

百億美元押注光互連

A \$10B Bet on Optical Interconnect — Technology Roadmap & Market Reshaping for AI Data Centers

陳昇祐 Terence Chen

Co-founder & CTO

Terence_Chen@latitudeds.com.tw

Latitude Design Systems

www.latitudeds.com

May 2026



LATITUDE
DESIGN
SYSTEMS

Latitude PIC Studio — 異質光子整合系統級設計平台



LightCounting 2024 Best Product Award
異質光子整合系統級模擬與設計流程



Sivers Semiconductors CTO
Ayar Labs Optical I/O light source

Confidential | Latitude Design Systems



SmartPhotonics (InP Foundry)
OFC2026 聯合發表 400G/lane PDK



SMART Photonics
24,703 followers
4w •

SMART Photonics and [Latitude Design Systems](#) are pleased to announce that the SMART Photonics HS28PO O-band Process Design Kit (PDK) is now available in the PIC Studio™ design platform. This release provides designers with direct access to SMART Photonics' validated O-band building blocks, including DFB lasers, SOAs, MZMs, photodetectors, and a comprehensive set of passive components.

The HS28PO platform delivers the architectural foundation required for next-generation transceiver designs. While this initial release does include a limited high-speed modulator, the PDK is fully prepared for integration with SMART Photonics' 110+ GHz Indium Phosphide Mach-Zehnder Modulator. This device targets 400 G/lane PAM4 and future 3.2T data-center interconnects and will be added to the PDK in a future update.

With the integration into PIC Studio™, designers benefit from streamlined workflows, advanced simulation capabilities, and a smooth path from concept to manufacturable PIC designs. Together, SMART Photonics and Latitude Design Systems are strengthening the photonics design ecosystem.



**LATITUDE
DESIGN
SYSTEMS**



Matthew Tan (陈维新) • 1st
Chief Executive Officer, SilTerra
5d •

SilTerra Malaysia Sdn. Bhd. is pleased to partner with [Latitude Design Systems](#) to bring our C-band Silicon Photonics PDK into the PIC Studio™ platform.

This collaboration enables a seamless design-to-manufacturing flow, combining SilTerra's foundry-proven platform with Latitude's advanced photonic design environment — empowering customers with validated models and faster, first-time-right designs.

At SilTerra, we believe open PDK ecosystems are key to accelerating silicon photonics adoption, supporting the growing demands of AI, datacenter, and optical connectivity.

Thank you to [Terence Chen \(Sheng-Yow Chen\)](#) (Founder and CTO of LDS) for the great collaboration and support.

We look forward to advancing the ecosystem together.

#SiliconPhotonics #PDK #EDA #Datacenter #AI #Semiconductor #SilTerra

SilTerra

SilTerra Malaysia Sdn. Bhd.
25,214 followers
6d • Edited •

From design to fabrication, we simplify the journey.

We're pleased to announce a new collaboration enhancing our silicon photonics platform. Through this joint effort with Latitude Design Systems, SilTerra's C-band Silicon Photonics PDK is now fully integrated into PIC Studio™, giving designers seamless access to validated, production-ready building blocks.

What does this mean for photonics innovation?
Find out more on our website: https://lnkd.in/gGC_KYRz



PRESS RELEASE:
**SILTERRA AND LATITUDE DESIGN
SYSTEMS ANNOUNCE AVAILABILITY
OF SILICON PHOTONICS C-BAND
PDK IN PIC STUDIO™**
31 MARCH 2026

From design to fabrication, we simplify the journey.
Together with Latitude Design Systems, SilTerra brings its
C-band Silicon Photonics PDK to PIC Studio™, enabling
faster development cycles and greater design confidence.

矽光子晶圓代工領導廠商
合作 PDK

議程 Agenda

Why Now · How · Who Wins

Why Now

為什麼是現在

三個重組 | 架構 · 算力 · 利潤池
CSP Capex 三大訊號
光模組市場分段
2025-2026 關鍵交易時間線
NVIDIA × Corning · Credo · Molex
戰略意義 | NVIDIA vs 其他玩家

How

技術 × 需求 × 供應鏈

01 技術路線與架構演進
OIF · CPO · 1.6T · NVLink · OCS
02 AI 需求側壓力
單機櫃超算 · MoE · LightCounting
03 供應鏈與三地受惠地圖
六環節 · 五 choke points · 日 / 美 / 台

Who Wins

CPO 競局與結論

四家廠商技術主軸
Broadcom · Marvell deep-dive
關鍵時間軸 · 競爭排序
台灣受惠族群地圖
短期 vs 中期市場節奏
被低估的風險 · 三句話總結

AI 網路不是在升速，而是在改架構 · 光互連不是在賣模組，而是在爭奪系統 choke point



Why Now | 為什麼是現在

Three Restructurings · CSP Capex Signals · Strategic Deals

AI 光互連的三個重組

1

架構重組

Architecture

光開始從前面板移向
近封裝 (NPO) 與
共封裝 (CPO)

2

權力重組

Power

系統平台商與少數
關鍵光電 / IP 供應商
形成更緊密聯盟

3

利潤池重組

Profit Pool

價值從單一收發器
遷移到 PIC · DSP · wafer
· 封裝 · fabric 設計

NVIDIA 的真正下注，不是單筆 20 億美元，而是把上游光電供應鏈改造成自己 AI 工廠架構的延伸。

CSP Capex 三大訊號：算力資本支出 → 光互連需求

1

總量躍升

Aggregate Capex Surge

\$510B → \$990B (+56%)

史上最高 capex 週期，光互連是直接受惠 BOM

Top 15 CSP 2025 達 \$510B (YoY +69%);
2026 預測 \$990B; 歷史 2-yr CAGR 最高僅 44%

2

支出集中化

Concentration of Spend

Top 4 = 80%

只要認證 1 家客戶就能吃下大部分市場

Microsoft、Amazon、Alphabet、Meta 主導
; Oracle、Meta 占比續增

3

循環交易遮蔽

Circular Deals Hide True Capex

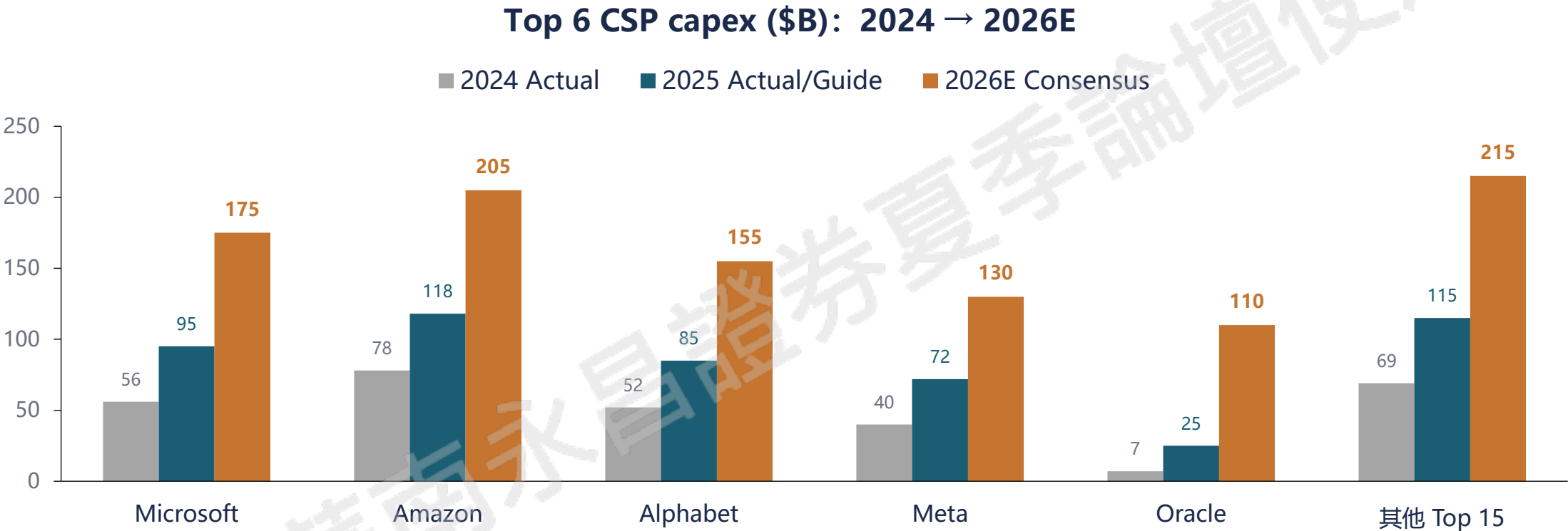
循環交易遮蔽

真實需求比帳面更強，採購節奏會更激進

CSP 入股 OpenAI / Anthropic, AI 公司再回購 CSP 服務; 佔約一半 backlog

歷史性 capex 週期 + 客戶集中度 + 循環交易，三者疊加，光互連採購節奏只會比共識更激進。

Top 6 CSP capex 軌跡



關鍵觀察：Oracle 從 \$7B → \$110B (16x)、Meta 從 \$40B → \$130B；不是均勻成長，而是頭部玩家放大下注

資料來源：公司財報、公開財測；2026E 為市場共識區間中位數

為什麼 capex 暴衝 = 光互連直接受惠



不需要對「光互連市場 2030 年多大」做 TAM 預測——只要 capex 真的花下去、且 AI cluster 比傳統機房更吃光互連，這條鏈就會成立。爭議只在「速度」而不是「方向」。

百分比區間：業界長期區間 (Dell'Oro / Synergy / 公司 BOM 拆解)

