

AI 병목을 넘어서 ① | Networking

바뀐 네트워크의 중심

Everything Goes *Optical*

네가자료

신성장산업팀 | 2026.03.03

책임연구위원 박장욱

Jangwook.Park@daishin.com

Contents

0.	CPO가 해결하고자 하는 것	05
I.	연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 光	11
II.	광 I/O	25
III.	AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장	35
IV.	DCI투자는 결국, 통신망 투자로 이어진다	47
V.	기업분석	57
	RF머트리얼즈	58
	대한광통신	60
	오이솔루션	62

Summary

AI 병목을 넘어서 | ① Networking

Everything Goes Optical

- AI 투자가 지속되는 가운데, 더 많은 연산을 효율적으로 처리하기 위한 기술 전환이 가속화되고 있다. 본 시리즈는 이러한 변화의 핵심 영역인 ① 네트워킹, ② 전력 반도체, ③ 메모리 소부장을 순차적으로 다룬다.
- 첫 번째 편은 네트워킹이다. 이는 지난해 발간한 CPO 보고서의 연장선상에 있으며, 데이터센터 내부의 광화와 데이터센터 간 DCI 확장을 중심으로 구조적 변화를 분석한다. 데이터센터 규모가 거대화되면서 학습용과 추론용 센터가 분리되는 구조가 형성되고 있다. 특히, 최근 확산되고 있는 검색 증강 및 생성 기술인 RAG(Retrieval-Augmented Generation)는 추론 과정에서 외부데이터베이스와의 실시간 연동성을 필요로 하며, 이에 따라 학습용 데이터센터와 추론용 데이터센터 간의 저지연·고대역폭 연결성이 핵심 인프라로 부상하고 있다. 이는 네트워킹 수요를 단순 증설이 아닌 구조적 성장 국면으로 전환시키는 요인이다.
- 이전 자료에도 언급하였듯이, CPO는 스케일 아웃을 시작으로 스케일 어크로스, 스케일업까지 AI데이터센터에서 적용처가 확대되는 기술로 이제 스케일 아웃에 도입을 시작했을 따름이다. 그야말로 Everything Goes Optical로 추정 시장규모는 현재 광 시장의 10 ~ 30배 이상으로 폭발적인 성장이 예상된다.
- 현재 네트워킹 시장의 투자 주체는 통신사가 아닌 하이퍼스케일러다. 고신뢰·고성능 기반의 SLA 계약 구조는 광 네트워킹 장비와 핵심 부품 수요를 빠르게 확대시키고 있다. 하이퍼스케일러 데이터센터 역시 통신사의 Metro 및 Last-haul 망을 통해 최종 소비자 와 연결되기 때문에, AI 추론 시장 확대는 중장기적으로 통신사 CAPEX 증가로 이어질 가능성이 높다. 또한 소버린 AI 확산 등 지역별 데이터센터 투자 확대는 글로벌 밸류체인 참여가 제한적이었던 국내 업체들에게 새로운 기회 요인이 될 수 있다.
- 글로벌 광 밸류체인에서는 Lumentum(NASDAQ:LITE)과 Coherent(NYSE:COHR)의 직접적인 수혜가 예상된다. 특히, 국내에서는 Lumentum향 매출이 발생하고 있는 RF머트리얼즈(KOSDAQ:327260)를 Top Pick으로 제시한다. RF머트리얼즈는 펌프 레이저 다이오드를 통해 DCI 확장 수요에 직접적으로 노출되어 있어, 네트워킹 병목 해소 과정에서 국내업체들 중 가장 높은 실적 레버리지가 기대된다.
- 한편 국내 데이터센터 투자가 본격화될 경우, 글로벌 코어망 밸류체인 참여가 제한적이었던 대한광통신(KQ:010170)과 오이솔루션(KQ:138080)의 수혜 가능성도 부각될 수 있다. 국내 통신사 Metro망 보완투자 시에는 과점적 지위를 가진 우리넷(KQ:115440)의 수혜 역시 예상된다. Access 및 전송망 중심의 KMW(KQ:032500), 솔리드(KQ:050890), 유비쿼스(KQ:264450) 등 역시 통신사 CAPEX 확대 시 기회 요인이 존재한다.

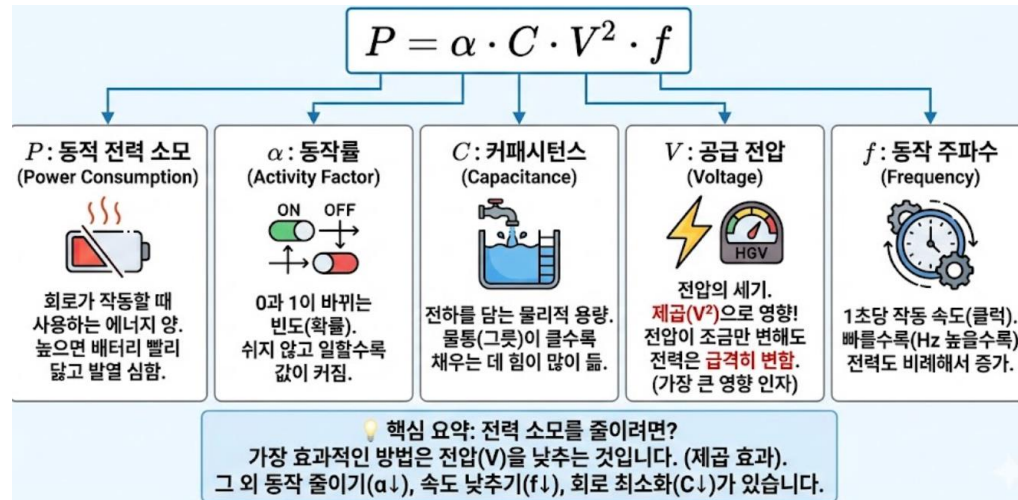
0. CPO가 해결하고자 하는 것

0. CPO가 해결하고자 하는 것

GPU간 연결성이 중요해진 이유 – 전압은 커지고, 보드의 면적은 부족하다

- 데이터센터 간 연결성뿐 아니라 GPU간의 연결성도 중요성이 커지고 있음. GPU-GPU 간 연결성의 중요성도 빠르게 커지고 있음. 이는 GPU 성능 개선이 구조적으로 전력에서 물리적 한계에 봉착했기 때문
- GPU 성능을 높이기 위해 연산 부하인 클럭 주파수(f)를 증가시키려면, 공급 전압(V)의 인상이 동반됨. 예컨대, V를 10% 인상해 f를 끌어올릴 경우, f는 1.1배 증가 V²항은 (1.1)²로 1.21배로 확대. 결과적으로 전력 부하(P)는 1.31배 증가함. 즉, 성능은 선형적으로 증가하지만, GPU 등 반도체 하드웨어가 견뎌야 하는 부하는 비선형적으로 확대되는 구조임
- 전력 부하를 일정하게 유지하기 위해서는 유효 캐패시턴스 (C)를 증가시키는 방식이 필요하며, 이에 따라 MLCC 등 서버 보드 내 수동소자의 탑재량은 지속적으로 증가하고 있음. 하지만, 향후 HBM, SiPh에 더해 향후 HBF까지 실장될 것으로 예상되는 상황에서, 한정된 보드 면적 위에 추가적인 수동소자를 배치하는 방식에는 명확한 한계가 존재함
- 현재의 기술은 개별 GPU의 f값을 높이는 방식이 아닌, 여러 대의 GPU를 병렬로 연결하는 방식으로 아키텍처가 구성되고 있음

디지털 회로 동적 전력 소모 공식



0. CPO가 해결하고자 하는 것

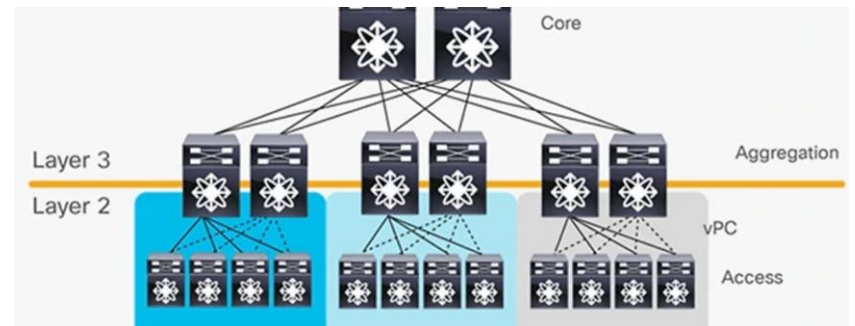
스위치를 통해서 연결함

- 데이터센터내 기기들은 스위치를 통해서 연결됨. 기존에 사용되던 통신 규격은 이더넷으로 우리가 흔히 쓰는 LAN 포트 역시 이더넷 규격으로 만들어짐
- AI 시장이 커지면서, 기존의 이더넷 규격으로는 속도를 감당하기 어려워졌고, 이로 인해서 엔비디아는 랙과 랙을 연결하는 스위치에 사용되는 초고속 규격인 'Infinity Band', GPU 간에 연결을 할 때는 NVSwitch를 사용하여 모든 기기들을 연결함
- GPU를 1 ~ 10까지 연결한다고 했을 때, GPU 1의 In & Out을 각각 스위치 1에 연결하고, GPU 2의 In & Out을 스위치 1에 연결하는 방식으로 모든 GPU 간의 연결성을 확보함. 데이터센터내에 있는 랙을 1 ~ 10까지 연결 할 때도 동일한 원리를 따라서 이루어짐
- 이 때 중요한 것은 GPU - NV Switch - 이더넷 스위치간의 속도는 모두 동일해야 병목 없이 마치 1대의 GPU 처럼 작동할 수 있음

스위치



브로드컴 이더넷 스위치

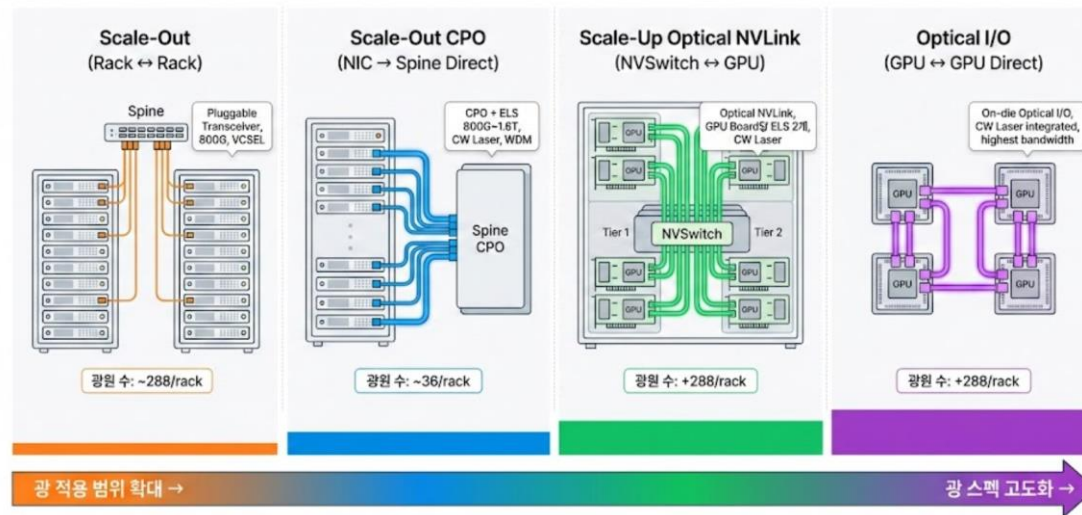


0. CPO가 해결하고자 하는 것

스케일 업, 스케일 아웃, 스케일 어크로스

- 데이터센터는 기본적으로 랙 단위로 이루어짐.
- 랙 안에서의 연결성을 높이는 것을 스케일을 올린다 하여 스케일 업 이라고 하고
- 랙과 랙간의 연결성을 높이는 것을 랙을 넘어선다고 하여서 스케일 아웃이라고 함
- 랙을 뛰어넘어 데이터센터간의 연결성을 높이는 것을 랙을 건너 뛰어서 연결한다고 하여서 스케일 어크로스라고 함
- 광 통신에서 주의할 것은 각 분야가 따로따로 중요도에 발전하고 있다는 점이 있음. 투자자들이 헛갈리는 이유는 스케일업, 스케일 아웃, 스케일 어크로스 모든 분야에서 광원은 InP 기반을 사용하고 있으며, 대장 기업이 Lumentum, Coherent, Broadcom으로 동일하기 때문

다운링크 중심의 기존 네트워킹 시장 구조

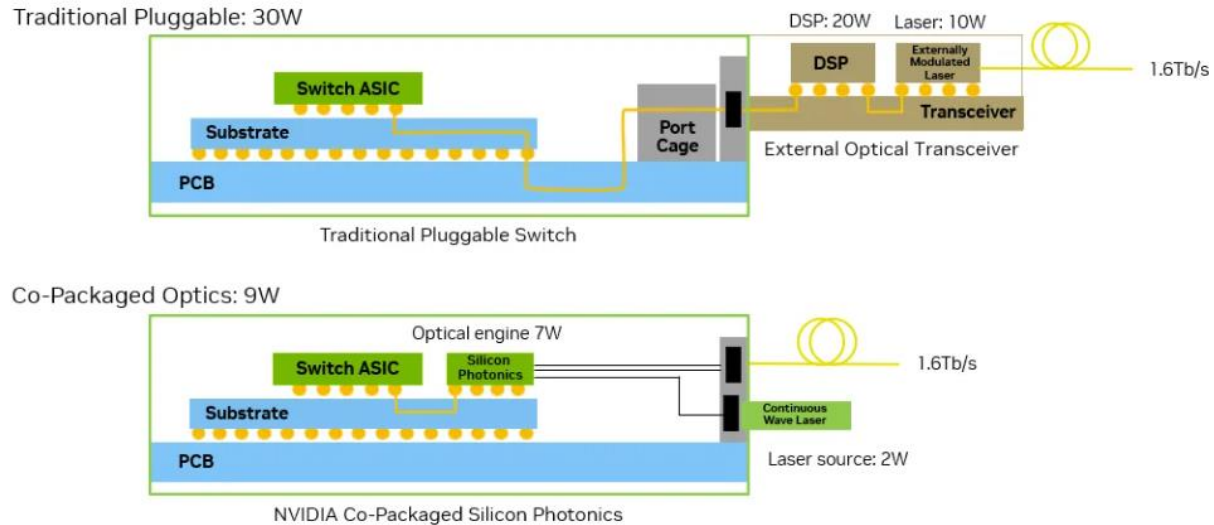


0. CPO가 해결하고자 하는 것

스케일 아웃이 먼저 열리고, 스케일 어크로스, 스케일 업이 순차적으로 열린다.

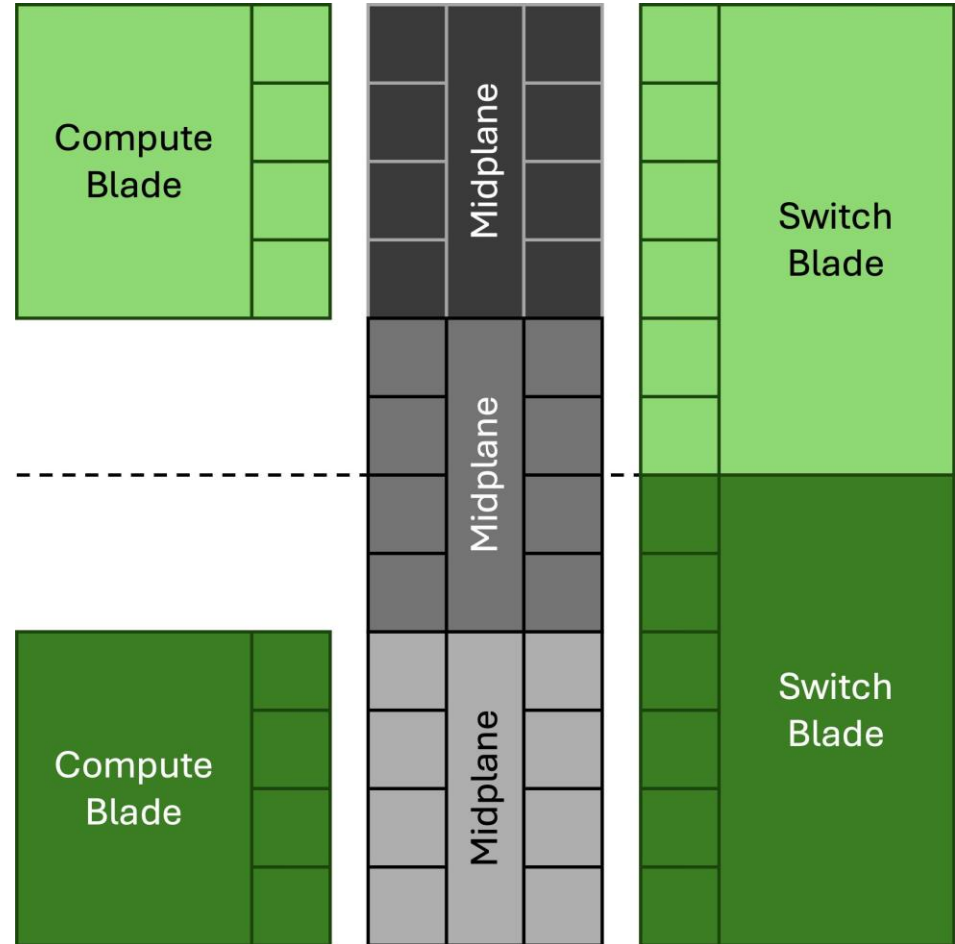
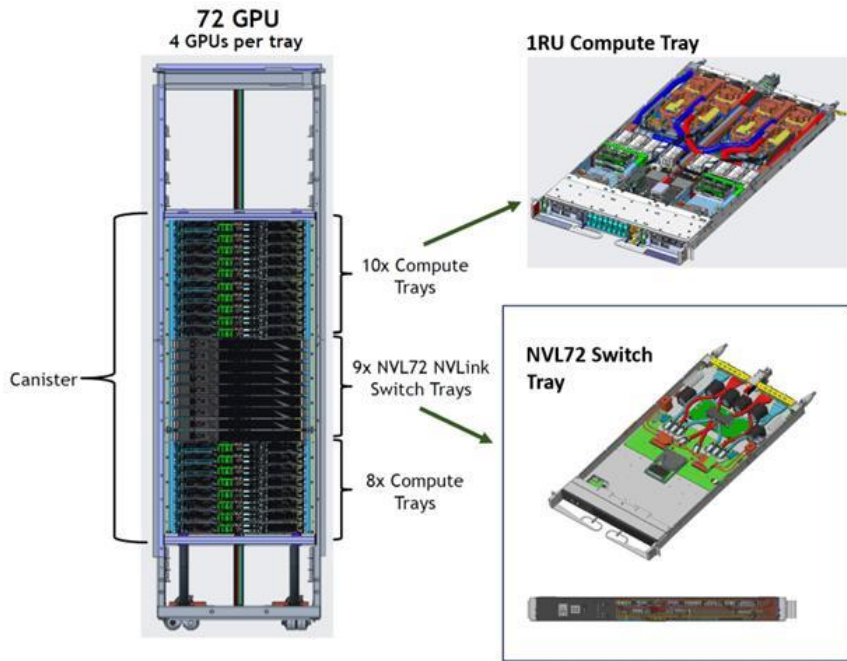
- CPO (Co-Packaged Optics)는 광을 같이 패키징 하는 개념. 광을 빛을 내는 '광원'과 빛을 다루는 '변조기'로 이루어져 있음. CPO는 광을 다루는 변조기를 실리콘 기반의 기술로 만들어서 같이 패키징 하겠다는 개념
- CPO는 2H26 처음으로 양산 적용됨. 적용 분야는 이더넷 / 인피니밴드 스위치 부문으로 이 분야는 기존에 광트랜시버 기술이 사용되고 있었던 분야임. (스케일 어크로스도 광기술이 사용되고 있던 분야이나 Coherent DSP라고 다른 결의 기술이 사용되는 분야)
- 거리의 문제, 속도의 문제로 이미 광기술이 쓰이고 있던 분야이며, Co-Package를 실패 시, Switch ASIC만 손실이 나기 때문에 CPO 기술의 양산을 먼저 적용해보기 좋은 분야
- CPO가 본격적으로 폭발하는 분야는 스케일업 분야로 크게 구리 VS 광이 경쟁 중. 광에서는 Ayarlabs 방식과 Marvell 방식이 경쟁 중

