

Industry Indepth | 2026.03.16

광통신 (비중확대)

광(光)통신.. 그저 "빛"



KUVIC Research Team 4

메일 kuvic_korea@naver.com

팀장 44기 Senior 오연수
팀원 43기 Senior 이종혁
팀원 43기 Senior 정상엽

CONTENTS

Summary	3
Key Chart	4
필연적인 광통신	5
Scale-Across와 트랜시버	11
광통신 기술 타임라인 및 CPO 밸류체인	18
Scale-Out	22
Scale-Up	26
통신 인프라	28
Company Analysis	33
Lumentum Holdings	
Ciena	

Summary

엔비디아가 이끄는 기술의 변화

세가지 변화: 스케일 아웃 CPO, 이더넷, 스케일업 광통신

스케일 아웃:
플러거블 → CPO

1) 현재 벌어지고 있는 변화: 스케일 아웃(랙 간 연결)에서의 플러거블 → CPO 확산

기존 플러거블 광트랜시버가 전송 속도 급증에 따른 전력 및 신호 한계를 극복하기 위해 CPO(Co-Packaged Optics)로 대체되고 있다. CPO는 DSP를 제거해 전력 소모를 66% 이상 줄여 TCO를 대폭 낮추며, 서데스(SerDes) 224G가 도입되는 루빈(Rubin) 세대부터는 CPO의 채택이 필수적이다. 특히 2025년 3월 엔비디아가 자사 네트워킹 플랫폼에 실리콘 포토닉스 도입을 공식화하면서, 핵심 광원 공급사들의 가치가 재평가되며 강력한 주가 모멘텀을 형성하고 있다.

2) 이더넷 스위치 성장

이더넷도 결국
엔비디아가

전통적으로 AI 네트워킹 시장은 초저지연에 특화된 고성능의 인피니밴드와 범용성이 뛰어난 이더넷으로 양분되어 왔으며, 엔비디아는 멜라녹스 인수 이후 인피니밴드를 통해 AI 백엔드 시장을 사실상 독점해 왔다. 이에 대해 엔비디아 종속에서 벗어나려는 UEC(Ultra Ethernet Consortium) 진영이 RoCE 및 ECN 기술을 바탕으로, 이더넷 플랫폼으로 인피니밴드 성능의 95% 수준까지 추격하며 범용성을 무기로 점유율이 반전되었다. 엔비디아 또한 네트워킹 패권을 수성하기 위해 이더넷 기반의 Spectrum-X를 출시했으며, 향후 CPO 기술력에서 브로드컴과 양강 구도를 형성하며, GPU 아키텍처와의 결합력을 무기로 현재 10~20% 수준인 이더넷 시장 점유율을 폭발적으로 끌어올릴 것으로 전망된다.

3) 스케일 업(Scale-Up)

스케일 업: 광원
시장 대폭발
+ 승자 독식

2026년까지 주력인 NVL72(Oberon) 구조가 2027년경 NVL144 기반의 Kyber(NVL576)로 진화함에 따라 단일 랙의 물리적 규모가 거대해지고 있으며, 이는 구리 배선의 전송 거리 제한(1~2m)을 완전히 넘어서는 임계점에 도달하고 있다. 랙 내부의 수많은 구리 연결 소자가 전부 광 기반의 CPO로 대체되는 'Optical NVLink' 시대가 열린다면, 광원 시장의 TAM은 기존 스케일 아웃 구간 대비 수 배 이상 폭발할 가능성이 크다. 본격적인 스케일 업 광전환에 앞서 스케일 아웃 구간에서는 범용 부품의 수량(Q)은 8분의 1로 줄고 고사양 광원의 가격(P)이 높아지는 성능 중심의 시장으로 재편될 것이며, 결국 독보적인 레이어 기술력을 보유하여 승자 독식 구조를 형성할 1등 광원 기업에 집중하는 전략이 유효하다.

4) 데이터센터와 통신망 확충

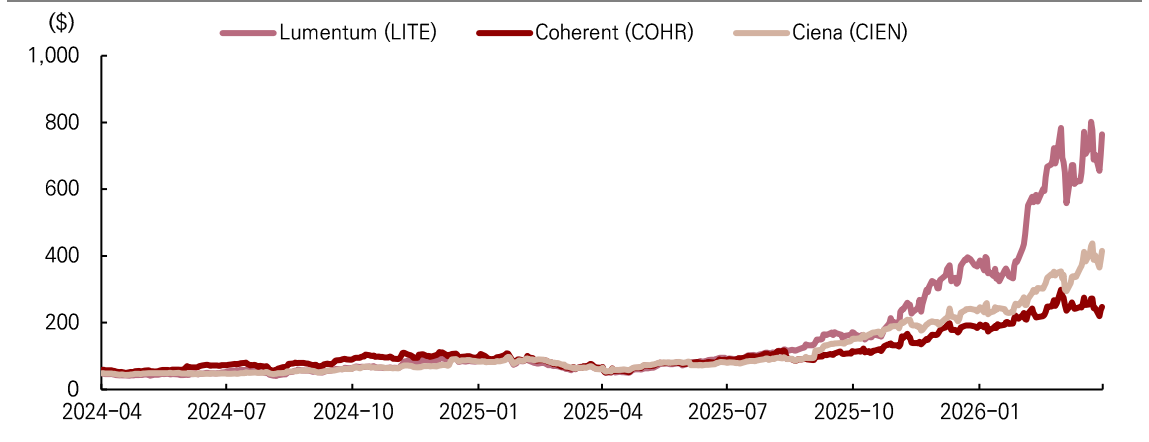
통신망 확충과
데이터센터 연결로
광트랜시버 수요
증가

AI 발전으로 데이터센터가 분산 연결되는 Scale-Across 구조가 확대되면서 장거리 고속 전송을 위한 광트랜시버 수요가 급증하고 있다. 이에 따라 Scale-Across형 광트랜시버는 2026년 23만 개(약 7.4억 달러), 2027년 66만 개(약 21억 달러)의 공급 부족 현상을 겪을 것으로 추정된다. 또한, 데이터센터 트래픽을 사용자에게 전달하기 위한 글로벌 통신망 확충도 광통신 수요를 강력하게 견인하고 있다. 약 58조 원 규모의 미국 BEAD 프로그램은 보조금의 73%를 광통신에 배정했으며, 약 250조 원 규모의 유럽 기가비트 인프라 법안(GIA) 등의 정책이 더해져 2025년 미국과 유럽의 통신망 광트랜시버 수요만 약 14억 달러 규모에 이를 전망이다. 향후 통신의 핵심인 광원의 중요성은 오히려 더욱 커진다.

따라서 고성능 광원 제조에 독보적인 기술력을 보유한 기업들에 지속적으로 주목할 필요가 있기에 핵심 광원에서 경쟁력을 확보한 루멘텀(Lumentum Holdings)을 최선호주(Top-Pick)으로 제시한다.

Key Chart

그림 1. 루멘텀(Lumentum), 코히런트(Coherent), 시에나(Ciena) 주가



자료: KUVIC 리서치 4팀

그림 2. 엔비디아 광통신 타임라인

연도	구분	핵심 기술
~2026	블랙웰 CW-LD	800G 광트랜시버
2026~2H	루빈 아키텍처	CPO 도입
2028	파인만 아키텍처	랙 내 광케이블로 대체
2030~	보드레벨 CPO 확산	칩 간 통신 광 I/O 개화

자료: NVIDIA, KUVIC 리서치 4팀

그림 3. 엔비디아 Spectrum-X-이더넷



자료: NVIDIA, KUVIC 리서치 4팀

표 1. Scale-Across향 광트랜시버 쇼티지 규모

광트랜시버 쇼티지 규모	2025	2026	2027	2028
Scale-Across향 광트랜시버 수요량	2,550,000	5,600,000	8,977,500	13,376,000
Scale-Across향 광트랜시버 공급량	3,605,769	5,373,134	7,656,250	16,047,297
초과수요 트랜시버 수		226,866	1,321,250	
광트랜시버 ASP(\$)	3,205	3,240	3,255	3,200
쇼티지 금액(\$)		735,044,776	4,300,668,750	

자료: KUVIC 리서치 4팀

필연적인 광통신

구리 가고 빛 왔다

광통신 안 하고 못 버터

구리 케이블의 단점을 해결하는 광케이블

반도체 칩 내부의 집적도가 높아지고 연산 속도가 빨라지면서, 기존의 구리선 기반 전기 신호 전송 방식은 임계점에 도달했다. 이는 단순한 속도의 문제가 아닌 물리 법칙의 한계 때문이다. 구리선은 주파수가 높아질수록 전류가 도체 표면에만 흐르려는 '스킨 효과'를 겪는다. 전송 속도가 800G, 1.6T로 올라갈수록 신호 감쇠와 전력 손실이 기하급수적으로 커진다. 이를 해결하기 위해 DSP(Digital Signal Processor)라는 보정 칩을 추가해야 하지만, 이는 다시 발열과 전력 소모를 증가시키는 악순환을 낳는다. **구리 케이블의 발열, 큰 신호 손실, 그리고 짧은 전송 거리 등의 문제는 시장의 관심을 광섬유 케이블로 이끌었다.**

데이터센터 운영비용(OpEx)의 절반 이상이 전력과 냉각 비용임을 고려할 때, 구리 케이블의 사용은 더 이상 경제적이지 않다. 반면 광(Optical) 기반 전송은 거리에 관계없이 손실이 일정하며 전력 소모가 전송 거리와 비례하지 않는다. 2030년 전후로 칩 간, 패키지 간 통신까지 완전 광 인터커넥트로 전환될 것이라는 전망이 나오는 이유다.

표 2. 구리 케이블 vs 광섬유 케이블 비교

구분	구리 케이블	광섬유 케이블
전력 소비(100m 기준)	3.5W	0.33W
발열	높음	거의 없음
신호 증폭 필요성	장거리에서 필요	거의 필요 없음
냉각 부담	높음	낮음
전송 거리	짧음	길
신호 손실	큼	적음
유지보수 부담	높음	낮음

자료: KUVIC 리서치 4팀

광통신은 전기 신호 대신에 빛, 광신호를 이용해 데이터를 전송하는 통신 기술로, **광섬유 케이블을 통해 초고속·장거리 데이터 전달이 가능하다**는 특징이 있다. 구리 케이블 대비 전송 속도가 빠르고 신호 손실이 적어 데이터센터, 통신망, AI 인프라 등 대용량 데이터 전송이 필요한 분야에서 핵심 인프라로 활용된다. 특히 최근 AI 데이터센터 확장과 초고속 네트워크 수요 증가로 광통신 기술의 중요성이 더욱 커지고 있다. 이러한 광통신 산업은 레이저, 광소자, 광모듈, 광케이블, 네트워크 장비 등 다양한 부품과 장비로 구성된 복합적인 공급망 구조를 가진다.

광통신 밸류체인

광통신 밸류체인은 크게 1) 웨이퍼, 2) 광원, 3) 파운드리, 4) DSP, 5) 모듈, 6) 시스템으로 구분할 수 있다.

1) 웨이퍼

인듐과 인을 녹여 잉곳을 만들고 이를 얇게 썰어 웨이퍼를 만드는 과정이다. 광통신의 핵심 소재는 InP 웨이퍼로, EML과 CPO용 CW레이저 등 고품질 광원에 필수적이다. 광통신 시장이 성장하며 EML 트랜시버 시장이 확대되자, InP 웨이퍼 수요가 이에 따라 폭발하며 주목을 받고 있다. 대표적인 기업은 **AXT**로, 미국 기업이지만 주요 생산기지가 핵심 희소 금속인 인듐을 곧바로 조달할 수 있는 중국에 있어 원자재 확보 경쟁력이 매우 높은 것으로 알려져 있다.

2) 광원

전기 신호를 실제 데이터가 담긴 '빛'으로 만들어내는 핵심 엔진 부문이다. 광원의 성능이 전체 네트워크 효율을 좌우하기 때문에, 시장에서 가장 주목하고 있는 단계이다. **Coherent**와 **Lumentum**이 가장 대표적이며, AI 데이터센터 확장과 함께 이들 제품의 수요가 빠르게 증가하면서 광통신 섹터에서 가장 주목받는 기업이 되었다.

3) 파운드리

실리콘 포토닉스 기반 칩(EIC)을 생산한다. 광신호를 전기 신호와 함께 통합 처리할 수 있는 칩을 생산하며, 기존 반도체 공정으로 제작이 가능하다는 특징을 가지고 있다. 대표적인 기업으로는 **TSMC**, **GlobalFoundries**, **Tower Semiconductor**가 있다.

4) DSP

빛의 세기뿐만 아니라 **위상과 편광 정보까지 모두 활용하여 데이터를 처리하는 고성능 반도체 칩**이다. 전송 거리가 길어질수록 품질이 하락하는 빛의 파형을 실시간으로 보정하여 데이터 손실을 제로에 가깝게 유지한다. **Marvell**이 광학 DSP 시장의 압도적인 1위 기업이며, **Broadcom**, **MACOM** 등이 있다. 최근 스케일 아웃(Scale-Out) 단계에서는 전력소모를 줄이기 위해 CPO 등의 기술을 통해 DSP를 제거하는 방향이 논의되고 있다.

5) 모듈

앞선 광원, 실리콘 포토닉스 칩, DSP 칩을 **하나의 작은 모듈 안에 집적**하는 과정이다. 광통신의 핵심장비 중 하나인 광트랜시버가 최종 생산되는 단계이며, 대표적인 기업으로는 **Innolight**, **Eoptolink**, **Lumentum**, **Coherent**, **Fabrinet**이 있다.

6) 시스템

전체 AI 인프라 시스템을 설계하고 통합하는 단계이다. 대표적인 기업으로는 **Cisco**, **Ciena**, **NVIDIA**, **Broadcom**이 있다. 시스템 밸류체인 기업들이 최근 수직적 통합을 시도하고 있다. NVIDIA의 경우 GPU뿐만 아니라, NVLink, Spectrum-X를 출시하며 하드웨어, 네트워크, 소프트웨어를 모두 통합하려는 시도를 하고 있다. Broadcom 역시 ASIC부터 시스템 솔루션까지 영역을 확장하며 영향력을 넓히고 있다.

네트워킹 개괄

데이터센터 네트워킹 중요성

개별 칩 성능에 따라 전력소모 기하급수적 증가

디지털 회로의 동적 전력 소모 공식은 다음과 같다.

$$P = \alpha \cdot C \cdot V^2 \cdot f$$

여기서 P는 전력 소모, V는 전압, f는 주파수를 뜻한다. 연산 성능(f)을 높이기 위해 전압(V)을 올리면 전압의 제공에 비례해 전력이 소모된다. 따라서 AI 모델이 커질수록 개발자들은 전압을 무한정 높일 수 없는 물리적 제약에 부딪혔고, 결국 단일 칩의 성능을 높이는 대신 수많은 칩을 병렬로 연결하는 '스케일 아웃(Scale-Out)'과 '스케일 어크로스(Scale-Across)' 전략을 택하게 되었다.

GPU 연산속도 못 따라가는 통신

이 과정에서, 개별 칩의 연산 속도가 무어의 법칙을 뛰어넘어 가속화되는 반면, 이를 뒷받침해야 할 데이터 전송 속도는 물리적 한계로 인해 상대적으로 완만한 성장 곡선을 그리며 이른바 **'통신 병목 현상'**이 심화되었다. 단일 GPU의 부동소수점 연산 능력은 매 세대 수 배씩 도약하고 있으나, 칩 외부로 데이터를 내보내는 대역폭의 확장은 전력 소모와 신호 감쇄 문제로 인해 그 속도를 따라잡지 못했다. 이로 인해 아무리 강력한 프로세서를 보유하더라도 데이터를 공급받지 못해 연산 자원이 유휴 상태에 머무는 **'데이터 굶주림(Data Starvation)'** 현상이 발생했으며, 이는 곧 전체 AI 팩토리의 효율 저하로 직결되었기에 네트워크 성능의 비약적인 향상은 필수적인 과제가 되었다.