光模組市場分段：Ethernet 主導，DWDM 啟動

1

爆發中

Ethernet & AOCs — Booming

AI scale-out 主戰場

含 Ethernet、InfiniBand、ICI、NVLINK、AOC、LPO/LRO、NPO/CPO

協議邊界正在模糊 — 都被 GPU 後端互連需求拉動

2

啟動中

DWDM — Picking Up

DCI & Campus Coherent 起量

800ZR/ZR+ 與 1.6T ZR/ZR+ 預測雙雙上修

Coherent-Lite 被歸入 Ethernet 段 → 與 IM-DD 邊界模糊化

3

停滯中

Telco — Dormant

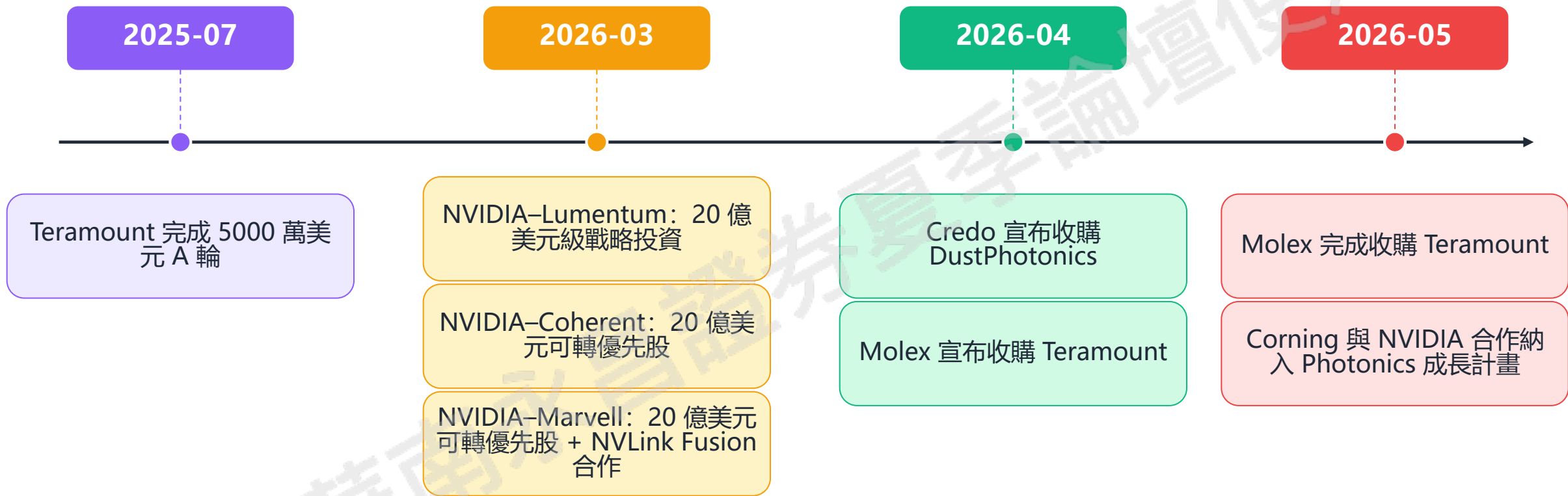
Top 15 Telco capex \$157B (持平)

2007 以來最低；佔總量 24%

低光元件含量；受惠於 hyperscale 量產 optics 的 trickle-down

Hyperscale 主導之下，光模組 BOM 從電信「高 ASP / 低量」轉向「中 ASP / 極高量」，量產 yield 與封裝自動化才是台廠勝負手。

2025–2026 光互連關鍵交易時間線



短短不到一年，市場主線已從「誰會做 1.6T 模組」轉為「誰能控制 200G/lambda、SiPho PIC、CPO 封裝、fiber-to-chip 耦合，以及對應的量產地理布局」。

NVIDIA 的三筆 20 億美元級戰略投資 (2026-03)

NVIDIA × Lumentum

交易條款
20 億美元戰略投資

技術範圍
光子元件 / 製造能力

策略意圖
以美國光電 / 光子供應鏈
支援 AI 基礎設施;
EML 雷射、外腔雷射、
InP wafer 能力前移

NVIDIA × Coherent

交易條款
20 億美元可轉優先股

技術範圍
SiPho chiplet / 雷射

策略意圖
100G / 200G per-lane
光模組、SiPho chiplets、
外腔雷射、CPO 模組、
InP wafer / foundry 能力

NVIDIA × Marvell

交易條款
20 億美元可轉優先股
+ NVLink Fusion

技術範圍
Custom XPU / DSP / PIC

策略意圖
Custom XPU、scale-up
networking、optical DSP、
silicon photonics 納入
NVIDIA AI factory 與 AI-RAN

高額資本綁定 + 生態系接口綁定，保留對外銷售能力，卻把戰略技術節點綁進 NVIDIA AI 工廠敘事

非 NVIDIA 路線：Credo 與 Molex 的卡位收購



Credo × DustPhotonics

2026-04-13 宣布 · 2026 Q2 完成

交易條款

7.5 億美元現金 + 約 92 萬股 Credo 普通股；
另有最高約 321 萬股里程碑對價

半導體垂直整合路線

- SiPho PIC、雷射耦合與 NPO / CPO 路線內製化
- 形成 SerDes + DSP + SiPho + 系統整合垂直平台
- Credo 預期 FY2027 光業務超過 5 億美元



Molex × Teramount

2026-04-15 宣布 · 2026-05-07 完成

交易條款

金額未公開；Teramount 保留
耶路撒冷設計 / 工程中心

系統互連 / 封裝介面路線

- 補上 CPO 堆疊中最難量產的 fiber-to-chip 介面
- TeraVERSE: detachable、passive alignment、wafer-level self-alignment、field-serviceable
- 被動對準比主動對準更適合大規模生產

VS

這兩筆收購都落在「過去最容易被低估、但未來最可能形成卡位優勢」的地帶

NVIDIA × Corning：把光纖製造納入戰略地理布局

NVIDIA × Corning (2026-05)

交易條款

具體交易金額未公開；正式納入 Corning
2030 年成長計畫披露

合作範圍

- 美國境內 optical connectivity 製造擴產
- 光纖 / 線纜 / 連接器產能納入 AI 基礎設施
- 2030 年 100 億美元 Photonics 收入流目標
- 另有與 Meta 最高 60 億美元多年協議

戰略意義

把光纖、線纜、連接與製造
地理布局，
從「配角」升級為
AI 基礎設施的戰略資產。

AI 資料中心採購已實質帶有
產地與韌性要求；即便不是 NVIDIA 投資案，60 億美元級長
約已能支撐新廠擴建。

未來利潤池不只在 ASIC、
也不只在模組，會分散到
fiber / 封裝 / 耦合 / 測試 /
運維可見性。

對 NVIDIA 的戰略意義

Strategic Transformation

從「GPU 公司」走向「AI factory operating system + supply choreography company」

上游資本綁定

20 億美元級投資不直接全資收購，
保留供應商對外銷售能力，
卻把戰略技術節點綁進 AI 工廠敘事

NVLink Fusion 邏輯

即便客戶不用全套 NVIDIA 計算晶片，
也仍然繞不開 NVIDIA 的互連與系統接口層

生態系編排

Third-party XPU 可掛進 NVLink Fusion、ConnectX、BlueField、Spectrum-X、rack-scale 架構之下

AI factory 終局

NVIDIA 官方明確把未來目標表述為
可擴展到「數百萬 GPU」的 AI factories

對其他玩家的戰略意義

上游光學 / 材料供應商

Coherent · Lumentum · Corning

從 BOM 供應商 → AI infrastructure strategic supplier

- Coherent: 100G / 200G per-lane、SiPho chiplets、外腔雷射、CPO 模組、InP wafers
- Lumentum: Form 8-K 細部證券條款; EML / InP / 光源前移
- Corning: 與 NVIDIA 合作寫進美國製造擴張與 Photonics MAP

Marvell: 合作中帶競爭

Custom XPU · Optical DSP · SiPho

深度參與下一代 AI 工廠 → 議價來自不可替代的 IP

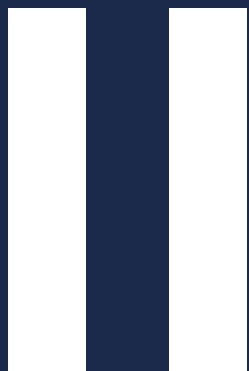
- 維持 custom silicon、optical DSP、SiPho、cloud 客戶關係
- 接入 NVIDIA AI ecosystem
- 若系統控制權持續向 NVIDIA 集中，議價來自不可替代的 optical / DSP / IP，非系統主導權

Credo vs Molex: 兩條完全不同的升級路線

Semiconductor vertical integration vs System interconnect

前者勝負手是 PIC + DSP + transceiver stack; 後者勝負手是 CPO 可裝 / 可修 / 可擴 / 可量產

- Credo: 從 SerDes / AEC 跨入 PIC + optical platform
- Molex: 從連接器與互連系統切入 CPO 封裝與 OCS



How | 技術 × 需求 × 供應鏈

Architecture Migration · AI Demand · Three-Region Supply Map

01

ACT II • HOW

Technology Routes

技術路線與架構演進

從 OIF 到 1.6T · CPO · NVLink · OCS — 系統層級的光學遷移

先看架構問題：OIF Compute Optics Interface 需求

OIF Compute Optics Interface 需求對照

技術維度	本地 Scale-up (compute-to-local compute)	Scale-out (compute-to-network)
Reach	20–100 m	~ 100 m
Latency	< 5 ns	< 60 ns
Energy	< 4 pJ/bit	< 10 pJ/bit
頻寬密度	可達 scale-out 的 9× (type 3)	—
成本	—	需接近銅連結相對成本

註：224G/lane 世代下，短距離被動銅纜有效 reach 約 1.5 m；channel loss 增大 → retimer 補償 → 功耗上升

光互連的核心不是「快一點」，而是必須在頻寬、功耗、延遲、可靠性、成本五個維度同時過關。



Pluggable / Coherent / NPO / CPO 並存

技術家族	典型角色	頻寬走向	能效特性	Reach	本報告判讀
VCSEL + 多模	傳統短距離 機房連接	成長空間有限， 非 AI 主升級主軸	短距佳	短	單模化趨勢下競爭力下降
PAM4 單模 pluggable	現階段 AI scale-out 主力	800G 成熟， 1.6T 放量	中	DR/FR/LR	2026–2028 仍是 大宗量產主體
LPO / LRO	減 DSP 功耗的 pluggable 演進	224G linear electrical 基礎	優於 fully retimed 模組	中	功耗敏感 switch-to-switch 擴張
Coherent pluggable ZR / ZR+	DCI / scale-across 跨樓 / 跨園區	400ZR / 800ZR 成熟	較高，但勝在 架構效率	80–1000+ km	跨資料中心 AI fabric 標配
NPO	光引擎貼近封裝 但保留可維修	1.6T → 3.2T	高	機櫃內	CPO 前的過渡 與共存形態
CPO	封裝級高密度 交換 / scale-up	50 Tb/s 以上 switch 3.2T+ 路徑	最佳之一	取決於 外接纖維	率先落地於 交換器與 spine

Pluggables 提供量，NPO / CPO 提供密度與能效拐點，Coherent 提供距離 — 三者並行，非單一勝出

1.6T 世代預測上修：DR8 與 CPO



1.6T DR8

Pluggable upside since Oct 2025

200G/lane 已準備好量產

DSP、TIA、Driver 已陸續送樣；
EML/SiPho 雙路線並進

2026 量產起跑 → 帶動高端光收發模組
封裝、光纖陣列耦合需求



1.6T CPO (500m)

Co-Packaged Optics — fastest
revision

滲透時程提前

外部雷射源 (ELS)、PIC fiber attach
良率突破為關鍵

NVIDIA Quantum-X / Spectrum-X 帶
頭量產驗證



隱含的技術門檻

What this upward revision really
signals

三道技術門檻同步突破

① 200G/lane PAM4 已穩定 ② PIC
fiber-attach yield 提升 ③ CPO 熱管
理可控

否則市調不會敢上修；上修本身就是良
率/技術成熟度信號

DR8 與 CPO 同時上修 = 200G/lambda 與封裝良率瓶頸已被外部市調確認突破；具備 PIC 封裝/fiber-to-chip 量產能力的台廠進入收割窗口。