시장규모



0. CPO가 해결하고자 하는 것

광의 원래 쓰이던 부분, 광이 대체할 부분



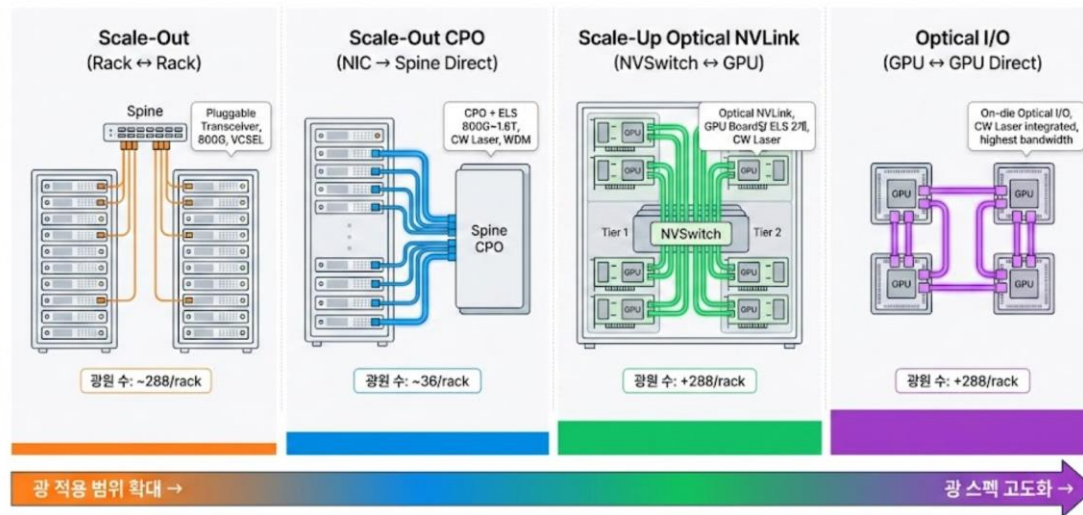
I. 연산보다 연결이 커지는 순간 폭발하는 광시장

I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

데이터센터가 전부 光화가 된다

- 데이터센터 인프라는 AI 연산 구조의 고도화와 함께 전면적인 광화 흐름으로 진입하고 있음. 현재 데이터센터 내에서 광이 적용된 영역은 랙과 랙 사이를 연결하는 광 트랜시버 중심의 인터커넥트가 주를 이룸
- 2026년 하반기 루빈 아키텍처를 기점으로 기존 광 트랜시버를 대체해 광 모듈을 스위치에 집적한 CPO가 도입되며, 랙 간 연결 구간에서 광 대역폭과 전력 효율의 한계를 본격적으로 시험하는 단계에 진입할 것으로 예상함
- 이후 2028년. 엔비디아 파인만 아키텍처를 기점으로, 기존 랙 내부에서 서버 보드와 스위치를 연결하던 구리 케이블이 광으로 대체되는 첫 해가 될 가능성이 높음. 이는 급격히 증가하는 대역폭 요구 속에서 전력 소모, 발열, 신호 무결성 문제를 구조적으로 해결하기 위한 전환의 시작임
- 2030년 이후, 보드 레벨 CPO 확산을 바탕으로 GPU-HBM 등 칩 간 통신까지 광을 활용하는 '광 I/O' 시장이 본격적으로 개화할 것으로 전망됨. 스케일업, 스케일아웃, 스케일러크로스 전반에 걸쳐 광화가 적용되며, 궁극적으로 AI 데이터센터는 하나의 거대한 GPU처럼 동작하는 구조를 목표로 진화 중

스케일업, 스케일아웃, 스케일러크로스 분야별

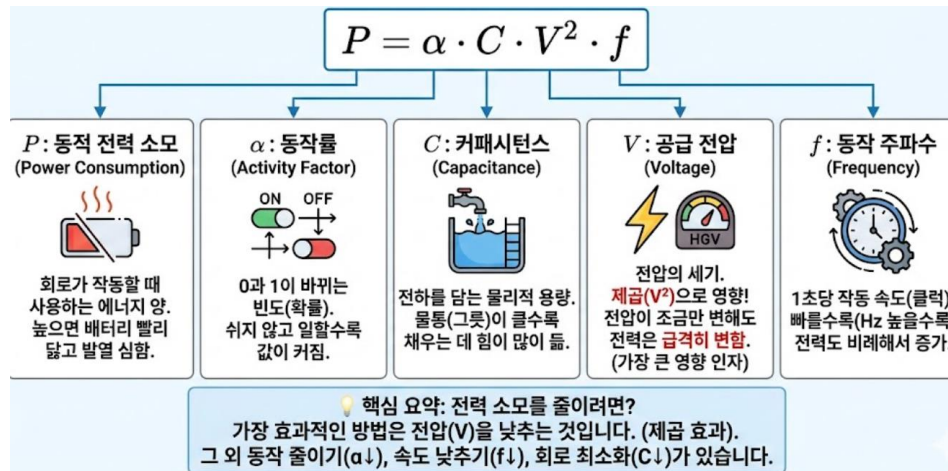


I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

GPU간 연결성이 중요해진 이유 – 전압은 커지고, 보드의 면적은 부족하다

- 데이터센터 간 연결성뿐 아니라 GPU간의 연결성도 중요성이 커지고 있음. GPU-GPU 간 연결성의 중요성도 빠르게 커지고 있음. 이는 GPU 성능 개선이 구조적으로 전력에서 물리적 한계에 봉착했기 때문
- GPU 성능을 높이기 위해 연산 부하인 클럭 주파수(f)를 증가시키려면, 공급 전압(V)의 인상이 동반됨. 예컨대, V를 10% 인상해 f를 끌어올릴 경우, f는 1.1 배 증가 V²항은 (1.1)²로 1.21배로 확대. 결과적으로 전력 부하(P)는 1.31배 증가함. 즉, 성능은 선형적으로 증가하지만, GPU 등 반도체 하드웨어가 견뎌야 하는 부하는 비선형적으로 확대되는 구조임
- 전력 부하를 일정하게 유지하기 위해서는 유효 캐패시턴스 (C)를 증가시키는 방식이 필요하며, 이에 따라 MLCC 등 서버 보드 내 수동소자의 탑재량은 지속적으로 증가하고 있음. 하지만, 향후 HBM, SiPh에 더해 향후 HBF까지 실장될 것으로 예상되는 상황에서, 한정된 보드 면적 위에 추가적인 수동소자를 배치하는 방식에는 명확한 한계가 존재함
- 현재의 기술은 개별 GPU의 f값을 높이는 방식이 아닌, 여러 대의 GPU를 병렬로 연결하는 방식으로 아키텍처가 구성되고 있음

디지털 회로 동적 전력 소모 공식

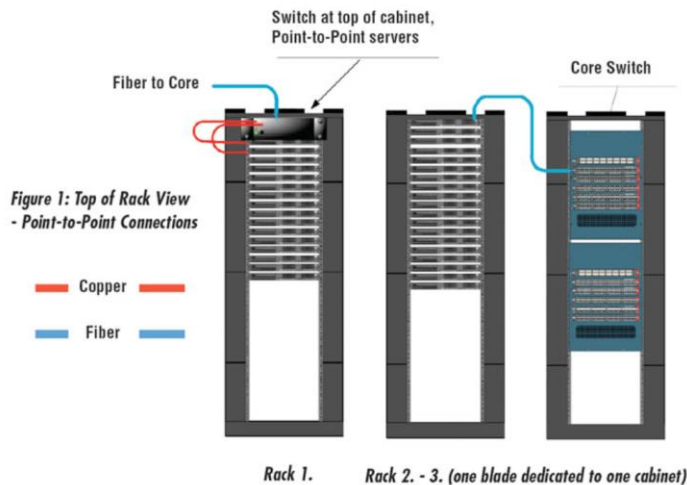


I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

랙내 구리케이블을 대체 해나가는 광케이블

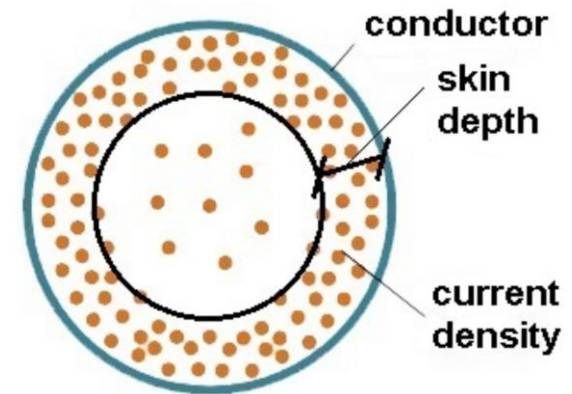
- 기존 데이터센터에서는 랙 간 연결이나 스위치-스위치간 중·장거리 연결에 주로 광케이블이 사용되어 였음. 반면, 랙 내부에 위치한 서버-스위치 간 연결은 거리와 비용 효율성을 이유로 구리 케이블(DAC)를 주로 사용해였
- 과거 데이터센터 트래픽은 비대칭적이었기에 구리케이블로도 충분했음. 즉, 다운링크 포트 수는 많고 업링크 포트 수는 제한적인 구조였으며, 다수의 서버가 소수의 상위 스위치에 연결되는 형태였음
- 반면, AI 데이터센터에서는 네트워크 구조가 근본적으로 바뀜. 서버-스위치-데이터센터 간 모든 포트가 동일한 속도와 대역폭을 유지해야 하며, 이는 다수의 GPU를 병렬로 연결해 동시 연산 및 동기화를 수행하기 위해서임. 이 과정에서 랙 내부 연결에서도 구리케이블은 물리적 한계에 봉착함
- 구리 케이블은 스킨 효과(Skin Effect)로 인해 신호가 도체 표면에만 흐르게 되어, 속도가 빨라질수록 구리케이블이 두꺼워야 되며, 전력 소모량 역시 급격하게 증가하게 됨.
- 결과적으로 랙 내부 서버-스위치 간 연결에서도 광 기반 인터커넥트 채택이 불가피한 단계로 진입하고 있음

랙내 스위치와 서버간 연결 구조



자료: White Paper, 대신증권 Research Center

포트당 대역폭이 높아질수록 구리케이블은 한계에 봉착한다



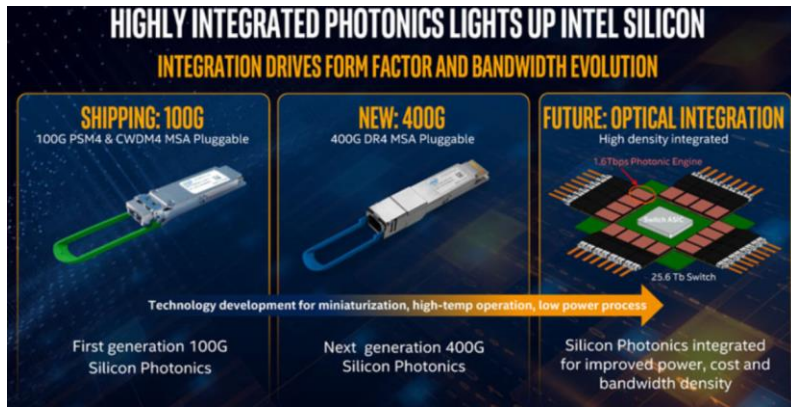
자료: ResearchGate, 대신증권 Research Center

I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

플러거블 VS CPO

- 광통신은 지금까지 플러거블 방식을 통해서 이루어져 왔음. 기존 플러거블은 스위치 칩에서 생성된 전기 신호가 PCB 기판을 따라 15 ~ 25cm를 이동한 뒤, 전면 모듈에서 빛으로 변환되는 구조를 띰. 속도가 올라갈수록 이 긴 전기 경로에서 신호 손실이 급증하고, 이를 보상하기 위한 DSP가 전력의 30 ~ 50%를 소비했음
- CPO는 광학 엔진을 스위치 칩과 같은 패키지에 배치하여 전기 신호 경로를 수mm로 단축함. 신호 손실 자체가 사라지므로 DSP가 불필요해지고, 링크당 전력이 절반으로 줄어들게 됨
- 224Gbps 이상에서는 플러거블이 물리적으로 감당할 수 없는 영역에 진입하며, CPO는 이 한계를 우회가 아닌 구조적으로 제거하는 기술에 속함
- 다만, 고장이 날 시, 플러거블은 현장에서 곧 바로 교체가 가능한 반면, CPO는 교체가 불가능하다는 단점이 존재함

플러거블과 CPO의 구조 비교



자료: Intel, 대신증권 Research Center

플러거블 VS CPO 비교

구분	플러거블	CPO
구조	ASIC → PCB 트레이스 → 전면모듈	ASIC 패키지 내 광학엔진 직접 탑재
전기 신호 경로	15 ~ 25cm	1~5mm
링크당 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

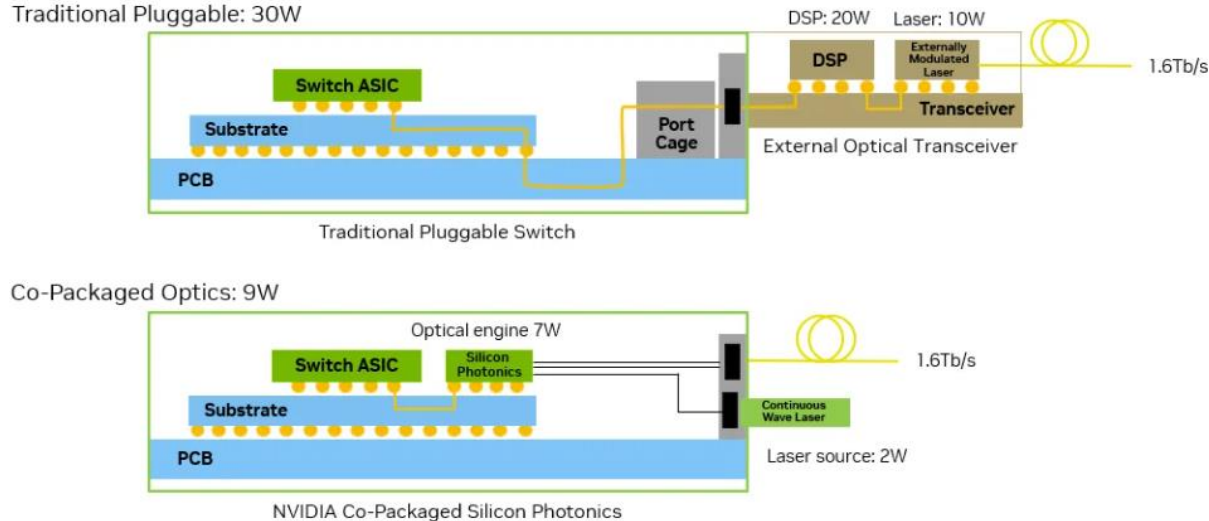
자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

CPO의 구조

- 기존 플러거블 구조에서는 Switch ASIC이 생성한 전기 신호가 PCB 기판과 Port Cage를 거쳐 외부 트랜시버까지 긴 경로를 이동함. 이 과정에서 신호가 크게 손실되기 때문에 DSP가 반드시 필요한데, 이 DSP만 20W를 소비함. 여기에 외부 레이저 10W를 더하면 링크 하나에 총 30W가 소모됨. 같은 1.6Tb/s 속도를 내는 데 전력의 2/3를 신호 보상에 쓰는 셈
- CPO는 이 구조를 근본적으로 바꿈. Silicon Photonics 기반의 광학 엔진을 Switch ASIC과 같은 패키지 위에 올려서 전기 신호 경로를 수mm로 줄여버림. 신호 손실이 거의 없으니 DSP 20W가 통째로 사라지게 됨. 레이저도 ASIC의 발열로부터 격리하기 위해 별도의 CW레이저(Continuous Wave Laser)를 외부에 배치하는 ELS구조를 채택하는데, 이 레이저 소비 전력이 2W에 불과함. 결과적으로 광학 엔진 7W + 레이저 2W 총 9W로 동일한 1.6Tb/s를 구현함
- 같은 속도에서 30W가 9W로 전력 소비의 70%를 DSP를 제거함으로써 CPO는 구현가능하게 됨

엔비디아 Spectrum-X 구조



I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

TCO 측면에서 강점을 지닌 CPO

- CPO의 기술적 이점은 전력, 신호, 밀도, 비용 네 축에서 동시에 발생함.
 - 링크당 전력은 50 ~ 60% 절감되며 (15~20W → 7 ~ 10W),
 - 채널 손실은 80% 이상 감소하며 (20 ~ 30dB → 3 ~ 5 dB),
 - I/O 밀도는 3.5배 향상됨. DSP 제거로 Latency가 515ns 줄어들고, 이는 224G + SerDes 구현의 전제조건이기도 함.
 - 5년 TCO 기준 20 ~ 40% 절감이 전망되며, 액침냉각 호환과 스위치 수 감소로 CapEx/OpEx가 동시에 줄어들 것으로 예상됨
- 적용 범위는 스위치 세대를 따라 확대됨. 현재 51.2T(800G) 세대에서 샘플/테스트 단계이며, 2026 ~ 27년 102.4T(1.6T)에서 양산이 시작되고, 2028 ~ 29년 204.8T (3.2T) 에서 주류 채택, 2030년 이후에는 표준으로 자리잡을 전망이다.
- CPO는 단일 이벤트가 아니라, 스위치 세대가 올라갈 때마다 침투율이 높아지는 장기 구조적 트렌드에 속함

CPO의 정량적 효용

전력효율	신호 무결성
링크당 전력 50 ~ 60% 절감 15~20W → 7~10W DSP제거 → pJ/bit 50~70% ↓ 32포트 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 3~5배 향상 Faceplate 병목 해소 102.4T/204.8T 스위치 구현 가능 Radix ↑ → Hop ↓ → 네트워크 단순화	20~40% 절감 전망 전력비 ↓ + 냉각비 ↓ 액침냉각 호환 → 추가 OpEx ↓ 스위치 수 감소 → CapEx 동시 절감

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

CPO 적용 범위 로드맵

구분	2024~25	2026~27	2028~29	2030+
△스위치 용량	51.2T	102.4T	204.8T	400T+
포트 속도	800G	1.6T	3.2T	6.4T+
CPO 위상	샘플/테스트	양산 시작	주류 채택	표준

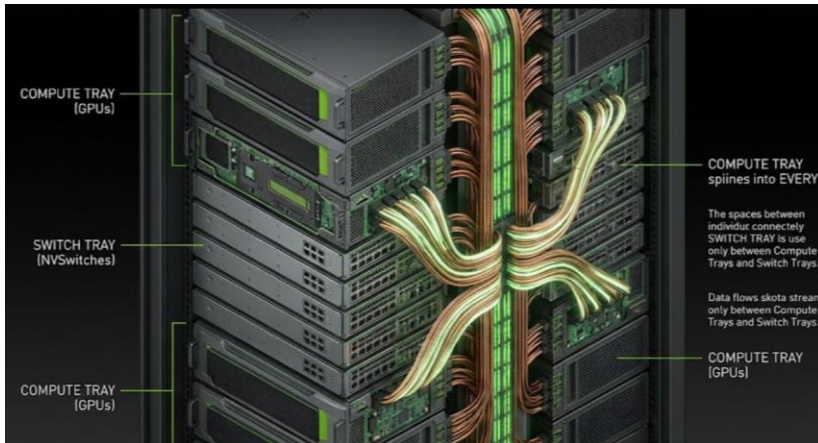
자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

모든 GPU가 'all-to-all' 연결되는 NV Link 시스템

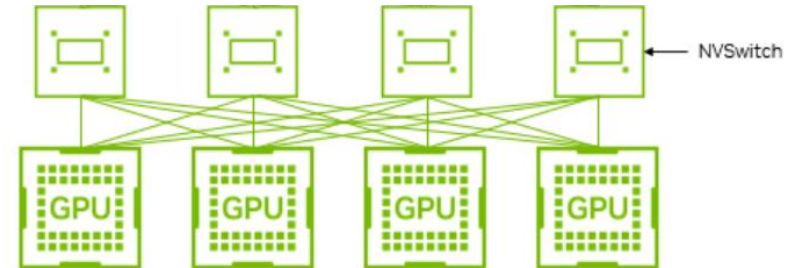
- 엔비디아는 NVLink를 통해서 모든 GPU들이 유기적으로 연결되어 있음. 이를 위해서 NV Switch를 활용함. 지금 엔비디아는 Omberon 랙 구조를 사용함
- Oberon 랙 구조에서는 총 72개의 GPU 패키지가 존재하며, Rubin 기준 1개 GPU 패키지당 4개의 GPU 다이가 사용됨
- 현재, 1개 GPU 패키지당 18개의 포트가 사용되며, 모든 NV Switch에 연결되기 위해서 18개의 NV Switch 칩, 9개의 NVSwitch 트레이가 사용됨
- 엔비디아의 설계 철학은 'all-to-all' 방식으로 1번 GPU 패키지부터 72번 GPU 패키지까지 모두 연결되어 있는 연결성을 목표로 함

