

出國報告（出國類別：開會）

參加 2018 年東亞電力技術研討會 順道參加日本電力中央研究所技術 交流年會

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：洪紹平 綜研所所長

蒲冠志 綜研所副所長

陳曉薇 綜研所研究發展企劃室代理主任

卓啟翔 綜研所資通室電機研究專員

曾志富 綜研所化環室化學助理研究專員

林哲毅 綜研所電力室電機助理研究專員

吳宇軒 綜研所電經室企劃控制專員

石振宇 綜研所能源室機械工程專員

派赴國家/地區：日本/仙台

出國期間：107 年 11 月 18 日至 107 年 11 月 23 日

報告日期：108 年 1 月 4 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

參加 2018 年東亞電力技術研討會順道參加日本電力中央研究所技術交流
年會

頁數 49 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司人事處/陳德隆/ 2366-7865

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

洪紹平/台灣電力公司/綜合研究所/ 2360-1001

蒲冠志/台灣電力公司/綜合研究所/副所長/ 2360-1004

陳曉薇/台灣電力公司/綜合研究所/研發室代理主任/ 2360-1166

卓啟翔/台灣電力公司/綜合研究所/資通室電機研究專員/ 2360-1279

曾志富/台灣電力公司/綜合研究所/化環室化學助理研究專員/ 8078-2236

林哲毅/台灣電力公司/綜合研究所/電力室電機助理研究專員/ 8078-2263

吳宇軒/台灣電力公司/綜合研究所/電經室企劃控制專員/ 2360-1255

石振宇/台灣電力公司/綜合研究所/能源室機械工程專員/ 8078-2367

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 開會 6 其他

出國期間：107 年 11 月 18-23 日

派赴國家/地區：日本/仙台

報告日期：108 年 1 月 4 日

關鍵詞：CCS、智慧電網、資通訊技術、再生能源、電業改革、火力發電、人工智慧、資產管理

內容摘要：(二百至三百字)

(一) 2018 東亞電力技術研討會(East Asia Electric Technology Research Workshop) 暨日本電力中央研究所技術交流年會於 11 月 18-23 日在日本仙台舉行，本項研討會的會員機構除本公司綜研所外，尚包括中國電力科學研究院(CEPRI)、日本電力中央研究所(CRIEPI)、韓國電氣技術研究所(KERI)。

(二) 本屆會議輪由 CRIEPI 主辦，在議題討論前，會議將先由各機構針對其

公司 R&D 發展策略及面臨的挑戰作深入報告與交流，本屆研討會由本公司綜研所洪所長領隊參加，並安排各領域研究人員發表簡報。

- (三) 明年(2019)東亞電力技術研討會將由本公司綜研所在台灣舉辦，主辦國可獲得研討會討論議題之提議權。為能充分發揮此會議之效益並拓展國際能見度，綜研所亦派員前往了解研討會運作方式並向其他國際機構取經。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目錄

壹、出國任務與行程	1
貳、開會內容	2
一、第 30 屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會	2
(一) CCS	2
(二) Electricity Regulatory Reform	4
(三) Thermal Generation.....	8
(四) Artificial Intelligence.....	12
(五) Asset Management.....	16
二、2018 東亞電力技術研討會	21
(一) ICT Application and Digital Transformation.....	21
(二) Renewable Energy and Integration.....	25
(三) Maintenance and Asset management	29
(四) Smart Distribution Network.....	31
(五) Testing & Measurement	37
(六) Materials, Storage Battery, New technologies and Others	43
三、參訪西仙台變電所.....	44
參、心得與建議	47
肆、會議照片	49

壹、出國任務與行程

2018 東亞電力技術研討會(East Asia Electric Technology Research Workshop) 暨日本電力中央研究所技術交流年會於 11 月 18-23 日在日本仙台舉行，本項研討會的會員機構除本公司綜研所外，尚包括中國電力科學研究院(CEPRI)、日本電力中央研究所(CRIEPI)、韓國電氣技術研究所(KERI)。

本屆會議輪由 CRIEPI 主辦，在議題討論前，會議先由各機構針對其公司 R&D 發展策略及面臨的挑戰作深入報告與交流，本屆研討會由本公司綜研所洪所長領隊參加，並安排各領域研究人員發表簡報。

本屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會討論議題為 CCS、Electricity Regulatory Reform、Thermal Generation、AI、Asset Management 等議題。

本屆東亞電力研討會共同討論(Plenary Session)主題為 ICT Application and Digital Transformation，分組討論(Technical Session)主題包括：Renewable Energy and Integration、Maintenance and Asset management、Smart Distribution Network、Testing & Measurement、Materials, Storage Battery, New technologies and Others 等研究領域，上述研討會議題均為電力事業重要研討項目，為能進一步深入瞭解電力技術之研發趨勢，綜研所相關研試領域人員有必要積極與各國專家研討電力技術相關議題。

藉由參加本會議，可與國際電力機構討論本公司高層關切議題與各會員國討論、獲得國際電力技術成果與經驗分享外，更增進電力科技研發能力及經營管理議題之解決能力，提升本公司電力供應安全、服務品質及經營管理之研發與改善能力。另可獲取各會員國最新電力科技與系統安全管理之資訊，作為規劃與改進本公司相關業務之參考。

明年(2019)東亞電力技術研討會將由本公司綜研所在台灣舉辦，主辦國可獲得研討會討論議題之提議權。為能充分發揮此會議之效益並拓展國際能見度，綜研所亦派員前往了解研討會運作方式並向其他國際機構取經。藉由主辦此會議，可將本公司面臨之技術問題、各系統單位營運需求、經營策略等納入討論議題中，以獲得國外電力機構之經驗與成果，並展現本公司研究發展成果、提升國際知名度，進一步建立國外交流管道。

出國行程如下:

日期	活動內容
11 月 18 日(日)	往程(台北—日本仙台)、報到及歡迎茶會
11 月 19 日(一)	CRIEPI /TPC 年會
11 月 20 日(二)	東亞技術研討會
11 月 21 日(三)	東亞技術研討會
11 月 22 日(四)	參訪西仙台變電所
11 月 23 日(五)	返程(仙台—札幌—台北)

貳、開會內容

一、第 30 屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會

(一) CCS

本場次由綜研所化環室曾志富報告「Carbon capture and storage development in Taiwan Power Company」，簡報現場如圖 1-1-1 所示。我國於 2015 年通過溫管法，政府希望將 2050 年時之排碳量降至 2005 年之 50% 以下。在執行上，本公司雖為發電需求將持續使用化石燃料，但會採取二氧化碳之捕獲與封存技術，來減少火力電廠之碳排放量，本公司所設定的路徑是以未來商轉需求作準備，長程目標在 2028 年前達成每年 100 萬噸規模之商轉驗證。



圖 1-1-1 簡報現場

在碳捕獲技術規劃上，我們已經準備在台中電廠建置減碳園區(Carbon Reduction Campus)，並預計於 2020 年完成 kt/y 等級碳捕獲模廠測試，於 2024 年完成 0.1Mt/y 碳捕獲模廠測試；在碳封存技術規劃上，我們已於 2013 年完成第一口井鑽探，並取出岩心，進行相關測試，我希望 2020 年可完成 2、3 口井的鑽探測試，並於 2024 年完成 10kt/y 碳灌注模廠測試。未來將會整合碳捕獲及碳封存兩項技術，目標於 2028 年前達成每年 100 萬噸規模之商轉驗證。如圖 1-1-2 所示。

Item	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027-2028
Geological storage	Exploration well drill	Exploration well deep drill	Injection pilot test		Injection (10kt/y) monitoring		Well sealing		CCS integrated test(0.1Mt/y)		Commercialization verification (1Mt/y)
			Carbon Reduction Campus (X kt/y) Technology verification		CCS integration planning (0.1Mt/y)						
CO ₂ capture	Carbon Reduction Campus design	Carbon Reduction Campus (X kt/y) Technology verification		CCS integration planning (0.1Mt/y)							

圖 1-1-2 CCS 研究規劃路徑圖

在碳捕集方面，本所已於實驗室進行多項研究，如圖 1-1-3 所示。主要包含二氧化碳吸收溶劑之熱/動力學分析及配方/程序改良、二氧化碳固態吸附劑的製備及表面改質等，同時亦對空氣污染物排放監控、二氧化碳轉化醇類技術等技術進行評估，並規劃於台中火力發電廠旁興建小規模碳捕集廠，引現場煙氣進行先導測試。

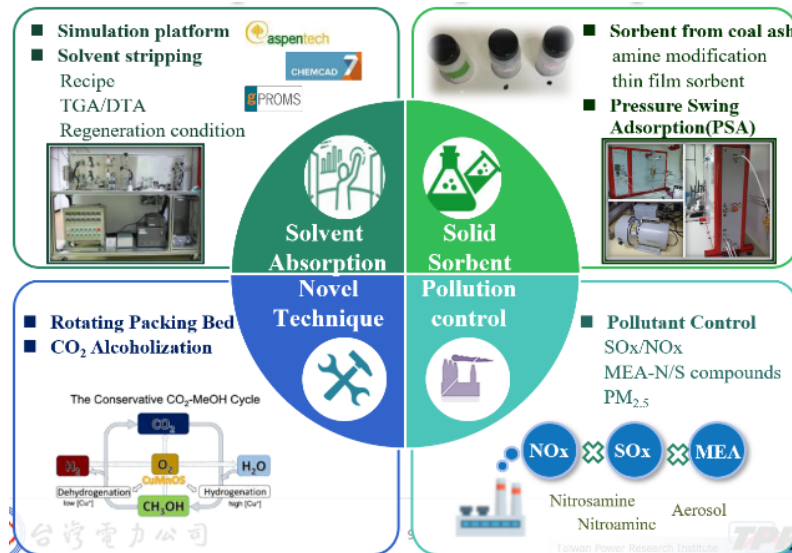


圖 1-1-3 碳捕集技術建立

減碳園區(Carbon Reduction Campus)預計建置於台中電廠 9、10 號機旁，主要規劃 4 個區域，如圖 1-1-4 所示。第一個區域為碳捕獲模廠，我們會引進商用模廠設備，起初為 4kt/y 規模，未來將會逐步放大至 1Mt/y。第二個區域為小規模測試區，我們除了持續發展 CCS 新技術外，我們也開放給外界學術單位進行共同合作，提升整體研發能量。第三個區域為教育與展示中心，用來呈現我們的研發成果，並開放給民眾參觀，讓一般大眾更能了解 CCS 技術。第四個區域為植物工廠，我們會利用捕獲 CO2 進行高經濟價值的植物栽培，以達到循環經濟之目的。

