



台灣區電機電子工業同業公會
Taiwan Electrical and Electronic Manufacturers' Association



能源與儲能委員會-儲能聯盟

儲能系統於AI資料中心的多元整合應用

簡報者：陳銘祥 博士

- 國立臺北科技大學能源與冷凍空調系
- 電機工程國家標準技術委員會委員
- 內政部公共安全專家諮詢會第3屆委員
- 台電電力交易平台專業人員認證
- Cisco CCNA 網路工程師認證
- Microsoft MCSE 網路工程師認證

2026年7月3日

打造電網韌性、能源自主與淨零轉型的新基礎設施

Executive Summary：AIDC 儲能整合的三個決策重點

AI 資料中心的競爭，不只在算力，也在電力韌性、低碳調度與安全管理。

1. 用電瓶頸正在放大

AIDC 用電規模由 MW 走向百 MW / GW 級，供電容量、併網時程、峰值負載與 PUE 將成為建置關鍵。

2. 儲能必須多層級整合

由傳統集中式 UPS，升級為 Grid-scale ESS、Facility ESS、Rack BBU、Chip-level ESS 與 AI EMS 的整體架構。

3. 安全與保險創造商機

AI SoH/RUL、Digital Twin、熱失控管理與再保險信任，可把儲能從設備銷售推進到可融資、可營運的解決方案。

台灣廠商切入點：AIDC 能源架構設計 + BESS/BBU/BMS + AI 管理平台 + 風險保險服務

目錄

—— 穩定供電 · 高效節能 · 綠色永續 · 智能管理 · 創造價值 ——



01 AI用電趨勢

市場需求與挑戰

- AI資料中心爆發性成長
- 用電需求大幅攀升
- 供電穩定性成關鍵



02 多層級儲能架構

滿足不同場景需求

- 備援電力 (UPS / BBU)
- 削峰填谷 (Peak Shaving)
- 長時間備援 (長時儲能)
- 應急備援 (Emergency Backup)



03 關鍵技術整合

高效 · 安全 · 智能

- 電池技術與BMS
- 能源管理系統 (EMS)
- 熱管理與消防安全
- AI智能調控與預測



04 微電網與低碳供電

再生能源整合應用

- 太陽能 · 風力發電整合
- 微電網調度與控制
- 碳管理與減碳效益
- 打造綠色AI資料中心



05 鴻海AI能源商機

創造價值 · 共創未來

- 垂直整合能源解決方案
- 全球布局 · 策略合作
- 開創AI能源新藍海

01 AI用電趨勢

市場需求與挑戰

- AI資料中心爆發性成長
- 用電需求大幅攀升
- 供電穩定性成關鍵

03 關鍵技術整合

高效 · 安全 · 智能

- 電池技術與BMS
- 能源管理系統 (EMS)
- 熱管理與消防安全
- AI智能調控與預測

05 鴻海AI能源商機

創造價值 · 共創未來

- 垂直整合能源解決方案
- 全球布局 · 策略合作
- 開創AI能源新藍海

02 多層級儲能架構

滿足不同場景需求

- 備援電力 (UPS / BBU)
- 削峰填谷 (Peak Shaving)
- 長時間備援 (長時儲能)
- 應急備援 (Emergency Backup)

04 微電網與低碳供電

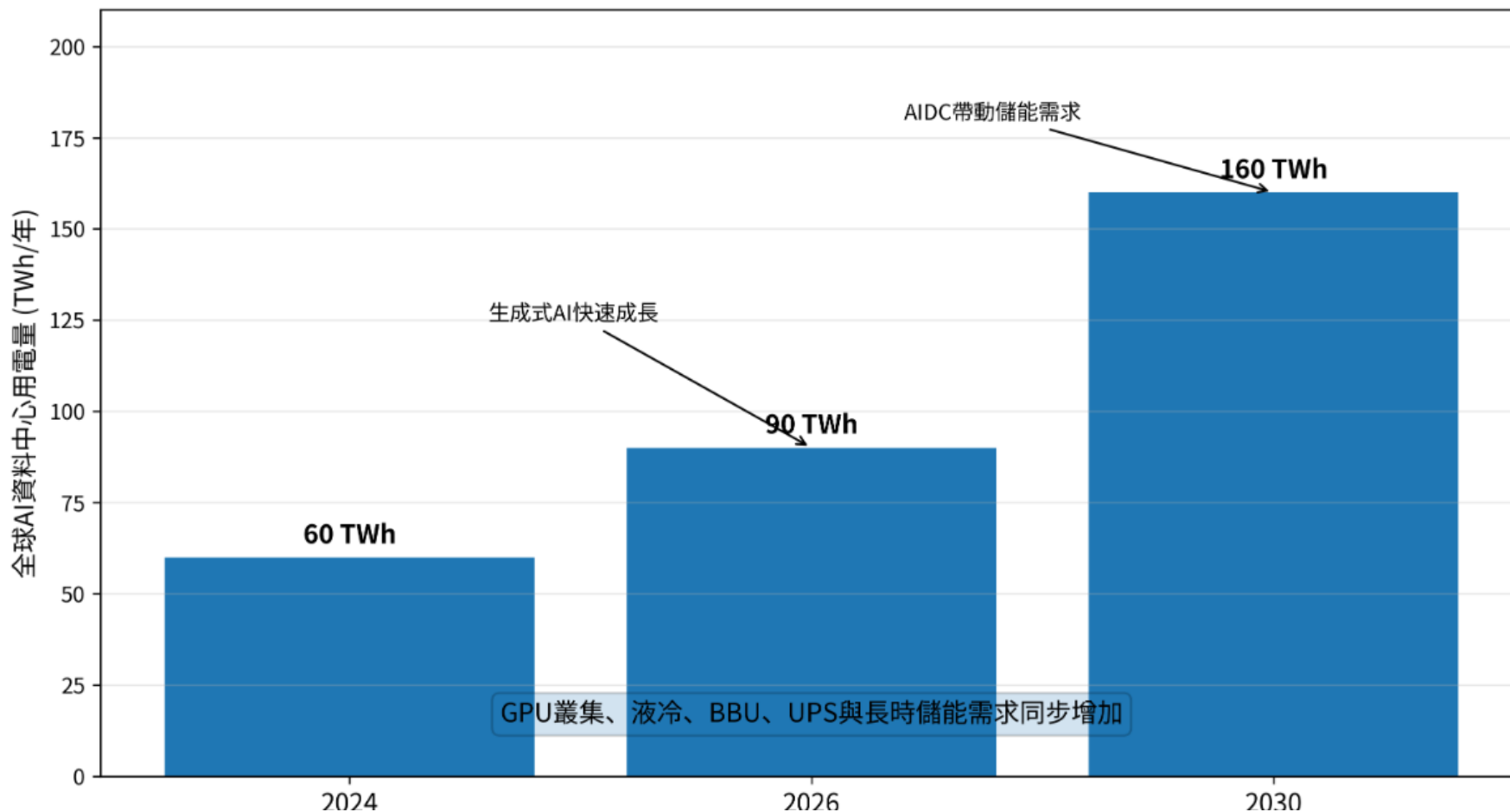
再生能源整合應用

- 太陽能 · 風力發電整合
- 微電網調度與控制
- 碳管理與減碳效益
- 打造綠色AI資料中心

AI × ENERGY
高效 · 穩定 · 永續

前言-全球能源轉型與電網挑戰

AI資料中心用電需求快速成長



- ✓ 極端氣候
- ✓ 再生能源增加
- ✓ **AI用電暴增**
- ✓ 電網韌性需求點

資料來源：IEA Electricity 2025、Grid Integration of AI Data Centers相關整理

前言-美國AI資料中心建設規劃與規模總覽

超大型 AI 算力園區正在重塑全球能源與數位基礎建設

重要觀察



AI 驅動資料中心爆發式成長
500MW ~ 5GW 級專案正快速
在全美各州展開



電力已成為最大限制因素
穩定電源、輸電容量與變電設施
成為關鍵

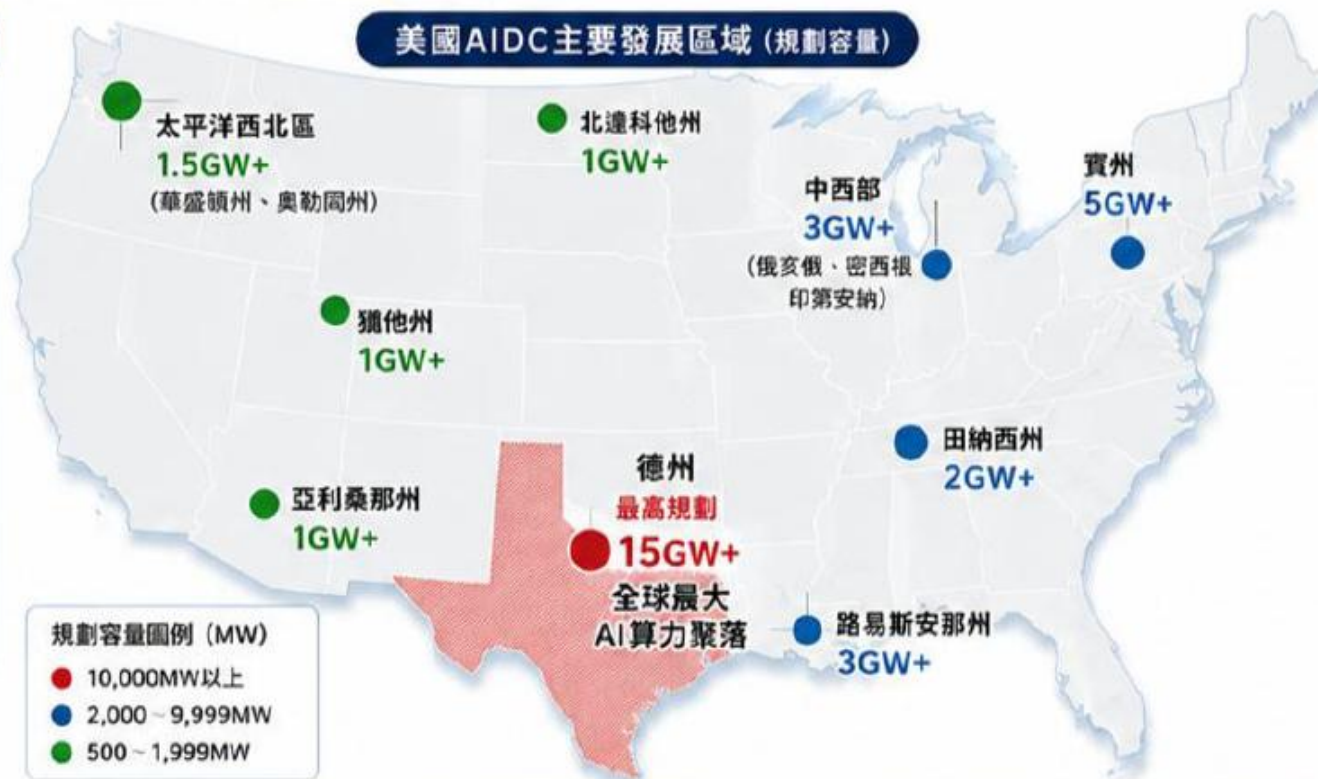


選址以能源供應為優先
電力、土地、水資源及冷卻條件
成為主要考量



GW 級 AI 園區成為新標準
科技巨頭正投入多 GW 等級
AI 算力基地

美國AIDC主要發展區域 (規劃容量)



