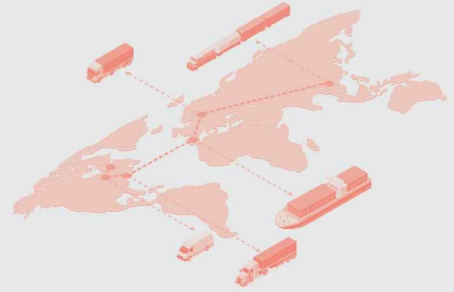




# 미국 AI 데이터센터 수요 증가에 따른 유망 품목 및 진출 전략



# 미국 AI 데이터센터 수요증가에 따른 유망 품목 및 진출 전략



## 목 차

### 제1장 미국 데이터센터 산업 개요

- 제1절 미국 데이터센터 산업 성장 배경
- 제2절 미국 데이터센터 건설 동향
- 제3절 AI 데이터센터 밸류체인

### 제2장 AI 데이터센터 관련 3대 이슈 및 기회 요인

- 제1절 데이터 처리 효율성
- 제2절 지속가능한 전력 공급과 에너지 효율적 운영
- 제3절 발열 통제 및 냉각 효율화

### 제3장 미국 데이터센터 시장 진출 전략

- 제1절 진출 환경 분석
- 제2절 전문가 인터뷰를 통해 알아본 시장 동향과 진출 전략
- 제3절 3대 이슈별 진출 전략과 성공사례 분석

## 요약

### □ 미국 데이터센터 산업 성장 배경 및 현황

- **(배경)** AI 상용화에 따라 폭발적으로 증가한 데이터 처리량을 수용하기 위해 글로벌 데이터센터 수요는 2030년까지 3배 이상 증가할 전망이며, 이 중 51%는 미국이 차지하고 있을 정도로 전 세계에서 가장 큰 시장이 형성되어 있음
  - 전체 데이터센터 용량 수요 중 70%는 AI 모델 구동 가능한 데이터센터에 대한 수요로, 이 중 생성형 AI가 전체 수요의 40%를 차지할 것으로 전망
- **(현황)** 미국 4대 데이터센터 시장은 북부 버지니아, 델러스-포트워스, 시카고, 실리콘밸리를 중심으로 형성되어 있으며, 2024년 1분기 미국 데이터센터 용량은 807.5MW 증가하여, 전년 동기 대비 24.4%의 증가율을 기록하였음에도 공실률이 역대 최저치(2.4%)를 기록할 정도로 공급 부족 단계에 임박

### □ AI 데이터센터 밸류체인

- AI 데이터센터는 밸류체인은 실질적인 데이터 처리 기능을 하는 서버와 이를 뒷받침 하는 설비로 구분되어 형성되며, 생성형 AI 모델을 구동하거나 클라우드 서비스를 제공하여 초대규모 데이터를 다루는 기업들이 최종 수요자
  - 서버는 AI 가속기, 네트워크, 스토리지 시장으로 구성되어 있으며, 설비는 전력인프라와 냉각·공조 시스템이 주요 요소

### □ AI 데이터센터 관련 3대 이슈 및 기회요인

- **(데이터 처리 효율성)** AI가속기(반도체)의 데이터 처리량과 속도, 스토리지 및 네트워크 장비의 데이터 저장 안전성과 전송 속도를 개선하는 기술에 주목해야 하며, 특히 초고속 데이터 처리와 에너지 효율성을 동시에 실현하는 **실리콘포토닉스 기술의 가능성과 적용 분야**에 대해 집중적으로 분석

**요 약**

- **(지속가능한 전력 공급과 에너지 효율적 운영)** AI 데이터센터는 막대한 전력을 소비하는 만큼, 안정적인 전력 공급을 위해 SMR, 재생에너지 등 대체 전력원 발굴에 대한 투자가 집중되고 있으며, 변압기, 송전선 등의 전력기자재 및 에너지 저장 시스템에 대한 수요도 증가
- **(발열 통제 및 냉각 효율화)** 데이터센터의 서버 및 IT 장비의 발열량은 서버 성능에 큰 영향을 미침에 따라 냉각 및 열 관리 기술 개발의 중요도가 높아지고 있으며, 서버를 절연된 냉각액에 직접 담그는 방식의 액침 냉각 등 혁신적 기술에 주목해야 함

**□ 미국 AI 데이터센터 시장 진출전략**

- **(진출 환경 분석)** 미국 백악관은 AI 데이터센터 인프라 태스크포스를 구성하여 에너지 효율적인 데이터센터 구축을 지원하고 있으며, 주 정부별로도 데이터센터 유치를 위한 다양한 세금혜택을 제공하고 있어 데이터센터 시장은 정부 차원의 지원을 바탕으로 성장할 전망
  - **트럼프 행정부 출범 이후**, 지속가능성 규제 완화 및 원자력 및 전통적 에너지 산업을 지지할 가능성이 올라가, 데이터센터 전력 공급원 확보에는 긍정적인 영향이 예상되며, 반도체 산업과 데이터센터 서버 부품에 있어서는 자국 반도체 산업 회복을 위해 중국과의 디커플링이 심화될 전망으로 공급망 복잡화가 예상됨
- **(전문가 인터뷰를 통해 알아본 시장동향 및 진출전략)**
  - (동향) 구글, AWS 등 자체 AI 및 스트리밍 모델에 최적화된 AI 가속기에 대한 수요가 증가하여 주문형반도체 수주량이 폭증하고 있으며, 반도체 산업 내에서는 통합 솔루션 구축을 위한 수직계열화 활발
  - (진출전략1) 시장의 성장 전망은 분명하므로 데이터센터 구축에 간접적으로 필요한 부품 및 전력 기자재 등 전력 인프라 분야에 기회가 확대될 것으로 전망
  - (진출전략2) 선제적인 R&D 투자와 표준 컨소시엄 참여를 통해 차세대 기술 상용화 도래에 대비해야 함

I

## 미국 데이터센터 산업 개요

- ◆ AI 상용화에 따라 폭발적으로 증가한 데이터 처리량을 수용하기 위해 데이터센터 수요는 2030년까지 3배 이상 증가할 전망
- ◆ 미국 4대 데이터센터 시장은 북부 버니지아, 앨러스, 시카고, 실리콘밸리를 중심으로 형성, 점차 인구 저밀집 지역으로 확산되는 추세
- ◆ AI 데이터센터 밸류체인은 서버와 설비 두 분야로 구축되어 있으며, 각각 프로세서·네트워크와 전력·냉각이 핵심

1

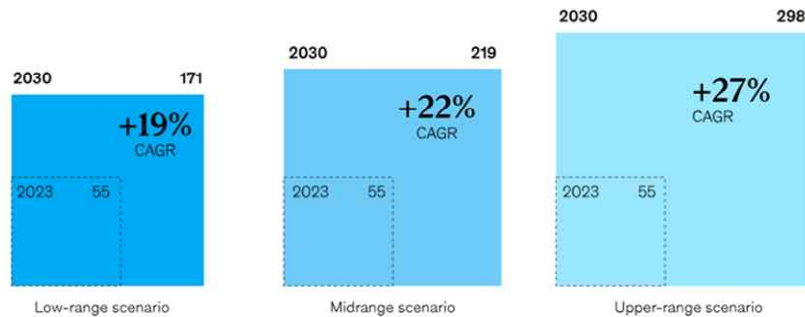
### 미국 데이터센터 산업 성장 배경 및 현황

- AI 학습과 추론에 필요한 데이터 처리량이 폭증함에 따라 전세계 데이터센터 용량에 대한 수요는 2030년까지 3배 이상 증가할 전망이며, 데이터센터 부족 현상을 경험할 것이라고 예측(McKinsey, 2024.10.)
  - 데이터센터 용량에 대한 수요는 AI의 채택 속도, 데이터 연산에 필요한 반도체의 발전 속도 등에 따라 다르지만, 2023년부터 2030년까지 전 세계 수요는 연간 최소 19% ~ 최대 27% 증가할 전망

【 글로벌 데이터센터 수요 전망 】

Global demand for data center capacity could more than triple by 2030.

Demand for data center capacity,<sup>1</sup> gigawatts

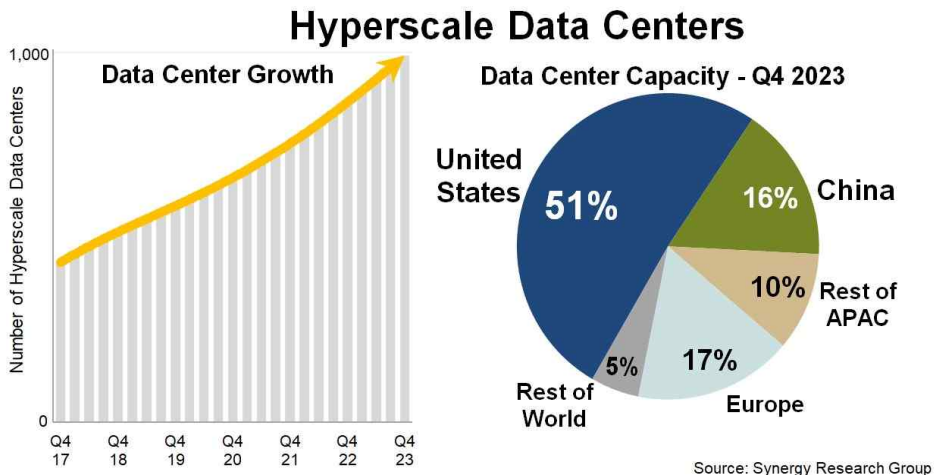


<sup>1</sup>Three scenarios showing the upper-, low-, and midrange estimates of demand, based on analysis of AI adoption trends; growth in shipments of different types of chips (application-specific integrated circuits, graphics processing units, etc) and associated power consumption; and the typical compute, storage, and network needs of AI workloads. Demand is measured by power consumption to reflect the number of servers a facility can house.  
Source: McKinsey Data Center Demand model

자료: McKinsey(2024.10.29.)

- 글로벌 데이터센터 용량 중 51%는 미국이 차지하고 있으며, 2030년에는 미국 내 전체 전력의 8%를 데이터센터로 소모할 것이 예상될 정도로 대규모의 시장이 형성되어 있으며, 지속 성장 중

【 하이퍼스케일 데이터센터 성장률과 미국 비중 】

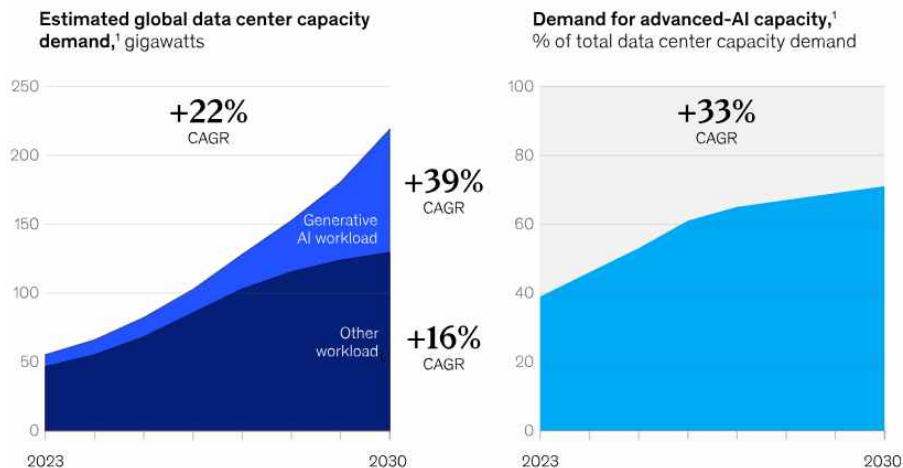


자료: Synergy Research Group(2024.10.29.)

- 데이터센터 산업의 성장은 AI 모델 구동을 위한 강력한 컴퓨팅 파워 및 대규모 전력 공급 시스템을 갖춘 AI 데이터센터가 견인
- 전체 데이터센터 용량 수요 중 70%는 AI 데이터센터에 대한 수요가 차지할 것이며, 이 중 생성형 AI가 전체 수요의 40%를 차지할 것으로 전망

【 글로벌 데이터센터 수요 견인의 키, AI 데이터센터 】

AI is the key driver of growth in demand for data center capacity.



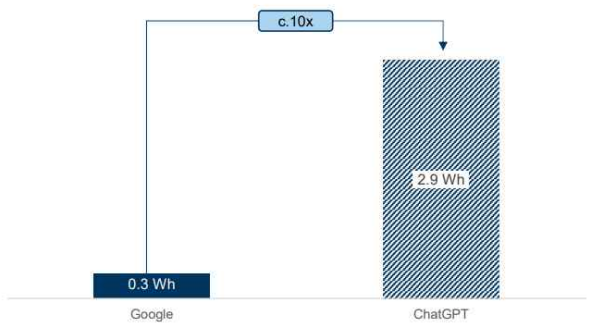
자료: McKinsey(2024.10.29.)