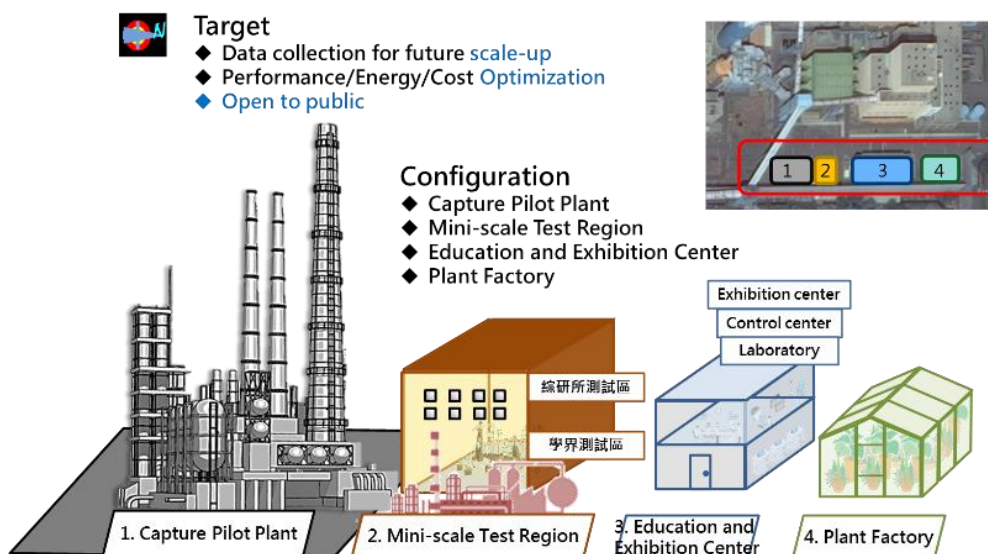


圖 1-1-4 減碳園區規劃

在碳封存方面，目前已完成彰濱工業區地下速度構造調查及地表變形量測，後續將進行灌注場址之碳封存風險評估，如圖 1-1-5 所示。整合碳捕集與封存之試驗計畫，將有助於我們釐清 CCS 技術於電廠大規模實施之挑戰。

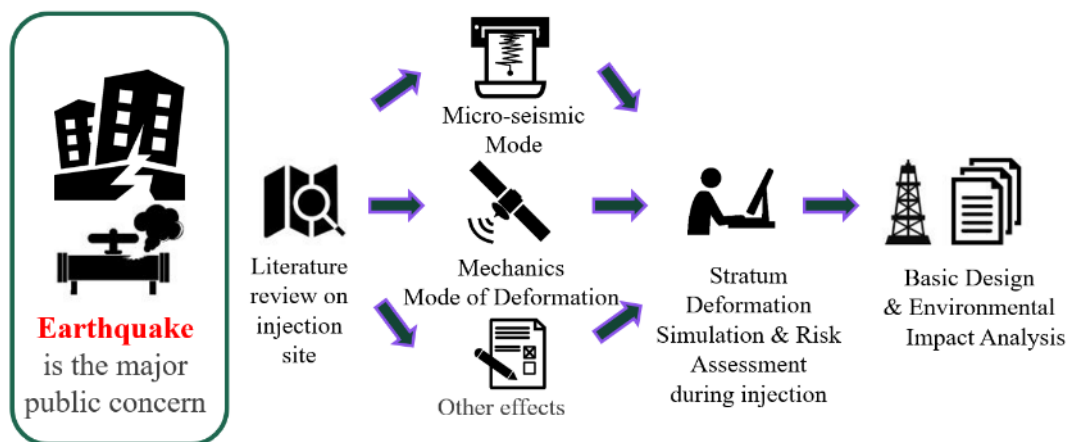


圖 1-1-5 碳封存風險評估

簡報結束後，CRIEPI 有針對碳封存技術提出一個問題，對於 2020 年要完成第 2、3 口井鑽探時間上是否來得及？這個部分我們也清楚了解進度上可能會延遲，主要原因是法規問題，目前台灣還未針對二氧化碳灌注有任何的規範，未來在進行環境影響評估時，勢必要有充分完整的資料才可行，相反地，日本已經有相關灌注經驗，會議上 CRIEPI 也表示非常樂意提供相關資料來協助我們通過環評審查。

(二) Electricity Regulatory Reform

第二項交流議題聚焦在電力產業制度規範改革部分，本公司由綜研所電經室吳宇軒以 *Planning of TPC's Transition into Holding Company* 為題，說明本公司近年針對電業改革所做的規劃與努力，主要聚焦於控股公司制度下，母公司與子公司的功能定位及其相對應的思考脈絡；CPREPI 方面則由 Maruyama Masahiro 以 *Electricity Market Reform in Japan Legal Unbundling of Network Business* 為題，說明日本推動電業改革的經驗，主要著眼於日本「電力系統改革方針」中較為特殊的內容，包含 *Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators (OCCTO)* 於電業改革過程中扮演的角色，以及控股母子公司管理階層兼任問題。以下將依序簡摘發表之內容。

首先，有關本公司所發表之 *Planning of TPC's Transition into Holding Company* 部分，其中一項關鍵議題為控股公司之母公司定位，更具體一些，即為母公司對於子公司的控制程度。實務上可以將具有不同控制力度的母公司分為六類，由控制力強至弱分別為：親力親為、職能領導、戰略指導、綜效建設、財務支持與充分授權，前兩類併稱為營運型控股母公司、中間兩類則為戰略型控股母公司、最後兩類則為財務型控股母公司，如圖 1-2-1 所示。

營運型控股母公司的設計允許母公司大幅度的介入子公司的日常營運，對於未來競爭準備（發、售電業）以及中立性（輸、配電業）可能造成不良的影響；財務型控股母公司的設計則與營運型母公司相反，母公司對子公司充分授權，使得子公司執行業務時能更為靈活面對市場變動，競爭力也得也強化。然而，此類控股母公司的設計將使母公司在統整協調方面充滿阻礙，對於供電穩定的目標而言是個不利的因子。

The 30th CRIEPI/TPC General Meeting
19th November 2018, Japan

Orientation: TPC HD

Types of HD Features	Hands-on Management	Functional Leadership	Strategic Guidance	Synergy Creation	Financial Sponsorship	Hands-off Ownership
Financial Support	✓	✓	✓	✓	✓	
Synergy Creation	✓	✓	✓	✓		
Strategic Planning	✓	✓	✓			
Key Functions Management	✓	✓				
Operational Engagement	✓					

15

圖 1-2-1 控股母公司六大類型

考量本公司在電業轉型的過程中仍將承擔穩定供電的責任，且需為競爭市場、中立性要求等預作準備，因此本公司傾向折衷方案：戰略型控股母公司。戰略型控股母公司對於子公司的介入程度介於前兩者之間，日常營運的決策事項仍交由子公司進行專業判斷，母公司並不進行干涉，以確保決策之靈活與專業；至於其他大型投資、政策任務、電源開發等事項，則由母公司負責擬具戰略、統籌推動，以確保政策任務之達成與整體公司發展最適化，如圖 1-2-2 所示。

The 30th CRIEPI/TPC General Meeting
19th November 2018, Japan

Orientation: TPC HD

Types of HD Features	<ul style="list-style-type: none"> HD leaves the daily operation to the subsidiaries. It boosts the overall efficiency. More adaptable to the changing market. 	Strategic		<ul style="list-style-type: none"> Responsible for the major investment, power development plan, internal control, policy task, etc.
		Strategic Guidance	Synergy Creation	
Financial Support		✓	✓	
Synergy Creation		✓	✓	
Strategic Planning		✓		
Key Functions Management				
Operational Engagement				

18

圖 1-2-2 戰略型控股母公司

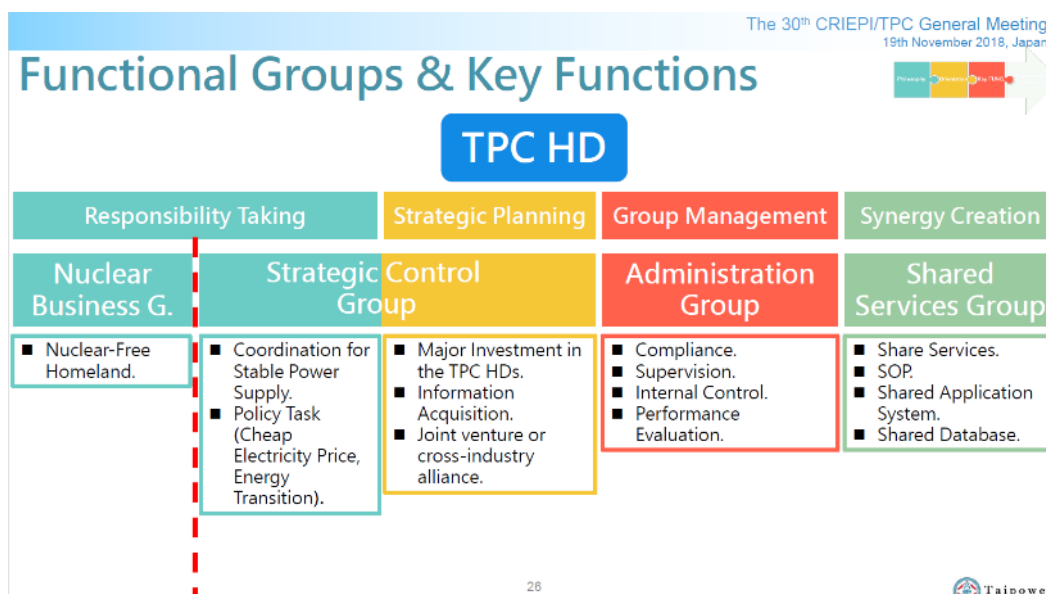


圖 1-2-3 控股母公司功能群與關鍵職能

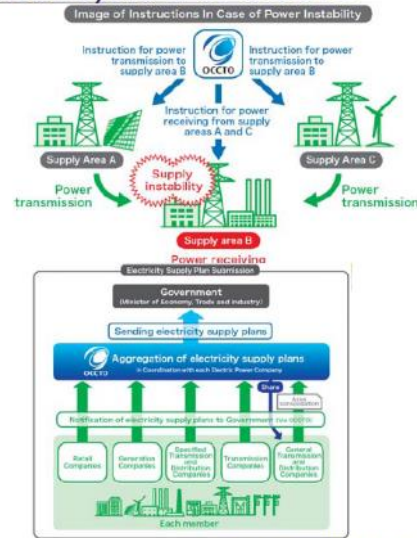
在戰略型控股母公司的規劃前提下，母公司的具體定位也越趨明確，即責任承擔、戰略規劃、集團管理與綜效建設，與之對應的則為控股母公司四大功能群：核能事業群、戰略控制群、行政管理群與共享服務群，如圖 1-2-3 所示。前述定位與功能群的設計，均是為了滿足能源供應業中既存或將發生的問題或缺口，以負責戰略規劃與集團管理的戰略控制群為例，在未來競爭的環境中，單純著重在電力的策略可能並非最適選擇；與之相對的異業結盟、資料加值等或許更值得投入心力開發；另一方面，不同子公司間的最適策略有可能產生衝突，此時便需要進行協調作業。因此母公司須以控股集團整體的競爭、投資策略來進行規劃與協調，此即戰略控制群設置的目的之一。

