

제7호

2026년 4월

# WATER & TECH INSIGHT

## ISSUE & TREND

물-에너지 넥서스, 지속가능한 미래를 위한 선택

### Trend Keyword

Data Center Backlash / CBAM / AI Orchestration / TACO

## DEEP DIVE

인공지능기본법 시행이 물 분야에 미치는 영향과 대응과제  
물의 (열)에너지 가치 제고를 통한 친환경 수열에너지 활용

## SNAP SHOT

에너지 100% 자급자족 주거단지, 어디까지 왔나 外

### *Water & AI Special*

인간형 로봇 '휴머노이드'가 주도하는 지능화 시대 外

## NEWS & EVENTS

# CONTENTS

<b>ISSUE &amp; TREND</b>	• 물-에너지 넥서스, 지속가능한 미래를 위한 선택	2
<b>Trend Keyword</b>	• Trend Keyword(Radar)	10
	• Data Center Backlash / CBAM / AI Orchestration / TACO	11
<b>DEEP DIVE</b>	• 인공지능기본법 시행이 물 분야에 미치는 영향과 대응과제	13
	• 물의 (열)에너지 가치 제고를 통한 친환경 수열에너지 활용	19
<b>SNAP SHOT</b>	• 에너지 100% 자급자족 주거단지, 어디까지 왔나	26
	• 센서-로봇 기술로 발전하는 상수도관망 스마트진단	27
	• 노후 도수터널 결함사례 및 유지관리 기술 동향	28
	• 찍기만 하던 위성이 분석까지 - AI 온보드 시스템	29
<i>Water &amp; AI Special</i>	• 인간형 로봇 ‘휴머노이드’가 주도하는 지능화 시대	30
	• 사람과 AI 에이전트가 협업하는 자율 운영 정수장	31
	• 코딩을 몰라도 코드를 만든다 - 바이브 코딩(vibecoding)	32
<b>NEWS &amp; EVENTS</b>	• K-water연구원 주요 소식	34

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

# ISSUE & TREND

- 물-에너지 넥서스, 지속가능한 미래를 위한 선택

## 물-에너지 넥서스, 지속가능한 미래를 위한 선택

K-water연구원 경영연구소 유문현 소장, 조재민 부장, 문초란 차장

- 물과 에너지는 상호 의존적 관계를 가지고 있으며, 도시화·첨단산업·기후변화 등은 물과 에너지 수요를 동시에 끌어올려 기존의 분절적 관리방식의 근본적 변화 요구
- 물과 에너지를 통합적으로 고려하는 기술들이 넥서스를 가능하게 하는 핵심 도구로 자리 잡고 있으며, 최근 출범한 ‘물·에너지 융합포럼’은 기존의 개별정책에서 탈피, 통합적 정책 접근으로 전환하는 첫 단추로서 역할 기대

### 01 물-에너지 넥서스란?

- **Water-Energy Nexus(WEN)** : WEN은 물과 에너지가 상호 의존적인 관계에 있다는 개념으로, 이러한 상호 의존성을 고려한 통합 관리가 중요하다는 접근
  - 물은 에너지 생산에 중요한 자원으로 수력발전은 물을 이용해 전기를 생산하며 다수의 발전소는 물을 냉각수로 활용. 반대로 에너지는 물의 취수·정수·공급 등 처리과정에 필수요소

#### 【 물과 에너지의 상호 의존성 】

구 분	Water for Energy (에너지 분야 물 사용)	Energy for Water (물 분야 에너지 사용)
주요 사용 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 수력발전 : 물 가용성에 따라 발전량 영향</li> <li>▶ 냉각 : 화력·원자력 발전에서 냉각수 대량 필요</li> <li>▶ 연료생산 : 석탄 채굴, 석유·가스 생산, 정제 과정에서 물 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 취수: 취수 과정에서의 펌핑 필요</li> <li>▶ 정수: 수질기준 강화에 따라 에너지 소비 증가, 해수담수화는 대표적 고에너지 공정</li> <li>▶ 송수: 장거리, 고지대 공급시 에너지 요구 증가</li> <li>▶ 하수: 오염물질 분해·탈수공정 등에 동력 필요</li> </ul>
상호 의존량	▶ 에너지 분야는 전세계 물 취수량의 10%를 사용하며, '40년까지 물 소비량은 60% 추가 증가 전망	▶ 물 분야는 전세계 전력의 4%를 소비하며, '40년까지 물 분야 에너지 소비량 2배 이상 증가 전망

\* 자료원 : IEA(2016), UNESCO(2024)

⇒ 한쪽의 최적화가 다른 쪽의 병목(trade-off)을 초래하지 않도록 통합하여 관리할 필요

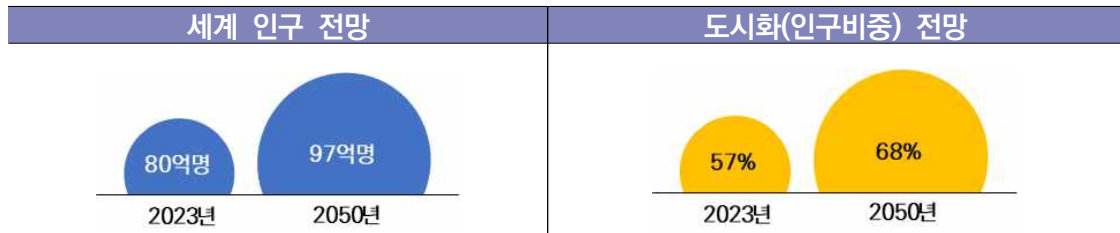
## 02 물-에너지 통합관리의 필요성

- √ 물과 에너지 수요 급증, 공급 난이도 상승으로 상호 의존적 자원인 물-에너지 관리가 국가 안보와 지속가능한 성장을 좌우하는 핵심 요인으로 부상

### □ 인구증가와 도시화

- 도시는 물과 에너지가 가장 집중적으로 소비되는 공간으로 지속적인 도시화는 토지 면적 확장과 인구 밀집을 초래하고 있으며, 이는 물과 에너지 소비 증가로 이어짐
- 도시화가 진행될수록 물 공급 거리가 멀어지고, 고도 정수처리의 필요성 확대, 고층 건물에 물을 공급하기 위한 펌핑 증가 등 에너지 소비와 에너지 집약도 증가
- \* 지속적인 도시화로 인해 '14년 대비 '40년 쏘 세계 도시의 물수요는 16% 증가할 전망(IEA)

#### 【 세계 인구 및 도시화 전망 】



\* 자료원 : IEA(2016)

### □ 첨단산업의 발달

- (반도체) 반도체 제조를 위해서는 막대한 양의 초순수(Ultra Pure Water)가 필요하며, 고집적화된 반도체칩 생산중 발생하는 열을 식히기 위한 냉각설비에 대규모 에너지 소요
- \* 30cm 웨이퍼 한 장을 만드는데 약 7톤(생수 2L기준 350병)의 초순수 사용

#### 【 용인 반도체 클러스터 조성사업 】

- ▶ 개요 : 반도체 산업의 글로벌 경쟁력 강화를 위해 조성 중인 세계 최대 규모의 반도체 산업단지
- ▶ 물 : 본격 가동되는 '34년까지 일 107만톤의 용수 공급 계획
- ▶ 에너지 : '53년까지 약 15~16GW의 전력이 필요하며, 이는 '24년 기준 국내 최대전력 부하의 16.5% 수준에 해당



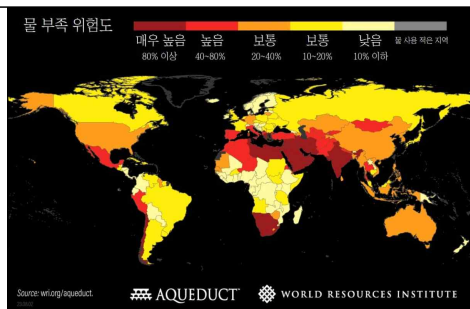
- (AI 산업) 데이터센터는 서버 냉각을 위해 막대한 양의 물을 소비하고 있으며, 생성형 AI를 위한 서버는 초고밀도의 전력을 요구, 단위 면적당 전력소비량이 기존 대비 10배 이상 증가
- \* 100MW 데이터센터는 하루 최대 2천톤의 물 사용, 이는 약 6,500가구의 하루 사용량에 해당
- \*\* 기존 서버는 랙(rack)당 4~6kW의 전력을 소비하였으나, AI 전용 서버는 40~100kW의 전력 소비

□ 기후변화

- (물 공급) 기후변화는 물 가용량 패턴의 극단적 변화를 초래하여 물 부족 문제를 악화시키고, 홍수나 가뭄 기간의 고농도 오염물질 유입은 수질 처리를 위한 에너지 증가
  - \* UN은 이미 물 순환 균형이 심각하게 무너져 회복불가능한 상태인 물파산(Water Bankruptcy) 상태임을 지적
- (에너지 공급) 극한 폭염·한파로 냉난방 수요 증가, 태풍·홍수 등 이상 기상 현상으로 인한 에너지 인프라 파손, 기온 상승에 따른 에너지 효율 감소 등의 문제 심화
  - \* 태양광 패널은 고온에서 효율이 떨어지고, 가뭄과 수량 감소로 인한 수력발전 효율 저하, 화력 및 원자력 발전은 냉각수 부족 및 온도상승으로 발전효율 감소

【 세계 물 스트레스 전망 】

- ▶ 세계 물수요는 1930년 이후 2배 이상 증가하였고 '50년 까지 현재보다 20~25% 증가 예상
- ▶ 전 세계 인구의 절반에 해당하는 약 40억명이 1년에 최소한 달 이상 물 스트레스에 노출, '50년에는 세계 인구의 60%까지 물 스트레스 증가 전망
  - \* 물 스트레스 : 연평균 가용 수자원 대비 연간 물 수요 비중



\* 자료원 : 세계자원연구소(WRI, 2023), 워터저널(2024)

□ 넷제로 및 해수담수화 확대

- (탈탄소화) 넷제로(Net-Zero) 실현을 위한 탈탄소화 기술은 물 사용에 거의 영향을 미치지 않거나 물 고갈을 완화하지만, 일부 기술은 오히려 막대한 양의 물을 수요

【 물 수요를 늘리는 탈탄소화 기술 】

바이오 연료	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 바이오 연료 생산을 위해 특별히 작물을 재배할 경우 물소비량이 증가하며, 바이오 연료의 물집약도는 화석연료 대비 높음</li> <li>* 관개된 대두 바이오디젤은 10<sup>3</sup>~10<sup>6</sup> 리터 per toe, 반면 기존 화석연료는 10<sup>2</sup>~10<sup>4</sup> 리터 per toe 소</li> </ul>
탄소포집 저장 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ CCS 기술은 탄소저감에 혁신적 기술이지만, 발전소 냉각 및 이산화탄소 포집 공정에서 대규모의 물 소비</li> <li>* CCS 도입시, 발전소 물 소비량이 MWh당 최대 90%까지 증가 가능성</li> </ul>

\* 자료원 : UNESCO(2024)

- (해수담수화) 해수담수화는 물부족이 심각한 중동 및 아프리카에서 물공급을 위한 해법으로 여겨지며 글로벌 해수담수화 시장은 연평균 8.6%의 성장률로 확대 중
  - 다만, 해수담수화는 전 세계 수자원 부문 에너지 소비량의 26%를 차지할 정도로 에너지 집약도가 매우 높은 산업에 해당(IEA, 2018)
  - \* 수처리 에너지 집약도 : 정수(일반~고도정수) 4~30%, 해수담수(MSF) 70~80%, 해수담수(RO) 50~70%

### 03 물-에너지 넥서스를 이끄는 기술 방향


#### □ 에너지 효율적 해수담수화

- 해수담수화는 과거에는 비용과 에너지 문제로 실현이 어려웠지만, 최근에는 기술 발전으로 에너지효율을 개선하고 재생에너지와의 결합을 확산하는 방향으로 성장
  - \* 전 세계 해수담수화 시장은 '23년 35조원에서 '32년 73조원(연평균 8.6% 규모)으로 성장하고, 재생에너지 기반 해수담수화 시장은 '22년 23억달러에서 '30년 49억달러로 성장할 것으로 전망

#### 【 해수담수화 기술의 발전 】

증발법 (1세대)	▶ MSF(Multi-Stage Flash), MED(Multi-Effect Distillation) 등 열을 기반으로 담수를 생산하여 에너지 소모 큼
역삼투법 (2세대)	▶ 막 기반의 역삼투(RO) 공정과 전기투석 공정으로 증발법보다 에너지 소모 감소 * 에너지 소모량 : 증발법 7~25kWh/m <sup>3</sup> , 역삼투법 3~4kWh/m <sup>3</sup> ▶ 이로 인해 해수담수화 시설 중 역삼투법 점유율은 58.6%('06년)→87.3%('24년)로 증가
재생에너지 융합 (3세대)	▶ 에너지절감을 위한 해수담수화 플랜트와 신재생에너지(태양광 등) 융합기술