- AI 데이터센터와 기존 데이터센터는 규모와 전력 소비량에 있어 가장 큰 차이를 보임
  - 규모 : 10년전만 해도 30MW 이상일 경우 대규모 데이터센터로 분류하였으나, 최근에는 100MW 이상은 되어야 하이퍼스케일 데이터센터로 분류하고 있음
  - 전력 소비량 : 생성형 AI의 대표 사례인 Open AI의 ChatGPT의 쿼리 처리를 위한 전력 소비량은 구글 검색 처리를 위한 전력 소비량 대비 6~10배 소요하며, AI 데이터센터 랙 전용 Nvidia의 최신 GPU 모델 'GB200'은 서버와 함께 120kW까지 소요

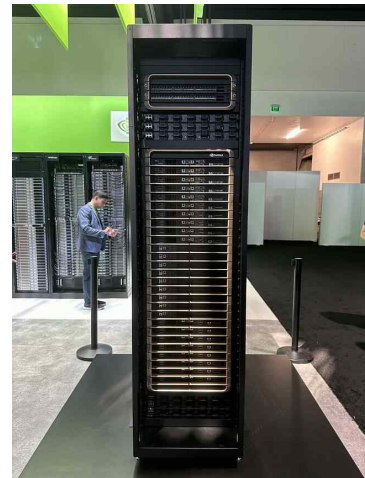
ChatGPT, 구글 검색의 시간당 전력소비량 비교

**Exhibit 11: ChatGPT queries are 6x-10x as power intensive as traditional Google searches**  
Power consumption per query/search (Wh)



Source: Google, SemiAnalysis

Nvidia 데이터센터 전용 GPU(GB200)가 설치된 랙



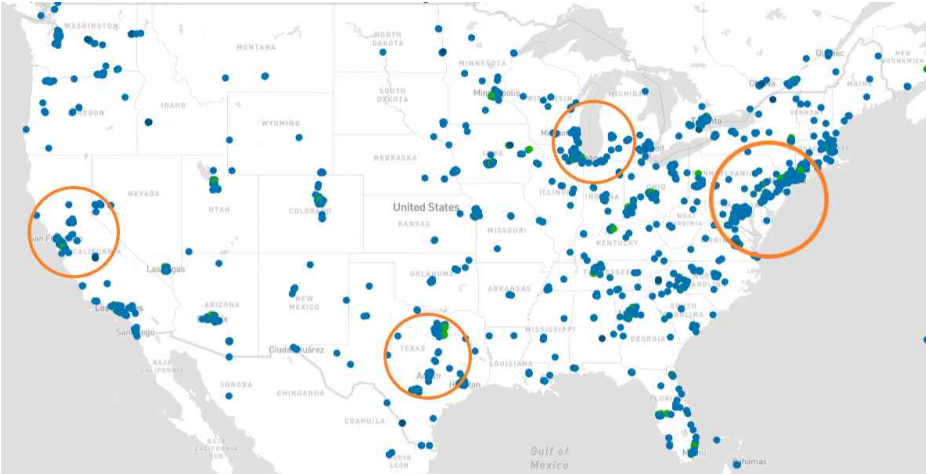
자료: GoldmanSachs(2024.4.28.), The Register(2024.3.21.)



## 2 | 미국 데이터센터 건설 동향

□ 미국의 4대 데이터센터 시장은 북부 버지니아, 델러스-포트워스, 시카고, 실리콘밸리로 이 지역을 중심으로 형성

【 미국 내 4대 데이터센터 시장 】



자료: DataCenter Map (2024.11. 실리콘밸리무역관 가공)

- (데이터센터 용량) 전력 공급 문제에도 불구하고, 2024년 1분기 미국 데이터센터 용량은 807.5MW 증가하여, 전년 동기 대비 24.4%의 증가율을 기록하였으며, 이 중 북부 버지니아가 전체 증가분의 48%를 차지(CBRE, '24.6)
  - (공실률) 미국 데이터센터 공실률은 역대 최저치를 기록하였으며, 시카고는 6.7%에서 2.4%로 감소하며 전년 대비 가장 큰 폭으로 감소하였고, 북부 버지니아의 공실률도 가용량이 전년 대비 18% 증가했음에도 불구하고, 1.8%에서 0.9%로 하락하며 미국 내 데이터센터의 높은 수요를 입증(CBRE, '24.6)
- 데이터센터 건설 시 중점 고려 사항은 전력 공급에 효율적인 입지 선정, 전력원 확보, 설계 효율화 등이 있음
- (전략적 입지 선정) 데이터센터 입지 선정에는 대도시와의 거리, 고속 네트워크, 전력량, 부지 매입 비용 등 여러 요인이 고려되지만,

가장 중요한 요소 중 하나는 '짧은 지연 시간'(Latency)

- 그간은 데이터 전송 시 지연 시간으로 인해 인구 밀집 지역 근처에 데이터센터를 건설할 수 밖에 없었음
- AI 모델 가동은 크게 '학습'과 '추론'으로 이루어지는데, '학습'과 관련한 데이터센터 이용에는 짧은 지연 시간이 차지하는 중요도가 낮기 때문에 AI 모델 학습 전용 데이터센터는 전력량이 풍부한 외곽 지역에 신설되고 있어 **이원화 트렌드** 발생

사 례	메타, 와이오밍주 샤이엔에 8억 달러 규모 데이터센터 건설계획 발표('24.7)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 메타는 자사 서비스의 AI 성능 최적화를 위해 와이오밍에 대규모 데이터센터 신설 예정임을 발표하며, 와이오밍주의 에너지 접근성을 강조</li> <li>· 지역 전력 공급사인 블랙힐스에너지(Black Hills Energy)와의 협력을 통해 재생에너지를 전력망에 추가하는 계획도 포함</li> </ul>

- **(전력원 확보)** AI 데이터센터는 대규모 전력을 필요로 하는 만큼 효율적인 전력원 확보는 중점 고려사항 중 하나이며, 다음과 같은 솔루션을 도입하는 추세
  - ① **하이브리드 모델** : 기존 전력망만으로는 충분한 전력량을 공급받기 어렵기 때문에 추가 용량이 필요할 경우 연료 전지, 배터리, 천연가스, 재생에너지 등을 통해 전력을 독립적으로 생산하는 업체(IPP)로부터 필요량을 확보
  - ② **발전소 인근에 건설** : 전력을 효율적으로 공급받기 위해 발전소 인근에 데이터센터를 건설하여 기존 전력망에 의존하지 않고 운영하고자 하며, 전력 기업과 장기 계약을 통해 비용 절감 효과를 획득
  - ③ **소형 모듈형 원자로(SMR) 도입** : 미국 에너지부는 생성형 AI 붐과 데이터센터로 인해 급증한 전력 수요를 대응함과 동시에 2050 넷제로 목표를 달성하기 위해서는 원자력발전 용량이 현재 대비 최소 3배 증가해야 한다고 밝히며, 소형 모듈 원자로를 대안으로 제시, 데이터센터 기업의 활용도도 늘어나는 추세

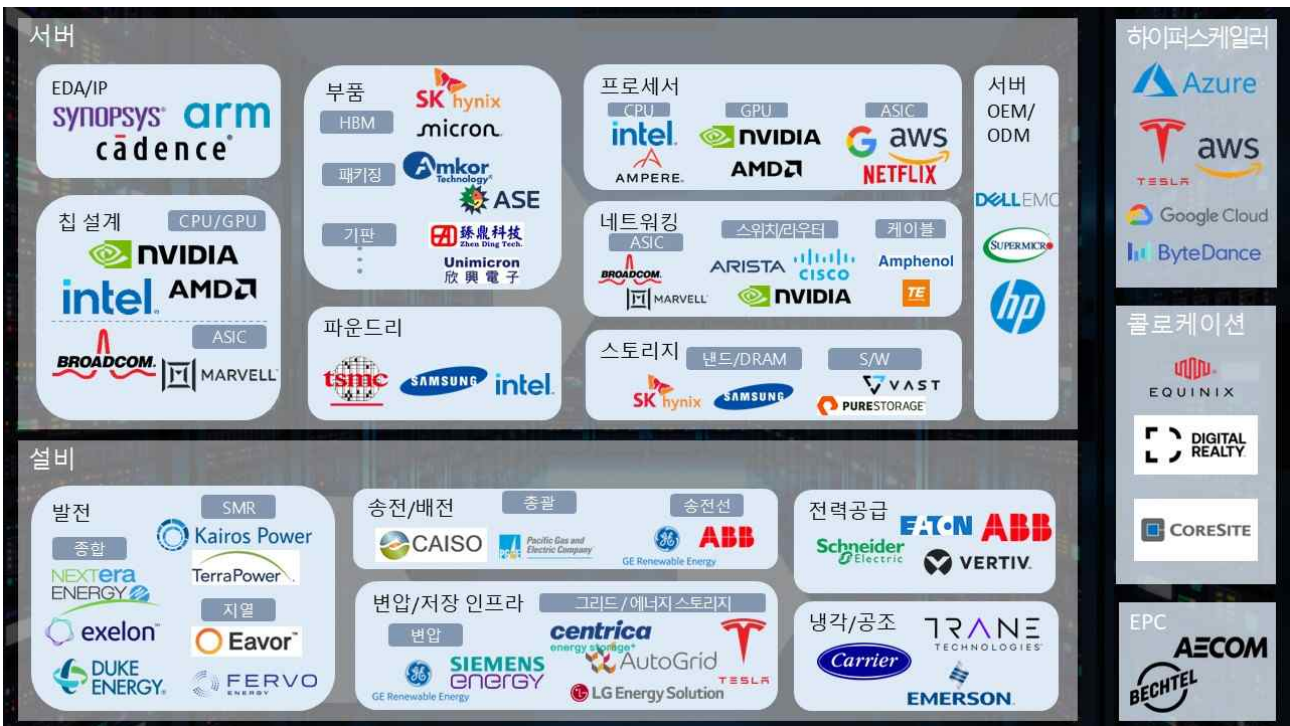
사 례	Talen Energy, 원자력 발전소 인근에 건설한 데이터센터 캠퍼스 AWS에 매각(24.3)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· AWS는 탈탄소화 목표 달성과 효율적인 전력 공급을 위해 Talen Energy가 자사 원자력 발전소 인근에 건설한 데이터센터 캠퍼스를 6.5억달러에 인수하기로 결정</li> <li>· AWS와 Talen Energy는 몇 년간 고정 가격의 원자력 전력 공급 계약을 체결하였으며, 원자력 라이선스 갱신 시 계약 연장 옵션도 체결한 것으로 알려짐</li> </ul>

- **(설계 효율화)** 데이터센터 구성 요소의 모듈화를 통한 건설 기간 단축
  - 데이터센터 컨설팅 기업 Uptime Institute에 따르면, 기존 데이터센터 구축에는 일반적으로 400일 가량이 소요되었으나, 최근 고객사들이 요구하는 기간은 6주 가량으로 단축되어 필요할 때 즉시 구축하는 온디맨드 방식을 선호
  - 이러한 요구사항을 맞추기 위해 데이터센터 설계 시 공장에서 사전 제조된 빌딩 블록들을 주문 시 현장에서 설치하는 방식으로 모듈화, 표준화하여 비용 및 시간 절감

### 3 AI 데이터센터 밸류체인

□ AI 데이터센터는 밸류체인은 실질적인 데이터 처리 기능을 하는 서버와 이를 뒷받침하는 설비로 구분되어 형성되며, 생성형 AI 모델을 구동하거나 클라우드 서비스를 제공하며 초대규모 데이터를 다루는 기업들이 최종 수요자

【 AI 데이터센터 밸류체인 】



자료 : PublicComps, SPEAR, Quatr, Yole Group, CBInsights (실리콘밸리무역관 재구성)

#### □ [서버-연산] AI 데이터센터 성능의 근간, AI 가속기

- AI 가속기란 AI 및 머신러닝 작업에 특화된 연산을 수행하는 고성능 반도체를 의미하며, 병렬 처리 능력이 뛰어난 GPU, 딥러닝 행렬 연산 가속에 최적화된 구글의 TPU, 모바일, 엣지 디바이스에서 사용되는 NPU 등이 있음
- AI 가속기 밸류체인은 설계 → 제조 → 후공정의 과정으로 구성
  - (설계) 반도체 설계 전문 기업(팹리스)은 등과 같이 자체 GPU 제품을 출시하는 기업과 주문형반도체(ASIC) 설계 기업으로 나뉨

며, 고성능 반도체 설계시 EDA 기업의 소프트웨어를 통해 설계를 최적화함

- (제조·후공정) 팹리스 업체가 설계한 반도체는 파운드리 기업을 통해 위탁 생산되며, 파운드리 기업은 AI 가속기에 들어가는 CPU, HBM, 기판소재(PCB)등의 구성 요소들을 2.5D 패키징 등 최첨단 공정 기술로 집적하여 대량 생산하며, 연산 정확성, 데이터 전송 속도, 전력 소모 등의 최종 테스트를 거쳐 출하

## □ [서버-전송] 초고속 데이터 전송을 위한 네트워크 및 스토리지 기술

- 데이터를 병목 없이 전송하고 효율적으로 저장하기 위해서는 고성능 네트워크 장비와 스토리지 솔루션이 필수적
- (네트워크) AI 데이터센터의 핵심 네트워크 장비는 디바이스 간 데이터 흐름을 제어하는 스위치, 외부로부터의 데이터 흐름을 제어하는 라우터, 스위치 내부에 들어가는 네트워크 반도체, 네트워크 장비들을 연결하는 광섬유/케이블 등이 있음
- (스위치/라우터 완제품) 이더넷 스위치\* 및 라우터 시장은 시스코(Cisco), 아리스타(Arista)가 시장을 점유하고 있으며, 인피니밴드 스위치\*는 엔비디아가 선도
  - \* (참고) 이더넷과 인피니밴드 : 이더넷은 가장 범용적인 시장 지배 기술로 저속저가, 인피니밴드는 보다 최신 기술로 고성능 컴퓨팅에 적합하며, 고속고가인 점이 특징
- (네트워크 반도체) 스위치 성능(대역폭, 처리량)을 좌우하는 부품으로 브로드컴, 마벨 등이 제조
- (광섬유/케이블) 물리적 광섬유/케이블 분야는 스미모토전기 (Sumimoto Electric), 후루카와전기(Furukawa Electric) 등 일본 기업이 선도 하고 있으며, 데이터센터 인프라의 전반적인 연결 솔루션은 암페놀(Amphénol), 타이커넥티비티(TE Connectivity)등 미국 기업이 점유
- (스토리지) 빠른 데이터 접근과 강력한 데이터 보호하는 기능을 하며, 메모리반도체 등 하드웨어 기업과 스토리지 솔루션을 제공하

