

2024년 세계 Top10 신흥기술(WEF)

- Top 10 Emerging Technologies of 2024 -

[애자일] KIAT 산업기술정책단 정책기획실('24.9.3)



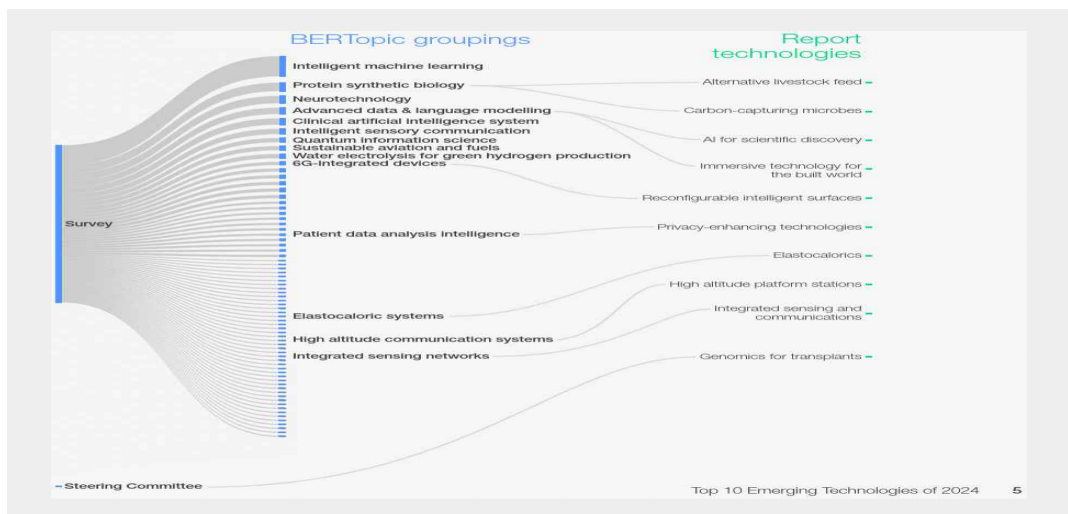
- ◆ 세계경제포럼(WEF)에서 선정한 향후 3~5년 내 사회·경제에 큰 영향을 미칠 2024년 10대 신흥기술(Emerging technologies) 요약·소개

* 원문 출처 : Top 10 Emerging Technologies of 2024 (World Economic Forum, '24.06)

1. 10대 신흥기술 개요

- **(개요)** 세계경제포럼(World Economy Forum, WEF)은 3~5년 내 사회·경제에 큰 영향을 미칠 10가지 기술을 선별하여 '11년부터 '10대 신흥기술(Top 10 Emerging Technologies)' 보고서를 발간
 - ('24년 보고서 특징) 300명 이상의 세계 정상급 학자 전문성을 활용하여 관점을 다양화하고, 학술문헌·재원 추세·특허 출원 등 혁신적 추세 분석 방법론을 도입하여 선정 과정의 공정성과 정확성을 강화
 * 주요 포커스 : 기후변화의 시급 대응, 다양한 분야 혁신 유발, 연계협력 강화 등
- **(방법론)** 전 세계 전문가 대상 설문조사(29개국 300개 유효기술 접수) → AI 기반 트렌드 분석 및 70개 기술 도출 → 운영그룹 검토 및 10대 기술 선별* 과정으로 진행
 * 선별기준 : 참신성(Novelty), 적용성(Applicability), 깊이(Depth), 영향력(Power)

[WEF 2024년 10대 신흥기술 선정 과정]



※ 자료 : Top 10 Emerging Technologies of 2024 (World Economic Forum, 2024.06)

2. WEF 선정 2024년 10대 신기술(Emerging Technologies)

(1) 과학적 발견을 위한 AI(AI for scientific discovery)