2031 Ethernet Ports 結構：CPO / NPO 佔比實質量化

1

可插拔仍是主流

Pluggable optics still majority

QSFP-DD / OSFP 持續主導

1.6T DR8 / 2xFR4 為 2026–2028 主力出貨

CPO 不會在 2031 取代可插拔，只取代特定 segment

2

CPO + NPO 量化

Co/Near-packaged share by 2031

CPO 報告含 NPO，2026/5 起獨立發布

NPO 為 CPO 的橋接架構：先過渡到 socket 近封裝

NPO 對封裝廠的進入門檻較 CPO 低 → 是台廠首站

3

LPO / LRO 中間態

Linear / Retimed Pluggable Optics

省 DSP，省功耗

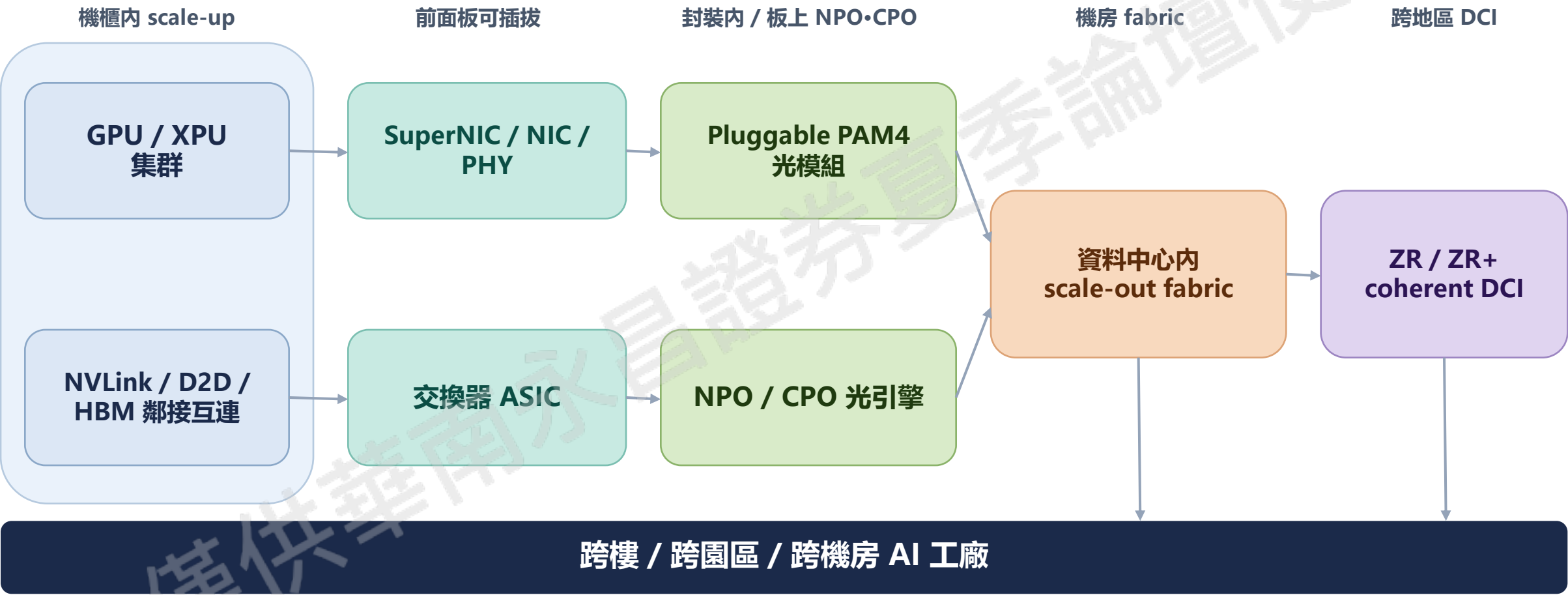
LPO 無 DSP；LRO 僅在 TX 端用，皆為 1.6T 過渡方案

對 ASIC SerDes 線性度要求高，受制於 switch 廠

到 2031，可插拔仍是大宗；CPO/NPO 滲透速度取決於封裝良率與熱管理，而非市場意願 — 這正是台廠 PIC 封裝 / fiber-attach 能力被驗證的窗口。

系統層級：光學功能從前面板向封裝內側遷移

AI 資料中心光互連系統架構



改變市場利潤分配的不是哪種模組勝出，而是光學功能一步步從前面板往交換器與封裝內側移動。

NVLink 走向 CPO 的三代演進路徑

2026 Rubin (NVL72/144)

All copper, scale-up no optics

機架內全銅，GPU:Switch = 2:1
Rubin 翻倍 NVSwitch ASIC 數量；
Kyber NVL144 仍全銅
機架外連接以前面板可插拔過渡，已是 NVL256/NVL288 規模

2027 Rubin Ultra NVL576

8× Oberon racks — CPO/NPO 必要

需 4× 前面板頻寬 → 必須走光
BiDi optics 可砍半光纖數；驗證
fiber-array 與 dual-wavelength 量產
初代仍以可插拔過渡；NPO 進入封裝廠
驗證階段

2028 Feynman NVL1152

NVLink8 CPO — scale-up 真正光化

NVSwitch 直接共封裝 CPO
頻寬再翻倍，rack-to-rack only；
NVL144 與 NVL1152 兩種配置
NVL1152 滲透漸進 → 對 PIC、ELS、
fiber-attach 供應鏈為 5 年級別機會

Scale-up CPO 規模量產的時點落在 2028 Feynman 世代；2027 Rubin Ultra NVL576 為關鍵驗證節點，亦是 PIC 封裝與 fiber-array 廠商展示量產能力的窗口。

路線生死線，不只是研發

Fiber-to-chip 耦合與可維修封裝

Teramount / Molex

- OIF 假設模組約 75 FIT，系統失效率可達 100,000 FIT
- TeraVERSE 主打 detachable、passive alignment、wafer-level
- 被動對準比主動對準更適合大規模生產
- Network resiliency 被拉到跟 power 同等重要

SiPho / 3D photonics 先進封裝

TSMC

- CPO 對支援 50 Tb/s 以上 switch 將是關鍵
- 65nm SiPho 量產，開發 3D photonics stacking / COUPE
- 工程樣品已達 200 Gbps 光調變
- 3D stacking yield 超過 99%，2026 量產目標

300mm 量產 / 異質整合 材料路線

GF (GlobalFoundries)

- 200G/lambda 視為 1.6T 基本盤
- 需 300mm 製造、wafer-level test
- TSV-based 2.5D/3D integration
- 400G/lambda 需新材料與異質整合；收購 AMF 後新加坡 + 美國雙地理布局

AI 光互連競爭已從產品競爭，變成製程、測試、封裝與材料平台競爭

OCS 光路交換的三條技術路線



3D MEMS

Today's leader — Google Apollo

低插損、高可靠

毫秒級切換、波長與協議無關，已商用大規模部署

切換速度慢、機構封裝難自動化是規模化痛點



Liquid Crystal

LCoS — fine-grained switching

波長級切換

適合 WSS 與小通道數 OCS；切換速度仍在 ms 級

埠數天花板較低，難擴至 1000+ 大規模 fabric



Silicon Photonics

Tomorrow's promise — scale-up OCS

快但有三個物理疑問

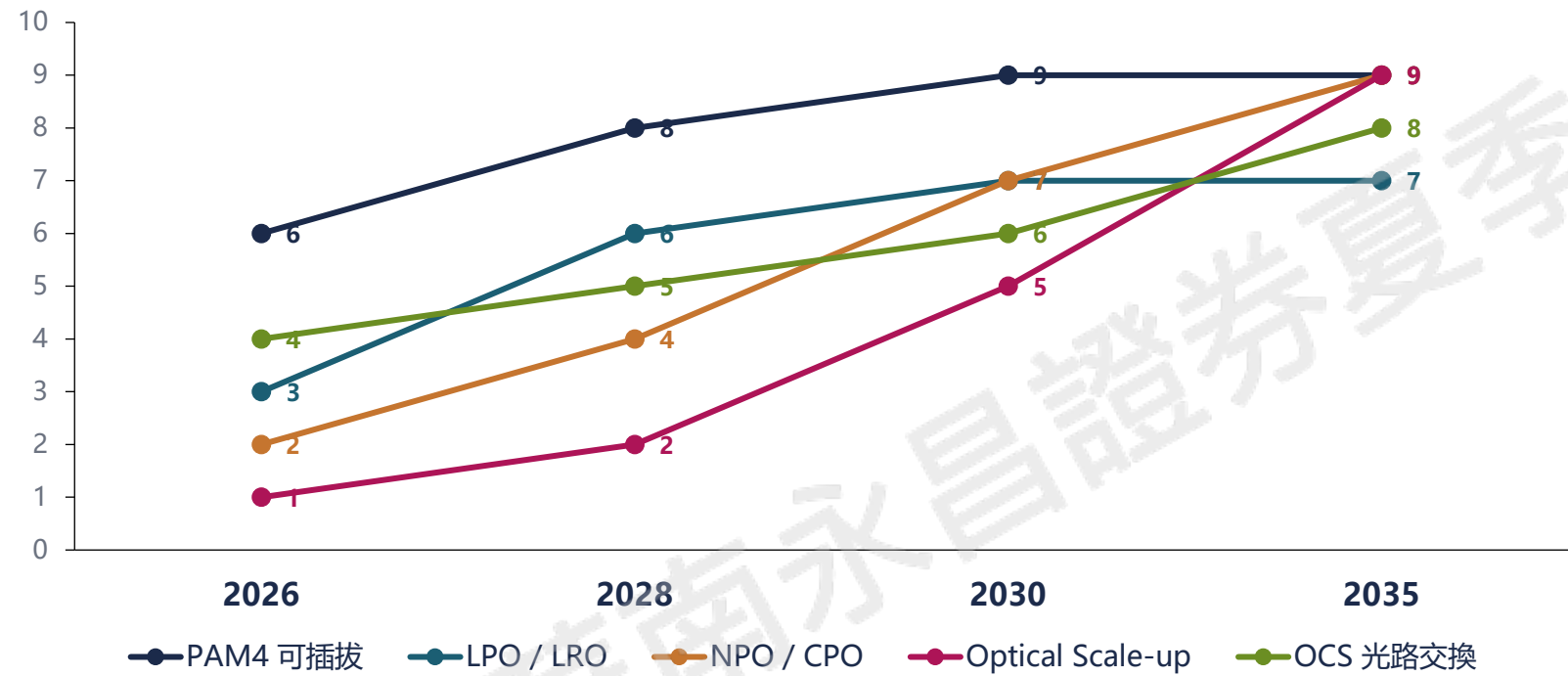
① 插損偏高 ② SOA 補償帶來 ASE 噪聲 ③ SiN 波導是否足夠

ns 級切換速度 + 量產 CMOS 製程是長期優勢

今天 OCS = 3D MEMS + LC；scale-up OCS 是 SiPho 的真戰場，前提是插損、SOA 噪聲、SiN 三道題同時解——與 CPO 共用相同的 PIC 製程基礎。

技術路線圖：2026 → 2028 → 2030 → 2035

商業性 / 部署滲透度 (相對 0-10)



