OCP GLOBAL SUMMIT 2026 • 散熱專題

單相冷板還能撐多久？

兩相、浸沒與周邊液冷——OCP 2026 峰會散熱證據

報告日期：2026-10-19
資料基礎：OCP Global Summit 2026（2026-10-12 至 15，San Jose）中近 40 場與散熱直接相關的簡報與錄影（含主題演講、座談與供應商技術場次），輔以兩份國內外券商研究。

本報告的用法：每個關於台灣廠商的敘述，都標示依據等級——實際出貨、合作開發、展示、僅 logo、推論。數字一律附口徑（自測、模擬、預測、讀圖估值、廠商宣稱），口徑不同的數字不並排當成同一件事。簡報之間或簡報與券商之間的衝突，並列呈現，不替任何一方裁定。

核心結論

- **液冷是被迫的轉換，而且已經發生。**Promersion（顧問）估計頂級加速器採冷板的出貨比例約 24 個月內由不到 10% 升到 90% 以上；2026 年頂級加速器封裝功率約 2.3 kW；CoolIT 的機櫃熱分配圖顯示機櫃超過 250 kW 後，剩下的氣冷負擔已無法處理。（24 個月數字僅此一家來源，屬顧問預測。）
- **單相冷板還有跑道，但沒有人給出上限。**Google、Microsoft、Meta 的單相冷板座談一致主張先把單相擠到極限，卻沒有人公布絕對功率上限。各方口徑差到 3–7 倍：Promersion 經濟界約 2.1 kW、物理界約 4 kW；緯穎實測 2 kW 仍可壓在平均結溫約 78°C；CoolIT 宣稱 15 kW 冷板，但未附熱通量與晶片面積。推論：2026–2027 年主流仍是單相冷板升級，不是兩相。
- **冷板不是唯一的熱阻槓桿。**Meta 的熱阻拆解為冷板 45%、TIM 20%、矽 35%（基準情境）；緯穎的拆解為冷板 40–45%、TIM 25–40%、晶片 15–25%。TIM 與材料（鑽石、塑膠）同樣是延壽手段，但目前都是單一廠商的實驗室結果，沒有量產或客戶。
- **兩相不是換零件。**緯穎明講單相換兩相要過工質、流動不穩、流動架構、蒸氣迴路四關；在同一支為 PG25 設計的冷板上，PG25 反而優於兩相冷媒。OCP 的兩相標準化座談簡報沒有任何規格數字。兩相是 2028 年以後的標準化與系統工程題（推論）。
- **液冷含量的擴張方向在周邊與背門。**CoolIT 把熱捕獲率分為 70%、85%、100% 三級，機櫃超過 250 kW 要求 100%；氣冷光模組上限約 35 W，而 448G 模組預測 120–500 W；AMD Helios 單櫃約 246 kW，約 89% 走液冷、約 11% 仍走空氣，需要背門熱交換器（RDHX）。「液冷標配」應修正為「液冷為主，加 RDHX」。
- **浸沒式有小規模生產部署，但不是主流。**Denvr 與 UNICOM 的 H200 浸沒叢集已在生產（128 GPU、PUE 低於 1.04、1 MW 佔地約氣冷的十分之一）；標準（UL 2417、OCP Rev 3、材料相容資料庫、Intel 保固附約）正在補洞，但 OEM 尚未量產浸沒原生機型，台灣廠商在浸沒場次完全缺席。
- **台廠的證據不平均。**緯穎最強（6 場以上、多項自測數據，但多為實驗室）；雙鴻僅有定性的產品發表；奇鋐僅作為緯穎實驗的資料來源；高力、健策、建準在所有散熱場次中都沒有出現，受惠只能列為推論。整體信心：中。

投資重點表

重點	投資含義	相關標的	證據等級 / 信心
單相冷板升級（微結構、TIM、材料）是 2026–27 主線	冷板、TIM、材料的單價與規格升級先於兩相；不是「兩相立刻取代」	緯穎、雙鴻、奇鋐、鴻富瀚	展示與自測為主；中
熱捕獲率由 70% 向 100% 提高	冷板、快接頭、歧管數量增加（簡報未給數量，屬推論）	冷板與快接頭供應商	推論；中低
Helios 為「液冷＋RDHX」	背門熱交換器變成規格項；國外有 nVent 對應產品，台廠受惠待揭露	高力（缺席，推論）	推論；低
兩相：標準化與系統工程先行	兩相冷板、CDU、冷媒迴路的營收貢獻晚於 2028 年	緯穎、緯創、鴻富瀚	研發與實驗台架；中
浸沒：小規模生產、標準補洞	台廠無浸沒原生機型參與；槽體、CDU、機構是可能的切入點（推論）	無明確標的	推論；低
CDU 與機櫃輕量化	同為 2.3 MW，CDU 配置成本可差 3.4 倍；機櫃單寬重量朝 4,000 kg 發展，輕量化材料有需求	台達電、緯穎、雙鴻	展示與模擬；中

1　為什麼液冷是被迫的轉換

峰會的共同底色是：空氣冷卻不是在比較中輸給液冷，而是空間用完了。Promersion 在市場更新場次中把這個想法放在標題：轉換是被迫的，不是自願的。它引用 OCP 白皮書《Thermal Boundaries in AI Infrastructure》（Promersion、Oracle、Avayla、Meta 共同撰寫）的資料：頂級加速器的 TDP 採冷板比例在 2024 年底出現拐點，之後約 24 個月由不到 10% 升至 90% 以上。這條曲線是顧問預測，不是出貨統計；同場的機櫃平均密度預測為全球平均約 20 kW（2025）到約 98 kW（2035），為圖讀估值。

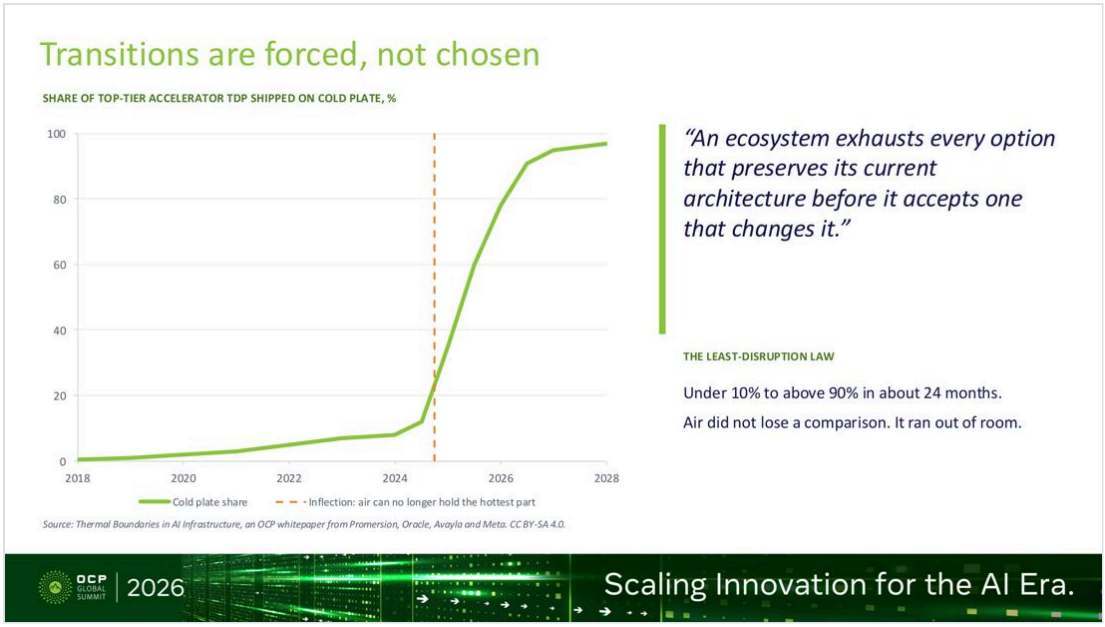


圖 1：頂級加速器 TDP 採用冷板的出貨比例（2018–2028），2024 年底拐點後約 24 個月由 <10% 升至 >90%。口徑：顧問預測，引述 OCP 白皮書。
來源：OCP 2026，Promersion 場次〈Liquid Cooling Market Update: Industry Dynamics, Adoption Signals, and the Road to Scale〉

機櫃端的數字更直接。CoolIT 用「70% 液冷、30% 氣冷」的假設拆解熱量：50 kW 機櫃的氣冷負擔 15 kW 尚可由混合氣冷處理；250 kW 機櫃剩 75 kW 已經困難；500 kW 機櫃剩 150 kW 簡報稱不可能；1 MW 機櫃剩 300 kW。因此該公司主張機櫃超過 250 kW 時需要 100% 熱捕獲，把剩下的熱也交給液體。這是設備供應商的論述，用來支持周邊冷板的產品線，讀的時候要放在這個立場下。

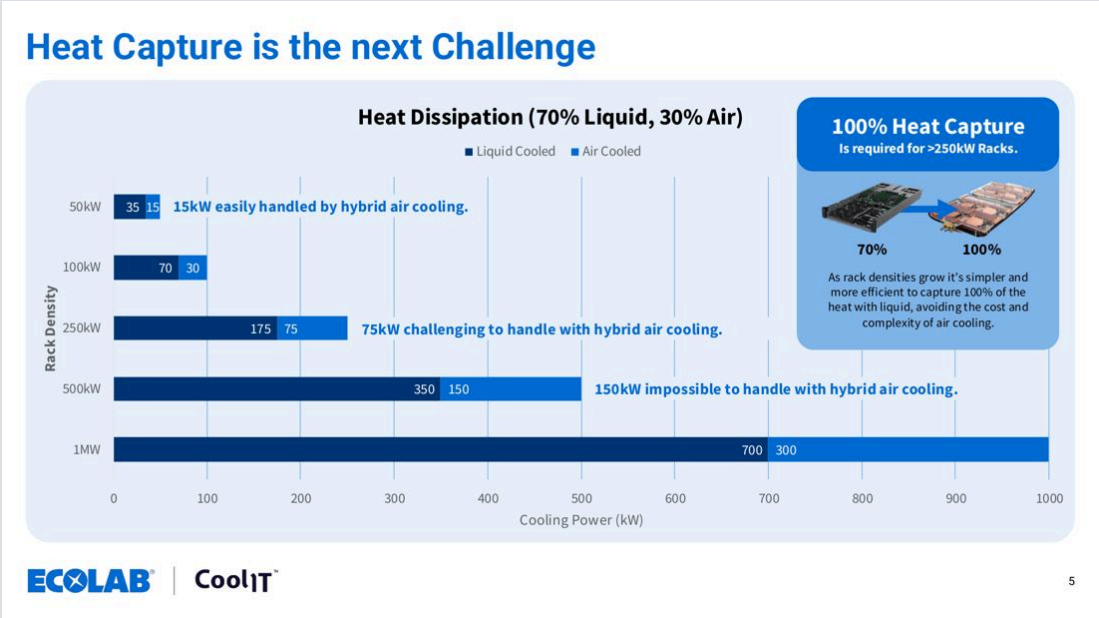


圖 2：機櫃密度 50 kW 至 1 MW 下，70% 液冷＋30% 氣冷的熱量分配；機櫃超過 250 kW 需要 100% 熱捕獲。口徑：廠商情境推算。
來源：OCP 2026，CoolIT 場次〈Fanless Servers Are Coming: The Peripheral Coldplate Roadmap Behind 100% Heat Capture〉

平台端也一致。NVIDIA 主題演講把 Vera Rubin（第三代 OCP MGX 1.2）描述為 100% 液冷、運算托盤無線纜、無風扇、無軟管的設計，並稱 2026 年全面量產、每週數千櫃（公司自述）；AMD Helios 自 2026 年 9 月起出貨。兩者都不是「選配液冷」，而是機櫃設計的前提。對散熱供應鏈而言，這意味著需求端的問題已經從「要不要液冷」轉為「冷板、CDU、快接頭、歧管的規格怎麼分配」。

2　單相冷板的極限與延壽手段

2.1　上限到底在哪裡：各方口徑差 3–7 倍

Promersion 把單相與兩相冷板各畫三條界線：效率界、經濟界、物理界。單相冷板為約 1.2、2.1、約 4 kW；兩相冷板為約 1.8、3.4、超過 6 kW。2026 年頂級加速器的封裝功率約 2.3 kW，已經落在單相冷板的「迴避區」（經濟界與物理界之間）。簡報給的結論是：仍可做，但不再划算，拖得越久帳單越大。依 2020 年後的功率趨勢外推，約 2029 年會觸及單相的物理界。這些是顧問預測，不是 hyperscaler 的規格。

