



智慧電網全球發展現況及趨勢

林法正

NEP-II智慧電網主軸中心召集人

國立中央大學電機系講座教授

IEEE/IET Fellow

2017年 10月4日

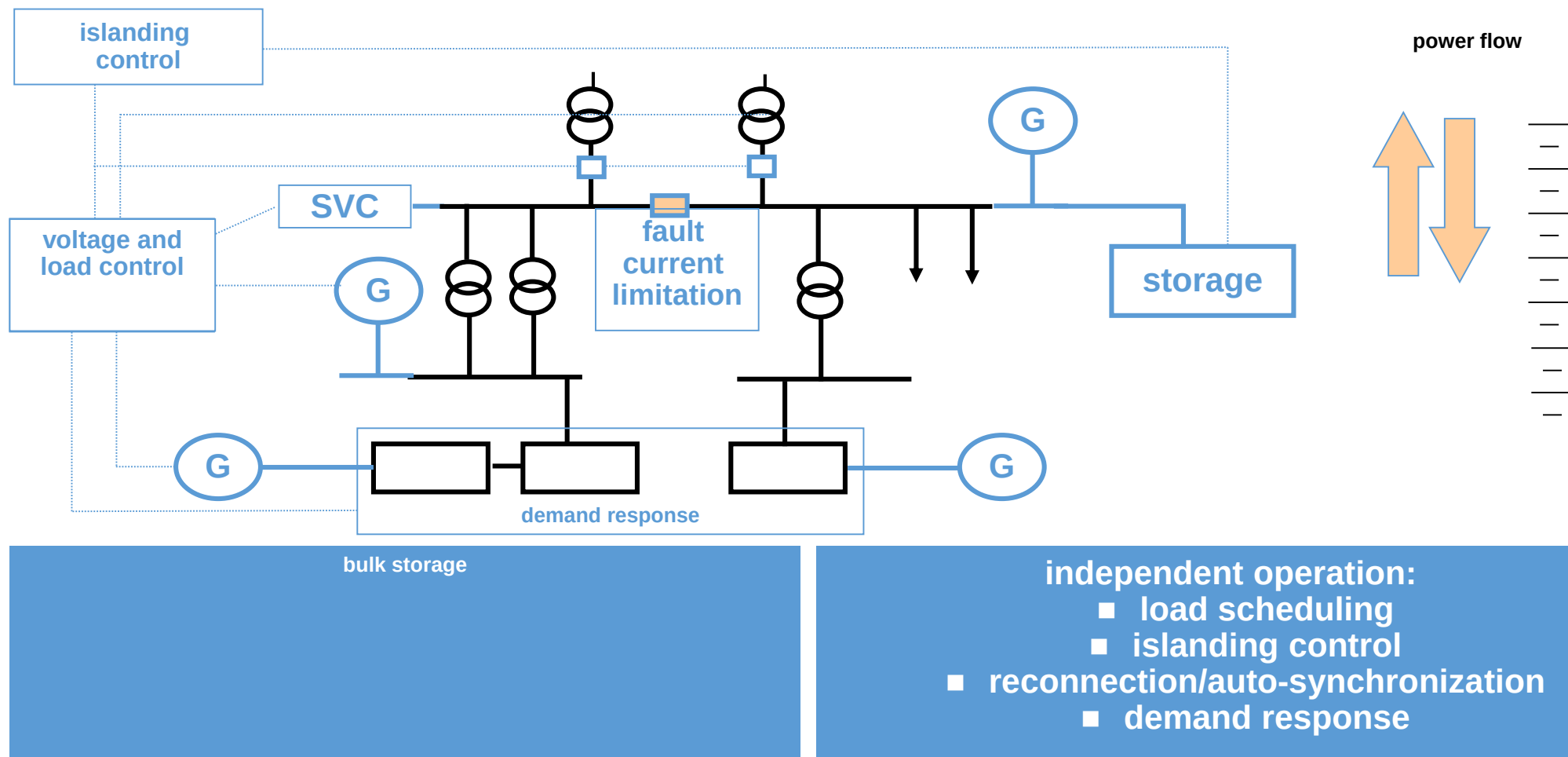
簡報大綱

- 一. 智慧電網全球發展現況
- 二. 智慧電網全球產業機會與應用
- 三. 台灣智慧電網推動現況
- 四. 台灣智慧電網產業發展現況
- 五. 台灣微電網技術發展現況
- 六. 虛擬電廠概念與運作模式
- 七. 台灣電業自由化介紹



一、智慧電網全球發展現況

The Evolving Electrical Network



先進國家連鎖性停電或大規模停電

- 2003年8月14日16時10分發生美加地區大停電，此為人類史上最大的停電事件，美加兩個先進國家部份的電力系統在短短數秒內癱瘓。造成美國八個州和加拿大兩個省約50萬用戶停電，共失去61,800MW的電力。事故期間100部以上的發電機（含22部核能機組，其中八部位於美東地區）跳機。
- 此事件顯示，現行離線方式之應變計畫仍有發生連鎖性停電之風險

停電日期	停電地區	停電時間	影響人數
2003年8月14日	美加地區	7小時，部分地區停電達16小時	約5,000萬人
2003年9月28日	義大利	5小時以上，部分地區停電長達18小時	全國5,700萬人
2005年5月25日	俄羅斯莫斯科	延續數個小時	500萬人
2009年11月10日	巴西與巴拉圭部分地區	2至3小時	巴西境內6,000萬人與鄰近的巴拉圭全國700萬人
2011年9月8日	南加州、亞利桑納州與墨西哥北部	13小時	逾400萬人
2012年7月30-31日	印度北部	連續兩天	約6億人

近年來全黑事件統計表

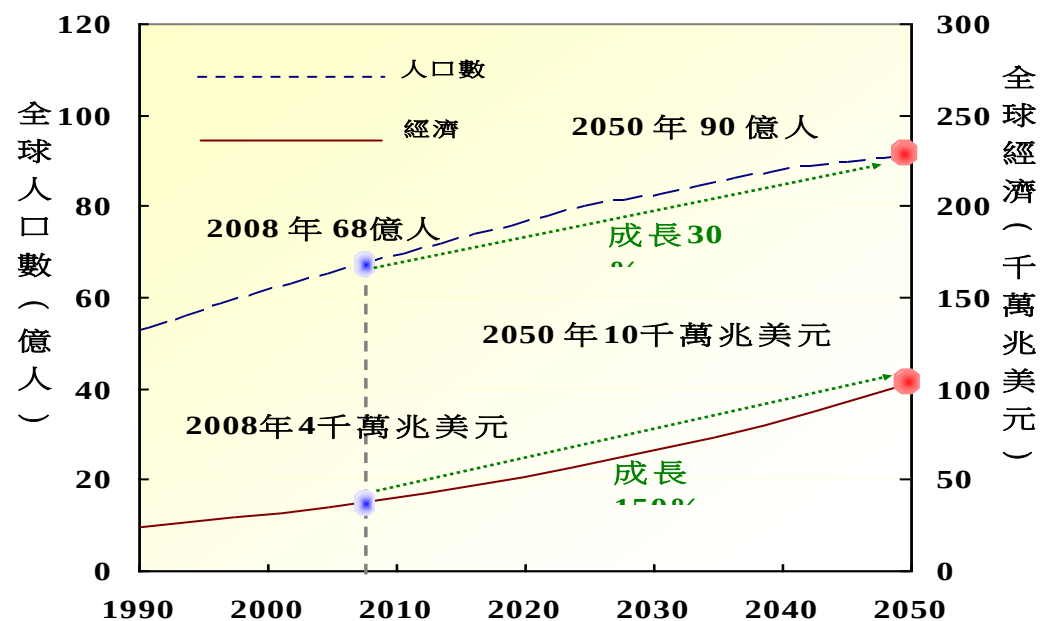
先進國家電力系統設備老舊急需更新

- 先進國家的電氣化發展已經超過100年須要持續投資以維持電力的可靠度與品質。以美國為例現有60%的電力基礎設施需在未來15年更換，未來10年必須在現有電網維護的投入上再投入額外的500~1000億美元。
- 隨著電力需求增加與分散式發電設備的推廣(例如電動車輛、太陽能電池)，老舊的配電與輸電基礎建設需要被更新或升級，並導入新的科技。
- 然而在許多地區受限於當地市場結構、法律規範、申設流程等，使得新技術投資受阻，無法享受創新技術可以帶來的便利。
- 利用先進技術，提高現有設備的壽命和承載量。現在尖端產品可使現有電纜較過去承受更多電力。

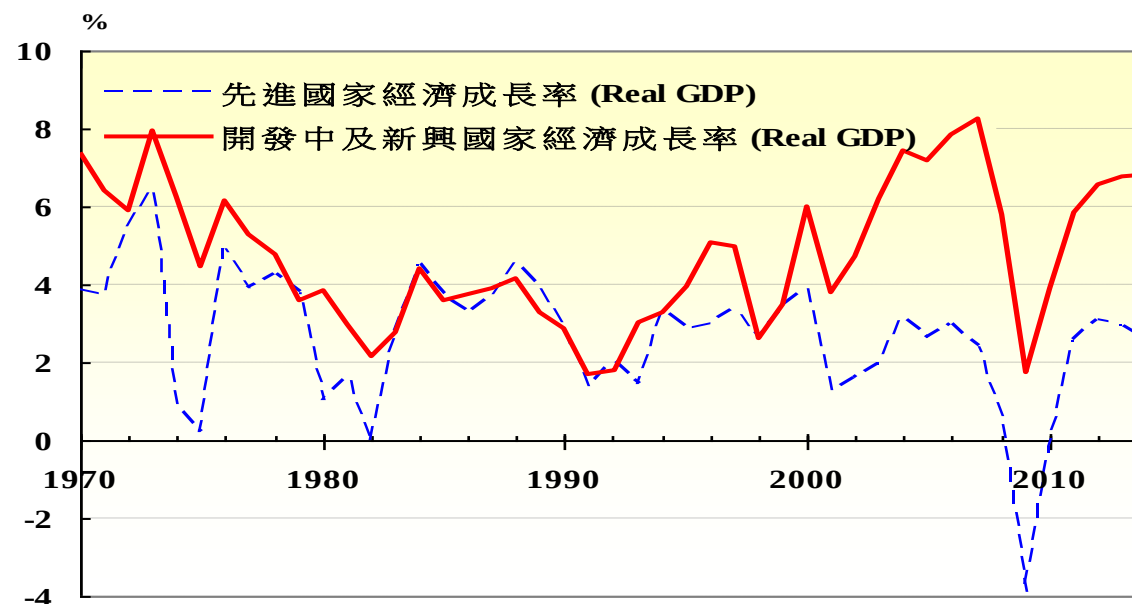


開發中國家急需完善電力基礎建

- 許多開發中國家人口的成長速度遠高於電網建置的規劃速度，全球發展中國家中超過20億人口目前無法獲得電力供應
- 如何以較低的成本、較短的時間於偏遠地區加速完善電力基礎建設，改善生活水準並支持經濟活動與都市化需求，成為開發中國家重要課題。



全球人口經濟成長推測比較 (資料來源：聯合國、PNNL)



新興國家與先進國家經濟成長比較 (資料來源：IMF)

台灣電力系統現況

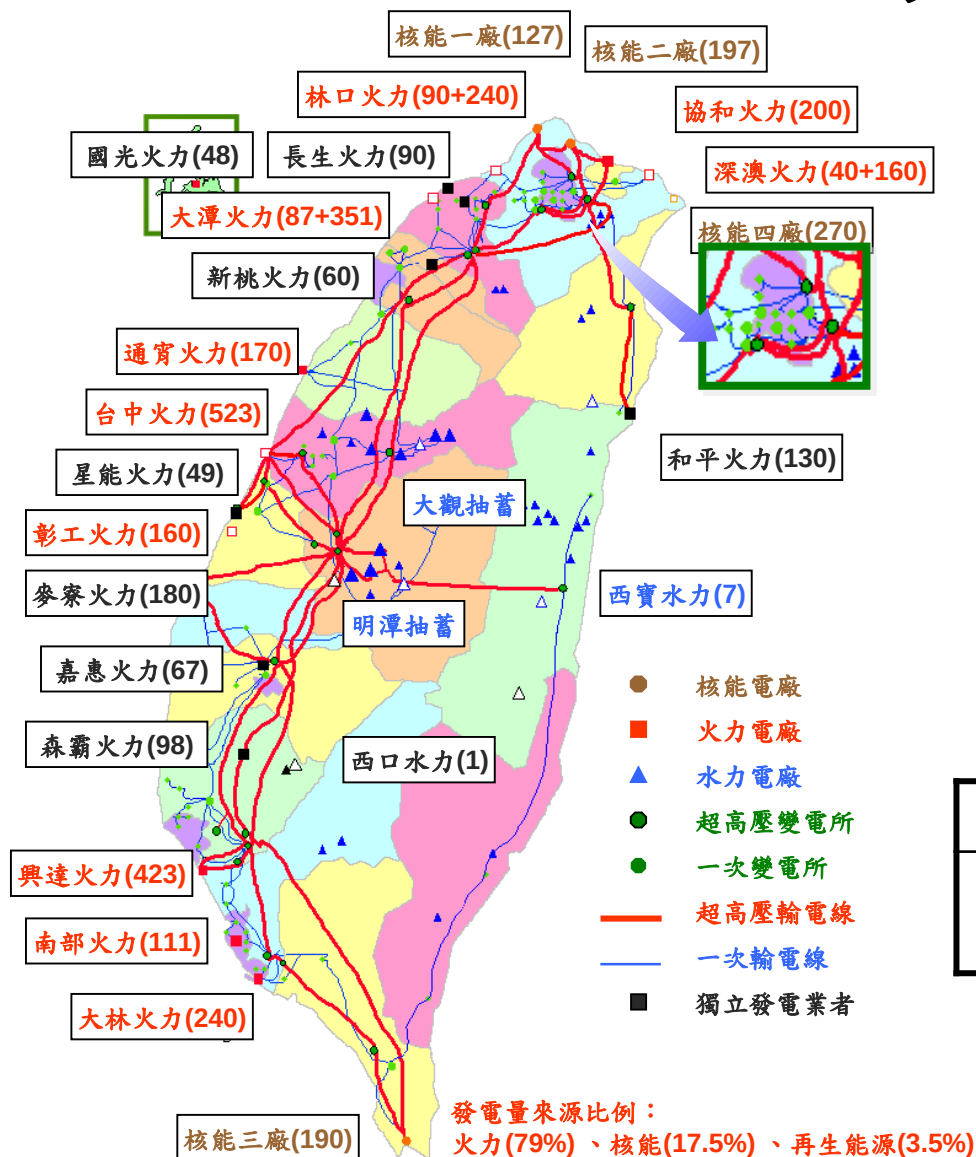
■ 屬於大型集中式電力系統

□ 電力來源：火力(天燃氣、燃煤、燃油)、核能、水力、再生能源組成。

□ 抽蓄進行離峰電力儲存

□ 天然氣發電供應尖峰用電

■ 負載集中，電力需求逐年成長



(未包函再生能源發電部份)

年度	2005	2010	2015	2020	2025
占最終能源需求比例(%)	47.7	49.3	51.8	54.4	55.7

資料來源：經濟部能源局，能源政策白皮書

台灣電力系統現況

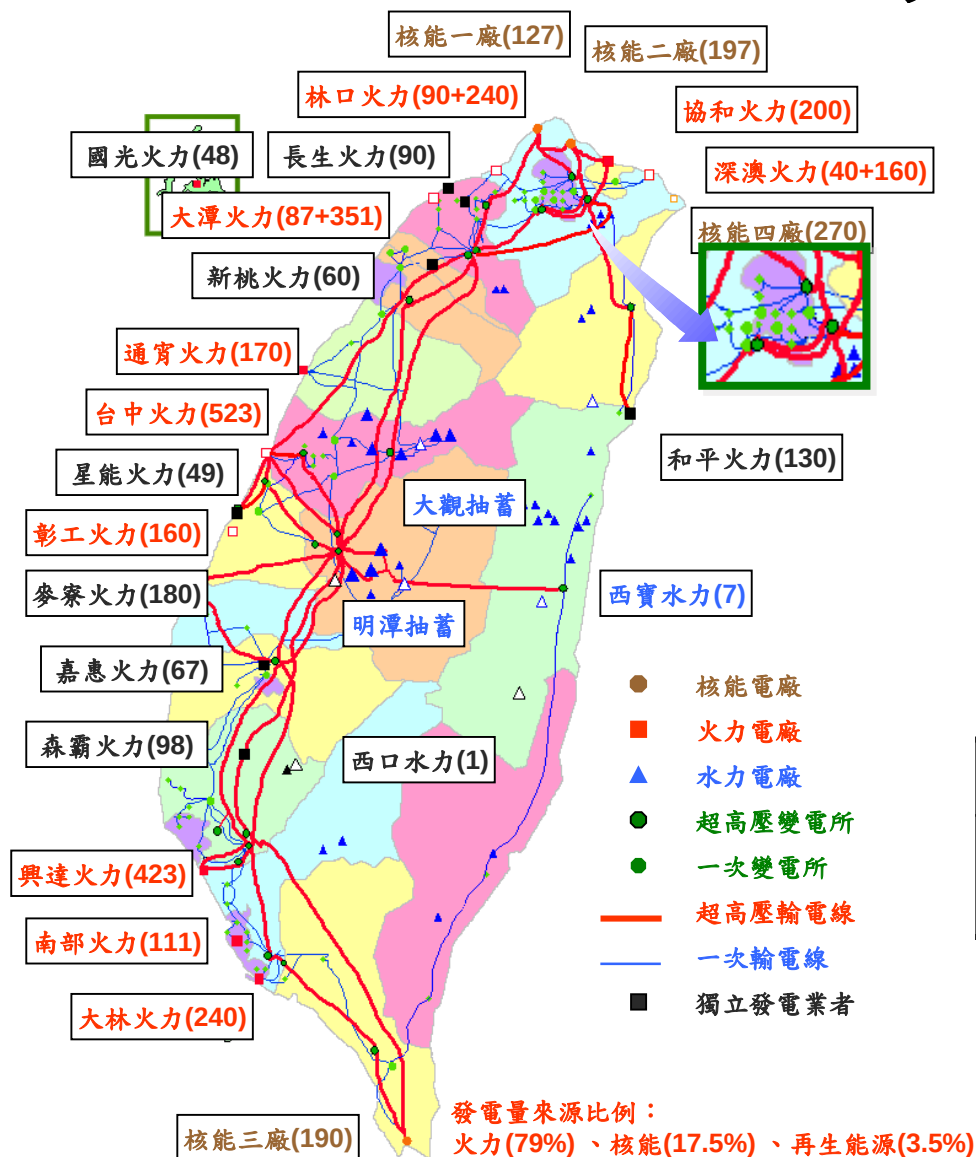
■ 屬於大型集中式電力系統

□ 電力來源：火力(天燃氣、燃煤、燃油)、核能、水力、再生能源組成。

□ 抽蓄進行離峰電力儲存

□ 天然氣發電供應尖峰用電

■ 負載集中，電力需求逐年成長



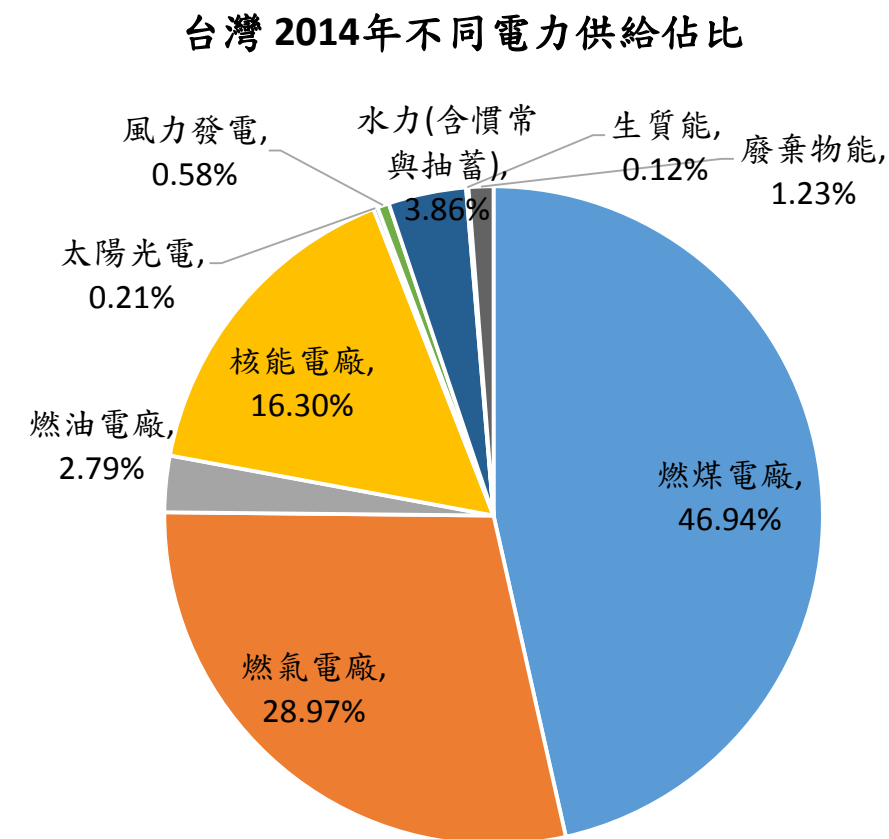
年度	2005	2010	2014	2020	2025
尖峰負載 (MW)	30,943	33,023	34,821	37,377	39,529

資料來源：2005 ~ 2014 經濟部能源局，能源統計手冊

台灣目前電力供應組合

我國電力供給以火力電廠為主，其中以燃煤電廠最為大宗，2014年燃煤電廠發電量占整體供電比例 46.94%，其次為燃氣電廠的28.97%，第三是核能電廠的 16.3%。

2014年		裝置容量 (GW)	容量因數 (%)	發電量 (億度電)	台電 發電成本 (新台幣元/度)
燃煤電廠		16.8	83	1,220.49	1.30
燃氣電廠		16.0	54	753.40	3.93
燃油電廠		3.9	21	72.47	6.63
核能電廠		5.1	95	423.89	0.96
再生能源	太陽光電	0.6	11	5.52	10.14
	風力發電	0.6	29	15.01	3.48
	水力 (含慣常與抽蓄)	4.7	18	74.39	抽蓄4.81 慣常1.54
	生質能	0.1	36	3.18	--
	廢棄物能	0.6	61	31.92	--
合計		48.5	--	2,600	2.31



北中南三區淨尖峰能力成長比較

區域供需失衡，南電北送，造成電力損失

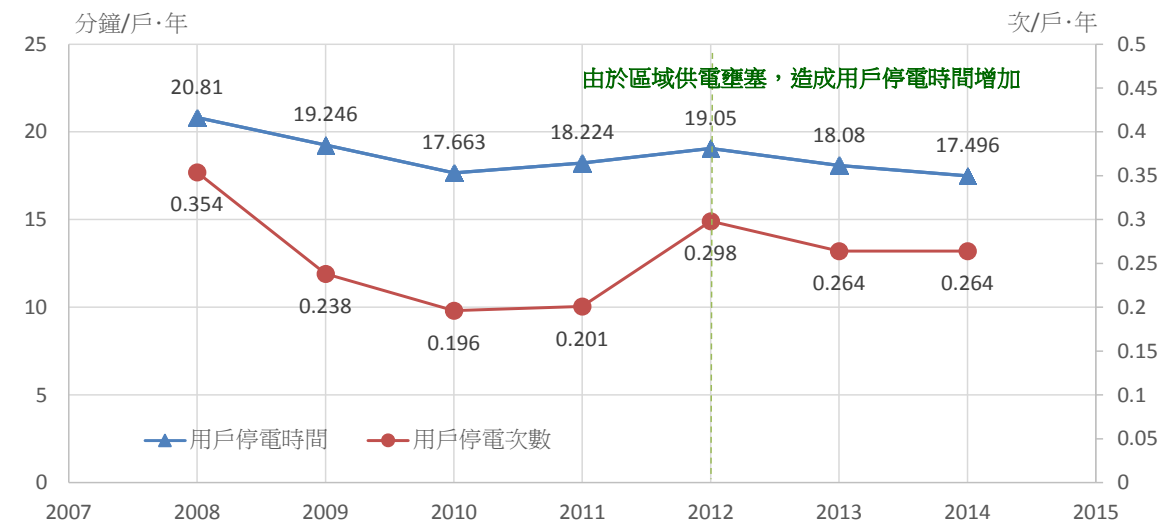
單位：萬瓩

區域	北部					中部			南部		
年別	負載 (4.6%)	淨尖峰能力		差異		負載 (3.6%)	淨尖峰能力	差異	負載 (4.1%)	淨尖峰能力	差異
		含核四	不含核四	含核四	不含核四						
2002	1,203	893		-310		716	1,019	304	782	1,216	434
2003	1,314	953		-362		741	1,098	358	793	1,200	407
2004	1,294	1,017		-277		831	1,199	368	903	1,348	445
2005	1,352	1,061		-291		860	1,258	397	938	1,350	412
2006	1,418	1,265	1,138	-153	-280	892	1,277	384	977	1,350	373
2007	1,492	1,383	1,129	-109	-363	927	1,276	348	1,021	1,351	330
2008	1,575	1,527	1,273	-48	-302	965	1,278	313	1,070	1,353	283
2009	1,657	1,600	1,346	-58	-312	1,003	1,285	282	1,120	1,355	236
2010	1,741	1,673	1,419	-68	-322	1,041	1,287	246	1,170	1,358	188

區域供電瓶頸



- 各種環保的抗爭不斷，環保意識普遍，地方輸電線等設施無法順利進行建設而嚴重落後，再加上尖峰負載4%中度成長，導致地區性供需失衡。
- 由於變電所用地與輸電線路權取得困難、工程施工屢遭民眾抗爭，導致輸變電工程進度延宕，部分地區的輸變電設施嚴重超載，事故機率及缺電風險甚高。
- 台電公司過去曾拒絕三重等5個台北縣鄉鎮市的新大型用電戶申請供電，這5個鄉鎮市的所有新重大建設如果要用到電，都將無法興建。
- 都市化越明顯的區域，超高大樓不電電斷增建，高樓用電在尖峰時段非常集中，但是配電及變電設施因路權、居民的反對或設備投資遞延而無法過擴建，造成即使有發電容量也無法傳送電力的區域限電問題，造成用戶停電時間增加

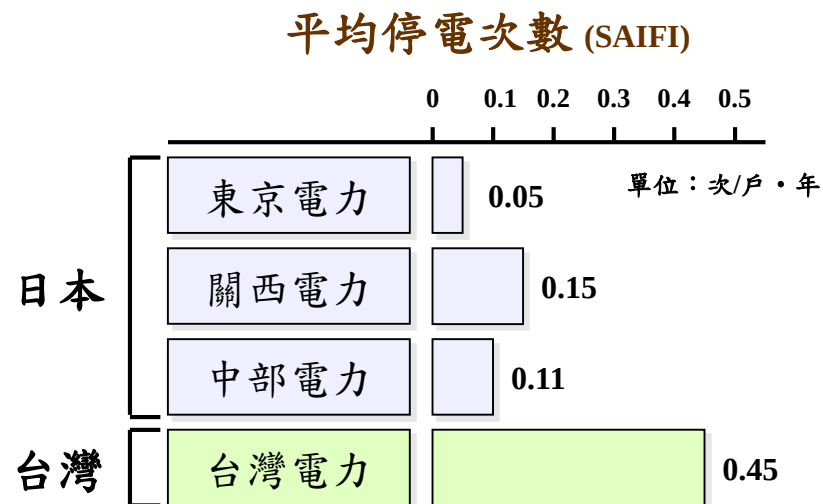


資料來源：台灣電力公司網站，95年5月3日

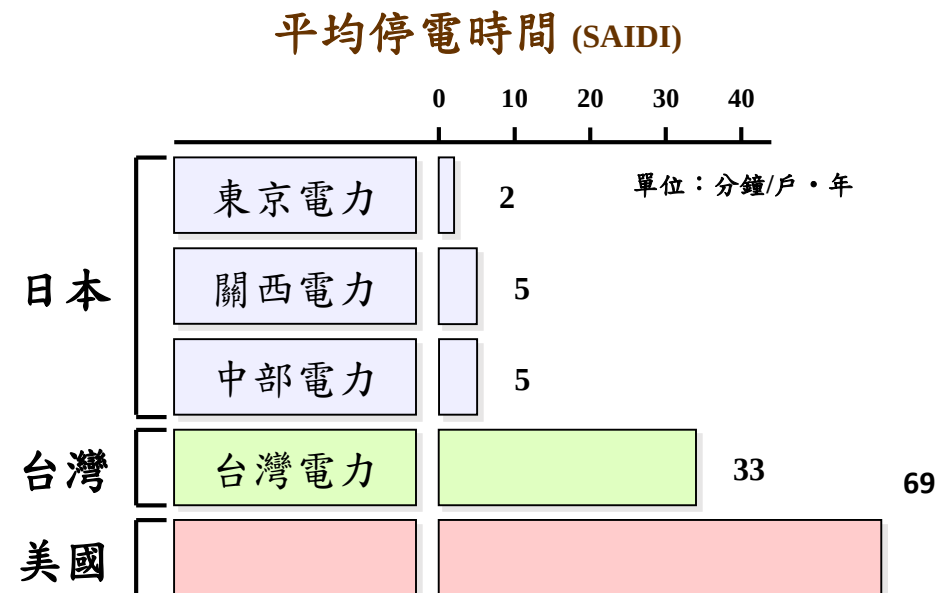
電力品質要求日益嚴格

持續降低用戶停電時間並提高供電品質遭遇瓶頸

在經濟部能源局強力推動及台電公司全力配合下，近年來，用戶停電時間大幅降低。惟欲持續降低以比照日本水準，則出現困難。若不能突破技術瓶頸，以持續降低用戶停電時間，實無法符合高科技產業與都會金融對於高品質電力的需要。



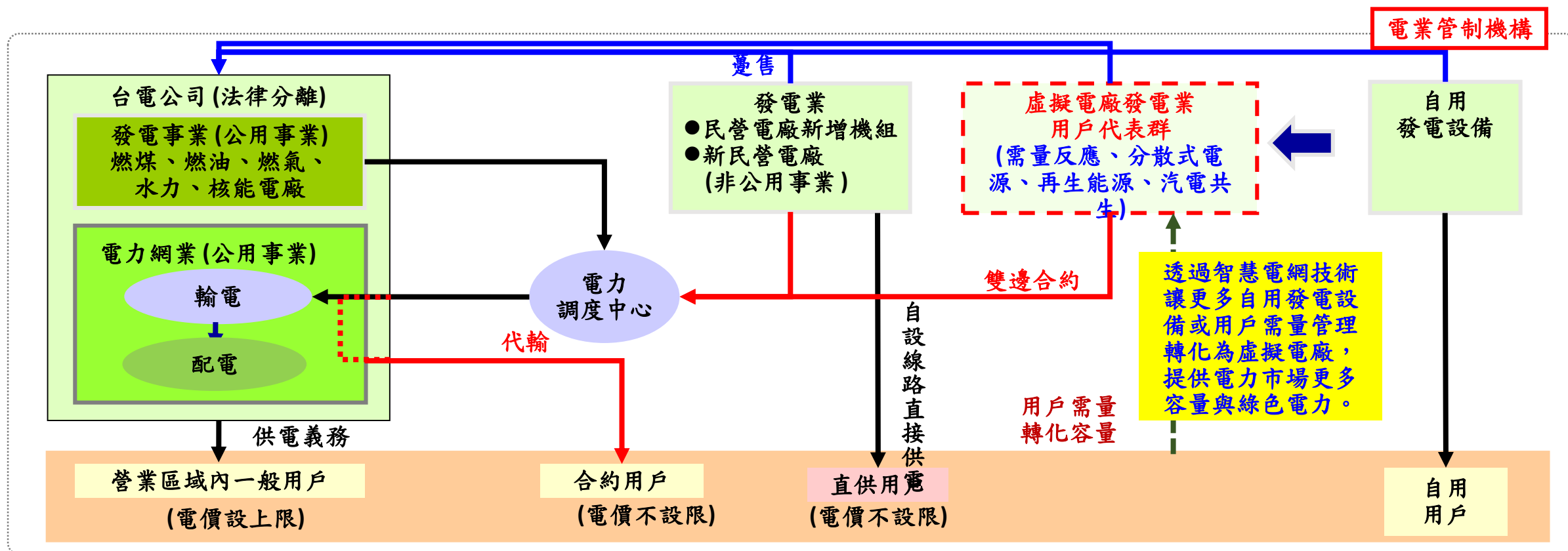
說明：日本為2005年資料，台灣為2004年資料



資料來源：台灣電力公司，關西電力公司

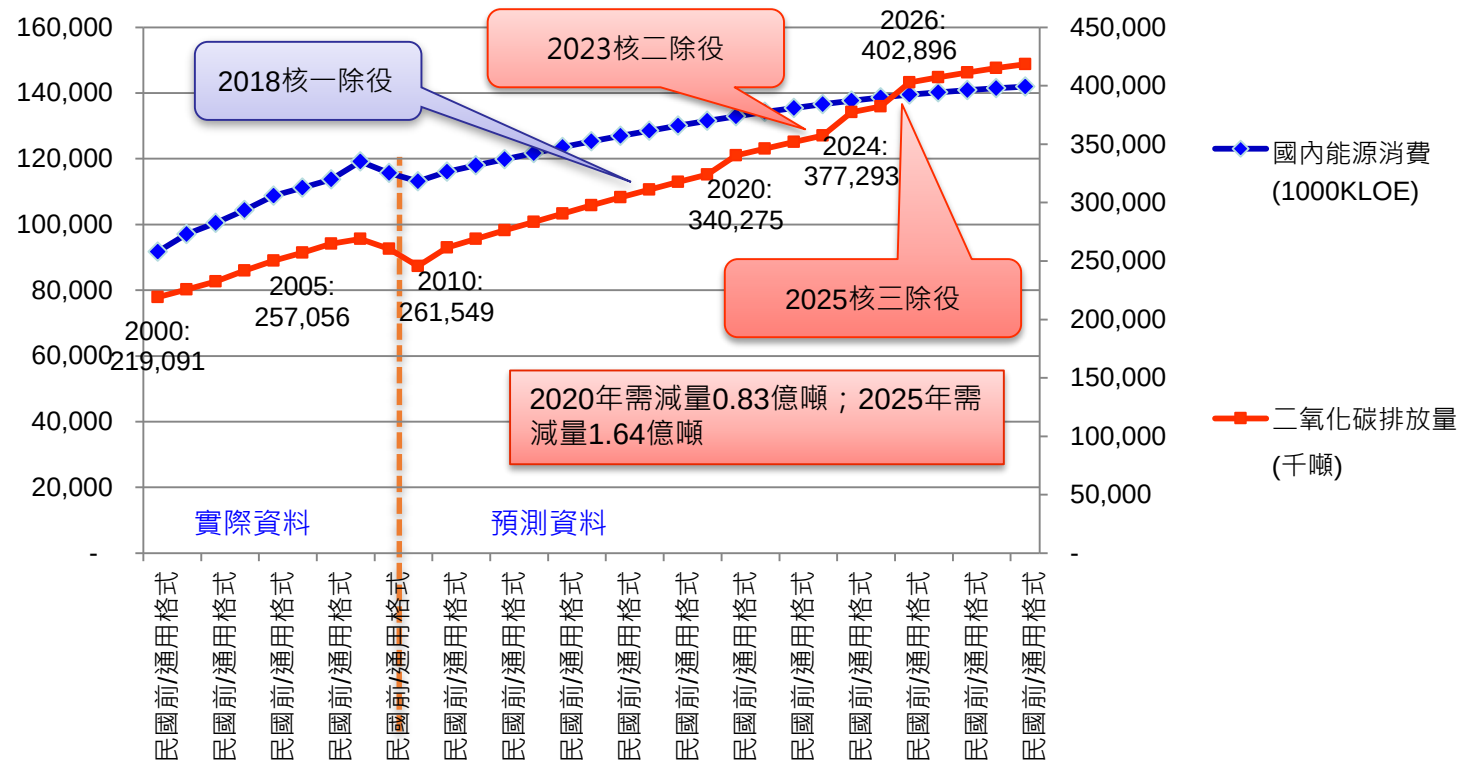
健全電力市場競爭環境，邁向電力自由化

- 我國電業的自由化，已成為不可迴避的趨勢。台電公司應有突破性的作為，已大幅提高經營效率，俾與自由化後的民營電業作良性的競爭。
- 自由化後的電力市場需要有節點電價與即時電價機制，俾大用戶與零售業亦能參與電業市場。



台灣節能減碳目標與現行策略

- 2015年6月立法院通過《溫室氣體減量及管理法》，明定我國2050年的溫室氣體排放量要降為2005年的50%以下。目前尚待各部會以新設定減碳目標，提出可行對應減碳作法。
- 在穩健減核政策下若核能機組退役，台灣需更多積極方案，才有機會達成減碳目標。



現行減量方案僅可達成短期目標，
欲達成2020年目標需投入新的減量方案

單位：百萬噸

部會現行方案	2020 年減量效果
提升能源效率每年 2.0%	76.1
擴大天然氣使用	16.0
再生能源推廣	5.2
核四商轉與若核一延役	28.7
提升發電效率	2.8
森林碳匯	1.0
對外購買碳權 (缺口)	32.0
缺口	1.2
總計	163

(台經院模擬計算) 以每年GDP成長3%進行模擬，考慮核電廠除役後及未來之新增發電量皆以燃煤發電替代

擴大分散式再生能源利用

因應國際減碳壓力與穩健廢核所擴大之電力缺口與二氧化碳排放，經濟部規劃「新能源政策」，擬擴大再生能源與液化天然氣利用，推動「陽光屋頂百萬座、千架海陸風力機」，使2025年再生能源發電裝置容量達9,952 MW，占發電總裝置容量14.8%。

單位: MW

能源	蘊藏量	2012	2030目標	說明
陸域風力	4,600	571	1,200	推動「千架海陸風力機」計畫 陸域(約450架風力機): 2015年前致力於陸地優良風場開發(累積超過800MW)，2015年後再開發次級風場(共約可設置400MW)。
離岸風力	15,000	0	3,000	離岸(約600架風力機): 於2015年完成國內首座離岸風場開發設置；2020年完成淺海風場600 MW (約120架風力機)。2021年後進行大規模風場開發，於10年間設置2,400 MW (約480架風力機)。
水力	11,730	2,081	2,502	台灣水力蘊藏量約11.73 GW，但真正能開發量約為5.16 GW。再加上地小人稠之故，水力發電設置幾乎已達飽和，未來可開發量較有限。
太陽光電	63,00	162	6,200	推動「陽光屋頂百萬頂」計畫 屋頂型: 以每座屋頂可設置3 kW，百萬座共計3 GW。 地面型: 地面型主要以受列管污染農地及棄置土地為主，2030年前以設置3GW為目標。
地熱能	33,640	0	200	全台約130多處有明顯地熱特徵可開發傳統淺層地熱，預估於2025年前可開發150 MW；2025年開始台灣增強型地熱之評估，並選擇適當地點進行發電示範。
生質能	1,840	822	1,400	生質能分為廢棄物及沼氣，至2030年開發都市廢棄物1083 MW、農林廢棄物286 MW及沼氣31 MW，共計1,400 MW。
海洋能	13,200	0	600	台灣海洋能較具開發潛力者為波浪、海流及溫差發電，2015年前以開發各級距系統為主。2015~2020年設置第一座先導示範廠，2020年開始海洋能發電廠商轉。目標2025年波浪、海流及溫差發電裝置容量可分別達到60、70、70 MW。

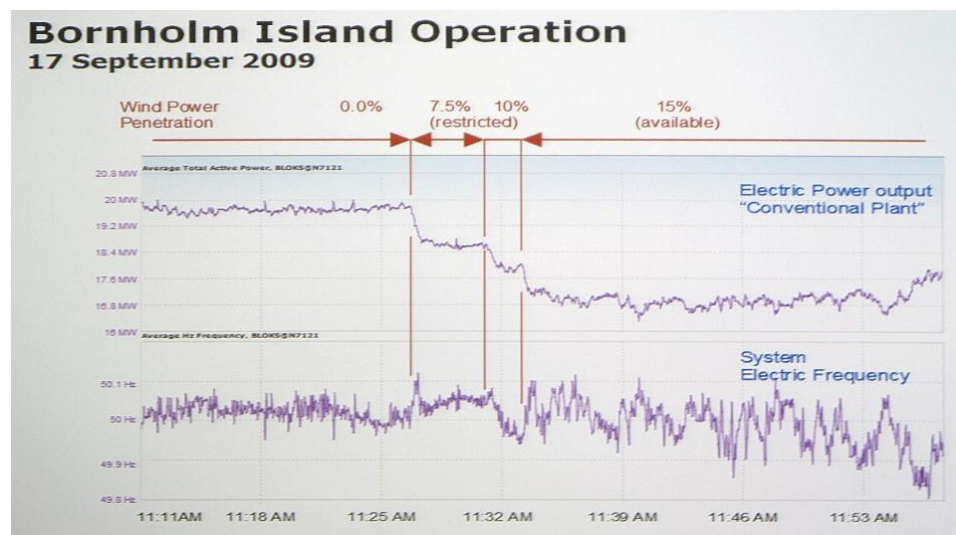
擴大再生能源總裝置容量目標量

■ 我國擴大再生能源總裝置容量目標量政策

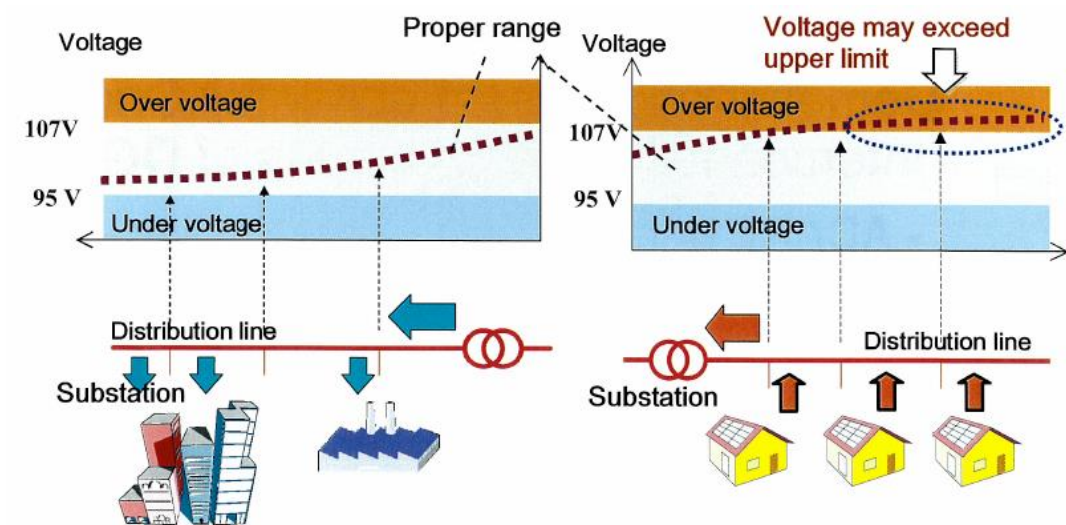
- 因應國際減碳壓力與穩健廢核所擴大之電力缺口與二氧化碳排放，經濟部規劃「新能源政策」及「三個再生」政策目標，分別是擴大太陽光電設置、優先推動離岸風場及加速地熱商轉。
- 本年度擴大再生能源總裝置容量目標量，由原規畫2030年1085.8萬瓩，擴大至1725萬瓩，**增加1.5倍，屆時將占台電電力系統三成以上**。太陽光電增幅最大，2030年目標量預計由620萬瓩提高至870萬瓩。
- 因太陽能發電成本降低，讓經濟部調高每年太陽光電發電設備的推廣目標量，由現行的270 MW提高到500 MW。「陽光屋頂百萬瓦」規劃在2030年達成6200 MW的目標，可望提前在2025年就可以達成。

擴大再生能源利用對電力品質的影響

- 當大量的太陽光電發電系統併聯於配電系統時，尤其是併接於饋線末端，則可能造成電壓上升而超過運轉電壓限制之要求。
- 在丹麥之Bornholm島若島上分機停止運轉可將電力系統頻率維持在 $50\text{Hz} \pm 0.1\text{Hz}$ ，若將系統中風力發電比例增加到15%，則系統頻率變動將增加至 $50\text{Hz} \pm 0.2\text{Hz}$ ，影響電網穩定度。



Bornholm島電力系統饋入風力發電狀況

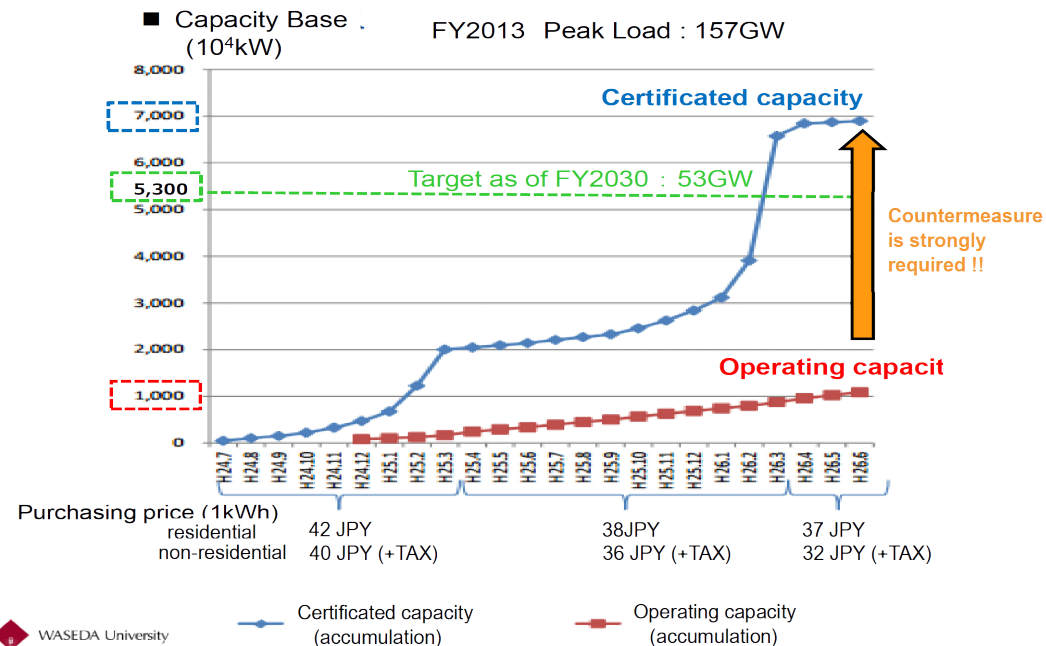


集中式太陽光電發電系統造成饋線末端電壓上升示意圖

電網間歇性發電接納容量對擴大再生能源利用的限制

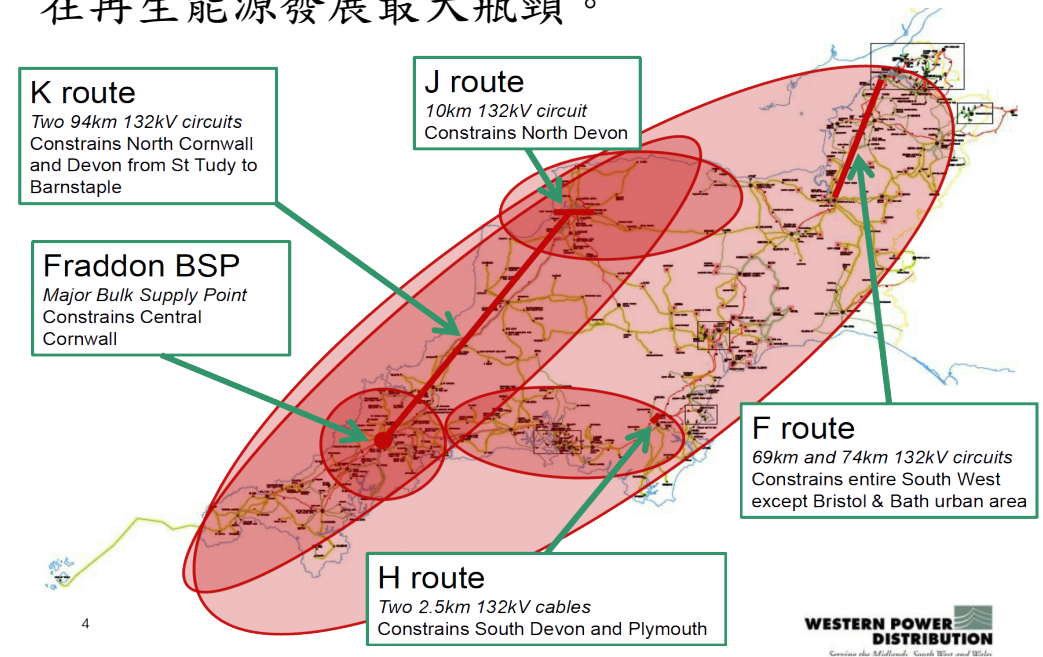
■ 日本輸電網容量不夠暫停跟再生能源業者簽新的電力收購合約：

原本日本訂定2030年再生能源發電量目標53GW，但去年底已經突破65GW，日本輸電網容量不夠，也沒有蓄電設備，導致一半的電力公司急踩煞車，宣布暫停跟再生能源業者簽新的電力收購合約



■ 英國因電網間歇性發電接納容量達上限，限制再生能源電力饋入電網：

英國部分地區由於電力系統老舊，輸電線路網容量不足，已經全面限制再生能源電力饋入電網，新用戶要將再生能源饋入電網至少需等待3~6年以上。電網間歇性發電接納容量成為限制在再生能源發展最大瓶頸。

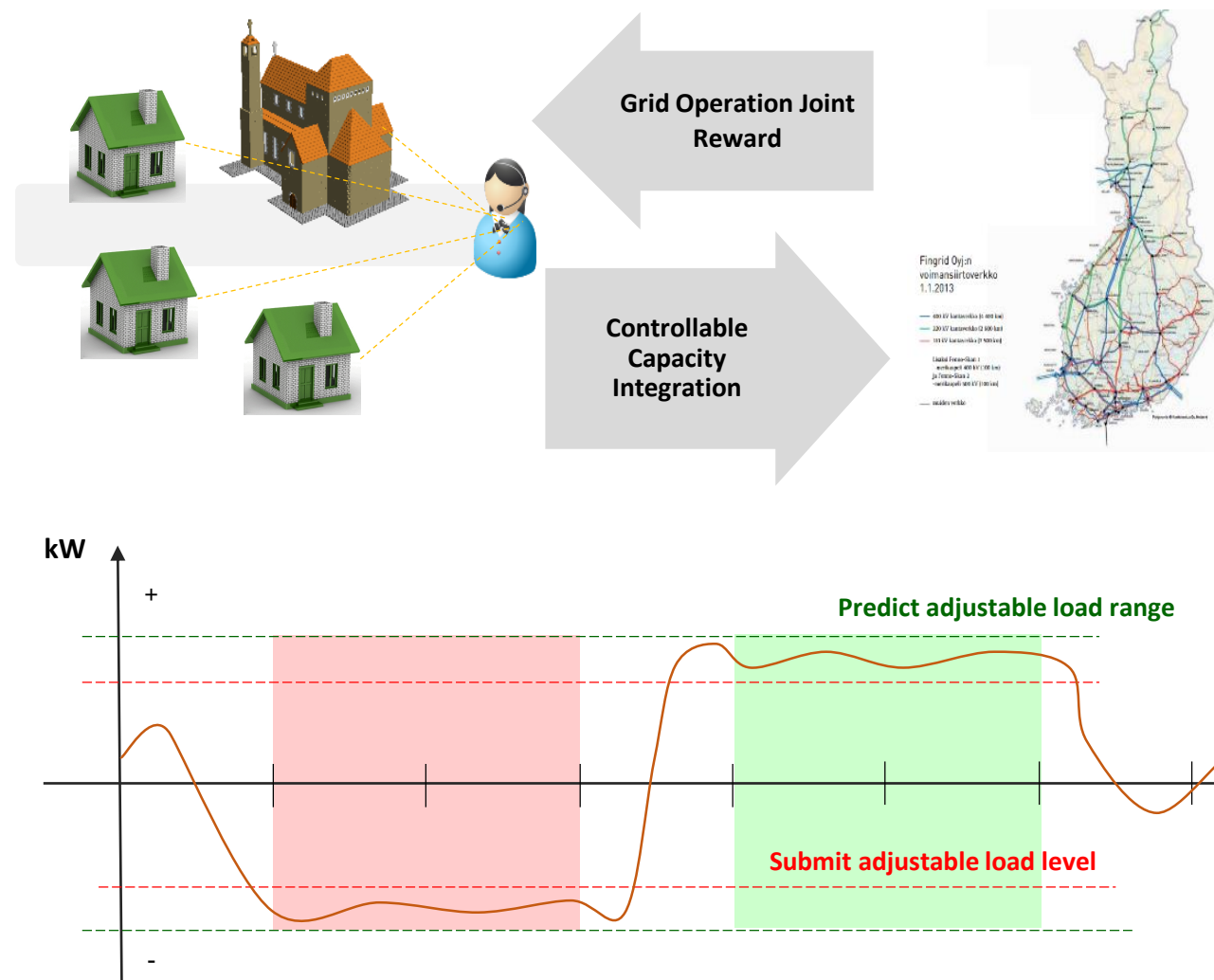


擴大再生能源利用，需導入創新的電網技術

- 我國目前的電網結構以單向輸配、單向控制為主，其搭載之保護裝置亦為單向，使用端則裝設機械式電表並非數位式電表，在遠端監控與雙向資訊回饋調度上有實行的困難。
- 要導入分散式電源、提高電網效率及維護整體電力系統安全，必須發展分散式電源技術及智慧型電網管理系統，藉由供應/負載端之雙向回饋監控、配合需量反應、即時監控/決策機制以同時藉由區域性調度達成區域性負載平衡，並與市電電網作資訊交換及併聯。
- 雖然以目前台灣再生能源裝置容量占比尚嫌不足，仍需積極擴充，但以台灣現有電網架構若區域之再生能源佔比達5%以上，將會衝擊台電系統區域運轉之穩定性。因此為能監控這些不穩定的電源，並有效管理既設的電源與用戶，提供再生能源所亟需的備用電力，則非導入創新的電網技術不可。

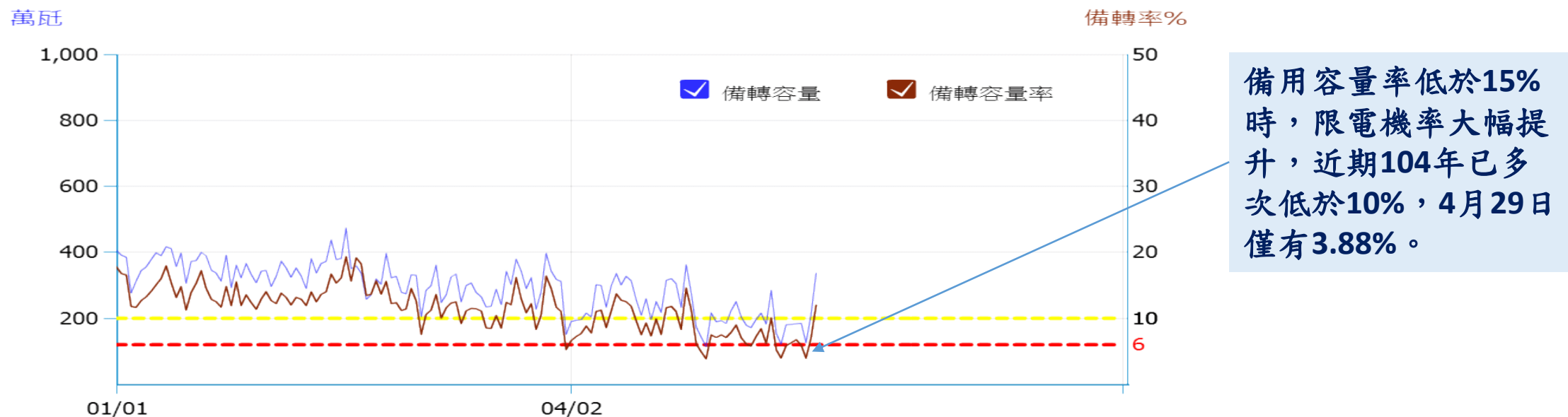
建構智慧電網建立智慧與彈性用電模式

面對未來發電容量開發困難及電力系統導入更多風能、太陽光電等不可調度電源之狀況下，應利用智慧電網技術建立用戶智慧彈性用電機制，除可抑低尖峰負載成長，提高能源使用效率外，亦可配合電力事業負載調度，建立更具彈性的用電模式提高電力備載容量，提高再生能源接納容量。



臺灣未來電力供應環境

- 根據臺灣整體電力供給及需求分析推估，在核四封存，現有三座核能電廠都依照時程陸續除役，且規劃中新增的燃煤及天然氣發電機組如期完工加入發電、老舊機組都如期除役的狀況下：
 - 以正常用電需求(用電成長率2%)推算，**自民國107年起，就會面臨缺電風險**，全民都要進行節能運動。
 - 如果因為各種因素，讓汰舊換新的燃煤或燃氣火力發電機組無法如期運轉，**最快從明(105)年起，就有可能面臨缺電危機**。
- **缺電風險是所有國人都無法避免，必須面對的嚴肅課題。**



智慧低碳城市

- 聯合國人類住宅區計劃署將人口快速都市化的21世紀稱為「都市化的世紀」
- 21世紀開始溫室氣體排放所導致地球暖化與及氣候的劇烈變化課題受到前所未有的關注
- 因此都市發展規劃與自然環境的永續發展(調和)受到重視。

智慧低碳城市：以環境調和為目的，應用綠色能源、智慧電網等最新技術建設低碳與高效率的次世代都市，設計方向由針對電力與水資源擴大到交通、物流公共服務等範圍。

發展模式

新都市開發

再生能源導入

滿足成長需求

強化供應信賴



能源



交通



產業



社會福利



環保



風力發電



太陽光電



儲能系統



電動車



智慧電網



低碳能源設備



電網設備



更新電力網路



停電監控、故障應變

資料來源：アクセンチュア資料「“街づくり”としてのスマートグリッドスマートシティによる低炭素化と経済成長の両立」を基に三井物産戦略研究所作成

次世代交通系統-都會私人交通運輸新概念 Car2Go

- 私人交通運輸非以車輛本身為主體，而是以提供從A點到B點的運輸解決方案系統為主。
- 利用電動車租賃系統 Car2Go 建構私人運輸系統是未來個人運輸的概念。
- 運輸工具的運行觀念應該要朝向任何時間、任何地點、自助租用汽車服務等方向轉型。

上車，開車，停車
(整合式車輛資訊系統)

