 및 중장기 요소를 살펴본다.

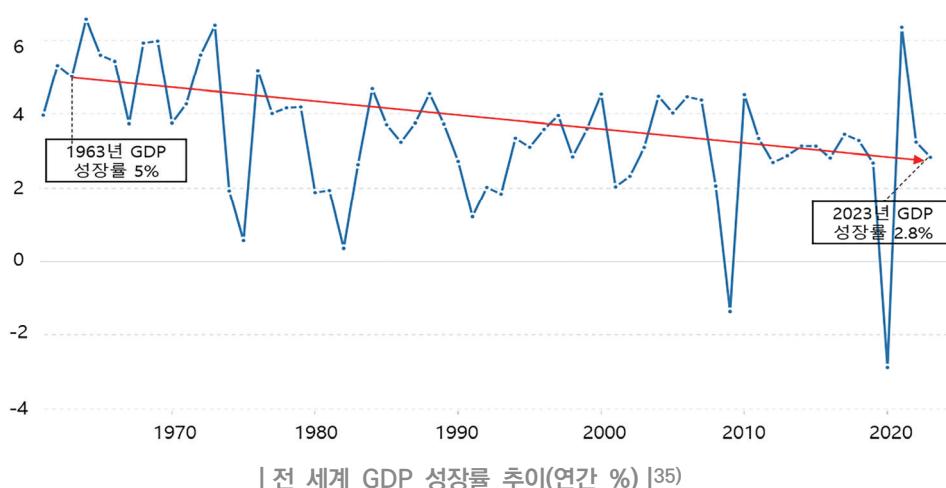
즉, 특정 세부 시장이나 특정 기업에 영향을 끼치는 부분적 요소가 아닌 생태모방 기술을 활용하는 여러 시장에 영향을 끼치게 될 거시 경제 지표 및 중장기 요소를 검토했다.

가 경제성장을 추이

전 세계 및 주요 국가들의 경제성장률(GDP) 변화 추이를 살펴보고 전반적인 생태모방 기술에 대한 수요 및 이와 관련된 시장에서의 시장 영향력 요소를 살펴본다.

1) 전 세계 GDP 성장률 추이

% 8



35) World Bank Group Data, GDP growth. data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG

전 세계 GDP 성장률은 1960년대 약 5~6% 수준에서 점차 하락해 2010년대 들어서 약 2%의 성장률을 나타내고 있다.

1963년 GDP 성장률 5%에서 2023년 GDP 성장률 2.8%로 절반 가까이 감소했다.

이에 따라 세계 경제는 장기적이고 지속적인 성장 둔화 추세인 것을 알 수 있으며 전 세계 경제는 성장동력이 한계에 다다랐다는 평가가 많다. 특히 1970년대 에너지 위기(오일 쇼크) 이후 반복적인 인플레이션 현상과 세계 경제 성장을 둔화가 지속 반복되고 있는 추세이다.³⁶⁾

전 세계 경제성장을 둔화의 주요 원인으로는 국제 정세 불안정과 이에 따른 에너지 가격 상승 및 에너지 인플레이션이 주로 지목된다.^{37), 38)}

2) 주요국 GDP 성장률 추이



한국 GDP 성장률은 1960년대부터 급격히 상승해 1990년도까지 10% 이상의 GDP 성장률을 유지했지만, 1990년대부터 하락세를 나타내고 있다.

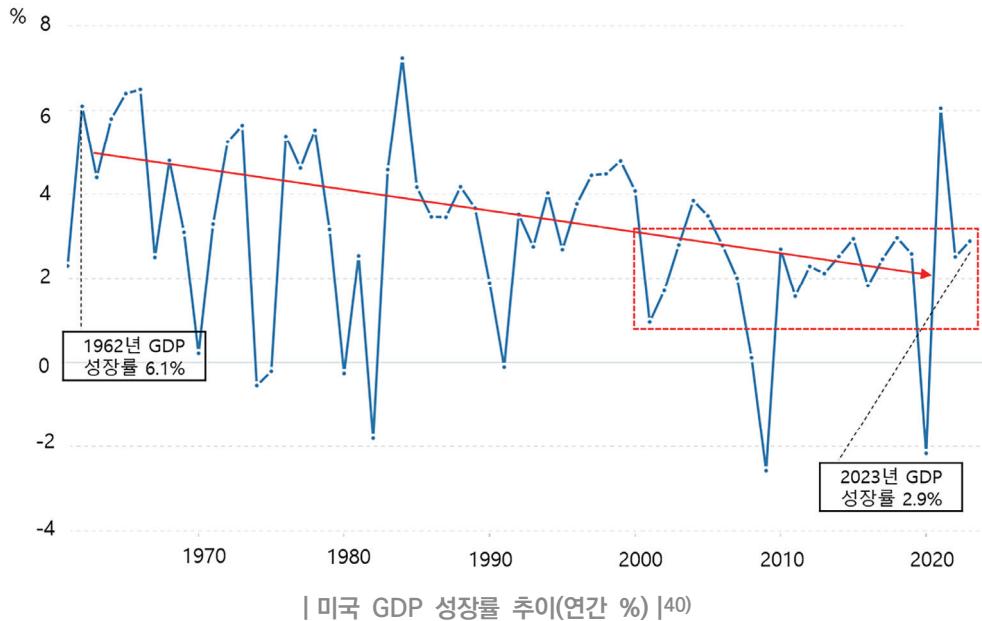
2012년부터는 2%대의 GDP 성장률이 유지됐으며 2023년에는 1.4%의 GDP 성장률을 기록했다.

36) Álvaro Pereira 등, 2022. OECD Economic Outlook 112. OECD

37) Álvaro Pereira 등, 2022. OECD Economic Outlook 112. OECD

38) Álvaro Pereira 등, 2024. OECD Economic Outlook 116. OECD

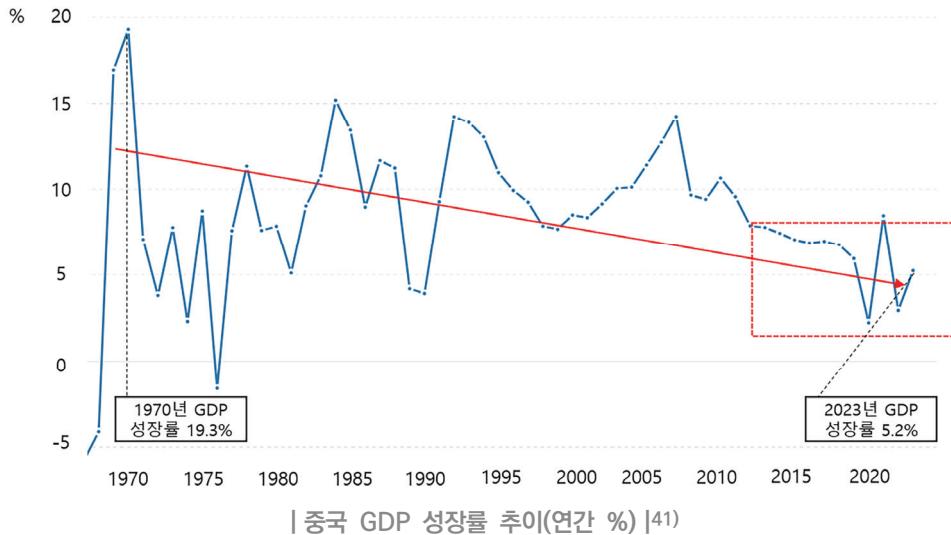
39) <https://www.index.go.kr/unity/potal/indicator/IndexInfo.do?cdNo=2&clasCd=2&idxCd=4201&upCd=1>



최대 경제국 미국의 GDP 성장률도 지속적인 둔화 추세를 나타내고 있다. 미국의 GDP 성장률은 높게는 7%대, 낮게는マイ너스 2%대를 보이며 비교적 큰 폭의 변동 폭을 나타냈지만, 전체적으로 꾸준한 하락세를 나타내고 있다.

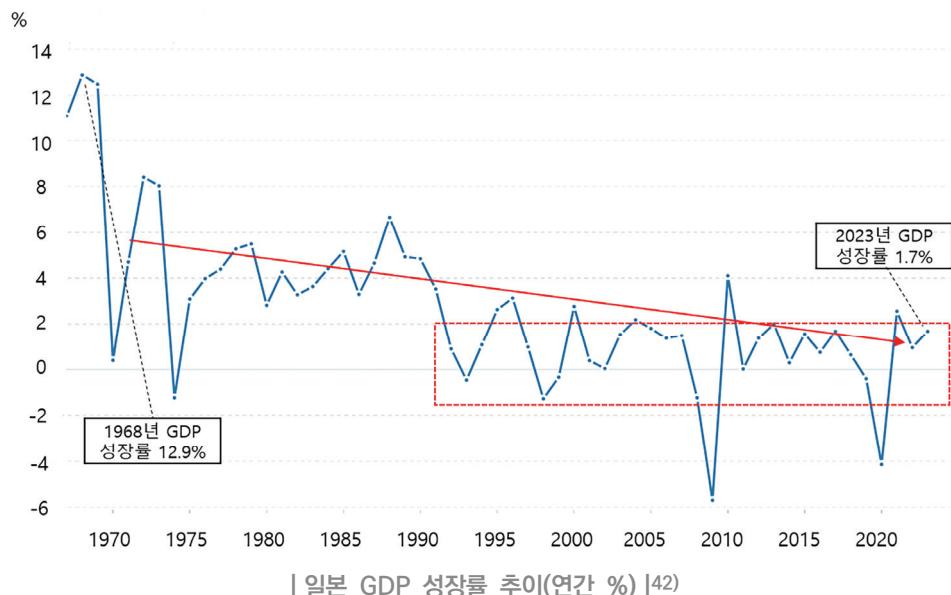
미국의 GDP 성장률은 1960년대부터 1990년대까지 대체로 4~6%대의 성장률을 기록했지만, 1990년부터 2000년도까지 대체로 3%대 성장률을 나타낸 이후 2010년도부터 2%대의 성장률을 나타내고 있다. 1962년 GDP 성장률은 6.1%였지만 2023년 GDP 성장률은 2.9%를 기록하면서 약 2배가량 하락했다.

40) World Bank Group Data, GDP growth. data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG



세계 경제의 성장동력 역할을 해오던 중국경제도 GDP 성장률이 장기간 뚜렷한 둔화세를 나타내고 있다. 중국 GDP 성장률은 1970년부터 2010년도까지 대체로 5~15%를 나타냈지만, 2010년도 이후부터 10% 아래의 성장률을 기록하고 있다.

2020년에는 2.2%, 2022년에는 3%의 GDP 성장률을 기록했다. 1970년 GDP 성장을 19.3%를 기록했지만, 2023년 GDP 성장률은 5.2%로 약 4배가량 감소했다.



41) World Bank Group Data, GDP growth. data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG

42) World Bank Group Data, GDP growth. data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG

일본은 선진국 가운데 장기적으로 가장 급격한 GDP 성장을 하락세를 기록하고 있는 국가로 분류된다. 1960년대에는 대체로 8~12%대의 성장을 나타냈지만, 1970년 중반부터 1990년대까지 3~6%대, 1990년 이후부터 2023년까지 대체로 1%의 성장을 기록하고 있다.

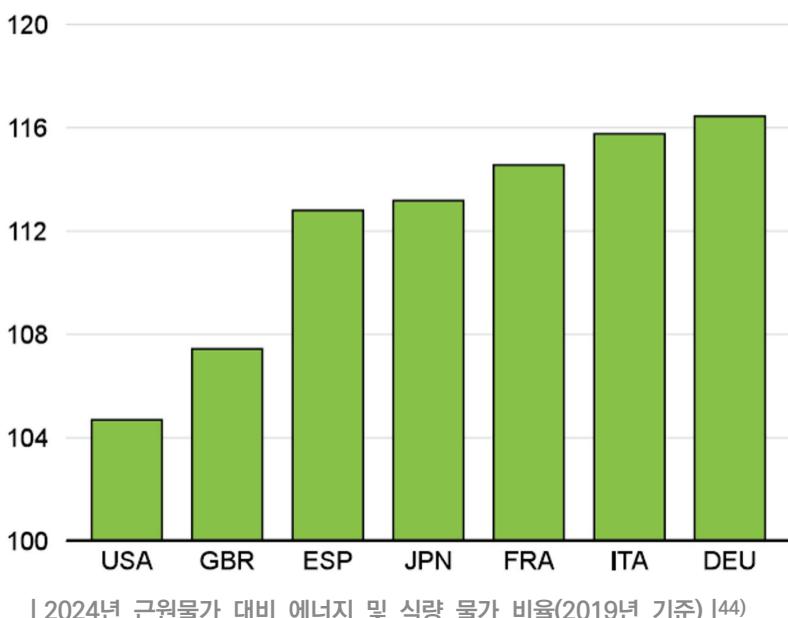
1968년 GDP 성장을 12.9%를 기록했지만 2023년 GDP 성장을 1.7%를 기록해 약 85% 감소했다.

나 에너지 인플레이션

인플레이션이 전 세계 경제성장을 둔화의 주요 원인이 되고 있으며 그 중 특히 에너지 가격 상승(에너지 인플레이션)이 근원물가상승(에너지 및 식량 품목 제외 물가 상승)에 비해 장기간 소비자신뢰(소비자 신뢰도, Consumer Confidence)에 상당한 영향을 끼쳐왔고 경제성장을 둔화에 기여하고 있다.⁴³⁾

아래에서는 에너지 인플레이션 및 에너지 가격 변동 동향을 검토하고 생태모방 기술 수요 및 관련 시장에서의 시장 영향력을 살펴본다.

1) 근원물가 대비 에너지 및 식량 물가 현황



43) Álvaro Pereira 등, 2024. OECD Economic Outlook 116. OECD

44) Álvaro Pereira 등, 2024. OECD Economic Outlook 116. OECD

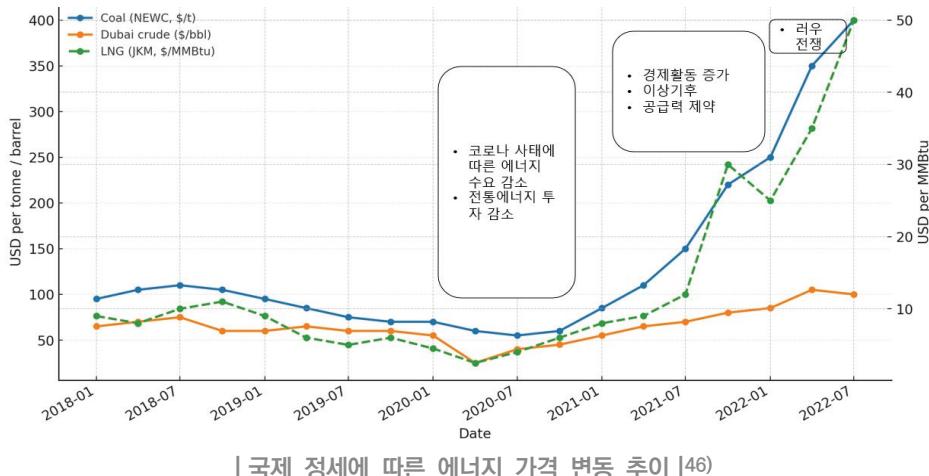
2024년 들어서 인플레이션이 비교적(Covid19 팬데믹, 우-러 전쟁 초기에 비해) 안정되고 있음에도 에너지 인플레이션은 오히려 확대되고 있는 것으로 조사된다.⁴⁵⁾

OECD에서 주요 7개국을 대상으로 ‘근원물가 대비 에너지 및 식량 물가 비율(Ratio of energy and food prices to core prices)’을 조사한 결과 2024 에너지 및 식량 물가는 2019년 대비 크게 증가한 것으로 나타났다.

각국의 2019년 비율을 100으로 봤을 때 2024년 미국은 104.6으로 4.6% 증가, 영국은 107.4로 7.4% 증가, 스페인은 112.7로 12.7% 증가, 일본은 113.1로 13.1% 증가, 프랑스는 114.5%로 14.5% 증가, 이탈리아는 115.7로 15.7% 증가, 독일은 116.4로 16.4% 증가했다.

산유국으로 분류되는 미국과 영국도 에너지 및 식량 물가가 근원물가 대비 뚜렷이 증가한 것으로 나타났으며 비산유국에 포함되는 독일, 프랑스, 일본 등은 그 비율이 크게 증가했다.

2) 주요 에너지원별 가격 추이



주요 에너지 가격은 국제 정세에 따라 큰 변동폭을 나타내고 있다. 또한 에너지 가격은 수요와 공급 상황에 매우 민감하게 영향을 받는다는 특징이 있다.

2020년에는 코로나19 바이러스에 따른 에너지 수요 감소와 국제사회의 탄소중립 정책 및 이에 따른 전통 에너지 투자 감소에 따른 영향으로 에너지 가격은 하락세를 나타냈

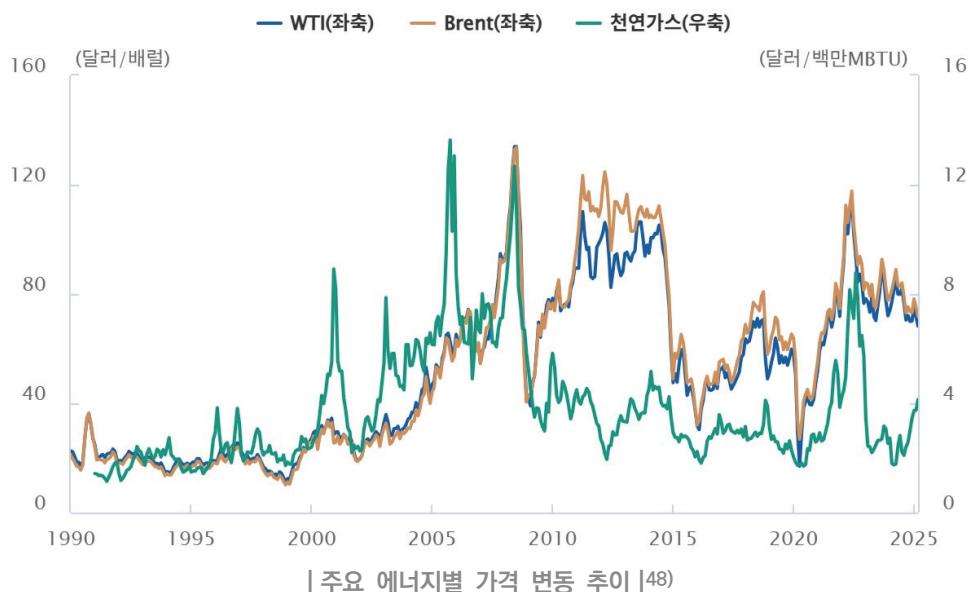
45) Álvaro Pereira 등, 2024. OECD Economic Outlook 116. OECD

46) 2023. 국제 에너지시장 동향 및 전망. 에너지경제연구원

다.47) 이는 탄소중립 정책에 따른 친환경에너지 투자가 전통 에너지 가격을 안정시킬 수 있다는 점을 시사한다.

2021년 들어서 코로나19 영향에 사회가 적응하고 위축됐던 경제가 다시 활성화되면서 에너지 수요가 증가했으며 이에 따라 2021년 상반기부터 점차 에너지 가격이 상승했으며 특히 하반기부터 석탄 및 LNG 가격이 크게 상승했다. 이는 에너지 수요 증가와 이에 따른 공급력 제약이 에너지 가격을 크게 변동시키고 있음을 알 수 있다.

2022년 2월에는 러시아가 우크라이나를 침공하면서 기존에 상승하던 에너지 가격이 더 큰 폭으로 상승했다.



1990년~2025년까지 장기간 주요 에너지 가격 변동 추이를 살펴보면, WTI유, Brent유, 천연가스 가격 모두 일정 기간(대략 2~5년 주기)마다 큰 폭으로 상승하고 다시 하락하는 변동 구간이 반복적으로 발생했다. 이는 주요 에너지 가격이 그만큼 불안정하다는 것을 의미한다.

원유가격은 지속적으로 가격이 상승했으며 큰 폭의 가격 변동 구간이 반복되고 있다. 천연가스 가격은 저점에서는 가격이 비슷하게 유지되고 있으나 변동 구간에서 변동폭이 원유가격에 비해 더 크게 나타난다.

47) 2023. 국제 에너지시장 동향 및 전망. 에너지경제연구원

48) 한국은행 금융경제, 세계경제. <https://snapshot.bok.or.kr/dashboard/F2>

2002년 1월 천연가스 가격은 MMBTU당 2.3달러에서 2005년 10월에는 13.6달러까지 상승했다. 이후 2006년 9월 4.9달러까지 하락. 우-러 전쟁이 발발한 시점인 2020년 2월 천연가스 가격은 MMBTU당 1.8달러에서 2022년 8월 8.8달러까지 상승한 이후 다시 하락세 구성했다.

1990년 1월 WTI원유 가격은 배럴당 22.6 달러, Brent유 가격은 배럴당 21.0달러에서 지속적으로 상승해 2025년 WTI원유 가격은 68.2달러, Brent유 가격은 71.7달러까지 상승했다.

원유 가격은 2002년부터 가격이 크게 상승했다 다시 하락하는 변동 구간이 발생하기 시작했다. 2002년 1월 WTI원유 가격은 배럴당 19.6달러, Brent유는 20.0달러에서 2008년 WTI 134달러, Brent유 133.6달러까지 상승했으며 이후 다시 크게 하락해 2008년 WTI유 40.6달러, Brent유 40.5달러까지 하락했다. 이 같은 변동 구간이 2025년까지 반복된다.

다 사회 부채 비율 동향

친환경 산업으로 분류되는 생태모방 기술 시장은 정부 정책에 큰 영향을 받는 시장으로 정부부채 등 주요국 정부 재정 현황을 자세히 살펴볼 필요성이 높다.

시장에서 영향력이 큰 OECD 국가들의 국채 발행 규모, 국가 부채 추이, 재정수지 동향 등을 검토하고 생태모방 기술 수요 및 관련 시장에서의 시장 영향력을 살펴본다.

1) 주요국 정부부채 현황

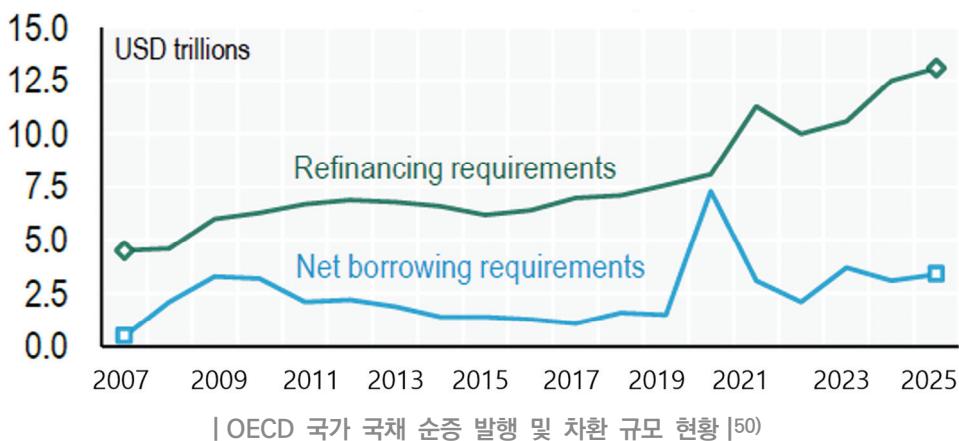


49) Serdar Çelik 등, 2025. OECD Global Debt Report 2025. OECD

OECD 국가들의 국채 발행 총액 규모(Gross borrowing requirements)는 2019년 코로나19 팬데믹 직후인 2020년 크게 증가했으며 이후 잠시 감소하는 듯했으나 2025년(예상)까지 지속적으로 상승하고 있다.

2020년 OECD 국가들의 국채 발행 규모는 15조 달러 규모를 기록했으며 이후 조금씩 감소해 2022년 12조 달러까지 감소했지만, 최근 다시 상승해 2023년 14조 달러, 2024년 16조 달러, 2025년 17조 달러까지 상승했다.

국채 발행 규모가 GDP에서 차지하는 비율은 2024년 및 2025년은 24%에 달한다.



OECD 국가들의 국채 발행 규모 증가는 국채 차환 규모(Refinancing requirements) 및 순증 규모(Net borrowing requirements)에 기인한다. 국채 차환 및 순증 규모는 모두 2019년 이후 크게 증가하고 있다.

2023년 차환 규모는 11조 달러 규모에서 2025년 13조 달러 규모로 증가했다.

순증 규모는 2023년 4조 달러 규모에서 2024년 3조 달러로 감소하고 2025년 3조 달러 수준으로 유지될 것으로 예상되지만, 2019년 코로나 팬데믹 이전 수준에 비하면 약 2배 정도로 크게 증가한 규모다.

국채 차환 및 순증 규모 그리고 전체적인 국채 발행 규모가 증가의 원인에는 코로나 팬데믹 직후 증가한 국채의 이자 지불, 기후변화에 대응하기 위한 에너지 변환 투자 비용, 인구 고령화, 세수 감소에 따른 것이다.⁵¹⁾

50) Serdar Çelik 등, 2025. OECD Global Debt Report 2025. OECD

51) Serdar Çelik 등, 2025. OECD Global Debt Report 2025. OECD

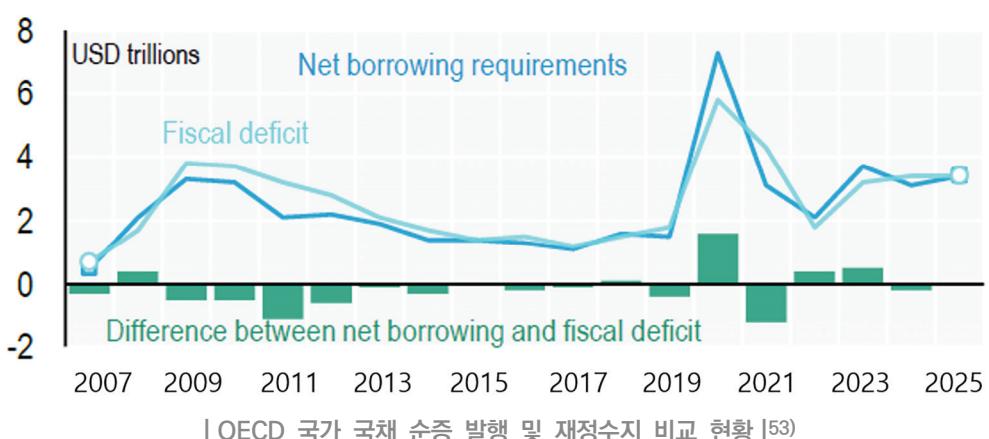
특히 기후변화 에너지 변환 투자 비용도 OECD 국가의 국채 발행 증가의 주요 원인이라는 점에 주목할 필요성이 있다.



국채 발행 규모 증가와 함께 OECD 국가들의 정부 총부채 규모(미상환 유통 국채, Outstanding central government marketable debt,)는 2007년부터 꾸준히 증가했다. 특히 코로나19 영향에 의해 2019년 이후 정부부채는 크게 증가했다.

2023년 이들 국가의 정부부채는 54조 달러로 2022년에 비해 4조 달러 증가했으며 2024년 55조 달러로 증가, 2025년에는 59조 달러로 증가했다.

GDP 대비 정부부채 비율은 2024년 84%에 이르며 2025년 85%로 증가했다.



52) Serdar Çelik 등, 2025. OECD Global Debt Report 2025. OECD

53) Serdar Çelik 등, 2025. OECD Global Debt Report 2025. OECD

OECD 국가들의 국채 발행(순증 발행) 규모가 증가할수록 재정적자 규모도 증가하며 국채 발행 규모가 확대될 경우 각국 정부는 재정적자 규모를 관리하기 위해 다시 국채 발행 규모를 축소하거나 유동성 확보 등의 정책을 실행하고 있다.

2020년 코로나19 충격으로 국채 순증 발행 규모는 크게 증가했으며 이들 국가는 이와 함께 유동성 확보(Liquidity buffer)를 통해 급격한 국채 발행에 대한 부담을 완화하도록 조치했다.

이에 따라 2020년 크게 늘어난 국채 순증 발행 규모에 비해 재정적자 수준이 더 낮게 기록된다. 즉, 순증 발행 규모와 재정적자 규모가 크게 차이 나는 이유는 OECD 국가들이 국채 순증 발행 규모에 대비해 다양한 유동성 확보(Liquidity buffer) 조치에 의한 것이다.

2021년에는 국채 순증 발행 규모를 크게 감소시켰음에도 재정적자 규모가 순증 발행 규모보다 더 크게 나타났다.

이와 같이 각국 정부는 2019년 코로나19 팬데믹 이후 증가하고 있는 국채 발행 규모 및 정부부채 증가에 대응하기 위해 재정 긴축 정책을 다양한 형태로 추진할 것으로 보인다.

라 시사점

전 세계 및 주요 국가들은 장기적으로 경제성장을 둔화를 겪고 있으며 이와 함께 에너지 안보 위기 증가와 에너지 인플레이션을 동시에 겪고 있는 상황이다.

특히 에너지 안보 위기 증가 및 오랫동안 지속되고 있는 에너지 인플레이션이 세계 경제 성장을 둔화와 전반적 인플레이션의 주요 원인이 되고 있다.

OECD도 세계 경제성장을 저하가 지속되는 주요 원인을 에너지 안보 위기 증가와 에너지 인플레이션 현상에 의한 것으로 보고 있으며 에너지 인플레이션이 소비지출 감소와 전반적인 인플레이션을 발생시키고 결국 경제성장을 둔화시키고 있다고 평가하고 있다.