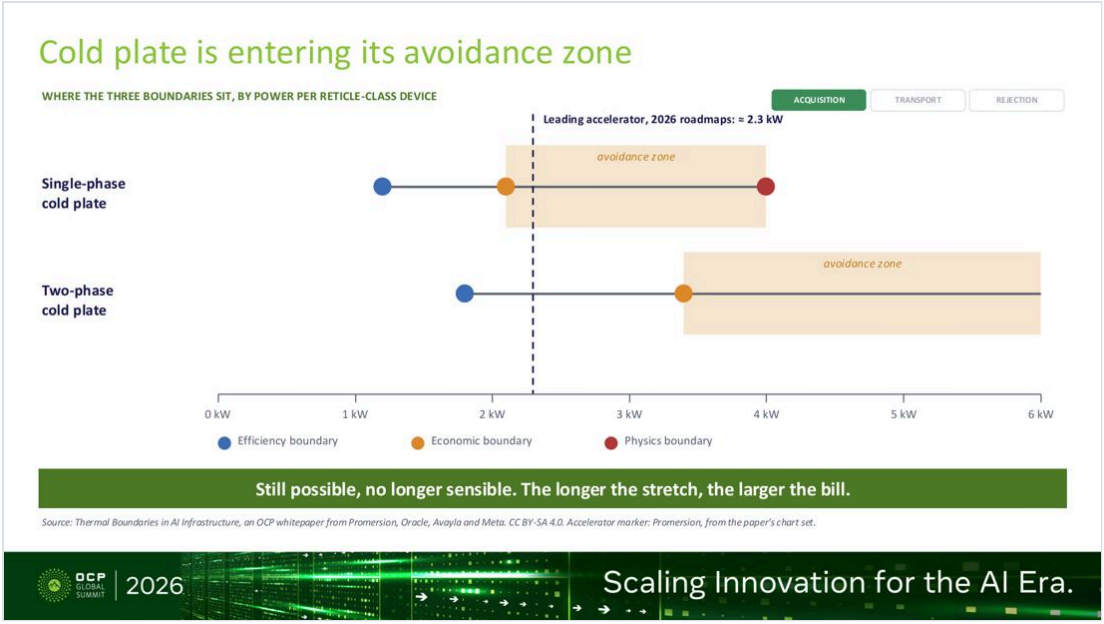


圖 3：單相與兩相冷板的效率界、經濟界、物理界，以及 2026 年頂級加速器約 2.3 kW 的位置。口徑：顧問預測。
來源：OCP 2026，Promersion 場次〈Liquid Cooling Market Update〉

另一邊，Google、Microsoft、Meta 在單相冷板座談中一致主張「先把單相擠到極限」：路線是改冷板內部結構、降低 TIM 熱阻、換材料與標準化，但沒有任何一家給出單相冷板的絕對功率上限。把各方公開的數字放在同一條軸上，可以看到口徑分歧：

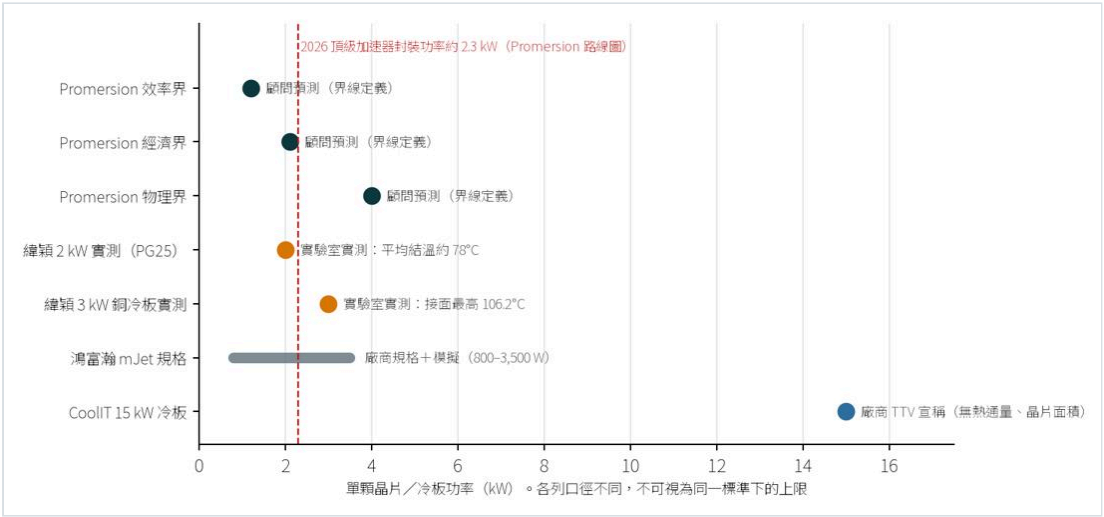


圖 4：各方公開的單相冷板功率數字（自繪，依各簡報數值）。顏色代表口徑：顧問預測、實驗室實測、廠商規格或宣稱。緯穎 2 kW 與 3 kW 為不同測試條件（TTV 尺寸 26×32 與 32.2×25.7 mm²），不可連成一條曲線；CoolIT 15 kW 未附熱通量與晶片面積。
來源：OCP 2026，Promersion 場次；緯穎〈System-level Challenges and Considerations in Transitioning from Single-Phase to Two-Phase Cooling〉與〈Investigation of Diamond-Based Materials for Direct Liquid Cooling of Next-Generation AI Chips〉場次；鴻富瀚〈Cooler System, Hotter Innovation〉場次；CoolIT 場次

判讀（推論）：2.3 kW 的 2026 年加速器仍可由單相冷板處理，3 kW 的銅冷板已逼近上限，需要結構或材料升級；CoolIT 的 15 kW 只能當作廠商宣稱並列，不能寫成可用上限。

2.2　熱阻不只在冷板

Meta 在座談中給出接面到冷卻液的熱阻拆解：基準情境下冷板 45%、TIM 20%、矽 35%；晶片翹曲增加時變為 41%、27%、32%；功率密度增加時變為 38%、17%、45%。緯穎在鑽石材料場次給出的拆解是冷板 40–45%、

TIM 25–40%、晶片 15–25%，冷板加 TIM 合計 65–85%。兩家來源的口徑不同（Meta 是三種情境，緯穎是範圍），但量級一致：把全部力氣放在冷板單件，不是唯一的槓桿，TIM 與材料同等重要。Meta 簡報的結論是：熱阻降低直接換成可用功率。

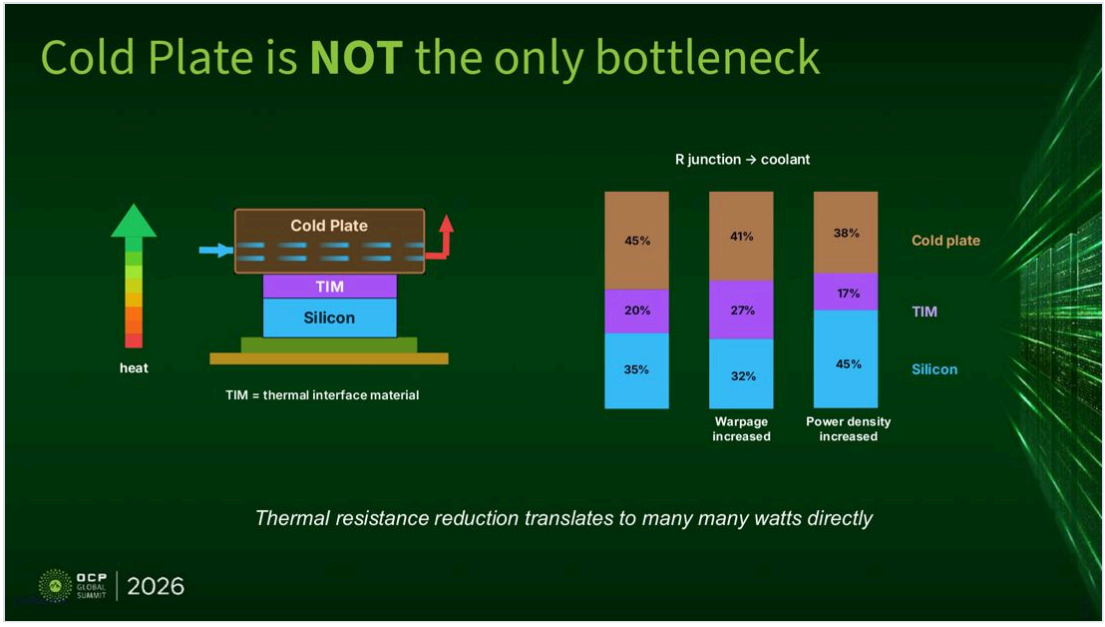


圖 5：Meta 的接面到冷卻液熱阻分配：基準（45 / 20 / 35%）、翹曲增加、功率密度增加三種情境下，冷板、TIM、矽的占比。口徑：Meta 簡報情境，單一來源。
來源：OCP 2026，Google / Corintis / Microsoft / Meta 場次〈Pushing the Single-Phase Cold Plate Limit〉

2.3　延壽手段：微結構、材料、接合

- **冷板內部結構。**Microsoft 提出以 10×10 mm 為單位的單元格冷板：入口約 1 mm 的衝擊區 Nusselt 數約高 150 倍、傳熱係數約高 6 倍，並依各單元的熱點分配流量；原型結溫最多可降 10°C（原型實驗）。Corintis 的冷板內微流體設計在 NVIDIA H200、1 LPM 的同台架比較中，相對鏟齒冷板將 GPU 溫升由 29.5°C 降到 23.9°C（–19%）、HBM 由 42.0°C 降到 32.4°C（–23%）；這是供應商自測。
- **鑽石直接接合。**緯穎將鑽石微通道直接接合在矽晶片上：在 3,000 W（360 W/cm²）、PG25、進水 30°C、2 LPM/kW、加熱面積 32.2×25.7 mm² 的測試條件下，接面最高溫由銅冷板加 PCM TIM 的 106.2°C 降到 77.1°C，熱阻由 0.0254 降到 0.0157°C/W（–38.2%）；模擬預測可降 59.5%，差距推測來自接合界面熱阻。這是實驗室實測，沒有客戶或量產訊息。
- **MCCP 與噴流。**鴻富瀚的 mJet 為單片真空硬焊銅冷卻頭，規格為晶片功率 800–3,500 W、熱點熱通量超過 500 W/cm²、流量 1.35–4.5 L/min、進水 25–45°C（廠商規格與模擬值）；公司自述 2025 年 MCCP 量產、2026 年 mJet 與 VC-LCP 量產，客戶未具名。

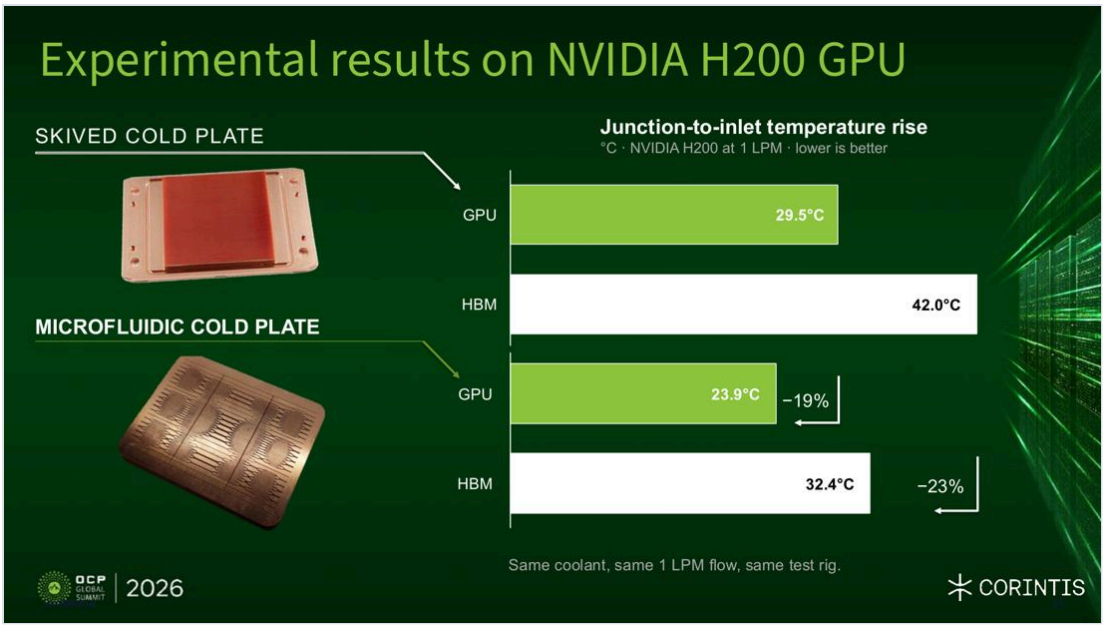


圖 6：Corintis 微流體冷板與鏟齒冷板在 NVIDIA H200、1 LPM 下的接面到進水溫升比較（GPU −19%、HBM −23%）。口徑：供應商自測，同冷卻液、同流量、同台架。
來源：OCP 2026，Google / Corintis / Microsoft / Meta 場次〈Pushing the Single-Phase Cold Plate Limit〉