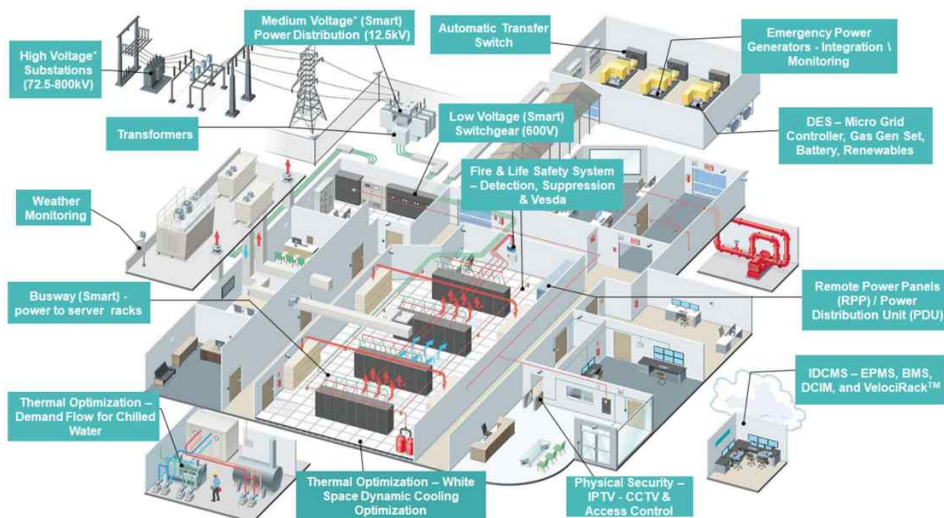


는 소프트웨어 기업으로 구성

- (하드웨어) 낸드플래시, DRAM 등 대형 메모리 반도체는 삼성, SK하이닉스, 마이크론 등이 제조하며, 스토리지 컨트롤러 칩은 브로드컴, 마벨 등이 제조
- (소프트웨어) 퓨어스토리지(Pure Storage), 델 EMC(Dell EMC), 넷앱(NetApp)과 같은 기업들이 수요자의 요구에 따라 스토리지 하드웨어 플랫폼을 설계하고, 데이터 압축, 고속전송, 암호화 등의 기능이 포함된 맞춤형 솔루션 제공

□ [설비] 지속 가능한 데이터센터 운영을 위한 전력인프라와 냉각·공조 시스템

【 데이터센터 구조】



자료 : Sherif H.(Technical Consultant at EDF) 링크드인

- (외부전력망) 고성능 서버를 구동하기 위해서는 대량의 전력이 필요하며 전력 흐름에 따라 **발전** → **송·변전** → **배전**의 단계를 거침
  - (발전) 화력, 수력 등의 전력원을 통한 전통적인 발전 외에도 소형모듈원자로, 지열발전 등의 신재생 발전과 장기적인 에너지 관리를 위한 그리드 스토리지 중심으로 시장 형성
  - (송·변전) 주요 장비로는 고압 송전선, 변압기, 개폐기 등이 있으며, 송전망 프로젝트 지역별 송전 운영자가 시공사 등 입찰을 통해 총괄

- (배전) 변전소에서 낮은 전압으로 변환된 전력을 지역 배전망을 통해 데이터센터에 전달
  - (내부 전력인프라) 데이터센터 내부의 전력인프라 밸류체인은 전력 흐름에 따라 외부전력망 → 변압기 → 스위치기어 → 무전원전원장치(UPS)·에너지저장장치(ESS) → 전력분배장치(PDU) 순서로 구성
  - 종합 전력 인프라 기업이 밸류체인 전반의 제품을 구축하고 있으나 ESS 분야는 배터리 제조기업 참여도가 높음
  - (냉각·공조 시스템) 데이터센터 IT 장비에서 발생하는 열을 제거하는 냉각시스템과 온도, 습도 등 공기품질을 관리하는 공조시스템으로 구분
  - 냉각기 제조 시 냉각팬, 열 교환기 등의 핵심 부품이 사용되며 공조 장비 제조 시 필터, 제습기 등의 부품이 필요, 시스템 구축 후에는 모니터링 소프트웨어를 통해 실시간 환경 관리
- [수요] 완성된 데이터센터를 임대하는 콜로케이션 기업과 최종 수요자인 하이퍼스케일러
- 복잡한 데이터센터 밸류체인의 최종 수요자는 하이퍼스케일러로, 시공사(EPC기업)와 협력하여 직접 건설하는 경우도 있으나, 콜로케이션 기업이 구축해둔 데이터센터를 장기 임대하는 경우가 대부분



## II AI 데이터센터 관련 3대 이슈 및 기회요인

### 1 데이터 처리 효율성

- ◆ AI, 빅데이터, 클라우드 서비스 확대에 따라 데이터 양이 기하급수적으로 증가하는 중으로 데이터 처리 및 전송 속도 저하 문제 개선을 위한 다양한 기술 개발되고 있음
- ◆ 대규모 데이터를 안정적으로 저장하고 데이터를 효율적으로 불러올 수 있는 스토리지 시스템과 이를 고속으로 전송하기 위한 네트워크 솔루션에 대한 수요 증가

#### □ AI 가속기의 데이터 처리량과 속도를 개선하는 기술

##### ○ CXL (Compute Express Link)

- (기술설명) 데이터 연산, 처리를 하는 프로세서(CPU, GPU)와 메모리(DDR, HBM)가 데이터를 주고 받을 때 고속 연결을 위한 인터커넥트 프로토콜로 외부 메모리 풀까지 접근 가능하도록 확장하여 메모리 용량과 대역폭\*을 획기적으로 개선
- \* 대역폭(Bandwidth)이 넓다는 것은 더 많은 데이터가 메모리와 프로세서 사이를 이동할 수 있다는 의미
- (개선점) CXL 기술은 확장성이 뛰어나지만, 클라우드 및 엣지 컴퓨팅 환경에서 네트워크 대역폭 병목현상을 해결하기 위해 지속적인 최적화 필요

##### 인텔의 CXL 지원 프로세서 개발 (2023년 6월)<sup>1)</sup>

사례  
1

- CXL 2.0을 지원하는 서버용 프로세서 '시에라 포레스트(Sierra Forest)'를 발표
- CXL 기술을 통해 메모리 확장성과 대역폭을 향상하여 데이터센터와 고성능 컴퓨팅 환경에서의 효율성을 높임

마이크로소프트의 CXL 기반 메모리 풀링 기술 적용 (2024년) <sup>2)</sup>	
사	· 마이크로소프트는 자사의 데이터센터에서 CXL 기술을 활용한 메모리 풀링 (memory pooling) 솔루션을 도입
2	· 여러 서버가 메모리를 공유함으로써 자원 활용도를 극대화하고 운영 효율을 향상시켜 AI 및 머신러닝 성능을 개선

○ PIM (Processing-In-Memory)

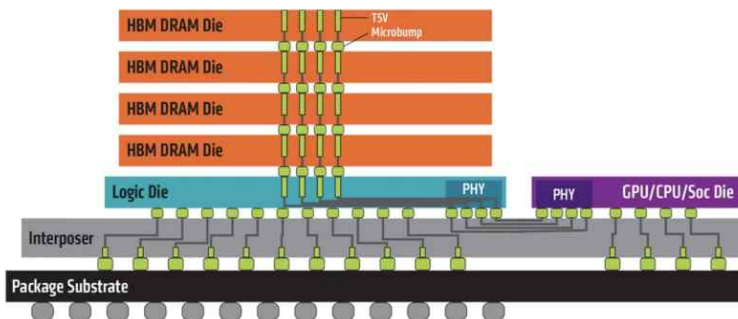
- (기술설명) 메모리 안에서 직접 연산을 처리하는 기술로, 컴퓨터의 기억장치인 메모리가 저장만 하는 역할을 넘어, 필요 시 연산까지 수행하여 대규모 데이터 처리에서의 병목현상을 완화

SK하이닉스 AiMX 시제품을 공개 (2023년 9월) <sup>3)</sup>	
사	· 미국에서 열린 'AI Hardware & Edge AI Summit 2023'에서 GDDR6-AiM을 기반으로 한 생성형 AI 가속기 카드인 AiMX 시제품을 공개
2	· 이 제품은 기존 GPU 대비 반응 속도가 10배 이상 빠르고, 전력 소모는 5분의 1 수준으로, AI 서비스의 효율성을 크게 향상

○ HBM (High Bandwidth Memory)

- (기술설명) HBM은 메모리 칩을 수직으로 적층하여 높은 대역폭과 낮은 전력 소모를 구현한 메모리 기술로, 고성능 컴퓨팅에 적합하나 밀도높은 적층 설계로 인해 발열 문제가 발생할 수 있어 냉각 기술이 병행되어야 하며 이외에도 제조 비용이 높다는 단점이 있음

【 HBM 칩렛 구조 】



자료 : AMD 홈페이지

사 례 1	엔비디아의 HBM2E 탑재 GPU 출시 (2020년 5월)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· HBM2E 메모리를 탑재한 데이터센터용 GPU 'A100'을 출시</li> <li>· AI와 고성능 컴퓨팅(HPC) 분야에서 높은 성능을 제공하며, HBM2E의 높은 대역폭을 활용하여 데이터 처리 속도를 크게 향상시킴</li> </ul>

사 례 2	SK하이닉스의 HBM3 개발 및 양산 (2021년 이후)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· SK하이닉스는 2021년 10월 업계 최초로 4세대 HBM 제품인 'HBM3' 개발에 성공하였고, 2023년 6월, 양산 돌입, 2024년 3월부터 엔비디아에 HBM3E 납품 중</li> </ul>

○ NPU(Neural Processing Unit)

- (기술설명) 인공 신경망 연산에 최적화된 프로세서로, 동시다발적인 행렬 연산 및 실시간 연산에 특화되어 딥러닝 모델의 학습 및 추론 성능을 가속화함

사 례	구글 TPU : 클라우드에서 대규모 AI 모델 학습과 추론을 가속하여 딥러닝 프레임워크인 TensorFlow와 긴밀하게 통합 후, AI 연구 및 상용 애플리케이션에 사용
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인텔 Gaudi AI 가속기 : AI 모델 훈련 클러스터에서 GPU 대안으로 사용되며, 대규모 딥러닝 모델을 효율적인 훈련을 통해 고성능 AI 클라우드 인프라에 통합하여 AI 워크로드의 처리 속도를 높임</li> </ul>

□ 스토리지의 데이터 저장 안전성 확대와 고속 전송을 위한 기술

○ NVMe-over-Fabrics (NVMe-oF)

- (기술설명) NVMe-oF는 고속 스토리지 프로토콜인 NVMe을 네트워크 패브릭 환경으로 확장해 대규모 데이터센터에서 스토리지 성능을 극대화하는 기술로, 기존 스토리지 프로토콜 대비 훨씬 낮은 지연(latency)을 제공

사 례	델(Dell) EMC 의 엔드 투 엔드 NVMe 아키텍처
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· NVMe 프로토콜을 스토리지 시스템 전체에 적용해 데이터 전송 속도와 IOPS를 향상시키고, NVMe-oF를 통해 네트워크를 통한 데이터 전송 시에도 NVMe의 고성능을 유지하면서 지연 시간을 최소화시킴</li> </ul>

○ 스마트 SSD(Solid State Drive)

- (기술설명) SSD는 반도체 메모리 칩을 사용하여 데이터를 저장하는 저장 장치로 스마트 SSD는 데이터 저장과 처리가 동시에 가능해, CPU와 메모리 사용량을 줄여 전력 소모를 절감하면서도 고성능을 유지할 수 있음

KAIST 도커 SSD 개발 (2023년 11월)	
사 례	<ul style="list-style-type: none"> <li>· KAIST 전기및전자공학부 정명수 교수 연구팀은 가상화 프로그램 '도커(Docker)'를 활용하여 하드웨어 변경 없이도 SSD 장치를 독립 서버로 사용할 수 있는 '도커 SSD'를 개발. 기존 스토리지 내부 데이터 처리 모델보다 2배 빠르고 에너지 효율이 2배 향상. 컴퓨터 없이도 데이터 처리가 가능하여 탄소 배출량을 획기적으로 감소</li> </ul>

□ 네트워크 장비의 데이터 전송 속도와 처리 성능을 개선하는 기술

○ 소프트웨어 정의 네트워킹 (SDN, Software-Defined Networking)

- (기술설명) SDN은 네트워크 제어와 데이터 전달을 분리하여 중앙에서 네트워크를 소프트웨어로 관리할 수 있게 하는 기술로 기존 하드웨어 중심 네트워크와 달리, SDN은 네트워크 장비를 프로그래밍하여 중앙에서 실시간으로 트래픽 분산하여 효율적인 운영이 가능하며 중앙화된 보안 정책 적용을 통해 안전성 개선

AT&T 네트워크 가상화 및 SD-WAN <sup>4)</sup>	
사 례	<ul style="list-style-type: none"> <li>· AT&amp;T는 네트워크 가상화 및 SD-WAN 기술을 통해 SDN 기반 네트워크로 전환해 클라우드 환경에서의 데이터 처리 성능을 향상</li> </ul>


○ 인공지능 운영 (AIOps, Artificial Intelligence for IT Operations)

- (기술설명) AIOps는 AI(인공지능)와 빅데이터 분석을 활용해 IT 운영을 자동화하고 최적화하는 기술로 IT 시스템 데이터, 로그, 이벤트를 실시간으로 분석해 이상 징후를 탐지하고 문제를 자동으로 해결하여 다운타임을 최소화하고 데이터 처리량 증가에 유연하게 대응

주니퍼 네트워크스(Juniper Networks)	
사 례	· 주니퍼 네트워크스는 AIOps를 네트워크 운영에 적용해 실시간으로 문제를 탐지하고 자동으로 해결해 네트워크 성능을 최적화

○ DPU (Data Processing Unit)

- (기술설명) 네트워크, 스토리지, 보안 작업을 오프로드\*하여 CPU의 부하를 줄이고 시스템 성능을 개선하는 프로세서로 AI 데이터센터와 클라우드 환경에서 데이터 처리 속도를 높이고 컴퓨팅 리소스 활용도를 극대화함
- \* 오프로드(Offload): 특정 작업을 메인 프로세서(CPU)에서 다른 전용 프로세서(DPU 등)로 넘겨서 처리