美國AIDC規模統計



50,000MW+
已宣布容量



300+
重大AI資料中心專案

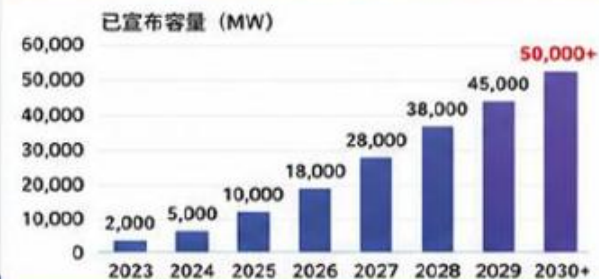


500MW ~ 5GW
單一園區規模



2025 ~ 2030年
建設高峰期

美國AIDC容量成長趨勢



美國五大AI資料中心計畫 (代表案例)



星門計畫 (Stargate)
OpenAI
5,000MW
德州 Abilene



Meta AI 園區
2,000MW
路易斯安那州



Microsoft AI 基礎設施
1,000MW+
多州布局



Amazon AWS AI 園區
1,000MW+
維吉尼亞州



Google AI 基礎設施
1,000MW+
全美布局

前言-全球科技巨頭加碼投資AIDC基礎建設

AI 軍備競賽進入基礎設施時代，能源成為決勝關鍵

各大公司投入 AIDC 建置計畫 (未來五年)

投資金額 (億美元)



AI 時代的基礎建設新競賽



晶片競賽
運算能力



資料中心競賽
規模與效率



能源競賽
誰能提供穩定、
大量、廉價的電力

誰就能贏得 AI 時代

總投資規模

1.2 兆美元

未來五年將投入



AI 資料中心
大規模資料中心建置
支撐 AI 運算需求



GPU 叢集
高效能運算叢集建置
提升 AI 模型訓練能力



電力系統
發電設施與能源供應
確保穩定電力來源



冷卻系統
高效散熱與液冷技術
確保系統穩定運行



輸配電網
電網擴建與升級
強化電力輸送能力



備援能源
儲能與備援系統建置
確保 24/7 穩定運營



1.2 兆美元投資將驅動全球 AI 產業發展，能源基礎設施將成為未來競爭的核心關鍵！

前言-OpenAI 營收爆發性成長

2023-2025 年成長超過 10 倍

從 20 億美元躍升至 200 億美元以上，AI 商業化最快的企業之一

成長亮點



2023-2025 年營收成長
10 倍+



年複合成長率 (CAGR)
216%
(2023-2025)

年化營收 (ARR) 趨勢
單位：億美元 (USD)



2022年11月上市
5天用戶破100萬
2023年1月活躍用戶達1億

年度	2023	2024	2025E
年化營收 (ARR)	20 億美元	60 億美元	200 億美元+
年成長率	—	+200%	約 +233%

關鍵重點

- ✓ 2023→2025 年營收成長超過 10 倍
- ✓ 2025 年營收突破 200 億美元以上
- ✓ 年複合成長率 (CAGR) 約 216% (2023-2025)
- ✓ 展現 AI 時代的超高速成長動能

成長動能來源



ChatGPT
用戶快速成長



企業級 API
需求爆發



多元產品線
與付費訂閱



全球市場擴張
與生態系合作



AI 基礎設施投資
推動長期成長

資料來源：OpenAI 財務長 (CFO) Sarah Friar 公開訪談與媒體報導 (截至 2025 年)

前言-AIDC用電規模有多大？

AI 運算需求推動資料中心電力規模快速放大，從 MW 到 GW 等級



AI 訓練 / 推論需要大量算力與穩定電力



用電規模越大，對電力、散熱、儲能與能源整合的要求越高

1 小型

1-5MW



適用場景

企業內部 AI、邊緣運算
PoC / 測試機房



IT 負載

約 0.8 - 4 MW



總設施用電 (依 PUE 1.25)

約 1 - 5 MW



占地面積

約 500 - 1,500 坪

2 中型

5-20MW



適用場景

推論服務、區域型 AI 應用、
中小型雲端服務



IT 負載

約 4 - 16 MW



總設施用電 (依 PUE 1.25)

約 5 - 20 MW



占地面積

約 1,500 - 5,000 坪

3 大型

50-100MW



適用場景

AI 訓練 + 推論、雲端服務、
大型企業 / 電信核心機房



IT 負載

約 40 - 80 MW



總設施用電 (依 PUE 1.25)

約 50 - 100 MW



占地面積

約 1,500 - 15,000 坪

4 Hyperscale

300-500MW



適用場景

超大型 AI 訓練集群、
全球雲端業者區域園區



IT 負載

約 240 - 400 MW



總設施用電 (依 PUE 1.25)

約 300 - 500 MW



占地面積

約 15,000 - 40,000 坪

5 AI Campus

約 1GW



適用場景

國家級 / 超大規模 AI 基地、
超大型雲端總部園區



IT 負載

約 800 MW+



總設施用電 (依 PUE 1.25)

約 1,000 MW+



占地面積

約 40,000 坪以上



PUE (Power Usage Effectiveness)

電力使用效率指標

PUE =

總設施用電 / IT 設備用電



目標 PUE

1.15 - 1.35



低碳高效

永續發展關鍵指標



高可用性

穩定供電是核心基礎

AIDC 用電規模持續成長，能源韌性與低碳供電將是未來競爭力的關鍵！

前言-AIDC能源架構

四層能源架構 × 多元能源整合 × 智慧能源管理，打造 24×7 高可靠、低碳、高韌性 AI

我們的目標

24×7 高可靠 · 低碳 · 高韌性

🛡️ 高可靠度 🌿 低碳永續 💪 高韌性

1 電網 | 主電源

雙迴路電網，確保供電穩定

雙迴路供電

- ✓ 不同變電所來源
- ✓ N-1 / N+1設計

A 迴路

B 迴路

3 自建能源 | 多元低碳能源

降低電網依賴 · 提升能源自主性



太陽光電

- ✓ 白天補充電力
- ✓ 綠電來源



燃氣機組

- ✓ 短中期最務實
- ✓ 穩定基載



燃料電池

- ✓ 低碳長時備援
- ✓ 逐步取代柴油



SMR 小型核電

- ✓ 長期穩定基載
- ✓ 適合GW級園區



地熱能

- ✓ 24/7穩定供電
- ✓ 低碳基載選項

2 BESS | 大型儲能系統

削峰填谷 · 備援 · 微電網 · 輔助服務

- ✓ 需量管理
- ✓ 削峰填谷
- ✓ 緊急備援
- ✓ 再生能源整合
- ✓ 輔助服務(調頻)