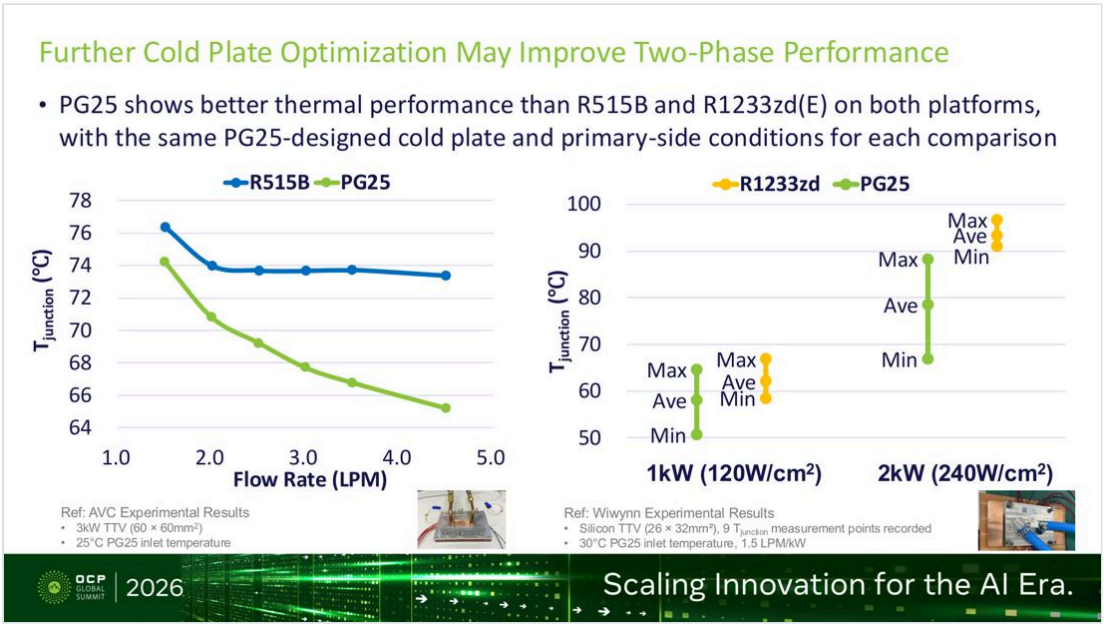


圖 7：同一支為 PG25 設計的冷板上，PG25 與兩相冷媒（R515B、R1233zd）的結溫比較。左：3 kW TTV（60×60 mm²，進水 25°C，奇鋐實驗數據）；右：矽 TTV（26×32 mm²，進水 30°C，1.5 LPM/kW）1 kW（120 W/cm²）與 2 kW（240 W/cm²），2 kW 下 PG25 平均結溫約 78°C（圖讀估值）。
來源：OCP 2026，緯穎場次〈System-level Challenges and Considerations in Transitioning from Single-Phase to Two-Phase Cooling〉

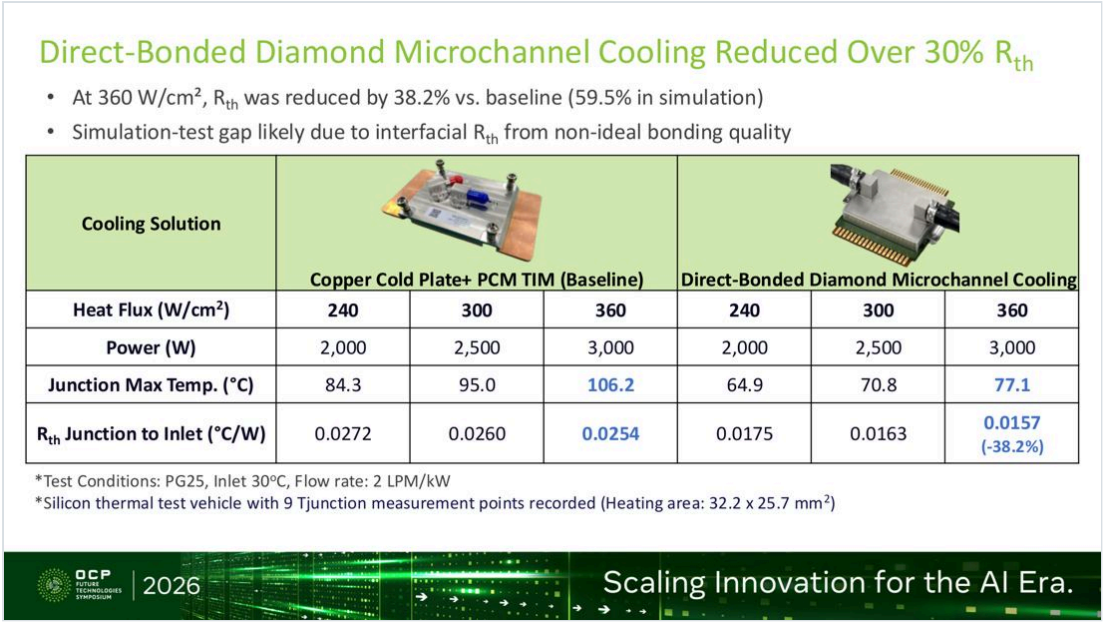


圖 8：銅冷板加 PCM TIM（基準）與直接接合鑽石微通道冷卻的實測比較：240 / 300 / 360 W/cm²（2,000 / 2,500 / 3,000 W）下接面最高溫 84.3 / 95.0 / 106.2° C 對 64.9 / 70.8 / 77.1° C。口徑：實驗室實測，PG25、進水 30° C、2 LPM/kW。
來源：OCP 2026，緯穎場次〈Investigation of Diamond-Based Materials for Direct Liquid Cooling of Next-Generation AI Chips〉

小結。上述手段把單相冷板的可用功率往 3 kW 以上推，且不改變系統架構，這是 hyperscaler 偏好先走單相的原因。但目前所有延壽手段都停留在實驗室或展示階段：鑽石、微流體、鑽石銅都沒有量產與客戶揭露，台廠中只有鴻富瀚自述 mJet 已進入量產（客戶未具名）。

3　兩相：門檻與標準化進度

3.1　不是換零件，是四道關卡

緯穎的場次是本次峰會對單相轉兩相最完整的工程論述。它明確指出轉換要過四關：

- **工質。**兩相冷媒分為中壓（R134a、R1234yf、R515B）與低壓（R1233zd(E)）。R515B 與 R1233zd(E) 是目前資料中心兩相冷卻的主要候選；兩者在 45° C 下的飽和壓力分別約 871 kPa 與 251 kPa，GWP 分別為 299 與 1，R134a 的 GWP 為 1300。
- **流動不穩。**沸騰段的流量與壓降震盪，會讓冷板表現不均。
- **流動架構。**串聯時蒸氣品質由 0 升到 0.1、0.5，各段壓降由 10 kPa 升到 20、60 kPa，冷板性能不均；並聯時 1,500 W 與 500 W 負載會造成流量分配不均。
- **蒸氣迴路。**蒸氣體積大、泵汽蝕、冷凝器與儲液槽，使 CDU 與歧管的體積放大。

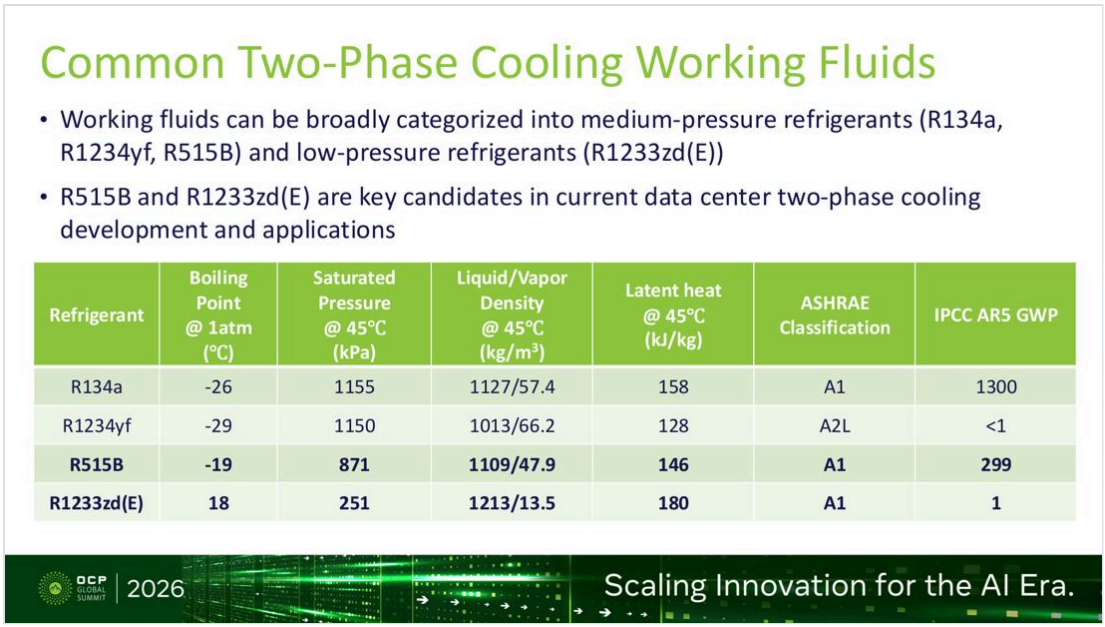


圖 9：常見兩相冷卻工質比較（沸點、45°C 飽和壓力、密度、潛熱、ASHRAE 分級、GWP）。口徑：45°C 表列值。
來源：OCP 2026，緯穎場次〈System-level Challenges and Considerations in Transitioning from Single-Phase to Two-Phase Cooling〉

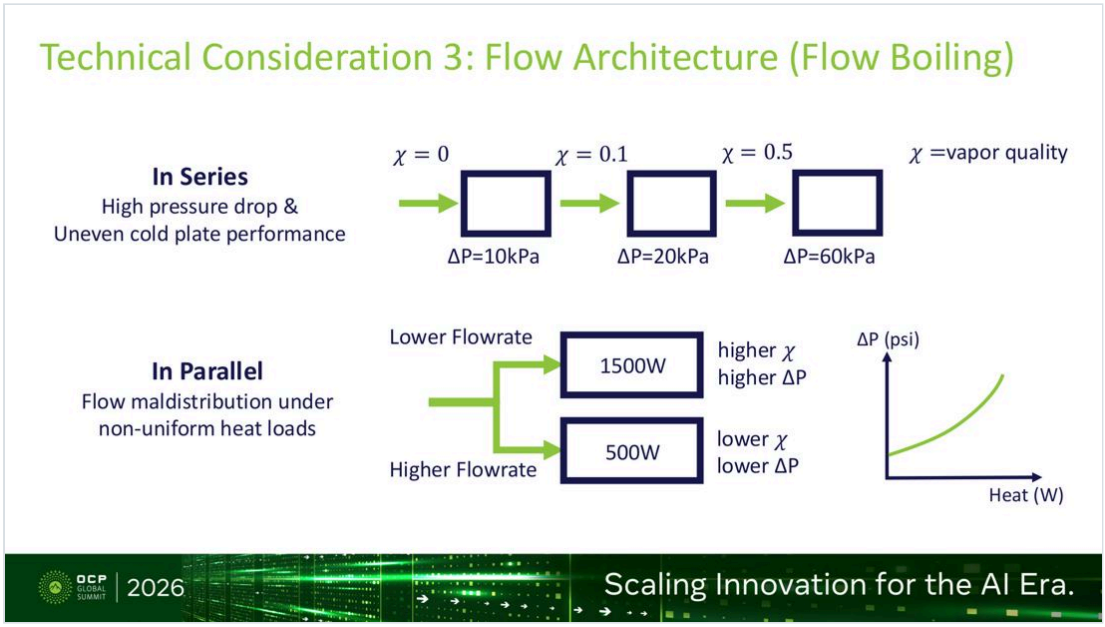


圖 10：兩相流動架構的兩種取捨：串聯造成高壓降與冷板不均，並聯在不均勻熱負載下流量分配失衡。
來源：OCP 2026，緯穎場次〈System-level Challenges and Considerations in Transitioning from Single-Phase to Two-Phase Cooling〉