엔비디아의 BlueField DPU <sup>5)</sup>	
사 례 1	 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 엔비디아의 BlueField DPU는 AI 워크로드 최적화 및 데이터 전송 성능을 향상시키며, VMware와의 통합으로 가상화 환경에서도 네트워크 성능 개선</li> </ul>

AWS의 Nitro System <sup>6)</sup>	
사 례 2	· AWS의 Nitro System은 AWS의 EC2 인스턴스를 지원하기 위해 설계된 맞춤형 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼으로, 핵심 구성 요소 중 하나가 DPU 기능을 수행하는 Nitro 카드이며 Amazon EC2 인스턴스에서 데이터 처리와 보안을 가속하여 클라우드 성능을 최적화하고 고성능 컴퓨팅(HPC:High-Performance Computing) 및 빅데이터 분석에 최적화된 성능을 제공

○ 스마트 네트워크 인터페이스 카드 (Smart NIC)

- (기술설명) 스마트 네트워크 인터페이스 카드는 네트워크 트래픽을 가속하고 데이터 압축, 암호화, 패킷 처리 작업을 CPU에서 오프로드하여 CPU의 부하를 줄이고 서버가 더 중요한 작업(AI 연산, 데이터 분석 등)에 집중할 수 있게 하는 장치로 특히 DPU(Data Processing Unit) 기반 스마트 네트워크 인터페이스 카드는 AI 및 데이터 분석 워크로드에 최적화

○ 광 트랜시버 (Optical Transceiver)

- (기술설명) 전기 신호와 광 신호를 변환해 서버, 스위치, 라우터 등에서 데이터 송수신을 지원하며 최신 트랜시버는 400G, 800G와 같은 높은 대역폭을 지원하고, 듀얼 기능으로 양방향 통신이 가능해 빠르고 안정적인 네트워크 연결을 제공하며, 포토닉스 기술로 전력 소모와 운영 비용을 절감할 수 있어서 대규모 데이터센터에서 채택이 증가하는 추세
- (기술동향) 400G, 800G 트랜시버로 데이터 센터의 고속 저지연 통신이 지원되고(모든 네트워크 인프라에서 표준화된 것은 아님), Co-Packaged Optics와 실리콘 포토닉스 기술을 통해 전력 소모를 줄이고 비용 절감됨(현재 연구 및 초기 단계에서 일부 적용되고 있으며, 상용화가 진행 중) 플러그형 모듈과 DWDM 기술로 네트워크 유연성 및 데이터 전송 용량을 극대화하는 중



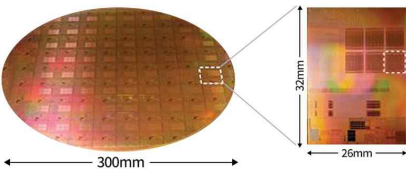
인텔 실리콘포토닉스 100G 광트랜시버

시스코 광트랜시버

□ 초고속 데이터 처리와 에너지 효율성을 동시에 실현하는 미래기술, 실리콘포토닉스

**실리콘 포토닉스**

The Manufacturing Process of Silicon Photonics Chips



실리콘 포토닉스는 서버, 스토리지, 네트워크 전반에 걸쳐 데이터 처리 성능을 향상하는 중요한 차세대 기술로, 전통적인 전기 신호 방식 대신 실리콘(Silicon) 반도체 위에 광 신호를 생성하고 전송할 수 있도록 설계하여 데이터 전송 속도를 높이고, 전력 소모를 줄일 수 있다는 것이 특징

Atabaki et al., Nature, 2018

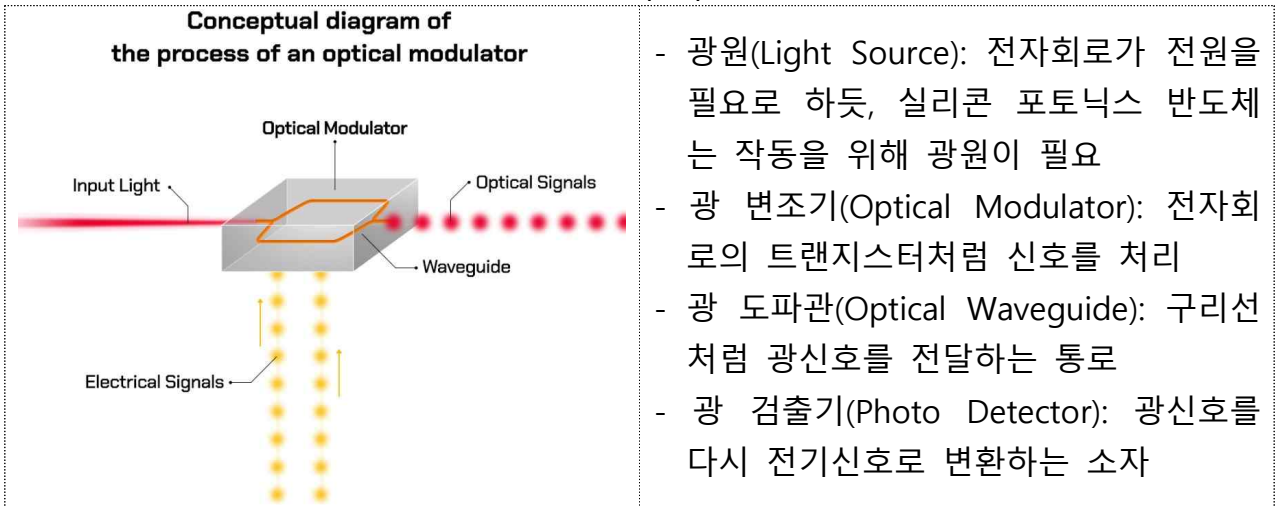
○ 기술설명

- 실리콘 포토닉스 기술의 핵심은 광 집적 회로(Photonic Integrated Circuit, PIC)로서, PIC는 실리콘 웨이퍼 위에 다양한 광학 소자를 집적하여, 전기 신호 대신 빛으로 데이터를 처리함



- 원리 : 웨이브가이드를 통해 실리콘 칩으로 전송된 광신호가 포토디텍터에 도달 하면 포토디텍터가 빛을 흡수하여 전자의 에너지를 증폭, 흡수된 빛의 에너지로 인해 전자가 생성되며 전자의 움직임이 전류로 나타나고 광신호가 전기 신호로 변환되어 데이터로 해석

【 광 변조기 개념도 】



자료: SK하이닉스 NEWSROOM

○ 주요 장점

- 고속 데이터 전송: 빛을 이용한 데이터 전송은 구리선 기반의 전송 방식보다 훨씬 더 빠르며 현재 400Gbps에서 800Gbps 이상의 데이터 전송 속도도 구현이 가능하여, 고속 통신 네트워크에서 매우 유리함
- 낮은 전력 소비: 실리콘 포토닉스는 구리선을 사용하는 기존 방식보다 전력 소모와 발열이 적어서 특히, 데이터센터와 대규모 클라우드 인프라에서 에너지 비용 절감에 기여 가능
- 신호 감쇠 개선 : 구리선은 거리가 길어질수록 신호 감쇠가 심해지지만, 실리콘 포토닉스를 활용한 광케이블은 신호 감쇠가 거의 없어서 긴 거리에서도 안정적인 데이터 전송 가능
- 확장성 및 비용 절감: 기존 반도체 공정에서 대량 생산이 가능하여 비용을 낮추면서도 확장성을 확보할 수 있으며 데이터센터, AI, 고성능 컴퓨팅(HPC) 등에서 효율적으로 규모 혹은 성능의 확장이 용이



○ 데이터센터 및 네트워크 시스템에 적용된 사례

사	구글 (Google) 2020년 <sup>8)</sup>
례	· 구글이 개발한 AI 가속기인 TPU 간 고속 데이터 전송을 위해 실리콘 포토닉스 기술을 활용하여 AI 훈련 속도와 클라우드 서비스 성능을 크게 향상
2	

사	IBM <sup>9)</sup>
례	· AI 및 고성능 컴퓨팅(HPC)에 실리콘 포토닉스를 활용하여, 서버 간 데이터 전송 속도를 개선하며 특히, 슈퍼컴퓨터에서 AI 모델 학습 및 분석 작업 시 병목현상을 줄이기 위해 이 기술을 채택
3	

○ 개선점

- 열 취약성: 실리콘은 온도가 높아질수록 광학적 손실이 증가하여, 데이터센터와 같은 고온 환경에서는 실리콘 포토닉스 장치가 성능 저하를 겪을 수 있음
- 레이저 소스 통합의 어려움: 실리콘은 자체적으로 레이저를 방출하지 못하는 재료이기 때문에 효율적인 레이저 소스 통합을 위해서는 다른 재료(예: 인듐인화물 InP)가 필요하므로 레이저 소스를 실리콘 칩과 통합하려면 정밀한 제조 공정과 높은 비용이 필요
- 파장 다중화 효율성: 실리콘 포토닉스는 파장 다중화(WDM) 기술을 활용하여 데이터 전송량을 극대화하는데, 이 기술은 정확한 파장 조정이 필요하여 파장 안정성을 유지하기 위한 정밀한 공정이 요구

○ 향후 활용 전망

- CXL 메모리(CXL Memory)<sup>10)</sup>와 실리콘 포토닉스 : CXL 인터페이스는 CPU와 메모리 간의 고속 데이터 전송을 지원하는 기술로, 실리콘 포토닉스가 CXL 기반 메모리 시스템에 도입되면, 데이터 처리 성능과 확장성에서 획기적인 변화를 불러올 것으로 전망
- 데이터센터에서의 활용<sup>11)</sup>: 실리콘 포토닉스 기반의 광 트랜시버는 데이터센터의 서버 간 고속 데이터 전송을 지원해 전력 소비와 발열을 감소시켜 에너지 효율성을 높이고 운영 비용 절감

2

## 지속가능한 전력 공급과 에너지 효율적 운영

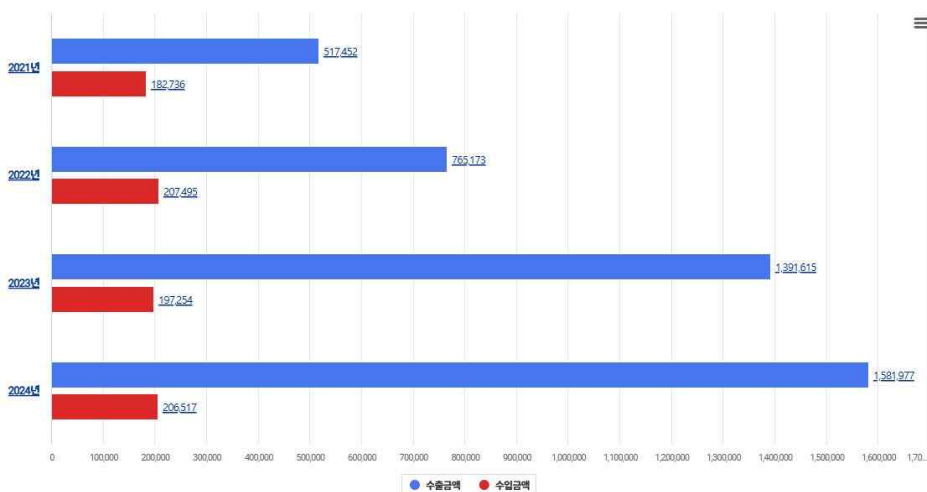
- ◆ 데이터센터는 전 세계 전력 소비량의 2%를 차지할 정도로 막대한 전력을 소비하여, 운영 비용 상승 및 환경 규제의 압박으로 이어짐
- ◆ 안정적이고 효율적인 전력 관리 기술 및 청정·재생 에너지 사용의 중요도 부각

### 안정적이고 효율적인 전력 공급을 위한 전력 기자재 수요 급증

#### ○ 변압기

- (기술설명) 전력망에서 전압을 조정해 송전 효율을 높이고 전력 손실을 최소화하는 장치로, 데이터센터에서는 전력망에서 받은 고전압을 낮은 전압으로 변환해 서버와 IT 장비에 적합한 전력을 공급하는 데 사용됨
- (유망사유) 미국 국립 재생에너지 연구소(NREL)는 2050년까지 변압기 공급이 2021년 수준 대비 160~260% 증가해야 할 것으로 전망하고 있으며, 미국 에너지부 조사에 따르면 미국 대형 변압기의 70%가량이 설치 수명 25년을 초과해 교체 시기 진입
- (개선점) 미국의 다양한 전력 표준에 맞춘 설계 필요

【 한국의 對미국 변압기 수출입 동향(단위: 천달러) 】



자료: HS Code 8504 기준, 관세청 수출입 무역 통계 (2024.12.18.)

