



삼일회계법인

AI 시대의 새로운 병목, 냉각 기술의 부상

열을 잡는 자가 AI를 잡는다

Industry Focus

August 2026



Contents

1. AI의 뜨거운 역설: 성장은 '뜨겁게', 연산은 '차갑게'	4
1.1 AI 데이터센터의 전력 및 발열 이슈 현황	5
1.2 냉각의 부상: 전력·부지 제약을 넘는 핵심 수단	8
1.3 AI가 키우는 냉각산업의 성장 기회	10
1.4 냉각산업에서 새롭게 커지는 영역	11
2. 냉각 산업의 6대 변화와 기회	12
3. 냉각 방식의 진화: 공랭 → 액랭 → 액침 기술	19
3.1 주요 냉각 방식별 비교	20
3.2 공랭식 냉각: 물리적 한계 봉착	21
3.3 액랭식 냉각: 차세대 표준으로의 전환	22
3.4 액침 냉각: 초고밀도 환경의 핵심 대안	24
4. 국내외 Players	27
4.1 냉각 산업 밸류체인 구조: 주요 플레이어 포지셔닝	28
4.2 주요 글로벌 Players의 경쟁 전략	30
4.3 신규 진입자(이머징 플레이어)의 진입과 경쟁 심화	35
4.4 글로벌 경쟁구도가 주는 시사점	36
4.5 주요 국내 Player들 분석	37
4.6 K-냉각 산업의 경쟁력 진단	39
5. 결론 및 제언	41
5.1 결론: 냉각의 전략적 의미 변화	42
5.2 정부에 대한 제언: '판'을 만드는 5가지 과제	43
5.3 기업에 대한 제언: '세 가지 전환'을 동시 완수	44

들어가며

“GPU가 녹고 있다(GPUs are melting)” Open AI CEO 샘 올트먼이 던진 이 한마디는, AI 시대의 본질적 문제를 드러낸다. AI는 데이터를 학습하는 기술이 아니라, 결국 막대한 전력을 소비하고 열을 발생시키는 ‘물리적 산업’이기 때문이다.

지금까지 AI 경쟁은 알고리즘과 GPU 성능을 중심으로 전개됐다. 그러나 경쟁의 축은 빠르게 이동하고 있다. 얼마나 많은 GPU를 확보하느냐가 아니라, 그 GPU를 얼마나 안정적으로 ‘식힐 수 있느냐’가 성능과 운영의 한계선을 결정하기 때문이다.

AI 데이터센터는 이미 전력 다소비 산업의 중심으로 올라섰고, 그 상당 부분은 열로 전환된다. 문제는 단순한 효율이 아니다. 열을 제어하지 못하면 성능 저하를 넘어 장비 수명 단축, 장애, 다운타임으로 이어지며 이는 곧 비즈니스 리스크로 직결된다.

이로 인해 냉각은 더 이상 ‘보조 설비’가 아니다. AI 인프라의 생산성을 결정하는 핵심 인프라이자, 동일한 전력과 공간에서 더 많은 연산을 가능하게 하는 레버리지 기술로 격상되고 있다.

이러한 변화는 산업의 구조 자체를 바꾸고 있다. Vertiv, Schneider Electric, Johnson Controls와 같은 글로벌 인프라 기업들이 냉각 기술 확보를 위해 대규모 투자와 M&A를 단행하는 이유도 여기에 있다. 냉각은 이제 단순 설비가 아니라, AI 인프라 패권을 좌우하는 전략 영역으로 이동했다.

한국 역시 이러한 변화의 한가운데에 있다. 제한된 전력과 입지 규제라는 제약을 안고 있지만, 동시에 제조·엔지니어링 기반과 빠른 기술 수용력을 바탕으로 새로운 기회를 맞고 있다.

향후 몇 년은 글로벌 표준 형성의 중요한 시기가 될 전망이다. 따라서 글로벌 표준이 형성되기 전, 한국이 AI 인프라의 ‘열 관리 핵심 플레이어’로 도약할 수 있는 기반을 마련해야 한다.

뜨거워지는 AI를 식힐 수 있는 자만이, 그 AI의 미래를 함께 만들 수 있다. 본 보고서는 이 변화의 구조를 이해하고, 그 속에서의 기회를 제시하고자 한다.

01

AI의 뜨거운 역설:
성장은 ‘뜨겁게’, 연산은 ‘차갑게’



1.1 AI 데이터센터의 전력 및 발열 이슈 현황

전력 사용 증가 = 열 발생량 증가

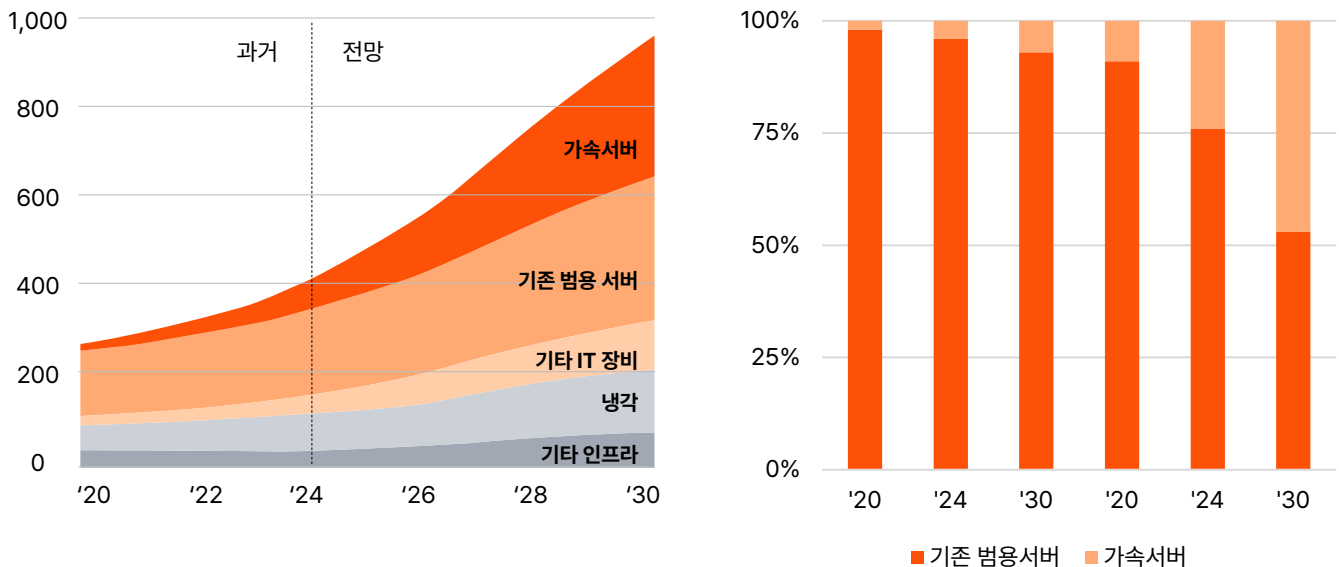
AI 데이터센터 경쟁력은 더 이상 서버 수가 아니라, GPU가 사용하는 막대한 전력과, 발열을 얼마나 안정적으로 관리하느냐에 달려 있다. 데이터센터는 데이터를 저장하는 공간을 넘어 대규모 전력을 연산으로 전환하고, 그 과정에서 발생하는 열을 제어하는 산업 인프라로 변화하고 있다.

IEA에 따르면 전 세계 데이터센터 전력 소비는 2024년 약 415TWh(전 세계 비중 1.5%)에서 2030년에는 약 945TWh까지 증가할 전망이다. 일본 한 나라의 연간 전력 소비와 맞먹는 규모다. 더 주목할 점은 속도다. 지난 5년간 연 12%씩 늘던 이 수요는 2024~2030년 연 15% 수준으로 더 가팔라질 전망으로, 전체 전력 수요 증가율의 네 배가 넘는다. AI 확산은 데이터센터를 대표적인 '전력 다(多)소비 산업'으로 변화시키고 있으며, 전력 확보와 효율적인 열 관리가 동시에 중요한 과제로 부상하고 있다.

AI 데이터센터의 성능과 경제성은 이제 얼마나 많은 연산을 수행하느냐보다, 발생한 열을 얼마나 효율적으로 처리하느냐에 의해 좌우된다고 해도 과언이 아니다.

세계 데이터센터 전력 소비량 전망 (단위: TWh)

*2025~2030년 기간 서버의 전력소비 증가분 중 약 70%는 가속서버의 전력소비 증가에서 기인함



주) 기존 범용서버: CPU를 사용해 인터넷 홈페이지나 일반적인 데이터 관리 등 흔히 쓰이는 기본 컴퓨터 작업을 수행하는 서버 시스템; 가속 서버(Accelerated Server): GPU-TPU 등 하드웨어 가속기를 탑재하여 AI 학습 및 고성능 병렬 연산에 최적화된 서버 시스템.
자료: IEA(2025), Energy and AI, 삼일PwC경영연구원

하늘로 치솟는 데이터센터, 전력과 열의 한계에 부딪히다

2025년 기준 전 세계에서 운영·건설·계획 중인 데이터센터는 약 12,000개에 달하며, 하이퍼스케일¹⁾ 시설만으로도 1,189개를 넘는다(Synergy Research). 미국이 약 4,000~5,400개로 절반에 가까운 비중을 차지하고, 독일, 영국, 중국, 프랑스가 뒤를 잇는다. 문제는 숫자 자체가 아니라, **이 인프라가 특정 지역에 고도로 집중되면서 전력망과 냉각 인프라에 동시다발적인 부담을 가하고 있다는 점이다.**

이 부담은 데이터센터 투자 규모에서 더욱 극명하게 드러난다. AWS는 15년간 약 1,500억 달러 투자를 예고했고, 2025년에는 미국 AI·고성능컴퓨팅(HPC) 인프라에 최대 500억 달러를 추가 발표했다. OpenAI, Oracle, SoftBank 등이 주도하는 '스타게이트(Stargate)' 프로젝트²⁾ 역시 4년간 5,000억 달러를 투입해 10GW 규모 AI 데이터센터를 구축하는 초대형 사업이다. 여기에 MS, Alphabet, Amazon, Meta 등 글로벌 4대 하이퍼스케일러는 2025년 한 해에만 3,200억 달러 이상을 AI 인프라 확충에 투자했다.

그러나 이러한 투자 경쟁의 본질은 단순히 데이터센터를 더 많이 짓는 데 있지 않다. 핵심은 얼마나 많은 전력을 확보할 수 있는지, 그리고 그 과정에서 발생하는 막대한 열을 얼마나 효율적으로 처리할 수 있는지를 둘러싼 경쟁에 있다. **NVIDIA CEO 젠슨 황(Jensen Huang)이 "2027년까지 AI 인프라 수요가 최소 1조 달러에 달할 것"이라고 전망한 배경 역시 여기에 있다. 앞으로 AI 산업의 성패는 단순한 연산 능력보다 이를 뒷받침하는 전력 공급 역량과 열 관리역량에 의해 좌우될 가능성이 높기 때문이다.**

GPU가 만든 '전력 밀도 폭증' - 문제의 근원

이 병목의 중심에는 GPU가 있다. NVIDIA의 데이터센터 매출은 폭발적으로 증가하며, GPU는 더 이상 선택적 가속기가 아니라 데이터센터의 '기본 구성 요소'로 자리 잡았다. **문제는 이 전환이 전력 밀도의 구조적 급등을 동반한다는 점이다.**

기존 평균 36kW 수준이던 랙 밀도는 2027년 50kW로 상승하고, AI 전용 환경에서는 이미 80~100kW를 넘어선다. NVIDIA의 최신 플랫폼은 랙당 120~140kW, 차세대 아키텍처는 랙당 최대 600kW~1MW까지 전망된다. **불과 몇 년 사이 데이터센터는 '저전력 다수 서버' 구조에서 '초고전력·초고밀도 장비' 구조로 급격히 재편되고 있는 것이다.**

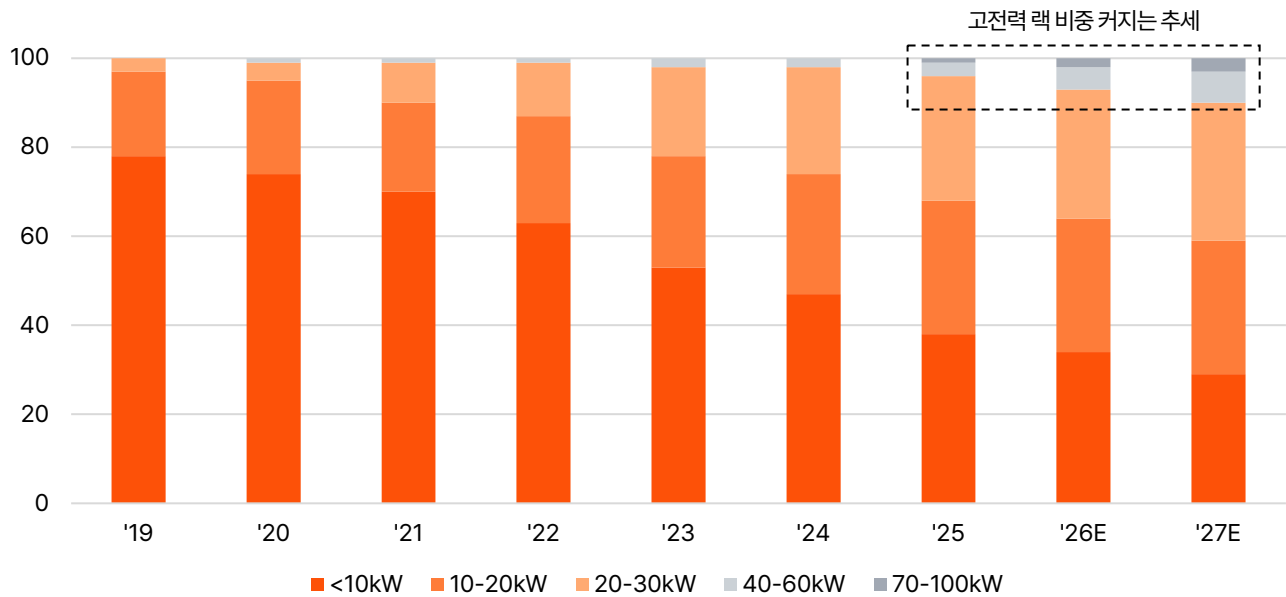
이 변화는 곧바로 물리적 한계와 충돌한다. 이 정도 밀도에서는 열이 더 이상 부차적 변수가 될 수 없다. 데이터센터가 전 세계 전력 소비의 약 1.5%를 차지하는 상황에서, 전력을 더 쓰는 문제와 동시에 그 전력이 만들어내는 열을 감당하지 못하는 문제가 동시에 폭발하고 있는 것이다. 열을 제대로 잡지 못하면 서버 성능이 떨어지고, 장비 수명이 짧아지며, 최악의 경우 장애와 다운타임으로 이어진다. **AI 데이터센터는 '고성능 연산 설비'이면서 동시에 '초고열 밀집 설비'라는 두 얼굴을 함께 봐야 한다.**

그 결과, 냉각 효율은 더 이상 운영 최적화 수준의 문제가 아니라 CAPEX, 운영 안정성, ESG를 동시에 좌우하는 핵심 리스크 변수로 격상되었다. 전력을 확보하지 못하면 서버를 돌릴 수 없고, 열을 제어하지 못하면 서버를 지속적으로 돌릴 수 없다.

1) 확장력이 매우 뛰어난 대규모 데이터 센터로, 최소 5,000대의 서버와 10,000평방피트의 규모를 갖춘. 대규모 워크로드에 맞게 최적의 네트워크 인프라, 간편한 네트워크 연결 기능, 최소한의 지연 시간을 제공하도록 설계됨
2) 미국 내에 초대형 AI 데이터 센터 인프라를 구축하는 5,000억 달러(약 700조 원) 규모의 초대 AI 프로젝트

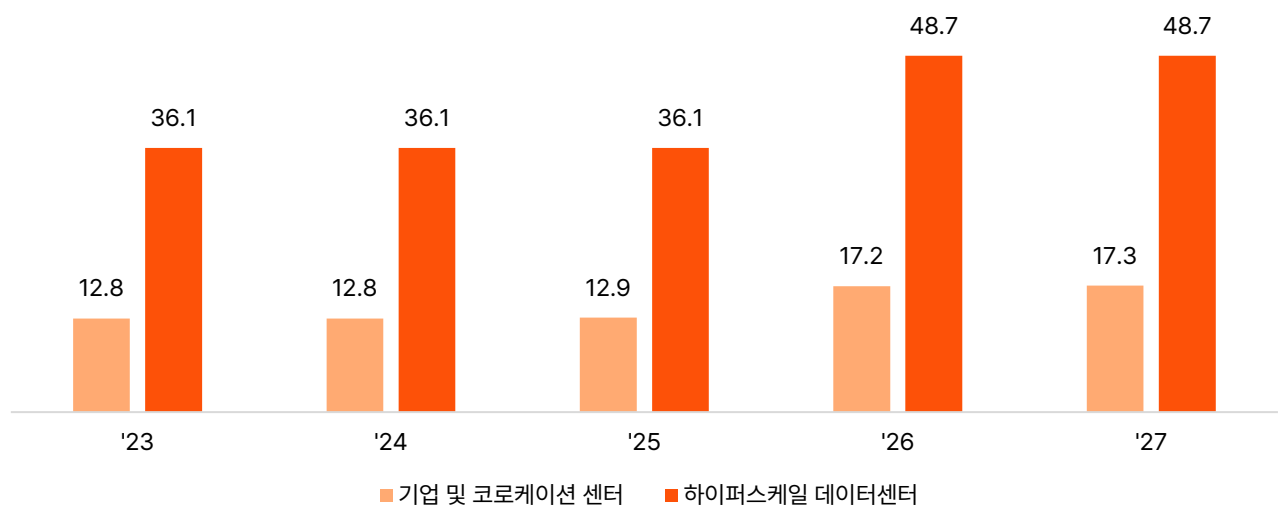
결국 데이터센터 경쟁력은 공간의 크기가 아니라 열밀도 관리 능력에 의해 좌우된다. GPU 집적도가 높아질수록 전력 공급뿐 아니라 이를 안정적으로 냉각할 수 있는 설계 역량이 중요해지고 있으며, 동일한 면적에서 더 많은 연산을 수행하기 위한 핵심 조건으로 부상하고 있다.

