

(112)電返國報字第 030 號出國報告
行政院及所屬各機關因公出國報告書
(出國類別：其他)

參加「台韓智慧電網交流會議」與韓國電力公社及韓
國智慧電網相關產業進行交流與經驗分享
出國報告

服務機關：台灣電力公司

出國人員：

姓名	職稱	單位	姓名代號	出國計畫
吳進忠	15 等企業管理監	總經理 副總經理室	850899	應用 112 年度出國計畫第 030 號

出國地區：韓國/首爾、清州

出國期間：112 年 8 月 28 日至 112 年 9 月 1 日

報告日期：112 年 10 月 12 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加「台韓智慧電網交流會議」與韓國電力公社及韓國智慧電網相關產業進行交流與經驗分享

頁數 65 含附件 是 否

出國計畫主辦機關／聯絡人／電話：臺灣電力公司／翁玉靜／02-23667685

出國人員姓名／服務機關／單位／職稱／電話：

姓名	服務機關	單位	職稱	電話
吳進忠	臺灣電力公司	總經理副總經理室	15 等企業管理監	02-2366-6240

出國類別：1.考察 2.進修 3.研究 4.實習 5.其他：

出國期間：112 年 8 月 28 日至 112 年 9 月 1 日

出國地區：韓國/首爾、清州

報告日期：112 年 10 月 12 日

分類號／目

關鍵詞：電池儲能系統(Battery Energy Storage System, BESS)、系統(Energy Storage System, ESS)、平滑化(Smoothing)、頻率調節(Frequency Regulation)、配電系統 PQ 控制(P、Q Control for Distribution Network)、負載均化(Load Leveling)、尖峰抑低(Peak Shaving)

內容摘要：

本報告主要以參加「台韓智慧電網交流會議」與韓國電力公社及韓國智慧電網相關產業進行交流與經驗分享為內容，分別針對 1.台韓智慧電網交流會議；2.參訪韓國電力公社與相關議題研討；3. 韓國儲能系統發展現況等議題提出報告。

本報告內容共分七章，

壹、心得與建議

貳、出國目的

參、出國行程

肆、台韓智慧電網交流會議

伍、參訪韓國電力公社與相關議題研討

陸、韓國儲能系統發展現況

柒、參考文獻

附錄 1、An Overview of Taiwan Power System 簡報

附錄 2、台灣電力交易平台(Electricity Trading Platform)發展現況

本文電子檔已傳至出國報告資訊網

(<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

目 錄

行政院及所屬各機關出國報告提要	I
目 錄.....	IV
圖表索引.....	V
壹、心得與建議.....	1
1.1 心得.....	1
1.2 建議.....	2
貳、出國目的.....	3
參、出國行程.....	4
肆、台韓智慧電網交流會議.....	5
4.1 專題報告.....	5
4.2 議題交流討論.....	6
4.3 會議合影.....	8
伍、參訪韓國電力公社與相關議題研討	11
5.1 韓國智慧電表(AMI)發展現況.....	11
5.2 韓國布建智慧電網現況.....	14
5.3 台灣電力交易平台(Electricity Trading Platform)發展現況.....	16
陸、韓國儲能系統發展現況.....	17
6.1 LG Energy Solution	17
6.2 LS ELECTRIC.....	20
6.3 SAMSUNG SDI.....	27
6.4 韓國電池儲能系統發展規劃與現狀	30
柒、參考文獻.....	35

圖表索引

圖 4-1 與會人員大合照.....	8
圖 4-2 台韓智慧電網交流會議討論情形.....	9
圖 4-3 台灣智慧型電網產業協會吳進忠理事專題報告	9
圖 4-4 吳進忠理事致贈韓國智慧電網協會紀念品	10
圖 5-1 韓國智慧電表通訊標準示意圖.....	13
圖 5-2 韓國智慧電表標準示意圖.....	13
圖 5-3 韓國智慧電網政策願景.....	15
圖 5-4 韓國智慧電網五項關鍵領域.....	15
圖 6-3 LG Energy Solution 人員介紹儲能貨櫃.....	18
圖 6-4 參觀 LG Energy Solution 儲能測試案場.....	19
圖 6-7 LS ELECTRIC 總部微電網系統.....	21
圖 6-8 LS ELECTRIC 電池儲能系統的基本規劃.....	22
圖 6-9 參訪團與 LS ELECTRIC 交流討論情形.....	22
圖 6-10 韓國儲能系統運用的效益(1)	23
圖 6-11 韓國儲能系統運用的效益(2).....	24
圖 6-13 LS ELECTRIC 儲能系統不同應用的實績(1)	25
圖 6-14 LS ELECTRIC 儲能系統不同應用的實績(2)	26
圖 6-15 KEPCO Youngju Substation 儲能系統.....	27

表 3-1 出國行程	4
表 5-1 韓國智慧電表滲透率	12
表 6-1 為管理再生能源，建立 ESS 設置目標	32

參加「台韓智慧電網交流會議」與韓國電力公社 及韓國智慧電網相關產業進行交流與經驗分享

出國報告

壹、心得與建議

1.1 心得

1. 本次參加「台韓智慧電網交流會議」與韓國電力公社及韓國智慧電網相關產業進行交流，要感謝台灣智慧電網產業協會與韓國智慧電網協會(KSGA)的熱心安排，讓我們有機會和韓國電力公社(KEPCO)的專家針對台韓電力系統發展、電力交易平台、IEC 61850 標準、智慧電表(AMI)安裝與應用、儲能等議題進行面對面的討論與交流，並從中獲取許多寶貴的經驗與建議。韓國電力公社(KEPCO)的專家對台灣電力交易平台的發展很感興趣，特別是吸引民間積極投入儲能系統興建的商業模式，希望能夠進一步交流討論。
2. 韓國電表抄表成本住宅用戶每戶每月 1000 韓元約 24NTD/月/戶，韓電布建 AMI 帶來的主要直接效益是來自減少抄表費用，以及透過各種費率專案、需求管理的制度導入、降低尖峰負載以減少購電成本、減少設備投資和現場業務改為遠距支援等方式減少費用的支出。韓國目前規定所有 AMI 用戶皆須參加時間電價，當用戶用電達到使用目標的 80%或 90%時，將會透過 APP 通知用戶，以便有效管理用電、節省電費支出。
3. 韓國最初推動建置儲能系統之應用是為了頻率調節需求，於既設

變電所設置，目前已經累積 426MW，韓國電力公社正在推動更多穩定電網的儲能系統，作為電力調度使用。原先韓國電力公社也有意讓民間投資設置與營運，但韓國政府要求 KEPCO 自行建置和營運。但韓國電力公社因須同時發展再生能源，故可建置的土地已漸有不足的現象。韓國電力公社對於台電公司與民間廠商合作利用儲能系統提供輔助服務且採取市場競價的方式非常有興趣，希望後續有機會能夠針對此項再向台電公司請益。