스케일 업: 랙 내 연결

데이터센터의 통신 구조는 물리적 거리와 목적에 따라 층위별로 구분되며, 가장 먼저 랙(Rack) 내부의 초고속 연결인 **스케일 업(Scale-up)** 단계가 존재한다. 엔비디아는 이를 위해 **NVLink와 NVSwitch**라는 독자적인 아키텍처를 활용하여 동일 랙 내의 GPU들을 하나의 거대한 단일 연산 장치처럼 묶어주었다. **리프 스위치(Leaf Switch)**를 거치지 않고 직접적인 메모리 공유 수준의 대역폭을 제공함으로써, 대규모 언어 모델의 파라미터를 여러 GPU에 분산 배치했을 때 발생하는 통신 지연을 극소화하는 것이 이 단계의 핵심이다.

스케일 아웃: 랙 간 연결

랙과 랙 사이를 연결하는 **스케일 아웃(Scale-out)** 단계에서는 백본 역할을 하는 **스파인 스위치(Spine Switch)**와 함께 고성능 네트워크 플랫폼인 **퀀텀(Quantum, 인피니밴드) 및 스펙트럼(Spectrum, 이더넷)**이 중추적인 역할을 수행한다. 수천에서 수만 개의 GPU 노드를 격자 구조로 연결하여 전체 클러스터의 연산 규모를 확장하는 과정인데, 이때 데이터 전송의 무손실성과 낮은 지연시간을 보장하기 위해 고도화된 광통신 기술이 적용된다. 특히 엔비디아는 이 영역에서 표준 이더넷의 한계를 극복한 최적화 솔루션을 제시하며 거대 모델 학습을 위한 인프라의 표준을 정의했다.

스케일 어크로스: 데이터센터 간 연결

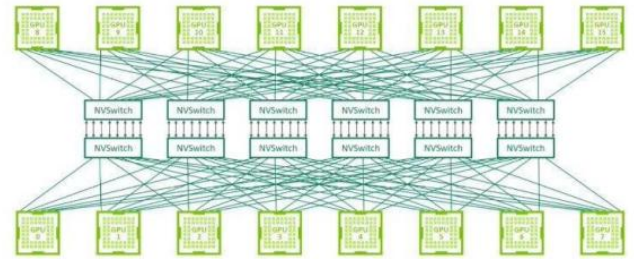
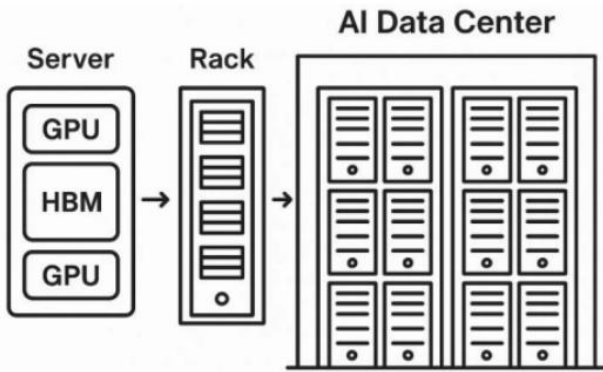
최근에는 서로 다른 데이터센터 건물이나 지역 간을 연결하는 **스케일 어크로스(Scale-Across)** 개념이 중요해졌다. 이는 물리적으로 떨어진 데이터센터들을 통합하여 운영하는 것으로, **스펙트럼-XGS(Spectrum-XGS)**와 같은 플랫폼이 장거리 전송 시 발생하는 패킷 손실을 제어하고 대역폭을 최적화한다. 이처럼 데이터센터 내부(Inside)부터 외부(Between)까지 연결되는 중첩된 구조 속에서 각 계층의 스위칭 장비와 광통신 부품은 유기적으로 맞물려 작동하게 된다.

GPU +1 → 연결은 수천 수백 개

GPU의 숫자가 산술급수적으로 증가함에 따라 네트워크 연결 수요가 기하급수적으로 폭증하는 이유는 분산 컴퓨팅의 특성상 각 노드 간의 상호작용이 복잡해지기 때문이다. 단순히 **GPU 노드 하나를 추가하는 것은 그 노드가 기존에 존재하던 수백, 수천 개의 노드와 모두 데이터를 주고받아야 함**을 의미하며, 이는 네트워크 전송 경로(Link)의 개수를 노드 수의 제곱에 비례하여 늘려야 하는 결과를 초래했다. 특히 'All-to-All' 통신 방식을 쓰는 엔비디아 아키텍처 하에서는 노드 증가에 따른 트래픽 부하가 단순 합산이 아닌 폭발적인 조합의 수로 증가했다.

그림 4. 데이터센터 구조

그림 5. NV Switch 구조도



자료: KUVIC 리서치 4팀

자료: NVIDIA, KUVIC 리서치 4팀

또한 대형 모델을 학습시킬 때 데이터 병렬화와 모델 병렬화를 동시에 수행하게 되는데, 이때 발생하는 동기화 작업(Synchronization)은 전체 네트워크에 엄청난 양의 집합 통신 부하를 가했다. GPU 간의 연산 결과가 서로 공유되어야 다음 단계로 넘어갈 수 있는 구조 특성상, 단 하나의 연결에서라도 지연이 발생하면 전체 시스템의 성능이 해당 지점의 속도로 하향 평균화되는 문제가 발생했다. 따라서 GPU 규모가 커질수록 네트워크는 단순한 연결 도구가 아니라 시스템 전체의 '신경망'으로서 더욱 정교하고 방대한 설계가 요구되었다.

양적 확장 + 질적 확장 국면

현재 AI 산업은 랙 내부의 밀도를 높이는 스케일 업, 클러스터 규모를 키우는 스케일 아웃, 그리고 데이터센터 간 통합을 꾀하는 스케일 어크로스 국면이 동시다발적으로 전개되고 있다. 세 영역에서 함께 확장이 이루어지며 네트워킹 부품 수요는 폭발적으로 늘어나고 있고, 질적으로는 대역폭 개선 요구가 이어지며, 특히 800G를 넘어 1.6T 및 3.2T급 차세대 광트랜시버와 광교환 장비에 대한 수요는 가파르게 치솟고 있다. 이러한 전방위적 확장세는 광통신 부품 기업들에게 과거와는 차원이 다른 규모의 시장 기회를 제공하며 산업 전체의 구조적 성장을 견인했다.

표 3. 데이터센터 통신 범위 별 대표 프로토콜 및 기술

구분	통신 범위	대표 프로토콜 / 기술	비고
GPU 간 (서버내부)	동일서버 내 GPU↔GPU	NVLink PCIe (PCI Express)	GPU 간 초고속 병렬 통신(수백GB/s급). 모델 학습 시 파라미터, 텐서 교환.
서버간 (랙내부)	서버↔서버	InfiniBand (IB) Ethernet (RoCE, TCP/IP)	AI 클러스터 내 주요 통신. InfiniBand는 낮은 레이턴시 / 높은 대역폭 덕에 대형 AI 학습에 주로 사용. RoCE는 Ethernet 기반RDMA 프로토콜.
랙간 (데이터센터 내부)	랙↔랙	Ethernet (100G/400G/800G) InfiniBand (스파인/리프구조)	데이터센터 내부 패브릭(Spine-Leaf) 구성. InfiniBand는 주로 AI 슈퍼컴/클러스터형DC에서, Ethernet은 일반 클라우드형 DC에서 주로 사용.
DCI (Region 간)	DC↔DC	Ethernet / Optical Ethernet DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) Coherent Optical Transmission	장거리통신용. 광섬유 기반으로 수백km~수천km까지 연결. 최근엔 400G~1.6T급 코히어런트 광이더넷 사용 (Cisco, NVIDIA 등).

자료: 산업 자료, KUVIC 리서치 4팀

엔비디아와 동행하는 광통신

엔비디아 광통신 모멘텀

엔비디아의 광통신 기업에 대한 40억 달러 투자

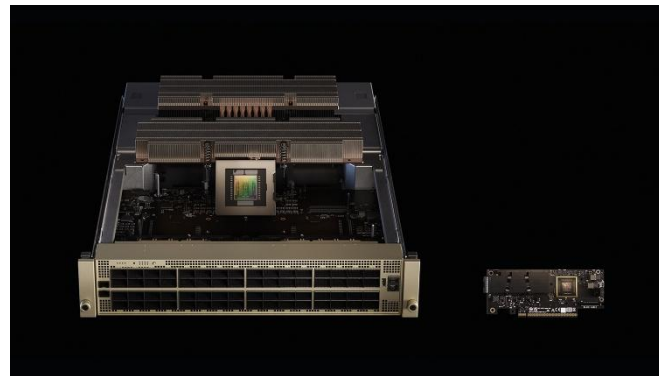
이제 광통신은 네트워크의 일부가 아니라, AI 클러스터의 성능을 결정짓는 ‘가장 귀한 필수재’가 되었다. 그러나 이 시장이 이토록 주목받은 결정적 계기는 엔비디아의 선택이다. **엔비디아는 최근 루멘텀(Lumentum)과 코히런트(Coherent)에 각각 20억 달러, 총 40억 달러라는 천문학적인 금액을 투자했다.** 2027년까지의 제조 Capa를 구매 약정으로 묶어버린 것이다. 마치 인기 있는 원료를 특정 브랜드가 독점 계약해버린 것과 같다. 이로 인해 AMD나 인텔 기반의 클러스터를 구축하려는 경쟁사들은 레이저를 구하고 싶어도 구할 수 없는 ‘공급망의 벽’에 부딪히게 되었다.

엔비디아가 전통적인 칩 제조사를 넘어 통합 네트워킹 기업으로 급부상한 핵심 배경은 ‘AI 팩토리’라는 거대한 연산 환경에서 GPU 성능을 극대화하기 위해 네트워킹 아키텍처를 하드웨어와 소프트웨어 양면에서 수직 계열화했기 때문이다. 과거 네트워크가 단순한 데이터 전달 통로였다면, 엔비디아는 컴퓨팅과 네트워크의 경계를 허물어 네트워크 자체가 연산의 일부가 되는 ‘인-네트워크 컴퓨팅’ 구조를 구현했다.

그림 6. 엔비디아 광통신 타임라인

그림 7. 엔비디아 Spectrum-X-이더넷

연도	구분	핵심 기술
~2026	블랙웰 CW-LD	800G 광트랜시버
2026~2H	루빈 아키텍처	CPO 도입
2028	파인만 아키텍처	랙 내 광케이블로 대체
2030~	보드레벨 CPO 확산	칩 간 통신 광 I/O 개화



자료: NVIDIA, KUVIC 리서치 4팀

자료: NVIDIA, KUVIC 리서치 4팀

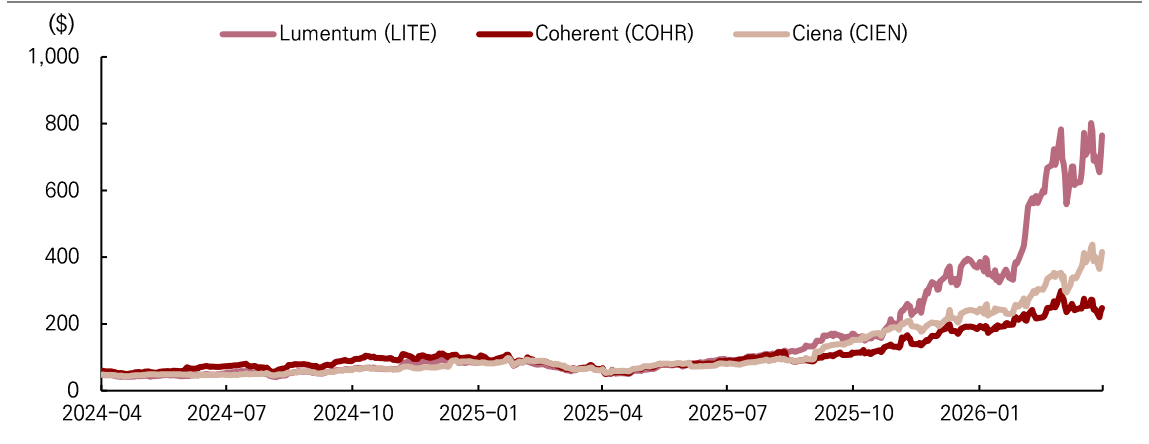
특히 **인피니밴드(InfiniBand)의 RDMA 기술과 집합 통신 가속 기술인 SHARP 등을 활용해 수만 개의 GPU가 마치 하나의 거대한 칩처럼 작동하도록 최적화했다.** 이는 범용 네트워킹 장비가 해결하지 못했던 데이터 병목과 지터(Jitter) 문제를 줄이며, GPU 도입 시 실제 AI 학습 속도가 네트워크로 인해 저하되지 않도록 보장하는 핵심 경쟁력이 되었다.

최근 엔비디아는 기존 이더넷 환경에서도 인피니밴드 수준의 성능을 구현하는 Spectrum-X 플랫폼을 출시하며 네트워킹 시장의 구조를 바꾸고 있다. 이러한 변화는 GPU 판매 증가가 곧 광트랜시버, 광케이블, 스위치 등 고성능 네트워크 부품 수요 증가로 이어지는 구조를 만들었다. 결과적으로 엔비디아는 단순 부품 채택을 넘어 네트워크 아키텍처의 표준을 정의하며, 광통신 밸류체인 기업들이 ‘엔비디아 모멘텀’에 크게 영향을 받는 구조를 형성하고 있다.

실제로 광통신 기업인 루멘텀(Lumentum), 코히런트(Coherent), 시에나(Ciena)의 주가 흐름은 엔비디아의 네트워킹 플랫폼 발표 시점과 높은 시계열적 상관관계를 보여 왔다. 특히 2025년 GTC에서 Spectrum-X Photonics와 CPO(Co-Packaged Optics) 로드맵이 공개되자 레이저 및 광학 부품 기업에 대한 기술 협력 기대감이 반영되며 주가 랠리가 나타났다. 이후 2025년 Hot Chips에서 Spectrum-XGS가 공개되며 시에나가 상승 모멘텀을 얻었고, 2026년 CES에서 Rubin 아키텍처와 함께 Spectrum-6 이더넷 플랫폼이 발표되면서 관련 기업 전반이 다시 한번 상승 흐름을 보였다.

결과적으로 엔비디아가 새로운 네트워킹 아키텍처를 발표하거나 특정 광통신 기술을 채택할 때마다, 해당 생태계에 포함된 기업들의 주가가 강하게 반응하는 패턴이 반복되고 있다. 이러한 맥락에서 **2026년 3월 16일 GTC에서 광통신 분야에 어떤 새로운 기술과 로드맵이 제시될지 주목할 필요가 있다.**

그림 8. 루멘텀(Lumentum), 코히런트(Coherent), 시에나(Ciena) 주가



자료: KUVIC 리서치 4팀

Scale-Across와 트랜시버

Scale-Across로의 진화: 트랜시버 쇼티지

Scale-Across향 광트랜시버 쇼티지 폭발

AI 투자 시장에서 요즘 가장 핫한 아이템은 바로 **광트랜시버**다. 2023년이 GPU 부족의 시대였고 2024년이 HBM의 시대였다면, 2025년과 2026년의 주인공은 단연 광통신이다. 실제 시장의 폭발적인 트렌드는 수치로 증명된다. 800G 이상급 트랜시버 출하량은 2025년 2,400만 개에서 2026년 6,300만 개로 1년 만에 2.6배나 수직 상승할 전망이다.

본 리서치 팀이 예상한 **Scale-Across**향 광트랜시버의 쇼티지 예상 규모는 **2026년 23만개, 2027년 132만개로 각각 7.4억, 43억 달러 규모의 초과수요가 예상된다**. 쇼티지는 Scale-Across 전환이 본격화될 것으로 예상되는 2027년에 최고치를 달성하고, 2028년부터 해소될 전망이다. Scale-Across가 본격화되는 2027년 이후의 시점에서 광통신은 다시 한번 수요가 폭발할 전망이다.

