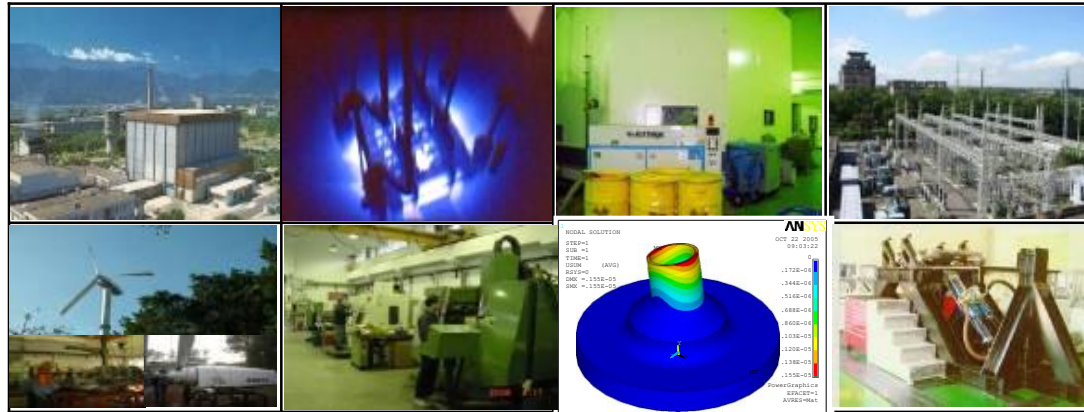


先進強韌型區域微電網系統與關鍵技術



核儀組

智慧電網分組

羅國原 副研究員

106/8/18



行政院原子能委員會核能研究所

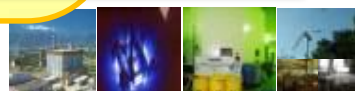
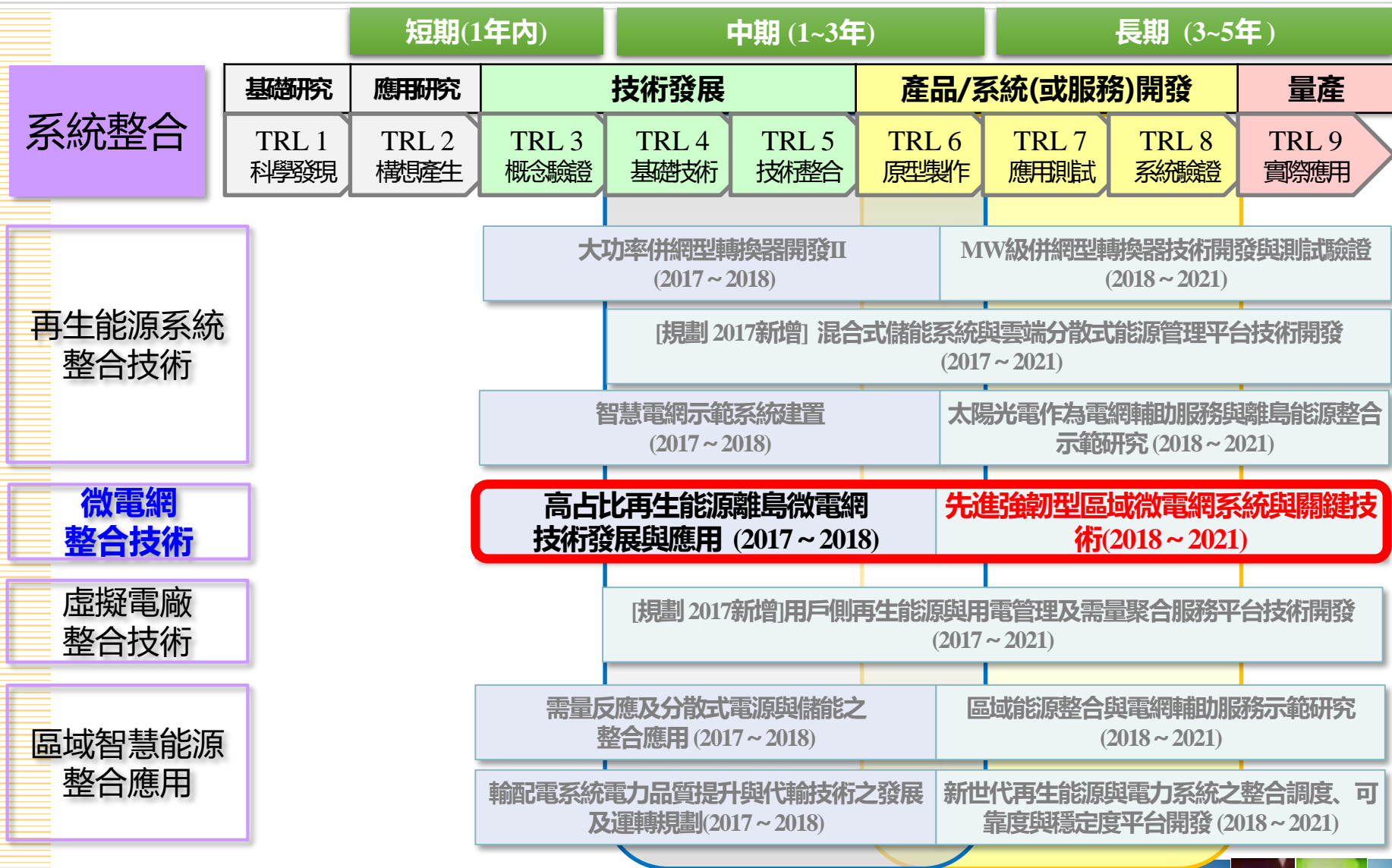
□ 面臨問題：