最值得記住的實驗結果是：在同一支為 PG25 設計的冷板與相同一次側條件下，PG25 的表現優於 R515B 與 R1233zd(E)（圖 7）。緯穎的解讀是進一步優化兩相專用冷板可能改善，但這同時說明：兩相要有收益，冷板本身必須重新設計，不是把工質換掉就好。

3.2 其他兩相證據：研究台架與供應商宣稱

- **緯創的負壓水沸騰冷板。**以水為工質（45°C 潛熱約 2,400 kJ/kg，遠高於 R515B 的 146 kJ/kg），出口壓力降至約 1.64 psi 使飽和溫度為 48.3°C。在 2,000 W、入水約 30°C 的台架上，低流量時冷板熱阻比單相水低 7%（40 cm² 加熱面積）至 15%（6.5 cm²，約 308 W/cm²）；流量超過約 3 LPM 時兩者曲線趨近重疊。

熱阻分解顯示過冷段占 51.8%、沸騰僅 17.8%。這是工程師個人研究的台架，未提客戶或量產，並公開徵求夥伴。

- **鴻富瀚的泵送兩相。**公司路線圖將 P2P 泵送兩相列在 2027 年研發、晶片級測試排在 2027 年第一季。
- **ZutaCore 的宣稱。**神達簡報引用 ZutaCore：超過 4,000 W、超過 250 W/cm²、pPUE 1.03、冷卻能耗降低 74%。這些是供應商宣稱，簡報未附條件。
- **標準化。**緯穎、華擎、Corintis 與 Meta 的兩相標準化座談簡報沒有任何規格數字；OCP CDU 工作組把泵送兩相冷板 CDU 列為下一階段工作。

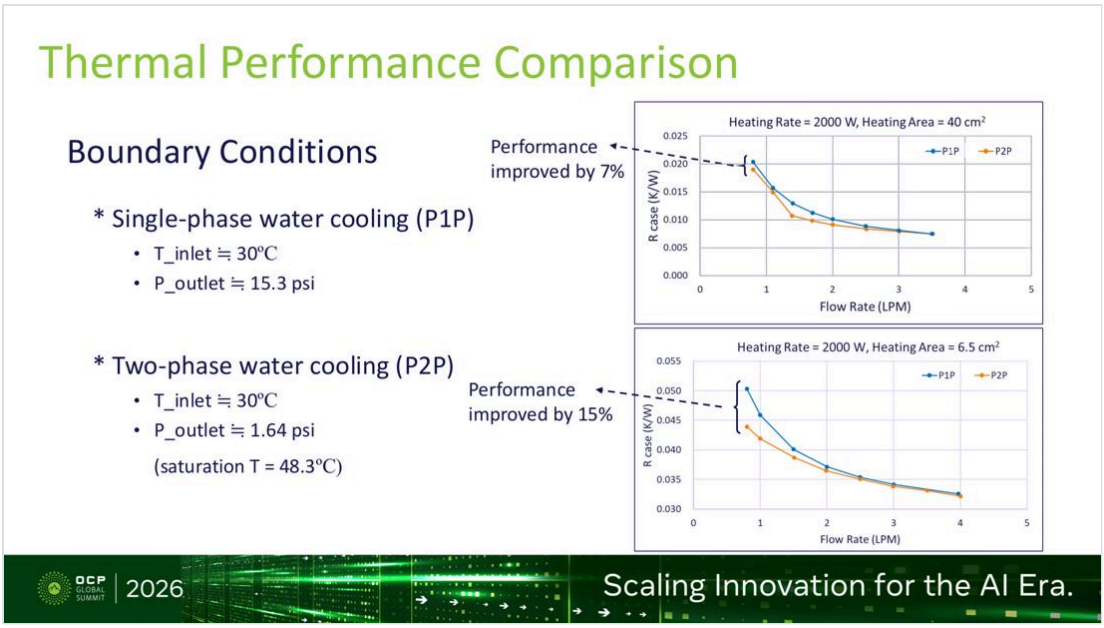


圖 11：單相水（P1P）與負壓兩相水（P2P）冷板熱阻對流量：2,000 W、40 cm² 時低流量下改善 7%，6.5 cm² 時改善 15%。口徑：實驗台架，入水約 30° C，兩相出口約 1.64 psi。
來源：OCP 2026，緯創場次〈A Novel Liquid Cooling Solution: A Negative-Pressure Two-Phase Water-Boiling Cold Plate〉

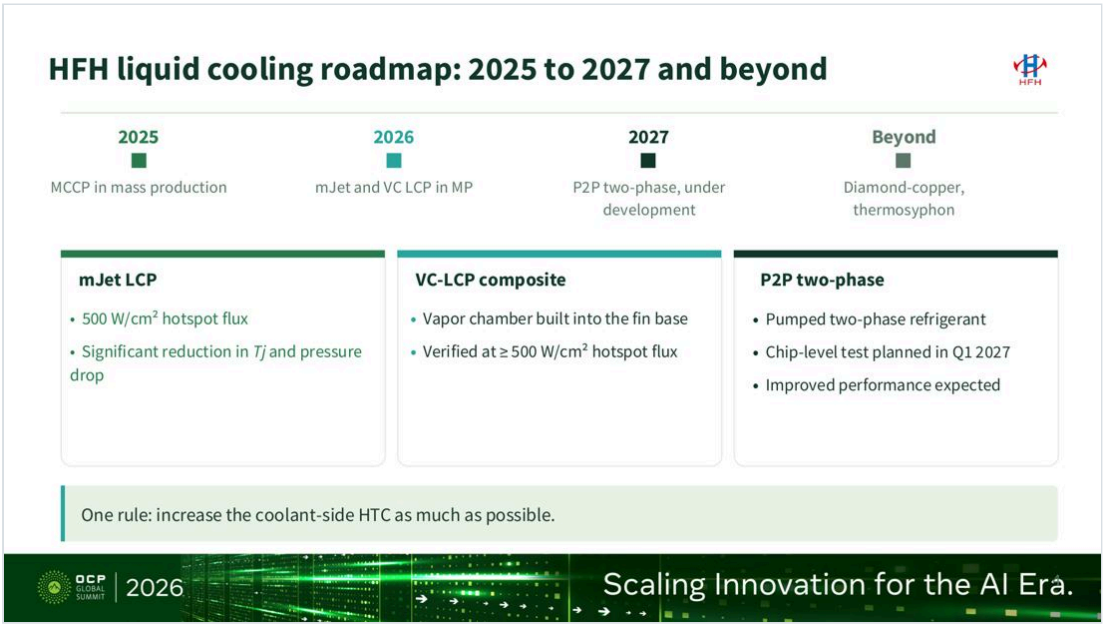


圖 12：鴻富瀚（HFH Thermal）液冷路線圖：2025 MCCP 量產、2026 mJet 與 VC-LCP 量產、2027 泵送兩相研發、其後鑽石銅與 thermosyphon。口徑：公司自述路線圖。
來源：OCP 2026，鴻富瀚場次〈Cooler System, Hotter Innovation〉

小結（推論）。本批所有簡報中沒有任何一份給出兩相在 hyperscaler 的量產日期；最早的公司時程是鴻富瀚 2027 年研發。綜合工程難度與標準化進度，兩相的規模導入較合理的假設是 2028 年以後。

4　周邊液冷與熱捕獲率

當處理器之外的元件也開始需要液冷，液冷含量的衡量單位就從「功率」變成「熱捕獲率」。CoolIT 的分級是：70% 僅處理處理器；85% 再加上光收發模組（OSFP）與 DIMM；100% 再加上網卡、SSD、VRM、SOCAMM、電源供應器。CoolIT 並給出各類周邊冷板的形式：DIMM 20 W 以下用單面、20–40 W 用雙面；可插拔模組超過 15 W 用騎乘式冷板，15 W 以下用固定式冷板；網卡、SSD、SOCAMM、VRM 則可用嵌銅管的鋁製熱傳導板。

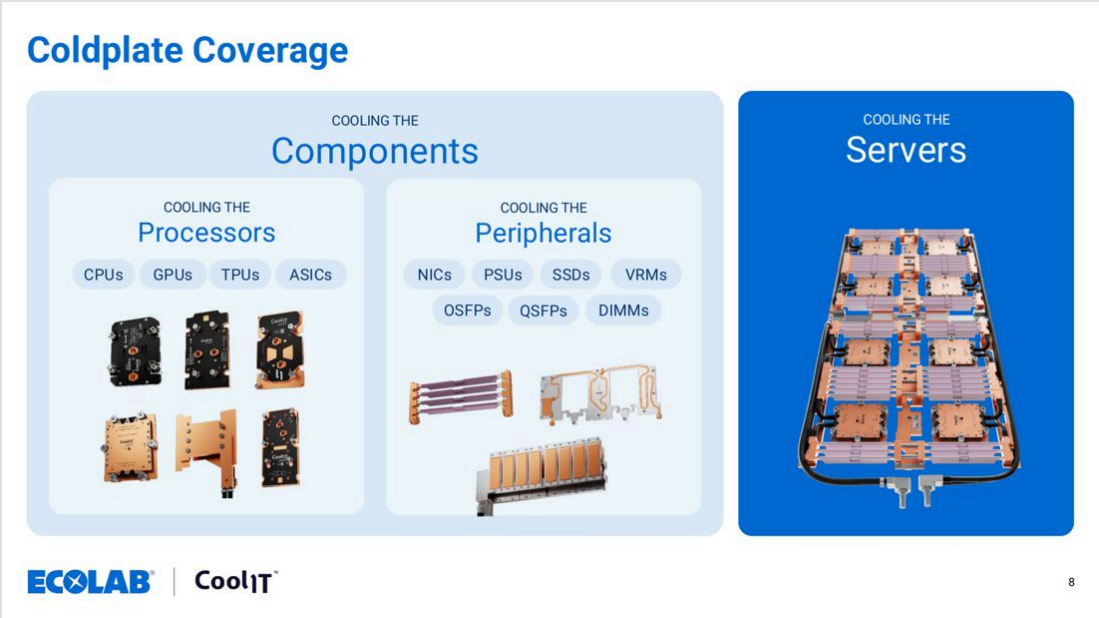


圖 13：冷板涵蓋範圍：處理器（CPU、GPU、TPU、ASIC）與周邊（NIC、PSU、SSD、VRM、OSFP、QSFP、DIMM）各式冷板，右側為整台伺服器冷板陣列。口徑：廠商產品展示。
來源：OCP 2026，CoolIT 場次〈Fanless Servers Are Coming〉

4.1　高速 IO 是新戰場

TE Connectivity 的邏輯是：每條通道的功率從 56G 的約 1.5 W 增到 448G 的約 7.5 W（約 5 倍），而市售氣冷光模組的上限約 35 W，沒有任何超過此線的模組曾以氣冷出貨。圖中 224G 8 線模組約 27 W 已經是液冷出貨；448G 的預測值為 8 線約 70 W、16 線約 120 W、32 線約 250 W、64 線約 500 W（預測值，非量測）。DSP 晶片的熱通量超過 100 W/cm²，已超過多數 CPU。