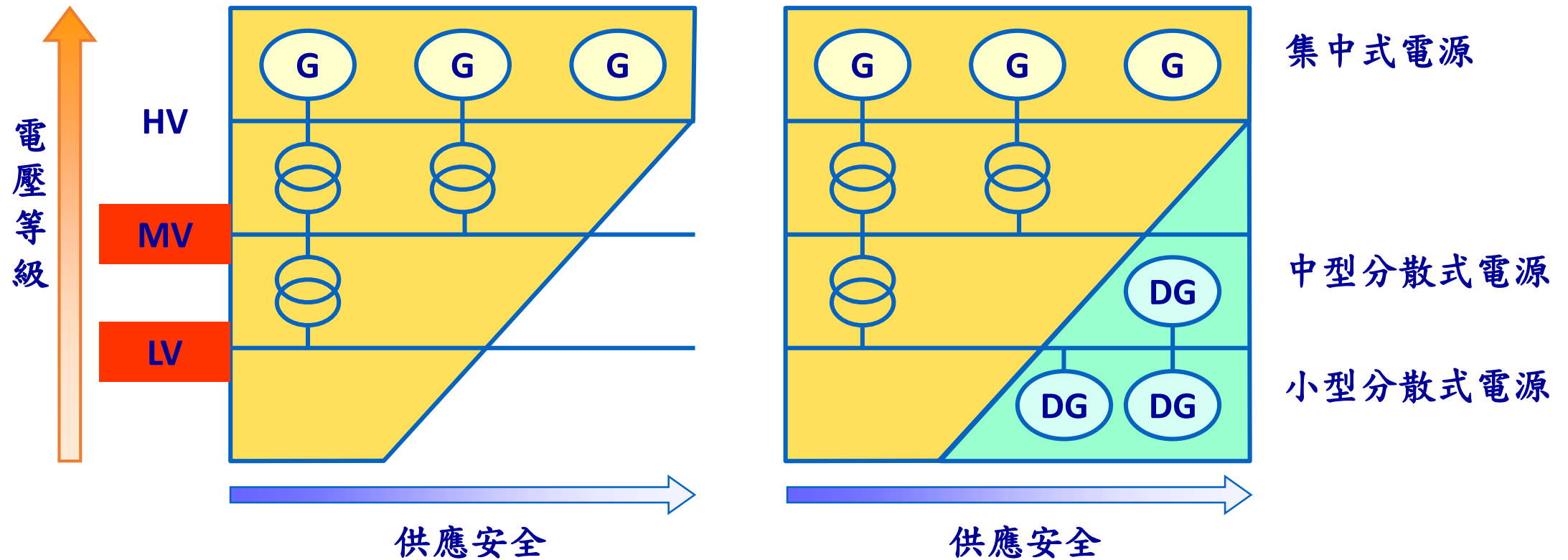




分散式發電優勢

	分散式相較於傳統集中式發電優勢
設置地點與條件	1. 易尋覓設置地點 2. 可於短期間快速導入 3. 進料多元對區域的基礎建設依存度低 4. 管理較為容易
電力供給	1. 易對應峰載電力的時空間需求 2. 妥善率較高 3. 可作為系統孤立區域或緊急發電電源
節能與環保	1. 較高的綜合能源利用效率(60%) 2. 系統化廢熱利用 3. 避免輸電損失(5%) 4. 利用低碳能源(天然氣或再生能源)抑制二氧化碳排放量 5. 啟發國民節能意識
經濟效果	1. 不確定能源需求下的資本投入策略 2. 迴避增設輸配電設備與變電所的困難 3. 量產化可降低成本 4. 一般事業者可負擔的能源系統 5. 創造燃料多元性的價值 6. 對應電力與能源的自由化 7. 結合網路技術可創造出新事業

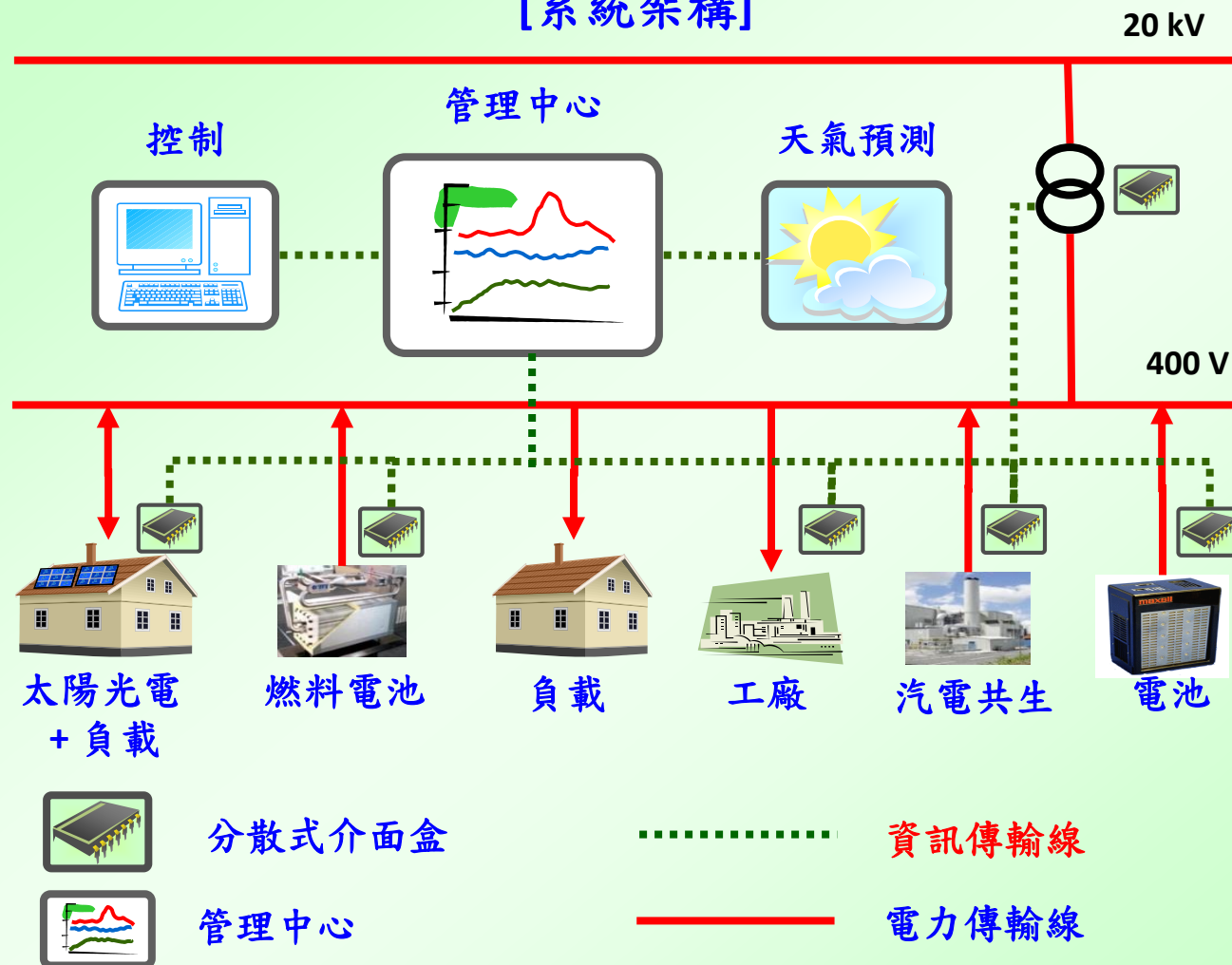
分散式電源提高能源供應安全潛能



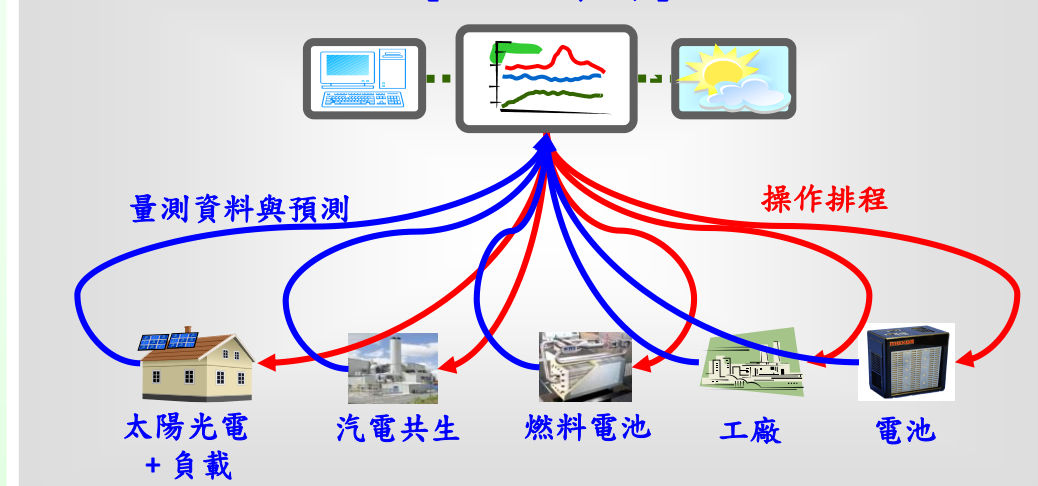
- 一般而言高壓電網的安全要求比中低壓電網高,
- 80% 的電力中斷或停電源自於低壓(LV)或中壓電網(MV)
- 分散式電源可彌補電源供應安全上的不足

分散式智慧型電力網路管理運作

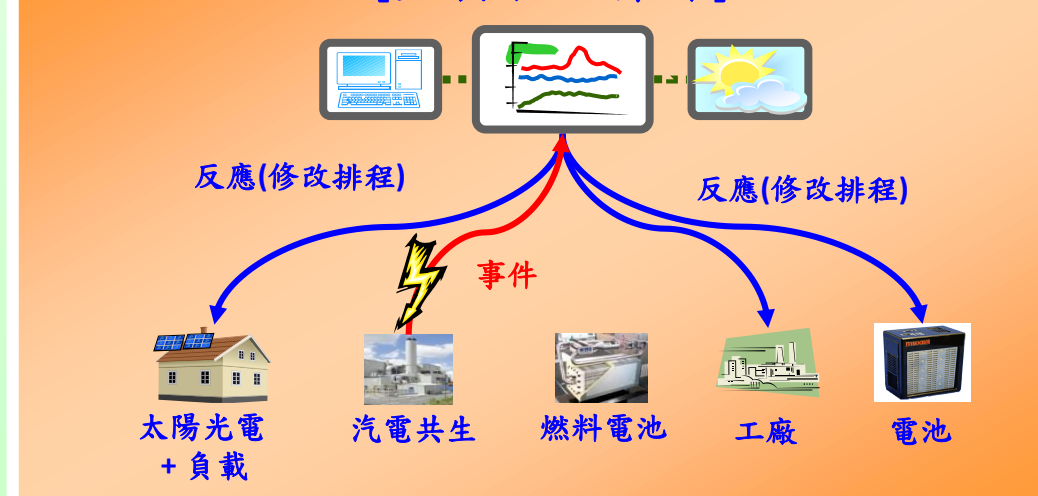
[系統架構]



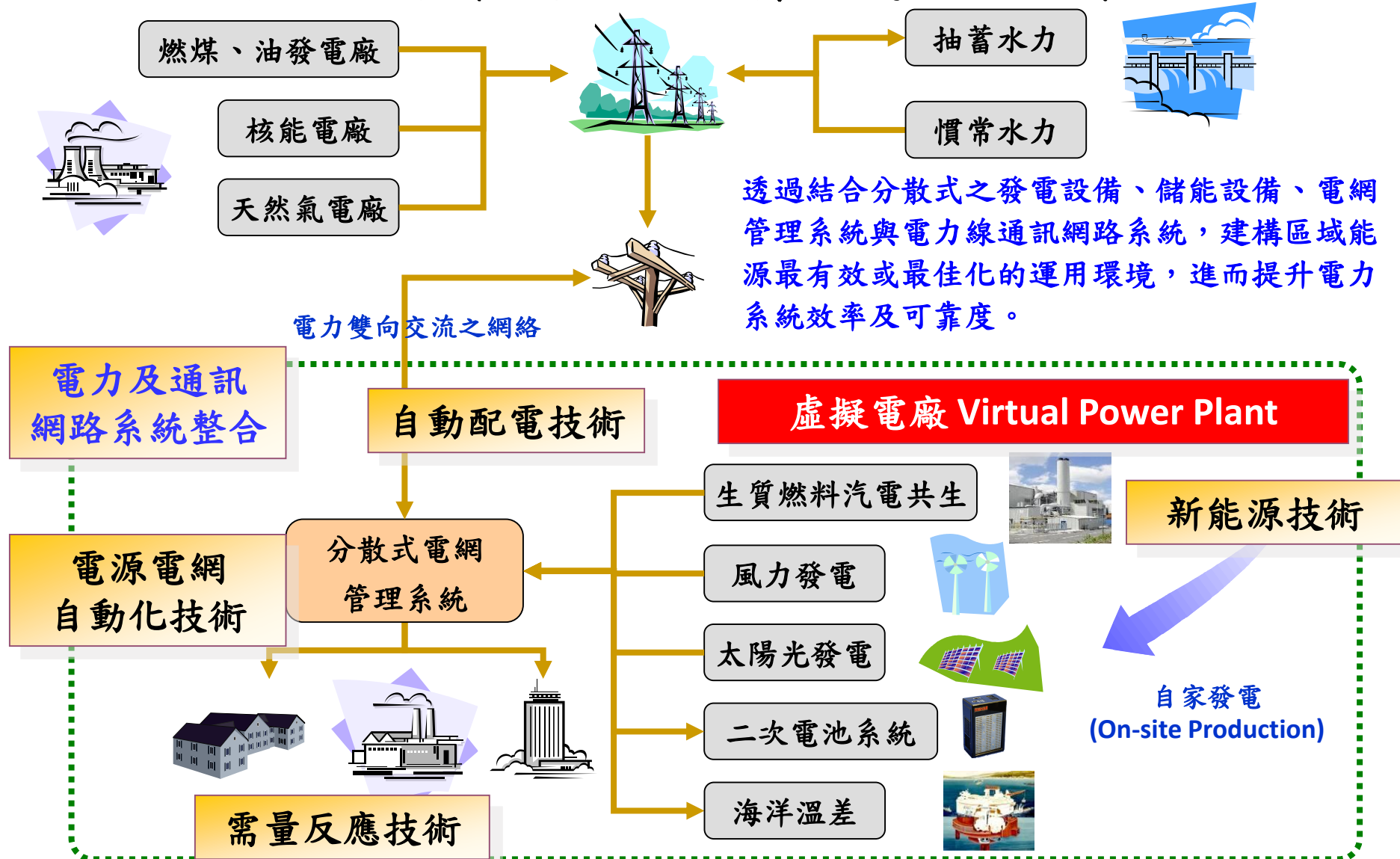
[一般操作]



[突發狀況操作]



新世代智慧型分散式電力系統



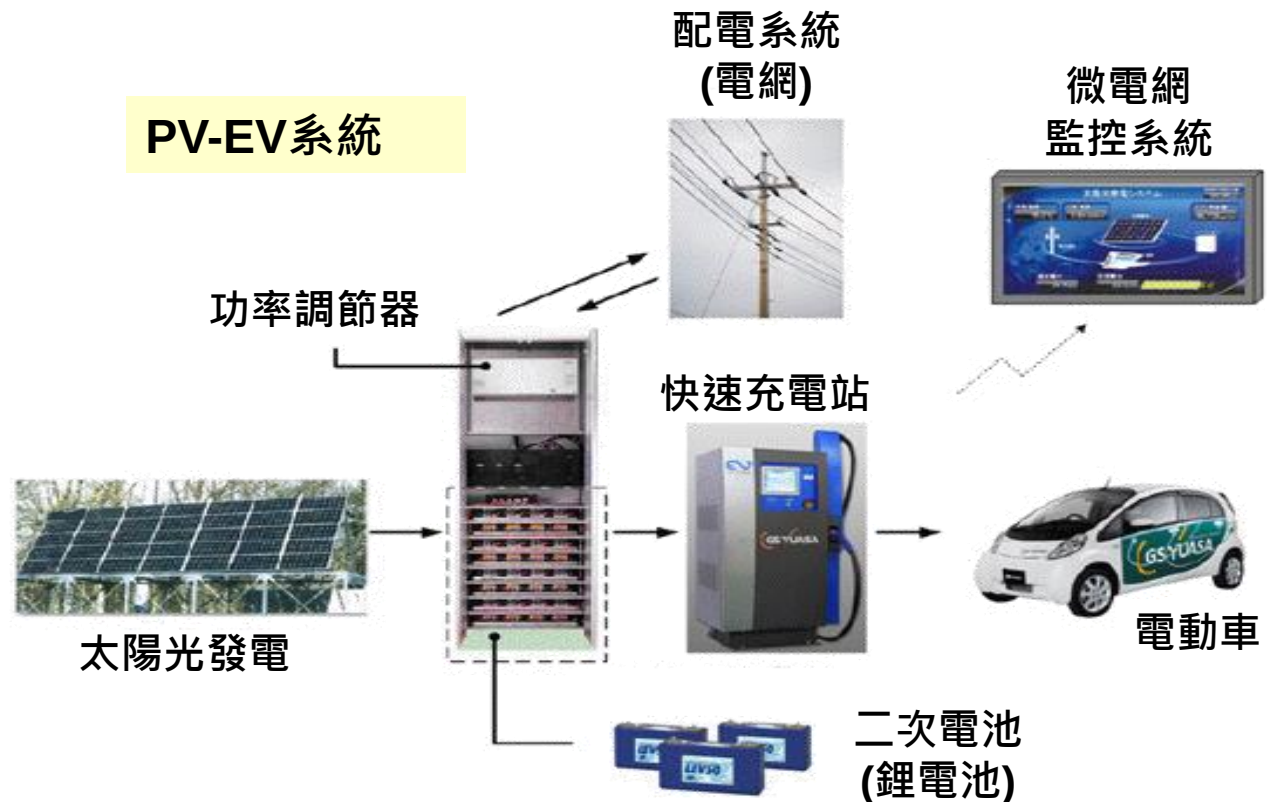
次世代交通系統

整合低碳能源供應與智慧交通運輸

為了提升智慧城市的居住品質，降低噪音和廢氣排放，利用可再生的分散式能源作為電動車輛的潔淨私人運輸工具解決方案，如此將可成為充滿活力同時潔淨的都市。



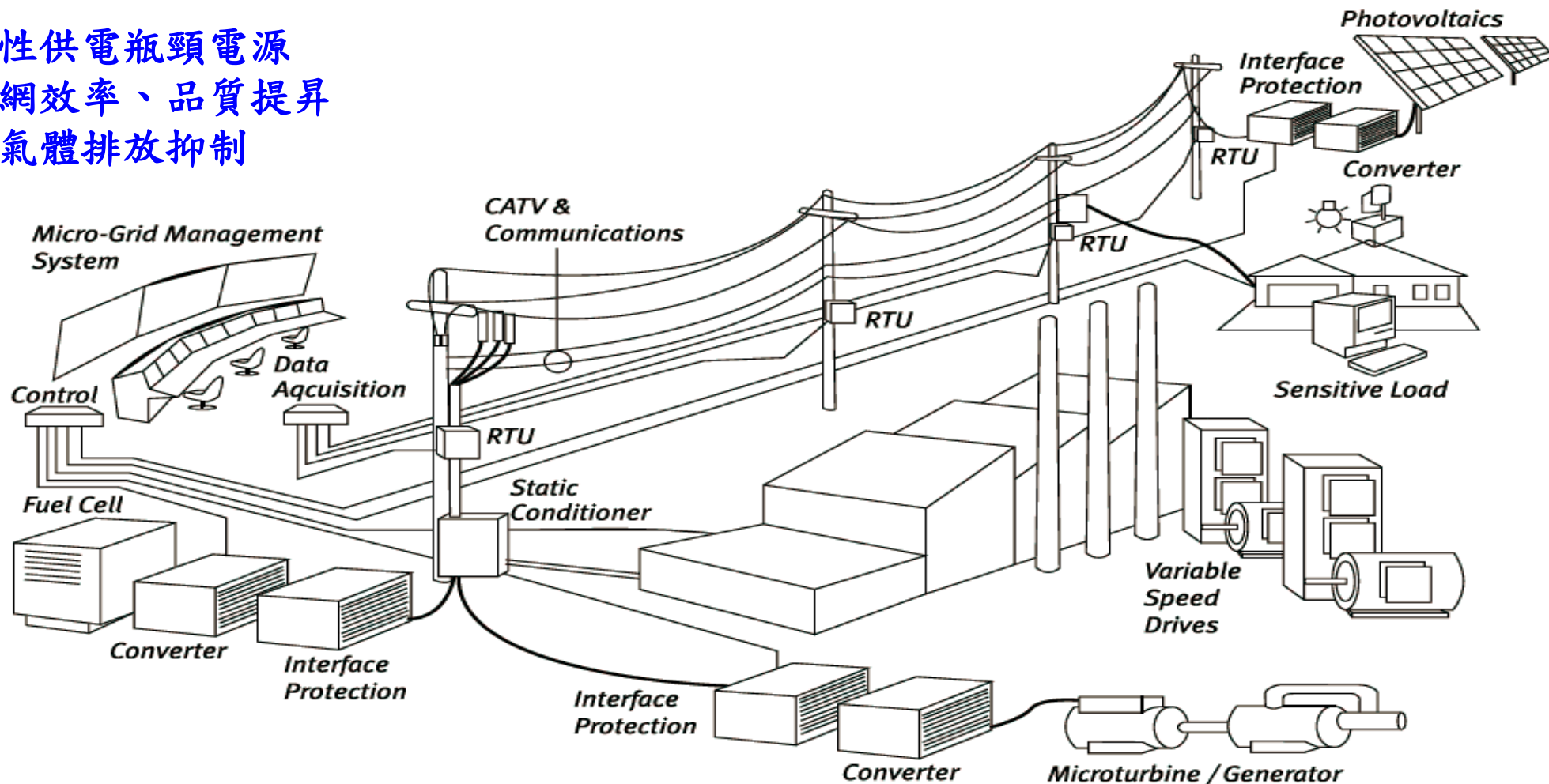
太陽能電池、鋰電池及快速充電機相結合的快速充電系統
“PV-EV系統”。



大規模推動再生能源配套對策

導入再生能源發電時，需同時發展智慧型分散式電力系統

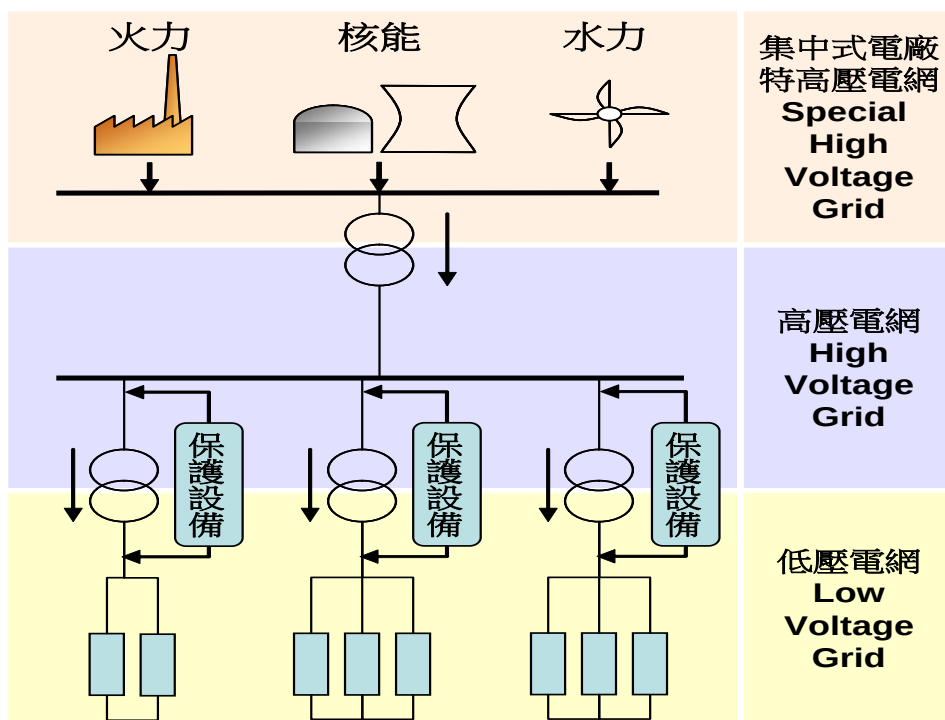
1. 地區性供電瓶頸電源
2. 及電網效率、品質提昇
3. 溫室氣體排放抑制



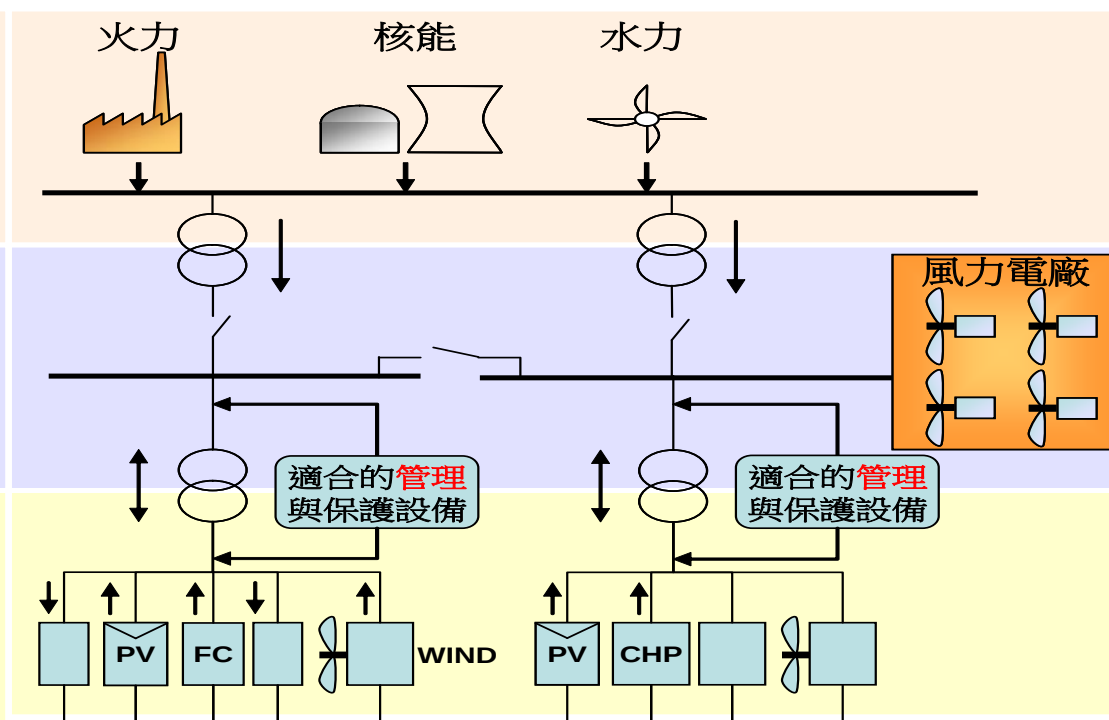
傳統電網監控方式與未來電網比較

- 傳統大型電廠的電力潮流係固定從特高壓電網、高壓電網後至低壓系統，因此高壓和低壓電網都屬於被動式網路。
- 未來的電網在配電網先進行區域內的電力交換，若有剩餘或不足電力則在區域間進行交換，電力潮流方向不再固定，由特高壓流向高、低壓，因此智慧電網的分散式控制流程係由下而上的調度和控制，有別於傳統電力網的集中式控制流程。換言之，加入分散式電源後，電力潮流、饋線保護及監控方式均不同於現行架構。

傳統電力結構

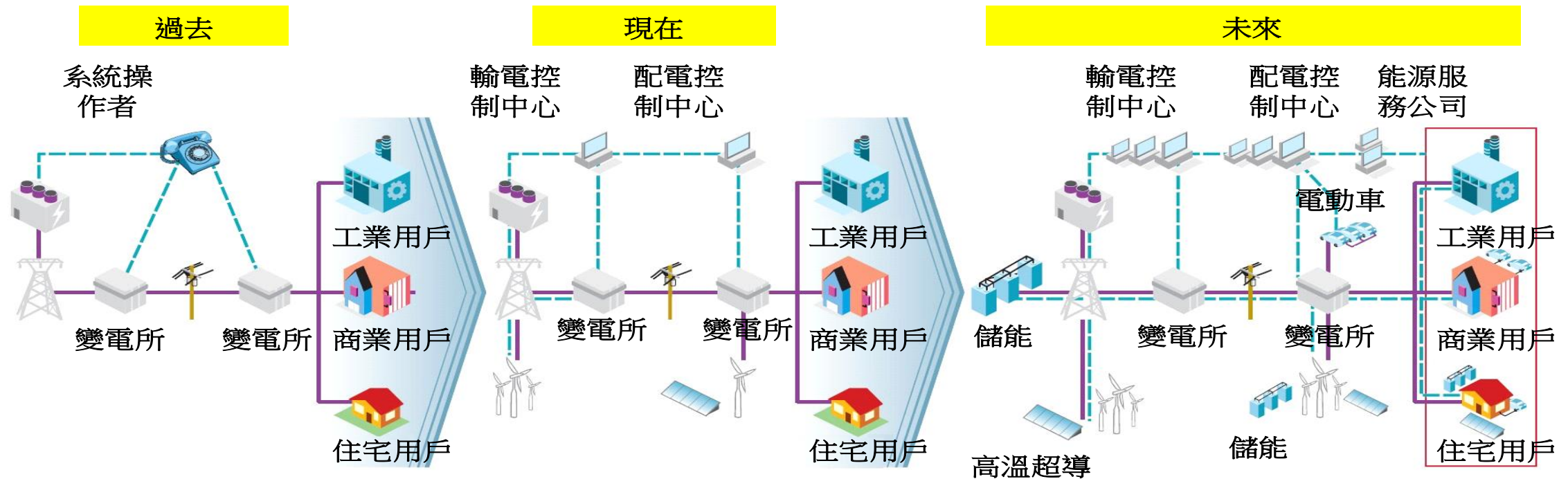


未來電網連結分散式發電設備



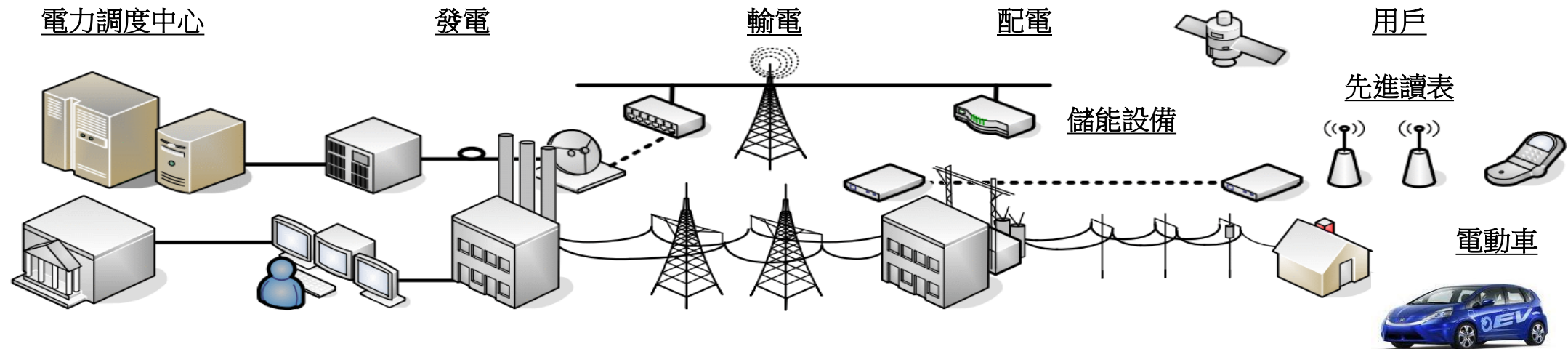
電力系統智慧化發展示意圖

智慧電網是利用數位和其它先進技術監控與管理各種發電設備的電力發送，滿足不同類型終端用戶電力需求的電力網路。智慧電網技術組成涵蓋電力網路(輸電與配電系統)、發電、儲能與終端用戶間介面，藉由協調所有發電設備、電網營運、終端用戶、電力市場利害關係人的需求與容量，使系統可以最有效率、最低營運成本與環境影響，同時可最大化系統可靠度、運作彈性與穩定度的方式運作。



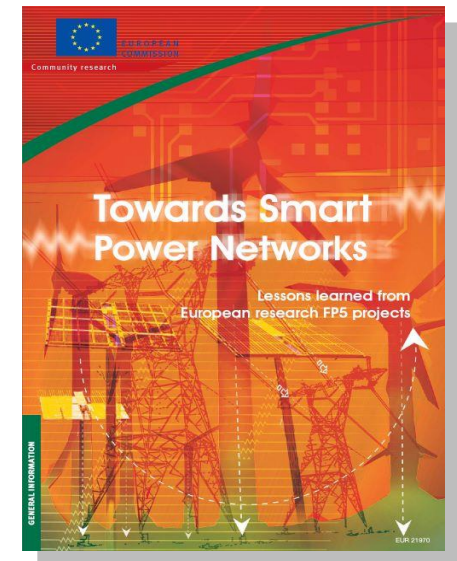
智慧低碳城市骨幹智慧電網

透過資訊、通信與自動化科技，建立具智慧化之發電、輸電、配電及輸電用戶的整合性電力網，強調自動化、安全及用戶端與供應端密切配合，以提升電力系統運轉效率、供電品質及電網可靠度，並促進再生能源擴大應用與節能減碳之政策目標。



電網系統發展趨勢－智慧電網

- 大規模推廣分散式電源將影響電網的可靠度和供電品質。
- **智慧電網整合分散式電源**，由「與整體系統整合 (Integration)」取代傳統「與電網連接(Connection)」的觀念，**成為虛擬電廠 (Virtual Power Plant)**。
- 電網未來將以新的電力電子與資通訊技術(ICTs)為基礎，即**微型電網及智慧型電網 (Micro and Smart Grid)**。
- 完全整合的分散式電源有助於減少集中式發電的裝置量，紓解供電瓶頸，改善系統安全，減少線損與二氧化碳排放。



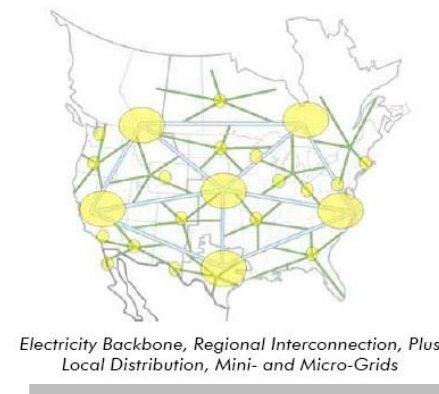
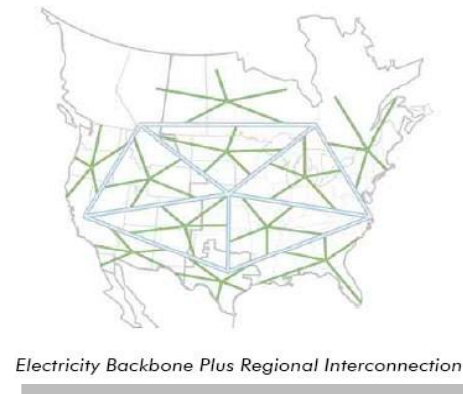
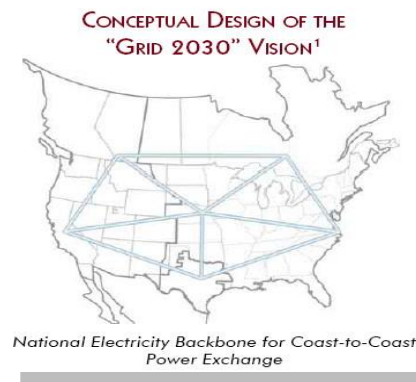
美國智慧電網發展願景

2030 年美國電網可以逐步成為一個提供間歇性低碳能源隨插即用並與傳統式電源整合的智慧能源輸配電送系統，並提供一個平台給消費者參與用電需求面管理、國家能源獨立、創新、創業的電力以及經濟兼具環保、供電安全的供電系統。

2030年智慧型電網目標與里程碑：

- (1) 減少20%國家尖峰能源使用量；
- (2) 任何時候皆能100%提供所有關鍵性負載電力；
- (3) 改善40%能源系統效率與負載因數達到70%；
- (4) 20%電力來自分散式和再生能源 (200 GW)。

Grid 2030 所包含的國家電力骨幹、區域電網及由分散式電源、需量反應用戶構成之電網



中國大陸智慧電網發展願景

由特高壓電網為骨幹網架，各級電網協調發展，以資訊化、自動化、互動化為特徵的堅強國家電網，全面提高電網的安全性、經濟性、適應性和互動性。

國家電網公司建設智慧電網的階段表

預計2020年將全面建設統一的智慧電網。

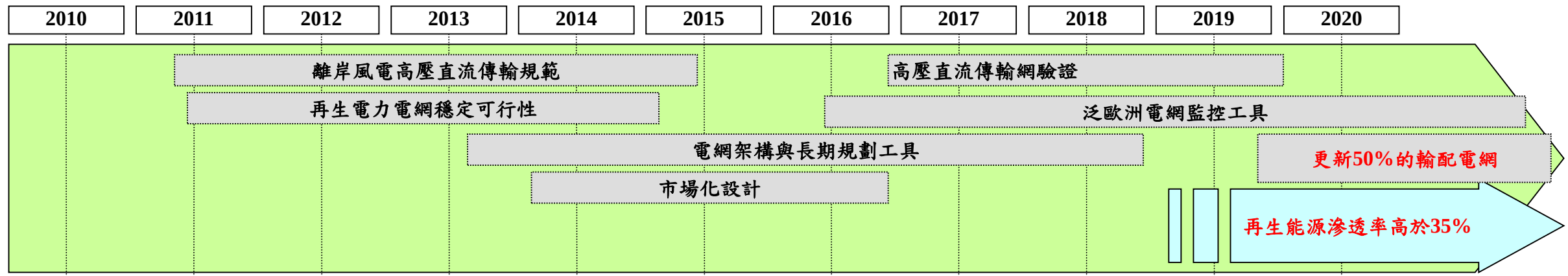
第一階段	第二階段	第三階段
2009年~2010年	2011年~2015年	2016年~2020年
規劃試點階段，重點開展 堅強智能電網發展規劃工作 ，制定技術與標準，開展關鍵技術研發和設備研製，開展各環節的試點工作。	全面建設階段 ，加快特高壓和城鄉配電網建設，初步形成智能電網運行控制和互動服務體系，關鍵技術和裝備實現重大突破和廣泛應用。	引領提升階段，基本建成 堅強智能電網 ，使電網的資源配置能力、安全水平、運行效率，以及電網與電源、用戶之間的互動性顯著提高。

說明：特高壓電網是指1000千伏交流和正負800千伏直流輸電網路

歐洲智慧電網發展願景

歐盟未來電力網絡須要面對的三個互關聯挑戰：(1) 建立歐盟整合的電力市場；(2) 整合大量增加的間歇性能源；(3) 管理複雜的電力供應商和客戶之間的互動。單一整合、穩固、智慧的歐洲電網對於容納更多的再生能源與分散式電源將扮演核心角色。五項發展願景目標：

1. 使輸配電系統在2020年前可承受 35% 電力來自分散或集中式再生能源，並使發電在2050年達到完全除碳化。
2. 將歐洲各國的電網整合成為一個真正的泛歐洲市場化電網。
3. 最佳化面對新挑戰電網升級所需投資與操作的成本。
4. 保證對所有的消費者提供高品質電力供應，並使他們在能源效率方面成為積極參與者。
5. 期盼新的技術發展例如運輸系統的電氣化。



智慧電網 (次世代電網) 特徵與功能



歐盟

- 對所有客戶提供高品質電力
 - 增加可再生與分散式電力的處理能力
 - 使市場中的使用者可主動參與能源效
 - 整合各國的電網成為一個市場導向、單一泛歐洲電網
-
- 為智慧電網領域新參與者開創更多的商業機會和市場
 - 預期的新發展的支持，例如運輸系統的電氣
 - 更經濟與有效率的發展未來電網為電網使用者獲得更多利益

缺乏天然資源，對抗全球氣候變遷，新能源科技與溫室氣體減量，歐洲整合



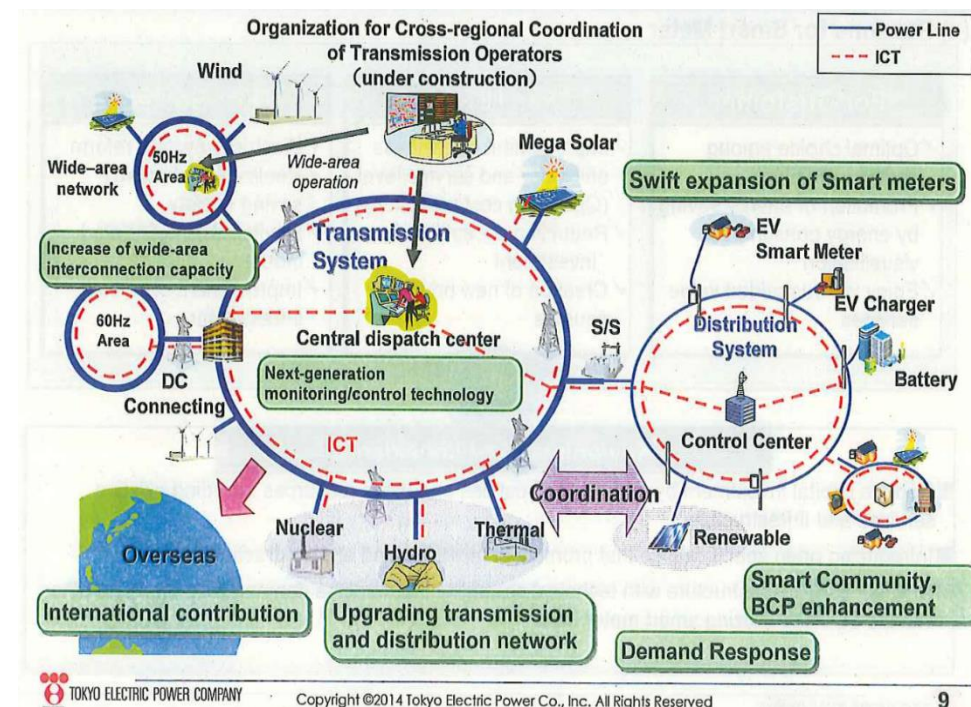
美國

- 21 世紀電力品質 (工業標準與一般用戶需求)
 - 整合發電和儲能 (分散式電源)
 - 客戶參與 (電力市場及電網的頻率、電壓控制)
 - 新市場營運 (整合全國性電網，推動零售電力市場)
-
- 資產最佳化與運作效率
 - 電力中斷時能自我修復能力 (降低用戶的衝擊)
 - 遭遇攻擊和災難時能自我修復

2002年8月14日16時10分發生的美加地區瞬間大停電，人類史上最大的停電事件，在僅僅數秒鐘間就癱瘓了美加兩個先進強國部份的電力系統

日本智慧電網推動作法

- 東京電力公司加速電表布建時程於2014年起7年內完成約2,900萬之用戶佈建。
- 對於大型工業或商業用戶實施需量反應計畫，規劃擴大需量反應可用資源，利用用戶群代表(Aggregator)引導小規模負載參與，並導入分時電價機制。
- 針對未來在北海道與東北地方因為可能大量導入風力發電造成的電網的不穩定，規劃採取對電網補償措施。
- 橫濱智慧城市中 4,000 戶家庭全面導入太陽能發電與家庭能源管理系統(HEMS)，以及2000台EV電動車進行實證研究。
- 進行電力事業改革，未來東京電力分解為發電、電網、零售等三部分。東京電力將會在日本其它地區參與電力零售事業。

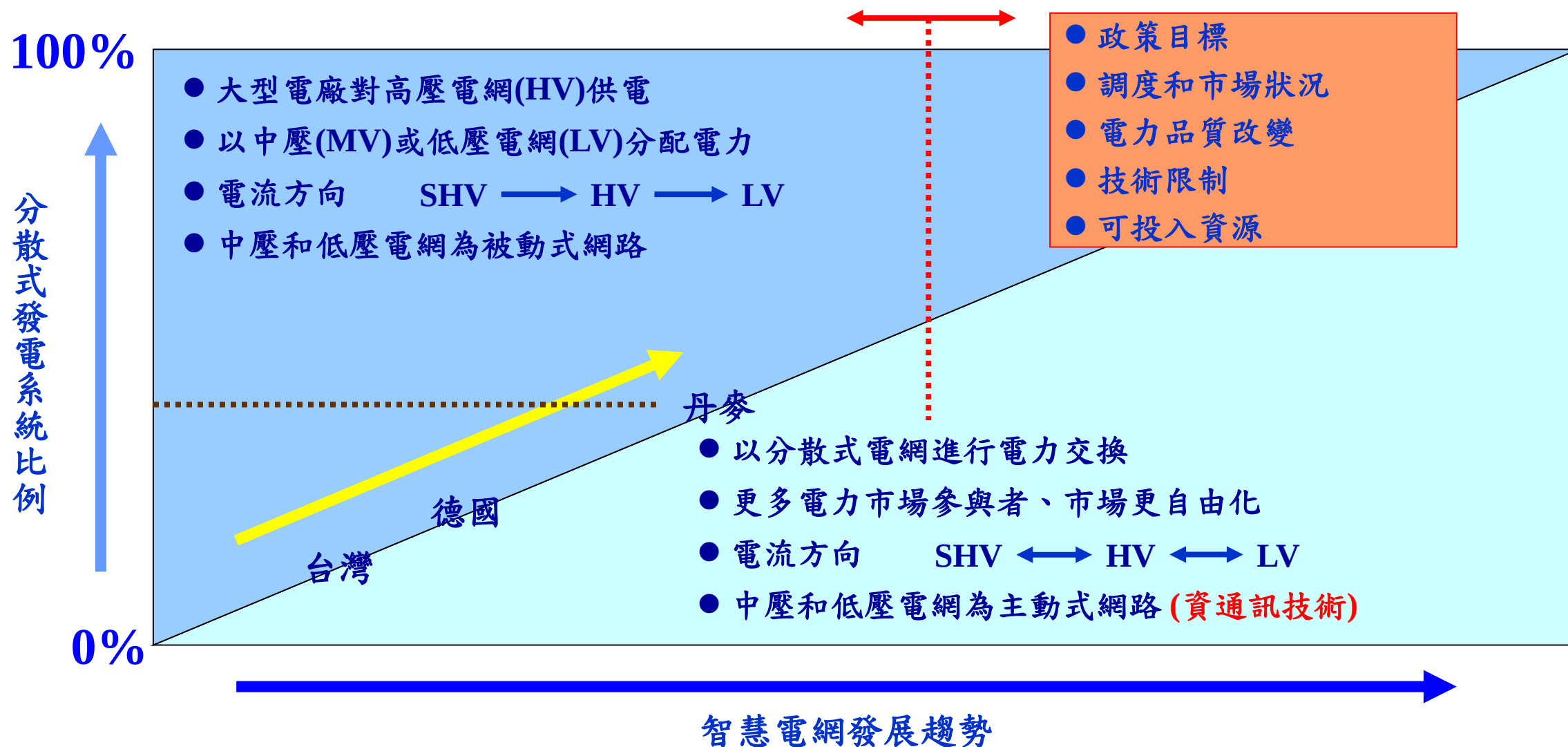


日本電力事業改革歷程

2013年日本經產省為針對電力系統作全面性的改革，提出「**電力系統改革方針**」，**目的在確保電力安定供給、抑制電費高漲與擴大電力用戶選擇權及發電事業者參與機會**。為了達成此目的，改革方針分三個階段進行，第一階段為設立廣域電力系統運營機構(目前規劃於2015年設立)，第二階段則是針對小規模賣電業者參入電力市場的全面自由化(預計2016年實施)，第三階段為確保輸配電部門之中立性與電費全面自由化(2018~2020年實施)。

階段	說明
第一階段： 設立廣域電力系統運營機構	廣域電力系統運營機構設定為民營事業，主要任務為 強化電網平時及緊急狀況下的供需調整機能以因應電力廣泛(跨區域)運用時輸配電線路之整備所需 。
第二階段： 針對小規模賣電業者參入電力市場的全面自由化	就現有制度進行改革，在電力市場導入小規模賣電事業，維持合理的市場競爭機制， 使發電事業全面自由化 。
第三階段： 確保輸配電部門之中立性與電費全面自由化	用法規將電力公司之 輸配電部門進行區隔 ；同時 電費全面自由化

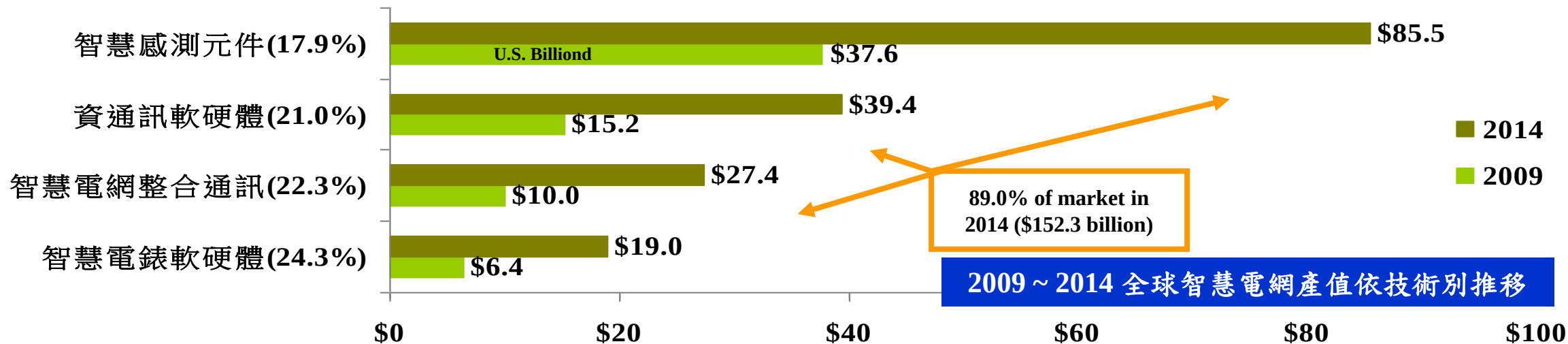
全球智慧電網市場影響因素



全球智慧電網市場規模推移

- 各國多將智慧電網視為未來發展的重要政策項目，甚至 2010 年即計劃大規模投資，大陸預計投入逾 73 億美元，其次為美國預計投入 71 億美元
- 智慧電網發展主要機會不僅僅是公用事業，電力營銷，能源生產者，投資者和風險資本家。在 2014 年，89% 或 1523 億美元的全球智能電網市場預計將包括元件、設備、硬體、軟體和通信設備。這些產品將建造、鏈接、監控、管理和確保智慧電網成為關鍵的基礎設施和通信系統。

2009 ~ 2014 全球智慧電網產值推移

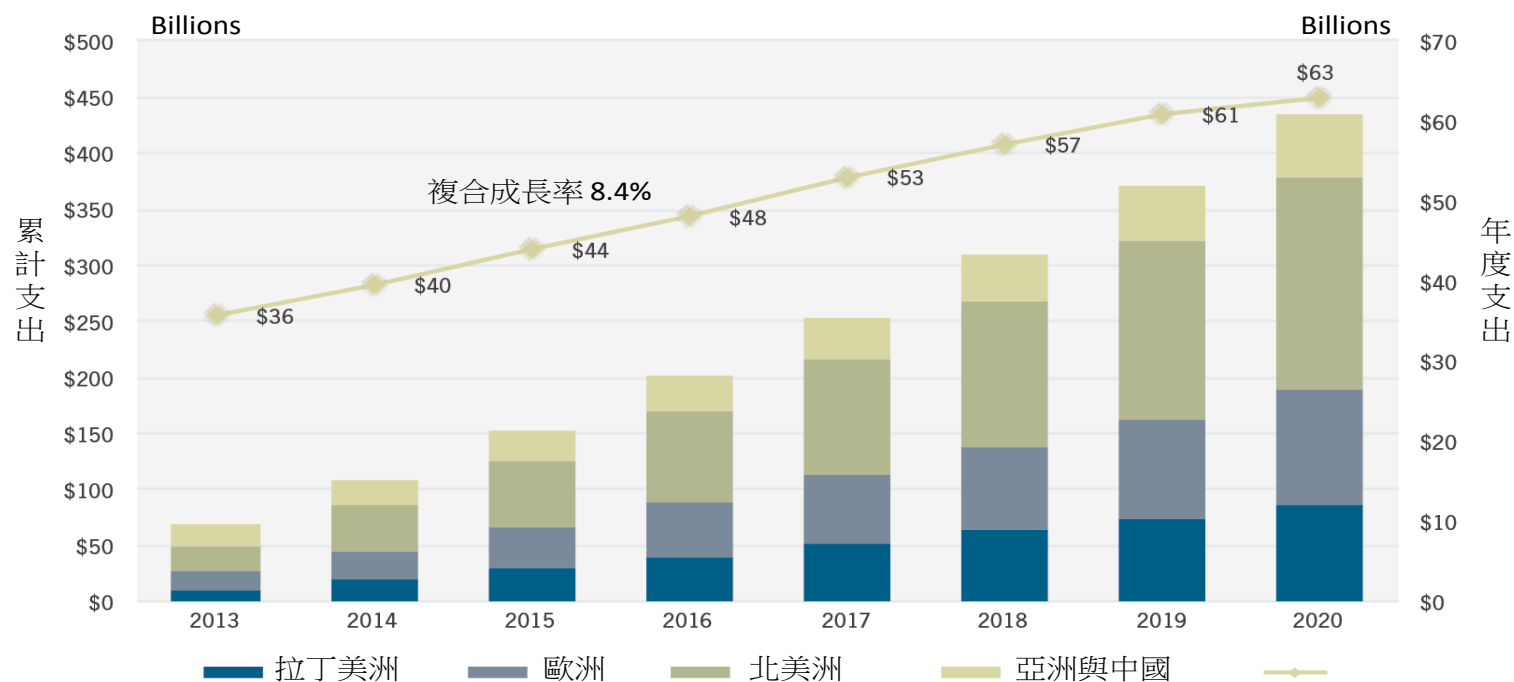


2009 ~ 2014 全球智慧電網產值依技術別推移

全球智慧電網市場發展

全球展開智慧電網建設工作，智慧電網產值將持續穩定成長

- 無論是已開發國家的電網更新工程或開發中國家的電網基礎建設建置工作都將持續20年以上。
- 根據國際GTM研究機構分析全球至2020年智慧電網整體市場累計將超過美金4000億元，複合平均成長率達8%，可預期未來全球的智慧電網產值將持續穩定成長。

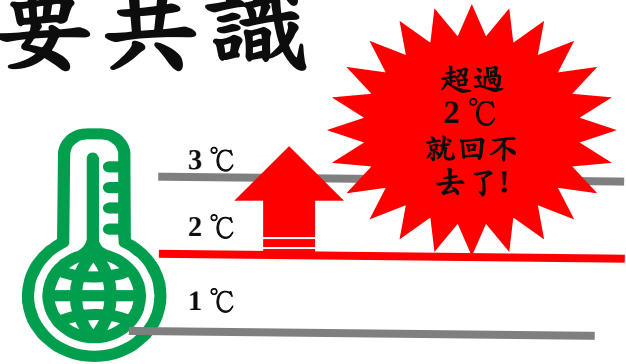


資料來源：2013～2020 全球智慧電網產值推移 (資料來源：GTM 2013)

二、智慧電網全球產業機會與應用

2015 巴黎締約國大會(COP21)主要共識

巴黎協議將全球均溫增幅控制在攝氏2度以內，並積極控制不超過攝氏1.5度。此協議預計於2018年生效，2020年實施，以接替京都議定書。



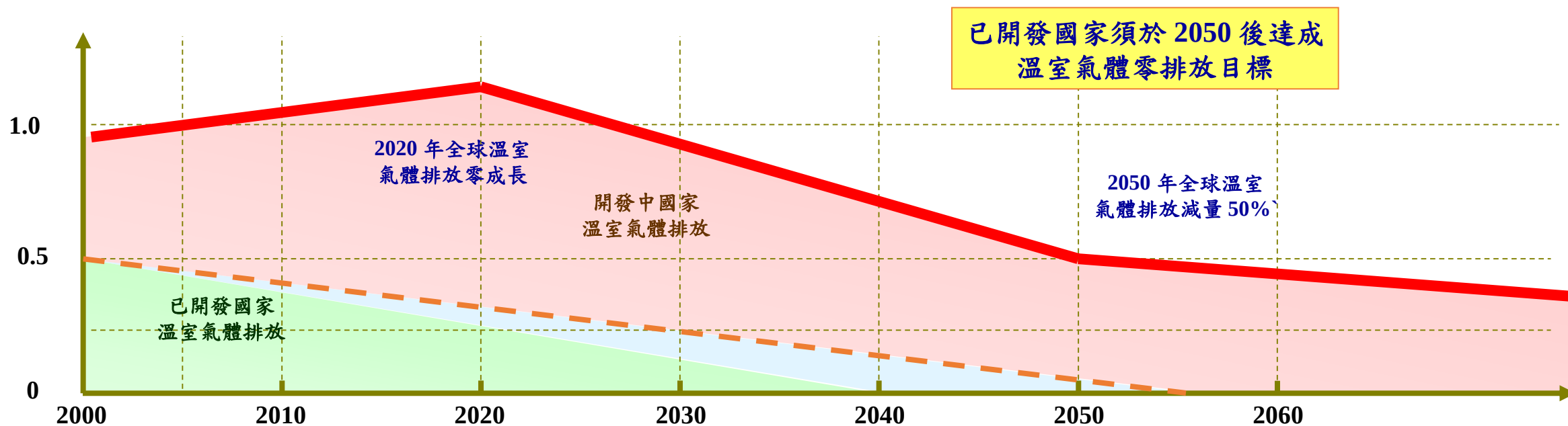
重點方向	內容
長期目標	全球平均氣溫增幅水準控制在工業革命前攝氏2度以內，並以攝氏1.5度為致力達成目標 盡快達成全球碳排放峰值，目標於21世紀下半期達成碳中和。
長期檢討機制	2018年召開會議討論各國提交之自主貢獻 (Intended Nationally Determined Contributions, INDCs) 目標，並於2020年起提出更新後五年期的INDC，往後每五年更新一次。預計於 2023年進行全球階段性總結，往後每五年檢討一次，以引導各國不斷改善承諾。

重點方向	內容
財務資助	已開發國家承諾至2025年前， 從官方和民間共同挹注每年最低1,000億美元 以協助開發中國家降低溫室氣體排放並因應海平面上升、糧食危機等災害衝擊。
減少損害機制	設立華沙國際機制 (Warsaw International Mechanism)，由其設計未來因應損失與損害處理機制，並提供專家建議，以作為緊急災害應變準備與有效風險管理。



先進國家智慧電網市場潛力

- 歐、北美先進國家占全球整體電網基礎設施市場 45%
- 現有電網多屬老舊，未來須對六成電網進行更新。
- 為提升電網效率、滿足可靠度與安全規範、導入及時電價、提升分散式再生能源佔比，未來電網須逐漸導入智慧型電網技術。

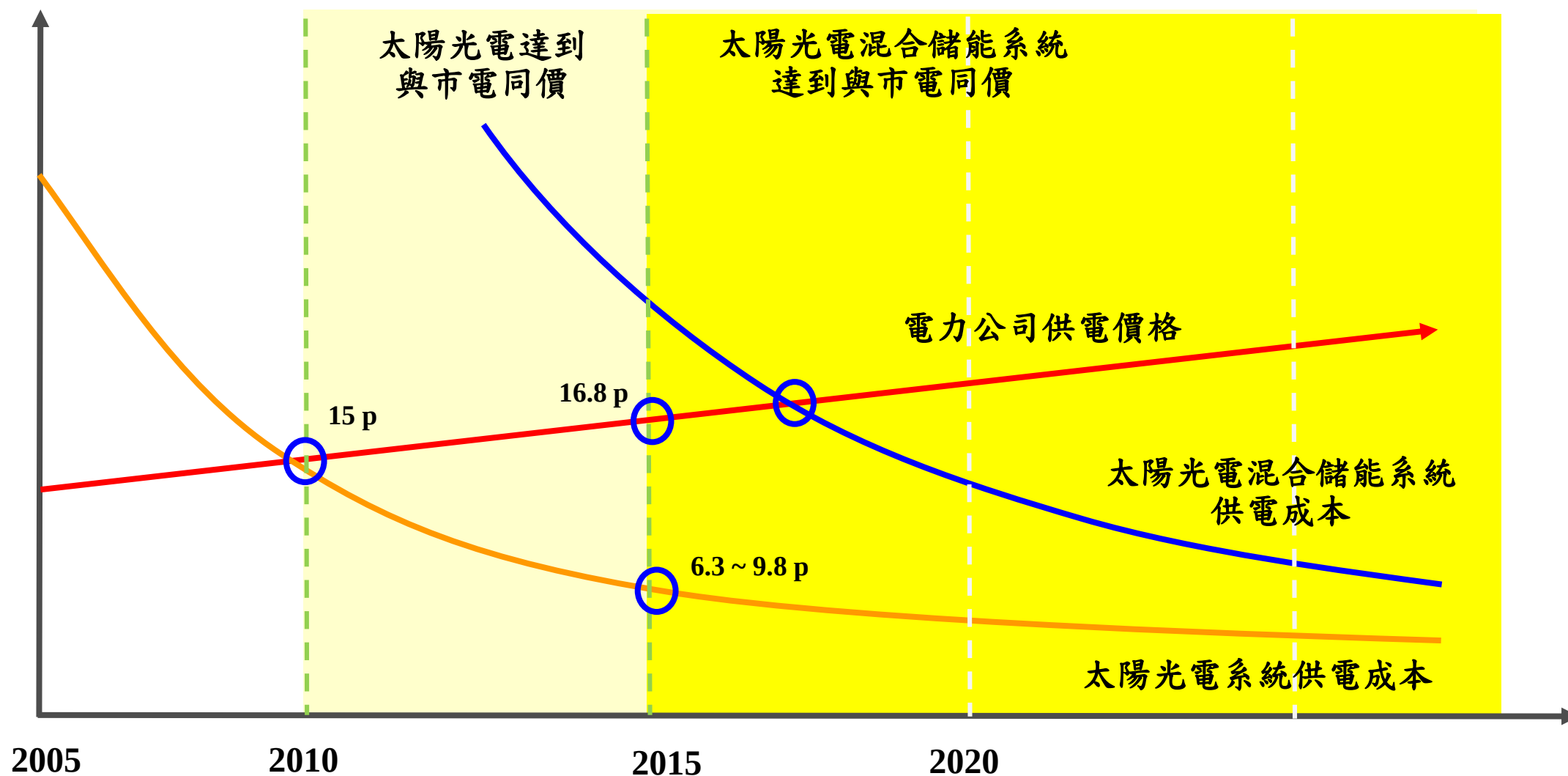


先進國家智慧電網推動

先進國家推動智慧電網技術擴大再生能源利用、提升供電品質

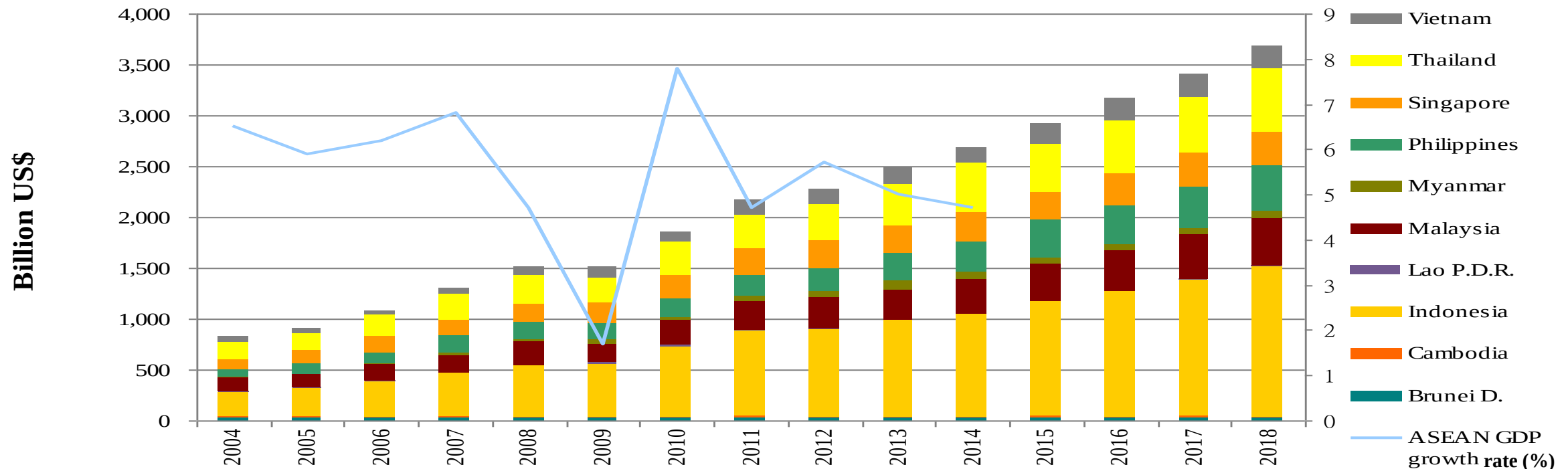
- 歐、北美先進國家占全球整體電網基礎設施市場 45%，現有電網多屬老舊，未來須對六成電網進行更新。為對抗氣候變遷，先進國家紛紛研擬溫室氣體減量目標，降低石化能源使用比例，擴大再生能源利用，提高能源的利用效率，降低能源密集度。
- 由於再生能源及新能源發電的不穩定特性，當其併入電網之容量佔比逐步提高而達到某個程度時，自亦影響電力系統的穩定度。為提升電網效率、滿足可靠度與安全規範、導入及時電價、提升分散式再生能源佔比，未來電網須逐漸導入智慧電網技術。

歐洲太陽光電混合儲能系統達到與市電同價趨勢



The Status of ASEAN Countries

- ASEAN is a growing market of 600 million people with a combined GDP of US\$2.1trillion.
- GDP growth forecast for ASEAN is 5.8% between 2013-2018.