#### 【 재생에너지를 활용한 UAE 해수담수화 추진 사례 】

<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ UAE는 '물 안보 전략 2036'에 따라, 지속가능한 물접근 보장을 위해 재생에너지를 사용한 해수담수화 확대 중</li> <li>▶ 두바이 수도전력청(DEWA)은 '30년까지 담수화수 100%를 재생에너지를 활용해 공급할 계획이며, 세계 최대 규모의 태양광 동력 해수담수 시설인 Hassyan Phase 1(약 82만톤)을 건설 중</li> </ul>	
--	--

\* 자료원 : DEWA

#### □ 재생에너지원이 통합된 양수식 수력발전

- 양수발전은 전력수요가 적은 심야나 태양광 발전으로 전력 생산이 증가하는 주간의 과잉 전력을 이용해 물을 상부지로 끌어올렸다가, 전력수요가 증가할 때 하부로 직하시켜 전력 생산
  - \* 간접적으로 전력을 저장해 이용하는 것과 유사해 대규모 에너지저장장치(ESS)로 볼 수 있으며, 양수발전은 전 세계 ESS의 약 66.5%를 차지

#### 【 양수발전의 주요 이점 】

재생에너지 보완	▶ 태양광, 풍력 등의 재생에너지는 날씨에 따라 전력공급이 불안정할 수 있으며, 양수발전은 잉여 전력 저장을 통해 이러한 재생에너지의 간헐성을 보완
전력 계통 안정	▶ 저장된 에너지를 사용하기 때문에 가동 소요 시간이 3~5분에 불과하여, 대규모 정전 발생 시, 초기전력 공급을 통한 전력망 복구에 기여 * 가동 소요시간 : 복합화력발전 0.5~1시간, 유연탄 화력발전 4시간, 원자력발전 24시간

## □ 수상태양광 발전

- 수상태양광은 태양광 모듈을 댐·저수지 등 수면을 활용해 설치하는 친환경 발전시설로, 넓은 토지 부지가 필요한 육상태양광 대비 입지 확대 수단으로 주목

### 【 수상태양광의 주요 이점 】

발전효율 증가	▶ 수면 위 냉각효과로 육상에 설치하는 것보다 발전효율이 약 10% 증가
부지확보 용이	▶ 산림훼손이나 평지 부족 문제를 해결하며, 국토의 효율적 이용이 가능
수자원 보호	▶ 패널이 수면을 가려 수분 증발을 줄이고, 녹조발생을 억제하여 수질 보호

수상태양광의 구조	합천댐 수상태양광
 <p>▶ 전기를 생산하는 태양광 모듈, 모듈이 수면에 떠 있게 하는 부유체, 부유체를 특정 위치에 고정하는 계류장치, 전기를 보내는 전기설비 등으로 구성</p>	 <p>▶ '12년 합천댐에 설치된 500kW 규모의 수상태양광 발전시설로, 세계 최초로 댐 수면을 활용한 수상태양광 상용화 모델</p>


## □ 수열에너지 활용 기술

- 수열에너지는 하천수나 해수 등 물의 수온과 대기온도의 차이를 히트펌프의 열원으로 이용하여 냉난방 용도에 이용하는 에너지를 의미하며, 그린뉴딜 대표사업으로 육성
- 국내 신재생에너지 자원지도에 수열을 포함하고, 해수와 하천수 중심으로 제한하여 인정되던 수열에너지원에 지하수를 추가하는 방안 검토 등 수열에너지 확대 추진 중

### 【 수열에너지의 주요 이점 】

공급 안정성	▶ 이용가능 수량이 풍부하고 날씨에 영향을 받지 않아 안정적인 재생에너지원
에너지·탄소 저감	▶ 연소과정이 없어 탄소배출이 적고, 화석연료 대비 20~50% 전력 절감
다양한 활용범위	▶ 도심·산업단지에 적용이 용이하며, 냉각탑이 없어 주변 열섬 현상 방지

### 【 강원 수열에너지 융복합 클러스터 조성('20년~'27년) 】

<p>▶ K-water·춘천시가 소양강댐 심층수를 활용하여 데이터센터·스마트팜·물기업 특화산단에 냉난방 에너지 공급 예정</p> <p>▶ 이를 통해 에너지 사용량 64% 절감, 미세먼지 38톤/년 감축, CO<sub>2</sub> 64% 배출 감축, 4천억원의 지역경제 창출 효과 기대</p>	
---	--

## 04 물-에너지 넥서스를 위한 노력

### □ 정부 차원의 통합 거버넌스 구축

- 물-에너지는 단일 부문에서 해결할 수 없으며, 물과 에너지 관리기관, 정책 결정자, 관련 학계와 산업계가 함께 참여하는 **통합적 의사결정 체계 구축이 핵심과제**
- 최근 정부는 물과 에너지 분야의 정책·기술·자원을 유기적으로 연계해 국민이 체감할 수 있는 성과를 창출하기 위한 **‘물-에너지 융합포럼’을 출범**

#### 【 물-에너지 융합포럼 개요 】

슬로건	“물과 에너지를 더해서, 국민의 삶을 더 이롭게”
구성	▶ 기후부, K-water·한국전력공사 등 12개 공공기관, 관련 학회 6개 및 4개 기업체
운영	▶ 정부·공공기관·학계·산업계가 함께 중장기 협력방향과 성과 점검, 과제별 TF 운영 병행
협력 과제	<p>▶ 물과 에너지 기능을 융합하는 12개 협력과제 선정</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>※ 주요 협력과제 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존댐을 하부 저수지로 활용하여 환경영향과 비용·기간을 최소화한 양수발전 확대</li> <li>• 대형건물 위주에서 공동주택·도시단위로 공급을 확대하는 수열에너지 고속도로 구현</li> <li>• 수력발전과 전력망 연계 사업의 해외 동반 수주를 위한 K-기후 원팀 해외진출</li> <li>• 하수처리장 태양광 확대 및 데이터센터 입지화</li> <li>• 전력·수도 계량기 통합 활용을 통한 안전서비스 제공 등</li> </ul> </div>

### □ K-water의 물-에너지 통합관리

- K-water는 물관리 인프라를 활용한 수력발전·조력발전·수열에너지·수상태양광 등 **다양한 신재생에너지 확대를 통해 '25년 국내 공기업 중 최초로 RE100을 달성**

#### ※ RE100 개요

- (개 념) 기업이 사용하는 전력의 100%를 '50년까지 친환경 재생에너지로 대체하겠다는 자발적 글로벌 이니셔티브
  - \* 영국 환경단체 The Climate Group과 비영리단체 Carbon Disclosure Project에서 공동 주관
- (가입현황) 전 세계 445개사, 한국기업은 36개사 참여
- (이행수단) 녹색프리미엄, REC구매, 제3자/직접 PPA, 자체 건설 등 활용

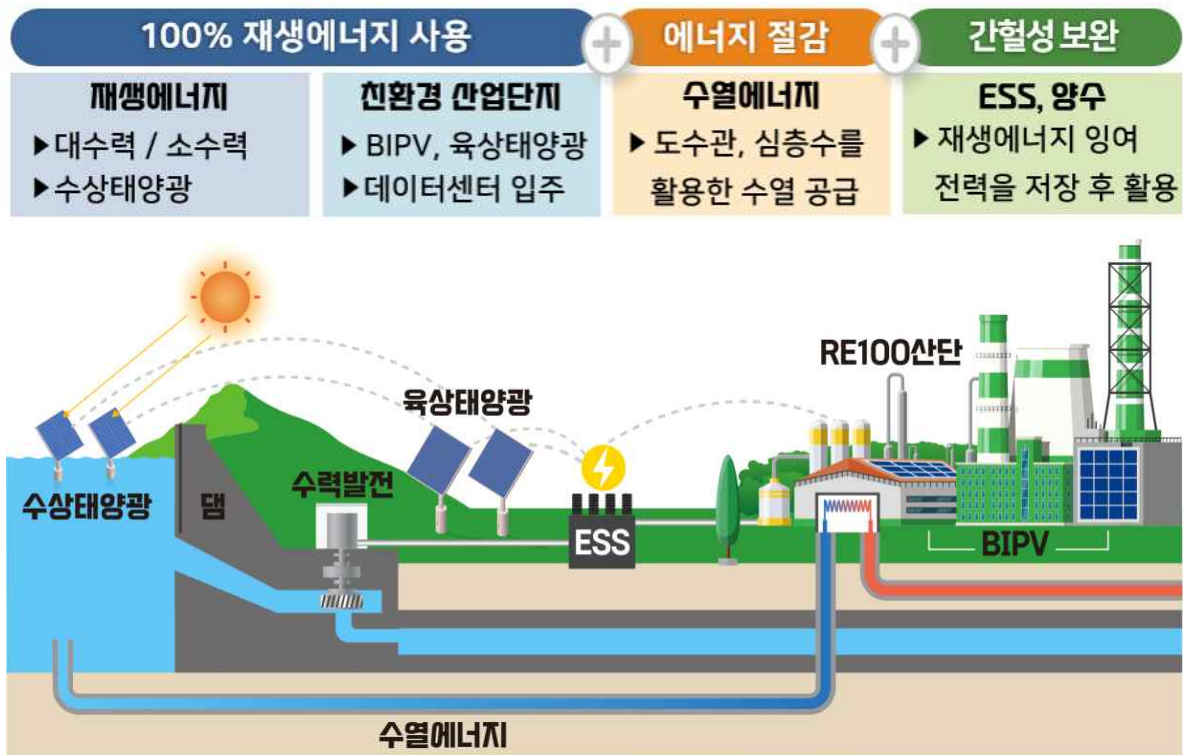
- 또한, 물에너지 접근성이 높은 댐주변의 물에너지를 **복합적으로 활용한 신재생에너지 전력공급체계를 마련하는 'RE100 산단모델'을 제시하여 물-에너지 넥서스 구현에 앞장**

- (전력원) 수력·수상태양광 등 댐의 수자원을 활용한 신재생에너지를 주 전력으로 공급하고 육상태양광과 BIPV로 보완

\* **B**uilding **I**ntegrated **P**hoto**V**oltaic system : 건물 일체형 태양광 발전 시스템

- (공 급) 생산된 전력은 ESS를 통해 안정적으로 공급, 댐용수 활용 수열에너지로 전력사용량 절감

【 댐주변 RE100 산단 에너지 공급체계(컨셉) 】



\* 자료원 : K-water

➔ 기존의 분절적 관리방식의 한계를 보완하고 물과 에너지를 동시에 최적화하기 위한 물-에너지 넥서스 접근을 통해, '효율'에서 '연결'을 중심으로 한 자원관리로 재편 필요

- 참고자료 1) IEA, 2016, Water Energy Nexus  
 2) UN, 2014, Water and Energy  
 3) UN, 2020, Water and Climate Change  
 4) UNESCO, 2024, Water for prosperity and peace  
 5) IEA, 2024, World Energy Outlook 2024

# TREND KEYWORD

- Trend Keyword(Radar)
- Data Center Backlash / CBAM / AI Orchestration / TACO



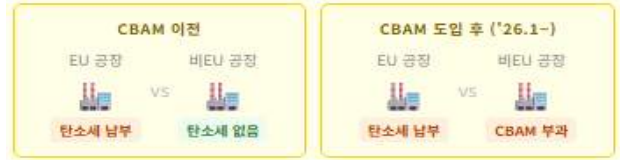
# Trend Keyword

## Data Center Backlash

- **(의미)** AI·클라우드 수요 급증으로 데이터센터 건설이 폭발적으로 늘면서, 지역 주민·환경단체·지자체 등이 입지를 반대하고 규제를 요구하는 사회적 저항 현상
- **(현황)** 데이터센터 1개소의 연간 전력 소비는 중소 도시의 소비 수준에 달하며 냉각용 수자원 사용량도 함께 급증하고 있어 '25년 이후 미국·유럽·아시아 각지에서 건설 반대 운동이 본격화
- **(저항원인)** 전력망 과부하·지하수 고갈·지역 열섬 현상 등 환경 부담 집중되는 대규모 인프라임에도 지역 고용 창출 효과는 낮아 주민 수용성 낮음
- **(동향)** 아일랜드·네덜란드는 특정 지역 내 신규 건설을 제한 중이며, 국내에서도 수도권 집중 억제 및 전력 사전확보 의무화 논의 진행 중