接著，由 CRIEPI 的 Maruyama Masahiro 所發表之 Electricity Market Reform in Japan Legal Unbundling of Network Business。首先，有關電力廣域運營推進機構 (Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, OCCTO)，其設立源自日本「電力系統改革方針」第一階段，主要的設立目的在於推行日本跨區輸電調度，並於日常確保短中長期全國供電的穩定 (包含短期調度與中長期規劃)，而當異常狀況發生時，透過調度手段確保全國供電的穩定，如圖 1-2-4 所示。電力廣域運營推進機構的出現，主要是因為過往日本電力市場存在區域壟斷的現象，而區域壟斷對於電力整體成本、電力系統穩定甚至是電力市場開放等都是一項不利的因素，因此在日本電力改革的初期便選擇以此作為切入點，設立一個結合調度與規劃的中立機構。

Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, JAPAN (OCCTO): Role of OCCTO

- ◆ Strengthening Supply-Demand Control Function in Both Normal and Emergency Situations on a Nationwide Basis
- ◆ Securing Mid- and Long-term Stable Electricity Supply
- ◆ Developing Fair Utilization Environment for Power System
- ◆ Operation of System to Support Procedures Related to Switching

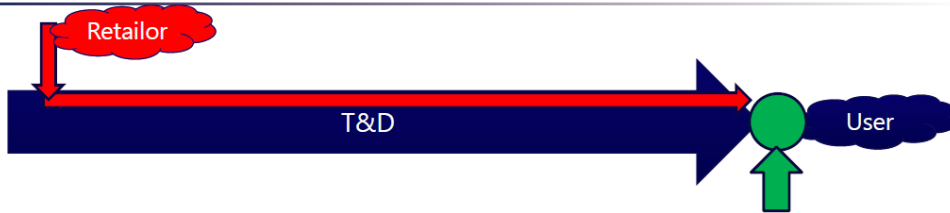
OCCTO is NOT RTO, ISO, TSO, NERC, ENTSO-E etc.



Picture Source: OCCTO Web Site

圖 1-2-4 電力廣域運營推進機構之功能

Contract between utility and user after liberalization Case 1



Retailer ask T&D to wheel electricity at the supply contract point of the user.
Retailer sells electricity to user on the supply contract point.

[Content of contract]

- ◆ Retailer sells electricity to user at the supply contract point
- ◆ (Aside from this) T&D wheels (transmits and distributes) retailer's electricity to the supply contract point of the user (=there is no relationship between T&D and user)

In Japan, we use this system

圖 1-2-5 日本零售業自由化下之售電契約關係

日本「電力系統改革方針」第二階段則為售電的完全自由化，在相關法律的規劃下，電力零售業者直接與消費者簽訂合約，輸配電業者則依據零售業者的要求進行電力的輸送，上述關係如圖 1-2-5 所示。亦即，消費者與輸配電業者並無契約關係，僅和零售業者產生契約關係。在此架構下，消費者通常可以順利地購入電力使用；而當特殊狀況（如原電力零售業者無法提供服務）發生而需求助最終供電義務者（可能為其它售電業者或輸配電業者）時，可能會因為雙方不存在合約關係而造成一些麻煩，這是在相關法規辦法設計之初可以預先納入考量的部分。

Prohibition of Concurrent Officers, Directors, Employees between T&D Companies and Genco / Retailor

ensuring level playing field at network		Genco / Retailor	
		Executive Director Executive Officer	Employee
T&D	Executive Director	NG (in principle)	NG (in principle)
	Executive Officer		
	Employee	NG (in principle)	engaged in important roles in business
			engaged in businesses where ensuring neutrality is particularly important
			NG (in principle)

Exception: no danger of hindering competition (defined by METI's rule)

圖 1-2-6 兼任禁止原則

最後的議題則涉及「電力系統改革方針」第三階段，也就是將從 2020 年起推動輸配電業的法人分離，以強化輸配電業之中立性並據此建立更加公平、更具競爭性的環境。而法人分離所允許的模式有二：第一，控股母公司模式，例如母公司下設立發電子公司、輸配電子公司與售電子公司；第二，輸配電子公司模式，單純將輸配電公司切出作為既有公司的子公司。而無論是何種模式，法人分離相較所有權分離而言，仍保留輸配電公司與原公司一定程度的聯繫，因此便開始產生「兼任」問題的討論。

由於法人分離的主要目標是達到「輸配電業的中立性」，因此無論是何種形式的法人分離，對於管理階層或一般員工在同一集團不同公司的職務兼任上，均以禁止為原則，僅一般員工在某些對中立性影響不大的情況下得以放寬，如圖 1-2-6 所示。然而，在公司治理的實務上，仍有可能存在需要派員兼任母公司的董事與子公司的總裁，而這個需求又被前述原則所禁止。針對這個問題，特定的「公司結構」可能是一種解決方案，以監查等委員會設置公司 (Company with Audit and Supervisory Committee) 為例，此類公司在當地法律的規定下，得於公司章程中規定董事會得授權特定董事決議重大業務執行之一部或全部，該特定董事也得以更直接掌控特定子公司之營運。這類處理方式主要是透過將營運之決策權授予母公司的特定董事，某種程度上滿足了前述公司治理的實務需求，且並不觸及「兼任」問題。

(三) Thermal Generation

本場次由綜研所化環室曾志富報告「The management of SCR de-NOx catalyst activity and the study of developing new catalyst for thermal power plants」，簡報現場如

圖 1-1-1 所示。SCR 脫硝為去除排放管道中 NO_x 普遍常用的方法，藉由噴入 NH₃ 或尿素等還原劑，再透過觸媒降低反應溫度，可有效地將 NO_x 轉換成潔淨的 N₂ 及 H₂O。機組在運轉的過程中，由於燃燒煤種、鍋爐型態及煙氣條件等種種因素，觸媒會隨著使用時間而逐漸毒化、老化，導致活性衰減。因此，在觸媒使用過程中，定期掌握觸媒活性衰減狀況是必要的，除了可有效瞭解活性衰減肇因，亦可有充足時間判斷是否更換或增加新觸媒。



圖 1-3-1 簡報現場

所謂的 NO_x 主要是指 NO 及 NO₂，一般鍋爐燃燒後端所產生之 NO_x，約有 90%~95% 為 NO，5%~10% 為 NO₂，所以 SCR 脫硝反應主要為是 $4\text{NO} + 4\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ，如圖 1-3-2 所示。加入 V₂O₅-WO₃/TiO₂ 觸媒可有效增進脫硝反應，反應溫度通常為 300~400℃，若不使用觸媒，溫度需要達 900℃ 以上才有一定的反應效率。

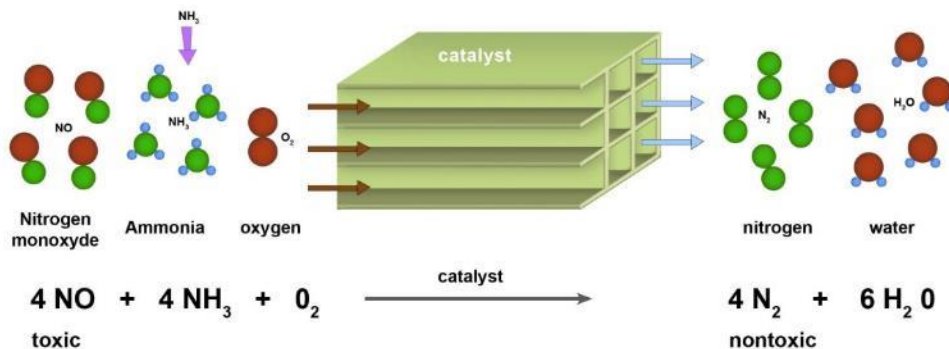


圖 1-3-2 SCR 脫硝反應

台電公司約有 7 座火力電廠已經或正在安裝 SCR 脫硝系統，總裝置容量約 15,150MW，如表 1-3-1 所示。這幾年環保法規不斷加嚴，甚至連燃氣機組也開始安裝 SCR 脫硝系統，通霄電廠#1 機為台電首座安裝 SCR 脫硝系統的燃氣機組。觸媒類

型包含:平板、波浪及蜂巢式，而蜂巢式觸媒於近幾年被大量使用，主要是其具有較大的幾何表面積，在同等體積下，具有較佳的脫硝效率。

表 1-3-1 台電 SCR 系統裝置容量

Power Plant	Unit	Unit Type	Capacity (MW)	Catalyst Type
Taichung	#1~#10	Coal Fired Boiler	550x10	Plate、Corrugated
Hsinta	#1~#4	Coal Fired Boiler	(500~550)x4	Plate、Honeycomb
Linkou	new#1~new#2 new#3(future)	Coal Fired Boiler	800x3	Honeycomb
Talin	new#1 new#2(future)	Coal Fired Boiler	800x2	Honeycomb
Tatan	#6	Nature Gas Combine Cycle	725	Honeycomb
Tunghsiao	new#1~new#2 new#3(future)	Nature Gas Combine Cycle	893x3	Honeycomb
Chienshan	#1~#12	Oil Fired Boiler	10x12	Honeycomb
Total			~15,150	

當觸媒使用一段時間，觸媒會開始失活，觸媒失活因子包括:化學毒化、覆蓋、堵塞、熱燒結及沖蝕等，如圖 1-3-3 所示。化學毒化可能來自於煙道中的 K、Na、P 及 As 等物質，這些物質會與活性金屬反應而抑制 NO 與 NH₃ 的反應。活性點位容易受煙道中的飛灰、NH₄HSO₄、CaSO₄ 等物質覆蓋於表面，或阻塞孔道，在不均勻的氣流條件下，亦是造成觸媒沖蝕的主因。在長期高溫環境下，亦有可能造成熱燒結，造成金屬顆粒聚集，減少接觸面積。以上這些原因皆可能會導致觸媒活性降低。

