

2025 儲能輔助服務需求評估與 儲能應用探討

吳進忠
電力調度處
台灣電力公司
2020年 11月12日



Contents

- 壹 電力系統電源結構變化
- 貳 儲能建置目標及取得方式
- 參 儲能參與輔助服務之機制
- 肆 輔助服務及備用容量交易試行平台
- 伍 結語



電力系統電源結構變化



➤ 目前調度運轉策略



日間負載需求以**太陽光電**優先滿足，
貫徹**綠電先行**之理念。



妥善使用**燃氣機組**能快速發電的特性，
配合系統需求，局部調整發電量。

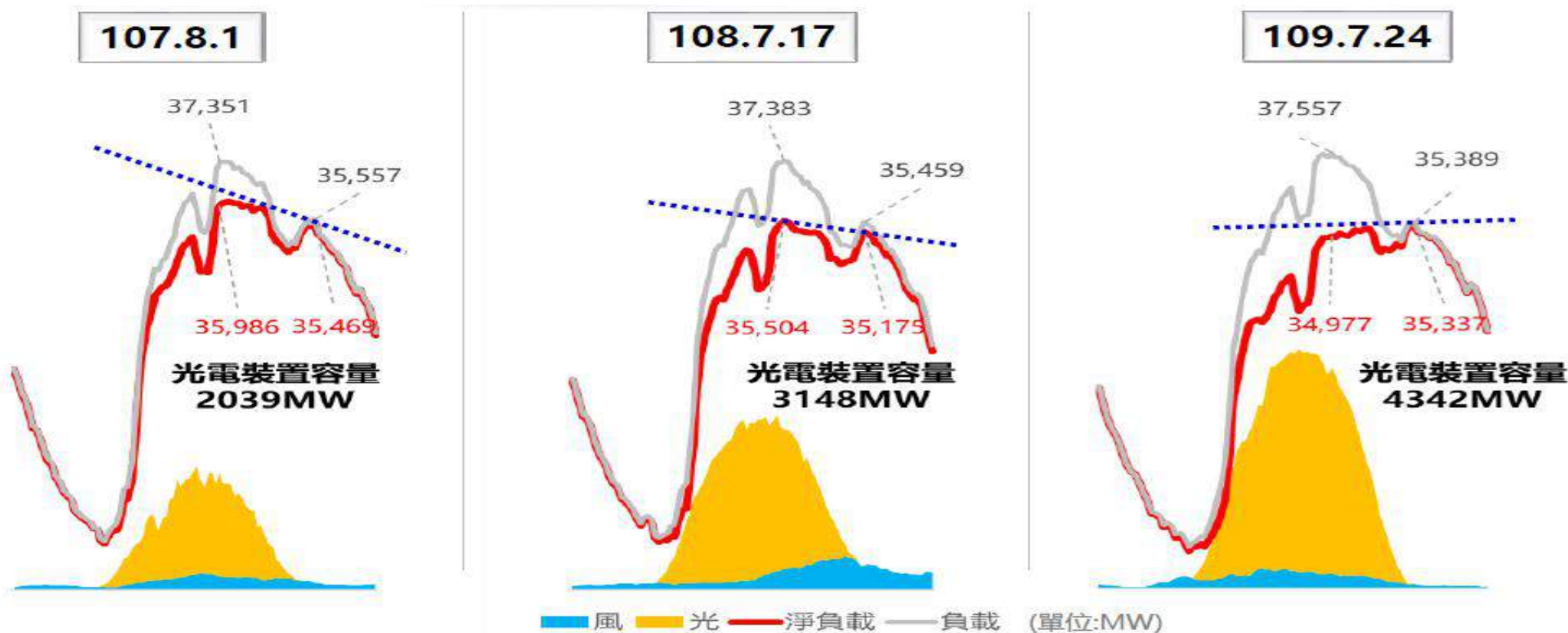
• 目前調度運轉策略

確實施行**氣主煤從**之理念，
燃煤機組主動減少發電量，協助改善空品問題。



抽蓄機組配合燃煤機組發電情況調整抽蓄或發電運轉模式，以**維持系統供電穩定**。

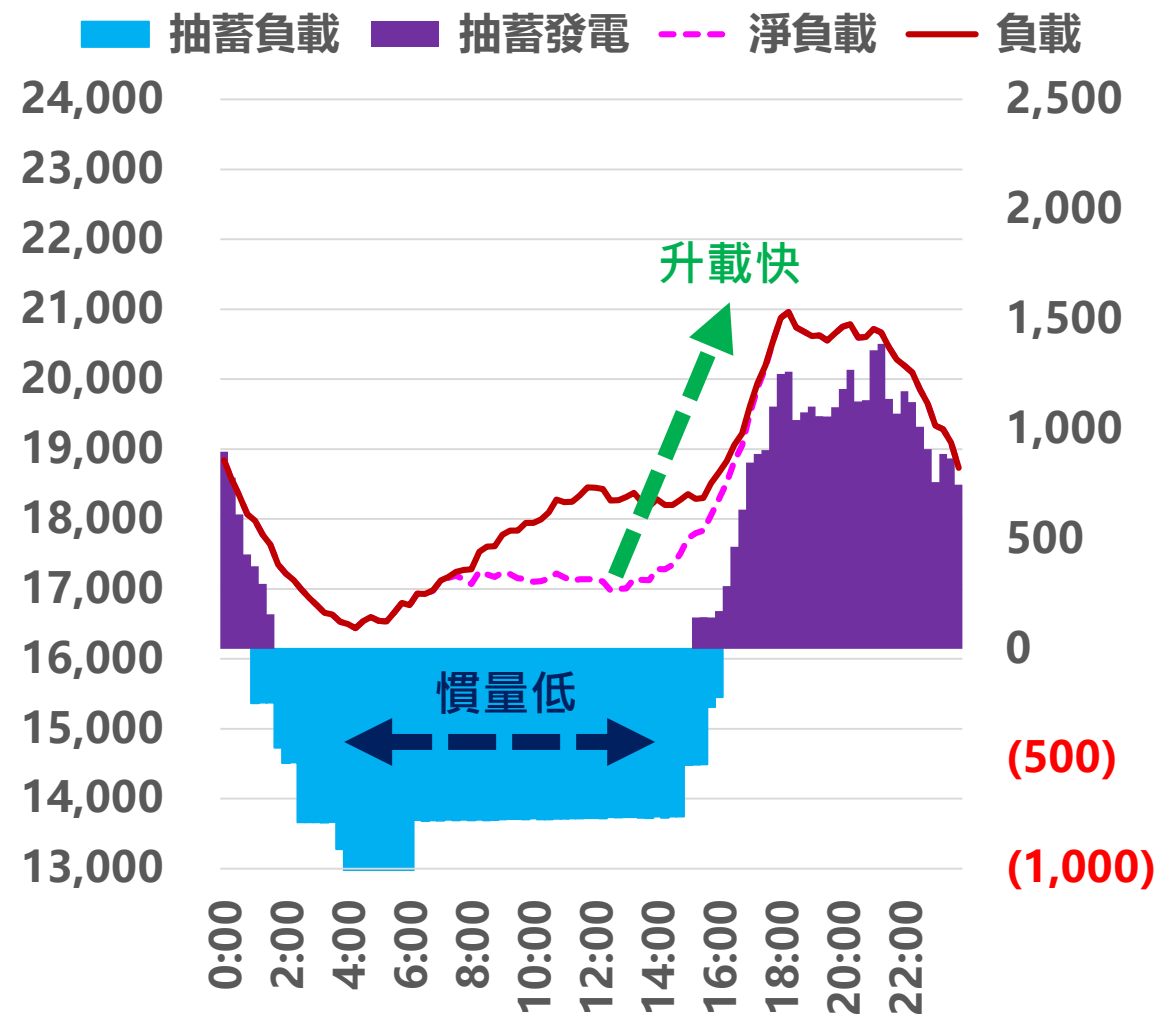
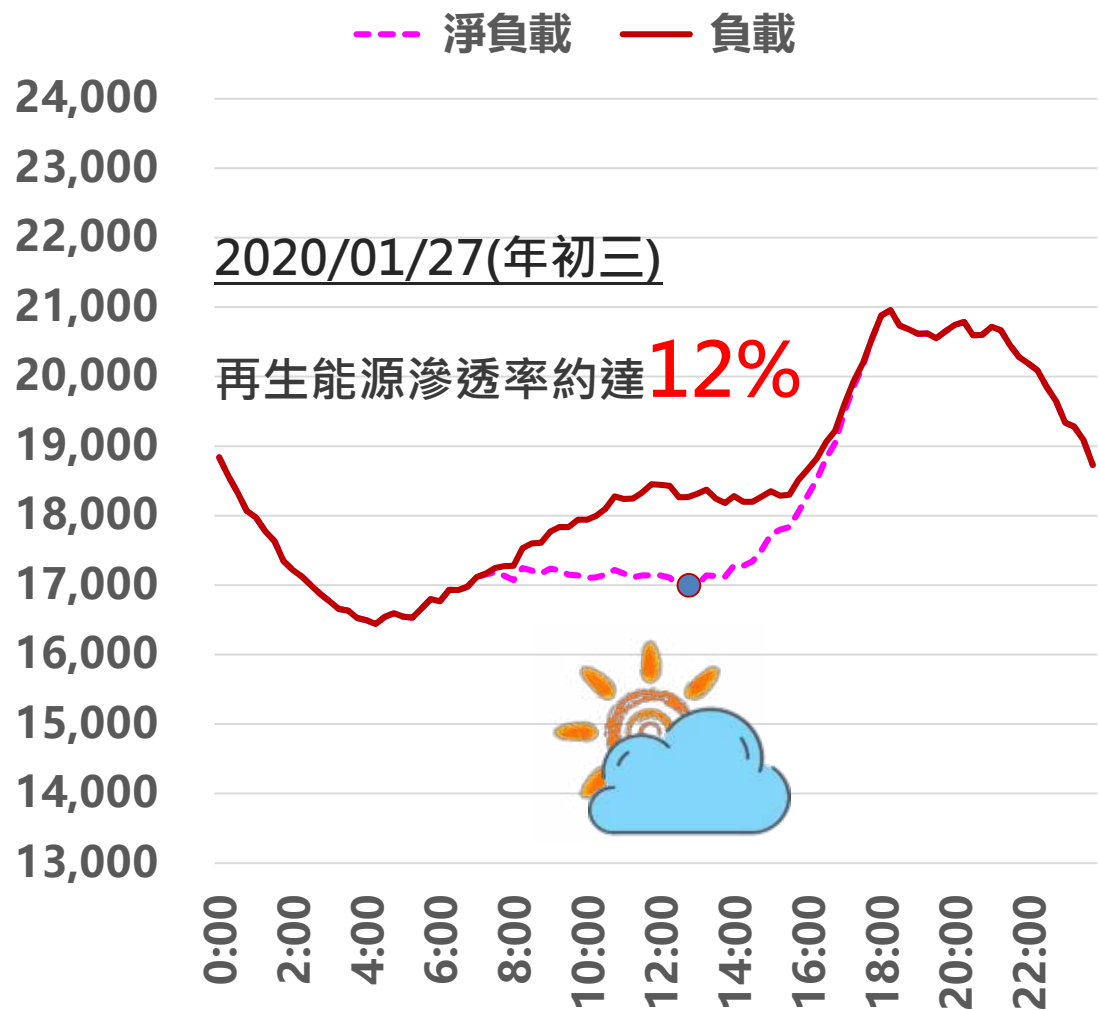
電力調度挑戰