- **(과학발전 가속화)** 딥러닝·생성형AI 등 인공지능(AI) 혁신은 연구자들에게 과학적인 발견의 속도를 가속화
 - **(과학적 발견의 변화)** Deep Mind의 AlphaFold(단백질 구조의 3D 모델 예측 AI 시스템)부터 새로운 항생제 계열과 효율적 배터리 소재 발견까지 새로운 지식 발견·사용에 있어 AI 주도 방식으로 크게 변화
 - 연구자들은 문헌 조사를 위한 대규모 언어 모델(LLM) 구축, AI 챗봇을 통한 신규 가설 브레인스토밍, 빅데이터 분석을 위한 AI 모델 생성, 새로운 발견을 위한 딥러닝 등으로 AI를 활용 중
 - * 또한 AI를 로봇 기술과 접목하여 과학적 연구를 더욱 가속화하는 방법 모색 중
- **(AI 활용분야)** AI 발전으로 인해 불가능했으 발견을 가능하게 하는 과학연구 분야의 범용기술로 부상 중
 - **(대표분야)** 대표적으로 ①질병 진단·치료·예방, ②차세대 친환경기술 신소재 개발, ③생명과학 발전, ④인간의 정신 이해 방식의 발전 가능성을 높게 예측
- **(윤리적 고려사항)** 과학기술 발전 가속화에도 불구하고, AI는 개인 프라이버시 보호, 데이터 무결성 및 신뢰성 확보, 결과물 지적재산권 문제 등은 해결해야 할 숙제
 - **(환경영향)** 또한 AI 발전에 소요되는 에너지 소비와 자원 추출로 인한 환경적인 영향도 고려해야할 요소
- **(연관 산업)** '21~'23년간 '과학적 발견을 위한 AI'에 투자를 가장 많이 한 산업은 인터넷(665억\$), 소프트웨어(241억\$), 의료(103억\$), 컴퓨터 하드웨어(43억\$), 공업(42억\$) 순
- **(투자 상위국)** '21~'23년 간 AI분야에 투자한 기업 자금 규모 및 학술지원금 규모의 상위 5개국 현황은 다음과 같음

구분	기업 투자액		학술 지원금	
	국가	금액	국가	금액
1	 미국	741억\$	 미국	36억\$
2	 중국	190억\$	 캐나다	5,800만\$
3	 인도	58억\$	 일본	3,300만\$
4	 영국	52억\$	 영국	5억 4,700만\$
5	 독일	25억\$	 노르웨이	1억 4,300만\$

* 데이터 출처 : (기업투자액) CB Insights, (학술지원금) Dimensions

(2) 개인정보 보호 강화 기술(Privacy-enhancing technologies)

- **(데이터 프라이버시 문제 해결 필요)** 방대한 데이터의 접근·활용 및 높은 가치의 데이터 공유 장벽을 완화할 수 있도록 개인정보·보안·데이터 주권(data sovereignty) 문제 해결 기술 필요
- **(데이터 보호 기술)** 데이터를 통한 개인정보 유출 등의 문제를 해결하여 데이터 공유 및 협력 연구의 가능성을 확대시킬 수 있는 기술로써 최근 합성데이터(synthetic data), 동형암호화(homomorphic encryption)에 주목
 - * 특히, 개인·지역사회 프라이버시를 침해하지 않는 방식으로 데이터 접근이 가능하여 헬스케어(질병 감지·치료·예방) 분야에서 발전이 가속화될 것으로 예측
- **(합성데이터)** 데이터의 패턴·추세는 복제하지만, 특정 개인·정부·조직과 관련되는 민감 정보는 제외한 데이터 생성 기술
- **(동형암호화)** raw data와 동일한 특성을 가진 암호화 데이터를 재생성하여 raw data 접근 없이도 데이터 분석이 가능한 기술
- **(보호 기술 한계점)** 합성데이터는 엣지케이스 또는 아웃라이어 표현이 제한적이고, 두 기술 모두 재가공(합성·암호화 등) 데이터를 통해 민감한 raw data를 추론할 수 있는 가능성이 여전히 존재
 - * 엣지케이스(Edge case): 예상치 못한 상황이나 일정 범위를 넘어선 경우 결과가 변하는 문제
 - * 아웃라이어(Outlier): 본체에서 분리 또는 따로 분류된 표본 중 다른 대상들과 확연히 구분되는 통계적 관측치
- **(연관 산업)** '21~'23년간 '개인정보 보호 강화 기술'에 투자를 가장 많이 한 산업은 인터넷(51억\$), 소프트웨어(17억\$), 전자·전기(15억\$), 의료(4.29억\$), 공업(1.89억\$) 순
- **(투자 상위국)** '21~'23년 간 개인정보 강화 기술에 투자한 기업 자금 규모 및 학술지원금 규모의 상위 5개국 현황은 다음과 같음

구분	기업 투자액		학술 지원금	
	국가	금액	국가	금액
1	 미국	46억\$	 미국	3억 7,200만\$
2	 중국	16억\$	 영국	3,900만\$
3	 네덜란드	12억\$	 스위스	1,400만\$
4	 영국	8억 9,500만\$	 체코	600만\$
5	 케이맨제도	4억 6,700만\$	 핀란드	400만\$

* 데이터 출처 : (기업투자액) CB Insights, (학술지원금) Dimensions

(3) 재구성 가능한 지능형 표면(Reconfigurable intelligent surfaces, RIS)