2028 前

主體營收：800G/1.6T PAM4 可插拔、LPO/LRO 變體、高密度交換器光子化

2030 前

3.2T、224G linear、NPO/CPO 進入實質商用

2035 前

448G electrical、400G/lambda、optical scale-up / 動態 OCS 改寫主流架構

判讀來源：Ethernet Alliance / OIF / Coherent / TSMC / GF 對應節點與量產節奏

02

ACT II • HOW

AI Demand Pressure

AI 需求側壓力

單機櫃即超算 · MoE 動態 fabric · LightCounting 六大訊號

AI 資料中心需求：單機櫃已是超級電腦

NVIDIA GB300 NVL72

72	GPU 顆數 / 機櫃
36	CPU 顆數 / 機櫃
18	Compute Trays
130 TB/s	機櫃內 NVLink 頻寬 (GB200)
142 kW	單機櫃功耗 (液冷)
8	Scalable Units 可測試擴展

Rubin 世代

3.6 TB/s	scale-up / GPU
1.6 Tb/s	scale-out / GPU
NVLink Fusion 讓第三方 XPU 接入 NVIDIA rack-scale	

Spectrum-X 多平面架構

128K	GPU 兩層拓樸擴展
每 GPU 的 SuperNIC 跨接兩個或更多獨立網路平面； NVIDIA 目標：可擴展到數百萬 GPU 的 AI factories	

模型側壓力：MoE 與動態 fabric reconfiguration

什麼是 MoE

Mixture-of-Experts
總參數巨大，每 token 只啟動部分專家

為什麼變主流

同等推理算力下
可容納 5-10x 模型容量

對網路的代價

專家分散在不同 GPU
→ All-to-all 流量爆量

MoE 對 AI 光網路的核心影響

- **路由複雜度上升**
每 token 活化專家較少，但總參數、上下文長度與訓練 / 推理路由複雜度大幅上升
- **All-to-all 流量爆量**
專家路由要求網路提供 all-to-all、cluster 重配與低尾延遲
- **動態 cluster reconfiguration**
OCP 已就 OCS 在 MoE training 與動態叢集重配置發布白皮書
- **瓶頸位置變化**
從「伺服器到交換器」轉向「封裝邊界到光引擎」與「跨機櫃可重構光 fabric」

Ethernet Switch ASIC 頻寬升級節奏

2025

51.2T 主力

Tomahawk 5 / Spectrum-4

100G/lane SerDes 量產

對應 800G 光模組；DSP Retimed 為主，LPO 試行

當前 hyperscale ToR 與 spine 主力

2026

102T 起量

3 ASIC 廠齊發貨

200G/lane SerDes 量產關鍵

對應 1.6T DR8 / 2xFR4；LPO/LRO 與 NPO 並存試行

3 家 ASIC 同年量產 → 競爭推動模組降價週期啟動

2028

204T + CPO

CPO accelerates 204T penetration

可插拔走不動 → CPO 推動

1.6T → 3.2T 模組功耗、面板密度雙瓶頸 → CPO 為唯一解

CPO 在 204T 世代被 LightCounting 認為「加速」滲透變量

從 51.2T → 204T，每代頻寬翻倍只花 2 年；CPO 不是選項而是 204T 最佳物理可行解 — 對 PIC、光纖陣列耦合廠是時間壓力，也是進入壁壘。

LightCounting 預測的六個關鍵訊號

2026 年 4 月最新預測中，最具指標意義的六個數據點

驗證主題	LightCounting 數據點
CSP Capex 重估	全球 Top CSP 2025E ≈ \$510B, 2026E ≈ \$990B (+56% YoY)
客戶集中度	Top 4 雲端業者占 AI 基礎建設 capex ≈ 80%，需求集中於少數買家
1.6T CPO 預測上修	自 2025/10 起連續調升 1.6T CPO 模組出貨量與滲透時點
Scale-up CPO 爆發	預測 2029 年起 scale-up 光連接 (NVL576/Rubin Ultra) 規模量產
DWDM/Coherent 啟動	800G/1.6T ZR/ZR+ 預測同步上修，DCI 與 Telco 進入下一輪升級
Ethernet vs InfiniBand	Ethernet 在 AI 後端網路市占持續擴大，Spectrum-X、Tomahawk Ultra 成關鍵

資料來源: LightCounting April 2026 Market Forecast / Ethernet, Optical, and Scale-up Switches for Cloud Data Centers (May 2026)

光互連的核心不是「快一點」，而是必須在頻寬、功耗、延遲、可靠性、成本五個維度同時過關。

03

ACT II • HOW

Supply Chain & Geography

供應鏈與三地受惠地圖

六環節 · 五 choke points · 日本 / 美國 / 台灣三地受惠地圖

供應鏈價值鏈：六個環節，五個 choke points

價值鏈環節	代表玩家	重組方向	關鍵瓶頸
光纖、線纜、連接器	Corning, Molex	從 commodity 升級為 AI 叢集戰略資產	產能、區域製造、安裝密度、維修性
雷射、光源、光學材料	Lumentum, Coherent	與平台商資本綁定； 供 CPO/SiPho stack	EML 整合、外腔雷射、InP wafer、熱管理
DSP、SerDes、PIC、光引擎	Marvell, Credo, DustPhotronics	垂直整合加速：賣晶片 → 賣連結方案	200G/lambda、link reliability、量產良率
交換器 / 系統架構	NVIDIA, Cisco, Arista, Broadcom	主導互連標準、形態、導入	前面板密度、功耗、拓樸、軟體棧
Foundry / Packaging / Testing	TSMC, GF	從製造後台 變成路線主導者	COUPE / SoIC / TSV、wafer-level test
Fiber-to-chip 耦合 與可維修封裝	Teramount, Molex	成為 CPO 能否放量的卡點	Passive alignment、wafer-level self-alignment、服務性

2026–2030 五個關鍵 choke points

Choke #1

**200G/lambda +
224G electrical**

1.6T 與未來 3.2T
的基本台階；一旦
這個世代不過關，
後續路線全部延後

Choke #2

PIC 與光引擎 IP

內製後可把 BOM
與路線節奏拉進自
己控制範圍；
Credo 收購
DustPhotonics 即
在此線

Choke #3

**Fiber-to-chip
Coupling**

決定 CPO 是不是只
停留在 demo；
Molex 收購
Teramount 即在此
線

Choke #4

**Wafer-level Test +
先進封裝產能**

TSMC COUPE / 3D
photonics、GF
300mm + TSV-
based 2.5D/3D 是
直接門檻

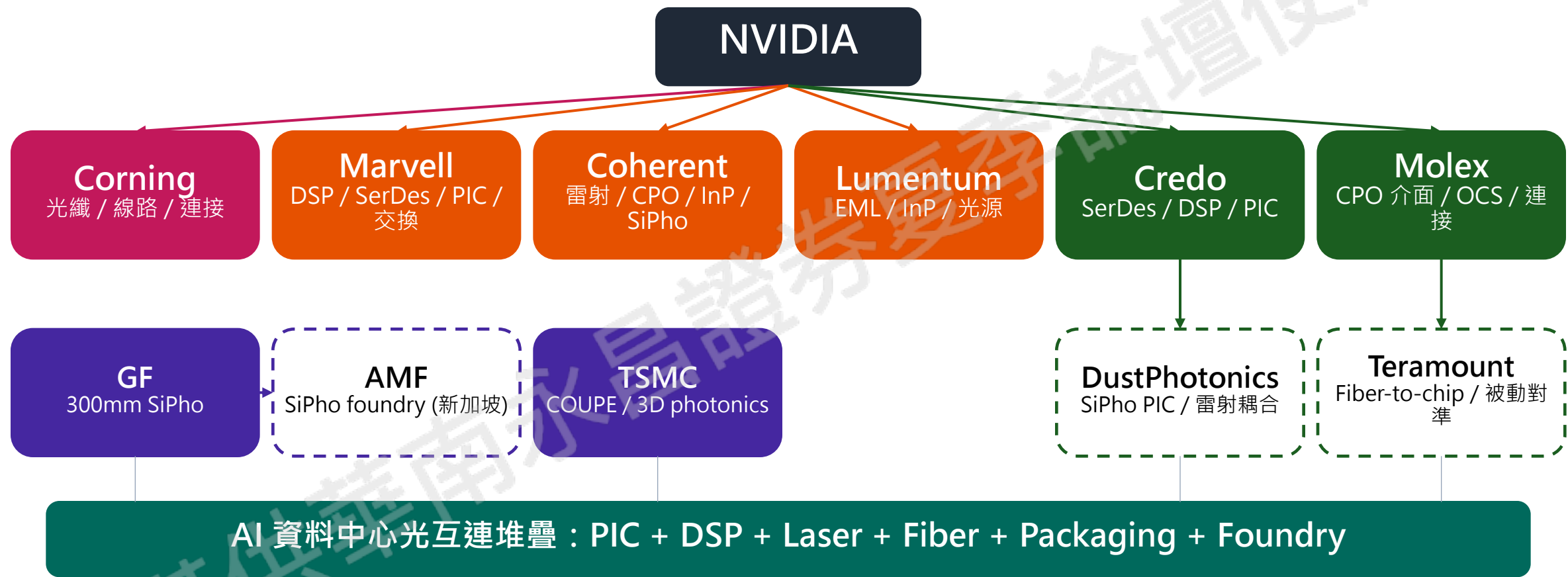
Choke #5

區域製造韌性

AI 基礎設施採購已
實質帶有地緣與政
策色彩；台 / 美 /
新 / 以色列四節點
布局

供應鏈整併的三個方向 + foundry 第四線

AI 資料中心光互連供應鏈整併圖



① 平台商上游資本綁定 (NVIDIA) ② 連接 IC 垂直整合 PIC / 光引擎 (Credo) ③ 連接器商切入 CPO 封裝介面 (Molex) ④ Foundry 端擴張 (GF)

全球光元件產能的四個關鍵節點

台灣

Taiwan

代表玩家

TSMC 與台灣先進封裝

戰略角色

高階 CPO / SiPho 核心、
HBM/先進封裝爭奪

美國

USA

代表玩家

Corning / Lumentum /
Coherent / GF

戰略角色

光連接設計與光子整合主導

新加坡

Singapore

代表玩家

GF + AMF + A*STAR

戰略角色

供應鏈分散重要備援；
300mm SiPho 多地製造

以色列

Israel

代表玩家

DustPhotonics /
Teramont

戰略角色

PIC 與 fiber-to-chip 耦合高
價值 IP

AI 資料中心客戶要求多地產能配置與韌性備援 — 光元件採購已實質帶有產地分散與供應穩定性的考量

Supply Chain Map — 三地受惠地圖 (Beta vs 結構性卡位)

材料 → 基板 → 外延 → 晶片 → 封裝 → 模組 → 應用



上游材料供應 (中國鋼 ~70%) | 日系基板/器件一體化 | 美系下游模組 | 台灣 epi 與 foundry 彈性

JP 日本 Japan

Sumitomo Electric (5802 JP): 同時掌握 InP substrate + optical devices, 鋼/基板地緣風險下戰略價值極高。Beta 中, 上行慢但護城河深 — 適合做核心配置而非交易性持有。

