



주요 선진국 과학기술 분야 규제 혁신 전략 분석 연구

최용찬
허경무

대외경제정책연구원은 세계경제환경의 변화에 따른 외부적 도전을 슬기롭게 극복하고 우리 경제의 국제적 역할과 위상을 정립하기 위해 1989년 정부 출연연구기관으로 발족하였습니다.

본 연구원은 국제거시금융, 무역통상안보, 세계지역연구, 국제개발연구 등과 관련된 문제를 조사·분석하고 정책수단을 개발하는 연구활동을 수행함으로써 국가의 대외경제정책 수립에 이바지하고 있습니다.

연구결과는 [연구보고서], [연구자료], [Working Paper] 등 각종 국·영문보고서, 웹진 [오늘의 세계경제], World Economy Brief, 학술지 *East Asian Economic Review (ESCI)*, 한국연구재단 등재지) 등의 형태로 발간되고 있으며, 원문을 본 연구원 홈페이지(www.kiep.go.kr)에 공개하고 있습니다.

對外經濟政策研究院

KOREA INSTITUTE FOR INTERNATIONAL ECONOMIC POLICY

30147 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 경제정책동
T. 044-414-1114 F. 044-414-1001
www.kiep.go.kr

주요 선진국 과학기술 분야 규제 혁신 전략 분석 연구

최용찬 · 허경무

연구자료 24-06

주요 선진국 과학기술 분야 규제 혁신 전략 분석 연구

인 쇄 2025년 5월 22일
발 행 2025년 5월 28일
발행인 이시욱
발행처 대외경제정책연구원
주 소 30147 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 경제정책동
전 화 044) 414-1179
팩 스 044) 414-1144
인쇄처 (사)아름다운사람들(02-6948-9650)

©2025 대외경제정책연구원

정가 10,000원
ISBN 978-89-322-2518-0 94320
978-89-322-2064-2(세트)

대외경제정책연구원은 'ESG 경영' 방침에 따라
친환경 용지를 사용합니다.



미·중 간 기술 패권 경쟁이 지속되면서 미국 등 주요국은 핵심 과학기술 분야에서 자국 기술과 산업을 보호·육성하기 위한 전략을 강화하고 있다. 각국 정부는 연구개발 투자를 확대하는 동시에 기술 보호 및 육성을 위한 법·제도적 기반을 정비하고 있으며, 기술 경쟁력 확보뿐만 아니라 국가 안보와 산업 생태계 강화를 목표로 하고 있다. 주요 선진국들은 핵심 기술 분야의 발전을 지원하면서 불필요한 규제를 완화하고, 기술 보호를 위한 새로운 규제를 도입하는 등 정교한 정책 설계를 시도하고 있다. 이러한 규제 혁신 전략을 분석함으로써 선진국의 과학기술 발전 전략과 혁신 생태계 조성 방식, 산업 발전을 위한 정책적 접근법을 비교·분석할 필요가 있다. 본 연구에서는 기존 연구에서 다루지 않았던 과학기술 분야별 규제 혁신 전략들에 대한 다면적 분석을 통해 빠른 속도로 변하고 있는 과학기술 분야 미래 규제 환경에 대한 우리의 효과적 대응 전략을 제시한다.

반도체 분야에서 미국, 영국, EU는 자국 내 생산과 기술 혁신을 촉진하기 위해 보조금 등의 정책을 시행하고 있다. 미국과 EU는 반도체 공급망의 안정성을 확보하고자 대규모 투자와 연구개발 지원을 확대하고 있으며, 영국은 반도체 설계와 지식재산(IP), 화합물 반도체(compound semiconductors) 분야에서의 강점을 활용해 전략적 우위를 유지하려 한다. 첨단바이오 분야에서는 미국이 연방정부 차원의 조정 규제 프레임워크를 구축해 바이오 기술의 신속한 시장 진입을 지원하고 있으며, 영국은 규제 샌드박스를 활용해 규제 장벽을 낮추고 있다. EU는 바이오 기술과 바이오 제조 활성화를 위한 규제 간소화를 추진하면서 시장 출시 절차를 단축하는 다양한 조치를 시행하고 있다. 한국도 「생명

공학육성법」 시행 및 바이오 대전환 국가 전략 등을 추진중이다. AI 분야에서 미국은 분야별 가이드라인과 행정명령을 통해 규제를 정비하고 있으며, 영국은 유연한 규제 접근 방식을 채택하고 있다. EU는 세계 최초로 AI Act를 제정해 위험 기반 규제 체계를 마련했고, 한국 역시 2026년 AI 기본법 시행을 앞두고 있으나 하위 법령 등이 부족해 지속적인 보완이 필요한 상황이다. 양자 과학기술 분야에서는 미국이 글로벌 리더십을 유지하기 위해 전략적 규제 프레임워크를 개발하고 있으며, 영국과 EU도 연구개발 지원과 규제 체계를 강화하고 있다. 한국은 「양자기술산업법」 시행 및 퀀텀 이니셔티브 전략 등을 발표하고 있지만, 규제 발굴 및 미래 규제 환경 변화에 대한 대응 전략이 미흡한 실정이다.

이런 선진국의 규제 혁신 정책에 대응하는 전략으로는 다음을 들 수 있다. 과학기술 분야 규제 환경에 발맞추어 규제 개혁의 우선순위에 대한 권고와 함께 경제 전반의 혁신을 지원할 거버넌스를 확립하고, 과학기술 분야 규제 환경 및 규제 요건을 스캐닝할 수 있는 체계·전략을 선제적으로 준비하며, R&D 단계에서부터 통합적으로 규제에 접근하는 전략을 강화하고, 선제적 규제 혁신 로드맵 재설계 시 주기 설정, 절차 및 관련 추진 근거를 준비하며, 주요 과학기술 분야 규제 프레임워크를 준비하고, 반도체 분야에서 기술 리더십 확보 및 생태계 조성을 위해 대규모 재정 지원 등을 통한 혁신 전략을 추진하는 한편, 주요 기술 국제 표준 및 규제 개발에 대한 강력한 참여를 바탕으로 국제 규제와의 협성이나 조화를 위한 글로벌 협력 전략을 더욱 강화하고, 주요 과학기술 분야 규제 샌드박스를 강화하는 전략이 필요하다.



국문요약	3
 제1장 서론	13
1. 연구의 배경과 목적	13
2. 연구의 주요 내용	15
3. 기존 문헌 조사	21
가. 과학기술 분야 규제 혁신 전략에 대한 이해	21
나. 기존 연구와의 차별성	26
 제2장 주요 선진국 규제 혁신 정책 환경	29
1. 미국의 규제 혁신 정책 환경	29
가. 미국 과학기술 정책 환경	29
나. 미국 과학기술 관련 주요 규제 프레임워크	34
다. 미국 과학기술 관련 주요 규제 조정	39
2. 영국의 규제 혁신 정책 환경	40
가. 영국 과학기술 정책 환경	40
나. 영국 4차 산업혁명 대비 규제 혁신 전략	41
3. EU의 규제 혁신 정책 환경	47
가. EU 과학기술 정책 환경	47
나. EU 통상 규제 및 디지털 시장 규제 정책 환경	50
4. 소결	55
 제3장 주요 선진국 과학기술 분야 규제 혁신 전략	59
1. 미국 과학기술 분야 규제 혁신 전략	59

가. 반도체 분야	59
나. 첨단바이오 분야	67
다. AI 분야	75
라. 양자 분야	83
2. 영국 과학기술 분야 규제 혁신 전략	91
가. 반도체 분야	91
나. 첨단바이오 분야	94
다. AI 분야	100
라. 양자 분야	109
3. EU 과학기술 분야 규제 혁신 전략	118
가. 반도체 분야	118
나. 첨단바이오 분야	121
다. AI 분야	125
라. 양자 분야	132
4. 소결	140

제4장 결론 및 정책 제언 161

1. 주요 연구 결과	161
2. 한국의 규제 환경 평가	166
3. 정책 제언	173
가. 규제 개혁의 우선순위 선정과 거버넌스 확립	175
나. 과학기술 분야 규제 환경 및 요건 파악	176
다. R&D와 규제의 통합적 접근 전략 강화	176
라. 주요 과학기술 분야별 규제 프레임워크 마련	177
마. 기술 생태계 조성을 위한 지원 정책 확대 고려	177

바. 국제 표준 및 규제 개발 참여 추진	178
사. 규제 혁신에 대한 지방정부 권한 확대	178
아. 규제 혁신·규제 혁파 로드맵의 개선	179
참고문헌	183
부록: 신산업 분야 선제적 규제개혁 로드맵 추진 현황	197
1. 개요	197
2. 선제적 규제 혁파 로드맵	200
Executive Summary	221



표 차례

표 1-1. 조사 대상 국가 및 선정 이유	15
표 1-2. 과학기술 분야 규제 혁신 전략 조사 분야	21
표 1-3. 선행연구와의 차별성	28
표 2-1. 미국의 핵심·신흥 기술 관련 주요 국가 전략	31
표 2-2. 미국의 핵심·신흥 기술 표준 전략 8대 기술 분야	33
표 2-3. 「국가환경정책법」과 R&D	35
표 2-4. 영국 과학기술 프레임워크 10대 정책 방향	41
표 2-5. 영국이 추진해야 할 중장기 규제 혁신 6대 과제	47
표 2-6. EU 그린 산업 주요 정책 이정표	48
표 2-7. EU 그린딜 산업계획의 주요 내용	49
표 2-8. EU 주요 통상 규제 강화 전략 핵심 내용	53
표 2-9. EU 주요 디지털 시장 규제 전략 내용	54
표 2-10. 미국·영국·EU의 과학기술 및 규제 혁신 정책 환경	57
표 3-1. 미국 반도체 분야 규제 프레임워크	60
표 3-2. 「반도체와 과학법」 예산 배분 계획	62
표 3-3. 「반도체와 과학법」 구성 및 주요 내용	63
표 3-4. 미국 반도체 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	66
표 3-5. 미국 바이오 생명공학 분야 규제 프레임워크	68
표 3-6. 미국 생명공학 분야 조정 프레임워크의 역사	72
표 3-7. 미국 첨단바이오 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	73
표 3-8. 미국 AI 분야 규제 프레임워크	77
표 3-9. 미국 AI 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	81
표 3-10. 미국 양자 기술 분야 규제 프레임워크	84
표 3-11. 미국 양자 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	89
표 3-12. 영국 국가 반도체 전략 주요 목적 및 관련 이행 계획	92

표 3-13. 영국 반도체 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	93
표 3-14. 영국 국가 공학생물학을 위한 비전 목표	96
표 3-15. 영국 첨단바이오 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	99
표 3-16. 영국 국가 AI 전략 주요 조치	101
표 3-17. 영국 AI 규제 프레임워크 이행 원칙	104
표 3-18. 영국 AI 규제 프레임워크 이행 지원을 위한 핵심 기능	105
표 3-19. 영국 AI 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	108
표 3-20. 양자 관련 규제 발전을 위한 핵심 원칙	112
표 3-21. 양자 기술 애플리케이션 규제 권고안	113
표 3-22. 영국 양자 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	116
표 3-23. EU 반도체 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	120
표 3-24. EU 바이오 기술 및 바이오 제조 분야 8대 조치 사항	122
표 3-25. EU 첨단바이오 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	124
표 3-26. EU AI Act의 네 가지 위험 범주 및 세부 내용	127
표 3-27. EU AI 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	131
표 3-28. 전략적 연구 의제(SRA) 추진 방향	133
표 3-29. EU 양자 기술 로드맵 내 국제협력 및 규제 관련 주요 내용	135
표 3-30. EU 양자 기술 국제협력의 기회와 위험 분야(SRIA 2030)	137
표 3-31. EU 양자 분야 규제 혁신 전략 유형 분석	138
표 3-32. 반도체 분야 주요 선진국 규제 혁신 전략 비교	141
표 3-33. 첨단바이오 분야 주요 선진국 규제 혁신 전략 비교	145
표 3-34. AI 분야 주요 선진국 규제 혁신 전략 비교	150
표 3-35. 양자 분야 주요 선진국 규제 혁신 전략 비교	155
표 3-36. 영국 RHC의 주요 과학기술 분야별 추진 내용	159
표 4-1. 2020~24년 글로벌 혁신지수(GII) 상위 10개국 순위	168

표 4-2.	2020~24년 우리나라 글로벌 혁신지수 종합 순위 및 부문별 순위	168
표 4-3.	2020~24년 우리나라 글로벌 혁신지수 제도 부문 세부 항목 순위	169
표 4-4.	OECD 주요 회원국 PMR 종합 순위 변동	172
표 4-5.	주요 정책 제언	174
표 4-6.	선제적 규제 혁신 로드맵 개선 방향	181



그림 차례

그림 3-1. 영국 AI 규제 환경	107
그림 3-2. EU 칩 이니셔티브 예산안	120
그림 3-3. EU AI Act의 위험기반 접근법	126
그림 3-4. EU Quantum Ecosystem의 전략적 필러	133
그림 3-5. EU Quantum Ecosystem을 구축하는 European Commission Initiatives	137
그림 3-6. 주요국 양자 분야 정책 및 입법 현황	153



부록 표 차례

부록 표 1. 선제적 규제 효과 로드맵 구축 분야별 추진 전략 현황	199
부록 표 2. 자율주행 분야 미래 예상 가능 시나리오	201
부록 표 3. 드론 산업 단계별 발전 내용	203
부록 표 4. VR·AR 발전 3단계 시나리오	208
부록 표 5. 로봇 발전 3단계 시나리오	211
부록 표 6. 자율주행차 분야 선제적 규제 효과 로드맵	217
부록 표 7. 향후 선제적 규제 효과 로드맵 추진 예정 분야	219



부록 그림 차례

부록 그림 1. 자율주행차 선제적 규제 효과 로드맵	202
부록 그림 2. 드론 분야 선제적 규제 효과 로드맵	204
부록 그림 3. 수소차 기술 발전 시나리오	205
부록 그림 4. 수소차 선제적 규제 효과 로드맵	206
부록 그림 5. 전기차 기술 발전 시나리오	206
부록 그림 6. 전기차 선제적 규제 효과 로드맵	207
부록 그림 7. VR·AR 분야 선제적 규제 혁신 로드맵	209
부록 그림 8. 로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵	211
부록 그림 9. 인공지능 법제 정비 로드맵	213
부록 그림 10. 자율운항 선박 선제적 규제 혁신 로드맵	214

1. 연구의 배경과 목적

미·중 간 기술 패권 경쟁이 지속되면서, 미국을 비롯한 주요국들은 핵심 과학기술 분야에서 자국 기술과 산업을 보호·육성하기 위한 전략을 강화하고 있다. 각국 정부는 연구개발(R&D) 투자를 확대하는 동시에, 기술 보호 및 육성을 위한 법·제도적 기반을 정비하고 있으며, 기술 경쟁력 확보뿐만 아니라 국가 안보와 산업 생태계 강화를 목표로 하고 있다.

미국, 영국, EU 등 주요 선진국들은 핵심 기술 분야의 발전을 지원하면서 불필요한 규제를 완화하고, 기술 보호를 위한 새로운 규제를 도입하는 등 정교한 정책 설계를 시도하고 있다. 이에 따라 선진국들의 법·제도·정책적 규제 혁신 전략을 분석함으로써 이들의 과학기술 발전 전략과 혁신 생태계 조성 방식, 산업 발전을 위한 정책적 접근법을 비교·분석할 필요가 있다.

국가 간 기술 패권 경쟁이 심화되는 가운데, 각국은 기술의 자립성과 지속가능성을 확보하는 데 주력하고 있다. 미국은 ‘미국 우선주의(America First)’ 전략을 통해 반도체, AI, 양자, 바이오 등 첨단 산업을 집중 육성하고 있으며, 해외투자 제한과 기술 이전 통제도 병행하고 있다. 영국은 브렉시트 이후 저장 문제를 극복하고 핵심 기술에 대한 영국의 글로벌 경쟁력 향상을 목표로 전략적 선택을 강화하고 있으며, AI, 양자 기술 등의 분야에서 연구개발 투자와 규제 개혁을 추진하고 있다. EU는 개별 회원국 중심이던 기술 혁신 정책을 보다 EU 차원의 공통 전략으로 전환하기 위해 노력 중으로, EU의 글로벌 경쟁력 확보를 위한 대규모 연구개발 투자와 규제 개혁을 병행하고 있다. 이외에 중국

은 미국의 견제 속에서도 과학기술 자립을 최우선 과제로 삼고, 반도체, 우주, 바이오, 첨단 제조업 등의 분야에서 자국 중심의 기술 개발을 가속화하고 있다. 이처럼 주요국들은 자국의 기술 주권을 강화하는 동시에 글로벌 기술 경쟁에서 주도권을 확보하기 위한 전략적 정책을 앞다투어 펼치고 있으며, 이에 따라 우리나라도 신속하고 체계적인 대응이 필요하다.

우리나라도 이런 격화되는 기술 경쟁에 대응하기 위해서라도 전략적 접근을 꾀할 필요가 있는데, 특히 기존 제도의 한계를 극복하고 변화하는 기술 환경에 맞춘 혁신적인 규제 개혁이 요구된다. 현장에서는 과학기술 발전을 저해하는 제도적 장벽을 제거하고 새로운 기술을 수용할 수 있는 유연한 규제 시스템 구축이 필요하다는 요구가 증대되고 있다. 특히 규제 혁신이 국가 경쟁력과 직결된다는 인식이 확산됨에 따라 이에 대한 적극적인 정책 대응이 필요한 시점이다.

과학기술 분야에서는 새로운 신기술의 연구개발, 생산, 제공 및 거래 방식의 변화에 따라 기존 법·제도와 충돌이 일어나면서 새로운 규제 이슈가 발생하고 있다. 법·제도의 미비 또는 규제 공백으로 인해 ‘규제 지체(Regulatory Delay)’ 현상이 심화되고 있으며, 이는 기업과 연구기관이 신기술을 상용화하는 데 장애 요인으로 작용할 수 있다.

이를 극복하기 위하여 주요 선진국들은 규제 혁신을 위해 지속적이면서 강도 높은 노력을 진행 중이다. 본 보고서는 선진국의 과학기술 분야 규제 혁신 전략 조사·분석을 통해 그 혁신성을 파악하고자 한다. 선진국 주요 과학기술별 글로벌 기술 선도 및 관련 산업의 혁신성장을 이루고자 하는 규제 혁신 전략의 함의, 추진 전략, 세부 추진 분야 및 주요 특징 등을 조사·분석함으로써 주요 선진국의 과학기술 분야에서 진흥과 규제 혁신의 적절한 조화 전략을 파악하고자 한다. 이를 통해 향후 우리나라도 급속하게 진화하고 있는 과학기술 분야 미래 규제 환경에 대비할 수 있도록 정책적 준비 전략 등을 함께 제시하고자 한다.

2. 연구의 주요 내용

우선 기존 문헌 조사를 통해 규제 및 규제 혁신의 정의를 확인하고 과학기술 분야 규제 환경을 살펴본다. 그리고 과학기술 분야 규제 혁신의 의미를 확인한다. 본 연구에서 과학기술 분야 규제 혁신의 의미는 불확실한 것을 정의하는 것으로, 연구개발 단계에서부터 생산 및 비즈니스 모델 개발 등에 있어서 법·제도의 미비나 규제 공백으로 인한 불확실한 상황을 정의하는 것이다. 문헌조사를 통해 그 규제 혁신의 다양한 확장성이 가진 의미도 확인해 본다.

선진국들은 기술적 발전에서 세계를 선도하고 자국의 국가 경쟁력 강화를 위해 과학기술 분야에서 혁신적 정책, 특히 혁신적 규제 혁신 전략을 추진하고 있다. 이런 주요 선진국 과학기술 분야 규제 혁신 전략을 조사·분석하여 이들의 추진 전략 및 추진 방향성을 파악한다.

주요 선진국 과학기술 분야 규제 혁신 전략 조사·분석의 첫 단계는 조사 대상 주요 선진국 선정이다. 과학기술 및 산업 생태계 선도 국가이자 국가 규제 혁신 전략에서도 글로벌 영향력을 가진 국가로서 미국을, 과학기술 분야 규제 혁신 전략 선도 국가라는 점에서 영국을, 신산업 분야에서 혁신적 수요를 유도하는 국가로서 EU를 조사 대상 3대 주요 선진국으로 선정하였다.

표 1-1. 조사 대상 국가 및 선정 이유

국가	선정 이유
1. 미국	과학기술 및 산업 생태계 선도 국가 국가 규제 혁신 전략의 글로벌 영향력
2. 영국	규제 혁신 전략 선도 국가 및 규제 모범 국가 (OECD PMR 지수/순위 '23년 0.91/4위, '18년 1.05/1위)
3. EU	신산업 분야 혁신적 수요 유도

자료: 저자 작성.

우선 미국·영국·EU의 과학기술 정책 및 규제 혁신 정책 환경을 살펴본다. 미국의 과학기술 정책과 복잡하고 다층적인 규제 프레임워크는 혁신 촉진, 국가 안보 강화(대중 견제), 경제적(미국기업) 이익 보호, 그리고 글로벌 리더십(패권 강화) 유지라는 다면적인 목표를 추구하고 있다. 동시에 윤리적 고려사항과 환경 보호, 개인정보 보호 등 다양한 사회적 요구를 균형 있게 다루고 있다. 미·중 패권 경쟁이 지속되는 와중에, 미국은 이전에 볼 수 없었던 연방정부의 강력한 보조금(또는 세액공제) 혜택 정책 등 규제 혁신 정책을 통해 미국의 전략적 이익과 국가 안보를 최우선적으로 고려하기 시작하였다. 글로벌 기술 리더십 확보, 미국 내 핵심 과학기술 분야 제조 기반 등 생태계 조성 및 기술 안보 분야에서 전략적 규제 혁신 전략을 조사한다.

영국정부는 브렉시트 이후 저성장을 극복하고자 핵심 기술을 식별하고 적극적인 연구개발 투자 및 인재와 기술 육성 등을 통해, 핵심 기술에 대한 영국의 글로벌 경쟁력 향상을 목표로 하는 2030년까지의 장기 비전 전략인 ‘과학기술 프레임워크’를 수립한 바 있다. 이를 통해 5대(AI, 공학생물학, 차세대 통신기술, 반도체, 양자 기술) 핵심 기술을 선정하고 기술 활성화 환경 조성을 위한 다양한 정책적 조치를 발표하였다. 또한 대표적으로 「4차 산업혁명 대비 규제 혁신 백서」에는 세계 최고의 혁신 친화적 규제 환경을 조성하기 위해 기술적 발전에서 세계를 선도하겠다는 영국정부의 의지가 나타나 있다. 본 연구는 이 백서를 통해 영국정부의 규제 혁신 전략 추진 배경 및 추진 전략을 파악하고 전략의 특성 등을 분석한다.

EU 집행위원회는 2019년 12월 향후 EU를 이끌어갈 새로운 성장 전략으로서 ‘EU 그린딜(EU Green Deal)’ 정책을 제시하고 EU 역내 친환경 산업 경쟁력 제고, 탄소중립 사회로의 목표 달성 및 글로벌 기후위기 대응 등을 위한 환경 규제 강화 정책을 지속적으로 추진하고 있다. 또한 EU는 ‘EU 그린딜’ 관련 정책을 포함하여, 통상 규제 전략 강화와 함께 디지털 패권 경쟁에서 디지털 질서를 주도하고자 디지털 전환 정책 등 디지털 시장 독점을 규제하는 정책도

강화하고 있다. 이러한 유럽의 기술 리더십을 강화하기 위한 일련의 법, 정책 및 예산 지원방안 등을 조사한다.

다음 단계는 다양한 과학기술 분야 중 조사 대상 분야를 선정하는 것이다. 2024년 과학기술정보통신부는 3대 게임체인저 기술(AI-반도체, 첨단바이오, 양자) 분야를 발표하였는데, 이를 기반으로 △반도체, △첨단바이오, △AI, △양자 총 4개 과학기술 분야를 조사 대상으로 선정하였다.

조사 대상 국가인 미국·영국·EU는 모두 위 4개 분야마다 법규, 규제 프레임워크, 규제 혁신 어젠다 및 이니셔티브, 규제 혁신 정책방안 및 정책보고서 등 다양한 형태의 규제 혁신 전략을 추진하고 있다. 선진국의 과학기술 분야 규제 혁신 전략들은 기본적으로 현안 문제 해결을 위해 추진되지만, 규제 혁신 전략 추진 중 제일 중요하게 언급된 부분은 주로 자국 기술 경쟁력 강화 및 산업 생태계 조성이다. 이를 달성하기 위해서 제도·거버넌스, 표준 및 인증, 국제협력, 실험 테스트 및 과학기술 역량 등의 분야에서 정책적 지원 및 수단을 통해 다층적이고 다면적인 접근 전략이 추진되고 있다.

본 연구에서는 법규, 규제 프레임워크, 규제 혁신 어젠다 및 이니셔티브, 규제 혁신 정책 등으로 표현된 선진국의 규제 혁신 추진 정책에 관한 국·내외 문헌들과 국내 관련 분야 전문가 인터뷰¹⁾ 등을 기반으로 과학기술 분야 규제 혁신 추진 분야를 10개 분야로 구분하고, 이를 ① 제도 및 거버넌스, ② 과학기술 생태계 조성 및 발전, ③ 기술 안보라는 세 개의 대분류로 분류한 후, 이를 기반으로 미국·영국·EU의 △반도체, △첨단바이오, △AI, △양자 총 4개 과학기술 분야 규제 혁신 전략을 다면적이고 종합적으로 분석한다.

기본적으로 행정규제는 법령 등이나 조례·규칙에 규정되는 사항을 말하는 것으로,²⁾ 이 규정에는 시스템·제도 구축 분야에서의 추진 전략뿐만 아니라

1) 규제 제도 전문가 인터뷰(2024. 11. 27., STEP1) 및 생명공학 정책 분야 전문가 인터뷰(2024. 10. 29., 한국생명공학연구원~ 2024. 11. 1., STEP1) 수행.

2) 「행정규제기본법」.

규제를 추진하기 위한 거버넌스 및 체계도 포함되어 있다. 그동안 규제 혁신의 주요 분야로서 이 시스템·제도 구축 분야 및 거버넌스와 체계 분야에서 다양한 혁신적 추진 전략들이 논의 되어왔다. 2020년 산업연구원의 혁신성장을 위한 규제 개혁 인식에 관한 설문 조사에 의하면 규제 문제를 보다 신속하게 해결하기 위하여 향후 개선이 필요한 분야로 ‘규제 시스템’이 가장 높은 비중으로 선정되었고, 이어서 규제기관의 책임성 강화 및 분야별 규제기관 전문성 강화와 관련된 ‘규제기관’ 순으로 조사되었다.³⁾ 이밖에도 규제 전문가들은 혁신 친화형 규제 정책 방향으로 강력한 ‘규제 거버넌스’ 구축의 중요성을 언급하기도 하였다.⁴⁾

최근에는 디지털 전환, 기후변화 대응 등 글로벌 경제의 주요 정책 트렌드가 기술 중심으로 전개되고 있으며 기술과 관련된 규범체계인 기술규제의 중요성도 높아짐에 따라 기술규제가 이전보다 중요한 규제 개혁 대상으로 인식되고 있다. 인증은 대표적인 기술규제의 한 유형으로, 신기술·신산업 육성을 위해 기술·산업 관련 법령에 인증에 관한 조항도 늘어나고 있다. 인증은 원칙적으로 표준에 근거하여 제정되는데, 최근 기술 패권 경쟁 심화에 따라 선진국들이 각종 시험 및 인증이나 표준을 활용해 기술규제 장벽을 높이고 있는 주요 규제 분야 중 하나이다.⁵⁾ 또한 규제는 윤리적 고려사항과 환경 보호, 개인정보 보호 등 다양한 사회적 요구를 균형 있게 다룰 것을 요구 받고 있다. 한편 국제 협력을 통한 국제 규제(규범) 개발과 국제 표준 형성 등도 규제 추진 전략의 한 분야이다. 이러한 분야들은 모두 제도 및 거버넌스 분야와 관련이 깊다.

주요 선진국들은 과학기술 분야의 급속한 발전과 격화되고 있는 글로벌 기술 경쟁에 대응하기 위해 자국의 기술력 확보 및 관련 산업 생태계 조성·발전을 위해 혁신적인 보조금 및 세제혜택 지원 등의 규제 혁신 전략을 추진하고 있다. 이렇게 재정 및 집행 결정 과정을 통해 민간 부문의 현 상황에 어떤 변화를

3) 산업연구원(2020), 「혁신성장을 위한 규제 개혁 인식에 관한 설문 조사」.

4) 최병선(2023. 8.), 「전환기의 규제 개혁, 어떻게 해야 하나?」.

5) 이광호 외(2023).

일으키는 것도 규제의 한 형태이다.⁶⁾ 차별적 보조금 정책 등은 오래전부터 넓은 의미에서 규제의 한 형태로 인식되고 있다. 보조금이 특정 조건을 강제하거나, 보조금이 특정 행위를 제한하는 역할을 하거나, 보조금이 시장 진입이나 경쟁을 제안하는 경우, 이는 규제의 한 형태로 작용할 수 있다.⁷⁾

과학기술 분야에서 혁신이 이루어질 수 있는 생태계 조성에 규제가 상당한 영향을 미치기 때문에 과학기술 분야의 규제 개혁이 필요한데, 합리적인 규제는 과학기술의 혁신과 발전을 유도한다.⁸⁾ 특정 과학기술 분야에서 규제 혁신이 이루어지지 않는다면, 그 분야의 발전 및 생태계 조성에 상당한 시간이 소요될 것이다. 과학기술 분야 미래 신기술 개발 시 기술적 실험이 매우 중요한데, 신기술의 유효성을 검증하는 가장 좋은 수단이 실험이기 때문이다. 특히 과학기술 분야에서 혁신적 실험 테스트 강화 전략이 필요하며, 나아가 혁신적 과학기술 역량 확보(과학기술 인력 양성, 교육·훈련) 전략 추진도 절실하다.

2020년 영국은 기술적 발전에서 세계를 선도하겠다는 의지를 담은 규제 혁신 추진 전략인 「4차 산업혁명 대비 규제 혁신 백서」를 통해 6개 규제 혁신 과제를 제시하였다.⁹⁾ 여기에서 제시된 규제 혁신 전략 과제로서 새로운 기술의 돌파구 마련을 지원하고 촉진하기 위해, 규제 감독하에 혁신 기술에 대한 실험(experiment), 테스트(testing) 및 시험적용(trialling)이 보다 활발히 이루어질 수 있도록 추진하는 것이다. 이외에도 혁신가들이 규제 환경을 탐색하고 규제를 준수할 수 있도록 지원하고, 기술 혁신을 규제하는 방법에 대해 사회 및 업계와 소통하며, 혁신적인 제품 및 서비스 거래에 대한 규제 장벽을 낮추기 위해 전 세계 파트너와 협력해야 함을 제시하였다. 이처럼 영국은 자국의 규제 체제에 대한 확신을 주기 위해 참여와 소통을 주요한 규제 혁신 전략의 한 분야로 설정하고 있다.¹⁰⁾ 이러한 분야들은 모두 과학기술 생태계 조성·발전 분야와

6) 이혁우(2009).

7) 규제 제도 전문가 인터뷰(2024. 11. 27., STEP1).

8) 이재훈 외(2018), p. 9.

9) HM Government(2019), "Regulation for the Fourth Industrial Revolution."

10) *Ibid.*

관련이 깊다.

나아가 미·중 기술 패권 부상으로 선진국들은 자국 산업 및 기술 보호를 위해 대외 적대적 대응 정책·전략 및 대중/자국민 보호(안전, 보안) 분야에서도 혁신적 규제 전략 설정을 통해 그 목적을 달성하고자 한다. 이러한 분야는 기술 안보 분야와 관련이 깊다. 수출 통제 및 기술 이전 제한 등은 대표적인 자국 산업 및 기술 보호를 우선하는 대외 정책으로, 규제 정책의 한 형태이다. 또한 국민의 안전과 국가 안보를 이유로 특정한 행동을 제한하거나 강제하는 경우 역시 전형적인 규제 정책의 한 형태이다.

선진국 과학기술 분야 규제 혁신 전략은 위에서 언급된 분야들에서 다층적이고 다면적인 접근 전략을 통해 추진되고 있다. 연구진은 문헌과 국내 관련 분야 전문가 인터뷰 등을 기반으로 과학기술 분야의 규제 혁신 분야를 거버넌스·시스템·Institution, 표준 및 인증, 윤리, 국제협력, 보조금·세제혜택, 실험 테스트 및 과학기술 역량, 참여와 소통, 적대적 대응 정책·전략 및 대중/자국민 보호(안전, 보안) 등 10개 분야로 구분하여 정의한 후, 이를 ① 제도 및 거버넌스, ② 과학기술 생태계 조성 및 발전, ③ 기술 안보라는 세 개의 대분류로 분류하였다. 과학기술 영역 규제 혁신 전략 조사 대상 분야 및 주요 관련 세부 내용은 [표 1-2]에 자세히 나타나 있다.

본 연구는 미국·영국·EU의 △반도체, △첨단바이오, △AI, △양자 분야 규제 혁신 전략 속에 담겨 있는 세부적 혁신 이행 전략·이행 계획 등을 위에서 분류한 ① 제도 및 거버넌스, ② 과학기술 생태계 조성 및 발전, ③ 기술 안보 세 개의 대분류 측면에서 분석하였다.

마지막으로 선진국의 과학기술 분야 규제 혁신 정책 분석을 통해 얻은 결론을 기반으로, 향후 우리나라 과학기술 분야 규제 혁신 정책 추진을 위한 정책적 시사점을 제시한다.

표 1-2. 과학기술 분야 규제 혁신 전략 조사 분야

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	규제 시스템 혁신 등
		규제 추진 체계 혁신(규제 추진 거버넌스 혁신) 등
		규제 추진 리더십 혁신
	2. 표준·인증 분야	표준에 관한 규정 및 표준 전략 등
	3. 윤리 분야	윤리
과학기술 생태계 조성 및 발전	4. 글로벌 협력 분야 A	국제 협력을 통한 모범 사례/정책 프레임워크 공유 및 국제 규제(규범) 개발과 표준 형성 등
	5. 보조금·세제 혜택 분야	재정 투입 또는 보조금 지급 전략(세제 혜택 등)
	6. 참여 및 소통 분야	혁신 생태계 조성을 위한 문화 및 교육 혁신 등
	7. 실험 테스트 강화 분야	혁신을 위한 실험 테스트 강화 전략 등
	8. 과학기술 역량 분야	과학기술인력 양성·교육·훈련 강화 전략 등
기술 안보	4. 글로벌 협력 분야 B	글로벌 협력을 통해 비용과 자원 공유, 다양한 분야 연구자들의 융합 촉진 등
	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	관세 부과 및 기술 관련 통제
	10. 대중/자국민 보호 분야	안전, 보안 등

자료: 저자 작성.

3. 기존 문헌 조사

가. 과학기술 분야 규제 혁신 전략에 대한 이해

기존 문헌에 따르면 정부 규제란 바람직한 경제사회 질서의 구현을 위해 정부가 시장에 개입하여 기업과 개인의 행위를 제약하는 것으로, ① 정부가 민간(기업과 개인)의 의사결정과 행위를 제약하는 것이며, ② 바람직한 경제사회 질서의 구현을 목적으로 한다고 정의하고 있다.¹¹⁾ 「행정규제기본법」 제2조에 따르면 국가 또는 지방자치단체가 특정한 행정 목적을 실현하기 위하여 국민의 권리를 제한하거나 의무를 부과하는 것으로서 법령 등 또는 조례·규칙에 규정

11) 최병선(1992), p. 18.

되는 사항을 행정규제라 정의하고 있다.¹²⁾ 또한 정부가 어떤 기준을 세워 민간에 영향을 미치는 것은 모두 규제의 범주에 포함되는 것으로 간주되며, 법령·규칙을 만들어 현 상황에 어떤 변화를 일으키는 것이 규제이자 정부의 모습이므로 정부 재정 집행 결정 과정에도 규제가 포함될 수밖에 없다고 여겨진다.¹³⁾

이렇듯 규제의 특성은 기본적으로 국민의 행위를 제한하는 데 있다. 정부가 국민 전체의 이익을 증가시키려는 의도로 지시와 명령, 벌칙을 통해 시민의 선택의 자유와 재산권을 제약하여 민간의 행위를 정부가 의도한 방향으로 변화시키는 것이 규제의 주목적이라 할 수 있다. 이 외에도 영원한 규제는 없으며, 처음 설계된 목적과 성과 목표를 달성하지 못한 규제는 폐기, 개선 또는 재설계해야 하고 불합리한 규제는 지속적으로 개선되어야 한다고 보고 있다.¹⁴⁾ 또한 규제는 실시간으로 변화하고 있는 복잡한 우리 현실 환경 속에 존재하고 있으므로 규제가 적용되는 대상이 갖는 동태성으로 인해 규제 개념이 간단하지 않다는 의견도 상존한다.¹⁵⁾

불합리한 규제를 보다 나은 방향으로 개선하기 위한 정부의 활동을 규제 개혁이라고 하는데, 사전적 의미로 규제 개혁이란 정부나 단체의 규제 정책을 새롭게 고치고 정비하는 일을 의미한다.¹⁶⁾ 『규제 개혁백서』에 따르면, 정부는 규제 개혁의 의미를 역동적으로 변화하는 현대사회에 있어 “정부와 민간의 역할을 재정립하기 위한 노력” 또는 “사회·경제적인 변화에 적응하여 정부와 민간이 서로 더욱 잘할 수 있는 분야를 찾아가는 과정”이라 정의하고 있다. 정부가 추진하는 규제 개혁의 목적은 첫째가 공정한 경쟁 촉진을 통한 국가 경쟁력 강화이고, 둘째가 국민의 생활 불편 해소와 삶의 질 향상이다. 이외에도 정부는 민간 자율과 창의성의 극대화, 부정부패 추방 및 규제 제도의 국제화를 목적으로 규제 개혁을 추진하고 있다고 언급하고 있다.¹⁷⁾

12) 「행정규제기본법」.

13) 이혁우(2009); 이주호, 최창용 편(2018), p. 42.

14) 강명철 외(2023), p. 17.

15) 이혁우(2009), pp. 348~349.

16) 국립국어원, 우리말샘(검색일: 2024. 11. 5.).

서울특별시 「행정규제기본법」 제1조에 근거하여 규제 개혁이란 “정책목표를 달성하는 수단으로서 규제의 정도가 적정한지 또는 시대 상황에 따라 바람직한 수준인지를 평가하여 비규제적 정책대안을 수립하거나, 보다 유연하고 시장친화적인 대안을 도입하여 규제에 대한 품질을 향상시키는 과정”이라고 정의하며, 불필요한 행정규제를 폐지하고 비효율적인 규제의 신설을 억제함으로써 사회·경제 활동의 자율과 창의를 촉진하여 국민의 삶의 질을 높이고, 국가 경쟁력을 지속적으로 향상시키는 것이 규제 개혁의 목적이라고 정의하고 있다.¹⁸⁾ 이렇듯 규제 개혁은 국민의 삶의 질 향상과 직접적으로 관련이 깊은 경제를 희생시킬 수도 있고 침체시킬 수도 있는 만큼 공정한 경쟁 촉진을 통한 국가 경쟁력 강화를 위해 추진되어야 하므로, 이제 규제 경쟁력이 곧 국가 경쟁력이라고 할 수 있다고 언급되고 있다.¹⁹⁾

다만 현실에서 이루어지는 규제 개혁을 두고는 생각보다 많은 오해가 존재한다는 점이 다수의 문헌에서 언급되고 있다.²⁰⁾ 이 문헌들에서 규제 개혁은 이로 인해 이익을 보는 측과 손해를 보는 측의 정치·경제적 논쟁에 함몰되어 버리는 경우가 많으며, 불합리한 진입규제를 개선하자는 논의가 규제 보호받는 집단을 위협하는 것으로 매도되거나 새롭게 진입이 가능해지는 집단에 특혜를 주는 것으로 오해를 받는 경우가 대표적 사례로서 소개되고 있다.²¹⁾ 마지막으로 규제 개혁은 법령이나 지침, 가이드와 같은 규제 근거를 바로잡는 데서 끝나는 것이 아니라, 규제 개혁을 통해 바뀐 기준이나 제도가 규제가 적용되는 현장에서 제대로 작동해야 규제 개혁의 취지가 비로소 발휘된다고 할 수 있다.²²⁾

과학기술 분야 규제 현황을 논의하기에 앞서 과학기술 및 과학기술 분야 규제에 대한 정의 및 범위를 확인해 보겠다. 과학기술(Science and Technology)이란

17) 『규제 개혁백서 2012』, p. 20.

18) 서울특별시, 「법무행정 서비스-규제 개혁 의의 및 목적」(검색일: 2024. 11. 4.).

19) 강명철 외(2023), p. 88.

20) 이혁우, 김진국(2015); 이혁우(2017), pp. 3~13; 이주호, 최창용 편(2018), p. 49.

21) 이주호, 최창용 편(2018), p. 49.

22) 위의 자료, p. 50.

자연과학, 응용과학, 공학 따위를 실제로 적용하여 인간 생활에 유용하도록 가공하는 수단을 통틀어 일컫는다.²³⁾ 「과학기술기본법(개정 2010. 12. 27., 2013. 3. 23., 2017. 7. 26)」 제27조에서는 과학기술 관련 정보·인력·연구개발 사업 등을 효율적으로 관리할 수 있도록 국가과학기술 표준분류체계의 확립을 규정하고 있다.²⁴⁾ 반면 과학기술 분야 규제에 대한 정의나 범위는 기존 문헌에서 명확하고 뚜렷하게 설정되어 있지는 않으며, 정부도 과학기술 분야의 규제를 따로 분류하고 있지는 않다. 기존 연구에서는 과학기술 분야의 규제 범위에 대해 내용 면에서는 연구개발과 관련한 규제가, 관리 주체 면에서는 국가 과학기술 정책 관할 부처인 미래창조과학부(현, 과학기술정보통신부) 소관의 규제가 주로 해당한다고 언급하고 있다.²⁵⁾

이에 비해 신기술·신산업 분야 규제 환경에 대한 논의는 활발히 이루어지고 있다. 정부 정의에 따르면 신산업이란 말 그대로 새로운 산업 분야로서 AI, 챗 GPT, 미래형 모빌리티와 같은 최첨단기술에서부터 비대면 진료 서비스 같은 새로운 바이오 헬스 서비스까지 전 분야에서 신기술, 콘텐츠 등 새로운 생활 방식에 맞춰 새롭게 등장한 산업 분야 전체를 말하는 것이고,²⁶⁾ 신기술이란 국내·외에서 최초로 개발된 기술 또는 기존 기술을 혁신적으로 개선·개량한 우수한 기술로서 지역의 혁신성장 촉진에 기여하는 기술이다.²⁷⁾ 과학기술 분야는 신기술·신산업 분야를 상당 부분 포함하고 있는 것으로 보이며, 내용 면에서는 연구개발 관련 부분의 중요성이 더 커 보인다. 본 연구에서는 과학기술 분야와 신기술 분야를 명확하게 나누기보다는 통상적으로 사용되는 과학기술 분야에 대한 정의를 따를 예정이다. 신기술·신산업이 연구개발, 생산, 제공 및 거래 등에 있어서 과거와는 다른 방식을 취함에 따라 실제 그 구현 과정에서 기존의

23) 국립국어원, 표준국어대사전(검색일: 2024. 11. 6.).

24) 정근하, 도계훈, 최한림(2014), p. 7.

25) 이재훈 외(2018), p. 11.

26) 기획재정부, 「정책 기획영상, [친절한 경제 돋보기] 쑥쑥 커라 신산업~신산업 분야 규제 혁신 방안」(검색일: 2024. 11. 4.).

27) 「규제자유특구 및 지역특화발전특구에 관한 규제특례법(약칭: 지역특구법)」 제2조(정의) 9항.

법·제도와 충돌하거나 규제의 공백이 발생하는 이슈가 등장하고 있다. 빠른 과학기술의 발전 속도를 관련 법규 등 제도가 못 쫓아가는 규제 지체 현상이 발생하면서 관련 분야 생태계 조성 및 기술 경쟁력 발전에 어려움을 겪고 있는 것이다. 이를 극복하기 위하여 우리나라를 비롯한 세계 각국에서 규제 혁신을 위한 지속적이고 강도 높은 노력이 진행되고 있다.

이주호, 최창용 편(2018)은 국가 경쟁력 강화를 위해서는 혁신 생태계 조성이 절실하며, 그 추진의 핵심에 규제 개혁이 있다고 강조한 바 있다. 이 연구는 기존 과학의 한계를 뛰어넘는 고위험·고가치의 연구개발을 바탕으로 새로운 사업 모델, 플랫폼, 상품, 산업은 물론이고 규제의 혁신까지도 끊임없이 창출하도록 기업가, 연구자, 투자자, 공무원, 시민 등이 지속적으로 경쟁하고 협력하도록 진화하는 체계를 혁신 생태계라고 정의하면서, 이러한 생태계 조성을 위해서는 정부 개혁과 규제 개혁이 상호보완적으로 동시에 추진되어야 하는 규제 개혁의 새로운 접근법을 제시하였다.²⁸⁾ 이외에도 이재훈 외(2018)은 과학기술 분야 혁신이 이루어지기 위한 생태계 조성에 규제가 미치는 영향이 상당하기 때문에, 과학기술 분야의 규제 개혁이 필요하다고 언급하고 있다.²⁹⁾

해외 문헌에서도 여러 연구에서 규제란 혁신에 강력한 영향을 미치는 것으로서 아이디어를 자극하고 그 아이디어의 구현을 차단할 수 있으며,³⁰⁾ 투자 위험을 증가시키거나 감소시킬 수 있고, 자금을 가치 있는 R&D로 유도할 수 있다고 기술하고 있다.³¹⁾ 또한 Eggers *et al.*(2023)은 최근 과학기술의 대대적인 변화가 규제 환경을 변화시킴에 따라 규제 당국은 점점 더 적극적으로 대응하며 혁신을 장려하고 있는데, 혁신을 촉진하기 위해 정부 규제 기관은 투자를 장려하고, 규제를 간소화하며, 업계 모범 사례를 홍보하기 위한 표준을 설정할 수 있다고 기술한 바 있다.³²⁾

28) 이주호, 최창용 편(2018), p. 22.

29) 이재훈 외(2018), p. 9.

30) Ambec *et al.*(2013); Stewart(2010); Pelkmans and Renda(2014).

31) Pelkmans and Renda(2014); Stewart(2010); Blind(2012).

32) Eggers *et al.*(2023. 3. 23.), "Regulation that Enables Innovation."

OECD는 기술이 점점 더 빠른 속도로 진화하며 혁신의 물질이 AI, 생명공학, 양자 컴퓨팅 등 사회를 개선할 수 있는 새로운 기회를 가져다주고 있는 현 시점에, 새로운 미지의 영역, 변화하는 목표, 관리해야 할 위험을 가진 규제 거버넌스의 중요성을 강조하였다. 이와 더불어 정부는 혁신을 촉진하는 동시에 사람, 환경, 민주주의를 보호하기 위한 가드레일을 확보하는 중요한 역할을 해야 하며, 이를 위해서 민첩하고 기술 중립적이며 위험에 기반한 미래 지향적인 관점이 필요함을 언급하고 있다.³³⁾

연구개발, 생산, 제공 및 거래 등에 있어서 과거와는 다른 방식을 취하면서 그 구현 과정에서 기존의 법·제도와 충돌하거나 법·제도의 미비나 규제 공백 등의 이슈를 겪게 되는 과학기술 분야 규제 환경 속에서 혁신의 의미는 불확실한 상황을 정의하는 것을 의미하며, 나아가 기존 과학의 한계를 뛰어넘는 고위험·고가치의 연구개발을 바탕으로 새로운 혁신 생태계 조성을 위해 투입되는 끊임없는 노력까지도 규제 혁신에 포함된다고 할 수 있다.

나. 기존 연구와의 차별성

제4차 산업혁명 기술 발전에 이어 미·중 기술 패권 경쟁이 지속되면서 주요 선진국들은 과학기술 분야에서 글로벌 기술 리더십을 확보하기 위해 선제적으로 R&D 강화 및 혁신적 규제 전략을 취하고 있다. 규제 혁신 전략에 관한 최근의 연구는 몇 가지 분야로 구분될 수 있다. 첫째는 선진국의 신성장동력·과학기술 분야 규제 혁신 전략에 관한 해외사례 조사 분야다. 정남철 외(2023)의 연구가 대표적인 최근 연구로, 경제성장과 국제 경쟁력을 높이고 제4차 산업혁명을 비롯한 미래사회를 준비하기 위해 유럽연합을 비롯한 주요 선진국(프랑스, 독일, 미국, 영국, 일본)의 Horizon Europe 및 France 2030 등 신성장 전략(연구·혁신 프로젝트)과 규제 법제 동향 조사를 통해 정부가 추진하고 있는 신

33) OECD, "Regulation Innovation"(검색일: 2024. 11. 6.).

성장 4.0 전략의 추진 방향에 대한 개선 사항들을 제시하였다. 둘째는 혁신 생태계 조성 및 신산업 촉진을 위한 규제 혁신 전략에 관한 연구(이주호, 최창용 편 2018; 박정수 외 2023) 분야다. 박정수 외(2023)의 연구에서는 모빌리티/핀테크 등 서비스 산업 혁신을 위한 규제 개혁 방향을 제안하면서, 영국·미국의 규제 정책 방향도 조사하였다. 셋째는 혁신적 규제 정책이 미치는 영향에 대한 연구 분야다. 채종현, 김성근, 홍승헌(2022)의 연구에서는 신산업 규제 개혁과 이해갈등 조정에 관한 연구가 수행되었다. 규제 개혁의 방향성, 거버넌스, 규제 심사/모니터링/영향 평가, 규제 갈등 관리 역량 분야에서 성공적인 규제 혁신을 위한 정책 우선순위 도출을 위해 계층적 분석연구가 수행되었으며 영국과 EU의 규제 혁신 관련 갈등 사례를 조사·분석하였다. 본 연구는 선진국의 과학기술 분야 규제 혁신 전략들이 특정 한 분야에서만 추진되는 것이 아니라 여러 분야에서 복합적으로 추진되고 있으며 주요 기술마다 다른 접근 방식을 취한다는 특성을 파악하여 기존 연구에서 다루지 않았던 주요 선진국의 과학기술 분야 및 주요 기술별 규제 혁신 전략들을 다면적으로 분석함으로써 빠른 속도로 변하고 있는 과학기술 분야 미래 규제 환경에 어떻게 효과적으로 대응할 것인지에 대한 대안을 제시한다.

표 1-3. 선행연구와의 차별성

구분	채종현, 김성근, 홍승현 (2022)	박정수 외 (2023)	정남철 외 (2023)	본 연구
주요 연구 분야	신산업 규제 개혁과 이해갈등 및 성공적인 규제 혁신을 위한 정책 우선순위 분석	디지털 전환 시대, 신산업의 규제 개혁 연구	주요 선진국의 신성장 전략 (연구·혁신 프로젝트)과 규제 법제 동향 분석	주요 선진국 과학기술 분야 규제 혁신 전략 분석
규제 혁신 연구 분야	신산업 규제 혁신과 갈등 조정 및 규제 혁신을 위한 정책 우선순위 도출	신산업(서비스 산업) 규제 개혁 분석 및 혁신을 위한 규제 개혁 방향	주요 6대 선진국 최근 규제 법제 동향	주요 3대 선진국 과학기술 분야 규제 환경 및 규제 혁신 전략 분석
규제 혁신 주요 세부 연구 분야	방향성, 거버넌스, 심사/모니터링/ 영향 평가, 갈등 관리 역량 분야 정책 우선순위 도출	모빌리티, 핀테크, 디지털 헬스케어 등 신산업 규제 이슈 및 법제도 미비 분석	주요 6대 선진국 최근 규제 법제 동향	주요 4대 과학기술별 거버넌스·제도, 생태계 조성 및 기술 안보 측면 규제 혁신 세부 전략 분석
접근 방식	계층적 검토 (AHP 분석)	종합적 검토	신성장 프로그램별 종합적 검토	과학기술별 다면적 및 종합적 검토
해외 조사 국가	영국, EU	영국, 미국	EU, 프랑스 독일, 미국, 영국, 일본	미국, 영국, EU
해외 사례 조사 주요 내용 및 범위	규제 혁신 관련 갈등 해외 사례로만 조사·분석	보고서의 일부분에서 영국 및 미국의 거버넌스·제도· 전략 규제 방향 조사	6개국 규제 법제 최신 동향 조사	선진 3개국 과학기술 분야 규제 혁신 ①거버넌스·제도/ ②생태계 조성 및 발전/③기술 안보 전략 분석
해외 조사 과학기술 분야 (또는 해외 조사 신성장 프로그램)	-	-	Horizon Europe, France 2030, 하이테크 전략, Moonshot 프로그램 등	선진 3개국 반도체, AI, 양자, 첨단바이오 분야
기대효과	-	신산업(서비스 산업) 분야 규제 개혁 방향 제시 등	‘신성장 4.0전략’의 미흡한 부분 검토 및 개선방안 제시 등	국내 과학기술 분야 규제 혁신 대안 제시 등
기타	-	-	-	우리나라 신산업 분야 규제 혁신 로드맵 현황 조사

자료: 저자 작성.

1. 미국의 규제 혁신 정책 환경

가. 미국 과학기술 정책 환경

2차 세계대전에 승리하면서 세계 최강자로 자리 잡은 미국의 과학기술 정책에서 핵심이 되는 것은 “외부 도전에 대한 강력한 대응 및 절대적 우위 확보”, ‘연방정부와 주정부의 상호작용(부처 간 협력 포함)’, ‘군·산·학·연으로 이어지는 대규모 협력’ 등이다. 특히 규제 프레임·정책에서도 이러한 골자가 유지되면서 미국의 과학기술에 대한 접근 방식에 입법적 노력, 전략적 우선순위, 내외부 영향의 상호 연관성이 강력하게 적용된다.

미국의 과학기술 정책이 국가 중심으로 변화하는 경향은 최근 몇 년 동안 더욱 두드러지게 나타나고 있다. 특히 트럼프 행정부와 바이든 행정부 모두 기술 안보와 경제적 자립을 강조하며 국가의 역할을 강화하는 방향으로 정책을 추진해왔다.³⁴⁾ 대표적인 연방 법안으로 2022년에 제시된 「반도체와 과학법(CHIPS and Science Act)」 및 IRA라고 알려진 「인플레이션 감축법」이 있다. 미국의 과학기술 정책은 이제 더 이상 단순한 혁신 촉진에 그치지 않고, 국가의 전략적 이익과 안보를 중시하는 방향으로 전환되고 있다.

그 배경에는 미·중 패권 경쟁에 의한 기술 경쟁 격화가 있다. 이에 대응하기 위해 미국은 핵심 과학기술 분야를 중심으로 자국의 기술과 함께 자국 산업을 보호·육성한다. 예를 들어 미국은 특히 인공지능(AI), 반도체, 양자 정보 과학

34) University of Miami(2024), “Techno-nationalism trend fuels global disorder.”

등 미래 산업 분야에서 자국의 핵심 기술을 보호하고 육성하기 위한 전략을 강화하고 있다. 또한 미국 중심주의의 부활에 따라 과학기술을 활용한 국가 안보 우선 정책을 펼치고 있다. 규제 프레임·규제 정책에서도 이와 같은 골자가 유지되어서, 미국의 과학기술 글로벌 기술 혁신을 촉진하고 핵심 과학기술을 보호·육성하기 위한 법률·제도·정책 관련 규제 혁신 전략을 통해 주요 과학기술 분야의 발전과 혁신 생태계 조성 및 산업 발전을 추진하고 있다.

국가의 역할이 강조되는 또 다른 예시로, 미국은 이전에 볼 수 없었던 연방정부의 강력한 보조금(또는 세액공제) 정책 등 규제 혁신 정책을 통해 미국의 전략적 이익과 안보를 최우선적으로 고려하기 시작하였다. 또한 핵심·신흥 기술 분야에서 미국의 리더십을 강화하고 표준 개발에 동맹·우호국들의 광범위한 참여를 유도함으로써 수립 단계에서부터 미국의 리더십을 적극적으로 투영하려는 노력도 추진하고 있다.

미국의 규제 혁신 정책 환경을 나타내는 가장 포괄적인 세 가지 전략·정책 보고서는 2020년 트럼프 행정부의 「핵심·신흥 기술 국가 전략(National Strategy for Critical and Emerging Technology)」, 2022년 「인플레이션 감축법(IRA: Inflation Reduction Act)」, 그리고 2023년 바이든 행정부의 「핵심·신흥 기술 표준 전략(National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology)」이다. 주요 내용은 [표 2-1]과 같다.

우선 미국 트럼프 행정부는 2020년 10월 15일 「핵심·신흥 기술 국가 전략」을 발표했다. 이 전략의 목적은 수출 통제 강화, 외국인투자 심사 강화, 지적재산권 보호, 동맹국 협력, R&D 및 제조업 투자 확대를 통한 미국의 핵심 및 신흥 기술 분야에서의 글로벌 리더십 유지와 중국과 러시아 등 경쟁국의 기술 도전 대응 및 국가 안보와 경제적 경쟁력 강화에 있다.

표 2-1. 미국의 핵심·신흥 기술 관련 주요 국가 전략

전략	내용
핵심·신흥 기술 국가 전략 National Strategy for Critical and Emerging Technology(2020)	· 2020년 10월 트럼프 정부에 의해 발표 · 목적: 기술 보호 및 육성을 위한 방안을 제시하고, 국가 안보적 이익 증진을 위해 인공지능, 양자정보과학, 통신 및 네트워킹 기술, 반도체, 우주 기술 등 중요한 20가지의 핵심 및 신흥기술 영역 제시 · 전략: 국가 안보 혁신 기반 촉진(STEM 교육, 고급 기술 인력, 초기 단계 R&D에 대한 투자, 혁신 친화적 규제, 벤처 캐피털 투자 장려, 정부, 학계, 민간 부문 간 협력 강화), 기술 우위 보호(공정성과 상호주의에 기반한 관계 구축, 규칙 강화 및 협정 이행, 동맹국 및 파트너와의 협력하에 공동 원칙 수립)
핵심·신흥 기술 표준 전략 National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology (2023)	· 2023년 5월 바이든 정부에 의해 발표 · 목적: 핵심·신흥 기술 분야에서 미국의 리더십 강화, '민간 주도 표준화'에서 '국가 지원 표준화'로의 전환, 동맹국들의 광범위한 참여 유도 · 8대 실천방안: CET 표준 개발 투자 증대, 위험·보안·회복탄력성을 위한 지원 확대, 국제표준 개발에 민간 부문 참여 장벽 제거, 공공-민간 부문의 소통 개선, 동류국가와 파트너십 강화, 새로운 표준 업무 인력 교육 및 양성, 동맹국과의 파트너십 및 협력 강화, 표준 개발에 대한 광범위한 참여 촉진 · 기술 분야: 통신 및 네트워킹 기술, 반도체 및 마이크로 일렉트로닉스 기술, 인공지능 및 머신러닝 기술, 생명공학 기술, 위치·항법·시각 기술, 디지털 인증 인프라 및 분산원장 기술, 청정에너지 발전 및 저장, 양자정보 기술
인플레이션 감축법 Inflation Reduction Act (2022)	· 2022년 8월 16일 바이든 대통령이 법안에 서명하면서 발효 · 목적: 미국 내 급등한(2022년) 인플레이션을 완화하기 위해 마련된 법으로 에너지 안보 및 기후변화 대응(지출), 의료비 지원(지출), 약값 개혁(수입), 법인세 인상(수입) 등을 포함 · 2030년까지 온실가스 40% 감축을 목표로 친환경 에너지 생산과 기후변화 대응 정책에 3,690억 달러를 투입하며, 특히 전기차 보급 확대를 위해 일정 요건을 갖춘 중고차에 최대 4,000달러, 신차에 최대 7,500달러의 세액공제를 제공하는 내용 · 전기차 보조금 7,500달러(대당)의 절반을 받기 위해서는 배터리의 핵심 소재인 리튬, 코발트, 니켈 등을 미국 또는 미국과 FTA를 맺은 국가를 통해 공급받아야 하며, 그 비율은 2024년 40%에서 2026년 80%까지 확대 예정. 나머지 절반의 보조금은 배터리의 주요 부품(양극재, 음극재, 전해액, 분리막)이 북미에서 제조되는 비율이 50% 이상이어야 받을 수 있으며, 이 비율은 2029년 100%까지 확대 예정. 2023년부터 북미에서 최종 조립된 전기차에만 보조금을 지급한다는 조건

자료: 윤정현(2023); 황경인(2022) 내용을 저자 정리.

미국정부는 이 전략을 기반으로 인공지능, 양자정보과학, 통신 및 네트워킹 기술, 반도체 및 마이크로일렉트로닉스, 우주 기술, 자율 시스템, 첨단 제조, 생명공학, 데이터 과학 및 저장, 분산원장 기술, 에너지 기술, 인간-기계 인터페이스 등과 같은 20개의 핵심 및 신흥기술 분야를 지정했다. 주요 핵심전략으로는 STEM 교육 투자, 첨단기술 인력 양성, 초기 단계 R&D 지원, 혁신 친화적 규제 환경 조성, 정부·학계·민간 부문 간 협력 강화와 같은 국가 안보 혁신 기반 촉진 전략과 공정성과 상호주의에 기반한 관계 구축, 규칙 강화 및 협정 이행, 동맹국 및 파트너와의 협력하에 공동 원칙 수립, 국내외 협력을 통한 안보 방어 등과 같은 기술 우위 보호 전략이 있다. 이러한 전략을 통해 미국은 산업 경쟁력을 높이고, 과학기술 분야에서의 리더십을 강화하며 자국산업 생태계를 강화하고자 한다. 미국정부는 이와 같은 과학기술 규제 혁신 정책을 통해 더 많은 미국인들이 고임금 과학기술 직종에 참여할 수 있을 것으로 예상된다.

2022년 8월 16일 바이든 대통령이 서명하여 발효된 「인플레이션 감축법」은 기후변화 대응이라는 가치를 중심으로 보호무역 강화를 통해 과학기술 주도권을 확보하려고 한다. 특히 이 법안에 따라 전기차 구매 시 보조금을 받기 위해서는 전기차 제조에서 중국 등 우려 국가의 배터리 부품과 광물을 일정 비율 이하로 사용해야 하는데, 여기에는 전기차 가치사슬에서 중국을 배제하려는 의도가 있다.³⁵⁾

우선 인플레이션 감소와 필요한 자원 마련을 위해 최상위 부유층 및 거대 기업들에 적절한 세금을 부과하고, 조세법 집행 강화를 통해 세수를 확보하려 한다. 또한 기후변화 대응, 보건 분야 복지 개선 및 기업 과세 개편 등에 7,370억 달러를 투입하여 재정적자 해소, 에너지 안보 및 기후변화 대책 마련, 의료보험 접근성 강화 등을 추진하고 있다. 에너지 안보 및 기후변화와 관련해서는 기후변화 대응 투자 강화 및 미국 내 전기차 생산 기반 강화와 사회 전역 전기차 보급에 집중하면서 다양한 세제 혜택을 통해 미국이 주도하는 전기차 산업을 육성

35) 황경인(2022), p. 11.

하고자 한다. 예를 들어 광물 조달 비율과 배터리 부품 조달 비율에 대한 보조금이 각각 최대 3,750달러씩으로 설정돼 있어 두 가지를 동시에 충족할 때만 전액을 받을 수 있는데, 친환경 신차의 경우 최대 7,500달러까지 세액공제를 받을 수 있다.³⁶⁾

2023년 5월 4일 바이든 행정부가 발표한 핵심·신흥 기술 표준 전략은 핵심·신티 기술 분야에서 미국의 리더십 강화, 민간 주도 표준화에서 국가 지원 표준화로의 전환, 동맹국들의 광범위한 참여 유도를 그 주요 목적으로 두고 있다. 특히 투자, 참여, 인력, 공정성과 포용성이라는 4대 부문별 목표를 중심으로 이를 달성하기 위한 기술별 실천방안이 해당 전략에 포함된다. 이 전략보고서의 주요 골자는 미·중 기술 경쟁의 새로운 국면으로 해석될 수 있으며, 국제 표준 시스템의 탈동조화 가능성과 동맹국과의 협력을 통한 미국 주도의 표준 체계 구축을 의미한다. 미국의 핵심·신티 기술 표준 전략 관련 기술 분야는 [표 2-2]와 같다.

표 2-2. 미국의 핵심·신티 기술 표준 전략 8대 기술 분야

기술 분야	활용 분야 및 경제·안보적 파급력
통신 및 네트워킹	소비자와 기업, 정부가 상호 작용하는 기준 방식에 극적인 변화를 가능하게 하는 통신 및 네트워킹 기술
반도체 및 마이크로 일렉트로닉스	글로벌 경제, 사회 및 정부의 모든 구성에 영향을 미치며 다양한 혁신과 역량을 지원하는 기술
인공지능·머신러닝	산업 전반에 걸쳐 과학·기술 혁신을 이루어 리스크가 관리되는 방식으로 개발되어야 하는 기술
생명공학 기술	모든 국가의 보건, 농업 및 산업 부문에 영향을 미칠 기술 국가, 시민, 건강한 생태 환경을 지원하는 기술
위치·합법·시각(PNT)	전략망, 통신, 인프라 및 모바일 장치, 모든 교통수단을 포함하는 기술로서 비상 대응 가능
디지털 인증 인프라 및 분산원장 기술	다양한 주요 경제 부문에서 점점 영향력 확대 중

36) 황경인(2022), p. 8, p. 10.

표 2-2. 계속

기술 분야	활용 분야 및 경제·안보적 파급력
청정에너지 발전·저장	에너지의 생성·저장·분배, 기후 친화적이고 효율적인 에너지 활용, 에너지 생산 시설의 기술 보안에 중요
양자정보 기술	양자역학을 활용하여 주요 국가 안보 및 경제에 영향을 끼치는 정보의 저장, 전송 조작 또는 측정에 활용

자료: 윤정현(2023) 내용을 저자 정리.

