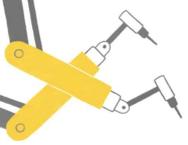


기술동향

지진재난 대응 기술

KISTEP 거대공공사업센터 유현지
KICT 구조연구본부 윤혜진





Contents

 제1장 개요	1
 제2장 기술동향	5
 제3장 정책동향	18
 제4장 R&D 투자동향	26
 제5장 결론	30



제1장 개요

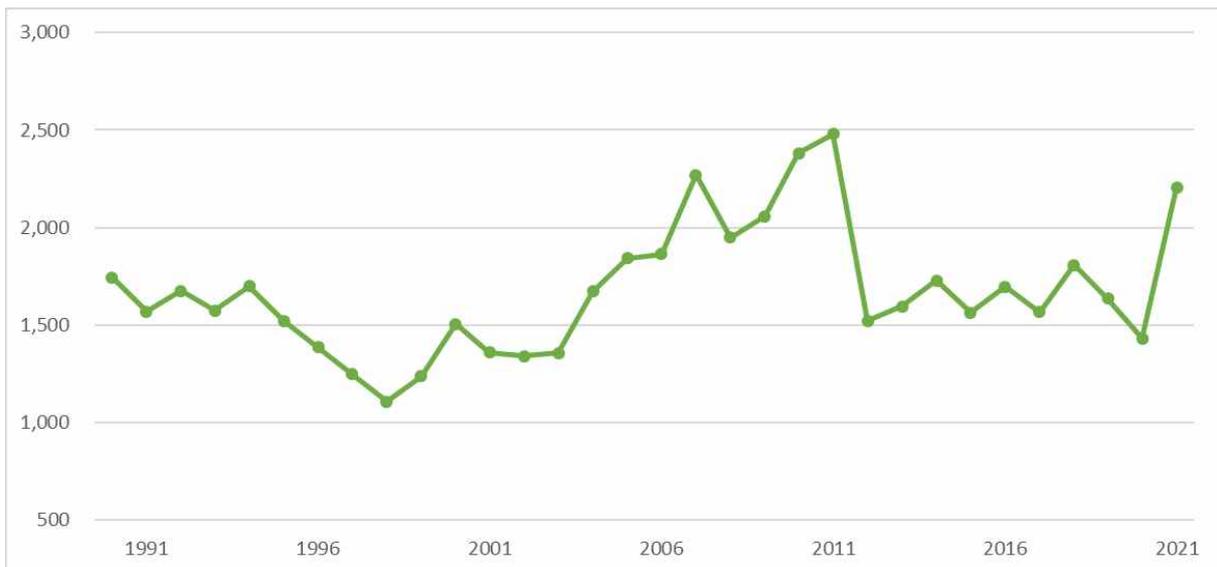
1.1. 작성 배경

최근 세계적으로 지진 발생 횟수가 증가하고 있으며, 우리나라도 경주지진(2016년)과 포항지진(2018년)을 계기로 지진을 실효적인 재난 요인으로 인식

- 미국 지질조사국(USGS, U.S. Geological Survey) 자료에 따르면 세계적으로 규모 5.0 이상의 지진 발생 횟수는 1990~1999년에는 연평균 1,477회, 2000~2021년에는 1,766회 발생¹⁾

- 지진으로 인한 사망자 또한 1990~1999년 연평균 11,465명에서 2000~2019년* 40,436명으로 크게 증가함

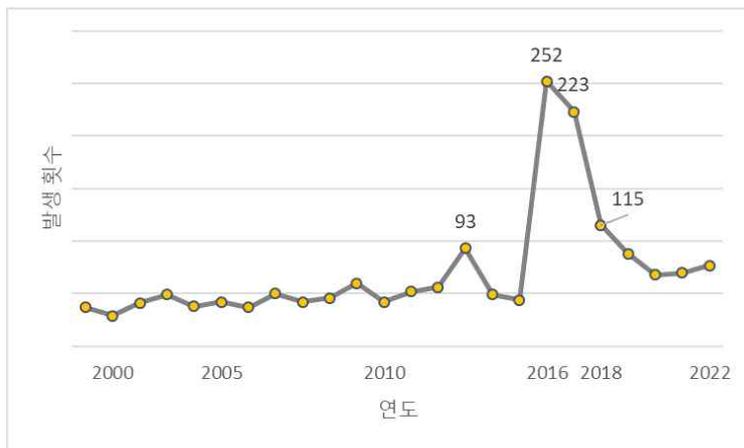
* 2020, 2021년 사망자 통계 미제공



[그림 1] 세계 지진 발생 추이, 1990~2021

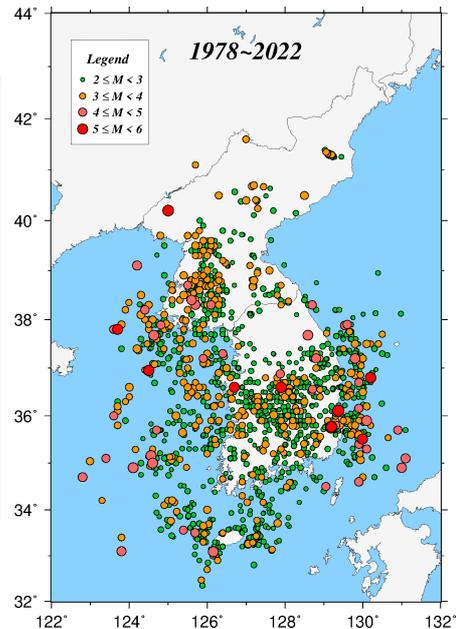
1) <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/lists-maps-and-statistics> (검색일: 2023.12.01.)

- 지진은 주로 환태평양 지진대에 위치한 국가인 일본, 미국, 인도네시아, 칠레, 필리핀, 뉴질랜드, 파푸아뉴기니 등에서 주로 관측²⁾
 - 지진 관측에 대한 기록이 존재한 기원전 2,150년 이후³⁾로는 일본 359건으로 가장 많이 관측되었으며, 최근 발생한 지진 중 가장 규모가 큰 지진은 피지(2018년, 규모 8.2)와 멕시코 남부(2017년, 규모 8.2)에서 발생함
- 우리나라는 1999년 디지털 관측 이후 2022년까지 규모 2.0 이상의 지진은 총 1,700회 발생⁴⁾
 - 국내 지진 발생 횟수는 2016~2018년 지진 이후 많이 감소하였으나, 2016년 이전에 비해 지진의 발생 빈도와 규모는 증가하는 추세이며 주로 남부내륙과 서해안 지역을 따라 지진 발생 분포가 집중되고 있음
 - * '16~'18년 평균 지진 발생 횟수 : 196회(규모 2.0 이상), 19회(규모 3.0 이상)
 - * '19~'21년 평균 지진 발생 횟수 : 75회(규모 2.0 이상), 8회(규모 3.0 이상)
 - 한편 우리나라는 삼면이 바다에 접해 있고, 특히 동해는 수심이 깊고 지진이 자주 발생하는 일본에 인접해 있으므로 지진해일의 발생 가능성도 높은 편임⁵⁾



출처: 기상청 자료 재구성

[그림 2] 연도별 국내 지진 발생 횟수, 1999~2022



[그림 3] 국내 진앙 분포도

2) 기상청(2021), 제2차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획 연구

3) <https://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsunami-db-intro.html#uncertainty> (검색일: 2023.12.01.)

4) www.weather.go.kr/w/eqk-vol/archive/stat/trend.do (검색일: 2023.12.01.)

5) <https://www.weather.go.kr/w/eqk-vol/tsunami/tsunami-case.do> (검색일: 2023.12.01.)

☞ 지진 발생으로 인해 지진해일, 산사태 등 자연재난 및 건물 붕괴, 화재, 폭발 등 사회재난을 유발할 가능성이 증가하여 대규모의 피해가 예상

- 해저 지진 발생으로 인한 지진해일, 지진에 의한 지반 변형에 따른 산사태 등 자연재난이 발생할 수 있으며, 또한 자연재난이 사회재난을 유발하여 큰 피해가 발생할 수 있음
 - 일본에서는 2011년 동일본 지진으로 도호쿠 지방에는 최대 20m 높이의 지진해일이 발생하고 후쿠시마 원전이 폭발하면서 지역 커뮤니티 붕괴로 이어짐
- 지진으로 인해 건물 붕괴, 화재·폭발 등 직접적으로 사회재난이 발생할 가능성이 있으며, 도시환경의 복잡화와 인구 밀집 등의 영향으로 피해 규모가 대형화되고 사회적 파급력이 커지고 있음
 - 2023년 2월 튀르키예 남부와 시리아 서북부에 발생한 지진의 경우, 내진설계가 제대로 되어있지 않던 건물이 완전히 붕괴되어 사망자가 3만 명이 넘는 심각한 인명 피해를 초래함



[그림 4] 2011년 동일본 지진으로 인한 원전사고⁶⁾

☞ 본 고를 통해 지진재난 대응 분야의 국내·외 기술, 정책 및 R&D 투자 동향을 파악하고, 이를 통해 시사점과 정책적 주안점을 도출하고자 함

- 우리나라는 지질 구조상 판 내부에 위치하기 때문에 ‘지진 안전지대’라는 의견이 우세하였으나, 2016년 경주지진 발생 이후 지진재난에 대한 불안감이 매우 커진 상황임
 - 경주지진 이후 ‘지진방재 종합대책’을 발표하고, 범정부 차원에서 ‘지진방재 종합계획’을 수립하는 등 선진국 수준의 지진 대응 기반 마련을 위해 노력하고 있음
- 일본, 미국과 같이 지진 발생이 빈번한 국가의 지진재난 대응 관련 현황을 살펴보고 우리나라가 지진재난에 대응하기 위해 중점적으로 준비해야할 점이 무엇인지 살펴보고자 함

6) www.sejongeconomy.kr/31406

1.2. 기술의 정의 및 범위

 재난 대응을 위해서는 재난의 예측·예방, 대비, 대응 및 재난 이후의 복구를 위한 광범위한 기술 요소가 필요

- 이러한 기술 요소들은 재난 대응에만 활용되는 것이 아니라 다른 분야에서 활용되고 있거나 활용될 수 있는 기술이며, 첨단기술이 융합되며 발전하고 있는 추세임
 - 재난 데이터를 폭넓게 수집·분석하기 위한 지능형 융복합 센서 기술, 재난 발생 상황 공유 및 재난 현장에서의 원활한 소통을 위한 통신 기술, 재난 대응 및 구조를 위한 로봇 기술 등 첨단기술의 융·복합이 활발히 추진 중

 동 브리프에서는 ‘지진재난’으로 재난의 범위를 한정하여, 지진 예측에서부터 지진 후 복구에 활용되는 기술을 4가지 유형으로 분류하여 정의)

- ‘지진재난 대응 기술’은 지진으로 인한 인명, 사회·경제적 피해를 최소화하고 지진재난 이후 일상 회복을 지원할 수 있는 기술을 의미하며, 동 브리프에서는 세부적으로 지진의 감시 및 예보 기술, 지진 위험도 평가 기술, 내진성능 확보 기술, 지진 현장 대응 및 사회기능 회복 기술로 구분함

〈표 1〉 지진재난 대응 세부기술

세부기술명	설명
지진의 감시·예보 기술	• 지표 또는 해저로부터 발생하는 지진 위험 요소를 식별·관측하고 발생 정보를 신속하게 공유하는 기술
지진 위험도 평가 기술	• 지진 발생 장소와 시설물의 특성을 고려하여 지진재난 손실을 예측·평가하는 기술
시설 및 생활공간 내진성능 확보 기술	• 지진 발생 시 구조물의 안전성을 유지하고 그 성능을 발휘할 수 있도록 신규 시설물에 대한 내진 설계기술과 기존 시설물에 대한 내진 보강기술이 해당
지진 현장 대응 및 사회기능 회복 기술	• 지진재난 현장의 신속한 대응 및 현장 수습을 위한 로봇 기술과 재난 이후의 효과적인 사회기능 회복을 위한 복구 기술

7) 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획(국립재난안전연구원, 2022.11.)의 세부기술 분류를 준용함