자료원 : IEA, Energy and AI 2025

## CBAM(탄소국경조정제도)



- **(의미)** EU는 탄소규제가 느슨한 국가에서 만든 제품을 수입할 때 EU탄소 가격과 동등한 비용 부과('26년~)
  - \* 철강·알루미늄·시멘트·비료·전력·수소 6개 품목 우선 적용
  - \* Carbon Border Adjustment Mechanism의 약자
- **(영향)** 수출기업은 제품 제작시 발생하는 탄소량을 직접 측정해서 신고해야 하고, 못하면 인증서 구매로 추가비용 납부. 탄소 측정·인증 인프라가 부족한 개도국 수출기업에 높은 행정 부담. 유사 제도가 타 국가로 확산 시 글로벌 무역 구조 전반에 영향
- **(국내대응)** '28년 적용 품목 확대 예정에 대비해 산업부·기후부 합동 지원체계 구축 중

자료원 : European Commission, CBAM 시행 안내('26.1)

## AI Orchestration

- **(의미)** 단일 AI 모델이 아닌 여러 AI 에이전트와 툴을 목적에 따라 조합·조율하여 복잡한 업무를 자동으로 처리하는 기술 및 운영 방식
- **(부상배경)** 에이전트 AI 확산으로 기업 내 AI 도구가 급증하면서 통합 관리 기술의 필요성 대두

※ 기업의 88%가 에이전트 AI 도입 중이라고 응답 (KPMG 조사, '26)

- **(동향)** Microsoft(AutoGen)·Google(Vertex AI)·AWS(Bedrock) 등 빅테크가 플랫폼 경쟁 중이며, '26년 기업 IT 투자의 핵심 키워드로 부상
- **(과제)** 에이전트 간 역할 충돌·오류 전파·보안 취약 문제 발생 가능. 전문 인력 부족이 도입의 걸림돌

자료원 : KPMG, Global Tech Report 2026

## TACO

### (Trump Always Chickens Out)

- **(의미)** “트럼프는 결국 물러선다” 트럼프가 강경한 관세 위협을 발표하다가 시장 압력이 가중되면 결국 철회·완화한다는 패턴

※ 로버트 암스트롱(FT칼럼니스트) 첫 명명('25.5)

- **(확산배경)** '25년 4월, 관세 발표 후 S&P 500이 12% 급락했다가 90일 유예 발표 직후 9.5% 반등, 4조 달러가 단숨에 회복되며 'TACO 트레이드'가 월가의 공식 전략으로 자리잡음
- **(확장)** 최근 미국-이란 무력 충돌과 관련한 트럼프의 오락가락 발언이 문제시되면서, 외교·군사 위협에도 적용되는 개념으로 확장

자료원 : Financial Times('25.5.2) / Fortune('26.3)

# DEEP DIVE

- 인공지능기본법 시행이 물 분야에 미치는 영향과 대응과제
- 물의 (열)에너지 가치 제고를 통한 친환경 수열에너지 활용

# Deep Dive ①

## 인공지능기본법 시행이 물 분야에 미치는 영향과 대응과제

K-water연구원 AI연구소 김성훈 소장, 이충성 수석

- EU에 이어 세계 두 번째로 제정('25.1)된 인공지능기본법은 AI 육성과 규제를 포괄하며, 물 분야를 포함한 공공서비스의 AI 기반 혁신에 중대한 법적 이정표 제시
- 안전하고 신뢰 가능한 AI를 위한 투명성·설명 가능성·사람에 의한 관리 감독 등 책임성 확보가 물 분야 AI 전환 성공의 전제조건이 될 전망

### 01 AI 법제화의 글로벌 동향

#### □ 국제기구의 윤리원칙 선언과 국제 규범화

- (선언적 윤리원칙) AI 기술 확산과 고위험 시스템의 통제 문제로 혁신을 저해하지 않으면서 인간 중심 가치를 보호하는 “신뢰할 수 있는 인공지능” 개념 제시

#### 【 주요 국제기구의 신뢰할 수 있는 인공지능 요건 】

유럽연합(EU)	▶ 합법적(Lawful)·윤리적(Ethical)·견고성(Robust) 3대 요건 제시('19.4)
OECD	▶ 포용적 성장, 인권 존중, 투명성, 안전성, 책임성 등 5대 원칙('19.5)
UNESCO	▶ 인권, 평화로운 삶, 다양성·포용성, 환경과 생태계 번영 등 4대 핵심가치('21.11)

- (국제 규범화) 2023년부터 개최된 AI 정상회의(AI Summit)는 ‘안전’에서 ‘혁신과 포용’, ‘행동과 공익’으로 의제를 확장하며 거버넌스의 실천성을 강화

#### 【 AI 정상회의(AI Summit)의 의제 변화 】

**제1회 영국 AI 안전 정상회의 (The Beginning: Safety First)**

- 시기/장소: 2023년 11월, 영국 블레츨리 파크
- 참가: 29개국 서명 (한국, 미국, 중국, EU 등)

주요 성과: '블레츨리 선언' (최초의 AI 안전 국제 합의)  
의의: AI의 잠재적 위험(Risk)을 국제사회가 최초로 공식 인정하고 공동 대응 약속

**제3회 파리 AI 행동 정상회의 (The Action: Sustainability & Public Interest)**

Safety Summit → Action Summit

- 시기/장소: 2025년 2월, 프랑스 파리
- 규모: 100여 개국 참석, 60개국 서명 (역대 최대)

행동 (Action) | 지속가능성 (Sustainability) | 공익 (Public Interest)

주요 성과: '사람과 지구를 위한 포용적이고 지속가능한 AI 선언'

**PARIS AI SUMMIT 2025 PLENARY SPEECHES**

SOMMET DES NATIONS ET DE L'ACTION DE L'IA

**제2회 AI 서울 정상회의 (The Expansion: Balance & Inclusion)**

- 시기/장소: 2024년 5월, 대한민국 서울
- 참가: 11개국 및 주요 빅테크 기업

주요 성과: '서울 선언' 채택  
의의: 규제 일변도에서 벗어나 AI 발전과 혜택의 균형(Balance)을 모색

**저소득 국가 AI 장벽**

Infrastructure (65%)	65%
Computing Access (63%)	63%
Talent Retention (61%)	61%

참여 확대: 인도, 사우디 등 비서구권 서명

**Sovereign AI (주권 AI):**  
데이터 식민주의 거부, 자국 문화 반영 요구

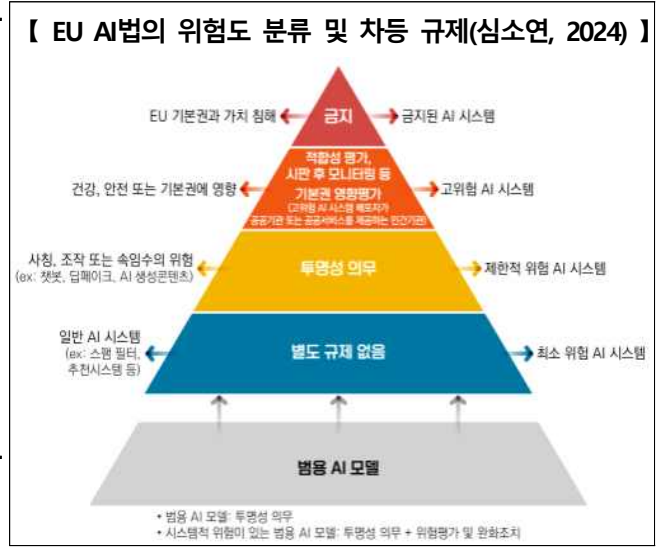
□ 원칙에서 행동으로, 주요국의 AI 법제화 현황

◦ (유럽연합) 세계 최초로 포괄적 규제를 담은 ‘EU AI Act’ 발효(’24.8)

- AI 시스템이 초래할 수 있는 위험 수준을 ‘금지’, ‘고위험’, ‘제한적 위험’, ‘최소 위험’의 네 단계로 분류해 차등적 의무 부과

◦ (미국) 대통령 행정명령(’23.10)\* 및 국립표준기술연구소(NIST)의 “AI 위험관리 체제” 지침 등으로 실용적 대응 체계 추구

- 기술 혁신 속도를 저해하지 않으면서 기업의 자율준수를 유도하고, 정부는 사후규제하는 시장주의적 접근방식



\* 바이든 정부의 인공지능 행정명령(E.O. 14110)을 트럼프 정부에서 폐지(E.O. 14179)하는 등 ‘탈 규제’로 정책을 전환했으나, 최소한의 안전성을 확보하는 정책 기조는 유지





◦ (중국) 포괄적 법 제정보다는 분야별 개별 규제에 급변하는 기술 혁신에 대처

- 알고리즘 등록제, 데이터 현지 저장 의무 등 규제를 통해 AI를 사회주의 가치체계 내에서 국가가 통제하려는 경향

◦ (일본) 신속한 기술 도입과 산업 육성 중심의 ‘인공지능 추진법’ 시행(’25.6)

- 산업 경쟁력 확보를 위해 규제 장벽을 낮추고 기업의 협력 의무와 자율적인 지침 준수를 장려하는 연성 규제 전략

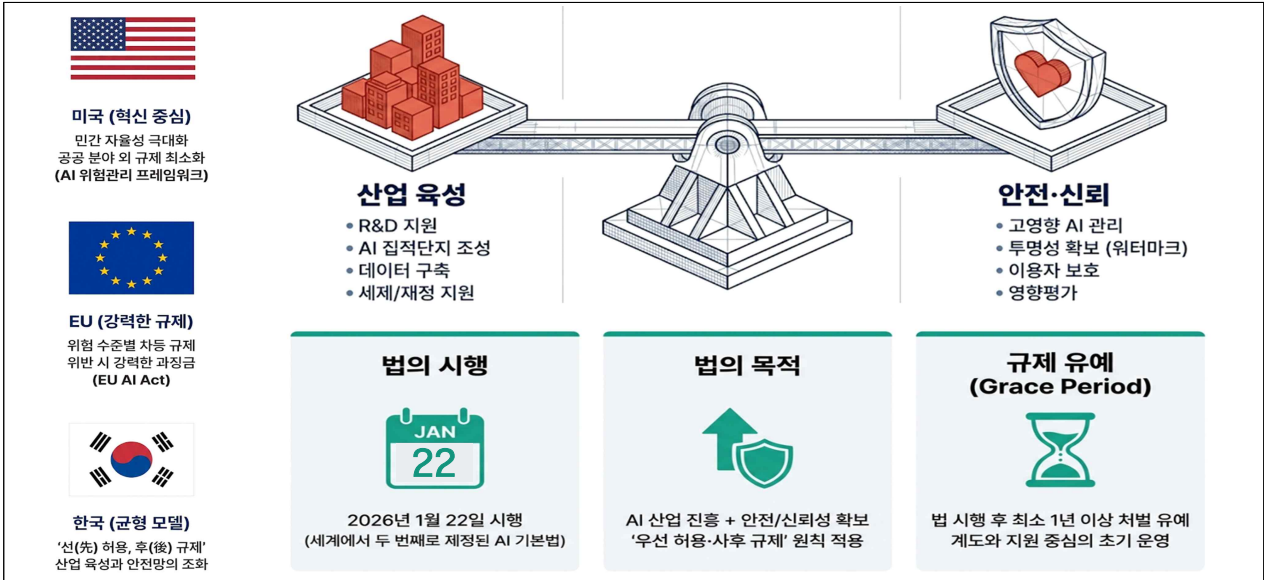
【 주요국 AI 법제화 현황 비교 】

구분	핵심 기초	법적 형태	시행 시점	규제 방식	핵심 특징
	엄격한 규제와 기본권 보호	포괄적 법령 (EU AI Act)	’24.8~’26.8월 단계적 시행	위험 기반 분류 (4단계 차등 규제)	- 고위험 AI 적합성 평가 의무화 - 위반 시 고액 과징금 부과
	국가 안보 및 기술 패권	행정명령, 지침 (Executive Order 14179)	’25.1월 이후 탈규제 정책 가속화	기술 가이드라인을 통한 기업 자율준수 및 사후규제	- 레드팀 운영을 통한 시스템 취약점 해결 유도 - 해외 AI 인재 유치
	국가 통제 및 사회 안정	개별 법령 (통제 중심)	수시 발효 및 개정	기술 분야별 규제, 알고리즘 사전 등록제 운영	- 데이터 현지 저장 의무 - ’26년까지 국가 표준 50개 제정
	혁신 촉진과 유연한 대응	포괄적 법령 (AI 추진법)	’25.6월 공포 즉시 시행	처벌 없는 자율 규제 장려하는 연성규제	- 내각 직속 ‘AI 전략본부’ 총괄 - 기술 변화에 신속 대응 지향

## 02 인공지능기본법의 주요 내용

- (개요) '24년 12월 국회 통과, '26년 1월 22일 전면 시행, EU의 위험 기반 규제 체계와 미국의 사후규제 방식을 절충한 형태로 평가