나. 미국 과학기술 관련 주요 규제 프레임워크

미국의 과학기술 규제 프레임워크는 과학기술 연구개발과 안전하고 윤리적인 효과적 발전 및 혁신을 보장하기 위해 마련된 법(규정)과 제도, 기술 통제(인력과 지식재산권), 보조금 및 재정 지원 정책, 체계와 거버넌스(윤리 포함), 지역 혁신 등의 복잡하고 다면적이며 역동적인 상호작용을 포괄한다. 이러한 규제 프레임워크를 통해 추구하는 바는 다음과 같다. 첫째, 미국이 과학기술 혁신의 선두주자 자리를 유지하고, 둘째, 빠르게 발전하는 과학기술 분야에서 새로운 도전, 기회 및 위협을 해결하며, 셋째, 다양한 사회적 요구 해결을 통해 공공의 이익을 보호할 뿐만 아니라 혁신과 윤리적 연구 관행을 장려하는 데 그 목적을 둔다. 세부 과학기술별 규제 프레임워크를 설명하기 이전에, 먼저 전반적 과학기술 규제 프레임워크에 기본적인 영향을 끼치는 환경 규제, 지식재산권(IP), 개인정보 및 사이버 보안, 보호무역 강화 관련 규제를 먼저 살펴본다.

1) 환경 규제

환경 관련 규제들은 보통 공중보건과 환경에 영향을 미칠 수 있는 다양한 연구개발 및 혁신 활동을 관리하는 데 중요한 역할을 한다. 우선 「국가환경정책법(NEPA)」은 1969년 제정되어 1970년 1월 1일에 법으로 서명된 미국의 대표적인 환경법이다. 이 법은 환경 보호를 위한 국가적 프레임워크를 수립

하고 연방기관이 과학기술 연구개발을 포함하여 다양한 주요 의사결정을 내리기 전에 제안된 조치의 환경 영향을 평가하도록 요구한다. 이 법은 환경 평가(Environmental Assessment)와 환경 영향 평가서(Environmental Impact Assessment)를 의무화하여 연방정부 지원 과학기술 연구개발 프로젝트에 환경을 보호하는 문화를 조성한다. 「국가환경정책법」은 철저한 환경 영향 평가를 요구함으로써 연구개발 활동이 초래하는 잠재적이고 부정적인 환경 결과를 예측하고 이를 완화하는 동시에 지속가능한 혁신과 과학적 발전을 촉진할 수 있도록 보장하고 있다.

표 2-3. 「국가환경정책법」과 R&D

분야와 영향	세부 내용	실용적 함의성
환경 평가	R&D 프로젝트에 대한 환경 영향 평가 의무화	잠재적 생태학적 결과에 대한 종합적인 분석
자금 조달 고려 사항	환경 검토에 따라 달라지는 연방 자금 조달 프로젝트	자금 및 범위의 잠재적 지연 또는 수정 가능성
프로젝트 계획	환경 고려 사항 통합	연구 설계의 환경 위험 사전 예방적 관리
학제 간 접근 방식	협력 환경 연구 장려	학제 간 과학 협력 촉진
투명성	환경에 미치는 영향 공개	책임 및 이해관계자 참여 증가
의사 결정 프로세스	포괄적인 환경 영향 정보 제공	환경 맥락에 맞는 정보에 입각한 의사 결정 진행
기간 고려 사항	국가환경정책법 검토를 통해 프로젝트 일정 연장 가능	전체 검토에는 평균 약 4.5년 소요

자료: Congressional Research Service(2023. 12. 28.), "National Environmental Policy Act: An Overview."

「독성물질 관리법(TSCA: The Toxic Substances Control Act)」에 기반한 환경보호국(EPA: Environmental Protection Agency)의 연구개발 규제 프레임워크는 환경 안전을 보장하면서 과학적 발전을 촉진하기 위한 구체적인 지침을 제공한다. 화학적 물질을 사용하는 연구 분야의 연구자는 이러한 규정을 준수하여 자신의 연구가 국가 환경 표준에 부합하는지 확인해야 한다.

TSCA에 의거하여 연구개발 용도로 사용되는 화학 독성물질의 경우, EPA는 화학물질을 사용하는 연구개발 기관에 연구개발 목적의 통지요건 면제를 허가할 수 있다. 단 이러한 물질은 연구 목적으로 ‘소량’으로만 제조하거나 가공해야 하며, 이러한 연구개발용 물질은 소비자에게 유통할 수 없다. 또한 기관은 연구개발 물질을 외부 제공 시, 수신자에게 연구개발 전용임을 알리고 알려진 건강 위험 정보를 제공해야 한다. 합법적인 연구개발 활동에는 물질의 화학적 또는 물리적 특성, 성능 또는 생산 특성에 대한 분석이 포함되어야 하며, 폐기 시 환경보호국은 매립지 또는 산업 폐기물에 혼합하여 소량의 연구개발용 화학물질을 폐기물로 전환할 수 있도록 허용해야 한다.

2) 지식재산권(IP) 관련 규제

지식재산권 관련 규제 프레임워크는 연구개발에 관련된 발명가와 개발자의 권리를 보호함으로써 미국의 기술혁신과 기업가 정신을 장려하는 데 매우 중요한 역할을 한다. 미국의 연구개발 지식재산권 시스템은 사람과 이익 사이에서 균형을 맞추면서 발전되어왔다. 우선 기술 리더십 유지를 위해 장기 기술개발에 대한 민간 부문 투자를 장려하고, 연구 결과의 광범위한 배포를 보장하며 지식재산권 시스템의 잠재적 오용을 최소화한다. 또한 합법적인 지식재산 권리를 보호하는 동시에 다양한 사람들이 특허에 도전하도록 시스템을 간소화한다. 즉 지식재산 분야의 규제 프레임워크는 혁신을 촉진하고, 기업가 정신을 고취함으로써 연구개발 투자를 보호하며, 중요한 신흥 기술 분야의 기술 리더로서 미국의 입지를 유지하기 위해 발전해왔다.

미국의 연구개발 활동을 위한 지식재산권 규제 프레임워크는 몇 가지 주요 구성 요소로 구성되어 있다.³⁷⁾ 첫째, 입법적 규제 프레임워크를 통해 미국은 R&D 분야에서 지식재산을 관리할 수 있는 강력한 법적 기반을 마련했다.

37) World Intellectual Property Organization(2020), “IP Management in the U.S. Federal Government.”

1950년에 제정된 행정명령(EO10096)을 통해 연방정부 소속 직원으로부터 유래한 발명을 인정했으며, 「특허 및 상표에 관한 법(Patent and Trademark Act Amendments)」의 개정안인 「바이-돌 법(Bayh-Dole Act)」을 통해 미연방정부의 지원을 받은 공공연구소, 대학, 비영리 연구소 등의 연구 결과를 해당 기관이 특허를 출원하고 기술 사용료를 받을 수 있게 허가했다.³⁸⁾ 또한 1980년 「스티븐슨-와이드러 기술 혁신법(Stevenson-Wydler Technology Innovation Act of 1980)」 및 이를 기반으로 수정된 1986년 「연방 기술 이전 법(FTTA)」을 통해 다른 기관의 연방정부 소속 연구소 접근성을 개선하고 정부 기관이 발명과 기술에 특허를 출원하여 라이선스 계약이 될 때 로열티의 일부를 받을 수 있도록 허용했다. 특히 미국 특허청(USPTO)과 같은 연방기관은 지식재산 관리에 있어서 중요한 역할을 한다. 각 지역에는 특허청 예하 기술 이전 사무소들이 존재하며, 이 사무소는 발명 공개, 권리 결정, 특허 출원 및 라이선스 계약, 기술 가치 평가, 마케팅 및 라이선싱 전략을 포함한 IP 포트폴리오를 관리한다. 또한 미국은 연구개발과 그에 따른 혁신을 촉진하기 위해 다양한 인센티브 및 정책을 수행한다. R&D 세금 공제를 통해 혁신을 장려하며, 임시 재산권 부여를 통해 특히 바이오 제약 및 반도체 칩 설계와 같이 상당한 선행 투자가 필요한 분야의 발명과 혁신을 장려한다.³⁹⁾

최근 미국은 지식재산권 시스템 강화를 위해 새로운 노력을 기울이고 있다. 특히 2023년 「적격성 회복법(PERA: Patent Eligibility Restoration Act)」 및 경제적으로 중요한 2023년 「미국 혁신 리더십 촉진 및 존중법(PREVAIL: Promoting and Respecting Economically Vital American Innovation Leadership)」을 통해 특허 적격 주제를 명확히 하여 중복 소송을 줄이고 특허 무효화 기준을 높이고 있다.

38) 정태현(2021), p. 208.

39) 단국대학교(2022).

3) 개인정보 및 사이버 보안 규정(예: GDPR, CCPA)

기술의 급속한 발전으로 데이터 개인정보 보호와 사이버 보안은 중요한 규제 영역이 되었다. 아래에 제시된 규제 프레임워크는 연구 환경에서 민감한 정보를 보호하고, 데이터 프라이버시를 보장하며, 정보 보안을 유지하는 것을 목표로 한다. 다양한 법과 규정을 통해 연구개발 조직은 이러한 기본 전제를 연구 프로세스, 데이터 관리 관행 및 협업 프로토콜에 통합해왔다.

첫째, 1996년에 제정된 「건강 보험 이동성 및 책임에 관한 법(HIPAA: Health Insurance Portability and Accountability Act)」은 의료 데이터와 관련된 연구에서 환자의 건강 정보를 보호하도록 규제한다. 이 법에 의해 연구 데이터 개방 시(데이터의 비식별화) 사전동의 절차를 가져야하며, 연구자는 엄격한 개인정보 보호 기준을 준수하여 민감한 정보를 보호하고 윤리적 기준을 유지해야한다.

둘째, 2018년에 제정된 「캘리포니아 소비자 개인정보 보호법(CCPA: California Consumer Privacy Act)」은 주 차원의 데이터 개인정보 보호 규정의 선례가 되어 다른 주에도 영향을 끼치고 있다. 이 법에 따르면 연구자는 데이터 수집 및 사용에 관해 명확한 공지를 해야하며, 피실험자에게 개인정보 수집 및 사용에 관한 권리(개인정보 삭제 요청 등)를 부여한다.

셋째, 2002년에 제정된 「연방 정보 보안 관리법(FISMA: Federal Information Security Management Act)」은 정부 정보 시스템 보안을 위한 프레임워크를 수립하여 연방 자금이 지원되는 과학기술 프로젝트에서 사이버 보안의 중요성을 강조했다. 예를 들어 연방 프로젝트를 수행하는 연구기관은 정보 보안 프로그램을 구현해야 하며, 연구 데이터와 시스템을 보호하기 위한 사이버 보안 조치를 구비해야 한다. 또한 FISMA 규정 준수를 위해서 정기적인 보안 평가와 보고가 필요하며 연방 정보 시스템을 다루는 연구원은 보안 인식 교육을 받아야 한다.

다. 미국 과학기술 관련 주요 규제 조정

미합중국이라는 국가명이 의미하는 바와 같이, 과학기술 규제 혁신 분야에서 연방정부와 더불어 주정부의 역할은 매우 중요하다. 효과적인 과학기술 정책 수립 및 실행을 위해서는 연방-주-지방 정부 및 연구개발 기관 간 조율이 필수적이며 이에 따라 여러 가지 메커니즘이 기관 간 조정을 담당한다.

첫째, 연방정부의 조정 기능이다. 과학기술 규제 프레임워크를 위해 연방정부의 기관 간 위원회 및 실무 그룹을 운용한다. 이 위원회와 그룹에서 여러 연방기관의 대표자들이 모여 과학기술의 새로운 문제를 해결하며, 여러 부서 간의 협업을 촉진한다. 대표적인 예로 다양한 연방정부 소속 고위 공무원으로 구성되어 정책 개발 및 시행을 조율하는 역할을 하는 국가과학기술위원회(NSTC)를 들 수 있다. 또한 연방기관은 공동연구 이니셔티브를 통해 팬데믹이나 사이버 보안 위협 해결과 같이 학제 간 접근이 필요한 복잡한 문제를 해결하기도 한다.

둘째, 주정부와 지역정부 간의 조정이다. 연방정부는 과학기술 정책 시행 시 중요한 역할을 하나, 많은 주에서 자체 과학기술 기관을 설립하여 주정부의 우선순위를 국가 목표(연방정부의 방향성)와 일치시키기 위해 노력하고 있다. 특히 이러한 기관은 주로 농업, 재난 대응, 의료 등 지역의 연구 수요에 초점을 맞추는 경우가 많다. 주정부는 과학기술 규제에 중요한 역할을 하며, 종종 연방법을 보완하는 동시에 지역적 우려를 해결하는 문제 해결형 혹은 수요 기반형 법을 제정하기도 한다. 주 규제 당국과 연방기관은 상호 조정을 통해 환경 보호 및 데이터 개인정보 보호와 같은 중요한 영역에 대한 포괄적인 감독을 보장한다. 또한 주립대학과 같은 공립 고등교육기관은 연구 및 교육기관의 역할뿐만 아니라 연방기관 및 민간 부문과의 협력 파트너이자 중재자로서 지역 혁신 생태계를 발전시키는 데 중요한 역할을 한다.

2. 영국의 규제 혁신 정책 환경

가. 영국 과학기술 정책 환경

브렉시트(Brexit) 이후 영국경제는 코로나19의 확산 및 러시아의 우크라이나 침공 등 여러 요인이 겹치면서 여전히 혼란의 시기를 겪고 있지만, 영국정부는 글로벌 과학기술 경쟁에 대비하기 위해 2023년 2월 과학기술 전담 부처인 과학혁신기술부(DSIT: Department for Science, Innovation and Technology)를 출범시키고 영국의 안보와 경제적 발전을 위해 노력하고 있다.

영국정부는 브렉시트 이후 저성장을 극복하고자 핵심 기술을 식별하고, 적극적인 연구개발 투자, 인재와 기술 육성 등을 통한 영국의 핵심 기술 글로벌 경쟁력 향상을 목표로 2030년까지의 장기 비전 전략인 ‘과학기술 프레임워크’를 발표하였다.⁴⁰⁾ 영국의 과학기술 프레임워크는 10대 정책 방향을 담고 있는데, 영국정부는 이를 통해 5대(AI, 공학생물학, 차세대 통신기술, 반도체, 양자 기술) 핵심 기술을 선정하고 기술 활성화 환경 조성을 위한 다양한 정책적 조치를 발표하였다. 국가 AI 전략(National AI Strategy)⁴¹⁾에 이어, 후속 정책으로 국가 반도체 전략(National Semi-conductor Strategy)⁴²⁾ 및 국가 양자 전략(National Quantum Strategy)⁴³⁾ 등이 발표되었다.

또한 영국 과학기술 프레임워크 10대 정책 방향에서는 브렉시트 이후 세계 최고의 혁신 친화적 규제 형성 및 글로벌 기술표준에 대한 영향력 강화를 통해

40) GOV.UK(2023b), "Science & Technology Framework-taking a systems approach to UK science & technology."

41) GOV.UK, 'National AI Strategy'; GOV.UK, "New ten-year plan to make the UK a global AI superpower(모든 자료의 검색일: 2024. 11. 4.).

42) Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023c. 5. 19.), "National semiconductor strategy."

43) Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023b. 3. 15.), "National Quantum Strategy."

국제적으로 규제 조율과 표준 및 규제 제정을 주도하자는 정책 방향도 제시하였다. 영국 과학기술 프레임워크 10대 정책 방향의 자세한 내용은 [표 2-4]와 같다.

표 2-4. 영국 과학기술 프레임워크 10대 정책 방향

10대 정책 방향	
1	목표 달성을 위해 중요한 기술에 대한 전략적 순위 식별, 추구 및 달성
2	인재와 투자를 유치하고 글로벌 영향력을 강화하기 위해 영국 과학기술의 강점과 목표를 국내외에 홍보
3	경제성장과 생산성 향상을 위해 연구개발에 대한 민간 및 공공 투자 촉진
4	기존에 개발 및 구축된 재능과 기술 활용
5	혁신적인 과학기술 스타트업과 기업에 대한 재정적 지원
6	공공부문 조달을 통한 혁신과 성장을 촉진하기 위해 영국정부의 구매력 활용
7	전략적 국제협력 참여, 외교 및 파트너십을 통해 글로벌 과학 및 기술 환경 형성
8	최고 수준의 물리적/디지털 인프라에 대한 연구자 접근성 보장
9	브렉시트 이후 세계 최고의 혁신 친화적 규제 형성 및 글로벌 기술표준에 대한 영향력 강화
10	공공 부문 전반에 걸친 친혁신적 문화 조성을 통해 공공 서비스 운영 방식 개선

자료: 한국과학기술기획평가원, 「브렉시트 이후 영국의 과학기술 동향」(검색일: 2024. 11. 4.).

나. 영국 4차 산업혁명 대비 규제 혁신 전략

영국정부는 2020년 기술 발전에서 세계를 선도하기 위한 규제 혁신 추진 전략을 담은 「4차 산업혁명 대비 규제 혁신 백서」를 발간하였다. 이 백서에서는 4대 도전 과제(인공지능·데이터 경제, 고령화 사회, 클린 성장, 미래 이동성) 및 해결해야 할 6개 중장기 규제 혁신 과제(미래 대비, 결과 중심 규제 설계, 혁신 실험에 대한 지원, 규제 접근성 향상, 대화와 참여를 통한 소통 기반 규제 혁신, 세계를 선도하는 규제 혁신)를 제시하였다.⁴⁴⁾

이 백서에서는 혁신(새로운 아이디어, 새로운 업무 방식, 새로운 제품 및 서비스, 새로운 기술 및 새로운 비즈니스 모델의 개발)은 경제의 생산성을 개선

44) HM Government(2019), "Regulation for the Fourth Industrial Revolution."

하고 가장 시급한 사회 및 환경 문제를 해결하는 데 매우 중요한 역할을 하며 혁신은 산업 전략의 핵심이라고 언급하고 있다.⁴⁵⁾ 이외 다른 문헌에서 규제란 혁신에 강력한 영향을 미치는 것으로서 아이디어를 자극하고 그 아이디어의 구현을 차단할 수 있으며(Ambec *et al.* 2013; Stewart 2010; Pelkmans and Renda 2014), 투자 위험을 증가시키거나 감소시킬 수 있고, 자금을 가치 있는 R&D로 유도할 수 있다고 언급하고 있다(Pelkmans and Renda 2014; Stewart 2010; Blind 2012). 또한 규제는 소비자의 신뢰와 수요에 영향을 미치고 기업의 시장 진입 또는 퇴출 여부를 결정할 수 있다고 설명한다(BERR 2008; Blind 2012; OECD 2012). 이렇듯 규제는 단순한 장애물이 아니라, 기업과 사회가 특정 방향으로 혁신하도록 유도하는 촉진제 역할을 할 수도 있다.

이 「규제 혁신 백서」에서는 4차 산업혁명은 전례 없는 규모, 속도 및 복잡성을 가지고 인공지능, 유전자 편집, 첨단 로봇틱스와 같은 기술들이 융합되어 물리적 세계, 디지털 세계, 생물학적 세계 간의 경계를 흐리게 만든다는 특징을 가지고 있고, 이러한 변화는 모든 국가의 거의 모든 산업에 변화를 일으킬 것이며, 사람, 장소, 기업이 대응해야 할 새로운 기회와 도전을 창출할 것이라 언급하고 있다.

이런 4차 산업혁명이 제시하는 기회를 포착하기 위해 영국정부는 더 넓은 경제를 위한 4대 도전 과제를 설정하였다. 영국 산업을 위한 4대 도전 과제는 △영국을 인공 지능과 데이터 혁명의 선도 국가로 만드는 것, △청정 성장 전환을 통해 영국 산업에 미치는 이점을 극대화하는 것, △모빌리티의 미래를 형성하는 데 있어 세계적인 리더가 되는 것, △혁신의 힘을 활용하여 고령화 사회의 요구를 충족시킬 수 있도록 지원하는 것이다.

이를 위해 해결해야 할 6개 규제 혁신 과제로는 △기술 혁신에 대응하기 위해 규제 개혁에 앞장서는 것, △혁신이 성공할 수 있도록 규제 시스템이 충분히 유연하게 결과에 초점을 맞출 수 있도록 할 것, △새로운 기술의 돌파구 마련을

45) *Ibid.*

지원하고 촉진하기 위해, 규제 감독하에 혁신 기술에 대한 실험(experiment), 테스트(testing) 및 시험적용(trialling)이 보다 활발히 이루어질 수 있도록 추진할 것, △혁신가들이 규제 환경을 탐색하고 규제를 준수할 수 있도록 지원할 것, △기술 혁신을 규제하는 방법에 대해 사회 및 업계와 소통할 것, △혁신적인 제품 및 서비스 거래에 대한 규제 장벽을 낮추기 위해 전 세계 파트너와 협력할 것을 제시하였다.

이 「규제 혁신 백서」는 이러한 여섯 가지 과제를 해결하고 4차 산업혁명이 가져올 기회를 포착하기 위한 계획을 제시하며, 모두의 이익을 위해 새로운 제품, 서비스 및 비즈니스 모델의 출현을 지원하는 혁신 친화적인 규제 전략 추진을 통해 세계를 선도하겠다는 의지를 표명하고 있다.⁴⁶⁾

1) 미래 대비(Facing the Future)

첫째 규제 혁신 전략과제로서 영국정부는 영국을 미래 산업의 선두에 세우기 위해 혁신의 조기 도입을 지지할 것이라고 선언하며, 기술 혁신의 영향을 파악하고 신속하고 안전한 도입을 지원하는 데 필요한 규제 개혁에 대해 정부에 자문하기 위해 미래규제대비위원회(RHC: Regulatory Horizons Council)를 설립하였다.⁴⁷⁾ RHC의 설립 목적은 △정부 전반의 기존 업무와 데이터를 기반으로 기술 혁신과 트렌드에 대한 미래 환경을 스캔하고, △사람, 비즈니스 및 환경을 위해 잠재력이 높은 제품, 서비스 및 비즈니스 모델과 광범위한 영향을 식별하며, △신흥 제품, 서비스 및 비즈니스 모델의 신속하고 안전한 도입을 촉진하기 위해 규제 개혁의 광범위한 우선순위에 대해 정부에 조언하는 것이다. RHC는 영국을 미래 산업의 선두에 세우기 위해 규제 개혁의 우선순위에 대한 권고와 함께 경제 전반의 혁신에 관한 정기 보고서를 준비할 예정이다.

46) *Ibid.*

47) Naver, 영어사전(Regulatory Horizons Council에 대한 번역, 검색일: 2024. 11. 5.). Regulatory Horizons Council은 규제 호라이즌 위원회 또는 미래규제대비위원회 등으로 기존 연구에서 명명하고 있는데, 이 연구에서는 HRC의 목적을 드러내는 명칭인 '미래규제대비위원회'를 사용한다.

2) 결과 중심의 규제(Focusing on Outcome)

둘째 규제 혁신 전략과제는 시민과 환경을 보호하면서 혁신이 번창할 수 있도록 결과 중심의 유연한 규제 시스템을 만드는 것으로, 이를 위해 규제 지침(regulatory guidance), 실천 강령(codes of practice) 및 산업 표준(industry standards)을 더 잘 사용하여 기업에 명확성을 제공하는 것이다. 백서에서는 오늘날 처방적 법안(Prescriptive legislation)은 기업에 명확성을 제공할 수 있지만 장기적으로는 정책 성과를 달성하기 위한 구식 접근 방식을 고착화하고 혁신을 저해할 수 있다고 기술하고 있다. 반면 결과 중심의 ‘기술 중립적(tech-neutral)’ 법안은 시민과 환경을 위한 ‘실제’ 결과를 달성하는 데 중점을 두므로 이러한 방식은 기업에게 그 결과를 어떻게 달성할지에 대한 더 큰 유연성을 제공하여, 보다 효율적인 방식으로 법을 준수할 수 있게 하고, 소비자 비용도 절감할 수 있으며, 또한 기업이 새로운 아이디어, 기술, 비즈니스 모델, 실천 방식을 더 자유롭게 실험할 수 있도록 해 혁신을 장려할 수 있다고 기술하고 있다.

영국 규제 당국은 ① 혁신 테스트(Pilot an Innovation Test)를 시범 운영하여 규제 법안이 혁신에 미치는 영향을 △정책 대안 개발 및 평가, △정책 제안에 대한 협의 및 이해관계자 참여, △법률의 설계, 도입 및 시행, △법률의 모니터링, 평가 및 검토 측면에서 고려할 것이다. 이 혁신 테스트 시범 기간에 규제 정책위원회(Regulatory Policy Committee)는 정부가 중요한 새로운 규제 법안을 개발하는 방식에 확신을 가질 수 있도록 혁신 테스트(Innovation Test)의 적용 과정을 면밀히 검토할 것이다. 이를 통해 정부가 새로운 규제를 어떻게 개발하고 있는지에 대해 혁신 주체들이 신뢰할 수 있도록 할 것이다.

또한 ② 법안 시행 후 사후검토(Post-Implementation Reviews of Legislation)가 적시에 이루어지도록 유도하는 새로운 방식을 도입하여, 시대에 뒤떨어진 기술이나 접근 방식이 법률에 ‘고정’되어 남아 있는 것을 방지할 것이고, ③ 규제 당국이 지침, 실천 강령 및 기타 규제 메커니즘을 검토하여 혁신을 원하는 기업에게 유연성을 제공할 수 있도록 지원하는 도구를 개발할 것이며, 이러한

도구는 혁신을 추구하는 기업에는 유연성을 제공하고, 다른 기업에는 명확한 규정 준수 경로를 보장할 수 있도록 설계될 것이다. ④ 관련 기관들과 함께 4차 산업혁명 시대 표준 개발 및 검토가 어떻게 발전해야 하는지에 대한 비전을 제시할 예정이다.

3) 혁신 실험에 대한 지원(Supporting Experimentation)

셋째 규제 혁신 전략 과제로서 영국 규제 당국은 혁신 경제를 지원하는 데 있어 능동적인 역할을 해야 함을 강조하며, 규제 감독하에 혁신 기술에 대한 실험(experiment), 테스트(testing) 및 시험적용(trialling)이 더욱 활발히 이루어질 수 있도록 함으로써, 새로운 기술의 돌파구 마련을 지원하고 촉진하고자 한다. 규제 당국이 기술 혁신에 발맞춰 새로운 제품, 서비스 및 비즈니스 모델의 출현을 이끌어낼 수 있도록 ① 규제 당국의 선도 펀드(Regulators' Pioneer Fund in future) 확장 사례를 검토할 예정이고, 향후 각 지역에서 혁신 기술에 대한 테스트와 시험 적용이 더욱 활발해질 수 있도록 지원하기 위해 ② 규제 당국의 선도 펀드를 지방 정부(local authorities)로 확대하는 방안도 함께 검토할 예정이다. 또한 ③ 규제 기관 전반에 실험 문화를 조성하고 모범 사례를 공유하기 위해 규제 기관 혁신 네트워크를 구축할 것이다.

4) 규제 접근성 개선(Improving access)

넷째 규제 혁신 전략 과제는 혁신가들이 규제 환경을 탐색하고 규제를 준수할 수 있도록 지원하는 것이다. 규제 당국은 혁신가들이 규제 환경을 탐색하고 적시에 새로운 제안에 대한 피드백을 받을 수 있도록 지원할 것이다. 영국 규제 당국은 기업들이 규제 환경을 헤쳐나가고 적절한 규제 기관의 제안에 적시에 참여할 수 있도록 ① 디지털 규제 내비게이터(Digital Regulation Navigator for businesses)에 대해 상담할 것이고, ② 규제 당국의 선도 펀드(Regulators' Pioneer Fund)를 통해 혁신가를 위한 전문 규제 자문 서비스에 더 많은 자금을

투자함으로써 경제적, 사회적 또는 환경적 이익을 창출할 수 있는 새로운 제안을 개발 중인 혁신가들이 이를 지원받을 수 있도록 돕고 있다.

5) 대화와 참여를 통한 소통 구축(Building Dialogue)

규제 당국은 기술 혁신을 규제하는 방식에 대해 사회 및 산업계와 소통함으로써 혁신가들에게 영국의 접근 방식에 대한 확신을 줄 것이다. 규제 당국은 혁신가와 대중이 영국의 규제 체제에 확신을 갖기를 바라며, 규제 당국은 기술 혁신을 어떻게 규제해야 하는지에 대해 사회 및 업계와 소통할 것이다. ① 규제 당국은 RHC에 규제 혁신에 대한 대중의 참여를 확대하기 위해 우선순위를 파악하도록 요청할 것이고, ② 기술 혁신에 발맞추어 적절한 규제를 마련하기 위한 공공 참여 방법에 대한 지원, 조언 및 모범 사례를 정책 입안자 및 규제 당국과 공유할 것이다. 또한 ③ 규제 당국이 새로운 제품, 서비스 및 비즈니스 모델이 시험대에 오를 때 대중의 의견을 고려할 수 있도록 규제 당국이 실험 이니셔티브(예: 규제 당국의 선구자 기금을 통해 자금을 조달하는 이니셔티브)에 대중과의 대화를 도입하도록 장려할 것이다.

6) 세계를 선도하는 규제 혁신(Leading the World)

마지막 전략 과제로서 규제 당국은 혁신적인 제품 및 서비스 거래에 대한 규제 장벽을 낮추기 위해 전 세계 파트너와 협력할 것이다. ① 신기술에 대한 규제 접근 방식을 개발하기 위해 샌프란시스코에 위치한 세계경제포럼(World Economic Forum) 센터와 파트너십을 맺고, △AI 및 머신 러닝, △자율 및 도시 이동성, △드론과 미래 영공(airspace), △정밀 의학과 같은 영국의 산업 전략 대도전 과제(UK's Industrial Strategy Grand Challenges)에 부합하는 혁신 분야에 초점을 맞출 예정이다. 또한 ② 경제협력개발기구(OECD)와 협력하여 신흥 디지털 경제의 규제 과제를 모색하고 있으며, ③ 국제 및 지역 표준 조직의 다른 국가들과 지속적인 협력하에 혁신가들이 국제 시장에서 효과적으로

협력하여 전 세계적으로 인정받는 표준을 확보할 수 있도록 지원할 것이다.

6개 중장기 규제 혁신 과제 분야의 주요 계획에 대한 요약은 [표 2-5]와 같다.

표 2-5. 영국이 추진해야 할 중장기 규제 혁신 6대 과제

규제 혁신 과제	주요 추진 계획
① 미래 대비(Facing the Future)	- 미래규제대비위원회(Regulatory Horizons Council) 설립
② 결과 중심의 규제 (Focusing on Outcome)	- 결과 중심의 유연한 규제시스템을 만드는 것으로, 규제 지침(regulatory guidance), 실천 강령(codes of practice) 및 산업 표준(industry standards)을 더 잘 사용하여 기업에 명확성을 제공 - 혁신 테스트(Innovation test) 시범 운영
③ 혁신 실험에 대한 지원 (Supporting Experimentation)	- 규제 감독하에 혁신 기술에 대한 실험(experiment), 테스트(testing) 및 시험적용(trialling)이 더욱 활발히 이루어질 수 있도록 자원 및 촉진 - 규제 당국의 선도 펀드(Regulators' Pioneer Fund) 연장 사례 검토
④ 규제 접근성 개선 (Improving access)	- 비즈니스를 위한 디지털 규제 내비게이터(Digital Regulation Navigator for businesses) 운영
⑤ 대화와 참여를 통한 소통 (Building Dialogue)	- 혁신 규제에 대한 대중의 참여를 확대하기 위한 우선순위 파악
⑥ 세계를 선도하는 규제 혁신 (Leading the World)	- 세계경제포럼(WEF) 센터와 파트너십 설정 - 경제협력개발기구(OECD)와 협력 - 세계적으로 인정받는 표준 확보

자료: HM Government UK(2019), "Regulation for the Fourth Industrial Revolution."

3. EU의 규제 혁신 정책 환경

가. EU 과학기술 정책 환경

EU 집행위원회는 2019년 12월 향후 EU를 이끌어갈 새로운 성장 전략으로서 'EU 그린딜(EU Green Deal)' 정책을 제시하였다.⁴⁸⁾ 2050년까지 탄소배출

제로라는 기후중립 목표를 달성하고 2030년까지 EU의 탄소 배출을 1990년 대비 55% 줄이기 위해 포괄적인 법안들을 추진하고 있다.⁴⁹⁾ 이를 기점으로 EU는 그린 산업 정책을 더욱 강화하기 시작했다. EU의 그린 산업 주요 정책 이 정책표는 [표 2-6]과 같다.

표 2-6. EU 그린 산업 주요 정책 이정표		
일정	정책	추진 목적
2019년 12월	유럽 그린딜 (EU Green Deal) 발표	2050년 탄소중립 달성을 위한 에너지, 산업, 금융, 농업 등의 정책 패키지, EU의 녹색경제 전환 추진
2020년 1월	유럽 그린딜 투자계획 발표	그린딜 추진을 위한 자금 지원방안
2020년 3월	신순환경제 행동계획 발표	자원순환 요건 강화, 에코디자인 요구 조건 강화
2021년 6월	유럽 기후법(European Climate Law) 채택	그린딜 법적 기반
2021년 7월	탄소감축 입법안 패키지 (Fit-for-55) 발표	2030년까지 EU 온실가스 배출량을 1990년 대비 55% 감축 목표, 배출권거래제 강화, CBAM 도입 등 ⁵⁰⁾
2023년 2월	그린딜 산업계획(Green Deal Industrial Plan) 발표	청정기술 시장 선점, 주요 무역상대국의 친환경 산업 육성 정책에 대한 대응, 에너지 위기 대응 등 목적
2023년 8월	배터리 및 폐배터리 규정(New Batteries Regulation) 발효	배터리의 생산부터 재사용 및 재활용에 이르기까지 전체 수명 주기를 규제하며, 배터리의 안전성, 지속가능성 및 경쟁력 확보 목적으로 추진. 2023년 7월 채택, 2023년 8월 발효. 배터리 제조업체는 휴대형 폐배터리를 2027년 말까지 63% 이상, 2030년 말까지 73% 이상 수거 규정 등 ⁵¹⁾
2024년 6월	Net-zero industry act 발효	탄소중립 기술의 EU 역내 생산 목표를 설정하고, 관련 프로젝트 지원을 위한 투자 촉진, 규제 간소화, 인프라 구축 방안 제시

자료: European Commission, “A European Green Deal(검색일: 2024. 12. 14.); 장영욱, 오택현, 임유진(2023), 「EU ‘그린딜 산업계획’의 주요 내용과 시사점」을 참고하여 저자 재정리.

48) European Commission(2019), “A European Green Deal.”
49) KOTRA 해외시장뉴스(2024. 12. 27.), 「EU 에너지 전환 과제 해결을 위한 벨기에의 차세대 프로젝트」.
50) 장영욱, 오택현(2021).
51) Council of the European Union. “Council adopts new regulation on batteries and waste batteries”(검색일: 2025. 1. 30.).

EU는 2019년 발표한 유럽 그린딜의 일환으로 2050년 기후중립 목표 달성을 위한 친환경 산업 육성 정책인 ‘그린딜 산업계획(Green Deal Industrial Plan)’을 2023년 2월 제안하였다. 그린딜 산업계획은 유럽 차원의 자체 친환경 산업 전략이라 할 수 있다. 해당 계획은 ① 규제 환경 개선, ② 자금 조달 원활화, ③ 숙련인력 역량 강화, ④ 교역 활성화의 네 가지 수단을 통해 친환경 산업 육성을 촉진한다는 계획을 포함하고 있다. 그린딜 산업계획은 청정기술 연구개발, 재생에너지 생산 및 친환경 제품 제조 역량 강화, 핵심원자재 및 숙련인력 확보, 인프라 확충 등을 통해 산업 측면에서 기후중립 목표 달성을 지원할 예정이다.⁵²⁾

표 2-7. EU 그린딜 산업계획의 주요 내용

분야	주요 내용
규제 환경 개선	예측 가능하고, 일관적이며, 단순화된 규제 환경 제공 - 핵심 친환경 기술 관련 기업의 설비 증설과 관련하여 허가 절차 간소화 및 비용 최소화 방안 마련
자금 조달 원활화	청정기술 투자 촉진 및 기업 유치를 위한 자금 조달 지원 - EU 보조금 규정의 일시적 완화를 통해 재원에 대한 접근성 개선
숙련인력 역량 강화	친환경 산업 전환 시 필요한 숙련인력 양성 및 역량 강화
교역 활성화	안정적인 공급망 확보를 위해 개방적이고 공정한 교역 촉진 - 희귀광물 등 핵심원자재 확보를 위해 탄력적인 공급망 필요 - 공정무역을 위해 역외 보조금 규정 등 시행

자료: 장영욱, 오탉현, 임유진(2023), p. 5.

EU는 역내 친환경 산업 경쟁력 제고 및 탄소중립 사회로의 목표 달성을 위해 다양한 혁신 정책들을 지속적으로 추진하고 있다. 우르줄라 폰테어라이엔(Ursula von der Leyen) EU 집행위원장이 2019~24년에 이어 2024~29년에도 집행위원장직을 연임하면서 2024년 7월 18일 EU 집행위원회는 차기 집행위의 경제, 국방, 사회, 정치 및 국제 분야 우선순위 정책 목표를 담은 정책

52) 장영욱, 오탉현, 임유진(2023).

의제(Political Guidelines)를 발표하였다.⁵³⁾

이 정책 의제 중 하나로 ‘유럽의 지속가능한 번영 및 경쟁력 강화를 위한 새로운 계획’이 제시되었는데, 친환경·디지털 기술 혁신을 포함한 경제 분야 정책에 상당한 중점을 두고 있다. 경제 분야 정책의 주요 내용으로는 비즈니스 친화적 단일시장 구축, 청정산업계획, 디지털 기술 혁신 및 연구 혁신 강화, 민간투자 촉진 및 숙련노동 양성 등이 있다. 특히 유럽 내에 기업 친화적 환경을 조성하기 위해 불필요하거나 중복되는 규제를 개선 또는 통합할 계획이라고 밝히며, 혁신 기업의 성장을 지원하는 새로운 법체제 제안 및 중소기업 맞춤형 규제 범주의 신규 도입 계획을 언급하였다.⁵⁴⁾ 이외에도 해당 정책 의제는 유럽 방위와 안보를 위한 새로운 시대, 사람을 보호하는 사회 모델 구축, 식량 확보와 자연 보호를 통한 삶의 질 향상, 민주주의 가치 수호 및 글로벌 유럽 관련 내용을 포함하고 있다.⁵⁵⁾⁵⁶⁾

이외에도 「EU 반도체법(Chips Act)」을 통해 반도체 분야에서 유럽의 기술 리더십을 강화하기 위해 EU는 430억 유로 이상의 공공 및 민간 투자 정책을 추진 중이며, 「EU AI Act」를 통해 AI 관행의 금지 규정을 준수하지 않을 경우 과태료를 부과하는 규제를 시행하고 있다. EU의 반도체 분야와 AI 분야 규제 혁신 전략은 다음 장에서 자세히 다룬다.

나. EU 통상 규제 및 디지털 시장 규제 정책 환경

EU는 2019년 12월 향후 EU를 이끌어갈 새로운 성장 전략으로서 ‘EU 그린 딜’을 제시한 이후, 글로벌 기후위기 대응을 위해 환경 규제 강화 정책을 지속

53) European Commission(2024. 7. 18.), “Europe’s Choice. Political Guidelines for the Next European Commission 2024~29”를 참고하여 작성함.

54) 장영욱 외(2024), p. 5.

55) European Commission(2024. 7. 18.), “Europe’s Choice. Political Guidelines for the Next European Commission 2024~29.”

56) 장영욱 외(2024).

적으로 제시하고 있다. 2023년 10월부터 ‘탄소국경조정제도(CBAM: Carbon Border Adjustment Mechanism)’를 시범 운영한 데 이어, 2024년 7월에는 ‘에코디자인 규정(ESPR)’을 도입하였다. 나아가 공급망 규제 정책 강화를 위해 2024년 7월 ‘기업의 지속가능한 공급망 실사지침(CSDDD)’을 실시하였다.

이러한 EU의 정책들은 친환경 산업 경쟁력 제고 및 탄소중립 사회라는 EU의 목표 달성을 위해 추진되고 있으나, 다른 한편 우리에게서는 통상 규제 정책으로 다가오고 있다. 이외에도 EU는 통상위협 대응조치 규정을 통해 경제적 위협에 대한 EU의 대응 역량 강화 전략 등도 준비하고 있다.

최근 EU가 도입한 친환경·공급망 관련 주요 규제들은 다음과 같다. 첫째, 탄소누출 방지와 역내 산업경쟁력 강화, EU 그린딜 목표 달성을 위해 배출 탄소국경조정제도를 추진하고 있다. 이 제도는 2023년 5월 발효되어 2026년 1월 본격 시행될 예정이다. CBAM은 철강, 알루미늄, 비료, 시멘트, 전력, 수소 및 대상 품목군 내의 특정 전구체(핵심중간재), 특정 다운스트림 제품을 대상으로 수입하는 기업은 신고서 제출, 인증서 구매 및 제출 등 의무 수행을 통해 생산 주기상 발생하는 탄소배출량에 대해 탄소배출 비용을 부담시키는 정책이다.⁵⁷⁾

둘째, EU 역내 유통 배터리의 지속가능성을 향상시키고 배터리 원재료의 재활용 기준 강화를 목적으로 2024년 2월부터 배터리 규정(EU Battery Regulation)을 시행 중이다. 배터리 규정은 탄소발자국 신고 의무화, 폐배터리 수거 및 원자재 회수 목표 설정, 재활용 원료 최소 사용 비중 적용, 공급망 실사 의무화 및 배터리 여권 도입 등을 규정하고 있다.⁵⁸⁾

셋째, EU 역내 시장 유통 제품의 전 생애주기에 걸친 환경적 지속가능성 증진을 위한 에코디자인 규정(Ecodesign for Sustainable Products Regulation)을 개정하였다. 이 규정은 2024년 발효되었다. EU에 유통되는 식료품, 의약품, 가축 등을 제외한 광범위한 산업군에 대하여 지속가능성 향상을 위해 전 생애

57) European Commission, “Carbon Border Adjustment Mechanism”(검색일: 2024. 11. 6.).

58) European Commission, “Batteries”(검색일: 2024. 11. 6.).

주기에서 생산·유통·판매자가 준수해야 할 환경 조건 및 에너지 효율 등에 대한 기준 및 디지털 제품 패스포트(Digital Product Passport) 도입 등을 규정하고 있다.⁵⁹⁾

넷째, EU 역내에서 지속가능하고 책임 있는 기업 경영 활동을 촉진하기 위해 산업 공급망 전반의 인권·환경 보호에 대한 기업의무를 강화하는 내용의 공급망 실사 지침(Corporate Sustainability Due Diligence Directive)을 2024년 7월 발효 후 27년 7월부터 단계적으로 시행 예정이다.⁶⁰⁾

다섯째, EU 역내 핵심원자재의 공급망 강화 및 제3국 의존도를 낮추는 것을 목적으로 하는 「핵심원자재법(CRMA: Critical Raw Material Act)」이 EU 이사회에서 2024년 3월 최종 승인되었다. CRMA는 EU 그린딜 산업 계획의 일환으로 추진되었으며, 친환경 산업 경쟁력 제고 및 탄소중립 사회 목표 달성에 필수적인 EU 내 원자재 공급망을 강화하는 것이 목적이다. CRMA는 17개 전략원자재를 선정하였으며, 2030년까지 EU 전략원자재 연간소비량의 최소 10%를 역내에서 채굴하고, 최소 40%를 역내에서 가공하며, 최소 25%를 역내 재활용을 통해 생산할 수 있는 역량을 마련하고 재활용 비율을 확대한다는 목표를 설정하였다.⁶¹⁾

여섯째, 제3국의 경제적 강압 위협에 대한 EU의 대응 역량 강화를 목적으로 통상위협 대응조치 규정(Anti-coercion Instrument Regulation)을 마련하여 2023년 12월 27일부터 발효 중이다. 제3국이 EU 및 회원국에 대한 통상·투자 제한과 같은 경제적 압력 행사 시, 위협 수준에 비례한 교역/투자/지재권 등의 대응 조치 실행을 규정하고 있다.⁶²⁾

EU의 주요 통상 규제 강화 전략 내용은 [표 2-8]에 정리하였다.

59) European Commission, “Ecodesign for Sustainable Products Regulation”(검색일: 2024. 11. 6.).

60) European Commission, “Corporate sustainability due diligence”(검색일: 2024. 11. 6.).

61) European Commission, “Critical Raw Materials Act”(검색일: 2024. 11. 6.).

62) European Commission, “Protecting against coercion”(검색일: 2024. 11. 6.).

표 2-8. EU 주요 통상 규제 강화 전략 핵심 내용

분야	주요 내용	일정
1. 탄소국경조정제도 (Carbon Border Adjustment Mechanism)	철강, 알루미늄, 비료, 시멘트, 전력, 수소 등 6대 품목의 수입 기업은 신고서 제출, 인증서 구매 및 제출 등 의무 수행을 통해 생산 주가상 발생하는 탄소배출량에 대해 탄소배출 비용 부담	2023년 5월 17일 발효되어 2026년 1월 본격 시행
2. 배터리 규정 (EU Battery Regulation)	역내 유통 배터리의 지속가능성 향상 및 배터리 원재료에 대한 재활용 기준 강화 목적으로 추진. 탄소발자국 신고 의무화, 폐배터리 수거 및 원자재 회수 목표 설정, 재활용 원료 최소 사용 비중 적용, 공급망 실사 의무화 및 배터리 여권 도입 등을 규정	2023년 8월 17일 발효되어 2024년 2월부터 시행
3. 에코디자인 규정 (Ecodesign for Sustainable Products Regulation)	지속가능성 향상을 위해 전 생애주기에서 생산·유통·판매자가 준수해야 할 환경 조건 및 에너지 효율 등에 대한 기준 및 디지털 제품 패스포트(Digital Product Passport) 도입	2024년 발효
4. 공급망 실사 지침 (Corporate Sustainability Due Diligence Directive)	지속가능하고 책임 있는 기업 경영 활동을 촉진하기 위해 산업 공급망 전반의 인권·환경 보호에 대한 기업 의무 강화 목적	2024년 7월 발효 후 2027년 7월부터 단계적으로 시행 예정
5. 핵심원자재법 (Critical Raw Material Act)	CRMA는 17개 전략원자재를 선정, 2030년까지 EU 전략원자재 연간소비량의 최소 10%를 역내에서 채굴하고, 최소 40%를 역내에서 가공하며, 최소 25%를 역내 재활용을 통해 생산할 수 있는 역량을 마련하고 재활용 비율을 확대하는 목표를 설정	EU 이사회는 2024년 3월 최종 승인
6. 통상위협 대응조치 규정 (Anti-coercion Instrument Regulation)	제3국의 경제적 강압 위협에 대한 EU의 대응 역량 강화 목적. 제3국이 EU 및 회원국에 대한 통상·투자 제한과 같은 경제적 압력 행사 시, 위협 수준에 비례한 교역/투자/지재권 등의 대응 조치 실행을 규정	2023년 12월 27일부터 발효 중

자료: 저자 작성.

표 2-9. EU 주요 디지털 시장 규제 전략 내용

분야	주요 내용	일정
1. 디지털 시장법 ⁶³⁾ (DMA: Digital Markets Act)	- 빅테크의 시장 지배력 남용을 막아 다른 서비스도 빅테크와 공정하게 경쟁할 수 있게 하고, 동시에 개인정보를 보호하고자 한다. 이를 위반하면 전 세계 매출의 최대 10%가 과징금으로 부과된다. 반복 위반 시 20% 부과 - 처음으로 6개 기업, 총 22개 핵심 플랫폼 서비스를 게이트키퍼로 지정하며 본격적인 빅테크 규제 시작	2024년 3월 7일 전면 시행
2. 디지털 서비스법 ⁶⁴⁾ (DSA: Digital Services Act)	- 불법, 유해 콘텐츠 확산에 대한 대형 플랫폼의 책임을 강화하는 법안 - 총 22개의 초대형 온라인 플랫폼 및 검색엔진(월간 활성 사용자 수 4,500만 명 이상)을 지정하여 안전하고 투명한 온라인 플랫폼 생태계를 위한 추가 의무 부여	2024년 2월 17일 발효
3. 일반 개인정보보호법 ⁶⁵⁾ (GDPR: General Data Protection Regulation)	자연인(natural person)에 관한 기본권과 자유(특히 개인정보 보호에 대한 권리)를 보호하고, EU 역내에서 개인정보의 자유로운 이동을 보장하는 정보주체의 개인정보 보호 권리를 강화하기 위해 제정된 통합 규정	2018년 5월 25일 발효

자료: 하현아(2023), 「EU의 디지털 시장 규제 정책 동향」을 참고하여 저자 재작성.

EU는 통상 규제 전략과 함께 디지털 패권 경쟁에서 디지털 질서를 주도하고자 디지털 전환 정책인 ‘Europe’s Digital Decade 2030’을 추진 중이다.⁶⁶⁾ 이 정책은 EU 역내 디지털과 관련된 모든 활동을 안내하는 포괄적인 프레임워크로서 2023년부터 2030년까지 2,000억 유로 이상의 투자를 계획하고 있다.⁶⁷⁾ 이 정책의 목적은 디지털 권리·원칙 선언 발표 등으로 EU의 가치 증진과

63) European Commission, “The Digital Markets Act: ensuring fair and open digital markets” (검색일: 2024. 11. 6.).

64) European Commission, “The Digital Services Act”(검색일: 2024. 11. 6.).

65) European Commission, “Legal framework of EU data protection”(검색일: 2024. 11. 6.); EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION(April 2016).

66) European Commission, “Europe’s Digital Decade: digital targets for 2030”(검색일: 2024. 11. 6.).

함께 글로벌 질서를 선도하는 것이며, 「유럽 반도체법」 및 「데이터법」⁶⁸⁾ 등을 통해 EU 내 디지털 기술·산업 경쟁력을 강화하는 동시에 「디지털 시장법(DMA: Digital Markets Act)」, 「디지털 서비스법(DSA: Digital Services Act)」, 「개인정보보호법」 등으로 빅테크의 EU 시장 독점을 규제하는 것이다.⁶⁹⁾ 「디지털 시장법」과 「디지털 서비스법」은 EU가 빅테크 기업들을 견제하기 위해 만든 법안으로 EU 집행위원회가 2020년 12월 처음 제안하였으며, 불법 콘텐츠로부터 사용자를 보호한다는 취지로 제정되었다.

4. 소결

미국의 과학기술 정책과 복잡하고 다층적인 규제 프레임워크는 국가 안보 강화, 경제적 이익 보호, 과학기술 혁신 촉진, 새로운 도전 대응, 기업이 정신 및 글로벌 리더십 유지라는 다면적 목표를 추구하고 있다. 동시에 윤리적 고려 사항과 환경 보호, 개인정보 보호 등 다양한 사회적 요구를 균형 있게 다루며 공공의 이익을 보호할 뿐만 아니라 윤리적 연구 관행도 장려한다. 이러한 접근 방식은 기술 발전의 속도와 복잡성이 증가하는 현 시대에 균형 잡힌 정책 수립의 중요성을 강조하며 국가 차원의 종합적이고 전략적인 과학기술 규제 혁신 프레임워크 구축의 필요성을 시사한다. 또한 이러한 접근 방식은 빠르게 변화하는 기술 환경에서 혁신을 촉진하면서도 잠재적 위험을 관리하는 데 중요한 역할을 하고 있다.

지속되는 미·중 패권 경쟁 환경 속에서, 미국은 이전에 볼 수 없었던 연방 정부의 강력한 보조금(또는 세액공제) 정책, 산업경쟁력 확보 및 기술 안보와

67) European Commission, “First report on the State of the Digital Decade calls for collective action to shape the digital transition”(검색일: 2024. 11. 6.).

68) European Commission, “Data Act”(검색일: 2024. 11. 6.).

69) 하현아(2023).

같은 보호 정책 등 규제 혁신 정책을 통해 미국의 전략적 이익과 국가 안보를 최우선적으로 고려하기 시작하였다. 대표적인 사례로서 2020년부터 미국은 미국 국가 안보에 중대한 영향을 끼칠 수 있는 국가 핵심·신흥 국가기술전략(CET)을 발표하고, 「반도체와 과학법」 및 「인플레이션 감축법」 발효를 통해 글로벌 기술 리더십을 확보하고, 미국 내 핵심 과학기술 분야 제조 기반 등 생태계 조성 및 기술 안보 분야에서 전략적 규제 혁신 계획을 추진하고 있다. 미국 과학기술 규제 혁신 전략의 핵심은 ‘외부 도전에 대한 강력한 대응 및 절대적 우위 확보’, ‘연방국가와 주정부의 상호작용(부처 간 협력 포함)’, ‘군·산·학·연으로 이어지는 대규모 협력’ 등이 될 수 있다.

영국정부는 브렉시트 이후 저성장을 극복하고자 핵심 기술을 식별하고, 적극적인 연구개발 투자, 인재와 기술 육성 등을 통해 핵심 기술에 대한 영국의 글로벌 경쟁력 향상을 목표로 하는 2030년까지의 장기 비전 전략인 ‘과학기술 프레임워크’를 수립한 바 있다. 이를 통해 5대(AI, 공학생물학, 차세대 통신기술, 반도체, 양자 기술) 핵심 기술을 선정하고 기술 활성화 환경 조성을 위한 다양한 정책적 조치를 발표하였다. 또한 대표적으로 「4차 산업혁명 대비규제 혁신 백서」에서는 세계 최고의 혁신 친화적 규제 환경을 조성하기 위해 기술적 발전에서 세계를 선도하겠다는 영국정부의 의지가 나타나 있다.

이와 더불어 영국정부는 미래규제대비위원회(RHC)를 설립하여 △정부 전반의 기존 업무와 데이터를 기반으로 기술 혁신과 트렌드에 대한 미래 환경을 스캔하고, △사람, 비즈니스 및 환경을 위해 잠재력이 높은 제품, 서비스 및 비즈니스 모델과 광범위한 영향을 식별하며, △신흥 제품, 서비스 및 비즈니스 모델의 신속하고 안전한 도입을 촉진하기 위해 규제 개혁의 광범위한 우선 순위에 대해 정부에 조언할 수 있도록 하였다. RHC는 영국을 미래 산업의 선두에 세우기 위한 규제 개혁의 우선순위에 대한 권고와 함께 경제 전반의 혁신에 관한 정기 보고서를 준비하고 있다.

EU 집행위원회는 2019년 12월 향후 EU를 이끌어갈 새로운 성장 전략으로

‘EU 그린딜(EU Green Deal)’ 정책을 제시하여 EU 역내 친환경 산업 경쟁력 제고 및 탄소중립 사회로의 목표 달성을 위해 다양한 혁신 정책들을 지속적으로 추진하는 한편, 글로벌 기후 위기 대응을 위해 환경 규제를 강화해 나가고 있다. 또한 EU는 통상 규제 전략 강화와 함께 디지털 패권 경쟁에서 디지털 질서를 주도하고자 디지털 전환 정책인 ‘Digital Decade 2030’을 추진하고 있다. 이외에도 「디지털 시장법」 및 「디지털 서비스법」 등의 추진을 통해 빅테크의 EU 디지털 시장 독점을 규제하고자 한다.

미국·영국·EU의 과학기술 및 규제 혁신 정책 환경에 대한 요약은 [표 2-10]과 같다.

표 2-10. 미국·영국·EU의 과학기술 및 규제 혁신 정책 환경

대분류	미국	영국	EU
정책 환경	- 미·중 기술 패권 경쟁 지속	- 브렉시트 이후 영국의 안보와 경제적 발전을 위해 노력	- EU 역내 친환경 산업 경쟁력 제고 및 탄소중립 사회로의 목표 지속적 추진, EU 그린딜 정책 추진
과학기술 분야 규제 정책 환경	- 핵심 과학기술 분야에서 미국의 글로벌 기술 리더십 확보와 함께 미국의 기술 안보 및 미국 산업 보호·육성 정책 추진 - 글로벌 경쟁우위 선점을 위한 규제 프레임워크 기반 강력한 정부 개입 진행	- 핵심 기술을 식별하고 기술 활성화 환경 조성을 위한 과학기술 프레임워크 발표 및 4차 산업혁명 대비 규제 혁신 백서 발간	- 규제 환경 개선 등을 위한 EU 그린딜 산업 계획 제안 - EU 집행위원장 연임 및 수월한 기업 환경 조성을 위한 규제 개선 등을 담은 정책 의제 발표
제도·거버넌스	- 핵심·신흥 기술 분야에서 미국의 리더십 강화(2023 표준 전략) - 다부처·다기관 협력 및 책임 공유, 연방-주-지방 정부의 역할 및 책임 조정(1986 조정 프레임워크, 2022 합동규제계획)	- 미래규제대비위원회(RHC: Regulatory Horizons Council) 설립(규제 혁신 백서) - 혁신 테스트(Innovation test) 시범 운영(규제 혁신 백서) - 관련 기관들과 함께 4차 산업혁명 시대 표준 개발 및 검토가 어떻게 발전해야 하는지에 대한 비전 제시(규제 혁신 백서)	- AI 관행의 금지 규정을 준수하지 않을 경우 과태료 부과(EU AI Act)

표 2-10. 계속

대분류	미국	영국	EU
과학기술 생태계 조성 및 발전	- 보조금(세제 혜택) 정책 등을 통해 미국 산업 보호·육성 및 공급망 안보 확보 및 강화(CHIPS and Science Act, IRA)	- 선도 펀드(Regulators' Pioneer Fund in future) 확장(규제 혁신 백서)	- 유럽의 기술 리더십을 강화하기 위해 430억 유로 이상의 공공 및 민간 투자(EU 반도체법)
	- 미국 주도 핵심 및 신흥 기술 분야에서 동맹국들의 광범위한 참여 유도(2023 표준 전략)	- 세계 파트너와 협력(규제 혁신 백서)	
기술 안보	- 수출 통제 및 투자 제한과 같은 조치의 대상이 되는 우려 대상국에 반도체 시설 확장 및 구축 금지(CHIPS and Science Act) - 보조금(세제 혜택) 정책 등을 통해 기술 안보 추구(IRA)	-	- 디지털 불법, 유해 콘텐츠 확산 방지(DSA) - 개인정보 보호 강화(GDPR)
기타	- 다양한 규제 프레임워크(환경 규제, 지식재산권, 개인정보 보호법 등)	-	- 통상 규제 강화 전략 지속 및 EU 디지털 시장 규제 강화 전략 추진

자료: 저자 작성.

1. 미국 과학기술 분야 규제 혁신 전략

가. 반도체 분야

1) 반도체 분야 규제 프레임워크

반도체에 대한 미국의 규제 프레임워크는 복잡하고 다면적이며, 다양한 기관과 법이 관련되어 있다. 2022년에 제정된 「반도체와 과학법(CHIPS and Science Act)」 및 2023년에 제정된 「Building Chips in America Act」와 같은 최근의 규제 프레임워크는 미국 내 반도체 생산과 혁신을 촉진하는 것을 목표로 하며, 동시에 수출 통제 규정은 미국의 기술적 우위를 보호하고자 한다. 또한 자국 내 반도체 생산의 경쟁력 제고 여건을 마련하고자 반도체 생산과 관련된 환경 검토 절차에도 변화를 도입하고 있다. 예를 들어 반도체 생산 시 적용되는 「독성물질 관리법」 및 「청정 대기법」에 따른 화학물질 규제는 계속 진화하고 있어 잠재적으로 국내외 업계에 영향을 미칠 수 있다. 빠르게 진화하는 규제 환경 속에서 국가 안보, 경제적 경쟁력, 환경 보호 사이의 균형을 맞추는 것은 반도체 분야 내 규제 프레임워크에서 여전히 주요 과제로 남아 있다.

표 3-1. 미국 반도체 분야 규제 프레임워크

규제	요약 내용 (반도체와 관련된 부분만)
Revitalize American Manufacturing and Innovation Act (2014)	제조업 경쟁력 강화 및 첨단 제조 기술 개발을 위해 국립표준기술연구소(NIST) 내에 제조 혁신 네트워크 프로그램 운영(후후 2022 CHIPS and Science Act에서 반도체 제조 혁신 노력에 포함)
CHIPS and Science Act(2022) ⁷⁰⁾	미국 반도체 산업 부흥 및 국가 안보 증진을 목적으로 하는 2,782억 달러 규모의 포괄적 법이며, 반도체 제조시설 투자에 대한 25% 세액 공제와 같은 세제 혜택도 포함 ⁷¹⁾ 첨단반도체 연구, 시제품 제작을 위한 민관 컨소시엄 중앙 허브 역할을 하는 국가 반도체 기술 센터 설립 및 국가 첨단 패키징 제조 프로그램(NAPMP) 운영 포함 ⁷²⁾
Executive Order 14105(2023) ⁷³⁾	미국 재무부는 우려 국가의 특정 국가 안보 기술 및 제품에 대한 미국 투자 제한 사전공고문 발표
Building Chips in America Act (2023) ⁷⁴⁾	2023년에 제정된 CHIPS and Science Act에 따른 자금 지원을 받는 반도체 제조 프로젝트의 환경 검토 면제
National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology (2023) ⁷⁵⁾	2023년 바이든 정부에 의해 만들어진 최고 국가 수준 핵심·신흥 기술 표준 전략으로, 반도체 기술을 글로벌 경제, 사회 및 정부의 모든 측면에 영향을 미치며 다양한 혁신과 역량을 지원하는 기술로 제시
Commerce Control List Additions and Revisions(2024)	2024년 9월, 상무부는 미국 상무부 내 산업안보국(BIS)의 임시최종규칙(IFR)을 통해 양자 컴퓨팅과 차세대 반도체 등 최첨단기술에 대한 광범위한 수출 통제책을 추가 도입

자료: 저자 작성.

2014년에 제정된 「Revitalize American Manufacturing and Innovation Act」는 미국의 제조업을 강화하고 첨단기술을 발전시키기 위한 중요한 법적 근거로서, 미국의 제조업 경쟁력(국내 생산 증가 및 첨단 제조 연구, 혁신, 기술 촉진)과 기술 리더십을 유지하는 것이 주목적이다. 주요 조항으로는 국립표준기술

70) National Institute of Standards and Technology. (n.d.). CHIPS for America.

71) U.S. Department of the Treasury(2022. 11. 29.). "Treasury announces guidance on Inflation Reduction Act's strong labor protections."

72) National Institute of Standards and Technology. (n.d.). National Semiconductor Technology Center(NSTC).

73) KIAT(2023).

74) McCaul(2024. 10. 2.), "McCaul applauds passage of Building Chips in America Act of 2023."

75) 윤정현(2023).

연구소(NIST) 내에 제조 분야를 전국적으로 통합하는 제조 혁신 네트워크 프로그램(National Network for Manufacturing Innovation) 설립이 있다. 이를 위해 NIST는 5년간 6억 달러의 예산을 집행했으며 정부 주도 제조 혁신 펀드 또한 설립하여 지원했다. 특히 산업, 학계, 연구기관, 비영리 단체, 정부기관 간의 협력 파트너십(Advanced Manufacturing Partnership)을 통해 네트워크를 구축하여 국내 제조업체의 경쟁력을 향상시켰다. 추후 이 내용은 Manufacturing USA로 재명명되어 현재까지 운영되고 있으며, 2022년 「반도체와 과학법」에서 이 골조를 이어 받아 반도체 제조업 추진 정책으로 전환되었다.⁷⁶⁾

「반도체와 과학법」은 2022년 8월 9일 바이든 대통령이 서명한 과학기술 분야의 대표적인 연방법으로 미국의 공급망 회복과 국가 안보 강화를 목표로 한다. 이 법안은 이름이 설명하듯이 미국 내 반도체 제조 능력 증대를 목표로 반도체 산업 지원을 위해 만들어졌으나, 그 내용을 들여다보면 국가 및 연방 단위에서 글로벌 국가 경쟁력 확보를 위한 과학기술 연구에 대한 포괄적 법안임을 확인할 수 있다. 예를 들어 미국의 반도체 산업 경쟁력 강화와 반도체 산업과 관련된 다양한 과학기술 분야(양자 기술, 생명공학, 항공 및 우주, AI 포함)에서의 리더십 유지를 목표로 하며, 다양한 과학기술의 육성 가속화와 국가적 지원 확대를 위해 과학기술 R&D 관련 부처와 기관에 큰 규모의 예산 권한을 부여한다.⁷⁷⁾ 「반도체와 과학법」은 미국의 반도체 굴기를 나타내는 대표적인 국가 차원의 법안이며, 보조금(및 세액공제) 정책을 포함하고 있는 규제 혁신 정책이다.

이 법은 단순히 과학기술 분야 활성화를 넘어 경제와 안보에까지 그 영향력을 확대하고 있으며, 미국정부와 연방정부는 민간 투자 촉진을 추진한다. 법안 시행 이후 미국 25개 주에서 80개 이상의 새로운 투자 프로젝트가 발표되었으며, 총 투자액은 2,782억 달러 정도이다. [표 3-2]에서 보듯이 2,782억 달러의

76) Manufacturing USA. (n.d.). Manufacturing USA: Securing U.S. global leadership in advanced manufacturing.

77) 송원아, 이양경, 김다은(2022), pp.1~5; 송원아(2024), p. 2, p. 5.

예산 항목은 ① 기초과학·기술 진흥, ② 반도체 생산 세액공제, ③ 미국 산업 생태계 지원으로 분류될 수 있으나, 반도체 생산 예산이 R&D보다 우선 책정되는 기조를 보여준다.⁷⁸⁾

표 3-2. 「반도체와 과학법」 예산 배분 계획			
(단위: USD)			
구분		예산(USD)	
(1) 기초과학·R&D·인력 개발		2,000억	
(2) 반도체 생산 세액공제		240억	
(3) 국내 반도체 산업 육성		527억	
반도체 제조 보조금 (USD 390억)	생산시설 보조금	310억	
	장기 금융 보증	60억	
	레거시 제품 생산 보조금	20억	
반도체 R&D (USD 137억)	반도체 R&D 투자(상무부)	110억	
	국방 반도체 기술 투자(국방부)	20억	
	해외 반도체 공급망 협력(국무부)	5억	
	인력 개발 투자	2억	
(4) 기타(무선 통신 혁신 투자)		15억	
합계		2,782억	

자료: 이준성(2023), p. 7.

「반도체와 과학법」은 미국 내 고급 반도체(e.g., AI 첨단 반도체) 생산을 2030년까지 세계 20% 규모로 끌어올리는 것을 목표로 한다. 또한 미국은 이 법을 통해 총 526억 달러 규모의 생산 지원 보조금을 반도체 분야에 지원한다. 이 중 390억 달러는 제조 인센티브(대출 및 대출 보증 포함)에, 130억 달러는 R&D 및 인력 개발에 할당되었는데, 특히 390억 달러는 Chips for America 라는 이름의 펀드로 따로 구성되어 미국 내 반도체 제조 시설의 건설, 확장, 현대화를 위한 재정적 인센티브 제공 시 사용된다. 또한 이 중 20억 달러는 자동차 및 국방 시스템에 사용되는 레거시 칩을 위해 따로 배정되었으며, 국가 반도체 기술 센터라는 신설 연구 허브에 20억 달러를 투자한다는 내용도 포함되어

78) 이준성(2023), p. 7.