4. 為有效避免與降低儲能系統發生火災風險與影響，KEPCO 已自行設置儲能安全管理系統，並採取設備標準化、資料數位化之方式，以避免鋰電池火災事件的發生。韓國電力公社現行的儲能系統都使用鋰離子電池，但 KEPCO 仍持續找尋其他可能技術(如超級電容)替代。韓國電力公社亦已展開研究於輸電設備不足之處用儲能系統補強的可能性，值得本公司參考。

1.2 建議

1. 韓國電力公自行設置儲能安全管理系統(BESSMS)以有效避免與降低儲能系統發生火災風險與影響，KEPCO 亦已開始運用儲能系統解決電網相關問題(如壅塞及電壓支持等)，建議本公司相關單位可以參考 KEPCO 的做法來評估台灣儲能系統的電網應用功能(Grid Forming)，有機會應繼續派員參加台韓智慧電網交流訪談。
2. 韓電規定所有 AMI 用戶皆須參加時間電價，透過各種費率專案、需求管理的制度導入，韓電可以透過 AMI 掌握用戶即時用電情況，當用戶用電達到使用目標的 80%或 90%時，將會透過 APP 通知用戶有效管理用電，以降低尖峰負載，此項做法值得本公司參考。

貳、出國目的

台灣智慧型電網產業協會於 2022 年與韓國智慧電網協會(Korea Smart Grid Association)簽訂合作備忘錄，依據該備忘錄，台灣智慧型電網產業協會與韓國智慧電網協會預計於 2023 年 8 月 29 日辦理『台韓智慧電網交流會議』針對台韓電力系統發展、電力交易平台、IEC 61850 標準、智慧電表(AMI)安裝與應用、儲能等議題與韓國智慧電網協會及韓國電力公社(Korea Electric Power Corporation)進行交流，並安排於 8 月 30~31 日實地參訪 LG Energy Solution、Samsung SDI、LS ELECTRIC 等公司。

「台灣智慧電網產業協會與韓國智慧電網協會交流活動」以韓國電力公社與韓國智慧電網產業為主要交流對象。由台灣智慧型電網產業協會張文恭理事長領團，參與組團成員均為台灣智慧型電網產業協會會員，期望藉由本次交流活動促進台灣與韓國雙邊於智慧電網領域之新知分享及產官學研界合作。

台韓智慧電網交流會議後的參訪活動安排著重與韓國電力公社及韓國智慧電網領域產業代表交流，藉其電力系統發展願景、智慧電網技術應用規劃、電力產業最新技術與產品發展等資訊，提供本公司於面臨淨零排放與能源轉型政策下之因應策略優化構想與潛在供應鏈資訊，俾利維持國內供電穩定。

參、出國行程

出國行程如表 3-1 所列，本次考察行程自 112 年 8 月 28 日下午從台北出發並於傍晚抵達韓國首爾；8 月 29 日上午前往韓國電力公社(首爾市瑞草區辦公大樓)參加『台韓智慧電網交流會議』，下午拜訪韓國電力公社，並進行電力交易平台交流；8 月 30 日上午參觀 LG Energy Solution 儲能系統測試案場、下午拜訪 LS Electric 總部參觀工廠智慧電網營運情況；8 月 31 日拜訪三星能源材料儲能案場，聽取韓國儲能系統發展規劃；112 年 9 月 1 日下午由首爾仁川國際機場搭機返國，圓滿完成任務，結束此次會議及交流活動行程。

表 3-1 出國行程

時間	地點	工作概要
112.8.28	台北→韓國首爾	往程 (台北→首爾)
112.8.29	首爾	上午參加『台韓智慧電網交流會議』 下午拜訪韓國電力公社
112.8.30	首爾	上午拜訪 LG Energy Solution 下午拜訪 LS Electric
112.8.31	首爾	拜訪三星能源材料儲能案場
112.9.1	韓國首爾→台北	返程 (首爾→台北)

肆、台韓智慧電網交流會議

時間：112年08月29日上午10時00分

地點：韓國電力公社(首爾市瑞草區辦公大樓會議室)

出席單位：韓國智慧電網協會、台灣智慧型電網產業協會、韓國電力公社、台灣電力公司

會議主席：韓國智慧電網協會 Jaewon Chang 副會長

台灣智慧型電網產業協會 張文恭理事長

本次『台韓智慧電網交流會議』由韓國智慧電網協會與台灣智慧型電網產業協會合作舉辦，針對台韓電力系統發展、電力交易平台、IEC 61850 標準、儲能等議題進行交流，茲將會議主要議題交流討論結論摘要如下：

4.1 專題報告

1. An Overview of Taiwan Power System

簡報人：吳進忠 台電公司副總經理

簡報大綱：

- Power Resources
- Transmission Network
- Load Management
- Future Prospects

簡報內容：詳附錄 1

2. Smart Energy Development Trend and Global Experience Sharing

簡報人：方文宏 台灣四零四科技(MOXA)經理

簡報大綱：

- Moxa Intelligent Smart Grid
- Moxa Global Partners
- Global Trends of Energy Transition
- Digital Transformation to Build Grid ResilienceFuture Prospects
- Accelerating Full Digitalization in Accordance with International Standards
- Establish a Standardized and Comprehensive Cybersecurity Framework
- Transitioning Towards Grid Virtualization Management

4.2 議題交流討論

(一)請益臺灣推動智慧電表布建與應用時間電價經驗

1. 韓電公社提出推動時間電價需要完善佈建智慧電表，希望了解臺灣目前智慧電表佈建情形以及是否會由電力公司遠端控制用戶用電。台電對此代表回覆目前國內已佈建達 250 萬顆智慧電表（其中包含高壓用戶共 2.3 萬戶皆已完成），並說明時間電價主要以高壓用戶為主參加，台電公司不進行控制，由用戶自行管理用電行為因應。韓電規定所有 AMI 用戶皆須參加時間電價，韓電可以透過 AMI 掌握用戶即時用電情況，當用戶用電達到使用目標的 80%或 90%時，將會透過 APP 通知用戶有效管理用電，以降低尖峰負載。
2. 韓電公社提問有關時間電價的時間帶與價格是如何制定，是否真按該價格收費。台電主要是以我國用電尖、離峰時段以及再生能源發電時段特性來區分尖峰、半尖峰及離峰時段售電價格，並確實已按照推出之時間電價費率向用戶收費。
3. 韓國目前規範所有用戶皆須參加時間電價，與臺灣的推動方向不大相同，主要差異應在於臺灣有 58%的工業用電，因此將用電行為調整的推動重點放在這些對象，確保時間電價機制成效。

(二)臺灣推動廢核之原因與電價變動可能性

韓電公社於會議中說明韓國未來供電規劃，核能發電仍為主要發電方案之一，惟目前讓該國核能發電占比下降的主因為風力發電的設置有達成預期目標。該公司對於台電公司未來供電規劃納入減核之原因非常好奇，對此台電公司回應廢核為國家政策目標，台電公司乃係依據該政策與國內用電需求評估調整供電結構。另韓電公社亦問及一旦廢核將面臨電價上漲課題，台電公司則說明供電成本一定會增加，但台電公司為國營事業，為平穩臺灣的物價水平，政府預期將會提供相對的資金補貼，讓臺灣的電價上漲速率不要太快，避免對經濟造成過大的波動。