이에 따라 각 국가가 에너지 가격 안정을 위해 에너지 효율성 기술 및 친환경 부문 투자는 불가피하며 OECD도 이를 권장하고 있는 상황이다.

이와 함께 국제사회의 탄소중립(넷제로) 정책의 필요성이 강화됨에 따라 에너지 효율성 기술 및 친환경·저탄소 부문 투자의 필요성은 더욱 높아지고 있다.

이는 생태모방 기술 시장에 대한 전반적인 시장 성장동력으로 작용하고 에너지 효율성 개선 및 친환경적 기능과 직접 관련된 산업은 큰 시장 기회 요소로 작용할 것으로 예상 된다.

또한 코로나19 팬데믹 이후 주요 국가들은 늘어난 재정수요에 따라 국채 발행량을 크게 늘리고 있으며 이에 따른 정부부채가 급격하게 증가한 상황이다.

이에 따라 주요국들은 향후 다양한 재정 긴축 정책을 추진을 해야 하는 상황이며 완만한 방식으로 진행된다 해도 기업·민간 경제에 부담이 증가할 수밖에 없을 것으로 보인다.

즉, 국가 및 기업 부채 증가와 탄소중립(넷제로), 에너지 인플레이션 현상을 동시에 절충해야 하는 현 상황에서 각국 정부와 기업들은 선택적, 우선적, 전략적 투자를 할 가능성이 높다. 즉 주요국들은 공적 자금에 있어 전략적 선택적 투자가 심화할 것으로 예상된다.

이에 따라 국제사회와 시장은 에너지 효율성 개선 및 친환경·저탄소 분야의 투자 집중화는 점차 심화할 것으로 보이며 생태모방 기술 중 에너지 효율성 개선 및 친환경저탄소 기능이 뚜렷한 분야의 기술 투자와 수요는 크게 증가할 것으로 보인다.

또한 민간·기업 부분에서도 장기적인 저성장 경제, 에너지비용 증가, 부채 증가 심화에 따라 에너지 비용 절감 효과가 있는 기술에 대한 수요는 크게 증가할 것으로 예상된다.

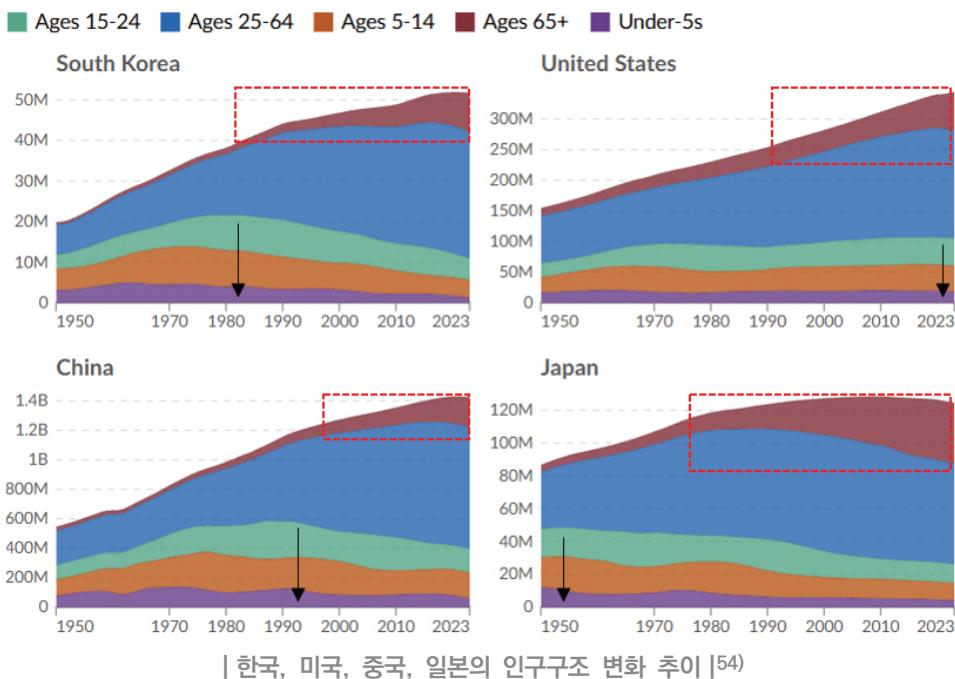
3 사회환경

가 인구구조 동향

주요 국가 및 지역의 인구구조, 연령 부양 비율 변화 추이를 살펴보고 생태모방 기술 수요 및 관련 시장에 끼칠 영향력을 살펴보도록 한다.

1) 연령별 인구구조

가) 주요 국가 연령별 인구구조 변화



주요 국가들은 대체로 대략 1990년대부터 65세 이상 인구가 크게 증가하고 있으며 64세 이하 연령 인구는 감소세를 나타내고 있다. 특히 어린 연령 계층일수록 인구 감소세가 크다.

한국, 일본, 중국은 대략 1990년대부터 65세 이상 인구가 크게 증가하고 있는 반면, 24세 이하 연령층은 큰 감소세를 나타내고 있다.

미국도 1990년 전후로 65세 인구가 지속적으로 증가하고 있다. 미국은 이미 인구 유입으로 64세 이하 인구가 대략 2020년까지 증가세를 유지할 수 있었지만 2020년 이후 감소세를 나타내고 있다.

25~64세 연령 인구는 한국, 중국의 경우 2015년 전후부터 감소세를 나타내기 시작했으며 일본의 경우 1990년대부터 감소세를 나타낸다.

54) Our World in Data, Age Structure, Population by age group. <https://ourworldindata.org/age-structure>

1990년 한국의 연령대별 인구는 5세 이하 337만 명, 5~14세 801만 명, 15~24세 909만 명, 25~64세 2,145만 명, 65세 이상 215만 명을 기록했지만 2023년 5세 이하 136만 명, 5~14세 432만 명, 25~64세 3,130만 명, 65세 이상 948만 명을 기록했다.

한국 등 주요 국가들은 이와 비슷하게 65세 이상 인구는 크게 증가하고 있는 반면, 어린 연령 계층일수록 인구가 감소하는 경향을 나타내고 있다.

한국의 1990년 65세 이상 인구는 215만 명이었지만, 2023년 948만 명으로 4배 이상 증가했다.

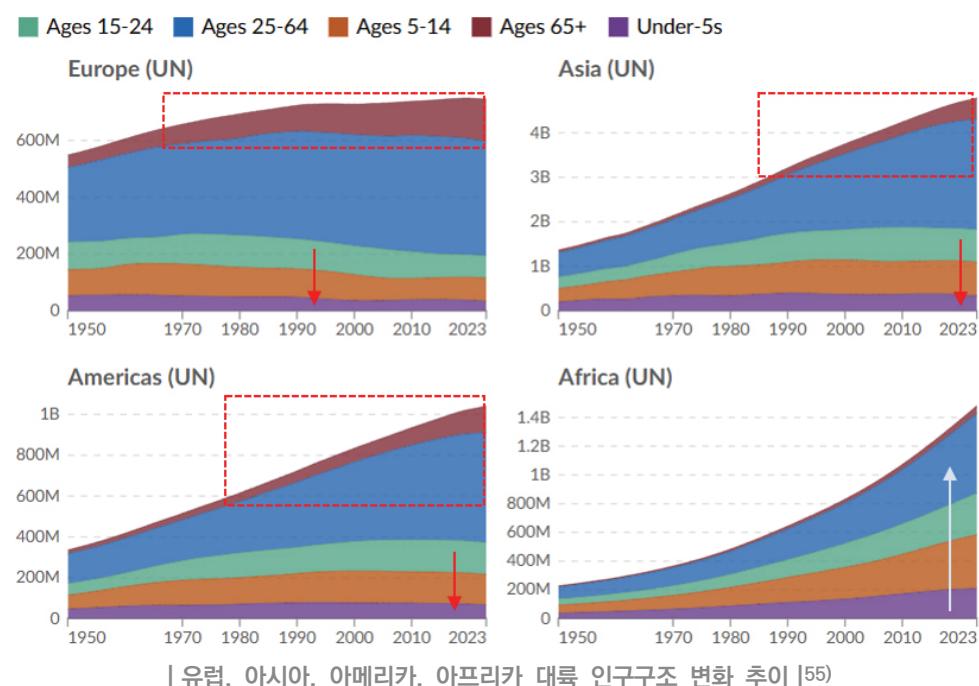
미국의 1990년 65세 이상 인구는 3,114만 명이었지만, 2023년 5,772만 명으로 증가했다.

일본의 1990년 65세 이상 인구는 1,500만 명이었지만, 2023년 3,665만 명으로 증가했다.

중국의 1990년 65세 이상 인구는 6,166만 명이었지만, 2023년 2억 362만 명으로 증가했다.

그 밖의 다른 국가들도 대부분 조사한 국가들의 인구변화와 비슷한 구조를 나타낸다.

나) 주요 대륙별 인구구조 변화



55) Our World in Data, Age Structure, Population by age group. <https://ourworldindata.org/age-structure>

주요 대륙인 아시아, 유럽, 아메리카 대륙은 주요 국가들의 인구변화와 마찬가지로 65세 인구는 증가하고 있는 반면, 64세 이하 연령층 인구는 감소세를 나타낸다.

반면, 주요 대륙 중 유일하게 아프리카만 64세 이하 모든 연령층이 증가하고 있으며 65세 이상 인구는 크게 증가하고 있지 않은 것으로 나타났다.

유럽의 1990년 65세 이상 인구는 9,185만 명이었지만, 2023년 1억 4,962만 명으로 증가했으며 이는 약 5천만 명 증가한 규모다.

아시아의 1990년 65세 이상 인구는 1억 5,444만 명이었지만, 2023년 4억 6,940만 명으로 증가했으며 이는 약 3배 증가한 규모다.

아메리카 대륙의 1990년 65세 이상 인구는 5,460만 명이었지만, 2023년 1억 3,027만 명으로 증가했으며 이는 2배 이상 증가한 규모다.

아프리카 대륙의 1990년 65세 이상 인구는 2,031만 명에서 2023년 5,304만 명으로 증가했지만 아프리카 전체 인구수인 14.8억 명에 비하면 굉장히 작은 규모다.

결국 65세 이상 인구 증가율이 높지 않은 아프리카 대륙도 65세 이상 인구가 증가하고 있으며 다른 주요 대륙인 아시아, 유럽, 아메리카 대륙은 65세 이상 인구가 크게 증가하고 있는 것이 특징이다.

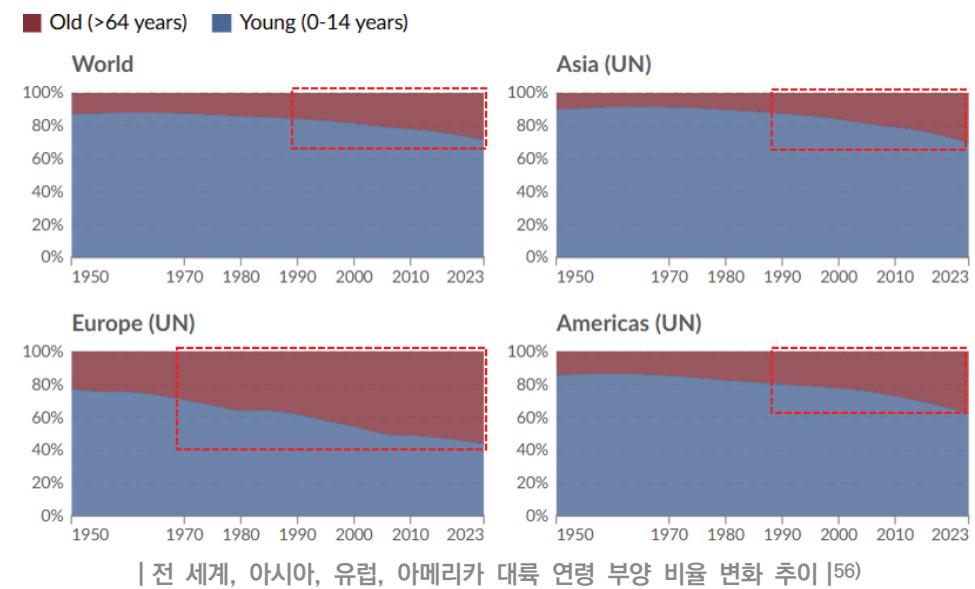
세계 경제 시장의 대부분을 차지하는 아시아, 유럽, 아메리카 대륙의 64세 이하 대부분의 연령층은 감소세를 나타낸다.

2) 연령 부양비율(Age dependency)

생산 가능 연령(15세 이상 64세 미만)에 대한 비생산 가능 연령(0~14세 및 65세 이상)의 비율인 부양비(Dependency Ratio)를 검토하고 생태모방 기술 시장에 대한 시장 영향력을 조사한다.

특히 연령에 따라 사회 생산 가능 인구가 비생산 연령을 부양하는 정도를 나타내는 연령 부양비(Age Dependency Ratio)를 중심으로 검토한다.

가) 주요 대륙별 연령 부양 비율 변화



전 세계 노년 부양 비율(64세 이상)은 1950년 이후 지속적으로 증가하고 있으며 대략 1990년대부터 노년 부양비는 크게 증가하고 있다. 반대로 유소년 부양 비율(0~14세)은 지속적으로 감소세를 나타낸다.

1990년 전 세계 노년 부양 비율은 15.54%, 유소년 부양 비율은 84.46%였지만 2023년 노년 부양 비율은 28.53%, 유소년 부양 비율은 71.47%로 노년 부양 비율이 약 2배가량 증가했다.

주요 대륙인 아시아, 유럽, 아메리카 대륙도 비슷한 변화추이를 나타내고 있으며 특히 유럽의 노년 부양 비율 큰 증가세를 나타낸다.

1990년 유럽의 노년 부양비는 38.22%, 유소년 부양비는 61.78%였지만 2023년 노년 부양비는 56.41%, 유소년 부양비는 43.59%를 기록했다.

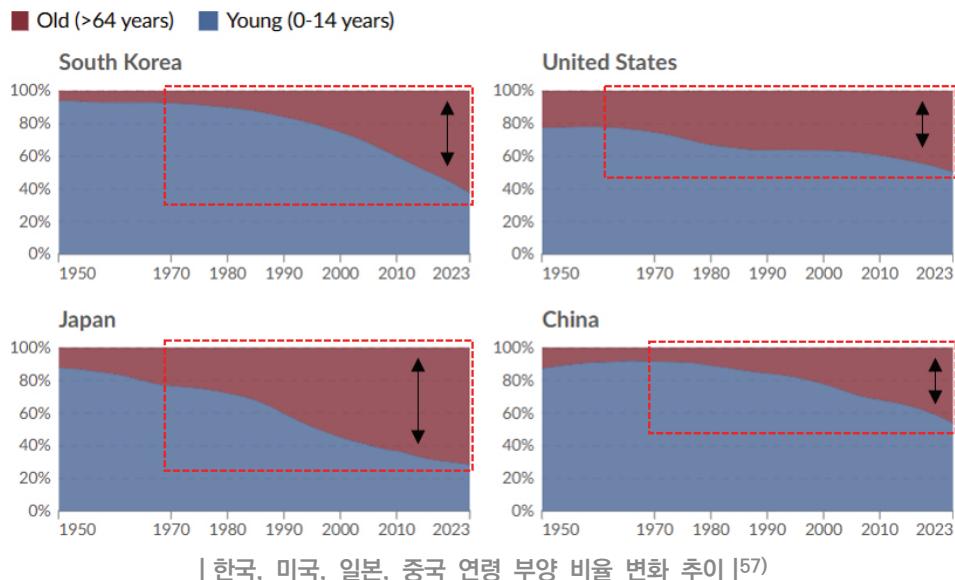
1990년 아시아의 노년 부양비는 12.36%, 유소년 부양비는 87.87%였지만 2023년 노년 부양비는 29.96%, 유소년 부양비는 70.04%를 기록했다.

56) Our World in Data, Age Structure, Age dependency breakdown by young and old dependents, 1950 to 2023. <https://ourworldindata.org/age-structure>

1990년 아메리카 대륙의 노년 부양비는 19.81%, 유소년 부양비는 80.19%였지만 2023년 노년 부양비는 37.50%, 유소년 부양비는 62.50%를 기록했다.

전 세계 및 주요 대륙들의 2023년 노년 부양비는 1990년에 비해 약 2배가량 증가세인 것을 알 수 있다.

나) 주요 국가별 연령 부양 비율 변화



주요 국가들인 한국, 미국, 일본, 중국의 노년 부양비는 전 세계 노년 부양비 증가율보다 더 크게 증가하고 있으며 마찬가지로 대략 1990년쯤부터 노년 부양비가 크게 증가하고 있는 추세를 나타낸다.

특히 한국과 일본의 노년 부양비는 크게 증가하고 있으며 2023년 기준 한국과 일본의 노년 부양비는 유소년 부양비를 크게 앞지른 상태다. 미국과 중국도 2023년 기준 노년 부양비가 50%에 근접한 상황이다.

1990년 한국의 노년 부양비는 15.91%, 유소년 부양비는 84.09%였지만 2023년 노년 부양비는 62.54%, 유소년 부양비는 37.46%를 기록했다. 이는 노년 부양비가 4배 이상 증가한 규모다.

57) Our World in Data, Age Structure, Age dependency breakdown by young and old dependents, 1950 to 2023. <https://ourworldindata.org/age-structure>

1990년 일본의 노년 부양비는 40.28%, 유소년 부양비는 59.72%였지만 2023년 노년 부양비는 71.67%, 유소년 부양비는 28.33%를 기록했다.

1990년 미국의 노년 부양비는 36.29%, 유소년 부양비는 63.71%였지만 2023년 노년 부양비는 49.74%, 유소년 부양비는 50.26%를 기록했다.

1990년 중국의 노년 부양비는 15.66%, 유소년 부양비는 84.34%였지만, 2023년 노년 부양비는 46.32%, 유소년 부양비는 53.68%를 기록했다. 이는 노년 부양비가 약 3배 증가한 규모다.

3) 시사점

전 세계 및 주요 국가들의 65세 이상 인구수 및 노년 부양 비율은 크게 증가하고 있는 반면, 64세 이하 특히 24세 이하 연령층 인구는 크게 감소하고 있고 유소년 부양비도 크게 감소하고 있는 상황이다.

이는 전세계적으로 노동 생산 인구 수가 감소하고 이에 따른 생산성이 감소하고 있는 것을 의미하며 이와 함께 노년층에 대한 부양 부담도 함께 증가하고 있다는 것을 의미한다.

특히 유럽, 한국, 미국, 중국, 일본 등 주요국들에서 이러한 생산 인력 감소 추세가 크게 진행되고 있으며 이는 생태모방 기술 시장에도 큰 영향력을 끼칠 것으로 보인다.

생산 인력 감소 현상은 부족한 인력을 충원하기 위해 새로운 기술의 도입을 필요로 할 것이며 실제로 이와 관련된 휴머노이드, 산업 자동화 설비, 스마트팩토리 등 새로운 기술 산업은 폭발적으로 성장하고 있다.

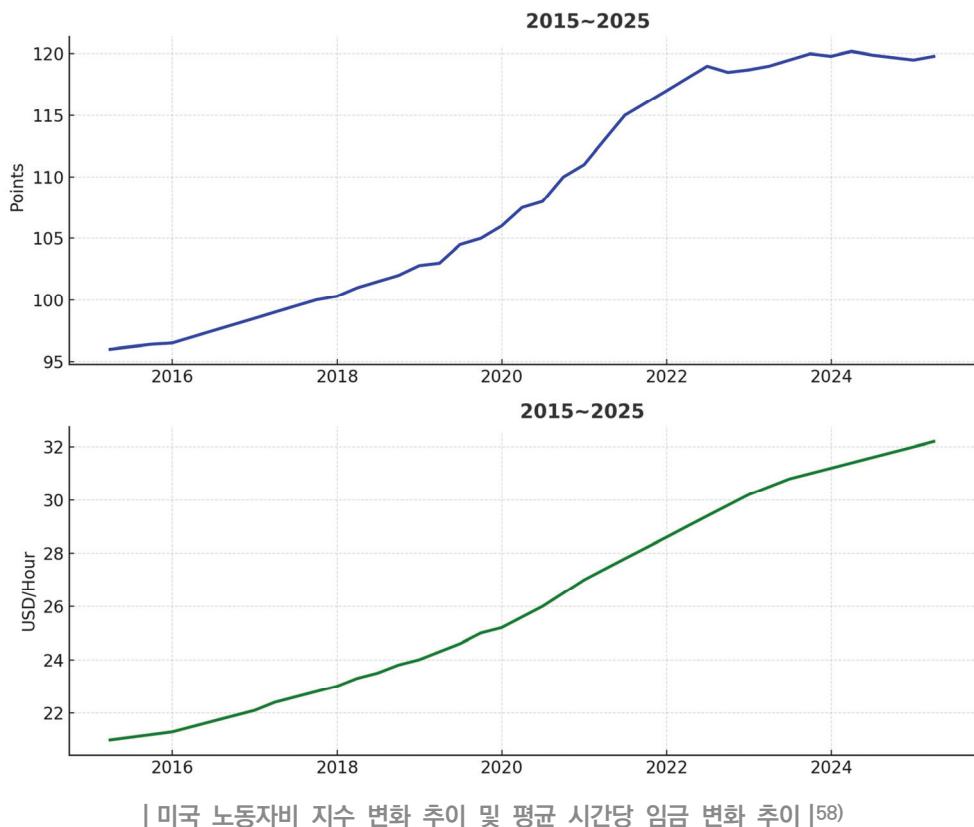
휴머노이드, 산업 자동화 설비, 스마트팩토리 등 기술은 생태모방 기술 5대 분야 시장 중 하나인 건축/기계설계 산업에 대부분 포함된다.

결국 AI 기술과 로봇, 기계설계의 융합으로 인간의 실질적인 노동력을 대체할 수 있는 휴머노이드, 설계 자동화 시스템, 스마트팩토리 등 기술 시장 진입이 가속화되고 있으며 이러한 기술을 더욱 발전시킬 수 있는 생태모방 건축/기계설계 분야 기술 시장은 큰 기회 요소로 작용할 것으로 보인다.

나 임금 및 인건비 증가 동향

미국, 유럽, 한국 등 주요국의 임금 및 인건비 동향을 살펴보고 생태모방 기술 수요 및 관련 시장에 끼칠 영향력을 검토한다.

1) 미국 임금 및 노동비 동향



미국의 평균 시간당 임금 및 노동비 지수는 최근 10년간 크게 증가하고 있다.

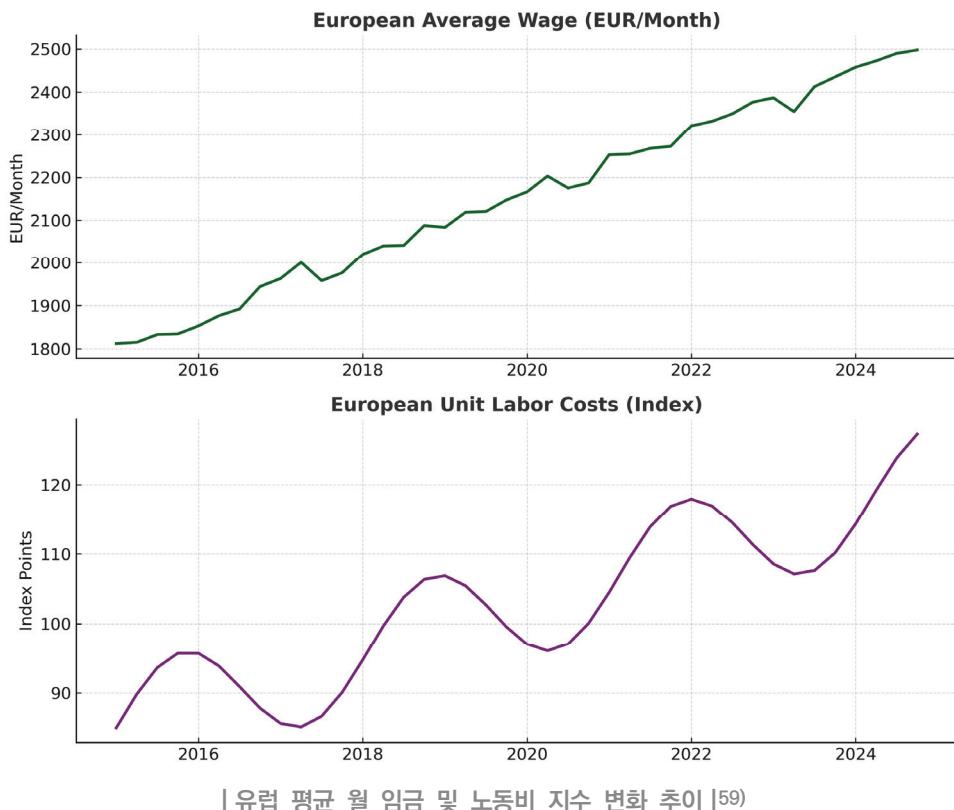
미국의 평균 시간당 임금은 2015년 3월 20.98달러에서 2020년 3월 24.98달러로 4달러 증가했으며 다시 2025년 3월 30.96달러로 약 6달러 증가했다.

임금, 급여세 등 고용주가 노동자의 노동을 위해 지불하는 합산 금액 지수인 노동비 지수 (Labor costs Index)도 최근 10년간 크게 증가세이다.

58) Trading Economics, United States Average Hourly Wages, United States, Nonfarm Unit Labor Costs. <https://tradingeconomics.com/united-states/unit-labour-costs-qoq>

미국 노동비 지수는 2015년 1분기 96.861포인트에서 2020년 1분기 106.381포인트로 증가했으며 2024년 1분기에는 120.718포인트로 크게 증가했다.

2) 유럽 임금 및 노동비 동향



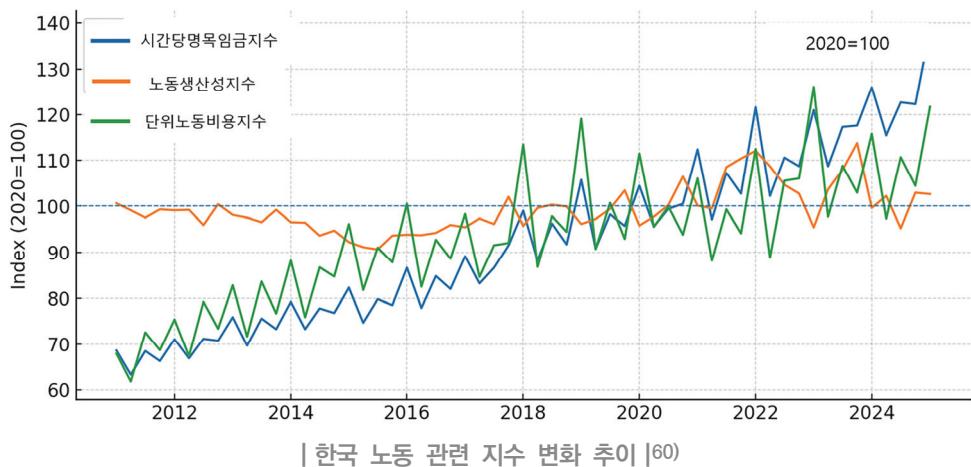
유럽의 임금 및 노동비 지수도 미국과 마찬가지로 최근 10년간 크게 증가하고 있는 추세다.

유럽의 평균 월당 임금은 2015년 1분기 1,860유로에서 2020년 1분기 2,120유로로 증가했으며 다시 2024년 1분기 2,520유로로 증가했다.

임금 및 급여세 등 고용주가 포괄적으로 지불하는 금액에 대한 지수인 노동비 지수는 2015년 2분기 92.9포인트에서 2020년 2분기 104포인트로 증가했으며 다시 2024년 2분기 119.4포인트로 증가했다.

59) Trading Economics, Euro Area Average Monthly Wage Per Worker, Euro Area, Labour Costs.
<https://tradingeconomics.com/euro-area/wages>

3) 한국 임금, 노동비, 생산성 지수 동향



최근 20년간 한국은 임금지수 및 노동비 지수가 크게 증가한 반면, 노동생산성지수는 크게 변동하지 않은 추세이다. 즉 임금 및 인건비는 크게 증가하고 있지만, 그에 비해 노동에 의한 생산성은 제자리 수준이 오랫동안 유지되고 있는 것이 특징이다.

이는 기업 입장에서 보면, 임금은 크게 늘고 있지만 그에 비해 생산성은 증가하지 않으므로 되도록 인건비를 줄이게 되는 원인이 될 수 있다.

2011년 1분기 시간당 명목 임금지수는 68.6p, 단위노동비용지수는 67.9p, 노동생산성지수는 100.6p로 임금지수와 노동비 지수는 비교적 낮은 반면, 노동생산성지수는 높은 수준이 유지됐다.

2016년 1분기 시간당 명목 임금지수는 86.6p, 단위노동비용지수는 100.5p, 노동생산성지수는 93.8을 기록하면서 임금지수 및 노동비 지수는 크게 증가한 반면, 노동생산성지수는 오히려 하락했다.

2024년 1분기 시간당 명목임금 지수는 125.5p, 단위노동비용지수는 118.6p, 노동생산성지수는 105.5p로 임금지수 및 노동비지수가 100p를 훌쩍 뛰어넘고 노동생산성지수는 23년 전과 비교해 5p만 상승한 것이 특징이다.