HD 현대일렉트릭	
사 례 1	· 2024년 7월 미국 앨라바마 생산법인 증설을 마치고 노후 전력망 교체 및 데이터센터 시설 투자 증가로 변압기를 포함, 전력기기 수요가 급증하는 미국 시장 공략을 가속화

제룡전기	
사 례 2	· 매출의 100%를 변압기에서 창출하고 있는 한국의 기업으로, 미국의 노후화된 전력망과 데이터센터 증가로 인한 변압기 수요 확대에 대응해 미국 시장에 진입하였으며, 특히 2022년 하반기 미국 최대 전력 생산업체인 AEP(American Electric Power)와 주상변압기 공급 계약 체결

○ 고압 송전선

- (기술설명) 발전소에서 생산된 전기를 데이터센터와 같은 수요처로 옮기기 위해 사용되는 전선으로, 데이터센터에서는 특히 전력 손실을 최소화하기 위해서는 필요한 기술
- (유망사유) 미 백악관 2029년까지 미국 내 약 16만km 규모의 송전선을 업그레이드할 예정임을 발표 이후(2024.4.25), 미국의 노후화가 심각한 송전 인프라와 데이터센터 밀집 지역에서 전력 공급망이 급격히 확충되고 있으며, 이에 따라 고품질 고압 송전선 수요 증가
- (개선점) 재생에너지와 연계된 전력망 설계 요구에 부응하기 위해 탄소 발자국을 줄인 친환경 소재를 개발하고, 설치 효율성을 높이는 기술 확보 필요

LS전선	
사 례	· LS 전선은 미국 해저 사업을 담당하는 자회사 LS그린링크를 통해 인플레이션 감축법(IRA)에 따라 미국 에너지부로부터 9906만 달러(약 1366억원)의 투자 세액공제를 받고 미국 해저케이블 시장에 본격적으로 진출했으며, 미국 서부 지역 송전망 안정화 사업을 위해 현지 에너지 인프라 기업인 LS 파워그리드캘리포니아와 약 1,000억원 규모 해저케이블 공급 계약 체결

## ○ 전력 변환 장치

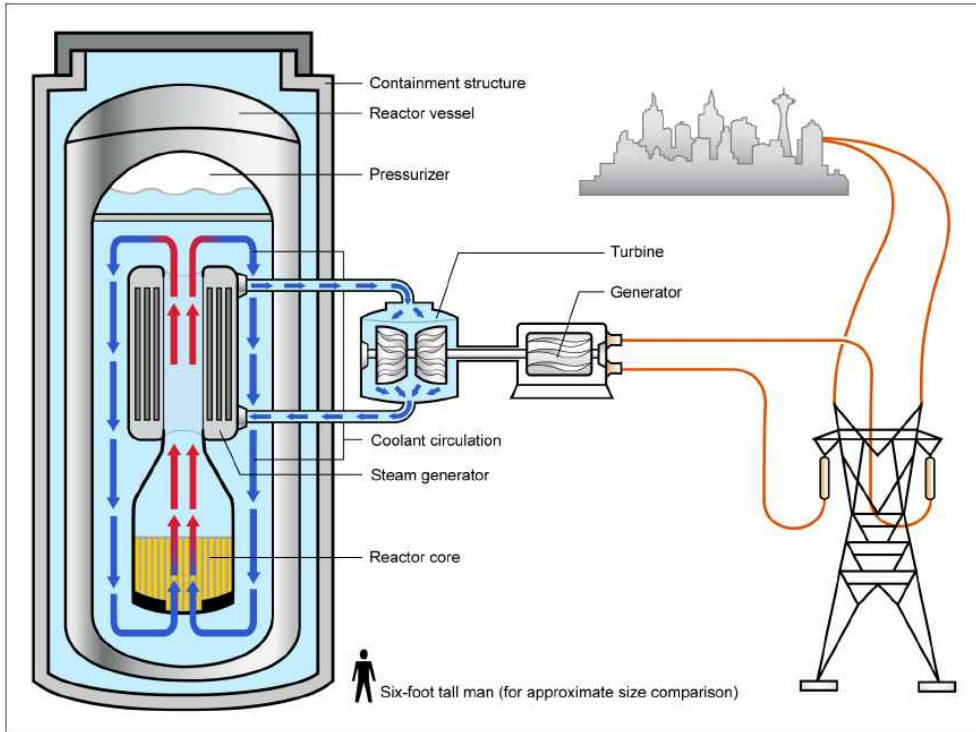
- (기술설명) 전압 변환뿐만 아니라 교류(AC)를 직류(DC)로 변환하거나 반대로 변환하는 장치로, 데이터센터에서는 서버에 전원을 안정적으로 공급하기 위해 필수적
- (유망사유) 에너지 절감이 데이터센터 운영의 핵심 요소로 부상하면서 고효율 전력 변환 기술이 필수적인 요구사항으로 자리 잡음
- (개선점) 기술의 소형화와 통합화를 통해 공간 효율성을 개선하고, 에너지 사용 데이터를 분석할 수 있는 부가 기능을 추가할 필요 있음

## □ 첨단 전력원 활용을 통해 지속 가능한 데이터센터 전력 관리

### ○ 소형 모듈러 원자로 (SMR)

- (기술설명) 전통적인 대형 원자로보다 작고 모듈화된 설계로 건설 및 설치가 용이하여 데이터센터 전력 수요를 충족하기 위해서 독립 전력원으로 사용할 수 있으며, 필요에 따라 여러 SMR 모듈을 연결해 전력 용량 조정 가능
- (유망사유) SMR은 기후 조건에 영향을 받지 않으며, 태양광이나 풍력과 같은 재생에너지의 변동성을 보완 가능하고, 24시간 안정적인 전력 공급이 가능하기 때문에 데이터센터 운영의 연속성이 보장되며, 모듈형 설계로 제작되어 건설 기간과 비용이 획기적으로 절감되며, 작은 부지에도 설치가 가능해 도시 근방 데이터센터 캠퍼스 설치 가능
- (개선점) 원자력 관련 규제 및 허가 절차가 엄격하므로 철저한 사전 준비 필요

【소형 모듈러 원자로 구조도】



Source: GAO, based on Department of Energy documentation. | GAO-15-652

테라파워(TerraPower)

사  
례  
1

- 테라파워는 2008년 빌 게이츠가 설립한 원자력 기술 혁신 기업으로 SMR 시장을 주도하며 관련 기술 개발에 주력. 2024년 6월 10일, 미국 와이오밍주 케머러에서 4세대 SMR 원자로인 '나트륨(Natrium)'의 실증단지 건설을 시작하여 2030년까지 실증단지 완공 및 상용화 전망
- 2022년 한국의 SK(주)와 SK이노베이션이 테라파워에 약 3,000억원을 투자해 선도 투자자 지위를 확보한 상태이며, 미국 에너지부로부터 차세대 원자로 실증 프로그램 (ARDP)의 일환으로 약 20억 달러를 지원받으면서 상업화에 속도를 내는 중

구글12)

사  
례  
2

- 구글은 2024년 10월, 카이로스 파워와 협력하여 미국 내 여러 지역에 SMR을 배치하고, 이를 통해 데이터 센터에 청정 전력을 공급하는 계획을 발표하였으며, 첫 번째 SMR은 2030년까지 가동을 목표로 하여 이후 2035년까지 추가 배치를 계획하고 있으며, 이를 통해 총 500메가와트의 전력을 확보하여 구글의 데이터 센터와 사무실에 24시간 탄소 없는 에너지를 공급할 예정

## □ 에너지 솔루션의 통합으로 효율성을 높인 데이터센터 운영

### ○ 재생에너지 활용 데이터센터

- (기술설명) 태양광, 풍력, 지열, 수력 발전 등의 재생에너지 기술을 통합적으로 활용한 데이터센터
- (유망사유) 환경 보호에 기여할 뿐만 아니라 외부 전력망 의존도를 줄여 정전이나 에너지 수급 불안에 대비할 수 있고, 재생에너지 사용에 따른 보조금, 세금 감면, 인센티브 등 경제적 이점 존재
- (개선점) 태양광 및 풍력의 경우 날씨와 계절의 영향을 받기 때문에 에너지저장장치(ESS) 또는 다른 발전 방식과 통합이 필요하며, 지열 및 수력은 특정 지리적 요인에 따른 제한성 고려

사	애플(Apple) <sup>13)</sup>
례	· 데이터센터의 전력을 100% 재생 에너지로 충당하기 위해 대규모 태양광
1	발전소를 운영 중이며 미국 네바다주 리노 데이터센터에 전력을 공급

### ○ 에너지 저장 시스템(Energy Storage Systems) 활용

- (기술설명) 에너지 저장 시스템(ESS)은 전력을 저장하고 필요할 때 방출하는 시스템으로 데이터센터 전력 공급의 안정성과 효율성을 높이고, 주로 리튬이온 배터리가 사용되며, 고체 배터리와 같은 차세대 기술도 연구개발 중, 이외에도 압축 공기 에너지 저장, 수소 에너지 저장 기술이 ESS에 활용
- (유망사유) 에너지 저장 시스템은 간헐적인 재생에너지의 간극을 메우는데 효과적이고, 전력망 의존도를 낮추고 독립적인 에너지 관리가 가능하며 전기 요금이 저렴한 비 혼잡 시간대에 에너지를 저장해 사용하는 경우 운영 비용 절감
- (개선점) 에너지 저장 시스템 구축 비용이 높은 편이며, 에너지 손실률을 줄이고 효율을 높이기 위해 배터리 관리 시스템(BMS)와 같은 기술 발전 필요

○ 연료 전지(Fuel Cells) 및 수소 에너지 활용

- (기술설명) 연료 전지를 이용해 천연가스나 수소를 전기로 변환해 데이터센터에 전력을 공급
- (유망사유) 탄소 배출이 없고, 데이터센터의 지속적인 전력 수요를 충족해 그리드 의존도를 낮출 수 있음
- (개선점) 데이터센터에 수소를 안정적으로 공급하기 위한 생산, 저장, 운송 인프라가 아직 초기 단계에 머물러 있으므로, 연료 전지의 내구성과 성능 개선 문제가 아직 남아있음

마이크로소프트(Microsoft) <sup>14)</sup>	
사 례	· 2024년 10월, 마이크로소프트는 아일랜드 전력회사 ESB와 협력하여 더블린에 데이터센터에 수소 연료 전지를 도입하는 파일럿 프로젝트를 시작하여 최대 250kW의 청정 에너지를 8주 동안 공급하는 시범 사업을 진행

○ 하이브리드 모델

- (기술설명) 전통적인 전력망, 재생에너지, 소형 모듈 원자로(SMR), 및 에너지 저장 시스템(ESS) 등을 결합하여 데이터센터에 필요한 전력을 공급
- (유망사유) 탄소 배출을 절감해 지속가능성을 추구하며, 다양한 전력원을 조합해 데이터센터의 가동 중단 시간을 최소화하여 전력 공급 중단 시에도 안정적으로 운영이 가능하며, 특히 전력 요금 높은 시간대에 배터리와 재생 에너지 활용을 통해 에너지 비용을 절감

□ 최적의 인프라 구축 및 위치 선정을 통해 에너지 효율적인 데이터센터 운영

○ 마이크로 그리드(Microgrid) 구축

- (기술설명) 독립적으로 작동할 수 있는 소규모 전력망으로, 태양광, 풍력, 지열 등의 재생 가능 에너지원과 배터리 저장 시스템을 활용해 독립적으로 전력을 생산·공급하거나, 필요시 외부 전력망과 연결해 상호 작용 가능



- (유망사유) 데이터센터는 안정적인 전력 공급이 필수적인 바, 마이크로 그리드는 독립적인 전력원을 통해 대규모 정전이나 공급 불안정으로부터 데이터센터보호가 가능하며, 필요에 따라 마이크로 그리드의 용량을 확장하거나 구성 요소를 조정하여 다양한 크기와 유형의 데이터센터에 적합하게 설계 가능하고, 재생가능에너지를 활용해 장기적으로 에너지 비용을 절감하고 탄소 배출을 최소화

○ 데이터센터 위치 선정 최적화

- (기술설명) 고위도 지역의 차가운 기후를 활용해 데이터센터의 냉각 비용을 절감하거나, 데이터센터를 해안 지역에 위치시켜 인접한 바닷물을 냉각 매체로 사용하는 기술
- (유망사유) 기후와 자연 자원을 활용함으로써 기존의 냉각 방식 대비 최대 40% 이상의 에너지 절감을 기대할 수 있고, 이로 인해 장기적으로 데이터센터의 운영 비용과 탄소 배출이 감소
- (개선점) 위치 상의 제약이 있기 때문에 데이터센터 설계 시 지역적 특성에 따른 맞춤형 접근이 필요하고, 특히 바닷물을 이용하는 경우에 열 방출로 주변 해양 생태계에 영향을 미칠 수 있으며, 초기 설치 비용이 기존 시스템 대비 높음

메타(Meta) 스웨덴 뢰울레오 데이터센터 <sup>15)</sup>	
사례 1	· 북극권에 가까운 스웨덴 북부에 위치해, 차가운 기후를 활용한 자연 냉각이 가능하며 외부 공기를 사용해 서버를 식히고, 겨울철 차가운 공기를 냉각에 직접 활용

구글 핀란드 하미나 데이터센터 <sup>16)</sup>	
사례 2	· 발트해 인근의 차가운 바닷물을 활용해 데이터센터를 냉각시키며, 자연 냉각과 바닷물 냉각 시스템을 결합하여 에너지 사용을 줄이고 효율을 높임

### 3 | 발열 통제 및 냉각 효율화

- ◆ 데이터센터의 서버 및 IT 장비는 높은 발열량은 서버 성능에 영향을 주므로, 냉각 및 열 관리 기술은 운영 효율성과 직결
- ◆ 물과 공기를 이용한 전통적 냉각 시스템을 넘어 액침 냉각 등 혁신적 기술 주목

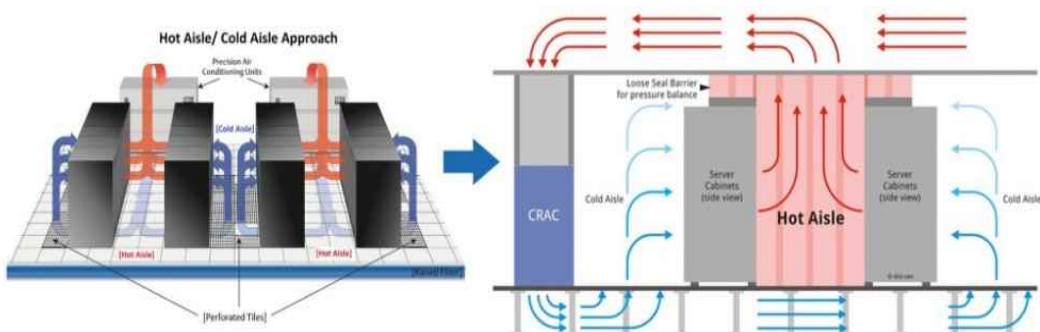
#### □ 차세대 유망 공조 방식

- 열 통로/냉 통로 격리 방식(Hot Aisle/Cold Aisle Containment)
  - (기술설명) 뜨거운 공기와 차가운 공기를 물리적으로 분리하는 설계 방식으로 서버 앞과 뒤를 분리하여 서버의 앞면(냉 통로)으로 차가운 공기를 공급하고, 서버 뒷면(열 통로)으로 뜨거운 공기를 배출하여 냉각 효율을 극대화