연도별 랙 고밀도화 추이: 고전력 랙 비중 변화 (단위: %)



자료: Vertiv, 현대차증권, 삼일PwC경영연구원

평균 랙 밀도 증가 중, 특히 하이퍼스케일 데이터센터에서 두드러짐 (단위: kW/랙)



주) 코로케이션 센터: 기업들이 자체 서버를 안전하게 켜두고 운영하기 위해 전력과 냉방 시설이 갖춰진 공간을 빌려 쓰는 '서버 전용 임대아파트'

자료: JLL Research, 삼일PwC경영연구원

1.2 냉각의 부상: 전력·부지 제약을 넘는 핵심 수단

각종 데이터센터 구축 제약을 극복하게 해주는 인프라

이러한 변화 속에서 냉각 기술이 주목받는 것은 결코 우연이 아니다. 많은 사람들은 냉각을 단순히 "열이 많아져서 필요한 기술" 정도로 생각한다. 그러나 AI 시대의 냉각은 그보다 훨씬 중요한 의미를 갖는다. 냉각은 같은 전력, 같은 부지, 같은 규제 환경 안에서 더 많은 연산을 가능하게 하는 기술이다. 다시 말해, 냉각은 동일한 GPU와 데이터센터 인프라에서 더 높은 성능과 생산성을 끌어내는 레버리지 기술이다.

이 점은 데이터센터 산업이 직면한 현실적인 제약을 살펴보면 더욱 분명해진다. AI 수요가 폭증하면서 데이터센터를 더 많이 구축해야 하지만, 이를 뒷받침할 전력과 부지를 확보하는 일은 갈수록 어려워지고 있다. 전력망 연결에는 오랜 시간이 걸리고, 인허가 절차는 복잡해지고 있으며, 물 사용과 환경 문제에 대한 지역사회의 반발도 커지고 있다. 실제로 미국에서는 전력망 연결 지연으로 인해 다수의 데이터센터 프로젝트가 착공 또는 가동을 미루고 있다¹⁾. 또한 미국 데이터센터의 약 40%는 수자원 스트레스 지역에 위치해 있어 향후 데이터센터 확장의 제약 요인으로 작용할 가능성이 높다는 분석도 나온다²⁾.

데이터센터 구축 제약 요소

구조적 제약	상세
전력망	- AI 데이터센터의 전력 수요는 기하급수적으로 증가하고 있지만, 이를 뒷받침하는 송·배전망의 확충 속도는 그에 미치지 못하고 있음 - 대규모 전력 인프라 증설에는 통상 5~10년 이상의 시간이 소요되는 반면, AI 데이터센터는 수개월~수년 단위로 전력을 요구함
부지 및 입지	- 데이터센터는 "아무 데나 지을 수 없다" - 고밀도 전력 사용과 대규모 냉각 설비는 특정 지역에 집중적인 전력·수자원 부담을 발생시키며, 이는 지역 사회의 반발과 규제 강화로 이어짐 - 미국에서는 지난 2년간 약 640억 달러 규모의 데이터센터 프로젝트가 환경·입지·인허가 문제로 지연 또는 취소됨(McKinsey)
환경 규제	- AI 데이터센터의 전력 소비 증가는 곧바로 탄소 배출과 환경 규제 강화로 이어짐 - 데이터센터와 데이터 전송 네트워크는 이미 글로벌 에너지 관련 CO₂ 배출의 약 1%를 차지, AI 확산에 따라 이 비중이 빠르게 증가할 전망

자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

결국 AI 인프라 산업이 직면한 문제는 단순히 더 많은 서버를 설치하는 것이 아니다. 전력망은 제한적이고, 부지는 부족하며, 환경 규제는 강화되고 있다. 이러한 제약이 단기간에 해소되기 어려운 상황에서 산업이 선택할 수 있는 현실적인 해법은 같은 전력과 공간으로 더 많은 연산을 수행하는 것이다. 그리고 그 핵심에 냉각 기술이 있다.

1) 'The US Data Center Boom Is Hitting a Transformer Crunch', Bloomberg(2026.04)

2) 'Keeping cool in the data age', McKinsey(2025.09)

데이터센터 운영을 위한 기본적인 기준을 충족시켜주는 필수 기술

냉각의 중요성은 데이터센터 운영 기준에서도 분명하게 드러난다. 미국냉난방공조공학회 (ASHRAE)¹⁾는 데이터센터 서버가 안정적으로 작동하기 위한 권장 온도 범위를 18~27°C로 제시하고 있다.

겉으로 보면 비교적 넓은 범위처럼 보이지만, AI 서버와 GPU의 발열이 급격히 증가하는 환경에서는 이 온도를 안정적으로 유지하는 일이 쉽지 않다. 온도가 기준 범위를 벗어나면 서버 성능이 저하될 수 있고, 장비 수명 단축이나 장애 발생 위험도 높아진다. 구체적으로는 장비 내부 부품(HDD, 기판 등)의 열팽창/수축 차이로 인한 물리적 스트레스 발생, 반도체 접합부의 열충격(thermal shock) 우려 등이 있다.

결국 냉각은 단순히 서버를 식히기 위한 보조 설비가 아니다. 데이터센터의 성능, 안정성, 운영비를 동시에 좌우하는 핵심 인프라이며, AI 시대에는 'AI 공장을 멈추지 않게 하는 기술'에 가깝다고 볼 수 있다. 이 보고서는 그 핵심 변수인 냉각 기술을 중심으로 산업 변화를 분석하고자 한다.

데이터센터 운영을 위한 주요 환경 기준

구분	주요 내용	의미
권장 온도	18~27°C	서버가 가장 안정적으로 운영되는 구간
허용 온도	최대 32~45°C (등급별* 상이)	일시적 운영은 가능하지만 성능·안정성 저하 가능
습도 관리	일정 범위 유지 필요	과도한 습도는 부식·정전기 위험 증가
운영 목표	안정성 및 가용성 확보	장애와 다운타임 방지
기준 미충족 시	성능 저하, 장비 수명 단축, 장애 발생	운영비 증가 및 서비스 품질 저하

*ASHRAE의 데이터센터 환경 클래스 A1~A4는 IT 장비가 설치되는 공간의 온도, 습도 및 공기질 제어 수준에 따른 등급을 의미한다. 등급이 높을수록(A1 → A4) 환경 조건이 완화되어 에너지 절약이 가능해진다

A1: 엄격한 환경 제어가 필요 (예: 엔터프라이즈 서버), A2: 일반적인 데이터센터 환경, A3: A1, A2보다 높은 온도(5~40°C)를 허용, A4: 에너지 절약을 극대화할 수 있는 완화된 조건
자료: ASHRAE, 삼일PwC경영연구원

1) 데이터센터 환경에서 허용되는 공기 온도 및 습도 범위에 대한 표준을 관리하는 기관

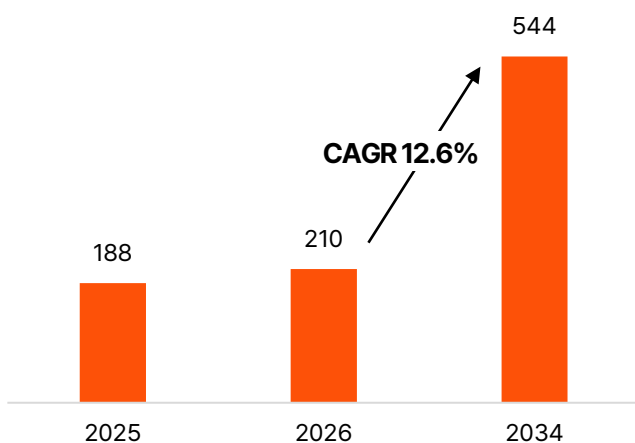
1.3 AI가 키우는 냉각산업의 성장 기회

냉각은 데이터 센터보다 빠르게 성장하는 시장

앞서 살펴본 데이터센터의 발열 이슈 등 내용을 바탕으로 냉각산업의 성장 동인을 살펴보면 다음과 같다:

- (1) **GPU 고밀도화**: AI 서버 확산으로 랙당 전력 밀도가 기존 데이터센터 대비 수배 이상 상승하면서 냉각 수요가 구조적으로 증가
- (2) **전력 인프라 제약**: 전력과 부지 확보가 어려워질수록 동일한 전력으로 더 많은 연산을 수행할 수 있는 고효율 냉각의 중요성 확대
- (3) **액체냉각 대전환**: 공랭에서 액랭, 액침으로 전환되며 시스템, 냉각유, 운영 솔루션 시장 동반 성장
- (4) **환경규제 및 효율화 요구**: PUE 개선, 물 사용 절감, 폐열 활용 등 지속가능성 요구 확대
한마디로, 냉각 산업은 데이터 산업의 하위 시장이 아니라, AI 인프라 투자 확대와 함께 독자적인 성장 동력을 확보하는 차세대 인프라 시장이다. 앞으로 데이터센터 경쟁력이 연산 성능뿐 아니라 "얼마나 효율적으로 열을 관리할 수 있는가"에 의해 결정될 가능성이 높아지면서, 냉각 기술은 AI 시대의 숨은 핵심 인프라로서 그 중요성이 더욱 커질 것으로 전망된다.

글로벌 데이터센터 냉각 시장 전망 (단위: 억 달러)



자료: Fortune Business Insights, 삼일PwC경영연구원

세부 시장별 성장성

글로벌 시장 구분	CAGR (2026~2034)
데이터센터	10~12%
데이터센터 냉각	12~13%
액랭냉각	20%+
액침냉각	24%+

자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

1.4 냉각산업에서 새롭게 커지는 영역

냉각 산업은 단순 장비시장에서 시스템 운영 중심 산업으로 진화 중

AI 데이터센터의 확산은 냉각 산업의 경쟁 구조를 근본적으로 바꾸고 있다. 과거에는 칠러, 공조기와 같은 개별 냉각 장비의 성능이 경쟁력을 좌우했다. 그러나 AI 데이터센터가 고밀도·고발열 환경으로 진화하면서, 이제는 전력 공급과 냉각, 제어 시스템을 통합적으로 설계하고 운영할 수 있는 역량이 더욱 중요해지고 있다. 냉각이 데이터센터의 성능과 경제성을 결정하는 핵심 요소로 부상하면서, 기업 간 경쟁의 중심 역시 개별 장비에서 통합 인프라 구축 역량으로 이동하고 있는 것이다.

이러한 변화는 고객의 요구에서도 나타난다. 과거에는 냉각 장비의 가격과 성능이 주요 구매 기준이었다면, 이제는 데이터센터 전체의 전력 효율과 운영 안정성을 얼마나 높일 수 있는지가 더 중요한 평가 요소가 되고 있다. 특히 AI 서버는 전력 소모와 발열량이 크기 때문에 냉각 성능이 운영비와 수익성에 직접적인 영향을 미친다. 이에 따라 고객들은 단순한 냉각 장비보다 데이터센터 전체를 최적화할 수 있는 통합 솔루션을 선호하는 추세다.

냉각 산업의 가치 창출 영역도 하드웨어 중심에서 소프트웨어와 운영 플랫폼 영역으로 확장되고 있다. AI 기반 제어 솔루션은 실시간으로 온도와 전력 데이터를 분석해 냉각 시스템을 자동으로 최적화함으로써 에너지 효율과 운영 안정성을 높인다. 앞으로는 장비 자체의 성능뿐 아니라 축적된 데이터를 활용해 냉각 시스템을 얼마나 지능적으로 운영할 수 있는지가 새로운 경쟁력을 결정할 전망이다. 결국 냉각 산업은 장비를 판매하는 시장에서, 데이터센터 전체의 성능을 관리하고 최적화하는 운영 산업으로 진화하고 있다.

냉각 산업 내 가치 이동: (과거) 냉각 장비 → (미래) 통합 시스템 + 운영 플랫폼

과거 (장비 중심)	현재 (통합 시스템 중심)	미래 (운영 플랫폼 중심)
• 칠러 • 공조기 • 냉각탑 • 개별 냉각 설비	• D2C • RDHx • CDU • 액침냉각 시스템 • 전력 및 냉각 통합 설계	• AI 기반 자율 냉각 • 에너지 최적화 시스템 • 통합 운영 플랫폼

그렇다면, 왜 가치가 이동하는 것일까?

(1) 개별 장비보다 통합 설계가 중요해 지고 있다. 고밀도 AI 데이터센터는 냉각 장비 성능만으로는 한계가 있다. 전력 공급, 열 관리, 운영 제어를 함께 고려하는 통합 설계 역량이 경쟁력을 결정하기 때문이다.

(2) 냉각도 운영 산업으로 변화하고 있다. 냉각 효율이 데이터센터의 운영비와 직결되면서 장비 판매보다 운영 최적화와 관리 서비스의 중요성이 높아지고 있기 때문이다.

따라서, 향후 냉각 시장의 가치는 장비 자체보다 전력·냉각·제어를 통합하고 운영 데이터를 축적할 수 있는 영역에 집중될 가능성이 높다.

02

냉각 산업의 6대 변화와 기회



냉각 기술이 부상하고 있는 지금, 산업 지형을 바꾸는 주요 변화가 무엇인지 살펴볼 필요가 있다.

냉각 산업을 움직이는 변화는 크게 두 가지다. 하나는 AI 데이터센터의 고밀도화에 대응하기 위한 기술 혁신이며, 다른 하나는 이를 기반으로 데이터센터의 구축·운영 방식 자체가 변화하는 사업모델 혁신이다. 랙 밀도 상승은 액체냉각과 AI 기반 자율제어를 촉발하고 있으며, 동시에 폐열 활용, 모듈러 데이터센터, 엣지 데이터센터와 같은 새로운 사업 기회를 만들어 내고 있다.

본 챕터에서는 이러한 변화를 기술 혁신(A)과 사업모델 혁신(B) 두 축으로 나누어 살펴보고자 한다.

A. 기술 혁신 관점

변화 1. 랙 밀도의 급등에 따른 대응

AI 서버 확산으로 데이터센터의 랙당 전력 밀도는 빠르게 상승하고 있다. 일반적인 클라우드 서버 환경에서는 5~10kW 수준이 일반적이었지만, NVIDIA GB200 기반 환경에서는 120~140kW에 이르며, 차세대 플랫폼에서는 600kW~1MW 수준까지 전망된다. 이는 동일한 공간에서 처리해야 하는 열의 양이 과거와 비교할 수 없을 정도로 증가하고 있음을 의미한다.

랙 전력 밀도의 폭증 — 데이터센터 내 단일 랙 전력 사용량

시대	랙당 전력	비유 (전기 사용량)
2015년경 (일반 클라우드 서버)	5~10kW	에어컨 2~4대 상시 가동 수준
2020~2023년 (초기 AI 도입)	20~40kW	일반 가정 10~20세대가 동시 사용하는 전력
2025년 NVIDIA GB200 NVL72	120kW	일반 가정 약 80세대가 동시 사용하는 전력
2025~2026년 NVIDIA GB300 NVL72	120~140kW	일반 가정 90~100세대가 동시 사용하는 전력
2027년 (예상) NVIDIA Vera Rubin Ultra	600kW~1MW	중소 규모 공장 한 동의 전력

자료: NVIDIA, Vertiv, Goldman Sachs, 언론종합, 삼일PwC경영연구원

이러한 변화는 기존 공랭식 냉각의 한계를 드러내는 동시에 액체냉각, AI 기반 자율제어, 폐열 활용, 모듈러 데이터센터, 엣지 데이터센터와 같은 새로운 기술의 확산을 촉진하고 있다.

결국 랙 밀도의 급등은 냉각 산업 변화의 출발점이다. 어떻게 열을 제거할 것인가, 어떻게 운영 효율을 높일 것인가, 그리고 냉각 기술을 새로운 비즈니스로 연결할 것인가의 질문이 냉각 산업의 새로운 패러다임을 만들고 있다.

