

能源與AI

驅動永續數位未來

TWNIC 2025 Engagement Forum

蘇冬蘭 | 台灣德國萊因永續策略長

23 April 2025



四大面向掌握 AI 新局

AI 電力激增

AI 急速增加 Data Center 數據中心電力消耗

基礎設施壓力

電力需求遽增對基礎設施的風險

永續責任

電網穩定、提升能源效率、減少碳排

政府角色

能源治理政策、多元且靈活的電力組合、公私部門合作、基礎建設

全球數據中心用電需求 急速上升

數位經濟的支柱：數據中心正消耗前所未有的電力。
目前全球資料中心的耗電量，已可比擬一整個國家的用電。

它們日益增長的能源需求，既帶來永續發展的挑戰，
也孕育轉型契機。



2024全球數據中心用電

415 TWh

總用電量

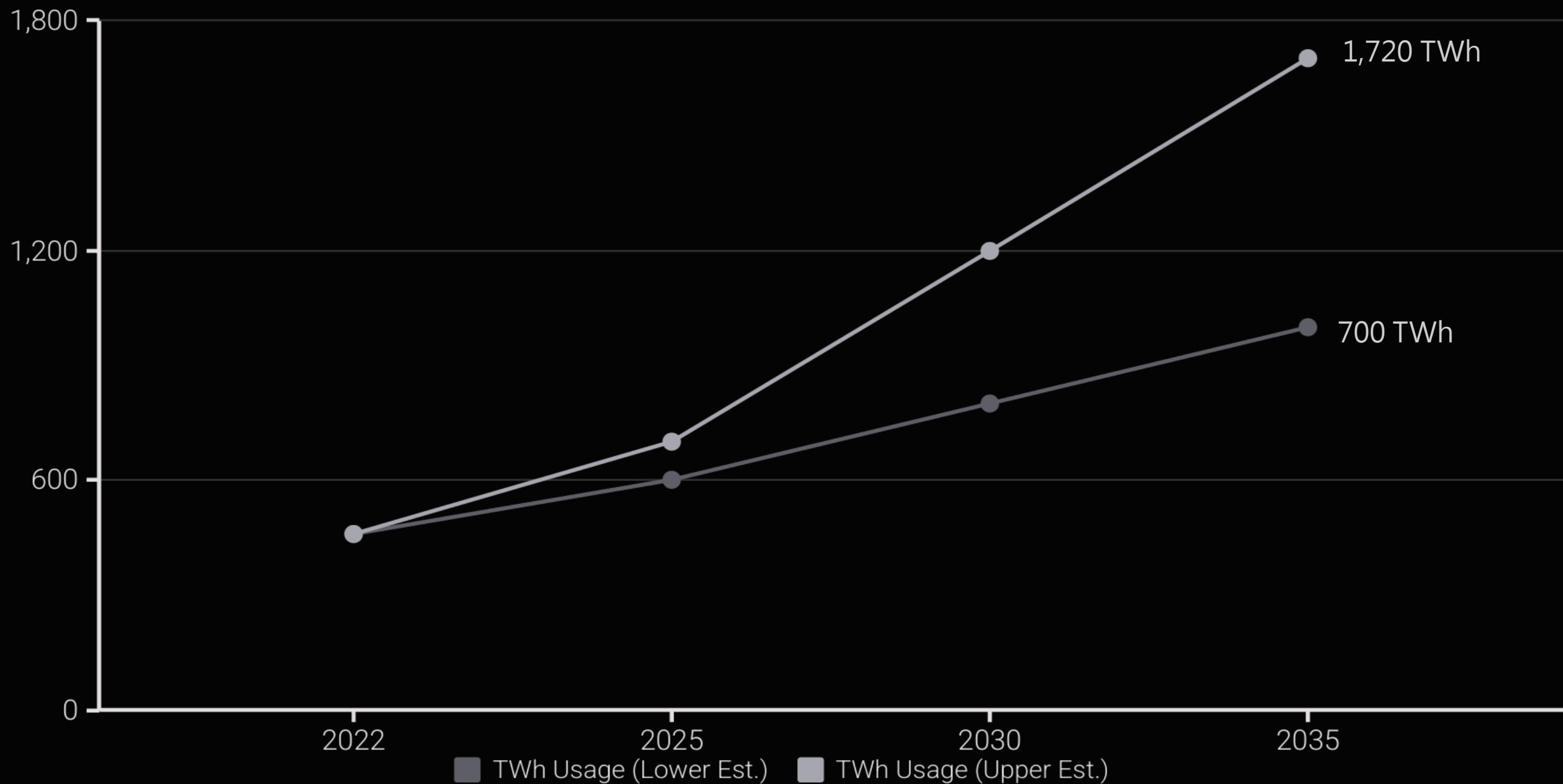
1.5%

全球用電占比

24/7

不間斷持續電力供應

2035 年預測：數據中心用電量大幅成長

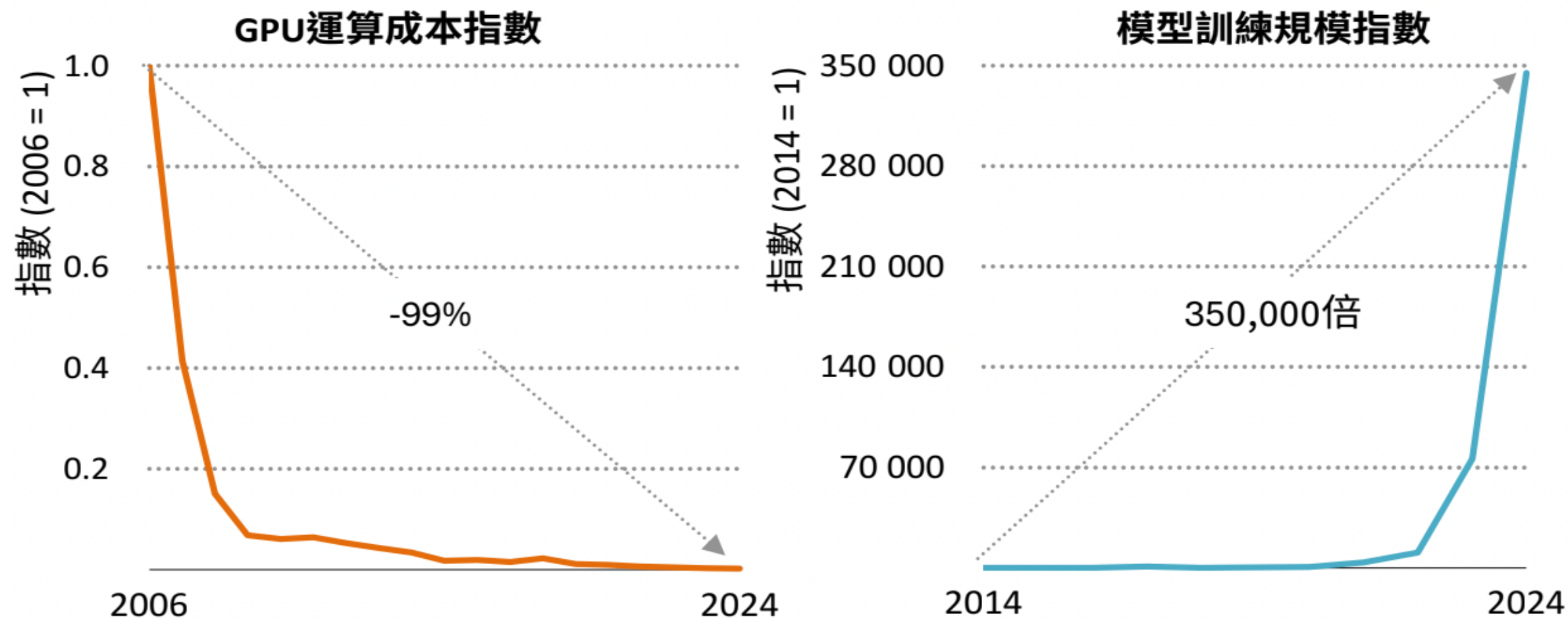


用電對象	約可供應多久（以 1TWh 為單位）
全台灣一般家戶（每戶年均約 3,000 度）	330 萬家戶一年用電
中大型工業區/科技園區	數百家高耗能工廠一年用電
台北市整體用電量（年約 15.7 TWh ）	台北市 23 天用電
桃園國際機場全年用電量（約 0.1 TWh ）	桃機 10 年用電