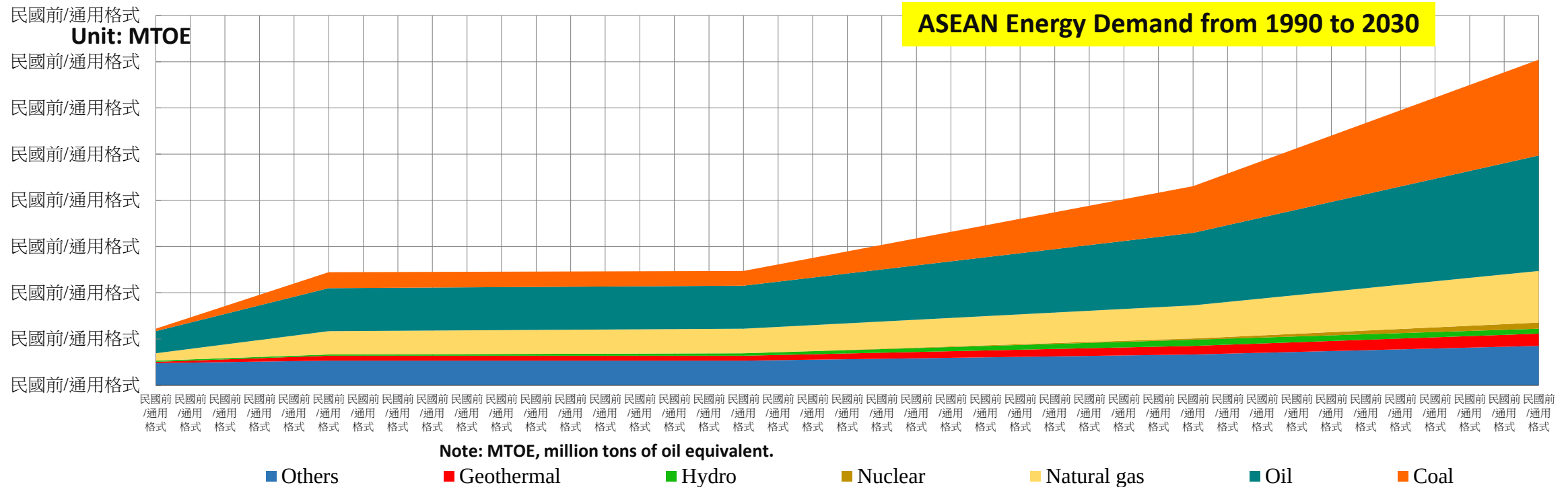
Note: MTOE, million tons of oil equivalent.

Source:

1. ASEAN CENTRE FOR ENERGY, ASEAN PLAN OF ACTION FOR ENERGY COOPERATION 2010 – 2015, 2012
2. ASEAN stats, “Selected basic ASEAN indicators”, 01.2014
3. ASEAN, “ASEAN Statistical Yearbook 2012”, 20Brunei Darussalam, “Forecast: ASEAN GDP, Share in Global GDP and GDP/Capita”, 2013
4. Sanchita Basu Das, Towards ASEAN Economic Community 2025, 8 Jul 2013

The Status of ASEAN Countries

- Energy demand in this region was growing at an unprecedented rate and will increase from 489 MTOE in 2005 to 1,414 MTOE by 2030, representing an average annual growth rate of 4.5%.
- The ASEAN Economic Community (AEC) shall be the goal of regional economic integration by 2015 and promotes equitable economic development.



Source:

1. ASEAN CENTRE FOR ENERGY, "The 3rd ASEAN Energy Outlook, , 2011

2. ASEAN CENTRE FOR ENERGY, "Energy Efficiency Action Planning in ASEAN, 2011

The Challenges for ASEAN Countries

- The region's robust economic growth is primarily driven by its demographic dividend fuelling domestic consumption.
- Coal and natural gas exports will fall sharply over the next two decades, meanwhile ASEAN will increase its dependency on imported oil.
- 28 percent of the region's total population, or approximately 160 million people, still had no access to electricity.

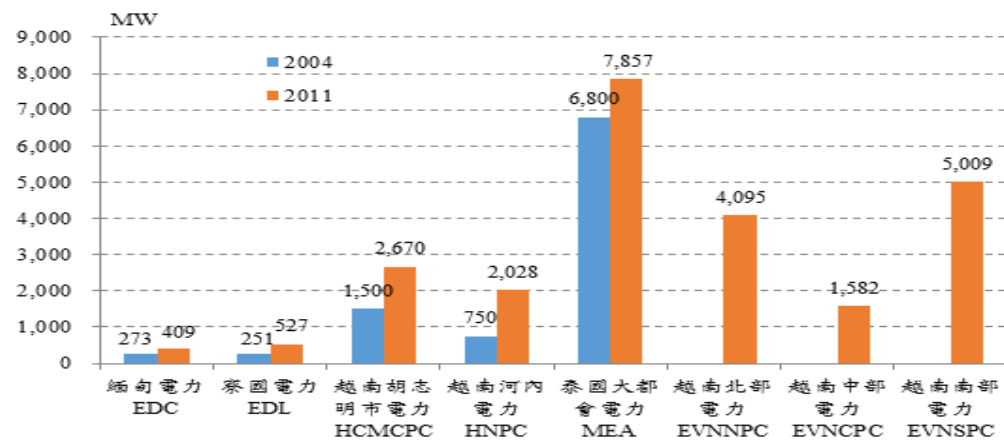
Source:

1. Energy [R]evolution: A Sustainable ASEAN Energy Outlook, Green Peace, Sept. 26, 2013

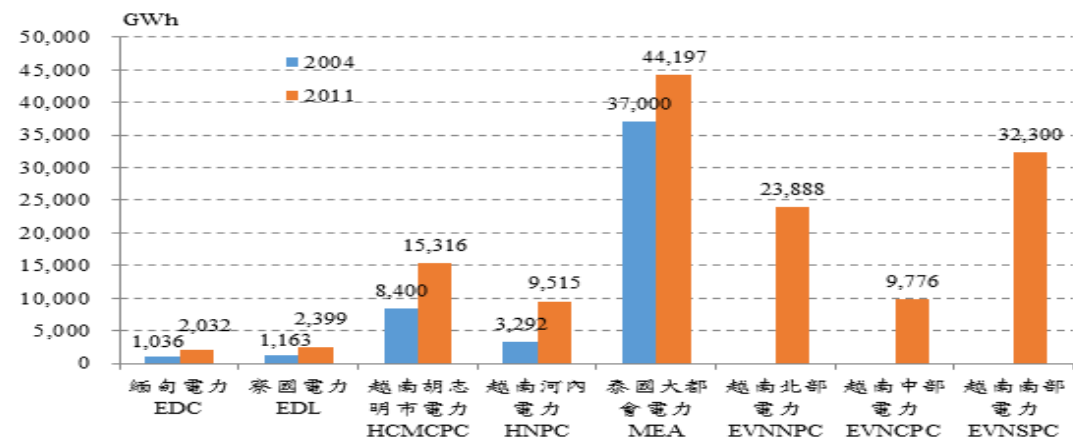
The Opportunities of ASEAN Countries

- The ASEAN countries have more than enough natural resources to become a leading player for clean, renewable energies.
- Green energy could also result in \$2.8 trillion worth of investment, \$2.7 trillion in fuel-cost savings and 1.1 million jobs by 2030.
- Some countries were ready to take the initiative to develop cooperation in the field of renewable energy in the region.
- ASEAN is able to build an energy cooperation network.
- Renewable energies are more competitive than coal, utilize indigenous local resources and create more employment.

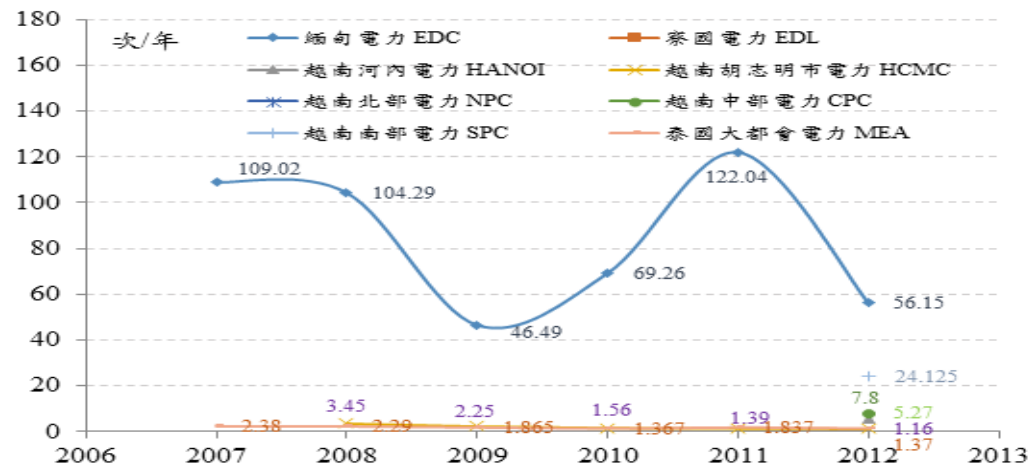
湄公河下游各電力系統現況



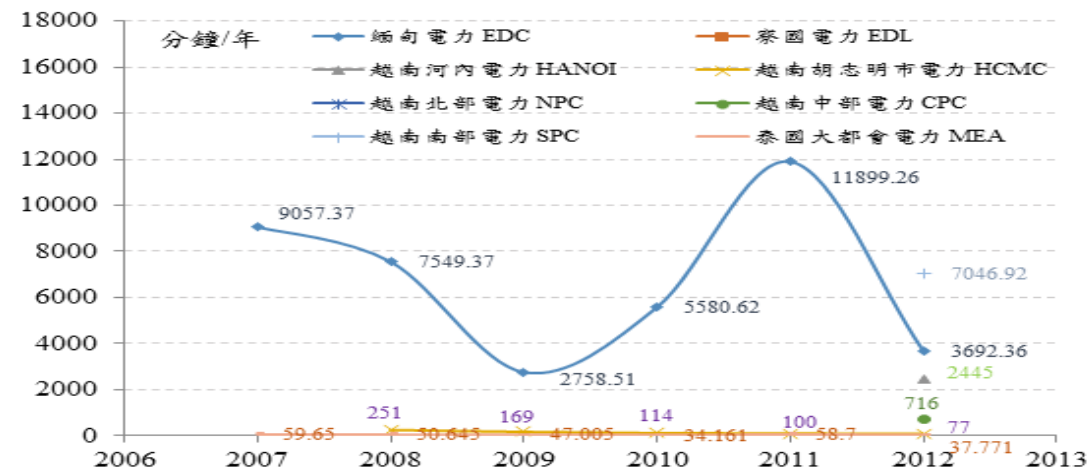
各電力公司系統電力負載



各電力公司系統電力消費



各電力公司系統平均停電次數指標(SAIFI)

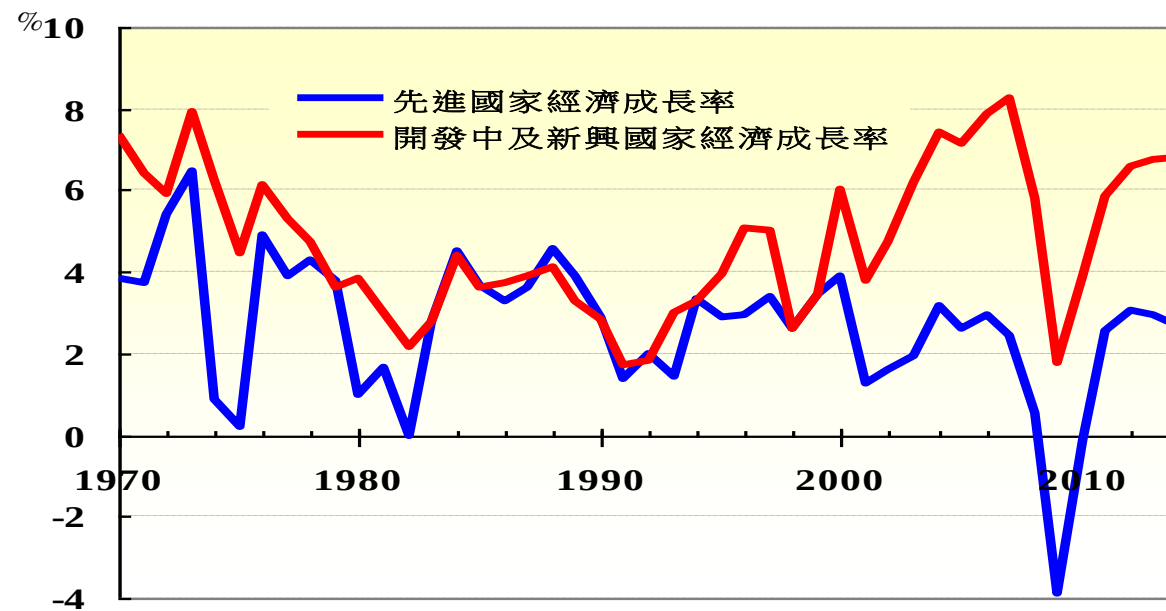


各電力公司系統平均停電時間指標(SAIDI)

說明：九家配電業包含緬甸電力公司(Electricite du Cambodge, EDC)、寮國電力公司(Electricite du Lao, EDL)、泰國大都會電力局(Metropolitan Electricity Authority of Thailand, MEA)、泰國省電力局(Provincial Electricity Authority of Thailand, PEA)、越南河內電力公司(Hanoi Power Corporation, EVN HANOI)、越南胡志明市電力公司(Ho Chi Minh City Power Corporation, EVN HCMC)、越南北部電力公司(Northern Power Corporation, EVN NPC)、越南中部電力公司(Central Power Corporation, EVN CPC)、越南南部電力公司(Southern Power Corporation, EVN CPC)。

新興國家智慧電網市場潛力

- 亞洲與大洋洲占全球整體電網基礎設施市場 30% ，為市場成長最快區域。
- 中國為市場成長最快國家，積極投入網路升級與新能源開發。印度與泰國成長率亦高於平均水準。
- 拉丁美洲、非洲、中東快速成長的人口、都市化與經濟活動，這些壓力將推動改善電力網，增加再生能源利用。



新興國家與先進國家經濟成長比較

開發中國家智慧電網推動

開發中國家經濟快速發展、急需完善電力基礎建設

- 許多開發中國家人口的成長速度遠高於電網建置的規劃速度，全球發展中國家中超過20億人口目前無法獲得電力供應，因此如何以較低的成本、較短的時間於偏遠地區加速完善電力基礎建設，改善生活水準並支持經濟活動與都市化需求，成為開發中國家重要課題。
- 越南導入智慧電網趨動力則來自於電力基礎建設的投資壓力、能源需求增加、能源由出口轉為進口、增強供電品質與穩定性、從社會觀點出發的電價政策、建立越南電力市場、減少溫室氣體排放。

智慧型分散式新能源科技示範園區

日本名古屋愛之縣，2005年日本國際博覽會

能源供需控制系統：

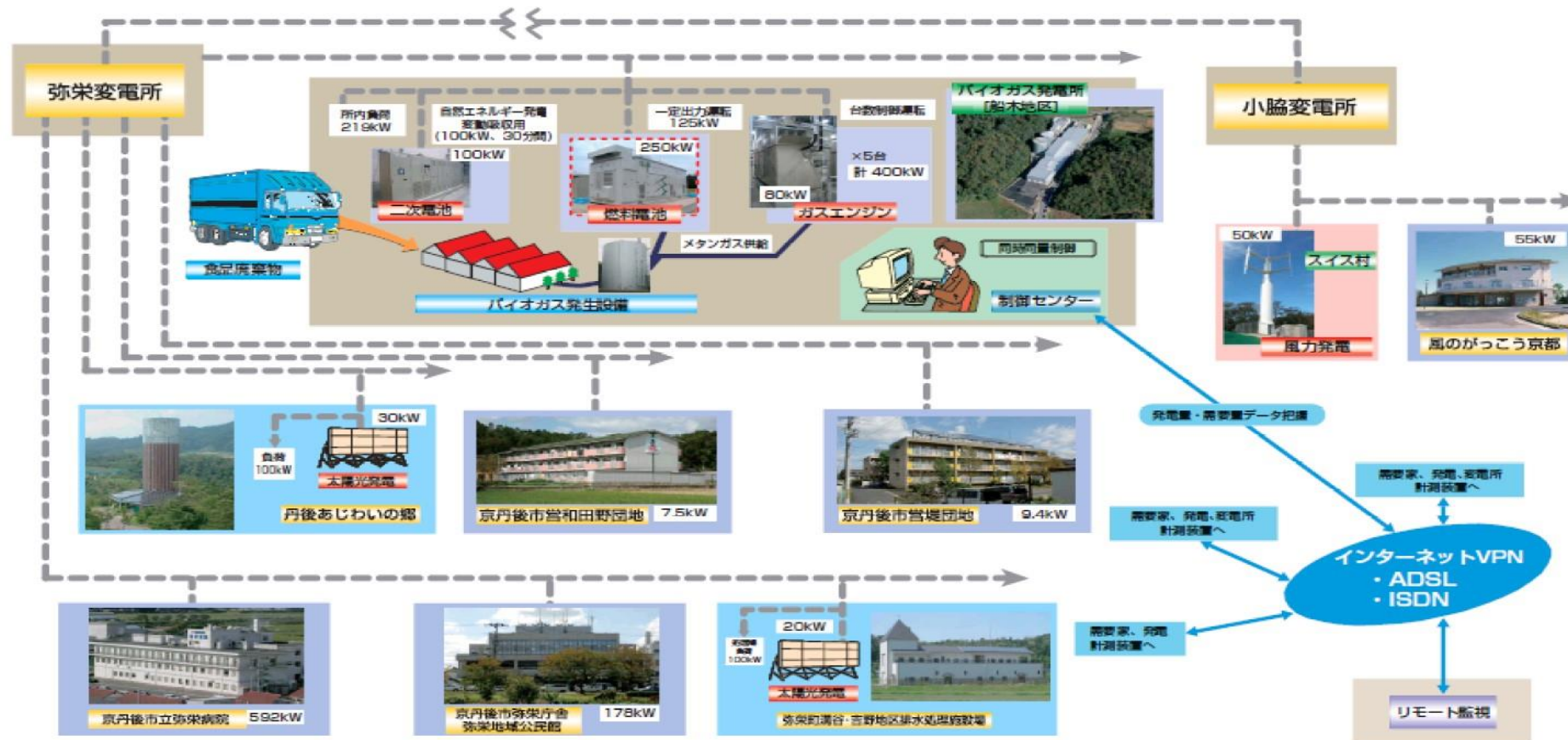
配合長久手日本館的需求電力(最大約1200kw)的變動，由微型電力網路控制系統控制發電與儲能設施，達到**成本最小化、二氧化碳煤氣排放最小化、能源利用效率最大化**



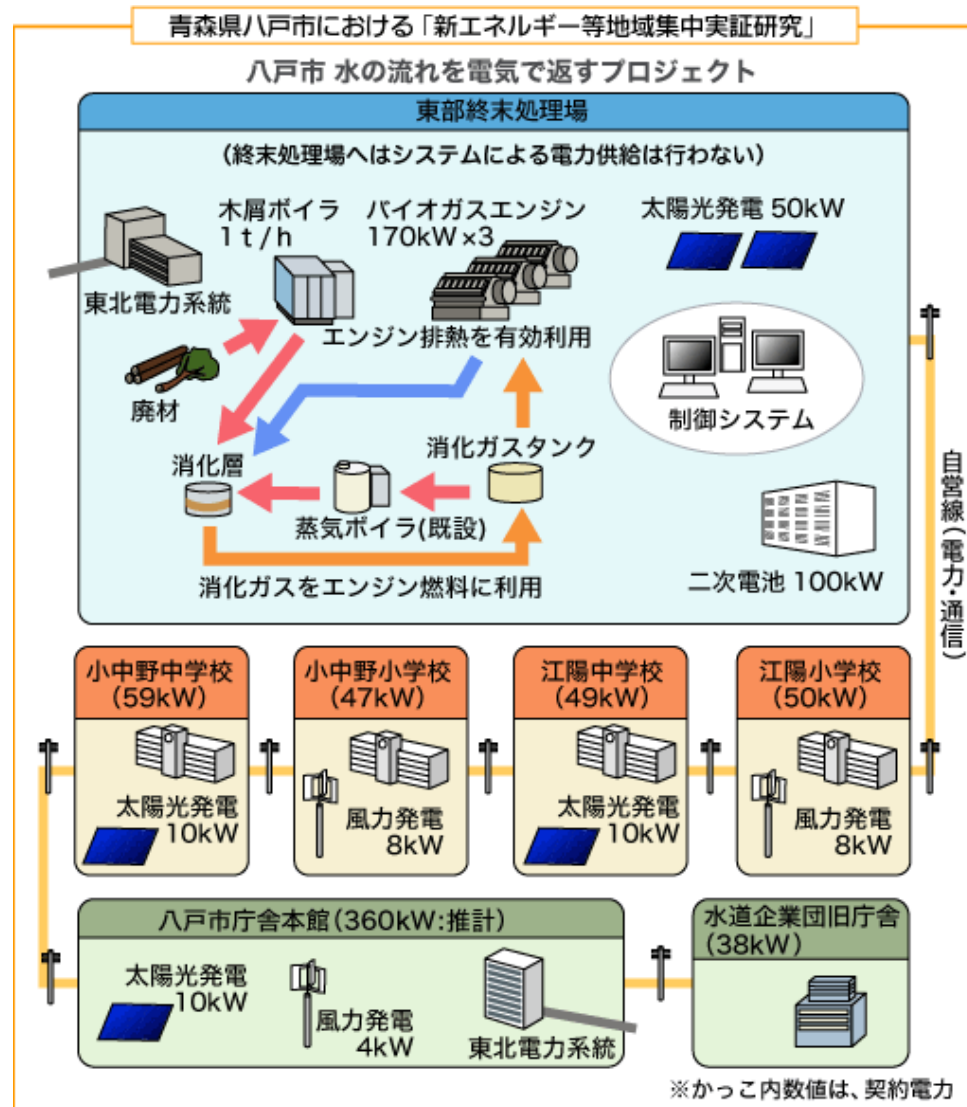
京丹後市實證研究複合供給系統實證研究

利用商用資通訊技術，對分散在各處之生質能發電等發電設備與負載進行監控。

京丹後市實證研究



八戸市微電網實證研究複合供給系統實證研究



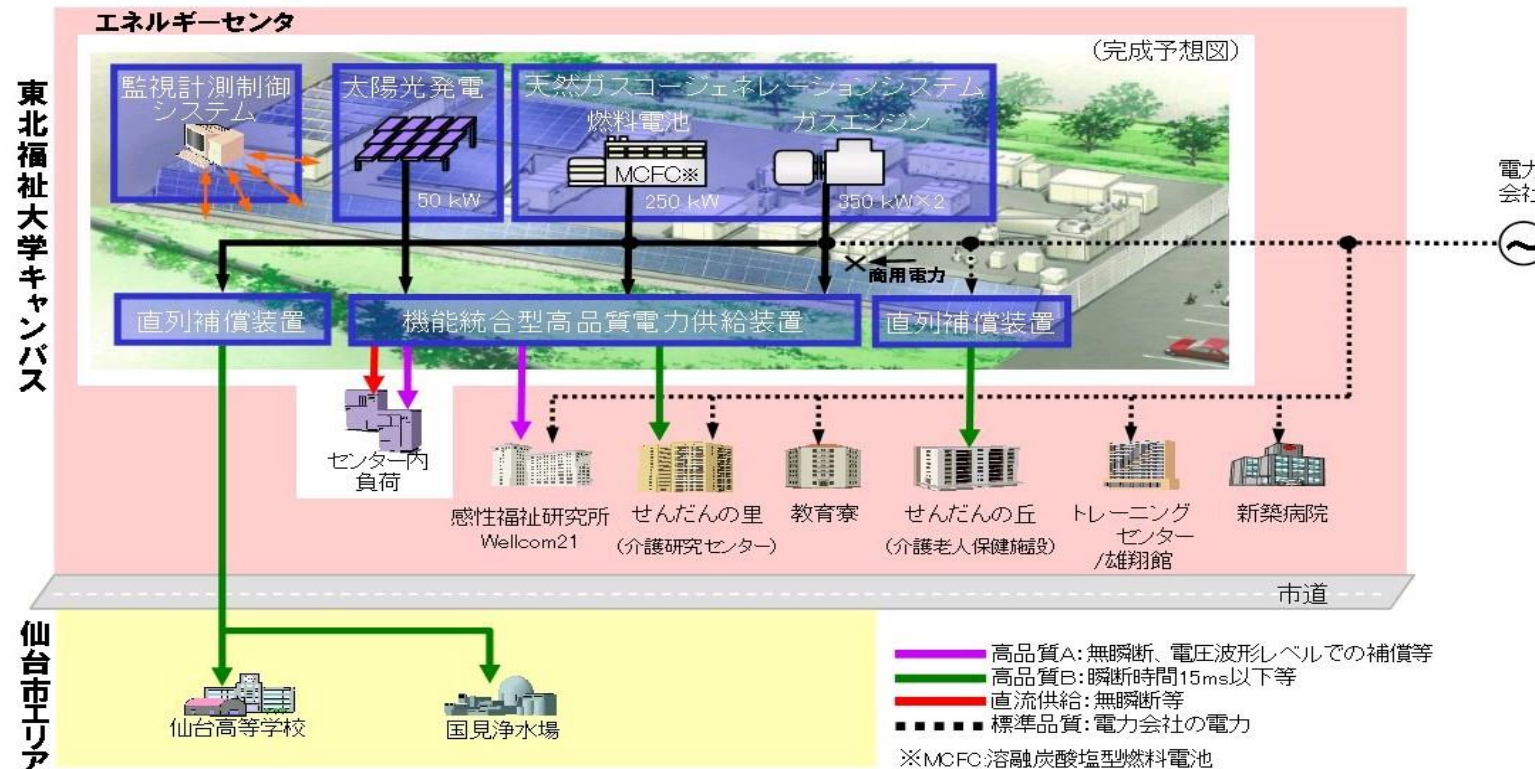
八戸市微電網實證研究

- 利用 5 km 的專力配電系統生將再生能源電力送到市政廳
- 此系統在需量反應方面可大到數分~10分鐘需求 3% 誤差範圍。
- 此系統可自立運轉 1 週，達成目標之電力品質。

資料來源：NEDOにおける系統連系技術実証研究プロジェクト, REAJ, 2008

仙台市新電力網路研究

- NTT Facility、NTT建築綜合研究所、東北福祉大学、仙台市共同進行品質別電力供給系統實証研究。
- SVC(靜止型無効電力補償装置)、SVR(自動電壓調整器)、LBC(Loop Balance Controller) BTB型變機器導入，抑制因分散式電源逆潮流所引起之電壓上升。

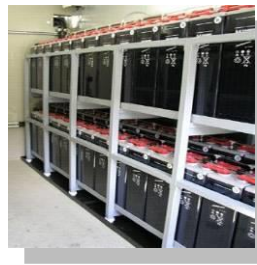


德國分散式推動範例 [Stutensee]

導入智慧型分散式管理系統，變電器負載峰值可減少約30%



太陽光發電(28.8kWp)

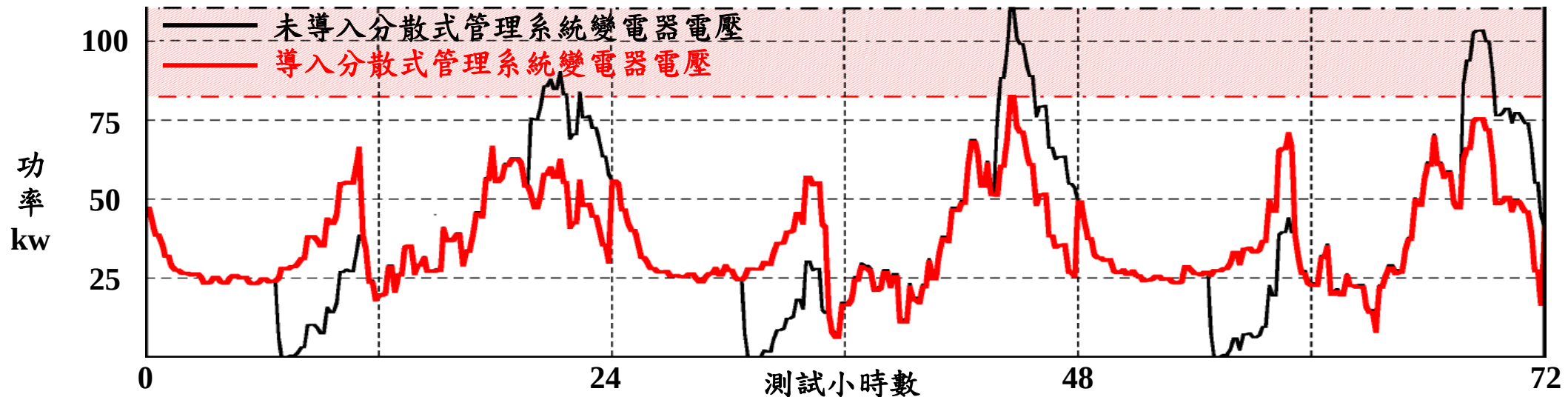


電池系統(100kW/h)



天然氣汽電共生(28kW)

電力用戶：
400人居
住於100間
公寓與排屋

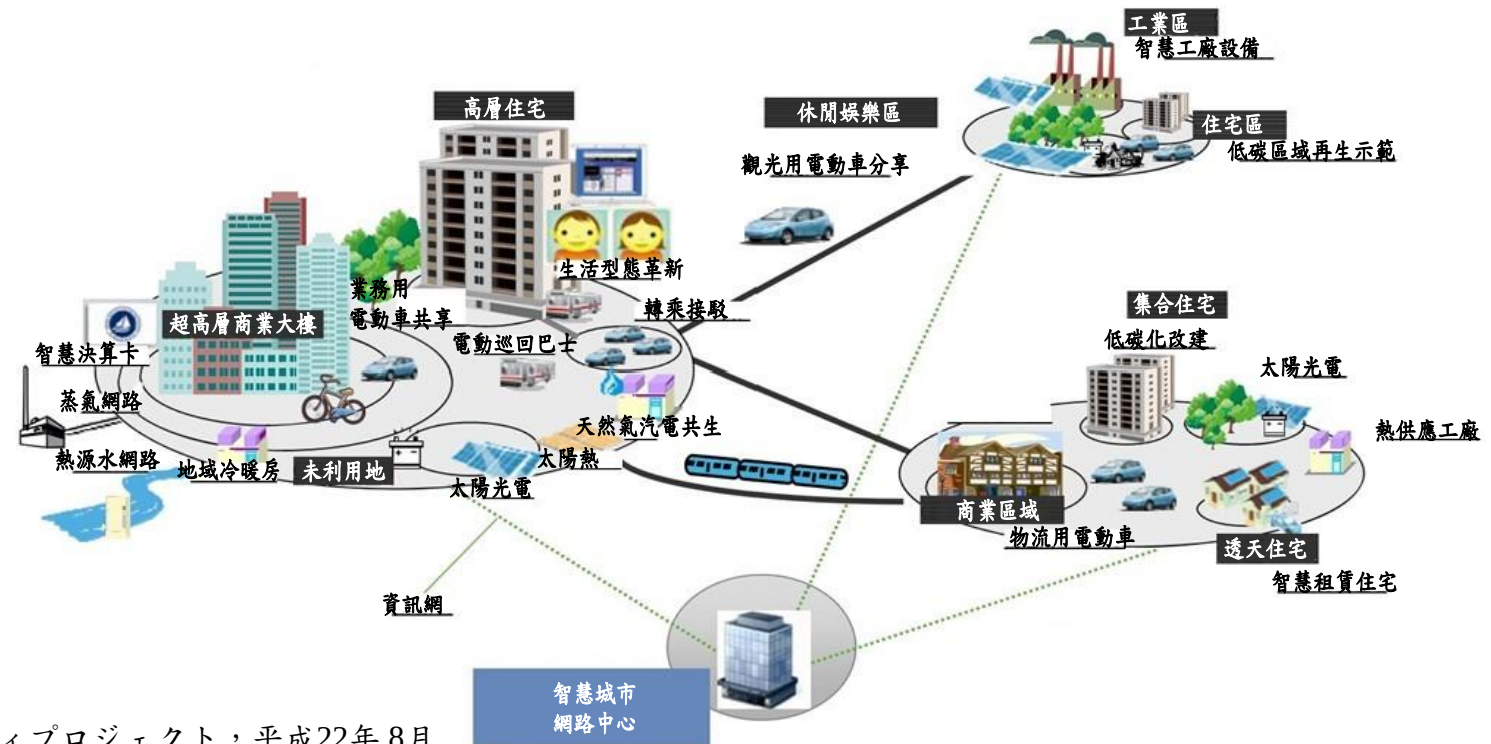


日本智慧城市推動概念

- 智慧城市的建構概念為考量經濟性、環境性、舒適性以及永續性等課題，整合智慧電網、可再生能源、交通系統、ICT等技術，使都市整體的能源構造具高度效率。
- 日本著重於電力供需平衡的控制，將智慧電網定義為利用ICT調整供需，實現：
 1. 緩和大量導入可再生能源所造成影響；
 2. 有效壓制供需窘迫時的電力需求

- 日本橫濱智慧城市計畫 (Smart City)

- 2010 年推動，計畫反應其人口多(367萬)和企業多的特徵，計畫推動地區包含商業地區、工業地區、住宅地區等。
- 示範包含大量可再生能源導入、電動車大規模導入、家庭與建築能源管理和地區的熱能源管理等。

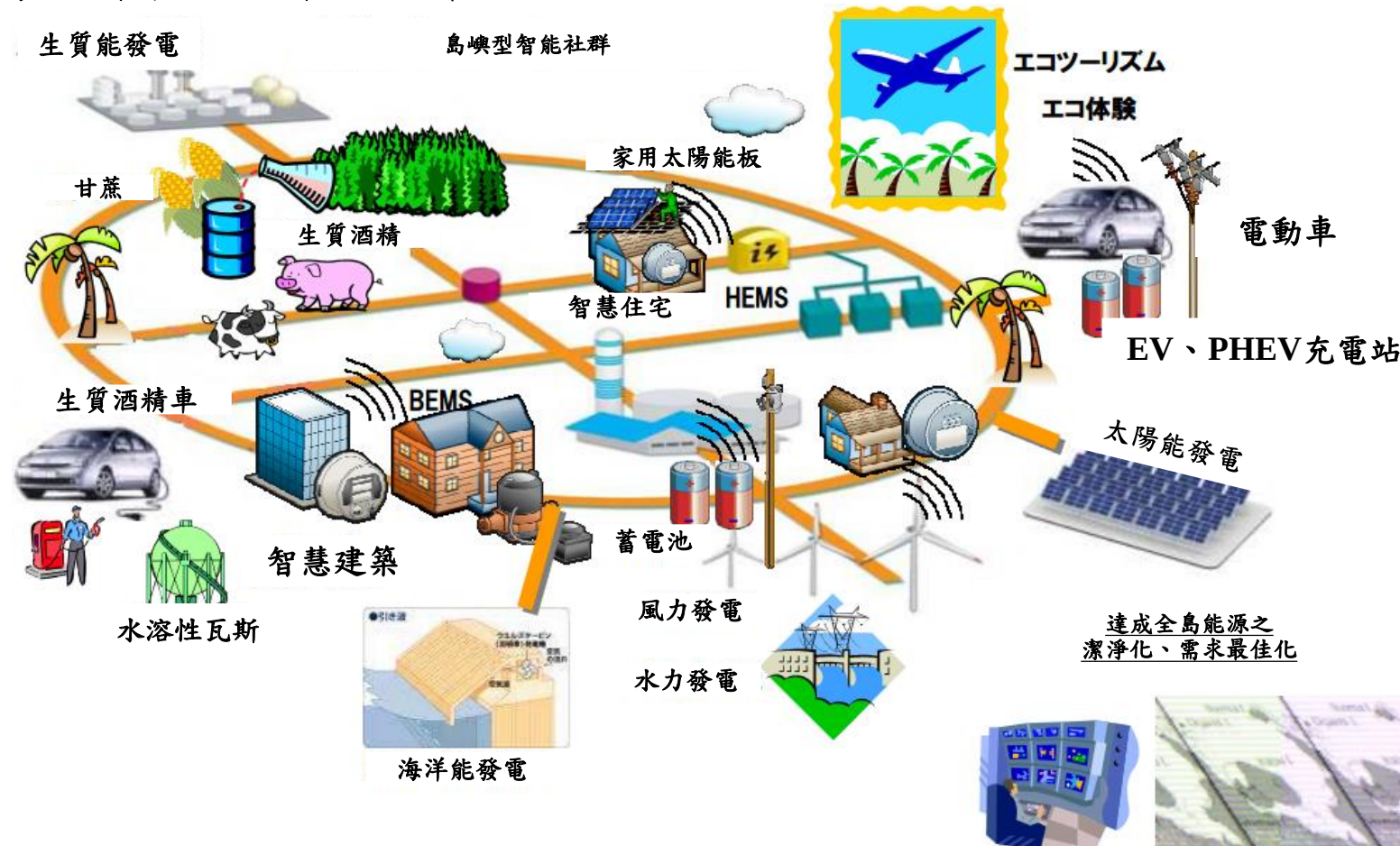


資料來源：次世代エネルギー・社会システム実証，横浜スマートシティプロジェクト，平成22年 8月

資料來源：MEIDENSHA CORPORATION 2012；日本經濟產業省「有關新世代能源系統國際標準化」/ 台經院整理

日本宮古島智慧能源系統示範區域 (Smart Community)

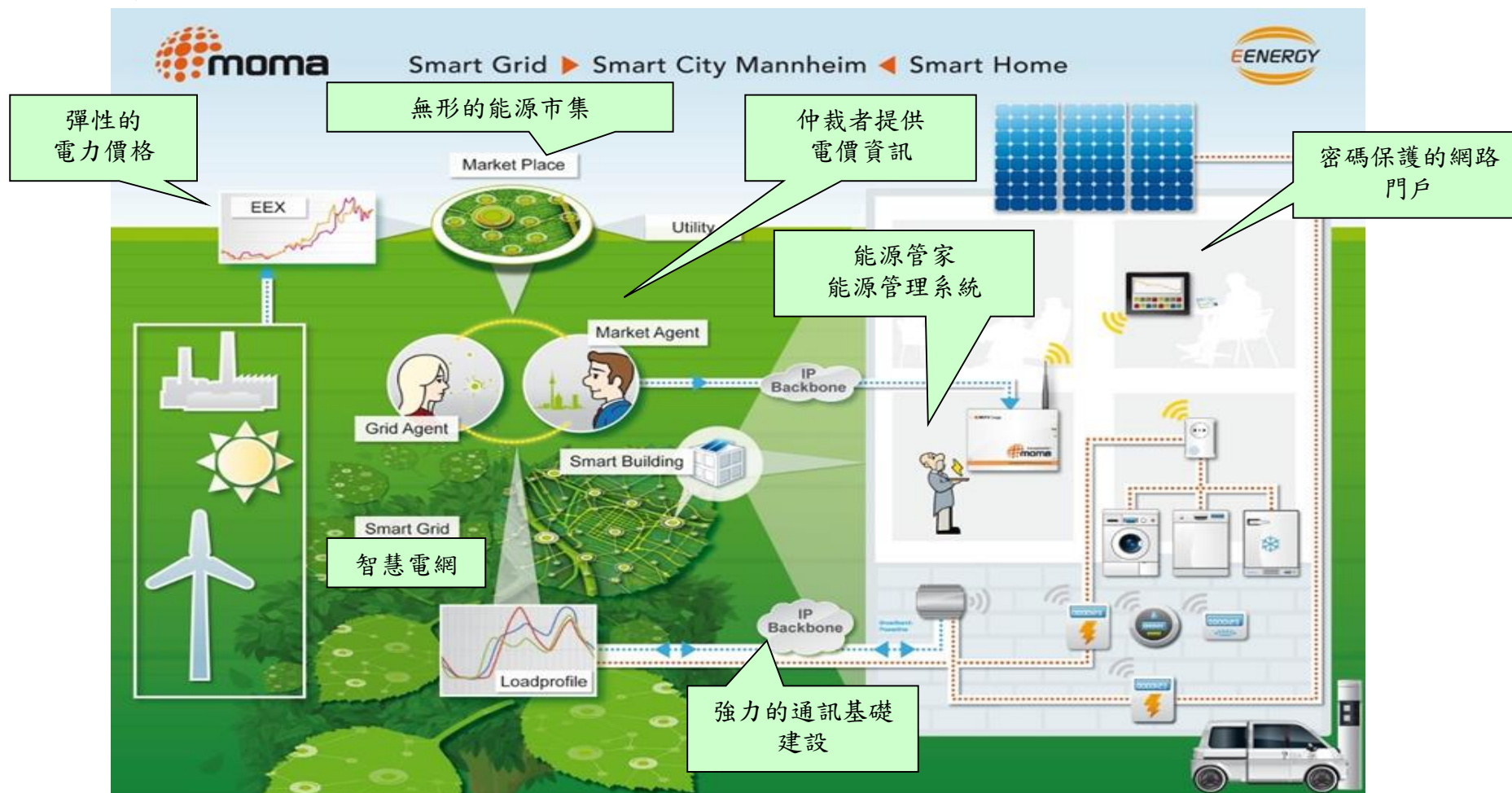
- 日本宮古島市於2009年1月獲選為日本環境模範都市，目標在2050年達到相對2003年減碳73%之目標。
- 透過導入太陽能發電、風力、水力、生質能等綠能源發電方式，並配合新造智能建築、電動車/生質酒精車減少環境負荷，構築低碳智能社群。



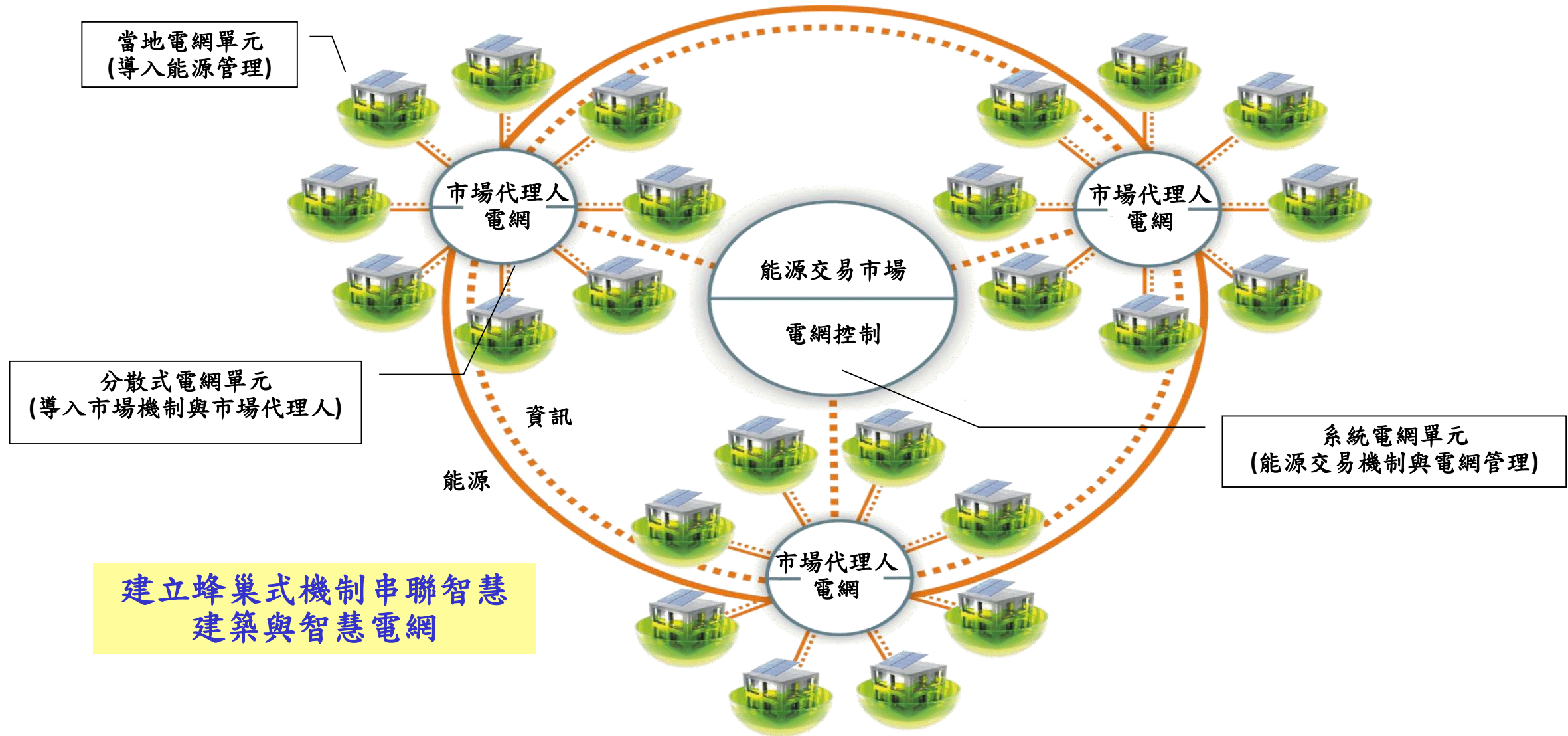
德國智慧城市計畫

■ 智慧城市曼海姆(Smart city Mannheim)：

整合智慧電網(Smart Grid)與智慧家庭(Smart home)建構智慧城市(Smart City)，該計畫透過適當的技術展示了智慧電網的高穩定性。

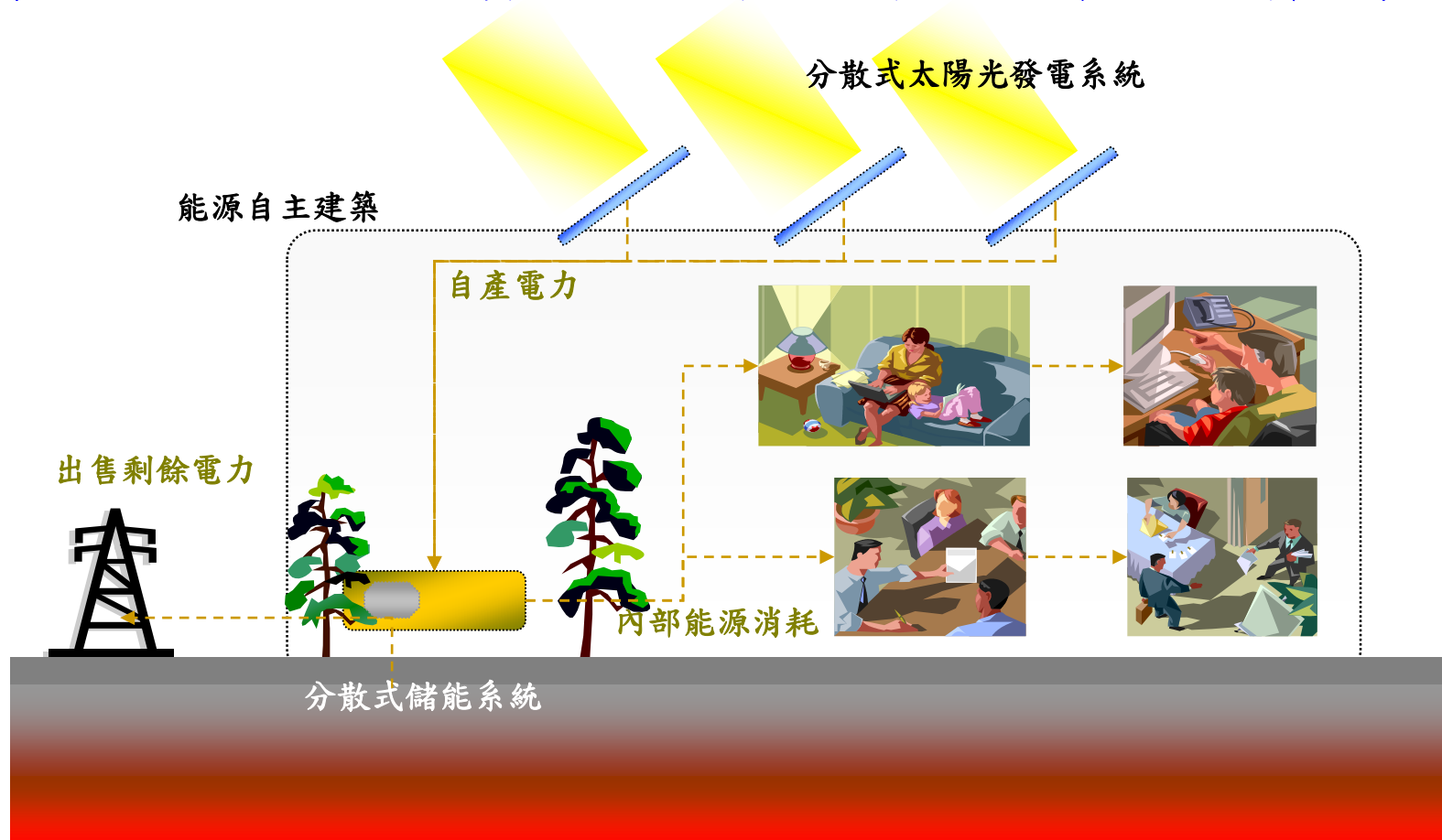


德國智慧城市計畫 蜂巢式電網經營模式概念



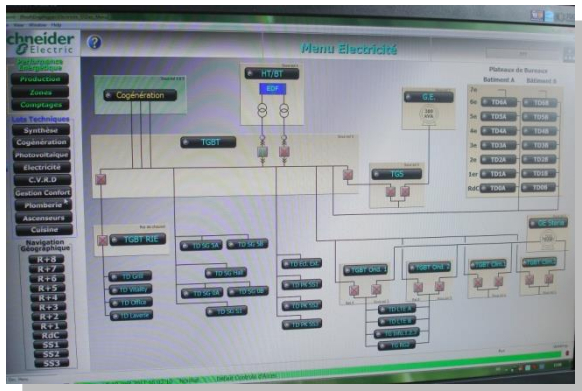
能源自主建築 (Zero-Energy Building)

- 推廣建築能源管理(Building EMS)、分散式發電與儲能系統，實現「能源自主建築 (Zero-Energy Building)」的願景。
- 未來房子的擁有者，無論是個人、投資者或是建築公司都要能貢獻能源，藉此導入智慧電力網路中。

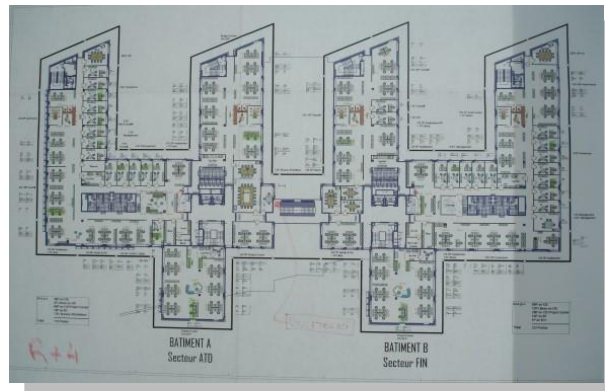


法國低碳智慧建築示範計畫

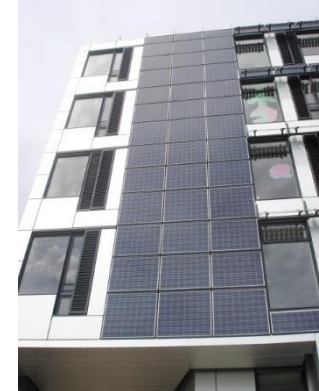
將建築改造成整合成具備創電和居住兩種功能，建築所需之電力本身所設之發電與儲能設備供應，盡可能不靠外界供應電力。包含自然光線、自然通風系統、絕熱外牆、分散式發電系統、最小能源消耗。