(三)韓國與臺灣儲能系統推動發展與應用現況

1. 韓國最初推動建置儲能系統之應用是為了頻率調節需求，於既設變電所設置，目前已經累積 426MW，韓國電力公社正在推動更多穩定電網的儲能系統，作為電力調度使用。原先韓國電力公社也有意讓民間投資設置與營運，但受國家要求由該公司自行建置和營運。然而，韓國電力公社因須同時發展再生能源，故可建置的土地也漸漸有不足現象。
2. 韓國設置於濟州島的儲能系統應用比較類似臺灣電力交易的概念，但是儲存再應用的概念應用還沒有如臺灣一般的快速發展，韓國電力公社對於台電公司與民間廠商合作利用儲能系統提供輔助服務且採取市場競價的方式非常有興趣，希望後續有機會能夠針對此項再向台電公司請益。
3. 韓國電力公社現有 462 MW 的儲能系統分別設置於全國 15 處 S/S 變電所中，目標希望再增加 6 處變電所，將總裝置容量提升至 978 MW。變電所儲能系統須可於 15 至 30 分鐘內快速充電，並要求儲能系統廠商提供十年保固，保證電池 SOC 可用狀態，於運行期間會針對電池做較多的維護工作。

4. 目前的儲能系統皆由韓國電力公社自行於自有土地(變電所)建置，以盡量減少民眾儲能系統的抗爭，未來韓國的變電所都完成數位化或智慧化升級之後，變電所的需求腹地就會減少，多出來的土地便會再利用儲能系統建置等方式進行活化使用。
5. 為有效避免與降低儲能系統起火風險與影響，韓國電力公社已自行設置儲能安全管理系統。另外，韓國電力公社亦採取將設備標準化、資料數位化之方式，學習過去相關學習，避免未來鋰電池火災事件。
6. 韓國的儲能系統是由韓國電力公社自行營運(包含運轉、維護、管理)，但相關工作有部分會發包委外執行，主要是檢測和維修工作會請原廠執行。相對的，台電公司目前因尚未有足夠數量的電化學專長人員，因此維護維修皆是委由儲能系統原設備商執行，台電公司僅做營運管理。
7. 韓國電力公社現行的儲能系統都使用鋰離子電池，但該公司仍持續找尋其他可能技術(如超級電容)替代。韓國電力公社亦已展開研究於輸電設備不足之處用儲能系統補強的可能性。

4.3 會議合影



圖 4-1 與會人員大合照



圖 4-2 台韓智慧電網交流會議討論情形



圖 4-3 台灣智慧型電網產業協會吳進忠理事專題報告



圖 4-4 吳進忠理事致贈韓國智慧電網協會紀念品

伍、參訪韓國電力公社與相關議題研討

5.1 韓國智慧電表(AMI)發展現況

一、預期功能與效益

韓國推動智慧電表的原因主要是為提高能源效率、擴大新能源和再生能源進而降低發電成本等全球趨勢。其預期可帶來的功能效益遠程抄表、雙向通信、智慧家居、聯合抄表、需求管理、分散式電力設施控制、實時電價以及電力交易等。

二、智慧電表裝置現況

依據 2010 年 1 月韓國智慧電網國家路線圖所推動的 AMI 建設計畫，韓國電力公司於 2011 年提出十年期總共投資 11,367 億韓元的智慧電表部屬計畫，目標是 2020 年全國 1,900 萬戶家庭智慧電表 100% 完成導入(現在已為 2,250 萬戶)。但事實上，截至 2021 年，韓國全國智慧電表滲透率僅為 48%，不如預期。據了解，導致韓國智慧電表導入延宕的主要原因為該電表捲入 PLC 通信專利訴訟，且遲遲未能解決。

今(2023)年 2 月 27 日韓國產業通商資源部根據《智慧電網建設和利用促進法》第五條「智慧電網基本計劃的制定和實施」公告第三次智慧電網基本計劃，要求 2024 年完成智慧電表 100% 滲透率目標，2023 年與 2024 年各須裝置 500 萬戶，完成 AMI 布建。

表 5-1 韓國智慧電表滲透率

智慧電表	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
裝置量 (萬戶)	65	80	190	190	156	172	52	90	500 (預估)	500 (預估)
累計 裝置量 (萬戶)	240	320	510	700	856	1,028	1,080	1,250	1,750	2,250
滲透 率(%)	1 0.1	1 4.2	2 2.7	3 1.1	3 8.0	4 5.7	4 8.0	5 2.0	7 7.8	1 00

(一)智慧電表基本功能

韓國先進計量基礎設施(AMI)構建高效的現場通信網絡，為了提高 AMI 通信品質和網絡靈活性，採用有線和無線通信方法的結合，目前正在採用傳輸頻寬 24Mbps 高速電力線通信(HS PLC)、無線智慧公用網絡(Wi-SUN)和 ZigBee 調製解調器(金東植等, 2020)。此外韓電的 PLC AMI 通信標準(Route A)於 2017 年註冊為 IEC 國際標準 IEC 62056-8-6。該技術是韓國高速電力線通信與智慧電表之間連接的連接協議和信息模型。

其所採用的高速電力線通信(HS PLC)可以滿足韓電 AMI 通信技術在高通信成功率、15 分鐘的抄表週期、時間電價(TOU)以及大數據傳輸等方面要求。每個電表傳輸數據最大長度為 128 字節。

DCU 與 PLC 調製解調器使用 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection 帶衝突檢測的載波多路監聽)訪問控制方法進行發送與接收。可透過 RS485 - Modbus，最多可連接 30 台 E-type、G-type、Advanced E-type 智慧電表至集中器(DCU)，為韓國使用率最高的通訊方式。



〈한국형 고속PLC 기반 AMI통신기술 개념도〉

圖 5-1 韓國智慧電表通訊標準示意圖

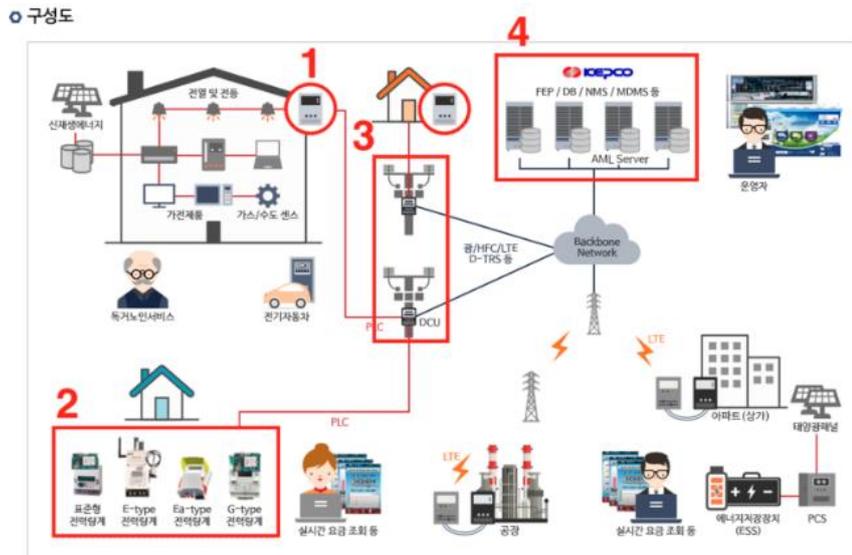


圖 5-2 韓國智慧電表標準示意圖

(二) 裝置後的效益

原先，從 2011 年起，韓電規劃每年推廣智慧電表至全國 100% 設置，但計畫因故延宕。所以，其原本預計因安裝智慧電表後，可帶來節能效益與人員成本降低等數千億韓元的社會效益並沒有達成。