변화 2. 액침냉각*의 표준화

*서버 전체를 전기가 통하지 않는 특수 냉각액에 담가 직접 열을 제거하는 냉각 방식
냉각 기술에 대한 자세한 설명은 Ch.3 참고

액침냉각이 시장에서 본격적으로 움직이기 시작한 이유는 두 가지다:

첫째, NVIDIA의 자세 변화다. 그동안 NVIDIA는 액침냉각에 공식 인증을 부여하지 않았다. 그러나 2027년 출시 예정인 차세대 GPU 'Rubin Ultra'를 위해 액침냉각 파트너 물색을 시작했다. NVIDIA가 그린라이트를 켜는 순간, 글로벌 데이터센터 사업자들이 일제히 도입을 검토하기 시작한다. 둘째, 검증 데이터가 쌓였다. Microsoft는 액침냉각을 개념 검증 단계에서 실제 운영 환경 테스트로 확장하고 있으며, 중국 Alibaba는 단상 액침냉각을 적용해 PUE를 1.05~1.07 수준까지 낮추고, 전력 소비를 약 36% 절감하는 데 성공했다. "실험 단계"라는 꼬리표가 떨어진 셈이다.

국내의 변곡점도 같은 시기에 도래

국내 기업들의 매출 일정도 글로벌 변곡점과 정확히 맞물려 있다. GST는 2025년 5월 LG유플러스에 단상형 액침냉각 상업 납품 1호를 달성했고, 2상형 제품도 국내 반도체 대기업에 납품해 신뢰성 평가 단계에 있다. 신성이엔지·데이터빈은 "3년 내 국내 데이터센터 냉각 시장 점유율 30%"를 목표로 제시했다(2025.04). SK엔무브·LG전자·GRC 삼각 동맹은 2025년 10월 결성됐다. 정리하면 2026~2027년이 한국 액침냉각 기업들의 테스트에서 상업 매출로 넘어갈 수 있는 결정적 시기가 될 수 있다는 것이다.

주의할 점: 액침이 모든 데이터센터를 점령하는 것은 아니다

"액침냉각이 게임체인저"라는 표현이 자주 쓰이지만, 시장 구조는 그보다 좀 더 섬세하다. 글로벌 업계의 컨센서스는 "중간 밀도(랙당 30~50kW)는 직접칩냉각(D2C)이 표준, 초고밀도(랙당 100kW 이상)는 액침냉각이 차세대 표준"이라는 2단 구조다. 즉 액침냉각은 기존 액랭식 시장을 잠식하는 것이 아니라, 그 위에 새로운 레이어를 형성하는 것이다. 한국 기업이 D2C 시장과 액침 시장 모두에 대응책을 갖춰야 하는 이유다.

변화 3. AI 기반 자율 냉각의 확산

재미있는 역설이 있다. 데이터센터가 뜨거워진 원인이 AI인데, 그 AI를 식히는 가장 효과적인 도구도 AI라는 사실이다. AI 기반 냉각은 단순히 센서로 온도를 측정하는 수준이 아니다. 워크로드의 변동을 실시간으로 학습해, 냉각 출력을 "필요한 만큼 정확히" 자동 조정하는 기술이다. 사람이 에어컨 온도를 손으로 조절하던 시대에서, AI가 스스로 결정하는 시대로 넘어간 것이다.

Google DeepMind 사례: AI 기반 액랭 냉각 제어로 전력 사용량 40% 절감

AI 기반 자율 냉각의 대표적인 사례는 Google DeepMind다. Google은 2016년부터 AI를 활용한 데이터센터 냉각 최적화 시스템을 운영하고 있다. 이 시스템은 데이터센터 곳곳에 설치된 수천 개의 센서로부터 5분마다 데이터를 수집하고, 서버 부하(워크로드), 외부 온도, 습도 등 다양한 변수를 종합적으로 분석한다. 이후 AI가 냉각 시스템의 설정값을 실시간으로 조정해 최적의 운영 상태를 유지한다.

성과도 분명했다. Google은 이 시스템을 통해 냉각에 사용되는 전력 소비를 약 40% 절감했다. 이후 해당 기술을 자사 데이터센터 전반으로 확대 적용했으며, 2024~2025년에는 AI 전용 칩인 TPU v5p에 직접 액체냉각 기술까지 도입했다. 단순한 AI 제어를 넘어, AI 기반 운영과 액체냉각 기술을 결합하는 방향으로 발전한 것이다.

Google 사례가 주목받는 이유는 단순히 에너지 효율을 높였기 때문만은 아니다. 더 중요한 변화는 냉각 운영 방식 자체가 달라졌다는 점이다. 과거에는 안정성을 확보하기 위해 냉각 설비를 항상 최대 수준에 가깝게 가동하는 보수적인 운영이 일반적이었다. 하지만 AI 제어가 도입되면서 냉각은 실제 발열 상황에 맞춰 필요한 만큼만 가동하는 '동적 운영(Dynamic Operation)' 방식으로 전환되고 있다.

이는 같은 하드웨어를 사용하더라도 더 적은 전력으로 동일한 수준의 안정성을 확보할 수 있음을 의미한다. 실제로 냉각 시장의 글로벌 선두 기업인 Schneider Electric의 EcoStruxure 플랫폼과 Vertiv의 통합 관리 시스템 역시 이러한 방향으로 진화하고 있다*. 앞으로 냉각 산업의 경쟁력은 장비 자체의 성능뿐 아니라, 데이터를 활용해 시스템을 얼마나 효율적으로 운영할 수 있는지에 의해 결정될 가능성이 높다.

*Ch.4의 국내외 Players 내용 참고

냉각이 '소프트웨어 사업'으로 진화하다

AI 기반 냉각의 진짜 산업적 함의는 따로 있다. 냉각이 더 이상 하드웨어를 한 번 팔고 끝나는 사업이 아니라, 데이터가 쌓일수록 가치가 커지는 '소프트웨어 플랫폼 사업'으로 바뀐다는 것이다. Schneider Electric이 자사 EcoStruxure 플랫폼에 데이터를 쌓아가며 고객을 락인(Lock-in)하는 전략을 강화하는 이유가 여기에 있다. 한국 기업에게 던지는 함의는 분명하다. 하드웨어만 잘 만드는 것으로는 더 이상 충분하지 않으며, 운영 데이터를 학습할 수 있는 소프트웨어 계층을 갖추는 것이 향후 경쟁 기준선이 될 것이다.

기회 4. 폐열의 자원화: 버리는 열에서 파는 열로

데이터센터 산업에서 지속가능성은 더 이상 ESG 차원의 부가 요소가 아니다. 미국에서는 최근 2년간 약 640억 달러 규모의 데이터센터 프로젝트가 전력, 환경, 입지, 인허가 문제로 지연되거나 취소됐으며, 유럽연합(EU)은 2027년부터 데이터센터의 PUE, 재생에너지 사용률, 폐열 회수율 등을 의무적으로 공개할 예정이다. 데이터센터 역시 얼마나 많은 연산을 수행하는지 뿐 아니라, 사용한 에너지를 얼마나 효율적으로 활용하는지가 중요한 경쟁력으로 떠오르고 있다.

이러한 변화 속에서 주목받는 것이 바로 '폐열 재활용(Heat Reuse)' 이다. 데이터센터는 본질적으로 전기를 연산에 사용하고 그 대부분을 열의 형태로 배출하는 시설이다. 과거에는 냉각 설비의 목적이 이 열을 외부로 빠르게 방출하는 데 있었다. 반면 최근에는 열을 버리는 대신 회수해 새로운 에너지원으로 활용하려는 움직임이 확산되고 있다.

여기서 냉각 기술은 단순히 서버를 식히는 설비가 아니라, 폐열을 회수하는 핵심 인프라가 된다. 특히 액랭(D2C)과 액침냉각은 서버에서 발생한 열을 냉각수나 냉각유가 직접 흡수하기 때문에, 공기 중으로 흩어지는 열을 효과적으로 모을 수 있다. 이렇게 회수된 열은 열교환기와 히트펌프를 거쳐 온도를 높인 뒤 지역난방, 온실 농업, 산업 공정용 열원, 건물 난방 등에 활용할 수 있다. 다시 말해, 차세대 냉각 기술은 단순히 열을 제거하는 기술이 아니라 버려지던 열을 활용 가능한 에너지로 바꾸는 기술인 셈이다.

이 때문에 냉각 기술의 발전은 곧 폐열 자원화의 확대와 연결된다. 열을 효율적으로 회수할수록 재활용 가능한 에너지의 양도 증가하기 때문이다. 실제로 유럽에서는 데이터센터 폐열을 활용해 수천에서 수만 가구에 난방을 공급하는 사례가 늘고 있다. 데이터센터가 단순한 전력 소비 시설에서 열을 생산하고 공급하는 에너지 인프라로 진화하고 있는 것이다.

데이터센터 폐열 재활용 주요 사례

국가	구분	상세 내용
덴마크	Meta의 오덴세 데이터센터	- 지역난방사 Fjernvarme Fyn과 협력 - 연간 165,000MWh, 11,000가구 난방 지원
핀란드	Google 하미나 데이터센터	- 데이터센터의 폐열 지역사회에 무상 공급 발표(2024.05) - 7.5MW 히트펌프 플랜트를 신설해 하미나 전체 지역난방 수요의 최대 80%를 충당할 예정
스웨덴	스톡홀름 데이터 파크 (이니셔티브)	- 지역난방 사업자 Stockholm Exergi는 데이터센터 등 잉여 열을 보유한 모든 사업자가 참여할 수 있는 '오픈 지역 난방' 플랫폼을 구축 - 2035년까지 열 수요의 10%를 데이터센터 폐열을 활용해 공급하는 것으로 목표 설정

자료: 언론종합, KEA, 삼일PwC경영연구원

기회 5. 모듈러 데이터센터의 확산:

'얼마나 빨리 구축할 수 있는가'가 경쟁력으로 부상

AI 시대의 가장 중요한 경쟁 변수 중 하나는 의외로 속도다. AI 모델은 약 18개월마다 한 세대씩 진화하는 반면, 전통적인 방식으로 데이터센터를 구축하는 데는 일반적으로 24~30개월이 소요된다. 데이터센터 한 동을 완공했을 때는 이미 그 안에 탑재될 GPU가 한 세대 뒤쳐져 있을 수도 있다는 의미다.

이러한 시간 격차를 줄이기 위해 등장한 것이 **모듈러(Modular)·프리팹(Prefabricated) 데이터센터**다. 쉽게 말해 서버와 전력 설비, 냉각 시스템을 공장에서 미리 통합 제작한 뒤 현장으로 운송해 연결만 하면 바로 운영할 수 있는 형태의 데이터센터다. 조립식 주택처럼 건설하는 것이 아니라, 완성된 설비를 현장에 설치하는 개념에 가깝다. 모듈러 방식은 구축 기간 단축뿐 아니라 비용 절감, 품질 표준화, 확장성 확보 측면에서도 장점을 제공한다. (아래 표 참고):

전통적 데이터센터 vs 모듈러 데이터센터 비교

항목	전통적 방식	모듈러 방식
구축 기간	약 30개월	약 12개월 (60% 단축)
비용 (2MW 기준)	약 1,400만 달러	약 800만 달러 (43% 절감)
에너지 효율 (PUE)	현장 시공으로 변동 큼	공장 사전 테스트로 약 15% 향상
품질 관리	현장 환경(날씨·인력)에 좌우	공장 환경에서 일관된 품질
확장 방식	건물 자체를 새로 지어야 함	필요할 때 모듈만 추가

자료: McKinsey (2026), Schneider Electric, 삼일PwC경영연구원

이미 시장은 이 방식으로 빠르게 이동하고 있다. 글로벌 모듈러 데이터센터 시장은 2025~2030년 연평균 17.4% 성장이 예상되며(Grand View Research), 신규 엣지 데이터센터의 67%, 5MW 미만 시설의 89%가 이미 모듈러 방식을 채택하고 있다(Schneider Electric). 즉 모듈러는 더 이상 새로운 시도가 아니라 기본값이 되고 있다.

냉각 기업이 설계 단계로 이동하다

모듈러 데이터센터의 확산은 냉각 기업의 역할에도 변화를 가져오고 있다. 과거에는 데이터센터 건설이 대부분 완료된 뒤 냉각 장비를 공급하는 경우가 많았다. 그러나 모듈러 방식에서는 서버, 전력, 냉각 설비가 하나의 모듈 안에 처음부터 통합되어야 하므로, 냉각 기업 역시 초기 설계 단계부터 참여할 수밖에 없다.

이는 냉각 기업의 경쟁력이 단순히 우수한 장비를 만드는 데서 결정되지 않음을 의미한다. 앞으로는 전력, 냉각, 제어 시스템을 하나의 모듈 안에서 최적화할 수 있는 통합 설계 역량과 시스템 엔지니어링 역량이 더욱 중요해질 전망이다. 결국 모듈러 데이터센터의 확산은 냉각 기업을 장비 공급자에서 AI 인프라 설계 파트너로 변화시키고 있다.

기회 6. '엣지' 데이터센터의 확산

"데이터센터"라고 하면 보통 광활한 부지에 서버 수만 대가 늘어선 거대한 시설을 떠올린다. 그러나 최근 빠르게 부상하는 흐름은 정반대다. **작은 규모의 데이터센터가 도시 곳곳, 통신탑 옆, 공장 안, 심지어 학교 옆에까지 들어서고 있다. 이것을 "엣지(Edge) 데이터센터"라고 부른다.** 사용자와 가까운 가장자리(edge)에 위치한다는 뜻이다.

왜 엣지인가: '거리'가 곧 '비용'이 되는 시대

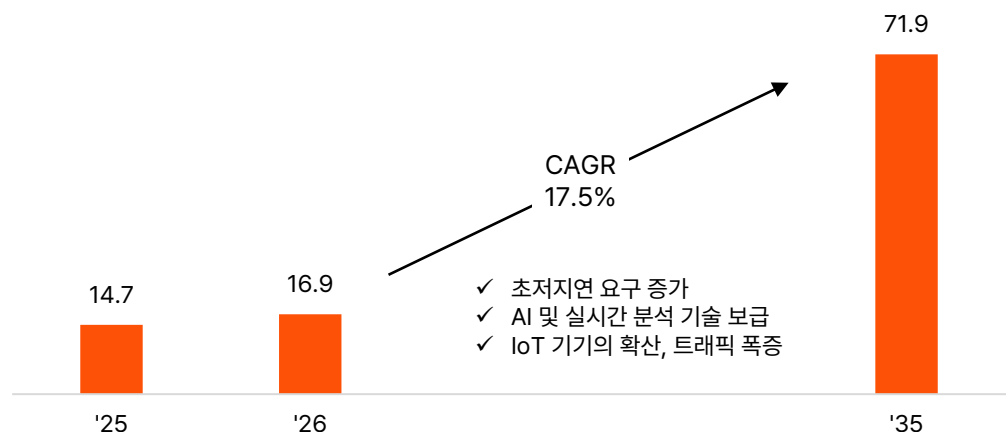
엣지 데이터센터가 부상하는 이유를 이해하려면 자율주행차를 떠올려보자. 자율주행차가 보행자를 발견한 뒤 중앙 데이터센터에 데이터를 보내고 결과를 받아오는 데 단 0.1초가 걸리더라도, 시속 100km로 주행 중인 차량은 그 사이 약 3m를 더 이동하게 된다. AI 추론 서비스가 확산될수록 이러한 지연은 안전과 서비스 품질에 직접적인 영향을 미치는 요소가 된다. 그래서 데이터를 멀리 떨어진 대규모 데이터센터로 보내기보다, 사용자 가까운 곳에서 처리하려는 수요가 증가하고 있다.

시장 규모로 보면 흐름이 더 분명해진다. 글로벌 엣지 데이터센터 시장은 2025년 약 147억 달러에서 2035년 약 719억 달러까지 성장할 전망이다(CAGR 17.5%, Global Market Insights). 같은 기간 엣지 AI 시장은 2025년 약 249억 달러에서 2033년 약 1,187억 달러로 성장한다(CAGR 21.7%, Grand View Research). 두 시장 모두 기존 데이터센터 시장 성장률(11.3%)을 크게 웃돈다.

엣지가 냉각 시장에 던지는 새로운 기회

엣지 데이터센터는 냉각 시장에 새로운 기회 영역을 만든다. 첫째, 엣지 시설은 사용자 가까운 곳, 즉 학교, 병원, 공장, 통신탑, 물류 거점 등에 배치되므로 소음, 진동, 물 사용에 대한 제약이 훨씬 까다롭다. 무소음·무수(無水) 냉각 기술이 필수적이며, 이는 액침냉각(소음 없음)과 무수 칠러의 자연스러운 도입 영역이 된다. 둘째, 엣지는 본질적으로 모듈러와 결합된다. 한 동의 큰 데이터센터가 아니라 작은 모듈을 여러 곳에 까는 모델이기 때문이다.