- **(무선통신 혁신 요구)** 더 빠른 데이터 속도, 지연시간 단축, 에너지 절약 등 효율적인 네트워크에 대한 수요가 전 세계적으로 급증하고 있으며, 2030년 6G 출시 기대 속에 수요는 더욱 확대될 것으로 예상
 - **(차세대 네트워크 중점 요소)** 차세대 네트워크는 이러한 요구를 반영하여 개선된 용량과 연결성, 환경적 지속가능성에 중점을 둘 필요
- **(재구성 가능한 지능형 표면(Reconfigurable intelligent surfaces, RIS))** RIS는 메타물질, 스마트 알고리즘, 향상된 신호처리를 이용하여 일반적인 벽과 표면을 무선통신이 가능한 지능형 구성요소로 변환할 수 있는 기술
 - * 메타물질: 아직 자연에서 발견되지 않은 특성을 가지도록 설계된 물질
 - **(RIS 장점)** RIS는 “스마트 거울” 개념처럼 전자기파의 초점 제어를 정밀하게 하여 간섭을 줄이고, 높은 전송 출력 요구 필요성을 낮춤
 - 또한 높은 적응성으로 인해 실시간 수요에 따라 능동적으로 구성 변환이 가능하여, 무선 네트워크 에너지 효율과 자원 활용의 효율성이 향상
- **(대표적 활용분야)** RIS의 성장은 무선통신을 활용하는 산업분야에 광범위한 영향을 미칠 가능성이 높음
 - **(스마트공장)** 스마트공장 내부의 맞춤형 전파 활용 시, 복잡한 환경에서도 신뢰성 있는 통신 가능
 - **(사물인터넷)** 사물인터넷은 상당한 에너지를 소모하지만, RIS는 최소전력으로 데이터 전송이 가능
 - **(자동차)** 차량과 통신 인프라 간의 안정적 통신이 가능하여 안전성을 강화
- **(시장동향)** 삼성, 화웨이, 인텔을 비롯한 주요기업이 RIS에 투자한다는 것은 RIS가 미래 통신환경의 중심이 될 것이라는 강력한 신호
- **(연관 산업)** '21~'23년간 'RIS'에 투자를 가장 많이 한 산업은 모바일·통신(250억\$), 소프트웨어(160억\$), 인터넷(110억\$), 에너지(79억\$), 전자·전기(63억\$) 순
- **(투자 상위국)** '21~'23년 간 RIS 기술에 투자한 기업 자금 규모 및 학술지원금 규모의 상위 5개국 현황은 다음과 같음

구분	기업 투자액		학술 지원금	
	국가	금액	국가	금액
1	 미국	430억\$	 미국	5억 1,900만\$
2	 중국	180억\$	 영국	9,400만\$
3	 영국	51억\$	 중국	4,900만\$
4	 스웨덴	37억\$	 노르웨이	3,000만\$
5	 호주	21억\$	 캐나다	2,300만\$

* 데이터 출처: (기업투자액) CB Insights, (학술지원금) Dimensions

(4) 고(高)고도 플랫폼 스테이션(High altitude platform stations, HAPS)

- **(디지털 양극화)** 국제전기통신연합(ITU)에 따르면 전세계 1/3은 여전히 인터넷 사용이 원활하지 못하고, 특히 여성과 노인이 상대적으로 크게 영향을 받음
 - **(인터넷 중요성)** 인터넷은 미래 성장의 다리역할을 함과 동시에 새로운 교육 기회 제공, 사회적 연결망을 강화하는 중요 요소이므로 디지털 양극화를 해소하여 취약계층의 교육·의료 등의 접근 기회 확대 필요
 - * 특히 코로나19를 겪으면서 인터넷 연결의 중요성이 부각
- **(고(高)고도 플랫폼 스테이션(High altitude platform stations, HAPS))** 지상에서 약 20km 고도의 성층권에서 작동하는 풍선, 비행기, 고정익 항공기 형태의 관측·통신 플랫폼
 - **(HAPS 성능)** 산, 정글, 사막과 같이 통신이 쉽지에서 위성, 육지 송신탑 등 기존 인프라보다 우수한 연결성, 적용범위, 성능향상을 제공하여 통신 인프라가 부족한 지역의 연결성을 확대
 - **(HAPS 활용)** 재난관리지원, 광대역 적용범위 확대, 환경모니터링 등의 다양한 분야에서 활용이 가능하며, 특히 신속배치가 가능하고 변화조건에 따라 용이하게 조정할 수 있으므로 정보 통신 적시 제공이 필요한 비상사태 관리에 중요한 도구로 활용 가능
- **(산업동향)** 항공우주공학 분야에서 선도적으로 HAPS에 투자하면서 재료, 추진시스템, 태양전지 기술이 향상되어 상용화가 가능한 단계
 - * 지연시간 단축, 비용 절감, 용량 확대, 쉬운 하드웨어 업그레이드, 빠른 배치는 매력적인 상업적 요소(기업사례 : 에어버스 제피르(Airbus Zephyr), 탈레스 스트라토부스(Thales Stratobus), 보잉 오로라 프로젝트(Boeing Aurora projects))
 - **(시장규모)** 기술 시장규모 평가는 '23년 7억 8,330만 달러였으며, '23~'33년 동안 연평균성장률 10.4%로 증가할 것으로 예상
- **(규제개선 필요)** 기존 유인 항공기와 차이점으로 인해 현행 규제 프레임은 HAPS에 부적합하여 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization, ICAO) 등에서 새로운 정책 및 지침 논의 중
- **(연관 산업)** '21~'23년간 'HAPS'에 투자를 가장 많이 한 산업은 자동차·운송(10억\$), 공업(8.87억\$), 소프트웨어(0.76억\$), 비즈니스 제품·서비스(0.35억\$), 모바일·통신(0.27억\$) 순
- **(투자 상위국)** '21~'23년 간 HAPS 기술에 투자한 기업 자금 규모 및 학술지원금 규모의 상위 5개국 현황은 다음과 같음