建議配置

15%~30% IT負載

2~4小時起跳

4 EMS | 能源管理系統

能源大腦 · 即時監控 · 最佳調度



- 🕒 即時監控
- 🧠 智慧調度
- 📊 需量管理
- 🔋 節能最佳化
- 📈 參與電力市場



IT負載

GPU Server / Network / Storage
冷卻 / 照明 / 其他設施

導入效益



高可靠度

多重供電 + 儲能備援
確保 24×7 不間斷運營



低碳永續

多元綠能整合
降低碳排放



成本優化

削峰填谷 + 需量管理
降低用電成本



電網韌性

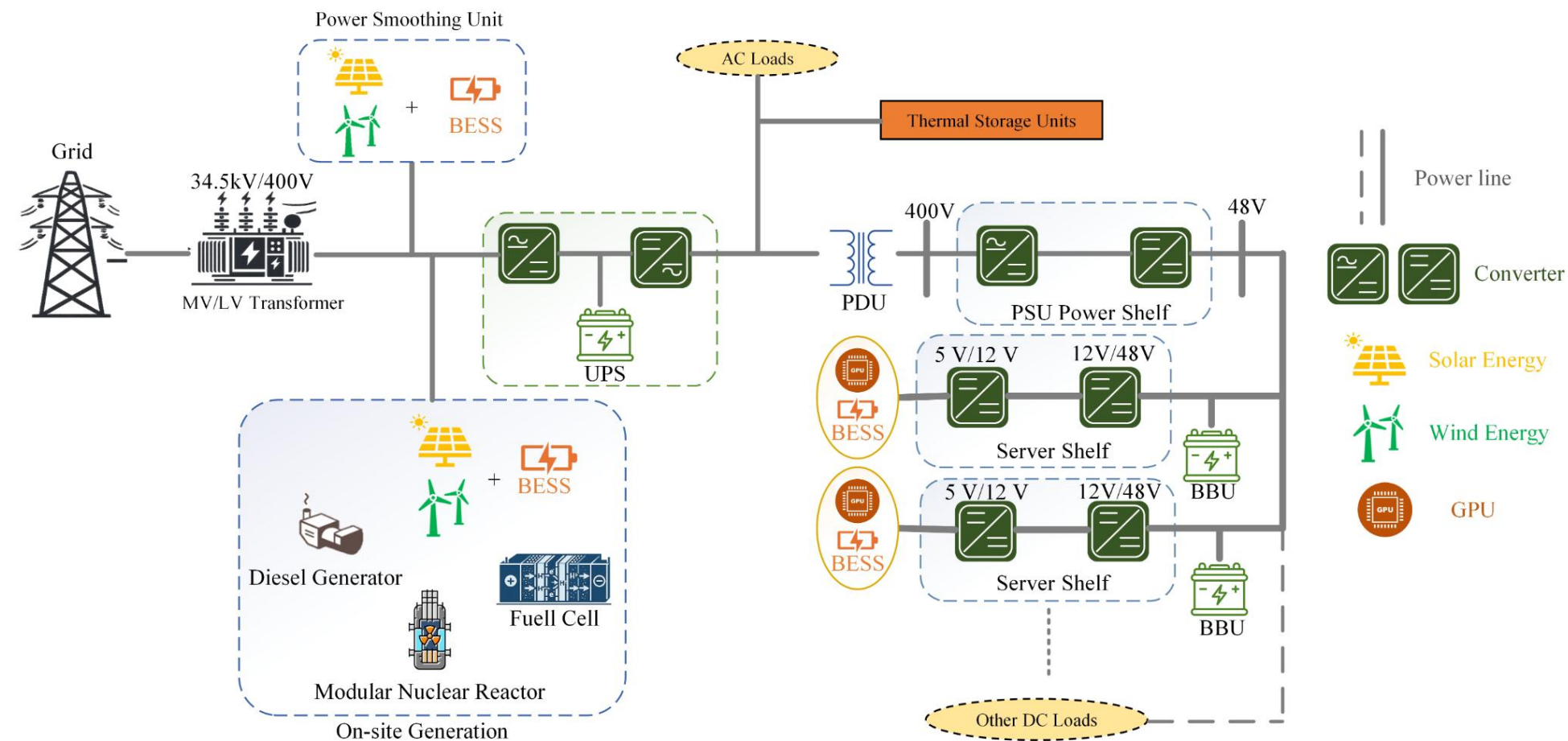
微電網與儲能協同
提升抗災能力



未來的 AI 資料中心，不只是用電大戶，而是 **主動式能源節點 (Active Energy Node)** !

AI Data Center 多層級儲能整合架構

Multi-layer Energy Storage Architecture for AI Data Centers



① Grid-scale ESS

- 結合再生能源
- 削峰填谷
- 長時間備援

② Facility-level ESS

- UPS / GiUPS
- 維持供電品質

③ Rack-level ESS

- 機架BBU
- 分散式備援

④ Chip-level ESS

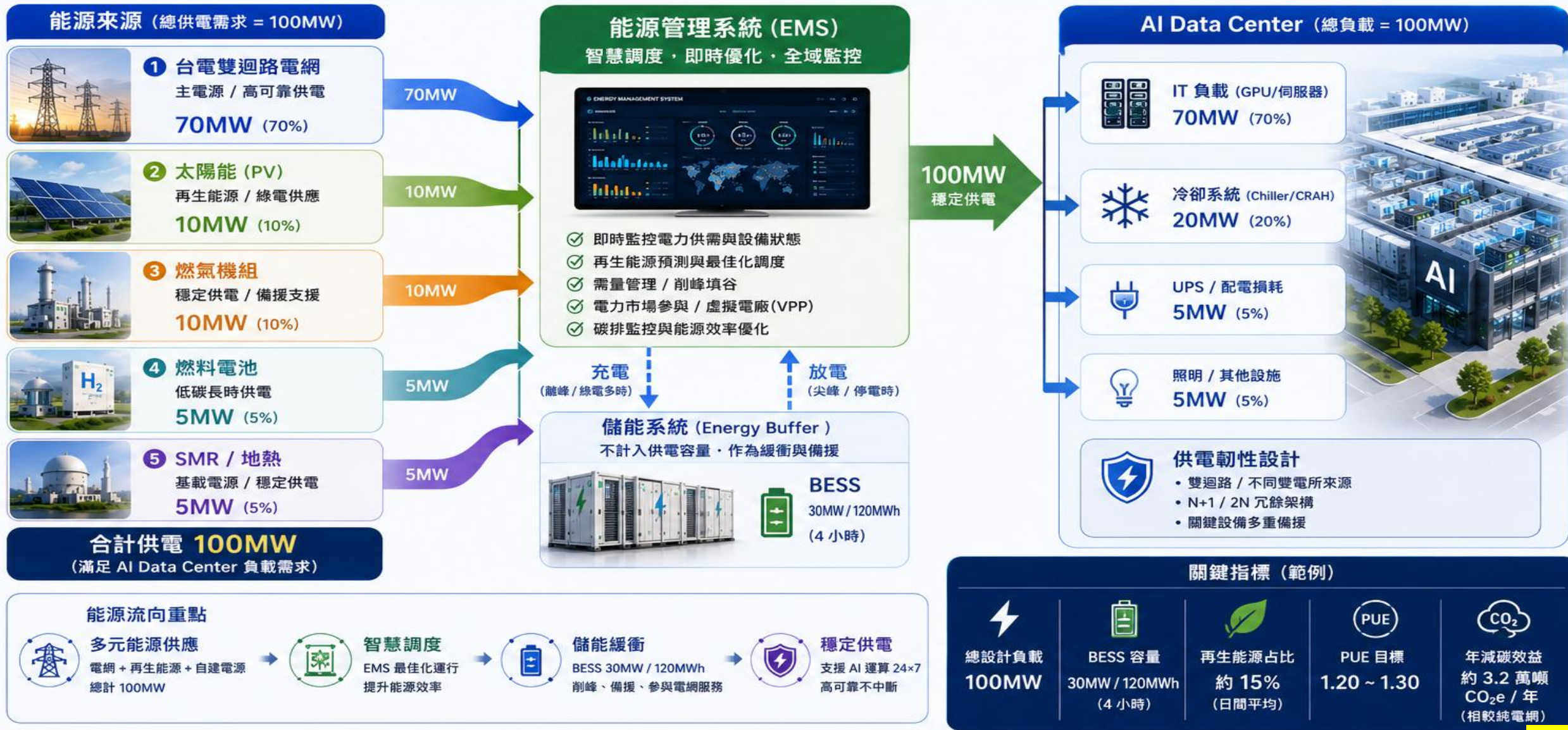
- 超級電容
- 抑制GPU功率波動..

Key Message : 未來 AI 資料中心將由傳統集中式 UPS 架構，逐步演進為結合 BBU、UPS、BESS、再生能源與微電網之多層級儲能架構。

前言-100MW AIDC能源Sankey Flow

多元能源協同供應 × 智慧調度 × 儲能緩衝，打造 24×7 高可靠、低碳、高韌性的 AI 基礎設施

目標  **24×7**
高可靠供電 |  低碳運營 |  高韌性



從電力到算力，打造 100 MW AI Data Center 的永續能源基礎設施

前言-台灣AIDC供電申請現況(2026年)

依申請容量分級管理 × 落實供電韌性 × 推動在地能源發展



供電穩定
雙迴路電網



低碳轉型
再生能源整合



產業發展
AI算力升級



能源韌性
儲能與備援

申請容量分級門檻



5MW 以下案件

- 原則依一般供電程序審查
- 仍須視區域電網容量而定



5MW 以上案件

- 納入能源使用計畫審查
- 須進行供電能力評估
- 採個案審查制度



桃園以北大型 AIDC

- 優先評估電網負載影響
- 鼓勵南部設置
- 鼓勵自建電源及儲能



桃園以北地區電網負載持續增加
大型 AIDC 需審慎評估供電影響

北部電網供電現況



AIDC 園區能源解決方案



鼓勵南部設置

分散電力負載，促進區域均衡發展
帶動在地產業與基礎建設升級



鼓勵自建電源

提升供電韌性，降低電力缺口風險
強化能源自主，推動能源轉型



鼓勵設置儲能

強化電力系統穩定
支援尖峰用電需求，提升整體供電可靠性

AI資料中心帶動儲能需求

AI技術快速發展，推升資料中心用電規模至百MW甚至GW等級，儲能成為關鍵基礎設施



AI 查詢耗電量
≈ 10 倍

ChatGPT 查詢能耗約為
Google 搜尋的 10 倍



AI 訓練負載成長速度
每 3.4 個月倍增一次

AI 訓練工作負載
約每 3.4 個月就會倍增



AI 資料中心規模
百MW → GW 等級

單一 AI 資料中心容量已由數十 MW
提升至數百 MW，未來可達 GW 等級



AI 資料中心已成為全球新增電力需求的主要來源，儲能系統將成為
確保供電可靠度與電網穩定的關鍵基礎設施。

AI資料中心帶來四大儲能商機

從秒級備援到長時供電，儲能成為AI資料中心可靠供電與能源韌性的關鍵基礎設施

1 UPS 鋰電池 鉛酸 → 鋰鐵

AI 資料中心正加速由鉛酸 UPS 電池轉向鋰鐵電池 (LFP)

鉛酸電池

鋰鐵電池 (LFP)

- ✓ 壽命提高 6 倍以上
- ✓ 體積減少 50~70%
- ✓ 充放電效率提升
- ✓ 降低總體擁有成本 (TCO)



 秒級備援，確保AI訓練與推論 24/7 不中斷

2 Rack BBU 機架備援

高功率機櫃 (>100kW) 成為主流，
機架內建 BBU 將成標準配置

- ✓ 提供分鐘級備援 (5~30 分鐘)
- ✓ 保護機櫃設備與運算不中斷
- ✓ 分散式備援，提升韌性
- ✓ 降低 UPS 負載與建置成本



 分鐘級備援，吸收市電異常與維運切換

3 長時儲能 (LDES) 4 ~ 24 小時

大型 AI 資料中心需更長時間備援，
確保極端事件下持續運作

- ✓ 4~24 小時長時供電能力
- ✓ BESS + Fuel Cell / TES 整合
- ✓ 支援離峰充電，降低用電成本
- ✓ 提升電網韌性與營運可靠度