- 因應台灣2025年綠能發電比例提升至20%之政策目標，未來電壓與頻率易受負載或再生能源輸出變動而造成供電不穩定，導致**電力品質**與**供電可靠**受影響。
- 偏遠地區或離島**用電成本較高**，當發生天然災害時，會造成用戶生活不便或是經濟損失。
- **廠網分離**政策及不同**區域電網間**解併聯，當再生能源併聯運轉後對於電力系統，會有一定之衝擊與影響。





先進強韌型區域微電網系統與關鍵技術進程規劃



近三年成果(1/6)

- 再生能源佔東吉嶼總體供電之最高瞬間為92.8% (106年3月27日)，技術已達國際水準。
- 研發團隊以「澎湖東吉嶼微電網供電系統」參加2017年亞太經合會議(APEC)能源智慧社區倡議(ESCI)智慧電網最佳案例競賽，於21個國家197競爭案例中脫穎而出，榮獲銀質獎，並於4月24日於新加坡領獎。
- 5/4由行政院原能會、澎湖縣府及中興電工共同召開了「配合新南向政策，從澎湖出發-東吉嶼再生能源微電網系統商轉」記者會，經濟部次長楊偉甫(中)出席肯定此計畫成果。



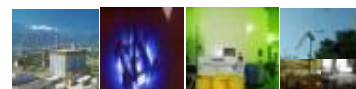
APEC領獎



銀質獎



東吉嶼微電網系統商轉記者會

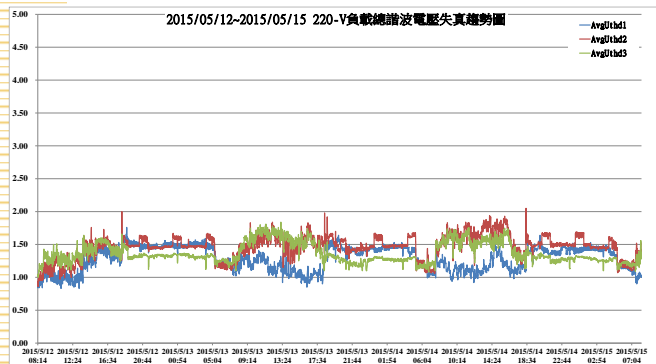


□ 獨立型微電網運轉測試

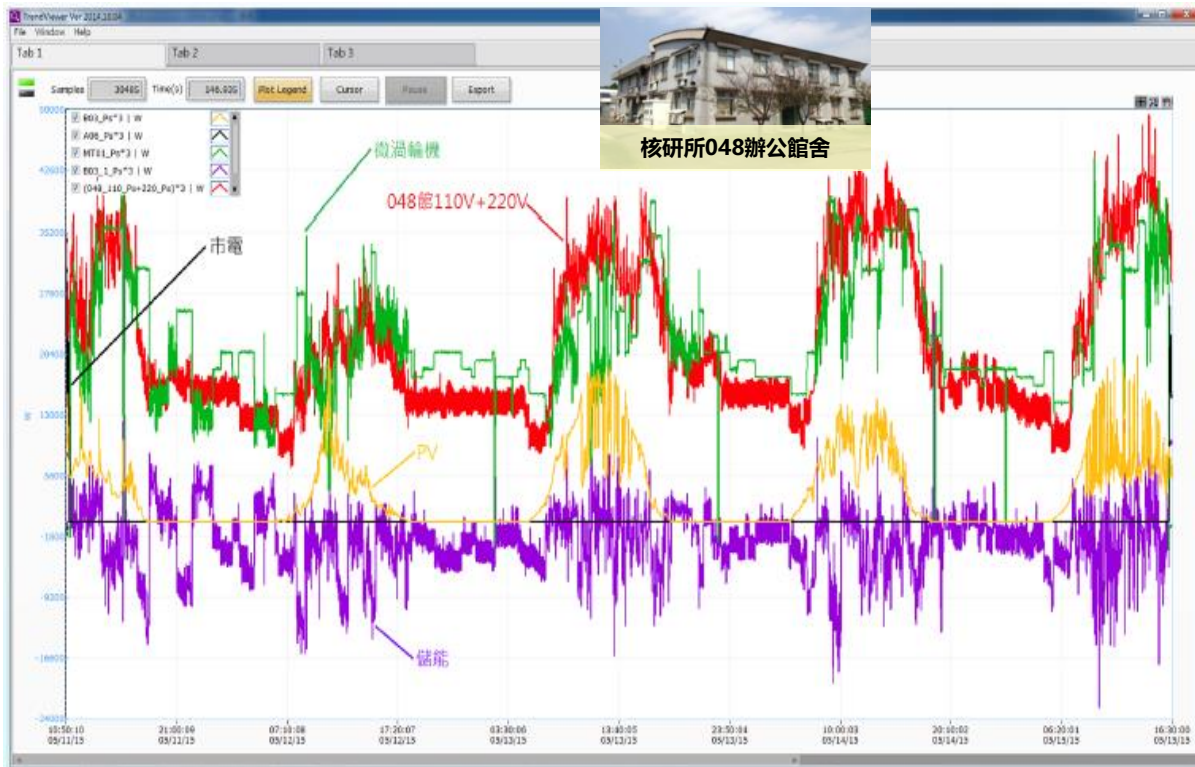
- 整合再生能源、儲能系統與微渦輪機協調及需量控制，進行電力品質長期監控，完成獨立型微電網系統**100小時連續穩定運轉**。