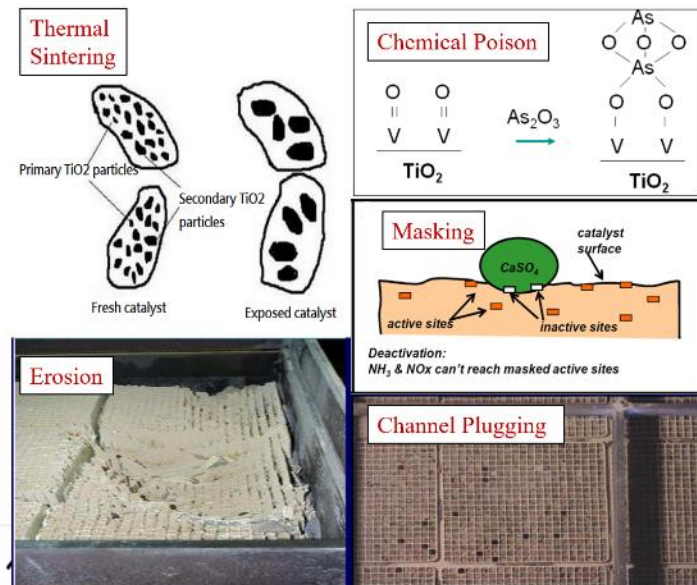


圖 1-3-3 觸媒失活因子

我們可利用微型觸媒反應器來量測林口電廠觸媒活性 K 值，當經過 18000 小時運轉後，觸媒活性衰減指數(K/K₀)約 0.86~0.91，如圖 1-3-4 所示。一般認為低於 0.65 時，才需更換觸媒，表示目前觸媒活性仍非常良好。本試驗亦進行觸媒孔徑分布測量，其結果如圖 1-3-5 所示。從圖中可發現，新鮮觸媒在 24 Å 及 178 Å 處均有一個

峰值，但是隨著使用一段時間，此兩處峰值皆逐漸降低，平均孔徑逐漸增大，探討其原因，可能是觸媒中小孔洞被燃煤煙氣中的細微粉塵及有害物質堵塞有關。

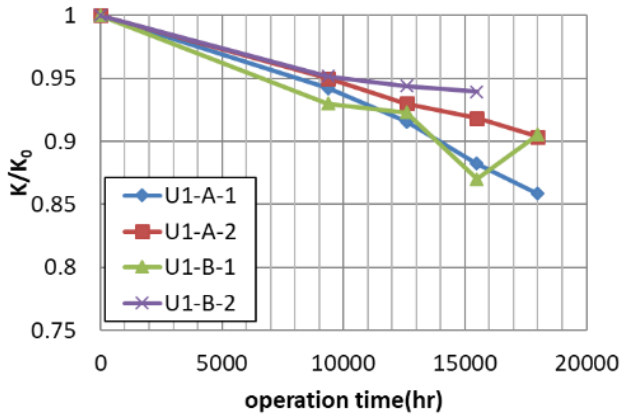


圖 1-3-4 觸媒活性衰減指數(K/K₀)

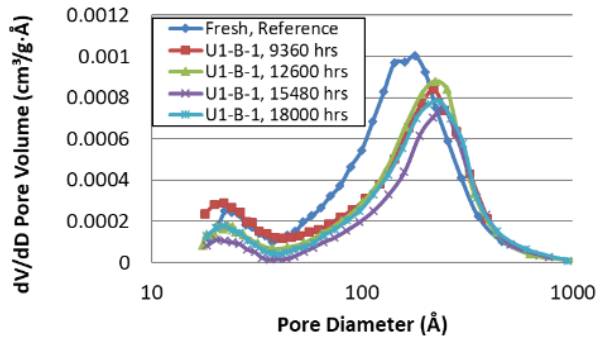


圖 1-3-5 觸媒孔徑分布

最近本所開始致力於低溫(100~250°C)SCR 觸媒技術之研究，低溫 SCR 觸媒系統之導入，可擴展 SCR 觸媒之操作溫度範圍，安裝於 ESP 及 FGD 後端，可降低飛灰堵塞及 SO₂ 毒化等問題，可延長觸媒壽命，亦可解決既有電廠無空間加裝傳統 SCR 設備之問題。透過本次會議，我們亦分享目前觸媒材料開發成果，其結果如圖 1-3-6~8 所示，我們發現 MnFe/TiO₂ 及 MnFeCe/TiO₂ 具有高的脫硝效率，在 GHSV = 25000 hr⁻¹ 條件下，溫度於 180°C，脫硝效率可達 95%，且具有一定的抗水氣能力，未來將進一步評估其商用可行性。

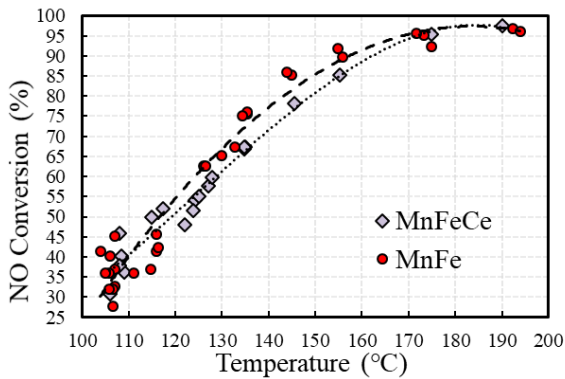


圖 1-3-6 溫度對 NO 轉化率之影響

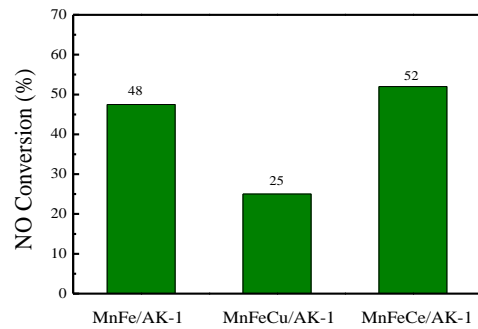


圖 1-3-7 活性金屬對 NO 轉化率之影響

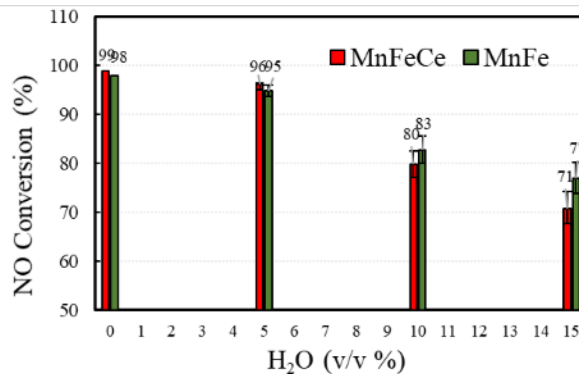


圖 1-3-8 水氣對 NO 轉化率之影響

簡報結束後，CRIEPI 有針對低溫觸媒技術提出一個問題，未來何時會將此技術實際應用於電廠？由於大潭電廠規劃新增#7~10 號機組，已有環保承諾既有#1~6 號機組需進行 NOx 排放改善從 20ppm 下修至 8ppm。因現場空間有限，應用傳統高溫型觸媒有其困難處，我們已經初步完成模廠測試，未來會積極與大潭電廠討論，並評估實際應用可行性。

(四)Artificial Intelligence

本議題為人工智慧(Artificial Intelligence)於電力事業的應用，參與探討之內容包含：1. CRIEPI 的 Teruhisa Miura 先生所簡報的「應用人工智慧於電力設備診斷(AI Applications for Diagnosis of Electric Power Facilities in CRIEPI)」；2. 台電綜研所電力室林哲毅專員所簡報的「應用人工智慧找尋適合參加需量反應方案之用戶及評估其成效(Potential Customers Searching and Performance Estimation of Demand Response Program by Using Artificial Intelligence Technology)」。以下分別說明其內容：

1.應用人工智慧於電力設備診斷：

人工智慧的議題在近幾年越來越被廣泛的討論，由 Google Trends 即可清楚的看到其熱門的趨勢(如圖 1-4-1)，而人工智慧大致上又可分為監督式學習及非監督式學習兩種。監督式的學習為有資料及分類的學習方式，在近期的科技發展之下，其準確率可達 90%以上，但其資料分類的方式大大的影響了訓練模型的準確度，所以適用於較成熟的研究領域使用。而非監督式的學習為有資料但無法事先分類的學習方式，由電腦程式自動判斷資料的相似度及關連性並將資料分門別類，因沒有一定的規則及答案，故學習的準確度並無法評估，適用於尚未成熟的研究領域。

Google Trends: 人工知能(AI in Japanese)

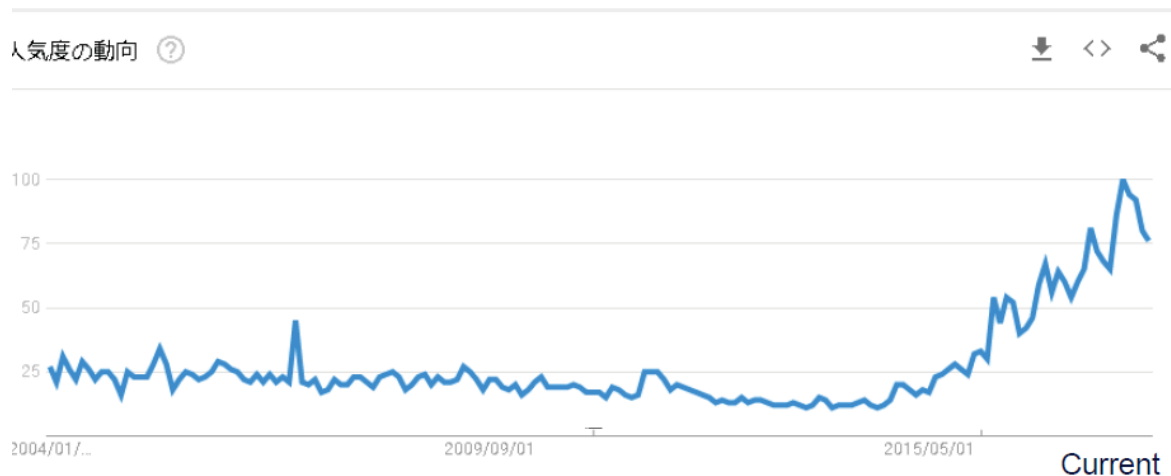


圖 1-4-1 關鍵字「人工知能」於 Google Trend 之搜尋趨勢圖

CRIEPI 在這次簡報中介紹了 3 種人工智慧於電力設備診斷的應用。

A. 變壓器診斷

在 2009 年 9 月，日本頒布了變壓器診斷及維修要點，而為了制定此要點，日本的電力公司收集了超過 1000 台變壓器的感測資料，包含：

資料：電壓器取出油之溶解氣分析。

分類：專家評估之診斷結果(正常/異常)。

依照上述資料，CRIEPI 用了支援向量機(Support Vector Machine, SVM)來建構決策規則(Decision Rule)，整個流程如圖 1-4-2 所示，其規則為：