目前，韓電正積極改善其 AMI 故障率，並於 2021 年開發出「AMI 故障診斷系統」。在試點過程中(2020 年 7 月起)，韓電 KDN 電力 ICT 研究所透過精確分析濟州島 AMI 3 個月的抄表和通信數據(約 2TB)，對總共 31 類故障進行分類，其成果可以最大限度減

少人員派遣。該系統還提供實時故障日誌模式分析和根據工作規則進行故障分類功能相結合，支持網絡拓撲（網絡拓撲、鏈路、節點等網元的物理和邏輯連接）分析功能，準確判斷故障原因失敗的位置。此外，透過綠色新政，2020年7月韓國產業通商資源部推動500萬戶住宅AMI計畫，除了智慧電表裝置之外，亦同時運行需量反應服務。並將透過韓國電氣工業基金會投資AMI安裝成本的50%。

韓國電力公司的智慧電網布建透過建立智慧電網基礎設施後，向用戶收取服務費。基於AMI的服務包括固定費用和靈活費用服務。固定收費服務每月向每戶收取0.14美元（不含增值稅10%），靈活收費服務則向用戶收取固定收費利潤的50%。能耗諮詢服務每戶每月收取0.88美元（不含增值稅）。

AMI的標準化對於擴展智慧電網並確保其靈活性是必要的。KEPCO標準化了AMI的採購規格和建設及維護標準，並制定安全政策。透過這些工作，確保設備間的互操作性和安全，為全國智慧電網的擴展奠定基礎。

5.2 韓國布建智慧電網現況

根據韓國智慧電網協會(KSGA, 2012年)韓國智慧電網發展路徑，政策願景為透過智慧電網建設奠定低碳綠能發展基礎，如圖5-3所示，包括智慧家電(智慧家庭)、綠建築、電動車充電基礎建設、再生能源及儲能系統等政策願景。



圖 5-3 韓國智慧電網政策願景

一、階段目標

- 2012 年，KSGA 完成第一個智慧電網“試驗城市”。
- 2020 年，KSGA 完成”城市範圍”的智慧電網。
- 2030 年，KSGA 完成“全國”智慧電網。

五項關鍵領域，當中 intelligent consumer 領域包含智慧電表基礎建設、構建能源管理自動化系統，如圖 5-4 所示。

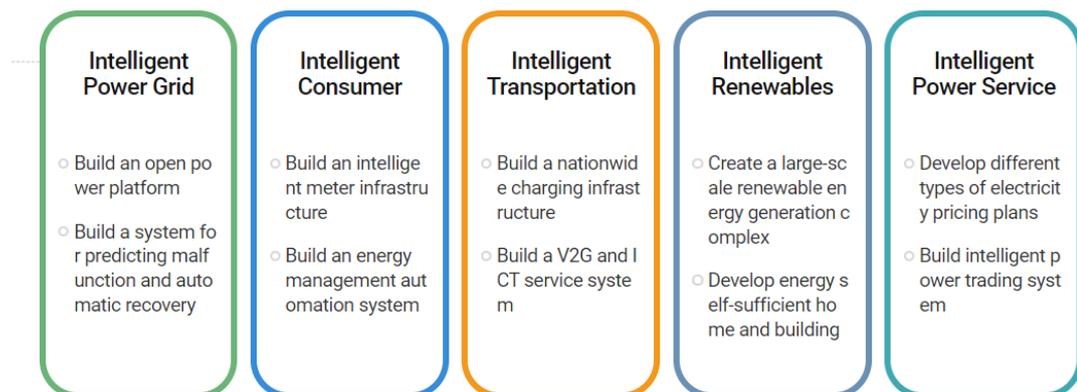


圖 5-4 韓國智慧電網五項關鍵領域

二、預期效益

1. 產業效應

- 創造就業機會：4,332 個短期就業機會，480 個可持續就業機會（於計畫期間）
- 期望透過工業和技術部門的融合以及 AMI 大數據的利用來形成新的產業市場

2.環境影響

- 溫室氣體減少：總計可減排約 29 萬 (tCO₂，噸)（整個計畫期間）
- 需求端和供應端的數據收集和分析，透過能源監測、營運和控制，溫室氣體減少排放

3.政策效應

- 在住宅領域實現能源轉型和碳中和的目標
- 以住宅公寓為主的基礎設施綠色改造，強化綠色新政實施能力
- 為推出各種費率計畫（例如住宅時間電價費率）以及提高能源需求管理等奠定基礎。

4.經濟效應

- 當地用戶參與能源需求面市場的意願
- 透過 AMI 與新可再生能源、儲能、電動車等新能源產業的融合，提高當地能源自給率
- 促進企業參與基於 AMI 的服務市場並擴大相關就業機會

5.3 台灣電力交易平台(Electricity Trading Platform)發展現況

韓國電力公社(KEPCO)透過韓國智慧電網協會(KSGA)表示：希望瞭解台灣電力交易平台(Electricity Trading Platform)發展現況。台灣智慧型電網產業協會乃安排由吳進忠理事(現職為台灣電力公司副總經理)進行專題報告，簡報內容詳如附錄 2。

陸、韓國儲能系統發展現況

藉由本次台韓智慧電網交流的機會進一步瞭解韓國儲能系統發展現況，韓國智慧電網協會(KSGA)乃於 8 月 30 日、31 日兩天安排實地參訪 LG Energy Solution、LS ELECTRIC 及 SAMSUNG SDI 的儲能案場，並進行意見交流討論。

6.1 LG Energy Solution

LG 為全球領先的 ESS 供應商之一，到目前為止，在全球有約 21.6GWh 電池儲能系統(BESS)的實績，如圖 6-1 所示(應廠商 LG 要求刪除)。

圖 6-1 LG Energy Solution 在全球的實績分布(應廠商 LG 要求刪除)

目前正在執行韓電 5 個儲能系統項目(以系統穩定化為目的)，合計容量為 922MW/1008MWh，如圖 6-2 所示(應廠商 LG 要求刪除)。

圖 6-2 LG Energy Solution 執行韓電的 5 個儲能系統(應廠商 LG 要求刪除)