048館需量控制平台



獨立運轉下之THD_v低於5%



獨立型微電網系統100小時連續運轉測試紀錄(5/11~15, 2015)

屏東林邊微電網技術發展

- 104年1月10日屏東縣政府研考處資料，屏東縣政府與IBM、核研所、大同公司合作之林邊光采濕地「智慧微型電網示範」建置案，獲得行政院科技會報主辦智慧城市創新應用獎優勝。

- 104年11月屏東縣政府以林邊微電網系統參加亞太經濟合作(APEC)之能源智慧社區創新競賽(ESCI)，獲得智慧電網Smart Grid領域銀質獎。

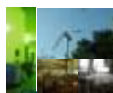


2015 ESCI Best Practices Awards Competition

The judges have come back and announced the winners of the 2015 ESCI Annual Best Practices Awards Competition. Judges selected the top two winning projects in each of the ESCI pillars from among over 200 submissions.

Congratulations to all of this year's winners! If you would like to be considered for the 2nd Annual competition, submit your projects here.

Pillar	Case	Rank	APEC member
Smart Transportation	i3 Travel Project - Promoting Low Carbon Tourism and Intelligent Transportation Services in Sun-Moon-Lake Area	GOLD	Chinese Taipei
Smart Transportation	Car-free days in Seoul	SILVER	Korea
Smart Buildings	Energy Conservation Campaign at Richmond Stylish Convention Hotel	GOLD	Thailand
Smart Buildings	Phyathai2 International Hospital - Energy Conservation in a "green hospital"	SILVER	Thailand
Smart Grid	Hawaii Clean Energy Initiative	GOLD	USA
Smart Grid	Construction and Establishment of the Smart Micro-grid Demonstration Park in Linbian Township	SILVER	Chinese Taipei
Smart Jobs	Energy Efficiency Training Program	GOLD	Australia
Smart Jobs	Energy Hog	SILVER	USA
Low Carbon Model Town	Yokohama Smart City Project (YSCP)	GOLD	Japan
Low Carbon Model Town	Kashiwanoha Campus City	SILVER	Japan



核研所能源管理系統-參獎榮譽事蹟

- 計畫成果之「核研所能源管理系統」參加2015年**全球百大科技研發** (R&D 100 Awards)評選，經評審會在軟體/ 服務領域獲選進入最後決選 (finalist)，未來可吸引國際合作機會和產業應用，以擴大研發成果應用重要管道。