太陽光電的負載陡升及夜尖峰挑戰日增
鴨子曲線已成常態 另氣候異常導致夜尖峰負載愈來愈高



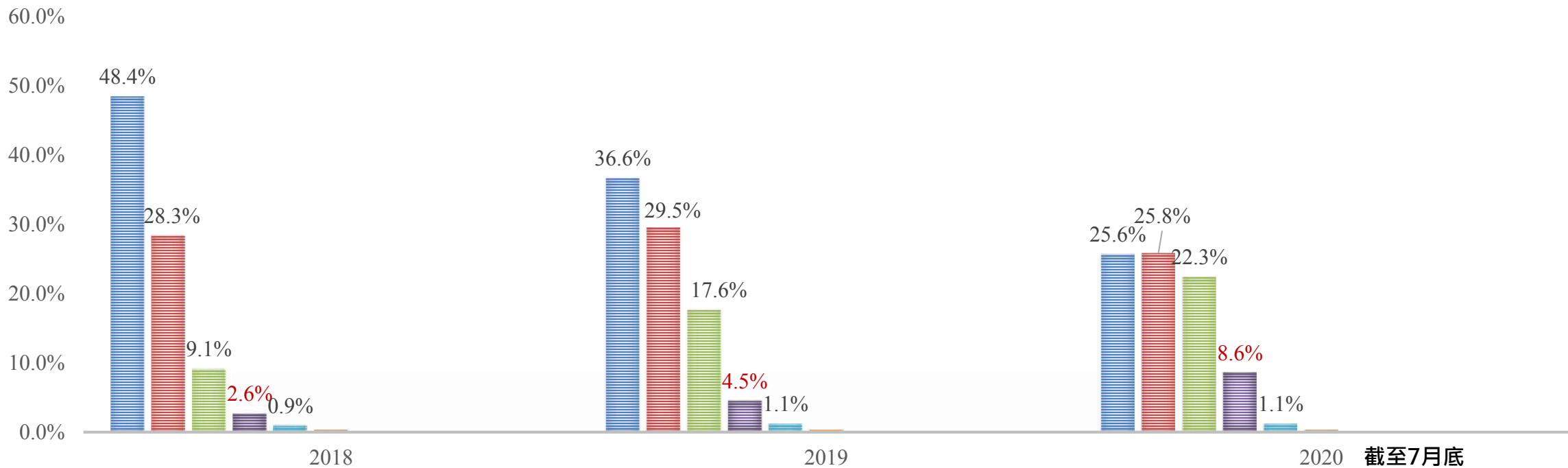
➤ 再生能源滲透率與傍晚升載挑戰



➤ 再生能源實際觀測變動率統計

近3年太陽光電發電時段系統每15分鐘變動率百分比趨勢變化

(次數) 0-50 50-100 100-150 150-200 200-250 250-300 300-350 350-400 400-450 450-500 500 (MW)



