제6호
2026년 2월

WATER & TECH INSIGHT

SPECIAL SESSION

2026년 K-water연구원 경영방향과 연구과제

ISSUE & TREND

물과 에너지, 지역균형발전의 새로운 해법을 묻다
공간의 한계를 넘어 자원 연계형으로 진화하는 차세대 데이터센터

Trend Keyword

AI Washing / 슬롭(Slop) / 파라소셜(Parasocial) / 포획 위성

2026

DEEP DIVE

끝나지 않은 재해, 산불과 홍수
보이지 않는 필댐 내부변형, ‘시·공간 관측’ 기반 정밀 대응

SNAP SHOT

수열에너지 활성화를 위한 수열원 자원지도 플랫폼
광역상수도 갱생관로의 상태변화 조사·평가기술 개발
Foundation Model의 수자원 적용 가능성
정수장 DT 기능 강화를 위한 물리-AI 하이브리드 모델링

Water & AI Special

물리-AI 하이브리드 모델, 예측의 빈틈을 메우다
‘연구의 동료’가 된 인공지능, AI Co-Scientist

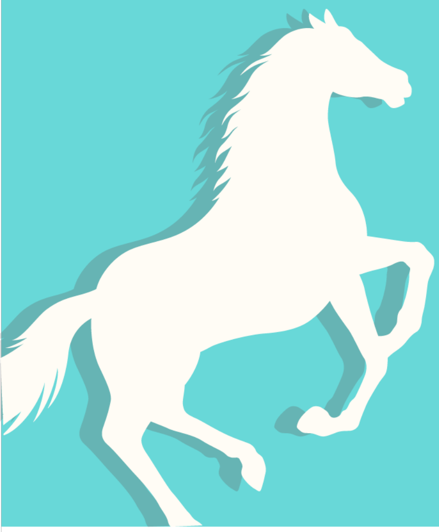
NEWs & EVENTs

K water 연구원
K-water Research Institute

CONTENTS

SPECIAL SESSION	• 2026년 K-water연구원 경영방향과 연구과제	2
ISSUE & TREND	• 물과 에너지, 지역균형발전의 새로운 해법을 묻다	13
	• 공간의 한계를 넘어 자원 연계형으로 진화하는 차세대 데이터센터	20
Trend Keyword	• AI Washing / 슬롭(Slop) / 파라소셜(Parasocial) / 포획 위성	28
DEEP DIVE	• 끝나지 않은 재해, 산불과 홍수	30
	• 보이지 않는 필댐 내부변형, '시·공간 관측' 기반 정밀 대응	37
SNAP SHOT	• 수열에너지 활성화를 위한 수열원 자원지도 플랫폼	43
	• 광역상수도 갱생관로의 상태변화 조사·평가기술 개발	44
	• Foundation Model의 수자원 적용 가능성	45
	• 정수장 DT 기능 강화를 위한 물리-AI 하이브리드 모델링	46
Water & AI Special	• 물리-AI 하이브리드 모델, 예측의 빈틈을 메우다	47
	• '연구의 동료'가 된 인공지능, AI Co-Scientist	48
NEWs & EVENTs	• K-water연구원 주요 소식	50

본지에 게재되는 내용은 저자 개인의 견해이며,
저자의 소속기관이나 본지의 공식 견해를 대변하는 것은 아닙니다.



Special Session

- 2026년 K-water연구원 경영방향과 연구과제

Special Session

2026년 K-water연구원 경영방향과 연구과제

K-water연구원 전체

■ K-water 全社 전략* 이행 및 물 분야 미래 변화 주도를 위한 R&D 혁신

* 新 중장기('26~'30) 전략경영계획 시행('25.11, "2030년 AI 물관리 세계 1위 기업" 목표 등)

■ 4대 지향("P·A·V·E"), 10대 중점과제의 '26년 K-water연구원 경영방향 시행('26.1)

Pioneering	미래도전, 변화 선도	Agility	기민한 대응과 협업 강화
Value-up	연구성과 가치 제고	Engagement	R&D 특유 조직문화 정착

■ 정부 국정방향 및 K-water 全社 전략에 대응한 선도형 미래 물관리 연구과제 발굴·수행

* '26년 1월 기준, 총 72개 연구과제 수행 계획(연중 수시 발굴 및 추가 과제 별도)

01 2026년 K-water연구원 경영방향 : "P·A·V·E the way for Impact"

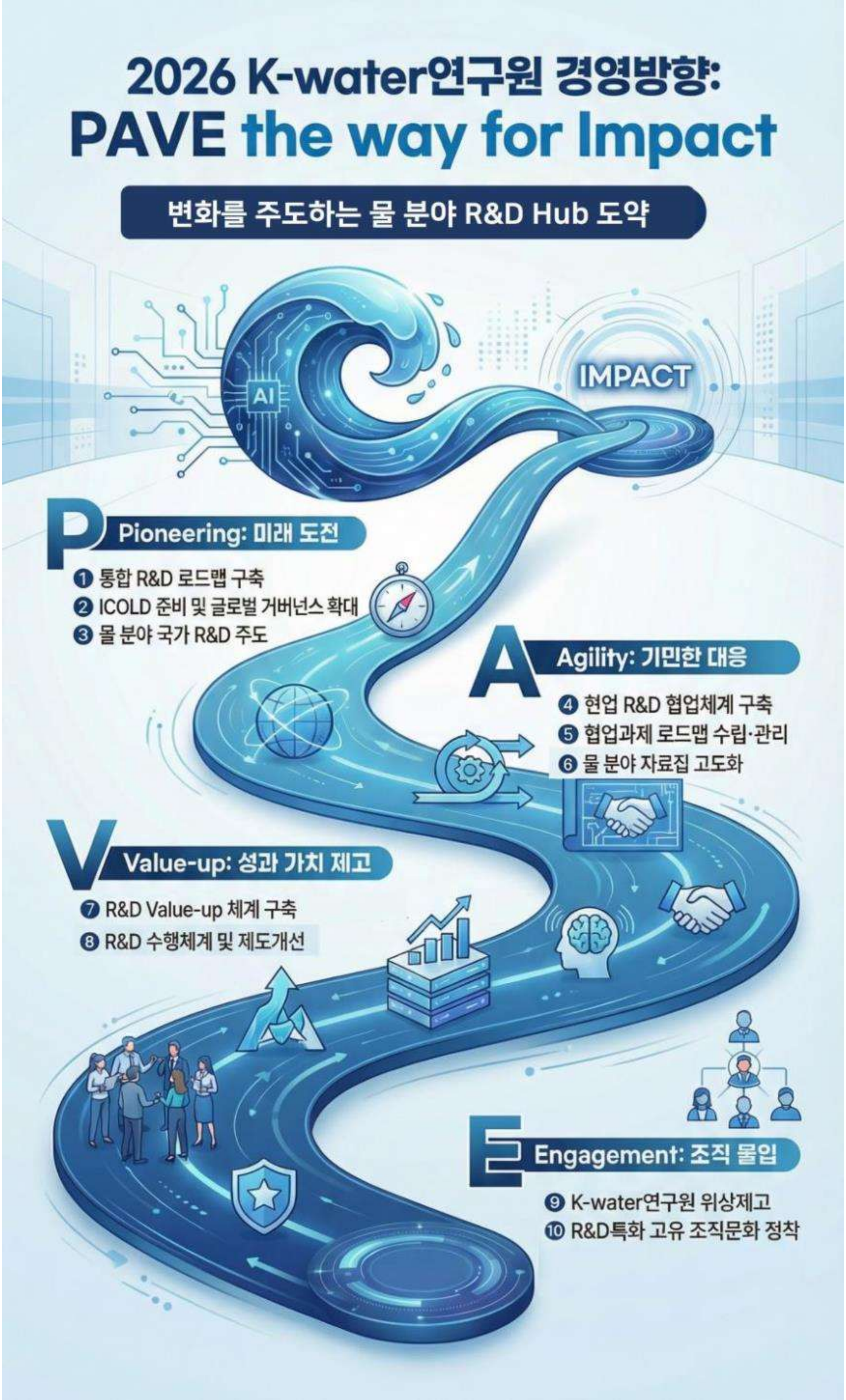
□ **(수립배경)** 지난('24~'25) 경영방향 이행 성과를 토대로 **全社 경영전략 이행** 및 글로벌 기술 경쟁 심화 등 환경변화에 대응하는 R&D 혁신 요구 ※ **실질적 변화(Impact)**를 창출하는 R&D

'24~'25년 경영방향		'26년 全社 경영전략		'26년 R&D 환경
기술사업화를 위한 14대 물 기술, 2035 미래 물 기술 20선 도출 등 R&D 성과 창출	+	2030 AI 물관리 세계 1위 도약 등 新 경영전략 수립 * 중장기('26~'30) 경영전략 등	+	새 정부 국정과제 본격화, 글로벌 기술 경쟁 심화 등 환경변화 선제 대응 필요

□ **('26년 경영방향)** 변화를 주도하는 물 분야 R&D Hub 도약을 목표로 **"P·A·V·E" 전략** 추진

P	**Pioneering** 변화 주도, 미래 도전 R&D
A	**Agility** 기민 대응, 협업 기반 솔루션 제시
V	**Value-up** R&D 성과 가치 제고
E	**Engagement** 조직몰입, R&D 고유 조직문화 정착

한 눈에 보는 2026년 K-water연구원 경영방향



02 연구관리처 미래기술 선점과 네트워크 다각화로 글로벌 R&D 리더십 강화

◆ 기후위기 대응 및 국가 물기술 주도를 위한 미래·핵심 기술 선도적 확보

◆ '27년 ICOLD 연차회의 개최 준비Boom Up 및 글로벌 R&D 협력 네트워크 강화

◆ 탄소중립 도시 활성화를 위한 물재이용 맞춤형 솔루션 마련

⇨ 통합 R&D 로드맵 구축·글로벌 N/W로 물 분야 R&D 변화 주도, 도시 물이용 최적 방안 도출

□ (**통합 로드맵 구축**) 중장기 관점의 체계적인 기술개발 전략을 통한 **미래·핵심기술 확보**

◦ K-water "기술 사업화를 위한 14대 핵심기술(2024)"과 "미래 물 기술 20선(2025)"을 통합한 R&D 로드맵(기술정의, 기술개발 추진내용, 일정 등) 구축

* R&D 여건 변화 및 기술개발 현황 등을 반영한 적기 기술개발 전략 수립

□ (**연구자 육성·지원**) 신규 **연구인력 육성체계 고도화** 및 미래 연구자 지원 프로그램 강화

◦ 신입 연구원 대상 기획연구 프로그램 운영으로 주도적 과제발굴 기회 부여

* 전문분야를 고려한 개인별 중장기 연구계획 수립 및 기획연구 의무 수행(성과발표)

◦ K-water연구원의 전문성 홍보를 강화한 '미래 R&D 인재캠프' 프로그램 운영

□ (**R&D 협력 강화**) 물관련 **국내외 R&D 파트너십 강화** 및 **기술협력 활성화**

◦ 대륙별 거점 네트워크 다각화 및 맞춤형 R&D 협업·교류 추진

* 유럽·미주·아시아 등 거점 선진기관 및 재외과학협회와의 공동연구·기술교류·컨퍼런스 등 확대

□ (**물·지역 특화 연구 강화**) 현장 니즈와 경영전략을 연계한 **맞춤형 기후테크 솔루션 연구**

◦ 물 전략도시 사업지원을 위한 용도별 물재이용 가이드 및 다중편익 경제성 제시

* 활용 시나리오 및 지역 특화 기술 제공을 통한 탄소중립 도시·해외사업 활성화 지원

□ (**'26년 과제 현황**)

('26.1월 기준)

	과제명	과제기간
1.	기후변화 적응을 위한 의사결정형 통합 용수공급능력 평가(4차년도)	2022년 ~ 2026년
2.	디지털트윈 기반 탄소중립 도시물이용 Test-Bed 모사 기술개발	2024년 ~ 2026년
3.	송산 GC 블루그린네트워크 잉여수익 맞춤형 물재이용 실증 연구	2025년 ~ 2026년

03 경영연구소 기후변화 대응을 위한 물관리 정책 및 사업분석 고도화

◆ 기후변화에 따라 물관리 불확실성이 심화되는 등 물관리 여건은 지속적으로 악화

◆ 워터믹스, 통합물관리 등 정부 물관리 정책의 효과적인 이행을 위한 K-water 역할 정립 및 합리적인 사업수행 방안 모색 필요

⇨ 지속가능한 물관리 정책 방향 제시 및 최적 사업추진 전략 분석

□ (물관리 정합성 확보) 기후변동성 확대 및 물수요 급증에 대비한 **효과적 물관리 방안 마련**

◦ 기후재난에 대응하기 위한 합리적인 물인프라 투자 수준 및 물관리 인프라 투자에 대한 국민 수용성 실증 분석 등

◦ 통합물관리 관점에서의 최적 물이용 방안 발굴 및 효율적 물관리 이행을 위한 K-water의 역할 정립

□ (경영 역량 강화) **지속가능경영을 위한 재원구조, 조직신뢰, 관련 제도운영 내실화방안** 도출

◦ 인프라 노후화에도 중단없는 물공급을 위한 안정적 재원확보 방안 모색

◦ 가치기반 경영체계 고도화를 위한 조직신뢰·전략·구성원 역량 연계 모델 제시

* 조직 가치체계 내재화 평가기준 마련 및 가치체계 진단도구·분석기법 개발 등

◦ 형평성 및 집행 효율성 제고를 위한 댐지원사업 적용범위 개선방안 마련

□ (사업모델 혁신) **최적 물산업 사업구조 마련** 및 **글로벌·에너지 전환 대응 전략 수립**

◦ 국내 사업모델의 최적 해외진출 방안 마련을 위한 해외 물시장 진입 방안 연구

* 해외 물산업 동향 파악 및 시장 진단을 통한 SWOT 분석, 사업제안 및 추진전략 등

◦ 지방상수도 사업모델 개선 및 K-water 재생에너지 사업의 거시경제적 효과 분석

□ ('26년 과제 현황)

('26.1월 기준)

	과제명	과제기간
1.	지방상수도 사업모델 단계별 신규 편익 개발연구	2025년 ~ 2026년
2.	인도 & 튀르키예 물시장 진입 전략 연구	2025년 ~ 2026년
3.	가치체계 내재화가 조직역량 강화에 미치는 영향 연구	2025년 ~ 2026년
4.	기후재해 대응 물인프라 투자에 대한 사회적 수용성 연구	2026년
5.	효율적 댐 주변지원 사업 추진을 위한 적용범위 표준화 방안 연구	2026년
6.	지속가능한 수도 운영을 위한 합리적 재원확보 방안 연구	2026년
7.	K-water 재생에너지 정책변화가 국가경제에 미치는 영향	2026년
8.	유역 단위 물이용 효율화를 위한 물관리 법제 연구	2026년
9.	물관리 정책·기술 변화의 영향 분석 프레임 구축	2026년 ~ 2027년

04 수자원환경연구소 기후변화 가속화에 따른 물재해 대응 기술 확보 및 실증 강화

◆ 기후변화에 따른 극단적 물재해 대응을 위한 AX 이행 및 물관리 기술 필요성 증대

◆ DT·AI기반 과학적 수량·수질 통합관리로 국가·K-water 기후 대응 역량 강화

⇨ 기상·유역·하천 통합 물순환 DT 구축 및 예방형 수질·수생태 관리 워터 인텔리전스 기술 개발을 통한 완성형 물재해 관리 솔루션 기술 확보

□ **(기후재난대응)** 기후안전망 및 대응력 강화를 위한 **완성형 솔루션 기술** 확보

- 국가·K-water 기후대응(홍수, 가뭄) 전략 선제적 실행 및 사업발굴 응용·활용 기술 개발
- 지능형 도시침수 물관리 기술(물리+AI) 및 SWC 해외사업화 지원 프레임워크 구축

□ **(기후워터테크)** 첨단기술(AI, SW)과 **DT 기반 홍수예측**·대응 강화 및 글로벌 확산

- 극한기상-홍수범람 실시간 예측기술 확보(물리+AI), 현업 공동 기술 실증
- 미공병단 DT 기술협의체 구성 및 공동 사업(한·메콩 기금 등) 발굴
- 미래기술(클라우드 플랫폼, 기상 복합재해) 기획으로 R&D 스케일업 및 글로벌 협력 확대

□ **(AX 물환경)** 사전 예방형 예측-운영-관리 통합 **워터 인텔리전스 기술** 개발

- 센서형 고빈도 통합모니터링 기술 실증 및 AI surrogate model 구축
- 녹조 사전 제어기술 완성 및 최적 저감 대책 적용 가이드(안) 마련

□ **('26년 과제 현황)**

('26.1월 기준)

과제명		과제기간
1.	물 부족을 고려한 물수요/공급 시나리오 개발	2023년 ~ 2027년
2.	PIM 기반 스마트 도시 물관리 사업 원스톱 의사결정지원 프레임워크 구축	2026년 ~ 2027년
3.	극한기후 대비 K-Series 모형 기반 댐 EAP 평가체계 마련	2025년 ~ 2026년
4.	DT 플랫폼 연계 고정밀 침수위험지도 기반 도시침수 예경보 기술개발	2025년 ~ 2027년
5.	유역-댐-하천 통합 연계형 지능화 홍수관리 기술개발	2022년 ~ 2026년
6.	디지털 트윈 플랫폼 탑재를 위한 물순환 해석 시뮬레이터 개발	2023년 ~ 2027년
7.	클라우드 플랫폼 기반 댐 유역 공간 증발산량 산정 및 활용 기술개발	2025년 ~ 2026년
8.	K-series연계를 통한 물순환 해석기술 실증용(파일럿) 시스템 구축	2025년 ~ 2027년
9.	레이더 기반 강우 보정·예측 및 다중 수치예보자료 활용을 통한 유역 홍수 예측 고도화 연구	2026년 ~ 2027년
10.	낙동강하굿둑 해수유입량 미계측 구간 보간 방법 개발	2026년 ~ 2027년
11.	엘니뇨 등 이상기후로 인한 물재해 영향 분석 기술개발	2025년 ~ 2026년
12.	지하수 순환 정량화를 위한 지표수-지하수 통합모형 최적화 기술개발	2025년 ~ 2027년
13.	녹조예측 기술 고도화를 통한 발생 단계별 저감대책 최적 적용방안 및 댐운영 가이드 도출 연구	2025년 ~ 2026년
14.	기후 리스크 대응 영주댐 최적 운영과 AI 모델 기반 수질관리 방안 연구	2026년 ~ 2027년
15.	수량-수질 센서 기반 하천 통합 모니터링 기술개발	2024년 ~ 2027년
16.	친환경 녹조 성장 제어 기술 개발 및 생태 안전성 검증 실증연구	2024년 ~ 2026년

05 상하수도연구소 상수도 AX 실현 및 고품질·고부가 선도 핵심기술 확보

◆ 물 부족과 기후변화에 따른 용수공급 Risk는 지속 확대중이며, 첨단산업의 성장 및 물 수요 급증에 따라 AX 구현과 첨단 수처리 기술 기반 대응기술 개발 필요
◆ 수도 AX 실현을 위한 핵심기술 확보 및 국산화 기반 첨단용수 생산 요소기술 고도화

⇨ 기술별 로드맵, 실증기반 핵심기술(특허, S/W), 현장 중심 현안 대응기술 확보

□ (디지털 수도) 수도 AX 구현을 위한 **핵심기술 및 미래 현안 대응기술 확보**

◦ 정수장 자율운영 고도화를 위한 물리-AI 하이브리드 기반 표준공정 Digital Twin 구현

* 시범정수장 선정, 혼화/응집/침전/여과/소독 공정별 개발론 및 설계 확정, 모델개발 SW 도출

◦ 지방상수도 관망 AX 도입 실행전략 마련, DX·AX 핵심 요소기술 개발과 시범 적용

* 기후부 지방상수관망 AX 기본구상, IoT-SaaS-AI 기반 수량·수질 진단 기술개발·SW

◦ PFAS 대응 흡착공정 기술(재생, 신규 흡착제) 개발 및 배출수 공정 개선 기술 고도화

□ (첨단 용수) 국산화 기반 첨단용수 생산 **Hi-Tech 수처리 기술 고도화**

◦ 국가 초순수 2단계 R&D 참여 및 초순수 플랜트 운영 안정성 향상 기술개발

* (1과제) 2,400㎥/일 규모 국산화 90% 검증, (2과제) 하수방류수 활용 초순수 생산기술

◦ 해담플랜트 에너지 저감 등 운영 최적화 및 하수 재이용 시스템 설계/운영 기술개발

□ ('26년 과제 현황)