VIDEO LINKS:-

1. GENERAL EN

A. Product bra

INER Energy I

Institute of Nu

B. Short descri

This system ca

flow of an ener

meet the goal o

Linpien Wetlan

100% renewabl

C. One photo, preferably in the Entry Form



ower
and to
fed at
d using

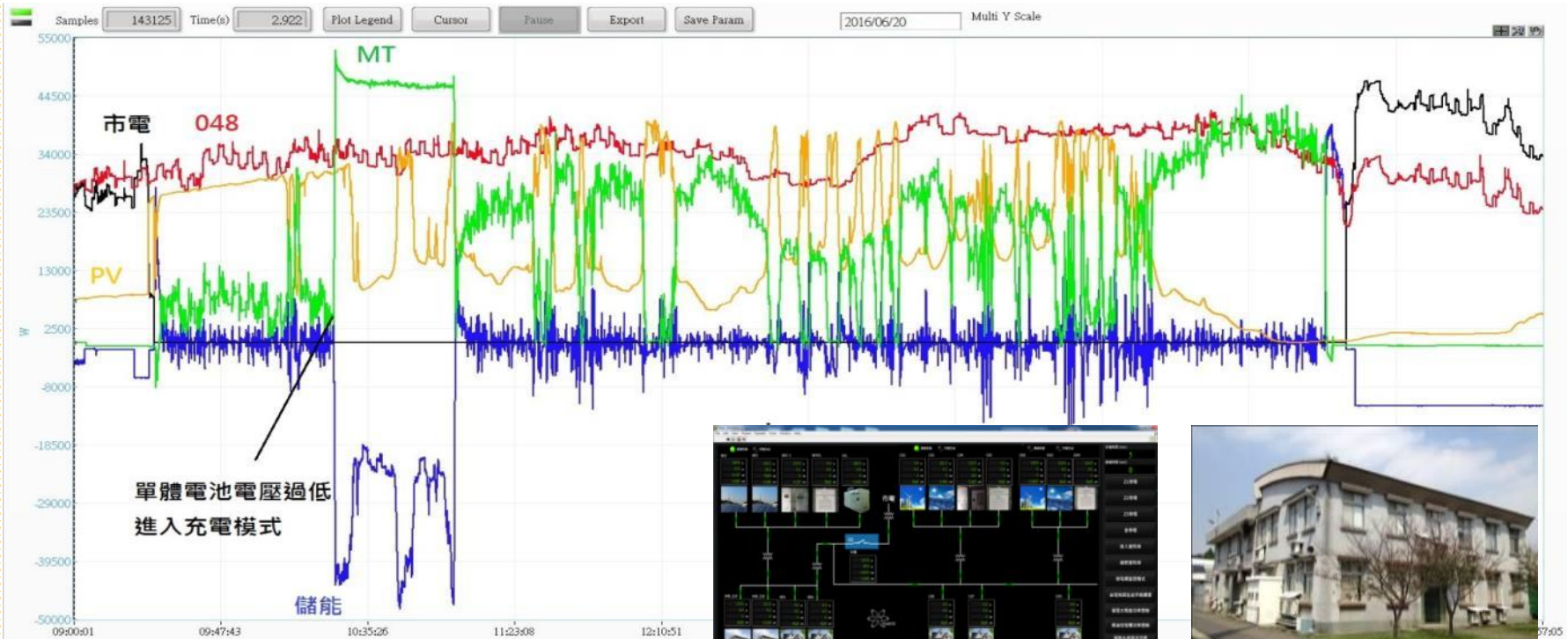


D. Price in U.S. dollars

About 100k USD

口 高占比再生能源之獨立型微電網運轉測試

- 整合再生能源、儲能系統與微渦輪機協調控制，獨立運轉測試下，再生能源瞬間滲透率最高**135%**，發電量占比**54%**(測試期間)。
- 微電網解聯獨立運轉乃證明責任點下不影響大電力系統之方式。



獨立運轉(2016/6/20 9:26~15:53)

近三年成果(6/6)

核能研究所微電網相關技術移轉案



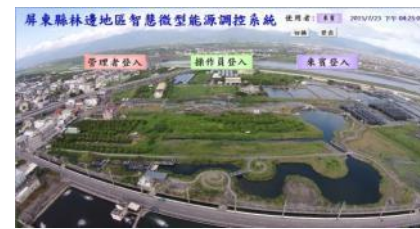
新店裕隆城
整合電動車與家庭微電網



烏來福山國小
防災型微電網 提供偏鄉
緊急電力



澎湖東吉嶼
離島型微電網



屏東林邊
光彩濕地微電網系統



全程(106~107年)計畫內容

□ 目標：

本計畫擬採用「**先解決區域問題，來紓緩全國性問題**」之策略，以高占比微電網技術與離島電網示範應用為基礎，進行先進強韌型區域微電網技術開發，以提升綠能穩定供應能力及整體能源調度經濟最佳化。

□ 技術發展項目：



提升綠能占比

建構強韌電網

- 1.獨立電網與機組模型建構
- 2.整合再生能源與儲能系統之即時調度策略設計
- 3.考量再生能源之機組排程與調度策略研究
- 4.分散式區域(微)電網脆弱性評估及安全裕度分析
- 5.電網彈性配置與操作策略研究
- 6.彈性恢復電力電子控制技術開發

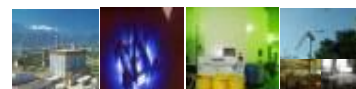
分項一：獨立電網與機組模型建構 與再生能源併網之系統慣量和機組備轉容量分析

□ 目標：

中小功率再生能源併網引接點多屬69kV以下等級，當數量不多時其發電量及特性都會由鄰近負載吸收。然占比提升後，其聚積效應會相當明顯，並影響上層161kV等級的輸電線路，因此有必要建構分散式再生能源的聚積效應模型，並進行系統慣量和機組備轉容量分析，應用於輸配電的系統衝擊分析與動態穩定度探討。

□ 工作項目：

- 太陽光電群聚效應分析
- 風力發電群聚效應分析
- 使用者模型與通用模型之轉換
- 再生能源群聚式通用模型 (PSS/E) 開發
- 輸配電潮流分析
- 系統慣量及備轉容量之動態穩定度分析
- 系統低頻緊急卸載策略



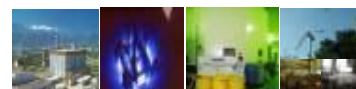
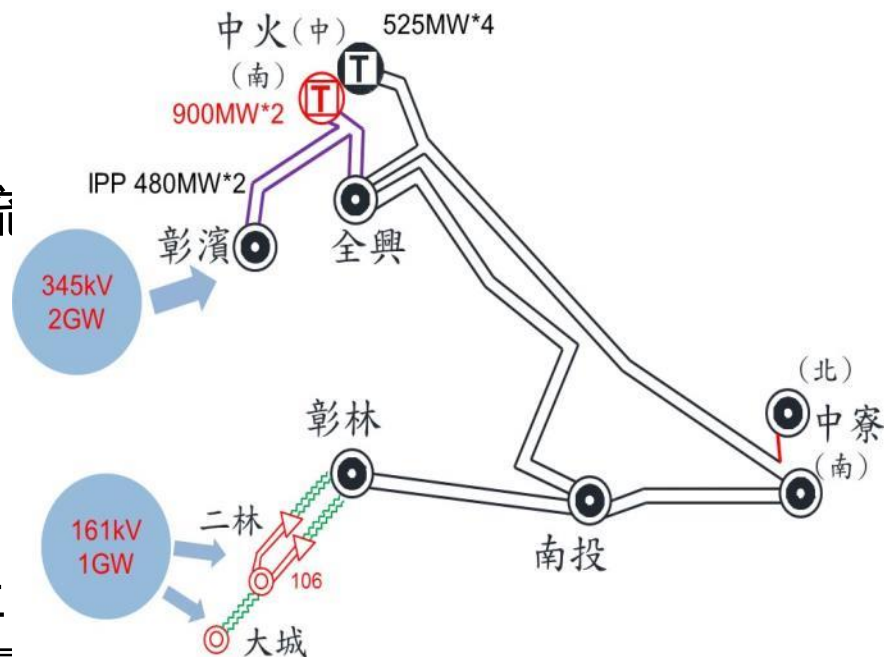
分項二：整合再生能源與儲能系統之即時調度策略設計