2018平均變動量57MW/15Min

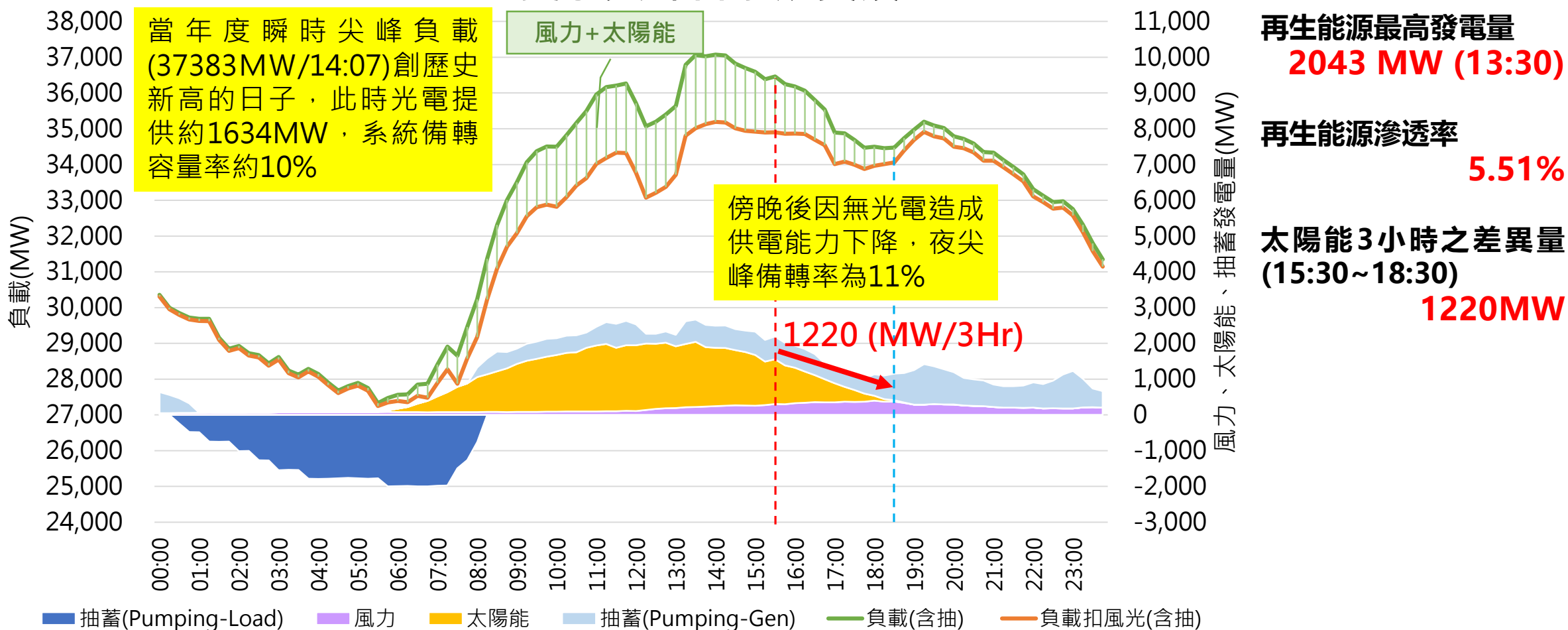
2019平均變動量72MW /15Min

2020平均變動量87MW /15Min



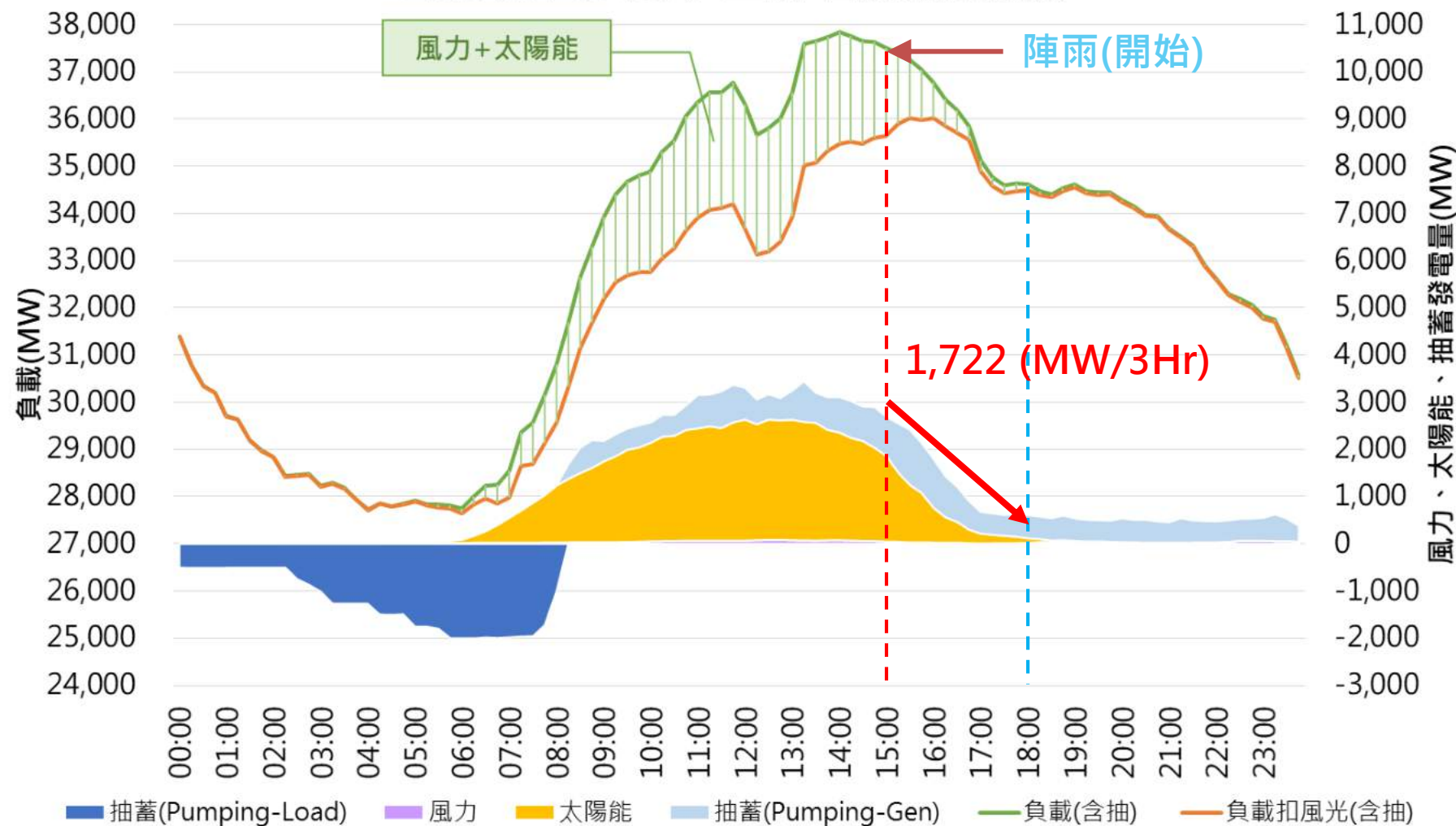
➤ 108年尖峰日實績分析

1080717 夏季尖峰日系統實績



➤ 109年夏季尖峰日實績分析

1090723 夏季工作日系統實績



再生能源最高發電量
2,634 MW (12:30)
 太陽能=2,534 MW
 風力=84 MW

再生能源滲透率
7.35 %

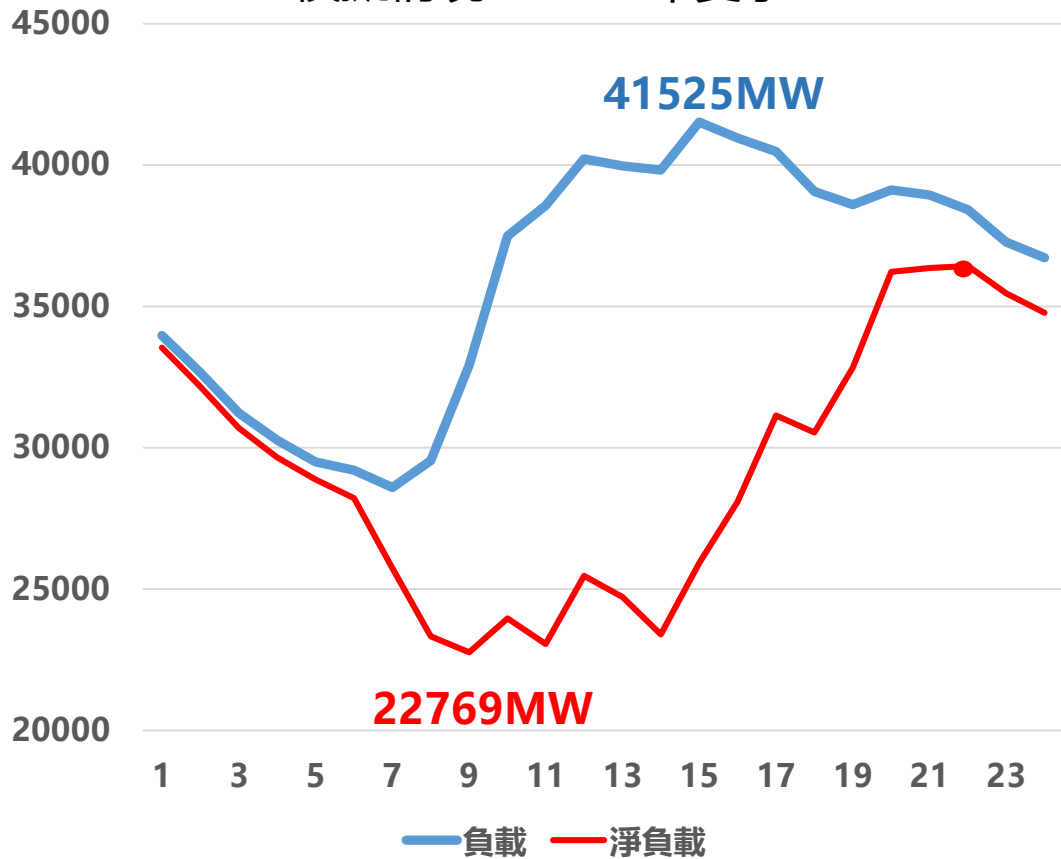
太陽能3小時之差異量
(15:00~18:00)
1,722 MW

太陽能合計發電量
(05:30~18:30)
18,158 MWH

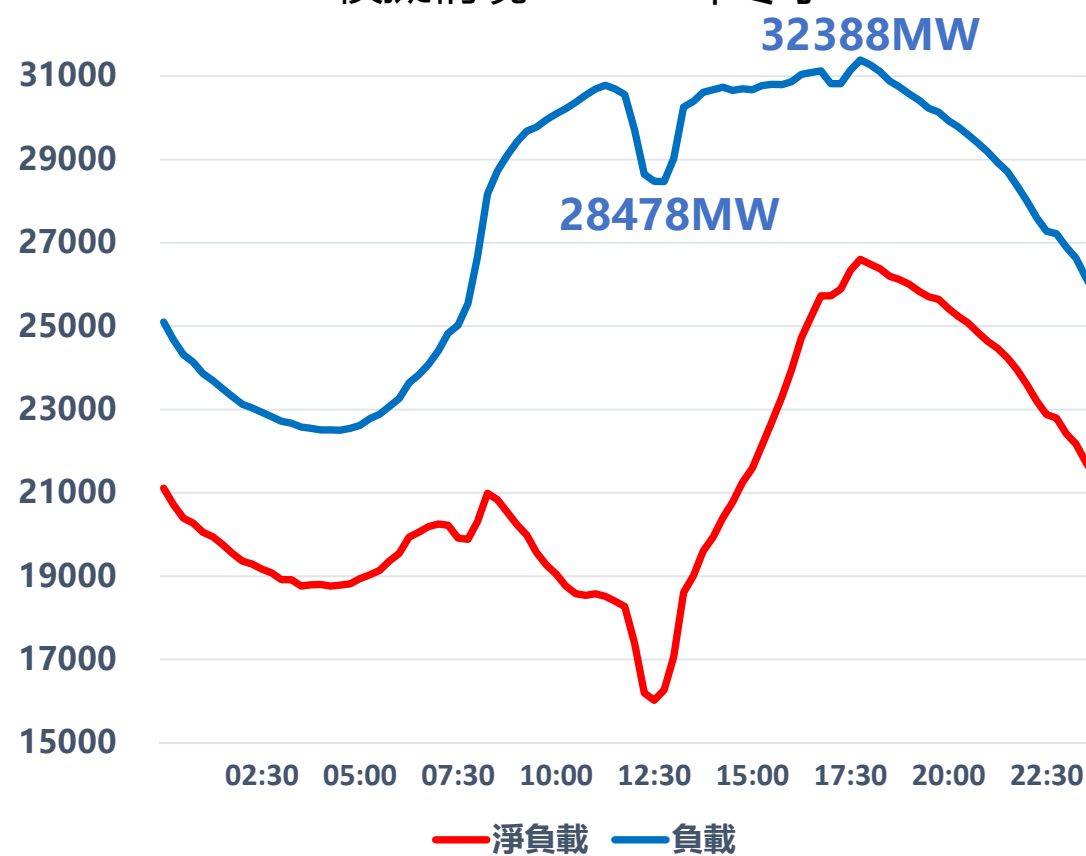


2025年用電尖峰轉移模擬

模擬情境：2025年夏季



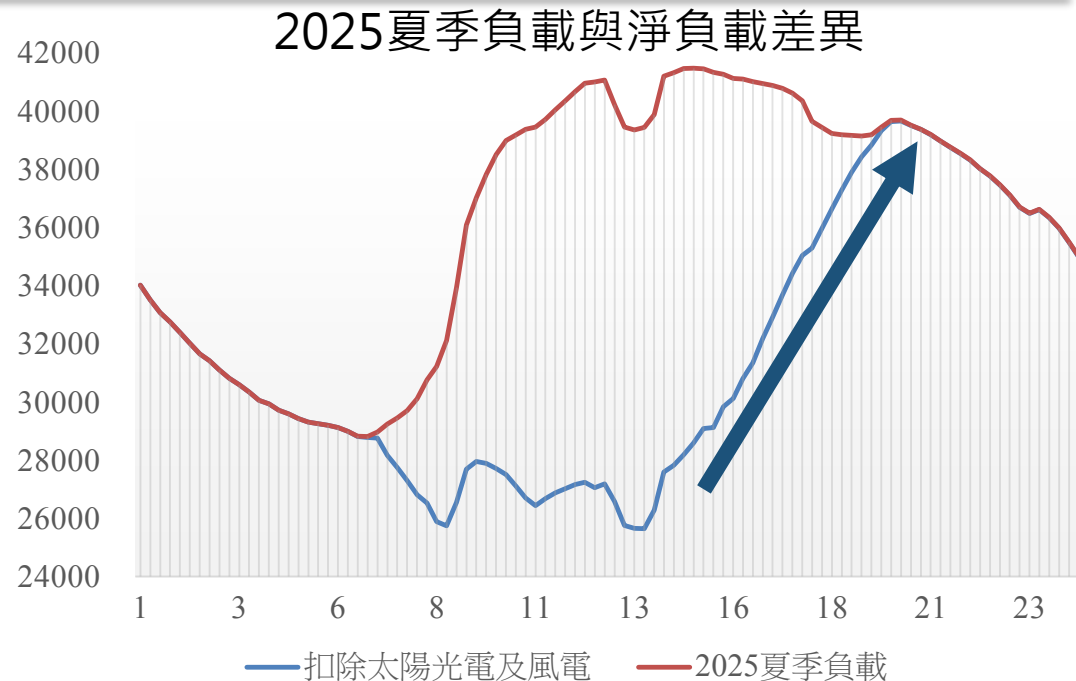
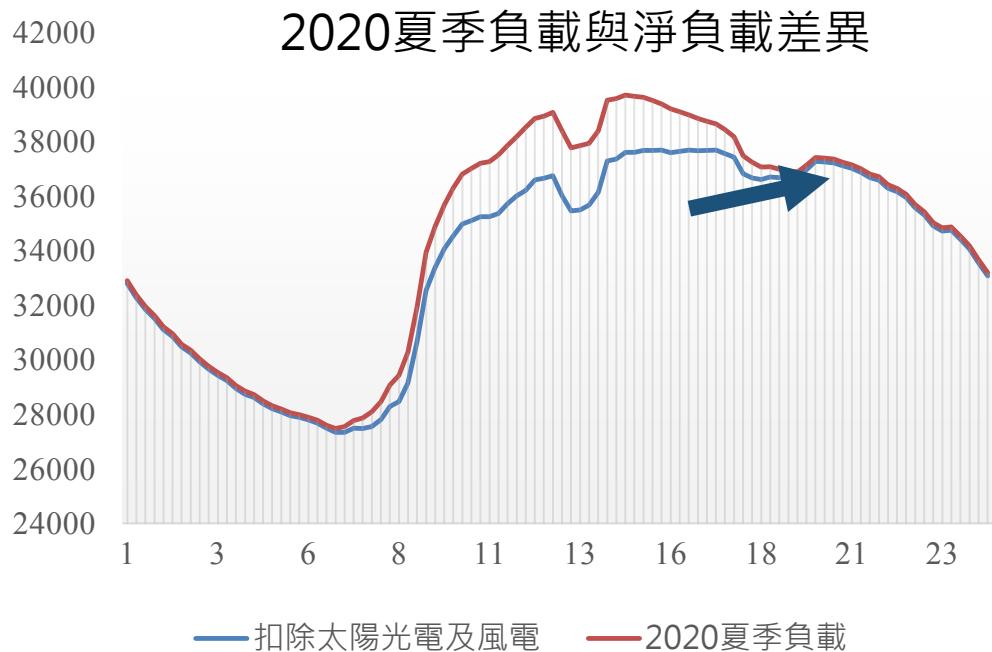
模擬情境：2025年冬季



太陽光電對於系統用電尖峰有顯著發電貢獻度、風力會則有預測及間歇性挑戰，另冬季有慣量疑慮，已新增快速反應備轉容量項目。全年來看，淨負載尖峰都落在傍晚之後有轉移至傍晚的現象，將調整傳統機組的發電排程、並結合分散式發電擴大系統可用資源，增加系統運轉彈性。



➤ 未來電力調度策略與輔助服務規劃



	2020年 現狀應對	2025年 輔助服務規劃
變動量	<ol style="list-style-type: none"> 1.調速機反應及自動發電控制(AGC) 2.抽蓄水力低頻跳脫 3.負載卸除 	<ol style="list-style-type: none"> 1.新設快速反應備轉輔助服務 2.發展並充分使用分散式資源，包含需求反應、儲能、自用發電設備參與電力系統調度。
升載率 (傍晚)	<ol style="list-style-type: none"> 1.再生能源發電預測 2.調整機組排程 3.精進抽蓄機組調度運轉模式 	<ol style="list-style-type: none"> 1.引進最佳化調度控制平台 2.提升機組性能、強化再生能源監控預測系統 3.建置先進市場管理系統(MMS)及打造完善市場制度



➤ 未來各項輔助服務規劃

新增項目

分類	快速反應備轉 輔助服務	調頻備轉 輔助服務	即時備轉 輔助服務	補充備轉 輔助服務
反應時間	微秒 ~ 秒	秒 ~ 3分鐘	~ 10分鐘 (現為30分鐘)	~ 30分鐘 (現為60分鐘)
持續時間	3-15分鐘以上	15分鐘以上	1小時以上	2小時以上
需求情境	因應再生能源 高變動性 所導致之瞬時發電變化 及 系統偶發事故		因應再生能源 高變動量	
目前取得方式	1.調速機反應 2.抽蓄水力低頻跳脫 3.負載卸除	發電機組AGC (Automatic Generation Control)	發電機組	發電機組
★ 新增 來源	儲能系統	儲能系統AFC	儲能系統	
	需量反應FRR (搭配低頻電驛)	需量反應 (搭配表後儲能或機組)	需量反應DR	需量反應DR (搭配表後 儲能或機組)

分散式資源





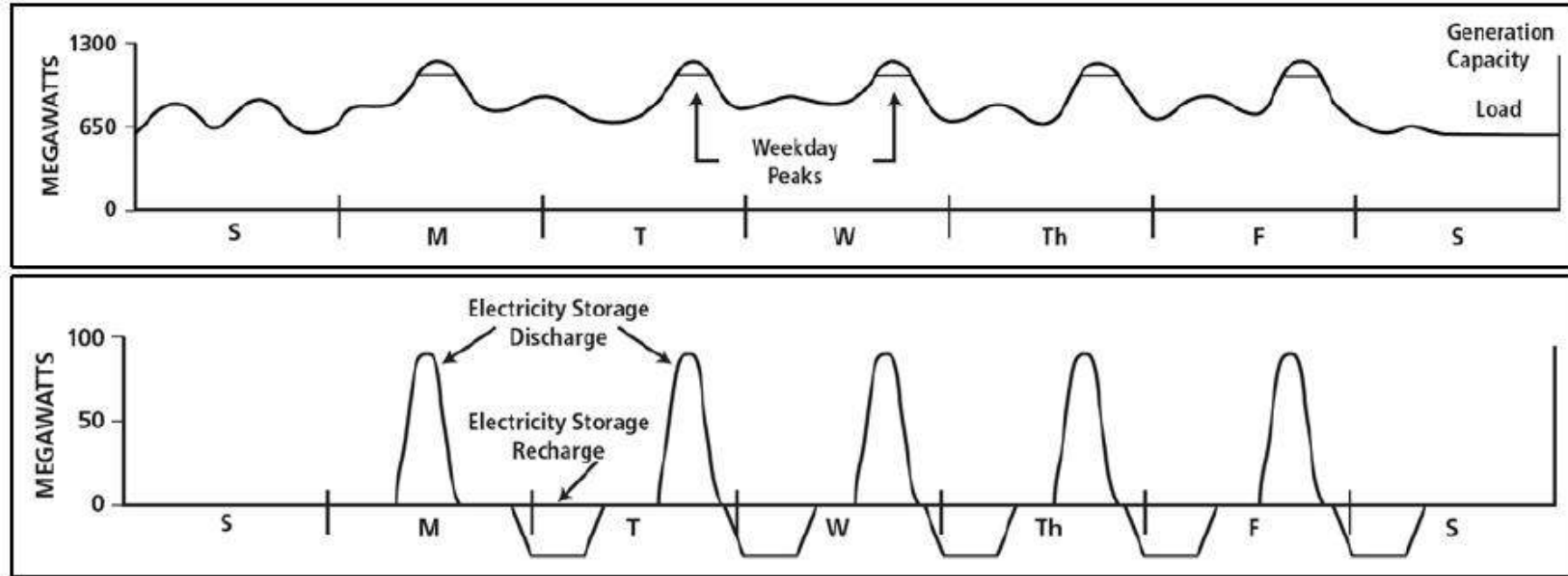
貳

儲能建置目標及取得方式



一、儲能系統參與輔助服務的機會

(一) 削峯填谷 (Shifting)