資料來源：台電、台北市政府、桃園機場

1 太瓦小時（TWh）= 十億度電

GPU 運算成本 (2006-2024) 及著名人工智慧模型運算訓練規模 (2014-2024)

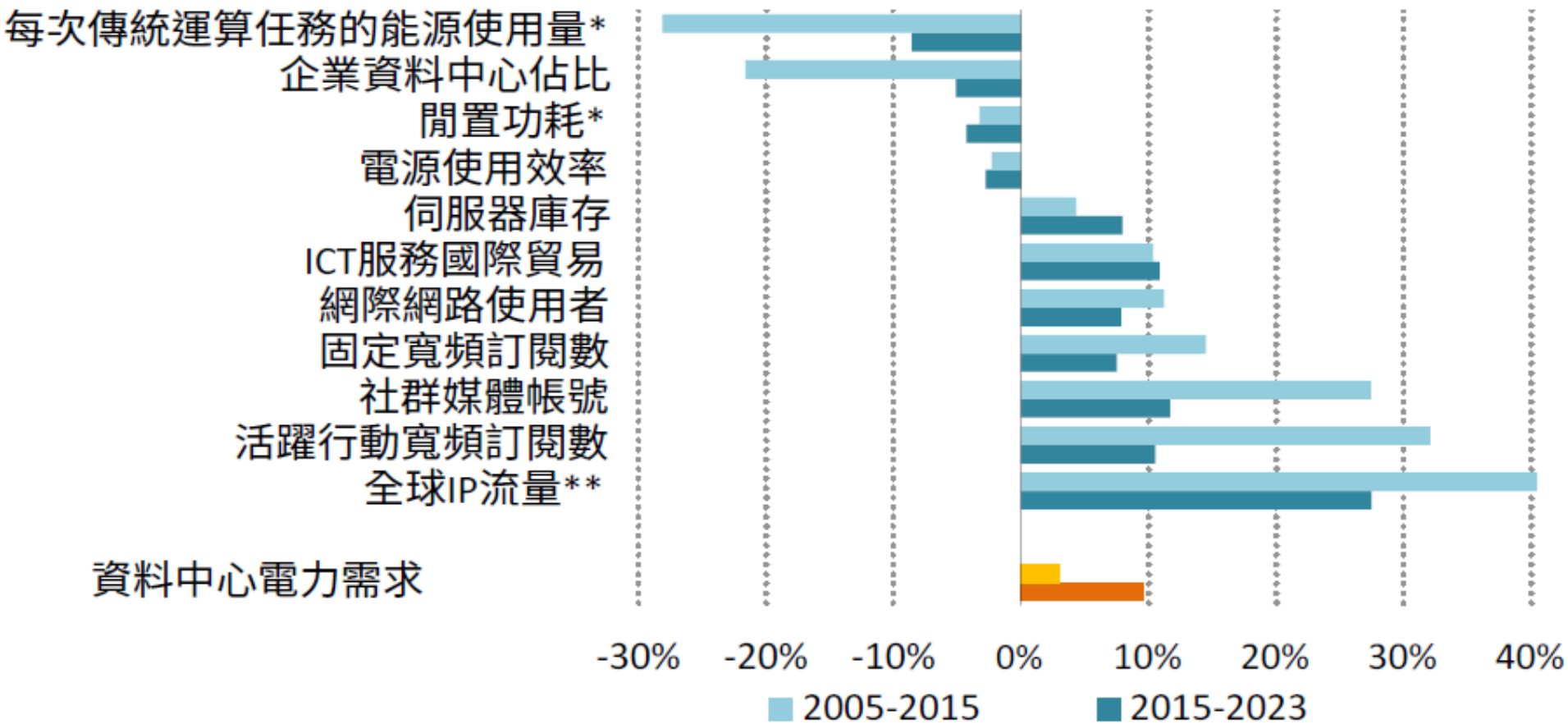


IEA. CC BY 4.0 °

全球Data Center 數據中心電力消耗成長三倍



2005-2015 年與 2015-2023 年全球數據中心電力消耗主要驅動因素之平均年變化

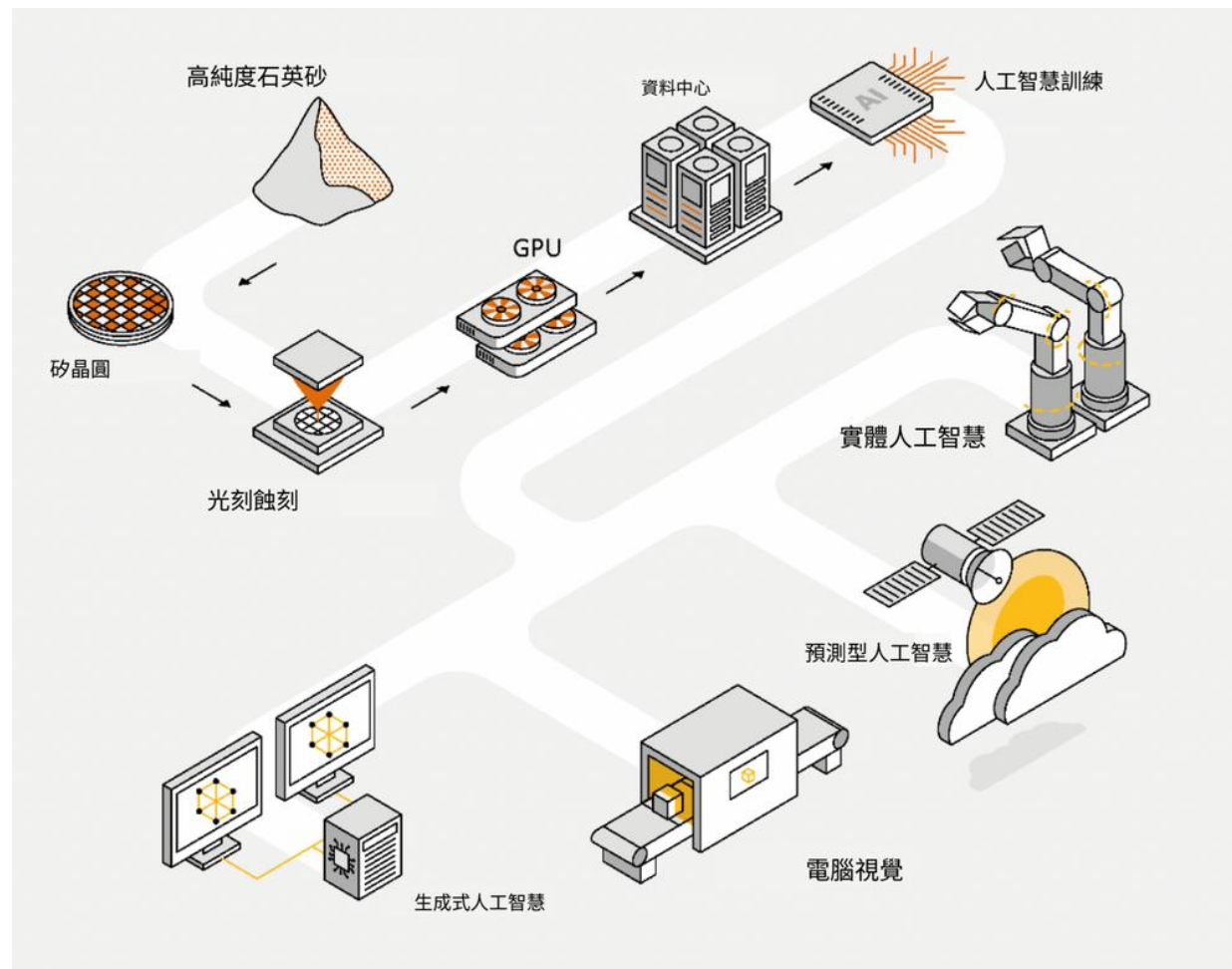


IEA. CC BY 4.0 °