 小時級備援，應對長時間停電與電網風險

4 微電網 孤島運轉

再生能源 + 儲能 + 智慧控制，
打造自主、韌性與永續的電力系統

- ✓ 再生能源就地發電 (太陽能/風能)
- ✓ BESS 提供功率平衡與備援
- ✓ 孤島運轉能力，提升營運韌性
- ✓ 參與電網服務，創造額外收益

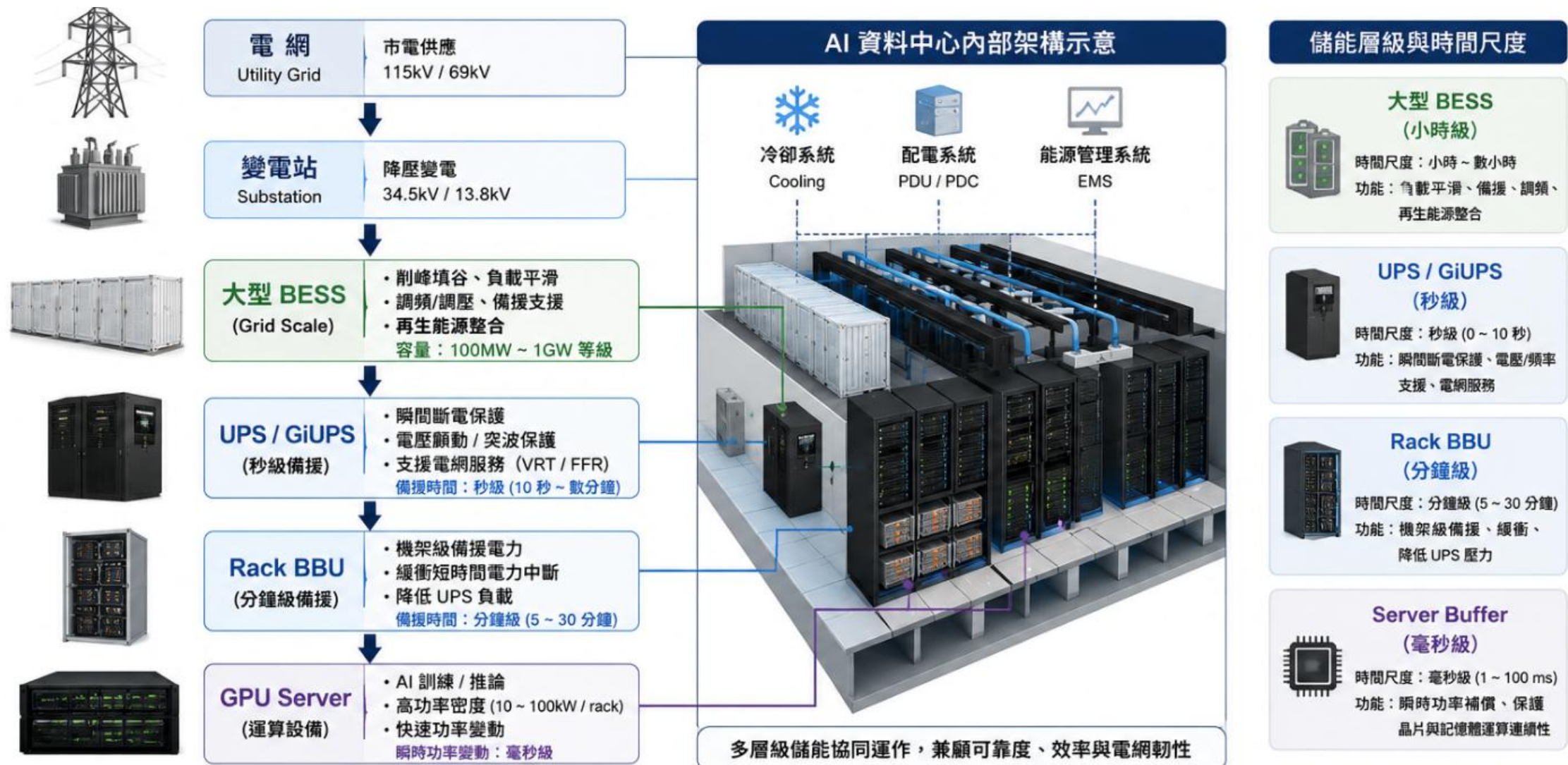


 能源自主，打造綠電資料中心與電網風性

AI資料中心的電力需求正在改變，儲能從「備援」走向「核心基礎設施」，帶來UPS、BBU、長時儲能與微電網四大商機。

AI資料中心供電架構正從UPS邁向BESS+BBU

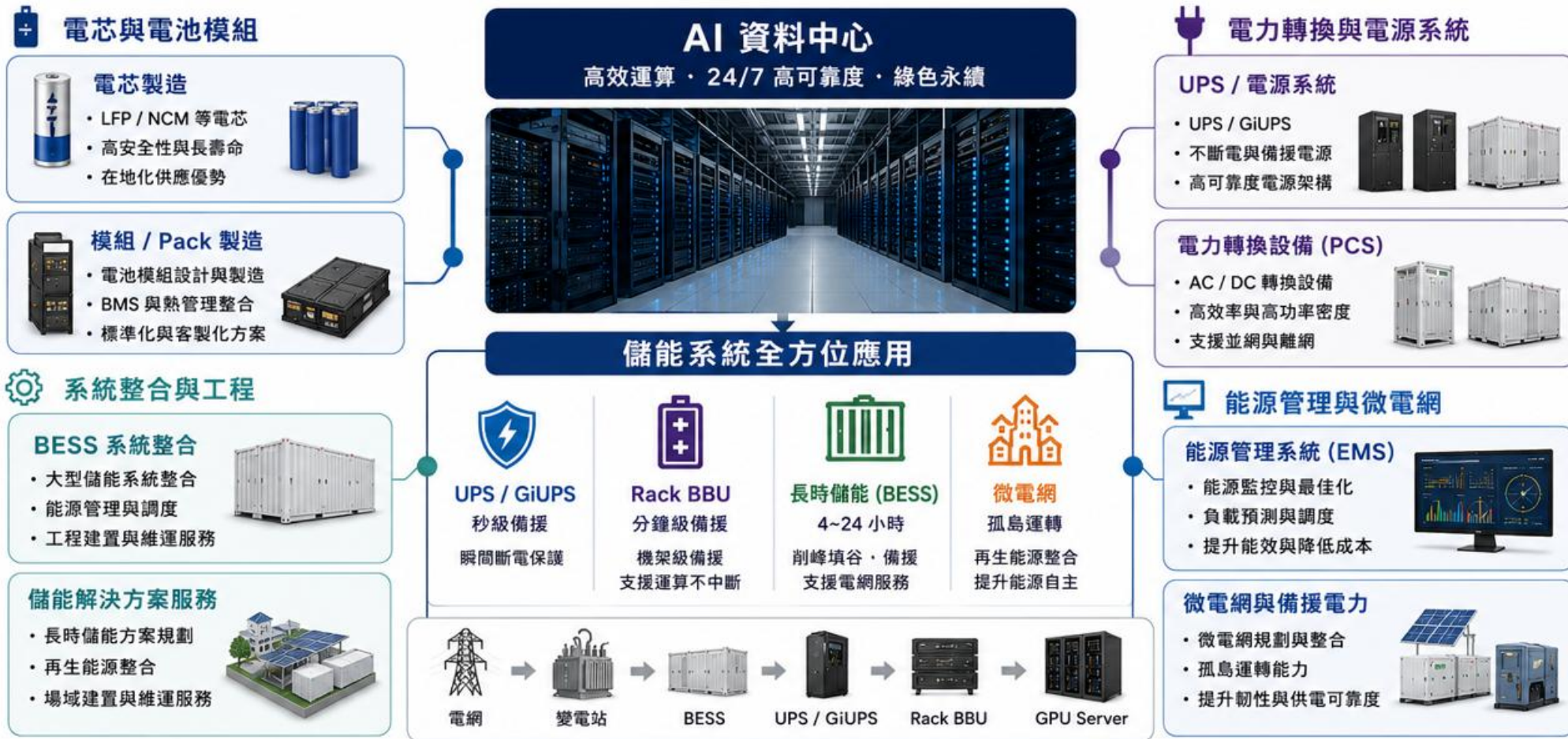
多層級儲能協同，從電網到晶片，確保AI運算24/7高可靠度與電網韌性



AI資料中心已由「**單一UPS備援**」進化為「**多層級儲能架構**」，從電網到晶片提供不同時間尺度的電力支援，確保AI運算24/7穩定不間斷。

AI資料中心創造儲能供應鏈全新賽局

從電芯、模組、系統整合到電力轉換與能源管理，台灣供應鏈完整到位，掌握全球AI基礎龐大商機



AI 資料中心推動 UPS、BBU、BESS 與微電網需求同步成長，
台灣完整供應鏈具備**關鍵技術與製造優勢**，成為**全球 AI 基礎設施**的重要夥伴！



龐大市場成長
AI 帶動用電暴增



高可靠度需求
24/7 不間斷運算



綠色永續趨勢
減碳與能源轉型



台灣供應鏈優勢
完整、彈性、具競爭力

AI 資料中心功率平滑技術比較

Table II. Summary of Power-Smoothing Architectures for AI Data Centers

TABLE II
SUMMARY OF POWER-SMOOTHING ARCHITECTURES FOR AI DATA CENTERS: BENEFITS AND CHALLENGES [56]

Architecture	Benefits	Challenges
Advanced GFM + GFL BESS Solution	• Load smoothing/shaping • Demand flexibility • Grid services • Lower cost and footprint	• Complex control strategy • Fast measurement and communication • Advanced plant-level control
Hybrid E-STATCOM + BESS Solution	• Load smoothing and/or shaping • Demand flexibility • Grid services • Lower flicker	• Higher cost • Increased footprint • Control interaction
Grid-Forming BESS	• Load smoothing/shaping • Demand flexibility • Support grid services/stability	• May require a line reactor • Higher flicker • Plant-level control
Supercapacitors (e.g., E-STATCOM)	• High-speed response • Effective load smoothing/shaping • Reduced flicker	• POI demand management • Not supporting grid services • Does not offer GFM support