제2장 기술동향

2.1. 지진의 감시·예보 기술

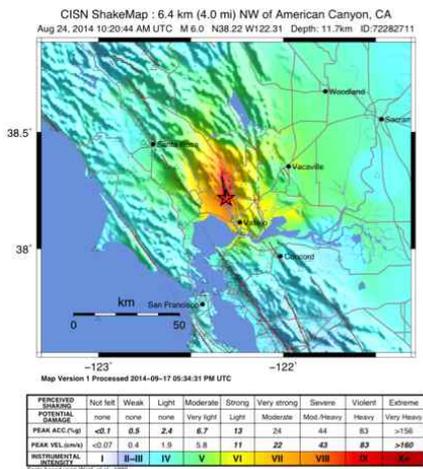
- ▣ 지표 또는 해저로부터 발생하는 지진 위험 요소를 식별·관측하고 지진 발생 정보를 공유하는 기술로서, 지진 계측 및 모니터링과 조기경보 기술로 구분
- ▣ (지진 계측 및 모니터링) 기존 육상 지진관측망의 조밀도 및 모니터링 향상과 함께 해저지진 발생을 관측·분석하여 신속하게 전달하기 위해, 관측망 구축 확대와 관측 품질 향상을 위한 기술개발이 이루어지고 있음
- 지진 관측을 위한 센서로는 주로 지반의 진동 속도를 측정하기 위한 ‘속도계’와 진동의 크기를 측정하기 위한 ‘가속도계’가 적용되고 있으며, 관측 목적에 따라 센서의 종류와 설치 위치가 다름
 - 속도계는 관측할 수 있는 거리와 주파수 범위에 따라 초광대역, 광대역, 단주기로 구분되며 지진이 가지고 있는 절대적인 에너지의 크기인 ‘규모’를 측정하고, 가속도계를 통해 특정 위치에서 땅의 흔들림의 크기인 ‘진도’를 측정함



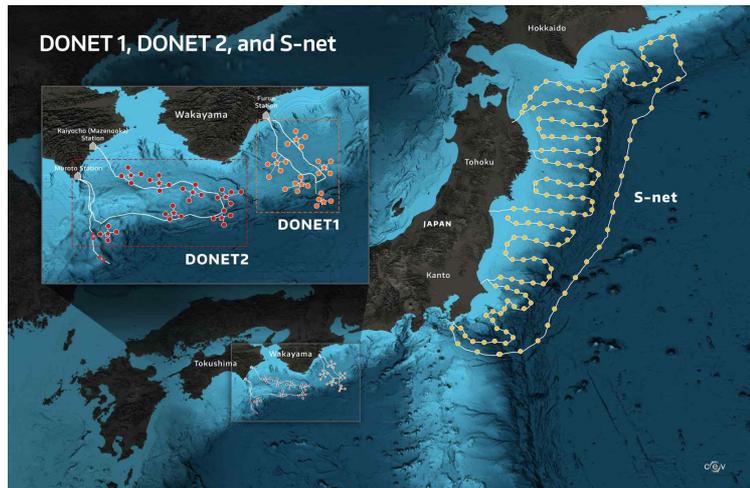
[그림 5] 지진관측장비⁸⁾

8) https://www.kma.go.kr/eqk_pub/obsrEarthquake.do?tab=2 (검색일: 2023.12.01.)

- 미국 지질조사국은 2019년 기준으로 약 7,000개소(캘리포니아 지역 1,675개소 포함)의 지진관측망을 구축·운영 중이며, 관측 품질 향상을 위해 해저 광케이블을 이용하는 기술 개발 중
 - 지진관측망을 통해 수집된 단층 위치, 지역별 진동의 강약 등의 정보는 ShakeMap이라는 지도를 통해 제공되고 있으며, 최근에는 해저 광케이블을 지진계로 이용하여 지진과 쓰나미를 감지·예보하는 기술을 개발 중



[그림 6] 미국 ShakeMap⁹⁾



[그림 7] 일본 해저 관측망(S-net, DONET) 현황¹⁰⁾

- 일본기상청(JMA, Japan Meteorological Agency)과 방재과학기술연구소(NIED, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience)는 2011년 동일본 대지진을 계기로 해저 관측망을 추가로 구축하여 관측 범위를 확대함
 - 현재는 육상과 해상의 지진관측망을 통합한 모니터링 시스템인 MOWLAS(Monitoring of Waves on Land and Seafloor)을 통해 2,100여 개의 관측소를 운영하며 지진 관측의 정밀도를 높이는 중¹¹⁾
 - 한편 일본은 관측 목적에 따라 육상 관측망을 고감도, 강진동, 광대역, 수도권 지진관측망으로 구분하여 운영하고 있으며, 해저케이블 방식의 해저 관측망을 설치하였으며 동일본 및 태평양을 담당하는 S-net, 난카이를 담당하는 DONET을 운영 중¹²⁾

9) <https://earthquake.usgs.gov/data/shakemap/background.php>

10) www.cev.washington.edu/

11) www.mowlas.bosai.go.jp/mowlas/

12) 기상청(2022), 제2차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2023~2027)

〈표 2〉 일본의 육상 및 해저 지진관측망 현황

구분		특징
육상	고감도 지진관측망 (Hi-Net)	미소 지진 관측 및 긴급지진정보 발령을 위한 고감도 육상 지진계 네트워크
	강진동 관측망 (K-Net/KiK-Net)	실시간 지진정보 제공 및 지진재난 위험평가를 위한 육상 강진동 네트워크
	광대역 지진관측망 (F-Net)	넓은 주파수 범위 관측으로 지진 규모 및 단층운동의 실시간 정보 제공
	수도권 지진관측망 (Meso-Net)	수도권 지역 지진연구 및 지진피해 경감을 위한 네트워크
해저	해저관측망 (S-net)	동일본 및 태평양 지역의 지진과 쓰나미에 대비한 해저 네트워크
	해저관측망 (DONET)	혼슈 남쪽 난카이 지역의 초대형 지진과 쓰나미에 대비한 해저 네트워크

- 한국은 기상청에서 지진관측소 설치 및 지진관측망을 통한 모니터링을 하고 있으며, 지진 조기경보 능력 강화, 관측자료의 품질 향상 및 관측자료의 활용성을 높이기 위한 기술개발을 추진하고 있음
 - 2016년 경주지진과 2018년 포항지진 이후 지진관측소가 지속적으로 구축되고 있으며, 2022년 1월 기준으로 국가 지진관측소 361개소*가 설치됨
 - * 기상청 282개소, 유관기관 79개소
 - 지진관측망을 통해 관측된 정보는 국가 지진 종합정보 시스템(NECIS)을 통해 실시간으로 지진 관측 자료가 공유되고 있음¹³⁾
 - 한편 한국은 생활 밀집도가 높은 곳에 지진관측소가 설치되고 있기 때문에 센서에 간섭이 많이 발생하는 편이므로, 관측값의 품질을 높이고 그 활용성을 높이는 방향으로 기술 개발이 이루어지고 있음¹⁴⁾

13) www.kma.go.kr/eqk_pub/obsrEarthquake.do?tab=1

14) 신진수 등(2019). 배경잡음 수준 분석에 의한 동남권 신규 관측소 성능 특성 평가

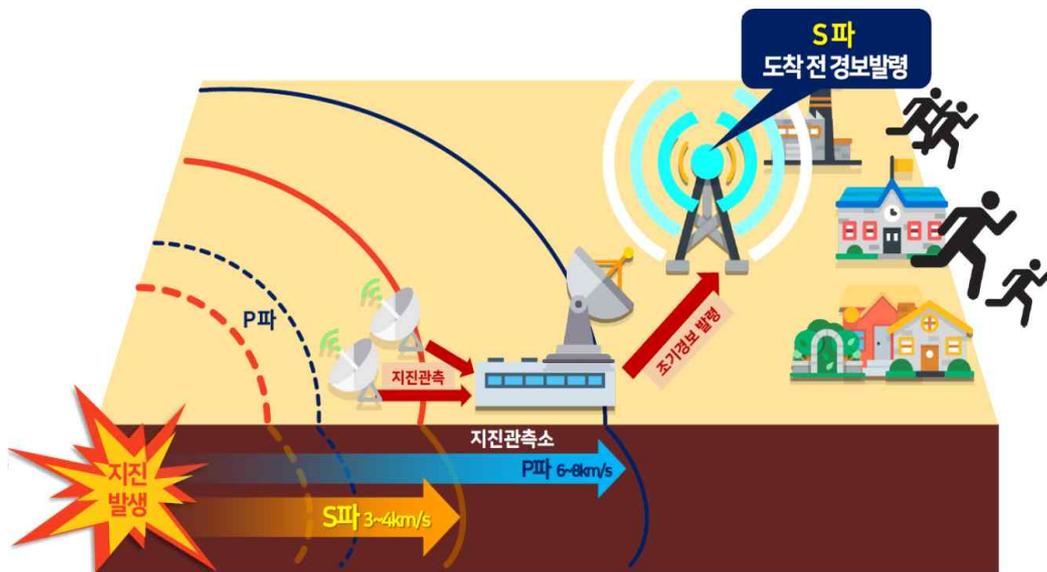


[그림 8] 한국의 지진관측망도

(조기경보) 지진 조기경보는 빠르고 정확한 안내를 통해 지진으로 인한 피해를 줄이기 위하여, 정보의 정확도와 경보 속도를 높이기 위한 방향으로 기술개발이 이루어지고 있음

- 지진 조기경보는 실제 피해를 유발하는 S파가 도달하기 전에 상대적으로 전파 속도가 빠른 P파를 탐지하여 지진의 발생을 경보하는데, 주로 단일 센서를 이용한 on-site 방식, 네트워크 방식, 또는 이 둘의 조합하는 방식으로 구분됨¹⁵⁾
 - 경보 속도와 정확도는 trade-off 관계로서 일반적으로 경보 속도를 높이면 정확도가 낮아지고, 정확도를 높이면 경보 속도가 늦어짐
 - on-site 방식은 경보 수요자의 위치에 설치된 1~2개의 지진계에서 측정된 지진 관측 자료에서 P파를 탐지하고 이를 통해 S파의 최대 진동 크기에 대한 예측값을 산출하는 방식으로 신속하게 경보하는 것이 강점이지만 관측값이 적으므로 정확도가 낮은 문제가 발생할 수 있음
 - 현재 네트워크 방식은 다수의 관측소에서 관측된 지진정보를 활용하여 지진의 규모를 예측하고 있기 때문에, on-site 방식에 비해 정확도는 높지만 경보 속도는 느린 편임

15) 서정범 등(2021). 온사이트 지진조기경보를 위한 딥러닝 기반 실시간 오탐지 제거. 한국지진공학회 논문집, 25(2), 71-81.

[그림 9] 지진 조기경보 원리 개념도¹⁶⁾

- 대부분 네트워크 방식의 지진 조기경보 시스템을 활용하고 있으며, 미국은 ‘ShakeAlert’, 일본은 ‘UrEDAS’, 한국은 ‘EEW’가 대표적임
 - 미국의 ‘ShakeAlert’는 2018년 국가 지진 위험 감소 프로그램(National Earthquake Hazards Reduction Program, NEHRP)의 일환으로 시작되었으며, 2019년부터는 WEA(무선비상경보) 메시지, 휴대폰 앱* 등을 통한 공공 경보 테스트로 확장하여 2021년부터는 오레곤, 워싱턴까지 서비스를 제공하고 있음
 - * ShakeAlert App.
 - 일본의 ‘UrEDAS(Urgent Earthquake Detection and Alarm System)’는 일정 규모 이상의 최대 예상 진폭 및 지진 추정 규모가 관측될 경우, 변전소의 전원을 차단하는 것으로 구간 내 모든 열차를 자동 정지시켜 승객의 안전을 도모함
 - 한국의 ‘EEW(Earthquake Early Warning)’는 3가지 기법을 조합한 알고리즘 개발을 통해 경보 시간을 단축*하였으며, 일정 규모 이상의 지진 발생 시 지진재난 문자를 발송하고 있음
 - * '17년 15~25초에서 '21년 5~10초까지 단축