□ 目標：

進行ADCC之ES轄區下區域電網規劃，配合離岸風電預測，進行區域電網**不平衡電力計算**，以設計最佳**儲能系統裝置容量**，達到風電最佳化之控制與運行，確保電力品質及節省發電燃油成本等目標。

□ 工作項目：

- 探討台電可行的區域電網架構
- 分析可行的區域電網之電力潮流
- 建構區間二型模糊集合之多層神經網路以預測短期風電
- 分析區域電網一年內每小時(或更小區間)不平衡電力
- 考慮單一(固定)截止頻率或截止頻率變化來優化儲能大小及容量



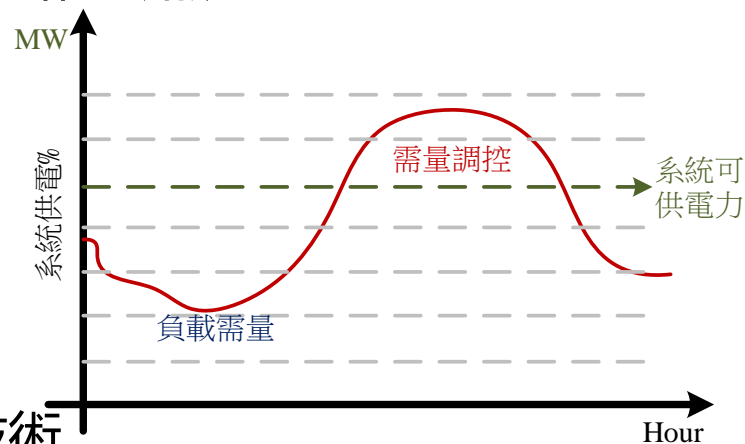
分項三：考量再生能源之機組排程與調度策略研究

□ 目標：

因應國內電業自由化電力市場變革與高占比再生能源對電力系統運轉可靠度之衝擊，蒐集彙整英國、北歐、美國與日本等國家實施需量反應之策略，及其對負載端用電需量進行削峰填谷之調控方式，據之以作為修正或擬定國內在再生能源高占比情況下之**負載需量調控策略**，故本分項之目的在進行MW級系統負載需量調控策略之研擬。

□ 工作項目：

- 檢視國內需量反應負載管理措施
- 彙整國外負載需量調控策略與技術
- 擬定適用於國內負載需量調控策略與技術
- 考量高占比再生能源下負載需量調控策略於日前機組排程應用
- 考量高占比再生能源下負載需量調控策略於動態調度應用
- 考量高占比再生能源下緊急需量調控策略於維繫系統安全運轉應用



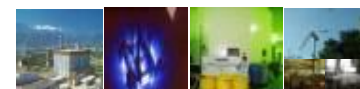
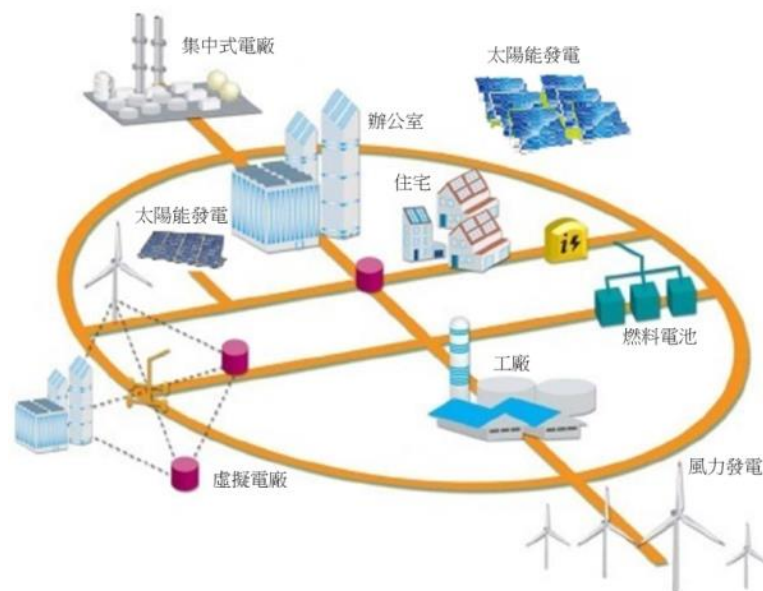
分項四：分散式區域(微)電網脆弱性評估及安全裕度分析

□ 目標：

利用複雜網絡理論辨識電網結構中的關鍵環節，以節點度數、節點介數、邊介數和脆弱性係數為核心指標，辨識出分散式區域(微)電網即時狀態下的關鍵節點與分支，並對於含再生能源電網**拓撲結構之脆弱性**進行分析及重點監控與保護，將有助於電網規劃提高電網強度，以及幫助電網運轉人員控制事故發展。

□ 工作項目：

- 節點與支路之關鍵度指標建立
- 電網關鍵節點模型建立與分析
- 電網關鍵支路模型建立與分析
- 電網脆弱性指標建立與分析
- 含再生能源之電力系統運轉特性分析
- 多目標最佳化之電網脆弱性評估程式開發
- 脆弱性評估程式之綜合測試與效能分析



