

▶ 참여연구진

저 자 강영주, 이재용, 김정숙

연구진 연구책임자 강영주 | 한국지방행정연구원 연구위원
공동연구원 이재용 | 한국지방행정연구원 연구위원
김정숙 | 충북대학교 행정학과

연구요약

1. 연구배경 및 목적

□ AI 기술 발전에 따른 규제 패러다임 전환 필요성

- 전 세계적으로 AI 기술이 사회경제 시스템 전반의 근본적 변화를 추동하는 핵심 동력으로 부상함에 따라, 각국은 미래 기술 패권 경쟁에서 우위를 점하기 위한 제도적 지원책 마련에 집중하고 있음
 - 예측 불가능한 속도로 발전하고 타 산업과의 융복합이 활발한 AI 기술의 특성상, 법률에 열거된 행위만을 허용하는 현행 포지티브 규제 체계로는 혁신 속도에 맞춘 적시 대응이 어려운 근본적 미스매치가 발생함

□ 부산시 AI 신산업 정책 비전과 현행 규제 간 괴리

- 부산광역시는 스마트시티 국가시범도시 조성과 더불어 'AI BUSAN' 종합전략 등 인공지능 전환(AI) 정책을 활발히 추진하고 있으나, 현행 규제샌드박스 제도의 한시적·제한적 특성으로 인해 AI 신산업의 본격적 실증 및 사업화에 한계가 있음
 - 부산시의 AI 신산업 허브 도약 비전과 현행 규제 시스템 간의 괴리가 지역 혁신 잠재력 발현을 가로막는 핵심 제약 요인으로 작용함

□ 부산 AI 네거티브 규제 테스트베드의 법·제도적 기반 및 실행 로드맵 제시

- 본 연구는 부산시가 대한민국 AI 신산업을 선도하는 혁신 거점으로 자리매김할 수 있도록, 'AI 네거티브 규제 테스트베드'의 성공적 지정을 위한 체계적인 법·제도적 기반과 구체적인 실행 로드맵을 제시하는 것을 목적으로 함
 - AI 기술의 특수성을 반영한 네거티브 규제 모델과 핵심 원칙 중심의 AI 프레임워크를 설계하여, 기업에게는 예측 가능한 실증 환경을, 사회적으로는 안전성을 확보하는 균형 잡힌 정책 대안을 모색함
 - 부산 지역 AI 기업들이 참여할 수 있는 규제샌드박스 유망 과제를 발굴하고, 지역 주도 규제혁신의 '부산형 롤모델'을 창출하여 타 지역으로 확산할 수 있는 정책적 기반 구축에 기여하고자 함

2. 주요 연구 결과

□ AI 규제개혁의 이론적 기반과 해외 사례 분석

- 네거티브 규제는 '원칙허용·예외금지'의 포괄주의에 입각한 사전허용·사후 규제 중심의 방식으로, 4차 산업혁명 시대 신기술·융합산업의 시장 진입을 촉진하고 규제 대응의 신속성과 유연성을 확보하기 위해 도입되었음
 - 포괄적 네거티브 규제체계는 입법방식의 유연화(네거티브 리스트, 포괄적 개념정의, 유연한 분류체계, 사후평가관리)와 규제샌드박스 도입으로 구성됨
- EU, 영국, 일본, 싱가포르 등 주요국의 AI 규제 및 테스트베드 사례 분석을 통해 3대 설계 원칙을 도출하였음
 - 위험 기반 차등규제(Risk-based): AI 시스템의 위험 수준에 따른 단계별 규제 적용
 - 성과·사후관리 기반 규율(Outcome-based): 사전 규제 최소화 및 결과 중심의 책임 체계 구축
 - 실증 기반 규제혁신(Testbed-driven): 실증을 통한 규제 타당성 검증 및 제도화 연계
- 부산형 네거티브 규제 모델은 단순한 규제 완화가 아닌, 실증을 통해 규제의 타당성을 검증하고 제도화로 연결하는 혁신적 규제체계로 설계되어야 함을 확인하였음

□ 부산 AI 현황 및 실증 여건 분석

- 부산시는 「AI 산업 육성 조례」 및 'AI BUSAN' 종합전략을 통해 강력한 정책적 기반을 확보하였으나, 중앙부처 소관의 포지티브 법령과 충돌하여 실제 산업화가 지연되는 '정책과 규제의 미스매치' 상황에 직면해 있음
 - 에코델타 스마트시티(EDC)를 중심으로 AI 기반 신기술 실증 여건이 조성되어 있으나, 제도적 뒷받침 부족으로 본격적 사업화에 한계가 존재함

- 3대 핵심 실증 산업(로봇주차, 자율주행, AI 정수장)의 공통 규제 쟁점을 도출하고, 이에 근거하여 3대 정책 과제를 도출하였음
 - 공통 규제 쟁점: 현행 포지티브 법령과의 근본적 충돌(법률의 경직성), 신기술 고유의 규제 공백(책임 소재·데이터·보험 등), 거버넌스 및 실증 공간의 분절(제도의 파편성)
 - 3대 정책 과제: 포괄적 지원 기반 마련을 위한 특별 조례 제정, 산업별 특성을 반영한 맞춤형 규제안 설계, 부처 간 협력을 위한 통합 거버넌스 구축

□ 부산 AI 네거티브 규제 설계 방안

- 부산 AI 네거티브 규제 설계 모형은 '누가(Who)-무엇을(What)-어떻게(How)' 관점에서 상호 연계된 구조로 설계되었으며, 중앙정부-지방정부-전문기관-민간·학계가 함께 설계·집행하는 복합 거버넌스 체계를 전제로 함
 - 산업별 규제 설계는 3단계 구조로 구성: ①금지 목록(Negative List), ②조건부 허용(Conditional Permission), ③규제샌드박스(실증특례)
- 로봇주차·자율주행·AI 정수장 각 산업의 특성을 반영한 맞춤형 규제안을 제시하였음
 - 각 산업별로 명시적 금지행위 목록, 조건 충족 시 허용되는 행위, 실증특례가 필요한 사항을 구체화함
 - 국제 표준(EU AI Act, ISO, UNECE 등)과의 정합성을 확보하는 방향으로 설계함
- 통합 거버넌스 구축을 위해 '부산 AI 네거티브 규제 위원회'를 중심으로 한 단일창구(One-Stop Shop) 체계와 「부산광역시 AI 산업 실증 지원에 관한 특별 조례」 제정 방안을 제안하였음

□ 부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 구축 및 운영 방안

- 테스트베드 구축의 기본 운영 원칙으로 데이터 기반 운영, 민간참여 활성화, 시민참여형 관리, 지속가능 재정체계, 스마트 규제 및 평가체계를 설정하였음

- 에코델타 스마트시티(EDC)를 핵심 혁신 거점으로 선정하고, 기존 인프라와의 연계 전략 및 선도지구 성과관리 체계 구축 방안을 제시함
- 로봇주차·자율주행·AI 정수장 각 산업별 테스트베드 구축 방안을 구체화하였음
 - 세종시 자율주행 테스트베드 등 선행 사례를 벤치마킹하여 부산형 테스트베드의 운영 모델을 설계함
 - 실증 프로세스, 안전 매뉴얼, 데이터 관리 체계 등 운영 지원 체계를 포함함
- 테스트베드 운영 및 지원 체계로 실증 인프라 지원, 데이터 관리, 기업·사업자 지원 플랫폼, 안전·윤리·책임성 지원, 운영규칙 등을 제시하였음

□ 부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 활성화를 위한 정책 제언

- 부산광역시 추진과제로 법·제도적 기반 조성, 통합 거버넌스 구축, 핵심 인프라 구축, 안전 체계 마련, 인력 양성 및 사회적 수용성 제고 5대 핵심 과제를 제안하였음
 - 「부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 특별 조례」 제정 및 규제샌드박스 연계 실증특례 일괄 신청 체계 구축
 - ‘부산 AI 네거티브 규제 위원회’ 설치 및 원스톱 창구 운영을 통한 통합 거버넌스 구축
 - 에코델타시티(EDC) 중심 테스트베드 구축과 도심형 자율주행 인프라·가덕도 신공항 연계 모빌리티 허브 구상
 - 공통 세이프가드 패키지 및 원격관제 제도화 기준 마련
 - 전 학력·연령대 참여 가능한 고용 스펙트럼 활용 및 사회적 수용성 제고 프로그램 운영
- 부산 AI 네거티브 규제 테스트베드의 법적 근거 확보 및 제도화를 위한 법제도 개선 방안으로 5가지 대안을 비교·분석하고 권장안을 제시하였음
 - 1안: 부산특별법 제정, 2안: 부산글로벌허브도시특별법 활용, 3안: 개별법 개정, 4안: 복합적 접근, 5안: 광역연합형 법·제도 구축

- 단기 실증과 중장기 법제화를 동시에 추진할 수 있는 4안(복합적 접근)을 권장안으로 제시함
- 부산시·중앙정부·민간 부문 등 관계자별로 AI 네거티브 규제 테스트베드 활성화를 위한 역할과 추진 과제를 제안하였음
 - (부산시) 강력한 컨트롤타워 구축, 지원 조례 제정권의 전략적 활용, 부울경 광역 협력체계 구축
 - (중앙정부) '한시적 실증'을 '영구적 법제화'로 연계하는 환류 장치 의무화, 부처 간 칸막이 해소, AI 산업 생태계 구축을 위한 재정 지원
 - (민간 부문) 자율적 안전관리 체계 구축, 기존 산업과의 상생 협력 모델 참여, 지역 기반 산업 생태계 참여, 기술 주권 확보 노력

목 차

제 1 장 서 론

제1절 연구배경 및 필요성	3
1. 연구 배경	3
2. 연구 목적	4
제2절 연구범위 및 방법	6
1. 연구범위	6
2. 연구방법	7

제 2 장 AI 규제개혁의 이론적 기반과 해외 사례 분석

제1절 신산업 규제 개혁의 이론적 기반	11
1. 네거티브 규제의 개념	11
2. 규제샌드박스과 네거티브 규제의 연계성	17
제2절 AI 네거티브 규제 제도 설계 원칙	25
1. 네거티브 규제 제도 설계 원칙	25
2. AI 분야 규제제도 설계 원칙	33
제3절 주요국 AI 규제 및 테스트베드 사례 분석과 종합	37
1. 주요국 AI 규제 정책 현황	37
2. 해외 AI 테스트베드 운영 사례	81
제4절 정책적 시사점	89

제 3 장 부산 AI 현황 및 실증 여건 분석

제1절 부산 지역 AI 산업 생태계 현황	93
1. 국가 차원의 AI 정책 환경	93
2. 부산광역시의 AI 제도화	97
3. 부산 AI 종합전략의 구조 및 특징	100
4. 에코델타시티 실증 사례	101
5. 정책적 함의	103
제2절 3대 핵심 실증 산업 현황 및 규제 분석	106
1. 로봇주차 산업	106
2. 자율주행 산업	110
3. AI 정수장 산업	117
제3절 소결: 규제 쟁점과 제도 설계 과제	124

제 4 장 부산 AI 네거티브 규제 설계 방안

제1절 부산 AI 네거티브 규제 설계 모형	129
제2절 산업별 네거티브 규제 설계 방안	131
1. 로봇주차 산업	131
2. 자율주행 산업	148
3. AI 정수장 산업	161
4. 종합	177
제3절 통합 거버넌스 구축 및 법적 기반 설계	179
1. 통합 거버넌스 구축 방안	180
2. 법적 기반: (가칭)「부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 특별 조례」설계 ..	183

목 차

제 5 장 부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 구축 및 운영 방안

제1절 테스트베드 구축 기본 방향	189
제2절 산업별 테스트베드 구축 방안	194
1. 로봇 주차	194
2. 자율주행 산업	207
3. AI 정수장	214
제3절 테스트베드 운영 및 지원 체계	223
1. 통합 운영 체계	223
2. 지원 인프라 및 플랫폼	230

제 6 장 부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 활성화를 위한 정책 제언

제1절 부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 활성화를 위한 정책 제언	239
1. 부산광역시 추진과제	239
2. 법제도 개선 방안	243
3. 정책 제언	251
제2절 연구 결과 요약	256
참고문헌	259
부록	270

표 목차

표 2-1		포지티브 규제와 네거티브 규제간 비교	13
표 2-2		입법방식 유연화의 네 가지 유형	17
표 2-3		규제샌드박스 운영 근거법	19
표 2-4		규제샌드박스 운영 근거법	23
표 2-5		네거티브 규제 입법방식 유형	28
표 2-6		AI 규제샌드박스와 관련된 최신 정책 동향	33
표 2-7		규제샌드박스와 AI규제샌드박스 비교	34
표 2-8		AI 규제샌드박스 설계를 위한 전략 및 정책과제	36
표 2-9		EU 인공지능법 주요 입법과정	38
표 2-10		EU 인공지능법 체계	39
표 2-11		EU 인공지능법안 위험 기반 규제방식 체계	44
표 2-12		범용 AI 모델 제공자의 의무	47
표 2-13		EU 인공지능법안 혁신조치	47
표 2-14		기관별 수행 역할	50
표 2-15		EU 자문기구의 수행 역할	51
표 2-16		범부문 5대 원칙	58
표 2-17		범부문 5대 원칙별 규제기관의 역할	60
표 2-18		중앙기능별 주요 역할 및 도입 근거	62
표 2-19		일본 ‘AI 잠정적 쟁점 정리’ 주요 과제	65
표 2-20		일본 ‘AI 잠정적 쟁점 정리’ 주요 과제	67
표 2-21		일본 AI 안전성 평가 관점 가이드 (제 1.1판)	69
표 2-22		일본 AI 사업자 가이드라인	72
표 2-23		AI 사업자 가이드라인의 10대 공통 지침	73
표 2-24		고도 AI 시스템 관련 사업자를 위한 공통 지침	74
표 2-25		AI 거버넌스 구축	75
표 2-26		일본 인공지능추진법의 기본 정책 수립	79
표 2-27		싱가포르 자율주행 교통위원회의 자율주행 개발 민-관 파트너십	83

표 목차

표 3-1	인공지능 학습데이터 개인정보 처리 관련 법적 이슈	96
표 3-2	부산시 3대 육성 방향 및 9대 전략산업 구조	99
표 3-3	4대 AI 플래그십 구조	100
표 3-4	4대 AI 플래그십 구조	101
표 3-5	규제샌드박스 실증 특례 및 운영 사례	103
표 3-6	부산 AI 산업 생태계 구조도	105
표 3-7	자율주행차 로드맵	111
표 3-8	세계경제포럼(WEF)의 자율주행 로드맵	112
표 4-1	부산 AI 네거티브 규제 설계 모형	129
표 4-2	네거티브 리스트	136
표 4-3	조건부 허용 리스트	138
표 4-4	규제 샌드박스 유형 및 예시	141
표 4-5	거버넌스 주체별 역할	142
표 4-6	네거티브 규제 전환을 위한 로봇주차 분야 법·제도 개선	147
표 4-7	네거티브 리스트	150
표 4-8	조건부 허용 리스트	152
표 4-9	규제 샌드박스 유형 및 예시	155
표 4-10	거버넌스 주체별 역할	155
표 4-11	네거티브 규제 전환을 위한 법·제도 개선	159
표 4-12	AI 정수장 조건부 허용 리스트	162
표 4-13	거버넌스 주체별 역할과 책임	166
표 4-14	AI 정수장 관련 법령 및 규정	169
표 4-15	산업별 AI 네거티브 규제 설계 방안 종합	177
표 5-1	에코델타시티 AI 네거티브 규제 테스트베드 구축 기본방향 및 3대 실증 산업	193

표 5-2	산업별 에코델타시티 실증 테스트베드 적용	229
표 6-1	AI 테스트베드 관련 법안 개요	243
표 6-2	대안별 특징 및 장단점	249
표 6-3	핵심 법령 개정안	251

그림 목차

그림 1-1		본 연구의 구성	8
그림 2-1		포괄적 네거티브 규제 체계	15
그림 2-2		규제샌드박스 제도 개요	21
그림 2-3		포괄적 네거티브 전환 개념도	25
그림 2-4		위험 기반 접근 규제방식 체계	43
그림 2-5		EU 인공지능법 거버넌스 체계	48
그림 3-1		현대자동차 주차 로봇	106
그림 3-2		AI 정수장	117
그림 4-1		부산 AI 네거티브 규제 설계 모형	179
그림 5-1		시정수장의 개념도	219

제 1 장

서론

제1절 연구배경 및 필요성

제2절 연구범위 및 방법

제1절

연구배경 및 필요성

1. 연구 배경

- 전 세계적으로 AI 기술이 단순한 기술 혁신을 넘어 사회경제 시스템 전반의 근본적인 변화를 추동하는 핵심 동력으로 자리매김하고 있으며, 이에 따라 각국은 미래 기술 패권 경쟁에서 우위를 점하기 위한 국가적 차원의 제도적 지원책 마련에 집중하고 있음
 - 특히 예측 불가능한 속도로 발전하고 타 산업과의 융복합이 활발하게 일어나는 AI 기술의 특성은, 법률에 열거된 행위만을 허용하는 현행 포지티브 규제(Positive Regulation) 체계로는 그 잠재력을 온전히 담아내거나 혁신 속도에 맞춰 적시 대응하기 어려운 근본적인 미스매치를 야기함
- 이러한 시대적 흐름 속에서 부산광역시는 스마트시티 국가시범도시의 성공적 조성¹⁾과 더불어 산업, 시민, 인재 등 사회 전 분야에 걸친 인공지능 전환(AI) 정책을 활발히 추진하며, 지역의 미래 성장 동력을 AI 기반 신산업 생태계에서 찾으려는 선도적 노력을 경주하고 있음¹⁾
 - 그러나 현재 운영 중인 규제샌드박스 제도는 혁신 기술의 시장 진입을 지원하는 긍정적 역할에도 불구하고, 개별 과제에 대한 한시적·제한적 허용이라는 틀에 머물러 있어 AI와 같이 파급력이 크고 복합적인 기술의 실증 수요에 신속하고 포괄적으로 대응하기에는 역부족인 상황임

1) 부산시는 AI 산업의 전략적 육성과 사회 전반의 AI 기술 도입·활용을 촉진하는 데 필요한 사항을 규정하기 위해 「부산광역시 인공지능 산업 육성 및 도입·활용 활성화에 관한 조례안」을 마련하였으며, 법적 구속력을 갖춘 제도의 틀 안에서 체계적으로 추진될 수 있는 기반을 마련했다는 점에서 중요한 진전으로 평가됨

- 더욱이 스마트시티 구현에 필수적인 AI, 자율주행 모빌리티 등 핵심 신산업 분야에서 규제 장벽을 넘어 성공적으로 안착한 규제샌드박스 사례가 부족한 현실은, 부산시가 추진하는 담대한 기술 실증의 불확실성을 높이고 글로벌 경쟁에서 뒤처질 수 있다는 우려를 낳고 있음
- 결국 부산시가 AI 신산업의 허브로 도약하려는 정책적 비전과 현행 규제 시스템이 제공하는 제도적 지원 수단 사이에 존재하는 괴리는, 지역의 혁신 잠재력이 온전히 발현되지 못하게 가로막는 핵심적인 제약 요인으로 작용하고 있음
- 따라서 AI 기술혁신을 가로막는 규제 불확실성을 해소하고 지역의 성장 잠재력을 극대화하기 위해서는, 기존의 단편적인 규제 특례 방식을 뛰어넘어 예측 가능성과 자율성을 보장하는 새로운 개념의 포괄적인 제도적 기반 마련이 절실히 요구됨

2. 연구 목적

- 본 연구는 부산시가 대한민국 AI 신산업을 선도하는 혁신 거점으로 자리매김할 수 있도록, 'AI 네거티브 규제 테스트베드'의 성공적 지정을 위한 체계적인 법·제도적 기반과 구체적인 실행 로드맵을 선제적으로 제시하는 것을 궁극적인 목적으로 함
 - 이를 위해 AI 기술의 특수성을 깊이 있게 분석하고 '금지된 것을 제외한 모든 것을 허용'하는 네거티브 규제 모델과 핵심 원칙 중심의 AI 프레임워크를 설계함으로써, 기업에게는 예측 가능한 환경 속에서 기술 실증의 자율성을 부여하고 사회적으로는 안정성을 확보할 수 있는 균형 잡힌 정책 대안을 모색함
 - 나아가 여러 부처에 산재한 복잡한 규제를 일괄적으로 해소할 수 있는 범부처 차원의 네거티브 규제 특례법 제정의 필요성과 핵심 논리를 개발하며, 부산 지역의 AI 기업들이 직접 참여하여 시너지를 창출할 수 있는 실질적인 규제샌드박스 유망 과제를 발굴하여 제시함

- 최종적으로 본 연구의 결과물이 부산을 AI 기술의 실증과 사업화가 자유로운 글로벌 혁신 허브로 성장시키는 동시에, 지역 주도의 규제혁신 성공사례인 ‘부산형 롤모델’을 창출하여 다른 지역으로 확산시킬 수 있는 견고한 정책적 기반을 구축하는 데 기여하고자 함

제2절

연구범위 및 방법

1. 연구범위

○ 공간적 범위

- 본 연구의 공간적 범위는 부산광역시를 핵심 분석 대상으로 설정함
- 특히, 부산시 내에서도 에코델타 스마트시티 국가시범도시와 같이 AI 기반 신기술 도입이 활발하게 논의되는 지역을 심층 사례로 분석함
- 또한, 정책적 비교와 시사점 도출을 위해 세종 국가시범도시 및 국내 타 규제자유특구의 운영 사례를 비교 분석 대상에 포함하며, 해외의 성공적인 AI 및 신산업 관련 규제혁신 사례(예: 싱가포르, 영국 등)를 분석하여 글로벌 동향과 정책적 시사점을 도출하고자 함

○ 시간적 범위

- 시간적 범위는 규제샌드박스 제도가 시행된 2019년 1월 이후를 포함함
- 이후 2025년 현재까지 국내외에서 진행된 네거티브 규제 및 AI 관련 테스트베드 논의, 관련 법령 제·개정 동향, 그리고 정책 보고서 등을 포괄적으로 분석함
- 이를 통해 AI 네거티브 규제 테스트베드 도입의 정책적 맥락과 제도적 변천 과정을 체계적으로 고찰하고, 최신 동향까지 반영하여 미래지향적인 정책 대안을 제시하고자 함

○ 내용적 범위

- 첫째, AI 및 신기술 산업에 대한 규제의 내용과 네거티브 규제, 규제샌드박스의 개념 및 제도를 분석함
- 둘째, 국내 네거티브 규제 및 규제샌드박스 제도와 영국·싱가포르·미국·일본 및 EU의 제도를 비교하여 분석함
- 셋째, 부산의 AI 산업의 구조 및 지원 제도를 분석하고, 부산 내 AI 기업의 규제 관련 개선 사항을 조사함
- 네거티브 규제 테스트베드 지정 등 부산형 규제혁신 모델을 제시함

- 부산의 자원 및 잠재력을 극대화할 수 있는 광역연계형 규제자유특구 거버넌스 개선 방안을 제시함

2. 연구방법

□ 본 연구는 제도 설계에 적합한 다양한 분석 방법을 활용하고자 함

- 문헌 분석: 규제 유연성 및 규제 거버넌스 관련 기존 연구 문헌, 국내외 규제 연구기관의 정책 보고서 등을 정리 및 검토
- 법령 분석: 행정규제기본법 및 ICT 융합법, 산업융합촉진법, 금융혁신법, 지역특구법 등 규제혁신 관련 법률의 규제 특례 조항 및 운영 규정, 실제 운영 실적 분석
- 해외 사례 비교 분석: 영국, 싱가포르, 미국, 일본 등 주요국의 규제 샌드박스 운영 사례 및 신기술 규제 방식(특히 AI, 자율주행, VR/AR, 핀테크, 승차 공유 서비스 등의 규제 유연성 비교를 통해 시사점 도출 등) 비교 분석
- 전문가 면담 조사: 신산업 분야 규제 전문가들을 대상으로 면담 조사를 실시하여 규제 개혁의 방향성 및 중요도-만족도 평가를 통해 정책 제언 도출
- 이해관계자 심층 면담(또는 설문조사): 부산 지역의 AI·모빌리티 신산업 기업, 스타트업, 연구 기관 및 시민단체 등을 대상으로 규제 애로사항, 규제 준수에 따른 행정 부담, 개선 필요사항 등 심층 확인

□ 본 연구는 다음과 같이 구성됨

[그림 1-1] 본 연구의 구성

단계	연구내용	연구방법
제2장 AI 규제개혁 및 테스트베드 이론적 고찰	<ul style="list-style-type: none"> • 신산업 규제개혁 이론 (네거티브, 샌드박스) • AI 네거티브 규제 설계 원칙 • 주요국 AI 규제 및 테스트베드 사례 분석 (EU, 영국, 일본, 싱가포르) • 정책적 시사점 도출 	문헌분석 사례분석
↓		
제3장 부산 AI 산업 현황 및 실증 여건 분석 (As-Is)	<ul style="list-style-type: none"> • 부산 AI 정책 환경 및 생태계 분석 • 3대 핵심 실증 산업(로봇주차, 자율주행, AI 정수장) 현황 및 규제 분석 • 종합 쟁점 및 과제 도출 	문헌분석 심층면담
↓		
제4장 부산 AI 산업 네거티브 규제 제도 설계 (To-Be)	<ul style="list-style-type: none"> • 부산 AI 네거티브 규제 설계 모형 • 3대 산업별 네거티브 규제 설계 방안 • 통합 거버넌스 구축 및 법적 기반 설계 	문헌분석 심층면담
↓		
제5장 부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 구축 및 운영 (How-to)	<ul style="list-style-type: none"> • 테스트베드 구축 기본 방향 (EDC 중심) • 산업별 테스트베드 상세 구축 방안 • 테스트베드 실행 및 통합 운영 체계 (프로세스, 안전 매뉴얼) • 자원 인프라 구축 방안 (데이터, 인증 등) 	심층면담 (수요분석)
↓		
제6장 결론 및 정책 제언	<ul style="list-style-type: none"> • 연구 결과 종합 및 최적 대안 도출 • 법·제도·거버넌스 개선을 위한 정책 제언 	종합분석

제 2 장

AI 규제개혁의 이론적 기반과 해외 사례 분석

제1절 신산업 규제 개혁의 이론적 기반

제2절 AI 네거티브 규제 제도 설계
원칙

제3절 주요국 AI 규제 및 테스트베드
사례 분석과 종합

제4절 정책적 시사점

AI 규제개혁의 이론적 기반과 해외 사례 분석

제1절

신산업 규제 개혁의 이론적 기반

1. 네거티브 규제의 개념

1) 개념

□ 개념

- 네거티브 규제란 명시적으로 금지되지 않는 한 모든 것을 허용한다고 보는 원칙허용·예외 금지 규제방식으로 포지티브 규제의 반대 개념을 의미함(관계부처 합동, 2017)
 - 네거티브 규제는 원칙허용·예외금지로 포괄주의에 입각한 사전 허용 및 사후규제 중심의 방식이라면 포지티브 규제는 원칙금지·예외 허용으로 열거주의에 입각한 사전규제 방식임(배영임·신혜리, 2020)
- 네거티브 규제방식은 법률적으로 확립되지 않았으며, 국제적으로도 통용되지 않은 개념
 - 무역규제 분야에서 통용되어 사용되어 온 네거티브 리스트(negative list)에서 유래한 것으로 보고 있음(김유환·황태희, 2008; 관계부처 합동, 2017)
 - 국내에서는 네거티브 규제방식을 원칙허용·예외금지 혹은 사전허용·사후 규제 방식 등으로 혼용하여 사용 중(관계부처 합동, 2017)
- 이러한 네거티브 규제는 협의와 광의의 개념으로 구분할 수 있음
 - 먼저, 협의의 네거티브 규제란 형식적인 네거티브 리스트를 의미하며, 금지사항을 열거하고 열거되지 않은 사항을 원칙적으로 허용하는 법령 서술 방식으로 정의됨(관계부처 합동, 2017)

- 하지만 이처럼 협의의 방식으로 본다면 실제로 네거티브 규제방식으로 구현할 수 있는 규제유형은 매우 제한적일 수 있음

○ 네거티브 규제의 개념을 광의로 확장할 경우, 형식적 요건을 충족하지 않더라도 실질적으로 네거티브 규제와 동일한 효과를 지니는 규제 방식까지 포괄하는 개념으로 이해할 수 있으며, 이에 따라 포괄주의, 원칙중심규제, 자율규제, 사후적 규제 등이 모두 네거티브 규제방식의 범주에 포함됨(성희황, 2018; 한국규제학회, 2021).

- 실제로 정부는 빠르게 변화하는 산업 환경에 대응하기 위해 기존의 네거티브 리스트 규제(원칙허용·예외금지)를 사전허용·사후규제를 중심으로 하는 포괄적 네거티브 규제체계로 확장·전환하고 있음(박정수 외, 2020)
- 신산업과 신기술의 발전 양상을 예측하여 규제 이슈를 선제적으로 발굴·정비하는 규제개선 로드맵을 구축하는 등 네거티브 규제의 개념을 확장하는 방향으로 정책 전환을 추진하였음(박정수 외, 2020)

□ 도입 배경 및 목적

- 우리나라의 법과 규제는 대부분 포지티브 방식으로 제도적으로 허용할 수 있는 항목을 모두 나열하고 이를 제외하면 모두 허용하지 않는 방식으로 구성되어 있음
- 4차 산업혁명으로 인한 기술·산업 환경 변화 대응차원에서 기존의 경직된 규제체계로 인한 신기술 사업화 지연 및 정체 문제를 극복하고자 규제혁신의 차원에서 네거티브 규제가 도입되기 시작함
 - ICT 기반 융합 기술과 신산업의 급속한 등장으로 기존의 열거 중심적 포지티브 규제체계로는 새로운 기술과 서비스를 적시에 수용하기 어렵다는 한계가 부각되었음(배영임·신혜리, 2021)
 - 기존 규제의 부적합성, 적용 가능한 규제의 부재, 제도적 미비 등으로 인해 신기술 및 서비스의 시장 진입이 지연되면서 기업의 투자 활동과 경영 의사결정에 제약이 발생하고, 신사업 추진이 위축되는 문제가 나타남(이혜영, 2023)

- 포괄적인 금지로 인한 자율성 침해와 경제활동 위축 문제가 제기되면서, 이에 대한 대안으로 보다 유연하고 신속한 규제방식인 네거티브 규제가 도입됨(김근혜, 2017)

□ 네거티브 규제와 포지티브 규제 비교

- 네거티브(negative) 규제는 규제의 대상·행위 등을 규율하는 방식에 따라 포지티브(positive)규제와 구분하는 개념으로 사용되며 구체적인 두 유형의 차이는 다음의 표와 같음(한국규제학회, 2021)
 - 네거티브 규제는 원칙허용·예외금지 포괄주의에 입각한 사전 허용 및 사후규제 중심의 방식이라면 포지티브 규제는 원칙금지·예외 허용으로 열거주의에 입각한 사전규제 방식으로 구체적인 특징 비교는 아래의 표와 같음(배영임·신혜리, 2020; 김근혜, 2017)

[표 2-1] 포지티브 규제와 네거티브 규제간 비교

구분	포지티브 규제체계	네거티브 규제체계
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 원칙금지·예외허용 : 열거된 것만 제한적으로 허용 • 규정중심(Rule Based)의 열거주의 • 국가의 감독·규제 위주 법체계 • 기본권의 최소 보장 • 융합 등 기술환경 변화에 대응 곤란 • 사전규제 중심 • 규제자(행정부)의 재량이 큼 • 사후 문제발생 최소화에 초점 → 규제 많음 	<ul style="list-style-type: none"> • 원칙허용·예외 금지 : 금지한 것 외에는 모두 허용 • 원칙중심(Principle Based)의 포괄주의 • 민간의 자율·창의 중심 법체계 • 기본권의 최대 보장 • 융합 등 기술변화에 기민한 대응 가능 • 사후관리와 사후규제 중심 • 규제자(행정부)의 재량이 적음 • 최소규제에 초점 → 규제 적음
적용예시	~어느 하나에 해당하는 사업의 경우에만 할 수 있다.	~에 해당되는 사업의 경우를 제외하고는 할 수 있다.

출처: 김근혜(2017:66)

- 네거티브 규제는 금지되는 것만 최소한으로 규제하고 나머지는 모두 허용한다는 점에서 시장의 자율적 정화기능을 제고하여 국민의 창의와 혁신을 발현할 수 있게 하고, 국민의 기본권을 제한하지 않으며, 정부가 정책적

환경변화에 대해 신속하고 유연한 규제 대응을 할 수 있도록 함(김근혜, 2017; 한국규제학회, 2021)

- 네거티브 규제는 포지티브 규제에 비해 시장의 자율성과 혁신 역량을 촉진하고, 행정적 효율성을 제고할 수 있다는 점에서 중요한 장점을 지님
- 첫째, 네거티브 규제는 법령에 명시된 금지사항을 제외하고는 원칙적으로 자유를 보장함으로써 국민과 기업의 자율성을 확대하고, 창의적 활동과 혁신을 촉진함(최승필, 2011; 김근혜, 2017)
- 둘째, 시장의 자율적 정화 기능을 전제로 규제대상을 최소화함으로써 헌법상 기본권 제한의 최소화 원칙에 부합하고, 직업 선택의 자유 및 기업활동의 자유를 보장함(한국규제학회, 2021)
- 셋째, 기존 규제체계로는 수용하기 어려운 신산업 및 융·복합 산업 분야에서 유연하고 새로운 방식의 규제 설계가 가능하여 4차 산업혁명과 같은 기술·산업 환경 변화에 효과적으로 대응할 수 있음(국무조정실, 2022)
- 마지막으로, 포지티브 규제에 비해 행정청의 규제 개입 범위가 축소되어 규제준수 감시비용 등 행정비용이 경감될 수 있어 정책 집행의 효율성을 높이는 데 기여함(한국규제학회, 2021)

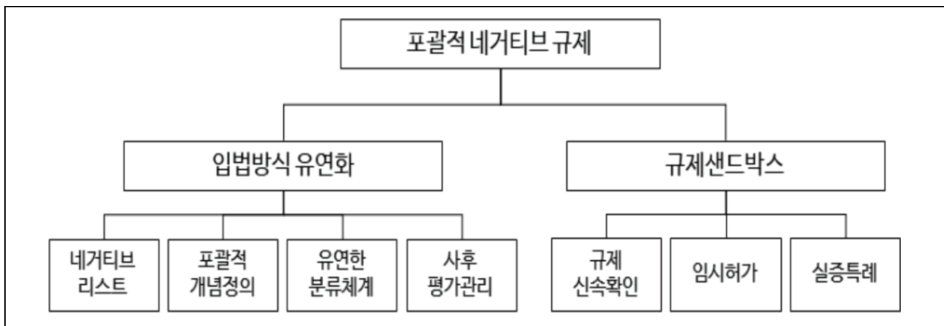
2) 법제도적 기반

□ 한국의 네거티브 규제 도입의 흐름

- 한국에서 네거티브 규제 방식은 2010년 국가경쟁력 강화위원회에서 법제처가 모호한 사항을 금지로 해석하는 규제 관행을 개선하고 불필요한 규제를 줄이기 위한 방안으로 처음 제시된 것으로 알려짐(김태호, 2017; 한국규제학회, 2021).
- 이후 2013년 규제개혁위원회는 규제기본법과 규제개혁 추진체계 등을 전면 개편하는 규제개혁을 단행하고, 모든 신설규제를 네거티브 규제방식 및 일몰제로 운영하기 시작함(한국규제학회, 2021)
 - 한국에서 네거티브 규제 패러다임의 본격적인 전환은 문재인 정부 시기 신산업 분야에 포괄적 네거티브 규제방식이 도입되면서 시작됨

- 2017년 국무조정실은 「신산업 분야 우선허용·사후규제 체계 전환」 추진 과제를 발표하며, 기존의 ‘원칙허용·예외금지’ 방식의 네거티브 리스트 규제 개념을 확장하여 사전허용·사후규제를 핵심으로 하는 포괄적 네거티브 규제로의 전환을 추진하였음
 - 포괄적 네거티브는 협의의 네거티브 리스트 방식을 포함하는 사후규제 체계로, “신제품과 신서비스 출시를 먼저 허용하고 필요시 규제하는 체계를 위한 다양한 입법 방식과 혁신제도를 포괄하는 것”을 의미함(관계부처 합동, 2017)
- 2017년에 발표된 「신산업 네거티브 규제 발굴 가이드라인(안)」은 개정을 거쳐 2019년 10월 『포괄적 네거티브 규제 전환 가이드라인』으로 확정·배포 되었으며, 이 가이드라인에서는 “입법방식의 유연화”와 “규제샌드박스의 도입”을 규제혁신을 위한 핵심 전략으로 제시함(홍승헌, 2021).

[그림 2-1] 포괄적 네거티브 규제 체계



출처: 국무조정실 보도자료(2019.4.18.)

- 2019년 이후 한국의 네거티브 규제 전환은 법·제도적 기반의 정비와 적용 범위의 확대를 중심으로 본격화되었음
- 2019년에는 제3차 포괄적 네거티브 규제전환을 통해 적용 대상을 신산업에 한정하지 않고 기존 산업 전반으로 확대하였으며, 규제 전환 방식 또한 현장 건의 중심의 하향식(bottom-up) 방식에서 정부 주도의 상향식(top-down) 법령 조사 방식으로 전환되었음(한국규제학회, 2021)

- 아울러 「행정규제기본법」 개정안이 통과되면서 제5조의2(우선허용·사후 규제 원칙)가 신설되는 등 포괄적 네거티브 규제체계의 법적 근거가 마련되어 제도 운영의 기반이 한층 공고해졌음(배영임·신혜리, 2020)
- 2020년 이후에도 문재인 정부는 네거티브 규제의 전면 확산, 규제샌드박스의 보완 및 발전, 미래 대비 선제적 규제혁파 등을 규제개혁의 핵심 방향으로 지속적으로 추진함(박정수 외, 2020)

3) 포괄적 네거티브 규제

□ 개념 및 규제체계

- 포괄적 네거티브는 협의의 네거티브 리스트 방식을 포함하는 사후규제 체계로, “신제품과 신서비스 출시를 먼저 허용하고 필요시 규제하는 체계를 위한 다양한 입법 방식과 혁신제도를 포괄하는 것”을 의미함(관계부처 합동, 2017)
 - 포괄적 네거티브 규제체계는 입법방식의 유연화와 규제샌드박스과 같은 혁신 제도의 도입으로 구분되며, 본 항에서는 이 중 입법방식의 유연화에 초점을 맞추어 논의하고자 함
- 입법방식의 유연화는 입법기술적으로 포괄성과 유연성을 보완하기 위한 것으로 다음과 같이 ① 네거티브 리스트 ② 포괄적 개념정의 ③ 유연한 분류체계 ④ 사후평가관리의 4가지 유형으로 구분됨
 - 행정규제기본법 제5조의2(우선허용·사후규제 원칙)에 근거를 두어 입법 방식의 유연화 유형을 다음과 같이 설명하고 있음(김창수, 2022:305)

[표 2-2] 입법방식 유연화의 네 가지 유형

구분	내용	행정규제기본법 제5조의2 법적 근거
네거티브 리스트	• 규제로 인하여 제한되는 권리나 부과되는 의무는 한정적으로 열거하고 그 밖의 사항은 원칙적으로 허용하는 규정 방식	제1항
포괄적 개념정의	• 서비스와 제품의 인정 요건·개념 등에 장래의 신기술 발전에 따른 새로운 서비스와 제품도 포섭될 수 있도록 하는 규정 방식	제2항
유연한 분류체계	• 서비스와 제품에 관한 분류기준에 장래의 신기술 발전에 따른 서비스와 제품도 포섭될 수 있도록 분류기준을 유연하게 정하는 규정 방식	제3항
사후규제	• 그 밖에 신기술 서비스·제품과 관련하여 출시 전에 권리를 제한하거나 의무를 부과 하지 아니하고 필요에 따라 출시 후에 권리를 제한하거나 의무를 부과하는 규정 방식	제4항

출처: 홍승현(2021:9), 김창수(2022:305)를 참고하여 저자 작성

2. 규제샌드박스와 네거티브 규제의 연계성

1) 규제샌드박스의 개념 : 개념, 도입배경, 법제도적 기반, 특징

□ 개념

- 규제샌드박스란 기업들이 신기술을 활용한 신제품·신서비스를 제공하려 하지만 현행 규제에 막혀 시장출시가 불가능한 경우, 한시적으로 현행 규제를 유예해 주어 일정조건(기간·장소·규모 제한)하에 우선 시장에서 실증테스트할 기회를 부여하고, 그 결과 사업의 안전성과 유효성이 입증되면 법령 개정 등을 통해 규제를 개선하는 제도를 의미함(국무조정실, 2022: 14)
- 규제샌드박스는 2015년 영국에서 핀테크 혁신을 위해 금융분야에 도입한 제도로 현재 우리나라를 비롯한 50여개국에서 운영중

- 해외는 주로 금융분야를 중심으로 ‘실증특례’ 방식으로 운영하고 있으나, 한국의 경우 금융을 비롯하여 ICT 융합 및 산업융합 등 실물경제분야도 포함하여 광범위하게 운영하고 있으며 기업의 편의성을 고려하여 ‘임시허가’, ‘신속확인’ 유형을 추가하여 폭 넓게 운영한다는 점에서 차별점을 지님(국무조정실, 2022; 김가운, 2020)
- 신산업 분야에서 혁신 기술과 신서비스가 과도한 규제로 인해 상용화 이전 단계에서 차단되는 것을 방지하기 위해 아이들이 모래놀이터(sandbox)에서 안전하게 뛰놀 수 있는 것처럼 우선적으로 규제를 허용하여 시장에서 테스트하는 기회를 제공함(국무조정실, 2022)

□ 도입배경 및 기대효과

- 2017년 9월, 정부는 국정과제인 「민생과 혁신을 위한 규제 재설계」를 추진하기 위해 기존의 ‘선규제-후허용’ 방식의 포지티브 규제체계를 ‘선허용-후규제’ 방식의 포괄적 네거티브 규제체제로 전환하기 위한 제도적 장치로서 규제 샌드박스를 도입함(김종천·김혜정, 2023)
 - 규제체계의 근본적 전환을 모색하고자 신산업 및 신기술 분야에서의 규제혁신 효과를 극대화하고 국민과 기업의 체감도를 제고하기 위한 정책적 수단으로 도입됨
- 규제샌드박스는 혁신성과 이용자 편의의 증진을 목표로 도입되어 기업, 소비자, 규제기관의 입장에서 다음과 같은 기대효과를 가져올 수 있음
 - 기업은 실증특례 방식을 통해 잠재적인 법적 위험을 피하면서 규정을 준수하는 방식으로 제품과 서비스를 개발 할 수 있어 시장에서의 우위를 점할 수 있음(ERPRS, 2022; 이혜영, 2023)
 - 이러한 효과는 일시적으로는 특정기업의 특혜로 여겨질 수 있지만 궁극적으로 규제개선을 통해 모든 관련 산업 전체와 기업에게 파급되어 제도적 혜택을 주게 됨(김가운, 2020)
 - 소비자는 장기적으로 혁신적인 상품이나 서비스에 대한 선택권을 보장받을 수 있으며, 안전한 제품의 도입으로 이익을 얻게 됨(ERPRS, 2022)

- 규제기관 입장에서는 혁신제품이나 서비스를 감독할 수 있는 기회를 통해 적절한 규칙 제정, 감독 및 집행 정책을 개발하는 등 신속하게 규제를 완화·개선할 수 있게됨(이혜영, 2023)

□ 법제도적 기반

- 국내 규제샌드박스는 일반법인 「행정규제기본법」에 근거를 두고 2019년 1월 「산업융합촉진법」, 「정보통신융합법」 개정을 통해 산업융합, ICT 융합분야에 도입하면서 본격적으로 시행되기 시작하였으며 이후 금융혁신법, 지역특구법 등 추가되면서 현재까지 8개의 개별 법령에 따라 운영되고 있음(국무조정실, 2022; 박철우, 2025)
 - 행정규제기본법 제19조의3(우선허용·사후규제의 원칙)에 따르면 규제샌드박스 적용 분야가 특정되어 있지 않기 때문에, 국내 규제샌드박스 제도는 원칙적으로 통합형 체계를 지향함(박철우, 2025; 박종준, 2020)
 - 그러나 금융혁신법 등 특정 산업 분야의 규제를 대상으로 하는 개별형 법령이 지속적으로 제정·추가되고 있어, 실제 운영 방식은 단일법에 기반한 총괄적 규제혁신이 아니라 주요 분야별 개별법 중심의 규제혁신 구조를 취하고 있음(박철우, 2025; 박종준, 2020)
 - 「행정규제기본법」은 우선허용·사후규제의 원칙과 규제특례의 기본방향과 제도의 기본골격을 제시하는 데 그치고 있으며, 실질적인 규율은 대부분 개별 행정기관의 장과 그 소관 법령에 위임하고 있음.(박종준, 2020)

[표 2-3] 규제샌드박스 운영 근거법

구분	주관부처	규제샌드박스 관련 조항
행정규제기본법 (2019.7.17.)	• 국무조정실	• 신속확인(제19조의3) • 실증특례(제19조의3) • 임시허가(제19조의3)
정보통신진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법 (2019.1.17.)	• 과학기술정보통신부	• 신속확인(제36조) • 실증특례(제38조2) • 임시허가(제37조)
산업융합 촉진법	• 산업통상자원부	• 신속확인(제10조의2)

구분	주관부처	규제샌드박스 관련 조항
(2019.1.17.)		<ul style="list-style-type: none"> • 실증특례(제10조의3) • 임시허가(제10조의5)
금융혁신지원 특별법 (2019.4.01.)	• 금융위원회	<ul style="list-style-type: none"> • 신속확인(제24조) • 임시허가(제17조)
규제자유특구 및 지역특화발전 특구에 관한 규제특례법 (2019.4.17.)	• 중소벤처기업부	<ul style="list-style-type: none"> • 신속확인(제85조) • 실증특례(제86조) • 임시허가(제90조)
스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률 (2020.2.27.)	• 국토교통부	<ul style="list-style-type: none"> • 타 법률과 다르게 신속확인-실증 특례-임시허가의 구조가 아님 • 임시허가 유사 조항 : 스마트혁신 사업계획 승인요건(제49조) • 실증특례 유사 조항 : 스마트실증 사업계획 승인요건(제50조)
연구개발특구의 육성에 관한 법률 (2020.12.10.)	• 과학기술정보통신부	<ul style="list-style-type: none"> • 신속확인(제16조의6) • 실증특례(제16조의2) • 임시허가(제16조의7)
모빌리티혁신 및 활성화 지원에 관한 법률 (2023.10.19.)	• 국토교통부	<ul style="list-style-type: none"> • 신속확인(제11조) • 실증특례(제12조 내지 제14조)
순환경제사회 전환 촉진법률 (2024.01.01.)	• 환경부	<ul style="list-style-type: none"> • 신속확인(제28조) • 실증특례(제30조~제32조) • 임시허가(제33조)

출처: 국무조정실(2022), 박종준(2020), 이재훈·정희영(2020)의 내용을 참고하여 저자가 작성

- 이처럼 국내 규제샌드박스는 전 산업 영역에 적용될 수 있도록 범부처에 걸쳐 전면적으로 도입되었으므로 제도의 기획과 총괄운명을 담당하는 국무조정실을 중심으로 분야별로 5개 주관부처가 협업하는 체계로 운영하고 있음(국무조정실, 2022; 김가운, 2020)
 - 과학기술정보통신부(ICT융합, 연구개발특구), 산업통상자원부(산업융합), 중소벤처기업부(규제자유특구), 금융위원회(혁신금융), 국토교통부(스마트 도시) 등 5개 주관부처가 협업하는 체계로 운영하고 있음
- 규제샌드박스의 신청과정은 기업이 신기술 및 신서비스 과제를 신청하면 위원회에서 사업의 혁신성, 이용자 편의, 이용자 보호방안, 규제특례 필요성

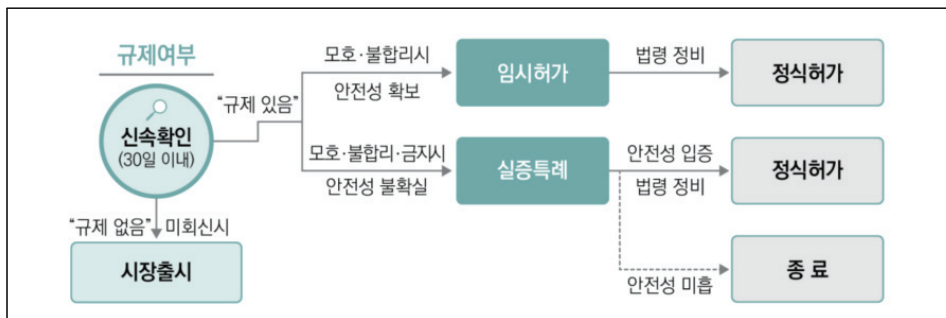
등을 검토하여 사업 승인여부를 결정하는 방식으로 진행됨(배영임·신혜리, 2020)

- 2년(최대 4년)간 과제 시행 후 그 결과에 따라 법·제도의 정비 여부가 결정됨.
다만, 사업 추진 과정에서 국민의 생명과 안전에 관한 문제가 발생하게 되면 바로 중단 조치할 수 있음(배영임·신혜리, 2020)

□ 주요 내용

- 현재 시행되고 있는 규제샌드박스의 유형은 ‘신속확인’, ‘실증특례(실증 사업을 위한 규제특례)’, ‘임시허가’ 총 3가지로 구분되며 일반적으로 실증특례를 중심으로 임시허가와 신속확인 제도를 연계하여 운영되고 있음(국무조정실, 2022; 배영임·신혜리, 2020)
 - 해당 제도의 구체적인 내용에 대하여는 「정보통신융합법», 「산업융합 촉진법」 등 개별 법률에 관련 규정을 두고 있으며 세부 사항에 있어서는 법률 간의 차이가 존재하나 큰 틀은 유사함(신가영, 2020)
 - 기업은 ‘신속확인’을 통해 규제 적용 여부를 신속히 파악할 수 있으며, ‘실증특례’와 ‘임시허가’ 제도를 활용하여 일정 기간 동안 규제 적용의 유예 또는 면제를 받을 수 있음(이소담·권기현, 2023)

[그림 2-2] 규제샌드박스 제도 개요



출처: 국무조정실(2022:15)

○ 구체적인 규제샌드박스 유형에 대한 내용은 아래와 같음(국무조정실, 2022; 이소담·권기현, 2023; 박철우, 2025)

① 신속확인

- 신속확인은 기업이 신기술을 활용한 사업을 추진할 때 해당 사업에 적용되는 규제의 존재 여부를 신속하게 확인할 수 있도록 지원하는 제도임
- 규제 부처는 신청일로부터 30일 이내에 규제 유무를 회신해야 하며, 회신이 없을 경우 규제가 없는 것으로 간주됨
- 이를 통해 기업은 규제가 명확한 경우에는 해당 법령에 따라 허가를 받고, 규제가 부재한 경우 즉시 사업을 시작할 수 있어 규제 불확실성을 최소화할 수 있음

② 실증특례

- 실증특례는 관련 법령에 신기술을 적용할 기준·요건이 없거나, 기존 규제를 그대로 적용하기 어려운 경우, 또는 다른 법령에 따라 허가 신청이 불가능한 경우에 적용됨
- 일정한 구역·기간·방법 등 조건하에서 제품·서비스·기술의 시험과 검증을 허용하며, 실증 결과를 통해 규제 개선의 필요성이 인정되면 관계 기관이 관련 법령을 정비하도록 규정하고 있음
- 이를 통해 새로운 기술의 안전성과 효과를 실제 환경에서 검증할 수 있는 제도적 기반을 제공함

③ 임시허가

- 임시허가는 신기술 제품·서비스·기술의 안전성이 확보된 경우에 적용되는 제도로, 관련 법령에 기준·요건이 없거나 기존 규제 적용이 적절하지 않을 때 한시적으로 시장 출시를 허용함
- 실증특례와 달리 타 법령에 의해 금지된 경우에는 신청할 수 없으며, 허가 유효기간 만료 전까지 관계 기관이 관련 법령을 정비하도록 의무화되어 있음
- 이를 통해 기업은 규제 정비 이전이라도 신속하게 시장에 진입할 수 있는 기회를 확보함

[표 2-4] 규제샌드박스 운영 근거법

구분	신속확인	실증특례	임시허가
신청요건	신기술 기반 사업의 규제 유무 불확실	규제 모호, 불합리, 타법에 의한 금지	규제 모호, 불합리, 안전성 확보된 사업
제도내용	허가, 승인, 등록 등 규제 확인	조건부로 신제품·서비스 실증	시장에 우선 출시토록 임시로 규제 허가
특례기간	30일 이내 회신, 미회신 = 규제없음	2년 이하(연장 가능)	2년 이하(연장 가능)
특례종료효과	규제없음 혹은 미회신 시 시장출시 가능	안전성 입증시, 법령정비 및 정식허가	법령정비 및 정식허가

출처: 이소담·권기현(2023:40)

2) 규제샌드박스와 네거티브 규제와의 연계성

□ 네거티브 규제와 규제 샌드박스의 관계

- 네거티브 규제와 규제샌드박스는 신산업 및 신기술의 제도적 수용 과정에서 단계적으로 상호보완적인 관계를 형성함으로써 규제혁신을 촉진하는 중요한 정책 수단으로 기능함
- 네거티브 규제가 ‘원칙허용-예외금지’로의 제도 전환 전략이라면, 규제샌드 박스는 전환 이전 단계에서 예외적 특례로 신기술·서비스의 한시적 시장 실증을 허용해 그 전환의 실증적 기반을 마련하는 과도기적 장치
 - 특히 한국형 규제샌드박스는 포괄적 네거티브 규제 추진 전략의 일환으로 도입된 제도로, 기존 규제체계에서 새로운 기술이나 서비스에 적용 가능한 규제가 부재하거나 부적합한 경우 규제를 유예·면제하여 사업화를 가능하게 하고, ‘선허용-후규제’ 원칙을 구현함으로써 네거티브 규제전환을 실질적으로 뒷받침하는 제도적 수단으로 기능함(이혜영, 2023).
- 특히 규제샌드박스를 통해 축적된 안전성 및 효과 검증 결과는 향후 규제 개선 필요성을 객관적으로 평가할 수 있는 근거로 활용됨으로써 규제체계가 네거티브 방식으로 점진적으로 개편되는 구조적 연계를 가능하게 함

- 실증특례 및 임시허가에 따른 후속 절차와 관련하여, 「행정규제기본법」과 개별 법률에서는 관계 행정기관의 장에게 관련 법령이나 규제를 정비할 책임을 부여하고 있음(박종준, 2020)
 - 규제샌드박스는 본질적으로 신기술과 신서비스의 실증을 위한 한시적 제도적 장치에 불과하므로, 궁극적으로 중요한 것은 샌드박스를 통해 검증된 결과를 법제화하여 규제체계 내에서 안정적으로 적용·운영될 수 있도록 하는 것임(이재훈·정희영, 2020)
- 규제샌드박스는 신기술과 신산업의 제도적 수용을 촉진하고 축적된 실증 결과를 토대로 규제체계를 네거티브 방식으로 전환하는 가교 역할을 수행하는 것이 이상적이나 실제 운영 성과를 보면 이러한 전환이 충분히 실현되고 있다고 보기 어려움(이혜영, 2023)
- 2019년부터 2021년까지 승인된 198건의 과제 중 2022년 말 기준 규제개선이 완료된 과제는 29건에 불과하며, 실증특례를 통한 실질적 개선 사례는 14건으로 그 비율이 매우 낮은 편(이혜영, 2023)
 - 이는 포지티브 규제체계 하에서 새로운 안전성 기준 등 규제기준을 마련하는데 상당한 시간이 소요되는 제도적 한계와 관련됨(이혜영, 2023)
 - 현행 규제샌드박스 제도는 앞서 언급한 바와 같이 실증특례나 임시허가 종료 이후 관계 행정기관의 법령 정비 착수를 의무화하고 있으나, 해당 기관이 법령 정비의 필요성을 인정하지 않거나 소극적으로 대응할 경우 이를 효과적으로 해결할 수 있는 제도적 장치가 미비한 실정임(박종준, 2020).
- 따라서 네거티브 규제 패러다임 전환을 실질적으로 추진하기 위해서는 규제샌드박스의 사후 평가 및 데이터 기반 규제개선 체계를 강화하고, 실증 결과가 제도 개선으로 신속하게 연결될 수 있는 운영 구조를 정립할 필요가 있음

제2절

AI 네거티브 규제 제도 설계 원칙

1. 네거티브 규제 제도 설계 원칙

1) 개념과 규범적 기반

□ 네거티브 규제란?

- 네거티브 규제는 원칙적 허용과 예외적 금지(또는 조건부 제한)로 설계해 새로운 제품·서비스·기술의 등장을 가로막지 않되, 안전·환경·소비자보호 등 공익 위험은 금지목록·조건·사후관리로 다루는 방식임
 - 협의의 네거티브 규제방식인 네거티브 리스트 방식, 포괄적 개념 정의, 유연한 제품 및 서비스 분류, 사후평가관리 등 유연한 입법 방식이 포함됨

[그림 2-3] 포괄적 네거티브 전환 개념도



출처: 국무조정실(2018.10.30.)

□ 네거티브 규제 전환의 타당성

- (기술 발전 속도 대응) AI 알고리즘과 데이터 활용 기술의 급속한 변화로 경직된 포지티브 규제가 대응력을 상실하고 사전 규제의 비현실성이 부각되는 만큼, 기술혁신과 안전성을 병행하기 위해서는 원칙적 허용을 전제로 사후에 정교한 규제 설계로 위험을 평가·관리하는 네거티브 규제 방식이 보다 적합

- (안전성 확보의 균형) 다만, 기술혁신으로 수반되는 위험은 규제를 통해 적절히 관리하되, 혁신을 저해하지 않으면서 안전성을 확보하는 균형적 접근이 필요함
 - 예를 들어, AI 정수장은 국민의 건강과 직결된 '고위험 AI(High-Impact AI)' 영역에 해당하므로(CSET, 2025), '최소한의 금지 목록'을 명확히 설정하여 안전장치를 마련하거나 전분야 일괄 전환보다는, 단계적·부분적 네거티브 규제로 점진적으로 전환하는 접근이 합리적임(김근혜, 2017)
- (혁신 촉진) 네거티브 규제로의 전환은 규제 샌드박스를 통해 새로운 운영 방식, 예측 모델, 에너지 최적화 기술 등을 자유롭게 실험·검증하고 신속히 현장에 적용할 수 있게 함으로써, 혁신의 속도와 안전성·책임성 간 동시 달성을 가능하게 함
 - 사전승인·인허가 중심의 포지티브 규제는 자율성을 제약하고 신기술·신서비스의 시장 진입 장벽을 높여, 경제활동 위축과 산업·시장 범위 축소라는 혁신 저해 효과를 초래함. 이에 따라 규제 개선이 요구되며, 원칙적 허용-예외적 금지에 기초한 네거티브 규제 패러다임이 보다 적합한 대안으로 평가됨(이혜영, 2023; 배영임·신혜리, 2021)

□ 법치국가 원리와 네거티브 규제의 정합성(명확성, 예측가능성 원칙)

- 법치국가 원리에 따르면 기본권은 원칙적으로 보장되고 예외적으로만 제한되므로, 타인의 권리 침해나 공익상 중대한 위해가 명백한 경우에 한해 정당한 목적·비례성을 충족하는 범위 내에서 제한을 두되, 그 외에는 원칙적 허용을 전제로 하는 네거티브 규제가 헌법 질서에 부합하는 규제체계라고 볼 수 있음(김재광, 2018)
 - 네거티브 규제는 규제대상을 최소화한다는 측면에서 헌법에서 규정한 기본권 제한의 최소화 원칙에 부합하고, 직업선택의 자유 및 기업활동의 자유를 보장함(한국규제학회, 2021)
 - 네거티브 규제방식은 헌법 제10조 인간 존엄과 가치에서 도출된 일반적 행동자유권(allgemeine Handlungsfreiheit)을 실정법에서 구현한 것으로, 이러한 국민의 자유권은 헌법 제37조제2항에 따른 국가안전보장·

공공복리·질서유지 등의 사유가 있는 경우에만 제한할 수 있음(한국규제학회, 2021:71)

2) 네거티브 규제 전환 방안

- 네거티브 규제개혁은 단순히 허용·조건 규정을 금지 요건으로 전환하는 차원을 넘어서는 종합적 정책·입법 설계가 요구되므로(원소연, 2015) 네거티브 규제의 설계원칙과 조건 그리고 한계를 잘 따져보는 것이 중요함
- 네거티브 규제(우선허용·사후규제 원칙)의 법적 근거는 행정규제기본법 제5조의2에 해당하는 입법방식의 유연화에 있으므로 주된 네거티브 입법 방안은 △네거티브 리스트, △포괄적 개념정의, △유연한 분류체계, △사후규제가 일반적으로 논의된 주된 방안임(한국규제학회, 2021; 원소연, 2015; 관계부처 합동, 2017; 홍승현, 2021)
- 이외에 홍승현(2021)에 의하면 네거티브 규제 전환 사례 분석한 결과, 포괄적 네거티브 규제 전환의 대표적 유형에 포함되지 않는 방식으로 규제 유연화가 된 부분에 주목하여 입법방식의 유연화 이외에 규제를 유연하게 만들 수 있는 다양한 방안으로 정보제공, 성과기반, 사후개입, 실질적 규제절차, 집행기관 재량 명시적 보장 등을 제시함
 - 유연한 규제는 ‘규정구조(rule structure), 집행구조(enforcement structure), 규제피드백(regulatory feedback) 등 규제거버넌스의 모든 측면에서 규제 목적을 달성하는 피규제자의 선택을 다양하게 만드는 것’이라고 정의(홍승현, 2021:22)

[표 2-5] 네거티브 규제 입법방식 유형

구분	내용
네거티브 리스트	<ul style="list-style-type: none"> • 일반적 허용 원칙에 예외적 금지조건을 제시하는 방식 • 법령에 예외적으로 금지 또는 제한되는 분야와 대상을 규정하고 그 외는 원칙적으로 모두 허용하는 방식 • 금지대상의 유형은 특정 대상, 행위, 물품, 사업·활동 영역 등 다양
조건부 허용	<ul style="list-style-type: none"> • 일정한 조건을 준수하는 경우에 모두 허용하는 방식
포괄적 개념 정의	<ul style="list-style-type: none"> • 요건이나 개념을 미래의 새로운 상품과 서비스를 포함할 수 있도록 규정하는 방식
유연한 분류체계	<ul style="list-style-type: none"> • 분류기준을 미래의 새로운 상품과 서비스를 포함할 수 있도록 유연하게 정하는 방식
사후평가관리 (투입기준에서 성과기준 규제로 전환)	<ul style="list-style-type: none"> • 인·허가 요건을 미리 제한하지 않고, 자율적으로 요건을 갖추도록 하되 사후에 적정성을 검사하는 관리체계로 전환 • 투입요소에 대한 사전 규제에서 결과 중심의 성과기준 규제로 전환하는 방식을 의미

출처: 홍승현(2021:9), 관계부처합동(2017), 국무조정실(2018)를 참고하여 저자 작성

3) 제도 기본 설계 원칙

□ 네거티브 규제전환 시 유의사항

- 네거티브 규제전환시 (1) 네거티브 규제 도입목적 확인 (2) 기존 법체계와 조화방안 모색 (3) 사후 시장 모니터링 및 제재 체계 구축이 고려되어야 함(관계부처합동, 2017)
 - 첫째, 네거티브 전환을 위해 발굴한 규제의 내용이 시장 진입 및 새로운 시장의 창출 등 시장의 자율성을 확대하기 위한 취지인지 확인
 - 둘째, 해당 규제의 네거티브 전환시 함께 적용하여야 하는 기존 법령이 있는 점검하는 등 기존 법체계와 조화방안 모색
 - 셋째, 시장의 부작용을 최소화하기 위해 사후 시장 모니터링과 제재 체계 구축방안 마련

□ 네거티브 규제 설계 원칙

- 네거티브 규제개혁은 단순히 허용·조건 규정을 금지 요건으로 전환하는 차원을 넘어서는 종합적 정책·입법 설계가 요구되므로(원소연, 2015) 네거티브 규제의 설계원칙과 조건 그리고 한계를 잘 따져보는 것이 중요함

- 네거티브 규제 기본 설계 단계에서 검토해야 할 부분은 크게 (1) 규제 적절성 판단(네거티브 방식의 적용영역 및 적용 유형에 대한 타당성) (2) 명확성의 원칙 (3) 사전규제 최소화 - 사후 책임 강화 원칙 3가지로 구분될 수 있음(원소연, 2015)

○ 1단계 : 규제 적절성 판단 - 적용영역의 적합성

- 네거티브 규제는 헌법 제10조의 일반적 행동자유권을 전제로 하며, 헌법 제37조 제2항에 따른 국가안전보장·공공복리·질서유지 등의 사유가 있는 경우에만 제한할 수 있으므로 해당 사안이 헌법상 공공책임 영역에 해당하는지, 그리고 시장 자율성 침해를 최소화하고 필요·비례성을 충족하는지 여부를 엄격히 검토해야함(한국규제학회, 2021)
 - 특히 헌법상 공공책임 영역과 네거티브 규제 도입 영역을 명확히 구분한 뒤, 후자의 범위 내에서 헌법 가치를 가장 충실히 구체화할 수 있도록 네거티브 방식을 설계·도입해야 함(원소연, 2015)
 - 네거티브 규제는 헌법 제37조 제2항의 기본권 제한 한계와, 제32조·제34조 등에서 도출되는 국가의 입법 의무(근로·사회보장·취약계층 보호·재해 예방 등)를 저촉하지 않는 범위에서만 도입될 수 있음(황태희, 2011)
 - 네거티브 방식은 모든 영역에 적용할 수는 없으며, 사회질서 유지, 국민의 건강·생명, 환경과 직접 관련된 분야에는 적용이 곤란함(법제처, 2010)
 - 다만, 공익 필요성이 상대적으로 약한 경우에는(예: 주민 편의 제공을 중시하는 밀집마을지구)는 네거티브 방식 채택이 가능하기도 함(최유성, 2011)
- 일반적으로 네거티브 시스템을 적용할 수 있는 영역으로는 정부의 사전 규제 없이도 일정 기간·범위 내에서 시장의 자정 기능이 작동할 수 있는 영역에 한하여 적합함(법제처, 2010)
 - 이처럼 네거티브 규제는 경제활동의 자유 극대화와 자유·공정 거래가 작동하는 시장을 전제로 가치가 실현되는 방식으로, 자유시장에 대한 신뢰가 전제되어야 함(원소연, 2015)

- 다만 시장의 자정 기능이 일정 기간·범위 내에서 실효적으로 작동하지 못하면 효과가 약화되므로, 적용 분야를 신중히 선별하고 자정 기능을 보완·강화하는 제도적 장치를 병행해야함(원소연, 2015)

○ 1단계 : 규제 적절성 판단 - 적용 유형의 적합성

- 규제가 달성하려는 공익의 강도를 선행 평가하여 그 결과에 따라 네거티브 방식 전환의 타당성을 판단하되, 적용 유형의 적합성 평가는 전환에 따른 실효성과 효율성(정책효과 대비 비용·부작용 포함)을 중심으로 엄밀하게 검토되어야 함(원소연, 2015)
 - (실효성 측면) 네거티브 전환의 실질적 규제완화 효과를 확인하기 위해, 기존 포지티브 요건(예: ①·②·③)과 전환 후의 예외열거(예: A·B·C)를 대응 비교하여 전환 결과로 허용 범위가 확대되거나 준수 부담이 경감되는지 구체적으로 판단(원소연, 2015)
 - (효율성 측면) 네거티브 전환에 수반되는 부작용(위험 증가, 보완규제 필요 등)과 그 해결비용을 포함한 총비용을 면밀히 산정하여 정책비용 대비 정책효과를 분석하여 효율성을 평가(원소연, 2015)

○ 2단계 : 명확성의 원칙

- 네거티브 규제는 허용을 원칙으로 하되 예외적으로 금지·제한을 두는 구조이므로, 피규제자가 규제 내용을 예측 가능하게 이해할 수 있도록 명확성이 전제되어야 함
- 이를 위해서는 (1) 허용-금지의 경계를 구체적·객관적 기준으로 제시하여 자의적 집행을 방지하고, (2) 규제 목적에 부합하도록 규제 대상의 범위를 명시적으로 한정하며, (3) 규정의 문언·절차·기준을 사전에 예측·준수할 수 있도록 설계해야 함(한국규제학회, 2021; 김재광, 2018; 현대원, n.d)
 - 이러한 요건은 법치국가가 요구하는 명확성·예측가능성·법적 안정성·투명성의 원칙에 부합하며 재량권 남용으로 인한 부작용을 미연에 방지할 수 있음
- 네거티브 규제를 채택하더라도 금지사항을 포괄적·추상적으로 규정하는 방식(예: 하위법령에 포괄적으로 위임)은 네거티브 규제의 실익을 상실할

수 있으므로 지양하고 명확한 금지영역을 설정하여 규제의 효율성을 유지하는 것이 중요함(김근혜, 2017; 원소연, 2015)

- 형식상 네거티브 규제를 표방하더라도, 금지사항을 포괄적·추상적으로 규정하여 행정의 재량·판단 여지로 금지 범위를 확장하면 결과적으로 포지티브 규제와 동일한 효과가 발생할 수 있음(법제처, 2010)
- 다만 명확성의 원칙은 ‘최대한’이 아니라 ‘최소한의 명확성’을 요구하므로, 명확성에 대한 지나친 요구는 경계하는 것이 필요(김재광, 2018)

○ 3단계 : 사전규제 최소화

- 네거티브 규제의 특성에 맞게 목적 달성에 필요한 최소한으로 규제하고 수단은 목적에 비례해야함
 - 만약, 네거티브 규제 입법이 필요하나 기술의 불확실성, 위험 발생가능성 등을 이유로 규제 대상 전체를 네거티브 규제로 규율하기 어렵다면, 규제 유형화에 따라 규제 강도를 차별화 시키는 등 세분화된 규제 방식을 적용하는 것이 적절함(한국규제학회, 2021)
 - 규제 유형화를 통한 네거티브 전환이 어렵다면, 규제 집행·평가단계에서 차별화된 조건을 적용하는 방식으로 구현 가능함(한국규제학회, 2021)

○ 4단계 : 사후책임 강화

- 네거티브 방식은 원칙적 허용을 전제로 예측하지 못한 위험 노출 가능성이 커질 수 있으므로 도입 시 감시·보완·책임체계 등 제도적 정비를 병행해야함(원소연, 2015)
 - 원칙허용·예외금지 기초 하에 네거티브 리스트, 포괄적 정의, 분류체계 유연화, 성과규제 전환 등으로 규제 방식을 전환하되 혁신 촉진을 위해 사후 모니터링·집행 고도화가 필요(한국규제학회, 2021)
 - 다만, 발생가능할 것으로 예측했던 위험이 실현되거나 모니터링 과정에서 안전성이 위협받는다면 즉각적으로 관련 연구를 중단 및 제품·서비스 개발 및 판매를 중지할 수 있는 규제 수단 등 관리체계도 함께 마련해야함(한국규제학회, 2021)