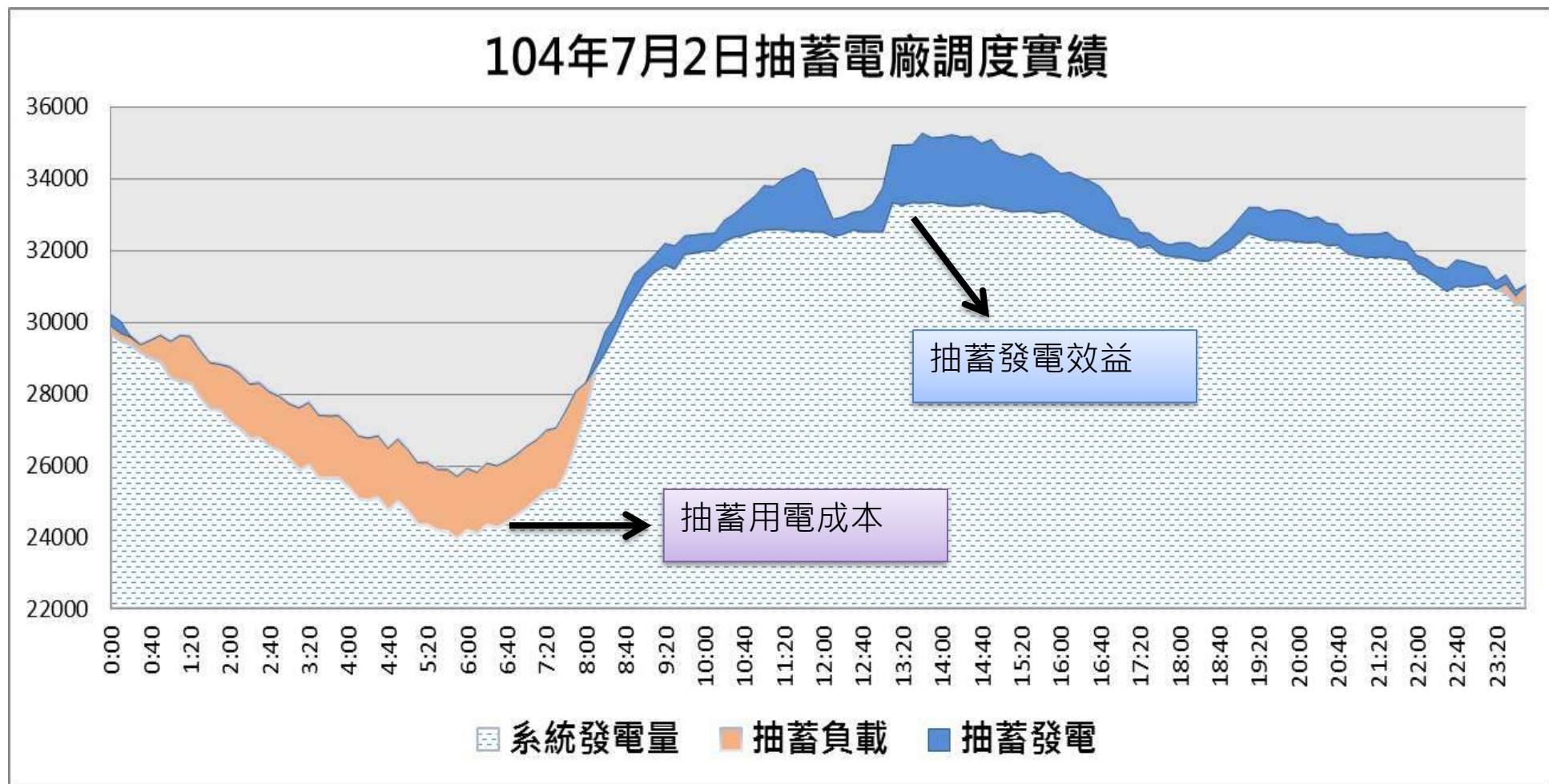


Storage for Electric Supply Capacity

資料來源DOE EPRI Electricity Storage Handbook in Collaboration with NRECA-2015



抽蓄電廠提供輔助服務



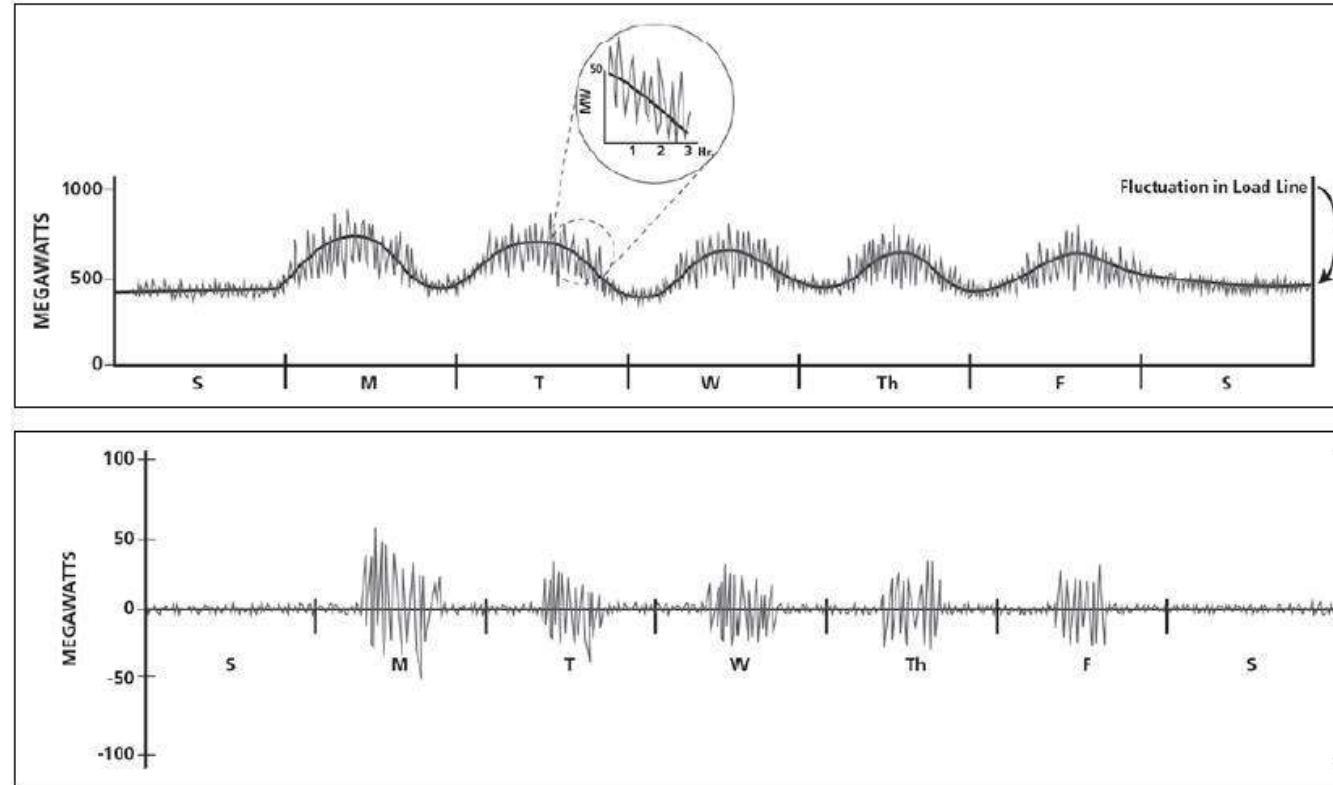
抽蓄負載 {
1. 即時備轉
2. 補充備轉

抽蓄發電 {
1. AGC
2. 即時備轉
3. 補充備轉



一、儲能系統參與輔助服務的機會

(二) 頻率調整 (Regulation/Smoothing)

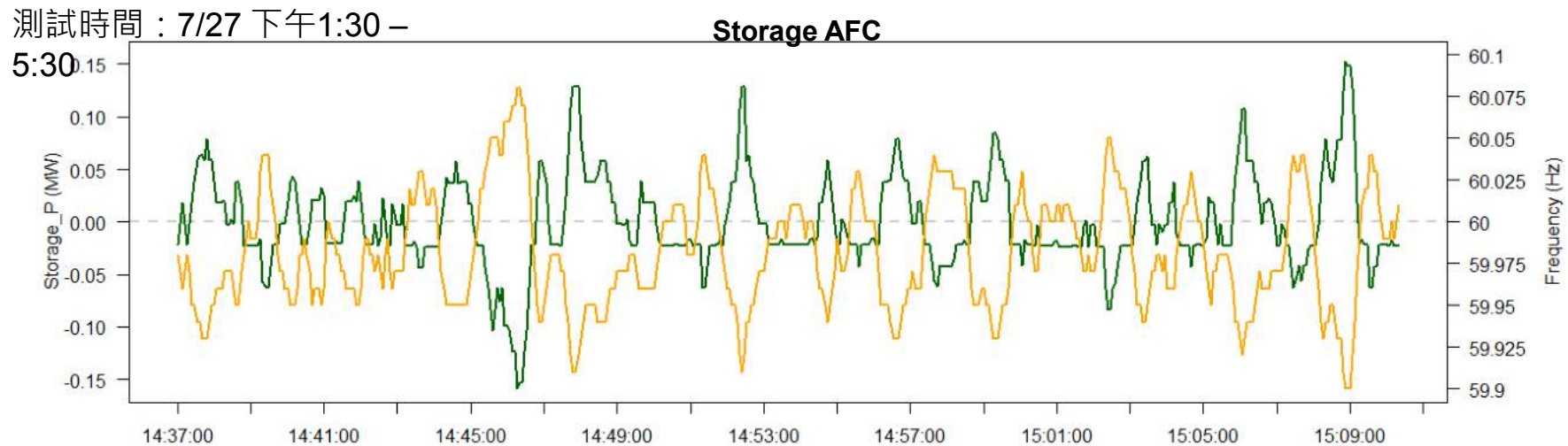
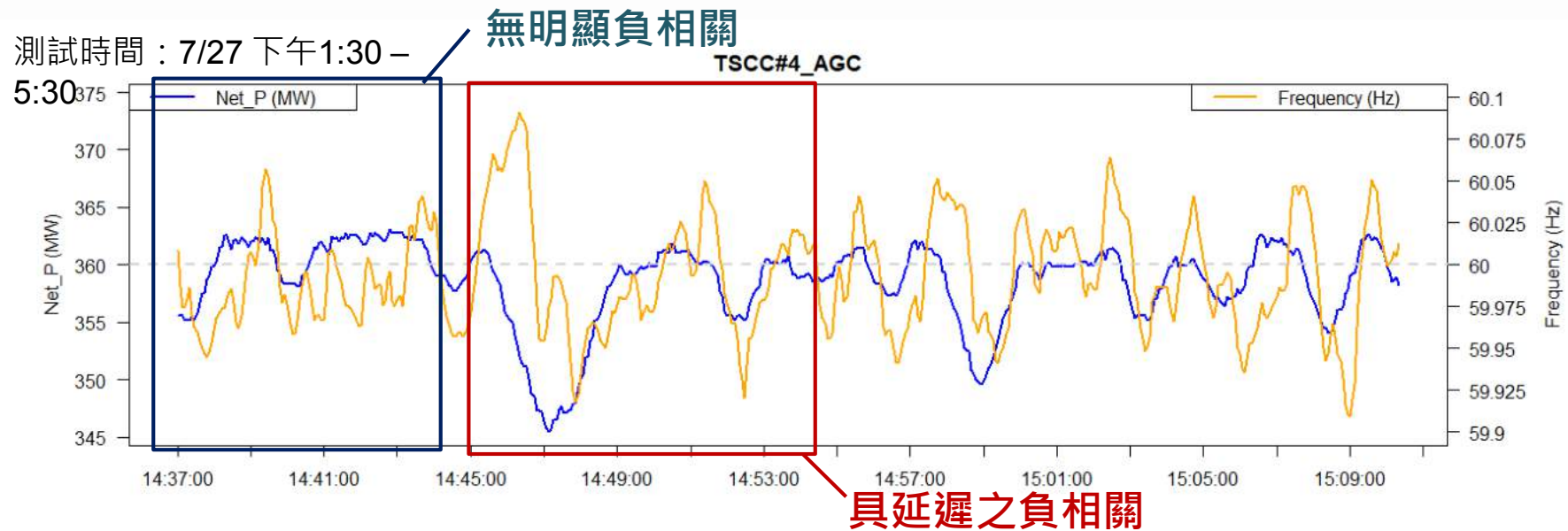