구분	열 통로 격리 방식 (Hot Aisle Containment)	냉 통로 격리 방식 (Cold Aisle Containment)
냉각 대상	뜨거운 공기를 밀폐하여 외부로 배출	차가운 공기를 집중 공급
주요 효과	공기 혼합 방지로 냉각 효율 향상	냉각 공기 손실 최소화
적합 환경	고밀도 서버 환경, 열이 많이 발생하는 공간	저온을 안정적으로 유지해야 하는 환경

- (유망사유) 냉기와 열기가 섞이지 않기 때문에 냉각 시스템의 에너지 소비를 크게 줄일 수 있으며, PUE 개선을 통해 운영비 절감 가능
- (개선점) 물리적 구조 변경(격리 통로 설치)과 공기 흐름 관리를 위한 설계가 필요하며, 초기 설치 비용이 CRAC 보다 높을 수 있음

【 통로 격리 방식 구조도 】

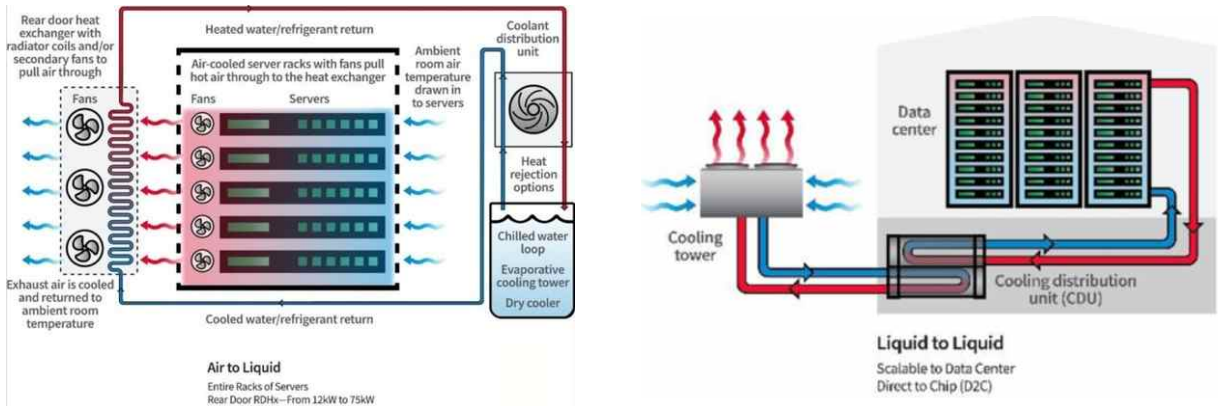


자료 : coolshield containment

○ 수랭식 냉각 시스템 (Liquid Cooling)

- (기술설명) 장비 주변에 냉각수를 순환시켜 열을 전달하고 제거하는 방식으로 수랭식 냉각은 다양한 방식으로 구현될 수 있으며, 주로 수랭식 라디에이터와 냉각 유닛을 사용
- (유망사유) 공랭식(Cooling with Air)보다 더 높은 냉각 효율성을 제공하고 소음이 적으며 고온 환경에서도 안정적인 냉각 가능
- (개선점) 설치비용이 높아 중소형 데이터센터의 경우 접근이 제한적이기 때문에 모듈화 및 표준화가 필요하며, 누수·부식·불순물 축적 등의 문제를 해결하기 위해 누수 방지 센서 및 자동화된 유지보수 시스템 도입 필요

【 후면도어 열교환기와 직접 칩냉각 비교 】



자료 : GRCOOLING.COM

구글(Google) - 미국 오리건 데이터센터17)

- 사 · 수랭식 냉각 방식을 사용하여 서버를 효율적으로 냉각시키며, 물을 사용해  
레 냉각 에너지를 줄이고, 공랭식보다 에너지 효율을 높이고, 부수적으로  
2 Aquifer Storage and Recovery(ASR) 시스템을 활용해 물 자원을 저장 및  
재활용해 지역 물 공급에도 기여

○ 액침 냉각 (Immersion Cooling)

- (기술설명) 서버를 절연된 냉각액에 직접 잠그는 방식으로, 서버 전체를 액체에 침수시켜 발열을 즉시 제거하며, 액침냉각은 사용되는 절연유체에

## 따라 단상(Single Phase) 방식과 2상(Two-Phase) 방식이 있음

### 【 단상 방식과 2상 방식의 비교 】

구분	단상 방식(Single-phase)	2상 방식(Two-phase)
개념도	<p>· Heated coolant exits top of rack. Coolant returns to rack from heat exchanger at user-specified temperature.</p>	
냉각 원리	냉각액이 액체 상태로 유지되며 열을 흡수한 후 외부 열교환기로 이동해 열을 배출	냉각액이 기화해 열을 흡수하고 응축기에서 다시 액체로 변환된 후 재순환
냉각액 종류	전기 절연 액체 (예: 합성 오일, 실리콘 오일)	낮은 비등점의 전기 절연 액체 (예: 불소계 냉매, 3M Novec)
열 전달 방식	순환 펌프를 통해 열을 외부로 전달	냉각액의 기화와 응축을 통해 열 전달, 자연 대류로 순환 가능
냉각 효율	열 전달 효율이 안정적이지만 상대적으로 낮음	높은 열 전달 효율을 제공하며, 작은 공간에서도 효과적
운영 온도	냉각액이 기화하지 않아 더 넓은 온도 범위에서 안정적	냉각액의 비등점에 따라 제한되며 보통 약 50°C 내외에서 기화 시작
장점	구조가 단순해 설치 및 유지 보수가 용이하고 냉각액이 기화하지 않아 밀폐된 구조에 적합	냉각 효율이 높고, 기화 과정으로 인해 자연 대류를 통한 효율적 순환 가능
단점	고열 밀도 서버 환경에서 효율이 떨어질 수 있으며, 냉각액 순환 펌프가 필수	복잡한 응축 시스템을 구축해야 하기 때문에 초기 구축 비용이 높음
적합 환경	중간 열 밀도 서버, 일반적인 데이터센터 환경	고열 밀도 서버, 고성능 컴퓨팅(HPC) 및 AI 작업 부하 환경
운영 비용	상대적으로 낮음	초기 설치 비용이 높지만 고효율 냉각으로 장기 운영 비용 절감 가능
환경적 영향	친환경적인 절연 액체 사용 가능	일부 냉매의 환경 영향 고려 필요, 재사용 가능하나 주기적 보충 필요

자료 : 실리콘밸리무역관 종합

- (유망사유) 서버의 고온부를 즉시 냉각하여 고효율, 저소음 운영이 가능하며, 극한의 고밀도 컴퓨팅 환경에서도 효과적으로 초기 설치 비용이 높지만, 장기적으로 운영비 절감 효과가 큼
- (개선점) 냉각액의 화학적 안정성과 열 전달 효율이 제한적이라는 단점이 있고,

냉각액 노화, 열화로 인한 성능 저하 문제를 해결해야 하며 누수로 인한 IT 장비 손상 위험을 방지하기 위해 실시간 누수 감지 센서 및 자동 차단 시스템을 도입하는 것이 필요

마이크로소프트 <sup>18)</sup>	
사 례 1	· 워싱턴주 쿼시(Quincy)의 애저(Azure) 데이터센터로 마이크로소프트는 이 데이터센터에서 액침 냉각 시스템을 도입해 약 15%의 에너지 절감을 이루었으며, 서버의 고장률도 감소

SK텔레콤 <sup>19)</sup>	
사 례 2	· 2023년 6월부터 4개월간 인천 사옥에서 액침 냉각 시스템 테스트를 진행하였고, 기존 공기냉각 대비 냉방 전력의 93%, 서버 전력에서 10% 이상이 절감되어 총 전력 사용량의 37%를 절감하는 효과를 확인되었으며, 2024년부터 인천 사옥의 AI 서비스 전용 데이터센터에 액침 냉각 시스템을 본격 적용할 계획

### III

## 미국 데이터센터 시장 진출전략

- ◆ 미국 데이터센터 시장 진출 환경 분석을 위해 정부 차원의 투자, 지원책, 규제 및 트럼프 신정부 정책 기조에 따른 데이터센터 산업 영향 분석
- ◆ AI 데이터센터 산업 전문가 4명(클라우드 서비스 제공기업, 주문형 반도체 및 네트워크 분야 선도 기업, 전자통신 연구기관, 종합 반도체 기업 CVC) 과의 인터뷰를 통해 각 분야 유망 기술과 밸류체인 진입을 위한 전략을 분석
- ◆ AI 데이터센터 3대 이슈 별 진출 전략 제안 및 성공 사례 분석을 통해 벤치마크 포인트 정리

### 1

## 진출 환경 분석

### □ 미국 정부의 데이터센터 관련 투자

- 미 백악관, AI 데이터센터 인프라 태스크포스 구성
  - (목적) 미국 내 데이터센터 개발 효율성을 높이고 국가 안보 및 경제 발전에 기여한다는 목표로 구성됨. 태스크포스에는 알파벳(Alphabet), 아마존웹서비스(AWS), 메타(Meta), 마이크로소프트(Microsoft), 엔비디아(Nvidia), 오픈AI(openAI)의 주요 임원들이 참여해 민간 부문과의 협력을 강화
  - (주요 내용) 데이터센터 허가 절차를 간소화하고 필요한 전력 공급 위치를 지정하고, 에너지 효율을 극대화하여서 AI 트레이닝과 추론을 위한 에너지 효율적인 데이터센터 개발을 지원하는 것을 주요 내용으로 함
  - (향후 전략) 국립연구소, 학계, 산업계와의 협력을 통해 에너지 효율성과 성능을 검증할 수 있는 테스트베드 데이터센터를 구축하는 것을 검토하고 있으므로, 대규모 에너지 사용자를 위한 스마트 그리드 서비스 표준화를 추진하고 있음

○ 한국 기업에의 시사점

- (규제 환경 이해) 데이터센터 허가 절차 간소화 및 필요한 전력 공급 위치 지정 등의 정책은 데이터센터를 설립하고 운영할 때 고려해야할 중요한 요소로, 이러한 정책 변화를 이해하고 준비하는 것이 성공적인 시장 진입에 필수적
- (에너지 효율성과 지속가능성) 에너지 효율성이 우수한 데이터센터 개발 지원과 스마트 그리드 서비스 표준화 추진은 환경 지속가능성과 직결된 요소로, 한국 기업이 미국 시장에서 경쟁력을 갖추려면 지속가능성 솔루션과 기술을 개발해야 한다는 점 시사

□ 미국 정부의 데이터센터 관련 지원 정책

○ 연방 정부

- 미 연방 정부는 데이터센터 최적화 이니셔티브\*(Data Center Optimization Initiative)를 통해 데이터센터 최적화와 현대화를 적극 추진하고 있으며,20) 데이터센터의 에너지 효율을 개선하고, 사용하지 않는 인프라를 줄이며, 더 효율적인 클라우드 서비스로의 전환을 지원

○ 주 정부 : 데이터센터를 유치하기 위한 다양한 세금 혜택을 제공

【 주요 주별 데이터센터 세금 혜택 】

주	혜택*
버지니아	최소 1억 5천만 달러 투자, 50개의 새로운 일자리 창출 등 일정 요건을 충족하는 데이터센터의 경우 판매 및 사용세 감면
텍사스	5년 동안 최소 2억 달러 투자, 20개의 새로운 일자리 창출 등 일정 요건을 충족하는 데이터센터의 경우 10~15년간 판매세 감면
애리조나	지역에 따라 2,500만 달러~5,000만 달러를 투자하는 데이터센터에게는 최대 20년 동안 거래 특권세 및 사용세 감면
조지아	최소 1,500만 달러를 투자하는 데이터센터에 대해 판매세 감면 자격을 갖춘 통신 지원 회사에는 투자세액 공제
일리노이	5년 동안 최소 2억 5,000만 달러 투자, 20개의 새로운 일자리



<b>캘리포니아</b>	창출 등 일정 요건을 충족하는 데이터센터는 20년간 판매세 감면 별도의 세금 혜택은 없고 재생에너지 설비에 보조금을 제공하는 등, 지속가능한 인프라 개발을 지원하는데 초점
<b>오리건</b>	기업 존(Enterprise Zone) 프로그램을 통해 데이터센터에 대해 재산세 면제
<b>워싱턴</b>	데이터센터 운영기업 및 임차인에게 소매 판매 및 사용제 면제

\*각 주별 혜택은 향후 관련 법안 통과여부에 따라 달라질 수 있음

자료: 각 주별 웹사이트

### 미국 최대의 데이터센터 시장 버지니아 주

- 버지니아주, 전 세계에서 가장 큰 데이터센터 시장을 보유하고 있으며, 글로벌 하이퍼스케일 데이터센터의 35%(약 150개) 이상이 이곳에 위치
- **(입지여건)** 고속 통신 인프라, 낮은 세율, 저렴하고 풍부한 전기(재생에너지 옵션 포함), 저렴한 건설비용으로 데이터센터에 유리한 입지 여건 보유
- **(현황)** 마이크로소프트, 아마존웹서비스, 구글, 메타와 같은 세계적인 테크기업과 인공지능/머신러닝, 핀테크, 제조 기술, 서비스로서의 소프트웨어(Software-as-a-Service, SaaS) 같은 신흥 분야의 기업들이 버지니아 주로 데이터센터를 이전하거나 확장하고 있음

【 버지니아 주 데이터센터 지도 >

사  
례



자료: 버지니아 경제 개발파트너십

## □ 미국 정부의 데이터센터 관련 규제

### ○ 에너지 효율성 부문

- (에너지 관리 계획 및 감사) 미 에너지부(DOE)는 데이터센터 운영자에게 에너지 관리 계획 수립과 정기적인 에너지 감사를 요구해 에너지 소비를 체계적으로 관리
- (에너지 효율성 보고 의무화) 미 에너지부는 에너지 소비와 효율성에 대한 보고를 의무화해 데이터센터의 에너지 사용 현황을 투명하게 공개하도록 요구
- (장기 송전 계획 수립) 연방에너지규제위원회(FERC)는 20년 장기 송전 계획을 마련하고, 지역 송전 수요를 파악해 5년마다 계획을 재검토하도록 요구