建築能源電能監控系統

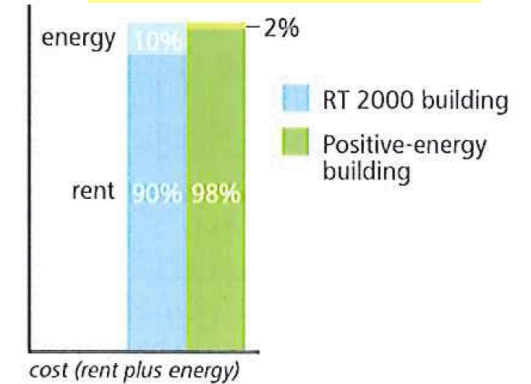


低能耗空間設計

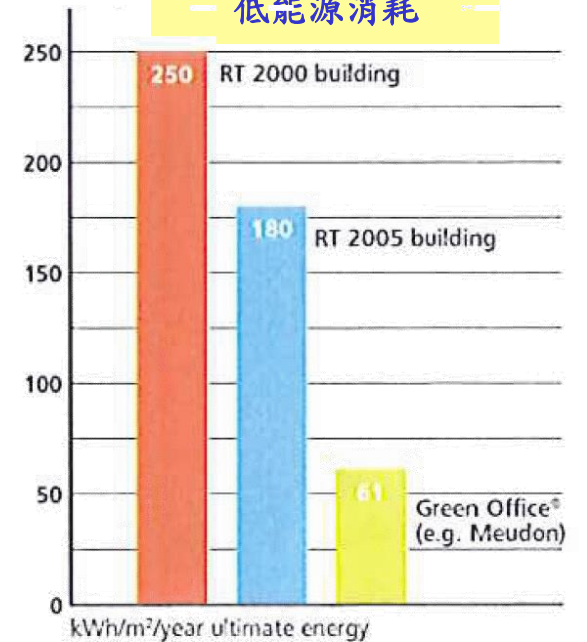


太陽光電發電

相同建築使用成本

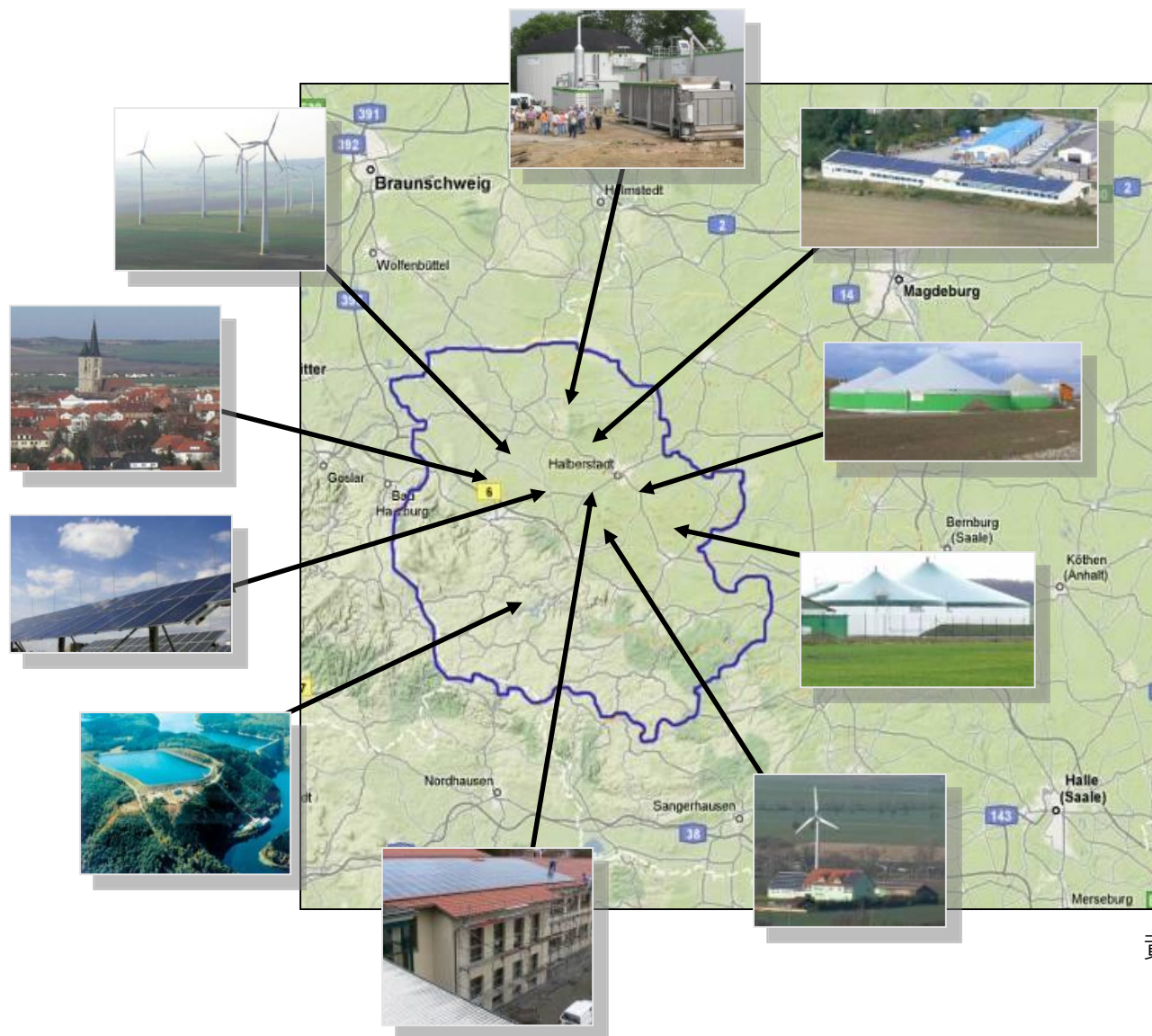


低能源消耗



Source: Consultant Arcoba

德國 HARZ 再生能源示範地區



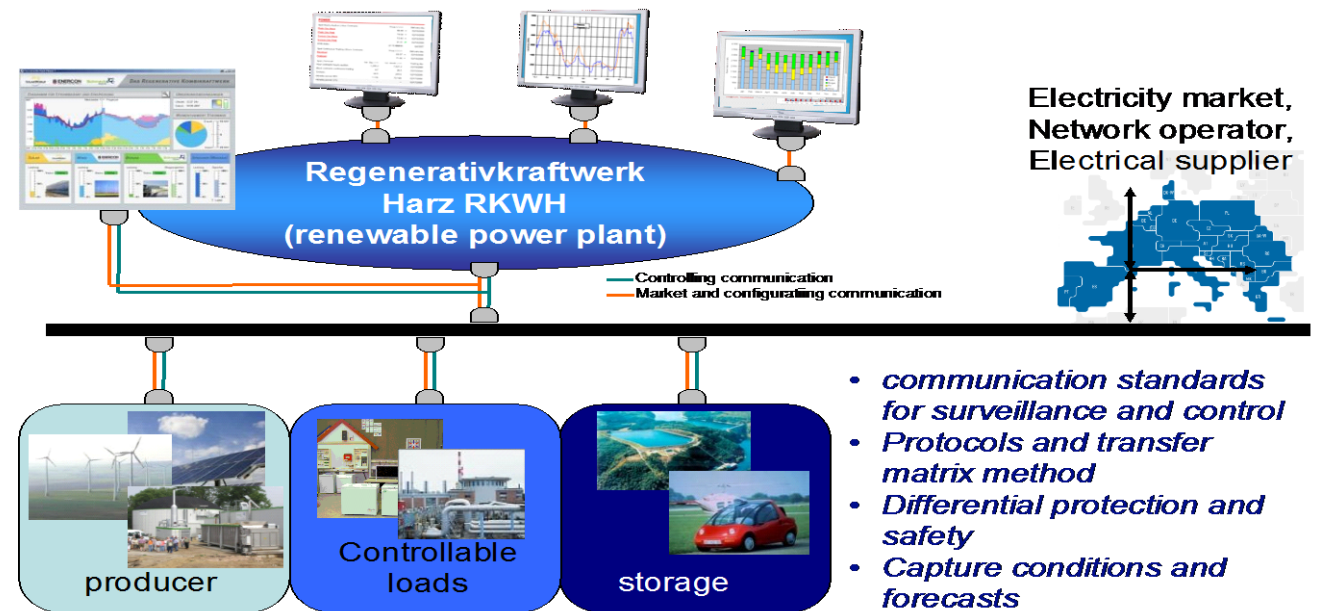
利用導入創新的分散式能源管理系統，管理等風力發電機、太陽能發電設備和其它再生能源發電設置、抽蓄水力等，建立虛擬電廠，最終希望能將 HARZ 地區變成 100% 再生能源區域。

current (future)

	quantity	PN [MW]
Photovoltaic	118 (500)	2 (10)
Wind	135 (185)	250 (350)
CHP	52 (100)	12 (25)
storage	1 (2)	80 (180)
Households	100 (1000)	0,5 (5)
Industry	20 (40)	100 (200)
Electric cars	3 (100)	0,03 (1,5)

HARZ創新分散式能源管理系統

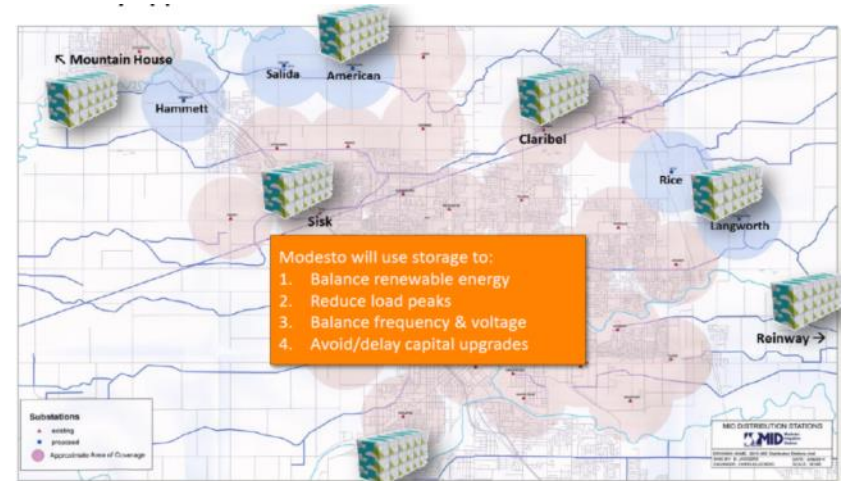
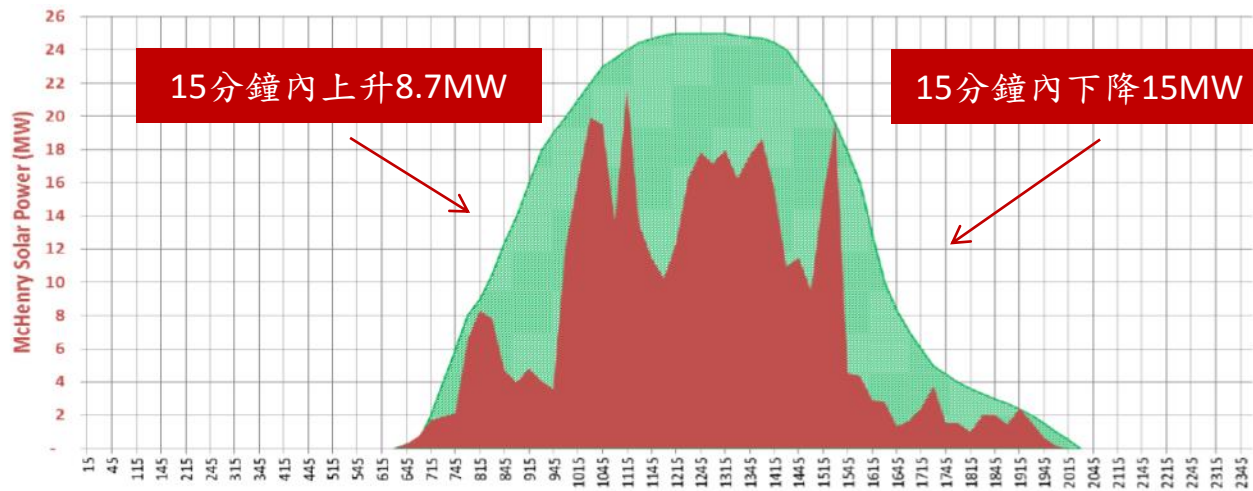
- 建立創新的分散式能源所需之監視與控制的通訊標準、傳輸協定、轉移矩陣法、不同的保護與安全、狀態掌握與預測。
- 在制度面整合電力市場、電網營運者與其它電力供應者，如此可整合再生能源生產者、可控制負載、儲能設備等建立再生能源整合電廠。
- 利用市場系統進行電力價格推測、利用價格資訊進行能源消費調控、電力消費過程資訊進行。
- 利用電動車整合而成的創新電動車輛儲能，作為調度間歇性的再生能源。100輛的電動車約可作為1MW的功率輸出。



資料來源：陳彥豪、盧思穎，歐洲智繪電網示範計畫考察出國報告，2011年8月

【應用案例】以鋅溴液流電池進行再生能源補償驗證計畫解決間歇性再生能源對電網衝擊-應用測試案例

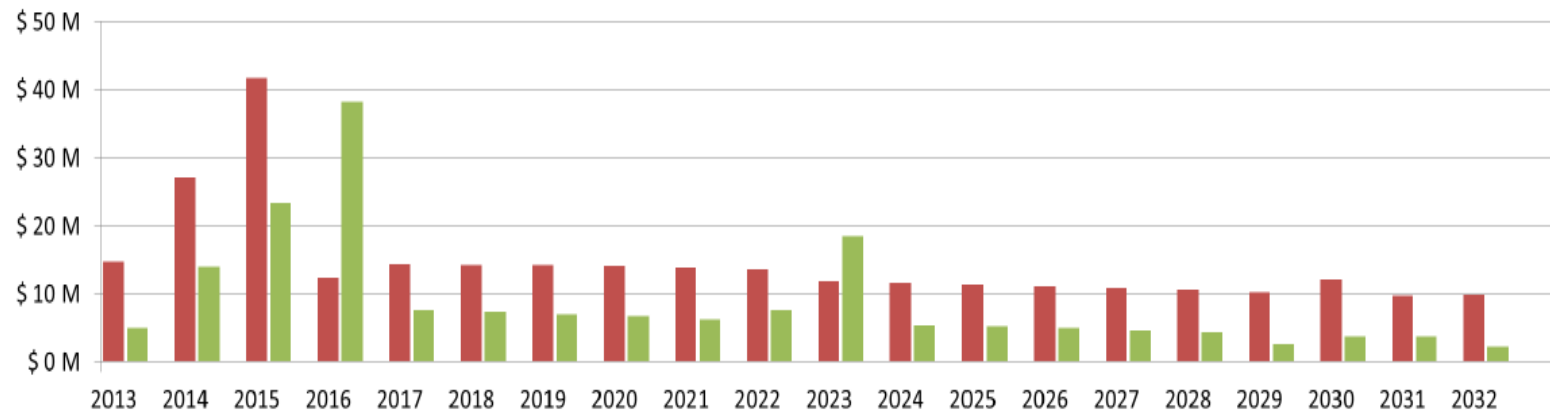
- 再生能源發電量的瞬時變化會對電網產生衝擊，因此需要儲能系統進行電網調節，補償起伏變動後產生平滑的發電曲線。
- 儲能電池以太陽能和風能充電的情況下做比較，鋅溴液流電池的**出力調節能力**容量區間(-25~25MW)比燃氣機組(4~5MW)大，可充放電進行電網調節等服務，且熱機只要五秒可快速反應。



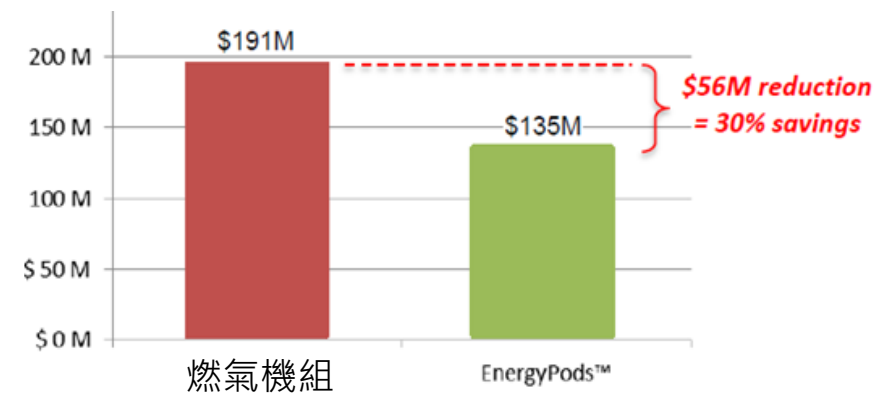
- 集裝箱式的鋅溴電池儲能系統，則可配合分散式太陽能與風力發電與輸配電設備及線路，進行再生能源補償，平衡負載，穩定電壓和頻率，以及遞延設備升級等應用。

【應用案例】以鋅溴液流電池進行再生能源補償驗證計畫解決間歇性再生能源對電網衝擊-投資效益評估

- 原先MID公司計畫建置50MW燃氣發電廠來進行再生能源發電補償，其發電機成本為4,500萬美金，建廠為3,300萬美金總預算**7,300萬美金**，鋅溴液流電池只需**5,000萬美金**。
- 比較燃氣發電廠和鋅溴液流電池儲能系統的投資效益，鋅溴液流電池儲能系統20年的投入成本折現後較建置燃氣電廠的資本成本節省30%，約5,600萬美元。
- 在安裝時間方面，燃氣機組需要4年的時間安裝和運轉才能達到穩定發電容量，鋅溴液流電池安裝後可立即運作，若安裝在輸電節點下游，具有遞延輸電線路升級2年的效益。



鋅溴液流電池與燃氣機組的投入成本預估比較



鋅溴液流電池與燃氣機組20年投入成本折現後的比較

三、台灣智慧電網推動現況

台灣永續電力供應系統

永續能源政策綱領

提高能源效率

未來 8 年每年提高能源效率 2% 以上，使能源密集度於 2015 年較 2005 年下降 20% 以上；並藉由技術突破及配套措施，2025 年下降 50% 以上。

發展潔淨能源

1. 全國二氧化碳排放減量，於 2016 年至 2020 年間回到 2008 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量。
2. 發電系統中低碳能源占比由 40% 增加至 2025 年的 55% 以上。

確保能源供應穩定

建立滿足未來 4 年經濟成長 6% 及 2015 年每人年均所得達 3 萬美元經濟發展目標的能源安全供應系統。

發展永續電力供應系統

提升電力
使用效能

提升電網再生
能源穿透度

提供高品質
電力

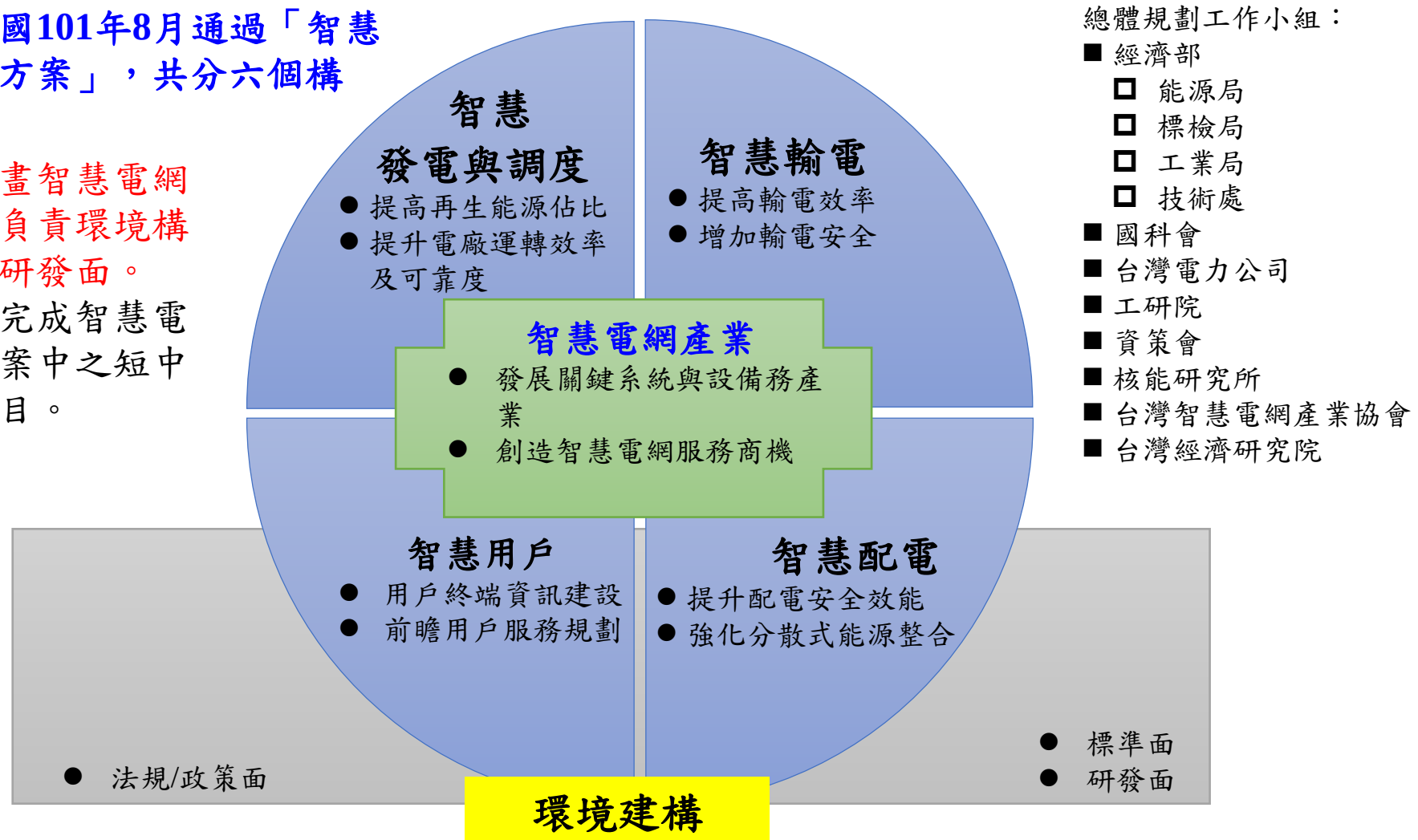
發展電力
設備產業

資訊技術
電力工程與

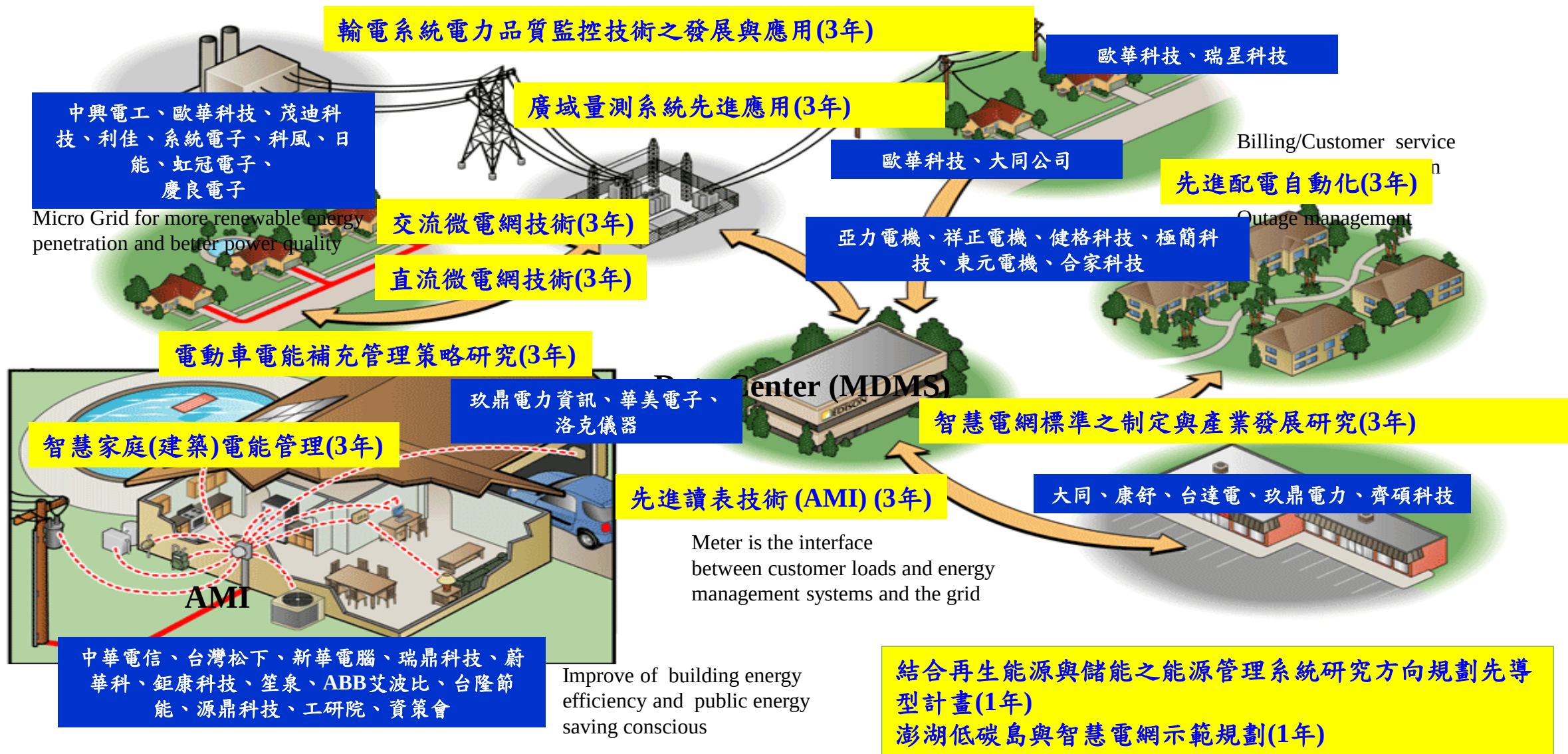
子項與主軸計畫
智慧電網與讀表

台灣智慧電網總體規劃 (2011~2030)

- 行政院已於民國101年8月通過「智慧電網總體規劃方案」，共分六個構面。
- 能源國家型計畫智慧電網主軸計畫主要負責環境構面中之標準與研發面。
- 計畫目標即是完成智慧電網整體規劃方案中之短中期技術開發項目。



智慧電網主軸專案計畫第一期整合示範計畫



智慧型電網產業技術發展藍圖

From Innovation to Acceptance

	階段	產出	步驟	說明	產業界角色
1	創新驗證	建立概念實證與可靠度基準	● 創新發展 ● 工程測試 ● 示範驗證	● 由大型公用設施、電網業者與實驗室主導 ● 由大型公用設施與能源使用者利用政府主導計畫進行測試	● 發展令人信服的技術 ● 測試與示範。 ● 和大型公用設施建立關係。
2	發展標準	建立產業標準	● 早期發展 ● 發展共通標準	● 主要電網標準機構為IEEE 與ASME ● 由產業界、使用者、研究人員組成技術聯盟，影響標準 ● 建立規範工作小組，定出新標準 ● 驗證資料	參與標準與規範建立團體
3	發展規範	建立標準技術規範	● 納入功能需求 ● 標準教育 ● 規範、指令、獎勵措施	● 系統商與製造商規範納入標準中 ● 協助移除發展瓶頸，協商採納標準 ● 發展指令與增加獎勵措施	● 參考大客戶 ● 努力成為核心團體或平台之主要角色
4	進入市場	整合進入購買習性	● 整合入新產品 ● 開始考慮廣義公用事業 ● 穩定核心需求，建立差異	● 將標準整合至新採購大型公用設施 ● 思考如何將於指標性大型公用設施實現這些技術	● 建立品牌 ● 財務自主性 ● 產品和市場聯盟

台灣智慧電網技術標準架構

台灣智慧型電網產業協會規劃智慧電網技術標準架構，與有意協助參與產業。

智慧發電

1. 常規電源網源協調
2. 新能源發電併網
3. 大容量儲能系統併網

智慧輸電

1. 彈性直流輸電
2. 彈性交流輸電
3. 線路狀態與運轉環境監測

智慧變電所

1. 智慧變電所
(台電、華城電機、亞力電機)

智慧配電

1. 配電自動化
2. 分散式電源併網
3. 分散式儲能系統併網
(大同公司、中興電工、亞力電機)

資訊與通訊

1. 傳輸網
2. 配電與用戶側通訊網
3. 業務網
4. 通訊支援網
5. 智慧電網資訊基礎平台
6. 智慧電網資訊應用平台
7. 資通安全

(中華電信、資策會)

智慧用電

1. 雙向互動服務
2. 用電資訊蒐集
3. 智慧用電服務
4. 電動車充放電
5. 智慧量測
(大同公司、中興電工、威盛電子、亞力電機)

智慧調度

1. 智慧電網調度技術支援系統
2. 電網運轉監控

綜合與規劃

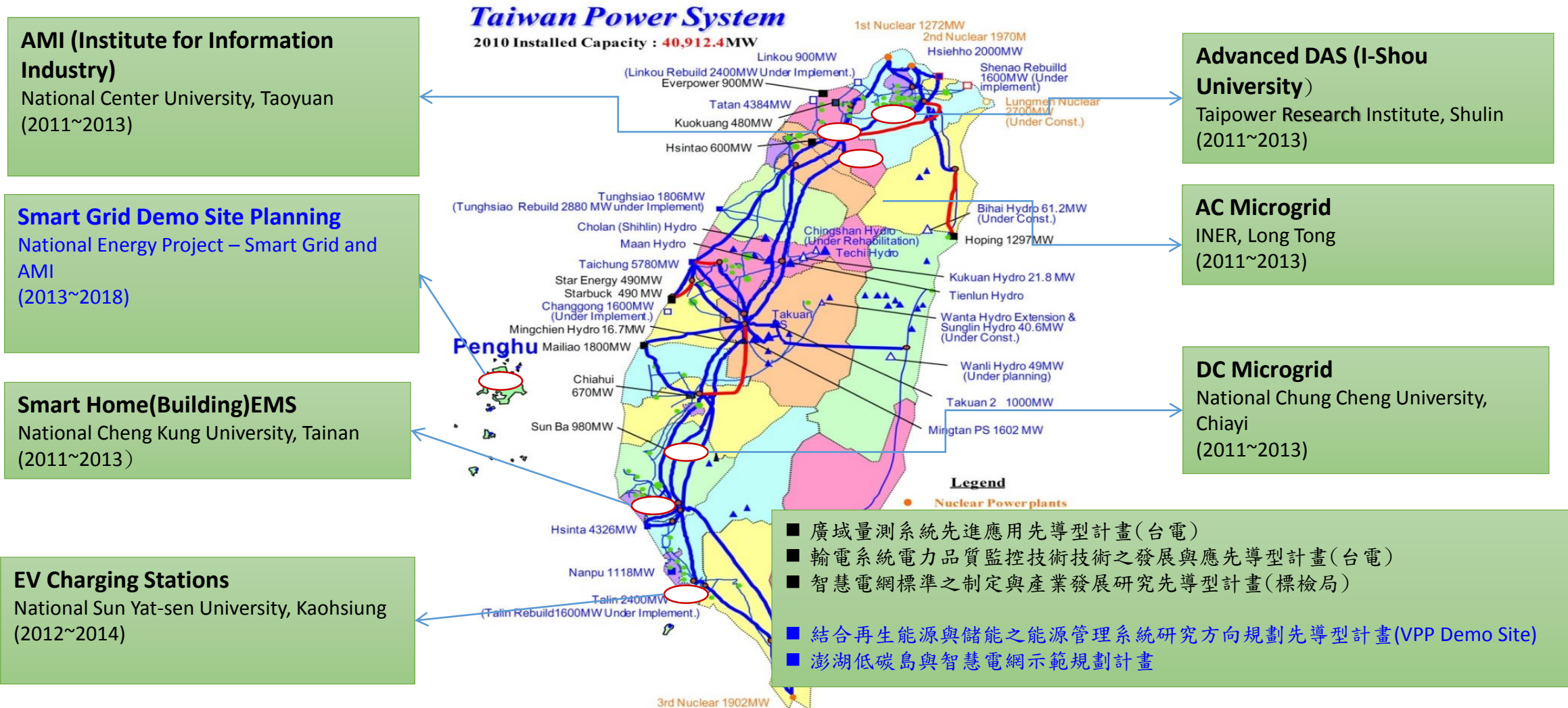
1. 智慧電網術語及方法學
2. 智慧電網規劃與設計

料來源：1. 台灣智慧型電網產業協會，「智慧電網標準合作討論會議」，2011.5.9

2. 許世哲，智慧電網相關規範之發展現況，2011.5.6

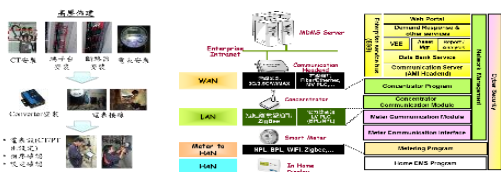
第一期智慧電網主軸專案計畫階段成果(續)

- 由電力、資通訊產學研單位共組團隊，發展智慧電網關鍵技術，完成6處先導測試場。
- 與台電合作推動廣域量測、輸電系統電力品質監控、電動車電能補充管理策略研究

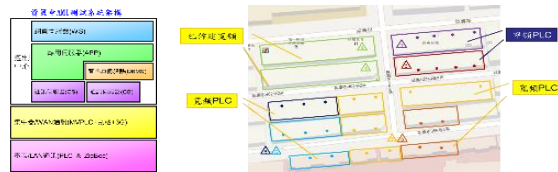


國內智慧電網示範場域發展現況

在第一期智慧電網主軸專案計畫與經濟部能源資通訊技術發展帶動下，由國科會、經濟部能源局與企業主導設置18座智慧電網示範場域，為本計畫推動智慧電網技術產業落實基礎。



智慧讀表系統與
需量反應系統



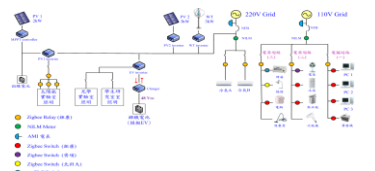
大都會型智慧讀表系統



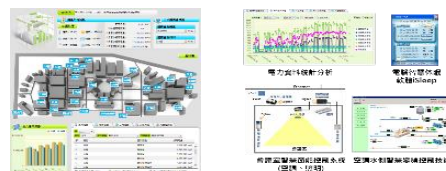
智慧電表系統與家庭能源管理系統
(人間清境社區)



智慧電網控制中心與
智慧家庭示範中心



智慧家庭(建築)
電能管理系統



工研院中興院區
智慧建物節能示範場域



量販店節能管理系統



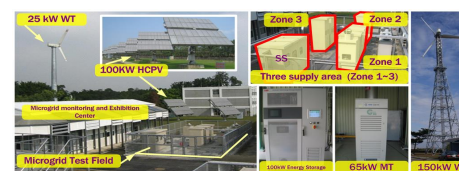
便利商店節能管理系統



汙水處理廠馬達動力設備監控與節
能管理系統



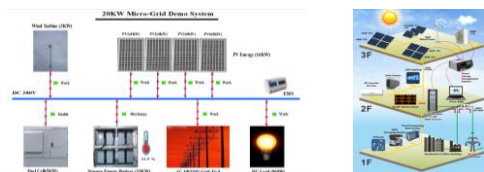
先進配電自動化示範系統



百瓩級自主式
微型電網示範系統



智慧型直流供電系統教育
展示屋(綠色能源示範屋)



智慧型直流/交流混合型
微電網示範系統



微電網及電動車示範場



金門縣東坑整合再生能源與儲電系
統社區展示運行



澎湖智慧電網示範場域
(規劃中)

第二期能源國家型計畫智慧電網主軸中心目標及任務

主軸中心目標為確保穩定供電、促進節能減碳、提高綠能使用、引領低碳產業

- 饋線再生能源佔比最高達30%。
- 用戶間交易離型系統設計及激勵型自動需量反應額度10,000kW。
- 區域分散式能源佔比最高達35%。
- 用電抑低最大需量12,000kW。

■ 推動的理由

- 強化供電穩定，推動先進配電自動化、促成全國變電所智慧化。
- 擴大導入節電管理措施，推動自動需量反應、時間電價等。
- 降低二氧化碳排放，大幅提高再生能源可併網容量。
- 促進產業升級，引導智慧電網相關產業發展。

■ 主軸中心任務(105-107年度)

1. 擴大澎湖智慧電網展示區域與功能及推動離島供電全面微電網化

發展澎湖本島μEMS，以監控與調度全島及海底電纜之發電與輸電量，並大幅提高再生能源滲透與降低離島柴油發電之成本。

2. 大幅提高台灣本島再生能源併網容量

發展再生能源併網技術來大幅提高再生能源併網容量，以降低台灣本島二氧化碳排放量。

3. 擴大AMI高壓用戶自動需量反應參與之戶數與額度

自動需量反應可解決再生能源滲透率大幅提升後之供電間歇性問題、降低尖峰負載燃油電廠之發電成本、解決區域供電壅塞及電源不足之問題。

4. 協助台電解決低壓AMI佈建所遭遇之通訊、裝設與維運問題

低壓AMI大量佈建後，可全面實施自動需量反應與時間電價。

5. 持續研擬智慧電表從用戶、集中器、台電資料庫、用戶集成商間之相關標準並發展商業模式

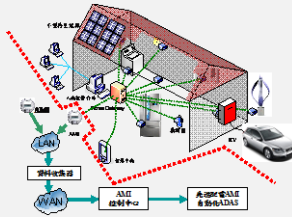
協助台灣電力公司加速低壓電表佈建、建立自動需量反應及用戶創電用電之新商業模式。

智慧電網主軸研究重點

- 一. 低壓用戶可大量佈建自動需量反應之系統與設備研究。
- 二. 智慧能源控制與整合技術開發，發展能源管理系統與能源管理套件並帶動虛擬電廠應用。
- 三. 開發分散式設備並聯系統、提升供電可靠度和電力品質。
- 四. 提升再生能源發電併網容量與智慧設備管理技術。
- 五. 輸電網安全性感測器與控制器開發。
- 六. 結合大數據分析技術提升輸電系統供電品質與健全電力市場輔助服務機制。
- 七. 完成離島微電網系統建置與展示，使再生能源離峰滲透率達50%，並提升島內再生能源發電使用量15%。
- 八. 推廣並導入已開發及驗證之整合需量反應、分散式電源與儲能等相關軟硬體技術於台灣都會區實際場域。
- 九. 澎湖智慧電網導入分散式能源管理系統之開發。
- 十. 落實系統與設備商品化、技術產業化。

智慧電網主軸計畫第二期推動架構

設備與
系統技術開發



C 自主式分散型區域電力
控管技術發展與應用計畫

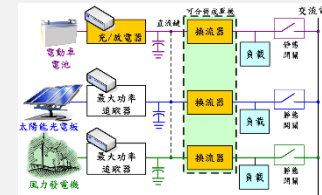
D 獨立型微電網系統發展與應用



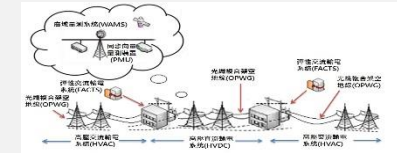
A 智慧電網之節能控
制與整合系統開發

B 先進讀表基礎建設
加值服務與整合系統

E 電動車電能補
充管理策略研究



F 大功率併網型
轉換器開發



G 輸配電系統電力品質提升
與代輸技術之發展及運轉規劃

H 智慧輸電廣域量測與
控制關鍵與系統開發

I 智慧電網與先進
讀表標準制定

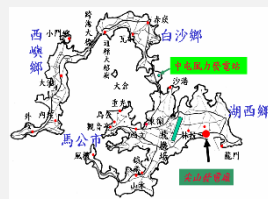
技術商品化



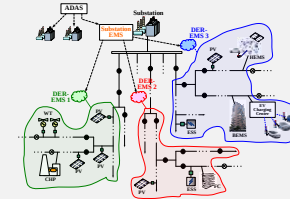
J 智慧電網技
術產業落實



整合測試示範



K 澎湖智慧電網
示範系統建置
(澎湖低碳島Demo Site)



L 需求反應及分散式
電源與儲能之整合應用
(配合台電 VPP Demo Site)

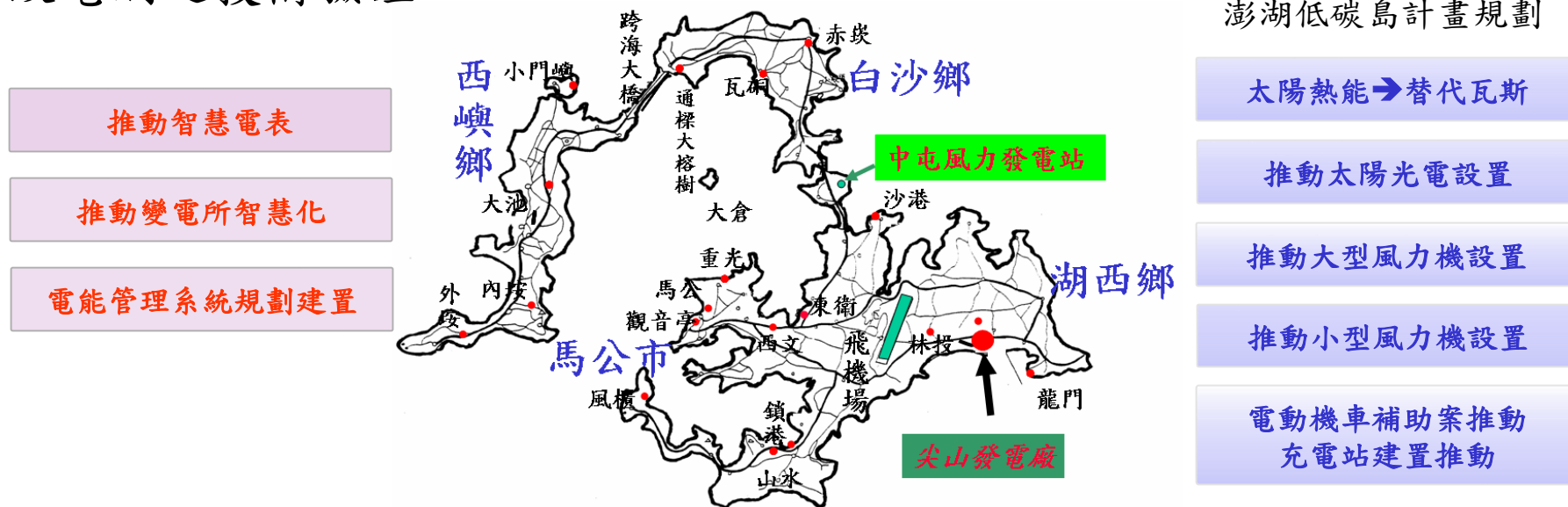
實際應用



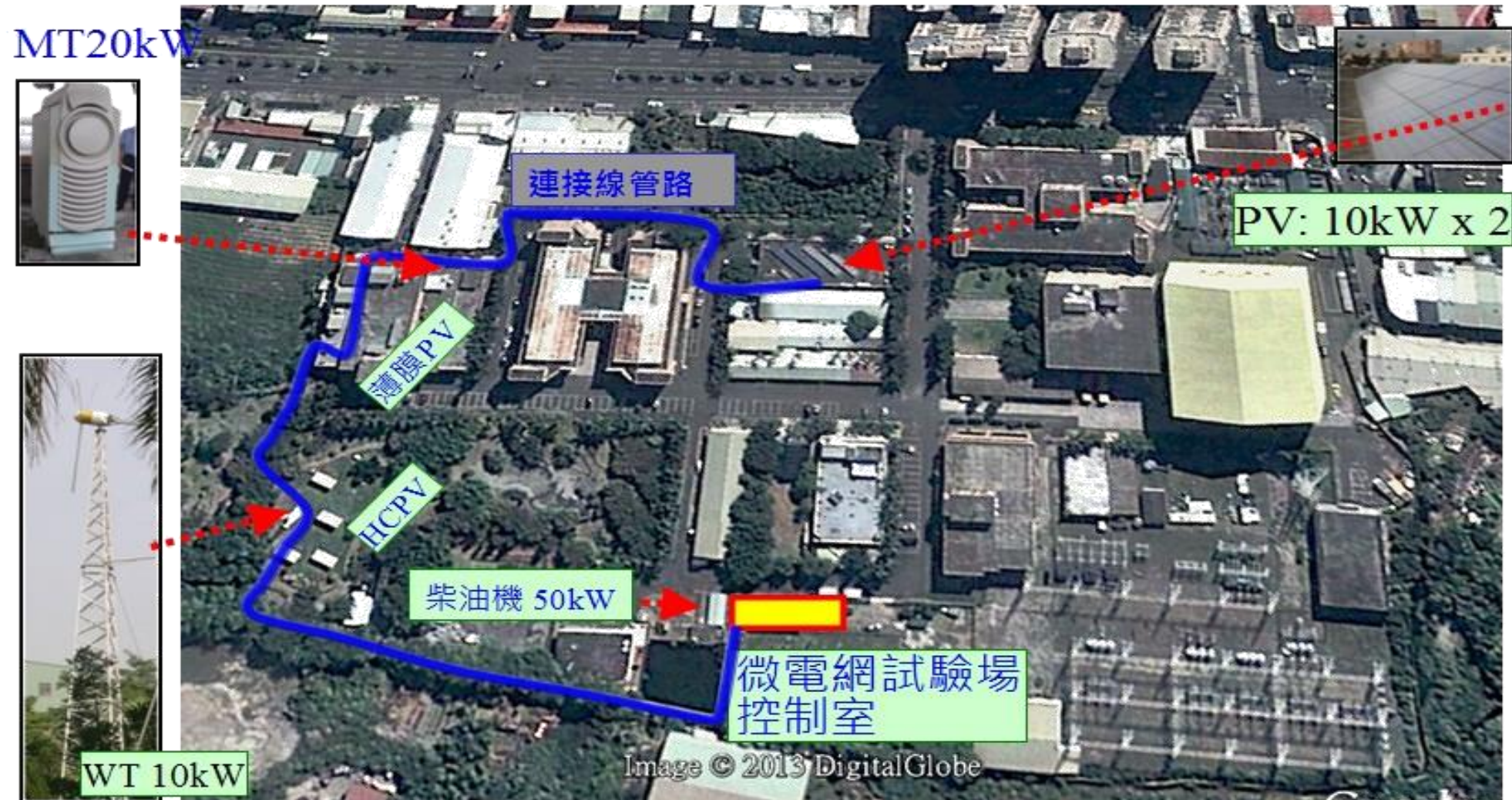
M 台灣電力公司相關智慧電網建置 或 國際智慧電網相關建置

澎湖智慧電網整體示範規劃

- 行政院建置澎湖低碳島計畫(已於民國99年12月核定)，澎湖低碳島願景與目標完成低碳綠色生活場域示範，應用低碳生活服務與節能減碳科技。
- 澎湖智慧電網整體示範提供我國產業技術試驗機會，將結合智慧電網相關技術及產業，建立整合型集中示範場域(澎湖)，驗證智慧電網效能，並作為我國產業發展之基礎。
- 智慧電網展示區(Smart Grid Demo Site)可利用微電網與先進饋線自動化系統建立孤島運轉機制，此外此示範區也可利用澎湖未來設置的再生能源設備，進行智慧電網技術在MW等級電網之技術驗證。



台電綜合研究所需量反應、分散式電源與儲能 整合應用示範場域



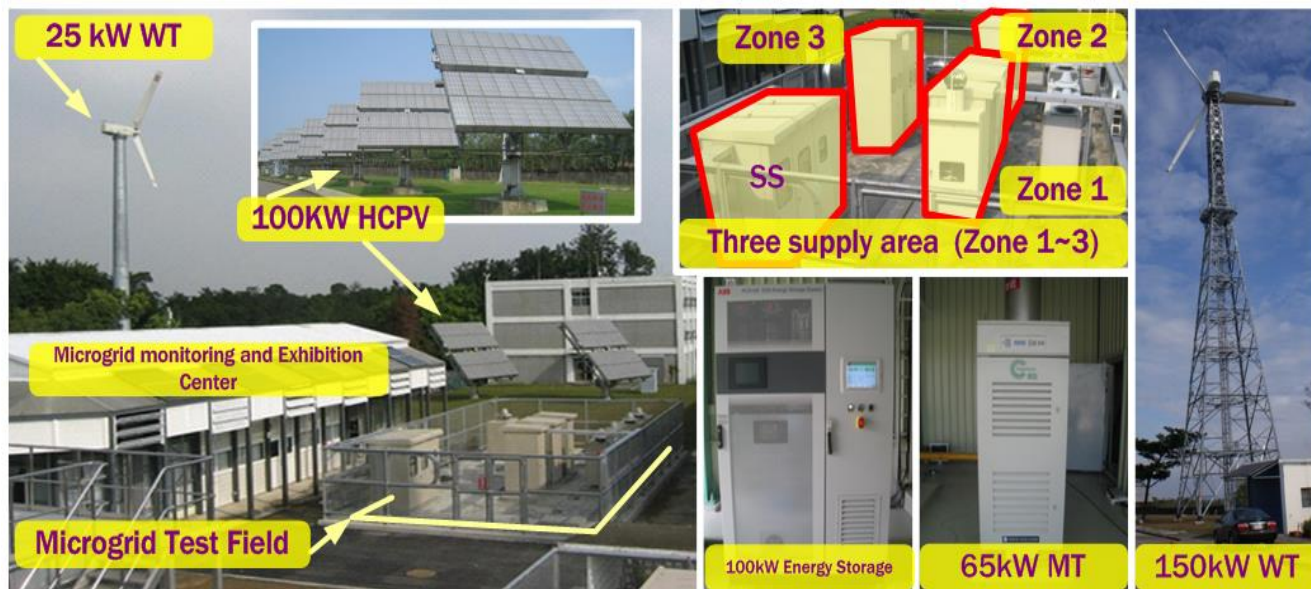
核能研究所(INER)微電網智能控制技術發展

■ 建立自主式控制之微電網示範系統與測試平台，提升再生能源滲透率，並可運轉於市電併聯與孤島運轉模式平穩切換。

■ 核能研究所(INER)微電網與電動載具智能控制技術發展



1. 減緩電動車充電併網衝擊
2. 強化運用再生能源電力
3. 利用V2G調節尖峰用電



四、台灣智慧電網產業發展現況

智慧電網市場架構與組成



整合企業整體先進控制系統

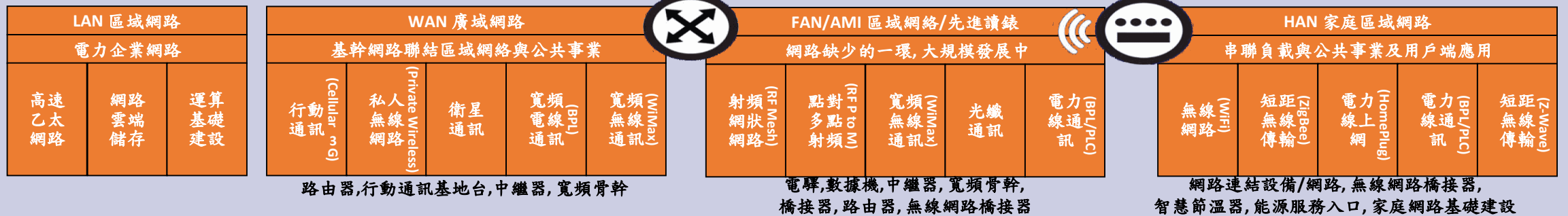


用戶端能源管理系統

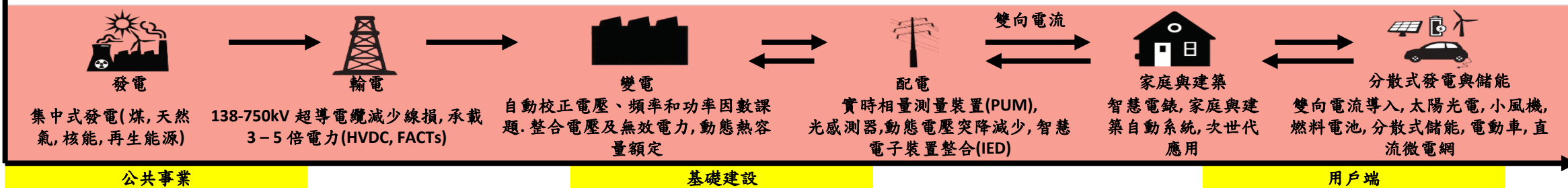
智慧電網應用層

能源交易平台, 零售, 管制	及時能源市場		拍賣與詢價市場資訊所需購買與販售能源
整合既有舊系統進入營運流程	終端用戶資訊流入或流出能源管理系統應用		家庭與建築網頁入口, 現上帳單與預付系統, 歷史能源資料, 與鄰居能源消費比較, 分時電價資訊, 碳足跡資訊
公共事業控制與 電動車負載監視	電動車資料流應用		電動車智慧充放電與對電網供電終端用戶介面
分散式資產可視與控制系統	監控和解除分散式資產		簡單整合分散式發電資產
能源管理(EMS), 配電管理(EMS), 地理資訊(GIS), 電力調度(OMS)	自我修復電網: 故障偵測, 停電管理, 遠端開關, 最小壅塞, 電壓動態控制, 氣象資料整合, 集中電容器 組控制	自動配電與配電, 資產保護, 先進感測, 實虛功管理, 自動饋線重組	取得消費電壓
負載管理與控制; 供應和需求自我最佳化	先進需求保養, 需量反應, 負載預測和移轉		精密和可調適控制 (粒狀資料和可視化能源方面應用)
先進讀錶(AMI), 電錶資料管理(MDM), 用戶資訊系統(CIS), 停電偵測, 帳單	遠端讀錶, 遠端遙控併網/切離, 篡改和竊電檢測, 短期讀錶, 課戶預付, 行動派工管理		用戶端及時接收電表資料; 在故障前電錶送出“最後一口氣 (last gasp)”信號