16) https://www.kma.go.kr/kma/biz/earthquake_volcano_04.jsp

〈표 3〉 국내·외 지진경보시스템 비교

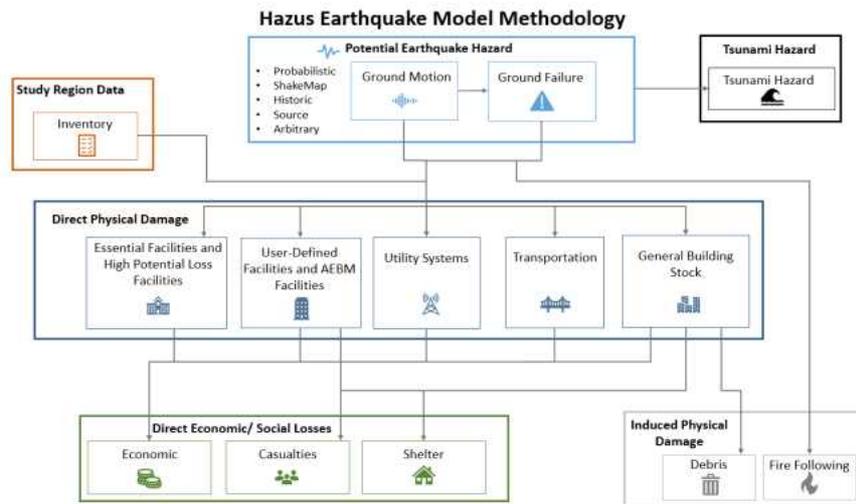
구분	경보시점 (기준)	대표 조기경보시스템	조기경보관측망 (평균이격거리)	조기경보 최소관측소	알고리즘
한국	7~25초 (관측 후)	EEW	338개소 (17.2km)	네트워크 방식 (8개 이상)	초기 3~5초의 속도/가속도 최대비 이용
일본	5~20초 (관측 후)	UrEDAS	1,464개소 (16.1km)	단일관측소, 네트워크 방식 (2개 이상) 종합	초기 2~3초 p파의 최대 변위 이용
미국	4~12초 (발생 후)	ShakeAlert	약 7,000개 (37.5km) ※ 캘리포니아주 900개소 (21.7km)	네트워크 방식 (4개 이상)	초기 3~5초의 속도/가속도 최대비 이용

2.2. 지진 위험도 평가 기술

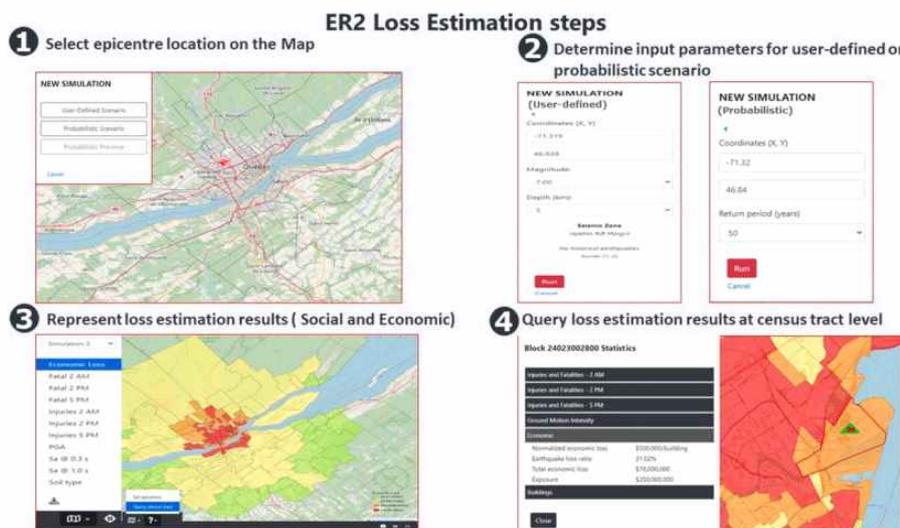
 지진 발생 장소와 시설물의 특성 등을 고려하여 지진재난 손실을 예측·평가하는 기술로, 지진으로 인한 재난 현장의 대응 및 복구에 활용

- 지진 위험도 평가 기술은 재난 현장의 대응 및 복구와 더불어 현재의 내진 기준에 대한 만족 여부를 평가하고 이를 통해 내진 관련 제도 개선을 추진할 수 있는 기초자료로 활용되기도 하며, 평가 결과의 정확성 향상을 위한 기술개발이 이루어지고 있음
 - 지진 전·후의 피해 정도를 지역 내 건물, 필수 시설, 교통의 성능 등을 기반으로 한 수치 모델을 이용하여 추산하며, 대표적인 프로그램으로 HAZUS-MH, Ergo, ER2, DIS 등이 있음
 - (HAZUS-MH) 재난연방관리국(Federal Emergency Management Agency, FEMA)에서 개인 및 정부기관을 대상으로 자연 재난으로 인한 피해를 예측하고 피해 저감 및 긴급 상황에 대처하기 위해 개발한 지리 정보 시스템 기반의 소프트웨어 플랫폼
 - 지진 발생으로 인해 다양한 시설물들의 물리적 손상 정도*를 계산하고, 이로 인해 유발되는 화재, 침수, 붕괴 등의 2차 피해 발생과 복구 비용을 포함한 경제적 손실, 인명손실, 피난처 수요 등을 산정¹⁷⁾하고 상용프로그램인 ArcGIS와 연계하여 시각화된 정보를 제공
- * 4등급(무(None), 약(Slight), 중(Moderate), 강(Extensive), 완전(Complete))으로 구분

17) 홍기중 등(2016), 도시 지진재해위험도 정량화를 통한 순환형 지진재난관리 체계 구축

[그림 10] HAZUS-MH의 지진해석 절차¹⁸⁾

- (ERGO) 미국 일리노이 대학과 국가 슈퍼컴퓨팅 응용센터 (National Center for Supercomputing and Application, NCSA)에서 개발한 오픈소스 기반의 복합재난 피해 분석 시스템으로, 목적에 따라 오픈소스 기반의 다양한 모듈 추가 확장이 가능하다는 것이 차별점임
- (ER2) Natural Resources Canada에서 개발된 HAZUS 기반의 위험 평가 프로그램으로, 웹 기반의 분석 플랫폼을 제공함으로써 비전문가도 쉽게 분석 및 결과 확인이 가능한 것이 특징이며, 주로 도시 지진 위험 평가를 목적으로 활용됨¹⁹⁾



[그림 11] ER2의 손실 추정 절차

18) FEMA(2022), Hazus Earthquake Model Technical Manual

19) Vahid Hosseinpour et al. Seismic loss estimation software: A comprehensive review of risk assessment steps, software development and limitations, Engineering Structures, 232(2021) 111866

- (DIS) 일본에서 1995년 고베 대지진을 계기로 구축한 재해정보시스템(Disaster Management Information Systems)으로, 지진에 대한 피해 정보 공유를 통해 효과적인 비상 대응 활동을 수립할 수 있도록 정보를 제공함. DIS는 지진 관측 정보만으로 대략 10분 안에 시설물과 인명 피해를 추정하여 그 결과를 중앙정부 및 관련 기관에 전달되도록 구축됨²⁰⁾. 실시간으로 재해를 산정하는 조기평가시스템(Early Estimation System)과 응급상황 시 도로, 상하수도, 전기등 공급 처리 시설의 피해를 계산하는 긴급조치지원시스템(Emergency Measures Support System) 등의 부 시스템을 포함하고 있음²¹⁾

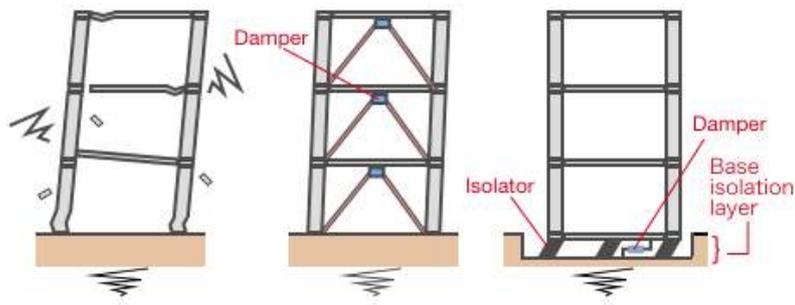
2.3. 시설 및 생활공간 내진성능 확보 기술

-  지진 발생 시 구조물의 안전성을 유지하고 그 성능을 발휘할 수 있도록 신규 시설물에 대한 내진설계 기술과 기존 시설물에 대한 내진보강 기술로 구분
-  (내진설계 기술) 3축(x, y, z)으로 작용하는 지진하중에 대해 안전성을 유지할 수 있도록 신규 시설물을 설계할 때 적용하는 기술로, 설계 방식에 따라 내진구조, 면진구조, 제진구조로 구분
 - 내진설계 기술은 내진구조, 면진구조, 제진구조로 구분되며, 최근에는 면진 및 제진장치를 설치함으로써 진동 전달을 최소화하는 추세로 기술 적용이 확대되고 있음²²⁾
 - (내진구조) 구조물의 강도나 연성을 증가시켜 지진에 대항하는 구조로, 단면의 크기를 결정하고 철근이나 철골 등을 보강해 건물의 내력을 증진시키는 구조임
 - (제진구조) 구조물의 내·외부에 충격흡수장치(Damper 등)를 설치해 구조물에 작용하는 진동을 장치에서 흡수 및 상쇄시키는 구조임
 - (면진구조) 구조물과 지반 사이에 면진고무 등의 전단변형장치를 설치하여 지진으로 인한 진동이 구조물에 전달되는 강도를 약화시키는 구조임

20) Ikeuchi and Waga(2009), Earthquake Disaster Management in Japan

21) 강수영 등(2007), 지진재해예측을 위한 HAZUS와 ShakeMap의 한반도에서의 적용가능성 연구, 한국지리정보학회지, 10(1), 47-59

22) 산은조사월보(2017), 국내 내진기술 현황 및 전망



[그림 12] 주요 내진구조 설명(좌: 내진구조, 중:제진구조, 우:면진구조)²³⁾

☞ (내진보강 기술) 내진설계가 적용되지 않았거나 내진능력이 부족한 시설물의 내진능력을 확보하기 위한 것으로, 구조체의 강도나 변형능력을 증가시킴으로써 내진능력을 향상시키거나 시설물에 작용하는 지진하중을 경감시키는 기술로 구분²⁴⁾

- 내진보강 기술은 기존 시설물의 현황과 현장 여건, 요구되는 보강량 등을 종합적으로 고려하여 보강 방법을 결정하며 최근에는 면진 및 제진 기술을 중심으로 시장 규모가 확대되고 있는 추세임
 - 구조체를 보강하는 ‘연성증진’ 기법은 고연성의 강판이나 복합섬유 등을 사용하여 부재를 감싸는 방법으로, 시설물을 사용 중에도 시공이 가능하여 공사에 따른 경제적 손실을 최소화할 수 있음²⁵⁾
 - 지진하중을 경감시키는 ‘면진’ 기법은 일본을 중심으로 기술이 발전되어 왔으며, 국내에는 2000년대에 적용되기 시작하여 교량, 건축물 이외에도 반도체공장, 전산센터, 박물관 등 적용 사례가 확대되고 있음²⁶⁾
 - 초고층 건물, 관광 타워와 같은 고층 건물은 지진과 함께 바람에 의한 진동을 중요하게 고려하는 것이 특징이며, 건축물의 서비스 면적 확보와 경제성을 고려하여 ‘제진’ 장치를 적극적으로 도입하고 있음²⁷⁾
 - 국내의 경우 고도화된 산업 구조 속에서 데이터센터, 반도체 업계, 플랜트시설 등의 산업 시설은 지진으로 인한 기능 중지 시 국가 경제기반에 심각한 피해를 발생시킬 수 있으므로 중요 시설물의 경우 기능 유지를 고려한 독립된 설계기준 개발 연구가 이루어지고 있음²⁸⁾

23) www.titech.ac.jp/english/public-relations/research/stories/earthquake-softech

24) 서울시 지진안전포털(http://goodhousing.eseoul.go.kr/SeoulEqk/html/home/quakeAndBuilding/info5_1.jsp)

25) 국립재난안전연구원(2016) 국내 비내진 건축물의 내진보강기법 조사 및 소요비용 분석 연구

26) 산은조사월보(2017), 국내 내진기술 현황 및 전망

27) 황규석 등(2012) 초고층건물 진동제어기술, 한국건설관리학회지, v13 n4.

28) 김익현 등(2022). 산업환경시설의 설계하중과 내진성능목표 개선안. 대한토목학회논문집, 42(6), 763-773.