### ○ 탄소 배출량 부문

- (온실가스 배출 보고 의무화) 미 환경보호청(EPA)은 데이터센터 운영자에게 온실가스 배출량을 보고하도록 의무화해 탄소 배출을 체계적으로 모니터링
- (재생에너지 사용 촉진) 미 에너지부(DOE)는 데이터센터의 전력 수요 증가에 대응해 청정에너지 사용을 촉진하고 있으며, 대형 기업의 청정에너지 전환을 지원

### ○ 한국 기업에의 시사점

- 에너지 소비를 줄이는데 필요한 고효율 제품(고효율 냉각 시스템, 전력 관리 장비)이나 기술(AI 기반 에너지 최적화 소프트웨어)이 경쟁력이 있다는 점 시사
- 재생에너지와 데이터센터 운영을 통합하는 기술(예: 태양광, 풍력 발전과 데이터센터 연결 기술)을 제공할 수 있는 기업에 유리

## □ 2025년 트럼프 행정부 출범에 따른 잠재 영향

### ○ 기후 정책 및 에너지 접근법 변화

- (재생에너지 관련 정책 축소) 트럼프 행정부는 파리 기후 협약 탈퇴를 공언하여, 재생에너지 보조금을 축소할 가능성이 있으므로, 그로 인해 데이터센터의 에너지 공급 방식에 영향을 미칠 가능성이 존재하게 되며, 이에 따라 데이터센터들은 재생에너지 이외 대체 에너지를 찾아야 할 경우가 발생할 가능성에 대비해야 함
- (원자력 및 전통적 에너지 산업 지원 강화) 원자력 발전과 전통적인 에너지 산업(석유, 가스 등)을 지지할 가능성이 올라감에 따라 데이터센터들이 원자력 발전 및 천연가스 발전 등의 에너지원에 더 의존하게 될 가능성이 있으며 이는 전력망 안정성과 에너지 가격에 영향

### ○ 반도체 산업과 데이터센터

- (반도체 및 데이터센터 관련 부품 가격 상승) 트럼프 대통령은 반도체 과학법(Chips Act)에 부정적인 입장을 보였으며, 자국 반도체 산업 회복을 위해 세금 부과와 같은 보호무역 정책을 제시한 바가 있으므로, 이에 따라 반도체와 데이터센터 관련 부품의 가격이 상승하고, 데이터센터 운영 비용이 증가 가능성 존재
- (반도체 공급망 불확실성 초래) 미국과 중국의 디커플링이 심화될 경우 데이터센터 구축에 필요한 기술과 부품의 공급망이 더욱 복잡해지고 기업들은 새로운 공급망을 찾아야 할 필요성 커질 것으로 전망

### ○ 건설 및 노동력 시장 변화

- (이민 정책 변화) 불법 이민자들의 추방 정책 강화로 인해 건설 산업에서의 노동력 부족 문제가 발생할 수 있으며, 그로 인해 데이터센터 건설에 필요한 노동력 확보가 어려워지므로 건설 기간과 비용에 영향을 줄 가능성이 있음
- (기술 및 자동화의 역할 강화) 노동력 부족을 해결하기 위한 방

안으로 자동화와 기술 혁신이 데이터센터 건설 및 운영에 도입  
될 가능성 존재

○ 세금 정책 및 기업 환경

- (정부 예산 축소 및 규제 완화) 정부 지출이 감소하면서 민간 기업의 투자와 참여 유도를 위해 데이터센터 관련 인프라 프로젝트에서 규제를 완화하거나 세금 혜택 제공으로 이어질 가능성이 있음
- (기술 혁신 및 인프라 투자 촉진) 정부의 규제 완화와 인프라 투자 확대는 데이터센터 산업에 긍정적인 영향

## 2 | 전문가 인터뷰를 통해 알아본 시장동향 및 진출전략

- AI 데이터센터 시장 트렌드 및 국내 기업이 취해야 할 전략에 대한 제언을 얻기 위해 각 분야\* 전문가 대상 인터뷰를 진행

\* (참고) 인터뷰 참여자

- 클라우드 스토리지 서비스 기업 소프트웨어 엔지니어
- 주문형반도체 및 네트워크 장비 기업 반도체 엔지니어
- 국내 전자통신 연구기관 지사장
- 종합 반도체 제조기업 벤처투자조직(CVC) 투자심사역

### ○ AI 데이터센터 관련 주목할 만한 시장 및 기술 동향

#### ① (시장) 스토리지 솔루션 수요 지속 성장, 고성능 주문형반도체 수요 폭증

- 클라우드 스토리지 서비스기업 소프트웨어 엔지니어 (이하 SW 엔지니어)는 AI/ML 분야 워크로드 증가로 스토리지 솔루션 수요가 증가하는 추세라고 밝힘
- 주문형반도체 및 네트워크 장비 기업 반도체 엔지니어 (이하 반도체 엔지니어) 또한 구글, AWS, 바이트댄스(ByteDance) 등 자체 AI 및 스트리밍 모델에 최적화된 프로세서에 대한 수요가 증가하여 주문형반도체 수주량 폭증하고 있으며, 이에 따라 최소 연간 10억달러 규모 이상 구매 계약을 해야만 공급할 정도라고 밝힘

#### ② (시장) 통합 솔루션 구축을 통한 시장 점유를 위해 수직계열화 활발

- 전자통신 연구기관 지사장 및 반도체 엔지니어는 빅테크 기업들이 요구하는 프로세서가 자사 AI/ML 모델의 특성에 따라 다르고, 맞춤형 프로세서의 규격에 맞는 인터커넥트와 스위치 등을 구성하려면 폭넓은 제품 라인업을 갖추어야 경쟁력 확보가 가능함에 따라 M&A를 통한 수직계열화\* 활발

\* 엔비디아 인피니밴드 스위치 분야 진출을 위한 멜라녹스(Mellanox) 인수(2020)

\*\* 브로드컴의 전신 아바고 테크놀로지(Avago Technology)는 네트워킹 분야 포트폴리오 확대를 위해 브로드컴 인수 후 사명을 브로드컴으로 변경(2016), 최근에는 브이엠웨어(VMWare) 인수를 통해 클라우드 소프트웨어 분야까지 확대(2024)

③ (기술) 기술성숙도(TRL)가 높은 기술 중에는 CXL, 액체냉각을, 낮은 기술 중에는 실리콘 포토닉스, 액침냉각 등을 유망 기술로 꼽음

- SW 엔지니어는 스토리지 솔루션 분야에서 주안점을 두고 있는 부분은 입출력 성능 개선과 데이터 처리 속도 개선라고 말하며, “입출력 성능 개선을 위해 NVMe 같은 스토리지 장치 간 고속 인터페이스 도입 및 CXL 기술과 같은 메모리 확장 기술 도입을 검토하고 있으며, 네트워크 대역폭 제한으로 인한 데이터 처리 속도 저하 문제를 해소하기 위한 소프트웨어 정의 네트워크(SDN)와 같은 트래픽 분산 기술도 활용한다” 고 언급
- 전자통신 연구기관 지사장도 마찬가지로 CXL을 가장 범용성 높은 차세대 AI 반도체 기술로 꼽았으며, 실리콘 포토닉스는 AI 데이터센터의 화두인 전력 소모와 전송 속도에서 게임체인저가 될 만한 기술이지만 상용화 단계에 이르기에는 시간이 소요될 것으로 전망
- 네트워크 반도체 엔지니어는 실리콘포토닉스 기술의 적용과 관련하여 Co-Packaged Optics(CPO)는 네트워크 반도체 분야에서 이미 적용되고 있으며, 부품 소요가 적고, 전력 효율성이 높아 점차 확대될 것으로 예상한다고 언급
- CVC 투자심사역은 AI 데이터센터 전력 관리가 장기적으로는 가장 큰 병목이 될 것이라고 전망하며, 칩 성능 개선을 위한 투자는 이미 많이 집행되고 있으나, 그 외에 전력 소모 절감에 기여할 수 있는 기술 중 성숙도가 높고, 설비투자 비용이 적게 들어 빠르게 확산 될 것으로 전망되는 기술로는 액체 냉각을 지목

## ○ 국내 기업의 AI 데이터센터 시장 진입을 위한 전략 제안

### ① (시장) 시장의 성장은 분명, 삼과 곡괭이 전략 필요

- CVC 투자심사역은 “AI 물결에 따라 데이터센터 시장의 성장은 확실시 되고 있으나, 핵심이 되는 컴퓨팅 시장은 이미 글로벌 기업의 독점도가 높아 국내 기업이 진입하기 어렵다. 따라서, 골드러시 당시 금광으로 성공한 사람은 소수이고, 삼과 곡괭이를 팔아 성공한 사람이 다수였다는 이야기에서 착안하여, 데이터센터 구축에 간접적으로 필요한 제품 및 인프라 분야를 공략하는 것이 방법일 수 있다.”고 제언
- 특히, 인구밀집지역과 가까우면서 전력망 연결이 가능한 데이터센터 부지는 고갈 상태라고 분석하며, 전력기자재 및 에너지저장장치 등 전력 솔루션 분야에서 기회가 대폭 창출될 것으로 전망
- 반도체 엔지니어 역시, 프로세서 분야는 글로벌 기업이 인하우스 제품으로 대부분의 밸류체인을 커버하고 있기 때문에 진입이 어려울 것으로 전망하며, 커넥터, 구리선, 광섬유 등 간접 부품에서 기회를 창출해야 할 것이라고 제언

### ② (기술) 선제적 R&D 투자와 표준 컨소시엄 참여 필요

- 전자통신 연구기관 지사장은 AI 반도체 분야는 아직 기술성숙도가 낮은 기술일지라도 선제적인 R&D 투자가 필요하다고 말하며, 실리콘 포토닉스 기반 광 링크 개발을 위해 엔비디아가 실리콘밸리의 스타트업 아야르 랩스(Ayar Labs)에 대규모 투자를 집행 및 협업하는 사례 등을 언급
- 그 외에 아직 상용화 이전인 기술은 표준 규격이나 사양들이 정해져 있지 않아 표준 확립을 위한 국제 컨소시엄에 선제적으로 참여해야 한다고 제언



### 3 3대 기회 요인 별 진출 전략 및 성공 사례 분석

#### □ 데이터 처리량 증가와 성능 확장 요구

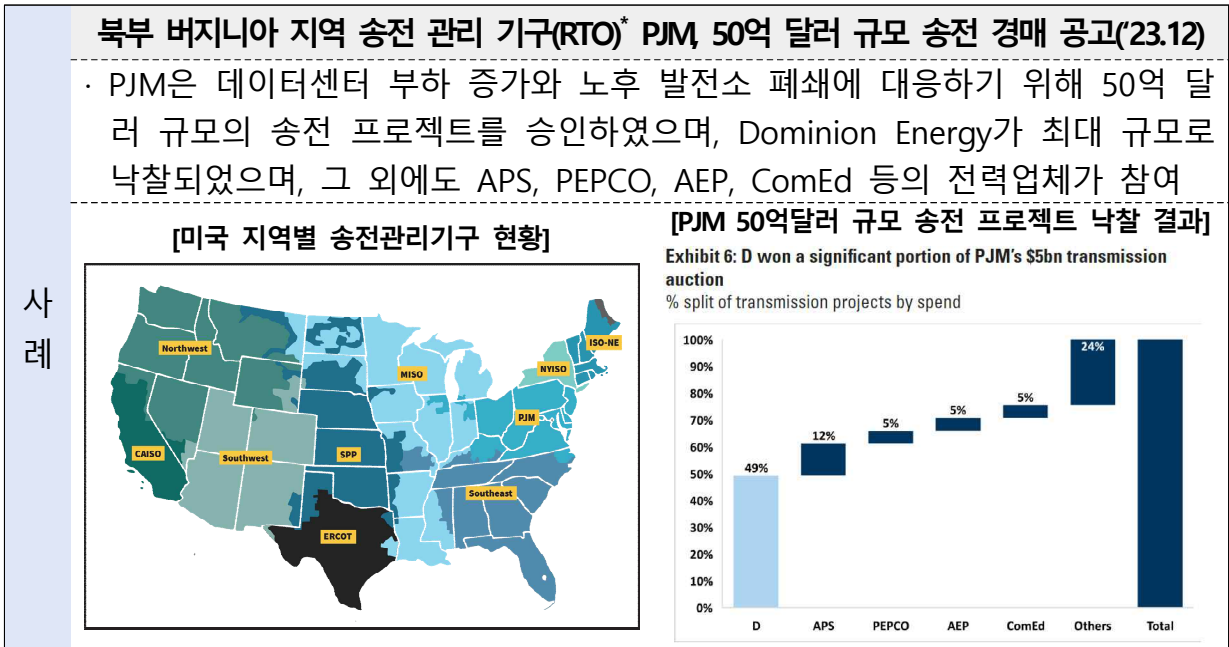
- 기회요인 : 대규모 데이터 처리를 위해 고도의 연산 능력과 초저 지연(ultra-low latency) 성능 개선이 필수 GPU 및 TPU 등 고성능 칩셋 수요 급증
- 기술적 접근에 따른 진출 전략 : 2장에서 소개한 고성능 반도체, 실리콘 포토닉스, 고속 네트워킹 솔루션 등 다양한 신기술 개발을 통해 시장 개척
- 비기술적 접근에 따른 진출 전략
  - ① **현지 클라우드 기업과의 전략적 파트너십 및 협업** : 미국 내 대형 클라우드 서비스 제공업체 협업해 최적화된 서버 및 네트워크 솔루션을 제공하고, 협력을 통해 맞춤형 하드웨어 및 소프트웨어를 제공하면서 기술 신뢰성을 증명한다면 현지 시장 진입 장벽을 낮출 수 있음
  - ② **데이터 주권 규제에 따른 맞춤 솔루션 제공** : 국가 간 데이터 이전에 따른 사이버 리스크에 대응하고 보안 및 개인정보 보호를 강화하기 위해 데이터 주권(Data Sovereignty)\* 이슈가 부상하면서 데이터 로컬라이제이션\* 요구도 함께 증가하므로, 데이터를 해당 국가 내에서 처리할 수 있도록 현지 데이터센터에 최적화된 솔루션을 제공해야 함
    - \* 데이터 주권: 데이터가 위치한 국가의 법률과 규제의 적용을 받는다는 원칙으로, 데이터를 소유하거나 관리하는 주체가 아니라 데이터가 물리적으로 저장된 장소의 국가가 해당 데이터에 대한 통제권을 가진다는 원칙
    - \*\* 데이터 로컬라이제이션: 데이터를 특정 국가 또는 지역 내에서 저장하고 처리하도록 의무화하는 규제를 의미
  - ③ **R&D 컨소시엄 참여** : 미국 내 데이터센터 및 반도체 관련 R&D 컨소시엄에 적극 참여해 차세대 기술을 공동 개발하는 등의 협력을 통해 현지 시장에서의 입지를 강화