加速伺服器總數快速增加，加上數據中心型態轉辦，導致電力消耗成長加速，由**3%至10%**。

選擇人工智慧基礎建設與應用類型

人工智慧的發展仰賴高度複雜的全球供應鏈



IEA. CC BY 4.0 °

- AI仰賴複雜且全球化的供應鏈
- 先進晶片：美國設計、東亞製造
- 數據中心集中於美國、中國、歐洲
- 關鍵材料（如鎵）主要來自少數國家
- 專業基礎設施：晶片、伺服器、冷卻、電力

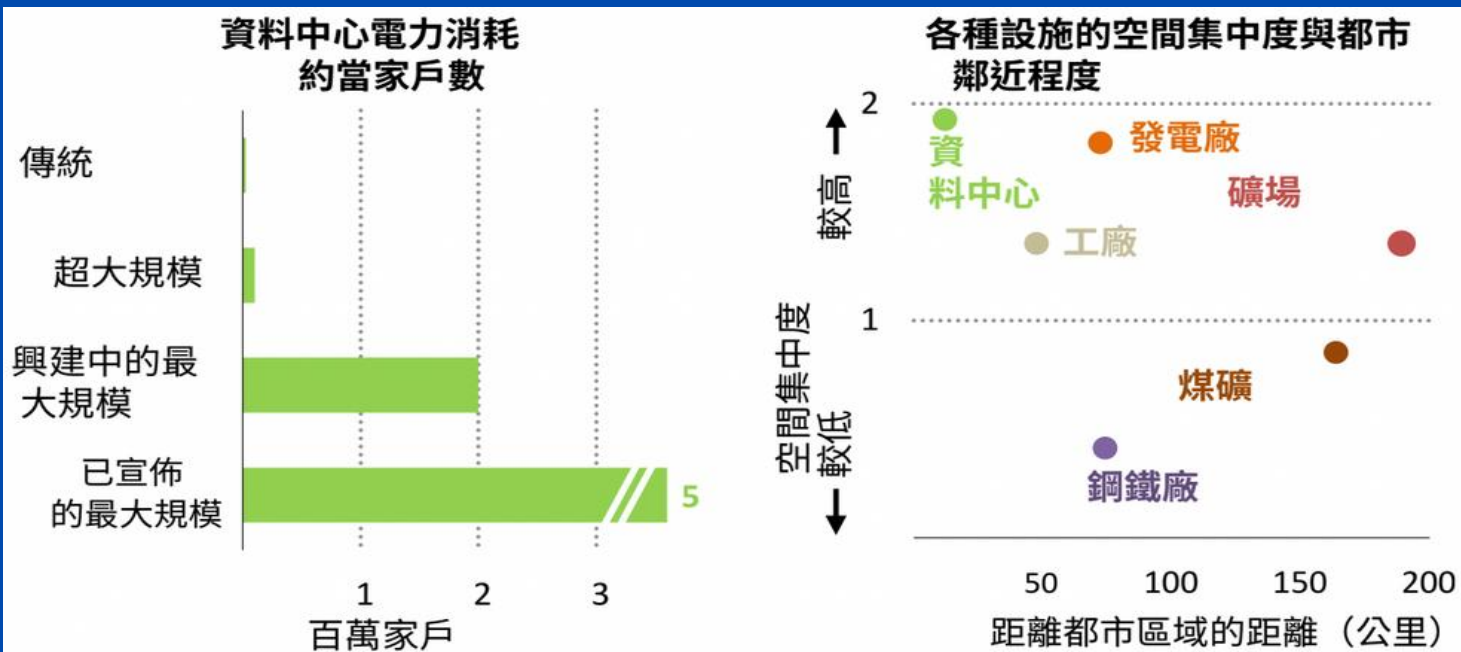
AI生態系仰賴全球緊密協作，從設計、製造到部署先進硬體與基礎設施，皆分布於不同區域，這提升了整體效率，同時也使系統對特定地區電力供應或關鍵資源的中斷高度敏感。