엔비디아 NV Switch의 물리적 연결 방식



자료: 제미나이, 대신증권 Research Center

엔비디아 NV Switch의 논리적 연결 방식



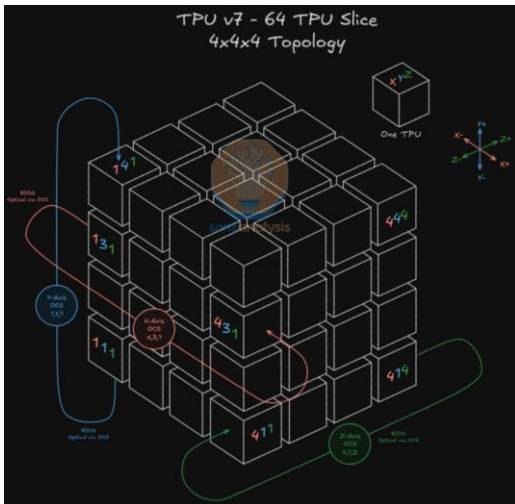
자료: Nvidia, 대신증권 Research Center

I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

'All-to-All' 연결 대신, 유연한 연결을 지원하는 OCS 스위치

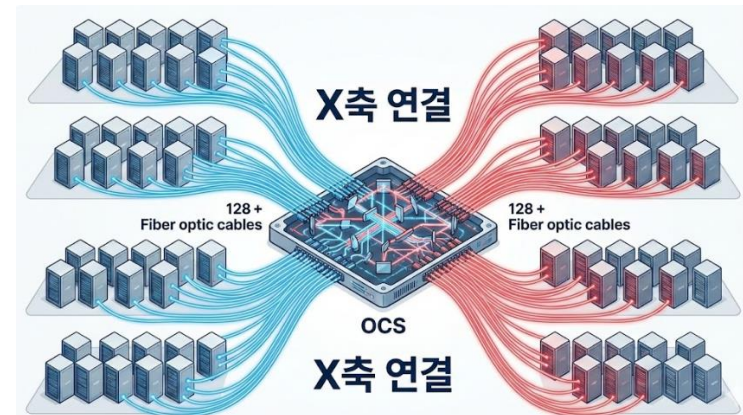
- GPU 1에서 GPU 72까지 NVSwitch를 통해 직접 연결되는 Nvidia의 All-to-All 구조와 달리, 구글의 TPU는 3D Torus 기반의 Scale-Out 인터커넥트 구조를 채택하고 있음. TPU는 4 * 4 * 4 배열을 기본 단위로 하여, 총 64개의 TPU로 1개의 랙이 구성되는 형태이며, 랙 내부에서는 X,Y,Z축 방향으로 구리 케이블을 이용하여, 이웃 TPU간 직접 연결이 이루어짐
- 랙 간 확장은 전기적 스위치가 아닌 OCS(Optical Circuit Switch)를 통해 수행되며, 이를 통해 랙 단위의 연결 토폴로지를 유연하게 재구성할 수 있음, X축 연결을 담당하는 총 16개의 OCS 스위치가 배치되어 있으며, 각 TPU 랙에서 나오는 광섬유는 좌측, 우측 OCS 스위치에 동시에 연결된 상태로 구성됨
- 4 * 4 * 4로 64개의 TPU 랙을 x,y,z 축 각각 16개의 OCS 스위치 즉, 48개의 OCS 스위치가 TPU 간의 인접 연결을 담당하는 형태를 띄고 있음. 각 축별로 +X축과 -X축으로 이동하는 광섬유들이 다발로 각각 128개씩 좌우로 연결되어서 어느 TPU 간에도 이동이 자유롭게 이루어지는 구조를 띄고 있음
- OCS 스위치 내부에는 MEMS 거울이 비치되어서 방향 조절을 통해서 랙간의 연결성을 확보함

구글 TPU 4 * 4 * 4 토폴로지 (Topology)



자료: Fibermall, 대신증권 Research Center

OCS 스위치를 통한 연결



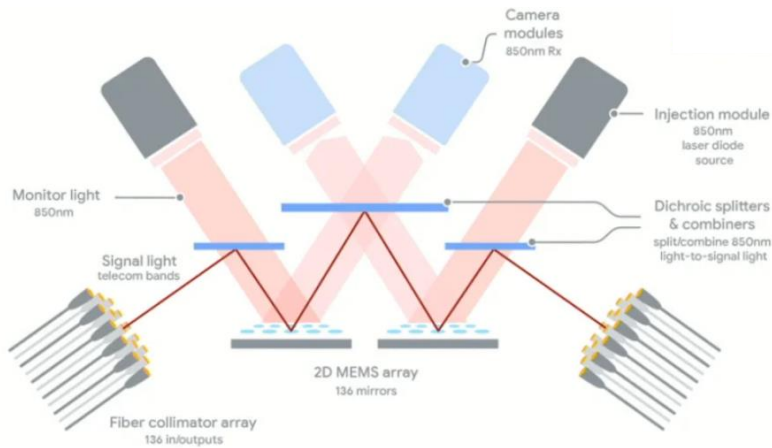
자료: 제미나이, 대신증권 Research Center

I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

광화를 가속화하는 구글의 TPU와 OCS(Optical Circuit Switch)

- OCS(Optical Circuit Switch)는 좌우에서 입력·출력 광섬유가 유입되는 W자형 광 경로 구조를 기반으로 동작함
- 좌측과 우측에서 들어온 다수의 광섬유 신호(각 136개 포트 중 128개 사용)는 스위치 내부의 MEMS(Micro-Electro-Mechanical Systems) 미러 어레이를 통해 반사·재배열되며, 이 과정에서 광 신호의 물리적 경로를 자유롭게 재구성할 수 있게 됨
- MEMS 미러는 자유롭게 미세 각도 조절이 가능해, 각 축당 16대씩, 총 48대의 OCS가 X·Y·Z 세 축의 연결을 담당함
- OCS 스위치는 전기적 재생이나 번조 없이 순수광 상태를 유지한 채 회로를 구성하므로, 대규모 병렬 연결 환경에서도 저전력으로 유연한 토폴로지 재구성을 가능케함

W자 구조의 OCS 스위치 내부 구조



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

OCS 방식과 EPS 방식의 비교

	EPS (전기)	OCS (광학)
소비 전력	~3,000W	~108W (1/28 수준)
신호 변환	O-E-O 필요 (광→전기→광)	순수광 유지 (변환 없음)
포트 규모	수십 포트	136 ~ 300 포트 (Palomar 기준)
토폴로지 변경	물리 재배선	거울 각도만 변경
전송 중 지연	수 μ s	수 ns 이하

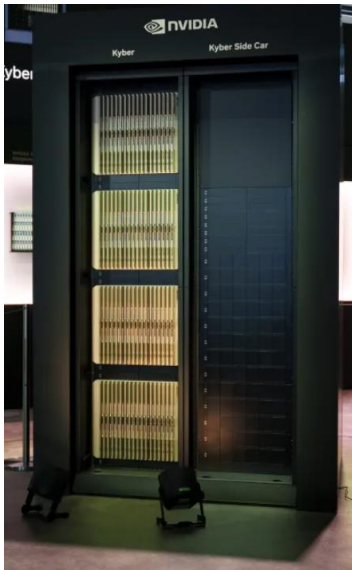
자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

Nvidia Kyber. AI 성능 개선에서 연결성의 중요성이 더 커진다

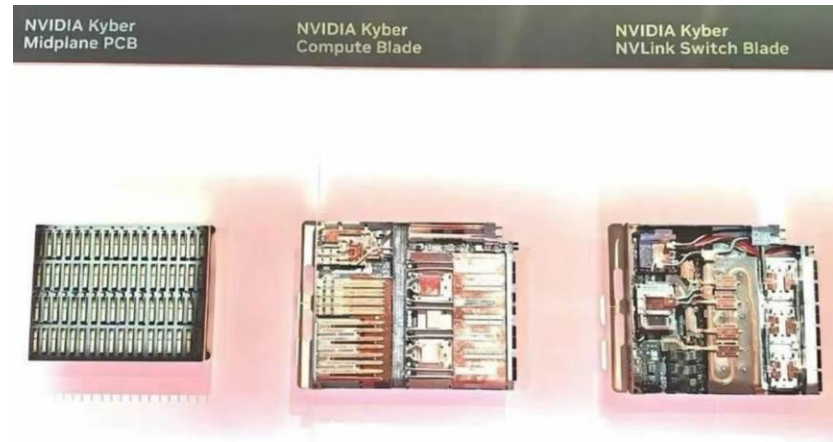
- 엔비디아는 2026년 Rubin, 2027년 Rubin Ultra 아키텍처를 순차적으로 출시할 예정이며, Rubin Ultra부터는 기존 랙 내 수평 확장 구조에서 벗어나 서버를 수직으로 확장·병렬 연결하는 Kyber 아키텍처를 채택함
- Rubin Ultra는 GPU 패키지 144개, 패키지당 4개 다이로 구성된 총 576개 GPU 다이를 하나의 NVLink 도메인으로 연결하는 NVLink 576 구성으로, 패키지 기준 연결 대상은 기존 72개에서 144개로 2배, 다이 기준으로는 144개에서 576개로 4배 확장됨
- 랙은 개별 GPU 패키지 36개씩 1쌍을 이루는 총 4개의 캐니스터로 구성되며, 캐니스터당 36개의 GPU 패키지가 18개의 Leaf NVSwitch에 연결된 뒤 상위 Spine NV Switch 24개로 집선되는 2단 계층 구조를 이룰 것으로 예상됨. Rubin Ultra에 적용되는 NVSwitch 칩 수는 Leaf와 Spine을 포함해 총 96개로 증가하며, 이는 AI에서의 성능 향상에서 NVLink 연결 구조와 스위칭 복잡도의 구조적 확대가 시스템 CAPEX를 좌우하는 단계로 진입했음을 의미함

엔비디아 Kyber 랙



자료: Nvidia, 대신증권 Research Center

엔비디아 Kyber 랙 구성 요소 – PCB, 컴퓨터/NVSwitch) 블레이드



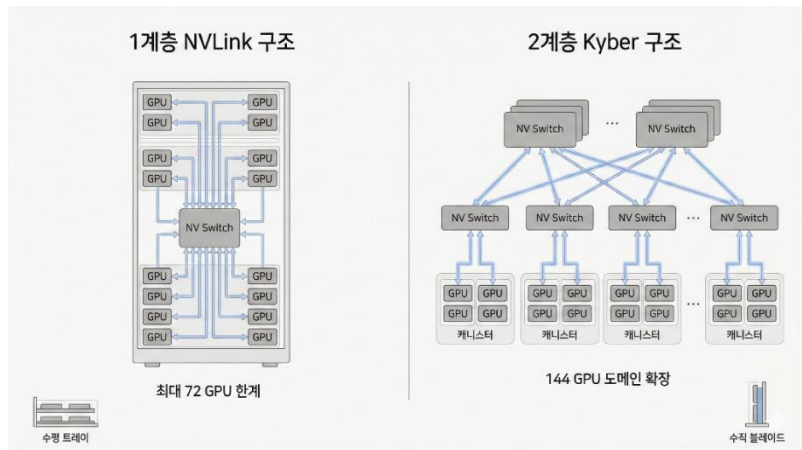
자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

2계층 스위치 구조를 채택할 것으로 예상되는 엔비디아 Kyber. 중점은 연결성 확보

- Kyber 아키텍처는 AI 모델의 스케일 확대에 대응해 더 큰 Nlink 도메인을 구현하기 위한 설계임
- 단일 NV Switch ASIC의 포트 수로는 1 계층 구조에서 최대 82개의 GPU 패키지를 연결하는 것이 한계임
- 이에 따라 NV Switch를 2계층 구조로 확장하고, 캐니스터 단위로 모듈화한 뒤, 상위 계층에서 재연결하는 방식을 채택함으로써 최대 144개의 GPU 패키지를 하나의 도메인으로 구성할 수 있게 됨
- 이러한 확장은 랙 구조의 재설계를 동반하며, 기존의 수평 트레이 기반 구조에서 수직 블레이드 구조로 전환되는 변화를 가져옴

Oberon VS Kyber NV Switch 계층 구조



자료: 대신증권 Research Center

Oberon과 Kyber 랙 구조의 구성방식 차이

구분	Oberon	Kyber
스위치 칩구조	1계층 구조	2계층 구조
하드웨어 형태	보드 방식	캐니스터 방식
TOR 스위치	랙당 TOR 스위치 존재	대형 스위치와 개별 보드와 직접 연결 방식
구성갯수	서버 보드 18개 NV 스위치 보드 9개 TOR 스위치 보드 2개	캐니스터 4개 (개당 서버 18개) NV 스위치 72개 (1계층) NV 스위치 24개 (2계층)

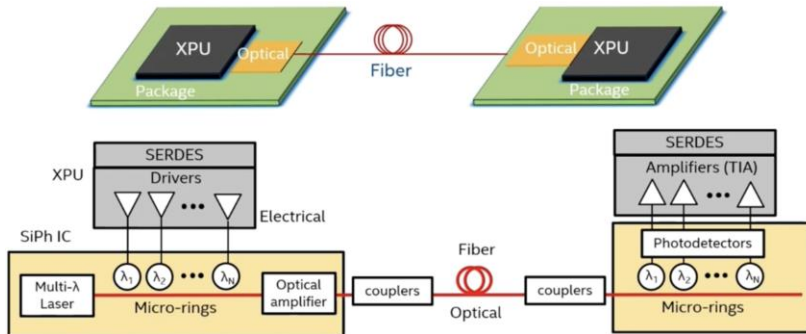
자료: 대신증권 Research Center 추정

I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

광의 시대가 열리고, TAM은 폭발한다.

- 광 시장의 본격적인 성장은 기존 스케일아웃용 광트랜시버의 CPO로의 전환이 아닌, 랙내 NVLink 스위치 구조에서 사용되던 구리가 광 기반으로 전환되는 시점부터 본격화될 예정. 기존 스케일 아웃 CPO 구조에서는 랙당 광원 탑재 수가 약 36개 수준에 그쳤다면, Optical NVLink 구조에서는 Kyber 랙 기준 추정 시 약 252개로 증가하며, 이는 약 7배 수준의 탑재량 확대에 해당함
- 여기에 더해, 칩 간 통신에도 광통신을 사용하는 광 I/O가 보드당 2개씩 적용될 경우, 랙 기준 광원 탑재 수는 252개에서 약 540개 수준으로 추가 증가하게 됨. 즉, Optical NVLink에서 광 I/O로 확장되는 과정에서 광원 수요는 다시 한 번 구조적으로 확대됨
- 향후, Comb Laser 등 광원 직접 기술이 적용될 가능성은 존재하나, 스케일아웃 CPO → Optical NVLink → 광 I/O로 이어지는 흐름 속에서 단순 광원 탑재량만으로도 수 배 이상 증가한다는 점에서, 해당 영역은 매우 높은 성장성을 보유한 시장임.
- 한편, 플러거블에서 CPO로 전환되는 과정에서 광원 수가 1/8 수준으로 감소함. 단순 수량(Q)은 줄어드나, CPO에는 고급, 고신뢰 광원의 적용됨에 따라 1개 랙 기준으로 매출은 동일한 수준으로 유지되나, 광원 업체들의 마진은 개선될 것으로 예상함

칩간 통신에도 광을 사용하는 광 I/O



자료: Cadence, 대신증권 Research Center

광화되는 데이터센터와 커지는 광시장

	현재 (플러거블)	스케일아웃 CPO	옵티컬 NVLink	광 I/O
랙당 스케일 아웃 광원	288	36	36	36
GPU - NVLink	0	0	216	216
XPU-XPU	0	0	0	288
비고	288	36	252	540

자료: 대신증권 Research Center 추정

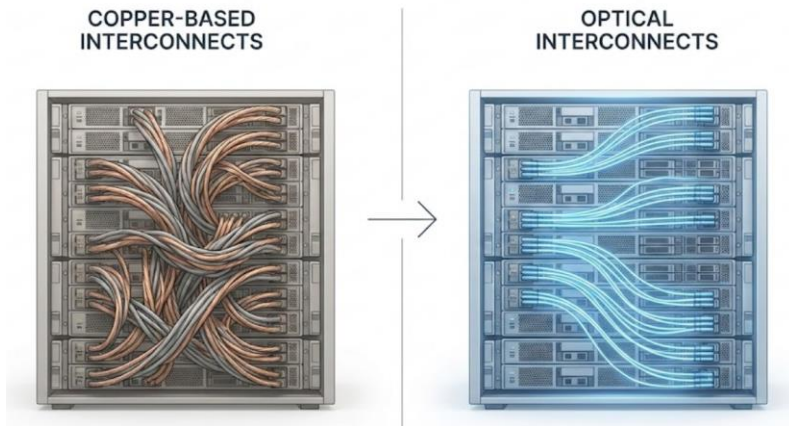
주: Nvidia Kyber 랙 기준 가정. 플러거블 8개 광원당 ELS 1개씩 쓰이는 것으로 가정
여러가지 가정에 의한 추정치로 현실과 많은 괴리가 있을 수 있음

I. 연산보다 연결이 커지는 순간. 폭발하는 광시장

Key Takesaways. 데이터센터 내부도 광화가 되고, 모든 길은 빛으로 통한다

- 데이터센터 간 연결성 증가뿐 아니라, 데이터센터 내부 연결성 증가도 빠르게 진행되는 중
- CPO(Co-Packaged Optics)는 초기에는 랙 간 연결에 적용된 후, 점차 데이터센터 간 전송은 물론 GPU 간 인터커넥트 영역까지 확장되는 개념으로 진화
- 내부 연결성이 중요해진 배경에는 개별 GPU의 전력 소모 전압을 무한정 증가시킬 수 없다는 물리적 제약이 존재하기 때문. 이에 따라 스케일업 요구가 커질수록, 다수의 GPU를 마치 하나의 GPU처럼 동작시키는 네트워킹 연결 구조가 필수적이게 됨
- Kyber 아키텍처는 이러한 흐름의 연장선에 위치함. NV Link를 144개에서 576으로 확장시키는 과정에서 랙 구조를 재설계하는 방식이 채택됨
- 데이터센터 내부 광화와 관련해 국내에서는 브로드컴향 CPO 테스트 소켓을 공급하는 티에프이가 거의 유일한 수혜 업체로 꼽힘

데이터센터 내부도 광화가 진행되는 중



데이터센터 내부 광화 관련 주요 분야 및 주요 업체

분야	역할	주요 업체
설계 업체	시스템 전체 및 SiPh용 번조기 설계 업체	Nvidia, Broadcom, Ayar labs, Avicena
광원	광통신용 광원 업체	Lumentum, Coherent
광섬유	광통신용 광섬유업체	Fujikura, Corning, Sumitomo Electric, 대한광통신
CPO용 테스트 보드 및 소켓	CPO용 SiPh 테스트 보드 및 소켓 납품 업체	티에프이, Smiths Interconnect, Yamaichi Electronics
파운드리	2.5D 패키징 및 SOI 파운드리 제공업체	TSMC, Tower Semiconductor

자료: 대신증권 Research Center

자료: 대신증권 Research Center

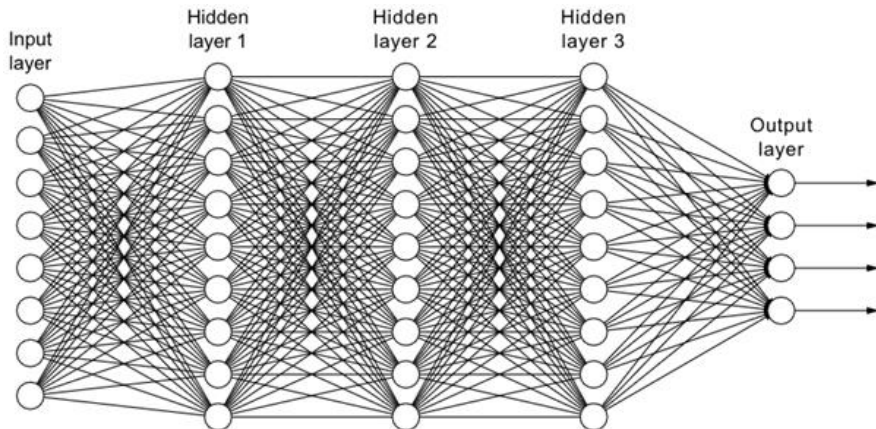
II. 광 I/O

II. 광 I/O

스케일아웃에 이어지는 스케일업 광시장

- 랙과 랙을 연결하는 스케일아웃을 넘어서 스케일업 시장까지 광시장이 침투하고 있음
- AI가 고도화 될 수록 연산을 담당하는 히든레이어 층이 더 두꺼워지는 성격을 가지고 있음. 각 층은 연산이 완료된 뒤 다음층으로 넘어가야 함
- 한 층의 두께가 점점 더 두꺼워짐에 따라서 한 층을 통째로 연산하기 위해서 여러 개의 GPU를 연결하는 방식이 사용됨
- 이는 마치 합창단의 합주와 같음. 스케일 아웃이 합창단 수를 늘리는 것이라면, 스케일 업은 한 개의 합창단에 필요한 인원 수를 늘리는 것.
- 무대에는 한 개의 합창단만 설 수 있으므로 합창단 수를 늘린다고 해도, 풍성한 음악회를 열 수 있는 것과는 다른 의미임

히든레이어의 한 층이 점점 더 두꺼워지는 현재의 AI



자료: google, 대신증권 Research Center

스케일업 NVLink 확장 = 합창단 인원 수 증가



자료: google, 대신증권 Research Center

II. 광 I/O

반도체 – 같은 캔버스에서 그려지는 각기 다른 그림

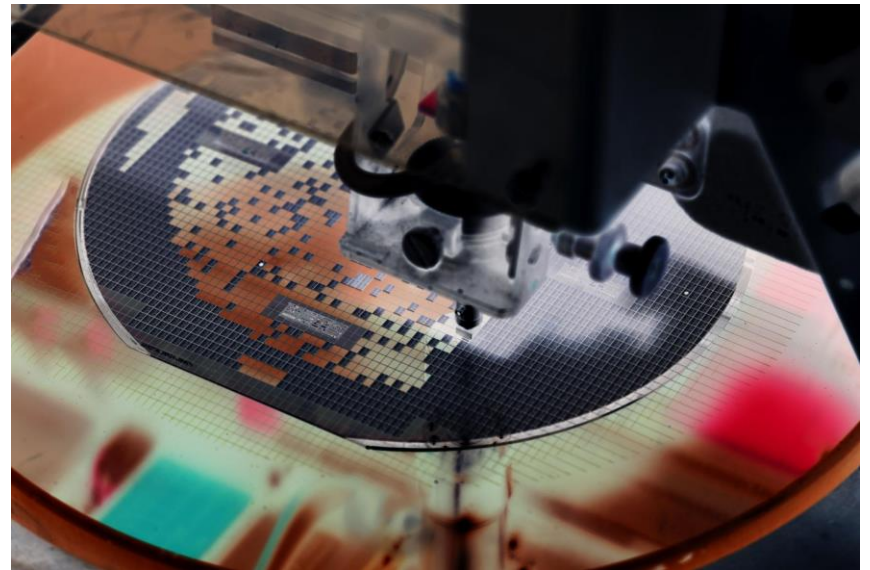
- 모든 반도체는 실리콘 웨이퍼라는 동일한 캔버스에서 출발함. CPU, GPU, DRAM 등 반도체의 역할은 다르지만, 모든 반도체는 모든 공정을 공유함
- 어떤 기능을 구현할 때, 필요한 설계(IP)와 제조공법(Foundry)만 있으면, 어떤 반도체도 이론적으로 제조가 가능함
- 하나의 칩에 여러 개의 설계 기능들을 구매해서 하나의 칩으로 구현해내는 것을 SoC (System On Chip)이라고 함
- 스마트폰 시대에는 협소한 공간에 모든 기능들을 구현하는 것이 중요했기에 SoC가 중요도가 높았음
- AI 서버 시대로 넘어가면서, 공간의 제약은 이전보다 줄어들었지만, 성능 향상의 제약은 더 커짐.
- 작은 캔버스에 모든 기능을 오밀조밀 넣는 것이 아니라, 각 기능별로 맞는 그림을 그려서 이어 붙이겠다는 칩렛(Chiplet) 개념이 부각받게 됨