60) 한국은행 금융·경제, 노동 관련 지수. <https://snapshot.bok.or.kr/dashboard/100b>

4) 시사점

주요국인 미국, 유럽, 한국의 임금 및 노동비는 최근 증가세가 크게 유지되고 있으며 다른 대부분 주요 국가도 이와 비슷한 동향을 나타낸다.

이러한 추세는 인플레이션 현상과 함께 기업에 큰 부담 요소로 작용하기 때문에 되도록 인건비를 줄이려는 현상으로 이어지게 된다.

특히 한국과 같이 임금 및 노동비는 크게 상승하는 반면, 그에 비례해 노동생산성이 크게 증가하지 않는 국가에서는 인간의 노동력을 대신할 수 있는 휴머노이드, 자동화 시스템, 스마트팩토리 등 기술의 수요는 더 클 수밖에 없다.

이에 따라 생태모방 기술 중 휴머노이드, 스마트팩토리 등 산업 자동화와 관련된 분야와 관련된 건축/기계설계 산업은 큰 기회 요소로 작용할 것으로 예상된다.

특히 AI 기술과 로봇, 기계 설계의 융합으로 인간의 노동력을 대체할 수 있는 상품과 기술은 더욱 정교해지고 있으며 이에 따른 경쟁이 심화될수록 생태모방 기술에 대한 수요는 더 증가할 것으로 보인다.

다) 기술 및 R&D 투자 동향

1) 주요국 국내총연구개발비(GERD) 동향

Region, country, or economy	GERD (PPP US\$billions)	R&D-performing sector: Share of total (percent)				R&D source of funds: Share of total (percent)			
		Business	Government	Higher education	Private nonprofit ^a	Business	Government	Other domestic	Rest of the world
United States ^b	806.0	77.6	8.3	10.4	3.7	67.9	19.9	5.5	6.7
EU-27	474.1	65.6	11.6	22.0	0.8	57.0	30.8	2.4	9.9
China	667.6	76.9	15.3	7.8	NA	78.0	19.0	NA	0.2
Japan	177.4	78.6	8.4	11.9	1.2	78.1	15.5	5.9	0.6
Germany	153.7	66.9	14.8	18.3	NA	62.8	30.0	0.3	6.9
South Korea	119.6	79.1	9.8	9.1	2.0	76.1	22.8	0.8	0.3
United Kingdom	97.8	70.9	5.1	22.5	1.5	58.5	19.4	11.4	10.6
France	77.2	65.7	11.7	20.5	2.1	55.4	32.5	4.4	7.7

| 주요국 및 지역 GERD 현황 요약 | 61)

61) Francisco Moris, 2024. Research and Development: U.S. Trends and International Comparisons.

국내총연구개발비(GERD)⁶²⁾가 가장 높은 최상위 국가는 미국, EU 연합 27개국, 중국, 일본, 독일, 한국, 영국, 프랑스 순이며 미국과 중국, 유럽이 전체 GERD의 대부분을 차지하고 있다.

특히 미국은 국내총연구개발비가 8,060억 달러(21년 기준)로 유로 연합 27개 국가와 비교해도 2배에 가까운 규모다.

이는 R&D 비중이 높은 ‘신기술’ 산업인 생태모방 기술 시장의 경우 미국 시장에 큰 영향을 받게 된다는 것을 의미한다.

국가별 GERD는 2024년 기준 미국 8,060억 달러, 중국 6,676억 달러, EU 27개국 4,741억 달러, 일본 1,774억 달러, 독일, 1,537억 달러, 한국 1,196억 달러, 영국 978억 달러, 프랑스 772억 달러를 기록했다.

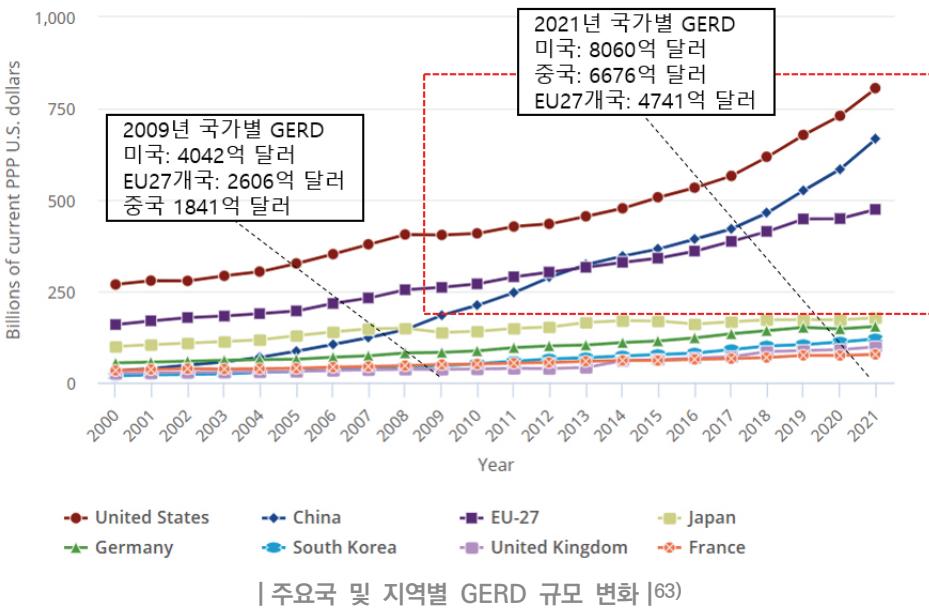
대부분 국가의 R&D는 수행 주체(performing sector)와 자금출처(source of funds) 모두 기업(Business)이 대부분을 차지하고 있다.

하지만 자금출처의 경우 정부의 비중이 높아지는 것이 특징이다. 즉 대부분 국가에서 R&D 수행은 기업이 수행하는 비중이 압도적으로 높지만, R&D 자금은 정부가 출자하는 비중이 비교적 높아진다는 것을 의미한다.

최대 R&D 지출 국가인 미국의 경우 R&D 수행 주체가 정부인 경우는 8.3%에 불과했지만, 자금출처가 정부인 경우는 19.9%를 차지하고 있다.

이러한 현상은 생태모방 기술과 같은 R&D 비중이 높은 ‘신기술’ 산업의 경우 정부의 정책에 비교적 큰 영향을 받게 된다는 점을 시사한다.

62) 기업, 정부, 고등교육기관, 비영리 기관 등 포함 기관이 R&D 수행 및 자금 출처한 연구비



미국, 중국, 유럽 27개국의 GERD 규모는 대체로 2009년 이후부터 급격히 증가해 다른 국가들에 비해 월등히 높은 수준에 이르고 있다.

미국, 중국, 유럽은 최근 GERD 규모가 다른 국가에 비해 압도적으로 큰 규모를 구성하고 있으며 특히 이들 국가는 장기간 높은 GERD 성장세를 나타내 R&D 중심 시장을 주도하고 있다.

이는 생태모방 기술 등 R&D 중심 ‘신기술’ 산업의 경우 미국과 함께 중국, 유럽의 시장 영향력도 점차 증가하고 있는 것을 의미한다.

2009년 미국의 GERD는 4,042억 달러, EU 27개국은 2,606억 달러, 중국은 1,841억 달러였지만 2021년 미국의 GERD는 8,060억 달러, 중국은 6,676억 달러, EU 27개국은 4,741억 달러로 크게 증가했다.

11년 동안 미국의 GERD는 약 2배, 중국의 GERD는 3배 이상, EU 27개국 GERD는 2배 이상 증가한 규모다.

⁶³⁾ Francisco Moris. 2024. Research and Development: U.S. Trends and International Comparisons.

2) R&D 분야별 투자 현황

가) 미국 R&D 투자 동향

(Millions of dollars and percent)

Industry, NAICS code	Domestic net sales ^a	Domestic R&D ^b	R&D-to-sales ratio (%)
All industries, 21–33, 42–81	13,097,756	602,499	4.6
Manufacturing industries, 31–33	6,550,600	326,060	5.0
Chemicals, 325	1,309,684	109,490	8.4
Pharmaceuticals and medicines, 3254	624,341	100,220	16.1
Machinery, 333	427,096	17,730	4.2
Computer and electronic products, 334	778,262	101,063	13.0
Semiconductor and other electronic components, 3344	232,353	47,396	20.4
Electrical equipment, appliance, and components, 335	156,050	5,494	3.5
Transportation equipment, 336	1,014,159	50,760	5.0
Motor vehicles, bodies, trailers, and parts, 3361–63	623,254	26,391	4.2
Aerospace products and parts, 3364	311,988	21,468	i
Nonmanufacturing industries, 21–23, 42–81	6,547,157	276,439	4.2
Information, 51	1,703,835	147,855	8.7
Software publishers, 5112	303,134	39,049	12.9
Data processing, hosting, and related services, 518	562,172	45,192	8.0
Finance and insurance, 52	1,537,769	20,947	1.4
Professional, scientific, and technical services, 54	483,784	66,496	13.7
Computer systems design and related services, 5415	199,429	20,409	10.2
Scientific R&D services, 5417	82,907	34,142	i
			41.2

| 미국 내 기업 R&D 산업별 투자 현황(2021년 기준) |⁶⁴⁾

기업들의 미국 내 R&D 전체 투자(지출) 규모는 6,024억 달러 규모이며 그중 제조업 분야 R&D 투자 규모는 3,260억 달러 규모로 전체의 약 54%를 차지하고 있다.

기업들의 제조업 분야 R&D 중 화학/제약, 기계, 전자제품/반도체, 항공 장비 분야에서 매출 대비 높은 R&D 지출 비중을 나타낸다.

이는 기업들의 화학/제약, 기계, 전자제품/반도체, 항공 장비 분야에 있어 높은 신기술 수용성을 나타내는 것으로 이들 분야에서는 생태모방 기술도 수용성이 높을 것으로 예상된다.

(Millions of dollars and percent)

Industry, NAICS code	Domestic net sales ^a	Domestic R&D ^b	R&D-to-sales ratio (%)
All industries, 21–33, 42–81	13,097,756	602,499	4.6
Manufacturing industries, 31–33	6,550,600	326,060	5.0
Chemicals, 325	1,309,684	109,490	8.4
Pharmaceuticals and medicines, 3254	624,341	100,220	16.1
Machinery, 333	427,096	17,730	4.2
Computer and electronic products, 334	778,262	101,063	13.0
Semiconductor and other electronic components, 3344	232,353	47,396	20.4
Electrical equipment, appliance, and components, 335	156,050	5,494	3.5
Transportation equipment, 336	1,014,159	50,760	5.0
Motor vehicles, bodies, trailers, and parts, 3361–63	623,254	26,391	4.2
Aerospace products and parts, 3364	311,988	21,468	i
			6.9

| 미국 내 기업 제조업 분야 R&D 투자 현황 |⁶⁵⁾

64) Francisco Moris, 2024. Research and Development: U.S. Trends and International Comparisons.

65) Francisco Moris, 2024. Research and Development: U.S. Trends and International Comparisons.

기업들의 미국 내 제조업 R&D 투자 규모가 가장 큰 분야를 순서대로 살펴보면 화학/제약 분야 1,094억 달러, 컴퓨터 및 전자제품 분야 1,010억 달러, 수송 및 이동 장비 분야 507억 달러, 기계 분야 177억 달러, 전기장비 분야 54억 달러 순이다.

특히 화학 분야 R&D 중 제약 분야 R&D 투자는 1,002억 달러로 대부분을 차지하고 있으며 컴퓨터 및 전자제품 R&D 투자 중 반도체 R&D 투자가 473억 달러로 절반 정도를 차지하고 있다. 수송 및 이동 장비 분야 R&D 투자 중 자동차(Motor) 장비 R&D 투자는 263억 달러, 항공 장비 R&D 투자는 214억 달러 규모이다.

매출 대비 R&D 비중을 살펴보면, 전체 화학 분야도 8.4%로 높은 편이지만 그중 제약 분야 별도로는 16.1%로 상당히 높은 수준이다.

컴퓨터 및 전자제품 분야의 매출 대비 R&D 비중은 13.0%로 상당히 높은 편이지만 그 중 반도체 분야는 20.4%로 전체 산업 중 가장 높은 수준을 차지한다. 이는 급성장하는 AI 시장에 영향을 받았기 때문이다.⁶⁶⁾

항공우주 분야 R&D 분야의 매출 대비 R&D 비중은 6.9%로 전체 산업 평균 비중인 4.6%에 비해 역시 높은 수준이다.

반면, 수송 장비 관련 전체 매출액은 1조 141억 달러에 이르지만 R&D 투자는 5.0%인 507억 달러, 자동차 관련 매출액은 6,232억 달러에 이르지만 R&D 투자는 4.2%인 263억 달러에 불과하다.

이에 따라 화학/제약, 전자제품/반도체, 항공 장비 분야는 신기술 수용성이 높고 이는 해당 분야의 생태모방 수요로 이어질 가능성이 클 것으로 예상된다.

반면, 매출 대비 R&D 비중이 낮은 수송 장비 및 자동차 관련 분야는 R&D 금액 자체가 높아 생태모방 기술에 대한 잠재적 수요 및 시장 잠재력은 높지만, 비교적 신기술 수용성이 낮다고 볼 수 있다. 또한 해당 산업 내에서 다양한 영역으로의 기술 수요 확장성은 비교적 느릴 것으로 보인다.

매출 규모에 비해 R&D 비중이 낮은 산업은 기존 기술 기반 중심으로 사업을 운영하는 경향이 강하고 이에 따라 기술 혁신보다는 기존 시장 점유율 확대 등에 보다 집중하는 것이 특징이기 때문이다.

66) Francisco Moris, 2024. Research and Development: U.S. Trends and International Comparisons.

결국 신기술 R&D 의존도가 비교적 낮은 수송 장비 및 자동차 분야 산업에서는 관련 생태모방 기술이 빠르게 개발된다고 하더라도 실제로 기술이 시장에 도입되는 시기는 트렌드 등 다양한 시장 상황에 따라 상대적으로 느릴 가능성이 높다.

이에 따라 생태모방 기술의 경우에도 수송 장비 및 자동차 분야에서는 기술 수용성에 대한 확장이 화학/제약, 반도체 등 분야에 비해 상대적으로 낮을 것으로 예상된다.

· Electricity, gas, steam and air conditioning supply; Water supply; sewerage, waste management and remediation activities	617.000
· Services of the business economy - sections G to N	
· Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles	12 850.000
· Transportation and storage	5 120.000
· Information and communication	149 551.000
· · Publishing activities	35 678.000
· · · Publishing of books, periodicals and other publishing activities	67.000
· · · Software publishing	35 612.000
· · Telecommunications	
· · Computer programming, consultancy and related activities	18 457.000
· · Information service activities	42 839.000
· Financial and insurance activities	13 965.000

| 미국 내 기업 주요 비제조업 분야 R&D 투자 현황 |⁶⁷⁾

미국 내 기업들은 연간(2020년 기준⁶⁸⁾) 오염관리 분야가 포함된 ‘전기, 가스, 스팀, 대기질, 물 자원 공급, 오염관리’ 분야 R&D에 6억 1,700 백만 달러를 지출함. 이는 위에서 살펴본 제약, 전자제품/반도체, 항공 장비 등 분야에 대한 R&D 투자 규모에 비해 비교적 작은 규모다.

하지만 해당 분야는 민간·기업 주도 산업이 아닌 정부 주도 산업으로 정부 R&D 예산 규모는 이보다 훨씬 많을 것으로 예상된다.

또한 미국 정부는 2020년 이후 ‘전기, 가스, 스팀, 대기질, 물 자원 공급, 오염관리’ 분야의 R&D 투자 규모를 기밀 또는 비공개 사항으로 처리하고 있다.

이에 따라 생태모방 기술의 주요 분야인 환경오염 처리 시장 및 관련 기술 수요는 아직 상대적으로 민간 기업보다는 정부를 중심으로 시장 성장이 촉진될 것으로 보이며 적극적

67) Business enterprise R&D expenditure by industry. OECD Data Explorer. <https://data-explorer.oecd.org>

68) 2021년 이후 미국 정부는 해당 정보를 비공개 처리하고 있으며 이에 따라 2020년 자료가 가장 최근 자료

인 정부 주도의 기술 투자 및 정책 추진이 민간 기업의 기술 수용성을 주도할 것으로 예상된다.

<i>Time period</i>	2020	2021	2022	2023	2024
<i>Socio-economic objectives</i>					
Total	169 901.000	161 885.000	186 876.000	198 941.000	₩ 203 919.000
· Total GBARD excluding GUF	169 901.000	161 885.000	186 876.000	198 941.000	₩ 203 919.000
· Exploration and exploitation of the Earth	1 778.000	2 519.000	2 026.000	2 375.000	₩ 2 306.000
· Environment	556.000	574.000	573.000	624.000	₩ 624.000
· Exploration and exploitation of space	14 206.000	11 566.000	14 552.600	10 920.000	₩ 11 033.000
· Transport, telecommunication and other infrastructures	1 926.000	1 911.000	2 496.000	2 038.000	₩ 1 970.000
· Energy	4 539.000	4 529.000	7 113.900	6 460.000	₩ 8 675.000
· Industrial production and technology	821.000	952.000	5 761.000	3 000.000	₩ 2 284.000
· Health	48 055.000	44 941.000	49 486.321	50 453.000	₩ 50 114.000
· Agriculture	3 061.000	3 222.000	3 904.798	3 442.000	₩ 3 457.000
· Education	581.000	588.000	719.000	581.000	₩ 767.000
· Culture, recreation, religion and mass media	28.000	28.000	28.000	28.000	₩ 32.000

| 미국 정부 주요 분야별 R&D 예산 현황 |⁶⁹⁾

미국 정부의 R&D 예산에서 생태모방 기술의 주요 분야인 환경오염 처리 기술과 관련된 분야는 ‘환경(Environment)’ R&D와 ‘에너지(Energy)’ R&D 영역에 포함된다.

미국 정부의 환경 R&D는 2020년 5.5억 달러에서 2024년 6.2억 달러로 비교적 크게 증가하지 않았지만, 에너지 R&D는 2020년 45억 달러에서 2024년 86억 달러로 크게 증가했다.

미국 정부 부처는 환경보호처(Environmental Protection Agency) 외에도 에너지부(U.S Department of Energy)의 바이오에너지부서(Bioenergy Technologies Office), 자동차 기술부서(Vehicle Technologies Office) 등에서 환경오염 처리에 대한 연구와 투자를 계속 해오고 있다.

특히 미국 에너지부의 바이오에너지부서(Bioenergy Technologies Office)에서는 탄소 배출·관리, 폐기물 관리 등을 부서의 주요 업무 목표(Mission)로 설정하고 적극적인 연구와 투자를 지속하고 있다.⁷⁰⁾

69) Government budget allocations for R&D, United States, OECD Data Explorer. <https://data-explorer.oecd.org/>

70) <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/bioenergy-technologies-office>

미국 정부의 ‘에너지’ 분야 R&D 예산 증가는 에너지부 등에서 하는 환경오염 처리 관련 분야 R&D 예산의 증가를 의미한다.

미국 정부의 환경, 에너지 관련 R&D 예산 증가는 생태모방 기술의 주요 분야인 환경오염 처리 기술 및 시장에서 큰 기회 요소로 작용할 것으로 보인다.

나) 한국 R&D 투자 동향

| 한국 내 기업 R&D 산업별 투자 현황 |

(단위: 10억 원)

년도	전체	농/임/어업	광업	제조업	전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	수도 하수, 폐기물 처리, 원료 재생업	건설업	서비스 부문	기타
2012	43,222.9	26.6	35.1	37,960.4	407.4	27.9	988.3	3,771.1	-
2013	46,559.9	26.2	25.3	41,254.0	322.7	33.4	960.1	3,938.2	-
2014	49,854.5	28.7	20.3	44,328.2	333.7	34.6	991.9	4,117.2	-
2015	51,136.4	31.3	23.4	45,822.4	338.8	52.5	750.6	4,117.4	-
2016	53,952.5	40.8	19.7	48,014.1	505.8	44.5	662.0	4,665.4	-
2017	62,563.4	36.8	12.0	55,986.7	586.8	43.7	676.8	5,220.7	-
2018	68,834.4	83.5	16.1	61,157.2	611.9	46.5	684.5	6,234.9	-
2019	71,506.7	61.5	8.4	62,555.0	590.4	51.2	657.8	7,582.3	-
2020	73,599.8	70.0	7.1	63,816.3	588.0	64.2	641.2	8,413.0	-
2021	80,807.6	61.9	7.0	69,556.0	557.6	63.0	643.3	9,918.8	-
2022	89,421.3	59.2	7.9	76,895.6	524.4	60.4	678.5	11,195.3	-

71)

한국 내 기업들은 R&D 투자(연구개발비)가 제조업 분야에 크게 집중되고 있으며 생태모방 기술의 5대 분야는 대부분 제조업 분야에 포함된다.

2022년 기준 한국 내 전체 기업 R&D 투자금 89조 원 중 76조 원은 제조업 R&D에 집중됐다.

생태모방 기술 중 환경오염 처리 기술과 관련된 ‘수도, 하수·폐기물 처리, 원료재생업’ 분야의 기업 R&D는 제조업에 비하면 매우 작은 규모를 차지하지만 꾸준한 성장률을 나타내고 있는 것이 특징이다.

71) 2024. 2024 산업기술통계. 한국산업기술진흥원

참고로 미국과 마찬가지로 한국은 환경오염 처리 분야 연구는 민간 기업보다는 정부가 주도하는 것으로 볼 수 있을 것이다.

2012년 ‘수도, 하수·폐기물 처리, 원료재생업’ R&D 규모는 270억 규모였지만 2022년 600억 규모로 성장했다.

| 한국 내 R&D 1,000대 기업의 제조업 R&D 투자 현황 |

(R&D 투자액이 1조 원 이상 부문만 정리)

(단위: 10억 원, %)

구분	R&D 투자액			매출 대비 R&D 투자 비중		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
화학물질	2,313	2,119	2,375	2.34	1.88	1.93
의약품	2,431	2,665	2,890	9.35	8.85	8.13
전자부품·컴퓨터·영상·음향	27,347	29,914	32,197	9.23	8.33	8.75
의료·정밀	853	984	1,021	8.78	7.78	7.52
전기장비	4,456	5,292	5,857	7.42	7.24	6.19
자동차 및 트레일러	7,841	7,903	8,882	4.72	4.24	4.11
소계	49,385	52,869	57,523	5.41	5.04	4.69

72)

(22년 기준) 제조업 산업 중 기업들의 R&D 투자 금액이 높은 산업은 ‘전자부품·컴퓨터·영상·음향’ 분야 32조 1,970억 원, ‘자동차 및 트레일러’ 분야는 8조 8,820억 원, 전기장비 5조 8,570억 원, 의약품 2조 890억 원, 화학물질 2조 3,750억 원, 의료·정밀 분야는 1조 원 규모 순이었다.

이들 산업 중 매출 대비 R&D 투자 비중이 높은 산업은 ‘전자부품·컴퓨터·영상·음향’ 분야 8.75%, ‘의약품’ 분야 8.13%, ‘의료·정밀’ 분야 7.52%, ‘전기장비’ 분야 6.19% 순이었다.

‘전자부품·컴퓨터·영상·음향’, ‘의약품’, 의료·정밀, 전기장비 분야는 R&D 투자 금액도 높지만 매출 대비 R&D 투자 비중도 높아 생태모방 기술과 같은 신기술에 대한 수용도가 높다고 볼 수 있으며 구체적인 시장이 형성된다면 확장성(성장 속도)도 빠를 것으로 예상된다.

반면, ‘자동차 및 트레일러’ 산업의 경우 매출액 대비 R&D 비중은 4.11%, 투자 금액은 8조 8,820억 원으로 상대적으로 낮은 연구개발 비중을 보인다.

화학물질 산업의 경우에는 이보다 더 낮은 수준이며 매출액 대비 R&D 비중이 1.93%, 투자 금액은 2조 3,750억 원 규모로 낮은 규모다.

이에 따라 ‘자동차 관련 산업’ 및 ‘화학물질 산업’은 R&D 규모 자체가 크기 때문에 생태모방 기술에 대한 시장 잠재력은 높다고 볼 수 있으나 전체 매출 대비 낮은 R&D 비중에 따라 생태모방과 같은 신기술 수용성은 ‘의약품’ 등 산업과 비교했을 때 비교적 낮을 것이며 해당 산업 내에서 다양한 영역으로의 기술 수요 확장성은 비교적 느릴 것으로 예상된다.

3) 시사점

국내총연구개발비(GERD)가 높은 미국과 한국은 전체 R&D 투자(지출)금 중 제조업 분야에서 절반 이상이 투자되고 있다. 특히 전 세계 R&D 비중의 상당 부분을 차지하는 미국의 경우 제조업 분야 중 화학/제약, 전자제품/반도체, 항공 장비 분야에서 매출 대비 높은 R&D 지출 비중을 나타내고 있다.

이는 기업들의 화학/제약, 전자제품/반도체, 항공 장비 분야에 있어 높은 신기술 수용성을 나타내는 것으로 이들 분야에서는 생태모방 기술도 수용성이 높을 것으로 예상된다.

반면, 수송 장비 및 자동차 관련 분야는 R&D 금액 자체가 높아 생태모방 기술에 대한 잠재적 수요 및 시장 잠재력은 높지만, 매출 대비 R&D 비중이 비교적 낮아 생태모방 기술과 같은 신기술 수용성이 비교적 낮을 것으로 보인다. 또한 해당 산업 내에서 다양한 영역으로의 신기술 수요 확장성은 비교적 느릴 것으로 예상된다.

또한 환경 오염관리 관련 분야에 대한 기업들의 투자 규모는 화학/제약, 전자제품/반도체, 항공 장비 등 분야 규모에 비해 비교적 작은 부분을 차지한다.

하지만 환경오염 처리 분야에서 상당수 R&D 비중을 차지하는 에너지 관련 R&D 투자는 지속적인 증가세를 보이고 있다.

특히 환경오염 관리 관련 분야가 포함되는 환경 분야 연구는 민간·기업 주도가 아닌 정부 주도 영역으로 민간 기업보다는 정부를 중심으로 시장 성장이 촉진될 것으로 보이며 적극적인 정부 주도의 기술 투자 및 정책이 민간 기업의 기술 수용성을 주도할 것으로 예상된다.

4 기술환경

가 AI 기술 동향과 시장 영향

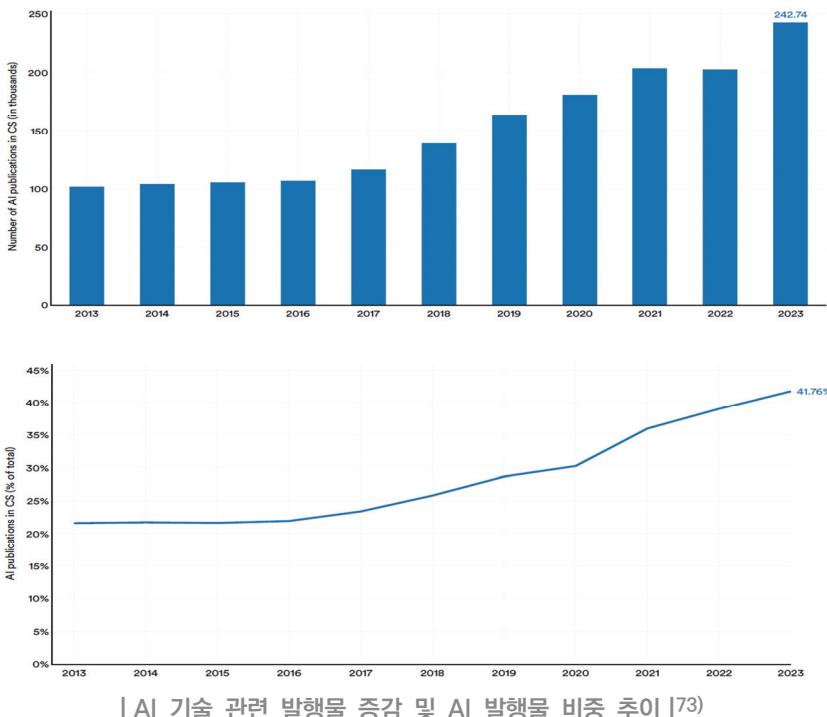
AI 기술은 거의 모든 산업과 시장에 막대한 영향을 끼치고 있으며 특히 테크(기술) 중심 산업과 시장에서 혁신적인 영향을 끼치고 있다.

생태모방 기술 시장은 뚜렷한 테크 중심 시장으로 AI 기술에 많은 영향을 받게 될 것이며 AI 기술은 산업뿐만 아니라 생태모방 기술과 관련된 학제간 연구 환경에도 큰 영향을 끼칠 것으로 보인다.

아래에서는 전체 AI R&D 환경 및 산업동향과 시장 영향력이 큰 빅테크 기업들의 주요 AI 기술 동향을 살펴보고 생태모방 기술 시장에 영향을 끼칠 요소를 검토한다.