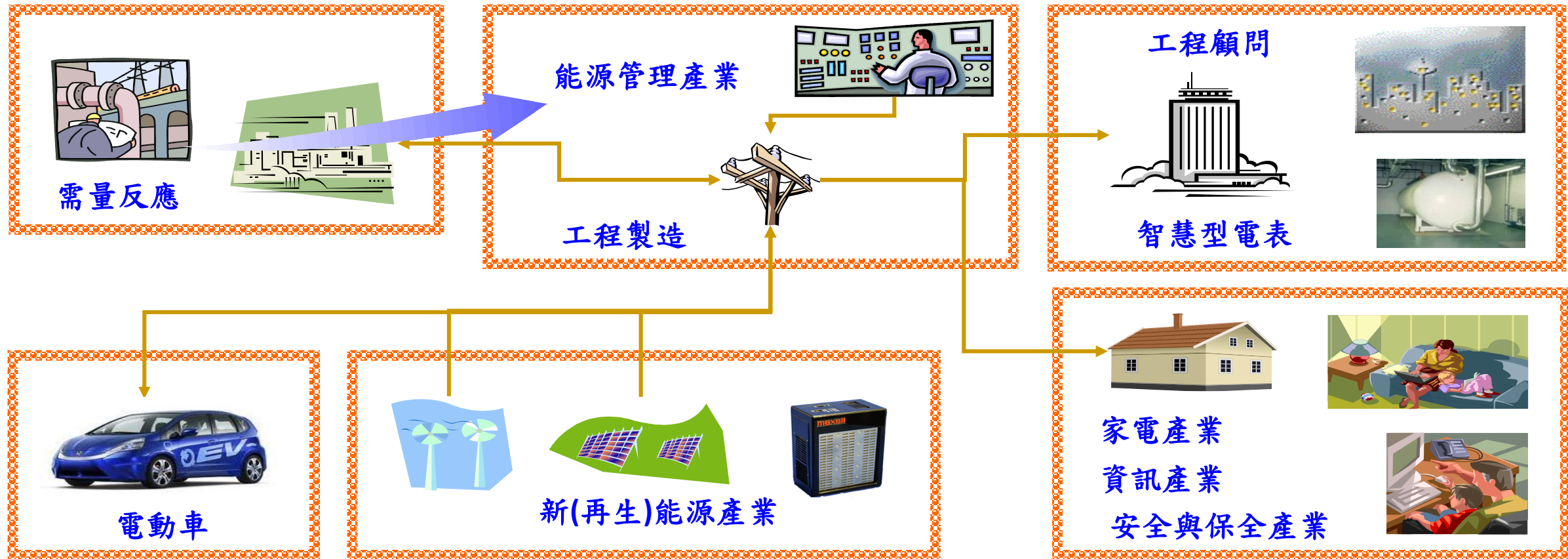
通訊層



電力層

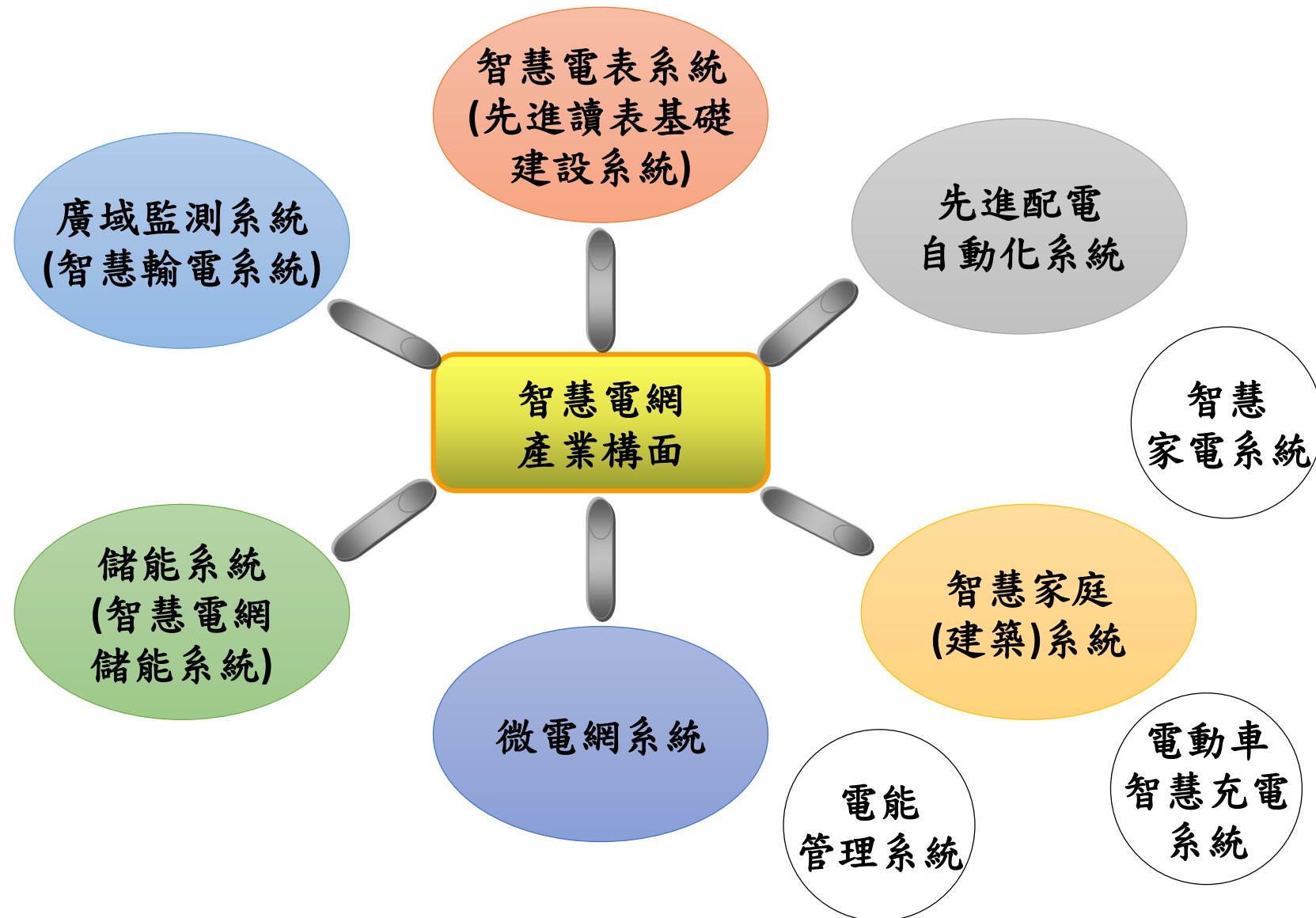


智慧型電網產業關聯



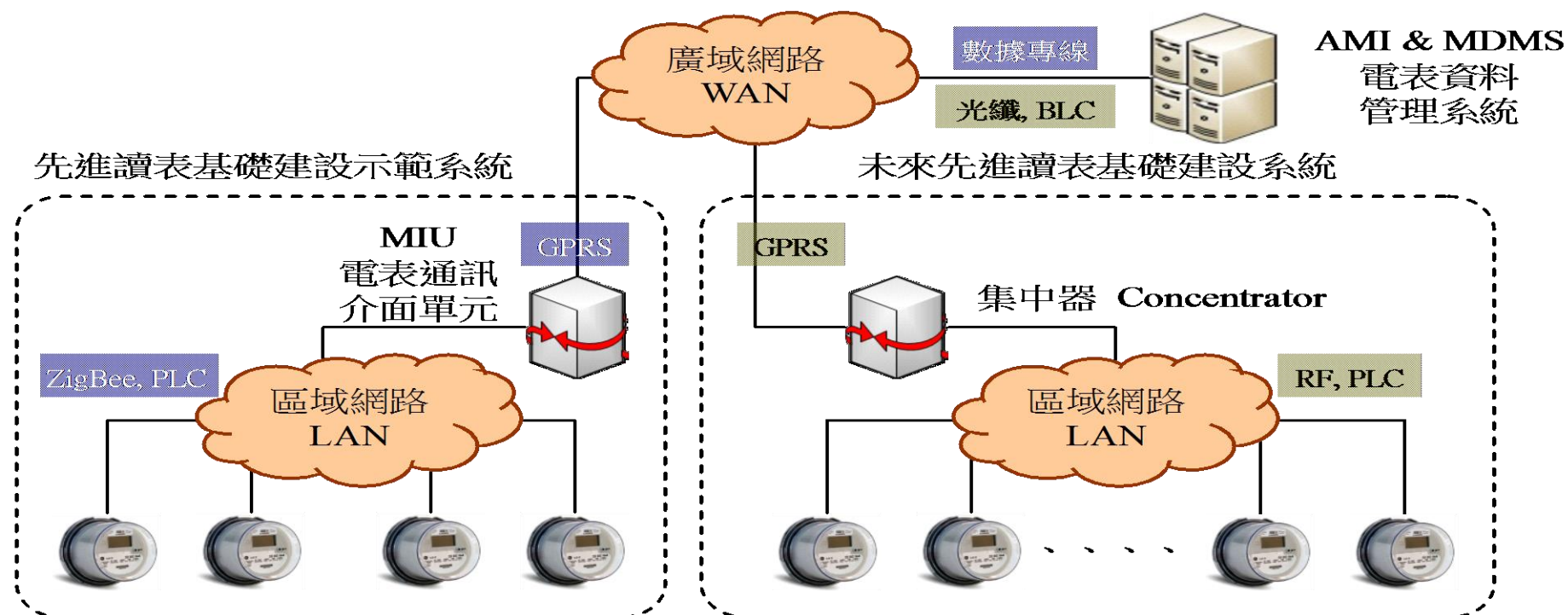
智慧型電網產業橫跨電力電子、電機與資通訊產業，屬跨領域產業，因此需進行跨領域介面整合才有可能成功發展。

我國智慧電網產業範疇



台灣先進讀表基礎建設系統架構

先進讀表基礎建設系統主要可分為電表、資料傳輸與控制中心三部份。電表部份由智慧型電表、資料集中器 (Concentrator) 或讀表介面單元 (Meter Interface Unit) 組成，資料傳輸主要為通訊網路可分為公眾與私有廣域網路與電信網路例如 GPRS/GSM、光纖等，在控制中心分為 AMI 通訊管理系統與電表資料管理系統 (Meter Data Management System, MDMS)，並與電力公司 ERP 相關應用軟體整合(如：開票系統、客服系統、停電管理系統等)



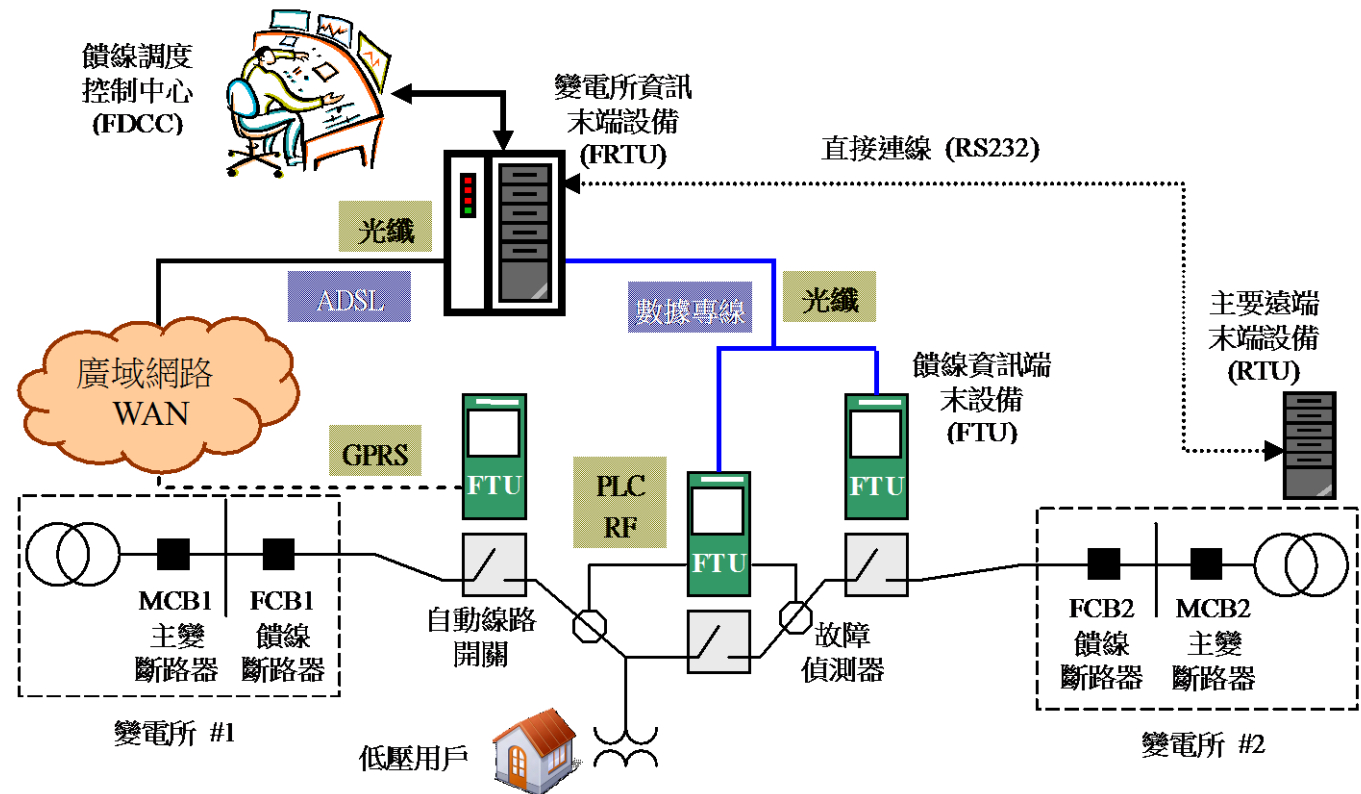
先進讀表基礎建設設備商

- 在國內產業發展方面，高壓電用戶智慧型電表基礎建設總預算金額約為新台幣16.9億元，得標廠商大同公司由資策會技術移轉經濟部科技專案成果，研發高壓先進讀表基礎建設(AMI)系統，包含系統規劃、建置、驗證，讀表介面單元(MIU)與高壓電表則分別由大同與中興電工提供。低壓電用戶智慧型電表基礎建設方面，佈建600萬戶需經費約新台幣360億元。
- 目前台電在2011至2012年預計先選定低壓1萬戶換裝智慧電表。行政院在民國2010年推動「智慧型電表基礎建設推動方案」，迄今已完成全國高壓2萬4123戶智慧電表系統建置，及低壓1萬戶智慧電表，掌握全台60%的用電量；依計畫台電將在106年建置完成10萬戶低壓智慧電表(AMI)布建。評估效果後再檢討2013到2015年規劃建置100萬具之可行性。

設備	可能參與的廠商
低壓單相智慧電表	大同、中興、士電(玖鼎)、康舒、華新儀錶、富宏、台灣施耐德電機
通訊模組	康舒、達創、盛達、大同、玖鼎、昱家、華新儀錶、指旺
集中器與讀表介面單元	四零四科技、康舒、達創、合勤、華新儀錶、工研院、研華、大同、 啟碁
AMI系統	資策會、大同、台達電、中華電信、Itron、Altos、台灣施耐德電機、工研院
電表資料管理系統(MDMS)	大同、資策會、中華電信、eMeter、Oracle、Itron、Altos

先進配電自動化系統架構

- 配電饋線自動化系統通訊線路主要為饋線調度控制中心 (FDCC) 與變電所資訊末端設備 (FRTU) 與饋線資訊末端設備間的資料傳輸(FTU)。變電所內 FRTU 在自動化系統扮演集中器 (Sub-station Concentrator) 採用光纖維持高可靠度的傳輸。
- 地下配電區若採用光纖可維持通訊可靠及防止電磁干擾；在架空配電區域或架空及地下混合之配電區域則採用光纖、無線通訊或租用電信線路方式。
- 配電饋線自動化系統主要具備監視、控制及資料蒐集 (SCADA) 及線路故障偵測、隔離及復電(FDIR) 功能。



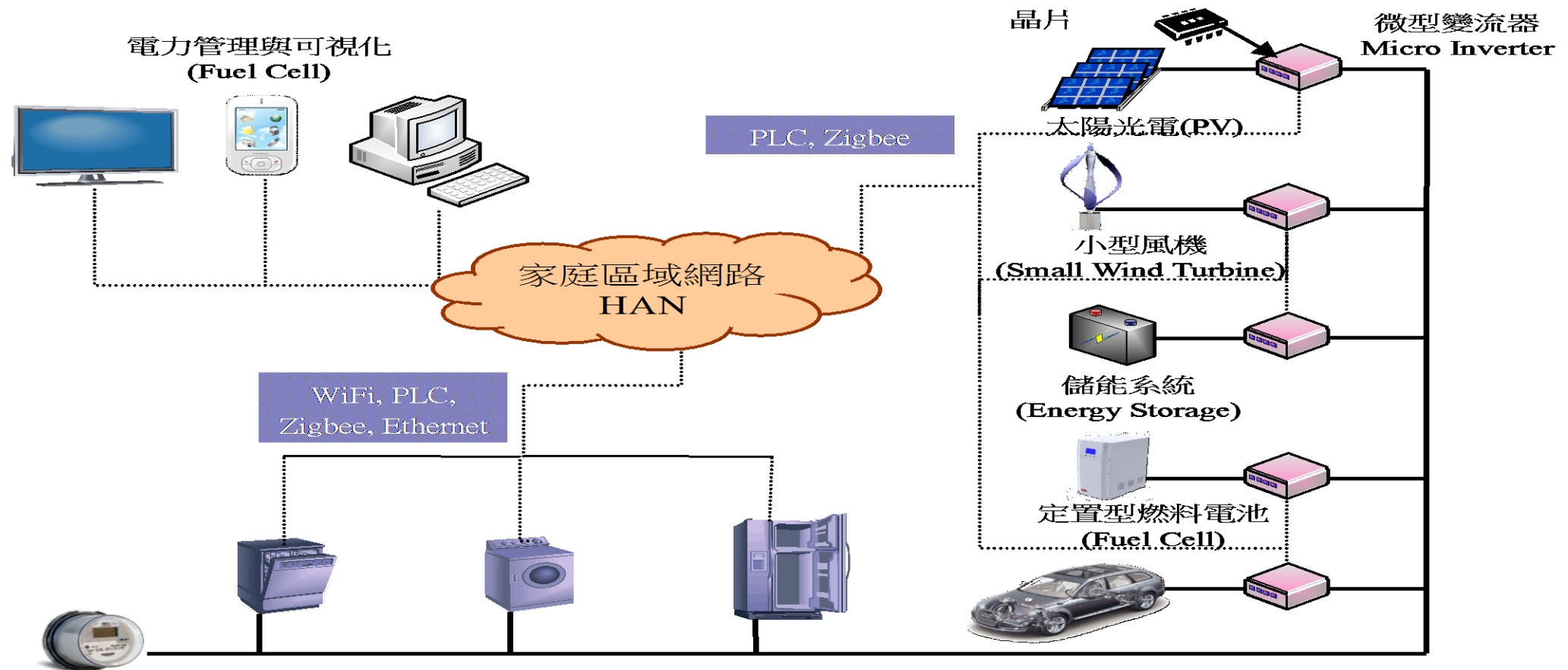


先進配電自動化相關設備項目與廠商

分類	設備名稱	提供廠商
配電設備方面	變壓器油中氣體分析儀	中興、華城、士電、大同、儀測(G.E)
	亭置式& 桿上型變壓器 (配電用)	大同、士林電機、華城、亞力
	復閉器 (Recloser)	華城、士電
	架空自動線路開關	中興、華城、亞力、士電、東元、大同、傑克、台灣施耐德電機
	地下自動線路開關	中興、華城、亞力、士電、東元、大同、台灣施耐德電機
配電饋線自動化系統	變電所遠端監控終端 (RTU)	中興、健格、祥正電機、大同
	配電系統遠端監控終端 (FRTU)	中興、健格、祥正電機、大同
	饋線資訊末端設備 (FTU)	中興、健格、祥正電機、大同
	SCADA 監控系統 (軟體)	中興、健格、亞力、祥正電機、中華電信、Siemens、ACS、SNC、大同、研華、台灣施耐德電機
	SCADA 監控主機	HP、研華
	GPRS/光纖(Fiber) 數據機MODEM	惠通、四零四科技、訊舟科技、研華
	網路交換器、路由器	健格、華城通訊、大同、四零四科技、Cisco、Altran、研華

智慧家庭(建築)系統圖

智慧家庭電能系統所關聯的設備包含智慧家電、電動車慢速充電器、電能管理晶片、家庭電能管理系统(能源管理介面)、家庭閘道器(home gateway)、人機監控介面、負載類型控制介面、無線感測器、有線感測器、通訊模組。



智慧家電發展歷程與趨勢

傳統家電



第一代智慧家電

可顯示當前使用的耗電成本並具自動駕馭功能，如節能變頻家電。



自動調節水量
零耗費待機電力減少 76%
之電力消耗



敏銳多點感應
自動調節冰箱溫度
減少 64% 之電力消耗



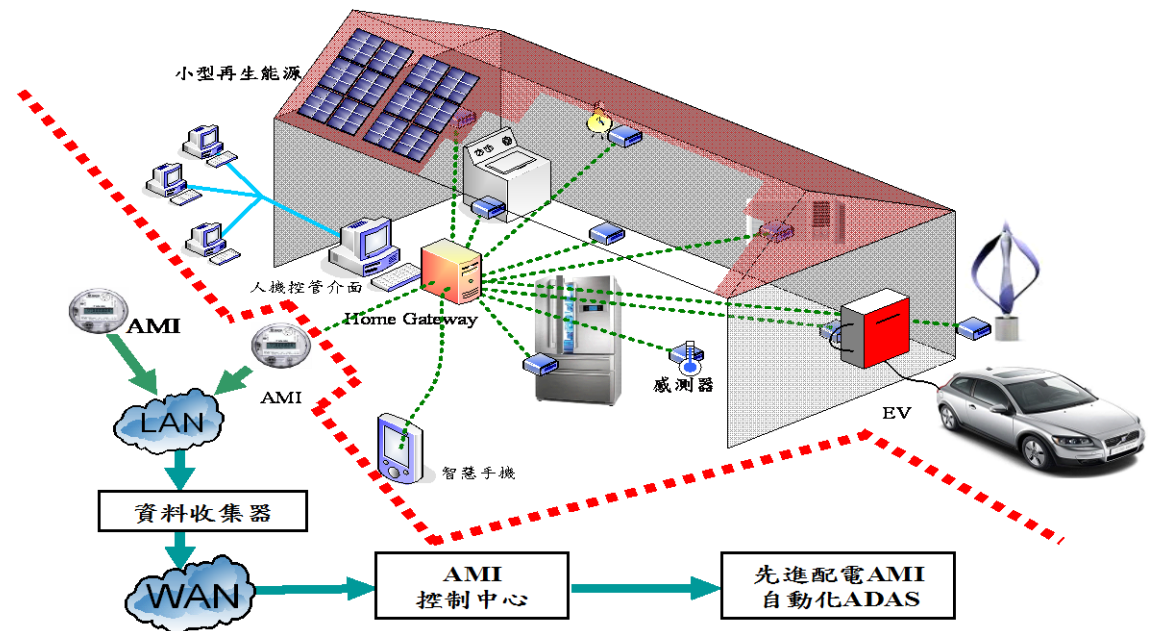
顯示溫度及耗電力
消費電力降至45W(同電風扇)
減少 26% 之電力消耗



自動判斷垃圾量
自動調節電源及吸力

第二代智慧家電 (未來)

利用資通訊技術與智慧電網整合，擴大用戶參與，更真實反應用電成本之家電整合系統。



智慧電網整合家電進入一般家庭時機
(1) 智慧家電資訊連結系統的標準化
(2) 建立分時電價的制度

1949

2000

2014-2016

年份

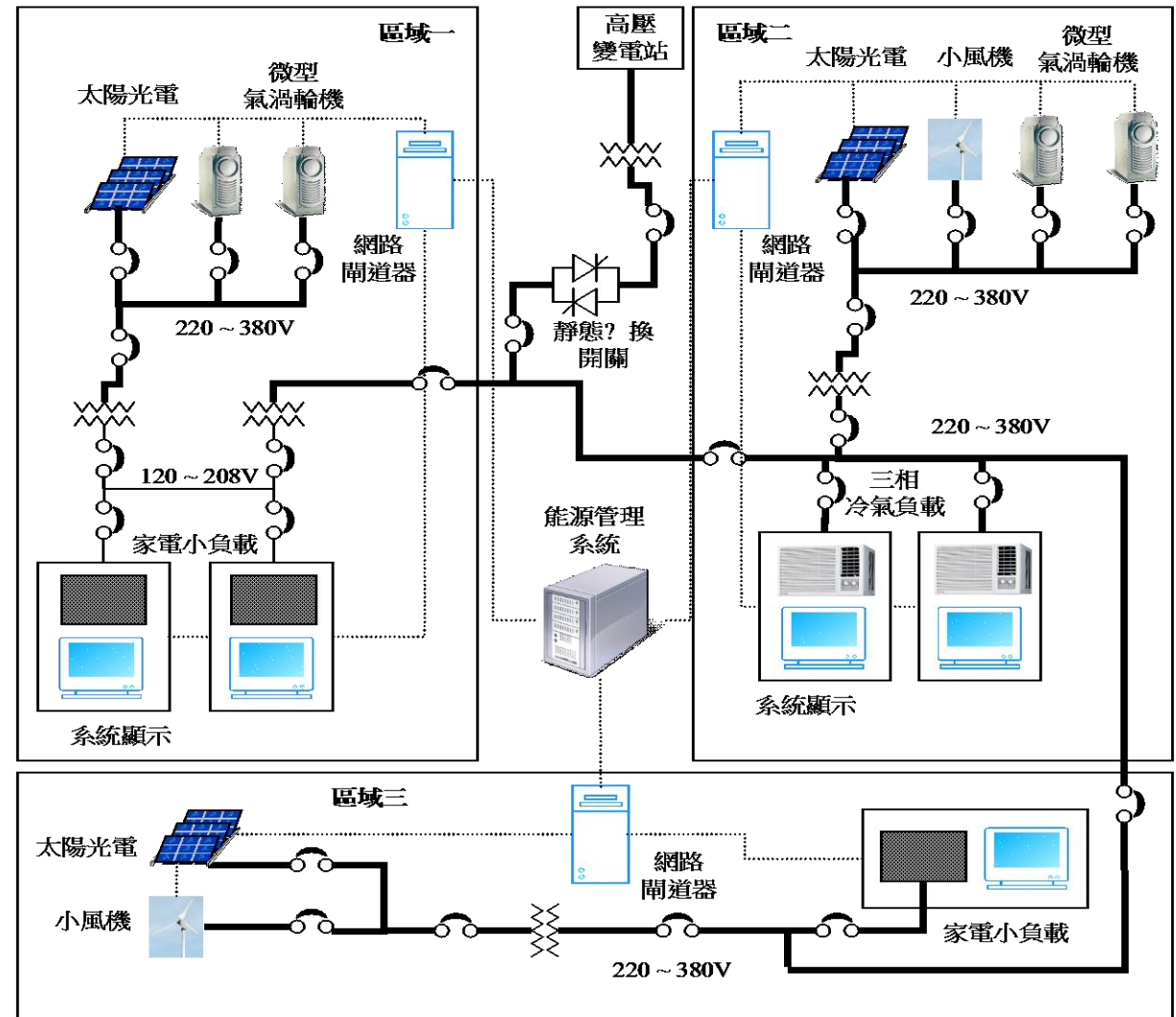


智慧家庭與建築相關設備項目與廠商

設備名稱	提供廠商
智慧家電	EHome：程翔科技（Cheng Xiang） Control4 EMS：展嘉國際、大同、工研院
電動車慢速充電器	台達電、亞力、光寶、華城、台灣施耐德電機、工研院、鎰福電子
電能管理晶片	威盛
家庭、建築電能管理系統 (能源管理介面)	台灣松下、中華電信、英太智慧、東洲能源、大同、台灣施耐德電機、工研院
家庭閘道器(home gateway)	台灣松下、新華、中華電信、大同、台灣施耐德電機、工研院
人機監控介面	台灣松下、中華電信、工研院、台灣施耐德電機、研華
負載類型控制介面	鉅康科技(Netvox)、齊碩科技(JosephTech)
無線感測器	ZigBee通訊模組：泓格科技(ICP DAS)、鉅康科技(Netvox)、研華
有線感測器	鴻泰儀器、偉菱科技
通訊模組	PLC 通訊模組：康舒科技(AcBel)，盛達電業、工研院 ZigBee 通訊模組：泓格科技(ICP DAS)、鉅康科技(Netvox)、工研院、研華 Ethernet 通訊模組：四零四科技、研華 Wi-Fi 通訊模組：四零四科技、研華

微電網運作方式示意圖

- 微電網 (Micro Grid) 的概念是將一系列的負載與微電源整合成為單一可控制的系統，向用戶提供電力與熱能。
- 微電網的概念可再進一步拓展成多微電網的概念，就是由數個不同區域的微電網組成一個新的電網，電網的規模可任意的擴張。如果任一區的電網發生故障，可將此區域電網解聯，其它部份之電網可持續運轉，這樣的技術發展將支持所謂蜂巢式智慧電網 (The Cellular Smart Grid) 的發展。





微電網相關設備項目與廠商

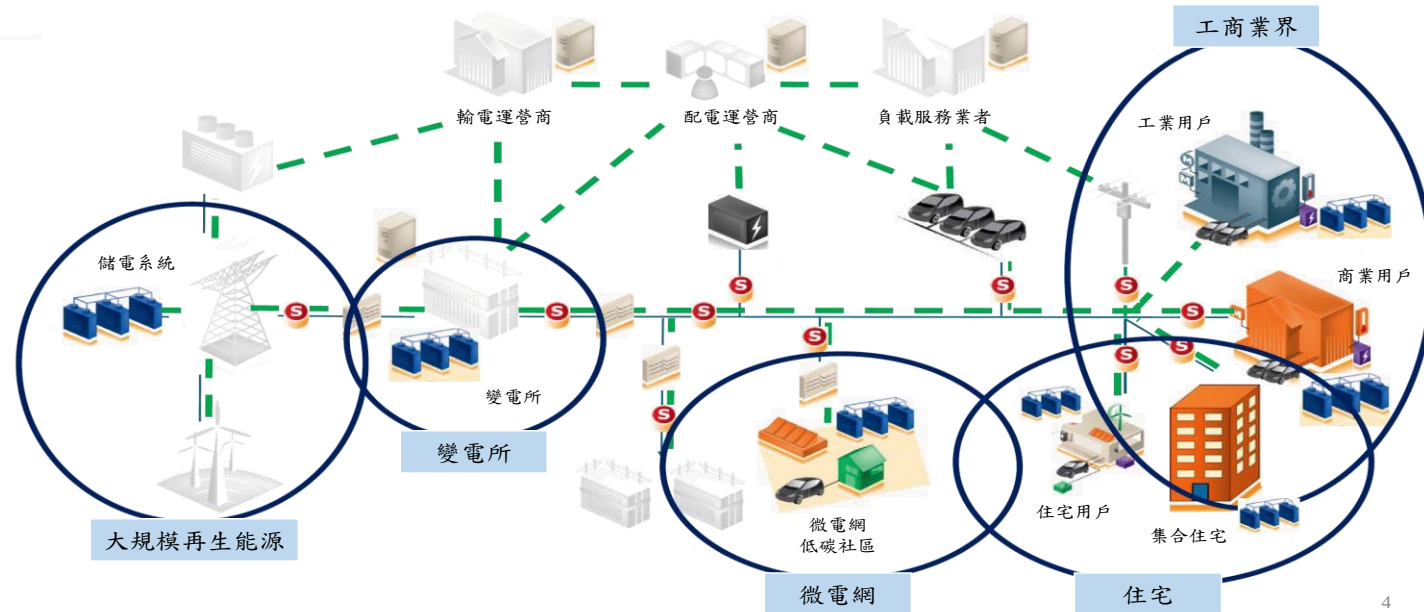
設備名稱	提供廠商
分散式電源－定置型燃料電池	中興
分散式電源－太陽能	冠宇宙、東君、亞力、奈米龍科技、齊碩科技、茂迪、新世紀、台達電、大同
分散式電源－小風機	新高、耀能、恆耀、宏銳、樹德、大同
分散式電源－微渦輪機	漢翔
分散式電源－儲能系統	大同、長園、康舒奈、亞力、米龍科技
電動車快速充電器	亞力、 台 達電、光寶、華城、台灣施耐德電機、鎰福電子
雙向直交流轉換器	中興、台達電、盈正豫順、茂迪、核研所研發
微型變流器(Inverter)	亞力、台達電、華城、中興、仿真、東城、昇暉能源、台灣施耐德電機、盈正豫順
最大功率追蹤器	台達電、核研所研發
區域監視、控制及資料蒐集系統(SCADA)	亞力、歐華、榮成、中興、 大同 、中華電信
自動電壓調整器(AVR) LVRT	茂迪
配電等級靜態虛功補償器(SVC)	台達電、台技電機
配電等級靜態同步補償器(STATCOM)	台達電、大同
自動電壓調整器(AVR)	台達電、中興
功率調節器	核研所研發中
Loop Balance Controller (LBC)	無
市電併聯靜態切換開關	榮成
保護電驛設備	亞力、台技電機、台灣施耐德電機
資通訊設備	四零四科技

智慧電網儲能系統產業發展現況

一、智慧電網儲能系統範疇

- 智慧電網之儲能系統泛指併接於電網，可儲存電網上電力或釋放電能對電網供電，並受該電力管理系統控制協同電力系統運作之系統裝置。
- 現階段可運用於電力系統之儲能裝置包括：蓄電池、超級電容(Super Capacitor, SC)、飛輪(Flywheel, FW)、超導磁場儲能(Superconducting Magnetic Energy Storage, SMES)、氫儲能(Hydrogen Energy Storage)、壓縮空氣儲能、

抽蓄水力儲能、液流電池(Flow Battery)等。儲能系統之主要特性在於系統之儲能裝置功率、儲能容量(功率乘以能量釋放時間)、系統功率反應時間(儲能裝置存取能量之轉換速度)與儲能成本(電力儲放成本)。



儲能技術在電力系統中的應用

- 儲能技術在電力系統中的應用很廣泛，可分為大宗能源調度、輔助服務、輸電基礎建設服務、配電基礎建設服務、與用戶能源管理服務共五大類別，其中可以再細分為15個應用項目。
- 於**發電系統**，儲能可用於**削峰填谷**、**負載調配**、**能量管理**，**簡化發電計畫**，**均衡負載**、**減少備轉容量需求**。
- 併接於**輸配電系統**中，可用於**管理電力品質**、**提高再生能源滲透率**、**供電穩定性與可靠度**，**緩解輸配電壅塞**，**遞延設備投資**。
- 在**用戶端**則可作為**不間斷電源**以**穩定供電**、**管理容量費用**，亦可**搭配再生能源發電設備**或**分時電價**，**降低用戶用電支出**。
- 儲能系統特別適合用來**緩衝風力與太陽光能的多變性**，提供**負載追蹤與升降載服務(Ramping Support)**。

大宗能源調度	輸電基礎建設服務
電能時間調配(套利)	延緩輸電線路升級
電力供應容量	舒緩輸電線路壅塞
輔助服務	配電基礎建設服務
電網調節服務	延緩配電線路升級
熱機備轉容量、冷機備轉容量、補充備轉容量	維持配電電壓穩定
維持電壓穩定	用戶能源管理服務
全黑啟動	維持電力品質
輔助服務其他相關服務	維持電力可靠度
	電力零售電能時間調配
	需求附加費用管理

智慧電網儲能系統產業發展現況

二、智慧電網儲能系統應用與設備開發

- 日本、德國與中國大陸已有利用MW級鈉硫電池、鋰電池、液流電池穩定光伏與風力發電等應用。配電等級之儲能裝置，礙於儲能成本較高，電力品質方面的應用，多優先於電力調度方面的應用。
- 家庭用戶端之儲能裝置，kW級家庭儲能多應用於非併網用戶。此外，利用電動車之電池作為家庭電力來源亦為智慧家庭之重要應用。
- 國內智慧電網儲能系統發展現況，目前於核能研究所導入60kWh(瓩時)鋰電池以改善微電網電力品質；成功大學之虛擬電廠示範系統以鋰電池儲能櫃，作為系統需量調控來源；中科院分別發展鋰電池併接於用戶側微電網，提高離島之再生能源利用率。

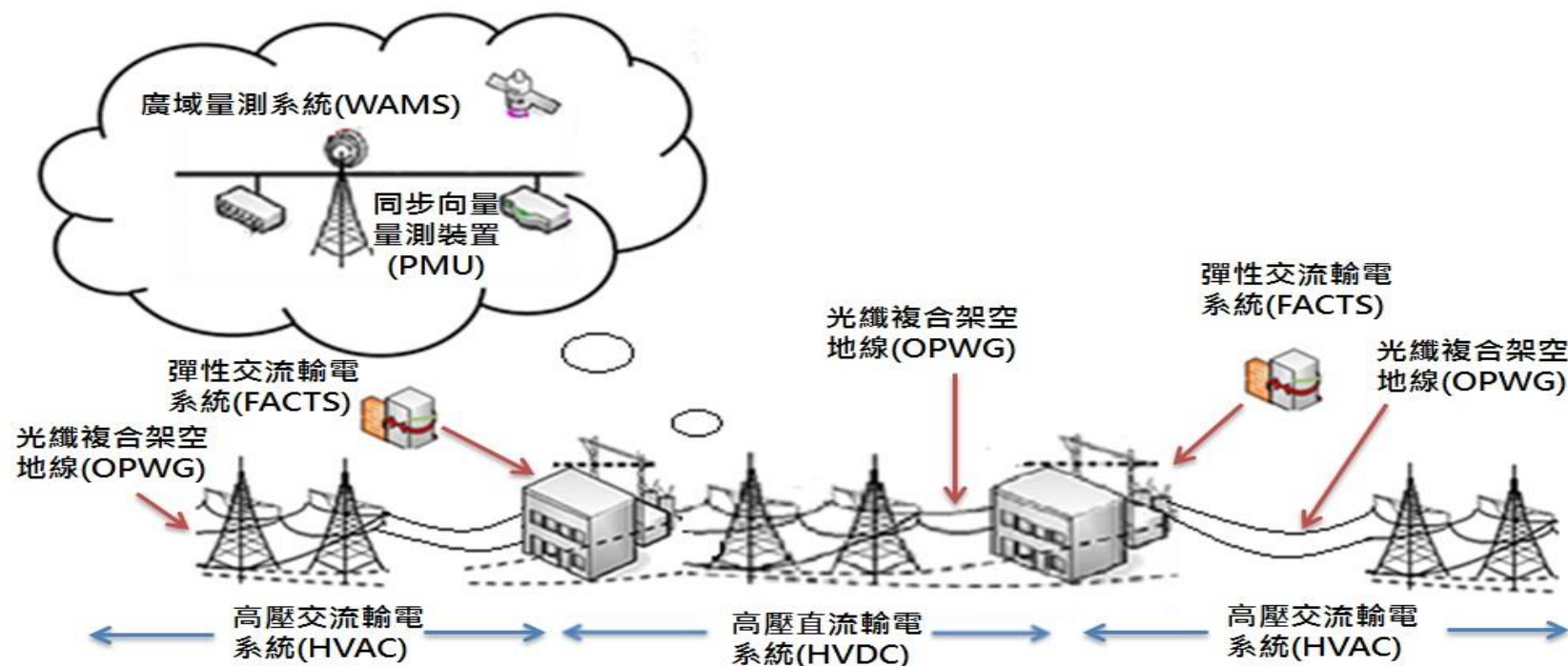
智慧電網儲能系統相關設備項目與廠商（資料來源：台灣經濟研究院）

設備		可能參與的廠商
配電級儲能系統	鋰電池	系統：中國電器、台達電、昇陽、健格、成功大學、施耐德、ABB 電池：昇陽、中國電器、台達電
	液流電池	系統：核能研究所、工研院
	混合型儲能系統	鉛酸-鋰電池系統：健格
家庭用戶端儲能系統	鋰電池	系統：亞力、中興電工、崇越

智慧輸電系統產業現況

一、智慧輸電系統範疇

- 廣域量測系統 (Wide area monitoring system, WAMS)
- 彈性交流輸電系統 (Flexible AC transmission system, FACTS)
- 高壓直流輸電系統 (High-voltage direct current, HVDC)



智慧輸電系統產業現況

■廣域量測系統(WAMS)

以同步相量測量裝置(Phase Measurement Unit, PMU)為基礎而建立的電網全面即時監視系統。主要功能包括電力系統即時狀態監視、動態行為監錄、事故記錄及穩態相量記錄等。

■彈性交流輸電系統(FACTS)

應用大功率、高性能的電力電子元件，製成可控制並提供有效或無效功率的電源或電路等設備，用於增強對輸電系統的電壓、阻抗、相角、潮流等的靈活控制能力，提高電力系統的靈活性和穩定度，並提升現有輸電線路的輸送能力。

■高壓直流輸電系統(HVDC)

將電廠發出的交流電轉換為高壓直流電進行傳輸，多用於海底與遠距輸電以及不同頻率(50、60 Hz)系統間之互連。



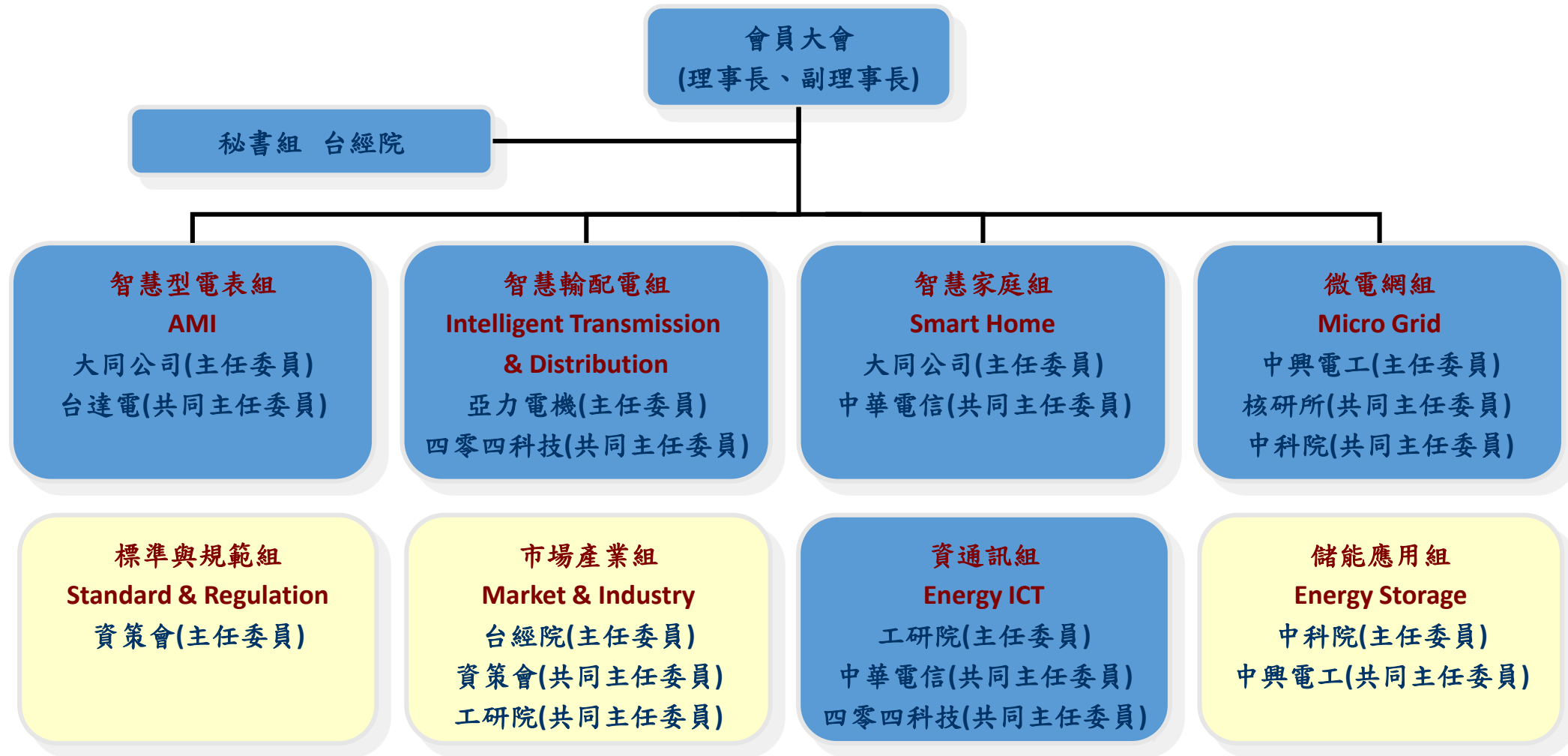
智慧輸電系統產業現況

二、智慧輸電系統設備開發

目前台電公司 WAMS 佈建於7座超高壓變電所對匯流排電壓相量、幹線電流相量及融通電力潮流進行即時量測。智慧輸電系統相關設備包括：廣域量測系統(WAMS)、彈性交流輸電系統(FACTS)、高壓直流輸電系統(HVDC)、無線感測網路(WSN)、光纖複合架空地線(OPWG)、智慧型高壓輸電變電變壓器等。

分類	設備	可能參與的廠商
輸電系統	彈性交流輸電系統(FACTS)	台達電、ABB
	高壓直流輸電系統(HVDC)	ABB
重電設備	智慧型高壓輸電變壓器	華城、大同
電線電纜	光纖複合架空地線(OPWG)	大亞、太平洋電線電纜、華新麗華、華榮電線電纜、大同
運轉環境監測	廣域量測系統(WAMS)	歐華、SEL(亞力代理)、ABB
	同步向量測量裝置(PMU)	歐華
	輸電線動態額定熱容量線上監測	開發中(台灣大學、台達電)
	無線感測網路(WSN)	四零四
	電力品質監測系統	歐華

台灣智慧型電網產業協會組織架構



台灣智慧型電網產業協會於2010年9月正式成立，協會會員由台灣智慧型電網產業界之系統廠商、零組件供應廠商、原材料供應商，以及相關學術與研究機構所組成。協會成立之目的係以扶植台灣智慧型電網產業發展，透過協會運作形成產業對外溝通、交流與合作平台，並爭取政府輔導產業發展之獎勵與政策措施以及與中國大陸和國外相關產業之產、學界的對話、合作，奠定基礎、互通有無，建立國內智慧型電網產業之緊密鏈結。

資料來源：紀國鐘，陳彥豪，能源國家型計畫-微電網技術規範及產業發展研究產學合作計畫，2010.12.25

我國智慧電網產業發展因應對策

1. 建立國內初期市場：

- 國內市場倚賴政府建設，因此政府有明確穩定推動政策，可讓產業商品化佈局更明確。
- 建立智慧電網相關的安全規範、標準、檢測等，活絡國內市場。

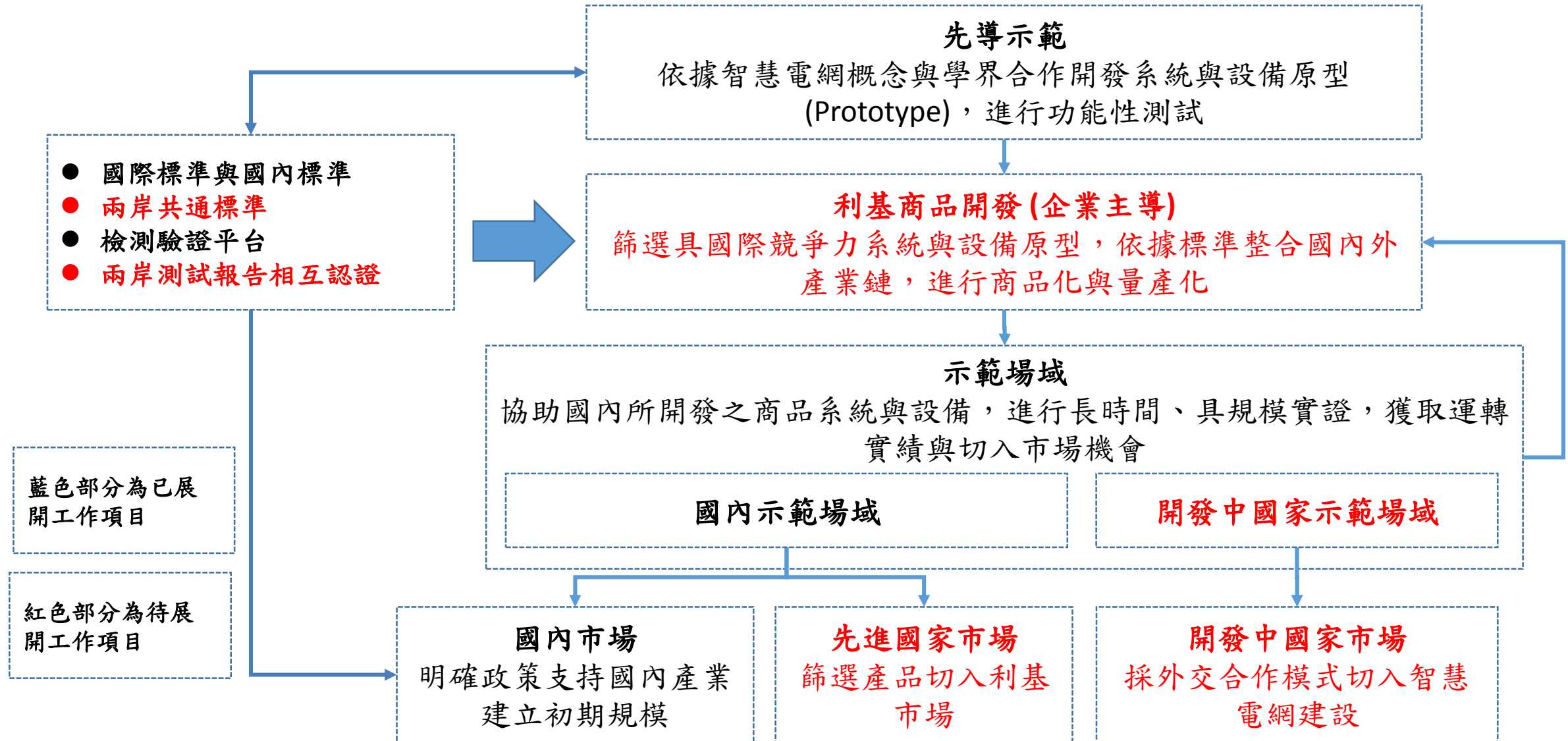
2. 強化產業競爭力：

- 透過國內示範區域推行，協助業者開發系統或商品建立運轉實績。
- 建立標準可協助國內累積整體一致的研發能量。
- 快速學習、吸收國際標準，建立商品化、量產化流程，加速商品化速度，建立市場優勢。
- 擬定優先次序、必要性與國內能力，推動建立國際認證平台。

3. 海外市場開拓：

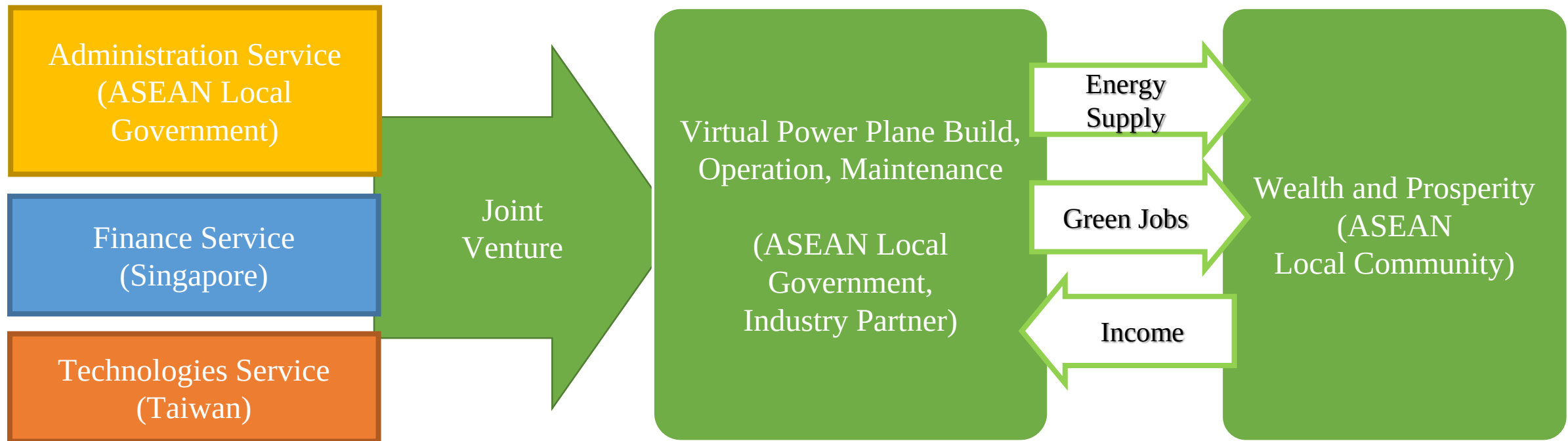
- 促進國內廠商合作或與當地企業合作，一同開發海外市場。
- 協助企業開發海外大型電力企業以外之一般企業市場。

台灣智慧電網產業推動架構



The Prospect for Taiwan-ASEAN Collaboration in Green Energy

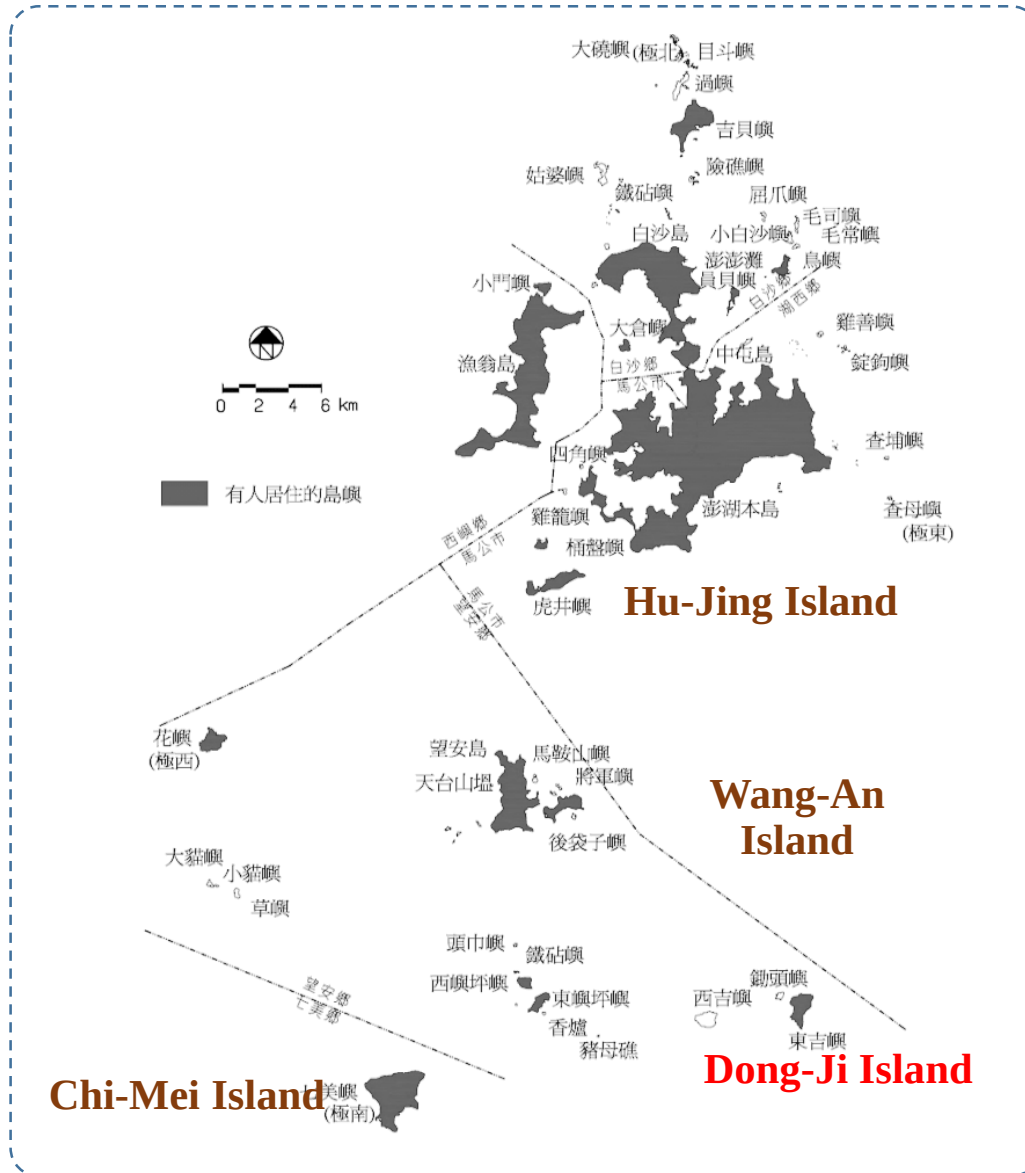
Substantial Financial Cooperation Model



ISEAS副主任OOI KEE BENG(黃基明):台灣與東協國家綠能產業合作模式，對改善島嶼及偏遠地區生活水準對許多東南亞國家很有意義。

五、台灣微電網技術發展現況

Taiwan's Remote Islands



Institute of Nuclear Energy Research Microgrid

- The establishment of an autonomously-controlled microgrid demonstration system, and completion of seamless, stable switching of microgrid between grid-connected and islanding operating modes.
- INER are developing Microgrid & EV Integration Technology

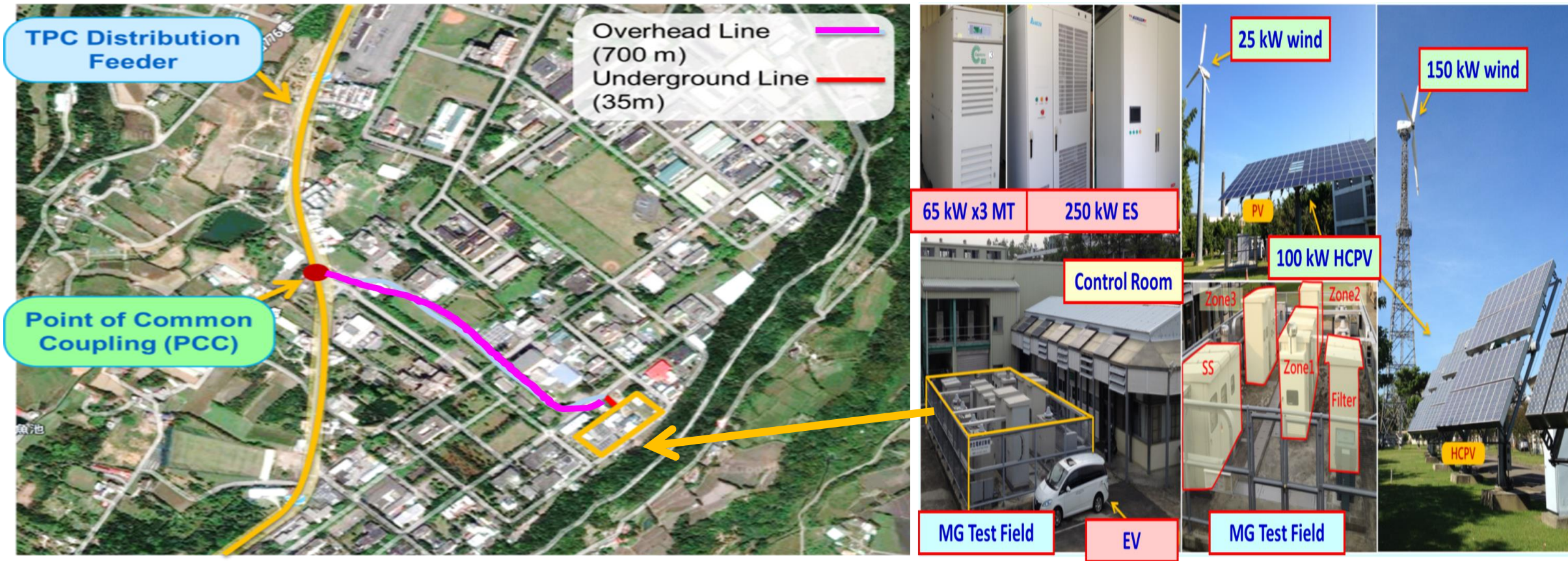
1. Reduce EV charging grid connection impact;
2. Improve the renewable energy usage efficiency
3. Vehicle to Grid (V2G) for Load Shifting



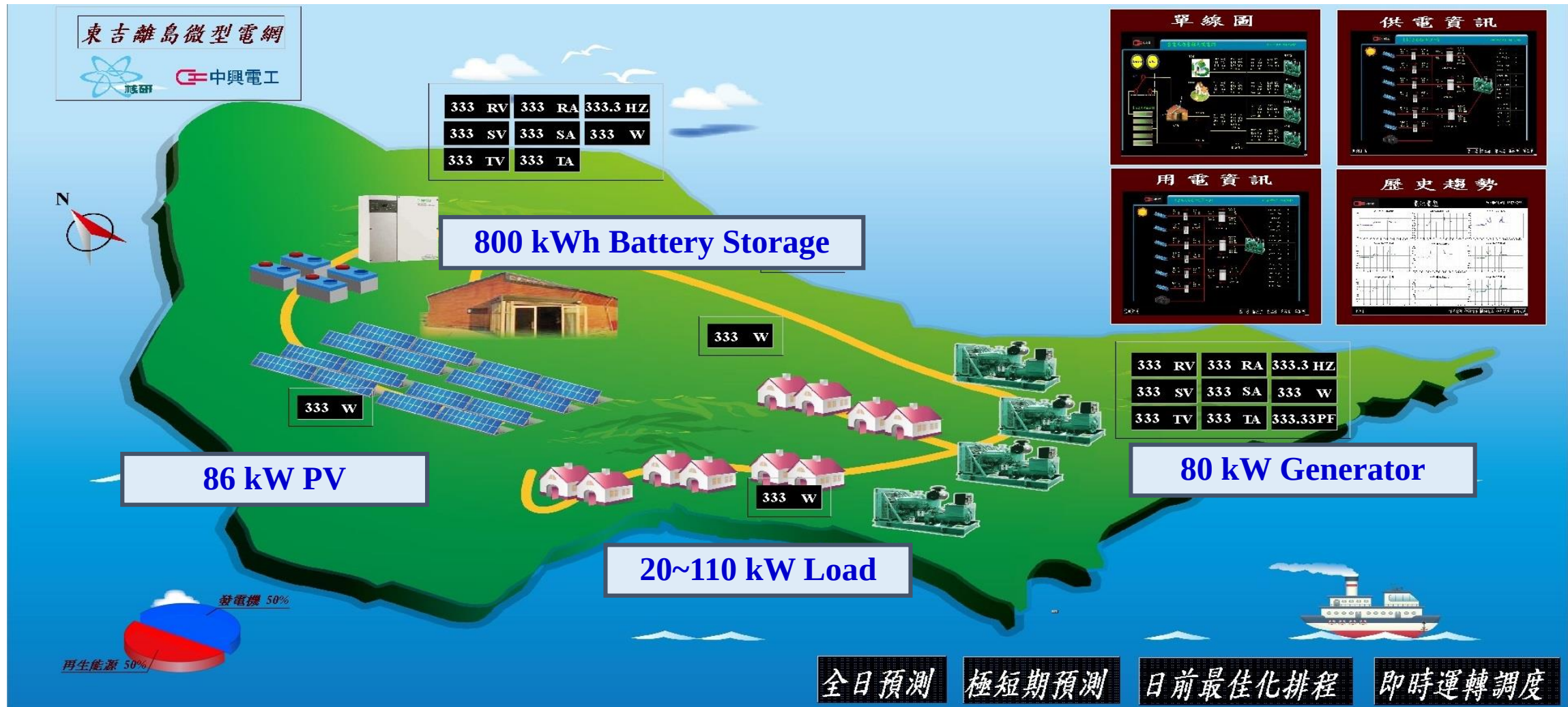
Source: Institute of Nuclear Energy Research for 21st APEC Automotive Dialogue

INER Microgrid

- The first microgrid test field in Taiwan.
- Accepts the commands from Taipower Feeder Dispatch Center to perform demand response control by OpenADR or islanding operation.