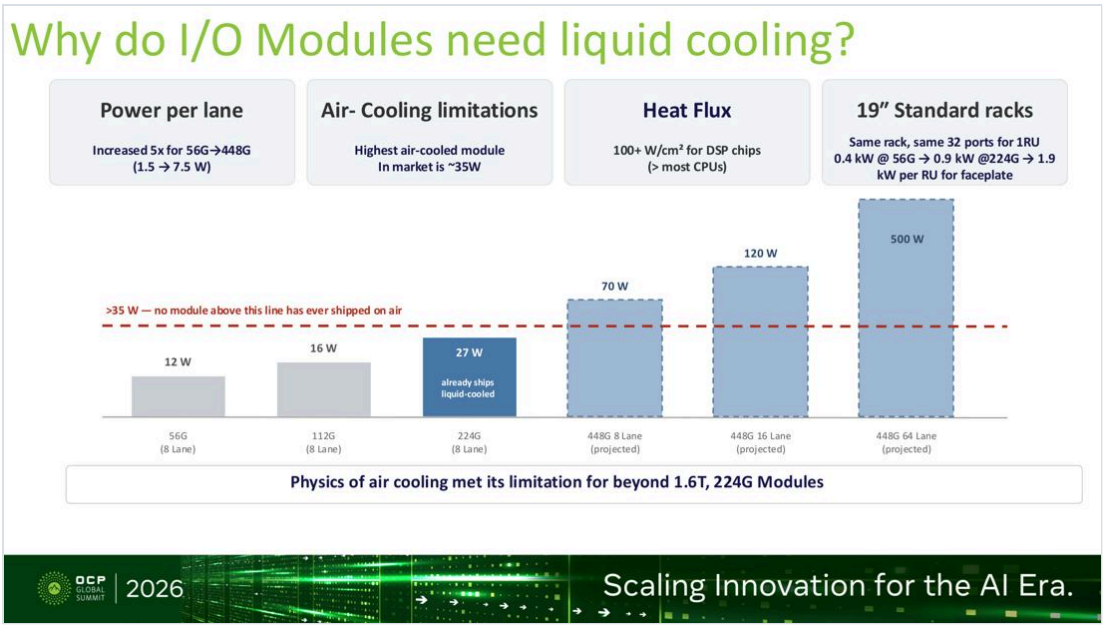


圖 14：可插拔 IO 模組功率隨速率成長：56G / 112G / 224G 8 線為 12 / 16 / 27 W，448G 8 / 16 / 64 線預測 70 / 120 / 500 W，紅虛線為氣冷上限 35 W。口徑：224G 之前為市售值，448G 為預測。
來源：OCP 2026，TE Connectivity 場次〈Cooling the 448G Frontier: Thermal Architecture for 500 W–Class HSIO Using Direct-to-Chip〉

TE 以 PG25、進水 45°C 模擬 500 W 的 64 線模組冷板：流量 0.7 lpm 下最高溫 74.9°C（95°C 為上限），壓降小於 2 psi；實測與模擬貼近，250 W 與 500 W 在 0.7–0.9 lpm 下最高溫約 61–75°C（模擬與實測）。立訊在 224G 的 OSFP 2×8 液冷籠上以台架實測：16 埠合計 512 W、1.15 lpm、進水不超過 40°C、外殼不超過 70°C。FIT 的 XPO 模組在模組內置冷板，224G 為實測、448G 為模擬；200 W 冷板最高溫 64.49°C，最大流量 0.4 L/min（市場上流傳的 4 L/min 疑為誤植）。鴻富瀚則提出光模組的浮動冷板（1×1，專利申請中）以及可插拔介面的三種 TIM 比較。

推論：這些周邊冷板會增加冷板、快接頭、歧管的數量，是液冷零組件單機價值提高的來源之一，但簡報本身沒有給出數量或單價。台灣散熱廠在這一層出現的是鴻富瀚（光模組浮動冷板）與 FIT（XPO）；立訊為中國廠商、TE 為美國廠商，對台廠屬於競爭者而非供應鏈夥伴。

5　機櫃與設施：CDU、RDHX、重量

5.1　AMD Helios：液冷為主，加背門熱交換器

nVent 的場次揭露 Helios 單櫃功率約 246 kW，熱量分配為 89% 液冷、11% 空氣（約 27 kW），因此 AMD 的規格含雙開法式門的 RDHX，可排除 25–45 kW 熱量、48 VDC 供電、上或下接管。nVent 稱其為相配的對應產品；其標準款 RDHX 為 68 kW（14°C 水，口徑與 Helios 不同）。AMD 在 Helios 的影片場次中同時說明，客戶可選擇不使用冷水機的 40–45°C 供水，或有冷水機的 25–30°C 供水。11% 空氣熱量的來源簡報沒有明講（疑為網卡、電源等，推論），Helios RDHX 的供水溫度也沒有給。

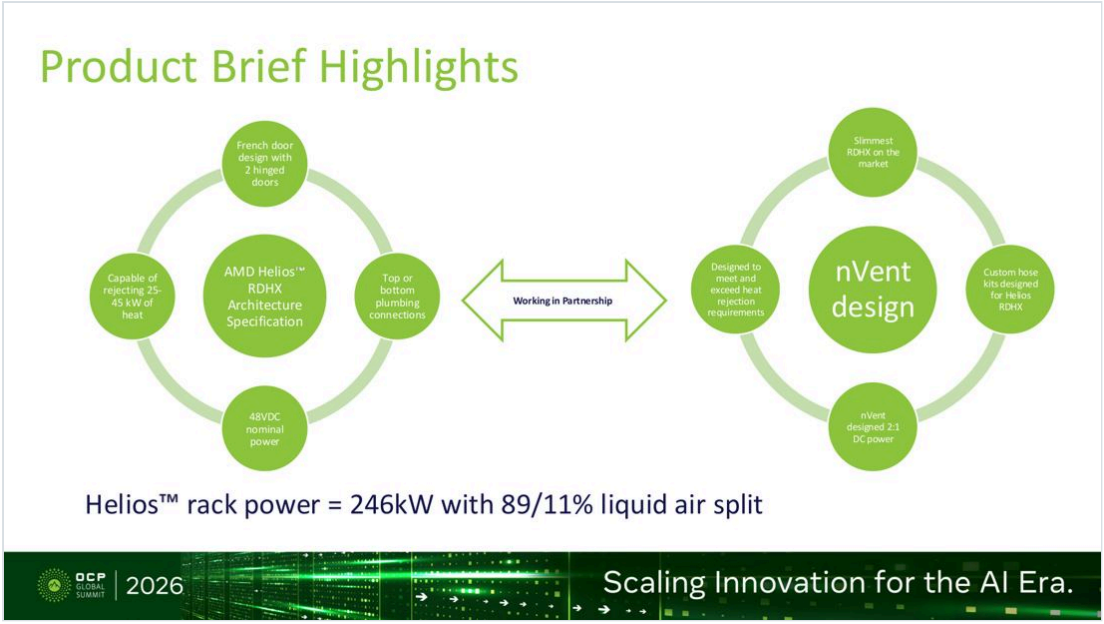


圖 15：AMD Helios RDHX 架構規格與 nVent 設計對照：雙開法式門、25–45 kW 排熱、48 VDC；Helios 機櫃功率 246 kW，液 / 氣分配 89 / 11%。
來源：OCP 2026，nVent 場次〈nVent RDHX cooling for AMD Helios〉；AMD 場次〈Inside AMD Helios: Engineering AI at Rack Scale〉

修正：「Helios 液冷是標配」的說法需改為「液冷為主，加 RDHX」。對台廠而言，RDHX 是潛在新題材：高力過去以 RDHx、in-row CDU 為產品線，但峰會中完全沒有出現，是否受惠必須由訂單驗證（推論）。

5.2 CDU：規格仍在標準化，配置差異很大

OCP CDU 工作組（Dell、Google）已發布規格與資格文件，並有 Deschutes、Brazos 兩個設計；沖洗試車與兩相 CDU 列為後續，白皮書貢獻預計 2026 年 11 月，且工作組並未公開數字規格。ASHRAE 127 的 Addendum b（CDU 液對液測試方法）已於 2026 年 2 月 27 日核准。

Gamma Technologies 以模擬比較同為 2.3 MW 的十種熱交換器配置：以 Deschutes 基準配置為 100%，相對價格從 57% 到 192%，最高與最低相差約 3.4 倍；達拉斯全年 8,760 小時的年耗電約 1.965 至 2.295 GWh，相差約 17%；一次側流量約 660–940 GPM。這是模擬，且價格為相對值；意義在於 CDU 的成本與能耗高度取決於熱交換器的選擇，並非標準化品。台達電與 NVIDIA 共同發表的 800 V in-row CDU 為 2.5 MW、3,850 LPM、泵 2+1（廠商規格），與 Gamma 的 2.3 MW、500 GPM 設計點不同（溫差、一次側與二次側條件），不能直接互比。雙鴻的 Smart CDU 則為預測式流量、N+1 泵浦可熱插拔的定性介紹，無數據。

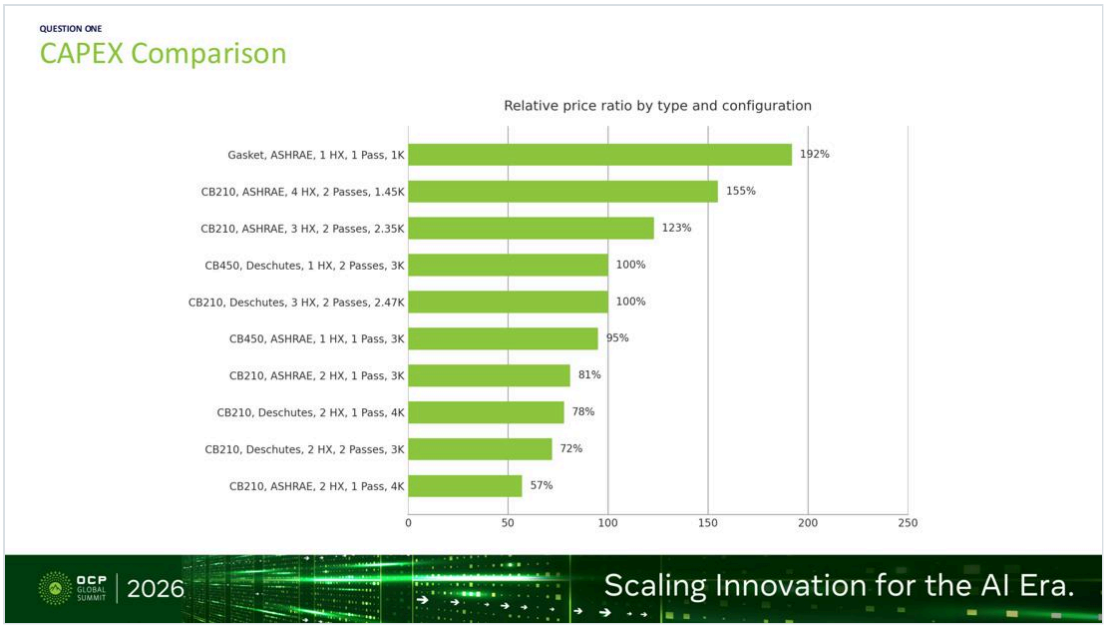


圖 16：2.3 MW CDU 十種熱交換器配置的相對價格（Deschutes CB450 1 HX 配置為 100%），範圍 57%—192%。口徑：模擬，價格為相對值。
來源：OCP 2026，Gamma Technologies 場次〈What Shapes CDU Performance? A Comparative Study of Design Choices for 2.3 MW Systems〉

5.3 機櫃重量與輕量化

緯穎預測單寬機櫃重量由約 800 kg（2022 年起）、超過 1,300 kg，朝超過 4,000 kg 發展（約 2027—2028，預測），並直接挑戰資料中心樓板荷重。冷板、內歧管與管路合計占液冷元件重量超過 70%，因此是減重的主要對象；機櫃歧管與快接頭受高插拔力限制，減重空間小。