글로벌 엣지 데이터센터 시장 전망 (단위: 십억 달러)



자료: Global Market Insights, 삼일PwC경영연구원

03

냉각 방식의 진화:
공랭 → 액랭 → 액침 기술



3.1 주요 냉각 방식별 비교

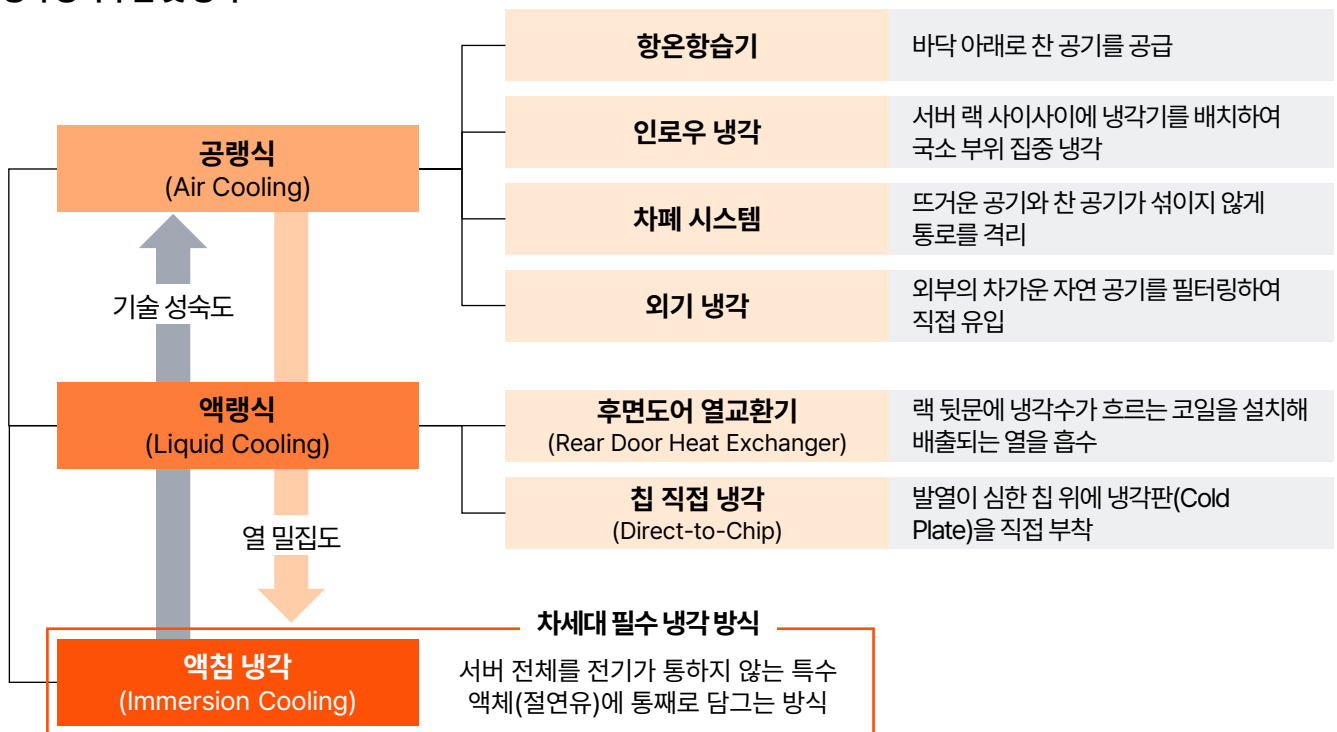
그렇다면 냉각 기술은 어떤 방식으로 이루어지는가? 본 챕터에서는 데이터센터 냉각의 주요 기술과 각각의 특징을 살펴보고자 한다. 냉각 기술은 크게 공랭식(Air Cooling), 액랭식(Liquid Cooling), 액침냉각(Immersion Cooling)으로 구분된다.

공랭식은 차가운 공기를 이용해 서버의 열을 제거하는 전통적인 방식이다. 액랭식은 냉각수로 CPU-GPU와 같은 고발열 부품의 열을 직접 흡수하는 방식이며, 액침냉각은 서버 전체를 전기가 통하지 않는 특수 냉각액에 담가 열을 제거하는 기술이다. 중요한 것은 어느 방식이 절대적으로 우월한가가 아니라, **데이터센터의 발열 수준과 운영 환경에 따라 어떤 방식이 가장 효율적이고 경제적인지를 이해하는 것이다.**

최근 칩당 설계전력(TDP)¹⁾이 빠르게 증가하면서 공랭식 냉각은 물리적 한계에 가까워지고 있다. 이에 따라 냉각 효율이 높은 액랭식이 차세대 표준으로 부상하고 있으며, 전력효율지수(PUE)²⁾ 개선과 탄소배출 저감 측면에서도 강점을 보이고 있다. 나아가 **액침냉각은 초고성능·초고밀도 AI 데이터센터의 요구를 충족할 유력한 대안으로 주목받고 있다.**

한마디로 정리하면 냉각 기술의 발전 방향은 '초밀착'이다. 데이터센터 공간 전체(Room)를 식히는 방식에서 시작해 서버 랙(Row) 단위 냉각을 거쳐, 이제는 열이 발생하는 칩(Chip) 바로 곁에서 열을 제거하는 방향으로 진화하고 있다. 결국 냉각 기술은 열원과의 거리를 줄여가며 효율을 높이는 방향으로 발전하고 있는 것이다.

냉각 방식 구분 및 정의



자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

- 1) Thermal Design Power: CPU나 GPU가 고부하작업 시 발생하는 최대 열량을 해소하기 위해 필요한 냉각 시스템의 기준 (예. CPU의 TDP가 125W라면, 그 이상의 발열을 해소할 수 있는 125W 이상 지원 냉각 기술이 필요)
- 2) Power Usage Effectiveness: 데이터센터 전체 전력 대비 실제 IT 장비가 사용하는 전력 비율을 의미하는 지표. 수치가 낮을수록 에너지 효율이 높음

3.2 공랭식 냉각: 물리적 한계 봉착

먼저 공랭식은 가장 오래된 냉각 방식이자 현재까지도 가장 널리 사용되는 데이터센터 냉각 기술이다. 원리는 생각보다 단순하다. 차가운 공기를 서버 앞으로 보내고, 서버가 만들어낸 뜨거운 공기를 다시 회수해 냉각한 뒤 재사용하는 방식이다. 쉽게 말해 대형 에어컨을 이용해 데이터센터 전체를 식히는 구조라고 이해하면 된다.

공랭식은 구조가 단순하고 구축 비용이 비교적 낮아 일반적인 데이터센터에서는 여전히 효과적이다. 그러나 냉각 매체인 '공기' 자체에는 분명한 한계가 있다. 공기는 물이나 냉각액에 비해 열을 전달하는 능력이 낮기 때문에, 서버에서 발생하는 열이 많아질수록 냉각 효율이 급격히 떨어진다. **과거에는 바람만 잘 순환시켜도 충분했지만, 최근 AI 서버는 공기만으로 감당하기 어려울 정도의 열을 발생시키고 있다.**

특히 고성능 GPU의 전력 소비가 빠르게 증가하면서 공랭식의 한계는 더욱 뚜렷해지고 있다. 발열량이 커질수록 더 강한 팬과 더 많은 공조 설비가 필요해지고, 그만큼 전력 사용량과 소음도 증가한다. 일반적인 공랭식 데이터센터의 PUE는 약 1.5 수준인데, 이는 서버가 전력 1kW를 사용할 때 냉각 설비와 전력 공급 설비를 운영하는 데 추가로 약 0.5kW가 필요하다는 의미다. 과거 랙당 전력 밀도가 7~10kW 수준이던 시기에는 이러한 방식으로도 충분했다. 그러나 AI 서버가 확산되면서 랙당 전력 밀도는 20~60kW 수준으로 높아졌고, 일부 최신 AI 랙은 100kW를 넘어서는 수준에 이르고 있다.

결국 공랭식은 저밀도 데이터센터에서는 여전히 유효하지만, 고성능 AI 인프라 영역에서는 물리적 한계에 가까워지고 있다. 냉각 업계가 액랭식과 액침냉각에 주목하는 이유도 바로 여기에 있다. AI 시대의 냉각 경쟁은 더 이상 공기를 얼마나 잘 순환시키느냐가 아니라, 발생한 열을 얼마나 빠르고 효율적으로 제거할 수 있느냐의 경쟁으로 이동하고 있다. **AI 인프라 영역에서 공랭으로 회귀할 가능성은 없다고 봐도 무방하다.**

냉각 방식별 특징 비교

냉각 방식	PUE*	적합 랙 밀도	장점	단점
공랭식	1.5	~10kW	간단한 구조, 낮은 초기비용	낮은 열전달 효율, 높은 전력소비
액랭식	1.2~1.3	20~50kW	높은 냉각 효율, 소음 감소	복잡한 설비, 누수 위험
액침냉각	1.05~1.2	50kW+	최고 효율, 공간 절약, 무소음	높은 초기비용, 전용 냉각유 필요

*PUE가 낮을수록 에너지 효율이 높음
자료: XDNode, Samil PwC 경영연구원

3.3 액랭식 냉각: 차세대 표준으로의 전환

현실적인 대안으로 가장 빠르게 성장하고 있는 것이 액체냉각이다. 액체는 공기보다 훨씬 효율적으로 열을 운반할 수 있기 때문에, 열이 집중되는 CPU·GPU 주변에서 특히 강점을 갖는다.

대표적인 방식이 직접칩냉각(Direct-to-Chip, D2C)이다. 이름 그대로 발열이 가장 심한 CPU·GPU 칩에 냉각수가 흐르는 콜드플레이트(Cold Plate, 냉각판)를 직접 밀착시켜 열을 제거하는 방식이다. 콜드플레이트는 칩에서 발생한 열을 빠르게 흡수해 냉각수 등 유체로 전달하고, 이를 외부로 방출하는 열전달 장치다.

현재 시장의 주류는 냉각수가 액체 상태를 유지하며 열을 운반하는 단상(Single-Phase) D2C 방식이다. 다만 AI 서버의 전력 밀도가 계속 높아지면서 최근 업계에서는 냉매가 증발과 응축을 반복(상변화)하며 열을 제거하는 2상(Two-Phase) D2C가 차세대 기술로 주목받고 있다. 2상 D2C는 상변화를 활용해 더 많은 열을 제거할 수 있어 초고발열 AI 서버에 적합한 기술로 평가받고 있으며, Accelsius와 Chillydyne 등이 관련 기술을 선도하고 있다. D2C가 중요한 이유는 냉각을 데이터센터 전체가 아니라 열이 발생하는 핵심 부품에 집중해 수행할 수 있기 때문이다. 즉, 열이 발생한 바로 그 지점에서 제거함으로써 냉각 효율을 크게 높일 수 있다. 최근 D2C가 액체냉각 시장의 표준으로 빠르게 자리 잡고 있는 이유도 여기에 있다.

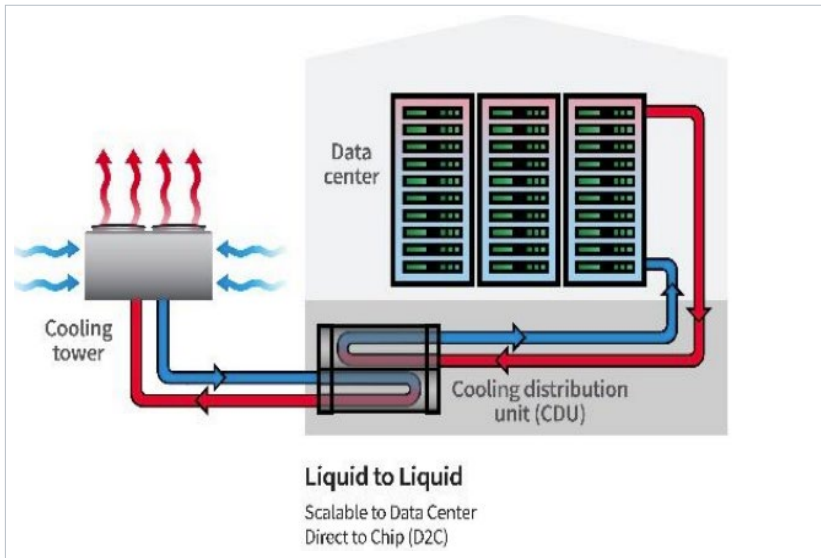
후면도어열교환기(Rear Door Heat Exchanger, RDHx)는 한층 절충적인 방식이다. 서버 랙의 뒷문(Rear Door)에 열교환기(냉각수 코일 패널)를 설치해, 서버가 뿜어내는 뜨거운 공기를 이 장치로 통과시켜 즉시 식혀 외부로 내보내는 구조다. 비유하자면, 서버가 뿜어내는 뜨거운 열기를 뒷문에 설치된 '차가운 스크린'으로 한 번 걸러서 시원한 바람으로 바꿔 내보내는 셈이다. 기존 공랭과 수랭의 장점을 결합한 형태로, 기존 공랭 인프라를 개조할 필요 없이 랙의 문만 바꾸면 되기 때문에 설치가 비교적 쉽다. 그래서 기존 센터를 업그레이드하는 '레트로핏(retrofit) 시장'에서 특히 의미가 크다.

단상 D2C와 2상 D2C 비교

구분	단상(Single-Phase) D2C	2상(Two-Phase) D2C
냉각 원리	냉각수가 액체 상태를 유지하며 열을 흡수하고 순환	냉매가 끓으며 액체 → 기체로 변하면서 열을 흡수한 후 다시 응축
열 제거 방식	액체가 데워졌다가 식는 과정을 반복	액체가 기체로 바뀌는 '상변화 (Phase Change)' 과정에서 대량의 열 제거
적용 가능 전력 밀도	현재 AI 서버 대부분에 적용 가능	차세대 초고발열 AI 서버에 적합
기술 성숙도	상용화 완료, 시장 주류	상용화 초기, 빠르게 성장 중
주요 장점	안정성, 검증된 기술, 대규모 적용 용이	초고밀도 환경 대응, 우수한 에너지 효율

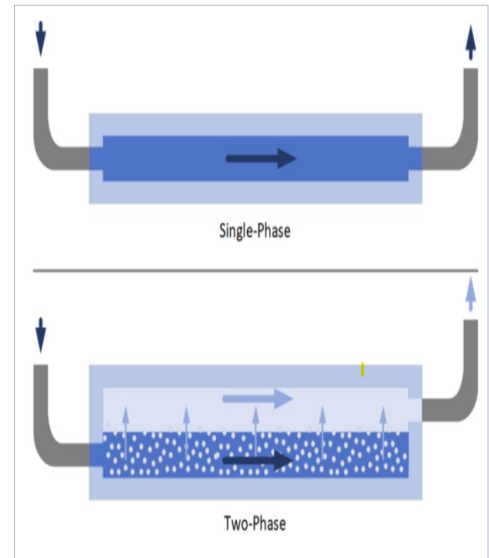
자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

직접칩냉각(D2C) – 단상, 2상 D2C



서버 발열을 랙 내부에서 순환하는 냉각수를 통해 냉각시키며, 냉각수분배장치(CDU) 내부의 열교환기를 경유하여 외부 냉각탑 등의 공조시설을 통해 열을 배출

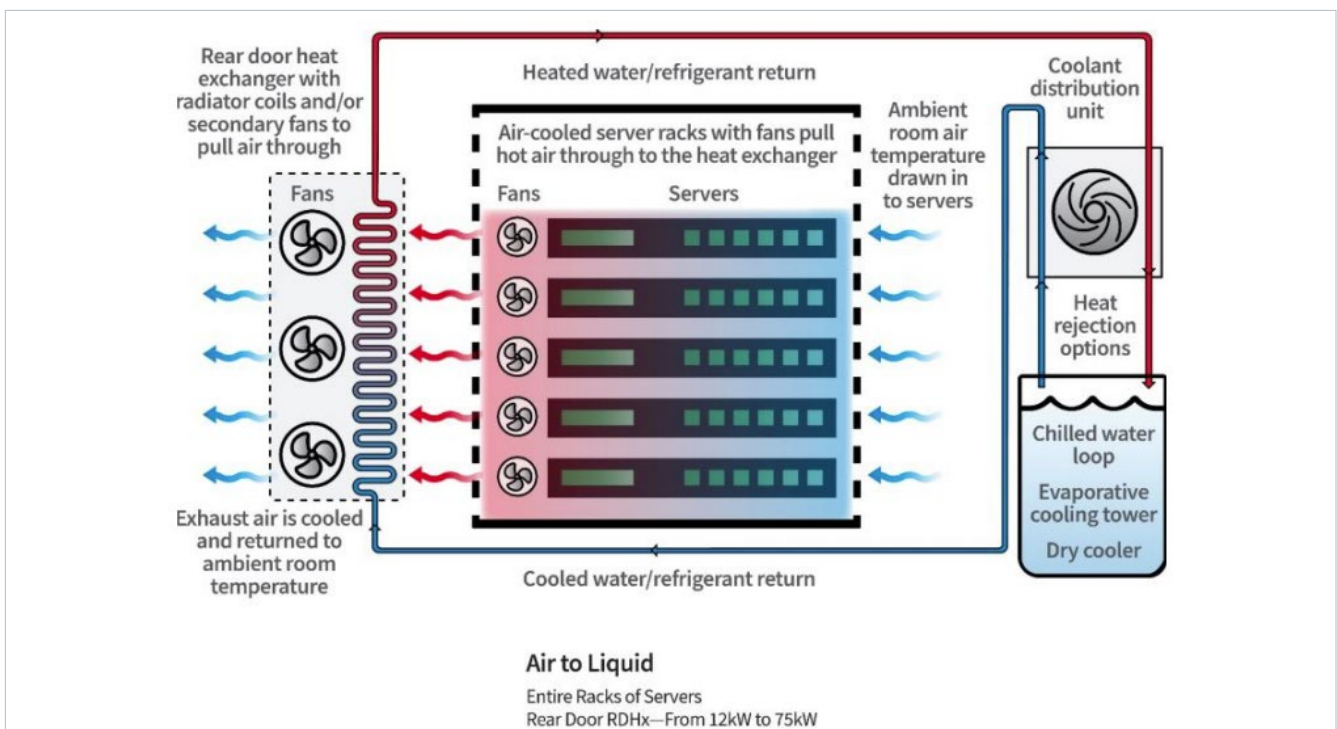
자료: Supermicro



단상 냉각(위): 냉각제가 액체 상태를 유지, CDU(냉각 장치)내에서 냉각됨
2상 냉각(아래): 냉각제가 끓어 증기 발생, 이 증기가 제거된 후 다시 응축되어 더 많은 열을 방출

자료: Semiconductor Engineering

후면도어열교환기(RDHx)



서버 뒤쪽으로 배출되는 열기를 쿨링팬 및 액체로 냉각하며, 달궈진 액체는 외부 냉각탑 등의 공조시설을 통해 열을 배출

자료: Supermicro

3.4 액침 냉각: 초고밀도 환경의 핵심 대안

서버를 특수 용액에 통째로 담가버린다면 어떨까? **액침냉각은 D2C에서 한 단계 더 나아간 차세대 기술로 부상하고 있는 방식이다.** 서버 전체를 전기가 통하지 않는 특수 용액(Dielectric fluid)에 담가 열을 직접 식히는 구조로, 공기보다 밀도가 월등히 높은 액체를 이용해 서버 장비의 열을 곧장 흡수한다. 이론적으로는 가장 완벽에 가까운 냉각 방식이며, 초고밀도 환경에서는 매력도가 한층 더 커진다.