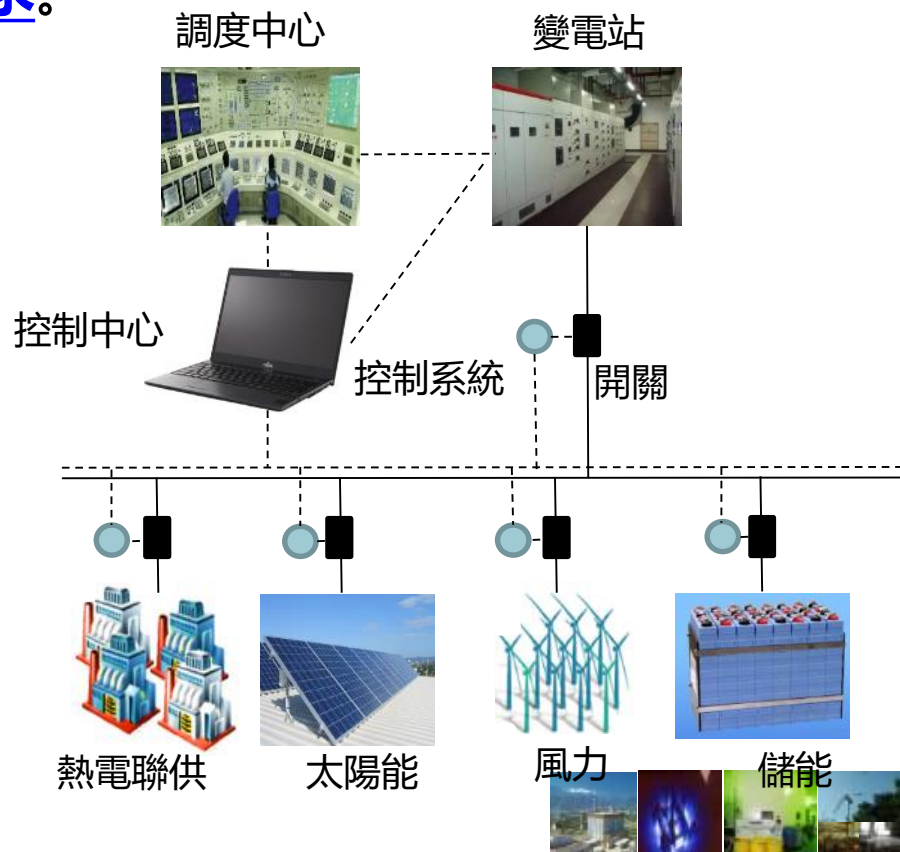
分項五：電網彈性配置與操作策略研究

□ 目標：

首先完成分散式電源之故障傳播分析，其次提出分段開關/連絡開關之最佳裝設位置，再者最佳化含再生能源發電的饋線彈性重組設計，最後開發區域擴充及復電之策略，達到降低線路損失、增加系統擴充規劃之彈性與滿足不同負載區域用電之需求。

□ 工作項目：

- 含分散式電源之故障傳播分析
- 探討降低故障電流之策略
- 分段/連絡開關分佈分析
- 提出分段/連絡開關最佳裝設位置
- 建立多目標之系統運轉規範
- 最佳化饋線重組策略設計
- 最佳化區域擴充復電策略開發



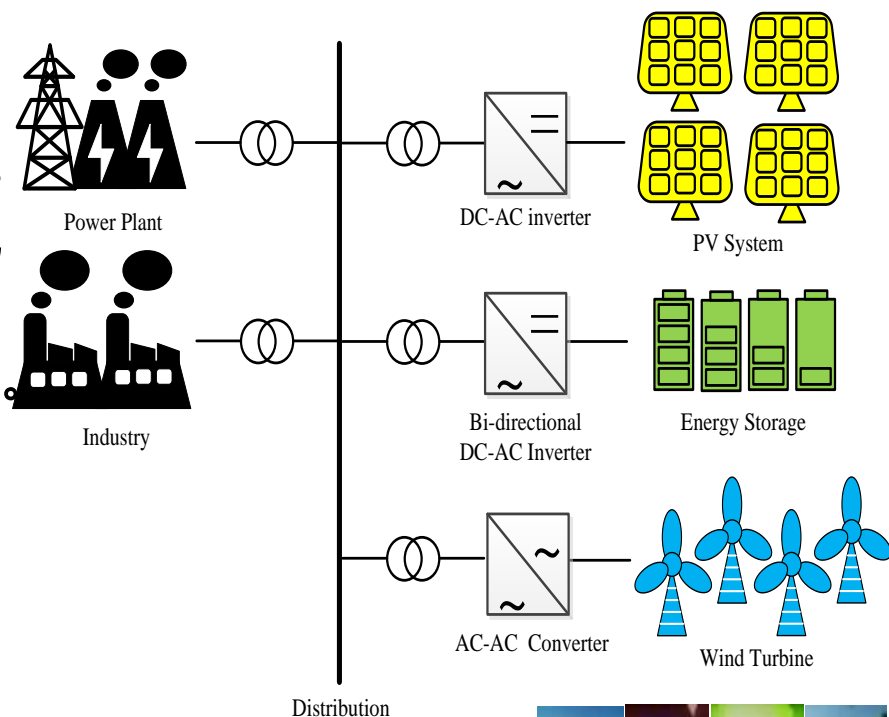
分項六：彈性恢復電力電子控制技術開發

□ 目標：

高占比再生能源進入微電網時，智慧變壓器系統可取代傳統變壓器，同時可監控即時之電壓與電流資訊，並整合**電壓與電流控制功能**，減少再生能源對原有電網的衝擊。能夠進行**虛功補償調度**與**平衡電力潮流**，確保再生能源連續運轉與敏感性用電設備之穩定供電。