Storage for Regulation

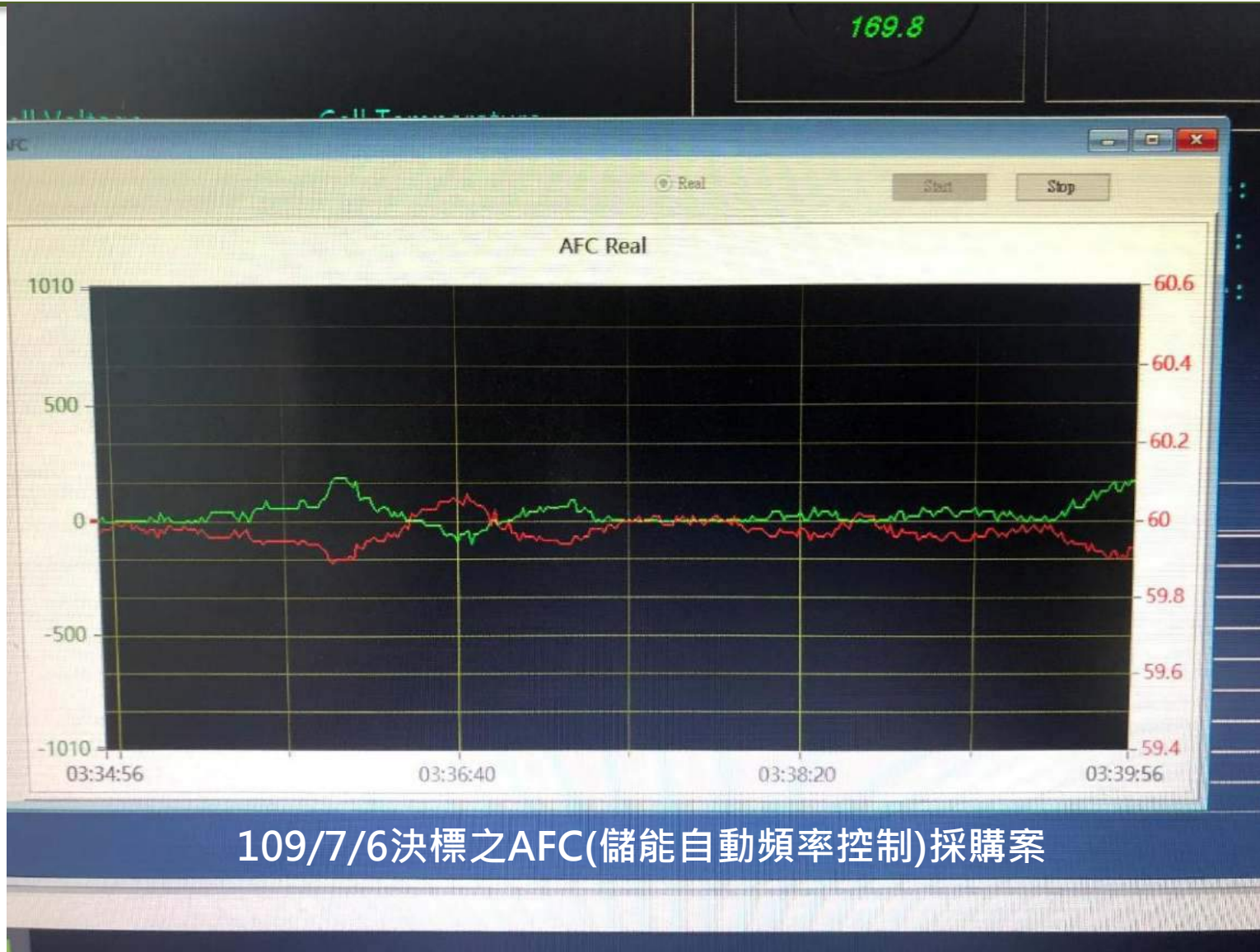
資料來源DOE EPRI Electricity Storage Handbook in Collaboration with NRECA-2015



複循環機組與電池儲能系統調頻率效能之比較



電池儲能系統提供自動頻率控制(AFC)輔助服務

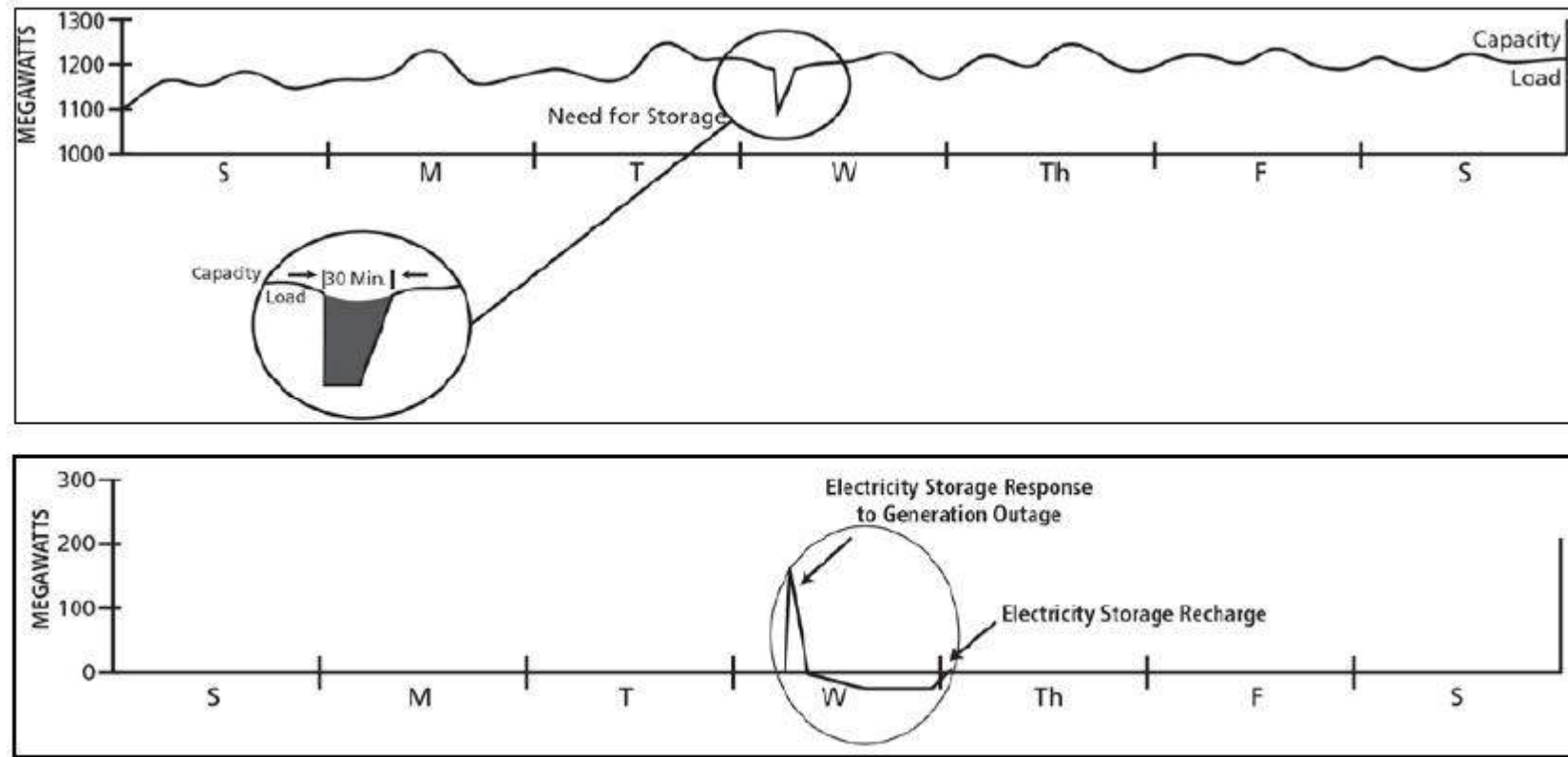


109/7/6決標之AFC(儲能自動頻率控制)採購案



一、儲能系統參與輔助服務的機會

(三) 快速反應(Responsive)



Storage for Responsive Reserve Capacity

資料來源DOE EPRI Electricity Storage Handbook in Collaboration with NRECA-2015



儲能系統提供Responsive Reserve的實績

Tesla big battery officially switched on in South Australia (100MW/129MWh)



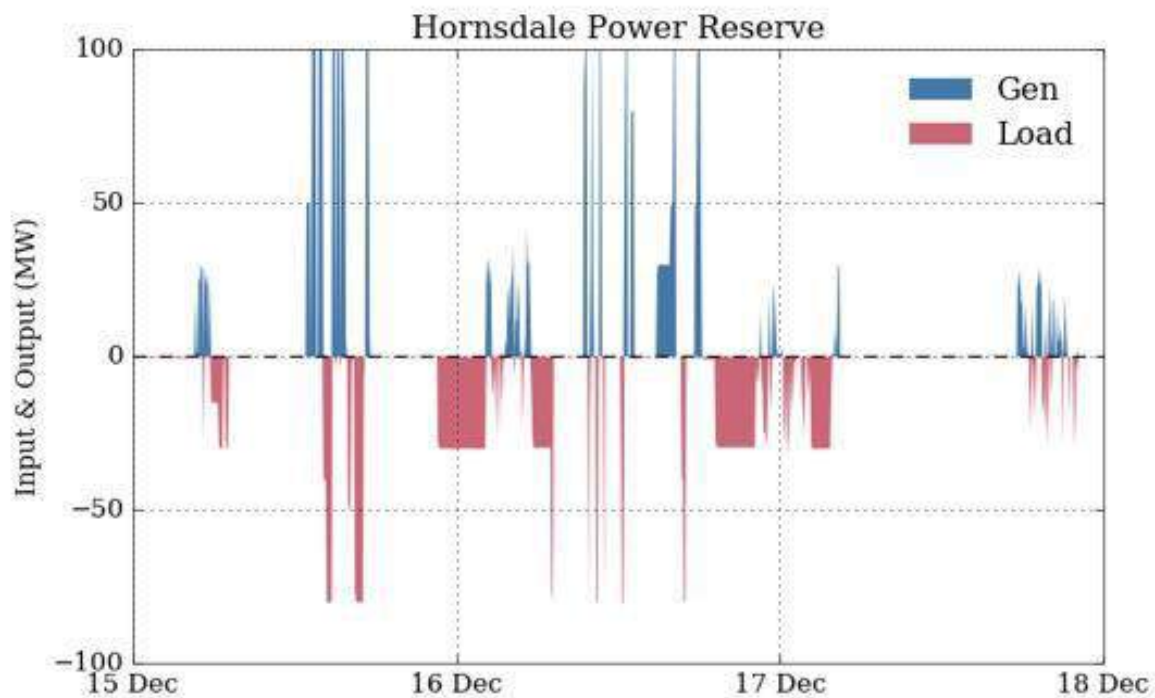
- The 100MW/129MWh battery was switched on in November 2017 and is **paired with the Hornsdale windfarm**, about 230km north of Adelaide.
- The Tesla big battery has been installed on the South Australia grid where **it was expected to time shift a small amount of wind energy and provide network services and emergency back-up in case of a major problem.**

資料來源：<https://reneweconomy.com.au/Tesla-big-battery-outsmarts-lumbering-coal-units-after-Loy-Yang-trips>



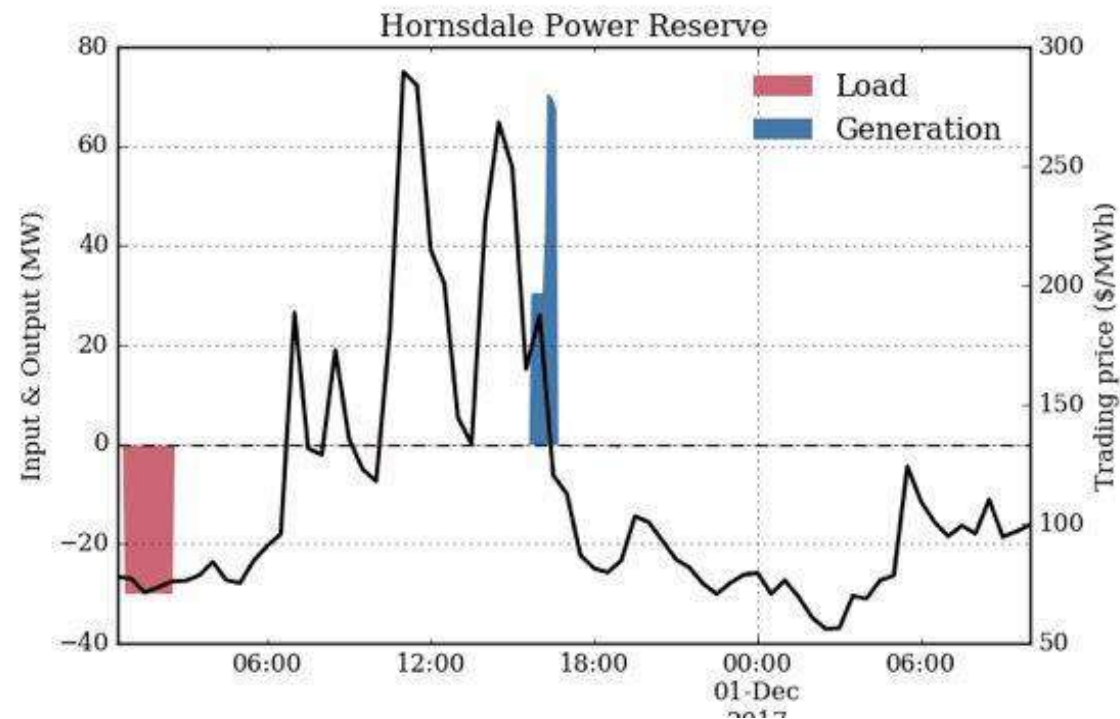
儲能系統提供Responsive Reserve的實績

Tesla big battery officially switched on in South Australia (100MW/129MWh)



It has provided, at the request of AEMO, **70MW of back-up to help meet a critical peak in the day before its opening**, entered into the FCAS (frequency control and ancillary services) market, and discharged at full capacity.