【 한국 인공지능기본법 개요 】



- 거버넌스 구축을 중심으로 기술개발 및 산업 위축을 최소화하면서 윤리 및 신뢰성을 확보하려는 이중 구조의 실용주의적 규제\* 방식 적용

\* 규제대상은 생명·신체·기본권과 직결되며, 이용자에 중한 영향을 미칠 우려가 있는 영역으로 이중 한정

【 인공지능기본법의 주요 규정 사항 】

(2장) 추진체계(거버넌스 확립)	(3장) AI기술 개발 및 산업 육성	(4장) AI윤리 및 신뢰성 확보
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 인공지능 기본계획 수립(매 3년)</li> <li>▶ 국가인공지능전략위원회 설치                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능 기본계획 및 개별 부처의 정책 심의·의결</li> </ul> </li> <li>▶ 인공지능정책센터, 인공지능 안전 연구소를 통한 정책지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 기술개발 및 안전한 이용 지원, 기술 표준화, 학습데이터 관련 시책 수립 등 산업 기반 조성</li> <li>▶ 중소기업·창업 지원, 산업간 융합, 전문인력 확보, 연구 및 실증기반 등 산업 활성화 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 정부 AI 윤리원칙 제정, 민간자율 AI윤리위원회 설치 등</li> <li>▶ 안전성·신뢰성 검·인증, 투명성 및 안전성 확보 의무</li> <li>▶ 고영향 인공지능 사업자 책무, 기본권 영향평가 등</li> </ul>

- (핵심개념) 물 분야에서 주목할 개념은 ‘고영향 인공지능’\*으로, 안전이 최우선인 공공 인프라 등의 영역에서 안전성·신뢰성 확보 조치를 의무화

- 에너지, 먹는 물, 보건의료 등 10개 영역 지정, 향후 사회변화에 따라 시행령으로 추가·조정 가능한 포괄적 구조

\* (고영향 인공지능) 사람의 생명·신체의 안전 및 기본권에 중대한 영향을 미치거나 위험을 초래할 우려가 있는 인공지능 시스템 (인공지능기본법 2조 4호)



- 물 분야에서 AI 정수장이 고영향 인공지능(먹는물 생산공정)에 속하며, 홍수 예측이나 댐 안전관리 등은 현재는 해당되지 않으나, 사람의 생명·신체 안전 및 기본권 보호에 중대한 영향을 미치므로 향후 포함 가능성 클 것으로 예상
- Agentic AI 기술의 발전 등으로 물관리 의사결정에서 AI의 역할 확대가 예상되며, 고영향 인공지능은 더욱 늘어날 것으로 전망

【고영향 인공지능의 확인 절차(법 시행령 25조)】



□ (의무사항) 고영향 인공지능을 제공하는 인공지능사업자\*는 AI 활용을 투명하게 알리는 것은 물론, 오류·편향 방지 대책이나 설명 가능성 확보, 영향평가 등 인공지능으로 인한 위험의 체계적 관리 의무를 부담

\* (인공지능사업자) AI를 개발하여 제공하거나, AI를 이용한 제품이나 서비스를 제공하는 법인, 단체, 개인 및 국가기관(인공지능기본법 2조 7호)으로 정의하고 있으며, AI를 단순히 내부 참고목적으로 활용하는 경우에는 사업자에 해당하지 않음

【 고영향 인공지능 사업자의 책무 】

구분	내용
투명성 확보	▶ 제품 또는 서비스가 인공지능 기반으로 운영된다는 사실을 이용자에게 고지
위험관리방안	▶ 위험관리정책, 위험관리 조직체계 등의 수립·운영 및 주기적 점검·갱신, 인공지능 수명주기의 모든 과정에서 이를 준수
설명 가능성 확보	▶ 기술적 범위 내에서 AI의 최종결과 도출 기준과 사용된 학습용 데이터의 개요 등을 투명하게 설명하는 방안을 수립·시행
이용자 보호 방안	▶ 개발·운영 전 과정에서 안전한 설계와 지속적인 위험 모니터링 체계 구축, 이용자 권리 보장 및 실효성 있는 피해 보상 방안 마련
사람의 관리·감독	▶ 관리·감독자 지정 및 사람의 동작 개입 기준과 긴급 정지 방법 마련, 정기적인 성능 점검과 운영자 교육을 통해 상시적인 관리·감독 체계 구축
기록 보관	▶ 안전성·신뢰성 확보를 위한 조치의 내용을 확인할 수 있는 문서의 작성과 보관
인공지능 영향평가	▶ 인공지능이 사람의 존엄성과 기본권에 미치는 잠재적 영향을 사전에 식별·분석하고, 이를 존중·보호하는 방향으로 개선방안을 자율적으로 마련·이행

\* 자료원 : 과학기술정보통신부(2026) 고영향 인공지능 사업자 책무 가이드라인, 인공지능 영향평가 가이드라인

## 03 물 분야 AI의 책임성 확보를 위한 과제

### 1 책임 사슬(Responsibility Chain) 구축

- 개발자-운영자-사용자 간 책임 범위\*를 명확히 하는 내부 규정 및 표준운영절차(SOP) 명문화 필요

\* (개발자) 알고리즘 오류 및 모델 설계 책임(운영자) 데이터 관리 소홀 및 모니터링 책임 (사용자) 최종 판단 및 시스템 운용 결과에 대한 책임

- AI 시스템의 고도의 복잡성과 ‘블랙박스(Black Box)’ 특성으로 인해 사고 발생 시 책임 소재가 불분명해지는 ‘책임 공백’ 현상 발생 우려

\* 물 분야에서 AI의 도입은 외주 개발사와의 분업 구조로 인해 AI의 운영 및 사용기관이 AI ‘개발사업자’인지 ‘이용사업자’인지 모호하므로 기관 간 역할과 권한의 문서화 중요

### 2 사람의 개입(Human-In-The-Loop)

- AI는 보조적 도구이므로 최종 의사결정의 책임은 AI에 대해 비판적 검토역량을 갖춘 관리·감독자에 부여해 책임성 강화
- AI가 이상 징후를 보이는 상황에서 관리·감독자가 즉시 운영 중단하거나 수동모드로 전환할 수 있는 권한과 수단(Kill Switch 등) 마련 필요

#### 【 사람 감독자의 역량과 권한 예시 】

(a) 이해 및 감시	▶ 시스템의 한계를 이해하고 오작동(이상 징후)을 감지할 것
(b) 편향 경계	▶ AI 결과에 무비판적으로 의존하는 '자동화 편향'을 방지할 것
(c) 정확한 해석	▶ 제공된 도구를 활용해 AI의 출력값을 올바르게 해석할 것
(d) 거부 및 번복	▶ 특정 상황에서 AI를 사용 않기로 하거나, 결과를 뒤집을 권한을 가질 것
(e) 비상 정지	▶ 긴급 상황 시 '스톱 버튼'을 눌러 시스템을 안전하게 중단시킬 수 있을 것

\* 자료원 : EU AI Act Article 14: Human Oversight

### 3 설명력 강화를 통한 책임 귀속

- AI 시대의 안전한 물관리를 위해 XAI(설명 가능한 AI), 물리-AI 하이브리드 모델\* 등 기술적 장치를 통해 ‘설명·감사·재현’이 가능한 구조적 환경 구축

- AI는 물리모델에 비해 사후 설명·감사·재현의 난도가 높아 사고 발생 시 책임 공백 발생 가능성이 큼

\* 물리 법칙을 AI 학습 과정의 제약조건으로 통합하는 물리정보 신경망(PINN)이나, 물리 모델의 잔차를 AI가 보정하는 하이브리드 AI 모델은 데이터가 부족한 미계측 유역이나 극한 홍수·가뭄 상황에서도 물리적으로 타당한 예측이 가능

#### 4 모델표류(Model Drift) 관리

- 장기적으로 AI 모델의 신뢰성 확보를 위해서는 **실시간 성능 모니터링과 최신 데이터를 반영한 주기적 재학습(Retraining) 프로세스 제도화** 필요
- AI 모델은 학습 당시의 데이터 분포에 의존하므로, 과거와 현재의 수문 패턴이 달라지면 예측 성능이 급격히 저하되는 ‘모델표류’ 현상 발생
- 따라서, 상시 모니터링 → 최신 데이터 수집 → 모델 재학습/리팩토링\* → 재배포에 이르는 전 과정을 자동화한 MLOps 체계 구축을 통한 관리 자동화가 요구됨

\* 모델 리팩토링(Model Refactoring) : 데이터 구조 자체가 변하거나 변수 간 상관관계가 완전히 바뀌는 Concept Drift가 발생해 단순 재학습으로 한계가 있으면 변수선택(Feature Selection) 재수행 등 데이터 파이프라인 및 피처엔지니어링 수정 필요

#### 【모델표류 개념에 따른 분류】



## 04 결론 및 시사점

- (AI 기반 물관리 혁신의 전환점) 인공지능기본법 시행은 물 관련 공공서비스에 AI 도입의 법적·제도적 근거 제공 및 AI 전환의 핵심 동력으로 역할
- (신뢰할 수 있는 물관리 AI 구현) 물관리는 국민의 기본권과 직결된 영역으로, 효율성 제고와 함께 윤리적 책임성(Accountability) 확보가 최우선 과제
- (향후 추진 과제) 인공지능기본법의 취지에 부합하는 투명하고 책임 있는 AI 개발 및 활용 지침 마련으로 윤리적·제도적 준비 가속화 필요

※ 참고자료

- 1) 심소연(2024) 규제중심의 유럽연합 인공지능법(EU AI Act), 최신 외국입법정보, 국회도서관, 2024-04호(통권 제242호)
- 2) 김정곤, 나승권, 장한별(2025) 파리 AI 행동 정상회의의 주요 결과와 시사점: 포용적 AI를 위한 국제협력 방향, 세계경제 포커스, 대외경제정책연구원, Vol. 8, No. 7.
- 3) 한국인터넷진흥원(2025) 「인공지능기본법」제정과 해외 입법동향, 인터넷·정보보호 법제동향, 2025 VOL. 1.

# Deep Dive ②

## 물의 (열)에너지 가치 제고를 통한 친환경 수열에너지 활용

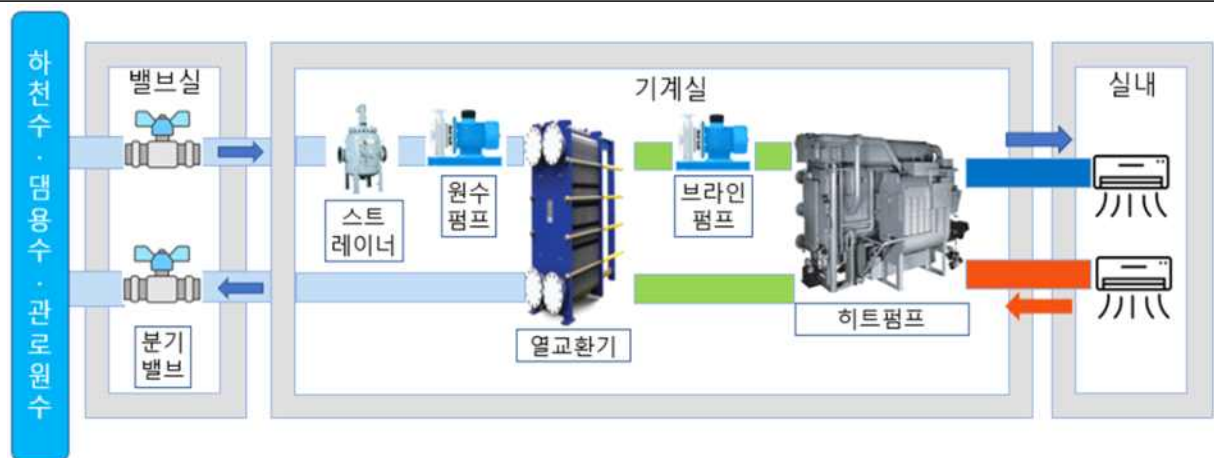
K-water연구원 물에너지연구소 이남영 소장, 조용 팀장, 최종웅 책임, 안수황 선임

- 친환경 수열에너지는 기존 공기열원(온도) 대신 물의 열원을 사용함으로써 약 30%의 에너지 절감 및 CO<sub>2</sub> 감축 효과 달성 등 탄소중립 실현
- K-water연구원은 물의 열원을 사용한 냉방, 난방, 냉·난방(혼합) 목적의 다양한 기술 개발 연구를 통하여 재생에너지로서의 수열에너지 기술 선도