있다. 이 법은 반도체 제조업체에 대한 보조금과 세제 혜택(반도체 및 관련 장비 제조를 위한 자본 지출에 대해 25% 투자 세액 공제)을 포함한다.⁷⁹⁾

표 3-3. 「반도체와 과학법」 구성 및 주요 내용

법안	주요 내용
Division A	2022년 반도체 지원법(CHIPS Act of 2022) ※ CHIPS Act: Creating Helpful Incentive to Produce Semiconductors Act of 2022 - 반도체 제조시설 건설 직접 보조금 390억 달러, 첨단반도체 연구개발비 110억 달러 - 시설 및 장비투자 세액공제 25% 도입
Division B	연구개발, 경쟁 및 혁신 부분(Research and Innovation) Research and Development, Competition, and Innovation Act
Title I	Department of Energy Science for the Future - 핵융합, 핵물리학, 가속기 및 핵에너지 기초과학 연구, 고성능 컴퓨팅, 양자 네트워크
Title II	National Institute of Standards and Technology for the Future - 측정과학(유전자 시퀀싱 등) 생물학 연구 및 국제 표준 개발 및 업데이트 등
Title III	National Science Foundation for the Future - 교육과정 전 주기 STEM 교육 강화, 기초과학 연구 심화 - 기술혁신국 설치 및 10대 혁신기술 R&D 집중(기술혁신국에 200억 달러 예산 부여)
Title IV	Bioeconomy research and development - 합성생물학 연구개발 이니셔티브 추진, 범부처 위원회 및 자문회 구성 - 물리 등 기초학문과 ICT 융합으로 제조역량 강화 등
Title V	Broadening Participation in Science
Title VI	Miscellaneous Science and Technology Provisions
Title VII	National Aeronautics and Space Administration Authorization Act - 아르테미스 달 프로그램 승인, 미국 항공 리더십 발전 등
Division C	2022년의 대법원 보안 기금 부분 Supreme Court Security Funding Act of 2022

자료: Congress.gov, H.R.4346 - CHIPS and Science Act, Public Law No: 117-167 (미 하원, 2022. 8.) 자료를 바탕으로 저자 재작성.

이 법의 또 다른 중요한 부분은 국가 안보 강화와 글로벌 기술 리더십 확보다. 우선 기술 자립도 향상 및 핵심 기술의 국내 생산 능력 확대를 통해 국가 안보 강화를 추구하며, 반도체 기술 발전을 통해 통신 인프라와 데이터 보호 능력과 같은 사이버 보안을 개선한다. 예를 들어 이 법에 의해 보조금을 받는 반도체

79) American Institute of Physics(2023. 5. 26.), "US semiconductor R&D initiatives readying for launch."

체 기업은 중국을 포함한 북한, 러시아, 이란 등 ‘우려 대상국’ 내 공장 생산능력을 10년 동안 5%를 초과해 확장하지 못하도록 하는 ‘가드레일(안전장치)’ 조항이 포함되어 있다. 법안은 외국 인재 유치 제한, 연구 보안 이니셔티브 등을 통해 기술 유출을 방지한다. 이 법을 통해 미국은 반도체 산업을 중심으로 기술 주도권 강화 및 대중국 경쟁력 제고를 추진하고자 한다.

「반도체와 과학법」에는 반도체 이외 과학 분야 관련 내용도 포함되어 있다. 우선 큰 규모의 예산이 국방부의 마이크로일렉트로닉스 연구, 제조 및 인력 훈련에 할당되어 군사 기술 발전을 지원하며, NASA에 대한 투자 확대로 인간 우주 비행 및 우주 기술 개발을 촉진한다. 또한 에너지부와 국립과학재단에 대한 연구 지원 확대로 양자 컴퓨팅, 생명공학 분야의 기술 발전을 가속화하고자 한다.

직접적인 영향은 아니지만, 미국은 이 법을 통해 반도체의 에너지 소비를 크게 줄이는 기술과 지속가능한 제조 방식 및 재활용 기술을 개발함으로써 환경 보호와 지속가능성 목표를 달성하려 한다. 또한 일자리 창출 효과도 커 반도체 산업에서만 5만 6,000개의 직접 일자리가 창출되고 수십만 개의 간접 일자리도 생길 것으로 추정된다.

2023년 바이든 대통령은 우려 국가의 특정 국가 안보 기술·제품에 대한 미국의 투자를 제한하는 행정명령(Executive Order) 14105에 서명했다. 이 행정명령의 목적은 차세대 국방 혁신을 위한 핵심 기술을 보호하여 미국의 안전과 국가 안보를 수호하는 것이다. 이 행정명령의 적용 대상 국가는 중국, 홍콩 특별행정구, 마카오 특별행정구이며, 대상 기술은 반도체 및 마이크로전자공학, 양자정보기술, 인공지능(AI)이다. 특히 인수합병, 사모펀드, 벤처캐피탈, 계약을 통한 지분 취득, 그린필드 투자, 합작 투자, 주식으로 전환될 수 있는 부채 금융 거래 등과 같이 미국인이 무형의 이익을 제공할 수 있는 특정 유형의 거래에 초점이 맞춰져 있다. 이 행정명령은 기존의 수출 통제와 인바운드 투자 심사제도를 보완하는 역할을 할 것으로 예상된다.

「Building Chips in America Act」는 2023년 10월 2일 바이든 대통령에 의해 서명된 법으로, 미국 내 반도체 제조 프로젝트의 환경 규제 프로세스를 가속화하고 불필요한 지연을 방지하기 위해 설계되었다. 즉 미국 내 반도체 제조 업체에 대한 지원을 통해 자국 내 생산 능력을 증가시키고, 이를 통해 공급망의 안전성을 높이며, 의존도를 줄이는 것을 목표로 하고 있다. 이 법은 특히 「반도체와 과학법」의 목표를 보강하는 데 중점을 두고 있다. 흥미로운 점은 다양한 환경단체들의 반대에도 불구하고 특정 반도체 제조 프로젝트는 환경 영향 평가를 요구하는 「국가환경정책법(NEPA: National Environmental Policy Act)」 검토에서 면제되며, 이로 인해 연방 자금을 받는 프로젝트는 신속하게 승인을 받을 수 있게 되었다. 그럼에도 불구하고 이 법은 미국 반도체 산업의 글로벌 경쟁력을 높이고, 반도체 생산을 증가시키며, 국가 안보와 경제적 자립성을 강화하는 데 기여할 것으로 기대되고 있다.

다양한 연구소 및 센터 설립을 통한 노력도 있다. 첫째, 국가 반도체기술센터(NSTC: National Semiconductor Technology Center)는 50억 달러 이상의 예산으로 설립 예정인 독립적인 비영리 기관이다.⁸⁰⁾ 「반도체와 과학법」에 따라 설립되는 국가 반도체기술센터는 미국의 반도체 연구개발 프로그램의 핵심 연구기관이다. 민간 연구 컨소시엄인 이 센터는 첨단 반도체 제조 연구·개발 및 시제품 제작, 신기술 투자, 인력 교육 및 개발 기회 확대 등의 역할을 할 것으로 예상된다. 둘째, 국가 첨단 패키징 제조 프로그램(NAPMP)은 반도체 첨단 테스트, 조립, 패키징 능력 강화를 위한 프로그램으로 2024년 10월 18일 약 16억 달러 규모의 자금 지원을 발표하였다.⁸¹⁾ 셋째, Manufacturing USA에 기반한 연구소 설립이다. 최대 3개의 반도체 관련 연구소를 설립할 예정이며, 우선 2024년 5월 8일 반도체 산업을 위한 디지털 트윈에 중점을 둔 연구소에 약 2억 8,500만 달러 지원 계획을 발표하였다.

80) 「美, '민관 협력체' 국가반도체기술센터에 6조 6천억 원 투자」(2024. 2. 10., 검색일: 2024. 11. 4.).

81) National Institute of Standards and Technology, (n.d.), "Research & Development Programs."

2) 미국 반도체 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

표 3-4. 미국 반도체 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	· 국가 반도체 기술 센터: 신설 연구 허브에 20억 달러 투자(CHIPS and Science Act)
	2. 표준·인증 분야	· 반도체 및 마이크로 일렉트로닉스 기술이 표준 전략의 8대 기술 분야로 들어옴(2023 표준 전략). · 반도체 제조 프로젝트 환경검토 면제(2023 Building Chips) · CET 분야의 투명성, 개방성, 공정성, 합의, 효과성, 관련성, 일관성 및 광범위한 참여를 강조하는 표준 개발 원칙 제시(2023 표준 전략) · 국제표준 개발에 미국 참여 증진(2023 표준 전략)
	3. 윤리 분야	· 선정심사 과정, 기초연구 단계부터 잠재적인 윤리·사회·안전·위험·보안 관련 연구윤리 강조(CHIPS and Science Act) · 표준 및 인증 원칙을 기술의 윤리적 개발과 사용을 간접적으로 지원(2023 표준 전략)
	4. 글로벌 협력 분야 A	· 반도체 공급망 탄력성 강화를 위한 국제협력 강화(CHIPS and Science Act) · 미국 수준의 수출 통제를 도입한 국가로는 이 품목들을 자유롭게 수출할 수 있는 제도(2024 상무부 최종규칙) · 미국 주도 핵심 및 신흥 기술 분야에서 동맹국들의 광범위한 참여 유도(2023 표준 전략)
과학기술 생태계 조성 및 발전	5. 보조금·세제 혜택 분야	· AI 개발에 필수적인 첨단반도체 선정(CHIPS and Science Act) · 520억 달러 반도체 생산 예산 지원(CHIPS and Science Act) · 390억 달러 보조금(대출 및 대출 보증 포함)(CHIPS and Science Act) · 세액공제: 25% 투자 세액공제 제공(CHIPS and Science Act)
	6. 참여 및 소통 분야	· 주무 부처의 환경 평가 기간 단축(CHIPS and Science Act) · 미국 산업 생태계 지원(CHIPS and Science Act) · 일자리 창출: 고임금 제조업 및 건설 일자리 증대(CHIPS and Science Act)

표 3-4. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
	7. 실험 테스트 강화 분야	-
	8. 과학기술 역량 분야	· R&D 및 인력 개발: 132억 달러 할당(CHIPS and Science Act)
	4. 글로벌 협력 분야 B	-
기술 안보·윤리	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	· 공급망 내 우려국 제한(CHIPS and Science Act) · 양자 컴퓨팅과 차세대 반도체 등 최첨단기술에 대한 수출 통제(2024 상무부 최종규칙) · 우려 국가의 특정 국가 안보 기술 및 제품에 대한 미국 투자 제한 사전 공고문 발표(2023 행정명령)
	10. 대중/자국민 보호 분야	· 해외 의존도 감소 및 자국 내 공급망 구축(CHIPS and Science Act) · 중국(홍콩과 마카오 특별행정구역 포함)에 대한 투자 제한(2024 재무부 최종규칙)

자료: 저자 작성.

나. 첨단바이오 분야

1) 미국 첨단바이오 분야 규제 프레임워크

미국은 바이오 생명공학 분야에서 복잡하고 빠르게 진화하는 다양한 규제 프레임워크를 가지고 있다. 이는 생명공학 분야에 대한 사회적 수용에 기반하여 연방기관의 제도와 법 또한 발전시키는 결과를 낳았다. 생명공학 분야 관련 미국 연방정부의 규제 정책은 주로 생명공학 제품을 제한하기보다는 허용하는 방향이다. 예를 들어 연방정부의 바이오 생명공학 분야 규제 원칙은 생산 과정이 아닌 최종 제품의 활용을 기준으로 안전성을 평가하는 데 초점을 맞추고 있을 뿐, 생명공학 기술을 사용한 제품이 본질적으로 위험하다고 간주하지 않는다.

1991년에 발표된 대통령 직속 경쟁력 위원회의 보고서는 세 가지 주요한 권고사항을 제시하였다. 첫째, 규제의 초점은 공정성보다는 제품의 안전성과 위험성에 맞춰져야 한다고 하였고, 둘째, 국민의 건강과 복지를 최우선으로 하면서도 생산자에게 부과되는 규제 부담은 최소화해야 한다고 강조했으며, 셋째,

빠르게 발전하는 기술에 맞추어 규제 제도가 적절하게 조정되어야 한다고 하였다. 따라서 규제 프레임워크는 이러한 연구개발 프로세스를 간소화하고, 혁신을 촉진하며, 경쟁과 보안과 같은 새로운 과제를 해결하는 것을 목표로 새롭게 변화하기 시작했다.

여러 규제 프레임워크 이외에 생명공학 분야의 연구개발에 영향을 미치는 세금 정책을 다루기 위한 지속적인 노력 또한 존재한다. 예를 들어 전체 연구개발 비용 처리를 복원⁸²⁾하는 제안이 있는데, 이는 비용이 많이 들고 장기적인 연구에 참여하는 생명공학 기업에 상당한 혜택을 줄 수 있다.

표 3-5. 미국 바이오 생명공학 분야 규제 프레임워크

규제	요약 내용(바이오 생명공학 관련된 부분만)
Coordinated Framework for the Regulation of Biotechnology (1986&2017) ⁸³⁾	초기 바이오 생명공학 법으로 1986년에 제정되었고, 2017년에 새롭게 업데이트 됨. 안전성과 혁신을 강조하며 생명공학 제품 규제에 대한 미국 정책 개요 제시
CHIPS and Science Act(2022)	2022년에 제정된 이 법은 반도체에 관한 내용이 대부분이지만 생명공학 연구개발에 대한 자금 제공 포함 생명공학 분야 또한 국가환경정책법 검토에서 면제를 받음.
Executive Order 14081 on Advancing Biotechnology and Biomanufacturing Innovation (2022)	2022년에 제정된 이 법은 지속가능하고 안전하며 안정적인 미국 바이오 경제를 위한 생명공학 및 바이오 제조 혁신을 위해 정부 전체의 접근 방식 조정
National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology (2023) ⁸⁴⁾	2023년 바이든 정부에 의해 만들어진 최고 국가 수준 핵심·신흥 기술 표준 전략으로 바이오 생명공학 기술을 모든 국가의 보건, 농업 및 산업 부문에 영향을 미치며, 국가, 시민, 건강한 생태 환경을 지원하는 기술로서 제시

82) 복원이란 기업이 연구개발 비용을 발생한 해에 전액 즉시 비용으로 처리하는 것을 말한다.

83) U.S. Food and Drug Administration(2017), "Modernizing the regulatory system for biotechnology products: Final version of the 2017 update to the Coordinated Framework for the Regulation of Biotechnology."

84) 윤정현(2023).

표 3-5. 계속

규제	요약 내용(바이오 생명공학 관련된 부분만)
Executive Order 14105(2023) ⁸⁵⁾	2023년 미국 재무부에서 우려 국가의 특정 국가 안보 기술 및 제품에 대한 미국 투자 제한 사전공고문 발표
U.S. BIOSECURE Act(2024) ⁸⁶⁾	2024년에 발의된 이 법안은 특정 외국 생명공학 기업에 대한 연방 자금 지원을 제한함(아직 발효 전)
Joint Regulatory Plan for Biotechnology(2024) ⁸⁷⁾	2024년에 제정된 이 법은 생명공학 제품에 대한 규제 업데이트 및 간소화 목표
Policy for Oversight of Dual Use Research of Concern and Pathogens with Enhanced Pandemic Potential(PEPP Policy)(2025) ⁸⁸⁾	2025년 발효를 앞두고 있는 이중용도 연구 우려사항 및 향상된 대유행 잠재력 병원체 감독 정책은 잠재적으로 위험한 생물학 연구에 대한 감독 확대를 그 목표로 둠.

자료: 저자 작성.

바이오 생명공학 분야 규제 프레임워크의 시작은 1986년에 수립된 ‘Coordinated Framework for the Regulation of Biotechnology’로, 미국 생명공학 규제 기조 역할을 한다. 첫 번째 업데이트는 1992년 2월에 진행되었는데, 환경에 도입되는 생명공학 제품에 대한 위험 기반의 과학적 감독 근거를 제시했으며⁸⁹⁾ 특히 제품의 특성과 도입되는 환경에 초점을 맞추어야 함을 강조했다. 이는 환경보호청(EPA), 식품의약국(FDA), 농무부(USDA)가 생명공학 제품 규제에 대한 책임을 어떻게 공유하는지 개략적으로 설명한다. 주요 측면으로는 과학 기반 위험 평가 강조, 안전 우려와 혁신 촉진 사이의 균형 추구, 다양한 기관의 역할과 책임 명확화 등이 있다. 하지만 규제의 주체와 기준이 불확실해지면서 농업, 식품, 환경 분야에서 생명공학 기술 개발과 상업화에 지연이 발생했다. 제품에 따라 중복되는

85) KIAT(2023).

86) Sidley Austin LLP(2024. 8. 19.), “How, when, and if the U.S. BIOSECURE Act is likely to become law.”

87) U.S. Food and Drug Administration(2024. 11. 28.), “EPA, FDA, and USDA issue joint regulatory plan for biotechnology.”

88) Arnold and Porter(2024), “The perfect storm of AI-assisted biotech research and bioengineered materials: Biosecurity compliance and risk management.”

89) EPA, FDA and USDA Unified Website for Biotechnology Regulation, About the Coordinated Framework(검색일: 2024. 11. 4.).

규제가 시행되기도 했으며, 부처간 기준 차이가 존재해 기업들에 혼란을 초래했다. 이러한 상황은 투자자들이 농업과 식품 분야에 투자하기를 주저하게 만들었고, 결과적으로 기업의 연구개발과 상업화 과정이 수년간 지체되었다. 규제 과정의 투명성, 예측 가능성, 효율성을 개선하는 것을 목표로 했으나, 이러한 문제들로 인해 이 법은 2017년에 업데이트가 진행됐다.

생명공학이 급속히 발전함에 따라 미 행정부는 2015년부터 본 조정 프레임워크의 현대화에 착수했다.⁹⁰⁾ 2017년 업데이트는 30년 만에 이루어진 포괄적인 개정으로, 생명공학 제품 규제에 관한 주요 기관의 역할과 책임을 명확히 하는 것을 목표로 했으며, 규제 과정의 투명성, 조정성, 예측 가능성 및 효율성 향상, 혁신 지원과 동시에 건강 및 환경 보호 관련 내용도 포함되었다. 이에 따라 관련 Biotechnology Working Group이 매년 보고서를 작성하여 국가 전략 이행 상황 및 규제 개선 단계를 공개하기로 하였다.⁹¹⁾

2022년 9월에 서명된 행정명령(Executive Order 14081 on Advancing Biotechnology and Biomanufacturing Innovation)은 생명공학과 생물 제조 발전 및 이 분야에서의 리더십을 확보하기 위한 정부 전체의 접근 방식을 조정하는 것을 목표로 하고 있다. 이 명령은 생명공학과 바이오 제조 분야의 연구 개발에 대한 연방 투자를 확대하고, 숙련된 인력 양성을 위한 교육 및 훈련 프로그램을 강화하며, 혁신을 가속화하기 위해 연방기관 간 데이터 공유를 개선하는 내용을 담고 있다. 또한 생명공학 제품에 대한 규제 과정을 간소화하고, 연방정부의 바이오 기반 제품 구매를 늘리며, 국제협력을 강화하고 바이오 안보를 개선하는 방안을 포함하고 있다. 이를 통해 미국은 경제 성장, 건강 증진, 기후변화 대응, 에너지 안보 강화 등 다양한 국가적 목표를 달성하는 데 생명공학과 바이오 제조가 중요한 역할을 할 것임을 천명하였다.

90) U.S. Food and Drug Administration(2017), "Modernizing the Regulatory System for Biotechnology Products: Final version of the 2017 An Update to the Coordinated Framework for the Regulation of Biotechnology."

91) *Ibid.*

2022년 행정명령에 반응하여 환경보호청(EPA), 식품의약국(FDA), 농무부(USDA)는 2024년 5월 생명공학 제품에 대한 규제를 업데이트하고 간소화하기 위해 「생명공학을 위한 합동규제 계획(Joint Regulatory Plan for Biotechnology)」을 발표했다. 해당 계획은 현행 시스템의 규제 모호성, 격차, 비효율성을 해결하는 것을 목표로 하며, 주요 특징으로는 다양한 제품 카테고리에 대한 기관 역할 명확화, 간소화된 규제 프로세스(e.g., 기존 규정 및 지침 문서 업데이트, 간소화 또는 명확화 계획), 규제 명료성 개선, 규제 감독 간소화, 규제 중복 및 격차 감소, 특정 제품 카테고리 및 조정 프레임워크 전반에 걸친 규제 조정 제고를 위한 로드맵 제공, 기관 간 의사소통 및 조정 개선, 제품 개발자를 안내하기 위한 웹 기반 도구 개발 등이 있다. 이 규제 계획은 수정된 식물, 동물, 미생물, 인체용 의약품·생물학적 제제·의료기기 및 교차 문제(융합영역) 등 다섯 개의 주요 영역에 초점을 맞추고 있다. 추가적으로 2024년에 제정된 「U.S. BIOSECURE Act」는 국가 안보에 위협으로 간주되는 생명공학 기업, 특히 외국 적대 세력과 연관된 기업과의 연방기관 계약을 금지하는 것을 목적으로 한다. 아직 법률화되지는 않았지만, 현 미국 대외 과학기술 정책 기조를 고려한다면 이미 생명공학 분야의 시장 행동과 기업 전략에 영향을 미치고 있을 것으로 예상된다.

2025년 5월부터 발효될 예정인 ‘Policy for Oversight of Dual Use Research of Concern and Pathogens with Enhanced Pandemic Potential(PEPP)’ 정책은 2024년 5월 6일 미국 백악관 과학기술정책국(OSTP)에 의해서 발표되었으며, 2025년 5월부터 시행될 예정이다. 이 정책은 이중용도 연구 우려사항 및 향상된 대유행 잠재력 병원체 감독에 대한 기존 프레임워크를 결합하고 강화하는 것을 목표로 한다. 이 새로운 정책은 추가 검토가 필요한 연구의 범위를 넓히고 기관들과의 협력을 강화하여 더욱 철저한 검토와 감독을 보장한다. 또한 명확한 역할 정의, 감독 수준 설정, 더 적절한 병원체 목록 등을 포함한다. 이 정책은 공중 보건을 보호하고 사고나 오용 시 가장 큰 위험을 초래할 수 있는

병원체에 대한 강력한 생물 안전 및 생물 보안을 확립하는 데 중요한 진전을 이룰 것으로 예상된다.

[표 3-6]에 나타나 있는 미국 생명공학 규제 조정 프레임워크의 역사를 통해 생명공학 분야에서 투명한 규제 시스템을 위해 규제를 명확히 하고 간소화해온 노력의 과정 및 조정 프레임워크 전반에 걸친 규제 조정 강화 정책의 변천사를 간략하게 확인할 수 있다.

표 3-6. 미국 생명공학 분야 조정 프레임워크의 역사

조정 프레임워크		주요 내용
1986년	조정 프레임워크 발표	전통적인 기존 유전자 조작 기술(예: 재조합 DNA 기술)로 개발된 제품에 대한 규제 프레임워크가 새로운 유전자 기술(예: 유전자 편집 기술)로 개발된 제품에도 적합한지에 대한 우려에 대응
1992년	조정 프레임워크 업데이트	생명공학 제품이 환경에 도입될 때의 감독 체계에 대한 새로운 규칙 발표
2015년	조정 프레임워크 업데이트 지시에 대한 각서 발표	EPA, FDA, USDA에 지속적인 조정 프레임워크 업데이트 지시 - 생명공학 제품에 적합한 연방 차원의 감독을 촉진하고 투명성을 높이는 동시에 혁신을 발전시키기 위한 프레임워크의 지속적 제 공이 목표
2016년	생명공학 규제 시스템 현대화를 위한 국가 전략 발표	생명공학 제품의 미래를 대비하기 위해 연방 규제 시스템이 효율적으로 위험을 평가할 수 있도록 준비 - 주요 목표는 △규제 시스템의 투명성·효율성·예측 가능성 향상, △혁신 지원, △기관 간 협력 강화
2017년	조정 프레임워크 업데이트	1986년과 1992년에 발표된 초기 조정 프레임워크를 기반으로 각 기관의 현재 역할과 책임을 명확히 하고, 기관 간 소통 메커니즘과 양해각서(MOU)의 범위 등을 설명
2019년	농업 생명공학 제품에 대한 규제 프레임워크 현대화	생명공학의 발전에 따른 농업 분야의 혁신 잠재력을 인정하면서 과도한 규제 부담을 완화하는 것이 목표 - 과학적·기술적 증거에 근거하여 규제 결정을 내리고, 관련 법률에 따라 적절하고 일관성 있게 경제적 요인 고려 - EPA, FDA, USDA는 180일 이내에 관련 규정 검토 후 간소화에 필요한 조치 이행

표 3-6. 계속

조정 프레임워크		주요 내용
2022년 9월	지속가능하고 안전한 바이오 경제를 위한 생명공학 및 바이오 제조 혁신 촉진 행정명령 14081호	예측 가능하고 효율적이며 투명한 규제 시스템을 위해 규제를 명확 히 하고 간소화함으로써 생명공학 제품의 안전한 사용을 지원하는 것이 목표 - 생명공학 규제 조정 프레임워크(조정 프레임워크)의 규제 개선점 파악 - 각 기관의 규제 역할, 책임 및 절차에 대한 쉬운 용어 정보 제공 - 규제 개혁을 위한 계획 마련 및 제공
2024년 5월	EPA, FDA, USDA는 개선할 규제를 식별하고 새로운 규제 도입을 검토하는 등 규제 개혁 계획	의견 수렴(Request for Information)으로 얻은 조정 프레임워크의 문제점 및 개선방안에 대한 이해관계자들의 의견 통합 및 반영 규제 개혁 계획은 조정 프레임워크 전반에 걸친 규제 조정을 강화하 기 위해 EPA, FDA, USDA가 개별적으로 또는 협력하여 취할 조치 에 대한 로드맵 제시

자료: 이승훈(2024).

2) 미국 첨단바이오 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

표 3-7. 미국 첨단바이오 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템 ·Institution 구축 분야	· 환경보호청(EPA), 식품의약국(FDA), 농무부(USDA)의 역할과 책임 설명, 생명공학 제품 규제에 대한 책임 공유 방법(1986 조정 프레임워크, 2022 합동규제 계획) · 현행 시스템의 규제 모호성, 격차, 비효율성 해결(2022 합동규제 계획) · 다양한 제품 카테고리에 대한 기관 역할 명확화 및 기관 간 의사소통 및 조정 개선(2022 행정명령14081) · EPA, FDA, USDA가 개별적으로 또는 협력하여 취할 조치에 대한 로드맵 제시(2024 합동규제 계획) · 이중용도 연구 및 대유행 잠재력 병원체 관련 추가 검토가 필요한 연구의 범위 확장(2025 PEPP) · 기관 간의 협력 강화를 통한 철저한 검토와 감독을 보장 (2025 PEPP)

표 3-7. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
과학기술 생태계 조성 및 발전	2. 표준·인증 분야	· 생명공학 제품에 대한 규제 과정 간소화 및 규제 조정/규제 명확성 개선을 포함한 로드맵 개선(2022 행정명령 14081, 2022 합동규제 계획) · 생명공학 기술이 표준 전략의 8대 기술 분야로 들어옴(2023 표준 전략). · CET 분야의 투명성, 개방성, 공정성, 합의, 효과성, 관련성, 일관성 및 광범위한 참여를 강조하는 표준 개발 원칙 제시(2023 표준 전략) · 국제표준 개발에 미국 참여 증진(2023 표준 전략) · 규제 모호성, 격차 또는 불확실성 식별 및 추가 규제 개혁을 위한 로드맵 제공(1986 & 2017 조정 프레임워크)
	3. 윤리 분야	· 바이오 기술과 바이오 제조의 사용에는 윤리성과 책임성 및 공공의 이익 필요(2022 행정명령 14081) · 바이오 경제의 공평하고 윤리적인 발전 보장(2022 행정명령 14081) · 바이오 기술 제품에 대한 연방 감독 강화 및 투명성 상승(1986 & 2017 조정 프레임워크) · 바이오 기술 제품에 대해 과학적 근거와 위험 기반 접근 방식을 통해 제품의 안전성 확보(1986 & 2017 조정 프레임워크)
	4. 글로벌 협력 분야 A	· 미국 주도 핵심 및 신흥 기술 분야에서 동맹국들의 광범위한 참여 유도(2023 표준 전략) · 국제협력 강화(2022 행정명령 14081)
	5. 보조금·세제 혜택 분야	· 생명공학과 바이오 제조 분야의 연구개발에 대한 연방 투자 확대(2022 행정명령 14081)
	6. 참여 및 소통 분야	· 부처 간 규제 과정의 투명성, 예측 가능성, 효율성 개선(2017 조정 프레임워크) · 정의롭고 공평한 방식으로 자원을 바이오 기술 분야에 투자하여 소외된 지역사회를 포함한 모든 미국인과 전 세계 공동체에 혜택 부여(2022 행정명령 14081) · 바이오 경제 및 생태계 활성화(2022 행정명령 14081) · 혁신을 위해 연방기관간 데이터 공유 개선(2022 행정명령 14081) · 생명공학 관련 기술제품 개발자 안내를 위한 웹 기반 도구 개발(2022 행정명령 14081)
	7. 실험 테스트 강화 분야	-
	8. 과학기술 역량 분야	· 숙련된 인력 양성을 위한 교육 및 훈련 프로그램 강화(2022 행정명령 14081)
	4. 글로벌 협력 분야 B	-

표 3-7. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
기술 안보	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	· 생명공학 기술을 사용한 에너지 안보 강화(2022 행정명령14081) · 국가 안보에 위협으로 간주되는 생명공학 기업, 특히 외국 적대 세력과 연관된 기업과의 연방기관 계약 금지(2024 바이오 안보법)
	10. 대중/자국민 보호 분야	· 생명공학 기술을 사용한 건강 증진(2022 행정명령14081) · 과학 및 위험 기반의 예측 가능하고 효율적이며 투명한 시스템 지원 및 바이오 기술 제품의 안전한 사용을 위한 규정 명확화 및 간소화(2022 행정명령14081) · 공중 보건을 보호하고 사고나 오용 시 가장 큰 위험을 초래할 수 있는 병원체에 대한 강력한 생물 안전 및 생물 보안 확립(2025 PEPP) · 모든 과학 연구 인력에게 연구의 잠재적 이중용도 함의에 대한 민감성 교육 및 책임 있는 연구 수행에 대한 정기적인 훈련을 통해 윤리적 인식 제고(2025 PEPP)

자료: 저자 작성.

다. AI 분야

1) 미국 AI 분야 규제 프레임워크

미국은 연방정부(지침)-주정부(규제)-산업(혁신) 주도의 통합 이니셔티브를 아우르는 다면적 접근 방식을 채택해 AI 규제 프레임워크를 발전시켜왔다. 지금까지 제시된 다양한 규제 프레임워크의 공통점은 기술 규제를 우선시하기보다는 연방정부의 사업과 조직에서 인공지능을 적극 활용하고 그 장단점을 분석하는 데 중점을 두는 측면이 있다.

미국의 AI 규제 프레임워크 접근 방식은 연방 지침, 주 수준의 법, 그리고 산업 자체 규제의 혼합으로 특징지어진다. 즉 AI 분야는 통일된 연방정부 주도의 정책보다 각 연구개발 조직의 자율성에 기반하여 독자적인 생태계를 구성하고 있다. 특히 연방정부 수준에서는 국립표준기술연구소(NIST)와 같은 기관들이 AI 개발 및 사용을 위한 표준과 지침을 개발하는 데 중요한 역할을 한다. 우선

국립표준기술연구소가 개발한 AI 위험 관리 프레임워크는 조직들이 AI 제품, 서비스, 시스템의 설계, 개발, 사용, 평가 시 위험을 해결하는 데 도움을 주는 자발적 리소스를 제공한다. 이처럼 연방정부가 프레임워크와 원칙 제공에 초점을 맞추는 동안, 콜로라도와 캘리포니아 같은 주들은 구속력 있는 규제를 제정하여 더 구체적인 조치를 취하고 있다. AI 규제 환경은 계속 빠르게 진화하고 있으며, 연방정부와 주정부 수준 모두에서 수많은 법안이 제출되고 있다.

주정부 수준의 AI 법은 세 가지 유형으로 분류된다.⁹²⁾ 첫째 유형은 공개 의무이다. AI를 활용하는 단체가 AI 모델과 소통할 때 이를 공지해야 하며, AI 개발자와 사용자에게는 대규모 AI 학습에 이용된 데이터 셋을 공개할 의무를 부과한다. 둘째 유형은 위험성 판단이다. 고용, 주택, 의료 및 기타 주요 생활과 관련된 문제를 결정하거나 지원하기 위해 AI를 사용하는 고위험군에 초점을 맞춘다. 셋째 유형은 기타 문제에 대해서 언급한다. 예를 들어 투명성, 편향성 방지, 영향 평가 의무화, 소비자 옵트아웃 규정 등 다양한 문제에 초점을 맞춘 광범위한 내용을 포함한 법이다.

2024년 한 해에만 50개 주 모두에서 거의 500개의 AI 관련 법안이 제안되었다.⁹³⁾ 이러한 입법 활동의 급증은 AI의 잠재적 영향력과 포괄적인 거버넌스의 필요성에 대한 인식이 높아지고 있음을 반영한다. 앞으로 미국의 AI 규제 접근 방식은 혁신과 안전, 보안, 윤리적 고려사항 사이의 균형을 맞추는 데 초점을 맞추며 계속 발전할 것으로 보인다. 연방정부의 지침, 주 수준의 규제, 민간 산업 자체 거버넌스 간의 상호작용이 미국에서의 AI 개발과 배포의 미래를 형성할 것이다.

AI 규제 프레임워크의 역사를 살펴보면, 세계 AI 기술과 과학기술을 선도하는 미국의 AI 규제 프레임워크는 2020년 AI 이니셔티브로 시작되었으나 2024년에

92) CIO(2024. 4. 5.), "The complex patchwork of US AI regulation has already arrived."

93) McDonnell Boehnen Hulbert and Berghoff LLP(2024), "Mapping the rise in state-level AI regulation in the US: September 2024 review."

들어서 본격적으로 활발해졌다. 여전히 연방정부 차원에서는 유럽연합의 「AI Act」에 상응하는 포괄적 규제 법률이 아직 존재하지 않는다.⁹⁴⁾ 그 전까지 다양한 종류의 규제 프레임워크가 있었으나 상당히 세부적이거나 약한 강도를 취하고 있었다. 이 당시 미국은 인공지능으로 촉발될 수 있는 위험성에 더 중점을 두고 대응하고자 했기 때문이다.

표 3-8. 미국 AI 분야 규제 프레임워크

규제	요약 내용(AI 관련된 부분만)
AI in Government Act(2020) ⁹⁵⁾	2020년 제정, 미국 연방정부기관의 AI 기술 도입과 책임 있는 사용을 촉진하기 위해 제정된 법안
National Artificial Intelligence Initiative Act(2020) ⁹⁶⁾	2020년 제정, 다양한 과학기술 연구기관 및 행정기관에서의 AI 연구 및 개발을 가속화하기 위해 조정된 연방 이니셔티브. 특히 자발적 표준 개발을 통한 AI 리더십 확보 목표
Identifying Outputs of Generative Adversarial Networks Act(2020) ⁹⁷⁾	2020년 제정, 인공지능 기술, 특히 생성적 적대 신경망에 의해 생성된 콘텐츠에 대한 연구와 대응을 목적으로 함(e.g., 딥페이크로 알려진 GANs의 출력물, 조작된 미디어 콘텐츠).
Advancing American AI Act (2022) ⁹⁸⁾	2022년 제정, AI 진흥법은 미국의 안보와 경쟁력 강화 및 연방정부 전반에 걸친 현대화된 업무 관행과 첨단기술 도입을 촉진하고 미국의 혁신과 기업이 정신을 바탕으로 한 AI 접근 방식을 장려
AI Bill of Rights(2022) ⁹⁹⁾	2022년 제정, AI 시스템이 시민권, 프라이버시, 개인의 자율성을 보호하도록 보장하는 다섯 가지 주요 원칙 제안
AI Executive Order 14105 (2023) ¹⁰⁰⁾	2023년 미국 재무부에서 우려국가의 특정 국가 안보 기술 및 제품에 대한 미국 투자 제한 사전공고문 발표

94) 세계법제정보센터(2024), 「미국 AI 입법 동향」.

95) American Institute of Physics (n.d.)(2024).

96) *Ibid.*

97) 세계법제정보센터(2024), 「미국 AI 입법 동향」.

98) American Institute of Physics (n.d.)(2024).

99) The White House Office of Science and Technology Policy (n.d.)(2024), “Blueprint for an AI Bill of Rights”(검색일: 2024. 11. 29.).

100) KIAT(2023).

표 3-8. 계속

규제	요약 내용(AI 관련된 부분만)
National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology(2023) ¹⁰¹⁾	2023년 바이든 정부에 의해 만들어진 최고 국가 수준 핵심·신흥 기술 표준 전략으로 AI 기술을 활용하여 산업 전반에 걸쳐 혁신적인 기술과 과학적 혁신을 이루어 리스크가 관리되는 방식으로 개발 필요
AI Executive Order on Safe AI 14110(2023 & 2024) ¹⁰²⁾	2023년 제정(2024년 개정), 안전하고 신뢰할 수 있는 AI 개발, AI 안전, 보안, 개인정보 보호, 시민권 증진을 위한 새로운 표준 수립 및 다양한 조치에 연방기관이 참여하도록 지시(최고AI책임자, CAIO 기관 별 임명 포함)
California AI Transparency Act (2024) ¹⁰³⁾	2024년 제정, 생성형 AI 시스템에 대한 투명성 도구 및 공개 의무화
Colorado AI Act(2024) ¹⁰⁴⁾	2024년 제정, 소비자 보호와 알고리즘 차별 방지에 초점을 맞춘 AI 시스템에 대한 포괄적인 규제 수립

자료: 저자 작성.

2020년은 연방정부 차원의 AI 관련 법이 범람한 해였다. 2020년 미국은 국가 수준의 AI 법인 「National Artificial Intelligence Initiative Act」를 제정하였다. 이 국가 인공지능 이니셔티브는 규제보다 AI 연구 개발과 혁신에 초점을 둔 연방 차원의 노력을 조정하는 데 중요한 이정표를 설정했다. 이 법은 신뢰할 수 있는 AI 시스템의 개발과 사용을 촉진하면서 다양한 연방과학기관에 AI 정책을 안내하는 구조화된 접근 방식을 수립했다. 이 법에 있는 주요 조항은 연방정부 전반에 AI 연구 및 정책을 조정하기 위한 국가 AI 이니셔티브 사무소 설립, 연구자들에게 컴퓨팅 파워와 데이터 셋에 대한 접근을 제공하는 국가 AI 연구 자원 설립, 학계, 산업계, 정부 간의 협력을 촉진하기 위한 AI 연구소 승인 등이 있다.

2020년 미국은 연방정부기관의 AI 기술 도입과 책임 있는 사용을 촉진하기 위해 제정된 법안인 「AI in Government Act of 2020」도 제정하였다. 이 법

101) 윤정현(2023).

102) National Institute of Standards and Technology (n.d.), “Executive order on safe, secure, and trustworthy artificial intelligence.”

103) California Legislature(2024), “Senate Bill No. 942: California AI Transparency Act.”

104) KPMG(2024), “Colorado Artificial Intelligence Act (CAIA): Regulatory Alert.”

의 목적은 연방기관의 AI 기술 채택 지원 및 AI 기술의 능력과 사용 향상, 그리고 시민을 위한 정부 서비스의 생산성과 효율성 증대이다. 우선 총무청(GSA) 내에 AI 우수센터(AI Center of Excellence)를 설립하여 연방정부의 AI 기술 도입을 촉진하고 응집력을 향상시켰다. 관리예산처(OMB)는 연방기관의 AI 기술 획득 및 사용에 관한 정책 개발을 위한 메모랜덤을 발행하여 AI 기술 사용 장벽 제거 및 혁신적 적용 촉진방안을 권고하였다. 인사관리처(OPM)는 AI 관련 직위에 필요한 핵심 기술과 역량을 식별하여 AI 관련 직종 분류 체계를 수립 또는 개정하였으며, 각 기관의 AI 관련 직원 수 및 AI 인력 규모를 추정하였다.

2020년 미국 의회는 「Identifying Outputs of Generative Adversarial Networks Act(IOGAN Act)」라고 불리는 생성형 적대적 신경망(GAN) 출력물 확인법을 제정하였다. 이 법에 의해 국립과학재단(NSF)은 조작되거나 합성된 콘텐츠 및 정보 보안에 관한 연구를 지원하고, 디지털 미디어 포렌식 도구, 사회행동 연구, 그리고 NITRD, DARPA, IARPA 등 다른 연방기관과 협력한 연구를 지원한다. 또한 국립표준기술연구소(NIST)는 GANs 및 유사 기술의 기능과 출력을 검사하는 기술 도구 개발을 위한 측정 및 표준 연구를 지원하기로 했으며, 여기에는 공공-민간 파트너십의 실현 가능성과 정책 권고안에 대한 보고서를 의회에 제출하는 것도 포함된다.

2022년 10월 백악관 과학기술정책실은 ‘AI Bill of Rights’, 즉 ‘AI 권리장전’ 또한 제안했다. 이는 AI 시스템이 시민권, 프라이버시, 개인의 자율성을 보호하는 방식으로 개발되고 사용되도록 보장하기 위해 설계된 프레임워크로서, 안전하고 효과적인 시스템, 알고리즘 차별 방지, 데이터 프라이버시, 데이터 수집에 대한 통지 및 설명, AI의 인간 대안적 요소, 고려 및 대체 수단과 같은 다섯 가지 주요 원칙을 제시했다. 이 권리장전은 법적 구속력은 없지만 이후의 규제 노력과 산업 관행에 영향을 미쳤다. 또한 미국은 그해 「Advancing American AI Act」를 제정하였으며, 이는 추후 2023 「Defense Authorization Act」의 일부로 포함됐다. 이 법은 연방정부의 AI 기술 도입을 가속화하고 국

가 경쟁력을 강화하는 것을 목표로 연방기관들이 최첨단 상용 AI 기술을 신속히 배치하고 확장할 것을 요구하며, AI 사용 사례의 공개와 정부의 AI 획득 및 사용에 대한 지침을 제공한다. 또한 연방정부의 AI 연구 성과를 민간 및 사회 내 실제 응용 프로그램으로 전환하는 능력을 강화하고, AI를 활용하여 기관의 임무 효과성과 업무 효율성을 향상시킨다. 이를 통해 미국의 안보와 경쟁력을 강화하고, 정부 전반에 걸친 현대화된 업무 관행과 첨단기술 도입을 촉진하며, 미국의 혁신과 기업가 정신을 바탕으로 한 AI 접근 방식을 장려하고자 한다.

2023년 10월 바이든 대통령은 「AI Executive Order」, 즉 안전하고 신뢰할 수 있는 인공지능의 개발과 사용에 관한 행정명령을 발표했다. 이 포괄적인 명령은 연방기관들에게 다양한 핵심 영역에서 100개 이상의 구체적인 조치를 취하도록 지시한다. 그 주요 목표는 책임 있는 AI 혁신 촉진, 프라이버시와 시민권 보호, 평등과 시민권 증진, 소비자, 환자, 학생 지원, 혁신과 경쟁 촉진, 해외에서 미국의 리더십 증진, 책임 있고 효과적인 정부의 AI 사용 보장 등이다. 이와 연계하여, 2024년 미국 조 바이든 대통령은 상기 행정명령을 기반으로 「AI Executive Order on Safe AI」라는 조금 더 강력한 행정명령을 발표하였다. 이 행정명령은 AI 안전과 보안에 대한 새로운 표준을 수립하고, 프라이버시를 보호하며, 시민권을 증진하고, 혁신을 촉진하며, AI의 오용을 방지하는 조치를 더 강화시켰다. 해당 행정명령의 주요 내용은 강력한 AI 시스템 개발자들로 하여금 정부와 안전성 테스트 결과를 공유하도록 요구, AI 생성 콘텐츠 감지를 위한 표준 및 모범 사례 개발, AI 관련 프라이버시 위험 해결 및 AI 개발과 사용에서의 형평성 증진 등이 있다. 또한 흥미로운 부분은 이 법에 따라 AI 거버넌스 위원회를 중심으로 미국 연방기관은 공공서비스에서 AI를 안전하게 사용할 수 있도록 보장하기 위해 사용 중인 모든 AI 시스템을 감독하는 고위급 관리자, 즉 최고 AI 책임자(CAIO)를 임명해야 한다는 점이다.

콜로라도 및 캘리포니아 주정부에서도 AI 규제 프레임워크 확립에 많은 기여를 하고 있다. 2024년 5월에 제정된 콜로라도 AI 법은 미국에서 가장 포괄적인 주 수준의 AI 규제 중 하나이다. 이 법은 특히 고위험 AI 시스템 내에서 소비자 보호와 알고리즘 차별 방지에 초점을 맞추고 있다. 주요 조항으로는 고위험 AI 시스템의 개발자와 배포자가 알고리즘 차별을 피하기 위해 합리적인 주의를 기울이도록 요구, 특정 조항이 충족되면 합리적인 주의에 대한 반증 가능한 추정 설정, 고위험 AI 시스템과 알고리즘 차별 정의 등이 있다. 2024년에 캘리포니아 또한 「California AI Transparency Act」, 즉 AI 투명성 법을 제정하였다. 생성형 AI 시스템 제공자가 AI 생성 콘텐츠를 감지할 수 있는 도구를 제공하고 해당 콘텐츠에 대해 명확한 공개를 요구함으로써 투명성을 창출하도록 의무화하고 있다. 주요 요구사항으로는 사용자가 AI 생성 콘텐츠에 대해 문의할 수 있는 AI 감지 도구 개발, AI 생성 콘텐츠에 대한 가시적이고 명확한 공개, 생성형 AI 시스템을 제공하는 기업에 대한 적용 등이 있다.

2) 미국 AI 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

표 3-9. 미국 AI 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	· 대통령 직속 백악관 과학기술처 소속 국가 인공지능 이니셔티브 사무실, 국가 이니셔티브를 감독하는 AI 선별위원회와 AI 자문위원회 설립(2020 AI 이니셔티브) · 국립과학재단(NSF)의 AI 연구소 설립 및 지원 프로그램, 에너지부 산하 국가 인공지능 자문위원회 & AI 연구개발 프로그램 설립(2020 AI 이니셔티브) · 총무청(GSA), 관리예산처(OMB), 인사관리처(OPM) 내 기능과 조직에 AI 적용(2020 AI 정부) · 연방정부의 AI 기술 도입을 통해 기관의 임무 효과성과 업무 효율성 향상(2022 AI 진흥법)

표 3-9. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
과학기술 생계 조성 및 발전	2. 표준·인증 분야	· 기술 표준 개발: AI 기술의 안전성, 보안성, 공정성, 투명성을 위한 기술 표준 개발 촉진(2020 AI 이니셔티브) · AI 및 머신러닝 기술이 표준 전략의 8대 기술 분야로 선정(2023 표준 전략) · CET 분야의 투명성, 개방성, 공정성, 합의, 효과성, 관련성, 일관성, 및 광범위한 참여를 강조하는 표준 개발 원칙 제시(2023 표준 전략) · 국제표준 개발에 미국 참여 증진(2023 표준 전략) · 국립표준기술연구소(NIST)의 안전성, 보안성, 공정성, 투명성을 위한 AI 시스템 자발적 기술 표준 개발(2020 AI 이니셔티브) · 유사 기술의 기능과 출력을 검사하는 기술 도구 개발을 위한 측정 및 표준 연구 지원(2020 적대적 신경망법)
	3. 윤리 분야	· AI 시스템의 투명성 표준: AI 탐지 도구, AI 생성 콘텐츠 공개(2024 캘리포니아 AI 투명성법) · 책임 있는 AI 혁신 촉진, 프라이버시와 시민권 보호, 평등과 시민권 증진, 소비자-환자-학생 지원(2023 안전 AI 행정명령) · AI 시스템의 시민권, 프라이버시, 개인의 자율성을 보호하는 방식으로 개발 및 사용(2022 AI 권리장전)
	4. 글로벌 협력 분야 A	· 미국 주도 핵심 및 신흥 기술 분야에서 동맹국들의 광범위한 참여 유도(2023 표준 전략) · 해외에서 미국의 리더십 증진(2023 안전 AI 행정명령)
	5. 보조금·세제 혜택 분야	· 조작되거나 합성된 콘텐츠(딥페이크) 및 정보 보안에 관한 연구 지원(2020 적대적 신경망법)
	6. 참여 및 소통 분야	· NITRD, DARPA, IARPA 등 다른 연방기관과 협력한 연구 지원 및 공공-민간 파트너십(2020 적대적 신경망법) · 연방정부의 AI 연구 성과를 민간 및 사회 내 실제 응용 프로그램으로 전환하는 능력 강화(2022 AI 진흥법) · 정부회계감사원(GAO)의 AI 컴퓨팅 하드웨어 수요 평가 실시(2020 AI 이니셔티브)
	7. 실험 테스트 강화 분야	-
	8. 과학기술 역량 분야	· 국립과학재단의 AI 시스템 및 관련 분야 연구 및 교육 활동 지원(2020 AI 이니셔티브) · 미국의 혁신과 기업이 정신을 바탕으로 한 국가 경쟁력 강화(2022 AI 진흥법) · AI 시스템 개발자들이 정부와 안전성 테스트 결과를 공유하도록 요구(2023 안전 AI 행정명령)
	4. 글로벌 협력 분야 B	-

표 3-9. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
기술 안보	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	· 대중국(홍콩과 마카오 특별행정구역 포함) 투자 제한 (2024 재무부 최종규칙)
	10. 대중/자국민 보호 분야	· 연방기관의 AI 기술 채택 지원 및 AI 기술의 능력과 사용 향상, 그리고 시민을 위한 정부 서비스의 생산성과 효율성 증대(2020 AI 정부) · AI 사용 사례의 공개와 정부의 AI 획득 및 사용에 대한 지침을 제공(2022 AI 진흥법) · AI 시스템 개발자들이 정부와 안전성 테스트 결과를 공유하도록 요구(2023 안전 AI 행정명령) · 고위험 AI 시스템에 대한 표준과 인증 요구사항: 고위험 AI 시스템 내에서 소비자 보호와 알고리즘 차별 방지, 위험 관리 정책, 개발자들의 영향평가 수행 필요(2024 콜로라도 AI 법)

자료: 저자 작성.

라. 양자 분야

1) 미국 양자 분야 규제 프레임워크

미국은 양자과학 기술 분야에서 글로벌 리더십을 유지하고 발전시키기 위해 포괄적이고 광의적인 규제 프레임워크를 개발해왔다. 특히 미국은 양자 분야 연구개발 및 전략적 규제 프레임워크를 통해 국가 안보 및 경제적 경쟁력을 강화하는 것을 목표로 한다. 양자과학 기술 분야 규제 프레임워크는 국내 기술 활성화를 위한 정책과 가이드라인을 중심으로 설정되고, 대외적인 측면에서 중국 규제와 같은 패권전쟁 대응 관련 내용이 존재한다. 2018년에 양자와 관련하여 세계 최초로 제정된 「국가 양자 이니셔티브법(NQIA: National Quantum Initiative Act)」 및 2022년에 제정된 「반도체와 과학법」은 미국이 양자 기술 분야에서 글로벌 리더십을 발전시키기 위해 제시한 가장 중요한 규제 혁신 전략이다. 하지만 미국은 이에 만족하지 않고, 치열해진 국제경쟁 및 불확실성 속

에서 빠른 속도로 변화하는 기술 발전에 대비하기 위해 지속적으로 규제 프레임워크를 조정하고 투자를 확대하여 양자 혁명의 최전선에 있기 위해서 노력하고 있다.

표 3-10. 미국 양자 기술 분야 규제 프레임워크

규제	요약 내용(양자 기술 관련된 부분만)
Export Control Reform Act (2018)	미국의 수출 통제 시스템을 현대화하고 강화하기 위해 제정된 법안으로, 양자 기술을 포함한 신흥 및 기반 기술에 대한 수출 통제 진행
National Quantum Initiative Act(NQIA)(2018) ¹⁰⁵⁾	양자 기술 관련 최초의 규제 프레임워크로 2018년 제정. 미국의 양자 과학 기술 발전을 위한 포괄적인 법으로, 5년간 12억 달러 이상의 자금 지원 승인
Quantum Computing Cybersecurity Preparedness Act(2022) ¹⁰⁶⁾	2022년 제정된 이 법은 양자 내성 암호화로의 전환과 연방기관이 양자 컴퓨팅의 발전으로 인한 위협에 대비하기 위한 단계를 설명함으로써 양자 기반 데이터 침해의 위협으로부터 연방정부 시스템과 데이터를 보호하기 위해 고안
CHIPS and Science Act (2022) ¹⁰⁷⁾	2022년 제정, NQIA를 개정하여 양자 네트워킹 인프라 R&D 승인 및 양자 컴퓨팅 자원 접근성 향상
Executive Order 14105 (2023) ¹⁰⁸⁾	2023년 미국 재무부가 우려 국가의 특정 국가 안보 기술 및 제품에 대한 미국 투자 제한 발표
National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology(2023) ¹⁰⁹⁾ ¹¹⁰⁾	2023년 5월 바이든 정부는 자국 기술의 안전성과 상호운용성 보장을 위한 최상위 국가 기술 전략인 핵심·신흥 기술에 관한 국가 표준 전략 마련 주요 국가 안보 및 경제에 영향을 끼치는 정보의 저장, 전송, 조작 또는 측정에 활용
Restrictions on Quantum Technology Investments in China(2024) ¹¹¹⁾	2024년 10월 재무부는 국가 안보를 이유로 중국의 양자 기술 분야에 대한 미국의 특정 투자 금지 최종규칙을 발표(행정명령 14015에 기반)
Commerce Control List Additions and Revisions (2024)	2024년 9월 상무부는 미국 상무부 내 산업안보국(BIS)의 임시최종규칙(IFR)을 통해 양자 컴퓨팅과 차세대 반도체 등 최첨단기술에 대한 광범위한 수출 통제책을 추가 도입

105) Center for Data Innovation(2023), "The U.S. approach to quantum policy."

106) Infosecurity Magazine(2022. 12. 23.), "President Biden signs Quantum Cybersecurity Preparedness Act into law."

107) National Quantum Coordination Office(2022), "Quantum in the CHIPS and Science Act of 2022."

108) KIAT(2023).

109) 윤정현(2023).

110) 위의 자료.

111) Quantum Insider(2024), "U.S. Restricts Quantum Tech Investments in China, citing national security risks."

표 3-10. 계속

규제	요약 내용(양자 기술 관련된 부분만)
National Defense Authorization Act(2024)	2024년 NDAA에 국방부의 양자 기술 이니셔티브 구현 및 양자 연구 지원이 명기됨.
NQIA Reauthorization (2024) ¹¹²⁾	2024년에 발의되어 진행 중, NQIA의 지속을 위한 재승인 법안, AI와 양자과학의 통합 고려

자료: 저자 작성.

NQIA라고 불리는 「National Quantum Initiative Act」는 미국의 양자과학 기술 발전을 가속화하기 위해 2018년 12월에 연방법으로서 도널드 트럼프 대통령이 서명하면서 발효되었다. 이 법은 국립표준기술연구소, 국립과학재단, 에너지부 등 주요 기관의 양자과학 프로그램 및 연구센터 강화 및 승인, 연방정부, 산업계, 학계 간 양자과학 활동을 조정하기 위한 국립양자조정사무소(NQCO: National Quantum Coordination Office)를 설립, 독립적인 평가와 권고를 제공하는 국립양자이니셔티브 자문위원회(NQIAC: National Quantum Initiative Advisory Committee) 설립 등의 내용을 그 골자로 한다. 양자 과학기술을 위한 프레임워크를 통해 2019년부터 2023년까지 5년간 기존 대비 두 배 증가한 약 12억 달러의 자금이 승인되었고, 전국적으로 13개의 양자 연구 및 교육센터가 설립됨에 따라 양자 기술 생태계가 더욱 확장되었다. NQIA를 기반으로 미국 상무국 산하 산업안보국(BIS: Bureau of Industry and Security)은 미국의 수출 통제 시스템을 현대화하고 강화하기 위해 2018년 「Export Control Reform Act(ECRA)」를 제정하였으며, 이를 통해 양자 컴퓨팅, 양자 암호화 등 양자 기술 분야를 포함한 신흥 및 기반 기술에 대한 수출 통제를 실행하였다. ECRA는 특히 중국을 포함한 포괄적 미국 무기 금수 대상국에 대한 수출, 재수출, 국내 이전에 대한 라이선스 요구사항 검토를 의무화하였다. 하지만 다소 방위산업에 국한되고 라이선스에 치우친 좁은 범위의 수출 통제법이라는 한계도 존재한다.

112) National Quantum Coordination Office (n.d.), "About the National Quantum Initiative."

2023년 8월 바이든 대통령은 미국의 사모펀드와 벤처 캐피탈 등 자본이 중국의 첨단 반도체와 양자 컴퓨팅, 인공지능(AI) 등 세 개 분야에 투자하는 것을 규제하는 행정명령 14105를 발표하였다. 이 법에 따르면 양자 컴퓨팅과 같은 민감한 기술 분야에서 중국에 투자하려면 재무부에 통보할 의무가 부여된다. 1년이라는 긴 논의 끝에 2024년 10월 미국 재무부는 인공지능(AI)·반도체·양자 컴퓨팅 관련 대중국(홍콩과 마카오 특별행정구역 포함) 투자를 제한하는 최종 규칙을 발표하였다.¹¹³⁾ 최종 규칙은 2025년 1월 2일 공식 발표되고, 재무부 투자보안국 내에 신설된 글로벌 거래사무소가 관련 업무를 담당할 것으로 예상된다. 최종 규칙에 따라 미국 기업과 개인은 AI·반도체·양자 컴퓨팅 관련 중국 주식 매수, 합작회사 설립, 직접투자 등이 금지되며, 첨단기술을 사용하지 않고 일반적인 용도로 이용되는 기술을 통해 생산하는 중국기업에 투자하려면 재무부에 먼저 신고해야 한다. 또한 2024년 9월 6일 미국 상무부 내 산업안보국(BIS)에 Interim Final Rule Commerce Control List Additions and Revisions이 만들어졌고, 이를 통해 미국정부는 양자 컴퓨팅과 차세대 반도체 등 최첨단기술에 대한 광범위한 수출 통제책을 추가 도입했다. 해당 조치에서 양자 컴퓨팅이 최초로 추가되었으며, 이는 인공지능용 고성능 칩에 대한 접근 제한을 확장한 것으로 간주될 수 있다. 새로 지정된 24개 품목은 원칙상 어떤 국가로도 미국 허가 없이는 수출될 수 없으나, 미국에 준하는 수출 통제책을 이미 도입한 나라로의 수출은 미국 허가 없이 가능하다. 즉 핵심은 국제 공조 강화다. 산업안보국은 미국 수준의 수출 통제를 도입한 국가로는 이 품목들을 자유롭게 수출할 수 있는 제도를 신설했다.

NQIA 프로그램은 2023년 9월 30일에 만료되어 재승인이 필요한 상황이다. 2024년 11월 기준 상기 재승인은 미국 하원 과학우주기술위원회를 통과한 상황으로 상원의 비준을 앞두고 있다. 통과될 경우 기존보다 훨씬 더 큰 규모인

113) 「“중국에 양자 연구시설 짓지마”…미국, 반도체·AI 등 대중 투자 막는다」(2024. 10. 29., 검색일: 2024. 11. 4.).

향후 5년간 30억 달러에 달하는 예산이 양자 연구에 투입되며, 국제 협력도 확대될 예정이다.¹¹⁴⁾ 이 재승인 법에는 연구실에서 시장으로 양자 기술 전환 촉진, 양자 인력 개발, 탄력적인 양자 기술 공급망 구축, AI와 양자과학의 통합 등이 포함되어 있으며, 궁극적으로 미국은 중국과 러시아의 대규모 투자를 넘어서 본 혁신 분야에서의 리더십 위치를 확보하고자 한다. 특히 2024년 10월, 미국 재무부는 국가 안보를 이유로 중국의 양자 기술 분야에 대한 미국의 특정 투자를 금지하는 ‘US Treasury’s Restrictions on Quantum Technology Investments in China’라는 새로운 규정을 발표했다. 이 규정을 통해 재무부는 중국의 양자 기술 분야에 대한 미국의 특정 투자 금지, 일부 거래에 대한 재무부 사전 통보 요구, 미국의 군사 및 정보 분야 전략적 이점 보호 목표를 요구할 것으로 예상된다. 추가적으로 재무부는 NQIA의 조속한 재승인과 2024년부터 2028년까지 매년 최소 5억 2,500만 달러(CHIPS 자금 외 추가)의 추가 배정을 요구했으며, 「반도체와 과학법」에서 승인한 Quantum User Expansion for Science and Technology(QUEST) 프로그램에 충분한 자금을 지원하여 연구자들의 미국 양자 컴퓨팅 자원 접근성을 개선할 것을 요구했다.

2022년에 제정된 「반도체와 과학법」은 NQIA의 여러 내용들을 포괄 및 개정하여 양자 기술 분야의 추가적인 발전을 지원한다.¹¹⁵⁾ 첫째, 양자정보과학(QIS: Quantum Information Science)을 핵심 기술 분야로 지정하고 양자 네트워크 인프라 혁신 가속화를 위한 연구개발 및 실증 프로그램을 승인한다. 이를 위해 2023년부터 2027년까지 매년 1억 달러를 지원할 예정이다. 둘째, 연구 목적의 미국 양자 컴퓨팅 하드웨어 및 클라우드 접근 장려와 같은 양자 사용자 확대 프로그램(QUEST: Quantum User Expansion for Science and Technology)을 신설하여 양자 컴퓨팅 접근성을 향상시킨다(5년간 1억 6,580만

114) 「美 양자 이니셔티브 재승인 임박…중과 경쟁 격화」(2024. 2. 9., 검색일: 2024. 11. 4.).

115) Basu, QED-C member, and Basu(2022), “Breaking down the 2022 CHIPS and Science Act.”

달러 지원 승인). 셋째, 인력 개발 및 교육의 일환으로 연방 사이버 장학금 프로그램을 인공지능 및 양자 컴퓨팅으로 확대하는 한편, 국립과학재단의 Next Generation Quantum Leaders Pilot Program을 승인하고 이를 위해 2023년부터 2026년까지 매년 800만 달러를 지원할 예정이다. 넷째, 분산 컴퓨팅 시스템 발전, 측정 정밀도 향상, 국가 양자 통신 기술 개발을 목표로 다양한 민간 산업기관, 국립 연구소, 대학과의 협력 연구를 수행할 예정이다(2023년부터 2026년까지 연간 1,500만 달러 투자 예정). 마지막으로 이를 위한 표준화 및 양자 암호화 연구개발도 진행할 예정이다.

추가적으로 양자 이니셔티브는 양자 기술이 국가 안보 및 방위 분야에 적용된다는 점을 고려하여 관련 연구개발을 국방부 국방수권법에 추가 명기하였다. 본 법은 고급 양자 연구 및 응용 프로그램 개발 우선순위 지정, 양자 생태계의 상업적 성공 준비, 양자 기술 인력 개발 지원 및 인식 제고, NQIA 재승인과 상호 보완적인 접근 채택 등 미국의 양자 기술 리더십에 중요한 여러 조항을 포함하고 있다. 또한 2022 「Quantum Computing Cybersecurity Preparedness 법」을 통해 NIST는 양자 컴퓨터에 대비한 새로운 암호화 표준을 제시했다.¹¹⁶⁾ 예를 들어 연방정보처리표준(FIPS) 203, 204, 205를 통해 포스트 양자 암호(PQC) 알고리즘 표준을 지정하고, 이러한 표준들을 활용하여 양자 컴퓨터의 공격에 저항할 수 있도록 설계된 암호화 체계를 제공하고 있다.¹¹⁷⁾

116) Infosecurity Magazine(2022. 12. 23.), "President Biden signs Quantum Cybersecurity Preparedness Act into law."

117) National Institute of Standards and Technology(2024. 8. 13.), "NIST releases first 3 finalized post-quantum encryption standards"(검색일: 2024. 12. 6.).

2) 미국 양자 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

표 3-11. 미국 양자 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	· 국립표준기술연구소, 국립과학재단, 에너지부의 양자관련 이니셔티브 권한 강화(NQIA법) · 연방정부, 산업계, 학계 간 양자과학 활동을 조정하기 위한 국립양자조정사무소(NQCO: National Quantum Coordination Office) 설립(NQIA법) · 독립적인 평가와 권고를 제공하는 국립양자이니셔티브 자문위원회(NQIAC: National Quantum Initiative Advisory Committee) 설립(NQIA법) · 재무부 투자보안국 글로벌 거래사무소 신설(2024 최종 규칙) · NQIA 재승인과 국방 분야 간의 상호 보완적인 접근 채택(2024 국방수권법) · 양자 네트워크 인프라를 포함한 Quantum User Expansion for Science and Technology(QUEST) 프로그램(CHIPS and Science Act)
	2. 표준·인증 분야	· 양자 정보과학(QIS: Quantum Information Science)을 핵심 기술 분야로 지정(CHIPS and Science Act) · 양자정보 기술을 표준 전략의 8대 기술 분야로 선정(2023 표준 전략) · CET 분야의 투명성, 개방성, 공정성, 합의, 효과성, 관련성, 일관성, 광범위한 참여를 강조하는 표준 개발 원칙 제시(2023 표준 전략) · 국제표준 개발에 미국 참여 증진(2023 표준 전략) · 새로운 암호화 표준 발표: 연방정보처리표준(FIPS) 203, 204, 205를 통해 포스트 양자 암호(PQC) 알고리즘 표준 발표(2022 양자 컴퓨팅법)
	3. 윤리 분야	· 미국 수준의 수출 통제를 도입한 국가로는 이 품목들을 자유롭게 수출할 수 있음(2024 상무부 최종규칙). · 미국 주도 핵심 및 신흥 기술 분야에서 동맹국들의 광범위한 참여 유도(2023 표준 전략)

표 3-11. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
과학기술 생태계 조성 및 발전	4. 글로벌 협력 분야 A	· 5년 30억 달러 예산을 양자 연구에 투입(2025 NQIA 재승인) · 양자 연구 지원(2024 국방수권법) · 양자 네트워크 인프라 연구개발 및 실증 프로그램을 위해 5년간 매년 1억 달러 지원, 양자 컴퓨팅 접근성 향상을 위한 5년간 1억 6,580만 달러 지원 승인, NSF의 인력 양성을 위한 5년간 매년 800만 달러 지원, 협력연구를 위해 5년간 매년 1,500만 달러 투자(CHIPS and Science Act)
	5. 보조금·세제 혜택 분야	· 양자 기술 생태계: 연구실에서 시장으로의 양자 기술 전환 촉진(2025 NQIA 재승인) · 양자 생태계의 상업적 성공 준비(2024 국방수권법) · 탄력적인 양자 기술 공급망 구축(2025 NQIA 재승인) · 타연구자들의 미국 양자 컴퓨팅 자원 접근성 개선 및 다양한 민간산업 기관, 국립 연구소, 대학과의 협력 연구 수행(CHIPS and Science Act)
	6. 참여 및 소통 분야	-
	7. 실험 테스트 강화 분야	· 양자 인력 개발 및 AI와 양자과학의 통합(2025 NQIA 재승인) · 양자 기술 인력 개발 지원 및 인식 제고(2024 국방수권법) · 연방 사이버 장학금 프로그램을 인공지능 및 양자 컴퓨팅으로 확대, 국립과학재단의 Next Generation Quantum Leaders Pilot Program 승인(CHIPS and Science Act)
	8. 과학기술 역량 분야	· 양자 컴퓨팅을 위한 윤리적 연구 및 개발 프레임워크 구축(NQIA법) · 양자 컴퓨팅의 악의적 사용 가능성, 기존 산업 붕괴 가능성, 환경적 영향, 공정성과 형평성 보장의 필요성 등 지적(NQIA법)
	4. 글로벌 협력 분야 B	-
기술 안보	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	· 대중국(홍콩과 마카오 특별행정구역 포함) 투자 제한(2024 재무부 최종규칙) · 양자 컴퓨팅과 차세대 반도체 등 최첨단기술에 대한 수출 통제(2024 상무부 최종규칙) · 중국을 포함한 포괄적 미국 무기 금수 대상국에 대한 수출, 재수출, 국내 이전 라이선스 요구사항 검토 의무화(2018 ECRA)
	10. 대중/자국민 보호 분야	-

자료: 저자 작성.