$$Z = -0.061 \times C_2H_4 - 11.214 \times C_2H_2 + 5.826$$

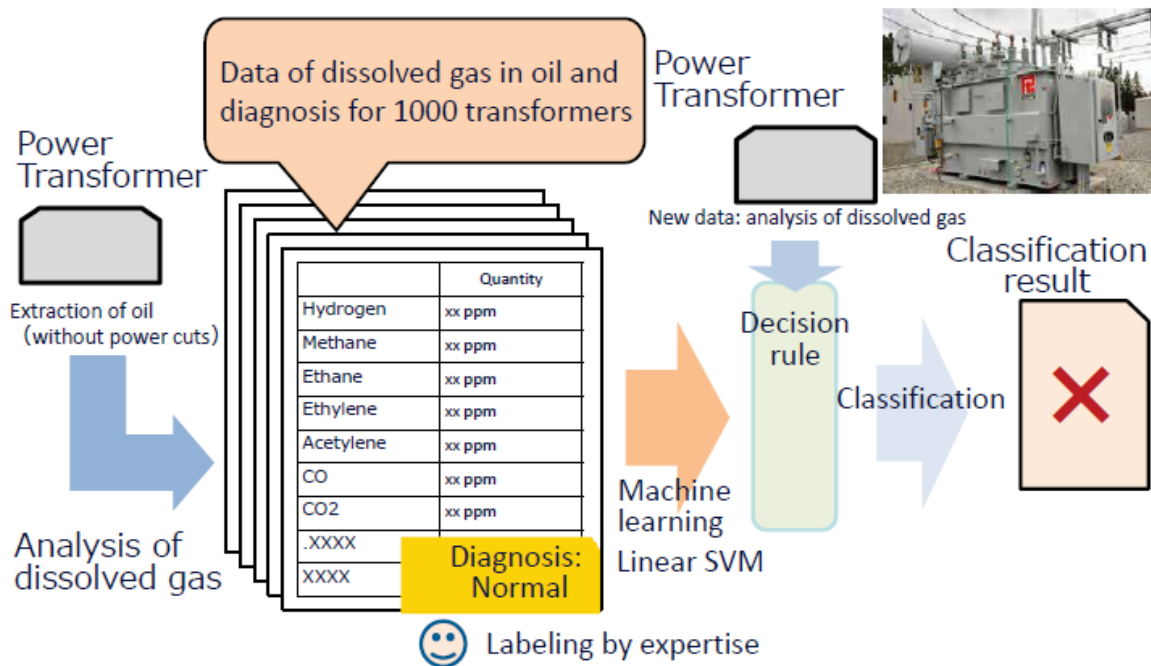


圖 1-4-2 利用 SVM 進行變壓器診斷

利用上述方法進行變壓器診斷的準確率目前已高達 100%。

B. 水力電廠發電機組異常偵測

傳統水力電廠內發電機的維修保養需耗費大量的人力資源，包含每日的數值讀表分析量測及每月的聲音、視覺、觸覺、嗅覺巡檢等。現在 CRIEPI 在發電機周圍裝設了許多不同的感測器，用以偵測發電機的震動。同樣利用支持向量機的方法，現在可以找出發電機的異常行為，約佔所有接收到資訊的 1%。當此現象發生時，再派員去現場進行勘查，可大量的減少人力使用。

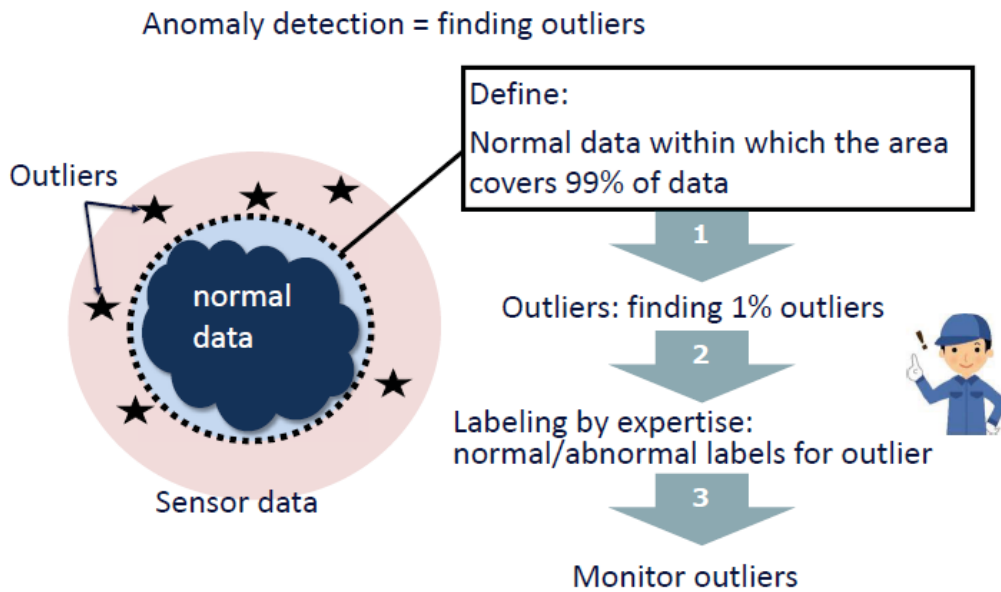


圖 1-4-3 水力電廠發電機組異常偵測流程

C. 架空電纜異常偵測

傳統在架空電纜異常偵測係利用直升機沿著電纜線進行高空拍攝，事後再以人工看片的方式進行異常判斷，但此程序亦需耗費大量的人工成本。現在利用人工智慧的方式，電腦可自動再影片中判斷異常的電纜線型態，並將這些片段篩選出來給人工進行最後判斷，其可節省 70%的時間。

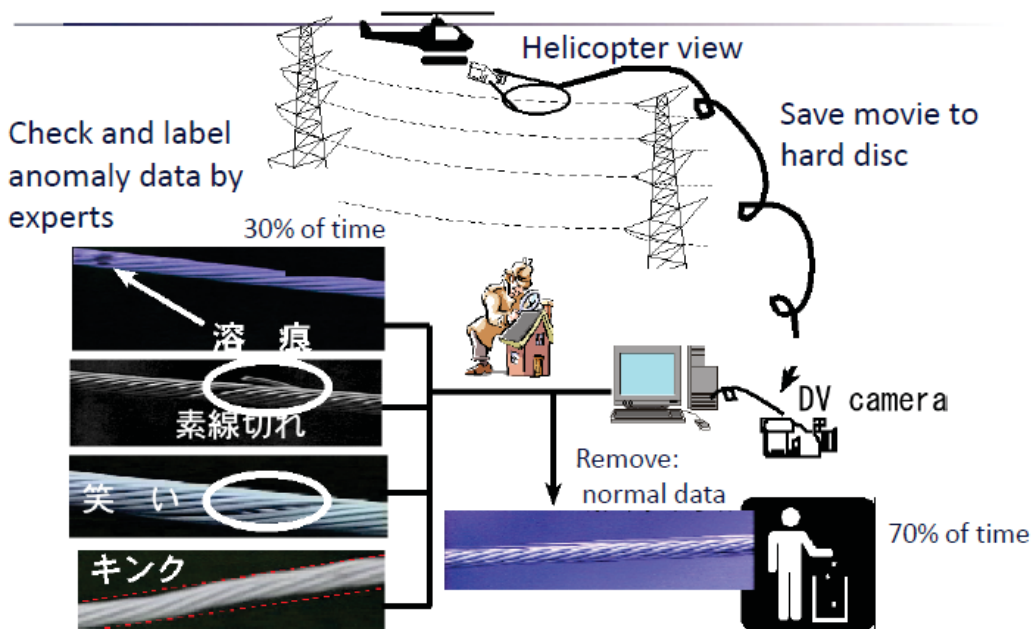


圖 1-4-4 架空電纜異常偵測

2. 應用人工智慧找尋適合參加需量反應方案之用戶及評估其成效：

台灣近幾年因能源轉型，遇到了一些缺電的危機，在夏天的備轉容量率時常降到 4% 以下。為了確保供電的安全，台電致力於推動需量反應政策，如需量競價及時

間電價等。然而，並不是所有用戶參加需量反應皆是有效益的，因此，台電應用了人工智慧的方法來找尋最佳可參與需量反應方案的用戶及評估其效益。

圖 1-4-5 為本所建置之大數據平台的基礎架構。資料處理在儲存方面可將一開始原始資料儲存於 Hadoop-based System 並經過擷取、轉換及讀取的過程(Extract, Transfer, and Load)存放於資料倉儲(Warehouse System)中；在整合過程即可經過資訊整合平台將資料提供給後續的即時分析或商業智慧的呈現中。

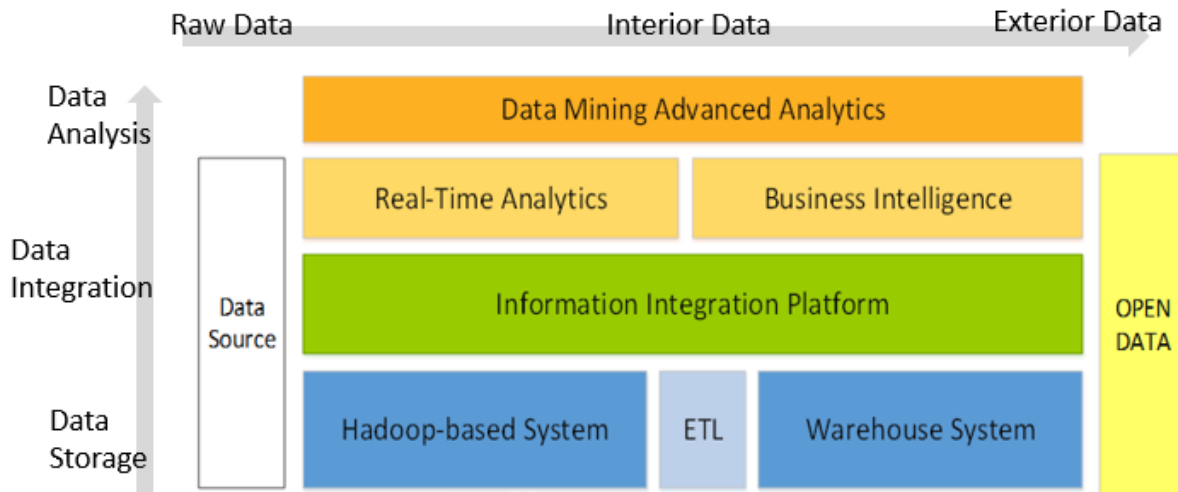


圖 1-4-5 大數據平台架構

本計畫即使用上述平台進行計算分析，並期望達到本研究之目的。使用了兩個不同的人工智慧技術，分類機器(Factorization Machine, FM)及遞迴式類神經網路(Recurrent Neural Network, RNN)。FM 用以尋找潛在適合參加需量反應的用戶，而 RNN 則是用於負載預測判斷其用戶可抑低的容量。