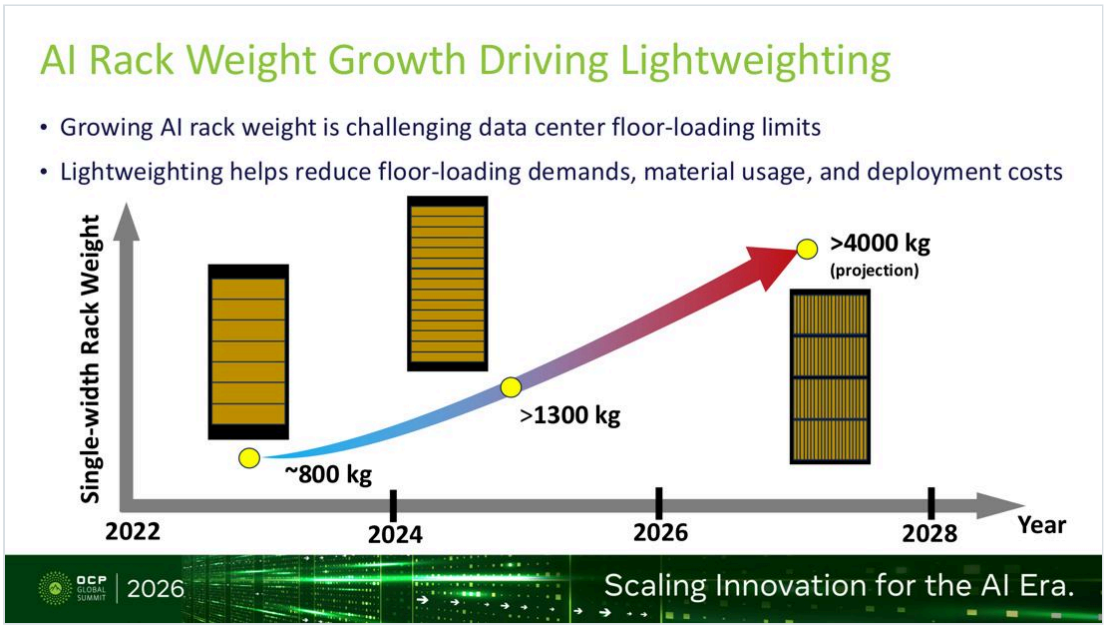


圖 17：單寬 AI 機櫃重量成長：約 800 kg、超過 1,300 kg、超過 4,000 kg（預測）。口徑：緯穎預測。
來源：OCP 2026，緯穎場次〈Rack-Scale Weight Reduction and Reliability Validation for Liquid-Cooled Server Systems〉

緯穎的實作是以 PPS 加玻纖（PPS+GF）取代金屬：冷板上蓋改塑膠、保留銅微通道底板，整件減重 66%；內歧管主體改 PPS+GF、搭配 PPS 塑膠管，減重 52%。簡報稱 100 psi 無洩漏、上蓋平面度變化 0.0018 mm；長期可靠度驗證為規劃中，沒有日期。Google 也在探索工程塑料。這仍是單一廠商的實驗室結果，沒有客戶或量產訊息。

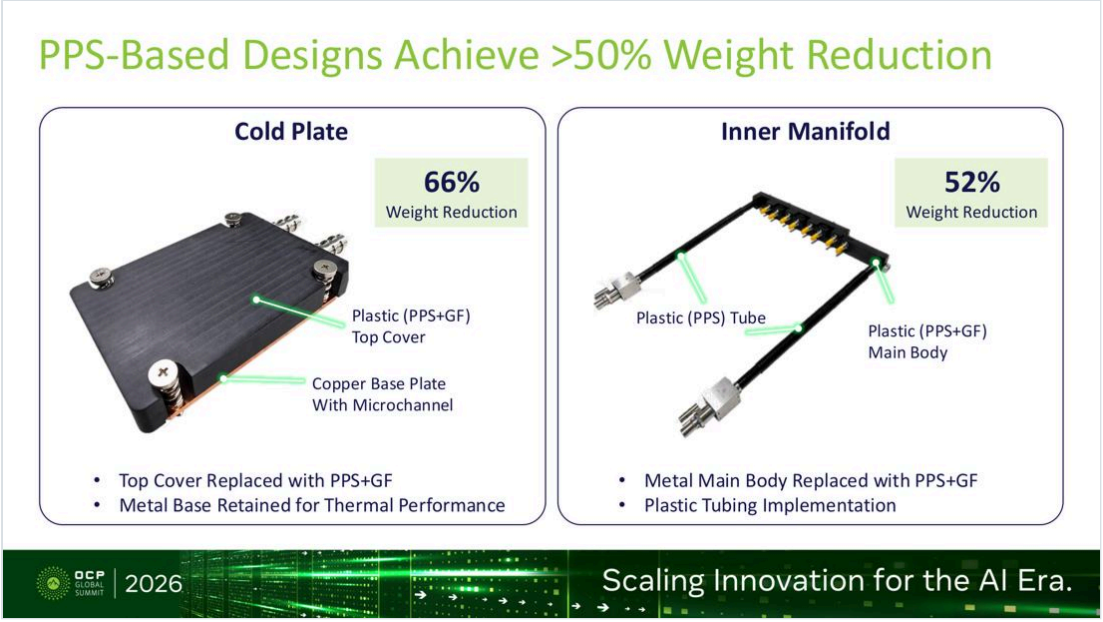


圖 18：PPS 為基礎的設計：冷板（PPS+GF 上蓋加銅微通道底板）減重 66%、內歧管（PPS+GF 主體加 PPS 管）減重 52%。口徑：緯穎自述。
來源：OCP 2026，緯穎場次〈Rack-Scale Weight Reduction and Reliability Validation for Liquid-Cooled Server Systems〉

6　浸沒式：部署、標準、可靠度、經濟性

6.1　有生產部署，但規模有限

Denvr Dataworks 與 UNICOM Engineering 在「浸沒原生 IT 設備」場次中提出已運行的案例：以 Dell XE9680 改造的 3OU H200 SXM 伺服器，每櫃 14 台已在 Denvr 部署；模組化資料中心 128 GPU 佔地 900 平方英尺，零用水、PUE 低於 1.04、6–12 個月可部署；1 MW 佔地 600 平方英尺，對比氣冷託管機房的 1 MW 佔 6,400 平方英尺（約為十分之一）。浸沒最佳化伺服器相對氣冷版本體積縮小 2 倍、每櫃伺服器數量 4 倍、每台省約 800 W（公司自述）。裝機總量、客戶與 TCO 金額簡報均未揭露，128 GPU 的單元規模不宜外推為產業規模。

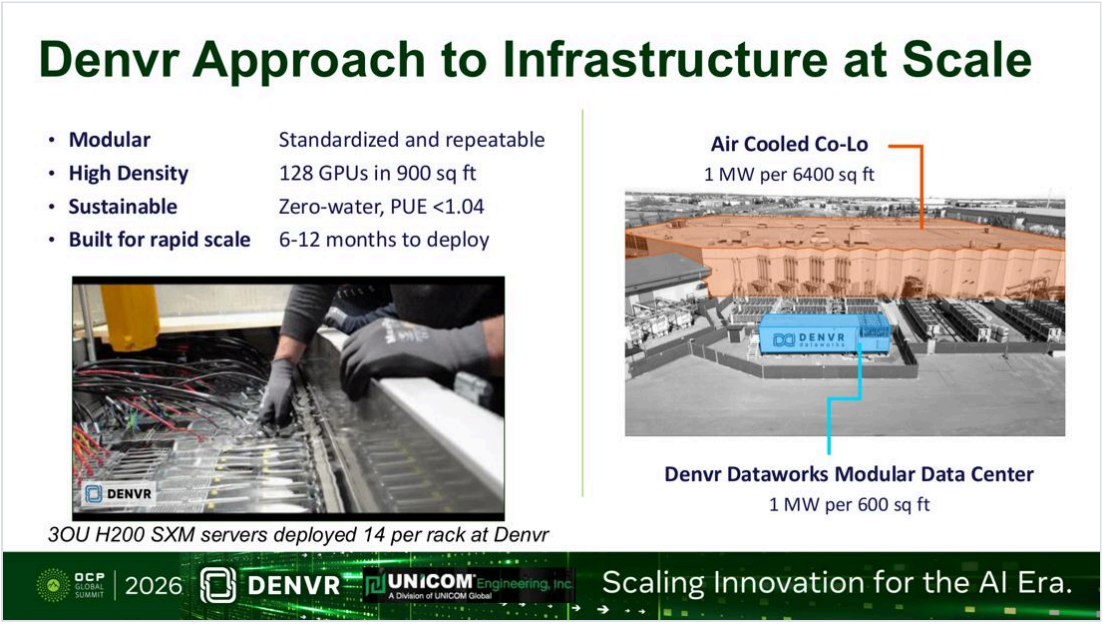


圖 19：Denvr 模組化浸沒資料中心與氣冷託管機房的佔地對比（1 MW：600 對 6,400 平方英尺）、128 GPU / 900 平方英尺、零用水、PUE 低於 1.04，以及 3OU H200 SXM 伺服器每櫃 14 台的安裝實況。口徑：公司自述。
來源：OCP 2026，Denvr Dataworks / UNICOM Engineering 場次〈Deploying Immersion Native ITE in AI NeoCloud〉

在 1,000 W 級 GPU 上，同一平台的對比測試顯示：8 顆 SXM GPU、每顆 1,000 W 目標、600 秒 DCGM 測試，浸沒（進液 35°C）與直接液冷（進液 30°C、PG25）平均功率分別為 996 W 與 995 W，8 顆皆通過；浸沒的峰值核心溫度 77°C，直接液冷為 64°C，仍低於 83°C 上限。兩者進液溫度不同，不可直接比較哪一種「更冷」；可說的是浸沒在 1,000 W 級可以維持同等供電表現。

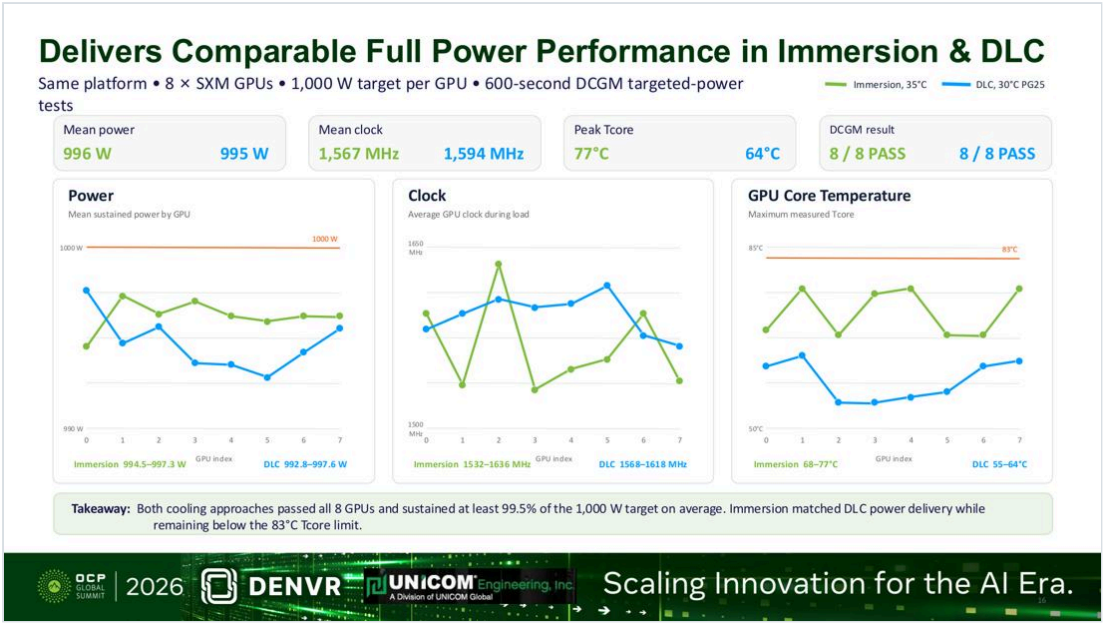


圖 20：同平台 8×SXM GPU、每顆 1,000 W 目標的 600 秒測試：浸沒（35°C）與直接液冷（30°C PG25）平均功率 996 / 995 W，峰值核心溫度 77 / 64°C，8 / 8 通過。口徑：供應商測試。
來源：OCP 2026，Denvr Dataworks / UNICOM Engineering 場次〈Deploying Immersion Native ITE in AI NeoCloud〉

Promersion 自承 OEM 尚未大量出貨浸沒原生機型，並預測浸沒的成長高點在 2028 年（年增約 250%）、2029 年約 125%；與 Eaton 合作的場次把浸沒標準化、產業化、大規模部署分別排在 2025–2027、2027–2028、2029–2030（均為預測）。因此「2027 年以後才有浸沒」的說法需要修正：已有小規模生產，但產業規模與 OEM 原生機型仍在後面。