Advanced GFM+GFL BESS

- ✓ 降低負載波動
- ✓ 需求彈性
- ✓ 支援電網服務
- ⚠ 控制策略複雜

Hybrid E-STATCOM+BESS

- ✓ 改善閃爍與功率品質
- ✓ 削峰平滑
- ⚠ 成本較高

Grid-Forming BESS

- ✓ 支援電網穩定
- ✓ 提供虛擬同步機功能
- ⚠ 需進階控制

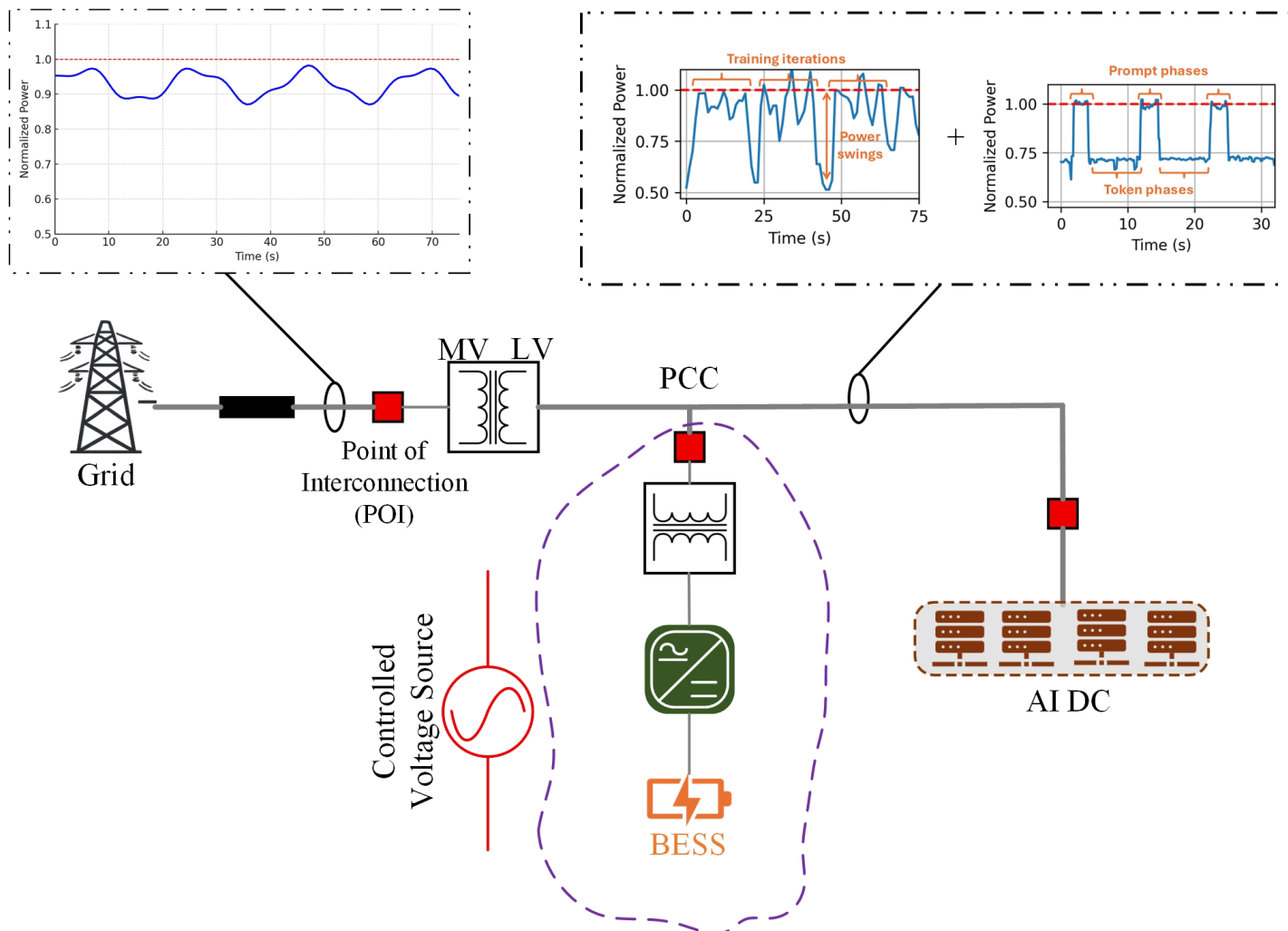
Supercapacitors

- ✓ μ s級高速響應
- ✓ 抑制GPU功率波動
- ⚠ 無法提供長時間支援

Key Message：未來 AI 資料中心將依不同時間尺度需求，整合 GFM BESS、超級電容與電力電子設備，以達成功率平滑與電網穩定。

GFM BESS 作為 AI 資料中心功率平滑單元

Fig. 2. GFM BESS as a Power Smoothing Unit



AI 負載特性

- AI Training 與推論過程產生劇烈功率波動
- GPU 負載快速變化

GFM BESS 功能

- 即時吸收或釋放功率
- 平滑 AI 負載曲線

Grid Forming 技術

- 建立電壓與頻率參考
- 提升系統穩定性

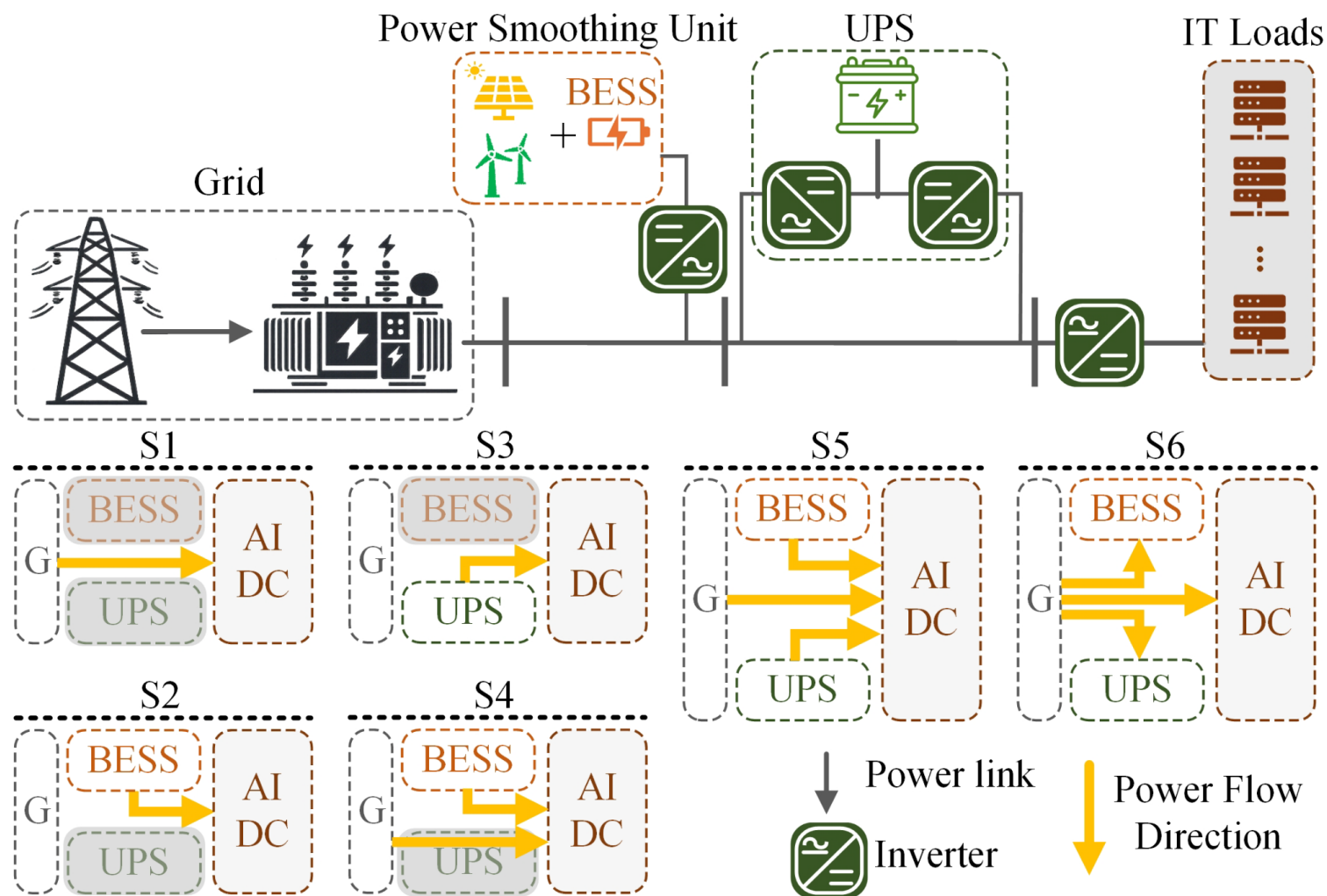
導入效益

- 降低電網衝擊
- 提高 AI 資料中心韌性

Key Message : GFM BESS 可作為 AI 資料中心之功率平滑單元，即時補償 GPU 負載波動，降低電網衝擊並提升供電穩定性。

UPS 整合 BESS 運轉模式

Fig. 3. UPS-Integrated BESS Operation Modes



S1-S2 備援模式

- BESS 與 UPS 提供短時備援
- 確保 AI 負載不中斷

S3-S4 協同供電模式

- 電網與 BESS 共同供電
- 降低尖峰需量

S5 高負載模式

- Grid + BESS + UPS 三者共同供電
- 支援大型 AI 訓練

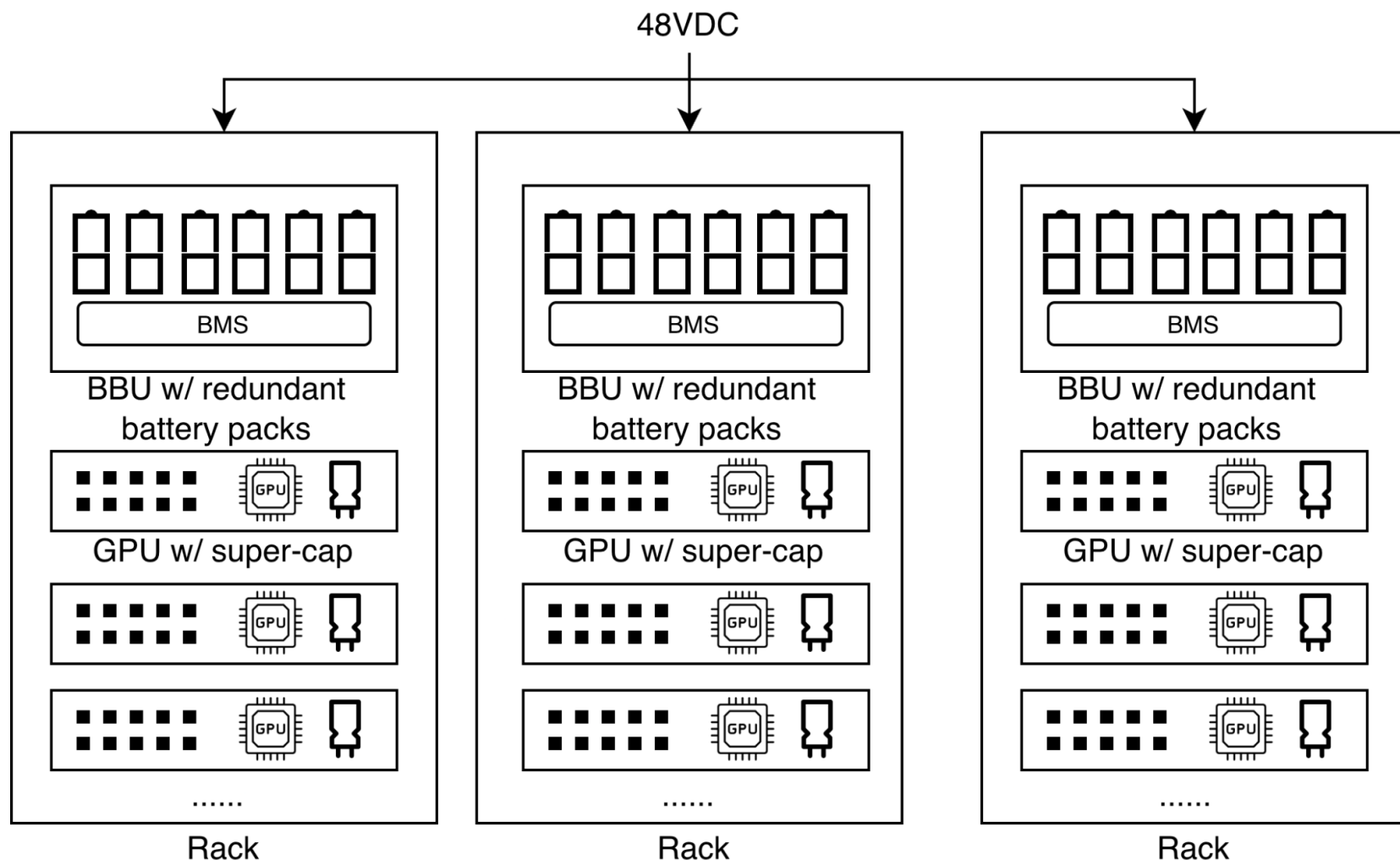
S6 雙向互動模式

- BESS 可充放電切換
- 提供電網輔助服務

Key Message : 透過 BESS 與 UPS 整合，可使 AI 資料中心從傳統備援架構，進一步發展為具削峰、備援與電網互動能力的主動式能源系統。

機架級 BBU 與伺服器級超級電容架構

Fig. 5. Rack-level BBUs and Server-level Capacitors



Rack-level BBU

- 每個機架配置獨立 BBU
- 提供分散式備援能力

Redundant Battery Packs

- 冗餘電池模組設計
- 提高供電可靠度

GPU + Supercapacitor

- 超級電容抑制瞬時功率波動
- $\mu\text{s} \sim \text{ms}$ 等級快速響應

導入效益

- 降低集中式 UPS 容量
- 提升系統效率與韌性

Key Message : 未來 AI 資料中心將由集中式 UPS 架構逐步轉向機架級 BBU 與伺服器級超級電容之分散式儲能架構。

機架級 BBU 與集中式 UPS 比較