- 이 과정에서 실증특례·임시허가·신속확인 등 규제 샌드박스를 활용하여 부작용을 사전 예측하고 이에 따른 제도개선을 촉진시킬 수 있음(홍승헌, 2021)
- 네거티브 규제가 과도한 규제완화로 이어진다면 규제의 예측가능성 및 명확성이 흐려져 사회적 혼란을 야기하거나 규제공백이 발생할 수 있으며(최승필, 2011), 시장 실패에 대한 방임적 자세가 될 수 있음(현대원, n.d)
- 이러한 공백 및 회색지대를 예방하기 위해서는 사후적 규제의 도입을 통해 위법행위의 제재 및 피해 구제책을 명확히 하거나 원래의 규제 목적을 달성할 수 있도록 임시허가, 시범사업 등 규제샌드박스과 같은 규제대안이 보완되어야 함(한국규제학회, 2021)
 - ‘선 시행-후 규제요소 발굴’ 방식으로 실증 데이터를 축적하여 사후 규제영향평가와 입법평가의 제도화가 가능해짐. 이는 신산업·신기술 분야에서 선형적 근거가 부족해 발생하던 규제 실패·과잉규제의 위험을 낮추고, 실제 운영 결과에 기초한 정밀·비례적 규제조치로의 수정을 용이하게 함(김재광, 2018)

○ 사회적 합의와 이해관계자 협의

- 마지막으로 네거티브 규제로 전환시 규제가 달성하려는 목적과 의도를 명확히 한 뒤, 이해관계자 협의를 거치는 절차가 선행되어야 함
 - 네거티브 규제는 개인의 자유와 기업의 자율성을 확대하는 대신, 전환 과정에서 피규제자의 순응 비용·위험이 증가할 수 있으므로, 과학적 근거에 기반한 논의와 민주적 커뮤니케이션을 통해 사회적 수용성을 확보해야 함
 - 이를 위해 규제 전환의 효과와 파급영향을 정량·정성적으로 평가하는 규제영향평가를 실시하고, 그 결과를 토대로 정보 제공·공개 협의·합의 형성의 과정을 체계화할 필요가 있음(한국규제학회, 2021)

2. AI 분야 규제제도 설계 원칙

1) AI분야 규제샌드박스

□ 도입 배경 및 필요성

- AI는 기존 기술과 달리 단순한 규제 완화나 기술 지원만으로 대응하기 어려운 윤리성·책임성·신뢰성 등 다차원적 검증을 요구하며, 이를 제도화할 정책 실험 플랫폼의 구축이 필수적임
- 특히 제도 도입 전에 사회적 수용성과 타당성을 확보하기 위한 실증 검증이 선행되어야 하며, 규제 샌드박스는 이를 수행하는 ‘제도화 이전의 테스트 베드’로 작동함(최해옥, 2025:7)
 - AI규제샌드박스는 기술 실험을 넘어 법적 적합성 평가, AI 신뢰성·책임성 검증, 사회적 수용성 제고, 규제 리스크 완화, 국제 정책 정합성 확보까지 수행하는 복합형 정책 실험 도구로 기능함(최해옥, 2025:10)
- 국제 규범과 정책 동향은 AI 규제샌드박스는 기술 실증과 규제 조정을 동시에 수행하는 글로벌 AI 정책의 핵심 실행 수단으로 부상하고 있음(최해옥, 2025; OECD, 2023)

[표 2-6] AI 규제샌드박스과 관련된 최신 정책 동향

구분	주요 내용
OECD AI 원칙(2019)	<ul style="list-style-type: none"> • 정부는 연구·개발 단계에서 배치·운영 단계로의 민첩한 전환을 지원하는 정책환경을 조성하고, 실험(실증)을 활용한 통제된 테스트 환경을 마련할 것을 권고 • 혁신·경쟁을 촉진하기 위해 정책·규제 프레임워크와 평가 메커니즘을 주기적으로 검토·조정할 것을 제시
EU 인공지능법안 규제샌드박스 조항(제57조)	<ul style="list-style-type: none"> • 각 회원국은 국가 차원의 AI 규제샌드박스 1개 이상을 설치·운영
ASEAN 「AI 윤리 및 거버넌스 가이드라인」	<ul style="list-style-type: none"> • 정책 실험 도구로서의 샌드박스과 역내 일관성·공동 대응 체계를 권장하는 등 규제샌드박스의 제도화 및 협력 메커니즘을 통해 국경 간 조율 기반을 마련
OECD 보고서(2024)	<ul style="list-style-type: none"> • 신뢰성 높은 AI개발을 위하여 규제 실험(Regulatory Experimentation)을 규제 거버넌스의 핵심 요소로 제시

2) AI 규제 샌드박스 설계 고려사항²⁾

□ 개요

- AI 규제샌드박스는 기본적인 ‘시장 진입 지원’을 목적에 더해서 ‘사회적 신뢰 형성’과 ‘책임 기반 도입’을 우선시해야하며, 이에 따라 정책목표, 설계원칙, 참여주체, 평가기준 등을 아우르는 다층적 운영 프레임워크 정립이 필요함
- AI는 알고리즘 편향, 설명가능성, 개인정보 침해 등 복합적 리스크를 수반하므로 기존 샌드박스와는 달리 기술특성과 리스크 차이에 따른 차별적 규제 접근이 필요함

[표 2-7] 규제샌드박스과 AI규제샌드박스 비교

구분	규제샌드박스	AI규제샌드박스
목적	• 신기술의 시장 적용 가능성 테스트	• AI기술의 신뢰성·윤리성·법적 적합성 평가
초점	• 규제 면제 및 신기술 테스트	• 법적·윤리적 기준 충족 여부 검증
평가 방식	• 물리적 제품 및 서비스 중심	• 데이터 기반 AI 알고리즘 및 학습형 AI 평가
운영 방식	• 국가별 독립 운영	• 국가 간 협력을 통한 글로벌 연계(Cross-border) AI규제샌드 박스 도입
테스트 기간	• 국가별 상이	• 장기적 모니터링 및 지속적 성능 검증 필요
규제 관점	• 기존 법률 면제를 통한 신기술 실험	• 법적 리스크 평가 및 규제 적합성 검토
글로벌 협력	• 제한적	• 글로벌 시버넌스 조율을 위한 협력 강조

출처: 최해욱(2025:12)

□ 국내 현황 및 한계점

- AI 분야는 지속적인 규제 연계와 다층적 검증이 요구되는 분야이므로 국내 단위 실증 중심으로 설계된 현행 샌드박스로는 제도화 및 확산에 한계가 존재함

2) 최해욱(2025) 논문의 내용을 주요 가이드라인으로 잡고 작성함. 해당 연구는 AI Action Summit 2025 거버넌스 분과에서 비공개로 진행된 AI규제샌드박스 관련 논의에서 저자가 참여한 경험을 바탕으로 작성된 것으로 국제 논의에서 제기된 쟁점을 종합적으로 검토하여 국내 AI 제도 설계시 반영이 필요한 주요 요인들을 도출함

- 현행 샌드박스는 원칙적으로 규제가 명시된 경우에만 특례 신청이 가능하고 일부 법령에서만 기준 부재·불합리성을 이유로 예외적 실증특례를 허용
 - 법적 유연성이 있음에도 심사 과정의 안전성·사회적 수용성 기준이 엄격하여 규제공백 기술의 승인 사례가 제한적이며, 지역·소관 부처에 따른 승인 편차 등 제도 비일관성이 존재
- AI 분야는 국제표준, 윤리 원칙, 데이터 이동성 등 글로벌 규범과 연계된 실증 설계가 필요하나, 데이터 공유의 미비, 기술 표준화 부재, 글로벌 협력 체계부족 등은 AI 실증의 확산성과 신뢰성 확보를 저해하는 주요 제약 요인으로 작용함

□ AI 규제 샌드박스 설계를 위한 고려사항

- 최해옥(2025)은 AI 규제샌드박스의 효과적인 운영과 규제설계를 위한 주요 고려요소로 데이터 공유 모델, 표준화 기반체계, 글로벌 상호운용성, 이해관계자 참여, 규제기관의 전문성, 평가체계 총 6가지를 제시함
- 데이터: AI기술 실증을 위한 안전한 데이터 공유 활용 환경 구축
 - 표준화: AI 신뢰성과 안전성 확보를 위한 표준화 기반 체계 구축을 통해 글로벌 기술 정합성 강화
 - 글로벌: 글로벌 협력을 통한 AI규제 조화 및 상호운용성 확보
 - 공통운영기반 : 다기관 협력체계 구축, 규제기관 내 AI전문성 제고, AI 규제샌드박스 평가체계 구축

[표 2-8] AI 규제샌드박스 설계를 위한 전략 및 정책과제

구분	전략	주요 쟁점	정책과제
AI 특화 요소*	[데이터] 데이터 공유 기반 실증 활성화 모델 구축	<ul style="list-style-type: none"> 개인정보 보호법 충돌, 투명한 데이터 공유 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 공공-민간 데이터 협력 기반의 Data Cooperative 모델 도입 비식별 데이터 기반 실증 특례 도입 글로벌 데이터 프레임워크 연계
	[표준화] 신뢰 기반 AI 구현을 위 한 표준화 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> AI의 신뢰성, 안전성, 공정성, 보안을 강화할 표준과 보호 체계미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 고위험 인공지능에 대한 신뢰성·안전성 중심의 기술 표준 수립 및 국제정합성 확보 AI 규제샌드박스에서의 실증 결과를 반영한 표준화 피드백 구조 마련
공동 운영 기반**	[글로벌] 글로벌 규제 연계 및 디 지탈 통상 기반 확보	<ul style="list-style-type: none"> 국제 조율 부족, 규제 차이로 인한 규제 쇼핑 발생 우려 	<ul style="list-style-type: none"> 글로벌 AI 규제샌드박스 상호연계 제도 추진 글로벌 AI인증 연계 및 글로벌 표준 반영 AI기반 디지털 무역 활성화를 위한 디지털 통상 기반 정비
	규제 기관의 협력 체계 강화	<ul style="list-style-type: none"> AI 기술은 단일 기관의 규제로는 한계 	<ul style="list-style-type: none"> 「AI 규제컨트롤타워」 설립을 통한 부처 간 조정체계 구축 규제 기관 간 실증 데이터 및 결과 공유 체계 구축 산업별 특화 실증 테스트베드(Testbed) 구축
공동 운영 기반**	규제 기관의 AI 전문성 강화	<ul style="list-style-type: none"> 일반적인 규제 방식으로는 AI를 평가하는 것이 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> 전문기관 연계를 통한 AI규제기관 교육 체계 구축 AI 기술 평가 및 윤리 지침 수립
	AI 규제샌드박스의 평가 및 피드백 기반 시스템 정비	<ul style="list-style-type: none"> 평가표 부족, 장기간 규제 방향 연계 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> AI 규제샌드박스 운영 성과 평가 체계 구축 AI 규제 개선을 위한 피드백 시스템 운영 AI 규제샌드박스 후속 지원 프로그램 도입 AI 규제샌드박스 참여 기업 및 기술의 장기적 추적 시스템 구축

출처: 최해욱(2025:pp.24,29)

*AI 특화 요소는 기술 특수성에 대응한 추가 설계 항목

**공동 운영 기반은 기존 규제샌드박스와 공유되는 일반적 운영체계를 의미

제3절

주요국 AI 규제 및 테스트베드 사례 분석과 종합

1. 주요국 AI 규제 정책 현황

1) EU 사례

(1) 제도 도입 배경

□ 도입 배경 및 목적

- 유럽연합(EU)은 AI의 급속한 발전과 광범위한 적용이 초래한 윤리·법·사회적 위험과 알고리즘 불투명성으로 인한 건강·안전·기본권 및 민주주의·법치·환경 침해 우려에 대응하기 위해 포괄적인 인공지능법(AI Act)을 세계 최초로 제정
 - EU 내에서 사용되는 AI 시스템 전반에 EU의 가치가 일관되게 적용될 수 있도록 공통 원칙을 정립하고, 이를 통해 안전·환경보호·법치 등 기본권을 보호하는 동시에, 명확한 규범과 예측가능성을 제공하여 역내 AI 산업의 혁신을 촉진하는 것을 목표로 하고 있음(조은정·윤정현, 2024; 박강민 외, 2024; 강진원·김혜나, 2024)
 - EU의 AI Act는 기술 개발 경쟁에서는 미국과 중국에 뒤처졌음에도 불구하고, 규제 표준 설정을 통해 글로벌 AI 거버넌스의 주도권을 확보 하려는 '규제를 통한 영향력 행사(regulatory power projection)' 전략의 일환으로도 볼 수 있음(조은정·윤정현, 2024)

□ 추진일정 및 법 체계

- EU는 인공지능법(AI Act) 이전부터 인공지능 규제를 위한 기반을 마련해옴(양천수, 2024; 채은선, 2024)
 - 2019년 신뢰할 수 있는 인공지능'을 위한 윤리 가이드라인(The Ethics Guideline for Trustworthy Artificial Intelligence) 수립 및 2020년 AI 백서(White Paper on AI - A European approach to excellence and trust) 발표

- 그러나 이러한 연성 규범만으로는 AI의 잠재적 위험을 효과적으로 통제하기 어렵다는 한계에 직면하여 2021년 4월 집행위원회가 AI 시스템의 위험 수준에 따른 규제 프레임워크를 담은 최초 법안을 제안하면서 본격적인 입법 과정이 시작됨(양천수, 2024; 채은선, 2024)
 - 2022년 12월 EU 이사회가 법안을 검토하며 수정안을 제시했고, 특히 같은 해 11월 ChatGPT 출시 이후 생성형 범용 AI 모델에 대한 규제 필요성이 급부상하면서 2023년 6월 유럽의회는 이를 반영한 수정안을 가결함(심소연, 2024)
 - 이후 집행위원회, 유럽의회, EU 이사회 간 약 6개월의 3자 협의를 거쳐 2023년 12월 최종 합의에 도달했으며, 2024년 2월 EU 이사회 만장일치 채택과 3월 유럽의회 가결을 거쳐 2024년 8월 1일 정식 발효되었음(박강민 외, 2024)

[표 2-9] EU 인공지능법 주요 입법과정

추진일정		내용
2021년	4월	• EC, AI 법안 제안 및 공개 자문 개시
	8월	• 유럽의회 시민권 및 헌법 정책국, 윤리적, 법적 관점에서 생체 인식 기술 사용 분석 연구 발간
	11월	• EC, 소셜 스코어, 생체인식 시스템, 고위험 앱 관련 변경사항이 반영된 초안을 이사회, 의회 제출
2022년	4월	• 유럽의회 내부시장 위원회(IMCO)와 시민자유위원회(LIBE) 보고서 초안 발표
	5월	• EU 이사회, 이미지 및 음성 이해, 오디오 및 비디오 생성 등에 관한 수정안 발표
	9월	• 유럽의회 법제위원회가 검토, 마지막 위원회로서 AI 법안 채택
	12월	• EU 이사회가 AI 법안에 대한 공동 입장 채택
2023년	6월	• 유럽의회, AI법안에 대해 찬성 499표, 반대 28표, 기권 93표로 통과
	12월	• 유럽의회와 EU이사회 잠정 합의
2024년	2월	• 유럽의회 내부시장위원회 및 시민자유위원회가 71대 8로 회원국과 법안 협상 결과 승인
	3월	• 유럽의회 최종 채택 (3월 13일)
	5월	• EU이사회 최종 승인 (5월 21일)

추진일정		내용
6월	• 유럽의회, EU 이사회 의장 서명 후 관보 게재 및 발효, AI 법령 EU 감독기구인 AI 사무소설립을 위한 작업 시작, 각 EU 회원국은 AI 규제 샌드박스 제정	
8월	• EU AI Act 발효 시작	

출처: 박강민 외(2024:6-7), 국가기술표준원(2024:41-42) 참고하여 작성

- 법안은 발효 후 단계적으로 시행될 예정이며 구체적인 법 체계와 시행일정은 아래의 표와 같음(심소연, 2024; 박강민 외, 2024)
 - 발효일 기준 6개월 후(2025년 2월 2일부터) 금지 대상 AI 규정, 12개월 후(2025년 8월 2일부터) 범용 AI 모델 규정, 24개월 후(2026년 8월 2일부터) 고위험 AI 시스템 규정이 각각 적용될 예정임
 - 해당 법은 총 13장 113개 조항 및 13개의 부속서로 구성되어 있음

[표 2-10] EU 인공지능법 체계

장	제목	조항	시행일	
제1장	일반 조항	제1~4조	6개월 후	
제2장	금지된 AI 관행	제5조		
제3장	고위험 AI 시스템	제1절 고위험 AI 시스템의 분류	제6~7조	24개월 후 *다만 제6조제1항 (고위험 AI 시스템 분류, 의무)은 36개월 후
		제2절 고위험 AI 시스템에 대한 요구사항	제8~15조	
		제3절 고위험 AI 시스템 제공자, 배포자 및 기타 당사자의 의무	제16~27조	24개월 후
		제4절 관할 당국 및 신고 기관에 통지	제28~39조	12개월 후
제4장	특정 AI 시스템 제공자 및 배포자에 대한 투명성 의무	제40~49조	24개월 후	
		제50조		
제5장	범용 AI 모델	제1절 분류 규칙	제51~52조	12개월 후

장		제목	조항	시행일
		제2절 범용 AI 모델 제공업체의 의무	제53~54조	
		제3절 시스템적 위험이 있는 범용 AI 모델 제공업체의 의무	제55~56조	
제6장		혁신 지원 조치	제57~63조	24개월 후
제7장	거버넌스	제1절 EU차원의 거버넌스	제64~69조	12개월 후
		제2절 국가관할당국	제70조	
제8장		고위험 AI 시스템에 대한 EU 데이터베이스	제71조	24개월 후
제9장	시판 후 모니터링, 정보 공유, 시장 감시	제1절 시판 후 모니터링	제72조	
		제2절 심각한 사고에 대한 정보 공유	제73조	
		제3절 시행	제74~84조	
		제4절 규제책	제85~87조	
		제5절 범용 AI 모델 제공업체에 대한 감독, 조사, 집행 및 모니터링	제88~94조	
제10장		행동 강령 및 가이드라인	제95~96조	
제11장		권한 위임 및 위원회 절차	제97~98조	
제12장		벌칙	제99~101조	*제99~100조는 12개월 후 *제101조(범용 AI 모델 제공자에 대한 벌금)는 24개월 후
제13장		최종 조항	제102~113조	24개월 후
13개의 부속서(I~XIII)				부속서 언급 조항에 따른 시행

출처: 심소연(2024:2)

(2) 제도 개요

□ 주요 특징

- (위험 기반 접근방식) EU 인공지능법은 AI 시스템을 '수용 불가 위험', '고위험', '제한적 위험', '최소 위험'의 4단계로 분류하여 위험 수준에 비례한 차등 규제를 적용하는 위험 기반 접근방식(risk-based approach)을 채택하는 것이 핵심임(심소연, 2024)
 - 특히 고위험 AI 시스템에는 적합성 평가와 기본권 영향평가를, 제한적 위험 AI에는 AI 생성 콘텐츠 표시와 학습 데이터 공개 등 투명성 의무를 부과하고 있음
- (혁신과 규제의 균형) 한편 EU 인공지능법안은 규제 외에 AI 혁신과 발전을 위하여 규제 샌드박스, 실증 테스트, 중소기업과 스타트업 지원 조항을 통해 혁신과 규제의 균형을 추구하고 있으나 다른 해외 사례에 비하면 산업 지원(진흥) 보다는 규제에 중점을 두는 방식임(박강민 외, 2024)
- (행위자별 의무 차등 부과) 또한 해당 법은 EU 역내뿐만 아니라 EU 시민을 대상으로 서비스를 제공하는 역외 사업자에게도 적용되며, AI 개발자, 공급자, 배포자 등 AI 가치사슬 전반의 행위자들에게 각각의 역할에 따른 준수 의무를 부과함(조은정·윤정현, 2024)
 - 인공지능 시스템이나 범용 AI 모델의 개발·출시 및 서비스에 관한 가장 많은 정보를 보유하고 있는 주체가 공급자이므로 공급자 중심으로 의무 부과(채은선, 2024)
 - 다만 국방·안보 사안, 순수 연구개발 활동, 개인적으로 비직업적으로 활용, 오픈소스 형태의 AI, 시장 출시 또는 서비스 전 모델은 적용이 제외(채은선, 2025)
- (기본권 보호) 인공지능법안은 기본권 보호를 AI 규제의 핵심 가치로 삼아 AI 개발·활용 과정에서 발생할 수 있는 기본권 침해 가능성을 사전에 평가하고 완화하도록 요구하고 있으며(ex. 시스템 리스크 평가), 투명성과 설명가능성을 높이는 조치를 취하고 있음(염규현, 2025)

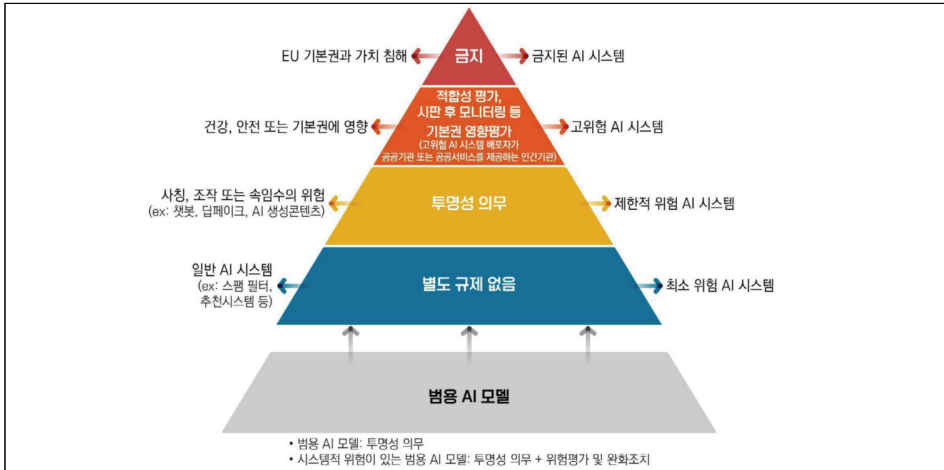
- (다른 법과의 관계) 인공지능법안은 법령(Regulation)으로서 회원국 법령의 상위법으로 우선 적용되며 해당 법안은 특정 분야에 한정되지 않은 포괄적 기본법 성격을 취하므로 적합성 평가 등 제품 안전성 관련하여 타 법의 절차를 준수함(박강민 외, 2024; 고환경 외, 2024)
- (다차원적 거버넌스 체계) 인공지능법안 유럽연합 차원(집행위원회, 사무국)과 각 회원국 규제당국(감독 당국, 시장감시 당국), 인증 관련 거버넌스(적합성 평가기구, 인증 당국, 피인증 기구) 등 다층적 거버넌스를 통한 통합적 규제 방식을 취함(양천수, 2024)

(3) 주요 내용

□ 위험 기반 접근 규제방식

- EU 인공지능법은 AI 시스템을 '허용 불가(Unacceptable risk)', '고위험(high risk)', '제한적 위험(low risk)', '최소 위험(minimal risk)'의 4단계로 분류하여 위험 수준에 비례한 차등 규제를 적용하는 위험기반접근방식(risk-based approach)을 채택함
 - 위험도 기준 : AI 시스템이 기본권과 안전에 미치는 위험성의 강도와 비례하여 규제의 유형을 분류함(박강민 외, 2024; 염규현, 2025)

[그림 2-4] 위험 기반 접근 규제방식 체계



출처: 유럽의회조사처(EPRS: European Parliamentary Research Service), 심소연(2024:3)

- 개별 시스템별로 위험 수준에 상응하는 규제 근거와 수단은 아래와 같음
 - 금지된 AI 시스템은 EU 기본권과 가치를 침해하는 것으로 판단된 경우로 전면 금지됨
 - 고위험 AI 시스템의 경우 건강, 안전 또는 기본권에 영향을 미칠 것을 고려하여 적합성 평가, 모니터링, 기본권 영향 평가 등 보다 엄격한 규제 조치를 가하고 있음
 - 제한된 위험 AI 시스템의 경우 사람과 직접 상호작용하기 때문에 사칭, 조작 또는 속임수 위험 방지를 위해 각종 상호작용의 결과나 특정 산출물이 AI에 의한 것임을 명확히 고지하는 투명성 의무를 부과하고 있음
 - 상기 대상에 해당하지 않는 일반 AI 시스템의 경우 최소 위험 AI 시스템으로 분류되며 현재 적용되는 GDPR 외 추가 의무가 부과되지 않으나, AI 시스템의 투명성과 신뢰성 제고를 위해 행동강령 작성이 권고됨(조은정·윤정현, 2024)
 - 각각의 AI 시스템별로 의무 불이행에 대해 상당한 수준의 과징금을 부과하고 있으며 과징금 부과 시 위반의 성격, 침해의 수준, 고의·과실 등을 고려하고 있음(채은선, 2024)

[표 2-11] EU 인공지능법안 위험 기반 규제방식 체계

구분	규제 근거	규제 내용	분류 대상	분류 근거
금지된 AI	<ul style="list-style-type: none"> 기본권 침해로 인해 EU의 가치에 반하게 되는 특히 위험한 사용을 금지 	<ul style="list-style-type: none"> 전면 금지 	<ul style="list-style-type: none"> 사람의 무의식 기만·조정 등 나이·장애 등 취약성 이용 추론·예측된 특성에 따른 평가·분류 (개인의 사회점수(social scoring) 시스템에 의한 평가·분류) 프로파일링 등에 따른 사람의 위험성 평가·예측 불특정인 얼굴 데이터베이스 구축·확장 직장·교육기관 감정 추론 민감보호 속성 등에 따른 생체 분류 법집행 목적 실시간 원격 생체인식 	제5조, 부속서 II
고위험 AI	<ul style="list-style-type: none"> 사람의 안전과 EU 인권 헌장에 따라 보호 되는 기본권에 부정적 영향을 미칠 수 있는 인공지능 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> 적합성 평가 시장출시 후 모니터링 기본권 영향 평가 	<ul style="list-style-type: none"> 생체인식 중요 인프라의 안전 구성요소 교육 및 직업훈련 고용, 근로자 관리 및 자영업 접근 필수 개인 서비스 및 공공서비스 접근 및 향유 법 집행 목적 이주, 망명 및 국경통제 관리 사법행정 및 민주적 절차 	제6조, 부속서 I, 부속서 III
제한된 AI	<ul style="list-style-type: none"> 사람과 직접 상호 작용, 생성형, 생체 인식정보 이용, 딥페이크 생성 등을 하는 인공지능 시스템 사칭, 조작 또는 속임수 위험 방지 	<ul style="list-style-type: none"> 투명성 의무 	<ul style="list-style-type: none"> 자연인과 직접 상호작용 하도록 의도된 인공지능 시스템 합성 오디오, 이미지, 비디오 등 생성하는 인공지능 시스템 감정인식시스템, 생체분류시스템 딥페이크를 생성하는 인공지능 시스템 	제50조
최소 위험 AI	<ul style="list-style-type: none"> 상기에 해당하는 경우를 제외한 인공지능 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> 별도 규제 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 스팸 필터, 인공지능 기반 비디오 게임 등 	제95조
범용 AI 모델	<ul style="list-style-type: none"> 일반 	<ul style="list-style-type: none"> 투명성 의무 		
	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 리스크 동반 	<ul style="list-style-type: none"> 투명성 의무 위험평가 및 완화 조치 		

출처: 유럽의회조사처(EPRS: European Parliamentary Research Service), 심소연(2024:3), 염규현(2025: 134), 박강민 외(2024), 채은선(2024)를 참고하여 작성

○ 고위험 AI 시스템에 부과된 의무사항에 대하여 구체적으로 살펴보면 다음과 같음

① 적합성 평가(Conformity Assessment)

- 적합성 평가(Conformity Assessment)는 시장에 출시될 제품이 관련 법적 요건을 모두 충족하는지를 사전에 검증하여, 안전하지 않거나 법령에 부합하지 않는 제품의 유통을 방지하기 위해 실시(채은선, 2024)
- 고위험 AI 시스템 제공자는 시장 출시 전·후로 신뢰성과 보안 등에 대한 평가를 내부통제에 따른 자체평가 또는 피동보기관에 의한 평가를 받아야하며 통과후에는 CE 마크 부착, 적합성 선언을 마친 뒤에 EU 데이터베이스에 등록을 완료해야함(염규현, 2025)
- 피동보기관에 의한 평가는 적합성 인증 표준이 아직 마련되지 않은 생체인식 식별·자연인 분류용 AI 시스템이거나, 타 법률상 외부 공인기관의 인증이 요구되는 경우에 시행됨(박강민 외, 2024)

② 기본권 영향평가

- 공공서비스에 활용하거나 자연인의 신용도를 평가하는 경우에는 추가로 기본권 영향평가를 수행하여 위험 및 필요 조치를 식별하고자 함(박강민 외, 2024; 채은선, 2024)
- 기본권 영향평가 시 고위험 AI 시스템을 사용하기 전에 고위험 AI 시스템 프로세스, 사용 기간 및 빈도, 영향을 받을 수 있는 개인 및 집단에 대한 설명, 인적 감독 조치의 이행 상황, 내부 거버넌스 및 불만 처리 메커니즘과 같은 요소를 고려해야함(심소연, 2024:6)

③ 기본적으로 요구되는 의무사항

- 이 외에 위험관리시스템, 데이터 품질 기준, 기술문서 작성·유지, 자동 기록 기능 탑재와 이력 추적, 배포자에 대한 투명성 확보와 정보 제공, 인적 감독 보장, 정확성과 견고성, 사이버 보안의 확보 등 매우 높은 수준의 요구사항을 부과하고 있음(강진원·김혜나, 2024:2)

○ 제한된 AI 시스템의 투명성 의무에 대하여 구체적으로 살펴보면 다음과 같음

- 시스템 제공자가 범죄 예방 목적 등 예외적인 경우를 제외하고는 AI와 교류하고 있음을 고지할 의무를 부과함으로써 사용자는 AI와의 상호작용을 명확히 인지하여 잠재적인 위험으로부터 보호받을 수 있음(박강민 외, 2024; 조은정·윤정현, 2024)
- 구체적으로 제공자는 배포자가 해당 시스템의 작동방식, 기능과 한계를 잘 이해할 수 있도록 설계하고 판매시 사용 지침을 함께 제공해야 하며, 사용자도 해당 시스템을 통해 인위적으로 생성·조작한 콘텐츠에 대해 출처를 표시하고 공개해야함(심소연, 2024:5)

□ 범용 AI 규제 방식

- 범용 AI 모델은 그 파급 효과와 시스템적 위험을 고려하여 별도로 규제되며, 특히 위험이 클 경우 강한 의무가 부과되고, 그 집행 및 감독은 회원국이 아닌 EU 차원의 집행위원회가 전담(채은선, 2024; 심소연, 2024)
 - 범용 AI 모델이란 대량의 데이터로 학습된 AI 모델로서 상당한 일반성을 보이고, 모델이 시장에 출시되는 방식과 관계없이 다양한 고유 작업을 능숙하게 수행하며, 다양한 하위 시스템 또는 애플리케이션(이하 앱)에 통합될 수 있는 AI 모델을 의미(심소연, 2024:4)
 - 시스템적 위험이란 범용 AI 모델로 인하여 EU 시장에 중대한 영향을 미치며 공공보건, 안전, 안보, 기본권 또는 EU 사회 전체에 실질적으로 또는 합리적으로 예측 가능한 부정적인 영향을 미칠 위험을 의미(박강민 외, 2024:13)

[표 2-12] 범용 AI 모델 제공자의 의무

구분	주요 내용	법적 근거
범용 AI 모델 제공자의 의무	<ul style="list-style-type: none"> • AI 개발 및 테스트 과정과 평가 결과를 포함한 기술문서 작성 및 업데이트 • 범용 AI 모델의 학습에 사용된 데이터 요약본 공개 • EU 및 회원국 국내법에 따라 지적 재산권과 영업비밀을 침해하지 않는 범위에서 범용 AI 모델을 AI 시스템에 통합하려는 AI 시스템 제공자에게 정보와 문서를 제공 	제53조
시스템적 위험이 있는 범용 AI 모델 제공자의 의무	<ul style="list-style-type: none"> • 적대적 테스트 수행, 표준 프로토콜을 사용한 모델 평가 • 시스템 리스크의 파악 및 경감 조치 • 중대한 사고 및 시정 조치 관련 정보 문서화 및 국가관할당국 보고 • 사이버 보안 보장 	제55조

출처: 채은선(2024), 심소연(2024)를 참고하여 작성

□ 혁신 지원 조치

- 한편 EU 인공지능법안은 규제 외에 AI 혁신과 발전을 위하여 △규제 샌드박스, △실증 테스트, △중소기업과 스타트업 지원 조항을 통해 혁신과 규제의 균형을 추구하고 있으며 구체적인 지원 내용은 아래의 표와 같음(박강민 외, 2024)

[표 2-13] EU 인공지능법안 혁신조치

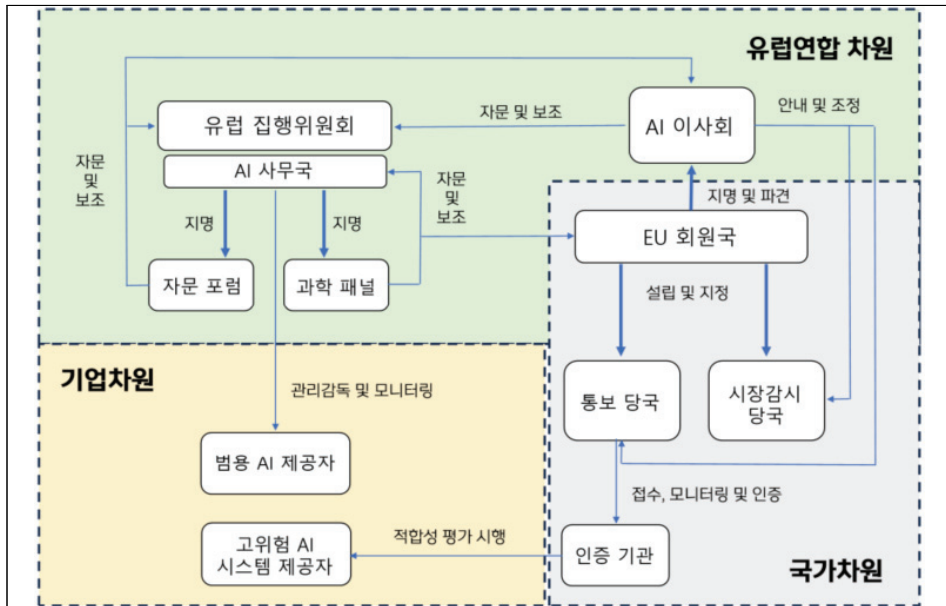
구분	주요 내용	법적 근거
AI 규제샌드박스	<ul style="list-style-type: none"> • 2026년까지 모든 회원국에 최소 1개 AI규제샌드박스 설치 의무화(국경 간 공동 샌드박스 운영도 허용) • 규제샌드박스 운영에 대한 충분한 자원 배정 및 감독 	제57조 ~ 61조
실증테스트	<ul style="list-style-type: none"> • 고위험 AI 시스템 공급자는 AI 법안에 규정된 모든 조건을 충족한 경우에는 규제 샌드박스가 아닌 실제 환경에서도 테스트 가능 	제60조
중소기업과 스타트업 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 스타트업·중소기업 지원을 위한 'AI 혁신 패키지'를 병행 도입 • 간결화된 이행 절차 마련, 과징금 부과 부담 완화, 규제 샌드박스 접근 우선권 보장 등 혜택 부여 	제62조

출처: 채은선(2024), 박강민 외(2024), 최해옥(2025)를 참고하여 작성

(4) 거버넌스 체계 - 기관별 역할, 운영주체별 역할

- EU 인공지능법은 회원국 차원의 거버넌스와 함께 회원국들에 규범이 효과적이고 원활하게 적용될 수 있도록 하기 위한 목적에서, 기술에 대한 이해 및 규범의 통일적 해석을 지원할 수 있는 유럽연합 차원의 거버넌스를 규범화함 (라기원, 2024:7)
- EU 인공지능법의 집행 및 감독·이행 지원 업무는 EU 집행위원회와 각 회원국 규제당국 간 이원체제 구조로 다층적 거버넌스를 통한 통합적 규제 방식을 취함 - 회원국 간 집행의 일관성과 실효성을 확보하기 위한 정책 지원·조정·자문은 EU 집행위원회와 그 산하 인공지능 사무국(AI Office), 그리고 회원국 대표로 구성된 인공지능위원회(AI Board)가 담당하는 구조로 대표적인 중심 기능은 EU 집행위원회와 사무국이 수행함(고환경 외, 2024; Claudio Novelli et al., 2024)

[그림 2-5] EU 인공지능법 거버넌스 체계



출처: Claudio Novelli et al(2024), 염규현(2025:147)

- 구체적으로 범용AI 모델과 AI시스템의 공급자가 동일한 경우 EU 집행위원회가 소관인 반면 금지 및 고위험 AI에 대한 법 집행과 적합성 평가(conformity assessment)는 각 회원국의 국가관할당국이 담당함(채은선, 2024; Claudio Novelli et al., 2024; 라기원, 2024)
 - 인공지능 사무국(AI Office)은 EU 집행위원회 산하 기구로 인공지능법(EU AI Act)의 이행을 지원하는 중앙 집행 허브 역할을 수행하기 위해 AI 시스템 전반에 대해 효과적인 통일적 전략·정책을 수립함
 - 특히 인공지능 사무국은 범용 인공지능(GPAI) 모델의 규범 형성과 국제협력에서 핵심적 기능을 담당하며 아울러 스타트업 등 중소기업 지원을 위해 AI 혁신 패키지를 마련·운영하고 있음
 - 인공지능 위원회(AI Board)는 각 회원국 간 대표단 협의체로 일관되고 효과적인 법 적용을 위해 EU 집행위원회 및 회원국에 자문 제공 및 지원
- EU 회원국은 인공지능법의 적용·준수 감독을 위해 관련 기관을 신설하거나 기존 기관을 지정해야 하므로 국가 차원의 관할체계는 ① 시장감독기관(Market Surveillance Authority, MSA)³⁾ 과 ② 통보기관(Notifying Authority) 으로 크게 구성됨(고환경 외, 2024; 채은선, 2024)
 - 시장감독기관(MSA)는 각 회원국 내에서 AI Act 집행과 제공사 등의 적법요건 준수 여부 감독을 담당함
 - 통보기관은 고위험 AI 적합성을 평가하는 인증기관(Notified Body)의 지정·평가·사후 모니터링 절차를 마련 및 운영함
 - 더 나아가 국가 공공당국은 부속서 III에 해당하는 고위험 인공지능 시스템의 이용과 관련하여 비차별 등 기본권 보호를 담당함
 - 지금까지 논의된 기관별 수행역할은 아래의 표와 같음

3) EU 인공지능법상 시장감독기관(market surveillance authority, “MSA”)은 시장감시 및 제품의 준수에 관한 규정(Regulation (EU) 2019/1020)에 따른 시장감독기관 중에서 지정될 것으로 예상된다(채은선, 2024)

[표 2-14] 기관별 수행 역할

	구분	기구 성격	주요 수행 역할
EU	인공지능 사무국 (AI Office)	전문적 업무 수행을 지원하기 위한 산하기관	<ul style="list-style-type: none"> • 범용 AI에 대한 법 집행(규범 형성, 제공자에 대한 정보 요청 및 제재 부과 등) • 회원국 간 법 집행 일관성 확보를 위한 업무준칙(Code of Practice) 마련 및 행동강령(Code of Conduct) 권장 • 고위험 인공지능 지원(공동조사, 표준계약 및 기본권 영향평가 양식 개발) • 중소기업 및 스타트업 지원(표준 양식, 플랫폼 관리, 모범사례 평가·촉진)
	인공지능 위원회 (AI Board)	유럽데이터보호 감독관 및 EU 집행위원회의 고위급 대표로 구성된 협의체	<ul style="list-style-type: none"> • 회원국의 시장감독기관(MSA)·적합성평가기관과의 협력·지원 플랫폼으로 2개의 상임 소위원회를 운영하며, 각국 관할당국의 규제 활동을 지원 • 집행위원회 요청 또는 자체 의결에 따라 법·지침 이행 및 실무규약 개발·적용에 관한 서면 의견·권고를 제시
회원국	시장감독 기관(MSA)		<ul style="list-style-type: none"> • AI 시스템, 범용 AI 모델, 규제샌드박스, 적합성 평가 없는 예외적 사용 등의 적법 요건 준수 여부 등 감독, AI시스템 관리 감독 공동시장조사 수행 등
	통보기관(Notifying authority)		<ul style="list-style-type: none"> • 각 회원국의 AI 시스템에 관한 적합성 평가 기구를 평가, 지정, 감독

출처: 고훈경 외(2024:13), 채은선(2024), 박강민 외(2024), 라기원(2024)를 참고하여 작성

- EU 인공지능법은 집행위원회와 인공지능위원회를 보조하기 위한 목적으로 자문기구인 자문포럼(Advisory forum)과 과학기술패널(Scientific Panel)을 설치 및 운용하고 있음(채은선, 2024; 라기원, 2024)
 - 자문포럼은 집행위원회가 임명한 업계·시민사회·학계 등 상업·비상업 이해관계자로 구성되며, 인공지능 기술의 법적 안전성과 전문성을 중심으로 집행위원회와 인공지능위원회(AI Board)가 요청한 사안에 대해 자문을 제공함
 - 과학기술패널은 집행위원회가 선정한 인공지능 관련 최신 과학·기술 영역의 전문가로 구성된 독립적이고 객관적인 성격의 기구임
 - 과학기술패널은 특별히 인공지능사무국(AI Office)의 범용 AI 모델 모니터링을 지원하며, 범용 AI가 초래할 수 있는 시스템적 위험을 경고하고 모델 분류와 관련한 시장감시당국(MSA)의 업무를 보완함

- 회원국은 과학패널 전문가에게 지원을 요청할 수 있고, 집행위원회는 회원국이 적시에 전문가 도움을 받을 수 있도록 조치를 취해야함

[표 2-15] EU 자문기구의 수행 역할

구분	기구 성격	주요 수행 역할
과학기술 패널 (Scientific Panel)	독립적인 전문 자문기구	<ul style="list-style-type: none"> • 범용 AI 관련 EU 인공지능법 이행-집행 지원 • 시장감시당국 업무 지원 및 국경 간 활동 지원 • 법 위반 및 이익제기 발생시, 인공지능 사무국 임무 수행 지원
자문포럼 (Advisory Forum)	산업계, 스타트업, 중소기업, 시민단체, 학계 등으로 구성된 이해관계자 집단	<ul style="list-style-type: none"> • 기술적 자문, 집행위원회/인공지능위원회 요청시 권고 의견 제시 등의 자문역할 수행 • 연간 활동 보고서 마련 및 공개

출처: 고희경 외(2024:14), 채은선(2024), 라기원(2024)를 참고하여 작성

2) 영국 사례

(1) 제도 도입 배경

- 영국은 2016년 금융감독청(Financial Conduct Authority, FCA)을 중심으로 세계 최초로 규제 샌드박스를 도입한 국가로 초기에는 금융 분야 중심으로 샌드박스를 운영해오다 인공지능 기술 발전에 대응하여 적용 범위를 확대하고 있음
 - 초기에는 핀테크 등 금융혁신 기업이 법적 제약 없이 신기술을 시험할 수 있는 환경 조성을 목표로 하였으며, FCA가 중심이 되어 금융 분야 규제 샌드박스를 운영해옴
 - 이후 인공지능(AI) 기술 발전에 대응하여 규제 샌드박스의 적용 범위를 확대하였으며 현재는 다양한 규제 기관이 참여하여 AI 모델, 도구, 시스템 등을 시험할 수 있는 환경을 제공하고 있으며, AI의 안전성, 공정성, 신뢰성 확보를 위해 제도 설계가 강화됨
 - 예를 들어, 정보위원회(Information Commissioner's Office, ICO)는 개인화된 AI(Personal AI) 분야를 포함하여 규제 샌드박스를 운영하고 있으며, 이는 개발자와 기업이 개인정보 보호 법률을 준수하는 가운데 신규 제품 및 서비스를 시험할 수 있도록 지원함

- 영국은 미국, 중국과 함께 인공지능(AI) 기술 발전을 선도하는 주요 국가로서, 기술적·산업적 경쟁력을 바탕으로 AI 분야에 대한 전략적 정책을 지속적으로 추진해옴(류시원, 2023)
 - 2018년 4월, 영국 정부는 세계 AI 선도국 도약을 목표로 정부, 산업계, 학계 간 협력을 기반으로 한 「AI 부문간 합의(AI Sector Deal)」를 발표하고, AI 산업 지원을 위한 정책적 기반을 마련함
 - 이어 2021년 9월에는 AI 분야에서의 세계 초강대국 도약을 위한 중장기 정책 비전으로 「국가 AI 전략(National AI Strategy)」을 수립하였으며, 이 전략에는 AI 관련 지식재산권 보호제도 정비 등의 단기 과제도 포함됨
- 영국의 국가 인공지능(AI) 전략은 AI 정책의 중장기적 방향성을 다음의 세 가지 축으로 제시하고 있음
 - 첫째, AI 산업생태계의 지속가능한 성장을 위한 기반 조성
 - 이를 위해 공공 및 민간의 투자 확대뿐 아니라, AI 전문인력 양성을 위한 교육정책, 우수 인재 유치를 위한 출입국 제도 개선, AI 모델 학습을 위한 공공데이터 개방 정책 등을 추진 중임
 - 둘째, AI 기반 경제로의 전환을 가속화하고, AI 기술의 혁신적 성과가 보건, 국방 등 다양한 분야와 전 지역에 걸쳐 확산되도록 지원
 - 이와 함께, AI 기술과 관련한 지식재산권 제도(특허 및 저작권) 정비도 병행하고 있음
 - 셋째, AI 기술에 대한 합리적이고 효율적인 규제체계 마련을 통해, 혁신과 투자 진작은 물론 공공안전 및 사회적 가치 보호를 균형 있게 도모
 - 이를 위해 국제적 기준에 부합하는 윤리 및 안전 기준을 수립·적용하고 있음
- 한편, 영국은 EU와 미국 간의 상이한 AI 규제 접근방식, 그리고 글로벌 AI 산업에서 미국과 중국 간의 기술 패권 경쟁이라는 국제 정세를 전략적으로 활용하여, AI 국제표준 정립 과정에서 중추적 역할 수행을 지향하고 있음
 - 이러한 노력의 일환으로 2023년 11월, 세계 최초로 'AI 안전성 정상회의(AI Safety Summit)'를 주최하였으며, 이는 AI 관련 최초의 글로벌 정상급 회담으로 평가받고 있음

- 본 회의에는 미국, 중국, 캐나다, 독일, 인도, 대한민국 등 28개국과 EU가 참여하였으며, 영국은 AI 안전성 국제기구 설립을 공식 제안하는 등, 주요국 간 AI 규제 논의에서 중개자(mediator)로서의 역할을 수행하며 글로벌 규범 형성을 선도하고 있음⁴⁾.

(2) 제도 개요

- 영국은 인공지능 기술 분야에서 선도적 지위를 유지하면서도 민간 혁신을 촉진하기 위해 친(親)혁신적이고 비례적인 AI 규제 프레임워크를 추진함
 - 통합적이고 일률적인 EU 인공지능법(AI Act)와 달리 맥락별·부문별 접근(sector-specific, context-specific)을 중시하는 방향으로 규제 정책을 시행하고 있음
 - 이를 통해 AI 기술이 법적·윤리적 기준을 충족하도록 함으로써, 혁신 촉진과 동시에 기술의 사회적 수용성과 책임성을 제고하는 데 기여하고자 함
- 영국은 2022년 『친혁신적 AI 규제 수립을 위한 정책보고서』를 통해 AI 관련 규제 설계의 기본 방향을 제시하였으며, 이후 2023년 3월에 발표한 백서 『AI 규제에 대한 친혁신적 접근(A pro-innovation approach to AI regulation)』을 통해 해당 방향을 보다 구체화하였음
- 2023년 백서는 AI 규제에 대한 입법을 단기적으로 추진하지 않겠다는 점을 명확히 하면서, 다음과 같은 내용을 중심으로 규제 프레임워크의 방향을 제시하고 있음
 - 법제화 이전의 원칙 중심 규제: 초기 규제는 법률 제정 없이 비(非)법적 수단(non-statutory)을 활용하여 유연하게 적용되도록 설계되며, 이는 기술 발전 속도에 효과적으로 대응할 수 있는 유연성과 신속성을 확보하는 데 기여하고자 함
 - 기존 규제기관의 역할 강화: 별도의 AI 전담 규제기구를 신설하지 않고, 기존의 분야별 규제기관들이 각자의 전문성과 경험을 바탕으로 AI 관련 규제를 담당함으로써, 부문별 특성을 반영한 맥락적 규제 실행이 가능하도록 함

4) 참고문헌 : <https://www.lawtimes.co.kr/LawFirm-NewsLetter/196378>

- 규제 일관성을 위한 공통 원칙 제시: 다양한 규제기관 간 정책의 일관성을 유지하고 민간 기업의 예측 가능성을 높이기 위해, 정부는 AI의 안전성, 공정성, 신뢰성 확보를 위한 공통 원칙을 수립하고, 이를 각 부문에 적절히 적용하도록 유도하고 있음

(3) AI 규제에 대한 친혁신적 접근(A pro-innovation approach to AI regulation)』을 통해 본 영국의 AI 규제 프레임워크⁵⁾

□ 배경 및 필요성

- 기존의 법 체계는 평등법, 데이터 보호법, 소비자권리법, 제품안전법 등을 통해 AI와 관련된 일부 위험을 규율하고 있었으나, 다음과 같은 구조적 한계가 존재하였음
 - AI 고유의 편향 및 차별, 안전 리스크, 법적 불확실성에 대한 대응 미흡
 - 규제기관 간 관할 경계 모호로 인한 규제 공백 발생
 - 상충되는 규제 요건으로 인한 기업의 과도한 부담
 - 중소기업의 시장 이탈 및 혁신 저해 우려
- 일부 분야(MHRA의 의료기기 분야 등)는 AI 특화 지침을 마련하여 선제적 대응 중이나, 전반적인 규제 기관 간 협력은 미흡하며 AI 전문성 부족으로 집행 불일치와 규제 불확실성 문제가 지속되었음
 - 실제 산업 현장에서는 하나의 AI 기술에 대해 복수의 법률을 동시에 고려해야 하고 법 적용의 경계와 기준이 모호해 기업들이 규제 리스크를 감수한 채 기술 개발을 지속하는 상황이 이어져 왔음
- 이에 따라 영국 정부는 기존 규제체계를 존중하면서도 인공지능(AI)의 혁신적 활용을 촉진하고, 동시에 개인정보 침해, 차별적 알고리즘, 인권 침해 등 잠재적 위험을 효과적으로 관리하기 위해 비례적·원칙 기반의 규제 프레임워크를 수립함

5) 이하의 내용은 「A pro-innovation approach to AI regulation」 참고하여 작성함

- 특히, 영국은 EU와 달리 입법 중심의 포괄적 규제 접근을 지양하고, 기존의 분야별 규제기관을 중심으로 맥락별·부문별(context-specific, sector-specific)로 AI를 규율하는 방식을 채택하고 있음
 - 규제 공백 및 법적 불확실성을 보완
 - 기술 표준, 보증기법 등 비법적 수단을 활용
 - 정부, 규제기관, 산업계 간 협력 구조 강화
 - 책임 있는 AI 활용을 통해 대중 신뢰 확보 및 혁신 생태계 보호
 - 장기적으로 글로벌 AI 경쟁력 유지 및 강화 도모
- 이러한 규제 프레임워크는 영국 전역에 적용되며, 초기에는 비법적(non-statutory) 기반 위에 추진되지만 글로벌 추세와 산업 성장에 대응하여 향후에는 입법화 가능성을 고려하고 있으며 분권적 영향도 지속적으로 검토될 예정임
 - 초기에는 비법적(non-statutory) 수단을 활용하여 규제의 유연성과 민간의 자율성을 최대한 보장함으로써, 기술 혁신과 책임 있는 활용 사이의 균형을 도모하고자 함
 - AI 규제 법안의 상정 및 재도입된 사례 : 2023년 AI 책임관 도입 및 규제기관 설립을 골자로 하는 인공지능(규제) 법안(Artificial Intelligence(Regulation) Bill) 발의, 2025년에는 글로벌 규제 동향(EU AI Act 등) 반영하여 위험기반 분류체계도입, 법적 구속력 있는 규제 원칙 수립 등 내용이 추가되어 상원에 재도입됨(송도영 외, 2025)⁶⁾

□ 제도 목표

- 현행 「국가 AI 전략(National AI Strategy)」 및 「디지털 규제 계획(Plan for Digital Regulation)」에 기반한 규제 프레임워크는, 실제 위험 수준과 기술이 창출할 수 있는 공공 및 산업적 가치를 균형 있게 고려하여 설계됨
- 이를 통해 소비자에게는 AI 기술에 대한 신뢰를 제고하고, 기업에는 책임 있는 혁신과 투자에 필요한 명확성을 제공하는 것이 목적이며 구체적인 목표는 다음과 같음

6) 참고문헌 : <https://www.lawtimes.co.kr/LawFirm-NewsLetter/197321>

- (1) 책임 있는 혁신 촉진과 규제 불확실성 해소를 통한 경제 성장 견인
- (2) AI 활용 위험 대응 및 사회적 가치 보호를 통한 대중 신뢰 확보
- (3) 국제 규범 주도 및 글로벌 AI 리더십 강화

○ 한편, 해당 프레임워크는 데이터 접근성, 컴퓨팅 역량, 지속가능성 등 포괄적 이슈는 다루지 않되, 지식재산권법 개선 및 생성형 AI 관련 제도 정비를 통해 창의산업과 개발자의 권익 간 균형 확보를 지속적으로 도모할 예정임

□ 규제 프레임워크의 핵심 원칙

- 영국 정부는 급속히 발전하는 AI 기술의 특성과 위험·기회 간 균형을 고려하여 원칙 기반(principles-based)의 규제 프레임워크를 도입함
- 해당 프레임워크는 △혁신 촉진, △비례성, △신뢰성, △적응성, △명확성, △협력성 등을 핵심 가치로 설정하고, 기존 분야별 규제기관이 각자의 전문성과 제도적 경험을 바탕으로 자율적이고 탄력적으로 규제를 적용할 수 있도록 설계됨
- 주요 구성요소는 △AI 정의 마련을 통한 규제기관 간 조정, △맥락별 맞춤형 규제 접근, △범부처 원칙 제시 및 단계적 법제화, △중앙 지원 기능 구축을 통한 규제 일관성 확보로, 정부·규제기관·산업계 간 협력 기반에서 책임 있는 AI 활용과 글로벌 리더십 강화를 목표로 함
- ① 첫 번째 규칙 : AI 정의 마련을 통한 규제기관 간 조정(Defining Artificial Intelligence)
 - 영국 정부는 적응성(adaptivity)과 자율성(autonomy)을 기준으로 AI를 정의함으로써, 해당 특성으로 인해 발생하는 규제상의 문제를 해결할 수 있는 접근법을 설계하여 향후 자율적·적응적 특성을 지닌 새로운 기술에도 유연하게 대응하고자 함
 - 적응성: AI 시스템은 학습을 통해 데이터의 패턴을 추론하고, 개발자의 명시적 설계 없이도 새로운 기능을 스스로 발전시킬 수 있음
 - 자율성: 일부 AI는 인간의 지속적 개입 없이 독립적으로 의사결정을 내릴 수 있음

- 정부는 각 규제기관의 AI 정의 적용 현황을 모니터링하고 정의의 정합성을 높이기 위한 조정 방안을 마련하고 산업계·학계 등과의 협력 채널을 구축하여 범경제적 차원의 모니터링 활동 강화할 계획임
- ② 두 번째 규칙 : 맥락별 맞춤 규제 접근(Regulation the use not the technology)
 - 맥락 특화 규제 접근방식이란 산업 부문이나 기술 유형에 따라 획일적인 규제 기준을 적용하기보다는, AI가 특정 활용 분야에서 초래할 수 있는 결과와 위험 수준에 따라 규제 강도를 달리하는 방식임
 - 이러한 접근은 AI 기술의 도입으로 발생할 수 있는 잠재적 위험뿐만 아니라, AI를 활용하지 않을 경우 발생하는 기회손실까지 고려할 수 있도록 하여 보다 비례적이고 효율적인 규제를 가능하게 만들
 - 예를 들어, 중공업 안전관리나 의료진단 등 고위험 분야에서는 AI 미활용으로 인한 손실도 중요한 고려 요인이 될 수 있음
 - 이러한 원칙을 효과적으로 구현하기 위해, 정부는 새로운 전담 규제기구를 신설하기보다는 기존 규제기관에 권한을 부여하여 부문 간 공통 원칙을 각 맥락에 맞게 해석·적용하도록 권장하고 있음
 - 이는 규제 혼선을 최소화하고, 각 규제기관이 가진 분야별 전문성을 바탕으로 정밀하고 책임 있는 규제 집행을 가능하게 하려는 전략의 일환임
- ③ 세 번째 규칙 : 범부문 원칙 제시(A principles-based approach)
 - 영국 정부는 기존 규제기관이 AI 규제 프레임워크를 시행함에 있어 (1) 안전성과 보안성 (2) 투명성과 설명가능성 (3) 공정성 (4) 책임성과 거버넌스 (5) 이의제기 및 구제 가능성과 같은 5대 범부문 원칙을 적용할 것을 권고함
 - 해당 원칙은 경제개발협력기구(OECD)가 제시한 가치 기반 AI 원칙을 반영하였으며, 민첩성과 비례성을 확보하여 혁신을 저해하지 않으면서도 AI 생애주기 전 단계에서의 바람직한 거버넌스 기준을 제시함
 - 구체적인 범부문 원칙의 정의와 각 원칙에 따른 규제기관의 역할 및 원칙 근거에 대한 내용은 아래의 표로 정리함
 - 이와 같이 초기에는 비법적(non-statutory) 방식을 통해 5대 원칙을 규제기관이 기존 권한과 자원을 활용하여 자율적으로 적용하도록 할 계획이며 적용 기간이 종료되면 단계적으로 법제화를 추진할 예정임

- 해당 과정에서 규제기관은 AI 활용 맥락에 따라 원칙 적용을 위한 가이드언스를 마련 및 보완해야함
- 정부는 원칙의 효과를 지속적으로 모니터링하여 필요 시 개선방안을 제시하고 복수 규제영역에 걸친 사례에 대해서는 공동 가이드언스를 마련할 계획임

[표 2-16] 범부문 5대 원칙

이행원칙	정의	적용근거 및 시사점
안전성 보안성 견고성	• AI 시스템은 생애주기 전반에서 안전하고 신뢰성 있게 작동하며 위험을 지속적으로 식별·평가·관리해야 함.	• AI의 자율적 기능 확대는 보건·중요 인프라 분야에서 심각한 위해를 초래할 수 있음. 보안 위협 내재화와 복원력 확보가 필수적임.
투명성 설명가능성	• AI 사용 목적·시점·방식을 명확히 공개하고, 의사결정 과정을 이해·해석 가능하도록 보장해야 함.	• 투명성은 대중 신뢰 확보와 AI 도입 촉진에 핵심적 요소이며, 법적·윤리적 책임 이행을 위한 전제조건임.
공정성	• AI는 개인·집단의 권리를 침해하거나 불공정한 차별·시장 결과를 초래하지 않아야 함.	• AI는 채용, 신용평가 등 중요한 의사 결정에 영향력을 미치므로 법적·윤리적 기준에 따른 공정성 확보가 필수적임.
책임성 거버넌스	• AI 공급망 전 과정에서 명확한 책임선과 관리체계를 구축하여 규제 준수와 안정적 운영을 보장해야 함.	• AI의 자율성과 복잡한 공급망으로 인한 책임 공백을 방지하며, 기업의 규제준수 확실성을 확보하는 핵심 요소임.
이의제기 및 구 제 가능성	• AI 활용으로 발생한 피해나 위험에 대해 사용자·제3자가 이의를 제기하고 구제 받을 수 있는 경로를 마련해야 함.	• AI 결과물은 편향, 안전 문제 등 다양한 피해를 초래할 수 있으므로 피해자 권리 보호와 시정 메커니즘 마련이 필요함.

출처: Department for Science, Innovation and Technology(2023) pp.27-33 내용을 저자가 재구성

- ④ 네 번째 규칙 : 중앙 지원 기능 구축을 통한 규제 일관성 확보
- 위와 같이 영국 정부는 AI 규제체계 도입 초기 단계에서 비법적(non-statutory) 방식을 통해 전체 규제 프레임워크가 위험을 적절히 관리하는지를 검증하고자 하였으나 일부 산업계와 규제기관은 강제력 부족으로 원칙의 기대효과가 제한될 수 있으며, 현행 법적 근거가 불충분해 적극적 이행이 어려울 수 있다는 우려를 제기함

- 이에 따라 정부는 초기 시행 성과를 모니터링한 후, 필요 시 규제기관에 대해 ‘적절한 고려(due regard)’ 의무를 부과하는 법적 조치를 도입할 수 있음을 밝힘
- 이러한 법적 의무는 규제기관이 원칙을 관련 부문에 적극 적용하도록 명확한 책무와 유인을 부여하는 동시에, 각 부문 특성에 따른 전문적 재량과 판단권을 유지할 수 있도록 설계될 예정임
- 이러한 법적 조치는 초기 비법적 프레임워크의 효과성 모니터링, 충분한 근거자료와 증거기반을 구축하여 검토한 이후, 법적 의무 도입이 불필요하다고 판단될 경우 시행하지 않을 것임
- 반대로 특정 원칙이 법적 해석이나 기술적 제약으로 인해 일부 영역에서 적용되지 못하는 경우에는 광범위한 입법 보완을 검토할 계획임

□ 개별 규제기관의 역할

- 영국 정부는 AI 규제체계 내에서 개별 규제기관의 역할을 강화하며, 분야별 특수성을 반영한 세부 원칙의 자율적 개발·적용을 허용하고 있음.
 - 일부 부문에서는 이미 기존의 AI 거버넌스 원칙이 존재하거나, 이번에 제안된 범부문 원칙보다 엄격한 기준이 마련되어 있음
 - 예를 들어, 국방부는 AI 기반 군사 역량을 위한 윤리원칙과 정책을 독자적으로 제정하였으며, 정부는 이러한 분야별 접근이 전체 프레임워크와 정합성을 유지하도록 조정할 계획임
- 모든 원칙이 모든 상황에서 동일하게 적용되는 것은 아니며, 투명성과 데이터 보호 원칙과 같이 원칙 간 상충이 발생할 경우 규제기관은 전문성을 바탕으로 우선순위를 설정하고, 정부 및 타 규제기관과 정보를 공유해 원칙 적용의 합리성을 확보할 필요가 있음
- 규제 프레임워크 시행과 관련하여 규제기관은 (1) 범부문 원칙을 소관 영역의 AI 활용사례에 평가·적용, (2) 원칙과 기존 법규 간 상호작용을 설명하는 가이드선 발간, (3) 복수 규제기관 관할 기업을 위한 협력적·일관된 지침 제시 등의 역할을 수행해야 함

- 또한 자율적으로 프레임워크 이행률과 AI 규제역량을 모니터링 및 평가해야하며, 일부 AI 관련 위험이 규제 공백에 놓인 경우 정부와 협력해 프레임워크 개선 및 법령 개정 등 필요한 조치를 모색해야 함
- 규제 프레임워크에서 제시된 5대 원칙별로 기대되는 규제기관의 역할 및은 아래의 표와 같음

【표 2-17】 범부문 5대 원칙별 규제기관의 역할

이행원칙	개요	구체적인 규제기관의 역할
안전성 보안성 견고성	<ul style="list-style-type: none"> • AI 시스템의 안전성, 보안성, 견고성을 측정할 수 있는 기술 표준을 고려하여 관련 지침 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수 사이버보안 및 프라이버시 관행 고려 (예: NCSC 원칙, 접근 통제, 악의적 행위자 차단)한 지침 마련 • AI 생애주기 전반의 위험관리 프레임워크 참조 및 모델 정기 재검토 • 기술표준(안전성, 보안성, 견고성 등)을 활용해 규제 지침 명확화 및 이행 지원
투명성 설명가능성	<ul style="list-style-type: none"> • 정보 제공 요구 및 기술 표준을 참고하여 투명성·설명가능성 구현 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • AI 성격, 목적, 데이터, 결정 논리, 책임소재 등을 고려하여 원칙을 이행하거나 가이드선스 제공 • 고위험 시스템에 대해서는 규제 집행에 필요한 정보와 시스템 견고성과의 기술적 균형을 감안하여 설명가능성 요건을 설정 • AI의 투명성 및 설명가능성 관련 기술 표준을 고려하여 지침 명확화 및 위험처리 조치 이행 지원
공정성	<ul style="list-style-type: none"> • 부문별 공정성 정의와 사례 제시 • 법률, 기술 표준, 보증 수단 등을 기반으로 지침 마련 • 교차 규제영역에서는 공동지침 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 규제기관의 관할 분야별 공정성 개념 정의 및 관련 맥락 식별 • 공정성 거버넌스 요건 설계·집행 • AI 시스템 활용 결과의 파급 효과가 중대한 경우 AI 운영자의 설명 책임 고려 • 개인 취약성과 관련된 AI의 영향 평가 및 규제 요건 준수 유도 • 편향 완화유리 기준 관련 ISO 표준 활용해 지침 명확화 및 이행 지원
책임성 거버넌스	<ul style="list-style-type: none"> • 규제 준수와 모범 사례에 대한 명확한 기대 수준을 제시 및 지침 마련 • 문서화, 영향평가, 감사를 포함한 책임성 확보 절차 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 규제 준수 책임 주체 식별 및 초기 책임성 입증 지침 제공 • 위험관리·보고의무 포함 거버넌스 메커니즘 마련

이행원칙	개요	구체적인 규제기관의 역할
이익제기 및 구제 가능성	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 이익제기 및 구제 절차 공고화, 필요에 따라 적절한 조치를 통해 피해자 구제 경로 보장 • 제도적 투명성, 설명가능성과 연계된 명확한 지침 제공, 공식·비공식 채널의 접근성을 높이는 방안 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • AI 거버넌스 관련 ISO 표준을 활용한 책임성 확보 및 조직 내 책임 행동 유도 • AI 피해 당사자의 민원·분쟁 제기 경로 안내를 위한 가이드스 마련 • 실질적 구제를 위해 투명성·설명가능성과의 연계 명확화

출처: Department for Science, Innovation and Technology(2023) pp.27-33와 appendix 내용을 토대로 저자가 재구성

- 아울러 영국 정부는 인공지능 규제와 관련하여 규제기관의 기술적·조직적 역량 격차 해소를 중요 과제로 인식하여 다음과 같은 조치를 요구하고 있음
 - AI 기술 이해, 기술표준 적용, 다중 규제체계 간 상호작용 파악, 시장 변화에 대한 통찰력 등 새로운 전문성을 규제기관에게 요구하고 있음
 - 또한 조직 차원에서는 새로운 AI 활용 사례에 대한 적응력, 타 규제기관 및 외부 전문가와의 협업 능력 등을 강조함

□ 중앙정부의 중앙 기능

- 영국 정부는 인공지능(AI) 규제체계의 효율적 운영과 혁신 촉진을 위해 중앙차원의 기능(Central Functions)을 신설하고자 함
 - 이를 통해 규제기관의 독립성을 보장하면서도 중앙 기능을 통해 규제 프레임워크의 작동 현황을 종합적으로 파악하고자 함
 - 주요 기능별 역할과 도입 근거 및 기대효과를 정리하면 아래의 표와 같음

[표 2-18] 중앙기능별 주요 역할 및 도입 근거

기능 영역	주요 활동	도입 근거 및 기대효과
모니터링·평가 (M&E) 및 피드백	<ul style="list-style-type: none"> • 중앙 모니터링·평가 체계 구축 • 산업계, 규제기관, 시민사회 등으로부터 데이터 수집·분석 • 규제기관 내부 M&E 지원 • 규제 체계 전반의 효과성(비례성·혁신성) 점검 • 개선 필요 시 정책적 대응 자문 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 규제체계의 작동 여부 및 혁신 지원 효과성을 조기 파악 • 이슈 발생 시 신속한 프레임 워크 조정 가능
원칙 적용의 일관성 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 규제기관 대상 중앙 가이드선 제공 • 규제 권한역량 부족, 범위 한계 등 장애요인 파악 및 해결 • 원칙 해석 불일치 모니터링 및 조정 • 규제기관 간 학습·최적사례 공유 원칙의 지속적 유효성 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 규제기관별 접근 차이로 인한 산업계 혼선 방지 • 혁신 친화적이고 비례적인 원칙 적용 유도
범부문 AI 위험평가	<ul style="list-style-type: none"> • AI 전 분야 위험 레지스터 구축·관리 • 기존·신규 위험 모니터링 및 우선순위 설정 • 규제기관 간 책임분담 명확화 • 규제 공백·중복 영역 식별 및 개선 • 위험관리 모범사례 공유 	<ul style="list-style-type: none"> • 규제 사각지대 해소 • 경제 전반의 위험관리 일관성 강화 • 교차 영역 리스크에 대한 비례적 대응 확보
혁신가 지원 (Testbeds·Sandboxes)	<ul style="list-style-type: none"> • AI 혁신기업이 규제 복잡성을 극복하고 시장 진입 가속화 지원 • 규제 샌드박스·테스트베드 운영 규제 현장의 개선 필요사항 발굴 및 피드백 반영 	<ul style="list-style-type: none"> • 혁신 저해 요인 제거 • 신기술 상용화 촉진 및 법적 불확실성 완화
교육·인식 제고 (Education & Awareness)	<ul style="list-style-type: none"> • 기업 대상 규제 체계 안내 • 소비자 및 일반 대중 대상 AI 규제 위험 교육 캠페인 지원 • 규제기관의 인식 제고 활동 촉진 	<ul style="list-style-type: none"> • 규제 체계에 대한 이해도 향상 • 소비자·기업의 프레임워크 평가 및 개선 참여 확대 AI 신뢰성 강화로 채택률 제고
미래 동향 탐지 (Horizon Scanning)	<ul style="list-style-type: none"> • AI 기술 신흥 동향·기회 모니터링 • 산업계, 학계, 국제 파트너와 협업하여 규제 개선방안 논의 • 신·잠재적 위험을 조기 식별·우선순위화 	<ul style="list-style-type: none"> • 지능적·선제적 규제 대응 가능 • 규제체계의 적응성(adaptability) 강화
국제 규제체계와의 상호운용성 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 영국 규제원칙과 국제 규제 기술표준 위험관리 체계 정합성 검토 • 규제 조화·협력 기회 발굴 	<ul style="list-style-type: none"> • 국제 시장 접근성 확대 • 해외 투자 유치 촉진 • 불필요한 무역·투자 장벽 제거 • 국제 협력 및 영국의 규제 영향력 강화

출처: Department for Science, Innovation and Technology(2023) pp.43-48 내용을 토대로 저자가 재구성

- AI 규제 샌드박스 및 테스트베드의 도입은 정부 수석과학고문 Patrick Vallance의 정책 보고서⁷⁾에서 제안된 정부-규제기관 간 협력 기반 혁신 지원 방안을 반영한 것으로 다수 규제기관과의 상호작용이 필요한 경우나 초기 단계의 규제 지침으로 인해 발생하는 시장 진입 장벽을 완화하기 위한 조치임
 - 기존의 정보위원회(ICO)와 금융행위감독청(FCA)는 이미 디지털 샌드박스를 성공적으로 시범 운영한 바 있으며, 특히 FCA 샌드박스의 경우 평균 약 40%의 시장 진입 기간 단축이라는 긍정적인 성과를 보여줌
 - 인공지능 규제 샌드박스과 테스트베드는 혁신 제품 및 서비스의 신속한 시장 진입 및 지원, 규제 프레임워크의 현장 적합성 및 유연성 실험, 신흥 기술 및 시장 동향 조기 포착하는 역할을 수행할 것으로 기대됨
 - 영국 정부는 효과적인 샌드박스 구축을 위해 ‘다수산업-다수 규제기관’ 형태의 샌드박스 모델을 구축할 예정이며 이를 위해 우선 AI 투자와 수요, 규제기관 간 협력 수요가 높은 부문을 중심으로 ‘단일 산업-다수 규제기관’ 방식의 시범사업을 구상하고 있음
- 중앙정부는 이와 같은 기능 이외에도 AI 생애주기 전반을 걸쳐 책임성을 확보하고자 현 체제에서 공정하고 효과적인 책임 분배가 이루어지지 않을 경우 기술 및 법률 전문가와의 협의를 통해 비례적 개입(예:입법 개정)을 고려하고 있음
 - 아울러 AI 생애주기 전반에 대한 책임성 확보 차원에서 기술표준, 인증기업 등 신뢰 기반 도구를 활용하며 향후 중앙 차원의 모니터링 및 평가를 통해 법적 책임 분배의 공정성과 효과성을 지속적으로 점검할 예정
 - 또한 책임 있는 AI 도입과 규제 프레임워크 이행을 위해 AI 보장 기법과 기술표준을 핵심 도구로 설정하였으며 “UK AI 신뢰성 보장 생태계

7) 해당 보고서(Pro-innovation Regulation of Technologies Review: Digital Technologies)는 혁신 촉진형 규제가 신흥 디지털 기술을 어떻게 지원할 수 있을지를 검토하였으며 AI와 관련된 여러 구체적인 정책적 권고(예: 규제 샌드박스, 지식재산당국(IPO)에서의 AI 저작권 가이드라인 제시 등)을 포함하고 있으며 정부는 위 보고서의 정책 권고를 모두 수용하고 구체적인 실행계획(HM Government Response to Sir Patrick Vallance’s Pro-Innovation Regulation of Technologies Review: Digital Technologies)을 밝혔음

로드맵(Roadmap to an effective AI assurance ecosystem in the UK), “UK AI 표준 허브(UK AI Standards Hub)”를 통해 기반을 조성 하였음

3) 일본 사례

(1) 제도 도입 배경

- 일본은 EU처럼 법적 기반을 마련하는 동시에, 미국과 영국처럼 탈규제를 통해 혁신을 촉진할 수 있는 병행 전략을 채택하고자 국가 전략 차원에서 샌드박스 제도를 활용하여 제도의 실험·정제와 법제 개선을 지속적으로 추진하고 있음(송도영 외, 2025; 한국과학기술평가원, 2024)
- 2025년 5월에 제정되고, 6월에 실행된 일본의 인공지능 관련 기술의 연구 개발 및 활용 추진에 관한 법률(人工知能関連技術の研究開発及び活用の推進に関する法律案要綱, 이하 인공지능추진법⁸⁾) 이 제정되기 전까지, 일본의 인공지능 규제는 법적 구속력이 없는 가이드라인에 기반한 자율 규제였음(조경희, 2025)
- 국제적으로 기술 발전 속도와 사회 확산 속도가 가속화되는 추세와 달리, 일본은 AI 도입 및 투자 부문에서 상대적으로 저조한 성과를 보여 위기감이 고조되어 국가 경쟁력 확보와 더불어 AI 안전성에 대한 국민의 우려를 해소하기 위하여 법적 기반 마련의 필요성이 대두됨(Paulger, 2025; 한국과학기술기획평가원, 2025)
 - 일본의 경제 규모를 고려할 때, 2023년부터 2024년까지 민간 부문의 AI 투자 규모는 주요 선진국에 비해 미미했으며, 생성형 AI를 사용률도 개인과 기업 차원에서 모두 현저히 낮은 편에 속함
- 이러한 배경에 기반하여, 지금까지 일본 정부가 추진해 온 주요 AI 정책은 다음과 같음
 - 일본 정부는 2016년 「Society 5.0」 발표 이후 AI를 4차 산업혁명의 핵심 기술로 명시하고 관련 정책·비전을 지속 제시해, AI를 국가 미래상 실현의

8) 참고문헌에 따라 AI촉진법, AI추진법이라 요약하기도 함. 본 보고서에는 인공지능추진법을 채택함.