6.2　標準仍在補洞

項目	現況	時點與性質
UL 2417	浸沒液安全認證：自燃溫度 ⩾300°C（ASTM E659）、閃點 ⩾135°C（ASTM D93）、介電崩潰 ⩾6 kV/mm（ASTM D1816），並以紅外光譜做流體識別	2025-01-14 發布
UL 2417B、UL 4303	2417B 針對冷板冷卻液，UL 4303 為軟管（已發布）；材料相容性 OOI 開發中	2417B 預告 2026 年底前；OOI 無日期
OCP Immersion Requirements Rev 3	流體分烴類（含 PAO、GTL）、酯類、氟化物、混合四類；單相使用溫度上限 70°C；兩相以沸點 −10°C 為界（草案表列）；基礎流體規格待 Rev 3 之後	2026 年修訂中
材料相容資料庫	已建立約 570 筆資料；SwRI 聯盟規劃 4 年、起始年預算約 100 萬美元、年費 5 萬至 25 萬美元	募資與建置中
Intel 認證	資料中心浸沒認證流程：材料相容、熱化學可靠度、認證報告，通過可提供保固附約；EM DC3235 實證 24 台伺服器 63,548 機時，MTBF 39,471 小時（80% 信賴下限，僅供參考）	已有案例；長期相容仍無標準
熱化學可靠度資料釋出	2026Q4 銅腐蝕門檻、2027Q2 污染致熱阻、2027Q3 PCB 劣化、2028Q2 DDR5 訊號完整性與壽命模型	Intel 與 Fuchs 工作組預測

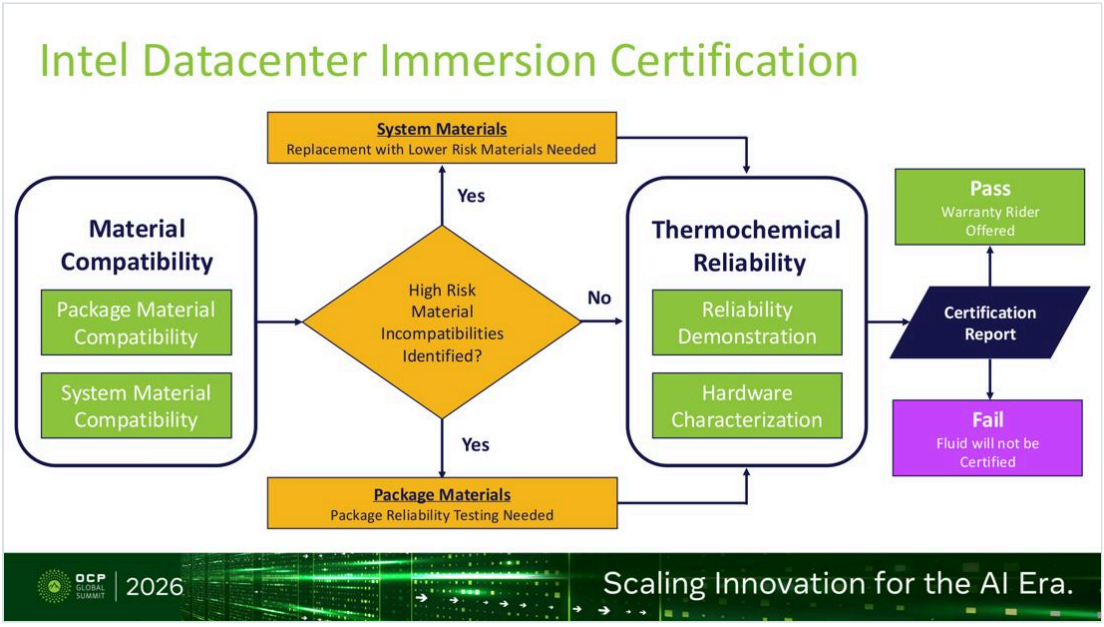


圖 21：Intel 資料中心浸沒認證流程：材料相容（封裝與系統）、高風險不相容判斷、熱化學可靠度，通過可提供保固附約，失敗則該流體不獲認證。
來源：OCP 2026，Intel / ExxonMobil 場次〈Rack Scale Reliability Demonstration Testing of an Intel Datacenter Certified Immersion Solution〉

6.3　可靠度：新的量測問題

ExxonMobil 的多流體量測研究顯示，酸值（TAN）上升不等於電阻下降；在 80°C、500 小時的氧化測試中，表面電阻範圍為 24.4–85.4 GΩ，使用過的現場流體電阻比對照低 19.3% 到 85.1%（視流體種類）。OCP 規格目前訂的 TAN 限值是新烴類流體 ⩽0.01、全壽命 ⩽0.02 mg KOH/g，但 ExxonMobil 的盲測中多數流體遠高於

0.02 卻沒有明顯問題，因此限值可能被放寬，電阻與 TAN 脫鉤，不能只看 TAN。KYZEN、Samsung、Intel 與 Fuchs 的場次一致指向污染控制：入液前的清洗狀態影響大於清洗化學本身。Samsung 在兩相浸沒下對企業級 SSD 做超過 15,000 小時測試，無失效，SSD 溫度由約 80°C 降到 54–55°C（Opteon 2P50）。

在酯類與烴類之間，立場不同：Evonik 與 Oleon 稱酯類閃火點約 160°C、吸濕後介電穩定、易生物降解；ExxonMobil（贊助烴類研究）則指酯類 E-1 電阻最低、現場降幅 85%。兩方皆有立場，本報告列為待驗證，不下結論；Rev 3 已把酯類列為獨立一類。

6.4 經濟性與台廠位置

浸沒的經濟性論述主要來自 Promersion 與 Eaton：機櫃可靠度倍數（相對氣冷）模型值，冷板為 1.45 倍、0.96 倍、0.72 倍的「迴避債」序列，浸沒模型為 3.4–5 倍、現場最高 12 倍（3,000 多台、30 個月，條件未公開）。這些都是顧問模型，不能當作量測結果。Denvr 的 TCO 金額未揭露。

台灣廠商在浸沒場次完全缺席。流體供應商（ExxonMobil、Shell、Chevron Phillips、Evonik、Oleon、Chemours、Castrol、Fuchs 等）不在台廠供應層，浸沒題材對台廠主要是槽體、CDU、機構，而不是流體（推論）。

7 市場規模預測（附口徑）

Promersion 的預測以十億美元為單位：冷板 2026 年約 12、2027 年約 15、2030 年約 27、2035 年約 57（約 120 億、150 億、270 億、570 億美元）；浸沒 2026 年約 1、2028 年約 5、2030 年約 18、2035 年約 55（圖讀估值，誤差約 ±10%）。這個預測自 2025 年中起標示為「on track, no updates」，也就是沒有更新。圖中浸沒到 2035 年的規模接近冷板，但此為顧問預測。

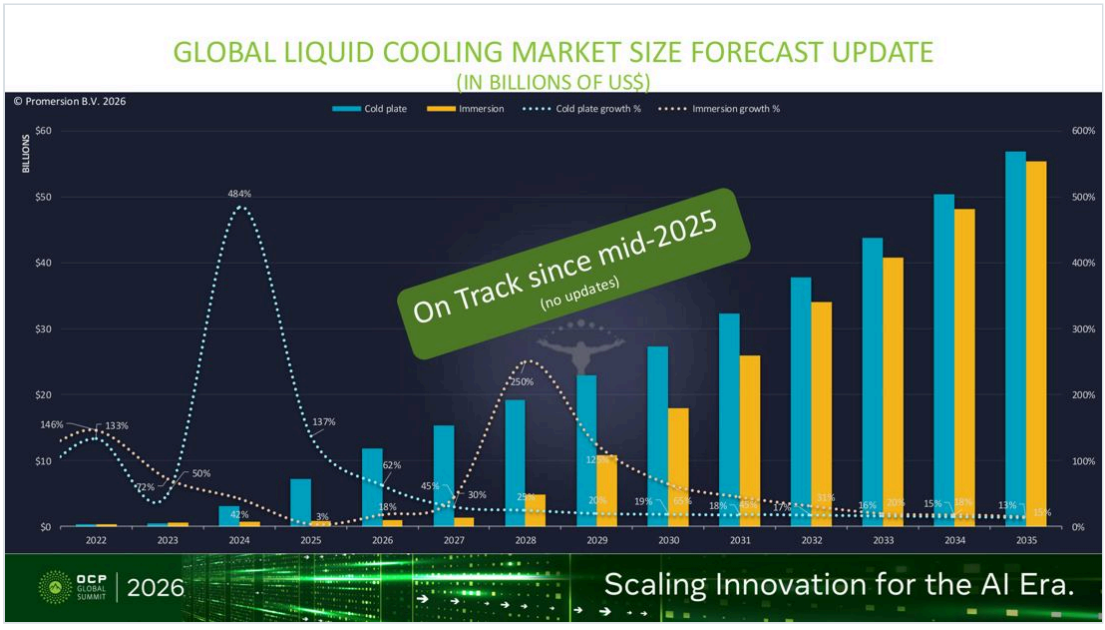


圖 22：全球液冷市場規模預測（十億美元）：冷板與浸沒的年度規模與成長率，2035 年冷板約 57、浸沒約 55。口徑：顧問預測、系統級、圖讀估值（±10%），自 2025 年中未更新。
來源：OCP 2026，Promersion 場次〈Liquid Cooling Market Update〉

來源	數字	口徑
Promersion（顧問）	冷板 2027 年約 150 億美元、2030 年約 270 億美元	系統級液冷市場；圖讀估值
華南投顧（2026-09-18，4Q26 投資季刊）	冷板潛在市場 2027 年 44 億美元、2030 年 89 億美元	冷板零組件潛在市場；另稱 VR200 全水冷、快接頭用量預期 +50%

兩者差約 3 倍，口徑不同（系統級對零組件），不可互比，也不應用其中一個去「驗證」另一個。對台股而言，較相關的是零組件端的口徑，但 Promersion 的成長曲線對方向判斷仍有參考價值。

8　資料衝突與口徑修正

下表列出本次整理中，簡報之間或簡報與其他研究之間的衝突。判讀欄是對可用性的建議，不是替任何一方裁定。

議題	說法 A	說法 B	判讀
單相冷板上限	Promersion：經濟界約 2.1 kW、物理界約 4 kW；緯穎實測 2 kW 平均結溫約 78°C、3 kW 銅冷板接面 106.2°C	CoolIT：15 kW 冷板（1.2 LPM/kW、設施水 45°C，廠商 TTV）；雙鴻先前對外說法約 2 kW（早於本次簡報，條件未公開）；鴻富瀚 mJet 800—3,500 W	口徑為物理極限、實務可行、廠商測試條件。15 kW 缺熱通量與面積，僅作宣稱並列
兩相與單相的架構差異	市場上另有說法認為兩相架構與單相相近	緯穎：流動不穩、蒸氣管理、CDU 與歧管放大，需兩相專用冷板	以緯穎為準（有自測數據），「相近」的說法應限縮
兩相導入時程	鴻富瀚：2027 研發、晶片測試 2027Q1；Promersion：浸沒 2028 起飛、兩相物理界超過 6 kW	ZutaCore（經神達簡報）宣稱超過 4,000 W、pPUE 1.03	供應商宣稱與產業時程分開記；量產仍無日期
Helios 是否全液冷	「液冷成標配」	nVent：約 11%（約 27 kW）走空氣，需 RDHX	改為「液冷為主＋RDHX」
浸沒時程與功率	單相浸沒 1,500—1,800 W、2027 年以後；專家稱浸沒在 AI 伺服器少用	Denvr：H200 已生產部署；1,000 W 級 GPU 已測試	區分「1,000 W 級已驗證」與「1,500 W 以上」；規模僅 128 GPU 單元，不宜外推
酯類與烴類浸沒液	Evonik / Oleon：酯類閃火點約 160°C、吸濕後介電穩定	ExxonMobil（烴類贊助）：酯類 E-1 電阻最低、現場降幅 85%	各有立場，待驗證
TAN 限值	OCP 規格：新烴類 ≤0.01、全壽命 ≤0.02 mg KOH/g	ExxonMobil 盲測：多數流體遠高於 0.02 卻無明顯問題	限值可能放寬；電阻與 TAN 脫鉤
液冷市場規模	Promersion：冷板 2027 年約 150 億美元	華南投顧：冷板 2027 年 44 億美元	系統級對零組件，口徑差約 3 倍
PUE	Denvr 浸沒：PUE 低於 1.04	GS 研究引述的直接液冷設施 PUE 約 1.2—1.4	浸沒量測口徑與直接液冷設施口徑不同，須標明來源再引用
CDU 流量	台達電與 NVIDIA：800 V in-row 2.5 MW、3,850 LPM	Gamma：2.3 MW、一次側約 660—940 GPM（模擬）	設計點不同，不可互比
XPO 冷板流量	市場資料：4 L/min	FIT 簡報：最大 0.4 L/min	4 L/min 疑為誤植，修正為 0.4 L/min
緯穎輕量化	影片字幕：機櫃超過 4 噸、液冷件約占 50%、減重超過 30%	簡報：冷板＋內歧管＋管路占液冷元件重量超過 70%；單件減重 52—66%	以簡報為準；整櫃減重百分比未給