1) 전체 AI 산업 동향

가) AI R&D 환경



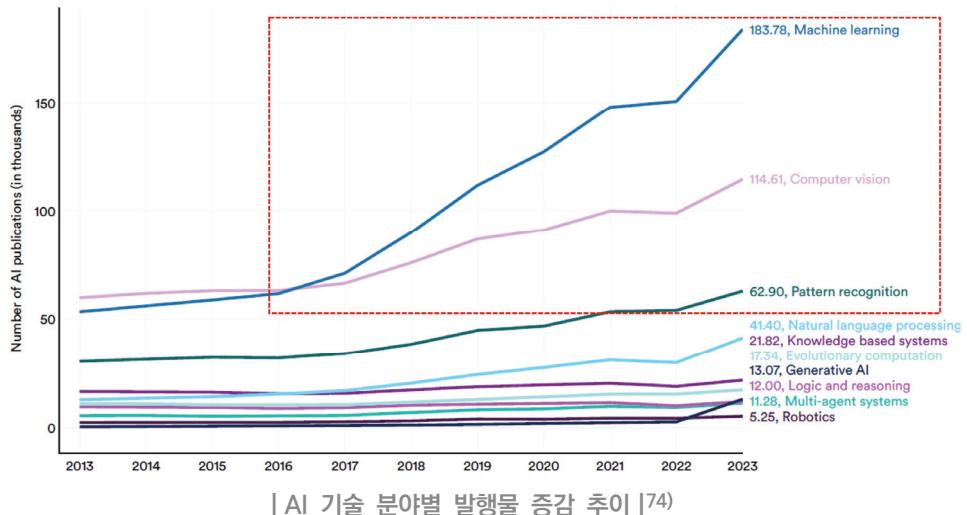
73) Yolanda Gil, Raymond Perrault, 2025. Artificial Intelligence Index Report 2025, Human-Centered Artificial Intelligence.

2013년에서 2023년 사이 전 세계 AI 기술 관련 발행물은 2배 이상 증가했다. 2013년 AI 관련 발행물은 102,000건에서 2023년 242,000건으로 발행량이 증가했다.

또한 2023년 기준 전체 컴퓨터 공학(CS) 분야에서 AI 관련 발행물이 41.76%를 차지했다. AI 관련 발행물 비중도 2013년에 비해 2배 이상 증가했다.

AI 관련 발행물과 AI 관련 발행물의 비중이 증가함에 따라 AI 기술과 다른 학제 간 영향, 산업 및 시장 영향력은 크게 증가하고 있다.

생태모방 기술 시장은 뚜렷한 테크 분야로 이러한 AI R&D 영향력 확대에 크게 영향을 크게 받을 수밖에 없다.



AI 연구 세부 분야별 출판물은 머신러닝, 컴퓨터비전, 패턴인식 주제 출판물이 대부분을 차지한다. 2023년 기준 머신러닝 출판물은 18만 건, 컴퓨터비전 출판물은 11만 건, 패턴인식 출판물은 6만 건 출판됐다.

비중의 경우 전체 AI 출판물에서 머신러닝 출판물은 75.7%, 컴퓨터비전 출판물은 47.2%, 패턴인식 출판물은 25.9%를 차지했다.

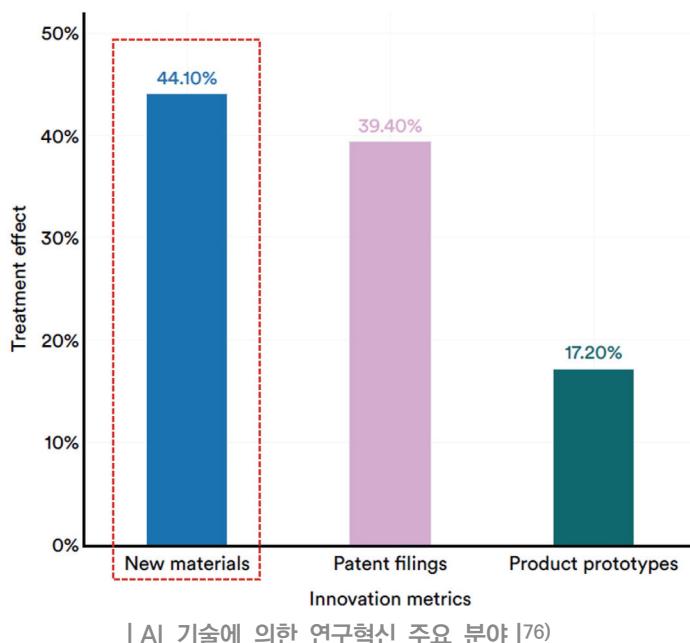
74) Yolanda Gil, Raymond Perrault, 2025. Artificial Intelligence Index Report 2025, Human-Centered Artificial Intelligence.

이는 AI 연구가 머신러닝을 중심으로 컴퓨터비전 및 패턴인식 기술에 집중되고 있는 것을 나타낸다.

머신러닝, 컴퓨터비전, 패턴인식 AI 분야의 발전은 ‘신소재 및 화합물 개발’, ‘노동 및 산업 자동화’ 분야에서 학제 간 연구와 산업에 엄청난 기회 요소를 제공하고 큰 기술적 수요가 발생할 것으로 보인다.

특히 생태모방 5대 분야 중 ‘제약/화학’, ‘기계설계’ 분야에서의 AI 활용이 증가하면서 관련 생태모방 데이터의 수요도 증가할 것으로 예상된다.

심지어 2024년 노벨 화학상과 물리학상이 AI 관련 연구로 수여되었으며 AI 기술이 화학, 제약 분야에서 연구의 중심을 차지할 것으로 전망되고 있다.⁷⁵⁾



과학연구자 1,018명을 대상으로 진행한 한 조사에 따르면, AI를 사용했을 때 연구 생산성이 가장 큰 분야는 ‘신물질 개발’, ‘특히 서류작업’, ‘시제품 제작’ 분야인 것으로 나타났다.

75) Yolanda Gil, Raymond Perrault, 2025. Artificial Intelligence Index Report 2025, Human-Centered Artificial Intelligence.

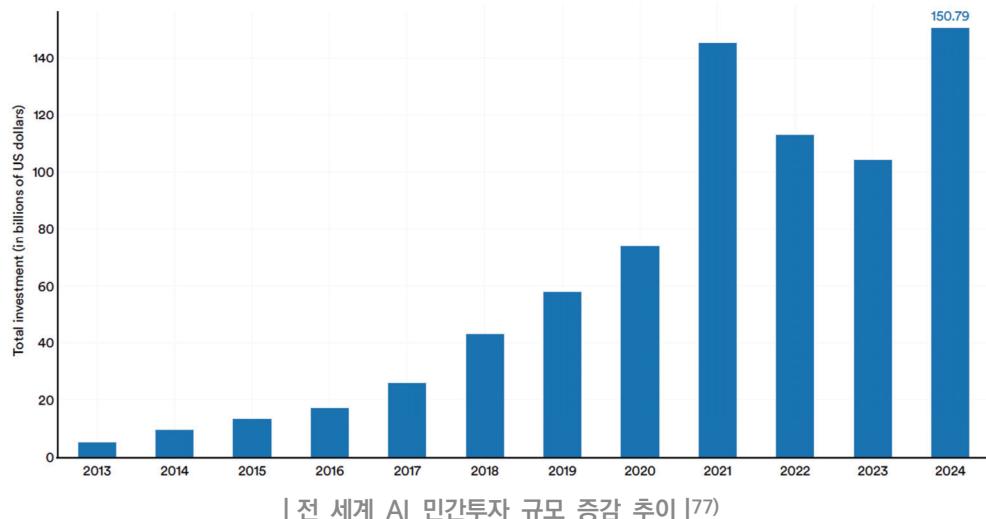
76) Yolanda Gil, Raymond Perrault, 2025. Artificial Intelligence Index Report 2025, Human-Centered Artificial Intelligence.

특히 AI를 사용한 연구자는 그렇지 않은 연구자보다 ‘신물질’ 연구 분야에서는 44.1%, ‘특허 서류작업’ 분야에서는 39.40%, ‘시제품 제작’ 분야에서는 17.20%의 생산성 증가 효과를 경험했다고 답했다.

AI 기술이 현재(2023년 기준)에도 ‘신물질 개발’ 분야에서 큰 생산성 증대 효과를 가져오고 있으며 이에 따라 ‘신물질 개발’ 분야에서는 AI 기술이 거의 필수적인 기술이 될 것으로 보인다.

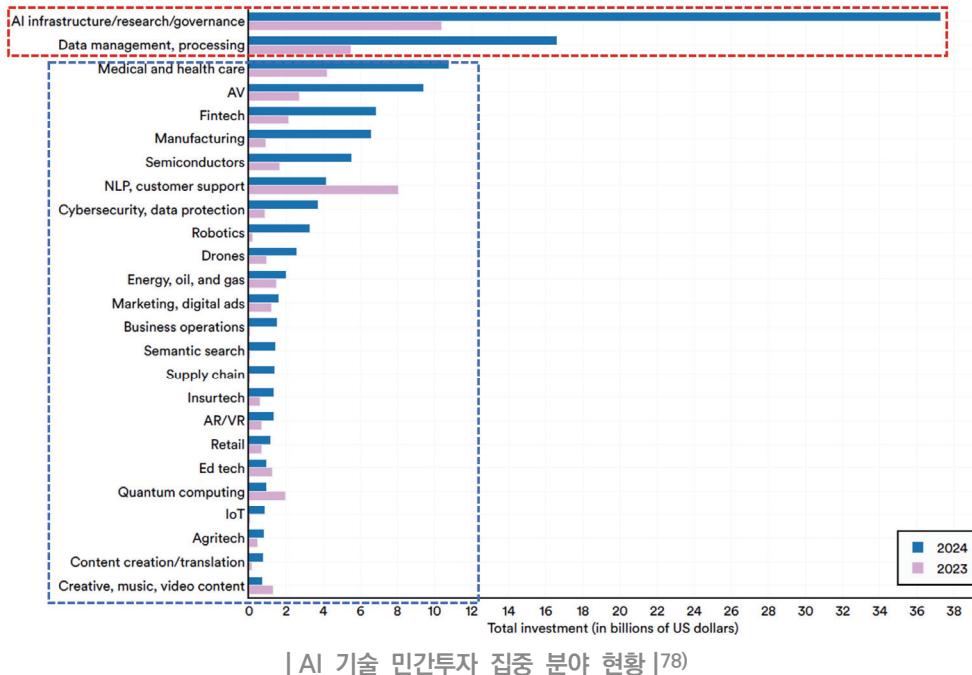
이는 생태모방 5대 분야의 경우 ‘재료/소재’, ‘제약/화학’ 분야에 해당한다.

나) AI 기술 투자 동향



AI 기술에 대한 민간투자는 2013년 이후 엄청난 규모로 증가하고 있는 추세이다. 2013년 AI 기술에 대한 민간투자는 약 1,500만 달러 정도로 추정되지만, 2024년 1,500억 달러 규모에 달하는 것으로 추정된다.

77) Yolanda Gil, Raymond Perrault, 2025. Artificial Intelligence Index Report 2025, Human-Centered Artificial Intelligence.



| AI 기술 민간투자 집중 분야 현황 |⁷⁸⁾

AI 기술에 대한 민간투자는 ‘AI 기술 제반 연구(AI infrastructure/research/governance)’와 ‘데이터 관리 및 처리’ 분야에 크게 집중되고 있다.

‘AI 기술인프라 등 제반 연구’에 민간투자가 집중되고 있는 현상은 전반적인 AI 활용도가 증가하고 생태모방-AI 기술 학제 간 연구 환경에도 기회 요소로 작용할 것으로 보인다.

또한 ‘데이터 관리 및 처리’ 분야에 집중된 투자는 ‘제약/화학’, ‘재료/소재’에서 AI 활용도를 증가시킬 것이고 이에 따라 관련 생태모방 데이터 수요 증가로 이어지게 될 것이다.

그 외 AI에 대한 민간투자는 매우 다양한 영역에 고루 걸쳐 분포되어 있지만 대부분 ‘산업 및 노동 자동화’ 기술과 관련된 영역이며 해당 분야의 AI 활용 증가는 생태모방-AI 학제간 기술 데이터 수요 증가로 이어질 것으로 보인다.

2024년 기준 ‘AI 기술 제반 연구’ 민간투자는 373억 달러, ‘데이터 관리 및 처리’ 민간 투자는 166억 달러, 의학 및 헬스케어 AI 투자는 110억 달러 규모에 이른다.

78) Yolanda Gil, Raymond Perrault, 2025. Artificial Intelligence Index Report 2025, Human-Centered Artificial Intelligence.

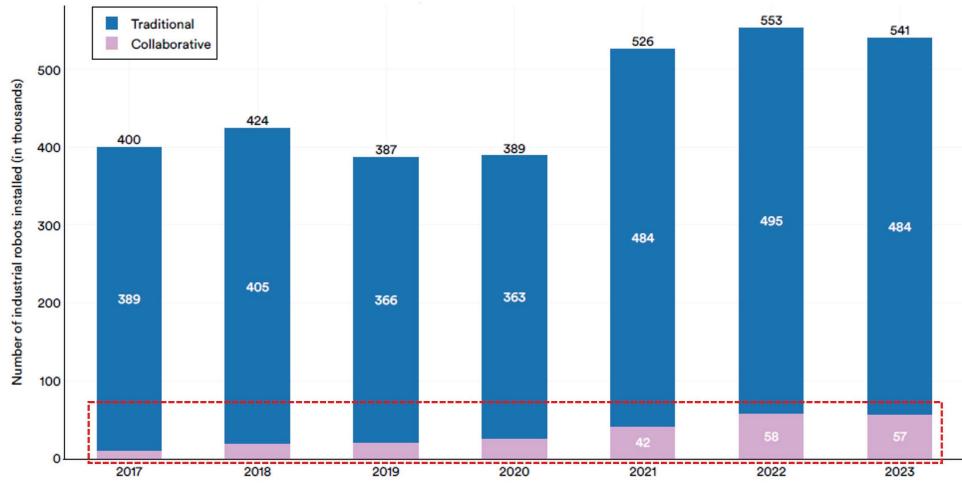


Figure 4.5.3

| 전통 개념 로봇 및 협업 로봇 산업현장 설치 증감 현황 |⁷⁹⁾

산업현장에 설치된 산업용 로봇은 전세계적으로 증가하고 있는 추세이며 특히, 산업용 로봇 중 협업 로봇(코봇)이 크게 증가하고 있다.

전체 산업용 로봇은 2017년 40만 대에서 2023년 54만대로 증가했으며 특히, 협업 로봇 비중은 2017년 2.8%에 불과했지만 2023년 10.5%로 크게 증가했다.

기존 개념의 전통 로봇은 자율성보다는 사람이 제어하는 도구에 가까운 개념의 로봇이라면 협업 로봇은 스스로 행동하는 자율성에 의해 사람과 함께 협업할 수 있는 더욱 사람에 가까운 로봇이다.

협업 로봇은 자율성을 기능하기 위해 센서, AI, 정교성, 안전성 등 보다 복합적인 기술들이 사용된다.

때문에 산업현장에서 필요로 하는 협업 로봇의 센싱, 운동성, 안전성 등 관련 R&D 수요가 증가할 것이며 이는 기계설계 분야 등에서의 생태모방 기술에 대한 수요 증가로 이어질 수 있을 것으로 예상된다.

79) Yolanda Gil, Raymond Perrault, 2025. Artificial Intelligence Index Report 2025, Human-Centered Artificial Intelligence.

2) 빅테크 기업 AI 기반 신소재·신약 개발 현황

기업		연구내용
빅테크	제약회사/빅테크	
OpenAI	Sanofi	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오테크 기업 포메이션바이오(Formation Bio)와 파트너십 체결('24.5.) - AI 기반 SW를 구축하고, 신약개발 수명 주기 전반에 걸친 맞춤형 솔루션 발명
	Moderna	<ul style="list-style-type: none"> • 모더나-오픈AI 파트너십 구축('24.4.) - 오픈AI의 API를 기반으로 내부적으로 구축된 mChat이라는 자체 챗GPT를 도입하여 협업('23.~) 후, 확대하여 임상연구, 법무, 마케팅 등에 AI 활용
	Eli Lilly	<ul style="list-style-type: none"> • 오픈AI와 협력하여 항생제 내성(AMR)을 극복하기 위한 새로운 항균제 개발을 시작('23.6.)
Meta	<ul style="list-style-type: none"> • AI 기반 단백질 구조 예측 모델인 ESMFold 개발(구글의 AlphaFold와 경쟁) 	
NVIDIA의 BioNeMo	Recursion Pharmaceuticals	<ul style="list-style-type: none"> • 엔비디아가 '23년 5,000만 달러(약 726억 원)를 투자한 AI 신약개발, 뇌혈관 기형(CCM) 치료제 후보물질인 REC-994 임상 2상 결과 공개('25.2.)
	Amgen	<ul style="list-style-type: none"> • 엔비디아와 글로벌 제약사인 암젠(Amgen)이 협력하여 신약 연구를 위한 슈퍼컴퓨터 '프레이야(Freyja)'를 개발 중
	Genentech	<ul style="list-style-type: none"> • 로슈(Roche) 자회사로 엔비디아와 다년간 전략적 연구 협력을 발표('23.11.) - 제넨텍의 생성형 AI 모델과 알고리즘을 엔비디아의 AI 슈퍼 컴퓨팅 플랫폼인 DGX 클라우드에 최적화하여 신약 발견과 개발을 가속화 추진
Google DeepMind의 GNoMe	<ul style="list-style-type: none"> • DeepMind 기반 AI 신소재 개발 모델 GNoMe 220만 개의 신소재 구조를 예측하였으며, 현재 이 중 700여 개의 후보 물질을 합성(2023년 기준) 	
Google DeepMind의 AlphaFold	<ul style="list-style-type: none"> • 단백질 구조 예측하고 만들어내는 'AlphaFold' 최초 공개('18.12.) 이후 'Alpha Fold3'을 공개('24.5.) • 알파프로토(AlphaProtio)와 신약 후보 물질 발굴('24.11.) 	
Google의 Isomorphic Labs	<ul style="list-style-type: none"> • 구글 딥마인드의 창립자/CEO가 설립('21.)한 AI 신약 자회사로 알파폴드(Alpha Fold)를 활용하여 신약개발 과정을 기존 5~10년에서 10배 단축을 목표로 함 	
	Eli Lilly	<ul style="list-style-type: none"> • 구글과 협력하여 여러 표적에 대한 저분자 치료제를 개발할 계획
	Novartis	<ul style="list-style-type: none"> • 구글과 협력하여 3개의 표적에 대한 저분자 치료제를 발굴 중

80), 81)

80) 윤희정, 2025. AI를 활용한 혁신 신약개발의 동향 및 정책 시사점. KISTEP

81) June Kim, 2023. 구글 딥마인드, AI로 신소재 700여 종 발견. MIT Technology Review

OpenAI, Meta, NVIDIA, Google 등 시장 영향력이 매우 큰 빅테크 기업들은 AI 기술을 활용해 신약, 신소재 등 신물질 개발에 투자하고 있다.

AI 기반 신물질·신소재 및 신약 개발 분야는 학술연구뿐만 아니라 실제로 주요 기업들이 매우 활발히 투자하고 개발하고 있는 분야이며 이는 해당 분야에서의 생태모방 기술 수용도 및 확장성이 크다는 것을 의미한다.

이에 따라 AI 기술-신소재 및 제약개발-생태모방 기술 학제 간 협업 환경도 활발히 진행될 수 있을 것으로 보인다.

3) 시사점

AI 기술 관련 발행물 발행량과 AI 분야 투자는 지속적으로 크게 증가하고 있다. 특히 AI 연구 및 투자는 머신러닝, 데이터 관리 및 처리, 컴퓨터비전, 패턴인식, 산업로봇 등 분야에 집중되고 있다.

이에 따라 주요 응용 분야인 ‘신소재 및 신약 개발’, ‘노동 및 산업 자동화’ 분야에서 AI 활용이 크게 증가할 것으로 보이며 생태모방 기술과의 학제 간 연구 환경도 증대될 것으로 보인다.

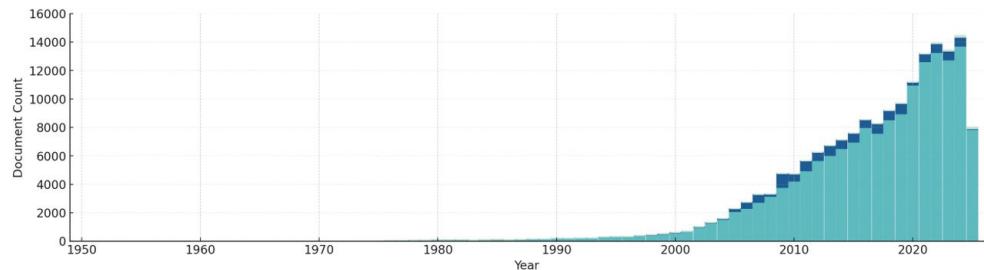
실제로 ‘신물질’ 분야 연구자들은 AI를 적극 활용하고 생산성 효과도 높은 것으로 인식하고 있으며 이에 따라 현재도 해당 분야에서는 AI 기술 활용이 많이 활용되고 있다.

생태모방 5대 분야의 경우 ‘재료/소재’, ‘제약/화학’, ‘자동화 관련 기계’ 분야에 해당하며 관련 분야 생태모방 데이터의 수요도 증가할 것으로 예상된다.

나 생태모방 기술 연구 환경

생태모방 기술의 연구 논문, 특히 현황 등 연구 환경과 관련된 현황을 살펴보고 기술 수요 및 시장 잠재력을 검토한다.

1) 생태모방 기술 연구자료 발행량 현황



| 전체 생태모방 기술(Biomimetics) 관련 연구자료 발행 추이 |⁸²⁾

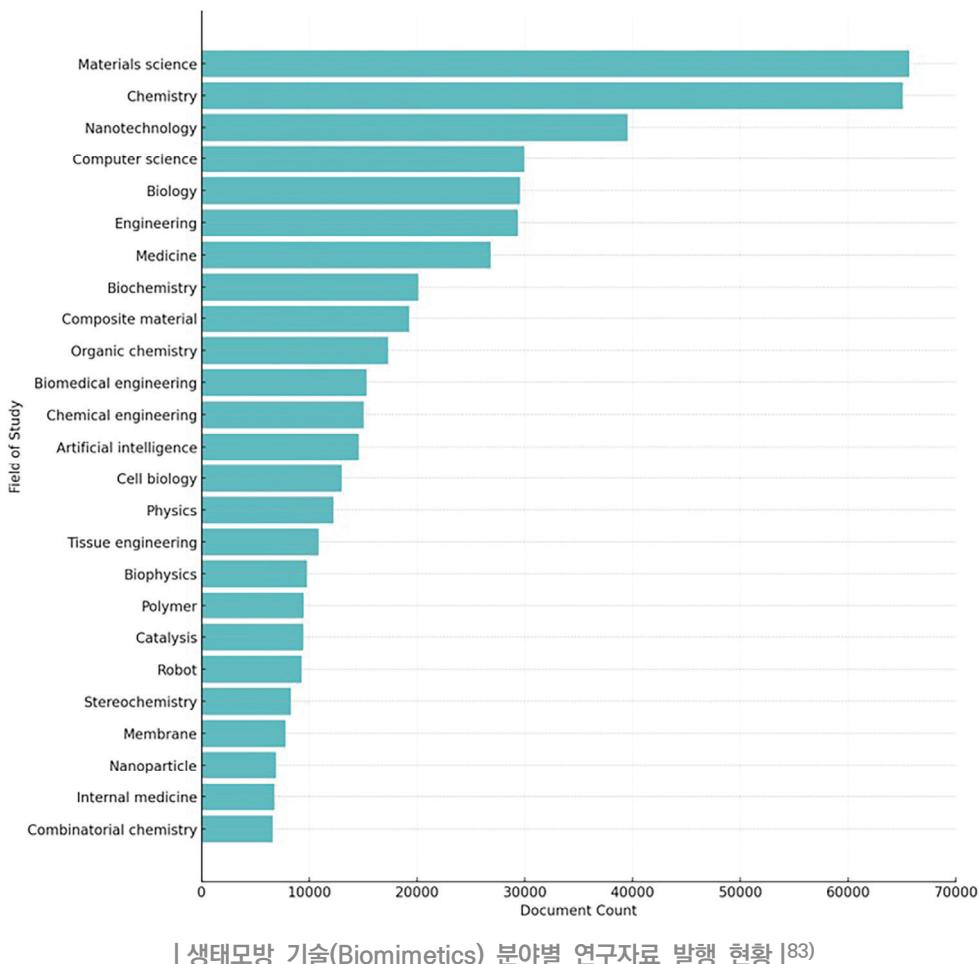
생태모방 기술(Biomimetics) 관련 연구 자료(대부분 학술지 논문)은 2000년대 이후 폭발적으로 증가하고 있다.

2000년 생태모방 기술 연구자료는 626개에 불과했지만, 2024년 14,474개로 크게 증가했으며 이는 23배 이상 증가한 규모다.

생태모방 기술에 대한 연구자료 발행이 크게 증가하고 있는 것은 전체 생태모방 기술 수요 및 시장 잠재성이 크게 증가하고 있는 것을 의미한다.

82) LENS.ORG, Scholarly works, Scholar Analysis, Biomimetics, <https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=biomimetics>

2) 생태모방 기술 분야별 연구자료 발행 현황



생태모방 기술(Biomimetics) 관련 연구자료는 재료학, 화학 분야에서 압도적으로 높은 발행량을 차지한다. 재료학은 65,605건, 화학은 65,017건(2025년 5월 기준)을 기록했다.

이어서 나노테크놀로지, 컴퓨터과학, 생물학, 의약, 복합재료학, 바이오화학, AI, 화학공학, 바이오 메디컬 공학, 물리학, 로봇 분야가 상위 15위를 차지하고 있다.

발행량 상위 15위 내 분야는 주로 재료학, 화학, 컴퓨터 및 AI, 로봇, 의약/의공학, 생명공학 분야로 요약된다.

83) LENS.ORG, Scholarly works, Scholar Analysis, Biomimetics, <https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=biomimetics>

15위 밖 주요 분야는 기계공학, 제어학(Control engineering) 등 기계 분야와 컴퓨터비전, 시뮬레이션, 스캐폴드 등 AI 관련 분야가 많이 차지한다.

분야를 전체적으로 다시 요약하면, 생태모방 기술 관련 연구가 가장 활발한 분야는 재료학, 화학, 제약, AI, 로봇 분야로 요약할 수 있다.

이에 따라 생태모방 기술 5대 분야의 경우 재료/소재, 제약/화학, AI 및 로봇 관련 기계설계 분야에 해당한다.

다만, 이는 연구자료 발행량 기준으로 시장 잠재력을 의미하며 실제 기업들의 기술 수용성 및 확장성을 살펴볼 필요성이 있으며 이를 위해 실제 기업들의 투자, 기술 개발, 시장 진입 현황 등의 기업 동향을 살펴봐야 한다.



1 시장동향

재료/소재 산업은 매우 광범위한 산업이기 때문에 시장 규모가 크거나 성장률이 높은 주요 세부 시장을 살펴보겠다. 기업의 경우 매출액이 높거나 기술력이 높아 시장 영향력이 큰 기업을 검토했다.

또한 다른 물건을 만들기 위해 기존에 존재하는 원물에 가까운 물질은 ‘재료(Materials)’로, 반도체와 같이 첨단산업에서 새로운 것을 개발하거나 만들 때 사용되는 인공 물질에 가까운 물질은 ‘소재(Advanced Materials or Functional Materials)’로 구분했다.

가 글로벌 재료/소재 시장 특성 및 동향

전 세계 전체 재료/소재 시장 규모(매출 기준)는 약 8조 달러로 추정되고 있으며 그중 원물인 금속 및 광업(Metals and mining) 시장이 절반 정도인 4조 달러 규모를 차지하고 있는 것으로 추정된다.⁸⁴⁾ (이는 원물 추출 등 원재료 생산 단계부터 재료 소재 산업 전체 밸류체인을 기준으로 추정한 것으로⁸⁵⁾ 중간재 및 소비재로 한정할 경우 시장 규모는 보다 적어진다.)

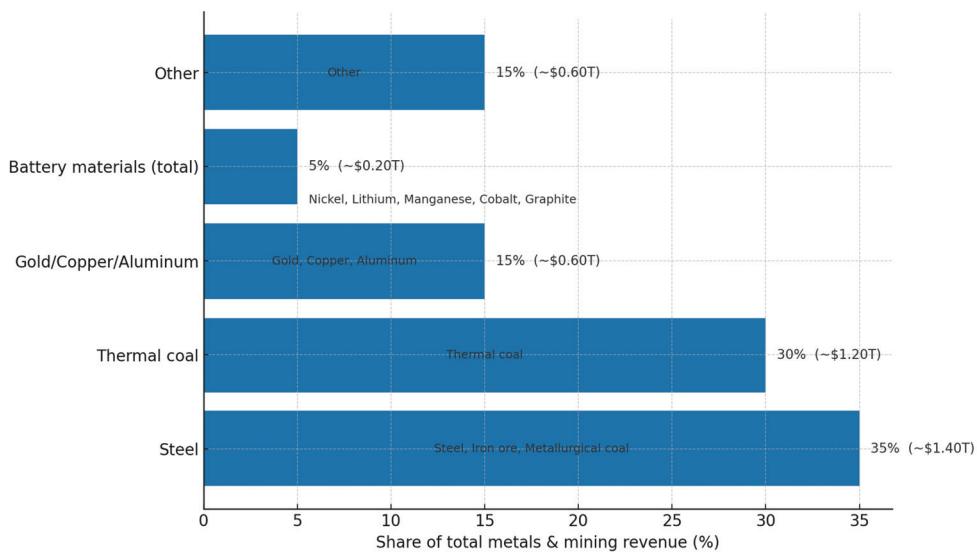
첨단산업에 공급되는 핵심 소재인 리튬, 코발트, 희토류 등은 대부분 금속 및 광업 부문에 포함되며 첨단산업 시장의 성장과 함께 금속 및 광업 시장도 함께 성장하고 있는 추세이다.