資料來源：<https://reneweconomy.com.au/>



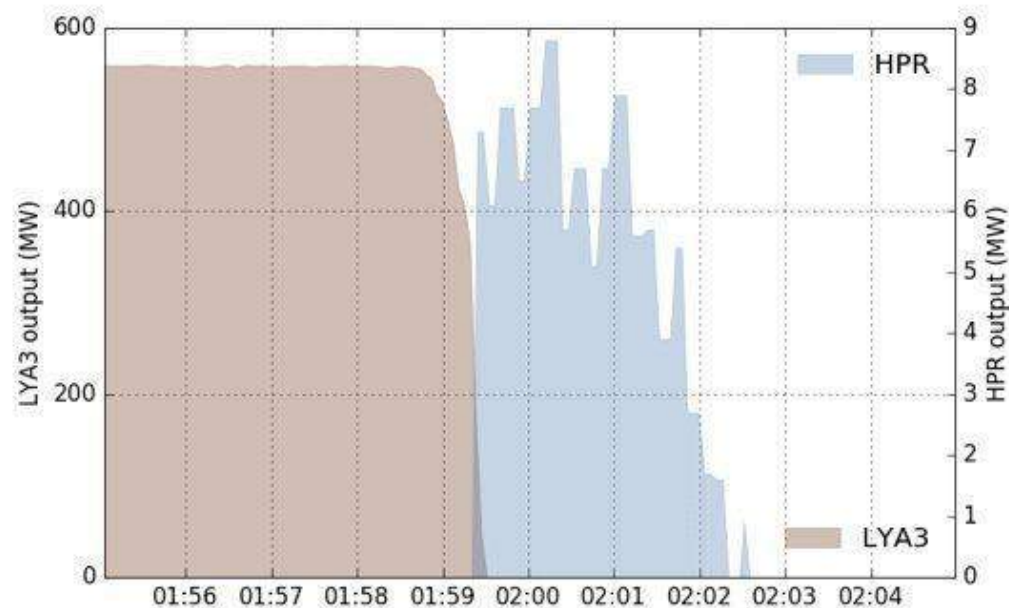
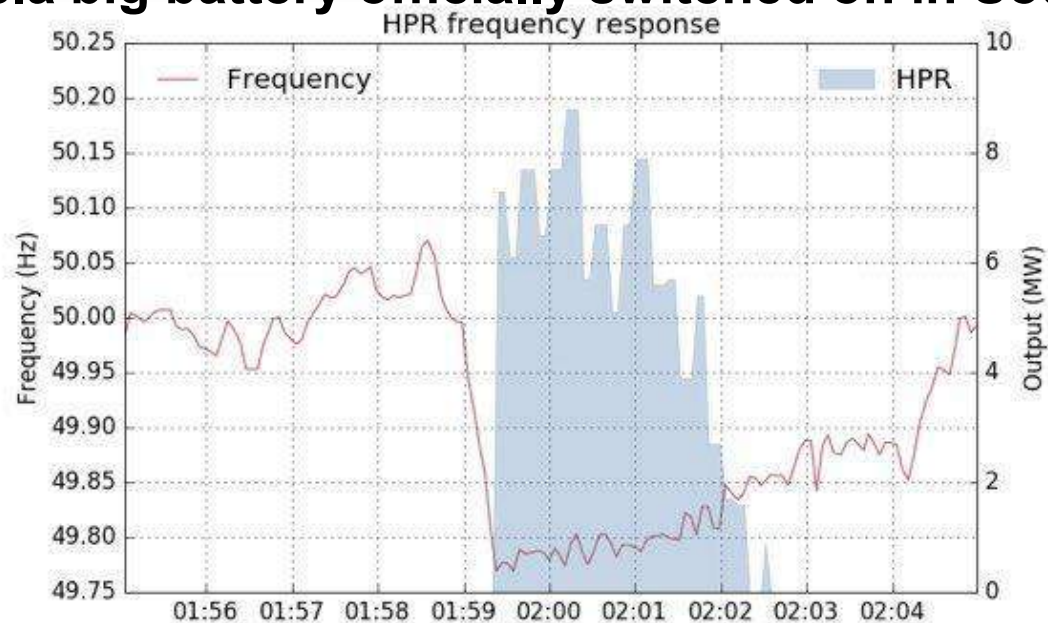
The 100MW/129MWh battery **discharged up to 70MW into the grid during the afternoon peak (in blue)**, **using wind output it had stored earlier in the day (in red)**.

The intervention meant that less gas generation was needed, and prices (black line) were moderated. That is expected to be the pattern in the future.



儲能系統提供Responsive Reserve的實績

Tesla big battery officially switched on in South Australia (100MW/129MWh)



One of the biggest coal units in Australia, Loy Yang A3, tripped without warning at 1.59am, with the sudden loss of 560MW and causing a slump in frequency on the network.

Even before the Loy Yang A unit had finished tripping, the 100MW/129MWh had responded, injecting 7.3MW into the network to help arrest a slump in frequency that had fallen below 49.80Hertz.

Data from AEMO shows that the Tesla big battery responded four seconds ahead of the generator contracted at that time to provide FCAS (frequency control and ancillary services), the Gladstone coal generator in Queensland.

資料來源：<https://reneweconomy.com.au/>



二、儲能建置目標及取得方式

因應能源轉型，綠電先行，本公司規劃於2025年增加590MW儲能系統，其中160MW自建、430MW由輔助服務取得。

	年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
台電自建 儲能設備	分年量	2MW	3MW	4MW	9MW	20MW	42MW	40MW	40MW
	累計量	2MW	5MW	9MW	18MW	38MW	80MW	120MW	160MW
採購 輔助服務	分年量	-	-	15MW	15MW	34MW	144MW	159MW	63MW
	累計量	-	-	15MW	30MW	64MW	208MW	367MW	430MW
合計量	年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
	累計量	2MW	5MW	24MW	48MW	102MW	288MW	487MW	590MW

此為109/7/6決標之AFC(儲能自動頻率控制)採購案



三、採購輔助服務部分(430MW)

取得方式		採購案	交易平台日前競價
摘要說明		透過採購機制，與供應商簽訂購電合約	透過日前電力交易市場取得所需資源
快速反應備轉	因應偶發事故系統頻率快速降低	快速反應負載資源(FRR)輔助服50MW (2020/08/11採購公告)	
調頻備轉	因應電力供需之瞬時發電變化	儲能自動頻率控制(AFC)輔助服務15MW (2020/07/06決標)	√ 主要
即時備轉	機組跳機、負載突增、預測誤差之準備		△ 次要
補充備轉	系統發生事故失去電源時之事故處理		
全黑起動	系統全停電之事故處理		
無效電力及電壓調整	維持供電電壓	已併聯之發電設備應提供合理無效電力及電壓調整能力	





儲能參與輔助服務之機制



一、日前輔助服務市場之交易商品

項目	調頻備轉輔助服務		即時備轉輔助服務	補充備轉輔助服務
	dReg	sReg		
目的	因應供電機組跳機、系統負載突增、系統供需預測誤差		因應供電機組跳機、系統負載突增、供需預測誤差而衍生之系統供電容量差異	因應系統發生事故失去電源時之事故處理
反應時間	~ 秒	~1秒	~ 10分鐘	~ 30分鐘
持續時間	15 分鐘以上	15 分鐘以上	1小時以上	2小時 以上