Tungchi Island Microgrid

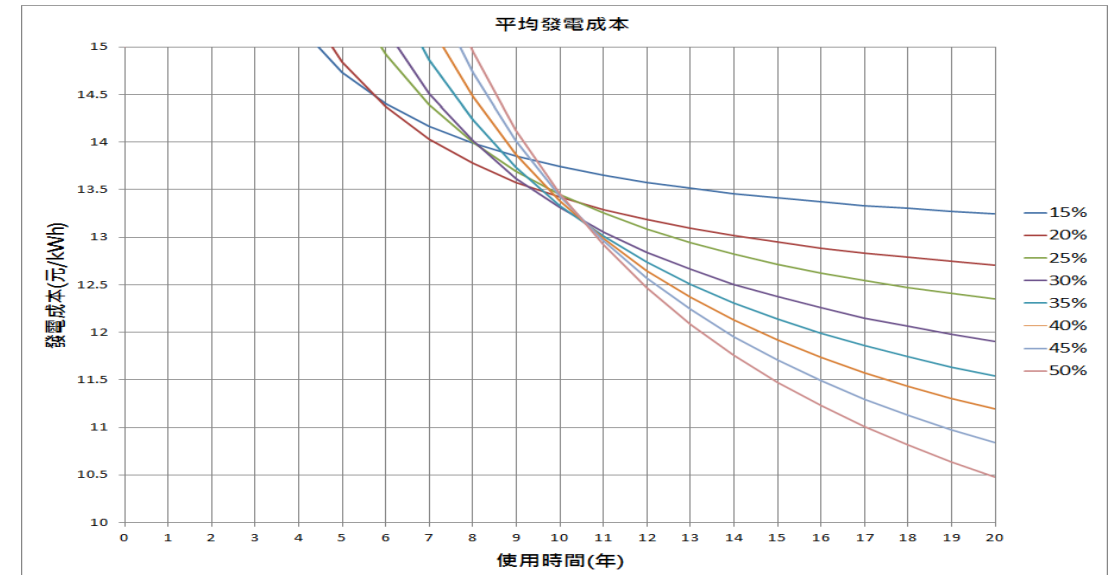
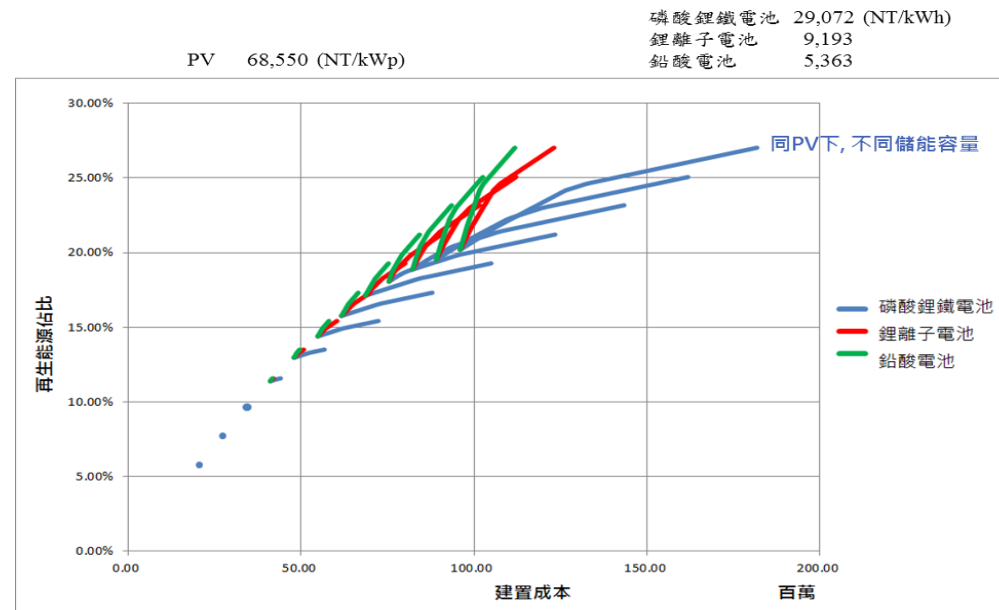


➤ Energy Management System

- **Generation Prediction**
- **Load Prediction**
- **Monitoring and Control**
- **Energy Dispatch**
- **Demand Response**
- **Unbalance Compensation**



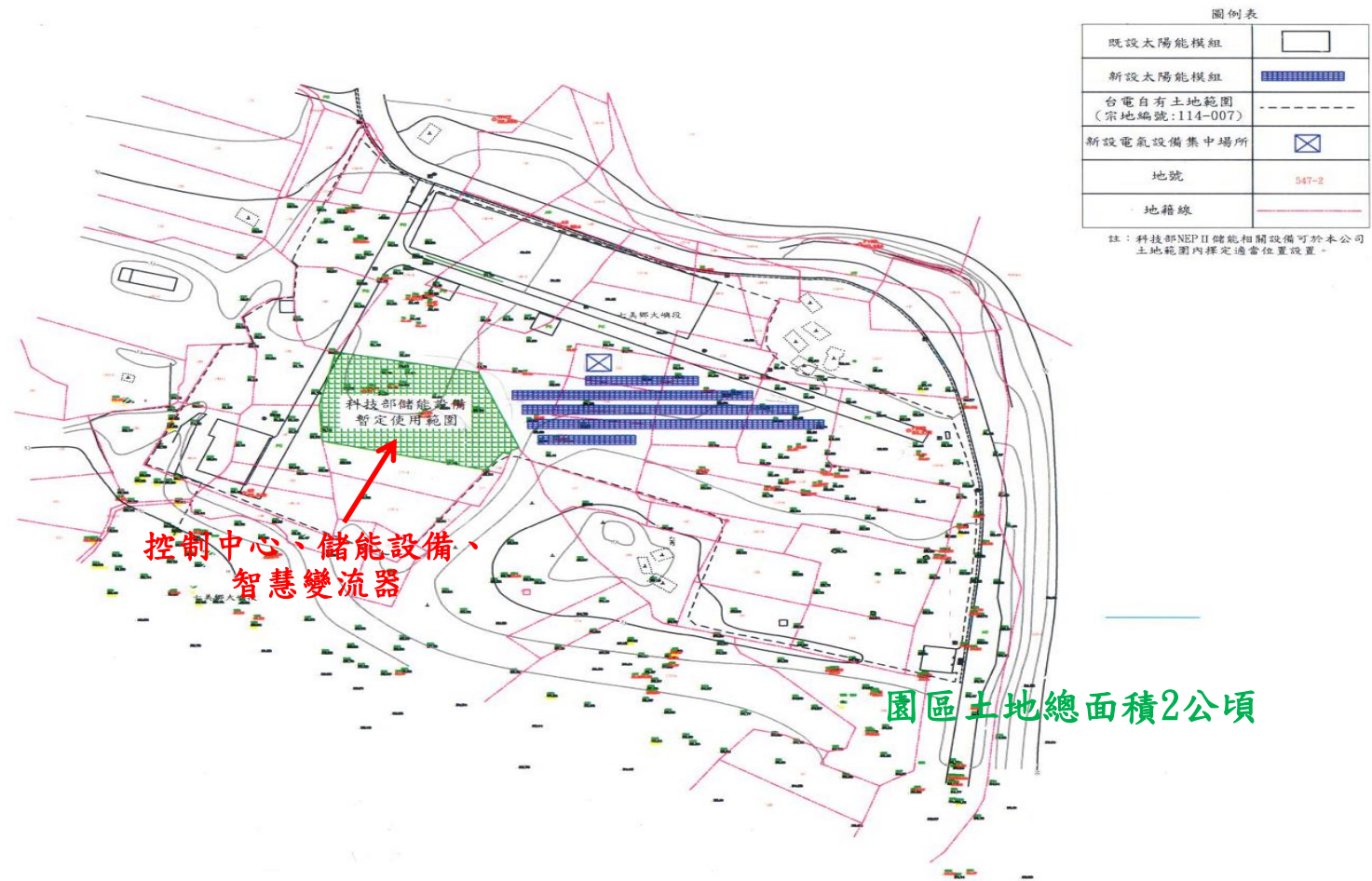
Tungchi Island Microgrid Operation Analysis



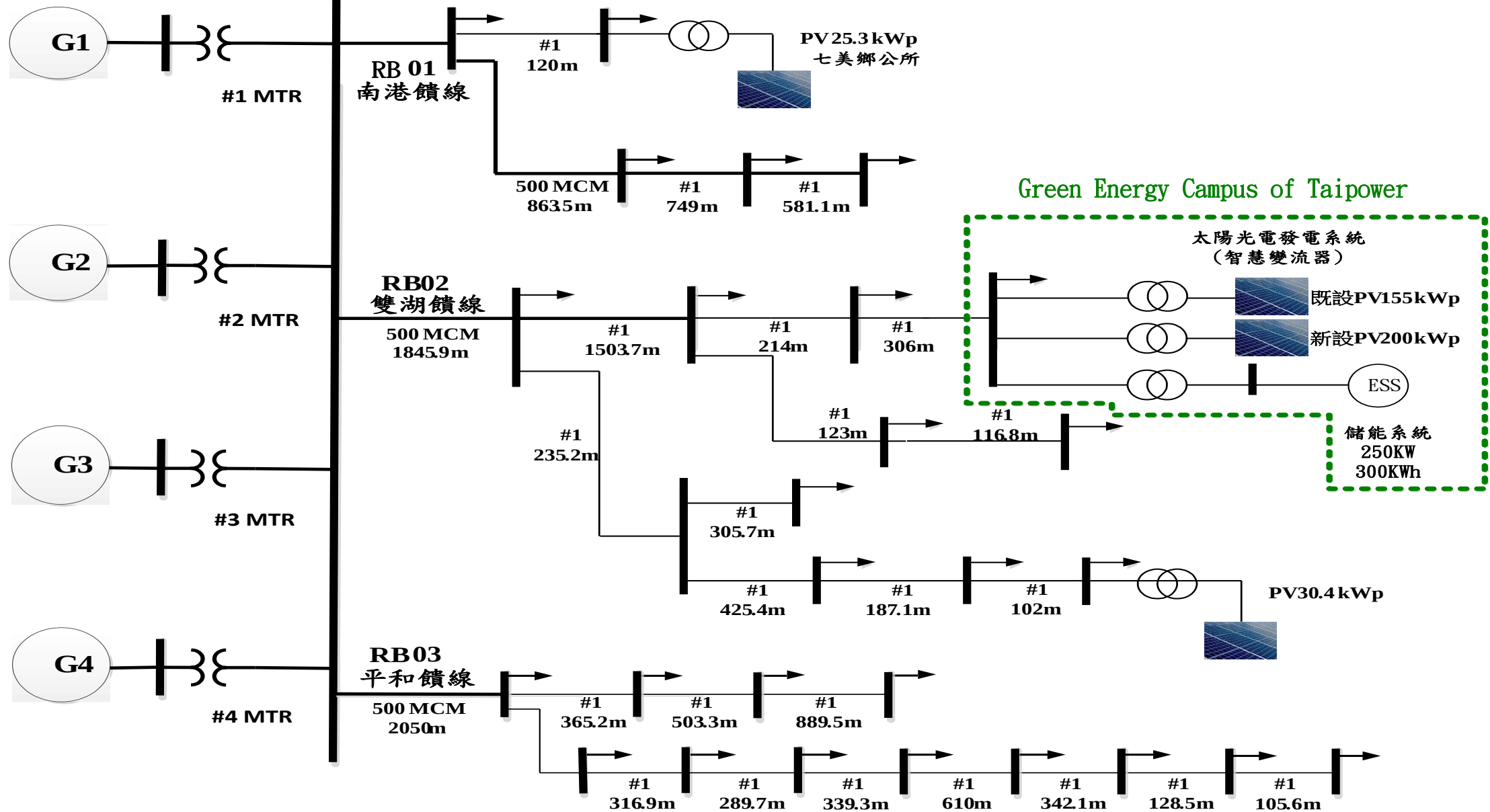
	PV Capacity (kW)	ESS Capacity (kWh)	Diesel Generator (kW)	Load (kW)	Average Generation Cost (USD/kWh)	RE Penetration rate %	Return On Investment per year %
Now	86	800	80	20~110	0.49	38.06	7.4%
Optimized Design	500	1150	80	20~110	0.29	68.18	8.07%

Cimei Low Carbon Island- Green Energy Campus

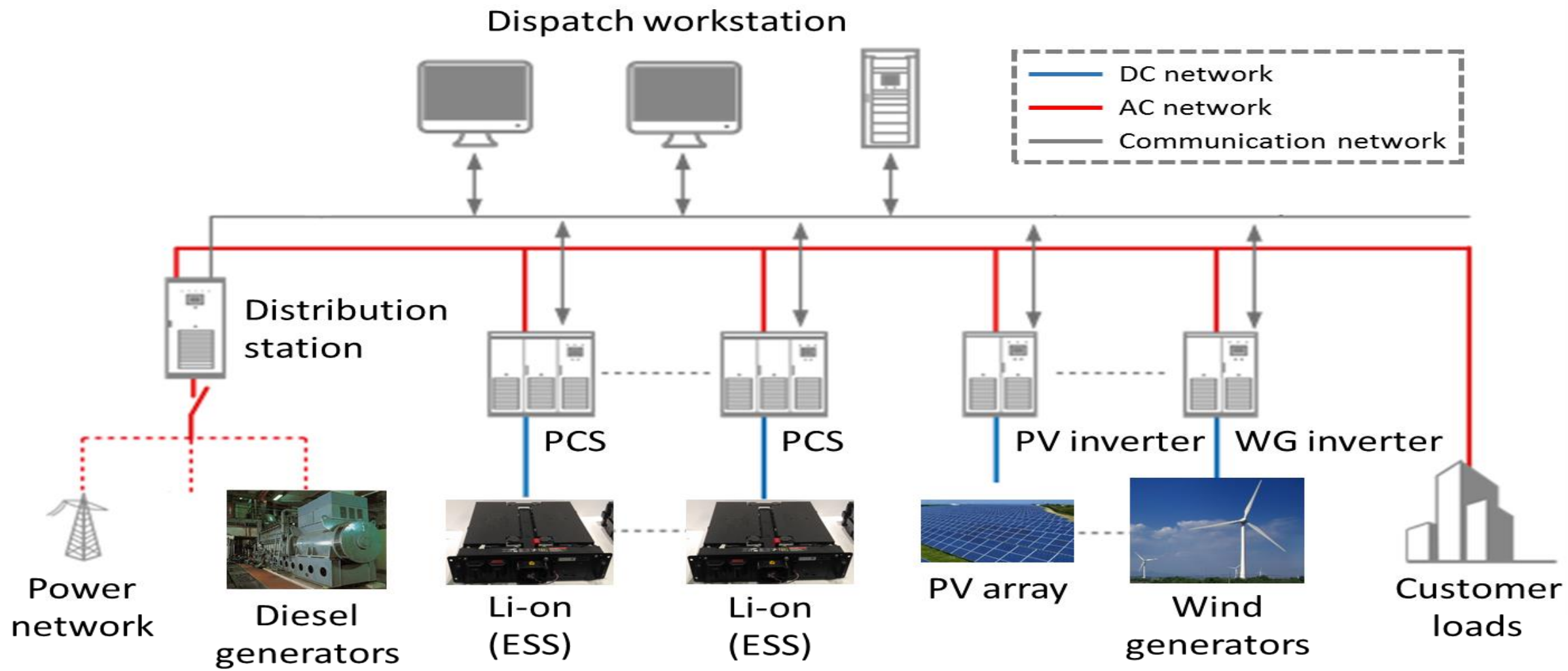
1. 目前NEP-II計畫正與台電密切合作，建置初期七美智慧電網示範系統及驗證平台，將於106年初完成全島400KW太陽光電系統與(250KW、300KWh)儲能系統之建置，於系統離峰時段，再生能源佔比可達系統負載量50%以上。
2. 為提升七美全年再生能源發電佔比，建議107年前將PV系統容量擴增至1.2MW、新增風力發電600KW、儲能系統容量擴增至2MWh。七美再生能源全年發電量可達320萬度，綠能發電佔比達42%以上，大幅降低柴油發電成本。



Smart Grid Schematic of Cimei Low Carbon Island



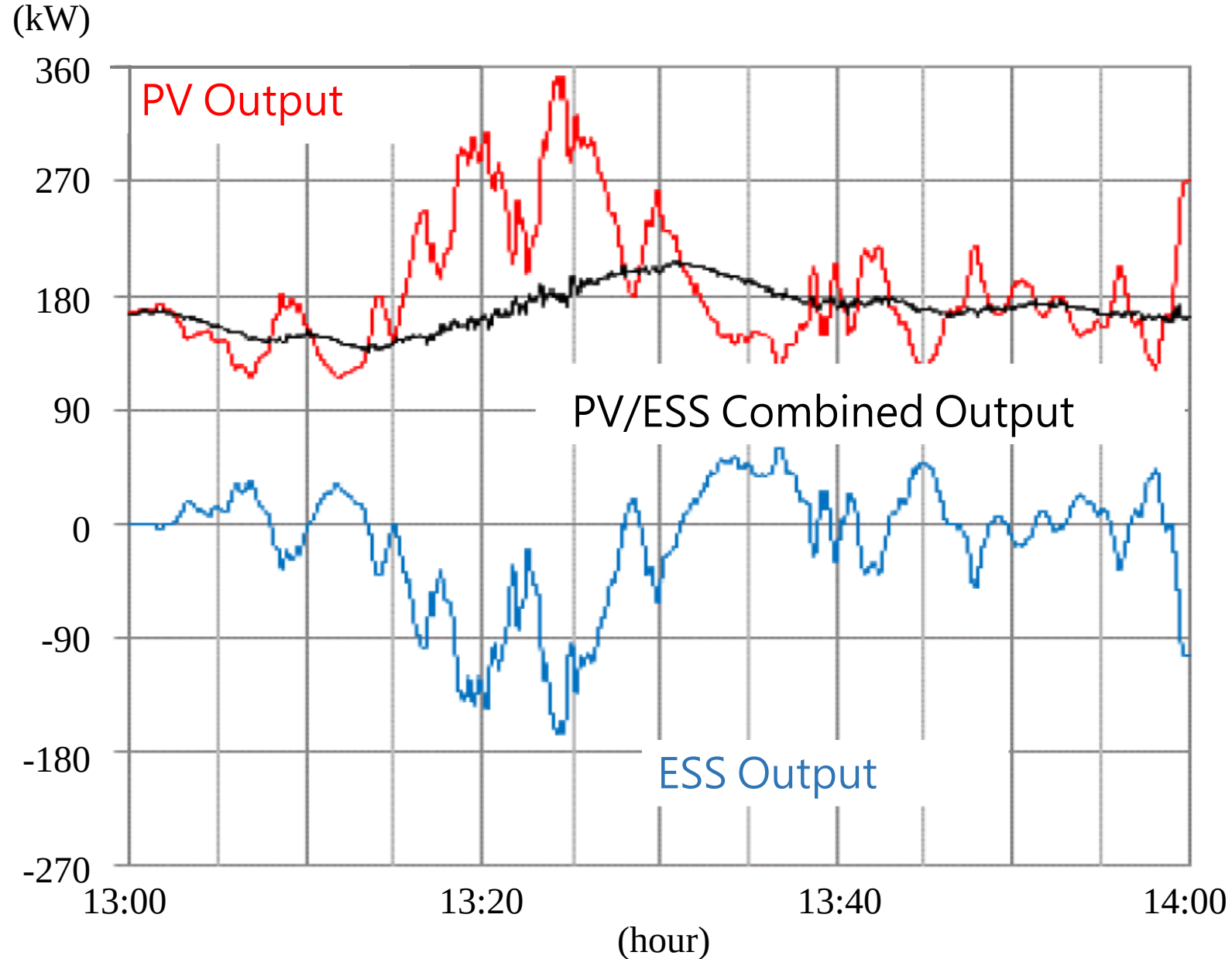
Intelligent energy management system



PV System(355 KWp)



Stabilization of PV generation by ESS



Energy Storage System (Li-On Battery + PCS)



Fast Response of Energy Stotrage System (250kW, 300kWh)

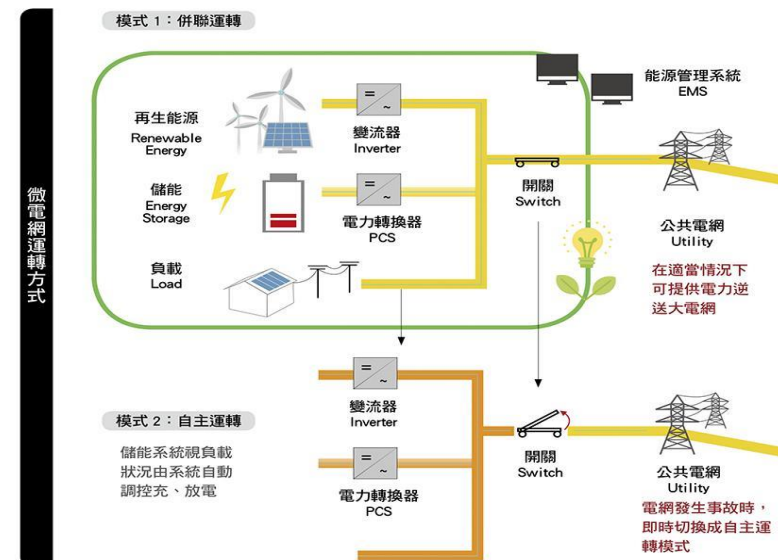


第一個案例: First Remote Community backup Microgrid of TPC

- Usually, typhoon will cause serious disaster in remote community located in mountain area. Due to road interruption caused by extreme rainfall Taipower can not accurate the power supply recovery process.
- Fu Shan Village experienced no power supply for 17 days last year.
- So, the first village backup microgrid was set up by Taiwan power company in January 2017 in Wulai, Fu Shan Elementary School .
- This micerogrid system could be operated in isolated mode at least 2 weeks.



Source: Taipower



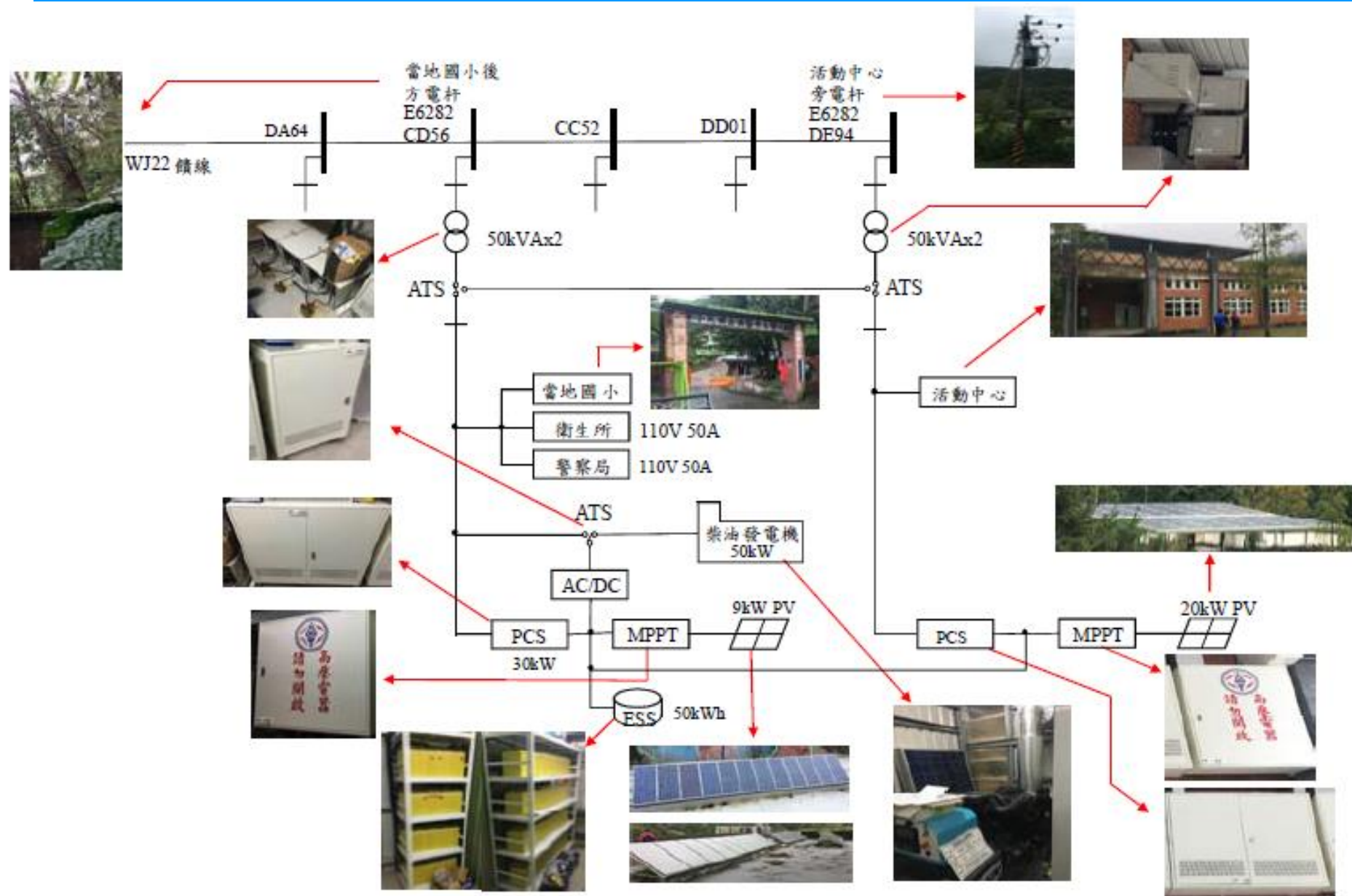
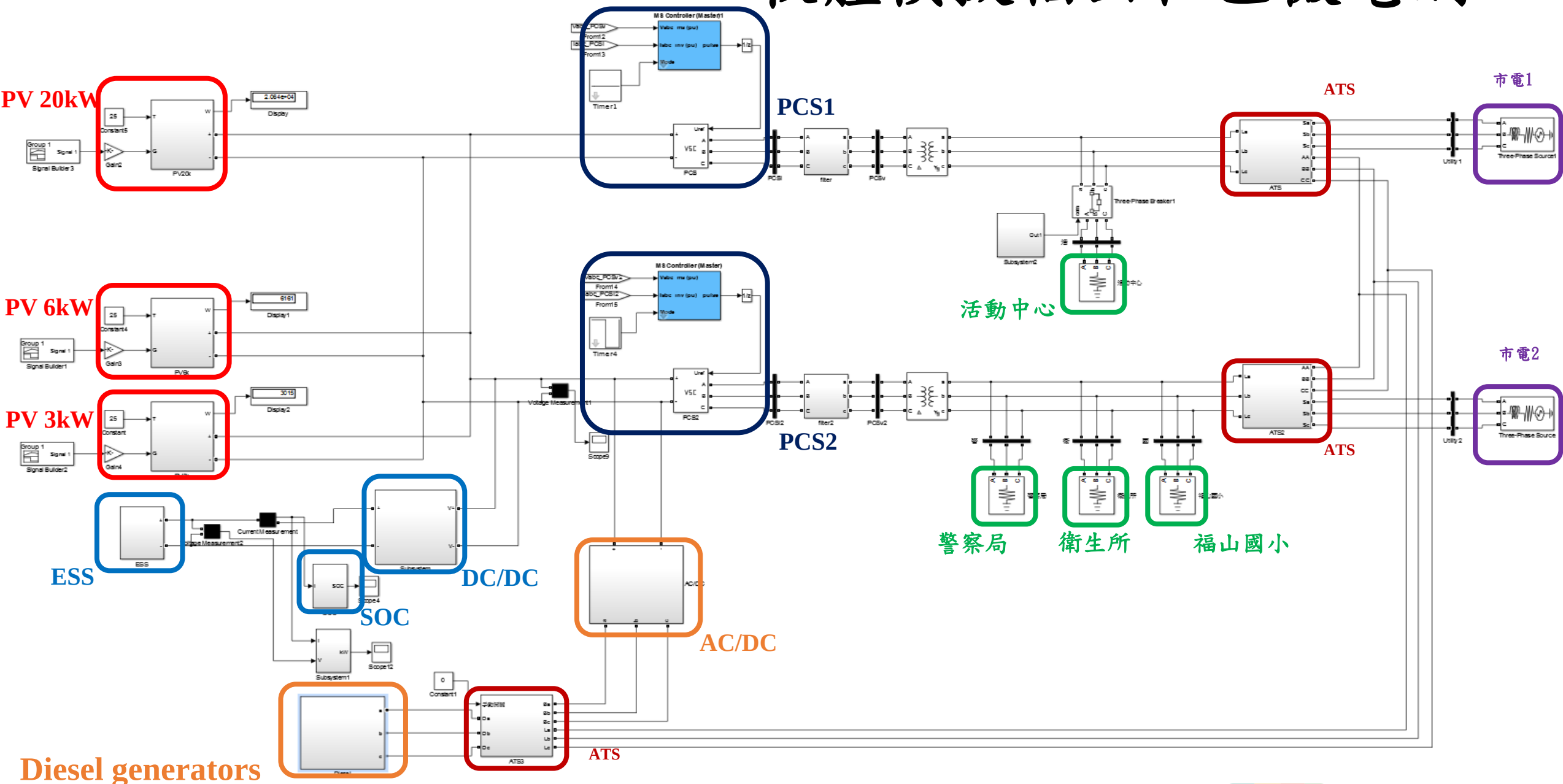


圖 1. 偏遠社區微電網示範區建置系統圖

Matlab/Simulink 軟體模擬福山社區微電網

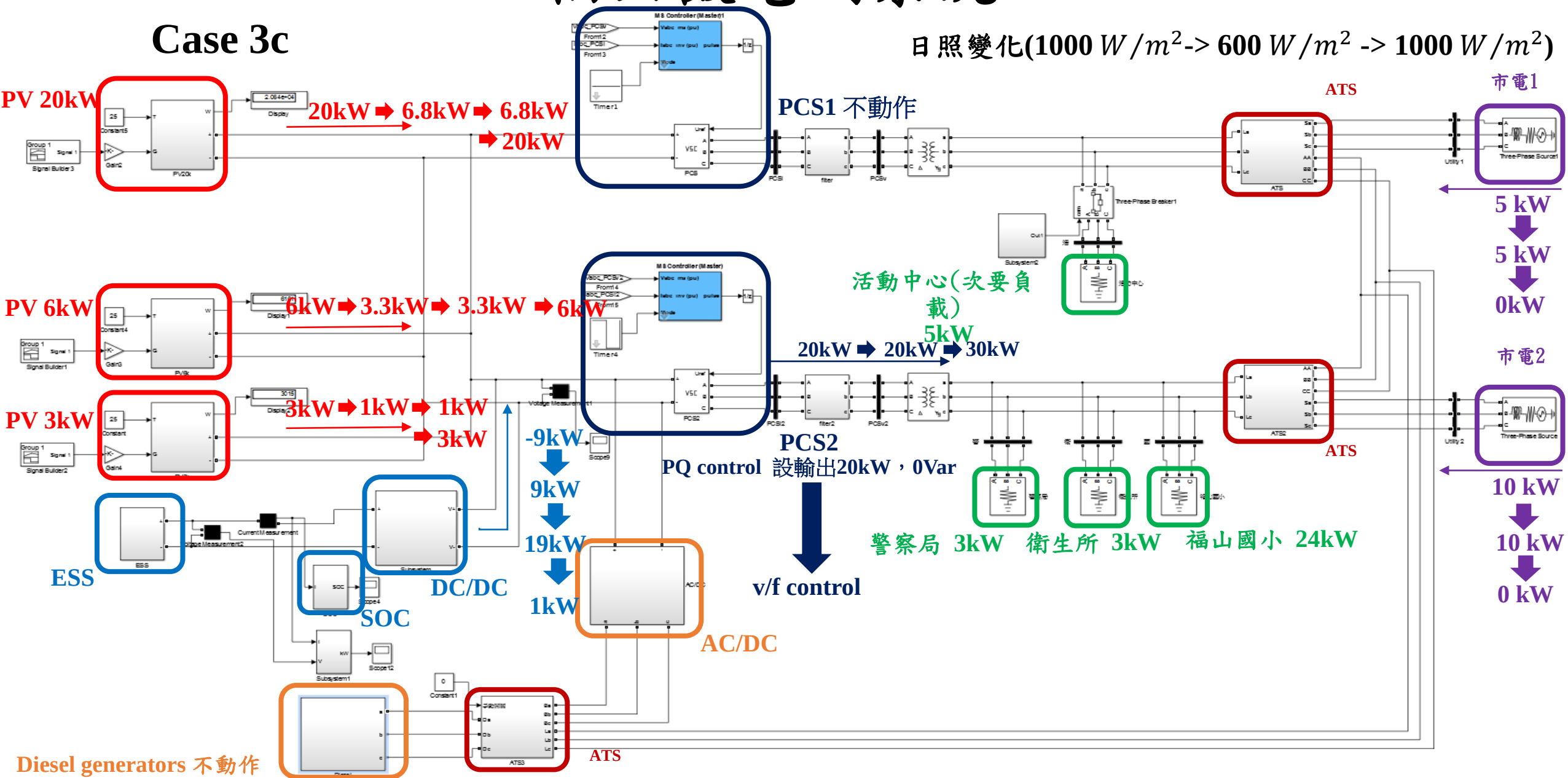


Diesel generators

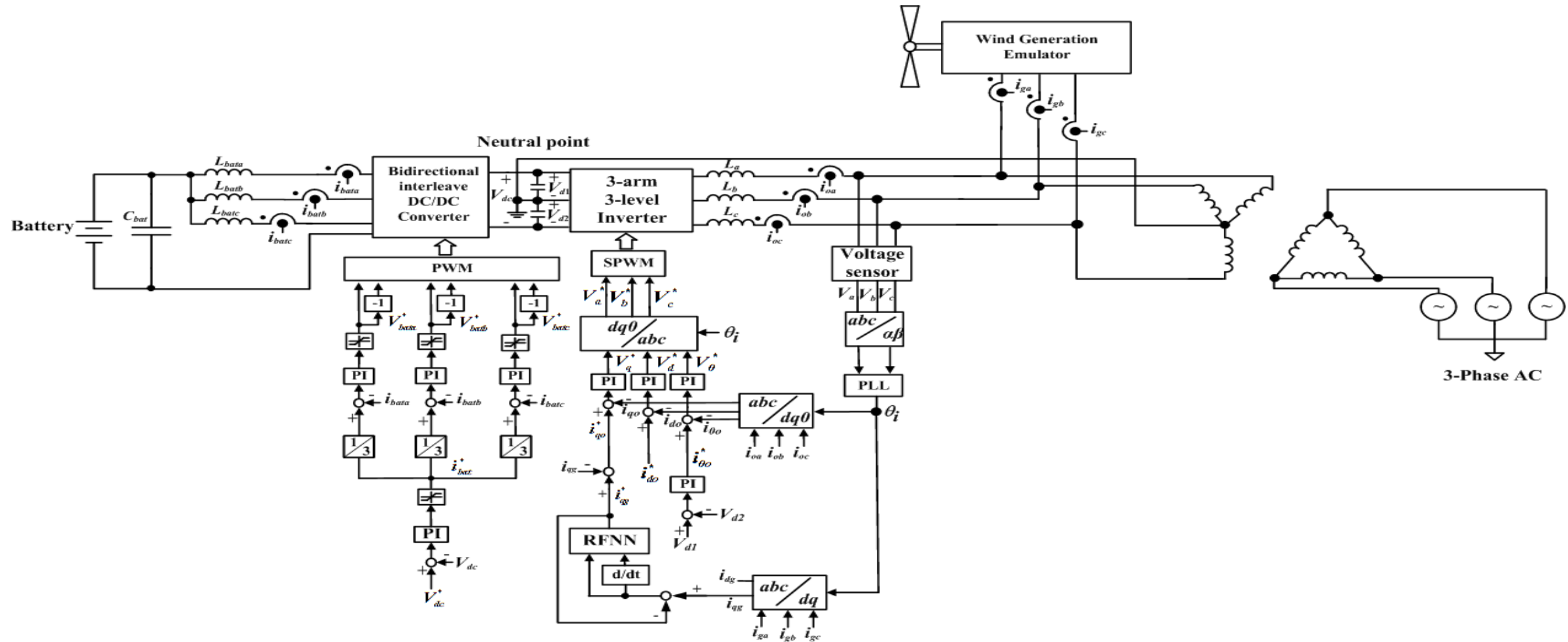
福山微電網系統

日照變化($1000\text{ W/m}^2 \rightarrow 600\text{ W/m}^2 \rightarrow 1000\text{ W/m}^2$)

Case 3c



第二個案例：應用智慧型控制實現風機功率平滑化控制

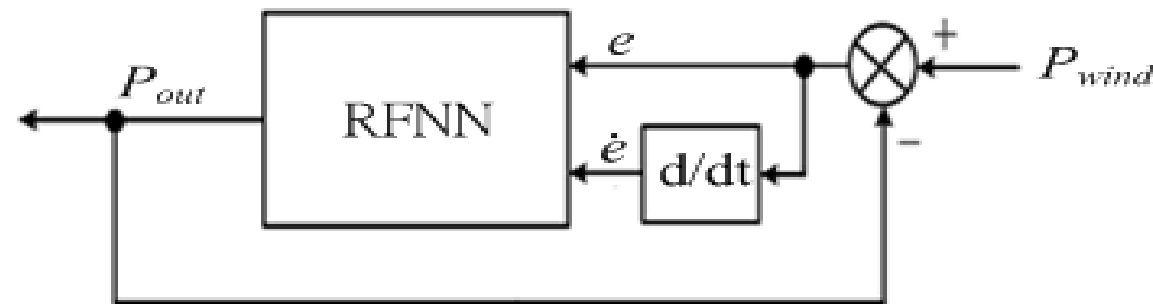


加入遞歸模糊類神經網絡的儲能系統電路方塊圖

應用智慧型控制實現風機功率平滑化控制

下圖為本文所提出應用遞歸模糊類神經網絡的功率平滑化控制架構， P_{wind} 為風機輸出功率訊號、 P_{out} 為遞歸模糊類神經網絡的輸出訊號、 e 為風機的輸出功率訊號和遞歸模糊類神經網絡的輸出訊號之間的誤差訊號， $\dot{e}$ 則為誤差訊號 e 的微分。

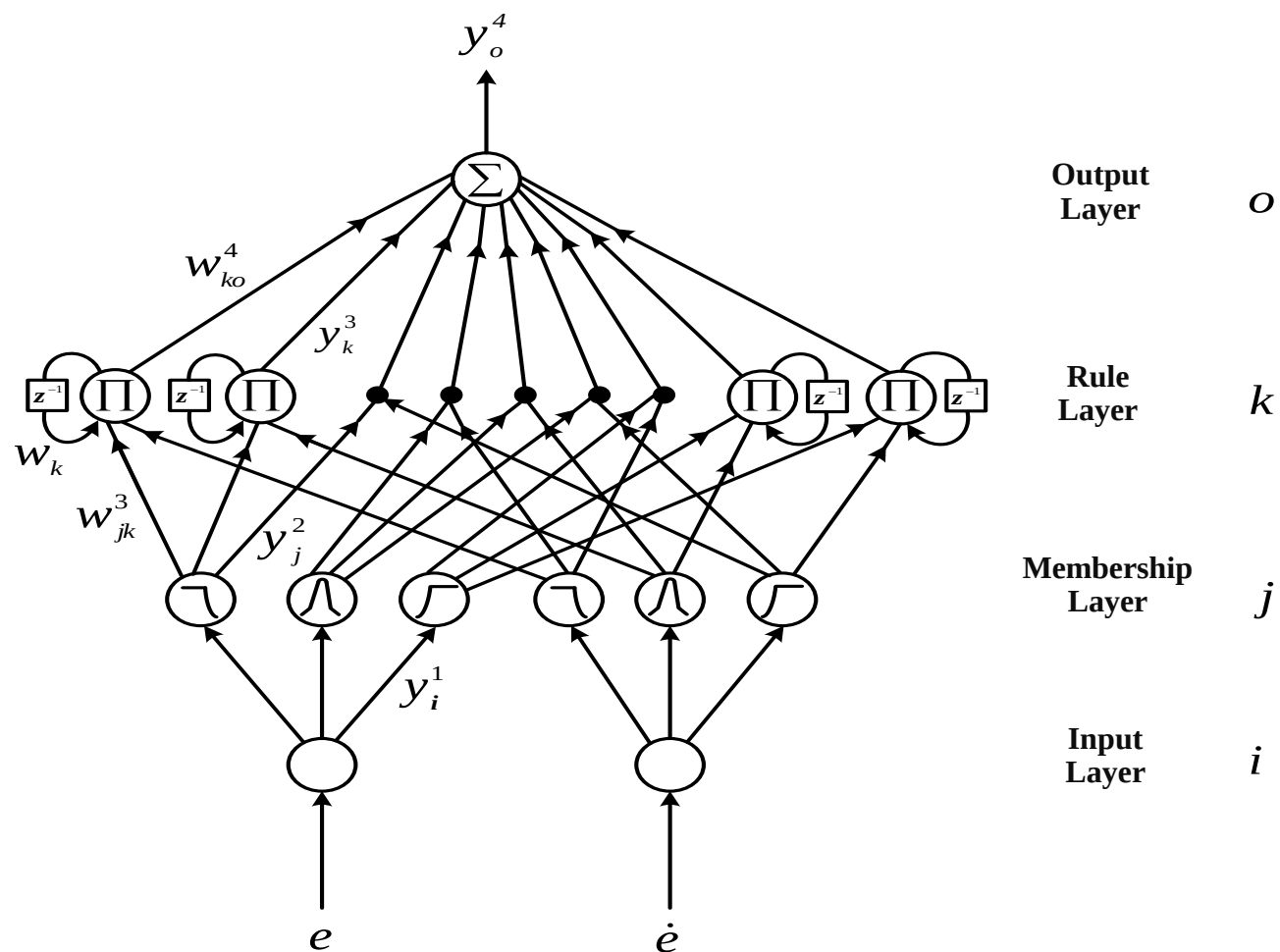
當輸入訊號 e 以及 $\dot{e}$ 進入遞歸模糊類神經網絡時，遞歸模糊類神經網絡開始進行學習，並產生輸出訊號 P_{out} ，之後將 P_{out} 回傳至遞歸模糊類神經網絡的輸入側，和風機輸出功率訊號進行比較產生誤差訊號 e ，並以更新後的誤差訊號 e 作為遞歸模糊類神經網絡新的輸入訊號，進入遞歸模糊類神經網絡繼續進行學習，並不斷重複此一循環。



應用遞歸模糊類神經網絡的功率平滑化控制方法

應用智慧型控制實現風機功率平滑化控制

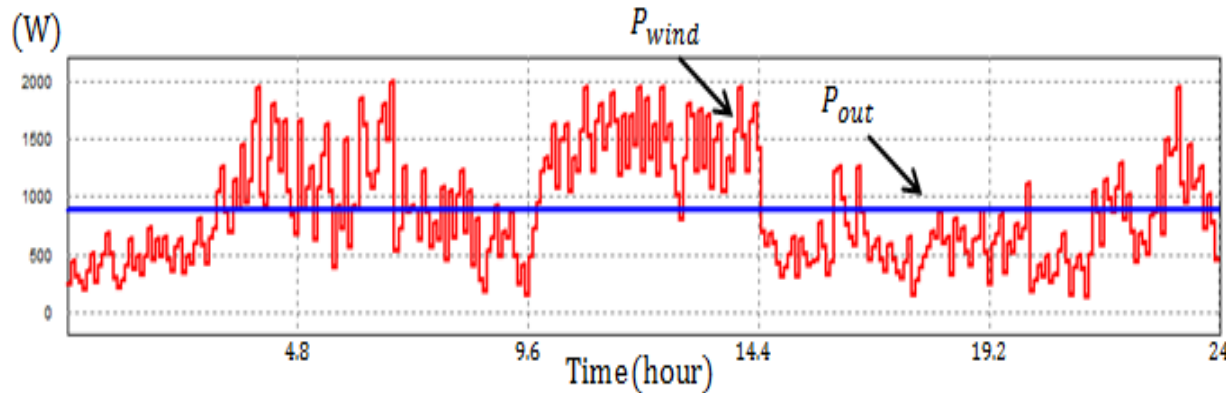
遞歸模糊類神經網路架構(RFNN)



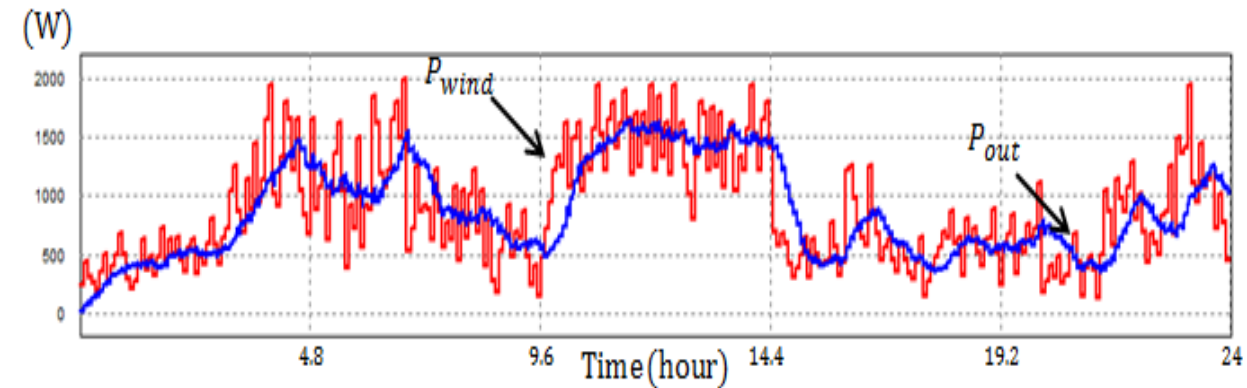
遞歸模糊類神經網路架構圖

儲能系統模擬及相關理論驗證

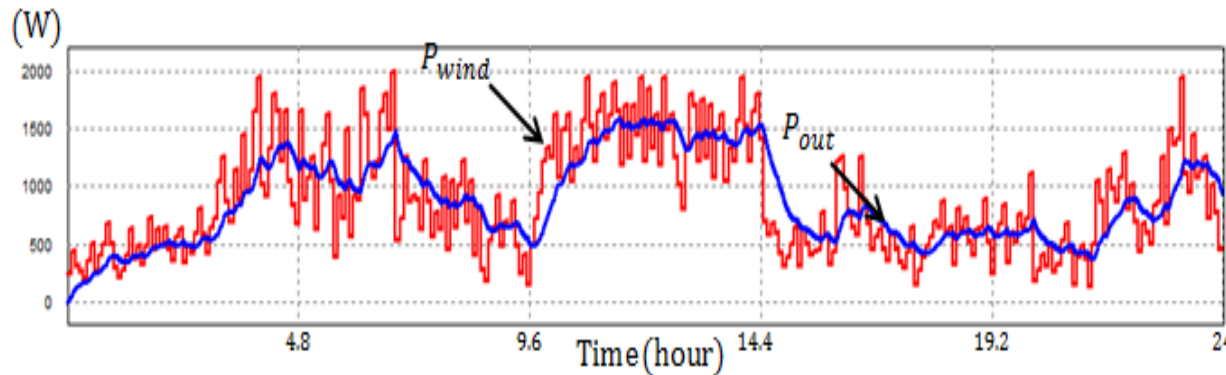
不同平滑化方法之比較結果



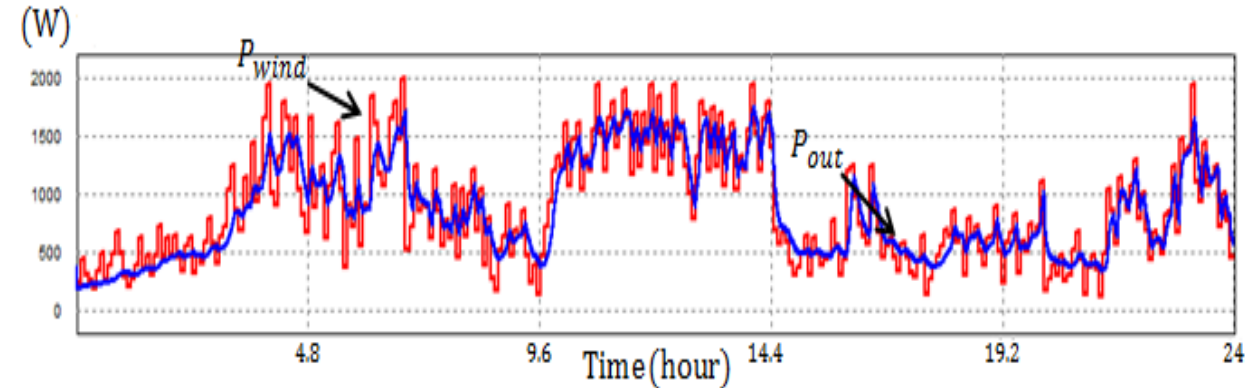
風機輸出功率 P_{wind} 和平滑化輸出功率 P_{out}



風機輸出功率 P_{wind} 和平滑化輸出功率 P_{out}



風機輸出功率 P_{wind} 和平滑化輸出功率 P_{out}



風機輸出功率 P_{wind} 和平滑化輸出功率 P_{out}

儲能系統模擬及相關理論驗證

蓄電池容量計算步驟:

- 1.將風機功率的輸出和經過平滑化方法處理後的輸出相減，當風機功率輸出比平滑化輸出大時，蓄電池進行充電，反之蓄電池進行放電。
- 2.蓄電池在充放電時必有一段時間是持續進行充電或是放電動作，找出連續充電量或是放電量之中的最大值便可算出電池容量的大小，如(4.6)式所示，以下為蓄電池容量的計算公式，其中a和a+N分別是蓄電池進行連續充電或放電的開始時間和結束時間。

蓄電池容量的計算公式

$$E_{ESS} = \text{Max} \left\{ \sum_{i=a}^{i=a+N} (|P_{wind}(t_i) - P_{out}(t_i)|) \Delta t \right\}, P_{wind} > P_{out} \text{ or } P_{out} > P_{wind} \quad (4.6)$$

$$\Delta t : \frac{\text{取樣每一個點的間隔時間}}{\text{一小時的時間}} \quad (4.7)$$

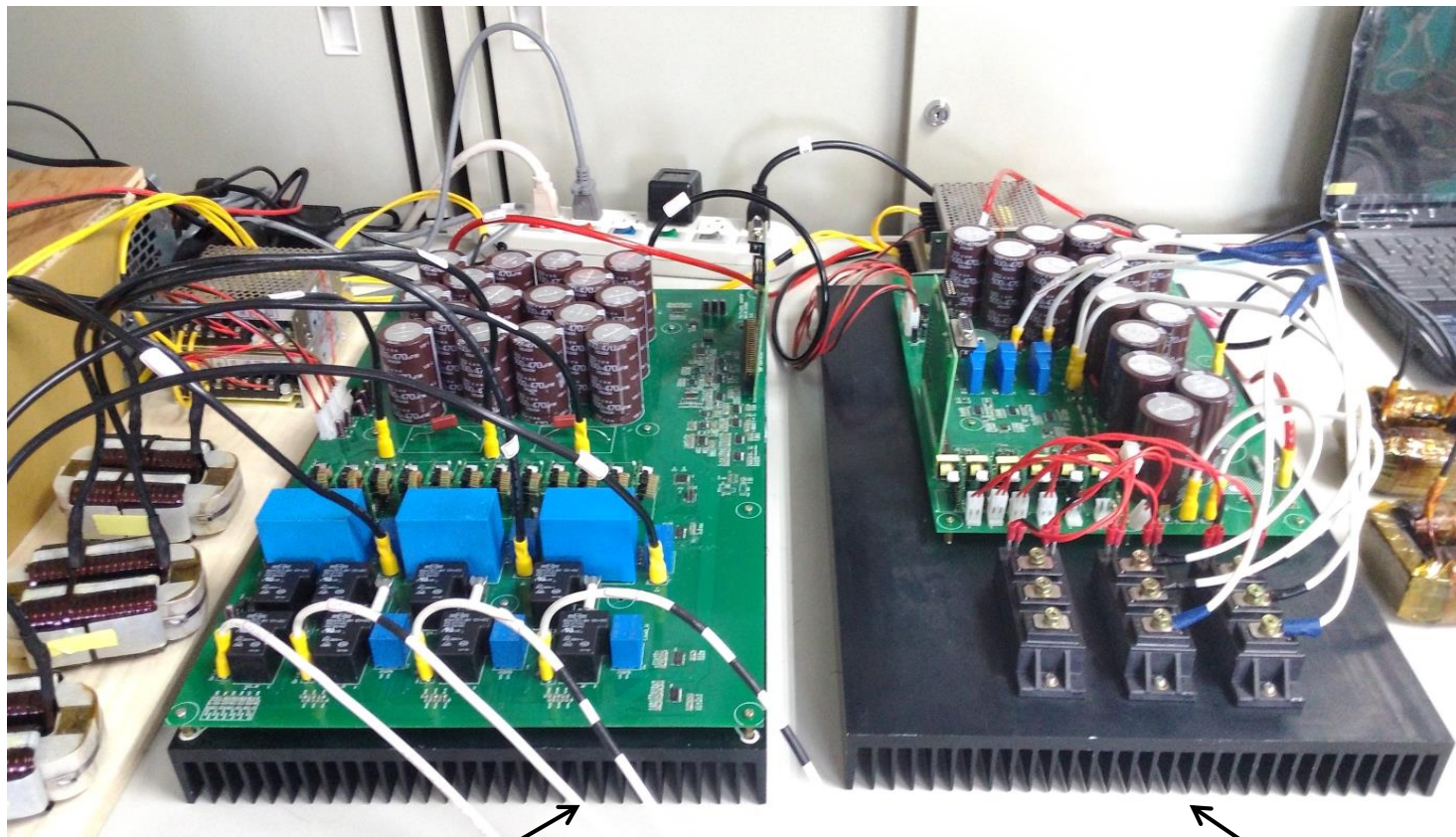
若要將單位從Wh轉換為Ah，則須將(4.6)式除以蓄電池的總電壓，而本論文之蓄電池為30顆12V的電池串接的形式，因此總電壓為0.36kV。

儲能系統模擬及相關理論驗證

表4.1 不同平滑化方法所需蓄電池容量

	平均輸出法	移動平均法	一階低通 濾波器	本文所提出 的方法
蓄電池容量 (kWh)	2.64	0.576	0.539	0.423

應用智慧型控制實現風機功率平滑化控制



三階層三相四線式變流器

雙向式直流至直流轉換器

系統實體圖



風機模擬器

第三個案例：應用於儲能系統之智慧型太陽光電 功率平滑化控制

太陽能發電廠

- 太陽能發電廠是由許多太陽光電系統所組成，每個太陽光電系統中，由多個太陽光電模組排列成陣列並經過DC/DC轉換器、DC/AC變流器與變壓器後連接至饋線，同時透過無線通訊模組將資訊即時傳回監控系統。