특히 저탄소 기술에 대한 사회적 수요 증가는 전기차, 배터리 등 기술 수요 증가로 이어지고 다시 금속 및 광업 부문 중 리튬, 니켈, 코발트, 희토류 등 첨단 기초 원물 및 재료(Bulk Materials) 수요 증가로 이어지고 있는 추세이다.

84) Karel Eloot 등, 2024. Global Materials Perspective 2024. McKinsey & Company

85) McKinsey & Company의 ‘Global Materials Perspective 2024’ 보고서는 금속 및 광업 산업에서 에너지 전환에 필요한 원재료들의 수요와 공급 전망이 주제이기 때문임

1) 글로벌 재료 시장 규모 및 품목별 구성



| 금속 및 광물 시장 규모(매출 기준, 2023년) |⁸⁶⁾

금속 및 철광 전체 시장 규모는 약 8조 원으로 추정되고 있으며 전통적인 재료로 분류되는 철, 석탄, 금, 구리, 알루미늄 부문이 전체의 80% 정도를 차지하고 있다.

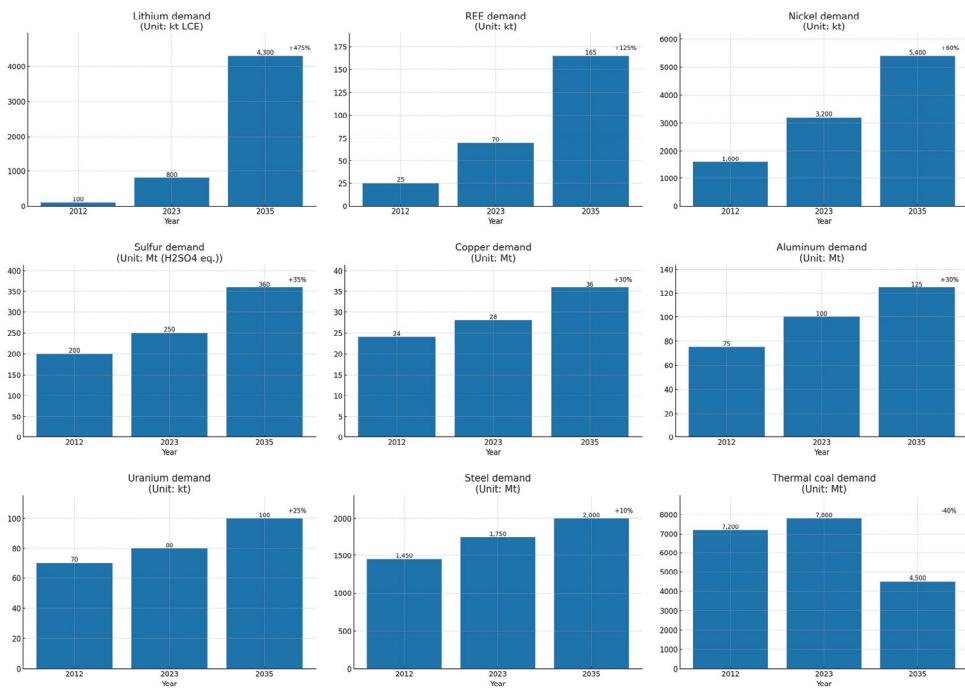
배터리 소재에 쓰이는 니켈, 리튬, 코발트 등 재료는 전체의 5%, 첨단 소재 등에 쓰이는 기타 재료는 15% 정도를 구성하고 있다(기타 소재는 희귀 물질(REEs), 크롬 합금(ferrochrome) 등 포함).

이는 전통적인 재료(철강, 석탄, 금, 구리, 알루미늄)가 전체 산업의 80%를 차지하고 있으며 첨단 및 에너지 전환 관련 재료 부문이 최소 20% 정도 차지하고 있는 것을 의미한다.

최근 석탄 등 전통적인 재료에 대한 수요는 감소하고 첨단 및 에너지 관련 재료에 대한 수요는 크게 증가하고 있다.

86) Karel Eloot 등, 2024. Global Materials Perspective 2024. Mckinsey & Company

2) 금속 및 광물수요 전망



| 금속 및 광물 종류별 수요 전망(실질 성장률) | 87)

금속 및 광물 재료 부문 중 첨단 및 에너지 관련 소재에 많이 쓰이는 리튬, 니켈, REE (희귀물질)에 대한 수요는 크게 증가할 것으로 전망된 반면, 전통적 재료인 철, 석탄 등은 수요가 크게 감소하거나 미세하게 증가할 것으로 전망된다.

2023년 대비 2035년 리튬은 475%, REE는 125%, 니켈은 60% 수요가 증가할 것으로 예상된다.

또한 전자제품 등에 쓰이는 구리, 알루미늄도 각각 30% 수요가 증가할 것으로 전망된다.

반면 같은 기간 석탄 수요는 40% 감소하고 철 수요는 10% 증가에 그칠 것으로 예상된다.

87) Karel Eloot 등, 2024. Global Materials Perspective 2024. Mckinsey & Company

나 주요 재료/소재 기업 기술 동향

수요 특성별로 ‘친환경(저탄소)’, ‘첨단 고기능’, ‘AI’, ‘도시화’ 관련 재료/소재에 대한 수요 증가와 이에 따른 주요 기업들의 전략적 대응이 이어지고 있는 추세이다.

아래에서는 재료/소재 산업 주요 기업들의 이러한 동향을 살펴보도록 한다.

1) 주요 기업 ‘친환경’ 재료/소재 개발 및 전략적 대응 현황

| 주요 재료/소재 기업 ‘친환경’ 재료/소재 개발 및 전략적 대응 현황 |

기업	주요 사업	친환경 소재 개발 및 대응 전략
IMERYS S.A.	광물 생산 및 가공	온실가스 배출량 감소 목표 설정
ArcelorMittal	철강 생산 및 제조	경제적 탈탄소화를 추진, 탄소중립 철강 개발
M&I Materials Ltd	첨단 소재 제조	온실가스 배출량 감축목표 설정
Mitsubishi Materials corporation	종합 소재 제조	탄소중립 달성을 목표 설정. 자원 재활용 확대, 지속가능한 성장 전략 추진
Orica Ltd	화학 제품 제조 및 발파 시스템 서비스	저탄소 암모니아 및 질산암모늄 제품 개발 추진, 온실가스 배출량 감소 및 재생에너지 활용 확대 목표 설정
Cemex S.A.B de C.V.	건축 자재 제조	애쉬(fly ash), 슬래그(slag) 등 보조 시멘트 재료 활용해 고탄소 배출을 특징으로 하는 클링커(clinker) 대체
POSCO Future M	친환경 미래 소재 기업	폐내화물 100% 재활용에 성공해 연간 3만 톤의 탄소배출을 감축. ESG 경영 강화 전략 추진
Boston Metal	친환경 제강 기술 개발	MIT에서 개발된 용융 산화물 전기분해(MOE) 기술을 통해 철강 생산 탈탄소화 추진
Redwood Materials Inc	리튬이온 배터리 재활용 및 전기 이동성 축전 시스템용 배터리 소재 생산	리튬이온 배터리 재활용을 통해 니켈, 코발트, 리튬 등의 금속을 95% 이상 회수, 사우스캐롤라이나에 35억 달러 규모 배터리 재활용 공장 건설
Umicore	양극재, 촉매 소재 제조	리사이클링·전기차용 소재 개발
LanzaTech	바이오 기반 화학소재 개발	폐가스에서 에탄올을 전환 기술 개발
Covestro	바이오 폴리카보네이트 소재 개발	친환경 플라스틱 소재 개발

기업	주요 사업	친환경 소재 개발 및 대응 전략
Nippon Steel	철강, 전기장판 제조	탄소중립 프로젝트 가속화 전략 추진
Alcoa	알루미늄 생산 및 제조	탈탄소 알루미늄 생산 기술 개발
Rio Tinto	철광석 생산 및 가공	탄소 없는 알루미늄 제련 기술 공동개발
한화솔루션	태양광 소재, 수소 연료전지	그린수소 기술 개발
3M	첨단 소재 개발 및 제조	탄소중립 달성을 목표 설정, 그린수소 생산 기술, 수소 저장 및 유통 기술, 친환경적인 포장 솔루션, 재생 에너지 관련 기술 개발
Dupont	첨단 화학소재 개발 및 제조	대체물질 개발, 저탄소 냉매 시장 확대 여론 조성, 저탄소 및 친환경을 기반으로 하는 정밀화학, 농업화학, 기초/실리콘 등 3대 사업에 집중 전략 추진

88)

광물 등 전통적인 재료 생산 기업부터 첨단 배터리 등 첨단 소재 기업까지 대부분 주요 재료/소재 관련 기업들은 친환경 전략을 추진하거나 친환경 생산공정을 개발하거나 친환경 제품을 개발하고 있다.

주요 기업 중 친환경 전략을 추진하지 않는 기업을 찾아보기 힘들 정도로 대부분 친환경 전략, 기술 개발 추진 중인 것으로 확인된다.

이는 주요 기업들이 친환경 재료/소재에 대한 사회적, 경제적 요인에 따른 수요 증가에 대해 선제적으로 시장지배력을 강화하기 위한 전방위적인 대응을 하고 있는 것이다.

친환경·저탄소 기능이 기술적 특징인 생태모방 기술은 이러한 재료/소재 산업의 친환경 관련 기술 수요에 대응할 수 있는 주요 기술적 대안이 될 수 있다.

친환경·저탄소 기술에 대한 기업들의 수요 증가에 따라 재료/소재 분야에서 생태모방 기술 수요는 크게 증가할 것으로 보인다.

88) 각 기업사 홈페이지 참고

2) 주요 기업 첨단 소재 개발 현황

전기차 및 배터리, 반도체, 항공우주 등 첨단 고부가가치 산업의 성장이 첨단 재료/소재의 수요 증가로 이어지고 있으며 이에 따라 주요 재료/소재 기업들은 관련 시장의 시장 점유율을 높이기 위한 전략적 선제적 대응을 하고 있는 추세이다.

또한 첨단 재료/소재 개발에 드는 높은 비용을 절감하고 생산 및 개발 효율성을 높이기 위해 AI 활용의 비중이 점차 높아지고 있다.

아래에서는 주요 기업들의 첨단 소재 개발 현황을 주된 응용 분야별로 살펴보도록 하겠다.

가) 고기능성 및 경량화 관련 소재(탄소복합소재 등)

기업	기술 분야	주요 기술
Solvay, SGL Carbon	복합재	수지 매트릭스, 고내열 열가소성 복합재 등
Toray, Hexcel, Teijin	탄소섬유	고강도/고탄성 CFRP 등
Arconic, UACJ	금속 복합 소재	Mg, Al 복합화 기술 등

나) 친환경 및 지속가능 관련 소재

기업	기술 분야	주요 기술
NatureWorks, LG화학, BASF	바이오 기반 플라스틱	PLA, PHA, 바이오 PET 등
SKC, Novamont, TotalEnergies Corbion	생분해성 플라스틱	PBAT, PBS 등
Covestro, Blue Planet	CO ₂ 전환 소재	탄산염, 고분자 변환 촉매 등
Dow, SABIC, Borealis	재활용 기술	해중합, 화학적 순환 등

다) 수소에너지 관련 소재

기업	기술 분야	주요 기술
3M, Toray, Gore	연료전지용 멤브레인	PEM, AEM 이온교환막 등
Hexagon, Kolon, Doosan	수소저장소재	고압탄소복합탱크 등
Johnson Matthey, Helaeus	수전해 촉매 소재	Ni, Ir 기반 고효율 촉매 등

라) 배터리 관련 소재

기업	기술 분야	주요 기술
Samsung SDI, LG화학, Toyota, Solid Power	전고체 배터리	고체 전해질, 리튬금속 음극재 등
LG화학, PoscoFutureM, BASF	양극재	NCM, NCMA, LFP 등
한화솔루션, Umicore	음극재	실리콘 복합재, 흑연계 음극재 등
SK ie technology, Asahi Kasei	분리막	세라믹 코팅 분리막 등

마) 반도체 관련 소재

기업	기술 분야	주요 기술
JSR, TOK	포토레지스트	EUV용 고해상도 포토레지스트 등
SK머터리얼즈, Entegris	에칭가스, 프리커서	고순도 불화가스, CVD/ALD 전구체 등
Dupont, Merck, Versum	CMP 소재	연마 슬러리, 패드 등
Dow, Sumitomo, Kokusai	배선 절연막	Low-k, High-K 유전체 등

바) 차세대 응용 관련 소재

기업	기술 분야	주요 기술
Merck, IBM, Intel	AI/양자컴퓨팅	초전도체, 위상절연체, 스피액체 등
Dupont, Doosan, Panasonic	5G/6G	고주파 절연소재, 방열소재 등
Boeing, Safran, UBE	항공우주	내방사 복합소재, 초고온 세라믹 등

첨단 소재 산업은 친환경에 대한 사회적 수요와 함께 광범위한 재료/소재 시장의 주된 성장동력이 되고 있다.

주요 기업들이 중점적으로 개발하고 있는 첨단 소재 분야는 크게 ‘탄소복합소재 및 경량화 소재’, ‘친환경 및 지속가능 소재’, ‘수소에너지 관련 소재’, ‘배터리 소재’, ‘반도체 소재’, ‘차세대 응용 소재’로 요약된다.

다 시장 규모

맥킨지(McKinsey & Company)가 전체 재료 시장 규모를 8조 달러로 추정한 것은 원재료 추출 등 원물 생산 단계부터 재료/소재 산업 전체 밸류체인을 기준으로 추정한 것으로⁸⁹⁾ 중간재 및 최종재 단계 시장 규모로 한정할 경우 재료/소재(Materials) 전체 시장 규모는 대략 4~5조 달러 규모로 추정된다.

아래에서는 주요 기관들이 추정하고 있는 재료/소재가 되는 중간재 및 최종재를 대상으로 시장 규모를 정리했다.

1) 재료 품목별 시장 규모 추정(Bulk Materials)

건설자재 약 1.5조 달러(2022년 기준)⁹⁰⁾

철강 약 1.1 달러(2024년 기준)⁹¹⁾

플라스틱/합성수지 약 6,240억 달러(2023년 기준)⁹²⁾

구리 약 2,410억 달러(2024년 기준)⁹³⁾

알루미늄 약 1,785억 달러(2024년 기준)⁹⁴⁾

목재·펄프 약 802억 달러(2024년 기준)⁹⁵⁾

유리·세라믹 약 2,488억 달러(2023년 기준)⁹⁶⁾

: 전체 약 4조 달러 규모로 추정된다.

89) McKinsey & Company의 'Global Materials Perspective 2024' 보고서는 금속 및 광업 산업에서 에너지 전환에 필요한 원물들의 수요와 공급 전망이 주제이기 때문임

90) Building Materials Market Size, Share & Trends Analysis Report. Grand View Research

91) 2025. Global Steel Market Size, Verified Market Reports

92) Plastic Market Size, Share & Trends Analysis Report. Grand View Research

93) Copper Market Size, Share & Trends Analysis Report. Grand View Research

94) 2025. Aluminum Market. Global Market Insights

95) 2024. Wood Pulp Market Size to Expand from USD 80.2 Billion (2024) to USD 101 Billion (2034) Future Market Insights, Inc.. globenewswire

96) Ceramics Market Size, Share & Trends Analysis Report. Grand View Research

2) 첨단 소재 품목별 시장 규모 추정(Advanced Materials or Functional Materials)

반도체 소재 675억 달러(2024년 기준)⁹⁷⁾

바이오소재 1,780억 달러(2023년 기준)⁹⁸⁾

복합재료 936억 달러(2022년 기준)⁹⁹⁾

기능성 고분자 소재 68억 달러(2024년 기준)¹⁰⁰⁾

세라믹 고기능 소재 1,028억 달러(2022년 기준)¹⁰¹⁾

형상기억 합금 등 스마트 소재 723억 달러(2023년 기준)¹⁰²⁾

탄소섬유 57억 달러(2024년 기준)¹⁰³⁾

첨단 자기 재료 337억 달러(2024년 기준)¹⁰⁴⁾

초전도체 11억 달러(2023년 기준)¹⁰⁵⁾

나노소재 124억 달러(2023년 기준)¹⁰⁶⁾

: 전체 약 5,700억 달러 규모로 추정된다.

97) 2025. 2024 Global Semiconductor Materials Market Posts \$67.5 Billion in Revenue, SEMI Reports. SEMI

98) Biomaterials Market Size, Share & Trends Analysis Report. Grand View Research

99) Composites Market Size, Share & Trends Analysis Report. Grand View Research

100) 2025. Functional Polymer Market by Type, Form, Distribution Channel, Application – Global Forecast to 2030. researchandmarkets

101) Global Advanced Ceramics Market Size & Outlook, 2022–2030. Grand View Research

102) Smart Materials Market Size, Share & Trends Analysis Report. Grand View Research

103) Carbon Fiber Market Size, Share & Trends Analysis Report. Grand View Research

104) Magnetic Materials Market Size, Share & Trends Analysis Report. Grand View Research

105) Superconducting Wire Market Size, Share & Trend Analysis Report. Grand View Research

106) Nanomaterials Market Size, Share & Trends Analysis Report. Grand View Research

라 시사점

저탄소 기술과 첨단 에너지 소재에 대한 사회적 수요 증가는 금속 및 광업 부문 중 리튬, 니켈, 코발트, 희토류 등 첨단 기초 재료 및 원물(Bulk Materials) 수요 증가로 이어지고 있다.

금속 및 광물 재료 부문 중 첨단 및 에너지 관련 소재에 많이 쓰이는 리튬, 니켈, REE(희귀물질)에 대한 수요는 크게 증가할 것으로 전망된 반면, 전통적 재료인 철, 석탄 등은 수요가 크게 감소하거나 미세하게 증가할 것으로 전망된다.

우선 주요 기업들은 ‘저탄소 소재’, ‘친환경 소재’, ‘지속 가능 소재’ 개발에 집중하고 있으며 이와 관련된 기술로 자원 재활용 생산, 재활용 재료/소재, 저탄소 생산 기술, 저탄소 재료/소재를 개발하고 있다.

또한 주요 기업들은 ‘첨단 소재’ 개발에 집중하고 있으며 크게 고기능성 및 경량화 관련 소재, 친환경 및 지속가능 첨단 소재, 수소에너지 소재, 배터리 소재, 반도체 소재, 차세대 응용 소재를 집중적으로 개발하고 있다.

고기능성 및 경량화 관련 소재의 경우 복합재, 탄소섬유, 금속 복합 소재 등을 주로 개발하고 있다.

친환경 및 지속가능 관련 소재의 경우 바이오 기반 플라스틱, 생분해성 플라스틱, CO₂ 전환 소재, 재활용 기술 등을 주로 개발하고 있다.

수소에너지 관련 소재의 경우 연료전지용 멤브레인, 수소 저장소재, 수전해 촉매 소재 등을 주로 개발하고 있다.

배터리 관련 소재의 경우 전고체 배터리, 양극재, 음극재, 분리막 등을 주로 개발하고 있다.

반도체 관련 소재의 경우 포토레지스트, 에칭가스, 프리커서, CMP 소재, 배선 절연막 등을 주로 개발하고 있다.

차세대 응용 관련 소재의 경우 AI 및 양자컴퓨팅 관련 소재, 5G/6G 관련 소재, 항공우주 관련 소자 등을 주로 개발하고 있다.

시장 규모는 약 4~5조 달러 규모로 추정된다.

2 생태모방 재료/소재 기술 시장

가 생태모방 기술 재료/소재 시장 특성 및 동향

아래에서는 생태모방 기술을 직접 응용하고 있는 사례뿐만 아니라 비록 직접적이지는 않지만 응용 가능성이 높은 재료/소재 관련 기업들의 생태모방 기술 개발 사례를 함께 검토했다. 또한 조사 대상 기업들은 연간매출 1조 원 이상으로 시장 영향력이 큰 주요 기업과 중견기업·신생기업으로 분류해 검토했다.

시장 영향력 큰 주요 기업(연간매출 1조 원 이상 기업): 3M, BASF, Evonik, DSM, Solvay, Toray Industries, Covestro, Dow, Arkema, Dupont

신생기업 및 비상장기업: Ecovative Design, AMSilk, Cypris Materials, Helicoid Industries, Helicoid Industries, ECOConcrete, NBD Nano, Mussel Polymers Inc, Bioxegy, denovoMATRIX, BEOnChip, SanaHeal, ComPair Technologies, Fusion Bionic, Biome Renewables, Cellugy, Geckel, ReefCycle, Amphibio

1) 연간매출 1조 원 이상 재료/소재 기업 생태모방 기술 동향

연간매출 1조 원 이상 재료/소재 기업 생태모방 기술 응용 현황	
기업	주요 응용 현황
3M	버섯 구조, 상어 피부 등 자연물 모방해 코팅, 필름, 접착 제품 'riblet', 'Dual Lock' 등 상용화 ¹⁰⁷⁾
BASF	상어 피부 모방해 항공기용 코팅 제품 'AeroSHARK' 상용화 ¹⁰⁸⁾
Evonik	'PuraMem' 등 나노필터(멤브레인) ¹⁰⁹⁾ , 나노입자 백신 제조 ¹¹⁰⁾ 관련 기술 개발 및 상용화하고 있으며 생명체 물질 운반 시스템 기반 생태모방 응용 가능성 높음
DSM	동물분자 구조 모방해 뼈 접착제 등 바이오플리머 ¹¹¹⁾ 제품 연구, 식물성 분자 모방 바이오 단백질 식품 'Vertis' ¹¹²⁾ 개발 및 상용화
Solvay	직접 특정 자연물에 대한 모방하거나 기반으로 한다는 언급은 없으나 열가소성 복합 소재 혁신센터(Thermoplastic Composites innovation centers)를 운영하는 등 첨단·특수 소재에 대한 연구에 집중함으로서 넓은 의미의 관점에서 생태모방 기술을 응용할 가능성 높음 ¹¹³⁾
Toray Industries	양털 및 모발 구조 모방 섬유/원단 제품 'Qticle' 상용화 ¹¹⁴⁾ , 물 분자 구조 모사 멤브레인(필터) 제품 'RO membrane' 연구 및 상용화 ¹¹⁵⁾

연간매출 1조 원 이상 재료/소재 기업 생태모방 기술 응용 현황	
기업	주요 응용 현황
Covestro	직접 자연물을 모방해 제품을 연구한다고 언급한 점은 찾기 어려우나 효소·미생물 활용 폐플라스틱 분해 및 폐수 처리용 효소 설계 연구 ¹¹⁶⁾ 등에 따라 광의의 생태모방 기술을 응용할 가능성 높음
Dow	바이오 원료 기반 폴리올레핀 엘라스토머(접착제) 제품인 'AFFINITY RE'를 상용화하는 등 광의의 관점에서 생태모방 기술 응용 가능성 높음 ¹¹⁷⁾
Arkema	'Rilsan polyamide 11' 등 바이오플라스틱 제품을 상용화하고 있으며 이와 관련 광의의 관점에서 생태모방 기술 응용 가능성 높음 ¹¹⁸⁾
DuPont	자연석의 색상, 패턴 등을 모방하고 이를 소재에 반영해 'Corian' 제품 라인업 등의 제품을 개발 및 상용화 ¹¹⁹⁾
특징	연 매출이 최소 1조 원 이상인 시장 영향력이 큰 주요 기업들은 대체적으로 기성 제품군 중 고기능 및 특수 재료/소재 제품에 대한 기능 강화를 위해 생태모방 기술 활용하고 있다. 주요 기업들이 생태모방 기술을 적용한 제품은 연구개발을 넘어 상용화로 시장진입에 성공하고 있다.

107) <https://www.riblets.at/history/> 및 <https://www.3m.com/>

108) Jörg Zumkley, 2021/03, 'Nature as a role model: Lufthansa Group and BASF roll out sharkskin technology', basf

109) <https://www.membrane-separation.com/en/organic-solvent-nanofiltration-with-puramem>

110) <https://publications.evonik.com/en/media/press-releases/corporate/evonik-is-driving-growth-through-innovations-177402.html#:~:text=In%202021%2C%20Evonik's%20innovation%20growth,health%2C%20cosmetics%2C%20and%20membranes.&text=Essen%2C%20Germany>

111) <https://www.dsm-firmenich.com/ko-kr/businesses/health-nutrition-care/news/press-releases/archive/dsm/2020/knowledge-center-press-releases-sep-2020-pbc-biomed.html>

112) <https://www.dsm-firmenich.com/en/businesses/taste-texture-health/markets-products/plant-based/dairy-alternatives/specialty-plant-proteins.html>

113) <https://www.solvay.com/en/press-release/solvay-opens-new-composite-innovation-centers-dedicated-thermoplastic-composites#:~:text=Brussels%2C%20October%2023%202019%20%2D%2D%2D,automotive%20and%20oil%20%26%20gas%20markets>

114) <https://greenroad.bio/en/toray-develops-qtile-tm-a-new-biomimicry-inspired-fabric/>

115) <https://idadesal.org/toray-obtains-joint-research-findings-that-could-drive-rd-boosting-reverse-osmosis-system-performance/>

116) <https://www.covestro.com/press/covestro-turns-to-biotechnology-for-sustainable-plastics/#:~:text=Covestro%20is%20expanding%20its%20competencies,are%20also%20to%20be%20developed>

117) <https://www.dow.com/en-us/brand/affinity-re.html>

118) <https://www.arkema.com/global/en/arkema-group/innovation/bio-based-bio-synthesized-materials/>

119) <https://www.corianquartz.com/corian-design-2024-color-launch>

2) 신생·비상장 기업 재료/소재 분야 생태모방 기술

신생·비상장 기업 재료/소재 분야 생태모방 기술 응용 현황	
기업	주요 응용 현황
Ecovative Design	MycoComposite, MycoFlex 등 곰팡이 균사체(mycelium) 모방 바이오소재 개발 및 상용화 ¹²⁰⁾
AMSilk	거미줄 모방 인공 거미실크 바이오플리머 직물 'BioSteel' 개발 및 상용화 ¹²¹⁾
Cypris Materials	나비·공작새·오펠의 자연 구조 모방 코팅 기술 개발 및 상용화 ¹²²⁾
Helicoid Industries	mantis shrimp(사마귀새우)의 나선형(helix) 적층 구조를 모방한 복합재 'Helicoid' 상용화 추진 ¹²³⁾
ECOncrete	해양 생태계 표면 구조 모방 친환경 바이오 콘크리트 제품 'bio-enhancing concrete' 개발 및 상용화 ¹²⁴⁾
NBD Nano	딱정벌레의 물 포집 구조 모방 친수성·소수성 패턴의 분자 수준 코팅 개발 및 상용화 ¹²⁵⁾
Mussel Polymers Inc	홍합 접착 단백질 모방 폴리머인 PCS (Poly-Catechol Styrene)에 대한 라이센스를 취득 및 관련 제품 상용화 ¹²⁶⁾
Bioxegy	생태모방(Biomimetics) 기술 전문 기업으로 협업 및 공동 프로젝트 방식으로 제품을 개발하고 전시. 대표적 사례로 유럽 'CSTO2NE' 프로젝트에 참여해 조류 및 갑각류의 생물탄산화 원리를 모사한 CO ₂ 포집 에코 소재 개발 ¹²⁷⁾
denovoMATRIX	생물학적 리간드(Biological ligands)를 모방한 코팅 기술을 응용해 세포배양 플레이트 제품 'screenMATRIX'를 개발 및 상용화 ¹²⁸⁾
BEOnChip	생체 및 세포 모방해 오간온어칩(Organ On a Chip) 'Be-Flow' 등 개발 및 상용화 ^{129), 130)}
Biome Renewables	떨어지는 단풍 및 부리형 구조 모방 풍력 터빈 부착 장치 'PowerCone' 개발 ¹³¹⁾
SanaHeal	거미줄 및 따개비 접착 단백질 모방 습윤 환경용 바이오 접착제 개발 ¹³²⁾
ComPair Technologies	구조물 손상 시 자연의 재생 메커니즘 모방 자기수복 복합재 기술 HealTech 개발 ¹³³⁾
Fusion Bionic	연꽃잎, 상어 피부 등 자연 표면 텍스처 모방 레이저 표면 텍스처링 기술 (DLIP) 개발 및 상용화 ¹³⁴⁾
Cellugy	식물 셀룰로오스 구조 모방 바이오셀룰로오스 분말 개발 ¹³⁵⁾
geCKo Materials	게코 발바닥 모방 접착체 'bio-inspired Dry Adhesive' 개발 ¹³⁶⁾
ReefCycle	식물 효소(plant enzymes)를 사용하고 조개·산호의 패각 형성메커니즘 모방 해 친환경 시멘트 제품 'enzymatic cement' 개발 및 상용화 ^{137), 138)}

신생·비상장 기업 재료/소재 분야 생태모방 기술 응용 현황	
기업	주요 응용 현황
Amphico (Amphibio Ltd)	연꽃·곤충 표면 구조 모방 PFAS-free 직물 'Amphitex' 등 직물 제품 개발 ¹³⁹⁾
Bimitech	벌새 날개 모방 냉각팬 개발 ¹⁴⁰⁾
Polymateria	자연물 분해 방식 모방 생분해성 플라스틱 개발 및 상용화 ¹⁴¹⁾
특징	신생기업 및 비상장 기업들은 화학 기반 재료/소재 제품뿐만 아니라 탄소중립, ESG 경영 등에 따른 수요를 충족시킬 수 있는 친환경 제품군과 다양한 첨단·혁신 재료/소재 제품군에서 생태모방 기술을 응용하고 있다. 시장 영향력이 주요 기업들과 마찬가지로 신생 비상장 기업들도 상당수 생태모방 기술 제품들을 상용화시키고 시장진입에 성공하고 있다.