('26.1월 기준)

과제명		과제기간
1.	과불화화합물 대응을 위한 입상활성탄 재생시설 개선 방안 및 운영기준 수립 연구	2026년 ~ 2027년
2.	배출수 처리시설 운영 최적화 및 방류수 미량물질 처리기술 개발	2026년 ~ 2028년
3.	물리-AI 하이브리드 기반 정수처리공정 디지털 트윈 시뮬레이션 모델 개발	2026년 ~ 2027년
4.	해수담수화 플랜트 에너지 저감 및 운영 최적화 기술개발	2026년 ~ 2027년
5.	대체수원을 활용한 반도체용 초순수 생산용 저분자 물질 제어 시스템 개발	2024년 ~ 2027년
6.	초순수 플랜트 운영 안정성 향상 및 에너지 저감 기술개발	2024년 ~ 2027년
7.	고회수 용수생산 기술과 전기화학적 농축수 처리기술을 활용한 하폐수재이용 시스템 개발	2024년 ~ 2026년
8.	K-water 지능형 하수관리기술(KS3) 기반의 통합형 AI하수처리장 관리 및 탄소저감 시스템 개발	2025년 ~ 2026년
9.	도시 상하수도 인프라 탄소중립 실현을 위한 탄소발생량 분석 및 평가 Tool 개발	2025년 ~ 2026년
10.	미세입자물질 분석을 통한 관망 수질진단 및 대응 의사결정 지원기술 개발	2025년 ~ 2026년
11.	AI 기반 상수관망 수압 및 수량 관리 인프라 운영제어 기술개발	2026년 ~ 2027년
12.	IoT·SaaS 기반 상수도 관망 수량·수리 진단 DX·AX 고도화 기술개발	2026년 ~ 2027년

06 물인프라안전연구소 기후안전망 강화를 위한 AI·로보틱스 활용 물인프라 안전관리 실현

◆ 안전 최우선을 위한 지능형 모니터링 요소 기술 개발 및 현장 적용 실증 확대
◆ 물인프라 생애주기를 고려한 데이터 기반의 안전관리 프로세스 구현 및 표준화
⇨ 물인프라 안전관리기술 무인화·프로세스 표준화 및 지하수저류댐 적지선정 기준 개발

□ (사전 대응 강화) AI기반 스마트 댐 안전관리 고도화 및 선제적 예방체계 구축

◦ 첨단기술AI·로봇·멀티센서 적용 물인프라 전주기 모니터링 실증 및 시설 확대 (하천시설물)

* (기존) 위험지역 사후조사 ⇨ (개선) 선제대응(광역 모니터링 ▸위험감지▸ 분석/대응), 실증확대수문·제방

◦ 취약시설·구간 수중·수상·지상 점검 무인화 원천기술 개발 및 현장적용

* 홍수기 전/후 하상변동, 접근제약구역 지상이동로봇, 퇴사량, 지형변화 ADCP, 성과검증싱글·멀티빔

□ (안전관리 체계화) 기후대응 댐 안전 확보를 위한 **완결형 프로세스 구현 및 표준화**

◦ 수자원시설 자산관리시스템 'β-ver' 최초 도입 및 노후 댐시설 성능평가 절차 표준화

* 댐 자산관리 통합DB 구축, 기존댐 건전성 평가 절차 개발 및 시범 적용, 보수·보강 전/후 성능평가

◦ 기후변화 대비 물그릇 확보를 위한 지하수저류댐 전주기 핵심기술 개발

* 지하수저류댐 관리 기술개발 R&D기후부 및 AI기반 지하수 인터랙티브 맵 개발과기부 참여

□ ('26년 과제 현황)

('26.1월 기준)

	과제명	과제기간
1.	댐 월류 및 여유고 부족에 따른 항구적 안전성 확보 기술 마련 연구	2025년~2026년
2.	스마트 모니터링과 수치해석을 연계한 고도화 분석에 의한 댐 안전성 종합분석 방안 연구	2025년~2026년
3.	2025~2026 지하수 변동 원인분석 및 대책방안 수립 연구	2025년~2026년
4.	낙동강 하구지역 지하수 변동특성 분석 및 데이터베이스 구축방안 연구용역	2025년~2026년
5.	지상 이동로봇을 활용한 첨단센서 기반 물 인프라 위험지역 점검기술 개발 연구	2025년~2026년
6.	로보틱스 기반 수중수상 융복합 모니터링 기술개발 연구	2025년~2027년
7.	물 인프라 시설물 유지관리를 위한 초분광 영상 기반 외관상태 정량화 기술개발 연구	2025년~2027년
8.	디지털 트윈 활용 수자원시설 통합 자산관리 기술개발	2024년~2028년
9.	복합 센싱 및 점검기술 융합을 통한 수자원시설 안전성 평가기술 패키지 개발	2025년~2028년
10.	시간 의존성을 고려한 필댐 및 차수벽 건전성 평가 및 보수 보강 효과분석 검증기술	2025년~2028년
11.	지하수저류댐 입지특성 및 영향평가 기술	2026년~2028년

07 물에너지연구소 에너지 대전환을 위한 물에너지 미래·핵심기술 선점

◆ 정부의 에너지 대전환·탄소중립 실현 정책 수요에 대응하여 산·학·연 협력을 통한 물에너지 핵심기술 고도화 및 차세대 기술 선점을 통한 글로벌 기술경쟁력 확보

⇨ 국내·외 및 산·학·연 공동연구로 물에너지 핵심기술 고도화 및 미래기술 개발

* 미래기술개발 2건, 국내·외 R&D 사업제안 4건, 기술사업화 13건(실용화4건, 특허4건, 기술이전 5건)

□ (미래기술) **재생에너지 분야** 지속가능 탄소중립 사회전환을 위한 **차세대 기술 개발**

◦ 태양광(발전) + 수열(난방) 융복합(PVT)형 재생에너지 미래기술 개발로 에너지 효율 극대화

* (기존) 태양에너지 18% 활용(발전 18%) → (미래기술) 태양에너지 60% 활용(발전 20% + 수열난방 40%)

◦ 수상태양광 분야 글로벌 경쟁력 확보를 위한 차세대 부유식 수상변전소 구축기술 확보

* (기존) 수상태양광 + 육상변전소 → (차세대) 수상태양광 + 수상변전소(구축비 15% 감소)

□ (핵심기술) 현업 Needs와 연계한 **물에너지 특화기술 고도화** 및 **핵심 新기술 발굴**

◦ AI기반 수열 최적 제어기술 및 대용량 에너지믹스(수열·태양에너지·폐열 등) 설계기술 개발

* 국내최초 대용량(1,000RT) 히트펌프 국산화 개발·적용으로 구축비 15% 및 전력비 10% 절감(12억원/년)

◦ 한국-스위스 국제공동연구로 수소 생산·저장 일체형 차세대 그린수소 기술 실증 완료

* (기존) 수소 생산과 저장 분리형 기술 → (차세대) 수소생산 + 저장 일체형(고체저장 신기술)

◦ 수상태양광 리파워링, 데이터센터 냉각기술 등 국내·외 공동 R&D로 물에너지 新기술 개발

* 태양광 리파워링(효율 50%증), 데이터센터(공기→수열냉각, 효율 20%증), 수소 신기술(AEM) 한-중 공동개발 등

□ ('26년 과제 현황)

('26.1월 기준)

	과제명	과제기간
1.	그린수소 생산 신뢰성 제고 및 운영 기술개발	2021년 ~ 2026년
2.	태양광을 활용한 On-Site 그린수소 생산 실증연구	2023년 ~ 2026년
3.	10kW급 카트리지 PEM 수전해-수소저장 시스템 개발	2023년 ~ 2026년
4.	발전량 향상을 위한 수상태양광 최적화 유닛 개발 및 실증	2024년 ~ 2026년
5.	세계최고 수준의 수상 태양광 LCOE 경쟁력 확보	2024년 ~ 2028년
6.	부유식 변전소 실증 및 트랙레코드 확보	2024년 ~ 2028년
7.	수열원 변동 대응 대규모 중앙집중형 수열에너지 실증플랜트 기술개발	2025년 ~ 2029년
8.	PVT(태양광열) 기반 태양광 발전량 향상 및 수열 융복합 재생에너지 신기술 개발	2026년 ~ 2029년
9.	노후 수력 프란시스 수차의 캐비테이션 해석 및 성능 향상 기술 연구	2026년 ~ 2029년

08 수자원위성연구소 첨단 수자원위성 기술 기반 기후재해 대응 체계 고도화

◆ 新정부 국정과제 '73-6 군집위성 수재해 감시' 반영, 수자원 초소형위성 구축 및 위성 등 첨단 원격관측 기술 기반 광역 홍수·가뭄 재해대책 마련 시급

⇨ 수자원위성 운영 인프라 적기 구축 및 접경감시 확대, 수자원 초소형군집위성 및 초소형위성 초격차기술(AI온보드, 초해상화 등) 개발

□ **(수자원위성) 수자원위성 발사 대비 지상 인프라 구축** 및 기본·활용산출물 **기술 안정화**

- 지상 검·보정 기기 자체 운영을 통한 수자원위성 영상레이더 품질 최적화 및 안정화
- 수자원위성 활용산출물(16종) 성능시험 및 품질인증, 수집·처리 자동화 등 데이터 표준화
- 수자원위성(영상, 통신) 운영 인프라 구축 및 통합·연계 테스트 등 발사 준비 최적화

□ **(실감화기술) 초소형 위성자료 수집** 및 **가공·활용·3차원 표출 실감화 기술개발**

- 초소형 위성자료 전주기 처리·활용 시스템(수집·가공·활용·표출) 시작품 제작 및 시범운영
- AI 기반 결측지역 복원 및 초해상화(Super-resolution) 위성영상 가공기술 개발
- 수자원 관리, 국유지 모니터링, 접경감시 등 3차원 실감화 기술 플랫폼 구축

□ **(초소형위성) 수자원 초소형위성 AI온보드 핵심기술 개발** 및 수재해 긴급 대응 검증

- 초소형위성 탑재 우주급 AI온보드 개발, 우주환경 모의시스템(HIL-DT) 설계 및 개발
- AI온보드 위성영상 보정 기술(복사보정 및 기하보정) 및 긴급 처리기술 개발(저전력 GPU)
- 수재해 긴급 대응 AI온보드 탑재 위성운용 시나리오 개발 및 검증

□ **(접경감시)** 위성 및 AI 기반 **황강댐 방류규모 추정 및 군남댐 영향 분석 기술개발**

- 다종 원격탐사자료(고해상도 위성영상) 및 GIS 활용 임진강(황강댐~군남댐 구간) 단면 구축
- 초소형위성 SAR 영상(도플러 스펙트럼 분석) 통한 미계측 하천 유속 추정 기술 개발
- 위성 및 실측 정보를 활용한 황강-군남댐 상관관계 규명(황강댐 방류 규모-군남댐 유량)

□ ('26년 과제 현황)

('26.1월 기준)

	과제명	과제기간
1.	수자원위성 산출물 검보정 및 활용 기술개발(5차년도)	2022년 ~ 2027년
2.	초소형 위성영상 기반 주요 지역 분석 및 실감화 지능 기술개발(3차년도)	2024년 ~ 2026년
3.	수자원 초소형위성 AI 온보드 핵심기술 및 수재해 긴급 대응 기술개발	2026년 ~ 2028년
4.	위성 및 AI 기술을 활용한 황강댐 방류규모 추정 및 군남댐 영향 분석	2026년 ~ 2027년
5.	K-waterSAT 수자원 초소형군집위성 개발사업	2026년 ~ 2029년
6.	수자원 SAR 소형군집위성 개발사업	2026년 ~ 2030년

09 AI연구소 물특화 AI 선도를 위한 소버린 기술 확보 및 실증·확산 체계 구축

◆ 'AI 3대 강국' 정부정책과 '기후위기 대응을 선도하는 글로벌 물기업'이라는 K-water 비전 달성을 위한 물분야 AI 전환 R&D 로드맵 수립으로 K-water 소버린 AI의 기틀 마련

⇨ 물분야 AI 기술개발 중장기 로드맵 수립 및 물특화 AI 고도화, 지능형 연구 협력자인 'Water Co-Scientist' 구축

□ **(K-water 소버린 AI)** 물순환·물관리 全과정 **AI 전환 R&D 로드맵** 수립

◦ 미래형 K-water 물관리 구현을 위한 AI 연계·통합 R&D 추진계획 수립

* 물관리 시설(정수장, 댐 등)에 대한 AI 기술 적용 현황 분석 및 통합 연계방안 도출

◦ 물순환 연계 의사결정 지원 시스템 구축을 위한 실행계획 수립

□ **(물특화 AI기술 고도화) 첨단 AI 기술과 현안 해소 솔루션 결합** 및 내재화

◦ AI 기반 홍수 대응 및 정수장 자율운영을 위한 AI Agent 기술 확보

◦ 정수공정 이상진단, 댐 결함 검출 등 AI를 활용한 상태진단 고도화

◦ 현업 AI과제 기술지원 및 연구소間 연구 협업 등 R&D 성과기반 협력 강화

□ **(R&D 활용성 강화)** 연구성과 자산화 및 **AI 지식 플랫폼** 구축

◦ 연구 생산성 혁신을 위한 'Water Co-Scientist'* 시범 구축

* (1단계) 기존 연구성과 기반 문헌 탐색 및 지식 조직화, 연구결과 해석·요약('26년)
(2단계) 연구과제 기획 및 현업 문제 해결 인사이트 제공 등 지능형 AI Agent 고도화('27년~)

◦ AI 융합연구 및 지속 가능한 연구 환경 조성을 위한 R&D 데이터 Hub실증랩 구축

□ **('26년 과제 현황)**

('26.1월 기준)

	과제명	과제기간
1.	AI기법을 도입한 정수공정 실시간 이상진단 모델 개발	2024년 ~ 2027년
2.	AI를 활용한 실시간 댐 홍수분석기술 전국확대 연구	2025년 ~ 2026년
3.	자연어처리 기반 물산업 분석 고도화를 위한 표준 프레임워크 개발	2025년 ~ 2026년
4.	거대언어모델과 MCP를 활용한 수자원분야 (홍수 등) 사내적용 Agentic AI 적용기술 개발	2026년 ~ 2027년
5.	AI 물 환경 예측·평가 모델의 최적 유지관리를 위한 Model Drift 평가 Tool 개발	2026년 ~ 2027년
6.	이상수질·기후에 대응 가능한 공정연계형 Multi-Agent AI 정수장 기술개발	2026년 ~ 2028년

ISSUE & TREND

- 물과 에너지, 지역균형발전의 새로운 해법을 묻다

- 공간의 한계를 넘어 자원 연계형으로 진화하는 차세대 데이터센터

Issue & Trend ①

물과 에너지, 지역균형발전의 새로운 해법을 묻다

- 5인의 전문가와 함께한, 2025 K-water 물정책전문연구시리즈 발간 -

[기획] K-water연구원 경영연구소 유문현 소장, 최한주 팀장, 이옥진 대리
[참여] 사득환 교수(경동대), 김종원 연구원(서울대), 전경운 교수(경희대)
박종배 교수(건국대), 조성봉 교수(숭실대)

■ 新 정부의 '지방시대' 국정 비전을 선도적으로 이행하고 물 전문기관으로서의 정책적 소임을 위해, 물관리 분야의 석학들과 함께 '물과 지역균형발전' 연구성과 발간

■ 비용 부담과 편익 수혜 주체의 불일치에서 발생하는 갈등을 해소하기 위한 '협력적 거버넌스(상생)'와 전력시장 개편을 활용한 '에너지 신사업(성장)'을 중심으로, 지역 소멸 위기 극복을 위한 입체적 해법 제시

01 [연구배경] 왜 지금 '물과 지역균형발전'인가?

□ 추진배경 : 2026년 경제 대도약을 위한 선제적 해법 제시

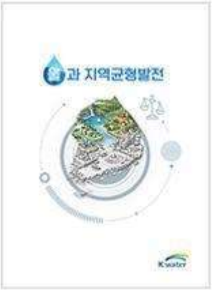
◦ **(정책적 모멘텀)** 新정부의 핵심비전인 '국가 균형 성장'과 '양극화 극복' 실현을 위해 **지역의 핵심 자산인 물과 에너지의 배분 구조 혁신** 필수

- 인류 4대 문명이 큰 강을 중심으로 번영했듯, **대한민국 4대강의 물관리** 또한 기업을 유치하고 지역 소득을 창출하는 **경제·문화 플랫폼으로의 패러다임 전환** 필요

◦ **(정책연구 수행)** 2025년, 행정·경제·법·공학 분야의 전문가들과 함께 단기공동연구 수행

- 물과 지역균형발전에 대한 집중적인 분석과 성과 공유를 통해, 향후 정부의 균형발전 정책 수립과 K-water의 심층 연구를 위한 이론적·실증적 토대 마련 목적

□ 2025년 물정책전문연구시리즈「물과 지역균형발전」발간



◦ **(주제1_상생과 제도)** 비용부담과 편익수혜 주체의 불일치에서 기인하는 갈등의 해결과 효율적 물관리를 위한 **협력적 거버넌스 및 제도 혁신**

◦ **(주제2_성장과 기회)** 전력 수급의 불균형 해소와 지역 특화 성장을 견인하기 위한 **지역별 한계가격(LMP) 도입과 통합발전소(VPP) 모델 구축**

02-① [상생과 제도] 지역사회와의 신뢰 회복 및 법적 기반 구축

1) 공공재로서의 물과 지역균형발전: 낙동강과 팔당호 갈등사례를 중심으로

〈 사득환 경동대학교 행정학과 교수〉

□ **물의 배분에 따른 지역 갈등 발생**

◦ 물의 이동은 단순 자연 자원의 이동이 아니라, 부와 발전기회가 이전되는 **정치적 자원 배분의 과정으로 규제 부담을 지는 지역과 물 이용 혜택을 향유하는 지역 간 갈등 발생**

□ **핵심 사례분석 : 두 가지 갈등 모델(수요지 반대형, 공급지 희생형)**

◦ (분석 틀) 오스트롬의 IAD(Institutional Analysis and Development 제도분석틀)

[IAD 구성요소] 참여자, 제도 및 규범, 행동상황
- 행 위 자: 중앙정부, K-water, 지방자치단체(상/하류), 지역주민 등 다층적 행위자
- 제도·규범: 중앙정부 주도의 규제 결정과 지자체·주민참여 권한 불균형, 비용과 편익의 불일치
- 행동상황: 공식적인 협의 기구 대신 '집단 시위'나 '정치적 로비'가 주요 의사결정 수단으로 사용

◦ (분석 결과) 중앙정부 주도의 일방적 정책과 물리적 해결책으로는 주민 수용성 확보 불가

낙동강 사례 수요지 반대형	‣ **[쟁점]** 낙동강 페놀 사태 이후, **하류(대구, 부산)는 안전한 물 확보를 위해 상류(구미, 합천 등)로 취수원 이전** 요구, 상류는 취수원 규제강화에 대한 우려로 반대 ‣ **[결과]** 취수원 이전 사업은 수년째 정책 불응 상태. 이는 단순한 지역감정이 아닌 과거 약속받았던 상생 방안들이 이행되지 않았다는 **신뢰의 붕괴**에 기인 ‣ **[분석 결과]** 과거의 하향식 정책 결정 방식에서 벗어나, 정부가 중재하고 지역이 주도해 규칙을 만드는 **참여형 의사결정**이 갈등 해소의 지름길
팔당호 사례 공급지 희생형	‣ **[쟁점] 수도권의 식수원 공급**을 위해 팔당호 주변 7개 시·군은 **수십년간 중첩규제**(그린벨트, 상수원 보호구역 등)를 적용받음 ‣ **[행동]** 상류에 대한 규제 일변도의 정책을 주민들은 **'생존권 박탈'**로 인식하고 저항, 음성적 오염 행위나 난개발을 유발하는 부작용 발생 ‣ **[분석 결과]** 상류 지역이 수질 보전 노력에 대한 정당한 평가를 받고, 이것이 지역 발전으로 이어지는 **지속 가능한 순환 모델** 필요