Table III. High-Level Comparison of Rack-level BBUs and Centralized UPS Systems

TABLE III
HIGH-LEVEL COMPARISON OF RACK-LEVEL BBUS AND CENTRALIZED UPS SYSTEMS.

Aspect	Rack BBUs	Central UPS
Primary purpose	Rack ride-through; local fault containment [83]	Facility ride-through; centralized management [34]
Timescales	Seconds–minutes (backup, recovery) [85]	Minutes+ (backup) and grid services where allowed [86]
Sub-second smoothing	Not ideal; accelerates battery aging [87], [72]	Not ideal; GPU transients are localized rail events [72]
Coordination burden	High; fleet SoC, recharge scheduling, priority handling [88]	Lower; centralized components
Efficiency	Avoids some double conversion [89]	Often involves AC–DC–AC in classic designs

Rack-level BBU 優勢

- 備援更接近負載端
- 避免 AC-DC-AC 多重轉換
- 提升系統效率

集中式 UPS 優勢

- 易於集中管理
- 適合傳統資料中心

BBU 挑戰

- 電池數量增加
- SoC/充電排程管理複雜

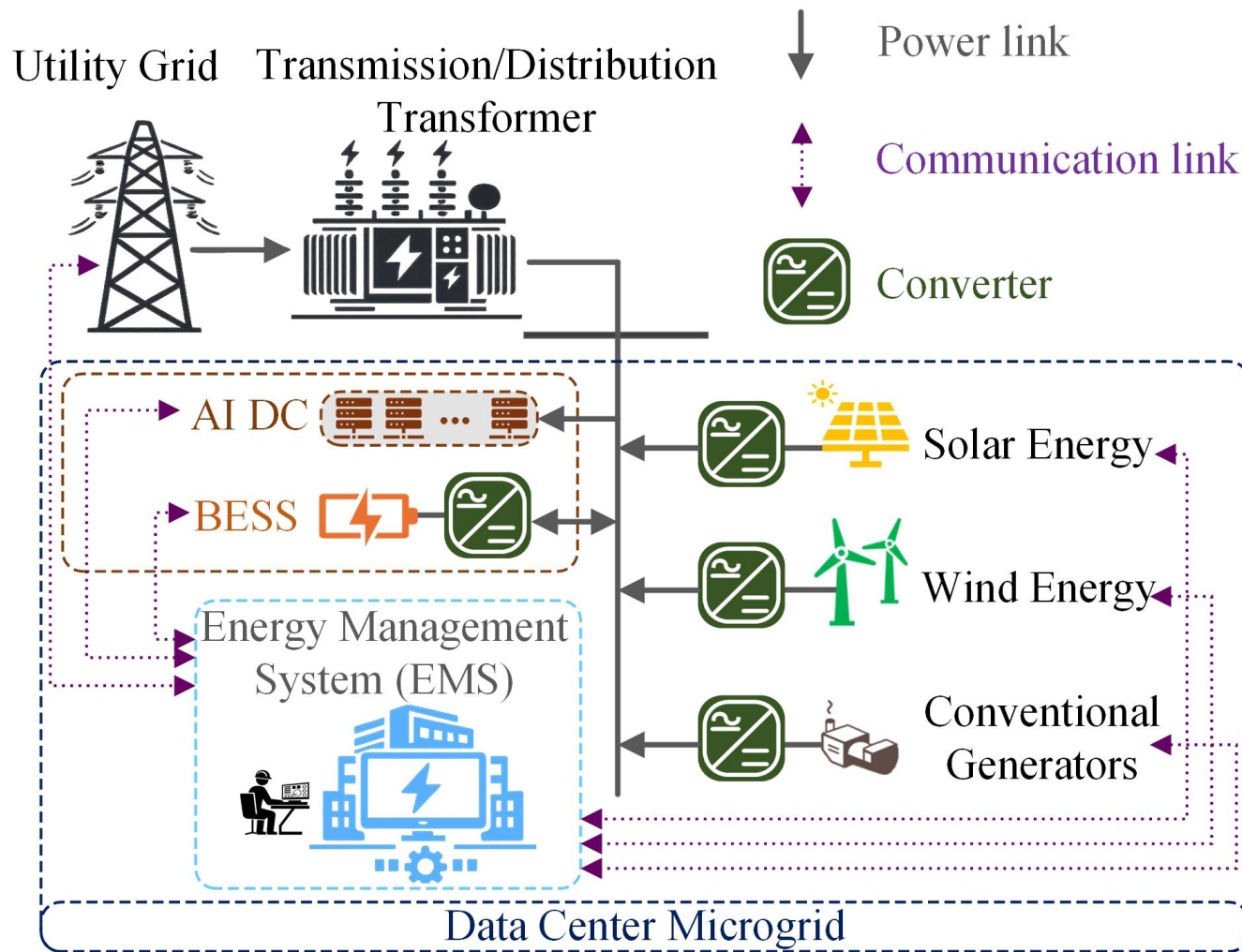
未來趨勢

- AI 資料中心將朝向分散式 BBU 架構發展

Key Message：相較於集中式 UPS，機架級 BBU 可提供更高效率、更快響應及更佳故障隔離能力，因此成為未來 AI 資料中心的重要架構。

AI 資料中心微電網架構

Fig. 8. AI Data Center Microgrid



微電網核心

- AI Data Center 結合 BESS 與 EMS
- 建立自主能源管理能力

再生能源整合

- 太陽能與風能直接供應 AI 負載
- 提升綠電使用率

EMS 功能

- 即時監控與最佳化調度
- 協調電網、儲能與負載

電網互動

- 可併網或孤島運轉
- 提升供電韌性與可靠度

Key Message：未來 AI 資料中心將演進為具備再生能源、儲能系統與 EMS 協同控制能力的微電網（Microgrid），成為主動式能源節點。

下一個儲能財富風口

AIDC 儲能管理 × AI 熱失控管理

隨著 AI 資料中心大量導入鋰電池，如何預防熱失控已成為營運韌性與安全的關鍵

AI DATA CENTER

UPS 鋰電池
(Lithium UPS)



機架式備援電池
(Rack BBU)



大型儲能系統
(Container BESS)



100MWh~
500MWh
儲能規模



Thermal Runaway?