- 120) <https://www.sourceful.com/explore/materials/mycocomposite>
- 121) <https://www.selectscience.net/article/amsilk-develops-biosteel-the-world-s-first-man-made-scalable-spider-silk-fiber>
- 122) <https://asknature.org/innovation/light-reflecting-coating-inspired-by-butterfly-wings/>
- 123) <https://www.helicoidind.com/history>
- 124) <https://econcretetech.com/case-study/reducing-the-carbon-footprint-of-concrete-based-coastal-and-marine-infrastructure/>
- 125) <https://greentownlabs.com/nbd-nano-uses-biomimicry-to-manipulate-water-and-oil/>
- 126) <https://www.musselpolymers.com/about.html>
- 127) <https://www.csto2ne.com/project>
- 128) <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/5-top-emerging-biomimetics-startups/>
- 129) <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/5-top-emerging-biomimetics-startups/>
- 130) <https://asknature.org/innovation/wet-binding-bioadhesives-inspired-by-barnacle-and-spider-web-glue/>
- 131) <https://biomimicry.org.nz/biome-renewables-powercone-empowering-new-zealands-wind-energy-efficiency/>
- 132) <https://sanaheal.com/technology>
- 133) comppair.ch
- 134) fusionbionic.com
- 135) cellugy.com
- 136) geckomaterials.com
- 137) reefcycle.earth
- 138) <https://asknature.org/innovation/carbon-sequestering-cement-inspired-by-shell-formation/>
- 139) <https://happyconews.com/gills-garments-and-more-the-story-of-amphico/>
- 140) <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/5-top-emerging-biomimetics-startups/>
- 141) polymateria.com

나 시사점

BASF, 3M, Solvay 등 연 매출 최소 1조 원 이상 규모의 기업들이 생태모방 재료/소재 기술을 개발하고 있다.

신생 및 비상장 기업들의 경우 Ecovative Design, ECOConcrete, Helicoid Industries 등 기업들이 생태모방을 응용한 혁신 기술로 시장 영향력을 확대하고 있다.

생태모방 재료/소재 시장은 기성 제품군 내 소수의 고기능 제품 중심에서 다양한 친환경 및 첨단·혁신 재료/소재 제품군으로 확장되고 있다.

기업 규모별로 집중적으로 개발하고 있는 제품군을 살펴보면 연 매출 최소 1조 원 이상 규모의 주요 기업들은 주로 코팅, 필름, 접착 제품, 바이오플리머, 섬유/원단 제품, 생분해성 플라스틱 제품군에 생태모방 기술을 집중적으로 응용하고 있다.

신생기업들은 해당 제품군뿐만 아니라 친환경 복합 바이오소재, 바이오 콘크리트, 폴리머, 이산화탄소 포집 소재, 세포배양 플레이트, 풍력 터빈, 자기수복 소재 냉각팬 등 다양한 분야로 응용 제품군을 확장하고 있다.

연 매출이 최소 1조 원 이상인 시장 영향력이 큰 주요 기업들은 대체로 기성 제품군 중 고기능 및 특수 재료/소재 제품에 대한 기능 강화를 위해 생태모방 기술을 응용하고 있는 것이 특징이다.

또한 시장 영향력이 큰 주요 기업들은 대부분 화학 기반 기업이며 이에 따라 화학 기반 제품에 생태모방 기술이 많이 적용되고 있는 것이 특징이다.

반면 신생기업 및 비상장기업들은 화학 기반 재료/소재 제품뿐만 아니라 탄소중립, ESG 경영 등에 따른 수요를 충족시킬 수 있는 친환경 제품군과 다양한 첨단·혁신 재료/소재 제품군에서 생태모방 기술을 활용하고 있다.

현재 전체 시장의 추세는 기성 제품군 내 고기능성 및 특수 재료/소재 제품군 중심에서 친환경, 대체에너지, 항공우주 등 첨단·혁신 제품군 등 산업 전반으로 생태모방 기술이 적용되고 있으며 제품 스펙트럼이 매우 넓어지고 있다고 볼 수 있다.

또한 생태모방 기술이 응용돼 개발된 대부분 제품은 상용화에 성공했거나 상용화를 추진하고 있다.

3 생태모방 재료/소재 기술 시장 미래 성장성

가 전체 생태모방 기술 미래 성장성

국제사회는 지구 온난화에 따른 탄소중립 정책을 적극 추진함과 동시에 에너지 인플레이션에 따른 경제성장을 둔화 현상을 겪고 있으며 이에 따른 부채 증가와 재정 긴축을 필요로 하고 있다.

탄소 저감 및 에너지 효율 증대 특징을 갖는 생태모방 기술은 이러한 상황을 극복할 수 있는 주요한 대체 기술이 될 수 있기 때문에 전체 생태모방 기술 시장은 잠재력이 큰 기술 분야이다.

부채 증가와 재정 긴축에 의해 선택적·집중적 투자 및 정책 추진 필요성이 높아짐에 따라 생태모방 기술의 대체성은 더욱 커질 것으로 보인다.

특히 생태모방 기술 중 친환경 속성을 갖는 탄소 저감 또는 에너지 절감 효과 기능을 중심으로 생태모방 기술에 대한 수요는 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.

미국, 한국 등 주요국의 산업별 R&D 동향을 살펴보면 화학/제약, 전자제품/반도체, 항공 장비 분야에서 매출 대비 높은 R&D 지출 비중을 나타내고 있으며 이에 따라 생태모방 기술 5대 분야 중 특히 화학/제약, 재료/소재 분야 중 전자제품/반도체 분야, 항공 장비 분야에서의 생태모방 기술 개발에 대한 연구 잠재성은 크다고 볼 수 있다.

AI 기술 관련 발행량과 AI 분야 투자는 지속적으로 크게 증가하고 있으며 특히 뚜렷한 테크 분야인 생태모방 기술은 AI의 영향을 크게 받을 것으로 보인다.

AI 연구 및 투자는 머신러닝, 데이터 관리 및 처리, 컴퓨터비전, 패턴인식, 산업로봇 등 분야에 집중되고 있으며 이는 ‘신소재 및 신약 개발’, ‘노동 및 산업 자동화’ 분야에서 학제 간 연구와 산업에 엄청난 기회 요소를 제공하고 기술 수요를 촉진할 것으로 보인다. 실제로 ‘신물질’ 분야 연구자들은 AI를 적극 활용하고 있으며 생산성 효과도 높은 것으로 인식하고 있다. 생태모방 5대 분야의 경우 ‘재료/소재’, ‘제약/화학’, ‘자동화 관련 기계’ 분야에 해당하며 이에 따라 해당 분야 생태모방 기술 수요는 AI의 영향을 비교적 크게 받을 것으로 보인다.

생태모방 기술(Biomimetics) 관련 연구자료도 이와 비슷하게 재료/소재, 화학/제약, 기계설계 분야에서 높은 발행량을 나타내고 있으며 이에 따라 재료/소재, 화학/제약, 기계

설계 분야에서 생태모방 기술은 비교적 시장에서의 응용 가능성이 높을 것으로 예상된다.

기업이 새롭게 투자하고 개발한 후 생태모방 기술을 실제 시장에 적용해 상용화(수익화) 까지 단계를 아우르는 ‘생태모방 신기술 시장’은 아직은 시장형성 초기 단계로 볼 수 있으며 정부 등 국가 정책에 큰 영향을 받는 시장으로 평가된다.

만약 범위를 넓혀 자연의 구조에서 영감을 얻어 만들어졌다는 범(광의의) 기술적 의미 (Nature Inspired)의 ‘생태모방’이라는 관점에서 봤을 때 ‘생태모방 기술 시장’은 이미 각 분야의 배경 시장에서 규모를 정확히 가늠하기 어려울 만큼 상당한 부분을 차지하고 있다.

특히 생태모방 기술의 주요 5대 분야 시장은 모두 광의의 생태모방 스펙트럼 기술을 활발히 응용하는 주요 시장이기 때문에 배경 시장의 시장 규모 또는 시장가치는 생태모방 기술 5대 분야 시장의 최대 잠재적 시장가치로 볼 수 있다.

나 생태모방 재료/소재 기술 시장 미래 성장성 종합

1) 주요 기업 활동

연간매출 최소 1조 원 이상 규모의 시장 영향력이 큰 다수의 주요 기업이 생태모방 기술을 개발하고 있다.

2) 기술 수용 범위

전체 산업 집중개발 분야:

재료/소재 산업은 배터리, 반도체 등 첨단 소재와 친환경, 에너지 관련 소재 중심으로 개발이 집중되고 있다.

제품군으로는 자원 재활용 생산, 재활용 재료/소재, 저탄소 생산 기술, 저탄소 재료/소재, 고기능성 및 경량화 관련 소재, 친환경 및 지속가능 첨단 소재, 수소에너지 소재, 배터리 소재, 반도체 소재, 차세대 응용 소재로 요약된다.

생태모방 기술 집중개발 분야:

1. 코팅, 필름, 접착 제품, 바이오플라스틱 등 화학 기반 제품군, 2. 섬유/원단 제품군, 3. 생분해성 플라스틱, 친환경 복합 바이오소재, 바이오 콘크리트, 이산화탄소 포집 소재 등

친환경 제품군, 그 밖에 세포배양 플레이트, 풍력 터빈, 자기수복 소재, 냉각팬 등 기타 제품군

비교 정리:

전체 산업 집중개발 분야 중 반도체, 배터리, 첨단 제품군을 제외한 코팅, 필름, 접착 제품 등 화학 기반 재료/소재 제품군과 저탄소 및 친환경 재료/소재 제품군, 섬유/원단 제품군에서 활발하게 생태모방 기술이 개발되고 있다.

3) 확장 특성

생태모방 재료/소재 시장은 기성 화학 기반 제품군 및 섬유/원단 제품군 내 소수의 고기능성 및 특수 재료/소재 제품군 중심에서 다양한 친환경, 대체에너지, 첨단·혁신 재료/소재 제품군으로 확대되고 있다.

연 매출이 최소 1조 원 이상인 시장 영향력이 큰 주요 기업들은 대체로 기성 제품군 중 화학 기반 고기능 및 특수 재료/소재 및 섬유/원단 제품에 대한 기능 강화를 위해 생태모방 기술을 응용하고 있으며 신생기업 및 비상장 기업들은 화학 기반, 섬유/원단 재료/소재 제품뿐만 아니라 탄소중립, ESG 경영 등에 따른 수요를 충족시킬 수 있는 친환경 제품군과 다양한 첨단·혁신 재료/소재 제품군에서 생태모방 기술을 개발하고 있다.

4) 성장성 및 잠재성 종합

재료/소재 산업의 R&D 비중 및 AI 활용성이 높아 재료/소재 시장에서의 생태모방 기술 수용도 및 확장 속도는 높을 것으로 예상된다.

현재 주요 기업들의 생태모방 기술 개발이 활발하고 상용화 규모도 높으며 생태모방 기술이 다양한 상품군으로 확대되고 있다.

전체 재료/소재 시장 규모는 약 4~5조 달러 규모로 추정¹⁴²⁾되며 이는 생태모방 기술 재료/소재 시장의 최대 잠재적 시장 규모에 해당한다.

142) 각 5대 시장 중 세부 시장을 나누서 시장 규모를 파악한 경우는 해당 시장을 하나의 동일한 시장으로 보기 어렵고 추정자료도 별개의 시장으로 구분해 추산하고 있기 때문. 반면 재료/소재, 자동차/항공 분야와 같이 하나의 시장으로 파악한 경우에는 재료/소재, 자동차/항공우주 분야의 경우 상품과 기술을 완전히 구분하기 어렵고 개별적으로 구분해 시장 규모를 추산하기 어렵기 때문

생태모방 재료/소재 기술 시장 규모는 약 104억 달러 ~ 1,248억 달러 규모로 추정되며 전체 재료/소재 시장규모(약 4조 달러)에서 약 0.2% ~ 3% 정도를 차지하는 것으로 추정된다.¹⁴³⁾

참고 각 5대 분야 생태모방 기술 시장 규모 추정은 공급적 측면의 Bottom-Up approach 방식으로 기업(사업체) 수준 미시자료를 상향식으로 집계하는 방법과 기술 채택 여부만으로 기업을 포함시키는(기술을 하나라도 사용하는 기업들의 매출을 합산. 또한 생태모방 기술에 해당한다는 기준점이 다를 수 있기 때문에 대략적으로 생태모방 기술 관련 매출의 하한선과 상한선으로 추정되는 5%~60% 매출 비중 구간을 제시함.) 이진 채택 집계 방법(extensive-margin)을 응용해 상한 규모를 추정했다.^{144), 145)} 이에 따라 생태모방 기술을 하나라도 활용하고 있고 매출이 확인되는 주요 기업의 전체 매출액을 조사하고 해당 기업들의 전체 매출을 합산한 다음 생태모방 기술의 매출 비중의 하한선과 상한선을 적용해 추정되는 시장 규모를 추정함(전체 매출규모의 5%~60%). 이후 상향식 집계와 정합화 방식을 응용해 추정된 생태모방 시장 규모를 전체 배경 시장 규모에 비교해 생태모방 기술이 전체 시장에서 차지하는 상한 비중을 추정했다.¹⁴⁶⁾ 기업들의 매출액은 2024년 기준.

관련 기업 전체 매출 합산 약 2,081억 달러 = 3M(\$24.6 B) + BASF(\$70.6 B) + Evonik(\$16.5 B) + DSM-Firmenich(\$13.9 B) + Solvay (\$5.1 B) + Toray(\$16.8 B) + Covestro(\$15.3 B) + Dow(\$43.0 B) + DuPont(\$2.3 B)

$$\frac{2081\text{억 달러} \times (5\% \sim 60\%)}{4\text{조 달러}} \times 100 = 0.2\% \sim 3.1\%$$

- 143) 생태모방 기술 수용 규모 또는 생태모방 기술 시장 규모를 구체적으로 추산하기 위해서는 각각 시장별 및 세부 산업별로 별도의 조사를 수행할 필요가 있지만, 대략적인 이해를 위해 각각의 전체 배경시장 규모 대비 생태모방 기술 활용 기업 전체 매출액을 비교해 추정함. 연간 매출액이 확인 가능한 기업들의 매출액만 합산 추정
- 144) Eric J. Bartelsman and Mark Doms, 2000. Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata, Journal of Economic Literature vol. 38, no. 3. 기업의 미시자료를 집계해 산업 전체 생산성, 총량 등 거시 현상을 체계적으로 설명한 대표적인 문헌 중 하나이며 경제학에서 기업(사업체) 수준 미시자료를 상향식으로 집계하는 방법의 기준 참고문헌으로 인정받고 있다.
- 145) Paul A. David, 2010. Zvi Griliches and the Economics of Technology Diffusion: Adoption of Innovations, Investment Lags, and Productivity Growth, SIEPR Discussion Paper No. 09-016 (Stanford, CA: Stanford Institute for Economic Policy Research) Zvi Griliches, 1957/10, Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change, Econometrica 25(4): 501–522. 이진 채택 집계 방식은 Griliches(1957) 문헌에서 응용한 이후 경제학에서 넓리 활용되고 있으며 이러한 방법론에 대한 설명은 David(2010) 문헌에서 정리하고 있다.
- 146) UNSD, 2018. Handbook on Supply and Use Tables and Input–Output Tables with Extensions and Applications, UNSD, 2008, The System of National Accounts (SNA). 경제활동 측정의 국제 표준이 되고 있는 상향식 집계와 정합화 방식을 응용함. 대표적으로 경제활동 측정의 국제표준이 되고 있는 SNA (UN/EC/OECD/IMF/World Bank 공동)가 총량(분모)을 일관되게 산출하고 하위 추정치(분자)를 상위 총계에 맞추는 통계 규칙을 제공

III | 건축, 기계설계 시장



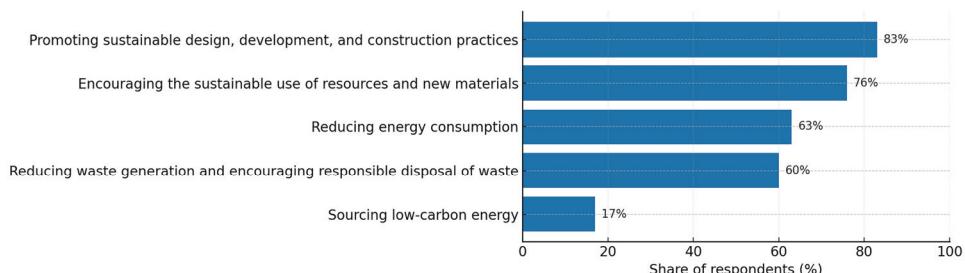
1 시장동향

가 건축/기계설계 시장 특성 및 동향

글로벌 건축 시장 트렌드는 크게 탄소중립 및 친환경에 대한 사회적 요구에 따른 친환경 구조 개발 및 자재 활용과 노동력 부족, 인건비 상승에 따른 노동력 문제에 따른 프리팹(Prefab) 시스템 등 건설 과정 단순화 상품, 자동화 시스템 도입 등에 집중되고 있다.

건축산업은 탄소중립 및 친환경에 대한 사회적 요구에 가장 크게 영향을 받는 분야이며 특히 시멘트의 높은 이산화탄소 배출 특성으로 인해 주요 기업들은 바이오 시멘트, 클링커 보충재, 대량 목구조 등 대체재에 대한 기술을 개발하고 있다.

또한 전세계적으로 인구 고령화와 젊은 층의 감소 그리고 인건비 상승 영향에 따라 건축 관련 기업들의 부담이 증가함에 따라 주요 기업들은 AI와 로봇을 활용해 설계부터 생산 까지 디지털 전환 및 자동화 시스템을 적극 개발하고 채용하고 있다.



| 미국 내 기계 및 건설(E&C) 관련 기업 임원진들의 지속가능 관련 우선순위 사항 |¹⁴⁷⁾

147) Michelle Meisels 등, 2023. 2023 engineering and construction industry outlook. Deloitte

기계 및 건설 기업(Engineering & Construction)들의 지속가능 부문 관련 우선순위는 지속가능한 디자인 및 개발, 건설 실무가 83%로 가장 높았으며 이어서 지속가능한 자원 및 자재 이용이 76%를 차지했다.

그 밖에 에너지 소비를 줄이겠다는 응답이 63%, 폐기물 생산의 감축 폐기물 재활용 비중을 늘리겠다는 응답은 60%, 저탄소 에너지를 활용하겠다는 응답은 17%를 차지했다.

이는 기계 및 건설 기업들이 지속가능 전략과 관련해 저탄소 에너지를 활용하는 등 우회적 방식보다는 직접적으로 상품을 지속가능 형태로 설계하고 개발하려는 동향을 나타낸다.

나 주요 건축/기계설계 기업 기술 동향

1) 건축 기업 기술 동향

기술 분야	기업	기술 전략 및 주요 기술
지속가능성 및 탄소중립	Skidmore, Owings & Merrill(SOM)	넷제로(net-zero) 고층 건물 디자인, 지속 가능한 도시 마스터플랜 개발
	Arup	다양한 건축, 시설 프로젝트에서 LCA(Life Cycle Assessment) 및 탄소 배출 분석 적용
	EcoVative Design	곡물 폐기물에 버섯균사체를 접종해 성장시키는 친환경 자재
	Saint-Gobain	생물기반 자재 제품군 확대, 저탄소 콘크리트 및 석고보드 개발, 재활용 석고 원료 기반 경량 석고보드
건축 설계 자동화 및 AI 도입	Spacemaker	AI 기반 부지 개발 솔루션
	TestFit	부동산 개발 타당성 검토 자동화 도구
	Foster+ Partners	Rhino Grasshopper를 활용한 알고리즘 디자인
로보틱스 및 3D 프린팅	ICON	미국에서 3D 프린팅 주택 상용화(NASA 달 기지 설계까지 수주)
	PERI	3D 프린팅 건축물 구현
	Boston Dynamics	'Spot' 로봇 등 현장 점검 자동화
디지털 트윈 및 BIM	Autodesk	Revit, BIM 360 등 BIM 기반 협업 플랫폼 제공
	Zaha Hadid Architects(ZHA)	디지털 트윈을 활용한 스마트 건축물 구현
	Gensler	대형 프로젝트에서 BIM 및 GIS 통합 사용

기술 분야	기업	기술 전략 및 주요 기술
프리팹(Prefab) 및 모듈러 건축	Katerra	수직 통합형 프리팹 시스템
	Skanska	모듈러 기술을 병원 및 주거용 건물에 적용
	BIG (Bjarke Ingels Group)	모듈러, 지속 가능 주거 프로젝트
스마트 건축물 및 IoT	Siemens Smart Infrastructure	스마트 빌딩 솔루션 제공
	Johnson Controls	IoT 기반 통합 빌딩 관리 시스템
	Edge Technologies	스마트 오피스 건물 설계

2) 기계설계 기업 기술 동향

기술 분야	기업	기술 전략 및 주요 기술
에너지 효율 및 친환경 설계	Bosch Rexroth	에너지 절약형 유압/전동 시스템 설계
	ABB	고효율 모터 및 구동장치 설계 강화
	Siemens	에코테크 인증 등 제품 설계에 ESG 기준 내재화
AI 기반 자동 설계 및 최적화	Autodesk	생성형 디자인 기능으로 경량화 및 최적화 설계
	Altair	AI 기반 토플로지 최적화, 복합재 설계
	Ansys	AI 기반 해석 속도 향상 및 데이터 기반 의사결정 지원
3D 프린팅(적층제조) 설계 최적화	GE Additive	금속 3D 프린팅 설계 전문화
	Stratasys, EOS 등	제조를 고려한 설계(DFAM) 기술 지원
	BMW Group	3D 프린팅으로 생산 부품 경량화 및 부품 통합 설계
디지털 트윈 및 시뮬레이션 기반 설계	Siemens Digital Industries	NX, Simcenter 통해 디지털 트윈 기반 설계 및 해석 통합
	PTC	Creo 및 ThingWorx 플랫폼으로 설계와 IoT 연결
	Dassault Systèmes	3DEXPERIENCE 플랫폼으로 설계-제조-운영 데이터 통합
첨단재료 및 경량화 설계	GE Aerospace	항공기 엔진에 적층제조 및 경량소재 설계 도입
	Tesla	차량 새시를 위한 대형 다이캐스팅 설계
	Hexcel, Toray 등	탄소섬유 기반 경량화 부품 공급

다 시장 규모

1) 건축(설계 및 자재) 시장 규모

건축설계: 약 3,760억 달러(2023년 기준)¹⁴⁸⁾

건축자재: 약 1.5조 달러(2022년 기준)¹⁴⁹⁾

전체 건축설계 및 자재 시장 규모는 약 1.8조 달러 규모

2) 기계설계 시장 규모

약 3.4조 달러 규모(2024년 기준)¹⁵⁰⁾

라 시사점

글로벌 건축/기계설계시장 트렌드는 크게 탄소중립 및 친환경에 대한 사회적 요구에 따른 친환경 구조 개발 및 자재 활용과 노동력 부족, 인건비 상승에 따른 프리팹(Prefab) 공정, 자동화 설계 시스템 등 건설/설계 과정 단순화 상품, 자동화 시스템 도입 등에 집중되고 있다.

특히 건축산업은 탄소중립 및 친환경에 대한 사회적 요구에 가장 크게 영향을 받는 분야이며 특히 시멘트의 높은 이산화탄소 배출 특성으로 인해 주요 기업들은 바이오 시멘트, 클링커 보충재, 대량 목구조 등 대체재에 대한 기술을 개발하고 있다.

주요 건축 관련 기업들은 버섯 균사체 기반 친환경 자재 개발, 저탄소 콘크리트 개발, 저탄소 배출 도시 계획, 건축설계 자동화 및 AI 기술, 건축물 구현용 로보틱스 및 3D 프린팅, 건축설계 디지털 트윈 및 BIM, 프리팹(Prefab) 및 모듈러 건축, 스마트 건축물 및 건축물 IoT 기술 등을 집중적으로 개발하고 있다.

주요 기계설계 관련 기업들은 에너지 절약형 유압/전동 시스템 설계, 고효율 모터, AI 기반 자동 설계 및 최적화, AI 기반 토플로지 최적화 시스템, 금속 3D 프린팅 설계 고도화, 3D프린팅 통합 설계, 디지털 트윈 및 시뮬레이션 설계, 항공기 경량 소재 개발 및 설계 등을 집중적으로 개발하고 있다.

148) grandviewresearch, Architectural Services Market Size, Share, & Trends Analysis Report

149) grandviewresearch, Building Materials Market Size, Share & Trends Analysis Report

150) Engineering Services Market Size, Share & Trends Analysis Report. Grand View Research

건축(설계 및 자재) 시장 규모는 약 1.8조 달러, 기계설계 시장 규모는 약 3.4조 달러 규모로 추정된다.

2 생태모방 건축/기계설계 기술 시장

가 생태모방 기술 건축/기계설계 시장 특성 및 동향

1) 건축 관련 기업 생태모방 기술 동향

건축 관련 기업 생태모방 기술 응용 현황	
기업	주요 응용 현황
BioMason	산호가 바다에서 탄산칼슘 구조를 형성하는 원리를 모방한 바이오시멘트 기술 개발 및 상용화 ¹⁵¹⁾
HOK	숲의 생태 순환 구조를 모방해 에너지, 물 등 자체 생태 시스템을 갖춘 건축물 설계 연구. 'Genius of Biome: California Coast' 프로젝트가 대표적 사례 ¹⁵²⁾
Exploration Architecture	조개껍데기 등 모방해 건물 차광 및 채광 설계 고안(콘셉트), 펭귄 깃털 등 구조 모방해 건물 단열 및 환기 시스템 설계 고안(콘셉트) ¹⁵³⁾
Biohm	균사체(mycelium)의 폐기물을 분해 및 구조체 형성 메커니즘을 모방해 건축 단열재 등 건축자재 생산 기술 개발 및 상용화 ¹⁵⁴⁾ , 155)
Ingenhoven Associates	생물의 호흡 방식을 모방해 건물 이중 유리 더블스킨 자연환기 시스템 개발 및 'fish-mouth louvre'을 'RWE Tower'에 적용 ¹⁵⁶⁾ 열대 숲 생태계 모방해 자연환기 시스템 개발 및 'Marina One'에 적용 ¹⁵⁷⁾
LAVA	컴퓨터 시뮬레이션으로 자연구조를 분석해 건축설계에 반영. 다양한 자연 물의 구조를 분석해 반응형 건물 외피 등 설계 및 'ENERGY STORAGE CENTRE' 등 건물에 적용 ¹⁵⁸⁾ , 159)
Grimshaw Architects	비누방울 모방해 'ETFE 돔' 설계 및 'Eden Project'에 적용 ¹⁶⁰⁾
ECOConcrete	해조초, 조개, 산호 등 물질 함유 등 해양 생태계 모방해 생태계 복원형 콘크리트 'Bio-enhancing concrete' 개발 및 상용화 ¹⁶¹⁾
Miller Hull Partnership	숲의 워터 사이클 모방해 수처리 시스템 설계 및 'Bullitt Center'에 적용 ¹⁶²⁾
Arup	아프리카 흰개미 둥지 자연환기 메커니즘 모방한 환기 시스템 설계해 'Eastgate Centre'에 적용 ¹⁶³⁾
Skidmore, Owings & Merrill(SOM) 및 Prometheus Materials 공동개발	산호 및 조개껍데기 형성 원리 모방해 이산화탄소 흡수 벽돌 개발 및 상용화 ¹⁶⁴⁾

건축 관련 기업 생태모방 기술 응용 현황	
기업	주요 응용 현황
Bouygues Construction	변온 동식물 색 변화 원리 모방해 기온에 따라 색 바뀌는 건물 외피, 꽃잎 개폐 원리 모방해 열고 닫히는 건물 외피 개발 ¹⁶⁵⁾
Stefano Boeri Studio	숲의 생태를 모방해 수직 숲 구조 고층빌딩 및 타워 설계 및 다수 적용 ¹⁶⁶⁾
특징	건축 분야에서 시장 영향력이 큰 'SOM', 'Bouygues Construction', 'HOK' 등 기업들은 생태모방 기술을 주로 건물 외피 및 내피 설계 부분에서 많이 응용하고 있으며 기능면에서는 '환기', '에너지 절감' 면에서 주로 개발하고 있다. 반면 'Biohm', 'ECOConcrete' 등 스타트업이나 소규모의 기업들은 주로 자연친화적 대체 소재를 개발하기 위해 생태모방 기술을 개발하고 있는 추세임. 특히 탄소저감 건축 자재에 많이 집중되어 있음

2) 기계설계 관련 기업 생태모방 기술 동향

기계설계 관련 기업 생태모방 기술 응용 현황	
기업	주요 응용 현황
현대자동차그룹	인체 관절 구조 및 움직임 모방해 CEX, VEX 등 산업용 웨어러블 로봇 개발. Boston Dynamics 인수해 Spot, Atlas 등 동물 형태 및 움직임 모방 산업용 로봇 개발 및 일부 상용화 ¹⁶⁷⁾
Tesla	인간의 신체 구조 및 기능테스 모방해 휴머노이드 'Optimus' 개발 ¹⁶⁸⁾
Amazon	인간 및 동물의 신체 구조 및 기능을 모방해 산업용 물류 로봇 'Vulcan' 개발 및 상용화 ¹⁶⁹⁾