□ **지역 균형발전 전략 : 수혜자 부담원칙 실현 및 이해관계자 간 신뢰 확보**

◦ (비용과 편익의 균형) 물 공급 지역과 사용 지역 간의 불균형 해소를 위해, **수혜자 부담 원칙의 실질적 구현**과 수혜지의 물이용부담금이 피해지의 발전 재원으로 직결될 필요

◦ (사회적자본 확충) 이해관계자 간 신뢰가 핵심. **투명한 정보공개와 소통 채널** 확대 필요

➡ 상생을 위해 **'참여적 유역 거버넌스'**와 상·하류가 이익을 공유하는 **'정의로운 배분'** 필요

2) 댐 주변지역 지원금 제도의 평가와 지역경제 활성화 방안

〈 김종원 서울대학교 농업생명과학연구원 연구원 〉

□ 댐 주변지역 지원제도의 현황 및 진단

◦ **(제도의 성과·한계)** 제도는 지난 35년여간 지역주민의 복지 증진에 기여하여 왔으나, 연간 876억원('25년 기준)의 재원 투입에도 불구하고 **인구 소멸과 지역경제 침체는 가속**

◦ **(현황)** 통계 분석 결과, 댐 소재지는 비소재지에 비해 인구감소율이 더 높고(-1.38% vs -0.85%) 지역내총생산(2.1% vs 4.5%) 또한 낮은 수준

- 입지상계수(LQ) 분석 결과, 댐 주변지역은 특화 산업이 부재하여 댐 건설로 인한 규제가 산업 생태계 형성 저해

* 입지상계수 : 특정 산업이 전국 평균에 비해 해당 지역에 얼마나 집중되어 있는지 나타내는 지표

□ 지역경제 활성화 방안 : 예산의 '규모'보다 '쓰는 방식'의 혁신이 중요

	현재	개선방안 제안
지리적 기준의 유연화	'계획홍수위 5km 이내'라는 획일적 기준 → 실질적 주민 불편을 반영하지 못함	실제 생활권과 환경 영향(접근성, 생태 변화 등)을 고려한 **'실질적 영향권'** 중심의 정교한 지원 체계로 개편
사업 성격 전환	기존사업(마을회관 건립, 난방비 지원 등)은 일회성·소비성 지출에 치중 → 지역 경제의 '마중물'이 되지 못함	지원금 사용을 **'수익 창출형' 투자**(지역 특화 산업, 수변 레저 등 체류형 관광, 밸류체인 강화 등)로 전환
재원 관리	용처 구분이 느슨한 지자체 일반회계로 관리 → 재원이 희석되며 사업의 누적 효과·수익 창출 미약	**재원구조 다변화**(K-water 출연금, 균형발전 특별회계 매칭 등)로 댐별 공동이익 통합관리

□ 벤치마킹 및 전략 : 정량적 영향권 기반의 지원대상 재설정 후, 투자형 사업 포트폴리오 구축

◦ **(해외 선진사례)** 댐을 단순한 수자원 시설이 아닌 **지역의 랜드마크이자 경제 거점으로** 활용

(일본) 관광 자산화	(캐나다) 투자 및 지분 참여	(스코틀랜드) 이익 공유
◦ 쿠로베댐, 얀바댐 사례 ◦ 댐 카드 배포, 방류 이벤트 등 댐 자체를 관광 상품화	◦ Columbia강 유역신탁 사례 ◦ 발전 프로젝트 지분 참여를 통한 지속적 수익 창출	◦ 제도기반 이익 공유 사례 ◦ 공동 소유 모델 권장(에너지 수익을 지역 커뮤니티와 공유)

◦ **(연계 협력 강화)** K-water의 법정 출연금뿐만 아니라 지자체 예산, 균형발전 특별회계, 타 기금 등과 연계한 **공동이익 통합관리** 및 **거버넌스·콘텐츠·재원·접근성·데이터의 패키지 사업 발굴**로 투자 규모와 효율 극대화

➡ 댐 주변지역 지원은 **지역의 자생력을 키우는 미래 자산 투자의 방식으로** 혁신 필요

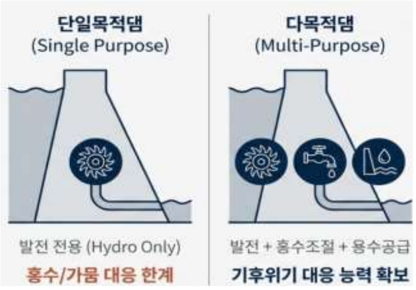
3) 단일목적댐 용수 활용에 따른 수리권 연구

〈 전경운 경희대학교 법학전문대학원 교수 〉

□ 위기의 시대, 기존 자원의 재발견

◦ **(공급의 한계와 수요의 급증)** 기후위기로 인한 물재해와 용인 반도체 클러스터 등의 국가 전략 산업으로 **용수 수요는 폭증하나, 신규 댐 건설은 환경·사회적으로 한계**

◦ **(잠자고 있는 물그릇)** 대한민국의 1,200여개 댐 중 홍수 조절과 용수 공급을 자유롭게 할 수 있는 '다목적댐(K-water)'은 23개. **발전용댐(한수원), 농업용댐(농어촌공사)과 같은 '단일목적댐'의 기능을 다변화하여** 활용할 필요



* 괴산댐(발전용) 월류 사례처럼, 단일목적댐은 홍수 조절 능력의 부족, 법적 제약으로 활용하지 못함

□ 법적 쟁점 : 단일목적댐의 다목적화 과정에서 '수리권' 문제 발생

◦ **(쟁점)** 단일목적댐을 다목적댐으로 전환할 때 기존 수리권자의 **재산권(물권) 보호** 문제

◦ **(다목적댐 전환의 법적 근거)** 댐건설관리법 제38조에 따라 댐의 효용 증진을 위해 필요한 경우, 댐 관리청(기후에너지환경부 장관)이 댐 수탁 관리자(K-water 등)나 댐 사용권자에게 시설의 개선을 명할 수 있음

◦ **(위헌 소지 및 보상)** 공익적 물관리의 필요성이 있으나 다목적댐으로 강제 전환 시, 단순한 부담금 반환 수준의 보상은 헌법 제23조(정당한 보상) 위반 소지가 있음. 기존 권리자에 대한 **정당한 보상 메커니즘** 필요

□ 전략 : 선(先) 협약, 후(後) 전환의 댐 다목적화로 갈등 최소화

◦ **(성공 모델의 확산)** 발전용댐인 화천댐의 물을 용인 반도체 산단으로 공급하게 한 **기후부-한수원 간 협약 체결 사례**를 제도화해 다른 댐으로 확장

[1단계] 실증 협약		[2단계] 법적 전환		[3단계] 보상 메커니즘
법적 분쟁 이전, 협약을 통해 용수 공급/홍수 조절 기능 우선 수행	▶	사회적 합의 도출 후, 댐 건설 관리법 제38조(다목적댐의 인정)를 적용해 법적 지위 변경	▶	발전 손실 등에 대한 구체적 손실보상 기준 마련 및 하천법상 점용 허가 조정 병행

◦ **(제도적 개선과제)** 법적 강제(수용)보다는 협약(MOU)과 실증 사업을 통해 **이익을 공유하는 상생 모델**이 필요하며, 다목적화로 인한 권리침해에 대한 손실보상 기준과 절차를 입법화할 필요

➡ 기후위기 시대의 물 안보는 신규 댐 건설뿐만 아니라, **법과 제도를 정비**하여 흩어진 댐들의 기능을 하나로 묶는 **제도적 연결** 통해 완성

4) 지역별 전력가격제도의 현황과 적용 방안

〈 박종배 건국대학교 전기전자공학부 교수 〉

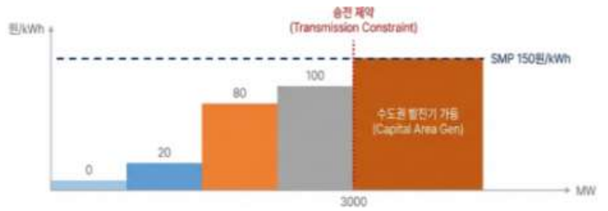
□ 단일 가격의 착시현상

◦ **(수급 불균형과 송전 제약)** 전력 수요는 수도권에 집중된 반면, 발전 설비는 비수도권에 편중되어 있어 **지역 간 수급 불균형**뿐만 아니라 **주요 송전망의 혼잡 및 제약 발생**

◦ **(가격신호의 부재)** 현행 단일가격제는 송전 혼잡 비용이나 송전 손실 비용을 반영하지 못해 발전소의 입지 선정과 전력 소비에 있어 **가격 왜곡 초래** 및 **효율적인 투자 저해**

※ 송전혼잡비용의 전력가격에의 영향
- (단일가격제) 송전 제약이 반영된 수도권의 높은 가격(150원)을 전국에 동일하게 적용
- (지역별 가격제) 지역별 수급여건에 따라 수도권과 비수도권 간 전력가격을 다르게 산정

【예시】



□ 핵심 분석 : 지역별 가격제 도입의 필요성

◦ **(단계적 이행 전략) 단일가격에서 지역별*, 최종적으로 모선별 가격제*로의** 이행

* 지역별 가격은 전력계통을 몇 개의 큰 권역으로 나누어 가격 산정, 모선별 가격은 전력망의 최소 단위인 모선 단위로 가격을 분리하여 산정하는 제도로 심화된 의미의 LMP(Locational Marginal Price)

[1단계] 제주 시범사업		[2단계] 광역권 구분		[3단계] LMP 전면 도입
재생에너지 비중이 높은 제주지역에 도입	▶	수도권, 비수도권, 제주 등 3~4개 권역으로 나누는 '지역별 가격제' 시행	▶	송전망 접속점 단위로 정교하게 가격을 매기는 LMP로 완성

◦ **(해외 사례)** 미국(모선별)과 호주(지역별) 등은 송전 혼잡과 손실 비용을 전력가격에 반영

□ 지역별 가격제 도입의 기대효과 : 지역소멸을 막는 효율적 분산에너지

◦ **(수요 분산)** 고비용 발전원이 집중된 수도권은 전력 가격 상승, 기저발전 등 저비용 발전원이 풍부한 비수도권은 가격 하락 전망, **전력 다소비 시설의 지방 이전 유도** 가능

◦ **(사회적 후생 증가)** 비수도권의 저렴한 발전원을 최대한 활용하게 되어, **전체 전력 공급 비용이 감소하고 사회적 총 후생이 증가**

◦ **(탄소중립)** 재생에너지 변동성과 송전 제약을 **시장가격으로 해결하는** 기반 마련

➡ 전력 가격의 지역별 차등화 전략은 지방에는 **기업 유치의 기회**를, 국가에는 **전력망 효율화**를 제공하는 **일거양득 균형발전 전략**

5) 전력시장 개편에 대비한 전력거래 대응전략 구축 방안

〈 조성봉 숭실대학교 교수 〉

□ 전력시장 개편의 방향 : '전력수급 안정성'과 '지역 균형발전' 두 마리 토끼 잡기

◦ 재생에너지 등 무탄소 전력원 확대로 첨단산업 등 미래전력 수요에 차질없이 대응하고, 분산에너지 활성화로 전력 자급률을 높이는 방향으로 전력시장 구조 변화 중

【전력시장 제도개편 방향】

구 분	현 재	미 래	효 과
설비 진입	단일 현물시장	현물시장 + 중장기 계약/용량시장	중장기 전력 수급 안정
자원 분산	단일 가격	지역별 가격 + 분산에너지/직접전력거래	효율적 지역 분산
실시간 급전	단일 하루 전 시장	하루 전 시장 + 실시간·보조서비스 시장	유연성 기반 가격경쟁

- (전력 수급안정) 중장기 수요에 맞춰 설비진입을 유도하기 위해 **전원별 계약시장**을 **활성화**하고, 원전·SMR·수소·재생에너지 등에 대한 **무탄소전원 통합용량 시장 도입**
- **(효율적 지역분산) 지역별 가격요금제** 도입, 지역 단위 수급균형 강화를 위한 지역별 전력시스템 운영, 송전 제약이 있는 범위에서는 **직접전력거래(PPA) 활성화**
- **(가격경쟁 강화)** 재생에너지 확대와 계통 운영의 어려움 해소를 위해 기존의 '비용평가(CBP)' 방식에서 **'가격입찰제(PBP)', '실시간 시장' 등 도입**

  * 제주도에서 선행된 실시간 시장 시범사업(2024.6~) 결과, 풍력·태양광의 출력제어 횟수가 90% 이상 급감하고 **시장 효율이 개선된** 것으로 확인

□ 변화에 대한 대응전략 : 통합발전소(VPP)를 통한 자원 결합과 포트폴리오 다각화

◦ **(VPP 구축)** 수력, 태양광, 풍력 등 분산된 재생에너지 자원을 묶어 하나의 발전소처럼 운영

  * VPP(Virtual Power Plant) : ICT 기술을 활용해 소규모로 분산된 재생에너지 발전설비들을 통합관리

◦ **(시장참여 다각화)** 속응성이 강한 대수력을 활용해 보조서비스 시장에 참여하고, 소수력·태양광 등의 소규모 자원은 재생에너지 입찰시장에 참여하는 등 참여방식 다각화

  * 수력발전은 기동 시간이 매우 짧아 재생에너지의 변동성을 보완하고 주파수를 조절하는 등 '보조서비스 시장'에서 강한 경쟁력을 보유

◦ **(전력 직접 구매)** 전력거래소로부터 직접 전력 구매를 확대하여 전기요금 급등에 대비

◦ **(분석 역량 강화)** 발전량 예측 알고리즘 개발 및 글로벌 연료 시장 모니터링 시스템 구축 등 전력시장 분석·예측 역량 제고

➡ 전력시장 개편에 맞춰 **시장참여를 다각화하고 통합발전소 및 직접구매제도 적극 활용**

03 「물과 지역균형발전」의 발간의 의의 : 지식협력채널의 확대

□ **핵심 기여 : 이번 시리즈는 '물과 에너지'를 매개로 지역소멸의 위기를 극복하고, 정부의 '국가균형성장' 전략을 뒷받침할 이론적·실증적 토대 마련에 주력**

◦ 비용을 지불하는 주체와 편익을 향유하는 주체가 불일치하는 것이 지역 갈등과 비효율의 근본 원인임을 학술적으로 규명하고 시혜적 지원을 넘어선 **'자산 형성형 투자'**, 기후위기에 대응하는 **'물그릇의 통합'**, 그리고 지역의 경쟁력을 높이는 **'에너지 분권'의 해법 제시**

□ **미래 비전 : K-water 내·외부 전문가들이 함께하는 물 분야 지식 협력 채널 확대**

◦ 외부 전문가와의 협력 네트워크를 더욱 단단히 하여, 매년 제시되는 거대 담론들에 대한 **실증적 연구**를 수행하고 연구성과들이 **실제 현장에 뿌리내릴 수 있도록 지원**

◦ 시의성 높은 현안에 대한 선제적인 연구 수행 및 성과 공유로, **후속 심층연구 및 정책제안을 위한 토대** 마련

※ **물정책전문연구시리즈 개요**

- **(정 의)** K-water연구원에서 운영하는 전문가포럼 회원을 대상으로 시의성 있는 정책대안 발굴 및 대내외 공감대 확산을 위해 단기(1년 이내) 공동연구 지원 및 연구성과 시리즈로 발간
  * 전문가포럼 회원: 7개 전문가포럼 내 분야별 전문가 약 190명(2025년 기준)
- **(현 황)** 2008년부터 운영되어 2020년 이후 34개 연구성과에 대해 단행본 발간 완료

수행연도	연구주제	발간 건수(건)
2025년	물과 지역균형발전	5
2024년	물의 가치인식과 지속가능한 물 정책 방향	4
2023년	Leveraging water for Peace	2
2022년	파트너십과 협력을 통한 변화 가속화	8
2021년	지하수	7
2020년	물과 가치	8

※ 본 장에 소개된 『물과 지역균형발전』 전문은,

- K-water연구원 홈페이지(www.kwater.or.kr/kiwe)

- 또는 우측 QR 코드를 통해 확인 및 다운로드 가능

Issue & Trend ②

공간의 한계를 넘어 자원 연계형으로 진화하는 차세대 데이터센터

K-water연구원 경영연구소 유문현 소장, 조재민 부장, 양우리 과장

■ 데이터센터는 디지털 대전환의 핵심 인프라로 급부상했으나, 폭증하는 수요 대비 막대한 전력·용수 소모와 주민 반발(NIMBY) 등 물리적·사회적 한계에 직면

■ 이를 극복하기 위해 물리적 입지를 지하·우주 등으로 다변화하는 한편, 정책적으로는 자원과 에너지가 풍부한 지역 거점의 복합 전략 시설로 패러다임을 전환 중

01 데이터센터란 무엇인가?