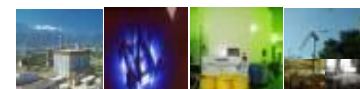
□ 工作項目：

- 建立智慧變壓器模組電力電子模型
- 分析智慧變壓器模組之電壓與電流控制策略。
- 設計智慧變壓器控制器與控制程式。
- 研製百kVA智慧變壓器模組。
- 百kVA智慧變壓器模組之升壓、降壓及運轉測試。



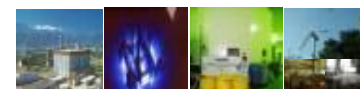
108-110年計畫規劃(分項一)

	108年工作規劃	109年工作規劃	110年工作規劃
分項一	<ol style="list-style-type: none"> 以彰化、雲林為研究標的蒐集PV與併接系統的相關參數，建構500kW以上等級的PV模型。 考慮預測誤差以及遮蔽效應，評估PV群聚模型的複雜度。 執行彰濱風場併接點傳輸壅塞分析。 	<ol style="list-style-type: none"> 轉換PV使用者定義模型成通用模型。 整合PV群聚模型於台電PSS/E輸電系統模擬平台。 執行風場與PV併接點附近輸電線路壅塞分析。 既有系統慣量及備轉容量之動態穩定度分析。 高占比再生能源對系統慣量及備轉容量之餘裕度分析。 	<ol style="list-style-type: none"> 高占比再生能源變動率對系統即時響應分析。 系統尖離峰之最大再生能源占比估算。 高占比再生能源對系統N-1事故之暫態穩定度分析。 考量機組升降載率及儲能對系統頻率即時控制能力分析。
	108年查核點	109年查核點	110年查核點
	完成風機群聚模型與台電PSS/E輸電系統的整合。	完成PV群聚模型與台電PSS/E輸電系統的整合，並執行含風能及太陽能的輸電線路壅塞分析。	完成輸電系統衝擊分析及動態穩定度分析。



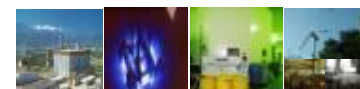
108-110年計畫規劃(分項二)

	108年工作規劃	109年工作規劃	110年工作規劃
分項二	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不確定性風電模型建立 2. 不確定性負載模型建立 3. 短程不確定性區域電網之機組最佳排程 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 線上類神經網路學習之即時風電預測 2. 區域性電力系統之即時調度策略設計與即時經濟調度 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 實現 FPGA控制儲能系統「功率平衡模式」、「恆功率模式」兩種控制模式。 2. 結合Simulink及Opal-Lab ARTEMIS，完成台電區域電網系統建模。 3. 區域電網架構在Opal-Lab即時模擬電腦進行分核運算。 4. 整合上述工作項目完成協同模擬，驗證類神經網路線上學習及兩種控制模式。
	108年查核點	109年查核點	110年查核點
	完成不確定性區域電網之機組最佳排程模型建立	完成區域性電力系統之即時調度策略設計	完成台電區域電網系統建模及即時控制模式驗證



108-110年計畫規劃(分項三)

	108年工作規劃	109年工作規劃	110年工作規劃
分項三	<ol style="list-style-type: none"> 1. 探討目前系統機組升降載因應高占比再生能源能力。 2. 考慮緊急需量反應策略於動態調度之應用。 3. 考量高占比再生能源下之系統動態調度策略。 4. 研擬各種偶發事故情境下之系統動態調度策略。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 統計分析北中南三區再生能源裝置類型、容量與占比。 2. 考慮不同再生能源占比設計個別區域機組排程。 3. 整合各區機組排程設計建立各區相互支援能力與機制。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 考慮季節、工作日與非工作日設計模擬分析情境。 2. IEEE測試系統進行小系統模擬各區機組排程。 3. 進行國內系統各種情境模擬分析，並彙整模擬分析結果。
	108年查核點	109年查核點	110年查核點
	完成機組非規劃啟停之動態調度之模擬分析與策略擬定	完成區域電網不同再生能源占比之機組排程設計	完成區域電網不同再生能源占比之機組排程情境模擬分析



108-110年計畫規劃(分項四)

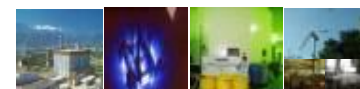
	108年工作規劃	109年工作規劃	110年工作規劃
分項四	<ol style="list-style-type: none"> 1. 評估區域電網強韌度、故障出現機率、脆弱性及計算風險優先等級等評估。 2. 完成FTA之模型建立與分析，考量因素包含：基本失效模式、建立故障樹、故障樹定性分析、故障樹定量分析及安全性評估。 3. 完成FMEA及FTA分析結果之彙整，確定運行維護策略，達到區域電網失效形式的可靠性分析。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成既有的狀態估測方法的特點探討，包括最小二乘法、經典抗差估測方法以及近年來新提出的估測方法。 2. 解決現有方法存在的主要問題，提出集合論狀態估測法來有效提升估測結果可信性。 3. 完成基於集合論估測法的分散式區域(微)電網狀態估測模型，並進行臨界運轉安全工作點分析。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成分散式能源發電大規模併入對電力系統的發展規劃、運行控制和故障保護的影響分析。 2. 完成分散式電源最適位置配置，提高系統供電可靠度。 3. 完成成本最小化與分散式發電容量最大化最佳化分析，並加上限制條件以滿足實際需求。
	108年查核點	109年查核點	110年查核點
	分析出系統的失效機制，並定量求出失效機率來預測系統的可靠性。	明確建立系統真實狀態和估測結果的關係，並進一步分析臨界運轉安全工作點。	以電力系統運行安全性為前提，提出擴增再生能源運行容量之最佳策略。