표 4. Scale-Across향 광트랜시버 쇼티지 규모

광트랜시버 쇼티지 규모	2025	2026	2027	2028
Scale-Across향 광트랜시버 수요량	2,550,000	5,600,000	8,977,500	13,376,000
Scale-Across향 광트랜시버 공급량	3,605,769	5,373,134	7,656,250	16,047,297
초과수요 트랜시버 수		226,866	1,321,250	
광트랜시버 ASP(\$)	3,205	3,240	3,255	3,200
쇼티지 금액(\$)		735,044,776	4,300,668,750	

자료: KUVIC 리서치 4팀

AI 네트워크의 최종진화형 Scale-Across

전력 문제 해결을 위한 대안책: Scale-Across

AI 인프라의 확장은 세 가지 차원을 축으로 진화해 왔다. 첫 번째 차원인 'Scale-Up'은 단일 서버 또는 랙 내에서 GPU 밀도와 성능을 극대화하는 것을 의미한다. 이는 주로 NVLink와 같은 초고속 내부 인터커넥트를 활용하여 여러 개의 GPU를 하나의 논리적인 '메가 GPU'로 융합하는 기술을 수반한다. 두 번째 차원인 'Scale-Out'은 데이터 센터 내부의 랙과 랙을 이더넷이나 인피니밴드 패브릭으로 연결하여 수만 개의 GPU 클러스터를 구축하는 방식이다.

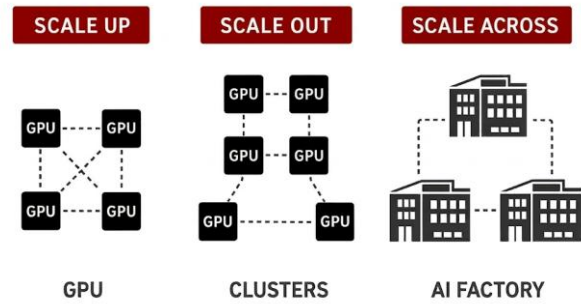
그러나 단일 데이터센터의 전력 소모량이 기가와트급에 육박하면서, 더 이상 동일 장소 내 확장이 불가능한 상황이 발생하고 있다. 예컨대 NVIDIA의 GB200 NVL72 캐비닛 한 대는 약 120kW의 전력을 소비하며, 1GW의 용량을 확보하기 위해서는 8,300개 이상의 캐비닛이 필요하다. **이러한 한계를 극복하기 위해 등장한 세 번째 차원이 바로 'Scale-Across'이다**. Scale-Across는 지리적으로 분산된 여러 데이터 센터를 초저지연 광통신망으로 연결하여, 마치 하나의 캠퍼스 내에 있는 것처럼 동작하게 만드는 네트워킹 기술이다.

전통적인 'DCI(Data Center Interconnect)'가 단순히 지리적으로 떨어진 데이터센터 간의 전면부 네트워크 즉 프론트엔드를 연결하여 데이터 백업이나 일반적인 트래픽 전송을 담당했다면, 'Scale-Across'는 분산된 데이터센터들을 마치 하나의 거대한 GPU 클러스터처럼 작동하게 만드는 후면부 네트워크 즉 백엔드 연결에 집중한다. 이는 물리적으로 분리된 공간에 있는 가속기들이 동일한 작업을 실시간으로 공유하며 학습을 수행할 수 있도록 **초고속 저지연 연결**이 가능해짐을 의미한다.

그림 9. AI 네트워크 확장 차원

그림 10. 네트워킹 방식

확장 차원	주요 초점	핵심 연결 기술
Scale-Up	단일 서버/랙 내 GPU 집적	NVLink, NVSwitch
Scale-Out	데이터 센터 내 클러스터 확장	Ethernet, InfiniBand
Scale-Across	지리적 분산 센터 간 통합	광 DCI, Coherent 광모듈



자료: KUVIC 리서치 4팀

자료: KUVIC 리서치 4팀

Scale-Across 발전의 주인공: 광트랜시버

Scale-Across 단계의 핵심 부품: 광트랜시버

Scale-Across로의 확장 과정에서 '광트랜시버'의 중요성이 빠르게 부각되고 있다. 이는 Scale-Across 환경에서 요구되는 네트워크 특성이 기존 데이터센터 간 연결구조와 크게 달라지기 때문이다.

대규모 AI 클러스터나 분산 컴퓨팅 환경에서는 데이터센터 간 연결 거리가 수 km에서 수십 km 이상까지 확대되는 경우가 많다. 구리 케이블은 신호 감쇠와 전력 소모 문제로, 장거리 전송 시 성능이 급격히 저하되며, 고속 인터페이스로 갈수록 이러한 한계는 더욱 두드러진다. 이러한 환경에서 기존 구리 기반 연결은 Scale-Across에서 요구되는 장거리-초고속 데이터 전송을 안정적으로 지원하기 어렵다. 반면 광트랜시버는 광섬유를 활용해 장거리에서도 신호 손실을 최소화하면서 수백 기가비트급 이상의 대역폭을 안정적으로 제공할 수 있어 데이터센터 간 고속 네트워크 인프라 구축의 핵심 구성요소로 자리 잡았다.

AI 인프라가 단일 데이터센터 내부에서만 운영되는 것이 아니라 지리적으로 분산된 여러 사이트에서 동시에 처리되는 구조인 Scale-Across로 발전하면서 네트워크 요구사항 또한 크게 변화하고 있다. 특히 대규모 AI 학습이나 추론 환경에서는 실시간 데이터 교환이 빈번하게 발생하기 때문에 낮은 지연과 높은 네트워크 용량이 필수적이다. 이를 충족하기 위해서는 단순히 물리적 연결만 제공하는 수준을 넘어, 고속 패킷 처리와 안정적인 데이터 흐름을 지원할 수 있는 광 기반 네트워크가 필요하다. 광트랜시버는 초고속 이더넷 및 인피니밴드 인터페이스와 결합되어 데이터센터 간 대량의 데이터를 빠르게 전달할 수 있으며, 분산된 AI 워크로드 환경에서도 안정적인 통신 성능을 유지하도록 돕는다.

마지막으로, 인프라가 단일 시설 내부가 아닌 여러 데이터센터로 확장되는 과정에서는 네트워크 안정성 문제 또한 중요한 고려 요소가 된다. 데이터센터 간 연결이 증가할수록 네트워크 링크가 일시적으로 끊겼다가 다시 연결되는 링크 플랩과 같은 현상이 발생할 수 있으며, 이러한 문제는 대규모 AI 워크로드의 연속성과 성능에 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 확장형 네트워크 환경에서는 단순한 고속 전송 기능을 넘어 트래픽 급증 상황을 안정적으로 처리할 수 있는 '딥 버퍼'와 같은 고급 네트워크 기능이 요구된다. 광트랜시버 기반 네트워크는 이러한 확장 환경에서 발생하는 트래픽 변동과 연결 불안정성을 보다 효과적으로 관리할 수 있도록 지원하며, 대규모 분산 데이터센터 구조에서도 안정적인 데이터 흐름을 유지하는 데 핵심적인 역할을 수행한다.

그림 11. 광트랜시버



그림 12. 구리 vs. 광트랜시버

구분	광트랜시버	구리 신호 전송
기본 역할	전기 신호, 광 신호의 상호 변환	전기 신호 그대로 전송
전송 속도	매우 빠름, 초고속 전송	느림
주요 용도	장거리, 데이터센터 간 연결(DCI)	근거리 연결, 스토리지
전력 소모	낮음	높음

자료: Coherent, KUVIC 리서치 4팀

자료: KUVIC 리서치 4팀

Scale-Across향 광트랜시버 쇼티지 규모

Scale-Across향 광트랜시버의 쇼티지 현상

최근 AI 인프라 확장 과정에서 ‘광학’ 부문이 새로운 병목 요인으로 부각되면서 관련 부품 전반에서 쇼티지 현상이 나타나고 있다. 광트랜시버 역시 이러한 흐름의 핵심 부품으로, 특히 데이터센터 인프라의 Scale-Across 전환이 본격화될 것으로 예상되는 2027년을 전후해 쇼티지가 확대될 가능성이 높다.

Scale-Across향 광트랜시버의 수요가 급증하는 이유는 명확하다. 데이터센터의 수가 선형적으로 1, 2, 3 늘어날 때, 이들을 서로 연결하는 데 필요한 네트워크 연결 수는 기하급수적으로 증가한다. 모든 데이터센터를 1:1로 연결한다고 가정하면 필요한 연결 수는 $N(N-1) / 2$ 와 같다. 여기서 N은 데이터센터의 개수다. 예를 들어 데이터센터가 10개에서 100개로 늘어나면 연결 수는 45개에서 4,950개로 폭증한다. 이는 네트워킹 장비와 광케이블 수요가 데이터센터 수의 증가율보다 훨씬 더 높은 기율기로 성장할 것임을 의미한다. 이에 따라 Scale-Across향 광트랜시버의 쇼티지 예상 규모는 2026년 23만개, 2027년 66만개로 각각 7.4억, 21억 달러 규모의 초과수요가 예상된다.

Scale-Across향 광트랜시버 수요

Scale-Across향 광트랜시버 수요를 추정한 방식은 다음과 같다.

$$\text{Scale-Across향 광트랜시버 수요} = \text{AI 가속기 출하량} \times \text{개당 광트랜시버 소요량} \times \text{전체 네트워크 중 Scale-Across향}$$

블랙웰 GPU의 경우 장비 1대당 약 2~3개의 광트랜시버가 필요한 것으로 파악된다. 이에 평균 2.5개의 광트랜시버 소요량을 가정하였으며, 추후 루빈과 파인만으로의 발전에 따른 2025년~2028년 광트랜시버 수요 추정치는 다음과 같다.

표 5. Scale-Across향 광트랜시버 수요

수요량 (단위: 개)	2025	2026	2027	2028
AI 가속기 출하량	6,800,000	14,000,000	19,000,000	22,000,000
가속기 1개당 평균 광트랜시버 소요량	2.5	2.5	2.7	3.2
총 광트랜시버 수요량	17,000,000	35,000,000	51,300,000	70,400,000
전체 네트워크 중 Scale-Across향	15%	16%	18%	19%
Scale-Across향 광트랜시버 수요량	2,550,000	5,600,000	8,977,500	13,376,000

자료: KUVIC 리서치 4팀

Scale-Across향 광트랜시버 공급

Scale-Across향 광트랜시버 공급을 추정하는 방식은 다음과 같다.

$$\text{Scale-Across향 광트랜시버 공급} = (\text{EML 방식 생산량} + \text{SiPH 방식 생산량}) \times \text{전체 네트워크 중 Scale-Across향}$$

EML 방식 생산량을 추정하는 방식은 다음과 같다.

$$\text{EML 방식 생산량} = \text{EML 생산 합계} / \text{트랜시버 개당 필요한 EML 칩 수}$$

EML 생산 합계의 경우 글로벌 주요 5대 제조사(Lumentum, Coherent, Mitsubishi, Sumitomo, Broadcom)의 CAPA를 고려해 산정했다. Scale-Across에서 가장 많이 사용되는 800G 광트랜시버의 경우 100G EML이 8개 포함된 구조로 트랜시버 1개당 필요한 EML 칩 수는 8개로 계산하였다. 이에 따라 계산한 2025년부터 2028년까지의 EML 방식 광트랜시버 공급 추정치는 다음과 같다.

표 6. EML 방식 생산량

EML 기준 생산량(단위: 개)	2025	2026	2027	2028
EML 생산 계획 합계	150,000,000	180,000,000	210,000,000	250,000,000
트랜시버 1개 제작 시 필요한 EML 칩 수	8	8	8	8
EML 방식 트랜시버 총 공급	18,750,000	22,500,000	26,250,000	31,250,000

자료: KUVIC 리서치 4팀

SiPH 방식 생산량을 추정하는 방식은 다음과 같다.

$$\text{SiPH 방식 생산량} = \text{EML 방식 생산량} / (1 - \text{SiPH의 시장점유율})$$

이에 따라 계산한 2025년부터 2028년까지의 SiPH 방식 광트랜시버 공급 추정치와 총 Scale-Across향 광트랜시버의 공급 추정치는 다음과 같다.

표 7. Scale-Across향 광트랜시버 공급

Scale-Across향 총 공급 (단위: 개)	2025	2026	2027	2028
SiPH 시장점유율	22%	33%	40%	63%
SiPH 방식 트랜시버 총 공급량	5,288,462	11,082,090	17,500,000	53,209,459
EML 방식 트랜시버 총 공급량	18,750,000	22,500,000	26,250,000	31,250,000
트랜시버 총 공급량	24,038,462	33,582,090	43,750,000	84,459,459
전체 네트워크 중 Scale-Across향	15%	16%	18%	19%
Scale-Across향 광트랜시버 공급량	3,605,769	5,373,134	7,656,250	16,047,297

자료: KUVIC 리서치 4팀

Scale-Across향 광트랜시버 쇼티지 규모

Scale-Across향 광트랜시버 쇼티지 규모를 추정한 방식은 다음과 같다.

$$\text{쇼티지 규모} = (\text{Scale-Across향 광트랜시버 수요량} - \text{Scale-Across향 광트랜시버 공급량}) \times \text{광트랜시버 ASP}$$

이에 따라 계산한 2025년부터 2028년까지의 'Scale-Across'향 쇼티지 규모 추정치는 다음과 같다.

표 8. Scale-Across향 광트랜시버 쇼티지 규모

광트랜시버 쇼티지 규모	2025	2026	2027	2028
Scale-Across향 광트랜시버 수요량	2,550,000	5,600,000	8,977,500	13,376,000
Scale-Across향 광트랜시버 공급량	3,605,769	5,373,134	7,656,250	16,047,297
초과수요 트랜시버 수		226,866	1,321,250	
광트랜시버 ASP(\$)	3,205	3,240	3,255	3,200
쇼티지 금액(\$)		735,044,776	4,300,668,750	

자료: KUVIC 리서치 4팀

결과적으로 Scale-Across향 광트랜시버의 쇼티지 예상 규모는 2026년 23만개, 2027년 132만개로 각각 7.4억, 43억 달러 규모의 초과수요가 예상된다. 쇼티지는 Scale-Across 전환이 본격화될 것으로 예상되는 2027년에 최고치를 달성하고, 2028년부터 해소될 전망이다.

기지국 데이터센터화: 광트랜시버의 여전한 필요성

통신 기지국은 더 이상 단순한 중계기가 아니다

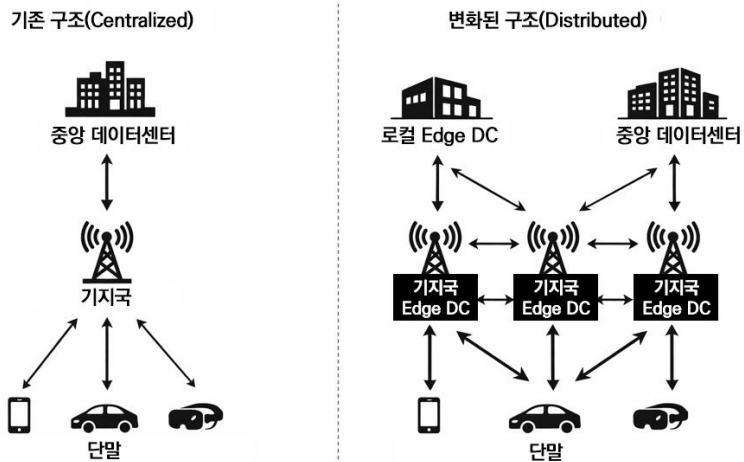
5G·6G가 이끄는
기지국의
데이터센터화

기지국의 데이터센터화는 단순한 네트워크 구조 변화가 아니라, 통신 인프라와 컴퓨팅 인프라의 경계를 허무는 구조적 전환이다. 기존 이동통신 네트워크에서의 기지국(Base Transceiver Station, BTS)은 단순히 무선 신호를 송수신하는 역할을 수행하고, 모든 데이터 처리는 중앙 데이터센터에서 수행하는 구조였다. 그러나 5G 이후 초저지연 서비스와 AI 기반 애플리케이션이 확산되면서 기존의 중앙 집중형 구조로는 전파 지연 등의 문제를 마주했다. 이를 해결하기 위한 방안으로 **기지국 인근에 서버와 스토리지를 배치하는 Mobile Edge Computing(MEC) 구조가 빠르게 도입되고 있다.** 기지국 내부에 고성능 GPU와 NPU를 탑재하면서 기지국은 연산과 저장 기능을 수행하는 '소형 데이터센터'가 되었다.