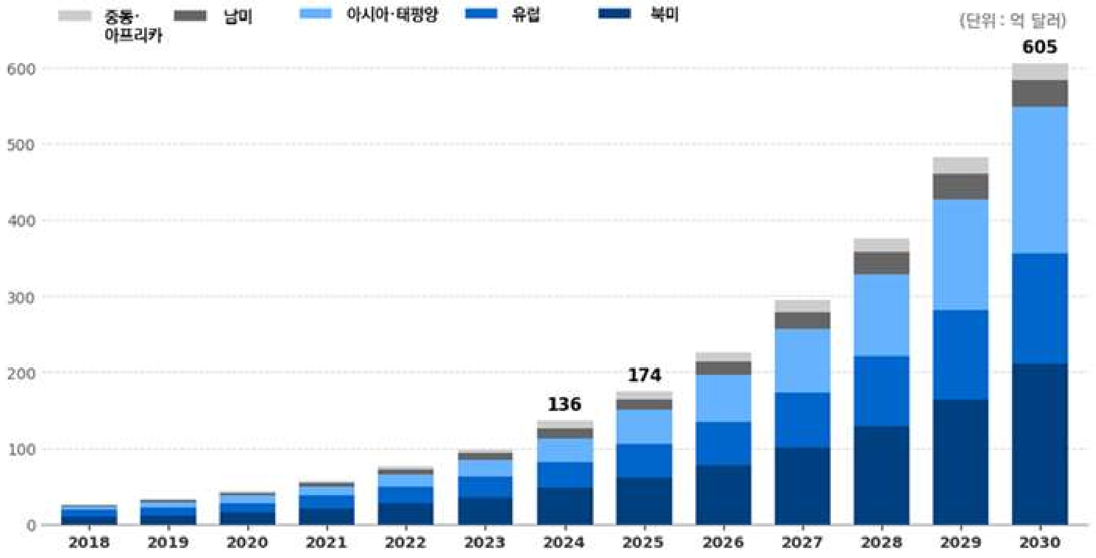
□ (정 의) 서버, 네트워크 등 대량의 IT 장비를 모아 **데이터 수집·저장·처리 등에 필요한 시설과 환경을 제공**하는 인프라로 **디지털 서비스와 정보통신기술(ICT)의 허브**

◦ 데이터센터는 과거 기업의 데이터 저장시설의 개념을 넘어, **4차 산업혁명의 '원자재'인 데이터를 가공하여 가치를 창출**하는 '**디지털 생산 인프라**(Digital Factory)'로 기능

◦ IDC*는 '26년 데이터 처리량이 221ZB(221조GB)로 증가할 것으로 예측, 데이터센터 시장 역시 연평균 약 28% 성장해 2030년 약 85조원 규모로 성장 예상(SPRi*, '25년)

* IDC(International Data Corporation, ICT 시장조사기관) / SPRi(소프트웨어 정책연구소)

【데이터센터 시장 전망】



* 자료원: 그랜드뷰 리서치

□ (중요성) 디지털 경제 활동 대부분은 **대용량 데이터의 초고속·초저지연 처리**를 전제로 운영되고 있어, 데이터센터는 AI시대의 핵심 SOC(사회간접자본)의 역할을 수행

산업 혁신 동력	‣ AI 연구개발 및 서비스 상용화를 위한 고성능 컴퓨팅 자원의 공급 역량이 국가 및 기업의 기술 혁신과 경쟁력을 좌우하는 핵심 지표로 작용
데이터 주권 확보	‣ 소버린 AI(Sovereign AI) 실현의 전제 조건으로 자국 데이터를 독자적으로 처리하고 안전하게 보관하여 사이버 안보를 유지하는 물리적 인프라
투자 유치 효과	‣ 데이터센터 설립 및 운영, 유지보수를 위한 직접 투자와 연관 산업의 고용 창출 효과까지 전후방 산업을 견인하는 플랫폼

□ **(현 황)** 클라우드 컴퓨팅, 생성형 AI 등을 위한 **고성능 연산 처리가 필수**화되며, 초대형·高집적 시설인 **하이퍼스케일(Hyperscale)*** **데이터센터의 비중이 확대되는** 중

* 연면적 22,500㎡ 이상, 서버 10만대 이상 수용 가능한 시설로 규모의 경제를 통한 효율 극대화

◦ 데이터 처리량이 기하급수적으로 증가하면서 전력 수요도 폭증하고 있어, 데이터센터는 단순한 디지털 설비가 아닌 **국가 ‘전력 안보’에 영향을 미치는 인프라**로 부상

* (전망) 글로벌 전력 소비 ’24년 415TWh → ’30년 945TWh (2배 이상 증가 예상, IEA)

02 데이터센터 구축을 둘러싼 갈등

□ 데이터센터의 설립과 확대를 두고 **국가와 산업 경쟁력을 강조하는 정부·빅테크 기업**, 그리고 **환경과 생활권 보호를 요구하는 주민·지역사회 간 갈등**이 발생

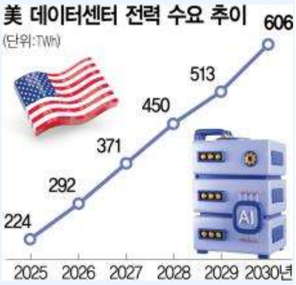
◦ 高전력 수요와 냉각을 위한 수자원 등 자원 집약적인 성격과 소음, 발열, 전자파 등에 대한 우려로 인한 주민 반발이 커지며 **데이터센터에 대한 거부감 확산**

□ **(에너지)** 생성형 AI를 위한 서버는 초고밀도의 전력을 요구, 단위 면적당 **전력 소비량이 기존 대비 10배 이상 증가**(기존 서버 랙(rack)당 4~6kW→AI 전용 40~100kW 소비)

◦ 유럽, 미국, 일본 등 많은 국가에서 데이터센터가 집중된 지역을 중심으로 과도한 전력 소모와 이에 따른 **전기요금 인상** 등 인프라 비용 전가에 따른 **반발이 확산**

【데이터센터와 테크래시(techlash)】

- 기술(technology)과 사회변화에 따른 대중의 반발(backlash)의 합성어로, **거대 IT 기업의 영향력**에 따른 **대중의 우려와 적대감**을 뜻함
- 예) 데이터센터가 집중된 美 버지니아주는 전기요금 인상(’25년 8월 기준 전년비 13% 인상) 및 송전탑 건설로 인한 경관 손상으로 시민 반발 격화
- 이에 트럼프 대통령은 MS(마이크로소프트) 등 거대 IT 기업들에 전기요금에 대해 자체적인 해결책 마련을 촉구(’26년 1월)



* 자료원 : 맥킨지, 서울경제

◦ 국내 데이터센터 역시 예상 전력 수요는 약 49GW로 추산되며, 이는 원자력발전소 약 50기를 동시에 가동해야 감당 가능한 막대한 용량에 해당(산업통상자원부, ’23년)

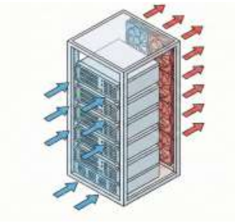
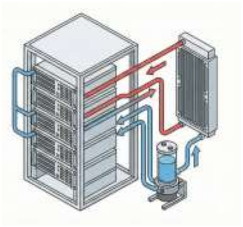
◦ 또한, 전력 생산지와 데이터센터가 위치한 지역 간 **송전선로가 포화상태**로, 한전은 **수도권 신규 데이터센터 신청**에 대해 전력 계통 과부하 때문에 **‘공급 불가’** 판정

□ **(수자원)** 데이터센터는 高집적 서버로 인해 **다량의 열이 발생**하며, 이를 **냉각하기 위해 막대한 물**[*]**이 소비**되고 있어 지역의 용수공급 및 사용에서의 충돌 발생

* 100MW 데이터센터는 하루 최대 2천톤의 물 사용, 이는 6,500가구의 하루 사용량에 해당(IEA)

◦ 기존 공랭식 냉각방식 대비 열전도율이 높은 물을 활용한 냉각 시스템을 도입하고 있으나, 대량의 물을 사용하게 되어 **지역 내 수자원 사용에서의 갈등을 유발**

【공랭식과 수냉식 냉각】

	공랭식(Air Cooling)		수냉식(Water Cooling)
	‣ 차가운 공기로 서버 냉각 ‣ 공기 열전도율이 낮아 냉각 효율이 낮아 전력 소비가 더 늘어나는 문제		‣ 물을 순환 또는 증발을 이용해 열 흡수하고 이동 ‣ 냉각효율이 높으나 구축비용이 높고, 물 사용 과다

* 그림: Gemini3.0

◦ 특히 가뭄이 빈번한 지역(美 애리조나주, 칠레 등)에서는 **주민 식수, 농업용수와 데이터센터 용수 사용 간 우선순위**에 대한 사회적 논쟁과 가치 충돌이 빈번해짐

□ **(입 지)** 초저지연 서비스 제공을 위해서는 사용자와 가까운 도심에 위치해야 하나, **부지 확보의 어려움**과 **정주 여건 침해에 대한 주민 우려**로 지역사회의 거부감 확산

◦ 데이터센터가 새로운 유해시설로 인식되기 시작해 **‘디지털 님비(NIMBY)’화** 되고 있으며, 최근 신규 데이터센터 건립 관련해 주민 반발로 인한 **사업 지연·철회 사례 속출**

* 수도권 데이터센터 인허가 신청 33건 중 17건이 주민 반대 등으로 착공 지연·무산(국토부, ’24.2월말 기준)

03 데이터센터, 새로운 공간으로 확장 중

□ 지상의 데이터센터가 직면한 문제를 해결하기 위해 **지하, 해저, 그리고 우주까지 공간적 입지를 다각화한 전략**이 새로운 대안으로 제시

◦ 특히, 점차 기후 위기 등으로 인해 지상의 기온은 상승 중이며, 물리적 공간의 한계와 재난과 전쟁 등에 대응하기 위해 **항온과 격리에 유리한 공간으로 이동**

□ **(해 저)** 밀폐형 서버를 해저에 배치, **일정한 저온의 해수를 자연 냉매로 활용**하여 서버 냉각에 드는 전력 소비를 절감하는 방식으로 미국, 중국에서 적극적으로 추진 중

◦ 해저 데이터센터들은 전력과 **물 소비 절약**, 진동·오염물질·산소 등 지상 환경의 **고장 요인을 최소화**한 장점이 있으나, **유지보수의 어려움, 장비 인양 비용** 등이 관건

【 해저 데이터센터 대표 사례 】

마이크로소프트의 나틱 프로젝트	중국 하이랜더의 해저 데이터센터
‣ 2018년부터 스코틀랜드 오크니섬 해저 36m 지점에 864개의 서버를 2년간 운영 ‣ 지상의 데이터센터 대비 1/8 수준의 장비 고장률과 높은 전력 효율을 확인 * 자료원: 마이크로소프트	‣ 2023년부터 세계 최고의 상업용 해저 데이터 센터 단지를 조성 중 ‣ 완공 시 연간 1억 2,200만 kWh의 전력과 10만톤의 담수 절약 예상 * 자료원: 하이랜더

□ (지 하) 태풍, 홍수 같은 자연재해와 테러 위협 등에도 물리적으로 보호할 수 있어 **보안 유지에 유리**하며, 외부 날씨와 관계없이 **일정하게 온도가 유지되는 특성**으로 주목

◦ 폐광산·지하터널 등의 **유휴공간을 활용**할 수 있으며, 시설이 지하에 위치하여 **소음, 전자파, 경관 훼손 등의 불만 사항을 해결**할 수 있어 지역사회와 갈등 최소화

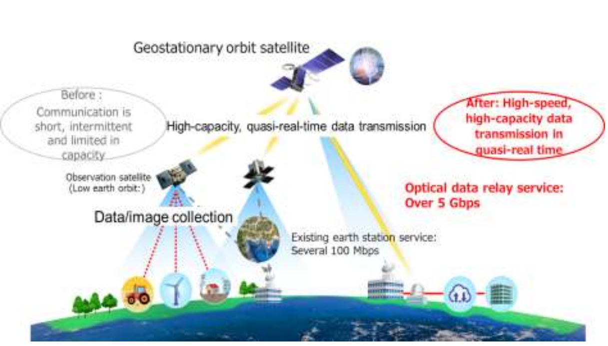
【 지하 데이터센터 대표 사례 】

노르웨이 레프달 광산 데이터센터	미국 블루버드 지하 데이터센터
‣ 폐쇄된 감람석 광산을 리모델링한 유럽 최대의 지하 데이터센터(120,000㎡) ‣ 지하 냉기와 해수를 활용한 냉각 및 수력발전 사용으로 타 데이터센터 운영비용의 50% 수준 * 자료원 : 레프달 광산 데이터센터	‣ 미주리주 스프링필드의 지하 26m의 석회암 동굴을 개조해 만든 데이터센터('03년 개소) ‣ 연중 18~20도로 일정한 온도가 유지되어 연간 567천톤의 냉각수 절약 가능 * 자료원 : 블루버드, datacenter.com

□ (우 주) 지구 궤도의 **극한 저온을 활용한** 냉각과 24시간 태양광 직접 발전을 통한 **무한하고 안정적인 에너지 공급**이 가능한 미래형 인프라로 주목

◦ 지상 대비 **매우 낮은 전력 소비량**과 부지확보 비용 및 **입지 갈등이 없는 장점** 대비, **막대한 발사·유지보수** 비용과 우주 쓰레기·파편 등과의 충돌 가능성 등이 단점

【 우주 데이터센터 대표 사례 】

<table>
<tr><th>유럽연합 ASCEND 프로젝트</th><th>일본 NTT 우주 데이터센터</th></tr>
<tr><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>‣ EU Horizon Europe 과제로, 우주 기반 데이터센터의 실현 가능성 검증 연구('23~'24년)
‣ 10MW급의 우주 데이터센터의 설치·운영·유지관리 로드맵 수립, 탄소배출 저감효과 검증
* 자료원 : Thales Alenia Space</td><td>‣ 日 통신사 NTT와 위성사업자 JSAT가 합작, 위성을 서버로 활용하는 서비스 상용화 추진
‣ 위성에서 데이터센터의 연산·처리기능을 수행하여 데이터 전송의 병목현상 해결 목적
* 자료원 : NTT</td></tr>
</table>

04 국내의 대응 : 정책적 분산과 공간 다변화 시도

□ (정 부) 현재 'AI 3대 강국' 도약을 목표로 **초고속·대용량의 AI 인프라를 선제적으로 구축하고자 추진** 중이며, 특히 수도권 내 데이터센터의 집중을 해소하고자 노력

◦ AI 고속도로 확충을 위한 대형 인프라로 '국가 AI 컴퓨팅 센터'를 추진하면서 **비수도권 입지 한정을 원칙**으로 제시하여 **데이터센터의 지방 분산을 선도**하고 있으며,

◦ 정부는 특히 전력 공급과 요금을 중심으로 데이터센터의 수도권 진입 장벽을 강화하고 지방 이전 혜택을 주는 **규제와 인센티브로 분산을 유도** 중

【 데이터센터 지방 구축의 채찍과 당근 : 분산 에너지 활성화 특별법 】

진입 장벽 강화		지방 이전 혜택
‣ 전력계통영향평가로 포화 지역(수도권) 내 신규 데이터센터 진입을 원천적으로 제한 ‣ 지역별 차등 전기요금제 도입으로 생산지역과 멀고 전력이 부족한 수도권의 전기요금 상승	⇔	‣ 비수도권 내 신설 시 시설부담금(전기 인입 공사비)를 50% 감면 ‣ 대용량 데이터센터에서 매월 발생하는 예비전력 기본요금을 한시적으로 면제

□ (시 장) 기업들은 과거 통신 접근성과 인력 수급을 위해 수도권 입지를 선호했으나, 최근 **전력 안정성, 인허가 용이성, ESG 실현** 등을 고려해 지방으로 입지 선회

【 기업 데이터센터의 지방 이전 사례 】

기업	지역	선택 사유	
네이버	세종	전력 안정성	아시아 최대규모의 하이퍼스케일 센터 구축을 위해 전력 공급망의 여유가 있는 세종시에 구축
카카오	안산	인허가 /상생	초고압선 설치에 대한 주민 민원으로 인허가 지연 경험, 한양대 ERICA캠퍼스 유휴부지 활용해 대학·지역과 연구협력 강화
삼성 SDS	춘천	ESG 실현	글로벌 고객사의 RE100 및 탄소 저감 요구에 대응하기 위해 연평균 기온이 낮은 춘천에 입지, 수력발전과도 연계
LG CNS	부산	글로벌 진출	해저 광케이블의 90%가 밀집한 부산에 입지, 일본·동남아 글로벌 고객 대상 초저지연 서비스 제공 목적

□ (공 간) 국내에서도 센터의 물리적 공간을 해저와 지하로 **확장하려는 시도가 본격화**

◦ (해저) 울산시, 한국해양과학기술원, SK텔레콤 등이 업무협약을 맺고 '30년까지 울산 앞바다 해저 30m에 서버 10만대 규모의 하이퍼스케일 데이터센터를 구축할 계획

◦ (지하) 석탄, 석회석 등의 채굴이 중지된 폐광산들을 활용한 데이터센터를 구축하여 지역의 경제적 회복 등을 도모, 강원 태백, 전남 장성 등을 중심으로 추진 중

울산 수중 데이터센터 단지 조감도
* 자료원 : 한국해양과학기술원

【 국내 폐광 데이터센터 추진 현황 】

장성광업소 (강원 태백)	‣ 산업통상자원부 타당성 조사('21년)에서 연중 10~15℃를 유지하며 단단한 암반층으로 보안성이 높아 지하 데이터센터 구축에 가장 적합한 조건으로 평가
건동광산 (전남 장성)	‣ 최대깊이 221m, 총길이 55㎞의 석회석 폐광산을 활용할 예정으로, 단단한 석회암 암반층을 활용해 보안에 강한 벙커형 데이터센터 구축이 가능 * 장성군-LS그룹이 업무협약 체결('25.8월)하며 '30년까지 데이터센터 조성 추진

05 K-water의 노력과 향후 데이터센터의 변화

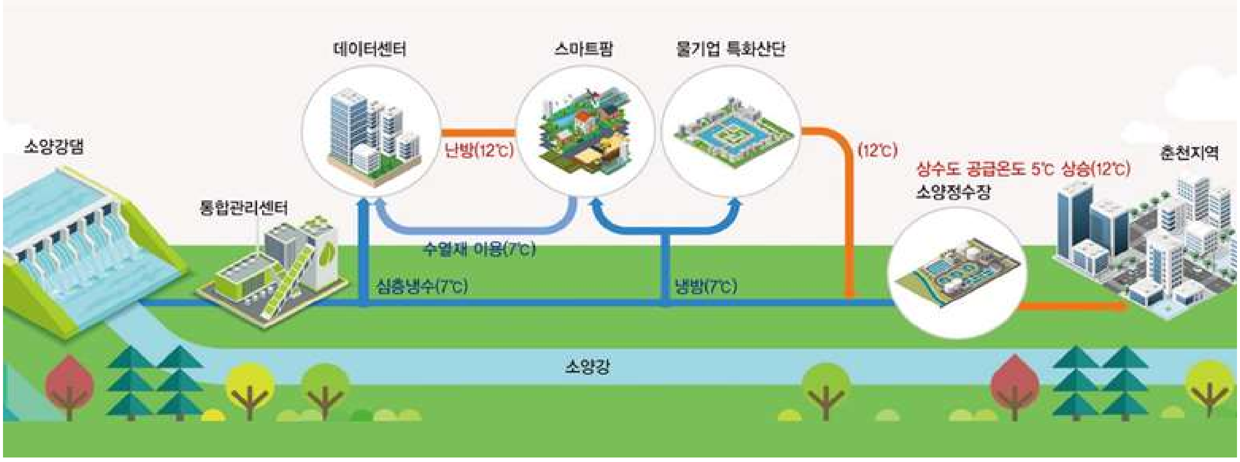
□ 이처럼 국내에서도 정책 지원, 물리적 공간 확장 등을 통해 해법을 모색하고 있으나, 단순한 입지 이동을 넘어 **'지속가능한 데이터센터'로의 변화가 필요**한 시점

◦ 재생에너지, 냉각재(수자원 등) 등의 자원이 풍부한 지역 거점을 중심으로, 관련 기술의 고도화 및 융합을 통한 **새로운 형태의 데이터센터 구축 전략**이 필요

□ **(실증모델)** K-water와 춘천시는 소양강댐의 수자원과 재생에너지를 활용해 수열에너지와 데이터센터가 결합된 **'강원 수열에너지 융복합 클러스터' 조성** 중('20년~'27년)

- 소양강댐의 심층수를 이용해 ①물의 온도차를 이용한 수열에너지 발전 ②심층냉수를 이용한 데이터센터 냉각 ③데이터센터 폐열을 활용한 스마트팜의 난방 등에 활용
- 이를 통해, 에너지사용량 절감(64%), 미세먼지 배출량 감축(38톤/년), CO_2 배출량 감소(64%) 효과와 지역의 일자리 창출 등을 통한 4천억원의 지역경제 효과 창출 기대

【 강원 수열에너지 클러스터 에너지 공급체계 】



* 자료원 : 강원 수열에너지 융복합 클러스터 조성사업계획

□ **(패러다임의 전환)** 공간 다변화와 입지 분산 노력 등을 고려할 때, 향후 데이터센터는 **자원 중심의 지역 거점의 복합 전략 시설**로 입지와 역할이 변화할 것으로 예상

【 데이터센터의 변화 전망 】

자원 중심 입지 선정	‣ 하이퍼스케일 데이터센터의 수요를 충족할 수 있도록 **전력 계통에 여유**가 있고, **냉각수 확보가 용이**한 댐 주변, 해안가 등의 지역에 입지
고효율 '그린 데이터센터'	‣ **재생에너지** 활용, **냉각 효율 극대화** 등 **지속가능한 기술**을 개발·적용 * 그린데이터센터 인증제 도입, 전력사용 효율 및 지속가능기술 적용 여부 평가
에너지 허브로 역할 확장	‣ 자체 효율화를 넘어 남는 에너지·폐열 등을 인근 스마트팜, 주거단지로 공급하는 **지역 공생형 에너지 프로슈머(Prosumer)**의 역할 수행
국가 전략 클러스터	‣ **국가 기회발전특구**와 연계, **전력, 용수, 통신 인프라를 패키지**로 제공하여 규모의 경제와 국가 AI 경쟁력을 확보하는 **전략적 클러스터** 조성