〈표 4〉 내진보강 기법 비교

구분		설명
구조체 보강	강도증진	부재를 추가나 기존 부재를 보강으로 하중에 견딜 수 있도록 하는 방법 - 기존 기둥 주변에 콘크리트 또는 강재를 추가 설치
	연성증진	기존 부재의 변형능력을 증가시켜 전체 건물의 손상 억제하는 방법 - 기둥 주변을 고연성의 강판 등으로 감싸 기존 부재의 손상을 억제
지진하중 경감	중량저감	지진력이 건물 중량에 비례하므로 불필요한 내외장재나 칸막이벽 등을 제거하여 건물을 가볍게 만들어 줌으로써 지진하중을 경감시키는 방법
	제진	댐퍼(damper)라고 하는 특수한 진동 및 충격 흡수재를 건물에 설치하여 지진 에너지를 흡수하는 방법
	면진	건물과 지반 사이에 유연한 받침을 삽입하여 지반의 움직임이 건물에 전달되는 것을 경감시키는 방법

2.4. 지진 현장 대응 및 사회기능 회복 기술

지진 발생 시 첨단기술과의 융복합을 바탕으로 재난 현장의 신속한 대응을 위한 로봇 기술과 재난 이후의 일상회복을 위한 사회기능 회복 기술로 구분

(지진 현장 대응 기술) 지진재난 현장의 신속한 대응을 위하여 IoT 센서, 5G, AI 기술과의 융합으로 로봇 기술 발전이 이루어지고 있으며 재난 상황에 맞는 다양한 형태와 기능을 갖춘 로봇 기술 연구가 진행되고 있음

- 재난 대응 로봇이란 재난 발생 후 사람을 지원하여 정찰, 탐색, 화재진압, 인명구조 등의 작업에 사용되는 로봇으로²⁹⁾, 지진으로 인한 화재, 건축물 붕괴 등 사람이 접근하기 힘든 재난 현장에서의 구조 작업에 로봇이 투입되어 인명 피해를 최소화하고 효과적으로 대응하는 데 활용되고 있음
 - 기존 재난 대응 로봇의 형태는 이동체에 작업 팔을 장착한 형태가 대부분이었으나, 최근에는 바퀴형 로봇에서 탈피해 휴머노이드(인간형), 4족 보행형, 뱀형, 다관절형 등 각 재난 상황에 맞는 형태와 기능을 적용하는 추세임

29) 한국산업기술기획평가원(2022), 재난 대응 로봇 기술 동향 및 발전 방향

〈표 5〉 재난 대응 로봇 적용 사례

국가	사진	설명
미국		뉴욕소방국은 ‘스팟’이라는 개 형상을 한 AI 로봇(보스턴다이내믹스 社)을 도입해 산불 등 화재 현장에 투입하고 있으며, 화재 탐지뿐 아니라 구조물의 위험 요소를 탐지하고 가스 농도를 측정하여 화재 현장의 대응에 도움이 되고 있음 ³⁰⁾
프랑스		2019년 노트르담 대성당 화재 당시, AI와 열화상 카메라를 탑재한 ‘콜로서스(Colossus)’라는 첨단 소방 로봇이 건물 붕괴 위험이 있는 현장에 투입되어 원격 제어를 통해 소방대원 대신 화재 진압을 함 ³¹⁾
일본		후쿠시마 원전 사태 이후 방사능으로 인해 사람이 접근하기 힘든 지역에 꾸준히 탐색 로봇을 활용하고 있으며, 2011년부터 2017년까지 총 7대의 로봇이 투입됨 ³²⁾
멕시코		2017년 멕시코 지진 당시, 구조대원이 접근하기 어려운 붕괴된 건물 내부에 카메라가 탑재되고 원격 제어가 가능한 뱀형 로봇을 진입시켜 인명 탐지 임무를 수행함 ³³⁾

- 하지만 현재는 재난 대응 로봇 기술개발과 재난 현장 적용 성과와의 간극이 큰 편으로³⁴⁾, 실제 현장과 가장 유사한 환경의 실험 인프라 구축을 통해 재난 대응 로봇의 성능을 실증하고 상용화하기 위한 노력 중
 - 미국 국립표준기술원(NIST)는 수색구조 로봇의 능력을 평가하기 위한 표준적인 방법을 개발하기 위해 실증 실험실을 구축하였으며, 미국 국방부 방위고등연구계획국(DARPA)는 주기적으로 재난 로봇 경진대회를 개최
 - 일본 경제산업성은 2016년부터 후쿠시마 연안의 재해대응 로봇 시연 및 개발에 사용할 대규모 실험시설 건립을 추진하였으며 총 50ha 규모의 필드에서는 드론 실증 필드, 해중 로봇 실증용 수영장, 협력 거점 단지 등을 조성할 계획임
 - 한국로봇융합연구원(KIRO)은 2019년 재난 대응 로봇 개발 및 실증을 위한 약 19,800㎡ 규모의 안전 로봇 실증 단지를 건립하였으며, 실내 실증, 험지 환경 테스트, 실외 관제실 등이 구축되어 있어 재난 로봇의 성능을 실험할 수 있음

30) <http://www.safetetimes.co.kr/news/articleView.html?idxno=109040>

31) <https://www.donga.com/news/article/all/20190416/95074335/2>

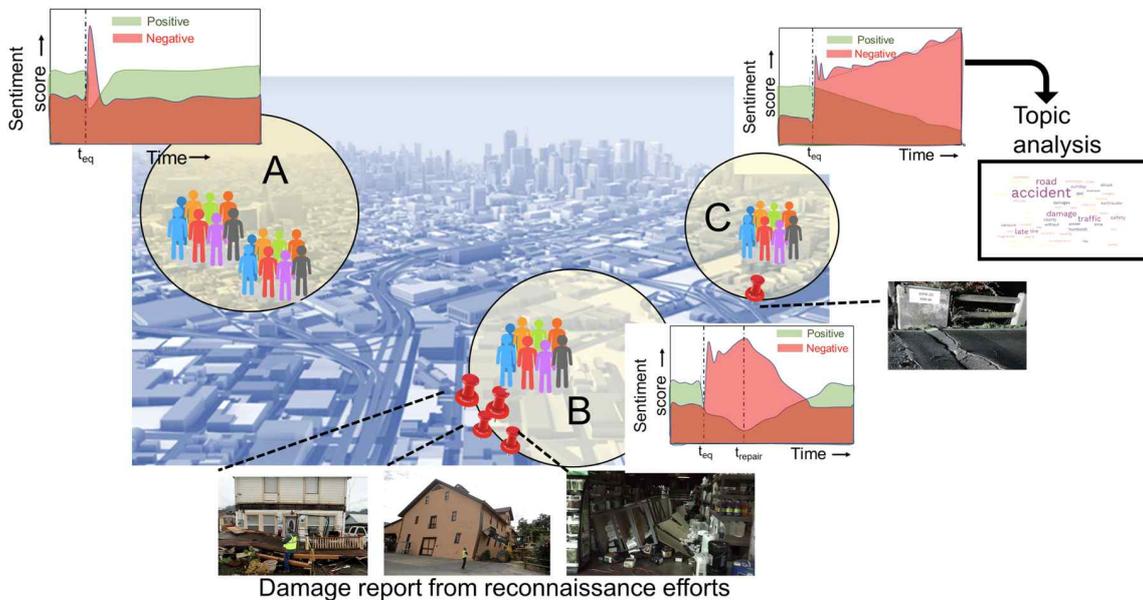
32) <https://zdnet.co.kr/view/?no=20160201085135>

33) www.cmu.edu/news/stories/archives/2018/april/snakebot-rescue-award.html

34) 국립재난안전연구원(2022), 재난 대응 로봇의 기술개발 현황과 시사점

(사회기능 회복 기술) 지진재난 리스크 평가를 통해 취약성을 개선하고 국가나 지역사회 단위의 재난 이전 상태의 기능 회복을 위한 기술을 의미함

- 사회기능 회복 기술은 지진재난에 노출되어 있거나 피해를 입은 공동체의 효율적인 기능 회복과 복구를 위하여 지진재난에 대한 취약점을 탐색하기 위한 리스크 평가 기술과 지진으로부터 발생할 수 있는 추가적인 재난을 예측하는 기술, 지진 발생 후 효과적인 사회기능 회복을 위해 관리하는 기술을 포함
 - 지진재난에 대한 하드웨어 측면에서의 대책뿐만 아니라 소프트웨어 및 정신건강 측면을 포함한 종합적인 대처의 필요성이 대두됨에 따라 중요성이 확대되고 있음³⁵⁾
 - 일본 방재과학기술연구소(NIED) 및 다수의 대학들은 2016년 수도권 리질리언스 연구 프로젝트(Tokyo Metropolitan Resilience Project)를 구성하여 사회과학, 자연과학, 공학 분야의 연구 수행과 함께 연구 결과의 유기적인 연계 노력을 하고 있음³⁶⁾



[그림 13] 지진이 커뮤니티에 미치는 영향 설명

- 미국 지진 분야 연구를 이끌고 있는 태평양 지진공학 연구센터(Pacific Earthquake Engineering Research Center, PEER)는 인간의 정서, 지진 강도, 피해, 사회 환경 사이의 관계 분석을 통해 지진 후 취약성이 높은 커뮤니티 식별을 위한 다양한 평가 기법을 적용하고 있으며, 회복력 관련 연구도 활발히 진행하고 있음³⁷⁾

35) 이재용(2020), [글로벌정보각국의 재난관리 정책동향]일본-일본의 지진재해 리질리언스 강화를 위한 노력

36) Furuya(2019), Tokyo Metropolitan Resilience Project, DEKATSU Activity

37) <https://peer.berkeley.edu/news/peer-research-project-highlight-community-sentiment-analysis-identifying-social-vulnerability>

- 캘리포니아 주는 플랜트와 같은 유해물질을 취급하는 시설은 지진 발생으로 인한 누출 상황에 대해 CalARP를 이용한 공정위험성평가(Process Hazard Analysis, PHA)를 수행해야 하며, 이는 지진 발생으로 인한 기술적 취약점 뿐만 아니라 경제·사회적으로 발생할 수 있는 피해에 대비하는 관점으로 볼 수 있음
- 국내에서는 인프라시설의 재난으로 인한 사회시스템의 재해 복원력을 분석하기 위한 평가 방법을 개발하기 위한 기술개발이 일부 이루어지고 있음³⁸⁾³⁹⁾

38) Kwon, Y., and Song, J. (July 14, 2023). "System-Reliability-Based Disaster Resilience Analysis of Infrastructure Networks and Causality-Based Importance Measure." ASME. ASME J. Risk Uncertainty Part B. September 2023; 9(3):

39) 김동우,이진미,김혜원,이영주. (2023). 지진재해 지역위험도 평가 관점에서의 동경도 활동곤란계수 국내 적용. 2. 한국 방재학회 논문집, 23(5), 133-140.

제3장 정책동향

3.1. 주요국 정책동향

 (미국) 국가 지진 위험 감소 프로그램 (NEHRP, National Earthquake Hazards Reduction Program) 시행을 통해 미국의 지진 위험을 이해하고 지진으로 인한 생명과 재산 피해를 줄이기 위해 노력 중

- 미국 지진 위험 감소 프로그램(NEHRP)은 1977년 「지진위험감소법」 제정을 통해 시작되어, 미국의 지진 위험을 이해하고 지진 위험을 줄이는 것을 목표로 4개의 연방 기관이 긴밀하게 그 역할을 수행하고 있음
 - 국립표준기술원, 연방재난관리청, 미국지질조사국, 국립과학재단의 4개 연방 기관이 지진·지진해일과 관련된 정보수집 및 감시, 지진재난 관리, 지진 피해지역 대응까지 지진의 발생부터 대응·복구까지의 활동을 수행 중

〈표 6〉 미국 지진 대응 주요 기관별 역할

기관	역할
국립표준기술원 (NIST)	프로그램의 주무 행정기관으로 지진 위험 감소 프로그램의 활동을 조정하고, 건축 표준 및 지진 위험 감소를 위한 연구를 수행
연방재난관리청 (FEMA)	건물 및 인프라에 대한 기준과 함께 지진 조기 경보를 지원하고, 비상관리 프로그램 및 교육을 담당함
미국지질조사국 (USGS)	지진을 관측하여 그 위험성을 평가하고, 이와 관련된 시스템을 운영함
국립과학재단 (NSF)	지진의 이해와 위험 감소를 위한 기초 연구를 지원