AI 的能源需求

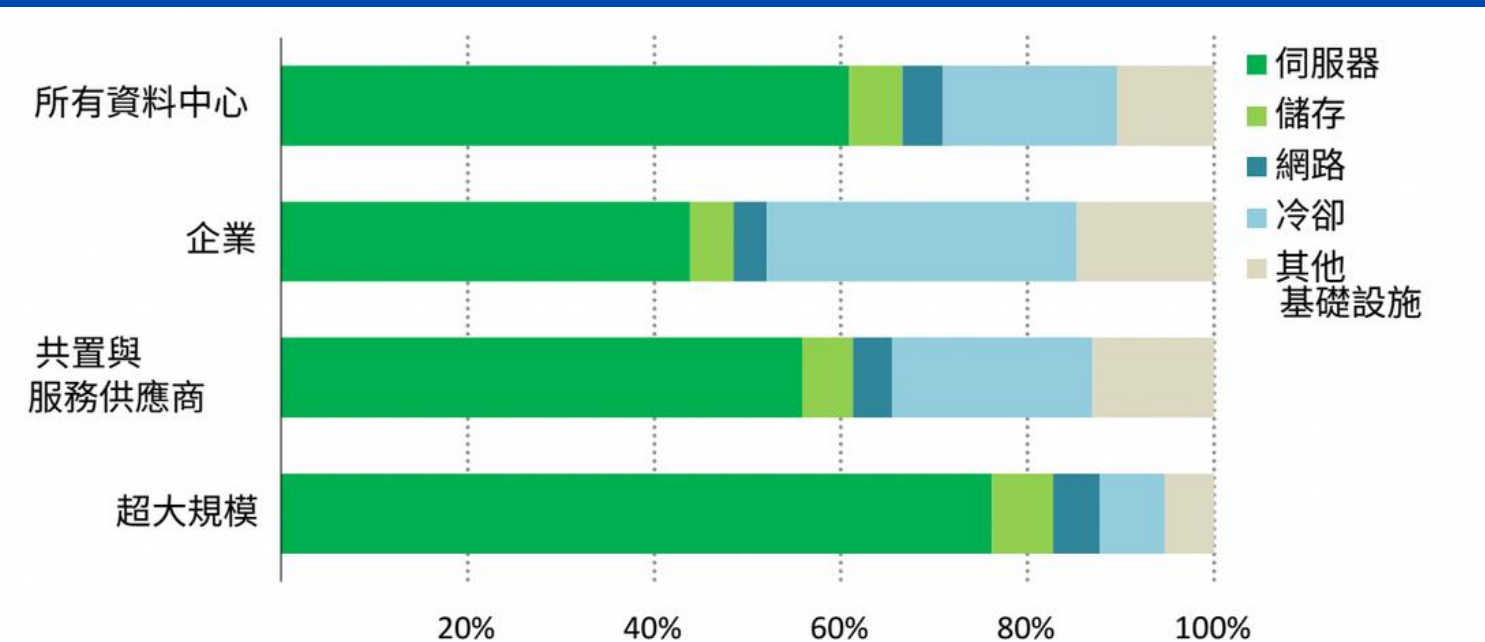


數據中心年度電力消耗量(以家庭用電量當量表示),以及各種設施的空間集中度與都市區域鄰近程度之關係

2024年數據中心與設備類型之電力消耗佔比

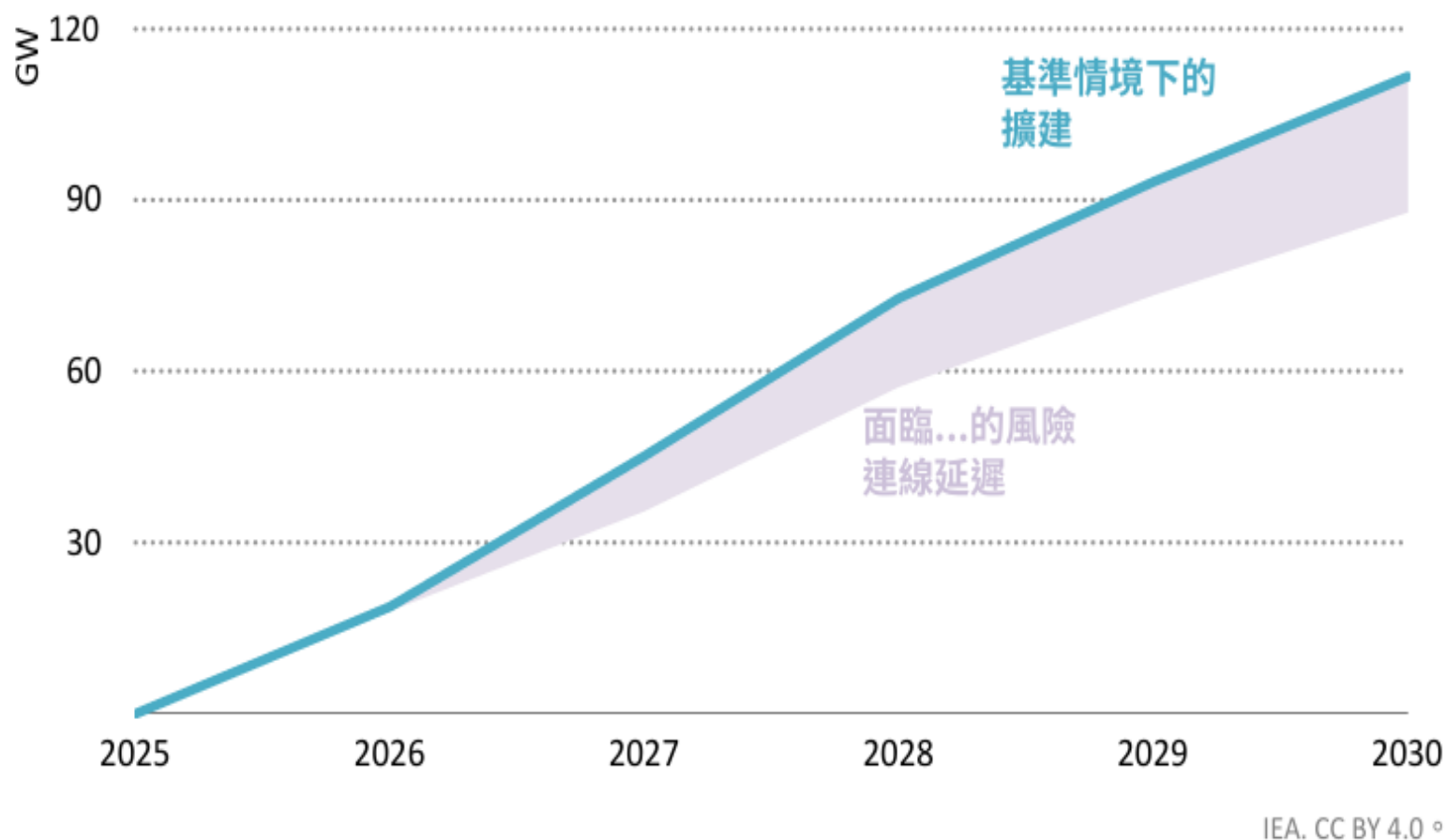


資料中心傾向於在地理位置上集中，並座落於城市周邊；
一座 100 百萬瓦的資料中心，其耗電量可能與 10 萬戶家庭相當



超大規模資料中心效率最高，大部分電力用於伺服器和其他資訊科技設備。

全球資料中心容量增長，及因電網限制而有連接延遲風險的容量 2025-2030



基準情境中，約有五分之一的全球資料中心建設計畫面臨風險 有因電網瓶頸而延遲的風險

- ❑ 數據中心傾向聚集 (cluster) 在具備所需基礎設施、政策架構及勞動力的市場區域，造成電網壅塞問題。
 - 擔憂供電穩定及電價上漲，促使公用事業和決策者考慮暫緩發展。
 - 到2030年預計新增的數據中心，約20%可能面臨延遲風險。
- ❑ 管理增加的電力需求，需要對電網進行基礎設施升級。
 - 歐美的電網運營商通常透過向所有客戶收取的電力費率回收成本。
 - 美國監管機構正轉向由數據中心直接承擔更多升級成本。