➡ 데이터센터가 **국가 전략 인프라**임을 인식하고, 각 **지역이 보유한 자원의 강점을 극대화한 맞춤형 클러스터 전략**을 통해 지속가능한 디지털 생태계 구축이 필요

참고자료 1) Grand View Research, 2023, Artificial Intelligence (AI) Data Center Market Size, Share & Trends Analysis Report, 2018-2030
2) IEA, 2024, Electricity 2024: Analysis and forecast to 2026
3) 한국경제, 2025.10.13., '데이터센터 입지 전쟁, 폐광·해저 넘어 우주까지 확장'

TREND KEYWORD

- AI Washing
- 슬롭(Slop)
- 파라소셜(Parasocial)
- 포획 위성

Trend Keyword

AI Washing

- **(의미)** AI 기술을 제대로 활용하지 않거나 제품이나 서비스와 관련이 미미함에도 불구하고, 마치 AI 기술을 적극 사용하는 것처럼 허위·과장하여 홍보하는 현상
- **(사례)** 냉풍기의 온도 센서 기반 자동 풍량 조절 기능을 'AI 온도 조절기능'으로 표현 등
- **(문제점)** 합리적 소비를 방해하고, 기업의 공정한 경쟁을 저해하는 등 투자 자원 배분의 왜곡 초래
- **(규제동향)** 공정거래위원회에서는 '25.11 첫 실태조사 결과 발표 ⇨ 26년중 가이드라인 마련 예정

(미국) 연방거래위원회와 증권거래위원회를 중심으로 AI 워싱 관련 영업활동에 금지명령 및 벌금 부과

(유럽) '24.8월 발표된 AI법을 통해 기만적 또는 조작적 AI 사용을 금지하고, 관련 가이드라인 초안 발표('25.2)

자료원 : 김앤장, AI워싱 유형 및 규제동향('25.11)

슬롭(Slop)

- **(의미)** 생성형 AI가 대량으로 생산하는 저품질 콘텐츠를 의미

"2025년 영국 이코노미스트 선정 올해의 단어"

【슬롭의 예시로 등장하는 '새우예수' 이미지】

- **(문제점)** 인공지능을 통한 저품질 콘텐츠는 생산자에겐 수익 발생, 다수 이용자에게는 비용 발생

【스팸 vs 슬롭】 스팸(Spam)은 명백히 광고의 형태를 띄고 있는 반면, 슬롭(Slop)은 도움이 되는 정보나 뉴스 등으로 위장한다는 점에서 더욱 문제

- **(대응)** 정부는 최대 5배의 징벌적 손해배상을 골자로 하는 'AI 생성물 표시제' 도입을 검토 중

자료원 : 매일경제, 올해의 단어 '슬롭'이 대체 뭐길래?('25.12.10)

파라소셜(Parasocial)

- **(의미)** 한쪽만 관계를 느끼는 일방적 심리상태로, 자신과 알지 못하는 유명인에게 느끼는 연결감 또는 그와 관련된 것

1956년 TV시청자의 심리를 설명하기 위해 처음 등장한 용어로, 현재는 인플루언서, 유튜버, AI챗봇과의 관계를 설명하는 핵심 키워드로 부상

"2025년 케임브리지 사전, 올해의 단어"

- **(구분)** 팬덤을 넘어 AI까지

❶ 유명인과의 유대감 : 스타의 사생활에 깊이 공감하고 몰입하는 팬덤문화

❷ AI와의 관계 : ChatGPT와 같은 AI 챗봇을 친구나 상담가, 심지어 연인처럼 대하며 정서적 유대감 형성

❸ 소셜 미디어 : 인플루언서나 팟캐스트 진행자의 솔직한 모습을 보며 실제 친구처럼 느끼는 친밀감

자료원 : 한국캠브리지평가센터, 케임브리지뉴스('25.11.19)

포획 위성

- **(의미)** 수명이 다해 우주쓰레기가 된 인공위성이나 파편에 접근하여 로봇팔이나 그물 등을 활용해 붙잡은 뒤 대기권으로 유도해 연소시키는 우주 청소 위성
- **(필요성)** 우주쓰레기가 과도한 경우 궤도에 쌓인 우주쓰레기가 위성과 충돌해 큰 사고 발생 위험

* '23년말 기준, 위성수는 4년 전 대비 약 77% 증가, 같은 기간 우주쓰레기는 2,700톤 증가

- **(대응 현황)** 국제사회는 2013년, 우리나라를 포함한 13개국이 참여하는 협의체를 만들고 해법 모색중
- **(국내 동향)** 우주에 있는 물체의 위치나 궤도를 바꿀 수 있는 500kg 이하의 소형 위성 기술 개발, 2027년 누리호를 통해 발사 예정

자료원 : 1) YTN, '공공의 적' 우주쓰레기 제거 본격 경쟁('24.3.24)
2) 동아일보, 우주 잔해 수거하는 로봇팔, 2027년 누리호 6차 발사 때 실증('25.12.1)

DEEP DIVE

- 끝나지 않은 재해, 산불과 홍수
- 보이지 않는 필댐 내부변형, ‘시·공간 관측’ 기반 정밀 대응

Deep Dive ①

끝나지 않은 재해, 산불과 홍수

K-water연구원 수자원환경연구소 이을래 소장, 허영택 팀장, 강태호 선임, 이상길 선임, 서가영 선임, 김준영 위촉

■ 전세계 산불면적은 20년 전과 비교하여 2배 증가하였으며 미래 더욱 큰 변화 전망, 국내에서도 ’25년 단일 산불로는 이례적 규모의 1,000km^2 달하는 피해 발생

■ K-water연구원은 대형산불 이후 연쇄적 복합재난을 예측하기 위한 연구를 수행하였으며, 「산불-홍수 인과관계에 대한 대규모 자연실험 규명」 결과를 Nature계열 학술지에 게재*

* Interception reduction from deforestation and forest fire increases large-scale fluvial flooding risk, *Nature Communications Earth & Environment* Vol. 6(2025):779

■ 또한, 산불 이후 기상·수문·지하수 물순환 전과정 변화를 예측하기 위한 융합기술 확보 추진중

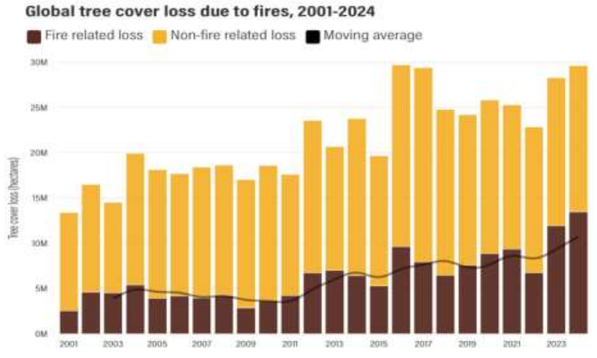
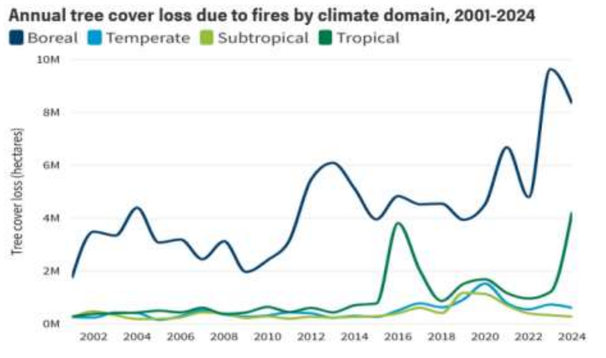
01 이상기후로 전세계 대형산불 급격한 증가

□ (산불위험 가속화) 전 세계적으로 **대형산불의 빈도와 강도가 급격하게 증가하고 있으며,** ’17년 이후 극한 초대형 산불(상위 0.01%)의 발생 빈도가 가장 높음

◦ ’23년 11.9만km^2, ’24년 13.5만km^2로 매년 발생 기록을 경신하고 있으며, ’25년 상반기에만 이미 12만km^2의 산불 피해가 집계됨

* 최근 20년 동안 전세계 극한 산불 빈도는 2.2배, 상위 20개 산불의 강도는 2.3배 증가한 것으로 관측

◦ 전세계 산불 피해의 60% 이상이 고위도 침엽수림에서 발생하였으며, 온대·아열대 지역에서도 기후변화의 영향으로 산불 활동이 증가하는 추세

【 전세계 산불로 인한 산림 소실(’01~’24) 】	【 산림 유형별 산불 면적 변화(’01~’24) 】
	
* Fire related loss(산불로 인한 산림소실), Non-fire related loss(산불외 산림소실), Moving average(이동평균)	* Boreal(고위도 침엽수림), Temperate(온대림), Subtropical(아열대림), Tropical(열대림)

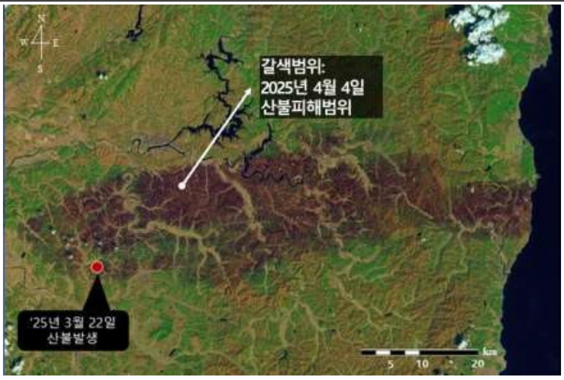
※ 자료원 : http://www.wri.org/insights/global-trends-forest-fires

□ **(국내 산불위험)** 우리나라는 산림이 전 국토면적의 60% 이상이며 침엽수림이 넓게 분포하여, **이상기후로 인한 대형산불 발생위험이 높은 범위에 속함**

◦ ’25년 3월 경북지역에 1,000km^{2}에 가까운 역대 최대 규모의 대형산불이 발생하였으며, 산림의 25%인 소나무와 이례적 기상요소가 대규모 피해의 원인으로 대두

* 평년대비 15%의 낮은 습도와 강한 서풍으로 산불이 빠르게 확산하였으며, 불이 잘 붙고 오래 지속되는 소나무의 송진이 산불 진화를 어렵게 한 것으로 추정

【 ’25년 3월 경북 산불 지역 위성사진 】



※ 자료원 : 2025년 4월 4일 NASA 위성관측

【 ’25년 임하댐유역 산불 발생 지역 사진 】

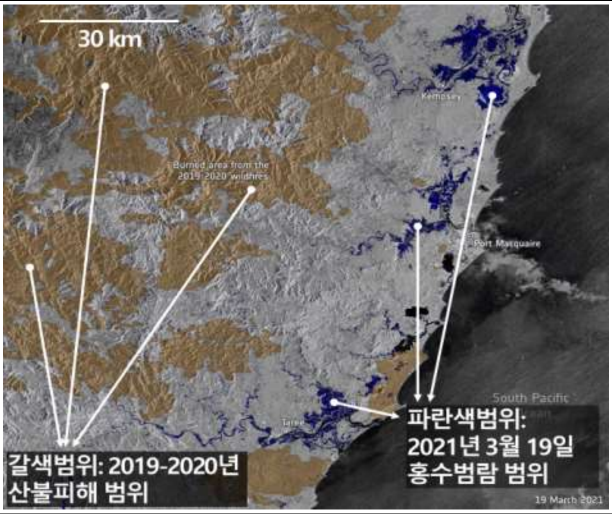
※ 자료원 : K-water 자체 자료

□ **(복합재난 발생)** 최근 이상기후로 급증하는 산불은 대규모 산림환경 소실로 끝나지 않고 잇따르는 **이례적 홍수, 산사태 등 2차 충격으로 사회·경제적 위기 초래**

◦ 호주에서는 ’19년 12월부터 ’20년 1월 사이 8.4만km^{2}의 초대형 산불 충격에 이어 ’21년 2.5조원, ’22년 5조원에 달하는 연속된 홍수피해로 사회경제적으로 큰 위기 발생

◦ 미국 캘리포니아에서는 ’17년 산불과 ’18년 홍수·토석류로 인한 총피해액이 2조원으로 추정

【 호주 ’20년 산불과 ’21년 홍수범람 범위 】



【 ’21년 뉴사우스웨일스주 홍수피해 사진 】

※ 자료원 : (좌) European Space Agency (https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images /2021/03/Satellites_map_record_floods_in_Australia)
(우) 2021.3.21. PortNews 보도 사진 (https ://www.camdencourier.com.au/story/7175916/floods-from-the-air-the-devastation-is-heart-breaking)

□ (산불위험 전망) 초대형 산불은 이상기후와 더불어 **향후 더욱 급격한 증가 전망**

◦ 국내·외 기존 산불피해지역뿐만 아니라 미래 발생위험이 높아진 초대형 산불에 의한 홍수 등 **연쇄재난(Cascading Disasters)의 예측 및 대응 체계 확보 시급**

【 국립산림과학원 국내 산불위험 전망 】

【 UNEP 전 세계 산불 발생 증가 전망 】

※ 자료원 : K-water연구원 Water & Tech Insight '25년 6월호 "대형 산불 사태로 재조명되는 물의 전략적 가치"

02 산불-홍수 인과관계의 대규모 자연실험 규명

K-water연구원에서는 대형산불 및 기후위기에 선제적으로 대비한 물관리 전략 수립의 과학적 근거를 제시하고자, 호주(뉴사우스웨일즈대, 시드니대) 및 서울대 등과 공동연구 진행

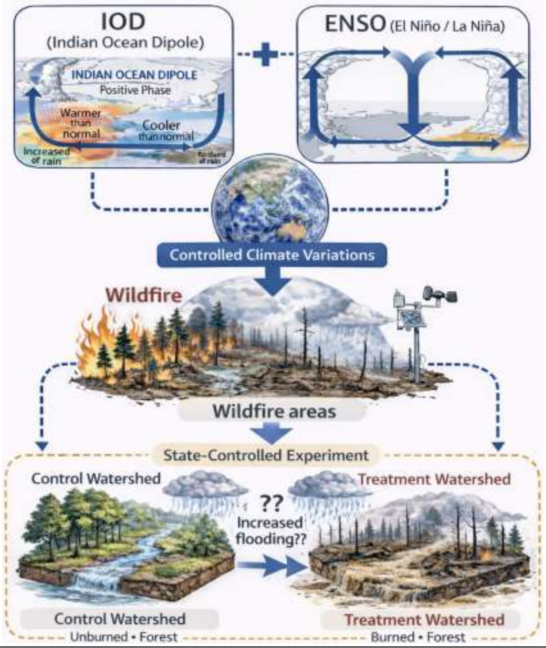
□ **(연구 배경)** 대규모 홍수가 산림소실 이후 빈번하게 발생하는 것으로 알려져 왔지만, **넓은 공간 규모에서** 이러한 연관성을 **분석한 데이터 연구는 관측자료의 한계로 제한적**으로 수행

◦ 호주 25,000km^2(대한민국 산림면적의 약 40%) 지역의 대형산불 발생 전후의 60년간 데이터를 확보, 자연실험을 통해 산림 손실이 대유역 홍수에 미치는 영향을 제시하고자 함

□ **(실험 설계)** 기후·기상 상태가 통제된 조건에서 **산불로 산림이 소실된 실험군**(treatment group)과 **산림유역 대조군**(control group) 간 **자연실험**(state-controlled natural experiment) **분석 설계**

* 위성(기후변동, 산림변화 관측) 및 21개 자연상태 대유역(100~1200km^2) 60년 관측 기반 데이터 활용

【 기후상태 통제 자연 유역실험 설계】



⇦ ① 통제변인(Controlled variable) : 기후·기상 상태 설정
- 대상 실험유역에 영향이 있는 전지구 엘니뇨 등 기후·기상 상태(state) 조절 실험
* 통제조건 기반 60년 관측 데이터 그룹화

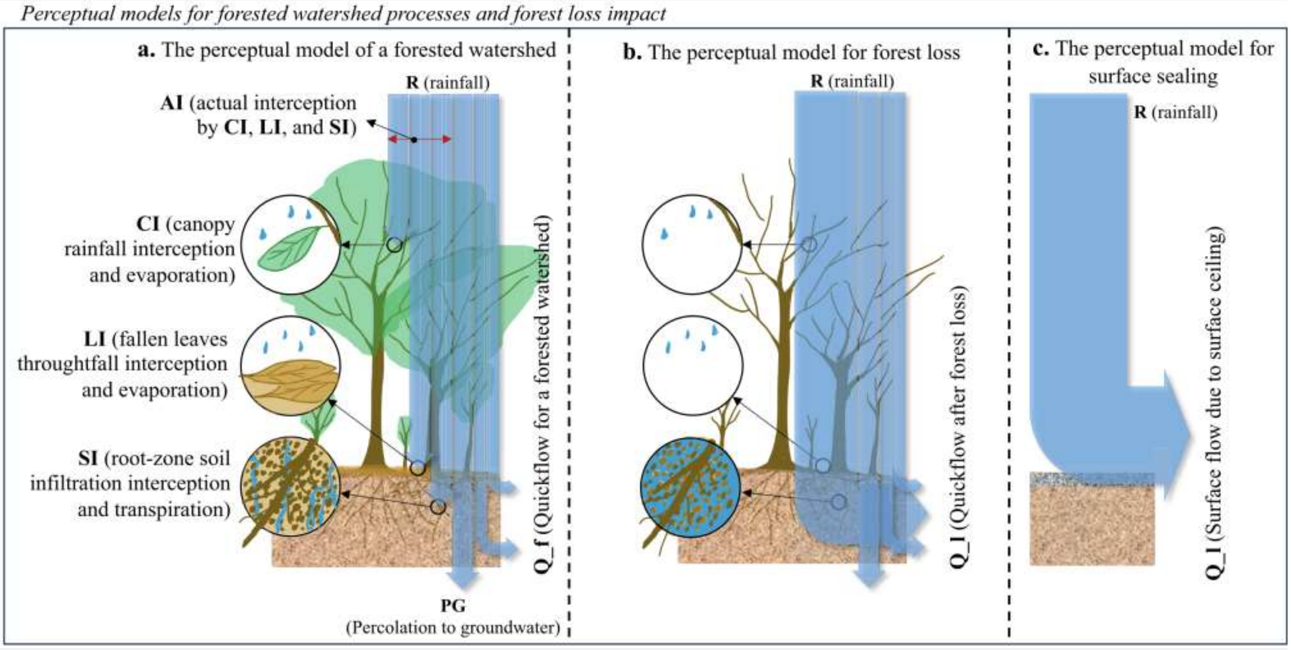
⇦ ② 독립변인(Independent variable) : 산불데이터 적용
- 통제된 기상·기후 조건이 적용된 실험군(treatment group)과 대조군(control group) 중 실험군에 산불 적용

⇦ ③ 종속변인(Dependent variable) : 홍수빈도 비교
- 실험군과 대조군의 홍수빈도 변화 분석을 통해 대형 산불에 따른 산림소실과 대홍수 간 관계 규명

□ (검증 가설) **대형산불은 산림소실 이후** 광범위한 면적에서 대량의 누적 강우 차단능이 감소함으로써 대유역(수백~수천 km^2)의 **홍수 규모와 발생위험을 증가시킨다는 가설 검증**

◦ 강우 차단능(interception)은 수관(canopy), 낙엽층, 뿌리층 토양의 차단 저류능을 포함

구분	기호	물리적 위치	기능	홍수 영향
수관 차단	CI (Canopy Interception)	나뭇잎·가지 표면	강우 저장 후 증발	수관통과강우 저감
낙엽층 차단	LI (Litter / Fallen Leaves Interception)	지표 낙엽·부엽토	강우 저장 후 증발, 침투	침투량, 지표유출 저감
뿌리층토양 차단	SI (Soil / Root-zone Interception)	뿌리대 토양	토양수분 저장, 증발산	침루, 지표하유출 저감
총 잠재 차단능	PI = CI_p + LI_p + SI_p	전체 시스템	강우 차단 손실량	유효강우 저감