[그림 14] 미국 지진 대응 거버넌스

- 미국 지진 위험 감소 프로그램 초기에는 지진 관측 조사와 지진 발생의 예측에 주안점을 두었으나, 1990년대부터는 지진 감지에 따른 효과적인 지진 조기경보 방향으로 전환하고, 지진 위험에 대한 복원력 개념을 도입함⁴⁰⁾
 - 미국의 내진관련 규정은 미국 연방재난관리청(FEMA, Federal Emergency Management Agency)와 건물지진안전협의회(BSSC, Building Seismic Safety Council)의 지원을 받아 지속적으로 개선 중이며, 연방재난관리청은 50년 동안 구조물이 붕괴할 확률이 1%인 기준지진(MCER)에 대해서 구조물의 중요도 및 기능을 고려하여 허용위험도를 설정하였으며, 시설물별로 기준에 있어서는 내진성능수준, 내진등급, 설계지진 크기에 대해 차이가 있음⁴¹⁾
 - 최근에는 개별 시설물의 붕괴 방지 및 생명 안전에 중점을 둔 현재의 설계에서 지진 발생 후 시설물이 기능적으로 복구되기 위하여 “즉시 재입주”와 “기능 복구”라는 목표를 추가함으로써 향후 설계기준의 변화 필요성을 제시하였음

〈표 7〉 사회기능 복구를 위한 시설물 설계기준 변화 5가지 개념

구분	내용
1	지진 후 재입주 및 기능적 복구를 목표로 하는 프레임워크 개발
2	복구 기반 목표를 충족시키는 신규 시설물 설계
3	복구 기반 목표를 충족시키는 기존 시설물의 보강
4	복구 기반 목표를 충족시키기 위한 라이프라인 인프라의 설계, 보강 및 유지관리
5	복구 기반 목표에 초점을 맞춘 재난 발생 전의 복구계획 마련

- 한편 연방재난관리청은 ‘FEMA Strategic Plan(2022~2026)’을 통해서 미래 재난 대응에 있어 형평성 강조, 기후 공동체 회복, 정부-지역 파트너십-연결성 강화로의 변화를 강조하고 있으며, 지진 후 지역사회 회복력 강화를 위한 연구로 확장하고 있음

40) CRS Report(2018), The National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP): Issues in Brief

41) 국회예산처(2017) 재난안전 관리 현황과 주요 대책 분석 IV-지진방재 실태 분석

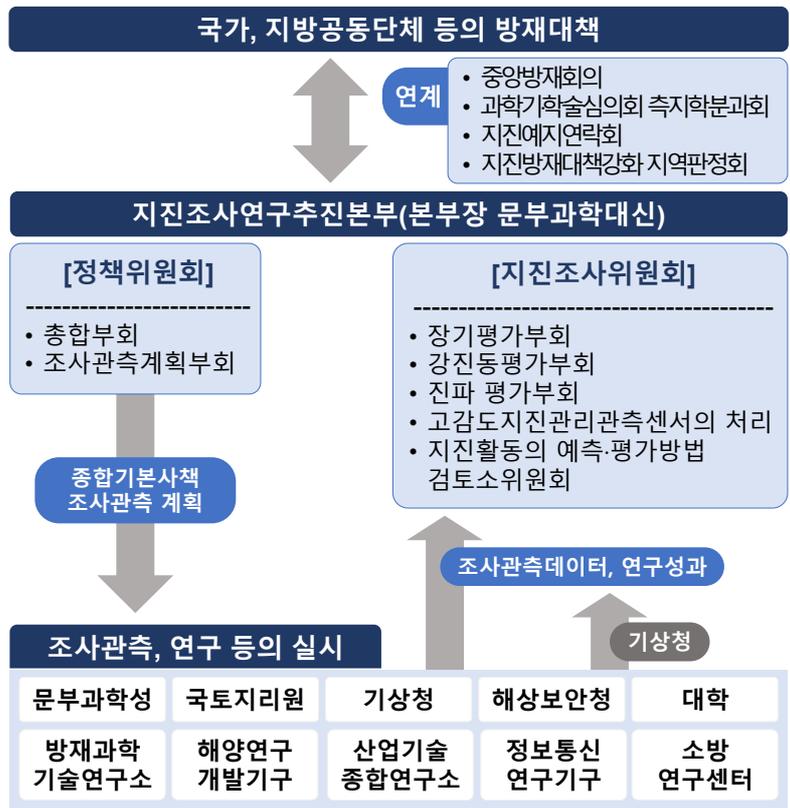
(일본) 재해 대응을 위한 기본 방침에 관한 국가와 지자체 등 주체별 역할, 조직, 대응 계획에 대한 사항을 규정하며 위기관리 법제가 체계화되어 있음

- 1961년 「재해대책기본법」 제정을 통해 재해 대응을 위한 기본 방침을 규정하고, 지진에 대해서는 별도로 「대규모지진대책특별조치법」, 「지진방재대책특별조치법」을 두고 있음⁴²⁾
 - 「재해대책기본법」에서는 자연재난과 사회재난 전반을 다루며, 예방/응급대책 복구 등 재난관리 단계에 따른 사항을 구분함. 주로 재해 발생 시 대응을 위한 주체와 계획 수립을 강조하며, 복구를 위한 자원 확보 방안을 함께 담고 있음
 - 「대규모지진대책특별조치법」에서는 대규모 지진에 대한 것으로 지진 대응 대책 강화지역의 지역 지정과 지진관측체제 정비, 지진재난에 대한 대응 대책 수립이 주된 내용이며, 「지진방재대책특별조치법」에서는 지진 관측 조사와 함께, 「재해대책기본법」의 대응체계를 지진에 맞춰 세분화하고 있음
- 일본은 「재해대책기본법」에 따라 중앙정부와 지방정부, 공공기관, 민간기관과 주민의 협력을 통해 지진재난에 대응하고 있으며, 인프라 강화, 재난구호역량 강화를 위한 사업을 중점 추진 중⁴³⁾
 - 소방시설, 지방공공단체 등의 공공인프라 정비, 붕괴위험 및 화재에 취약한 노후주택과 목조건물의 개축을 통한 화재역량 강화, 지방공공단체 주도 하의 지진재난 대비 비상식량, 구조용 기자재 등의 물자 비축, 구호시설 점검 등 지진재난을 대비한 인프라 및 재난구호 역량을 강화하기 위한 노력을 하고 있음
- 일본의 지진 대응 컨트롤타워는 지진조사연구추진본부(HERP, Headquarters for Earthquake Research Promotion)이며, 산하의 정책위원회와 지진조사위원회를 중심으로 지진 대응 대책 강화 및 피해경감 조사연구를 추진 중⁴⁴⁾
 - 지진조사연구추진본부는 한신 대지진(1996.1.) 이후 「지진방재대책특별조치법」에 따라 설치된 조직이며, 조사 관측 및 연구개발을 위해 행정기관, 연구소, 대학 등이 참여하고 있음

42) 박창열 등(2018) 일본의 지역단위 지진방재종합대책 특징과 시사점 연구

43) 국립재난안전연구원(2022), 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획

44) 국립재난안전연구원(2022), 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획



[그림 15] 일본 지진 대응 거버넌스

- 일본 기상청은 지진·지진해일 예측, 방재과학기술연구소는 지진관측망 운영 및 지진 발생 예측, 산업기술종합연구소는 지반 움직임 관련 연구 등 각자의 역할을 수행하고 있음

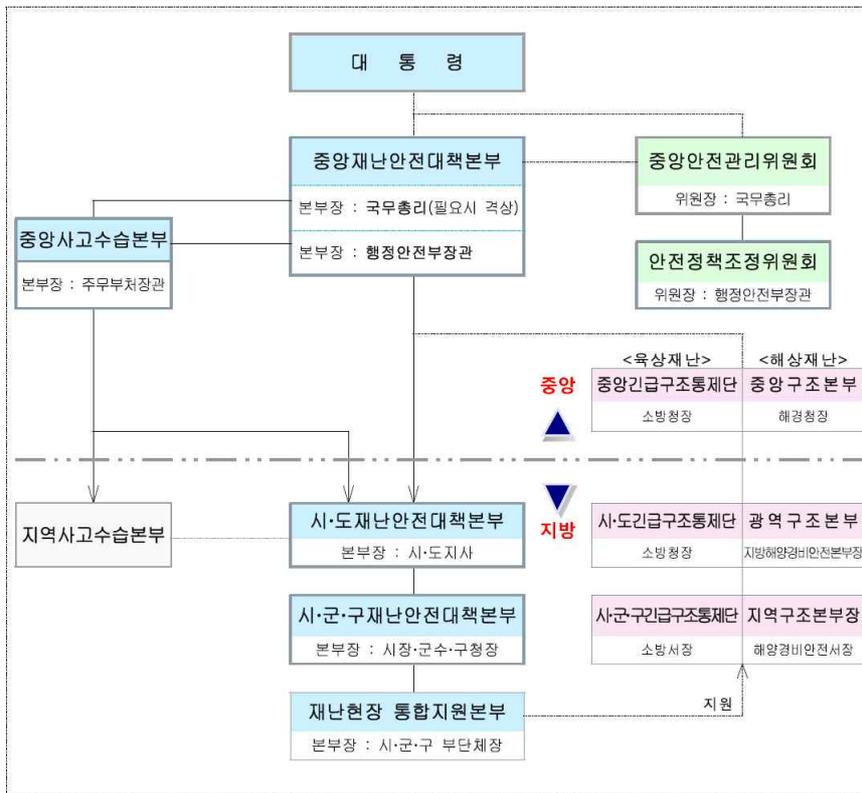
<표 8> 일본 지진 대응 주요 기관별 역할

기관	역할
지진조사연구추진본부 (HERP)	지진 대응 컨트롤 타워 운영
기상청(JMA) 기상연구소(MRI)	지진해일 정확도 예측, 토카이 지진예측 및 난카이 해구의 지각활동 감시기술 고도화
방재과학기술연구소 (NIED)	자체 운영 지진관측망 자료 기반 지각활동 분석 및 지진 발생 예측정확도 향상
산업기술종합연구소 (AIST)	지진 발생 메커니즘, 지진지하수, 해구지진이력, 활성단층 관련 연구
해양연구개발기구 (JAMSTEC)	섭입대 변동과 해양지각, 지진해일 관측감시시스템
도쿄대 지진연구소 (ERI)	지구와 지진/화산 활동의 다양한 현상에 대한 과학적 규명 및 재해 예측을 위한 포괄적인 연구 및 교육 수행
교토대 방재연구소 (DPRI)	지진재난/지진 위험/지진 예측 연구 수행

3.2. 국내 정책동향

「재난 및 안전관리 기본법」에 근거하여 수립되는 ‘국가안전관리기본계획’에서 각종 재난 및 사고로부터 국민의 생명·신체·재산을 보호하기 위한 국가의 재난 및 안전관리의 기본 방향을 제시함

- ‘국가안전관리기본계획’은 2004년 제정된 「재난 및 안전관리 기본법」에 근거하여, 향후 5년간 국가 재난 및 안전관리 정책을 통합적으로 운영할 수 있는 방안과 이를 이행하기 위한 중점 추진과제들을 제시
 - 자연재난, 사회재난, 자연적 요인과 사회적 요인이 혼재하여 발생하는 복합재난(미세먼지, 전염병, 산불 등) 등 광범위한 재난에 대해 국가와 국민의 재난·안전관리 책무에 대해 정의하고, 재난·안전관리를 위한 다양한 지침, 방안, 계획 등을 제시
 - 재난 피해유형은 자연재난, 사회재난 및 안전사고, 재난안전 일반으로 구분*하고 있으며, 피해유형에 따라 재난대응 부처의 주요 기능이 다르게 부여됨
 - * 자연재난 9개, 사회재난 및 안전사고 28개, 재난안전 일반 5개 유형으로 총 42개 피해유형



[그림 16] 국가 재난안전관리체계⁴⁵⁾

45) 중앙안전관리위원회(2019), 제4차 국가안전관리기본계획(2020~2024)

- 정부는 지진 발생 시 행정안전부는 중앙재난안전대책본부 운영 및 총괄, 국토부는 중앙사고수습본부 운영 등 각 부처에 역할을 부여하여 재난에 대응할 수 있는 재난안전관리 추진 체계를 구축하였음⁴⁶⁾