핵심 동력으로 자리매김시킴(KOTRA, 2024)

- 본격적인 AI 기술 R&D를 위해 AI 정책 컨트롤타워인 ‘AI 전략기술회의’, 그 이후에 내각부 산하에 ‘AI전략회의(전문가회의)’를 설치하였음(KOTRA, 2024)
- 내각부는 AI 전략에서 나온 쟁점 등을 정리하여 「AI 잠정적 쟁점 정리 (‘23.05)」를 발표하며 기존 AI 가이드라인 통합 필요성을 강조함. 이에 따라 총무성 및 경제산업성에서 「AI 사업자 가이드라인(‘24.04)」를 발표하여, 사업자가 위험을 자율적으로 관리하고, 대응책을 마련할 수 있도록 권장하였음 (조경희, 2025)
- 더불어 AI의 안전성에 대한 국민 인식조사 결과가 낮은 것을 근거로 ‘AI 전략회의 (전문가회의)’내에 ‘AI 제도연구회’를 설치하고, 「AI 제도 중간 정리 (‘25.02)」를 거쳐, 「인공지능추진법(‘25.06)」을 제정 및 공포하였음(조경희, 2025)
- 지금까지 추진된 일본의 주요 AI정책 변화의 흐름과 국제동향 경과를 정리하면 아래의 표와 같음

[표 2-19] 일본 ‘AI 잠정적 쟁점 정리’ 주요 과제

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
세계	주요 이슈		알파고 쇼크	GPT-1 발표	GPT-2 발표	GPT-3 발표		GPT-4 발표	GPT-4o 발표	GPT-5 발표	
						코로나19팬데믹			EU AI Act 제정		
일본	전략	Society 5.2	AI기술 전략		AI기술 2019		AI기술 2021	AI기술 2022	반도체·디지털 산업 전략	AI사업자 가이드 라인	인공 지능 추진법
	주요 조직		인간중심 AI 사회원칙회의								

출처 : 국회도서관(2025), KOTRA(2024), 송도영 외(2025) 참고하여 저자가 재구성

2) 주요 AI 정책 변화

□ AI 전략회의

○ AI 정책 컨트롤타워 역할

- 일본 정부는 2016년 AI기술 R&D를 위해 정책 컨트롤타워 역할을 할 'AI 기술전략회의'를 설치함
- 이는 총무성, 문부과학성, 경제산업성과 해당부처 소관 국립연구개발법인 5곳을 묶어 AI R&D와 연구성과의 산업화 등을 수행했음(KOTRA, 2024)

○ AI 전략 2022

- 「AI 전략 2022 (’22.5)」는 팬데믹, 대규모 재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하는 시스템과 기술을 개발, 운용하는 것을 최우선 목표로 삼았음(KOTRA, 2024)
- 이를 통해 민간·교육·공공분야에서의 이용 촉진, 허위 정보 및 개인정보 침해 등 리스크 대응, 국제 규제 검토, 국내 AI 개발지원 등을 논의함(안성원 외, 2024)
- 해당 전략의 주요 내용은 「AI 기술전략(’17년)」 및 연도별 「AI 전략」을 개정, 보완하여 종합한 내용으로 기존의 「AI 전략」과 목표와 비전이 크게 변화 없었으나, '대규모 재해에 대한 대처', '사회 실증' 등 새로운 목표를 제시한 점에서 차별화됨(KOTRA, 2024)
- 해당 전략에 의거하여 내각부 산하에 'AI 전략회의(전문가회의)'를 설치하고, 내각총리 보좌관이 팀장인 관계부처 합동 'AI전략팀'을 구성하여 운영을 시작함(KOTRA, 2024)
- AI전략팀에서는 AI 전략 추진에 따른 정책 세부과제, AI 성능 향상에 따른 잠재리스크 등을 논의하고 이에 대한 가이드라인을 수립하고자 함(KOTRA, 2024)
- 디지털 전환, AI활용 사회 실현에 필수로 요구되는 반도체 및 정보처리, 데이터센터 등 디지털 인프라 기반 준비를 위한 「반도체·디지털 산업전략(’23.6월)」을 개정함(KOTRA, 2024)

- 독자적인 생성형 AI 개발을 위해 대규모언어모델(LLM) 및 슈퍼컴퓨터 정비에 투자를 확대함. 중소기업을 대상으로 AI 도입 지원 및 생산성 향상 도모함(KOTRA, 2024)

○ AI 잠정적 쟁점 정리

- ‘AI 전략회의’ 구성원은 생성형 AI의 급속한 확산과 히로시마 G7 정상회의 계기로 「AI 잠정적 쟁점 정리(‘23.05)」를 발간함
- 생성형 AI를 중심으로 AI에 관한 논점을 새롭게 정리한 것으로(AI 戰略會議, 2023), AI 관련 글로벌 리더십 확보를 AI 전략에 포함하여, AI 사업에 관한 일본의 영향력을 확대하고자 함(KOTRA, 2024)
- 히로시마 G7 정상회의에서 합의된 공동의 비전과 목표에 따라, 일본은 ‘우리가 공유하는 민주적 가치에 부합하는 신뢰할 수 있는 AI’라는 원칙을 구현하기 위한 거버넌스 체계 구축을 추진하고자 함(AI 戰略會議, 2023)
- 특히 방재, 긴급 상황 대응, 제조, 콘텐츠, 식문화, 기초과학 등 일본의 주요 강점 분야에서 주도적인 역할을 발휘하기 위해, 안전망을 확보하는 동시에 혁신과 활용을 저해하지 않는 정책적 기반의 필요성을 강조함(AI 戰略會議, 2023)
- 이를 위해 개발자, 서비스 제공자, 이용자, 정부 등 다양한 이해관계자를 포괄하는 신속하고 유연한 거버넌스 체계를 마련하고자 하며, AI의 개발·제공·이용 전 과정에서 발생할 수 있는 주요 과제를 종합적으로 검토함(AI 戰略會議, 2023)
- 구체적인 주요 과제의 내용은 아래의 표와 같음

[표 2-20] 일본 ‘AI 잠정적 쟁점 정리’ 주요 과제

구분	내용
리스크 대응	<ul style="list-style-type: none"> • 어려움에 직면한 사람에 대한 대응 및 AI 개발·제공자가 자유롭게 활용할 수 있는 환경을 조성해야 함 • 개인정보·기밀 유출, 범죄 악용, 딥페이크 등 허위 정보로 인한 사회 혼란, 사이버 공격, 교육에서의 활용, 저작권 침해, 실업 위험 등에 대응 방향을 설정해야 함
AI 활용 촉진	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 연계 기반 구축: DFFT(Data Free Flow with Trust) 구체화, 신뢰성 기반 데이터 공유 확대가 필요함

구분	내용
	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털 인재 육성 및 확보해야 함 • 스타트업 창출을 위한 사업 환경 정비도 중요함 • 정부 기관에서의 생성 AI 활용을 권장하고자 함 • 세대간 격차 해소를 위한 리터러시 습득 콘텐츠 개발도 필요함
개발 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> • AI 개발력 강화를 위해 AI 개발 인프라(컴퓨팅 자원과 데이터) 정비·확충해야 함 • 속도감 있는 개발 및 민관 연계가 필요함 • 투명성·신뢰성 확보 및 설명 등 리스크 대응에 대한 책임감을 보유해야 함 • 일보어 중심의 데이터 정비 및 확충이 필요함 • 오픈소스·공유 인프라 등의 개방형 기술 환경으로 연구·인재 경쟁력 강화해야 함
향후 과제	<ul style="list-style-type: none"> • AI 활용은 안보·기존 AI 등 다양한 분야로 확대해야 하며, 전문 부서 논의와 병행해 균형 잡힌 접근이 필요함 • 정부는 AI 전략회의와 관계부처 협력체계를 강화해 정책을 일관성 있게 추진해야 함 • 기술 진보에 따른 예상치 못한 상황에 대비하고, 국민과 사업자의 의견을 반영한 유연한 정책 설계가 중요함

출처: AI に関する暫定的な論点整理 (AI 잠정적 쟁점 정리) pp.9-17 내용을 토대로 저자가 재구성

○ AI 제도연구회 설치 및 AI 제도 중간정리

- 2024년 7월, AI 전략회의 산하에 설치된 AI 제도연구회는 사업자, 전문가, 지방자치단체 등 다양한 이해관계자의 의견을 폭넓게 수렴하며 AI 법제도의 필요성과 향후 방향성을 검토하였음
- 이러한 논의는 히로시마 AI 프로세스 정신에 기반하여, △AI 위험 대응과 혁신 촉진의 조화 △기술 및 비즈니스 환경 변화 속도에 부합하는 유연한 제도 설계 △글로벌 차원의 상호운용성 확보 △정부의 적정한 AI 조달·이용이라는 네 가지 핵심 원칙을 중심으로 전개됨(이정아, 2025)
- 2025년 2월에 발표된 AI 제도 보고서는 인공지능추진법의 철학·원칙·구조를 설계한 사전 로드맵으로서, 법제화의 근거와 추진 방향을 동시에 제공한 문서라고 볼 수 있으며 사업자의 자율성을 존중하고 기존 법체계의 틀을 활용하는 방향을 강조하였음(한국인터넷진흥원, 2025)

□ AI안전연구소 설립

○ 안정성 확보 전담

- 2024년 2월 14일 경제산업성 산하 정보처리추진기구(IPA)에 'AI안전 연구소(AISI; Japan AI Safety Institute)'를 설립하여 AI 오용과 부정확성 등 안전성 우려에 대응하여 안전성 확보를 전담하도록 하였음(안성원 외, 2024)
- 해당 연구소에서는 국제 파트너와 협력하여 「AI 안전성 평가 관점 가이드⁹⁾('24.9)」를 공개하였으며(한국과학기술기획평가원, 2024), 이는 AI의 책임있는 사용을 보장하고 글로벌 차원의 노력에 기여하기 위함이었음(안성원 외, 2024)
- 이후에는 이미지 분석 등 AI 활용 범위가 확대되는 최근 동향을 반영하여, 멀티모달 기반 모델을 평가 대상으로 하는 경우의 AI 안전성 평가 관점과 각 관점별 평가 항목 예시를 보완한 1.1 개정판('25.03)¹⁰⁾도 발표했다음(AISI, 2025c)
- 개정판의 가이드는 AI 안전성 평가를 위한 10개 핵심 관점을 제시하고, 예상되는 리스크와 평가 항목의 예시를 제공하였음. 또한 평가 주체, 평가 시기, 평가 방법과 유의사항을 규정하였음(한국과학기술기획평가원, 2024)

[표 2-21] 일본 AI 안전성 평가 관점 가이드 (제 1.1판)

구분	내용
AI 안전의 핵심 요소	<ul style="list-style-type: none"> • 인간 중심, 안전, 공정성, 개인정보 보호, 보안 보장, 투명성
AI 안전성 평가 범위	<ul style="list-style-type: none"> • 대상 기술: 텍스트, 이미지, 음성 등 단일 모달 뿐만 아니라 멀티모달 기반 모델 포함함 • 평가 관점: 유해정보 출력 제어, 잘못된·허위 정보 출력 및 조작 방지, 공정성과 포용성, 고위험 이용 및 목적 외 이용, 개인정보 보호, 안전성 확보, 설명 가능성, 신뢰성, 데이터 품질, 검증 가능성

9) AIセーフティに関する評価観点ガイド (第1.00版).('24.09)
https://aisi.go.jp/assets/pdf/ai_safety_eval_v1.00_en.pdf

10) AIセーフティに関する評価観点ガイド (第1.10版).
https://aisi.go.jp/assets/pdf/ai_safety_eval_v1.10_ja.pdf

구분	내용
평가 주체	<ul style="list-style-type: none"> • 주요주체: AI 개발자 및 제공 관리자 • 세부 담당: AI 시스템의 라이프사이클(Lifecycle) 단계별로 수행자가 달라짐 <ul style="list-style-type: none"> - 개발 단계: 연구개발팀, 데이터 엔지니어 - 제공 단계: 운영 관리자, 품질관리 담당자 - 이용 단계: 서비스 운영자, 정책 담당자
평가 시기	<ul style="list-style-type: none"> • 개발, 제공, 사용 단계에 따라 평가 범위가 달라짐. 적절한 타이밍에 수행해야 함(예: 모델 업데이트, 기능 확장, 데이터셋 변경 시) • LLM, 멀티모달 시스템의 개발·제공·이용 과정 전반에서 반복적 실시해야 함
평가 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 기술적 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 도구 기반 평가: 규칙 기반 필터링 (예: 유해 문자열 검출), 적대적 이미지 유사도 판별, LLM 기반 자동 평가 등. 완전 자동화는 어렵기 때문에 다른 방법과 병행 권장함 - Red Teaming 평가: 악의적 사용자의 공격 가능성에 대응하기 위해, 실제 시스템 환경에서 구체적 위험 시나리오를 검증해야 함 - 기타 기술적 평가: 벤치마크, 체크리스트, 밸런스 스코어카드 등을 활용하여 출력물 학습데이터의 적합성을 점검하고, 시스템 구성 화면·로그를 통해 각 구성 요소의 정상 작동 여부를 확인해야 함 • 관리적 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 조직 차원의 AI 안전성 정책·규정 수립 여부를 평가해야 함 - 교육·훈련을 통한 안전성 유지·개선 여부를 검증해야 함 - 관련 문서의 적정 작성·관리 여부를 서류 검토로 확인이 필요함 - 세부 항목은 「AI 사업자 가이드라인」과 ISO/IEC 42001:2023(인공지능 관리 시스템 표준)을 참조

출처: Guide to evaluation perspectives on AI safety(Version 1.10) Summary pp.6-11과 Guide to evaluation perspectives on AI safety(Version 1.10) pp.45-47 내용을 저자가 재구성

□ AI 사업자 가이드라인

○ 제도 개요

- <G7 히로시마 AI 프로세스>의 틀을 기반으로 기존 「국제적인 논의를 위한 AI R&D 가이드라인」¹¹⁾, 「AI 활용 가이드라인」¹²⁾, 「AI 원칙의 실천을 위한 거버넌스 가이드라인 Ver. 1.1」¹³⁾을 통합 정리하여 「AI 사업자 가이드라인

11) 国際的な議論のための AI 開発ガイドライン案 ('17.07)
https://www.soumu.go.jp/main_content/000507517.pdf

12) AI 利活用ガイドライン ('19.08)
https://www.soumu.go.jp/main_content/000658284.pdf

1.0 ('24.04)¹⁴⁾을 새로 발표함(최주선, 2024)

- AI 사업자 가이드라인 1.0은 AI 기술 발전과 사회 구현 논의를 반영해, 공공과 민간 사업자가 거버넌스를 실천하도록 안내하는 참조 지침임(최주선, 2024)
- 해당 가이드라인은 안전한 AI의 이용과 활용을 촉진하는 것을 목적으로 <인간 중심의 AI 사회 원칙>에 따라 AI 개발자, AI 제공자, AI 이용자를 대상으로 한 10개 원칙을 제시함
- 해당 가이드라인은 AI 활용은 사회적 위험과 갈등을 초래할 수 있으므로, 사전에 위험 규모와 개선 가능성을 파악하고 이에 맞춘 '리스크 기반 접근법'을 적용하는 것을 핵심 원칙으로 제시함(총무성 및 경제산업성, 2024)
- 이러한 접근법은 주요 선진국에서 광범위하게 공유되고 있으며, 기업 내부에서도 자율적 대응의 적정성을 담보할 수 있는 실효적인 방법론이라고 소개되고 있음(총무성 및 경제산업성, 2024)
- 총무성과 경제산업성(2024)은 국내외 논의 원칙과의 정합성을 유지하기 위해 이해하기 쉽고 간결한 'Living Document'형 가이드라인을 관계자 참여 아래 지속 개정하며, AI 성숙도별 리스크와 대응 지침을 체계적으로 검토·반영할 계획임

○ 사업자별 준수사항은 다음과 같음(조경희, 2025; 총무성 및 경제산업성, 2024)

- AI 개발자는 AI 설계 및 변경 과정에서 사회적 영향과 잠재적 위험을 사전에 평가하고 대응 방안을 마련해야 함
- AI 제공자는 보안 조치와 이용 지침을 수립해 적정하고 안전한 활용을 지원해야 함
- AI 이용자는 정해진 목적과 범위 내에서 책임 있게 AI를 사용해야 함

○ 기본 이념¹⁵⁾

13) AI 原則実践のためのガバナンス・ガイドライン Ver. 1.1 ('22.01)

https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/ai_shakai_jisso/pdf/20220128_2.pdf

14) AI 事業者ガイドライン ('24.04)

https://www.soumu.go.jp/main_content/000943079.pdf

- <인간 중심의 AI 사회 원칙>에 따르면 AI를 인류의 공공재로 활용하여 사회의 질적 변화와 기술 혁신을 촉진하는 것을 목표로 하며 이를 통해 전 지구적 차원에서의 지속가능성 달성으로 연결하는 것이 중요하다고 강조함
- 이를 위한 3가지 기본 이념이 존재함
 - ① 인간의 존엄이 존중받는 사회(Dignity): 인간 존엄성 존중을 기반으로, 인간이 AI를 도구로 사용해, 인간의 창의성과 풍요로운 삶을 지원
 - ② 다양한 배경을 가진 사람들이 다양한 행복을 추구할 수 있는 사회 (다양성과 포용성(Diversity and Inclusion): AI는 다양한 배경, 가치관을 가진 인간들이 새로운 가치를 창출하고, 다양한 행복을 추구할 수 있는 도구
 - ③ 지속 가능한 사회(Sustainability): AI 활용으로 사회 격차를 해소하고, 기후 변화 같은 글로벌 이슈 해결에 기여하는 사회 구현을 지향

[표 2-22] 일본 AI 사업자 가이드라인

구분	목표/배경	내용
기본 이념	인간 중심의 AI 사회	<ul style="list-style-type: none"> • 인간의 존엄성이 존중받는 사회(Dignity) • 다양한 배경의 사람들이 다양한 행복을 추구할 수 있는 사회(Diversity & Inclusion) • 지속가능한 사회(Sustainability)
AI 거버넌스 구축	안전하게 AI 활용	<ul style="list-style-type: none"> • 밸류 체인/리스크 체인 관점에서 연계성 확보 • 국경을 초월한 자유로운 데이터 유통 보장 • 경영진의 의지에 의한 각 조직의 전략
AI 개발자에 관한 사항	AI 영향력 사전 검토	<ul style="list-style-type: none"> • 시가 제공·활용될 때 어떤 영향을 미칠지를 사전에 최대한 검토하고 대응책을 마련하는 것이 중요함
AI 제공자에 관한 사항	운영의 책임	<ul style="list-style-type: none"> • AI의 운영과 적절한 활용을 전제로 한 AI시스템 및 서비스 제공을 실현하는 것이 중요함
AI 이용자에 관한 사항	AI 리터러시	<ul style="list-style-type: none"> • AI 제공자가 의도한 범위 내에서 적절하게 이용하고 AI를 필요에 따라 효과적으로 활용하기 위해 필요한 지식을 습득하는 것이 중요함

출처: AI guidelines for business Ver. 1.0 (2024) pp.11-13 내용을 저자가 재구성

15) 이하의 내용은 「AI guidelines for business Ver. 1.0」(2024)를 바탕으로 작성함

○ 원칙 및 공통 지침

- 기본이념을 실현하기 위해서는 각 주체가 이에 부합하는 형태로 추진하는 것을 중요하게 여김
- 이를 위해 제안된 개별 주체가 염두해야 할 원칙으로는 <인간 중심의 AI 사회 원칙>을 기본 틀로 삼되, OECD의 AI 원칙 등 해외의 여러 원칙을 참고하여 재구성함
- 각 주체가 인간 존엄성 보장, 사회문제 해결, 안전성과 공정성 확보를 목표로 AI를 개발·제공·활용할 것을 요구하고 있으며 이를 위해 개인정보 보호, 보안 강화, 시스템 취약점 대응, 외부 공격 방지 등 위험 완화 조치를 시행하고, 관계자에게 투명한 정보 제공과 검증 가능성 확보를 강조함
- 공통 지침은 각 주체가 인간 중심 가치와 법률·국제 가이드라인을 준수하며, AI 시스템의 특성과 사회적 맥락을 고려해 자율적으로 개발·제공·이용해야 한다는 것임
- 각 주체가 연계하여 가치사슬 전체가 추진해야 할 원칙과 공통 지침은 아래의 표와 같음

[표 2-23] AI 사업자 가이드라인의 10대 공통 지침

가치	내용	가치	내용
인간중심	인간 존엄과 개인 자유를 존중	투명성	데이터 수집방법 등을 대외에 공개
안전성	인간에 의한 컨트롤을 확보	설명책임	AI에 대한 이념, 사상을 공표
공평성	부당한 차별을 최소화	교육·리터러시	올바른 지식을 보급
프라이버시보호	개인정보보호법에 기초해 대응	공정경쟁확보	이해관계자에 유리하지 않게 대응
시큐리티확보	시스템 기밀성을 유지	이노베이션	사회전체의 기술혁신에 공헌

출처: AI guidelines for business Ver. 1.0 (2024) pp.13-21 내용을 저자가 재구성

[표 2-24] 고도 AI 시스템 관련 사업자를 위한 공통 지침

구분	내용
리스크 관리	<ul style="list-style-type: none"> • AI 전 생애주기에 걸친 위험을 식별·평가·완화하기 위한 절차와 조치를 도입해야 함 • 시장 진출 전과 후에 지속적인 모니터링과 리스크 관리 대책 시행해야 함
취약점 대응	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 주체 간 협력을 통해 새로운 위험과 취약점을 신속히 파악하고, 이에 대응하기 위한 예방책과 리스크 관리 정책 수립이 필요함
투명성 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 개인정보 보호, 데이터 품질 관리 및 출처, AI 시스템의 의사결정 과정 공개하여 신뢰성 확보해야 함 • AI가 생성한 콘텐츠 식별 가능한 인증제도 및 출처 메커니즘을 개발 및 도입을 권장함 • 활용가능하고, 이해가능하기 쉬운 형태로 문서화하고, 공개해야 함
정보 공유	<ul style="list-style-type: none"> • 산업계, 정부, 시민 사회, 학계 등과 경험과 대응 사례를 공유해야 함 • 모니터링 결과보고서 및 보안 강화를 위한 문서 공유해야 함
이슈 해결	<ul style="list-style-type: none"> • 세계의 여러 이슈에 대응하기 위한 첨단 AI 시스템 개발에 우선순위를 두어야 함

출처: AI guidelines for business Ver. 1.0 (2024) pp.23-25 내용을 토대로 저자가 재구성

○ AI 거버넌스 구축

- AI 거버넌스 구축은 안전한 AI 활용을 위해 관련 리스크를 체계적으로 관리·완화하는 것을 목표로 하여 특히 사회·기술 환경 변화에 신속히 대응할 수 있는 ‘순환형 거버넌스’를 지향함
- 이를 위해 규제, 인프라, 인적 자원 등 다양한 요소를 포괄하는 시스템 설계와 운영·평가 체계를 마련하고, 각 주체별 AI 개발·제공·이용 과정에서 위험도 분석과 목표 설정을 통해 투명성과 책임성을 확보해야 함
- 나아가 AI 서비스와 시스템의 생애주기 전반에 걸쳐 편익과 위험, 사회적 수용성을 종합적으로 고려하여 지속적인 모니터링 수행의 필요성을 제기함
- 또한 AI 거버넌스를 검토할 때에는 가치사슬/위험사슬 관점에서 주체 간 연계성을 강화하고, 데이터 관리 및 국제적 상호운용성의 보장을 요구함
- 특히 각 주체의 지속적 성장 및 중장기적 발전을 지향하는 태도가 중요하며 경영진 주도의 책임 있는 의사결정을 통해 전략적이고 유연한 거버넌스 운영을 강조함

[표 2-25] AI 거버넌스 구축

구분	내용
환경 및 위험 분석	<ul style="list-style-type: none"> • AI 시스템과 서비스의 전 생애주기에 걸쳐 제공하는 가치와 잠재적인 위험을 분석하고, 평가하는 것이 필요함 • 사회적 수용성과 외부 환경 변화, AI 성숙도 등 종합적으로 평가하여 개발-제공-이용 계획을 수립해야 함
AI 거버넌스 목표 설정	<ul style="list-style-type: none"> • 위의 환경 및 위험 분석 결과에 따라 각 주체의 경영 목표와 비전에 부합하는 AI 거버넌스 목표와 정책을 수립해야 함
AI 관리 시스템 설계 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> • 거버넌스 목표 달성을 위한 AI 관리 시스템을 설계 및 운영해야 함 • 운영 과정에서 투명성과 책임성을 확보해야 함
모니터링 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> • AI 관리 시스템과 위험 관리의 적정성을 지속적으로 모니터링하고, 필요시 개선하는 것이 필요함
가치사슬/위험사슬 연계성 확보	<ul style="list-style-type: none"> • AI 개발-제공-이용 전 단계에서 주체 간 협력을 통해 위험사슬을 명확히 하고, 데이터 자유 유통(DFFT)과 상호운용성을 보장하는 거버넌스 체계를 구축해야 함

출처: AI guidelines for business Ver. 1.0 (2024) pp.25-26 내용을 토대로 저자가 재구성

- AI 사업자 가이드라인에 대해 약 4000여 건의 의견이 접수되었으며, 소프트뱅크, 구글 등의 기업들은 법적 구속력이 없는 가이드라인 구성에 찬성 의사를 표명했음 (KOTRA, 2024)

3) 2025년 인공지능추진법

□ 제도 목표 및 필요성

○ 새로운 법률 제정 필요성

- 일본은 AI 개발과 활용에서 뒤처지고 있으며, 많은 국민이 AI의 안전성에 대해 우려를 가지고 있었음
- 해당 법률이 제정되기 전에는 법적 구속력이 없는 가이드라인에 기반한 자율규제를 추진하였으나 AI의 위험을 완화하면서도 혁신을 촉진하고 아울러 국제 규범에 부합하는 법 체계로의 정립이 필요하였음(국회도서관, 2025)

○ 경제 부흥 유도 및 가장 AI 친화적인 국가로 만들기 위한

- AI는 일본 경제, 산업구조, 사회 전반의 발전을 이끄는 핵심 기술로 부상함에 따라 강력한 정부 지원과, 혁신 친화적 법적 환경을 조성을 통해 일본에서의 AI의 연구·개발·활용을 촉진하는 정책 원리를 확립하고자 함
- AI의 개발을 저해할 수 있는 엄격한 규칙이나 처벌을 지양하고 협력 의무만을 부과하며, 정부가 조사, 지도, 자문 등을 통해 위험성을 관리하는 방식의 “일본형 규율 모델 (조경희, 2025)”을 채택함(국회도서관, 2025; 조경희, 2025; Paulger, 2025)

□ 제도 개요

- 인공지능추진법의 주요 목표는 제1조 “인공지능 관련 기술의 연구개발 및 활용 추진에 관한 정책의 종합적, 계획적 추진을 도모함으로써 국민 생활의 향상 및 국민경제의 건전한 발전에 기여”와 같이 경제 성장 촉진 및 AI 관련 국가 경쟁력 강화를 실현 하는 것임(Paulger, 2025)
 - 특히 일본의 민간 AI 투자와 생성형 AI 활용률이 주요국 대비 낮은 상황을 개선하고, 혁신 촉진과 위험 대응을 동시에 달성하기 위한 제도적 기반을 마련하고자 함(Paulger, 2025)
- 인공지능추진법은 세 가지 핵심요소로 구성되어 있으며, 총 4개의 장(총칙, 자본시책, 인공지능 기본계획, 인공지능 전략본부)과 28개 조문으로 구성됨 (한국과학기술기획평가원, 2025; 국회도서관, 2025)
 - 인공지능 관련 기술의 연구개발 및 활용 추진을 위한 기본 정책(제2장 제11조~제17조)
 - 인공지능 기본계획의 수립(제3장 제18조)
 - 인공지능 전략본부의 설치(제4장 제19조~제28조)
- 이 법은 사업자에 대한 강제적인 규율 대신 정부 가이드라인과 기존 법률 적용에 기반한 자발적인 협력을 중시하는 포괄적인 접근 방식을 취하고 있음. 이에 따라 규제 부담을 최소화하면서, 공공과 민간 전 부문에서 AI 기술의 효율성과 경쟁력 제고를 도모하고자 함(Paulger, 2025)

□ 정의

- 일본에서 AI 관련 기술의 연구, 개발 및 활용 촉진
 - 본 제도에서 언급하는 'AI 관련 기술'은 제1장 제2조에 의하면 인지, 추론, 판단과 같은 인간의 지적 능력을 인공적인 수단을 통해 복제하는 기술과 이를 사용하는 시스템임(국회도서관, 2025).
 - 이 법은 적용 대상 AI 기술의 범위를 정의하는 데 있어 고유한 접근 방식을 제시하며, EU AI법의 AI 시스템 정의에 영감을 준 OECD의 AI 시스템 정의를 채택하지 않았음 (Paulger, 2025)

□ 인공지능추진법의 5가지 기본 이념(제1장 제3조)

- 첫 번째 규칙: 정합성
 - 인공지능의 개발 및 활용은 과학기술·혁신 기본법(科学技術·イノベーション基本法) 제3조, 디지털 사회 형성 기본법(デジタル社会形成基本法) 제2장 등 기존 국가 정책 체계와 정합성을 가져야 함
- 두 번째 규칙: 경쟁력 있는 AI 활용
 - 인공지능은 일본의 경제 및 사회 발전을 위한 기반 기술로서 효과적이고 효율적으로 사용되어야 하며, 이 과정에서 국가 안보의 관점에서도 고려해야 함
 - 인공지능 관련 기술에 관한 산업의 연구개발 역량 유지를 하고, 국제경쟁력 향상을 노려야 함
- 세 번째 규칙: 종합적·계획적 추진
 - 인공지능의 기술의 연구 개발 및 활용 추진은 기초 연구부터 국민생활 및 경제활동에서의 실용화에 이르기까지 전 단계에서 체계적이고 상호 연계적으로 이루어져야 함
- 네 번째 규칙: 투명성 확보
 - 인공지능의 개발 및 활용에 있어 투명성을 확보함으로써 범죄, 저작권 침해, 정보유출 등 국민 생활의 평온과 권익 침해를 방지해야 함
- 다섯 번째 규칙: 국제 협력에서의 리더십

- 일본 및 국제사회의 평화와 발전에 이바지하도록 국제적인 AI 규범의 형성에 적극적으로 참여하고, 국제 협력을 선도해야함 (국회도서관, 2025)

□ 개별 기관의 역할 (제1장 제4조~제9조)

○ 국가

- 기본이념에 따라 인공지능 관련 기술 연구개발 및 활용 추진을 계획적으로 수립하고, 이를 실행할 1차적 책임을 짐
- 행정사무의 효율화 및 고도화를 위하여 국가 행정기관에서 인공지능 관련 기술을 적극적으로 활용하는 것을 권장함

○ 지방공공단체

- 지역적 특성을 고려하여 독립적인 AI 정책을 수립·시행할 책임이 있으며, 국가 정부와의 협력 속에서 이를 수행해야 함

○ 연구개발기관

- 기본이념에 따라 적극적으로 AI 연구에 참여하고, 연구 성과를 확산시키며, 인재를 양성하고, 국가 및 지방공공단체의 정책에 협력해야 함
- 국가와 지방공공단체가 정책을 수립 및 시행할 때, 연구개발기관에서는 인공지능 관련 대학의 연구 활동이 활성화될 수 있도록 지원해야 함
- 연구자의 자율성을 존중하고 대학 연구의 특성을 고려해야 함
- 연구개발기관은 AI 연구·개발을 효과적으로 추진하기 위해 인문과학과 자연과학에 관한 다양한 분야의 지식을 종합적으로 활용해야하며 학제적 혹은 종합적 연구개발을 적극 추진해야 함

○ 활용사업자

- 활용사업자란 인공지능 기술을 제품, 서비스, 또는 비즈니스 운영에 도입하거나 제공하려는 개인 또는 조직을 의미함
- 이들은 사업의 효율성 향상과 혁신을 위해 AI를 적극적으로 활용하고 국가와 지방공공단체의 정책에 협력해야 하며 의무불이행에 대해 과태료 등 법적 제재는 부과하지 않으나, 필요 시 정부의 지도 및 자문의 대상이 될 수는 있음

○ 국민

- AI에 대한 이해와 관심을 심화하고, 국가와 지방공공단체의 정책에 협조해야 함 (국회도서관, 2025; Paulger, 2025)

□ 기본 정책 수립

- 제 2장 기본시책에서는 국가가 인공지능 관련 기술의 연구·개발과 활용을 지원하기 위해 필요한 조치를 마련하고, 그 적정성을 확보하기 위한 지침을 정비하며, 권익 침해 사례에 대한 조사 등을 정하고 있음(국회도서관, 2025)

[표 2-26] 일본 인공지능추진법의 기본 정책 수립

구분	내용
실용화를 위한 연구개발(R&D) 촉진 및 인프라 정비	<ul style="list-style-type: none"> • 기초연구부터 실용화를 위한 연구개발까지 일관된 연구개발의 추진, 체제 정비, 개발 성과에 대한 정보 제공해야 함 • 컴퓨팅 자원 및 데이터셋 등 핵심 인프라 정비와 공용 활용 촉진이 필요함
국제 기준에 부합하는 가이드라인 제정	<ul style="list-style-type: none"> • 국제 규범의 취지에 부합하는 지침의 정비와 정책을 마련해야 함
전문 인력 양성	<ul style="list-style-type: none"> • 전문적이고 폭넓은 지식을 가진 다양한 인재 확보, 양성 위한 시책 마련이 필요함
국민 대상 교육 및 인식 제고	<ul style="list-style-type: none"> • 국민이 AI 기술의 이해와 관심을 갖을 수 있도록 관련 교육 및 학습의 진흥, 홍보 강화, 시책 등 마련해야 함
인권·이익 침해 사례 수집·조사	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 AI 연구·활용 동향을 수집·분석해야 함 • 부정·부적절한 활용으로 인한 국민 권익 침해 사례에 대해 대책을 검토해야 함 • 조사·연구 결과를 바탕으로 관련 기관과 사업자에 대한 지도·조언·정보 제공 등 필요한 조치를 시행해야 함
국제 협력의 촉진	<ul style="list-style-type: none"> • 국제협력을 추진하고, 국제 규범 수립에 적극적으로 참여하는 것이 중요함

출처: 인공지능 관련 기술의 연구개발 및 활용 추진에 관한 법률안(2025) pp.5-7 내용을 토대로 저자가 재구성

□ 인공지능 기본 계획

- 정부는 정부의 기본이념과 기본 정책 수립을 바탕으로, 인공지능 관련 기술의 연구개발 및 활용 촉진에 대한 기본계획을 아래의 사항을 참고하여 정하고자 함
 - 인공지능 관련 기술의 연구개발 및 활용 추진에 관한 시책의 기본 방침
 - 정부가 종합적이고 계획적으로 마련해야 할 시책
 - 인공지능 관련 기술의 연구개발 및 활용 추진에 관한 시책을 정부가 종합적이고 계획적으로 추진하기 위해서 필요한 사항(국회도서관, 2025)
- 내각총리대신은 인공지능 전략 본부가 작성한 인공지능 기본계획안에 대하여 내각회의의 결정을 요구해야 하며 결정이 내려지면 지체없이 인공지능 기본계획을 공포해야 함(국회도서관, 2025; 조경희 2025)
 - 법률 공포 후 3개월 이내에 수립하며, 사회와 경제적 변화에 따라 수시로 재검토해야 함

□ AI 전략본부 설치

- 본 법에 따라 신설된 거버넌스 구조의 핵심은 내각 산하 AI 전략본부의 설치임
- 내각총리가 본부장을 맡고, 내각관방장관과 인공지능전략 담당 대신을 부분부장으로 하고, 그 외 모든 부처 장관을 본부원으로 함. 정부 전반에 걸친 통합적이고 일관된 AI 정책 추진을 담당함(한국과학기술기획평가원, 2025)
- AI 전략 본부의 주요 임무는 국가 차원의 '인공지능 기본계획'을 수립하고 실행을 주도하는 것임 (Paulger, 2025).
- 본부는 관계 행정기관, 지방자치단체, 독립행정법인 및 지방독립행정법인 등에게 필요한 협력을 요구할 수 있음(조경희, 2025)

2. 해외 AI 테스트베드 운영 사례

1) 싱가포르 사례

□ 제도 도입 배경

- 싱가포르는 도시 국가로 국토가 좁은 가운데 인구의 증가와 도시 밀도 상승에 따른 제한된 도로에서 발생하는 환경오염과 혼잡을 줄이기 위한 개인 차량 보유 억제 정책과 자전거, 버스, 택시, 열차 등의 대중교통 활성화 정책을 추진해 왔음(조준혁 외, 2021)
 - 대표적으로 COE(Certificate of Entitlement) 규제는 국가 내 전체 차량 대수를 통제하기 위해 도입한 차량 대상 라이선스 제도로 차량을 운행할 수 있는 10년 기간의 권리를 공개 입찰해 차량 구매 희망자들이 경쟁을 통해 구매하도록 한 제도임(델타텍코리아, 2021)
 - 또한 싱가포르는 ERP(Electronic Road Pricing) 혼잡통행료제도를 1998년부터 최초로 도입하여 운행 억제 수단으로 운행하여 왔음(ITS국제협력센터, 2021)
- 이처럼 싱가포르는 총 면적이 부산보다 작은 도시 국가로 도로 인프라 확장이 어려워지는 등 한계를 갖고 있어 도시의 이동성에 대한 문제를 해결하고자 기존 규제 방식에서 전기차, 자율주행 차량 도입 등 변화에 나서게 됨(손웅비 외, 2022)
 - 싱가포르는 2040년까지 모든 내연 기관 차량을 단계적으로 폐지하는 것을 목표로 하여, 전기차 구매 장려 정책을 확대할 전망이다(Kotra, 2021).
 - 싱가포르는 도시국가의 한계를 가지고 있는 상황에서 첨단 모빌리티 기술 상용화를 적극 추진하여, 글로벌 가치사슬(GVC)내 고부가가치 R&D 거점으로서 미래 경제성장 동력을 얻고자 함(Kotra, 2021)
- 싱가포르는 1980년대부터 정보통신기술(ICT)을 미래 성장동력으로 인식하고 국가 차원의 정보화 마스터플랜을 추진해왔으며(김미림, 2018), 이러한 맥락에서 2014년에는 광범위한 디지털 전환 개념을 담은 스마트 네이션(Smart Nation) 계획을 수립함(조준혁 외, 2021)

- 스마트 네이션 이니셔티브는 디지털기술을 활용해 교통, 보건, 교육 등 5가지 주요 분야에서 시민 생활의 편의성과 효율성을 높이는 것이 주요 목표로서 디지털 정부, 디지털 경제, 디지털 사회의 3가지 이니셔티브를 바탕으로 추진됨(Kotra, 2024)
 - 스마트 네이션 이니셔티브는 ‘디지털 변환’을 반영하는 포괄적 개념으로 디지털 및 스마트 기술을 보편적으로 도입하기 위해 전략적 국가 프로젝트를 발굴하고 스마트 도시 이동성 관련으로는 데이터 및 디지털 기술을 활용한 대중교통 강화, 핸즈프리 발권 기술, 자율주행 셔틀을 추진하기 시작함(건축 도시공간연구소 스마트·녹색연구단, 2019)
 - 2024년에는 이를 더 발전시켜 스마트 네이션 2.0을 발표하면서 신뢰, 성장, 공동체라는 세 가지 핵심 목표를 중심으로 기존 계획을 계속 발전시키면서 포괄적 AI 생태계 구축 등 AI 전략을 더욱 고도화 하고 있음(Masood Ahmed, 2025)
- 이러한 배경하에 2014년 싱가포르 교통부(MOT)는 싱가포르 도로교통 자율주행위원회(CARTS)를 설립하여 자율주행 모빌리티 도입 전략을 종합적으로 수립하기 시작함(최봉·정현철, 2020)
- 자율주행과 관련해 정해진 구간 내에서 자율주행 대중교통 시스템의 정시성 확보, 개개인의 수요에 따른 모빌리티 서비스 증대, 비첨두 시간대에 물류 운송, 쓰레기 운송 등 교통 체증이 없는 시간대 운행을 통한 도로 효율성 제고 등을 지향함(최봉·정현철, 2020)

□ 운영 주체 및 법제도

- 싱가포르 도로교통 자율주행위원회(CARTS)는 교통부 차관이 주도하고 정부 부처, 연구기관, 업계 전문가 등 17인의 위원으로 구성되어 운영되며 자율주행 기술 연구·실증 및 상용화 방향 등에 대해 다루고 있음(Eco-Business, 2014)
- 싱가포르 자율주행 교통위원회의 자율주행 개발 민·관 파트너십

[표 2-27] 싱가포르 자율주행 교통위원회의 자율주행 개발 민-관 파트너십

목표	기관명	역할
대중교통의 정시성	NTU	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행 자동차, 버스, 셔틀버스 시스템 구축
	Gardens by the bays	
	ST engineering	
Point to point 모빌리티	DELPHI	<ul style="list-style-type: none"> 개개인의 다양한 모빌리티 수요에 적합한 모델 구축 신속한 관리 시스템 구축 대중성 확보
	nuTonomy	
	SMART	
	A*STAR Institute for infocomm Research	
	Sentosa Development Corporation	
ST engineering		
화물 운송	PSA	<ul style="list-style-type: none"> 항만 운영을 위한 자율 주행 트럭 운행 운전자 없이 3대의 트럭의 자율주행 밀폐된 항구 또는 오픈 스페이스에서 시범운영
유용성	National Environment Agency	<ul style="list-style-type: none"> 일반적인 모빌리티 플랫폼 설치 추가적인 기능도 사용할 수 있어야 함 연석 및 장애물 회피 가능

자료: 싱가포르 교통부; 최봉-정현철, 2020:41 <표3-4>에서 재인용

- 2017년 싱가포르의 디지털 전환과 스마트 네이션 이니셔티브에 대한 전략을 감독하고 구현하기 위해 스마트 네이션 및 디지털 정부 사무소(SNDGO)를 설립함(Smart Nation, 2025)
 - 이는 스마트 네이션 추진 초기에 민간의 참여가 미흡하고 속도가 더디게 진행되는 등의 문제를 해결하기 위해 관련 공공기관을 통합하여 총리실 산하에 SNDGG를 설치하고 기관간 협력에 노력을 기울임(조준혁 외, 2021)
- 2016년 스마트 네이션 이니셔티브를 지원하기 위한 서비스 제공과 인프라 개발을 담당하는 법정 위원회인 Government Technology Agency (GovTech)이 설립됨(Smart Nation, 2025)
 - 2017년 SNDGG가 설립된 이후에는 GovTech가 총리실에 배치되어 정책을 집행 및 실행하는 기관으로서 역할을 수행하며, 핵심 플랫폼과

솔루션을 구축하는 업무 등을 수행하게 됨(건축도시공간연구소 스마트·녹색연구단, 2019)

- 2023년에는 통신정보부(MCI)와 스마트 네이션 및 디지털 정부 사무소(SNDGG)를 합쳐 디지털정보부(MDDI)를 설립하여 싱가포르의 디지털 및 정보 기술 환경의 거버넌스를 간소화하여 강화함(Smart Nation, 2025)
- 싱가포르는 자율주행 서비스를 도로법에 도입한 최초의 국가로(손웅비 외, 2022) 2017년 도로교통법 개정을 통해 자율주행차 시범 운영을 위한 특례 규정을 도입하여 자율주행 차량의公道 주행과 도로교통 규정의 일부를 일부 면제하거나 수정할 수 있게 됨
 - 2019년에는 싱가포르 표준 위원회(SSC)를 중심으로 자율주행 자동차의 차량 동작, 차량 안전, 사이버 보안 및 데이터 형식 등 핵심 영역에 대한 표준(TR68)을 마련함(LTA, 2019)
- 한편 싱가포르에서는 걷기, 자전거, 세그웨이 등과 같은 개인형 이동수단(Personal Mobility Devices, PMD)의 활용도가 높지만, 기존의 택시 위주 규제 체계로는 승차 공유, 스마트폰을 활용한 예약 서비스 등 새로운 형태의 변화에 대응하기 어렵다는 점이 지적되면서 「지점 간 여객운송사업법 2019」을 제정하여 새로운 규제 프레임워크를 도입한 바 있음(김영석, 2019)

□ 적용 사례

- 싱가포르는 원노스(one-north)지역에 테스트베드 구간을 설정하고 자율주행 자동차의 시험 운영을 실시함
 - one-north 테스트베드 구간은 스쿨존, 신호교차로 등 다양한 도로 환경과 인프라를 적용하여 자율주행 테스트를 진행할 수 있도록 하였고 이 프로젝트에 참여한 기관은 A*STAR, DELPHI, nuTonomy, SMART 등임(최봉·정현철, 2020)
 - MIT 연구진이 창업한 스타트업 nuTonomy는 원노스(one-north) 지역에서 일반 시민을 대상으로 자율주행 로보택시 시승 시범을 2016년 8월 최초로 실시함(조준혁 외, 2021)

- 특히 연구개발 기관인 A*STAR와 함께 싱가포르 국토교통청(LTA)은 자율주행자동차 이니셔티브(SAVI, Singapore Autonomus Vehicle Initiative)를 시행하여 자율 주행 기술 개발을 위한 로드맵을 바탕으로 테스트베드 시행 비전을 구축하였음(최봉·정현철, 2020)
 - ST Engineering은 2019년 8월부터 센토사(sentosa)지역에서 안전 평가를 거친 자율 주행 셔틀 서비스를 공개 시범 서비스로 일반 관광객을 대상으로 운영함(ST Engineering, 2019)
 - 2019년에 들어와서 싱가포르 국토교통청(LTA)은 자율주행 자동차 테스트베드를 센토사 등 싱가포르 서부지역 일대로 확대하였으며, 확장된 테스트베드는 1,000km 이상의 공공도로를 포함하고, 자동차뿐만 아니라 트럭, 택시, 버스, 스쿠터 등 다양한 형태의 자율주행 서비스를 확장함(최봉·정현철, 2020)
- 싱가포르 국토교통청(LTA)과 난양공대(NTU)는 함께 자율주행차 활성화 프로젝트로 CETRAN(The Centre of Excellence for Testing and Research of AVs-NTU)를 진행함(손웅비 외, 2022)
- 테스트베드 면적은 약 2헥타르로 실도로 환경에서 자율주행 자동차 시스템을 적용하기 위해 싱가포르 교통 법률을 적용한 교통 체계를 그대로 재현하여 설계되었으며, 싱가포르에서는 모든 자율주행 자동차가 도로 주행전에 CETRAN 자율주행 자동차 시험센터에서 실시하는 안전 평가를 거쳐야 함(LTA, 2025)
 - 난양공대(NTU) 캠퍼스 내에서는 자율주행 셔틀버스를 통해 학생을 안전하게 수송 운영하는 것을 테스트 하였으며, 싱가포르 국립대학(NUS)에서도 2019년부터 NUSmart shuttle 시범사업을 통해 자율주행 버스를 운영하였음(조준혁 외, 2021)
- 최근에는 완전 무인 자율주행 상용화를 향한 진전으로 센토사에서 자율셔틀 서비스를 제공해오던 WeRide가 안전요원 없이 완전 무인버스를 투입하고 약 1년간의 무사고 시험운행을 거쳐 싱가포르 정부로부터 일반 승객 대상 상용 운행 승인을 획득하였음(GlobeNewswire, 2025)

- 현재 진행중인 내용으로는 2026년까지 PDD(punggol Digital District)를 완공해 ‘교통 혼잡도를 줄이기 위한 스마트도시 모빌리티’를 진행할 예정임 (Kotra, 2023)
- 현대자동차 또한 싱가포르 서부 주룡 산업단지에 HMGICS(Hyundai Motor Group Innovation Center in Singapore) 스마트 도심형 모빌리티 허브를 설립하여 혁신적인 모빌리티 생태계를 구축하고 있음(연합뉴스, 2023)

□ 정책 효과 및 한계

- 싱가포르는 도시국가의 이점을 살려 스마트시티, 모빌리티(자율주행) 등 각 분야에서 테스트베드 등 적극적인 규제완화를 실시하고 좋은 성과 및 평가를 얻고 있음
 - 국제경영개발원(IMD)에서 실시하는 IMD 세계 디지털 경쟁력 순위에서는 2024년 기준 1위를, 2025년에는 2위를 달성하면서 꾸준히 높은 순위를 유지하고 있음(IMD, 2025)
 - 모빌리티 및 교통 관련으로는 세계적인 컨설팅 업체인 매킨지에서 평가하는 세계 도시 교통시스템에 2018년 1위에 선정된 바 있고(문예슬, 2021), 삼정KPMG에서 자율주행 자동차 및 인프라 도입 수준을 평가하는 AVRI 지수에서도 2018년과 2019년 2위를 차지한 싱가포르는 2020년에는 가장 높은 순위를 기록하였음(정광복, 2023)
 - 삼정KPMG에서 개발한 AVRI(Autonomous Vehicles Readiness Index, 자율주행차 도입 준비 지수)는 30개국을 대상으로 자율주행 자동차 및 인프라 도입 수준을 정책·입법, 기술·혁신, 소비자 수용성 등 4가지 카테고리 28개 세부 지표를 통해 평가한 자료임(삼정KPMG, 2020)
 - 이에 따르면 싱가포르는 공공도로의 10분의 1을 자율주행차량 테스트를 위한 도로로 활용하면서 정책·입법, 소비자 수용성 부문에서 높은 평가를 받았음(삼정KPMG, 2020)
- 싱가포르는 높은 도시 밀도, 지식 기반 경제, 현대적인 인프라, 효율적인 정부, 높은 교육 수준을 갖추고 있어 자율주행차 기술혁신에 있어서 매력적이지만,

잠재 시장의 규모가 상대적으로 작아 영향력이 제한될 수 있고 고도로 개발된 도시 지역은 위치 인식 기술의 효과를 제약할 수 있다는 한계 또한 지니고 있음(Huiling, E., & Goh, B., 2017)

- 싱가포르는 규제 샌드박스와 자율주행 테스트베드를 적극 활용하지만, 안전, 개인정보 보호, 사이버 보안, 책임 그리고 기존 산업에 미치는 영향 등은 자율주행과 관련된 기술적 위험으로 존재하며, 이러한 위험을 해결하기 위해서는 정부가 이해관계자들과 협력하고 관리하며 정책 역량을 강화하는 등 거버넌스와 대응 능력을 높이는 것이 필요함(Tan, S. Y., & Taeihagh, A., 2021)
- 싱가포르가 자율주행 등 여러 서비스에서 앞서나가고 있지만, 기술의 테스트 단계를 넘어 사회적으로 받아들여지고 기능하려면 자율주행 자동차 서비스 등에 대해서 불확실성을 해소하여 신뢰를 강화하고 일반 대중의 기술 수용성 문제를 해소할 필요가 있음(Chng, S., Anowar, S., & Cheah, L., 2021)
- 또한 공공도로 사용 전환을 위한 포괄적 규제 그리고 기술 기반 준비는 아직도 진행중으로 많은 논의가 지속적으로 필요함(ASEAN, 2023)

□ 정책적 시사점

- 테스트베드 활용을 통해 유연하면서도 안전을 담보할 수 있도록 균형 추구. 2017년 도로교통법 개정을 자율주행차 시험운행을 위해 새로운 규칙을 제정할 수 있는 권한을 부여하고, 이를 토대로 세부규칙이 마련되어 자율주행차를 도로에서 시험하는 절차와 요건을 구체화 하였음
 - 싱가포르의 사례를 고려한다면 새로운 모빌리티 기술 도입 시, 한시적 특별법과 세부기준을 통해 학습하는 규제를 도입하는 것을 고려해볼 수 있음
- 싱가포르는 모빌리티 AI 추진을 위해 범정부 협력 거버넌스를 구축하였으며, 추진 초기 민간의 참여가 저조하자 SNDGG 기관을 신설하여 컨트롤타워를 통한 조정을 실시하였음

- 특히 스마트 네이션 이니셔티브 등을 통해 각 부처가 정책 일관성과 효율성을 위해 함께 노력한 부분과 지속적으로 정책의 효율성을 위해 조직을 쇠신하는 모습 등에서 시사점을 얻을 수 있음
- 또한 거버넌스, 파트너십 등을 통해 관련 산업생태계를 육성하고 이들과의 관계를 효율적으로 만들어 나가는 것이 중요함을 살펴볼 수 있음

제4절

정책적 시사점

- 네거티브 규제 및 규제 샌드박스에 대한 이론적 기반과 EU, 영국, 일본, 싱가포르 등 주요국의 AI 규제·테스트베드 사례 분석을 토대로, 제4장과 제5장에서 설계할 '부산형 AI 네거티브 규제 테스트베드'의 기본 방향과 제도적 토대가 될 정책적 시사점을 다음과 같이 도출함

- **'혁신 친화적' 규제 프레임워크와 '위험 기반 접근'의 조화**
 - 부산형 모델은 EU의 '위험 기반 접근'을 벤치마킹하여 안전성을 담보하되, 영국의 '친혁신적·원칙 중심' 기조를 채택하여 기업의 자율성과 예측 가능성을 극대화하는 균형적 제도 설계 필요
 - EU는 AI 시스템을 4단계로 분류하는 '위험 기반 접근(Risk-based approach)'을 채택하여 안전성과 규제 명확성을 확보한 반면, 영국은 '친혁신적 접근(Pro-innovation approach)'을 기반으로 '원칙 중심 규제'를 통해 유연성을 확보함

- **강력한 '통합 거버넌스(Control Tower)' 구축**
 - 3대 산업(로봇주차, 자율주행, AI 정수장)은 국토부, 과기부, 산업부 등 다수 부처의 규제가 중첩되므로 부산시가 주도하는 '단일 창구' 역할을 수행하며 부처 간 이견을 신속히 조정할 수 있는 강력한 실행 조직(위원회) 설계가 필수적임
 - EU(AI 사무국), 영국(중앙 지원 기능), 일본(내각 AI 전략본부), 싱가포르(SNDGO) 등 모든 주요국은 AI 정책 및 실증을 총괄·조정하는 강력한 중앙 컨트롤 타워를 운영함

□ 테스트베드 '운영 권한'을 위한 구속력 있는 법적 기반 확보 (Input)

- 비구속적인 지침(Guideline)만으로는 복잡한 AI 리스크 관리와 안정적 산업 육성에 한계가 있으므로 기업에 실질적인 '법적 안정성'을 부여하기 위해 테스트베드 운영 자체에 대한 법적 근거가 필수적임
 - 일본은 초기 '가이드라인' 기반의 자율 규제를 추진했으나, 이는 AI 안전성 우려 해소 및 산업계의 법적 안정성 확보에 한계가 있어 결국 '인공지능 추진법'을 제정함
 - 국가 「인공지능 기본법」에 부응하여 부산시 「인공지능 산업 육성 조례」를 이미 마련한 부산시의 접근은 타당함¹⁶⁾

□ '한시적 실증'을 '영구적 법제화'로 연계하는 환류(Output) 장치 의무화

- 부산형 테스트베드는 '임시 허가'로 끝나서는 안 되며, 실증을 통해 안전성이 입증된 기술은 즉시 '영구적인 법제화'로 이어질 수 있도록, 실증 데이터를 근거로 상위 법령 개정을 공식 요청하는 '환류(Feedback) 메커니즘'을 제도 설계 시 의무적으로 포함해야 함
 - 규제 샌드박스는 그 자체가 목적이 아닌, 네거티브 규제 패러다임 전환을 위한 '과도기적 실험 장치'이자 '실증적 기반'임
 - 현행 샌드박스 제도는 '한시적 특례'에 머물며, 실증 결과가 본 법령 정비로 이어지는 비율이 매우 낮아 기업의 대규모 투자를 유인하는 데 한계가 있음

16) 본 연구의 제4장에서 제안할 '테스트베드 특별 조례'는 이러한 법적 기반을 네거티브 규제 '실행'과 직접 연계하는 핵심적인 제도임

제 3 장

부산 AI 현황 및 실증 여건 분석

제1절 부산 지역 AI 산업 생태계 현황

제2절 3대 핵심 실증 산업 현황 및
규제 분석

제3절 소결: 규제 쟁점과 제도 설계
과제

부산 AI 현황 및 실증 여건 분석

제1절

부산 지역 AI 산업 생태계 현황

1. 국가 차원의 AI 정책 환경

1) 「인공지능 기본법」 제정 (‘26.1 시행)

- 정부는 2025년 1월 「인공지능의 발전과 신뢰 기반 조성 등에 관한 기본법」(법률 제20676호) (이하 AI 기본법)을 제정하고, 2026년 1월부터 시행을 앞두고 있음
- AI 기본법은 우리나라에서 최초로 인공지능 기술의 발전과 위험 관리를 포괄적으로 규율한 기본으로, 인공지능을 “학습, 추론, 지각, 판단, 언어의 이해 등 인간이 가진 지적 능력을 전자적 방법으로 구현한 것”으로 정의함
- 법의 주요 내용은 다음 네 가지임
 - 첫째, 국가 및 지방정부의 책무를 명시하여 중앙과 지방의 역할 분담을 제도적으로 규정함
 - 중앙정부는 인공지능 발전을 위한 국가계획을 수립하고, 지방정부는 지역 실정에 맞는 산업 육성 및 활용 촉진 정책을 추진할 수 있도록 규정함
 - 둘째, 정책 거버넌스 체계 구축을 위해 국무총리 소속 「국가인공지능위원회」 설치를 의무화하여 범부처 간 정책 조정 기능을 강화함
 - 셋째, 산업 진흥 및 인재 양성 조향을 통해 인공지능 전문기업 지원, 인공지능 전문인력 양성, 연구개발(R&D) 투자 확대의 근거를 명문화함
 - 넷째, 인공지능의 공정성·투명성·책임성·안정성에 대한 기준을 설정하고, 향후 윤리기준과 안전 관리 체계 수립의 법적 근거를 마련함

- AI 기본법은 기술적 혁신뿐 아니라 인권 보호, 안전, 공정성, 책임성 등 사회적 가치와의 균형을 중시하며, 향후 각 지방정부가 AI 산업을 제도화할 수 있는 상위법적 근거를 제공하는 역할을 수행할 것으로 기대됨

2) 「국가인공지능전략위원회」 (‘25.8 공식 출범)

- 2025년 9월 8일, 대통령 직속 국가인공지능전략위원회가 공식 출범함
- 이는 기존 '국가인공지능위원회'를 확대 개편한 국가 AI 정책의 최상위 컨트롤 타워이자 최상위 전략기구이며, 국가 인공지능 정책 전반에 대한 심의·의결, 부처 간 조정, 이행 점검 및 성과 관리 기능을 수행하도록 설계됨
- 위원회는 '세계 3대 인공지능 강국(G3) 도약'을 국가 비전으로 설정하고, 「대한민국 인공지능 행동계획(AI 액션플랜)」 추진 방향을 의결하며 아래의 3대 정책 축을 제시함
 - 이는 12대 전략 분야를 중심으로 추진되며, 2025년 11월까지 세부 과제를 포함한 종합계획이 발표될 예정임
 - 1) 인공지능 혁신 생태계 조성: 핵심 기술 개발, 컴퓨팅 인프라 확충, 데이터 기반 혁신 구조 구축
 - 2) 범국가 인공지능 기반 대전환: 산업·행정·교육·국방 등 공공 및 민간 분야의 AI 전면 도입
 - 3) 국제 인공지능 기반사회 기여: 글로벌 협력 및 윤리 규범 확립을 통한 국제사회 기여
- 또한, 위원회는 AI 기본법의 실효성을 높이기 위해 하위법령의 제정 방향을 논의함
 - 지원 범위 명확화: 연구개발, 데이터 구축, 인공지능 도입·활용, 전문인력 양성, 해외 진출 지원 등
 - 신뢰성 확보 의무 구체화: 기업의 안전·신뢰 확보 의무를 명문화하여 법적 불확실성 완화
 - 고영향 인공지능(High-impact AI) 가이드라인 마련 및 제도기간 운영,

컨설팅·비용 지원을 통한 이행 부담 최소화

- 시행령 초안 확정 일정: 2025년 9월 의견 수렴 이후, 10월 초 입법예고 예정

- AI G3 도약 목표의 현실화를 위해선 AI 거버넌스 뿐 아니라, 정부의 절대적 지원, 기술력, 그리고 민-관-학 협력이 요구되는데(국가안보전략연구원, 2025), 국가인공지능전략위원회는 각 부처·지자체 간 정책 분절성을 완화하기 위한 거버넌스를 제도화했다는 점에서 의의가 있으며 지방, 중앙, 국가의 선순환적 구조를 실현하는데 기여할 것으로 기대됨

3) 개인정보보호위원회(PIPC) 가이드라인: 공개정보·생성형 AI 처리 지침

- 개인정보보호위원회는 2024년 4월, 「인공지능(AI) 개발·서비스를 위한 공개된 개인정보 처리 안내서」를 발표함
- 이는 생성형 AI의 학습 및 서비스 과정에서 공개된 개인정보를 활용할 때의 법적 기준을 명확히 한 첫 정부 가이드라인임(PIPC, 2024)
- 이를 통해, 개인의 프라이버시 침해 없이 AI 모델의 개발 및 서비스 제공이 안전하게 이루어지도록 기준을 제공해 AI 기업이 다양한 안전조치를 이행할 수 있도록 함
 - 주요 내용으로 ① AI 개발을 위해 공개된 개인정보가 수집·이용될 수 있는 개인정보 보호법상의 근거로서 ‘정당한 이익’ 적용 기준·요건을 구체화, ② AI 기업이 이행할 수 있는 최소한의 안전성 확보 조치 기준과 정보주체 권리보장 방안을 제시, ③ 책임있는 AI 개발·활용을 위한 AI 기업의 역할을 제시함
 - 구체적으로, PIPC 가이드라인은 기업·기관이 개인정보 보호 원칙을 고려하여 처리 목적을 최대한 구체화할 것을 권장함
 - 그 이후, 기업·기관은 개인정보의 수집 출처에 따라 개인정보 처리의 적법 근거를 확인할 것을 요구함

[표 3-1] 인공지능 학습데이터 개인정보 처리 관련 법적 이슈

구분	AI 학습 데이터 활용	적법근거
① 공개된 개인 정보 수집	LLM 등 기초모델을 개발하는 등의 경우	정당한 이익 조항(개인정보 보호법 제15조 제1항 제6호) - 목적의 정당성, 공개된 개인정보 처리의 필요성, 이익형량의 세 가지 기준을 모두 충족
② 이용자 개인 정보 활용	당해 서비스의 개선·고도화	목적 내 이용(개인정보 보호법 제15조 제1항)
	합리적 관련성이 있는 신규 서비스 개발	추가적 이용 조항(개인정보 보호법 제15조 제3항)
	별개의 신규 서비스 개발	개인정보의 목적 외 이용(개인정보 보호법 제18조 제2항) -가명처리(개인정보 보호법 제28조의2, 제58조의2) 또는 별도의 적법 근거(동의, 계약 등)를 마련

출처: 인공지능(AI) 개발·서비스를 위한 공개된 개인정보 처리 안내서 및 법무법인 대륙아주 이슈 리포트 참조

- 종합적으로 국가차원에서 기업과 기관이 생성형 AI 개발 및 활용 과정에서 개인정보를 안전하게 처리할 수 있도록 안내해 AI 프라이버시 거버넌스 체계 구축에 기여함

4) 네거티브 규제 및 규제샌드박스: 신기술 실증 허용

- 정부는 AI·로봇·자율주행 등 신기술 산업의 실증 및 상용화를 촉진하기 위해 “선 허용-후 규제”의 네거티브 규제체계를 확산시키고 있음
- 특히 2019년부터 자율차, 드론, AI 등 신기술을 활용한 혁신 제품·서비스에 대해 한시적으로 규제를 유예하여 시장출시를 우선 지원하고, 안전성 등이 검증되면 규제를 과감히 혁파하는 규제샌드박스를 도입함
 - 규제샌드박스는 누적 1,737건의 사업승인, 372건의 규제개선(‘25.1월 기준)을 통해 다양한 신산업 육성의 테스트베드로서 기능을 수행 중임 (국무조정실, 2025)
 - AI 분야의 규제샌드박스는 산업통상자원부, 과기정통부, 중소벤처기업부를 중심으로 운영되며, 기업이 일정 조건하에서 기존 법령의 적용을 유예받고 기술을 실증할 수 있도록 함

- 규제자유특구 및 지역특화발전특구에 관한 「규제특례법」(법률 제16304호)은 부산 해양모빌리티 혁신특구, 세종 자율주행 특구 등 지역 단위의 AI 실증을 법적으로 허용하는 근거가 됨
- 궁극적으로 이러한 혁신지원제도는 AI 기본법 및 전략위원회 정책 방향과 결합되어 “법적 유연성” 및 “제도적 안전성”이라는 새로운 규제 패러다임을 형성하고 있음

2. 부산광역시의 AI 제도화

1) 「부산광역시 인공지능 산업 육성 및 도입·활용 활성화에 관한 조례」 제정 (부산광역시조례 제7646호, '25.7. 시행)

- 부산광역시는 2025년 7월 9일 「부산광역시 인공지능 산업 육성 및 도입·활용 활성화에 관한 조례」를 제정·시행함.
- 이 조례는 국가 AI 기본법(2026 시행 예정)에 대응하는 지방 차원의 정책 근거로서, AI 산업의 체계적 육성과 공공·민간 부문 활용 촉진을 목표로 함
- 주요 내용은 다음과 같음:
 - 제1조(목적): 인공지능(AI) 산업의 진흥과 도입·활용 활성화를 통해 지역 경제의 혁신적 성장 기반 조성 및 시민 삶의 질 향상
 - 제3조(기본원칙 및 시장의 책무): 인공지능 기술 및 산업은 시민 삶의 질 향상을 위해 안정성과 신뢰성을 제고해야 함, 시장은 인공지능 산업에 규제를 최소화함과 동시에 시민이 안정적이고 자유롭게 인공지능 기술과 서비스를 활용할 수 있는 시책을 마련해야 함
 - 제5조(실행계획의 수립 및 시행): 시장은 매년 인공지능 산업 육성 및 활성화를 위한 실행계획을 수립 및 시행해야 하며, 이를 부산광역시 인공지능위원회에 제출해야 함
 - 제8조(인공지능위원회): 산·학·연·관 전문가로 구성된 위원회를 설치하여 정책 방향, 예산 배분, 사업평가 등 심의

- 제10조(전문인력의 양성): 인공지능 및 기술 관련 전문인력 양성, 시설·장비 구축 및 교육 훈련 등 지원, 산학연 협력체계구축, 국내외 전문인력 수요조사 및 국내외 취업 지원, 연구기관 유치 지원, 국제행사 유치 지원 등

2) 「부산광역시 인공지능 행정 조성에 관한 조례」(부산광역시조례 제7657호, 25.7. 시행)

- 같은 날 제정된 「부산광역시 인공지능 행정 조성에 관한 조례」는 AI 기술을 행정 서비스 전반에 도입하여 행정 효율화 및 시민의 삶의 질 향상을 실현하기 위한 제도적 근거임
- 주요 내용은 다음과 같음:
 - 제1조(목적): 인공지능을 활용한 행정서비스 혁신, 시민 편의 증진, 행정 효율성 제고
 - 제3조(시장의 책무): 제도 및 기술 발굴, 시책 수립 및 추진, 행정적·재정적 지원
 - 제5조(추진계획): 시장은 매년 '인공지능 행정 추진계획'을 수립 및 시행해야 함
 - 제7조(교육훈련): 공무원 대상 인공지능 행정 교육훈련 실시
- 부산광역시의 제도적·법적 지원은 부산이 AI 산업을 지역 전략산업으로 제도화한 시도이며, 특히 중앙정부의 국가인공지능전략위원회의 정책 방향과 연결성 있는 지방정부의 정책 실행 단위로의 기능을 기대함

3) 제6차 전략산업 육성 종합계획('24~'28) 수립 및 선도기업 선정

- 부산광역시는 2024년 12월 「제6차 전략산업 육성 종합계획(마스터플랜, 2024~2028)」을 수립하고, 2025년도 지역 전략산업을 주도할 '선도기업(91개사)를 선정함
- 이 계획은 1999년 전국 최초로 제정된 「부산광역시 전략산업 육성 조례」에 근거하여 5년마다 수립되는 지역 산업정책의 기본 틀로, 제6차 계획은 “다시 태어나는 부산 산업, Big Challenge”를 비전으로 함