US 美國 USA

Coherent (COHR): 多座 InP 廠整合至 6 吋, die-cost 大降, 整合度最高。Lumentum (LITE): FY25 Cloud & Networking \$1.41B (+30% YoY), 客戶滲透深但上游受限。Beta 最高, 訂單能見度直接與 hyperscaler capex 連動。

tw 台灣 Taiwan

LandMark 聯亞 (3081 TT) / VPEC 全新 (2455 TT) / WIN Semi 穩懋 (3105 TT): 上游 epi 與 III-V foundry 卡位點, 在 SiPh / CPO / AI 鏈不可替代。估值低、上行毛利槓桿大, 但客戶 / 終端集中風險偏高。

三地各自代表不同 Beta 結構 — 日本 (Sumitomo) 為材料/基板地緣護城河, 上行慢但下行有限; 美國 (Coherent / Lumentum) 為下游集中度與訂單能見度, Beta 最高; 台灣 (LandMark / VPEC / WIN Semi) 為上游 epi/foundry chokepoint, 估值低但毛利槓桿大。三地宜分散配置, 避免單一地緣 / 單一段別風險。

Japan Vendors 日本廠商 — 結構性護城河 (Sumitomo 5802 JP)

Sumitomo Electric (基板 + 器件一體化最深) vs. Furukawa Electric (FFOD 雙據點 + CPO ELS)

Sumitomo Electric 住友電工

產能級距: 極高

供應鏈角色

基板到器件高度垂直整合

官方產品 / 技術

Optical devices: semiconductor lasers, photodiodes, wavelength-tunable lasers; CW-LD 為資料中心主力, 高功率可調光源

主要基地

日本國內基板 / 器件體系為核心 + 海外銷售與支援網路

近三年變化

公開規劃: 2028 年 intra-DC optical devices 產能較 2023 年增 12 倍, InP substrate 產能增 2.4 倍; 200G/λ EML 與 350mW+ CW-LD 納入重點; 已被選入 NVIDIA SiPh ecosystem partner。

主要風險

產能擴張快、對 AI / DC 需求節奏敏感; 公開財務拆分有限, 不利外部精準估算。

Furukawa Electric 古河電工

產能級距: 高

供應鏈角色

晶片 / 模組製造與 CPO 外部光源供應

官方產品 / 技術

DFB chip, ITLA / coherent light source, 1480nm pump LD, CPO external laser source (ELS)

主要基地

FFOD 千葉 / 茨城雙廠 + Furukawa FITEL (Thailand)

近三年變化

2021 DFB chip 產能「超過倍增」; 2022 推出 CPO 用 ELS; 2025 新增醫療 / 工業光纖與有源元件布局。FFOD 為與 NTT Innovative Devices 合作的製造公司。

主要風險

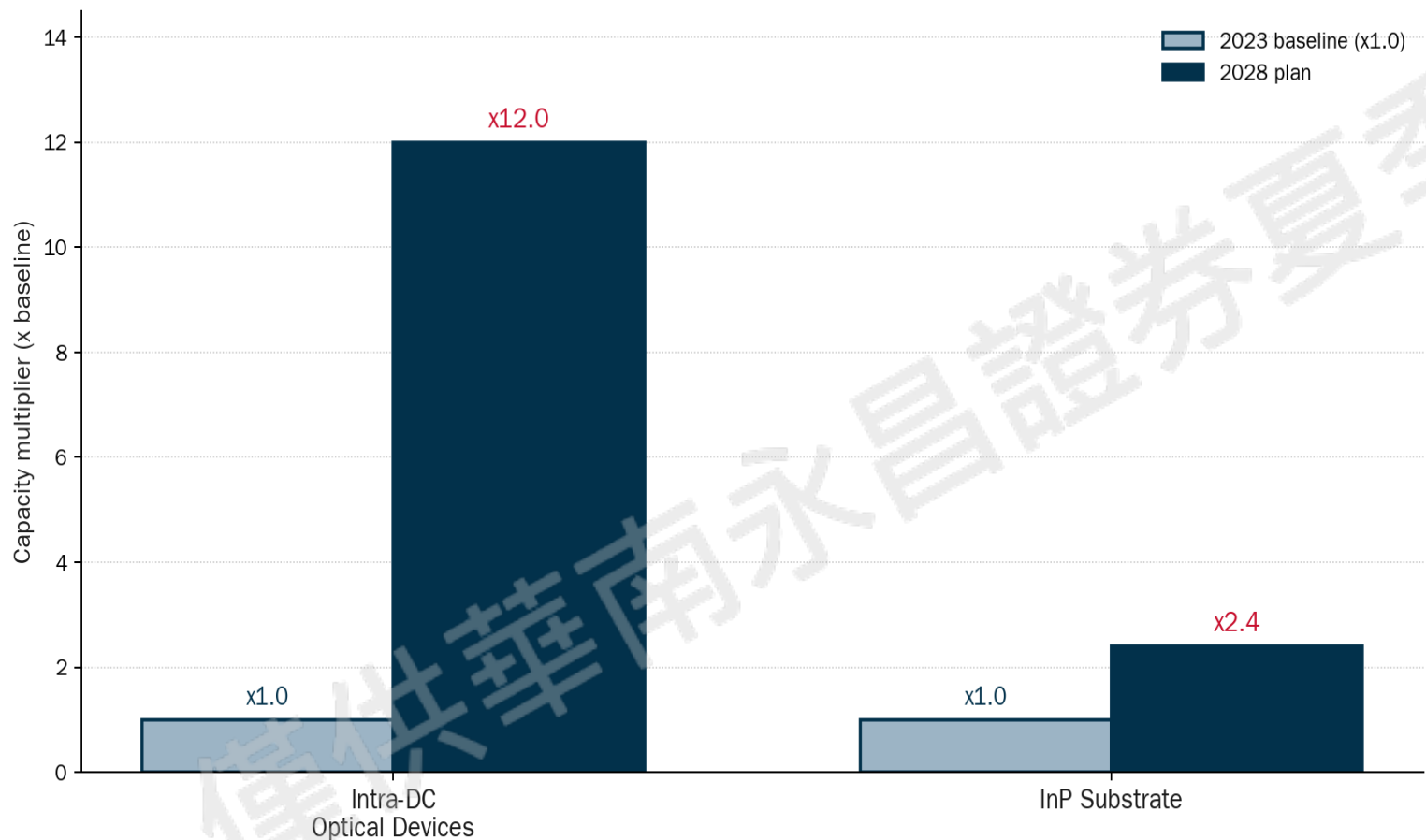
規模小於美系與 Sumitomo; 資料中心雖受益, 但公開產能尺度較少; 部分成長仍需靠合作夥伴與海外製造。

日系廠商以材料 + 基板一體化為護城河 — Sumitomo Electric (5802 JP) 同時掌握 InP substrate 與 optical devices, 鈎/基板地緣風險下戰略價值極高。上行慢但下行有限, 適合做核心配置而非交易性持有。

Sumitomo (5802 JP) 產能擴張規劃

2028 vs 2023: Intra-DC optical devices x12 / InP substrate x2.4

Sumitomo Electric 產能擴張規劃 (2023 → 2028)



Source: Sumitomo Electric AI/datacenter mid-term IR briefing.

Why this matters

Sumitomo 同時掌握 InP substrate 與 optical devices — 在當前銅 / 基板供應緊張下, 為日系廠少數能「自給自足」的玩家。

對 Intra-DC 的判讀

x12 倍是「公開規劃值」, 但隱含 Sumitomo 認為 AI DC 對 CW-LD / EML 的需求不會回頭。這是住友最直接的信號。

對台灣供應鏈的傳導

若 Sumitomo 大幅自給, 對外部 InP 基板需求結構也會改變 — 台灣 epi 廠的基板來源策略需要相應調整。

Sumitomo 產能擴張節奏即 5802 JP 的訂單能見度 — Intra-DC optical x12 / InP substrate x2.4 (2028 vs 2023) 表上游卡位放大, 但日股本益比反映遲滯, 是相對價值機會。

US Vendors 美國廠商 — 主要受惠核心 (COHR / LITE)

Lumentum (下游模組 / 客戶滲透深) vs. Coherent (材料 → 模組垂直整合最深)

Lumentum Holdings

產能級距: 高

供應鏈角色

IDM / 模組與子系統供應商

官方產品 / 技術

Cloud networking, 光傳輸 / DCI, tunable transmission modules, transceivers, pump lasers, narrow-linewidth tunable lasers

主要基地

California (主要 R&D / 製造) + Thailand, Japan, Portugal, Mexico

近三年變化

FY25 Cloud & Networking 營收 14.1 億美元, YoY +30%; FY25 GM 28%; 2024 完成雲端光通訊併購整合。

主要風險

原物料 / 元件單一料源; 中國相關出口限制與產線轉移; 客戶集中與價格壓力。

Coherent Corp.

產能級距: 極高

供應鏈角色

垂直整合最深 — 材料 → 雷射 → 元件 → networking / transceiver

官方產品 / 技術

InP lasers, transceivers, networking; 多座 InP 廠整合至 6 吋平台

主要基地

美國與歐洲多個 InP 製造據點 + 馬來西亞 networking 大規模製造 / 測試

近三年變化

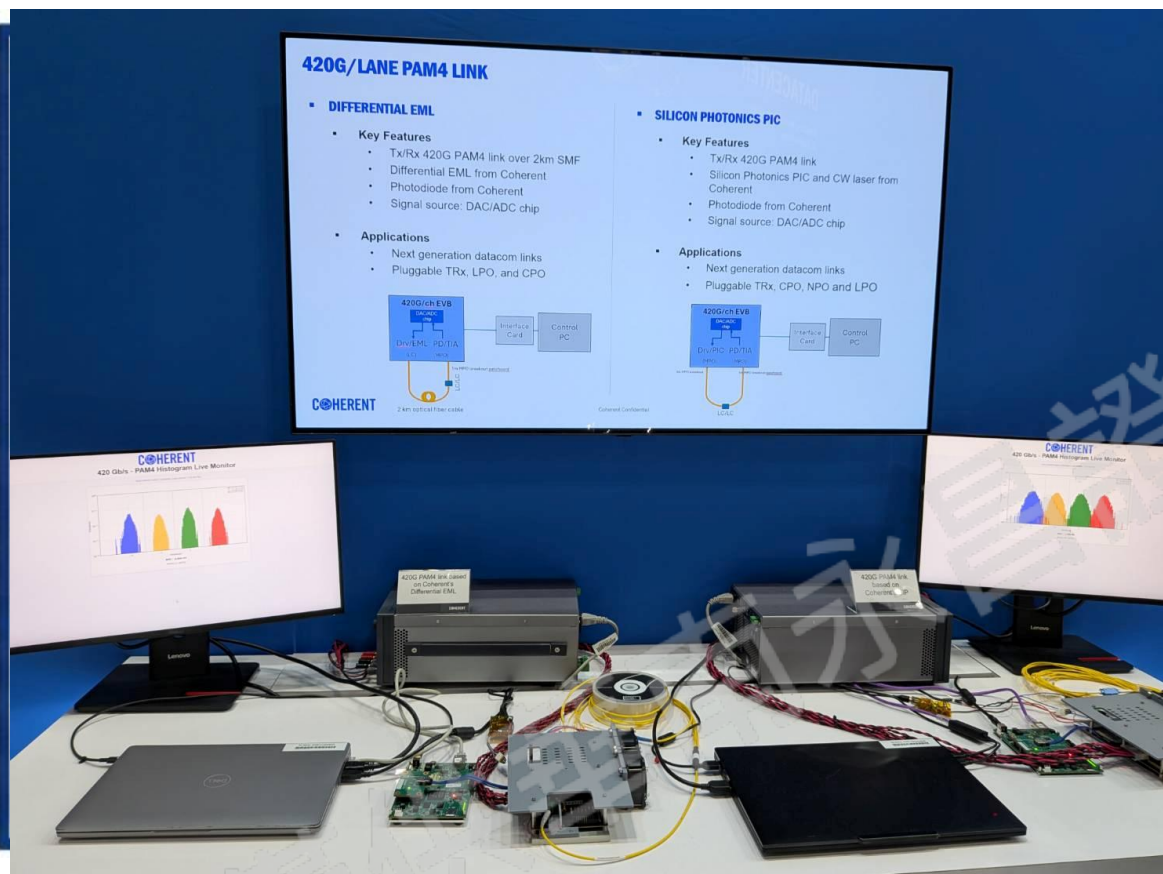
FY25 營收 58.1 億美元, GM 35%; communications revenue YoY +51%; 6 吋平台主張可使 InP chip 成本下降 > 60%。