FM 係利用相關的分類並經過機器學習即可訓練後給予相對應權重。在本案的資料輸入端包含了行業別、合約型態、所在地、契約容量等，而輸入則為參與需量反應的次數及達成的比率。



圖 1-4-6 分類機器示意圖

RNN 則是一個常見的學習方法，而我們加入了 Long Short-Term Memory (LSTM) 的機制，利用紀錄有效的數值，忘掉無效的雜訊後可得到一個更準確的訓練模型。

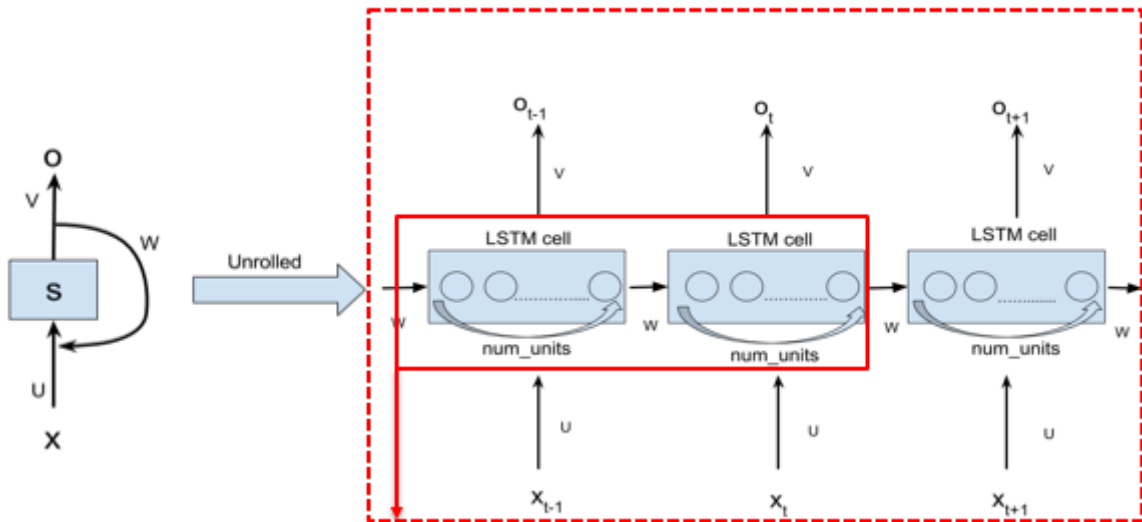


圖 1-4-7 LSTM 示意圖

此應用為本所在人工智慧發展的第一小步路，期望未來更多應用如狀態監測等可於本所建構的大數據平台中發揮其效用。

(五) Asset Management

本議題為資產管理，參與探討之內容包含：1. CRIEPI 的 Shan Lin 及 Hajime Shohji 先生所發表的「視覺化超音波測試系統及其訓練時的效益(Development of Virtual Ultrasonic Testing System and Its Effectiveness on Training)」；2. 台電綜研所電力室林哲毅專員所簡報的「自行研發以 IEC 61968 為基礎之電表資料管理平台(IEC 61968 Based Self-developed Meter Data Management System)」。

1. 視覺化超音波測試系統及其訓練時的效益：

在日本經過福島核災後，核電廠皆已被要求停止運轉，但因此導致電價上升及缺電危機。近幾年核電廠不得已又重新開啟，但日本對於核電廠安全亦更加的重視。因此，CRIEPI 發展了一套視覺化超音波測試系統，除了用來做核電廠結構的掃描外，也用此系統隊人員進行測試訓練。

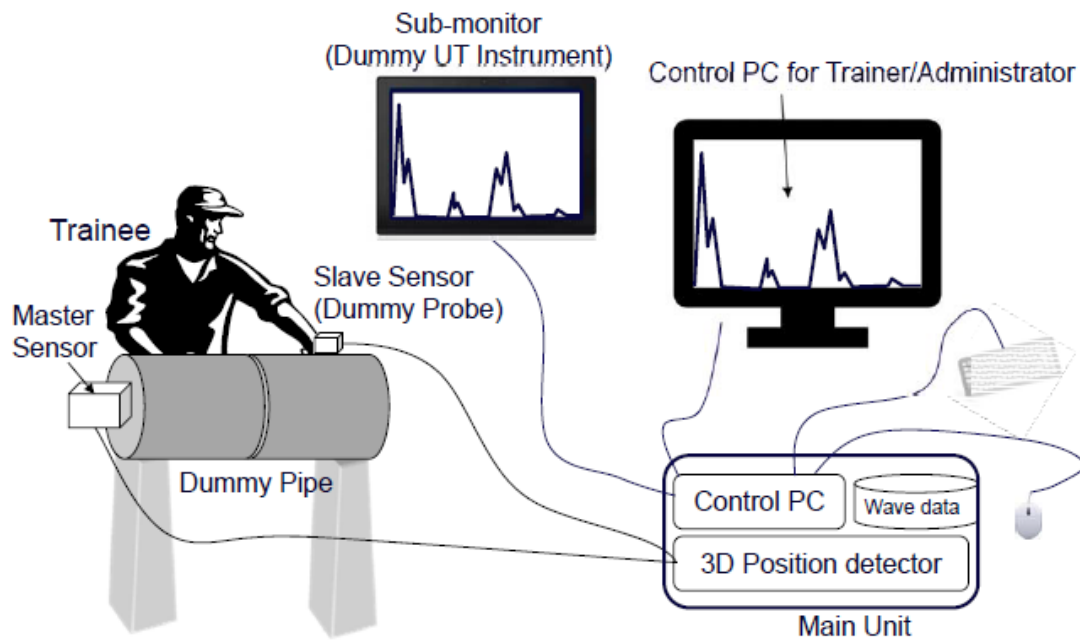


圖 1-5-1 視覺化超音波測試系統示意圖

如圖 1-5-1 所示，本套系統可利用超音波感測器的方法掃描帶測物，並將其掃描到的表面轉換為視覺化的波形圖，若有找到任何微小的分裂，即可顯現出來(如圖 1-5-1)。

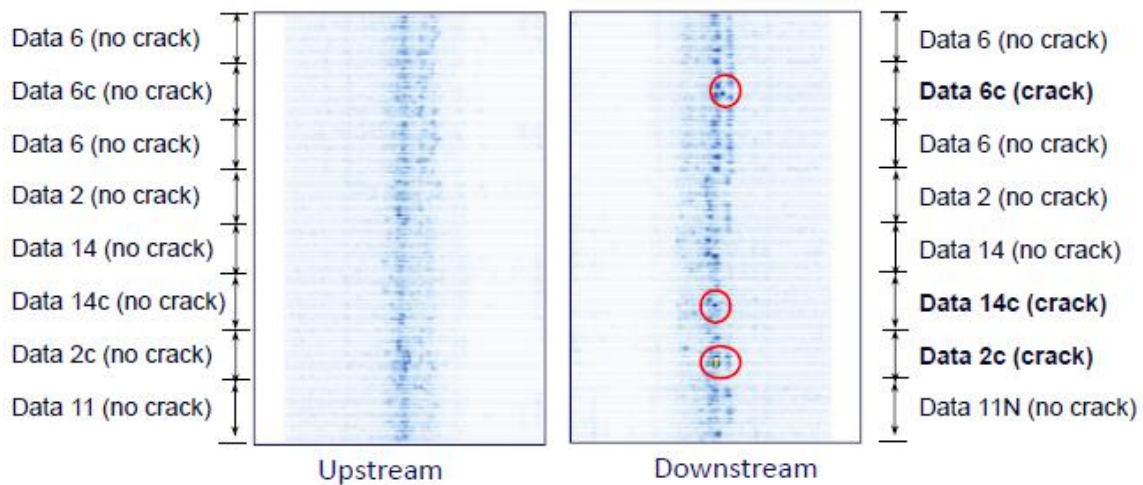


圖 1-5-2 視覺化超音波測試系統掃描波形圖

因本系統的操作有特並的掃描速度及角度，需要操作員許多的訓練才能達到有效率的成果，下表顯示未經訓練、剛完成訓練、及成熟之訓練員使用本系統的差異。

表 1-5-1 不同程度之操作員使用成果差異

	High skill (9)	Just certified (10)	Non-UT (15)
Common instruction	Background How to use virtual system Key points of detection	Same as left	Same as left Basic points of UT for weld
Pre-examination	Detection / length sizing 20 min (maximum 40 min) (Half of pipe)	Detection/ length sizing 20 min (maximum 40 min) (Quarter of pipe)	Detection 20 min (maximum 40 min) (Quarter of pipe)
Hands-on practice	Additional information <Virtual system> Feedback pre-examination <Actual sample> Experience actual crack	Additional information <Virtual system> Feedback pre-examination <Actual sample> Experience actual crack	Additional information <Virtual system> Feedback pre-examination <Actual sample> Experience actual crack
After examination	Detection/ length sizing 20 min (Half of pipe)	Detection / length sizing 20 min (Quarter of pipe)	Detection 20 min (Quarter of pipe)

2.自行研發以 IEC 61968 為基礎之電表資料管理平台：

行政院指示經濟部及台電於 106 年底前完成 1000 戶含電業端(Route A)及家庭端 (Route B)連結之完整 AMI 布建測試(如圖 1-5-3)，因此，因應本計畫，本所自行開發了一套電表資料管理平台已進行系統測試及介面規範驗證。