- 총 투자 규모: 3조 1,263억 원(~'28년까지)
- 핵심 목표:
 - 2030년까지 양질의 일자리 100만 개 창출
 - 지역 총수출 200억 불 달성
 - 시민 1인당 GRDP 4만 불 달성
- 정책 슬로건: 「부산, 전략산업 점프업 1·2·4」
 - ‘1’: 100만 개 일자리, ‘2’: 200억 불 수출, ‘4’: 4만 불 GRDP
- 3대 육성 방향 및 9대 전략산업 구조 및 사업별 추진 내용

[표 3-2] 부산시 3대 육성 방향 및 9대 전략산업 구조

구분	육성방향	주요 산업군	주요 추진 내용
① Big Future (미래 신산업 육성)	혁신 기술 기반 미래 신산업 창출 및 디지털·탈탄소 전환 대응	디지털테크산업, 에너지테크산업, 바이오헬스산업	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능(AI), 빅데이터, 양자기술, 이차전지, 수소에너지 등 신기술 분야를 집중 육성 • 부산형 AI·데이터산업 클러스터를 확충
② Big Change (주력산업 고도화)	전통산업의 첨단화 및 산업 간 융합 촉진	미래모빌리티산업, 융합부품소재산업, 라이프스타일산업	<ul style="list-style-type: none"> • 전기차, 친환경 선박, 로봇, 스마트 제조, 패션·식품 등 기존 산업의 AI·스마트화 (AX) 추진
③ Big Infra (글로벌 도시 기반 구축)	도시 인프라 자산의 고부가가치화 및 글로벌 확장	해양산업, 금융산업, 문화관광산업	<ul style="list-style-type: none"> • 부산의 핵심 자산인 해양·금융·문화관광 산업의 국제 경쟁력 강화 • 트라이포트 물류, 해운항만 서비스, 디지털 금융(핀테크), 영상콘텐츠 산업의 해외 확산 추진

출처: 부산시 제6차 전략산업 육성 종합계획 보도자료 저자 정리

- 「제6차 전략산업 육성 종합계획」은 단순한 산업지원계획이 아니라 ‘3B(Big Future-Big Change-Big Infra)’ 프레임을 통해 부산의 산업정책 패러다임을 근본적으로 재구성한 것임
- 이는 「AI 기본법」 및 국가인공지능전략위원회 정책과 연계해 부산이 AI·스마트 시티·해양산업을 축으로 하는 국가 지역혁신 거점으로 기능할 제도적 기반을 마련한다는 점에서 의의가 있음

3. 부산 AI 종합전략의 구조 및 특징

1) 추진 배경 및 기본 방향

- 부산시는 2025년 「부산 AI 종합전략(AI BUSAN)」을 발표하고, ‘AI 기반의 도시 대전환(AI Transformation City)’을 핵심 비전으로 설정함
- 이 전략은 ① 국가 인공지능전략위원회의 「AI 행동계획」(‘25.9)과 정합성을 유지하며, ② 국가 AI 기본법(2026 시행 예정)의 지방 실행 모델로 작동하고, ③ 제6차 전략산업 육성 종합계획(‘24~‘28)의 ‘디지털테크 산업축’을 실천 단계로 구체화한 것임

2) 4대 AI 플래그십 구조와 5대 AI 인프라 구축

- 글로벌 인공지능(AI) 허브도시 부산의 미래 경쟁력 강화를 위해 5년간 4천877억 원 투입, 7천587억 원의 민간투자를 유치해 ‘산업-시민-행정-인재’의 4대 인공지능 플래그십과 ‘장비-서비스-거점-교육-연구’의 5대 인공지능 인프라를 육성하는 세부과제를 추진 중임
- AI를 행정과 산업, 시민 생활 전반에 내재화해 전 도시형 AI 생태계를 조성하는 것이 궁극적인 목표임

[표 3-3] 4대 AI 플래그십 구조

플래그십	핵심 목표	주요 내용 및 사업
① 산업	산업별 AI 전환(AX) 가속화	제조·물류·헬스케어 3대 전략산업에 AI를 접목. 산업별 실증 및 사업화 지원 예: 스마트 물류센터, AI 예측정비
② 시민	시민 중심 AI 서비스 확산	‘부산시민 플랫폼’ 구축으로 교통·복지·안전 서비스 통합 제공
③ 행정	데이터 기반 과학행정	공무원 AI 교육 및 리터러시 함양, AI 에이전트 및 데이터 기반 정책 결정
④ 인재	AI 전문 인재 및 시민 역량 강화	엘리트 인공지능 인재 양성, 인공지능 내재화, 디지털 소외계층 접근성 확대

출처: 「AI BUSAN 종합전략 발표」(2025.1.30.)에 근거해 저자 정리

- 부산시는 AI 산업의 기술·서비스·공간 인프라를 다음과 같은 5대 축으로 조성 중이며, 이 5대 인프라를 축으로 ‘AI 허브도시(Asia AI Hub City)’ 조성을 목표로 함

[표 3-4] 4대 AI 플래그십 구조

인프라	주요 내용	추진 기관
① AI 장비 공동이용센터	딥러닝 서버(GPU), AI 카메라, 로봇 등 공용 장비 제공. 기업 실증 지원	부산테크노파크, 부산정보산업진흥원 등
② AI 스마트시티 (에코델타시티 국가시범도시)	부산에코델타시티 내 자율주행·AI 정수장·로봇주차 실증	국토교통부, 부산도시공사 등
③ 동남권 AI 허브	AI 공급기업-수요기업 매칭, 글로벌 투자 유치 거점	부산시 산업정책과 등
④ 부산형 AI-MOOC (ON-BDIA)	시민 및 재직자 대상 AI 온라인 교육 플랫폼 구축	부산시·부산대·동아대 컨소시엄 등

출처: 「AI BUSAN 종합전략 발표」(2025.1.30.)에 근거해 저자 정리

4. 에코델타시티 실증 사례

1) 조성 배경 및 개요

- 부산 에코델타시티는 국토교통부가 지정·추진하는 스마트시티 ‘국가시범 도시’로써 4차 산업혁명 기술을 개발계획이 없는 부지에서 자유롭게 실증·접목 하여 미래 스마트시티 선도 모델을 제시하는 대규모 국가 프로젝트임
- 에코델타시티 사업은 한국수자원 공사(85%)와 부산도시공사(15%)가 공동으로 시행하고 있으며 2028년 완료를 목표로 함
- 스마트 국가 시범도시의 사업 면적은 2,773천㎡(약 84만 평), 계획인구는 약 8,500명(3,380세대)임
- 에코델타시티는 “친수” 및 “생태” 도시로서 낙동강 하구의 수변환경을 활용해 물 관리 중심의 생태·지속가능 도시를 조성하는 것이 주목적임

- 뿐만 아니라 디지털도시 플랫폼, 증강도시 플랫폼, 로봇도시 플랫폼으로서 친수, 생태, 스마트, 글로벌 거점 도시를 구축하는 것이 목표임
- 규제적 측면에서 에코델타시티는 4차 산업혁명 신기술(로봇, IoT, AI, 자율주행 등)을 자유롭게 실증·접목하는 ‘규제프리 혁신지구’이자 4차산업혁명 기술·서비스 실증을 위한 ‘스마트도시형 규제샌드박스’가 허용되는 도시로서 기능함
 - 리빙랩 기반 실증: 2020년 우리마을실험실(리빙랩 형) 실증단지인 부산 스마트빌리지에 무상 임대를 조건으로 5년간 참여할 54세대 입주자를 모집해 생활밀착형 서비스 실증을 진행 중임
 - 도시 전역 실증화 방향: 부산시는 ‘제21차 부산미래혁신회의’에서 에코델타시티 전역을 연구개발 실험의 장으로 개방(자율주행·통합모빌리티 등 신기술 자유 실증)하겠다는 추진 방향을 발표함

2) 추진 경과

- '28.12: 「부산 에코델타 스마트시티 시행계획」 수립
- '19.02: 스마트시티 국가시범도시로 공식 지정 (국토교통부 고시 제2019-99호)
- ~'21: 스마트빌리지 입주(56세대) 및 리빙랩형 실증 시작
- '22: 사업법인 설립 및 「스마트시티 규제혁신지구」 지정
- '22.07~: 규제샌드박스 실증 다수 승인
- '25~: 실증 확장 단계

3) 규제 개선 및 제도적 연계

- EDC는 규제혁신지구로 스마트서비스의 신속한 제공을 위해 규제샌드박스 제도를 적극 활용하고 있으며, 대표적인 승인 사례는 다음과 같음

[표 3-5] 규제샌드박스 실증 특례 및 운영 사례

서비스 유형	사업명	승인일	주요법령
헬스케어	전동보장구 이용자의 이동권 개선을 위한 IoT 기반의 운행보조시스템 기술 실증사업	'20.09.14	의료기기법
모빌리티	라이프로그와 의료정보를 결합한 돌봄 서비스 실증 사업	'20.09.14	의료법
헬스케어	스마트 슈즈를 활용한 디지털 헬스케어 건강토큰 서비스 플랫폼	'21.03.10	개인정보보호법 의료법
로봇	초도 순찰형 CCTV 패트롤 로봇 실증	'21.03.10	개인정보보호법 도로교통법
플랫폼	퍼스널 모빌리티용 무선충전 거치대 실증	'21.03.10	전기사업법 도로교통법
안전	드론기반 3D 지형자료 구축을 통한 침수예측 및 상 황전파 시스템 실증	'21.07.28	항공안전법

출처: 스마트시티 종합포털 사이트

5. 정책적 함의

- 부산의 AI 생태계는 중앙→지방의 제도 →도시의 실증→산업의 확산으로 이어지는 다층적이고 순환적인 구조를 지님
 - 특히 에코델타시티는 부산 AI 실행 전략의 핵심으로 중앙의 제도(법·전략)와 지방의 실행(조례·계획)을 잇는 실증 매개 거버넌스역할을 수행함
 - 즉, 부산의 AI 거버넌스는 법제 기반(중앙) → 제도화(부산) → 실증 → 확산의 일련의 과정을 통해 궁극적으로 성과가 국가로 환류되는 구조임
- 각 층위를 구체적으로 살펴보면, 중앙정부의 제도 기반 위에서 지방정부가 실행 전략을 수립하고, 그 실증 결과를 다시 국가정책과 글로벌 산업으로 확산시키는 다층적 순환 구조를 이룸
 - 1) 중앙정부 레벨: 인공지능 정책의 최상위 단계로, 인공지능 발전의 기본이념(신뢰·안전·혁신)을 규정하고, 국가 차원의 비전('AI 3대 강국 도약')과 부처 간 조정 기능을 제공함으로써 모든 지방정부의 인공지능 정책이 일관된 방향에서 추진되도록 하는 제도적 틀을 제공

- 2) 지방정부 레벨: 중앙정부 정책을 지역 실정에 맞게 구체화한 실행 근거에 해당함. 이 단계는 AI 정책의 법적·행정적 인프라역할을 수행
- 3) 실행전략 레벨: 「AI BUSAN 종합전략」으로 구체화되며, ‘산업·시민·행정·인재’의 4대 플래그십과 ‘장비·서비스·거점·교육·연구’의 5대 인프라로 구성됨
 - 이 단계에서는 인공지능 기술을 산업과 도시 전반에 실제로 내재화하는 것을 목표로 함
 - 제조·물류·헬스케어 등 지역 핵심산업의 AI 전환, 행정의 데이터 기반화, 시민의 생활형 서비스 확산, 인재 양성 등 AI의 전면적 적용이 이루어지는 정책 실천의 중심
 - ※ 실증 허브층: 부산 AI 전략의 구조적 중심으로서, 에코델타시티가 그 대표적인 공간적 거점임. 에코델타시티는 AI 관련 기술이 실제 도시 환경에서 시험되는 테스트베드(Testbed) 역할을 수행함
 - 이곳은 중앙정부의 제도(기본법·전략위원회)와 지방정부의 실행(조례·AI BUSAN 전략)이 연결되며, AI 기술의 실증 결과가 법·제도 개선으로 환류하는 정책적 교차점임
- 5) 성과 및 확산 레벨: 궁극적으로 이러한 단계를 걸쳐 부산시는 단순한 도시 개발을 넘어 실증에서 산업화·국제화로 확산되는 글로벌 AI 허브도시로의 도약을 기대함
 - 단순 부산시를 넘어 이러한 성과는 국가 차원의 스마트시티의 성공사례로 에코델타시티 모델이 단계적으로 전국 지자체로 확산되는 플랫폼 역할을 수행할 것을 기대함

[표 3-6] 부산 AI 산업 생태계 구조도

중앙정부 레벨	AI 기본법 (2026 시행) 대통령 직속 국가인공지능 전략위원회 출범(2025.9 출범)
부산시-제도 레벨	부산광역시 인공지능 산업 육성 조례 (2025.7) 부산광역시 인공지능 행정 조성 조례 (2025.7) 제6차 전략산업 육성 종합계획 (2024~2028)
부산시-실행전략 레벨	AI BUSAN 종합전략 - 4대 플래그십 (산업·시민·행정·인재) - 5대 인프라 ① AI 장비 공동이용센터 ② AI 스마트시티 (▶ 에코델타시티) ↳ 에코델타시티 • 국가 스마트시티 시범도시(국토부 지정) • 부산 AI 전략의 테스트 베드 및 실증 허브 • 데이터 수집·검증 → 규제 개선 → 산업 확산으로 환류 ③ 동남권 AI 허브 ④ 부산형 AI-MOOC (ON-BDIA) ⑤ AI-양자 협력 인프라
성과 및 확산	글로벌 AI 허브도시 부산 실현 스마트 시티 모델의 단계적 확산(전국 지자체)

제2절

3대 핵심 실증 산업 현황 및 규제 분석

1. 로봇주차 산업

1) 산업 현황

- 국내에서 최초 주차 로봇을 상용화한 사례는 2024년 6월 현대자동차그룹이 서울 성수동 '팩토리얼 성수'에서 선보인 로봇임
 - 현대위아에서 제공한 주차 로봇 서비스는 고객이 업무 차량을 이용시 차량을 지정된 장소로 꺼내주거나 이용후 고객이 지정된 곳에 차량을 반납하면 자동으로 주차해주는 주차로봇을 의미함

[그림 3-1] 현대자동차 주차 로봇



출처: 한국경제(2024)

- 2025년 9월 카카오모빌리티는 충북도청과 협력해 국내에서 최초로 일반인 이용객을 대상으로 '로봇 주차(로봇발레)' 서비스 운용 환경을 구축해 센터 입주 기관 직원들을 대상으로 서비스를 시범운영하고 있음

- HL로보틱스의 주차 로봇 '파키(Parkie)'는 유일한 완전 자율주행 로봇 (AMR, Autonomous Mobile Robot) 으로 차량을 정확한 위치에 주차할 뿐만 아니라 스스로 환경을 인식하고 판단하는 AI 기반 로봇임
- 그러나 로봇주차 산업은 시장의 불확실성으로 인해 새로운 시장 창출의 어려움과 표준·인증의 불확실성, 사회적 수용성의 한계를 극복해 나가야 함
 - 기업들이 초기 투자 비용 부담과 시장의 불확실성으로 인해 대규모 확대에 어려움을 겪고 있으며, 혁신적인 기술이 시장에 진입하기 힘든 환경이 조성되고 있음
 - 로봇주차 전용 안전·검사 표준 부재로 지자체 인허가 및 감리 단계에서 해석 편차가 발생
 - 사용자 경험(인계·반납 동선), 보행자 안전, 장애인·고령자 접근성 등 휴먼팩터 이슈에 대한 체계적 대응 필요

2) 정책 현황

- 우리나라의 도시밀집구조의 해답으로 로봇 주차 기술의 도입이 논의되며, 기술 도입이 도시 내 주차 문제 해결과 함께 교통 흐름 개선, 안전 강화 등 스마트시티 구축에 중요한 역할을 수행할 것으로 예상됨
- 그러나 상대적으로 활발한 해외의 로봇주차 시장과 달리 국내는 보수적 규제 환경으로 인해 로봇주차 산업의 활성화가 제한됨
- 이에 정부 및 지자체는 스마트시티를 추진하며 도시구상(안)에 주차로봇 및 스마트 파킹을 포함하는 형식으로 공공부문 중심의 실증 확대를 통해 상용화를 앞당기려는 움직임이 활발하게 나타나고 있는 추세임(한국로봇산업진흥원, 2019)
- 경기도 부천시는 2020년 국내 최초 규제샌드박스 실증특례 제도를 활용해 부천형 주차로봇 '나르카'를 개발해 선보였으며, 3년간 주차로봇 테스트베드 사업을 성공적으로 종료한 바 있음

- 2025년부터는 기계식주차장의 안전기준 및 검사기준 등에 관한 규정 개정안을 행정예고하고 시행할 것을 기대 중임
- 2025년 5월 규제샌드박스제도를 활용해, 주차장 내에서 충전을 마친 전기차 차량이 무선 자동 충전 후 유휴 공간으로 자동 발렛주차하는 기능을 실증함 (산업통상자원부, 2025)

3) 관련 법 및 규제 현황

□ 근거 법률

- 우리나라의 주차 시스템은 주차장법을 기반으로 운영되고 있으나 이 법은 로봇 주차와 관련된 규정을 포함하지 못함
 - 이에, 로봇주차는 「주차장법」의 기계식 주차장에 관련된 기준 및 내용에 적용을 받음

□ 규제 개요

- 현행 법에 따라 주차로봇을 도입하려는 업체들은 기계식 주차장에 관한 규정에 따라야 하며, 이로 인해 로봇의 특성과 실제 운영 방식에 적합하지 않은 제약이 발생함
 - 1) 제도화 동향: 2022년 이후 자율주행 주차로봇 제도화 논의 진전됐으나 현재까지는 ‘기계식 주차장치’ 범주 준용이 일반적이며, 이동형 로봇의 특성이 충분히 반영되었다고 보기 어려움
 - 2) 규제 공백 존재: 로봇 정의 부재, 자주식 주차장에 로봇 도입 시에도 기계식 기준 적용, 처리용량·입출고 총량 규정의 부적합성 등
 - 3) 책임·보험 체계 불명확성: 무인 운행 중 차량 파손·인명사고 시 운영자-제조사-SW 개발자 간 귀책 판단기준이 부재(예, 상이한 보험사별 특약 체계)
- 이러한 한계를 극복하기 위해, 정부는 최근 로봇주차와 관련된 규제 완화 방안으로 현재 일부 지역에서 운영중인 테스트베드를 전국적으로 확대하는 방안을 적극적으로 검토하고 있음

- 또한, 각 지방자치단체의 시행 조례는 기계식 주차장 설치에 다양한 제한을 두어 사업 확산에 장애물이 되고 있음
 - 예: 서울시의 경우 기계식 주차장 비율을 일정 수준 유지하도록 하는 규정과 조례로 인해 로봇주차 시스템 도입이 제한됨

□ 규제 내용

- 주차로봇의 법적 분류는 「주차장법」을 따름
 - 제2조(정의):
 2. “기계식주차장치”란 노외주차장 및 부설주차장에 설치하는 주차설비로서 기계장치에 의하여 자동차를 주차할 장소로 이동시키는 설비를 말한다.
 3. “기계식주차장”이란 기계식주차장치를 설치한 노외주차장 및 부설주차장을 말한다. ‘기계식주차장치’로 분류됨
- 설치 장소 제한
 - 「주택건설기준 등에 관한 규칙」 제6조의2(주차장의 구조 및 설비): 기계식 주차장은 상업지역·준주거지역 내 소형주택 또는 주택 외 시설 건축 시에만 설치 가능
 - 아파트·공동주택 등에는 설치가 불가능하여, 다수 시설에의 확산이 제한됨
 - 공동주택에도 오토발렛 주차장치 설치를 허용하는 주택건설기준 등에 관한 규칙 개정안(입법예고, 2024.10.27) 추진 중
- 관리·검사 의무 규정
 - 「주차장법」 제19조: 2년 주기의 정기검사 의무, 관리인 상주 의무, 주차구획 크기 제한 등 인력 및 관리 기준이 부과됨
- 운영시간 및 효율성 제약
 - 「기계식주차장치의 안전기준 및 검사기준 등에 관한 규정」 제6조(입출고 시간): 차량의 입·출고 시간은 각각 2시간을 초과할 수 없음
 - 과도한 규제 기준으로 인해 운영비용 증가 및 효율성 저하 초래

- 구조·시설 기준의 세부 규정
 - 관련 기준은 시행령·시행규칙 및 국토교통부 고시(기계식주차장치 안전·검사기준 등)에 구체적으로 명시되어 있음

4) 부산 에코델타시티 적용 현황

- 에코델타시티는 현재 주차로봇 서비스를 도입하고 있지는 않지만, 국내 대표 스마트시티로 로봇, 인공지능, 자율주행 실증의 테스트베드임
 - 에코델타시티 로봇시스템 실증: 생활지원 로봇, 배송로봇, 순찰로봇 등 로봇을 도입하고 있음
- 부산시는 「부산광역시 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 조례」(2025. 3.5. 시행, 부산광역시조례 제7532호)를 통해 기계식 주차장 구조 변경 승인 절차를 간소화하고, 로봇주차 실증사업 시 일부 건축기준·주차면적 기준 완화 조항을 적용할 수 있게 함
 - 공공시설 우선 도입 정책: 2025년부터 부산시청, 북항 재개발 지역, 서면·센텀 일대 복합시설에 로봇 주차 시스템을 우선 도입하는 계획 발표
 - 산업연계 정책: 스마트 모빌리티 기업 육성(부산테크노파크·부산산업과학혁신원)과 연계해 지역 로봇주차 플랫폼 기업을 적극적으로 지원할 것을 공표
- 외에도 「부산광역시 인공지능 산업 육성 및 도입·활용 활성화에 관한 조례」에 따라, 로봇주차 실증사업을 AI 산업육성사업 범주에 포함시킴

2. 자율주행 산업

1) 산업 현황

- 자율주행은 운전자 개입 수준(레벨 0~5) 및 활용 영역(도로·항만·도시 내 구간)으로 구분되며, 현시점에서는 전 세계 자율주행 산업은 특정 환경에서 운전자가 개입하는 레벨3의 자율주행에서 운전자 개입 없는 완전 자율주행인

레벨 4의 상용화 시대를 맞이하고 있음(데이코인텔리전스, 2023; 국토교통부 2022)

- 특히, 레벨4의 상용화가 2025년 전후로 예상되어 2025~2027년부터 본격적인 시장 확대가 예상됨

○ 국내는 레벨3(조건부 자율)가 고속도로 등에서 상용화 단계, 레벨4 이상(완전 무인)이 규제 특례 및 시범운행지구 중심으로 제한적으로 허용되고 있음(국토교통부, 2023)

- 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」 제7조에 따라 지정되어 규제특례를 적용받는 자율주행차 시범운행 지구는 전국 17개 시·도 중 34곳임

- 자율주행자동차 시범운행지구 위원회는 2025년 3월 기준 4개 구간에서 44개 구간으로 고속도로로 자율주행 시범운행지구를 확대함(국토교통부, 2025)

[표 3-7] 자율주행차 로드맵

구분	내용
2022년	세계 세 번째 레벨3 승용차 출시 임시운행허가 신속허가제 도입
2023년	시범운행지구 직권지정제도 도입 C-ITS활용 서비스 개발 착수(어린이보호구역 등)
2024년	레벨4 제도 선제 완비 자율주행 여객 운송제도 마련 C-ITS 통신방식 결정
2025년	레벨4 버스·셔틀 우선 출시 네거티브방식 규제 특례 도입
2027년	세계 최고수준 레벨3 승용차 출시 자율주행 국가 R&D 완료
2030년~	자율주행 인프라 구축완료('30년, C-ITS, 정밀도로지도)

출처: 국토교통부(2022)

- 세계경제포럼(WEF) 로드맵에 따르면 2025년대 중반까지 자율주행차 시장은 레벨2~2+ 운전자보조 기술이 신차의 대세를 이루며, 레벨3은 규제·비용 등으로 소수에 그치고 레벨4 완전자율차는 2035년에야 신차의 4% 수준으로 제한적으로 확산될 것으로 전망함

[표 3-8] 세계경제포럼(WEF)의 자율주행 로드맵

구분	개인용 차량	로보택시 및 로보셔틀	자율주행 트럭
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> • 인간 오류 감소로 도로 안전성 증대 • 이동 중 편의성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> • 대중교통의 유연성 증대 • 운영비용 절감 및 접근성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> • 심각한 운전자 부족 문제 대응 • 24시간 가동으로 효율 유연성 증대
소유 형태	<ul style="list-style-type: none"> • 개인 소유 또는 임대 	<ul style="list-style-type: none"> • 운송업체가 소유·운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 운송업체가 소유·운영
기술 수준	<ul style="list-style-type: none"> • ADAS(레벨0~2+)에서 AD(레벨3/4)로 점진적 발전 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 시스템(레벨4) 우선 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 시스템(레벨4) 우선 개발
적용 도메인	<ul style="list-style-type: none"> • 고속도로, 교외, 도심 	<ul style="list-style-type: none"> • 교외, 도심 	<ul style="list-style-type: none"> • 고속도로, 교외

출처: WEF(2025)

2) 정책 현황

- 자율주행 산업은 산업 전반에 큰 변화를 가져오기에 각국 정부는 경쟁력을 확보하기 위해 기술적 역량 확보 및 산업간 유기적인 거버넌스 체계를 구축하기 위해 노력 중이며, 자세한 내용은 다음과 같음(한국과학기술기획평가원, 2025; KERC, 2024)
 - 미국은 연방정부 차원에서의 종합적 목표 및 계획을 수립하고 각 주는 자율주행 관련 근거를 주별로 마련함. 특히, 다양한 규제 속 일부 주는 규제를 완화해 자율주행 분야의 실증 프로젝트를 수행함
 - 일본은 IT종합전략본부를 필두로 범부처 컨트롤 타워의 접근을 취하다가 디지털청을 출범해 새롭게 정부 전략을 수립함
 - 로드맵을 구체화해 1) 비즈니스 모델 확립, 2) 기술확립, 3) 제도 및 시스템 구축의 3개 부문 별 정책과제를 시기별로 나누어 체계적으로 부처의 역할을 분담함. 규제 및 관련 정책은 독립적인 자율 규제라는 성격을 지님

- 유럽연합(EU)는 2020년 지속가능한 스마트 모빌리티 전략에서 2030 자율주행 모빌리티 대규모 도입의 비전을 제시하였고, 관련 규정의 개정을 통해 자율주행차의 운행 및 도입의 촉진을 위한 법적 근거를 마련함
 - 유럽경제위원회(UNECE) 규정을 기본으로 개별 회원국의 규제를 도입함
- 우리나라의 자율주행 서비스의 본격화를 위해선 자유로운 실증을 위한 규제 특례를 대폭 확대 등 과감한 규제 혁신과 효과가 가능한 네거티브 규제 방식의 도입이 필요함(국토교통부, 2022; KERC, 2024)
 - 규제 측면에서는 규제 샌드박스를 통한 단계적 규제 완화를 시도하는 접근을 취함
 - 인프라 측면에서는 구역 국내 최대 규모 자율주행 리빙랩(구역 30km², 노선(연장) 140km)이 경기도 화성에서 2026년 4월 착공해, 자율주행 기술의 실증과 상용화를 위한 테스트 베드 역할을 수행 할 예정임

3) 관련 법 및 규제 현황

□ 근거 법률

- 자율주행 관련 규제는 크게 운행, 책임으로 구분할 수 있으며, 최근 자율주행 상용화 및 활성화를 위한 근거가 마련됨
 - 자율주행차 규제 중 운행 및 책임 관련 법률은 「도로교통법」, 「자동차관리법」, 「자동차손해배상보장법」임
 - 자율주행 상용화 및 활성화 근거 법률은 「자율주행자동차법」, 「모빌리티혁신법」임

□ 규제 개요

- 자율주행 관련 규제가 명시된 법률은 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률(이하 '자율주행자동차법」), 「도로교통법」, 「자동차관리법」, 「모빌리티 혁신 및 활성화 지원에 관한 법률(이하 '모빌리티혁신법」), 「자동차손해배상보장법」, 「여객자동차 운수사업법 및 시행령」 등 임
 - 자율주행의 관련 법 및 규제를 둘러싼 다양한 쟁점이 존재함

- 1) 「자율주행자동차법」, 「자동차관리법」, 「도로교통법」 등 다중법이 적용돼 실증단계별 기준 불일치가 발생함
- 2) 현행법은 레벨3의 자율주행 기능의 수준에 머물러 있기에 레벨 4이상의 자율주행 자동차에 대한 법적 공백이 존재함
- 3) 운행자 책임 논쟁: 민사책임, 형사책임, 행정책임의 책임 논쟁
- 4) 안전기준과 승인절차: 규제특례를 통해 실증은 허용되지만 사고 발생시 법적 책임 범위가 불분명함
- 5) 데이터 수집 및 개인 정보 보호: 차량 데이터가 개인 데이터로 보호받을 수 있는지, 사고 발생시 데이터 공개의무 등

□ 규제 내용¹⁷⁾

- 자율주행차 시범운행지구 지정은 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」 제7조에 따라 지정·변경·해제 절차를 규정함
 - 주관 부처: 국토교통부
 - 지자체 역할: (시·도) 시범운행지구 지정 신청·운영, 다(多)시·도 구역은 공동 신청·협의 수행함
- 시범운행지구 내 유상운송 특례(여객·화물)는 동법 제9~10조에 따라 사업용이 아닌 자율주행차도 유상 여객·화물 운송이 가능하도록 허용함
 - 주관 부처: 국토교통부
 - 지자체 역할: (시·도지사) 여객 유상운송 허가(장관 협의 전제), 한정운수면허 공고·발급 등 특례 집행함
- 자동차 안전기준 특례는 동법 제11조에 따라 조향·제동·좌석 등 구조적 특성으로 기존 안전기준 충족이 어려운 자율주행차의 운행을 승인할 수 있게 함
 - 주관 부처: 국토교통부
 - 지자체 역할: 시범운행지구 안전관리계획 검토, 관련 시설·지원 협조 등 수행함

17) [부록표 1]에 종합 정리되어 있음

- 성능인증·적합성 승인은 동법 제40~41조에 따라 안전기준 부재 시 성능인증과 운행환경 적합성 승인을 통해 공공기관·운송사업자의 운영을 허용함
 - 주관 부처: 국토교통부
 - 지자체 역할: 해당 없음(중앙 승인·시험 중심), 지역 운행 시 지자체 협조 가능함
- 자율주행시스템 무단 해체·조작 금지는 동법 제47조에 따라 성능인증 받은 시스템의 무단 변경을 금지하고 위반 시 제재 근거를 둠
 - 주관 부처: 국토교통부
 - 지자체 역할: 해당 없음(중앙 집행·관리 사안)
- 여객자동차 운송사업 요건(면허·등록)은 「여객자동차 운수사업법」 제4조에 면허·등록·사업구역 설정 및 한정면허 부여(질서유지 조건 부여 가능)를 규정함
 - 주관 부처: 국토교통부
 - 지자체 역할: (시·도지사) 일부 사업 면허·등록 권한 행사, 사업구역(노선·승차대 등) 운영·표시 집행함
- 한정면허 세부 절차는 동법 시행규칙 제17조에 공항·KTX역·관광지·산단·심야시간 등 특수수요 및 수요응답형(DRT)·택시에 대한 한정면허 요건·공고·선정 절차를 명시함
 - 주관 부처: 국토교통부
 - 지자체 역할: (시·도) 대상자 공개선정·조례 규정, 신규노선 필요 시 대광위 의견 제출, 서비스 수준·기간·보조금 조건 등 지역 정책 집행함
- 국가 차원의 모빌리티 혁신 지원 근거는 「모빌리티 혁신 및 활성화 지원에 관한 법률」 제1조에 혁신 모빌리티 수단·인프라·서비스 도입·확산을 위한 기반·지원을 목적으로 규정함
 - 주관 부처: 국토교통부(한국교통안전공단 협업)
 - 지자체 역할: 실증 특례사업 지역 지정 협조, 지역 기반시설·수요 연계 지원함
- 모빌리티 규제샌드박스(실증특례·임시허가)는 동법 제12조에 기준 부재·불합치·타 법령상 불가 등의 경우 ‘실증특례 신청·심의(혁신위원회)·부여(최대 2년)’를 규정하고 책임보험·손해배상 요건을 부과함

- 주관 부처: 국토교통부(교통안전공단 협력)
- 지자체 역할: 혁신 모빌리티 시범사업 참여·관리, 지역 안전·개인정보·환경 등 조건 이행 점검에 협조함

4) 부산 에코델타시티 적용 현황

- 현재 시점에서 부산 내 도로 중 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」 제7조에 의해 지정된 자율주행자동차 시범지구는 부산 오시리아 관광단지 일부 구간(4.75km)임
- 부산 에코델타시티는 자율주행 시범운영 지구로의 지정을 위해 계획을 수립하는 등 노력중에 있으나 아직까지는 운영되지 못하고 있음
- 그러나, 에코델타시티는 국내 첫 스마트시티 국가 시범도시로 자율주행 셔틀, 도심 물류로봇 등 고도화된 인공지능을 통한 무인 모빌리티 서비스가 도시 전체에 실증될 계획임
- 실례로 2025년 10월 30일 부산시, 부산시 강서구, 한국수자원공사는 에코델타 시티에 ‘에코누비(econubi) 버스’의 운영을 시작하였음
 - 이는 스마트시티·친환경 교통·15분 도시라는 부산의 미래 전략을 현실로 옮긴 중요한 성과이자 전국 최초의 「신도시 등 대중교통 지원사업」 사례라는 점에서 의의가 있음(국토교통부, 2025; 부산광역시, 2025)
 - 국토교통부는 2022년 10월 「신도시 등 광역교통 개선 추진 방안」을 발표하며, 중장기 관리 지구(에코델타시티 등 전국 22개 지정)에 대해 지자체와 사업시행자가 협의를 통해 해당 신도시 등의 입주 초기 열악한 대중교통을 지원하는 「신도시 등 대중교통 지원사업」의 추진 근거를 마련함

3. AI 정수장 산업

1) 산업 현황

- 전통적인 정수장은 원수(Source Water)를 취수하여 물리적, 화학적 처리를 거쳐 음용 가능한 수돗물(정수)로 만드는 일련의 공정을 의미함
- 기존 운영 방식은 숙련된 운영자의 경험과 직관에 의존한 수동 제어(Manual Control) 방식이 주를 이루고 있어 운영비용 증가, 다운타임 확대, 에너지 낭비 등 비효율이 누적되는 구조임
- 이러한 구조적 한계 속에서 AI 정수장은 기존 산업의 자동화·지능화를 이끄는 핵심 기술로 부상함. 인공지능이 실시간 데이터를 분석해 전 과정에 예측·최적화·자율제어를 적용하며, 스마트물관리 시스템으로 정수 8대 공정을 자율 운영하는 차세대 정수장임

[그림 3-2] AI 정수장



출처: 한국수자원공사 홈페이지

- 특히, 화성 AI 정수장은 2024년 세계경제포럼(WEF)으로부터 ‘글로벌 등대’로 선정되어 기술 혁신성과 운영 효율성을 국제적으로 인정받음
 - 실제로 운영자 조작 빈도가 42% 감소하고, 약품비 4%, 전력비 5% 절감(연간 약 17억 원) 성과를 달성함

- 현재 한국수자원공사(K-water)는 성공 모델을 기반으로 전국 42개 광역 정수장으로 AI 시스템을 확대 적용하고 있으며, AI 정수장을 국가물관리 표준모델로 발전시키는 중임
- AI 정수장 기술을 도입한 해외 사례는 스페인, 이탈리아, 캐나다, 아랍에미리트 등이 있음
 - 스페인 발렌시아(Idrica solution): 수질 예측 및 약품 투입 최적화 머신러닝 모델을 적용하여 화학약품 사용량 18%, 에너지 사용량 16% 절감
 - 이탈리아 브렘바테(Createch360 software): 일 5만^m 규모 폐수처리장에 AI 운영 소프트웨어 도입해 에너지 소비 19% 절감, 투자비 회수기간(Payback) 1~2년 달성
 - 캐나다 캘거리(Emagin HARVI system): AI 기반 펌프 가동 스케줄링 시스템을 통해 운영비 21% 절감, 투자비 회수기간 3개월로 세계에서 가장 빠른 ROI(투자수익률) 사례로 평가
 - UAE 아부다비(TAQA Water Solution): AI 기반 SCADA 시스템으로 13,000km 네트워크 및 43개 처리장을 통합 관리함. 탄소 배출 13%, 유지보수비 12% 절감, 하수처리 용량 20% 향상 기대 (워터저널, 2024)

2) 정책 현황

- AI 정수장은 운영 효율화, 비용 절감, 안정적 수질 관리 등 공공 편익 증진에 필수적인 사회기반시설로 부상하고 있으나 과도한 사전 규제(Positive Regulation)는 빠르게 발전하는 AI 기술의 도입과 고도화를 저해하여 혁신의 '골든타임'을 놓치게 할 우려가 있음
- AI 정수장 기술의 잠재력을 최대한 발휘하도록 지원하되, 국민의 생명과 안전이라는 핵심 가치를 보호할 수 있는 새로운 규제 패러다임의 도입이 요구됨
- 네거티브 규제(Negative Regulation) 설계를 통해 편리하고 안전한 물공급과 이를 활용한 새로운 가치 창출 가능성을 검토할 필요가 높음

- 정부와 공공기관이 물관리의 지능화 정책 전환을 본격화하며, AI 기반 물관리 정책 추진함
 - 정책 목표는 정수장 운영의 자동화·지능화를 통해 기후변화·수질사고 등 예측 불가능한 상황에 신속 대응하고, 최소 자원으로 최고 품질의 수돗물 생산을 달성하는 것임
 - 이에 따라 AI, 빅데이터, IoT, 디지털 트윈 등 첨단기술 융합형 물관리 시스템 구축 정책이 추진되고 있음
- 공공기관 주도의 실증 및 확산 전략의 일환으로 한국수자원공사를 중심으로 AI 정수장 기술 개발 및 시범사업을 국가 주도 과제로 수행중임
 - 시범사업 결과를 바탕으로 전국 광역정수장에 단계적 확대 적용 중이며, AI 기반 정수장 모델을 국가 표준형 운영체제로 제도화하는 움직임이 강화됨
- 정부는 정수장의 운영 데이터를 수집·분석·재활용할 수 있는 데이터를 민간 기업에 개방했으며 민간 기술 기업 육성을 지원함
 - AI 정수장은 단순한 기술혁신을 넘어 탄소중립·ESG 경영·지속가능성 확보를 위한 핵심 인프라로 인식됨
 - 운영 효율화와 함께 물관리 산업, IoT 센서, 데이터 분석, 디지털 트윈 산업 등 연관 분야의 성장 기반을 마련하는 방향으로 정책이 확산되고 있음
- 종합적으로 AI 정수장은 단순 수질 관리 기술이 아닌 스마트 도시 인프라 운영의 핵심 노드(node)로 인식되고 있으며, 기후위기·고령 인프라·에너지 절감 수요가 시장 확대의 주요 요인으로 작용하고 있음
 - 도시 재난/안전 관리 시스템 연계: 1) 통합 재난 대응, 2) 화재 대응 최적, 3) 방범 시스템 등 보안 강화 등
 - 스마트 에너지 그리드와 연계: 1) 도시 단위 에너지 최적화, 2) 신재생 에너지 활용 극대화 등
 - 스마트 교통 및 물류시스템과 연계: 1) 화학약품 운송 최적화, 2) 도로 싱크홀 예방 등
 - 시민 체감형 서비스 제공: 1) 실시간 수질 정보 제공, 2) 취약계층 돌봄 서비스(워터 케어) 등

3) 관련 법 및 규제 현황

□ 근거 법률

- 상위 정책 측면에서 「물관리 기본법」이 물의 수량·수질·유역단위 통합을 통한 종합적 물관리의 기본틀을 제공하며, 중앙정부의 장은 이에 부합한 계획을 수립해야 함
 - 국토종합계획, 국가환경종합계획, 국가안전관리기본계획, 기후변화대응 기본계획, 지속가능발전기본계획 등 타분야 최상위 계획과도 일관성과 정합성을 유지해야 함
- 제1차 국가물관리기본계획('21~'30)은 법 조문 대신 국가계획의 정책적 근거로 작용
- 「수도법」 및 「수도법 시행령」이 정수장 운영·수질 및 위생 기준 등 구체적 관리기준을 규정함
- 「인공지능 기본법」, 「공공데이터법」이 AI 데이터 활용과 신뢰성 확보의 법적 근거를 마련하는 가운데, 부산시 물관리 기본조례와 부산시 인공지능 산업 육성 및 도입·활용 활성화에 관한 조례는 지방정부 차원의 스마트 물관리 실증 기반을 제공하는 구조임

□ 규제 개요

- 법적 관점에서의 및 쟁점은 다음과 같음:
 - 데이터·보안: 수질·운영데이터의 보안 및 클라우드 전송 시 개인·공공데이터 경계 설정 필요
 - 책임소재: 자율운전 오류·품질사고 시 운영자-시스템 공급자-지자체 간 책임 체계 명확화 필요
 - 표준·상호운용성: 설비·SCADA·AI 모듈 간 인터페이스 표준(OPC-UA 등) 및 성능평가 기준 부재 시 확산 지연 우려

□ 규제 내용

- 물관리 일원화 및 통합 전략은 「물관리 기본법」 제 27조에 의해 ‘국가 물관리 기본계획’의 수립 근거가 있음
 - 환경부 장관이 10년 국가물관리 기본계획을 수립하며, 국가물관리위원회가 심의 및 의결함
- 국가 물관리 기본계획은 「물관리 기본법」의 12대 기본 원칙을 준수해야 함
 - 제8조(물의 공공성) 물은 공공의 이익을 침해하지 아니하고 국가의 물관리 정책에 지장을 주지 아니하며 물환경에 대한 영향을 최소화하는 범위에서 이용되어야 한다
 - 제9조(건전한 물순환) 국가와 지방자치단체는 물이 순환과정에서 지구상의 생명을 유지하고, 국민생활 및 산업활동에 중요한 역할을 하고 있는 점을 고려하여 생태계의 유지와 인간의 활동을 위한 물의 기능이 정상적으로 유지될 수 있도록 하여야 한다
 - 제10조(수생태환경의 보전) 국가와 지방자치단체는 물관리를 위한 정책을 수립·시행하는 경우 생물 서식공간으로서의 물의 기능과 가치를 고려하여 수생태계 건강성이 훼손되는 때에는 이를 개선·복원하는 등 지속가능한 수생태환경의 보전을 위하여 노력하여야 한다
 - 제11조(유역별 관리) 물은 지속가능한 개발·이용과 보전을 도모하고 가뭄·홍수 등으로 인하여 발생하는 재해를 예방하기 위하여 유역 단위로 관리되어야 함을 원칙으로 하되, 유역 간 물관리는 조화와 균형을 이루어야 한다
 - 제12조(통합 물관리) ① 국가와 지방자치단체는 지표수와 지하수 등 물순환 과정에 있는 모든 형상의 물이 상호 균형을 이루도록 관리하여야 한다. ② 국가와 지방자치단체가 물과 관련된 정책을 수립·시행할 때에는 물순환 과정의 전주기(全週期)를 고려하여야 한다. ③ 국가와 지방자치 단체는 물관리를 할 때 수량확보, 수질보전, 가뭄 및 홍수 등으로 발생하는 재해방지, 기후·토지·자원·환경·식생 등과 같은 자연환경, 경제·사회 등에 미치는 영향 등을 종합적으로 고려하여야 한다<개정 2020. 5. 26.>

- 제13조(협력과 연계 관리) 국가와 지방자치단체는물관리 정책을 시행함에 있어 유역 전체를 고려하여야 하며, 어느 한 지역의 물관리 여건 변화가 다른 지역의 물순환 건전성에 나쁜 영향을 미치지 않도록 하여 유역·지역 간 연대를 이루어야 한다
- 제14조(물의 배분) 국가와 지방자치단체는 물의 편익을 골고루 누릴 수 있도록 물을 합리적이고 공평하게 배분하여야 하며, 이 경우 동·식물 등 생태계의 건강성 확보를 위한 물의 배분도 함께 고려하여야 한다
- 제15조(물수요관리 등) ① 국가와 지방자치단체는 수자원의 개발·공급에 관한 계획을 수립하려는 경우에 용수를 절약하고 물손실을 감소시키기 위한 노력을 통하여 물수요를 적정하게 관리하여야 할 필요성을 그 계획을 수립하기 전에 고려하여야 한다. ② 국가와 지방자치단체는 수자원 부족 또는 가뭄·홍수로 인한 재해에 대비하여 강수의 관리·이용 및 하수의 재이용, 찌물의 민물화 등 대체(代替) 수자원을 개발하고 재해예방을 위한 기술개발을 적극적으로 장려하여야 한다
- 제16조(물 사용의 허가 등) 물을 사용하려는 자는 관련 법률에 따라 허가 등을 받아야 한다
- 제17조(비용부담) ① 물을 사용하는 자에 대하여는 그 물관리에 드는 비용의 전부 또는 일부를 부담시킴을 원칙으로 한다. 다만, 이 법 또는 다른 법률에서 정하는 특별한 사정이 있는 경우에는 그러하지 아니하다. ② 물관리에 장애가 되는 원인을 제공한 자가 있는 경우에는 그 장애의 예방·복구 등 물관리에 드는 비용의 전부 또는 일부를 그 원인을 제공한 자에게 부담시킴을 원칙으로 한다. ③ 제1항과 제2항에 따른 비용의 부담 및 관리 등에 관하여는 관계 법률에서 정하는 바에 의하고, 그 비용으로 받는 재원은 물관리를 위하여 사용한다
- 제18조(기후변화 대응) 국가와 지방자치단체는 기후변화로 인한 물관리 취약성을 최소화하여야 하며, 물순환 회복 등을 통하여 적극적으로 기후화에 대응할 수 있는 물관리 방안을 마련하여야 한다
- 제19조(물관리 정책 참여) 물관리 정책 결정은 국가와 지방자치단체 관계 공무원, 물 이용자, 지역 주민, 관련 전문가 등 이해관계자의 폭넓은 참여 및 다양한 의견 수렴을 통하여 이루어져야 한다

- 「물관리 기본법 시행령」제13조 제4항에 의해 중앙정부의 장은 물 관련 계획을 수립하거나 변경할 때, 국가물관리 기본계획과 부합해야 함
 - 부합성 여부는 「물관리 기본법」 제 7조에 따라 물관리위원회의 심의가 필요
- 「수도법」은 제18조 시설기준, 제21조 수도시설의 관리, 제26조 수질기준 등 시설에 관한 조문과 「수도법 시행령」제29조(시설기준), 「수도법 시행규칙」 제23조의2 등(정수장 위생안전 인증 등에 관한 기준), 제23조의 3(정수장의 위생안전 인증 절차 등) 을 제시하고 있음

4) 부산 에코델타시티 적용 현황

- 부산시는 「부산광역시 물관리 기본조례」 제4조를 통해 AI·ICT 기반의 정수장 운영에 대한 제도적 근거를 마련하였으며, 부산환경공단과 한국수자원공사(K-water)가 공동으로 ‘스마트 물순환 도시 부산’ 프로젝트를 추진 중임
- 2018년 국토교통부와 K-water가 공동 지정한 물관리 특화형 국가시범도시로 에코델타시티가 선정됨. 한국수자원공사는 국가 스마트시티 시범도시인 부산 에코델타시티의 운영 주체이자 AI 정수장 원천기술의 핵심 보급기관임
- 에코델타시티는 낙동강 하구 수변도시, 물 순환 회복, ICT 기반 수자원 관리 등 물에 특화된 친환경 도시로, 로봇·스마트 워터·제로에너지·스마트 교통 등 10여 가지 혁신 기술이 적용되는 미래형 복합도시임
- 에코델타시티에 취수-정수-배수 등 물순환 전주기 전 과정에 빅데이터 기반의 인공지능 제어를 도입함으로써 도시 물순환의 자율운영체계를 구현하는 실증 플랫폼의 역할을 수행할 것으로 기대됨

제3절

소결: 규제 쟁점과 제도 설계 과제

- 부산시는 강력한 정책적 의지를 갖추었음에도 불구하고 실제 산업화는 중앙부처의 경직된 법령에 막혀있는 '정책과 규제의 미스매치' 상황임을 파악할 수 있음
 - 제1절에서 부산시가 「인공지능 기본법」과 연계한 「AI 산업 육성 조례」 및 '부산 AI 종합전략(AI BUSAN)'을 통해 강력한 정책적 기반을 확보했음을 확인하였으나, 제2절 3대 산업 분석 결과, 이는 중앙부처 소관의 포지티브 법령과 충돌하여 실제 산업화를 가로막고 있음을 알 수 있음

□ 3대 산업 공통 핵심 규제 쟁점

- 현행 포지티브 법령과의 근본적 충돌 (법률의 경직성)
 - (로봇주차) 「주차장법」상 '기계식 주차장치'로 분류되어, 자율이동 로봇의 특성을 반영하지 못하는 설비·안전·검사 기준을 강요받고 있음
 - (AI 정수장) 'AI 영향평가' 등 공인 평가 기준과 주체가 부재하며, 관련법인 「수도법」이 AI의 자율적 공정 제어(성과 중심)가 아닌, 특정한 '시설 기준'과 '수동 운영'(과정 중심)을 전제로 적용되고 있음
 - (자율주행) Level4 이상 완전 자율주행에 대한 법적 공백 속에서 「자율주행 자동차법」, 「모빌리티혁신법」, 「도로교통법」 등 다수 법령이 중첩·충돌하고 있음
- 신기술 고유의 규제 공백 (법률의 공백)
 - 기술 발전 속도를 제도가 따라가지 못하면서 3대 산업 모두에서 공통적인 규제 공백이 발생하여 기업의 불확실성을 가중시키고 있음
 - (책임 소재) AI 오작동, 자율 시스템 사고 발생 시 '운영자-제조사-SW 개발자' 간의 법적 책임을 배분할 명확한 기준이 부재함¹⁸⁾

18) 자율주행의 민·형사책임 귀속과 보험체계, 로봇주차의 무인운행 중 사고 책임·보장 기준 등이 불명확함

- (데이터 공유와 보호의 충돌) 실증 및 운영 과정에서 수집되는 방대한 데이터 허브 구축이 요구되나, 소유권, 활용 범위, 보안 및 개인정보보호-비식별-보존-접근통제 등-기준을 동시에 충족하는 정합적 설계가 필요함
- (보험) 기존 손해배상체계로는 새로운 유형의 AI 리스크를 담보하기 어려워 전용 보험 상품의 개발 및 가입 의무화가 필요함

○ 거버넌스 및 실증 공간의 분절 (제도의 파편성)

- (권한 분절) 3대 산업의 규제 전환이 국토교통부, 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 해양수산부 등 다수 중앙부처에 분산되어 신속한 규제 혁신의 걸림돌로 작용하고 있음
- (공간 분절) 부산시의 실증 공간 역시 에코델타시티(국토부), 오시리아(국토부), 해양모빌리티(중기부) 등 사업별·부처별로 분절되어 있어 통합적 테스트베드 운영에 한계가 있음
- (거버넌스 정렬 필요) 국가 컨트롤타워(국가인공지능전략위원회)와 부산시 ‘AI BUSAN’ 전략(4대 플래그십·5대 인프라) 간 기능 배분·연계 필요함

□ 제도 설계를 위한 정책 과제 도출

○ 포괄적 지원 기반 마련

- 현행 국가 샌드박스 제도(예: 「모빌리티 혁신법」, 「산업융합 촉진법」 등)를 체계적으로 활용하여, 현행 포지티브 법령에 대한 ‘실증특례(규제 유예)’를 신속히 확보할 수 있는 ‘포괄적 지원 기반’으로서의 「특별 조례」 제정

○ 맞춤형 규제안 설계

- 신기술 규제 공백에 대응하고 특례 신청 내용을 구체화하기 위해, 3대 산업별 특성을 반영한 ‘맞춤형 네거티브 규제안’(예: AI 정수장의 성과 기반 수질 관리, 로봇주차의 AMR 전용 안전 기준)의 선제적 설계 필요
- 이는 앞서 살펴 본 해외 규제혁신 동향과 국내 제도 분석을 바탕으로 부산형 네거티브 규제 모델이 갖추어야 할 3대 설계 원칙—① 위험 기반 차등, ② 성과·사후관리 기반 규율, ③ 실증 기반 규제혁신—을 기반으로 함

○ 통합 거버넌스 구축

- 분절된 규제와 공간 문제를 해결하기 위해 「특별 조례」에 근거하여, 기업이 단일 창구(One-Stop Shop)에서 특례를 신청하고 실증을 지원받는 '통합 운영 거버넌스'(예: 부산 AI 네거티브 규제 위원회) 구축

제 4 장

부산 AI 네거티브 규제 설계 방안

제1절 부산 AI 네거티브 규제 설계 모형

제2절 산업별 네거티브 규제 설계 방안

제3절 통합 거버넌스 구축 및 법적 기반
설계

부산 AI 네거티브 규제 설계 방안

제1절

부산 AI 네거티브 규제 설계 모형

- 앞장 현황 분석에서 밝힌 ‘정책과 규제의 미스매치’를 극복하고 3대 핵심 산업의 실질적인 규제 혁신을 달성하기 위해 본 장에서는 ‘부산 AI 네거티브 규제 제도 설계 모형’을 적용함
 - 이 모형은 제3장 결론에서 도출된 정책 과제인 포괄적 지원 기반(특별 조례) 마련, 맞춤형 규제안 설계, 통합 거버넌스 구축을 체계적으로 실행하기 위한 프레임워크라고 할 수 있음
 - ‘누가(Who)-무엇을(What)-어떻게(How)’ 관점에서 상호 연계된 구조로 설계되었음
 - 이는 「국가 AI 기본법」 및 부산시의 「AI 산업 육성 조례」의 법적 기반 위에서 작동하며, 테스트베드 운영을 통해 축적된 '실증데이터'를 기반으로 중앙 법령 개선을 건의하는 정책적 환류(Feedback) 구조를 궁극적 목표로 함

[표 4-1] 부산 AI 네거티브 규제 설계 모형

구분	내용
거버넌스 주체 (Who?)	<ul style="list-style-type: none"> • 네거티브 규제체계는 개별 기관이 아닌 다중 이해관계자의 공동 거버넌스 구조를 전제로 함 • 중앙정부-지방정부-전문기관-민간-학계가 함께 설계-집행하는 복합 규제체계 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 부산광역시: 지역 규제혁신 총괄, 테스트베드 운영, 조례·지침 제·개정 ✓ 부산 AI 네거티브 규제 위원회: 단일창구(One-Stop Shop) 구성, 특례 심의·조정, 실증결과 환류 ✓ 중앙부처(국토부·과기정통부·환경부 등): 규제샌드박스 승인, 상위법(개별법·고시) 정비 ✓ 전문기관(K-water·BPA·도로교통공단 등): 기술검증·안전성 평가·표준연계 지원 ✓ 기업·산업계·학계: 실증과제 제안, AI 모델 안전성·신뢰성 입증, 현장적용 검증 • 부산은 특히 스마트시티(EDC) 기반의 실증 인프라를 갖추고 있어 지역 주도형 통합 거버넌스의 구현이 가능

구분	내용
규제 대상 (What?)	<ul style="list-style-type: none"> • 부산의 도시 특성과 산업 경쟁력을 고려하여 4개 산업-로봇주차, 자율주행, AI 정수장, 글로벌해양의료기기-을 중점 선정 • 모든 산업이 AI 기반 자동운영 + 공간위험 + 공공안전을 동시에 포함 • 규제 공백·개정 필요성이 높고, 부산의 지역 전략과 직접 연계됨
네거티브 규제 설계 원칙 (How?)	<ul style="list-style-type: none"> • 기본구조 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 1단계 금지 목록(Negative List): 국민 안전·환경·기본권 침해 가능성이 있는 고위험 행위는 사전 금지 ✓ 2단계 조건부 허용(Conditional Permission): 안전요건·검증요건을 충족할 경우 단계적·조건부 허용 ✓ 3단계 규제샌드박스(실증특례): 제한된 공간·범위에서 실증을 허용하여 제도개선 가능성 검증 • 부산형 네거티브 규제의 3대 설계 원칙 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 위험 기반 차등(Risk-based): 산업별 위험도·기술성숙도·공공성에 따라 금지·조건·실증 범위 결정 ✓ 성과 기반 사후책임 강화(Outcome-based): 초기에는 허용하되, 안전성 데이터·로그·사후 모니터링을 기반으로 규제수준 조정, Audit Trail·보험·책임체계 강화 ✓ 실증 기반 규제혁신(Testbed-driven): 규제를 완화하는 목적이 아니라, 실증을 통해 규제의 타당성을 검증하고 제도화로 연결, 실증데이터 → 위원회 평가 → 조례·고시 개정 제안

제2절

산업별 네거티브 규제 설계 방안

1. 로봇주차 산업

1) 네거티브 규제 설계 프레임워크

□ 네거티브 규제 전환 개요

○ 전환의 배경과 필요성

- 기술·서비스의 융합성: 로봇주차는 ‘기계식 주차장치’(리프트·셔틀·팔레트 등) 위에 지능형 SW·센서·원격관제·OTA 업데이트가 얹힌 복합 시스템임. 현행 국내 규정은 주로 기계적 안전·검사에 초점이 맞춰져 있어 SW 변경관리, 사이버보안, 로그·증거 관리와 같은 디지털 리스크에 대한 추가적인 고려가 필요함. 2025.9.30 자 국토부 고시 개정처럼 기준은 계속 보강되고 있으나, ‘로봇주차’ 명시·정의와 SW/보안/로그 체계는 더욱 구체화를 할 필요가 있음
- 개인영상정보 보호 요구 증대: 이동형 로봇·주차로봇은 이동 중 영상 취득이 수반되므로, ‘이동형 영상정보처리기기’ 가이드의 8대 원칙(필요최소·비례성·투명성 등)을 설계단계부터 내재화해야 함
- 국제 기준 정합성: 2027.1.20부터 적용되는 EU Machinery Regulation (2023/1230)은 자율·모바일 기계, 사이버보안, 디지털 문서화 등 신기술 리스크를 포괄함. 이 규정을 포함한 국제 표준과의 정합성을 갖출 필요가 있음

○ 네거티브 규제 전환의 목표

- 빠른 상용화와 안전·권익의 동시 달성: “원칙허용·예외금지” 체계로 전환해 사전 금지 최소화 + 조건·사후규율 강화로 혁신 속도와 사회적 안전·권익을 균형 있게 달성함(예: 고위험 행위는 네거티브 리스트로 명시적 금지, 그 외는 조건 충족 시 일괄 허용)
- 표준 기반·증거 기반 거버넌스: 기계(국토부 고시) + SW/보안(UNECE R156·ISO/SAE 21434 유관) + 안전사례 문서(UL 4600)를 연동한 일관된

증거체계(시험성적, 로그/EDR, 변경이력, 보안평가)로 사후책임을 명확화함

- 국제 정합성 확보: ISO 3691-4(무인 주행 산업트럭/AMR 안전) 등 국제 표준과의 정합성을 국내 심사·검사·조달 기준에 반영함

○ 로봇주차 네거티브 규제 전환의 원칙

- 원칙허용(Principle-permission): 법령·고시·가이드에 금지 사유(네거티브 리스트)를 명백히 열거하고, 그 외 행위·구성은 조건부 일괄 허용함
- 조건성(Conditionality): 안전(위험분석·MRM·HMI), 통신·보안(OTA 무결성·CSMS/SUMS), 책임·보험(로그·사고보고), 인프라(피난·보행분리·엘리베이터·차단기·정산 연동) 충족 시 즉시 허용. SW 업데이트는 반드시 무결성/전자서명·변경인증 연계
- 사후책임과 투명성: DSSAD/EDR 유사 로그 표준과 민원·사고 보고의무로 사후 추적·책임 배분·재발 방지. 개인영상정보 8대 원칙을 따라 투명성·권리보장(표시·열람·파기) 강화
- 국제 정합·상호운용: EU 2023/1230, ISO 3691-4, UL 4600, UNECE R156 등과 정합. V2X PKI 인증관리체계 원칙을 로봇·관제·도시 데이터허브로 확장해 상호인증·감사 가능

○ 규제 전환의 범위

- 적용 대상
 - 장치·시스템: 바닥형/포크형·팔레트형 로봇, 셔틀·스태커, 자동 리프트·턴테이블, 주차면 센서/게이트웨이, 게이트·차단기, 엘리베이터 연동, 관제 SW, 요금/정산, 고객 앱/키오스크
 - 공간·시설: 공영·민영 주차장(지상/지하/복층), 환승센터·공항·복합물·역세권, 스마트시티 실증구역
 - 데이터·보안: 텔레메트리·상태·이벤트·주차면 점유·예약/정산, 로그/EDR, 영상 메타, OTA 패키지와 서명·무결성·롤백, 단말·관제·도시허브 간 PKI 상호인증
- 제도·표준 레퍼런스(교차적용·정합성)

- 국토부 고시(기계식주차장치 안전·검사기준): 로봇주차 특성(사람감지·긴급정지·ODD·피난/보행 분리·현장검증)을 반영해 세부화
- 개인영상정보(PIPC) 가이드: 이동형 영상정보처리기기 8대 원칙(필요최소, 비례성, 투명성, 목적제한, 보관기간 최소화, 안전조치, 권리보장, 책임성)을 로봇주차에 의무 반영
- 기계·안전·보안 국제 기준
 - ① EU Machinery Regulation (2023/1230): 자율·모바일 기계, AI, 사이버보안, 전 생애주기 안전·디지털문서 요구 강화(2027.1.20 적용)
 - ② ISO 3691-4:2020/2023: 무인 주행 산업트럭/AMR 안전요건과 검증수단 명시(센서·속도·제동·HMI·MRM 등)
 - ③ UNECE R156: SW 업데이트·SUMS 요건—OTA의 무결성, 절차, 책임 구조 정의(차량용 일반 규정이지만 안전 업데이트 거버넌스 모델로 유의미)
 - ④ UL 4600: 자율 시스템 안전사례(assurance case) 수립 프레임—증거·주장·가정 명시, 운영한계·잔여위험 공개
- 샌드박스 제도(법정부): ICT 규제샌드박스(과기정통부), 산업융합 규제 샌드박스(산업부), 규제자유특구(중기부)의 ‘신속확인·실증특례·임시허가’ 수단을 로봇주차 실증·확산에 활용

○ 네거티브 리스트와 조건부 허용

- 네거티브 리스트

- ODD 초과 무인운행 금지: 과도한 경사·저조도·침수·피난 경로와 충돌하는 동선·소방 활동 방해 등 사전 지정 환경에서는 무인 운행 금지(특례 승인 제외)
- 미인가 OTA 금지: 전자서명·무결성 검증·변경인증 없는 SW 업데이트, 안전 관련 파라미터 임의 변경 금지(로그 자동 기록).
- 원격개입 1:N 동시 제어 금지: 관제 1인 다중 동시 제어 금지(핸드오버 실패 대비 로컬 MRM 필수)
- 로그/영상 오남용 금지: DSSAD/EDR 유사 로그 비활성화·훼손 금지, 개인영상정보 8대 원칙 위반 금지(표시·보관기간·비식별화·열람권)

- 조건부 일괄허용

- 안전: ISO 3691-4 정합성 시험 합격, 위험분석(HARA/FMEA) 제출, HMI 경고·기록, MRM 구현 시 허용
- 보안·통신: PKI 기반 단말-관제-도시허브 상호인증, OTA 무결성 (SUMS), 접근통제·로그감사 충족 시 허용
- 책임·보험: 사고·근접사고 보고, 표준 로그 제출(형식·보존기간), 피해보상 보험 가입 시 허용
- 인프라·운영: 피난·보행 동선 분리, 엘리베이터·차단기·정산 연동 안전성 검증, KPI 하한선(가용률, 회수율, 회전시간, 사고 0건) 충족 시 허용

○ 규제 전환 로드맵

- 금지는 최소화(네거티브 리스트로 명시) + 조건 충족 시 즉시 허용 + 사후증거·책임 강화의 방식을 활용

□ 1단계 네거티브 리스트

○ 로봇주차 관련 네거티브 리스트 개요¹⁹⁾

- 운행환경·장소(ODD) 기반금지/제한: 경사·조도·침수·피난/소방 충돌 환경의 무인운행 제한
- 기능·설비·소프트웨어(안전기능·OTA): 미인가OTA, 핵심안전기능비활성화 금지
- 사업·관리모델(운영·관제·허가): 원격개입1:N 동시제어금지, 무등록·구역 외 운행금지
- 데이터·보안(로그/EDR·영상·통신): 로그/EDR 비활성·훼손·삭제금지, 영상오남용·통신보안 미준수 금지
- 시설·인프라연동(엘리베이터·차단기·정산·신호): 인터락미구현, 비인가우회 금지

19) •ODD(운행가능영역): 설계·검증된 운행 환경(경사, 조도, 노면, 기후, 장애물, 인접 시설 등)
 •MRM(최소위험조치): 위험 시 안전 정지·대기·격납 등으로 위험을 최소화하는 절차
 •OTA·SUMS/CSMS: 무선 업데이트·보안/업데이트 관리 체계(전자서명·무결성·롤백·이력)
 •DSSAD/EDR: 자율/구동 기록장치·사고 데이터 기록장치(운전/시스템 상태, 개입·경고·오류 등)

- 긴급·재난대응: 화재·피난·재난 시 운행지속금지(즉시 MRM)
- 운행환경·장소(ODD) 기반 금지/제한
 - 금지: 설계 한계를 초과하는 경사·저조도·침수/결빙·유류 유출 환경이나 피난·소방 동선과 충돌하는 구역·시간대의 무인운행
 - 예외: 관할기관 사전승인(샌드박스/임시허가) 하 속도·구역·감시조건 부여 시 제한적 허용
- 기능·설비·소프트웨어(안전기능·OTA)
 - 금지: 전자서명·무결성·변경 인증 없는 미인가 OTA, HMI·E-stop·사람감지·MRM의 비활성/우회, 센서 캘리브레이션 미비 운행
 - 예외: 긴급 취약점 패치는 승인된 절차에 따라 사후검증·보고·롤백가능 조건에서 허용
- 사업·관리모델(운영·관제·허가)
 - 금지: 원격개입 1:N 동시제어, 무등록운행·사업구역 외 영업, 핸드오버실패 전략 부재
 - 예외: 1:N 모니터링은 가능하나, 제어/개입은 1:1 원칙(예외 발생 시 자동 기록·보고)
- 데이터·보안(로그/EDR·영상·통신)
 - 금지: 로그/EDR 비활성·훼손·삭제 및 사고/근접사고 미보고, 영상 과도 촬영·목적 외 사용·장기 보관·비식별 미이행, 인증 미사용·평문 전송 등통신 보안 미준수
 - 예외: 사법기관 영장 등 법령상 보존·제출의 범위 내 처리
- 시설·인프라 연동(엘리베이터·차단기·정산·신호)
 - 금지: 엘리베이터 하중·도어·층 정렬 인터락 미구현 운행, 차단기 강제 개방·비인가 우회, 정산 비연동 상태의 무단반출/반입
 - 예외: 시험·유지보수 모드(속도제한·안전요원상주·표지·방호조치)

[표 4-2] 네거티브 리스트

분야	규제	내용(사유)
운행환경·장소 (ODD 기반 금지·제한)	경사·조도·침수·결빙등설계한계초과무인운행 금지	미끄럼·충돌·시아상실, 피난·소방방해
	보행전용·어린이보호시간대무인운행금지	취약자보호, 혼잡·사고리스크
기능·설비·소프트웨어 (안전기능·OTA)	미인가OTA·변경인증미이행변경금지	안전기능상실, 취약점유입
	HMI·E-stop·사람감지·MRM 우회/비활성금지	인명사고, 원인규명불가
사업·관리 모델	원격개입1:N 동시제어금지	책임모호, 대응지연
	무등록/구역외운행·요금징수금지	불법영업·피해보상곤란
데이터·보안	기록비활성·훼손·삭제금지, 미보고금지	사고추적불가, 분쟁장기화
	과도촬영·목적외사용·장기보관·비식별 미이행 금지	개인정보침해, 신뢰하락
	인증미사용·평문전송·만료인증서사용금지	세션탈취·위변조
시설·인프라 연동	하중·도어·충정렬 인터락 미구현 운행 금지	추락·협착
	강제개방·수동해제 우회 운행 금지	무단반출·충돌
	정산 비연동 상태로 반출 허용 금지	손실·분쟁
	무연동 신호통과·우선신호 임의 적용금지	교통혼선

□ 2단계 조건부 허용

- 로봇주차 산업 규제에서 일정 조건을 허용할 경우 원칙적으로 허용함
 - 조건부 허용은 네거티브 리스트로 명시 금지된 고위험 행위를 제외한 나머지 영역을, 안전·보안·책임·인프라 등의 요건을 충족하는 경우 일괄 허용하는 방식임. 핵심은 “무엇을 어떻게 갖추면 즉시 허용되는가”를 사전에 투명하게 제시하는 것임
 - 조건 분야는 안전, 통신·보안, 책임·보험·사고·로그, 시설·인프라 연동, 데이터·개인영상정보의 5개 분야임
- 안전 조건 관련 조건부 허용은 ODD명세, HMI 경고·기록, MRM, 형식시험+현장검증의 4가지임

- ODD 명세: 시설별 경사·조도·동선·피난·소방 활동·엘리베이터·차단기·전파환경 등 운행한계 정의(문서/도면/리스크 매트릭스 포함). ISO 3691-4의 위험원 식별·보호기능 요구사항을 참조함
 - HMI 경고·기록: 경고음·문구·등화·원격 알림, 오경보·미경보율 목표치 설정(현장 시험 검증)
 - MRM: 장애 감지·핸드오버 실패·ODD 초과 시 최소위험상태(정지/격납/속도저하/안전구역 대기) 자동전환 로직과 우선순위 정의(충돌방지·피난 동선 보호 우선). UL 4600의 안전사례(assurance case) 문서화
 - 형식시험+현장검증: 시뮬레이션-실차-현장 연계, 경사·저조도·반사물·군집·교차동선·엘리베이터·차단기 시나리오 커버리지 시험 및 검증
- 통신·보안 조건 관련 조건부 허용은 OTA 무결성·추적성, CSMS(사이버보안 관리체계), PKI 상호인증의 3가지임
- OTA 무결성·추적성: 전자서명·해시·릴리즈 노트·변경영향분석(BIA)·롤백 절차. UNECE R156의 SUMS 인증 취지 반영(주기 갱신·감사)
 - CSMS(사이버보안 관리체계): 위협모델링·취약점 관리·키·인증서 수명주기·접근통제·로그감사 등. 차량 분야 표준이지만 ISO/SAE 21434의 수명주기 보안 공정을 로봇주차에 준용하는 방식
 - PKI 상호인증: 단말(로봇/게이트웨이)-관제-도시데이터허브 간 상호인증·TLS, 만료/폐기 관리, 안전 채널
- 책임·보험·사고·로그 조건 관련 조건부 허용은 로그, 사고·근접사고 보고, 보험·보증 등 크게 3가지임
- 로그(DSSAD/EDR 유사): 운행모드·경고·개입·결함·MRM·OTA 변경 이력의 자동 기록/보존·내보내기, 포맷·보존기간·제출 프로세스 명세
 - 사고·근접사고 보고: 기준·기한·양식 표준화, 원인·재발방지 대책 포함
 - 보험·보증: 리스크 차등(무인단계·규모·장소)에 따른 담보·자기부담금 기준, 보고·로그 연동
- 시설·인프라 연동(엘리베이터·차단기·정산·신호)조건 관련 조건부 허용은 엘리베이터 인터락, 차단기·게이트·정산 연동, 신호·우선신호의 크게 3가지임