〈표 9〉 피해유형별 재난안전관리대책 - 지진 발생시 추진체계

부처명	주요 기능
행정안전부	• 중앙재난안전대책본부 운영 및 총괄 등
교육부	• 지진 발생 지역 특별 교육대책 수립 등
문화체육관광부	• 정부 활동 주기적 발표 지원 등
농림축산식품부	• 농업기반시설 내진대책 수립·시행 • 지진 피해시설 보수·보강 • 농업기반시설 내진 설계기준 및 지진재난 위기대응 실무매뉴얼 운용
산업통상자원부	• 전기·유류·가스 시설에 대한 응급복구 등
보건복지부	• 소관시설 내진보강 실시
환경부	• 비상급수 및 폐기물 처리대책 추진 등 • 국립공원 탐방객·시설물 안전관리
국토교통부	• 소관 SOC 시설물 내진보강 실시 • 지진재난 발생시 중앙사고수습본부 운영
중소벤처기업부	• 지진으로 인한 중소기업 및 소상공인의 시설물 파손, 붕괴 및 화재 대책 추진
문화재청	• 문화재 특성을 반영한 내진성능 기준 마련 • 문화재 분야 지진 위기대응 실무 매뉴얼 작성·관리
기상청	• 지진 발생 등 지진상황의 관측·분석 자료 신속 전파 • 긴급방송 요청

- 기본계획에서는 과학기술 기반의 재난관리를 위하여 ‘제4차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(2023~2027)’을 수립하고 지역별 중점 연구분야를 선정하여 R&D 투자와 연계 추진
 - 지진과 관련한 과제로는 시설물 내진보강 확대, 지진 대응 역량 강화를 위한 교육·훈련, 활성단층에 대한 체계적 조사·연구, 지진조기경보 체계 구축 및 전파체계 강화 등을 위한 R&D 추진이 있음

46) 중앙안전관리위원회(2019), 제4차 국가안전관리기본계획(2020~2024)

☒ 지진과 관련한 주요 계획으로는 ‘제2차 지진방재 종합계획(2019~2023)(관계 부처 합동)’이 있으며, 기상청과 해수부에서는 지진 조기경보와 관련된 계획을 수립·추진하고 있음

- 행안부에서 발표한 ‘지진방재 종합계획’은 지진방재 종합대책(경주지진 계기, 2016.12.16.) 및 지진방재 개선대책(포항지진 계기, 2018.5.24.)을 종합하고 보완하여 범정부 차원에서 수립한 중장기 계획이며, 선진국 수준의 지진 대응 기반 구축을 목표로 5대 전략 및 10대 중점 추진과제를 제시함⁴⁷⁾
 - 지진과 관련된 주요 내용으로는 지진정보 전달체계 고도화, 지진 및 지진해일 대응역량 강화, 국가 내진율 향상, 이재민 구호 및 복구지원 강화, 지진 대응 연구기반 확대를 담고 있음
- 기상청과 해수부는 지진의 관측을 위한 관측망 인프라 구축, 관측자료의 통합 관리체계 구축과 지진의 조기 탐지 및 신속 경보를 위한 역량 확보를 주요 과제로 추진하고 있음
 - 기상청은 지진·화산재해대책법, 지진관측법, 기상법법에 근거하여 종합계획과 기본계획을 수립하고 있으며, 특히 지진해일에 대비하기 위해서는 해수부와 협의하여 계획을 수립 중

〈표 10〉 기상청 지진 관련 정책 동향

	지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획 (‘20~’24)	지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획 (‘23~’27)	기상업무발전 기본계획 (‘23~’27)
비전	지진·지진해일·화산으로 인한 재해로부터 국민의 생명과 재산 보호	신속·정확한 지진·지진해일·화산 정보 활용으로 안전사회 실현	다시 도약하는 기상·기후서비스 더욱 안전한 국민의 나라
세부 내용	국가 지진관측망 고해상도화, 지진관측자료 통합관리체계 구축 및 품질관리체계 완성, 국가 지진관측 제도 완비	국가 지진관측 인프라 확충, 지진·지진해일·화산 관측·경보 역량 고도화 및 예측 기술 강화	국가주요시설 중심 지진 집중관측망 확충 및 진도기반 현장 병합경보체제 전환
법적 근거	지진·화산재해대책법	지진관측법	기상법
비고	지진해일 관측망은 해수부장관과 협의하여 수립	-	-

47) <https://www.xn--le5b23c9wbqa.com/plan/plan.php>

☞ '제4차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획'에서는 지진 관측 및 예측의 고도화, 지역 단위 지진 위험도 평가 기술, 예·경보 시스템 고도화 기술개발 등에 집중 투자할 계획을 발표함

- 「재난 및 안전관리기본법」에 근거하여 관계 중앙부처는 5년마다 종합계획을 수립하고 있으며, 「제4차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(2023~2027)」에서는 재난·안전 현장에서 작동하는 중장기 R&D 투자 방향을 설정하는 범정부 가이드라인을 제시함⁴⁸⁾
 - 지진과 관련해서는 관측자료의 품질 고도화와 신기술 도입을 통한 지진·해일·화산 활동 감시 및 예측 기술, GIS 기반의 지역 단위 지진 위험도 평가 기술, 예·경보 시스템 고도화 기술을 개발할 예정임
- 한편 국내의 내진성능 보강을 위해서는 2017년 개정된 내진설계 공통 기준을 적용하고 있으며, 내진성능수준은 기존의 기능수행수준과 붕괴방지수준에 즉시복구수준과 장기복구수준을 추가하여 4개로 구분하고 있음
 - 1988년 건축물 내진설계 규정이 제정된 후 제정 이후 시설물별 관련법 규정에 따라 적용 범위가 확장되다가 「지진·화산재해대책법」에 따른 시설별 설계기준의 일관성 유지를 위하여 2017년 공통 적용사항*을 개정함
 - * 지반, 내진성능수준, 설계지진, 내진 등급 분류체계

48) 행안부, 4차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(안)(2023~2027)

제4장 R&D 투자동향

4.1. 주요국 투자동향

주요국은 지진재난에 대응하는 총괄기관에서 지진재난 관련한 R&D 투자를 관리하고 있으며, 최근 5년간 미국은 평균 163백만 달러, 일본은 6,770백만 엔 투자

- 미국은 ‘미국 지진 위험 감소 프로그램’에서 지진 관련 정책 및 기술개발 예산을 총괄 관리하고 있으며 2017~2022년 기준으로 연평균 159.17백만 달러(총 955백만 달러)이며, 국립과학재단과 미국지질조사국을 지원하는 비중이 전체의 90% 이상을 차지⁴⁹⁾

〈표 11〉 기관별 ‘미국 지진 위험 감소 프로그램’ 예산

(단위: 백만 달러)

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	합계
국립표준기술원 (NIST)	5.2	5.2	5.2	4.8	4.8	4.8	30.0
연방재난관리청 (FEMA)	8.5	8.5	8.7	8.9	8.9	8.5	52.0
미국지질조사국 (USGS)	70.9	90.1	90.1	92.1	92.6	97.2	533.0
국립과학재단 (NSF)	54.2	65.7	60.5	53.4	52.2	54.0	340.0
합계	138.8	169.5	164.5	159.2	158.5	164.5	955.0

- 일본은 ‘지진조사연구추진본부’에서 지진 대응 대책 강화 및 피해경감 조사연구를 위한 R&D를 총괄하고 있으며 2023년 기준으로 52억 엔이며, 문부과학성과 국토교통성 예산이 대부분을 차지함⁵⁰⁾

〈표 12〉 일본의 지진 대응 예산현황

(단위: 백만 엔)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	합계
총무성	31	27	18	28	27	131
문부과학성	4,635	3,006	2,945	2,546	2,517	15,649
경제산업성	-	-	-	-	-	-
국토교통성	4,151	3,399	4,056	3,852	2,612	18,070
합계	8,817	6,433	7,019	6,426	5,156	33,851

49) 2005-2022 NEHRP Agency Budgets(www.nehrp.gov/about/reports.htm)

50) 지진조사연구추진본부, 지진조사연구에관한정부보정예산액 <https://www.jishin.go.jp/>

4.2. 국내 투자동향⁵¹⁾

 (총괄) 지진재난 대응 관련 정부 R&D 투자 규모는 최근 4년간 3,493억 원으로 연평균 873억 원 규모

- 최근 4년간 투자 규모로 볼 때 ‘지진의 신속 감시·예보 기술’은 1,486억 원으로 42.5%, ‘내진성능 확보 기술’은 1,340억 원으로 38.4%를 차지하며 지진재난 대응과 관련한 투자에서 큰 비중을 차지하고 있음
 - 전년 대비 모든 기술 분야의 투자가 감소하였지만, ‘지진 위험도 평가 기술’의 최근 4년간 연평균 증가율은 18.6%로 증가 추세임
- 지진 관련 주요 사업으로는 기상·지진 See-At 기술개발 연구(기상청, '01~'26), 지진·지진해일·화산 감시 응용기술개발(기상청, '21~'25), 지진 위험 분석 및 관리기술개발(행안부, '22~'26), 실시간 해저재해 감시기술개발(과기정통부, '22~'26) 등이 있음
 - 사업 수준에서는 ‘지진의 신속 감시·예보 기술’과 관련된 사업이 대부분이며, 과제 수준에서는 지진 위험도 평가 기술, 내진성능 확보 기술, 지진 대응 복구 기술에 해당하는 내용을 확인할 수 있음

〈표 13〉 국내 R&D 최근 4년 투자 규모

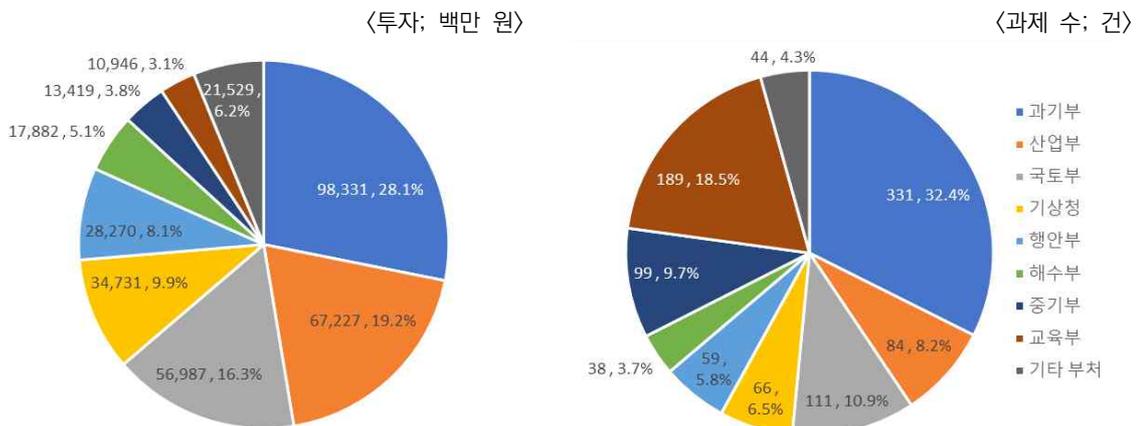
(단위: 백만 원)

구분	2019	2020	2021	2022	합계
합 계	110,096	86,749	88,657	63,820	349,321
지진의 감시·예보 기술	45,958	38,702	38,993	24,945	148,597
지진 위험도 평가 기술	3,923	3,558	8,174	6,541	22,196
시설 및 생활공간 내진성능 확보 기술	41,068	31,705	33,171	28,065	134,008
지진 현장 대응 및 사회기능 회복 기술	19,146	12,785	8,319	4,270	44,520

51) 국립재난안전연구원(2022), 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획

(부처) 대부분의 부처에서 지진 대응 분야에 투자 중이며, 투자 규모는 과기정통부, 산업부, 국토부, 기상청, 행안부 순

- 지난 4년간 부처별 R&D 투자 비중은 과기정통부(28.1%), 산업부(19.2%), 국토부(16.3%), 기상청(9.9%), 행안부(8.1%) 순이며 해수부, 중기부, 교육부 등 대부분의 부처에서 지진재난 대응을 위한 연구개발을 수행 중임
- 2022년 기준으로 부처의 핵심적인 사업으로는 ‘실시간 해저재해 감시 기술개발(과기부, 20억 원)’, ‘시설물 안전 기반 플랜트 통합위험관리 패키지 기술개발(국토부, 47억 원)’ 등이 있음