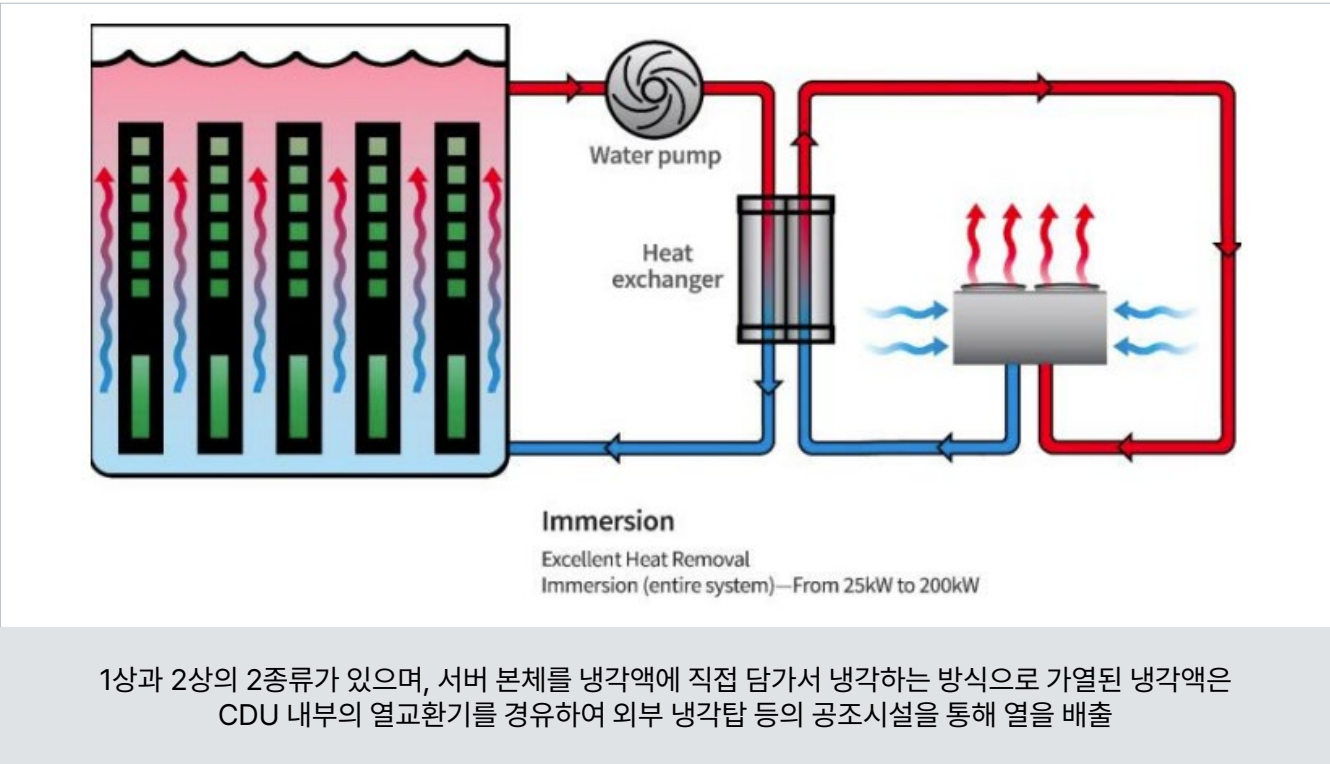
액침냉각도 앞서 다룬 직접접냉각(D2C)처럼 냉각유가 열을 흡수하는 과정에서 액체 상태를 그대로 유지하느냐(단상) 또는 기체로 변하느냐(2상, Two Phase)에 따라 크게 두 방식으로 나뉜다. 단상 액침냉각은 액체가 순환하며 열을 운반하는 방식으로, 현재 가장 널리 쓰이는 대중적인 방식이다. 차가운 액체가 뜨거운 부품의 열을 흡수해 따뜻해지면, 펌프를 통해 외부로 보내 식힌 뒤 다시 수조로 돌려보낸다. 냉각 과정 내내 액체의 상태는 변하지 않는다.

반면 2상 액침냉각은 '상변화'를 이용해 극강의 냉각 효율을 끌어내는 방식이다. 끓는점이 낮은(약 50~60°C) 특수 용액을 사용해, 부품이 뜨거워지면 주변 액체가 끓어 기체로 변하며 엄청난 양의 열을 함께 가져간다. 그렇게 만들어진 기체는 수조 상단의 응축기에서 다시 액체로 변해 아래로 떨어진다. 단상보다 열 제거 능력이 약 2배 이상 뛰어나 초고성능 AI 서버 등에 유리하다.

두 방식의 차이를 비유하자면, 단상은 액체를 돌려가며 식히는 '**물 순환**' 방식에 가깝고, 2상은 **땀이 마르면서 몸을 식히듯 '증발'의 원리를 이용하는 초강력 냉각 방식**이라고 이해할 수 있다.

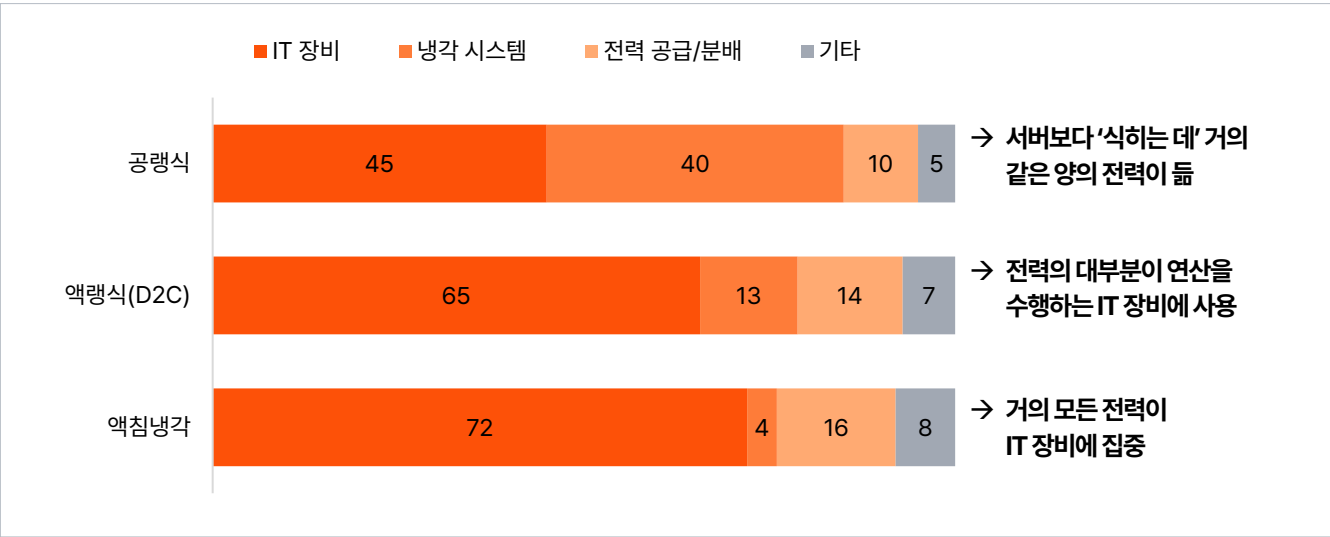
액침냉각의 가장 큰 강점은 극도로 높은 에너지 효율이다. 기존 공랭식 대비 30~40% 이상 높은 에너지 효율을 기록하며, PUE를 1.05~1.2 수준까지 낮출 수 있다. 부품 간 온도 차이 없이 균일하게 식힐 수 있고, 팬이 필요 없어 소음이 거의 없으며, 서버를 보다 밀집해 배치할 수 있어 공간 활용도까지 극대화된다.

액침냉각



자료: Supermicro

냉각 방식별 에너지 소비 구조 (단위: %)



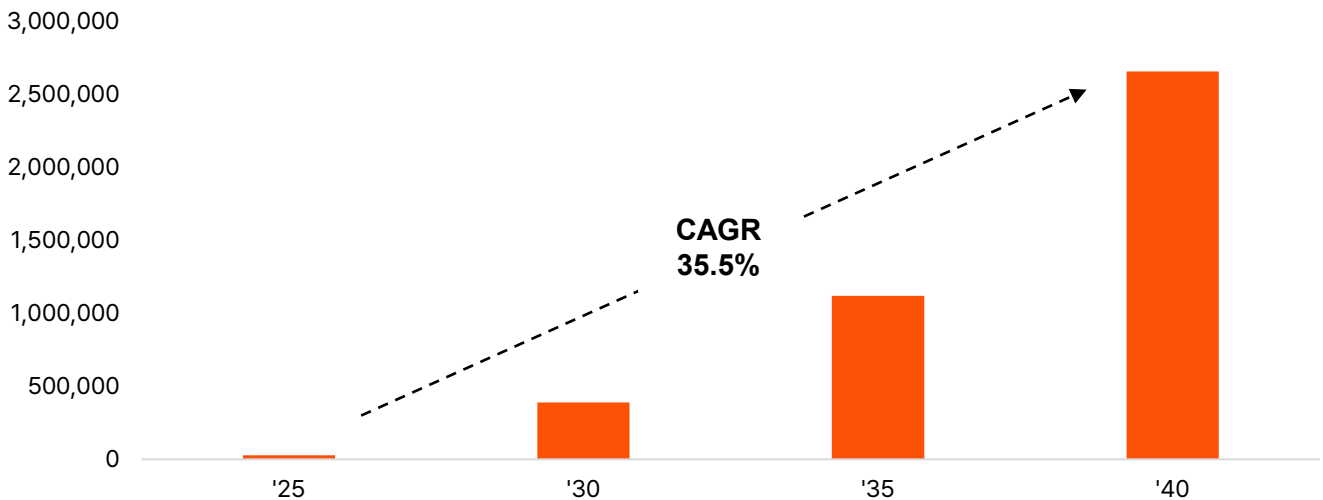
자료: McKinsey & Company, 삼일PwC경영연구원

다만 액침냉각에도 한계는 분명히 존재한다. 우선 전용 설비가 필요하고, 장비 호환성, 서비스 체계, 제조사 보증 등이 아직 완전히 표준화되지 않았다. 게다가 업계에서는 도입 지연의 또 다른 이유로 NVIDIA의 행보를 지목한다. 현재 NVIDIA는 액랭식에는 적극 대응하면서도 액침냉각에는 공식 인증을 부여하지 않고 있다. 액침냉각은 서버 전체를 액체에 담그는 방식이라 냉각 솔루션이 결국 서버 설계 및 패키징을 중심으로 짜일 수밖에 없다는 점에서 액랭식과 결정적으로 다르기 때문이다. 다시 말해, 액침냉각이 본격 확산될 경우 해당 기술 보유 업체가 서버 설계의 주도권을 가져갈 수 있다는 뜻이고, 이는 곧 NVIDIA가 쥐고 있는 GPU 중심의 생태계 내 역할이 재편될 가능성이 있다는 뜻이다.

따라서 단기적으로는 액랭식인 D2C와 RDHx를 중심으로 냉각 시장이 확장되고, 액침냉각은 중장기적으로 특정 초고밀도 영역부터 비중을 늘려갈 가능성이 높다. 업계는 액침냉각 시장의 본격 개화 시점을 2027~2028년으로 본다. NVIDIA의 차세대 GPU '루빈 울트라(Rubin Ultra)' 출시 이후 본격 상용화될 것이라는 전망이다.

현재의 한계에도 불구하고, 액침냉각 시장의 폭발적 성장 가능성은 의심의 여지가 없다. 특히 AI 서버의 전력 밀도가 지속적으로 높아지면서 공랭식은 물론 액랭식(D2C)조차 대응이 어려운 초고발열 환경이 늘어나고 있기 때문이다. 글로벌 데이터센터 액침냉각 시장은 2025년 약 5.7억 달러에서 2032년 약 26.1억 달러 규모로 성장할 전망이다(CAGR 24.2%)¹⁾. 전체 냉각 시장 성장률(16.1%)의 약 1.5배다. 이에 따라 액침냉각용 냉각수 규모도 2025년 약 27,000배럴에서 2032년 약 266만 배럴 수준으로 확대될 것으로 예상된다.

액침냉각에 사용되는 냉각수 규모 전망 (단위: 배럴)



자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

냉각 기술의 다양화는 곧 기업들의 포지셔닝 차별화로 이어지고 있다. 동일한 냉각 산업 안에서도 어떤 기술 영역에 집중하느냐에 따라 주요 플레이어와 경쟁 구도는 달라진다. 다음 장에서는 가치사슬과 기술 영역별 주요 기업들을 살펴본다

1) MarketsandMarkets (Immersion Cooling Market, 2025.06)

04

국내외 Players



4.1 냉각 산업 밸류체인 구조: 주요 플레이어 포지셔닝

냉각산업은 동일한 시장 안에서도 기술 채택 방향에 따라 수혜 기업이 달라지는 구조를 가진다. 따라서 주요 플레이어를 이해하기 위해서는 기업보다 먼저 기업이 속한 기술 영역을 함께 볼 필요가 있다.