主要風險

6 吋良率爬坡風險; 全球整併複雜度高; 產品組合廣, 光通訊景氣循環仍會波動。

美系廠商為 AI DC 光模組最直接受惠路徑 — Coherent (COHR) 整合度最高、毛利槓桿大, Lumentum (LITE) FY25 Cloud & Networking \$1.41B (+30% YoY) 客戶滲透深但上游受限。Beta 高、訂單能見度與 hyperscaler capex 連動, 為核心配置首選但估值已部分反映。

Coherent 的420G/單通道 PAM4 雙鏈路展示



展示兩組光學鏈路架構(EML vs. SiPh), EML版本在 2 公里單模光纖 (SMF) 上達成收發傳輸 (Tx/Rx)

突顯了 Coherent 的垂直整合元件能力, 代表著一種策略性佈局, 能同時服務傳統的『可插拔光收發模組』與新興的『共同封裝光學 (CPO)』市場

US Vendors — 估值 + 訂單能見度

Lumentum Cloud & Networking 營收回升 + Coherent 6 吋 InP 成本下降

Lumentum Cloud & Networking 營收 (FY)
AI 雲端光通訊驅動回升

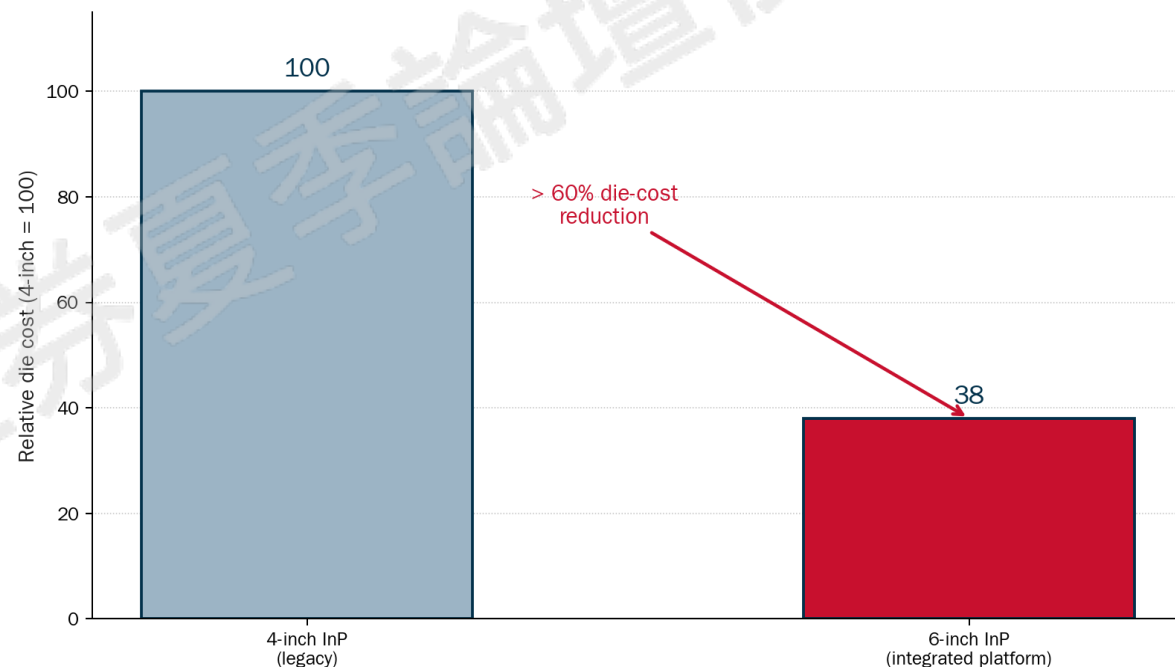


Source: Lumentum 2025 10-K filing.

Lumentum: AI 雲端帶動營收回升

FY2025 Cloud & Networking 達 14.1 億美元、YoY +30%。FY24 受出口管制 / 庫存 / 產線轉移壓力, FY25 由 AI 光連接需求拉動 mix 改善。

Coherent 6-inch InP 整合平台 — 晶片單顆成本下降



Source: Coherent 2025 annual report; magnitude based on management '>60% reduction' statement.

Coherent: 6 吋整合 → 結構性成本曲線

管理層公告 6 吋 InP 整合平台可使 InP chip 單顆成本下降 > 60%。本質上是把多座原本獨立的 InP 廠合併到單一大尺寸晶圓廠 platform — 對下游 module 競爭門檻是結構性提高。

數字反映 COHR / LITE 已進入訂單放量期, 但估值同步抬升 — 看訂單斜率 (季度 book-to-bill) 與毛利改善, 不宜單看 PE。

Taiwan Vendors 台灣廠商 — 上游 chokepoint 與彈性製造平台

上游 epi 與 III-V foundry 的關鍵卡位 — 不是美日大廠的縮小版

LandMark 聯亞光電

中高

角色

上游 epiwafer 專精 — 與 InP CW / SiPh 關聯最直接

產品

Telecom: DFB, EML, APD, FP, PIN epiwafer | Data center: DFB, high power CW laser, silicon photonics epiwafer

基地

台南南科兩處生產據點

近三年

FY25 營收 22.03 億元, YoY +82%; FY25 GM 43%, 4Q25 GM 49%; 官方治理 / 價值提升文件明確提到持續擴大 SiPh / CPO / AI 相關出貨與產能。

風險

對基板與設備供應穩定度敏感; 客戶與應用集中度較高; 公開未揭露實際 wafer / 月產能。

VPEC 全新光電

中

角色

III-V epi 平台供應商 (MOCVD 為核心)

產品

供應 wireless / optical fiber communication 等 epi solution

基地

桃園平鎮

近三年

AI 帶動資料中心光通訊成長已反映在年報文字; 但公開資料對 InP CW 專案占比與產能拆分較少。

風險

產品組合比聯亞更分散; 缺少下游模組掌控權, 議價能力取決於客戶組合。

WIN Semi 穩懋半導體

中

角色

大型化合物半導體 foundry — 光電為其一個服務面向

產品

Optical communication / optical information: edge-emitting LD, 高功率 edge-emitting LD, PD, APD, VCSEL; 提供 epi / process / characterization 一站式服務

基地

桃園龜山三座主要 fab; 高雄路竹廠 2025/8 已出售予日月光

近三年

光電 / optical 服務持續存在, 但公司核心仍是 RF / GaAs / GaN; 整體產能大、韌性高。

風險

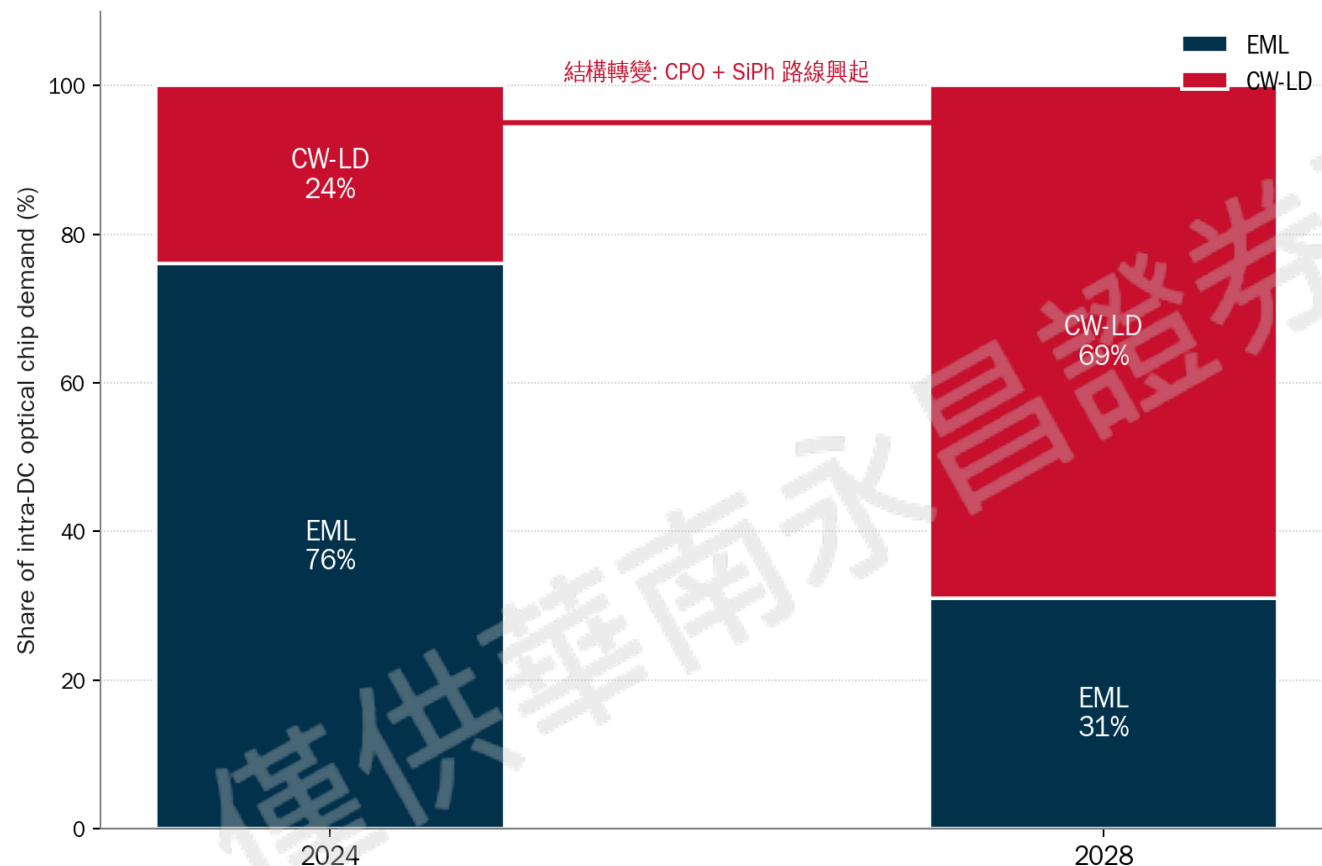
直接 InP CW 曝險較低; 若 RF 景氣更強, 資源分配未必優先給光通訊; 光學線別營收未單獨揭露。