108-110年計畫規劃(分項五)

	108工作規劃	109年工作規劃	110年工作規劃
分 項 五	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立含分散式電源之配電系統模型及故障電流分析。 2. 探討產生最大故障電流位置及降低故障電流之方法。 3. 研擬IEEE配電測試饋線之架構及相關參數。 4. 建立分散式配電系統多目標最佳規劃之數學模型。 5. 滿足不同區域負載用電特性，提出分段開關/聯絡開關之最佳裝設位置。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 彙整可能造成饋線重組情況之肇因。 2. 建立分散式電源最佳饋線重組之數學模型。 3. 研製饋線重組最佳化演算法之程式，提出饋線重組策略。 4. 以IEEE測試系統驗證饋線重組的分析策略之可行性。 5. 根據不同區域電網負載用電特性，建立系統運轉規範。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立分散式電源擴充復電方案，以作為系統分析基礎。 2. 建立分散式電源的擴充復電規劃之求解數學模型。 3. 以IEEE饋線測試系統進行分散式電源之配電系統最佳擴充規劃之實例分析。 4. 滿足不同區域負載用電特性之分散式電源最佳電網擴充復電方案分析結果之探討。
	108年查核點	109年查核點	110年查核點
	完成不同區域負載用電特性分段開關/聯絡開關之最佳裝設位置分析	含再生能源的饋線彈性重組分析結果之整合測試	完成分散式電源的擴充復電規劃系統整合測試

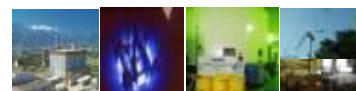
108-110年計畫規劃(分項六)

	108工作規劃	109年工作規劃	110年工作規劃
分項六	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開發百kVA級之三相/單相智慧變壓器系統，並結合廠商開發模組並聯技術，以利多模組並聯式或串接式操作並提昇額定功率。 2. 開發百kVA級智慧變壓器之電壓與電流控制技術，可因應再生能源變動調節微電網電壓，同時接受EMS之虛功補償控制。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開發多區域之智慧變壓器系統併聯與解聯控制技術，以配合多區域之分裂與擴充應用。 2. 開發百kVA級智慧變壓器之主動式三相功率均化調控技術，提升三相系統負載平衡率。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開發百kVA級智慧變壓器之具故障忍受能力之暫態恢復控制技術，可進行故障類型分析，針對不同情境限制電壓電流輸出或作解聯控制。 2. 與廠商密切配合，將所開發之技術落實於產品上。
	108年查核點	109年查核點	110年查核點
	完成百kVA級之三相/單相智慧變壓器系統並具有虛功補償控制功能	完成百kVA級之三相/單相智慧變壓器系統之三相功率均化調控技術，提升三相系統負載平衡率。	完成開發百kVA級智慧變壓器之具故障忍受能力之暫態恢復控制技術。



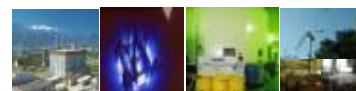
全程計畫預期效益

- 建立再生能源群聚模型有利於分析高占比評估技術與發展儲能系統配置分析評估技術，了解運轉控制餘裕及可靠度，利於機組排程與調度策略研究，並提升饋線容納再生能源之能力。
- 建構含再生能源的台電系統可以評估不同占比對系統衝擊程度，因應其程度規劃再生能源開發時程，可評估區域負載管理技術及可行方法，降低再生能源在系統尖離峰可能造成的衝擊與影響。
- 開發線上學習再生能源發電預測系統，提供電廠人員進行調度運轉之參考依據，以降低燃料發電成本。
- 建立國內系統機組因應高佔比再生能源升降載能力評估，並完成動態調度之策略擬定，以提高未來系統緊急偶發事故之因應能力。
- 建立各種極端情境下之區域電網機組排程，並完成情境模擬分析，提出具體建議提供系統運轉者因應系統緊急運轉狀況之參考。



全程計畫預期效益

- 基於集合論估測的基本思維，進一步分析臨界運轉安全工作點，保證區域網路安全運轉。
- 建立分散式電源之通用故障電流模型，進行故障傳播分析，並提出降低故障電流之策略。
- 最佳化再生能源發電的饋線彈性重組策略，利用新增饋線間的連絡線方式，進行分段開關/連絡開關分佈分析，可降低系統所需投入的成本與線路損失，滿足系統安全限制條件。
- 開發含分散式電源之區域擴充復電策略，並以穩定及經濟為求解目標，滿足所有運轉限制條件，以擴充分散式電源之最佳安裝數量、容量及位置，增加系統擴充復電規劃之彈性。
- 開發百kVA級智慧變壓器系統，未來可先應用在偏遠地區或離島區域，且能夠接受EMS之主動電壓與電流控制，確保再生能源連續運轉與敏感性用電設備之穩定供電，並作為未來直流電網的介接關鍵組件。



Thanks for your listening

羅國原
kylo@iner.gov.tw