- 엘리베이터 인터락: 하중·도어·층정렬·진입 금지/허용 신호 교차검증, 비상정지·수동 해제 절차, 정지 위치 공차 관리. 국토부 기계식주차장치 안전·검사 기준과 일치 여부
- 차단기·게이트·정산 연동: 무단반출 방지 시퀀스(정산 성공→개방), 실패 시 차단·알림·대체정산
- 신호·우선신호: 시험구간·시간대 승인하 가변신호·우선신호 연동(교통관리 협의서·로그 검증)

○ 데이터·개인영상정보 조건 관련 조건부 허용은 표시·안내, 최소수집·비식별, 보관기간·접근통제의 3가지임

- 표시·안내: 촬영표시·안내판·앱 고지, 목적·기간·권리 고지(열람·정정·삭제/파기 요청)
- 최소수집·비식별: 주차 위치·회전 동선 등 필요 최소 촬영, 불필요 배경 모자이크/마스킹, 학습·분석은 비식별 집계만 실시
- 보관기간·접근통제: 단기 보관·암호화·접근권한 최소화·위탁관리 계약. 이동형 영상기기 8대 원칙 준수

[표 4-3] 조건부 허용 리스트

분야	규제	내용
안전	ODD 정의·현장검증	시설별 ODD(경사·조도·동선·피난·전파 등) 문서화·현장시험 커버리지 제출(ISO 3691-4 참조)
	HMI 경고·기록 요건	경고·지시·기록 일관성, 경고 실패·오경보 한계값·시험성적 제출
	MRM 구현	핸드오버 실패/ODD 초과/결함 시 최소위험상태 자동 전환 로직·중빙(UL 4600 안전사례 포함)
	형식+현장검증	경사·저조도·엘리베이터·차단기·교차 동선 시험 시나리오 및 통과 기준(국토부 고시 정합)
통신·보안	OTA 무결성·변경관리	전자서명·무결성 검증·릴리즈 노트·롤백·이력, SUMS 운영(UNECE R156)
	CSMS(수명주기 보안)	위험모델·취약점 관리·키수명주기·로그감사(ISO/SAE 21434 준용)
	PKI 상호인증	단말·관제·도시허브 상호인증·TLS 인증서 갱신·폐기·감사
책임	로그(DSSAD/EDR)	운행·개입·경고·MRM·OTA 변경 자동기록·보존·제출, 미제출시 제재

분야	규제	내용
	사고·근접사고 보고	기준·기한·양식 표준화, 원인·재발방지 포함, 보험·보증 연계
인프라	엘리베이터 인터락	하중·도어·충정렬·비상정지 연동 시험 통과 시 허용(국토부 고시 정합)
	차단기·정산 연동	“정산 성공→개방” 시퀀스, 실패 시 차단·알림·대체정산
	신호·우선신호 연동	시험구간·시간대 승인 후 가변·우선신호 연동, 교통관리 협의사·로그 증빙
개인정보	표시·안내	촬영표시·목적·기간·권리 고지, 앱·키오스크 안내(이동형 영상 8대 원칙)
	최소수집·비식별	필요 최소 시야·마스크, 학습·분석은 비식별 집계만 허용
	보관·접근통제	최소보관·암호화·권한 최소화·위탁 계약 감사

□ 3단계 규제 샌드박스 적용

○ 제도 개요와 적용 방식

- 규제샌드박스의 핵심 수단은 신속확인, 실증특례, 임시허가임
- 로봇주차는 기계식 주차장치(시설 규정)와 지능형 소프트웨어·통신(디지털 규제)가 결합된 복합 영역이므로, 샌드박스 설계 시 국토부 고시(기계식주차장치 안전·검사기준)와 ICT/산업융합 샌드박스를 교차로 활용하는 것이 필요함
- 규제 샌드박스의 실증특례-임시허가-적합성 인증의 단계별 철학은 다음과 같음
 - 실증특례: 규정 공백·불일치 상황에서 한시적·조건부로 현장 검증을 허용하여 안전성·보안성·책임체계를 데이터 기반으로 확인
 - 임시허가: 실증의 KPI(가용률, 회수율, 사고·민원, 보안 준수 등) 충족 시 운영 범위를 확대하되, 일부 제한·조건을 유지
 - 적합성 인증: 기준(시설·안전·SW/OTA·보안·로그·개인정보) 충족을 인증하여 상용화로 전환

○ 실증특례는 기존 법령에 불비 또는 불일치 사항이 존재할 경우, 한시적으로 운영을 허가하는 방식임

- 대상·범위

- 대상 시설: 공영·환승·공항·대형 복합몰·병원·캠퍼스 지하/지상 주차장 등
- 대상 기술: 바닥형/포크형 주차로봇, 자동 팔레트·셔틀, 엘리베이터·차단기·정산·신호 연동, 원격관제, OTA 업데이트, 로그/EDR 유사 데이터 기록 등
- 승인 요건의 예시
 - 안전: 국토부 고시(기계식주차장치 안전·검사기준) 준용 + 현장 위험분석(HARA/FMEA)·MRM(최소위험조치)·HMI 경고/기록 구현. (최신 개정 고시 반영)
 - 보안/통신: OTA 무결성(SUMS), 운영 보안(CSMS), 단말-관제-데이터 허브 PKI 상호인증 체계. (ICT/산업융합 샌드박스에서 빈번히 부과되는 조건 유형)
 - 데이터·개인정보: 이동형 영상정보 처리 8대 원칙(필요최소·보관기간·비식별·권리보장 등) 내재화.
 - 보험·보고: 사고/근접사고 의무 보고, 위험도에 따른 보험/보증 가입
- 조건 예시
 - 구역·속도·시간 제한: 보행전용·피난 동선과 충돌 시간대 제한, 저속(예: $\leq 2-3$ m/s) 운행
 - 연동 시험 합격: 엘리베이터(하중·도어·층정렬)·차단기·정산·신호 연동 기능시험(FAT/SAT·현장검증)
 - KPI 하한: 가용률 $\geq 97\%$, 회수율 $\geq 95\%$, 사고·중대결함=0건/분기, 개인정보 민원=0건/분기 등
- 임시허가는 안전성·책임체계가 부분적으로 충족되지 않은 경우, 일정 조건을 부과하여 한정적 운영을 허용하는 방식임
 - 전환기준
 - 실증특례 성과 충족: KPI 연속 달성(예: 3-6개월), 사고·중대결함 0건, 민원 신속 처리(예: 48시간 이내)
 - 감사통과: OTA/PKI/접근통제 보안성 평가, 현장 인터락(엘리베이터·차단기·정산) 결함 0건 등

- 운영 체계: 관제자 개입 1:1 원칙, 핸드오버 실패 시 자동 MRM, 교대·자격·교육 기준 충족
- 허가 조건의 예시
 - 규모 확대: 단일 구역→복수 구역, 시간대 제한 완화
 - 책임·보험 상향: 보증금·담보 강화, 사고/근접사고 주기 보고(월/분기)
 - 투명성: KPI·민원·보안 준수 현황 대시보드 공개(비식별·집계)
- 적합성 인증은 기술·보안·성능 기준이 마련되면, 평가를 통해 적합성을 인증하고 상용화를 연계하는 방식임
 - 인증 구성요소
 - 시설·기계 안전: 국토부 고시 모두 충족, 정기검사·안전도 심사
 - SW/보안: OTA 무결성(SUMS), 운영 보안(CSMS), 키·인증서 수명주기, 변경관리 절차의 문서·로그 증빙 등
 - 데이터·개인정보: 이동형 영상정보 안내서 기준(2024.9) 준수 증빙(PIA/LIA, 보관·파기 대장, 접근기록)
 - 운영·책임: DSSAD/EDR 유사 로그 표준, 사고·근접사고 보고 체계, 보험·보증

[표 4-4] 규제 샌드박스 유형 및 예시

구분	주요 내용
실증특례	법령 공백/불일치 영역에서 조건부현장 운용 허용. 안전(국토부 고시), SW/보안(OTA/SUMS-PKI), 개인정보(이동형 영상 8대 원칙), 보험·보고를 조건으로 부여
임시허가	실증 KPI 달성 시 운영범위 확대허용. 일부 제한(피크시간, 구역, 속도)을 유지하며 보증·보고 강화
적합성 인증	시설·안전(고시) + SW/보안(OTA/SUMS-CSMS-PKI) + 데이터(8대 원칙) + 운영·책임(DSSAD/EDR 유사 로그) 인증 통과시 전국 상용화

2) 핵심 규제 거버넌스 체계

□ 거버넌스 체계 방향

- 로봇주차 산업 관련 거버넌스 체계는 중앙정부-지방자치단체-공공기관(전담·지원)-민간기업·연구기관 등의 협력을 기반으로 한 다층적 거버넌스 모델로 구성되어야 함
 - 중앙정부는 국토부(주차장·스마트도시·건축 연계), 과기정통부(ICT 샌드박스·통신·데이터), 산업부(산업융합 샌드박스·표준화·KS), 개인정보위/행안부(개인영상·엘리베이터), 국립전파연구원(RRA; KC·적합성), 고용노동부(산업안전), 소방청(화재안전). 관련 고시·지침의 동시 업데이트를 주도함
 - 지방자치단체는 스마트도시 인증·데이터허브 사업 추진, 공공주차장·복합시설에 테스트베드 조성, 민원·안전지표 공개와 성과평가, 조례 정비 등을 시행함
 - 공공(전담·지원)기관: KOELSA(승강기 안전), RRA(KC), KISA·PIP C(모바일 영상 가이드), KAIA·스마트도시 통합포털(데이터허브/인증 운영), KIAT(산업융합 샌드박스 관리) 등
 - 민간기업·연구기관: 제조사(로봇·센서·제어), 운영사(주차 운영·현장 안전), 관제사(원격모니터링·1:1 개입), 시험·인증기관(엘리베이터·SUMS/보안)

[표 4-5] 거버넌스 주체별 역할

주체	핵심 역할	주요 책임 (조건/지표/사후관리)	데이터·보안	협력 연계
국토교통부	• 주차장·건축·스마트도시 총괄, 안전·검사기준 고시 개정, 데이터허브·인증 운영	• 네거티브 리스트 별표화, 사용검사·정기검사 로봇항목, 전환(시범→전국) 지표 고시	• PDR(운영데이터) 표준, 비식별·보존기간 정합	• KAIA • 지자체 • KOELSA
과기정통부	• ICT 샌드박스, 통신·데이터 정책	• 실증특례·임시허가 적용범위 판단, 통신·보안 가이드	• V2X/PKI·네트워크 보안 권고	• NIPA/ICT 샌드박스센터 KISA • RRA

주체	핵심 역할	주요 책임 (조건/지표/사후관리)	데이터·보안	협력 연계
산업통상 자원부/ 국표원	• 산업융합 샌드 박스, KS·시험 인증	• KS B 7317·신규 KS 제정/개정, 시험법 표준화	• 제품보안·변경 관리 지침 연동	• KIAT • KTL • 민간시험소
개인정보위/ 행안부	• 모바일 영상· 승강기·공공안전	• 이동형 영상 가이드, 승강기 안전기준· 검사특례	• 비식별 기본ON, 접근통제감사기록	• KOELSA • KISA • 지자체
RRA(국립전 파연구원)	• KC 적합성평가	• OTA로 RF 영향시 변경신청·재평가	• 무선파라미터 변경 이력·보관	• 시험기관 • 제조사
고용노동부	• 산업안전(현장)	• LOTO·E-Stop· 속도·감지센서 기준, 교육 주기	• 안전점검 기록의 보안 관리	• KOSHA • 운역사
소방청	• 화재안전·피난	• 화재수신기 연동 정지/대피모드 점검	• 화재 로그·상황 기록 관리	• 지자체 소방
지자체	• 인증·데이터허브· 테스트베드	• 현장 허가·민원·사후 평가, 조례정비	• 도시허브 연계 비식별 데이터 관리	• 국토부 • 공공기관 • 사업자
전담· 지원기관	• 시험·인증·가이드 운영	• 승강기·KC·영상· 데이터 표준 운영	• 인증 데이터의 보호·공유 표준	• KOELSA • RRA • KISA • KAIA • KIAT
제조·운영· 관제	• 설계·운영 • 원격개입	• SUMS/OTA, DSSAD/PDR, 1:1 원격개입, KPI 준수	• ISO/SAE 21434·접근권 한·로그관리	• 시험기관 • 지자체 • 플랫폼

□ 중앙부처

○ 중앙부처 중 주요 주체는 국토교통부, 과학기술정보통신부, 산업통상자원부(국가기술표준원), 개인정보보호위원회, 국립전파연구원, 행정안전부(한국승강기안전공단), 고용노동부, 소방청 등이 있음

- 국토교통부

- 역할: 주차장법·하위령·고시(기계식주차장치 안전·검사기준) 관장, 스마트 도시 인증·데이터허브 정책 총괄, 건축·피난 규범과의 정합성 관리. 로봇 주차 네거티브 리스트와 조건부 허용 요건(검사항목, 전환지표)을 구체화

- 주요 과업: ① 고시 개정(비상정지·협착·추락방지·화재연동·PDR·OTA·변경검사 트리거) ② 스마트도시 데이터허브-로봇주차 비식별 연계 표준 ③ 시범→전국 전환 로드맵 지표(사고율·민원·점검이행률·보안레벨)
- 과학기술정보통신부
 - 역할: ICT 규제샌드박스(신속확인·실증특례·임시허가) 운영, 통신-데이터 정책 정합성 점검, 도시·주차 서비스의 통신보안·무결성 권고
 - 주요 과업: ① 로봇주차 실증특례 가이드(관제·원격개입·망 설계) ② 데이터-네트워크 보안 체크리스트(OTA 무결성·PKI 연계) ③ 샌드박스 승인사례 축적·확산
- 산업통상자원부/국가기술표준원
 - 역할: 산업융합 규제샌드박스 주관, KS 제정·개정(예: KSB 7317: 로봇의 엘리베이터 탑승 안전 요구), 시험·평가 기준 확립
 - 주요 과업: ① 로봇주차용 추가 KS(피난·화재 인터록 시험, 관제연동 I/F, 사이버보안) ② 인증-실증-상용화 패키지 지원(법령정비요청제 포함)
- 개인정보보호위원회(KISA)
 - 역할: 이동형 영상정보 처리 가이드 운영(번호판·얼굴 비식별 기본ON, 복원 통제), 공개장소 촬영 고지, 보존기간 표준 제시. 로봇주차의 영상·로그 처리 가이드를 별도 적용사례로 보완
 - 주요 과업: ① 주차로봇 특화 체크리스트(선처리 비식별·접근통제·반출 방지) ② 사고·분쟁 시 복원·열람 절차 ③ 도시허브와의 비식별 연계 표준
- 국립전파연구원(RRA)
 - 역할: KC 적합성평가(적합인증·적합등록·자기적합확인·잠정인증) 총괄, 무선 파라미터 변경 OTA 시 재평가 트리거 명확화
 - 주요 과업: ① 로봇주차·관제 게이트웨이 무선장치 변경관리 가이드 ② 적합성 마킹·이력 ③ 시험기관 네트워크
- 행정안전부·한국승강기안전공단
 - 역할: 승강기 안전기준·검사특례 운영(로봇 탑승용 엘리베이터 무선통신 장치, 표기·인터록), 로봇-엘리베이터 상호운용 안전성 평가

- 주요 과업: ① KSB 7317 정합 점검 ② 엘리베이터·로봇 연동 시험·표준 운영 ③ 무선통신장치 보안·EMC 요건
- 고용노동부(MOEL)
 - 역할: 주차시설 현장 산업안전(로봇-작업자 공존) 기준, LOTO·E-Stop·속도·검지·교육·표지 규정 보완
 - 주요 과업: ① ‘주차로봇 운용구역’ 작업허가·차단 절차 ② 점검체크·교육주기 표준 ③ 사고·아차사고 보고·학습
- 소방청
 - 역할: 화재안전 기준(자동화재탐지설비, 피난·경보) 정합 및 화재수신기-로봇 대피모드 연동 검사. 전기차 주차장 화재안전 종합대책 연계

□ 지방자치단체

- 지방자치단체(시·도 및 시·군·구)는 스마트도시 인증·데이터허브 사업의 실행 주체로서, 공공주차장·복합시설에 테스트베드를 지정하고 민원·안전·운영 KPI를 도시 포털로 공개
 - 지자체는 도시계획·건축 인허가·점검과 연계하여 전환지표(시범→확대)를 평가

□ 전담·지원기관

- 로봇주차 사업 관련하여 한국승강기안전공단, 국가기술표준원 등 다양한 기관의 역할이 필요함
 - 한국승강기안전공단(KOELSA): 엘리베이터 연동 안전 기준·검사 운영 (무선통신장치, 표기, 인터록)
 - 국립전파연구원(RRA): KC 적합성 제도·표시·변경관리
 - 한국인터넷진흥원(KISA)/개인정보보호위원회(PIPC): 모바일 영상·비식별 가이드 배포·교육.
 - 국토교통과학기술진흥원(KAIA)/스마트도시 포털: 데이터허브·인증 운영·사업 공모

- 한국산업기술진흥원(KIAT): 산업융합 샌드박스 창구·법령정비요청

□ 사업자(제조사·운영사·관제사)

- 제조사·운영사·관제사는 서비스 공급·안전운영, 관리의 실질적 주체임
 - 제조사: 기능안전·사이버보안 설계, SUMS/OTA 프로세스 구축, KC·KS·피난연동·엘리베이터 연동 시험 적합 (KS B 7317, R156/R157/ISO21434 정합)
 - 운영사: 사용검사·정기검사 대응, PDR(DSSAD 유사) 항목 기록·보존·제출, 산업안전·화재연동 훈련, 민원·서비스 KPI 개선
 - 관제사: 1:1 원격개입 원칙, 지연·장애 시 즉시 중지·MRM 수행, 접근권한 최소화·로그감사

□ 공공플랫폼(국가 PKI, 데이터센터)

- 공공플랫폼은 인증·기관리, 데이터 분석 및 환류 허브 역할을 담당함
 - 역할: 도시 단위로 로봇주차 운영·안전·민원 데이터를 비식별 통합하여 성능비교·혼잡예측·화재·피난 시뮬레이션 등에 활용. 국토부 공모 기반의 데이터허브 시범솔루션 사업과 연계해 다도시 공동 활용 모델 구축
 - 거버넌스 포인트: 데이터 표준(스키마·API), 비식별/보존·접근통제, 성과 대시보드 공개, 법령·고시와의 정합성 확보(개인정보·전파·승강기·산안·소방)

3) 네거티브 규제 전환을 위한 법·제도 개선

- 네거티브 규제 전환을 위해 로봇주차 관련 법률과 하위 법령을 아래 표에서와 같이 개정할 것을 제안함

[표 4-6] 네거티브 규제 전환을 위한 로봇주차 분야 법제도 개선

법령	현행/공백	개정(신설) 방향	개정(신설) 예시
주차장법	<ul style="list-style-type: none"> 로봇주차 정의 책임·네거티브 원칙 부재 	<ul style="list-style-type: none"> 원칙허용+예외금지·조건·사후관리 상위 원칙 신설 	<ul style="list-style-type: none"> 로봇주차 정의, 책임 원칙, 위임조항 신설
주차장법 시행령	<ul style="list-style-type: none"> 네거티브 리스트·조건부 허용·전국전환 절차 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 별표로 네거티브 리스트·조건·평가지표 신설 	<ul style="list-style-type: none"> ODD 초과 금지, 미인가 OTA 금지, 1:N 금지, 영상 오남용 금지
주차장법 시행규칙	<ul style="list-style-type: none"> 설치·검사·사용검사에 로봇 특화항목 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> PDR·관제·보안·피난 연동 검사항목 추가 	<ul style="list-style-type: none"> 사용검사 서류: 관제계획·PDR·OTA 점검 포함
국도부 고시 (안전·검사기준)	<ul style="list-style-type: none"> '주차로봇' 반영 시작, 세부 안전·보안 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 기능안전·사이버보안·화재연동 검사체크 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 비상정지·추락/협착 방지, OTA 변경검사 트리거
개인정보보호 (법/가이드)	<ul style="list-style-type: none"> 이동형 영상기기 가이드 있음, 주차 특례 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 비식별 기본ON·복원 통제·표지·보존기간 표준 	<ul style="list-style-type: none"> 비식별 기본, 사고건 복원·이력기록 의무
위치정보법	<ul style="list-style-type: none"> LBS 해당성·확인자료 범위 애매 	<ul style="list-style-type: none"> 로봇주차 적용사례·확인자료 범위 명확화 	<ul style="list-style-type: none"> 위치정보 확인자료 6개월 보존·고지 표준
전파법(KC)	<ul style="list-style-type: none"> OTA 변경과 적합성 연계 인식 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 무선변경 관리 가이드·재평가 트리거 명시 	<ul style="list-style-type: none"> RF 영향 OTA는 변경신청·재시험·이력보관
건축법·피난규칙	<ul style="list-style-type: none"> 피난기준 일반 존재, 로봇 동선 연동 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 로봇차선·피난 간섭 금지·화재연동 정지 의무 	<ul style="list-style-type: none"> 피난유호폭 유지, 화재신호 대피모드 전환
승강기 안전기준	<ul style="list-style-type: none"> 로봇·엘리베이터 연동 표준 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 인터록·탑승안전·통신 보안 요건 신설 	<ul style="list-style-type: none"> 도어/사람감지·원격호출·비상정지·보안
산업안전보건 (규칙·가이드)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇공존 일반 가이드, 주차현장 특화 부족 	<ul style="list-style-type: none"> LOTO·작업허가·속도·감지 등 현장표준 	<ul style="list-style-type: none"> 비정형 작업 전원차단·E-Stop 접근성 기준
모빌리티 혁신법 (샌드박스)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇주차 전용 트랙·평가 지표 미표준 	<ul style="list-style-type: none"> 전용 실증특례·평가 지표·사후제도화 루프 	<ul style="list-style-type: none"> 안전·민원·로그·피난연동 지표 충족 시 전국전환
지능형 로봇법·인증	<ul style="list-style-type: none"> 실외 중심, 실내 주차로봇 인증 부재 	<ul style="list-style-type: none"> '주차로봇 운행안전·상호운용성 인증' 신설 	<ul style="list-style-type: none"> 엘리베이터/관제/피난/OTA/로그 시험항목

2. 자율주행 산업

1) 네거티브 규제 설계 프레임워크

□ 네거티브 규제 전환 개요

- 자율주행차 규제 전환의 목표 및 원칙은 다음과 같음
 - 목표: 자율주행 상용·실증을 원칙허용(네거티브)으로 전환하고, 안전·책임·정보보호를 금지목록·조건·사후관리로 관리
 - 원칙: (1) 네거티브 리스트(예외적 금지·제외), (2) 조건부 일괄허용(기준 충족 시 허용), (3) 샌드박스 적용, (4) 투입→성과기준 전환 조합
- 자율주행차 규제 전환의 범위는 다음과 같음
 - 시범운행지구·전국 도로 운행
 - 유상 여객·화물
 - 안전기준 특례
 - 성능인증·적합성 승인
 - 신호·전용차로·책임체계
- 규제 전환 로드맵은 크게 네거티브 리스트-조건부 허용-샌드박스 적용의 3단계로 제시함

□ 1단계 네거티브 리스트

- 네거티브 리스트는 자율주행 관련 4가지 분야로 구분해서 살펴볼 수 있음
 - 운행환경·장소(ODD 기반 금지·제한)
 - 차량·기능(설비·SW)
 - 사업·관리모델
 - 데이터·보안
- 운행환경·장소 관련 네거티브 리스트는 운행가능영역(이하 ODD)에 기반한 금지·제한 규제임

- 도로교통 안전·취약자 보호 원칙을 반영하여 전용차로·신호 공백 보완 전까지 제한하기 위해 등교·하교 시간대에 어린이보호구역·보행전용 구역에서 레벨4(운전자 비탑승) 이상의 상용 운행을 금지함
 - 눈·폭우·안개 등 ODD 초과 시 악천후·저가시성 조건에서 센서/지도 성능 기준 미달 시 무인 운행 금지
 - 성능인증의 운행가능영역(ODD) 확인 연계하여 자동 금지 트리거로 명시함
 - 위험물 적재 차량의 무인 자율운행을 금지하거나, 철도건널목·공항 에어 사이드 내 무인 주행 금지(특별승인 제외) 등 특수구역 지정함
- 차량·기능(설비·SW) 관련 네거티브 리스트는 차량 운행 기술 관련 규제임
- 미인가 OTA(Over-the-Air) 업데이트로 성능인증·변경인증 범위 외 안전 관련 기능을 변경하는 것을 금지함
 - 승객운송 레벨4+에서 수동조작 장치를 임의로 제거하는 행위를 금지함
 - ※ 구난·비상 통신용 인터페이스(Emergency Communication Human-Machine Interface, Emergency HMI) 유지) 등 최소 HMI 요건 부과함
- 사업·관리모델 관련 네거티브 리스트는 자율주행차를 이용한 사업에서 금지 조항 및 관리 조항을 의미함
- 원격운전(tele-operation) 1:N 동시 개입 금지로 한 명의 관제자가 여러 대의 차량을 동시 제어·개입을 금지함
 - 핸드오버 실패 시 회피전략 미탑재 차량 금지함
 - 무등록 자율주행셔틀의 유상운송 및 사업구역 외 운행 금지함(단, 조건부 허용·샌드박스 경로로 유연 처리 가능)
- 데이터·보안 관련 네거티브 리스트는 사고 예방 및 사고 책임을 명확히 하기 위한 금지 조항임
- 사고오인 방지 장치(E-DR/데이터기록장치)를 미장착한 차량을 금지함
 - V2X·통신 보안요건 미충족을 금지함
 - ※ 차량 간(V2V), 차량-인프라(V2I), 차량-클라우드(V2C) 등 모든 연결형 통신(V2X, Vehicle-to-Everything) 보안요건 충족

[표 4-7] 네거티브 리스트

분야	규제	내용
운행환경·장소 (ODD 기반 금지·제한)	등교·하교 시간대 어린이보호구역·보행 전용구역 무인(운전자 비탑승) 레벨4+ 상용 운행 금지	도로교통 안전·취약자 보호 원칙 반영, 전용차로·신호 공백 보완 전까지 제한 필요함
	눈·폭우·안개 등 악천후·저가시성 조건에서 센서/지도 성능 기준 미달 시 무인 운행 금지	성능인증의 운행가능영역 확인을 연계하여 자동 금지 트리거로 명시함
	위험물 적재 차량의 무인 자율운행 금지	위험물 리스트 규정
	주행금지 특수구역 지정	위험물 적재 차량의 무인 자율운행 금지, 철도건널목·공항 에어사이드 내 무인 주행 금지(특별승인 제외)
차량·기능 (설비·SW)	미인가 OTA(Over-the-Air) 업데이트로 안전 관련 기능 변경 금지	성능인증·변경인증 범위 외 변경 금지
	최소 인간-기계 인터페이스(Human Machine Interface, HMI) 요건 부과	승객운송 시 레벨4+에서 수동조작 장치 임의 제거 금지 및 구난·비상 통신용 인터페이스 유지
사업·관리모델	원격운전 1:N 동시 개입 금지	한 명의 관계자가 여러 대의 차량을 동시 제어·개입 금지
	핸드오버 실패 시 회피전략 미탑재 차량 금지	-
	무등록 자율셔틀 유상운송 금지 및 사업 구역 외 운행 금지	조건부 허용·샌드박스 경로로 유연 처리
데이터·보안	사고오인 방지 장치(E-DR/데이터기록 장치) 미장착 차량 금지	운행 중 모든 주행·판단 데이터를 자동 기록하는 장치 의무화
	V2X·통신 보안요건 미충족 금지	차량 간(V2V), 차량-인프라(V2I), 차량-클라우드(V2C) 등 모든 연결형 통신(V2X, Vehicle-to-Everything) 보안 요건 충족

□ 2단계 조건부 허용

- 자율주행 산업 규제에서 일정 조건을 허용할 경우 원칙적으로 허용함
 - 조건 분야는 안전, 통신·보안, 책임·보험, 인프라·도로임
- 안전 조건 관련 조건부 허용은 자율주행 모드 전환, 안전검증, 안전표준 등 크게 3가지임

- 유엔유럽경제위원회(UNECE, 2021)는 UN Regulation No. 157을 통해 자율주행 ALKS 시스템의 운전자 개입요구(Transition Demand) 및 HMI 경고 표시·기록 요건을 명시함
 - UN Regulation No. 157 제6조와 제8조에서 제어권 전환(Transition of Control Request, TOR) 알림, 경고 표시, 기록 방식을 규정하고 있음
 - 위의 규정에서는 FMEA(Failure Mode and Effects Analysis), HARA (Hazard Analysis and Risk Assessment) 등 전자제어시스템의 안전 컨셉·백업·고장 대응을 포함한 안전성 평가 문서 제출을 요구함(UNECE, 2021)
 - UN Regulation No. 157, 160에 따르면 차량 내·외부 HMI가 일정 안전 표준에 적합할 경우 허용함(UNECE, 2021)
- 통신·보안 조건 관련 조건부 허용은 V2X 통신 인증을 통한 무결성 검증·갱신으로 요약됨
- 유엔유럽경제위원회(UNECE, 2021)는 UN Regulation No. 156을 통해 소프트웨어 업데이트 및 SUMS(Software Update Management System) 요건을 규정하고, CSMS(Cybersecurity Management System) 구축 및 OTA(Over-the-Air) 무결성 확보 절차를 의무화함
 - 이러한 OTA 무결성 확보는 프로세스·위협 저감 체계로 연결됨
- 책임·보험 조건 관련 조건부 허용은 자율주행모드 기록, 운행 사업자 책임, 피해보상 및 운행기록 제출 등 크게 3가지임
- 유엔유럽경제위원회(UNECE, 2021)는 UN Regulation No. 157 제8조에 자율주행모드 활성·비활성 데이터(Data Storage System for Automated Driving, DSSAD)의 기록 항목을 규정하여, 사고 시 운전자 및 시스템의 상호작용을 판단할 수 있도록 명시함
 - 영국 자동차자동화법(Automated Vehicles Act 2024)에 따르면 운행자·제조사 책임 구분 및 정부 보증체계(CAVPASS)를 도입하여 명확한 책임 할당 기준을 제시함(UK Parliament Research Briefings, 2024)

- 미국 캘리포니아주 차량국(Department of Motor Vehicles)과 공공요금 위원회(California Public Utilities Commission) 규정에 따르면 자율주행차량 상용 운행 시 최소 5백만 달러 규모의 보험 또는 보증 금액을 의무화하며, 배차형 서비스에 대한 재정책임 조건을 세분화함(CPUC, 2022)
- 인프라·도로조건 관련 조건부 허용은 시범운행지구 외 구간 허용, 가변신호·자율셔틀 우선 신호 조건부 운용 등 크게 3가지임
 - 영국 교통부(Department for Transport, 2023)는 「자율주행차 시험 운행에 관한 지침(Code of Practice for Automated Vehicle Trialling)」 개정을 통해 공공도로 전역에서의 시범운행을 허용하되, 보험 가입·도로·치안 당국 협의·안전사례(safety case) 제출 조건을 명문화함(GOV.UK, 2023)
 - 또한 동 규정에 따르면 가변신호·자율셔틀 우선신호 운영 등의 시범 조정 시 도로·교통관리 당국과의 협의·데이터 공유·투명성을 조건으로 규정함(GOV.UK, 2023)
 - 싱가포르의 자율주행차 관련 국가 기술 표준(Technical Reference 68-2, 2021) 및 육상교통청(LTA) 시범운행 가이드(2025)에서는 공공도로 운행 전 관청 승인 및 안전성 평가 절차를 세부적으로 규정하며, 시범구간 외 운행 허용 조건을 명시함(Singapore Standards, 2021; LTA, 2025)

[표 4-8] 조건부 허용 리스트

분야	규제	내용
안전	자율주행 모드 전환 조건 충족	자율주행 모드 전환 시 운전자 반응시간·시각·청각 경고 기준 충족 시 허용함
	안전검증 기준	자율주행모드별 FMEA·HARA 결과 제출 및 국토부 인증 시험 통과 시 허용함
	안전표준 적합	차량 내·외부 HMI가 안전표준(UNECE R157·R160)에 적합한 경우 허용함
통신·보안	V2X 통신 인증을 통한 실시간 무결성 검증·	V2X 통신 시 국가 인증서(PKI) 적용 시 허용함

분야	규제	내용
	갱신 절차 확보	OTA(Over-the-Air) 업데이트는 ISO/SAE 21434 보안 프로세스 충족 시 허용함
책임·보험	자율주행모드 기록	자율주행모드 활성화·비활성 데이터(DSSAD) 기록을 통해 운행주체 식별 가능할 시 허용함
	운행사업자 책임 프로토콜 마련	운행사업자는 자율주행모드 사고 시 제조사·관제자 책임구분 프로토콜을 마련해야 함
	피해보상 보험 가입 및 운행기록 제출 조건	자율주행 택시·셔틀은 승객피해보상 보험 가입 및 운행기록 제출 조건으로 허용함
인프라·도로	시범운행지구 외 구간 허용	시범운행지구 외 구간에서도 도로관리청 승인·위험평가 완료 시 허용함
	가변신호·자율셔틀 우선신호 조건부 운용	지자체-경찰청 협의 후 가변신호·자율셔틀 우선신호의 조건부 운용 가능

□ 3단계 규제 샌드박스 적용

- 기존 미비 또는 불확실 규제영역은 실증특례를 통해 단계적 검증·법제화를 추진함
 - 국내에서는 「모빌리티 혁신 및 활성화 지원법」 제11조(신속확인), 제12조(실증특례)에 근거해 규제샌드박스로 단계적 실증-제도화를 추진함²⁰⁾
 - 국제적으로 위험기반·조건부 허가를 핵심으로 하는 샌드박스가 권고되며, 안전사례(Safety Case) + 조건부 허가 + 사후평가-제도화의 순환구조가 모범사례로 제시됨(Burd, 2021)
 - 유형 간 전환은 평가지표 충족(안전·보안·책임) 시 상향, 미충족 시 보완·재평가로 관리함(Burd, 2021)
- 실증특례는 기존 법령에 불비 또는 불일치 사항이 존재할 경우, 한시적으로 운영을 허가하는 방식임
 - 실증기간은 최대 2년 이내로 설정하며, 연장심사를 통해 상용화 연계 여부를 결정함
 - 국토교통부는 「모빌리티 혁신 및 활성화 지원법」 제12조에 따라 안전관리 계획·보험가입·데이터 제출 등을 조건으로 실증을 승인함

20) 「국토교통부 실증특례 공고 및 운영지침」

- 대표 사례로 자율주행 로보택시·배송 서비스가 있으며, 운행구역·속도·탑승 인원 제한 등 조건부 실증으로 추진되고 있음
 - OECD(2020)는 실증특례형 샌드박스가 법적 리스크를 최소화하면서 기술 수용성을 검증할 수 있는 제도라고 평가함
- 임시허가는 안전성·책임체계가 부분적으로 충족되지 않은 경우, 일정 조건을 부과하여 한정적 운영을 허용하는 방식임
- 조건은 주로 비상개입체계 구비, 안전요원 동승, 속도제한, 지정노선 운행 등으로 구성됨
 - Burd(2021)는 AV 안전보증 프레임워크에서 이러한 임시허가 방식을 조건부 허가로 명시하며, 위험도가 낮은 구간부터 단계적으로 적용할 것을 권고함.
 - 국내에서는 레벨4 셔틀 실증사업에 적용되어, 무인 전환 전까지 안전요원 동승과 비상개입체계 점검을 조건으로 운행이 허가되고 있음
- 적합성 인증은 기술·보안·성능 기준이 마련되면, 평가를 통해 적합성을 인증하고 상용화를 연계하는 방식임
- 유럽연합은 UN Regulation No.155, 156, 157에 따라 보안·소프트웨어 업데이트·자율주행 안전기준 적합성 평가를 수행함
 - 싱가포르의 CETRAN 자율주행차시험연구센터는 자율주행차의 성능·통신·보안 적합성 시험을 거쳐 육상교통청(LTA)의 운행허가로 연계하는 절차를 운영함
 - 국내에서도 자율주행 통신모듈·센서에 대한 보안인증(PKI), 데이터 무결성 검증 후 상용화 연계가 추진 중임

[표 4-9] 규제 샌드박스 유형 및 예시

구분	주요 내용	적용 예시
실증특례	법령 불비·불일치 영역을 한시 허가하여 실제 도로·구역에서 운용, 안전·보험·데이터 조건 부여	자율주행 로보택시/배송(속도·운행구역·승객탑승 제한, 사고보고·데이터 제출 조건)
임시허가	안전·책임 기준 미충족 시 제한조건으로 안전요원·원격중지·ODD 한정·승객금지 등 부과	레벨4 셔틀의 경우 지정노선·무인 전환 단계적 허용, 비상개입·MRM 검증
적합성 인증	성능·보안 적합성(V2X PKI, OTA 보안, 로그/EDR) 검증 후 상용화 연계	통신모듈·센서(CETRAN/국가 시험센터 적합성 + 보안·무결성 검증)

2) 핵심 규제 거버넌스 체계

□ 거버넌스 체계 방향

- 자율주행차 규제체계는 기술혁신 촉진과 공공안전 확보라는 이중 목표를 동시에 달성하기 위한 다층적 거버넌스 모델로 개편되어야 함
 - 중앙정부(국토교통부, 경찰청, 산업통상자원부, 과기정통부)는 법령 개정·안전기준 설정·샌드박스 운영을 총괄하고, 지방자치단체는 지역 실증사업, 운행환경 관리, 주민 수용성 제고의 실행주체로 역할을 수행함
 - 공공기관(교통안전공단, 도로공사, 도로교통공단 등)은 기술시험·성능 검증·안전데이터 관리 등 기술·관리 허브로 기능하며, 민간기업·연구기관과 연계한 공공-민간 협력형 실증체계(PPP형) 구축이 필요함

[표 4-10] 거버넌스 주체별 역할

주체	핵심 역할	주요 책임(조건/지표/사후관리)	데이터·보안	협력 연계
국토교통부	<ul style="list-style-type: none"> • 총괄 정책·법령 개정 • 시범운행지구 제도 운영 • 성능인증·적합성 승인 	<ul style="list-style-type: none"> • 네거티브 리스트·조건부 허용·샌드박스 운영지침 승격 • 전국 전환 평가제 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • DSSAD/EDR 표준·보존·제출 고시 • OTA·CSMS/SU MS 기준 연계 	<ul style="list-style-type: none"> • 한국교통안전공단 • 경찰청 • 지자체
경찰청·행안부	<ul style="list-style-type: none"> • 전용차로· 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율차 전용차로 	<ul style="list-style-type: none"> • V2I 신호연계 	<ul style="list-style-type: none"> • 지자체 교통부서

주체	핵심 역할	주요 책임(조건/지표/사후관리)	데이터·보안	협력 연계
	신호체계 • 안전질서·단속	고시·단속 • 가변신호·우선신호 시범-확대 평가	보안 점검	• 한국도로공사 • 시설관리자
한국교통안전공단 등 전담기관	• 시험·인증 대행 • 안전사례 심사·모니터링	• 성능인증/적합성 시험 • 실증 모니터링·사고분석	• 데이터 수집·익명화·공유 허브	• 연구기관·대학(시험센터)
지자체(시·도/시·군·구)	• 시범운영지구 제안·운영 • 인프라 구축	• 노선·정류·전용차로·신호 운영 • 민원창구·현장점검	• 지역 DSSAD 접수·사고보고 연계	• 경찰서 • 사업자 • 시민참여위
사업자(제조/운영/관제)	• 서비스 공급·안전 운영	• Safety Case 제출, 조건 이행 • 로그·사고보고, 보험·민원 대응	• PKI 인증·OTA 무결성 • 보안사고 통지	• 국토부 • 지자체 • 한국교통관리공단
공공플랫폼(국가 PKI/데이터센터)	• 인증 키 관리 • 데이터 분석·환류	• V2X 인증서 발급·폐기 • 품질 모니터링	• 암호화·접근통제·감사추적	• 전 부처 • 지자체 • 사업자

□ 중앙부처

- 중앙부처 중 주요 주체는 국토교통부, 경찰청, 행정안전부임
 - 국토교통부의 핵심 역할은 규제체계 총괄, 총괄 정책·법령 개정, 시범운영지구 제도 운영, 성능인증·적합성 승인 등임
 - 국토교통부는 한국교통공단, 경찰청, 지방자치단체 등과 연계하여 네거티브 리스트·조건부 허용·샌드박스 운영지침 승격, 전국 전환 평가제 운영 등을 수행함
 - 경찰청·행정안전부는 자율주행 전용차로·신호체계·안전질서·단속을 담당함
 - 경찰청은 자율차 전용차로 고시·단속, 가변신호·우선신호 시범-확대 평가, V2I 신호연계 보안 점검 등의 역할을 수행함
 - 행정안전부는 지자체 교통국 및 도로관리청과 협력하여 인프라·시설물·교통운영의 안전 기준을 통합 관리함

□ **지방자치단체**

- 지방자치단체(시·도 및 시·군·구)는 시범운행지구 제안·운영, 인프라 구축의 현장 실행 주체임
 - 지자체는 노선·정류·전용차로·신호 운영, 민원창구 운영 및 현장점검을 수행함
 - 또한 지역 DSSAD(주행기록 데이터) 접수 및 사고보고 연계, 경찰서·사업자·시민참여위원회 협력체계 구축을 담당함

□ **전담지원기관**

- 한국교통안전공단과 연구기관은 시험·인증 대행, 안전사례 심사 및 모니터링 기능을 수행함
 - 한국교통안전공단은 성능인증 및 적합성 시험, 실증 모니터링·사고 분석, 데이터 수집·익명화·공유 허브 기능을 담당함
 - 연구기관 및 대학(시험센터)은 공단과 연계하여 기술 검증 및 성능 평가 지원을 수행함

□ **사업자(제조사·운영사·관제사)**

- 사업자는 서비스 공급·안전운영의 실질적 주체임
 - 안전 사례 관리서 제출, 조건 이행 관리, 로그·사고보고, 보험·민원 대응 등의 의무를 이행함
 - PKI 인증, OTA 무결성 확보, 보안사고 통지 의무를 수행하며, 국토교통부·지자체·한국교통관리공단과 연계해 관리함

□ **공공플랫폼(국가 PKI, 데이터센터)**

- 공공플랫폼은 인증·기관리, 데이터 분석 및 환류 허브 역할을 담당함
 - V2X 인증서 발급·폐기, 품질 모니터링, 암호화·접근통제·감사추적 기능을 수행함

- 전 부처·지자체·사업자 간 데이터 신뢰체계를 보장하고, 국가 단위 통합 보안 거버넌스를 유지함

3) 네거티브 규제 전환을 위한 법·제도 개선

- 네거티브 규제 전환을 위해 자율주행규제 관련 법률을 다음과 같이 개정할 것을 제안함
- 「자율주행자동차법」 개정(안)은 다음과 같음
 - 시범→전국 전환 평가제 도입하여 안전·민원·주행로그·보험 등 지표 충족 시 전국 운영을 허용함
 - DSSAD/EDR 보존·제출 및 사고보고 의무를 명확히 하여 데이터 표준·보존기간·제출 범위를 고시 위임함
 - 원격운전 1:1 개입 원칙 및 지연·장애 발생 시 즉시 중지·MRM 수행 의무를 신설함
- 「도로교통법·시행령·시행규칙」 개정(안)은 다음과 같음
 - 자율주행 전용차로를 신설하여 지정·해제·표지·단속 근거 및 시범-확대 절차를 규정함
 - 가변신호·자율셔틀 우선신호 제도를 도입하여 지자체-경찰 협의, 성과평가, 확대 기준을 규정함
- 「자동차관리법·하위규정」 개정(안)은 다음과 같음
 - 미인가 OTA로 안전 관련 기능 변경을 금지하여 변경인증·무결성 검증·이력 기록을 의무화함
 - HMI·MRM·CSMS/SUMS 적합성 연계검사 근거를 고시로 정함
- 「모빌리티혁신법」 개정(안)은 다음과 같음
 - 실증특례 유형(실증특례·임시허가·적합성인증)과 평가지표·사후제도화 루프를 법·영·고시로 표준화함
 - 책임보험·보증 차등기준을 서비스 유형·무인단계에 따라 상향·차등 적용함
- 「자동차손해배상보장법」 개정(안)은 다음과 같음

- 자율주행모드·원격개입 상황의 책임배분 원칙을 신설하여 운전자·제조사·관계자 분담 및 DSSAD를 근거화함

○ 「여객자동차 운수사업법·시행령(규칙)」 개정(안)은 다음과 같음

- 자율주행 여객특례 면허 트랙을 신설하여 구역·속도·무인단계, 운임·민원, 보험 상향·로그 제출·사고보고를 의무화함
- 시범→상용 전환·갱신·평가 절차를 규칙·고시로 표준화함

[표 4-11] 네거티브 규제 전환을 위한 법제도 개선

법령	현행/공백	개정(신설) 방향	개정 대상	개정(신설) 예시
「자율주행자동차법」	<ul style="list-style-type: none"> • 시범운행지구 지정, 유상운송 특례, 안전 기준 특례, 성능 인증·적합성 승인 등이 규정되어 있으나, 전국 확대 전환 요건·데이터 제출 의무·원격운전 원칙 등 세부요건 미비 	<ul style="list-style-type: none"> • 시범운행지구 성과 기준 충족 시 전국 확대 전환 절차신설 • DSSAD/EDR 데이터 제출·사고 보고 의무 명확화 • 원격운전(tele-operation) 1:1 원칙 및 비상개입 체계 요건 명시 	<ul style="list-style-type: none"> • 법·시행령·고시 	<ul style="list-style-type: none"> • (신설) “시범→전국 전환 평가” 조항: 안전·민원·주행로그 지표 충족 시 전환 허용함 • (신설) “데이터 관리” 조항: DSSAD·EDR 보존/제출, 익명화 기준 고시 위임함 • (신설) “원격운전 안전” 조항: 1:1 개입 원칙, 지연·장애 시 중자·MRM 수행 의무화함
「도로교통법·시행령·시행규칙」	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 전용차로 근거 부재(시행령 제9조에 전용차로 일반 규정만 존재) • 가변신호·셔틀 우선신호 근거 미비(시행규칙 제6-7조에 일반 신호 규정만 존재) 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 전용차로 정의·지정·표지·운영 절차 신설 • 지자체·경찰 협의·평가에 기반한 가변신호/셔틀 우선신호시범 및 상용 근거 신설 	<ul style="list-style-type: none"> • 시행령·시행규칙 	<ul style="list-style-type: none"> • (시행령 신설) “자율주행 전용차로”: 지정 기준, 시간·구간, 고시 절차, 위반 관리 규정함 • (시행규칙 제6-7조 개정) 자율셔틀 우선신호·V2I 신호 연동, 시험·평가·확대 절차 신설함
「자동차관리법·하위규정」	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 특성상 미인가 OTA·구조 변경관리 필요 • 성능인증 후 	<ul style="list-style-type: none"> • 미인가 OTA 금지·변경인증 의무명문화 • HMI·MRM·보안(O 	<ul style="list-style-type: none"> • 시행규칙·고시 	<ul style="list-style-type: none"> • (규칙/고시 개정) 성능·안전 관련 SW 변경은 변경인증 의무화

법령	현행/공백	개정(신설) 방향	개정 대상	개정(신설) 예시
	변경관리보완 필요	TA/CSMS)연계 검사 표준 고시 위임		• OTA는 무결성 검증- 이력 기록 의무화함
「모빌리티혁신법」	• 법령 제12조에 실증 특례 근거 존재하나, 유형·평가 지표·사후 제도화 경로 구체화 필요	• 실증특례 유형(실증특례/임시 허가/적합성인증)법 정화 • 평가지표·사후 제도화 루프고시로 표준화 • 책임보험·보증차등 기준 명확화	• 법· 시행령· 고시	• (법령 제12조 개정) 심의 시 “유형· 조건·지표”를 의무 기재, 종로 시 제도화 검토 의무 • (시행령 및 고시) 안전·보안·책임 지표와 데이터 제출 서식 표준화함
「자동차손해 배상보장법」	• 운전자 책임중심으로 규정되어 자율주행 (시스템/원격감시) 상황의 책임주체 명확화 필요	• 자율주행모드 사고의 책임 배분 원칙신설(운전자· 제조사·관제자) • DSSAD 기록 기반 귀책 추정/분담규정	• 법	• (신설) “자율주행 책임특례” 조항: 자율모드·원격개입 시 책임 주체·분담 원칙 • DSSAD 데이터의 증거력 명시함
「여객자동차 운수사업법· 시행령(규칙)」	• 한정면허·DRT 등 특례존재하나 AV 상용서비스 (로보택시/셔틀) 전용 절차·조건 미비	• AV 여객서비스 전용 면허트랙신설 • 데이터 제출·보험 상향·민원대응등 조건 부과 • 시범→상용 전환 요건명문화	• 법· 시행령· 규칙· 고시	• (시행령 신설) “자율주행 여객특례 면허”: 구역·속도· 무인 단계, 승객보호· 보험(상향), 로그 제출·사고보고 의무 • (규칙 개정) 공고·선정·평가·갱신 절차 표준화함

3. AI 정수장 산업

1) 네거티브 규제 설계 프레임워크

□ 원칙

- AI 정수장에 대한 네거티브 규제는 '원칙 허용, 예외 금지'를 기본으로 하되, '위험 기반의 단계적 접근'과 '사후 책임성 강화'를 결합하는 방식으로 설계해야 함

□ 1단계 네거티브 리스트

- 목표: 국민의 생명, 신체 안전, 기본권 등 포기할 수 없는 최상위 가치를 보호하기 위한 최소한의 금지 조항을 명시
- 금지 목록 (예시):
 - 1. 수질 기준 침해: 법적으로 규정된 먹는 물 수질 기준(수도법)을 침해할 수 있는 AI 운영 로직의 적용 및 실험
 - 2. 인간의 최종 통제권 배제: 재난, 사이버 공격 등 예측 불가능한 위기 상황 발생 시, 운영자가 AI 시스템을 즉시 중단시키거나 수동으로 전환할 수 없는 완전 자율 시스템 설계
 - 3. 핵심 데이터의 외부 유출 및 목적 외 사용: 개인정보를 제외한 운영 데이터라도, 국가 안보 및 시설 방호와 직결된 핵심 운영 데이터(실시간 수압, 관제 시스템 접근 정보 등)를 사전 승인 없이 외부망으로 전송하거나 제3자에게 제공하는 행위
 - 4. 불투명한 의사결정: AI가 약품 투입량, 공정 변경 등 중대한 결정을 내렸을 때, 그 판단 근거가 되는 핵심 파라미터나 데이터를 기록·저장하지 않아 사후 추적이 불가능한 시스템

□ 2단계 조건부 허용: 위험 기반의 자율적 사전 검토 및 등록 (Risk-Based Approach)

- 목표: 1단계 금지 목록에 해당하지 않는 새로운 AI 기술은, 사업자(수도사업자)가 자율적인 책임 하에 다음의 조건을 충족하고 규제기관에 '등록'하는 경우 원칙적으로 허용

○ 절차:

- 1. 자체 위험성 평가: 사업자는 도입하려는 신기술(예: 새로운 약품 투입량 예측 알고리즘)이 공공 안전, 시스템 안정성, 환경 등에 미칠 잠재적 영향을 자체적으로 평가하고, 위험 완화 방안을 포함한 'AI 영향평가 보고서'를 작성
- 2. 규제기관 등록: 해당 보고서를 규제기관(예: 환경부, 과기정통부)에 제출하여 등록. 이는 허가를 받는 절차가 아니라, '이러한 기술을 이러한 안전장치와 함께 도입하겠다'고 신고하는 개념
- 3. 신속처리제(Fast Track) 도입: 해외 공인 기관(예: UL, CE)의 안전성 인증을 획득하거나, 국제표준(ISO)을 준수하는 기술의 경우, 위험성 평가 절차를 간소화하고 즉시 등록을 허용

[표 4-12] AI 정수장 조건부 허용 리스트

분야	조건부 허용을 위한 핵심 조건
위험성 평가	<ul style="list-style-type: none"> • AI 영향평가 보고서 작성 및 등록: * 사업자는 도입 기술이 공공 안전, 시스템 안정성, 환경에 미칠 잠재적 영향을 자체 평가하고, 위험 완화 방안을 포함한 보고서를 작성하여 규제기관(환경부 등)에 등록해야 함 * 이는 '허가'가 아닌 '신고' 개념으로 운영됨
데이터 보안	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 거버넌스 및 보안 체계 수립: * 운영 데이터의 소유권, 접근권한, 보안(클라우드, 망 분리)에 대한 명확한 내부 기준을 수립해야 함 * 특히 핵심 데이터는 1단계 금지 목록에 따라 강력한 보안 조치를 적용해야 함.
사후 책임 투명성	<ul style="list-style-type: none"> • 감사 추적(Audit Trail) 시스템 구축 의무: * 모든 AI의 주요 결정 과정과 운영 데이터를 실시간으로 기록하고, 규제기관이 필요시 접근·모니터링할 수 있는 시스템을 의무적으로 구축해야 함 • 신산업 전용 책임보험 가입 의무: * 예측 불가능한 AI 오작동으로 인한 피해(수질 오염, 단수 등)를 보상하기 위한 책임보험 가입을 의무화함
표준 준수	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 표준 및 상호운용성 확보: * 설비, SCADA, AI 모듈 간 인터페이스 표준(예: OPC-UA) 및 K-water 등이 제시하는 기술 표준을 준수하여 상호운용성을 확보해야 함

□ 3단계 규제샌드박스 적용: 실증 및 운영 데이터 기반의 사후 관리 및 책임 강화

- 목표: 현행 「수도법」 등 포지티브 법령과 정면으로 충돌하는 기술(예: 법적 시설 기준을 AI로 대체)의 경우, 실제 정수장에 한정된 규제 샌드박스(실증특례 등)를 통해 예외적으로 실증 및 도입을 추진함
- 실증특례(신속확인)
 - (목적) 경직된 시설 기준(예: 「수도법 시행규칙」 [별표 3]) 등 현행법을 준수하면서 AI 기술을 도입하기 어려운 경우, 법령 적용을 한시적으로 유예하고 AI 기반의 '성과 중심' 운영을 실증함
 - (대상) 부산 에코델타시티(EDC) 내 지정된 테스트베드
 - (조건) ① 법정 수질 기준 절대 준수, ② 운영자 최종 통제권 확보, ③ 실시간 데이터 제출, ④ 비상 대응 매뉴얼 구비 등을 조건으로 제한적 실증을 허용함
- 관리 방안: '자율'에 상응하는 '책임'을 부여하여, 실제 운영 과정에서 발생하는 문제를 신속하게 파악하고 조치하며, 사고 발생 시 책임 소재를 명확히 함
 - 1. 실시간 모니터링 및 감사 추적(Audit Trail): 모든 AI의 주요 결정 과정과 운영 데이터를 실시간으로 기록하고, 규제기관이 필요시 원격으로 접근하여 모니터링할 수 있는 시스템 구축을 의무화
 - 2. AI 사고조사위원회 설치: 수질 오염, 시스템 중단 등 AI 운영으로 인해 중대 사고 발생 시, 원인 규명 및 재발 방지 대책을 마련하기 위한 독립적인 사고조사위원회를 구성
 - 3. 신산업 전용 보험 의무화: 예측 불가능한 AI 오작동으로 인한 피해를 보상하기 위해, 사업자의 신산업 전용 책임보험 가입을 의무화

2) 핵심 규제 거버넌스 체계

□ 거버넌스 체계 방향

- AI 정수장 규제거버넌스는 '원칙 허용, 예외 금지' 라는 네거티브 규제의 핵심 철학을 구현하는 것을 목표로 하며, 이는 정부의 직접적이고 사전적인 통제를 최소화하고, 명확한 금지 목록(Negative List) 외의 모든 혁신 활동을 원칙적으로 허용하는 체계로 구성됨

- 이 거버넌스는 기술 혁신의 속도를 저해하지 않으면서도 공공의 안전을 확보하기 위해, '자율'에 상응하는 '책임'을 각 주체에 부여하는 '성과 기반 책임 거버넌스(Performance-based Accountability Governance)'를 지향함

○ 네거티브 규제 거버넌스의 핵심 원칙으로 다음과 같은 점이 강조됨

- 혁신 우선의 원칙 (Innovation First): 법령에 금지되지 않은 모든 신기술의 도입과 실증은 원칙적으로 허용되며, 규제는 안전한 혁신을 위한 가이드 라인으로 작동
- 최소 규제의 원칙 (Minimal Regulation): 정부의 개입은 국민의 생명, 안전 등 포기할 수 없는 가치를 보호하기 위한 '최소한의 금지 목록' 설정과 사후 감독에 집중
- 자율 책임의 원칙 (Autonomous Accountability): 사업자는 기술 도입에 대한 자율권을 갖는 대신, 그 결과에 대한 완전한 책임을 지게 됨. 이는 AI 영향평가 자체 수행, 데이터 기록, 책임보험 가입 등의 의무로 구체화
- 데이터 기반 증명의 원칙 (Evidence-based Proof): 모든 규제 준수 여부와 사고 책임의 판단은 감정이나 추정이 아닌, 투명하게 기록되고 검증 가능한 데이터(Audit Trail)를 근거로 이루어짐

□ 네거티브 규제 거버넌스 하의 주체별 역할과 책임

○ 정부(기후에너지환경부 등)

- '심판관'이 아니라, 혁신의 운동장이 원활하게 돌아가도록 최소한의 규칙을 만드는 '규칙 제정자(Rule-Maker)' 이자, 중대한 반칙 행위가 발생했을 때만 개입하는 '최후의 감독관(Final Overseer)' 역할을 수행
- '해서는 안 될 것'을 명확히 규정한 금지 목록(Negative List)을 법제화
- 사고 발생 시 데이터에 기반하여 객관적으로 책임을 묻는 사후 감독 시스템을 설계하고 운영

○ 한국수자원공사(K-water)

- 정부와 시장을 잇는 핵심적인 '혁신 촉진자(Innovation Enabler)' 이자 '신뢰 부여 기관(Trust-building Body)' 으로 기능

- K-water는 자체적인 대규모 테스트베드를 활용하여 민간의 신기술이 안전하고 효과적인지를 객관적으로 검증하고, 이를 통과한 기술에 일종의 '신뢰 마크(Trust Mark)'를 부여
- 이를 통해 시장의 불확실성을 해소하고, 민간 기업들이 따라야 할 데이터 형식이나 통신 프로토콜과 같은 기술 표준을 제시하여 자율 규제의 명확한 기준을 제공
- 나아가 모든 주체가 데이터 기반 책임을 이행할 수 있도록 국가 데이터 플랫폼을 제공하고 운영하는 역할을 담당

○ 지방자치단체(수도사업자)

- 서비스 공급의 최종 책임을 지는 '자율적 도입 주체(Autonomous Adopter)'의 역할
- 지자체는 법률상 금지된 사항이 아니라면, 관할 지역의 특성과 필요에 가장 부합하는 AI 기술을 자율적으로 선택하고 도입할 권한을 갖게 됨
- 도입하려는 기술이 가져올 잠재적 위험을 스스로 평가하는 'AI 영향평가'를 수행하고 그 결과를 등록해야 할 책임을 수행
- 또한, 민간 사업자와의 계약을 책임지고 관리하며, 계약서에 명시된 서비스 수준이 제대로 지켜지는지 감독하는 '책임 있는 관리자'의 역할을 수행

○ 민간 사업자(기술 공급/운영 기업)

- 네거티브 규제 하에서 가장 큰 자율성을 누리는 '자유로운 혁신가(Free Innovator)' 역할 수행
- 금지 목록에 저촉되지 않는 한, 이들은 기존의 틀에 얽매이지 않고 자유롭게 혁신적인 AI 기술과 새로운 비즈니스 모델을 개발할 수 있음
- 민간 사업자는 자신들의 기술이 안전하며 계약을 성실히 이행하고 있음을 데이터로써 스스로 증명해야 할 책임을 지게되며, 예측 불가능한 사고로 인한 피해를 보상하기 위해 배상책임보험에 의무적으로 가입하여 재정적 책임을 다해야 하는 '책임 있는 사업자'

○ 시민사회와 학계

- 이 거버넌스 체계가 공공성을 잃지 않도록 감시하는 '투명성 감시자 (Transparency Watchdog)' 이자 '객관적 평가자(Objective Evaluator)' 로서 중요한 역할을 수행
- 이들은 정부와 사업자에게 운영 데이터의 투명한 공개를 지속적으로 요구하고, 네거티브 규제가 혹시 모를 부작용을 낳지 않는지 감시
- 중대한 사고가 발생하면 'AI 수도사고 조사위원회' 등에 전문가로서 참여하여, 특정 이해관계에 치우치지 않는 객관적이고 전문적인 평가 의견을 제시하여 거버넌스의 신뢰도를 높이는 역할을 수행

[표 4-13] 거버넌스 주체별 역할과 책임

주체	핵심 역할	세부 역할 및 책임
중앙정부	규칙 제정자 및 최후의 감독관	<ul style="list-style-type: none"> • (규칙 제정) '해서는 안 될 것'을 명시하는 금지 목록(Negative List)을 법제화하고, 시장의 자율성을 침해하지 않는 선에서 최소한의 가이드라인을 제시. • (사후 감독) 사고 발생 시 또는 명백한 위법 징후 포착 시에만 개입하여 조사하고, 데이터에 기반하여 책임을 묻는 사후 감독 기능에 집중. • (시스템 설계) 사업자의 자율 책임(영향평가, 보험 등)을 강제하는 제도를 설계.
한국수자원공사	혁신 촉진자 및 신뢰 부여 기관	<ul style="list-style-type: none"> • (신뢰 형성) 민간 기술의 안전성과 성능을 객관적으로 검증 (Testbed)하여, '신뢰할 수 있는 기술'이라는 인증(Trust Mark)을 부여함으로써 시장의 불확실성을 해소. • (표준 제공) 데이터 형식, 통신 프로토콜 등 기술 표준을 제시하여 민간이 따라야 할 '**'자율 규제'의 기준**'을 제공. • (플랫폼 제공) 데이터 기반 책임을 이행할 수 있는 기술적 기반(데이터 플랫폼)을 제공.
지방자치단체 (수도사업자)	자율적 도입 주체 및 책임 있는 관리자	<ul style="list-style-type: none"> • (자율적 선택) 금지 목록에 해당하지 않는 한, 관할 지역에 가장 적합한 AI 기술을 자율적으로 선택하고 도입. • (위험 관리) 도입하려는 기술에 대한 AI 영향평가를 자체적으로 수행하고, 위험 완화 방안을 마련하여 등록할 책임. • (계약 책임) 민간 사업자와의 계약 시 최소 서비스 수준(SLA)을 명확히 하고, 그 이행을 책임지고 관리.
민간사업자	자유로운 혁신가 및 책임 있는 사업자	<ul style="list-style-type: none"> • (자유로운 개발) 금지 목록에 저촉되지 않는 범위 내에서 자유롭게 혁신적인 AI 기술과 비즈니스 모델을 개발. • (증명 책임) 자신들의 기술이 안전하고 계약을 준수하고 있음을 데이터로써 증명할 책임(데이터 기록 및 제출 의무).

주체	핵심 역할	세부 역할 및 책임
		<ul style="list-style-type: none"> • (재정적 책임) 예측 불가능한 사고에 대비하여 배상책임보험에 의무적으로 가입할 책임.
시민사회/학계	투명성 감시자 및 객관적 평가자	<ul style="list-style-type: none"> • (정보 요구 및 감시) 정부와 사업자에게 데이터의 투명한 공개를 요구하고, 네거티브 규제가 공공성을 훼손하지 않는지 감시. • (객관적 평가) 사고 발생 시 'AI 수도사고 조사위원회' 등에 참여하여, 특정 주체의 이해관계에 얽매이지 않는 객관적이고 전문적인 평가 의견을 제시.

□ 데이터 관련 사항: '데이터 기반 책임'의 구현

○ 데이터 관리와 보안의 중요성

- 네거티브 규제 거버넌스의 성패는 '데이터 기반 책임'을 어떻게 구현하는가에 달려 있음
- 데이터 보안: 네거티브 규제는 '자율'을 허용하지만, 국가 안보와 직결된 데이터 보안은 가장 강력한 수준의 금지 목록(국외 이전 금지 등)으로 관리되어야 할 필요가 있음

○ 데이터 소유권과 책임의 일치

- 데이터의 소유권은 서비스의 최종 책임자인 지자체에 귀속되며, 이는 민간 사업자가 데이터를 독점하여 책임을 회피하는 것을 방지

○ 주체별 데이터 접근권과 역할의 제시

- 정부: 사후 감독을 위해 최소한의 데이터 접근권을 가짐
- K-water: 기술 표준 검증과 플랫폼 운영을 위해 필요한 데이터에 접근함
- 민간: 계약된 서비스 수행을 위한 데이터 사용권을 가짐
- 시민: 공공성 감시를 위해 비식별화된 공익 데이터에 접근함

□ 협력 및 연계 방안: '자율 규제 생태계'의 조성

○ 'AI정수장 거버넌스 협의체'의 구축과 역할

- 이 협의체는 정부의 지시를 전달하는 통로가 아니라, 시장 참여자들이 모여 자율 규제 규범(Code of Conduct)을 만들고, 신기술 정보를 공유하며, 갈등을 스스로 조정하는 자율적인 협치 기구로 기능하도록 유도

- K-water의 '신뢰 인증'과 규제 샌드박스의 연계
 - K-water의 테스트베드를 통과하여 '신뢰 인증'을 받은 기술은, 별도의 규제 샌드박스 절차 없이 즉시 시장에 진입할 수 있는 '혁신 고속도로(Innovation Fast Lane)' 혜택을 부여
- 데이터 플랫폼을 통한 책임 생태계 구축
 - K-water의 데이터 플랫폼은 단순히 데이터를 모으는 창고가 아니라, 민간 사업자가 자신의 책임을 데이터로 증명하고, 지자체가 이를 감독하며, 정부가 최종적으로 확인하는, 네거티브 규제 거버넌스의 책임 이행을 위한 핵심 인프라 역할을 수행할 필요가 있음

3) 네거티브 규제 전환을 위한 법제도 개선

- 법적 기반 마련: AI 기본법의 '고위험 AI' 관련 조항을 구체화하고, 수도법 등 개별법에 네거티브 규제 원칙과 사후 관리 체계를 반영하는 법 개정이 병행되어야 함

□ 현실태: 부산광역시 정수장 관리 규제 체제

- 개요
 - 부산광역시의 정수장 관리는 국가 단위의 상위 법령인 「수도법」과 그 하위 법령을 근간으로 하며,
 - 이를 바탕으로 부산광역시의 특수성을 반영한 자체 조례 및 규칙을 통해 구체적인 사항을 규정하는 다층적 구조를 가지고 있음
- 부산광역시 정수장 관리 집행 체제
 - 부산광역시는 수도사업자로서 「수도법」, 「수도법 시행령」, 「수도법 시행 규칙」 및 환경부 고시에서 정하는 정수시설 설치 기준, 정수처리기준(미생물 제거율, 탁도 기준 등), 위생안전 조치, 기술진단 의무 등을 준수해야 함
 - 이는 국가 전체의 수도 서비스 품질을 보장하기 위한 최소한의 의무 규정입니다.