2. 영국 과학기술 분야 규제 혁신 전략

가. 반도체 분야

1) 국가 반도체 전략(National Semiconductor Strategy)

양자, AI, 공학생물학, 미래 통신과 함께 영국의 다섯 가지 미래 핵심 기술 중 하나인 반도체는 영국의 경제 및 국가 안보와 글로벌 무대에서 확보할 전략적 이점에 매우 중요한 기술이다.¹¹⁸⁾ 2023년 5월 영국 과학혁신기술부(DSIT)는 현대 생활에 필수적인 컴퓨터 칩 생산에서 아시아에 대한 의존도를 줄이고 영국 반도체 산업의 활성화를 촉진하는 한편 공급망 붕괴를 완화하고 영국의 국가 안보를 보호하기 위한 새로운 국가 반도체 전략을 발표하였다.¹¹⁹⁾

영국정부는 국가 반도체 전략을 통해 반도체 분야에서 새로운 발견과 기술 혁신을 촉진하고, 공급망 복원력을 개선하며, 국제적 입지를 강화하여 국가 안보를 보호하고, 영국의 반도체 산업을 성장시킨다는 목적을 가지고 향후 10년간 10억 파운드(약 1조 7,500억 원)를 반도체 산업에 투자 계획하겠다는 강력한 의지를 표명하였다.

영국 국가 반도체 전략의 비전은 반도체 설계(design) 및 지식재산(IP), 화합물 반도체(compound semiconductors) 및 연구개발(R&D) 분야에서 영국의 강점을 집중적으로 활용함으로써 미래 반도체 기술 분야에서 세계를 선도하는 입지를 확보하는 것이다. 영국은 이를 통해 기술 혁신을 촉진하고 성장과 일자리 창출을 촉진하며 공급망 복원력을 개선하고 보안을 보호하기 위해 국제적 입지를 강화하고자 한다. 이를 위해 영국은 AI, 고성능 컴퓨팅, 양자 및 사이버와 같은 미래 기술 분야에서 영국의 우위를 확보하여 경제성장과 미래 발견을

118) GOV.UK(2023b), "UK Science and Technology Framework - taking a systems approach to UK science & technology."

119) Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023c. 5. 19.), "National semiconductor strategy."

촉진하는 접근 전략을 취하고 있으며, 영국의 국제적 영향력을 높이고 파트너와 협력하여 공급망 복원력을 개선하고자 한다.¹²⁰⁾

영국의 국가 반도체 전략의 세 가지 목표는 다음과 같다. ① [국내 부문 성장] 영국은 반도체 설계와 지식재산, 화합물 반도체 및 연구개발 분야에서의 강점을 바탕으로, 이 산업 내에서 영국의 핵심적인 위치를 유지하고 더욱 확장해 나가는 것이고, ② [공급망 중단 위험 완화] 국내·외 조치를 통해 반도체 의존도가 높은 주요 산업의 복원력을 높이고 최악의 공급망 붕괴 시나리오가 초래하는 영향을 줄이기 위해 최선을 다할 것이고, ③ [국가 안보 보호] 보호가 필요한 기술을 지키기 위해 영국이 사용할 수 있는 수단을 활용할 것이며, 동시에 시장의 국제적 특성과 산업 성장의 필요성도 인식할 것이다.

국가 반도체 전략의 세 가지 목적별 자세한 이행 전략은 [표 3-12]와 같다.

표 3-12. 영국 국가 반도체 전략 주요 목적 및 관련 이행 계획

영국 국가 반도체 전략 주요 목적		
국내 부문 성장	공급망 중단 위험 완화	국가 안보 보호
2023~25년 동안 최대 2억 파운드, 향후 10년 동안 최대 10억 파운드를 지원하기로 약속	영국은 국내·외 조치를 통해 반도체 의존도가 높은 핵심 섹터에서 더 큰 회복력을 구축하고 있으며, 최대 중단에 이르는 혼란 시나리오의 영향을 완화하기 위해 글로벌 시장에서 영국의 영향력을 극대화 하고 있음	영국에서 가장 민감한 반도체 자산에 대한 보호를 강화하고, 보안과 부문 성장의 균형을 적절히 맞추며, 하드웨어 보안에 대한 영국의 전문성을 통해 사이버 보안 위험을 해결함으로써 국가 안보 위험 완화
반도체 자문 패널: 업계, 정부, 학계의 인사들을 한자리에 모아 업계를 결집하고 이 비전을 어떻게 구현하여 제공할 것인지 서로에게 설명	경제 부문 준비: 산업계가 미래의 공급 부족으로부터 직면할 수 있는 위험을 더 잘 이해할 수 있도록 지원하고, 이에 적절한 대응 조치를 취할 수 있도록 지원	영국 자산 보호: 투자 심사와 수출 통제 등 적절한 수단을 사용하여 적대적인 행위자가 국가 안보에 해를 끼치는 기술 역량을 구축하는 것을 방지함으로써 영국의 강점을 보호
연구개발: 차세대 반도체를 주도할 혁신을 창출하고, 응용 연구는 산업계와 최종 시장의 요구를 지향	중요 부문 보호 - 국내 조치: 업계와 협력하여 중요 부문 제품 제조업체의 공급망 복원력을 개선	사이버 보안을 개선하기 위해 하드웨어 강점 활용: 기존의 전문 지식을 활용하여 전 세계 칩 설계 단계에서 사이버 보안을 위한 하드웨어의 중요성을 고려하고 더 폭넓게 우선순위 설정

120) Ibid.

표 3-12. 계속

영국 국가 반도체 전략 주요 목적		
국내 부문을 성장	공급망 중단 위험 완화	국가 안보 보호
인프라: 현재 산업계와 함께 포괄적인 범위 설정 작업을 수행하고 있으며, 스타트업 및 중소기업(SME)의 영국 내 상업적 혁신을 촉진하기 위해 인프라 접근성을 개선하는 영국 반도체 인프라 이니셔티브(UK Semiconductor Infrastructure Initiative)를 출범할 예정	중요 부문 보호 - 국제 협력: 국제 파트너와 함께 특히 경제적으로 중요한 부문에서 사용하는 칩에 대한 접근성을 우선시하고 공급이 다각화되어 탄력적으로 이루어질 수 있도록 조치	
기술 및 인재: 산업 및 학계와 협력하여 영국 생태계가 필요로 하는 숙련된 인재를 유치하는 능력을 향상시키고, 박사 과정 교육 센터를 통해 미래 반도체 혁신가를 양성		

자료: Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023c. 5. 19.), "National semiconductor strategy."

2) 영국 반도체 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

표 3-13. 영국 반도체 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	· 반도체 자문 패널: 업계, 정부, 학계의 인사들을 한자리에 모아 업계를 결집하고 이 비전을 어떻게 구현하여 제공할 것인지 서로에게 설명
	2. 표준·인증 분야	-
	3. 윤리 분야	-
	4. 글로벌 협력 분야 A	-
과학기술 생태계 조성 및 발전	5. 보조금·세제 혜택 분야	· 2023~25년 동안 최대 2억 파운드, 향후 10년 동안 최대 10억 파운드의 지원을 통해 국내 반도체 분야 성장 지원
	6. 참여 및 소통 분야	-
	7. 실험 테스트 강화 분야	-
	8. 과학기술 역량 분야	· 산업 및 학계와 협력하여 영국 생태계가 필요로 하는 숙련된 인재를 유치하는 능력을 향상시키고, 박사 과정 교육 센터를 통해 미래의 반도체 혁신가를 양성 · R&D, 디자인 및 IP, 화합물 반도체 분야에서 영국의 강점 활용 역량 확장

표 3-13. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
기술 안보	4. 글로벌 협력 분야 B	· 국제 파트너와 함께 특히 경제적으로 중요한 부문에 사용하는 칩에 대한 접근성을 우선시하고 공급이 다각화되어 탄력적으로 이루어질 수 있도록 조치
	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	· 경제 부문 준비: 산업계가 미래의 공급 부족으로부터 직면할 수 있는 위험을 더 잘 이해할 수 있도록 지원하고, 이에 적절한 대응 조치를 취할 수 있도록 지원 · 중요 부문 보호 - 국내 조치: 업계와 협력하여 중요 부문 제품 제조업체의 공급망 복원력을 개선 · 영국 자산 보호: 투자 심사와 수출 통제 등 적절한 수단을 사용하여 적대적인 행위자가 국가 안보에 해를 끼치는 기술 역량을 구축하는 것을 방지함으로써 영국의 강점을 보호
	10. 대중/자국민 보호 분야	-

자료: 저자 작성.

나. 첨단바이오 분야

1) 영국 바이오 안보전략(UK Biology Security Strategy)

영국은 2030년까지 다양한 생물학적 위협에 탄력적으로 대응하고 혁신 분야의 책임 있는 세계적 리더로서 글로벌 보건, 경제 및 안보에 기여한다는 비전과 함께, 억제력과 회복력을 강화하고, 글로벌 리더십을 발휘하며, 영국의 번영과 과학기술(S&T) 우위를 위한 기회를 활용하는 영국 전역의 생물 보안 접근 방식을 구현한다는 미션을 가지고 영국 바이오 안보 전략을 제시하였다.¹²¹⁾

이 전략은 생물학적 위협에 대한 대응으로 네 가지 영역의 전략을 제시하고 있다. 첫째, 오늘날 영국이 직면하고 있으며 미래에 직면할 수 있는 생물학적 위협을 이해(Understand)하고, 둘째, 생물학적 위협이 발생하거나(가능한 경우) 영국과 영국의 이익을 위협하는 것을 방지(Prevent)하며, 셋째, 생물학적 위협이 발생했을 때 가능한 한 조기에 그리고 신뢰성 있게 감지(Detect)하고

121) HM Government(2023), "UK Biological Security Strategy."

특성화하며 보고하고, 넷째, 영국 또는 영국의 이익을 침해한 생물학적 위협에 대응(Response)하여 그 영향을 줄이고 평소처럼 신속하게 비즈니스에 복귀할 수 있도록 하는 것이다. 그리고 이 네 가지 영역에서 작동하는 세 가지 핵심 요소를 제시하였다. 첫째 요소는 영국의 리더십, 거버넌스 및 협력으로, 영국 전역의 집단적 의사 결정과 준비를 강화하기 위해 중앙 리더십, 거버넌스 및 책임을 공식화한다. 둘째 요소는 영국의 과학 기초, 보건 및 생명 과학 부문으로, 전문 생물학적 보안 역량을 강화하고 보호하며, 영국 전역의 보건 및 생명 과학 부문에서 혁신과 성장을 촉진하고자 한다. 셋째 요소는 국제 리더십으로, 영국은 글로벌 보건 안보, 팬데믹 예방, 대비 및 대응 강화를 위해 적극적으로 참여하고, 국제 생물 안전 및 생물 보안 관행, 비확산 기구 및 메커니즘을 강화하기 위해 노력을 기울여야 함을 제시하였다.¹²²⁾

2) 공학생물학을 위한 국가 비전

영국정부는 2023년 3월 과학기술 강국으로의 도약을 위한 과학기술 프레임워크를 발표하고, △인공지능, △공학생물학, △미래통신기술, △반도체, △양자기술을 다섯 가지 핵심 기술로 선정하였고,¹²³⁾ 영국 과학혁신기술부는 2023년 12월 5일 위 핵심 기술 중 ‘공학생물학’을 전략적으로 지원하기 위한 후속 조치로서 「공학생물학을 위한 국가 비전(National Vision for Engineering Biology)」을 발표하였다.¹²⁴⁾

여기에서는 기초과학 관련 기술을 안전하게 개발하고 상용화할 수 있도록 하며, 광범위하고 풍부한 공학생물학 생태계를 구축하는 것을 비전으로 제시하고 있다. 세계적 리더로서의 입지를 유지하기 위해 공학생물학을 위한 일곱 개의 목표를 설정하였는데, ① 새로운 공학생물학 운영그룹, ② 세계 최고 R&D,

122) HM Government(2023), “UK Biological Security Strategy.”

123) GOV.UK(2023b), “UK Science and Technology Framework - taking a systems approach to UK science & technology.”

124) GOV.UK(2023), “National vision for engineering biology.”

③ 인프라, ④ 인재와 기술, ⑤ 규제 및 표준, ⑥ 더 넓은 경제 영역에서의 채택, ⑦ 책임감 있고 신뢰할 수 있는 혁신이 그것이다. 일곱 개 목표에 대한 자세한 내용은 [표 3-14]에 나타나 있다.

이 목표를 추진하기 위해 영국정부는 첫째, 앞으로 10년간 20억 파운드의 자금을 지원하고, 둘째, 생물학의 경제적·사회적 기회를 활용할 수 있는 차세대 기술을 확보하기 위해 기초 연구에 투자하며, 셋째, 대중과의 소통을 위해 시장을 감독·조정·규제하면서 민간 투자를 적극 유치하고 공동으로 투자하는 등 적극적인 지원책을 마련하겠다는 계획을 발표하였다.¹²⁵⁾

표 3-14. 영국 국가 공학생물학을 위한 비전 목표

목표	내용
① 새로운 공학생물학 운영 그룹	영국에서 일하는 현재 및 차세대 공학생물학 분야의 학계, 스타트업 및 업계 리더들을 모두 한자리에 모을 계획
② 세계 최고 R&D	혁신의 돌파구와 신제품 창출을 가능하게 할 중요한 과제와 기초 연구를 통해 세계 최고 수준의 R&D를 목표로 공공 투자를 집중할 계획이며, 향후 10년간 엔지니어링 생물학 분야에 20억 파운드를 투자할 예정
③ 인프라	공학생물학 혁신의 초기 단계와 규모 확대에 따른 비용을 절감하기 위해 영국 인프라에 투자할 예정이며, 스타트업과 규모 확대를 지원하는 영국 기관에 대한 계획을 수립할 예정
④ 인재와 기술	과학, 기술 및 기업가 정신을 다루는 학계와 업계의 수요에 맞춰 영국 내 다양한 인재 풀을 성장시키고 유지할 예정이며, 새로운 Discovery 펠로우십을 포함한 펠로우십과 박사 과정에 투자할 예정
⑤ 규제 및 표준	영국의 규제 환경이 공학생물학적 유래 제품의 시장 출시에 도움이 될 수 있도록 정부 및 모든 관련 규제기관과 협력할 예정
⑥ 더 넓은 경제 영역에서의 채택	공학생물학의 잠재력에 대해 잘 알고 있는 투자자와 고객 집단 및 잠재 고객의 우선순위를 이해하는 기업 파이프라인을 육성할 예정
⑦ 책임감 있고 신뢰할 수 있는 혁신	2030년까지 영국을 책임감 있는 혁신의 세계 리더로 만들 것이며, 이 기술의 혜택, 도전 과제 및 위험에 대한 열린 대화를 주도하여 책임감 있는 연구와 혁신에 대한 새로운 약속을 장려하고, 동맹국 및 파트너와 협력하여 다자 포럼을 포함한 국제 규범과 표준을 형성할 예정

자료: Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023a. 12. 5.), "National vision for engineering biology."

125) Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023a. 12. 5.), "National vision for engineering biology."

본 연구에서는 공학생물학의 비전으로 세계적 리더로서의 입지를 유지하기 위해 설정한 일곱 개의 목표 중 본 연구와 직접적 관계가 있는 ⑤ 규제 및 표준(Regulation and standards) 목표에 관해서만 구체적인 내용을 살펴보기로 한다.

우선 영국의 규제 및 표준(Regulation and standards) 시스템은 공학생물학이 발전하는 놀라운 속도에 발맞춰야 하며, 규정과 표준은 공학생물학이 안전하게 최대한의 잠재력을 발휘하고 대중과 시장에 제품이 고품질이고 안전하다는 확신을 제공할 수 있는 환경을 조성하는 데 핵심적인 역할을 한다고 규정하고 있다.¹²⁶⁾

다음으로 영국은 공학생물학 애플리케이션에 친혁신적인 규정을 더 빨리 채택한 다른 국가들에 뒤처질 위험이 있다고 언급하며, 영국이 이런 환경 변화에 발맞추지 못하면 영국기업들이 더 접근하기 쉬운 해외 시장으로 나갈 수 있다고 언급하며 관련 산업에 친혁신적인 규정을 더 빨리 채택할 것을 주장하고 있다. 또한 공학생물학 부문의 성장 촉진과 기술 및 그 응용에 대한 높은 수준의 안전 및 대중의 신뢰 유지 사이에서 균형을 잡아야 한다고 언급하고 있다.¹²⁷⁾

또한 영국은 자국의 규제 환경이 공학생물학적 유래 제품의 시장 출시에 도움이 될 수 있도록 정부 및 모든 관련 규제기관과 협력할 것이고, 정부가 새로운 공학생물학 규제기관 네트워크를 사용하여 일련의 규제 샌드박스를 구현함으로써 이를 위한 경로를 만들 것이라고 언급하고 있다.¹²⁸⁾

이와 함께 영국은 공학생물학 규제자 네트워크(EBRN: Engineering Biology Regulators)를 설립하여 규제기관 간의 협업, 지식 및 모범 사례 공유, 호라이즌 스캔¹²⁹⁾ 기회를 찾을 것이고, 영국 규제 당국과 공학생물학 커뮤니티 간의

126) Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023a. 12. 5.), "National vision for engineering biology."

127) *Ibid.*

128) *Ibid.*

129) 호라이즌 스캔이란 현재 사고와 계획의 한계에 있는 잠재적 위험, 기회 및 미래 발전 가능성을 체계적으로 검토하는 것. 호라이즌 스캐닝은 새로운 예상치 못한 문제뿐만 아니라 지속적인 문제나 트렌드

연결을 구축하여 적절한 규제 개혁의 개발을 지원할 것이다. 공학생물학 규제 샌드박스를 출시하기 위해 EBRN에 500만 파운드를 지원하고, 대중의 신뢰를 유지하는 적절한 규제를 만드는 데 필수적인 제품의 품질과 안전에 대한 증거 기반 분석이 가능한 3~5개의 샌드박스를 구축할 계획이다. 또한 미래규제대비 위원회(RHC: The Regulatory Horizons Council)를 통해 공학생물학과 관련된 규제 이슈를 자세히 설명하여 규제 장벽을 제거하고, 규제 프레임워크를 통해 미래에 대비하는 정부의 스마트 규제 프로그램을 보완할 계획이다.¹³⁰⁾

글로벌 규제 환경을 따르면서 필요한 경우 영국 규제 당국과 국제 규제 당국 간의 관계를 구축할 과학 및 기술 외교관 네트워크의 추가 지원이 있을 예정이다. 이를 통해 영국 규제 당국은 다른 곳의 개발 상황에 대한 정보를 얻고 글로벌 모범 사례를 구현할 수 있을 것이라고 밝혔다. 또한 표준은 생물학적 시스템으로 작업할 때 경험하는 재현성과 비교 가능성 문제를 증가시켜 혁신 속도를 높이는 데 핵심이 될 것이므로 영국은 책임감 있고 공정한 표준 개발을 선도하기 위해 최선을 다할 것이며, 국제 파트너와 협력하여 세계 수준의 표준 채택을 지원할 계획이라고 「공학생물학을 위한 국가 비전」에서는 밝히고 있다.

3) 영국 첨단바이오 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

「공학생물학을 위한 국가 비전」에서는 세계적 리더로서의 입지를 유지하기 위한 일곱 개의 목표를 설정하였다. 그 일곱 개의 목표 중 본 연구와 깊은 관계가 있는 ‘규제와 표준’ 목표와 관련된 실행 전략을 조사하여 본 연구에서 제시한 분야별로 정리하였다. 또한 공학생물학 비전의 일곱 개 목표들은 독립된 개별적 목표가 아니므로, 규제와 표준 외에도 7대 목표 내 관련 내용 중

를 탐구할 수 있는 것임. Palomino *et al.*(2012). 호라이즌 스캐닝은 잠재적인 위협과 기회를 체계적으로 검토하여 잠재적으로 중요한 발전의 초기 징후를 감지하고, 새로운 기술과 그 영향을 중점적으로 다루는 기술임. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2020-01-14), National Academies Press (US), 2021.

130) Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023a. 12. 5.), “National vision for engineering biology.”

본 연구에서 제시한 분야별 내용들을 함께 정리하였다. 자세한 내용은 [표 3-15]와 같다.

표 3-15. 영국 첨단바이오 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	⑤ 규제 및 표준 목표 내용 중: RHC를 통해 공학생물학과 관련된 규제 이슈를 자세히 설명하여 규제 장벽 제거, 규제 프레임워크를 통해 미래에 대비하는 정부의 스마트 규제 프로그램 보완(공학생물학을 위한 국가 비전) ⑦ 책임감 있고 신뢰할 수 있는 혁신 목표에서 영국은 동맹국 및 파트너와 협력하여 다자 포럼을 포함한 국제 규범과 표준을 형성할 예정(공학생물학을 위한 국가 비전)
	2. 표준·인증 분야	-
	3. 윤리 분야	-
	4. 글로벌 협력 분야 A	⑤ 규제 및 표준 목표 내용 중: 영국 규제 당국과 국제 규제 당국 간의 관계를 구축할 과학 및 기술 외교관 네트워크의 추가 지원(공학생물학을 위한 국가 비전) ⑦ 책임감 있고 신뢰할 수 있는 혁신 목표에서 영국은 동맹국 및 파트너와 협력하여 다자 포럼을 포함한 국제 규범과 표준을 형성할 예정(공학생물학을 위한 국가 비전)
과학기술 생태계 조성 및 발전	5. 보조금·세제 혜택 분야	- ② 세계 최고 R&D를 목표로 향후 10년간 공학생물학 분야에 20억 파운드 투자 예정(공학생물학을 위한 국가 비전)
	6. 참여 및 소통 분야	⑤ 규제 및 표준 목표 내용 중: 공학생물학 규제자 네트워크 (EBRN: Engineering Biology Regulators' Network)을 설립 (공학생물학을 위한 국가 비전) -

표 3-15. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
	7. 실험 테스트 강화 분야	⑤ 규제 및 표준 목표 내용 중: EBRN에 5백만 파운드를 지원하여 공학생물학 규제 샌드박스 출시 (공학생물학을 위한 국가 비전)
	8. 과학기술역량 분야	④ 인재와 기술 목표에서 새로운 Discovery 펠로우십을 포함한 펠로우십과 박사 과정에 투자(공학생물학을 위한 국가 비전)
	4. 글로벌 협력 분야 B	-
기술 안보	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	-
	10. 대중/자국민 보호 분야	-

자료: 저자 작성.

다. AI 분야

1) 국가 AI 전략(National AI Strategy)

영국 디지털문화미디어스포츠부(Department for Digital, Culture, Media and Sport)가 글로벌 과학 선도국으로의 위상 강화 및 AI 기술의 잠재력 포착을 지원하기 위한 「국가 AI 전략(National AI Strategy)」을 발표하였다.¹³¹⁾ 이 국가 AI 전략은 향후 10년 동안 영국의 AI 및 과학 강국으로서의 입지를 강화하겠다는 비전을 제시하고 있다. 이 전략에서는 비전을 달성하기 위해 다음과 같은 중요한 세 개의 전략(필러)을 제시하였다.

첫째, 과학 및 AI 초강대국으로서의 리더십을 지속하기 위해 AI 생태계에 장

131) GOV.UK, “National AI Strategy”; GOV.UK, “New ten-year plan to make the UK a global AI superpower(모든 자료의 검색일: 2024. 11. 4.).

기적인 투자를 할 계획이다. 둘째, AI 기반 경제로의 전환을 지원하고, 영국에서 혁신의 혜택을 포착하며, 모든 부문과 지역에 AI 혜택을 보장한다. 셋째, 영국이 혁신과 투자를 장려하고 대중과 영국의 기본 가치를 보호하기 위해 AI 기술의 국가 및 국제 거버넌스를 올바르게 확보할 수 있도록 보장하는 것이다.¹³²⁾

이러한 AI 생태계 투자, 전 부문/전 지역 AI혜택 제공·보장 및 효과적인 AI 거버넌스라는 3대 전략(중점사항)을 달성하기 위한 단·중·장기 조치를 제시하였는데, 자세한 3대 전략 부문별 조치 내용은 [표 3-16]과 같다.

전략 발표 이후로 HMT(Her Majesty's Treasury)는 영국 전역의 16개 박사과정 센터(CDT)에 1억 1,700만 파운드를 투자한다고 발표하였고, AI 사무소는 AI를 규제하고 혁신을 촉진하는 동시에 AI의 개발 및 배포에 대한 대중의 신뢰를 증진하기 위해 정부의 새로운 친혁신 접근 방식을 제시하는 정책 논문 등을 발표하였다.¹³³⁾

표 3-16. 영국 국가 AI 전략 주요 조치

	AI 생태계 투자	전 부문/전 지역 AI혜택 제공·보장	효과적인 AI 거버넌스
단기	▪ 더 넓은 경제에서 더 나은 데이터 가용성을 가능하게 하는 정부의 역할을 위한 프레임워크 발표 ▪ 국가 사이버-물리 인프라 프레임워크 협의 ▪ 교육부의 기술 부트캠프를 통해 AI, 데이터 과학 및 디지털 기술 개발 지원	▪ NHS AI 랩을 통해 보건 및 사회 복지 분야의 AI 기반 기술을 위한 국가 전략 초안 작성에 참여 ▪ 국방부를 통해 국방 AI 전략 발표 ▪ IPO를 통해 AI에 대한 저작권 및 특허 상담 시작	▪ 데이터윤리혁신센터(CDEI)에서 AI 보증 로드맵 발표 ▪ AI 거버넌스에서 어떤 역할을 하는지 결정 ▪ 국방부가 AI 채택·사용 접근 방식에 대한 세부 정보 게시 ▪ 국제 AI 활동에 대한 범정부적 접근 방식 개발

132) GOV.UK, "Guidance National AI Strategy - AI Action Plan"(검색일: 2024. 11. 4.).

133) *Ibid.*

표 3-16. 계속

	AI 생태계 투자	전부문/전지역 AI해택 제공·보장	효과적인 AI 거버넌스
중기	■ 직원들이 비즈니스 환경에서 AI를 사용할 수 있도록 하기 위해 필요한 기술에 대한 연구 발표 ■ AI 스케일업의 민간 자금 수요와 과제 평가 ■ 학교용 AI 프로그램에 대한 접근성을 보장하기 위해 국립 컴퓨팅 교육 센터 지원 ■ AI 관련 일자리에 더 다양한 사람들이 진입할 수 있도록 지원 ■ AI R&D 협력에 관한 미국-영국 선언 이행 ■ 세계 최고의 AI 인재를 유치하기 위한 새로운 비자 제도 도입	■ 경제 전반에 걸쳐 AI 확산을 촉진할 수 있는 방안에 대한 연구 발표 ■ 혁신 미션에 AI 역량이 포함되고 양자 및 다자 간 노력을 통해 야심찬 미션 기반 협력을 촉진하는 방법 고려 ■ 개발도상국의 지역 혁신 지원 확대 ■ 실제 애플리케이션을 통해 AI 과제의 오픈 저장소 구축	■ AI 관리 및 규제에 관한 친혁신 국가 입장 백서 발간 ■ 알고리즘 투명성에 대한 심층 분석을 완료하고 정부 부처 간 표준을 개발하기 위해 노력 ■ 전 세계 AI 표준화에 대한 영국의 참여를 조정하기 위해 AI 표준 허브 시범 운영 ■ 정부의 AI 안전 인식을 높이기 위해 중장기 호라이즌 스케닝 기능 구축
장기	■ 반도체 공급망에 대한 국제 및 국내 접근 방식 검토 ■ AI 모델을 위해 어떤 개방형 및 기계 판독 가능 정부 데이터셋을 게시할 수 있는지 고려 ■ 새로운 국가 AI 연구 및 혁신 프로그램 출시 ■ 글로벌 파트너와 협력하여 공동 R&D 과제 해결 ■ 최고 인재, 박사, AI 및 데이터 과학 전환 과정 전반에 걸친 기존 개입을 지속함으로써 AI의 다양성 지원 ■ 국가 안전 보장 및 투자법을 모니터링하고 사용하여 영국의 비즈니스 개방 환경을 유지하면서 국가 안보를 보호 ■ AI를 포함한 신흥 기술에 무역 거래 조항 포함	■ 잠재력이 높고 AI 성숙도가 낮은 분야에서 AI 기술의 개발 및 채택을 촉진하기 위해 AI/UKRI(UK Research and Innovation) 공동 사무소 프로그램 출범 ■ 국가 AI 연구 및 혁신 프로그램을 통해 AI 기술의 신뢰성, 채택 가능성 및 투명성에 관한 역량 개발을 지속적 지원 ■ 정부 전반에 걸쳐 AI를 활용하여 전략적 과제에 촉매제 역할을 할 수 있는 분야 파악	■ 이해관계자와 함께 AI 생태계가 글로벌 AI 표준화 환경에 참여할 수 있도록 지원하는 AI 기술 표준 참여 톨킷 개발 탐색 ■ 다자간 이해관계자 포럼에서 파트너와 협력하고, 영국의 가치와 우선순위에 따라 AI 거버넌스를 형성하고 지원하기 위해 GPAI에 투자 ■ 앨런 튜링 연구소와 협력하여 공공 부문의 AI 윤리 및 안전에 대한 지침 업데이트 ■ 국가 안보, 국방 및 선도 연구자들과 협력하여 공공 부문의 행동을 통해 AI를 안전하게 발전시키고 재앙적 위험을 완화할 수 있는 방법 파악

자료: GOV.UK(2021. 9. 22.), "National AI Strategy"(검색일: 2024. 11. 4.).

2) 영국의 AI 규제 프레임워크

영국정부는 인공지능(AI)의 책임 있는 혁신을 주도하고, 기술에 대한 대중의 신뢰를 유지하기 위해 AI 사용을 안내하는 「AI 규제에 대한 친혁신적 접근 방식(A pro-innovation approach to AI regulation)」이라는 AI 규제 백서를 세계 최초로 발표하였다.¹³⁴⁾ 이어서 이 백서에 대한 여러 유관기관의 질문에 대한 답변을 취합·정리한 정부 답변(Government response)을 발간하고, 이를 통해 AI 규제 환경의 규제 프레임워크를 제시하였다.¹³⁵⁾

영국정부는 규제 백서에서 AI 규제 환경에 명확성과 일관성을 부여하기 위해 새로운 규제 프레임워크를 마련할 것이며, 이 제도는 책임감 있는 혁신을 더 쉽게 이끌어내기 위해 고안되었다고 밝혔다. 또한 AI의 글로벌 리더로서 영국의 입지를 강화하고, 성장과 번영을 주도하는 AI의 능력을 활용하면서, AI의 사용 및 응용에 대한 대중의 신뢰를 높일 것이라고 말했다. 영국정부는 이러한 AI 기술이 진화하는 속도를 인식하여 의도적으로 민첩하고 반복적인 접근 방식을 취하고 있다고 설명하며, 이 프레임워크는 경험을 통해 배우면서 가능한 최상의 규제 체제를 개발하기 위해 지속적으로 적응할 수 있도록 증거 기반을 구축하는 구조로 설계되어 있다고 밝혔다.¹³⁶⁾ 이 규제 프레임워크는 경제의 모든 부문에서 AI의 책임감 있는 개발과 사용을 안내하고 알리기 위한 다섯 가지 이행 원칙(① 안전·보안·견고성, ② 적절한 투명성 및 설명 가능성, ③ 공정성, ④ 책임·거버넌스, ⑤ 경쟁 가능성·해결 방법)을 제시하고 있다. 이행 원칙별 관련 자세한 내용은 [표 3-17]과 같다.

134) Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023d), "A pro-innovation approach to AI regulation."

135) GOV.UK, "Consultation outcome A pro-innovation approach to AI regulation: government response"(Updated 6 February 2024, 검색일: 2024. 11. 4.).

136) GOV.UK(2023a), "A pro-innovation approach to AI regulation."

표 3-17. 영국 AI 규제 프레임워크 이행 원칙

이행 원칙	내용
① 안전·보안·견고성 (Safety, security and robustness)	AI 시스템은 전체 생애주기 동안 안전하고 견고하며 보안이 유지되는 방식으로 작동해야 하며, 위험은 지속적으로 식별, 평가 및 관리되어야 함. [규제 당국] 규제 대상 기관은 AI 시스템이 전체 생애주기 동안 기술적으로 안전하고 의도된 대로 안정적으로 작동하도록 보장하기 위한 조치를 도입할 필요
② 적절한 투명성 및 설명 가능성 (Appropriate transparency and explainability)	AI 시스템은 적절한 수준의 투명성과 설명 가능성을 갖추어야 함. [투명성] AI 시스템에 대한 적절한 정보(예: AI 시스템이 어떻게, 언제, 어떤 목적으로 사용되고 있는지에 대한 정보)를 관련 사람들에게 전달 [설명 가능성] 관련 당사자가 AI 시스템의 의사 결정 프로세스에 접근, 해석 및 이해할 수 있는 정도 [규제 당국] AI 생애주기 관련 참여자들이 적절한 투명성 조치를 이행할 수 있도록 지원하고 이를 장려할 수 있는 방법(예를 들어 규제 가이드라인을 통해)을 모색할 필요가 있으며, AI 시스템 사용에 직접적인 영향을 받는 당사자들은 자신의 권리를 행사할 수 있어야 함.
③ 공정성 (Fairness)	AI 시스템은 개인이나 조직의 법적 권리를 훼손하거나 개인을 부당하게 차별하거나 불공정한 시장 결과를 초래해서는 안 되며, AI 생애주기의 모든 단계에 관여하는 주체들은 시스템의 용도, 결과, 관련 법률의 적용에 적합한 공정성(fairness)의 정의를 고려해야 함. [공정성] 평등과 인권, 데이터 보호, 소비자 및 경쟁법, 공법 및 관습법, 취약한 사람들을 보호하는 규칙 등 법과 규제의 여러 영역에 걸쳐 내재된 개념 [규제 당국] 규제 영역 내에서 AI 시스템에 적용할 수 있는 공정성의 정의와 사례를 개발 및 공표할 필요가 있으며, 관련 법률, 규제, 기술 표준, 검증 기법(assurance techniques) 등을 고려한 지침을 마련해야 할 수도 있음.
④ 책임·거버넌스 (Accountability and governance)	AI 시스템의 공급과 사용에 대해 효과적인 감독이 이루어지도록 거버넌스 체계가 마련되어야 하며, AI 생애주기 전반에 걸쳐 명확한 책임 구분이 확립되어야 함. [규제 당국] AI 공급망 내 적절한 주체들에게 규제 준수와 모범 사례에 대한 명확한 기대치를 부여하는 방안을 모색해야 하며, 이러한 기대치가 신뢰성 있게 충족될 수 있도록 거버넌스 절차의 도입을 장려
⑤ 경쟁 가능성·해결 방법 (Contestability and redress)	적절한 경우, 사용자, 영향을 받는 제3자, 그리고 AI 생애주기 참여자들은 시의 결정이나 결과가 해롭거나 실질적인 피해 위험을 초래할 경우 이에 대해 이의를 제기할 수 있어야 함. [규제 당국] 기존의 이의 제기 및 구제 경로를 명확히 하고, AI 사용의 결과가 적절한 경우 이의 제기가 가능하도록 비례적인 조치를 시행할 것으로 기대

자료: Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023d), "A pro-innovation approach to AI regulation."

영국정부는 이 AI 규제 프레임워크가 비례적으로 작동하며 혁신을 지원할 책임이 있다고 규정하고, 정부는 프레임워크 전체를 조정, 모니터링 및 조정하기 위한 메커니즘을 마련하겠다고 밝혔다.

향상된 모니터링 활동을 통해 영국정부는 제도 도입 시의 영향에 대한 업계의 피드백을 수집하는 구조화된 접근 방식을 취할 수 있으며, 이러한 메커니즘은 규제 당국의 독립성을 훼손하지 않으면서도 규제 당국의 업무를 보완하고 지원할 것이라고 밝혔다. 또한 영국정부는 이 프레임워크 이행을 지원하기 위해 ① (프레임워크) 관찰, 평가 및 의견, ② 일관성 있는 원칙 이행 지원, ③ 분야 전반의 위험 평가, ④ 인공지능 혁신기업 지원, ⑤ 교육 및 인식 제고, ⑥ 향후 과제 탐색 및 전망, ⑦ 국제 규제와의 상호운용성 보장방안과 같은 핵심 기능을 제공할 것이라고 밝혔다.¹³⁷⁾ 이 프레임워크 이행을 지원하기 위한 핵심 기능에 대한 자세한 설명은 아래 [표 3-18]과 같다.

표 3-18. 영국 AI 규제 프레임워크 이행 지원을 위한 핵심 기능

핵심 기능	내용
① 관찰, 평가 및 의견	새로운 제도의 경제 전반 및 산업별 영향을 평가하기 위해, 중앙 모니터링 및 평가 프레임워크를 구축·유지 산업계, 규제기관, 정부, 시민사회 등 관련 주체들로부터 적절한 데이터를 수집하고, 해당 프레임워크의 효과성을 종합적으로 평가하는 과정에 이러한 데이터를 반영
② 일관성 있는 원칙 이행 지원	규제 당국이 원칙을 이행할 수 있도록 중앙 규제 지침을 개발·유지 규제 당국이 원칙을 효과적으로 이행하지 못하도록 하는 장벽을 식별
③ 분야 전반의 위험 평가	규제 당국의 내부 위험 평가를 지원하기 위해 경제 전반에 걸친 AI 위험 레지스터를 개발·유지 알려진 위험을 모니터링하여 검토 및 우선순위 재조정을 실시하고 새로운 위험을 식별하여 우선순위를 정함 새로운 위험 또는 이미 제거가 있는 책임 영역과 관련하여 책임 명확화 및 위험 집행 모범 사례 공유
④ 인공지능 혁신기업 지원	법적 및 규정 준수 위험을 최소화하면서 AI 혁신기업들이 규제 복잡성을 해결하고 제품을 시장에 출시할 수 있도록 지원하여 혁신의 장벽 제거 실제로 영향을 미치고 혁신을 저해하는 교차적인 규제 문제를 파악하고 규제 프레임워크를 개선할 수 있는 기회 파악
⑤ 교육 및 인식 제고	AI 규제 환경을 탐색하고자 하는 기업에게 지침 제공 프레임워크의 지속적인 모니터링과 반복에 참여할 수 있도록 인식을 제고하고 소비자와 일반 대중에게 지침 제공 규제 당국이 소비자와 사용자에게 AI 규제와 위험에 대해 교육하기 위해 인식 캠페인 홍보 장려

137) Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023d), “A pro-innovation approach to AI regulation.”

표 3-18. 계속

핵심 기능	내용
⑥ 향후 과제 탐색 및 전망	AI 개발의 새로운 트렌드와 기회를 모니터링하여 프레임워크가 이에 효과적으로 대응할 수 있도록 함 산업계, 학계, 글로벌 파트너 및 규제 당국과 협력하여 새로운 AI 위험을 식별하고 우선순위를 지정하는 위험 평가 기능 지원
⑦ 국제 규제와의 상호운용성 보장방안	규제, 보증 및 위험 관리, 기술 표준에 대한 영국 원칙과 국제적 접근 방식 간의 정렬을 모니터링 규제 상호 운용성을 위한 기회를 파악하여 국경 간 조정 및 협력 지원

자료: Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023d), "A pro-innovation approach to AI regulation."

이 「AI 규제 백서」는 AI 규제 초기에는 법적 구속력 없는 원칙을 제시하면 규제기관이 자체 권한 범위 내에서 이를 적용하는 방식을 취하고, 차후 실효성 확보를 위하여 규제기관의 추가 개입 및 법률 변경이 이루어질 수 있다고 설명하고 있다. 또한 규제 백서에 대한 정부 답변에서, 정부는 새로운 AI 규제가 기존 법령과 모순되거나 중복되지 않도록 주의해야 한다는 의견을 고려하고 있으며, 규제기관의 기존 법적 권한과 현행 입법체계 내에서의 잠재적 격차나 마찰을 계속 평가할 예정이라고 밝혔다.¹³⁸⁾

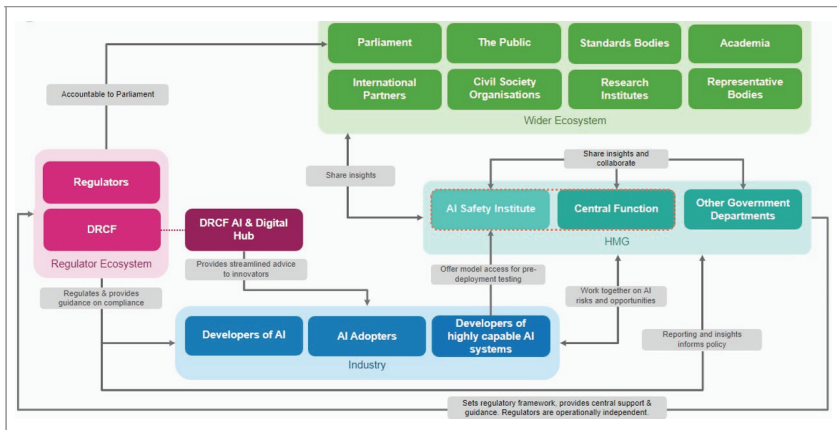
영국정부는 공공의 이익을 위해 AI 안전을 증진시키고자 노력하는 세계 최초의 정부 지원기관인 AI 안전 연구원(AI Safety Institute) 안에 강력한 전문가 컨소시엄을 구성하였다. 고능력 범용 시스템 규제에 대한 접근 방식을 개발하는 과정에서 AI 안전연구원의 기술 전문가들이 중요한 역할을 맡게 될 예정이다. AI 안전 연구원의 업무는 영국의 규제 프레임워크를 알리는 데 기본적인 역할을 할 것이며, 이 연구원은 거버넌스 체제에 대한 기초 인사이트를 제공하고 영국이 AI의 위험을 규제하기 위해 증거에 기반하고 비례적인 접근 방식을 취하도록 도울 것이라고 밝혔다. 처음에는 사회적 영향 평가 등을 목적으로 하는 고급 AI 시스템에 대한 평가를 개발·수행하면서 기초적인 AI 안전 연구를

138) 고환경 외(2024), p. 18.

추구하고, 연구원과 정책입안자 등 국·내외 행위자들 간의 명확한 정보 공유 채널을 자발적으로 구축함으로써 정보 교환을 촉진하는 세 가지 핵심 기능을 수행할 것이다. 또한 AI 거버넌스에 대한 지식 교류와 조정을 지원하기 위해 정부 대표와 주요 규제기관들로 구성된 운영 위원회(steering committee)를 설립할 계획이다.¹³⁹⁾

디지털 정책 관련 규제 조정을 위해 경쟁시장청(CMA)·금융행위감독청(FCA)·정보위원회(ICO)·통신청(Ofcom)이 구성원이 되어 설립한 디지털 규제 공동포럼(DRCF)과 그 내부에 설치된 AI & Digital Hub 및 다른 규제기관들이 규제기관 생태계(Regulator Ecosystem)를 구성하였다.¹⁴⁰⁾ 아래 [그림 3-1]은 영국 AI 규제 환경을 설명하는 그림으로, 영국의 정부, 규제기관, 산업 및 더 넓은 생태계 간의 관계를 보여주고 있다.

그림 3-1. 영국 AI 규제 환경



자료: GOV.UK, "Consultation outcome A pro-innovation approach to AI regulation: government response" (Updated 6 February 2024, 검색일: 2024. 11. 4.); Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023d), "A pro-innovation approach to AI regulation."

139) GOV.UK, "Consultation outcome A pro-innovation approach to AI regulation: government response"(Updated 6 February 2024, 검색일: 2024. 11. 4.).

140) 고환경 외(2024), p. 18.

3) 영국 AI 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

표 3-19. 영국 AI 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	· AI 관리 및 규제에 관한 친혁신 국가 입장 백서 발간(국가 AI 전략) · AI 안전 연구원(AI Safety Institute) 설립(규제 백서 정부 답변) · 관찰, 평가 및 의견(새로운 제도의 경제 전반 및 산업별 영향을 평가하기 위해, 중앙 모니터링 및 평가 프레임워크를 구축·유지)(AI 규제 백서) · 분야 전반의 위험 평가(알려진 위험을 모니터링하여 검토 및 우선순위 재조정을 실시하고 새로운 위험을 식별하여 우선순위를 정하고, 새로운 위험 또는 이의 제기가 있는 책임 영역과 관련하여 책임 명확화, 위험 집행 모범 사례 공유)(AI 규제 백서) · 규제기관 생태계(Regulator Ecosystem) 구축(규제 백서 정부 답변) · 향후 AI 거버넌스 조정위원회 구성(규제 백서 정부 답변) · 향후 과제 탐색 및 전망(AI 개발의 새로운 트렌드와 기회를 모니터링하여 프레임워크가 이에 효과적으로 대응할 수 있도록 함)(AI 규제 백서)
	2. 표준·인증 분야	· 전 세계 AI 표준화에 대한 영국의 참여를 조정하기 위해 AI 표준 허브 시범 운영(국가 AI 전략) · 국제 규제와의 상호운용성 보장방안(규제, 보증 및 위험 관리, 기술 표준에 대한 영국의 원칙과 국제적 접근 방식 간의 정렬을 모니터링)(AI 규제 백서)
	3. 윤리 분야	· 앨런 튜링 연구소와 협력하여 공공 부문의 AI 윤리 및 안전에 대한 지침 업데이트(국가 AI 전략)
	4. 글로벌 협력 분야 A	-
과학기술 생태계 조성 및 발전	5. 보조금·세제 혜택 분야	-
	6. 참여 및 소통 분야	· 교육 및 인식 제고(프레임워크의 지속적인 모니터링과 반복에 참여할 수 있도록 인식을 높이고 소비자와 일반 대중에게 지침 제공)(AI 규제 백서)
	7. 실험 테스트 강화 분야	-
	8. 과학기술 역량 분야	· 세계 최고의 AI 인재를 유치하기 위한 새로운 비자 제도 도입(국가 AI 전략) · 영국 전역의 16개 박사과정 센터(CDT)에 1억 1,700만 파운드 투자(HMT)
	4. 글로벌 협력 분야 B	· 글로벌 파트너와 협력하여 공동 R&D 과제를 해결(국가 AI 전략)

표 3-19. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
기술 안보	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	· 국가 안전 보장 및 투자법을 모니터링하고 사용하여 영국의 비즈니스 개방 환경을 유지하면서 국가 안보를 보호(국가 AI 전략)
	10. 대중/자국민 보호 분야	· 국가 안보, 국방 및 선도 연구자들과 협력하여 공공 부문의 행동이 AI를 안전하게 발전시키고 재정적 위험을 완화할 수 있도록 하는 방법 파악(국가 AI 전략) · [원칙] 안전·보안·견고성-AI 시스템은 AI 수명 주기 내내 강력하고 안전한 방식으로 작동해야 하며, 위험을 지속적으로 식별, 평가 및 관리해야 함(AI 규제 백서)

자료: 저자 작성.

라. 양자 분야

1) 국가 양자 전략(National Quantum Strategy)

영국정부는 2023년 3월 과학기술 강국으로의 도약을 위한 과학기술 프레임워크를 발표하고, △인공지능, △공학생물학, △미래통신기술, △반도체, △양자 기술 등 다섯 가지 핵심 기술을 선정하였다.¹⁴¹⁾ 2023년 3월 영국 과학기술 혁신부는 2033년까지 세계를 선도하는 양자 기반 국가 성장과 양자 기반 경제 전환을 목표로 비전과 전략목표, 우선 추진과제 등을 제시한 국가 양자 전략(National Quantum Strategy)을 발표하였다.¹⁴²⁾

이 국가 양자 전략에서는 2033년까지 추진할 목표로서 양자과학 출판물의 품질에서 상위 3위를 유지하는 동시에 연구 출판물의 양을 늘리고, 양자 관련 분야 1,000명의 대학원생에게 자금을 지원하며, 실질적인 협력 작업 프로그램 기반 양자 선도 국가 5개국과 양자 간 계약을 체결할 예정이다. 영국은 전 세계 양자 기술 기업에 대한 민간 자본 투자(private equity)의 15%를 유치하고, 전

141) GOV.UK(2023b), "The UK Science and Technology Framework - taking a systems approach to UK science & technology."

142) Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023b. 3. 15), "National Quantum Strategy."

세계 양자 기술 시장의 15%를 점유하게 될 것이며, 영국의 주요 관련 부문 내 모든 비즈니스가 양자 기술의 잠재력을 인식하면서 관련 비즈니스의 75%가 양자 컴퓨팅의 도래에 대비하기 위한 조치를 취하도록 하고, 영국이 양자에 대한 글로벌 표준을 확립하는 데 있어 글로벌 리더가 되겠다는 목표를 제시하였다.

영국은 국가 양자 전략 우선 과제(Priority Actions) 13개를 제시하였다. 13개 우선과제는 다음과 같다. ① 2024년부터 향후 10년간 양자 R&D에 25억 파운드의 정부 자금 투자, ② 2023년부터 양자 기술에 대한 투자를 늘리고 새로운 자금 지원, ③ 숙련된 인재의 중요성을 인식하고 양자 분야의 새로운 박사 과정 교육 센터와 펠로우십, 양자 기술 테스크포스를 출범시키고 산업 배치 계획과 양자 견습 프로그램을 개발, ④ 글로벌 인재 네트워크의 양자 스트림 제공 등을 통해 영국에 오고자 하는 숙련된 양자 관련 인력을 적극적으로 유치, 유지 및 투자, ⑤ 양자 섹터의 인프라 요구 사항에 대한 독립적인 검토 의뢰, ⑥ 영국 양자기업을 국내외에 소개하여 글로벌 공급망에서 비즈니스를 창출하고, 자본을 확보하고, 기업의 확장을 지원하기 위한 타겟팅 캠페인을 시작, ⑦ 해외에서 영국으로 이전하려는 양자 기업을 유치하고 지원하여 프로그램과 투자 기회를 제공, ⑧ 정부 조달을 가속화하고, 정부가 양자 기술의 지능적이고 선제적인 초기 수요자로서 역할을 할 수 있도록 지원하기 위해, 양자 촉진 펀드(quantum catalyst fund)를 통해 보다 강력한 메커니즘과 촉진 자금을 구축, 이를 위해 향후 2년간 1,500만 파운드 규모의 '촉진 파일럿(catalyst pilot)'을 시작하며, 여기에는 국가 안보 목적도 포함, ⑨ 정부를 포함한 영국경제의 주요 부문에서 양자 컴퓨팅의 채택을 지원하기 위한 국립 양자 컴퓨팅 센터의 작업을 가속화하고, 기업, 연구자 및 기타 사용자가 양자 컴퓨팅 자원에 대한 접근을 협상하고 사용 방법을 모색할 수 있는 출구를 제공, ⑩ 규제 및 표준을 포함하여 다자간 및 광범위한 다자간 포럼에서 양자간 글로벌 동맹국과의 파트너십을 크게 확대, ⑪ Regulatory Horizons Council에서 양자 기술 규제의 미래 필요성에 대한 검토를 수행하여 이 분야의 혁신 및 성장 자원, ⑫ 국가 안보 투자법 및

수출 통제를 포함한 양자 역량의 주요 영역을 보호하고 양자 커뮤니티에 대한 지침과 지원 제공, ⑬ 이 전략을 실행할 수 있는 집중력과 추진력을 확보하기 위해 과학혁신기술부(DSIT)에 양자 기술청(Office for Quantum)을 설치하고 총리가 주재하는 국가과학기술위원회에 정기적 보고 등이다.¹⁴³⁾

2) 양자 기술 활용 규제 보고서

2024년 2월 영국 과학혁신기술부 미래규제대비위원회(RHC: Regulatory Horizons Council)는 혁신 친화적인 영국의 양자 생태계 육성을 위해 네 가지 핵심 원칙인 비례성, 적응성, 책임성 및 균형의 원칙에 기반하여 규제 정책에 대해 제안하는 「양자 기술 활용 규제 보고서」를 발표하였다.¹⁴⁴⁾ 이는 양자 기술의 안정적 투자·개발을 위해 규제의 시점과 범위, 형태에 대한 선제적 논의의 필요성이 대두됨에 따른 조치였다.¹⁴⁵⁾

양자 기술 규제 정책에 대해 제안하는 이 보고서는 “영국이 세계 최고의 양자과학 및 공학의 본거지가 되어 영국의 지식과 기술을 발전시키고 있는지 확인”하고, “영국을 양자 비즈니스의 필수적인 장소이자 글로벌 공급망의 필수적인 부분이자 투자자와 글로벌 인재가 선호하는 장소로 만드는 비즈니스 지원”을 시행하며, “혁신과 양자 기술의 윤리적 사용을 지원하고 영국의 역량과 국가 안보를 보호하는 국가 및 국제 규제 프레임워크를 만들 것”을 전략 목표로 삼고 있다.¹⁴⁶⁾ 최근 양자 규제에 대한 논의가 증가하고 있는 상황에서, 이 보고서는 영국의 국가 양자 전략에서 요약한 단계를 기반으로 적절한 규제(표준 및 지침 포함)를 통해 양자 기술 개발을 지원하는 방법을 제안함으로써 이러한 논의에 새로운 고려 사항과 깊이를 제공하는 것을 목표로 하고 있다.

143) Department for Science, Innovation & Technology in UK(2023b. 3. 15.), “National Quantum Strategy.”

144) Regulatory Horizons Council(2024), “Regulating Quantum Technology Applications.”

145) KISTEP(2024), p. 26.

146) Regulatory Horizons Council(2024), “Regulating Quantum Technology Applications.”

RHC는 모든 기업, 정부, 규제 당국에 적용되는 보다 일반적인 사회적 책임 원칙과 함께 양자 관련 규제 개발을 위해 비례성(Proportionally), 적응성(Adaptability), 책임(Responsibility) 및 균형(Balance)이라는 네 가지 핵심 원칙을 제안하였다. 이러한 원칙은 미래 폭 넓은 양자 응용 범위를 포착할 수 있을 만큼 충분히 일반적으로 설계되어야 하며, 변화하는 기술과 상황에 따라 진화하여 양자 관련 규제가 민첩하게 소비자와 적극적인 시민의 요구 사항을 충족시킬 것을 보장해야 한다고 밝히고 있다.¹⁴⁷⁾

표 3-20. 양자 관련 규제 발전을 위한 핵심 원칙

목표	내용
비례성 (Proportionality)	이 원칙은 규제 조치가 특정 양자 기술 응용에 수반되는 위험 또는 이익 수준에 적절하도록 보장하는 것을 의미함. 이는 잠재적 영향의 규모와 성격에 맞춰 규제 개입의 유형과 강도를 조정하는 것을 목표로 하며, 위험이 낮은 응용 분야에 대한 과도한 규제를 피하는 동시에, 위험이 높은 분야에는 충분한 감독이 이루어지도록 함.
적응성 (Adaptability)	기술 발전 속도에 맞춰 규제 프레임워크 또한 유연하게 대응할 필요성을 강조, 고정된(정적) 규제 체계는 금세 시대에 뒤처지고 비효율적이 되는 반면, 적응형 프레임워크는 미래의 변화에 선제적으로 대응하고 적절히 조정할 수 있음.
책임성 (Responsibility)	이 원칙은 기업과 혁신 과정에 적용되는 책임 개념으로, 이 원칙은 규제기관 자체에도 적용될 수 있음. 즉 규제기관은 자신들이 시행하는 규제가 양자 기술의 특성에 비례하고, 변화에 적응 가능하며, 균형 잡힌 방식으로 집행되도록 책임을 져야 함.
균형 (Balance)	상업적 실행 가능성, 윤리적 고려, 공공 안전 등 다양한 이해관계자의 다양하고 때로는 경쟁적인 이해관계 사이에서 조화로운 균형을 맞추는 데 중점을 두어야 함. 균형은 더 넓은 사회적 맥락을 고려해야 하며 양자 산업에 필요한 혁신적 성장이 보안, 윤리 또는 사회 복지를 손상시키지 않도록 신중한 접근 방식 필요

자료: Regulatory Horizons Council(2024), "Regulating Quantum Technology Applications."

RHC의 접근 방식에 따르면, ‘규제’와 ‘거버넌스’란 입법, 표준, 지침, 정책, 모범 사례, 산업계 또는 전문 규범, 요구 사항 및 절차를 포착하는 광범위한 용어로 규정된다. 이러한 조치의 조합은 기술 개발, 시장 역학, 조달, 자금 조달

147) Regulatory Horizons Council(2024), "Regulating Quantum Technology Applications."

전략 및 국제 협력 목표에 영향을 미칠 수 있다.¹⁴⁸⁾

이 보고서는 양자 규제에 대한 주요 결론과 함께 권고 사항을 다음과 같이 제시하고 있다. RHC는 양자 기술 규제 프레임워크 개발과 표준, 지침 및 책임 있는 혁신 관행에 기반한 규제 프레임워크의 필요성을 포함하여 강력한 거버넌스 구축 필요성을 강조하는 14개의 권고안을 제시하였다. 연구진이 이를 6개의 범주로 분류하여 정리하였다.

표 3-21. 양자 기술 애플리케이션 규제 권고안

범주	규제 권고안
규제 프레임워크	[권고 1] 양자 기술 거버넌스는 양자 프로세스 및 제품 개발과 관련된 광범위한 섹터와 적용 대상 TRL의 범위를 인식하여 개별 혁신의 속성과 개발 단계에 적응 가능하고 비례하는 애플리케이션별 ‘규제 프레임워크’를 개발
	[권고 3] Department for Science, Innovation and Technology(DSIT)는 양자 규정 및 표준에 대한 영국의 접근 방식을 계획하는 데 관여하는 기관에 추가 입력을 제공하기 위해 호라이즌 스캐닝 및 기타 미리 파악할 수 있는 방안(foresight) 마련 - GO-Science, NQCC, 국립물리연구소(NPL) 및 새롭게 제안한 양자 기술 규제 포럼과의 협력하에 기존 로드맵핑 활동 기반 제품 개발 지원의 한 부분으로 향후 미래 규제 요건 사항에 대한 호라이즌 스캐닝을 수행하고, 양자 기술 응용을 위한 단기 집중(1~3년) 호라이즌 스캐닝 메커니즘을 확립하며, 기술 영역의 역량에 대해 객관적이고 현실적이며 실질적인 타임라인을 기반으로 혜택과 위험을 예측하여 비례 규제 이니셔티브를 조정하는 것이 목표
	[권고 4] 정책 입안자, 규제 당국, 기업 및 대중이 양자 기술의 기능, 응용 프로그램 및 한계에 대해 적절한 인식 교육을 받을 수 있도록 해야 함 - 비례적, 적시적, 적응적 규제 시스템의 개발과 수용을 지원하고 양자 기술과 관련된 규제 과제에 대한 대중의 이해 제고
	[권고 14] 양자 컴퓨팅 및 관련 애플리케이션은 잠재적으로 가장 혁신적인 양자 관련 개발로 경제적, 사회적, 환경적 영향이 가장 크며, 이 단계에서 비례적, 적응적, 균형적이고 책임감 있는 원칙을 채택하는 것이 가장 중요. 미래 기술 및 시장 개발에 대한 경계 감독과 관련하여 표준, 지침 및 책임 있는 혁신 관행에 기반한 규제 프레임워크 필요
거버넌스	[권고 2] 단기 및 중기 거버넌스 문제를 해결하고, 규제기관이 양자 준비 상태가 될 수 있도록 지원하며, 양자 기술 규제 시스템이 적절하게 통합되도록 보장하고, 양자 규제 관행의 불필요한 파편화를 방지하기 위해 ‘양자 기술 규제 포럼’ 설립

148) Regulatory Horizons Council(2024), “Regulating Quantum Technology Applications.”

표 3-21. 계속

범주	규제 권고안
표준	[권고 6] RHC는 감지, 타이밍, 이미징을 포함한 개발 후기 단계의 제품에 적용될 표준을 포함하여 표준 개발에 대한 협력적 접근 방식으로 영국 양자 표준 파일럿 네트워크의 출범을 환영 [권고 11] 영국 양자 표준 파일럿 네트워크는 특히 상호 운용성 표준과 테스트 및 검증 방법을 포함하여 양자 통신을 위한 표준화에 대한 전 세계적으로 정렬된 접근 방식에 기여
시장개발 지원	[권고 5] RHC는 향후 규제 결정에서 거버넌스에 대한 통찰이 선제적으로 반영될 수 있도록 초기 단계부터 규제 요소를 포함하는 테스트베드와 샌드박스를 구축 하려는 양자 기술청(Office for Quantum)의 구상을 지지. 규제기관과 표준화 기구는 이러한 과정에 핵심 파트너 또는 관심 있는 옵서버로 참여해야 하며, 일부 경우에는 특정 기술이 규제기관의 관할 범위에 해당하는지 불분명할 수 있음을 인식해야 함. [권고 7] 정부 부처는 구조화된 조달 전략을 통해 양자 기술 시장을 창출하는 데 중추적인 역할을 할 수 있는 잠재력을 가지고 있음. 이러한 전략은 DSIT 및 Innovate UK와 같은 기관의 자금 지원을 통해 양자 촉매 기금과 양자 정부 사용자 그룹의 자원을 활용 - 정부가 양자 기술 조달과 관련된 프로젝트와 프로그램에 관련된 규제기관을 포함시키면 초기 규제 참여를 통해 처음부터 규제 고려 사항의 통합 추진이 가능. 이러한 접근 방식은 시장 개발을 지원할 뿐만 아니라 조달 프로세스에 따라 규제 프레임워크가 발전할 수 있도록 지원 [권고 13] DSIT는 온라인 안전법이 실수로 양자 제품 개발을 제한하지 않도록 정부와 양자 통신 전문가 간의 대화를 촉진 - 가능한 경우 양자 보안 원칙을 훼손하지 않으면서 법을 준수할 수 있도록 명확한 지침 제공 포함
자금 조달	[권고 8] DSIT는 Innovate UK와 협력하여 양자 기술에 대한 영국정부의 전환 지원이 혁신 마인드셋과 관련 전문 지식에 보상을 제공하는 전반적인 시스템에 포함되도록 하는 방법 모색 - 영국 쿼텀, 테크영국과 같은 업계 기관을 통해 기업이 규제 논의에 참여할 수 있도록 지원하고, 양자 기술 혁신가들이 직면한 과제를 반영하여 규제의 수정 및 개발을 할 수 있도록 장려(필요한 경우) [권고 10] DSIT는 보다 숙련된 양자 감지, 타이밍 및 이미징 애플리케이션의 신속한 적용, 개발 및 채택을 위해 맞춤형하는 동시에, 규제를 기술에 맞춰 진화할 수 있도록 보다 파괴적인 잠재력을 가진 제품에 대비할 수 있도록 규제 이니셔티브에 대한 자금 지원을 포함한 정책 환경 마련

표 3-21. 계속

범주	규제 권고안
국제협력	[권고 9] 영국(DSIT, BSI, NPL, NQCC 및 규제 당국)은 국제 표준 및 규제 개발에 대한 강력한 참여를 바탕으로 국제적 조화를 지원하기 위해 전 세계적으로 보유한 전문성과 입지를 활용 - 영국의 전략적 우선순위와 가장 잘 일치하는 국제 거버넌스 포럼을 결정하고 우선순위를 정하며, 모든 거버넌스 포럼에서 정부(BSI 및 NPL과 협력하여)는 글로벌 양자 표준 개발을 위한 명확한 결과 기반 목표를 설정
	[권고 12] QKD의 보안 이점과 업계에서 볼 수 있는 잠재적 가치 및 수요에 대한 NCSC의 우려를 고려할 때, DSIT, NCSC 및 기타 양자 기술 이해관계자들은 QKD 연구 개발에서 영국의 리더십이 의도치 않게 약화되지 않도록 협력 - 기술이 발전함에 따라 BSI와 NPL은 주요 이해관계자 및 NCSC와 협력하여 QKD가 신뢰할 수 있는 기술로 인정받는 데 필요한 표준과 보증을 지속적으로 개발

자료: Regulatory Horizons Council(2024), "Regulating Quantum Technology Applications."

RHC가 혁신 친화적인 영국의 양자 생태계 육성을 위해 네 가지 핵심 원칙인 비례성, 적응성, 책임성 및 균형의 원칙에 기반해 제언한 규제 정책은 “혁신과 양자 기술의 윤리적 사용을 지원하고 영국의 역량과 국가 안보를 보호하는 국가 및 국제 규제 프레임워크를 만들 것”이라는 국가 전략 목표뿐만 아니라 양자 생태계 육성을 목적으로 하고 있다.