구분	기업 투자액		학술 지원금	
	국가	금액	국가	금액
1	독일	6억 3,600만\$	미국	7,800만\$
2	미국	4억 4,700만\$	영국	1,400만\$
3	영국	2억 5,100만\$	스위스	500만\$
4	프랑스	2억 2,200만\$	노르웨이	400만\$
5	아일랜드	1억 9,000만\$	일본	300만\$

* 데이터 출처 : (기업투자액) CB Insights, (학술지원금) Dimensions

(5) 통합 감지 및 통신(Integrated sensing and communication, ISAC)

- **(개별시스템 문제점)** 수십년 동안 감지 및 통신 기술이 개별적으로 발전하면서 기능중복 기기가 지나치게 많아졌고, 이로 인해 기기 통신 정체, 주파수대 효율 저하, 비용 손실 등이 발생
 - **(통합 필요성)** 감지 및 통신 기술을 단일시스템으로 통합할 경우, 데이터 수집 및 전송이 동시에 가능하여 하드웨어·에너지·비용 효율화 가능
- **(통합 감지 및 통신(Integrated sensing and communication, ISAC))** 무선망 통신기술에 데이터 수집(환경 인식·감지 등) 기능을 부여하여, 데이터 분석(환경매핑, 인프라 모니터링 등)을 수행하는 기술
 - **(자원효율화)** ISAC를 활용할 경우, 기기장치 활용의 지속성을 향상시켜 에너지·실리콘 소비 감소, 기기 재사용·재활용 등의 잠재 편익 발생
 - **(ISAC 활용)** 대표적으로 감지 및 데이터 분석을 이용하여 환경모니터링 시스템(공기질·수질, 토양 수분, 기상 조건 등)에 적용하고, 이를 활용하여 스마트 농업, 환경 보호 및 도시 계획 수립에 적용 가능
 - 또한 스마트그리드(전력)는 센서와 통신 기술을 전력그리드 단위로 통합하여 효율성과 신뢰성을 높이면서 전기 소비 및 발전 현황 모니터링이 가능
 - 조명·디스플레이 기술을 무선 생태계로 통합하는 광학-무선 ISAC 기술*은 스마트 의료 및 스마트 제조에 활용 가능
- * 불이 들어오는 표면이 네트워크 노드 역할을 하여 전자기 간섭없이 통신과 감지가 가능
- **(향후 과제)** ISAC 기술 활성화를 위해서는 기술 난제 해결, 통신 표준 제정, 네트워크 조정 등 지속적인 협력과 혁신이 필요
- **(연관 산업)** '21~'23년간 'ISAC'에 투자를 가장 많이 한 산업은 인터넷(39억\$), 전자·전기(24억\$), 모바일·통신(12억\$), 컴퓨터 하드웨어(4.12억\$), 소프트웨어(2.25억\$) 순
- **(투자 상위국)** '21~'23년 간 ISAC 기술에 투자한 기업 자금 규모 및 학술지원금 규모의 상위 5개국 현황은 다음과 같음

구분	기업 투자액		학술 지원금	
	국가	금액	국가	금액
1	 미국	52억\$	 미국	3억 2,500만\$
2	 네덜란드	12억\$	 노르웨이	1,900만\$
3	 중국	6억 6,500만\$	 영국	1,200만\$
4	 이스라엘	5억 700만\$	 캐나다	1,100만\$
5	 캐나다	2억 2,100만\$	 체코	500만\$

* 데이터 출처 : (기업투자액) CB Insights, (학술지원금) Dimensions

(6) 건설용 몰입형 기술(Immersive technology for the built world)