- 자치법규의 역할: 「부산광역시 수도 급수 조례」는 상위 법령의 위임 범위 내에서 급수 서비스 제공에 필요한 사항을 정하고 있음
- 예를 들어, 수도 요금의 산정, 급수설비 공사비 부담, 옥내누수 감면, 수질검사 신청 절차 등을 규정하여 시민과의 관계를 설정하고 행정 서비스를 제공하는 근거가 됨
- 정수장 자체의 '운영 기술'보다는 '급수 행정'에 초점이 맞춰져 있음
- 집행 기관: 이러한 규제 체계 하에서 실제 정수장 관리 및 운영의 주체는 부산광역시 상수도사업본부임
- 상수도사업본부는 산하에 수질연구소와 각 지역 정수사업소를 두고, 상위 법령과 조례에 따라 수돗물 생산·공급, 수질 관리, 시설 유지보수 등의 업무를 총괄하여 집행

○ 부산광역시 정수장 관리 규제 체계

[표 4-14] 시 정수장 관련 법령 및 규정

구분	법령 및 규정	주요내용
법률	수도법	<ul style="list-style-type: none"> • 수도사업자의 책무 정의: 수돗물의 안정적 공급과 수질 관리에 대한 포괄적인 책임을 부여 • 수도시설(정수장) 관리 의무: 수도시설의 위생적 관리, 정기적인 기술진단 실시, 수질검사 의무 등이 부과됨 • 정수장 위생안전 인증: 유충 발생 방지 등 위생관리가 우수한 정수장에 대한 인증제도의 근거를 마련
시행령	수도법시행령	<ul style="list-style-type: none"> • 정수처리기준 구체화: 법률에서 위임한 정수처리기준의 세부 사항을 규정 • 수질검사 주기/항목: 먹는물 수질기준에 따른 검사 주기와 항목을 구체적으로 정하여, 부산시 상수도사업본부가 따라야 할 검사 의무를 명확화 • 기술진단 대상 및 시기: 정수장에 대한 정기 기술진단의 대상 시설, 진단 시기(5년마다) 등을 지정
시행규칙 (부령)	수도법 시행규칙	<ul style="list-style-type: none"> • 수도시설의 세부 시설기준: 취수, 착수, 혼합, 응집, 침전, 여과, 소독 등 정수처리 공정별로 갖춰야 할 시설의 구체적인 기술 기준을 규정 • 수질검사기관 지정: 수질검사를 위탁할 수 있는 기관의 요건을 정 • 각종 행정 서식: 기술진단 결과 보고, 수질검사 성적서 등 법령 이행에 필요한 각종 서식을 규정

구분	법령 및 규정	주요내용
지침	정수장 운영관리 업무 지침 (환경부 '24)	<ul style="list-style-type: none"> • 시설 관리: 정수 시설(착수정, 응집 침전지, 여과지, 소독 시설 등)의 일일·주기적 점검, 유지보수, 고장 관리 등 시설의 정상적인 가동을 위한 관리가 포함 • 수질 관리: 원수 수질부터 정수된 물의 수질까지, 「먹는물 수질기준」에 적합하도록 수처리 과정 전반에 대한 수질 분석 및 관리 • 운영 및 유지보수: 정수장 운영에 필요한 약품 투입, 펌프 운전, 전력 관리 등 일상적인 운영 업무와 함께, 장기적인 시설 성능 유지를 위한 정비 계획을 수립하고 실행에 관한 사항 • 안전 및 비상 관리: 화학물질 취급, 전기 설비 관리 등 안전사고 예방 조치와 함께, 자연재해나 시설고장 발생 시를 대비한 비상 대응 절차 및 계획수립 내용 • 업무 절차: 정수장 운영 전반에 걸쳐 필요한 보고, 기록, 민원 응대 등 행정적인 업무 처리 절차를 규정
조례	부산광역시 수도 급수 조례	<ul style="list-style-type: none"> • 급수 행정 규정: 상위 법령에서 위임한 사항 및 그 시행에 필요한 사항을 부산시 실정에 맞게 규정. 주요 내용은 수도요금의 부과(제26조), 급수공사비 부담(제12조), 수질검사 신청 및 수수료(제37조) 등
시행규칙 (규칙)	부산광역시 수도 급수 조례 시행규칙	<ul style="list-style-type: none"> • 조례의 세부 절차 규정: 조례에서 정한 요금 감면 신청 절차, 급수 중지 및 해제 절차, 각종 신청 서식 등 행정 업무 처리에 필요한 세부적인 절차와 서식을 규정

□ 네거티브규제 설계를 위한 현행 법규범의 문제점 및 개선방안

○ 1단계: 명확한 금지 목록(Negative List) 설정

- 현행 제도의 문제점

- 포지티브 규제 중심의 법 체계: 현행 수도법과 관련 규정은 AI와 같은 신기술 도입을 전제하지 않은 포지티브(Positive) 규제 방식임
- 즉, 법령에 명시된 시설 기준과 운영 절차(예: 수도법 시행규칙 [별표 3])를 '반드시 따라야 하는' 구조이므로, 새로운 기술을 적용할 법적 근거 자체가 미비함
- AI활용에 따른 법적 책임근거 미비: AI의 판단 근거 기록, 인간의 최종 통제권 확보 등 프레임워크에서 제시한 금지 조항들은 기존 법령에 명시되어 있지 않고 있음
- 따라서 사고 발생 시 AI 시스템의 책임을 묻거나 운영자의 개입 의무를 강제할 법적 기준이 부재

- 개선 방안:

- 「수도법」 내 '신기술 도입 특례' 조항 신설: 수도법에 "AI 등 지능정보 기술을 활용한 수도시설을 운영하려는 경우, 이 법의 일부 규정(시설기준 등)을 적용하지 않을 수 있다"는 포괄적 특례 조항을 마련할 필요가 있음
- 단, 특례 조항의 단서로 '금지 목록' 명문화: 위 특례 조항의 단서 규정으로, 금지 목록 4가지(①수질 기준 침해, ②인간 통제권 배제, ③핵심 데이터 유출, ④추적 불가능한 시스템)를 명확히 법제화할 필요가 있으며, 이는 네거티브 규제의 최소한의 안전장치로서 작동하게 될 것임

○ 2단계: 위험 기반의 자율적 사전 검토 및 등록

- 현행 제도의 문제점

- '허가' 중심의 행정 절차: 현재 신기술을 도입하려면 환경부의 유권해석이나 별도의 시범사업 승인 등 사실상의 '허가' 절차를 거쳐야 함
- 이는 시간이 오래 걸리고 행정적 불확실성이 커, 기술 도입의 가장 큰 걸림돌로 작용
- 평가 주체 및 기준의 부재: 사업자(정수장)가 AI 기술의 위험성을 자체적으로 평가하더라도, 그 평가의 신뢰성을 담보할 공인된 'AI 영향평가' 방법론이나 기준이 없음
- 또한, 이를 검토하고 등록을 수리할 전담 규제기관도 명확하지 않음

- 개선 방안

- 'AI 정수장 기술 등록제' 도입: 수도법 시행령 또는 시행규칙을 개정하여, 사업자가 'AI 영향평가 보고서'를 제출하면 규제기관이 형식적 요건만 검토한 후 등록을 수리하는 '선(先) 도입, 후(後) 규제' 절차를 제도화할 필요가 있음
- 'AI 영향평가 가이드라인' 개발 및 보급: 기후에너지환경부가 주관하고 관련 전문기관(K-water, 한국환경공단 등)이 참여하여, AI 정수장 기술 도입 시 사업자가 준수해야 할 위험성 평가 항목과 방법론을 구체적인 가이드라인으로 제작·배포할 필요가 있음

- 신속처리제(Fast Track) 법제화: 해외 공인 인증(UL, CE 등) 또는 국제표준(ISO)을 획득한 기술에 대해서는 'AI 영향평가 보고서' 제출을 면제하거나 대폭 간소화하는 조항을 수도권 시행규칙에 명시하여, 글로벌 표준 기술의 신속한 국내 도입을 촉진할 필요가 있음

○ 3단계: 실증 및 운영 데이터 기반의 사후 관리 및 책임 강화

- 현행 제도의 문제점:

- 사후 책임 규정의 미비: 현재는 수질 사고 발생 시 운영 주체(지자체, 상수도사업본부)의 관리·감독 소홀에 대한 책임(과태료, 징계 등) 확보가 가능
- 하지만, AI 알고리즘의 결함이나 데이터 오류로 인한 사고 발생 시, 그 책임이 AI 개발사에 있는지, 운영 주체에 있는지, 아니면 데이터 제공자에 있는지에 대한 책임 소재 규명이 어려움
- 데이터 접근 및 활용의 한계: 규제기관이 정수장 운영 데이터를 실시간으로 모니터링할 법적 근거가 약하며, 각 정수장은 보안을 이유로 데이터 공유에 소극적일 가능성이 있음
- AI정수장의 가치를 높이고 사고발생 가능성을 통제하거나 관리를 위하여 데이터 이용 및 관리에 관한 명확한 규정이 요청됨

- 개선 방안:

- 'AI 운영 데이터 기록 및 제출' 의무화: 수도권 시행규칙에 AI의 주요 결정(약품 투입량, 공정 변경 등)과 관련 데이터를 실시간으로 기록·보관하고, 규제기관의 요청 시 즉시 제출하도록 의무화하는 규정을 마련할 필요가 있으며, 이는 '감사 추적(Audit Trail)'을 법적으로 뒷받침할 것으로 기대됨
- 'AI 수도권조사위원회' 설치 근거 마련: 재난 및 안전관리 기본법 또는 수도권법에 AI 오작동 등으로 인한 중대 수질사고 발생 시, 기술·법률·행정 전문가로 구성된 독립적인 합동조사위원회를 구성할 수 있는 법적 근거를 마련할 필요가 있음

- 'AI 배상책임보험' 가입 의무화: 수도법에 AI 정수장 운영 사업자가 AI 시스템 결함으로 인한 피해(수질 오염, 단수 등)를 보상하기 위한 책임보험 가입을 의무화하는 조항을 추가하는 것을 검토할 필요가 있음

□ 민간 참여 확대에 따른 관련 규제 필요성 및 방안

○ 민간 참여자의 자격 및 선정에 관한 규제

- 문제점: 현재는 수도시설 운영 위탁 등에 대한 명확한 자격 기준이 미비하여, 기술력이 부족하거나 재정적으로 부실한 업체가 사업에 참여하여 공공의 안전을 위협할 수 있음
- 개선 방안:
 - '지능형 수도사업 전문기관 지정제' 도입: 「수도법」에 관련 조항을 신설하여, AI 정수장 운영 위탁이나 민간 투자 사업에 참여하려는 민간 사업자는 일정 수준 이상의 기술인력, 자본금, 기술력, 보안 시스템을 갖추어 기후에너지환경부장관의 지정을 받도록 의무화
 - 사업자 선정 시 '공공성 평가' 의무화: 지자체가 민간 사업자를 선정할 때, 가격 경쟁력뿐만 아니라 수질 안전 관리 능력, 비상시 대응 계획, 데이터 보안 체계, 장기적 책임성 등 공공성 관련 항목을 의무적으로 평가하도록 절차를 규정 할 필요가 있음

○ 서비스 수준 및 공공성 확보에 관한 규제

- 문제점: 민간 사업자는 이윤 극대화를 최우선 목표로 삼기 때문에, 비용 절감을 위해 안전 관련 투자를 소홀히 하거나, 수도 요금의 급격한 인상을 유도하여 공공성을 훼손할 가능성이 있음
- 개선 방안:
 - '최소 서비스 수준 협약(SLA)' 체결 의무화: 지자체와 민간 사업자 간 계약 시, 달성해야 할 수질 목표, 무중단 공급 시간, 사고 대응 시간, 데이터 보고 주기 등 구체적인 서비스 수준을 명시한 협약(Service Level Agreement) 체결을 의무화하고, 미준수 시 명확한 페널티(위약금, 계약 해지 등)를 부과하도록 법제화

- 수도 요금 결정 과정의 투명성 강화: 민간이 운영에 참여하더라도, 수도 요금의 최종 결정 권한은 지자체(의회)가 갖도록 명확히 하고, 요금 산정 근거(운영원가, 투자비 등)를 시민에게 투명하게 공개하도록 의무화하는 조항을 「수도법」 또는 관련 조례에 포함할 필요가 있음

○ 데이터 소유권 및 보안에 관한 규제

- 문제점: 정수장 운영 데이터는 국가 안보와 직결되는 핵심 기반시설 정보임. 이 데이터의 소유권이 불명확하거나 민간 사업자가 독점할 경우, 데이터 유출, 상업적 남용, 또는 국가의 통제력 상실 등의 심각한 문제가 발생할 수 있음
- 개선 방안:
 - '운영 데이터의 공공 소유 원칙' 명문화: 「수도법」에 "지능형 수도시설의 운영을 통해 생성되는 모든 데이터의 소유권은 해당 수도사업자(지자체)에게 있다"고 명시하여 데이터의 공공 자산적 성격을 명확히 할 필요가 있음
 - 데이터 국외 이전 및 제3자 제공 금지: 국가 안보와 관련된 핵심 데이터는 원칙적으로 국외 이전을 금지하고, 제3자에게 제공할 경우 반드시 지자체와 규제기관의 사전 승인을 받도록 하는 통제 조항을 마련할 필요가 있음

□ 종합: 법규정 개선(안)

○ 「수도법」 개정 (법률)

① 총칙 및 기본 원칙 관련 조항 신설

- '신기술 도입 포괄적 특례' 조항 신설: AI 등 신기술 도입의 법적 근거를 마련하여, 경직된 포지티브 규제를 극복하고 기술 혁신을 촉진
- '최소한의 금지 원칙(Negative List)' 명문화: 기술 자율성을 보장하되, ①수질 기준 침해, ②인간 통제권 배제, ③핵심 데이터 유출, ④추적 불가능한 시스템 등 공공안전을 위한 최소한의 금지 행위를 명시
- '운영 데이터의 공공 소유 원칙' 명문화: "지능형 수도시설 운영으로

생성되는 모든 데이터의 소유권은 수도사업자(지자체)에게 있다"고 명시하여, 데이터의 공공 자산적 성격을 확립

② 민간 참여 및 관리에 관한 조항 추가

- '지능형 수도사업 전문기관 지정제' 도입: AI 정수장 운영 위탁·투자에 참여하는 민간 사업자의 기술력, 자본금, 보안 체계 등 최소 자격 요건을 규정
- '공공성 평가' 의무화: 지자체가 민간 사업자 선정 시, 가격 외에 수질 안전 관리 능력, 비상 대응 계획 등 공공성 항목 평가를 의무화
- '최소 서비스 수준 협약(SLA)' 체결 의무화: 지자체와 민간 사업자 간 계약 시, 수질 목표, 무중단 공급 시간 등 구체적인 서비스 수준과 미준수 시 패널티를 명시하도록 강제
- '수도 요금 결정 권한' 명확화: 민간 참여와 무관하게 수도 요금의 최종 결정 권한은 지자체(의회)에 있음을 명확히 하고, 원가 공개를 의무화

③ 사후 관리 및 책임

- 'AI 배상책임보험' 가입 의무화: 시스템 결함으로 인한 피해 보상을 위한 민간 사업자의 책임보험 가입을 의무화하여 사회적 안전망을 구축
- 'AI 수도사고 조사위원회' 설치 근거 마련: 중대 사고 발생 시, 원인 규명과 책임 소재 파악을 위한 독립적 사고조사위원회 구성 근거를 마련

○ 「수도법 시행령」 개정 (대통령령)

- 'AI 정수장 기술 등록제' 도입: 사업자가 'AI 영향평가 보고서' 제출 시, 형식적 요건만 검토 후 등록하는 '선(先) 도입, 후(後) 규제' 절차를 구체화
- '전문기관 지정' 세부 기준 마련: '지능형 수도사업 전문기관' 지정을 위한 기술인력, 재무 건전성, 실적 등의 구체적인 요건을 규정

○ 「수도법 시행규칙」 개정 (부령)

- 'AI 운영 데이터 기록 및 제출' 의무화: AI의 주요 결정 과정과 운영 데이터의 실시간 기록·보관 및 규제기관 제출 의무를 규정하여 AI 운영의 투명성 (Audit Trail)을 확보
- '신속처리제(Fast Track)' 절차 규정: UL, CE 등 해외 공인 인증 획득 기술에 대한 'AI 영향평가 보고서' 제출 면제·간소화 절차를 마련

- '데이터 관리' 세부 규정: 데이터의 국외 이전 금지, 제3자 제공 시 사전 승인 절차 등 데이터 보안을 위한 구체적인 관리 방안을 규정

○ 행정규칙 제정 (고시 또는 지침)

- 'AI 영향평가 가이드라인' 개발 및 보급: 사업자가 AI 기술의 위험성을 자체적으로 평가하고 완화 방안을 마련하는 데 필요한 구체적인 평가 항목, 방법론, 절차를 담은 가이드라인을 배포하여 현장의 불확실성을 해소

□ 소결

- AI 정수장의 성공적인 도입과 운영을 위해서는 기술 혁신을 촉진하는 동시에, 민간 참여 확대에 따른 공공성 훼손을 방지하는 균형 잡힌 법제도 설계가 필수적임
- 단기적으로는 기후에너지환경부 고시나 지침 개정을 통해 'AI 영향평가 가이드라인'을 우선 개발·보급하여 현장에서의 불확실성을 줄이고, 중장기적으로는 국회 및 관계 부처와의 협력을 통해 '신기술 도입 특례' 조항 신설을 포함한 수도법 개정을 추진하는 단계적 전략이 요청됨
- 기술 혁신 촉진(특례, 등록제, Fast Track)과 공공성 확보(민간 자격 규제, 데이터 공공성, 요금 통제)라는 두 가지 목표를 균형 있게 달성하기 위한 다층적 네거티브 규제 체계를 제시하고 있음

4. 종합

○ 이상의 내용을 종합하여 아래의 표에서 다음과 같이 제시함

[표 4-15] 산업별 AI 네거티브 규제 설계 방안 종합

네거티브 규제 설계 프레임 워크	로봇주차(AMR)		AI 정수장		지을주행	
	구분	산업 위험도	중위험	중위험	AI 정수장	지을주행
	산업 위험도	중위험	중위험	중위험(생명·수질안전)	중·고위험	중·고위험
	현행 규제 특성	<ul style="list-style-type: none"> 「주차정비」상 '기계식 주차장치'로 분류 AMR 전용 기준 공백 	<ul style="list-style-type: none"> 「주차정비」상 '기계식 주차장치'로 분류 AMR 전용 기준 공백 	<ul style="list-style-type: none"> 최고위험(생명·수질안전) 「수도법」 기반 전국 단일 포지티브 규제 (시설·과정 중심) 	<ul style="list-style-type: none"> 다중규제 중첩·중돌 (지을주행법, 모빌리티법, 도로교통법) 및 Level 4+ 법적 공백 	
	1단계 금지 목록 (Negative List)	<ul style="list-style-type: none"> ODD(운행가능영역) 초과 무인 운행(경사, 침수, 피난동선 등) 미인가 OTA 및 핵심 안전기능(비상정지 등) 임의 변경 원격관제 1:N 동시 '제어' 로그/영상 데이터 오남용 및 불법 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 수질 기준 침해 로직 적용 인간의 최종 통제권(Override) 배제 핵심 운영 데이터의 승인 없는 외부 유출 사후 추적 불가능한 '블투명함 (Black-box)' AI 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> ODD 초과 약전후·자가시성 조건 하 무인 운행 어린이보호구역 등 특정 구역/시간대 무인 상용 운행 미인가 OTA 및 E-DR(사고기록장치) 미장착 		
	2단계: 조건부 허용 /핵심 조건	<ul style="list-style-type: none"> (안전) ISO 3691-4(AMR 안전) 정합성, 위험분석(HARA), MRM(최소위험조치) 구현 (보안) OTA 무결성(SUMS), CSMS(보안관리), PKI 상호인증 (책임) 표준 로그, 사고 보고, 책임보험 가입 (인프라) 피난/보행 동선 분리, 엘리베이터/차단기/정신 연동 	<ul style="list-style-type: none"> (위험성) AI 영향평가 보고서 자체 작성 및 규제기관 등록 (책임) 감사 추적(Audit Trail) 시스템 구축, 책임보험 의무 가입 (신속처리) 규제인증(CE, UL 등) 획득 시, 영향평가 간소화(Fast Track) (통제) 운영자 최종통제권 및 수질기준 절대준수 	<ul style="list-style-type: none"> (안전) 기능안전(HARA, FMEA), HMI 표준(UNECE R157) 충족 (보안) V2X PKI 인증, OTA 무결성(UNECE R156) (책임) DSSAD(운행기록) 의무 기록, 책임보험 가입 (인프라) ODD 기반 안전조건 충족 및 도로관리청 승인 		

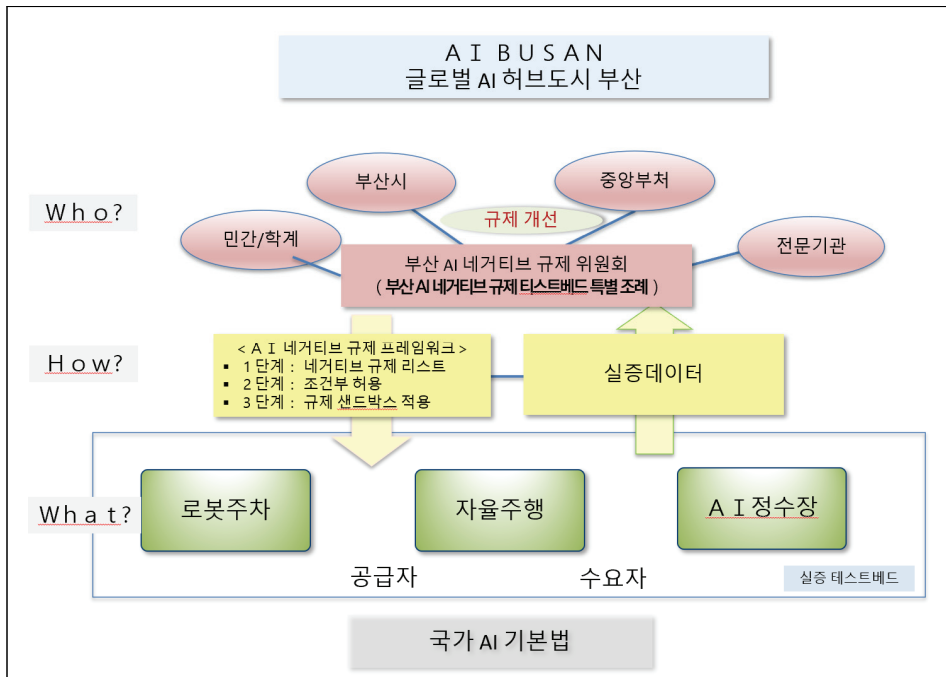
구분	로봇주차(AMR)	시 정수장	지을주행
3단계: 규제 샌드박스 적용	<ul style="list-style-type: none"> • 높음(CT/산업융합 샌드박스 연계 실증특례·임시허가) • AMR 적용 안전기준, 피난/화재 연동 등 실증 	<ul style="list-style-type: none"> • 제한적 적용(법령 충돌 기술 대상) • 디지털 트윈 사전 검증(위험 시나리오) -> 특정 정수장(EDC) 지정형 특례(실제 공정 부분 적용) 	<ul style="list-style-type: none"> • 높음(모빌리티 혁신법 등) • 시범운행지구(오시리아 등) 중심 로보택시배출 실증
테스트베드 특성	<ul style="list-style-type: none"> • 실내·지하주차장, 공영주차장, 환승센터, 복합시설 	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털 트윈(가상검증)+ 실제 정수장 부분 실증(EDC) 	<ul style="list-style-type: none"> • 공공도로, 시범운행지구
사후관리	<ul style="list-style-type: none"> • 사고보고·모니터링·점검 	<ul style="list-style-type: none"> • Audit Trail(감사추적)기반 모니터링·AI 사고조사위원회 발동·전용보험 적용 및 법령 환류 	<ul style="list-style-type: none"> • 사고보고·DSSAD 로그 제출·보험 적용
핵심 규제 거버넌스	<ul style="list-style-type: none"> • 국토부 (주차장법) 산업부/과기부 (샌드박스) 부산시, KOELSA (승강기 연동), 소방청 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경부 (수도법), 부산시 (상수도사업본부) K-water (EDC 운영, 기술 표준) 	<ul style="list-style-type: none"> • 국토부 (모빌리티법, 자율차법) 경찰청 (도로교통법) 부산시, 교통안전공단
법제도 개선방안	<ul style="list-style-type: none"> • 「주차장법」 고시 개정 • (AMR 기준, 피난/화재 연동) 	<ul style="list-style-type: none"> • 「수도법」 하위규정(운영지침, 고시) 우선 개선 건의, 조례반영 건의 	<ul style="list-style-type: none"> • 다중 법령(「모빌리티법」, 「도로교통법」 등) 개정 및 고사처침 정비

제3절

통합 거버넌스 구축 및 법적 기반 설계

○ 3대 핵심 산업의 분절된 규제 권한(중앙부처)과 파편화된 실증 공간(부산시)의 한계를 극복하고, 제4장 2절에서 설계한 산업별 네거티브 규제 방안을 효과적으로 실행하기 위해, 이를 총괄하는 '통합 거버넌스'와 그 실행을 뒷받침하는 '법적 기반'을 설계함

[그림 4-1] 부산 AI 네거티브 규제 설계 모형



1. 통합 거버넌스 구축 방안

□ 필요성: 분절된 규제와 공간을 연계하는 단일 창구(One-Stop-Shop)

- 윈스톱 동시심사-조건부 특례-사후평가-환류로 이어지는 통합 거버넌스를 구축하여, 혁신 촉진과 안전 확보를 동시 달성함
 - 3대 산업은 「모빌리티 혁신법」, 「산업융합 촉진법」, 「스마트도시법」 등 다수의 국가 샌드박스 법률과 「주차장법」, 「수도법」 등 다수 부처 소관 법령이 중첩됨
 - 기업이 개별 법령과 부처를 상대로 각기 다른 샌드박스 특례를 신청해야 하는 상황에서는 과도한 행정 부담 발생하므로 패키지 일괄 신청 체계로 전환하여, 행정비용과 불확실성을 최소화함
 - 부산시가 주도하여 기업의 규제 애로를 일괄 접수하고, 최적의 국가 샌드박스 제도로 연계·지원하는 ‘통합형 단일 창구’를 구축함
 - 실증공간(EDC)과 도시 전역의 규제·인허가를 단일 거버넌스로 연결하여, 실증 결과가 곧바로 표준·지침·법령 개선으로 이어지는 구조를 구축함

□ 기본 모델: ‘중앙-지방-민간 협력형’ 거버넌스

- 중앙-지방-민간이 역할을 분담하면서도 하나의 프로세스로 움직이는 모델을 채택함
 - 중앙(부처·전문기관): 샌드박스·규제자유특구·개별법 특례 등 법적 특례 부여와 기준 설정을 담당
 - 지방(부산시): 윈스톱 창구 운영·동시심사 조정·EDC 운영기준 및 세이프가드 집행을 담당
 - 민간·학계: 실증 사업 수행과 함께 성과·안전성 입증, 데이터 제공 및 표준화 참여를 담당
- 통합 거버넌스는 다음과 같은 표준 프로세스로 설계함
 - 사전상담 → 패키지(일괄) 신청 → 다부처 동시심사 → 조건부 특례부여(국가 철차 연동) → 사후평가·일몰 → 표준·법령 환류

- 이 프로세스를 상시 가동되는 기본 절차로 삼고, 처리기간·책임부서·협의 절차·심사 기준을 사전에 공표하여 예측가능성을 높임

○ 공통적으로 적용되는 세이프가드 패키지를 모델에 내재화함

- 안전(기능안전·현장검증), 보안(암호화·OTA 무결성·로그), 데이터(비식별·접근통제·보존), 책임(사고·근접사고 보고, 로그 확보), 보험(보장 범위·한도)을 공통 최소요건으로 설정
- 산업별 특성에 따라 추가·강화 요건을 부과하되, 기본 구조는 동일하게 유지하여 운영의 일관성을 확보함

□ 핵심 추진기구: (가칭) ‘부산 AI 네거티브 규제 위원회’

○ 법적 지위

- 부산시장의 권한을 위임받아, 후술할 「특별 조례」에 근거해 설치되는 AI 테스트베드 최고 의사결정기구(Control Tower)

○ 핵심 기능

- (One-Stop 창구) 기업의 실증특례 신청·접수 및 단일 창구 역할 수행
- (심의·검토) 신청 과제에 대해 제4장 2절의 산업별 규제안(안전 기준 등)을 토대로 안전성·필요성·타당성 검토
- (중앙정부 연계) 검토 결과를 바탕으로, 가장 적합한 국가 샌드박스 법률(예: 모빌리티 혁신법)로 중앙부처에 특례 신청을 공식 연계·건의
- (성과관리) 실증 데이터 분석 및 성과 평가, 중앙 법령 개정안 마련 및 공식 건의

○ 구성안(예시)

- (위원장) 부산광역시 시장 (실질적 집행 권한 확보)
- (위원)
 - (지방) 부산시 핵심 실·국장 (기획, 산업, 교통, 해양 등)
 - (중앙) 중앙부처 관계자 (행안부, 국토부, 과기부, 산업부, 해수부, 중기부 등)와의 상시 협의·동시심사 체계를 구축하고 필요시 관계기관장 추천에 따른 위촉위원 참여를 통해 ‘규제 분절’ 문제 해결 및 신속 처리(Fast-Track) 협력 채널 확보

- AI 산업(로봇, 모빌리티, 정수장 등) 및 법률, 데이터, AI 윤리, 안전(보험) 분야 민간 전문가

○ 운영 방식: 분과 중심 구조로 운영

- 동시심사 분과: 부처·전문기관·부산시가 참여하여 특례 신청 안건을 동시에 심사하고, 조건·범위·기간을 조정
- 기술·안전 분과: 기능안전·사이버보안·책임·보험 등 세이프가드 기준과 사전검증 절차를 설계·운영
- 데이터·표준·인증 분과: 데이터 거버넌스(비식별, 접근통제)와 국제표준·해외 인증과 연계된 평가·인증 경로(Fast Track)를 설계
- 성과·환류 분과: KPI·민원·보안 준수 현황을 모니터링하고, 결과를 표준·지침·법령 개선으로 연결하는 환류 계획을 수립

□ 통합 거버넌스 주체별 역할 정립

○ 부산광역시: 집행 총괄 및 사무관

- 원스톱 창구와 전담지원단 운영, EDC 허브 지정·관리, 구역·분야의 단계 확산 전략 수립
- 거버넌스 운영성과(대시보드)를 공개하고, 환류 결과를 도시 전략·정책에 반영

○ 중앙정부: 규제권한 및 협력

- ‘위원회’에 참여하여 규제 현안 공동 논의²¹⁾
- 부산시가 연계한 특례 안건을 소관 샌드박스 위원회에 우선 상정 및 ‘신속 처리(Fast-Track)’ 협력

○ 부산 AI 네거티브 규제 위원회(컨트롤타워)

21) 다만 중앙부처 공무원이 특정 지자체 위원회에 상시 출석하는 것은 타 지자체와의 형평성 문제로 인해 가능성이 낮을 수 있으므로, 부산에 소재하며 중앙부처의 권한을 위임받은 특별지방행정기관의 장을 위원으로 위촉하는 것을 실효성 있는 방안으로 제안함. 국토교통부 → 부산지방국토관리청장 또는 부산지방항공청장 (자율주행, 드론 관련), 환경부 → 낙동강유역환경청장 (AI 정수장, 수질 데이터 관련), 중소벤처기업부 → 부산지방중소벤처기업청장 (규제자유특구 총괄)

- 통합 거버넌스의 기본방향·연간계획·세이프가드 기준·평가 및 환류계획을 심의·의결
- 이해관계자 간 분쟁 조정, 중앙·지방·민간 간 정책 조정 플랫폼 역할 수행
- 민간기업: 기술 실증 주체
 - ‘단일 창구’에 혁신적 실증 과제 및 맞춤형 안전 기준을 포함한 규제안 신청
 - 조례가 규정할 사업자 의무(안전 계획, 보험, 데이터 제출)의 성실한 이행
- 공공·전문기관: 기술 검증 및 지원
 - 부산테크노파크, K-water, 한국승강기안전공단, 교통안전공단 등
 - ‘위원회’ 참여 및 기술 자문, 실증 인프라(테스트베드) 제공 및 기술 검증 지원
- 산업계·연구·교육기관
 - 실증사업을 기획·수행하고, 세이프가드 준수 및 성과·안전성 입증자료를 제출
 - 실증 과정에서 축적된 데이터와 경험을 활용해 표준화·인증·기술 가이드라인 개발에 참여
- 시민·이해관계자
 - 서비스 이용·공간 이용 주체로서 사회적 수용성 평가·피드백 제공, 위험·불편에 대한 의견 제시
 - 거버넌스 운영 과정에서 정보 제공·소통 절차를 통해 신뢰 형성에 기여
- 전담지원단(사무국)
 - 원스톱 창구의 실무 운영, 신청·심사·평가 관련 서류·일정·협의 관리
 - KPI·대시보드 관리, 교육·컨설팅, 매뉴얼·체크리스트 개발 등을 통해 통합 거버넌스 운영의 실질적 허브 역할 수행

2. 법적 기반: (가칭)「부산 시 네거티브 규제 테스트베드 특별 조례」설계

□ 조례제정의 필요성 및 법적 관계

○ 필요성

- 상기 '통합 거버넌스' 구축, '위원회' 설치, '단일 창구' 운영 절차를 규정하기 위한 법적 근거 마련

○ 법적 관계 명확화

- 본 조례는 헌법상 법률 우위의 원칙에 따라 「주차장법」, 「수도법」 등 국가 법률을 직접 '유예'하거나 '무효화'하는 것이 아님
- 국가 법률(예: 「산업융합 촉진법」)이 이미 부여한 실증특례(규제 유예) 제도를 부산시가 체계적·신속하게 활용하기 위한 지방정부 차원의 집행 절차와 권한을 규정하는 데 있음

□ 「특별 조례」의 핵심 구성 조항

○ 목적 및 정의

- 3대 핵심 산업(로봇주차, 자율주행, AI 정수장)을 대상으로 네거티브 규제 원칙을 적용하고 테스트베드를 운영하여 AI 기반 신산업 육성 및 지역 경제 활성화를 목적으로 함을 명시

○ 기본 원칙

- 혁신 촉진 우선, 안전성 확보, 사전규제 최소화 및 사후책임 강화, 데이터 기반 규제

○ 위원회 설치 및 기능

- '부산 AI 네거티브 규제 위원회'의 설치 근거와 핵심 기능(심의·의결, 중앙정부 연계)을 법제화

○ 신청 및 지원: One-Stop Shop 절차

- 기업의 단일 창구 신청 절차, 위원회의 검토, 중앙부처 샌드박스 연계·건의에 이르는 구체적 행정 절차 정의

○ 사업자 의무: 사후책임

- 사후책임 강화 원칙의 제도화를 위해 특례 사업자의 의무 명시
- 안전성 입증 계획(위험성 평가 보고서 포함) 제출 의무
- 손해배상을 위한 책임보험 가입 의무

- AI 결정 추적을 위한 데이터(DSSAD/EDR 등) 기록·보관·제출 의무

○ 데이터 수집 및 활용

- 부산시가 성과 분석 및 제도 개선의 근거로 활용하기 위해, 개인정보 보호법을 준수하는 범위 내에서 비식별화된 실증 데이터를 수집·분석할 수 있는 법적 근거 마련

○ 법령 정비 요청: 환류 장치

- 실증을 통해 안전성이 입증된 기술에 한해, 위원회가 「주차장법」, 「수도법」 등 중앙 법령의 개정을 관련 중앙부처에 공식적으로 요청할 수 있는 권한 규정

제 5 장

부산 시 산업 네거티브 규제 테스트베드 구축 및 운영 방안

제1절 테스트베드 구축 기본 방향

제2절 산업별 테스트베드 구축 방안

제3절 테스트베드 운영 및 지원 체계

부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 구축 및 운영 방안

제1절

테스트베드 구축 기본 방향

- 앞 장에서 제시한 네거티브 규제 설계 방안이 부산시가 지향해야 할 규제 프레임워크의 방향성을 제시한 것이라면, 본 장에서는 해당 규제가 허용된 환경에서 실증을 어떻게 구축·운영할 것인지에 대한 구체적인 운영 방향을 제시하는 데 목적이 있음
- 테스트베드는 신기술의 성능과 안전성을 실제 환경에서 검증하고, 법·제도 적용을 넘어 실질적인 성과 창출을 목표로 관리·지원 중심의 운영체계를 지향하는 기술 실증 플랫폼으로 정의할 수 있음
 - 테스트베드는 실험실 수준의 기술개발 단계를 넘어, 기술성숙도(TRL) 5~7단계 수준의 실증을 통해 시장 진입 이전 단계에서 기술의 유효성·안전성·경제성을 종합적으로 검증하는 중간 단계로서 기능함(한국산업 기술진흥원, 2023)
 - 기술성숙도(TRL)는 기초연구 단계인 1단계(기초이론 및 실험), 2단계(개념 정립), 실험실 검증 단계인 3단계(기본 성능 검증), 4단계(핵심 성능 평가), 시작품 단계인 5단계(시작품 제작 및 평가), 6단계(파일럿 규모 제작 및 성능 평가), 제품화 단계인 7단계(신뢰성 및 수요기업 평가), 8단계(인증 및 표준화), 그리고 최종 사업화 단계인 9단계로 구성됨
- 테스트베드 구축의 목적 및 기본 방향
 - 에코델타시티의 테스트베드의 목표는 1) 관리 및 지원 중심, 2)전주기 실증, 3)데이터 기반 운영의 큰 방향 하에 운영됨

- 첫째, AI 산업 네거티브 규제 테스트베드는 단순한 법·제도 적용이나 규제 완화에 초점을 둔 실험 공간이 아니라, 관리와 지원 기능이 결합된 실증 기반 정책 플랫폼으로서의 성격을 지님
 - AI 신기술의 적용 가능성을 실증적으로 검증하고 산업 현장에 적용 가능한 실질적 성과를 창출하는 것을 1차적 목적으로 함
- 둘째, 기술 개발→실증→확산→환류로 이어지는 전주기 실증 구조를 지향
 - 연구개발(R&D) 중심의 기존 정책에서 벗어나 수요 연계형·성과 확산형 정책 구조로의 전환을 유도하는 것을 기본방향으로 설정함
 - 또한 지역 내 대학·연구기관·공공기관·민간기업이 참여하는 개방형 협력 구조를 통해 선순환 구조를 구축함으로써 테스트베드를 지역 AI 산업 생태계의 핵심 거점으로 기능하는 것이 가능함
- 셋째, 본 테스트베드는 사전 규제 중심의 포지티브 규제 체계에서 벗어나, 원칙 허용·사후 규율을 기본으로 하는 네거티브 규제 방식을 기반으로 운영
 - 이를 통해 AI 기술의 신속한 현장 적용과 실험적 시도가 가능하도록 하면서도, 안전성·신뢰성·책임성에 대해서는 명확한 사후 관리체계를 병행하여 규제 위험을 최소화 할 수 있음
 - 특히 데이터 활용, 알고리즘 검증, 시민 대상 서비스 적용 등 민감한 영역에 대해서는 단계별 실증 승인 및 위험관리 체계를 병행 적용함으로써, 기술 혁신과 공공성의 균형을 확보하는 것을 기본 방향으로 설정

□ 테스트 베드 운영 방향

- 네거티브 규제 기반의 유연한 실증체계를 구축함
 - 사전 규제 중심의 포지티브 규제 방식에서 벗어나, 원칙 허용·사후 규율을 기본으로 하는 네거티브 규제 방식을 적용함으로써 AI 신기술의 신속한 실증과 현장 적용을 가능하게 함
 - 규제샌드박스 제도와 연계하여 제도 실험-기술 실증-정책 개선이 동시에 작동하는 구조를 구축함
- 실제 환경 기반의 전주기 실증체계를 구축함

- 단순한 가상 실험이 아닌 에코델타시티 내 실제 운영 환경을 활용한 실증을 원칙으로 함
- 기술개발→실증→평가→확산→환류로 이어지는 전주기 실증 구조를 구축하여, 실증 성과가 산업 확산으로 직접 연결되도록 함
- 데이터 기반 통합 운영체계를 구축해, 데이터 성과관리 결과를 환류해 반영
 - 데이터 분석을 통해 미비점을 도출하고, 이를 다음 계획주기에 반영하는 데이터 순환형 운영관리체계 구축함
- 시민 거주 리빙랩으로 수요자 중심·문제 해결형 실증을 추진함
 - 시민, 공공, 산업 수요를 출발점으로 하는 실증과제 운영
 - 기술 검증 자체가 아닌 시민 체감형 서비스 개선과 공공 가치 창출을 동시에 달성하는 실증 구조를 지향
- 3대 전략 산업 중심의 선택과 집중 전략을 추진함
 - 로봇 주차, 자율주행, AI 정수장을 주력 산업으로 선정하여 집중 실증하고 국가 대표 실증 모델을 창출함
- 산업생태계 연계형 실증-사업화 구조를 구축함
 - 규제자유특구 및 규제샌드박스와의 연계한 지역 기반 자생적 산업생태계 조성
- 안전·윤리·책임성을 병행하는 위험관리 체계를 구축함
 - 데이터 활용, 알고리즘 검증, 시민 대상 서비스 적용 등 민감 분야에 대해 단계별 실증 승인 및 위험관리 체계 적용
 - 기술 혁신과 공공성의 균형을 확보하는 책임 기반 실증 구조를 정착시킴
- 선도지구 성과관리는 ‘경제·사회·환경·기술혁신’ 4대 지표로 관리함
 - 실증 성과를 공공조달, 민간투자, 기술이전, 후속 R&D로 연계하여 산업 확산 구조를 구축함
 - 에코델타시티를 국가 대표 AI 실증 표준 거점으로 육성하고, 타 지자체·전국 단위 확산을 추진함

□ 공간적 범위 및 실증 사업

- 실증 환경은 단순한 가상 시뮬레이션이 아닌, 에코델타시티 내 실제 운영 환경 또는 이에 준하는 실증 환경을 기반으로 구축하여, 예측 불가능한 다양한 외부 변수와 운영 조건이 반영된 실증이 가능하도록 함
 - 기업이 개별적으로 구축하기 어려운 에코델타시티 내 고비용 인프라에 대한 접근성을 보장하고, 핵심 인프라를 공동 활용할 수 있는 환경을 제공함으로써 실증 참여에 따른 진입 장벽을 완화함
- 본 테스트베드는 로봇 주차, 자율주행, AI 정수장을 중심으로 제품·서비스, 핵심 기술, 비즈니스 모델 및 운영 프로세스 전반에 걸친 다층적 혁신 프로젝트의 도출을 지향함
 - 로봇 주차: 무인·자동화 주차 시스템을 통해 주차 효율성 제고, 안전성 확보 및 운영비용 절감을 동시에 검증하는 실증 프로젝트
 - 자율주행: 실제 도심·생활권 환경에서 자율주행 기반 이동 서비스의 안전성, 신뢰성 및 교통 운영 효율성 개선 효과를 종합적으로 검증하는 실증 프로젝트
 - AI 정수장: 수질 예측, 약품 투입 자동화, 에너지 최적화 등 정수 공정 전반의 지능화를 통해 먹는물 안전성과 운영 효율성을 동시에 향상하는 실증 프로젝트

[표 5-1] 에코델타시티 시 네거티브 규제 테스트베드 구축 기본방향 및 3대 실증 산업

구분	구축 기본 방향	로봇 주차	자율주행	시 정수장
구축 목적	실증 기반 성과 창출	무인·자동화 주차 서비스 실증 및 상용화	도심·생활권 자율주행 실증 및 확산	시 기반 수처리 운영 자동화 및 고도화
정책 성격	관리·지원 중심 실증 플랫폼	운영 안정성·안전성 중심 관리	교통안전·책임성 중심 관리	공공안전·수질 신뢰성 중심 관리
실증 구조	전주기 실증 체계	설치-운영-이용-사업화	주행-관제-사고대응-확산	수질예측-약품제어-운영자동화-확산
규제 방식	네거티브 규제 기반	주차장법·건축규제 유연 적용	도로교통법·운행규제 특례	수도법·수질기준 특례 실증
운영 원칙	데이터 기반 운영	주차 이용·회전율·대기시간 데이터	주행·충돌·신호·관제 데이터	탁도·pH·잔류염소·운영 데이터
실증 방식	수요자 중심 실증	시민·상가·공공 주차 수요 반영	시민 이동·교통약자 이동 수요 반영	시민 먹는물 안전·운영 효율 수요 반영
실증 환경	실환경 기반 실증	실제 공동주택·상업시설 주차장	실제 도로·생활권 교차로	실제 정수장 공정 운영 환경
인프라 전략	고비용 인프라 공동 활용	기계식 주차 인프라 공동 활용	도로·교차로·관제 인프라 활용	정수장 공정·센서·SCADA 활용
실증 범위	다층적 혁신 프로젝트	무인주차, 요금정산, 혼잡관리	자율주행, 교통관제, 안전제어	수질예측, 약품제어, 에너지 최적화
산업 연계	산업생태계 연계형	주차·모빌리티 플랫폼 기업	완성차·모빌리티·시 기업	수처리·환경·시 기업
사업화 지원	실증 이후 사업화 연계	공공주차 조달·민간 확산	공공 교통 서비스 연계	지자체·광역 정수장 확산
위험 관리	단계별 위험관리 체계	기계 오작동·안전 사고 관리	사고·책임·보행자 안전 관리	수질 사고·시민 건강 리스크 관리
공공성 확보	기술 혁신-공공성 균형	주차 안전·시민 편의성	교통 안전·사회적 수용성	먹는물 안전·공공 신뢰성

제2절

산업별 테스트베드 구축 방안

1. 로봇 주차

1) 테스트베드 기본 방향

□ 부산 에코델타시티와 로봇·모빌리티 전략

- 부산 에코델타시티(이하 EDC) 국가시범도시는 단순한 신도시 개발사업이 아니라, 4차 산업혁명 기술과 친환경 수자원 관리, 그리고 로봇·AI 기반 도시운영 시스템을 실제 도시 스케일에서 통합 실증하려는 실험도시로 기획된 곳임
 - 기존의 주거·상업 위주의 택지개발과 달리, 스마트워터시티·스마트에너지·스마트모빌리티 등 여러 분야의 첨단 기술을 도시 전반에 녹여내면서, 동시에 친수·생태 환경을 유지·강화하는 것을 핵심 가치로 두고 있음
- 에코델타시티는 실질적인 실험 무대이자, 이후 부산 전역 및 타 도시로 확산될 모델을 먼저 만들어 보는 “선행 테스트베드” 성격을 지님
 - 로봇주차는 이 가운데서도 도시 공간의 효율성을 높이고, 시민의 이동 경험을 혁신하며, 동시에 건축·소방·주차·도로 등 여러 법제와 직접적으로 연결되어 있다는 점에서 테스트베드를 통해 검증해야 할 가치가 매우 높은 분야임
 - 특히 에코델타시티가 수변·저지대·친수 공간과 결합된 도시라는 특성을 감안하면, 기존 지하주차장 구조에 그대로 의존할 경우 침수·재난 리스크가 상존하게 되는데, 로봇주차 시스템을 접목한 새로운 주차 방식은 이러한 리스크를 관리하면서도 공간 활용도를 극대화할 수 있는 대안으로 기능할 수 있음

□ 부산시 주차·공간정책과 로봇주차의 정책적 위치

- 부산은 도심부가 상대적으로 협소하고, 구릉지·경사지가 많으며, 노후 주거지와 상권이 뒤섞여 있는 도시 구조를 갖고 있음

- 이로 인해 오래전부터 상시적인 주차난과 불법주정차 문제가 발생해 왔으며, 이를 해소하기 위해 자주식·기계식 주차장을 확대해 왔으나, 토지 이용의 비효율성, 안전사고 문제, 이용자 불편 등 한계도 함께 누적되어 온 상황임

○ 기존 기계식 주차장 규제의 문제

- 「기계식주차장치의 안전기준 및 검사기준 등에 관한 규정」에 따라 구조·시설·입출고 시간 등에 매우 상세한 기준을 적용받고 있음
- 이러한 규정은 과거 기계식 시스템의 안전사고를 줄이는 데 일정 효과를 발휘했으나, 동시에 새로운 로봇주차 기술을 적용하는 데에는 과도한 제약으로 작용하는 측면도 존재함
- 예를 들어, 입출고 시간에 대한 획일적인 규정이나 장비 유형을 전제로 한 구조 기준은, 센서·AI·고정밀 제어 기술을 활용하는 최신 로봇주차 시스템에는 현실과 맞지 않는 요구사항이 될 수 있음

- 에코델타시티는 도시 전체가 스마트 규제 실험장 역할을 하는 국가시범도시이므로, 기계식 주차 규정과 건축·소방·교통 관련 규제를 실제 데이터에 기반하여 조정·개선해 볼 수 있는 최적의 무대라고 볼 수 있음

□ 에코델타시티 로봇주차 테스트베드의 의의

- 에코델타시티 내 로봇주차 테스트베드를 구축하는 것은 단순히 “새로운 주차장 하나를 설치하는 사업”이 아니라, 부산시가 지향하는 AI 네거티브 규제, 스마트시티, 로봇·모빌리티 산업 전략을 한데 묶어 실제로 구현해 보는 핵심 프로젝트가 됨
 - 테스트베드에서 축적되는 데이터와 경험은 향후 부산의 다른 도심 거점(서면, 센텀, 사상, 사하 등)으로 로봇주차·스마트주차를 확산시키는 데 필요한 근거자료가 될 뿐 아니라, 중앙정부의 관련 법령·고시·표준을 개선하는 데에도 직접적인 인풋으로 활용될 수 있음
- 또한 에코델타시티 도시 차원의 “통합 모빌리티 허브”와 “로봇 친화적 생활환경”을 동시에 구현하는 사례를 만들 수 있음

- 즉, 로봇주차 테스트베드는 주차 문제 해결을 넘어, 자율주행·공유 모빌리티·배송 로봇·생활로봇 등과 연결되는 대규모 통합 실증의 중요한 퍼즐 조각이 될 것임

□ 로봇주차 테스트베드의 비전과 목표

○ 로봇주차 테스트베드의 비전 설정

- 에코델타시티 로봇주차 테스트베드의 비전은 “로봇이 주차를 전담함으로써 사람은 걷고 머무는 데 집중할 수 있는 보행 중심 스마트시티 구현”으로 설정함
- 이는 도시의 물리적 구조, 교통체계, 시민의 일상 경험을 모두 포괄하는 포괄적 비전으로, 자동차가 주차 공간을 장악했던 기존 도시에서 벗어나, 보행자와 공동체 활동을 위한 공간을 최대한 회복하는 동시에, 주차 과정에서 발생하는 비효율과 사고 위험을 첨단 기술로 관리·최소화하겠다는 의미임
- 이 비전 아래 로봇주차 테스트베드는 주차공간을 단순히 차량을 보관하는 수동적인 공간이 아니라, 도시 전체의 교통 흐름과 에너지, 데이터, 안전을 연결하는 “능동적인 인프라”로 재정의함. 즉, 주차장은 더 이상 도시 계획의 말단 시설이 아니라, 자율주행차의 집결지, 전기차 충전 및 에너지 관리의 거점, 로봇의 이동 경로와 작업 공간, 다양한 데이터가 수집·분석되는 도시 운영 플랫폼의 핵심 노드가 되는 것임

○ 로봇주차 테스트베드의 정책·기술 세부 목표

- 정책·제도 측면의 목표는 로봇주차 기술 도입과 확산을 가로막고 있는 기존 규제의 비합리적 요소를 실증 데이터 기반으로 식별·수정함으로써, “안전은 강화하면서도 혁신에는 개방적인 규제 체계”를 구축하는 데 있음. 이 과정에서 AI 네거티브 규제 설계 모형을 로봇주차 분야에 구체 적용함으로써, 중앙정부·타 지자체가 참고할 수 있는 선도 사례를 만들어 내는 것이 중요함

- 기술·서비스 측면에서는 평판형 로봇, 팔레트·랙형 고밀도 주차 시스템, 실외형 발렛 로봇 등 다양한 유형의 로봇주차 기술을 동시에 시험하고, 각 기술이 어떤 공간 조건·운영 조건에서 가장 높은 효율성과 안정성을 보이는지 비교·분석하는 것이 핵심 목표가 됨. 아울러 차량·로봇·엘리베이터·관제센터·빌딩 관리 시스템 간의 정교한 연동을 통해, 입출고 속도, 에너지 사용량, 장애 발생률 등 핵심 지표를 실시간으로 모니터링하고, 그 결과를 바탕으로 지속적인 알고리즘 개선과 시설 최적화를 수행할 수 있는 체계를 만드는 것이 중요함

□ 규제·거버넌스 방향

○ AI 네거티브 규제 설계 모형과 로봇주차의 결합

- 부산이 제시한 AI 네거티브 규제 설계 모형은 “누가(Who) / 무엇을(What) / 어떻게(How) 규제·지원할 것인가”를 체계적으로 정의하는 틀로, 고위험 AI·로봇 기술 분야에 대해 사전허용·사후관리 방식의 규제 혁신을 추진하기 위한 기준점 역할을 함
- 로봇주차는 사람·차량·건축물·화재·침수 등 다양한 위험요인이 복합적으로 얽혀 있는 분야이기 때문에, 이 모형을 실제로 적용하기에 매우 적합한 사례라 볼 수 있음
- 이 틀에 따라 보면, “Who”는 국토부·국가스마트시티위원회·소방청 등 중앙정부, 부산시 및 시 산하 공기업, K-water·부산도시공사, 로봇·건설·통신·플랫폼 기업, 시험·인증기관, 학계·전문가, 그리고 최종적으로는 기술을 이용하는 시민으로 구성된 다층 거버넌스 구조가 됨
- “What”은 로봇주차 설비 자체뿐 아니라, 관련 데이터 처리, 자율·원격 운전, 화재·재난 대응, 개인정보 보호 등 광범위한 영역을 포함하게 됨
- “How”는 테스트베드 구역을 지정하여 실증을 진행하고, 그 결과를 근거로 규제 특례를 부여하거나 법령 개정을 건의하는 방식이 됨

○ 규제 샌드박스·시범지구와의 연계

- 로봇주차 테스트베드는 자율주행차 시범운행지구, 규제자유특구와 유사한 방식으로 운영하는 것이 바람직함
- 즉, 에코델타시티 내 일부 블록을 “로봇주차 규제 샌드박스 구역”으로 지정하여, 해당 구역에서는 기존 기계식 주차장 규정 중 일부를 조건부로 완화하거나 적용 유예를 허용하고, 대신 실증 과정에서 수집되는 안전·성능 데이터를 바탕으로 위험을 지속적으로 평가·관리하는 방식을 택하는 방안을 고려할 수 있음
- 이 과정에서 시민 안전에 직결되는 핵심 요소(예: 화재 안전, 비상 시 피난, 구조·구급 동선, 로봇 오작동 시 대응 절차 등)는 오히려 일반 기준보다 더 엄격한 수준의 설계·관리를 요구하되, 기술 발전을 가로막는 측면이 큰 절차적·형식적 규정은 네거티브 방식으로 정비하는 방향을 모색함

○ 통합 운영 거버넌스 구축

- 로봇주차는 건축·교통·소방·IT·데이터·산업정책이 모두 얽혀 있는 분야이므로, 단일 부서나 기관이 모든 것을 책임지는 방식으로는 효과적인 추진이 어려움
- 따라서 상위에는 부산 AI 네거티브 규제 위원회 산하 로봇·모빌리티 분과를 두어, 로봇주차 테스트베드 전반에 대한 전략·규제·평가를 담당하게 하고, 현장 운영 차원에서는 부산시 관련 부서, K-water·부산도시공사, 로봇·시스템 공급사, 운영사, 입주민·상인 대표가 참여하는 “로봇주차 운영협의회”를 구성하여 일상적인 운영·민원·서비스 개선·위험관리 등을 상시 논의·조정하는 구조를 설계하는 것이 적절함
- 이를 통해 정책 결정-실증-현장운영-시민의견 청취가 선순환을 이루는 거버넌스 구조를 갖추는 것이 중요함

□ 공간·기술·서비스 측면의 기본 방향

○ 공간계획 방향

- 공간 측면에서 에코델타시티 로봇주차 테스트베드는 “보행 중심 도시 구조를 강화하기 위한 수단”이라는 관점에서 계획되어야 함

- 즉, 기존 도시처럼 주거·상업시설 주변 도로에 노상주차를 허용하거나, 지상의 상당 부분을 주차장으로 사용하는 방식이 아니라, 차량은 지정된 진·출입구를 통해 지하 또는 배후부에 설치된 로봇주차 구역으로 자동 이송되고, 지상부는 대부분 보행자·자전거·퍼스널 모빌리티, 그리고 자율주행 셔틀과 라스트마일 로봇이 함께 사용하는 보행 우선 공유 공간으로 조성하는 방향이 바람직함
- 이를 위해 공공시설형, 주거복합형, 모빌리티 허브형 등 다양한 유형의 로봇주차 거점을 전략적으로 배치하고, 각 거점은 주변 생활권과 보행 네트워크, 수변·공원 공간과 자연스럽게 연결되도록 설계할 필요가 있음
- 특히 수변·저지대 특성상 홍수·침수 리스크가 존재하므로, 지하주차장 설계 시 차수벽, 수문, 배수펌프, 침수 감지 센서 등 방재 설비를 기본 전제로 하고, 침수 시에도 차량·로봇·사람의 안전을 지킬 수 있는 시나리오 기반 설계를 함께 고려해야 함

○ 기술·시스템 방향

- 기술·시스템 측면에서는 특정 로봇 유형에 종속되지 않고, 향후 기술 발전과 공급 기업의 변화를 수용할 수 있도록 모듈형·개방형 아키텍처를 채택하는 것이 중요함. 예를 들어 평판형 로봇, 팔레트·랙형 시스템, 실외 발렛 로봇 등 서로 다른 기술을 하나의 플랫폼 안에서 혼합·비교 실증할 수 있도록, 주차 공간·통신 인프라·관제 시스템·API 규격 등을 표준화해 두는 방식이 필요함
- 또한 로봇주차 시스템은 단독으로 존재하는 것이 아니라, 엘리베이터·건물 관리 시스템(BAS), 전기차 충전 인프라, CCTV·출입통제, 자율주행·교통 신호 시스템 등과 긴밀히 연계되어야 하므로, 이를 통합적으로 제어·모니터링하는 “로봇주차 통합 관제 플랫폼”을 구축해야 함. 이 플랫폼은 주차·로봇 제어 기능뿐 아니라, 데이터 수집·분석, 예지정비, 비상상황 대응, 이용자 서비스(앱·키오스크·안내 시스템)까지 포괄하는 역할을 수행하여야 함

○ 서비스·시민경험 방향

- 서비스 측면에서는 단순히 “자동으로 주차해 주는 편리한 시스템”을 넘어서, 시민이 로봇주차를 이용하면서 느끼는 경험 전반이 긍정적이고 신뢰할 수 있도록 설계하는 것이 중요함

- 이용자는 차량을 진·출입 구역에 세운 후 앱이나 키오스크로 간단히 입차를 요청하고, 화면에서 예상 대기시간과 차량 위치를 직관적으로 확인할 수 있어야 하며, 미리 설정해 둔 시간에 맞춰 차량을 호출할 수 있어야 함
- 특히 고령자, 장애인, 영유아 동반자 등 교통약자가 많은 도시 환경을 고려하여, 승·하차 구역의 접근성, 보행 동선, 엘리베이터 위치, 안내 표지 등을 세심하게 설계할 필요가 있음
- 또한 시스템 장애나 정전, 통신 장애 등 비상 상황이 발생했을 때 이용자가 어떤 정보를 언제, 어떤 채널을 통해 받게 되는지, 그리고 어떤 방식으로 차량을 회수하고 안전하게 이동할 수 있는지에 대한 프로토콜을 상세히 마련해 두어야 시민 신뢰를 확보할 수 있음
- 초기에는 만족도 조사, 시민 모니터단, 리빙랩 프로그램 등을 병행 운영하여, 시민의 우려와 불편을 조기에 발견·보완하고, 긍정적 경험을 확산시키는 전략도 고려할 필요가 있음

2) 테스트베드 사례 검토

□ 팩토리얼 성수(서울 성동구) 사례

○ 개요 및 도입 배경

- 서울 성수동에 위치한 “팩토리얼 성수”는 현대자동차그룹이 로봇·미래 모빌리티 기술을 실생활·업무 공간에 적용해 보기 위해 조성한 복합 오피스 빌딩으로, 실내 배송 로봇, 안내 로봇, 그리고 로봇주차 시스템 등을 통합적으로 적용한 민간 상업시설형 테스트베드임
- 이 빌딩은 단순한 임대 오피스가 아니라, 입주 기업과 방문객이 로봇 친화형 공간에서 새로운 업무·이동 경험을 직접 체험하도록 설계된 “로봇 라이프스타일 빌딩”이라는 성격을 갖고 있음

○ 로봇주차 시스템 구조와 운영 방식

- 팩토리얼 성수에 도입된 로봇주차 시스템은 평판형 주차 로봇이 차량 하부로 진입하여 차량을 들어 올린 뒤, 지하 주차 공간으로 수평 이동시키는 방식으로 알려져 있음

- 이용자는 별도의 주차 행위를 하지 않고 전용 앱이나 키오스크를 통해 입차를 요청하며, 이후 로봇이 차량을 인수하여 주차구역으로 자동 배치함
- 이 구조는 운전자와 보행자가 지하 주차장 내부를 직접 이동하지 않아도 되도록 설계되어 있어, 보행 안전과 편의 측면에서 장점이 큼
- 또한, 주차 로봇 시스템은 전기차 충전 설비와 연계되어, 로봇이 주차된 차량을 충전기와 연결된 차실로 이동시키거나, 충전이 완료된 차량을 다시 다른 위치로 재배치하는 기능을 수행함
- 이 과정에서 주차·충전·예약·결제 등 다양한 정보가 통합 관제 시스템을 통해 실시간으로 관리되며, 운영자는 주차장 전체의 가동률, 로봇 상태, 충전기 이용률, 장애 발생 현황 등을 한눈에 파악할 수 있음

○ 운영 경험과 시사점

- 팩토리얼 성수 사례는 민간 상업시설에서 로봇주차를 실제 상용 서비스 형태로 도입해 본 첫 사례라는 점에서 의미가 크지만, 동시에 몇 년의 운영을 거치며 시스템 일부가 조정·철수되는 과정을 통해 “쇼케이스형 실증”과 “지속 가능한 운영 비즈니스” 사이의 차이도 보여줌. 이는 로봇주차 테스트베드를 설계할 때, 기술의 참신함과 홍보 효과뿐 아니라, 중장기적인 유지보수 비용, 고장·사고 대응 역량, 이용자 수요 수준, 임대·분양 수익과의 관계 등을 종합적으로 고려해야 함을 시사함
- 에코델타시티 입장에서는 팩토리얼 성수와 같은 빌딩 단위 상용화 경험을 참고하되, 도시 전체 차원의 공간·모빌리티 전략 속에서 로봇주차의 위치를 설계해야 함. 즉, 개별 건물마다 제각각 로봇주차 시스템을 설치하는 것이 아니라, 도시 계획 단계에서부터 로봇친화형 구조, 표준화된 인터페이스, 공공·민간의 역할 분담, 데이터·관제의 통합 체계를 함께 설계해 두어야 하는 것임

□ 서울 장안동 오피스텔(힐스테이트 장안 라보니타) 사례

○ 주거형 로봇주차 도입 사례의 특징

- 서울 동대문구 장안동의 “힐스테이트 장안 라보니타”는 국내 오피스텔 단지 중 로봇 기반 오토발렛 주차 시스템을 본격 도입한 대표 사례로 꼽힘

- 이 단지는 고밀도 주거·업무 수요가 존재하는 도심지역에 위치해 있어, 한정된 대지에서 최대한 많은 세대와 주차 공간을 확보하는 것이 사업성의 핵심 변수였고, 그 과정에서 평판형 로봇주차 시스템이 적용됨

○ 기술·건축 세부사항과 사업성

- 이 단지에 도입된 로봇주차 시스템은 두께가 10cm 내외인 매우 얇은 플랫폼 로봇이 차량 아래로 진입한 뒤 차량을 들어 올려 이동시키는 구조로, 기존 기계식 주차에 비해 구조물이 단순하고, 층고·굴착 깊이를 줄일 수 있어 건축비 절감에 기여함
- 동일한 대지 조건에서도 자주식 주차장에 비해 2~3배 수준의 주차 대수를 확보할 수 있고, 주차장에 투입되는 면적을 줄인 만큼 세대·임대면적을 늘릴 수 있어, 분양·임대 수익 측면에서 긍정적인 효과를 가져오는 것으로 평가됨
- 에코델타시티의 주거복합 블록에서도 유사한 로봇주차 시스템을 도입하면, 주거건물 하부 또는 인접 부지에 필요한 최소한의 주차 공간만 확보하고, 나머지 지하·지상 공간은 커뮤니티 시설, 상업시설, 공원·광장, 생활SOC 등 주민을 위한 공공·공동체 활동 공간으로 전환할 수 있는 여지가 있음
- 이는 에코델타시티가 지향하는 보행 중심·공유공간 중심 도시구조와 잘 맞아떨어지는 방향임

○ 안전·이용자 측면의 시사점

- 장안 라보니타 사례는 로봇주차 시스템을 설계할 때 반드시 화재·침수·정전 등 비상 상황에 대비한 구조·설비를 충분히 고려해야 한다는 점도 함께 보여줌
- 이 단지는 내화 콘크리트 차실 구조, 차실별 스프링클러, 자동 화재 감지·제어 시스템 등을 갖추어, 차량 화재가 발생하더라도 불길이 다른 차실로 빠르게 확산되지 않도록 방지하는 구조를 적용하였음
- 에코델타시티는 수변·저지대 특성이 강한 만큼, 이러한 방재 설계 요소를 더욱 강화하여, 로봇주차 시스템이 “새로운 위험”이 아니라 “기존 위험을 더 잘 관리하는 수단”이라는 인식을 줄 수 있도록 해야 할 것임

□ 현대위아 HMGMA(미국 조지아주) 사례

○ 생산·물류 환경에서의 로봇주차 활용

- 현대자동차그룹 메타플랜트 아메리카(HMGMA)는 미국 조지아주에 건설된 대규모 전기차·배터리 통합 생산공장으로, 내부에서 수백 대의 자율주행 운송 로봇과 수십 대의 주차 로봇이 동시에 운용되는 초자동화 공장임
- 부품 공급부터 완성차 출고까지의 거의 전 과정에 로봇·자율주행·AI 기술이 도입되어 있고, 주차 로봇은 생산이 완료된 차량을 야외·실내 주차 구역에 체계적으로 배치하고, 선적 일정·차종·대상 국가 등에 맞춰 효율적으로 재배열하는 역할을 수행함

○ 에코델타시티에 대한 함의

- HMGMA 사례는 전형적인 “도시형 주차장”과는 성격이 다르지만, 로봇 주차와 자율주행 물류를 대규모로 연동 운용하는 과정에서 축적된 관제·안전·정비·예지보전(PHM) 데이터와 노하우가 에코델타시티 로봇주차 테스트베드 설계에 중요한 참고자료가 될 수 있음을 시사함
- 특히 로봇과 차량이 복잡한 동선에서 상호 충돌 없이 움직이도록 경로를 최적화하고, 설비 고장 가능성을 미리 진단해 유지보수 일정을 사전에 계획하는 예지정비 체계는, 도시형 로봇주차에서도 필수적으로 도입해야 할 요소임
- 또한 HMGMA에서는 수소연료전지 트럭 등을 활용해 공장 내·외곽 물류를 친환경적으로 운영하려는 시도가 이루어지고 있는데, 이는 에코델타시티에서도 전기차·수소차·친환경 물류와 로봇주차를 결합한 통합 친환경 모빌리티 허브를 설계하는 데 중요한 참고가 될 것임
- 예를 들어, 로봇주차 구역이 단순히 차량을 보관하는 공간에 머무르지 않고, 전기차 충전·V2G, 수소충전·연료전지 발전 등과 연계된 에너지 허브로 발전할 수 있는 가능성을 보여줌

3) 테스트베드 구축 방안

□ 구축 목표와 기본 전략

- 로봇주차 테스트베드 구축 목표는 앞서 언급한 바와 같이 ① 공간 혁신, ② 안전·신뢰 확보, ③ 제도 혁신의 세 축으로 정리할 수 있음
 - 이를 달성하기 위한 기본 전략으로는, 첫째, AI 네거티브 규제와 리빙 테스트베드 개념을 결합하여 규제혁신과 시민참여 실험을 동시에 추진하는 전략, 둘째, 개별 건물이 아니라 도시 차원의 복합 테스트베드 구조를 설계하는 전략, 셋째, 데이터 기반 성과관리와 정책 환류 체계를 구축하는 전략을 제시할 수 있음
 - 즉, 에코델타시티 내 일부 블록을 로봇주차 규제 샌드박스 구역으로 지정하고, 이 구역을 대상으로 공공·주거·모빌리티 허브별 테스트베드를 단계적으로 구축·운영하면서, 실증 결과를 근거로 관련 규제를 조정하고, 성공모델을 에코델타시티 전역 및 부산 도심 주요 거점으로 확산시키는 로드맵을 수립하는 것이 핵심임

□ 공간구조 및 시범구역 설계(안)

- 시범구역은 크게 공공시설형, 주거복합형, 모빌리티 허브형 세 가지 유형으로 구분하여 설계함
 - 공공시설형은 행정·문화·커뮤니티 시설 주변에 설치하여 방문객·직원용 주차를 로봇화함으로써 공공부문이 새로운 기술 도입을 선도하고, 시민이 이를 가장 먼저 체험할 수 있도록 함
 - 주거복합형은 공동주택 단지 및 복합개발지의 지하·저층부에 로봇주차를 설치해 주민의 장기 주차를 효율적으로 관리하는 한편, 지상부 공간을 공원·광장·생활SOC로 전환하는 도시공간 혁신의 핵심 수단으로 활용함
 - 모빌리티 허브형은 자율주행 셔틀 정류장·공유차 거점·버스 정류장 등이 모여 있는 환승지 주변에 설치하여, 로봇주차가 단순한 차량 보관 기능을 넘어 “환승·공유·자율주행”을 연결하는 플랫폼 역할을 하도록 함
 - 각 유형별로 진·출입 동선, 보행 동선, 재난 시 피난·구조 동선, 로봇 이동

경로, 차량 스토리지 구역, 전기차 충전 구역 등을 세밀하게 설계하고, 수변지·저지대 특성에 맞는 방재 설비를 의무적으로 포함함으로써, 로봇주차가 도입되더라도 도시의 기본 안전 수준은 최소한 기존 대비 향상되는 방향으로 설계해야 함

□ 기술·시스템 아키텍처 설계(안)

- 기술·시스템 아키텍처는 로봇 계층, 설비·인프라 계층, 관제·플랫폼 계층으로 나누어 설계함
 - 로봇 계층에는 평판형 로봇, 팔레트·랙형 시스템, 실외 발렛 로봇 등 복수의 기술을 도입해 기술별 장단점을 비교 실증함
 - 설비·인프라 계층에는 엘리베이터·리프트·EV 충전기·내화 구조·소방 설비·비상 전원·통신 설비 등을 통합 배치함
 - 관제·플랫폼 계층에서는 주차 운영 시스템과 로봇 제어 시스템, 자율주행·교통 신호 시스템을 하나의 통합 관제센터에서 운영하면서, 빅데이터와 AI를 활용해 수요 예측, 장애 예측, 최적 경로 설정, 비상 대응 시뮬레이션 등을 수행함
 - 이를 위해 5G·와이파이6·전용망 등 복합 통신 인프라를 구축하고, 데이터 표준·API 규격을 마련해 다른 기업·연구기관도 일정한 조건 하에 테스트 베드에 참여할 수 있도록 개방형 플랫폼을 지향하는 것이 바람직함

□ 제도·규제 설계 및 특례 방향(안)

- 제도·규제 측면에서는 에코델타시티 로봇주차 테스트베드를 “규제 샌드박스 이자 표준 실험장”으로 설정하여, 현행 기계식 주차장 관련 규정, 건축·소방·도로 관련 규정 중 로봇주차와 충돌하는 부분에 대해 조건부 특례를 부여하고, 실증 결과를 토대로 규정 자체를 개정해 나가는 전략을 구사함
 - 특례는 구조·시설 기준, 운영·안전 기준, 데이터·프라이버시 기준 등으로 나누어 설계하고, 각 특례에 대해 명확한 적용 조건, 안전 대책, 종료·연장 조건을 설정함

- 이 과정에서 부산 AI 네거티브 규제 위원회 산하 로봇·모빌리티 분과가 심의·조정을 담당하고, 부산시와 K-water·부산도시공사, 로봇·건설·운영사, 시험·인증기관 등이 참여하는 실무위원회가 실제 특례 적용·평가·보고를 수행하는 구조를 마련함으로써, 규제혁신과 현장 안전 사이의 균형을 유지할 수 있도록 함

□ 단계별 구축·운영 로드맵(안)

- 로드맵은 ①준비·설계 단계, ②파일럿 구축·기술 검증 단계, ③시민참여·서비스 확대 단계, ④상용화·전역 확산 단계로 구분함
 - 준비 단계에서는 기본계획과 타당성 조사, 후보 부지 선정, 규제 샌드박스 시나리오 설계, 사업자 공모·선정, 시민 의견 수렴이 핵심 과업이 됨
 - 파일럿 구축 단계에서는 공공시설형과 모빌리티 허브형을 우선 도입해 기술·안전·운영 모델을 검증하고, 제한적인 대상자를 중심으로 시범 운영을 실시함
 - 이후 시민참여 단계에서 이용자를 전 주민·근무자·방문객으로 확대하고, 다양한 요금제·상품을 도입하면서 시민 모니터단·리빙랩 프로그램을 운영해 서비스 품질을 높임
 - 마지막으로 상용화 단계에서는 에코델타시티 전역 및 부산 도심 주요 거점으로 확산하고, 국가 표준·법령 개정을 추진함과 동시에 해외 스마트 시티·공항·항만 등으로 수출 가능한 모델로 발전시키는 것을 목표로 함

□ 성과관리·평가 및 정책 환류 체계

- 성과관리는 경제, 사회, 환경, 기술혁신 네 영역의 지표를 중심으로 설계함
 - 경제 영역에서는 투자비·운영비 절감 효과, 추가 창출된 부가가치와 고용, 관련 기업의 매출·수출 증가 등을 측정함
 - 사회 영역에서는 시민 만족도, 주차 관련 민원 감소, 교통약자 편의 향상 등을 평가함

- 환경 영역에서는 주차 회전 시간·순환거리 감소에 따른 배출가스 절감, EV 충전 이용률·V2G 도입 효과 등을 분석함
- 기술혁신 영역에서는 시스템 가동률·고장률·예지정비 정확도, 표준·특허·논문·수출 등 지표를 관리함

○ 정책 환류

- 로봇주차 테스트베드에서 도출된 데이터를 정기적으로 분석·보고하여, 부산 AI 네거티브 규제 위원회와 중앙정부에 전달하고, 이를 바탕으로 기계식·로봇주차 관련 규정, 스마트도시·주차·소방 지침, 국가 AI·로봇 관련 법령 개정에 반영하는 체계를 구축
- 테스트베드가 일회성 실험에 그치지 않고 제도 개선과 산업 발전을 견인하는 지속적 메커니즘이 되도록 함

2. 자율주행 산업

1) 테스트베드 기본 방향

□ 부산 에코 델타시티 시범지구 선도지구 스마트 교통 기본 방향

- 기존 도로 중심 교통체계에서 벗어나 보행자 중심의 교통 네트워크로 전환함
- 자율주행 셔틀·무인 택시 등 미래형 교통수단을 실증·확산하는 테스트베드 도시로 조성함
- 도로 인프라·신호체계·통신망의 지능화를 통해 차량과 도시 인프라가 상호 소통하는 환경을 조성함
- 모빌리티 통합 플랫폼(MaaS: Mobility as a Service)을 구축하여 다양한 교통수단을 통합·연계함