기지국 인근에 서버
및 스토리지를
배치하는 MEC 구조

이러한 변화는 네트워크 전체 트래픽과 연결 수를 증가시킨다. 기지국에 서버와 스토리지 기능이 결합되면서 Edge Node로 진화하고 있다. Edge는 **사용자와 가까운 위치에서 데이터 처리를 수행하는 분산형 컴퓨팅 구조**를 의미하는데, 기지국은 이러한 Edge 인프라가 구현되는 주요 물리적 거점으로 기능한다. 기지국이 데이터센터 기능을 수행하게 되면 기존에는 존재하지 않았던 기지국 간 데이터 교환이 발생한다. 인접 기지국 간 AI 추론 결과 공유, 콘텐츠 캐시 동기화, 사용자 이동에 따른 연속성 유지 등의 과정에서 **기지국 간 직접적인 데이터 전송이 필요해진다.** 또한 Edge에서 처리되지 않는 데이터는 여전히 중앙 데이터센터로 전송되어야 하며, 반대로 중앙에서 학습된 AI 모델은 다시 Edge로 배포된다. 이와 같은 양방향 데이터 흐름은 기존보다 훨씬 복잡하고 빈번한 트래픽 패턴을 만들어낸다.

그림 13. 기지국 기존 구조와 변화된 구조



자료: KUVIC 리서치 4팀

광섬유 네트워크
연결 수의 폭발적인
증가

네트워크는 단일 허브로 트래픽이 집중되는 구조에서 벗어나, 다수의 Edge 노드와 중앙 데이터센터가 상호 연결되는 형태로 변화하게 된다. 이 과정에서 가장 중요한 변화는 **연결 수의 폭발적인 증가**이다. 기존에는 소수의 대형 데이터센터 간 연결만 존재했다면, 기지국 데이터센터화 이후에는 수천에서 수만 개에 이르는 Edge 노드가 서로 연결될 뿐만 아니라 중앙 데이터센터와 연결되면서 네트워크 링크 수 자체가 **기하급수적으로 증가**한다. 이러한 연결은 대부분 광섬유 기반의 네트워크 위에서 구현되며 각 링크에는 고속 광트랜시버가 필수적으로 사용된다.

특히, Edge 데이터센터의 확산은 광트랜시버 수요를 구조적으로 확대시키는 핵심 요인으로 작용한다. Mobile Edge Computing 시장 분석에 따르면 Edge 데이터센터는 셀 타워 및 기지국에 분산 배치되며 기존 중앙 데이터센터 대비 훨씬 많은 수의 노드로 구성된다. 이로 인해 네트워크 트래픽의 약 70~80%가 향후 Edge에서 처리될 것으로 전망되며, 동시에 데이터센터 간 연결트래픽 또한 연평균 25% 이상의 성장률을 보일 것으로 예측된다. 이러한 트래픽 증가를 수용하기 위해 광 네트워크의 용량은 지속적으로 확대되고 있으며, 이에 따라 광트랜시버 시장 역시 빠르게 성장하고 있다. 기존 중앙 데이터센터 중심 구조에서는 수십~수백 개 수준의 광 링크로 네트워크가 구성되었다면, Edge 기반 분산 구조에서는 수천 개 이상의 링크가 필요하게 되며 이는 트랜시버 수요의 구조적 증가를 이끈다.

기지국 데이터센터화는 단순히 데이터가 처리되는 위치를 변경하는 기술적 발전이 아니라, 네트워크 구조를 근본적으로 변화시키며 연결 수와 트래픽을 동시에 증가시키는 요인이다. 이러한 변화는 광 네트워크의 중요성을 더욱 부각시키며, 특히 **고속·고밀도 연결을 가능하게 하는 광트랜시버 수요를 장기적으로 확대시키는 핵심 동력으로 작용한다.** Edge와 Core를 연결하는 광 네트워크의 확장은 광트랜시버의 끊임 없는 수요로 이어질 것이다.

광통신 기술 타임라인 및 CPO 밸류체인

기술 발전 방향

포트 당 속도 확보

포트, Lane 개수보다 SerDes를 늘리자

데이터센터 내부의 트래픽이 폭증하면서 스위치 장비의 포트 밀도와 처리 용량을 높이는 것이 지상 과제가 되었다. 하지만 물리적인 공간은 한정되어 있기 때문에 연결 통로인 레인(Lane)의 개수는 보통 4개, 8개로 고정되고, 스위치 칩의 총 용량(Bandwidth)을 활용하기 위해 **개별 Lane 당 속도, 서데스(SerDes)를 높인다**. 현재 업계는 동일한 포트 수에서 더 높은 대역폭을 확보하기 위해 단일 레인당 전송 속도를 50G, 100G(Blackwell)를 넘어 200G(Rubin)급으로 끌어올리는 서데스 고도화에 집중하고 있다. (* 포트 속도 = Lane 속도 * Lane 개수)

InP 기반 고성능 광원 필수적 EML, DFB 레이저

포트 당 속도가 올라갈수록 신호의 무결성을 유지하는 것이 어려워지기 때문에, 광원(Light Source)의 소재 역시 변화를 맞이했다. 과거에는 상대적으로 저렴한 갈륨비소(GaAs) 웨이퍼 기반의 광원(VCSEL)을 사용했으나, 포트 속도 800G(SerDes 100G) 이상의 **초고속 전송 구간에서는 성능적 한계로 인해 인듐인(InP) 웨이퍼 기반의 고성능 광원이 필수적이다**. 특히 EML(Electro-absorption Modulated Laser)이나 DFB(Distributed Feedback) 레이저는 높은 출력과 우수한 신호 품질을 제공하여 장거리 및 초고속 데이터 전송에 최적화된 특성을 보였다. (* EML은 DFB(레이저) + EAM(변조기) / EAM은 실리콘 웨이퍼 아닌 InP 웨이퍼 위에서 빛을 변조하여 신호를 만드는 기기 / 추가로 실리콘 웨이퍼 위에서 빛을 변조하면 **실리콘 포토닉스(Silicon Photonics)**라고 한다) InP 기반 소재는 제조 공정이 까다롭고 단가가 높지만, 데이터 손실 없이 광신호를 멀리 보낼 수 있다는 독보적인 장점 덕분에 차세대 광통신 인프라의 핵심 소재로 자리 잡았다.

광원 대표 기업: 루멘텀, 코히런트

이러한 기술적 흐름 속에서 EML 및 광학 소자 칩 설계 능력을 보유한 **코히런트(Coherent)와 루멘텀(Lumentum)** 같은 기업들의 주가는 강세를 보여왔다. 엔비디아의 블랙웰(Blackwell)이나 차세대 루빈(Rubin) 플랫폼이 요구하는 포트 속도 **1.6T 이상의 광모듈을 구현하려면 이들이 공급하는 고사양(SerDes 200G 이상) InP 소자가 필수적이기** 때문이다. 200G 이상의 광원 부품 공급은 루멘텀, 코히런트, 브로드컴, 미쯔비시 정도만 가능하다. 기술적 진입장벽이 높은 핵심 부품을 독과점적으로 공급할 수 있는 구조적 우위가 실적 성장 기대감으로 이어지며 시장에서 높은 밸류에이션을 정당화했다.

표 9. 시기, 아키텍처 별 SerDes 속도 진화

	2024 ~ 2025	2026 ~ 2027	2028 ~ 2029	2030 ~
GPU 아키텍처	Blackwell	Rubin	Feynman	
대표 네트워킹 플랫폼	Quaantum-X800	Spectrum-6		
스위칭 용량	51.2T	102.4T	204.8T	400T+
포트 속도	800G	1.6T	3.2T	6.4T
SerDes	112G	224G	448G	

자료: 산업자료, NVIDIA, KUVIC 리서치 4팀

구리 케이블 한계

구리 한계(1): 전송 거리

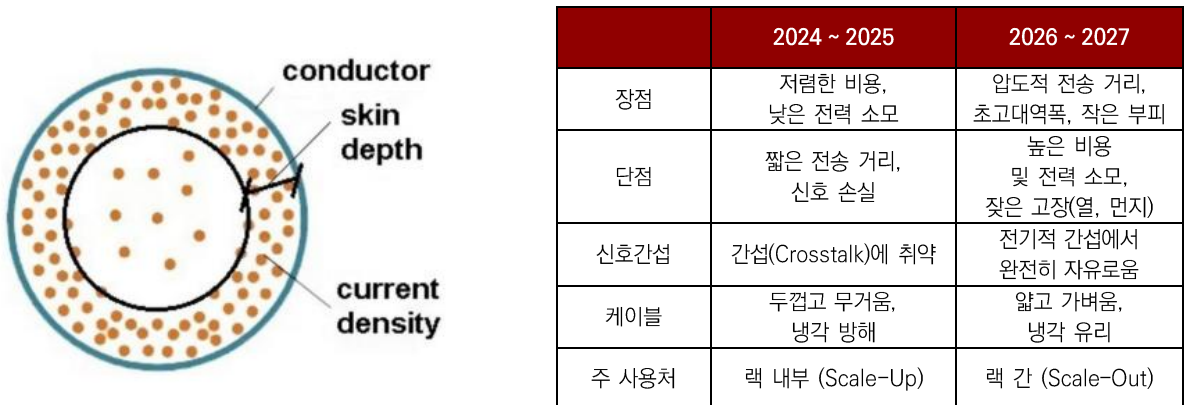
전통적인 구리 기반의 DAC(Direct Attach Copper) 케이블은 저렴한 비용과 낮은 전력 소모라는 장점이 있으나, **전송 거리의 한계**라는 치명적인 약점을 안고 있다. 신호 전송 속도가 높아질수록 구리선 내의 전기적 저항과 신호 감쇄 현상이 심해지며, SerDes **200G이상의 환경에서 구리 케이블이 무결성을 유지하며 신호를 전달할 수 있는 거리는 최대 1~2m 수준**으로 급격히 짧아진다(브로드컴은 400G까지 1~2m 전송 가능하다 주장). 이 거리 한계로는 급격히 양적 확장하고 있는 엔비디아 GPU 아키텍처에서 랙 외부는 물론 **랙 내부에서도 점차 모든 GPU를 연결하기에 한계가 있을 것으로** 예상된다. 따라서 구리의 비용적 이점을 이유로 신호 감쇄를 보완하는 Retimer 등을 과도하게 투입하며 200G(Rubin 사양으로 예상)까지는 최대한 활용해왔으나, 결국 더 긴 도달거리를 가진 **광케이블의 채택이 강제될 것으로** 예상된다.

구리 한계(2): 무게와 전력소모

또한 **표피 효과(Skin Effect)**로 인해 속도가 빨라질수록 전류가 구리선의 표면으로만 흐르려 하는 현상이 심화되며, 이를 해결하기 위해 선을 굵게 만들면 **케이블의 무게와 두께**가 감당하기 힘들 정도로 커진다. 굵어진 구리 케이블은 랙 내부의 공기 흐름을 방해하여 냉각 효율을 떨어뜨리고, 전송 과정에서 발생하는 전력 소모 또한 광통신 대비 급격히 증가한다. 전력 효율과 공간 최적화가 곧 비용인 하이퍼스케일러 입장에서는 가격이 비싸더라도 **TCO 측면에서 에너지 효율이 높고 부피가 작은 광통신 솔루션을 선택하는 것이 장기적으로 훨씬 경제적인 선택**이 되었다.

그림 14. 속도가 높아질수록 두꺼워지는 구리선

그림 15. 구리 vs. 광섬유



자료: ResearchGate, KUVIC 리서치 4팀

자료: KUVIC 리서치 4팀

플러거블 → CPO 전환

플러거블에서 전력 다 잡아먹는 DSP

기존의 **플러거블(Pluggable)** 방식은 광모듈을 스위치 전면 포트에 갈아 끼우는 형태로 유지보수가 용이했으나, 데이터 전송 속도가 높아지면서 심각한 전력 소모 문제에 직면했다. 스위치 칩에서 나간 전기 신호가 플러거블의 PCB 기판과 Port Cage를 지나 광모듈에 도달하는 15~25cm 거리에서 **신호 왜곡**이 발생하는데, 이를 보정하기 위해 광모듈 내부에 **고성능 DSP(Digital Signal Processor)**를 탑재해야 했다. 1.6Tb/S 기준 이 DSP가 소모하는 전력이 20W, 레이저 10W로 링크 하나에 30W가 소모된다.

전력 3분의 1로 줄여버리는 CPO

CPO(Co-Packaged Optics) 기술은 **실리콘 포토닉스(Silicon Photonics)** 기반의 광학 엔진(변조기)을 Switch ASIC과 같은 패키지 위에 올려서 **전기 신호 경로를 수mm로 줄여버리는 기술**이다. 따라서 신호 손실이 없어 DSP의 20W 전력 소모가 통째로 사라진다. **66% 이상의 전력 절감 효과**가 있는 것이다. 따라서 TCO 측면에서 CPO로의 전환이 필수적이게 되었다.

표 10. 플러거블 vs CPO

	플러거블	CPO
구조	ASIC → PCB 트레이스 → 전면모듈	ASIC 패키지 내 광학엔진 직접 탑재
전기 신호 경로	15 ~ 25cm	1~5mm
링크 당 전력	15~20W	7~10W
I/O 밀도	Faceplate 물리적 제약	3~5배 향상
Max SerDes	112G (한계점 근접)	224G+ 지원
현장 교체	가능	불가능

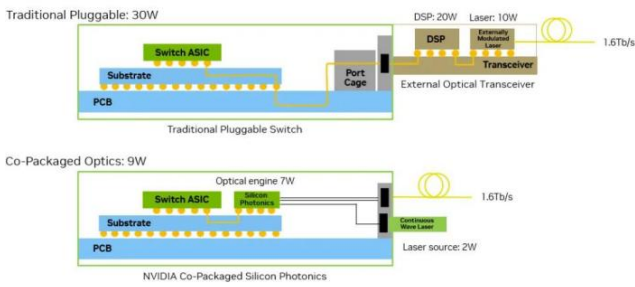
자료: 산업자료, KUVIC 리서치 4팀

공간이 없다

물리적인 면적 문제 역시 CPO 도입을 재촉했다. 데이터센터 스위치의 처리 용량이 51.2T를 넘어 102.4T로 진입함에 따라 전면 포트에 배치해야 할 광모듈의 개수는 늘어났으나, 스위치 장비의 전면부 면적은 한정되어 있어 더 이상 물리적인 **포트 구멍을 뚫을 공간이 부족**해졌다. CPO는 광학 엔진을 칩 바로 옆 패키지 내부에 통합함으로써 단위 면적당 전송 용량을 획기적으로 높였다.