需量反應



併網儲能



自用發電設備



再生能源



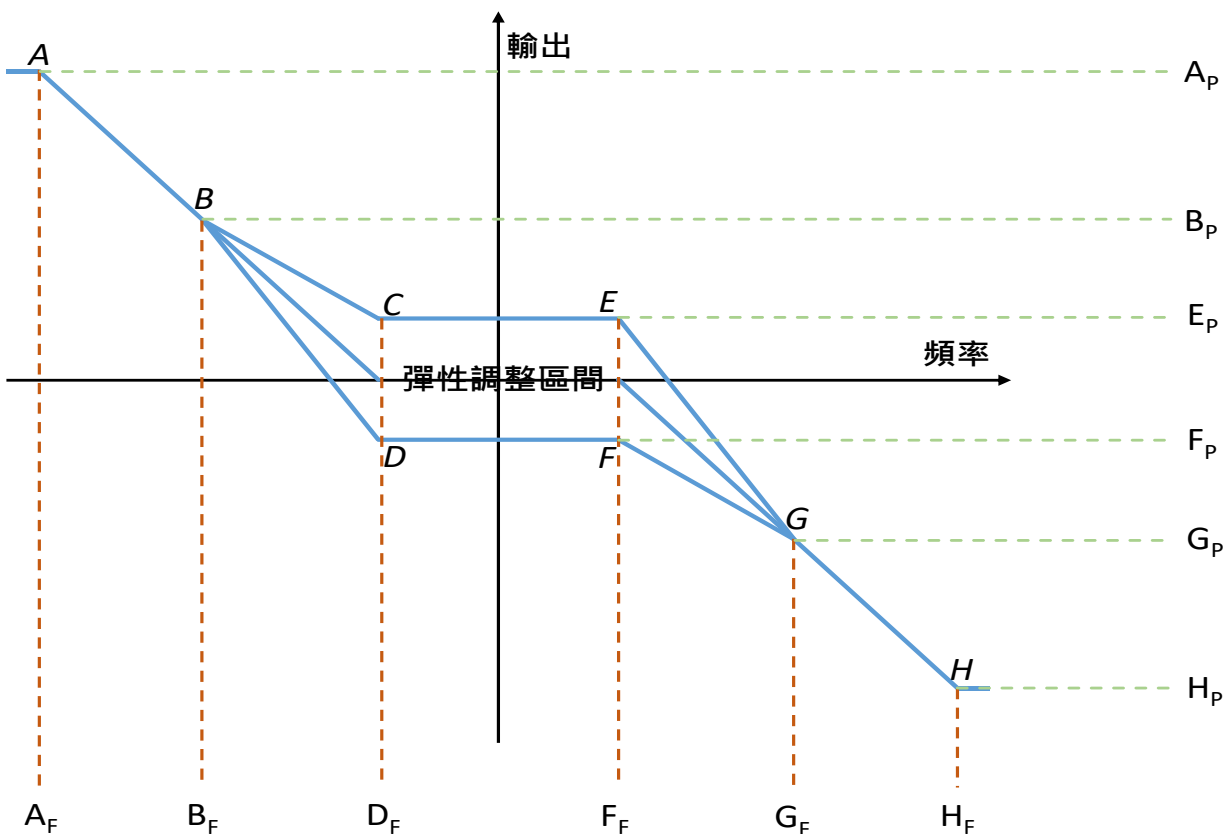
發電廠

二、輔助服務項目規格 – 調頻備轉 dReg

□ 主動偵測電力系統頻率並據以反應之能力。

□ 1秒內快速反應充放電，分為dReg 0.25、dReg 0.5兩種規格。

充分運用儲能運轉彈性優勢-動態反應



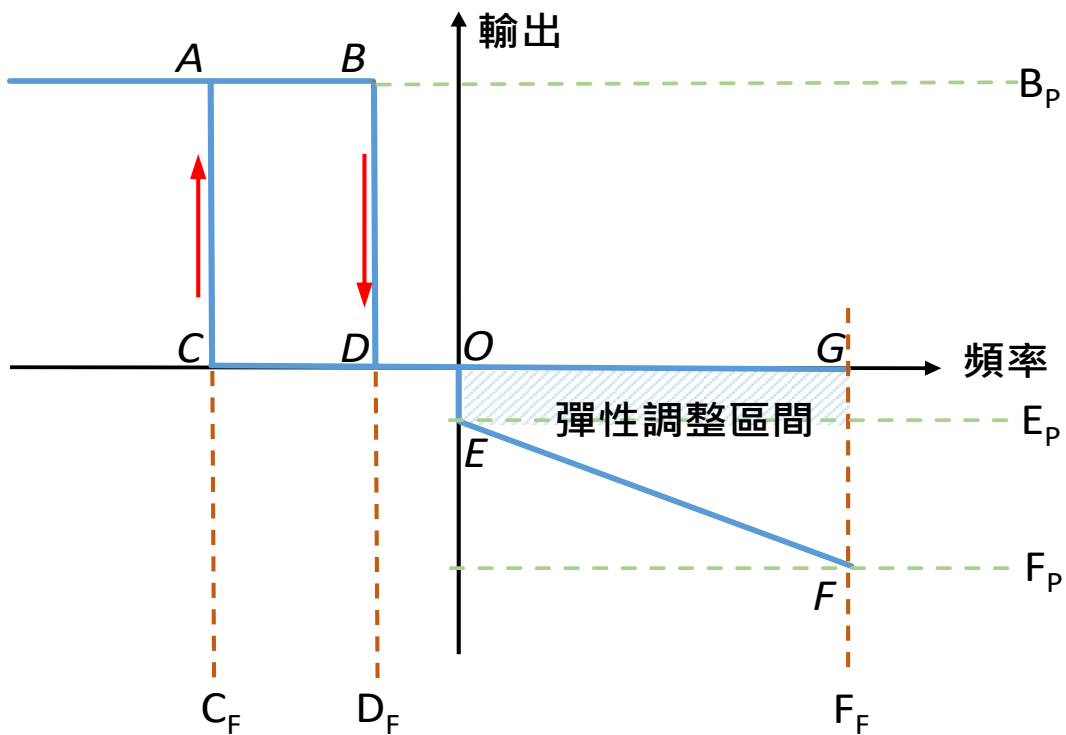
	系統頻率	對應符號	操作功率	對應符號
dReg 0.25	59.75 Hz	A _F	100%	A _P
	59.86 Hz	B _F	52%	B _P
	59.98 Hz	D _F	9% ~ -9%	E _P /F _P
	60.02 Hz	F _F	-9% ~ 9%	F _P /E _P
	60.14 Hz	G _F	-52%	G _P
	60.25 Hz	H _F	-100%	H _P
dReg 0.5	59.50 Hz	A _F	100%	A _P
	59.75 Hz	B _F	48%	B _P
	59.98 Hz	D _F	9% ~ -9%	E _P /F _P
	60.02 Hz	F _F	-9% ~ 9%	F _P /E _P
	60.25 Hz	G _F	-48%	G _P
	60.50 Hz	H _F	-100%	H _P



二、輔助服務項目規格 – 調頻備轉 sReg

- 主動偵測電力系統頻率並據以反應之能力。
- 反應時間 **1 秒鐘**，並應於**10秒鐘**內達100%輸出功率。
- 系統頻率不低於60Hz方能充電。

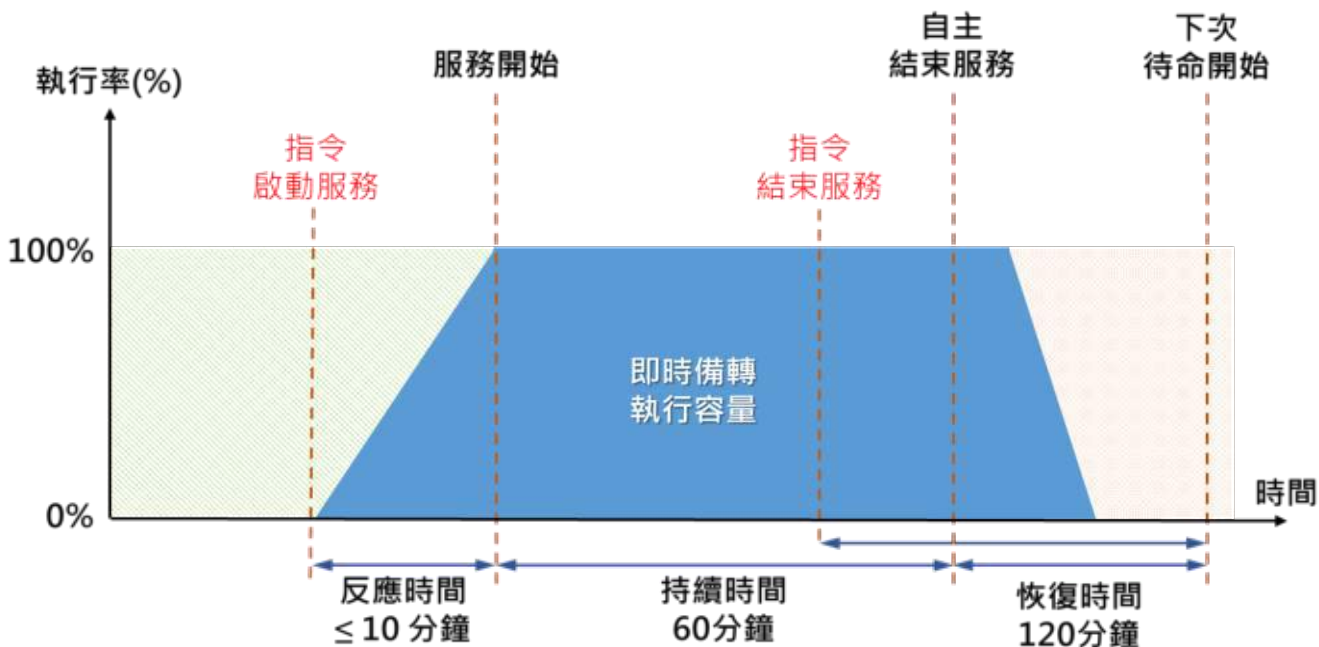
充分運用儲能運轉彈性優勢-定向反應



	系統頻率	對應符號	操作功率	對應符號
sReg 0.15	59.85Hz	C_F	100%	B_p
	59.98 Hz	D_F	0%	-
	60.00 Hz	-	0% ~ -9%	E_p
	60.25 Hz	F_F	0% ~ -100%	F_p

三、輔助服務項目規格 – 即時備轉

- 具備於接獲調度中心調度事件**啟動指令後10分鐘**內達約定容量輸出，且以約定容量**持續輸出達60分鐘**之能力。
- 服務開始後30分鐘內，可由調度中心指令結束，或於服務開始60分鐘後，自主結束。
- 若採需量反應模式參與時，以指令啟動服務**前5分鐘**平均用電量為基準用電容量(CBL)。
- 服務執行期間每5分鐘平均執行率須高於80%，採滾動式(Moving Window)計算。

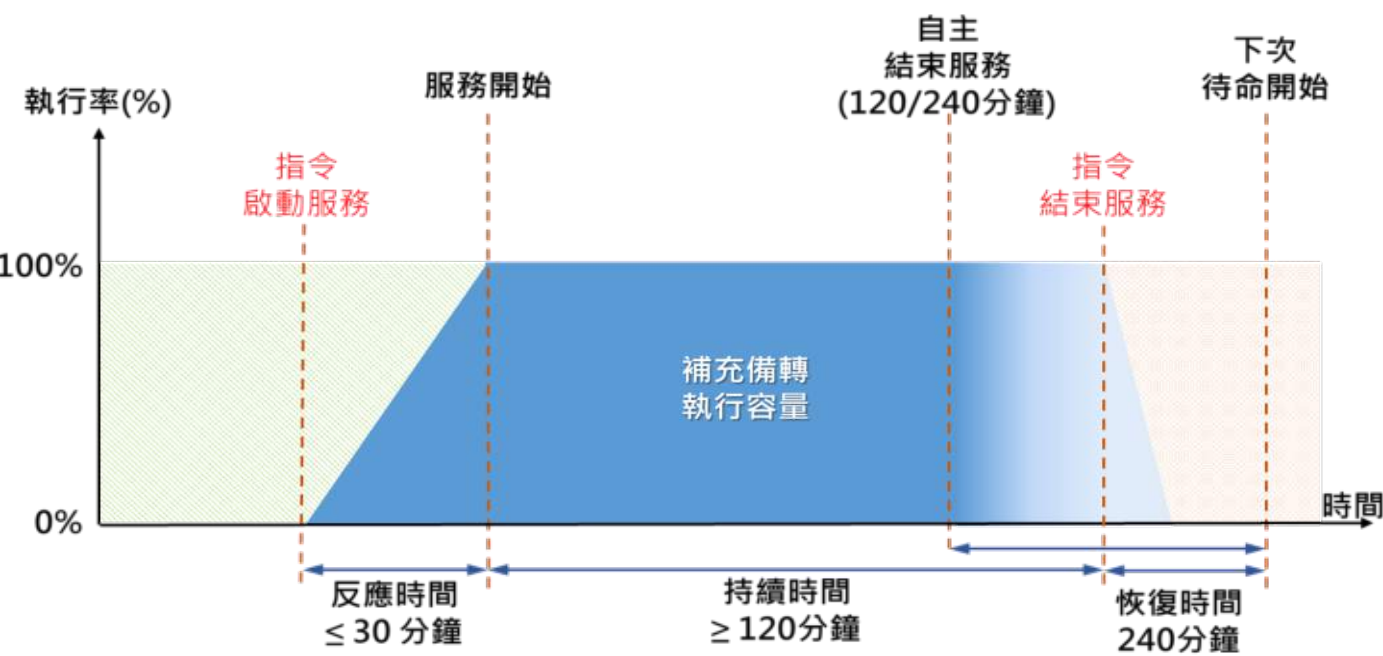


規格項目	規格要求
調度事件啟動方式	指令啟動
調度事件結束方式	服務開始30分鐘後指令結束 或60分鐘後自主結束
恢復時間	120分鐘
即時備轉服務期間 每5分鐘平均執行率	≥ 80%
即時備轉服務期間 整體平均執行率	≥ 95%



四、輔助服務項目規格 – 補充備轉

- ❑ **暫不開放併網型儲能**參與此項輔助服務。可以需量反應(表後儲能)、發電業(發電機+儲能)參與。
- ❑ 具備接獲調度中心調度事件**啟動指令後30分鐘**內達約定容量輸出，且以約定容量**持續輸出達120/240分鐘**之能力。
- ❑ 服務開始後60分鐘內，可由調度中心指令結束，或於服務開始120分鐘/240分鐘後，自主結束。
- ❑ 若採需量反應模式參與時，以指令啟動服務**前5分鐘**平均用電量為基準用電容量(CBL)。
- ❑ 服務執行期間每5分鐘平均執行率須高於80%，採滾動式(Moving Window)計算。



規格項目	規格要求
調度事件啟動方式	指令啟動
調度事件結束方式	服務開始60分鐘後指令結束 或120/240分鐘後自主結束
恢復時間	240分鐘
即時備轉服務期間 每5分鐘平均執行率	≥ 80%
即時備轉服務期間 整體平均執行率	≥ 95%