8 月 30 日上午參觀 LG Energy Solution 的儲能測試案場，如圖 6-3、圖 6-4 所示。目前測試中的電池儲能貨櫃為消防注水式儲能貨櫃 (WIU, Water Injection Unit)，消防注水容量 900 公升，IP 防護等級為 IP55，電池容量為 2.453MWh，相關規格如圖 6-5、圖 6-6 所示(應廠商 LG 要求刪除)。



圖 6-3 LG Energy Solution 人員介紹儲能貨櫃

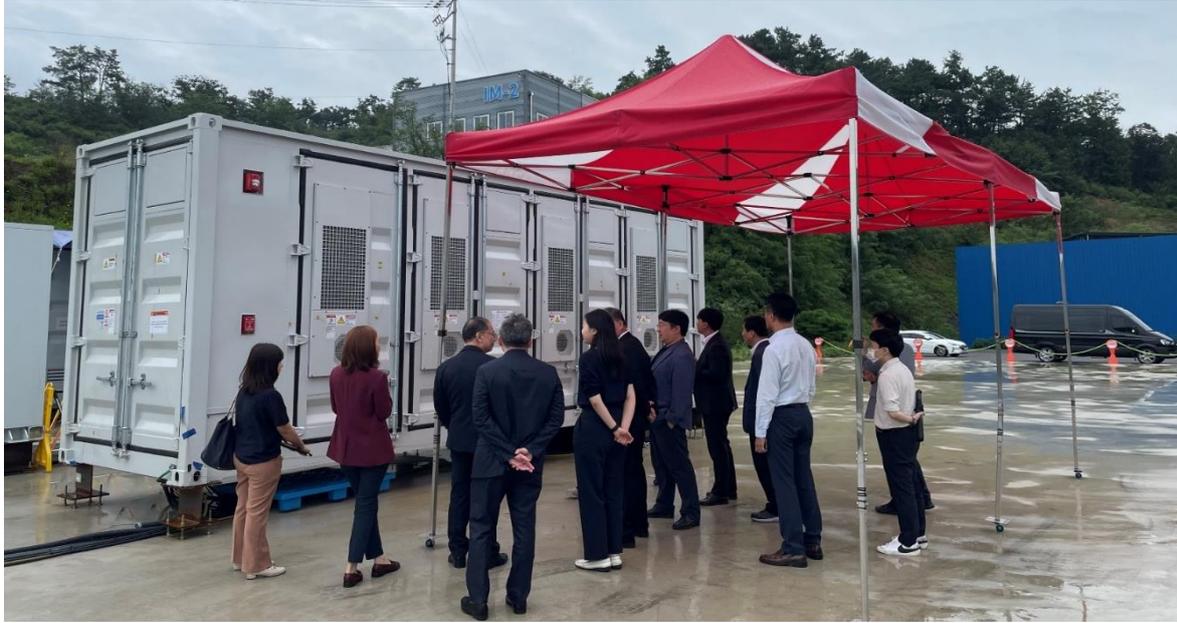


圖 6-4 參觀 LG Energy Solution 儲能測試案場

圖 6-5 WIU 型儲能貨櫃的銘牌(應廠商 LG 要求刪除)

圖 6-5 WIU 型儲能貨櫃的電氣規格銘牌(應廠商 LG 要求刪除)

6.2 LS ELECTRIC

8 月 30 日下午拜訪 LS ELECTRIC 總部，參觀工廠微電網系統如圖 6-7 所示，LS 在自家工廠屋頂裝置約 500kW 的太陽能光電板，並搭配 1.78MWh 的電池儲能系統(BESS, Battery Energy Storage System)，PCS 容量為 500kW，該微電網的太陽光電以即發即用為原則，電池儲能系統則協助平滑化太陽光電及尖離峰時間電價管理。



圖 6-7 LS ELECTRIC 總部微電網系統

LS ELECTRIC，在儲能系統方面是一家系統整合(System Integration)公司，圖 6-8 所示為 LS ELECTRIC 電池儲能系統的基本規劃。該公司在韓國有諸多儲能系統建置及系統整合實績，依 LS ELECTRIC 簡報資料顯示，該公司儲能系統可用率(Availability) 平均為 96.03%，其中 PCS 為 99%、電池為 97%；在充放電效率(Round-Trip Efficiency, RTE)方面，PCS 的 RTE 為 96.6%(充電效率 98.2%、放電效率 98.4%)、電池系統的 RTE 為 93.0%、其他設備的 RTE 為 98.4%，所以電池儲能系統的 RTE 約為 88.4%。

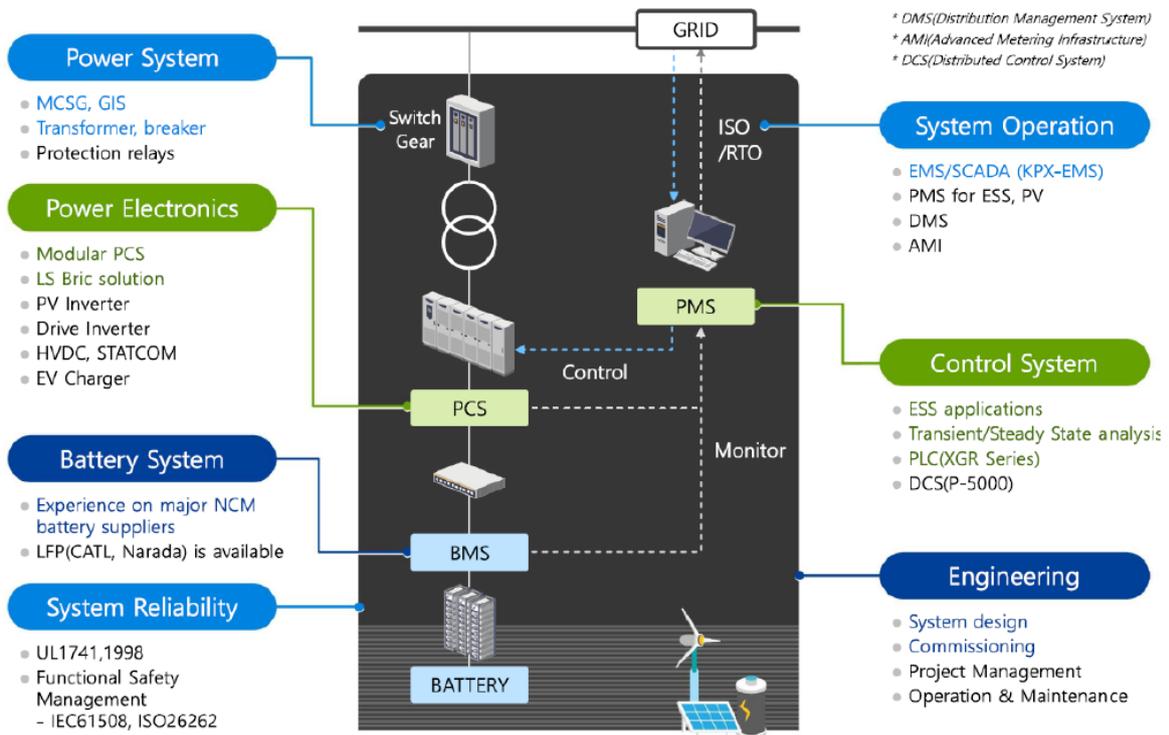


圖 6-8 LS ELECTRIC 電池儲能系統的基本規劃



圖 6-9 參訪團與 LS ELECTRIC 交流討論情形

由於 LS ELECTRIC 的總裁剛好是韓國智慧電網協會的理事長，所以 LS ELECTRIC 很熱誠地為台灣智慧電網協會的參訪團進行簡報，雙方針對儲能系統的應用進行交流討論，如圖 6-9 所示。