[그림 17] 최근 4년간 부처별 R&D 투자 비중

(연구개발단계) 지난 4년간 개발연구 분야의 투자규모가 총 1,438억 원 (41.2%)으로 가장 높은 비중을 차지함

- 지진 대응 분야에서는 기초연구와 개발연구의 투자 비중이 높은 편이며, 특히 기초연구의 과제 수 비중이 55.1%로 매우 큰 비중을 차지함

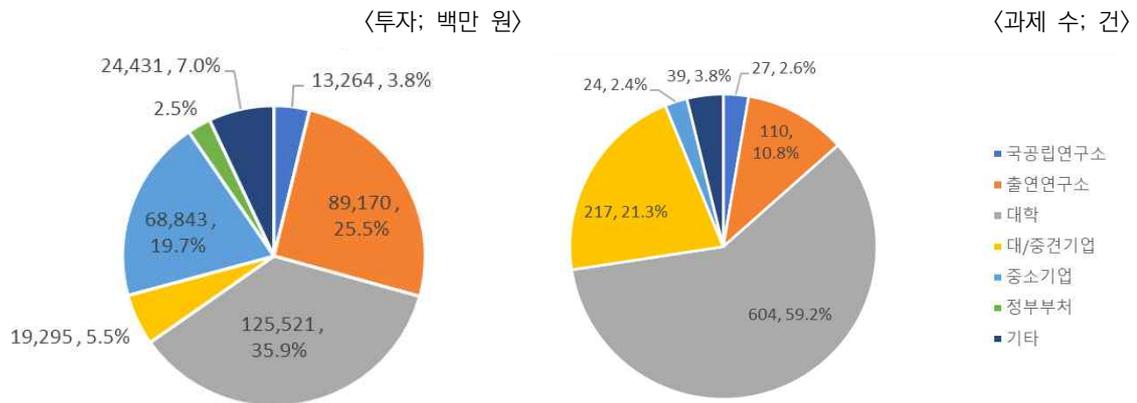
〈표 14〉 최근 4년간 연구개발단계별 R&D 투자 현황

(단위: 백만 원, 건, %)

구분	투자	투자 비중	과제 수	과제 수 비중
기초연구	142,825	40.9	563	55.1
응용연구	44,017	12.6	112	11.0
개발연구	143,768	41.2	313	30.7
기타	18,712	5.4	33	3.2
합계	349,321	100.0	1,021	100.0

☞ (연구수행주체) 지난 4년간 지진 대응 분야의 R&D는 대학에서 가장 많이 수행되었으며 35.9%(1,255억 원)를 차지함

- 대학에서 수행한 R&D 투자 규모는 1,255억 원(35.9%)이며, 출연연 892억 원(25.5%), 중소기업 688억 원(19.7%) 순으로 나타남
 - 수행과제 건수는 대학이 604건(59.2%), 대·중견기업 217건(21.3%), 출연연구소 110건(10.8%)의 순으로 나타남



[그림 18] 최근 4년간 연구수행주체별 R&D 투자 비중

제5장 결론

5.1. 요약

 지진 발생으로 인해 지진해일, 산사태 등 자연재난 및 건물 붕괴, 화재, 폭발 등 사회재난을 유발할 가능성이 증가하여 대규모의 피해가 예상되므로 지진 재난에 대비할 수 있는 대응 기술개발 필요

- 최근 세계적으로 지진 발생 횟수가 증가하고 있으며, 국내에서도 경주지진(2016년)과 포항 지진(2018년)을 계기로 지진을 실효적인 재난 요인으로 인식
- 지진으로 인해 건물 붕괴, 화재·폭발 등 직접적으로 사회재난이 발생할 가능성이 있으며, 도시환경의 복잡화와 인구 밀집 등의 영향으로 피해 규모가 대형화되고 사회적 파급력이 커지고 있음

 ‘지진재난 대응 기술’은 지진으로 인한 인명, 사회·경제적 피해를 최소화하고 지진재난 이후 일상 회복을 지원할 수 있는 기술을 의미하며, 동 브리프에서는 세부적으로 ‘지진의 감시 및 예보 기술’, ‘지진 위험도 평가 기술’, ‘내진성능 확보 기술’, ‘지진 현장 대응 및 사회기능 회복 기술’로 구분함

- (지진의 감시 및 예보 기술) ‘지진 계측 및 모니터링 기술’은 관측망 구축 확대와 관측 품질 향상을 위한 방향으로, ‘지진 조기경보 기술’은 정보의 정확도와 경보 속도를 높이기 위한 방향으로 기술개발이 이루어지고 있음
- (지진 위험도 평가 기술) 지진 위험도 평가 기술은 평가 결과의 정확성을 향상시키기 위한 기술개발이 이루어지고 있으며, 지진 위험도 평가 내용은 지진재난 현장의 대응 및 복구, 시설물의 내진 기준에 대한 평가와 개선을 위한 기초자료로 활용됨
- (내진성능 확보 기술) 지진 발생 시 구조물의 안전성을 유지하고 그 성능을 발휘할 수 있도록 신규 시설물에 대한 ‘내진설계 기술’과 기존 시설물에 대한 ‘내진보강 기술’로 구분되며, ‘내진설계 기술’은 진동 전달을 최소화하는 방향으로, ‘내진보강 기술’은 지진 하중을 경감시키는 방향으로 기술개발이 이루어지고 있음

- (지진 현장 대응 및 사회기능 회복 기술) ‘지진 현장 대응 기술’은 재난 현장의 신속한 대응을 위하여 첨단기술이 융합된 다양한 형태의 로봇 기술 연구가 진행되고 있으며, ‘사회기능 회복 기술’은 지진재난에 대한 리스크와 지진재난 이후 경제·사회적으로 발생할 수 있는 영향을 파악하여 지역사회의 빠른 회복을 돕는 방향으로 기술이 개발되는 추세임
- ☞ 미국, 일본 등 지진이 빈번하게 발생하는 국가에서는 이에 대응하기 위하여 지진재난 대응 컨트롤 타워 중심으로 연구개발을 지속적으로 추진해 왔으며, 한국은 2004년 제정된 「재난 및 안전관리기본법」에 근거하여 범정부 차원의 재난·안전 R&D 추진 방향을 제시
- 미국은 지진 위험 감소 프로그램(NEHRP)을 통해 미국의 지진 위험을 이해하고 지진 위험을 줄이는 것을 목표로 4개 연방 기관*이 긴밀하게 그 역할을 수행하고 있으며, HAZUS-MH 프로그램을 통해 관련 피해로부터 발생하는 손실을 평가하고 국가 차원의 정책 수립의 도구로 활용
 - * 국립표준기술원(NIST), 연방재난관리청(FEMA), 미국지질조사국(USGS), 국립과학재단(NSF)
 - 일본은 「지진방재대책특별조치법」에 따라 설치된 조직인 지진조사연구추진본부(HERP)가 지진 대응 연구개발의 컨트롤 타워이며, 산하의 정책위원회와 지진조사위원회를 중심으로 지진 대응 대책 강화 및 피해경감 조사연구를 추진
 - 한국은 지진재난 발생 시 행정안전부에서 중앙재난안전대책본부를 총괄·운영하고 있으며, 「재난 및 안전관리기본법」에 근거한 ‘재난 및 안전관리 기술개발 종합계획’을 통해 범정부 차원의 재난·안전 R&D 추진 방향을 제시하고 있음
- ☞ 주요국은 지진재난에 대응하는 총괄기관에서 지진재난 관련한 R&D 투자를 관리하고 있으며, 최근 5년간 미국은 평균 163백만 달러, 일본은 6,770백만 엔 투자
- 미국은 ‘미국 지진 위험 감소 프로그램(NEHRP)’에서는 2017~2022년 기준으로 연평균 159백만 달러, 일본 ‘지진조사연구추진본부(HERP)’는 2023년 기준으로 52억 엔을 지진 재난을 위한 연구에 투자함
- ☞ 우리나라의 지진재난 대응 관련 정부 R&D 투자 규모는 최근 4년간 3,493억 원으로 연평균 873억 원 규모

- 최근 4년간 투자 규모로 볼 때 ‘지진의 신속 감시·예보 기술’은 1,486억 원으로 42.5%, ‘내진성능 확보 기술’은 1,340억 원으로 38.4%를 차지하며 지진재난 대응과 관련한 투자에서 큰 비중을 차지하고 있음
- 부처별로 보면 과기정통부, 산업부, 국토부, 기상청, 행안부 등의 순, 연구개발단계별로는 기초연구와 개발연구, 연구수행주체별로는 대학과 출연연구소에서 주로 수행되고 있음

5.2. 정책적 주안점

 지진재난 대응을 위한 정부 주도의 중·장기적인 연구개발 및 재난 관리체계의 과학화를 위해 지진재난 대응 연구개발을 지속적으로 수행해 온 국가들과 공동 연구 추진 필요

- 미국과 일본의 경우 1960~70년대부터 지진재난에 대응하기 위한 컨트롤 타워를 지정하고, 컨트롤 타워를 중심으로 지진재난 관련 정책 및 R&D 투자에 대한 계획 수립이 체계적으로 진행되고 있으나, 우리나라는 지진재난에 대응하기 위한 상시 조직이 부재함

* 재난 발생 시 ‘중앙재난안전대책본부(행정안전부)’를 운영

- 미국의 지진 위험 감소 프로그램과 일본의 지진조사연구추진본부 등 지진재난 대응 연구 개발을 지속적으로 수행해 온 국가 또는 기관과의 공동연구 추진으로 연구개발, 정책수립 과정, 재난대응체계 등에 대한 학습을 통해 우리나라의 지진 대응 역량을 강화할 필요가 있음

 개별 시설물 붕괴 방지 및 생명 안전에 초점을 둔 현재의 설계 표준에서 지진 발생 후 완전한 원상 복구와 사회기능 연속성 회복에 초점을 둔 연구개발로의 확장 필요

- 과거에는 시설물 안전성 확보, 붕괴된 건물의 복구 등 하드웨어 측면에서의 지진재난 대응 중심으로 연구개발이 이루어졌다면 최근 국외에서는 지진재난 발생 이후의 완전한 사회기능 회복을 위한 관리 기술의 중요성이 커지는 중임
- 지진재난 발생 시 취약성이 높은 커뮤니티를 식별하고, 경제·사회적으로 발생할 수 있는 피해에 대한 대비를 통해 신속한 사회기능 회복이 가능하도록 지원 필요
- 한편, 지진재난 대응 세부 기술분야별 투자 현황을 파악하기 위한 지속적인 데이터 수집·분석을 통한 기초자료 확보가 필요함

지진재난 대응 기술개발에 AI, IoT 등 디지털 기술 적용이 확대되고 있음에 따라 적극적인 R&D 지원을 통해 기술력을 확보할 필요

- 지진재난 현장 대응 로봇의 경우 IoT 센서, 5G, AI 기술과의 융합이 활발히 진행되고 있으며, 재난현장 상황을 실시간으로 공유하며 효과적으로 구조 작업이 진행될 수 있도록 기술개발이 추진 중
- AI, IoT 등 디지털 기술이 지진재난 대응 기술개발에 활발히 적용되어 지진 예측의 정확도 향상과 예보 시간 단축, 건물 안전성에 대한 실시간 모니터링·안전관리 등을 통해 효과적인 재난 대비·대응·복구에 기여할 수 있도록 적극적인 R&D 지원이 필요함

지진재난 대응 역량 강화를 선도하는 강력한 컨트롤 타워 기능 및 역할 재정립이 중요하며, 지속적인 R&D 추진에 따른 성과관리가 가능하도록 제도화할 필요

- ‘국가안전관리기본계획(2020~2024)’에서는 피해유형별 재난안전관리대책을 마련하여 제시하고 있지만, 지진재난을 중점 추진 과제로 다루고 있지는 않음
- 우리나라의 지진재난 대응 역량 강화를 위해, 지진재난 대응 컨트롤 타워를 지정하고 강력한 권한을 부여하여 유관기관 간 효율적인 협업 체계 구축 및 체계적인 성과관리가 가능하도록 제도적 기반 마련이 필요해 보임

참고문헌

문헌자료

- 강수영 등(2007), 지진재해예측을 위한 HAZUS와 ShakeMap의 한반도에서의 적용가능성 연구, 한국지리정보학회지, 10(1), 47-59
- 국립재난안전연구원(2022), 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획
- 국립재난안전연구원(2016) 국내 비내진 건축물의 내진보강기법 조사 및 소요비용 분석 연구
- 국립재난안전연구원(2022), 재난 대응 로봇의 기술개발 현황과 시사점
- 국회예산처(2017) 재난안전 관리 현황과 주요 대책 분석 IV-지진방재 실태 분석
- 기상청(2021), 제2차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획 연구
- 김동우,이진미,김혜원,이영주. (2023). 지진재해 지역위험도 평가 관점에서의 동경도 활동곤란계수 국내 적용. 2. 한국방재학회 논문집, 23(5), 133-140.
- 김익현 등(2022). 산업환경시설의 설계하중과 내진성능목표 개선안. 대한토목학회논문집, 42(6), 763-773.
- 박창열 등(2018) 일본의 지역단위 지진방재종합대책 특징과 시사점 연구
- 산은조사월보(2017), 국내 내진기술 현황 및 전망
- 서정범 등(2021). 온사이트 지진조기경보를 위한 딥러닝 기반 실시간 오탐지 제거. 한국지진공학회 논문집, 25(2), 71-81.
- 서형열 등(2014) 사회기반시설물의 내진설계기준 개선방향에 대한 고찰, 한국지진공학회 논문집, 15(5) 231-240
- 신진수 등(2019). 배경잡음 수준 분석에 의한 동남권 신규 관측소 성능 특성 평가
- 이재용(2020), [글로벌정보]각국의 재난관리 정책동향]일본-일본의 지진재해 리질리언스 강화를 위한 노력
- 중앙안전관리위원회(2019), 제4차 국가안전관리기본계획(2020~2024)
- 한국과학기술기획평가원(2021), 과학기술 ICT 정책기술동향, 189호
- 한국연구재단 12대 미래유망기술발굴보고서(2017), 미래재난 및 대응기술
- 한국산업기술기획평가원(2022), 재난 대응 로봇 기술 동향 및 발전 방향
- 행안부, 4차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(안)(2023~2027)
- 홍기증 등(2016), 도시 지진재해위험도 정량화를 통한 순환형 지진재난관리 체계 구축
- 황규석 등(2012) 초고층건물 진동제어기술, 한국건설관리학회지, v13 n4.