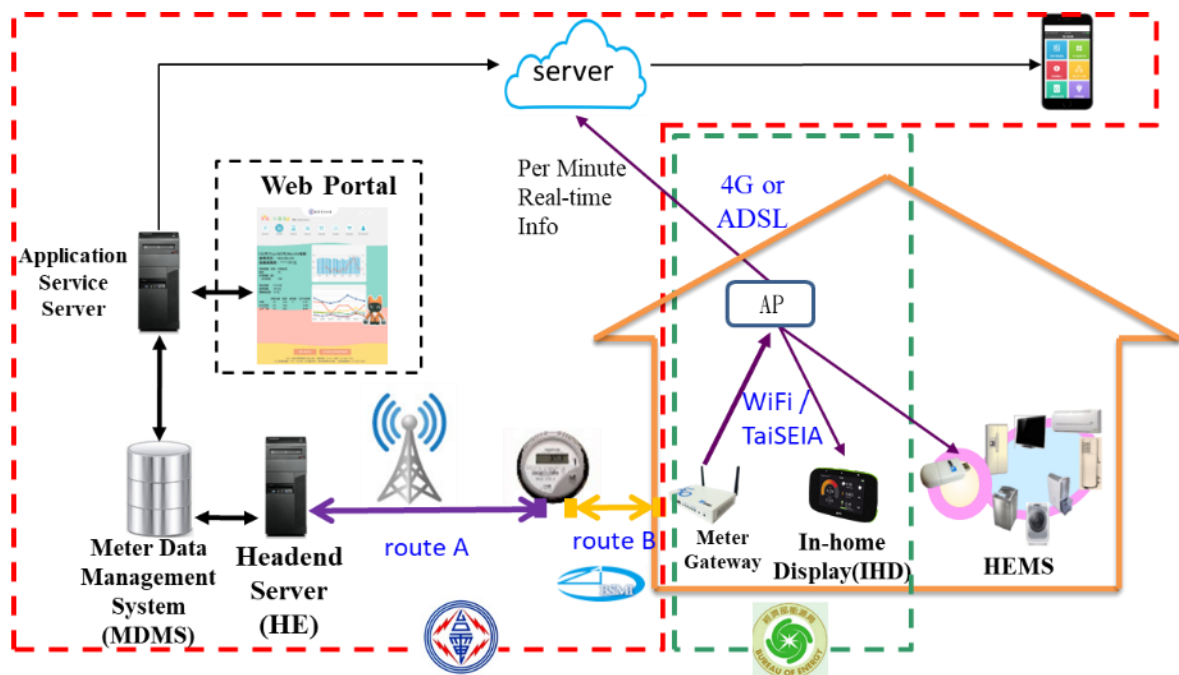


圖 1-5-3 1000 戶智慧電表示範計畫架構圖

完整的先進讀表基礎建設(AMI)系統包含了智慧電表、電表至電業端之通訊模組 (Route A)、電表至家庭端之通訊模組(Route B)及電表資料管理系統(MDMS)，其中家戶電表負責量測即時用電資料，再透過通訊模組送至電業端使用 MDMS 進行資料之儲存、處理及應用，為使電力資料能發揮最大效益及加速 AMI 與家庭能源管理系統的連接，本計畫將開發多功能應用平台，使民眾可直接透過 APP 查詢電表端、家戶端的即時用電量、預估電費、並提供用電告警、用電分析等功能，以多樣且實用之

服務促使民眾改變用電行為。

電表資料管理平台開發包含 MDMS(Meter Data Management System)的核心功能以及與 Route A 的 HES 通訊功能等，整個系統的軟體架構如圖 5，MDMS 包含 P6 介面的介接功能、資料處理、VEE 資料驗證、儲存及應用，資料在儲存時使小量資料使用 Maria 方式儲存，而巨量資料使用 HBase 進行接收及處理，確保了資料可以長期儲存，而後端預留了未來在處理如 OMS、WMS 或是 CIS 等系統的介接空間，可以使用 P6 介面或是 restful 來介接都是可行的方式，而目前內部介面 MDMS 及內部 Web 之間即是採用 restful 方式來進行呼叫。

整體軟體服務功能的切分為 API、Web 及 MDMS，API 端及 Web 端都使用 Hbase 的 restful 介面進行資料介接，而 MDMS 另開一個 restful 介面提供 Web 端使用，如錯誤！找不到參照來源。這樣的架構確保了每個元件的互相獨立以及開發的彈性、容易測試、問題容易釐清等特點，而目前在 Route A 端的 P6 介面已經可以與 HES 端負責的廠商進行介接並進行 on-demand 讀表，並且持續的接收 HES 所傳上來電表的讀表資料，MDMS 之作業系統平台使用 Linux 開放原始碼 CentOS 7 的作業平台來進行開發運作。

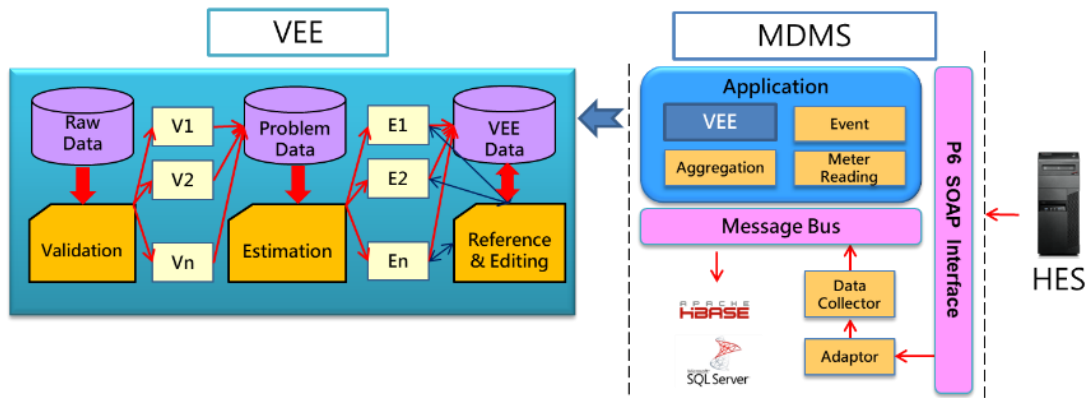


圖 1-5-4 MDMS 軟體架構規劃

本計畫使用了兩種資料庫，HBase 及 Maria DB。HBase 是一個開源的非關係型分散式資料庫 (NoSQL)，它參考了 Google 的 BigTable 模型，實現的程式語言為 Java。它是 Apache 軟體基金會的 Hadoop 專案的一部分，執行於 HDFS 檔案系統之上，為 Hadoop 提供類似於 BigTable 規模的服務。因此，它可以容錯儲存大量稀疏的資料。

在本計畫中的 Hbase 應用是儲存 load profile 的電表資料，在實際的讀表中，一個電表一天會產生 96 筆的讀表資料，而一筆資料又會帶出好幾個讀取值，比如 kWh 以及 kVarh 等，若是 1000 個在一天就會產生 96000 筆，若是一年將有 3 千 5 百多萬筆 kWh 資料，加計 kVarh 也儲存的話將近上億，若是有資料重複、錯值以及修正值的話將會衍生出一個資料有許多的版本問題，因應這樣的問題在資料庫中我們建立了 Table 的 schema 來處理這樣的問題，將資料以 readingType 來區分，分為不同的資料型態、資料時間、數值、版本及存入時間，採用 row base 的方式進行儲存，並可以依照不同的 readingType 來因應未來擴充。

而 MariaDB 資料庫管理系統是 MySQL 的一個分支，主要由開源社區在維護，採用 GPL 授權許可 MariaDB 的目的是完全相容 MySQL，包括 API 和命令列，使之能輕鬆成為 MySQL 的代替品[5]。

本計畫的電表清單、用戶清單、訊息記錄等等的資料採用 Maria 資料庫儲存，傳統資料庫具有方便儲存、意於使用以及統計容易的優點，相關資料的匯入、會出以及修改都相當容易，對於本計畫未來有許多修改調整的需求是相當有需要

MDMS 與 Route A 端的 HES 為一雙向介面，相關指令可能會從 MDMS 端送到 HES 端，HES 端也會送出電表資料等到 MDMS 端進行處理，電表資料會從 Route A 端的 HES 傳送到 MDMS 後會進行一連串的处理，依照 IEC 61968-9 的規範中對於通訊方式的建議是使用 Web Service SOAP 或是 JMS 的非同步方式，而在台電目前 P6 規範中可以選用的介面包含 JMS 以及 SOAP 兩種，本計畫選用其中的 SOAP 作為 Web Service 的服務方式，Web Service 不同於一般提供的使用者瀏覽的 HTML Web 端，Web Service 是一種服務導向架構的技術，透過標準的 Web 協議提供服務，目的是保證不同平台的應用服務可以互操作。根據 W3C 的定義，Web service 應當是一個軟體系統，用以支持網絡間不同機器的互動操作。網絡服務通常是許多應用程式接口（API）所組成的，它們透過網絡，例如國際網際網路（Internet）的遠程伺服器端，執行客戶所提交服務的請求。

MDMS 除了接收 P6 的訊息之外也會有資料送出的時機，如 on-demand 等，此時 Web Service 服務端由 HES 開啟，MDMS 端使用 random 的 Port 與 HES 進行連接，HES 端的 Web Service 固定要使用 namespace 為 `http://itri.tpcami/hes/2017/` 且函式名稱為 `SendMessage(xml)` 的 Web Service 來接收 MDMS 產生的資料，整個服務採用前述 GlassFish 作為應用伺服器對外服務平台，內部使用 JAVA EE 1.8 進行開發，於 CentOS 內安裝 `oracle-java8-installer`，資料接收後之處理包含檔案格式驗證、系統類別轉換、資料內容驗證計算、電表資料儲存等。

MDMS 系統除了可以收集 HES 端送來的讀表資料外，還需要肩負提供資料給應用伺服器的角色，才能達成讓用戶端於 APP 觀看到相關的數據，此外 MDMS 也需要部份的管理介面供管理人員進行直接資料的查詢、存取以及 VEE 的檢核，在本計畫中已開發 Rest API 以及 Web 介面供民眾以及管理人員使用。

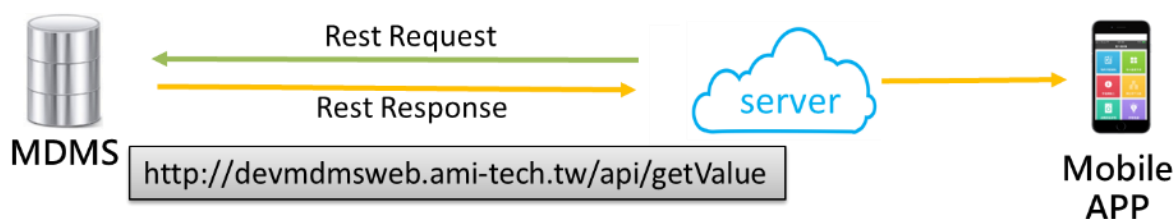


圖 1-5-5 本案所開發之 API 介面架構

本案所開發之 MDMS 已具備接收處理 Route A 端電表的資料的能力，並可以儲

存於資料庫內進行資料 API 的輸出以及資料的管理 Web 化顯示，此外也可以對於電表進行一般的設備控制及事件紀錄，可以說整個系統已經達成資料的串接讓電表資料從表端一路到 APP 端都可以順利的被每個元件所處理並可以被正確的讓民眾觀看到、並可以提供管理人員對於電表的整體狀況進行評估及控制，在本次計畫與相關計畫的整合之下，搭配真實資料以及真實的使用案例進行實際的運行，將可以對於無論是 P6 的規範、KWH 資料的應用或是 MDMS 以及 HES 乃至於 APP 端所需要的功能進行一個客觀而具體的描述，讓台電未來佈建 AMI 時有更明確的依據。