### 01 친환경 수열에너지의 개념과 기대효과

- (수열에너지) 수온이 여름철에는 대기보다 낮고, 겨울철에는 높은 특성을 활용하여 물의 열을 히트펌프로 이동시켜 건축물을 냉난방하는 재생에너지
    - 물은 '비열'이 매우 커서 여름철은 대기보다 시원하고, 겨울철은 따뜻한 특징을 지님
- \* 비열(Specific Heat)이란? 어떤 물질 1kg의 온도를 1℃ 높이는데 필요한 열량으로, 비열이 클수록 온도변화가 작아 냉난방에 유리 「물의 비열 4.18 J/g·℃ > 공기의 비열 1.01 J/g·℃」
- 히트펌프는 냉매의 기화 시에는 주변의 열을 흡수하고, 액화 시에는 주변에 열을 방출하여 열을 저온에서 고온으로 이동

【 수열에너지 공급 모식도 】



\* 수열시스템 : 밸브, 스트레이너, 펌프, 열교환기, 히트펌프, 제어시스템 등으로 구성

□ (기대효과) 수열에너지 사용은 에너지 절감, 미세먼지 저감 등 친환경 효과 발생

- 흡수식(가스이용) 냉난방 방식 대비 30% 내외의 에너지 절감효과와 함께 CO<sub>2</sub> 감축 효과

【 대표적인 수열에너지 활용 사례 】

롯데월드 타워	▶ 수열에너지 냉난방 사용으로 에너지 35.8% 절감, CO <sub>2</sub> 37.7% 감축
강원 수열 클러스터	▶ 한강·소양강 대상 수열히트펌프 시스템은 기존시스템* 대비 에너지 12.6~24.3% 절감, CO <sub>2</sub> 18.4~29.1% 감축 * (난방) 가스, (냉방) 전기냉동기와 흡수식 병행

- 한강과 소양강댐을 활용한 수열에너지 공급 시 에너지 절감률을 기본으로 미세먼지 저감량을 산정할 경우, 1RT 기준 1.30kg(한강) ~ 2.51kg(소양강)의 저감효과 발생

\* RT(Refrigeration Ton): 0℃ 물 1ton을 24시간 동안 0℃ 얼음으로 만드는데 필요한 열량

\* 노후 경유차 1대 폐차 시 11.05kg의 미세먼지 저감효과 ⇨ 강원도 수열 클러스터(16,500RT)의 경우, 약 41.4톤의 초미세먼지 저감으로 노후 경유차 매년 3.75대 폐차 효과

- 기존 냉방장치에 필요한 냉각탑 제거로 복합적인(환경·공간·경제) 부가효과 발생

\* 1,000RT(10,000평 규모) 용량의 냉각탑은 자체무게 22Ton, 면적 200m<sup>2</sup>(60평) 공간 필요

【 냉각탑 제거의 복합적 효과 】

환경적 효과	공간적 효과	경제적 효과
▶ 소음, 진동 피해 제거	▶ 공간 활용성 제고	▶ 건물 하중 감소
▶ 레지오넬라균 예방	▶ 옥상 녹지화, 공원화	▶ 수처리 비용 절감
▶ 열섬, 백연현상 완화	▶ 도시 미관 개선	▶ 냉각수, 동력비 절감

## 02 수열에너지 국·내외 적용 사례

□ (서울 롯데월드 타워) 우리나라 최초로 '14년 11월부터 수열에너지 공급

공급 규모	▶ 광역상수도 원수(50천톤/일)를 수열원으로 하여 시간당 3,000RT 규모의 수열에너지를 생산하여, 건물 전체 냉방 부하의 10%를 담당
공급 효과	▶ 에너지 절감(35.8%) 및 CO <sub>2</sub> 배출 저감(37.7%) 효과 외에도, 냉각탑 6기를 제거하여 600m <sup>2</sup> 의 여유부지 생성, 66톤의 건물 하중 감축 등 연간 7억원의 에너지 비용 추가 절감

□ (강원 수열에너지 클러스터) '27년까지 16,500RT 규모의 융복합 클러스터 조성사업 추진

클라우드 특화지구	스마트 첨단농업단지	스마트 주거단지	물에너지기업 특화단지
▶ 친환경 데이터센터 집적단지, 데이터 산업 융합 밸리	▶ 육묘 생산단지 및 임대형 스마트팜, 스마트팜 지원센터 등	▶ 단지내 종사자(공동주택 등)를 위한 정주여건 제공	▶ 수열에너지·수상태양광 등 성능시험 등이 가능한 특화단지

□ (해외사례) 하천수, 정수, 호소수의 수열에너지 도시 공급과 데이터센터 냉방 기술 등 활용

【 수열에너지 주요 도시공급 사례】

일본 동경 하코자키 지구	캐나다 온타리오	미국 코넬대 냉방시스템
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 1989년 공급 개시한 일본 최초의 하천수(스미다강) 활용한 열공급센터</li> <li>▶ 기존대비 18% 에너지 경감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 온타리오 호수의 심층수를 열원으로 에너지 다소비 빌딩에 냉방공급후, 식수로 활용</li> <li>▶ 전력 90%, CO<sub>2</sub> 79천톤/연 감축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 인근의 빙하호수를 빌딩에 공급해 온도차를 이용해 냉난방</li> <li>▶ 화석에너지 사용량 83% 절감</li> </ul>

- 하천수를 활용한 데이터센터 냉방 기술 등 친환경 수열에너지의 활용 활성화

【 수열에너지 주요 데이터센터 냉방 사례 】

핀란드 구글 하미나	중국 알리바바 알리원	미국 노틸러스 선박형 데이터센터
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 발트해의 차가운 해수를 활용한 냉각시스템과 데이터센터에서 발생하는 폐열을 지역 난방으로 재활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 서버의 액체 냉각 방식(액침) 시스템을 통해 기존 기계식 냉각 방식 대비 70% 이상 에너지 절감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 수상형 선박 형태의 데이터센터로 자연냉수만을 활용한 냉각으로 70% 더 높은 에너지 효율 구현</li> </ul>

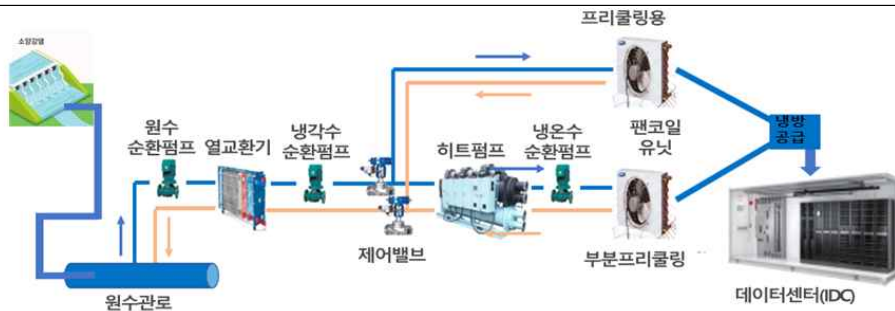
### 03 수열에너지를 적용한 K-water의 에너지 저감 기술

□ (냉방) 소양강댐 심층수 활용 IDC(Internet Data Center) 프리쿨링형 수열시스템 실증시험을 통한 수열에너지의 우수성 확보 및 강원도 수열에너지 융복합 클러스터 구축에 활용

- 100RT급 수열시스템 설계·구축·운영으로 성능 데이터 확보, 성과분석을 통한 IDC 최초 적용 검증

\* 프리쿨링형 시스템 : 심층수의 풍부한 열원을 통해 히트펌프 가동량을 줄여 냉방열 공급 시스템

【 데이터센터 냉방 프리쿨링형 수열시스템 개념도 】



\* 자료원 : K-water

- 심층수 활용 프리쿨링 냉방시스템 실증 및 에너지 분석 결과 PUE 1.1이하, 기존 공기열원 대비 소비전력 사용량 70% 절감

\* PUE(Power Usage Effectiveness, 전력사용효율성) : 총 전력사용량/IT장비 전력사용량

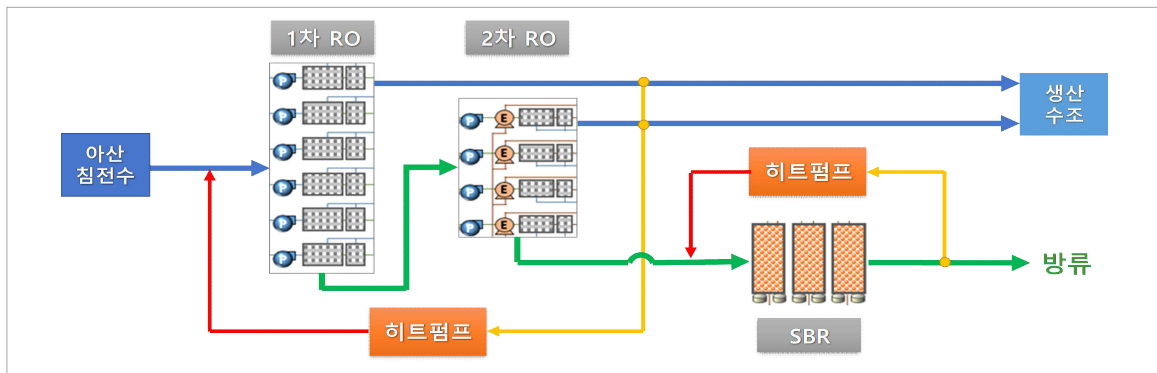
\* (PUE 비교) 국내 데이터센터 평균(26년) 2.0 > 해외 평균(26년) 1.5 > K-water 프리쿨링 냉방시스템 1.1

□ (난방) 수열에너지를 활용한 동절기 열에너지 공급 방식인 수처리공정(막여과, 농축폐수 처리) 승온시스템(수열시스템, 20RT급) 개발을 통한 에너지 소모량 절감

- 수온 저하 시 물의 점성이 커지고 막 공급압력이 증가함으로써 RO막 공급펌프의 동절기 (12~3월) 전력사용량은 하절기(6~8월) 대비 38.4% 증가
- 또한, SBR 미생물 처리(질산화-탈질화)를 위한 적정 온도의 수온 유지를 위해, 동절기에는 승온설비(LNG보일러)를 가동하여 RO 농축수를 15℃ 이상으로 승온
- \* SBR 처리공법 : 미생물을 이용하여 폐수 내의 유기물을 제거하는 활성슬러지 공법 중 하나로, 미생물 발육 한계 온도로 인해 10℃이하, 35℃이상에서는 처리능력이 현저하게 저하

\* 실증 결과, 수열시스템 적용으로 기존 대비 RO공정 공급펌프 에너지 절감률(동력개선) 15.7%, SBR공정 LNG 대체에 따른 에너지 절감률 74.1% 달성

【 수처리공정(RO+SBR 연속공정) 수열에너지 적용 시스템 개념도 】



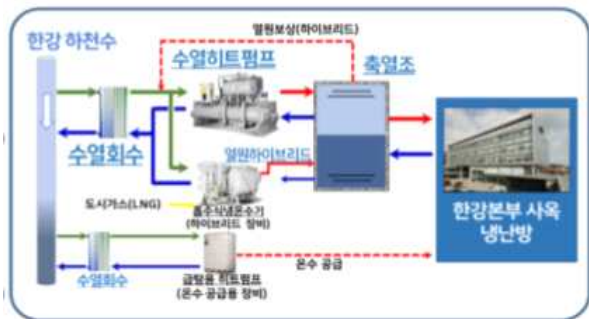
\* 자료원 : K-water

□ (냉난방) 하천수의 열원을 이용한 열원믹스(수열원 히트펌프, 흡수식냉온수기) 기술을 적용하는 하이브리드 냉난방시스템 기술 개발을 위해 대용량 수열에너지 연구 수행

\* K-water 한강유역본부 사옥 실증(히트펌프 기준 500RT)을 통한 대용량 수열연구의 대표 사례

【 고효율 하이브리드 냉난방시스템 개념도 】

【 기계실 전경 】



\* 자료원 : K-water

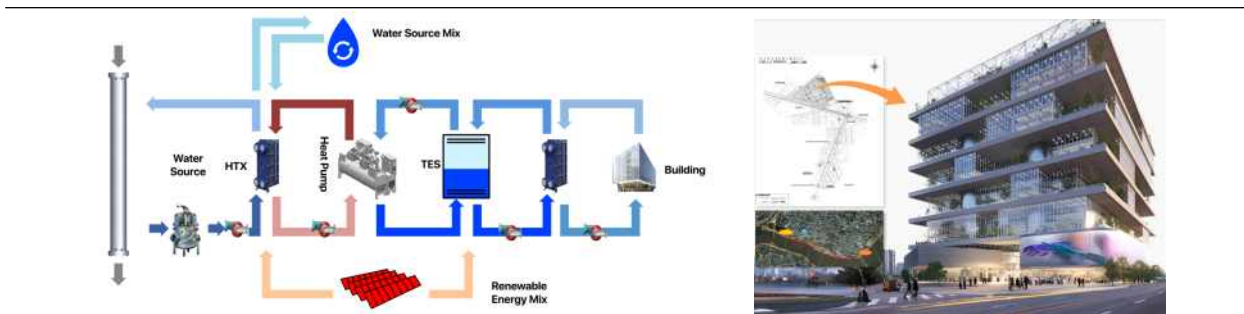
- 하천수 수온에 적합한 500RT급 대용량 수열 히트펌프 국산화 개발(냉방 COP 6.6, 난방 COP 4.3), 축열·방열·열원보상 등 다양한 운전제어 및 하이브리드 열원 설비(흡수식 냉온수기) 연계를 위한 축열시스템 설계/구축
- \* COP(Coefficient of Performance, 성능계수) : 히트펌프가 소비한 전기에너지 대비 생산한 열 또는 냉방 용량의 비율로 값이 클수록 효율이 높음