같은 물감을 사용하지만, 다른 그림이 나오는 회화



자료: google, 대신증권 Research Center

같은 웨이퍼에 다른 공정으로 각기 다른 반도체가 만들어진다



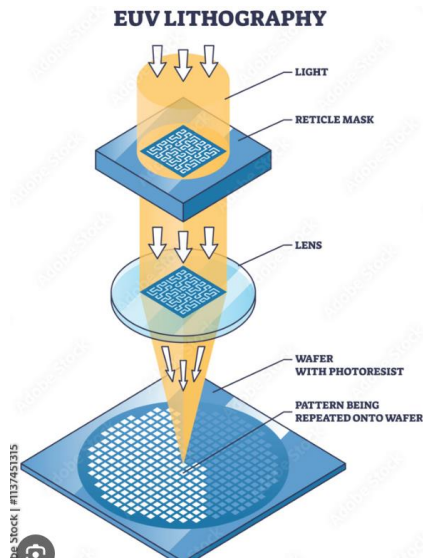
자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

II. 광 I/O

반도체 칩렛 구조 – 칩을 기능별로 쪼개서 다시 붙이는 구조

- 칩렛 (Chiplet) 구조는 하나의 시스템을 기능별로 다리로 분해해서, 패키지에서 다시 하나처럼 동작하게 만든 구조를 뜻함
- 하나의 도화지에 작은 그림들을 오밀조밀 그리기 (SoC)와 달리 완성된 각 캔버스들을 이어붙이는 방식임 (Chiplet)
- 칩렛 구조의 등장은 1. 반도체 미세화로 EUV 공정의 레티클 공정 한계 2. 수율의 문제
- 1. EUV공정을 통해서 한 번에 미세하게 노광할 수 있는 최대 크기의 한계치라고 보면 됨. 레티클의 한계가 있기 때문에 단일 다이의 대형화가 어려움
- 2. 미세공정으로 큰 다이를 만드는 것은 수율의 확보가 어려움.
- 굳이 작게 미세화해서 큰 조각으로 이어붙이려는 것은 전력효율성 때문. 같은 칩 공간에 최대한 많은 트랜지스터를 넣어도 전력소모량은 동일

노광장비의 한계 – 레티클 리미트 (Reticle Limit)



자료: 셔터스톡, 대신증권 Research Center

수율에서 유리함이 있는 칩렛 방식

구조	단위 die 면적	die당 수율	시스템 종합 수율*	Silicon 면적 페널티
모놀리식 800 mm ²	800mm ²	30.1%	30.1%	0%
2-chiplet (400 mm ² × 2)	400mm ²	54.9%	30.1% (동일)	0%
4-chiplet (200 mm ² × 4)	200mm ²	74.1%	30.1%	0%
4-chiplet + 10% area penalty (220mm ² × 4)	220mm ²	71.8%	26.5%	+10%
8-chiplet (100 mm ² × 8)	100mm ²	86.1%	30.1%	0%

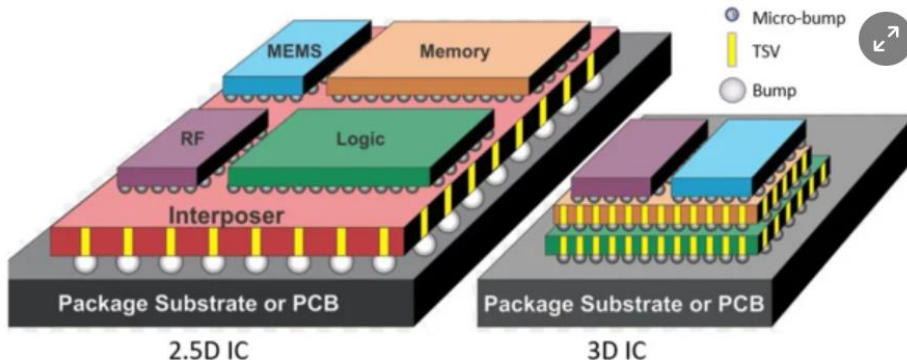
자료: 대신증권 Research Center 추정

II. 광 I/O

칩렛 VS 이기종 접합 – 중요한 것은 다이간의 인터페이스 속도

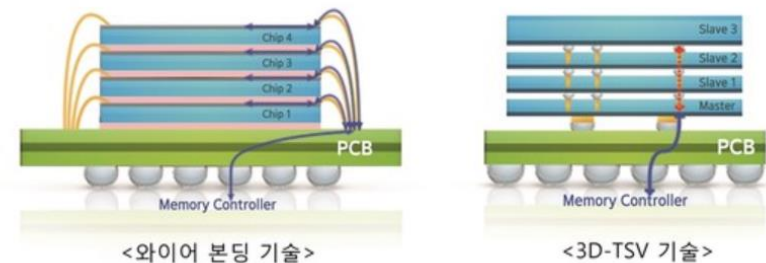
- 칩렛에 가까운 패키징은 GPU와 HBM을 따로 Silicon Interposer라는 것과 패키징 해준 것
- 즉, 중요한 역할을 하는 GPU와 HBM을 따로 Silicon Interposer라는 매개체를 통해서 따로 패키징 해준 것. 광의의 개념으로 GPU-HBM도 칩렛으로 분류되나, 실제 다이간 인터페이스 속도가 모놀리식 방식보다는 느리기 때문에 이기종 접합이라고 부름 (Heterogenous Packaging)
- 칩렛이 구현되기 위해서는 Interposer와 같은 매개체의 필요 없이 다이와 다이 직접 맞닿는 하이브리드 본딩 방식이 필연적임
- 전통적인 방식의 칩은 PCB와 각 칩을 와이어를 통해서 연결함. 여기서 진화한 것이 FC-BGA. 여기서 또 진화한 것이 수직으로 쌓는 3D-TSV
- HBM이 대표적인 3D TSV 제조 반도체로. PCB를 통해서 연산 신호뿐 아니라 전력까지 같이 TSV를 타고 이동 해야하기 때문에 제조 난이도가 높음

대표적인 이기종 접합 – GPU & HBM 2.5D Packaging



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

와이어 본딩 VS 3D-TSV 기술



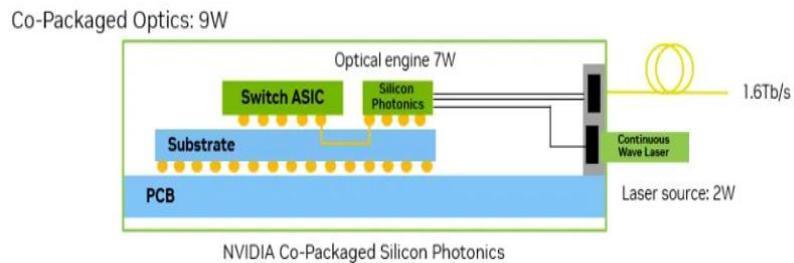
자료: 대신증권 Research Center 추정

II. 광 I/O

스케일업 광시장 – 1. Peripheral Chiplet 방식

- Ayarlabs의 방식은 기존의 이기종 패키징에서 Siph를 ASIC 혹은 서버와 칩렛 방식으로 바로 붙이는 것
- Ayarlabs의 Siph는 현재 상용화된 TSMC COUPE 공정을 통해서 제조될 예정이며, 현재 기술의 확장형이라 할 수 있음
- 예전에는 자사 IDM에서 보유한 IP만을 칩렛으로 제조할 수 있었는데, UCle (Universal Chiplet Interconnect Express) 가 생겨나면서 바뀌게 됨
- 어떤 파운드리든 규격에 맞게 공개된 타사의 IP를 사용할 수 있어, Ayarlabs가 노리는 것은 어떤 가속기 옆에도 자사의 광 IO 칩렛을 판매하는 것
- 스케일업에 연결되는 가속기 수가 증가하면서, 이전처럼 GPU만 연결하는 것이 아니라 NV Fusion으로 다양한 ASIC과 GPU가 연결되는 방향으로 발전

지금의 CPO 방식 – 이기종 패키징



자료: 대신증권 Research Center

UCle (Universal Chiplet Interconnect Express)



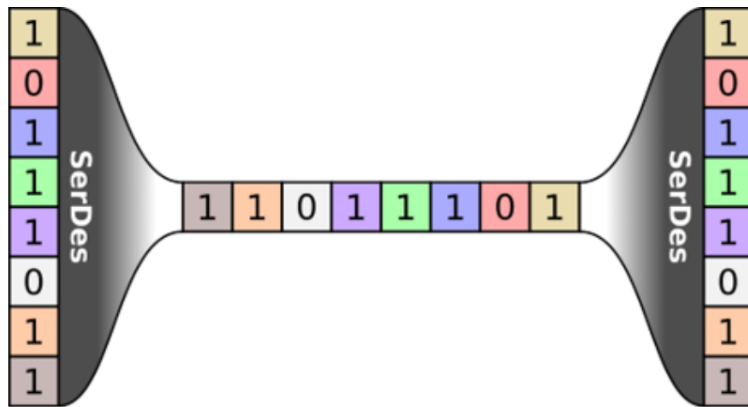
자료: 대신증권 Research Center 추정

II. 광 I/O

바뀐 Serdes 방식. 이를 통해 얻게 되는 속도와 전력효율성

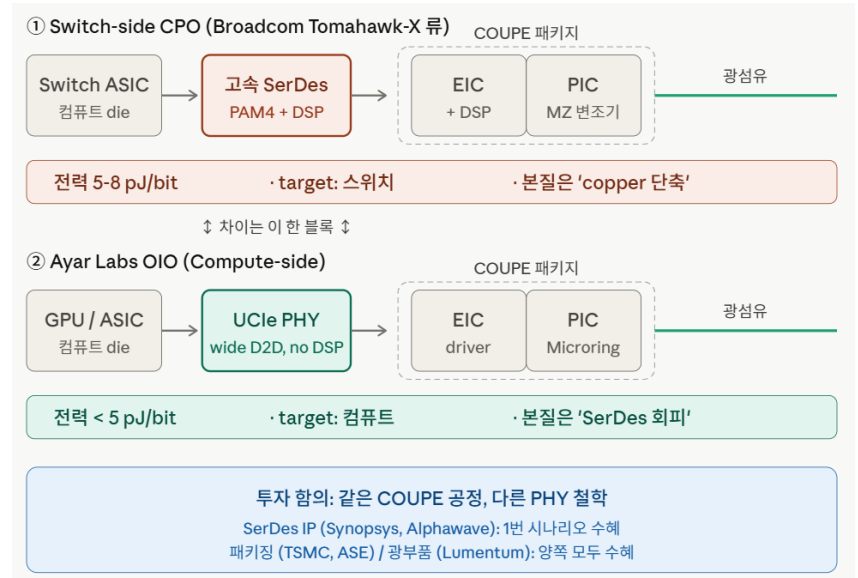
- 다리와 다리, 칩과 칩간의 연결에서 가장 비효율적인 전력 소모는 연산을 일렬로 정리해서 보내주는 Serdes임
- 구리를 통해서 신호 전달 시, 병렬 신호를 일렬로 구성한 뒤, 초고속으로 전달함에 따라 전력 소모 및 발열의 문제가 있었음
- 스케일아웃 CPO는 ASIC - SiPH 간의 거리를 줄여서 확보하지만, 여전히 고속 Serdes로 전력 소모 및 발열의 문제 존재함
- Ayarlabs 방식은 다리와 다리를 칩렛으로 제조한 다음 die to die의 저전력 Serdes 신호를 사용하는 방식
- Ayarlabs 방식은 직렬화 비율이 기존 고속 Serdes 대비해서 낮아 변조도 단순하여, 전력과 발열 측면에서 강점을 지님

Serdes란 ?



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

스위치 CPO Ayarlabs CPO의 차이점



자료: 클라우드, 대신증권 Research Center

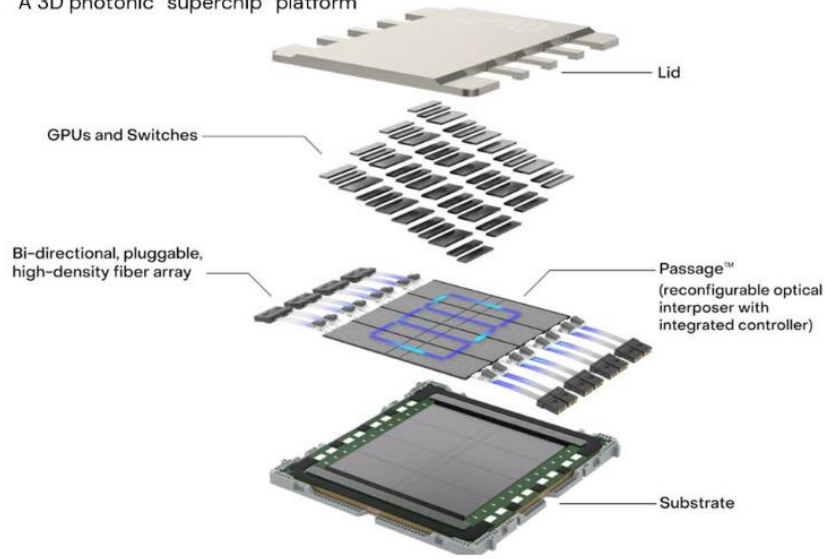
II. 광 I/O

스케일업 광시장 – 2. Passage 방식

- Ayarlabs가 칩렛 방식으로 광 I/O를 구현한다고 하면, 기판을 활용하는 방식 또한 연구되고 있음
- 대표적인 업체는 Lightmatter로 Silicon Interposer 처럼 다이간 광통신에 사용되는 기판을 사용하는 것. 동사는 Passage 3D Photonic Interposer
- 기판을 활용한 방식의 가장 큰 장점은 칩의 아래 표면전체를 I/O로 사용할 수 있어서 대역폭 확보에 유리함. 또, OCS 스위치 역할도 내장가능
- 즉, GPU 및 HBM이 연산한 값이 아래 기판을 통해 빛으로 전환되고 그 다음에 바로 다른 칩과 통신하는 개념임
- 다만, 수율을 확보하기 어렵고, 칩 제조사가 이 플랫폼에 맞추어 설계해야 하며, 제조하기 어렵다는 단점이 존재함
- Nvidia 모델보다는 하이퍼스케일러 ASIC 모델에서 일부 채택될 것으로 예상됨

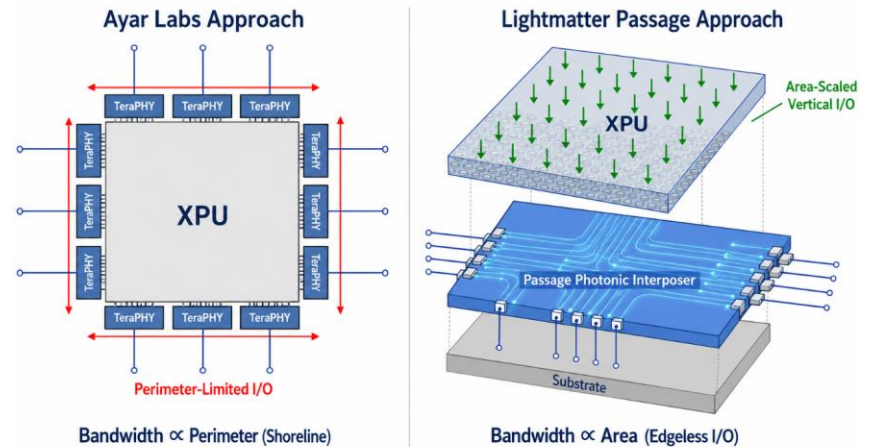
Lightmatter Passage 방식 구조

A 3D photonic "superchip" platform



자료: Lightmatter, 대신증권 Research Center

Ayarlabs 방식 VS Lightmatter 방식 비교



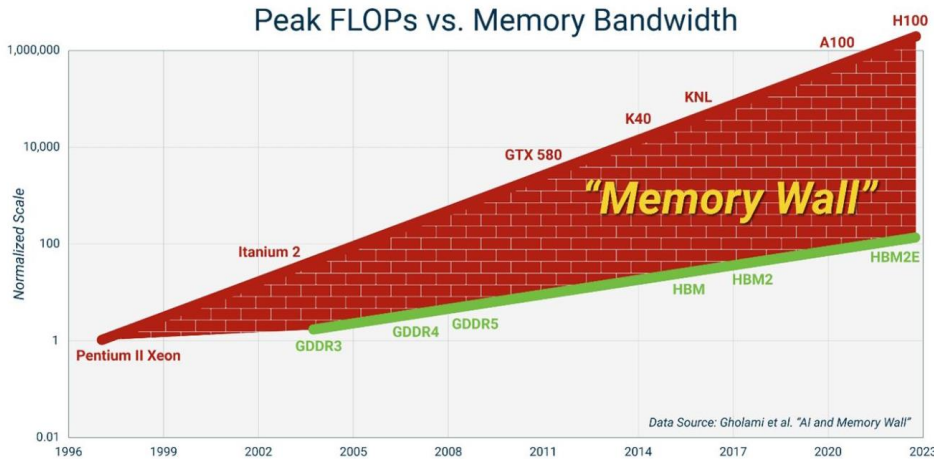
자료: GPT, 대신증권 Research Center

II. 광 I/O

메모리 대역폭 한계를 극복하라 – Celestial Photonic Fabric

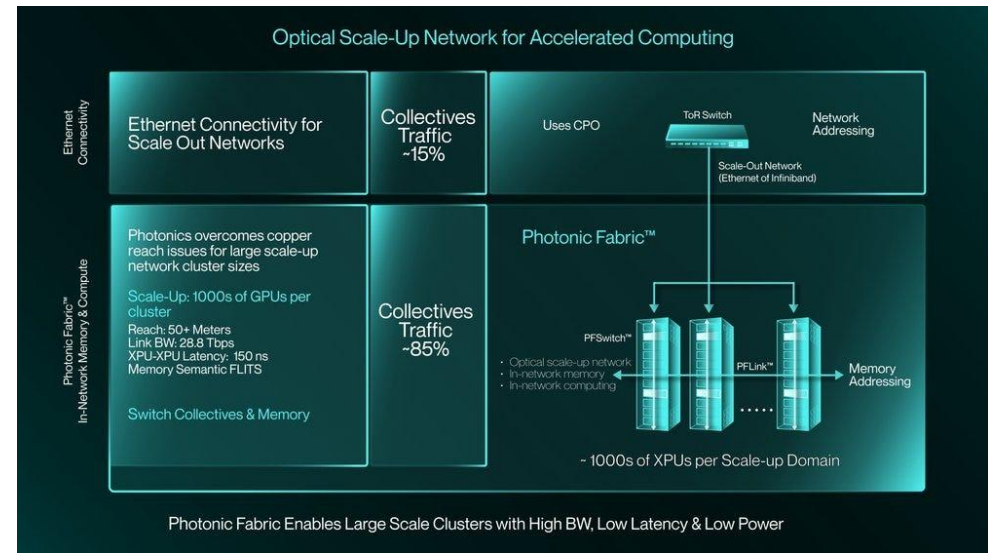
- 추론시장이 열리면서, 메모리의 중요성이 더더욱 커지게 되었음. AI 추론은 모델 파라미터, KV cache를 읽어서 연산하는 행위임
- 추론 시장은 손님 한 명 한 명마다 요리책을 처음부터 끝까지 다시보고 음식을 만드는 것과 같음
- 이 중 병목이 가장 심한 것은 KV Cache. KV Cache는 이미 계산한 과거 문장 정보를 저장해두고, 매번 다시 계산 안하기 위해 쓰는 메모리임
- LLM의 길이가 계속 길어짐에 따라서 KV Cache의 양도 계속해서 증가하게 됨. GPU의 연산속도 개선폭 대비 메모리의 개선폭은 더 느리게 발전함
- 한정된 공간에서 최대한 많은 메모리를 심기위해서 발명된 것이 HBM이나, 비싼 가격이 문제가 되고, 보드의 공간도 문제로 지적됨
- 아키텍처를 새롭게 설계해서 메모리만 있는 랙을 따로 만들고 그 메모리들이 있는 랙과 XPU가 있는 랙을 광으로 연결하자는게 Photonic Fabric