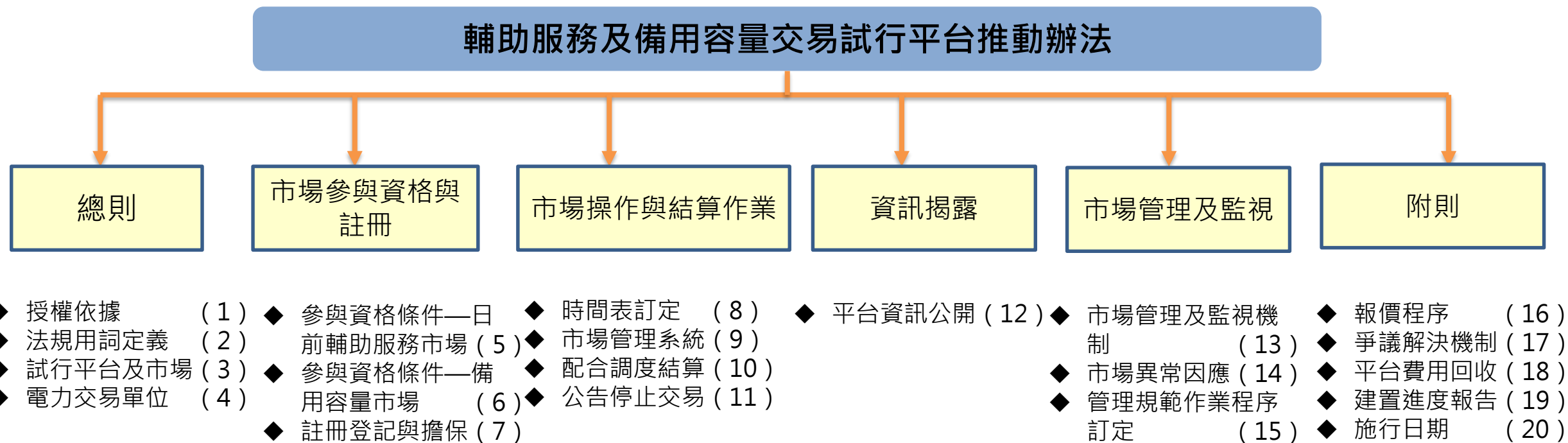


輔助服務及備用容量交易試行平台

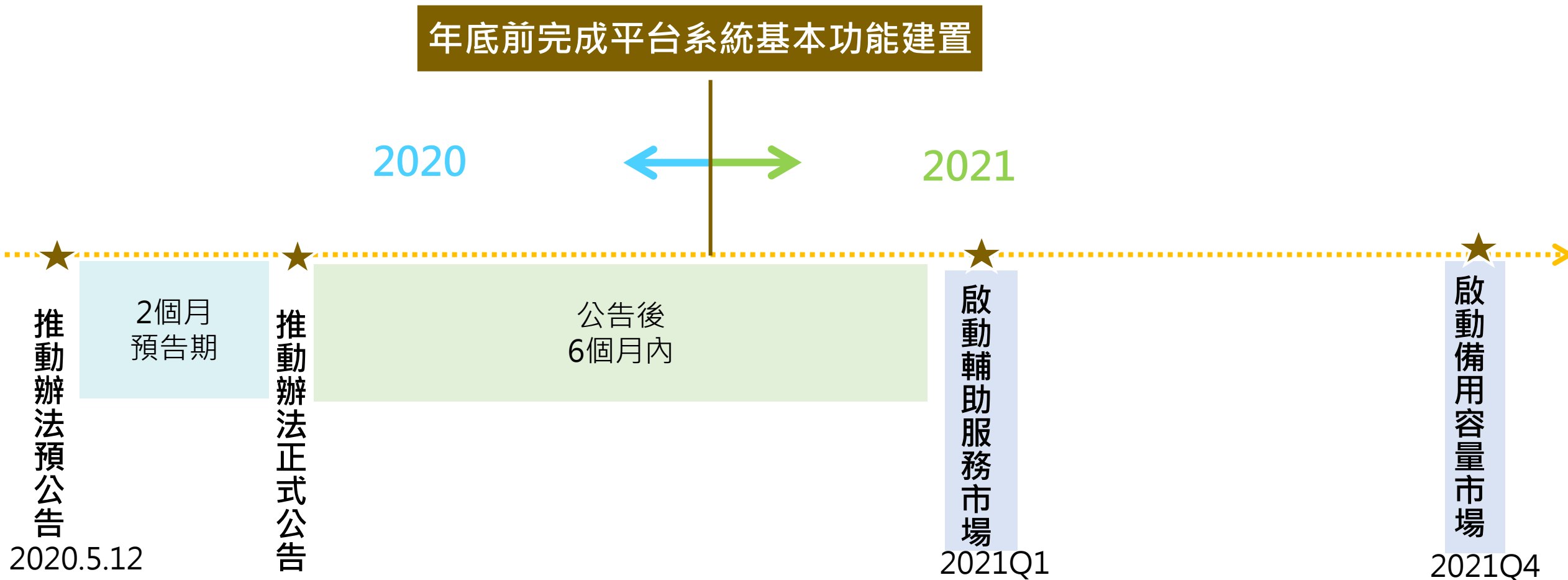


一、輔助服務及備用容量交易試行平台推動辦法

- 「輔助服務及備用容量交易試行平台推動辦法」已於109.05.12正式預告。
- 推動辦法共20條，其主要分為總則、市場參與資格與註冊、市場操作與結算工作、資訊揭露、市場管理及監視、附則六個部分，架構如下。



二、交易試行平台時程規劃



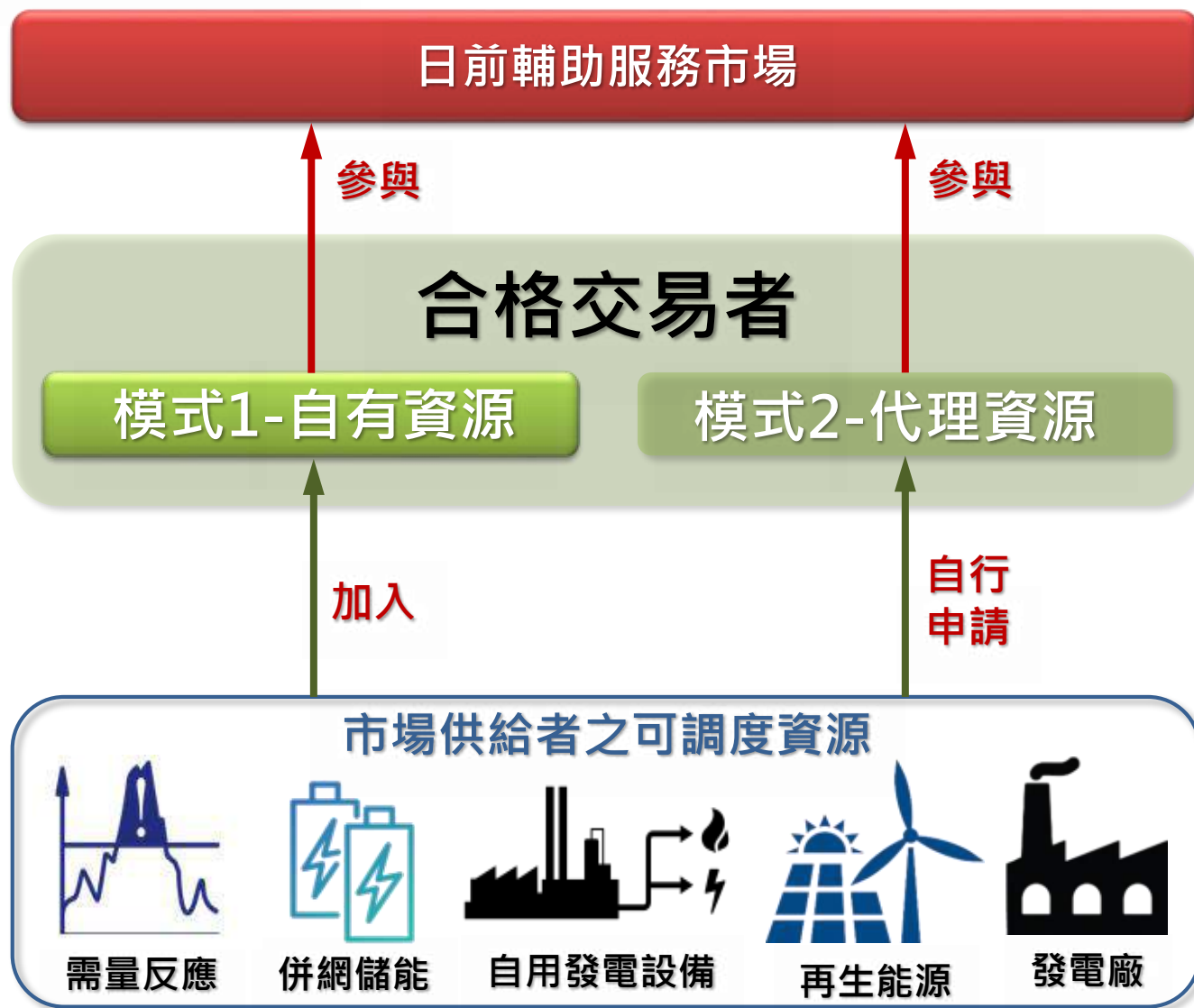
三、儲能業者參與之樣態

樣態類型	樣態說明	樣態圖示
併網型儲能	<ul style="list-style-type: none"> 直接以可調度之儲能資源身份參與。 經併網審查程序，獨立併網，並僅參與輔助服務市場交易。 無基本電費議題、採淨計量計算電能損失。 暫不開放參與補充備轉服務。 	<p>參與範疇</p>
用戶側儲能	<ul style="list-style-type: none"> 設置於用戶側之表後儲能，以需量反應身份參與，均採需量反應模式計算效益。 未經審核同意，用戶儲能不得逆送。 依與台電公司簽訂之用戶用電契約，計算衍生費用。 	<p>參與範疇</p>
發電機(再生能源)側儲能	<ul style="list-style-type: none"> 設置於發電業所屬之發電機側，如再生能源發電設備之後，以發電業身份參與。 儲能電源僅能來自再生能源設備或發電機，不得來自市電。 依與台電公司簽訂之購售電契約，計算衍生費用。 	<p>參與範疇</p>



四、參與輔助服務市場之方式

- 成為**合格交易者**，即可參與輔助服務市場。
- 合格交易者之模式：
 - 模式1：自行申請以**自有資源**加入市場。
 - 擁有單一自有資源達1MW以上；
 - 聚集多個自有之同樣態類型資源達1MW以上。
 - 模式2：**代理可調度資源**加入市場。
 - 代理非自有之單一1MW以上資源；
 - 聚集多個非全部自有之同樣態類型資源達1MW以上。



五、輔助服務市場投標報價

輔助服務項目	投標截止	報價最小區間	容量報價	電能報價	效能費用
調頻備轉	調度日前一日 11:00	1小時			有
即時備轉	調度日前一日 11:00	1小時			有
補充備轉	調度日前一日 11:00	1小時			無

容量費用

- 每日報價，於日前輔助服務市場進行每小時結清。
- 採SMP邊際價格結清。
- 頻調備轉參考價格:450元
- 即時備轉參考價格:350元

效能費用

- 不須報價，依反應速度及效能貢獻進行加成。
- 適用儲能之頻調備轉效能分級費用約在250至400元不等。(規劃中)
- 適用儲能之即時備轉效能於容量費用加成10%至25%不等。(規劃中)



六、輔助服務結算金流

- 結算費用非電費扣抵，採**直接撥付**予合格交易者方式。
- **合格交易者**再與各資源提供者拆帳、分潤。



七、合格交易者申請程序

登記註冊流程	說明
 <p>市場操作能力訓練</p>	<ul style="list-style-type: none">■ 參與市場操作能力訓練並取得合格證書
<p>步驟1：書面申請與審查</p>	<ul style="list-style-type: none">■ 提交註冊申請表及相關證明文件■ 提交附屬資源清單(代理模式)
<p>步驟2：通訊能力測試</p>	<ul style="list-style-type: none">■ 提交附屬資源運轉特性資訊、ID、以及通訊協定格式■ 完成通訊系統功能介接及整合■ 遙測通訊能力測試
<p>步驟3：執行能力測試</p>	<ul style="list-style-type: none">■ 針對各附屬資源進行執行能力測試
<p>註冊完成</p>	<ul style="list-style-type: none">■ 繳交保證金■ 取得試行交易平台帳號、密碼



結語



結語

- 一. 能源轉型是既定的政策目標，大量再生能源併網對電力系統的衝擊與影響，國外均有成功的解決方案，如何選擇適合台灣電力系統的因應措施是重點，必須兼具經濟性與可執行性，並納入電力市場機制。
- 二. 具備快速充放、電特性的電池儲能系統可以提供各類型的輔助服務，包含調頻備轉(dReg、sReg)、10分鐘即時備轉、30分鐘補充備轉等。
- 三. 依電業法第9條子法規及立法說明，第三項明定輸配電業各項輔助服務項目，來源可包含火力機組、水力機組、自用發電設備、需量反應、再生能源、儲能設備等，通過輸配電業核准申請後，可成為合格之輔助服務來源提供者。台電公司預計明年第一季底前推動輔助服務及備用容量交易試行平台，藉以建立公開、公平的輔助服務取得機制，提供外部資源參與輔助服務的機會。
- 四. 多元且充裕提供各項輔助服務，可積極協助大量再生能源併網，並有效抑低其可能之衝擊與影響，確保系統供電安全與穩定。





謝謝！

T H A N K S !