양자 분야는 글로벌 연구 및 산업 분야에서 더 성장해야 하는 분야여서, 영국(DSIT, BSI, NPL, NQCC 및 규제 당국)은 국제 표준 및 규제 개발에 대한 강력한 참여 추진 전략을 표방하고 있다. 영국 내에서도 미래 기술 및 시장 개발에 대한 경계 감독과 관련하여 표준, 지침 및 책임 있는 혁신 관행에 기반한 규제 프레임워크가 필요하다고 역설하고 있다.

3) 영국 양자 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

표 3-22. 영국 양자 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	· 과학혁신기술부(DSIT)에 양자 기술청(Office for Quantum)을 설치하고 총리가 주재하는 국가과학기술위원회에 정기적으로 보고(국가 양자 전략) · 개별 혁신의 속성과 개발 단계에 적응 가능하고 비례하는 애플리케이션별 '규제 프레임워크' 개발 권고(양자 기술 활용 규제 보고서) · DSIT는 규제 요건을 미리 파악할 수 있는 방안 마련: 미래 규제 요건을 위한 호라이즌 스캐닝 수행 및 비례 규제 이니셔티브를 조정(양자 기술 활용 규제 보고서) · 미래 기술 및 시장 개발에 대한 경계 감독과 관련하여 표준, 지침 및 책임 있는 혁신 관행에 기반한 규제 프레임워크 권고(양자 기술 활용 규제 보고서) · 단기 및 중기 거버넌스 문제를 해결하고, 규제 기관이 양자 준비 상태가 될 수 있도록 지원하며, 양자 기술 규제 시스템이 적절하게 통합되도록 보장하고, 양자 규제 관행의 불필요한 파편화를 방지하기 위해 '양자 기술 규제 포럼' 설립 권고(양자 기술 활용 규제 보고서) · 양자 표준 파일럿 네트워크 출범(양자 기술 응용 규제 보고서) · 양자 기술 조달과 관련된 프로젝트와 프로그램에 관련 규제 기관을 포함시킴으로써, 조기 규제 참여를 통해 규제 고려 사항이 처음부터 통합될 수 있도록 하는 접근 방식 추진(양자 기술 활용 규제 보고서)
	2. 표준·인증 분야	· 규제 및 표준을 포함하여 다자간 및 광범위한 다자간 포럼에서 글로벌 동맹국과의 양자 간 파트너십을 크게 확대(국가 양자 전략) · 영국 양자 표준 파일럿 네트워크는 특히 상호 운용성 표준과 테스트 및 검증 방법을 포함하여 양자 통신 표준화에 대한 전 세계적으로 정렬된 접근 방식에 기여(양자 기술 활용 규제 보고서)
	3. 윤리 분야	· RHC는 혁신과 양자 기술의 윤리적 사용 지원(양자 기술 활용 규제 보고서)
	4. 글로벌 협력 분야 A	· 영국(DSIT, BSI, NPL, NQCC 및 규제 당국)은 국제 표준 및 규제 개발에 대한 강력한 참여를 바탕으로 국제적 조화를 지원(양자 기술 활용 규제 보고서)

표 3-22. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
과학기술 생태계 조성 및 발전	5. 보조금·세제 혜택 분야	· 2024년부터 향후 10년간 양자 R&D에 25억 파운드의 정부 자금을 투자(국가 양자 전략) · 규제를 기술에 맞춰 진화할 수 있도록 보다 파괴적인 잠재력을 가진 제품에 대비할 수 있도록 규제 이니셔티브에 대한 자금 지원을 포함한 정책 환경 마련 권고(양자 기술 활용 규제 보고서)
	6. 참여 및 소통 분야	· 비례적, 적시적, 적응적 규제 시스템의 개발과 수용을 지원하고 양자 기술과 관련된 규제 과제에 대한 대중의 이해 제고(양자 기술 활용 규제 보고서)
	7. 실험 테스트 강화 분야	· 초기 단계부터 규제 요소를 포함하는 테스트베드와 샌드박스를 구축하려는 양자 기술청(Office for Quantum)의 구상을 지지(양자 기술 규제 응용 보고서)
	8. 과학기술 역량 분야	· 양자 분야의 새로운 박사과정 교육센터와 펠로우십, 양자 기술 태스크포스를 출범시키고 산업 배치 계획과 양자 견습 프로그램 개발(국가 양자 전략)
	4. 글로벌 협력 분야 B	-
기술 안보	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	· 국가 안보 투자법 및 수출 통제를 포함한 양자 역량의 주요 영역을 보호하고 양자 커뮤니티에 대한 지침과 지원 제공(국가 양자 전략)
	10. 대중/자국민 보호 분야	-

자료: 저자 작성.

3. EU 과학기술 분야 규제 혁신 전략

가. 반도체 분야

1) EU 반도체법(EU Chips Act)

「EU 반도체법」¹⁴⁹⁾은 반도체 기술과 애플리케이션에서 유럽의 경쟁력과 회복력을 강화하고 디지털 전환과 친환경 전환 달성을 지원할 목적으로 제정되었다. EU는 반도체 분야에서 유럽의 기술 리더십을 강화함으로써 이 목적을 달성할 것이라 밝힌 바 있다. 이 법안은 의회(the Parliament and the Council) 승인을 거쳐 2023년 9월 21일에 발효되었다.¹⁵⁰⁾

EU 역내 △반도체 부족 문제를 해결하고 △유럽의 기술 리더십을 강화한다는 목적 아래 EU는 430억 유로 이상의 공공 및 민간 투자를 동원하여 회원국 및 국제 파트너와 함께 향후 공급망 중단에 대비하고, 사전 예측 및 신속 대응을 가능케 하는 조치를 마련할 계획이다. 이를 위해 추진할 주요 조치는 다음과 같다. 첫째, 반도체 기술 역량 강화와 혁신 지원을 위한 ‘유럽을 위한 칩 이니셔티브’를 설립한다. 둘째, 반도체 분야의 안정적 공급망 확보와 회복력 있는 생태계 조성을 촉진하는 최초의 통합 생산시설(first-of-a-kind Integrated Production Facilities) 및 EU 개방형 파운드리를 위한 프레임워크를 제시하고, 이를 통해 인정 및 지원 기준을 마련한다. 셋째, 반도체 공급 모니터링과 반도체 부족 위기 대응을 위해 유럽 반도체 위원회를 중심으로 회원국 및 이해관계자 간의 조정 메커니즘을 구축한다.¹⁵¹⁾

149) EU의 Official Journal에서 EU 반도체법의 공식 문서명은 다음과 같다: REGULATION(EU) 2023/1781 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 September 2023 establishing a framework of measures for strengthening Europe's semiconductor ecosystem and amending Regulation(EU) 2021/694(Chips Act).

150) European Commission, “European Chips Act”(검색일: 2024. 11. 25.).

151) Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing a framework of measures for strengthening Europe's semiconductor ecosystem(Chips Act).

「EU 반도체법」의 다섯 가지 전략적 목표는 다음과 같다. △더 작고 빠른 칩을 목표로 유럽의 연구 및 기술 리더십 강화, △2030년까지 생산 능력을 세계 시장의 20%까지 끌어올리기 위한 적절한 프레임워크 마련, △고급 칩의 설계, 제조 및 패키징 혁신을 위한 유럽의 역량 구축 및 강화, △글로벌 반도체 공급망에 대한 이해 심화, △기술 부족 문제 해결과 새로운 인재 유치 및 숙련 인력의 발굴 지원이 그것이다.¹⁵²⁾

EU는 ‘유럽을 위한 칩 이니셔티브’를 수립하고 반도체 기술 혁신 및 대규모 생산 설비를 확대하기 위한 자금 조달 및 투자 유치를 촉진할 계획이며, EU 연구·혁신 지원기금 Horizon Europe에서 17억 2,500만 유로, Digital Europe Programme에서 15억 7,500만 유로 등 총 33억 유로 규모의 예산을 투입할 예정이다. 이외에도 EU 집행위는 적극적인 공공투자를 통해 430억 유로 규모의 공공 및 민간 투자 창출을 기대한다.¹⁵³⁾

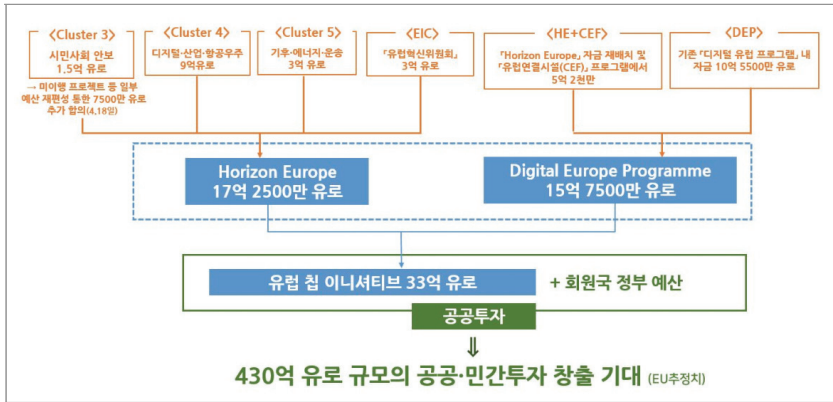
EU는 반도체 연구, 개발 및 혁신(R&D&I) 분야에서 다양한 프로그램과 이행 프레임워크를 통해 산업계와 성공적으로 협력해오고 있다. 2023년 6월 14개 회원국의 참여 속에 마이크로일렉트로닉스 및 통신 기술에 관한 유럽 공동 관심 프로젝트(IPCEI)가 승인되었으며, 이를 통해 중소기업(SME)과 스타트업을 포함한 56개 기업이 68개 프로젝트를 수행하였다. 회원국은 최대 81억 유로의 공공자금을 지원할 예정이며, 여기에 137억 유로의 민간 투자가 추가로 이루어질 것으로 예상된다.¹⁵⁴⁾

152) European Commission, “European Chips Act”(검색일: 2024. 11. 25.).

153) 심은정(2023), 「유럽 반도체법 발효와 EU 반도체 산업 당면과제」(검색일: 2024. 11. 25.).

154) European Commission, Questions and answers(검색일: 2023. 11. 30.).

그림 3-2. EU 칩 이니셔티브 예산안



자료: 심은정(2023), 「유럽 반도체법 발효와 EU 반도체 산업 당면과제」(검색일: 2024. 11. 25.).

2) EU 반도체 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

EU 반도체법은 EU의 반도체 기술 경쟁력 강화 및 반도체 산업 생태계 조성을 목적으로 제정된 규정(Regulation)으로, 관련 이행 전략의 자세한 분석 내용은 아래 [표 3-23]과 같다.

표 3-23. EU 반도체 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	· 반도체 기술 역량 강화와 혁신을 지원할 '유럽을 위한 칩 이니셔티브' 설립
	2. 표준·인증 분야	-
	3. 윤리 분야	-
	4. 글로벌 협력 분야 A	-
과학기술 생태계 조성 및 발전	5. 보조금·세제 혜택 분야	· △유럽 반도체 부족 문제를 해결하고 △유럽의 기술 리더십을 강화하기 위해 430억 유로 이상의 공공 및 민간 투자 추진 예정(EU 내 최초 제조시설 건설 기업에 보조금 제공 계획)
	6. 참여 및 소통 분야	· 반도체 공급 모니터링과 반도체 부족 위기 대응을 위한 회원국 및 이해관계자 간의 조정 메커니즘 구축
	7. 실험 테스트 강화 분야	-

표 3-23. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
	8. 과학기술 역량 분야	· 새로운 인재 유치와 숙련된 인력 발굴 지원 · 고급 칩의 설계, 제조 및 패키징 혁신을 위한 유럽의 역량 구축 및 강화
	4. 글로벌 협력 분야 B	· 일본, 한국, 싱가포르와 디지털 파트너십 구축(한국과의 디지털 파트너십은 최근 R&D 협력에 중점을 두고 채택)
기술 안보	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	-
	10. 대중/자국민 보호 분야	-

자료: 저자 작성.

나. 첨단바이오 분야

1) EU 바이오 기술 및 바이오 제조 정책방안

2024년 3월 20일 European Commission(유럽 집행위원회)은 유럽 의회, 유럽 이사회, 유럽 경제 및 사회 위원회 및 지역위원회에 보낸 통신문(Communication)을 통해 ‘EU에서 바이오 기술 및 바이오 제조(biotechnology and biomanufacturing)를 촉진하기 위한 일련의 조치 사항’을 발표하였다.¹⁵⁵⁾ 이 통신문에서는 디지털화와 인공지능(AI)의 지원을 받는 바이오 기술의 발전과 사회 문제를 해결하기 위한 바이오 기반 솔루션의 잠재력이 바이오 기술 및 바이오 제조를 금세기 가장 유망한 기술 분야 중 하나로 만들고 있다고 언급하였다. 이러한 기술들은 EU가 농업, 임업, 에너지, 식품 및 사료 부문과 산업을 현대화하는 데 도움이 될 뿐만 아니라, EU가 보다 경쟁력 있고 회복력 있는 경제를 구축하고, 시민에게 더 나은 의료 서비스를 제공하고 친환경 및 디지털 전환을 성공적으로 이루는 데에 이바지할 수 있다고 기술하고 있다.¹⁵⁶⁾

155) European Commission, “Commission takes action to boost biotechnology and biomanufacturing in the EU”(검색일: 2024. 11. 6.).

156) *Ibid.*

이 통신문에서는 EU의 바이오 기술 및 바이오 제조 분야가 연구 및 기술 성과의 시장 이전, 규제 복잡성, 금융 접근성, 인적 역량 & 전문성, 가치 사슬 전반의 장애요인, 지적 재산권, 대중의 수용성 부족 및 경제 안보 위협 등 여러 가지 과제에 직면해 있으며, 이러한 과제들이 EU 집행위원회가 일련의 조치 사항을 마련하게 된 이유임을 밝히고 있다.¹⁵⁷⁾

EU 집행위원회는 일련의 조치를 취할 8개 세부 조치 사항(Targeted Actions)을 제시하였는데, 자세한 내용은 [표 3-24]와 같다.

특히 8대 조치 사항 중 본 연구와 직접적으로 관련된 규제 경로 간소화(Streamlining regulatory pathways) 조치에 대해 자세히 살펴보겠다. △효과적인 단일 시장 형성을 방해하는 국가 또는 기타 거버넌스 수준의 규제 장애물

표 3-24. EU 바이오 기술 및 바이오 제조 분야 8대 조치 사항

범주	내용
연구 활용 및 혁신 촉진 (Leveraging research and boosting innovation)	① 혁신과 기술 채택의 동인 및 병목 현상을 파악하기 위해 위원회는 신형 바이오 기술 세대 안에서 다른 글로벌 리더들과 비교하여 EU의 입장을 조사하기 위한 연구 및 바이오 제조 산업으로의 전환 연구 시작 ② 연구 인프라의 보다 생산적인 활용을 촉진하기 위해 산업 바이오 기술 혁신 및 합성 바이오 가속기(EU IBISBA)를 이 분야의 신뢰할 수 있는 디지털 저장소 및 서비스 네트워크로 개발 및 사용하는 데 박차를 가할 수 있는 방법 모색
시장 수요 자극 (Stimulating market demand)	① 바이오 기반 제품이 시장에서 성공하려면, 예를 들어 석유화학 제품과 비교했을 때 환경에 미치는 영향이 적음을 증명해야 함. ② 바이오 제조 제품의 수요와 시장 점유율을 높이기 위해 특정 제품 카테고리과 공공 조달에서 바이오 기반 콘텐츠 요건의 타당성에 대한 심층 영향 평가 실시
규제 경로 간소화 (Streamlining regulatory pathways)	① 효과적인 단일 시장 형성을 방해하는 국가 또는 기타 거버넌스 수준의 규제 장애물뿐만 아니라 규제의 파편화를 줄이고, 단순화 가능성을 모색하며, 바이오 기술 혁신을 위한 시장 출시 기간을 단축하기 위해, EU 법안과 그 이행을 더욱 간소화할 수 있는 방법을 평가하고 이를 통해 EU Biotech Act의 기초 마련 ② Biotech 기업이 규제 프레임워크를 탐색하고 확장에 도움이 되는 지원을 식별할 수 있는 EU 바이오테크 허브 구축 ③ 시장에 신속하게 출시하기 위해 규제 당국의 감독을 받는 제한된 시간 동안 통제된 환경에서 새로운 솔루션을 테스트할 수 있는 규제 샌드박스 구축 더욱 촉진

157) Ibid.

표 3-24. 계속

범주	내용
투자 확대 (Fostering public and private investments)	① EU는 Horizon Europe을 비롯해 다양한 바이오기술 및 바이오제조 지원을 위한 재정 지원 수단을 갖추고 있는데, 이에는 순환 바이오경제 공동 이니셔티브(CBE JU), 혁신 보건 이니셔티브(IHI JU), EU4Health, 혁신 기금, 그리고 최근 출범한 유럽 전략기술 플랫폼(STEP) 등이 포함 ② 새로운 시장을 창출할 수 있는 잠재력을 가진 혁신을 촉진하기 위해 2025년 유럽혁신위원회(EIC) Accelerator Work 프로그램에 바이오 기술 및 바이오 제조에 관한 특정 과제 포함
기술 강화 (Strengthening biotech-related skills)	① 대규모 및 지역 기술 파트너십을 통해 바이오 기술 및 바이오 제조에 대한 업스킬링 및 리스킬링 기회 제공 ② Erasmus+ 프로그램의 Blueprint Alliances 활동을 통해 공공자금 조달
표준 (Elaborating and updating standards)	시장 접근과 혁신을 촉진하기 위해 바이오 기술 및 바이오 제조에 대한 유럽 표준을 정교화하고 지속적인 업데이트 장려
협업 지원 (Supporting collaboration and synergies)	지역 혁신 밸리를 통해 EU 지역 전반에 걸쳐 바이오 기술 공정 및 바이오 제조와 관련된 기술 배포 장려
국제 협력 (Fostering engagement and international cooperation)	① 미국, 인도, 일본, 한국 등과 국제 바이오 기술 및 바이오 제조 파트너십 체결을 통해 연구 및 기술 이전에 협력하고 규제 및 시장 접근 관련 주제에 대한 전략적 협력 모색 ② 글로벌 게이트웨이 및 글로벌 보건 전략에 따라 글로벌 공급망 다각화, 중요한 보건 제품 부족 극복 및 글로벌 질병 부담 감소를 목표로 아프리카, 라틴 아메리카 및 카리브해 지역과의 기존 파트너십 발전
AI 및 생성형 AI 사용 (Using AI and generative AI)	① 바이오 기술 및 바이오 제조 분야에서 AI, 특히 생성형 AI의 활용을 가속화하기 위해 이해관계자와의 체계적인 교류 지원 ② 2024년에는 AI 스타트업과 과학 및 혁신 커뮤니티의 EuroHPC 슈퍼컴퓨터에 대한 원활한 접근성 보장에 대한 인식 강화 예정
바이오 경제 전략 검토 (Reviewing the Bioeconomy strategy)	2025년 말까지 현재 사회, 인구통계학적, 환경적 도전 과제를 고려하여 바이오 경제의 산업적 차원과 바이오 기술 및 바이오 제조와의 연관성을 강화하여 EU 경제에 기여할 EU 바이오 경제 전략 검토 예정

자료: European Commission(2024. 3. 20.), "Commission takes action to boost biotechnology and biomanufacturing in the EU"(검색일: 2024. 11. 6.).

뿐만 아니라 규제의 파편화를 줄이고, 단순화 가능성을 모색하며 바이오 기술 혁신을 위한 시장 출시 기간을 단축하기 위해 EU 법안과 그 이행을 더욱 간소화할 수 있는 방법의 평가가 필요하다. △Biotech 기업이 규제 프레임워크를 이해하고, 성장(스케일업)을 위한 지원 방안을 식별할 수 있는 EU 바이오테크

허브 구축이 필요하다. △시장에 신속하게 출시하기 위해 규제 당국의 감독을 받는 제한된 시간 동안 통제된 환경에서 새로운 솔루션을 테스트할 수 있는 규제 샌드박스 구축이 더욱 촉진되어야 한다.

2) EU 첨단바이오 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

표 3-25. EU 첨단바이오 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	· 효과적인 단일 시장 형성을 방해하는 국가 또는 기타 거버넌스 수준의 규제 장애물뿐만 아니라 규제의 파편화를 줄이고, 단순화 가능성을 모색하고, 바이오 기술 혁신을 위한 시장 출시 기간을 단축하기 위해, EU 법안과 그 이행을 더욱 간소화할 수 있는 방법을 평가하고 이를 통해 EU Biotech Act의 기초 마련(바이오 기술 및 제조 조치 사항) · Biotech 기업이 규제 프레임워크를 탐색하고 확장할 수 있는 지원을 식별할 수 있는 EU 바이오테크 허브 구축(바이오 기술 및 제조 조치 사항) · 시장 접근과 혁신을 촉진하기 위해 바이오 기술 및 바이오 제조에 대한 유럽 표준을 정교화하고 지속적인 업데이트 장려(바이오 기술 및 제조 조치 사항)
	2. 표준·인증 분야	-
	3. 윤리 분야	-
	4. 글로벌 협력 분야 A	· 미국, 인도, 일본, 한국 등과 국제 바이오 기술 및 바이오 제조 파트너십 체결을 통해 연구 및 기술 이전에 협력하고 규제 및 시장 접근 관련 주제에 대한 전략적 협력 모색(바이오 기술 및 제조 조치 사항)
과학기술 생태계 조성 및 발전	5. 보조금·세제 혜택 분야	-
	6. 참여 및 소통 분야	-
	7. 실험 테스트 강화 분야	· 시장에 신속하게 출시하기 위해 규제 당국의 감독을 받는 제한된 시간 동안 통제된 환경에서 새로운 솔루션을 테스트할 수 있는 규제 샌드박스 구축 더욱 촉진 (바이오 기술 및 제조 조치 사항)
	8. 과학기술 역량 분야	-
	4. 글로벌 협력 분야 B	-
기술 안보	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	-
	10. 대중/자국민 보호 분야	· 글로벌 공급망 다각화, 중요한 보건 제품 부족 극복 및 글로벌 질병 부담 감소를 목표로 아프리카, 라틴 아메리카 및 카리브해 지역과의 기존 파트너십 발전

자료: 저자 작성.

다. AI 분야

1) EU AI Act

유럽연합(EU)은 2024년 5월 21일 세계 최초의 포괄적 인공지능(AI) 기술 규제 법안인 「AI Act」¹⁵⁸⁾를 최종 승인하였다. 유럽연합 27개국으로 구성된 교통·통신·에너지 이사회는 5월 21일 벨기에 브뤼셀에서 열린 회의에서 「AI Act」를 최종 승인했다고 밝혔다. EU는 「AI Act」 발효 6개월 뒤부터 법안을 단계적으로 도입할 예정이며, 2026년 전면 시행될 예정이다.¹⁵⁹⁾

EU 「AI Act」의 제정 목적은 내부 시장의 기능을 개선하고 인간 중심적이고 신뢰할 수 있는 인공지능(AI)의 활용을 촉진하는 동시에 민주주의, 법치주의, 환경 보호 등 현장에 명시된 건강, 안전, 기본권을 연합 내 AI 시스템의 유해한 영향으로부터 고도로 보호하고 혁신을 지원하는 것이다.¹⁶⁰⁾

EU 「AI Act」는 AI를 위험에 따라 분류하는데, 이때 위험이란 AI가 건강, 안전 또는 인권에 미칠 수 있는 위해가 발생할 확률과 심각성을 의미한다. EU 「AI Act」는 위험 기반(risk-based approach)에 따른 차등적 규제를 규정하고 있는데, 위험을 ① 허용할 수 없는 위험(Prohibited AI systems, Chapter II, Art.5), ② 고위험(High risk AI systems, Chapter III & Annex III), ③ 제한적 위험(Transparency risk), ④ 최소한의 위험(Minimal risk) 등 크게 네 가지 범주로 분류하고, 기술 개발 과정에서의 투명성을 강화하며 위험 수준에 따라 차등 규제하는 것이 주요 내용이다.¹⁶¹⁾

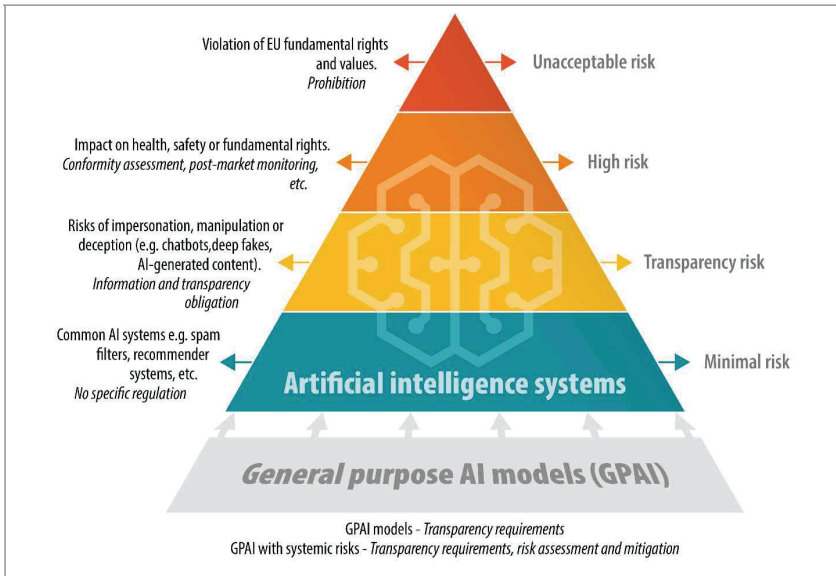
158) EU의 Official Journal에서의 EU AI Act의 공식 문서명은 다음과 같다: REGULATION (EU) 2024/1689 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828(Artificial Intelligence Act).

159) 「EU, 세계 최초 AI 규제법 최종 승인…2026년 전면 시행」(2024. 5. 22., 검색일: 2024. 11. 5.).

160) EU Artificial Intelligence Act, Chapter I, Article 1: Subject Matter(검색일: 2024. 11. 6.).

161) The EU Artificial Intelligence Act, Chapter I, Article 1: Subject Matter: European Commission, “AI Ac”(모든 자료의 검색일: 2024. 11. 6.).

그림 3-3. EU AI Act의 위험기반 접근법



자료: European Parliament Directorate-General for Parliamentary research Services(검색일: 2024. 11. 8.).

일부 AI 기술은 활용이 원천 금지된다. 인종, 종교, 성적 취향과 같은 특정 범주에 따라 사람을 분류하기 위해 생체 인식 데이터를 사용하는 것이 대표적이다. 테러 납치 등 중범죄를 제외하고는 프로파일링을 기반으로 한 치안 업무에 AI를 사용하는 것도 금지된다.¹⁶²⁾ EU 「AI Act」 제5조에서 언급한 AI 관행의 금지 규정을 준수하지 않을 경우, 최대 3,500만 유로 또는 위반자가 기업인 경우 이전 회계연도 전 세계 연간 총매출의 최대 7%에 해당하는 금액 중 높은 금액의 과태료가 부과된다. 요청에 응답하여 통지된 기관 또는 국가 관할 당국에 부정확하거나 불완전하거나 오해의 소지가 있는 정보를 제공하는 경우, 최대 750만 유로 또는 위반자가 기업인 경우 이전 회계연도 전 세계 연간 총매출의 1% 중 높은 금액을 벌금으로 부과받을 수 있다.¹⁶³⁾

162) 「EU, 세계 최초 AI 규제법 최종 승인…2026년 전면 시행」(2024. 5. 22., 검색일: 2024. 11. 5.).

163) EU Artificial Intelligence Act, Chapter XII, Art.99(검색일: 2024. 11. 6.).

EU 「AI Act」에서 분류한 위험의 네 가지 범주에 관한 자세한 내용은 아래 [표 3-26]과 같다.

표 3-26. EU AI Act의 네 가지 위험 범주 및 세부 내용

범주	내용
① 허용할 수 없는 위험 ¹⁶⁴⁾	① 잠재적, 조작적 또는 기만적인 기술을 배포하여 행동을 왜곡하고 정보에 입각한 의사 결정을 손상시켜 심각한 피해를 입힌 AI system ② 연령, 장애 또는 사회경제적 상황과 관련된 취약점을 악용하여 행동을 왜곡하고, 그 결과 심각한 피해를 입힌 AI system ③ 합법적으로 취득한 생체 인식 데이터 세트의 라벨링이나 필터링 또는 법 집행기관이 생체 인식 데이터를 분류하는 경우를 제외하고 민감한 속성(인종, 정치적 의견, 노동조합 가입, 종교적 또는 철학적 신념, 성생활 또는 성적 지향)을 추론하는 생체 인식 분류 시스템 ④ 사회적 행동이나 개인적 특성에 따라 개인 또는 그룹을 평가하거나 분류하여 해당 사람들에게 해롭거나 불리한 대우를 유발하는 사회적 점수 시스템 ⑤ 범죄 활동과 직접적으로 연관된 객관적이고 검증 가능한 사실에 근거하여 인간의 평가를 강화하는 데 사용되는 경우를 제외하고는 프로파일링 또는 성격 특성에만 근거하여 개인이 범죄를 저지를 위험성을 평가 ⑥ 인터넷 또는 CCTV 영상에서 얼굴 이미지를 표적이 아닌 스크래핑하여 얼굴 인식 데이터베이스를 수집 ⑦ 의료 또는 안전상의 이유를 제외하고 직장이나 교육기관에서 감정 추론 ⑧ 법 집행 기관이 공개적으로 접근할 수 있는 공간에서 '실시간' 원격 생체 인식을 수행
② 고위험 ¹⁶⁵⁾	① 금지되지 않은 생체 인식 시스템 ② 중요 인프라(중요한 디지털 인프라, 도로 교통, 수도, 가스, 난방 및 전기 공급의 관리 및 운영에 필요한 안전 요소들) ③ 교육 및 직업 훈련 관련 시스템(모든 수준의 교육 및 직업 훈련기관에 대한 접근, 입학 또는 배정을 결정하는 AI 시스템, 학생의 학습 과정을 조정하는 데 사용되는 학습 결과 평가, 개인에 대한 적절한 교육 수준 평가, 시험 중 금지된 학생의 행동 모니터링 및 감지) ④ 고용, 근로자 관리 및 자영업 접근성(채용 또는 선발, 특히 채용 공고, 지원서 분석 및 필터링, 지원자 평가, 승진 및 계약 해지, 성격 특성이나 행동에 따른 업무 할당, 성과 모니터링 및 평가를 위해 사용된 AI system) ⑤ 필수 공공 및 민간 서비스에 대한 접근을 결정하는 데 사용되는 시스템(공공 당국 이 혜택 및 서비스의 할당, 축소, 취소 또는 복구를 포함하여 혜택 및 서비스에 대한 적격성을 평가하는 데 사용하는 AI 시스템. 단 금융 사기를 탐지할 때는 제외) ⑥ 법 집행에 사용되는 AI system(개인이 범죄 피해자가 될 위험을 평가하는 데 사용되는 거나 범죄 탐지, 수사 또는 기소 중 프로파일링에 사용되는 AI 시스템 등)

164) EU Artificial Intelligence Act, Chapter II, Article 5(검색일: 2024. 11. 6.).

165) EU Artificial Intelligence Act, Chapter III, Article 6 및 Annex III(검색일: 2024. 11. 6.).

표 3-26. 계속

범주	내용
	⑦ 이민, 망명 및 국경 통제 관리를 위해 사용되는 AI system(망명 신청, 비자 및 거주 허가, 자격과 관련된 불만 사항 검토 및 여행 문서 확인을 제외한 개인을 감지, 인식 또는 식별하기 위한 AI system) ⑧ 사법 및 민주적 프로세스의 관리(정치 캠페인을 조직, 최적화 및 구조화하는 데 사용되는 도구와 같이 사람들과 직접 상호 작용하지 않는 결과물을 제외하고 선거 및 국민투표 결과 또는 투표 행동에 영향을 미치는 시스템)
③ 제한적 위험	의사결정 결과에 실질적 영향을 주지 않고 자연인의 건강, 안전 또는 기본권에 중대한 위해를 가할 위험이 없는 AI 시스템¹⁶⁶⁾ 특정 AI 시스템 제공자와 사용자는 투명성 의무를 가짐.¹⁶⁷⁾¹⁶⁸⁾
④ 최소한의 위험	금지된 위험, 고위험 및 제한적 위험에 속하지 않는 그 밖의 시스템으로, 최소한의 위험만을 가진 AI 시스템에 대해서는 별도 규제가 없음.¹⁶⁹⁾

자료: The EU Artificial Intelligence Act(검색일: 2024. 11. 6.); 심소연(2024).

EU 「AI Act」는 범용 AI(General Purpose AI)에 대하여 명시적으로 별도의 규정을 가지고 있다. 모든 범용 AI 모델 제공업체들은 △모델의 학습 및 테스트 과정과 평가 결과를 포함한 기술 문서를 작성하고 이를 최신 상태로 유지해야 하며, AI 사무국 및 국가 감독 기관의 요청 시 제공될 수 있어야 하고, △범용 AI 모델을 자사의 AI 시스템에 통합하려는 AI 시스템 공급자에게 필요한 정보와 문서를 작성하고 지식재산권, 영업비밀 및 기밀 정보를 보호하는 의무를 침해하지 않는 범위 내에서, 이 정보는 공급자가 모델의 기능과 한계를 충분히 이해하고 본 규정에 따른 의무를 이행할 수 있도록 해야 하고, △저작권 지침을 존중하는 정책을 수립해야 한다. 또한, △범용 AI 모델 학습에 사용된 콘텐츠에 대해, AI 사무국(AI Office)이 제공하는 양식에 따라 충분히 상세한 요약 정보를 작성하여 일반에 공개해야 한다.¹⁷⁰⁾

시스템적 위험이 있는 범용 AI 모델 제공업체는 다음의 규정을 따라야 한다.

166) 심소연(2024).

167) EU Artificial Intelligence Act, Chapter IV, Article 50(검색일: 2024. 11. 6.).

168) European Commission, “AI Act”(검색일: 2024. 11. 6.).

169) 심소연(2024).

170) EU Artificial Intelligence Act, Chapter V, Article 53(검색일: 2024. 11. 6.).

△시스템 위험을 식별하고 완화하기 위해 모델에 대한 적대적 테스트를 수행하고 문서화하는 등 최신 기술을 반영하는 표준화된 프로토콜과 도구에 따라 모델 평가를 수행하고, △시스템 위험이 존재하는 범용 AI 모델의 개발, 시장 출시 또는 사용으로 인해 발생할 수 있는 출처를 포함한 가능한 시스템 위험을 평가하고 완화해야 한다. 또한 △심각한 사고와 가능한 시정 조치를 과도한 지연 없이 추적, 문서화하여 AI 사무국(AI Office)을 비롯한 관련 국가 관할 당국에 보고해야 하며, △시스템적 위험이 있는 범용 AI 모델과 그 물리적 인프라에 대해 적절한 수준의 사이버 보안 보호를 보장해야 한다.¹⁷¹⁾

EU 「AI Act」는 표준, 적합성 평가, 인증서, 등록에 관한 내용을 규정하고 있다.¹⁷²⁾ 「AI Act」의 관련 조항을 살펴보면, 표준화 프로세스의 참가자들은 AI 기술에 대한 투자와 혁신을 촉진하고, 법적 확실성을 제고하며, EU의 시장 경쟁력과 성장을 도모해야 하며, 국제 표준과의 정합성을 고려하여 글로벌 협력에 기여해야 하고, EU의 가치, 기본권, 공공 이익을 반영하는 방향으로 관련 EU 규정에 따라 균형 잡힌 이해관계 대표와 모든 관련 이해관계자의 효과적인 참여를 보장하는 다중 이해관계자 거버넌스를 강화해야 한다고 규정하고 있다.¹⁷³⁾

EU 「AI Act」에는 혁신을 지원하기 위한 조치에 관한 내용도 규정되어 있는데,¹⁷⁴⁾ AI regulatory sandbox에 관한 규정에 따르면 회원국은 관할 당국이 2026년 8월 2일까지 운영될 국가 차원의 AI 규제 샌드박스를 하나 이상 설립하도록 보장해야 한다. 해당 샌드박스는 다른 회원국의 관할 당국과 공동으로 설립할 수도 있으며, EU 위원회는 AI 규제 샌드박스(AI regulatory sandbox)의 설립 및 운영을 위한 기술 지원, 조언 및 도구를 제공할 수 있다. 또한 지역 차원에서 또는 다른 회원국의 관할 당국과 공동으로 AI 규제 샌드박스도 추가로 설립할 수 있으며, 유럽 데이터 보호 감독관 역시 연합 기관, 기관, 사무소를

171) EU Artificial Intelligence Act, Chapter V, Article 55(검색일: 2024. 11. 6.).

172) EU Artificial Intelligence Act, Chapter III, Article 40~Article 49(검색일: 2024. 11. 6.).

173) EU Artificial Intelligence Act, Chapter III, Article 40(검색일: 2024. 11. 6.).

174) EU Artificial Intelligence Act, Chapter VI(검색일: 2024. 11. 6.).

위한 AI 규제 샌드박스를 구축할 수 있고, 국가 관할 당국의 역할과 업무를 행사할 수 있다고 규정되어 있다.¹⁷⁵⁾

EU AI 사무국(AI Office)은 신뢰할 수 있는 인공지능의 개발과 활용을 지원하면서 동시에 AI가 야기할 수 있는 위험으로부터의 보호를 목적으로, 유럽연합 집행위원회(Commission) 산하에 설치되었으며, AI 전문성의 중심 기관이자 EU 전역의 통합된 AI 거버넌스 체계의 기반 역할을 수행한다. AI 사무국의 주요 역할은 각 회원국 내 AI 거버넌스 기관들이 규정된 임무를 효과적으로 수행할 수 있도록 지원하고, 신뢰 기반의 혁신적 AI 생태계를 육성하여 사회적·경제적 혜택이 극대화될 수 있도록 유도하는 것이며, 특히 범용 AI(GPAI: General-Purpose AI) 모델 제공자들의 법 준수 여부를 모니터링하는 핵심 역할을 수행한다.¹⁷⁶⁾ 만약 다운스트림 제공자(즉 GPAI 모델을 사용하는 기업 또는 개발자)가 업스트림 제공자(GPAI 모델을 개발·배포하는 주체)가 AI 법을 위반했다고 판단하는 경우, AI 사무국에 공식적으로 이의를 제기하거나 신고할 수 있다.¹⁷⁷⁾ EU AI 사무국은 EU 역내 AI 전문성의 중심으로서 단일한 유럽 AI 거버넌스 시스템의 기초를 형성하고, 신뢰할 수 있는 AI의 개발 및 사용과 국제협력을 촉진하며, 특히 범용 AI를 위한 AI 법 시행에 중요한 역할을 수행할 것이다. 또한 사회적, 경제적 이익을 창출할 수 있는 신뢰할 만한 AI의 혁신 생태계 조성을 촉진하게 될 것이다. 규정에 의하면 이는 국제적 차원에서 전략적이고 일관성 있으며 효과적인 유럽의 AI 접근 방식을 보장함으로써 글로벌 기준점이 될 것이다.¹⁷⁸⁾

「AI Act」의 집행 권한은 EU 집행위원회와 회원국 규제당국에 분산되어 있으며, 회원국 간 「AI Act」 집행의 일관성 및 실효성 확보를 위한 정책적 지원과 자문 역할은 EU 집행위원회 및 그 산하의 AI 사무국(AI Office), 그리고 회원국 대표

175) EU Artificial Intelligence Act, Chapter VI, Article 57(검색일: 2024. 11. 6.).

176) European Commission, 'European AI Office'(검색일: 2024. 11. 6.).

177) EU Artificial Intelligence Act, "High-level summary of the AI Act"(검색일: 2024. 11. 6.).

178) European Commission, "European AI Office"(검색일: 2024. 11. 6.).

단으로 구성된 별도의 AI 이사회(AI Board)가 담당하는 구조로 되어 있다.¹⁷⁹⁾

EU 「AI Act」는 허용할 수 없는 위험, 고위험 등 위험 수준에 따라 AI를 4단계로 분류하고, 과태료 등 강력한 규제를 포함하고 있으며, 최종안에는 범용 AI에 대한 규제도 추가되어 있다. 이처럼 EU 「AI Act」는 AI의 윤리성 및 효과적인 규제에 중점을 두었다고 할 수 있다.

2) EU AI 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

표 3-27. EU AI 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	· 회원국 대표단으로 구성된 별도의 AI 이사회(AI Board) 구성 · AI Act를 집행하기 위해 집행위 연결총국 산하에 ‘AI 사무국(AI Office)’ 신설 · 위험을 ① 허용할 수 없는 위험, ② 고위험, ③ 제한적 위험, ④ 최소한의 위험 등 크게 4가지 범주로 분류 · 표준, 적합성 평가, 인증서, 등록 규정 · 범용 AI(General Purpose AI)에 대하여 별도 규정 명시 · AI 관행의 금지 규정을 준수하지 않을 경우 최대 3,500만 유로 또는 위반자가 기업인 경우 이전 회계연도 전 세계 연간 총매출의 최대 7%에 해당하는 금액 중 높은 금액의 과태료가 부과
	2. 표준·인증 분야	-
	3. 윤리 분야	-
	4. 글로벌 협력 분야 A	· AI에 대한 투자와 혁신을 촉진하여 표준화에 대한 글로벌 협력을 강화하고 연합의 가치, 기본권 및 이해관계에 부합하는 AI 분야의 기존 국제 표준을 고려하는 데 기여
과학기술 생태계 조성 및 발전	5. 보조금·세제 혜택 분야	-
	6. 참여 및 소통 분야	-
	7. 실험 테스트 강화 분야	· 혁신을 지원하기 위한 조치로서 AI regulatory sandbox에 관한 규정 신설
	8. 과학기술 역량 분야	-
기술 안보·윤리	4. 글로벌 협력 분야 B	-
	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	-
	10. 대중/자국민 보호 분야	-

자료: 저자 작성.

179) Novelli et al.(2024. 5. 7.), “A Robust Governance for the AI Act: AI Office, AI Board, Scientific Panel, and National Authorities”(검색일: 2024. 11. 5.).

라. 양자 분야

1) 양자 기술 플래그십(Quantum Technologies Flagship)

2016년 5월의 양자 선언문(Quantum Manifesto)에 이어, 2018년에 양자 기술 플래그십(Quantum Technologies Flagship)이 출범하였다. 양자 기술 플래그십은 유럽을 2차 양자 혁명의 선두에 세우는 것을 목표로 하는 장기적인 연구이자 혁신 이니셔티브로, 10년간 수백 명의 양자 연구자들을 지원하는 것을 목표로 10억 유로의 EU 예산이 투입될 것으로 예상된다. 이 양자 기술 플래그십을 통해, 연구기관, 산업계 및 공공 기금 제공자를 하나로 모아, 유럽의 양자 기술 분야에서의 과학적 리더십과 탁월성을 공고히 하고 확장하는 데 기여해 왔다. 이 플래그십의 목적은 유럽의 연구가 양자의 파괴적 잠재력을 최대한 활용하는 상업적 응용 분야로 전환될 수 있도록 지원하는 것이다.¹⁸⁰⁾

플래그십의 램프업 단계(2018~22년)에서는 총 24개 프로젝트에 1억 5,200만 유로의 예산이 투입되었으며, 1,600명 이상의 연구원이 참여하였다. 현재는 양자 플래그십(Quantum Flagship funded under Horizon Europe)의 다음 단계로서 총 4억 유로 이상의 예산과 20개 이상의 신규 프로젝트가 순조롭게 진행되고 있다.¹⁸¹⁾

양자 기술에 관한 전략적 연구 의제(SRA: Strategic Research Agenda on Quantum technologies)는 양자 플래그십 전략 자문위원회(SAB: Quantum Flagship Strategic Advisory Board)의 감독하에 마련되었으며, 18개월 동안 유럽 전역의 양자 전문가 2,000명 이상으로부터 개방적이고 투명한 프로세스를 통해 자문을 받고 유럽의 미래 양자 연구 및 혁신 발전에 대한 명확한 추진 방향을 설정하였다. 2020년 2월 수립된 SRA는 쿼텀 플래그십에 대한 도전

180) European Commission, "Quantum Technologies Flagship"(검색일: 2024. 11. 25.).

181) *Ibid.*

적이면서도 달성 가능한 목표를 설정하고 향후 3년간의 목표와 6~10년까지의 전망을 자세히 설명하고 있다.¹⁸²⁾

표 3-28. 전략적 연구 의제(SRA) 추진 방향

추진 방향	내용
1. Quantum Europe	모든 이해관계자가 참여하는 혁신적인 생태계(ecosystems) 조성
2. 성장 자금 조달	지속가능한 양자 산업 구축
3. 인프라	연구실(Lab)에서 팹(Fab)으로 시장까지 필요한 인프라 제공
4. 유럽 역량 강화	유럽 IP와 표준화 전략 창출
5. 교육 및 지원	양자 지식을 겸비한 인력 및 사회 교육 훈련

자료: European Quantum Flagship(2022), pp. 9~10; 과학기술정보통신부, 한국지능정보사회진흥원, 미래양자융합포럼 (2024a), 「2023 양자정보기술 백서」.

그림 3-4. EU Quantum Ecosystem의 전략적 필러



자료: Quantum Flagship, “European funding opportunities for quantum technologies”(검색일: 2024. 11. 18.).

2) Strategic Research and Industry Agenda 2030(SRIA 2030)

양자 플래그십은 EU의 양자 기술 전략을 업데이트한 예비 전략적 연구 및 산업 의제(preliminary SRIA: preliminary Strategic Research and Industry Agenda)를 발표하였다. 플래그십 전략자문위원회(Flagship’s Strategic Advisory

182) European Quantum Flagship(2020), “Strategic Research Agenda.”

Board) 감독하에 작성된 이 문서는 기존 의제를 EU 반도체법 및 EuroHPC 공동 사업과 같은 향후 예정된 새로운 프로그램과 통합하는 것을 목표로 한다.¹⁸³⁾

「예비 전략적 연구 및 산업 의제 문서(preliminary SRIA)」에는 네 가지 기술 분야(양자 컴퓨팅, 양자 시뮬레이션, 양자 통신, 양자 감지 및 계측)와 인력 개발 및 표준화와 같은 문제에 대한 2030년 로드맵이 요약되어 있고, EU 반도체법 및 EuroHPC 공동 사업의 프레임워크에 대한 구체적인 권고 사항도 포함되었다. 추가 프로그램은 차기년도에 발표 예정인 SRIA에 통합될 예정이다.¹⁸⁴⁾ 예비 SRIA 문서는 과학(SRA) 및 산업(SIR) 전략 의제를 조화롭게 구성한 SRIA(Strategic Research and Industry Agenda)의 예비 버전이다.¹⁸⁵⁾

2024년 2월 양자 플래그십은 EU의 양자 기술에 대한 정보를 전체적으로 업데이트한 새로운 양자 기술 로드맵인 전략적 연구 및 산업 의제 2030(SRIA 2030: Strategic Research and Industry Agenda 2030)을 발표하였다. 이 문서는 2022년 11월에 발표된 예비 문서(preliminary SRIA)를 토대로 마련된 것으로, 유럽 연구 커뮤니티의 양자 기술에 대한 비전을 명시한 전략적 연구 의제(SRA, 2020년 발표)와 유럽 양자 산업 컨소시엄(QuIC)이 2022년에 발표한 예비 전략 산업 로드맵(preliminary SIR: preliminary Strategic Industry Roadmap)을 연계하여 EU 산업 커뮤니티의 비전을 전달하는 것을 목표로 한다.¹⁸⁶⁾

183) Quantum Flagship, 'Quantum Flagship publishes preliminary Strategic Research and Industry Agenda'(검색일: 2024. 11. 18.).

184) *Ibid.*

185) European Quantum Flagship(2024), "Strategic Research and Industry Agenda - SRIA 2030: Roadmap and Quantum Ambitions over this Decade."

186) *Ibid.*

표 3-29. EU 양자 기술 로드맵 내 국제협력 및 규제 관련 주요 내용

SRA(2020. 2.)	예비 SRIA(2022. 10.)	SRIA 2030(2024. 2.)
EU 양자 기술 연구 개발 추진 방향 제시	EU 양자 기술 연구와 산업을 위한 추진 방향 제시	
EU 양자 플래그십의 비전 제시	EU Chips Act, EuroHPC 등 EU 프로그램에 양자 기술 통합 권고	EU의 양자 기술 이니셔티브와 연계하기 위한 구체적인 시행 조치 권고
-	EU Chips Act 및 EuroHPC 공동 사업의 프레임워크에 대한 구체적인 권고	EU를 세계의 “양자 밸리(Quantum Valley)”로 포지셔닝하는 것이 중요
-	-	국제 협력은 양자 기술의 책임감 있는 개발 및 배포를 위한 모범 사례와 정책 프레임워크의 공유를 촉진
-	-	양자 기술을 둘러싼 규제 환경은 여전히 진화하고 있으므로 규제 개발에 대한 최신 정보 유지와 그에 따른 협업 전략 조정이 중요

자료: European Quantum Flagship(2022); 송예인, 이정원(2024. 4.), p. 1 자료를 참고하여 저자 작성.

SRIA 2030에서는 EU가 글로벌 리더십을 확보하고 전략적 이익을 보호하며, 자율성을 보장하고 안보를 강화하는 한편 제3국에 대한 기술 의존을 피하기 위해서는 양자 기술 개발 및 생산을 위한 독립적인 역량을 구축해야 하며, 이를 위한 노력은 실험실에서 이루어진 연구를 대량 생산으로까지 연결하여 다양한 과학 및 산업 애플리케이션을 지원하는 세계 최고의 생태계를 조성하는 것을 목표로 해야 한다고 역설하고 있다. 나아가 양자 기술이 지닌 경제적, 사회적 잠재력을 바탕으로 이 혁신적인 분야에서 글로벌 플레이어로서 EU의 역할을 강화하고 이를 통해 EU를 세계의 “양자 밸리(Quantum Valley)”로 포지셔닝하는 것이 중요하다고 강조하였다.¹⁸⁷⁾

¹⁸⁷⁾ Ibid.

SRIA 2030은 인력 관련 업스킬링 및 교육과 육성을 권고하고 있다. 업계 교육 요구를 충족하기 위해서는 업계 인력 중 다양한 이해관계자 그룹을 위한 지속적인 교육 프로그램과 현장 업무에 대한 포괄적인 지원이 이루어져야함을 강조하면서 특히 유럽으로 국제 인재를 유치하기 위한 국내 및 유럽 규정(예: 인재 비자)의 시행을 권고하고 있다.¹⁸⁸⁾

양자 기술의 표준화는 기존 인프라, 시스템, 구성요소와의 신뢰성, 일관성, 상호운용성을 확보함으로써 시장 도입을 체계화하고 가속화하는 데 기여할 수 있으며, 표준화는 인증의 기반이 되는 요구사항뿐만 아니라, 용어 정의, 개념 체계, 품질 기준, 모델, 데이터 교환 프로토콜 등 다양한 주제를 포함한다. 산업계 및 학계 대표, 양자 기술 전문가(산업 및 과학 양측 모두)의 JTC22¹⁸⁹⁾ 및 기타 관련 표준화 기구(SDOs: Standard Development Organisation) 참여를 활성화하기 위한 적절한 인센티브를 마련해야 하며, EuroHPC 및 EuroQCI 수혜자들이 JTC22의 표준화 개발에 적극적으로 참여하고 기여하도록 유도해야 한다고 권고하고 있다.¹⁹⁰⁾

SRIA 2030에서는 EU의 국제협력에 따르는 기회와 위협의 중대성을 지적하며, 효율적인 양자 간 논의와 조치가 이루어지기 위해서는 협력 프레임워크를 명확하게 식별해야 함을 강조하고 있다. 국제협력을 통해 더 크고 경쟁이 치열한 생태계를 조성하고 투자를 유치하며 혁신을 촉진할 수 있고, 협력 프로젝트는 새로운 기술, 제품 및 서비스의 개발을 이끌어 경제성장과 일자리 창출로 이어질 수 있기 때문에 국제협력은 분명 추진할 필요가 있지만, 위험 역시 따를 수 있음을 지적한 것이다.¹⁹¹⁾

188) *Ibid.*

189) 유럽 표준화 기관인 CEN과 CENELEC는 2023년 3월에 양자 기술에 관한 새로운 공동 위원회인 JTC22를 설립.

190) European Quantum Flagship(2024. 2.), "Strategic Research and Industry Agenda - SRIA 2030: Roadmap and Quantum Ambitions over this Decade."

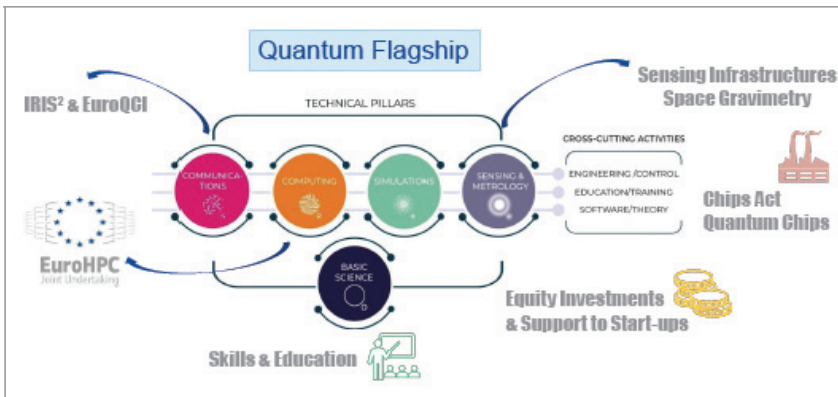
191) *Ibid.*

표 3-30. EU 양자 기술 국제협력의 기회와 위험 분야(SRIA 2030)

기회 분야	위험 분야
1. 자원의 완화(Mitigation of resources)	1. 자금 조달 불일치 및 인프라 격차(지역 간에는 자금의 가용성과 분배에 차이가 있을 수 있음)
2. 복잡한 과제 해결(Tackling complex challenges)	2. 국가안보 고려사항(National security considerations)
3. 정책 및 표준 개발(Policy and standards development)	3. 데이터 개인정보 보호 및 보안(Data privacy and security)
4. 교육 및 인재(Education and talent)	4. 진화하는 규제 환경(An evolving regulatory landscape)

자료: European Quantum Flagship(2024), "Strategic Research and Industry Agenda - SRIA 2030: Roadmap and Quantum Ambitions over this Decade."

그림 3-5. EU Quantum Ecosystem을 구축하는 European Commission Initiatives



자료: European Quantum Flagship(2024), "Strategic Research and Industry Agenda - SRIA 2030: Roadmap and Quantum Ambitions over this Decade."

3) 유럽 양자 기술 선언문(EU Declaration on Quantum Technologies)

2023년 12월 6일 11개 EU 회원국은 EU의 과학 및 산업 경쟁력에서 양자 기술의 전략적 중요성을 인식하고, 유럽 전역에 세계적 수준의 양자 기술 생태계를 개발하기로 협력할 것을 약속하는 선언문을 발표하였다.¹⁹²⁾¹⁹³⁾ EU 및

192) European Commission, "European Declaration on Quantum Technologies"(검색일: 2024. 11. 25.).

193) 현재 26개 회원국이 선언문에 서명을 마쳤다.

국가 차원에서 양자 기술 및 응용 분야의 발전을 가속화하고 양자 기술 관련 안보와 기술 주권을 보장하는 한편, 뜻을 같이하는(like-minded) 지역 및 국가와의 협력을 통해 양자 기술 분야에서 EU의 입지를 강화하는 것을 목표로 하고 있다.¹⁹⁴⁾

이외에도 양자 컴퓨팅이 안보 및 방위 분야의 게임체인저로 부상하면서 EU는 역내 양자 기술 가치사슬 보호 강화에 나서고 있으며,¹⁹⁵⁾ EU 집행위는 2023년 10월 3일 EU와 다른 가치를 추구하는 국가들이 △반도체, △AI, △양자, △바이오 등 4대 첨단기술을 무기화할 위험성을 평가하고, 평가에서 드러난 문제를 해결하는 조치에 나설 계획이다. EU와 추구하는 가치가 다른 국가는 인권, 법치, 민주주의 등 서구권의 기본 가치를 존중하지 않는 권위주의 국가를 지칭하는 것으로, 이 계획은 2023년 6월 발표된 EU 경제 안보 전략에서 비롯된 내용이다. EU 경제 안보 전략에는 △첨단반도체 등 민감한 기술을 보유한 역내 기업의 과도한 제3국 투자 금지, △군사용으로 전용될 수 있는 제품군에 대한 수출 통제, △역내 핵심 인프라나 기업의 제3국 인수 방지 등의 내용이 담겨 있다.¹⁹⁶⁾

4) EU 양자 분야 규제 혁신 전략 유형별 분석

표 3-31. EU 양자 분야 규제 혁신 전략 유형 분석

대분류	분야	주요 관련 내용
제도·거버넌스	1. 거버넌스·시스템·Institution 구축 분야	· 플래그십 전략자문위원회(Flagship's Strategic Advisory Board)(Preliminary SRIA) · 양자 기술을 둘러싼 규제 환경은 여전히 진화하고 있으므로, 규제 개발에 대한 최신 정보 유지와 그에 따른 협업 전략 조정이 중요(SRIA 2030)

194) 송예인, 이정원(2024), 「유럽 양자기술 전략연구산업 아젠다」.

195) KBA Europe(2024. 2. 28.), 「EU, 민감 기술인 양자 기술 보호 강화 움직임」.

196) 국가전략정보포털(2023. 10. 4.), 「EU 집행위원회, '4대 첨단기술 무기화 위험성 검토 계획' 발표」.

표 3-31. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
과학기술 생태계 조성 및 발전	2. 표준·인증 분야	· 추진 방향 제시-유럽 IP와 표준화 전략 창출 등(SRA) · 양자 컴퓨팅, 양자 시뮬레이션, 양자 통신, 양자 감지 및 계측 분야 인력 개발 및 표준화와 같은 문제에 대한 2030년 로드맵 요약(Preliminary SRIA) · JTC22 및 잠재적으로 기타 관련 SDO에 적극적으로 참여하여 표준을 개발할 수 있도록 적절한 인센티브를 설정 권고(SRIA 2030)
	3. 윤리 분야	-
	4. 글로벌 협력 분야 A	· 국제 협력은 양자 기술의 책임감 있는 개발 및 배포를 위한 모범 사례와 정책 프레임워크의 공유를 촉진 · 국가 또는 지역 간의 파트너십은 양자 기술 애플리케이션에서의 윤리적 사용, 개인정보 보호 및 보안 고려 사항을 보장하는 글로벌 표준, 프로토콜 및 규정 수립에 기여(SRIA 2030)
	5. 보조금·세제 혜택 분야	· 10년간 10억 유로의 예산 투입 예상(양자 기술 플래그십) · 플래그십의 램프업 단계(2018~22년)에서 총 24개 프로젝트에 1억 5,200만 유로의 예산 투입(양자 기술 플래그십) · 2단계(2022~25년)에는 총 4억 유로 이상의 예산으로 20개 이상의 신규 프로젝트가 순조롭게 진행 중(양자 기술 플래그십)
	6. 참여 및 소통 분야	-
	7. 실험 테스트 강화 분야	· 실험실에서 대량 생산으로의 전환을 연결하여 다양한 과학 및 산업 애플리케이션을 지원하는 세계 최고의 생태계 조성 목표(SRIA 2030)
	8. 과학기술 역량 분야	· 인력 관련 업스킬링 및 교육과 육성 권고(SRIA 2030) · 국제 인재를 유치하기 위한 국내 및 유럽 규정(예: 인제 비자) 시행 권고(SRIA 2030)
	4. 글로벌 협력 분야 B	· 국제 협력을 통해 협력하면 파트너가 연구개발과 관련된 비용과 자원을 공유(SRIA 2030) · 국제 협력을 통해 더 크고 경쟁이 치열한 생태계를 조성하고 투자를 유치하며 혁신을 촉진(SRIA 2030) · 기관과 국가 간에 학생, 연구자, 전문가가 교류할 수 있는 기회를 제공함으로써 지식과 기술을 전수하고, 훈련 기회를 강화하며, 차세대 양자과학자와 엔지니어 양성(SRIA 2030)

표 3-31. 계속

대분류	분야	주요 관련 내용
기술 안보	9. 대외 적대적 대응 정책·전략 분야	· 양자 기술 관련 안보와 기술 주권 보장(유럽 양자 기술 선언문) · EU는 역내 양자 기술 가치사슬 체인 보호 강화(EU 집행위) · EU와 다른 가치를 추구하는 국가들이 △반도체, △AI, △양자, △바이오 등 4대 첨단기술을 무기화할 위험성 평가 계획(EU 집행위)
	10. 대중/자국민 보호 분야	-

자료: 저자 작성.

4. 소결

△반도체, △첨단바이오, △AI, △양자 각 분야별로 미국·영국·EU의 규제 혁신 전략을 조사·분석한 주요 연구 결과는 다음과 같다.

반도체 분야에서, 미국·영국·EU는 혁신적 규제 프레임워크에 보조금, 세제 혜택, R&D 정책자금을 포함시키는 혁신적 정책을 추진하고 있다. 이를 통해 자국내 반도체 생산과 기술 혁신을 촉진하는 것을 목표로, 반도체 부족 위기 대응과 함께 수출 통제 규정 등을 통해 각국의 기술적 우위를 보호·확보하려는 정책을 추진 중이다.

미국·EU가 유사하게 각각 520억 달러와 430억 유로(460억 달러)의 정부 보조금을 자국 내 칩 제조 역량을 강화하기 위해 지원하는 혁신적 규제 정책을 발표한 것에 비해, 영국은 미국·EU의 지원보다는 상대적으로 적은 지원 규모인 10억 파운드(12억 4,000만 달러)를 투자하여 반도체 분야 연구개발 노력을 촉진하고 업계의 인재 파이프라인을 강화하는 전략을 발표하였다. 영국은 반도체 설계 및 지식재산(IP), 화합물 반도체(compound semiconductors), 연구 및 혁신 시스템 영역에서의 강점을 바탕으로 이 산업 내에서 영국의 핵심적인

위치를 유지하고 더욱 확장해 나갈 것이나, 상대적으로 영국의 반도체 제조 기
반은 취약한 편이다.

우리나라는 반도체 기업의 공장 증설 등 투자에 대한 세제 혜택 강화를 위해
이른바 ‘K칩스법’(조세특례제한법 개정안)이 2025년 2월 27일 국회 본회의를
통과하였다.¹⁹⁷⁾ 개정안이 시행되면 반도체 기업의 시설 투자에 대한 세액공제
율이 대·중견기업은 15%에서 20%로, 중소기업은 25%에서 30%로 높아진다.
이런 반도체 제조 및 R&D 시설의 세액공제율 확대는 국내 반도체 제조경쟁력
강화 및 차세대 기술 확보를 촉진할 것이며 반도체 생태계 전반의 기술 경쟁력
강화로 이어질 것으로 기대된다.

이어 추가적으로 반도체 산업 경쟁력 강화 및 혁신 성장을 위한 특별법률안
들이 국회 관련 소관위에서 논의되고 있다.¹⁹⁸⁾ 논의되고 있는 법률안에는 반도
체 기업의 경쟁력을 위해 국가가 보조금을 지원하고, 전력과 용수, 인력 양성
등 산업 인프라 전반에 대한 투자를 확대하며, 세계 최대 규모의 반도체 클러스
터 조성에 전폭적인 지원을 보장하고, 방해가 되는 규제를 제한적으로 완화한
다는 내용 등이 포함되어 있다.

표 3-32. 반도체 분야 주요 선진국 규제 혁신 전략 비교

대분류	미국	영국	EU	한국
제도· 거버넌스	- 국가 반도체 기술 센터와 같은 신설 연구 허브에 20억 달러 투자(CHIPS and Science Act)	- 반도체 자문 패널 추진(국가 반도체 전략)	- 반도체 기술 역량 강화와 혁신을 지 원할 ‘유럽을 위한 칩 이니셔티브’ 설 립(EU 반도체법)	-
	- 반도체 제조 프로 젝트 환경 영향 검토 면제(2023 Building Chips)	-	-	-

197) 의안정보시스템(검색일: 2024. 11. 25.).

198) 위의 자료.

표 3-32. 계속

대분류	미국	영국	EU	한국
	- 미국 주도 핵심 기술 분야에 동맹국 참여 (2023 표준 전략) - 선정 심사 과정, 기초연구 단계부터 윤리·사회·안전·위험·보안 관련 고려사항 반영, 연구 윤리 강조(CHIPS and Science Act)	- 국제 파트너와 함께 특히 경제적으로 중요한 부문에서 사용하는 칩에 대한 접근성을 우선시하고 공급이 다각화되어 탄력적으로 이루어질 수 있도록 조치	-	-
	- 520억 달러 반도체 생산 예산 지원, 390억 달러 보조금(대출 및 대출 보증 포함), 25% 투자세액 공제 제공, 132억 달러 R&D 및 인력 개발 투자 (CHIPS and Science Act)	- 2023~25년 동안 최대 2억 파운드, 향후 10년 동안 최대 10억 파운드 지원 약속 (국가 반도체 전략) - R&D, 디자인 및 IP, 화합물 반도체 분야에서 영국의 강점 활용 역량 확장 (국가 반도체 전략)	- 유럽의 기술 리더십을 강화하기 위해 430억 유로 이상의 공공 및 민간 투자(EU 반도체 법)	- 반도체 제조 및 R&D 시설의 세액공제를 확대(일명 'K칩스법', 조세특례제한법 개정안)
과학기술 생태계 조성 및 발전	- 미국 산업 생태계 지원과 고임금 제조업 및 건설 일자리 증대(CHIPS and Science Act) - 반도체 공급망 탄력성 강화를 위한 국제 협력 강화(CHIPS and Science Act)	- 산업&학계와 협력하여 영국 생태계가 필요로 하는 숙련된 인재를 유치할 수 있는 능력을 향상시키고, 박사과정 교육 센터를 통해 미래의 반도체 혁신가 양성(국가 반도체 전략)	- 새로운 인재 유치 및 숙련된 인력 발굴 지원(EU 반도체법) - 고급 칩의 설계, 제조 및 패키징 혁신을 위한 유럽의 역량 구축 및 강화(EU 반도체법) - 일본, 한국, 싱가포르와 디지털 파트너십 구축(한국과의 디지털 파트너십은 최근 R&D 협력에 중점을 두고 채택)(EU 반도체법)	-

표 3-32. 계속

대분류	미국	영국	EU	한국
기술 안보	- 공급망 내 우려국 제한, 해외 의존도 감소 및 자국 내 공급망 구축(CHIPS and Science Act) - 대중국 투자 제한 (2024 재무부 최종 규칙) - 반도체 등 첨단기술에 대한 수출 통제 (2024 상무부 최종규칙)	- 공급망 중단 위험 완화 전략: 산업계가 미래의 공급 부족으로부터 직면할 수 있는 위험을 더 잘 이해할 수 있도록 지원하고, 이에 적절한 대응 조치를 취할 수 있도록 지원(국가 반도체 전략) - 국가 안보 보호 & 영국 자산 보호 전략: 투자 심사와 수출 통제 등을 사용하여 적대적인 행위자가 국가 안보에 해를 끼치는 기술 역량을 구축하는 것을 방지(국가 반도체 전략)	- 반도체 공급 모니터링과 반도체 부족에 대한 위기 대응을 위한 회원국 및 이해관계자 간의 협력 조정 메커니즘 구축(EU 반도체법)	-

자료: 저자 작성.