GPU 대비 더딘 메모리의 발전속도



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

외부에서 메모리를 풀링하는 방식의 Marvell



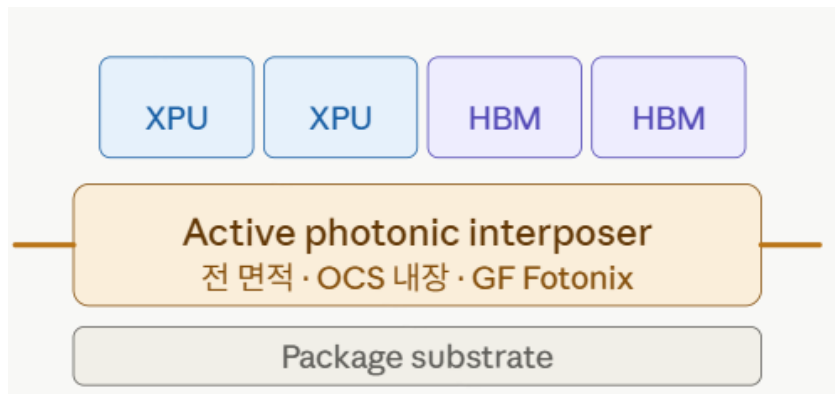
자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

II. 광 I/O

Marvell 방식과 Lightmatter 방식의 차이점

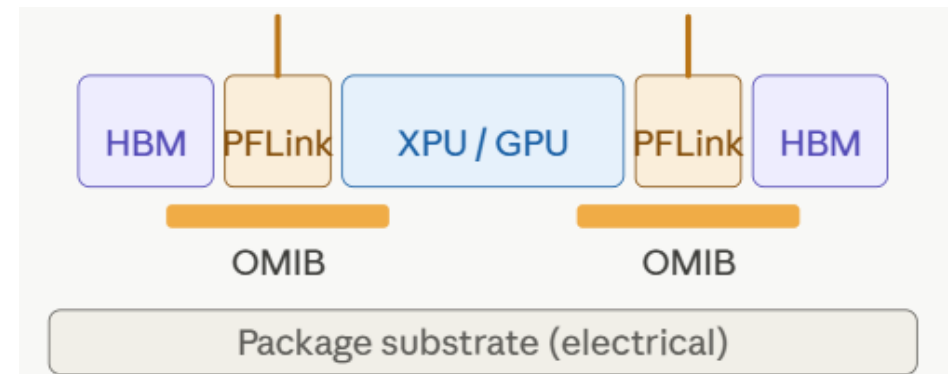
- Celestial의 Photonic Fabric이 앞의 두 아키텍처와 차별화되는 부분은 전기신호를 빛으로 바꾸어주는 PIC가 바로 다이 옆에 위치해있다는 점임
- Ayarlabs와 Lightmatter 모두 GPU – HBM 간의 연산은 최대한 짧은 거리를 구현해 구리로 연산을 한 다음 다른 보드와 연산을 빛으로 전환하여 하는 방식인 반면, Celestial의 방식은 각 다이에서부터 곧바로 광으로 전환되어서 연산한다는 점에서 차이가 있음
- Celestial 방식은 기존 방식을 활용한 I/O 개선이 아니라, 광 중심으로 칩 구조를 재설계한 접근법이라는 점에서 강점이 존재함
- 다양한 XPU들이 공유하는 거대한 메모리 풀링 랙을 제공함으로써, 메모리 때문에 비효율적으로 XPU를 추가 구매하지 않아도 되는 뚜렷한 장점 존재
- 반면, 랙을 통한 풀링은 본질적으로 HBM보다 레이턴시에 한계가 있어, HBM을 대체하기 어려우며, Marvell에 종속된다는 단점이 존재함

Lightmatter의 Passage 방식



자료: 클라우드, 대신증권 Research Center

Celestial AI Photonic Fabric 방식



자료: 클라우드, 대신증권 Research Center

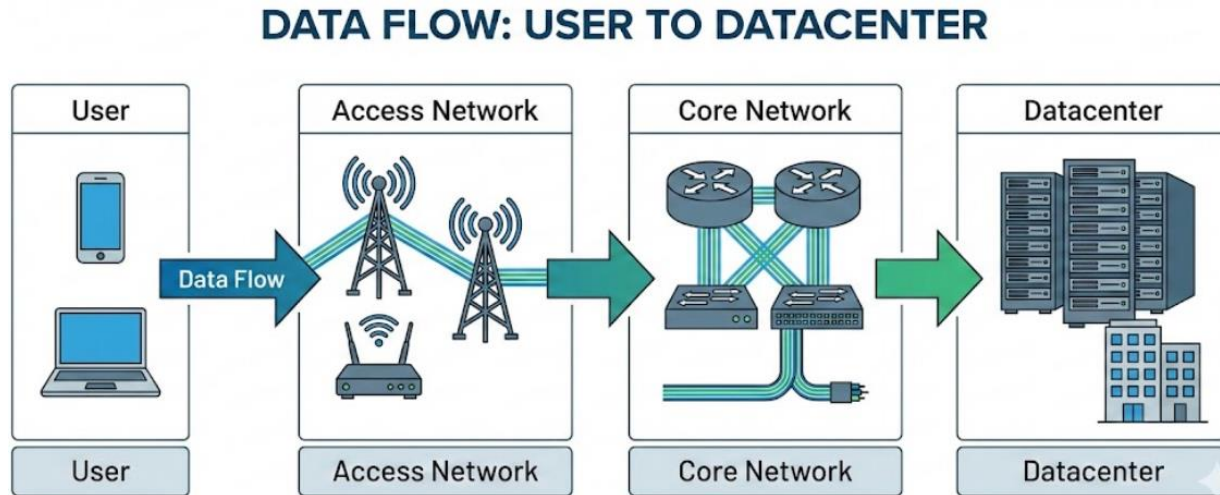
III. AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장

III. AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장

소비자와의 점점인 다운링크가 중요했던 기존 네트워킹 시장

- 기존 네트워킹 시장은 User-Access-Core-Datcenter로 이어지는 계층적 구조를 기반으로 형성되어 왔음
- 사용자의 데이터 요청은 User → Access → Core → Datcenter 방향의 업링크로 전달되고, 처리 결과는 Datcenter → Core → Access → User 방향의 다운링크로 반환됨
- 이러한 구조에서 데이터 트래픽은 사용자의 요청에 따른 단순한 왕복흐름이 중심이었으며, 데이터센터가 처리의 중심 역할을 수행함
- 특히, 콘텐츠를 안정적으로 전달하는 것이 핵심 가치였던 만큼, 네트워크 다운링크 품질과 안정성 중심으로 네트워킹 CAPEX와 기술발전이 이루어져옴

다운링크 중심의 기존 네트워킹 시장 구조

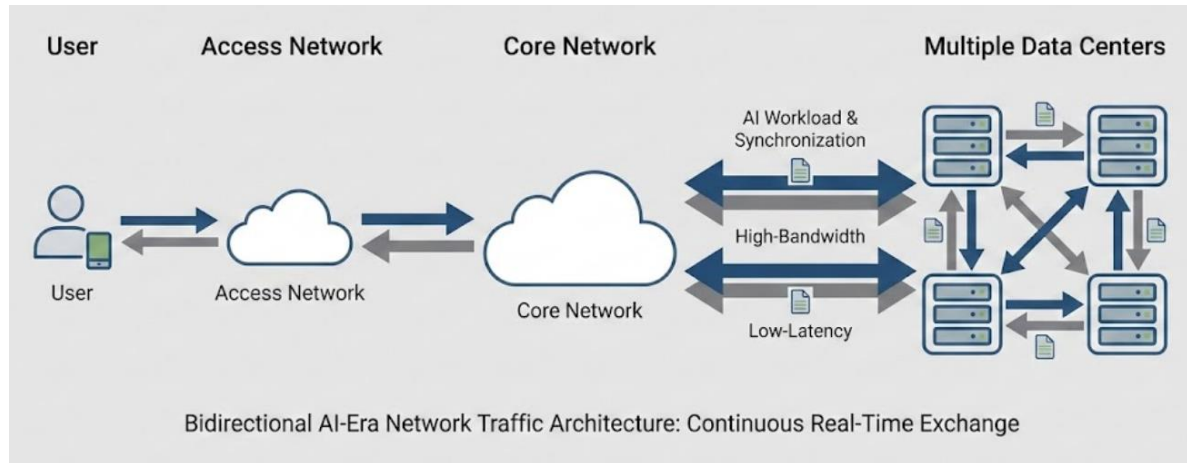


III. AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장

AI추론 시장의 성장은 네트워킹 시장의 다운링크뿐 아니라 업링크까지 중요성을 더해줌

- AI 추론과 학습이 확대되면서, 네트워크 트래픽은 더 이상 일방적인 요청-응답 구조에 머물지 않음
- AI 워크로드 환경에서는 다수의 서버와 데이터센터가 동시에 연산에 참여하며, 모델 파라미터, 중간 결과, 학습 데이터가 실시간으로 상호 교환되는 구조가 일반화됨. 즉, 사용자가 요청을 주면, 이에 대한 단순한 응답을 주던 기존 방식과 달리 데이터센터간, 사용자와 데이터센터간 상호작용을 실시간으로 하는 양이 기하급수적으로 증가함
- 이 과정에서 업링크와 다운링크의 구분은 사실상 의미가 없어지고, 네트워크 성능의 핵심 기준은 단순 대역폭 확장보다는 지연(latency), 동시성(concurrency), 안정성(reliability)으로 이동하게 됨
- 결과적으로 기존 다운링크 중심 네트워크 설계는 AI 트래픽을 수용하는데 구조적 한계를 드러내고 있음

AI 시장에서는 업링크, 다운링크의 연결성이 더욱 중요하게 됨

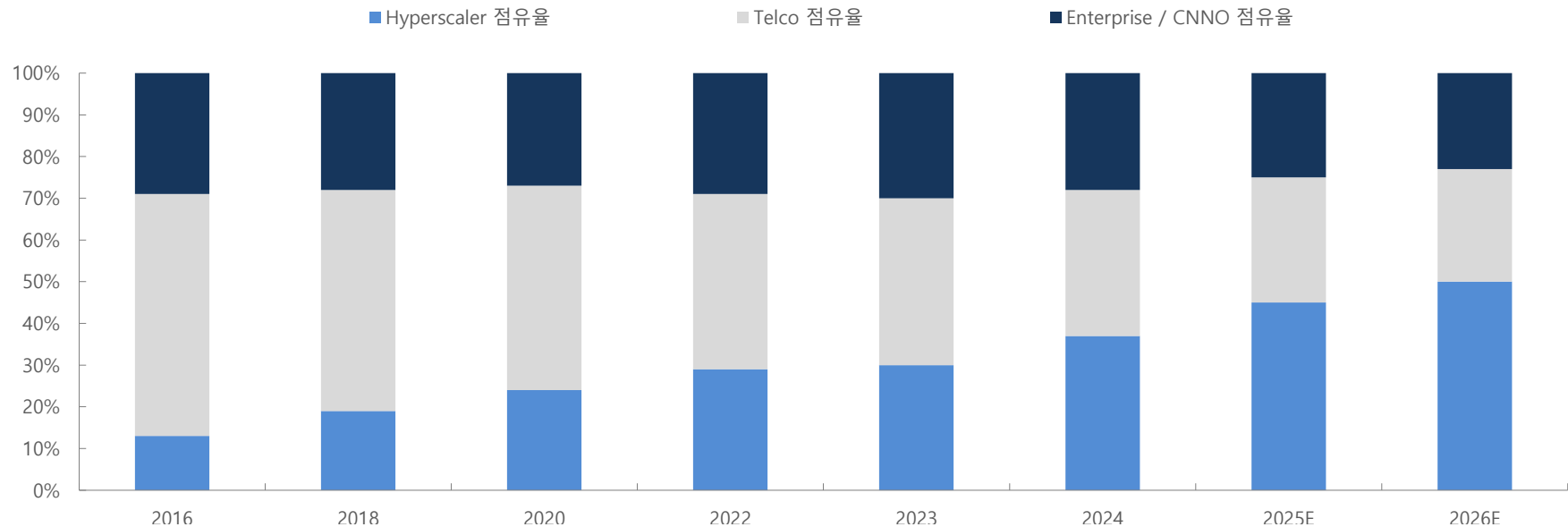


III. AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장

네트워킹 시장의 변화와 바뀐 CAPEX의 주체

- 기존 통신 시장에서는 네트워크 투자, 비용이 주로 소비자 요금을 통해 회수되었으며, 다운링크 중심의 서비스 품질이 가입자 유치와 직결되었음
- 이에 따라 네트워킹 CAPEX는 통신사가 소비자 경험 개선과 커버리지 확장을 목적으로 집행되는 구조였음
- 그러나, AI 확산 이후 네트워크 트래픽을 실질적으로 생성하는 주체는 소비자가 아니라 AI를 운영하는 기업과 데이터센터로 이동함. AI 학습과 추론 성능은 서버 간 연결 품질에 직접적으로 의존하며, 고대역·저지연·고신뢰 네트워크에 대한 수요가 빠르게 증가함
- 통신시장의 주체가 바뀌면서 네트워킹 관련 CAPEX의 주체 역시 변경됨. Credit Sight에 따르면, 전체 CAPEX에서 통신사가 차지하는 비중도 2020년 49%에서 2026년 27%로 감소하는 반면, 하이퍼스케일러가 차지하는 비중은 24%에서 50%로 네트워킹 투자의 주체가 변화함

연결의 방향이 바뀌면서, CAPEX의 주체도 바뀜



자료: Synergy Research, Credit Sight, 대신증권 Research Center

III. AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장

DCI(Datacenter Interconnector), SLA, 전용 회선으로 옮겨간 주축

- 네트워킹의 수익구조 역시 변화함. 과거 통신사는 소비자들이 콘텐츠 소비를 하기 위해서 지불하는 소비자 요금을 통해서 네트워킹 CAPEX를 감당해왔음. 이는 곧 소비자들의 지불의사가 네트워킹 CAPEX의 규모를 정하는 수익구조였음. 소비자들은 빠른 네트워킹에 대한 필요성은 있었지만, LTE 이상의 속도와 실시간 연결성에 대해서는 지불의사가 높지 않았고, 이는 곧 5G 이후, 초고속 네트워킹 투자가 지연된 이유가 됨
- 하지만, 하이퍼스케일러가 주도하는 AI 네트워킹은 성격이 다름. 데이터센터간 실시간 연결성과 저지연성은 AI 서비스의 품질 및 연산 효율에 직접적인 영향을 미침. 지연 변동성과 패킷 손실은 곧 GPU 활용도 저하와 비용 증가로 연결되며, 네트워크는 단순 인프라가 아닌 수익성을 좌우하는 핵심 요소로 전환되게 됨. 이에 따라, 고품질, 저지연 네트워킹에 대한 투자는 선택이 아닌 필수 영역으로 자리잡게 됨
- 계약 구조 역시 변화하게 됨. 과거에는 트래픽 기반 계약이 중심이었다면, 현재는 가용성, 지연, 복구 시간 등을 명시한 SLA(Service Level Agreement) 기반 계약이 확대되고 있음. 네트워크는 '사용량'이 아닌, '성능 보증'의 대상이 되었으며, 보다 일관되고 안정적인 품질에 대한 요구가 강화되게 됨

트래픽 기반과 SLA 기반 계약의 차이점

	트래픽 기반 계약 (Traffic-Based)	SLA 기반 계약 (SLA-Based)
과금 기준	실제 사용한 트래픽량 (데이터 전송량)	서비스 수준 목표 달성 여부 및 성능 지표
비용 예측성	낮음 - 트래픽 변동에 따라 비용 변동	높음 - 사전 정의된 고정 비용 또는 계층별 비용
과금 방식	Pay-as-you-go (종량제)	고정 요금제
유연성	높음 - 사용량에 따라 자동 확장/축소	중간 - 사전 정의된 서비스 수준 내에서 운영
피크 트래픽 처리	일부 허용	SLA에서 정의한 워크로드 한계 내에서 처리
책임 소재	모호 - 트래픽 발생 원인 불분하고 과금	명확 - 양측의 책임과 의무 상세히 규정
변경 관리	유연 - 사용량 기반으로 자동 조정	엄격 - 30-45일 사전 통보 및 양측 합의 필요
계약 종료	비교적 자유로움	명확한 종료 조건과 통지 기간 규정

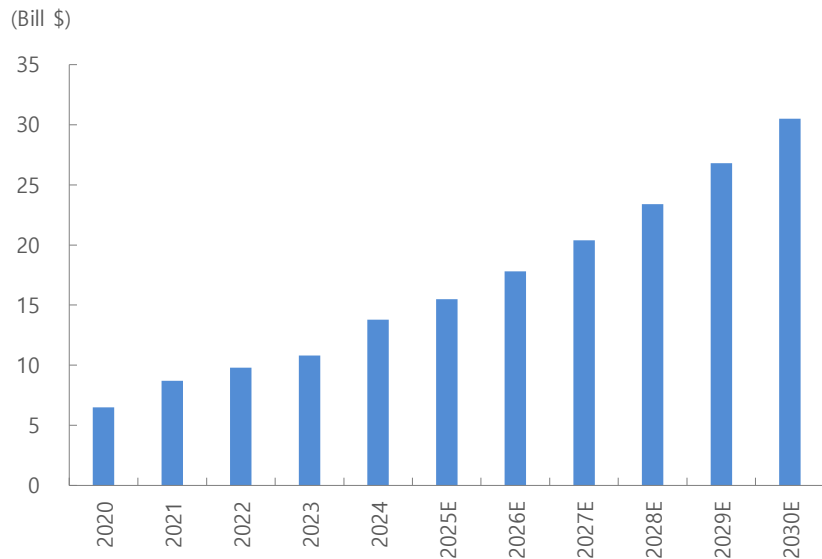
자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

III. AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장

DCI간 통신망 운영 주체는 Hyperscaler. 통신사는 일부 운영 파트너로 참여함

- 네트워크 망의 운영 주체 역시 변화하고 있음. 사용자와 데이터센터를 연결하는 Metro 및 Last-haul 구간은 여전히 통신사가 핵심 운영주체로 활동함. 해당 구간은 소비자의 접속을 기반으로 한 전통적인 통신 인프라 영역에 속함
- 반면, 데이터센터 간 직접 연결을 의미하는 DCI (Data Center Interconnection) 구간에서는 구조가 다름. 대규모 AI 연산 수요에 대응하기 위해 하이퍼스케일러들이 네트워크를 직접 설계하고, 투자하며, 운영까지 수행하게 됨. DCI는 단순 전송망이 아닌 데이터센터 간 연산 효율을 극대화하는 전략적 인프라로 인식되기 때문
- DCI 통신망에서 통신사들은 운영과 설계의 주체가 아니라, 운영에 있어서 일부 파트너로 참여하게 됨. DCI의 시장 규모는 2025년 \$ 15.5 Bill에서 2030년 \$ 30.5 Bill로 성장할 것으로 예상되는 가운데, DCI 시장내 하이퍼스케일러가 차지하는 비중도 2023년 38%에서 48%로 확대될 전망

DCI 시장 규모 추이



자료: MarketsandMarket, 대신증권 Research Center

DCI 시장 End-User 세그먼트 비중 변화 (2023→2030E)

세그먼트	설명	2023 비중	2030E 비중
CSP(통신사)	AT&T, Verizon, SKT 등 전통 통신사업자	42%	30%
ICP/CNP (하이퍼 스케일러)	Google, Meta, AWS, Microsoft 등	38%	48%
정부/교육기업	공공기관, 대학, 일반기업	20%	22%

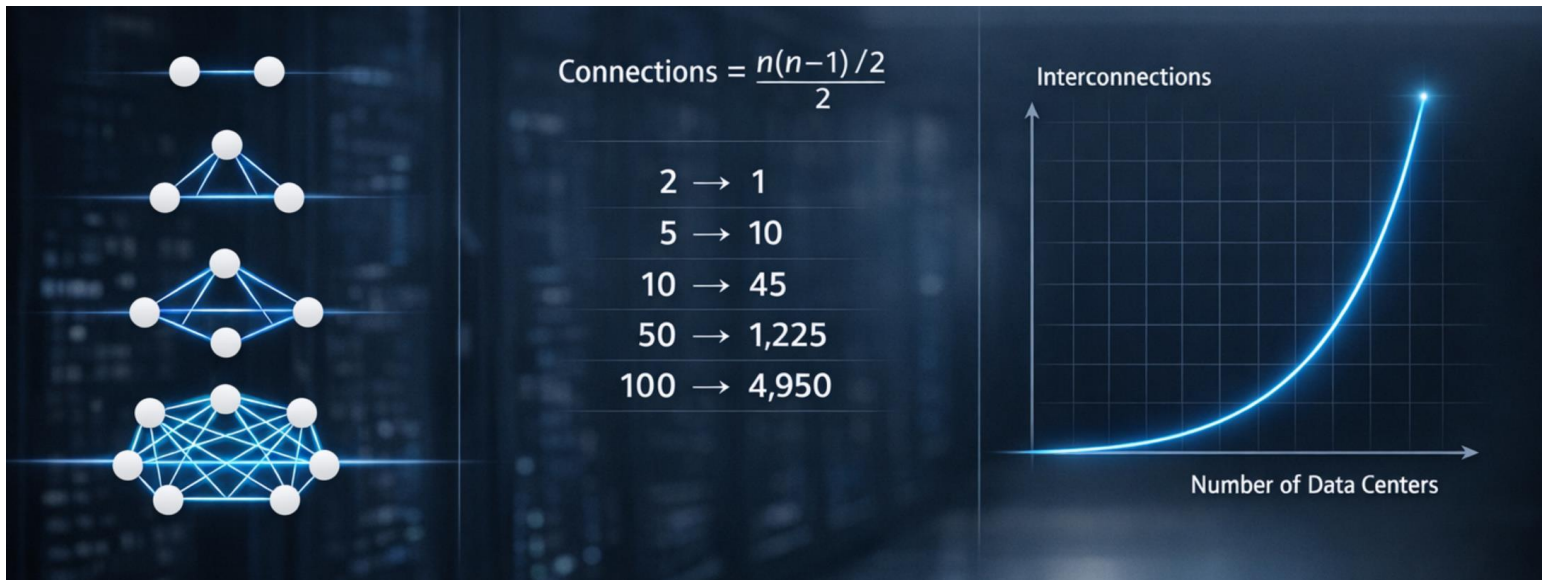
자료: MarketsandMarket, 대신증권 Research Center

III. AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장

선형적으로 증가하는 데이터센터, 폭발적으로 증가하는 네트워크 연결 수

- 데이터센터 수가 1 → 2 → 3으로 매년 1씩 증가하더라도, 매년 증가하는 네트워크 연결 수는 0 → 1 → 2으로 매년 누적적으로 순증함
- AI 추론 시장이 커질 수록 학습용 데이터센터와 추론용 데이터센터를 연결해야 하는 DCI 연결 수도 폭발적으로 증가함
- 네트워크 투자 규모는 데이터센터 개수의 증가보다 연결 수와 포트 수 증가에 따라 결정되며, 이는 누적적으로 상승하는 구조를 띠
- 모든 데이터센터를 1:1로 연결한다고 했을 때, 필요한 연결 수는 ' $N(N-1) / 2$ '로 연결 수가 늘어나는 증가폭은 폭발적
- 이는 네트워크와 관련된 수요는 데이터센터의 연도별 증가폭이 선형적으로 증가해도, 연결 수가 누적적으로 증가해야 함을 뜻하며, 관련 업체들의 매출 증가 폭 역시 폭발적으로 증가하는 것을 뜻함

데이터센터가 선형적으로 증가해도, 연결 수는 폭발적으로 증가함



자료: GPT, 대신증권 Research Center

III. AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장

DCI의 밸류체인 구성과 관련 주요 기업들

- DCI 관련 밸류체인은 크게 5개 분야로 구성됨
 1. DCI 투자 수요 및 설계 사업자. Hyperscaler 및 대형 기업 고객으로, AI 워크로드 요구에 맞춰 네트워크 구조와 성능 기준을 정의함
 2. 광전송 시스템 업체. 데이터센터 간 고속·장거리 전송을 담당하며, DCI 네트워크의 핵심 장비를 공급함
 3. Coherent DSP. 고속 신호의 변조·복조 및 왜곡 보정을 수행하며, 전송 거리와 효율을 결정하는 핵심 반도체 영역임
 4. 광엔진 및 광원. Coherent 전송에 필수적인 고출력·고선형 광원을 제공함
 5. 광패키징 업체. 만들어진 광소자들을 장거리 전송에도 사용할 수 있도록 패키징을 제공함
 6. 통신사 및 인프라 운영사업자. 광케이블 구축과 구간 운영, 유지보수를 담당함
- DCI 시장에서 주로 외국 업체들이 주된 플레이어들이며, 국내에서는 RF머트리얼즈가 DCI 투자와 관련한 수혜가 예상됨

DCI 관련 밸류체인 주요 기업들 – 광전송 시스템, 광엔진 업체 등

구분	역할요약	대표업체
① DCI 투자 수요 및 설계	AI 워크로드 기준으로 네트워크 아키텍처·대역폭·지연 기준 정의, CAPEX 주도	Amazon (AWS), Microsoft (Azure), Google (GCP), Meta
② 광전송 시스템	데이터센터 간 장거리·초고속 광전송 장비 공급	Ciena, Infinera, Nokia, Huawei
③ Coherent DSP	고속 신호 변조·복조 및 왜곡 보정, 전송 거리·효율 결정	Broadcom, Marvell, MaxLinear
④ 광엔진 / 광원	Coherent 전송용 고출력·고선형 레이저 및 광엔진 제공	Lumentum, Coherent, Broadcom (Optical Engine)
⑤ 광패키징 업체	광원용 패키징용 고성능 세라믹 패키징 제공	Kyocera, RF머트리얼즈

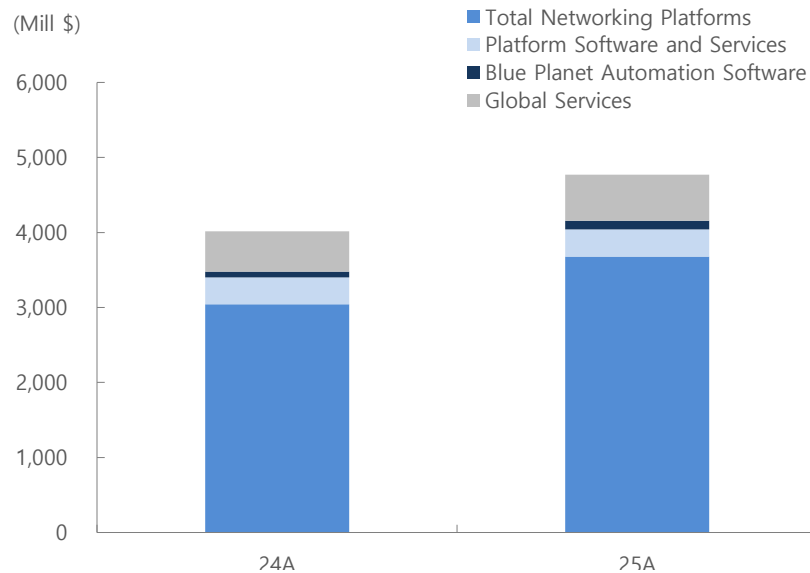
자료: 대신증권 Research Center

III. AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장

DCI의 수혜기업. DCI 및 Metro망 광전송 시스템 전문업체

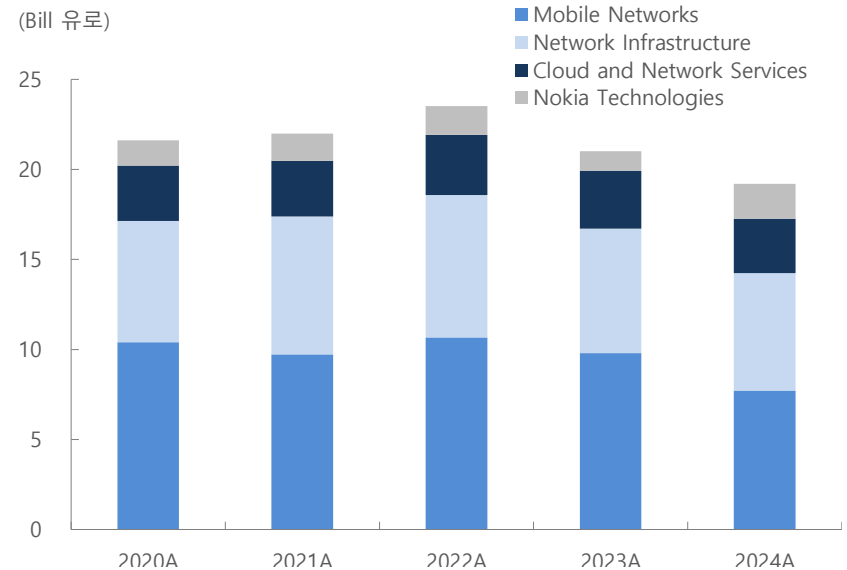
- Ciena는 DCI 및 Metro 구간을 담당하는 광전송 시스템 전문업체
- 스위치나 라우터처럼 트래픽을 직접 처리·분기하는 장비가 아니라, 대용량 트래픽을 장거리·고속·고신뢰로 전달하는 전송 인프라를 제공함
- 주요 경쟁사는 Nokia와 Huawei로, Noka는 통신사 중심의 포트폴리오 비중이 높고, Huawei는 지정학적 이슈로 글로벌 시장 진출에 제약이 존재함
- 이에 따라 글로벌 DCI 시장에서는 Ciena가 대표적인 독립 시스템 업체로 인식되고 있음
- AI 추론 시장 확산에 따라 데이터센터 간 트래픽이 구조적으로 증가하고 있으며, DCI 구간의 고속화·고용량화는 Ciena의 시스템 수요 증가로 직결되는 구조임

Ciena 부문별 매출액 추이



자료: Ciena, 대신증권 Research Center

Nokia 부문별 연도별 매출액 추이



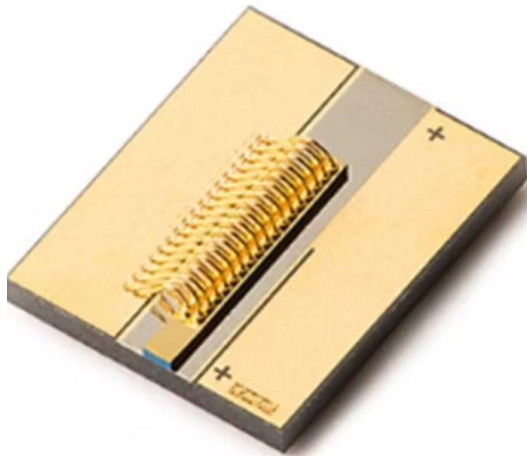
자료: Nokia, 대신증권 Research Center

III. AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장

중장거리 통신에 필요한 패키징 모듈인 펌프레이저와 EDFA 패키징

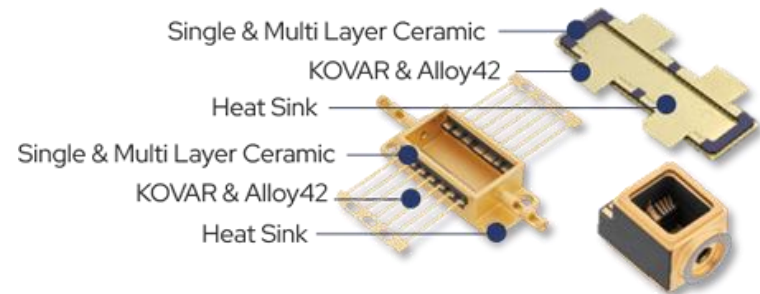
- DCI 시스템의 핵심 구성요소 중 하나는 광원임. DCI(Data Center Interconnect)용 광원은 별도의 패키징 공정이 필요함. 레이저 다이오드는 Substrate위에 실장되며, 레이저 칩이 Substrate에 실장된 형태를 COS(Chip On Submount)라고 함. 이 COS는 세라믹 기반의 펌프레이저 패키지로 조립된 뒤, 중장거리 통신용 전송용 모듈로 완성됨
- 국내에서는 RF머트리얼즈가 Lumentum 제품의 패키징을 수행하며 해당 사업을 영위 중. 반도체 후공정의 OSAT와 유사한 구조이나, 광부품 특성상 정밀한 광학 정렬과 기밀 봉지 등 차별화된 공정 역량이 요구됨. RF머트리얼즈는 펌프레이저 패키징 외에도 EDFA(Erbium-Doped Fiber Amplifier) 등 다양한 광부품 패키징 분야로 사업 영역을 확장하고 있음
- 루멘텀의 DCI에서의 매출 성장이 곧 RF머트리얼즈의 수혜로 이어지는 구조임

패키징 전의 레이저 COS(Chip On Substrate)



자료: BrandNew, 대신증권 Research Center

RF머트리얼즈 제공 펌프레이저 패키징



자료: RF머트리얼즈, 대신증권 Research Center

III. AI 추론시장이 바꾼 네트워킹 시장

중장거리 통신에 필요한 패키징 모듈인 펌프레이저와 EDFA 패키징

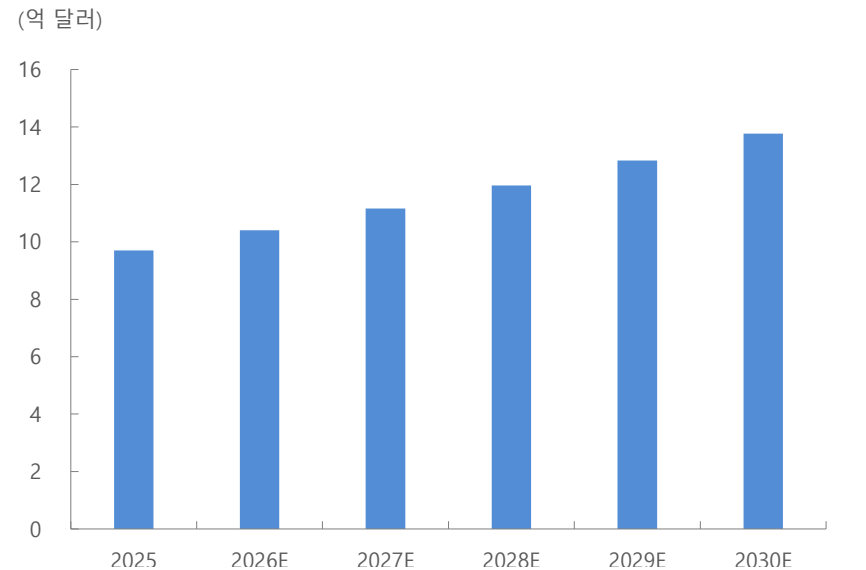
- DCI의 세대가 올라가고, 스펙이 올라갈수록, ① 펌프레이저의 출력 및 효율 요구가 높아지며 고출력화에 따른 ASP 프리미엄이 수반됨.
- ② EDFA 패키징이 소형, 고집적화되며, ③ C+L band 확장으로 노드당 EDFA/펌프레이저 소요량이 ~2배 증가하는 구조임.
- 즉, 패키징 업체 입장에서 P와 Q가 동시에 증가하는 구간이며, AI밸류체인에 속한 RF머트리얼즈의 성장율은 EDFA 시장 평균 성장율인 7.2%를 상회할 것으로 전망함
- Industry Research에 따르면, EDFA 시장은 2025년 9.7억 달러 시장 규모에서 연간 7.2%씩 성장하여, 2030년에는 13.9억 달러에 이를 것으로 전망함. 하이 퍼스케일러의 데이터센터 CAPEX 확대가 DCI 광증폭 인프라 수요를 구조적으로 견인하고 있음

DCI 세대별로 고도화되는 펌프레이저 및 EDFA 패키징

구분	100G DCI	400G DCI	800G DCI	1.6T DCI (차세대)
시기	~2018	2020~현재	2024~2025	2026~
트랜시버 폼팩터	CFP/CFP2	QSFP-DD / OSFP	OSFP / OSFP-XD	OSFP-XD / CPO
전송거리	~80km	80~120km (ZR+:~500km)	~120km (~500km+)	~120km
광증폭 방식	외장 EDFA	내장/외장 EDFA 혼용	EDFA 라인시스템 통합	EDFA + SOA 통합 고도화
펌프레이저 요구사항	단일 980nm, ~200mW	고출력 980nm, ~500mW	초출력·고효율, ~700mW+	멀티펌프, C+L Band 대응
EDFA 패키징	1RU Discrete 장비	보드 레벨 모듈화	Micro-EDFA 소형 모듈	트랜시버 근접 통합

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

EDFA 패키징 시장 규모 및 전망



자료: IndustryResearch, 대신증권 Research Center

III. AI 추론시장이 바꾼 네트워크 시장

Key Takeaways 1. 고속화의 출발점 DCI

- AI 시대의 도래와 함께 네트워크 투자의 주체는 전통적인 통신사에서 하이퍼스케일러로 이동하게 됨
- 과거 소비자 대상 다운로드 중심의 트래픽 구조에서, 이제는 데이터센터 간 상호 연결(DCI)을 포함한 업링크 구간까지 네트워크의 중요성이 확장됨
- 소비자에게 끊임 없는 서비스를 제공하기 위해서는 데이터센터 간에도 고성능·고신뢰 네트워크가 필수적이며, 이에 따라 핵심 네트워크 장비 및 부품에 대한 수요가 구조적으로 증가하게 됨
- 국내에서는 장거리 광전송망에 사용되는 펌프레이저 다이오드 패키징을 공급하는 RF 머트리얼즈가 수혜 기업으로 꼽힘

DCI 고도화 관련 주요 수혜 분야



자료: 대신증권 Research Center

DCI 고도화 관련 주요 수혜 분야 및 업체

구간	역할	주요 업체
광전송 시스템	통합 장비	Ciena, Nokia
핵심부품	DSP, 광원, 광섬유 등	Marvell, Macom, Lumentum, Corning 등
국내 업체 수혜 분야	광원용 세라믹 패키징	RF머트리얼즈, Kyocera

자료: 대신증권 Research Center

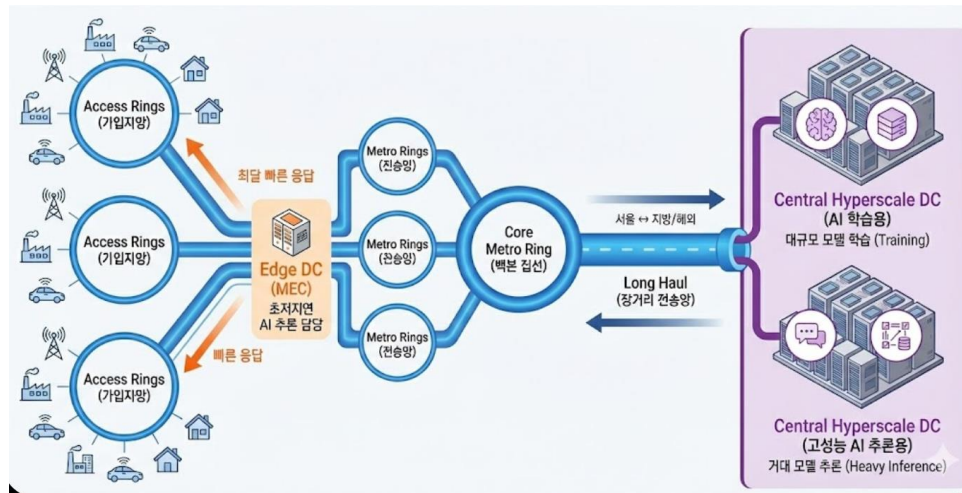
IV. DCI투자는 결국
통신망 투자로 이어진다

IV. DCI투자는 결국 통신망 투자로 이어진다

추론시장의 성장은 결국 통신사의 Metro망과 Long haul 투자로 이어짐

- AI 추론 시장의 직접적인 CAPEX 주체는 Hyperscaler로 이동했으나, 추론 수요의 증가는 결국에는 통신사 CAPEX 확대로 이어지는 구조임
- 이는 AI 추론 트래픽이 기존의 일방향 콘텐츠 전달 방식이 아니라, 다수의 데이터센터와 서버 간 상호작용이 빈번하게 발생하는 형태로 진화했기 때문
- 또한 AI 추론은 과거 지역 단위 서비스 분산을 담당하던 Edge Data Center가 수행하기에는 연산 규모와 인프라 요구 수준이 과도하게 큼
- 실제로 추론 과정은 초대형 데이터센터에서 수행되고, 사용자의 요청과 응답은 장거리 네트워크를 통해 왕복하는 구조를 띄게 됨
- 이는 곧 지역 내 통신망인 Metro 망과 지역 간 연결을 담당하는 Long haul 망의 고용량 · 고신뢰 투자가 병행되어야만 AI 기반 실시간 상호작용이 가능함을 의미함. Metro망과 Long haul은 통신사들이 운영하는 관할로 이 분야에 대한 투자도 이뤄질 것
- 엣지 DC에 사용될 LPU 등 저지연성 추론용 칩들의 개발되고 있으나, 이는 한 쪽이 대체하는 구조라기 보다는 병행해서 발전하는 양상으로 흘러갈 가능성이 높음

AI 추론은 Metro망과 Last Haul 망에 부하로 작용함



IV. DCI투자는 결국 통신망 투자로 이어진다

Metro 및 Long Haul 투자에 있어서 중요한 것은 광원의 업그레이드

- 25년 11월에 발간한 CPO자료에서도 광원회사들이 주된 수혜 기업 중 하나임을 언급한 바 있음. DCI와 Metro망 투자에서도 광원회사들은 동일하게 수혜 구조를 가지고 있음
- 이는 네트워킹에 요구되는 포트당 대역폭 속도가 빨라짐에 따라, 필요한 광원의 출력, QNSR, 안정성이 성능 한계를 결정하는 구조로 연결되어 있기 때문임
- DCI의 경우, 고신뢰성이 요구되는 시장으로 데이터센터내에서 랙간 연결에 사용되던 밸류체인들이 그대로 수혜를 받는 구조
- Metro망 및 Last Haul 투자의 경우도, 신규로 광섬유를 포설하는 개념이 아닌, 기존에 연결되어 있는 광섬유를 활용하는 것이 메인으로, 광트랜시버 모듈 및 시스템의 성능을 올려서, 요구량 증가를 감당하는 구조를 띌. 통신사 투자에서 광섬유 회사는 주요 수혜처는 아님