台廠分兩類 — 聯亞 (3081 TT) 為上游 epi / 晶片, 高 Beta 但客戶 / 終端 / 廠區集中風險高; 全新 (2455 TT) / 穩懋 (3105 TT) 為 III-V 純代工, Beta 較低、廣度大。3081 TT 衛星部位, 2455/3105 TT 次核心配置。

EML → CW-LD 結構轉換 — 最重要的需求重組 (誰拿走誰的份額)

Sumitomo Electric 公開估計: 2024 → 2028 在 intra-DC 光晶片需求中的占比

Intra-DC 光晶片需求結構轉變
EML 主導 → CW-LD 主導 (Sumitomo Electric)



Source: Sumitomo Electric public IR materials

Why this is the most important chart in the report

① 為何發生 — 矽光子 / CPO 興起

Intra-DC 所需晶片組成從 EML 轉向「CW-LD + Si modulator」 — 矽光子主要替代「調變方式」, 不是「光源本身」。

② 對供應商的意義 — 兩條路線

具高功率 CW-LD 設計與量產能力者受益最大; EML 廠商也並未消失, 但 mix 必須重新思考。

③ 下游建議 — 雙軌 qualification

一條維持 EML, 另一條導入 CW-LD + Si modulator / CPO, 避免架構切換時被單一路線綁死。

EML 76%→31%, CW-LD 24%→69% (Sumitomo 2024→2028) — 這是 CPO/SiPh 外部光源結構性份額重排。CW-LD 設計能力強的廠商 (Coherent / Sumitomo / 聯亞) 為直接受惠, 純 EML 廠商面臨份額流失風險。



Who Wins | CPO 競局與結論

Four Players · Time Axis · Taiwan Map · Downside Risks

76%→31%、24%→69%、x12 倍:光互連的三個再平衡

瓶頸、需求轉換、供給排序

76% → 31%

EML 在 intra-DC 光晶片需求中的占比

(Sumitomo Electric: 2024 → 2028)

24% → 69%

CW-LD 在 intra-DC 光晶片需求中的占比

(Sumitomo Electric: 2024 → 2028)

x12 / x2.4

Sumitomo 2028 vs 2023 產能擴張倍數

Intra-DC optical devices / InP substrate

① 真正瓶頸 — 已從封裝轉到上游

瓶頸已從「單純封裝」轉向「高品質 InP 基板 + 高良率外延 / 晶片製程 + 高功率 CW-LD 與相干可調光源設計能力」。

② 需求結構 — 從電信到 AI DC

需求明顯從傳統電信轉往 AI 資料中心 — intra-DC、DC interconnect、矽光子 / CPO 外部光源。EML → CW-LD 是最重要的結構變化。

③ 供給排序 — 三梯隊定位

第一梯隊: Coherent (6 吋 InP 整合, > 60% die-cost↓) 與 Sumitomo Electric (基板 + 器件一體化); Lumentum 客戶滲透最深 (Cloud&Networking FY25 14.1 億美元, +30%); 台灣為上游卡位點。

技術框架 — 四種光互連技術

CPO / NPO / LPO•TRO / AEC•ALC — Definitions

CPO Co-Packaged Optics	把光引擎 / 矽光子直接放到 ASIC 同封裝或同模組包中 優勢 ✓ 最短電路徑 ✓ 最低功耗 ✓ 最高密度 挑戰 ✕ 雷射可靠性 ✕ 現場維修困難	NPO Near-Package Optics	光元件放在 ASIC 近端而非同封裝 優勢 ✓ 可維修性較佳 ✓ 導入風險較低 挑戰 ✕ 整合度犧牲 ✕ 功耗較 CPO 高
LPO / TRO Linear-Drive / TX Retimed Optics	可插拔框架內減少或重配 DSP / retimer 功能 優勢 ✓ 可插拔相容 ✓ 中間轉型方案 挑戰 ✕ 訊號完整性挑戰 ✕ 距離受限	AEC / ALC Active Electrical Cable / Active LED Cable	短距離 1–30 公尺 row-scale 與 scale-up 連線 優勢 ✓ 高可靠性 ✓ 成本優勢 ✓ 易於部署 挑戰 ✕ 距離受限 ✕ 頻寬密度有限

四種技術 (Pluggable / NPO / CPO / SiPh) 對應不同受惠半徑 — Pluggable 受惠最廣 (COHR/LITE), CPO 受惠集中 (NVDA/AVGO/MRVL), SiPh 為長期選擇權 (TSMC/AVGO/MRVL)。理解技術 = 理解組合 Beta 來源。

四家廠商技術主軸

不是所有公司都押同一個答案 — 是個看誰能把多種光學路徑裝進同一個商業平台的競賽。

公司	矽光子 SiPh	外部雷射 ELS / EML	VCSEL NPO	微環調變器 Microring Mod.	Coherent (-lite) DSP	micro-LED	Plasmonics
NVIDIA	●	●	—	●	—	—	—
Broadcom	●	○	●	○	●	—	—
Marvell	●	○	○	○	●	●	●
Credo	●	—	—	○	●	●	—

圖例： ● 主要押注 ○ 次要 / 元件路線 — 未列入主軸

關鍵觀察 | Key Observations

- NVIDIA:** 矽光子 + 外部雷射陣列 + 微環調變器 + 液冷 CPO 交換器，路線高度集中
- Broadcom:** 同時押矽光 / CPO 與 VCSEL-based NPO，並保留 EML、CWL、PD 等元件路線
- Marvell:** 最多元：SiPh light engine + Photonic Fabric + coherent-lite + micro-LED + plasmonics

技術框架 — 材料 / 光子平台 / 受惠廠商對照

公司	主要光互連主軸	光子技術 / 材料	整合層級	近中期商業重心
NVIDIA	CPO 交換器平台 (InfiniBand + Ethernet)	矽光子、微環調變器、外部雷射陣列	最高 光引擎與交換 ASIC 同模組 / 同封裝，配合液冷	Quantum-X Photonics、Spectrum-X Photonics、Rubin / Spectrum-6 架構導入
Broadcom	CPO 與 NPO 雙軌並行	CPO、VCSEL-based NPO、EML/PD、CWL、DSP	中高 從 pluggables 到 NPO，再到 CPO	Tomahawk 6-Davisson、XPU-CPO、Taurus 400G/lane、3.2T NPO
Marvell	DSP + 矽光子 light engine + Photonic Fabric + coherent-lite	SiPh、coherent DSP、micro-LED、plasmonics	中高 從可插拔 / TRO/LPO 到 chiplet / co-packaged scale-up	Ara / Ara T / Ara X / Petra / Aquila M、Celestial AI Photonic Fabric、Polariton
Credo	AEC 為基底，向 ZeroFlap optics、SiPho PIC、ALC 擴張	SerDes、DSP、SiPho PIC、micro-LED	中 先做系統與模組級整合，再往 NPO/CPO 設計機會滲透	ZeroFlap optics、光學 DSP、Dust PIC 內製化、ALC 新品線

NVDA 為 CPO 平台主導者 (整合度最高, 但受惠路徑透過 ASIC 代工迂迴); AVGO 雙軌 CPO+NPO 拿單面最廣, 為最直接受惠半導體大廠; MRVL SiPh+coherent-lite 與 CPO 供應鏈直接重疊, Beta 高且選擇權多; CRDO 從 AEC 切入, 規模小但成長 Beta 最高。AVGO/MRVL 核心配置, NVDA 間接受惠, CRDO 高 Beta。

Broadcom (AVGO) — CPO + NPO 雙軌, 拿單面最廣的核心配置

沒有把所有籌碼壓在「一步到位的矽光 CPO」 — 採取務實的 CPO 與 NPO 並行做法

Track 1: CPO 「North Star」

- 1** **2025-03**
OFC 2025 展示
XPU-CPO、Sian3、Sian2M 產品; roadmap 指向 200T
- 2** **2025-10**
Tomahawk 6–Davisson
業界首款 102.4T CPO 交換器, 推到商業化可討論層級
- 3** **2026-03**
OFC 2026
Taurus 400G/lane optical DSP; 未來 204.8T switch platform

Track 2: NPO 高性能橋接方案

- 1** **技術選擇**
VCSEL-based NPO
近端非同封裝; 犧牲部分整合度, 換更高可維修性
- 2** **2026-03**
3.2T NPO 推出
搭配 400G EML/PD; 面向 hyperscaler 短期可量產需求
- 3** **戰略意義**
長期 CPO 之前的橋接
產業需要高性能、可維護的方案; NPO 即此位置

AVGO 雙軌 (Tomahawk 6–Davisson CPO + 3.2T NPO) 拿單面最廣, 是最直接 CPO 受惠半導體大廠 — 既有 ASIC 業務 + CPO/NPO 增量為雙引擎, Beta 高且確定性強, 為核心配置首選。

Marvell (MRVL) — 併購節奏 / 整合複雜度 (執行風險評估)