\* 기존 냉방운전, 난방운전의 총 이산화탄소 배출량은 16.160tCO<sub>2</sub>, 수열 냉난방 운전 기간의 냉·난방운전 이산화탄소 배출량은 9.667tCO<sub>2</sub>로서 40.2% 절감

#### 04 K-water의 중대형 건물 수열에너지 냉난방 시스템 실증플레트 기술

- (개요) 동절기 수열원 시스템의 효율향상을 위해 **재생에너지 믹스 기술 및 AI 기반 최적 운영제어 기술을 적용한 수열에너지 시스템 기술개발** 추진 중('25.4 ~ '29.12)
  - (대상) 미래에셋자산운용의 지하 8층, 지상 17층 중대형 건물(서울 성수동, 연면적 218,093m<sup>2</sup>)에 적용될 수열에너지 시스템이 '27년 말 준공 예정
  - \* 수열시스템 규모 : 수열히트펌프 시스템 3,000RT, 수축열 시스템 2,000RT
  - (목표) AI 기반 **고효율 에너지 믹스 시스템 최적 운영 및 수열 냉난방 설비 동결 방지**
    - 동절기(5°C이하) 수열 냉난방 설비 동결 및 설비 효율 저하에 따른 기술개발 필요

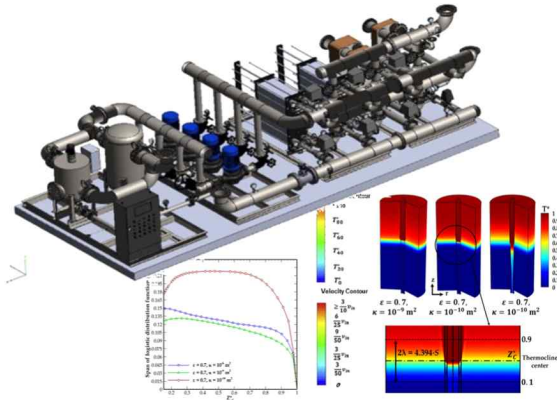
【 중대형 건물 수열 냉난방 시스템 모식도 】



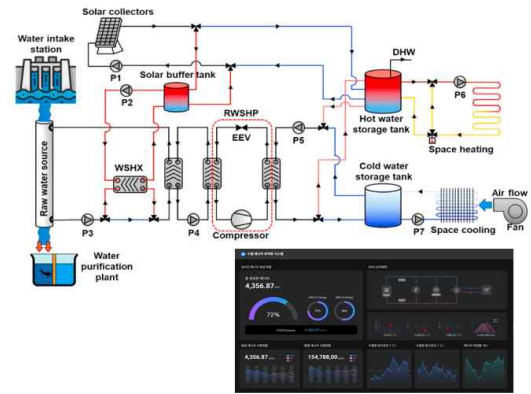
- (기술) 열교환기 동결 방지, 복합열원 저장·활용, AI 기반 **고효율** 운전, 수열원 시스템 성능분석 및 검증을 통해 한 단계 발전된 형태의 **수열시스템 개발**
  - \* (열교환기 동결) 동절기 저온의 물이 열교환기로 유입 시 히트펌프 운전에 따른 물의 온도가 더욱 낮아져 물이 어는 현상이 발생하며, 이는 히트펌프의 성능을 저하시키는 문제
  - (동결방지) 원수의 열을 효율적으로 이용할 수 있도록 열교환기 채널(내부 유로) 및 신속한 동결 제거 채널이 포함된 멀티회로 열교환기를 적용해 동결을 방지
  - (복합열원) 축열조 연계형 재생에너지 믹스를 활용한 축열식 수열원 시스템 구성

- (고효율 운전) 수요, 공급 예측모델을 통한 중대형 건물 AI 기반 자동제어 적용
  - \* 열에너지 수요, 수열원 특성, 전력수요관리 등 다중 예측을 통한 고효율 운전으로 전력 절감
- (성능검증) 중대형 건물의 에너지 성능분석을 통한 수열원 이용 기술의 신뢰성 제고

【동결 방지 시스템】



【수열시스템 최적화】



□ (활용) AI 기반 수열시스템 보급 확대 및 과학적 타당성 마련

- 에너지 믹스를 활용한 에너지 효율 향상 및 동절기 수열원 시스템의 안정성 강화
  - \* 동절기 수열원의 한계 수온을 낮출 수 있는 재생에너지 믹스 기술 개발 및 검증으로 동절기 수열원 히트펌프 시스템의 난방 성능 향상 및 보급확산에 기여
- 재생에너지 열원(수열원, 지열 등)을 이용한 히트펌프에 AI 기반 지능형 제어를 가미한 시스템 보급 활성화
  - \* 에너지 및 실내 쾌적성 최적화, 에너지 사용량 절감 등 설비의 건전성 관리에 활용 가능
- 객관적 분석 결과 등 과학적 타당성 근거를 제공해 AI 기반 유지관리 기술과 수열시스템의 신뢰도 향상
  - \* 유지관리 기술 : 수열시스템의 성능저하 예측, 고장 예측 등 유지보수 및 운전 조건 최적화 기법 제시

※ 수열에너지 기술의 향후 방향

- 수열에너지는 단순한 대체 에너지원이 아니라, 재생에너지 믹스, AI 기반 제어 등과 결합해 차세대 도시형 에너지 인프라의 핵심기술로 발전 중
- K-water는 수열산업 활성화의 핵심기관으로서, 친환경 재생에너지 전환을 위한 속도감 있는 수열시스템 기술 확보에 주도적 역할을 지속적으로 수행해나갈 계획

※ 참고자료

- 1) 에너지경제연구원, (2024), 세계 히트펌프 시장 및 정책 동향과 국내 시사점(연구보고서 24-04)
- 2) K-water, (2025), 수열에너지를 활용한 수처리공정 개선기술 개발 연구보고서
- 3) K-water, (2024), 수열원 활용 프리쿨링형 공기조화 시스템 개발 연구보고서
- 4) K-water, (2024), 수열 냉·난방 및 재생열 하이브리드 시스템 기술개발 및 실증 연구보고서

# SNAP SHOT

- 에너지 100% 자급자족 주거단지, 어디까지 왔나
- 센서-로봇 기술로 발전하는 상수도관망 스마트진단
- 노후 도수터널 결함사례 및 유지관리 기술 동향
- 찍기만 하던 위성이 분석까지 - AI 온보드 시스템

## *Water & AI Special*

- 인간형 로봇 ‘휴머노이드’가 주도하는 지능화 시대
- 사람과 AI 에이전트가 협업하는 자율 운영 정수장
- 코딩을 몰라도 코드를 만든다 - 바이브 코딩(vibecoding)

# Snap Shot

## 에너지 100% 자급자족 주거단지, 어디까지 왔나

K-water연구원 수자원환경연구소

- 정부는 2050 탄소중립 실현을 위한 건물부문 온실가스 감축을 핵심 정책으로 추진 중
- K-water 스마트빌리지에서 에너지자립 100% 실증을 기반으로 개발한 주거단지 조성 지침 확산 추진

- [패러다임 변화] 기후위기 심화 대응을 위해 ‘스마트시티’에서 ‘탄소중립도시’로 변모
  - ‘지속가능한 도시’를 위해 스마트시티는 첨단기술로 도시의 편의성을 높이는 데 초점을 맞췄다면, 탄소중립도시는 온실가스 배출을 최소화하여 기후변화 대응에 초점

\* K-water의 에코델타시티(EDC) 내 ‘스마트빌리지’는 스마트시티 국가시범도시로 탄소 중립 도시 실현을 위한 데이터 취득·분석, 기술 검토, 정책 실험 등을 위한 최적 테스트베드

- [주요내용] 에너지자립 100% 달성을 위한 스마트빌리지 설계 및 적용 기술 기준

패시브 기술	▶ 에너지 손실 최소화를 위한 건물 형태와 외피 성능에 대한 기준 * 건축물의 방향, 장·단면비, 외피면적/체적비, 단열 및 기밀성 수준 등
액티브 기술	▶ 기계설비를 통한 에너지 효율 향상 기준 * 열회수 환기장치·공급 시스템 등 성능 수준 명시
신재생 에너지	▶ 생활에너지 100% 자체 생산을 위한 성능 기준 * 태양광·지열·수열 활용, 외부 전력망 의존 없이 자급자족

- [의의 및 활용] 주민 생활데이터를 기반으로 에너지자립 100% 주거단지를 실증하고 조성지침을 제시해 제3기 신도시 등 새로운 도시개발 사업에 적용 가능

[ 스마트빌리지 현황 ]



[ 스마트빌리지 서비스 적용 모식도 ]



- ▶ 에너지자립 100% 달성을 실증한 저층형 주거단지(빌리지)의 조성지침 개발 완료
- ▶ 고층 주거, 상업 등 다양한 유형으로의 확장을 통해 탄소중립도시 실현의 기반 구축 추진

자료원 : K-water연구원 자체 연구자료(스마트 주거단지 표준모델 및 조성지침 개발)

## 센서-로봇 기술로 발전하는 상수도관망 스마트진단

K-water연구원 상하수도연구소

- 노후된 상수도관망의 유지관리를 위한 기존의 인력 활용 조사는 관망(지하매설)에 접근이 어렵고 육안 조사의 특성상 신뢰도가 떨어진다는 한계 존재
- 센서-로봇 기술을 통한 장거리 비파괴 정밀진단\*으로 조사 방식을 전환해, 위험요인을 종합적으로 평가하고 비용 및 피해 저감, 안전성 강화 가능

\* 관로에 절단 등 손상을 가하지 않고 내부 상태를 검사하는 기술(X-ray로 뼈를 보듯 내부 결함 탐지)

### □ [기술현황] 부단수(물 공급 차단 없는) 장거리 자율주행 로봇 기반 비파괴 정밀진단 확산

장거리 인라인 누수탐지	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 관내 음향 기반 누수탐지 + 공간적 좌표화(매핑) 기술이 보급 및 적용 중</li> <li>* SmartBall·Sahara (제조사: Xylem) 제품 중심</li> </ul>
관내면 상태진단	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 상수도관망 두께·부식·변형 데이터화 및 단일 주행으로 통합진단이 강화</li> <li>* PipeDiver Ultra (제조사: Xylem)·Acquarius (제조사: Acquaint)</li> </ul>
부단수 관내 직접 누수탐지 다양화	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 유수 활용, 비굴착 투입·회수형 누수탐지 로봇의 실증 확대 흐름</li> <li>* Lighthouse (제조사: WatchTower Robotics) 등</li> </ul>
자율·상시 진단 운용성 내재화	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 자율·저중단 진단 방향 강화로 주행성·센서 신뢰도 개선 및 기술 실증 병행 필요</li> <li>* Pathfinder(제조사: ACWA Robotics), 상수도관망 상시 상주형 AIR(제조사: SubMerge) 등</li> </ul>

### □ [발전방향] 고정밀 다중센서 융합 + 장거리 자율주행 로봇 + AI 자동분석

- 진단기능 통합: 누수탐지, 상태진단, 수리·수질 다중센서로 고품질 데이터 구축
- 운용거리 혁신: 부단수 장거리(2km 이상) 자율주행 로봇, 주행성능(굴곡·분기·관경변화 대응) 고도화 기술개발 및 정밀 매핑 내재화로 운용 패키지화
- 진단체계 자동화(AX/DT): AI 자동분석·보고서 생성 자동화 및 상수도관망 AX/DT 통합 운영을 통해 '사후 대응'에서 '선제 예방'으로 관리 패러다임 전환

▶ 상수도관망 진단체계를 완전 디지털화하여 고품질·고가치 데이터 종합 활용

▶ 상시·정기 비파괴 정밀진단을 통한 예방정비로 유지관리 비용 및 사고피해 저감, 인력조사에 따른 작업자 위험 원천 제거, 예방적 대응으로 상수관망 및 인프라 수명 연장