- **(건설업 디지털 현황)** 건설업은 세계에서 가장 영향력이 큰 산업 중 하나로 세계 이산화탄소 배출량의 약 40%를 차지함에도 불구하고 디지털 전환은 느린 편
 - **(몰입형 기술 필요성)** 건설업의 AI 기반 몰입형 기술은 실제 모델과 디지털 모델의 일치 여부를 확인할 수 있어, 정확성과 안전성을 보장
- **(몰입형 기술)** 몰입형 설계 방법은 시공 전 가설 검증, 잠재적 오류 식별, 솔루션 제공 등을 통해 실제 현장의 문제점 사전 예측이 가능
 - **(건설공정 효율화)** 복잡한 도시개발 계획 시뮬레이션 시에 디지털 트윈을 적용할 경우, 인프라 개발 및 주민 제공 서비스 품질이 높아지고, 결과적으로 설계~건설 과정 효율성 및 지속가능성 향상
 - **(노동력 부족 해결)** 몰입형 기술은 건축·엔지니어링·시공 분야의 전문인력이 위치에 관계없이 몰입형 학습·훈련 환경을 이용할 수 있어, 건설업 노동력 부족 문제* 해결이 가능
 - * 미국 : 사업자협회(Associated Builders and Contractors(ABC))는 약 454,000명의 건설업 노동자 신규 고용 필요 추정
 - **(유지보수 효율화)** 메타버스의 안정적이고 신뢰할 만한 원격 검사기능을 활용하면 유지보수 및 검사 소요시간을 획기적으로 절약
 - * 일본의 건설회사는 단순 검사를 위한 전국 현장 이동에만 100만 시간 소요
- **(향후 발전 가능성)** 건설업에 생성형 AI까지 적용할 경우, 텍스트 메시지 입력만으로 건설 시방서, 안전정보 및 메타데이터를 포괄하는 세부적인 3차원 건물 모델링까지 가능
- **(연관 산업)** '21~'23년간 '건설용 몰입형 기술'에 투자를 가장 많이 한 산업은 인터넷(180억\$), 공업(38억\$), 소프트웨어(23억\$), 모바일·통신(4.72억\$), 컴퓨터 하드웨어(2.2억\$) 순
- **(투자 상위국)** '21~'23년 간 건설용 몰입형 기술에 투자한 기업 자금 규모 및 학술지원금 규모의 상위 5개국 현황은 다음과 같음

구분	기업 투자액		학술 지원금	
	국가	금액	국가	금액
1	 미국	212억\$	 미국	6억 1,100만\$
2	 중국	20억\$	 영국	3억 2,300만\$
3	 캐나다	8억 3,800만\$	 노르웨이	6,100만\$
4	 영국	6억 400만\$	 스위스	4,900만\$
5	 케냐	5억 600만\$	 체코	1,500만\$

* 데이터 출처 : (기업투자액) CB Insights, (학술지원금) Dimensions

(7) 탄성열량(Elastocalorics)

- **(냉각 에너지 수요 증가)** 공간냉각을 위한 에너지 수요는 향후 30년 동안 3배 이상 증가하여 '50년까지 일어날 전세계 전기 수요 증가량의 37%를 차지할 것으로 예측(국제에너지기구(International Energy Agency, IEA))
- **(탄성열량 기술)** 탄성열량 히트펌프는 냉난방 소요 에너지를 극적으로 줄일 수 있는 혁신기술로써, 기계적 응력을 가하면 열을 방출하고, 응력을 없애면 냉각하는 탄성열량 소재가 핵심
 - * 탄성열량 히트펌프는 냉매가스에 의존하지 않고, 니켈이나 티타늄과 같은 금속을 사용
- **(에너지 수요 대응)** 탄성열량 기술을 사용할 경우, 온도 조절에 필요한 에너지 수요와 환경 영향을 줄일 수 있으며, 그리드 기반 공급전기가 제한적이거나 없는 지역에서도 냉방 접근성을 향상
- **(개발현황)** 과학 문헌은 22개월마다 두 배로 증가하고, 특허 출원 수는 급증하는 점으로 볼 때, 연구계와 산업계 모두의 관심이 증가 하고 있으며, 연구개발이 급속도로 진전되는 중
 - **(신소재)** 탄성열량 히트펌프 보급을 위해서 응력 이완 사이클을 수백만회 버틸 수 있는 재료가 필요함에 따라 다양한 금속 합금 및 제조 기법 연구 중
 - **(에너지 전달)** 효율적인 에너지 전달을 위해 유압을 이용해 소재를 응력 이완시킬 수 있는 시스템 개발 연구 필요
- **(향후 과제)** 탄성열량 히트펌프 보급을 원활히 하기 위해 증가하는 냉각 수요에 맞춘 소재 생산 규모 확대 필요
- **(연관 산업)** '21~'23년간 '탄성열량'에 투자를 가장 많이 한 산업은 에너지(53억\$), 자동차·운송(6.62억\$), 공업(6.42억\$), 비즈니스 제품·서비스(2.14억\$), 인터넷(2.05억\$) 순
- **(투자 상위국)** '21~'23년 간 탄성열량 기술에 투자한 기업 자금 규모 및 학술지원금 규모의 상위 5개국 현황은 다음과 같음