151) biomason.com

152) <https://www.hok.com/news/2018-11/joel-makower-leads-biomimicry-discussion-with-paul-woolford-and-janine-benysus-at-verge-18/>

153) exploration-architecture.com

154) <https://asknature.org/innovation/building-insulation-inspired-by-mushrooms/>

155) <https://circularmateriallibrary.org/material/mycelium-insulation-panel/>

156) <https://www.christophingenhovenarchitects.com/projects/rwe-headquarters>

157) <https://www.archdaily.com/886215/green-heart-marina-one-singapore-ingenhoven-architects>

158) <https://www.l-a-v-a.net/projects/german-pavilion-expo-2020/>

159) <https://www.l-a-v-a.net/projects/energy-storage-centre/>

160) <https://www.theguardian.com/artanddesign/2021/mar/15/how-we-made-eden-project-cornish-lost-civilisation-soap-bubbles>

161) <https://econcretetech.com/econcrete-technology/>

162) <https://bullittcenter.org/2012/08/08/rainwater-collection-and-use-at-the-bullitt-center/>

163) <https://nautil.us/the-termite-and-the-architect-234706/>

164) Anton Giuroiu, 2024. Algae-Based Concrete Bricks: Prometheus Materials Leads Sustainable Building Revolution. architecturelab.net

165) <https://www.bouygues-construction.com/blog/en/dossier-special/biomimetisme/>

166) stefanoboeriarhitteti.net

기계설계 관련 기업 생태모방 기술 응용 현황	
기업	주요 응용 현황
NVIDIA	인간 및 동물 등 자연적 상호작용 및 물리환경 AI 인지 학습 플랫폼 'Cosmos WFM' 개발 및 상용화 ¹⁷⁰⁾
Festo	다양한 동식물 구조 및 운동 메커니즘 모방한 로봇 라인업 'Bionic' 시리즈 개발 ¹⁷¹⁾
ABB Technology Ventures(ATV)	문어촉수 소프트 형태 모방해 'Soft Robotics Inc.'와 협업해 산업용 소프트그리퍼 로봇 개발 및 상용화 ¹⁷²⁾
Soft Robotics Inc.	문어촉수 소프트 형태 모방해 'ABB Technology Ventures'와 협업해 산업용 소프트그리퍼 로봇 개발 및 상용화 ¹⁷³⁾
Altair	인간의 뼈 구조 모방해 의료용 인공관절 및 치아 임플란트 설계 CAE/시뮬레이션 'OptiStruct' 개발 및 상용화 ¹⁷⁴⁾
Dassault Systèmes	동식물의 생체구조 모방해 CAE/시뮬레이션 'CATIA' 개발 및 상용화. 인간의 생체조직 모방해 CAE/시뮬레이션 'SIMULIA' 개발 및 상용화 ¹⁷⁵⁾
ANSYS	동식물 및 인체 생체구조 모방해 'Mechanical', 'Workbench TO' 등 다양한 산업용, 의료용 CAE/시뮬레이션 개발 및 상용화 ¹⁷⁶⁾
Siemens	동식물 생체구조 모방해 'NX' 등 산업용 CAE/시뮬레이션 개발 및 상용화 ¹⁷⁷⁾
Autodesk	점액균사(slime mold) 등 자연률 모방해 CAE 기반 설계 툴 'Fusion 360 Generative Design' 개발 및 상용화 ¹⁷⁸⁾
특징	세계 최고 수준의 시장 영향력을 가진 빅테크 기업인 현대자동차그룹, Tesla, NVIDIA, Amazon 등은 생태모방 기술을 산업용 로봇 개발에 적용하고 있다. 특히 NVIDIA의 경우 로봇용 AI 인지 플랫폼을 개발하고 있으며 이는 생태모방 데이터에 대한 대규모 수요로 이어질 가능성도 있음 대부분 주요 기계설계 소프트웨어 기업들은 CAE, 시뮬레이션, 설계툴 등 기계설계 소프트웨어를 개발하면서 생태모방 기술을 적극적으로 활용하고 있으며 해당 시장의 수요 고객층도 생태모방 데이터를 활용해 제품을 설계하고 있다(BMW, Airbus 등). CAE, 시뮬레이션, 설계툴 산업 분야의 높은 생태모방 기술 수용도는 전체 기계설계 시장에서의 생태모방 기술 수요를 촉진할 가능성이 있음

167) <https://www.hyundaimotorgroup.com/innovation/CONT0000000000005047>

168) Simon Alvarez, 2025. Elon Musk confirms Tesla Optimus V3 already uses Grok voice AI. teslarati

169) Alex Davies, 2025. Introducing Vulcan: Amazon's first robot with a sense of touch. aboutamazon.com

170) <https://www.nvidia.com/ko-kr/ai/cosmos/>

171) festo.com

172) <https://new.abb.com/news/detail/5084/transforming-robotics-with-soft-robotics>173) <https://new.abb.com/news/detail/5084/transforming-robotics-with-soft-robotics>174) <https://www.engineering.com/topology-optimization-in-medical-implants-where-are-we-now/>

175) 3ds.com

176) <https://www.ansys.com/blog/biomimicry-innovates-unmanned-underwater-vehicles>177) <https://blogs.sw.siemens.com/nx-design/how-generative-design-is-transforming-engineering/>178) <https://asknature.org/innovation/generative-design-software-inspired-by-slime-mold-and-human-bones/>

나 시사점

탄소중립 및 자연 친화적 건축물에 대한 사회적 수요 증가는 건축물에 대한 생태모방 기술의 직접적인 수요 증가로 이어지고 있다.

시장 영향력이 큰 SOM, HOK 등 기업들은 생태모방 기술을 주로 ‘건물 외피 및 내피 설계’ 부분에서 많이 응용하고 있으며 기능면에서는 ‘환기’, ‘에너지 절감’ 면에서 주로 개발하고 있다. ‘Biohm’, ‘ECOncrete’ 등 스타트업이나 소규모의 기업들은 비교적 ‘자연 친화적 대체 소재 및 탄소 저감 건축 자재’ 관련 생태모방 기술을 집중적으로 개발하고 있다. 생태모방 기술이 응용된 건축 기술은 상용화 사례 또한 매우 많다.

기계설계 산업에서는 세계 최고 수준의 시장 영향력을 가진 빅테크 기업들인 현대자동차 그룹, Tesla, NVIDIA, Amazon 등이 생태모방 기술을 산업용 로봇 개발에 적용하고 있다. 특히 NVIDIA의 경우 로봇용 AI 인지 플랫폼을 개발하고 있으며 이러한 서비스 방식은 생태모방 데이터에 대한 대규모 수요로 이어질 가능성도 있다.

또한 기계설계 소프트웨어 분야에서 생태모방 기술이 적극적으로 활용되고 있으며 대부분 주요 기계설계 소프트웨어 기업들은 CAE, 시뮬레이션, 설계툴 등을 개발하면서 생태모방 기술을 적극적으로 개발하고 있다. CAE, 시뮬레이션, 설계툴 등 기계설계 소프트웨어 시장의 고객층도 생태모방 데이터를 활용해 제품을 설계하고 있다(BMW, Airbus 등). 기계설비의 도구가 되는 CAE, 시뮬레이션, 설계툴 분야의 높은 생태모방 기술 수용도는 전체 기계설계 시장에서의 기술 수요를 촉진시킬 가능성도 있다.

이러한 생태모방 기술이 응용된 산업용 로봇 및 기계설계 소프트웨어 분야는 상용화 수준 또한 매우 높은 수준이다.

3 생태모방 건축/기계설계 기술 시장 미래 성장성

가 전체 생태모방 기술 미래 성장성

국제사회는 지구 온난화에 따른 탄소중립 정책을 적극 추진함과 동시에 에너지 인플레이션에 따른 경제성장을 둔화 현상을 겪고 있으며 이에 따른 부채 증가와 재정 긴축을 필요로 하고 있다.

탄소저감 및 에너지 효율 증대 특징을 갖는 생태모방 기술은 이러한 상황을 극복할 수 있는 주요한 대체 기술이 될 수 있기 때문에 전체 생태모방 기술 시장은 잠재력이 큰 기술 분야이다.

부채 증가와 재정 긴축에 의해 선택적·집중적 투자 및 정책 추진 필요성이 높아짐에 따라 생태모방 기술의 대체성은 더욱 커질 것으로 보인다.

특히 생태모방 기술 중 친환경 속성을 갖는 탄소 저감 또는 에너지 절감 효과 기능을 중심으로 생태모방 기술에 대한 수요는 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.

또한 노동 생산 인구는 감소하고 인건비 증가 현상은 점차 심화하고 있어 인간의 노동력을 대체할 수 있는 기술인 산업로봇, 설계 자동화 시스템, 휴머노이드, 스마트팩토리 등 분야에 대한 수요는 점차 심화될 것으로 보인다. 생태모방 기술 5대 분야 중 건축/기계 설계 분야는 이러한 산업 분야를 상당 부분 포함하고 있으며 이러한 산업 분야를 중심으로 생태모방 기술에 대한 수요가 크게 증가할 것으로 예상된다.

AI 기술 관련 발행량과 AI 분야 투자는 지속적으로 크게 증가하고 있으며 특히 뚜렷한 테크 분야인 생태모방 기술은 AI의 영향을 크게 받을 것으로 보인다.

AI 연구 및 투자는 머신러닝, 데이터 관리 및 처리, 컴퓨터비전, 패턴인식, 산업로봇 등 분야에 집중되고 있으며 이는 ‘신소재 및 신약 개발’, ‘노동 및 산업 자동화’ 분야에서 학제간 연구와 산업에 엄청난 기회 요소를 제공하고 기술 수요를 촉진할 것으로 보인다. 실제로 ‘신물질’ 분야 연구자들은 AI를 적극 활용하고 있으며 생산성 효과도 높은 것으로 인식하고 있다. 생태모방 5대 분야의 경우 ‘재료/소재’, ‘제약/화학’, ‘자동화 관련 기계’ 분야에 해당하며 이에 따라 해당 분야 생태모방 기술 수요는 AI의 영향을 비교적 크게 받을 것으로 보인다.

생태모방 기술(Biomimetics) 관련 연구자료도 이와 비슷하게 재료/소재, 화학/제약, 기계설계 분야에서 높은 발행량을 나타내고 있으며 이에 따라 재료/소재, 화학/제약, 기계 설계 분야에서 생태모방 기술은 비교적 시장에서의 응용 가능성이 높을 것으로 예상된다.

기업이 새롭게 투자하고 개발한 후 생태모방 기술을 실제 시장에 적용해 상용화(수익화) 까지 단계를 아우르는 '생태모방 신기술 시장'은 아직은 시장형성 초기 단계로 볼 수 있으며 정부 등 국가 정책에 큰 영향을 받는 시장으로 평가된다.

만약 범위를 넓혀 자연의 구조에서 영감을 얻어 만들어졌다는 범(광의의) 기술적 의미 (Nature Inspired)의 ‘생태모방’이라는 관점에서 봤을 때 ‘생태모방 기술 시장’은 이미 각 분야의 배경 시장에서 규모를 정확히 가늠하기 어려울 만큼 상당한 부분을 차지하고 있다.

특히 생태모방 기술의 주요 5대 분야 시장은 모두 광의의 생태모방 스펙트럼 기술을 활발히 응용하는 주요 시장이기 때문에 배경 시장의 시장 규모 또는 시장가치는 생태모방 기술 5대 분야 시장의 최대 잠재적 시장가치로 볼 수 있다.

나 생태모방 건축/기계설계 기술 시장 미래 성장성 종합

1) 주요 기업 활동

건축 분야의 경우 연간매출이 최소 1조 원 이상인 글로벌 기업 수준의 기업이 활동하는 경우는 많지 않지만 업계에서 주요한 위치를 차지하고 있는 기업들이 생태모방 기술을 응용하고 있다.

기계설계 관련 기업의 경우 세계 최고 시장 영향력을 가진 글로벌 기업이 다수 생태모방 기술을 응용하고 있다.

2) 기술 수용 범위

전체 산업 집중개발 분야:

건축/기계설계 산업은 친환경 저탄소, 에너지 관련 기술과 건설 및 설계 자동화 시스템 중심으로 개발이 집중되고 있다.

건축 관련 기업들은 버섯 균사체 기반 친환경 자재 개발, 저탄소 콘크리트 개발, 저탄소 배출 도시 계획, 건축설계 자동화 및 AI 기술, 건축물 구현용 로보틱스 및 3D 프린팅, 건축설계 디지털 트윈 및 BIM, 프리팹(Prefab) 및 모듈러 건축, 스마트 건축물 및 건축물 IoT 기술 등을 집중적으로 개발하고 있다.

주요 기계설계 관련 기업들은 에너지 절약형 유압/전동 시스템 설계, 고효율 모터, AI 기반 자동 설계 및 최적화, AI 기반 토플로지 최적화 시스템, 금속 3D 프린팅 설계 고도화, 3D프린팅 통합 설계, 디지털 트윈 및 시뮬레이션 설계, 항공기 경량 소재 개발 및 설계 등을 집중적으로 개발하고 있다.

생태모방 기술 집중개발 분야:

건축 관련 기업들은 1. ‘건물 외피 및 내피 설계’ 부분에서 많이 응용하고 있으며 기능면에서는 2. ‘환기’, ‘에너지 절감’ 면에서 주로 개발하고 있다. 특히 3. ‘자연친화적 대체 소재 및 탄소저감 건축 자재’ 관련 생태모방 기술을 집중적으로 개발하고 있다.
기계설계 관련 기업들은 1. 산업용 로봇, 휴머노이드, 2. 기계설계 소프트웨어 분야를 집중적으로 개발하고 있다.

비교 정리:

전체 건축 산업은 탄소저감 건축자재 및 설계 부분을 집중적으로 개발하고 있으며 생태 모방 기술 수용 범위도 해당 부분에 상당 부분 집중되어 있다.

기계설계 분야에서 생태모방 기술이 집중적으로 응용되고 있는 분야는 산업용 로봇, 휴머노이드, 기계설계 소프트웨어 분야, 경량화 설계, 에너지 절감 설계 부분이며 이는 마찬가지로 전체 기계설계 분야 집중개발 범위와 상당 부분 일치한다.

3) 확장 특성

탄소중립 및 자연친화적 건축물에 대한 사회적 수요 증가는 건축물에 대한 생태모방 기술의 직접적인 수요 증가로 이어지고 있다.

업계에서 시장 영향력이 큰 SOM, HOK 등 기업들은 생태모방 기술을 주로 ‘건물 외피 및 내피 설계’ 부분에서 많이 응용하고 있으며 기능면에서는 ‘환기’, ‘에너지 절감’ 면에서 주로 개발하고 있다.

‘Biohm’, ‘ECOncrete’ 등 스타트업이나 중소규모의 기업들은 비교적 ‘자연친화적 대체 소재 및 탄소 저감 건축 자재’ 관련 생태모방 기술을 집중적으로 개발하고 있다. 생태모방 기술이 응용된 건축 기술은 상용화 사례 또한 매우 많다.

기계설계 산업에서는 세계 최고 수준의 시장 영향력을 가진 빅테크 기업인 현대자동차그룹, Tesla, NVIDIA, Amazon 등이 생태모방 기술을 산업용 로봇 개발에 적용하고 있다. 특히 NVIDIA의 경우 로봇용 AI 인지 플랫폼을 개발하고 있으며 이러한 서비스 방식은 생태모방 데이터에 대한 대규모 수요로 이어질 가능성도 있다.

또한 기계설계 소프트웨어 분야에서 생태모방 기술이 적극적으로 활용되고 있으며 대부분 주요 기계설계 소프트웨어 기업들은 CAE, 시뮬레이션, 설계툴 등을 개발하면서 생태

모방 기술을 적극적으로 개발하고 있다. CAE, 시뮬레이션, 설계툴 등 기계설계 소프트웨어 시장의 고객층도 생태모방 데이터를 활용해 제품을 설계하고 있다(BMW, Airbus 등). 기계설비의 도구가 되는 CAE, 시뮬레이션, 설계툴 분야의 높은 생태모방 기술 수용도는 전체 기계설계 시장으로의 기술 수요 증가로 이어질 수 있다.

생태모방 기술이 응용된 산업용 로봇 및 기계설계 소프트웨어 분야는 상용화 수준 또한 매우 높다.

4) 성장성 및 잠재성(규모 포함) 종합

건축(설계 및 자재) 분야 주요 기업들이 상당수 생태모방 기술을 직접 개발하고 있고 기술 수용 범위도 넓으며 상용화 규모 또한 높다. 하지만 연간매출이 최소 1조 원 이상인 글로벌 기업 수준의 기업이 활동하는 경우가 많지 않아 기술 수용도가 아직은 제한적인 것으로 보인다.

반면 기계설계 분야의 경우 시장 영향력이 큰 기업들이 생태모방 기술을 활발히 응용하고 있기 때문에 생태모방 기술 수용도는 매우 높을 것으로 예상된다. 또한 산업 R&D 비중과 AI 활용성 또한 높아 기술 확산 속도도 매우 빠를 것으로 예상된다.

전체 건축(설계 및 자재) 시장 규모는 약 1.8조 달러, 기계설계 시장 규모는 약 3.4조 달러 규모로 추정¹⁷⁹⁾되며 이는 생태모방 기술 건축, 기계설계 시장의 최대 잠재적 시장 규모에 해당한다.

생태모방 건축(설계 및 자재) 시장 규모는 약 1.5억 달러 ~ 18억 달러 규모로 추정되며 전체 건축 시장(1.8조 달러)에서 약 0.1% 정도(0.008% ~ 0.1%)를 차지하는 것으로 추정된다.

생태모방 기계설계 시장 규모는 약 484억 달러 ~ 5,808억 달러 규모로 추정되며 전체 기계설계 시장(3.4조 달러)에서 약 1.4% ~ 17% 정도를 차지하는 것으로 추정된다.¹⁸⁰⁾

179) 각 5대 시장 중 세부 시장을 나눠서 시장 규모를 파악한 경우는 해당 시장을 하나의 동일한 시장으로 보기 어렵고 추정자료도 별개의 시장으로 구분해 추산하고 있기 때문. 반면 재료/소재, 자동차/항공 분야와 같이 하나의 시장으로 파악한 경우에는 재료/소재, 자동차/항공우주 분야의 경우 상품과 기술을 완전히 구분하기 어렵고 개별적으로 구분해 시장 규모를 추산하기 어렵기 때문

180) 생태모방 기술 수용 규모 또는 생태모방 기술 시장 규모를 추산하기 구체적으로 위해서는 각각 시장별 및 세부 산업별로 별도의 조사를 수행할 필요가 있지만, 대략적인 이해를 위해 각각의 전체 배경시장 규모 대비 생태모방 기술 활용 기업 전체 매출액을 비교해 추정함. 연간 매출액이 확인가능한 기업들의 매출액만 합산 추정

참고 각 5대 분야 생태모방 기술 시장 규모 추정은 공급적 측면의 Bottom-Up approach 방식으로 기업(사업체) 수준 미시자료를 상향식으로 집계하는 방법과 기술 채택 여부만으로 기업을 포함시키는(기술을 하나라도 사용하는 기업들의 매출을 합산. 또한 생태모방 기술에 해당한다는 기준점이 다를 수 있기 때문에 대표적으로 생태모방 기술 관련 매출의 하한선과 상한선으로 추정되는 5%~60% 매출 비중 구간을 제시함.) 이진 채택 집계 방법(extensive-margin)을 응용해 상한 규모를 추정했다.¹⁸¹⁾,¹⁸²⁾ 이에 따라 생태모방 기술을 하나라도 활용하고 있고 매출이 확인되는 주요 기업의 전체 매출액을 조사하고 해당 기업들의 전체 매출을 합산한 다음 생태모방 기술의 매출 비중의 하한선과 상한선을 적용해 추정되는 시장 규모를 추정함(전체 매출규모의 5%~60%). 이후 상향식 집계와 정합화 방식을 응용해 추정된 생태모방 시장 규모를 전체 배경 시장 규모에 비교해 생태모방 기술이 전체 시장에서 차지하는 상한 비중을 추정했다.¹⁸³⁾ 기업들의 매출액은 2024년 기준.

**관련 기업 전체 매출 합산
(건축)** 약 30억 달러 = Arup (\$2.66 B) + SOM (\$0.347 B) + BioMason (\$24.8 M) + Biohm (\$4 M) + ECOConcrete (\$4 M) + Prometheus (\$3.5 M)

$$\frac{30\text{억 달러} \times (5\% \sim 60\%)}{1.8\text{조 달러}} \times 100 = 0.008\% \sim 0.1\%$$

**관련 기업 전체 매출 합산
(기계설계)** 약 9,681억 달러 = 현대자동차그룹 (\$127.2 B) + Tesla (\$97.7 B) + Amazon (\$638.0 B) + NVIDIA (\$60.9 B) + Festo Group (\$3.9 B) + ABB (\$32.85 B) + Autodesk (\$6.9 B) + Soft Robotics (\$7.5 M) + Altair Engineering (\$665.8 M) = 9,689억 달러

$$\frac{9681\text{억 달러} \times (5\% \sim 60\%)}{3.4\text{조 달러}} \times 100 = 1.4\% \sim 17\%$$

- 181) Eric J. Bartelsman and Mark Doms, 2000. Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata, Journal of Economic Literature vol. 38, no. 3. 기업의 미시자료를 집계해 산업 전체 생산성, 총량 등 거시 현상을 체계적으로 설명한 대표적인 문헌 중 하나이며 경제학에서 기업(사업체) 수준 미시자료를 상향식으로 집계하는 방법의 기준 참고문헌으로 인정받고 있다.
- 182) Paul A. David, 2010. Zvi Griliches and the Economics of Technology Diffusion: Adoption of Innovations, Investment Lags, and Productivity Growth, SIEPR Discussion Paper No. 09-016 (Stanford, CA: Stanford Institute for Economic Policy Research) Zvi Griliches, 1957/10, Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change, Econometrica 25(4): 501–522. 이진 채택 집계 방식은 Griliches(1957) 문헌에서 응용한 이후 경제학에서 넓리 활용되고 있으며 이러한 방법론에 대한 설명은 David(2010) 문헌에서 정리하고 있다.
- 183) UNSD, 2018. Handbook on Supply and Use Tables and Input–Output Tables with Extensions and Applications, UNSD, 2008, The System of National Accounts (SNA). 경제활동 측정의 국제 표준이 되고 있는 상향식 집계와 정합화 방식을 응용함. 대표적으로 경제활동 측정의 국제표준이 되고 있는 SNA (UN/EC/OECD/IMF/World Bank 공동)가 총량(분모)을 일관되게 산출하고 하위 추정치(분자)를 상위 총계에 맞추는 통계 규칙을 제공



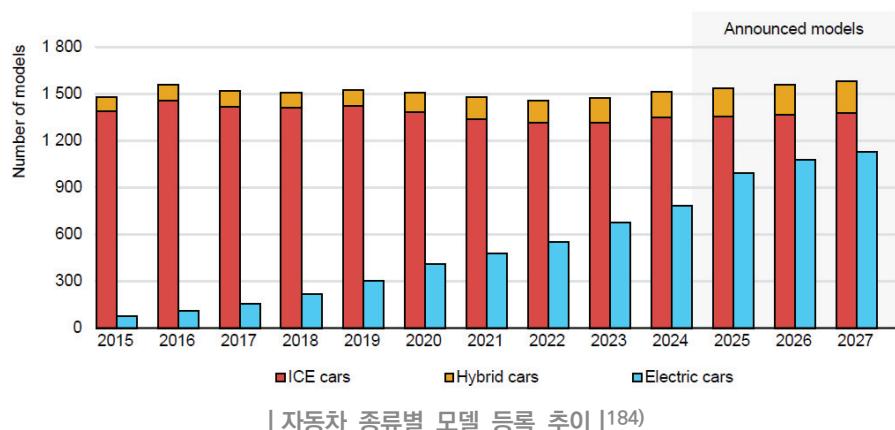
1▶ 시장동향

가 차량/항공우주 시장 특성 및 동향

1) 자동차 시장동향

글로벌 자동차 산업 및 시장의 기술 트렌드는 ‘ACES’ 중심의 기술로 요약되며 이는 Automated (자율주행), Connected(연결성), Electrified(전기화), Shared(공유 모빌리티)를 의미한다.

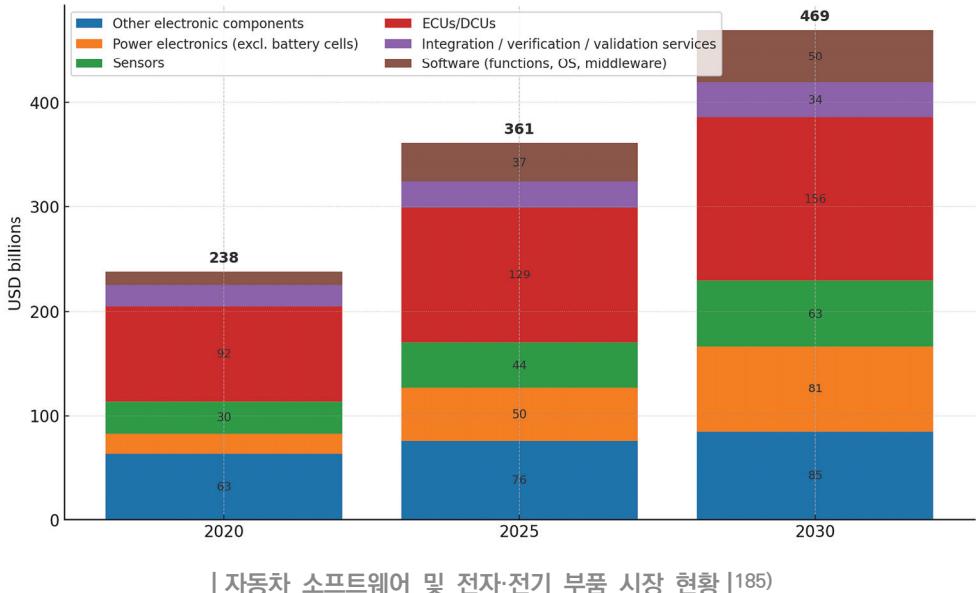
특히 기존 내연 기관 자동차(ICE Cars) 중심에서 전기차, 자율주행 자동차 중심으로 기술 시장이 집중되고 있다.



글로벌 자동차 시장에서 2027년까지 전기차 모델 등록률은 크게 증가하고 있으며 하이브리드차 모델 등록률도 증가하고 있다. 반면 글로벌 자동차 판매량 증가에도 내연기관차(ICE cars) 모델 등록률은 지속적으로 감소하고 있는 추세이다.

184) 2025. Global EV Outlook 2025. IEA

2024년 전기차 모델 등록은 785건으로 전년 대비 15% 증가했으며 2024년 전기차 모델 등록률은 내연차 및 하이브리드차 등록률에 비해 50% 정도 적은 수준이었지만, 그 갭은 2027년 30% 수준으로 감소할 것으로 예상된다.



Electronics & SW by geography (2030)

EU	112
China	161
US · Canada · Mexico	68
Korea · Japan	50
Rest of world	78
Total	469

Automotive sales (USD billions)

2020	2,755
2025	3,027
2030	3,800
CAGR 2020-2030 +3%	

| 자동차 소프트웨어, 전자·전기 부품 판매액 및 전체 자동차 판매액 전망 | 186)

185) Ondrej Burkacky 등, 2019. Automotive software and electronics 2030. McKinsey & Company

186) Ondrej Burkacky 등, 2019. Automotive software and electronics 2030. McKinsey & Company

2020~2030년까지 글로벌 자동차 매출액은 연평균 3% 수준의 성장률이 예상되지만, 자동차 소프트웨어 및 전자·전기 부품 매출액은 연평균 7% 수준의 성장률이 예상된다.

2020년 소프트웨어 및 전자·전기 부품 매출액은 2,380억 달러에서 연평균 7%씩 성장해 2030년 4,690억 달러로 예상된다.

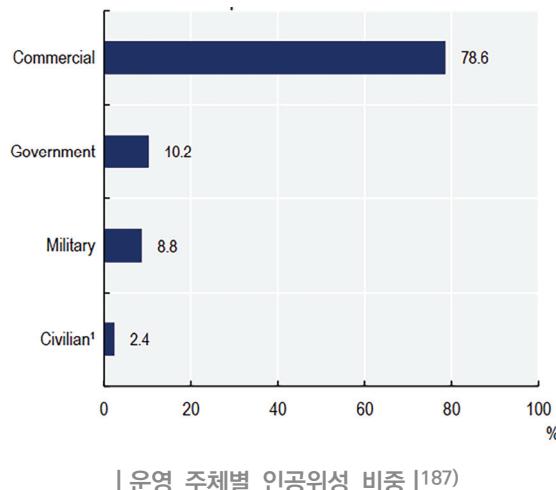
부품별로 살펴보면, 2030년 기준 ECUs/DCUs가 1,560억 달러, 전기에너지 관련 장치 810억 달러, 센서 630억 달러, 소프트웨어 500억 달러, 시스템 품질 및 검증 서비스 (Integration, verification, and validation services) 340억 달러, 기타 850억 달러로 예상된다.

이들 소프트웨어 및 전자·전기 부품 시장 성장률은 모두 높은 성장률이 예상되지만, 전기에너지 관련 장치의 경우 15%의 매우 높은 성장이 예상되며 시스템 품질 및 검증 서비스는 10%, 센서는 8%의 성장률이 예상된다.

2) 항공우주 시장동향

항공우주 시장은 큰 흐름으로 봤을 때 국가·정부 주도 중심에서 민간·기업 주도 중심으로 재편되고 있는 것이 특징이다.