광트랜시버 밸류체인

부품명	역할	주요 기업
모듈 (트랜시버)	▪ 광원 등 소자 정렬 및 패키징	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Innolight ▪ Eoptolink ▪ 오이솔루션
광원/소자	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LD: 전기를 빛을 전기로 변환 ▪ PD: 빛을 전기로 변환 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lumentum ▪ Coherent ▪ Braodcom
DSP	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 전기 신호의 디지털 처리 ▪ 노이즈 제거 및 파형 복원 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Broadcom ▪ Marvell
Driver IC & TIA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Driver: DSP 신호 증폭 ▪ TIA: 수신된 전류 증폭 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MACOM ▪ Samtech

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

광트랜시버 분해도



자료: 제미나이, 대신증권 Research Center

IV. DCI투자는 결국 통신망 투자로 이어진다

통신망 투자에서의 핵심은 '포트당 속도 확보'

- 네트워크의 총 속도를 높이는 방법은 1) lane 수를 늘리거나 2) lane 당 속도를 높이는 방법으로 이루어짐. 최근 데이터센터 환경에서는 NVLink 수 급증과 랙 내 집적도 상승으로 인해, 단순히 Lane 수를 늘리는 방식보다는 적은 Lane으로 더 높은 속도를 구현하는 방향으로 기술이 발전 중
- Lane 당 속도 증가는 변조 방식(Modulation)과 보 레이트(Baud Rate)를 통해서 달성됨. 변조 방식은 한 번의 신호에 얼마나 많은 비트를 실을 수 있는가와 관련되며, NRZ → PAM4 → 교차 변조로 발전해왔음
- 보 레이트(Baud Rate)는 초당 신호를 얼마나 빠르게 전송할 수 있는가를 의미하며, 변조기 성능과 광원의 출력 노이즈 특성에 의해 한계가 결정됨
- 총 속도에는 영향을 주진 않지만, 광섬유의 양을 적게 쓰기 위해 WDM기술도 사용됨. 이는 비슷한 파장을 가진 광을 합쳐서 하나의 광섬유를 통해서 정보를 송수신 하는 방식으로 주로 장거리 통신망에서 사용되었음. 구글의 경우, TPU에서 OCS 스위치 수를 줄이기 위해 단거리에서도 WDM을 사용함
- 변조 방식 고도화, 보레이트 상승, 고밀도 WDM을 동시에 만족시키기 위해서는 고사양 광원과 변조기 기술을 대량 양산할 수 있는 역량이 필수적이며, 해당 영역은 소수 글로벌 업체 중심(Lumentum, Coherent, Broadcom)의 과점 구조를 형성함

AI 추론은 Metro망과

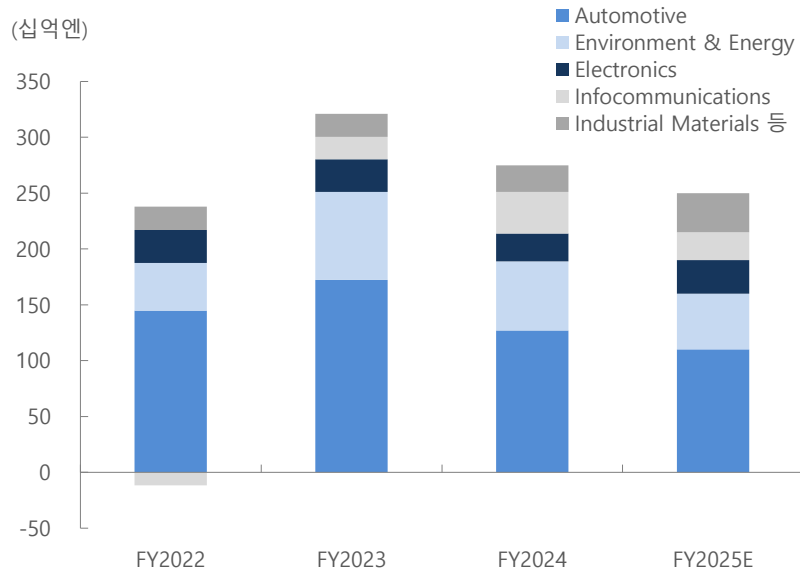
$$\text{총 속도} = (\underbrace{\text{변조방법} \times \text{보 레이트}}_{\text{① Lane 당 속도}}) \times \underbrace{\text{채널(Lane) 수}}_{\text{② 확장 (예: 물리적 선 수} \times \text{WDM 색깔 수)}}$$

IV. DCI투자는 결국 통신망 투자로 이어진다

광소자 시장의 성장. 트랜시버 시장의 기회

- 글로벌 데이터센터 광소자(EML, CW-LD) 시장은 루멘텀, 코히런트, 브로드컴이 과점하는 구조. 시장이 폭발적으로 성장하면서, 스미토모 일렉트릭, 미쓰비시 전기 등 일본업체들도 광소자에 적극적으로 진출하기 시작함. 스미토모는 2028년까지 광소자 캐파 12배 확장이라는 공격적인 투자를 단행함. 특히, CPO 전환과 함께 급 성장하는 CW-LD 시장에서 선제적 포지션 확보를 노리고 있음
- 한정된 경영자원을 고부가 광소자에 집중하는 과정에서 상대적으로 ASP가 낮은 텔레콤용 레거시 트랜시버는 외주화를 진행함. 스미토모는 NTT향 FTTH 트랜시버 내재 생산을 중단하고 해당 물량을 외부사에 이관 중에 있음
- 이는 FTTH향 트랜시버 사업을 영위하고 있는 업체들에 기회로 작용할 것으로 전망함

스미토모 일렉트릭 부문별 매출액 및 영업이익



자료: Sumitomo Electric, 대신증권 Research Center

스미토모 Intra-DC광소자 캐파 확장 계획

항목	2023	2024	2026E	2028E
Intra-DC 광소자 (EML+CW-LD)	1.0x	1.4x	4.0x	12.0x
InP 기판	1.0x	1.5x	2.0x	2.4x

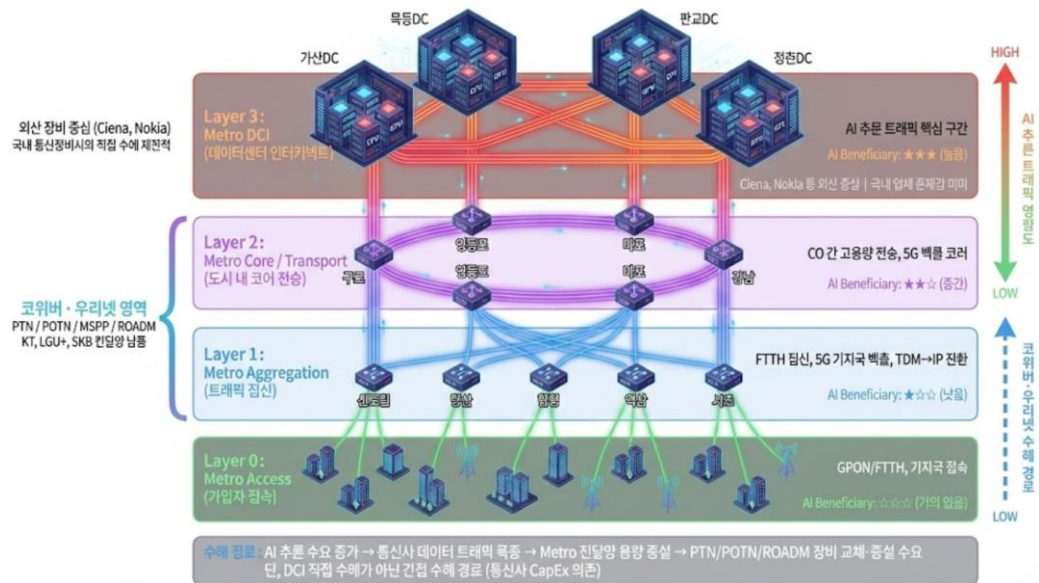
자료: Sumitomo Electric, 대신증권 Research Center

IV. DCI투자는 결국 통신망 투자로 이어진다

니치마켓을 담당하는 지역내 Metro 망 업체

- 데이터센터 간 연결을 담당하는 DCI, 대륙 간 트래픽을 처리하는 Long-haul, 그리고 도시 단위(예: 서울-부산, 대구-대전)를 잇는 광전송망은 DCI 사업 분야에서 두드러진 성과를 내고 있는 Ciena, Nokia와 같은 광전송 시스템 업체들이 주로 사업을 영위하고 있으며, 신뢰성이 중요한 분야로 글로벌 업체들의 우위가 이어질 것으로 예상함
- 반면, 동일 권역 내에서의 연결, 즉, 서울 내부에서 합정-홍대, 강남-강북과 같이 도시 내 세부 구간을 연결하는 Metro 망 내의 Metro 구간은 우리넷, 코위버, Ribbon Communication과 같이 니체 플레이어들이 과점적으로 사업을 영위하는 구조로 형성되어 있음
- 결국, AI 추론 수요의 증가는 캠퍼스 단위, 리전 단위의 데이터센터 확충과 연결 수요를 동반함. 동시에, 대한민국 내 AI 수요 증가는 이들 데이터센터와 연결을 이어주어야 하는 Metro 지역 내 구간을 연결해주는 네트워크 장비업체들로의 수혜가 나타날 가능성이 존재함

Metro망 내 지역간 연결을 담당하는 니치마켓 플레이어들

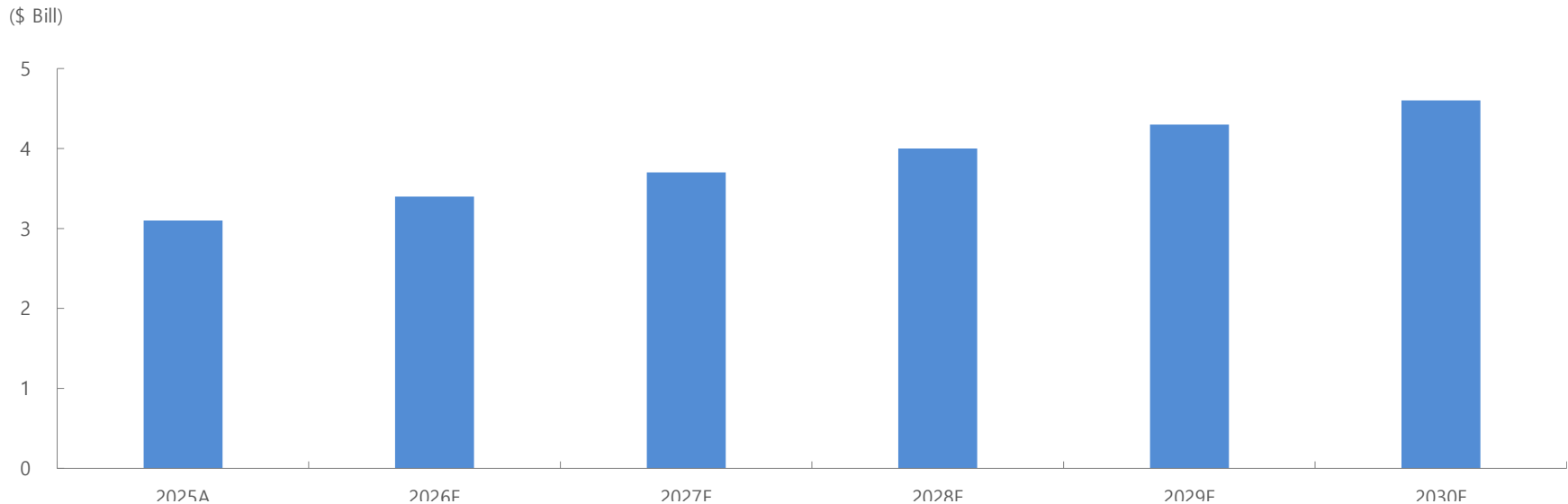


IV. DCI투자는 결국 통신망 투자로 이어진다

갈아야 할 곳이 많은 미국의 통신망 광섬유. 대한광통신에게는 기회

- PS Market Research에 따르면, 미국 광섬유 케이블 시장은 2025년 31억 달러에서 2030년 46억 달러로 연평균 약 8%의 성장이 전망됨.
- 앞서 언급했듯, 통신사 백본망 투자는 신규 포설이 아닌 기존 광케이블위에 양단 장비를 교체하는 스펙 업그레이드를 중심으로 이루어짐. 기존에 깔려 있는 광케이블을 그대로 활용하면서 전송장비만 100G → 400G → 800G로 올리는 것이 비용 효율적이기 때문
- 그러나, 미국의 경우 상황이 다름. 2024년 기준 FTTH 보급률이 52%에 불과하며, 농촌 및 소외 지역을 중심으로 광케이블 자체가 부재한 구간이 광범위하게 존재함. 여기에, AI 데이터센터의 급격한 증가가 겹치면서 백본망 부족 문제가 부각되고 있음. 데이터센터까지 연결하는 외부 통신망과 전력 송전 인프라의 동시 확충이 필요해졌기 때문
- 북미 시장 진출을 위해 인캡을 인수한, 대한광통신에게 북미 시장은 기회요인

미국 광섬유 광케이블 시장 규모 전망



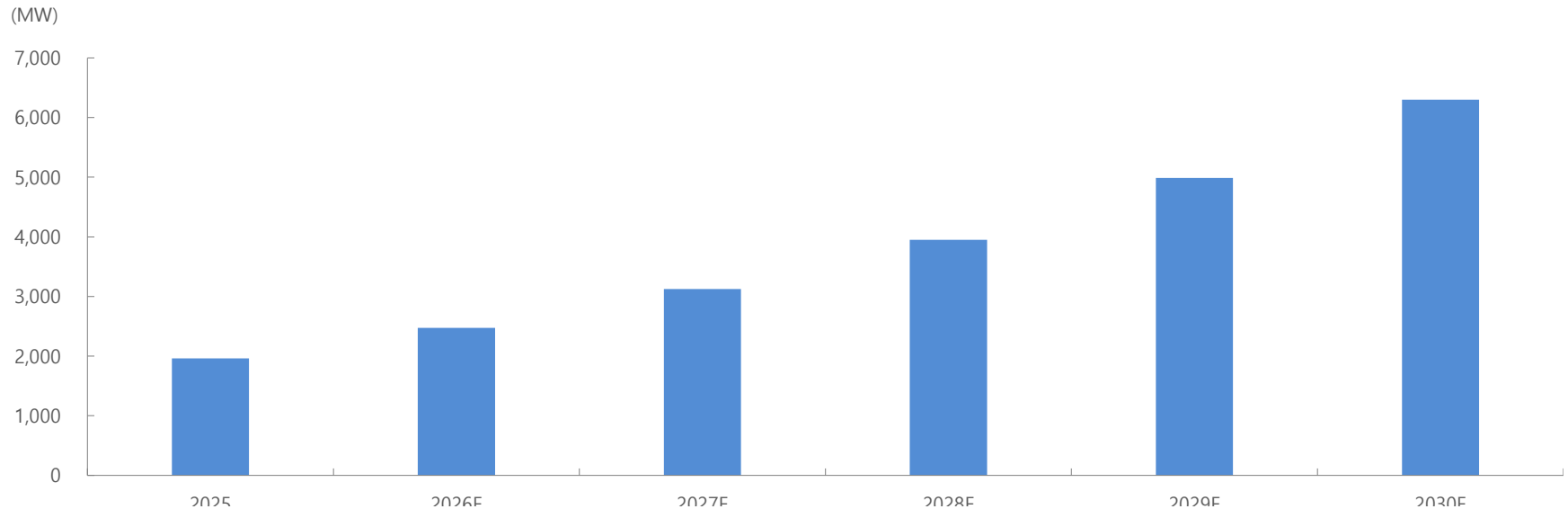
자료: : PS Market Research, 대신증권 Research Center

IV. DCI투자는 결국 통신망 투자로 이어진다

지역단위 데이터센터. 한국 업체들에게 열리는 기회

- 미국과 같이 하이퍼스케일러 주도로 캠퍼스 단위의 초대형 AI 클러스터를 구축 중인 국가들 외에도, 각국이 데이터 주권과 안보를 중시하는 흐름 속에서 소버린 AI와 같은 각 국가들 주도의 데이터센터 건설이 예상됨.
- 대한민국 역시 정부 주도의 소버린 AI 추진이 진행 중. 초기에는 초대형 데이터센터 관련 납품 이력이 있는 글로벌 업체들의 수혜가 두드러지겠지만, 대한민국 내에서 AI 데이터센터가 실제로 건설되는 국면에서는 국내 광 인프라 밸류체인 업체인 대한광통신과 오이솔루션의 수혜를 전망함
- Mordor Intelligence에 따르면, 대한민국내 용량기준 데이터센터 용량은 2025년 1,960MW에서 CAGR 26.3%씩 성장하여, 2030년에는 6,299MW에 이를 것으로 전망함. SKT X AWS 울산 AI데이터센터, 디지털리얼티 김포 ICN11 데이터센터, 이지스자산운용 X 인베스코 안산 데이터센터 등 다수의 데이터센터가 2025년 착공에 들어감에 따라 국내 광밸류체인 업체들이 수혜가 기대됨

대한민국내 데이터센터 용량기준 증가 전망



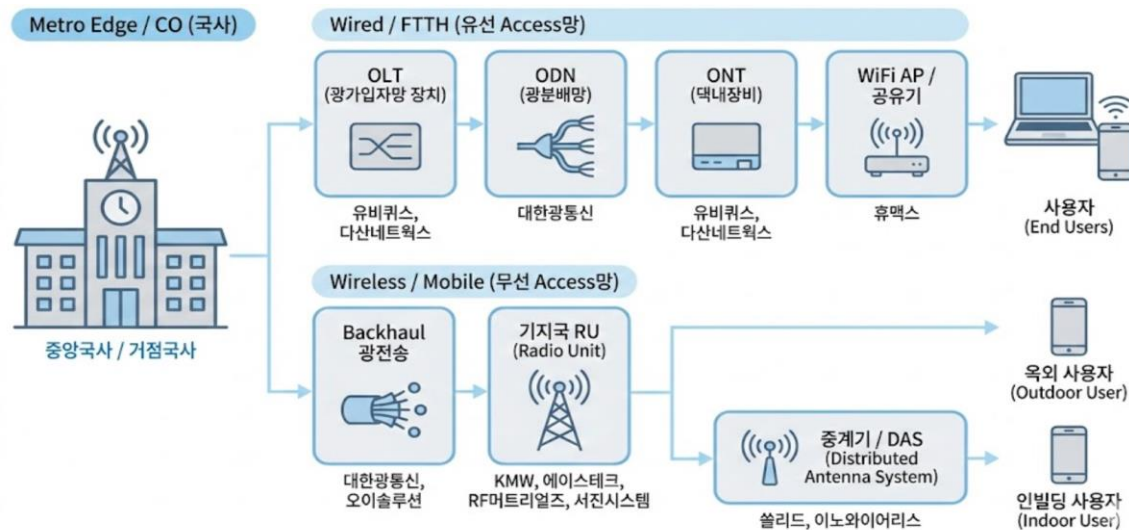
자료: Mordor Intelligence, 대신증권 Research Center

IV. DCI투자는 결국 통신망 투자로 이어진다

중국에는 Access망 투자로 이어지게 될 것

- 국내 상장된 통신장비 업체들은 주로 각 지역 단위의 Metro 망을 실제 사용자와 연결하는 Access 망 중심의 밸류체인을 형성하고 있음. 이는 이동통신 및 유선 통신 인프라 확장 과정에서 최종 사용자 접속을 담당하는 구간에 대한 투자 비중이 구조적으로 높았기 때문
- 기존 통신사 투자 사이클에서는 더 많은 사용자에게 안정적인 연결성을 제공하기 위한 Access 망이 주요 병목 구간으로 작용해옴. 반면, AI 사이클에서는 대규모 데이터 처리와 데이터센터 간 트래픽 증가로 인해 Metro 망 및 Long-haul 구간을 중심으로 병목이 발생하여, 이전과는 다른 양상을 보이고 있음
- 이와 같은 이유로, AI 추론 수요 증가에 따른 통신사 CAPEX 증가 그리고 이로 인한 통신 장비사들의 수혜에서 국내 통신장비사들을 이야기하기에는 어려움이 있음.
- 다만, AI 추론 수요 증가는 궁극적으로 실제 사용자 수 증가 및 서비스 이용 확대와 밀접한 관련이 있어, 중장기적으로 Access망 투자 역시 병행되는 흐름으로 전개될 가능성이 높아 관심을 가지고 지켜볼 필요가 있음

ACCESS망과 관련된 밸류체인이 주인 국내 통신장비사들

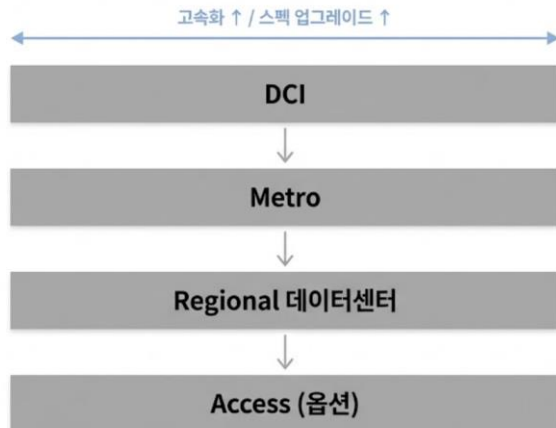


IV. DCI투자는 결국 통신망 투자로 이어진다

Key Takeaways 2. 확산과 고도화가 동시에 이루어지는 통신망 투자

- DCI의 고도화는 결국, 통신사의 Metro 망 및 Long Haul 고도화로 이어짐
- AI 추론 시장이 커질수록, 양방향 소통 수요가 증가하게 되고, 통신사의 Metro 망과 Long Haul이 병목으로 작용하기 때문
- 글로벌 Metro 및 Long Haul 투자는 신규망 설치가 아닌, 기존망의 업그레이드로 Cinea와 같은 시스템 업체와 Lumentum같은 광원업체의 수혜가 두드러짐. 다만, 북미는 부속망 통신망 투자 수혜로 대한광통신과 오이솔루션의 수혜가 지역내 Metro망은 국내 과반의 점유율을 지닌 우리넷의 수혜가 기대됨
- 또, 2025년부터 착공에 들어간 국내 데이터센터 투자에서는 신규 데이터센터망 투자가 이루어지므로, 아직 데이터센터에 대한 레퍼런스가 없는 국내 광밸류체인 업체인 대한광통신, 오이솔루션의 수혜로 나타날 것
- 이전 5G로 수혜를 입었던 Access망 관련한 국내 통신 장비회사들은 Access망 투자가 시작되는 시점을 기점으로 수혜가 나타날 것