구분	기업 투자액		학술 지원금	
	국가	금액	국가	금액
1	 스웨덴	37억\$	 미국	2억 9,500만\$
2	 미국	11억\$	 영국	1억 7,100만\$
3	 이탈리아	5억 5,500만\$	 노르웨이	1,200만\$
4	 네덜란드	4억 7,500만\$	 스위스	1,100만\$
5	 독일	4억 4,300만\$	 체코	800만\$

* 데이터 출처 : (기업투자액) CB Insights, (학술지원금) Dimensions

(8) 탄소포집 미생물(Carbon-capturing microbes)

- **(기후변화 속 혁명)** 미생물을 활용하여 공기나 배기가스의 온실가스를 포집하여 고부가가치 제품(연료 등)으로 바꾸는 조용한 혁명이 진행 중
 - **(미생물 연구)** 이를 위해 햇빛이나 지속가능한 화학에너지(수소 등)를 이용하여 온실가스를 흡수·변환하는 미생물 개발을 연구 중
- **(미생물 탄소 포집)** 미생물 탄소 포집 설계는 크게 두 가지로 구분
 - **(광생물반응기)** 햇빛을 이용하여 CO₂를 포집하는 광합성 유기체를 사용하며, CO₂가 포함된 가스를 유기체가 들어있는 수조 속을 통과하도록 설계
 - **(화학에너지)** 미생물이 수소, 유기 폐기물 등의 원천에서 얻은 에너지를 이용해 CO₂를 포집
- **(산업동향)** 일련의 성공적인 시연과 개념증명이 끝난 상태로 파일럿 규모에서 대량생산으로 전환 준비 단계
 - * Seambiotic (이스라엘), Alga Energy (스페인), Bio Process Algae (미국) 등은 미생물 탄소 포집 시스템의 상업적 가능성을 알아보기 위해 파일럿 규모 시설을 배치
 - **(투자규모)** '22년 기준 탄소포집 미생물 기술에 대한 투자가 64억 달러에 도달하여 시장 출시가 임박
- **(상용화를 위한 과제)** 탄소포집 미생물 효과성에도 불구하고, 상용화를 가로막는 문제는 해결 필요

해결 과제	내 용
미생물 최적화	• 미생물 대부분이 저온 조건에 적응해 있으며, 고온의 산업 배기가스에서 CO₂ 포집 효과가 낮은 문제 - 포집 시스템의 최적화를 위해 산업 배기가스의 고온과 산성 불순물에 대한 미생물 내성 개선 방법 연구 필요
가격경쟁력	• 매우 비싼 미생물 탄소포집 장치 가격 문제 - 다만, 생산 제품의 제품 가치가 크므로 장치 비용 중 일부는 상쇄 가능
지역 편차 해소	• 생산 현장에 햇빛이 풍부하고, 재생·청정 에너지 사용이 가능해야 하나 전 세계 모든 지역에서 보장되지 않는 문제

- **(연관 산업)** '21~'23년간 '탄소포집 미생물'에 투자를 가장 많이 한 산업은 환경서비스(24억\$), 농업(8.46억\$), 에너지(6.19억\$), 의료(5.15억\$), 인터넷(1.66억\$) 순
- **(투자 상위국)** '21~'23년 간 탄소포집 미생물에 투자한 기업 자금 규모 및 학술지원금 규모의 상위 5개국 현황은 다음과 같음

구분	기업 투자액		학술 지원금	
	국가	금액	국가	금액
1	미국	33억\$	미국	3억 1,700만\$
2	캐나다	4억 4,500만\$	영국	2,300만\$
3	영국	2억 4,700만\$	스위스	700만\$
4	아이슬란드	1억 5,000만\$	독일	500만\$
5	호주	1억 2,500만\$	캐나다	500만\$

* 데이터 출처 : (기업투자액) CB Insights, (학술지원금) Dimensions

(9) 대체 가축 사료(Alternative livestock feeds)