컨소시엄	내용
<b>OIF</b> (Optical Internetworking Forum)	광 네트워킹 기술의 상호 운용성과 표준화를 촉진하는 글로벌 산업 컨소시엄으로 고속 네트워크 인터페이스, 실리콘포토닉스 기술 발전에 기여
<b>OCP</b> (Open Compute Project)	데이터센터 하드웨어 설계의 개방형 표준을 개발하여 서버와 네트워크 인프라의 효율성과 확장성을 높이기 위한 다양한 프로젝트 진행
<b>COBO</b> (Consortium For On-Board Optics)	서버와 네트워크 장비에 광학 기술을 직접 통합하는 표준을 개발, 에너지 효율성과 데이터 전송 속도를 개선하는데 기여
<b>Ethernet Alliance</b>	이더넷 기술 채택 및 발전을 촉진하는 것을 목표로 하는 글로벌 산업 컨소시엄으로 고속 네트워크 솔루션 표준화를 지원

성공 사례 - 노타 AI	
사 례	<ul style="list-style-type: none"> <li>· AI 모델의 경량화와 최적화를 통해 디바이스에서 AI 성능을 극대화하는 기술을 보유하고 있는 한국의 기업으로 엣지 컴퓨팅 영역과 밀접한 연관성이 있으며, AI 연산효율화와 에너지 절감이 중요한 데이터센터 환경과 직간접적으로 높은 연관성</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>(성공 포인트 1: 우수한 기술력)</b> 중앙처리장치(CPU), 그래픽처리장치(GPU), 신경망처리장치(NPU) 등이 탑재된 다양한 하드웨어에서 비전 기반 고성능 AI 모델이 빠르게 추론할 수 있도록 돕는 AI 모델 자동 경량화 플랫폼인 '넷츠프레스소(NetsPresso)'를 개발하여, 해당 플랫폼은 엔비디아의 공식 성공 사례로 선정</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>(성공 포인트 2: 글로벌 기업과의 전략적 파트너십 및 협업)</b> 엔비디아, Arm, 퀄컴과 같은 글로벌 기업과 협업 사례 보유</li> <li>· <b>(엔비디아)</b> 엔비디아 Preferred Level Embedded Edge Partner로 선정</li> <li>· <b>(Arm)</b> 노타의 플랫폼을 Arm 가상 하드웨어에 통합해 개발자 워크플로우를 가속화하는 파트너십 발표</li> <li>· <b>(퀄컴)</b> 노타와 함께 2024년 10월 두바이에서 열린 'ITS(지능형교통체계) 세계총회 2024'에서 공동 세션 진행</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>(성공 포인트 3: 현지 산업전시회 참가)</b> 2024년 엔비디아 GTC에서 생성형 AI 기반 ITS 솔루션을 전시하고, 2024 임베디드 비전 서밋에서 AI 최적화 및 생성형 AI 기술을 전시하는 등, 주요 행사에 참가하여 자사 기술을 전시하고 현지 시장에서의 인지도를 높임</li> </ul>

## □ 전력 수급과 지속 가능성

- 기회요인 : 데이터센터는 전력 소비가 매우 높은 산업으로 지속가능 에너지를 활용한 안정적인 전력 공급과 효율적인 전력 관리 시스템이 중요
- 기술적 접근에 따른 진출 전략 : 2장에서 소개한 전력 기자재, SMR, 재생에너지 통합 및 에너지 저장 시스템, 수소 연료전지 등 다양한 신기술 개발을 통해 미국 시장 진출
- 비기술적 접근에 따른 진출 전략
  - ① 미국 지역별 전력 공급망 분석 및 파트너십 구축 : 지역별 전력망 안정성을 분석하고, 전력 공급자와의 파트너십을 통해 데이터센터 전력 공급 밸류 체인으로 진입
  - ② 한국에 진출한 글로벌 데이터센터 기업과의 협업 : 글로벌 데이터센터 기업들이 싱가포르 등 아시아 지역에 투자하는 경향을 보이고 있는바, 국내 유치에 이뤄진다면 한국에 진출한 글로벌 데이터센터 기업과의 협업을 통해 레퍼런스 확보 가능
  - ③ 송전 프로젝트 참가 : 데이터센터 전력 공급 능력에는 발전량뿐만 아니라 송전량도 영향을 미치며, 노후화된 전력망의 송전용량 개선 프로젝트 증가하는 추세



사  
례

- ④ 미국 내 에너지 관련 인센티브 활용 : 재생에너지 및 친환경 기술을 채택하는 기업은 미국 연방 정부 및 주정부의 세액 공제 및 보조금 등 인센티브 혜택이 있으므로, 이를 적절히 활용해 초기 투자 비용 절감 가능

성공 사례 - 대한전선	
사 례	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 320kV 전압형 초고압 직류송전(HVDC)과 500kV 초고압교류송전(HVAC) 케이블 기술을 보유한 기업. 미국에서 AI 및 데이터센터용 전력 사용량이 급증하면서 노후 전력망 교체와 신규 전력망 구축에 대한 수요가 폭발로 인해 미국 플로리다 지역의 노후 전력망을 교체하는 약 1,100억원 규모의 프로젝트를 수주, 320kV 전압형 HVDC 및 500kV HVAC 프로젝트의 케이블 공급자로 선정되면서 미국 시장에 첫 진출</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>(성공 포인트 1: 고도화된 기술력)</b> 데이터센터와 같은 대규모 전력 수요처에 전력을 안정적으로 공급하기 위해서는 높은 수준의 기술력이 요구됨에 따라, 대한전선이 보유한 초고압 HVDC 및 HVAC 기술은 국가핵심기술로 지정되어 있을 정도로 우수한 바, 고도화된 기술력은 미국 시장 진출 성공을 위해 꼭 필요한 요건</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>(성공 포인트 2: 프로젝트 관리 역량 보유)</b> 대한전선은 풀 턴키 방식으로 해당 프로젝트를 수주했는데, 이는 설계부터 시공까지 모든 과정에 걸쳐 프로젝트를 성공적으로 수행할 수 있는 역량을 보유해야 가능</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>(성공 포인트 3: 시장 수요에 대한 신속한 대응과 현지화 전략)</b> AI 및 데이터센터 수요 증가에 따른 전력망 구축 필요성에 발맞춰 적극적으로 신속하게 대응했으며, 특히 미국 현지에서 재생에너지 발전 시설이 본격적으로 가동되면서 수천 km 떨어진 수요처까지 해저나 지중을 통해 전력 손실 없이 전력을 전달하는 것이 핵심과제임을 파악 후 현지화 전략을 펼친 것이 주효</li> </ul>

## □ 발열 통제 및 냉각 효율화

- 기회요인 : 데이터센터는 서버와 네트워크 장비를 지속적으로 작동하는 과정에서 많은 열이 발생하며, 이는 시스템 안정성을 위협하고 냉각 시스템 비용 급증 야기하므로, 전력 소비와 운영 비용 절감을 위한 효과적인 냉각 솔루션이 요구됨
- 기술적 접근에 따른 진출 전략 : 2장에서 소개한 액침 냉각, 수랭식 냉각, 폐열 재활용 등 다양한 신기술 개발을 통해 미국 시장 진출
- 비기술적 접근에 따른 진출 전략
  - ① 데이터센터 운영사와의 긴밀한 협력 : 냉각 솔루션을 제공하는 기업은 데이터센터 운영사와 긴밀히 협력하여 냉각 효율을 지속적으로 모니터링 하고, 수요 예측 및 발열 패턴을 분석해 최적화된 냉각 시스템을 제안
  - ② 글로벌 냉각 기술 컨소시엄 참여 : 글로벌 냉각 기술 컨소시엄에 참여, 최신 기술 동향을 파악하고 국제적인 표준에 맞는 냉각 시스템을 설계하며 글로벌 파트너십을 구축해 시장 진입 기회 확보

컨소시엄	내용
<b>ASHRAE</b> (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)	건축 환경 시스템의 냉각 및 공조 분야에서 표준을 제정하고 연구를 수행하는 국제 조직으로, 데이터센터 냉각 기술에 대한 지침과 표준을 제공하며 관련 업계 전문가들과의 네트워킹 기회 제공
<b>The Green Grid</b>	데이터센터와 IT 자원의 에너지 효율성을 향상시키기 위한 글로벌 컨소시엄으로 효율적인 냉각 솔루션 개발과 지속가능한 데이터센터 운영을 위한 지침 제공
<b>Open Compute Project</b>	데이터센터 하드웨어 설계의 개방형 표준 개발을 목적으로 하는 컨소시엄으로 효율적인 냉각 솔루션 연구로, 이를 통해 최신 기술 동향을 파악하고 공동 개발에 참여 가능
<b>Uptime Institute</b>	데이터센터의 성능, 효율성, 신뢰성을 평가하고 인증하는 기관으로 냉각 기술에 대한 표준과 모범 사례를 제시
<b>Data Center Dynamics Group</b>	데이터센터 산업 전문가 네트워크로, 냉각 기술을 포함해 데이터센터 산업 전반적으로 걸쳐있는 다양한 주제에 대한 컨퍼런스와 교육 프로그램 제공

### 성공 사례 - LG 전자

사  
례

- 냉매를 다단계로 압축해 에너지 효율을 높이고 무급유 자기베어링 기술을 적용한 대용량 공랭식 칠러를 미국 내 대형 데이터센터에 설치하는 수주계약을 앞두고 최종 조율 중
- **(성공 포인트 1: 핵심 기술 기반의 경쟁력)** 무급유 자기베어링 기술을 활용해 고온 환경에서도 안정적으로 작동, 데이터센터의 특수한 요구사항을 충족하며, 대형 공랭식 칠러에 해당 기술을 적용한 유일한 제조사로 차별화된 시장 지위 확보
- **(성공 포인트 2: 데이터센터 수요 대응 및 지속가능성 요구 충족)** 고용량, 고효율 칠러 제품을 데이터센터 맞춤형으로 제공하며, 세계 최고 수준의 에너지 효율을 자랑하는 냉각 솔루션으로 데이터센터 운영의 필수 요건으로 자리 잡은 ESG 기준 충족
- **(성공 포인트 3: 현지화 전략)** 지역별 기후와 전력 공급 상황을 고려한 제품 설계는 물론, 현지 규제 준수를 위해 인증을 획득하고 이에 적합한 기술 적용



## 작 성 자

- 실리콘밸리무역관 최세영 과장
- 실리콘밸리무역관 이지현 과장
- 실리콘밸리무역관 박지은 RA
- 소재부품장비팀 장윤지 과장
- 인프라-에너지산업팀 이시흔 과장

# 미국 AI 데이터센터 수요증가에 따른 유망 품목 및 진출 전략

Global Market Report 24-079

발행일	2024년 12월
발행인	강경성
발행처	대한무역투자진흥공사(KOTRA)
주소	서울시 서초구 현릉로13
전화	1600-7119
홈페이지	<a href="http://www.kotra.or.kr">www.kotra.or.kr</a>

• ISBN: 979-11-402-1266-8



## 참고자료

---

- 1) <https://zdnet.co.kr/view/?no=20230829091016&utm> , intel\_Hot Chips - Aug 23 - Sierra Forest - Xeon - Architecture - Public.pdf
- 2) <https://www.networkworld.com/article/971367>
- 3) <https://www.yna.co.kr/view/AKR20230918042800003?utm>
- 4) <https://www.juniper.net/kr/ko/customers/att-case-study.html>
- 5) <https://blogs.nvidia.com/blog/bluefield-data-center-transformation/>
- 6) <https://aws.amazon.com/ko/ec2/nitro/>
- 7) <https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchArticle.do?cn=NART123586353>
- 8) <https://blog.google/intl/ko-kr/products/in-the-cloud/introducing-trillium-6th-gen-tpus-kr/>
- 9) <https://www.ibm.com/think/topics/hpc-ai>
- 10) <https://arxiv.org/abs/2305.05033>, <https://arxiv.org/abs/2303.15375>
- 11) <https://ieeexplore.ieee.org/document/9380443>
- 12) <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/google-signs-nuclear-smr-deal-with-kairos-for-data-center-power/>
- 13) <https://www.apple.com/kr/newsroom/2021/03/apples-four-point-seven-billion-green-bond-spend-is-helping-to-create-one-point-two-gigawatts-of-clean-power/>
- 14) <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/microsoft-launches-hydrogen-fuel-cell-pilot-at-dublin-data-center/>
- 15) <https://datacenters.atmeta.com/wp-content/uploads/2024/10/Sweden-Lulea.pdf>
- 16) <https://www.google.com/about/datacenters/locations/hamina/>
- 17) <https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/2023-data-center-water-profile-the-dalles.pdf>
- 18) <https://news.microsoft.com/source/features/innovation/datacenter-liquid-cooling/>
- 19) <https://news.sktelecom.com/199628>
- 20) <https://www.cio.gov/policies-and-priorities/DCOI/>

**kotra**  
Korea Trade-Investment  
Promotion Agency