세부 산업별로 재사용 발사체 기술, 초소형 위성, 도심항공모빌리티 UAM 및 eVTOL, 항공우주체 신소재, 친환경 항공기 부분에서 주요 기업들의 투자 및 연구개발이 이어지고 있으며 AI기술 및 친환경·저탄소 관련 기술 또한 적극적으로 수용되고 있다.



187) Marit Undseth, Claire Jolly 등, 2023. The Space Economy in Figures. OECD

2022년 기준 운영 중인 인공위성의 운영 주체는 상업 부분이 78.6%로 대부분을 차지하고 있으며 정부에서 10.2%, 군대가 8.8%를 차지하고 있다. 대학 등 민간 부분은 2.4%를 차지한다.

상업 부분과 민간 부분을 합친 민간·기업 부분은 81%로 전체 인공위성 운영의 대부분을 차지하고 정부와 군대를 합친 국가·정부 부분은 19%를 차지하고 있다.

나 주요 차량/항공우주 관련 기업 기술 동향

1) 자동차 기업 ‘ACES’ 기술 트렌드별 동향

기술 분야	기업	기술 전략 및 주요 기술
A-자율주행	Tesla	카메라 기반 Full-Self Driving(FSD), 비지도 학습 활용, OTA로 지속 개선
	Waymo (Alphabet)	라이더 기반 Level 4 자율주행 택시 상용화(피닉스·샌프란시스코 운영)
	Mercedes-Benz	독일·미국서 L3 자율주행 시스템 ‘Drive Pilot’ 상용화(최초 인증)
	Hyundai Motional	Aptiv과 합작, 미국 주요 도시 로보택시 시범 운영 중
	GM Cruise	완전 자율 택시(샌프란시스코, 피닉스) 운영, 도시 확장 중
	Baidu/Geely	중국 내 로보택시 및 자율차 양산 추진, Apollo 자율주행 플랫폼 활용
C-커넥티드	BMW	Android 기반 iDrive 9 시스템, Amazon Alexa 탑재, OTA 지원
	Mercedes-Benz	MB.OS 개발 중, 자체 인포테인먼트 UX 구축
	Hyundai/Kia	ccOS 개발, 카카오·네이버 등 로컬 플랫폼 통합 추진
	Toyota	Woven City에서 커넥티드 생태계 테스트, Arene 소프트웨어 플랫폼 구축
	Ford	Google과 협력 Android Auto 기반 IVI 플랫폼 구축
	Tesla	자사 미디어·내비·차량 통제 완전 통합 UX(OTA 중심 구조)
E-전동화	Tesla	자체 셀(4680) 개발, 수직 계열화된 배터리 공급망, 기가팩토리 확장
	Volkswagen	MEB 플랫폼 보급형 EV 확대, PowerCo 통해 배터리 내재화
	Hyundai	E-GMP 기반 전기차 라인업 확대, 전고체 배터리 R&D 진행 중
	Toyota	하이브리드 우선, 전고체 배터리 양산 준비
	BYD	블레이드 배터리 기술 개발
	GM	Ultium 플랫폼, LG와 합작 배터리 공장, EV 전환 로드맵 가속화
S-공유 모빌리티	Uber 및 Motional (Hyundai)	미국 내 자율주행 공유 서비스 공동 실험
	GM Cruise	로보택시 운영 중, 도시 확장 및 공유 기반 확대
	Waymo	로보택시 운행 지역 확대 및 Waymo One 플랫폼 고도화
	Tesla	향후 로보택시 전용 차량(Robotaxi) 출시 예고
	Volkswagen (MOIA)	독일 중심의 차량 공유 서비스 운영, 전기 배 기반 모빌리티 제공
	Grab, Didi	동남아·중국 중심 공유 모빌리티에 자율주행 기술 접목 중

2) 항공우주 관련 기업 기술 동향

기업	기술	기술 전략 및 주요 기술
SpaceX	재사용 발사체 기술	Falcon 9, Falcon Heavy를 통해 1단 로켓 15회 이상 재사용
	Starlink	5,000기 이상 LEO 위성 구축, 위성 인터넷 상용화
	Starship	대형 심우주용 발사체, 달·화성 탐사 및 궤도 정거장 건설을 목표
Blue Origin	New Shepard	서브오비탈 관광 로켓, 수직 이착륙 기술 정교화
	New Glenn	궤도 진입용 재사용 로켓 개발 중(7m급)
	Orbital Reef	NASA와 협력 민간 우주정거장 프로젝트 진행
	엔진 기술	BE-4 엔진 개발, ULA 등 타사 공급
OneWeb	LEO 위성 인터넷	북반구 중심의 통신 서비스 상용화
	군집 위성 운용	648기 계획 중 대부분 궤도 배치 완료
	상용/정부용 통신망 제공	민간·국방·공공기관에 글로벌 연결성 제공
Airbus	Zero e 프로젝트	2035년까지 수소연료 기반 항공기 상용화 목표
	UAM(CityAirbus)	eVTOL 전기 수직이착륙기 시제기 개발
	위성 및 방위 기술	Eurostar 플랫폼 기반 위성 통신 시스템 공급
	AI/디지털 트윈	생산·운항 효율성 제고를 위한 AI 기반 시뮬레이션 강화
Boeing	Sustainable Aviation	SAF(지속가능 항공연료), 복합재 경량화, 친환경 엔진 개발
	eVTOL(Wisk Aero)	자율 전기 비행체 공동개발
	우주기술	SLS(Space Launch System) 공동개발, ISS 참여
	국방 및 위성	군사용 위성 및 무인 항공기 시스템 확대
Joby	eVTOL	NASA 인증 자율 조종 겸용 eVTOL 개발
Archer	UAM	미국 UAM 상용화 준비, FAA 인증 과정 진행 중
Lilium	eVTOL	덕트팬 기반 고속 eVTOL 개발, 유럽 시장 중심 확장
KAI	군용기 및 무인기	KF-21 보라매, 군용기 및 무인기 플랫폼 내재화, 소형위성 개발 확대
KARI	우주 발사체	누리호 개발 성공, 성층권 드론, 초소형 위성 군집 기술 확보

다 차량/항공우주 시장 규모

1) 글로벌 자동차 시장 규모

완성차 부문: 약 3.5조 달러 규모(2023년 기준)¹⁸⁸⁾

부품 및 악세서리 부문: 약 2조 달러 규모(2024년 기준)¹⁸⁹⁾

전체 약 5.5조 달러 규모

188) 2024/03. Global Automotive Industry Market Size To Exceed USD 6,861.45 Billion By 2033 | CAGR Of 6.77%. Yahoo finance

189) 2025. globenewswire. Auto Parts And Accessories Global Industry Business Report 2025: Market to Reach \$2.4 Trillion by 2030 – China Forecasted to Grow at an Impressive 4.8% CAGR

2) 항공우주 시장 규모

항공: 약 8,822억 달러 규모(2025년 기준)¹⁹⁰⁾

우주: 약 6,130억 달러 규모(2024년 기준)¹⁹¹⁾

전체 약 1.5조 달러 규모

라 시사점

글로벌 자동차 산업 및 시장의 기술 트렌드는 ‘ACES’ 즉, Automated(자동화), Connected(연결성), Electrified(전기화), Shared(공유 모빌리티)를 중심으로 기술이 개발되고 있다.

자동차 종류로는 전기차, 하이브리드차 비중이 증가하고 있는 반면, 내연기관차의 비중은 낮아지고 있다. 자동차 부품별 시장으로는 소프트웨어 및 전자·전기 부품의 시장이 크게 성장하고 있다.

기술별로 Full-Self Driving (FSD), 소프트웨어 플랫폼, UX 시스템, 배터리 공급망, 전고체 배터리, 기가팩토리, 차량 공유 서비스 플랫폼 등 기술이 집중적으로 개발되고 있다.

항공우주 시장은 국가·정부 주도 중심에서 민간·기업 주도 중심으로 재편되고 있는 것이 특징이다.

세부 산업별로 재사용 발사체 기술, 초소형 위성, 도심항공모빌리티 UAM 및 eVTOL, 항공우주체 신소재, 친환경 항공기 부분에서 주요 기업들의 투자 및 연구개발이 이어지고 있으며 AI기술 및 친환경·저탄소 관련 기술 또한 적극적으로 수용되고 있다.

글로벌 자동차 시장 규모는 완성차 약 3.5조 달러, 자동차 부품 및 액세서리 2조 달러, 항공우주 시장 규모는 약 1.5조 달러 규모로 추정된다.

190) 2025. ibisworld. Global Airlines – Market Research Report (2015–2030).

191) 2025. payloadspace. Global Space Economy Tops \$600B For The First Time.

2 생태모방 차량/항공우주 기술 시장

가 생태모방 기술 차량/항공우주 시장 특성 및 동향

차량/항공우주 관련 기업 생태모방 기술 응용 현황	
기업	주요 응용 현황
Continental AG	벌집 내 벌들의 집단이동 원리를 모방해 자율주행 차량 네트워크 기술 'BEE' 개발 ¹⁹²⁾
Opteran	곤충 두뇌, 눈 등을 모방해 센서 융합, 충돌 회피, 자율기능 AI 기술 개발 및 상용화. 특히 'Airbus', 'ESA(유럽우주국)', '영국 우주국' 등과 협업해 우주 탐사용 로버를 개발하고 있으며 물류 로봇 주요 업체인 'SAFELOG'와 협업해 물류 로봇에 'Opteran MInd'를 탑재해 상용화할 예정 ¹⁹³⁾
Nissan	물고기 뼈 이동 원리 모방해 IBA, FCW 등 자동차 선행 충돌 방지 기술 개발 및 상용화 ¹⁹⁴⁾
Ford	벌집구조 모방해 자동차 차체 구조 경량화 및 고강도 기술 개발 및 상용화 ¹⁹⁵⁾
Airbus	상어 피부 모방한 기체 표면 코팅 기술, 알바트로스 모방 기체 구조 설계 등 생태모방 기술 개발 및 상용화. 당사 자체 개발 및 외부 업체와 활발히 협력 개발 ¹⁹⁶⁾
NASA 및 Boeing	연잎 표면의 뾰족 돌기를 모방해 곤충 잔류물 비점착 항공기 코팅 기술 개발 ¹⁹⁷⁾
Lufthansa Technik 및 BASF	상어피부 미세 표면을 모방한 기체 표면 코팅 기술 'Aero SHARK' 개발 및 상용화. Lufthansa Technik 과 BASF가 공동개발 ¹⁹⁸⁾
Mercedes-Benz	거북복어의 갑각 구조 등 동식물 모방해 자동차 디자인 설계 및 상용화. 동식물의 구조를 모방한 부품 라인업 'BIONICAST'을 개발하고 있으며 'VISION EQXX', 'EQS' 등 자동차 모델에 적용 ¹⁹⁹⁾
McLaren	세일피시(sailfish) 비늘 구조 모방해 공기 저항 저감 디자인 개발 및 하이퍼카 모델 P1에 적용 ²⁰⁰⁾
BMW	벌집구조를 모방해 와이퍼 블레이드 등 경량 구조 설계 및 'i3' 등 모델에 적용 ²⁰¹⁾
AeroVironment	미국방부의 DARPA(방위고등연구계획국) 등이 집중적으로 투자해 벌새류 모방한 나노 항공체 등 개발 ²⁰²⁾

192) <https://interestingengineering.com/innovation/continental-automotive-uses-biomimicry-to-create-the-car-of-the-future>

193) opteran.com

194) Dalmeet Singh Chawla, 2014/08. The car designer who turned a sailfish into a supercar. [bbc](http://bbc.com)

195) <https://sustainablebrands.com/read/ford-looks-to-ai-biomimicry-solutions-to-stay-ahead-of-the-curve>

차량/항공우주 관련 기업 생태모방 기술 응용 현황	
기업	주요 응용 현황
특징	차량/항공우주 관련 주요 기업들은 생태모방 기술을 주로 ‘네트워크 및 센서’, ‘표면 코팅’, ‘경량화 구조’ 부분을 중심으로 개발하고 있다. 전체 시장 규모에 비해 개발을 진행 중인 응용 범위는 현재로서는 비교적 좁다고 볼 수 있지만 주요 글로벌 기업들이 생태모방 기술을 응용하고 있다. 항공우주 분야의 경우 ‘Airbus’, ‘Mercedes-Benz’ 등 업계 최고 수준의 시장 영향력을 가진 기업들이 생태모방 기술을 개발하고 있어 기술 수용도는 볼 수 있다. 또한 NASA, DARPA, 유럽우주국 등 글로벌 시장 영향력이 큰 연구 기관들이 생체모방 기술을 활용한 항공체 등을 개발하고 있어 주목됨

나 시사점

차량/항공우주 관련 분야에서 시장 영향력이 큰 글로벌 기업들인 Airbus, Mercedes-Benz, BMW 등 기업들이 생태모방 기술을 응용해 제품을 개발하고 있다.

생태모방 기술은 ‘네트워크 및 센서’, ‘표면 코팅’, ‘경량화 구조’ 부분에서 집중적으로 개발되고 있다.

전체 산업 규모와 관련 부품산업 범위에 비해 생태모방 기술이 개발되고 있는 분야는 비교적 범위가 좁지만 ‘Airbus’, ‘Boeing’, ‘Mercedes-Benz’ 등 글로벌 시장 영향력을 가진 기업들이 생태모방 기술을 개발하고 있어 기술 수요 수용성은 크다고 볼 수 있다.

특히 항공우주 분야에 있어 NASA, DARPA, 유럽우주국 등 글로벌 시장 영향력이 큰 연구 기관들이 생체모방 기술을 활용한 항공체 등을 개발하고 있어 향후 항공우주 시장에서의 생태모방 기술 수요 잠재성은 큰 상황이다.

- 196) <https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2018-01-biomimicry-engineering-in-natures-style>
- 197) <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-tests-aircraft-wing-coatings-that-slough-bug-guts/>
- 198) 2024. From albatrosses to slimy eels: Aircraft design and concepts inspired by nature. aerotime.
- 199) <https://group.mercedes-benz.com/sustainability/resources-circularity/materials/bionic-components.html>
- 200) <https://www.aranca.com/knowledge-library/articles/ip-research/biomimicry-in-automotive-industry>
- 201) <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0143924EN/the-bmw-i3?language=en>
- 202) Amir Lebdouli, 2022. Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development.

3 생태모방 차량/항공우주 기술 시장 미래 성장성

가 전체 생태모방 기술 미래 성장성

국제사회는 지구 온난화에 따른 탄소중립 정책을 적극 추진함과 동시에 에너지 인플레이션에 따른 경제성장을 둔화 현상을 겪고 있으며 이에 따른 부채 증가와 재정 긴축을 필요로 하고 있다.

탄소 저감 및 에너지 효율 증대 특징을 갖는 생태모방 기술은 이러한 상황을 극복할 수 있는 주요한 대체 기술이 될 수 있기 때문에 전체 생태모방 기술 시장은 잠재력이 큰 기술 분야이다.

부채 증가와 재정 긴축에 의해 선택적·집중적 투자 및 정책 추진 필요성이 높아짐에 따라 생태모방 기술의 대체성은 더욱 커질 것으로 보인다.

특히 생태모방 기술 중 친환경 속성을 갖는 탄소 저감 또는 에너지 절감 효과 기능을 중심으로 생태모방 기술에 대한 수요는 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.

미국, 한국 등 주요국의 산업별 R&D 동향을 살펴보면 화학/제약, 전자제품/반도체, 항공 장비 분야에서 매출 대비 높은 R&D 지출 비중을 나타내고 있으며 이에 따라 생태모방 기술 5대 분야 중 특히 화학/제약, 재료/소재 분야 중 전자제품/반도체 분야, 항공 장비 분야에서의 생태모방 기술 개발에 대한 개발 잠재성은 크다고 볼 수 있다.

차량 산업의 경우 전체 매출 대비 R&D 비중은 비교적 낮지만 산업 규모 자체가 크기 때문에 R&D 금액 자체는 높아 생태모방 기술에 대한 수요 잠재성은 크다고 볼 수 있다.

기업이 새롭게 투자하고 개발한 후 생태모방 기술을 실제 시장에 적용해 상용화(수익화)까지 단계를 아우르는 ‘생태모방 신기술 시장’은 아직은 시장형성 초기 단계로 볼 수 있으며 정부 등 국가 정책에 큰 영향을 받는 시장으로 평가된다.

만약 범위를 넓혀 자연의 구조에서 영감을 얻어 만들어졌다는 범(광의의) 기술적 의미 (Nature Inspired)의 ‘생태모방’이라는 관점에서 봤을 때 ‘생태모방 기술 시장’은 이미 각 분야의 배경 시장에서 규모를 정확히 가늠하기 어려울 만큼 상당한 부분을 차지하고 있다.

특히 생태모방 기술의 주요 5대 분야 시장은 모두 광의의 생태모방 스펙트럼 기술을 활발히 응용하는 주요 시장이기 때문에 배경 시장의 시장 규모 또는 시장가치는 생태모방 기술 5대 분야 시장의 최대 잠재적 시장가치로 볼 수 있다.

나 생태모방 차량/항공우주 기술 시장 미래 성장성 종합

1) 주요 기업 활동

연간매출이 최소 1조 원 이상인 시장 영향력이 큰 다수의 주요 기업이 생태모방 기술을 개발하고 있다.

2) 기술 수용 범위

전체 산업 집중개발 분야:

차량 분야의 경우 Automated(자율주행), Connected(연결성), Electrified (전기화), Shared (공유 모빌리티)를 중심으로 기술이 개발되고 있으며 소프트웨어 및 전자·전기 부품 중심으로 개발이 집중되고 있다.

항공우주 분야의 경우 재사용 발사체 기술, 초소형 위성, 도심항공모빌리티 UAM 및 eVTOL, 항공우주체 신소재, 친환경 항공기 부분에서 집중적으로 개발되고 있다.

생태모방 기술 집중개발 분야:

1. 네트워크 및 센서, 2. 표면 코팅, 3. 경량화 구조, 4. 나노항공체 부분에서 집중적으로 개발되고 있다.

비교 정리:

차량/항공우주 분야에서 생태모방 기술이 응용되는 분야는 네트워크 및 센서, 표면 코팅, 경량화 구조, 나노항공체 부분에 집중되고 있으며 이는 전체 차량/항공우주 분야 기술 개발 범위에 비해 비교적 좁은 범위이다. 즉 차량/항공우주 산업의 경우 생태모방 기술이 일부 분야에서 집중, 응용되고 있다.

3) 확장 특성

차량/항공우주 관련 분야에서 시장 영향력이 큰 글로벌 기업인 Airbus, Mercedes-Benz, BMW 등 기업들이 생태모방 기술을 응용해 제품을 개발하고 있다. 특히 항공우주 관련 일부 기업들은 NASA, DARPA, 유럽우주국 등 글로벌 항공우주 업계 시장 영향력이 큰 연구 기관들이 생체모방 기술을 활용해 다양한 항공우주 기술 분야를 개발하고 있다.

항공체의 경우 DARPA, NASA 등 시장 영향력이 매우 큰 국방 관련 기관으로부터 투자를 받아 개발이 진행되고 있는 것이 특징이다.

이에 따라 차량/항공우주 시장에서 생태모방 기술은 항공우주 분야를 중심으로 기술이 확장되고 있는 것이 특징이다.

4) 성장성 및 잠재성 종합

차량/항공우주 분야 주요 글로벌 기업들이 생태모방 기술을 개발하고 있다.

다만, 전체 차량/항공우주 산업 규모에 비해 생태모방 기술이 개발되고 있는 분야는 비교적 일부분에 집중되고 있는 것이 특징이다.

또한 자동차 산업의 경우 R&D 비중이 다른 5대 산업에 비해 비교적 작기 때문에 기술이 다양한 분야로 확산되는 속도가 비교적 제한될 수 있다.

반면 항공우주 분야의 경우 R&D 비중도 자동차 분야에 비해 높고 NASA, DARPA, 유럽우주국 등 글로벌 항공우주 업계에서 시장 영향력이 큰 연구 기관들이 생체모방 기술을 활용한 항공체 등을 개발하고 있어 향후 차량/항공우주 시장에서의 생태모방 기술 수요는 항공우주 분야를 중심으로 성장할 것으로 예상된다.

전체 완성차 시장 규모는 약 3.5조 달러, 자동차 부품 및 액세서리 시장 규모는 약 2조 달러, 항공우주 시장 규모는 약 1.5조 달러 규모로 추정²⁰³⁾되며 이는 생태모방 기술 차량, 항공우주 시장의 최대 잠재적 시장 규모에 해당한다.

생태모방 차량/항공우주 기술 시장 규모는 약 410억 달러~4928억 달러 규모로 추정되며 전체 차량/항공우주 시장(약 7조 달러)에서 약 0.5%~7% 정도를 차지하는 것으로 추정된다.²⁰⁴⁾

203) 각 5대 시장 중 세부 시장을 나눠서 시장 규모를 파악한 경우는 해당 시장을 하나의 동일한 시장으로 보기 어렵고 추정자료도 별개의 시장으로 구분해 추산하고 있기 때문. 반면 재료/소재, 자동차/항공 분야와 같이 하나의 시장으로 파악한 경우에는 재료/소재, 자동차/항공우주 분야의 경우 상품과 기술을 완전히 구분하기 어렵고 개별적으로 구분해 시장 규모를 추산하기 어렵기 때문

204) 생태모방 기술 수용 규모 또는 생태모방 기술 시장 규모를 구체적으로 추산하기 위해서는 각각 시장별 및 세부 산업별로 별도의 조사를 수행할 필요가 있지만, 대략적인 이해를 위해 각각의 전체 배경시장 규모 대비 생태모방 기술 활용 기업 전체 매출액을 비교해 추정함. 연간 매출액이 확인 가능한 기업들의 매출액만 합산 추정

참고 각 5대 분야 생태모방 기술 시장 규모 추정은 공급적 측면의 Bottom-Up approach 방식으로 기업(사업체) 수준 미시자료를 상향식으로 집계하는 방법과 기술 채택 여부만으로 기업을 포함시키는(기술을 하나라도 사용하는 기업들의 매출을 합산. 또한 생태모방 기술에 해당한다는 기준점이 다를 수 있기 때문에 대략적으로 생태모방 기술 관련 매출의 하한선과 상한선으로 추정되는 5%~60% 매출 비중 구간을 제시함.) 이진 채택 집계 방법(extensive-margin)을 응용해 상한 규모를 추정했다.²⁰⁵⁾,²⁰⁶⁾ 이에 따라 생태모방 기술을 하나라도 활용하고 있고 매출이 확인되는 주요 기업의 전체 매출액을 조사하고 해당 기업들의 전체 매출을 합산한 다음 생태모방 기술의 매출 비중의 하한선과 상한선을 적용해 추정되는 시장 규모를 추정함(전체 매출규모의 5%~60%). 이후 상향식 집계와 정합화 방식을 응용해 추정된 생태모방 시장 규모를 전체 배경 시장 규모에 비교해 생태모방 기술이 전체 시장에서 차지하는 상한 비중을 추정했다²⁰⁷⁾. 기업들의 매출액은 2024년 기준.

관련 기업 전체 매출 합산 약 8,214억 달러 = Continental (\$41.7 B) + Nissan (\$86.5 B) + Ford (\$185 B) + Airbus (\$75 B) + Boeing (\$66.5 B) + Lufthansa Tech (\$8 B) + Mercedes-Benz (\$170 B) + BMW (\$170 B) + McLaren Group (\$0.573 B) + AeroVironment (\$1.95 B) + Opteran (\$16.2 M)

$$\frac{8214\text{억 달러} \times (5\% \sim 60\%)}{7조 달러} \times 100 = 0.5\% \sim 7\%$$

-
- 205) Eric J. Bartelsman and Mark Doms, 2000. Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata, Journal of Economic Literature vol. 38, no. 3. 기업의 미시자료를 집계해 산업 전체 생산성, 총량 등 거시 현상을 체계적으로 설명한 대표적인 문헌 중 하나이며 경제학에서 기업(사업체) 수준 미시자료를 상향식으로 집계하는 방법의 기준 참고문헌으로 인정받고 있다.
- 206) Paul A. David, 2010. Zvi Griliches and the Economics of Technology Diffusion: Adoption of Innovations, Investment Lags, and Productivity Growth, SIEPR Discussion Paper No. 09-016 (Stanford, CA: Stanford Institute for Economic Policy Research) Zvi Griliches, 1957/10, Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change, Econometrica 25(4): 501–522. 이진 채택 집계 방식은 Griliches(1957) 문헌에서 응용한 이후 경제학에서 넓리 활용되고 있으며 이러한 방법론에 대한 설명은 David(2010) 문헌에서 정리하고 있다.
- 207) UNSD, 2018. Handbook on Supply and Use Tables and Input–Output Tables with Extensions and Applications, UNSD, 2008, The System of National Accounts (SNA). 경제활동 측정의 국제 표준이 되고 있는 상향식 집계와 정합화 방식을 응용함. 대표적으로 경제활동 측정의 국제표준이 되고 있는 SNA(UN/EC/OECD/IMF/World Bank 공동)가 총량(분모)을 일관되게 산출하고 하위 추정치(분자)를 상위 총계에 맞추는 통계 규칙을 제공

V

결론



1 재료/소재, 건축/기계설계, 차량/항공우주 분야 미래 성장성 비교

구분	주요 기업 활동	기술 집중 분야	기술 수용 특성
재료/ 소재	연간매출 최소 1조 원 이상 주요 기업들의 생태모방 기술 개발	화학 기반 제품군, 섬유/원단 제품군, 친환경 제품군, 기타 제품군	기술 수용 및 확장 속도 빠를 것으로 예상. 생태모방 기술이 기존 고기능 제품군에서 첨단 제품군 등 다양한 상품군으로 확대되고 있음
건축/ 기계 설계	건축의 경우 연간매출이 최소 1조 원 이상인 글로벌 기업 수준의 기업이 활동하는 경우는 찾기 어렵지만 업계 주요 기업이 생태모방 기술을 개발. 기계설계의 경우 글로벌 시장 영향력이 최고 수준의 기업들이 다수 개발	건축의 경우 건물 외피 및 내피 설계 부분, 환기 및 에너지 절감 부분. 기계설계의 경우 산업용 로봇 및 휴머노이드 분야, 기계설계 소프트웨어 분야	건축 분야의 경우 탄소증립 및 자연 친화적 건축물에 대한 사회적 수요 증가는 건축물에 대한 생태모방 기술의 직접적인 수요 증가로 이어짐 기계설계 분야의 경우 휴머노이드, 기계설계 소프트웨어 분야를 중심으로 생태모방 기술이 확산. 특히 기계설계 소프트웨어 분야는 생태모방 기술의 높은 DB 활용성이 예상됨
차량/ 항공 우주	연간매출이 최소 1조 원 이상인 시장 영향력이 큰 다수 주요 기업이 생태모방 기술을 개발	네트워크 및 센서, 표면 코팅, 경량화 구조, 나노 항공체 분야	자동차 산업의 경우 R&D 비중이 다른 5대 산업에 비해 비교적 작기에 기술이 다양한 분야로 확산되는 속도가 비교적 제한될 수 있음 반면, 항공우주 분야의 경우 기술 확산 속도가 비교적 빠를 것으로 예상됨 차량/항공우주 시장에서 생태모방 기술은 항공우주 분야를 중심으로 기술이 확장되는 것으로 보임

2 재료/소재, 건축/기계설계, 차량/항공우주 분야 생태모방 시장가치 비교

구분	시장가치 비교
재료/ 소재	<ul style="list-style-type: none"> 생태모방 재료/소재 기술 시장 규모는 약 104억 달러~1,248억 달러 규모로 추정. 전체 재료/소재 시장 규모(약 4~5조 달러)에서 생태모방 재료/소재 기술이 차지하는 규모는 대략 0.2%~3% 정도로 추정
건축/ 기계설계	<ul style="list-style-type: none"> 생태모방 건축(설계 및 자재) 시장 규모는 약 1.5억 달러~18억 달러 규모로 추정, 전체 건축설계 및 자재 시장(1.8조 달러)에서 생태모방 기술이 차지하는 규모는 대략 0.1% 정도로 추정 생태모방 기계설계 시장 규모는 약 484억 달러~5,808억 달러 규모로 추정, 전체 기계설계 시장(3.4조 달러)에서 생태모방 기술이 차지하는 규모는 대략 1.4%~17% 정도로 추정
차량/ 항공우주	<ul style="list-style-type: none"> 생태모방 차량/항공우주 기술 시장 규모는 약 410억 달러~4,928억 달러 규모로 추정. 전체 재료/소재 시장 규모(7조 달러)에서 생태모방 재료/소재 기술이 차지하는 규모는 대략 0.5%~7% 정도로 추정

208)

208) 각 5대 시장 중 세부 시장을 나누서 시장 규모를 파악한 경우는 해당 시장을 하나의 동일한 시장으로 보기 어렵고 추정자료도 별개의 시장으로 구분해 추산하고 있기 때문. 반면 재료/소재, 자동차/항공 분야와 같이 하나의 시장으로 파악한 경우에는 재료/소재, 자동차/항공우주 분야의 경우 상품과 기술을 완전히 구분하기 어렵고 개별적으로 구분해 시장 규모를 추산하기 어렵기 때문



생태모방기술 분야별 시장동향과 미래성장성 분석

Market Trends and Future Growth
Prospects of Biomimicry Technology

제1편

재료/소재, 건축/기계설계, 자동차/항공우주 분야