問題浮現：基礎設施挑戰



高耗電量

- 以 AI 為核心的數據中心，在愛爾蘭與維吉尼亞等地區已占當地電力消耗的 20–25%，與重工業相當。



• 區域集中化

- 北美、歐洲與亞太地區正出現千兆瓦級的大型群集 (cluster)，進一步加劇當地電網壅塞。



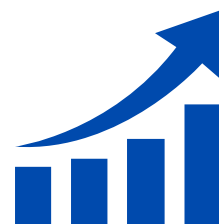
• 能源瓶頸

- 根據 IEA 預估，約 20% 的數據中心建設計畫可能因電網限制而延宕，延遲 AI 部署與服務擴展。





**2024年全球數據中心用電
415太瓦時，佔全球總用電1.5%
一座大型AI數據中心 ≈ 10萬戶家庭用電**



2017年以來年增長12%

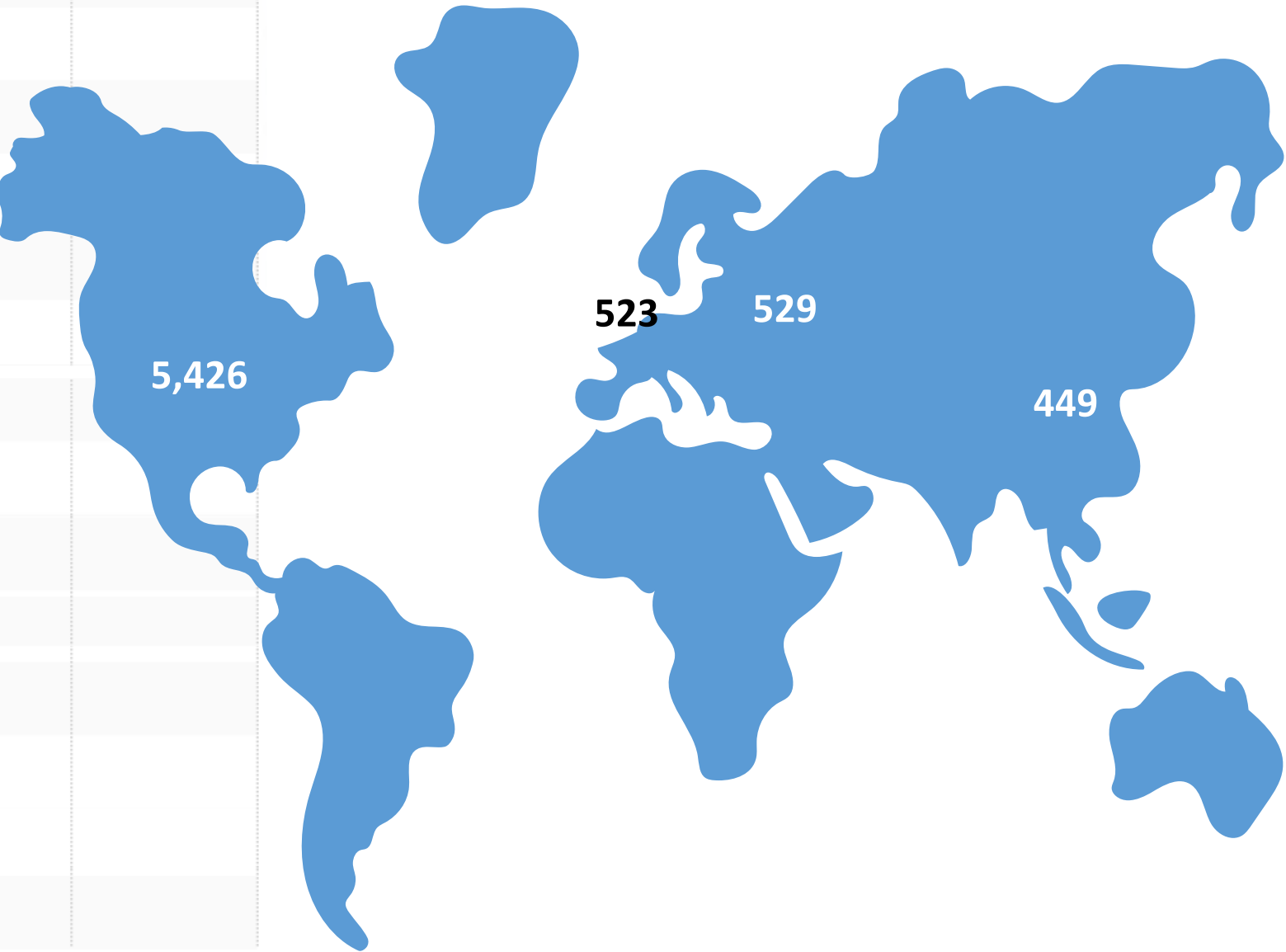
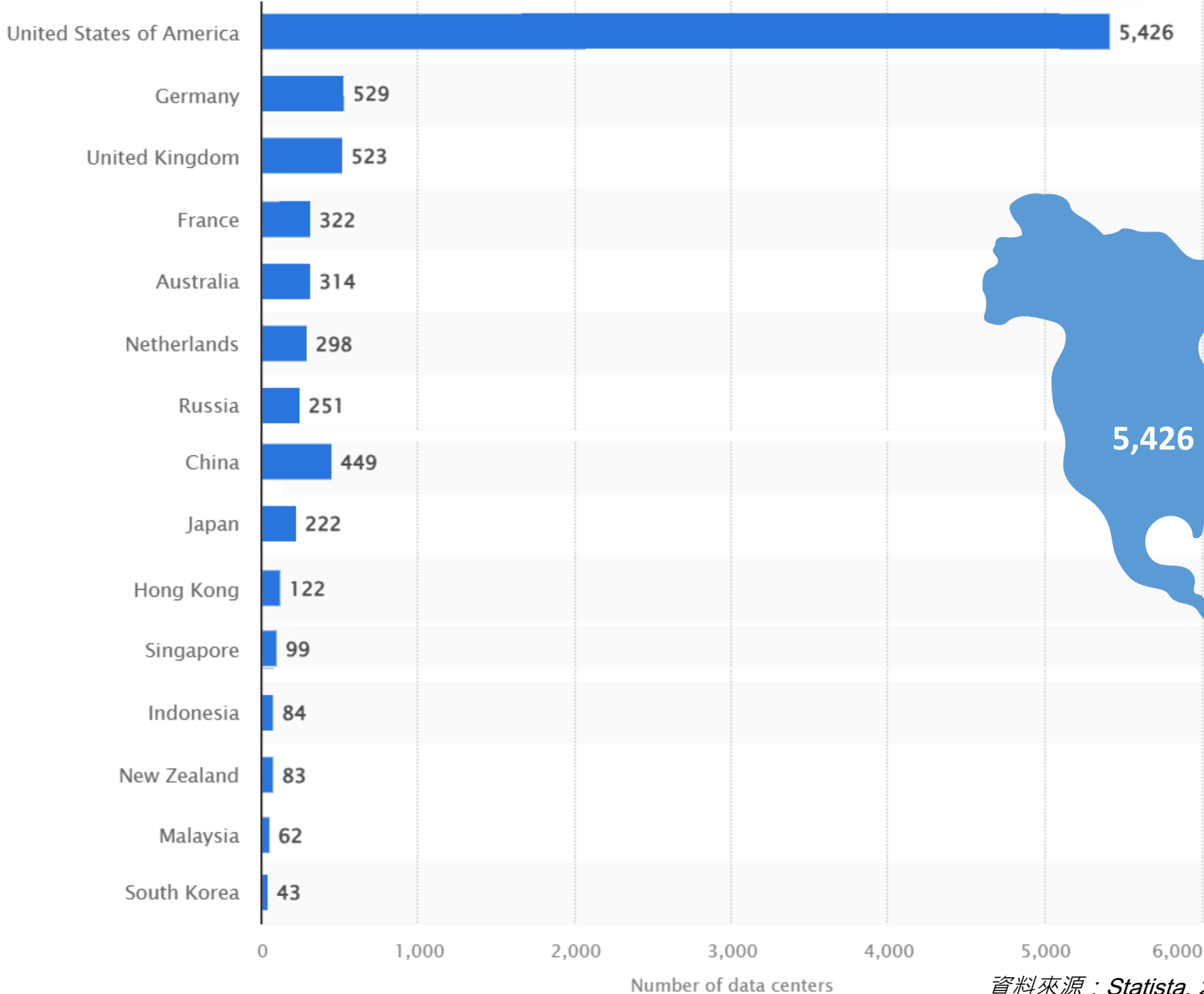