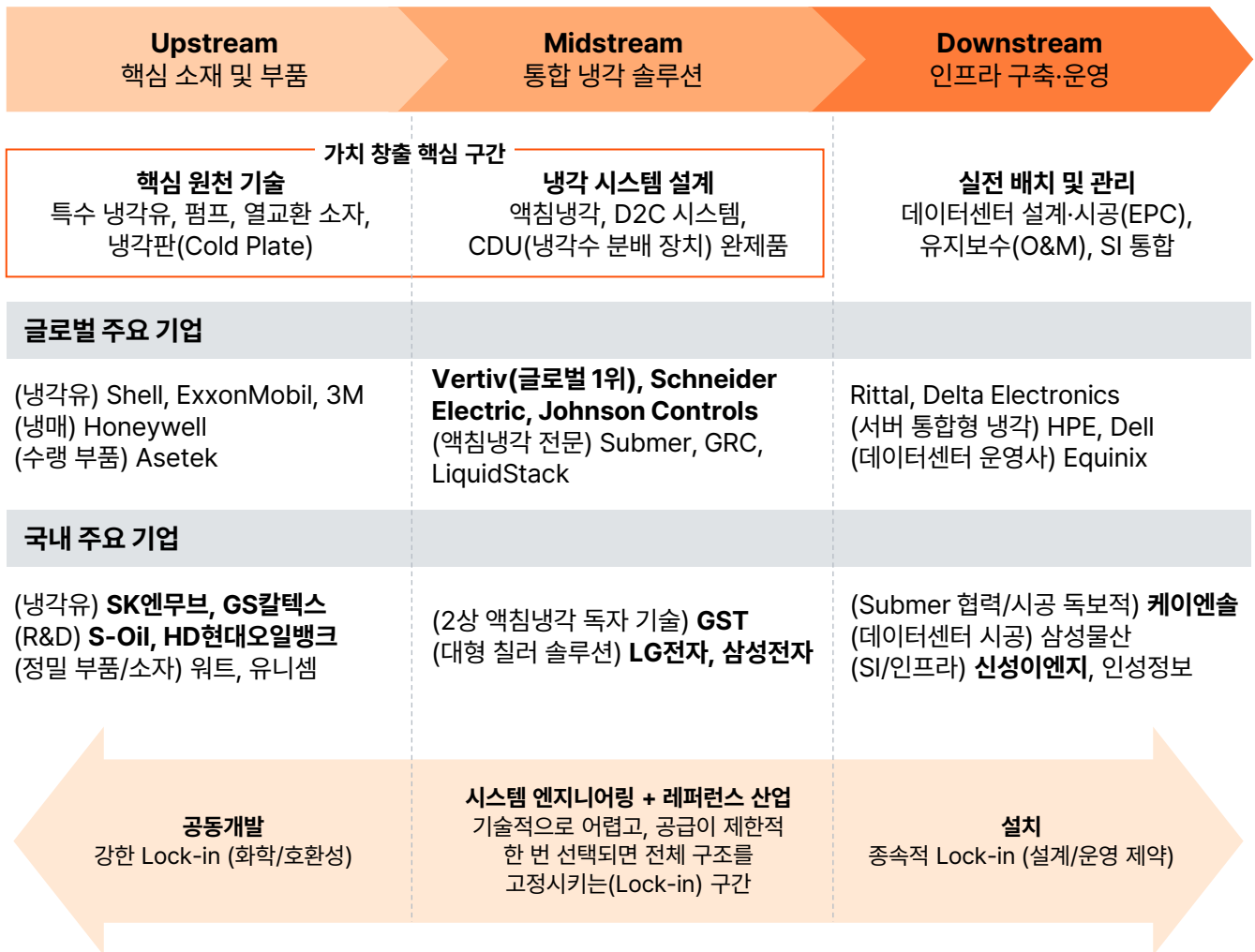
냉각 기술 산업의 밸류체인은 기술적 진입 장벽과 비즈니스 모델 특성에 따라 Upstream (소재·부품), Midstream(통합 솔루션), Downstream(인프라 구축·운영)의 3단계로 구분된다.

먼저 **Upstream**은 냉각 효율의 기초가 되는 고성능 냉각유와 정밀 부품 등 원천 기술 영역이다. 비전도성 액체 냉각의 핵심인 특수 냉각유 시장은 Shell, ExxonMobil 등 글로벌 정유사가 오랫동안 주도해 왔다. 최근에는 윤활유 기술력을 기반으로 시장에 진입한 SK엔무브와 GS칼텍스가 국산화 및 점유율 확대를 꾀하며 공급망의 한 축을 담당하기 시작했다.

다음 단계인 **Midstream**은 업스트림의 자원을 활용해 D2C나 액침냉각과 같은 고도화된 시스템을 설계 및 제작하는 단계다. Vertiv와 Schneider Electric이 글로벌 표준을 선도하는 가운데, 국내에서는 GST가 독자적인 액침냉각 기술을 바탕으로 완제품 시스템 역량을 확보하며 가시적인 성과를 내고 있다. 이 단계의 핵심은 개별 부품을 하나의 유기적인 시스템으로 통합하는 엔지니어링 역량이다.

마지막 **Downstream**은 완성된 솔루션을 실제 데이터센터나 산업 현장에 이식하고, 최적의 상태로 유지·운영하는 인프라 구축 영역이다. 글로벌 데이터센터 운영사인 Equinix, 시공 전문성을 보유한 삼성물산, 그리고 해외 선도 기업과의 파트너십을 통해 국내외 액침냉각 인프라를 실제로 구축하는 케이엔솔 등이 이 단계에서 End-to-End 연결을 완성한다.

냉각 기술 산업 Value Chain 및 주요 기업



자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

AI 데이터센터의 고밀도화가 진행되면서 냉각 산업의 부가가치는 단순 장비 판매보다 통합 냉각 솔루션과 핵심 소재 영역으로 이동하고 있다. 액랭·액침냉각 확산에 따라 시스템을 설계·통합하는 기업과 냉각유·부품을 공급하는 기업의 중요성도 커지고 있다.

또한 냉각은 전력·서버·운영 소프트웨어와 긴밀하게 연결되어 있어, 개별 제품보다 시스템 단위의 통합 역량이 경쟁력을 결정하는 산업으로 변화하고 있다.

4.2 주요 글로벌 Players의 경쟁 전략

냉각 기술 시장을 둘러싼 글로벌 기업들의 움직임은, 단순한 설비 경쟁이 아니라 'AI 인프라 시대의 패권'을 두고 벌이는 전략 게임에 가깝다. Vertiv와 Schneider Electric이 시장을 양분하며 NVIDIA와의 레퍼런스 파트너십으로 업계 표준을 선점하는 사이, Johnson Controls는 비핵심 사업을 과감히 털어내고 데이터센터 열관리 전문 기업으로 재탄생하고 있다. 여기에 수처리 기업 Ecolab이 47억 5천만 달러, 전력 관리 기업 Eaton이 95억 달러를 냉각 기술에 베풀며 판에 뛰어 들었다. '열'과는 거리가 멀어 보이던 기업들까지 조 단위 M&A를 감행하는 현상은, 데이터센터 냉각 시장이 단기 트렌드가 아닌 '구조적 성장 산업'이라는 데에 시장이 사실상 합의했음을 보여준다.

냉각 산업의 경쟁은 기업간 경쟁인 동시에 기술 간 경쟁이다. 어떤 냉각 방식이 시장 표준이 되느냐에 따라 밸류체인 내 수혜 기업도 달라진다. 따라서 주요 플레이어 이해하기 위해서는 먼저 각 기업이 어떤 기술 영역에 포지셔닝하고 있는지를 함께 볼 필요가 있다. 본 챕터에서는 이들 기업이 각각 어떤 기술 경쟁력을 보유하고, 어떤 전략으로 시장 지위를 굳혀가고 있는지를 들여다보고자 한다.

Vertiv, Schneider Electric, Johnson Controls에 주목하는 이유

냉각 기술 시장에는 수십 개의 기업이 난립해 있다. 그 가운데 본 챕터가 이 세 기업에 주목하는 이유는 다음 세 가지 기준에서다.

첫째, 데이터센터 전용 냉각 포트폴리오의 완성도다.

공랭식부터 직접침냉각(D2C), 액침냉각까지 풀라인업을 이미 갖추었거나 빠르게 구축 중인 기업이어야 한다.

둘째, 하이퍼스케일러에 대한 실(實)납품 실적이다.

AWS, Microsoft, Google 등 대형 클라우드 사업자에게 실제로 납품하고 있다는 사실은 기술 신뢰성을 입증하는 가장 강력한 증거다.

셋째, 차세대 기술의 선제적 확보 여부다.

단순히 현재 기술을 파는 것이 아니라, 2027~2028년 이후의 '액침냉각 시대'를 대비한 M&A·파트너십·R&D 투자를 적극적으로 집행하는 기업을 중심으로 살펴본다.

Vertiv: 전력·냉각 통합으로 '표준'을 장악한 플레이어

데이터센터 냉각 시장에서 가장 먼저 언급해야 할 기업은 Vertiv다. 단순히 규모가 커서가 아니라, 전력과 냉각을 하나의 포트폴리오 안에서 동시에 공급할 수 있는 구조적 강점 때문이다. 데이터센터의 발열 문제는 전력 효율과 직결되므로, 통합 설계는 곧 시스템 효율의 우위로 이어진다.

전력·냉각 통합 기반 표준 설계 주도권 확보

Vertiv의 핵심 경쟁력은 직접침냉각(D2C)을 중심으로 한 액체냉각 기술에 있다. 칩 단위에서 열을 제거하는 설계와 냉각수 분배장치(CDU)를 통합하면서, 고밀도 환경에서도 안정적인 운영을 가능하게 한다.. 특히 NVIDIA와 공동 개발한 GB200 NVL72용 7MW 규모의 전력·냉각 레퍼런스 아키텍처는 업계 표준으로 자리잡으며, 구축 기간 단축과 서게 효율성 측면에서 강력한 레퍼런스가 되고 있다(Dell'Oro Group, 2025.07)

전략적으로는 M&A·파트너십·생산 확장의 3축을 동시에 추진하고 있다. CoolTera 인수로 핵심 기술을 내재화했고, NVIDIA와의 협력으로 차세대 설계 기준을 선점했으며, 글로벌 생산 거점 확대를 통해 하이퍼스케일 수요 대응력을 확보했다.

핵심은 단순 기술 우위가 아니라 표준 설계에 포함되는 플레이어라는 점이다.

Vertiv 냉각 기술 확보 여정

시기	주요 행보	전략적 의미
2021년	GRC와 단상 액침냉각 솔루션 동맹	기술 파악·시장 탐색 단계
2023년 12월	냉각 분배 장치 전문 기업 CoolTera 인수	CDU 핵심 특허·IP 내재화, 기술 소유로 전환
2024년 10월	NVIDIA GB200 NVL72 레퍼런스 아키텍처 공동 발표	업계 표준 선점, 하이퍼스케일 수요 직접 연결
2025년 5월	NVIDIA 800VDC 아키텍처 공동 개발 선언	차세대 GPU 세대에 맞춘 선행 설계
2025년	PurgeRite Intermediate 인수 (약 10억 달러)	하이퍼스케일 대응 생산 역량 확충
2026년 4월	첨단 액체 냉각 기술 전문 기업 STL(Strategic Thermal Labs) 인수	칩 레벨 냉각판 설계 역량 내재화

자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

Schneider Electric: 소프트웨어로 고객을 묶는 '플랫폼 플레이어'

플랫폼형 락인으로 End-to-End 지배력 확보

Schneider Electric은 Vertiv와 양강 구도를 형성하지만, 경쟁의 결이 다르다. 하드웨어가 아니라 데이터와 소프트웨어를 기반으로 고객을 묶는 구조가 핵심이다.

대표적인 사례가 EcoStruxure 플랫폼이다. 이 시스템은 데이터센터 운영 데이터를 지속적으로 추적하고 최적화하면서, 시간이 지날수록 고객의 전환 비용을 높이는 구조를 만든다. 냉각을 장비가 아니라 운영 플랫폼으로 확장한 것이다.

기술 측면에서는 Motivair 인수를 기점으로 액체냉각 포트폴리오를 빠르게 완성했다. CDU, RDHx, 칠러 등 하드웨어에 실시간 제어 소프트웨어를 결합하면서, 단일 장비가 아니라 'AI 팩토리 수준의 통합 인프라'를 제공한다.

또한 Schneider의 강점은 설계 단계 선점(Design Lock-in)이다. 데이터센터 설계 단계에서 자사 소프트웨어 툴이 사용되면, 자연스럽게 하드웨어-운영까지 연결되는 구조인 것이다. 이는 단순 공급 계약을 넘어 설계부터 운영까지 이어지는 구조적 락인 모델을 형성한다.

냉각을 제품이 아니라 플랫폼으로 끌어올렸다는 점이 가장 큰 차별화다.

Schneider Electric의 주요 냉각 포트폴리오 (Motivair 통합 후)

제품	유형	주요 특징
CDU (Coolant Distribution Unit)	직접칩냉각 지원	하이퍼스케일·코로케이션용 냉각수 분배
ChilledDoor® RDHx	후면도어열교환기	기존 공랭 인프라 레트로핏 지원
Dynamic Cold Plate	직접칩냉각	GPU·CPU 칩 표면 직접 냉각
TCS Loop	고용량 냉각 루프	대규모 AI 클러스터 전체 열 제거
EcoStruxure (SW)	통합 관리 소프트웨어	실시간 온도·전력·PUE 최적화

자료: 언론종합, Schneider Electric, 삼일PwC경영연구원

Johnson Controls: 선택과 집중으로 '열관리 전문기업'으로 재편된 플레이어

非핵심 정리, 데이터센터 열관리 전문화 전략 전환

Johnson Controls는 기존 종합 빌딩 솔루션 기업에서 데이터센터 열관리 중심 기업으로 전략적 전환을 진행한 사례다. 비핵심 사업을 과감히 매각하고 데이터센터 등 고부가 상업용 냉각에 집중하는 Pure-play 기업으로 탈바꿈했다.

핵심 경쟁력은 두 가지다.

첫째는 YORK® 칠러 중심의 대형 냉각 기술이다. 고효율 칠러와 무수(無水) 냉각 기술은 데이터센터 입지와 ESG 규제 대응 측면에서 강점을 갖는다. 둘째는 2상(Two-Phase) 냉각 기술에 대한 선제적 투자다. Accelsius 투자 및 Alloy 인수를 통해, 칩 레벨에서의 열 제어 기술까지 포트폴리오를 확장했다. 이는 고밀도 AI 데이터센터에서 점점 중요해지는 영역이다.

전략적으로는 비핵심 사업 정리 → 기술 M&A → 고부가 영역 집중이라는 흐름이 명확하다. 단순 다각화 기업이 아니라, 점점 '데이터센터 열관리 특화 기업'으로 포지셔닝이 이동하고 있다. 차별화 포인트는 전문화된 선택과 고효율·친환경 냉각 기술이다.

Johnson Controls 데이터센터 냉각 포트폴리오 현황

제품/기술	특징
YORK® YVAM 자기베어링 칠러	동급 대비 전력 40% 절감, 현장 물 소비 제로
YDAM 자기베어링 칠러	3.5MW 냉각, 경쟁 대비 용량 밀도 20% 향상
Silent-Aire CDU 플랫폼	500kW~10MW+ 지원, 기가와트 캠퍼스 확장성 확보
Accelsius NeuCool (투자)	2상 직접칩냉각, OpEx 35% 절감, TCO 8~17% 감소
YHAU 흡수식 칠러	폐열 재활용, 전기 냉각 대비 90%+ 효율
Alloy Enterprises 기술 (인수)	직접 액체냉각 효율 35% 향상, 압력 강하 75% 감소

자료: 언론종합, Johnson Controls, 삼일PwC경영연구원

글로벌 주요 기업 경쟁력 비교 요약

구분	Vertiv	Schneider Electric	Johnson Controls
핵심 경쟁력	전력+냉각 통합, NVIDIA 공식 파트너십	소프트웨어 생태계 락인, 광범위한 서비스 네트워크	대형 칠러 기술, 무수(無水) 냉각, 2상 기술 선제 확보
냉각 포트폴리오	D2C, 단상 액침, 공기-액체 하이브리드	CDU, RDHx, 동적 콜드플레이트, 칠러	YORK® 칠러, Silent-Aire CDU, 2상 D2C (Accelsius 투자)
주요 M&A	CoolTera (2023), STL (2026)	Motivair 75% (2025)	Accelsius 투자 (2025), Alloy Enterprises (2026)
NVIDIA 협력	7MW 레퍼런스 아키텍처 공동 개발, 800VDC 공동 선언	GB200 NVL72 CDU 승인 공급사, 레퍼런스 설계 공동 개발	미공개
차별화 전략	수주 잔고 150억 달러, 데이터센터 구축 일정 최대 50% 단축 역량	설계 단계 선점(spec-in), 대형 공급계약(19억+3.7억 달러)	Pure-play 전환, 폐열 재활용 지속가능성
재무 규모	2025년 매출 102억 달러	데이터센터 부문 약 76억 달러(2025)	데이터센터 비중 확대 중

자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

4.3 신규 진입자(이머징 플레이어)의 진입과 경쟁 심화

비(非)냉각 기업들의 시장 진입

기존 냉각 전문 기업들의 경쟁을 더욱 치열하게 만드는 것은 전혀 다른 업종에서 진입하는 거대 기업들이다. 이들의 M&A 규모와 전략은 **데이터센터 냉각이 단순한 기술 시장을 넘어 구조적 성장 산업으로 인식되고 있음을 보여준다**. 대표적으로 Ecolab과 Eaton 두 기업을 살펴보겠다.

Ecolab: 물 관리 노하우를 냉각으로

산업용 수처리·위생 관리의 글로벌 강자 Ecolab은 2026년 3월 데이터센터 액체냉각 전문 기업 CoolIT Systems를 KKR로부터 47억 5천만 달러에 인수했다. CoolIT는 25년 이상의 CDU, 콜드플레이트, 직접칩냉각 기술과 NVIDIA, AMD 등과의 커스텀 설계 실적을 보유하고 있다. Ecolab은 이미 1,000개 이상의 데이터센터에 수처리 및 청소 서비스를 제공 중인데, 여기에 CoolIT의 냉각 하드웨어를 더하면 물 관리와 냉각 운영을 하나의 계약으로 묶는 End-to-End 유체 관리 플랫폼이 완성된다.