생명공학 분야에서, 미국은 생명공학 제품 규제를 위한 연방정부의 기본 지침인 조정 규제 프레임워크를 통해 규제 환경 개선을 위한 혁신 정책을 펼쳐오고 있다. 2024년 5월 바이든 행정명령 14081호에 대한 후속조치로서 생명공학 제품에 대한 규제를 업데이트하고 간소화하기 위한 생명공학 규제 조정 프레임워크에 따른 규제 개혁 계획을 발표하였는데, 환경보호청(EPA), 식품의약국(FDA) 및 농무부(USDA) 3개 기관이 협력하여 다양한 제품 카테고리에 대한 기관 역할 명확화, 규제 프로세스 간소화, 규제 명확성 개선, 규제 감독 간소화, 규제 중복 및 격차 감소 등 혁신적 규제방안들이 포함되어 있다.

영국 첨단바이오 분야의 경우 RHC를 통해 공학생물학과 관련된 규제 이슈를 자세히 설명하여 규제 장벽을 제거하고, 규제 프레임워크를 통해 미래에 대비

하는 정부의 스마트 규제 프로그램 보완을 추진하고 있다. 또한 EBRN에 500만 파운드를 지원하여 공학생물학 규제 샌드박스를 추진하고 있다. EU 첨단바이오 분야의 경우 'EU에서 바이오 기술 및 바이오 제조를 촉진하기 위한 일련의 조치 사항'을 통해 규제경로 간소화에 심혈을 기울이는 한편, 시장에 신속하게 출시하기 위해 규제 샌드박스 구축을 더욱 촉진하는 조치 등을 시행 중이다.

우리나라는 생명공학 연구 기반을 조성하여 생명공학을 효율적으로 육성·발전시키고 그 개발 기술의 산업화를 촉진하는 것을 목적으로 하는 「생명공학육성법」을 제정하여 시행 중에 있다. 「생명공학육성법」은 생명공학 육성 기본계획의 수립, 생명공학 종합정책심의 거버넌스, 생명공학 연구개발 촉진(연구개발 사업 추진, 공동·융복합 연구의 촉진, 국제협력의 추진), 생명공학 산업화 촉진, 전문인력 양성, 표준화 추진, 생명공학 관련 규제 개선, 생명공학 정책 전문기관의 지정 등의 내용을 담고 있다. 규제 발굴 및 개선방안 검토 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정하고 있다.¹⁹⁹⁾ 특히 생명공학 기술 개발과 활용에 관한 규제 중 개선이 필요한 규제를 발굴하고 개선방안을 검토하는 것을 지원하기 위하여 필요한 경우 규제 합동개선반을 구성·운영할 수 있다.²⁰⁰⁾ 「생명공학육성법」은 생명공학 분야 규제 개선 관련 추진체계를 갖추고 있으나, 연구개발 및 산업화의 촉진을 목적으로 하는 법이다.

이어서 우리나라는 2024년 11월 「국가바이오위원회 설치 및 운영에 관한 규정」을 대통령령으로 제정한 후 2025년 1월 국가 바이오 위원회가 출범하였고, 대한민국 바이오 산업의 인프라 대전환, 연구개발(R&D) 대전환 및 산업 대전환을 통해 2035년까지 글로벌 바이오 5대 강국을 실현하겠다는 대한민국 바이오 대전환 국가 전략을 발표하였다. 기능적 연계 및 가상현실 기반의 한국형 바이오 클러스터를 조성하고, 바이오 규제 혁신과 바이오 안보 강화 전략도 추진한다. 국가 바이오 위원회를 중심으로 규제 개혁 위원회, 바이오 헬스 혁신 위원회

199) 「생명공학육성법」.

200) 「생명공학육성법 시행령」.

와 협력하여 전 주기 규제를 개편하고 생성형 인공지능(AI) 의료 기기 허가·심사 가이드라인을 마련할 예정이며, 글로벌 공급망 재편과 팬데믹 등 바이오 위기에 대비하기 위해 범부처가 협력하는 ‘바이오 안보 전략’을 수립할 예정이다.²⁰¹⁾

우리나라는 그동안의 노력을 기반으로 생명공학 분야 규제 기본 지침인 규제 프레임워크 설정을 통해 규제 환경 개선을 위한 혁신 정책을 지속시켜야 한다. 또한 새로운 거버넌스 구축으로 규제 협력기관 간 역할 명확화 및 규제 프로세스 간소화 등 혁신적 규제방안에 대한 지속적 노력이 요구된다.

첨단바이오 분야 미국·영국·EU의 규제 혁신 전략들과 함께 우리나라 첨단바이오 분야에서 추진되고 있는 규제 혁신 전략들을 비교한 내용은 [표 3-33]과 같다.

표 3-33. 첨단바이오 분야 주요 선진국 규제 혁신 전략 비교

대분류	미국	영국	EU	한국
제도·거버넌스	- 환경보호청(EPA), 식품의약국(FDA), 농무부(USDA)의 역할과 책임 조정(1986 & 2017 조정 프레임워크, 2022 합동 규제계획)	- RHC를 통해 공학 생물학 관련 규제 이슈를 자세히 설명하여 규제 장벽을 제거하고, 규제 프레임워크를 통해 미래에 대비하는 정부 스마트 규제 프로그램을 보완하는 계획을 준비(공학 생물학을 위한 국가 비전)	- 거버넌스 수준에서 발생하는 규제 장애물을 줄이고 잠재적인 간소화 모색, 시장 출시 기간 단축과 EU 법안 및 그 시행을 더욱 간소화할 수 있는 방안 도출을 통해 EU Biotech Act 기초 마련(바이오 기술 및 제조 조치 사항) - Biotech 기업이 규제 프레임워크를 탐색 및 확장할 수 있는 지원을 식별할 EU 바이오테크 허브 구축(바이오 기술 및 제조 조치 사항)	- 생명공학 육성 기본 계획 수립, 생명공학 종합정책 심의회(생명공학육성법), - 생명공학 규제 발굴·개선(생명공학육성법) - 국가바이오위원회 설치 및 운영(대통령령) - 규제 합동개선반 구성·운영(생명공학 육성법 시행령) - 국가 바이오 위원회를 중심으로 바이오 규제 혁신 거버넌스 강화(대한민국 바이오 대전환 전략)

201) 과학기술정보통신부 보도자료(2025. 1. 23.), 「드넓은 가능성의 신대륙, 첨단생명과학(바이오) 시대 개막을 위해 민·관 한 팀으로 생명과학(바이오) 역량 총결집」.

표 3-33. 계속

대분류	미국	영국	EU	한국
	- 생명공학 제품에 대한 규제 과정을 간소화 및 규제조정/명확성 개선 로드맵(2022 행정명령 14081, 2022 합동 계획)	- 영국의 규제 환경이 공학생물학적 유래 제품이 시장에 출시되는 데 도움이 될 수 있도록 정부 및 모든 관련 규제기관과 협력할 예정 (공학생물학을 위한 국가 비전)	- 국제 바이오 공학 및 바이오 제조 파트너십 체결을 통해, 연구 및 기술 이전에 협력하고 규제 및 시장 접근 관련 주제에 대한 전략적 협력 모색(바이오 기술 및 제조 조치 사항)	- 생형형 인공지능(AI) 의료기기 허가·심사 가이드라인 마련 예정(국가 바이오 위원회)
	- 규제 모호성, 격차 또는 불확실성 식별 및 추가 규제 개혁을 위한 로드맵 (1986 & 2017 조정 프레임워크) - EPA, FDA, USDA가 개별적으로 또는 협력하여 취할 조치에 대한 로드맵 제시(2024 합동규제 계획)	- 영국 규제 당국과 국제 규제 당국 간의 관계를 구축할 과학 및 기술 외교관 네트워크 추가 지원 (공학생물학을 위한 국가 비전) - 영국은 동맹국 및 파트너와 협력하여 다자 포럼을 포함한 국제 규범과 표준을 형성할 예정 (공학생물학을 위한 국가 비전)	- 바이오 공학 및 바이오 제조에 대한 유럽 표준 정교화하고 업데이트 계속 장려(바이오 기술 및 제조 조치 사항) - 미국, 인도, 일본, 한국 등과 국제 바이오 기술 및 바이오 제조 파트너십 체결을 통해, 연구&기술이전에 협력하고 규제 및 시장 접근 관련 전략적 협력 모색(바이오 기술 및 제조 조치 사항)	-
과학기술 생태계 조성 및 발전	- 생명공학과 바이오 제조 분야의 연구 개발에 대한 연방 투자 확대 (2022 행정명령 14081) - 부처간 규제 과정의 투명성, 예측 가능성, 효율성 개선(2017 조정 프레임워크)	- 앞으로 10년간 20억 파운드의 투자 목표 설정(공학생물학을 위한 국가 비전) - EBRN에 500만 파운드를 지원하여 공학생물학 규제 샌드박스 출시(공학생물학을 위한 국가 비전)	- 규제 샌드박스 구축 촉진(바이오 기술 및 제조 조치 사항)	- 생명공학 산업화 촉진, 전문인력 양성, 표준화 추진(생명공학육성법) - 연구개발 촉진을 위한 국제협력 추진 (생명공학육성법)

표 3-33. 계속

대분류	미국	영국	EU	한국
	- 공정·공평한 방식으로 바이오 기술 분야에 투자(2022 행정명령14081) - 바이오 경제 및 생태계 활성화(2022 행정명령14081)	- 과학, 기술 및 기업가 정신을 다루는 학계와 업계의 수요에 맞춰 다양한 인재풀을 양성 및 유지 예정이며, 새로운 Discovery 펠로우십을 포함한 펠로우십과 박사 과정에 투자(공학생물학을 위한 국가 비전)	- 대규모 및 지역 기술 파트너십을 통해 바이오 기술 및 바이오 제조에 대한 업스킬링 및 리스킬링 기회 제공	- 생물학적 위험성, 환경에 미치는 악영향 및 윤리적 문제의 사전 방지에 필요한 조치를 강구하기 위한 실험자침의 작성·시행 등(생명공학육성법)
기술 안보	- 국가 안보에 위험으로 간주되는 생명공학 기업, 특히 외국 적대 세력과 연관된 기업과 연방기관 계약 금지(2024 바이오 안보법) - 병원체에 대한 강력한 생물 안전 및 생물 보안 확립, 연구의 잠재적 이중용도 함의에 대한 민감성 교육 및 책임 있는 연구 수행에 대한 정기적인 훈련(2025 PEPP) - 바이오 기술과 바이오 제조 사용 시에는 윤리성과 책임성 및 공공의 이익 필요(2022 행정명령14081) - 바이오 경제의 공평 발전 보장(2022 행정명령14081)	- 글로벌 보건 안보, 팬데믹 예방, 대비 및 대응 강화를 위한 영국의 참여, 국제 생물 안전 및 생물 보안 관행과 비확산 기구 및 메커니즘을 강화(바이오 안보전략)	- 글로벌 공급망 다각화, 중요한 보건 제품 부족 극복 및 글로벌 질병 부담 감소를 목표로 기존 파트너십 발전(바이오 기술 및 제조 조치 사항)	- 바이오 안보 전략 수립(대한민국 바이오 대전환 전략)

자료: 저자 작성.

AI 분야에서, 세계 AI 기술과 과학기술을 선도하는 미국의 AI 규제 프레임워크는 역설적으로 2024년이 되어서 본격적으로 활발해졌다. 2024년 미국 조 바이든 대통령은 「AI Executive Order on Safe AI」라는 새로운 행정명령을 제시하였다. 이 새로운 행정명령은 AI의 안전과 보안에 대한 새로운 표준을 수립하고, 프라이버시를 보호하며, 시민권을 증진하고, 혁신을 촉진하며, 더 강화된 AI의 오용 방지 규제를 포함한다.

영국도 국가 AI 전략을 통해 AI 생태계 투자, 전 부문/전 지역 AI 혜택 제공·보장 및 효과적인 AI 거버넌스의 3대 전략(중점사항) 달성을 위한 단·중·장기 조치를 제시하였다. 나아가 인공지능(AI)의 책임 있는 혁신을 주도하고, 기술에 대한 대중의 신뢰를 유지하기 위해 AI 사용을 안내하는 「A pro-innovation approach to AI regulation」이라는 AI 규제 백서를 세계 최초로 발표하였다. 이어서 이 백서에 대한 여러 유관기관의 질문에 대한 답변을 취합·정리한 정부 답변(Government response)을 발간하였고, 이를 통해 AI 관련 규제 프레임워크를 제시하였다. 또한 영국은 세계 최초의 정부 지원기관인 AI 안전 연구원(AI Safety Institute) 설립과 다수의 규제기관으로 구성된 규제기관 생태계(Regulator Ecosystem) 조성을 통해 영국 AI 거버넌스 체계를 구축하고 있다.

EU는 2024년 5월 21일 세계 최초의 포괄적 인공지능(AI) 기술 규제 법안인 「AI Act」를 최종 승인하였다. EU 집행위원회 및 그 산하의 AI 사무국(AI Office), 그리고 회원국 대표단으로 구성된 별도의 AI 이사회(AI Board)로 EU AI 거버넌스 체계가 구축되어 있다.

최근 우리나라도 EU에 이어 전 세계에서 두 번째로 「인공지능기본법」을 제정하여 2026년 1월 중 시행 예정이다.²⁰²⁾ 우리나라의 「인공지능기본법」은 3년마다 AI 기본계획 수립·시행, AI에 관한 국가 차원의 거버넌스 체계 정립(국가 인공지능위원회, 인공지능정책센터, 인공지능안전연구소), AI 생태계의 혁신

202) 「인공지능 발전과 신뢰 기반 조성 등에 관한 기본법안 국회 통과」(2024. 12. 26.).

적인 발전 지원(전문인력의 확보, AI 집적단지 지정, AI 실증기반 조성, AI 데이터센터 시책 추진, AI 관련 국제협력 지원), AI 기술의 표준화, AI 윤리원칙, AI 산업 진흥을 위한 재원 확충, AI 위험의 사전예방 및 과태료 규정 등의 내용을 담고 있다. 규제 대상으로 고영향 AI를 정의하고 투명성 확보 의무, 안전성 확보 의무 및 사업자 책무를 규정하고 있으나, 생성형 AI는 주요 규제에서 벗어나 있다.²⁰³⁾ 정부는 AI 기본법이 신속하게 시장에 안착할 수 있도록 하위법령 및 지침(가이드라인) 등 후속조치도 신속히 마련할 계획이며, 이를 통해 불확실성을 지속적으로 해결해나갈 예정이다.²⁰⁴⁾ 우리나라 「인공지능기본법」은 산업의 진흥과 규제를 동시에 고려한 규제 혁신 정책으로 본 연구에서 정의한 분야에서 다면적인 혁신적 추진 전략들을 포함하고 있다.

미국 AI 전략은 분야별 가이드라인 및 권고안, 행정명령, 기업 및 연구기관과의 협력 등을 중심으로 신속하게 대응하는 전략적 접근 방식을 취하고 있어, 이를 통해 빠르게 변화하는 AI 기술 환경에 즉각적으로 유연하게 대응할 수 있다. 영국 또한 AI 오남용 규제 및 구체적인 AI 이용 상황별 규제 정책을 마련하는 등 친혁신적이고 유연한 접근 방식의 규제 정책을 추진하고 있다. 이에 비하여 EU는 ‘허용할 수 없는 위험/고위험/제한적 위험/저위험’으로 구분하고 ‘허용할 수 없는 위험/고위험’에 대한 규제를 명시하는 위험 기반 규제 정책을 표방하는데, 여기에는 범용 AI 모델에 대한 규제 조항도 포함되어 있다. 우리나라는 고영향 AI를 정의하고 투명성과 안전성 확보 의무 및 사업자 책무를 규정하고 있으나, 생성형 AI는 주요 규제에서 벗어나 있다.

AI 분야 미국·영국·EU의 규제 혁신 전략과 우리나라 AI 기본법에 포함된 규제 혁신 전략들을 비교한 내용은 [표 3-34]와 같다.

203) 「인공지능 발전과 신뢰 기반 조성 등에 관한 기본법안(대안)」(2024. 12.).

204) 과학기술정보통신부 보도자료(2024d. 12. 26.), 「인공지능 시대의 새로운 서막, 인공지능 기본법 국회 본회의 통과」.

표 3-34. AI 분야 주요 선진국 규제 혁신 전략 비교

대분류	미국	영국	EU	한국
제도·거버넌스	- 백악관 과학기술정책실 신하에 국가 인공지능 이니셔티브 사무소 설립(2020 AI 이니셔티브) - AI 연구소 설립 및 지원 프로그램(2020 AI 이니셔티브)	- 규제기관 생태계 (Regulator Ecosystem) 구축(규제 백서 정부 답변) - AI 거버넌스 조정 위원회 구성(규제 백서 정부 답변) - AI 안전 연구원(AI Safety Institute) 설립(규제 백서 정부 답변)	- 회원국 대표단으로 구성된 별도 AI 이사회(AI Board)(EU AI Act) 설치 - AI Act를 집행하기 위해 집행위 연결 총국 산하에 'AI 사무국(AI Office)'을 신설(EU AI Act)	- AI에 관한 국가 차원의 거버넌스 체계 정립(국가인공지능위원회, 인공지능정책센터 및 인공지능안전연구소 설치·운영)(AI 기본법)
	- AI 안전성, 보안성, 공정성, 투명성을 위한 기술 표준 개발(2020 AI 이니셔티브)	- 새로운 제도의 경제 전반 및 산업별 영향을 평가하기 위해, 중앙 모니터링 및 평가 프레임워크를 구축·유지(AI 규제 백서)	- 위험을 허용할 수 없는 위험/고위험/제한적 위험/최소한의 위험 등 크게 4가지 범주로 분류(EU AI Act)	- 고영향 AI 규율(AI 기본법)
	- 미국 주도 핵심 기술 분야에서 동맹국 참여 제고(2023 표준 전략)	- 규제 당국이 원칙을 이행할 수 있도록 중앙 규제 지침 개발·유지 및 규제 당국이 원칙을 효과적으로 이행하지 못하도록 하는 장벽 식별(AI 규제 백서)	- 표준, 적합성 평가, 인증서, 등록에 관한 내용을 규정(표준화에 대한 글로벌 협력 강화 등)(EU AI Act)	- AI 기술의 표준화, AI 윤리원칙 마련(AI 기본법)
	- 미국의 글로벌 리더십 증진(2023 안전 AI 행정명령)	- 분야 전반의 위험 평가(AI 규제 백서) - 국제 규제와의 상호운용성 보장방안(규제, 보증 및 위험관리, 기술 표준에 대한 영국의 원칙과 국제적 접근 방식 간의 정렬을 모니터링)(AI 규제 백서)	- AI 관행의 금지 규정을 준수하지 않을 경우 과태료 부과(EU AI Act)	- 과태료 규정(AI 기본법)

표 3-34. 계속

대분류	미국	영국	EU	한국
과학기술 생태계 조성 및 발전	- NITRD, DARPA, IARPA 등 연방기관 포함 공공-민간 파트너십 지원(2020 적대적 신경망법)	- 영국 전역의 16개 박사과정 센터(CDT)에 1억 1,700만 파운드 투자(HMT) - 세계 최고의 AI 인재를 유치하기 위한 새로운 비자 제도 도입(국가 AI 전략)	- 혁신을 지원하기 위한 조치로 AI regulatory sandbox 규정 신설 (EU AI Act)	- 생태계의 혁신적인 발전 지원(전문인력의 확보, AI 집적단지 지정, AI 실증기반 조성, AI 데이터센터 설치 추진, AI 관련 국제협력 지원)(AI 기본법)
	- 국립과학재단의 AI 시스템 및 관련 분야 연구 및 교육 활동 지원(2020 AI 이니셔티브)	- 인공지능 혁신기업 지원 및 AI 규제 환경을 탐색하고자 하는 기업에게 지침 제공(AI 규제 백서)	-	- AI 전문인력의 양성 및 확보(AI 기본법)
	- 미국의 혁신과 기업가 정신을 바탕으로 한 국가 경쟁력 강화 (2022 AI 진흥법)	-	-	-
기술 안보	- 대중국 투자 제한(2024 재무부 최종규칙) - AI 컴퓨팅과 차세대 AI 반도체 등 최첨단기술에 대한 수출 통제(2024 상무부 최종규칙) - 조작 혹은 합성된 콘텐츠(딥페이크) 및 정보 보안에 관한 연구 지원(2020 적대적 신경망법) - AI 시스템 개발자들이 정부와 안전성 테스트 결과를 공유하도록 요구(2023 안전 AI 행정명령)	- 국가 안전 보장 및 투자법을 모니터링하고 사용하여 영국의 비즈니스 개방 환경을 유지하면서 국가 안보 보호(국가 AI 전략) - 국가 안보, 국방 및 선도 연구자들과 협력하여 공공 부문의 행동이 AI를 안전하게 발전시키고 재앙적 위험을 완화할 수 있도록 하는 방법 파악(국가 AI 전략)	-	-

자료: 저자 작성.

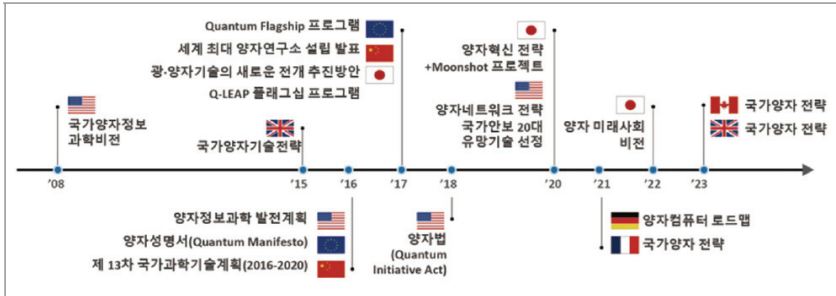
양자 기술 분야에서, 미국은 글로벌 리더십을 유지하고 발전시키기 위해 포괄적이고 광의적인 규제 프레임워크를 개발해왔다. 특히 미국은 양자 연구개발 및 과학기술에 대한 전략적 규제 프레임워크를 통해 국가 안보 및 경제적 경쟁력 강화를 꾀하고 있다. 영국은 국가 양자 전략 우선 과제(Priority Actions) 13개를 제시하였고, 영국 과학혁신기술부(DSIT)에 양자 기술청(Office for Quantum)을 설치하여 총리가 주재하는 국가과학기술위원회에 정기 보고를 실시한다. 2024년 2월 영국 과학혁신기술부 RHC는 혁신 친화적인 영국의 양자 생태계 육성을 위해 비례성, 적응성, 책임성 및 균형의 원칙이라는 네 가지 핵심 원칙에 기반한 규제 정책을 제언하는 보고서를 발표하였다. 이는 양자 기술의 안정적 투자·개발을 위해 규제의 시점과 범위, 형태에 대한 선제적 논의 필요성이 대두됨에 따른 조치였다. RHC는 양자 기술 규제 프레임워크 개발과 표준, 지침 및 책임 있는 혁신 관행에 기반한 규제 프레임워크의 필요성을 포함하여 강력한 거버넌스 구축 필요성을 강조하는 14개의 권고안을 제시하였다. DSIT는 미래 규제 요건을 위한 호라이즌 스캐닝 수행 및 비례 규제 이니셔티브 조정 등 규제 요건을 미리 파악할 수 있는 방안을 마련하고자 노력하고 있다.

EU는 2016년 5월의 양자 선언문 발표에 이어, 2018년에는 양자 기술 플래그십을 출범시켰다. 이 양자 기술 플래그십을 통해 연구기관, 산업계 및 공공 자금 지원자들이 모여 유럽의 과학 리더십과 양자 기술의 우수성을 더욱 공고히 하며 확장시키고 있다. SRIA 2030에서는 EU가 글로벌 리더십을 확보하고 전략적 이익을 보호하며, 자율성을 보장하고 안보를 강화하는 한편, 제3국에 대한 기술 의존을 피하기 위해서는 양자 기술 개발 및 생산 영역에서 독립적인 역량을 구축해야 하며, 이를 위한 노력은 실험실에서 이루어진 연구를 대량 생산으로까지 연결하여 다양한 과학 및 산업 애플리케이션을 지원하는 세계 최고의 생태계를 조성하는 것을 목표로 해야 한다고 역설하고 있다. 나아가 양자 기술이 지닌 경제적, 사회적 잠재력을 바탕으로 이 혁신적인 분야에서 글로벌 플레이어로서 EU의 역할을 강화하고 이를 통해 EU를 세계의 “양자 밸리”로 포지

서닝하는 것이 중요하다고 강조하였다.

미국, 영국, EU를 비롯하여 중국, 일본 등 양자 분야 선도국들의 양자 추진 정책 및 입법 현황은 [그림 3-6]과 같다.

그림 3-6. 주요국 양자 분야 정책 및 입법 현황



자료: 「2024 양자정보기술백서」, p. 65.

우리나라도 양자 과학기술의 연구 기반을 조성하고 양자 산업을 체계적으로 육성함으로써 과학기술 혁신과 국가 안보 및 국민 경제의 발전에 이바지한다는 목적으로 「양자기술산업법」을 제정하여 2024년 11월부터 시행중에 있다.²⁰⁵⁾ 「양자기술산업법」은 양자 과학기술 및 양자 산업의 체계적인 육성과 지원을 위해 5년마다 양자종합계획 수립 및 연도별 시행계획 수립과 시행, 국무총리 소속 범부처 양자전략위원회 설치, 양자 과학기술 발전에 따른 공공과 민간에 대한 보안 위협 요소 검토·대응 방안 마련, 양자 과학기술 연구개발 추진(기술지도 작성 추진 등), 양자 과학기술 상용화 촉진, 양자 산업 표준화 추진, 양자 산업 관련 기업의 창업지원과 양자 산업 관련 중소기업 및 벤처 육성을 위한 사업 추진, 양자팍의 구축과 운영 지원, 양자 기술 연구·산업 허브 구축, 인력 양성 등을 추진 전략으로 담고 있다. 또한 과기부장관에 양자클러스터 기본계획 및 개발계획 수립 권한을 부여하고, 양자 생태계 조성 및 인력 육성·관리를 위한

205) 「양자 과학기술 및 양자 산업 육성에 관한 법률」(2024. 11. 1. 시행).

교육기관을 선정 및 지원하며, 기술 개발과 산업 선순환 구축을 위한 기술 사업화 및 전략적 국제협력 지원 전략도 포함하고 있다.²⁰⁶⁾ 또한 2023년 6월에는 우리나라의 양자 과학기술·산업의 대도약(퀀텀점프)을 위한 대한민국 양자 과학기술 전략을 발표하였다. 이 전략에서는 양자 과학기술 전략 목표로서 2023~35년 기간에 민·관 합동으로 최소 3조 원을 투자하여 선도국 대비 85% 기술 수준 달성, 양자 핵심 인력 2,500명 양성, 양자연구·산업 인프라 고도화 등을 제시하였다. 특히 인프라 고도화 전략으로 (∼'27)연구자 중심 개방형 양자팍 → (∼'31)공공 양자 파운드리 → (∼'35)민간 양자 파운드리로 이어지는 추진 전략을 제시하였다. 이를 통해 10년 후 열릴 양자 산업화 시대를 대비해 나갈 예정이다.²⁰⁷⁾ 이어서 2024년 6월에는 퀀텀 이니셔티브를 발표하여 9대 중점 기술, 투자 확대 및 전략적 R&D 추진, 인력양성 및 플랫폼 구축, 글로벌 협력 강화 및 산업화 촉진 등 4대 추진 전략을 제시하였다.²⁰⁸⁾

우리나라의 「양자기술산업법」, 대한민국 양자 전략 및 퀀텀 이니셔티브 등은 양자 과학기술 연구 기반을 조성하고 양자 산업을 체계적으로 육성하기 위한 혁신 정책들로, 본 연구에서 정의한 분야에서 다면적인 혁신 전략들을 추진하고 있다. 그러나 양자 과학기술 분야 규제 발굴 및 미래 규제 환경 파악을 위한 직접적인 추진 전략은 제한적이다. 이에 비해 영국은 양자 분야 미래 규제 요건을 위한 호라이즌 스캐닝 및 양자 기술 조달 관련 프로젝트와 프로그램에 관련 규제기관을 포함시킴으로써 조기 규제 참여를 통해 규제 고려 사항이 처음부터 통합되는 접근 방식을 추진하고 있고, EU는 여전히 진화하고 있는 양자 기술을 둘러싼 규제 환경 및 규제 개발에 대한 최신 정보를 유지하고 그에 따라 협업 전략을 강화하고 있다.

206) 「양자 과학기술 및 양자 산업 육성에 관한 법률」(2024. 11. 1. 시행).

207) 과학기술정보통신부 보도자료(2023a. 6. 27.), 「2035년 대한민국, 글로벌 양자경제 중심국가로!」.

208) 관계부처 합동 보도자료(2024b. 4. 25.), 「퀀텀 이니셔티브(안)-양자 과학기술 대도약, 디지털을 넘어 퀀텀의 시대로」.

표 3-35. 양자 분야 주요 선진국 규제 혁신 전략 비교

대분류	미국	영국	EU	한국
제도· 거버넌스	- 국립표준기술연구소, NSF, 에너지부의 양자 관련 이니셔티브 권한 강화(NQIA법)	- 양자 기술청(Office for Quantum)를 설치하고 총리 주재 국가과학기술위원회에 정기적으로 보고(국가 양자 전략)	-	- 양자전략위원회 설치(양자 기술산업법) - 양자종합계획 수립(양자 기술산업법)
	- 연방정부, 산업계, 학계 간 양자과학 활동을 조정하기 위한 국립양자조정사무소 설립(NQIA법) - 연방정보처리표준(FIPS) 203, 204, 205를 통해 포스트 양자 암호(PQC) 알고리즘과 같은 암호화 표준 발표(2022 양자 컴퓨팅법)	- '양자 기술 규제 포럼' 설립 권고(양자 기술활용 규제 보고서) - 양자 표준 파일럿 네트워크 출범(양자 기술 활용 규제 보고서) - 양자 기술 조달 관련 프로젝트와 프로그램에 관련 규제 기관을 포함시킴으로써 조기 규제 참여를 통해 규제 고려 사항이 처음부터 통합되는 접근 방식 추진(양자 기술 활용 규제 보고서)	- 양자 기술을 둘러싼 규제 환경은 여전히 진화하고 있으므로, 규제 개발에 대한 최신 정보를 유지와 그에 따른 협업 전략 조정 중요(SRIA 2030)	- 양자 과학기술 분야의 기술지도 작성(양자 기술산업법)
	- 미국 주도 핵심 기술 분야에서 동맹국 참여 유도(2023 표준 전략)	- DSIT는 규제 요건을 미리 파악할 수 있는 방안 마련: 미래 규제 요건 사항에 대한 호라이즌 스캐닝 수행 및 비례 규제 이니셔티브를 조정(양자 기술 활용 규제 보고서) - RHC가 혁신과 양자 기술의 윤리적 사용 지원(양자 기술 활용 규제 보고서)	- 국가 또는 지역 간의 파트너십은 양자 기술 애플리케이션에서의 윤리적 사용, 개인정보 보호 및 보안 고려 사항을 보장하는 글로벌 표준, 프로토콜 및 규정 수립에 기여(SRIA 2030)	- 표준화 추진(양자 기술산업법)

표 3-35. 계속

대분류	미국	영국	EU	한국
	- 양자 컴퓨팅을 위한 윤리적 연구 및 개발 프레임워크 개발(NQIA법)	- 국제 표준 및 규제 개발에 대한 적극적인 참여를 바탕으로 국제적 조화를 지원(양자 기술 활용 규제 보고서) - 영국 양자 표준 파일럿 네트워크는 상호 운용성 표준과 테스트 및 검증 방법을 포함하여 양자 통신 표준화에 대한 전 세계적으로 정렬된 접근 방식에 기여(양자 기술 활용 규제 보고서)		- 테스트베드(연구개발 성과의 실증과 표준화 및 신뢰성·안전성 검증 등을 위한 환경, 시스템 또는 설비)의 구축·운영 지원(양자기술산업법) - 양자칩의 구축·운영 지원(양자기술산업법)
과학기술 생태계 조성 및 발전	- 30억 달러 예산을 양자 연구에 투입 (2025NQIA재승인) - 양자 컴퓨팅 접근성 향상을 위해 1억 6,580만 달러 지원 승인, 인력 양성을 위해 5년간 매년 800만 달러 지원, 협력연구를 위한 5년간 연간 1,500만 달러 투자(CHIPS and Science Act) - 타 연구자들의 미국 양자 컴퓨팅 자원 접근성 개선 및 민간산업기관, 국립연구소, 대학과의 협력 연구수행(CHIPS and Science Act)	- 2024년부터 향후 10년간 양자 R&D에 25억 파운드의 정부 자금 투자(국가 양자 전략) - 국립 양자 컴퓨팅 센터 가속화(국가 양자 전략) - 초기 단계부터 규제 요소를 포함하는 테스트베드와 샌드박스를 구축하려는 양자 기술청(Office for Quantum)의 구상을 지지(양자 기술 활용 규제 보고서)	- 10년간 10억 유로의 예산 투입 예정 (양자 기술 플래그십) - 인력 관련 업스킬링 및 교육 육성 권고, 국제 인재를 유치하기 위한 국내 및 유럽 규정(예: 인재 비자) 시행 권고 (SRIA 2030)	- 2023~35년 기간에 민·관 합동 최소 3조 원 투자(대한민국 양자 전략) - 양자연구·산업 인프라 고도화(대한민국 양자 전략) - 양자 클러스터의 체계적인 조성 및 발전을 위해 5년마다 양자 클러스터 기본계획 수립(양자 기술산업법) - 쿼텀 파운드리 생태계 기반 마련(퀀텀 이니셔티브) - 양자 인력 양성 지원 및 전문교육기관 등의 지원, 해외 우수 인력 유치·활용 지원 (양자기술산업법)

표 3-35. 계속

대분류	미국	영국	EU	한국
	- 연구실에서 시장의 양자 기술 전환 촉진(2025 NQIA 재승인)	- 양자 분야의 새로운 박사과정 교육센터와 펠로우십, 양자 기술 태스크포스를 출범시키고 산업 배치 계획과 양자 견습 프로그램 개발(국가 양자 전략)	- 국제 협력을 통해 협력하면 파트너가 연구개발과 관련된 비용과 자원 공유, 다양한 분야 연구자들의 융합 촉진(SRIA 2030)	- 양자 과학기술 육성을 위한 국제 협력 촉진(양자기술산업법) - 글로벌 협력을 통해 전략적 기술동맹 강화(퀀텀 이니셔티브)
기술 안보	- 포괄적 미국 무기금수 대상국에 대한 수출, 재수출, 국내 이전 라이선스 요구사항 검토 의무화(2018 ECRA) - 대중국 투자 제한(2024 재무부 최종 규칙) - 양자 컴퓨팅과 차세대 반도체 등 최첨단기술에 대한 수출 통제(2024 상무부 최종규칙)	- 국가 안보 투자법 및 수출 통제를 포함한 양자 역량의 주요 영역을 보호하고 양자 커뮤니티에 대한 지침과 지원 제공(국가 양자 전략)	- EU 역내 양자 기술 가치사슬 보호 강화(EU 집행위) - EU와 다른 가치를 추구하는 국가들이 △반도체, △AI, △양자, △바이오 등 4대 첨단기술을 무기화할 위험성 평가 계획(EU 집행위)	- 양자 과학기술 발전에 따른 공공과 민간에 대한 보안 위협 요소 검토 및 대응방안 마련(양자기술산업법) - 국가 안보, 첨단기술 및 산업의 보호 기밀 유지조항(양자기술산업법)

자료: 저자 작성.

주요 선진국의 △반도체, △첨단바이오, △AI 및 △양자 분야 규제 혁신 전략 비교 분석 결과에서 보듯, 각국은 개별국가 현황을 반영하여 다양한 규제 혁신 전략들을 추진하고 있다.

미국의 규제 혁신 정책은 다면적 목표를 추구하며 여러 중요한 정책적 시사점을 제시한다. 우선 미국은 핵심 기술 분야에 대한 보조금(또는 세제 혜택) 등 대규모 투자와 지원을 통해 글로벌 리더십을 확보하고자 하며, 이는 국가 차원의 전략적 기술 육성 정책의 중요성을 보여주는 것이다. 다음으로 빠르게 변화하는 기술 환경에 대응하기 위해 첨단바이오 분야 등에서 규제 프레임워크를 지속적으로 업데이트하고 있으며, 이는 혁신을 저해하지 않으면서도 안전과 윤리를 보장할 수 있는 유연한 규제 체계의 필요성을 보여준다. 이와 함께 미국은

기술 혁신 촉진과 동시에 국가 안보를 고려한 수출 통제 및 투자 제한 정책을 실시하고 있으며, 이는 개방적 혁신과 안보 이익 간 균형 유지의 중요성을 강조한다. 또한 정부, 학계, 산업계 간의 협력을 강조하는 정책들이 다수 포함되어 있는 점은 효과적인 기술 혁신과 상용화를 위해 다양한 이해관계자들의 협력이 필수적임을 시사한다. 각 기술 분야에서 인력 양성에 대한 투자가 강조되고 있는데, 이는 첨단기술 분야의 지속적인 발전을 위해 전문인력 확보가 중요함을 보여준다. 미국은 동맹국과의 협력을 강화하면서도 특정 국가에 대한 기술 유출을 방지하는 정책들을 포함하고 있는데, 이는 글로벌 기술 경쟁 시대에 전략적 국제 협력이 중요함을 시사한다. 마지막으로 AI와 생명공학 분야에서의 윤리적 고려사항과 책임 있는 기술 개발을 강조하고 있어, 첨단기술 발전에 있어 윤리적 프레임워크의 중요성을 보여준다. 이러한 정책적 시사점들은 미국의 과학기술 정책이 혁신 촉진, 국가 안보 강화, 윤리적 고려, 글로벌 리더십 유지라는 다면적 목표를 추구하고 있음을 명확히 보여준다.

영국정부는 브렉시트 이후 저성장을 극복하고자 핵심 기술을 식별하고, 적극적인 연구개발 투자, 인재와 기술 육성 등을 통한 영국의 핵심 기술 글로벌 경쟁력 향상을 목표로 하는 2030년까지의 장기 비전 전략인 ‘과학기술 프레임워크’를 수립한 바 있다. 이를 통해 5대(AI, 공학생물학, 차세대 통신기술, 반도체, 양자 기술) 핵심 기술을 선정하고 기술 활성화 환경 조성을 위한 다양한 정책적 조치를 발표하였다.

영국정부는 4차 산업혁명 시대에 적합한 규제 개혁을 추진함으로써 혁신 친화적인 환경을 조성하고, 글로벌 시장에서의 경쟁력을 높이려 하고 있다. 기술 혁신이 급속도로 진행되는 시대에 규제의 역할은 단순한 통제에서 벗어나, 적극적인 지원의 형태로 변화해야 한다. 영국은 이를 통해 기업, 시민, 환경 모두가 혜택을 받을 수 있는 혁신 생태계를 구축하는 것을 목표로 삼고 있으며, 나아가 글로벌 규제 혁신을 선도하는 국가로 자리매김하고자 한다.

무엇보다도 과학기술 전반에 걸친 미래기술 환경·규제 환경을 스캔하고

규제 개혁의 시급한 분야를 파악하여 선제적으로 이를 준비할 필요가 있는데, 기술 혁신의 영향을 파악하고 신속하고 안전한 도입을 지원하는 데 필요한 규제 개혁에 대해 정부에 자문하기 위한 영국의 미래규제대비위원회(RHC) 설립은 매우 시의 적절해 보인다.

영국은 선제적으로 기술 혁신의 영향을 파악하고 신속하고 안전한 도입을 지원하는 데 필요한 규제 개혁에 대해 정부에 자문하기 위해 RHC를 설립하였다. RHC의 주요 목표는 △정부 전반의 기존 업무와 데이터를 기반으로 기술 혁신과 트렌드에 대한 미래 환경을 스캔하고, △사람, 비즈니스 및 환경을 위해 잠재력이 높은 제품, 서비스 및 비즈니스 모델과 광범위한 영향을 식별하며, △신 흥 제품, 서비스 및 비즈니스 모델의 신속하고 안전한 도입을 촉진하기 위해 규제 개혁의 광범위한 우선순위에 대해 정부에 조언함으로써 영국을 미래 산업의 선두에 세우기 위한 규제 개혁의 우선순위에 대한 권고 등이다.²⁰⁹⁾ 영국 RHC의 첨단바이오 및 양자 분야 주요 추진 내용은 [표 3-36]과 같다.

표 3-36. 영국 RHC의 주요 과학기술 분야별 추진 내용

반도체	첨단바이오	AI	양자
	- 공학생물학과 관련된 규제 이슈를 자세히 설명하여 규제 장벽을 제거하고, 규제 프레임워크를 통해 미래에 대비하는 정부의 스마트 규제 프로그램을 보완할 계획 준비(공 학생물학을 위한 국가 비전)		- 양자 기술 규제의 미래 필요성 검토를 수행하여 이 분야의 혁신 및 성장 지원(국가 양자 전략) - 규제 프레임워크의 필요성을 포함하여 강력한 거버넌스 구축의 필요성을 강조하는 14개의 권고안 제시(양자 기술 활용 규제 보고서) - 혁신과 양자 기술의 윤리적 사용 지원(양자 기술 활용 규제 보고서)

자료: 저자 작성.

209) HM Government UK(2019), "Regulation for the Fourth Industrial Revolution."

EU 집행위원회는 2019년 12월 향후 EU를 이끌어갈 새로운 성장 전략으로 'EU 그린딜(EU Green Deal)' 정책을 제시하여 EU 역내 친환경 산업 경쟁력 제고 및 탄소중립 사회로의 목표 달성을 위해 다양한 혁신 정책들을 지속적으로 추진하고 있다. 또한 세계 최초로 포괄적 「AI Act」를 제정하여 2026년부터 전면 시행할 예정이다. EU의 강한 환경 및 AI 규제는 전통적인 의미의 '규제 완화를 통한 혁신'이라기보다는 규제를 강화함으로써 지속가능한 혁신을 유도하는 정책적 접근이라 할 수 있다. 강한 규제 때문에 EU 내 AI 기업이 글로벌 경쟁에서 불리해질 수도 있지만, 안전성과 신뢰성을 기반으로 한 혁신을 유도할 가능성도 있다. 결국 EU의 전략은 단기적으로 기업 부담이 커지더라도 장기적으로 지속가능한 산업 및 기술 발전을 유도하여 혁신과 경쟁력을 확보하려는 시도라고 해석할 수 있다. 다만 이런 EU의 강한 환경 정책 및 AI 규제가 혁신적 전략을 추진하고 있음에도 산업 효율성을 저해할 수 있다는 다수학자들의 의견도 상존한다.

EU는 EU와 다른 가치를 추구하는 국가들이 양자 분야를 포함하여 반도체, AI 및 바이오 등 4대 첨단기술을 무기화할 위험성 평가 계획을 마련 중이며, 관련 기술 안보와 유출 등을 신속히 식별하고 관리하는 것이 중요함을 강조하고 있다.

1. 주요 연구 결과

4차 산업혁명은 전례 없는 규모와 속도 및 복잡성을 가지고, 인공지능, 유전자 편집 및 첨단 로봇 공학과 같은 기술들이 융합되어 물리적, 디지털 및 생물학적 세계 사이의 경계를 모호하게 만드는 것이 특징이다. 이런 4차 산업혁명과 관련하여 다양하고 새로운 과학기술들이 생각했던 속도보다 빠르게 우리에게 다가오고 있다. AI, 챗GPT 및 미래형 모빌리티와 같은 최첨단기술에서부터 비대면 진료 서비스 같은 새로운 바이오 헬스 서비스까지 전 분야에서 새로운 생활방식에 맞춰 새롭게 등장한 신기술 및 새로운 콘텐츠 산업들이 바로 우리 눈앞에 현실로 다가오고 있다. 그러나 이런 분야에서 이야기되는 과학기술들이 빠르게 시장을 형성하기에 우리의 규제 환경은 극복해야 할 문제들이 아직 많다.

과학기술 분야에서 논의되고 있는 규제 환경을 살펴보면, 새로운 기술의 연구개발, 생산, 제공 및 거래 시에 과거와는 다른 방식을 취하게 되면서 실제 구현 과정에서 기존의 법·제도와 충돌하거나 새로운 규제를 필요로 하고, 특히 법·제도의 미비나 규제 공백 문제가 발생하면서 규제 지체 현상이 발생하고 있다. 이를 극복하기 위하여 우리나라를 비롯한 주요 선진국들은 규제 혁신을 위해 지속적이고 강도 높은 노력을 진행하고 있다. 나아가 주요 선진국들은 과학기술 분야 규제 혁신 전략 추진을 통해 글로벌 기술 선도 및 관련 산업의 혁신 성장을 달성하고자 노력 중이다.

국내·외 문헌에 의하면 규제 개혁은 국민의 삶의 질 향상과 공정한 경쟁 추진을 통한 국가 경쟁력 강화를 위해 추진되어야 하므로 이제 규제경쟁력이 곧

국가 경쟁력이라 하였고, 규제란 혁신에 강력한 영향을 미치며 아이디어를 자극하는 한편 그 아이디어의 구현을 차단할 수 있다고도 하였다.

과학기술 분야 규제 혁신의 의미는 불확실한 것을 정의하는 것이라 할 수 있다. 다시 말해 과학기술 분야의 연구개발 단계에서부터 생산, 사업 모델 개발 등에 이르기까지에 있어서 규제 혁신이란 법·제도의 미비나 규제 공백으로 인한 불확실한 상황을 정의하는 것이고, 여기에는 기존 과학의 한계를 뛰어넘는 고위험·고가치 연구개발을 바탕으로 새로운 사업 모델, 플랫폼, 상품 및 산업을 창출하는 혁신 생태계 조성까지도 포함된다.

본 연구에서는 선진국의 규제 혁신 전략이 제도, 거버넌스, 표준 및 인증, 윤리, 국제협력, 보조금 및 세제혜택, 실험 테스트 및 과학기술 역량 분야, 참여와 소통, 적대적 대응 정책·전략 분야 및 대중/자국민 보호(안전, 보안)와 같은 분야에서 다면적 또는 다층적인 접근 방식을 통해 추진되고 있음을 파악하고, 규제 혁신 전략 속에 담겨 있는 각 분야의 세부적 혁신 이행 전략·계획 등을 ① 제도 및 거버넌스, ② 과학기술 생태계 조성 및 발전, ③ 기술 안보라는 세개의 대분류로 분류한 후, 다면적이고 종합적으로 분석하는 체계를 마련하였다.

우선 미국·영국·EU의 규제 혁신 정책 환경을 조사·분석하였다. 미·중 패권경쟁이 지속되는 와중에 미국은 이전에 볼 수 없었던 연방정부의 강력한 보조금(또는 세액공제) 정책 등 규제 혁신 정책을 통해 미국의 전략적 이익과 국가 안보를 최우선적으로 고려하기 시작하였다. 대표적인 사례로 미국은 「반도체 및 과학법」 발효를 통해 글로벌 기술 리더십 확보와 미국 내 핵심 과학기술 분야 제조 기반 등 생태계 조성 및 기술 안보 분야에서 전략적 규제 혁신 계획을 추진하고 있다.

영국정부는 브렉시트 이후 저성장을 극복하고자 핵심 기술을 식별하고, 적극적인 연구개발 투자, 인재와 기술 육성 등을 통한 영국의 핵심 기술 글로벌 경쟁력 향상을 목표로 하는 2030년까지의 장기 비전 전략인 ‘과학기술 프레임워크’를 발표하였다. 영국은 이를 통해 5대(AI, 공학생물학, 차세대 통신기술, 반도체, 양자 기술) 핵심 기술을 선정하고 기술 활성화 환경 조성을 위한 다양한

정책적 조치를 추진하고 있다. 또한 세계 최고의 혁신 친화적 규제 환경을 조성하기 위해 기술 발전에서 세계를 선도하겠다는 의지가 나타난 규제 혁신 추진 전략을 담은 「4차 산업혁명 대비 규제 혁신 백서」를 발간하고, 기술 혁신의 영향력을 파악하고 신속하고 안전한 도입을 지원하는 데 필요한 규제 개혁에 대해 정부에 자문하기 위한 기관인 RHC 설립을 통해 과학기술 분야 규제 혁신 거버넌스를 강화하였다.

EU 집행위원회는 2019년 12월 향후 EU를 이끌어갈 새로운 성장 전략으로서 ‘EU 그린딜(EU Green Deal)’ 정책을 제시하고 EU 역내 친환경 산업 경쟁력 제고 및 탄소중립 사회 목표 달성을 위해 다양한 혁신 정책을 지속적으로 추진하는 한편, 글로벌 기후 위기 대응을 위해 환경 규제를 강화해 나가고 있다. 또한 EU는 통상 규제 전략 강화와 함께 디지털 패권 경쟁에서 디지털 질서를 주도하고자 디지털 전환 정책인 ‘Digital Decade 2030’을 추진하고 있으며 디지털 시장법 및 디지털 서비스법 등의 추진을 통해 빅테크의 EU 디지털 시장 독점을 규제하고자 한다. 이외에도 EU 집행위는 EU와 다른 가치를 추구하는 국가들이 △양자 분야를 포함하여 △반도체, △AI, △바이오 등 4대 첨단기술을 무기화할 위험성을 평가하고 평가에서 드러난 문제 해결을 위한 조치에 나설 계획이며, 관련 기술 안보와 유출 등을 신속히 식별하고 관리하는 것이 중요하다고 강조하고 있다.

이어서 미국·영국·EU의 △반도체, △첨단바이오, △AI, △양자 과학기술 분야별로 규제 혁신 전략을 조사·분석한 결과는 다음과 같다.

반도체 분야에서 미국·EU·영국은 자국 내 반도체 생산과 혁신 촉진을 목표로 하며, 반도체 부족에 대한 위기 대응과 함께 수출 통제를 통해 자국의 기술적 우위를 보호하고자 한다. 각국은 혁신적 규제 프레임워크에 보조금·세제 혜택·R&D 정책자금 등을 포함하는 혁신적 정책을 추진하고 있다. 영국은 미국·EU의 지원보다는 상대적으로 적은 지원 규모로, 반도체 설계 및 지식재산(IP), 화합물 반도체, 세계 최고의 연구개발(R&D) 등 영국이 강점을 가진 분야를

기반으로 삼아, 이 산업 내에서 영국의 핵심적인 전략적 우위를 유지하고 확장할 전략적 선택을 강화하고 있다.

생명공학 분야에서 미국은 생명공학 제품 규제를 위한 연방정부의 기본 지침인 조정 규제 프레임워크를 통해 규제 환경 개선을 위한 혁신 정책을 지속적으로 펼쳐 오고 있다. 영국은 RHC를 통해 공학생물학과 관련된 규제 이슈를 자세히 설명하여 규제 장벽을 제거하고, 규제 프레임워크를 통해 미래에 대비하는 정부의 스마트 규제 프로그램 보완을 추진하고 있다. 또한 EBRN을 지원하여 공학생물학 규제 샌드박스를 추진하고 있다. EU는 'EU에서 바이오 기술 및 바이오 제조를 촉진하기 위한 일련의 조치 사항'을 통해 규제경로 간소화에 심혈을 기울이는 한편 시장에 신속하게 출시하기 위해 규제 샌드박스 구축을 더욱 촉진하는 조치 등을 시행 중이다.

AI 분야에서, 미국은 분야별 가이드라인 및 권고안, 행정명령, 기업 및 연구기관과의 협력 등을 중심으로 유연하고 신속하게 대응하는 접근 방식을 취하고 있으며, 영국은 AI 오남용 규제 및 구체적인 AI 이용 상황별 규제 정책을 마련하는 등 친혁신적이고 유연한 접근 방식에 따라 관련 규제 프레임워크를 준비하고 있다. EU는 「AI Act」를 세계 최초로 제정하여 위험을 '허용할 수 없는 위험/고위험/제한적 위험/저위험'으로 구분하여 '허용할 수 없는 위험/고위험'에 대한 규제를 명시하는 위험 기반 규제 정책을 표방하고 있으며, EU 「AI Act」에는 범용 AI모델에 대한 규제 조항도 포함되어 있다. 2024년 12월, 우리나라도 EU에 이어 전 세계에서 두 번째로 「인공지능기본법」을 제정하여 2026년 1월 중 시행 예정이다. 우리나라의 「인공지능기본법」은 AI 기본계획 수립·시행, AI에 관한 국가 차원의 거버넌스 체계 정립, AI 생태계의 혁신적인 발전 지원, AI 기술의 표준화, AI 윤리원칙, AI 산업 진흥을 위한 재원 확충, AI 위험의 사전 예방 및 과태료 규정 등 다면적 혁신 추진 전략들을 담고 있다. 규제 대상으로 고영향 AI를 정의하고 투명성 확보 의무, 안전성 확보 의무 및 사업자 책무를 규정하고 있으나, 생성형 AI는 주요 규제에서 벗어나 있다. 우리나라는

AI 기본법이 제정되었지만, 하위법령·지침(가이드라인) 미비로 불확실성이 아직 남아 있어 이를 지속적으로 해결해 나갈 예정이다.

양자 기술 분야에서, 미국은 글로벌 리더십을 유지하고 발전시키기 위해 포괄적이고 광의적인 규제 프레임워크를 개발해왔다. 특히 미국은 양자 연구개발 및 과학기술에 대한 전략적 규제 프레임워크를 통해 국가 안보 및 경제적 경쟁력 강화를 꾀하고 있다. 영국은 국가 양자 전략에서 2033년까지 세계를 선도하는 양자 기반 국가 성장을 주도하고, 양자 기반 경제 전환을 목표로 비전, 전략 목표 및 13개의 우선 과제(Priority Actions)를 제시하였다. 13개 우선 과제에는 양자 R&D 정부 투자, 인력 양성, 인프라, 규제·표준 및 양자 기술청 설치 등의 내용을 포함하고 있다. 이어서 RHC는 양자 기술의 안정적 투자·개발을 위해 규제의 시점과 범위, 형태에 대한 선제적 논의 필요성이 대두됨에 따라, 혁신 친화적인 영국의 양자 생태계 육성을 위한 규제 정책 제언에 관한 보고서를 발간하였다. 이 보고서는 양자 기술 규제 프레임워크 개발과 표준, 지침 및 책임 있는 혁신 관행에 기반한 규제 프레임워크의 필요성을 포함하여 강력한 거버넌스 구축 필요성을 강조하는 14개 권고안을 제시하였다.

EU는 2016년 5월의 양자 선언문(Quantum Manifesto)에 이어, 2018년에 양자 기술 플래그십을 출범시켰다. 이후 SRIA 2030에서는 EU가 글로벌 리더십을 확보하고 전략적 이익을 보호하며 자율성을 보장하고 안보를 강화하는 한편 제3국에 대한 기술 의존을 피하기 위해서는 양자 기술 개발 및 생산을 위한 독립적인 역량을 구축해야 하며, 이를 위한 노력은 실험실에서 이루어진 연구를 대량 생산으로까지 연결하여 다양한 과학 및 산업 애플리케이션을 지원하는 세계 최고의 생태계를 조성하는 것을 목표로 해야 한다고 역설하고 있다. 나아가 양자 기술이 지닌 경제적, 사회적 잠재력을 바탕으로 이 혁신적인 분야에 서 글로벌 플레이어로서 EU의 역할을 강화하고 이를 통해 EU를 세계의 ‘양자 밸리’로 포지셔닝하는 것이 중요하다고 강조하였다.

우리나라는 양자 과학기술의 연구 기반을 조성하고 양자 산업을 체계적으로 육성함으로써 과학기술 혁신과 국가 안보 및 국민 경제의 발전에 이바지한다는 목적으로 「양자기술산업법」의 시행과 함께 대한민국 양자 전략 및 퀀텀 이니셔티브 등 혁신적 추진 전략들을 추진하고 있으나, 양자 기술 분야 미래 규제 환경 파악을 위한 추진 전략에 대해서는 고민이 필요해 보인다.

특히나 양자 분야는 미국, 영국 및 EU뿐만 아니라 우리나라도 국가 안보 첨단기술 및 산업 보호라는 기술 안보 측면에서 기술 통제 등을 강화하고 있다.

2. 한국의 규제 환경 평가

앞서 분석하였듯이 주요 선진국들은 첨단 과학기술 분야에서의 규제 혁신을 통해서 자국의 경쟁력 제고와 혁신적 과학기술 생태계 조성을 추진하고 있다. 이러한 배경에서 한국의 규제 정책 환경 현황을 파악하기 위해 국제기구 등에서 발표하는 글로벌 혁신지수와 상품시장 규제지수 등을 활용하고자 한다. 이 지수들이 직접적으로 과학기술 분야 규제 환경 및 규제 기조를 설명하지는 않지만, 과학기술 분야의 발전을 위해서는 R&D 투자와 혁신 역량 제고 노력뿐만 아니라 시장 규제 완화와 기업 활동 지원 등도 함께 병행 추진되어야 한다는 점을 고려하여 관련 지수들을 파악하고자 한다.

국가별 경제의 혁신 성과를 측정하고 규제 기조 현황을 평가하는 지표로 세계지적재산권기구(WIPO)의 글로벌 혁신지수(GII: Global Innovation Index)와 OECD 상품시장규제(PMR: Product Market Regulation) 지수가 많이 인용되고 있다.

매년 발표되는 WIPO 글로벌 혁신지수(GII)는 혁신의 능력과 성공 정도에 따라 나라별 순위를 매긴 지수로, 2007년 INSEAD와 영국 잡지 월드 비즈니스

등의 기관들에 의해 시작되었다.²¹⁰⁾ GII는 나라별 혁신 수준을 평가하기 위해 혁신 투입지표와 혁신 산출지표를 종합해 발표하는 지수로 전 세계 국가별로 경제의 혁신 성과를 측정하기 위한 기준을 제공하고 있다.²¹¹⁾ GII는 과학기술 규제 정책 환경 평가에 활용할 수 있지만, 규제 환경 자체를 직접적으로 평가하는 지표는 아니다. 다만 GII에는 과학기술 혁신과 관련된 규제 정책의 영향을 간접적으로 평가할 수 있는 하위 지표(예: 규제 품질, 연구개발 투자, 지적재산권 보호, 시장 개방성 등)가 다수 포함되어 있다.

OECD에 따르면 경쟁 및 친경쟁(pro-competition) 규제는 혁신, 비즈니스 역동성, 생산성, 투자 및 고용을 촉진하는 데 필수적인데, 지난 25년 동안 OECD PMR 지수는 친경쟁적 규제 환경을 측정하는 주요 지표였다. PMR 지표는 “한 국가의 규제 프레임워크와 국제 모범 사례의 일치성을 평가하여 경제 전반의 진입 및 경쟁에 대한 부문별 규제 장벽을 모두 측정한다”라고 규정하고 있다.²¹²⁾ PMR 지수는 과학기술 자체의 규제(예: 특허, AI 규제, 바이오 규제 등)를 직접 측정하지는 않으나, 과학기술 규제 정책 환경 평가에 활용할 수 있다. PMR 지수는 국가별로 기업 활동을 제약하는 규제를 측정하는데, 이는 과학기술 관련 산업의 성장과 혁신에도 영향을 미칠 수도 있기 때문이다. PMR 지수에 따라 과학기술 기반 기업의 창업, 투자, 경쟁이 자유로울 가능성이 얼마나 높은지 그 기초를 파악할 수 있다.

글로벌 혁신지수는 혁신 투입지표인 △제도, △인적자본·연구, △인프라, △시장 성숙도, △기업 성숙도 5개 부문과 혁신 산출지표인, △지식·기술 성과, △창조적 성과 2개 부문 등 총 7개 부문으로 구성되어 있다. 우리나라의 글로벌 혁신지수 종합 순위는 2020년 이후 10위권 내를 유지하고 있어 평가 대상국 가운데 우수한 환경을 보유하고 있는 것으로 평가되고 있다. 최근 5개년도 글로벌 혁신지수 상위 10개국 순위 변동은 [표 4-1]과 같다.

210) 위키백과(검색일: 2024. 10. 26.).

211) 매일경제, Naver 지식백과-매일경제용어사전(검색일: 2024. 10. 26.).

212) OECD, “Product market regulation”(검색일: 2024. 11. 6.).

표 4-1. 2020~24년 글로벌 혁신지수(GII) 상위 10개국 순위

국가	2020	2021	2022	2023	2024
스위스	1	1	1	1	1
스웨덴	2	2	3	2	2
미국	3	3	2	3	3
싱가포르	8	8	7	5	4
영국	4	4	4	4	5
대한민국	10	5	6	10	6
핀란드	7	7	9	6	7
네덜란드	5	6	5	7	8
독일	9	10	8	8	9
덴마크	6	9	10	9	10

자료: GII 2020(13th Edition, WIPO), GII 2021(14th Edition, WIPO), GII 2022(15th Edition, WIPO), GII 2023(16th Edition, WIPO), GII 2024(17th Edition, WIPO).

2020~24년 5개년도에 대한 우리나라 글로벌 혁신지수 종합 순위 및 부문별 순위에 대한 자세한 내용은 [표 4-2]와 같다. 2024년 조사 결과에서, 우리나라는 혁신 투입지표 중 인적자본·연구 부문은 부동의 1위이고 혁신 산출지표인 △창조적 성과 지표 부문도 2위로 매우 높은 순위를 보이며 △지식·기술 성과 부문 역시 10위로 상당히 높은 순위인 데 비하여, 혁신 투입지표인 △제도 부문은 24위이고 △시장 성숙도 부문은 25위로 낮은 순위에 머무르고 있다.

표 4-2. 2020~24년 우리나라 글로벌 혁신지수 종합 순위 및 부문별 순위

연도	종합 GII	혁신 투입 지표					혁신 산출 지표	
		제도	인적자본·연구	인프라	시장 성숙도	기업 성숙도	지식·기술 성과	창조적 성과
2024	6	24	1	9	25	5	10	2
2023	10	32	1	11	23	9	11	5
2022	6	31	1	13	21	9	10	4
2021	5	28	1	12	18	7	8	8
2020	10	29	1	14	11	7	11	14

자료: GII 2020(13th Edition, WIPO), GII 2021(14th Edition, WIPO), GII 2022(15th Edition, WIPO), GII 2023(16th Edition, WIPO), GII 2024(17th Edition, WIPO).

2024년 보고서에는 일부 부문의 세부 항목에 변화가 있었다. GII 혁신 투입지표 중 △제도(Institutions) 부문은 ① 정책 환경, ② 규제 환경, ③ 기업 환경 총 3개 항목으로 구성되어 있는데, 이 중 ② 규제 환경 항목은 ②-1 규제 품질(Regulatory quality), ②-2 법의 지배(Rule of law) 및 ②-3 정리해고 비용(Cost of redundancy dismissal) 총 3개의 세부 항목으로 구성되어 있었으나, 2024년 보고서에서는 ②-3 정리해고 비용 항목이 ②규제 환경 항목에서 제외되었다.²¹³⁾

이전까지만 해도 우리나라는 ②-3 정리해고 비용 순위가 110위권 수준으로 매우 낮아 그 상위 부문인 △제도 부문 순위가 30위권에 그쳤다. 하지만 2024년 보고서에서 ② 규제 환경 분야의 세부 구성항목이 변경되면서 ② 규제 환경 항목의 우리나라 순위가 전년도 53위(2023년)에서 25위(2024년)로 상승하였고, 그 상위 부문인 △제도 부문 순위도 전년도 32위(2023년)에서 24위(2024년)로 상승하였다. 하지만 ② 규제 환경 항목을 구성하는 나머지 2개 세부 항목

표 4-3. 2020~24년 우리나라 글로벌 혁신지수 제도 부문 세부 항목 순위

	2020	2021	2022	2023	2024
제도(Institutions)	29	28	31	32	24
① 정책 환경	24	18	18	19	19
①-1 Operational stability for businesses	21	13	16	22	18
①-2 Government effectiveness	26	21	18	16	17
② 규제 환경	52	57	59	53	25
②-1 Regulatory quality	30	29	32	28	28
②-2 Rule of law	23	23	24	24	23
②-3 Cost of redundancy dismissal	109	110	111	111	변경
③ 기업 환경	10	10	31	34	35
③-1 Policy stability for doing business	31	31	52	58	60
③-2 Entrepreneurship policies and culture	10	10	14	17	15

자료: GII 2020(13th Edition, WIPO), GII 2021(14th Edition, WIPO), GII 2022(15th Edition, WIPO), GII 2023(16th Edition, WIPO), GII 2024(17th Edition, WIPO).

213) GII 2024(17th Edition, WIPO).

의 순위는 이전과 별다른 차이가 없으므로 우리나라의 규제 환경이 급격히 개선되어 ② 규제 환경 순위가 상승했다고 보기는 힘들다. 반면 ③ 기업 환경 순위는 2022년 이후 30위권 밖에 머무르며 점점 악화되고 있다. 2020~24년 △제도 부문 구성 평가항목 3개 분야 및 관련 세부 지표에 대한 자세한 순위 변동 내역은 [표 4-3]과 같다.

주요 관심국과의 비교에서, 2024년 GII 종합순위에서는 싱가포르(4위), 영국(5위), 대한민국(6위) 순이지만 △제도 부문 지표에서는 싱가포르가 압도적인 1위이고 △제도 부문 세부 지표(정책 환경, 규제 환경, 기업 환경)에서도 1위이다. 영국은 △시장 성숙도 지표(3위)나 △기업 성숙도 지표(14위)는 높은 순위이나 △제도 지표 부문에서는 26위에 불과하여 오히려 우리나라(24위)보다 약간 뒤처져 있다.²¹⁴⁾

OECD PMR 지수는 1998년부터 매 5년 주기로(1998, 2003, 2008, 2013, 2018, 2023년도 조사 결과 발표) OECD 회원국과 비회원국에 대해 각국의 규제 기초를 측정 및 평가하고 시간 경과에 따른 개혁 경과를 추적하기 위해 개발한 정량지표로, 2023년도 조사에서는 38개 회원국 및 9개 비회원국에 대해 평가를 실시하였다.²¹⁵⁾

2018년 조사 PMR 지수는 2대 분야, 6개 부문, 18개 하위 세부 항목으로 평가가 이루어졌고,²¹⁶⁾ 2024년도에 발표된 2023년 조사 PMR 지수는 2대 분야(△정부 개입에 의한 왜곡 및 △진입장벽), 6개 부문, 15개 하위 세부 항목으로 평가를 실시하였다.²¹⁷⁾ 2023년 평가에 사용된 산출 기준은 2018년 당시의 산출 기준과는 일부 차이가 있다. OECD PMR 지수 값이 작을수록 규제가 적고 경쟁이 비교적 자유로움을 의미하며, OECD PMR 지수 값이 크면 상품시장

214) GII 2024(17th Edition, WIPO).