자료원 : K-water 자체 자료 활용

## 노후 도수터널 결함사례 및 유지관리 기술 동향

K-water연구원 물인프라안전연구소

■ 노후된 도수터널\*의 공용연수 증가에 따른 성능 저하(누수, 구조결함 등)는 장기간 단수 및 대규모 복구 비용으로 이어질 수 있어, 선제적 진단 및 유지관리 기술 확보 필요

\* 도수터널이란, 댐, 저수지 등 수원지에서 정수장, 발전소까지 원수를 운반하는 수로 터널

□ [결함사례] 노후 도수터널에서는 누수, 지하수 침투, 구조 열화 등 다양한 문제가 발생

시설명	원인	피해사례	대책
Delaware Aqueduct (미국/New York)	라이닝 균열 및 그로 인한 누수 발생	약 130,000m <sup>3</sup> /일 누수 (뉴욕 일 물사용량의 8%)	By-pass 터널 신설을 통한 유량우회 후 기존 터널 보수
Mountain Tunnel (미국/San Francisco)	라이닝 균열, 박락 및 구조 열화	최대 송수 가능 유량 10~15% 저하	By-pass 터널 신설 및 기존 터널 개보수 병행
Figeh-Wali (시리아/Damascus)	산사태로 인한 45m 길이의 균열 발생	일 송수량의 약 27% 누수 발생	FRP 라이닝 타설, 그라우팅 등을 활용한 기존 터널 보수
First Aqueduct Tunnel (미국/San Diego)	라이닝 균열, 열화 및 그로 인한 지하수 유입	수질 영향이 우려되어 피해 발생 전 선제적 대응	지오폴리머 라이닝, 그라우팅 등을 활용한 기존 터널 보수

\* By-pass 터널: 기존 터널 보수 중 물 공급을 유지하기 위해 임시로 건설하는 우회 터널

□ [기술 동향] 운영 중 터널의 안정적 용수 공급을 유지하기 위해 By-pass 터널 신설, 기존 터널 보수, 수중 진단 기술 개발 등 다양한 대응 전략이 적용되고 있음

미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 노후 도수터널 개보수를 위해 By-pass 터널 등 우회 기반 기술개발 진행</li> <li>▶ 운영 중 터널 점검을 위한 ROV·Sonar·LiDAR* 기반 수중 탐지 기술개발 진행</li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 운영 중 도수터널의 상태진단을 위한 ROV·Sonar 등의 탐지 기술 연구 추진</li> <li>▶ 무라이닝/박층 라이닝** 도수터널의 구조 안전성 평가 및 유지관리 기술 연구 추진</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 단일 도수터널 의존에 의한 단수 리스크를 저감하기 위해 도수터널 이중화, 정수장 간 네트워크화 추진 및 수중 진단 로봇 연구 추진</li> </ul>
국내	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 운영 중 도수터널의 상태진단을 위한 ROV·Sonar 기술 시범 적용 중</li> <li>▶ ROV, 드론 등 영상 데이터 기반 AI 결함 인식 및 자동화 진단 기술개발 추진 중</li> </ul>

\* ROV: 수중 드론, Sonar: 음파탐지기, LiDAR: 빛 감지 거리 측정기

\*\* 터널 라이닝(Lining): 터널 굴착 후 내부에 설치하는 콘크리트 구조물

▶ K-water는 댐 시설물 유지관리 핵심기관으로서, 댐뿐만 아니라 도수터널 안전성 확보를 위해 ROV, AI를 활용한 상태진단 및 유지관리 기술개발 추진 중

자료원 : 1) Water for the Future Program(NYC Environmental Protection, 2012)  
2) Mountain Tunnel Improvements(San Francisco Water Power Sewer, 2021)  
3) Critical San Diego aqueduct rehabilitated in limited time frame(ASCE, 2024)  
4) Basic design study report on the project for rehabilitation of the water transmission tunnels in Damascus city in the Syrian Arab Republic(JICA, 2005)

# Snap Shot

## 찍기만 하던 위성이 분석까지 - AI 온보드 시스템

K-water연구원 수자원위성연구소

- 위성은 궤도 상에서 스스로 선별·압축·분석·판단하는 **지능형 시스템**으로 진화 중
- **AI 온보드**는 저장용량·다운링크·자료처리·자율운용 문제를 **동시 해결**하는 핵심 기반기술

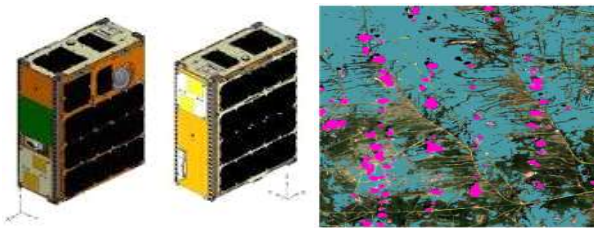
**위성 AI 온보드** 위성체 내부에서 자료를 저장·압축·분석, 유효정보 선별·판단, 지상으로 전송하는 AI 처리체계

- **[운용한계]** 위성 데이터 급증과 지상국 의존형 자료처리의 한계
  - 최근, 고해상도·고빈도 관측 확대로 위성 내 저장 부담과 다운 링크 병목이 심화
  - 구름, 비관심 지역, 저활용 영상까지 전송되어 저장공간과 통신자원의 낭비 발생
  - 지상국 수신 후에도 영상보정·분석·배포 부담으로 긴급 상황에서 대응 속도 저하
- **[해결방안]** 위성 내 선별·압축·AI 추론 기반 유효정보 중심 처리
  - AI 추론 기반으로 관심 영역, 이상징후, 표적 여부를 판단해 대응 시간 단축
  - (기존)위성 촬영 후 지상 전송 → (향후)위성이 스스로 판단 후 정보전송 체계로 전환
- **[기술동향]** NASA·ESA(유럽 우주청) 등 AI 온보드 개발 및 실증 확대

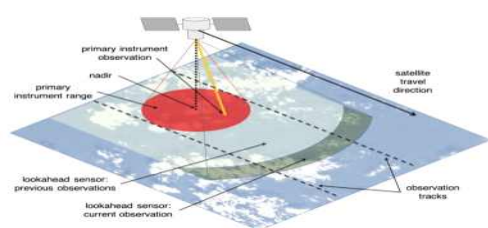
ESA Φsat-2 위성	▶ 온보드 AI 탑재, 구름 선별·선박탐지·재난지도 생성 등 궤도 검증 중
NASA Dynamic Targeting	▶ 위성 스스로 구름을 피해서 영상을 촬영하는 자율 관측기술 개발 중
미래 위성	▶ 온보드 컴퓨팅, 자료처리, AI 가속기, 통신이 하나로 통합된 구조로 발전 중

### 【 차세대 AI 온보드 시스템 기술 동향 】

#### ESA Φsat-2 AI 온보드 구름제거



#### NASA AI 온보드 능동형 관측기술



- ▣ 수자원 위성의 경쟁력은 가치 있는 정보를 빠르게 선별·판단·전달하는 것에 있으며, 수문관측에 특화된 중-소형급 광학·영상레이더 기반의 **AI 온보드 운용체계** 마련 필요

※ K-water연구원은 세계 최초 수자원·수재해 위성체계 구축과 함께 **AI 온보드 시스템** 개발 중

자료원 : 1) ESA, What is On-board Data Processing (<https://buly.kr/4meUSUa>)  
 2) ESA Φsat-2, Enhancing onboard AI processing (<https://buly.kr/DEarXij>)  
 3) NASA JPL, How NASA Is Testing AI to Make E-O Satellites Smarter (<https://buly.kr/1RG5p0u>)

### 인간형 로봇 '휴머노이드'가 주도하는 지능화 시대

K-water연구원 AI연구소

■ 휴머노이드란 인간의 머리, 팔, 다리 등 신체 구조를 로봇화하여, 인간의 생활 환경에서 도구 활용, 신체 활동 등을 모방할 수 있도록 설계된 로봇

#### □ [기술 트렌드]

- 휴머노이드 로봇의 상용화 가속 : 테슬라(Optimus), 피겨 AI(Figure 02), 보스턴 다이내믹스(Atlas) 등이 인간 노동력 협업 및 대체 단계에 진입
- AI 자율성 및 소프트웨어 중심 전환 : 하드웨어 중심에서 AI 소프트웨어 중심으로 연구 방향이 전환되면서 로봇의 자율 판단 능력이 향상

#### □ [분야별 동향]

제조 및 산업	▶ 협동 로봇(Cobot)의 기반 하중이 증가하고 있으며, AI를 통한 티칭 기능 향상으로 적용 범위 확대
물류 및 유통	▶ 자율이동로봇(AMR)과 무인 운반 로봇(AGV)이 인력난 해결과 효율 증대를 위해 빠르게 보급
의료 및 서비스	▶ 수술 보조·위험 지역 순찰·노인 돌봄 등 전문 서비스 로봇 수요가 지속 증가

#### □ [주요기업 현황]

- 해외 : 엔비디아(NVIDIA)와 테슬라(Tesla)가 AI 플랫폼과 OS 표준을 주도하고 있으며, 중국 유니트리, 에지봇, 유비텍 등 로봇 기술 선도
- 국내 : 레인보우 로보틱스, 두산 로보틱스, 로보티즈 등이 '로봇 빅3'를 형성하며 글로벌 시장 경쟁력 강화 중



제품	분류	특징
코스모스	파운데이션 모델	물리 세계 이해, 추론
아이작 GR00T	파운데이션 모델	범용 휴머노이드 로봇용
올니버스	플랫폼	3D 협업, 시뮬레이션
젯슨 AGX 토르	AI 칩	소형, 저전력 로봇 두뇌
RTX 프로 블랙웰 서버	AI 서버 플랫폼	AI 작업 · 그래픽 처리 지원



어질리티 로보틱스의 디지털  
보스턴 다이내믹스의 아틀라스

자료원 : 2026 피지컬 AI · 휴머노이드 로봇 기술, 시장, 표준화 트렌드 및 주요 기업별 사업 전략

### 사람과 AI 에이전트가 협업하는 자율 운영 정수장

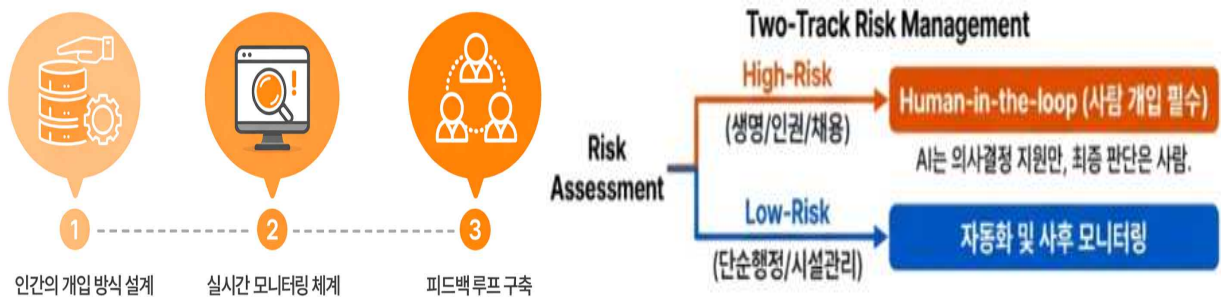
K-water연구원 AI연구소

- 에이전틱 AI란, 스스로 목표 설정·계획수립·도구 사용까지 수행하는 차세대 AI
  - AI의 이러한 진화 단계에서, 속도와 안전 사이의 균형을 위한 자율형 모델 적용 필요
- [특징] 기업 효율성을 극대화할 수 있는 강력한 도구인 만큼 책임이 따르는 에이전틱 AI
- 공공부문 AI전환(AI) 가속화에 따라 AI가 판단한 결과에 내재한 편향성, 비윤리적 판단, 판단오류에 대한 안전장치의 중요성이 강조됨
  - AI에 의해 콘텐츠가 쉽게 생성되는 시대에서 사람의 역할은 결과물 ‘생성’에서 ‘평가’와 ‘책임’으로 전환 중이며, 일하는 방식도 AI와의 협력으로 변화



- [적용] ‘에이전틱 정수장’ - 통제된 자율 운영
- 공정별 에이전트들의 협업 시나리오 적용을 통해 ‘에이전틱 정수장’ 구축 시, 사람의 개입 하에 ‘통제된 자율 운영’ 체제 적용
  - 국민 건강과 안전에 직결된 공공인프라는 자율화 추진 시 사고나 예외 상황에 대비한 사람의 통제권(Human-in-the-loop) 확보가 필수적
  - 사람은 단순히 AI의 판단 결과를 확인하는 역할을 넘어, 개입 방식·감지 방법·피드백 루프까지 강력한 기술적 가드레일 구축을 통한 ‘전략적 감독’ 역할