그림 16. NVIDIA 실리콘포토닉스 CPO 구조

그림 17. CPO 정량적 효용



전력효율	신호 무결성
링크당 전력 50~60% 절감 15~20W→7~10W DSP 제거→pJ/bit 50~70% ↓ 32 포트 기준 광학 전력 ~300W 절감	채널 손실 80%+ 감소 20~30dB→3~5dB Latency 5~15ns 절감 224G+ SerDes 구현의 전제조건
대역폭 밀도	5년 TCO
I/O 밀도 3~5 배 향상 Faceplate 병목 해소 102.4T/204.8T 스위치 구현 가능 Radix ↑→Hop ↓→네트워크 단순화	20~40% 절감 전망 전력비 ↓+생각비 ↓ 액침냉각 호환→추가 OpEx ↓ 스위치 수 감소→CapEx 동시 절감

자료: NVIDIA, KUVIC 리서치 4팀

자료: KUVIC 리서치 4팀

CPO 밸류체인

광원은 여전히 중요: Lumentum

결국 InP 광원이
제일 중요: 루멘텀

CPO 구현을 위해 **인듐인(InP) 기반의 DFB 레이저**는 기존 EML용 광원으로부터 지속적으로 빛을 쏘아주는 CW(Continuous Wave) 레이저 광원으로 역할이 변화했다. CPO 구조에서는 광원을 패키지 내부가 아닌 외부에서 공급하는 ELS(External Laser Source) 방식을 주로 채택하는데, 이는 ASIC Switch에서 발생하는 열이 온도에 민감한 InP 기반 레이저에 영향을 주지 않도록 하기 위함이다. 이때 외부 광원은 기존에 하나의 채널에 하나의 광원이었던 EML용 광원과 달리, **한 번에 8개의 채널로 빛을 나눠주어야** 하므로 **매우 높은 출력**을 유지해야 한다. 예를 들어, 포트속도 800G를 구현하기 위해 100G EML 광원 8개가 필요한 것과 대비하여, CPO의 ELS 방식의 경우 200mW 출력의 CW레이저 광원 1개가 필요하다. 26년부터 본격화할 루빈 아키텍처의 경우 1.6T의 포트속도를 요하므로 400mW 출력의 CW 레이저가 필요하다. **루멘텀(Lumentum)**의 경우 이미 400mW CW레이저 양산 체계를 갖추었으며, 880mW라는 업계 최고 수준의 CPO용 고출력 CW 레이저 기술을 시연했다. 경쟁사인 코히런트(Coherent)가 26년 3분기부터 400mW 레이저 양산 체계를 갖출 것을 고려하면, CW레이저용 광원에서 루멘텀은 확실한 기술적 주도권을 확보한 것으로 볼 수 있다.

새로운 핵심 기술, 이중 집적 패키징: TSMC, Tower Semiconductor

이중 집적 패키징은 매우 어려운 기술

또한 CPO의 핵심은 **실리콘 웨이퍼 기반의 실리콘 포토닉스(SiPh) 기술과 InP 소자를 하나의 패키지로 정교하게 결합하는 패키징** 공정에 있다. 같은 실리콘 웨이퍼 기반의 반도체 패키징에서도 초고집적화에 따라 인터포저 사용(TSMC의 CoWoS 등)이나 하이브리드 본딩(TSMC의 SolC)과 같은 고난도 후공정 기술을 요하는 데, 물성이 다른 두 웨이퍼 기반의 소자를 하나로 패키징하는 것은 얼마나 어려운 기술일지 미루어 짐작할 수 있다. 구체적으로는 빛을 조절하는 광회로(PIC)와 이를 제어하는 전기회로(EIC)를 수직 또는 수평으로 연결하는 등의 공정이 요구된다.

SolC(3D) 패키징 기술력: TSMC

글로벌 파운드리 1위인 TSMC는 **COUPE(Compact Universal Photonic Engine)** 기술을 통해 CPO 패키징 시장에서도 판도를 주도하고 있다. TSMC는 자사의 첨단 패키징 기술인 **SolC(System on Integrated Chips)** 구조를 활용하여 EIC와 PIC를 겹쳐 쌓음으로써 데이터 전송 효율을 극대화하고 기생 캐패시턴스를 최소화했다. 이러한 **이중 집적 기술**은 데이터 이동 거리를 극한으로 줄여 에너지 효율을 높이는 동시에, 대량 양산 체제를 구축하는 데 있어 핵심적인 표준으로 자리 잡았다.

이중집적 패키징
신흥강자: 타워
세미컨덕터

타워 세미컨덕터(TSEM)는 세계 최초로 **인듐인(InP) 레이저나 EAM 변조기** 같은 핵심 이중 소재를 **실리콘 웨이퍼 위에 직접 통합하는 '3D-IC 및 웨이퍼 본딩'** 이중 집적 기술을 제공하며 CPO 패키징 계 TSMC의 신흥 대항마로 새롭게 떠올랐다. 타워 세미컨덕터가 **오픈라이트(OpenLight)**와 협력하여 발표한 **PH18DA** 공정은 표준 파운드리 공정으로서, 칩 설계사들이 TSMC 같은 거대 파운드리가 아니더라도 고성능 CPO 칩을 양산할 수 있는 길을 열어주었다. 이는 **외부 광원(ELS)을 사용하지 않고도** 열에 약한 InP 기반 레이저의 문제를 패키징 기술로 해결한 고난도의 공정이며, EAM 변조기까지 통합하며 실리콘 포토닉스 단독 사용보다 **CPO 신호 품질을 크게 높일 수 있는** 매우 강력한 기술이다. 타워 세미컨덕터는 26년 3월 OFC에서 포트 속도 1.6T용 224G 채널 속도의 EAM 통합 칩을 선보였으며, 2026년 기준 실리콘 포토닉스 생산 능력을 3배로 확대하며, CPO 칩 자체의 제조 원가를 낮추고 대중화를 이끄는 '기술 플랫폼' 역할을 수행할 것이다.

최종 후공정: Fabrinet

CPO 밸류체인의
마지막: 파브리넷

파브리넷(Fabrinet)은 **CPO 모듈을 최종 조립하고 테스트**하는 글로벌 1위 광학 후공정 기업이다. 이들의 핵심 기술력은 광섬유와 칩 간 아주 미세한 오차도 허용하지 않는 **초미세 능동 정렬(Active Alignment)**과 **정밀 테스트 공정**을 통한 높은 수율에 있다. 파브리넷은 수십년 간 이러한 정밀 광학 패키징 노하우를 쌓아왔으며, 특히 CPO는 트랜시버에 비해 광원 교체가 매우 어렵기 때문에 **제조 단계에서의 높은 수율을 보장하는 테스트 공정 기술이 핵심 경쟁력**이 된다. 26년 2월 실적발표에서 이미 CPO 관련 매출이 발생하고 있음을 밝혔으며, 엔비디아의 CPO 스위치 생태계에서 핵심 제조 파트너로 등재되어 있다. 2026년 현재 태국 공장의 대규모 증설을 통해 1.6T 패키징 수요에 선제 대응하는 등, CPO 밸류체인의 마지막에서 핵심 생산기지 역할을 할 것으로 기대된다.

Scale-Out

엔비디아가 이끄는 Scale-Out

엔비디아 네트워킹 플랫폼: Quantum(인피니밴드), Spectrum-X(이더넷)

가속 컴퓨팅의 패러다임이 단순한 GPU의 성능 개선을 넘어 데이터센터 전체를 하나의 거대한 연산 단위로 취급하는 'AI 팩토리' 개념으로 진화함에 따라, 네트워크 아키텍처는 인프라의 핵심적인 요소로 부상하였다. 엔비디아는 2020년 멜라노스 테크놀로지스(Mellanox Technologies) 인수를 통해 확보한 인피니밴드(InfiniBand) 기술과 자사의 이더넷(Ethernet) 최적화 기술인 스펙트럼-X(Spectrum-X)를 결합하여 양대 플랫폼 전략을 구축하였다.

표 11. 엔비디아 네트워킹 플랫폼 공개 타임라인

날짜	네트워킹 플랫폼 공개 내용
2021/11/09 (가을 GTC 2021)	Quantum-2(NDR, 400G) 공개
2022/03/22 (GTC 2022)	Hopper(H100) + Spectrum-4(400G급 칩) 공개
2023/05	Spectrum-X 플랫폼 공개
2024/03/18 (GTC2024)	Blackwell + Quantum-X800/Spectrum-X800 공개
2025/03/18 (GTC 2025):	Silicon Photonics(CPO) 네트워크 스위치 공개 (Quantum, Spectrum-X 용)
2025/08/22 (Hot Chips 2025)	Spectrum-XGS 공개
2026/01/05 (CES 2026)	Rubin + Spectrum-6(GDR, 1.6T) 공개
2026/03/16~19 (GTC 2026)	?

자료: 언론 보도 종합, KUVIC 리서치 4팀

랙 간 연결의 경쟁력: 인피니밴드와 이더넷

데이터센터 내의 수많은 랙을 연결하여 거대한 클러스터를 형성하는 스케일 아웃(Scale-Out) 국면에서 엔비디아는 인피니밴드와 이더넷이라는 두 가지 강력한 무기를 보유했다. 인피니밴드는 데이터 전송 시 CPU의 개입을 최소화하는 RDMA(Remote Direct Memory Access) 기술을 바탕으로 초저지연과 무손실 전송에 특화된 하이엔드 전용 규격이다. 반면 이더넷은 전 세계 데이터센터의 표준으로 자리 잡은 범용 규격으로, 호환성과 확장성이 뛰어나지만 대규모 트래픽 발생 시 패킷 손실과 지연 시간이 발생하는 태생적 한계가 존재했다.

표 12. 인피니밴드 vs 이더넷

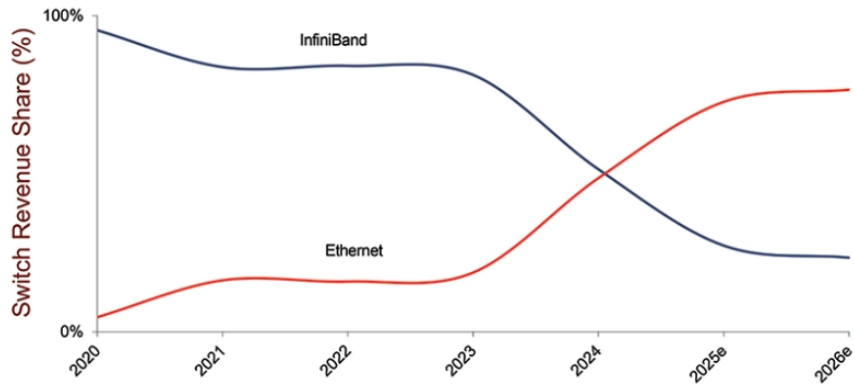
구분	인피니밴드 (InfiniBand)	이더넷 (Ethernet)
주요 용도	HPC(고성능 연산), AI 모델 학습 전용망	범용 데이터센터 망, 클라우드, 인터넷 연결
전송 방식	RDMA (Remote Direct Memory Access)	TCP/IP (전통적 방식)
지연 시간 (Latency)	극도로 낮음 (Microsecond 단위)	상대적으로 높음 (지터 발생 가능성 존재)
신뢰성	무손실(Lossless) 전용 설계	패킷 손실 발생 가능 (재전송 메커니즘 필요)
확장성	수만 개의 GPU 노드 단위 최적화	전 세계적 표준, 사실상 무한한 확장성
복잡도/비용	고가, 전용 스위치 및 어댑터 필요	상대적으로 저렴, 구축 및 유지보수 용이
엔비디아 플랫폼	Quantum (퀀텀) 시리즈	Spectrum (스펙트럼) 시리즈
최신 트렌드	AI 팩토리의 표준 백본으로 군림	Spectrum-X 출시로 인피니밴드 성능 추격 중

자료: 산업자료, KUVIC 리서치 4팀

따라서 엔비디아의 초기 전략은 GPU의 높은 연산 성능을 뒷받침할 수 있는 고속·저지연 네트워크에 강점을 가진 인피니밴드에 집중하는 것이었다. 2019년 멜라노스 인수 당시 멜라노스는 이미 인피니밴드 시장의 절대 강자였고, 엔비디아는 이를 통해 확보한 네트워킹 기술을 자사 GPU 생태계에 본격적으로 통합했다. 그 결과 초기 AI 학습 시장에서는 인피니밴드가 사실상 표준으로 자리 잡았고, 엔비디아는 고성능 연산뿐 아니라 고성능 네트워킹까지 함께 장악하는 구조를 만들었다.

그러나 데이터센터 규모가 커지고 데이터센터 간 연결 수요가 확대되면서, 하이퍼스케일러들은 성능은 다소 낮더라도 **범용성과 확장성이 뛰어난 이더넷 기반 솔루션을 더 강하게 요구하기 시작했다**. 이에 따라 AI 백엔드 네트워크에서도 이더넷의 존재감이 빠르게 커졌고, 엔비디아 역시 네트워크링 주도권을 방어하기 위해 Mellanox의 하드웨어 가속 기술을 범용 이더넷에 적용한 Spectrum-X 플랫폼을 출시했다. 이는 기존 이더넷의 한계를 보완해 인피니밴드에 가까운 효율을 구현한 것으로, 그동안 타사 이더넷 솔루션을 사용하던 하이퍼스케일러 고객들까지 엔비디아 네트워크링 생태계로 끌어들이는 계기가 되었다.

그림 18. 이더넷 vs 인피니밴드 AI 백엔드 네트워크 점유율



자료: Dell'Oro Group, KUVIC 리서치 4팀

2026년부터 CPO의 확산이 시작될 것

현재 스케일 아웃 구간에서의 변화의 핵심은 “CPO의 도입”이다. 기존에 플러거블 중심의 광통신을 사용해오던 흐름이, 2025년 3월 GTC에서 실리콘 포토닉스(SiPh) 로드맵을 공식 발표하며 변곡점을 맞이했다. 기존 쿼텀-2 및 스펙트럼-X 플랫폼에 CPO(Co-Packaged Optics) 옵션이 추가됨에 따라, 광학 엔진이 스위치 칩 근처로 안착하기 위한 기술적 토대와 생태계가 마련되고 있다. **CPO의 확산은 1.6T의 초고속 전송을 필요로 하는 루빈(Rubin) 세대의 등장 시기인 2026년부터 본격화될 것이다.** 그 예로 2026년 1월 CES 2026에서 루빈과 함께 Spectrum-6가 공개되었으며, TSMC의 최첨단 후공정인 SoIC (3D 패키징) COUPE 공정 기술을 활용한 CPO 방식임이 확정되었다. 25년 3월 GTC 2026에서도 추가적인 CPO 라인업(Quantum일 가능성 높음) 또는 CPO 기술 로드맵이 공개될 것으로 기대된다.

네트워크링 시장 구도

인피니밴드 시장은 엔비디아가 Mellanox를 인수한 이후 사실상 독점 체제를 굳혔다. 과거 Mellanox가 보유했던 압도적인 하드웨어 성능과 RDMA 기술력을 엔비디아의 CUDA 생태계와 결합하면서, 경쟁사들이 진입할 틈을 주지 않았다. 현재 대규모 AI 클러스터를 구축하려는 기업들에게 인피니밴드 기반의 '쿼텀(Quantum)' 플랫폼은 선택이 아닌 필수적인 표준으로 자리 잡았으며, 이 시장에서 엔비디아의 점유율은 90%를 상회하는 압도적인 수준을 유지하고 있다.

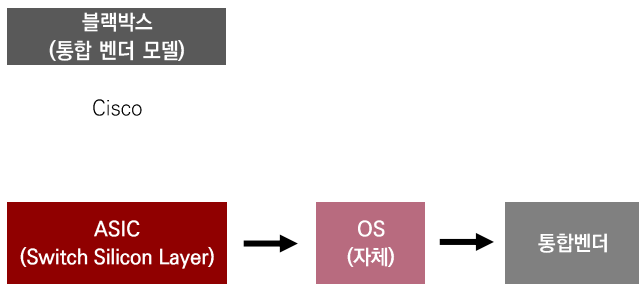
AI 백엔드 시장을 기반으로한 네트워크링 플랫폼에서 압도적인 점유율의 엔비디아를 견제하기 위해, 이더넷 진영(UEC 컨소시엄: AMD, 아리스타, 브로드컴, 시스코, HPE, 인텔 등)은 인피니밴드의 전유물이었던 초저지연 성능을 구현하기 위해 RoCE(RDMA over Converged Ethernet) 기술을 적극적으로 도입했다. RoCE는 CPU의 개입 없이 네트워크 인터페이스 카드(NIC)가 다른 컴퓨터의 메모리에 직접 접근하여 데이터를 읽고 쓰는 기술로, 통신 과정에서 발생하는 소프트웨어 오버헤드를 제거해 지연 시간과 CPU 부하를 획기적으로 낮췄다. 특히 라우팅이 가능한 RoCE v2로 확장되면서 대규모 레이어 3(L3) 네트워크 환경에서도 인피니밴드 수준의 원격 메모리 접근이 가능해졌으며, 이는 이더넷이 AI 백엔드 망으로 진입하는 결정적인 계기가 되었다.