主要地區：美國45% 中國25% 歐洲15%

數據中心與 電力需求

數據中心用電需求與未來趨勢

全球主要國家數據中心數量 (2025年3月) statista

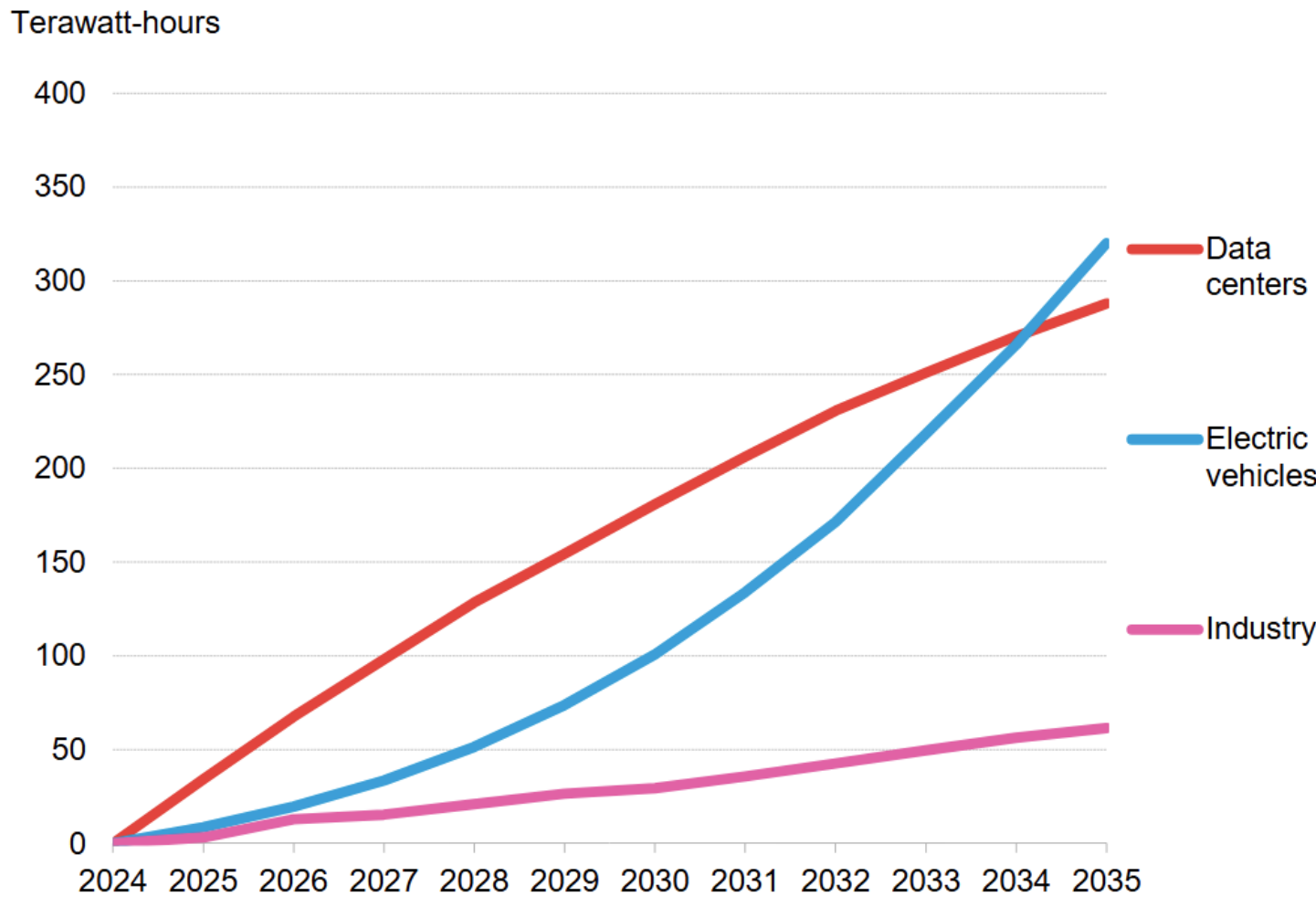


資料來源：Statista, 21 March 2025

美國數據中心電力需求成長

美國數據中心新增用電需求（經濟轉型情境）

Figure 1: New electricity demand, Economic Transition Scenario



Source: BloombergNEF. 資料來源：BNEF “US Data Center Outlook: The Age of AI”, 15 April 2025