215) 기획재정부 보도자료(2024. 7. 10.), 「'23년 경제협력개발기구(OECD) 상품시장규제지수(PMR) 평가 결과」.

216) OECD(2018, The 2018 edition of the OECD PMR indicators and database: Methodological improvements and policy insights).

217) OECD, "Product market regulation"(검색일: 2024. 11. 6.).

에 대한 정부의 규제가 강하다는 의미이다.²¹⁸⁾ OECD 국별 순위는 PMR 지수 값이 가장 작은 국가가 규제 강도가 가장 약한 국가로 국별순위는 1위이고, 1위에서 38위로 갈수록 PMR 지수 값이 커지고 규제 강도는 강해진다.

우리나라의 PMR 지수 종합순위는 1998년 28개국 중 21위, 2013년 34개국 중 31위로 중간 이하 순위에 머물렀고,²¹⁹⁾ 2018년에는 OECD 38개국 중 33위로 비교적 규제가 강한 것으로 나타났다. 그러나 2023년 조사에서 우리나라는 OECD 38개국 중 20위를 기록하였고, 종합 PMR 지수는 1.35로 OECD 평균인 1.34 수준에 근접한 것으로 조사되었다. 한국의 규제 강도가 이전에 비해 OECD 가입국 평균에 가깝게 상당히 개선된 것으로 나타난 것이다.

2023년 조사 결과를 6개 부문별로 살펴보면, △규제 영향 평가(3위), △행정·규제 부담(14위) 및 △정부 소유에 의한 왜곡(15위) 부문에서 OECD 중위 수준 이상의 규제 환경으로 평가받았으며, △서비스·네트워크 분야 진입장벽(24위)은 OECD 중위 수준, △기업 활동 개입(36위), △무역·투자 장벽(36위) 부문은 중위 수준보다 낮은 평가를 받은 것으로 조사되었다.²²⁰⁾ 세부 지표인 규제 관련 소통·간소화(1위), 이해관계자 참여(3위), 기업 행정부담(5위), 정부의 직/간접 공기업 통제 범위(7위), 자영업 행정부담(10위) 지표에서는 우수하다는 평가를 받았으나, 소매가격 통제(36위), 네트워크 분야 정부 개입(37위), 공공조달 접근성(30위), 관세장벽(37위) 및 외국인 직접투자(FDI) 장벽(30위) 지표에서는 OECD 국가들 중 최하위권인 강한 규제 수준으로 조사되었다.²²¹⁾

이렇듯 우리나라 규제 환경에 대한 평가는 점차 개선되고 있는 것으로 보이나, 규제 전문가들은 혁신을 위한 정책적 노력이 필요하며 기업 활동 개입이나 무역·투자 장벽이 완화되어야 한다고 언급하고 있다. 좋은규제시민포럼의 「2023

218) 기획재정부 블로그(2024. 9. 27.), 「OECD에서 평가한 대한민국의 2023년 상품시장규제지수(PMR)는?」(검색일: 2024. 11. 6.).

219) 이혁우(2024), p. 1.

220) 기획재정부 보도자료(2024. 7. 10.), 「'23년 경제협력개발기구(OECD) 상품시장규제지수(PMR) 평가 결과」.

221) 위의 자료.

OECD PMR 지수로 본 한국의 규제현황」 보고서는 한국정부의 규제 개혁을 두고 ‘가성비’가 낮다고 언급하며 기업 활동 개입이나 무역·투자 장벽 완화와 같은 어려운 분야의 규제 개혁에 더 집중해야 한다는 의견을 제시하였다.²²²⁾

주요 관심국과의 비교에서, 영국의 PMR 종합순위는 조사 대상 기간 동안 항상 상위 5위 안에 들어갈 정도의 규제 혁신 국가로, 2023년 조사의 PMR 지수 값은 0.91이고 종합 순위는 4위였다. 대한민국 PMR 지수는 1.35로 종합순위는 20위이다. 98년 이후 OECD 주요국 PMR 순위 변동 내용은 [표 4-4]와 같다.

표 4-4. OECD 주요 회원국 PMR 종합 순위 변동

국가	종합 순위					
	'98	'03	'08	'13	'18	'23
OECD 회원국 수	28	30	30	34	38	38
아일랜드	7	11	6	19	19	3
영국	1	1	2	2	1	4
프랑스	18	17	15	22	29	11
스페인	19	18	22	18	3	15
독일	15	19	8	7	4	16
이탈리아	17	20	14	9	16	17
한국	21	22	26	31	33	20★
스위스	20	23	20	24	27	21

자료: 기획재정부 보도참고자료(2024. 7. 10.), 「'23년 경제협력개발기구(OECD) 상품시장규제지수(PMR) 평가 결과, 한국은 경제협력개발기구(OECD) 38개국 중 20위로 역대 최고 기록」.

세계지적재산권기구의 글로벌 혁신지수(GII) 조사는 국가별 경제의 혁신 성과를 측정하고, OECD PMR 조사는 국가별 경제 전반에 대한 규제 기조를 평가한다. 이 두 조사 결과가 직접적으로 과학기술 분야 규제 환경 및 규제 기조를 설명하지는 않지만, GII는 과학기술 분야의 주요 특성인 혁신성 측면에서 각 국가의 혁신성을 파악할 수 있다. GII 혁신 투입·산출지표 중 특히 산출지표 △지식·기술 성과의 하위 지표인 특허, 지적재산권, 과학 및 기술 논문, Citable

222) 이혁우(2024), pp. 2~3.

documents H-index 등은 과학기술 분야 산출물과도 직접적으로 관련이 있으며, High-tech manufacturing, High-tech exports 등도 과학기술 관련 산업과 관련이 깊은 하위 지표들이다. 반면 OECD PMR 지수에서는 진입장벽 부문 중 △행정·규제 부담 및 △무역·투자 장벽 부문 평가 결과 등을 통해 시장 집입에 필요한 행정적 부담, 절차·규제의 소통·간소화 및 무역·관세 분야 규제 기조를 파악할 수 있는데, 이 하위 세부 항목들은 과학기술 분야 생태계 조성에도 관련이 있다.

GII와 PMR 지수를 함께 활용하면 과학기술 분야의 규제 환경 기조를 보다 유용하게 평가할 수 있다. GII가 높고 PMR 지수가 낮다면 그 국가는 R&D 투자도 많고, 규제도 완화되어 있어 기술 혁신을 촉진하는 개방적 규제 환경을 가진 국가라고 판단할 수 있다. 반면 GII가 높지만 PMR 지수도 높다면 그 국가는 R&D 성과와 특허 출원 등 기술 혁신은 활발하지만 규제가 시장 성장을 저해할 가능성이 있다고 판단할 수 있으므로, 과학기술 혁신을 시장 성장으로 연결하는 규제 개혁이 필요하다고 할 수 있다. 우리나라는 GII가 높지만 PMR 지수도 높은 대표적인 국가 중 하나로 분류될 수 있다.

2024년도 GII 조사에서 우리나라는 5개 혁신 투입지표 중 △제도 부문은 24위, △시장 성숙도 지표는 25위로 다른 부문에 비해 매우 취약하다. 이 부문이 혁신적으로 개선된다면 부동의 세계 1위인 △인적자본·연구 부문의 강점과 함께 더욱 더 혁신적 성과를 얻을 수 있을 것이다.

3. 정책 제언

미국·영국·EU 과학기술 분야 규제 혁신 전략은 반도체, 첨단바이오, AI, 양자 기술 등 주요 첨단기술 영역에 걸쳐 발전해왔다. 이러한 규제 혁신 전략은 공통적으로 글로벌 기술 리더십 확보, 산업생태계 경쟁력 육성 및 국가 안보 보

호라는 목표를 중심으로 구축되었다. 더불어 국가와 산업 분야별 발전 속도와 산업 특성에 따라 안전 및 규제 절차 간소화 등을 주요한 목표로 설정한 규제 혁신 정책들이 구축되었다. 각 국가는 규제 혁신을 추진하기 위해 거버넌스, 표준, 참여 및 소통, 과학기술 역량 강화, 글로벌 협력 등의 분야에서 세부적 이행 전략을 마련하여 추진하고 있다. 또한 진화하고 있는 규제 환경에 대한 모니터링 및 규제 탐색 지원에 대한 전략도 실행 중이다.

글로벌 기술 패권 경쟁이 격화되면서, 각국은 핵심 과학기술 분야를 중심으로 자국의 기술 보호와 함께 자국 산업을 보호·육성하기 위한 법률·제도 및 혁신 정책을 함께 추진하고 있다. 이에 대한 조사·분석 내용을 반영하여 향후 우리나라도 급속하게 진화하고 있는 과학기술 분야 미래 규제 환경에 대비할 수 있도록 다음과 같은 정책 제언을 제시한다.

표 4-5. 주요 정책 제언

분야 구분	정책 제언	세부 내용
거버넌스	과학기술 분야 규제 개혁 거버넌스 강화	과학기술 분야 규제 개혁의 우선순위에 대한 권고와 함께 경제 전반의 혁신을 지원할 거버넌스 강화
	규제 혁신에 대한 지방정부의 권한 상황	지역 맞춤형 규제 전략 수립, 신속한 의사결정, 지역 혁신 생태계 활성화를 위한 지방정부의 권한 상황
규제 환경 분석 체계	과학기술 분야 규제 환경 및 규제 요건을 스캐닝할 수 있는 체계 마련	선제적으로 미래 규제 요건을 파악하기 위해 호라이즌 스캐닝 수행 체계·전략 마련
추진 체계	R&D 단계에서부터 규제를 통합적으로 함께 고려	R&D 단계에서부터 관련 규제기관 조기 참여를 통해 규제 고려 사항이 처음부터 통합적으로 반영되는 접근 전략 추진
	선제적 규제 혁신 로드맵 추진 체계 마련	로드맵 재설계 주기 설정, 이에 대한 절차 및 관련 추진 근거 마련, 나아가 로드맵 추진 근거 및 거버넌스 추진 체계 마련
	과학기술 분야 규제 샌드박스 전략 강화	과학기술 분야 규제 샌드박스 전략 강화
규제 프레임워크	주요 과학기술 분야별 규제 프레임워크 마련	생명공학, 양자 등 복잡하고 빠르게 진화하는 기술에 대응하기 위한 규제 프레임워크 마련

표 4-5. 계속

분야 구분	정책 제언	세부 내용
보조금·세제 혜택	글로벌 기술 리더십 확보 및 생태계 조성을 위한 대규모 재정 지원 등 혁신 전략 추진	반도체 산업 경쟁력 강화, 혁신성장 및 생태계 강화 전략 마련
국제 표준 및 국제 규제	국제 규제와의 정합성이나 조화를 위한 글로벌 협력 전략	국제적 조화 및 국제 규제와의 상호운용성 보장 강화 전략을 마련

자료: 저자 작성.

가. 규제 개혁의 우선순위 선정과 거버넌스 확립

빠르게 진화하고 있는 과학기술 분야 규제 환경에 대응하기 위해 과학기술 분야 규제 개혁의 우선순위에 대한 권고와 함께 경제 전반의 혁신을 지원할 거버넌스 확립이 매우 필요하다. 영국은 RHC 설립을 통해 과학기술 분야에서 진화하고 있는 규제 환경에 대한 모니터링 및 규제 탐색에 대한 지원을 강화하고 있으며, 영국을 미래 산업의 글로벌 선두에 세우기 위한 규제 개혁 우선순위에 대한 권고와 함께 경제 전반의 혁신을 지원할 체계를 준비하고 있다. RHC는 공학생물학 및 양자 분야 등에서 선제적으로 이 역할을 활발히 수행하고 있다. 반면 우리나라는 반도체, 첨단바이오, AI 및 양자 등 각 분야의 국가 출연 연구소 및 정책 연구소 등에서 선제적 규제 환경 탐색 등 해당 역할을 충실히 잘 담당하고는 있으나, 각 연구소가 관련을 가진 특정 연구 분야에만 국한되어 있다. 또한 최근 국가 AI 위원회 및 국가 바이오 위원회 설치·운영을 통해 산업 발전과 경쟁력을 저해하는 규제의 발굴 및 개선, 국제규범 마련을 위한 국제협력에 대한 사항 등을 심의·의결할 수 있는 체계를 구축했지만, 이 또한 관련 특정 분야에 한정되어 있다. 우리도 과학기술 분야 규제 환경에 신속히 대응하기 위해 과학기술 분야 규제 개혁의 우선순위에 대한 권고와 함께 과학기술 분야 규제 환경 탐색 및 규제 혁신 전략을 추진할 거버넌스 재정립이 필요하다.

나. 과학기술 분야 규제 환경 및 요건 파악

과학기술 분야 규제 환경 및 규제 요건을 스캐닝할 수 있는 체계 마련이 필요하다. 영국 DSIT가 양자 분야에서 미래 규제 요건 사항에 대한 호라이즌 스캐닝 수행 등 규제 요건을 미리 파악할 수 있는 방안 마련을 위해 노력한 것처럼, 우리나라도 주요 과학기술 분야별로 규제 환경 및 규제 요건을 스캐닝할 수 있는 체계가 필요하다. 미래 규제 요건을 파악하기 위해 호라이즌 스캐닝 수행 체계 및 전략을 선제적으로 준비해야 할 때이다.

다. R&D와 규제의 통합적 접근 전략 강화

과학기술 분야 R&D 단계에서부터 규제를 함께 통합적으로 고려하는 전략이 강화되어야 한다. 영국은 양자 기술 조달과 관련된 프로젝트와 프로그램에 관련 규제기관을 포함시키는 조기 규제 참여를 통해 규제에 대한 고려가 처음부터 통합되는 접근 방식을 추진하고 있다. 우리나라도 자율형주행차 및 SMR 등 일부 연구 분야에서 이런 시도를 추진하고는 있으나, R&D 단계에서부터 규제를 함께 고려하는 통합적 접근 전략 및 추진 체계를 더욱 강화할 필요가 있다. 또한 이어지는 선제적 규제 혁신 로드맵 신규 분야 설정 및 기존 분야 로드맵 재설계 추진 시 최우선적으로 관련 분야 R&D와 병행하도록 해서 R&D의 기술 발전 속도를 조금이라도 쫓아갈 수 있는 규제 혁신 전략 추진이 필요해 보인다.

이러한 점에서 주요 과학기술 분야에서의 규제 샌드박스 추진 전략도 강화할 필요가 있다. EU는 첨단바이오 분야의 규제 샌드박스 구축을 촉진하고 AI 분야에서는 새롭게 규제 샌드박스 규정 신설을 추진하고 있다. 규제 샌드박스 설립국인 영국에서도 공학생물학 규제 샌드박스 출시를 추진하고 있으며, 양자 분야에서도 테스트베드와 샌드박스 구축 전략을 강화하고 있다. 우리나라도 신기술과 신산업의 빠른 시장 진입을 지원하고, 글로벌 혁신 경쟁에서 우위를

선점할 수 있는 환경을 조성하기 위해 과학기술 분야에서의 규제 샌드박스 추진 전략을 강화해야 할 시점이다. 이를 통해 R&D 성과를 빠르게 시장 도입으로 연결하고 기존 규제의 한계를 보완할 필요가 있다.

라. 주요 과학기술 분야별 규제 프레임워크 마련

주요 과학기술 분야별 규제 프레임워크를 마련해야 한다. 미국 생명공학 분야에서는 오래전부터 지속적으로 규제 조정 프레임워크를 업데이트하며 개선할 규제를 식별하고 새로운 규제 도입을 검토하는 등 규제 개혁 계획을 추진하고 있다. 영국도 양자 분야에서 개별 혁신의 속성과 개발 단계에 적응 가능하고 비례하는 애플리케이션별 ‘규제 프레임워크’를 개발 준비 중에 있다. 많은 노력이 필요하겠지만 우리나라도 이제부터라도 생명공학 분야뿐만 아니라 양자, 첨단모빌리티 분야 등에서 복잡하고 빠르게 진화하는 기술에 대응하기 위한 규제 프레임워크 마련을 서둘러야 할 시점이다.

마. 기술 생태계 조성을 위한 지원 정책 확대 고려

글로벌 기술 리더십 확보 및 생태계 조성을 위해 대규모 재정 지원 등을 통한 규제 혁신 전략 추진이 필요하다. 반도체 분야의 경우, 미국은 글로벌 기술 리더십 확보 및 생태계 조성을 목적으로 강력한 보조금 및 세제 혜택 등 대규모 재정 지원을 통해 혁신적 규제 전략을 추진하고 있으며, EU도 대규모 투자 및 보조금 정책을 시행 중이고, 영국 또한 전략적 선택에 집중하고 있다. 우리나라에서도 반도체 기업의 공장 증설 등 투자에 대한 세제 혜택 강화를 위해 이른바 「K칩스법」(조세특례제한법 개정안)이 국회 본회의를 통과한 데 이어 반도체 산업 경쟁력 강화 및 혁신 성장을 위한 특별법률안들이 논의되고 있다. 반도체

기업의 경쟁력 강화와 인력 양성 및 산업 인프라 구축을 위한 지원을 확대하고, 세계 최대 규모의 반도체 클러스터를 짓는 데 전폭적인 지원을 보장하는 한편 방해가 되는 규제를 제한적으로 풀어줄 수 있는 혁신적 전략 추진이 필요한 시점이다.

바. 국제 표준 및 규제 개발 참여 추진

과학기술 분야 국제 표준 및 규제 개발에 대한 적극적인 참여를 바탕으로 국제적 조화 및 국제 규제와의 상호운용성 보장을 강화하는 전략을 마련하여야 한다. 이를 위해 글로벌 협력을 확대할 필요가 있다. 영국은 첨단바이오 분야에서 동맹국 등과의 협력을 통해 국제 규범과 표준을 형성할 예정이며, 이외에도 세계 각국은 주요 과학기술 분야에서 국제 규제와의 정합성이나 조화를 꾀하기 글로벌 협력 전략을 추진 중이다. 특히 양자 분야의 경우 아직 글로벌 시장이나 각국의 산업 생태계 형성 미비로 글로벌 기술 리더십 확보를 위한 각국의 국제 표준 선점 경쟁이 매우 치열하다. 적극적인 글로벌 협업 및 협력을 바탕으로 국제적 조화 및 국제 규제와의 상호운용성 보장방안 등을 추진하는 전략이 필요하다. 우리나라도 지금까지의 노력을 기반으로 과학기술 분야별 국제 표준 및 규제 개발에 대한 적극적인 참여를 바탕으로 국제 규제와의 정합성이나 조화를 추구하는 글로벌 협력 전략을 더욱 강화해야 한다.

사. 규제 혁신에 대한 지방정부 권한 확대

우리나라는 중앙정부와 지방정부 간의 역할을 조정하고, 규제 혁신에 대한 지방정부의 권한을 대폭 상향하는 전략이 필요하다. 미국 과학기술 규제 혁신 전략의 특징 중 하나는 연방정부와 주정부의 상호작용, 즉 다양한 연방-주-

지방 정부 간의 규제 조정 메커니즘이다. 최근 들어 미국도 규제 혁신 전략에 대한 연방정부의 강력한 개입이 진행되고 있으나, 주정부 또한 여전히 막강한 권한을 행사한다. 심지어 주정부가 먼저 시작한 규제를 연방정부가 수용하고 미국 전역의 과학기술 분야에 그 영향력을 전파하는 경우도 많다(e.g., 캘리포니아 및 콜로라도 주의 AI 법). 대한민국의 경우 현재 과학기술 정책 및 규제 체계는 중앙정부 중심으로 이루어져 있다. 이러한 구조는 지역의 특성을 반영하기 어려워 중앙정부 주도의 정책이 각 지역의 고유한 산업 구조와 혁신 생태계를 충분히 고려하지 못하는 경향이 존재하며, 중앙에서 결정된 정책이 지방으로 하달되는 과정에서 정책 집행의 비효율성이 증가해 시간과 자원의 낭비가 발생할 수 있다. 또한 지역 혁신 역량이 저하될 수 있어 지방정부의 자율성이 제한되고 지역 차원의 혁신 시도와 실험이 어려워질 수 있다. 이제 우리나라도 지역 맞춤형 규제전략 수립, 신속한 의사결정, 지역 혁신 생태계 활성화를 위해 지방정부의 권한 상향에 대해 논의할 시점이다.

아. 규제 혁신·규제 혁파 로드맵의 개선

신산업·신기술 분야의 발전 양상을 예측하여 규제 이슈를 사전에 발굴 및 정비하기 위해 추진 중인 선제적 규제 혁신 전략 로드맵은 다양한 신산업·신기술의 등장과 관련 분야의 빠른 기술환경 변화라는 특성상 지속적 발전을 위한 논의가 필요하다.

선제적 규제 혁신 전략인 규제 혁신·규제 혁파 로드맵은 우리나라가 전략적으로 추진하고 있는 것으로, 다른 국가에서는 찾아보기 어려운 신산업 분야 규제 혁신 정책이다. 지금까지 총 8개 신산업 분야에서 규제 혁신·규제 혁파 로드맵 및 규제 혁신 청사진 등이 수립되었고, 이 중 자율주행차 및 드론 분야 규제 혁신·규제 혁파 로드맵은 재설계되었다. 향후 과기부는 첨단바이오 산업에 대해 선제적으로 규제 혁신 로드맵 수립 계획을 발표할 예정이고, 이차전지 재활용

분야뿐만 아니라 인공지능(AGI) 및 안전신뢰 AI 분야 등에 대해서도 전략 기술의 본격 상용화에 대비한 규제 혁신 로드맵 마련을 추진하겠다고 발표하였다.²²³⁾

이러한 신산업 성장 지원을 위한 선제적 규제 혁신 로드맵을 지속적으로 확장·발전시키기 위한 개선 방향을 제시한다.

첫째, 무엇보다 빠른 기술의 발전 속도로 인해 기구축 로드맵의 재설계 필요성이 높아진 상태이며, 앞으로 재설계 주기는 점점 짧아질 것으로 예상된다. 선제적 규제 혁신 로드맵 첫 구축 시 신산업의 불확실성을 감안하여 ‘주기적으로 재설계’한다고 명시적 선언은 했지만, 이에 대한 명확한 절차가 마련되지 않았다. 재설계 주기 설정, 이에 대한 절차 및 관련 추진 근거에 대한 논의가 필요할 시점이다. 나아가, 규제 혁신 로드맵 추진 근거에 대한 절차 논의도 필요하다.

둘째, 분야별 R&D와 병행하여 선제적 규제 혁신 로드맵을 추진함으로써 규제 혁신 전략이 R&D 기술의 발전 속도를 조금이라도 쫓아갈 수 있도록 노력해야 한다. R&D 단계부터 규제 논의를 함께 진행하여 규제 요건을 조기에 파악할 수 있어야 한다. 또한 관련 기술 및 기술 규제 환경에 대한 지속적인 모니터링 강화 전략도 필요하다.

셋째, 기존 관련 산업 분야의 기본계획, 추진 전략 및 발전방안 등과의 연계 강화가 필요하다. 과기정통부는 2023년 두 차례에 걸쳐 반도체·디스플레이, 이차전지, 첨단 모빌리티, 첨단바이오, 인공지능, 양자, 수소 분야 국가전략기술 로드맵을 수립하였고,²²⁴⁾²²⁵⁾ 2024년 국가과학기술자문회 산하 국가전략기술 특별위원회를 개최하여 △필수 기반 분야: 차세대 통신, 첨단로봇·제조, 사이버 보안, △거대 과학 분야: 차세대 원자력, 우주항공·해양 분야에서의 국가

223) 「美 대선 결과와 대한민국 과학기술 주권 도약 전략」(2024. 11. 7.).

224) 과학기술정보통신부 보도자료(2023b. 8. 29.), 「초격차 국가전략기술 확보를 위한 국가 연구개발 청사진, ‘임무중심 전략로드맵’ 수립」.

225) 과학기술정보통신부 보도자료(2023c. 10. 31.), 「미래혁신을 이끌 초격차 기술 확보전략, ‘인공지능·첨단바이오 전략로드맵’ 수립」.

전략기술 로드맵을 수립·의결함으로써²²⁶⁾ 12대 전략기술 분야에 대한 임무 중심 전략 로드맵을 완성하였다. 향후 규제 혁신 로드맵 구축 시 국가전략기술 분야 임무 중심 전략 로드맵과 연계한다면 정책 효율성이 더욱 높아질 것으로 보인다.

넷째, 규제 혁신 로드맵 구축 시 산업계의 적극적 참여를 독려함으로써 로드맵의 실효성을 높여야 한다. 자율주행차 분야의 경우, 규제 혁파 로드맵 재설계 시 이전 버전보다 산업계의 참여가 높았다. 마지막으로, 지금까지 다양한 분야에서 규제 혁신 로드맵이 구축되고 있으나, 주관부처(또는 개별 연구기관) 중심으로 운영되고 있어 통합 추진체계에 대한 논의가 필요한 시점이다.

표 4-6. 선제적 규제 혁신 로드맵 개선 방향

분야	분야	개선 내용
제도	주기적 재설계(Rolling Plan)	재설계 주기 설정, 이에 대한 절차 마련 필요
	규제 혁신 로드맵	규제 혁신 로드맵 추진 근거 마련 필요
	효율적 규제 혁신 로드맵	통합 추진체계에 대한 논의 필요
추진 전략	효율적 규제 혁신 로드맵	관련 분야 R&D와 병행하여 선제적 규제 혁신 로드맵 추진 필요
		기존 관련 산업 분야 기본계획, 추진 전략 및 발전 방안 등과 같은 육성 전략·방안 등과의 연계 강화가 필요 (예: 국가전략기술 분야 임무 중심 전략 로드맵과 연계)
		산업계의 적극적 참여 필요
		기술 및 기술 규제 환경에 대한 지속적인 모니터링 강화 전략 필요

자료: 저자 작성.

226) 과학기술정보통신부 보도자료(2024b. 2. 1.), 「추격자를 넘어 초격차로, 12대 국가전략기술 로드맵 완성 및 핵심 프로젝트 선정」.

참고문헌

[국문자료]

- 강명철, 광노성, 김진국, 배관표, 이련주, 옥동석, 이민창, 이혁우. 2023. 『좋은
규제의 조건 규제 개혁 시민행동 가이드북』.
- 고환경, 강지원, 이근우, 정지은, 김은선. 2024. 「해외 주요국의 AI 규제 거버넌스
현황 및 시사점」, 지능정보사회 법제도 이슈 리포트 (2024-01). 한국지능정
보사회진흥원.
- 과학기술정보통신부, 한국지능정보사회진흥원, 미래양자융합포럼. 2024a. 『2023
양자정보기술 백서』. (1월)
- _____. 2024b. 『2024 양자정보기술 백서』. (12월)
- 규제 개혁위원회. 2013. 『규제 개혁백서 2012』. (3월)
- 남혁모. 2024. 「디지털바이오 육성, 바이오 제조혁신 통해 2035년 첨단바이오
강국 도약 - 첨단바이오 이니셔티브」. 『KDI 경제정책해설』, 6월호.
- 단국대학교. 2022. 「과학기술 성과 실용화 추진을 위한 정책제언: 공공부문의 연구
성과 활용 추진방안을 중심으로」.
- 「美 대선 결과와 대한민국 과학기술 주권 도약 전략」. 2024. 美 대선 후 기정학적
(Tech-Politics)변화와 대한민국의 전략 토론회 발제 내용. (11월 7일).
- 박정수, 이순학, 최은희, 박지혜, 김천곤, 오주희. 2023. 『디지털 전환 시대, 신산업
의 규제 개혁 연구』. 연구보고서 2023-02. 산업연구원.
- 산업연구원. 2020. 「혁신성장을 위한 규제 개혁 인식에 관한 설문 조사」.
- 세계법제정보센터. 2024. 「미국 AI 입법동향」.
- 송원아. 2024. 「트럼프와 바이든 행정부의 주요 과학기술혁신정책 비교 및 시사
점」. KISTEP 브리프.
- 송원아, 이양경, 김다은. 2022. 「美, 반도체 및 과학법(CHIPS and Science Act)
주요 내용 및 시사점」. KISTEP 브리프, 29.
- 송예인, 이정원. 2024. 「Europe Quantum Brief 유럽 양자 기술 전략연구산업아
젠다」. 한-유럽 양자 과학기술협력센터(KE-QSTCC).
- 심소연. 2024. 『규제중심의 유럽연합 인공지능법(EU AI Act), 최신 외국입법정
보』. 국회도서관 2024-04호(통권 제242호). (4월 16일)

- 윤영희. 2024. 「EU 에너지 전환 과제 해결을 위한 벨기에의 차세대 프로젝트」. KOTRA 해외시장뉴스. (12월 27일)
- 윤정현. 2023. 『양자 과학기술의 국가 안보적 의미와 대응전략』. 국가안보전략연구원 INSS 전략보고.
- 이광호, 손수정, 최해옥, 유정민, 김권일, 이현익, 김명순, 하리다, 김한별. 2023. 『기술규제 개혁을 위한 의제설정 연구사업(7차년도) - 표준 및 인증 관련 기술규제 개선방안』. 정책연구 2023-17. 과학기술정책연구원.
- 이승훈. 2024. 『USDA, EPA, FDA, 생명공학 규제 조정 프레임워크에 따른 규제 개혁 계획 발표』. BioINwatch 24-54(8.20). 국가생명공학정책연구센터.
- 이재훈 외. 2018. 「과학기술 분야 규제 개혁 기반연구」. 한국과학기술기획평가원.
- 이주호, 최창용 편. 2018. 『혁신 생태계 조성을 위한 규제 개혁』. KDI.
- 이준성. 2023. 「반도체과학법, 1주년 집행 동향 및 시사점」. Global Market Report 23-049. KOTRA.
- 이혁우. 2009. 「규제의 개념에 대한 소고」. 『행정논총』, 제47권 제3호.
- _____. 2017. 「새정부의 국정과제 - 규제 개혁」. 『정책&지식』, 872회. 서울대학교 행정대학원.
- _____. 2024. 「2023 OECD PMR 지수로 본 한국의 규제현황」. 『규제와 시민』, 제1호.
- 이혁우, 김진국. 2015. 「규제 개혁의 창 - 추진체계의 정비」. 『규제연구』, 제24권 특집호.
- 장영욱, 오탈현. 2021. 「탄소감축 입법안('Fit for 55')의 주요 내용과 시사점」. KIEP 세계경제 포커스, Vol. 4, No. 44.
- 장영욱, 오탈현, 임유진. 2023. 「EU '그린딜 산업계획'의 주요 내용과 시사점」. KIEP 세계경제 포커스, Vol. 6, No. 2.
- 장영욱, 오탈현, 임유진, 김초롱. 2024. 「2024~29 EU 집행위원회 정책 의제의 주요 내용과 시사점」. KIEP 세계경제 포커스, Vol. 7, No. 31.
- 정근하, 도계훈, 최한림. 2014. 「과학기술 기획 및 정책 관련 주요 용어의 개념정립 연구」. 한국과학기술기획평가원.
- 정남철, 전훈, 계인국, 김재선. 2023. 「주요 선진국 신성장 전략(연구·혁신 프로젝트)과 규제 법제 동향 분석」. 규제 혁신법제연구 23-21-⑦.
- 정태현. 2021. 「Bayh-Dole 체제와 대학에서의 기술이전 - 한국의 국가연구개발 지원 성과를 중심으로」. 『지식재산연구』, 제16권 제1호.
- 채종현, 김성근, 홍승현. 2022. 「규제 혁신을 위한 정책설계와 이해관계 조정에 관한 연구」. 한국행정연구원.

- 최병선. 1992. 「정부규제론: 規制와 規制緩和의 政治經濟」.
- 하현아. 2023. 「EU의 디지털 시장 규제 정책 동향」. 정보통신기획평가원.
- 황경인. 2022. 「미국 인플레이션 감축법(IRA)의 국내 산업 영향과 시사점」. 『월간 KIET 산업경제』. (9월 29일)
- KBA Europe(한국무역협회 브뤼셀지부). 2024. 「EU, 민감 기술인 양자 기술 보호 강화 움직임」. (2월 28일)
- KIAT. 2023. 『정책 동향 - 미국 재무부, 특정 국가 안보 기술 투자 제한 발향성 제시(美 DoT, 8.9)』. 정책간행물-2023년 16호.
- KISTEP. 2024. 과학기술&ICT 정책·기술 동향, No. 259. (3월 29일)

[법령 자료]

- 「국가바이오위원회의 설치 및 운영에 관한 규정」 [대통령령 제34983호, 2024. 11. 5., 제정].
- 「규제자유특구 및 지역특화발전특구에 관한 규제특례법」(약칭: 지역특구법) 제2조 (정의) 9항.
- 「생명공학육성법」.
- 「생명공학육성법 시행령」.
- 「양자 과학기술 및 양자 산업 육성에 관한 법률」(약칭: 양자 기술산업법).
- 「인공지능 발전과 신뢰 기반 조성 등에 관한 기본법」.
- 「조세특례제한법 일부개정법률안(대안)」[기획재정부위원장, 2025. 2. 27., 제정].
- 「행정규제기본법」.

[보도자료]

- 과학기술정보통신부. 2023a. 「2035년 대한민국, 글로벌 양자경제 중심국가로!». (6월 27일)
- _____. 2023b. 「메타버스 분야 선제적 규제 혁신 청사진 제시」. (3월2일)
- _____. 2023c. 「초격차 국가전략기술 확보를 위한 국가 연구개발 청사진, ‘임무중심 전략로드맵’ 수립」. (8월 29일)
- _____. 2023d. 「미래혁신을 이끌 초격차 기술 확보전략, ‘인공지능·첨단바이오 전략로드맵’ 수립」. (10월 31일)
- _____. 2024a. 「대한민국 과학기술주권 청사진, 제1차 국가전략기술 육성 기본계획(‘24-28) 수립」. (8월 26일).
- _____. 2024b. 「추격자를 넘어 초격차로, 12대 국가전략기술 로드맵 완성 및 핵심 프로젝트 선정」. (2월 1일)

- _____. 2024c. 「인공지능 시대의 새로운 서막, 인공지능 기본법 국회 본회의 통과」. (12월 26일)
- _____. 2025. 「드넓은 가능성의 신대륙, 첨단생명과학(바이오) 시대 개막을 위해 민·관 한팀으로 생명과학(바이오) 역량 총결집」. (1월 23일)
- 관계부처 합동. 2020a. 「가상·증강현실 (VR·AR) 분야 선제적 규제 혁신 로드맵」. (8월 3일)
- _____. 2020b. 「규제 혁신 현장대화, ‘로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵’ 발표」. (10월 28일)
- _____. 2020c. 「인공지능 법·제도·규제 정비 로드맵」. (12월 24일)
- 관계부처 합동. 2024a. 『첨단바이오 이니셔티브(안) - 2035 글로벌 바이오 강국 도약』. (4월 25일)
- _____. 2024b. 『퀀텀 이니셔티브(안) - 양자 과학기술 대도약, 디지털을 넘어 퀀텀의 시대로』. (4월 25일)
- 국무조정실. 2021. 「선제적 규제개선으로 세계 자율운항 선박 시장 선도한다!」. (10월 14일)
- 국무조정실 규제총괄정책관실. 2017. 「새 정부 규제 개혁, 혁신과 민생에 중점을 두고 본격 추진」. (9월 6일)
- 국무조정실, 법무부, 과기정통부, 행안부, 국토부, 방통위, 금융위, 경찰청. 2018. 「자율주행차 미래, 미리 내다보고 선제적으로 규제 혁파 - 자율주행차 분야 선제적 규제 혁파 로드맵 발표」. (11월 7일)
- 국무조정실, 산업통상자원부. 2020. 「친환경적 선제적 규제 혁파 로드맵」. (4월 23일)
- 국토교통부. 2019. 「드론 규제, 미리 내다보고 선제적으로 개선합니다 - ‘자율주행차에 이어 두 번째로 ‘드론’ 분야 선제적 규제 혁파 로드맵 발표」. (10월 16일)
- _____. 2021. 「선제적 규제정비로 자율주행차 상용화 앞당긴다」. (12월 22일)
- _____. 2023. 「정책지원·규제 혁파로 드론산업 더 높이 비상」. (6월 29일)
- 기획재정부. 2024. 「'23년 경제협력개발기구(OECD) 상품시장규제지수(PMR) 평가 결과, 한국은 경제협력개발기구(OECD) 38개국 중 20위로 역대 최고 기록」. (7월 10일)

[영문자료]

- Ambec, S., M. Cohen, S. Elgie, and P. Lanoie. 2013. "The Porter Hypothesis at 20: Can Environmental Regulation Enhance Innovation and Competitiveness?" *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. 7, Issues 1.
- American Institute of Physics. 2023. "US semiconductor R&D initiatives readying for launch." (May 26)
- _____. 2024. "National Artificial Intelligence Initiative Act of 2020." Retrieved. (November 29)
- Arnold and Porter. 2024. "The perfect storm of AI-assisted biotech research and bioengineered materials: Biosecurity compliance and risk management." (October)
- Basu, S., QED-C member, and J. Basu. 2022. "Breaking down the 2022 CHIPS and Science Act." *QED-C*.
- BERR. 2008. "Regulation and Innovation: Evidence and Policy Implications." BERR Economics Paper No. 4.
- Blind, K. 2012. "The Impact of Regulation on Innovation." Nesta Working Paper, No. 12/02.
- California Legislature. 2024. "Senate Bill No. 942: California AI Transparency Act."
- Center for Data Innovation. 2023. "The U.S. approach to quantum policy."
- CIO. 2024. "The complex patchwork of US AI regulation has already arrived." (April 5)
- Congressional Research Service. 2023. "National Environmental Policy Act: An Overview." (December 28)
- Department for Science, Innovation & Technology in UK. 2023a. "National vision for engineering biology." (December 5)
- _____. 2023b. "National Quantum Strategy." (March 15)
- _____. 2023c. "National Semiconductor Strategy." (May 19)
- _____. 2023d. "A pro-innovation approach to AI regulation." (March)
- Eggers, W., S. Walsh, C. Joergensenl, and P. Kishnani. 2023. "Regulation that enables innovation." *Deloitte Insights*. (March 23)
- European Commission. 2024. "Europe's Choice. Political Guidelines for

- the Next European Commission 2024~29.” (July 18)
- European Parliament Research Service. 2024. Artificial intelligence act, Briefing document of EU legislation. (March)
- EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. 2016. REGULATION (EU) 2016/679 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation).
- _____. 2022. REGULATION (EU) 2023/1781 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 September 2023 establishing a framework of measures for strengthening Europe’s semiconductor ecosystem and amending Regulation (EU) 2021/694 (Chips Act).
- _____. REGULATION (EU) 2024/1689 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828(Artificial Intelligence Act).
- European Quantum Flagship. 2020. “Strategic Research Agenda.” (March)
- _____. 2022. “Strategic Research and Industry Agenda.” (November)
- _____. 2024. “Strategic Research and Industry Agenda - SRIA 2030: Roadmap and Quantum Ambitions over this Decade.” (February)
- _____. “The UK Science and Technology Framework – taking a systems approach to UK science & technology.” (March 2023)
- HM Government. 2019. “Regulation for the Fourth Industrial Revolution.” State for Business, Energy and Industrial Strategy and Her Majesty. White Paper. (June)
- _____. 2023. “UK Biological Security Strategy.” (June)
- Infosecurity Magazine. 2022. “President Biden signs Quantum Cybersecurity Preparedness Act into law.” (December 23)
- KPMG. 2024. “Colorado Artificial Intelligence Act (CAIA): Regulatory Alert.” (June)

- Manufacturing USA. (n.d.). "Manufacturing USA: Securing U.S. global leadership in advanced manufacturing." (Retrieved November 29, 2024)
- McCaul, M. 2024. "McCaul applauds passage of Building Chips in America Act of 2023." (October 2)
- McDonnell Boehnen Hulbert and Berghoff LLP. 2024. "Mapping the rise in state-level AI regulation in the US: September 2024 review." (September)
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2020. "HORIZON SCANNING AND FORESIGHT METHODS." National Academies Press (US). Retrieved 22 June 2021.
- National Institute of Standards and Technology. 2024. "NIST releases first 3 finalized post-quantum encryption standards. U.S. Department of Commerce." (August 13)
- National Institute of Standards and Technology. "CHIPS for America." _____ . "Executive order on safe, secure, and trustworthy artificial intelligence." _____ . "National Semiconductor Technology Center (NSTC)." _____ . "Research & Development Programs."
- National Quantum Coordination Office. (n.d.). "About the National Quantum Initiative." _____ . 2022. "Quantum in the CHIPS and Science Act of 2022."
- OECD. 2012. "Regulatory Reform and Innovation."
- OECD. 2018. "The 2018 edition of the OECD PMR indicators and database: Methodological improvements and policy insights." OECD Economics Department Working Papers No. 1604.
- Palomino, Marco A., Sarah Bardsley, Kevin Bown, Jennifer D. Lurio, Peter Ellwood, David Holland-Smith, Bob Huggins, Alexandra Vincenti, Harry Woodroof, and Richard Owen. 2012. "Web-based horizon scanning: concepts and practice." *Foresight*, 14(5).
- Pelkmans, J. and A. Renda. 2014. "Does EU Regulation Hinder or Stimulate Innovation?" CEPS SPECIAL REPORT, No. 96.
- Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing a framework of measures for

- strengthening Europe's semiconductor ecosystem (Chips Act), EUROPEAN COMMISSION, 8.2.2022 COM(2022) 46 final.
- Quantum Insider. 2024. "U.S. restricts quantum tech investments in China, citing national security risks."
- Regulatory Horizons Council. 2024. "Regulating Quantum Technology Applications (UK)." (February)
- Sidley Austin LLP. 2024. "How, when, and if the U.S. BIOSECURE Act is likely to become law." (August 19)
- Soumitra, Dutta, Bruno Lanvin, Lorena, and Sacha Wunsch-Vincent. 2020. "Who Will Finance Innovation?" 13th Edition. WIPO.
- Soumitra, Dutta, Bruno Lanvin, Lorena Rivera León and Sacha Wunsch-Vincent. 2021. Global Innovation Index 2021. "Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis." 14th Edition. WIPO.
- _____. 2022. Global Innovation Index 2022. "What is the future of innovation-driven growth?" 15th Edition. WIPO.
- _____. 2023. Global Innovation Index 2023. "Innovation in the face of uncertainty." 16th Edition. WIPO.
- _____. 2024. Global Innovation Index 2024. "Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship." 17th Edition. WIPO.
- Stewart, L. 2010. "The Impact of Regulation on Innovation in the United States: A Cross-Industry Literature Review." *Information Technology & Innovation Foundation*.
- U.S. Department of the Treasury. 2022. "Treasury announces guidance on Inflation Reduction Act's strong labor protections." (November 29)
- U.S. Food and Drug Administration. 2017. "Modernizing the regulatory system for biotechnology products: Final version of the 2017 update to the Coordinated Framework for the Regulation of Biotechnology."
- _____. 2024. "EPA, FDA, and USDA issue joint regulatory plan for biotechnology." (November 28)
- University of Miami. 2024. "Techno-nationalism trend fuels global disorder."
- World Intellectual Property Organization. 2020. "IP Management in the U.S. Federal Government."

[온라인 자료]

- 국무조정실 규제 혁신. 2020. 「전동킥보드 등의 안전한 이용을 위한 ‘퍼스널 모빌리티(PM) 법’이 제정된다」. (4월 23일). <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156386944>(검색일: 2024. 11. 6.).
- 국민 경제자문회의·국가과학기술자문회의. 2023. 「과학기술·디지털경제 선도국가에 걸맞는 혁신친화형 규제 정책 방향 모색 공동 심포지엄」. (8월) <https://www.youtube.com/watch?v=HFT0-sLuq38>(검색일: 2024. 10. 30.).
- 국립국어원. 우리말샘. <https://opendict.korean.go.kr/main>(검색일: 2024. 11. 5.).
- 국립국어원. 표준국어대사전. <https://stdict.korean.go.kr/main/main.do>(검색일: 2024. 11. 6.).
- 기획재정부. 「정책 기획영상, [친절한 경제 돋보기] 쓱쓱 커라 신산업~신산업 분야 규제 혁신 방안」. <https://www.youtube.com/watch?v=8N2RT6cX-ns>(검색일: 2024. 11. 4.).
- 기획재정부 블로그. 2024. 「OECD에서 평가한 대한민국의 2023년 상품시장규제 지수(PMR)는?」. (9월 27일). <https://blog.naver.com/mosfnet/223598477156>(검색일: 2024. 11. 6.).
- 대한민국 정책브리핑. 2020a. 「비대면 시대 유망 신산업 VR·AR 규제 확 풀다」. (8월 13일). <https://www.korea.kr/briefing/policyBriefingView.do?newsId=148875412>(검색일: 2024. 11. 18.).
- _____. 2020b. 「인공지능 시대 준비하는 ‘법·제도·규제 정비 로드맵’ 마련」. (12월 24일). <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148881666>(검색일: 2024. 11. 18.).
- 매일경제. 「Naver 지식백과-매일경제용어사전」. <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=6644186&cid=43659&categoryId=43659>(검색일: 2024. 10. 26.).
- 「美, ‘민관 협력체’ 국가반도체기술센터에 6조 6천억 원 투자」. 2024. 『연합뉴스』. (2월 10일). <https://www.yna.co.kr/view/AKR20240210003300071>(검색일: 2024. 11. 4.).
- 「美 양자 이니셔티브 재승인 임박…中과 경쟁 격화」. 2024. 『더구루』. (2월 9일). <https://theguru.co.kr/news/article.html?no=66406>(검색일: 2024. 11. 4.).
- 서울특별시. 「법무행정 서비스-규제 개혁 의의 및 목적」. <https://legal.seoul.go>.

- kr/legal/front/page/reform.html;jsessionid=15A7A3970C7F84C414C9C1456E19B416?pAct=process_condit(검색일: 2024. 11. 4.).
- 심은정. 2023. 「유럽 반도체법 발효와 EU 반도체 산업 당면과제」. KOTRA 해외시장뉴스. (10월 24일). https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=80&CONTENTS_NO=2&bbsGbn=242&bbsSn=242&pNttSn=207064c(검색일: 2024. 11. 25.).
- 위키백과. <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9C%84%ED%82%A4%EB%B0%B1%EA%B3%BC:%EB%8C%80%EB%AC%B8>(검색일: 2024. 10. 26.).
- 의안정보시스템. <https://likms.assembly.go.kr/bill/BillSearchResult.do>(검색일: 2024. 11. 25.).
- 자율주행기술개발혁신사업단. <https://www.kadif.kr/about/greeting.php>(검색일: 2024. 11. 18.).
- 「“중국에 양자 연구시설 짓지마”…미국, 반도체·AI 등 대중 투자 막는다」. 2024. 『머니투데이』. (10월 29일). <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2024102909250441082>(검색일: 2024. 11. 4.).
- 최병선. 2023. 「전환기의 규제 개혁, 어떻게 해야 하나?」. 과학기술·디지털경제 선도국가에 걸맞는 혁신친화형 규제 정책 방향 모색공동 심포지엄. 국민경제자문회의·국가과학기술자문회의 공동 주최. (8월 23일). <https://www.youtube.com/watch?v=i3OYbyuupBs>(검색일: 2024. 11. 6.).
- 한국과학기술기획평가원. 「브렉시트 이후 영국의 과학기술 동향」. KISTEP 브리프 122. https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&act=view&list_no=93417(검색일: 2024. 11. 4.).
- 「EU, 세계 최초 AI 규제법 최종 승인…2026년 전면 시행」. 2024. 『전자신문』. (5월 22일). <https://www.etnews.com/20240522000223>(검색일: 2024. 11. 5.).
- Naver. 「영어사전」. <https://en.dict.naver.com/#/main>(검색일: 2024. 11. 5.).
- Congress.gov. H.R.4346 - CHIPS and Science Act, Public Law No: 117-167. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346/summary/49>(검색일: 2024. 11. 6.).
- Council of the European Union. “Council adopts new regulation on batteries and waste batteries.” <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/07/10/council-adopts-new-regulation-on-batteries-and-waste-batteries/>(검색일: 2025. 1. 30.).

- EPA, FDA and USDA Unified Website for Biotechnology Regulation. About the Coordinated Framework. <https://usbiotechnologyregulation.mrp.usda.gov/biotechnologygov/about>(검색일: 2024. 11. 4.).
- EU Artificial Intelligence Act. Article 1: Subject Matter. <https://artificialintelligenceact.eu/article/1/>(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. ‘Chapter VI in EU AI Act.’ <https://artificialintelligenceact.eu/chapter/6/>(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “High-level summary of the AI Act.” <https://artificialintelligenceact.eu/high-level-summary/>(검색일: 2024. 11. 6.).
- European Commission. “A European Green Deal.” https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en(검색일: 2024. 12. 14.).
- _____. ‘AI Act.’ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. ‘Batteries.’ https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/batteries_en(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. COM(2023) 62 final, “A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age.” <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023DC0062>(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “Carbon Border Adjustment Mechanism.” https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “Commission takes action to boost biotechnology and biomanufacturing in the EU.” https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_1570(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “Corporate sustainability due diligence.” https://commission.europa.eu/business-economy-euro/doing-business-eu/sustainability-due-diligence-responsible-business/corporate-sustainability-due-diligence_en(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “Critical Raw Materials Act.” https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. ‘Data Act.’ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/data-act>(검색일: 2024. 11. 6.).

- _____. “Ecodesign for Sustainable Products Regulation.” https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “European AI Office.” <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/ai-office>(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “European Chips Act.” https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act_en(검색일: 2024. 11. 25.).
- _____. “European Declaration on Quantum Technologies.” <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/european-declaration-quantum-technologies>(검색일: 2024. 11. 25.).
- _____. “Europe’s Digital Decade: digital targets for 2030.” https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “First report on the State of the Digital Decade calls for collective action to shape the digital transition.” https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_4619(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “Legal framework of EU data protection.” https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/legal-framework-eu-data-protection_en(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “Protecting against coercion.” https://policy.trade.ec.europa.eu/enforcement-and-protection/protecting-against-coercion_en(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “Quantum Technologies Flagship.” <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/quantum-technologies-flagship>(검색일: 2024. 11. 25.).
- _____. Questions and answers. https://ec.europa.eu/cip/faq/index_en.htm(검색일: 2023. 11. 30.).
- _____. “The Digital Markets Act: ensuring fair and open digital markets.” https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/digital-markets-act-ensuring-fair-and-open-digital-markets_en(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “The Digital Services Act.” https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/digital-services-act_en(검색일: 2024. 11. 6.).

- and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/digital-services-act_en(검색일: 2024. 11. 6.).
- European Parliament Directorate-General for Parliamentary research Services. <https://epthinktank.eu/2021/11/18/artificial-intelligence-act-eu-legislation-in-progress>(검색일: 2024. 11. 8.).
- GOV.UK. “A pro-innovation approach to AI regulation: government response.” (Updated 6 February 2024). <https://www.gov.uk/government/consultations/ai-regulation-a-pro-innovation-approach-policy-proposals/outcome/a-pro-innovation-approach-to-ai-regulation-government-response>(검색일: 2024. 11. 4.).
- GOV.UK. “Consultation outcome A pro-innovation approach to AI regulation: government response”(Updated 6 February 2024). <https://www.gov.uk/government/consultations/ai-regulation-a-pro-innovation-approach-policy-proposals/outcome/a-pro-innovation-approach-to-ai-regulation-government-response>(검색일: 2024. 11. 4.).
- _____. “Guidance National AI Strategy - AI Action Plan.” <https://www.gov.uk/government/publications/national-ai-strategy-ai-action-plan/national-ai-strategy-ai-action-plan>(검색일: 2024. 11. 4.).
- _____. “National AI Strategy.” <https://www.gov.uk/government/publications/national-ai-strategy>(검색일: 2024. 11. 4.).
- _____. “National vision for engineering biology.” <https://www.gov.uk/government/publications/national-vision-for-engineering-biology/national-vision-for-engineering-biology#conclusion>(검색일: 2024. 11. 4.).
- _____. “New ten-year plan to make the UK a global AI superpower.” <https://www.gov.uk/government/news/new-ten-year-plan-to-make-britain-a-global-ai-superpower>(검색일: 2024. 11. 4.).
- Novelli, Claudio, Philipp Hacker, Jessica Morley, Jarle Trondal, and Luciano Floridi. 2024. “A Robust Governance for the AI Act: AI Office, AI Board, Scientific Panel, and National Authorities.” *European Journal of Risk Regulation*. (May 7). <https://www.cambridge.org/core/journals/european-journal-of-risk-regulation/article/robust-governance-for-the-ai-act-ai-office-ai-board-scientific-panel-and-national-authorities/98FEE97C8F9423DFCC28CBE063F9753B>

- (검색일: 2024. 11. 5.).
- OECD. “Product market regulation.” <https://www.oecd.org/en/topics/product-market-regulation.html>(검색일: 2024. 11. 6.).
- _____. “Regulation and innovation.” <https://www.oecd.org/en/topics/better-regulation-and-innovation.html>(검색일: 2024. 11. 6.).
- Quantum Flagship. ‘European funding opportunities for quantum technologies.’ <https://qt.eu/funding-opportunities/>(검색일: 2024. 11. 18.).
- _____. ‘Quantum Flagship publishes preliminary Strategic Research and Industry Agenda.’ <https://qt.eu/news/2022/quantum-flagship-publishes-preliminary-strategic-research-and-industry-agenda>(검색일: 2024. 11. 18.).
- The EU Artificial Intelligence Act. <https://artificialintelligenceact.eu/>(검색일: 2024. 11. 6.).
- The White House Office of Science and Technology Policy. 2024. “Blueprint for an AI Bill of Rights.” <https://bidenwhitehouse.archives.gov/ostp/ai-bill-of-rights/>(검색일: 2024. 11. 29.).
- WIPO. <https://www.wipo.int>(검색일: 2024. 11. 6.).

[인터뷰 자료]

- 규제 제도 전문가 인터뷰(2024. 11., STEPI).
- 한국생명공학연구원 정책 분야 전문가 인터뷰(2024. 10.~11., STEPI).

1. 개요

정부는 신산업 분야의 빠른 환경 변화에 대응하기 위해 제11회 국정현안점검조정회의(2017. 9.)를 개최하고 「새 정부 규제 개혁 추진방향」을 심의·확정하였다. 이로써 ‘민생과 혁신을 위한 규제 재설계’를 통한 4차 산업혁명에 대한 선제적 대응과 국민 개개인의 삶의 질 향상을 목표로, 세부 추진과제를 마련하고 본격적인 규제 개혁을 추진하기로 하였다.²²⁷⁾

특히 신산업·신기술 분야의 빠른 환경 변화에 민첩하고 유연하게 대응할 수 있도록 네거티브 리스트 규제(원칙 허용-예외 금지) 개념을 확대하여 기존과는 다른 새로운 규제 방식인 포괄적 네거티브 규제(사전 허용-사후 규제 방식)로 전환해나갈 계획이다. 신산업·신기술의 경우 법령 개정 없이도 혁신 제품·서비스 출시가 가능하도록 입법 방식 전환(포괄적 개념 정의 및 유연한 분류체계)을 추진할 예정이고, 신산업을 시도할 수 있게 하는 혁신제도로서 규제 샌드박스가 도입될 예정이다. 나아가 신산업·신기술의 발전 양상을 예측하여 규제 이슈를 사전에 발굴 및 정비하기 위한 선제적 규제 개선 로드맵을 구축할 계획임을 최초로 밝혔다.²²⁸⁾

신산업의 특성을 고려하여 최초로 시도하는 규제 혁신의 새로운 접근법을 따라 자율주행차 분야에 선제적 규제 혁파 로드맵이 처음으로 시범 구축되

227) 국무조정실 규제총괄정책관실 보도자료(2017. 9. 6.), 「새 정부 규제 개혁, 혁신과 민생에 중점을 두고 본격 추진」.

228) 위의 자료.

었다.²²⁹⁾ 선제적 규제 혁파 로드맵은 업계 건의를 받아 개별 규제를 발굴·혁파하는 기존의 당면한 문제 해결 방식의 단점을 보완하기 위해 △신산업·신기술의 전개 양상을 미리 내다보고 △향후 예상되는 규제 이슈를 발굴하여, △문제가 불거지기 전에 선제적으로 정비하는 접근법을 의미한다. 선제적 규제 혁파 로드맵을 구축하기 위한 3대 핵심요소는 ① 미래 예측, ② 융합연구 및 ③ 연동 계획이다.

우선 선제적 규제 혁파 로드맵은 ‘미래 예측’을 통하여 신산업의 발전 양상에 대한 다양한 시나리오를 도출한 뒤, 그에 따라 규제 이슈를 발굴하고, 융·복합적으로 성장하는 신산업의 특성을 고려하여 분야 간·부처 간 ‘융합 연구’를 통해 협업체계를 마련하여, 신산업의 불확실성을 감안하여 ‘주기적으로 재설계(Rolling Plan)’함으로써 미래 변화에 탄력적으로 대응해 나가는 방식으로 추진될 예정이다. 선제적 규제 혁파 로드맵을 통해 △기술·시장의 예측 가능성을 높이고, △신산업의 투자 불확실성을 해소하며, △부처 칸막이 규제 극복, △신기술·신제도의 사회 수용성을 확대하는 효과가 기대된다.²³⁰⁾

규제 혁신 로드맵은 정부가 신산업 성장을 지원하기 위해 미래에 예상되는 규제를 선제적으로 발굴·개선하는 중장기 계획으로, 국무조정실을 중심으로 마련된 「자율주행차 분야 선제적 규제 혁파 로드맵」 수립(2018. 11. 7.)을 시작으로 지금까지 ① 자율주행차, ② 드론, ③ 친환경차(수소·전기차), ④ 가상·증강현실, ⑤ 로봇, ⑥ 인공지능, ⑦ 자율운항 선박, ⑧ 메타버스 분야 총 8개 분야에 대해 규제 혁신 로드맵·규제 혁신 청사진이 수립되었다.

이 중 자율주행차와 드론 분야에서는 재설계를 통해 규제 혁파 로드맵 2.0까지 수립되어 있다. 자율주행차 선제적 규제 혁파 로드맵 구축 이후 3년 만에 처음으로 신산업 불확실성을 감안하여 ‘주기적으로 재설계’함으로써 미래 변화에 탄력적으로 대응해 나가고자 자율주행차 규제 혁파 로드맵 2.0(2021. 12.)

229) 국무조정실 외(2018. 11. 7.), 「자율주행차 미래, 미리 내다보고 선제적으로 규제 혁파」.

230) 위의 자료.

이 재구축되었고, 드론 분야 선제적 규제 혁파 로드맵 2.0(23. 6. 29.)도 이전 버전인 드론 분야 규제 혁파 로드맵(2019. 10.) 구축 이후 3년 6개월 만에 재구축되었다. 구축된 8개 분야에 대한 로드맵 수립 일정, 미래 시나리오 전략 및 추진 단계의 자세한 내용은 [부록 표 1]에서 살펴볼 수 있다.

2018년 처음 마련된 자율주행차 선제적 규제 혁파 로드맵에서만 예상 가능한 8대 시나리오를 도출하였고, 그 이후 마련된 기술 분야 규제 혁신 로드맵에서는 기술 변수 등에 따른 발전 단계를 고려하거나 기술 변화상을 고려하여 3단계별 시나리오를 도출하였다. 예를 들어 로봇 산업의 경우 로봇의 역할 및 수행 업무의 난이도에 따라 (1단계) 단순 보조 → (2단계) 인간 협업 → (3단계) 자율 수행(고위험 업무 등)의 3단계로 기술 변화상을 도출하였고, 자율운항 선박의 경우는 기술 발전에 따라 (1단계) 부분 운항자율 → (2단계) 운항자율 → (3단계) 완전자율 3단계로 시나리오를 예측하였다.

부록 표 1. 선제적 규제 혁파 로드맵 구축 분야별 추진 전략 현황

분야	정책 문서	미래 시나리오 도출 전략	추진 단계
1. 자율주행차	자율주행차 선제적 규제 혁파 로드맵(2018. 11. 7.)	예상 가능한 8대 시나리오 도출	단기·중기·장기 단기과제 우선 추진
	자율주행차 규제 혁파 로드맵 2.0 (2021. 12. 22.)	상용화 시나리오 예측 (2027년에는 레벨 4 자율주행차 상용화 전망)	단기·중기·장기 (2030년까지)
2. 드론	드론 분야 규제 혁파 로드맵 (2019. 10. 17.)	3대 기술 변수 등에 따른 발전 고려 3단계 시나리오 도출	1단계·2단계·3단계 (3단계 2025~)
	드론 분야 규제 혁파 로드맵 2.0 (2023. 6. 29.)	-	3개 분야별 추진과제
3. 수소·전기차	수소차 분야 규제 혁파 로드맵 (2020. 4. 23.)	3가지 기술 변수 고려 발전 시나리오 도출	1단계·2단계·3단계 (3단계 2031~)
	전기차 분야 규제 혁파 로드맵 (2020. 4. 23.)	3가지 기술 변수 고려 발전 시나리오 도출	1단계·2단계·3단계 (3단계 2031~)
4. AR·VR	가상·증강현실(AR·VR) 산업 선제적 규제 혁신 로드맵 (2020. 8. 3.)	기술 진화 방향 고려 3단계 시나리오 도출	1단계·2단계·3단계 (3단계 2026~29년 롤링플랜 통해 로드맵 재구성)

부록 표 1. 계속

분야	정책 문서	미래 시나리오 도출전략	추진 단계
5. 로봇	로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵(2020. 10.)	기술 발전 시나리오 및 분야별 BM 예측: 로봇의 역할 및 수행 업무의 난이도 고려 3단계 기술 변화상 도출	1단계·2단계·3단계 (3단계 2026~)
6. AI	인공지능 법·제도·규제 정비 로드맵 (2020. 12. 24.)	-	단기(향후 1~2년) 장기(3년 후)
7. 자율선박	자율운항 선박 분야 선제적 규제 혁신 로드맵(2021. 10. 14.)	기술 발전에 따른 3단계 시나리오 예측	단기·중기·장기 (장기 2031~)
8. 메타버스	메타버스 분야 선제적 규제 혁신 청사진 제시(2023. 3. 3.)	기술·서비스 발전 시나리오 예측	2023년부터~

자료: 저자 작성.

2. 선제적 규제 혁파 로드맵

가. 자율주행 분야 선제적 규제 혁파 로드맵

제56회 국정현안점검조정회의(2018. 11. 7.)에서 국무조정실을 중심으로 마련된 「자율주행차 분야 선제적 규제 혁파 로드맵」 구축안이 논의 및 확정되었다. 새 정부 규제 개혁 추진 방향(2017. 9.)에서 신산업 분야의 새로운 규제 혁신 접근법이 최초로 제시되었고, 그에 따라 자율주행차 분야에서 규제 혁파 로드맵이 처음 구축된 것이다.²³¹⁾

관·산·연 협의체를 구성(2017. 9.)하여 합동 워크숍(20회 이상 진행) 관계 부처 및 분야별 전문가의 검토를 거쳐 안을 마련하였고, 현실 적용 가능성을 높이기 위해 업계·학계의 의견을 수렴·반영하였다. 관(국조실, 국토부, 법무부, 경찰청 등 9개), 연(STEPI, 자동차안전연 등 4개) 및 산·학(현대차, SKT, 서울대, 한양대 등 9개)을 통틀어 총 22개 기관이 참여하였다.

231) 국무조정실 외(2018. 11. 7.), 「자율주행차 미래, 미리 내다보고 선제적으로 규제 혁파」.

자율주행차 규제 혁파 로드맵은 상용화 일정을 역산하여 단계별 추진목표를 설정하고 다음 3단계 작업 과정을 거쳐 구축되었다. ① 세계적으로 통용되는 6단계(Lv.0~Lv.5) 발전 단계를 고려해 ② 3대 핵심변수(운전 주도권, 신호등 유무 및 주행 장소)를 조합하여 예상 가능한 8대 시나리오를 도출하고, ③ 도출된 시나리오를 바탕으로 4대 영역(△운전 주체, △차량·장치, △운행, △인프라)에서 30대 규제 이슈를 발굴하고 이슈별 개선방안을 마련하였다.²³²⁾

세부 내용으로, 3대 핵심변수 각각에 대해 운전 주도권은 사람 → 시스템으로, 신호등 유무는 연속류 → 단속류로, 주행 장소는 시범구간 → 고속구간 → 일반도로 경우를 고려 예상 가능한 8대 시나리오를 도출하였다. 그 자세한 내용은 [부록 표 2]에 나타나 있다. 또한 4대 영역에 대한 세부 내용은 다음과 같다.