또한 패킷 손실에 취약한 이더넷의 태생적 한계를 극복하기 위해 ECN(Explicit Congestion Notification)과 PFC(Priority Flow Control) 같은 혼잡 제어 기술을 고도화했다. ECN은 네트워크 혼잡이 발생하기 전 노드 간에 신호를 주고받아 전송 속도를 선제적으로 조절하며, PFC는 특정 큐에 과부하가 걸릴 때 중요한 데이터가 손실되지 않도록 우선순위를 부여해 흐름을 제어한다. 이러한 최적화 과정을 거친 현재의 AI 전용 이더넷은 랙 간 연결 효율성을 인피니밴드 대비 90~95% 수준까지 추격했다는 평가를 받고 있다. 비록 초고성능 워크로드에서는 여전히 인피니밴드가 미세한 우위를 점하고 있으나, 이더넷은 압도적인 범용성과 기술 보안을 통해 그 격차를 빠르게 좁혔다.

이더넷 시장은 밸류체인에 따라 여러 전통적 강자가 존재한다. 데이터센터의 전체 이더넷 시장은 크게 'AI 백엔드(GPU 간 연결)', 'AI 프론트엔드(GPU와 스토리지/외부 망 연결)', 그리고 '일반 엔터프라이즈/캠퍼스 망'으로 나뉜다. 기존에는 시스코(Cisco) 등이 전통적인 데이터센터 망(프론트엔드 및 비 데센 시장)의 점유율을 양분했으나, 고대역폭과 저지연이 생명인 AI 백엔드 시장이 커지면서 브로드컴이 압도적인 스위치 성능을 바탕으로 해당 시장의 강자로 군림했다.

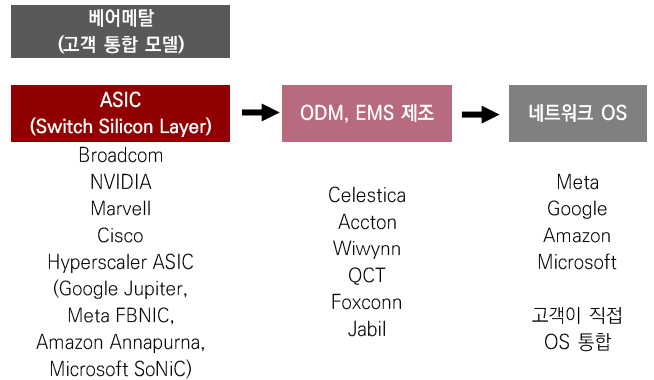
네트워크 스위치 공급 모델은 크게 세 가지로 구분된다. 하드웨어와 OS(운영체제)가 결합된 완성품 형태의 '블랙박스(Black Box)', 하드웨어만 제공되어 사용자가 원하는 OS를 설치하는 '베어메탈(Bare Metal)', 그리고 베어메탈 하드웨어에 검증된 타사 소프트웨어를 얹어 파는 '브라이트박스(Bright Box)' 모델이 있다. 시스코와 아리스타가 주로 고부가가치의 블랙박스 모델로 시장을 지배해 온 반면, 구글이나 메타 같은 하이퍼스케일러들은 비용 절감과 유연성을 위해 베어메탈 스위치에 자체 OS를 올리는 방식을 선호해 왔다.

그림 19. 블랙박스 모델



자료: KUVIC 리서치 4팀

그림 20. 브라이트박스 모델



자료: KUVIC 리서치 4팀

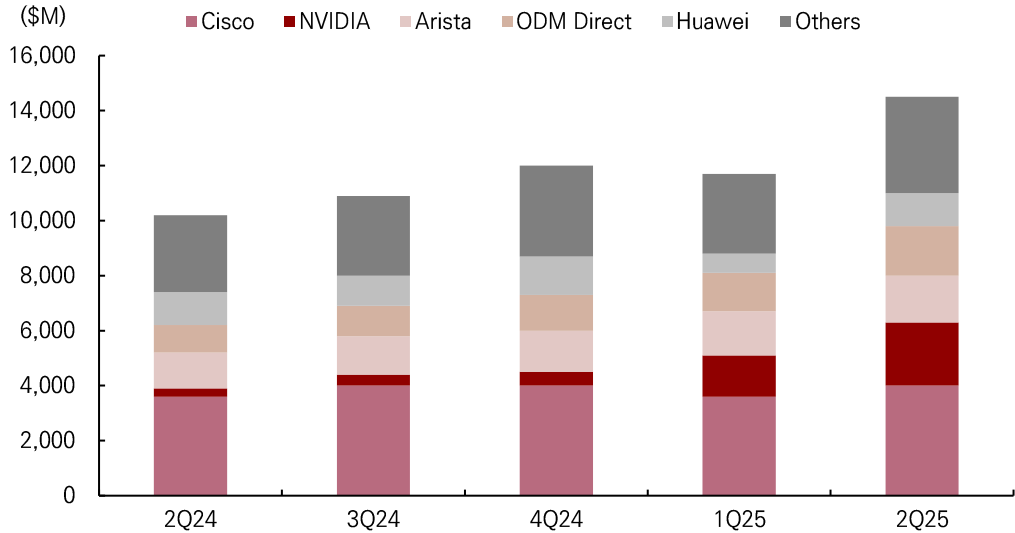
스위치 칩(ASIC) 시장의 구도는 브로드컴(Broadcom)의 '토마호크(Tomahawk)'와 '제리코(Jericho)' 시리즈가 시장의 절반 이상을 장악하며 1위를 지키고 있다. 그 뒤를 시스코와 마벨(Marvell), 그리고 자체 칩을 생산하는 엔비디아가 추격하는 형국이다. 특히 브로드컴은 범용 이더넷 칩 시장에서 60% 이상의 점유율을 기록 중이며, 마벨은 맞춤형 ASIC 분야에서 강점을 보이고 있다. 엔비디아는 자사 GPU 아키텍처에 최적화된 칩을 통해 AI 백엔드 시장에서의 점유율을 빠르게 높이고 있으며, CPO를 위한 실리콘 포토닉스 기술을 가진 기업은 브로드컴과 엔비디아 정도만 존재한다.

스위치를 실제로 제조하는 ODM 시장은 대만의 셀레스티카(Celestica), 쿼타(Quanta), 에지코어(Edgecore) 등이 주도하고 있다. 이들은 하이퍼스케일러들이 설계한 베어메탈 스위치를 위탁 생산하거나, 엔비디아나 브로드컴의 레퍼런스 디자인을 바탕으로 제품을 대량 공급하며 AI 인프라 확장의 물리적 기반을 제공하고 있다.

네트워크 운영체제(NOS) 시장에서는 아리스타의 'EOS'가 강력한 안정성과 가시성을 바탕으로 하이엔드 시장의 최강자로 군림하고 있다. 아리스타는 전 세계 고성능 이더넷 스위치 시장에서 약 20~30%의 점유율을 차지하며 시스코와 견주고 있다. 엔비디아는 멜라노스 인수로 확보한 'Cumulus Linux'와 자사의 'DOCA' 소프트웨어 프레임워크를 결합하여, 하드웨어와 소프트웨어가 통합된 강력한 솔루션을 제안하며 점유율을 확대하고 있다.

결론적으로, 이더넷 시장에서도 엔비디아의 점유율을 상승할 가능성이 높다. Spectrum-X는 엔비디아 GPU 아키텍처와의 높은 결합성을 무기로 성공적으로 안착하였다. 또한 SerDes 224G 이상의 고속 통신 시장에서 보편화될 CPO 기술은 실질적으로 브로드컴과 엔비디아 양강 독주 구도로서, AI 백엔드 시장에서의 엔비디아 이더넷 점유율 또한 현재 10~20% 수준에서 더욱 우상향할 가능성이 높다. 하드웨어 가속, 전용 OS, 그리고 GPU와의 수직 계열화된 최적화 능력은 엔비디아의 가장 큰 해자이며, **AI 인프라가 고도화될수록 엔비디아의 이더넷 시장 지배력은 더욱 공고해질 것으로 전망한다.**

그림 21. 분기별 이더넷 스위치 시장 점유율



자료: IDC, KUVIC 리서치 4팀

Scale-Up

Scale-UP: 미래 / 구리 → 광통신(CPO)

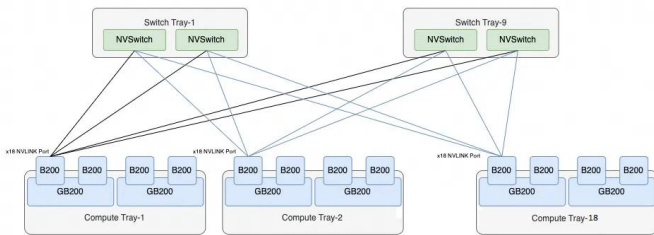
데이터센터 네트워킹 중요성

스케일 업(Scale-Up)은 단일 랙 내부의 GPU들을 마치 하나의 거대한 프로세서처럼 통합하는 과정이며, 그 핵심에는 엔비디아의 독자적인 기술인 NVLink와 NVSwitch가 있다. NVLink는 GPU 간의 직접적인 데이터 교환을 가능케 하는 All-to-All 초고속 프로토콜이며, NVSwitch는 이러한 NVLink 연결을 중재하여 랙 내 모든 GPU가 병목 현상 없이 통신할 수 있도록 돕는 스위칭 칩이다. 기존의 PCIe 방식이 가진 대역폭 한계를 극복하기 위해 설계된 이 방식은 모델 병렬화가 필수적인 대규모 언어 모델 학습에서 절대적인 성능 우위를 점하는 기반이 되었다.

과거에는 랙 내부 연결을 NVLink가 전담하고 랙 간 연결(Scale-Out)을 인피니밴드나 이더넷이 담당하는 구조가 명확했으나, 최근 스케일 업의 규모가 기하급수적으로 커지면서 영역 간의 경계가 모호해지고 있다. 연산 복잡도가 증가함에 따라 더 많은 GPU를 하나의 가상 클러스터로 묶어야 할 필요성이 대두되었고, 이에 따라 인피니밴드와 이더넷 기술이 랙 내부의 통신 효율을 높이기 위해 침투하거나 NVLink 아키텍처 자체에 융합되는 흐름이 나타나고 있다.

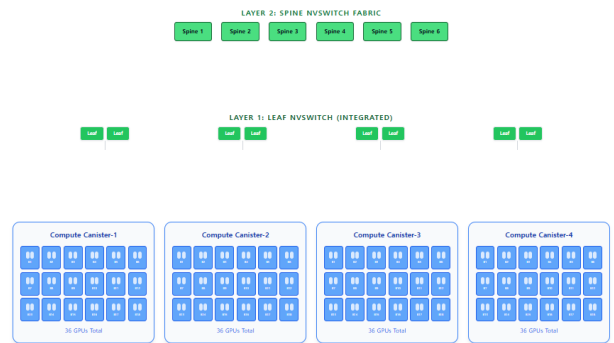
엔비디아의 아키텍처 진화는 이러한 확장성(Scalability)의 극치를 보여준다. 블랙웰(Blackwell) 세대에서 선보인 오베론(Oberon, NVL72) 구조는 72개의 GPU를 하나의 랙에 통합하여 단일 연산 노드처럼 작동하게 했다. 여기서 한 단계 더 나아간 루빈 울트라(Rubin Ultra) 세대의 카이버(Kyber, NVL576) 구조는 루빈 울트라 칩을 기반으로 최대 144개(GPU die 개수로 기준 변화, 루빈 울트라 하나에 GPU die 4개 추정), 혹은 그 이상의 GPU를 하나의 스케일 업 도메인으로 묶는 파괴적인 확장성을 지향했다. 이는 랙 내부에서 처리해야 할 데이터 트래픽이 이전 세대와는 비교할 수 없을 정도로 거대해졌음을 의미한다.

그림 22. 엔비디아 Oberon 구조



자료: Fiber Mall, KUVIC 리서치 4팀

그림 23. 엔비디아 Kyber 구조 추정



자료: KUVIC 리서치 4팀

랙 내부 연결까지 진출하는 광통신

현재 루빈 세대(NVL72)까지는 전력 효율과 비용을 고려하여 구리 기반의 백플레인(Copper Backplane)을 주로 사용하고 있으나, **루빈 울트라 이후부터는 랙 내부에서도 광통신(Optical) 기술이 도입될 개연성이 매우 높아졌다.** 이는 이른바 'Optical NVLink'라 불리는 랙 내 CPO(Co-Packaged Optics) 도입 논의로 이어진다. 구리 케이블은 레인당 200G 속도까지는 물리적 유지가 가능했으나, 루빈 울트라가 요구하는 레인당 400G 이상의 속도에서는 1~2m에서조차 구리의 물리적 문제를 해결하기 어렵기 때문이다 (브로드컴은 400G까지는 가능하다고 주장). 또한 144개 이상의 GPU를 하나로 묶기 위해 랙의 물리적 크기가 커지면서, 구리선이 허용하는 전송 거리 한계(1~2m)를 초과하게 된 점도 광전환의 강력한 동기가 될 수 있다.

물리적인 실장 면적 문제는 CPO 광통신만을 허용한다. **랙 내부의 제한된 공간에 수백 개의 고속 연결 통로를 확보해야 하는 상황에서, 부피가 큰 기존의 플러거블(Pluggable) 광모듈을 사용하는 것은 불가능에 가깝다.** 결국 칩 패키지 수준에서 광학 엔진을 통합하는 CPO 방식만이 랙 내부의 전송 밀도를 확보하고 냉각 효율을 극대화할 수 있는 유일한 대안으로 꼽힌다.

결국 먼저 진행되고 있는 스케일 아웃(Scale-Out) 구간에서의 광전환과 CPO 도입은, 향후 랙 내부(Scale-Up)까지 광통신이 침투하기 위한 일종의 테스트베드 역할을 수행하고 있다. 제조 수율 확보, 장기 신뢰성 검증, 그리고 대량 양산을 위한 글로벌 공급망 생태계 구축 등은 스케일 아웃 단계에서 먼저 완성될 것이며, 이렇게 검증된 기술은 루빈 울트라 이후 랙 내부의 구리 백플레인을 광학 솔루션으로 대체하는 핵심 동력이 될 전망이다.

또한 스케일 업 구간에서의 TAM은 스케일 아웃 구간보다 훨씬 클 것으로 예상된다. 현재 플러거블에 들어가는 EML 광원 소자를 CW레이저로 바꾸게 되면 Q(광원 수)가 8분의 1로 줄어들게 된다. 기존의 플러거블 EML은 8종류의 신호를 위해 8개의 EML 소자를 사용해야 했지만, CW레이저는 고출력/고품질의 강한 빛을 계속 쏘기만 하면 되고, 실리콘 포토닉스가 그 빛을 8개로 쪼개어 변조하기 때문이다. 물론 품질 차이로 인해 높은 기술력의 광원 제조사들의 매출은 동일한 수준으로 유지되고 마진은 오히려 높아질 가능성이 높다. 다만, 고출력/고품질 제조 역량이 낮은 광원 기업들은 퇴출되며 광원 시장의 과점도가 더 높아질 가능성이 매우 높다. 그리고 이후 스케일 업 구간이 도래하면 수많은 랙내 구리 연결 부위가 CPO 광원으로 대체되며 Q(광원 수) 단에서의 수요 폭발이 이어질 개연성이 높다.