Eaton: 전력과 냉각의 통합, 칩에서 그리드까지

전력 관리 분야의 글로벌 기업 Eaton은 2025년 11월 Boyd Thermal을 Goldman Sachs Asset Management로부터 95억 달러에 인수했다. Eaton은 이미 데이터센터 전력 분배에서 강점을 가지고 있었는데, Boyd Thermal의 칩-투-앰비언트(Chip-to-Ambient)¹⁾ 냉각 기술이 더해지면서 랙 단위의 전력·냉각 통합 솔루션을 완성하게 되었다. 이는 '칩에서 그리드까지' 전력과 냉각의 전 과정을 통합하겠다는 구상으로, Vertiv의 경쟁 모델과 정면으로 맞부딪히는 포지셔닝이다.

1) 고성능 칩에서 발생하는 열을 발생원(Chip)에서부터 최종 외부 환경(Ambient)으로 방출하는 전체 과정을 최적화하여 통합적으로 관리하는 냉각 솔루션

4.4 글로벌 경쟁구도가 주는 시사점

글로벌 주요 기업들의 행보를 종합하면, 냉각 기술 시장의 경쟁 양상에 대한 중요한 시사점을 다음과 같이 도출할 수 있다:

(1) 기술은 M&A로, 속도는 표준 선점으로

냉각 기술 시장에서 글로벌 리더들은 R&D만으로 기술을 확보하지 않는다. 시간이 없기 때문이다. AI 데이터센터의 성장 속도에 맞추려면 내부 개발보다 검증된 기술을 가진 기업을 인수하는 편이 훨씬 빠르다. Schneider의 Motivair 인수, Vertiv의 CoolTera와 STL 인수, Johnson Controls의 Accelsius 투자와 Alloy 인수, Ecolab의 CoolIT 인수, Eaton의 Boyd Thermal 인수 등 최근 2년간의 대형 딜들은 모두 같은 논리 위에 있다. 여기서 중요한 것은 단순히 "기술을 샀다"가 아니라, NVIDIA와의 공식 레퍼런스 파트너십을 통해 업계 표준의 일부가 되는 것까지를 전략의 완성으로 본다는 점이다. 기술을 사고 표준을 선점하는 2단계 전략이 이 시장의 지배적인 경쟁 확보 방식이다.

(2) 수직 통합이 가장 강력한 해자(Moat)

이 시장에서 방어적 경쟁력, 즉 해자(Moat)를 만드는 가장 효과적인 방법은 수직 통합이다. Vertiv가 전력과 냉각을 함께 공급하고, Johnson Controls가 칠러에서 CDU·2상 냉각까지 통합하며, Schneider가 하드웨어와 소프트웨어를 묶는 방식은 모두 고객의 전환 비용(Switching Cost)을 높이는 수직 통합 전략이다. 단품 하드웨어를 파는 기업은 언제든지 가격 경쟁에 노출되지만, 통합 솔루션과 소프트웨어를 묶어 파는 기업은 고객의 운영 워크플로우 안에 자리잡아 대체하기 어려운 위치를 차지한다.

(3) 비(非)냉각 기업들의 진입: 성장성의 증거이자 경쟁 심화의 신호

Ecolab과 Eaton의 진입은 냉각 기술 시장의 구조적 매력을 단적으로 보여준다. 수처리 전문 기업이 47억 달러, 전력 관리 기업이 95억 달러를 냉각 기술에 베풀었다는 사실은, 이 시장이 단기 붐이 아닌 장기적 구조 변화라는 확신에 기반한다. 그러나 동시에 이들의 진입은 기존 Vertiv, Schneider, Johnson Controls에게 새로운 경쟁 압력을 의미한다. 이 시장의 경쟁은 냉각 전문 기업들끼리의 경쟁이 아니라, 인접 산업 거대 기업들이 동시에 뛰어드는 총력전 양상으로 전환되고 있다.

글로벌 냉각 player들이 보여주는 경쟁력 전략

01

기술은 M&A로

R&D만으로는 AI 성장 속도를
못 따라감 → 검증된 기술 기업을
인수해 내재화

02

표준은 NVIDIA로

인수에 그치지 않고 NVIDIA 공식
레퍼런스 파트너십으로 업계 표준의
일부가 됨

03

해자는 수직 통합

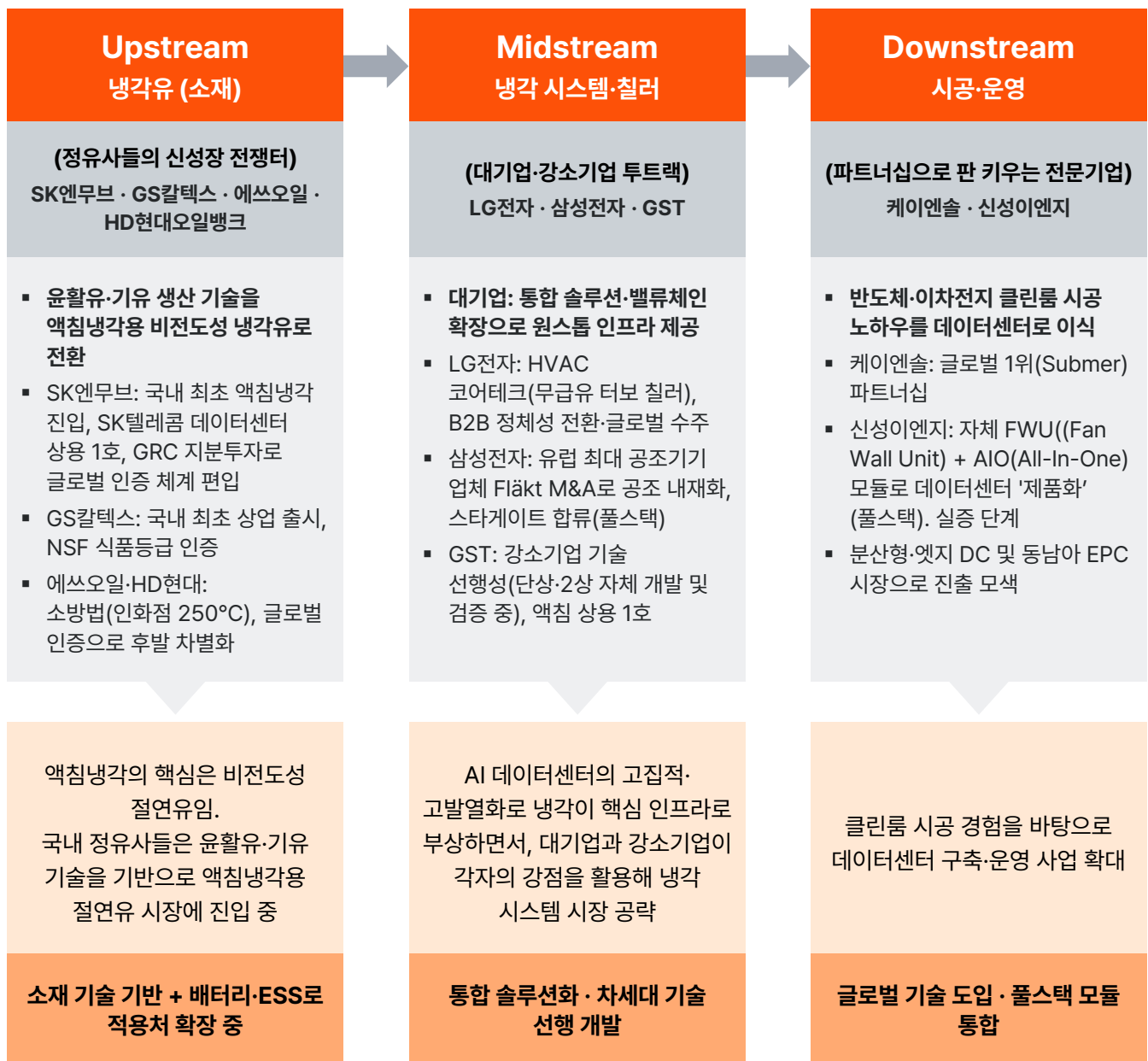
전력·냉각·SW를 묶어 고객
전환비용을 높임
→ 대체 어려운 위치 확보

자료: 삼일PwC경영연구원

4.5 주요 국내 Player들 분석

국내 기업들은 밸류체인 전 영역에서 빠르게 포지셔닝 중이며, 각 구간별로 뚜렷한 진입 전략을 보이고 있다. 대부분 상용 1호·실증·검증 단계로 글로벌 리더 대비 초기 국면에 있다. 공통적으로 글로벌 기업과의 협력 및 인증 확보를 통해 시장 진입을 확대하고 있다.

국내 player들의 냉각 사업 현황 및 전략 방향



자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

앞서 다룬 글로벌 리더(Vertiv, Schneider, Johnson Controls)를 기준으로 보면, 국내 기업들은 냉각유, 액침냉각, 공조설비, 시공·운영 등 밸류체인 전반에 걸쳐 사업 포지션을 구축하고 있다. 다만 대부분이 실증·초기 상용화 단계에 있으며, 향후 기술 검증과 글로벌 공급망 편입 여부가 경쟁력을 좌우할 것으로 보인다. 특히 글로벌 표준 진영과의 협력 확대와 대규모 레퍼런스 확보가 향후 성장의 핵심 변수로 작용할 전망이다.

국내 주요 기업 한 줄 평가, 글로벌 대비 경쟁 포지션

	기업	글로벌 대비 포지션	핵심 한 줄 평가
Upstream	SK엔무브	국내 액침냉각용 냉각유 시장 선도 사업자	- 윤활유·기유 생산 역량을 액침냉각용 절연유 사업으로 확장 - GRC 등 글로벌 인증 체계 확보를 추진하며 해외 시장 진출 기반 마련
	GS칼텍스	냉각유 시장 참여 확대 단계	- 국내 최초 상업 출시 + NSF 식품등급 인증으로 안전성 차별화 - 그룹 내 EPC·에너지 사업과의 연계 가능성 보유
	에쓰오일·HD현대오일뱅크	안전성 및 인증 기반 시장 진입 전략	- 인증 및 안전 규격을 중심으로 사업화 추진 - 글로벌 검증 체계 편입 전략
Midstream	LG전자	HVAC 기반 데이터센터 냉각 사업 확대	- 상업용 공조(HVAC) 사업 역량을 기반으로 데이터센터 냉각 시장 확대 추진 - 생활가전 중심 사업 구조에서 B2B 인프라 사업 비중 확대 추진
	삼성전자	대규모 투자 및 M&A 기반 사업 확장	- Fläkt 인수를 통해 공조 사업 포트폴리오 확대 - AI 인프라 프로젝트 참여를 통해 글로벌 데이터센터 시장 점진 확대
	GST	국내 액침냉각 상용화 선도 기업	- 단상 및 2상 액침냉각 기술을 개발하고 상용 프로젝트를 추진 중 - 글로벌 데이터센터 생태계와의 협력 확대 추진
Downstream	케이엔솔	데이터센터 구축 및 통합 전문 기업	- 글로벌 액침냉각 기업과 협력을 기반으로 국내 사업 확대 - 향후 독자 역량 확대 여부가 주요 관전 포인트
	신성이엔지	통합 인프라 기반 사업 확장	- 모듈형 데이터센터 사업 확대 - 해외 EPC 사업 경험을 기반으로 데이터센터 시장 확대 추진

자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

4.6 K-냉각 산업의 경쟁력 진단

국내 냉각 산업은 글로벌 선도 기업과 다른 경로로 시장에 진입하고 있다. Vertiv, Schneider Electric 등이 냉각 전문성을 기반으로 성장했다면, 국내 기업들은 정유, 가전, 반도체, 클린룸 등 기존 산업의 핵심 역량을 냉각 분야로 확장하고 있다.

이러한 국내 기업들의 현황을 분석함으로써 도출할 수 있는 K-냉각 산업의 주요 시사점들을 크게 3가지로 구분해보았다.

시사점1. 인접 산업의 강점이 경쟁력의 출발점

첫째, 국내 주요 플레이어들은 모두 **다른 산업의 핵심 자산을 데이터센터 냉각으로 옮겨 적용**하는 방식을 택했다. SK엔무브와 GS칼텍스는 윤활유·기유 정제 기술을, LG전자는 가전 HVAC 코어테크를, 삼성전자는 반도체 공급망과 그룹 자본력을, GST는 반도체 공정용 칠러 기술을, 케이엔솔·신성이엔지는 반도체·이차전지 클린룸 시공 노하우를 가져왔다. 냉각 신사업을 처음부터 만든 것이 아니라, 이미 가진 강점을 발열 문제에 재배치한 것이다.

이 진입 방식의 함의는 분명하다. 글로벌 리더들과 같은 전략(R&D 누적 → M&A → NVIDIA 파트너십)을 그대로 따라잡으려면 10년 이상이 필요하지만, 인접 자산을 재배치하는 한국식 진입은 이미 검증된 기술, 고객, 생산 인프라 위에서 출발하므로 시장 개화 시점(2026~2027년)에 맞춘 타이밍 적합성이 훨씬 높을 것이다. 다만 그 자산이 발열 시장에 딱 맞지는 않는다는 약점은, 글로벌 파트너십(SK엔무브·LG전자·GRC, 케이엔솔·Submer)으로 메워지고 있다.

시사점2. 글로벌 표준 생태계 편입이 핵심 과제

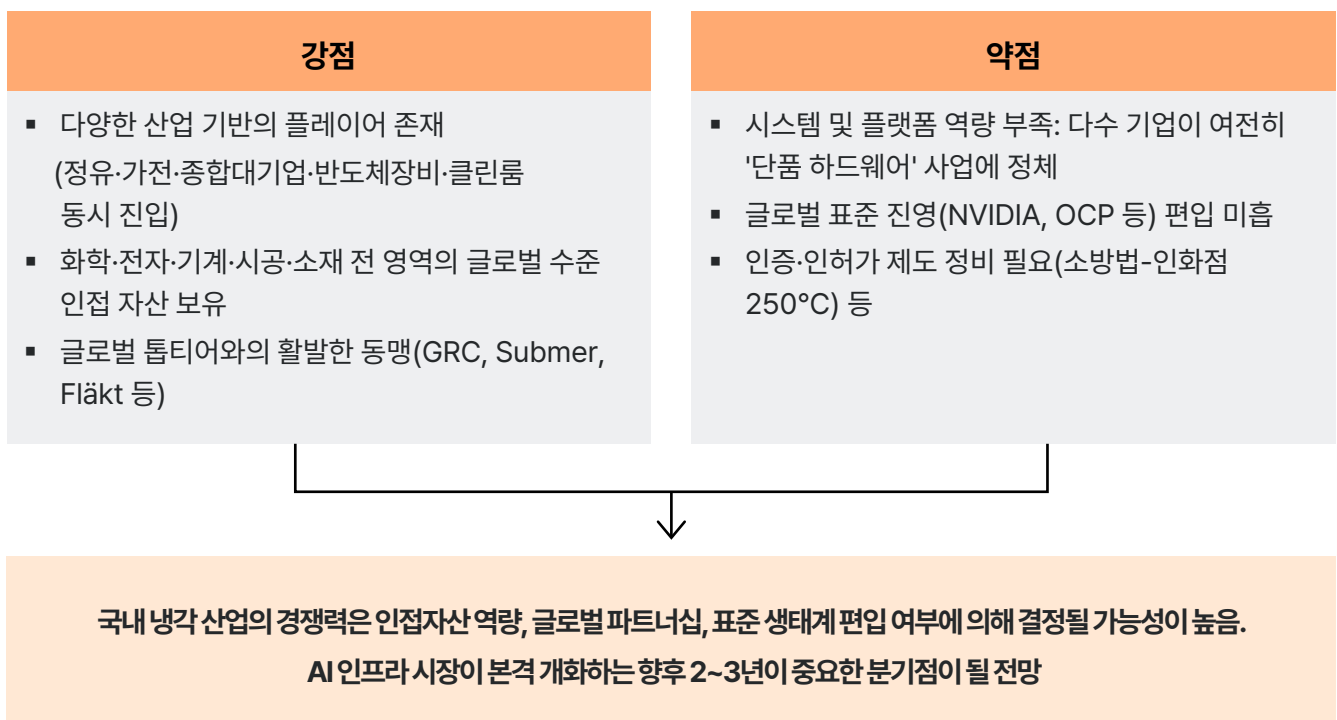
둘째, 냉각 시장 경쟁은 개별 기술보다 표준 경쟁에 가깝다. 이에 국내 기업들의 출발선은 제각각이어도 도착점은 하나로 수렴한다. 바로 **NVIDIA의 공식 공급망에 편입되는 것이다**. NVIDIA가 GB200 NVL72, 800VDC(고밀도 AI 데이터센터를 위한 최적의 전력 분배 아키텍처), 루빈 울트라 같은 차세대 플랫폼을 낼 때마다 어떤 냉각 솔루션을 레퍼런스 설계에 포함하느냐가 곧 시장 점유율의 결정 변수가 된다. Vertiv와 Schneider가 같은 시장을 양분하면서도 격차 없이 동등하게 성장하는 이유도 두 기업 모두 NVIDIA 레퍼런스에 공식 편입되어 있기 때문이다. 국내 기업이 향후 3년 내 이 관문을 통과하느냐가 순위를 가를 것이며, 구체적인 진입 경로는 본 보고서 후반의 기업 제언에서 상술한다.