2025 Q4 至 2026 Q2：四個月內五大交易節點

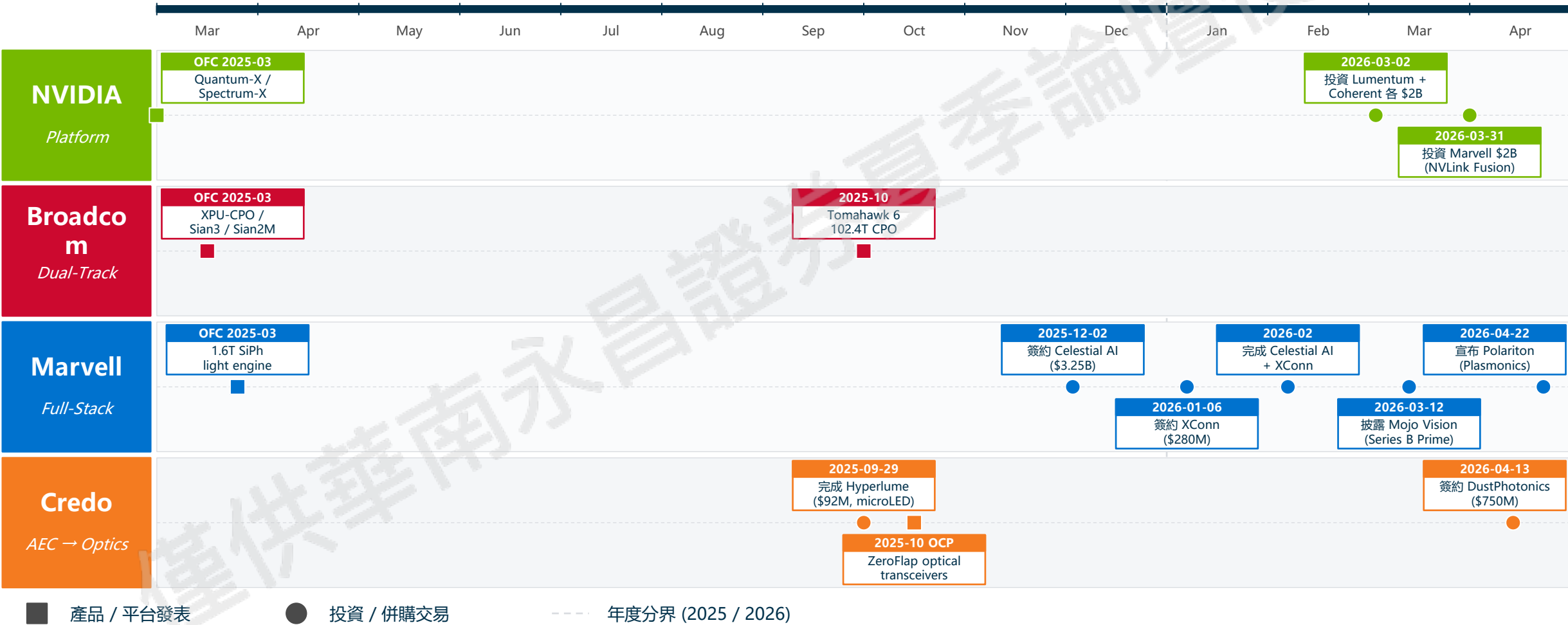


整合風險評估 | Integration Risk Assessment

- ▶ 整合標的多、技術棧分散：
執行複雜度高；六大資產需在 18-24 個月內形成協同
- ▶ Celestial AI 收入時間差：
貢獻要到 FY2028 下半才開始有意義 — 估值與業績落差大
- ▶ 外部標準路線分裂：
一邊補強 UALink 生態，一邊與 NVIDIA NVLink Fusion 合作 — 必須保持高度彈性

CPO / Optical Interconnect / Silicon Photonics 關鍵時間軸

四家公司在 14 個月內的產品發表與資本動作 — 採泳道圖呈現各公司獨立節奏

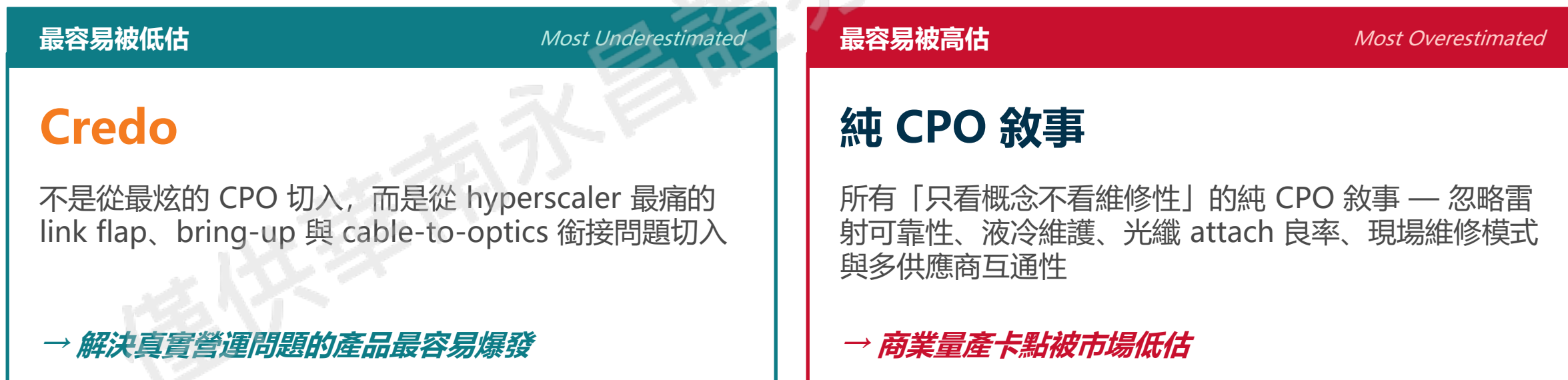


競爭排序 / 市場誤判風險

競爭排序 | Competitive Ranking



市場誤判風險 | Market Mispricing



市場常見誤判 — 把 NVDA 當唯一受惠 (低估 AVGO / MRVL 增量), 把 CPO 當 2026 年事件 (實際為 2027+ ramp), 把測試設備當小眾 (實際是高確定性訂單)。校正共識 = 找到 alpha。

供應鏈影響 — 台灣產業含義 (受惠族群地圖)

NVIDIA 已把需求端優勢轉成資本工具：需求聚合 + 產能預占 + 技術路線對齊



短期效應

Short-Term Effect

CAPEX 更容易落地，尤其是美國本土光學與雷射製造



中期效應

Medium-Term Effect

議價能力可能更集中於 AI 平台業者

對台灣供應鏈的含義 | Taiwan Supply Chain Implications

先進封裝、光纖連接、散熱、系統組裝與共同封裝測試仍是高受益環節

先進封裝	光引擎 + ASIC 同模組封裝、TSV、interposer	高	光纖連接	FAU、connector、optical sub-assembly	高
散熱方案	液冷模組、cold plate、TIM 設計	高	系統組裝	CPO 交換器整機、機櫃級液冷整合	高
共同封裝測試	光電混合測試、known good die、retest 流程	中高	(受限部分)	光源 (雷射) 與 PIC 部分價值已被美國公司鎖定	—

台灣受惠族群分三層 — TSMC (CPO 代工 + SiPh 製程獨家), 旺矽/致茂 (測試設備在地化), 聯亞/全新/穩懋 (上游 III-V epi/foundry)。CPO 主題對台股是廣域受惠, 不只大型半導體股。

市場節奏 — 短期 vs 中期

短期（未來 12 個月）

Near-Term / 12 Months

真正能轉化成大規模收入的仍是：

- 1.6T pluggables
- AEC (Active Electrical Cable)
- TRO / LPO / NPO
- 高可靠度 optics (如 ZeroFlap)

關鍵推論：

NVIDIA 的 Quantum-X 與 Spectrum-X Photonics 會提升 CPO 驗證與設計導入，但不會立刻消滅 pluggables。

Broadcom CPO + NPO 並行、Marvell 1.6T SiPh light engine、Credo ZeroFlap + ALC 並行 — 都反映商用移轉不會是單一步轉換。

中期（12–36 個月）

Medium-Term / 12–36 Months

價值鏈進一步上移到三個位置：

01 光子引擎與 PIC / chiplet

Marvell (Celestial AI, Polariton)、Credo (DustPhotonics)

02 外部雷射與可靠性模組化

NVIDIA 對 Lumentum / Coherent 的投資

03 標準與生態的控制權

NVLink Fusion、OCI MSA、UALink 周邊

不只比元件性能，還要比誰能把供應商、OEM、雲端客戶與軟體管理層綁在一起

被低估的風險 — 投資人需要校正的下行情境

市場往往高估技術風險,低估工程風險,成敗常在「軟實力」

01

工程驗證的時間壓力

Engineering Validation Window

客戶給的驗證窗口很短,通常數個月內必須證明設備能穩定運行。需要設備在設計階段就充分考慮可靠性,而非到客戶現場才開始 Debug。

02

供應鏈響應速度

Supply Chain Response

測試設備涉及數百個零組件,來自數十家供應商。關鍵零件斷供或品質問題,整台設備就無法交付。供應鏈管理能力,在此階段比技術創新更關鍵。

03

客戶需求快速變化

Requirement Volatility

CPO 產品規格仍在演進 — 今天驗證通過的設備,明天可能因客戶設計變更需要升級。設備必須具備足夠彈性與可擴充性。

04

服務網路覆蓋

Service Network Coverage

測試設備不是賣出就完了,需要持續的技術支援。客戶在海外時,能否提供本地化服務?響應時間能否符合產線停線損失的要求?

被低估風險 = 共識下修觸發點。技術延遲 / 標準分裂 / hyperscaler 自研替代 / TCO 翻轉皆會放大下行 — 持有時宜分散 (整合型 + 設備商), 不可單押下游模組商。

三句話總結

01

AI 網路不是在升速，而是在改架構

AI networking is not getting faster — it's being re-architected

從前面板的 pluggable 模組，向近封裝與共封裝下沉；從單一 GPU 速度，轉為 rack-scale 與 fabric-scale 設計

02

光互連不是在賣模組，而是在爭奪系統 choke point

Optical interconnect is not selling modules — it's competing for system choke points

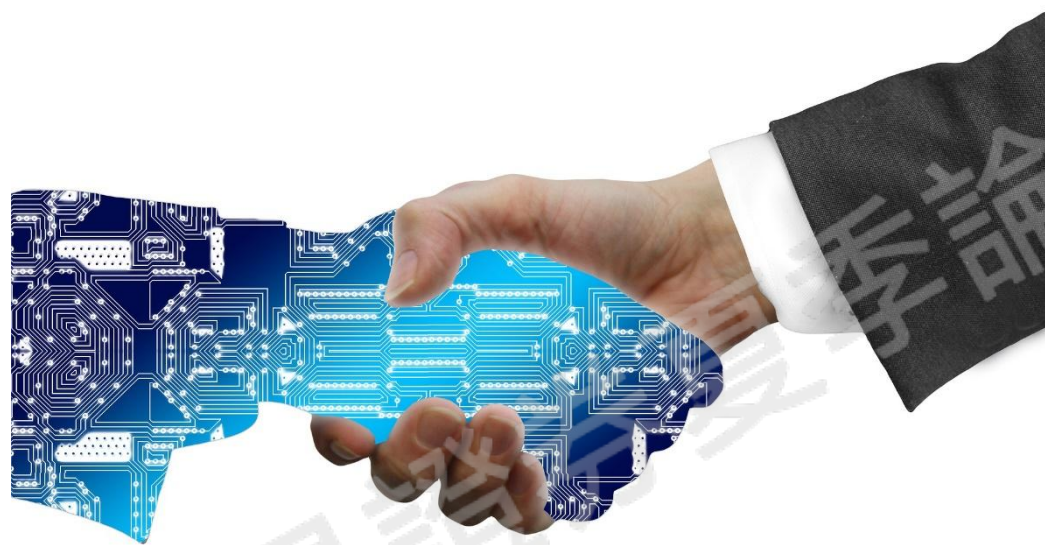
價值不在 transceiver 外殼，而在 200G/lambda、PIC、fiber-to-chip coupling、wafer-level test、區域製造韌性

03

NVIDIA 的真正下注，不是單筆 20 億美元，而是把供應鏈改造成自己的架構延伸

NVIDIA's real bet is not a single \$2B check — it's reshaping the supply chain into an architecture extension

即便客戶不用全套 NVIDIA 計算晶片，也繞不開 NVIDIA 的互連與系統接口層



Thank you