LS ELECTRIC 簡報資料中有關韓國儲能系統運用的效益，如圖 6-10、圖 6-11 所示，包括再生能源平滑化(Smoothing)、頻率調節(Frequency Regulation)、配電系統 PQ 控制(P、Q Control for Distribution Network)、商業運用(Load Leveling)、工業運用(Peak Shaving)與微電網(Grid-tied/Stand-alone)等；LS ELECTRIC 儲能系統實績則如圖 6-12、圖 6-13 所示。

Expected benefits by application

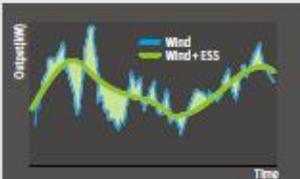
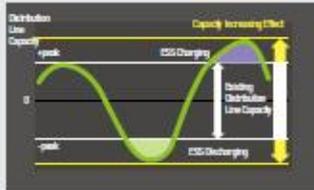
Renewable energy	Frequency regulation	Distribution
		
<p>Smoothing</p> <p>Renewable energy sources are unpredictable and the availability of renewable energy is not constant, all of which may undermine quality of the grid system.</p> <p>When connected with ESS, quality electricity can be supplied to the grid system in a stable manner.</p>	<p>Frequency regulation</p> <p>A gap between power generation and demand on the grid causes the grid frequency to move away from its nominal value, and this can be regulated using ESS to improve quality of electricity.</p> <p>Deploying ESS can also maximize utilization of coal-fired power plants to reduce power cost.</p>	<p>P, Q control for distribution network</p> <p>As renewable energy is being widely adopted, the existing distribution network will reach its full capacity, requiring investment for capacity expansion. Installing ESS for P/Q control can have same effect of increasing capacity without new capacity installation.</p>
		

圖 6-10 韓國儲能系統運用的效益(1)



圖 6-11 韓國儲能系統運用的效益(2)

Grid stability

KEPCO shinchungju substation

- Shinchungju, Korea
- Frequency regulation (Autonomous)
- 16MW / 6MWh li-ion kokam battery
- LS scope: 16MW PCS, PMS, Engineering and installation



KEPCO seoansung substation

- Soeansung, Korea
- Frequency regulation (Autonomous)
- 16MW / 5.4MWh li-ion kokam battery
- LS scope: 16MW PCS and PMS, Engineering and installation



KEPCO ulsan substation

- Ulsan, Korea
- Frequency regulation (Autonomous)
- 32MW / 12MWh li-ion samsung SDI battery
- LS scope: 32MW PCS and PMS, engineering and installation



KEPCO distribution project

- Nep island, wando-gun, Korea
- P, Q control for distribution network
- 3MW / 6MWh li-ion samsung SDI battery
- LS scope: 3MW PCS and PMS, Engineering and installation



KEPRI demonstration & distribution project

- Jeongeup-si, Korea
- P, Q control for distribution network
- 250kW / 500kWh li-ion kokam battery 8sets
- LS scope: 250kW PCS and PMS



Track record (Overseas projects)

Chesapeake college

- State of maryland, USA
- Frequency regulation (AGC)
- 1 MW / 720 kWh samsung SDI battery
- LS scope: 1MW PCS, Switchgear, Engineering and installation



Shin-Chitose Kashiwada

- Hokkaido, Japan
- Photovoltaic power generation with ESS
- 17MW / 13.7MWh samsung SDI battery
- LS scope: EPC, O&M (PV and ESS)



圖 6-13 LS ELECTRIC 儲能系統不同應用的實績(1)

Commercial & industrial

LS R&D anyang campus

- Anyang, Korea
- Peak shaving, Load leveling & back-up power
- 1MW / 1MWh LG chem. battery
- LS scope: 1MW PCS and PMS, Engineering and installation



LS-Nikko Copper

- Ulsan, Korea
- Peak shaving, Load leveling
- 6MW/ 36MWh
- LS Scope : 6MW PCS, PMS, Engineering and installation



SeAH besteel

- Gyeongsangnam-do, Korea
- Peak shaving, Load leveling
- 2MW/ 8MWh
- LS Scope : 2MW PCS, PMS, Engineering and installation



SeAH Coated Metal

- Jeollabuk-do, Korea
- Peak Shaving, Load Leveling
- 2MW/ 9MWh
- LS Scope : 2MW PCS, PMS, Engineering and Installation



Renewable integration

Busan hwamyeong purification plant

- Hwamyeong, Busan, Korea
- Photovoltaic Power generation with ESS
- Photovoltaic 997kW / ESS 1MW / 3MWh samsung SDI battery
- LS scope: PV 1MW (Module, PCU) ESS 1MW (PCS, PMS) EPC, O&M



LS busan factory

- Hwajeon-dong, Busan, Korea
- Photovoltaic Power Generation with ESS
- Photovoltaic 911kW / ESS 1MW / 2.7MWh Samsung SDI Battery
- LS scope: PV 1MW (Module, PCU) ESS 1MW (PCS, PMS) EPC, O&M



LS cheongju factory

- Cheongju, Korea
- Photovoltaic power generation with ESS
- 1MW / 1MWh samsung SDI battery
- LS scope: 1MW PCS and PMS, Engineering and installation



Daemyung GEC

- Youngam, Korea
- Wind power smoothing
- 4MW/ 14MWh samsung SDI battery
- LS scope: 4MW PCS, EMS, Switchgear, Engineering and installation



圖 6-14 LS ELECTRIC 儲能系統不同應用的實績(2)