- **(대체 가축 사료)** 곤충, 단세포 단백질, 조류, 식물성쓰레기 등에서 만들어지는 대체사료는 대두, 옥수수, 밀과 같은 전통사료를 대체하여 축산업의 단백질 수요 증가에 대응하는 지속가능한 해법을 제공
- **(대체 사료의 장점)** 대체 가축 사료는 친환경성, 동물복지, 비용편익 등의 측면에서 기존 사료보다 장점이 우수
 - **(친환경성)** 현재 생산되는 대두는 80% 가까이 가축 사료로 쓰이고 있으며, 이로 인해 산림파괴, 생물 다양성 감소, 과도한 비료사용, 토지이용 변화 등을 초래하나 대체 사료는 이러한 환경적 문제를 해결
 - **(동물복지)** 기존의 사료보다 다양한 영양분을 제공하여 동물 건강을 향상시키고, 생산되는 축산물의 품질까지 제고
 - **(비용절감)** 유기 폐기물을 먹이로 쓰는 곤충(예시. 아메리카동애등에(BSFL) 유충)을 가축 사료로 활용할 경우, 경제적인 사료 생산·획득 가능
- **(시장동향)** '23년 기준 전세계 대체 가축 사료 시장은 39억 6,000만 달러로 평가되며, '33년 82억 달러에 이를 것으로 전망
- **(향후 과제)** 대체 가축사료는 지역별 제조 환경 및 사회 편차, 규제 및 윤리적 우려, 친환경 연료와의 자원 경쟁 문제 등 해결이 필요
- **(연관 산업)** '21~'23년간 '대체 가축 사료'에 투자를 가장 많이 한 산업은 식음료(110억\$), 농업(22억\$), 인터넷(9.2억\$), 의료(7.81억\$), 소비재·서비스(7.22억\$) 순
- **(투자 상위국)** '21~'23년 간 대체 가축 사료에 투자한 기업 자금 규모 및 학술지원금 규모의 상위 5개국 현황은 다음과 같음

구분	기업 투자액		학술 지원금	
	국가	금액	국가	금액
1	 미국	81억 6,800만\$	 미국	1,200만\$
2	 프랑스	22억 5,100만\$	 포르투갈	200만\$
3	 이스라엘	10억\$	 폴란드	100만\$
4	 칠레	7억 3,300만\$	 캐나다	90만\$
5	 캐나다	6억 7,600만\$	 슬로바키아	60만\$

* 데이터 출처 : (기업투자액) CB Insights, (학술지원금) Dimensions

(10) 이식 유전체학(Genomics for transplants)

- **(장기이식의 발전)** 20세기 후반 중요 의학분야였던 장기 이식은 지속적으로 발전해왔으며, 동물의 장기를 인간에게 이식하는 연구는 30년 이상 꾸준히 진전
 - **(수요-공급 문제)** 장기이식은 수요자에 비해 기부자가 부족하여, 미국의 경우 10만명 이상의 환자가 장기이식을 대기하고 있으나 이식 가능한 장기는 3만여개에 불과
- **(이식 유전체학)** 유전자 편집 등을 활용하여 인체의 면역 장벽(이식거부)을 극복하고 개인 맞춤형 이식을 가능하게 하는 기술
 - **(유전자 편집)** 비인간(돼지 등)의 유전자를 조작하는 CRISPR-Cas9(유전자 가위) 기술과 면역억제 약물요법을 활용하여 비인간 장기를 인간에게 이식이 가능
- **(이식 유전체학의 활용)** 돼지의 췌도 세포 이식을 통한 2형 당뇨병 치료, 분화된 돼지세포를 활용한 파킨슨병 상태 개선 등에 활용 가능
 - **(경제적 변화)** 이종이식이 활발해지면 환자의 삶의 질 뿐만 아니라 의료경제에도 변화를 유발
 - * 예) 신장 투석에 소요되는 인력과 비용은 장기 및 세포 이식 분야로 이동이 가능
- **(사례)** 미국 FDA는 돼지의 심장('22년, '23년) 및 신장('24년) 이식을 승인하였고, 세 환자 모두 이식 후 사망하였으나, 그 간의 역사를 볼 때 연구가 진전될수록 생존율을 현저히 높아질 것으로 예상
- **(향후 과제)** 이종이식은 윤리적인 고려사항이 많고, 치료 효능 극대화를 위해 최초 환자 시험에서 막대한 양의 데이터 수집이 필요
 - 또한 이식 유전체학이 의료 및 산업 분야에서 빠르게 성장하기 위해서는 규제 당국과 사회의 적극적인 대응이 필요
- **(연관 산업)** '21~'23년간 '이식 유전체학'에 투자를 가장 많이 한 산업은 의료(33억\$), 공업(0.21억\$), 농업(0.11억\$), 소비재·서비스(0.01억\$) 순
- **(투자 상위국)** '21~'23년 간 이식 유전체학에 투자한 기업 자금 규모 및 학술지원금 규모의 상위 5개국 현황은 다음과 같음