【 위험도별 인간과 AI의 역할 분담 구조 】



자료원 : SK주식회사 AX 「휴먼인더루프, AI 시대 속 다시 주목받는 인간의 역할」 2025.12 게시물

## 코딩을 몰라도 코드를 만든다 - 바이브 코딩(vibecoding)

K-water연구원 AI연구소

### ■ 바이브 코딩을 통해 비개발자도 소프트웨어 제작이 가능해지며 개발 진입장벽 대폭 완화

- [정의] 바이브 코딩은 인공지능(생성형 AI)을 통해 말로 코드를 생성하는 대화형 소프트웨어 개발방식으로 2025년 Open AI의 창업멤버인 안드레 카파시에 의해 처음 제시된 개념
  - 바이브 코딩 프로세스



### □ 바이브 코딩의 장·단점

<b>장 점</b>	▶ 개발속도 향상, 생산성 증대, 기술 접근성 확대, 개발 진입장벽 완화 등
<b>단 점</b>	▶ 보안 취약성, 코드 이해의 부재, 기술 부채, 품질 저하, 개발자 역량 약화, 컨텍스트 윈도우 한계, 높은 비용 등

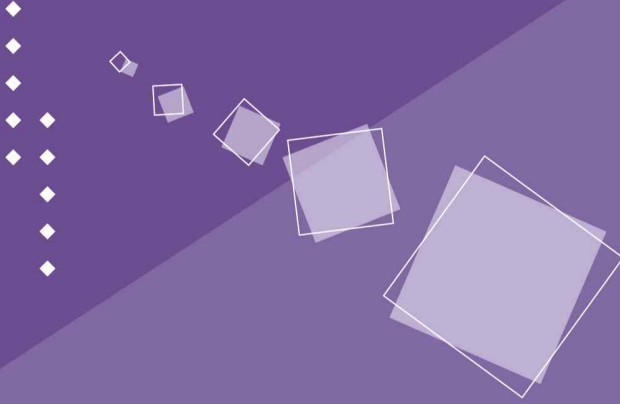
### □ 바이브 코딩의 대표적 도구



- ▣ 바이브코딩은 많은 편리함을 주고 있지만, 여전히 여러 문제점 존재
- ▣ 효율적 개발을 위해 ① 체계적 AI도구 활용 교육, ② AI와 개발자의 역할 분담, ③ 보안 및 코드 품질관리체계 도입 등 지속적인 노력 필요

자료원 : 클라우드 코드, 커서, 구글 바이브코드 등 웹사이트

**NEWS & EVENTS**



# News & Event



## 01 K-water연구원 성과발표회 개최

[2.4]

K-water연구원은 2월 4일(수), 지난 '25년 한 해 동안 공사경영에 종합적으로 기여한 주요 연구성과들을 공유하고 우수 과제를 선정해 포상하는 성과발표회를 진행하였다.

이번 성과발표회에는 물 분야 외부 전문가들과 내부 현업부서 관련자들이 다수 참석하여, 연구성과의 활용 가능성을 함께 논의하고 향후 연구방향을 모색하는 계기가 되었다.

## 02 신입연구원 기획연구 성과발표회 개최

[2.23]



지난 2월 23일(월)에는 신입연구원들이 수립한 중장기 연구계획을 공유하는 발표회가 개최되었다. 이 자리에서 총 8명의 신입연구원들이 개인별 기획연구 성과를 발표하였으며, 선배연구원들과 향후 연구 방향에 대해 토론하였다.

이번 발표회는 신입연구원들의 연구 역량을 키우는 동시에 연구원 간 협업을 통해 신입연구원들이 조직에 잘 적응할 수 있는 기회를 제공하기 위해 마련되었다.

## 03 K-water연구원 홈커밍 워크숍 개최

[2.25]



2월 25일(수)에는 오랜 경험과 전문성을 갖춘 OB들과의 교류 네트워크를 지속하기 위해 학계에서 활동 중인 OB 연구원들을 초청해 홈커밍 워크숍을 개최하였다.

이번 행사는 K-water연구원을 떠난 이후에도 물 분야에 대한 열정을 이어가고 있는 OB들의 시각을 더해 연구원의 발전 방향과 올바른 미래상을 함께 그려보는 뜻깊은 자리가 되었다.

# News & Event



## 04 R&D 아카이브 및 Water Co-Scientist 구축을 위한 공동워크숍 [3.5]

연구성과 자산화를 위한 물 특화 ‘Water Co-Scientist’ 개발 및 ‘R&D Archive’ 구축을 위한 공동워크숍이 3월 5일(목)에 개최되었다.

이번 워크숍에서는 기존 연구보고서 DB를 활용한 질의·검색 시스템 개발 방안을 공유하고, 담당 부서 간의 협업 방향성이 논의되었다.

- ※ R&D 아카이브란, 약 20년간 축적된 K-water의 연구 보고서를 아카이브로 구축해 지식자산으로 활용
- ※ Water Co-Scientist란, AI가 지능형 동료로서 연구 전반을 지원하는 AI 지식 플랫폼 구축

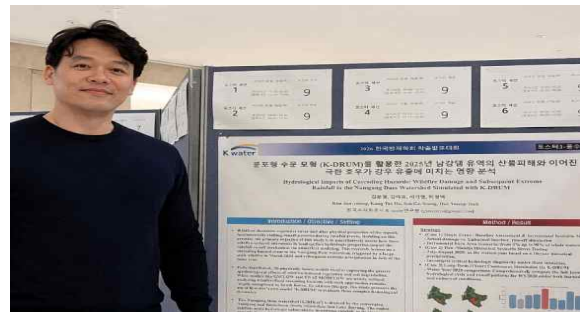
## 05 K-water-대전관광공사 업무협약 체결 [2.26]



K-water연구원은 2월 26일(목), 대전관광공사와 제95차 국제대담회 연차회의('27 계획)의 성공적 개최를 위한 업무협약을 체결하였다.

이번 협약으로 양 기관의 협력체계가 한층 공고해진 만큼, '27년 국제대담회 대전연차회의를 통해 대한민국의 물 기술 우수성을 세계에 알리는 동시에 지역경제 활성화에도 기여할 것으로 기대된다.

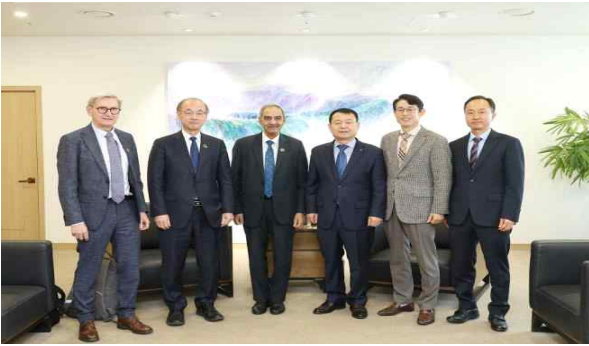
## 06 '26년 방재학회 학술발표 우수논문상 수상 [2.27]



K-water연구원 김준영·강태호·서기영·허영택 연구원이 2월 27일(금), '2026년 방재학회 학술발표대회'에서 우수 논문상을 수상하였다.

수상 논문은 「분포형 수문모델(K-DRUM)을 활용한 '25년 남강댐 유역의 산불피해와 이어진 극한호우가 강우유출에 미치는 영향 분석」으로, 이번 수상은 K-water연구원의 방재 연구가 학계에서 그 우수성을 인정받은 성과로 평가된다.

# News & Event



## 07 국제대담회 임원단 대전 현장실사 실시

[3.18~3.19]

지난 3월 18일(수)부터 19일(목)까지 샤르마 총재를 포함한 국제대담회(ICOLD) 임원단이 대전을 방문해 대전연차회의 사전 현장점검과 세션 구성 등 실무회의를 진행하였다.

'27년에 대전에서 개최될 국제대담회 연차 회의는 70여개국 1,600명 이상의 전문가가 참가하는 세계 최대 규모의 댐 기술 컨퍼런스다.

금번 방문에서 윤석대 K-water 사장은 디지털 트윈과 AI기반 물관리 기술을 직접 소개하며 글로벌 R&D 및 기술 교류 확대를 위한 긴밀한 협력을 약속하였다.

## 08 스페인 연구기관 Eurecat 방문

[3.23]



3월 23일(월)에는 스페인의 응용연구기관인 Eurecat에서 방문해 K-water의 수처리 분야 연구개발시설 견학과 함께 R&D 협력 방안을 논의하였다.

양 기관은 이번 교류를 계기로 공동 연구협력 가능성을 확인하고, 긴밀한 협력 관계를 이어가기로 하였다.

※ Eurecat은 스페인을 대표하는 유럽 주요 연구기관 중 하나로 최근 한국과의 공동연구 발굴을 논의 중

## 09 현업부서와의 상생협력 파트너십 구축 간담회 개최

[3.24~4.2]



K-water연구원 수자원환경연구소에서는 본사 주요 현업부서들과의 상생협력을 통한 공동성과 공유 및 성과확산 간담회를 3월 24일(화), 25(수), 4월 2일(목)까지 3일에 걸쳐 개최하였다.

이번 간담회는 긴급 현안 대응 및 사업발굴 등 연구원과 현업부서 간 상시 공유체계 구축을 위해 기획되었으며, 향후 현업부서와의 협업 체계를 공고히 하여 내실있는 연구성과 창출에 기여할 것으로 기대된다.

# News & Event



## 10 1분기 K-water연구원 One-Step<sup>UP</sup> 특강(주제: 우주산업) 개최 [3.30]

K-water연구원은 3월 30일(월), 서울대학교 항공우주공학과 김승조 명예교수를 초청해 '우주 기술의 파괴적 혁신과 미래우주 산업전망'을 주제로 'One-Step<sup>UP</sup>' 특강을 개최하였다.

김승조 명예교수는 우주발사체 나로호 발사를 성공으로 이끈 주역으로, 이번 강의에서는 新 우주 경제의 구조와 기회, 우주 데이터센터 등 우주산업의 흐름에 대해 강의하였다.

※ 'One-Step<sup>UP</sup>' 특강은 직원들의 새로운 트렌드 파악과 연구인사이트 도출을 위해 분기별로 진행 중

## 11 AI기반 댐 운영 기술 국제 전문가 초빙 세미나 개최 [3.26]



3월 26일(목)에는 일본 교토대학의 김선민 교수를 초빙해 'AI 기반 댐 운영 모형의 일본 활용사례'를 주제로 한 세미나가 진행되었다.

이번 세미나를 통해 K-series 기반 유역별 맞춤형 분석체계 구축을 위한 AI기술의 최적 활용 방안 마련 등 관련 사항의 지속적인 교류 및 공동 연구를 이어나갈 계획이다.

## 12 연구원 AI R&D 협의체 Kick-off [3.27]

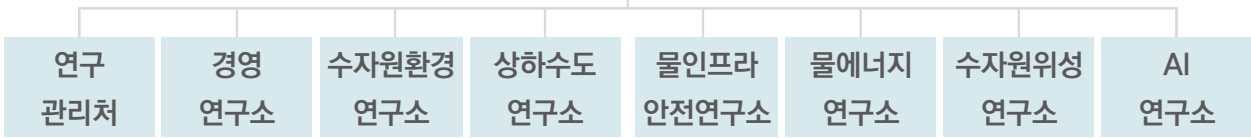


지난 3월 27일(금), AI 관련 연구과제의 안정적 운영과 기술력 축적을 위해 연구원 내 자체 구성된 협의체체인 'AI R&D 협의체'의 첫 회의가 개최되었다.

이번 회의에서는 R&D와 협업 현황 공유 및 전략적·선도적 기술과제 발굴 등의 안건 토의가 이루어졌으며, 연구업무 수행을 위한 지원 방안 등이 논의되었다.

K-water연구원은 한국수자원공사 산하 부설 연구기관으로,  
 과학적인 물관리 기술 연구를 기반으로 기후위기 대응을 선도하고 있습니다

K-water연구원



AI 연구

물관리 디지털 전환 핵심 AI 기술 확보

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

청정 新재생에너지 리딩

물에너지

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

선도형 수자원·환경 기술 기반  
 물재해 대응력 강화

수자원·환경

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

세계 최초 위성 기반  
 수자원 관리

수자원 위성

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

Global Think-tank

연구협력

- | 글로벌 물전문기관과 협력
- \* 2027년 국제대담회 연차회의 대전시 유치 등 성과

안전하고 깨끗한 물공급

상하수도

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

국민체감형 물정책 발굴

경영·정책·경제

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

극한기후 속 스마트 안전관리

물인프라 안전

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

---

## Water&Tech INSIGHT 제7호(2026년 4월)

**주 관** K-water연구원

**발행처** K-water연구원 경영연구소

**발행인** 원장 김병기

**발행일** 2026년 4월 21일

**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.