6.3 SAMSUNG SDI

8月31日參觀 KEPCO Youngju Substation (154kV/22.9kV)的儲能系統並進行相關討論，該儲能系統容量為 56MW/63.111MWh，由 LS ELECTRIC 承攬建置(系統整合)，電池系統採用 SAMSUNG SDI，於 2022 年 6 月開始施工於 2023 年 8 月完工進行測試，如圖 6-15 所示，該儲能系統容量能量比為 1：1.127，主要目的為強化電網穩定度(Grid Stability)，與台電公司路園變電所(161kV/22.8kV) 儲能系統有所差異，路園變電所 BESS 容量為 21.6MW/33.2MWh，容量能量比為 1：1.537，主要目的為頻率調節(Frequency Regulation)，台電公司初期規劃的儲能系統係以提供自動頻率控制(Automatic Frequency Control，簡稱 AFC)輔助服務為目的，2025 年系統的建置目標為 500MW，另再規劃複合式儲能系統除具有自動頻率控制功能外，亦需具備半載連續充放電 4 小時的能量轉移功能，容量能量比為 1：2.5，2025 年的建置目標亦為 500MW。



圖 6-15 KEPCO Youngju Substation 儲能系統

圖 6-16 所示為 Youngju Substation 儲能系統的電池貨櫃，每一電池櫃的容量為 4MW/4.5079MWh；圖 6-16 所示為 Youngju Substation 儲能系統的相關說明。



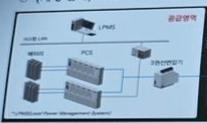
圖 6-15 KEPCO Youngju Substation 儲能系統的電池貨櫃

SAMSUNG SDI 的電池在台電電力交易平台儲能系統的市占率很高，有鑑於韓國過去幾年發生 20 多起儲能系統火災事故，因此參訪團特別就電池的安全性與 SAMSUNG SDI 進行討論，如圖 6-18 所示，SAMSUNG SDI 表示過去的多起火災事故雖然大多肇因於施工因素，但 SAMSUNG SDI 也不斷改善電池模組、電池櫃及電池貨櫃安全監測與消防設計，目前除改善電池模組、電池櫃的溫度監測外，更以符合美國安規的特殊氣體納入電池貨櫃滅火系統，未來願意配合台電電力交易平台的說明會向國內業者說明。

154kV 영주S/S 56MW ESS 건설사업 현황

1 사업개요

- (사업위치) 경북 영주시 휴천동 1625 (154kV 영주변전소 내)
- (사업규모)
 - (ESS) PCS 56MW, 배터리 63,111MWh
 - (제어동) PCS실, LPMS실, 25.8kV GIS실, 소내전원실 등
 - (계통연계) 154kV M.Ty 1Bank, 170kV GIS 1CCT, 25.8kV GIS 9CCT



공급방역

- 영주변전소 내 56MW ESS 건설(PCS(56MW) 및 PCS관련방역장사, 제어동(PMS유형), PMS, 방압(WE, Tr))
- 실차 시운전 등을 포함한 ESS 시스템 일체공급 공급

PCS	2MW PCS 28EA
배터리	63,111MWh
PMS	HAM 포함 14
수압전	120kV 22.8kV/140kV
방압	AC-DC/28E

- (준공목표) '23년 8월, (총사업비) 440억 (BTC: 320억, 변전: 70억, 50억)

2 추진경과

- '21. 6 : 영주S/S ESS 건설사업 추진방안 수립(송변전건설처)
- '22. 6 : 영주S/S ESS 일반도급 공사 및 감리용역 착공
- '22.12 : EPC사 공사분(PCS, EP,Tr, 배터리 등) 착공
- '23. 3 : 계통연계설비 설치 완료
- '23. 5 : 제어동 마감 및 PCS 설치
- '23. 5 : 1차 사용권검사(계통연계설비, EP,Tr 6대, 공조설비, S.Tr)
- '23. 6-7 : 사용권검사(PCS, BAT, EP,Tr) 및 SAT
- '23. 8 : 시운전 및 예방진단시스템 설치 (56MW 중·방전 시험)

3 영주S/S 56MW ESS 역할

- 전사 Test Bed 역할로 시공 표준화 선도
- 현장시험(FAT, SAT) 방법 개선을 통해 총 사업기간 단축
- 향후 계통안정화 ESS 사업 적기 가압을 위한 디딤돌 역할 수행

- 계통안정화용 ESS 사업 시행 초기에 따른 표준화 절차 마련
 - (시험) SAT, FAT 시험, 시운전 기준 마련
 - (설치) 시공관련 표준공종지정 및 설치 절차서 마련
 - (운영) 계통안정화용 ESS 유지보수 및 표준 Manual 제작
- 자체 공정관리 협의체를 구성하여 공사 기간 단축
 - (시공) 시공방법 개선 및 효율적인 기기배치로 공사기간 단축
 - (공정) 제어동, 배터리 기초 등 복합공정 마찰 최소화
 - ※ 기존 구조물 철거, 제어동 시공, 지하층 가시설물 설치 1.5개월 추가 소요
- ESS 시험기준 마련 시험인력 운영방안을 활용하여 시험기간 단축
 - (FAT 시험) 건설/운영사업소 직원과 감리인력을 활용하여 지원
 - (FAT 검사) 인장시험·공강검사·FAT 중복시험은 샘플링 검사 시행
 - (SAT 시험) 지역본부 계통시험업무 유경험자 중심의 현장시험
 - (SAT 방법) 현장시험 유경험부서의 노하우를 통해 시험

✓ 진행 중인 선행사업(영주 56MW ESS 건설)을 적극적으로 활용하여, 전사 ESS 업무역량 강화 및 0.97GW 계통안정화 ESS 적기 가압 추진

圖 6-16 KEPCO Youngju Substation 儲能系統的相關說明



圖 6-17 參訪團與 SAMSUNG SDI 進行討論電池安全的議題

6.4 韓國電池儲能系統發展規劃與現狀

韓國對電池儲能系統的投資和研發已經取得了顯著的進展，本節將探討韓國電池儲能系統的發展背景、政策與法規、技術發展、應用領域以及未來展望。

一、發展背景

韓國的電池儲能系統發展受到多方面背景的影響。首先，能源安全性一直是韓國政府的關切重點。韓國高度依賴能源進口，因此對多元化能源供應的需求迫使其尋求能源存儲和儲能技術的發展。其次，全球氣候變化帶來了減少碳排放的壓力，因此韓國積極尋求增加再生能源的占比，並需要儲能系統來平衡再生能源的間歇性。此外，電動交通的普及也對電池儲能系統提出了需求，以支持電動車充電和供電之間的平衡。

二、政策與法規

韓國政府為促進電池儲能系統的發展制定了一系列政策與法規。其中包括提供財政刺激措施，如稅收優惠和補貼計劃，以鼓勵企業和消費者投資於儲能技術。此外，政府也努力簡化許可程序，減少繁瑣性，以促進儲能項目的快速實施。同時，政府確保儲能系統的安全性和可靠性，通過制定相關標準和監管措施。

三、技術發展

韓國在電池儲能技術方面取得了卓越的成就，特別是鋰電池技術。企業如 LG 化學、三星 SDI 和 SK Innovation 等在這一領域有著卓越的表現。他們不斷改進電池性能，提高能量密度，並開發更長壽命的

電池技術。這些努力有助於提高儲能系統的效率和可靠性。除了電池技術，韓國還在儲能系統的整合和智能化方面取得了顯著進展。智能化儲能系統能夠更好地預測和管理能源需求，提高能源利用率，同時增加系統的靈活性。