9　台股供應鏈映射與觀察清單

以下「證據強度」是依峰會簡報內容對各公司的最強證據分級，分級的用意是避免把展示或 logo 當成訂單。缺席不等於沒有角色，只是本次簡報沒有提供證據。

公司	代號	角色與本次證據	證據強度	觀察指標
緯穎	6669	6 場以上：鑽石直接接合微通道（−38.2%）、PPS+GF 輕量化冷板（−66%）、兩相冷媒與迴路評估、與 Microsoft 的電熱共模擬；影片字幕提及 6 kW 雙面冷板現場運轉（待複核）。數據多為實驗室自測，無客戶、量產、訂單揭露	展示＋自測	輕量化冷板量產與客戶；兩相冷板送樣；6 kW 冷板的原影片複核
雙鴻	3324	與 NVIDIA 共同的場次：W45 微通道冷板（銅鏟齒加鑽石銅底座）、Smart CDU（預測式流量、N+1 泵浦熱插拔）；簡報全為定性，無數據；NVIDIA 側論點與認證狀態無從判斷	展示	W45 冷板客戶與認證；Smart CDU 出貨
奇鋐	3017	僅作為緯穎單相轉兩相實驗的資料提供者（3 kW TTV 與 R134a、R1233zd 實驗數據）；無專場、無產品發表、無訂單	合作開發（跡象）	是否有自家場次或產品發表；兩相冷板送樣
緯創	3231	負壓兩相水沸騰冷板：工程師個人研究的 2,000 W 台架；未提客戶，公開徵求夥伴；定位為分散式 AI 而非 hyperscale 主線	展示（研究台架）	是否有夥伴與送樣
神達	3706	AMD 平台整合：驗證冷板（JWS、Cooler Master）、冷卻液（Castrol PG25 為第二來源）；單相（CoolIT、Nidec）、兩相（ZutaCore）、鑽石（Akash）合作的 logo；簡報兩處型號標示矛盾	展示、僅 logo	Helios 出貨與冷板來源揭露
台達電	2308	與 NVIDIA 共同發表 800 V in-row CDU（2.5 MW、3,850 LPM、泵 2+1）與液冷電源；無出貨數量	展示（產品規格）	CDU 出貨與 OCP CDU 規格的對應
和碩	4938	Rubin 液冷機櫃量產就緒（2026Q4）、全面量產（2027Q1），為公司自述；無冷板或 CDU 規格	展示（公司自述）	機櫃出貨與液冷內容
鴻海（鴻佰）	2317	Ingrasys：VR 設計用無軟管液冷（機櫃內建 inner-manifold）、L10 自動測試；製造層面，非散熱零件	展示（製造）	VR 機櫃出貨與液冷良率
鴻富瀚（HFH Thermal）	—	MCCP（2025 量產）、mJet 與 VC-LCP（2026 量產）、光模組浮動冷板（專利申請中）、TH7 交換器冷板模擬（85°C，Tcase	展示＋模擬	mJet 客戶與出貨；母公司關係查證

公司	代號	角色與本次證據	證據強度	觀察指標
		上限 90° C）；數據多為模擬，客戶未具名。與鴻海的母公司關係簡報未寫，待查證		
FIT 鴻騰	—	XPO 模組內置冷板（224G 實測、448G 模擬）；與鴻海的關係與上市資訊本報告未核對	展示＋實測	XPO 客戶與量產
高力	8996	過去為 RDHx、in-row CDU、冷板、機櫃歧管供應商；本批所有場次均未出現。Helios 配 RDHX 對其是潛在題材，需另查訂單	推論	Helios RDHX 供應商揭露；訂單
健策、建準	3653、2421	本批所有場次均未出現	推論（缺席）	是否有展位或場次外揭露
廣達、英業達、華擎	2382、2356、3515	廣達與英業達無液冷細節；華擎僅為兩相標準化座談講者	僅 logo / 講者	—

非台廠競爭者的意涵

- **CoolIT（Ecolab）**：握有周邊冷板與 100% 熱捕獲分級的話語權；神達的單相夥伴，也是台廠冷板的競爭者。
- **nVent**：Helios RDHX 的規格夥伴，直接對標高力一類的 RDHx 產品。
- **Corintis（瑞士）**：冷板內微流體核心，可直接替換；若量產可能壓縮標準冷板的溢價（推論）。
- **ZutaCore、Akash、Chilldyne、Accelsius**：兩相與鑽石路線新創，目前僅有宣稱數據。
- **Cooler Master、JWS**：神達 AMD 平台的冷板來源。
- **立訊、TE**：垂直整合 IO 液冷籠與冷板。

觀察清單

事件	為什麼重要
OCP CDU 沖洗試車與兩相 CDU 規格發布（白皮書預計 2026 年 11 月）	CDU 標準化是否從「規格」走向「可採購」
單相冷板 3 kW 以上的量產案例	驗證單相延壽路線是否由實驗室走進量產
兩相在任一 hyperscaler 的首個量產案例	推翻或確認「2028 年以後」的推論
Helios RDHX 供應商揭露	確認高力等台廠是否有訂單
浸沒原生機型 OEM 量產與 OCP 浸沒 Rev 3 發布	確認浸沒是否從小規模走向產業化
緯穎輕量化冷板量產與客戶	PPS+GF 是否走出實驗室
雙鴻 W45 冷板客戶與 NVIDIA 認證	由定性展示轉為訂單的證據

10　風險與反證條件

論點	風險	反證條件
2026–27 年主流仍是單相冷板升級	顧問預測的 2029 年物理牆可能提前；若 hyperscaler 提前導入兩相，單相升級的投入價值縮短	任一 hyperscaler 公布兩相冷板量產時程早於 2028 年
兩相是 2028 年以後的標準化題	工質、迴路與標準的進度可能快於本批簡報所示；供應商宣稱（ZutaCore 等）若有客戶驗證則時程提前	OCP 兩相座談釋出規格數字；CDU 工作組發布兩相 CDU 規格
液冷含量擴張在周邊與背門	周邊冷板的數量與單價簡報均未給，受惠金額屬推論；熱捕獲分級是設備供應商的立場	NVIDIA 或 AMD 的規格不要求 100% 熱捕獲；周邊液冷在實際 BOM 中不出現
Helios 為「液冷＋RDHX」	單一來源（nVent）；RDHX 供水溫度與 11% 熱量來源未明；高力等台廠是否受惠純為推論	Helios 實際部署不用 RDHX，或 RDHX 供應商皆非台廠
浸沒仍為小規模、台廠缺席	Promersion 預測 2028 年成長 250%，若 OEM 提前量產浸沒原生機型，缺席的台廠將落後；材料相容與可靠度標準若快速補齊，部署會加速	OEM 量產浸沒原生機型；OCP 浸沒 Rev 3 與 UL 2417B 提前發布；台廠出現在浸沒場次或量產案例
台廠證據不平均	簡報多為投影片，座談口述與數據可能不在簡報中；缺席不等於沒有訂單；NVIDIA 是否統一採購 VR 之後的冷板，本批簡報無佐證也無反證，仍屬未證實說法	供應商名單揭露；法說會或訂單訊息
市場規模預測	Promersion 預測自 2025 年中未更新、為圖讀估值；與零組件口徑的券商預測差約 3 倍	Promersion 更新預測；多家券商對冷板零組件市場口徑收斂

來源清單

OCP Global Summit 2026（2026-10-12 至 15，San Jose）簡報與錄影：

- Promersion：〈Liquid Cooling Market Update: Industry Dynamics, Adoption Signals, and the Road to Scale〉
- Promersion / Eaton：〈OCP Immersion Project: Scaling Open Collaboration for Immersion Cooling Adoption〉
- CoolIT Systems：〈Fanless Servers Are Coming: The Peripheral Coldplate Roadmap Behind 100% Heat Capture〉
- Google / Corintis / Microsoft / Meta：〈Pushing the Single-Phase Cold Plate Limit〉
- Wiwynn（緯穎）：〈System-level Challenges and Considerations in Transitioning from Single-Phase to Two-Phase Cooling〉；〈Investigation of Diamond-Based Materials for Direct Liquid Cooling of Next-Generation AI Chips〉；〈Rack-Scale Weight Reduction and Reliability Validation for Liquid-Cooled Server Systems〉；〈Reducing Operational Complexity Through Standardized Two-Phase Liquid Cooling for AI Infrastructure〉（與華擎、Corintis、Meta）；〈Building the AI Factory: Overcoming the Infrastructure Challenges of AI at Scale〉
- Wistron（緯創）：〈A Novel Liquid Cooling Solution: A Negative-Pressure Two-Phase Water-Boiling Cold Plate〉
- Auras（雙鴻）/ NVIDIA：〈Cooling the AI Revolution: Scaling Performance Through Advanced Liquid Cooling Technologies〉
- MiTAC（神達）：〈Scaling the Future of Open Infrastructure with Advanced Cooling〉
- Hongfuhan Technology（HFH Thermal，鴻富瀚）：〈Cooler System, Hotter Innovation〉

- Delta（台達電） / NVIDIA：〈Delta 800 VDC Power and Cooling Solutions for Data Centers〉
- nVent：〈nVent RDHX cooling for AMD Helios〉；AMD：〈Inside AMD Helios: Engineering AI at Rack Scale〉
- NVIDIA 主題演講：〈AI Factories at Scale: Advancing Open Infrastructure for Agentic AI〉
- Gamma Technologies：〈What Shapes CDU Performance? A Comparative Study of Design Choices for 2.3 MW Systems〉
- TE Connectivity：〈Cooling the 448G Frontier: Thermal Architecture for 500 W–Class HSIO Using Direct–to–Chip〉；Luxshare–Tech（立訊）：〈Enabling High–Performance Thermal Management for 1600G AI Data Center Interconnects〉；Foxconn Interconnect Technology（FIT）：〈XPO: A High–Density, Liquid–Cooled Optical Interconnect Architecture for Next–Generation AI Networks〉
- Denvr Dataworks / UNICOM Engineering：〈Deploying Immersion Native ITE in AI NeoCloud〉；Denvr Dataworks / Murata：〈Immersion Solutions: Integrating Cooling, Power, Hardware, and Economics〉
- Intel / ExxonMobil：〈Rack Scale Reliability Demonstration Testing of an Intel Datacenter Certified Immersion Solution〉；Intel / FUCHS：〈Thermochemical Reliability Workstream Update〉
- UL Solutions：〈Advancing Immersion Cooling Safety: From Fluid Qualification to System Compliance〉
- Chevron Phillips / 工作組：〈Community Update: Immersion Fluids Workstreams Update〉
- fluidiQ by Magnalytix / ExxonMobil：〈Fluid Oxidation and Electronic Reliability: A Multi–Fluid EID Measurement Study〉
- Evonik / Oleon：〈Moving Beyond Interchangeability: Characterizing Esters among Coolants for Immersion〉；KYZEN：〈Before the Fluid: How Pre–Immersion Cleaning Chemistry Shapes Long–Term Electronic Reliability〉；SwRI：〈OCP/SwRI Collaboration: Data Center Immersion Fluids Consortium〉；Samsung：〈Material Compatibility and Long–Term Hardware Integrity of Enterprise SSDs in Two–Phase Immersion〉；Solidigm：〈A Practical Infrastructure Solution for Component and Device Level SSD Qualification in Single–Phase Immersion〉

券商研究：華南投顧，4Q26 投資季刊（2026–09–18），冷板潛在市場與 VR200 機構影響；GS 研究報告引述的直接液冷設施 PUE（僅用於口徑對照）。

本報告引用之多數為公開簡報投影片，座談口述與現場說明可能不在簡報中；所有廠商宣稱、模擬與預測數字均已於正文標明口徑。本文為研究整理，不構成任何投資建議。