표 13. Kyber 구조에서 필요한 NVSwitch 개수

구간	Obern	Kyber
스위치 칩구조	1계층 구조	2계층 구조
하드웨어 형태	보드 방식	캐니스터 방식
TOR 스위치	랙당 TOR 스위치 존재	대형 스위치와 개별 보드 직접 연결 방식
구성 개수	서버 보드 18개	캐니스터 4개 (개당 서버 18개)
	NV 스위치 보드 9개	NV 스위치 72개 (1계층)
	TOR 스위치 보드 2개	NV 스위치 24개 (2계층)

자료: Fiber Mall, KUVIC 리서치 4팀

표 14. 필요 광원수 추정치

구분	현재 (플러거블)	스케일아웃CPO	옵티컬 NVLink	광 I/O
랙당 스케일 아웃 광원	288	36	36	36
GPU - NVLink			216	216
XPU-XPU				288
비고	288	36	252	540

자료: KUVIC 리서치 4팀

통신 인프라

결국은 통신망이다

데이터센터를 넘어 사용자 점점까지

데이터센터의 발전은 통신망으로 이어진다

AI 인프라 확장은 데이터센터 내부 네트워크 구조뿐 아니라 데이터센터 외부 네트워크 확장까지 동시에 요구한다. 최근 AI 클러스터 규모가 급격히 확대되면서 데이터센터 간 연결(DCI), 랙 간 초고속 인터커넥트, 그리고 CPO(Co-Packaged Optics)와 같은 기술이 빠르게 발전함에 따라 트래픽 처리를 위한 광 네트워크 수요가 크게 증가하고 있다는 점을 앞서 살펴보았다. 그러나 이러한 데이터센터 트래픽은 **궁극적으로 통신망을 통해 사용자와 연결되어야 한다는 점에서 통신 인프라 투자로 이어질 수밖에 없다.** 이에 따라 광통신 산업의 두 번째 축은 데이터센터 네트워크를 넘어 통신망 인프라에서 찾을 수 있다. 통신망 인프라에서의 광통신 산업 필요성에 대한 이해를 위해 통신망 구조에 대해 먼저 논할 것이다.

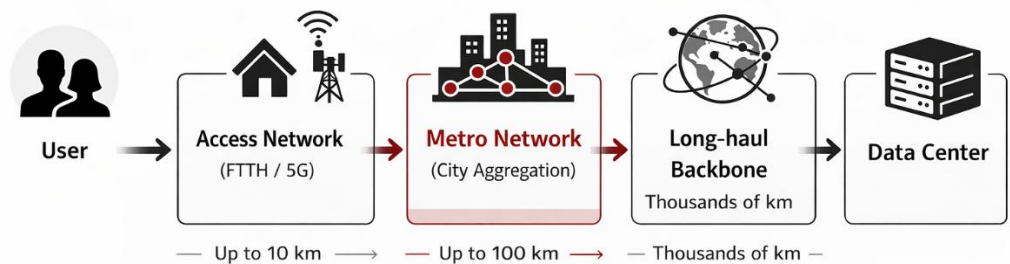
데이터센터에서 생성된 AI 서비스가 사용자에게 도달하기까지의 경로는 거리와 역할에 따라 Long-haul(장거리 전송망), Metro(도시권역망), 그리고 Access(가입자망)의 세 계층으로 나뉘며, 현재 글로벌 투자 역시 이 세 지점에서 동시다발적으로 발생하고 있다.

가장 하단부인 Access(가입자망)는 네트워크는 가정과 기업을 연결하는 마지막 구간으로 FTTH와 5G 기지국 연결이 해당된다. 영국의 '구리선 서비스 중단'이나 미국의 BEAD 프로그램이 타겟팅하는 핵심 지점이 바로 여기서다. 기존의 구리선이나 동축케이블로는 AI 시대의 대용량 콘텐츠를 지연 없이 전달하는데 한계가 있기 때문에, 이를 광케이블로 교체하는 FTTH(Fiber To The Home) 투자가 필연적이다.

이러한 가입자들의 트래픽이 모여 도심 거점으로 흐르는 통로가 Metro(도시권역망)다. Metro망은 기지국과 데이터센터, 혹은 국사와 국사 사이를 잇는 중거리 네트워크이다. 수많은 Access망에서 쏟아지는 데이터를 효율적으로 취합해 데이터센터나 백본망으로 전달하는 역할을 하며, 최근 AI 데이터센터 증가와 함께 가장 빠르게 용량 확장이 이루어지고 있다.

마지막으로 Long-haul(장거리 전송망) 네트워크는 국가나 대륙 단위의 장거리 전송망으로, 초장거리 광섬유와 코히런트(Coherent) 기술이 활용된다. 수천 킬로미터 이상의 거리에서도 빛의 손실을 최소화해야 하므로, 초저손실 광섬유와 고성능 광증폭 기술 등 광통신 산업의 최첨단 기술력이 집약되는 구간이다. 결국 **AI 인프라 확장은** 데이터센터 내부를 넘어 Access, Metro, Long-haul **전 구간의 광통신 투자 확대를 동시에 요구하는 구조로 전개되고 있다.**

그림 24. 통신망 계층 구조 (Access-Metro-Long-haul)



자료: KUVIC 리서치 4팀

글로벌적으로 이루어지는 광통신 투자

AI 서비스 확산과 데이터 트래픽 증가에 대응하기 위해 전 세계적으로 통신 인프라 투자가 확대되고 있다. 특히 초고속 데이터 전송과 네트워크 효율성 확보를 위해 **구리 기반 통신망을 광통신 중심 구조로 전환하려는 정책**이 주요 국가에서 동시에 추진되고 있다. 미국, 유럽, 영국 등 주요 지역은 광케이블 구축과 초고속 브로드밴드 보급을 위한 대규모 정책을 발표하며 통신망 고도화를 가속화하고 있다.

표 15. 국가별 통신망 정책

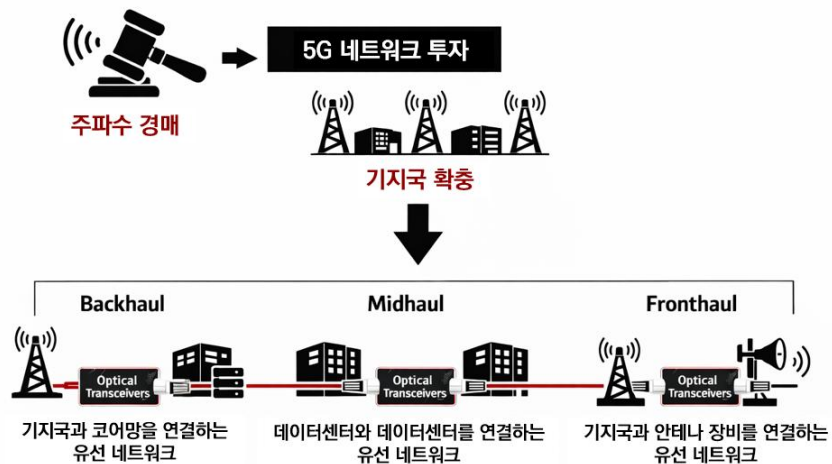
국가	정책명	핵심 내용	발표/시행	투자규모	진행상태
미국	BEAD Program	신규 광케이블 네트워크 구축, 고속 인터넷 접근성 제고	2022	58조원	초기
유럽(EU)	Gigabit Infrastructure Act	~2030년 초고속망 구축 가속화	2024	250조원	중기
영국	Copper Switch-Off	~2027년 100% 광전송 및 IP 방식 전환	2019	25조원	중기
한국	5G+ Strategy	전국 5G 네트워크 구축	2019	30조원	말기
한국	K-Network 2030	차세대 통신 인프라 연구개발	2023	1조원	초기

자료: KUVIC 리서치 4팀

주파수 경매는 광통신 장비 수요 확대로 이어진다

미국의 경우 통신 인프라 확장은 **주파수 경매와 BEAD 프로그램을 통한 농촌 브로드밴드 지원 정책**을 중심으로 진행되고 있다. 2026년 6월에 4GHz 대역을 중심으로 한 대규모 주파수 경매가 예정되어 있으며, 이는 **광통신 인프라의 확대를 더욱 이끌 것이다**. 주파수 경매를 통해 통신사들이 주파수를 확보하면, 기지국을 신규로 구축하거나 기존 기지국을 업그레이드한다. 확보한 스펙트럼을 상업적 서비스로 활용하려면 기지국을 구축해야 하기 때문이다. 기지국은 데이터센터로도 데이터 트래픽을 전달하기 때문에 백홀 네트워크가 필요하고, 5G 네트워크 구조에서는 프론트홀과 미들홀 연결도 증가한다. 특히 기지국의 일부 기능이 데이터센터에서 처리되기 때문에 기지국-데이터센터 간 광 네트워크 연결이 더욱 중요해진다.

그림 25. 5G 네트워크에서의 Backhaul-Midhaul-Fronthaul 구조

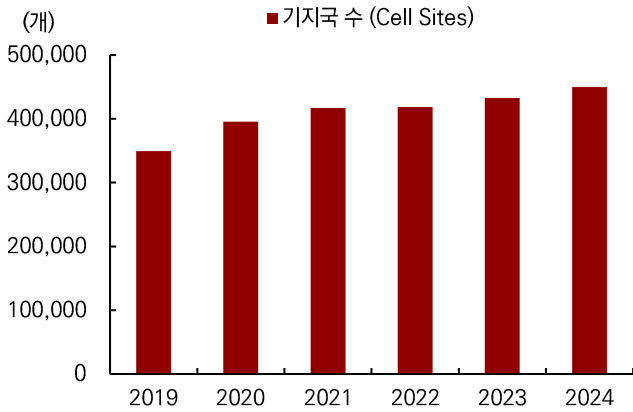


자료: KUVIC 리서치 4팀

미국 BEAD 보조금 분배 1등은 광통신

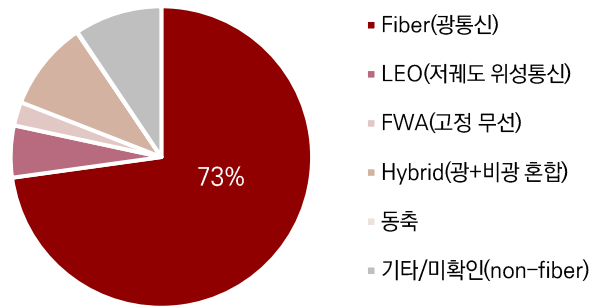
동시에 2021년 인프라 법안(IIJA)을 통해 도입된 BEAD(Broadband Equity, Access, and Deployment) 프로그램은 농촌 및 미서비스 지역에 초고속 인터넷을 구축하는 정책으로, 광섬유 기반 네트워크를 우선적으로 지원한다. 현재까지 제안서 제출이 끝난 36개의 주 및 자치령 대상의 **BEAD 기술별 보조금 분배 현황**을 보면, **광통신 보조금이 73%**에 달한다. BEAD의 근거 법안인 인프라 법안(IIJA)이 광통신을 지칭하는 '우선 광대역 프로젝트(Priority Broadband Project)'를 명시하고 있다는 점을 고려하면 광통신향 예산은 일정 수준 지지될 것으로 보인다.

그림 26. 미국 연도별 기지국(Cell Sites) 수 추이



자료: CITA, KUVIC 리서치 4팀

그림 27. BEAD 기술별 보조금 분배 현황



자료: deployment_projects, KUVIC 리서치 4팀

유럽은 보다 강제적인 면이 있는 방식으로 광통신으로의 전환을 진행 중이다. 유럽연합(EU)의 기가비트 인프라 법(GIA)은 약 250조 원의 투자 가치를 지닌 정책으로, 2030년까지 전 유럽 가구에 기가비트급 인터넷을 보급하기 위해 복잡한 행정 절차를 철폐하고 구축 비용을 낮추는 데 집중한다. 특히 **영국의 '구리선 서비스 중단(Copper Switch-Off)' 정책은 구리망을 아예 폐쇄하고 100% 광전송 방식으로 바꾸는 가장 급진적인 모습을 보여준다.** 이는 기존 망의 성능을 근본적으로 업그레이드하는 과정이며, 2027년 최종 종료를 앞두고 구리선이 있던 자리를 광케이블이 빠르게 대체하고 있다.

한국은 이미 전국적인 광망 보급을 마친 성숙 단계로서 다음 세대를 향해 발걸음을 옮기고 있다. 2019년 시작된 5G+ 전략은 약 30조 원의 투자를 통해 전국적인 5G 네트워크라는 기반을 마련했고, 이제는 **K-Network 2030 전략을 통해 6G와 저궤도 위성통신**이라는 새로운 영역을 개척하고 있다. 약 1조 원 규모의 R&D가 투입되는 이 정책은 지상망의 한계를 넘어 우주 공간까지 연결을 목표로 한다. 이는 단순한 구축을 넘어, 모든 공간이 광통신과 위성으로 촘촘히 연결되는 고도화된 통신 환경을 지향한다. 단순 보급률 확대를 넘어, 10G-PON으로의 가입자망 고도화와 AI 전용 데이터센터 확충에 따른 고성능 광트랜시버 및 스위칭 장비의 수요가 산업 성장의 새로운 동력이 될 것이다.

광통신으로의 전환이 이토록 강력하게 추진될 수밖에 없는 이유는 명확하다. 단일 장비나 GPU의 성능을 키우는 '스케일 업'이 물리적 면적과 발열, 전력 소모의 한계에 부딪혔기 때문이다. 구리선은 신호 감쇠와 전자기 간섭 때문에 장거리 고속 전송이 불가능하지만, 광섬유는 빛의 속도로 거의 무한한 대역폭을 제공하며 전력 효율까지 높다. 결국 2026년 이후의 통신 정책은 AI라는 거대한 엔진을 돌리기 위해 광통신이라는 초고속 고속도로를 전 세계에 깔아나가는 과정이라고 할 수 있다.

통신용 광트랜시버 수요도 넘쳐난다

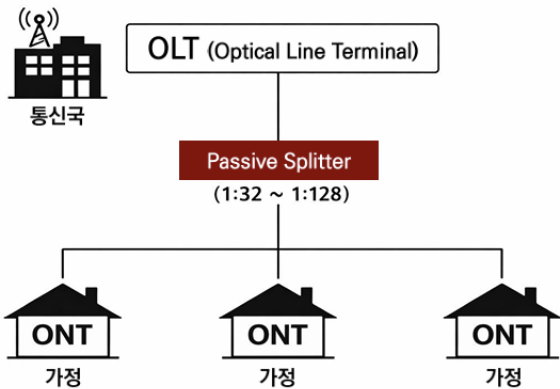
통신 네트워크에서 광트랜시버가 중요한 이유는 현대 통신망이 요구하는 대역폭, 전력 효율성 등을 충족할 수 있는 기술이 광통신이기 때문이다. 광트랜시버는 전기 신호와 광 신호를 변환하여 데이터가 광섬유를 통해 전송될 수 있게 한다. 통신 네트워크의 각 구간마다 필요한 전송 속도와 거리 조건이 다르기 때문에 다양한 종류의 광트랜시버가 사용된다. FTTH(광가입자망) 기반 가입자망에서는 GPON이나 XGS-PON과 같은 PON(10G급) 광모듈이 사용되며, 도시 단위의 메트로 네트워크에서는 25G~400G 이더넷 광모듈이 활용된다. 장거리 백본 네트워크나 데이터센터 간 연결에서는 코히런트방식의 고속 광트랜시버가 사용되어 수백 km 이상의 장거리에서도 안정적인 데이터 전송을 가능하게 한다.