- CRS Report(2018), The National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP): Issues in Brief
- FEMA(2022), Hazus Earthquake Model Technical Manual
- Furuya(2019), Tokyo Metropolitan Resilience Project, DEKATSU Activity
- Kwon, Y., and Song, J. (July 14, 2023). "System-Reliability-Based Disaster Resilience Analysis of Infrastructure Networks and Causality-Based Importance Measure." ASME. ASME J. Risk Uncertainty Part B. September 2023; 9(3)
- Ikeuchi and Waga(2009), Earthquake Disaster Management in Japan
- Vahid Hosseinpour et al. Seismic loss estimation software: A comprehensive review of risk assessment steps, software development and limitations, Engineering Structures, 232(2021) 111866

웹사이트

- earthquake.usgs.gov/data/shakemap/background.php
- goodhousing.eseoul.go.kr/SeoulEqk/html/home/quakeAndBuilding/info5_1.jsp
- <https://www.xn--le5b23c9wbqa.com/plan/plan.php>
- peer.berkeley.edu/news/peer-research-project-highlight-community-sentiment-analysis-identifying-social-vulnerability
- www.cev.washington.edu/
- www.cmu.edu/news/stories/archives/2018/april/snakebot-rescue-award.html
- www.donga.com/news/article/all/20190416/95074335/2
- www.jishin.go.jp/
- www.kma.go.kr/eqk_pub/obsrEarthquake.do?tab=1
- www.kma.go.kr/kma/biz/earthquake_volcano_04.jsp
- www.mowlas.bosai.go.jp/mowlas/
- www.nehrp.gov/about/reports.htm
- www.safetimes.co.kr/news/articleView.html?idxno=109040
- www.sejongeconomy.kr/31406
- www.titech.ac.jp/english/public-relations/research/stories/earthquake-softtech
- www.weather.go.kr/w/eqk-vol/archive/stat/trend.do
- zdnet.co.kr/view/?no=20160201085135

| 저자소개 |

유 현 지

한국과학기술기획평가원 거대공공사업센터 선임전문관리원

Tel: 043-750-2530 E-mail: hyunji@kistep.re.kr

윤 혜 진

한국건설기술연구원 구조연구본부 연구위원

Tel: 031-901-0131 E-mail: hiyoon@kict.re.kr

| 편집위원소개 |

전 승 수 연구위원

황 덕 규 부연구위원

이 종 선 부연구위원

김 승 균 연구위원

한국과학기술기획평가원 사업조정평가본부

Tel: 043-750-2444 E-mail: skkim@kistep.re.kr

※ 본 KISTEP 기술동향브리프의 내용은 필자의 개인적 견해이며, 기관의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.

[KISTEP 브리프 발간 현황]

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
57 (23.01.06.)	MZ세대를 위한 미래 기술	지수영·안지현 (KISTEP)	미래예측
- (23.01.20.)	KISTEP Think 2023, 10대 과학기술혁신정책 아젠다	강현규·최대승 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제341호)
58 (23.02.02.)	세계경제포럼(WEF) Global Risks 2023 주요내용 및 시사점	김다은·김유신 (KISTEP)	혁신정책
59 (23.02.07.)	미국의 「오픈사이언스의 해」 선포와 정책적 시사점	이민정 (KISTEP)	혁신정책
- (23.02.21.)	'데이터 보안' 시대의 10대 미래유망기술	박창현·임현 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제342호)
60 (23.03.06.)	연구자산 보호 관련 주요국 정책 동향 및 시사점	유지은·김보경 (KISTEP)	혁신정책
61 (23.03.20.)	美, 「과학적 진실성 정책 및 실행을 위한 프레임워크」의 주요 내용 및 시사점	정동덕 (KISTEP)	혁신정책
- (23.03.29.)	우리나라 바이오헬스 산업의 주력산업화를 위한 정부 역할 및 지원방안	홍미영·김주원 안지현·김종란 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제343호)
62 (23.03.30.)	2021년 한국의 과학기술논문 발표 및 피인용 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
63 (23.03.30.)	2021년 신약개발 정부 R&D 투자 포트폴리오 분석	강유진·김종란 (KISTEP)	통계분석
- (23.04.03.)	국방연구개발 예산 체계 진단과 제언	임승혁·안광수 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제344호)
64 (23.04.06.)	2023년 중국 양화의 주요 내용 및 과학기술외교 시사점	강진원·장지원 (KISTEP)	혁신정책
65 (23.04.10.)	2023 인공지능 반도체	채명식·이호윤 (KISTEP)	기술동향
66 (23.04.13.)	생성형 AI 관련 주요 이슈 및 정책적 시사점	고윤미·심정민 (KISTEP)	혁신정책
- (23.04.17.)	STI 인텔리전스 기능 강화 방안 -12대 과학기술혁신 정책 이슈를 중심으로-	변순천 외 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제345호)

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
67 (23.04.17.)	「OECD Science, Technology, Innovation Outlook 2023」의 주요 내용 및 시사점	홍세호·심정민 (KISTEP)	혁신정책
- (23.04.19.)	임무지향형 사회문제해결 R&D 프로세스 설계 및 제언	박노연·기지훈·김현오 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제346호)
68 (23.05.02.)	전기차 배터리 핵심광물	이승필·여준석·조유진 (KISTEP)	기술동향
- (23.05.03.)	기업 혁신활동 제고를 위한 R&D 조세 지원 정책 연구 : 국가전략기술 연구개발 기업을 중심으로	구본진 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제347호)
69 (23.05.04.)	허위·조작정보 대응을 위한 OECD 원칙 및 과학기술 시사점	배용국·정미나 (KISTEP)	혁신정책
70 (23.06.08.)	OECD MSTI 2023-March의 주요 결과	정유진 (KISTEP)	통계분석
71 (23.06.09.)	2022년 지역 과학기술혁신 역량평가	한혁·안지혜 (KISTEP)	통계분석
72 (23.06.23.)	일본, 『사이언스 맵 2020』의 주요내용 및 정책적 시사점	이미화·심정민 (KISTEP)	혁신정책
- (23.06.27.)	국가연구개발 성과정보 관리체계 개선 제언	김행미 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제348호)
- (23.06.28.)	신입과학기술인 직무역량에 대한 직장상사-신입간 인식 비교 분석	박수빈 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제349호)
73 (23.06.30.)	2021년도 국가연구개발사업 내 여성과학기술인력 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
74 (23.07.03.)	2022년 국가 과학기술혁신역량 분석	김선경·한혁 (KISTEP)	통계분석
- (23.07.05.)	기술패권경쟁시대 한국 과학기술외교 대응 방향	강진원·김진하 (KISTEP), 이정태(KIST)	이슈페이퍼 (제350호)
- (23.07.06.)	학문분야별 기초연구 지원체계에 대한 중장기 정책제언 (국내외 지원현황의 심층분석을 기반으로)	안지현·윤성용·함선영 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제351호)
75 (23.07.14.)	美 2023 국방과학기술전략서(NDSTS)의 주요 내용 및 시사점	유나리·최충현·임승혁· 한민규(KISTEP)	혁신정책
76 (23.07.27.)	2023년 IMD 세계경쟁력 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
77 (23.07.27.)	2021년 미국 박사학위 취득자 현황 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
78 (23.07.26.)	제 5차 과학기술기본계획과 과학기술분야 중장기계획 간 연계현황 및 시사점	홍정석·심정민 (KISTEP)	혁신정책
79 (23.08.01.)	일본 통합혁신전략 2023 의 주요 내용 및 시사점	양은진·심정민 (KISTEP)	혁신정책
80 (23.08.21.)	일본 2023 우주기본계획 의 주요 내용 및 시사점	최충현·문태석·이재민· 강현규(KISTEP)	혁신정책
81 (23.08.29.)	미국의 R&D와 혁신 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
82 (23.08.30.)	2023년 유럽혁신지수 분석과 시사점	한용용 (KISTEP)	통계분석
83 (23.09.01.)	희토류 회수 및 재활용 기술	박정원·문윤실·이현경 (KISTEP)	기술동향
84 (23.09.20.)	화합물 전력반도체	유형정·김기봉 (KISTEP)	기술주권
85 (23.09.21)	『OECD Artificial Intelligence in Science: Challenges, Opportunities and the Future of Research』의 주요 내용 및 시사점	정하선·심정민 (KISTEP)	혁신정책
86 (23.09.22.)	우주쓰레기 제거 기술	문성록, 최충현, 한민규 (KISTEP)	기술동향
87 (23.10.04.)	2023년 The Global AI Index 결과 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
- (23.10.17.)	중소기업 경쟁력 강화를 위한 고경력 과학기술인 활용 조사 및 시사점	김인자·김가민·이원홍 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제352호)
88 (23.10.24.)	스마트양식	이선명 (KISTEP)	기술동향
89 (23.10.25.)	지구관측위성	최충현 (KISTEP)	기술동향
90 (23.10.31.)	2023년 세계혁신지수(GII) 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
91 (23.11.02.)	2022년도 국가연구개발사업 집행 현황	김한울·한혁 (KISTEP)	통계분석

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
92 (23.11.02.)	2022년도 국가연구개발사업 협력 현황	한혁·김한울 (KISTEP)	통계분석
93 (23.11.10.)	최근 전쟁 양상 분석을 통한 국방 R&D 시사점 제언	김상준·한민규 (KISTEP)	혁신정책
94 (23.11.16.)	국내 과학기술 전공 학생 현황 분석	김가민·박수빈 (KISTEP)	통계분석
- (23.11.20.)	대학의 기술사업화 전담 조직 현황진단과 개선방안	이길우·방형욱(KISTEP) 정영룡(전남대학교) 김성근(부산대학교) 이지훈(서울과학기술대학교) 김태현(과학기술사업화진흥원)	이슈페이퍼 (제353호)
95 (23.11.21.)	일본 지역 과학기술혁신정책의 발전 및 시사점 - 『과학기술혁신백서 2023』을 중심으로 -	김다희·심정민 (KISTEP)	혁신정책
96 (23.11.22.)	차세대 이차전지	김선교 (KISTEP)	기술주권
97 (23.11.24.)	주요국 양자정보과학기술 인력양성정책 동향 및 시사점	권재영·임승혁 (KISTEP)	혁신정책
98 (23.11.27.)	2021년도 세계 R&D 투자 상위 기업 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
99 (23.11.28.)	2021년도 우리나라 민간기업의 연구개발활동 현황 분석	김한울·이새롬·한혁 (KISTEP)	통계분석
100 (23.11.30.)	폐플라스틱 화학적 재활용 기술	이연진·여준석 (KISTEP)	기술동향
- (23.12.04.)	플라스틱 국제협약 대응을 위한 과학기술의 역할	유새미·고진원·박노연 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제354호)
101 (23.12.07.)	청정 암모니아 생산·활용	이소희·정두엽 (KISTEP)	기술동향
102 (23.12.13.)	지진재난 대응 기술	유현지(KISTEP), 윤혜진(KICT)	기술동향