통신사 CAPEX 관련 수혜 분야



자료: 대신증권 Research Center

통신사 CAPEX 관련 수혜 분야 및 관련기업

구간	역할	주요 업체
Metro	지역간, 지역내 통신망 연결	Cinea, Nokia, 우리넷
Long Haul	캠퍼스급 데이터센터와의 실시간 연결	Cinea, Nokia
Regional DC	지역내 로컬 데이터센터	대한광통신, 오이솔루션
Access	지역내 사용자와의 통신 접점	솔리드, KMW, 에이스테크 등

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

V. 기업분석

RF머트리얼즈(KQ:327260)

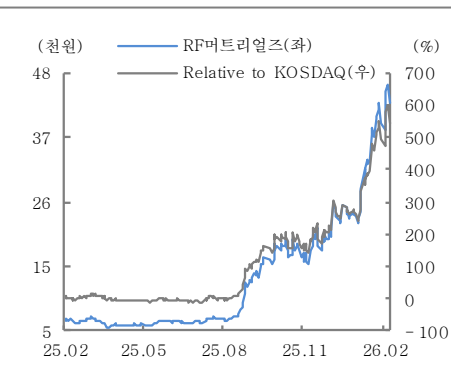
DCI 시장 성장과 함께 본격 성장 시작

투자이견	N.R
목표주가	N.R
현재주가 (26.02.27)	42,800원

KOSDAQ	1165
시가총액	3,630억원
시가총액비중	0.08%
자본금(보통주)	42억원
52주 최고/최저	46,250원 / 4,840원
120일 평균거래대금	59억원
외국인지분율	9.43%
주요주주	알에프에이치아이씨 외 9인 50.63%

주가수익률(%)	1W	1M	3M	12M
절대수익률	50.3	174.8	604.9	574.0
상대수익률	28.3	102.0	373.5	347.4

- 군수 및 통신용 광통신용 패키징을 제조 및 판매하는 사업을 영위 중. 25년 매출액 기준 통신용 35%, 군수 및 방산용 매출 비중 65%를 차지함. 루멘텀향 통신용 광패키징 매출이 본격적으로 발شم함에 따라, 2026년 루멘텀향 매출이 256억원(+yoy 64%)으로 급증하며, 전사 매출 성장을 견인할 전망
- 동사는 2026년 2월 신규 공장 부지를 매입하였으며, (토지매입 비용 90억원) 이는 루멘텀향 광패키징 용 캐파 증설을 통한 수주 대응력 강화를 위한 선제적 투자임. 동사의 주력 품목인 펌프레이저 패키징과 EDFA가 적용되는 DCI 시장이 본격적인 성장 국면에 돌입함에 따라 구조적인 매출 성장 구간에 돌입한 것으로 전망함
- 2026년 매출액 872억원(+yoy 36.6%), 영업이익 113억원(+yoy 55%) 전망. 26년 예상 PER 44 배로 다소 높은 수준에 해당하나, 광통신 시장이 본격적인 성장 국면에 진입했다는 점을 감안할 필요가 있음. 향후 2~3년은 실적 고성장 구간이 지속될 것으로 예상되며, 2028년 예상 PER은 20배 수준까지 하락 가능할 것으로 전망함. 중장기적 관점에서 분할매수 접근을 권고함. 당사 추정치는 신규 공장 증설 효과를 보수적으로 반영한 수준으로, 캐파 확대에 따른 매출규모 상승이 예상을 상회할 경우 추가적인 실적 업사이드 역시 가능함



	2024A	2025A	2026F	2027F	2028F
매출액	445	639	872	1,186	1,561
영업이익	-15	73	113	166	250
세전이익	-75	82	122	176	256
총당기순이익	-76	101	104	144	199
지배지분순이익	-48	70	83	123	179
EPS	-568	827	987	1,455	2,128
PER	NA	31.8	43.3	29.4	20.1
BPS	4,871	5,698	6,686	8,141	10,269
PBR	1.0	4.6	6.4	5.3	4.2
ROE	-11.2	15.7	15.9	19.6	23.1

주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 수치 기준
 자료: RF머트리얼즈, 대신증권 Research Center 추정

RF머트리얼즈(KQ:327260)

DCI 시장 성장과 함께 본격 성장 시작

영업실적 추이 및 전망 표

	24A	25F	26F	27F	28F
매출액	445	639	872	1,186	1,561
yoy (%)	-7.1%	43.5%	36.6%	36.0%	31.6%
매출총이익	95	188	270	374	515
yoy (%)	-10.7%	98.9%	43.8%	38.2%	37.9%
매출총이익률 (%)	21.2%	29.4%	31.0%	31.5%	33.0%
영업이익	-15	73	113	166	250
yoy (%)	4096.1%	-603.1%	55.1%	46.5%	50.4%
영업이익률 (%)	-3.3%	11.4%	13.0%	14.0%	16.0%
세전이익	-75	82	122	176	256
yoy (%)	-2031.6%	-208.7%	50.2%	43.8%	45.2%
세전이익률 (%)	-16.9%	12.8%	14.0%	14.8%	16.4%
당기순이익	-48	70	83	123	179
yoy (%)	616.6%	-245.5%	19.4%	47.4%	46.2%
당기순이익률 (%)	-10.8%	10.9%	9.5%	10.3%	11.5%

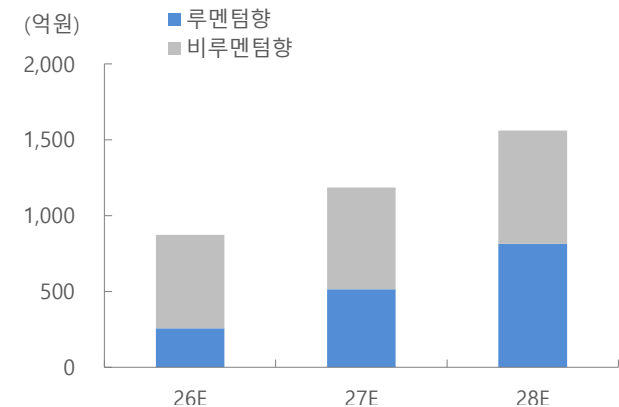
자료: 대신증권 Research Center 추정

RF머트리얼즈 제품군



자료: RF머트리얼즈, 대신증권 Research Center

매출액 추이 및 전망 - 루멘텀향 / 비루멘텀향



자료: 대신증권 Research Center 추정

대한광통신(KQ:010170)

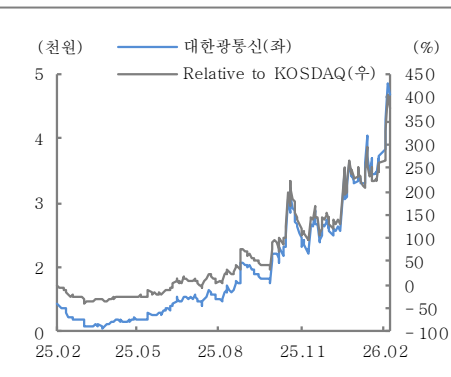
북미향 통신망 투자 수혜가 시작된다

투자의견	N.R
목표주가	N.R
현재주가 (26.02.27)	4,295원

KOSDAQ	1165
시가총액	6,005억원
시가총액비중	0.13%
자본금(보통주)	660억원
52주 최고/최저	4,760원 / 4450원
120일 평균거래대금	392억원
외국인지분율	2.80%
주요주주	티에프오인더스트리 외 3인 16.73%

주가수익률(%)	1W	1M	3M	12M
절대수익률	51.9	158.1	330.9	476.2
상대수익률	29.6	89.7	189.4	282.5

- 동사는 통신용 광섬유 및 OTGW(통신,전력 복합가공지선) 사업을 영위하고 있으며, 25년 기준 통신선과 전력선이 각각 전체 매출의 50%씩을 차지함 국내 및 기타 지역의 매출 성장은 다소 정체된 반면, 2Q25 북미 케이블 업체 '인캡' 인수 따른 신규 매출과 북미향 통신선 수요 증가로 실적 성장이 기대됨
- 2026년 지역 및 부문별 예상 매출액은 국내 및 기타 1,314억원 (+yoy 1.3%), 인캡향 신규 매출 511억원, 북미향 매출 456억원(+yoy 30%)를 전망함. 북미 통신사들의 백본망 및 FTTH향 신규 광케이블 투자 효과로 인캡 인수 효과와 맞물려 전사 실적 성장을 강하게 견인할 것
- 26년 매출액 2,280억원(+YoY 63.5%), 영업이익(흑자전환)을 전망함. 인캡 인수 효과 등으로 매출 성장이 본격화 되는 가운데, 연간 흑자전환을 전망함. 북미향 시장이 성장하는 가운데, 국내 데이터센터 착공에 따른 효과가 순차적으로 나타남에 따라 27년 2,703억원(+YoY 18.6%), 28년 3,214억원(+yoy 18.9%)의 구조적인 성장 구간에 진입한 것으로 전망함
- 28년 예상 PER 32배로 다소 긍정적인 부분이 선 반영된 측면이 있으나, 국내 데이터센터향 매출 발생 시, 데이터센터향 레퍼런스를 바탕으로 데이터센터향 매출이 본격적으로 성장할 수 있다는 점에서 중장기적 관점에서 접근이 유효함



	2024A	2025A	2026F	2027F	2028F
매출액	1,527	1,394	2,280	2,703	3,214
영업이익	-297	-229	23	176	257
세전이익	-548	-230	6	155	234
총당기순이익	-560	-236	7	121	182
지배지분순이익	-560	-236	7	121	182
EPS	-660	-202	5	88	132
PER	NA	NA	859	488	32.5
BPS	481	400	351	446	585
PBR	1.7	5.3	13.0	10.2	7.8
ROE	-95.9	-53.9	1.4	22.0	25.7

주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 수치 기준
 자료: 대한광통신, 대신증권 Research Center 추정

대한광통신(KQ:010170)

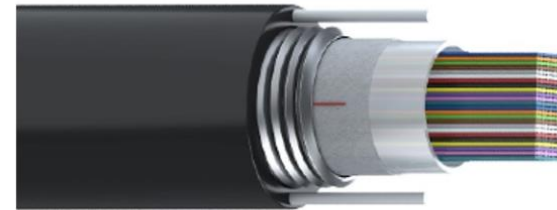
북미향 통신망 투자 수혜가 시작된다

대한광통신 영업실적 추이 및 전망

	24A	25A	26E	27E	28E
매출액	1,527	1,394	2,280	2,703	3,214
YoY(%)	-15.3%	-8.7%	63.5%	18.6%	18.9%
매출총이익	33	29	388	595	739
YoY (%)	-45.5%	-13.1%	1240.9%	53.4%	24.3%
매출총이익률 (%)	2.2%	2.1%	17.0%	22.0%	23.0%
영업이익	-297	-229	23	176	257
YoY (%)	적자지속	적자지속	-110.0%	670.6%	46.3%
영업이익률 (%)	-19.5%	-16.4%	1.0%	6.5%	8.0%
세전이익	-548	-230	6	155	234
YoY (%)	적자지속	적자지속	-102.6	2,503.5	50.7
세전이익률 (%)	-35.9%	-16.5%	0.3%	5.7%	7.3%
당기순이익	-560	-236	7	121	182
YoY (%)	90.2%	-57.9%	-102.8%	1746.1%	50.7%
당기순이익률 (%)	-36.7%	-16.9%	0.3%	4.5%	5.7%

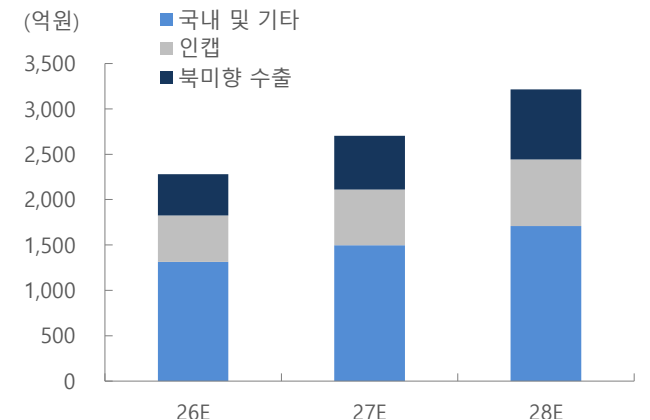
자료: 대신증권 Research Center 추정

대한광통신 제품군



자료: 대신증권 Research Center

부문별 향후 매출액 전망



자료: 대신증권 Research Center 추정

오이솔루션 (KQ:138080)

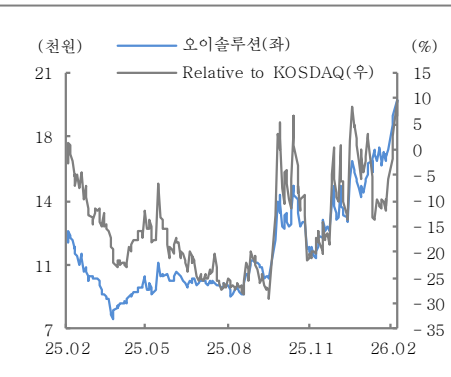
일본에서 불어온 턴어라운드의 기회

투자 의견	N.R
목표주가	N.R
현재주가 (26.02.27)	19,650원

KOSDAQ	1165
시가총액	2,324억원
시가총액비중	0.05%
자본금(보통주)	58억원
52주 최고/최저	19,610원 / 7,890원
120일 평균 거래대금	29억원
외국인지분율	7.35%
주요주주	박찬외 3인 23.26%

주가수익률(%)	1W	1M	3M	12M
절대수익률	0	0	0	0
상대수익률	0	0	0	0

- 25년 매출액 기준 트랜시버 90%, 레이저칩 10%로 대부분의 매출이 에서 발생 중. 광트랜시버는 통신 및 데이터센터 네트워크에 사용되며, 매출 대부분은 통신용 트랜시버에서 발생 중. 레이저칩은 트랜시버에 내장되는 핵심 원소재료, 수직계열화 구조를 확보 및 일부 물량은 외부에 판매하여 매출 발생 중
- 2026년 일본 NTT향 통신용 광트랜시버 대규모 수주에 따라 아시아 지역 매출이 411억원(+yoy 91%)으로 급증하며 전사 실적 성장을 견인할 전망이다. 일본 및 북미향 매출 성장이 본격화됨에 따라, 아시아 지역을 중심으로 한 외형 확대가 전사 성장의 핵심 동력이 될 것으로 전망
- 2026년 매출액 828억원(+yoy 44.5), 영업이익 -8억원으로 고정비 부담 효과로 소폭의 적자가 지속 될 것으로 전망함. 다만, 국내 데이터센터가 완공되는 27 ~ 28년을 기점으로 추가적인 매출 성장이 기대됨. 데이터센터향 트랜시버는 레퍼런스 확보가 중요한 시장으로, 현재 데이터센터향 매출 비중은 미미하나, 국내향 데이터센터향 수주를 바탕으로 매출 비중이 확대될 것으로 예상함
- 2020년 예상 PER 16배 수준으로, 현재는 기대감이 일부 선반영된 측면이 있음. 다만, 데이터센터향 매출이 본격적으로 발생할 경우 추가적인 밸류에이션 리레이팅이 가능할 전망. 향후 데이터센터향 수주 및 매출 가시성 확보 여부에 대한 모니터링이 필요함



	2024A	2025A	2026F	2027F	2028F
매출액	320	573	828	1,268	1,469
영업이익	-304	-158	-8	101	162
세전이익	-320	-271	-52	66	135
총당기순이익	-331	-271	-52	66	135
지배지분순이익	-331	-271	-52	66	135
EPS	-3,118	-2,513	-445	568	1,158
PER	NA	NA	NA	34.5	16.9
BPS	6,975	4,435	3,706	4,348	5,617
PBR	1.5	3.0	5.2	4.5	3.5
ROE	-35.7	-44.5	-11.4	14.1	23.2

주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 수치 기준
 자료: 오이솔루션, 대신증권 Research Center 추정

오이솔루션 (KQ:138080)

일본에서 불어온 턴어라운드 기회

오이솔루션 실적추이 및 전망

	24A	25A	26F	27F	28F
매출액	320	573	828	1,268	1,469
yoy (%)	-30.4%	79.0%	44.5%	53.1%	15.9%
매출총이익	-49	76	182	330	397
yoy (%)	547.9%	-256.7%	139.3%	81.0%	20.3%
매출총이익률 (%)	-15.2%	13.3%	22.0%	26.0%	27.0%
영업이익	(304)	(158)	(25)	101	162
yoy (%)	-2.3%	-47.9%	-84.3%	-508.4%	59.3%
영업이익률 (%)	-94.8%	-27.6%	-3.0%	8.0%	11.0%
세전이익	-320	-271	-68	66	135
yoy (%)	8.5%	-15.1%	-74.8%	-196.9%	103.7%
세전이익률 (%)	-99.8%	-47.3%	-8.3%	5.2%	9.2%
당기순이익	(331)	(271)	(68)	66	135
yoy (%)	-2.0%	-18.1%	-74.8%	-196.9%	103.7%
당기순이익률 (%)	-103.4%	-47.3%	-8.3%	5.2%	9.2%

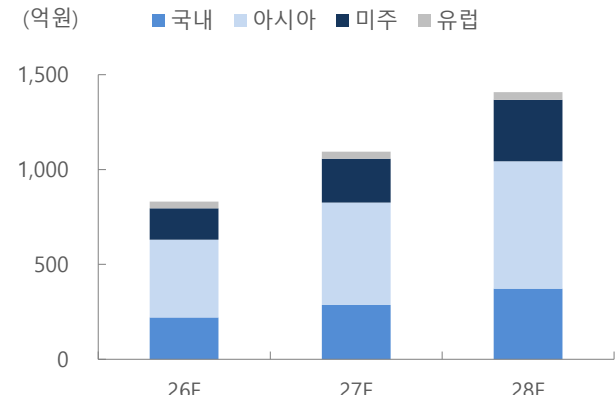
자료: 대신증권 Research Center 추정

오이솔루션 주요 제품



자료: 대신증권 Research Center

오이솔루션 지역별 매출액 전망



자료: 오이솔루션, 대신증권 Research Center 추정

Compliance Notice

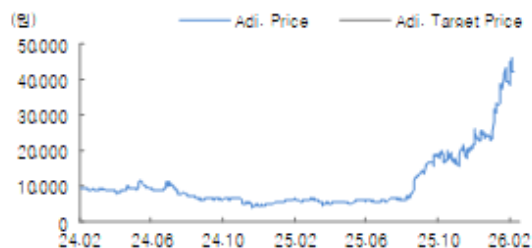
- 금융투자업규정 4-20조 1항5호사목에 따라 작성일 현재 사전고지와 관련한 사항이 없습니다.
- 당사의 금융투자분석사는 자료 작성일 현재 본 자료에 관련하여 재산적 이해관계가 없습니다. 당사는 위 언급된 종목을 제외한 동자료에 언급된 종목과 계열회사의 관계가 없으며 당사의 금융투자분석사는 본 자료의 작성과 관련하여 외부의 부당한 압력이나 간섭을 받지 않고 본인의 의견을 정확하게 반영하였습니다. (작성자: 박장욱)
- 본 자료는 투자자들의 투자판단에 참고가 되는 정보제공을 목적으로 배포되는 자료입니다. 본 자료에 수록된 내용은 당사 Research Center의 추정치로서 오차가 발생할 수 있으며 정확성이나 완벽성은 보장하지 않습니다. 본 자료를 이용하시는 분은 동 자료와 관련한 투자의 최종 결정은 자신의 판단으로 하시기 바랍니다.
- **당사는 오이솔루션 발생주식수 1%이상 상품보유종목임을 고지드립니다.**

투자의견 비율공시

구분	Buy(매수)	Marketperform(중립)	Underperform(매도)
비율	90.0%	10.0%	0%

기준일자: 2026.02.27

RF머트리얼즈(327260) 투자의견 및 목표주가 변경 내용



제시일자	260227
투자의견	NR
목표주가	
과리율(평균%)	
과리율(최대/최소%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균%)	
과리율(최대/최소%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균%)	
과리율(최대/최소%)	

대한광통신(010170) 투자의견 및 목표주가 변경 내용



제시일자	260227
투자의견	NR
목표주가	
과리율(평균%)	
과리율(최대/최소%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균%)	
과리율(최대/최소%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균%)	
과리율(최대/최소%)	

오이솔루션(138080) 투자의견 및 목표주가 변경 내용



제시일자	260227
투자의견	NR
목표주가	
과리율(평균%)	
과리율(최대/최소%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균%)	
과리율(최대/최소%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균%)	
과리율(최대/최소%)	