□ 자율주행 테스트베드 기본 방향

- 첫째, 규제자유특구를 지정하여 네거티브 규제 체계 및 규제프리존·규제샌드 박스를 구축·운영함(Open Autonomy Safety Case Consortium, 2023)

- 자율주행 기술의 급속한 발전에 대응하기 위해 기존 허가제 대신 금지항목 중심의 네거티브 규제체제로 전환함
 - 기술 변화 속도에 맞춰 조건부 허용·단계별 승인 방식을 도입하여 실증 자유도를 보장함
 - 예를 들어 세종, 상암과 같이 지역 단위의 규제자유특구 지정제를 통해 실도로 기반 테스트를 허용하고, 데이터 수집, 통신망, 안전성 검증 등에서 규제 예외를 허용하고, 지자체-산업-연구기관 간 합의된 책임공유 모델로 운영함(김진하기석철, 2020)
- 둘째, 실증공간을 구축하여 복합형 리빙 테스트베드를 운영함
- 실증공간은 도심도로, 주차장, 버스전용차로 등 다양한 교통 환경을 포함하는 복합 테스트 구간으로 조성함
 - 도로폭, 곡선반경, 보행자 동선, 교차로 구조 등 실제 주행 조건을 반영한 운행설계영역(ODD) 기반 시나리오를 설계함
 - 대학·연구기관 인근 도로에 자율주행 셔틀, 라스트마일 차량 등을 활용한 리빙랩 형태의 실증 공간 조성하고, 자율주행차, 교통신호, 인프라 간 연동을 실시간 검증할 수 있는 다중센서 환경을 구축함
- 셋째, 교통시스템 및 관제센터를 구축운영함
- 교통체계는 스마트 신호체계 및 C-ITS를 연동하여, C-ITS, V2X, V2I 통신을 통합한 지능형 신호운영 시스템으로 구축하고, 실시간 신호정보, 차량·보행자 감지데이터를 관제센터와 연동하여 차량운행 안전성을 검증함(김진하기석철, 2020)
 - 또한 자율주행차, 드론, 교통데이터를 종합 관리하는 통합형 교통관제 센터를 설립하고, 관제센터는 실시간 데이터 수집, 위험 이벤트 탐지, 차량 이상 대응 등을 포함한 PHM(Prognostics & Health Management) 기반 관리체계를 적용함(Tang et al., 2011)²²⁾
- 넷째, 연구 및 실험공간을 구축운영함

22) PHM은 예측 및 건강 관리를 의미하는 시스템으로, 장비나 시스템의 현재 상태를 진단하고 미래의 고장이나 성능 저하를 예측하여 사전에 대응하는 관리 체계임

- 연구 및 실험공간에서는 가상 시뮬레이션을 시행하거나 안전성을 검증하는 플랫폼으로서 역할을 함
- 실제 도로 실증과 병행하여 가상 시나리오 기반 시뮬레이션 연구공간을 구성하여, 다양한 기상·도로상황을 반영한 객체 및 이벤트 탐지·대응 (Object and Event Detection and Response, OEDR) 알고리즘을 검증함
- 지역의 산학연 네트워크를 구성하여 연구·기술협력 공간을 구성함
- 이를 통해 시뮬레이터 기반 검증, 리스크 분석, 국제 표준에 맞춘 안전성 검증 등을 수행함

○ 다섯째, 자율주행 빅데이터 관제센터를 구축·운영함

- 자율주행 빅데이터 관제센터의 주업무는 데이터 허브형 관리 및 데이터 기반 의사결정 및 실증지원임
- 빅데이터 관제센터를 구축하여 차량, 인프라, 센서, CCTV 등에서 수집되는 데이터를 통합·분석하고, 클라우드 기반 데이터 관리 및 개인정보 비식별화·안전성 모니터링을 수행함
- 관제센터는 주행로그, 위험이벤트, 교통흐름을 분석하여 실증구간 개선 및 정책제안 기능을 수행하고, AI·딥러닝을 활용한 이상징후 탐지, 주행패턴 분석, 자율주행차량 간 협력주행 알고리즘 연구를 병행함

2) 세종 자율주행 테스트베드 사례 검토

□ 규제자유특구 지정 및 운영

- 세종시는 2019년 ‘자율주행 시범운행지구’로 지정되어, 국내 최초로 자율주행차 실도로 주행이 합법화된 도시임(김진하기석철, 2020)
- 이후「자율주행차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률(2020)」제7조 제1항에 따라, 도심 내 공공도로에서 자율주행 기술 실증이 가능하도록 실증특례와 메뉴판식 규제특례 등을 적용함
- 또한 세종시는 「세종특별시 자율주행자동차 시범운행지구 운영 및 지원 조례(안)」을 발의하여 지역 단위의 자율주행차 관리·감독 역할을 준비함

□ 실증공간 구축 및 복합형 리빙 테스트베드 운영

- 세종시는 자율주행차 실증을 위한 국가 테스트베드로 선정되어 실제 공공도로, BRT(간선급행버스체계) 노선, 공원 등에서 자율주행 실증사업이 다수 추진되고 있음.²³⁾
- 실증구간은 실증 차량의 운행안정성을 높이기 위해 실제 도로상황과 유사한 교차로, 아파트단지, 스쿨존 등이 밀집해있는 교통정체구간으로 설정함 (김진하·기석철, 2020)
- 자율주행 셔틀, 무인택시, 수요응답형 차량(DRT) 등 다양한 유형의 차량이 병행 실증되고 있음
- 주요 노선에는 차량-신호기-교통관제센터 간 실시간 연동 시스템(V2X, V2I, V2P) 이 구축되어 안전성과 효율성을 실험함
- 세종시는 정밀도로지도를 구축·활용한 실증에서도 대표적 테스트베드로 활용되어 왔으며, MMS 측량, Web GIS 기반 HD Map 프로토타입 등 다양한 기술이 적용되고 있음(권용하 외., 2021)

□ 자율주행 빅데이터 관제센터 구축운영

- 자율주행차 관제와 데이터의 수집·분석을 위한 '자율주행 빅데이터 관제센터'가 구축되었으며, 연구실증지원시설을 보완해 자율주행차 보관, 충전, 정비, 시험분석 등 통합 서비스가 제공되고 있음²⁴⁾
 - 스타트업, 산학연 등이 오픈랩 형태로 데이터를 활용할 수 있는 환경이 마련되어 있음

23) "자율주행 기술의 메가 세종...버스로봇 도입" <https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchTrend.do?cn=SCTM00216675>

24) "세종특별자치시, 자율주행 빅데이터 관제센터로 미래차산업 선도" https://www.bizinfo.go.kr/web/lay1/bbs/S1T157C158/AU/112/view.do?article_seq=60992&cpage=30&rows=15&condition=

□ 리빙 테스트베드의 단계적 상용화 추진

- 세종시 자율주행 구간에서는 리빙 테스트베드의 3단계 프로세스를 추진 중임(국토교통과학기술진흥원, 2022)
 - 세종 5-1 생활권 국가 스마트시티 시범도시는 리빙 테스트베드로서 새로운 서비스와 기술을 도시 환경에 적용하는 체계적인 프로세스를 운영하고 있음
 - 이 프로세스는 ① 실증 → ② 시민 참여형 실험 → ③ 점진적 상용화의 3단계로 구성되어 있으며, 각 단계는 이전 단계의 성과를 바탕으로 순차적으로 진행됨
- 초기 단계는 실증 환경 조성임
 - 규제특례(샌드박스) 지정을 통해 혁신적인 기술과 서비스를 실험할 수 있는 법적·제도적 기반이 마련됨
 - 시민 및 민간기업으로부터 다양한 수요와 아이디어를 수렴하여 실증 대상을 선정하는 과정이 이루어짐
 - 선정된 서비스의 프로토타입이 실증 공간 내에 도입되어 초기 테스트가 진행됨
- 실증 단계는 검증 및 최적화임
 - 지정된 구간이나 특정 단지 등 제한적 환경에서 서비스의 실증 및 검증이 이루어짐
 - 안전성과 효과성에 대한 체계적인 평가가 수행되며, 서비스 운영 과정에서 발생하는 데이터가 수집·분석됨
 - 시민 모니터단, 현장 설문 등을 통해 실제 사용자의 피드백을 수렴하고, 이를 서비스 개선에 반영하는 과정이 반복됨(한국건설기술연구원, 2024)
- 상용화 단계는 확장 및 확산임
 - 실증을 통해 효과가 검증된 서비스에 한하여 세종시 전 지역으로 확장이 추진됨
 - 검증된 서비스는 민간 시장으로의 확산을 위한 기반이 마련되며, 국내 타 도시 및 해외 수출까지 연계되는 전략이 수립됨

- 데이터 표준화 작업이 추진되어 서비스 간 상호운용성이 확보되고 있으며, 오픈 API 등을 활용한 플랫폼화를 통해 다양한 민간 사업자들이 참여할 수 있는 생태계가 조성됨
- 또한 기업-지자체-시민이 참여하는 공동 거버넌스 체계가 구축되어 각 주체의 역할과 책임이 명확히 설정되어 있고, 실증 단계에서 검증된 서비스는 단계적으로 서비스 범위가 확대되어 세종시 전역, 국내 타 도시, 나아가 해외 시장으로까지 확산됨
- 세계 스마트시티 국제인증(Kitemark) 획득 등 글로벌 상용화를 위한 전략적 접근이 이루어지고 있음

3) 자율주행 테스트베드 구축 방안

□ 규제자유특구 지정 및 운영

- 자율주행 기술의 급속한 발전에 대응하기 위해 기존 허가제 대신 금지항목 중심의 네거티브 규제체제로 전환하고, 조건부 허용 및 단계별 승인 방식을 도입하여 실증 자유도를 보장함
- 실제 세종, 상암과 같이 지역 단위의 규제자유특구 지정제를 통해 실도로 기반 테스트를 허용하고 있고, 데이터 수집·통신망·안전성 검증 등에서 규제 예외를 허용하며, 지자체-산업-연구기관 간 합의된 책임공유 모델로 운영함(김진하·기석철, 2020)

□ 복합형 리빙 테스트베드 구축

- 도심도로, 주차장, 버스전용차로 등 다양한 교통 환경을 포함하는 복합 테스트 구간으로 조성하고, 도로폭, 곡선반경, 보행자 동선, 교차로 구조 등 실제 주행 조건을 반영한 운행설계영역(ODD) 기반 시나리오를 설계함
- 또한 대학·연구기관 인근 도로에 자율주행 셔틀, 라스트마일 차량²⁵⁾ 등을 활용한 리빙랩 형태의 실증 공간을 조성하고, 자율주행차, 교통신호, 인프라 간 연동을 실시간 검증할 수 있는 다중센서 환경을 구축함

25) 단거리 이동을 위한 소형저속친환경 이동수단

□ 교통 시스템 및 관제센터 구축

- C-ITS, V2X, V2I 통신을 통합한 지능형 신호운영 시스템인 스마트 신호체계 및 C-ITS 연동을 구축하고, 실시간 신호정보, 차량·보행자 감지 데이터를 관제센터와 연동하여 차량 운행 안전성을 검증함(김진하·기석철, 2020)
- 자율주행차, 드론, 교통데이터를 종합 관리하는 통합형 교통관제센터를 설립하고, PHM(Prognostics & Health Management) 기반 관리체계를 적용하여 예측 및 건강관리 시스템을 운영함(Tang et al., 2011)

□ 연구 및 실험공간 구축

- 가상 시뮬레이션을 시행하거나 안전성을 검증하는 플랫폼으로서 역할을 하는 연구 및 실험 공간을 운영함
- 실제 도로 실증과 병행하여 가상 시나리오 기반 시뮬레이션 연구 공간을 구성하여 다양한 기상·도로 상황을 반영한 OEDR(Object and Event Detection and Response) 알고리즘을 검증함
- 지역의 산학연 네트워크를 구성하여 연구·기술협력 공간을 조성하고, 시뮬레이터 기반 검증, 리스크 분석, 국제 표준에 맞춘 안전성 검증 등을 수행함

□ 성과관리 및 피드백 구조

- 선도지구 도시 운영 성과를 '경제·사회·환경·기술혁신' 4대 지표로 관리함
- 또한 데이터 분석을 통해 미비점을 도출하고, 이를 다음 계획 주기에 반영하는 순환형 운영 관리 체계를 구축함
- 시민, 기업, 행정이 모두 참여하는 '공유형 도시운영협의회'를 운영하여 투명한 거버넌스를 실현함
 - '공유형 도시운영협의회'에서 테스트베드 성과평가 및 피드백을 운영하여 실질적인 효과를 거둘 수 있도록 함

3. AI 정수장

1) 테스트베드 기본 방향

□ 네거티브 규제 기반 PPP 구성 및 가치 창출

- 네거티브 규제(Negative Regulation) 시스템 도입
 - 규제 샌드박스 등을 적극적으로 활용하여 AI 신기술 및 서비스의 시장 진입을 위한 제도적 장벽 최소화.
- 민간 참여 확대 (PPP)
 - 민관 협력(Public-Private Partnership) 모델을 개발하여 민간 자본과 혁신 기술의 참여 유도 및 수익 모델 발굴.
- 기술 가치 창출
 - AI 정수 기술의 표준화 및 성능 검증을 통해 국내외 시장 경쟁력을 확보하고 해외 진출을 위한 레퍼런스 구축
 - 데이터를 활용하여 스마트도시와 연계하여 새로운 서비스 창출

□ 기술 검증 및 확산 모델 수립

- 실증 및 성능 검증
 - 테스트베드에서 개발된 AI 알고리즘 및 국산 장비의 운영 신뢰성 및 성능을 객관적으로 입증
- 표준화 및 보급
 - 검증된 기술 모델을 기반으로 표준화된 AI 정수장 구축 가이드라인을 제시하고, 타 정수장으로의 확산 모델 구축

□ 데이터 및 디지털 트윈 통합 환경 구축

- 고품질 데이터 확보
 - 고정밀 IoT 센서 및 실시간 수질·수량 측정 장비를 통해 AI 학습 및 의사결정에 필요한 양질의 데이터 통합 관리 시스템 마련

- 디지털 트윈 구현
 - 실제 정수장과 동일한 가상 모델을 구축하여, 실시간 데이터를 연동하고 공정 변화에 대한 시뮬레이션 및 사전 검증 수행

- OT-IT-CT 융합
 - 운영 기술(OT), 정보 기술(IT), 통신 기술(CT)을 통합하여 데이터 수집, 분석, 제어의 전 과정을 유기적으로 연동

□ 참여 거버넌스 기반 플랫폼 체계 구축

- 개방형 플랫폼 구축
 - 다양한 연구기관, 민간기업, 운영기관이 참여하여 AI 알고리즘 및 운영 노하우를 공유하고 개발할 수 있는 개방형 협력 플랫폼 조성
- 운영 투명성 및 신뢰성 확보
 - 데이터 공유 및 활용에 대한 합의와 기준을 마련하고, 시스템 의사결정 과정에 대한 검증 및 감사 체계(Governance) 확립
- 이해관계자 협의체 운영
 - 최종 사용자(운영자)의 요구사항과 전문가의 자문 의견을 지속적으로 반영하는 거버넌스 구조 구축

□ 운영 효율화 및 스마트도시 연계형 패러다임 전환

- 운영 효율화 및 자율 운전 시스템 정착
 - AI 기반의 수요 및 수질 예측을 통한 약품 투입, 펌프 운영 등 핵심 공정의 최적화 및 무인 자동화 실현
- 스마트시티 통합 플랫폼 연계
 - 정수장 운영 데이터(수질, 공급량, 에너지 등)를 스마트시티 통합 운영 플랫폼에 연동하여 타 도시 인프라(교통, 에너지, 방재 등)와 융복합 서비스 제공
- 수요응답형 물 공급체계 구축

- 도시 활동 패턴, 인구 밀집도, 기후 등 도시 데이터를 분석하여 정수 생산 및 배수 공정을 탄력적으로 운영하는 지능형 물 순환 관리 시스템 구축

○ 도시 회복탄력성(Resilience) 강화

- 재난 발생 시 AI와 통합 플랫폼을 활용하여 물 공급 시스템과 도시 방재 시스템 간 유기적인 연동을 통해 신속한 복구 및 안정성 확보

2) 테스트베드 관련 화성 AI 정수장 테스트베드 사례 검토

□ 개요

○ 운영배경

- 기후변화로 인한 원수(raw water)의 수질 변동성 증가, 운영인력의 경험에 의존하던 기존 방식의 한계, 그리고 운영비용 절감 필요성에 대응하여 고품질의 수돗물을 24시간 안정적으로 생산 및 공급하는 것에 있음
- AI기술의 활용 수돗물 생산·공급 전 과정(8개 공정)에 빅데이터, 인공지능(AI), 디지털 트윈 기술을 융합하여 정수처리 공정의 자율운영과 시설관리의 지능화를 구현한 스마트 정수장 시스템 (한국수자원공사, 2024)

○ 핵심 가치

- 운영자의 개입을 최소화하는 '자율운영(Autonomous Operation)', 설비 고장을 사전에 예측하는 '예지보전(Predictive Maintenance)'을 통해 인적 오류(Human Error)를 줄이고 운영 효율을 극대화하는 것이 핵심 가치임

○ 화성 AI 정수장은 K-water가 AI 기반의 차세대 정수장 표준 모델을 구축하고, 그 기술적·경제적 타당성을 검증하기 위해 전략적으로 선택한 '최초의 실증 테스트베드(First Mover Testbed)'로서의 의미

□ 준비 (Preparation) 단계

○ 배경 및 필요성 인식 (2020년 이전)

- 기후변화로 인한 원수 수질의 급격한 변동성(예: 녹조, 고탁도) 증가에 따라, 기존의 경험 기반 운영 방식으로는 안정적 대응에 한계가 있음을 인식

- 숙련된 운영 인력의 고령화 및 인적 오류 발생 가능성을 최소화할 필요성 증대
- 에너지 비용, 약품비 등 운영 원가 절감을 통한 운영 효율화 요구 증대

○ 테스트베드 선정 및 목표 설정(2020년)

- 테스트베드 선정: 경기도 화성 및 평택시에 생활용수와 산업용수를 동시에 공급하는 핵심 시설인 '화성정수장'을 시범사업 대상지로 선정(한국수자원공사, 2023)
- 공식적 참여자: K-water, 정부기관, 민간기업
- 비공식적 참여자: 시민, 전문가, 언론 등

○ 구체적 목표 수립

- (기술 목표) 정수처리 전 공정(8개)의 '자율운영' 체계 구축 및 핵심 기술(AI 알고리즘) 개발
- (관리 목표) 설비 고장을 사전에 예측하는 '예지보전(Predictive Maintenance)' 및 '스마트 에너지 관리(EMS)' 시스템 도입
- (성과 목표) 약품비, 전력비 등 구체적인 비용 절감 및 운영 안정성 향상 목표 설정

○ 기반 구축

- 데이터 인프라 구축: 정수장 내 센서 및 데이터 수집 장치를 확충하여, 수십년간 축적된 운영 데이터와 실시간 데이터를 통합·분석할 수 있는 빅데이터 기반을 마련함
- 파트너십 형성: 알고리즘 분석, 에너지 최적화 등 각 분야에 기술력을 보유한 국내 ICT 중소기업들과의 협력 체계를 구축하여 개방형 혁신을 도모함(테일리안, 2024)

□ **실행 (Execution) 단계: 시범사업 추진(2021년 ~ 2022년 4월)**

○ AI 모델 개발 및 적용

- 과거 운영 데이터와 기상 정보 등을 AI에 학습시켜 수요예측, 약품 투입량 결정, 공정 제어 등을 위한 다양한 예측 및 제어 모델을 개발

- 개발된 AI 모델을 실제 정수처리 공정에 순차적으로 적용하며 실증 테스트를 진행

○ 핵심 시스템 통합

- AI 기반 공정 자율운영 시스템(착수~소독 전 과정)
- 지능형 시설관리 시스템(예지보전 PMS, 에너지관리 EMS, 지능형 CCTV)
- 위 시스템들을 하나의 플랫폼에서 통합 운영 및 모니터링하는 체계를 구축(한국수자원공사, n.d.)
- 디지털 트윈 연계: 물리적 정수장과 동일한 가상 모델(디지털 트윈)을 구축하여, 새로운 운영 시나리오나 비상 상황을 시뮬레이션하고 AI 알고리즘을 사전에 검증 및 최적화

□ 환류 (Feedback) 단계

○ 성과 측정 및 검증

- 정량적 성과 분석: 시범운영 기간 동안 축적된 데이터를 기반으로, 준비 단계에서 설정했던 KPI(비용 절감률, 운영자 개입 빈도 감소 등) 달성 여부를 정량적으로 분석함
- 국제적 검증 및 공인: 테스트베드의 운영 성과(운영 효율성, 비용 절감, 위기 대응 시간 단축 등)를 객관적으로 정리하여 세계경제포럼(WEF) 등 외부 기관의 평가를 받음 (조선일보, 2024)

○ 표준화 및 확산 전략 수립

- 표준 모델 정립: 화성 테스트베드에서 검증된 하드웨어, 소프트웨어, AI 알고리즘, 데이터 규격 등을 'AI 정수장 표준 모델'로 정립함
- 전국 확대 계획 수립: 2024년까지 전국 42~43개 광역정수장에 해당 표준 모델을 확대 적용하는 계획을 수립하고 실행에 옮김 (한국수자원공사, 2024)

○ 지속적 고도화

- 테스트베드 운영 및 전국 확산 과정에서 얻은 새로운 데이터와 경험을 다시 AI 모델 학습에 활용하여 알고리즘을 지속적으로 고도화하는 선순환 체계를 구축함

- OpenAI와 같은 글로벌 AI 기업과의 협력을 통해 물 분야 특화 LLM 개발을 추진하는 등, 기술의 지평을 확장하려는 노력을 지속함 (한국수자원공사, 2025)

[그림 5-1] AI정수장의 개념도



출처: 수자원공사 홈페이지 https://www.kwater.or.kr/water/sub01/sub06/tech03Page.do?s_mid=2221

□ 성과 및 시사점

○ 주요 성과

- 기술 표준 모델 확보: AI 정수장 도입을 위한 '한국형 표준 모델'을 세계 최초로 개발하고 실증에 성공함으로써, 기술적 불확실성을 제거하고 향후 전국적 확산의 기틀을 마련함
- 운영 효율성 및 안정성 입증: 약품비(4%), 전력비(5%) 절감 및 운영자 조작 빈도(42%) 감소 등 구체적이고 정량적인 성과를 데이터로 입증함 (한국수자원공사, n.d.)
- 국제적 리더십 확보: 세계경제포럼(WEF) '글로벌 등대' 선정, OECD '인프라 품질 인증(BDN)' 획득 등을 통해 AI 물 관리 기술의 세계적 우수성을 공인받고, 국제 표준화를 주도할 기반을 확보함 (한국수자원공사, 2025)
- 산업 생태계 조성: 기술력 있는 국내 중소기업들이 테스트베드에 참여하여 기술을 검증하고 실적을 확보할 기회를 제공함으로써, 동반성장 및 수출 산업화의 발판을 마련함

○ 향후 발전방향

- 기술 중심의 테스트베드: 화성 테스트베드는 기술의 개발과 실증에 집중되어 있어, 시민 참여, 가치창출, 거버넌스 모델 등 사회·제도적 측면의 실증은 상대적으로 부족
- 데이터 보안 및 소유권 문제: 테스트베드 운영 및 전국 확산 과정에서 생성되는 방대한 데이터의 소유권, 접근권한, 보안(특히 민간 참여 확대 시)에 대한 명확한 법·제도적 거버넌스 체계는 아직 본격적으로 논의되지 않은 초기 단계임
- 확장성 및 상호운용성 검증: AI 정수장 자체의 최적화는 달성했으나, 스마트 관망, 하수처리, 도시 데이터 플랫폼 등 외부 시스템과의 연계를 통한 '통합 물 관리' 및 '스마트시티 허브'로서의 확장 가능성 검증은 향후 과제로 남아있음
- 사회적 수용성 및 책임 문제: AI의 결정으로 수질 사고 등 문제가 발생했을 경우의 법적 책임 소재(AI 개발사, 운영사, 감독기관 등)에 대한 사회적 합의와 제도적 장치 마련이 필요하며, 이는 테스트베드 단계에서 충분히 다루어지지 못함

3) 테스트베드 구축 방안

□ 제도 및 거버넌스 체계 구축(Foundation & Governance)

○ 테스트베드 시행 및 운영 주체 정의

- 총괄 시행 주체 확정: 테스트베드 사업을 총괄하고 예산 집행 및 대외 협력의 책임을 지는 중심 기관(예: 부산광역시 or 부산광역시 공공기관)의 명확화
- 참여 기관 역할 분담: AI 기술 개발(민간 기업/연구기관), 데이터 관리(IT/플랫폼 기업), 운영 노하우 제공(정수장 운영 주체) 등 주요 참여자의 역할 및 책임을 규정
- 통합 거버넌스 위원회 구성: 사업의 의사결정, 분쟁 조정, 기술 검토를 담당하는 산·학·연·관 협력 거버넌스 위원회를 구성하고 운영 규정 마련하고 정보공개에 관한 세부 규정 마련

- 네거티브 규제 기반 실증 환경 조성 및 PPP 모델 개발
 - 실증 특례 적용: AI 신기술 및 설비 도입 과정에서 발생하는 기존 규제 문제를 해소하기 위한 규제 샌드박스 또는 실증 특례를 법적 근거에 기반하여 신청 및 확보
 - 민간 참여 확대: 민간 자본과 기술 투자를 유치하기 위한 PPP(민관협력) 모델을 개발하고, AI 기술 개발 기업이 참여하여 수익을 창출할 수 있는 운영/유지보수(O&M) 모델 제시

□ 테스트베드 핵심 인프라 구축(Build & Technical Foundation)

- 고품질 데이터 획득 및 통합 플랫폼 구축
 - 스마트 센싱 및 표준화: AI 학습에 필수적인 고정밀 IoT 센서를 전 공정(취수~정수~배수)에 설치하고, 수집된 데이터의 표준 포맷을 정의하여 데이터 품질을 확보
 - 통합 빅데이터 플랫폼 조성: SCADA²⁶⁾, LIMS²⁷⁾, 외부 데이터를 통합 수집, 저장, 분석할 수 있는 빅데이터 허브를 개발하고, 데이터 보안 체계를 마련
 - AI 학습용 데이터 전처리 시스템 구축: AI 모델 훈련에 적합하도록 데이터의 결측치, 이상치를 자동으로 처리하고 라벨링을 지원하는 시스템 구축
- 디지털 트윈 및 가상화 환경 조성
 - 정수장 물리/유체 모델링: 정수장의 설비, 배관, 유체 역학적 흐름을 반영한 고정밀 디지털 트윈을 구축하고 실시간 운영 데이터와 연동.
 - AI 알고리즘 시뮬레이터 개발: 개발된 AI 알고리즘을 실제 공정에 투입하기 전, 다양한 운영 시나리오를 가상 환경에서 모의 실험하고 성능 및 안정성을 검증

26) SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)는 시설의 감시, 제어 및 데이터 획득을 위한 시스템이며, 정수장 내의 펌프, 밸브, 모터, 수위, 유량 등의 운영 설비 상태를 실시간으로 감시하고, 운영자가 원격으로 설비를 제어(Control) 할 수 있게 지원

27) LIMS (Laboratory Information Management System)는 수질 분석을 포함한 실험실의 정보 관리 및 데이터 저장을 위한 시스템이며, 정수 과정에서 채취된 시료의 수질 분석 결과(법정 수질 기준 항목 등)를 관리하고, 분석 과정의 효율성을 높이며, 데이터의 신뢰성을 보장하는데 중요한 역할을 수행

□ AI 기반 실증 및 운영 시스템 구축(Prove, Operate & Scale)

○ AI 기반 자율 운전 시스템 실증

- 핵심 공정 자동 제어: AI 기반 수질 및 수요 예측을 통해 약품 투입, 펌프 운영, 여과 공정 등을 실시간으로 최적화하는 자율 운전 알고리즘을 현장에 실증
- 운영 효율 극대화: AI 기반 에너지 관리 시스템(EMS)을 통해 전력 비용을 최소화하고, 설비 예지 보전(Predictive Maintenance) 시스템을 통해 유지보수 비용 및 비계획 중단 최소화

○ 스마트도시 연계 및 회복탄력성 강화

- 스마트시티 플랫폼 연동: 정수장 운영 데이터를 스마트시티 통합 플랫폼에 연계하여 도시의 재난 안전, 에너지 관리 등 타 인프라와 융복합 서비스 제공
- 수요응답형 탄력 운영체계 구축: 도시 활동 데이터와 연계하여 물 수요를 예측하고, 정수 생산 및 배수 압력을 탄력적으로 자동 조절하는 시스템 실증

○ 성과 확산 및 전문 인력 양성

- 성과 측정 지표(KPI) 개발: 테스트베드 운영 전후를 비교할 수 있는 정량적 핵심 성과 지표(KPI) (예: 약품 사용량 절감률, 에너지 효율 개선율, 수질 안정성 지표, 운영 비용 절감액)를 설정하고 정기적으로 측정
- 기술 표준화 및 가이드라인 개발: 테스트베드에서 검증된 AI 알고리즘, 데이터 포맷, 시스템 구축 아키텍처를 국가 표준으로 제안하고, 타 정수장 확산을 위한 구축 및 운영 가이드라인 개발
- 대외 홍보 및 기술 이전: 테스트베드 운영 성과를 국내외 물 관련 행사 및 학술지에 발표하고, 성공 사례를 바탕으로 AI 기술을 민간에 이전하거나 해외 시장에 적극적으로 홍보
- 현장 교육 및 인력 양성: AI 융합 인력 양성을 위한 현장 실습 및 교육 프로그램을 테스트베드를 활용하여 운영하고, 운영 노하우를 전국으로 공유

제3절

테스트베드 운영 및 지원 체계

- 본 절에서는 부산 AI 네거티브 규제 테스트베드가 실질적인 정책 실험 공간이자 산업 실증 플랫폼으로 기능하기 위한 구체적인 운영 구조와 기업·기술·데이터·안전 측면의 지원 체계를 제시하고자 함
- 에코델타시티 테스트베드는 참여 기업 선정-실증 수행-성과 평가-확산·환류로 이어지는 전주기 운영 구조와, 이를 뒷받침하는 인프라·플랫폼·사업화·안전 지원 체계를 통합적으로 구축하는 것을 기본 원칙으로 함

1. 통합 운영 체계

- 본 테스트베드는 실증 기획-과제 선정-현장 실증-성과 평가-확산·사업화에 이르는 전 과정을 하나의 체계로 통합 관리하는 통합운영체계를 기반으로 운영됨
 - 이를 통해 실증 과제가 개별 사업 단위로 분절되지 않고, 정책-기술-데이터-산업 성과가 유기적으로 연계되는 구조를 구축함
- 부산광역시 AI 실증 통합 운영 체계는 부산광역시-부산정보산업진흥원-부산 AI 실증지원센터로 이어지는 단계적 역할 분담 구조를 기반으로 함
 - 부산광역시는 테스트베드의 기본 정책 방향 설정, 네거티브 규제 적용 및 제도 개선, 중앙부처 협력, 재정 연계를 총괄
 - 부산정보산업진흥원은 실증 사업의 기획·운영, 참여 기업 및 기관 선정, 예산 집행, 성과 관리 및 확산을 전담
 - 부산 AI 실증지원센터는 현장 실증 전담 조직으로서 실증 인프라 연계, 기술 검증, 데이터 수집·관리, 수요기관-공급기업 간 연계, 사업화 연계 지원 등의 실행 기능을 담당

1) 참여 기업 선정

- 참여 기업은 일반적으로 공모 기반 개방형 방식을 원칙으로 하며, 기술성·사업성·공공성·확산 가능성을 종합적으로 고려한 다차원 평가 방식을 적용
 - 특히 본 테스트베드는 단순 기술 실험이 아니라 정책 실증과 산업 확산을 동시에 목표로 하는 구조이므로, 기술 완성도뿐만 아니라 실증 이후 사업화 가능성과 공공 적용 가능성을 핵심 선정 기준으로 설정해야 함

□ 기업 선정 기준

- 테스트베드 운영을 위해 기업 선정 과정에 고려되는 기준 및 절차는 다음과 같음(IDB, 2020)
 - 혁신성 및 잠재적 이익
 - 혁신성: 제안된 기술, 서비스, 비즈니스 모델 등이 기존에 존재하지 않거나 상당한 개선을 가져오는 혁신성
 - 소비자 및 사회적 혜택: 혁신이 소비자에게 실질적인 이점을 제공하거나, 경제 성장, 사회적 과제 해결 등 긍정적인 사회경제적 영향
 - 규제의 필요성 및 기존 규제와의 관계
 - 기존 규제의 장벽: 현행 법규 또는 규제 프레임워크가 해당 혁신적인 아이디어의 개발, 테스트, 또는 시장 출시를 명확하게 저해하거나 적절하게 포괄하지 못함
 - 샌드박스 및 테스트베드의 필요성: 제안된 혁신이 기존 법규 및 규제 하에서는 적절히 다루어지지 않아 실험적인 환경이 명확히 필요함
 - 기술적 역량 및 실행가능성
 - 기술적 역량: 신청 기업 또는 컨소시엄은 제안된 혁신을 실제로 개발하고 시험할 수 있는 충분한 기술적 능력
 - 실행 계획 및 준비 수준: 혁신이 현재 어느 정도 개발되었는지 기술 준비도(Technology Readiness Level, TRI), 향후 테스트 기간 동안 어떻게 실행될지에 대한 구체적인 계획
 - 협력 및 생태계 기여

- 협력 가능성: 실제적인 테스트베드 환경 구축을 위해 기존 연구 인프라나 기업과의 협력이 필요한 경우 연계 가능성
- 추가적 절차 및 고려 사항
 - 아이디어 접수: 기관들은 종종 혁신 아이디어에 대한 제안서제출을 요구
 - 진입 테스트 (Entry Test): 일부 프로그램에서는 지원 자격을 갖추었는지 확인하기 위한 사전 평가가 이루어짐. 이는 제안의 혁신성, 적절성, 그리고 샌드박스/테스트베드의 필요성 등 전체적 적합성을 평가함
 - 소비자 영향 계획: 혁신이 소비자에게 영향을 미칠 수 있는 경우, 제품 실패 시 발생할 수 있는 소비자 영향에 대한 비상 계획
- 이처럼 다각적인 선정 기준과 절차를 통해, 아이디어를 발굴하는 것을 넘어, 규제 혁신이 필요한 프로젝트에 실증적 지원을 제공하는 것이 목적

2) 실증 프로세스

- 실증 프로세스는 혁신이 실험실 수준에서 시장으로 나아가기 위해 거쳐야 하는 검증 단계로, 1) 실제와 같은 환경 인프라를 제공하여, 2) 기술 구현을 검증함과 동시에, 3) 숨겨진 규제 장벽을 찾아내어 정책 입안자에게 증거를 제공하는 과정임
- 즉, 실제 환경에서 혁신 기술이나 비즈니스 모델을 검증하고 규제 기관과 상호작용하며 실증 데이터를 축적하는 핵심 단계임

□ 실증 프로세스 운영 단계

- 실증 프로세스는 사전 검토-실증 기획-현장 실증-성과 평가-확산-환류의 5단계 절차를 표준 운영 프로세스로 운영될 수 있음
- (1) 사전 검토 단계
 - 실증 대상 기술에 대해 규제 저촉 여부, 안전성·윤리성, 실증 필요성, 공공성 및 산업 파급효과 등을 종합적으로 검토

- 이 단계에서는 네거티브 규제 원칙에 따라 원칙적 허용을 기본으로 하되, 시민 안전 및 공공성과 직결되는 분야에 대해서는 조건부 실증 승인 방식이 적용

(2) 실증 기획 단계

- 사전 검토를 통과한 과제에 대해서는 수요기관(공공·민간)과 공급기업(기술 보유 기업)이 공동으로 참여하는 실증 기획 수행
- 이 과정에서 실증 목표, 성능 지표(KPI), 안전 관리 기준, 데이터 수집 항목, 실증 기간, 확산 가능성 등을 구체화하여 실증 실행계획 확정

(3) 현장 실증 단계

- 확정된 실증 계획에 따라 에코델타시티 내 실제 운영 환경에서 실증 수행
- 이 단계에서는 로봇 주차, 자율주행, AI 정수장 등 각 산업별 특성에 맞는 운영 기준을 적용하여, 기술 성능, 운영 안정성, 시민 안전성, 서비스 품질 등을 종합적으로 검증
- 실증 과정에서 생성되는 모든 데이터는 통합 데이터 관리체계를 통해 실시간 수집·관리

(4) 성과 평가 단계

- 실증 종료 후 기술 성능, 경제성, 운영 효율성, 안전성, 시민 만족도 등 다차원 성과 지표를 기반으로 종합 평가를 수행
- 평가는 정량지표와 정성지표를 병행 적용하며, 평가 결과는 실증 기술의 보완·고도화 및 제도 개선의 기초자료로 활용

(5) 확산·환류 단계

- 우수 실증 과제에 대해서는 공공조달 연계, 민간 확산, 후속 R&D 연계, 기술이전, 투자 유치 등을 통해 사업화 및 시장 확산 지원
- 동시에 실증 결과는 규제 개선, 정책 보완, 표준화로 환류되어, 테스트베드가 일회성 실험 공간이 아닌 지속적인 제도·산업 혁신 플랫폼으로 기능하도록 해야함

□ 실증 프로세스의 주요 활동

○ 파일럿 테스트 및 기술 검증

- 시장성 검증: 준비된 혁신 아이디어들을 실제 사용자 그룹이나 특정 지역 및 환경에서 시험 운영해 기술의 기능성, 성능, 사용 편의성 등을 시연하고 평가

○ 운영 데이터 수집 및 분석

- 시험 과정에서 발생하는 운영 데이터, 성능 데이터, 사용자 피드백 등을 체계적으로 수집
- 수집된 데이터를 분석하여 혁신의 성공 요인, 실패 원인, 개선점 등을 파악

○ 결과 보고 및 정책 제언

- 실증 결과에 대한 종합적인 보고서를 작성하고, 이를 통해 얻은 교훈과 실질적인 정책제언을 도출
- 규제 장벽 식별 및 정책 피드백: 테스트베드는 규제 면제를 전제로 하지 않는 경우가 많으나 실증 운영 과정에서 현행 법이나 규제가 혁신 기술의 적용을 맞거나 어렵게하는 점을 식별할 수 있음. 이 과정에서 수집된 데이터와 사례는 규제 기관에 전달되어, 향후 규제를 개선하거나 새로운 표준을 만드는 증거로 활용 가능함

○ 피드백 루프 및 확산, 환류

- 시민, 규제 기관 등 다양한 이해관계자 간의 지속적인 피드백 교환을 통해 문제를 해결하고 개선 방향을 설정
- 규제 기관은 테스트 과정에서 얻은 정보를 바탕으로 규제적 장벽을 해소하거나 새로운 규제 필요성을 식별하는 데 참여함
- 코델타시티 내 인공지능의 적용 가능성 및 기술적 역량 검토해 구현가능성이 있는 새로운 비즈니스 모델 및 서비스 도출

□ 실증 프로세스의 적용

- 실증 프로세스는 로봇 주차, 자율주행, AI 정수장 등 3대 전략 산업 분야에 공통 적용하되, 산업별 특성에 따라 실증 항목과 관리 기준을 차별화하여 운영

○ 로봇 주차

- 공동주택, 상업시설, 공공주차장 등 실제 주차 수요가 발생하는 공간을 실증 현장으로 설정하여, 실증 과제 기획 단계부터 수요기관(지자체·시설 운영자)과 참여 기업이 함께 참여하는 수요 연계형 실증 운영 체계를 적용함
- 운영 단계에서는 주차 로봇 주행 안정성, 차량 인식 정확도, 자동 적재·이송 기능, 요금 정산 자동화, 관제 시스템 연동성 등 핵심 성능 지표를 중심으로 실증을 관리하며, 실증 과정에서 발생하는 주차 회전율, 대기시간, 안전사고 발생 여부 등 운영 데이터는 통합 데이터 관리체계를 통해 수집·분석함
- 지원 측면에서는 참여 기업을 대상으로 실증 비용 일부 지원, 공공 주차 인프라 무상 또는 저비용 제공, 안전성 검증 및 인증 연계, 공공조달 연계 컨설팅 등을 패키지 형태로 지원하여, 실증 이후 실제 공공주차 서비스 도입 및 민간 확산으로 연계되는 구조를 구축함

○ 자율주행

- 자율주행 분야는 에코델타시티 내 실제 도로, 교차로, 보행자 혼재 구간 등 다양한 도로 환경을 실증 구간으로 지정하고, 조건부 실증 승인, 단계적 주행 확대 방식의 단계형 실증 운영 체계를 적용함
- 운영 단계에서는 자율주행 차량의 주행 안정성, 충돌 회피 성능, 보행자 인식 정확도, 신호 인지 및 교차로 통과 안정성, 긴급상황 대응 능력 등을 핵심 관리 지표로 설정하고, 실증 데이터는 실시간 관제 시스템과 연동하여 모니터링함. 또한 교통사고, 위험 상황, 보행자 반응 등 시민 안전과 직결된 지표는 별도의 안전 관리 체계를 통해 중점 관리함
- 지원 측면에서는 도로 인프라(신호기, 관제 시스템, V2X 인프라) 연계, 자율주행 실증 보험, 책임성 검증 지원, 규제특례 적용 컨설팅, 실증 결과 기반 제도 개선 연계 등을 종합 지원함으로써, 기술 실증이 곧바로 제도 개선과 시장 진입으로 이어질 수 있도록 지원함

○ AI 정수장

- AI 정수장 분야는 에코델타시티 내 실제 정수 공정을 기반으로 실증을 운영하며, 기존 수동·경험 기반 운영체제와 AI 기반 자동 운영체제를 병행 적용하는 이중 운영 방식

- 운영 단계에서는 원수 수질, 탁도, pH, 잔류염소, 수온, 약품 투입량, 에너지 사용량 등 정수 공정 전반의 핵심 운영 데이터를 실시간으로 수집·관리하며, AI 예측 결과와 실제 운영 결과 간의 정합성, 안정성, 이상 상황 대응 성능을 반복 검증함. 특히 수질 안전과 직결되는 항목에 대해서는 수동 운영 체계에 의한 이중 안전장치(백업 체계)를 병행 적용함
- 지원 측면에서는 참여 기관 및 기업을 대상으로 SCADA·센서 인프라 연계 지원, 수질 데이터 활용 지원, 알고리즘 검증 및 설명가능성 검토, 수도법 등 관련 법·제도 특례 적용 자문, 실증 이후 타 정수장 확산을 위한 표준 모델화 및 공공조달 연계 지원 등을 단계적으로 제공함

[표 5-2] 산업별 에코델타시티 실증 테스트베드 적용

구분	로봇 주차	자율주행	AI 정수장
실증 운영 방식	공동주택·상업시설·공공주차장 기반 수요 연계형 실증 운영	실제 도로·교차로·보행자 혼재구간 기반 단계형 실증 운영	실제 정수 공정 기반 이중 운영(기존 운영 및 AI 운영 병행)
핵심 운영 관리 항목	주행 안정성, 차량 인식 정확도, 자동 적재·이송, 요금정산, 관제 연동	주행 안정성, 충돌 회피, 보행자 인식, 신호 인지, 교차로 통과, 긴급 대응	수질 예측, 약품 투입 자동화, 여과·소독 제어, 에너지 최적화
데이터 운영 체계	주차 회전율, 대기시간, 안전사고, 운영 효율 데이터 실시간 수집·분석	주행 데이터, 사고·위험 데이터, 시민 반응 데이터 실시간 관제	탁도, pH, 잔류염소, 수온, 에너지 사용량 등 공정 데이터 실시간 관리
안전·리스크 관리	기계 오작동, 차량 낙하, 이용자 안전사고 중점 관리	사고, 보행자 충돌, 책임소재, 보험 적용 중점 관리	수질 사고, 시스템 오작동, 시민 건강 리스크 이중 안전장치 적용
규제·제도 지원	주차장법·건축 기준 관련 실증 특례 적용 자문	도로교통법, 자율주행 규제 특례 적용 및 책임성 검증 지원	수도법, 수질 기준 관련 실증 특례 및 제도 적용 자문
인프라 지원	공공 주차 인프라 무상·저비용 제공, 관제 시스템 연계	도로 인프라, 신호기, 관제 시스템, V2X 인프라 연계	SCADA, 센서, 수질 측정 장비, 운영 시스템 연계
기업 지원 방식	실증 비용 지원, 안전성 검증, 인증·공공조달 연계 컨설팅	실증 보험, 책임성 검증, 규제 대응 컨설팅, 사업화 연계	데이터 활용 지원, 알고리즘 검증, 설명가능성 검토, 표준화 지원
성과 확산 연계	공공주차 서비스 도입, 민간 상업시설 확산	공공 교통 서비스 도입, 공유 모빌리티 확산	타 지자체 정수장 확산, 국가 표준 모델화

구분	로봇 주차	자율주행	AI 정수장
최종 목표	주차 효율성·안전성·운영비 절감 동시 달성	교통 안전성·시민 수용성·도시 교통 효율 동시 검증	먹는물 안전성·운영 자동화·에너지 절감 동시 확보

□ 실증 프로세스의 결과 및 중요성

- 실질적인 증거 확보
 - 혁신의 시장성과 기술적 타당성에 대한 객관적이고 실증적인 증거 확보
- 규제 정책 발전 기여
 - 테스트 과정에서 파악된 규제적 문제점들은 규제 개선 및 새로운 규제 설계에 핵심 근거 자료로 활용
- 혁신 생태계 강화
 - 참여자들 간의 협력을 증진하고, 혁신에 대한 이해도를 높여 전반적인 혁신 생태계의 역량 강화에 기여
- 결론적으로, 실증 프로세스는 혁신 기술이 실험실 수준에서 시장으로 진입하기 위해 반드시 거쳐야 하는 핵심 검증 단계로서, 기술의 성능·안전성·경제성뿐만 아니라 사회적 수용성과 제도 적합성까지 종합적으로 검증하는 기능을 수행

2. 지원 인프라 및 플랫폼

- 전주기적 테스트베드 구축을 위한 지원 체계는 1) 실증 인프라 제공, 2) 통합 데이터·플랫폼 운영, 3) 기업·사업화 연계, 4) 안전·윤리·책임성 확보의 4대 축과 이를 실제로 작동 시키는 5) 운영 규칙으로 구성됨
 - 각 축과 운영 규칙은 상호 연계되어 실증·검증·확산·환류의 전 과정을 구조적으로 조정하는 통합 운영 구조를 형성

1) 실증 인프라 지원 체계

- 참여 기업이 단독으로 구축하기 어려운 고비용·고위험 실증 환경을 공공 인프라를 통해 제공하는 것을 기본 원칙으로 함
- 이를 통해 실증 참여에 따른 진입 장벽을 낮추고, 기술 개발-검증-개선이 실제 도시 운영 환경 속에서 반복적으로 이루어질 수 있도록 지원
 - 로봇 주차 분야는 공공주차장, 공동주택 및 상업시설 내 주차 인프라, 기계식 주차 설비, 무인 관제 시스템, 요금 정산 시스템 등을 실증 인프라로 연계하여, 무인 주차 기술의 안정성, 차량 인식 정확도, 자동 적재·이송 성능, 관제 연동성, 사용자 편의성 등을 종합적으로 검증할 수 있도록 지원
 - 자율주행: 에코델타시티 내 실제 도로, 교차로, 보행자 혼재 구간, 신호제어 시스템, 교통 관제 시스템, V2X 통신 인프라를 실증 환경으로 제공하여, 단순 주행 성능 검증을 넘어 도시 교통 흐름 개선, 보행자 안전 확보, 긴급 상황 대응, 군집 주행, 공유 모빌리티 연계 등 도시 단위 종합 실증이 가능하도록 지원
 - AI 정수장 분야는 취·정수·송수 공정, 수질 센서, SCADA 시스템, 에너지 관리 설비, 약품 투입 제어 시스템 등 실제 수처리 운영 인프라를 실증 기반으로 제공하여, 원수 수질 변동, 기후 변화, 녹조 발생, 탁도 급변 등 불확실한 운영 조건에서도 AI 기반 공정 제어의 안정성과 신뢰성을 실증적으로 검증할 수 있도록 지원
- 또한 실증 인프라는 공동 활용 원칙을 적용하여 무상 또는 저비용 개방을 기본으로 하며, 이를 통해 중소기업·스타트업도 실증에 실질적으로 참여할 수 있는 환경을 조성
- 아울러 통합 관제센터, 실증 모니터링 시스템, 사전 실험 공간 등을 연계 구축하여, 실증 과정에서 발생할 수 있는 시스템 오류, 안전사고, 성능 저하 등에 대해 실시간 모니터링 및 즉각 대응이 가능한 운영 기반을 확보

2) 데이터 관리 지원 체계

- 실증 과정에서 발생하는 방대한 데이터를 체계적으로 관리·분석·활용하기 위해 ‘통합 실증 데이터 플랫폼’을 테스트베드의 핵심 운영 인프라로 구축
- 해당 플랫폼은 로봇 주차, 자율주행, AI 정수장 등 3대 실증 산업에서 생성되는 운영 데이터, 성능 데이터, 안전 데이터, 환경 데이터, 이용자 반응 데이터 등을 통합적으로 수집·저장·분석하는 구조를 갖추
- 통합 데이터 플랫폼은 각 주기에 따라 데이터를 수집 및 관리해 성과평가에 환류함
 - 현장 수집 데이터: 센서, SCADA, 관제 시스템 등
 - 전송, 연계 데이터: IoT 게이트웨이, API, 실시간 스트리밍 등
 - 저장, 분석 데이터: 데이터 레이크, AI 분석 엔진, 성과 분석 모듈 등
 - 활용·환류 데이터: 정책 대시보드, 기업 피드백 시스템, 제도 개선 검토 시스템 등
- 데이터는 표준화, 정합성, 보안, 활용성을 동시에 확보하는 것을 기본 원칙으로 관리되어야 함
 - 실시간 또는 준실시간 분석을 통해 실증 과정의 운영 상태, 이상 징후, 안전 리스크, 성능 변동 등을 운영기관·수요기관·기업이 공동으로 확인할 수 있는 대시보드 형태로 제공
- 실증 데이터는 AI 학습·검증용 데이터로의 활용을 전제로 개방형 활용 구조를 적용하되, 개인정보 보호, 영업비밀 보호, 보안성 확보를 위해 비식별화·익명화·접근권한 차등 관리 원칙을 엄격히 적용
 - 추후 실증 데이터는 후속 알고리즘 고도화, 성능 개선, 신규 서비스 개발의 핵심 자원으로 활용
- 실증 데이터는 정책 환류 및 제도 개선을 위한 분석 기반 자료로도 적극 활용되며, 성과 분석 결과는 규제 개선 검토, 정책 설계, 표준화 추진, 공공조달 연계의 핵심 근거 자료로 환류

3) 기업·사업화 지원 플랫폼

- 실증에 참여한 기업이 기술 검증에 그치지 않고 실제 시장 진입과 매출 창출로 이어질 수 있도록 기업·사업화 지원 플랫폼을 체계적으로 구축해 적극적으로 지원함
- 실증 참여에 따른 재정 부담 완화 방안 제시
 - 예, 실증 비용 일부 지원, 공공 인프라 무상 또는 저비용 제공, 실증 장비·설비 연계 지원 등
- 실증 후, 실증성과와 수요 연결 방안 구축
 - 성능 검증·인증 연계 지원
 - 공공조달 연계 및 시범 도입 사업 연계
 - 실증 결과 기반 우선 구매 모델 적용
 - 수요기관과의 공급계약 연계
- 나아가 민간 투자 연계, 후속 R&D 과제 연계, 사업화 컨설팅, 글로벌 실증 및 해외 진출 연계 등을 종합적으로 연계해 참여 기업의 성과가 확산될 수 있는 지원 플랫폼 구축

4) 안전·윤리·책임성 지원 체계

- 본 자율주행, 로봇, AI 정수장 등 시민 안전 및 공공성과 직결되는 분야의 실증이 이루어지는 특성을 고려하여, 안전·윤리·책임성 지원 체계를 핵심 보호 장치로 구축할 것을 제안
- 운영 측면에서는 사전 안전성 검토-현장 안전관리-사후 사고 대응 체계로 이어지는 다층적 안전관리 체계를 적용
 - 로봇 주차: 기계 오작동, 차량 낙하, 이용자 안전사고 대응을 위한 안전 설계 기준 및 현장 관리 지침 적용
 - 자율주행: 실증 보험 가입, 긴급 정지 장치, 실시간 관제 및 원격 개입 체계를 의무화

- AI 정수장: 약품 과투입, 수질 이상, 시스템 오류에 대비한 이중 안전장치와 수동 운영 병행 체계를 적용
- 윤리 및 신뢰성 확보를 위해 AI 알고리즘의 투명성, 설명가능성(XAI), 편향성·오류 가능성 검토 절차를 단계별로 적용
- 실증 과정에서 수집·활용되는 데이터에 대해서는 개인정보 보호, 비식별화, 접근권한 관리, 사이버 보안 체계를 엄격히 적용
- 책임성 확보 측면에서는 사고 발생 시 책임 주체, 배상 구조, 대응 절차를 사전에 명확히 설정하는 책임성 사전 정의 원칙을 적용함
 - 실증 과정에서 발생할 수 있는 법적 분쟁, 책임 공백, 사회적 갈등 가능성을 사전에 최대한 예방

5) 운영규칙

□ 성과 분석 방식 및 환류 체계

- 테스트베드의 성과 분석은 정량지표와 정성지표를 병행하는 다차원 성과평가 체계를 기본으로 운영
 - 정량지표는 성능 개선도, 시스템 안정성, 운영 효율성, 비용 절감 효과, 사고 발생률, 에너지 절감률 등
 - 정성지표는 시민 만족도, 수요기관 평가, 사회적 수용성 등
- 평가는 반기 중간 평가와 연 1회 종합 평가를 수행
- 결과는 기술 고도화, 차기 실증 기획, 규제 개선, 공공조달 및 산업 확산으로 단계적으로 환류

□ 시민·기업·행정 협의회 운영 체계

- ‘공유형 도시운영협의회’는 분기 1회 정례 운영되며, 시민·기업·수요기관·운영기관이 참여하는 4자 협의 구조로 구성

- 협의회는 실증 현황 공유, 시민 불편·안전 이슈 점검, 서비스 개선 요구 도출, 확산 대상 논의 기능을 수행
- 논의 결과는 실증 운영계획과 성과 확산 전략에 공식 반영

□ **통합 데이터 시스템 구축 및 운영 방식**

- 통합 데이터 시스템은 ① 현장 수집 → ② 전송·연계 → ③ 저장·분석 → ④ 정책·산업 환류의 4단 구조로 운영됨
- 이를 통해 실증 데이터는 실시간 운영 관리-기술 고도화-정책 설계-산업 확산으로 연결되는 전주기 데이터 순환 구조를 형성

□ **데이터 표준화·보안·개방·환류 구조**

- 데이터는 국가 공공데이터 표준과 AI 학습데이터 가이드라인을 준용해 표준화하고, 비식별화·접근권한 관리·4중 보안 체계를 적용
- 실증 데이터는 단계적으로 환류되는 구조를 가짐

제 6 장

부산 AI 네거티브규제 테스트베드 활성화를 위한 정책 제언

제1절 부산 AI 네거티브규제 테스트
베드 활성화를 위한 정책 제언

제2절 연구 결과 요약

부산 AI 네거티브 규제 테스트 베드 활성화를 위한 정책 제언

제1절

부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 활성화를 위한 정책 제언

1. 부산광역시 추진과제

1) 법·제도적 기반 조성

□ (가칭)「부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 특별 조례」 제정

- 테스트베드 운영의 법적 근거를 확보하고, 원스톱 창구 운영, 위원회 설치, 사업자 의무 등 핵심 사항을 조례로 규정함
 - 국가「인공지능 기본법」 및 부산시「인공지능 산업 육성 조례」와 정합성을 유지하면서, 네거티브 규제 원칙을 실행하기 위한 구체적 절차를 명문화함
 - 조례에 '테스트베드 성과귀속형 보조금(가칭)' 개념을 도입하여, 단순 재정지원이 아닌 산업생태계 구축 차원의 전략적 지원 근거를 마련함²⁸⁾

□ 규제샌드박스 연계 실증특례 일괄 신청 체계 구축

- 3대 산업(로봇주차, 자율주행, AI 정수장)이 각기 다른 국가 샌드박스 제도(「모빌리티 혁신법」, 「산업융합 촉진법」, 「스마트도시법」 등)에 분산되어 있으므로, 부산시 차원에서 패키지 일괄 신청을 지원하는 체계를 구축함
 - '선(先) 실증, 후(後) 제도화' 원칙에 따라 규제자유특구 지정 → 대규모 실증 → 상층규제 특례조항 신설 → 항구적 법령 개선의 단계적 접근을 적용함

28) 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제45조의4에 따른 지방투자촉진보조금, 국토교통부 스마트시티 챌린지 사업의 성과 귀속 체계, 미국 SBIR(Small Business Innovation Research) 프로그램의 IP 귀속 정책, 「국가연구개발혁신법」 제16조의 연구개발성과 귀속 원칙 등에 근거하여 설계 가능함

2) 통합 거버넌스 구축

□ (가칭) '부산 AI 네거티브 규제 위원회' 설치·운영

- 부산시장 권한 위임을 받아 테스트베드 운영의 최고 의사결정기구로서 기능하며, 중앙부처·지자체·민간 전문가가 참여하는 협력형 구조로 설계함
 - 동시심사 분과, 기술·안전 분과, 데이터·표준·인증 분과, 성과·환류 분과 등 분과 중심으로 운영하여 전문성과 신속성을 확보함
- 중앙정부 관계자(국토부, 과기부, 산업부, 해수부 등)의 당연직 참여를 보장하여 '규제 분절' 문제를 해결하고 패스트트랙(Fast-Track) 협력 채널을 확보함

□ 원스톱 창구(One-Stop Shop) 및 전담지원단 운영

- 기업의 실증특례 신청을 단일 창구에서 접수하고, 최적의 국가 샌드박스 제도로 연계·지원하는 체계를 구축함
 - 자율주행 분야의 경우, 업계에서 제기된 '원스톱 창구, 표준 심사 체크리스트, 지자체 부분 권한 위임' 요구사항을 반영하여 중앙-지방 간 허가 정합성 문제를 해소함

3) 핵심 인프라 구축

□ 에코델타시티(EDC) 중심 테스트베드 1단계 구축

- 부산 에코델타시티를 3대 산업 통합 실증의 핵심 거점으로 지정하고, 로봇주차·자율주행·AI 정수장이 연계된 복합 실증 환경을 조성함
 - 자율주행 분야는 시범운행지구 지정, 자율주행차와 신호등·도로시설 간 실시간 통신 인프라(C-ITS·V2X) 구축, 빅데이터 관제센터 설립 등을 우선 추진함
- 자율주행 산업의 경우, 단순 차량 구매가 아닌 지역 교통산업-자율주행 기업-차량 OEM-보험-정비 등이 참여하는 '공동 운영체계' 참여 모델을 도입함

- 이는 산업전환을 위한 협력모델로서, 기존 교통산업의 디지털 전환과 신·구 산업 상생을 동시에 추구하는 접근임

□ 도심형 자율주행 인프라 구축 타당성 검토

- 부산시 자율주행 산업 활성화를 위하여 홍콩 사례를 참고한 ‘타워형 버스 차고지’ 모델(10-11층 규모, 높은 층고로 2층 버스 수용)이 도시 공간 효율성과 젊은 인구 유입 효과를 동시에 달성할 수 있음
 - 자율주행 버스 차고지 + 연구센터 + 정비시설이 통합된 복합시설로서, 김해·양산·부산·창원 등 부울경 지역의 정비 허브 기능을 수행할 수 있음
 - 다만, 한국 도시계획·건축법 상 대규모 시설물(차고지·공장) 설치 규제 완화가 선결과제이므로, 단기적으로는 타당성 검토 및 규제 현황 분석을 우선 추진함

□ 가덕도 신공항 연계 모빌리티 허브 구상

- 가덕도 신공항 건설과 연계하여 인접 부지에 자율주행 센터를 설치하고, ‘모빌리티 토탈 허브’를 구축하는 중장기 계획을 수립함
 - 공항-도심 간 자율주행 연결, 부산 외곽 자율주행 테스트 트랙 설치 등을 포함한 ‘3-허브 모델’(외곽 테스트 트랙 + 도심 타워형 차고지 + 가덕도 모빌리티 허브)을 검토함

4) 산업별 세이프가드 체계 정립

□ 공통 세이프가드 패키지 설계

- 안전(기능안전·현장검증), 보안(암호화·OTA 무결성·로그), 데이터(비식별·접근통제·보존), 책임(사고·근접사고 보고), 보험(보장 범위·한도)을 공통 최소요건으로 설정함
- 자율주행 분야는 DSSAD/EDR 데이터 기록·제출 의무, 원격운전 1:1 개입 원칙, 핸드오버 실패 시 MRM(최소위험조치) 수행 등을 필수 조건으로 부과함

□ 원격관제 제도화 기준 마련

- 원격관제 운영자 정의, 관리 기준, 자격제도 등을 포함한 제도적 프레임워크를 마련함
 - 1인 관제자의 다중 동시 제어(1:N) 금지 원칙을 명확히 하고, 모니터링과 개입을 구분하는 세부 기준을 설정함

5) 전문인력 양성 및 사회적 수용성 제고

□ 전 학력·연령대 참여 가능한 고용 스펙트럼 활용

- 자율주행 분야는 '산업 인력'으로서 박사·석사(소프트웨어 개발), 학사(하드웨어), 전문대·기능인력(정비·유지보수) 등 전 학력대가 참여할 수 있는 산업임
 - 이는 고학력 인력 중심의 LLM(생성형 AI) 분야와 차별화되는 특성으로, 지역 일자리 창출 및 청년 정착 효과를 기대할 수 있음
- 지역대학 자동차학과 정비교육 연계 프로그램에 대한 정부 지원을 확보하고, 자율주행 차량 정비 전문인력 양성 체계를 구축함

□ 사회적 수용성 제고 프로그램 운영

- 타다(TADA) 사태, 중국 우한 로보택시 갈등 등 국내외 사례를 참고하여, 한국형 사회적 수용성 지표를 개발하고 정기적으로 측정함
- 기존 교통산업 종사자(택시·버스 운수업계)와의 상생 협력 모델을 설계하고, 로보택시 도입 시 기존 면허권자의 재산권 보호 방안을 구체화함
 - 서울시 버스협회-A2Z MOU 협력 사례와 같이, 기존 운수업계와의 공동 실증·운영 모델을 부산 지역에도 적용함

2. 법제도 개선 방안

1) 테스트베드 적용을 위한 법·제도 검토

□ AI 테스트베드 관련 법안 현황

- 2025년 1월「인공지능 기본법」제정 후 2026년 1월 시행을 앞두고 있으며, 인공지능 기술 발전과 위험 관리를 포괄적으로 규율한 국내 최초 기본법으로, 주요 내용은 다음과 같음
 - 중앙·지방정부의 역할 분담 체계 구축(국가계획 수립 및 지역별 정책 추진)
 - 국무총리 소속 국가인공지능위원회 설치를 통한 범부처 정책 조정 강화
 - AI 전문기업 지원, 인력 양성, R&D 투자 확대 근거 마련
 - 공정성·투명성·책임성·안전성 기준 설정 및 윤리·안전 관리 체계 법적 근거 제공
- 「인공지능 기본법」은 기술 혁신과 사회적 가치의 균형을 추구하고, 지방정부의 AI 산업 제도화를 위한 상위법 역할을 수행함
- 로봇주차, 자율주행, AI 정수장 등 AI 산업과 관련하여 개정이 필요한 법·제도 들은 다음과 같음
 - 관련 연관 법률은「규제자유특구법」외에도「주차장법」,「건축법」,「소방법」등임

[표 6-1] AI 테스트베드 관련 법안 개요

분야	법·제도	현행 규정	개정 필요 내용
특구	「규제자유특구법」	(신설)	'AI 기술 실증을 위한 테스트베드 특구에 대해서는 포괄적 규제특례를 적용하고, 안전에 관한 사항만을 예외적으로 규제한다'
		특구 심사 기간 30일	특구 심사 기간을 15일로 단축
		특례 유효기간 2년	특례 유효기간을 4년으로 연장
로봇주차	「주차장법」	기계식주차장 입·출고 시간 2분 이내	로봇주차 특성 반영 → 3분 이내로 완화

분야	법·제도	현행 규정	개정 필요 내용
	「건축법」	공동주택 주차장 설치 기준: 세대당 1.0대	로봇주차 적용 시 0.8대로 완화 (공간 효율·건설비 절감)
	「소방법」	기존 소방시설 필수 설치	로봇의 자동 소화 기능을 대안으로 인정
자율주행	「자율주행차법」	레벨4 무인운행 불가	시범운행지구 내 조건부 무인 운행 허용
	「여객자동차운수사업법」	무인 셔틀·로보택시 운영 근거 제한	한정면허 발급 특례 (운행구역·시간·승객수 제한)
	「도로교통법」	스쿨존 내 자율주행차 운행 근거 불명확	스쿨존 내 조건부 운행 허용
AI 정수장	「수도법」	유자격자 상시 근무 의무	AI 기반 조건부 무인 운영 허용
	「먹는물관리법」	약품 투입: 관리자 판단 의무	AI의 자율적 약품 투입 인정
	「환경정책기본법」	AI 예측 결과 법정 검증 주기: 월 1회	분기 1회로 완화

□ AI 테스트베드 규제 특례

- 위의 4장에서 네거티브 규제 방식의 「부산 AI 네거티브 규제 특별조례(안)」을 제안하였으며, 근 시일 내 테스트베드 운영의 기반이 될 수 있음
 - 지방자치단체의 특별조례는 일반조례가 자치단체의 광범위한 업무를 포괄적으로 규율하는 것과 구별되며, 특수한 목적 달성을 위해 시한을 두거나 개별 이슈에 초점을 맞추어 보다 구체적인 내용을 담는 자치법규로 정의됨
 - 특별조례 역시 일반조례와 동등한 기본조례로서의 지위를 지니며, 상위법인 법률이 허용하는 테두리 안에서 제정되고 시행됨
 - 다만 특별조례의 수가 증가하면 법규 상호 간 충돌과 불일치가 나타날 우려가 있어 법체계 전반의 일관성이 저해될 수 있다는 지적이 있음(법제처, 2012)
 - 따라서 이러한 특별조례 위상 및 한계를 고려하면 기본법 및 특별법 등의 법적 위상을 통해 테스트베드 운영의 기반을 닦을 필요가 있음

- 추후 AI 테스트베드 추진을 위해서는 각 산업별로 분산된 개별 법령별 규제를 종합적으로 개정하거나 특별법을 제정하여 네거티브 규제로 재정비하는 방안이 필요함
 - 이러한 방안은 각 산업별로 상이하게 규정된 안전기준·인허가 요건·운영 의무 등을 AI 기술 특성에 맞게 재정비하는 것임
 - 또한 ‘기존 규제의 일괄 적용’에서 벗어나, 핵심 위험요소만 규율하는 최소규제 체계로 재설계가 뒤따라야 하는 방안임
 - 더불어 중앙부처의 규제샌드박스 제도, 지역특구 실증특례, 지방정부 조례 기반 테스트베드 제도를 연계·호환할 수 있는 법제 체계를 마련할 필요가 있음
- 이러한 논의를 종합하여 실현가능성, 법·제도적 효과 범위, 소요기간 등의 근거를 토대로 다음과 같은 5가지 법·제도적 대안을 도출할 수 있음
 - 1안) 부산특별법 제정
 - 2안) 부산글로벌허브도시특별법 활용
 - 3안) AI 산업 관련 개별법 개정
 - 4안) 복합적 접근(개별법 개정+특별법 제정)
 - 5안) 광역연합형 법·제도 구축

2) 대안별 내용 및 장단점

□ 대안별 내용 및 장단점

- 1안) 「부산특별법」 제정
 - 1안은 (가칭)「부산 AI 네거티브 규제 특별법(약칭: 부산특별법)」을 제정하여 AI 테스트베드 운영과 관련된 제반사항을 종합적으로 규정하고, 개별 법령과의 관계에서 상위적 위상을 정립하여 자동적으로 처리함
 - 특별법은 원칙법(일반법·기본법)의 적용이 곤란한 ‘구체적 장애 상황’에서 이를 예외적으로 규율하여 해결하는 법규범으로서, 특정 지역·집단·사안을 대상으로 하는 처분적·시한부적 특성을 보유함(한국법제연구원, 2012)

- 「부산특별법」 제정 시 일반법으로는 대응하기 어려운 특수한 상황 및 대상에 대해 신속하고 집중적인 맞춤형 법적 규율이 가능해지며, 개별 사안이나 정책에 정치적 관심이 집중될 경우 상대적으로 신속하게 추진되는 경향이 있음(한국법제연구원, 2012)
 - 다만, 특별법은 헌법적합성·체계적 정당성·보충성(일반법으로는 해결 불가능한가)에 대한 입증이 요구되는 심사 논리가 강조되며, 최근 입법심사 기준을 강화하여 특별법 제정의 난이도를 의도적으로 상향 조정하고 있음(한국법제연구원, 2012)
- 2안) 「부산글로벌허브도시특별법」 활용
- 현재 22대 국회에서 심의 중인 「부산 글로벌 허브도시 조성에 관한 특별법안(약칭: 부산글로벌허브도시특별법)」의 디지털·첨단산업 거점 조성 장(章)에 AI·자율주행 관련 조문을 추가하는 방안임
 - 글로벌허브도시특별법 통과 시 AI·자율주행 특례 자동 발효, 투자진흥지구 내 AI 기업에 세제 감면 연동, 가덕도 공항 모빌리티 허브와 법적 연계 근거를 확보할 수 있는 장점이 있음
 - 다만, 조문 추가 시 관계 부처 협의에 난항이 예상되며, 법안 규모 확대로 심사 지연 가능성이 있음
- 3안) 개별법 개정
- 3안은 위에서 정리한 AI 테스트베드 관련 개별법(「규제자유특구법」, 「수도법」, 「주차법」등) 들 내 세부적인 사항들을 별도로 개정하는 방안임
 - 이 방안은 현재 운영되고 있는 법안 중 일부를 개정하는 방안이기 때문에 비교적 짧은 기간 내에 이루어지고, 부산 외 타 지역에 확산할 수 있다는 점에서 장점을 지님
 - 반면 개별 법안별로 세부적인 개정을 추진하기 때문에 법령의 효력이 발휘되는 범위가 좁고 개정 단계별로 일부 내용만 개정될 시 테스트베드 운영의 제약이 크다는 점에서 소모적인 방식임
- 4안) 복합적 접근(개별법 개정+특별법 제정)

- 4안은 1안과 3안을 복합적으로 추진하는 안으로, 단기적으로 신속한 실증이 이루어질 수 있는 기반을 마련하는 동시에 중장기적으로 안정적인 법적 기반을 마련하는 방안임
- 구체적으로 규제 샌드박스를 구축하고 「규제자유특구법」을 개정한 후 「부산특별법」을 제정하는 방안임
- 현재 실현 가능성이 높은 방안이자, 법적 효력이 발휘되는 범위가 넓고 종합적인 차원으로 접근할 수 있는 장점을 지님

○ 5안) 광역연합형 법·제도 구축

- 5안은 메가시티 전략과 연계하여 울산·경남과 함께 공동 추진하는 방안으로, 균형발전전략으로써 메가시티를 구성하는 한편 이와 관련한 법안 마련 시 AI 테스트베드 구축을 종합적으로 규정하는 방안임
- 이 방안은 법적 효력이 발휘되는 범위가 넓은 반면, 법안의 목적이 AI 테스트베드 구축·운영에서 거리가 먼 균형발전 전략을 지원하는데 있다는 단점을 지님
- 또한 부산·울산·경남이 메가시티 전략을 추진하는 과정만으로도 정치적 어려움이 크기 때문에 실현가능성이 높지 않고 소요기간 역시 오래 걸릴 것으로 예상됨