熱失控風險

熱失控的五大主要原因



過度充放電
(Over Charge /
Over Discharge)



環境高溫與
散熱不良
(High Temp. /
Poor Cooling)



機械濫用
(擠壓 / 彎曲 /
穿刺)
(Crush / Bend /
Penetration)



內部短路
(Internal
Short Circuit)



受潮與材料膨脹
(Moisture /
Material Swelling)

全球儲能火災事件頻傳



2022年
全球發生

17 起
儲能系統火災

2023/12/28 蘭嶼儲能系統火災



原因推測：電池模組
銅排串接錯誤，導致
通電測試時起火

2025/05/16 北市電動公車起火



再次提醒我們：
鋰電池安全管理刻不容緩

鋰電池熱失控 (Thermal Runaway) 帶來的嚴重後果



火災
Fire



爆炸
Explosion



有毒氣體
Toxic Gas

AI 時代，電力是基礎，
電池安全是關鍵！

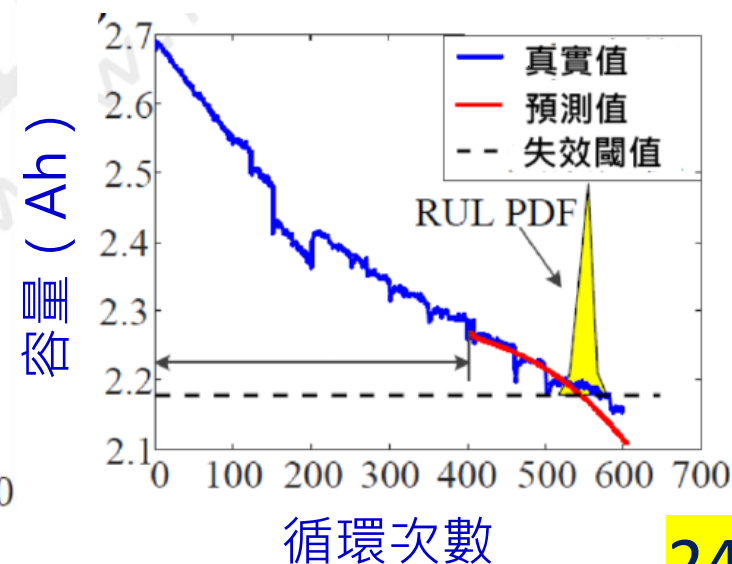
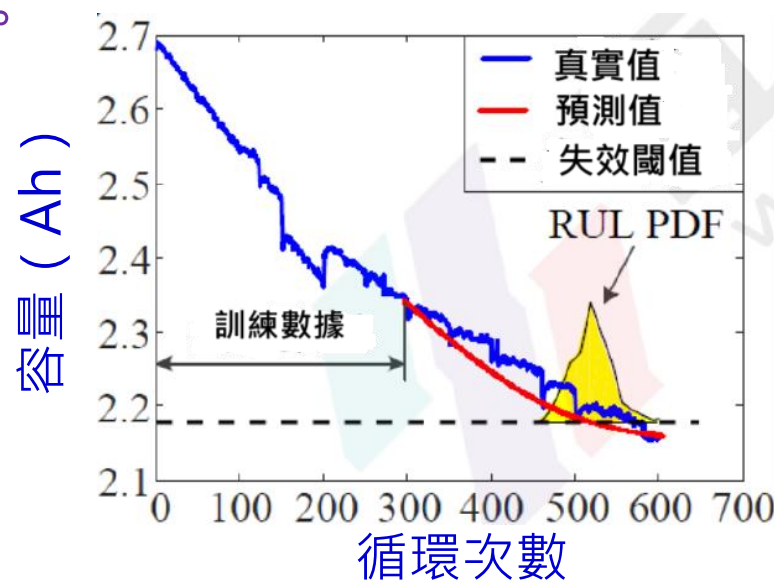


儲能創新研發方向-剩餘壽命 (RUL) 預測

✓RUL預測

鋰離子電池的RUL通常被定義為電池在當前狀態下預計還可以正常服役的時間，即根據鋰電池前前健康SoH以及正常服役工況，預測電池在多少次充放電循環後達到壽命結束（End of life，EOL），因此，準確的SoH估計和衰退軌跡特徵提取是RUL預測中的關鍵問題。

✓目前主流的鋰電池RUL預測方法主要可以總結為：模型導向、大數據驅動導向及融合演算法三大類。



Edge AI+SoH/RUL

電池自己預測自己什麼時候壞

AI 即時計算電池健康狀態(SoH)與剩餘壽命(RUL)，提前預警熱失控風險

AI 電池壽命預測架構



真實 BMS Prototype

12S 鋰電池模組(18650)

BMS 保護板 (Holtek MCU)

主控 MCU 開發板

LCD 即時顯示



通訊模組

實驗平台(充放電測試)

數據上傳平台(EMS)



Edge AI
地端即時計算
毫秒級更新



提前預警
預測數週~數月
降低熱失控風險



高準確度
SoH 準確度>95%
RUL 誤差 < 10%

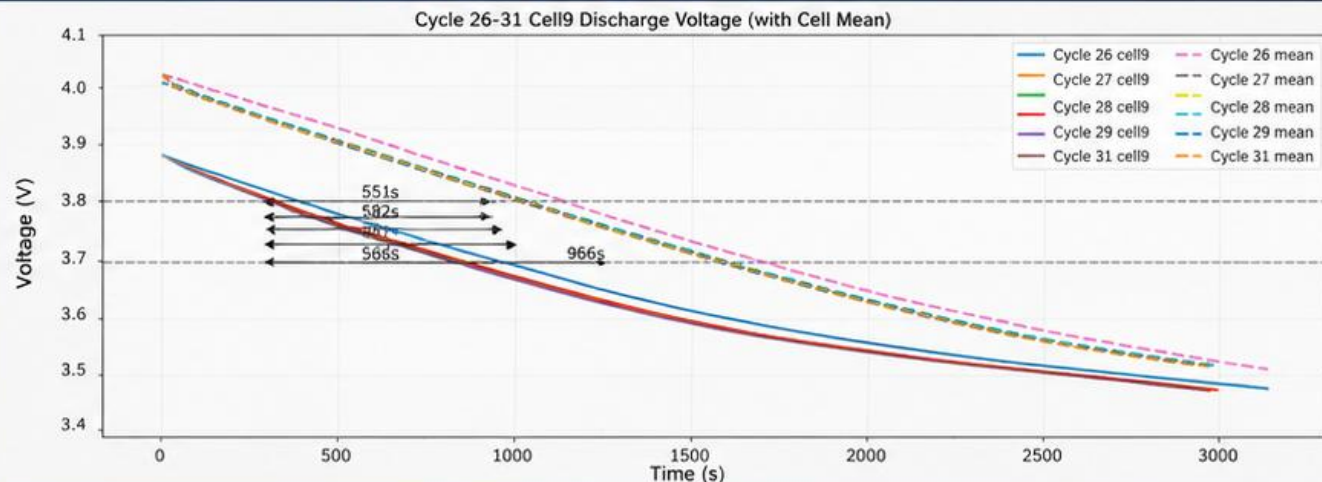


降低維護成本
由事後維修
提升為預測式維護

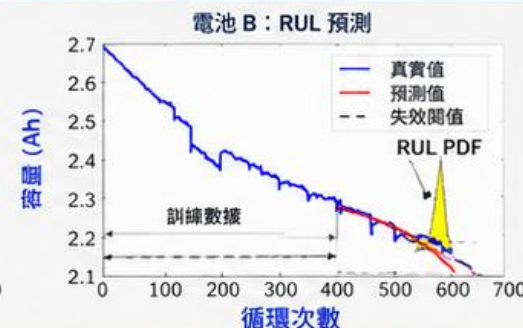
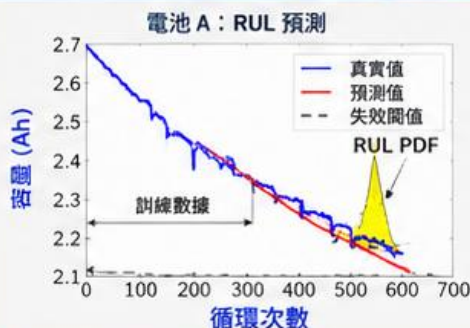


雲端整合
數位雙生 + LLM
集中管理與決策

AI 特徵分析: $\Delta V/\Delta t$ 變化 (Cycle 26~31)



RUL 預測結果 (典型電池)



預測效能 (實測驗證)

SoH 準確度

98.2%

RUL 平均誤差

8.7%

提前預警時間

數週~數月

更新頻率

每 5 秒更新

AI

AI 不只是偵測故障，
而是在故障發生前數週至數月
預測剩餘壽命 (RUL)！



即時資料
電壓、電流、溫度
SOC、內阻等



特徵擷取
 $\Delta V/\Delta t$ 、 dv/dt
內阻、溫升...



AI 推論
CEEMDAN + RF
+ LSTM / PINN



SoH / RUL
健康狀態評估
剩餘壽命預測



決策與應用
告警、降載、維護建議
數位雙生、雲端管理



透過 Edge AI 即時計算 SoH 與 RUL，將維護模式由「事後維修」提升為「預測式維護」，有效降低風險與成本！

Unity 3D 數位雙生：即時監控，AI 預測，決策支援

真實電池系統的虛實整合 (Real System $\rightleftharpoons$ Digital Twin $\rightleftharpoons$ AI Insight $\rightleftharpoons$ Cloud)

虛實整合
Real $\leftrightarrow$ Twin

即時監控
秒級更新

AI 預測
SoH / RUL

告警推播
多管道通知

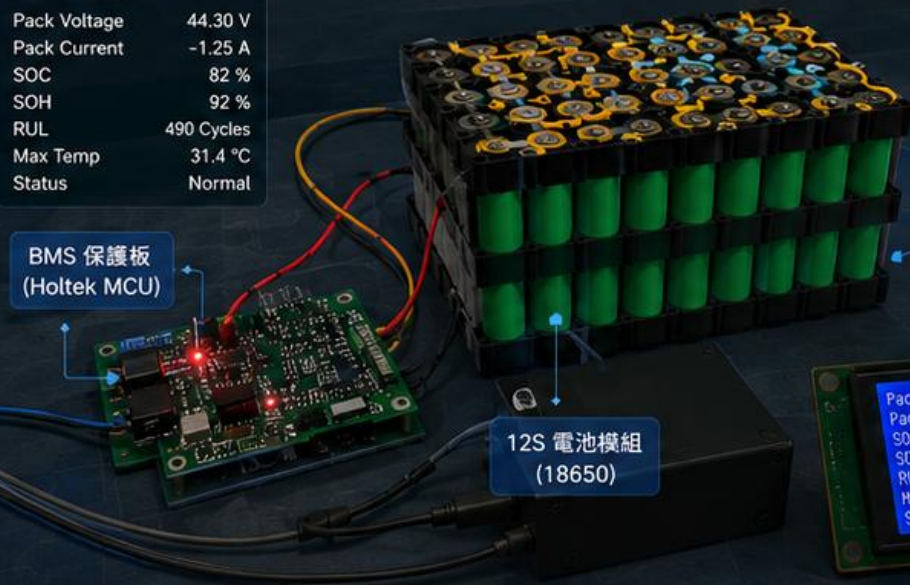
雲端平台
安全・可靠

Unity 3D 數位雙生場景 (12S 電池 Pack)

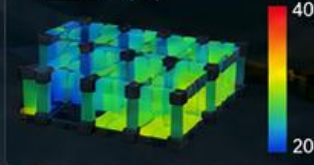
系統狀態總覽

Pack Voltage 44.30 V
Pack Current -1.25 A
SOC 82 %
SOH 92 %
RUL 490 Cycles
Max Temp 31.4 °C
Status Normal

BMS 保護板
(Holtek MCU)



溫度分佈 (°C)