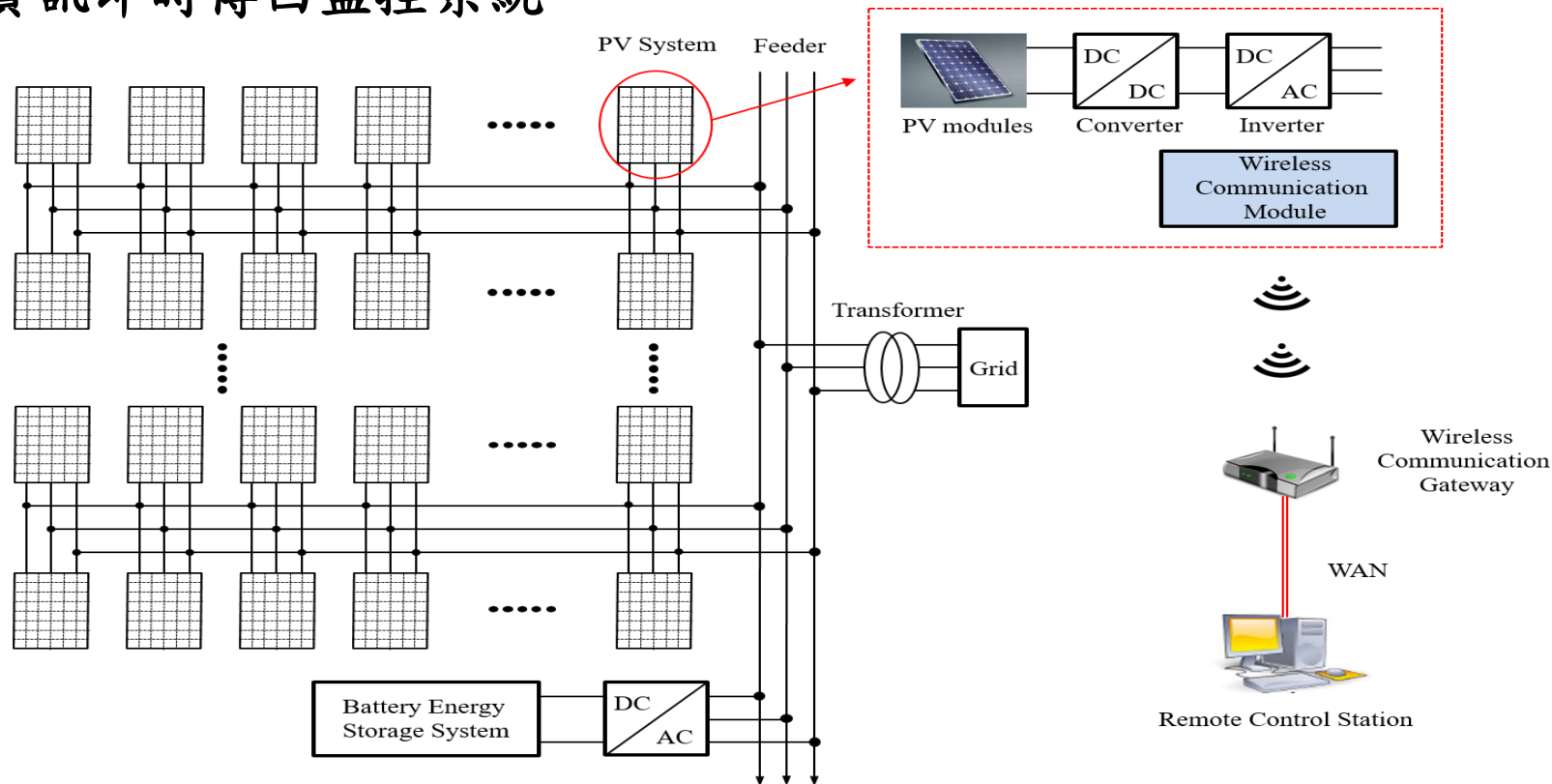


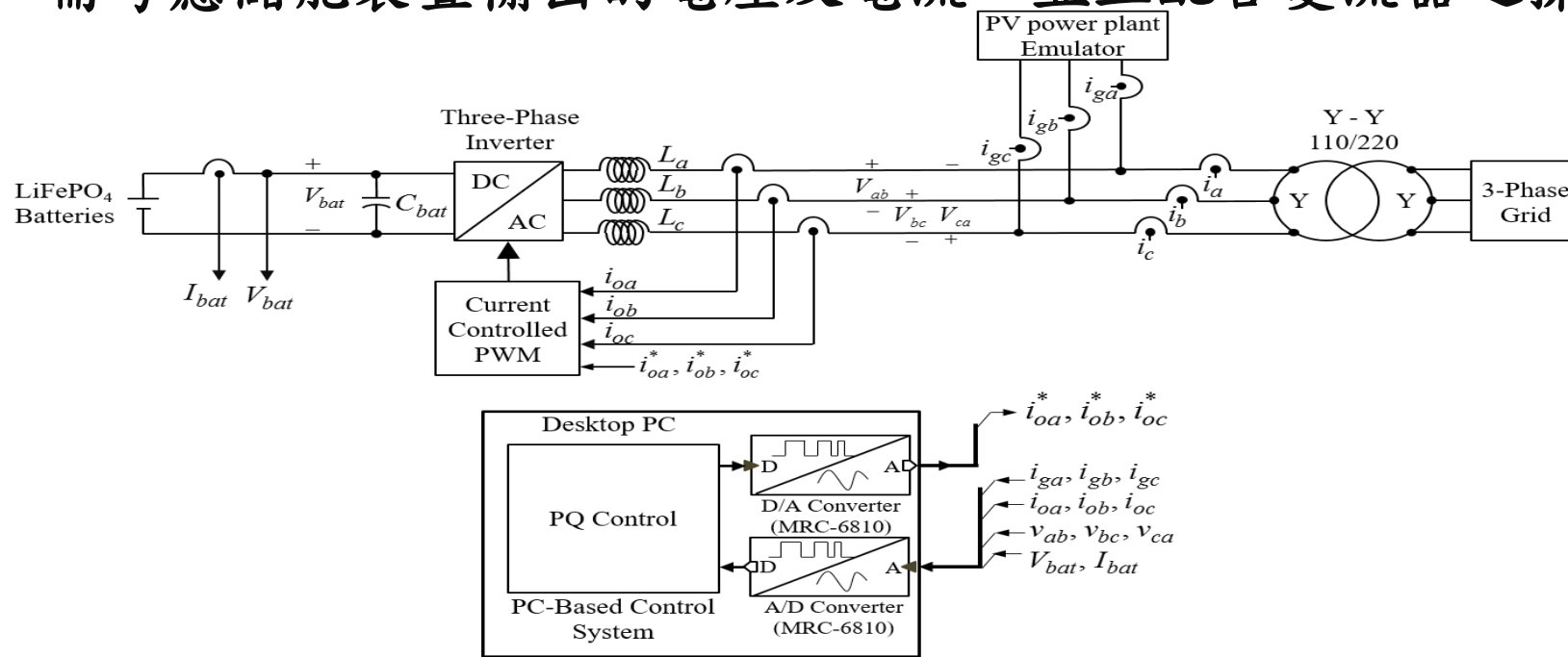
圖2.8 太陽能發電廠示意圖

磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 雙級與單級儲能系統

➤ 單級儲能系統

單級儲能系統架構包含了儲能裝置、雙向直流轉交流變流器，由於缺少直流至直流轉換器，因此可大幅減少其體積，同時亦減少成本及切換元件之損耗。但在設計整體系統時，需考慮儲能裝置輸出的電壓及電流，並且配合變流器之操作範圍。



(b)

本文所提之磷酸鋰鐵電池儲能系統架構

磷酸鋰鐵電池儲能系統

- 鋰離子電池之電化學原理
 - 廣義的可充放鋰離子電池是指由負極使用石墨或焦炭，正極採用鈷、錳或磷酸鐵，電解液使用溶解鋰鹽的非質子性有機溶液所構成。

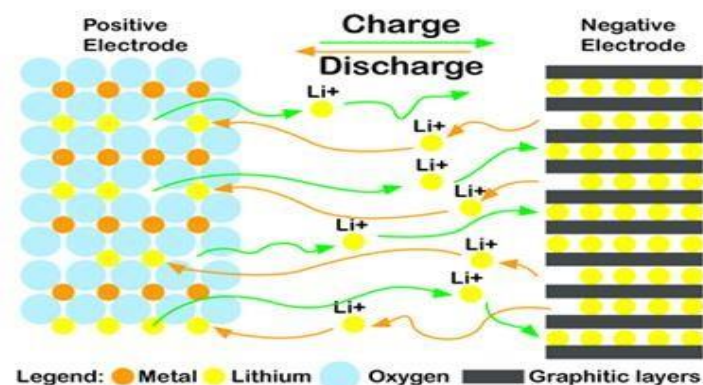


圖2.1 鋰離子二次電池的充放電原理

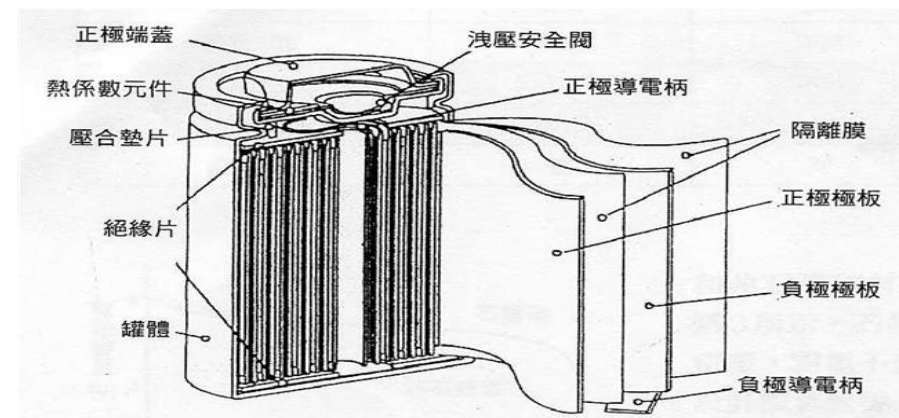


圖2.2 鋰離子電池結構



磷酸鋰鐵電池儲能系統

- 鋰離子電池之電化學原理

- 鋰鐵電池兼具各種二次電池的優點，雖能量密度較鋰離子電池差一點，但與其他種類相比，鋰鐵電池不管在安全性、環保性與壽命等性能上皆略勝一籌。

表2.1 各類二次鋰電池之比較

電池成份	鋰鐵 LiFePO_4	鋰鈷 LiCoO_2	鋰錳 LiMn_2O_4	鋰鈷鎳錳 LiNiCoMnO_2
安全性	安全性高且環保	安全穩定性極差 容易爆炸起火	安全性低 可能爆炸起火	安全穩定性極差 容易爆炸起火
循環壽命	最佳 壽命約2000次以上	佳 壽命約300-500 次	不佳 壽命約100-800 次	佳 壽命約300-500 次
能量密度	中	高	中	高
長期成本	低	高	中	高
耐溫度 範圍	極佳 範圍 20°C 至 80°C 不適合低溫	佳 高於 55°C 或 低於 -20°C 則衰退	不佳 高於 50°C 則 衰退嚴重不耐高溫	佳 高於 55°C 或 低於 -20°C 則 迅速衰退

磷酸鋰鐵電池儲能系統

- 磷酸鋰鐵電池之特性

- 以A123 System公司所生產之型號ANR26650M1A圓柱形磷酸鋰鐵電池為例：於不同放電率條件下，輸出電壓大部分在2.7V至3.2V範圍內變化，起伏不大且平穩，只有在接近截止放電電壓時曲線才有明顯變化；於不同溫度條件下，可看出磷酸鋰鐵電池亦可工作於-20°C，但放電容量將大幅下降。

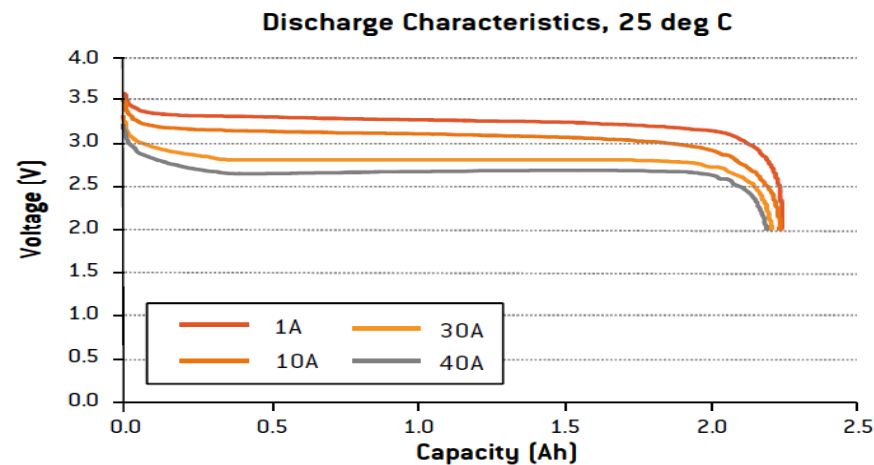


圖2.3 不同放電率條件下之放電特性

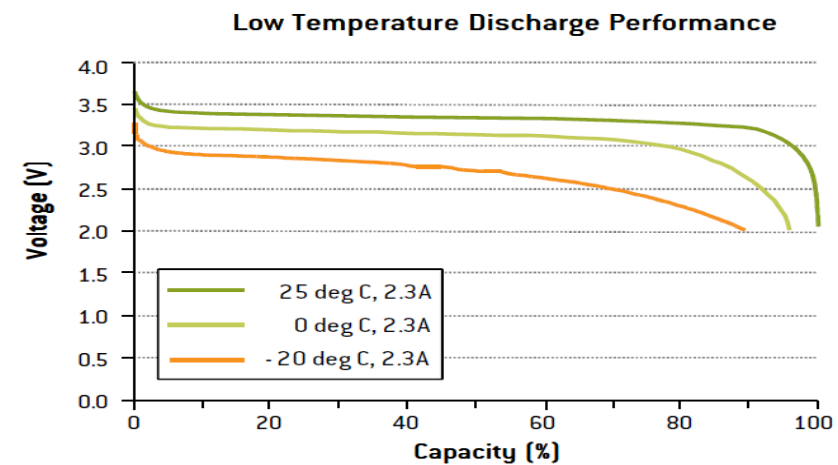


圖2.4 不同溫度條件下之放電曲線

磷酸鋰鐵電池儲能系統

電池電量狀態估測

➤ 開路電壓法

電池於未加載前且內部電解液濃度均勻分布之情況下，量測其端點電壓所得之電壓值即為開路電壓，其與電池電量狀態呈一線性關係，可利用開路電壓作為估測的依據。

➤ 內阻法

電池充放電時，電池內部會因電解質、極板與電化學反應生成物而產生不同的內阻抗。常見的量測方法為外加充電電流或放電電流訊號，藉由量測電池端電壓與電流之變化來推測其內阻抗，由電池電量與內電阻之關係得以建立此估測方法。

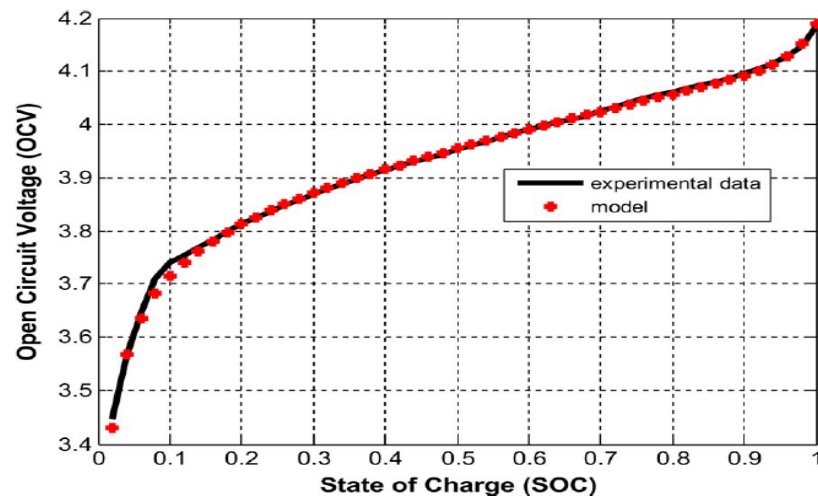


圖2.5 電池開路電壓與電量狀態關係圖

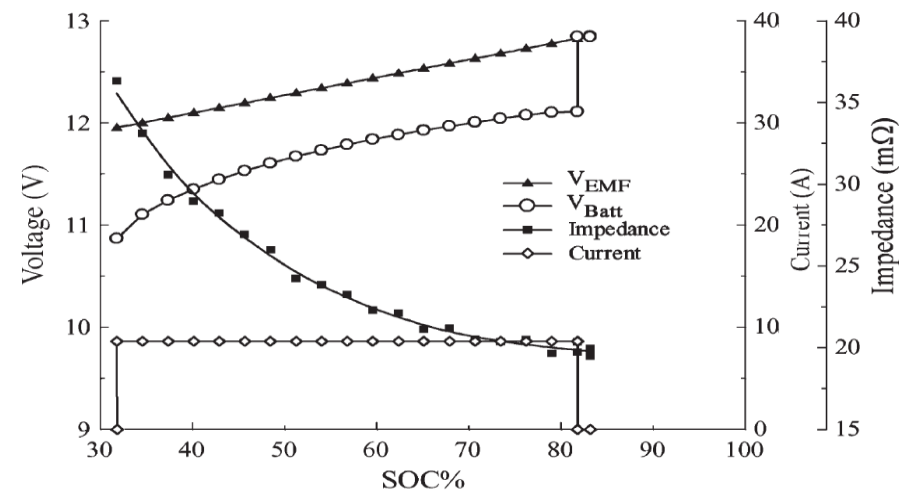


圖2.6 電池內阻與電池容量變化之關係曲線



磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 電池電量狀態估測

➤ 加載電壓法

當電池於加載狀態下，藉由量測電池負載端電壓以估測電池電量狀態，加載電壓法只能於固定負載放電狀態下使用，如果在持續變動負載狀況下進行放電，其估測準確度會大幅下降。

➤ 比重法

此法為量測電池內部電解液的濃度進而推估電池電量，例如：磷酸鋰鐵電池內的電解液為磷酸，因此當磷酸鋰鐵電池進行充放電時會因為電化學反應造成其電解液的濃度有所改變。

➤ 庫倫積分法

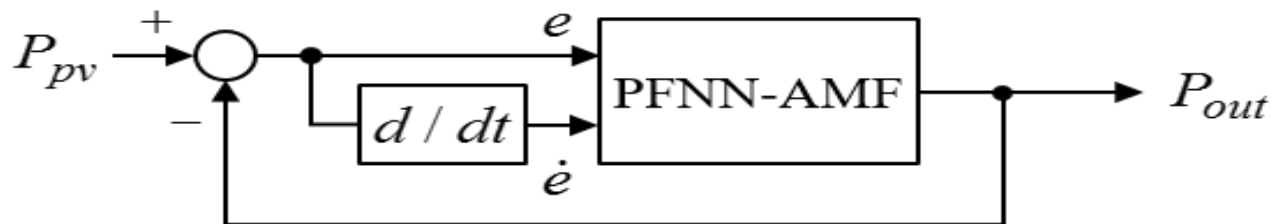
以初始電池電量狀態值為起點，量測當下流入或流出電池的電流大小與相對應的充放電時間，透過電流對時間的積分，即累積電池工作一段時間內電池電量的變化，便可得到當前的電池電量狀態。

$$SOC(t) = SOC(t_0) + \frac{1}{C_n} \int_0^t i(t) dt \quad (2.1)$$

單級智慧型磷酸鋰鐵電池儲能系統

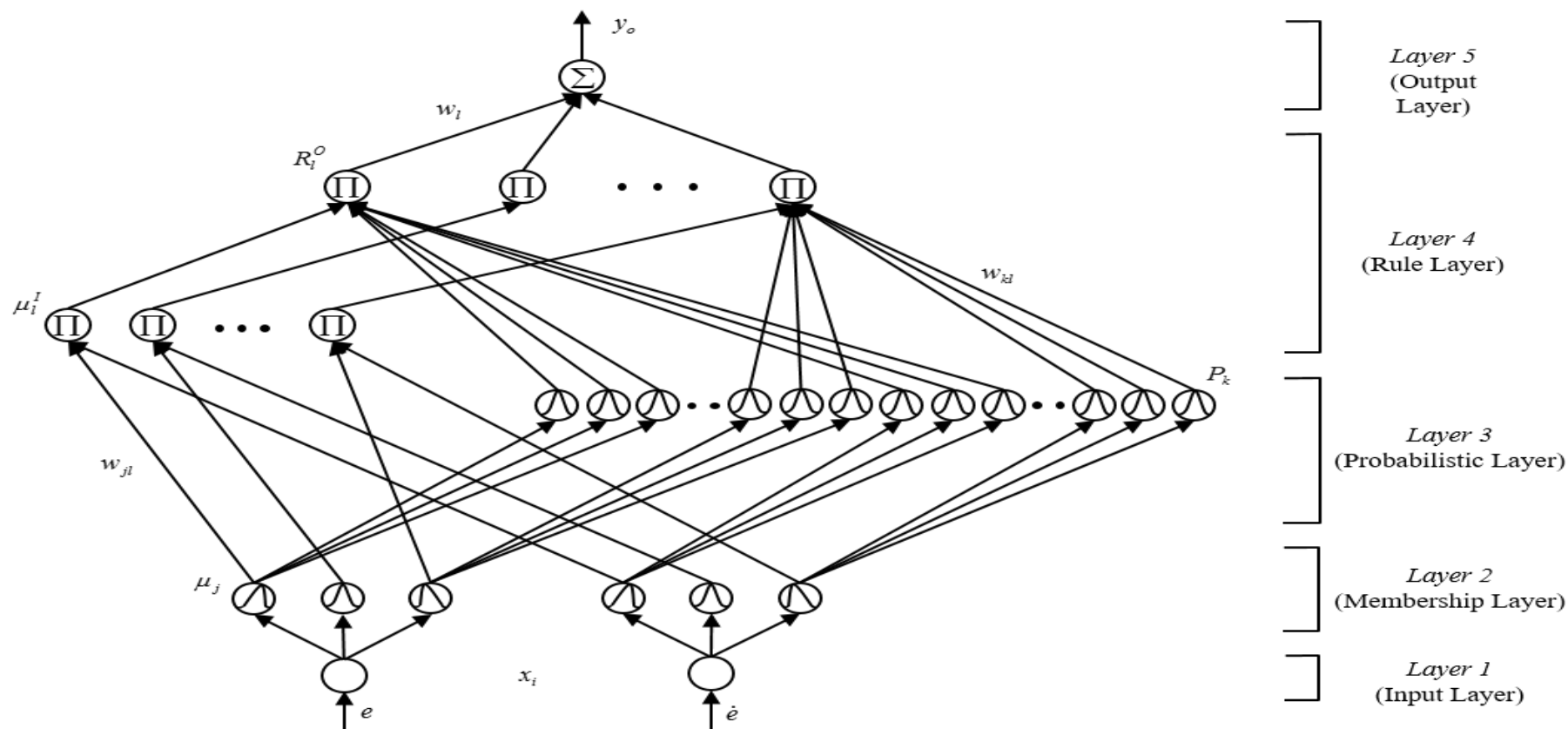
- 功率平滑控制策略

下圖為本論文所提出應用非對稱歸屬函數之模糊類神經網路的功率平滑化控制架構。當輸入訊號 e 及 $\dot{e}$ 進入非對稱歸屬函數之模糊類神經網路時，此網路開始進行學習，並產生輸出訊號 P_{out} ，接著將 P_{out} 回傳至網路的輸入側，和太陽光電輸出功率訊號 P_{pv} 進行比較進而產生新的誤差訊號 e ，再次進入非對稱歸屬函數之模糊類神經網路進行學習且不斷重複以上步驟。



應用非對稱歸屬函數之模糊類神經網路的功率平滑化控制方法

應用於儲能系統之智慧型太陽光電功率平滑化控制



非對稱歸屬函數之機率模糊類神經網路架構

單級智慧型磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 功率平滑化方法之比較

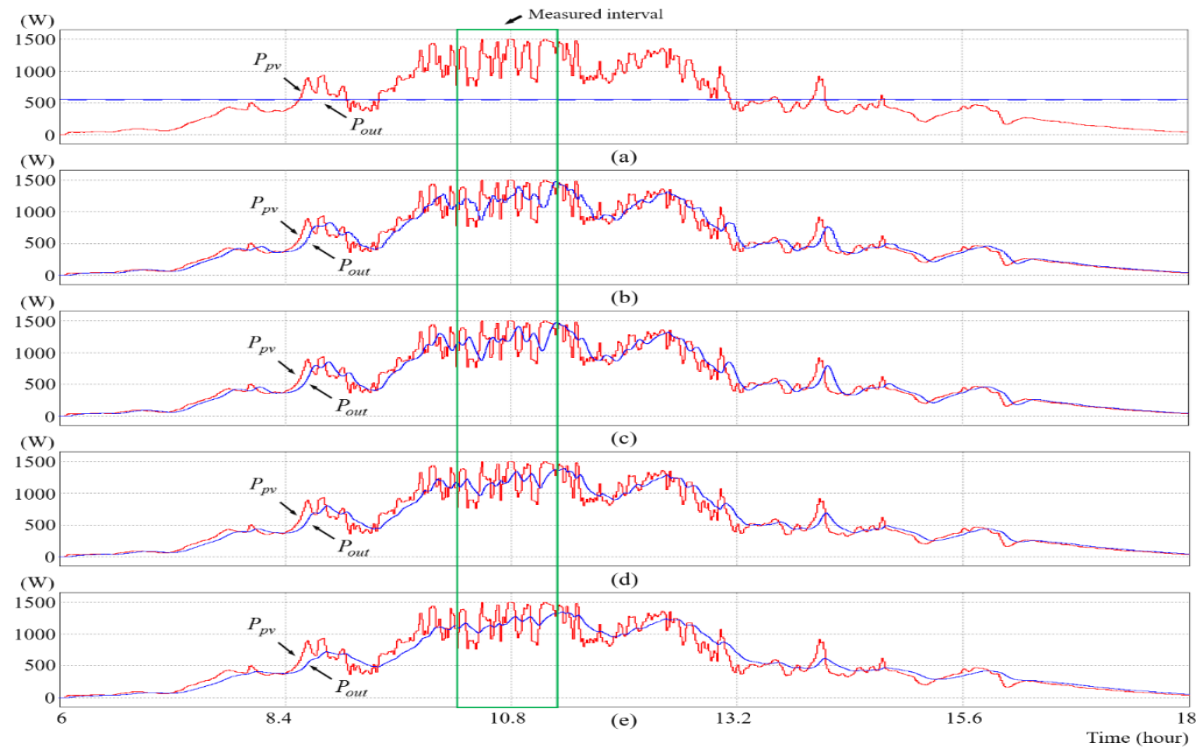


圖5.3 利用不同平滑化方法之模擬結果：

- (a)平均輸出法；
- (b)移動平均法；
- (c)一階低通濾波器；
- (d)機率模糊類神經網路；
- (e)本論文所提方法

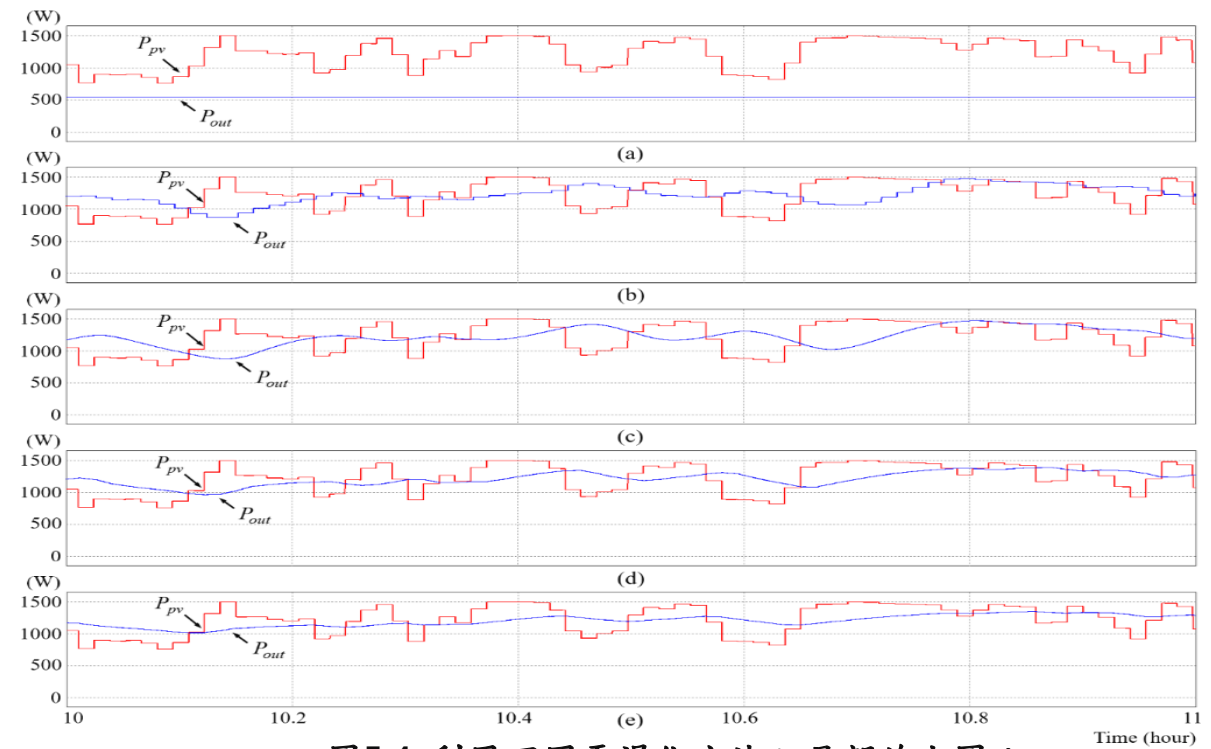


圖5.4 利用不同平滑化方法之局部放大圖：

- (a)平均輸出法；
- (b)移動平均法；
- (c)一階低通濾波器；
- (d)機率模糊類神經網路；
- (e)本論文所提方法

單級智慧型磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 功率平滑化方法之比較

- 系統最大電池容量及變流器容量需求

$$E_{ESS} = \text{Max} \left\{ \sum_{i=a}^{i=a+N} (|P_{pv}(t_i) - P_{out}(t_i)|) \Delta t \right\}, P_{pv} > P_{out} \text{ or } P_{out} > P_{pv} \quad (5.1)$$

$$P_{BESS} = \text{Max} \{ |P_{pv}(t_i) - P_{out}(t_i)| \} \quad (5.2)$$

- 功率標準差

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^h (P_{pv}(t_i) - P_{out}(t_i))^2}{h}} \quad (5.3)$$

表5.1 利用不同平滑化方法後之電池容量及變流器容量需求

	Average	Moving Average	LPF	PFNN	PFNN-AMF
energy capacity, kWh	2.23	0.332	0.324	0.281	0.263
power capacity, kW	1.018	0.834	0.788	0.685	0.643

表5.2 利用不同平滑化方法後之標準差

	Average	Moving Average	LPF	PFNN	PFNN-AMF
kW	0.378	0.17	0.163	0.139	0.133

單級智慧型磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 功率平滑化方法之比較

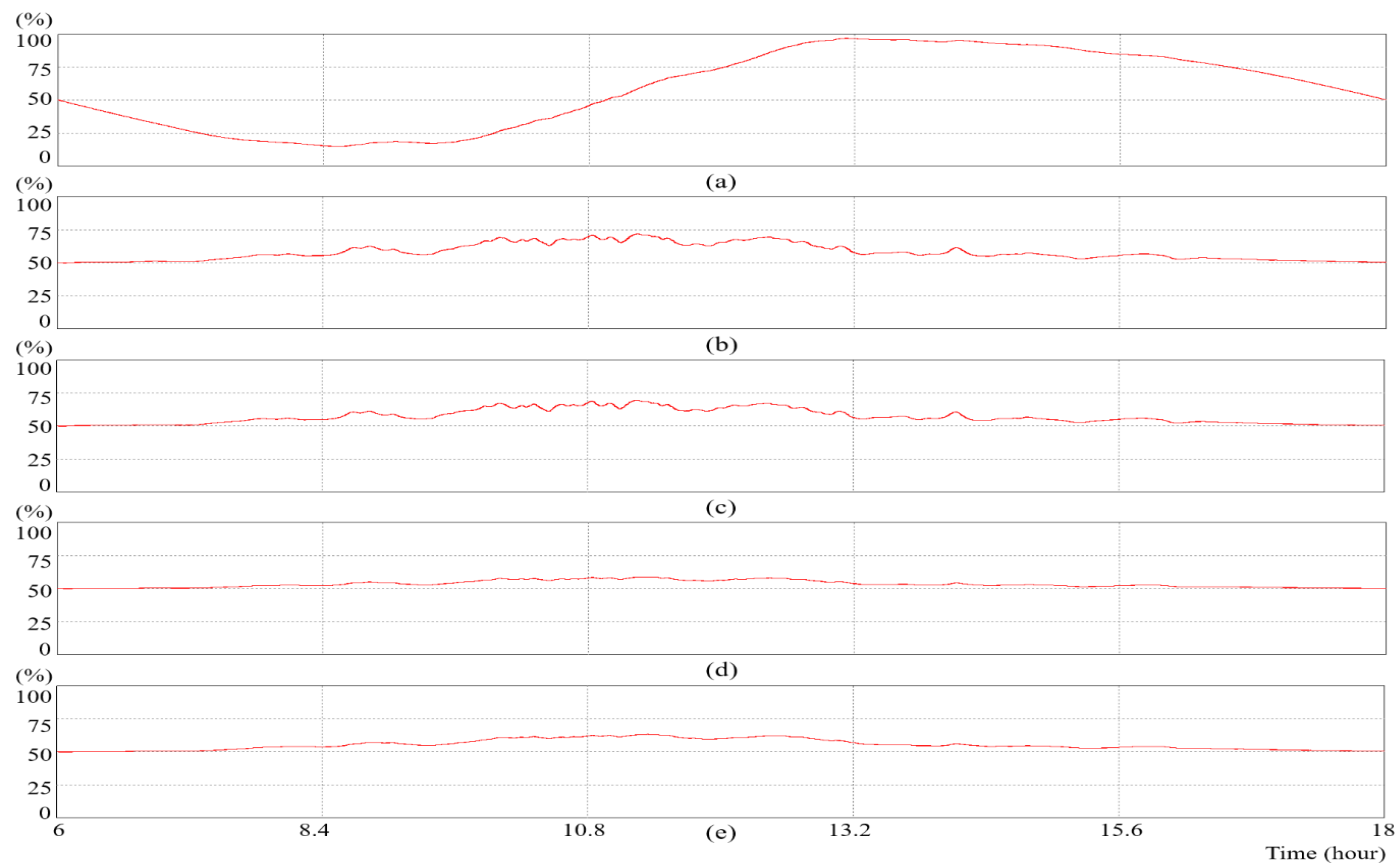


圖5.5 利用不同平滑化方法之電池電量狀態：(a)平均輸出法；(b)移動平均法；
(c)一階低通濾波器；(d)機率模糊類神經網路；(e)本論文所提方法

單級智慧型磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 功率平滑化方法之比較

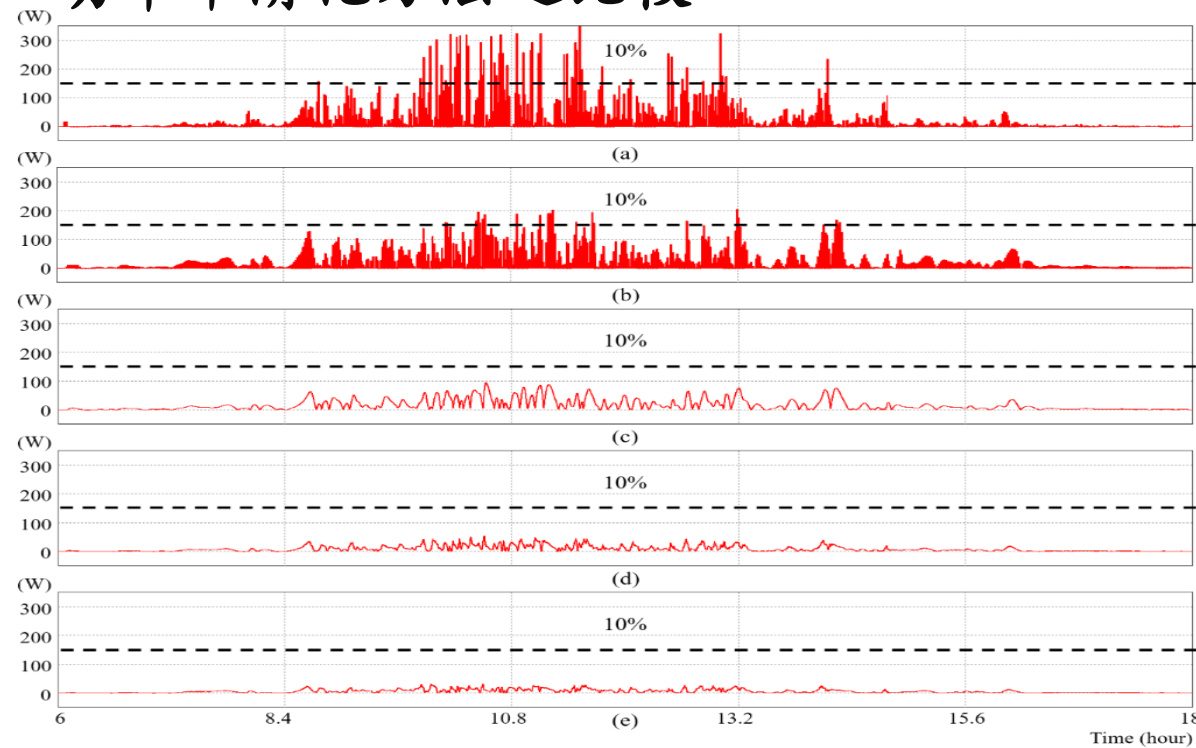


圖5.6 利用不同平滑化方法之一分鐘平均視窗：

- (a)平均輸出法；
- (b)移動平均法；
- (c)一階低通濾波器；
- (d)機率模糊類神經網路；
- (e)本論文所提方法

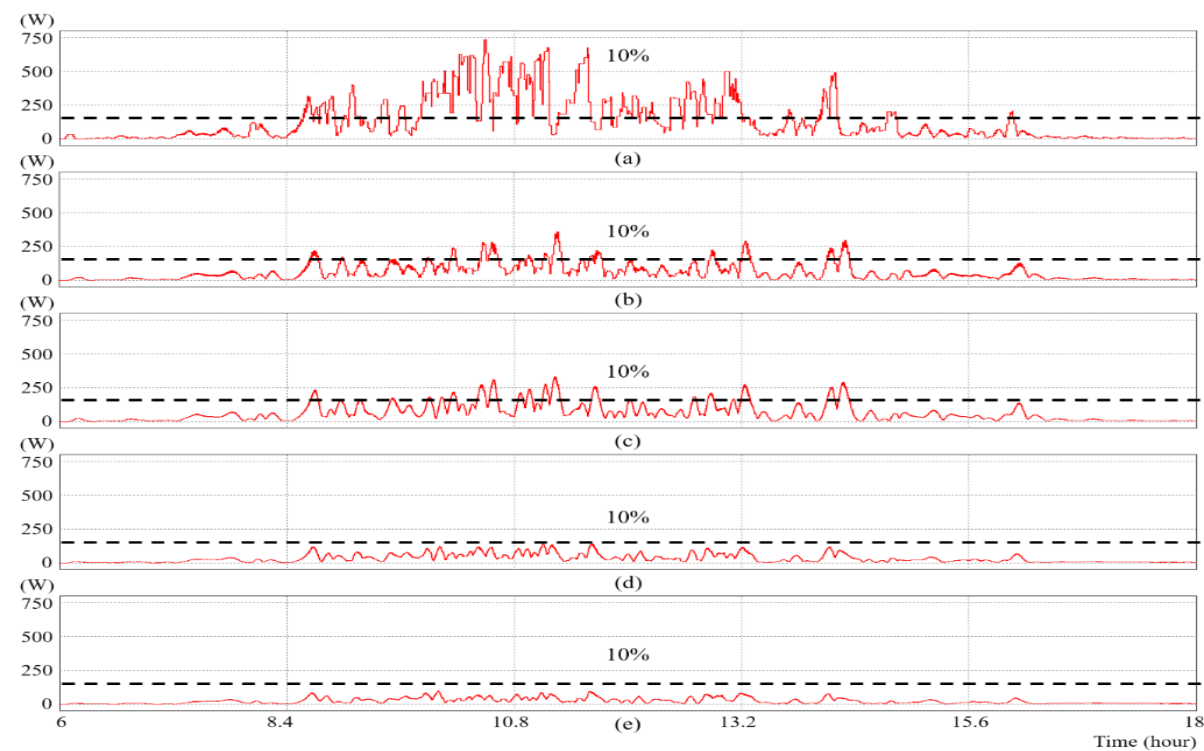


圖5.7 利用不同平滑化方法之十分鐘平均視窗：

- (a)平均輸出法；
- (b)移動平均法；
- (c)一階低通濾波器；
- (d)機率模糊類神經網路；
- (e)本論文所提方法

磷酸鋰鐵電池儲能系統

- 硬體設備－磷酸鋰鐵電池

➤ 本論文利用六組磷酸鋰鐵電池組串接，其中，一組磷酸鋰鐵電池組由24顆單元電池以12串2並所組成。



磷酸鋰鐵電池組

單顆磷酸鋰鐵電池之規格

標準電壓	3.3V
充電電壓	3.5V
截止電壓	2.5V
容量	15Ah
最大放電電流	150A
最大充電電流	75A
循環次數	2000
內阻	<6m Ω

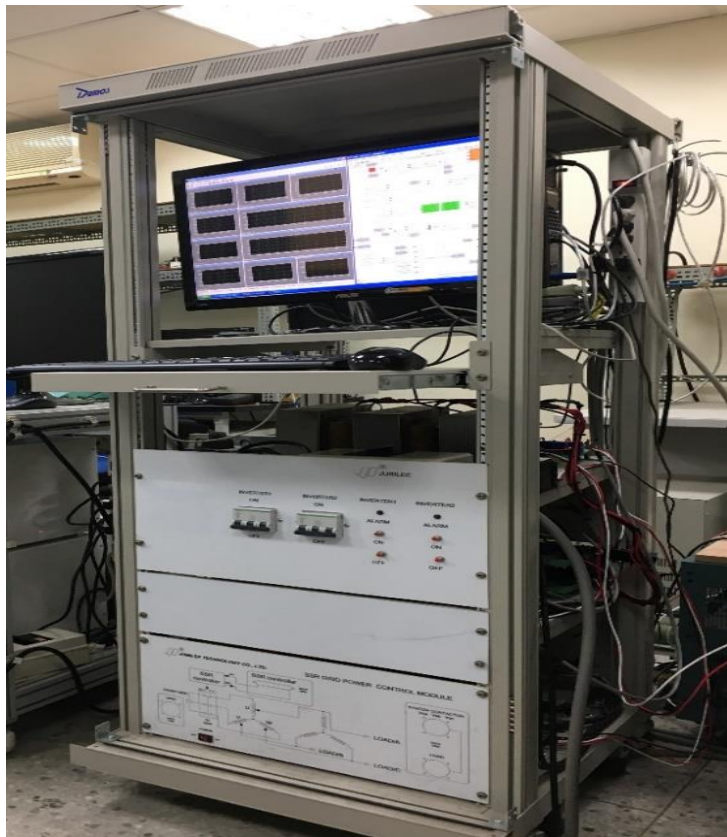
單組電池組之規格

標準電壓	39.6V
充電電壓	42V
截止電壓	30V
容量	30Ah

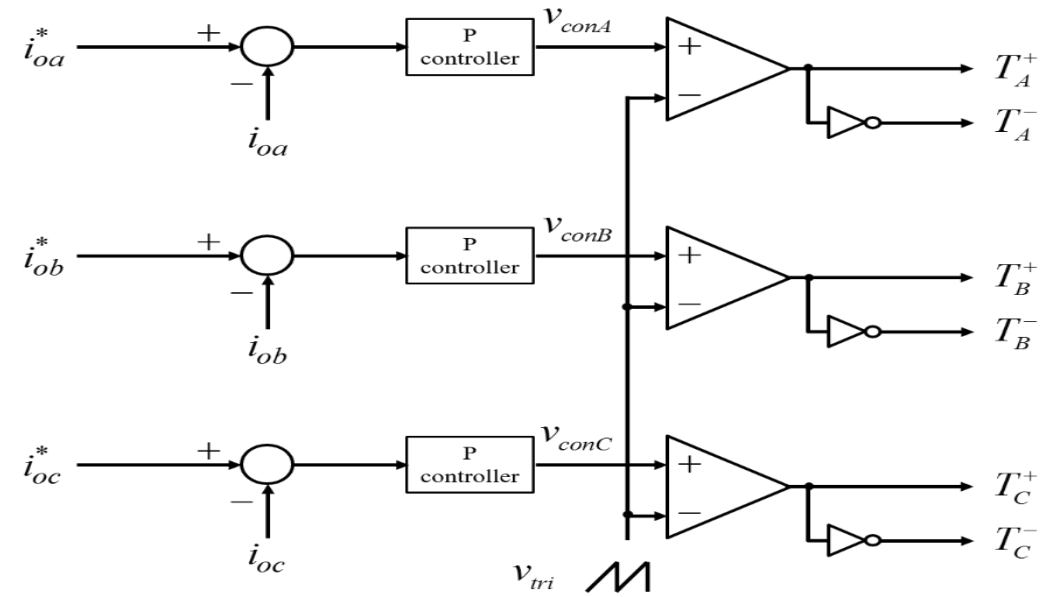
磷酸鋰鐵電池儲能系統

- 硬體設備 - 變流器

➤ 下圖為本論文所使用之變流器與控制電腦，其電流控制迴路與脈波寬度調變是由硬體電路實現，如圖所示。



變流器與控制電腦

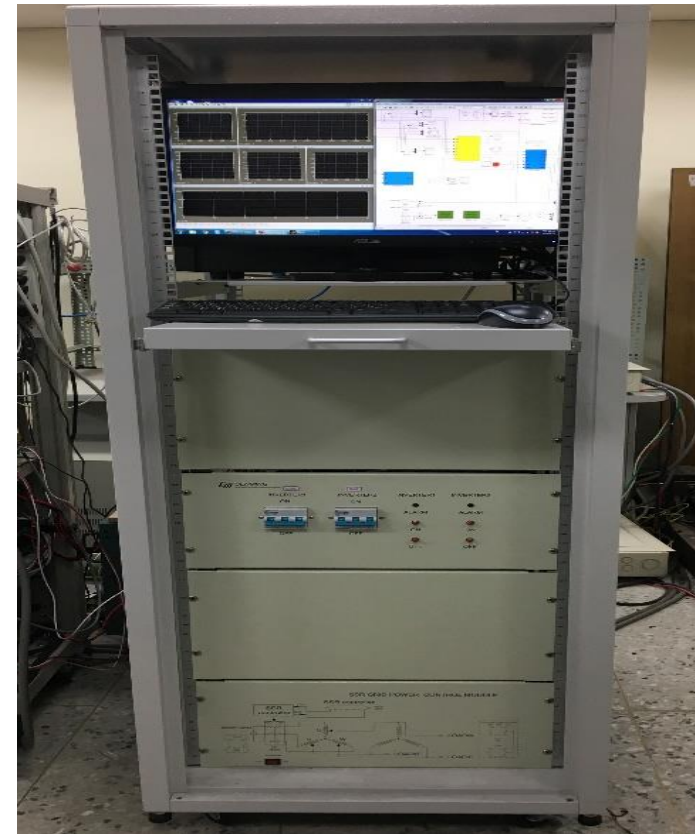


電流控制迴路與脈波寬度調變架構

磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 硬體設備 - 太陽能發電廠模擬器

- 本論文利用一發電功率為1.5kW之太陽能發電廠模擬器來取代真實的太陽能發電廠，如圖所示。
- 此模擬器提供實驗所需的太陽光電功率，其輸出端連接於電池儲能系統中變流器的輸出端。
- 輸出功率依據澳洲昆士蘭大學St Lucia校區提供之量測紀錄為範本，模擬太陽能發電廠實際運作狀況。



太陽能發電廠模擬器

六、虛擬電廠概念與運作模式

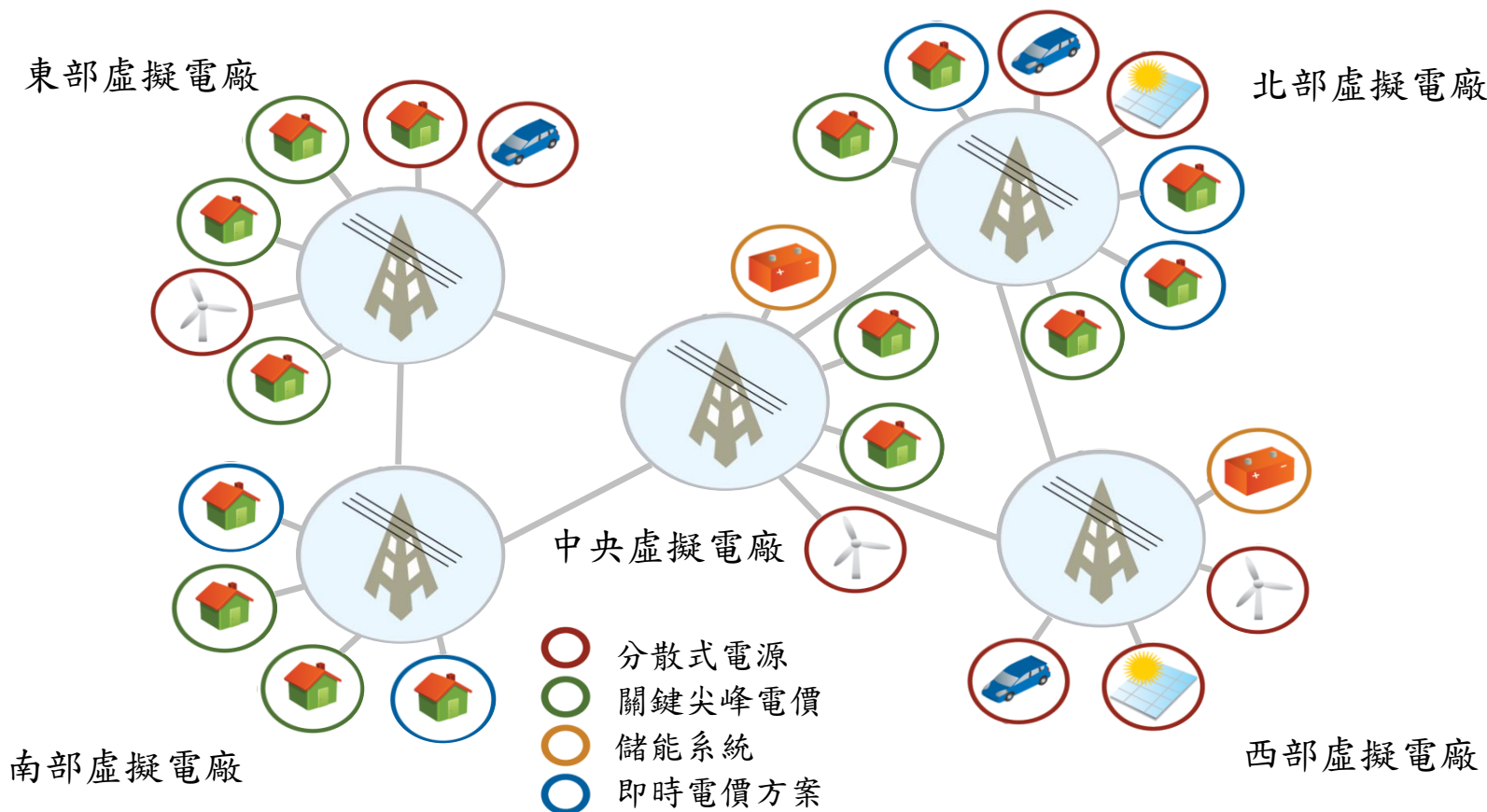
虛擬電廠概念與運作模式

- 電力公司需要在滿足監管機構要求與達成以合理價格提供可靠電力義務間尋求平衡，同時需追求利害關係者最大利益。
- 電力公司期望透過以下五點擴大其效益：
 1. 動態電價降低尖峰負載
 2. 導入需量反應制度在緊急或難以負荷時卸除負載
 3. 導入具規模的分散式發電設備以減少化石燃料電廠之使用
 4. 導入區域性分散式發電設備或需量反應制度改善電網平衡及減少供電故障
 5. 藉由獨立電力調度中心(ISO)或電力交易市場標售需量及分散式發電
- 虛擬電廠是將適用相同類型電價制度、需量反應或分散式發電設備方案下的用戶群，如住宅型、商業型或工業型等用戶集合，並將客戶群依特定地區或配電關聯更細緻的分成不同群體，使電力公司可對特定客戶帶給電力公司的價值做更好的預測與資訊分析，同時也可讓電力公司將原本隸屬於同一方案下的客戶群依據電力公司的需求組成不同組織架構。
- 虛擬電廠將用戶群更細膩的區分群體不僅可改善預測精確度，也可顯著改善營運決策制定。

虛擬電廠概念與運作模式(續)

虛擬電廠概念組成

將客戶群依特定地區或配電關聯細分成不同群體，更細緻的區分群體使得電力公司可對特定客戶帶給電力公司的價值做更好的預測與資訊分析，同時也可讓電力公司將原本隸屬於同一方案下的客戶群依據電力公司的需求組成不同組織架構。



先進讀表電表系統、動態電價制度 與需量反應的推動現況

- 在美國，有超過38個委員會建議強制推行智慧電表(先進讀表系統)與需量反應，美國總統則希望在2019年時可推廣1億4千萬具智慧電表。
- 許多電力公司正在尋求導入先進讀表系統(AMI)後實施新的需量反應方案降低負載、動態訂價負載平移或改變負載曲線、減少尖峰時間與提升備載容量所產生的利益。
- 據 Brattle Group 針對動態訂價的研究顯示，美國關鍵尖峰電價方案(Critical Peak Pricing, CPP)誘導尖峰需求降低13%~20%；而尖峰回饋電價(Peak Time Rebate, PTR)則使尖峰需求減少8%~18%。若自動需量反應技術到位，負載降低幅度可進一步增加至20%~45%。此結果對於任何電網營運組織都具有相當的意義，需將虛量反應結果納入其營運電廠排程組合。
- 藉由這些研究和現行方案設計，如今電力公司已可透過需量反應與電價方案降低尖峰負載或是轉移尖峰負載、備援再生能源的間歇性電力、釋放短期合約、甚至提升備載容量。

需量反應參與電力交易市場課題

- 當電力企業嘗試參與獨立電力調度中心的競價策略，不僅著眼於獲利，也需了解電力事業所面臨的各項挑戰。
- 電力公司面對市場競價的最大挑戰是實體設備運作和財務模式間的關聯性。
- 一旦電力公司得標後即面臨重大的課題：
 1. 電力公司需要一種可以確保達到其最佳利益的分析模式，來避免因考量預測準確度的不確定性為規避風險而低估自身能力所造成的利益損失。
 2. 當收到從獨立電力調度中心之財務獎勵時，電力公司需要快速選擇適當的用戶，在需盡可能降低對其發電和配電環境衝擊前提下，將獎勵轉換成各個用戶設備的實際作為。
 3. 電力公司需要適切調整分配給予獨立電力調度中心及參與用戶間的帳款。
- 當市場中實體設備運作變得更“聰明”時，電力市場中實體設備運作與財務之結合需要新的制度以便對更複雜的設備運作、財務互動進行管理。

分散式發電與實施需量反應對配電系統的影響

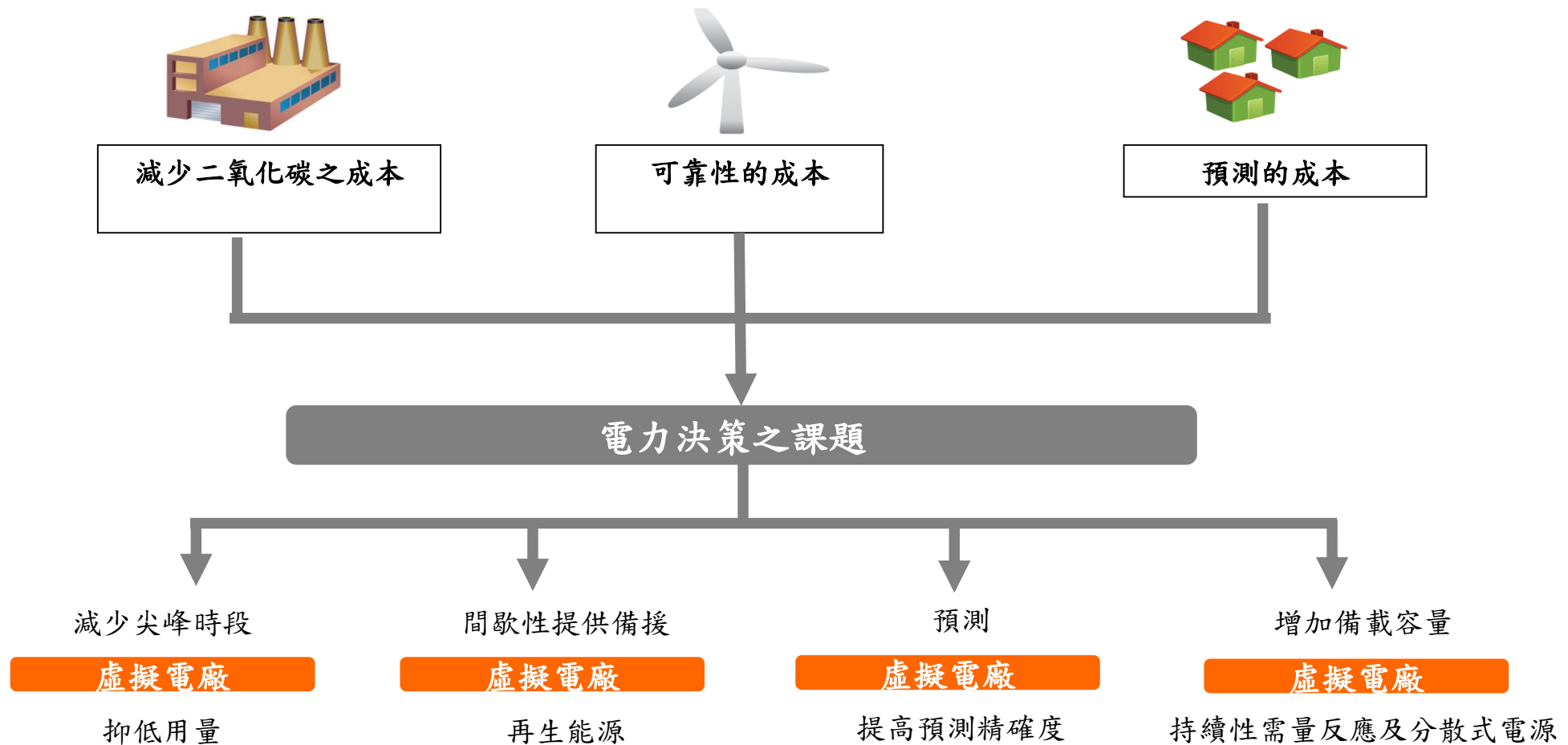
- 智慧電網正對於電力公司如何看待其現有配電系統產生巨大變革，而回饋與獎勵電價結構調整帶動住宅與商業用戶使用分散式發電設備，電網相較於過去變得更智慧且不穩定，對電網維運亦是重大的挑戰，也因此智慧電網存在很大的利益與發展空間，特別是在結合需量反應與分散式發電。
- 在電網上增設大量的需量反應與分散式發電除可減碳，亦可能造成電力品質下降、可靠度降低、產生不平衡電力潮流、並可能增加對民眾與現場維修人員安全風險等課題。
- 電力公司須針對其配電網型態與地理實體位置的分布，來改善其需量反應與分散式電源監測、預測與排程方式，讓電力公司在配電層級執行需量反應，以解決電力潮流問題或避免供電故障等。
- 同時，電力公司必須能以與今日大多數操作情況相比更細部化的方式進行預測、執行和回饋，並能更準確且持續地辨別不同時段與區域可用的需量與分散式發電量。