- ▶ [운전 주체] 운전자 개념을 ‘사람’에서 ‘시스템’으로 확대
- ▶ [차량·장치] 안전한 자율주행차 제작 및 안정적 주행을 위한 안전 기준 마련
- ▶ [운행] 사고 발생 시 민·형사 책임 소재 재정립 및 보험규정 정비
- ▶ [인프라] 자율주행에 필요한 영상 정보·사물위치 정보 수집·활용 허용(사전 동의 예외)

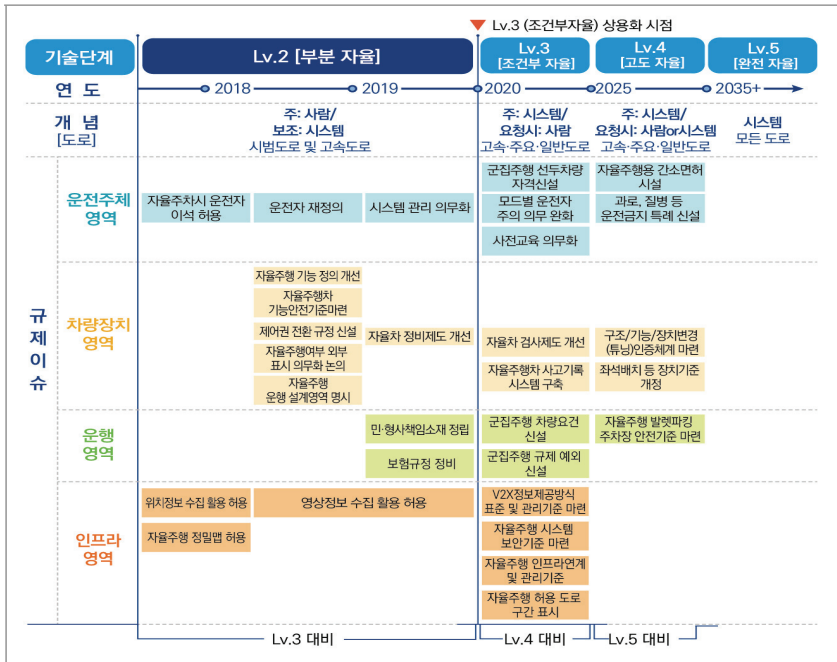
부록 표 2. 자율주행 분야 미래 예상 가능 시나리오

수준	발전 시나리오	설명
Lv2	① 연속류 시험구간 자율주행	신호등 없는 자동차 전용도로 시험구간 자율주행
	② 자율주차	자율주행 기능을 통한 자동주차
	③ 연속류 고속구간 자율주행	신호등 없는 자동차 전용도로 고속구간 자율주행
Lv3	④ 연속류 자율주행	신호등 없는 자동차 전용도로 자율주행
	⑤ 단속류 자율주행	신호등 있는 주요 도로 자율주행
Lv4	⑥ 연속류 완전 자율주행	신호등 없는 자동차 전용도로 운전자 개입 없는 완전 자율주행
	⑦ 단속류 완전 자율주행	신호등 있는 주요 도로 운전자 개입 없는 완전 자율주행
Lv5	⑧ 완전 자율주행	전체 도로(비포장도로, 보행자 혼합도로 등) 운전자 개입 없는 완전 자율주행

자료: 국무조정실 외(2018. 11. 7.), 「자율주행차 미래, 미리 내다보고 선제적으로 규제 혁파」.

232) 국무조정실 외(2018. 11. 7.), 「자율주행차 미래, 미리 내다보고 선제적으로 규제 혁파」.

부록 그림 1. 자율주행차 선제적 규제 혁파 로드맵



자료: 국무조정실 외(2018. 11. 7.), 「자율주행차 미래, 미리 내다보고 선제적으로 규제 혁파」.

나. 드론 분야 규제 혁파 로드맵

제91회 국정현안점검조정회의(2019. 10. 17.)에서, 「드론 분야 선제적 규제 혁파 로드맵」을 논의·확정하였다. 정부는 드론 분야가 정부 선정 미래 핵심 성장동력 13개 분야 중에서도 성장 잠재력이 높은 대표 분야이며 신산업 확산을 위한 규제 혁신이 필요한 분야로, 향후 신기술(지능화, 전동화, 초연결) 접목에 따라 드론이 다양한 활용 분야로 확산되는 과정에서 새로운 규제 이슈가 발생할 것으로 전망되므로 드론 분야를 선정하게 되었다고 설명하고 있다.²³³⁾

범부처 드론 해커톤(18. 4., 4차산업혁명위원회)을 시작으로, 드론 산업 발

233) 국토교통부 보도자료(2019. 10. 16.), 「드론 규제, 미리 내다보고 선제적으로 개선합니다」.

전 심포지엄(‘18. 6.) 개최 및 산·학·연·관 협의체 구성(‘18. 10.)을 통해 미래산업 상용화 시기를 예측하였고, 현실 적용 가능성을 높이기 위해 공청회(‘19. 4.), 업계 간담회(‘19. 7.) 및 20여 차례에 걸친 관계부처 및 분야별 전문가 검토를 거쳐 업계·학계의 의견을 수렴·반영하여 최종안을 마련하였다. 관(국조실, 국토부, 과기정통부, 국방부 등 8개), 연(항공우주연구원, 행정연구원, 항공안전기술원, 한국교통안전공단 등 5개) 및 산·학(드론산업진흥협회, 드론기술협회, 인간업체, 학계 등 18개)을 통틀어 총 30개 기관이 참여하였다. 국토부는 드론 규제 전반에 대한 로드맵을 마련했고, 과기정통부는 기술 발전 단계 등 미래 예측을 지원하였으며, 국조실은 관계부처 간 이견 조정을 맡아 전체 로드맵을 종합하였다.²³⁴⁾

드론 분야 선제적 규제 혁파 로드맵은 드론 분야의 종합적·체계적 로드맵으로서 드론의 3대 기술 변수(비행 방식, 수송 능력 및 비행 영역)에 따른 발전 양상을 종합하여 단계별 시나리오를 도출하였다. 도출된 단계별 시나리오를 국내 드론 산업 현황 및 기술 적용 시기에 맞춰 3단계로 재분류하고 인프라 및 활용 영역으로 세분화하여 총 35건의 규제 이슈를 발굴하였다. 인프라 영역은 총 19개 과제로 ‘국민 안전’과 ‘사업 활성화’를 지원하고, 활용 영역은 총 16개 과제로 드론의 기능이 고도화됨에 따라 활용도가 높은 ‘모니터링’, ‘배송·운송 분야’ 등을 선정하였다.²³⁵⁾

부록 표 3. 드론 산업 단계별 발전 내용

발전단계	1단계	2단계	3단계 이후
연도	현재~2020년	2021~24년	2025년~
비행방식	원격 조종	부분 임무 위임	자율비행(임무 위임-원격 감독)
수송능력	화물 10kg 이하	화물 50kg 이하	2인승(200kg)~10인승(1톤)
비행영역	인구 희박 지역 비가시권	인구 밀집 지역 가시권	인구 밀집 지역 비가시권

자료: 국토교통부 보도자료(2019. 10. 16.), 「드론 규제, 미리 내다보고 선제적으로 개선합니다」.

234) 국토교통부 보도자료(2019. 10. 16.), 「드론 규제, 미리 내다보고 선제적으로 개선합니다」.

235) 위의 자료.

부록 그림 2. 드론 분야 선제적 규제 혁파 로드맵

발전단계		1단계		2단계				3단계 이후		
연도		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027~
비행방식/수송능력		원격 조종/화물 10kg 이하		무분 임무위임/화물 50kg 이하				자율비행(임무위임-원격감독)/2인승(200kg)~10인승(1톤)		
비행영역		인구희박지역 비가시권		인구밀집지역 가시권				인구밀집지역 비가시권		
인프라 영역	규제 이슈	기체	안티 드론 도입 제도 마련	영상·위치 모니터링 강화						
			드론 기체 등록기준 마련	소음·진동 관리 기준 마련						
			드론 보험제도 개선	비행기록 및 조종자 관리 시스템 마련						
			조종자 자격기준 마련	사고 관리시스템 구축						
	사업 활성화	비행		군집 비행 허가 기준 마련						
				도심 내 드론 운영기준 마련						
				국가중요시설 및 관제권 드론 비행허가기준 마련						
			UTM(드론교통관리시스템) 구축 (1단계: 비행시험실 실험도시)		(2단계: 전국 확대)		(3단계: 해양 공간)			
			드론 공원 전국적 확대							
				중대형 이착륙장 기준 마련 및 설치						
			드론 비행 정보시스템 구축	드론 촬영 자유 구역 지정		전기/수소 충전시설 기준 마련 및 설치				
				글로벌 인증 지원 체계 구축						
활용 영역	사업 모델	단순 임무수행			고기능 임무수행			배송·운송		
		수색·구조, 측량·드론, 시설 점검, 교통 경찰	환경오염 감시, 산림 조사, 해양생태 모니터링			배달·택배, 의료물품 운송, 레저 드론				
	해양환경 감시, 기상 관측, 농업(병해·파동)	통신용 (기지국, 중계국), 인공 강우			드론 택시 (4단계), 드론 열발런스 (5단계)					
	규제 이슈	(수색·구조, 해양환경 감시) 및 비행특성 적응대응을 공유형 사업까지 확대	(산림조사, 인공강우) 특례 적용 공공서비스 확대			(배달·택배) 배송 기준 마련				
		(측량·드론, 시설점검, 교통경찰) 영상정보 및 위치정보 수집·활용 규제 개선	(해양생태 모니터링) 장거리 운영 주파수 할당			(배달·택배) 육상 엘리포트 이용 가능				
		(기상관측 정규모형 편입) (1단계) 현장 실험 등 시험운영	(기상관측 정규모형 편입) (2단계) 현장 실험 등 시험운영			(드론 택시, 레저) 운송사업 규정 마련 및 실행화				
		(시설 점검, 측량·드론) 항공촬영 절차 규제 완화	(통신용) 드론의 이동 중계국 허용			(의료물품 운송) 의료물품 운송 기법 마련				
		(농업용) 보조금 지원 대상 농업기계에 드론 포함	(통신용) 기간 통신 사업자의 통신용 드론 개발 허용			(드론 열발런스) 활용 근거 마련(<30)				
			(드론 택시, 열발런스) 사람 탑승 규정 마련			(드론 택시 열발런스) 사람탑승 실행화				

자료: 국토교통부 보도자료(2019. 10. 16.), 「드론 규제, 미리 내다보고 선제적으로 개선합니다」.

다. 친환경차(수소·전기차) 분야 규제 혁파 로드맵

제104회 국정현안점검조정회의(2020. 4. 23.)에서 산업통상자원부와 국토교통부, 경찰청은 「친환경차(수소·전기차) 분야 선제적 규제 혁파 로드맵」을 논의·확정하였다. 향후 친환경차가 지속적으로 발전하여 2030년에는 전 세계 차량 판매 비중에서 20~30%를 차지할 것이라는 전망하에, 우리 기업이 글로벌 경쟁에서 지속적으로 주도권을 유지하기 위해서는 앞으로 예측되는 규제 이슈에 대한 선제적 대응이 필요하다는 판단에 따라 이 로드맵이 구축되었다.²³⁶⁾

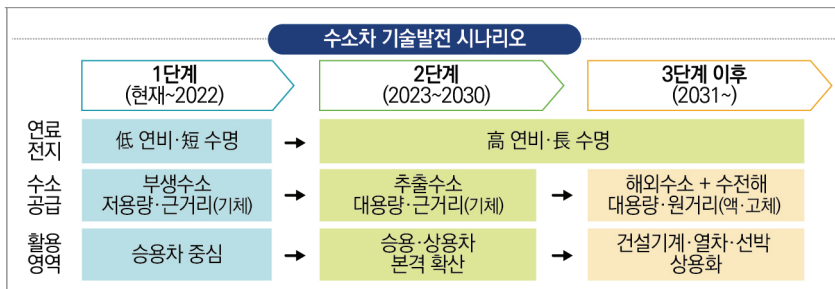
236) 국무조정실 규제 혁신(2020. 4. 23.), 「전동킥보드 등의 안전한 이용을 위한 ‘퍼스널 모빌리티(PM) 법」이 제정된다」(검색일: 2024. 11. 6.); 국무조정실, 산업통상자원부(2020. 4. 23.), 「친환경차(수소·전기차) 선제적 규제 혁파 로드맵 수립」, pp. 9~13.

친환경차(수소·전기차) 분야 선제적 규제 혁파 로드맵 보도자료에 따르면, 산업부는 국토부, 경찰청 등과 함께 25개 기관의 전문가와 더불어 1년여에 걸친 전문가 회의(19회) 및 공청회(19. 11.)를 거쳐 수소차 분야 24개, 전기차 분야 16개 등 총 40건(중복 4건)의 개선 과제를 도출하였다. 이 로드맵의 특징은 ① 친환경차의 여러 기술 변수를 고려하여 우리만의 독자적인 기술 발전 시나리오를 도출한 후 이와 연계하였고, ② 기발표된 「수소경제 로드맵(19. 1.)」, 「미래차 산업 발전전략(19. 10.)」 등에서 제시한 친환경차 관련 정부 정책과의 일관성·연속성을 유지하며, ③ 친환경차는 높은 시장 성장세에도 불구하고 안전에 대한 국민의 우려가 높은 분야임을 감안하여, 산업 진흥과 함께 국민 안전을 함께 고려하고, ④ 기술 대응 및 안전 대비를 위해 새로 마련해야 되는 기준 및 제도적 인프라들도 포함하고 있다는 점이다.²³⁷⁾

1) 수소차 선제적 규제 혁파 로드맵

수소차의 경우 연료전지, 수소 공급 및 활용 영역 등의 기술 변수를 고려하여 우리만의 독자적인 기술 발전 시나리오를 도출하였다. 도출된 수소차 기술 발전 시나리오는 [부록 그림 3]과 같다.

부록 그림 3. 수소차 기술 발전 시나리오

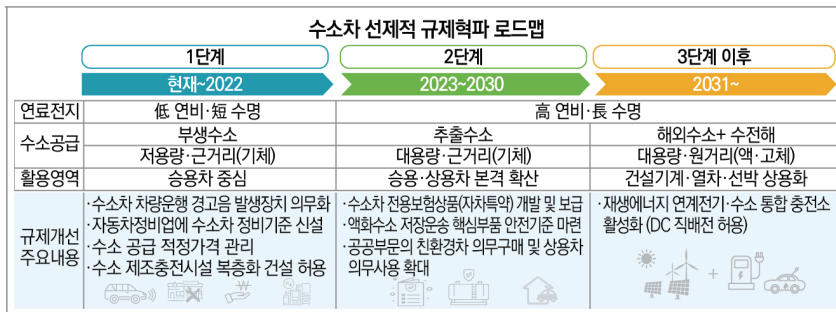


자료: 국무조정실, 산업통상자원부(2020. 4. 23.), 「친환경적 선제적 규제 혁파 로드맵」.

237) 국무조정실, 산업통상자원부(2020. 4. 23.), 「친환경적 선제적 규제 혁파 로드맵」.

수소차 분야에서는 ① 차량(4개), ② 수소의 생산·운송·저장·활용(10개), ③ 인프라(10개) 세 영역에서 총 24개의 과제를 발굴하였다. 구축된 수소차 선제적 규제 혁파 로드맵은 [부록 그림 4]와 같다.

부록 그림 4. 수소차 선제적 규제 혁파 로드맵

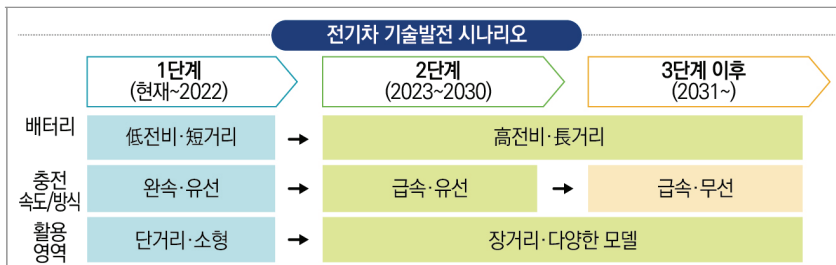


자료: 국무조정실, 산업통상자원부(2020. 4. 23.), 「친환경적 선제적 규제 혁파 로드맵」.

2) 전기차 선제적 규제 혁파 로드맵

전기차 분야에서도 배터리, 충전 속도·방식 및 활용 영역 등 기술 변수를 고려하여 우리만의 독자적인 기술 발전 시나리오를 도출하였다. 도출된 전기차 기술 발전 시나리오는 [부록 그림 5]와 같다.

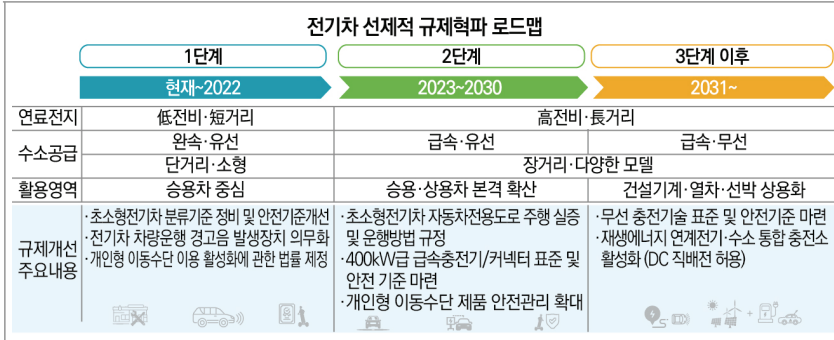
부록 그림 5. 전기차 기술 발전 시나리오



자료: 국무조정실, 산업통상자원부(2020. 4. 23.), 「친환경적 선제적 규제 혁파 로드맵」.

전기차에 대해서는 ① 차량(5개), ② 충전 및 배터리(7개), ③ 개인형 이동수단(4개)의 세 영역으로 구분하여 총 16개의 과제를 발굴하였다. 구축된 전기차 선제적 규제 혁파 로드맵은 [부록 그림 6]과 같다.

부록 그림 6. 전기차 선제적 규제 혁파 로드맵



자료: 국무조정실, 산업통상자원부(2020. 4. 23.), 「친환경적 선제적 규제 혁파 로드맵」.

라. 가상·증강현실(AR·VR) 산업 선제적 규제 혁신 로드맵

정부는 비대면(Untact) 시대 가상·증강현실(VR·AR) 산업과 규제 혁신을 주제로 제1차 규제 혁신 현장대회에서 「가상·증강현실 분야 선제적 규제 혁신 로드맵」을 발표하였다.²³⁸⁾ 가상·증강현실(AR·VR)은 대용량 데이터 처리(D)·초고속 네트워크(N)·고성능 인공지능(A) 혁신을 이끌 촉매 기술로서, 비대면 시대에 대응하고 디지털 뉴딜을 뒷받침하기 위한 선제적 규제 혁신이 필요하므로 가상·증강현실의 기술 발전과 분야별 서비스 적용·확산 시나리오를 예측하여, 선제적으로 대응하는 단계적 규제 혁신 로드맵을 구축하였다.²³⁹⁾

가상·증강현실(VR·AR) 분야 선제적 규제 혁신 로드맵 구축 과정에서 과기

238) 대한민국 정책브리핑(2020a. 8. 13.), 「비대면 시대 유망 신산업 VR·AR 규제 확 푼다」(검색일: 2024. 11. 18.).

239) 관계부처 합동 보도자료(2020a. 8. 3.), 「가상·증강현실(VR·AR) 분야 선제적 규제 혁신 로드맵」.

정통부, 문체부 등 관계부처, 정보통신정책연구원(KISDI) 및 연구계·산업계·규제 관련 전문가들이 참여하였다. 과기정통부가 산·학·연 협업 연구에서 주관 역할을 수행하였고, 국조실이 관계부처 협의 역할을 맡았다. VR·AR 기술(해상도·시야각·지연 시간 등의 디바이스 성능, 인터페이스 확대 및 플랫폼 고도화 등)의 발전 방향과 본격 상용화 시기를 단계적으로 예측하고, 기술 발전·상용화에 따른 적용 분야별 서비스 모델을 발굴하여 서비스 공급·수요 확산에 따라 예상되는 규제 이슈들을 발굴하였다. 또한 공통 적용 규제와 분야별 법·제도상 적용되는 규제 이슈를 구분하고, 서비스 확산 시나리오보다 선행하는 규제개선 로드맵을 구축하였다.²⁴⁰⁾ 또한 사용성(인터페이스), 시스템 고도화(플랫폼, 지능화) 측면에서 VR·AR 기술의 진화 방향을 고려하여 미래 예측 시나리오를 3단계로 도출하였다. 자세한 내용은 [부록 표 4]와 같다.

부록 표 4. VR·AR 발전 3단계 시나리오

구분	1단계	2단계	3단계
연도	2020~22년	2023~25년	2026~29년
사용성	시·청각 중심	표정·햅틱 입출력	오감·뇌 입출력
플랫폼	단일 사용	다중 사용(원격 협업)	
지능화	콘텐츠 일방 수용	사용자 ↔ 시스템 상호소통	

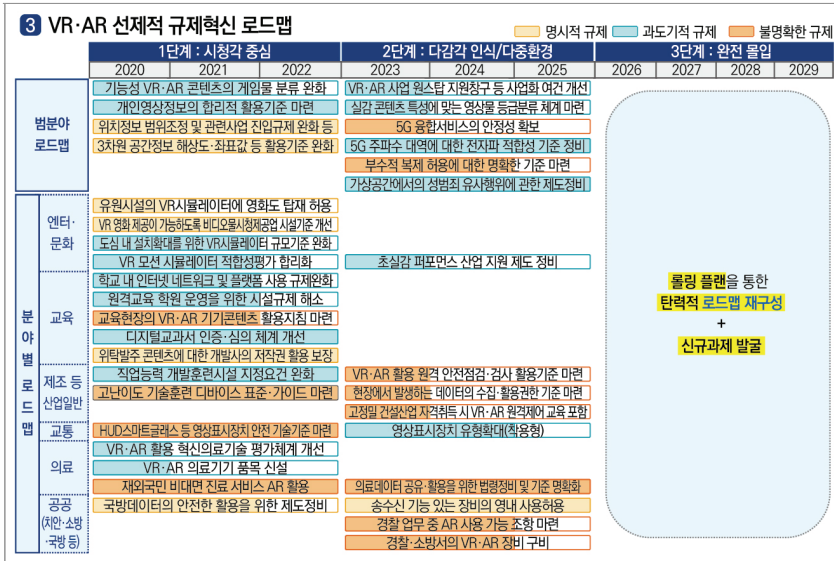
자료: 관계부처 합동 보도자료(2020a. 8. 3.), 「가상·증강현실(VR·AR) 분야 선제적 규제 혁신 로드맵」 문서 내 정보통신정책연구원 작성.

VR·AR 관련 대표적인 6대 수요 분야(6대 규제 혁신 분야, ① 엔터·문화, ② 교육, ③ 제조 등 산업 일반, ④ 교통, ⑤ 의료, ⑥ 공공(치안·소방·국방))를 선정하고, 규제와 기술의 영향을 고려한 서비스 확산 시나리오를 도출하였다. 서비스 확산 시나리오에 따라 선제적 개선이 필요한 공통 규제 이슈(데이터 활용, 콘텐츠 규제 등 범 분야) 10건 및 분야별(6대분야) 규제 이슈 25건 등 총 규제 이슈 35건을 도출하였다.²⁴¹⁾ 6대 분야별 과제는 △엔터·문화 5건, △교육 5건, △제

240) 관계부처 합동 보도자료(2020a. 8. 3.), 「가상·증강현실(VR·AR) 분야 선제적 규제 혁신 로드맵」.

조 등 산업 일반 5건, △교통 2건, △의료 4건, △공공 4건으로 구성되어 있다.²⁴²⁾ 구축된 가상·증강현실(VR·AR) 분야 선제적 규제 혁신 로드맵은 [부록 그림 7]과 같다.

부록 그림 7. VR·AR 분야 선제적 규제 혁신 로드맵



자료: 관계부처 합동 보도자료(2020a. 8. 3.), 「가상·증강현실(VR·AR) 분야 선제적 규제 혁신 로드맵」.

마. 로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵

정부는 ‘로봇과 함께 미래를 건다, 로봇 산업과 규제 혁신’을 주제로 진행된 규제 혁신 현장대회에서 「로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵」을 발표하였다.²⁴³⁾ 로봇은 주력산업의 혁신과 생산성 제고를 위한 핵심요소이고 대용량 데

241) 관계부처 합동 보도자료(2020a. 8. 3.), 「가상·증강현실(VR·AR) 분야 선제적 규제 혁신 로드맵」.

242) 대한민국 정책브리핑(2020a. 8. 13.), 「비대면 시대 유망 신산업 VR·AR 규제 확 푼다」(검색일: 2024. 11. 18.).

243) 관계부처 합동 보도자료(2020b. 10. 28.), 「규제 혁신 현장대회, ‘로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵’ 발표」.

이터 처리(D)·초고속 네트워크(N)·고성능 인공지능(A) 기술과의 융합을 통해 의료, 돌봄, 재난, 물류 등 다양한 분야에서 우리 생활을 획기적으로 바꿀 4차 산업혁명의 핵심 신성장 산업이지만,²⁴⁴⁾ 빠르게 변화하는 기술 발전의 흐름을 기존 규제체계가 제때 반영하지 못할 경우 기술 혁신과 새로운 비즈니스의 적시 출현을 저해할 수 있으므로 낡은 규제 및 불명확한 규제로 인해 성장이 저해되지 않도록 범정부 차원의 노력이 필요한 산업이다. 이에 따라 로봇 산업의 기술 발전과 상용화 단계를 예측하고, 로봇 활용 비즈니스 모델에 대응하는 단계별 규제 혁신 로드맵이 구축되었다.²⁴⁵⁾

2020년 3월부터 산업부를 중심으로 17개 관계부처와 산·학·연 전문가가 참여·협력하여, 로봇 기술 발전과 분야별 서비스 적용·확산 시나리오를 예측한 후, 산·학·연·관 전문가 100여 명으로 구성된 「로봇 활용 전략 네트워크」에서의 의견 수렴을 통해 선제적으로 규제를 정비하는 규제 혁신 로드맵(총 33개 과제)을 발표하였다.²⁴⁶⁾ 산업부는 로봇진흥원 등 관련 지원기관과 연계하여 발굴된 규제 전반에 대한 로드맵을 마련하였고, 국조실은 관계부처의 이견을 조정·종합하는 역할을 수행하였다.²⁴⁷⁾

로봇의 역할 및 수행 업무의 난이도에 따라 단순 보조, 인간 협업 및 자율 수행(고위험 업무 등)의 3단계로 분류하여 미래 기술 변화상을 도출하였다. 특히 인식, 제어, 환경 및 적용 측면에서 단계별 기술변화 시나리오를 예측하였다. 로봇 발전 3단계 시나리오의 자세한 내용은 [부록 표 5]와 같다.

244) 위의 자료.

245) 위의 자료.

246) 위의 자료.

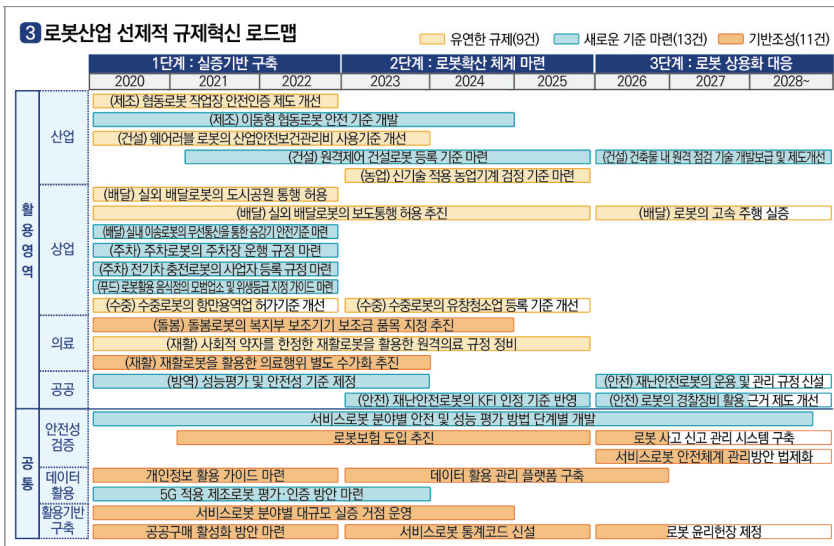
247) 위의 자료.

부록 표 5. 로봇 발전 3단계 시나리오

구분	1단계	2단계	3단계
연 도	2020~22년	2023~25년	2026년~
로봇역할	단순 보조/노동력 대체	인간 협업/공존	자율 수행
제어	개별로봇, 원격제어	다중 로봇 반자율	
적용	[부품] 고도화/내구성 강화 [완제품] 실증 기반 적용성 확대	[부품] 스마트화/융가화 [완제품] 서비스 기반 제품화	
활용 환경	실내, 정형 환경	비정형 환경 (일상환경 중심)	비정형 다양한 환경 (고위험 환경 등)
		실외 확대	실내·외 연계

자료: 관계부처 합동 보도자료(2020b. 10. 28.), 「규제 혁신 현장대화, '로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵' 발표」, 작성협조 한국산업기술 평가관리원.

부록 그림 8. 로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵



자료: 관계부처 합동 보도자료(2020b. 10. 28.), 「규제 혁신 현장대화, '로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵' 발표」.

발전 단계 시나리오에 따라 예상 가능한 규제 이슈는 ① 로봇 활용 영역에서 22건, ② 공통 영역에서 11건 등 총 33건을 발굴하였다. 공통 영역 3대 분야별 과제는 △안전성 검증 3건, △데이터·통신망 활용 3건, △활용기반의 구축 5건

으로 구성되어 있다. 이렇게 발굴된 규제 이슈를 상용화 시기를 고려하여 로봇 기술 발전 및 표준화 단계별로 배치하여 로드맵을 작성하였다.²⁴⁸⁾ 구축된 로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵은 [부록 그림 8]과 같다.

바. 인공지능 법·제도·규제 정비 로드맵

국정현안점검조정회의(2020. 12. 24.)에서 과학기술정보통신부와 국무조정실은 인공지능 시대를 맞아 인공지능 산업 진흥과 활용 기반을 강화하고 역기능을 방지하기 위한 선제적·종합적 「인공지능 법·제도·규제 정비 로드맵」을 확정·발표하였다.²⁴⁹⁾

인공지능은 데이터와 결합하여 경제·사회 등 모든 분야에서 디지털 전환(Digital Transformation)을 촉진 및 확산시키며 4차 산업혁명을 견인하고 있다. 하지만 인공지능 확산에 따른 부작용, 새로운 기술과 舊제도 간의 간극, 사회 구성원간 이해관계 충돌 등 새로운 당면 과제도 등장하고 있다. 이러한 인공지능 활용의 걸림돌을 제거하고, 시장의 예측 가능성과 신뢰성 향상을 위한 중장기적·포괄적 인공지능 법·제도·규제 정비가 필요함에 따라 인공지능 법·제도·규제 정비 로드맵을 마련하였다.²⁵⁰⁾

인공지능 법·제도·규제 정비 로드맵에는 인공지능 시대를 맞아 부작용은 줄이고 인공지능 활용은 최대화하기 위해 자동화된 개인정보 처리에 의존한 의사결정에 대한 설명 요구권, 이의 제기권 도입 등에 대한 내용이 포함되어 있다.²⁵¹⁾ 과기부는 로드맵 수립을 위해 학계·법조계를 비롯, 인문사회·과학철학 분야 인사를 포함, 전체 회의 및 9개 작업반으로 구성된 법제정비단을 운영하

248) 관계부처 합동 보도자료(2020b. 10. 28.), 「규제 혁신 현장대화, ‘로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵’ 발표」.

249) 대한민국 정책브리핑(2020b. 12. 24.), 「인공지능 시대 준비하는 ‘법·제도·규제 정비 로드맵’ 마련」 (검색일: 2024. 11. 18.).

250) 관계부처 합동 보도자료(2020c. 12. 24.), 「인공지능 법·제도·규제 정비 로드맵」.

251) 위의 자료.

고, 그 논의 결과와 추가 전문가 의견 수렴, 국조실 등 관계부처와의 협의를 거쳐 합동으로 11개 분야에서 30건의 정비 과제를 도출하였다.²⁵²⁾

법제 정비의 기본 방향은 인공지능 기술의 발전 속도와 특성, 국내 실정을 고려한 법·제도·규제 정비 및 민간의 자율·창의성을 존중하고, 협력과 합의에 기초한 법·제도·규제 정비이다.²⁵³⁾ 인공지능 법제 정비 로드맵은 [부록 그림 9]와 같다.

부록 그림 9. 인공지능 법제 정비 로드맵

		2020	2021		2022		2023~	관계부처
		하반기	상반기	하반기	상반기	하반기		
인공지능 기본 기반	데이터 경제 활성화 기반 조성		① 데이터산업 진흥을 위한 기본법 제정 ② 데이터관리법에 대한 법적 근거 마련 ③ 기업 생산성 4차 산업 고령화 대비 기술 지원 ④ 저출산·고령화로 인한 의료·복지 분야 의사결정에 대한 대응권 도입 ⑤ 데이터타입을 위한 자제를 허용 허용	⑥ 결함조사 및 기형품 안전 조치에 대한 규제 제정		⑦ 데이터의 독점 및 불공정한 이용행위에 대한 규율 방안 마련		과기부/문체부 산업부/제철의 특허청/공정위
	인공지능 투명성·공정성 확보		③ 플랫폼 알고리즘 운영의 공정성 투명성 확보	① 자율적 알고리즘 관리 관련 환경 조성 ② 기업·연구·일 보장을 위한 알고리즘 공개 기준 마련				과기부/공정위
	인공지능 법안제 개정 여부 검토			① 인공지능 창작물의 권리 관계 정비			② 인공지능 법안제 부여 방안 정비	문체부/특허청 과기부/법무부
	인공지능 책임체계 정비						① 인공지능에 의한 계약의 효력 명확화 ② 인공지능의 행위에 대한 손해배상 방안 마련 ③ 인공지능이 개입된 법정에 대한 제재 다양화	과기부/법무부 공정위
인공지능 활용 확산	인공지능 윤리 정비	① 인공지능 윤리 기준 정비		② 인공지능 윤리 교육 커리큘럼 개발				과기부/교육부
	의료		① 이상금융거래 탐지·차단 시스템 기반의 전자금융 사고 대응체계 강화 ② 결제·인증서비스의 안전성 강화		① 인공지능 의료기기 국제 기준(아드라인) 개발		② 인공지능 활용 의료행위의 건강보험 적용 개선	식약처/복지부 금융위/과기부
	금융							
	행정			① 인공지능을 활용한 지능화 행정의 근거 마련	② 인공지능 행정에 대한 권리 규제 절차 마련		③ 인공지능 행정의 투명성 확보	법제처/관공위
	고용·노동		① 일자리 환경변화에 대응하기 위한 고용보험 확대				③ 플랫폼 종사자 보호 방안 마련 및 미래형 안전보건 관리 모체	노동부/과기부
	모용·복지			① 디지털포용 정책 추진 기반 확립		② 고위험 분야 인공지능 기술기반 마련	③ 인공지능 선진후진국도 도입 보험제도 개편방안 마련	과기부/복지부 법무부/국토부 해수부

자료: 관계부처 합동 보도자료(2020c. 12. 24.), 「인공지능 법·제도·규제 정비 로드맵」.

사. 자율운항 선박 분야 선제적 규제 혁신 로드맵

제134회 국정현안점검조정회의(2021. 10. 14.)에서 「자율운항 선박 분야 선제적 규제 혁신 로드맵」을 논의하였다.²⁵⁴⁾ 정부는 2030년 세계 자율운항 선박 시장 50% 점유를 목표로 해양수산부를 중심으로 산·학·연·관 협의체를 구

252) 대한민국 정책브리핑(2020b. 12. 24.), 「인공지능 시대 준비하는 ‘법·제도·규제 정비 로드맵’ 마련」 (검색일: 2024. 11. 18.).

253) 관계부처 합동 보도자료(2020c. 12. 24.), 「인공지능 법·제도·규제 정비 로드맵」.

254) 국무조정실 보도자료(2021. 10. 14.), 「선제적 규제개편으로 세계 자율운항 선박 시장 선도한다」.

성하여 기술 발전에 따른 시나리오 예측에 따라 선제적 규제 혁신 로드맵을 마련하였고, 4대 분야(운항주체, 선박장치, 운송·인프라, 안전)에서 총 31개의 규제 개선 추진과제를 도출하였다.²⁵⁵⁾ 구축된 자율운항 선박 분야 선제적 규제 혁신 로드맵은 [부록 그림 10]과 같다.

부록 그림 10. 자율운항 선박 선제적 규제 혁신 로드맵



자료: 국무조정실 보도자료(2021. 10. 14.), 「선제적 규제개선으로 세계 자율운항 선박 시장 선도한다」.

255) 국무조정실 보도자료(2021. 10. 14.), 「선제적 규제개선으로 세계 자율운항 선박 시장 선도한다」.

아. 자율주행 분야 규제 혁파 로드맵 2.0

제139회 국정현안점검조정회의(2021. 12. 22.)에서 국토교통부는 자율주행차의 조속한 상용화와 관련 산업 발전을 위해 부처 합동으로 「자율주행차 규제 혁신 로드맵 2.0」을 논의·확정하였다.²⁵⁶⁾ 국내 레벨 3 자율주행차 출시 등 앞으로 급속히 전개되는 자율주행 시대에 적극적으로 대응하기 위해 국토부는 관계부처 합동으로 기존 규제 개선 로드맵의 추진 현황을 점검하고, 현시점에 맞게 과제를 내실화하는 로드맵 개정을 추진하였다.²⁵⁷⁾

자율주행차 규제 혁신 로드맵 개정을 위해 산·학·연·관 협업체계를 구축('21. 5.~)하여 미래 기술 시나리오를 도출하고, 산·학·연 약 400여 기관에 대한 설문조사를 실시('21. 7.~8.)하여 과제를 발굴·보완하였다. 이후 업계·전문가 간담회 등 현장 의견 수렴 절차를 거쳐 로드맵 2.0을 수립하였다. 특히 현장(산·학·연 약 400여 기관)으로부터 기술·산업 동향, 규제·제도 개선 수요 등을 파악하기 위해 설문조사를 실시한 것은 기존 로드맵 추진 방식에서는 보지 못했던 진일보된 하향식 방식으로 평가된다.

미래 시나리오는 2022년 레벨 3 자율주행차 출시를 시작으로 본격적인 자율주행 시대가 열리고, 2027년에는 레벨 4 자율주행차가 상용화될 수 있을 것으로 전망하여, 이를 바탕으로 2030년까지 단기·중기·장기로 나누어 차량, 기반 조성 및 서비스 3개 분야에 대해 20개 신규 과제를 포함하여 총 40개의 규제 혁신 과제를 마련하였다. 3개 분야별로 △차량 15건, △기반 조성 13건, △서비스 12건으로 구성되어 있다. 2018년 11월 최초로 수립된 자율주행차 분야 선제적 규제 혁신 로드맵에서 발굴된 30개 과제 중 15개 과제는 정비가 완료되었다.²⁵⁸⁾

256) 국토교통부 보도자료(2021. 12. 22.), 「선제적 규제정비로 자율주행차 상용화 앞당긴다」.

257) 위의 자료.

258) 위의 자료.

자율주행차 분야 규제 혁신 로드맵 재설계 이후 버전의 시나리오, 수립 절차, 참여 기관, 로드맵 작업 및 규제 이슈 발굴 등의 측면에서 추진 전략을 살펴본다. 자세한 세부 전략 내용은 [부록 표 6]에서 살펴볼 수 있다.

우선 미래 시나리오 도출 측면에서, 첫 자율주행차 규제 혁파 로드맵 구축 시에는 6단계 발전 단계를 고려하여 3대 핵심변수(운전 주도권, 신호등 유무, 주행 장소)를 조합할 경우 예상 가능한 8대 시나리오를 도출하여 규제 이슈를 발굴하였다. 이에 비해 자율주행차 규제 혁파 로드맵 2.0에서는 2022년 레벨 3 자율주행차 출시를 시작으로 본격적인 자율주행 시대가 개막되고, 2027년에는 레벨 4 자율주행차가 상용화될 수 있을 것이라는 구체적인 전망을 바탕으로 미래 시나리오를 도출하여 규제 이슈를 발굴하였다.

이렇게 구체적인 미래 시나리오를 작성할 수 있었던 배경에는 R&D와 병행하여 이루어진 관련 발전 전략 추진이 있었다. 산업부와 과학기술정보통신부, 국토교통부, 경찰청 등 네 개 부처가 다부처 단일사업으로서 공동으로 1조 원 규모의 범부처 자율주행 사업을 진행하였고, 이를 위해 2021년 자율주행 기술개발 혁신 사업단을 출범하여 2027년까지 융합형 레벨 4+ 자율주행 상용화 기반 조성을 추진해왔기에 R&D와 병행하여 규제 혁신 전략을 세울 수 있었다.²⁵⁹⁾ 또한 첫 로드맵 구축 이후 3년이 넘는 기간 동안 정부의 관련 산업 발전 전략 및 혁신 로드맵 전략 준비 등도 상당히 추진되어 있었다. 2019년 관계부처 합동으로 발표한 「2030 미래자동차 산업 발전전략」 및 2022년 운전자기 필요없는 완전 자율주행 시대 개막을 내세우며 발표된 「모빌리티 혁신 로드맵」 작성 등이 이에 해당한다.

로드맵 2.0에서는 산·학·연 약 400개 기관에 대해 설문조사를 실시('21. 7.~8.)하여 체계적으로 과제를 발굴·보완하였고, Bottom-up 방식을 통해 기술·산업 동향 규제·제도 개선 수요 등을 적극 반영한 것이 특징이다.

259) 자율주행기술개발혁신사업단 홈페이지(검색일: 2024. 11. 18.).

부록 표 6. 자율주행차 분야 선제적 규제 혁파 로드맵

분야	자율주행차 규제 혁파 로드맵	자율주행차 규제 혁파 로드맵 2.0
참여기관	총 22개 기관*	
수립 절차	관·산·연 협의체를 구성(2017. 9.)하여 연구기관 합동워크숍(20회 이상), 관계부처 및 분야별 전문가 검토를 거쳐 안을 마련	산·학·연·관 협업체계를 구축(2021. 5.~)하고 발굴된 과제는 업계·전문가 간담회(12.15, 국무2차장 주재) 등 현장 의견 수렴 절차를 거쳐 로드맵 2.0 수립
로드맵 작업	상용화 일정을 역산하여 단계별 추진 목표를 설정하고 3단계 작업 과정을 거쳐(6단계 발전 단계 고려 → 예상 가능한 8대 시나리오 도출 → 30개 규제 이슈 발굴)	미래 기술 시나리오를 도출하고, 산·학·연 약 400개 기관에 대한 설문조사를 실시(2021. 7.~8.)하여 체계적으로 과제를 발굴·보완
미래 시나리오	3대 핵심 변수를 조합하여 예상 가능한 8대 시나리오 도출 [운전 주도권(사람 → 시스템) 신호등 유무(연속류 → 단속류) 주행 장소(시범구간 → 고속구간 → 일반 도로)]	2022년 레벨 3 자율주행차 출시를 시작으로, 본격적인 자율주행 시대가 열리고, 2027년에는 레벨 4 자율주행차가 상용화될 수 있을 것으로 전망
특징	-	산·학·연·관 협업체계를 바탕으로 Bottom-up 방식을 통해 기술·산업 동향 규제·제도 개선 수요 적극 반영
규제 이슈	4대 영역 (△운전 주체, △차량·장치, △운행, △인프라) 30개 규제 이슈 발굴	3개 분야 (△차량, △기반조성, △서비스) 20개 신규 과제를 포함하여 총 40개의 규제 혁신 과제 마련
추진 배경	기존 규제 혁파 방식(현장 건의로 시급한 당면 규제 발굴·혁파)의 한계를 극복, 신산업 발전 단계를 예측하여 문제가 불거지기 전 미리 규제 정비 추진. 자율주행차 분야 우선 시범 구축	국내 레벨 3 자율주행차 출시 등 앞으로 급속히 전개되는 자율주행 시대에 적극적으로 대응하기 위해 기존 규제 개선 로드맵의 추진 현황을 점검하고 현시점에 맞게 과제를 내실화하는 로드맵 개정 추진

주: * 참여기관 - 관(국조실, 국토부, 경찰청 등 9개), 연(STEPI, 자동차안전연 등 4개), 산·학(현대차, SKT, 서울대, 한양대 등 9개).

자료: 저자 작성.

자. 드론 산업 선제적 규제 혁파 로드맵 2.0

국토교통부는 미래 일상생활 속 드론 활용과 글로벌 드론 강국 도약을 견인할 「제2차 드론 산업 기본 계획(’23~’32)」과 함께 「드론산업 선제적 규제 혁파 로드맵 2.0」을 마련하고 이와 함께 규제 없이 자유롭게 실증할 수 있는 ‘제2차

드론 특별 자유화 구역’도 확대 지정한다고 밝혔다.²⁶⁰⁾ 드론 산업 선제적 규제 혁파로드맵 2.0은 기술 발전에 뒤처진 낡은 규제를 개선해나가기 위한 것으로, 국토부는 야간·비가시권 특별비행 승인, 안전성 인증 등의 간소화와 함께 규제에 가로막혀 사업화가 어려웠던 의약품 배송 등도 민·관이 함께 합리적인 개선 방안을 마련해 나갈 계획이라고 밝혔다. 2019년 10월 구축된 드론 분야 규제 혁파 로드맵 1.0의 진행과제 15개에 25개 신규과제를 추가하여 총 40개 과제를 선정하였다.²⁶¹⁾ 선제적 규제 혁파 로드맵 2.0은 작성 시 제2차 드론 산업 발전 기본계획이 함께 고려되었기 때문에 실행력 높게 추진될 것으로 기대된다.

차. 메타버스 분야 선제적 규제 혁신 청사진

과학기술정보통신부는 2023년 3월 2일, 제3차 규제 혁신전략회의에서 메타버스 생태계 활성화를 위한 선제적 규제 혁신 방안을 발표하였다.²⁶²⁾ 2022년 5월부터 산·학·연·관 협업체계를 바탕으로 메타버스 기술·서비스의 특징과 연관된 규제 이슈를 분석하고, 신산업 특성을 고려하여 ‘선허용-후규제’를 원칙으로 하는 포괄적 네거티브 규제체계에 따라 민간 중심의 ‘자율 규제’, 초기단계인 산업 여건을 고려한 ‘최소 규제’, 기술·서비스의 발전을 저해하지 않도록 하기 위한 ‘선제적 규제 혁신’이라는 세 가지 기본원칙을 세운 바 있다. 이 원칙에 따라 향후 기술·서비스 발전 시나리오를 예측하여 분야별 규제 개선 과제를 발굴하고, △기준 규제 완화, △규율 공백 해소, △해석 유연화, △지원 근거 마련 등 네 가지 유형의 규제 개선 방향을 제시하였다. 최종적으로 범분야 공통과제 15개와 교육, 교통, 디지털 거래·유통, 금융, 공공 등 분야별 과제 15개 등 총 30개 규제 개선 과제를 선정하였다.²⁶³⁾

260) 국토교통부 보도자료(2023. 6. 29.), 「정책지원·규제 혁파로 드론산업 더 높이 비상」.

261) 위의 자료.

262) 과학기술정보통신부 보도자료(2023d. 3. 3.), 「메타버스 분야 선제적 규제 혁신 청사진 제시」.

263) 위의 자료.

카. 향후 선제적 규제 혁파 로드맵 구축 추진 분야 현황 조사

과기정통부는 첨단바이오 유망기술에 대해 선제적으로 법·제도를 마련하고 규제 로드맵 수립, 규제 과학 연구 등 규제 혁신 과제도 지원할 예정이다.²⁶⁴⁾ 제1차 국가전략기술 육성 기본계획('24~'28) 수립 자료에 따르면 이차전지 재활용 분야에서 선제적 규제 혁신 로드맵 마련을 추진할 예정이며,²⁶⁵⁾ 이외에도 인공지능(AI) 및 안전 신뢰 AI 분야에 대해서도 전략기술의 본격 상용화에 대비한 규제 혁신 로드맵 마련을 추진하겠다고 발표하였다.²⁶⁶⁾

부록 표 7. 향후 선제적 규제 혁파 로드맵 추진 예정 분야

분야	언급된 출처	일정	주관 부처
첨단바이오		2025년	과기정통부
이차전지 재활용 분야	제1차 국가전략기술 육성 기본계획	-	-
인공지능	부처 발표 자료	-	-
안전신뢰 AI	부처 발표 자료	-	-

자료: 저자 작성.

264) 남혁모(2024), 「디지털바이오 육성, 바이오 제조혁신 통해 2035년 첨단바이오 강국 도약」, pp. 48~49.

265) 과학기술정보통신부 보도자료(2024a. 8. 26.), 「대한민국 과학기술주권 청사진, 제1차 국가전략기술 육성 기본계획('24~'28) 수립」.

266) 「美 대선 결과와 대한민국 과학기술 주권 도약 전략」(2024. 11. 7.).

A Study on the Analysis of Regulatory Innovation Strategies in the Fields of Science and Technology in Major Advanced Countries

Yong-Chan Choi and Kyungmoo Heo

As the competition for technological hegemony intensifies between the U.S. and China, major advanced countries around the world, including the U.S., are increasingly strengthening their strategies to protect and foster their technologies and industries in core science and technology fields. The governments of individual countries are expanding R&D investment, reorganizing legal and institutional foundations for technology protection and fostering, and aiming to strengthen national security and industrial ecosystems as well as securing technological competitiveness.

Major advanced economies, such as the U.S., the UK, and the EU, are formulating sophisticated policy frameworks aimed at promoting the growth of core science and technology fields. These frameworks involve easing unnecessary regulations while introducing new measures to safeguard critical technologies. Accordingly, it is essential to conduct a comparative analysis of these countries' strategies for science and technology development, their approaches to fostering innovation ecosystems, and their industrial policy directions by examining the legal, institutional, and policy innovation strategies in major advanced countries.

Amid intensifying competition for technological hegemony between advanced countries, each country is focusing on securing technological independence and sustainability. The U.S. is intensively fostering high-tech industries such as semiconductors, AI, quantum technology, and biotechnology through its “America First” strategy, and is also restricting foreign investment and controlling technology transfer. The UK is strengthening its strategic choices to overcome the problem of low economic growth following Brexit and improve the UK’s global competitiveness in core technologies, while pursuing R&D investment and regulatory reform in fields such as AI and quantum technology. The EU is working to convert its technological innovation policy, which used to be centered on individual member states, into a more common strategy at the EU level, and is carrying out large-scale R&D investment and regulatory reform to secure the EU’s global competitiveness.

In addition, China has made science and technology independence its top priority in the face of U.S. countermeasures and is accelerating its own technology development in fields such as semiconductors, space-technology, biotechnology, and high-tech manufacturing. As such, major advanced countries are implementing strategic policies to strengthen their technological sovereignty and secure leadership in the global technology competition, underscoring the need for Korea to respond quickly and systematically.

Korea also needs a strategic approach to respond to the intensifying global competition in technology, particularly by overcoming the limitations of existing systems and by innovating regulatory reforms tailored to the evolving technological landscape. There is a growing demand for the need to remove institutional barriers that hinder the development of science and technology and to establish a flexible regulatory framework that can accommodate new emerging technologies.

In particular, as the perception that regulatory innovation is directly connected to national competitiveness spreads, now is the time for Korea to take active policy measures in response.

In the fields of science and technology, changes in the R&D, production, delivery, and transaction methods of new technologies are leading to conflicts with existing laws and systems, as well as the emergence of new regulatory issues. The phenomenon of “regulatory delay”—caused by the absence of appropriate laws or regulatory gaps—is becoming increasingly severe, posing obstacles to the commercialization of new technologies by companies and research institutions. To address this, major advanced countries are making continuous and focused efforts to promote regulatory innovation. Analyzing these strategies can help us better understand how regulatory innovation is being implemented in the fields of science and technology in major advanced countries.

By investigating and analyzing the implications, promotion strategies, detailed focus areas, and key characteristics of regulatory innovation strategies pursued by major advanced countries to achieve global technological leadership and foster innovative growth in related industries, this study aims to present effective response strategies for Korea to prepare the rapidly evolving future regulatory environment in the fields of science and technology, through a multifaceted analysis of regulatory innovation strategies by areas—that has not been fully addressed in existing research areas.

The first step in investigating and analyzing regulatory innovation strategies in the fields of science and technology in major advanced countries is to select three advanced countries to be studied. The U.S. was selected for its leadership in science, technology, and industrial ecosystems, as well as its global influence on national regulatory

innovation strategies. The UK was chosen for its pioneering role in regulatory innovation strategies in the fields of science and technology, and the EU was selected for its role in driving innovative demand in new industrial sectors. These three entities were identified as the major advanced economies to be included in the study.

The next step is to select some fields to be investigated among the various fields of science and technology. In 2024, the Ministry of Science and ICT announced three major game changer technologies (AI-semiconductor, advanced bio, quantum), on the basis of which a total of four science and technology fields were selected: semiconductors, advanced biotechnology, AI, and quantum technology.

The final step is to categorize various areas—such as institutions, governance, standards and certification, ethics, international cooperation, subsidies and tax incentives, experimental testing and scientific-technological capabilities, hostile response policies and strategies, and public/private protection (safety and security)—into three major groups: ① system and governance, ② Fostering and advancing the science and technology ecosystem and ③ technology security. Based on this classification, the study systematically analyzes the regulatory innovation strategies of major advanced countries in the fields of semiconductors, advanced biotechnology, AI, and quantum technology the perspective of these three categories.

Subsequently, the findings of major studies that have investigated and analyzed regulatory innovation strategies in core science and technology fields - such as semiconductors, advanced biotechnology, AI, and quantum technology in the U.S., UK, and EU are summarized as follows.

In the field of semiconductor, the three major advanced economies are working to promote semiconductor production and innovation

within their borders, execute export control regulations, and respond to a supply-crisis caused by semiconductor shortages in order to protect their respective technological advantages. Each country is promoting innovative policies that include subsidies, tax incentives, and R&D policy funds in its innovative regulatory framework. The UK is strengthening its strategic choices to maintain and expand its strategic advantage in this sector based on its strengths in semiconductor design and intellectual property, compound semiconductors, and the world's best research and innovation systems, with a relatively smaller amount of support than the U.S. and EU. In Korea, the so-called "K Chips Act" (amended by the Restriction of Special Taxation Act) was passed at the National Assembly plenary session in February 2025 to strengthen tax incentives for investment, such as the expansion of semiconductor companies' factories. In addition, special laws for strengthening the competitiveness of the semiconductor industry and innovative growth are being discussed by the relevant committees of the National Assembly.

In the field of advanced biotechnology, the U.S. has been continuously implementing innovation policies to improve the regulatory environment through the Coordinated Framework for the Regulation, the federal government's basic guidelines for regulating biotechnology products. The UK is pushing for the government's smart regulatory program to remove regulatory barriers and prepare for the future of regulatory frameworks by explaining regulatory issues related to engineering biology through RHC(Regulatory Horizons Council). In addition, the regulatory sandbox for engineering biology is being promoted through the EBRN. The EU is focusing on simplifying regulatory pathways through a series of measures to promote biotechnology and bio manufacturing in the EU, and is implementing measures to further promote the establishment of regulatory sandboxes

to quickly launch them in the market. Korea has enacted and is currently implementing the Biotechnology Promotion Act, which aims to efficiently foster and develop biotechnology by establishing a solid research foundation and promoting the industrialization of biotechnological advancements. In January 2025, the National Bio Commission was launched, and the government unveiled the “Korea Bio Great Transformation National Strategy,” which aims to position Korea among the world’s top five biotechnology leaders by 2035 through sweeping transformations in infrastructure, R&D, and the bioindustry.

In the field of AI, although the US has long led the world in AI technology and scientific advancement, its AI regulatory framework only began to take full shape in 2024. That year, President Joe Biden issued a new executive order titled the “AI Executive Order on Safe AI.” This executive order establishes new standards for the safety and security of AI, protects privacy, promotes civil rights, fosters innovation, and introduces stronger regulations to prevent the misuse of AI.

The UK, through its National AI Strategy, has proposed short-, medium-, and long-term measures aimed at achieving three core priorities: investment in the AI ecosystem, ensuring that the benefits of AI are distributed across all sectors and regions, and establishing effective AI governance. Furthermore, to lead responsible innovation in artificial intelligence (AI) and maintain public trust in the technology, the UK became the first country in the world to publish an AI regulatory white paper titled A Pro-Innovation Approach to AI Regulation, which provides guidance on the use of AI. The UK government subsequently published a Government Response that compiled and addressed questions from various relevant institutions regarding the white paper, thereby presenting a foundational

regulatory framework for AI. In addition, the UK is building its AI governance structure by establishing the world's first government-supported AI Safety Institute and forming a Regulator Ecosystem composed of multiple regulatory bodies. The EU finally approved the "AI Act," the world's first comprehensive AI technology regulation, on May 21, 2024. The EU AI governance system has been established as a separate AI Board consisting of the EU Commission, its AI Office, and delegations from EU member states.

Recently, Korea became the second country in the world, following the European Union, to enact an "AI Basic Act," which is scheduled to take effect in January 2026.

Korea's AI Basic Act includes provisions for the establishment and implementation of a national AI master plan every three years, the formation of a national-level AI governance structure and support for the innovative development of the AI ecosystem through measures such as securing professional talent, designating AI industrial clusters, building AI testbeds, promoting AI data center policies, and facilitating international cooperation. The Act also addresses AI technology standardization, the establishment of ethical principles, the expansion of financial resources for AI industry promotion, and the prevention of AI-related risks, including administrative fines. It defines "high-impact AI" as a target for regulation and outlines obligations for transparency, safety assurance, and provider responsibility. However, generative AI is largely exempt from the major regulatory provisions.

The US has adopted a strategic and agile approach to AI governance by issuing sector-specific guidelines and recommendations, executive orders, and fostering collaboration with companies and research institutions. This allows for a rapid and flexible response to the fast-evolving AI landscape. Similarly, the UK is pursuing a

pro-innovation and flexible regulatory approach, introducing measures to address the misuse of AI and establishing regulations tailored to specific AI use cases. In contrast, the European Union has implemented a risk-based regulatory framework that classifies AI systems into categories such as “unacceptable risk/high risk/limited risk/minimal risk.” It imposes explicit regulatory obligations on AI systems falling under the “unacceptable/high-risk” categories, and includes provisions for general-purpose AI models. Korea, for its part, defines “high-impact AI” and outlines obligations related to transparency, safety, and provider responsibility. However, generative AI remains largely outside the scope of major regulatory provisions.

In the field of quantum technology, the U.S. has developed a comprehensive and broad-based regulatory framework to maintain and develop global leadership. In particular, the U.S. seeks to enhance national security and economic competitiveness through a strategic regulatory framework for quantum research, development, and science and technology. The UK has outlined 13 Priority Actions under its National Quantum Strategy and established the Office for Quantum within the Department for Science, Innovation and Technology (DSIT), which regularly reports to the National Science and Technology Council chaired by the Prime Minister.

In February 2024, DSIT’s RHC released a report recommending a regulatory policy for nurturing the UK’s innovation-friendly quantum ecosystem. The report is based on four core principles—proportionality, adaptability, accountability, and balance—and was prompted by the growing need for proactive discussions on the timing, scope, and form of regulations to ensure stable investment and development in quantum technology. The RHC made 14 recommendations emphasizing the need to establish strong governance, including the development of a quantum technology regulatory framework and the need for a

regulatory framework based on standards, guidelines, and responsible innovation practices. DSIT is working on ways to identify regulatory requirements in the future, such as conducting horizon scanning for future regulatory requirements and adjusting proportional regulatory initiatives.

The EU launched its Quantum Technology Flagship in 2018, following the issuance of its Quantum Manifesto in May 2016. This flagship initiative brings together research institutions, industry players, and public funding bodies to consolidate and expand Europe's scientific leadership and excellence in quantum technologies.

In the Strategic Research and Industry Agenda (SRIA) 2030 roadmap, the EU emphasizes the need to develop independent capabilities in quantum technology development and production to secure global leadership, protect strategic interests, ensure autonomy, and strengthen security—while avoiding dependence on third countries. The EU aims to establish the world's leading ecosystem that translates lab-scale research into mass production across various scientific and industrial applications. Moreover, the EU highlights the importance of leveraging the economic and societal potential of quantum technologies to strengthen its position as a global player in this transformative field, ultimately positioning Europe as the world's "Quantum Valley." Korea's Quantum Technology Industry Act, along with the National Quantum Strategy and various quantum initiatives, represents a set of innovative policy measures aimed at establishing a research foundation for quantum's science-technology and systematically fostering the quantum industry. These efforts reflect the pursuit of multi-faceted innovation strategies across the key domains identified in this study. However, concrete strategic initiatives focused on identifying regulatory challenges in the quantum science and technology sector and anticipating future regulatory environments remain limited.

As a strategic response to such regulatory innovation policies in advanced major countries, the following approaches can be considered.

First, it is necessary to establish governance that support innovation across the broader economy while providing recommendations on the prioritization of regulatory reform in alignment with the regulatory environment in the fields of science and technology. Next, it is essential to proactively establish systems and strategies for scanning anticipatively regulatory environments and requirements in the fields of science and technology, and to strengthen integrated regulatory approaches starting from the R&D stage. Next, it is important to establish robust regulatory frameworks for core fields of science and technology and to advance innovation strategies—such as large-scale financial support—in order to secure technological leadership and foster a resilient and competitive ecosystem.

Furthermore, there is an increasing need to enhance global cooperation strategies aimed at ensuring alignment and harmonization with international regulations, grounded in active participation in the development of global technical standards and regulatory frameworks. Additionally, enhancing regulatory sandbox systems in core fields of science and technology will be essential for promoting timely and flexible responses to technological innovation.

As a final consideration, the rapid advancement of technology is increasing the need to redesign anticipative regulatory innovation roadmaps in established fields, and the cycle of these rolling plans is expected to become shorter. It is also a time to initiate discussions on setting the cycle of these rolling plans, establishing clear procedures, and defining the legal basis for their implementation.

〈책임〉

최용찬

경희대학교 산업공학과 학사

KAIST 산업공학과 석사

KAIST 산업및시스템공학과 박사

KAIST 국가미래전략기술 정책연구소 연구부교수

(現, E-mail: ycchoi@kaist.ac.kr)

저서 및 논문

“A holistic production planning approach in a reconfigurable manufacturing system with energy consumption and environment effects”(International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 28(4), 공저, 2015)

『국가전략기술 및 미래전략기술 현황 분석 및 발굴 지원』(공저, 2023) 외

〈공동〉

허경무

캐나다 York 대학교 경영관리 학사

미국 Columbia 대학교 국제정책 석사

KAIST 공학 미래전략 박사

동아방송예술대학 창의융합교양학부 조교수

(現, E-mail: kyungmoo.heo@dima.ac.kr)

KIEP 연구자료 발간자료 목록

■ 2024년

- 24-01 핵심광물협정의 주요 내용과 정책 시사점 / 오수현
- 24-02 주요국의 사이버안보 정책과 한국에 대한 시사점 / 엄준현·이보람
- 24-03 인도적 지원이 개발도상국 경제성장에 미치는 영향 분석: 2015년 네팔 지진을 중심으로 / 정원혁·이예림
- 24-04 중국 첨단 반도체 혁신 역량 분석 연구: 고대역 메모리 및 3세대 반도체를 중심으로 / 백서인·자오야리
- 24-05 홍해 위기가 우리 경제에 미친 영향과 물류 회랑 다변화예의 시사점 / 강문수·이지은
- 24-06 주요 선진국 과학기술 분야 규제 혁신 전략 분석 연구 / 최용찬

■ 2023년

- 23-01 외국인 직접투자가 베트남의 성별 임금 격차에 미치는 영향과 시사점 / 김계국
- 23-02 클라우드 서비스 해외투자 동향과 국내 규제 분석 / 이규엽·엄준현
- 23-03 동지중해 천연가스 개발 현황과 한국의 협력 방안 / 유광호·이지은
- 23-04 동남아·대양주 유권자들의 보호무역주의 성향 연구와 시사점: 필리핀, 태국, 호주, 뉴질랜드를 중심으로 / 김남석
- 23-05 WTO 서비스 국내규제 규범의 분석과 시사점 / 김준동·고준성·강준구
- 23-06 디지털 정책과 규제 변화 분석: Digital Policy Alert 통계를 중심으로 / 김지현
- 23-07 국내 전략산업 투자유치 인센티브 개편 방향 / 김준동·이성봉·김혁황
- 23-08 중국 태양광·BESS 산업의 글로벌 시장 독점화와 주요국 대응 / 김주혜
- 23-09 중국 하이난(海南) 자유무역항의 무역·투자자유화 성과와 시사점 / 김홍원·이한나
- 23-10 동티모르의 아세안 가입 지원 및 개발협력 확대 방안 / 정재완·이재호
- 23-11 산업보조금의 글로벌 확산 현황과 시사점 / 금혜윤
- 23-12 중국 전기차 배터리 기업의 해외 진출 사례 연구 및 시사점 / 최재희

KIEP 발간자료회원제 안내

- 본 연구원에서는 본원의 연구성과에 관심 있는 전문가, 기업 및 일반에 보다 개방적이고 효율적으로 연구 내용을 전달하기 위하여 「발간자료회원제」를 실시하고 있습니다.
- 발간자료회원으로 가입하시면 본 연구원에서 발간하는 모든 보고서를 대폭 할인된 가격으로 신속하게 구입하실 수 있습니다.

■ 회원 종류 및 연회비

회원종류	배포자료	연간회비		
		기관회원	개인회원	연구자회원*
S	외부배포 발간물 일체	30만원	20만원	10만원
A	East Asian Economic Review	8만원		4만원

* 연구자 회원: 교수, 연구원, 학생, 전문가풀 회원

■ 가입방법

홈페이지, 우편, FAX를 이용하여 가입신청서 송부(수시접수)

30147 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 경제정책동

대외경제정책연구원 연구조정실 학술정보팀

연회비 납부 문의전화: 044) 414-1179 / FAX: 044) 414-1144

E-mail: kieppub@kiep.go.kr

■ 회원특전 및 유효기간

- S기관회원의 특전: 본 연구원 해외사무소(美 KEI) 발간자료 등 제공
- 자료가 출판되는 즉시 우편으로 회원에게 보급됩니다.
- 모든 회원은 회원가입기간에 가격인상과 관계없이 신청하신 종류의 자료를 받아보실 수 있습니다.
- 본 연구원이 주최하는 국제세미나 및 정책토론회에 무료로 참여하실 수 있습니다.
- 연회유효기간은 가입일로부터 다음해 가입월까지입니다.

KIEP 발간자료회원제 가입신청서

기관명 (성명)	(한글)	(한문)
	(영문: 약호 포함)	
대표자		
발간물 수령주소	우편번호	
담당자 연락처	전화 FAX	E-mail :
회원소개 (간략히)		
사업자 등록번호	종목	

회원분류 (해당란에 ✓ 표시를 하여 주십시오)

기 관 회 원 ☐	S 발간물일체	A 계간지
개 인 회 원 ☐		
연 구 자 회 원 ☐		

* 회원번호

* 갱신통보사항

(* 는 기재하지 마십시오)

특기사항

--



A Study on the Analysis of Regulatory Innovation Strategies in the Fields of Science and Technology in Major Advanced Countries

Yong-Chan Choi and Kyungmoo Heo

주요 선진국들은 반도체, 첨단바이오, AI, 양자 등 핵심 기술 분야에서 자국의 기술 경쟁력과 산업 생태계를 강화하기 위해 규제 혁신과 지원 정책을 추진하고 있다. 한국도 이에 대응하여 과학기술분야 규제환경·규제요건을 선제적으로 스캐닝하는 체계 마련, R&D 단계부터 규제를 함께 통합적 접근하는 전략 강화, 국제 규제와의 정합성 강화, 주요 과학기술분야 규제 샌드박스 강화 등을 포함한 종합적인 전략 마련이 필요하다.