○ 위의 대안들 중 권장안은 4안(복합적 접근)으로, 단기적으로 신속한 실증 착수가 가능하면서도 중장기적으로 제도적 기반을 확고히 할 수 있는 최적의 전략이나, 3대 산업의 핵심 규제 장벽이 개별법의 명시적 금지·의무 조항(「자율주행자동차법」 안전운전자 탑승 의무, 「수도법」 유자격자 상시근무 의무, 「주차장법」 기계식 주차장 규격 기준 등)에 기인하므로 단계별 추진 과정에서 해당 개별법의 직접 개정도 함께 도모할 필요가 있음²⁹⁾

- 규제샌드박스 활용 및 규제 장벽 진단(1단계): 현행 4대 규제샌드박스 (ICT융합 특례, 산업융합 특례, 규제자유특구, 자율주행 시범운행)에 동시 신청하여 기준·규격 미비 영역의 규제특례를 확보하는 동시에, 개별법

29) 영국의 규제샌드박스가 금융업에서 시작하여 범산업으로 확대된 사례, 싱가포르가 시범사업에서 국가전략으로 발전시킨 사례를 참고함(FCA, 2023; Smart Nation Singapore, 2024)

상 명시적 금지·의무 조항이 실증의 장벽으로 작용하는 구체적 지점을 체계적으로 진단하여 2단계 개별법 개정 건의의 근거자료로 축적함

- 개별법 개정(2단계): 1단계 실증 과정에서 확인된 규제 장벽을 근거로 소관 부처에 「자율주행자동차법」(Level 4 무인운행 허용·원격안전관리자 기준 신설), 「주차장법」(로봇주차 규격·안전 기준 마련), 「수도법」(AI 원격관제 시 상시근무 의무 완화), 「자동차손해배상보장법」(자율주행모드 책임배분 명확화) 등의 조항 개정을 건의하고, 이와 병행하여 규제자유특구법 시행령 차원의 절차 개선(동시 부처 협의 의무화, 특례 연장 시 실증 공백 방지를 위한 자동연장(간주승인) 절차 도입)을 동시에 추진함
- 「부산특별법」 제정(3단계): 2단계의 실증 데이터와 개별법 개정 성과·한계를 근거로, 개별법 개정만으로는 해소되지 않는 구조적 문제 — 복수 부처 소관 규제의 일괄 적용 배제, ‘한시적 실증’에서 ‘영구적 사업화’로의 전환 근거, 테스트베드 운영기구의 독립적 의사결정 권한 —을 포괄하는 부산 AI 산업 진흥 특별법을 국회의원 발의를 통해 추진함

[표 6-2] 대안별 특징 및 장단점

대안	효과범위	실현가능성	소요기간	장점(+)	단점(-)
1안) 부산특별법 제정	매우 넓은 (시 테스트 베드 전 분야 포괄 규율)	낮음	2~4년	<ul style="list-style-type: none"> 지역 맞춤형 규제특례를 포괄적으로 설계할 수 있음 개별법으로 해결 어려운 사안을 일괄 규율 가능함 법률의 우위성을 활용해 신속한 정책 실행 가능함 	<ul style="list-style-type: none"> 특별법 입법 심사 기준 강화로 제정 난이도 높음 한법합치성·체계당성·보충성 심사 필요 정치적 관심과 타이밍에 크게 영향받음
2안) 부산 글로벌허브 도시특별법 활용	넓음 (디지털· 첨단산업 거점 + 시·자율주행 특례 연동)	높음	1~2년	<ul style="list-style-type: none"> 현재 22대 국회 심의 중인 법안 활용 가능 물류·금융·디지털 3대 축과 연계성 확보 투자진흥지구 세계특례 자동 연동 국무총리 위원회 거버넌스 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 인천·경기북부 특별법과 경합으로 통과 시점 불확실 시·자율주행 집중적 특례 부여에 한계 조문 추가 시 관계부처 협의 난항 예 법안 규모 확대로 심사 지연 가능
3안) 개별법 개정	좁음 (분야·조항 단 위의 제한적 효과)	높음	1~2년	<ul style="list-style-type: none"> 입법 절차가 비교적 빠름 타 지역으로 제도 확산 가능 기존 제도 틀을 유지하면서 필요한 부분만 개정 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 규제특례가 파편화되어 종합적 테스트 베드 운영 어려움 각 법령 개정 시기 범위가 달라 비효율 발생 개정 범위가 협소하여 효과가 제한적임
4안) 복합적 접근 (개별법 개정 + 특별법 제정)	넓음 (단기·중장기 효과 모두 확보)	매우 높음	단계별 0~4년 (샌드박스→ 개별법→ 특별법)	<ul style="list-style-type: none"> 즉각적인 실증 착수 + 중장기 법제화 동시 가능 단기: 샌드박스 활용으로 60일 내 특례 확보 중기: 개별법 개정으로 제도적 기반 강화 장기: 특별법 제정으로 종합적 규제체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 단계별 추진이 필요해 행정 조정 과정이 복잡함 여러 법체계를 동시에 다루기 때문에 법제 조율 필요
5안) 광역연합형 (부울경 메가 시티 법안)	매우 넓은 (광역권 단위 정책 적용)	중간	2~3년 이상	<ul style="list-style-type: none"> 광역권 단위의 규제·계획 조정 가능 메가시티 전략과 연계하여 국가적 지원 가능성 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 법안의 중심 목적이 “시 테스트베드”와 거리가 있음 부산·울산·경남 간 정책적 협의 난이도 큼 실행가능성이 낮고 추진 지연 가능성 높음

3) 핵심 법령 개정 방안

□ AI 테스트베드 구축을 위한 핵심 법령 개정안

- AI 테스트베드 운영의 법적 기반을 마련하기 위한 5개 핵심 법령의 개정 방안을 다음과 같이 제시함
- 자율주행 분야는 테스트베드의 핵심 실증 영역 중 하나로, 현행 「자율주행 자동차법」의 제약 요인을 해소하기 위한 개정이 요구됨
 - 제9조(임시운행허가)를 개정하여 레벨4 이상 고도 자율주행차의 무인운행을 시범운행지구 내에서 조건부로 허용해야 함
 - 다만 안전성 확보를 위해 원격 관제 시스템 구비, 비상정지 기능 탑재, 사고 발생 시 즉시 대응 체계 구축 등의 조건을 명확히 규정하여 안전조치 의무를 강화함
 - 또한 제11조(시범운행지구 지정)의 개정을 통해 지정 요건을 완화하고 지정 및 변경 승인 절차를 간소화함으로써, 테스트베드 실증을 가속화할 수 있는 제도적 기반을 마련함
- AI 기반 스마트 상수도 관리는 테스트베드의 또 다른 핵심 분야로, 「수도법」과 「먹는물관리법」에 특례 조항을 신설할 필요가 있음
 - 「수도법」에는 AI 기반 무인·자율 운영을 허용하는 특례를 마련하되, 원격 모니터링 체계, 자동 경보 시스템, 안전모드 자동 전환 기능, 30분 이내 현장 대응 체계 등의 안전 조건을 명시하여 정수장 자동화의 법적 근거를 제공함
 - 「먹는물관리법」에는 AI 기반 자율 약품 투입을 허용하는 특례를 신설하여 AI 수질관리 기능을 법적으로 인정함
 - 이때 약품 투입량의 상한선을 설정하고, 모든 투입 이력을 기록하고 보관하도록 의무화함으로써 안전성과 투명성을 동시에 확보함

[표 6-3] 핵심 법령 개정안

법령명	조항(개정·신설)	개정 또는 신설 내용 요약	비고
「자율주행 자동차법」	제9조 (임시운행허가) 개정	<ul style="list-style-type: none"> 레벨4 이상 자율주행차 무인 운행 조건부 허용(시범운행지구 내) 조건: 원격 관제 시스템, 비상정지 기능, 즉시 대응 체계 구축 등 명시 	안전조치 의무 강화
	제11조 (시범운행지구 지정) 개정	<ul style="list-style-type: none"> 지정 요건 완화 절차 간소화(지정·변경 승인 절차 정비) 	테스트베드 실증 가속화
「수도법」	신설(특례 조항)	<ul style="list-style-type: none"> AI 기반 무인·자율 운영 허용 특례 원격 모니터링, 자동 경보, 안전모드 전환, 30분 이내 대응 등 조건 부과 	정수장 자동화 근거
「먹는물관리법」	신설(특례 조항)	<ul style="list-style-type: none"> AI 기반 자율 약품 투입 허용 약품 투입량 상한 설정 투입 이력 기록·보관 의무화 	AI 수질관리 기능 인정

3. 정책 제언

1) 부산시에 대한 제언

□ 강력한 컨트롤타워 구축 및 집행력 확보

- EU(AI 사무국), 영국(중앙 지원 기능), 일본(내각 AI 전략본부), 싱가포르(SNDGO) 등 주요국 사례와 같이, AI 정책 및 실증을 총괄·조정하는 강력한 컨트롤타워를 구축해야 함
 - ‘부산 AI 네거티브 규제 위원회’가 실질적 의사결정 권한을 행사할 수 있도록, 시장 직속 기구로 설치하고 예산·인력을 충분히 확보해야 함
- 국가인공지능전략위원회와 부산시 ‘AI BUSAN’ 전략(4대 플래그십·5대 인프라) 간 기능 배분·연계를 명확히 하여, 중앙-지방 간 정책 정합성을 확보해야 함

□ 지원 조례 제정권의 전략적 활용

- 지방자치단체가 보유한 ‘지원 조례’ 제정 권한을 활용하여, 단순 보조금이 아닌 ‘테스트베드 성과귀속형 보조금(가칭)’ 개념의 전략적 지원 체계를 구축해야 함
 - 자율주행 산업의 경우, 차량 구매 보조가 아닌 인프라(관제센터, 충전시설, 정비시설 등) 구축 및 운영 지원에 초점을 맞춰야 함
- 국회 세미나 등 입법 연계 기회를 적극 활용하여, 에코델타시티 규제샌드박스과 자율주행 실증사업의 성과를 중앙정부에 전달하고 법제화를 촉구해야 함

□ 광역 협력체계 구축

- 자율주행 인프라(정비 허브, 테스트 트랙 등)의 효율적 운영을 위해 부울경 (부산·울산·경남) 광역 협력체계를 구축해야 함
 - 김해·양산·부산·창원 권역을 아우르는 ‘자율주행 정비 허브’가 규모의 경제 달성과 지역 일자리 창출에 효과적일 수 있음
- 부산광역시 경계를 넘어선 자율주행 노선 운영, 광역 MaaS 플랫폼 구축 등을 위한 광역자치단체 간 협약을 체결해야 함

2) 중앙정부에 대한 제언

□ 규제 프레임워크의 근본적 전환

- 3대 산업 모두에서 현행 포지티브 법령과의 근본적 충돌이 발생하고 있으므로, 네거티브 리스트(예외적 금지·제외) + 조건부 일괄허용(기준 충족 시 허용) + 샌드박스 적용의 조합으로 규제 패러다임을 전환해야 함
- 특히, 자율주행 분야의 경우, 다음과 같은 법령 개정을 추진해야 함:
 - 「자율주행자동차법」: 시범→전국 전환 평가제 도입, DSSAD/EDR 데이터 제출·사고보고 의무 명확화, 원격운전 1:1 원칙 신설
 - 「도로교통법」: 자율주행 전용차로 신설, 가변신호·자율서틀 우선신호 제도 도입

- 「자동차손해배상보장법」: 자율주행모드·원격개입 상황의 책임배분 원칙 신설
- 「여객자동차 운수사업법」: 자율주행 여객특례 면허 트랙 신설 또는 「자율주행 상용화법」 내 예외조항 신설

□ ‘한시적 실증’을 ‘영구적 법제화’로 연계하는 환류 장치 의무화

- 규제샌드박스도 그 자체가 목적이 아닌, 네거티브 규제 패러다임 전환을 위한 과도기적 실험 장치이자 실증적 기반임을 명확히 해야 함
 - 현행 샌드박스 제도는 한시적 특례에 머물며, 실증 결과가 본 법령 정비로 이어지는 비율이 매우 낮아 기업의 대규모 투자를 유인하는 데 한계가 있음
- 실증을 통해 안전성이 입증된 기술은 즉시 영구적인 법제화로 이어질 수 있도록, 실증 데이터를 근거로 상위 법령 개정을 공식 요청하는 환류(Feedback) 메커니즘을 제도화해야 함

□ AI 산업 생태계 구축을 위한 재정 지원

- 3대 산업의 테스트베드 실증에 수반되는 초기 인프라 비용 — 에코델타시티 내 자율주행 전용도로 및 자율주행차-신호등 간 실시간 통신 인프라 (C-ITS-V2X) 설치, 로봇주차 시범시설 구축, AI 정수장 원격관제 시스템 도입 —에 대해 국비 매칭 지원 확대 검토
 - 자율주행 산업의 경우, 초기 생태계 조성을 위해 정부가 중장기 재정지원 패키지를 제시한 바 있는 만큼, 사업·부처·연도별 예산 편성 및 집행 실적을 교차 점검하여 실효성 있게 집행될 수 있도록 구체적인 지원 방안과 배분 기준을 마련해야 함
 - 한국의 기술수준(미국 대비 89.4%, 2024년 기준) 및 누적주행거리(약 72만km vs Waymo 1.6억km)를 고려할 때, 대규모 실증 데이터 축적을 위한 집중 투자가 필요함

- 실증특례 기간 중 참여 기업의 보험·인증 비용 등에 대한 보조금 지원 근거 마련

3) 민간 부문에 대한 제언

□ 사후책임 강화에 대응한 자율적 안전관리 체계 구축

- 네거티브 규제로의 전환은 사전규제 최소화와 동시에 사후책임 강화를 수반하므로, 민간 기업은 자율적 안전관리 역량을 선제적으로 확보해야 함
 - Safety Case 문서화, 위험성 평가(HARA/FMEA), MRM 구현, OTA 무결성 확보 등 국제 표준에 부합하는 안전관리 체계를 내재화해야 함
- 자율주행 분야는 DSSAD/EDR 데이터 기록·보존·제출 체계, 사고·근접사고 보고 프로세스, 리스크 차등 보험 가입 등을 자발적으로 구축해야 함

□ 기존 산업과의 상생 협력 모델 적극 참여

- 자율주행 기업은 기존 운수업계(택시·버스협회 등)와의 MOU 체결, 공동 실증사업 추진, 산업전환 협력모델 참여 등을 통해 사회적 갈등을 최소화해야 함
 - 타다(TADA) 사태, 중국 우한 로보택시 갈등 등 국내외 선례를 교훈 삼아 기술 우위에 의존한 일방적 시장 진입보다는 상생 협력을 통한 점진적 확산 전략이 효과적임
- 로보택시 도입 시 택시 쿼터제 내 기존 면허의 자율주행 택시 전환을 포함하는 등, 기존 면허권자의 재산권을 보호하는 설계에 협력해야 함

□ 지역 기반 산업 생태계 참여

- 대기업·스타트업 모두 지역 대학·연구기관과의 산학연 협력, 지역 인재 채용, 지역 중소기업 공급망 참여 등을 통해 부산 지역 AI 산업 생태계 활성화에 기여해야 함
- 자율주행 분야의 경우, 지역대학 자동차학과와의 정비교육 연계, 지역 청년 채용, 정비·유지보수 업체와의 협력 등 '전 학력·연령대 참여 가능한 고용 스펙트럼'을 활용한 지역 일자리 창출에 기여해야 함

□ 기술 주권 확보 노력

- 해외 플랫폼(Google 등) 의존도를 낮추고, 정밀지도·제어시스템 등 핵심 기술의 국산화를 추진해야 함
 - 국토지리정보원 고정밀지도(HD Map)의 민간활용 확대 시, 스타트업과 대기업 간 공정한 접근 기회가 보장되도록 정부와 협력해야 함
- A2Z Autonomous의 Guidehouse Insights 글로벌 11위(2025년, 미국·중국 외 유일한 Top 20 기업) 사례와 같이, 최소 투자로 최대 경쟁력을 달성하는 ‘자율주행의 DeepSeek 모멘트’를 추구해야 함
 - A2Z의 누적 투자 규모(약 820억원)는 GM Cruise(약 20조원, 10위)의 약 0.4% 수준이나 평가 점수 격차는 0.9점에 불과하여, 효율적 기술개발 및 글로벌 시장 진출(싱가포르 Grab 파트너십 등)이 가능함(민동환, 2025)

4) 소결

- 본 연구는 부산광역시가 AI 기반 신산업(로봇주차, 자율주행, AI 정수장) 육성을 위해 네거티브 규제 원칙에 기반한 테스트베드를 구축·운영하는 방안을 제시하였음
- 핵심은 ‘혁신 친화적’ 규제 프레임워크와 ‘위험 기반 접근’의 조화, 강력한 ‘통합 거버넌스(Control Tower)’ 구축, ‘한시적 실증’을 ‘영구적 법제화’로 연계 하는 환류 장치 의무화임

제2절

연구 결과 요약

- 본 연구는 부산시가 대한민국 AI 신산업을 선도하는 혁신 거점으로 자리매김할 수 있도록 'AI 네거티브 규제 테스트베드'의 성공적 지정을 위한 체계적인 법·제도적 기반과 구체적인 실행 로드맵을 제시하고자 수행되었음
- 제2장에서는 신산업 규제개혁의 이론적 기반과 AI 네거티브 규제 설계 원칙을 정립하고, 주요국의 AI 규제 및 테스트베드 사례를 분석하였음
 - 네거티브 규제는 '원칙허용·예외금지'의 포괄주의에 입각한 사전허용·사후규제 중심의 방식으로, 4차 산업혁명 시대 신기술·융합산업의 시장 진입을 촉진하고 규제 대응의 신속성과 유연성을 확보하기 위해 도입되었음
 - EU, 영국, 일본, 싱가포르 등 주요국의 AI 규제 및 테스트베드 사례 분석을 통해, 위험 기반 차등규제(Risk-based), 성과·사후관리 기반 규율(Outcome-based), 실증 기반 규제혁신(Testbed-driven)의 3대 설계 원칙을 도출하였음
 - 이는 부산형 네거티브 규제 모델이 단순한 규제 완화가 아닌, 실증을 통해 규제의 타당성을 검증하고 제도화로 연결하는 혁신적 규제체계로 설계되어야 함을 시사함
- 제3장에서는 부산 지역 AI 산업 생태계 현황을 분석하고, 3대 핵심 실증 산업(로봇주차, 자율주행, AI 정수장)의 규제 쟁점을 심층 진단하였음
 - 부산시는 「AI 산업 육성 조례」 및 'AI BUSAN' 종합전략을 통해 강력한 정책적 기반을 확보하였으나, 중앙부처 소관의 포지티브 법령과 충돌하여 실제 산업화가 지연되는 '정책과 규제의 미스매치' 상황에 직면해 있음
 - 3대 산업 공통의 핵심 규제 쟁점으로 현행 포지티브 법령과의 근본적 충돌(법률의 경직성), 신기술 고유의 규제 공백(책임 소재·데이터·보험 등), 거버넌스 및 실증 공간의 분절(제도의 파편성)을 확인하였음
 - 이에 따라 포괄적 지원 기반(특별 조례) 마련, 맞춤형 규제안 설계, 통합 거버넌스 구축이라는 3대 정책 과제를 도출하였음

- 제4장에서는 부산 AI 네거티브 규제 설계 모형을 제시하고, 3대 핵심 산업별 네거티브 규제 설계 방안과 통합 거버넌스 구축 및 법적 기반 설계 방안을 구체화하였음
 - 부산 AI 네거티브 규제 설계 모형은 '누가(Who)-무엇을(What)-어떻게(How)' 관점에서 상호 연계된 구조로 설계되었으며, 중앙정부-지방정부-전문기관-민간·학계가 함께 설계·집행하는 복합 거버넌스 체계를 전제로 함
 - 산업별 규제 설계는 1단계 금지 목록(Negative List), 2단계 조건부 허용(Conditional Permission), 3단계 규제샌드박스(실증특례)의 3단계 구조로 구성하였으며, 로봇주차·자율주행·AI 정수장 각 산업의 특성을 반영한 맞춤형 규제안을 제시하였음
 - 통합 거버넌스 구축을 위해 '부산 AI 네거티브 규제 위원회'를 중심으로 한 단일창구(One-Stop Shop) 체계와 「부산광역시 AI 산업 실증 지원에 관한 특별 조례」 제정 방안을 제안하였음
- 제5장에서는 부산 AI 산업 네거티브 규제 테스트베드의 구축 기본 방향, 산업별 테스트베드 구축 방안, 그리고 테스트베드 운영 및 지원 체계를 제시하였음
 - 테스트베드 구축의 기본 운영 원칙으로 데이터 기반 운영, 민간참여 활성화, 시민참여형 관리, 지속가능 재정체계, 스마트 규제 및 평가체계 등의 원칙을 설정하였음
 - 에코델타 스마트시티(EDC)를 핵심 혁신 거점으로 선정하고, 기존 인프라와의 연계 전략 및 선도지구 성과관리 체계를 구축하는 방안을 제시하였음
 - 로봇주차·자율주행·AI 정수장 각 산업별로 테스트베드 구축 방안을 구체화하고, 세종시 자율주행 테스트베드 등 선행 사례를 벤치마킹하여 부산형 테스트베드의 운영 모델을 설계하였음
- 제6장에서는 부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 활성화를 위한 정책 제언을 부산광역시 추진과제, 법제도 개선 방안, 관계자별 정책 제언의 세 가지 차원에서 제시하였음

- 부산광역시 추진과제로는 ①「부산 AI 네거티브 규제 테스트베드 특별 조례」 제정 및 규제샌드박스 연계 실증특례 일괄 신청 체계 구축, ②‘부산 AI 네거티브 규제 위원회’ 설치 및 윈스톱 창구 운영을 통한 통합 거버넌스 구축, ③에코델타시티(EDC) 중심 테스트베드 구축과 도심형 자율주행 인프라·가덕도 신공항 연계 모빌리티 허브 구상, ④공통 세이프가드 패키지 및 원격관제 제도화 기준 마련, ⑤전 학력·연령대 참여 가능한 고용 스펙트럼 활용 및 사회적 수용성 제고 프로그램 운영을 제안
- 법제도 개선 방안으로는 5가지 대안(1안: 부산특별법 제정, 2안: 부산글로벌 허브도시특별법 활용, 3안: 개별법 개정, 4안: 복합적 접근, 5안: 광역연합형 법·제도 구축)을 비교·분석하고, 단기 실증과 중장기 법제화를 동시에 추진할 수 있는 4안(복합적 접근)을 권장안으로 제시하였음
- 정책 제언으로는 부산시에 대해 강력한 컨트롤타워 구축, 지원 조례 제정권의 전략적 활용, 부울경 광역 협력체계 구축을, 중앙정부에 대해 실증 결과를 토대로 한 신속한 법령 정비 의무화, 부처 간 칸막이 해소, AI 산업 생태계 구축을 위한 재정 지원을, 민간 부문에 대해 자율적 안전관리 체계 구축, 기존 산업과의 상생 협력 모델 참여, 지역 기반 산업 생태계 참여, 기술 주권 확보 노력을 제안하였음

참고문헌

국내 및 해외 문헌

- 건축도시공간연구소 스마트·녹색연구단. (2019). 「싱가포르 스마트도시 관련 정책·제도」. 건축도시공간연구소.
- 관계부처 합동. (2017). 「신산업 네거티브 규제 발굴 가이드라인(안)」. 국무조정실.
- 국가안전전략연구원. (2025). 국가인공지능전략위원회 출범의 의의와 과제: AI G3 도약을 위한 전략적 접근. 「이슈브리프」, 제195호.
- 국무조정실. (2022). 「규제샌드박스 백서: 신기술이 빛을 보게 하다」.
- 국토교통부. (2022). 「미래를 향한 멈추지 않는 혁신 모빌리티 혁신 로드맵」.
- 국회도서관. (2025). 「인공지능 관련 기술의 연구개발 및 활용추진에 관한 법률안」[일본어 원문 대역본]. 국회도서관.
- 김가윤. (2020). 「한국형 규제 샌드박스 제도의 주요 성과와 향후 법적 과제」. 한국정보통신정보연구원.
- 김근혜. (2017). 제4차 산업혁명기술 도입을 위한 규제 방식 전환에 대한 탐색적 연구. 「한국지역정보학회지」, 20(3): 59-88.
- 김미림. (2018). 「싱가포르의 성장전략 추진 현황과 시사점」. 대외경제정책연구원.
- 김영석. (2019). 「싱가포르의 새로운 여객운송 정책 체계 도입: 「지점 간 여객운송사업법 2019」의 주요 내용 및 시사점」. 국회입법조사처.
- 김유환·황태희. (2008). 「규제방식의 유형과 개선방안에 관한 연구」. 규제개혁위원회.
- 김재광. (2018). 규제재설계에 따른 행정작용법적 함의—포괄적 네거티브 규제체계를 중심으로. 「법학논총」, 38(2), 169-218.
- 김종찬·김혜정. (2023). 「규제샌드박스제도 통합법 제정방안에 관한 연구」. 한국법제연구원.
- 김진하, & 기석철. (2020). 세종시 자율주행 실증 사례에 기반한 ODD, OEDR 가이드라인에 대한 연구. 「Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers」, 28(10), 659-668.
- 김창수. (2022). 포괄적 네거티브 규제혁신의 성과와 함정. 「인문사회과학연구」, 23(3): 301-328.
- 김태호. (2017). 과학기술 혁신과 시장진입규제: 신산업 분야 규제개선 논의의 비판적 수용론을 곁다려. 「경제규제와 법」, 10(2): 348-366.
- 권용하, 정연진, 조현준, 구분영. (2021). Web GIS 기반 정밀도로지도(HD Map)

- 프로토타입 구축에 관한 연구. 「한국지리정보학회지」, 24(2), 102-116.
- 데이코인텔리전스(2023). 「2024 글로벌 자율주행차 개발동향과 시장전망」.
- 델타텍코리아. (2021). 「싱가포르 시장조사보고서 - 모빌리티 산업 분야」.
- 류시원. (2023). 인공지능 시대에 대비하는 영국의 저작권 정책 동향. 「이슈리포트」, 2023(10). 한국저작권위원회.
- 문예슬. (2021). 스마트 시티와 스마트 모빌리티 적용사례. 「TTA Journal」, 197: 45-53.
- 민동환. (2025). 「자율주행 활성화와 생태계 발전을 위한 충남도의 방향」. 충청남도청 자율주행위원회 발표자료(2025.12).
- 박정수, 성열용, 이상현, 이재운, 최현경, 강민지 외 (2020). 「혁신성장을 위한 산업규제 개혁 방향: 제1권 총괄」. 산업연구원.
- 박종록·김용정·방형욱. (2022). 「자율주행 기술개발 혁신사업: Lv.4 자율주행 차량 테스트베드 환경 구축」. 국토교통과학기술진흥원.
- 박종준. (2020). 한국형 규제 샌드박스 법체계에 관한 소고. 「법조」, 69(3):193-232.
- 박철우. (2025). 규제샌드박스의 의의와 유형에 관한 법적 연구. 「경제규제와 법」, 18(1): 7-21.
- 배영임·신혜리. (2020). 신산업 규제혁신 정책의 성과분석 연구. 「경기연구원 기본연구」, 1-108.
- 삼정KPMG. (2020). 「2020 자율주행차 도입 준비 지수: 자율주행차 도입에 대한 30개국의 환경 평가」.
- 서승환. (2023). 「포괄적 네거티브 규제 전환 사례분석」. 경제·인문사회연구회.
- 성희활. (2018). 4차 산업혁명의 시대에서 「네거티브 규제 패러다임」에 따른 금융규제체계의 재구축 방안 연구. 「법과정책」, 24(1).
- 손웅비·김형주·나성은·문준형·강은비. (2022). AI 기술실증 테스트베드의 글로벌 전략 가능성에 대한 탐색적 접근: 경기도 판교를 중심으로. 「GRI 연구논총」, 24(1): 87-110.
- 송도영·이한송·조은별. (2025). 글로벌 AI 규제샌드박스 동향 및 시사점. 「V.A.R. Issue Brief」, 2025년 5월호. 법무법인 비트.
- 안성원·박강민·장진철. (2024). 유럽연합 인공지능법(EU AI Act)의 주요내용 및 시사점. 「SW중심사회」, 124. 소프트웨어정책연구소.
- 양천수. (2024). 포지티브 규제와 네거티브 규제: 의의와 배경을 중심으로 하여. 「법학논총」,

- 31(1): 89-126.
- 원소연. (2015). 「네거티브 규제의 성과와 개선방안」. 한국행정연구원.
- 유재흥. (2024). 인공지능 산업의 최신 동향. 「SPRi AI Brief」, 2024(2). 소프트웨어 정책연구소.
- 이소담, & 권기현. (2023). 기술혁신과 규제 개혁 정책이 신산업 분야의 기업성장에 미치는 영향 분석: 한국형 규제샌드박스의 조절효과를 중심으로. 「규제연구」, 32(2): 33-71.
- 이정아. (2025). 일본 'AI전략회의-AI제도연구회 중간 보고서' 주요 내용. 「The AI Report」, 2025(4). 한국지능정보사회진흥원.
- 이재훈(2016). 과학기술기반 신산업 창출 활성화를 위한 테스트베드 제도 입법 추진 방향. 「KISTEP R&D In」, 제14호, 18-32.
- 이혜영. (2023). 한국의 규제샌드박스 특성 분석과 시사점: 산업융합 분야를 중심으로. 「규제연구」, 32(1): 37-70.
- 인재개발정보센터. (2024). 「AI 등 4차 산업혁명 기술 시대의 물관리 방안 연구」.
- 정광복. (2023). 「자율주행자동차 관련 국내외 입법 및 정책 동향」. 한국법제연구원.
- 조경희. (2025). 일본의 인공지능(AI) 개발·활용 추진 입법례. 「최신외국입법정보」, 273. 국회도서관.
- 조준혁·이나래·신우재. (2021). 「스마트도시 해외 사례: 싱가포르. 스마트도시 정책·거버넌스 연구」. 서울디지털재단.
- 총무성 및 경제산업성. (2024). 「AI guidelines for business(Ver. 1.0)」. 총무성.
- 최봉·정현철. (2020). 「테스트베드 도시 서울 실현을 위한 실증지원사업 발전 방안」. 서울연구원.
- 최승필. (2011). 규제완화에 대한 법적 고찰: 인·허가 및 신고, 등록제도와 네거티브 규제를 중심으로. 「공법학연구」, 12(1).
- 최주선. (2024). 「일본 총무성, 인공지능 사업자 가이드라인」. 네플라.
- 최해욱. (2025). AI규제샌드박스를 위한 정책과제. 「STEPI Insight」, No. 341. 과학기술 정책연구원.
- 한국건설기술연구원. (2024). 「자율주행 리빙 테스트베드 실증 운영 및 사용자 피드백 수렴 보고서」. 한국건설기술연구원.

- 한국과학기술기획평가원. (2024). 주요국의 자율주행 정책 동향. 「이슈분석」. 281호
 _____ . (2024). 일본, AI 전략의 과제 및 생성형 AI 관련 아젠다 논의.
 「과학기술&ICT 정책·기술 동향」, 265. 한국과학기술기획평가원.
- 한국규제학회. (2021). 「과학기술분야 혁신을 저해하는 포지티브 규제 발굴 및 네거티브
 규제로의 전환 방안에 관한 연구」. 국회사무처.
- 한국법제연구원. (2012). 「특별법 입법체계 개선방안」. 한국법제연구원.
- 한국로봇산업진흥원(2019). 주차로봇 동향 및 전망. 「이슈리포트」, 2019(2).
- 한국산업기술진흥원. (2023). 혁신성장을 위한 실증테스트베드 발전방안. 「ISSUE
 PAPER」, 2023-03.
- 한국인터넷진흥원. (2025). 일본, 인공지능 관련 기술의 연구개발 및 활용 촉진에 관한
 법률. 「인터넷·정보보호 법제동향」, 2025(20). 한국인터넷진흥원.
- 한국콘텐츠진흥원. (2024). 일본 콘텐츠 산업 정책 분석 - 〈AI 사업자 가이드라인〉.
 「일본(도쿄) 콘텐츠 산업동향」, 24(10). 한국콘텐츠진흥원.
- 현대원. (2014). ICT 융합 산업의 규제개혁: 네거티브 규제 프레임워크를 중심으로.
 「과학기술정책연구원 발표자료」.
- 홍승헌. (2021). 포괄적 네거티브에서 유연한 규제: 혁신친화적 신산업 규제혁신 원칙의
 모색. 「규제연구」, 30(1), 79-118.
- AI 戦略会議. (2023). 「AI に関する暫定的な論点整理 (AI 잠정적 쟁점 정리)」. available
 at: https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/ronten_honbun.pdf
- AI 戦略会議·AI 制度研究会. (2025). 「中間とりまとめ」. available at: https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/interim_report.pdf
- ASEAN. (2023). 「ASEAN autonomous vehicle landscape report on regulatory
 pilot space (RPS) to facilitate cross-border digital data flows to enabling
 self-driving car in ASEAN」.
- Baarimah, A. O., et al. (2024). Artificial intelligence in wastewater treatment:
 Research trends and future perspectives through bibliometric analysis.
 「Case Studies in Chemical and Environmental Engineering」, 10.
- Burd, J. T. J. (2021). Regulatory Sandboxes for Safety Assurance of Autonomous
 Vehicles. 「University of Pennsylvania Journal of Law & Public Affairs」,
 7(1).

- Center for Security and Emerging Technology (CSET). (2025, July 9). 「Framework Act on the Development of Artificial Intelligence and Establishment of Trust」. Washington, D.C.: Georgetown University. available at: <https://cset.georgetown.edu/publication/south-korea-ai-law-2025/>
- Chng, S., Anowar, S., & Cheah, L. (2021). To embrace or not to embrace? Understanding public's dilemma about autonomous mobility services: A case study of Singapore. 「Case Studies on Transport Policy」, 9(4), 1542–1552.
- CPUC (2022). 「California Public Utilities Commission Rules for Autonomous Vehicle Passenger Service」. <https://cpuc.ca.gov>
- Department for Science, Innovation and Technology. (2023). A Pro-innovation Approach to AI Regulation, 「Command Paper」, 815, March 2023, Department for Science, Innovation and Technology, London available at: https://www.gov.uk/government/publications/ai-regulation-a-pro-innovation-approach/white-paper?utm_source=chatgpt.com#fnref:139
- Department for Science, Innovation and Technology; Office for Artificial Intelligence; Department for Digital, Culture, Media & Sport; and Department for Business, Energy & Industrial Strategy. (2022). 「Establishing a pro-innovation approach to regulating AI」, July 2022, HM Government, London. available at: <https://www.gov.uk/government/publications/establishing-a-pro-innovation-approach-to-regulating-ai>
- Department for Transport. (2023). 「Code of Practice for Automated Vehicle Trialling (Updated 2023)」. GOV.UK.
- EPRS. (2022). 「Artificial Intelligence Act and Regulatory Sandboxes」. European Parliamentary Research Service.
- Financial Conduct Authority(FCA). (2023). 「FCA Regulatory Sandbox overview」. Financial Conduct Authority.
- Global Infrastructure Hub. (2020, November 4). 「AI for process optimisation for water treatment」. Sydney: Global Infrastructure Hub. available at: <https://www.gihub.org/infrastructure-technology-use-cases/case-studies/ai-for-process-optimisation-for-water-treatment/>

- HM Government. (2023). 「HM Government response to Sir Patrick Vallance's Pro-Innovation Regulation of Technologies Review: Digital Technologies」, March 2023, HM Government, London. available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6410aa2ce90e076cc6e370ef/HMG_response_to_SPV_Digital_Tech_final.pdf
- Huiling, E., & Goh, B. (2017). AI, robotics and mobility as a service: The case of Singapore. Field Actions Science Reports. 「The Journal of Field Actions」, (Special Issue 17), 26–29.
- IDB. (2020). 「Regulatory sandboxes and innovation testbeds: A look at international experience and lessons for Latin America and the Caribbean」. Inter-American Development Bank.
- Japan AI Safety Institute (AISl). (2025a). 「Guide to evaluation perspectives on AI safety (Version 1.10) Summary. AISl」. available at: https://aisi.go.jp/assets/pdf/ai_safety_eval_summary_v1.10_en.pdf
- Japan AI Safety Institute (AISl). (2025b). 「Guide to evaluation perspectives on AI safety (Version 1.10)」. AISl. available at: https://aisi.go.jp/assets/pdf/ai_safety_eval_v1.10_en.pdf
- Japan AI Safety Institute (AISl). (2025c). 「AIセーフティに関する評価観点ガイド」 (第1.10版). AISl. available at: https://aisi.go.jp/output/output_information/250328_1/
- Jeník, I., & Duff, S. (2020). 「How to build a regulatory sandbox: A practical guide for policy makers」. CGAP. available at: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/126281625136122935>
- Land Transport Authority (LTA) (2025). 「Guidelines for Autonomous Vehicle Trials」.
- Lee, Y., & Lee, S. (2020). Evaluation of effectiveness of Smart Water City in Korea – Smart Water City project in Paju City, Gyeonggi Province. 「Journal of Korea Water Resources Association」, 53(S-1), 813–826.
- Mondal, P. (2024). AI and IoT in smart water management for urban sustainability. 「Uncertainty Discourse and Applications」, 1(2), 151–157.

- OECD. (2020). 「The role of sandboxes in promoting flexibility and innovation in the public sector」. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/>
- _____ (2021), OECD 「Business and Finance Outlook 2021 : AI in Business and Finance」, OECD Publishing, Paris.
- _____ (2022), 「Artificial Intelligence and International Trade – Some Preliminary Implications」, available at: <https://www.oecd.org/publications/artificial-intelligence-and-international-trade-13212d3e-en.htm>.
- _____ (2019), 「AI Principles」, available at: <https://www.oecd.org/en/topics/ai-principles.html>
- _____ (2024), Regulatory Experimentation: Moving ahead on the agile regulatory governance agenda, 「OECD Public Governance Policy Papers」, No 47, OECD Publishing, Paris,
- _____ (2005). 「OECD guiding principles for regulatory quality and performance」. OECD Publishing.
- _____ (2023). 「Regulatory sandboxes in AI」. OECD Publishing.
- _____ (2025). 「Regulatory sandbox toolkit」. OECD Publishing.
- Open Autonomy Safety Case Consortium. (2024). 「The Open Autonomy Safety Case Framework」. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2404.05444>
- Paulger, D. (2025). 「Understanding Japan’s AI Promotion Act: An “Innovation-First” Blueprint for AI Regulation」. Future of Privacy Forum. available at: <https://fpf.org/blog/understanding-japans-ai-promotion-act-an-innovation-first-blueprint-for-ai-regulation/>
- Priyadarsini, M., Rahul, & Paikra, R. (2026). AI-driven IoT and gamification for smart water management: Real-time monitoring and predictive analytics. 「Environmental Modelling & Software」, 195.
- Singapore Standards (2021). 「TR68-2 Autonomous Vehicles – Vehicle Level Requirements」.
- Smart Nation Singapore. (2024). 「Smart Nation 2.0: A thriving digital future for all」. Government of Singapore.
- Tan, S. Y., & Taeihagh, A. (2021). Adaptive governance of autonomous vehicles:

- Accelerating the adoption of disruptive technologies in Singapore. 「Government Information Quarterly」, 38(2).
- Tang, L., Hettler, E., Zhang, B., & DeCastro, J. (2011, September). 「A testbed for real-time autonomous vehicle PHM and contingency management applications」. In Annual Conference of the PHM Society (Vol. 3, No. 1).
- UNECE. (2021). 「UN Regulation No. 157 – Automated Lane Keeping System (ALKS)」. United Nations Economic Commission for Europe. <https://unece.org>
- UK Parliament Research Briefings. (2024). 「Automated Vehicles Act 2024 and CAM 2025 White Paper」. Research Briefings.
- Vallance, Patrick. (2023). 「Pro-innovation regulation of technologies review: Digital technologies」, March 2023, HM Government, London. available at: <https://www.gov.uk/government/publications/pro-innovation-regulation-of-technologies-review-digital-technologies>
- WEF. (2025). 「Autonomous Vehicles: Timeline and Roadmap Ahead」.
- ITS국제협력센터. (2021). 「싱가포르 교통·ITS 현황」.
- KERC(2024). 「2024 상반기 유럽 자율주행 연구 및 정책 동향」.
- KOTRA. (2021). 「2021 국별 진출전략: 싱가포르」. KOTRA
- _____. (2023). 「2024 싱가포르 진출전략: 시장 평가 및 주요 이슈·비즈니스 환경 분석·진출전략」. KOTRA
- _____. (2024). 「2024 스마트 시티 해외진출 전략보고서」. KOTRA
- _____. (2024). 일본의 AI 정책과 실제 사례. 「글로벌 이슈 모니터링」, KOTRA & KOTRA 해외시장뉴스.
- Masood Ahmed. (2025). 「싱가포르의 국가 AI 전략: 기술 혁신을 위한 비전과 실행」. 대외경제정책연구원.

법령 및 관련 규정

「EU AI Act」 (Article 57, 2024)

뉴스기사 및 보도자료

- 국무조정실 보도자료. (2019). “네거티브 규제 전환, 본격적으로 확산합니다”, (2019.04.18.).
- 국무조정실 보도자료. (2025). 규제샌드박스를 통한 신사업·서비스의 정식 시장출시 가속화. (2025.03.04.)
- 국토교통부 보도자료(2023). 전국 모든 시·도에서 자율주행차 달린다. (2023.11.28.)
- 국토교통부 보도자료(2025). 더 빠르게, 더 멀리 자율주행차가 달려갑니다.
- 국토교통부 보도자료(2025). 에코델타시티 입주민 교통불편 해소… 「에코누비 버스」 10월 30일 첫 운행!.(2025.10.28.)
- 데일리안. (2024년 4월 1일). 세계 최초…물 분야 초격차 기술 진수 담아낸 ‘화성 AI 정수장’. 데일리안. <https://dailian.co.kr/news/view/1345274>
- 디트NEWS24. (2024년 1월 16일). 한국수자원공사, 세계경제포럼(WEF) 글로벌 등대 어워드 수상. 디트NEWS24. <https://www.dtnews24.com/news/articleView.html?idxno=763468>
- 로타임즈. (2024) 글로벌 인공지능(AI) 규제 동향과 시사점. (2024.04.04.) <https://www.lawtimes.co.kr/LawFirm-NewsLetter/197321>
- 로타임즈. (2024). 미국과 영국의 AI 규제 동향. (2024.02.29.)<https://www.lawtimes.co.kr/LawFirm-NewsLetter/196378>
- 머니투데이. (2023). AI가 운영하는 똑똑한 정수장, 전력·탄소 줄고 효율은 오르고. (2023.06.27.) <https://www.mt.co.kr/economy/2023/06/27/2023062608593788299>
- 부산광역시 보도자료(2025). 부산시 전국 최초로 「신도시 등 대중교통 지원사업」추진. 2025. 05. 08. (2025.03.05.)
- 산업통상자원부 보도자료. (2025). 규제샌드박스로 자율주행 전기차 무선 자동충전 실증한다. (2025.05.30.)
- 연합뉴스. (2023). 현대차그룹, 싱가포르에 '모빌리티 혁신의 장' HMGICS 준공. (2023.11.21.) <https://www.yna.co.kr/view/AKR20231121060200003>
- 워터저널. (2024). [UAE] TAQA 워터솔루션, AI 기반 SCADA 시스템 프로젝트 시작. (2024. 12. 31.) <https://www.waterjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=79120>
- 중소벤처기업부 보도자료. (2023) 전면적 사후 규제(네거티브 규제) 국내 최초 도입 “세계

- (글로벌) 혁신 특구 조성방안” 발표. (2023.05.08.) <https://www.mss.go.kr>
- 충청일보. (2025)K-water, 필리핀 뉴클락시티에 ‘한국형 스마트 물관리’ 수출 본격화. (2025.03.13.) <https://www.ccdailynews.com/news/articleView.html?idxno=2330269>
- 한겨레. (2025). 환영받지 못하는 ‘AI 기본법’…정부 “규제보다 진흥에 초점”. (2025.07.28.) <https://www.hani.co.kr/arti/economy/it/1210376.html>
- 한국경제. (2024). “성수동엔 이제 없는데 없군” ‘주차 대신해주는 로봇’ 등장. (2024.06.20.) <https://www.hankyung.com/article/202406208701g>
- 한국수자원공사 보도자료. (2023) 한국수자원공사 화성AI정수장, 4차 산업기술 혁신의 리더 세계경제포럼 ‘글로벌 등대’ 선정. (2023.12.15.) https://www.kwater.or.kr/news/repoView.do?brdId=KO26&s_mid=36&seq=134155
- 한국수자원공사 보도자료. (2024). 한국수자원공사, AI 정수장 국제표준 주도. (2024.12.04) https://www.kwater.or.kr/news/repoView.do?brdId=KO26&s_mid=36&seq=137029
- 한국수자원공사 보도자료. (2025). 대한민국, AI 물관리 국제표준 제정 선도… 독보적 기술력으로 세계시장 주도 본격화. (2025.07.02.) <https://www.kwater.or.kr/news/repoView.do?seq=138586&brdId=KO26>
- 해사신문. (2024). 해양 산업의 커다란 패러다임 변화 ‘선박 디지털 전환’…대표기업 핵심기술은 (2024.10.15.) <http://www.haesanews.com/news/articleView.html?idxno=125963>

웹사이트

- 한국수자원공사. AI 정수장. K-water 물기술. from https://www.kwater.or.kr/water/sub01/sub06/tech03Page.do?s_mid=2221 (검색일: 2025.10.16.)
- Eco-Business. (2014). Another step to making driverless vehicles on Singapore roads a reality. available at: <https://www.eco-business.com/news/another-step-making-driverless-vehicles-singapore-roads-reality/>
- GlobeNewswire. (2025). WeRide Launches Southeast Asia’s First Fully Driverless Robobus Operations at Resorts World Sentosa, Singapore. 2025.07.17. available at: <https://www.globenewswire.com/news-release/2025/07/17/3117054/0/en/WeRide-Launches-Southeast-Asia-s-First-Full>

- y-Driverless-Robobus-Operations-at-Resorts-World-Sentosa-Singapore.html
- Idrica. (2024). How AI is changing the paradigm in treatment plants. available at: <https://www.idrica.com/blog/how-ai-and-digital-twins-are-changing-the-paradigm-in-treatment-plants/>
- IMD. (2025). The IMD World Digital Competitiveness Ranking. available at: <https://worldcompetitiveness.imd.org/rankings/digital>
- Land Transport Authority. (2019). Joint media release by the Land Transport Authority (LTA), Enterprise Singapore, Standards Development Organisation & Singapore Standards Council – Singapore develops provisional national standards to guide development of fully autonomous vehicles. available at: <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2019/1/2/joint-media-release-by-the-land-transport-authority-lta-enterprise-singapore-standards-development-organisation-singapore.html>
- Land Transport Authority. (2025). Autonomous vehicles. available at: https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/industry_innovations/technologies/autonomous_vehicles.html
- Smart Nation. (2025). Smart Nation milestones. Singapore: Smart Nation and Digital Government Office. available at: <https://www.smartnation.gov.sg/about/milestones/>
- ST Engineering. (2019). First on-demand autonomous shuttle trial opens to public. Singapore: ST Engineering. available at: <https://www.stengg.com/en/newsroom/news-releases/first-on-demand-autonomous-shuttle-trial-opens-to-public/>
- The Brookings Institution. (2023). The three challenges of AI regulation. Washington, D.C.: The Brookings Institution. available at: <https://www.brookings.edu/articles/the-three-challenges-of-ai-regulation/>
- 内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局 AI担当. (2025). 「AI戦略関連資料・予算情報」(ウェブサイト). 取得元: <https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/index.html>

부 록

[부록 표 1] 자율주행 관련 규제 현황

주요 규제 내용	법률	관련 조항	조항 내용	주관 부처	지자체 역할 (시·도/시·군·구)
여객 사업자 요건	여객 자동차 운수 사업법	제4조	<p>제4조(면허 등) ① 여객자동차운송사업을 경영하려는 자는 사업계획을 작성하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관의 면허를 받아야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 여객자동차운송사업을 경영하려는 자는 사업계획을 작성하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 시·도지사의 면허를 받거나 시·도지사에게 등록하여야 한다.</p> <p>② 제1항에 따른 면허나 등록을 하는 경우에는 제3조에 따른 여객자동차운송사업의 종류별로 노선이나 사업구역을 정하여야 한다.</p> <p>③ 국토교통부장관 또는 시·도지사는 제1항에 따라 면허나 대통령령으로 정하는 여객자동차운송사업을 등록하는 경우에 필요하다고 인정하면 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 운송할 여객 등에 관한 업무의 범위나 기간을 한정하여 면허(이하 "한정면허"라 한다)를 하거나 여객자동차운송사업의 실서를 확립하기 위하여 필요한 조건을 붙일 수 있다.</p> <p>④ 운송사업자(제1항에 따라 여객자동차운송사업의 면허를 받거나 등록을 한 자를 말한다. 이하 같다) 중 대통령령으로 정하는 운송사업자는 제2항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 교통시설(이하 "주요 교통시설"이라 한다)이 같은 항에 따라 정하여진 사업구역(이하 "소속 사업구역"이라 한다)과 인접(국토교통부령으로 정하는 범위로 한정한다)하고 소속 사업구역에서 승차한 여객을 그 주요교통시설에 하차시킨 경우에는 제5항에 따른 승차대를 이용하여 소속 사업구역으로 가는 여객을 운송할 수 있다.</p> <p>1. 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 고속철도의 역 시설</p> <p>2. 국제 정기편 운항이 이루어지는 「공항시설법」 제2조제3호에 따른 공항</p>	국토 교통부	

주요 규제 내용	법률	관련 조항	조항 내용	주관 부처	지자체 역할 (시·도/시·군·구)
<p>여객 자동차 운수 사업법 시행규칙</p>	<p>제17조</p>	<p>3. 여객이용시설이 설치된 「항만법」 제2조제2호에 따른 무역항 4. 그 밖에 제1호부터 제3호까지에 준하는 교통시설로서 대통령령으로 정하는 교통시설</p> <p>⑤ 주요교통시설의 사업시행자는 그 주요교통시설을 이용하는 여객의 연계 수송 편의 제고를 위하여 대통령령으로 정하는 여객자동차운송사업의 사업구역을 표시한 승차대를 설치하여야 한다. 이 경우 승차대의 설치·운영 등에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.</p> <p>제17조(한정면허) ① 법 제4조제3항에 따른 여객자동차운송사업의 한정면허는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에 할 수 있다. 1. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 노선 여객자동차운송사업을 경영하려는 경우 가. 여객의 특수성 또는 수요의 불규칙성 등으로 인하여 노선버스를 운행하기 어려운 경우로서 다음의 어느 하나에 해당하는 경우 1) 공항, 도심공항터미널 또는 국제여객선터미널을 기점 또는 종점으로 하는 경우로서 공항, 도심공항터미널 또는 국제여객선터미널 이용자의 교통편의를 해소하기 위하여 필요하다고 인정되는 경우 2) 관광지를 기점 또는 종점으로 하는 경우로서 관광의 편의를 제공하기 위하여 필요하다고 인정되는 경우 3) 고속철도 정차역을 기점 또는 종점으로 하는 경우로서 고속철도 이용자의 교통편의를 위하여 필요하다고 인정되는 경우 4) 국토교통부장관이 정하여 고시하는 출퇴근 또는 심야 시간대에 대중교통 이용자의 교통편을 해소하기 위하여 필요하다고 인정되는 경우 5) 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」에 따른 산업단지 또는 관할 관청이 정하는 공장밀집지역을 기점 또는 종점으로 하는 경우로서 산업단지 또는 공장밀집지역의 접근성 향상을 위하여 필요하다고 인정되는 경우</p> <p>나. 수익성이 없어 노선운송사업자가 운행을 기피하는 노선으로서 관할관</p>	<p>국토 교통부</p>	<p>대중교통 노선 의건 제출</p>	

주요 규제 내용	법률	관련 조항	조항 내용	주관 부처	지자체 역할 (시·도·시·군·구)
			<p>청이 법 제50조제2항에 따라 보조금을 지급하려는 경우 다. 버스전용차로의 설치 및 운행계통의 신설 등 버스교통체계 개선을 위하여 시·도의 조례로 정한 경우 라. 신규노선에 대하여 영 제37조제1항제1호 각 목 외의 부분에서 규정한 시내버스운송사업을 경영하려는 자의 경우 2. 수요응답형 여객자동차운송사업을 경영하려는 경우 3. 국토교통부장관이 정하여 고시하는 운송사업자가 국토교통부장관이 정하여 고시하는 심야 시간대에 승차정원이 11인승 이상의 승합자동차를 이용하여 여객의 요청에 따라 탄력적으로 여객을 운송하는 구역 여객자동차운송사업을 경영하려는 경우 4. 관할 관청이 정하는 바에 따라 임무 범위, 구역, 시간 등을 한정하여 배차운송사업을 경영하려는 자의 경우 ② 관할관청은 제1항제1호, 제2호 및 제4호에 따라 여객자동차운송사업의 한정면허를 하려는 경우에는 다음 각 호의 사항을 공고하는 등 공개적인 방법으로 그 대상자를 선정하여야 한다. 이 경우 운송사업자와 대상 노선 등의 선정절차 및 방법, 그 밖에 필요한 사항은 시·도(시·도지사)가 면허를 하는 경우만 해당한다)의 조례로 정한다.</p> <p>1. 노선 여객자동차운송사업의 경우에는 다음 각 목의 사항 가. 운행노선 나. 운행대수 다. 서비스의 수준 라. 면허기간 마. 보조금의 지급 바. 그 밖에 한정면허에 관하여 필요한 사항 2. 수요응답형 여객자동차운송사업의 경우에는 다음 각 목의 사항 가. 운행노선 또는 운행구역 나. 운행차종, 대수 및 운행방법</p>		

주요 규제 내용	법률	관련 조항	조항 내용	주관 부처	지자체 역할 (시·도/시·군·구)
			<p>다: 서비스의 수준 라: 면허기간 마: 운임·요금 산정에 관한 사항 바: 보조금의 지급 사: 그 밖에 한정면허에 관하여 필요한 사항 3. 택시운송사업의 경우에는 다음 각 목의 사항 가: 업무범위, 구역 및 시간대 나: 운행차종, 대수 및 운행방법 다: 서비스의 수준 라: 면허기간 마: 운임·요금 산정에 관한 사항 바: 보조금의 지급 사: 그 밖에 한정면허에 관하여 필요한 사항</p> <p>③ 제1항제3호에 따라 한정면허를 받으려는 자는 별지 제6호서식의 여객자동차운송사업 면허신청서(전자문서로 된 신청서를 포함한다)에 다음 각 호의 서류(전자문서를 포함한다)를 첨부하여 관할관청에 제출하여야 한다. 이 경우 관할관청은 신청서류를 심사하여 한정면허 요건에 적합하다고 인정하면 면허를 하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 사업계획서 2. 여객자동차운송사업 면허증 등 제1항제3호에 따른 운송사업자임을 증명할 수 있는 서류 3. 자동차매매계약서 등 사업에 사용할 자동차를 확보한 사실을 증명할 수 있는 서류 ④ 시·도지사는 지역주민의 편의 및 지역 여건상 해당 시·도에 걸치는 영 제37조제1항제1호 각 목 외의 부분에서 규정한 시내버스운송사업의 신규노선이 필요한 경우에는 대도시권광역교통위원회에 제1항제1호라 목에 따른 한정면허의 대상 노선 등에 관한 의견을 제출할 수 있다. 		

주요 규제 내용	법률	관련 조항	조항 내용	주관 부처	지자체 역할 (시·도/시·군·구)
시범 운행지구 지정	자율주행 자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률	제7조	<p>⑤ 한정면허의 기간은 6년 이내로 한다.</p> <p>⑥ 한정면허를 받은 자는 한정면허의 기간만료 후 사업을 계속하려면 기간 만료일 3개월 전까지 면허의 갱신을 신청하여야 한다.</p> <p>⑦ 제1항제1호기목4)에 따른 한정면허의 사업계획의 변경에 관하여는 제33조제1항에도 불구하고 노선 또는 운행계통의 기점·종점을 신설하거나 변경하는 경우에는 관할관청의 인가를 받고, 나머지 변경의 경우에는 관할관청에 신고를 하여야 한다.</p>		
			<p>제7조(시범운행지구의 지정 등) ① 국토교통부장관은 자율주행자동차 시범 운행지구를 운영하려는 시·도지사의 신청을 받아 제16조에 따른 자율주행 자동차 시범운행지구 위원회의 심의·의결을 거쳐 자율주행자동차 시범운행 지구(이하 "시범운행지구"라 한다)를 지정할 수 있다. 시범운행지구의 지정 을 변경 또는 해제하는 경우에도 또한 같다.</p> <p>② 제1항에 따라 시범운행지구의 지정·변경 또는 해제를 신청하려는 시범 운행지구가 둘 이상의 특별시·광역시·특별자치시·도 또는 특별자치도 (이하 "시·도"라 한다)에 걸쳐있을 경우 관할 시·도지사가 공동으로 지 정·변경 또는 해제를 신청하여야 한다.</p> <p>③ 제1항에도 불구하고 국토교통부장관이 둘 이상의 시·도에 걸쳐 구역을 시범운행지구로 지정할 필요가 있다고 인정하는 경우에는 관할 시·도지 사와의 협의 및 자율주행자동차 시범운행지구 위원회의 심의·의결을 거 쳐 시범운행지구를 지정할 수 있다. 시범운행지구를 변경 또는 해제하 는 경우에도 또한 같다.</p> <p>④ 제1항 및 제3항에도 불구하고 대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변 경하는 경우에는 자율주행자동차 시범운행지구 위원회의 심의·의결을 거치지 아니할 수 있다.</p> <p>⑤ 국토교통부장관은 제1항 및 제3항에 따라 시범운행지구를 지정·변경 또는 해제한 경우 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 내용을 관보에 고 시하고, 이를 신청하거나 협의한 관할 시·도지사에게 통보하여야 한다.</p>	국토 교통부	시범운행지구 지정 및 운영

주요 규제 내용	법률	관련 조항	조항 내용	주관 부처	지자체 역할 (시·도/시·군·구)
<p>여객·화물 유상운송 특례</p>		<p>제9~10조</p>	<p>⑥ 제1항부터 제5항까지에서 규정한 사항 외에 시범운행지구의 지정·변경 또는 해제에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.</p> <p>제9조(여객의 유상운송에 관한 특례) ① 「여객자동차 운수사업법」 제81조에도 불구하고 시범용 자동차가 아닌 자율주행자동차를 활용하여 시범운행지구에서 유상으로 여객의 운송용으로 제공하거나 임대할 수 있다.</p> <p>② 제1항에 따라 시범운행지구에서 자율주행자동차를 활용하여 유상운송을 하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 시범운행지구 관할 시·도지사의 허가를 받아야 한다. 이 경우 시범운행지구 관할 시·도지사는 국토교통부장관과 협의를 거쳐야 한다.</p> <p>③ 제2항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 국토교통부장관이 관할 시·도지사와 협의를 거쳐 허가한다.</p> <p>1. 국토교통부장관이 지정한 둘 이상의 시·도에 걸친 하나의 시범운행지구를 대상으로 한 유상운송 허가</p> <p>2. 둘 이상의 시범운행지구에 걸친 구역을 대상으로 한 유상운송 허가</p> <p>④ 제2항 또는 제3항에 따라 유상운송 허가를 하려는 자는 교통안전 확보 및 운송질서 유지 등에 필요한 조건을 붙일 수 있다.</p> <p>⑤ 국토교통부장관 또는 시범운행지구를 관할하는 시·도지사는 「여객자동차 운수사업법」 제4조에도 불구하고 시범운행지구에서 자율주행자동차를 활용하여 노선의 운행을 하려는 자에 대하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 한정운수면허를 발급할 수 있다.</p> <p>⑥ 국토교통부장관 또는 시범운행지구를 관할하는 시·도지사는 제5항에 따른 한정운수면허를 발급하는 요건, 절차 및 그 밖에 필요한 사항을 정하여 미리 공고하여야 한다.</p> <p>제10조(화물자동차운송사업에관한특례)시범운행지구에서자율주행자동차를 활용하여유상으로화물운송하려는자는대통령령으로정하는바에따라국토교통부장관의허가를받아야한다.이경우「화물자동차운수사업법」제3조는적용하지아니한다.</p>	<p>국토 교통부</p>	<p>여객·화물 유상운송 허가 특례 승인</p>

주요 규제 내용	법률	관련 조항	조항 내용	주관 부처	지자체 역할 (시·도/시·군·구)
안전기준 특례		제11조	제11조(자동차 안전기준에 관한 특례) 조항정치, 제동장치, 좌석 등 국토교통부령으로 정하는 구조적 특성으로 인하여 「자동차관리법」 제29조제1항에 따른 자동차안전기준(이하 "자동차안전기준"이라 한다) 및 같은 조 제2항에 따른 부품안전기준을 충족하기 어려운 자율주행자동차는 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관의 승인을 받아 시범운행지구에서 운행할 수 있다. 이 경우 국토교통부장관은 안전 확보 등에 필요한 조건을 붙일 수 있다.	국토 교통부	안전관리계획 검토 및 시설 지원
성능인증· 적합성 승인		제40~41조	<p>제40조(자율주행자동차의 성능인증) ① 국토교통부장관은 「자동차관리법」 제30조제2항에 따라 등록된 자(이하 "자동차제작자등"이라 한다)가 제작 조립 또는 수입하려는 자율주행자동차의 구조와 장치에 관한 형상, 규격 및 성능 등(이하 "형식"이라 한다)에 대한 자동차안전기준이 없는 경우에는 해당 자율주행자동차에 대하여 안전성 등 성능을 인증(이하 "성능인증"이라 한다)할 수 있다.</p> <p>② 자동차제작자등이 성능인증을 받은 사항 중 대통령령으로 정하는 안전 및 성능에 영향을 주는 중요한 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부장관의 변경인증을 받아야 한다. 다만, 국토교통부령으로 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우에는 국토교통부장관에게 신고하여야 한다.</p> <p>③ 국토교통부장관은 성능인증과 제2항에 따른 변경인증을 위하여 해당 자율주행자동차의 자율주행시스템이 운행기능역(자율주행시스템이 주어진 조건에서 정상적이고 안전하게 작동될 수 있는 작동영역)을 말 한다. 이하 같다)에서 정상적으로 작동하는지 확인(이하 "운행기능영역 확인"이라 한다)하고 안전운행 성능에 대한 시험(이하 "안전운행성능 시험"이라 한다)을 실시할 수 있다. 이 경우 국토교통부장관은 제49조 제1항에 따른 전담기관으로 하여금 운행기능영역 확인 및 안전운행성능시험을 대행하게 할 수 있다.</p> <p>④ 성능인증 및 제2항에 따른 변경인증의 기준·대상·방법 및 그 밖에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.</p>	국토 교통부	해당사항 없음

주요 규제 내용	법률	관련 조항	조항 내용	주관 부처	지자체 역할 (시·도·시·군·구)
무단조작 처벌 신설		제47조	<p>제41조(성능인증받은 자율주행자동차의 적합성승인) ① 성능인증받은 자율주행자동차를 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자로서 대통령령으로 정하는 자가 운행하려면 해당 자율주행자동차의 형식이 운행예정구역의 도로·기상·통신등운행환경과 적합하지 대하여 국토교통부장관의 승인(이하 "적합성승인"이라 한다)을 받아 「자동차관리법」 제5조 및 제8조에 따라 등록하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「공공기관의 정보공개에 관한 법률」 제2조제3호에 따른 공공기관 2. 여객자동차 운송사업자(「여객자동차 운수사업법」 제4조제1항에 따라 여객자동차 운송사업의 면허를 받거나 등록을 한 자를 말한다) 3. 화물자동차 운송사업자(「화물자동차 운수사업법」 제3조제1항에 따라 화물자동차 운송사업의 허가를 받은 자를 말한다) <p>② 국토교통부장관은 적합성 승인을 할 때에는 교통안전 확보를 위하여 필요한 조건 또는 기간을 붙일 수 있다.</p> <p>③ 적합성 승인을 받은 자가 해당 자율주행자동차를 「자동차관리법」 제8조에 따라 신규등록(말소등록 후 다시 신규등록을 하는 경우는 제외한다)하는 경우에는 같은 법 제43조제1항제1호에 따른 신규검사를 받은 것으로 본다.</p> <p>④ 적합성 승인을 받은 자가 적합성 승인을 받은 사항 중 대통령령으로 정하는 중요한 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부장관의 변경승인을 받아야 한다. 다만, 국토교통부령으로 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우에는 국토교통부장관에게 신고하여야 한다.</p> <p>⑤ 적합성 승인을 받은 자는 적합성 승인 또는 제4항에 따른 변경승인을 받은 운행 목적·용도 및 범위에서 해당 자율주행자동차를 운행하여야 한다.</p> <p>⑥ 적합성 승인 및 제4항에 따른 변경승인의 기준·방법 및 그 밖에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.</p>	국토교통부	해당사항 없음

주요 규제 내용	법률	관련 조항	조항 내용	주관 부처	지자체 역할 (시·도/시·군·구)
<p>및 자율 주행차 예외 조항 명시</p>			<p>여서는 아니 된다. 다만, 자동차제작자등이 성능인증을 받은 자율주행자동차의 성능개선을 위하여 자율주행시스템을 변경하는 경우에는 그러하지 아니하다. ② 제1항 단서에 따라 변경하려는 자율주행시스템의 범위 및 절차 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.</p>		
<p>국가 차원의 모빌리티 혁신 지원 근거</p>	<p>모빌리티 혁신 및 활성화 지원에 관한 법률</p>	<p>제1조</p>	<p>제1조(목적) 이 법은 모빌리티의 혁신을 체계적으로 수행하고 활성화하기 위한 기반 조성 및 지원 등에 필요한 사항을 규정하여 새로운 모빌리티 수단·기반시설·서비스 및 기술의 도입·확산을 도모함으로써 국민 이동성의 획기적인 증진에 이바지함을 목적으로 한다.</p>	<p>국토교통부, 한국교통안전공단</p>	<p>실증 특례사업 지역 지정 협조</p>
<p>규제 샌드박스 실증 및 임시허가 근거</p>		<p>제12조</p>	<p>제12조(모빌리티 실증을 위한 규제특례) ① 새로운 모빌리티 수단·기반시설·서비스 및 기술을 활용하여 사업을 하려는 자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에 국토교통부장관에게 실증특례를 신청할 수 있다. 1. 허가등의 근거가 되는 법령에 해당 모빌리티 수단·기반시설·서비스 및 기술에 맞는 기준·규격·요건 등이 없는 경우 2. 허가등의 근거가 되는 법령에 따른 기준·규격·요건 등을 적용하는 것이 맞지 아니한 경우 3. 다른 법령의 규정에 따라 허가등을 신청하는 것이 불가능한 경우 ② 국토교통부장관은 제1항에 따른 신청이 다른 행정기관의 소관 사항인 경우 그 신청내용을 관계 행정기관의 장에게 통보하여야 하며, 해당 관계 행정기관의 장은 해당 신청내용을 검토하여 그 결과를 30일 이내에 국토교통부장관에게 문서로 회신하여야 한다. 다만, 소관 행정기관을 특정하기 어려운 경우에는 국토교통부장관이 이를 소관으로 하여 처리한다. ③ 관계 행정기관의 장이 실증특례 부여 여부를 검토하기 위하여 해당 실증특례를 신청한 자에게 자료 보안을 요구한 경우에는 관련 자료의 보</p>	<p>국토교통부, 한국교통안전공단</p>	<p>혁신 모빌리티 시범사업 참여 및 관리</p>

주요 규제 내용	법률	관련 조항	조항 내용	주관 부처	지자체 역할 (시·도/시·군·구)
			<p>원에 걸린 기간은 제2항에 따른 회신 기간에 포함하지 아니한다. 다만, 자료 보안을 요구한 경우에도 90일 이내에는 검토결과를 회신하여야 하며, 회신이 불가능한 경우에는 30일의 범위에서 한 차례만 회신기간 연장을 요청할 수 있다.</p> <p>④ 국토교통부장관은 관계 행정기관의 검토를 포함하여 제1항에 따른 신청을 제18조에 따른 모빌리티혁신위원회(이하 "모빌리티혁신위원회"라 한다)에 상정하여야 한다. 이 경우 관계 행정기관의 장에게 모빌리티혁신위원회에 참석할 것을 요청할 수 있다.</p> <p>⑤ 모빌리티혁신위원회는 다음 각 호의 사항을 고려하여 실증특례 부여 여부 및 실증특례 부여 기간·규모를 신의하여야 한다. 이 경우 모빌리티혁신위원회는 안전성 등을 확보하기 위하여 필요한 경우 조건을 붙일 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 사업실시계획서 2. 새로운 모빌리티 수단·기반시설·서비스 및 기술의 혁신성 및 이용자의 편의 3. 향후 관련 시장의 성장 가능성 4. 실증으로 인하여 회복하기 어려운 손해의 발생 가능성 및 손해배상 방안의 적절성 5. 국민의 생명·건강·안전 및 환경·지역균형발전의 저해 여부와 개인정보의 안전한 보호·처리 6. 그 밖에 실증특례 부여에 필요한 사항 <p>⑥ 국토교통부장관은 제5항에 따른 심의·조정 결과에 따라 새로운 모빌리티 수단·기반시설·서비스 및 기술에 대하여 실증특례를 부여하여야 한다.</p> <p>⑦ 국토교통부장관은 제6항에 따라 실증특례를 부여하는 경우 새로운 모빌리티 수단·기반시설·서비스 및 기술에 대한 실증특례의 심사기준을 실증특례의 신청자에게 통보하여야 한다.</p> <p>⑧ 실증특례의 유효기간은 2년 이하의 범위에서 모빌리티혁신위원회가 정</p>		

주요 규제 내용	법률	관련 조항	조항 내용	주관 부처	지자체 역할 (시·도/시·군·구)
			<p>한다.</p> <p>⑨ 제6항에 따른 실증특례를 부여받은 자는 실증특례를 받은 사업으로 인하여 발생할 수 있는 인적·물적 손해를 배상하기 위하여 사업 시행 전에 책임보험에 가입하여야 한다. 다만, 실증특례를 부여받은 자가 책임보험에 가입할 수 없는 경우에는 국토교통부장관과 별도 협의를 거쳐 실증특례로 발생할 수 있는 인적·물적 손해에 대한 배상 방안을 마련하여야 하며, 배상 방법·기준 및 절차 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.</p> <p>⑩ 제6항에 따른 실증특례를 부여받아 해당 모빌리티 수단·기반시설·서비스 및 기술 등을 제공하는 자가 그 수단·기반시설·서비스 및 기술 등으로 인하여 인적·물적 손해를 발생하게 한 때에는 그 손해를 배상할 책임이 있다. 다만, 실증특례를 부여받은 자가 고의 또는 과실이 없음을 입증한 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>⑪ 국토교통부장관과 관계 행정기관의 장은 실증을 위한 사업의 원활한 추진을 위하여 필요한 지원을 할 수 있다.</p> <p>⑫ 제1항부터 제11항까지와 관련된 세부사항 및 실증특례의 심사기준, 절차 및 방법 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.</p>		

정책연구 2025-16

부산 시 네거티브 규제 테스트베드 추진 방안

저 자	강영주 한국지방행정연구원 연구위원 이재용 한국지방행정연구원 연구위원 김정숙 충북대학교 행정학과
발 행 일	2025년 12월 19일
발 행 처	한국지방행정연구원
주 소	(26464) 강원특별자치도 원주시 세계로21(반곡동)
전 화	033-769-9999
홈 페이지	http://www.krila.re.kr
인 쇄 처	세일포커스(주) 02-2275-6894