虛擬電廠概念對電力企業營運優勢

- 大型電力公司營業涵蓋幅員廣闊，實施各種預測工作有其困難度，但若將所有客戶以相同模式進行預測，將限制電力公司針對那些參與方案用戶較其它用戶具有較高配合度及可靠度的推測結果。
- 虛擬電廠的優勢：
 1. 由下而上的運作模式可降低今日電力公司面臨的預測風險；透過設置虛擬電廠，在配電層級或其他更小的地理區域，匯集用戶採用不同方案，就當地所實施方案類型進行個別的預測，以提高預測準確度，並可辨別哪些虛擬電廠在被納入運作後可以有較佳的配合度。
 2. 使發電公司與綜合電業將虛擬電廠視為另一個可運轉調度的電廠。
 3. 電力公司可最佳化其整體操作營運組合並決定如何發揮需量反應或分散式發電的影響以降低或轉移尖峰負載、發電成本、和減少排放，此外，亦可啟動可靠的虛擬電廠或客戶群以抑低負載或產出區域性的低碳潔淨電力。
 4. 配電公司或電力零售業可大幅改變整體商業模式；發電公司不再需要擁有電廠，電力零售業者可降低對獨立電力調度中心／電力交易市場依賴，避免較高的電力採購成本，甚至可利用客戶群參與獨立電力調度中心或電力交易市場競標。

虛擬電廠概念對電力企業營運優勢(續)

電廠最佳化整體操作營運組合解決再生能源發電間歇性之課題

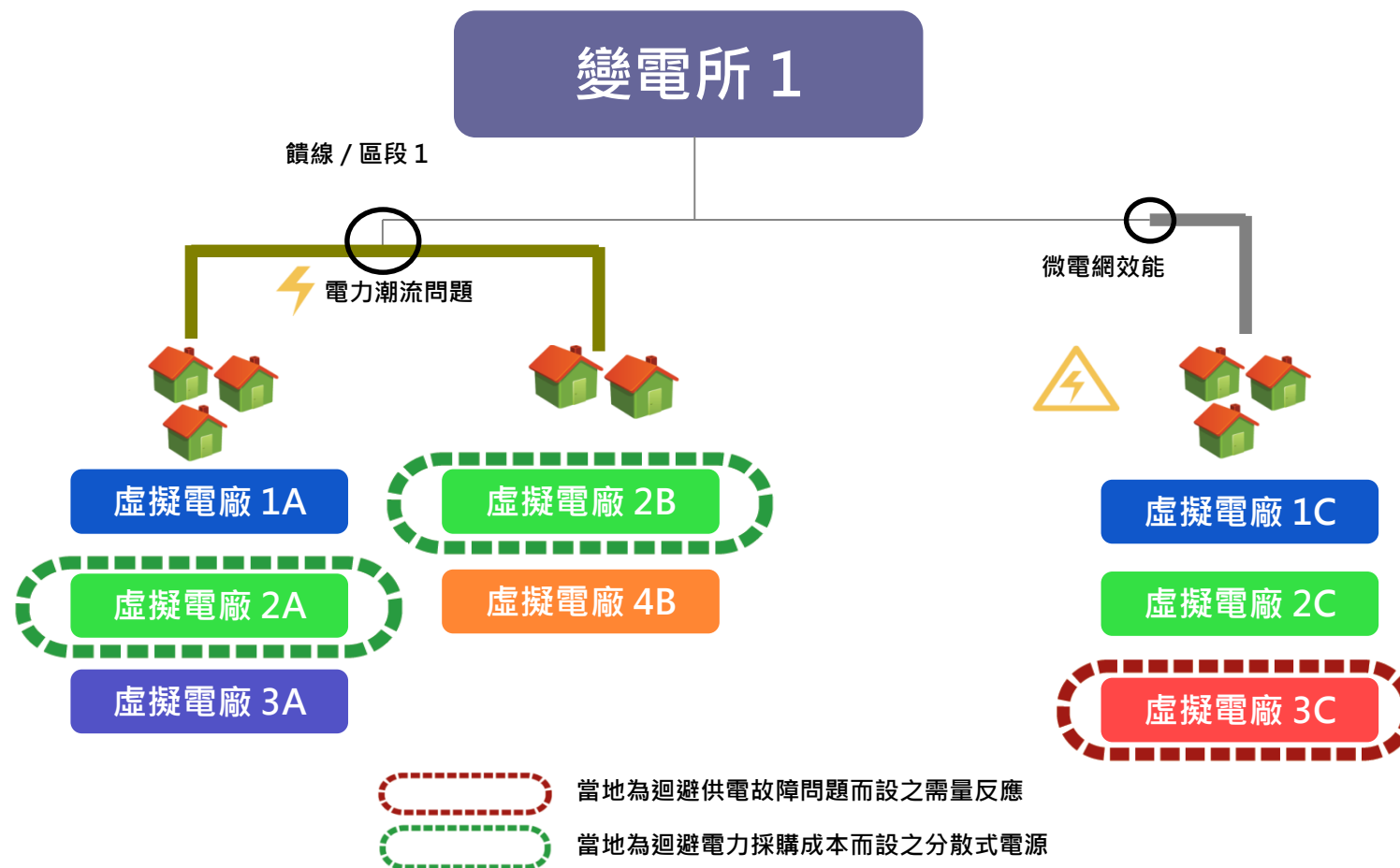


虛擬電廠提供配電系統的操作優勢

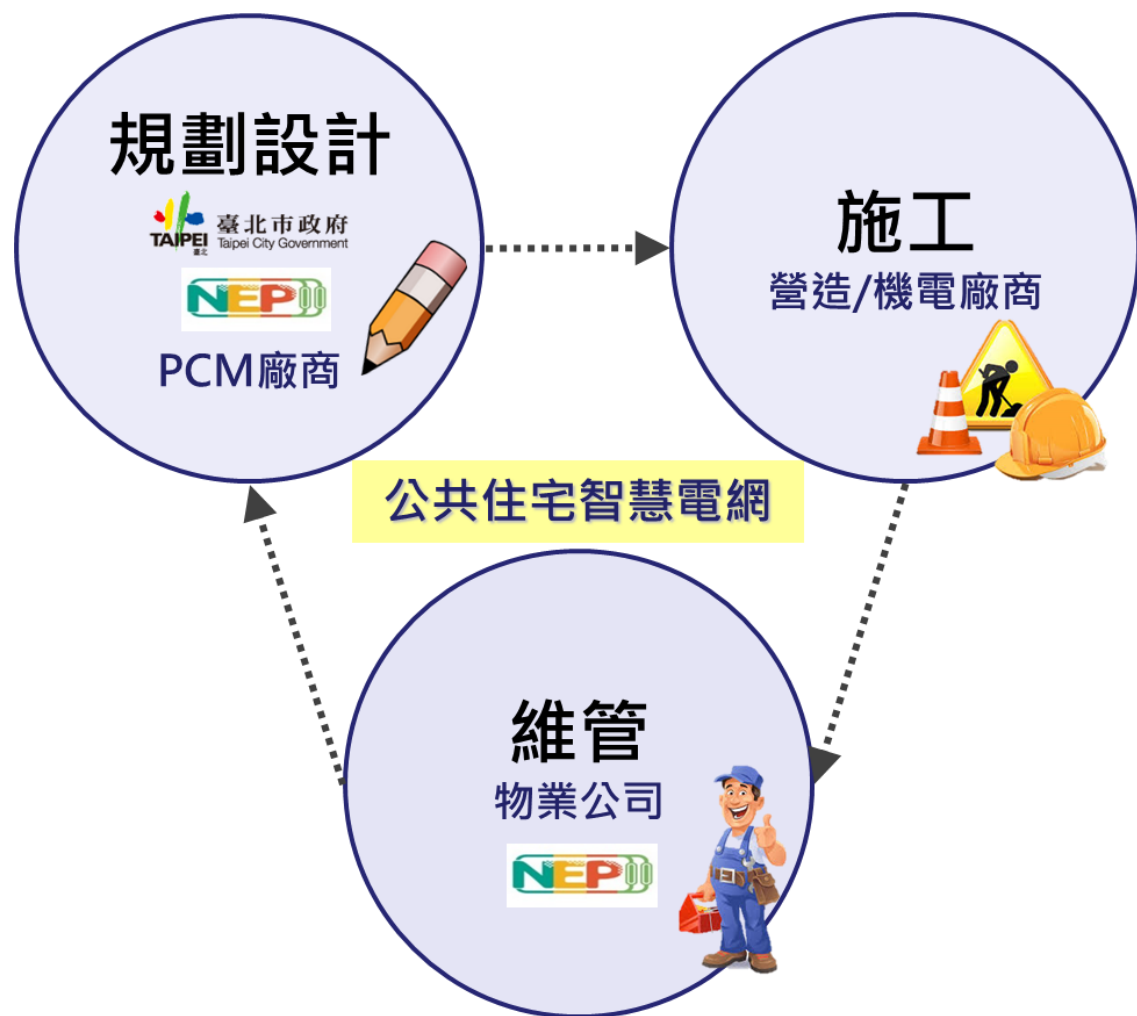
- 電力公司可依其配電模式設計虛擬電廠，如以變電所、饋線/區段、或變壓器為範圍設計虛擬電廠，並專為該配電區域內客戶群所規劃的方案，並可依其配電模式為每個虛擬電廠進行發電預測。
- 電力公司若可將預測資訊與該公司的監視控制與資料擷取系統(SCADA)或配電管理系統(DMS)相連結，則可發揮更多價值，因若能掌握每一條饋線/區段上即時、每小時或每日虛擬電廠在每個饋線區段上的可用分散式電源以及/或需量，則當發生電力潮流問題或偵測到潛在的供電故障時，SCADA與DMS可調動適當的虛擬電廠協助解決電力潮流問題。
- 此外，虛擬電廠可在各種不同層級進行整合，因此可用於促進營運最佳化與維繫電網可靠度，因此在配電層級以虛擬電廠模式操作(包含預測)分散式電源可以幫助電力公司預測何時分散式電源將造成配電系統的不平衡，或預測當發電價格過高時分散式電源何時可提供調度作為區域用電。

虛擬電廠提供配電系統的操作優勢

電力公司依其配電模式，以變電所、饋線/區段、或變壓器為範圍設計虛擬電廠



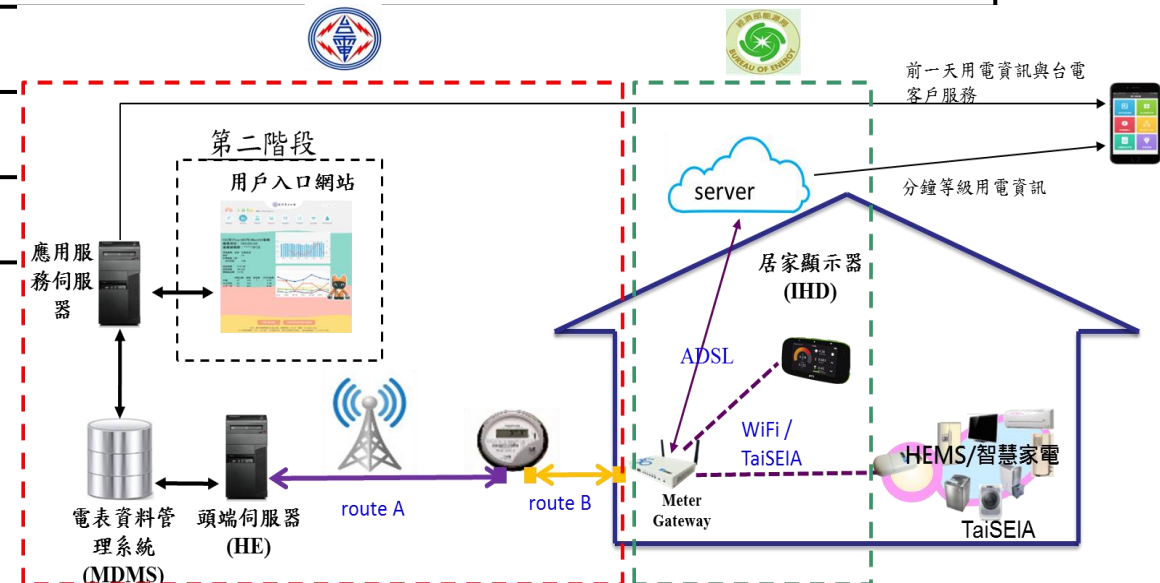
公共住宅智慧電網導入做法建議



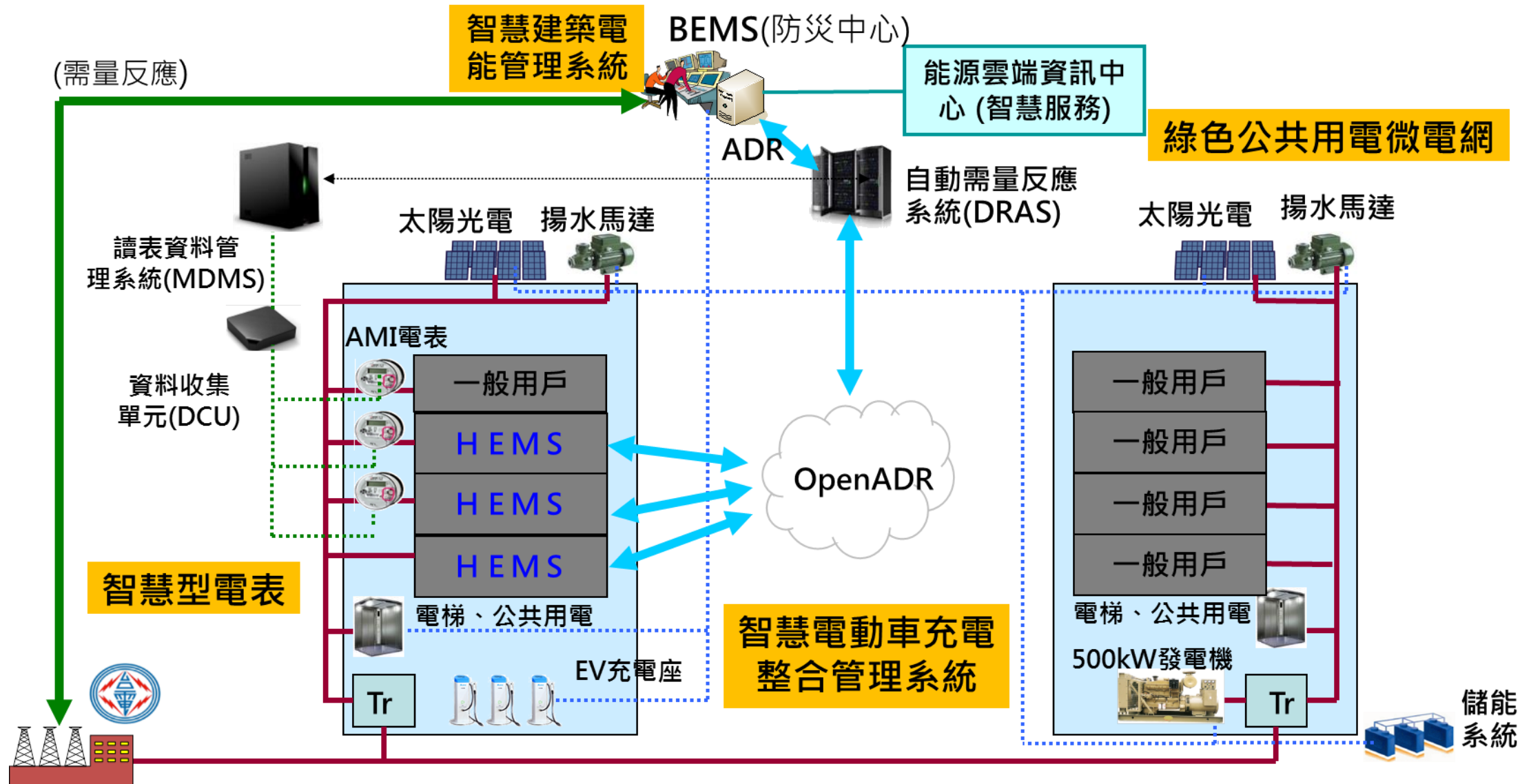
機關	合作內容
各公共住宅PCM廠商	與台北市政府及NEP-II合作進行智慧電網系統規劃設計
各公共住宅營造/機電廠商	進行公共住宅智慧電網建置工程施工
 第二期能源國家型科技計畫 National Energy Program-Phase II	- 提供智慧電網系統規劃設計與技術支援指導 - 提供智慧電網系統維護與管理技術輔導
物業管理公司	負責智慧電網系統維護與管理工作

興隆公宅二區智慧電網導入做法分工

機關	合作內容
臺北市政府都發局	提供興隆公共住宅2區場域、協調現場會勘、建置經費支應
興隆二區PCM廠商	設計規劃、抽驗、監造
興隆二區營造/機電廠商	太陽光電發電設備建置、預留管線與導入項目預設位置變更設計、協調現場會勘
 第二期能源國家型科技計畫 National Energy Program-Phase II	- 提供智慧電網系統規劃設計、軟體開發、招標文件撰寫、經費預估及技術支援指導 - 提供智慧電網系統維護與管理技術輔導
台電公司(委託工研院)	新電模組化智慧型電表、通訊、控制中心(ROUTE A)建置及ROUTE B通訊建置
能源局(委託工研院)	Meter Gateway及IHD佈建
標檢局	遴選Route B 通訊技術
物業管理公司	負責智慧電網系統維護與管理工作



智慧型集合住宅能源管理系統

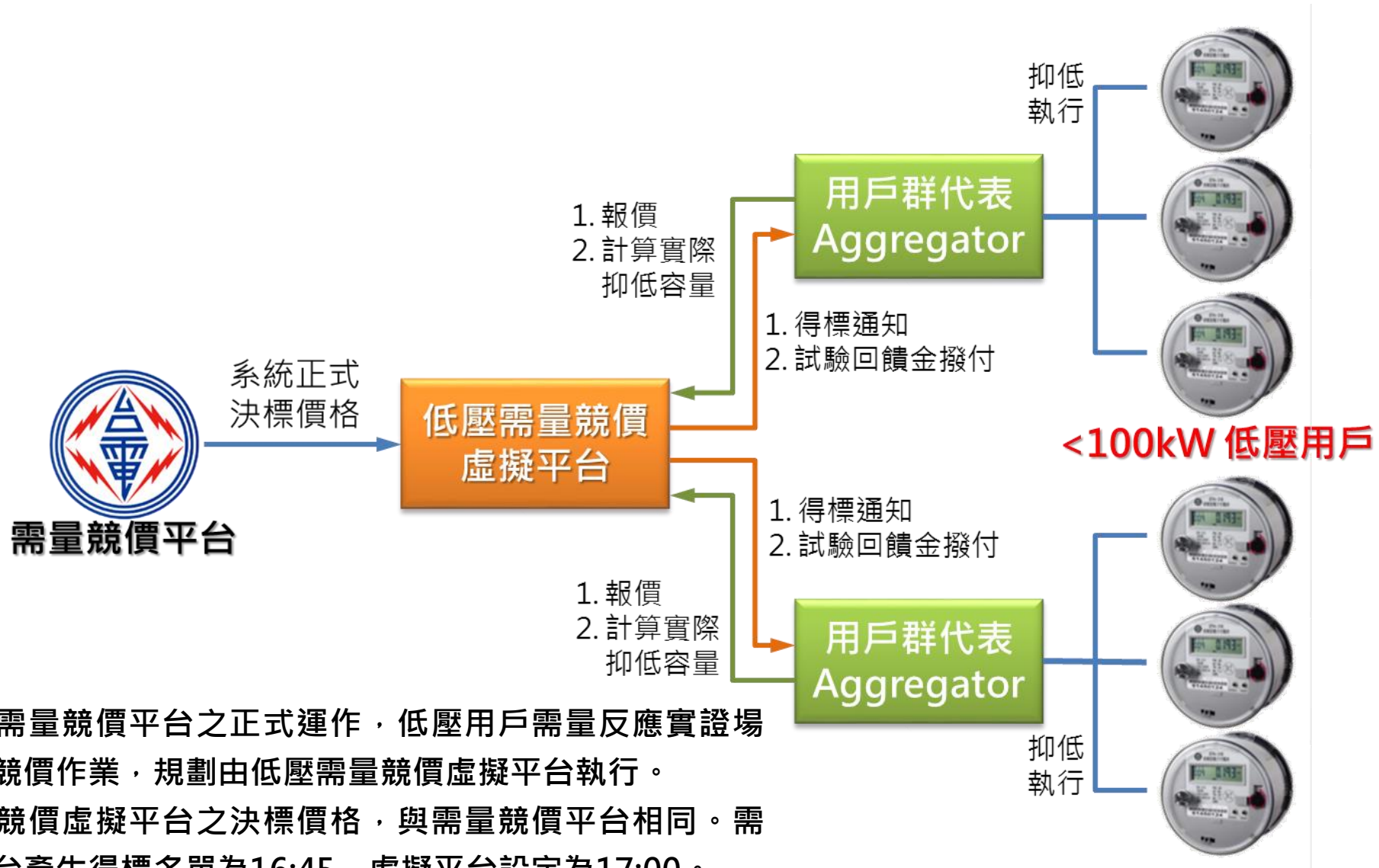




智慧公宅參與需量競價試驗計畫

項目	方案內容(草案)
參與對象	智慧公宅需量反應實證場域用戶，以群組為單位申請，每一群組指定1戶為用戶群代表 (本試驗計畫用戶群代表應為NEPII團隊)
抑低用電期間與方式	1. 自試驗計畫開始，至計畫結束或抑低回饋金用畢為止 2. 106年9月~107年12月(須配合智慧電表及用戶端EMS建置期程) 3. 以用戶群代表為單位，每次抑低用電2小時 4. 每日至多抑低用電1次，每月抑低用電時數不超過36小時 5. 依競價結果，由用戶群代表通知其群組用戶於指定時間執行抑低用電
報價方式與實施時機	1. 抑低用電執行前一日上午11:00前，由用戶群代表統一報價參與競比 2. 抑低用電每度報價不得高於10元
最低抑低容量	以用戶群代表為單位，計算整體抑低容量
基準用電容量與實際抑低容量	1. 基準用電容量：以用戶群代表為單位，計算群組用戶當次抑低用電前5日相同抑低用電時段用電總和之最高需量平均值 2. 實際抑低容量：以用戶群代表為單位，計算基準用電容量扣除其抑低用電時段用電總和之最高需量之差額
抑低用電回饋	1. 以用戶群代表為單位，抑低用電回饋=當次實際抑低容量×抑低時數×得標價格 2. 抑低用電回饋以轉帳方式，直接撥付至用戶群代表指定帳戶；群組內各別用戶回饋金由用戶群代表計算後撥付

智慧公宅參與需量競價模式 (示意圖)

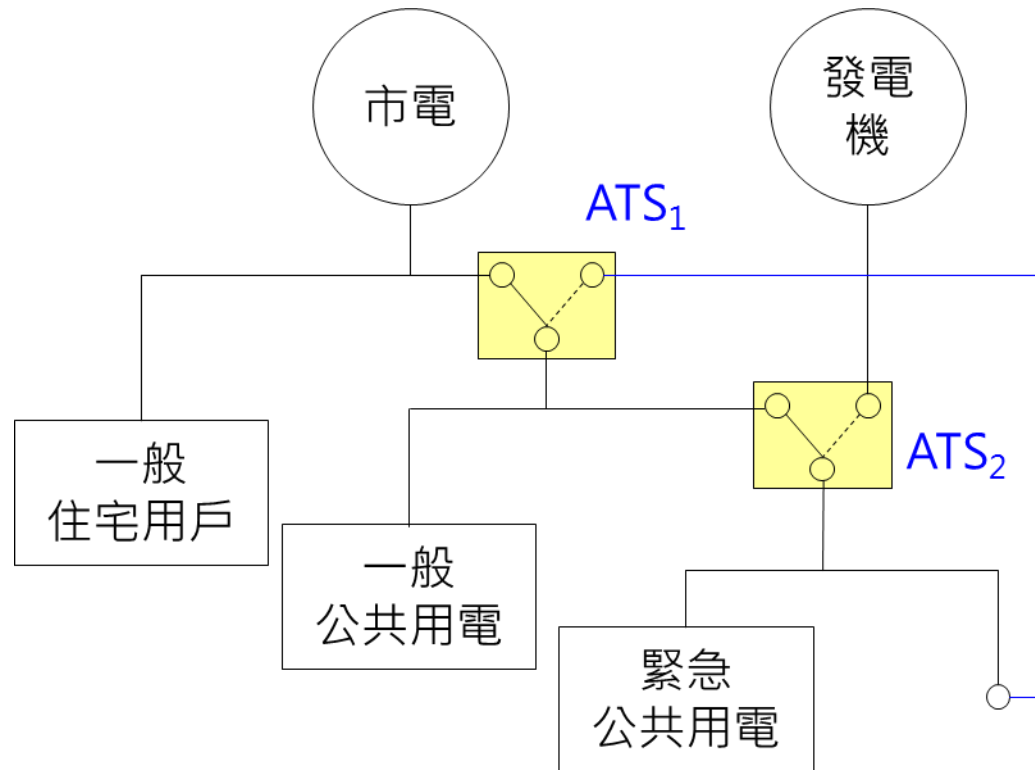


- ❑ 避免影響需量競價平台之正式運作，低壓用戶需量反應實證場域計畫之競價作業，規劃由低壓需量競價虛擬平台執行。
- ❑ 低壓需量競價虛擬平台之決標價格，與需量競價平台相同。需量競價平台產生得標名單為16:45，虛擬平台設定為17:00。

興隆智慧社區參與台電需量競價示範

■ 擬透過緊急柴油機加入需量反應事宜

- 須修改既有電路設計並加設ATS及對應邏輯設定
- 且為避免ATS切換時所造成短時間斷電，則須添購UPS備援
 - 視常用電力容量決定設備大小



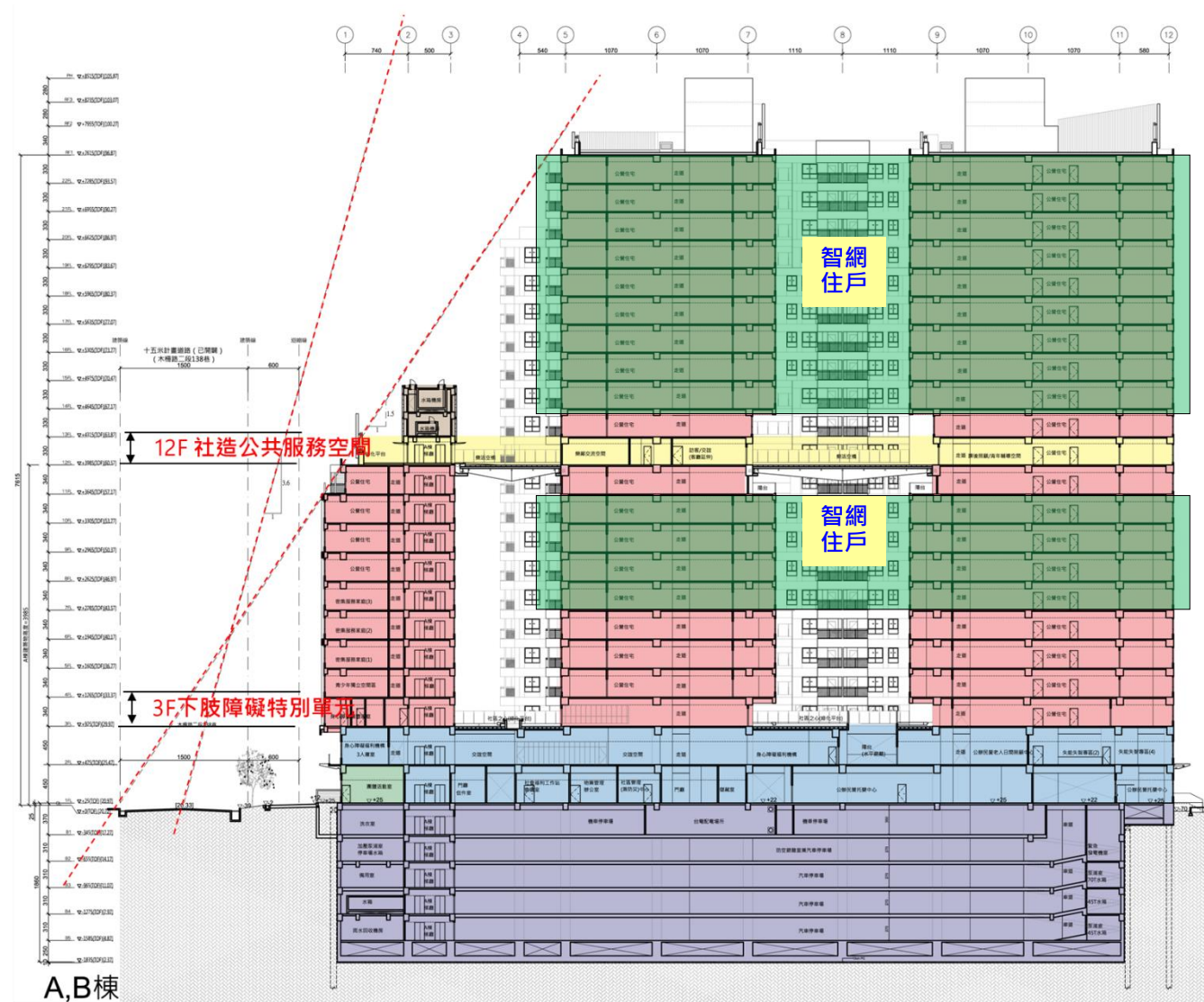
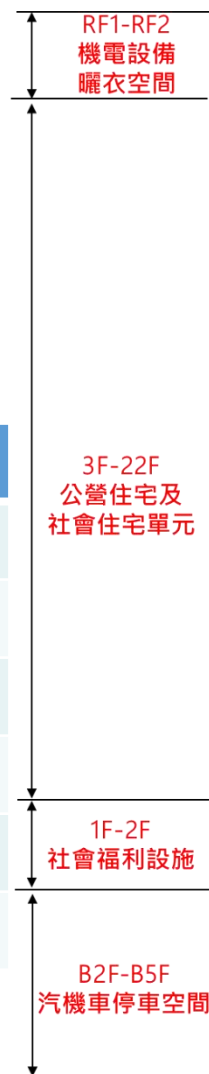
情況	ATS ₁	ATS ₂
一般供電	NC	NC
市電停電	NC	NO
執行需量反應	NO	NO

實線表示Normal Close (NC) ;
虛線表示Normal Open (NO)

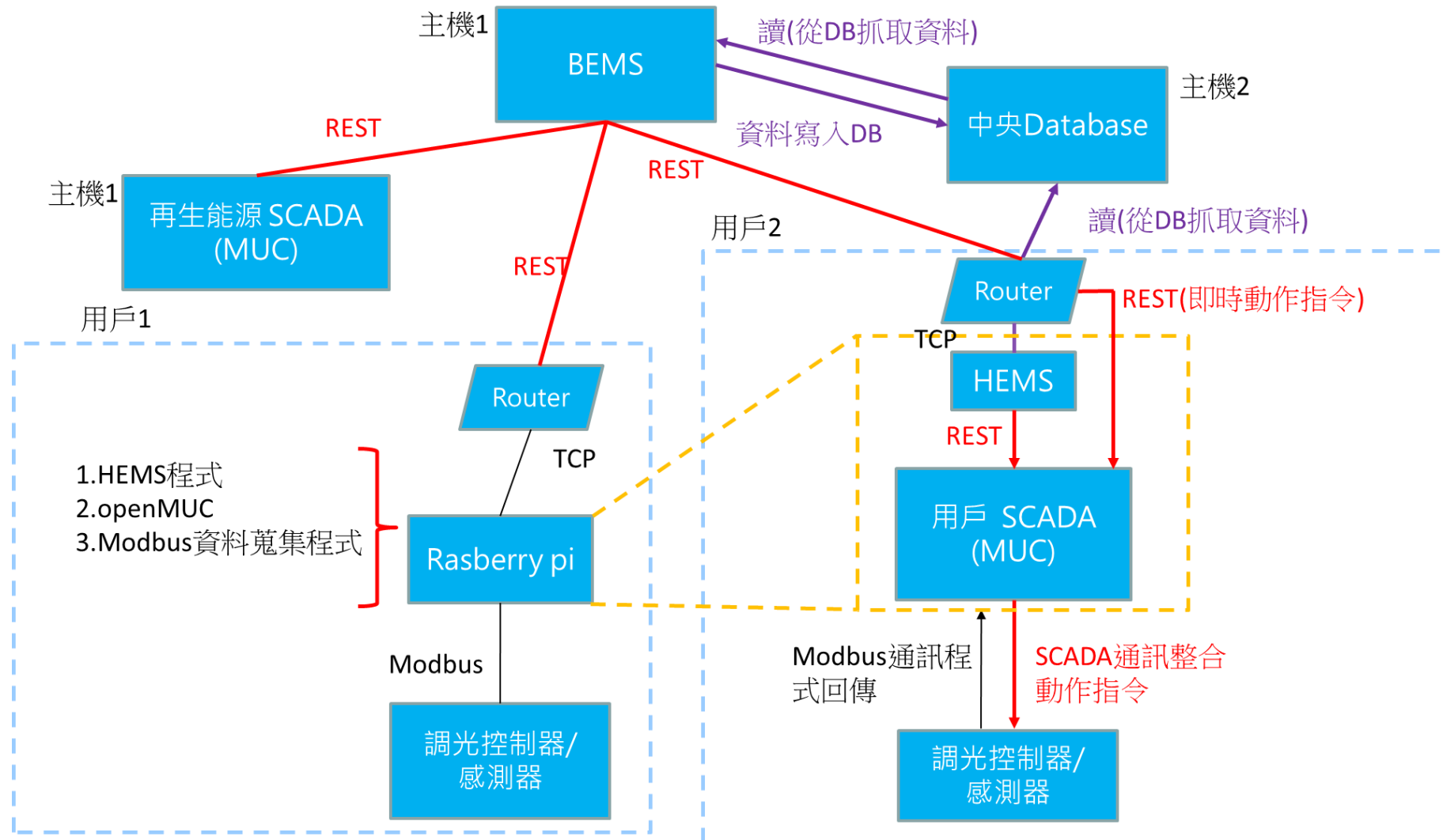
興隆公宅二區智慧電網計畫規劃

- 樓層分布圖
- 智慧電網實證戶
 - 導入範圍為B棟特定樓層
 - 包含HEMS及AMI

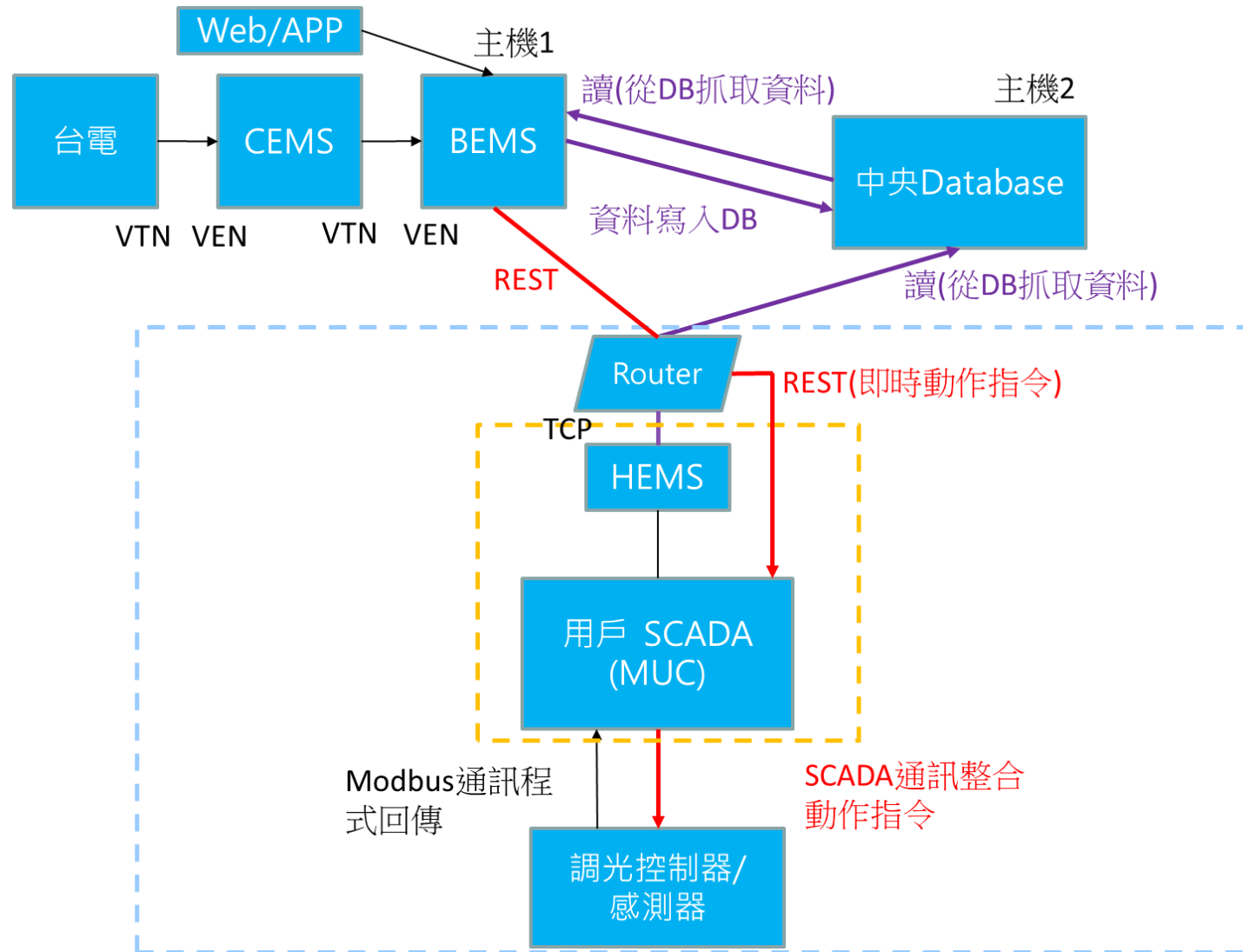
樓層	層數 (層)	戶數 (戶)	總戶數 (戶)
7~10	4	24	96
14	1	23	23
15~18	4	24	96
19	1	23	23
20~22	3	21	63
總共			301



整體系統架構示意圖

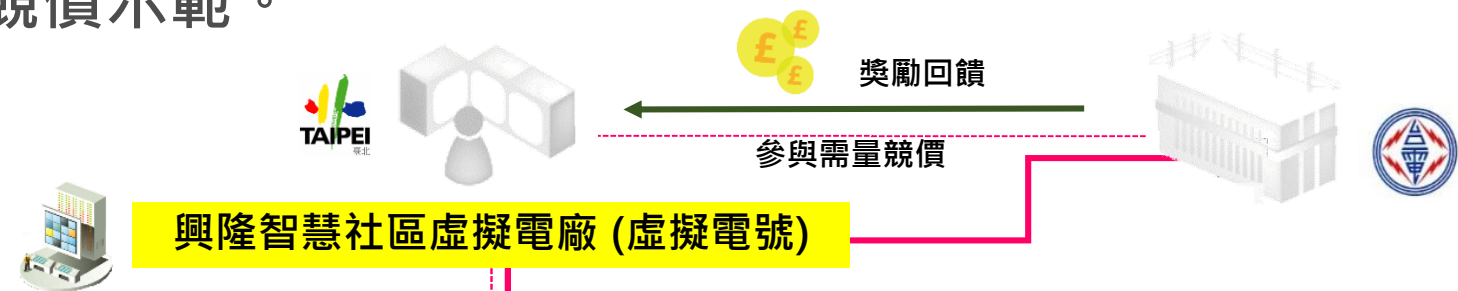


需量反應執行架構示意圖

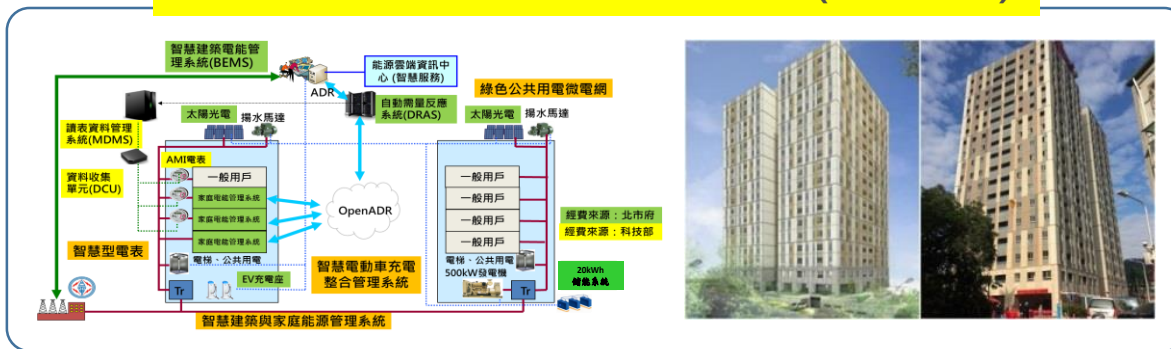


興隆智慧社區參與台電需量競價示範構想

由於目前文山區興隆公共住宅1區所導入智慧電網第零期用戶及大樓能源管理系統及儲能系統規模較小，因此建議調整興隆公共住宅2區離網型柴油機改為併網型後並增設建築能源管理系統，將興隆公共住宅1區及2區合併為興隆智慧社區虛擬電廠，參與台電需量競價示範。



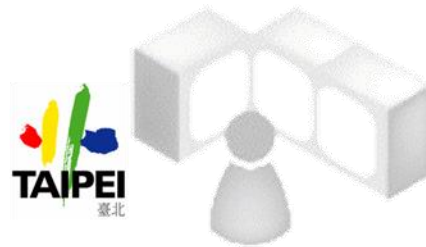
興隆公共住宅1區智慧電網第零期 (參與電號)



興隆公共住宅2區 (參與電號)



興隆智慧社區參與台電需量競價示範



- 需量反應潛力保守估計：55.4 kW(持續2小時)

2016年3月始啟用



興隆智慧社區虛擬電廠 (用戶群代表)

預估2017年底入住



智慧電網第零期-興隆公共住宅1區 (參與電號)

- 16戶AMI + HEMS
- 大公及小公2戶
- 儲能系統 30kW/20kWh
- 需量反應潛力保守估計：9.9 kW(持續2小時)

智慧電網第一期-興隆公共住宅2區 (參與電號)

- 301戶AMI + HEMS
- 大公及小公3戶
- 儲能系統 15kW/40kWh
- 需量反應潛力保守估計：45.5 kW(持續2小時)

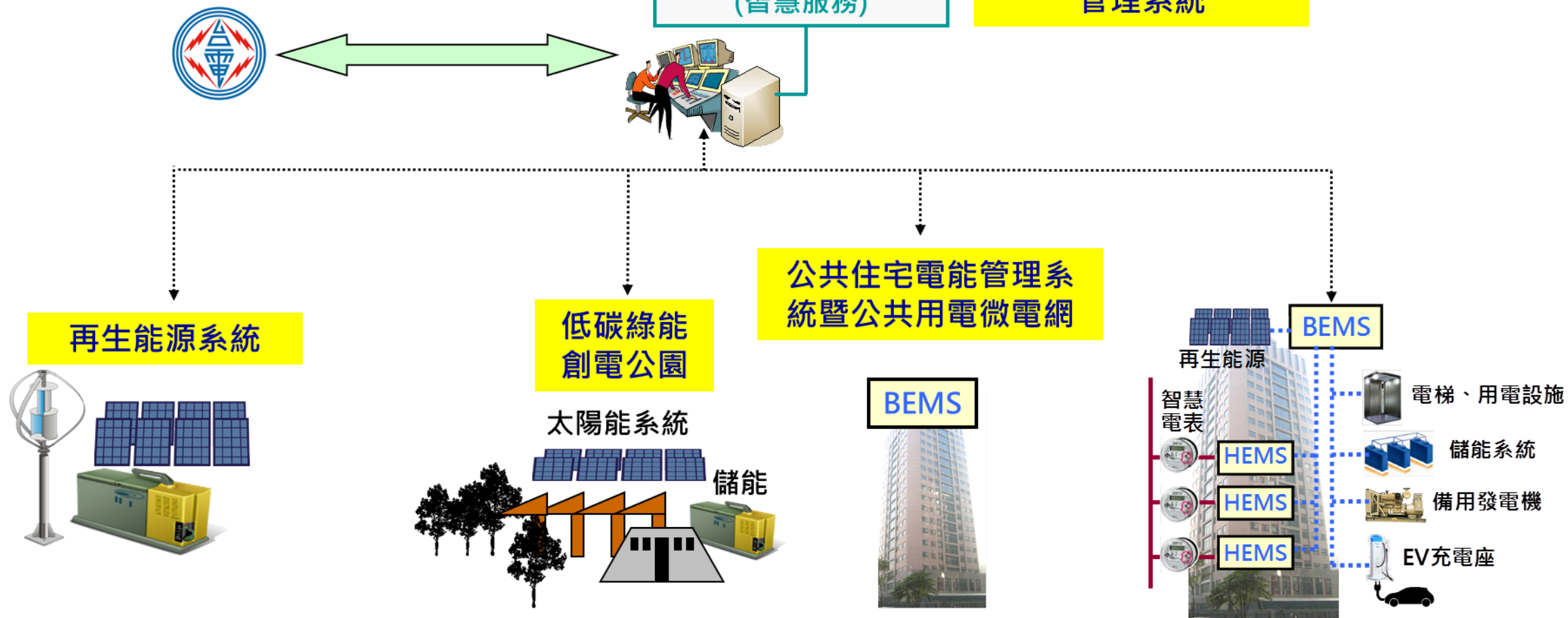
CEMS 整體架構示意圖

需量競價

(虛擬電號)

能源雲端資訊中心
(智慧服務)

CEMS 社區雲端能源
管理系統



社區電能管理系統 (CEMS)

■ 針對社區進行系統整合，並具更大規模之電能調度能力

- 整合社區內各大樓BEMS、低碳公園及校園等
- 執行社區整體電能調度排程管理與資料彙集
- 扮演社區用戶群代表 (aggregator)，參與台電需量競價措施



CEMS 人機操作介面 (首頁)



CEMS 人機操作介面 (需量競價頁面)

七、台灣電業自由化介紹

Amendment to Electricity Act

- **Amendments to the Electricity Act** passed their third and final reading in the legislature **on 11th Jan 2017**.
- The Electricity Act have been held up for **20 years**, and their passage marks a **significant milestone** in Taiwan's development of **green energy sources**.
 - Set a goal to **make Taiwan nuclear-free by 2025**
 - **Prioritize the development of green energy**, with an eye to expanding renewable energy and creating a **green, eco-friendly country**.



Amendment to Electricity Act – **New Power Industry Sector**

Generation

- Non-Utility (2)
- Unclear and 2MW Hydro limited to Public, others open private investment

Traditional Generation

- Only sell power to Public Retail or Transmission & distribution

Renewable Generation

- **sell power to customer by wheeling or direct power supply** (45)

Transmission & distribution

- Utility (5)
- One Public Company (5)
- Concurrently running Public Retail business by allowance

Retail

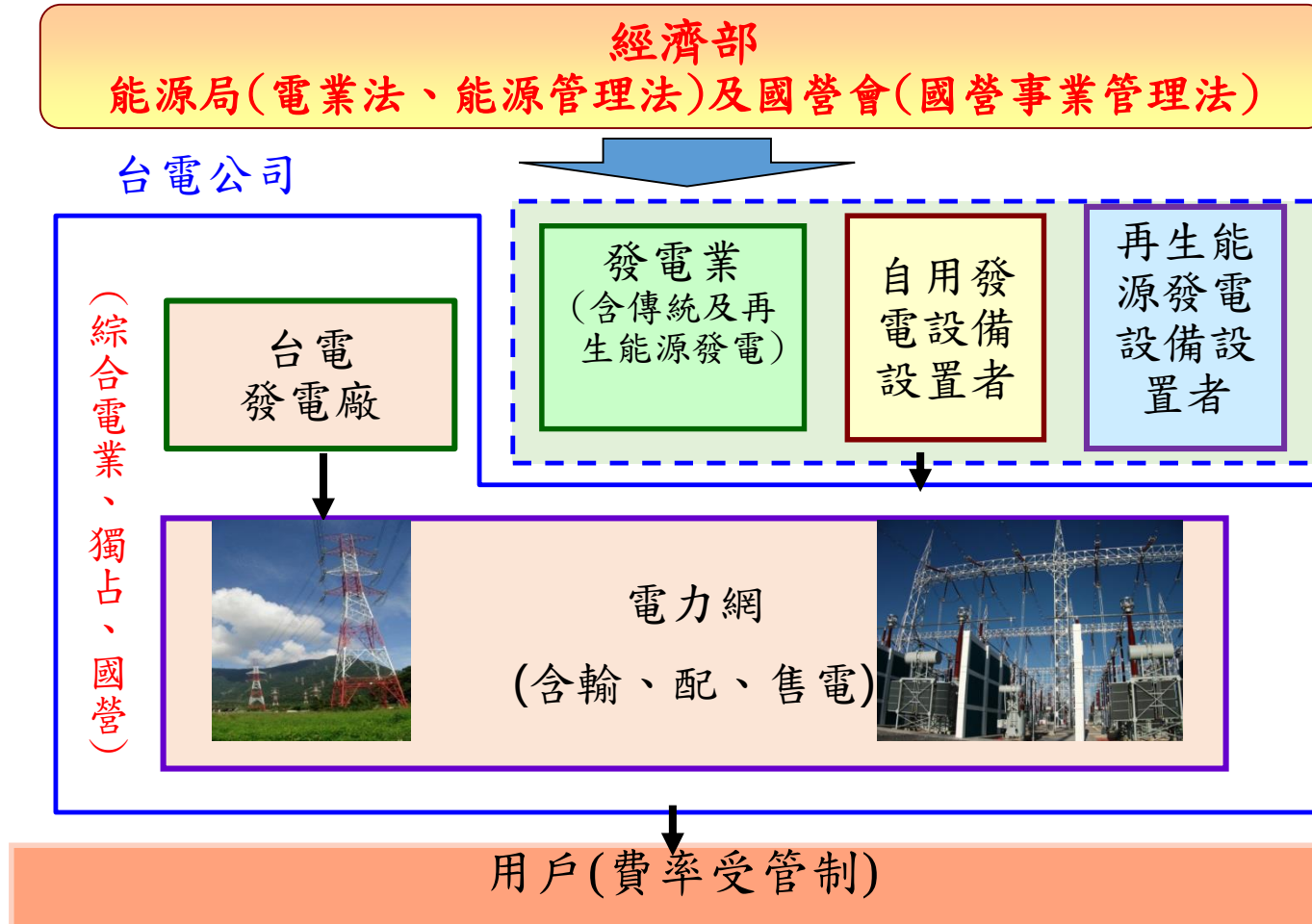
Public Retail

- Utility (2)
- Take over the power supply responsibility(47)

Renewable Retail

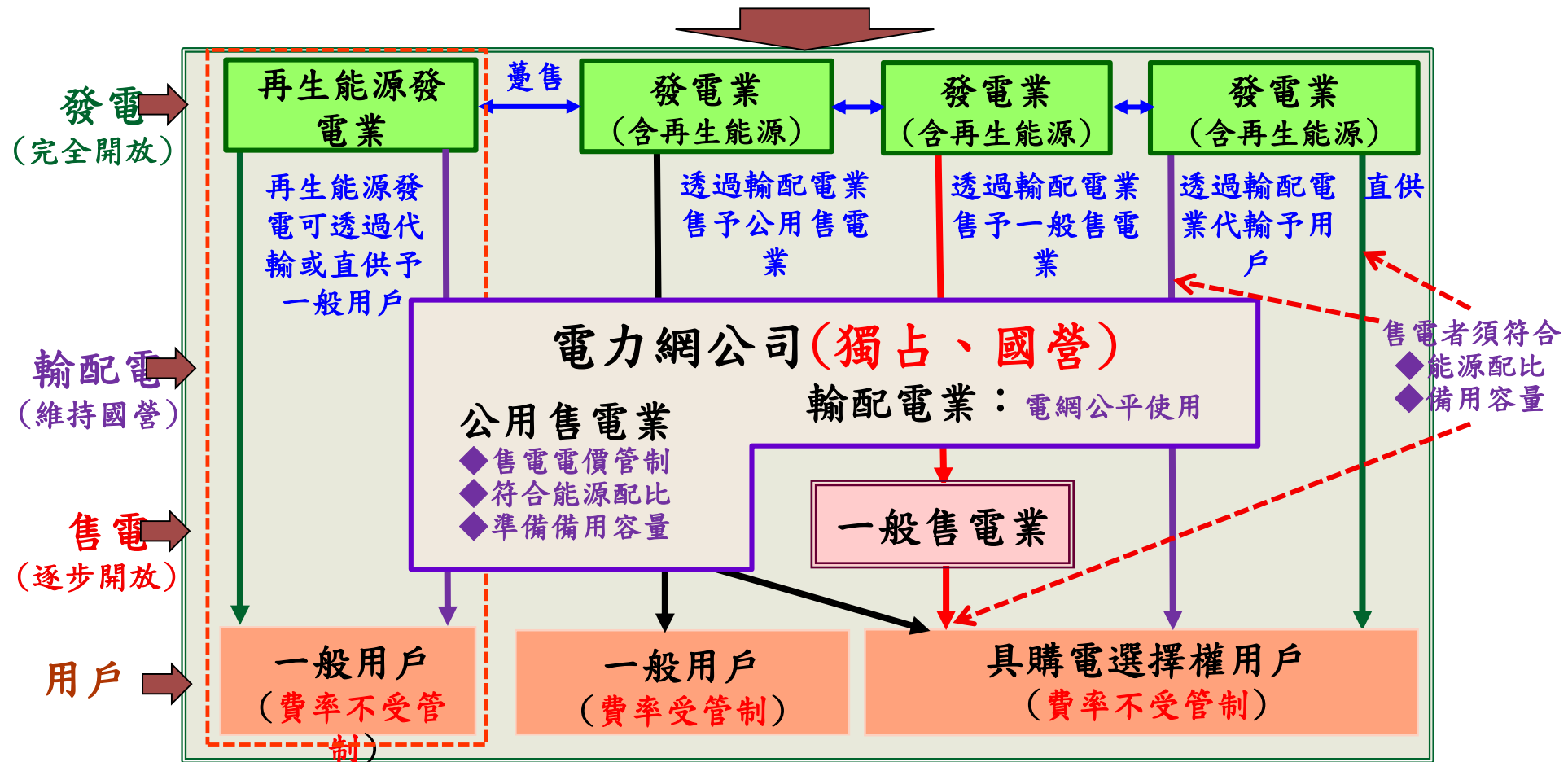
- **Non-utility(2)**
- **trade only Renewable Energy(2)**

(一)市場架構和台電公司與主管機關的關係(現況)



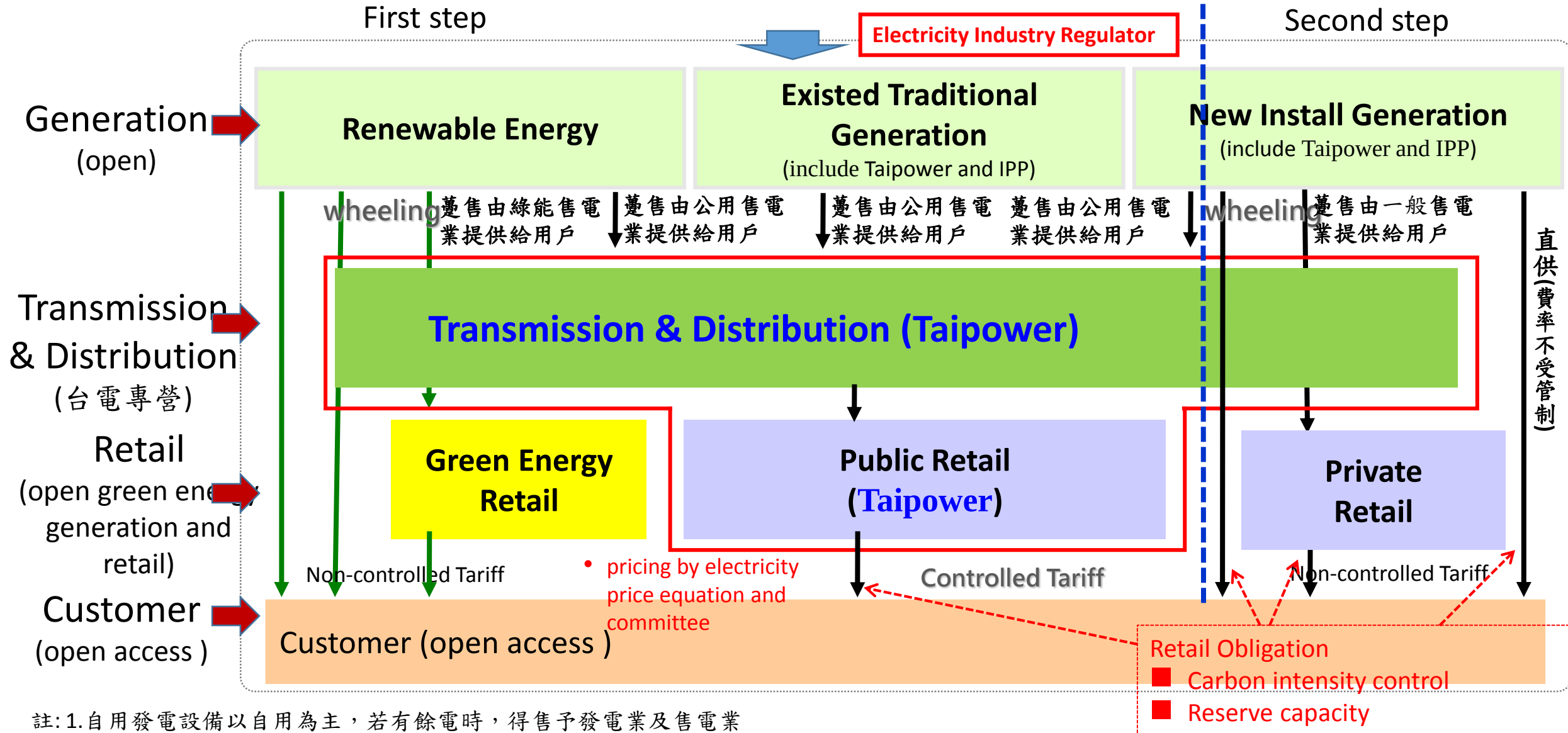
(二)市場架構和台電公司與主管機關的關係(電業法修正草案)

電業管制機關：評估長期電源供需、執行發電業開放能源配比、監管電力市場運作、爭議調處、確保用戶權益、各類電價及收費費率審議



註：1. 核能及2萬瓩以上大水力電廠維持公營，不開放民營。
2. 電業法修正草案正由經濟部研擬中。

Amendment to Electricity Act –Power Industry Sector



註: 1.自用發電設備以自用為主, 若有餘電時, 得售予發電業及售電業

2.電業管制機關, 評估長期電源供需、監管電力市場運作、爭議調處、確保用戶權益、各類電價及收費費率審議



報告完畢，敬請指教