四、應用領域

電池儲能系統在韓國的應用領域多種多樣，包括：

1.電力系統穩定性：儲能系統可以提高電力系統的穩定性，減少供電不穩定性對設備和用戶的影響。特別是在極端天氣或自然災害時，儲能系統可以提供備用能源，確保供電不中斷。

2.生能源整合：韓國積極推動再生能源的使用，但再生能源的波動性是一個挑戰。儲能系統可以協助平衡再生能源的波動性，提高其可預測性，確保穩定的電力供應。

3.電動交通：韓國積極推動電動車的普及，儲能系統是實現電動車充電和供電之間的平衡的關鍵。公共充電站和個人家庭充電設施都受益於儲能技術的支持。

4.工業應用：儲能系統在工業生產過程中也被廣泛應用，幫助平衡工業用戶的電力需求，降低能源成本，提高能源效率。

五、韓國能源/ESS 政策

隨著尹錫悅總統執政，能源政策回到原本利用核電實施碳中和的政策方向，預期將調整因親核電政策導致的核電基礎發展及新再生能源的成長速度，同時也發表了具體的 ESS 目標及事業促進計畫，如表 6-1 所示，有鑑於新再生的高度比重，為了系統穩定化，最多投入 45 兆，ESS 市場將出現大躍進的機會。

表 6-1 為管理再生能源，建立 ESS 設置目標

	2023~2026 年	2027~2030 年	2031~2036 年
新再生能源 比重	13.3%	21.6%	30.6%
ESS 目標 (累積基準)	210MW/860MWh	4.3GW/19.2GWh	24.6GW/128.3GWh
短周期 (功率型)	50MW/30MWh	1.2GW/0.7GWh	3.7GW/2.3GWh
長週期 (能量型)	160MW/830MWh	3.1GW/18.5GWh	20.9GW/126.0GWh

(一)再生能源整合與公共機關義務化計畫

1.KEPCO 的儲能專案

韓國電力公社(Korea Electric Power Corporation, 簡稱 KEPCO) 為積極推動再生能源的整合，並為應對再生能源的不穩定性，KEPCO 主導建立了 1.5GWh 容量的儲能系統，以穩定能源供應。根據 KEPCO 公開的資訊，儲能系統的建設已經取得顯著進展。在 2022 年，KEPCO 成功建成了一個容量為 51MWh 的儲能系統，並預計在 2023 年將其擴大至 970MWh。這一計畫將使韓國能夠有效地整合太陽能 and 風能等再生能源，並提高電網穩定性。

2.濟州島的大型 Demo 專案

濟州島作為韓國的一個重要地區，一直在積極發展再生能源項目。KEPCO 和其他合作夥伴正在進行濟州島的大型 Demo 專案，以推動再生能源和儲能系統的應用。根據計畫，預計在 2024 年濟州島將擁有 35MW 的再生能源容量和 260MWh 的儲能系統容量。此後，計畫將在 2026 年擴大，預計達到 160MW 的再生能源容量和 640MWh 的儲能系統容量。這個項目將為韓國的再生能源發展提供有價值的實踐經驗，並為島嶼地區的能源供應穩定性

提供了一個示範。

3. 公共機關 ESS 義務化計畫

為了推動儲能系統的應用和提高能源效率，韓國於 2017 年實施了公共機關 ESS 義務化計畫。根據這項計畫，所有用電量超過 1MW 的公共機關必須安裝儲能系統，而 1MW 容量的儲能系統必須達到公共機關用電量的 5%。然而，根據 2022 年 10 月的數據，實際的執行率只有 20.5%(254 個機關，僅 52 個機關完成)，以 MWh 為基準的目標為 40%(目標 244MWh，完成 97MWh)。這顯示出韓國在公共機關 ESS 義務化計畫方面仍有改進的空間，需要更多的努力來實現可再生能源和儲能系統的有效整合。

韓國的儲能系統發展主要由 KEPCO 的儲能專案和濟州島的大型 Demo 專案推動，這些計畫有望提高再生能源的整合程度，增強電網的穩定性，並為韓國的能源轉型目標作出貢獻。然而，公共機關 ESS 義務化計畫的執行率仍然相對較低，需要更多的政策支持 and 執行力度來實現目標。韓國的儲能系統發展顯示了一個國家如何在能源轉型中採取多樣化的措施，以實現更可持續、穩定和環保的能源供應。

(二) 為促進使用 ESS 的電力價格制度

韓國的電力價格制度在 2016 年至 2026 年之間經歷了一系列變化，旨在促進儲能系統 (ESS) 的使用，特別是商業用戶。這些政策的目標是在用電量尖峰時段降低用電量，以鼓勵更高效的能源使用和供應。以下是有關這一期間電力價格制度的重要資訊：

1. 商業用電力價格的額外折扣

韓國政府實施了一項政策，即為那些使用 ESS 並在用電量尖峰時段降低用電量的商業用戶提供額外的電力價格折扣。這一舉措旨在鼓勵商業用戶使用 ESS 來調整他們的用電行為，以在用電高峰時減少負載，從而提高電網的穩定性和效率。

2. 爆發性成長期（2017 年至 2020 年）

在 2017 年至 2020 年的期間，韓國市場經歷了對 ESS 的強烈需求，商業用戶紛紛投入使用。這段時間內，政府實施的電力價格制度，即給予使用 ESS 的商業用戶 3 倍的折扣，成為儲能系統市場迅速增長的主要推動力。商業用戶看到了使用 ESS 對其能源成本和效率的積極影響，因此積極投資並採用了這一技術。

3. 市場萎縮期（2021 年至現在）

然而，在 2021 年之後，政府將商業用戶使用 ESS 的價格折扣降至 1 倍，導致市場的持續萎縮。這一舉措導致商業用戶的經濟價值下降，因此對儲能系統的需求減少。儘管仍有一定程度的使用，但市場增長速度明顯減緩，商業用戶對投資 ESS 的動力也降低。

韓國在 2016 年至 2026 年間的電力價格制度變化反映了政府致力於促進儲能系統的使用，特別是在商業用戶領域。然而，政策的調整和價格折扣的變化導致市場經歷了高速增長期和持續萎縮期。未來，政府需要綜合考慮市場需求、經濟效益和能源可持續性，以確保電力價格制度能夠達到平衡，並繼續推動 ESS 的應用和發展。儲能系統對於提高電網穩定性和減少碳排放等方面仍然具有巨大的潛力，因此政策的精心制定對實現可持續的能源未來至關重要。

柒、參考文獻

- [1] 韓國智慧電網協會, "台韓智慧電網交流會議簡報資料", 8.29.2023, 首爾, 韓國
- [2] LG Energy Solution 網站, <https://www.lgensol.com/en/business-ess-battery>
- [3] LS Electric 網站, <http://www.ls-electric.com/>
- [4] Samsung SDI 網站, <https://www.samsungsdi.com/ess/index.html>