※ 그림 a.는 산림지역에서의 유역 물순환 과정, b. 산불 이후 유역 물순환 변화, c. 도시화 등 침투량 감소로 인한 물순환 변화

◦ **(잠재차단능 효과)** 집중호우로 차단능이 빠르게 포화될 수 있는 소유역(수 km^2)과 달리 **대유역**(수백~수천 km^2)은 강우강도와 수관·토양수분의 높은 공간적 불균일성으로 홍수사상에 대해서도 전지역이 포화상태로 이르기 어려우며 **대량의 공간에 누적 잠재 차단능 보유**

→ 산불 이후 **대유역 산림감소**는 광범위한 공간의 **잠재 차단능 감소로 유효강우와 홍수위험을 높임**

유역 규모	차단능 공간특성	홍수 반응
소유역 (수 km^2)	강우강도와 수관, 낙엽, 토양습윤 상태가 공간적으로 비교적 균일 → 극한강우 시 전체 유역에 강우 차단능 감소(수관·낙엽·토양 수분 포화 상태) 발생 → 따라서, 산불 발생으로 산림이 소실되더라도 총 잠재 차단능 감소 영향 작음	산불로 인한 홍수위험 변화 낮음
대유역 (수백~수천 km^2)	강우강도와 수관, 낙엽, 토양습윤 상태에 공간적으로 높은 불균일성 존재 → 극한 강우시에도 집중호우 지역을 벗어난 대유역의 일부 지역은 여전히 높은 잠재 차단능 보유 → 따라서, 산불 발생으로 산림소실 시, 총 잠재 차단능 감소 영향 큼	산불로 인한 홍수위험 변화 높음

◦ (기타요인) 산불에 따른 발수성과 지하수 변화는 실험유역의 홍수 피해에 대한 설명력 낮음

* 발수성(hydrophobicity)은 산불 이후 토양 입자에 빗물이 스며들지 않는 성질을 보이는 현상

잠재 차단능 외 홍수증가 요인	검토 결과
산불에 따른 발수성	발수성에 의한 지표유출은 공간적으로 불연속하며 단기간(3개월 이내)만 지속 → 산불 수개월 이후 대유역 평균 홍수량 변화 설명 가능성 낮음
증발산 감소 및 지하수 재충전	연구기간은 밀레니엄 가뭄기간으로 지하수 수위가 지속적으로 감소한 것으로 관측됨 → 실험 기간 내 증발산 감소로 인한 지하수 재충전 수준이 낮고 홍수 기여 가능성 무시 가능 수준

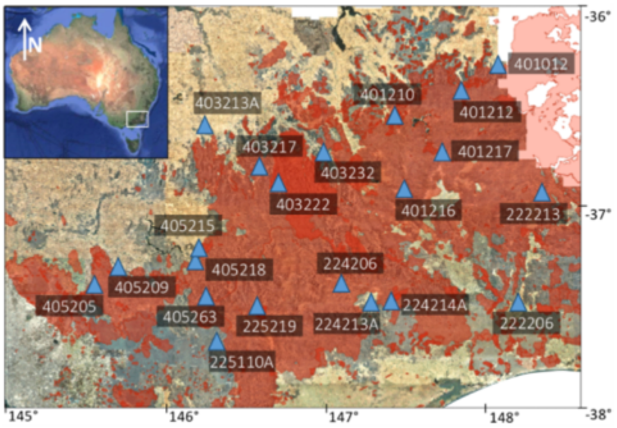
➡ 대유역의 경우, 잠재 차단능 변화가 산불 후 홍수 위험 증가의 주요 요인으로 규명

□ (실험 결과) 대형산불 이후 산림소실은 **극한홍수**(50년빈도 이상)의 **발생위험 최대 8배 증가**

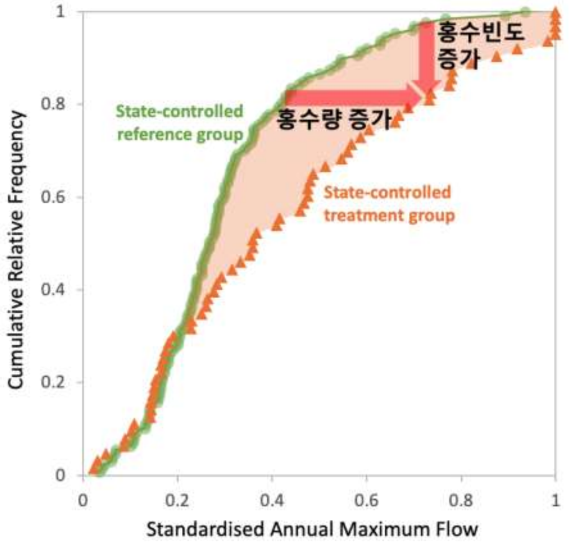
◦ 과학적 실험분석(기후·산림변화)을 목적으로 호주 정부에서 장기 관리하는 21개 HRS (Hydrological Reference Stations) 대유역(100~1,200km^2)의 60년 관측데이터를 기반으로 대형산불(25,000km^2)이 연최대홍수량의 발생빈도에 미치는 영향을 실험분석한 결과,

◦ 기후·기상 통제 조건(state-controlled)에서 산불발생 실험군(treatment group)의 연최대유량이 산불 미발생 대조군(reference group)과 비교하여 통계적으로 유의미한 증가를 보임

【 초대형 산불과 홍수 관계 자연실험 결과】



※ 호주 빅토리아 주 산불피해면적
(빨간색면적: 25,000km^2) HRS 실험유역(삼각형표시)



※ 누적상대빈도(세로축) – 표준화된 연최대유량 관계(가로축)
* State-controlled: 기후기상 통제, Reference group: 산불 미발생 유역 대조군, Treatment group: 산불 발생 유역 실험군

➡ 동 연구는 넓은 공간 규모에서의 자연실험을 통해 「산림훼손 → 강우 차단능 (interception) 감소 → 홍수위험 증가」의 기작을 규명하며,

기후변화 시대에 빈번해진 대형산불과 산림소실의 문제가 환경의 문제를 넘어서 증가하는 홍수 발생 위험을 관리하는 데에도 매우 중요하다는 시사점을 제시

03 대형 산불로 인한 홍수위험 예측 관련 K-water 연구 분야

K-water연구원 수자원환경연구소는 극한가뭄-호우 이상기후 변동과 맞물린 산불과 이후 물순환변화(기상·수문·지하수)에 대한 단계적 실험 규명과 융합기술 확보에 집중

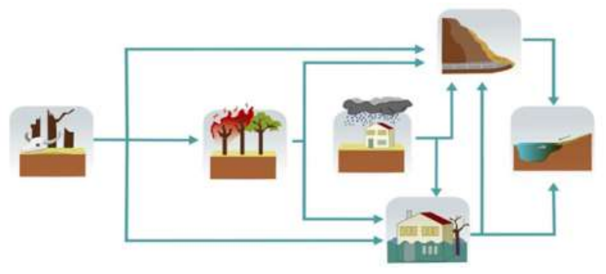
□ **(기후변동 연구분야)** 엘니뇨 등 최근 이상기후 변동 특성 하에서는 장기가뭄에 이어 극한호우가 발생하며, 가뭄에 따른 대형산불은 유역의 홍수 취약성을 높여 극한호우 홍수피해 가중

* 기후변동으로 인한 연쇄 변화(이상기후로 인한 대형산불 → 유역 홍수취약성 증가 → 극한호우 → 대규모 홍수피해)는 최근 연구에서 연쇄재난 효과(cascading effect)로 학계에서 주목받고 있음

□ **(기상변화 연구분야)** 산불로 인한 대기 중 에어로졸 증가는 지표면 복사량 감소, 구름 응결핵으로 작용하여 강수 증가 등 단기 기상 변화에 영향을 줄 가능성이 존재

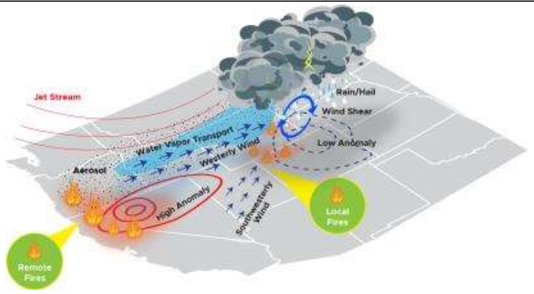
* 산불로 발생한 에어로졸이 주변 기상 조건과 연계하여 강수 발달을 촉진할 가능성이 있으며, 에어로졸 효과와 더불어 산불로 인한 현열이 상승기류를 유발, 강수 발달에 영향을 줄 수 있음

【 기후변동 가뭄-산불-홍수 Cascading effect 】



※ 자료원 : Kemter et al.(2021)

【 단기(수개월 이내) 산불 후 기상변화 】



※ 자료원 : Zhang et al.(2022)

□ **(수문변동 연구분야)** 산불 이후 발수성과 차단능 감소 효과로 인한 단계적 지표·지표하 유출 변화

구분	산불 영향	물순환 변화
단기(수개월 이내)	높은 강도 산불지역 지표면 발수성 특성 발생	지표 유출 증가
중기(수년 이내)	산림소실로 강우 잠재 차단능(수관, 낙엽, 부엽토, 뿌리층 토양) 감소	지표 및 지표하 유출 증가
장기(수십년 이내)	산림소실 지역 관목과 초본류 정착으로 잠재 차단능(수관, 낙엽, 부엽토, 뿌리층 토양) 단계 회복	지표 및 지표하 유출 단계적 감소

□ **(지하수변동 연구분야)** 산불 이후 지하수 함양 변화는 기간 및 환경에 따라 상반된 경향을 보임

구분	산불 영향	지하수 함양 변화
단기(수개월 이내)	발수성과 지표유출 증가로 침투량 감소	지하수 함양 감소
중장기(수십년 이내)	식생회복과 산불지역 수문학적 환경 변화 영향	식생 회복 특성, 산불 전 식생과 차이 등 조건에 따라 지하수 함양이 회복 또는 감소 가능

□ **(융합 연구분야)** 기후·기상·수문·지하수 상호 간 맞물린 단기 및 중장기적 변동으로 가뭄·산불·홍수 등 재난의 피해가 2차, 3차 연쇄적으로 증폭되는 연쇄현상을 연구

04 초대형 산불-홍수 기후위기 대응을 위한 시사점

□ (선제적 대응) 초대형 산불 이후 2차적 홍수, 산사태 **연쇄재난에 대한 사전 대비** 필요

- ◦ 국외 재난 발생 사례 분석과 과학적 근거에 기반해 국내 대형산불 발생 지역에 대한 2차적 홍수, 산사태 발생 가능 시나리오와 대응책을 선제적으로 마련할 필요가 있음

□ (융합연구 확대) 기상, 산림, 수자원, 지질, 방재 등 **다학제간·국제적 융합연구** 실현

- ◦ 현 이상기후 재해는 각각의 재해가 독립적으로 발생하는 것이 아닌, 기후·기상·산림·수문·지질·지하수 상호 간 맞물려 연쇄적으로 증폭되는 연쇄재난(가뭄–산불–홍수–산사태 등)의 형태를 보이고 있으며, 이에 대응하기 위해서는 다학제 융합연구 플랫폼 구축이 중요
- ◦ 이상기후 현상을 이끄는 대기–해양 순환 시스템 변동*은 범지구적으로 발생하는 현상으로, 여러 해양과 대륙에 걸친 순환 시스템 변동을 복합적으로 이해하고 모니터링 및 예측하기 위해서는 국제적 연구협력 필수

  * 엘니뇨 남방 진동, 북극진동, 인도양 쌍극자 현상 등
- ◦ 다학제간 예측 이론의 격차를 보완하고 효과적 연계 통합 시스템을 구축하기 위해서는 기존 과학이론에 더해 AI융합 연구 등 고도화된 데이터 기반 과학기술 접목 필요

□ (공동대응 강화) 연쇄적 복합재난 대응을 위한 **부처간 공동 대응 체계 확립**

- ◦ 기상, 수자원, 산림, 지질 분야에서의 재난이 서로 복잡하게 얽힌 상호 영향으로 피해 규모가 연쇄적으로 증폭되어, 각 재난에 대한 개별적인 접근으로는 피해예측의 정확성 뿐만 아니라 원인 규명을 통한 효과적 대응체계 마련에 한계가 있음
- ◦ 복합재난에 대응하기 위해서는 「다부처 통합 복합재난 예측관리 플랫폼」 구축을 통한 복합재난 대응 시나리오 도입 및 공동대응 체계 강화 필요

※ 참고자료

1) Kang, T. H., Sharma, A., Marshall, L., & Kim, Y. O. (2025). Interception reduction from deforestation and forest fire increases large-scale fluvial flooding risk. Communications Earth & Environment, 6(1), 779.

2) Kemter, M., Fischer, M., Luna, L. V., Schönfeldt, E., Vogel, J., Banerjee, A., & Thonicke, K. (2021). Cascading hazards in the aftermath of Australia's 2019/2020 Black Summer wildfires. Earth's Future, 9(3), e2020EF001884.

3) Zhang, Y., Fan, J., Shrivastava, M., Homeyer, C.R., Wang, Y., & Seinfeld., J.H.(2022). Notable impact of wildfires in the western United States on weather hazards in the central United States, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 119 (44) e2207329119.

4) K-water연구원, Water & Tech Insight '대형 산불 사태로 재조명되는 물의 전략적 가치'(2025.6)

Deep Dive ②

보이지 않는 필댐 내부변형, '시·공간 관측' 기반 정밀 대응
- 전기비저항 기반 내부침식 조기감지 체계 구축

K-water연구원 물인프라안전연구소 임정열 소장, 이종욱 팀장, 이근수 선임

■ 기후채찍[*](Climate Whiplash)과 댐 노후화 가속화에 따른 내부침식 사각지대를 해소하고, 기존 육안점검 및 점(Point) 계측의 한계를 극복할 고도화된 전략적 대응체계 필요

* 기후채찍: 극한홍수 및 가뭄 등 상반된 기상이변이 짧은 주기로 번갈아 발생하는 현상

■ 전기비저항 모니터링 기반 시공간 관측을 통해 제체 내부 변화를 파악하고, 데이터 중심의 선제적 유지관리 체계를 구축하여 지능형 댐 안전관리 기술 주도권 확보

01 복합재난과 댐 노후화 대응을 위한 안전관리의 새로운 도전

□ (환경적 변화) 기후채찍과 댐 노후화 가속에 따른 구조적 불확실성 가중

- **기후 변동성에 따른 인프라 취약성 증가** : 가뭄(수축·균열)과 홍수(수압 급상승)의 반복에 따라 노후댐 내부의 **국부적 유로가 형성될** 개연성 증대

- **내부침식 및 파이핑**[*] : 국부 결함에서 시작되어 외관상 징후가 없이 침식이 진행되고, 발생속도가 불규칙하여 **조기 감지가 매우 어려운 사각지대** 발생

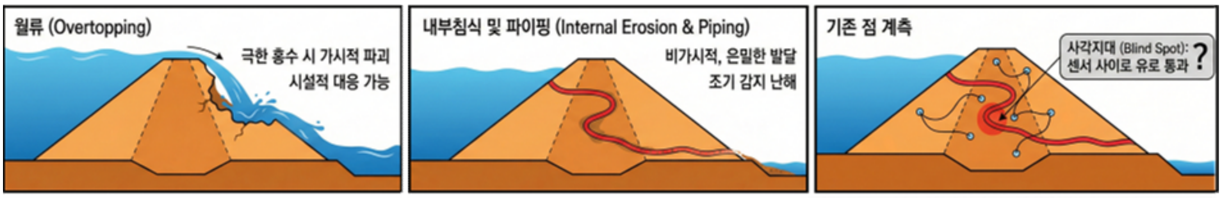
  * 수리구조물 하류에서 침투수 압력이 흙의 유효응력을 초과할 때, 흙 입자가 물과 함께 씻겨 나가며 파이프 모양의 수로가 생기는 지반침식 현상

□ (기술적 한계) 기존 육안점검 및 '점(Point)' 계측 중심 안전관리의 한계 발생

- **확률적 탐지 실패** : 특정 지점만을 관측하는 '점' 계측 특성상, 센서가 유로와 직접 일치하지 않을 경우에는 이상징후 감지가 불가능

- **조기 감지 한계** : 누수·침하 등 외관 징후 발견 시점은 이미 내부 변형이 상당 부분 진행된 상태로, 안전 조치를 위한 **골든타임 확보 실패**

【필댐 붕괴 메커니즘 비교】 【점 계측의 한계】



02 기술적 돌파구: ‘점(Point)’ 계측을 넘어선 ‘시공간’ 동시 관측

□ **관측 기반 : 필댐 내부를 투시하는 전기비저항 탐사 모니터링** (MRI 또는 CT 촬영과 유사)

- **제체 매질의 특성 이용** : 필댐을 구성하는 중심코어(점토)와 사력재는 함수비와 간극 상태에 따라 **고유한 전기비저항**을 나타내는데, 이러한 매질의 특성을 활용
- **침식 유로의 시각화 가능** : 내부침식으로 침투수가 집중되거나, 공극 변화가 발생한 구간은 건전한 구간에 대비하여 **상대적 전기비저항 이상대**로 관측할 수 있음을 활용

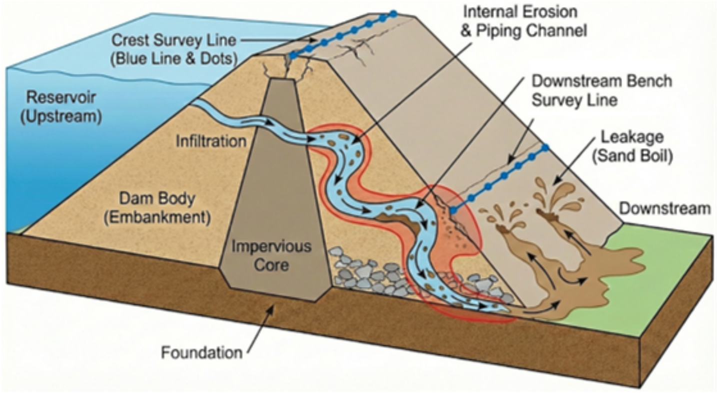
□ **댐 특화 4D 역산(4D Inversion*) 기술 개발 : ‘움직이는 변화’만을 정밀 탐지**

> * 4D Inversion : 3차원 공간 모델에 시간(Time) 요소를 추가하여 지하의 유체 이동이나 구조 변화를 정량적으로 모니터링하는 기술

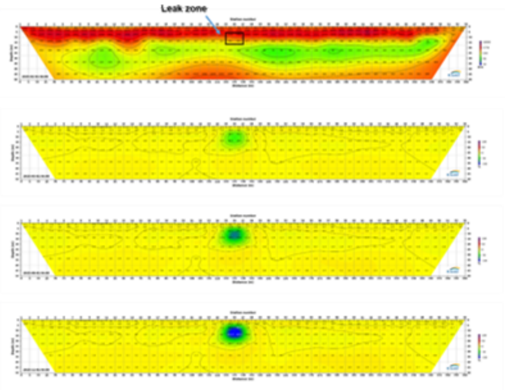
- **기존 정적 데이터의 한계 : 단일 시점의 탐사 결과는** 코어재, 필터재, 원지반 등 필댐의 복잡한 내부구조와 실제 **누수구간을 특정하기 어려운 문제 내포**
- **4D 역산 기술의 해법** : 동일 구간에 대해 획득한 모니터링 데이터를 통합 역산하여 지반구조 자체가 아닌 수분함량 변화나 세립분 이동에 따른 동적 변화를 감지