LCD 即時顯示
SoH / RUL / 告警

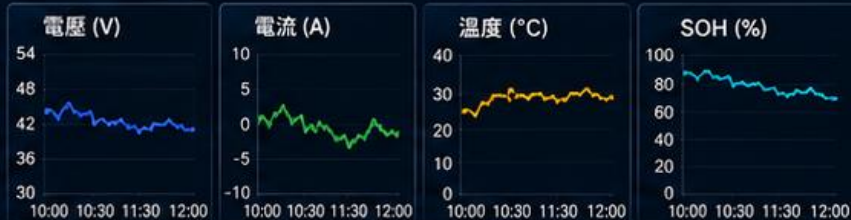
12S 電池模組
(18650)

3D 場景 電壓監控 電流監控 溫度分佈 SOC / SOH RUL 預測 告警紀錄 歷史趨勢 數據匯出 設定

即時監控儀表板



歷史趨勢分析



告警與事件紀錄

時間	等級	類型	訊息
2024/06/20 11:35:22	警告	溫度	Cell-11 溫度過高 (32.1°C)
2024/06/20 11:28:10	資訊	狀態	系統恢復正常
2024/06/20 11:15:45	警告	電壓	Cell-03 電壓偏低 (3.45V)
2024/06/20 10:58:33	資訊	狀態	開始充電
2024/06/20 10:30:12	資訊	狀態	系統啟動

雲端平台架構



數據來源 (真實系統)



數位雙生流程



價值效益

- ✓ 提前預警熱失控風險
- ✓ 延長電池壽命與安全性
- ✓ 降低維護成本與停機風險
- ✓ 支援遠端管理與多站點監控

LLM 生成式AI 自然語言管理，智慧決策更簡單

用對話掌握全域儲能系統狀態，快速分析、預測與建議，讓管理更直覺



AI Energy Copilot

您的智慧能源夥伴

- ✓ 理解您的問題
- ✓ 分析即時數據
- ✓ 提供專業建議
- ✓ 協助自動決策



LLM + 數位雙生 + AI 分析

打造下一代智慧儲能管理體驗

與 AI Copilot 對話

已連線

對話

總覽

電池群組

告警管理

預測分析

報表中心

設定

哪一組電池最危險？



AI Copilot 回覆

經分析目前全域電池系統狀態，發現風險最高的為 Rack-0328。



Rack-0328

高風險

健康度 (SoH)

74%

剩餘壽命 (RUL)

10 個月

熱失控風險

91%

異常原因

- Cell-12 內阻異常升高
- 溫度梯度過大
- 充放電效率下降



位置

北區 AIDC-1 B 區 2F

容量

1.2 MWh

狀態

異常

建議行動

建議 48 小時內
退出供電並檢修

請輸入您的問題...



資料來源：Edge AI 預測結果 + 數位雙生平台即時資料

更新時間：2026/05/20 14:30:25

情境範例



找出所有 RUL 低於一年的電池。



共找到 3 組電池 RUL 低於 1 年：

Rack ID	位置	RUL	SoH	狀態
Rack-0328	北區 AIDC-1 B 區 2F	10 個月	74%	高風險
Rack-0077	北區 AIDC-2 A 區 1F	8 個月	69%	注意
Rack-0125	中區 AIDC-1 C 區 3F	7 個月	72%	注意



下個月需要採購多少 Battery Module ？



依據 RUL 預測與維護策略，建議下個月採購：

18 組 Battery Module

預計更換時間分布



如果 Rack-25 今天退出供電，AI 資料中心會受影響嗎？



模擬結果：不影響



目前備援率：

18%



可維持 N+1 架構
建議 72 小時內
完成維修



自然語言互動

像聊天一樣簡單
快速取得專業資訊



智慧分析

結合 AI 與數位雙生
深入洞察問題根因



預測與建議

預測未來趨勢
提供最佳決策建議



自動化行動

可直接下達指令
與 EMS / BMS 整合

讓資料會說話，讓決策更智慧！

LLM Copilot 讓能源管理進入 AI 新時代



完整AI 熱失控管理平台

地端 + 雲端 + LLM + AI Agent 打造全生命週期智慧儲能安全管理



安全第一

AI 提前預警
降低熱失控風險



智慧決策

LLM + 數位雙生
快速分析與建議



高效運維

AI Agent 自動化
降低營運成本



價值最大化

延長電池壽命
提升資產價值

Level 5

使用者 (User)

自然語言互動
多角色應用

Level 4

LLM Copilot

自然語言理解
分析、建議、決策

Level 3

Cloud Digital Twin

3D 數位雙生平台
即時監控、模擬、預測

Level 2

AI Analytics

SOH、RUL、熱失控預測
異常偵測、趨勢分析

Level 1

Edge AI

邊緣運算、即時計算
資料前處理、本地推論

Level 0

Battery System

電池模組、BMS、感測器
即時量測

Cloud Digital Twin 3D 可視化監控平台

總儲能容量 **500 MWh**

在線容量 **438 MWh**

平均 SoH **86%**

今日告警 **12 件**

高風險設備 **8 台**

■ 健康 (SoH > 85%) ■ 注意 (70% < SoH ≤ 85%) ■ 風險 (SoH ≤ 70%) ■ 離線 / 維護

Rack-0328 高風險

SoH **74%**
RUL **10 個月**
溫度(最高) **36.7 °C**
熱失控風險 **91%**
SOC **62%**
電壓 **768 V**
電流 **+245 A**
狀態 **異常**

[查看詳情](#) [歷史趨勢](#)

即時監控 歷史回放 預測模擬 告警中心 報表中心 設備管理 權限管理

AI Analytics Platform

資料清洗 異常過濾 → 特徵提取 $\Delta V/\Delta t$ 、 dv/dt 內阻、溫升等 → AI 模型推論 LSTM / Transformer PINN / Random Forest → RUL / SoH 估算 壽命預測、健康評估 → 熱失控風險評估 多模型融合評分 → 結果上傳雲端 即時同步數位雙生

✓ 即時計算、本地推論
✓ 資料加密、斷網可運作
✓ AI 模型輕量化部署

BMS PCS EMS HVAC / Fire

AI Agent 自動決策流程

- 1. 異常偵測**
Edge AI 偵測異常行為
- 2. 預測與評估**
AI 預測 RUL、熱失控風險
- 3. LLM 分析原因**
自然語言分析、找出根因
- 4. 自動決策建議 / 執行**
調整參數、啟動保護機制
- 5. 系統聯動控制**
EMS / PCS / HVAC / 消防
- 6. 告警通知與派工**
通知人員、建立工單
- 7. 處置完成、回饋學習**
更新模型、優化預測

帶來的價值

- 提前預警 降低風險
- 延長壽命 提升可用度
- 降低成本 提高效率
- 資產增值 投資報酬提升

安全、可靠、智慧、永續
打造下一代 AI 資料中心的核心競爭力

儲能創新研發方向-完整熱失控管理獲取國際再保險的信任

✓電池組 AI 壽命預測晶片及數位雙生系統,可以提供完整的**地端+雲端+LLM**的**儲能熱失控管理系統**。

✓獲得國際再保公司-慕尼黑產險信任，，担任主要再保險責任人，承担大部份風險再由本地保險公司出單。

✓有了產險的支援，較易獲得銀行融資，可擴大營運能力，產業獲得加速成長。

✓為國內2,000億儲能市場及全球X100倍儲能市場提供熱失控保險難題解決方案。

【電電公會儲能聯盟會員專屬】

儲能櫃保險專案 7月1日正式啟動！

國際頂級再保 × 上市產險守護您的綠能資產

專為儲能聯盟會員量身打造，
由第一產險主承辦，並獲全球最大再保巨頭
慕尼黑再保 (Munich Re) 強力支持，
為您的儲能案場提供最堅實的風險保障！



專屬客製保障
針對儲能特性設計
條款清晰全面



國際頂級再保
慕尼黑再保直接支持
資金實力雄厚



在地專業服務
第一產險高效核保
快速理賠有保障

坊間現行方案 vs. 本專案優勢

評比項目	坊間現有儲能櫃保險方案	儲能聯盟會員專屬專案
 保單架構	拼湊型非正式保單，多以傳統火險「額外加保」附加條款，理賠定義模糊。	專屬客製化儲能保單，針對儲能櫃特性與運行風險（如 dReg、E-dReg 等）量身設計，條款清晰，保障全面。
 再保支持	缺乏大型國際再保，多安排東南亞新興再保或由本土產險多家共保，重大事故恐延宕理賠。	全球最大再保，慕尼黑再保直接支持，資金實力雄厚，具備全球儲能理賠技術與最穩定的續保承諾。
 承辦服務	中小型或共保集團決策速度慢，案場評估標準不一，後續服務中斷風險高。	上市公司第一產險提供在地化、高效率的專業核保與快速理賠服務，永續經營有保障。

為什麼投保高規格儲能保險至關重要？



轉嫁不可逆的
巨額損失

熱失控或系統性連鎖反應
損失往往毀滅性，完善保險
確保企業快速復原。



滿足融資與
合約剛性需求

慕尼黑再保書保單，
是取得專案融資與併網合約的
最強通行證。



確保長期營運
延續性

國際巨頭提供長久且穩定的
承保能量，守護案場
10-20年穩定營運。



 明辨是非，智者領先

電電公會儲能聯盟攜手第一產險與慕尼黑再保，為會員
建構最堅固的風險防護網，為您的綠能資產定錨長效未來！

 7月1日
正式啟動！

敬請把握專屬權益
提早規劃諮詢，加速投保！

主辦單位



主承辦



再保支持



Phase 1 | 架構盤點與 PoC 設計

確認 AIDC 用電級距、備援需求、併網限制、PUE 目標與安全規範；選定示範場域與容量配置。

Phase 2 | 整合示範

導入 BESS + UPS/GiUPS + Rack BBU + EMS，串接 SoH/RUL 模型與熱失控監測，驗證穩定供電與安全管理。

Phase 3 | 商業化輸出

結合 Digital Twin、LLM 維運助手與保險/再保險機制，形成可複製的 AIDC 能源韌性方案。

會議建議結論：先以一個 AIDC 示範場域建立可量化成果，再擴大成與國際市場可複製的標準方案。

簡報完畢 感謝聆聽



台灣區電機電子工業同業公會
能源與儲能委員會
台灣儲能系統產業推動聯盟
陳銘祥組長



886-2-87926666#324



alan@teema.org.tw



www.teema.org.tw