시사점3. 범용 포트폴리오보다 특화 전략이 현실적 → Niche-to- Alliance가 답

셋째, 범용 포트폴리오 경쟁에서는 이미 늦었고, 답은 'Niche-to-Alliance'다. 글로벌 리더들은 이미 Upstream부터 Downstream까지 통합한 풀라인업을 갖췄다. Vertiv는 전력과 냉각을, Schneider는 하드웨어와 소프트웨어를, Johnson Controls는 칠러부터 2상 액침까지 묶는 수직 통합을 완성 단계로 끌어올렸다. 남은 시간(2~3년)도, R&D 누적 자본도, 글로벌 영업망도 부족한 국내 기업이 같은 방식으로 풀라인업 경쟁을 시도하는 것은 현실적이지 않다.

그렇다면 전략은 명확하다. **특정 영역의 틈새 전문성(Niche)을 갖추되, 이를 글로벌 톱티어와의 동맹(Alliance)으로 강화하는 것이다**. SK엔무브의 GRC 동맹, 케이엔솔의 Submer 독점 파트너십, GST의 LS일렉트릭-Vertiv 연결, 삼성전자의 Fläkt 인수, LG전자의 SK엔무브-GRC 삼각 협력이 모두 같은 논리 위에 있다. 단독으로 글로벌 톱이 되려는 것이 아니라, 톱티어 생태계의 일원으로 들어가 함께 시장을 키우는 전략이다.

K-냉각의 현주소: 강점과 약점



05

결론 및 제언

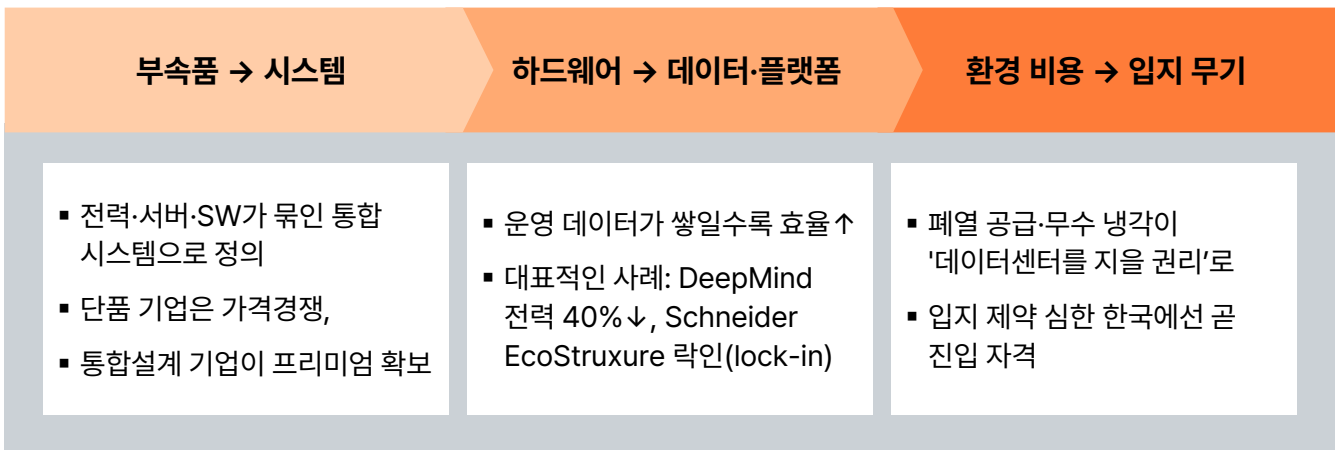


5.1 결론: 냉각의 전략적 의미 변화

이 보고서는 "GPU가 녹고 있다"는 샘 알트먼의 한마디에서 출발했다. 불과 몇 년 전까지 데이터센터에서 냉각은 마지막에 결정하는 부수적 설비였지만, 지금은 **데이터센터를 지을 수 있는지, 어디에, 얼마나 빨리 지을 수 있는지를 결정하는 가장 앞단의 변수**가 됐다. AI가 데이터센터를 전기를 연산으로 바꾸는 산업 설비로 만들면서 열은 폐기물이 아니라 시설의 운명을 좌우하는 변수가 되었고, 열을 제어할 능력이 곧 컴퓨팅 능력이 되었다. **"열을 가장 잘 다루는 자가 AI를 가장 잘 만든다"**. 냉각은 더 이상 설비가 아니다. 동일한 GPU 투자에서 더 많은 연산을 끌어내는 '레버리지 기술'이다.

이 결론은 기술과 시장 양쪽에서 동시에 확인된다. 기술의 축에서는 한계에 다다른 공랭식이 액랭과 액침이라는 차세대 표준으로 대체되고, 그 위에서 랙 밀도 폭증, AI 자율 냉각, 폐열 자원화, 모듈러, 엣지라는 흐름이 동시에 진행되며 냉각을 설비에서 데이터센터 설계의 출발점으로 끌어올렸다. 시장의 축에서는 Vertiv, Schneider, Johnson Controls가 M&A로 기술을 사들이고 NVIDIA 표준을 선점하며 수직 통합으로 해자를 쌓고, Ecolab, Eaton 같은 인접 거대 기업까지 가세하면서 경쟁이 '거대 기업들의 총력전'으로 번지고 있다.

냉각 산업이 보여준 세 가지 본질적 변화



글로벌 vs. 한국

글로벌 리더들이 세 변화를 앞서 완성해 가는 동안, 한국은 다양한 인접 자산을 무기로 빠르게 추격하고 있다.

남은 질문은 단 하나: **"2027년 표준화 변곡점 이전에, 누가 기술·표준·플랫폼을 하나로 연결해 내는가"**

AI 경쟁의 병목은 더 이상 GPU가 아니다. 전력과 열을 관리하는 능력이다.

5.2 정부에 대한 제언: '판'을 만드는 5가지 과제

냉각 산업은 그 특성상 정부의 역할이 매우 크다. 전력망, 인허가, 규제, 표준이 모두 정부 영역과 직결되기 때문이다. 정부가 가장 잘하는 일은 잘 만들어진 기업을 키우는 것이 아니라 기업이 잘할 수 있는 “판”을 깔아주는 것이다. 그 판을 만드는 5가지 과제를 제시해보고자 한다.

정부 정책 제언: 5대 과제 도출 및 과제별 시급성

우선순위	정책 과제	핵심 내용 및 기대 효과
★★★ (즉시)	(1) 액침냉각 인허가 체계 정비	- 현행 소방법 인화점 250°C 기준의 합리적 재검토, 액침냉각 전용 인증·기준 마련 → 현장 도입 지연 문제 해소, 글로벌 표준과의 정합성 확보
★★★ (즉시)	(2) 국가 액침냉각 인증센터 설립	- GRC ElectroSafe, OCP 등 국제 표준과 호환되는 국가 인증 인프라 구축 → 국내 중소기업이 해외 인증 비용·시간 부담 없이 검증 가능
★★ (중기)	(3) 데이터센터 클러스터 단 조성	- 전력 우선 공급 + 폐열 활용 인프라가 결합된 특화 단지 지정 → 입지 갈등 해소 + 폐열 재활용 비즈니스 모델 활성화
★★ (중기)	(4) R&D 집중 투자 영역 명확화	- 2상 액침냉각, 무수(無水) 냉각, AI 운영 SW 등 글로벌 격차 큰 영역에 R&D 자원 집중 → 벌써 늦은 단상 액침에 분산하지 않고 선택과 집중
★ (중장기)	(5) 글로벌 외교 채널을 통한 공급망 편입 지원	- 한미 AI 협력, K-Chips Act 등 외교 채널을 통해 한국 냉각 기업의 NVIDIA·OCP 공급망 진입 지원 → 기업 단독으로 어려운 외교적 진입로 확보

자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

정부의 진짜 역할은 '규제 정비'와 '국가 차원의 표준 외교'

5대 과제 중 가장 시급한 것은 단연 (1)과 (2), 즉 규제 정비와 국가 인증 체계다. 한국의 엄격한 소방법은 안전이라는 정당한 목적 아래 설계되었지만, 액침냉각이라는 새로운 기술 환경에서는 안전을 보장하면서도 도입을 가능하게 하는 별도 트랙이 필요하다. 글로벌 기업이 GRC ElectroSafe 인증을 받을 때 국내 기업도 동등한 자격으로 인증을 받을 수 있는 국가 인프라가 없다면, 한국 기업은 매번 해외 인증기관에 비용과 시간을 들여야 한다. 이는 산업 정책 차원의 비용일 뿐만 아니라 기업 단위에서는 결정적 진입 장벽이다.

(5)번 과제, 즉 외교적 지원도 간과해서는 안 된다. NVIDIA의 공급망 편입은 기술적 우수성만으로 결정되지 않는다. 미국 정부, NVIDIA 본사, 글로벌 1차 협력사들과의 신뢰 네트워크가 함께 작동한다. 일본이 기업 라피더스, 소프트뱅크, 도쿄일렉트론을 매개로 미국 AI 공급망에 적극 편입되고 있는 사례는 좋은 참고가 될 것이다. 한국도 K-반도체·K-자동차에 이어 K-냉각을 외교적 협상 카드의 하나로 자리매김할 필요가 있다.

5.3 기업에 대한 제언: '세 가지 전환'을 동시 완수

기업에 대한 제언은 한국 냉각 기업들이 맞이한 새로운 기회와 도전에서 출발한다. 본 보고서에서 살펴봤듯이, AI 산업의 병목은 이제 전력과 열 관리로 이동하고 있으며, 이에 따라 냉각 시장도 빠르게 성장하고 있다. 특히 한국 기업들은 HVAC, 열교환기, 전력기기 등 관련 기술 기반을 이미 보유하고 있다는 점에서 지금이 글로벌 시장 진입의 적기라고 볼 수 있다. 글로벌 시장의 경쟁력은 이미 '단품 하드웨어'에서 '통합 시스템 및 플랫폼'으로 이동한 상황에서, 국내 기업들이 추진해야 할 세 가지 전략을 제시한다.

전략 1. 단품에서 시스템으로 : 엔지니어링 통합 역량을 키워라

가장 시급한 전환은 비즈니스 모델 자체의 진화다. 단품 하드웨어 판매는 향후 5년간 가격 압력이 거세지면서 마진이 빠르게 축소될 가능성이 높다. 반면 전력·냉각·제어·운동을 한 모듈에 통합해서 공급하는 시스템 사업자는 프리미엄을 유지할 수 있다. 삼성전자가 Fläkt 인수로 곧바로 시스템 영역에 진입한 것, LG전자가 R&D-생산-판매-유지보수의 완결형 밸류체인을 구축하는 것이 모두 같은 방향이다. 중소/중견 기업이라면 "우리가 만드는 부품을 어떻게 다른 기업의 시스템 안에 끼워 넣을 것인가"라는 질문에 답할 수 있어야 한다. 단품으로 남는 길은 더 이상 안전한 길이 아니다.

전략 2. 하드웨어에서 데이터로 : 소프트웨어 계층을 갖춰라

두 번째는 소프트웨어 및 데이터 역량의 내재화다. AI 기반 냉각이 트렌드가 되는 순간, 단순히 잘 작동하는 냉각 장비를 파는 것만으로는 충분하지 않다. 운영 데이터를 학습해서 효율을 지속적으로 개선하는 소프트웨어 계층이 가치의 원천이 된다. Schneider Electric의 EcoStruxure, Vertiv의 통합 관리 플랫폼이 모두 이 방향이다. 한국 기업이 가장 부족한 것이 바로 이 계층이다. "하드웨어는 잘 만들지만 운영 데이터를 자산화하는 능력이 부족하다"는 평가는 냉각뿐 아니라 한국 제조업 전반에 해당하는 진단이다. 이를 극복하지 못하면 한국 냉각 기업은 글로벌 플랫폼의 부품 공급사라는 위치에 머물게 된다.

전략 3. 독자 진영에서 글로벌 표준 생태계로

세 번째 전환은 진영 선택의 명확화다. 본 보고서가 일관되게 강조했듯이, 글로벌 냉각 시장의 진입 자격은 결국 NVIDIA가 인증하는 진영 안에 있느냐로 결정된다. 한국 기업이 이 진영에 진입하는 경로는 세 가지로 정리해볼 수 있다(아래 표 참고):

차세대 AI 인프라 표준 생태계 편입의 3가지 경로, 기업별 적용 사례

경로	내용	국내 기업 대표 사례	적용 가능 기업
1. 직접 인증	GRC ElectroSafe, OCP 등 국제 인증, 직접 획득	SK엔무브 (GRC 지분투자), HD현대오일뱅크(GRC 인증 획득)	정유사, 냉각유 전문기업
2. 글로벌 M&A	NVIDIA 공급망에 속한 글로벌 기업을 인수해 우회 진입	삼성전자(플렉트 인수, 스타게이트 합류)	대기업
3. 1차 협력사 거점	Vertiv, Schneider 등 1차 협력사의 협력사로 진입해 간접 편입	GST(LS일렉트릭 → Vertiv → NVIDIA 연결)	기술 보유 중견기업

자료: 언론종합, 삼일PwC경영연구원

세 가지 경로 중 어느 것이 가장 적합한지는 기업의 자산과 자본 규모에 따라 다르다. 정유사처럼 검증 가능한 화학 소재 기술이 있다면 직접 인증이 가장 빠르고, 자본력이 있는 대기업은 글로벌 M&A로 단번에 진입이 가능하며, 기술은 있지만 규모가 작은 중견기업은 1차 협력사 거점이 현실적이다. 중요한 것은 각자에게 맞는 경로를 선택하는 것이며, 어느 경로도 시도하지 않는 것은 가장 위험한 선택일 것이다.

나오며

AI 경쟁은 GPU 확보 경쟁으로 시작됐다. 그러나 AI 산업이 성숙할수록 경쟁의 기준은 GPU 보유량에서 GPU 활용 능력으로 이동할 것이다. 같은 GPU를 가지고도 더 많이 계산하고, 같은 전력을 가지고도 더 오래 운영하며, 같은 부지에서 더 높은 밀도를 구현하는 기업이 결국 우위를 차지한다.

그 차이를 만드는 것이 바로 냉각이다. 냉각은 더 이상 데이터센터의 부속 설비가 아니다. 전력 효율을 높이는 기술을 넘어, AI 인프라의 생산성을 결정하는 핵심 자산이 되고 있다. 실제로 글로벌 리더들은 이미 움직이고 있다. Vertiv는 전력과 냉각을 통합하고, Schneider Electric은 냉각을 플랫폼으로 전환하며, Johnson Controls는 열관리 전문기업으로 재편되고 있다. 냉각 기술 확보를 위한 대규모 M&A 역시 이러한 변화를 보여준다

한국에도 기회는 있다. 정유, HVAC, 반도체 장비, 클린룸 시공 등 데이터센터 냉각으로 연결될 수 있는 산업 기반을 이미 갖추고 있기 때문이다. 문제는 기술 자체가 아니라 표준과 생태계다.

향후 2~3년은 글로벌 냉각 산업의 표준이 형성되는 결정적 시기가 될 가능성이 높다. 이 시기에 누가 NVIDIA 생태계와 연결되고, 누가 시스템과 플랫폼 역량을 확보하며, 누가 글로벌 공급망의 일부가 되는지가 승패를 가를 것이다.

AI 시대의 경쟁력은 더 이상 연산 능력만으로 결정되지 않는다. 전력을 관리하는 기업이 AI를 운영하고, 열을 관리하는 기업이 AI를 확장한다.

AI 산업의 미래는 반도체가 아니라 전력과 열에서 결정될 것이다.

“열을 잡는 자가 AI를 잡는다.”

Business Contacts

Deals

서용태 Partner

yong-tae.seo@pwc.com

최성흠 Partner

seong-heum.choi@pwc.com

PwC Consulting

박현주 Partner

hyun-joo.park@pwc.com

조운희 Partner

woonhee.cho@pwc.com

한광석 Director

kwangsuk.han@pwc.com

Author Contacts

이은영 상무

삼일PwC경영연구원
eunyoung.lee@pwc.com

최형원 연구원

삼일PwC경영연구원
hyungwon.choi@pwc.com

삼일PwC 경영연구원

최재영 경영연구원장

jaeyoung.j.choi@pwc.com



삼일회계법인

삼일회계법인의 간행물은 일반적인 정보제공 및 지식전달을 위하여 제작된 것으로, 구체적인 회계이슈나 세무이슈 등에 대한 삼일회계법인의 의견이 아님을 유념하여 주시기 바랍니다. 본 간행물의 정보를 이용하여 문제가 발생하는 경우 삼일회계법인은 어떠한 법적 책임도 지지 아니하며, 본 간행물의 정보와 관련하여 의사결정이 필요한 경우에는, 반드시 삼일회계법인 전문가의 자문 또는 조언을 받으시기 바랍니다.

S/N: 2608W-RP-105

© 2026 Samil PwC. All rights reserved. PwC refers to the Korea group of member firms and may sometimes refer to the PwC network. Each member firm is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details.