* 단, 전기비저항 모니터링은 단일분석 결과로 판단하는 것보다 다양한 계측자료와 **상호보완적 체계로 운영**해야 효과가 극대화

【필댐 내부침식 및 파이핑】



【시간경과에 따른 전기비저항 변화(누수확산)】



03 K-water의 선제적 대응 : 필댐 실시간 전기비저항 모니터링 시스템 구축 및 운영

❶ 필댐 실시간 전기비저항 모니터링 시스템 구축

□ **데이터 신뢰도 확보 : ‘6단계 현장 설치 표준 가이드라인’ 수립**

- 전국 28개 댐*의 서로 다른 지형 및 구조적 환경에서 최적의 **데이터 품질 확보를 위한 시스템 설치 공정 표준화**

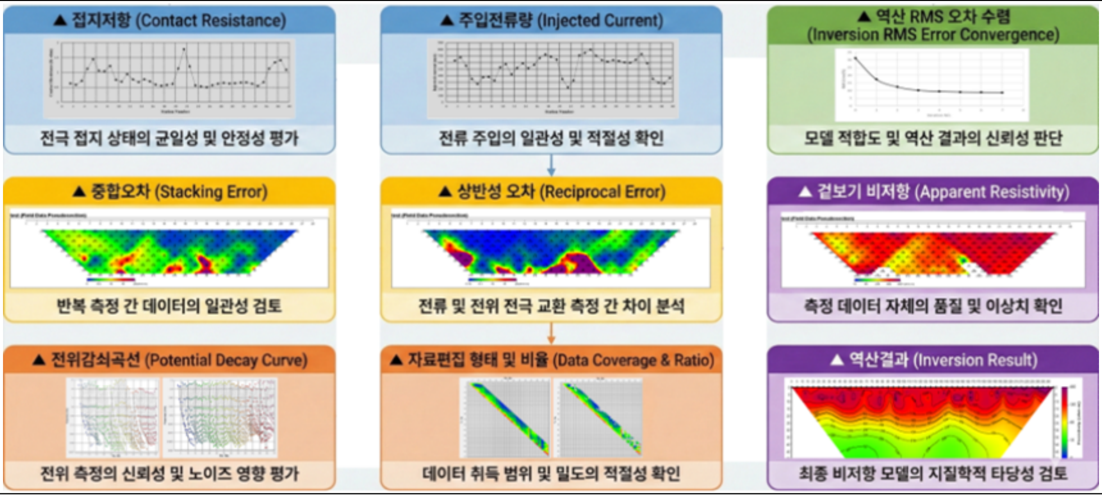
* 필댐(부댐 포함) 38개 중 규모가 작거나 자료 품질이 좋지 않은 10개 댐 제외

【전기비저항 현장시스템 설치 가이드라인】

□ 고품질 자료 획득을 위한 최적 위치 선별 : 9개 평가항목 제시

- 위치 탐사 및 현장 모니터링 단계에서 자료품질을 평가하고, **자료품질이 부적합한 위치는 제외**하거나 **보완하여, 신뢰할 수 있는 데이터 확보**가 가능한 위치에 시스템 설치

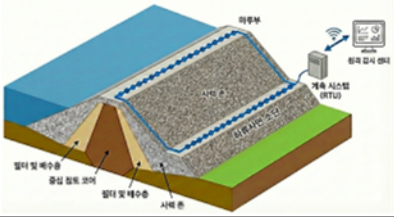
【전기비저항 탐사 자료품질 평가 항목】

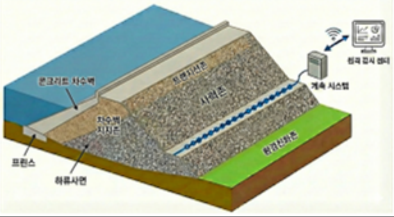


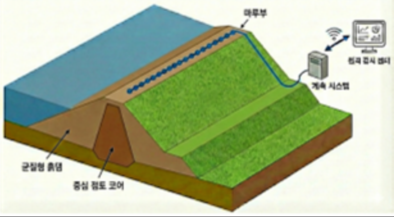
□ 댐별 특성을 고려한 적용 : 위험 기작을 반영한 최적 배치

- ECRD(Earth Core Rockfill Dam, 중심코어형 사력댐) : 차수벽인 **코어재와 필터재의 접속부 이상 징후를 입체적으로 포착**하기 위해 마루부와 하류사면에 모니터링 시스템 설치
- CFRD(Concrete Faced Rockfill Dam, 콘크리트 표면차수벽형 석괴댐) : 전면 콘크리트 패널의 균열이나 조인트 누설 감지를 위해 하류사면에 설치하여 **댐체 내부로의 수분 유입 패턴 역추적**
- EF(Earth Fill Dam, 흙댐) : 규모가 작고 균질한 특성을 고려하여, 마루부를 중심으로 상부부터 시작되는 초기 누수 및 포화도 변화 집중 감시

【ECRD, 마루부+하류사면】 【CFRD, 하류사면】 【EF(소규모 댐), 마루부】







❷ 지능형 운영체계 : 데이터 획득부터 시각화까지

□ 시스템 개요 및 특성

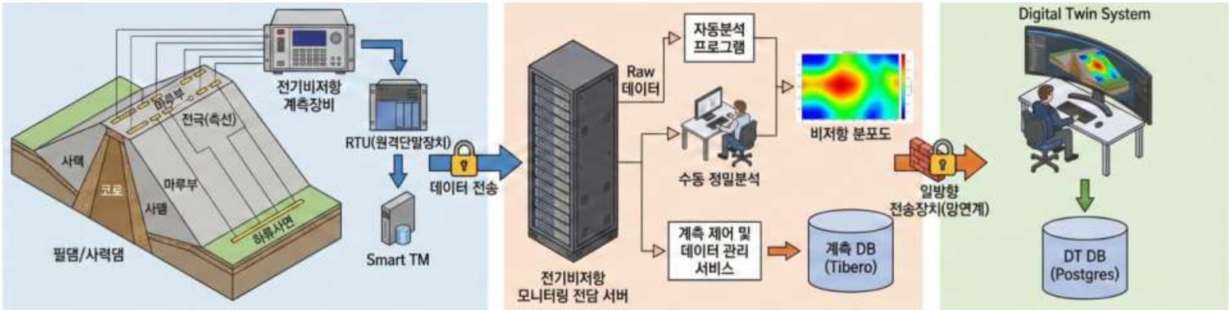
◦ IoT, 빅데이터, 디지털 트윈 기술이 융합된 End-to-end 자동화 감시체계 구축

◦ 국가 중요 시설 보안성 확보를 위한 3단계 망 분리 아키텍처* 적용

* 중요 운영망을 인터넷에서 분리하고, 단계별 연결을 통제해 해킹과 장애 확산을 막는 보완설계

□ 데이터 처리흐름

【자료획득(현장)】	【자료처리(전용서버)】	【결과 시각화(DT서버)】



‣ 댐별 특성을 반영한 자동 데이터 확보 및 보안 전송	‣ 전기비저항 모니터링 자료 자동분석 (전용서버, 전처리 및 해석) → Raw 데이터 및 해석 결과 DB 축적 → 디지털 트윈 서버 전송	‣ 일방향 전송장치를 통한 데이터 연동으로 DT 기반 모니터링 결과 시각화

04 향후 과제 : 예방 및 예측 중심 미래형 관리 체계 전환

□ (데이터 축적) 충분한 데이터 수집 및 데이터에 기반한 댐별 운영기준 정립

◦ **댐별 고유특성을 반영한 정상범위 설정** : 자연적 변동요인에 따른 **댐별 고유 전기비저항 변화 패턴**을 1년 이상 축적하여 사계절 측정기준치(온도, 수위, 강우 등) 확보 및 범위 설정

◦ **댐별 자료 표준화** : 접지저항, 중합 및 역산 오차 등 자료품질을 자동점검하여, 자료에 대한 해석자의 신뢰수준 판단 정보로 제공

□ (체계 고도화) 데이터 축적 이후에는 AI 기반 이상징후 자동 식별 및 경보 체계 고도화

◦ **학습 데이터셋 구축** : 환경 변수와 계측 결과 간의 인과관계 규명을 위한 **다종의 복합(multi-modal) 데이터 확보**

- 전기비저항(공간), 점 계측(지점), 외부 환경(수위, 강우, 기온) 등의 데이터 통합

◦ **내부 위험성 지수 개발** : 변화율, 공간 연속성, 지속성과 기존 계측기(간극수압, 토압, 침투수량, 변위 등)와 **상관성 조건을 결합한 정량적 내부위험 지수 개발**

◦ **교차검증** : 점 계측의 신뢰성과 **공간 탐사**의 포괄성을 결합한 AI활용 **교차검증 체계 구현**

- 전기비저항 이상 반응과 기존 계측자료(간극수압계, 침투수량계 등)의 변화양상을 AI가 자동 분석하여 오경보 최소화
- 취약지점 자동 표출 및 정밀조사 우선순위 제안을 통한 **관리자의 선제적 의사결정 지원**

□ **(보수·보강)** 전기비저항 기반 보수·보강 전략의 전환

◦ 공간정보 기반 정밀 설계 및 효과검증

- **열화 구간**과 **유로형성 가능 영역**을 **특정**해 국부차수, 필터 berm, 배수 개선을 조합한 정밀 보수·보강 설계 가능
- 보수·보강 이후에도 전기비저항 변화패턴을 추적해 **장기간 효과 확인** 가능

□ **(관리 프로세스)** 시간 의존성 필댐 내부 생애주기 관리 프로세스 정립

◦ **위험성 조기감지** : 전기비저항 모니터링 및 기존 계측 시스템 자료와 댐 관리 이력을 복합 분석하여, 정밀 **내부 건전성 평가가 필요한 시점과 구역을 조기에 발굴**

◦ **정밀 건전성 평가** : 조기 감지된 이상구간에 대해 비파괴 조사, 시추조사, 추적자 시험 등 **보수·보강**이 필요한 **구체적인 위치와 시급성 제시**

◦ **선제적 대응 및 보강 설계** : 내부 건전성 평가 결과를 바탕으로 **보강 범위와 공법을 설계**하여 사고 발생 전 선제적 대응

◦ **효과검증 및 피드백** : 보수·보강 전/후 데이터를 추적하여 **보강효과를 정량적으로 검증**하고, 유지관리 데이터로 환류하는 완전한 생애주기 관리 체계 완성

【필댐 생애주기 관리 프로세스(Time-dependent Lifecycle management)】

※ 참고자료 : K-water 자체 연구과제「시간 의존성을 고려한 필댐·지하차수벽 건전성 평가 및 보수·보강 효과분석 검증기술 개발」수행 과정에서 도출된 성과를 바탕으로 작성

SNAP SHOT

- 수열에너지 활성화를 위한 수열원 자원지도 플랫폼
- 광역상수도 갱생관로의 상태변화 조사·평가기술 개발
- Foundation Model의 수자원 적용 가능성
  : 위성 임베딩 데이터 기반 하천 수질 추정사례
- 정수장 DT 기능 강화를 위한 물리-AI 하이브리드 모델링

Water & AI Special

- 물리-AI 하이브리드 모델, 예측의 빈틈을 메우다
- ‘연구의 동료’가 된 인공지능, AI Co-Scientist

Snap Shot

수열에너지 활성화를 위한 수열원 자원지도 플랫폼

K-water연구원 물에너지연구소

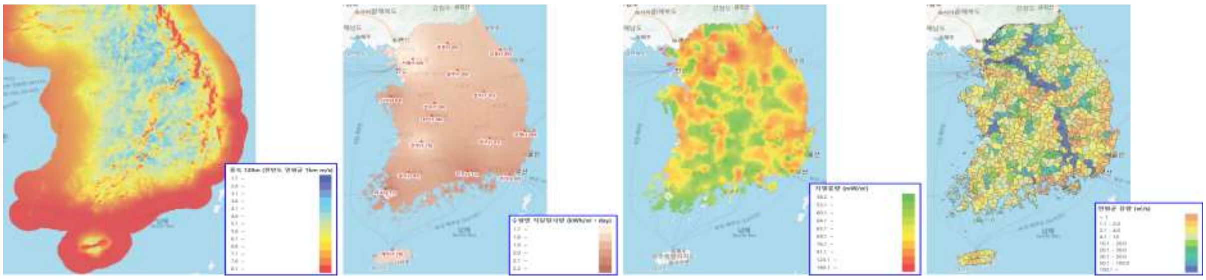
■ 국내 수열에너지의 활용 확대를 위한 정책 기반은 마련되었으나 잠재량 정보 부족
■ 수열에너지 산업 확산을 위한 수열원 자원지도를 통한 입지 최적화 기술 필요

□ **[재생에너지 자원 잠재량]** 우리나라 전 지역에 걸친 재생에너지 자원량의 총량을 가늠할 수 있으며, 국내 **신재생에너지 보급계획 수립**을 위한 기반자료로 활용

◦ **신재생에너지 7종***에 대한 자원지도를 통해 잠재량(일사량, 풍력밀도 등), 지리적 여건(개발금지구역, 지형정보 등), 기술요소(에너지효율, 가동률, 수거율 등), 환경성 등 표준계수 설정, **공공데이터 제공** 중

* 풍력, 태양, 수력, 해양, 지열, 수소, 바이오, 폐기물 등

국내 신재생에너지 자원지도 (풍력, 태양, 수력, 지열)



□ **[수열에너지 확산]** 수열 냉난방 시스템 설치·운영을 위한 투자 타당성을 확보하고, 수열에너지 보급정책에 활용하기 위한 **잠재량 분석기술*** **개발 및 수열원 자원지도 작성** 예정

* 수온·유량·수요처 거리·관로 이용성 등 시공간 조건을 반영한 이론·기술·시장 잠재량 산정모델 기반

◦ 이를 통해, 국토 전반의 수열원 현황 및 미래 잠재량을 파악하여 **2050 탄소중립**을 위한 수열 냉난방 시스템 보급시나리오 확보 필요

◦ 또한, '19년에 수열 냉·난방 시스템의 핵심 수열원으로써 신재생 에너지원으로 포함된 하천수 외에, 상수·하수·지하수 등 다양한 수열원의 신재생에너지 추가 인정이 요구됨

➡ K-water는 수열 산업의 핵심 기관이자 국내 최대 수자원 관리기관으로서, **에너지 저감 및 탄소배출 감소**를 위한 **수열 시스템 보급**에 **중심적인 역할** 수행 예정

자료원 : 신재생에너지 자원지도(한국에너지기술연구원), K-water 자체 자료 활용

Snap Shot

광역상수도 갱생관로의 상태변화 조사·평가기술 개발

K-water연구원 상하수도연구소

■ 광역상수도 노후관 급증에 따른 다양한 갱생기술 도입 및 개량사업 추진으로 갱생관로에 대한 상태평가와 재개량 의사결정 체계 마련이 필요한 시점

■ 노후관 개량사업의 안정적 추진, 갱생관로를 포함한 자산관리체계 고도화를 위하여 갱생관로의 상태변화 조사·평가 핵심 요소기술 개발 필요

* 상하수도연구소 「광역상수도 갱생관로의 상태변화 조사평가 기술 개발('24~'25)」 연구과제 수행

□ **[비파괴 진단기술]** 갱생관로 비파괴 진단을 위한 **신규기술 개발 및 핵심항목 도출**

- ◦ 신속한 부착강도 측정, 진동·음향주파수 기반 라이너 들뜸 측정, 초음파 기반 라이너 후면 수분 침투 및 품질 균일성 평가, 현장 인장강도 측정기술 등 개발 완료
- ◦ 갱생공법별 라이닝 상태 현장조사 핵심항목*을 선정하여 상태평가 가이드에 반영

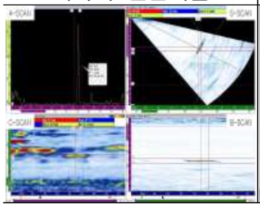
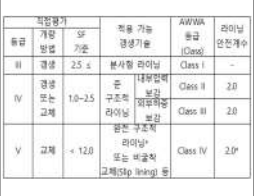
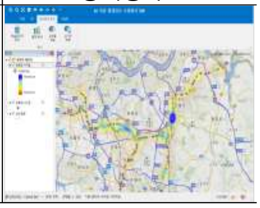
* 국내외 품질, 시공기준, 시공 평가사례와 신규개발 비파괴 측정기술 등을 적용(18개소)

□ **[상태평가 가이드]** 갱생관 현장 상태평가를 위한 「**갱생관 조사를 위한 길라잡이**」 **발간**('25.12)

- ◦ 국내외 기술현황(품질기준, 평가사례)과 갱생기술별 비파괴 라이닝 상태평가 측정기술(6개기술), 핵심항목(29개) 제안과 라이닝 상태평가 현장적용 사례 분석 등을 포함
- ◦ 라이닝 기능·선정절차, 안전계수 확보 방안, 재개량 의사결정 방향 등에 현업 가이드 제공

□ **[AI 상태평가 SW] 갱생관로 체계적 상태평가·관리**를 위한 **최적 AI 분석기법 개발**

- ◦ 갱생관로 현장조사 데이터를 기반으로 데이터 목록과 특성을 반영한 최적 AI 분석모형 개발을 통해 데이터 추가에 따른 자가 고도화 및 성능개선이 가능한 모델 구축
- ◦ GIS 기반 데이터 구조화 및 자산관리, 통계분석, AI 모델학습 및 수명평가 기능 구현

비파괴 진단기술	현장조사 사례	상태평가 가이드	갱생관 개량 의사결정	AI 상태평가 SW
				

적정평가			적용 가능 갱생기술		AWWA 등급 (Class)	라이닝 안전계수
등급	개량 방법	SF 기준				
III	갱생	2.5 ≤	분사형 라이닝		Class I	-
IV	갱생 또는 교체	1.0~2.5	준 구조적 라이닝	내부압력 보강	Class II	2.0
				외부하중 보강	Class III	2.0
V	교체	< 12.0	완전 구조적 라이닝* 또는 비굴착 교체(Slip lining) 등		Class IV	2.0*

➡ '가이드북'은 현장 기술설명회 등을 통해 확산 적용하고, 'AI 상태평가 SW'는 신규·경과연수별 갱생관에 대한 지속적 현장조사를 통한 데이터 추가확보로 기능 강화

→ 향후 K-water 자산관리 시스템에 반영 추진 예정

자료원 : K-water 자체 자료 활용

Snap Shot

Foundation Model의 수자원 적용 가능성: 위성 임베딩 데이터 기반 하천 수질 추정 사례

K-water연구원 수자원위성연구소

■ AlphaEarth 임베딩을 활용한 **국내 주요 하천 수질 지표 8종 분석**(10m 공간해상도, 연평균)

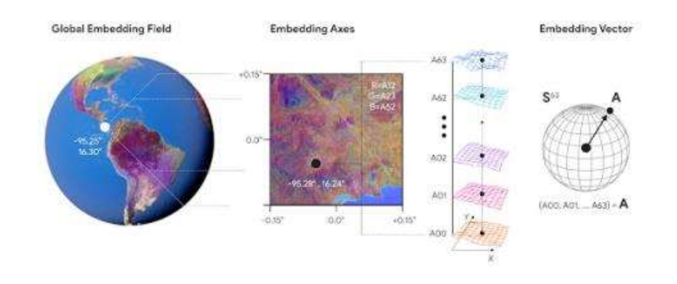
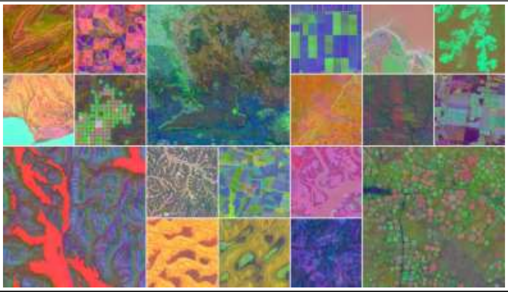
■ 위성관측 및 AI 융합 기반 수자원 모니터링의 적용 가능성 확인과 **향후 확장 방향 제시**

□ **[AlphaEarth]** Google DeepMind가 개발한 **Earth Observation기반 파운데이션모델**

* 방대한 데이터를 사전학습한 후 약간의 수정만 가해 다방면의 작업에 사용할 수 있는 범용 AI 엔진(Water&Tech, '25.12)

◦ 전지구에 걸친 **방대한 양의 다종 위성 관측자료를 사전 학습**하여 구축(광학, 레이더, 환경변수 등)

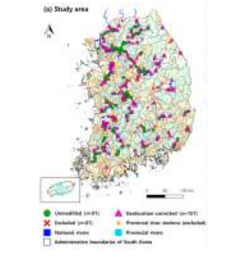
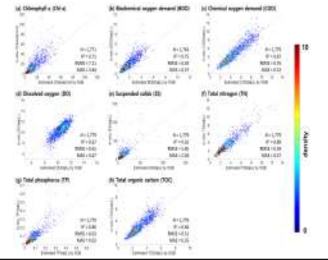
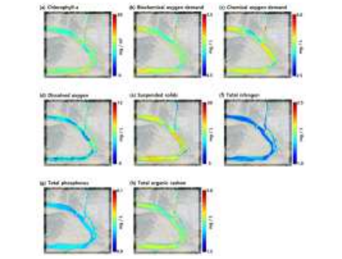
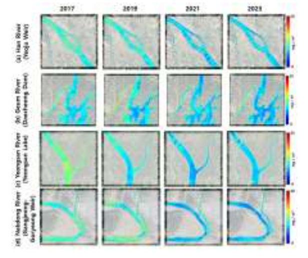
◦ 구글어스엔진에 자료오픈, **전 지구 대상 10m 공간해상도, 64차원의 범용 임베딩 벡터로 구성**

AlphaEarth Foundation 개념도	AlphaEarth Embedding 활용 지표면 특성 분석
	

□ **[임베딩 활용 수질 분석]** AlphaEarth 임베딩과 국가 수질 관측자료를 활용한 하천 수질 분석

◦ 주요 임베딩 활용 **8개 수질 지표 모의 능력 분석**(Chl-a, BOD, COD, DO, SS, TN, TP, TOC)

◦ 우리나라 주요 하천 대상, **주요 수질 지표 분석 활용 가능성 확인**(R^2≈0.62-0.89 수준)

국가 수질측정망 분포	수질 지표 추정 결과 산포도	수질 지표별 분포(강정고령보, '24)	연도별 변화(주요 4개 유역)
			

□ **[시사점]** 위성관측 및 AI 융합 활용 수자원 모니터링 기법의 **새로운 가능성과 확장성 제시**

◦ **위성 기반 파운데이션 모델의** 하천 수질 등 **수자원 분야 적용 가능성**을 실증적으로 확인

◦ 연평균 임베딩 기반 글로벌 하천 수질 공간 분포 및 장기 변화 추세 분석 가능성 제시

➡ 향후 수자원위성 등 수자원 관측자료를 적극 활용한 '수자원 특화 파운데이션 모델' 개발 필요

자료원 : (1) Google DeepMind, (2) Water&Tech Insight '모두의 AI, 파운데이션 모델이 판을 바꾼다!' (2025.12)
(3) Kim et al. (2025). Korean J. Remote Sens., 41(5).