數據中心佔美國總用電量

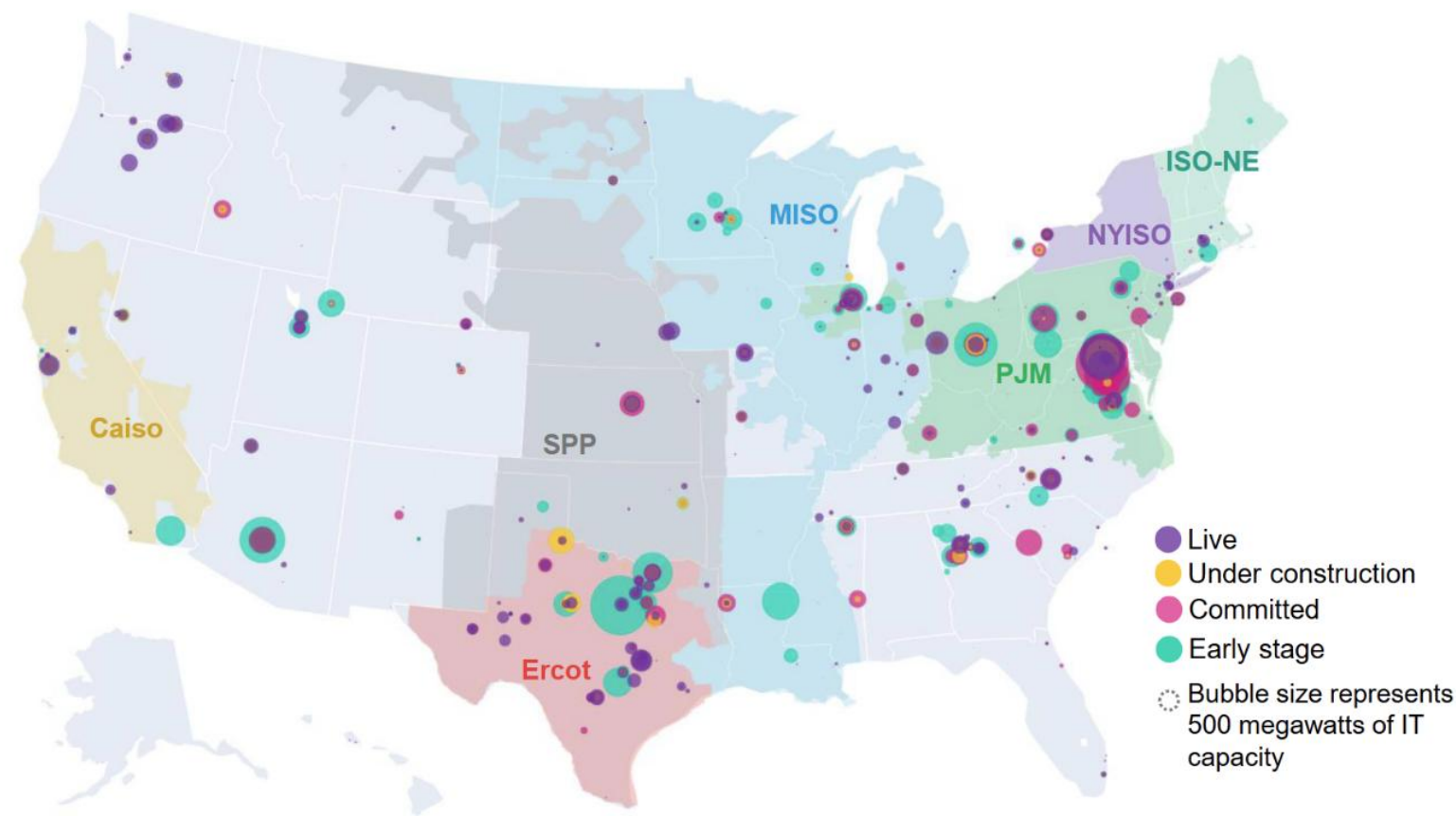
- 2025年：3.5%
- 2035年：8.6%

美國數據中心的總電力負載

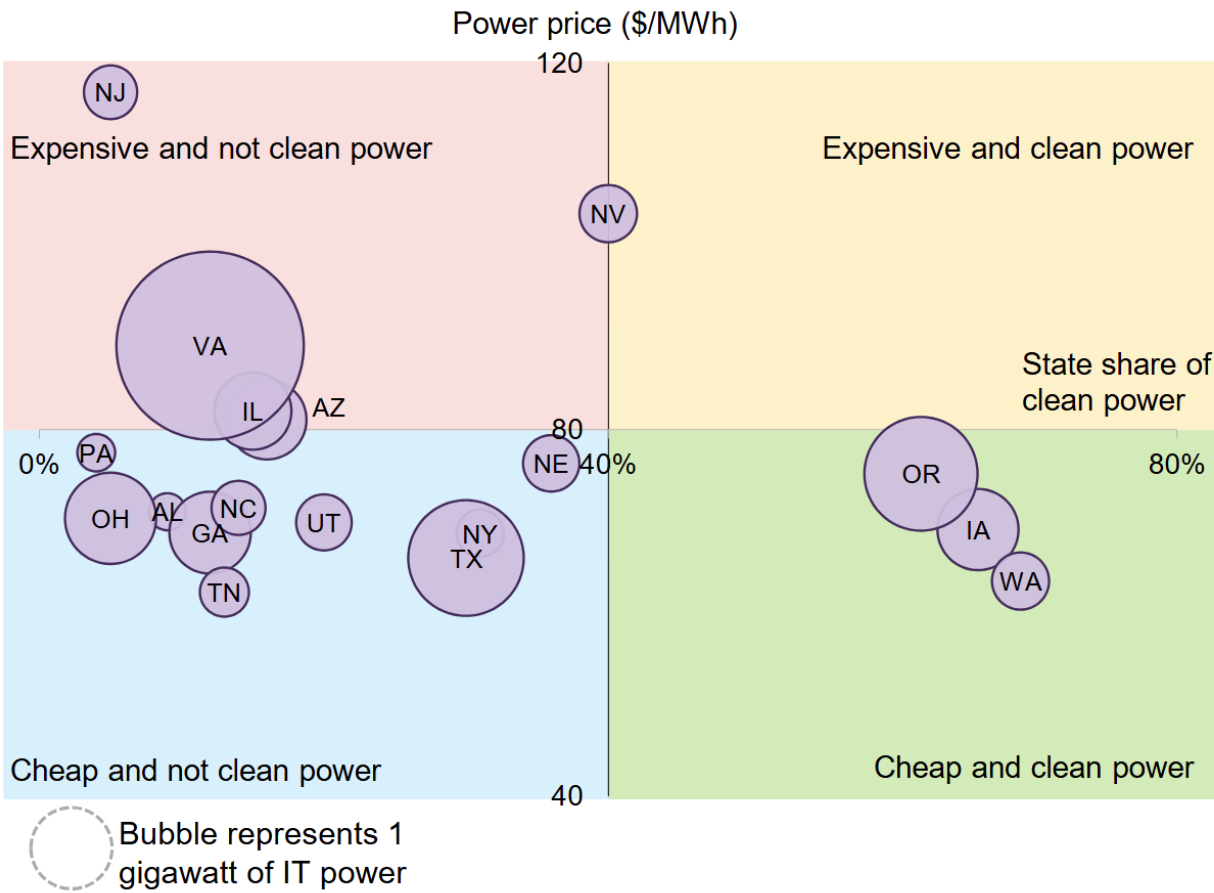
- 2024年：34.7 GW
- 2035年：78.2 GW

美國數據中心選址：電力最關鍵

Figure 12: Operational and pipeline of data centers in IT power capacity in the US



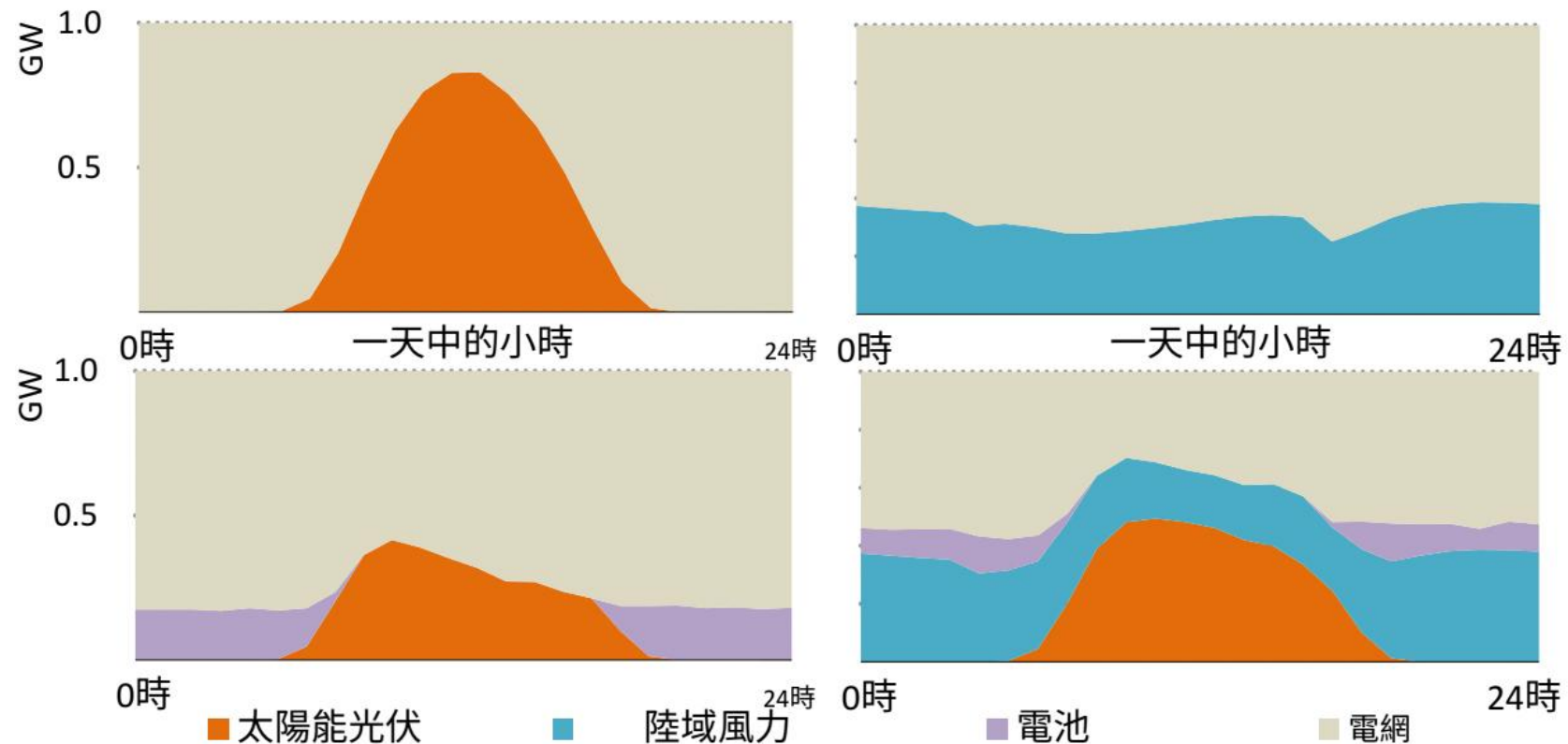
Source: DC Byte, BloombergNEF.



Source: BloombergNEF, DC Byte, Energy Information Administration (EIA). Note: Power price is industrial power price.