국가와 기업들의 정책 수혜를 받는 통신용 광트랜시버

국가별 광통신 정책들은 Access 단계를 대상으로 한다. 미국의 broadband 미보급 지역을 해소하고자 하는 BEAD 프로그램은 본질적으로 FTTH를 구축하고자 하는 정책이다. 또한 FTTH는 가입자 단위로 광모듈이 필요하기 때문에 폭발적인 수요량 증가가 기대된다. 미국의 주요 통신사인 AT&T, Verizon, T-Mobile은 모두 fiber passings, 즉 광섬유 네트워크가 지나가는 잠재적 가입 가구를 늘리는 전략을 실행 중이다. 따라서 가장 많은 수혜를 받을 FTTH 중심의 광트랜시버 수요 분석을 진행했다.

Access 단계에서는 대부분 XGS-PON라는 광통신 기술을 사용하는데, 하나의 광섬유를 여러 가입자가 공유하며 10Gps 속도로 데이터를 전송할 수 있는 규격이다. 이 중에서도 구체적으로 가입자 댁내 장비(ONT)와 통신사 국사 장비(OLT)로 나누어 미국, 유럽향 광트랜시버 수요량 추정을 진행하였다.

그림 28. XGS-PON 구조



자료: KUVIC 리서치 4팀

그림 29. 통신망 구분

구분	전송 거리	전송 속도	사용 기술
Access	20km	10G	XGS-PON / GPON
Metro	10~80km	25G / 100G / 200G	SFP
Long-Haul	수백~수천 km	100G / 400G / 800G	Coherent

자료: Ciena, KUVIC 리서치 4팀

통신향 광트랜시버 수요

통신향 광트랜시버 수요를 추정한 방식은 다음과 같다.

$$\text{통신향 광트랜시버 수요} = \text{미국 BEAD향 수요} + \text{미국 통신 3사 수요} + \text{유럽 수요}$$

표 16. 통신향 광트랜시버 수요

수요(단위: \$)	2025	2026	2027	2028
미국 BEAD발 수요	96,461,880	96,461,880	96,461,880	96,461,880
미국 통신사 수요	131,679,167	131,679,167	131,679,167	131,679,167
유럽 수요	1,190,227,500	1,190,227,500	1,190,227,500	1,190,227,500
통신향 광트랜시버 수요	1,418,368,547	1,544,603,347	1,682,073,045	1,831,777,546

자료: KUVIC 리서치 4팀

먼저 미국 BEAD항 수요를 구한 방식은 다음과 같다.

$$\text{BEAD항 광트랜시버 수요} = \text{총 BEAD 광통신 보조금} * \text{광트랜시버 비중}$$

$$\text{총 BEAD 광통신 보조금} = (\text{배정된 광통신 보조금} / \text{배정된 36개 주 면적}) * \text{미국 전체 면적}$$

BEAD 제안서를 제출한 36개 주의 합산 면적을 구하고, 36개 주 대상 광통신 보조금을 합산하였다. 1km²당 광통신 보조금을 추산해 전체 면적을 곱하여 미국 전역에 배정될 광통신 보조금 액수를 계산하였다. 통신망 광케이블의 길이는 면적에 비례할 것이라는 전제 하에 전체 광통신 보조금 액수 중 광트랜시버의 비중을 3%로 하였다. 총 5년 프로젝트로, 연평균 BEAD항 광트랜시버 수요를 계산했다.

미국 통신 3사(AT&T, Verizon, T-mobile)항 수요를 구한 방식은 다음과 같다.

$$\text{통신 3사 광트랜시버 수요} = \text{ONT 수요량} * \text{ONT ASP} + \text{OLT 수요량} * \text{OLT ASP}$$

$$\text{ONT 수요량} = \text{연평균 목표 구축 거점 수}$$

$$\text{OLT 수요량} = \text{연평균 목표 구축 거점 수} / 32$$

통신 3사의 2030년까지 목표 FIBER 구축 거점 수를 평균내어 연평균 증설 거점 수를 구했다. 통신망의 보급과 가입자 수요가 동일하지 않음을 반영해, 수요량은 2025년 12월 미국 내 신규 광섬유 구축 지역의 평균 가입률 46.5% 수치를 곱해 실제 수요량을 계산했다. 또한 하나의 포트가 여러 곳을 담당하는 OLT는 1:32 비율을 활용하여 실제 수요량을 32로 나누었다. ASP같은 경우 ONT는 XGS-PON BOSA/SFP+ 모듈의 ASP를, OLT는XGS-PON SFP+ 모듈 ASP를 활용하였다.

유럽 FTTH항 수요를 구한 방식은 다음과 같다.

$$\text{유럽 광트랜시버 수요} = \text{ONT 수요량} * \text{ONT ASP} + \text{OLT 수요량} * \text{OLT ASP}$$

$$\text{ONT 수요량} = \text{연평균 신규 광케이블 구축 가구 수}$$

$$\text{OLT 수요량} = \text{연평균 신규 광케이블 구축 가구 수} / 32$$

광케이블로의 교체를 진행 중인 점을 고려하여, 유럽 전체 가구 수 2.2억 중 FTTH 보급률 70%를 적용해 2030년까지 신규 광케이블 구축 가구를 계산했다. 통신망의 보급과 가입자 수요가 동일하지 않음을 반영해, 수요량은 2025년 유럽 내 신규 광섬유 구축 지역의 평균 가입률 68.7% 수치를 곱해 실제 수요량을 계산했다. 이후 추정은 미국 통신3사의 방식과 동일하다.

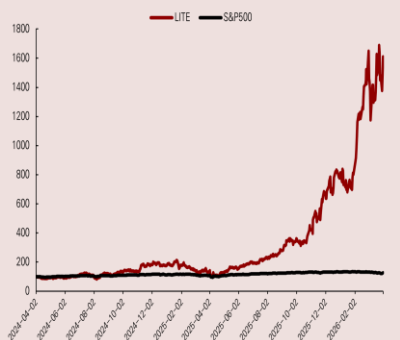
이렇게 추산한 연평균 통신항 광트랜시버 수요 규모에서, XGS-PON 시장의 성장을 추정치인 8.9%를 적용했다. 정책적 수혜를 받을 국가 대상으로 발생할 추가 수요량 수치이고, 한국 및 타 국가들을 고려하면 더욱 큰 수요가 발생할 것이다. LightCountin에 따르면 2025~2027년 전 세계 10G PON(XGS-PON 등) 광모듈 시장 규모는 연간 약 20억 달러 수준으로, 2029년까지 해당 시장이 29억 달러 규모로 급성장할 것으로 전망했다. 2025년 추정 수요량이 약 14억 규모임을 고려하면, **미국과 유럽의 정책적 추가 수요만으로도 글로벌 10G PON 광모듈 시장의 전체 TAM의 절반을 차지**하는 수준임을 확인할 수 있다. 이는 미국 BEAD 프로젝트와 유럽의 디지털 인프라 정책이 특정 지역의 투자를 넘어, **전 세계 광통신 공급망에서의 통신항 광트랜시버에 대한 강력한 수요 증가세**임을 보여준다.

—
Not
Rated

Stock Information

시가총액	\$44.5B
발행 주식 수	7,140만주
유동주식비율	99.4%
52주 최고가	\$783.8
52주 최저가	\$45.65

Price Trend



KUVIC Research Team 4

메일	kuvic_korea@naver.com
팀장	44기 Senior 오연수
팀원	43기 Senior 정상엽
팀원	43기 Senior 이종혁

Who We Are



Lumentum Holdings (LITE)

루멘상스의 시대가 왔다

투자포인트 1. CPO에도 광원은 들어간다

광통신 기술이 기존의 플러그블(Pluggable) 방식에서 칩과 광학 엔진을 하나로 묶는 CPO 방식으로 진화하더라도, 빛을 쏘아주는 '광원(Light Source)'의 역할은 사라지지 않았으며 오히려 그 중요성이 더욱 커진다. CPO 구조에서 광원은 여러 개의 광학 엔진에 동시에 빛을 공급해야 하므로, 기존 트랜시버에 들어가는 레이저보다 훨씬 더 높은 출력과 정밀한 파장 안정성이 요구된다. 이에 따라 승자 독식 구조는 강화될 것이며, 루멘텀은 인듐인(InP) 기반의 최고급 고성능 레이저 기술력을 갖춰, CPO 시대에 가장 수혜를 받는 광원 제조사가 될 것이다.

투자포인트 2. CPO용 CW레이저 경쟁력

루멘텀은 26년 현재 이미 400mW급 CW 레이저 양산 체계를 갖추어, 루빈 아키텍처의 1.6T 포트 속도에 대응할 여력을 갖췄다. 또한 880mW의 1,310nm DFB 레이저를 사용하여, 50°C에서 Ex-Fiber 580mW를 제공하는 CPO용 고출력 ELS를 시연하였다. 이는 차세대 스위치 아키텍처 요구 사양을 가장 먼저 따라가기 위한 시도이다. 경쟁사인 코히런트(Coherent)가 400mW급 양산을 26년 3분기부터 시작함을 고려하면, 순수 성능 상 루멘텀이 가장 앞서 있다.

투자포인트 3. 낮은 광 트랜시버 감소 리스크

스케일 아웃 단계에서는 CPO 도입 시 트랜시버 수량(Q)이 줄어든 것이라는 우려가 있다. 이를 단가(P) 상승으로 가장 잘 방어할 수 있는 기업은 루멘텀이다. 루멘텀은 코히런트보다는 적은 생산 능력을 보유하나, 이미 수직 계열화된 InP 플랫폼을 통해 SerDes 200G EML 칩에서 가장 안정적인 양산 수율을 보유한 것으로 알려져 있으며, 고단가 제품 생산에 Capa 우선순위를 두고 있다. 따라서 Q 감소 리스크에 상대적으로 안전하며, 성능 기반 P 상승의 수혜를 가장 많이 입을 수 있는 기업이다. 그에 반해 코히런트는 중국 기업과 경쟁할 수 있을 정도로 공격적으로 Capa를 확장하고 있어, 오히려 스케일 아웃 단계에서 Q 감소 리스크를 직격으로 맞는 위기를 경험할 수 있다.

Earnings and valuation metrics

계산기 (12월)	2021	2022	2023	2024	2025
매출액 (십억원)	1,742.8	1,712.6	1,767.0	1,359.2	1,645.0
YoY (%)	+3.8	-1.7	+3.2	-23.1	+21.0
영업이익 (십억원)	332.6	310.6	-40	-343.5	-189.5
YoY (%)	+38.4	-6.6	적전	-758.8	+44.8
영업이익률 (%)	19.1	18.1	-2.3	-25.3	-11.5
당기순이익 (십억원)	397.3	198.9	-131.6	-546.5	25.9
EPS (원)	5.3	2.8	-1.9	-8.1	0.4
P/E (배)	118	223			1,638

주: K-IFRS 연결 기준, 순이익은 당기순이익

자료: KUVIC Research 4팀

—
Not
Rated

Ciena Corp (CIEN)

Scale-Across 대표주자

투자의견 'Buy', 목표주가 '\$422'

시에나는 Scale-Across 솔루션과 광전송 장비 분야 글로벌 1위 기업으로, DSP 기반 코히어런트 광학 기술을 바탕으로 통신사 중심에서 하이퍼스케일러 중심의 AI 인프라 광네트워크 기업으로 진화했다. 2025년 광 및 전기 인터커넥트 전문기업 'Nubis Communications' 인수를 통해 Scale-Up 및 Scale-Out 영역으로의 확장도 계획하고 있다.

투자포인트 1. Scale-Up, Scale-Out 진출 준비 끝!

시에나는 **실리콘 포토닉스 전문성을 보유한 Nubis Communications를 2025년 9월 인수**하며 기존 강점이었던 데이터센터 간 연결을 넘어 데이터센터 내부의 랙 간 연결과 랙 내부 연결까지 아우르는 광통신 포트폴리오를 완성했다. 또한 Nubis의 저전력 광 엔진 기술과 시에나의 고속 SerDes 기술이 결합되면서 물리적 한계에 직면한 구리선 기반 인터커넥트를 대체할 차세대 솔루션을 제공할 수 있는 기반을 마련하며 시장의 주목을 받고 있다.

투자포인트 2. 초'광'력 기술력

시에나는 글로벌 광전송 시장에서 주요 경쟁사 대비 약 **18~24개월의 기술적 리드타임을 확보**하며 경쟁 우위를 유지하고 있다. 최대 경쟁자인 노키아는 인피네라 인수를 통해 시장 점유율 확대를 추진하고 있고, 시스코는 아카시아를 기반으로 광트랜시버 시장을 공략하고 있다. 그러나 시에나는 업계 최초의 1.6T 광학 엔진인 WaveLogic 6를 필두로 한 압도적인 기술 성능을 바탕으로 시장 내 기술적 격차를 공고히 유지하고 있다. 또한 과거 점유율 1위였던 화웨이가 지정학적 리스크로 인해 북미와 유럽 등 주요 시장에서 배제되면서, 시에나는 서구권 시장에서의 지배력을 강화하는 직접적인 반사이익을 지속적으로 누리고 있다.

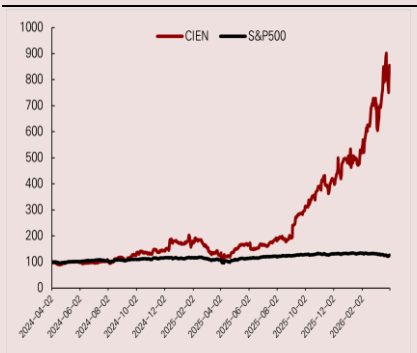
투자포인트 3. 역대 최대 매출 찍으려 갑니다

시에나는 FY26 1분기 기준 약 **70억 달러의 수주잔고**를 기록하며 역대 최대 수준을 달성했고, 이를 통해 향후 1~2년 이상의 높은 매출 가시성을 확보했다. 특히 관세 인상 등 대외적인 원가 상승 압박에도 불구하고, 핵심 반도체인 DSP의 수직 계열화와 선제적인 공급망 관리를 통해 17.5%~19.5% 수준의 견조한 영업마진 가이던스를 유지하고 있다. 이는 단순한 물량 성장에 그치지 않고 가격 결정력과 운영 효율성을 기반으로 질적 성장까지 동시에 달성하고 있음을 의미한다.

Stock Information

시가총액	\$47.7B
발행 주식 수	14,145만주
유동주식비율	98.4%
52주 최고가	\$370
52주 최저가	\$49

Price Trend



KUVIC Research Team 4

메일	kuvic_korea@naver.com
팀장	44기 Senior 오연수
팀원	43기 Senior 정상엽
팀원	43기 Senior 이종혁

Who We Are



Earnings and valuation metrics

결산기 (12월)	2023	2024	2025	2026F	2027F
매출액 (백만달러)	4,387	4,015	4,707	5,517	6,201
YoY (%)	20%	-8.5%	17.2%	17.2%	12.4%
영업이익 (백만달러)	358	167	508	826	1,017
YoY (%)	-	-53.4%	204.2%	62.6%	23.1%
영업이익률 (%)	8.2%	4.1%	10.8%	15.0%	16.4%
당기순이익 (백만달러)	255	84	363	612	780

자료: KUVIC 리서치 4팀 추정

Compliance Notice

- 본 보고서는 고려대학교 가치투자동아리 KUVIC의 리서치 결과를 토대로 한 분석 보고서입니다.
- 본 보고서에 사용된 자료들은 고려대학교 가치투자동아리 KUVIC이 신뢰할 수 있는 출처 및 정보로부터 얻어진 것이나 그 정확성이나 완전성을 보장하지 못합니다.
- 본 보고서는 투자 권유 목적으로 작성된 것이 아닌 고려대학교 가치투자동아리 KUVIC의 스터디 목적으로 작성되었습니다.
- 따라서 투자자 자신의 판단과 책임 하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다.
- 본 보고서에 대한 지적재산권은 고려대학교 가치투자동아리 KUVIC에 있으며 어떠한 경우에도 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다.