Snap Shot

정수장 DT 기능 강화를 위한 물리-AI 하이브리드 모델링

K-water연구원 상하수도연구소

■ 최상의 정수장 디지털 트윈(DT) 구현을 위해 시뮬레이션 기능 강화 필요성 대두

■ 물리-AI 하이브리드 모델 적용을 통해 정수장 시뮬레이션 불확실성 저감 기대

□ **[기술 동향]** 정수장 시뮬레이션 기술은 **물리법칙 기반 메커니즘 모델**(이하 '물리 모델'), **데이터 학습 기반 경험 모델**(이하 '데이터 모델') 등 두 축으로 발전해 왔으나, **상반된 한계** 존재

- **(물리 모델)** 전산유체역학(CFD), 반응속도론 등 이론 기반 모델로 **정확한 표현**이 가능하나, **계산시간 과다, 매개변수 보정 필수,** 데이터 모델 대비 **낮은 정확도** 등의 한계
- **(데이터 모델)** 통계기법, AI 등을 활용한 데이터 기반 모델로 **정확도는 높으나,** 의사결정 **논리 설명 난해(Black-box),** 외삽(Extrapolation)시 **신뢰도 취약, 비현실적 예측 위험** 등의 한계

□ **[적용 한계] 책임과 안전이 필수적인 정수장**을 대상으로 시뮬레이션을 수행하고, 결과를 실제 현장 운영에 적용하는데 **'모델의 불확실성'**은 **큰 제약조건**으로 작용

- 정수장 모델링과 관련한 많은 연구가 **모델과 현장의 격차(gap)**로 **실험실 수준** 연구에 머물러 있으며, **실제 정수장 운영환경**으로의 **기술이전**이 **제한**
- K-water의 **AI정수장** 또한 초기 자율운영 단계로 평시에만 AI 모델 기반으로 운영되며, 이상수질 등 학습범위를 벗어나는 **이상시에는 현장 근무자**가 **직접 운영**하는 형태

□ **[기술적 대안]** 물리 모델과 데이터 모델의 장점을 결합하여 **계산 효율성, 물리적 타당성**을 **동시에 확보**하기 위하여 최근 다양한 형태의 **물리-AI 하이브리드 모델** 연구 중

- K-water연구원은 PINN(Physics-Informed Neural Network)* 등 **물리-AI 하이브리드 모델을 정수처리공정 시뮬레이션에 적용 및 검증**하는 연구를 2026년부터 자체 수행 예정

* 물리법칙을 학습과정에 통합하여 데이터가 부족해도 물리적 타당성을 확보한 예측을 수행하는 딥러닝 모델

➡ K-water는 최상의 물종합 서비스 기관으로, **상수도 AX 실현, 고품질·고부가 핵심 기술을 확보**하기 위하여 수도 AX 기술 개발 등에 **선도적 역할 수행 예정**

자료원 : 1) Chowdhury, S. and Karanfil, T., (2024), Applications of artificial intelligence(AI) in drinking water treatment processes: Possibilities, Chemosphere, 356, 141958.
2) K-water 내부 자료

물리-AI 하이브리드 모델, 예측의 빈틈을 메우다

K-water연구원 AI연구소

■ Hybrid Model이란 물리 모델의 일반성·설명력과 AI 모델의 유연성·효율성을 결합하여 정확도와 활용성을 동시에 높이려는 모델링 접근 방식

□ [핵심개념] 상반된 한계에 대한 상호 보완을 통해 각 모델의 한계 극복

- (Problem) **물리 모델**은 설명력은 좋으나 **계산비용이 높고 오차가 누적**되는 반면, AI 등 **데이터 기반 모델**은 빠르지만 **물리적 타당성이 부족**
- (Solution) 물리 모델을 기준선(Baseline)으로 유지하되, AI로 오차를 보정하거나 계산 속도를 가속하는 **'역할 분담형' 하이브리드 접근**으로 한계 해소

□ [보완방식] 하이브리드 모델의 4가지 핵심 유형

- 예측 목표와 데이터 여건에 따라 적합한 방식을 선택하거나 복합 적용 가능
- 입력 연계형과 잔차 보정형은 기존 시스템의 변경 없이 단계적 가능, 데이터 축적 및 검증을 거쳐 대리모델과 PINN, 디지털트윈 통합형 등으로 확장 가능

구 분	핵심원리	장 점	활용전략
입력 연계형 (Input Fusion)	물리 모델과 AI 모델을 직렬 연결해 한쪽의 출력을 다른 쪽에 입력	변수 확장	기존 시스템 확장
잔차 보정형 (Residual Correction)	물리 모델의 1차 예측값과 실측값 간의 오차를 AI가 학습하여 보정	정확도 향상	기존모델 성능개선
대리모델 (Surrogate)	물리 모델의 입출력 관계를 학습하여 계산속도를 대폭 향상한 '메타모델'	계산 속도 향상	실시간 단기 예측
물리정보 신경망 (PINN)	물리법칙(지배 방정식 등)을 AI 모델의 손실함수에 제약조건으로 통합	일반화 우수	데이터 희소 지역

➡ 최근 국내외적으로 물리 모델 기반 예측에 AI를 접목하는 시도가 활발히 진행 중이며, 이는 **향후 디지털트윈 통합을 통해 스마트 물관리의 정확도와 신뢰도를 획기적으로 높일 것으로 기대됨**

‘연구의 동료’가 된 인공지능, AI Co-Scientist

K-water연구원 AI연구소

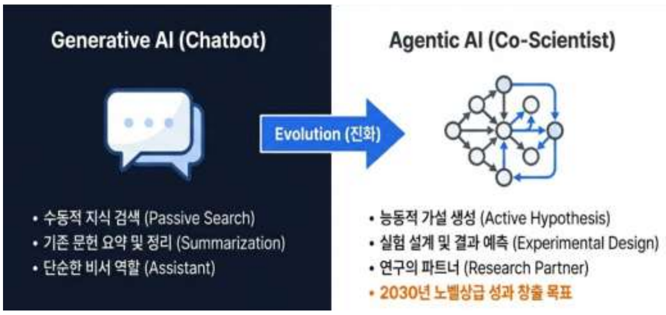
■ AI가 가설부터 실험설계까지 보조하는 ‘연구 동료(AI Co-Scientist)’로 진화
■ K-water 데이터 자산을 기반으로 ‘Water Co-Scientist’ 단계적 도입을 구상

□ **[정의]** ‘AI Co-Scientist’는 단순한 정보 검색이나 요약을 넘어, 문헌 검토-가설 생성-실험설계-결과 해석 등 **연구 全 과정에 걸쳐 연구자를 보조하는 다중 에이전트** (Multi-agent) **시스템**

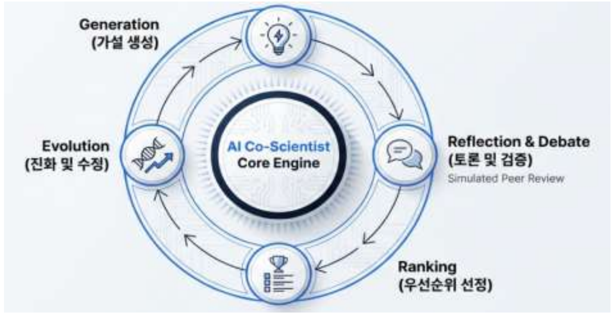
◦ 단일 질의-응답에 특화된 기존 챗봇과 달리, 여러 AI 에이전트가 상호작용하며 생성, 검증, 피드백 등의 기능을 협업하여 수행할 수 있으며,

◦ 이러한 구조를 통해 연구자는 단순 반복적인 ‘실험 노동’에서 벗어나 연구 질문의 정교화와 결과 해석 및 검증 등 핵심적인 사고 활동에 집중 가능

패러다임의 변화: 생성형 AI → AI Co-Scientist



작동원리: 과학연구를 위한 다중 에이전트



□ **[동향]** 과기정통부는 바이오, 재료·화학, 지구과학, 반도체·디스플레이, 이차전지, 에너지, 수학 등 7개 분야에 AI Co-Scientist 개발 및 도입을 검토 중

◦ K-water는 보유 중인 물 관련 문헌 지식(연구보고서, 논문 등)의 아카이빙(archiving), 분류/검색 및 요약 등 기본 기능 개발 후, 연구개발을 보조하는 다중 에이전트 AI로 진화시키는 단계적 개발을 구상 중

➡ AI 도입은 **선택이 아닌 필수**이나, AI가 제안한 결과에 대한 최종 판단과 책임은 연구자의 몫이며, **데이터 정합성 확보 및 연구윤리 검증 체계** 등의 **마련을 병행할 필요가 있음**

자료원 : 과학기술정보통신부「2026 AI Co-Scientist Challenge Korea」공고문, K-water 제체 자료 활용

NEWs & EVENTs

News & Event

01 한국유체기계학회 동계학술대회 특별 세션 개최 【12.4】

K-water연구원은 '25년 12월 4일(목)에 한국유체기계학회 동계학술대회에서 Water-Energy 및 Water-Tech 등 2개의 특별 세션을 개최하여, 데이터 기반 펌프 설계, AI·머신러닝 활용 수처리·발전 최적화 등 총 13편의 연구성과를 발표하였다.

이를 통해 물과 에너지 분야의 K-water 최신 기술을 대외에 확산하고, 관련 산·학·연 전문가와의 기술 교류를 활성화하였다.

02 과학기술정보통신부 안전관리 우수 연구실 인증 취득 【12.5】

K-water연구원은 과기정통부에서 안전관리 수준 및 활동이 우수한 연구실에 대해 인증하는 「안전관리 우수연구실 인증」을 취득하였다.

이번 인증 취득을 통해 K-water연구원의 실험실 안전관리 역량에 대한 공신력이 확보되었으며, K-water 내 타 연구실에 대한 안전관리 기법 확산 및 표준모델 제시에 기여할 것으로 기대된다.

03 물관리 Digital Twin 핵심기술 실증 전담반 워크숍 개최 【12.12】

지난 '25년 12월 12일(금)에는 '물관리 DT 핵심기술 실증전담반'의 운영성과 공유 및 '26년 계획을 논의하는 워크숍을 개최하였다.

전담반은 디지털 기반 물관리 기술의 실증(pilot test)을 통하여 기술 완성도 극대화 및 실용화의 선순환 체계를 강화하고자 지난 3월 구성되었으며, 그간 K-water 내부 및 학계·정부·산업체 등 다양한 외부전문가와 함께 해왔다.

News & Event

04 K-water-충남대-日신슈대 물관리 연구협력 MOU 체결 【1.13】

K-water는 1월 13일(화) 충남대학교, 일본 신슈대학교와 물 분야 기술발전과 인재양성을 위한 업무협약을 체결하였다.

주요 협력분야는 수자원 관리 및 수처리, 물·에너지·환경 융합기술을 통한 물재해 예방 등 기후위기 대응이다.

이번 협약을 통해 K-water연구원은 그간 쌓아온 물관리 경험과 데이터를 바탕으로 충남대학교의 교육 인프라, 일본 신슈대학교의 원천 소재기술을 연계하여 물 분야 기초연구 수행 및 기술 혁신을 추진할 계획이다.

05 국산 물관리 기술의 사용 활성화를 위한 수공학 워크숍 개최 【12.12】

'25년 12월 12일(금)에는 한국수자원학회 및 한국농공학회와 함께 물분야 대학원생과 산업계 관계자를 대상으로 수공학 워크숍을 개최하였다.

産·學·硏에서 활용 중인 외산기술의 국산화를 꾀하기 위해 열린 이번 워크숍은 K-water의 K-River(1차원 하천흐름해석모형) 등을 활용한 실습 중심의 진행으로 참석자로부터 높은 만족도와 긍정적인 반응을 얻었다.

06 지역혁신 물관리 논의를 위한 한국지역학회 특별세션 개최 【12.12】

K-water연구원은 '25년 한국지역학회 후기 학술대회에서 '지역혁신을 위한 물 인프라 투자와 과제'를 주제로 특별세션을 개최하였다.

이번 학회에서는 물 인프라 투자의 경제적 파급효과와 지속 가능한 재정 전략 방향에 대한 논의가 이루어졌으며, 이를 통해 물 인프라가 지역 균형발전의 새로운 동력이 될 수 있도록 다양한 정책적 방안을 모색하는 계기가 되었다.

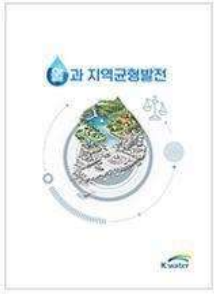
News & Event

07 AI 홍수모델 고도화를 위한 언어모델 기반 DB 정보탐색 기술 세미나 개최 【1.9】

1월 9일(금)에는 K-water연구원, 본사 및 현장 유관부서, 산업체가 함께 거대언어모델(LLM)의 실무적용 방안을 모색하는 세미나를 개최하였다.

특히, LLM을 이용해 챗(Chat)으로 DB정보를 취득·관리하는 기술을 적용해 누구나 쉽게 접근할 수 있는 방식의 데이터 활용 방안에 대한 논의가 이루어졌다.

08 ‘물과 지역균형발전’ 물정책전문연구 시리즈 발간 【1.12】



K-water연구원은 민간 석학들과 공동으로 수행한 ’25년도 물정책전문연구 시리즈, 「물과 지역균형발전」을 발간하였다.

본 시리즈에서는 단순한 물 문제 해결을 넘어, 물을 매개로 지역 경제에 활력을 불어넣을 수 있는 실효적 해법으로 협력적 거버넌스, 에너지 신사업, 국가 균형 성장 등을 제시하고 있다.

09 신임 우고 아스투토(Ugo ASTUTO) 주한 유럽연합 대사 예방 【1.16】

김병기 K-water연구원장은 1월 16일(금), 우고 아스투토 신임 주한 유럽연합 대표를 예방하였다. 이 자리에서 양측은 그간 함께 노력해온 호라이즌 유럽 등 공동연구에 대한 지속적인 협력을 약속하였다.

또한 유럽연합 측은 물관련 전문가 참여 프로그램을 활용한 한-EU 협력에 대해 K-water가 더욱 많은 역할을 해줄 것을 요청하였다.

10 K-water-프랑스 한인과학기술협회장 글로벌 연구협력 확대 간담회 【1.23】

지난 1월 23일(금)에는 K-water연구원을 방문한 프랑스 한인과학기술협회장(2026 EKC 조직위원장)과 국제 R&D 협력 및 유럽 전문가 네트워크 확대 방안 마련을 위한 간담회를 개최하였다.

이번 간담회에서는 유럽 9개국 한인과학자협회와의 지속적인 연구협력 및 한-EU 과학기술 국제학술행사(EKC) 참여를 논의하였다.

K water 연구원

• 오시는길 : 34045 대전광역시 유성구 유성대로 1689번길 125(전민동 462-1)
• 홈페이지 : http://www.kwater.or.kr/kiwe

K-water연구원은 한국수자원공사 산하 부설 연구기관으로,

과학적인 물관리 기술 연구를 기반으로 기후위기 대응을 선도하고 있습니다

K-water연구원

연구 관리처	경영 연구소	수자원환경 연구소	상하수도 연구소	물인프라 안전연구소	물에너지 연구소	수자원위성 연구소	AI 연구소

AI 연구

물관리 디지털 전환 핵심 AI 기술 확보

- 물관리 全과정 디지털 전환 위한 표준 AI 모델 개발
- 드론과 AI를 활용한 댐 디지털 트윈(DT) 구축
- AI 자율운영 기반의 스마트 정수장 구축

물에너지

청정 新재생에너지 리딩

- 수열, 수력, 수상태양광 설계 · 운영 기술 개발
- 재생에너지 연계한 그린수소 생산 · 정제기술

수자원·환경

선도형 수자원·환경 기술 기반 물재해 대응력 강화

- 수자원 해석 全분야 기술 디지털화 및 DT 플랫폼 탑재 기술
- 유역통합 물환경 개선 및 생태가치 증진 기술

수자원 위성

세계 최초 위성 기반 수자원 관리

- 수자원위성 개발과 수재해 감시에 필요한 인프라 · 활용기술 구축
- 접경지역 하천, 녹조 등 수자원 현황 모니터링

연구협력

Global Think-tank

- 글로벌 물전문기관과 협력

* 2027년 국제대댐회 연차회의 대전시 유치 등 성과

상하수도

안전하고 깨끗한 물공급

- 첨단용수 생산 및 신종 미량물질 제거 기술
- 디지털 기반 상수도 인프라 안정성 및 효율성 제고 기술

경영·정책·경제

국민체감형 물정책 발굴

- 국민 맞춤형 통합 물서비스 제공 위한 물정책 연구 및 물산업 육성방안 제시
- 경제성 분석 통한 新사업 추진 및 미래 사업전략 개발

물인프라 안전

극한기후 속 스마트 안전관리

- 시설 안전성 향상 및 노후화 대응 댐 안전성 강화 기술
- AI & 로보틱스 기반 수자원시설 무인화 점검체계 구축

Water&Tech INSIGHT 제6호(2026년 2월)

주 관	K-water연구원
발행처	K-water연구원 경영연구소
발행인	원장 김병기
발행일	2026년 2월 5일
문 의	K-water연구원 경영연구소 (042-870-7359)
홈페이지	http://www.kwater.or.kr/kiwe

※ K-water연구원의 사전 동의 없이 본 보고서의 내용을 무단 전재하거나
제 3자에게 배포하는 것을 금합니다.