再生能源成為推力

美國維吉尼亞州為滿足基礎負載需求,風力、太陽能光伏和電池儲存的每日平均電力生產概況

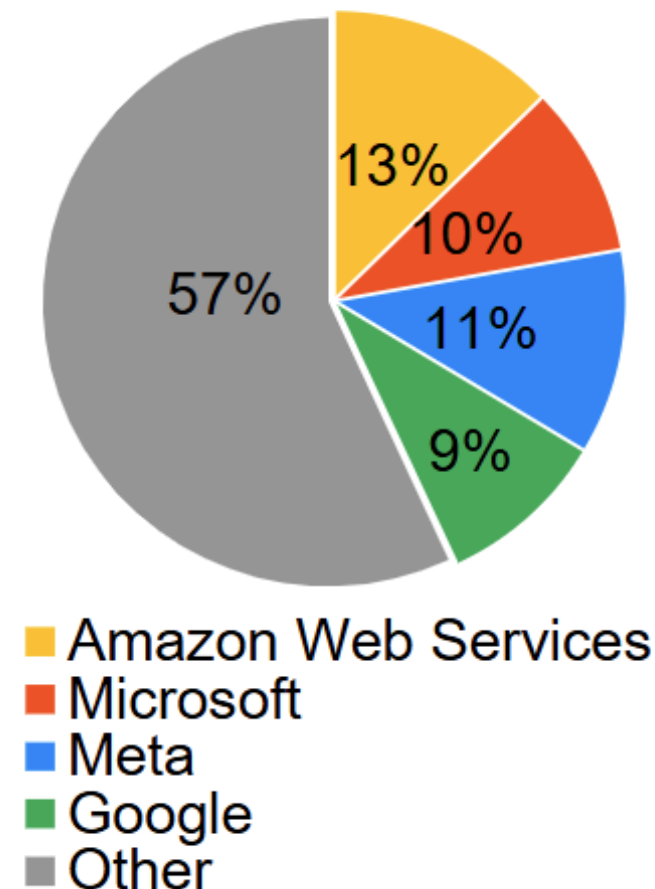


IEA. CC BY 4.0 °

再生能源將成為新增用電的主要推動力，預計到2035年增長450太瓦時，天然氣、核能與地熱也將扮演重要角色。

結合儲能的再生能源，可以滿足穩定的需求曲線。

Figure 10: Data-center operational IT power by owner 2024



Google

自 2017 年，透過採購綠電（PPA），實現 100% 再生能源匹配
在 2030 年前實現 24/7 碳中和能源
投資再生能源項目：地熱和太陽能

AWS

AWS 訂於 2025 年前實現全球基礎設施 100% 使用再生能源
全球建立了 379 個再生能源項目，包括風能和太陽能項目
使用先進的冷卻技術降低能耗

Meta

數據中心使用 100% 再生能源, 簽署超過 8 GW 的 PPA
設計和運營都優先考慮能源效率和水資源管理
所有數據中心取得 LEED 金級或更高認證

Microsoft

承諾在 2030 年前實現 100% 再生能源匹配
投資再生能源：太陽能和風能。
通過虛擬電力購買協議（VPPA）來獲取綠電
投資使用氫燃料電池替代備用發電機

「AI對能源的影響深遠且日益擴大，唯有透過協同合作來管理用電、減少排放並確保安全，才能讓AI從能源轉型的挑戰轉變為解方。」

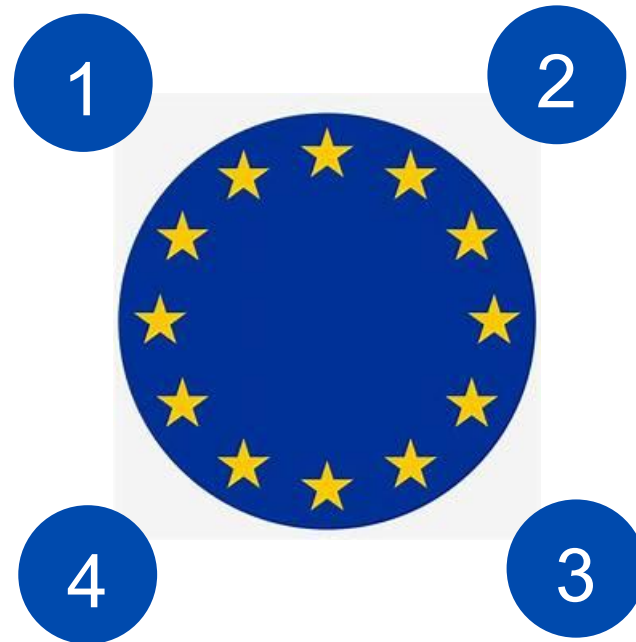
AI × 電力 × 永續治理：歐盟資料中心永續性評等制度

能源效率指令2023/1791

根據《能源效率指令 2023/1791》
第12條，電力需求達到或超過 **500kW**
數據中心營運商須公開能源績效資訊

歐盟政策目標

提升透明度，並強制資料中心在
設計與營運上導入節能減碳策略



2025年5月15日

- 訂定最低效能標準；
- 評估實現資料中心產業淨零排放之可行性；
- 訂定既有資料中心須達成最低效能標準的時間表

歐洲資料中心資料庫

由資料中心運營商所提交的
資訊，該資料庫將以彙總形
式向大眾公開。



數據中心運營商需公開 KPI能效績效指標

1. 能源使用效率 (PUE) : 數據中心的總能源消耗與 IT 設備能源消耗的比率。
2. 再生能源使用比例 : 數據中心所使用的能源中，來自再生能源的比例。
3. 廢熱回收利用 : 數據中心是否有回收並利用其產生的廢熱，例如供應鄰近設施或熱能網絡。
4. 水資源使用效率 (WUE) : 數據中心在冷卻和其他運營中使用水資源的效率。
5. 碳足跡 : 數據中心運營所產生的溫室氣體排放量。
6. 能源來源透明度 : 數據中心能源供應的來源明細，包括電網供應、自產能源等。
7. 能源管理認證 : 數據中心是否獲得如 ISO 50001 等能源管理系統的認證。
8. 能源消耗趨勢 : 數據中心每年的能源消耗變化趨勢。
9. 冷卻系統效率 : 數據中心冷卻系統的能源效率指標。
10. 設備利用率 : 數據中心 IT 設備的使用率，包括伺服器和存儲設備的運行狀態。

資料來源 : EU DG ENER, 15 Mar. 2024

政策建議與合作

項目	歐盟政策	美國政策	台灣最佳政策模型
• 能源效率	能源效率指令：定期進行能源審計和效率改進	能源部計劃：推動數據中心和AI基礎設施發展	採用歐盟的能源效率標準，要求定期進行能源查驗審計
• 可持續性評級	可持續性評級計劃：報告關鍵績效指標	清潔能源資源：提供資源以滿足電力需求	建立可持續性評級計畫，要求公開能源效能
• 再生能源使用	通過政策和資金支持促進再生能源使用	支持再生能源項目並提供清潔能源資源	鼓勵投資再生能源項目，如風能和太陽能
• 公私部門合作	重視監管合規和透明度	強調創新和公共與私營部門合作	促進政府與私部門合作，共同推動數據中心基礎設施現代化
• 2030 氣候目標	GHG排放較1990年減少55%、再生能源占42.5%、能源效率提升32.5%，	支持數據中心和能源基礎設施的快速發展	設定明確的氣候目標，並提供達成目標的激勵措施

資料來源：KPMG, Perkins Coie. Globe NewsWire

結語： 迎向AI驅動的未來

多元、靈活、永續

數據中心用電需要多元
能源組合以永續發展

投資基礎建設

投資電網、能源效率、
潔淨能源基礎設施勢在必行

前行之路

促進政策制定者、科技與能源部門對話及合作
跨界合作是AI與能源永續發展關鍵