구분	기업 투자액		학술 지원금	
	국가	금액	국가	금액
1	미국	24억\$	미국	6억 1,000만\$
2	벨기에	2억 9,900만\$	영국	7,000만\$
3	중국	1억 7,800만\$	스위스	2,500만\$
4	프랑스	1억 4,100만\$	체코	1,900만\$
5	스위스	1억 700만\$	캐나다	1,400만\$

* 데이터 출처 : (기업투자액) CB Insights, (학술지원금) Dimensions

[참고] 10대 신흥기술별 자원 투자 상위 5개국

● 기업투자액

기술명	1	2	3	4	5
과학적 발견을 위한 AI	미국 741억\$	중국 190억\$	인도 58억\$	영국 52억\$	독일 25억\$
개인정보 보호 강화 기술	미국 46억\$	중국 16억\$	네덜란드 12억\$	영국 8억 9,500만\$	케이맨제도 4억 6,700만\$
재구성 가능한 지능형 표면	미국 430억\$	중국 180억\$	영국 51억\$	스웨덴 37억\$	호주 21억\$
고(高)고도 플랫폼 스테이션	독일 6억 3,600만\$	미국 4억 4,700만\$	영국 2억 5,100만\$	프랑스 2억 2,200만\$	아일랜드 1억 9,000만\$
통합 감지 및 통신	미국 52억\$	네덜란드 12억\$	중국 6억 6,500만\$	이스라엘 5억 700만\$	캐나다 2억 2,100만\$
건설용 몰입형 기술	미국 212억\$	중국 20억\$	캐나다 8억 3,800만\$	영국 6억 400만\$	케냐 5억 600만\$
탄성열량	스웨덴 37억\$	미국 11억\$	이탈리아 5억 5,500만\$	네덜란드 4억 7,500만\$	독일 4억 4,300만\$
탄소포집 미생물	미국 33억\$	캐나다 4억 4,500만\$	영국 2억 4,700만\$	아이슬란드 1억 5,000만\$	호주 1억 2,500만\$
대체 가축 사료	미국 81억 6,800만\$	프랑스 22억 5,100만\$	이스라엘 10억\$	칠레 7억 3,300만\$	캐나다 6억 7,600만\$
이식 유전체학	미국 24억\$	벨기에 2억 9,900만\$	중국 1억 7,800만\$	프랑스 1억 4,100만\$	스위스 1억 700만\$

● 학술지원금

기술명	1	2	3	4	5
과학적 발견을 위한 AI	미국 36억\$	캐나다 5,800만\$	일본 3,300만\$	영국 5억 4,700만\$	노르웨이 1억 4,300만\$
개인정보 보호 강화 기술	미국 3억 7,200만\$	영국 3,900만\$	스위스 1,400만\$	체코 600만\$	핀란드 400만\$
재구성 가능한 지능형 표면	미국 5억 1,900만\$	영국 9,400만\$	중국 4,900만\$	노르웨이 3,000만\$	캐나다 2,300만\$
고(高)고도 플랫폼 스테이션	미국 7,800만\$	영국 1,400만\$	스위스 500만\$	노르웨이 400만\$	일본 300만\$
통합 감지 및 통신	미국 3억 2,500만\$	노르웨이 1,900만\$	영국 1,200만\$	캐나다 1,100만\$	체코 500만\$
건설용 몰입형 기술	미국 6억 1,100만\$	영국 3억 2,300만\$	노르웨이 6,100만\$	스위스 4,900만\$	체코 1,500만\$
탄성열량	미국 2억 9,500만\$	영국 1억 7,100만\$	노르웨이 1,200만\$	스위스 1,100만\$	체코 800만\$
탄소포집 미생물	미국 3억 1,700만\$	영국 2,300만\$	스위스 700만\$	독일 500만\$	캐나다 500만\$
대체 가축 사료	미국 1,200만\$	포르투갈 200만\$	폴란드 100만\$	캐나다 90만\$	슬로바키아 60만\$
이식 유전체학	미국 6억 1,000만\$	영국 7,000만\$	스위스 2,500만\$	체코 1,900만\$	캐나다 1,400만\$

※ 한국산업기술진흥원 산업기술정책단 정책기획실 이준형 선임연구원 / leejh106@kiat.or.kr

※ 본 자료에 수록된 내용은 작성자의 개인 의견으로 기관의 공식 견해가 아님을 밝힙니다.

※ 본 자료의 원 저작권은 WEF에 있으며, WEF의 동의 없이 인용·발간·복제 등이 불가합니다.