二、 2018 東亞電力技術研討會

(一) ICT Application and Digital Transformation

智慧電網架構模型(Smart Grid Architecture Model, SGAM)是一種 SG 參考模型，用來分析及視覺化 SG 之使用案例(Use Case)，現存 SG 模型有許多種，本報告採用 CEN(Committee European denormalization)/CENELEC(Committee European denormalization Electrotechnique)/ETSI(European Telecommunications Standards Institute)，為目前最為廣泛使用之智慧電網架構模型，此架構模型以 3D 方式呈現 SG 使用案例之相關能源轉換領域、電力系統管理自動化上下角色區塊及互通性層，如圖 2-1-1 所示，平面為 X 軸電力領域與 Y 軸區域區塊，電力領域區塊包括發電(Generation)、輸電(Transmission)、配電(Distribution)、分散式能源(DER)與用戶(Customer Premises)，區域區塊包括程序(Process)、案場(Field)、所(Station)、運轉(Operation)、企業(Enterprise)與市場(Market)；垂直於平面為 Z 軸互通層(Interoperability Layer)，互通層包括設備階層(Component Layer)、通訊階層(Communication Layer)、資訊階層(Information Layer)與市場階層(Market Layer)。為分析此一複雜之架構模型，本報告採用 Enterprise Architecture 商業軟體，搭載免費之 SGAM toolbox 進行分析，將於下針對使用案例進行研析與盤查。

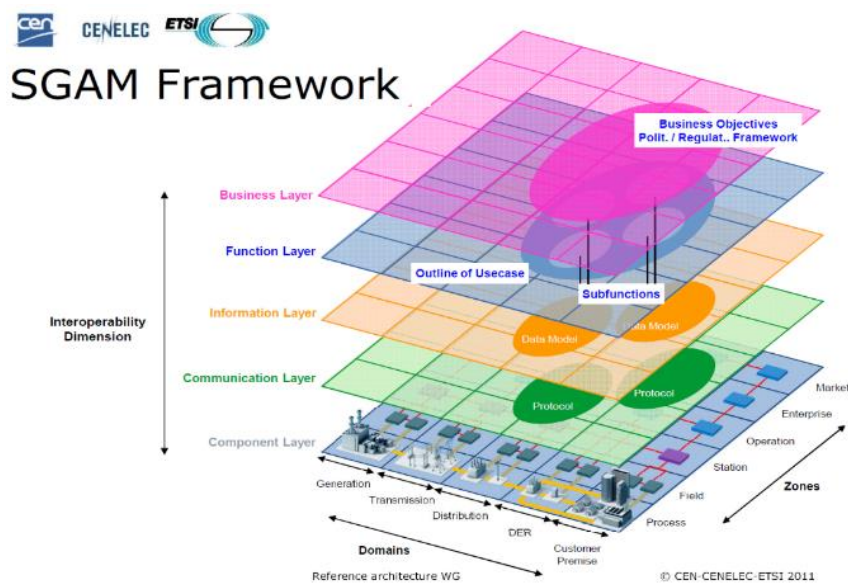


圖 2-1-1 智慧電網架構模型

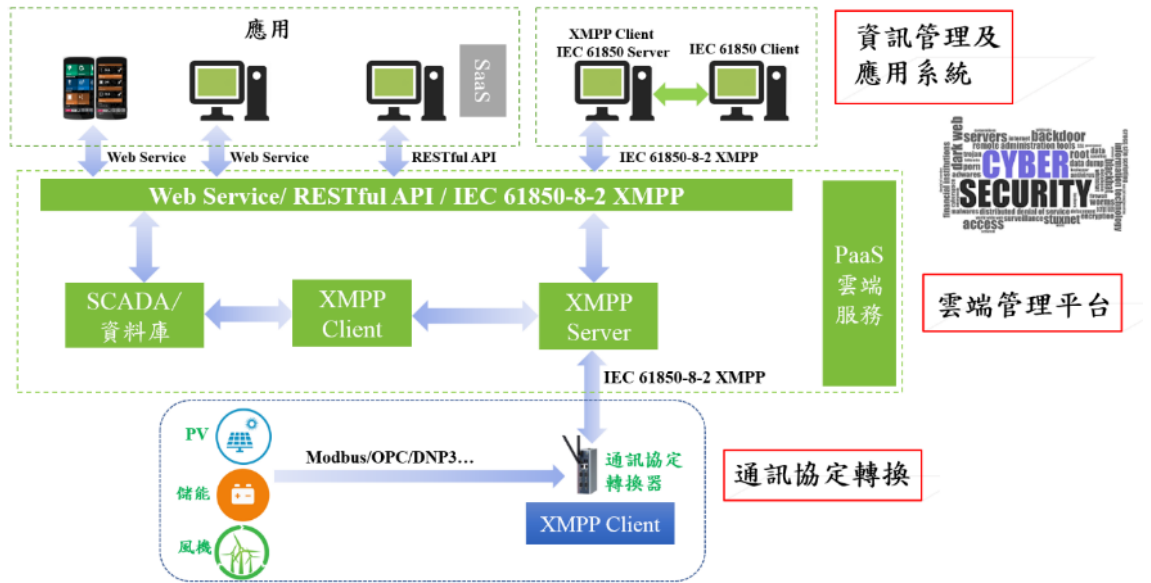


圖 2-1-2 分散式能源雲端平台系統架構圖

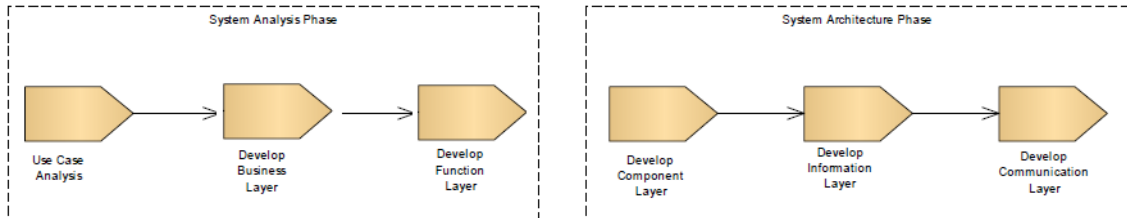


圖 2-1-3 SGAM 發展程序

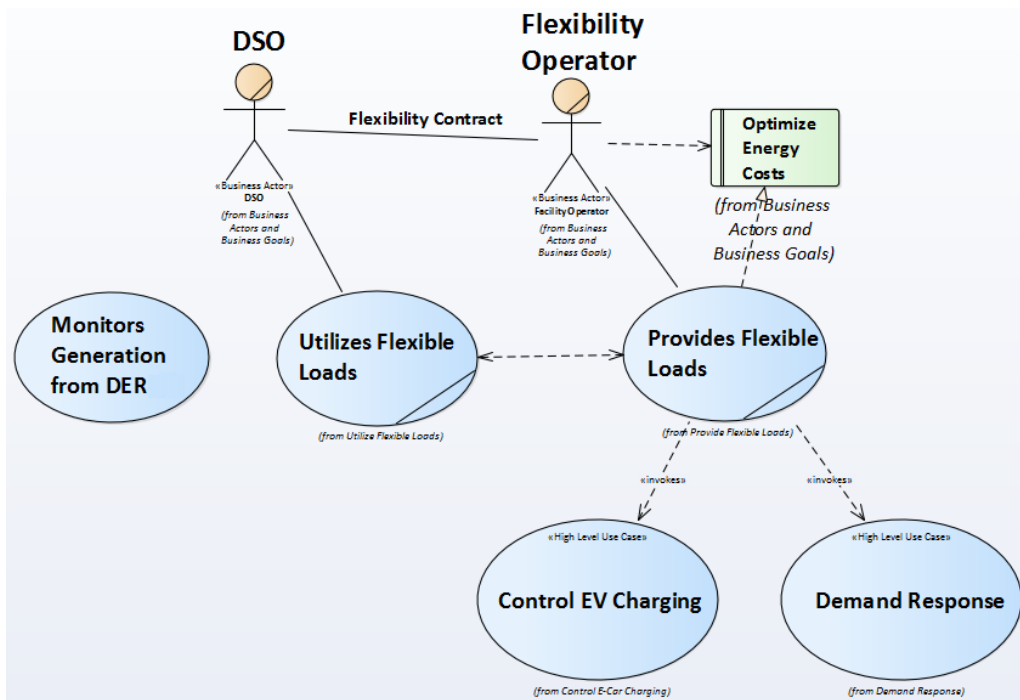


圖 2-1-4 Business Layer 使用案例研析

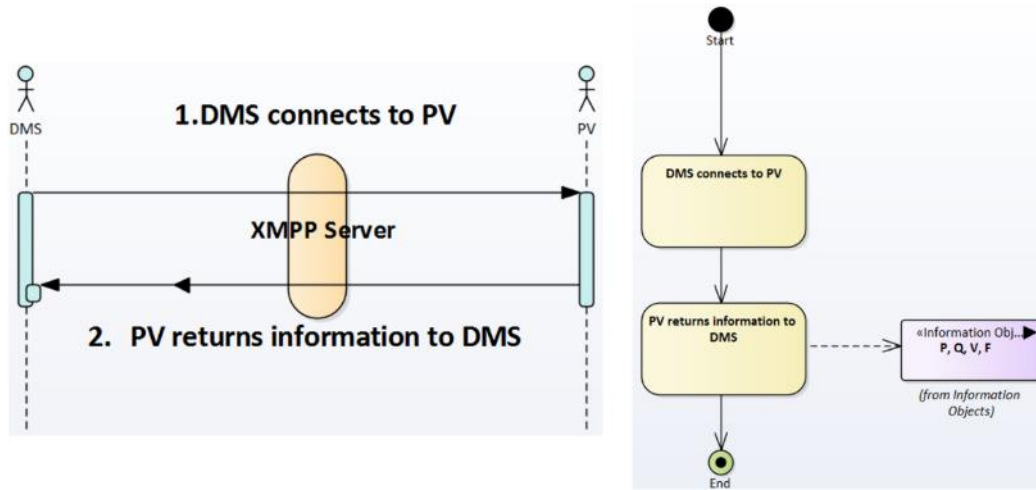


圖 2-1-5 Function Layer 使用案例研析

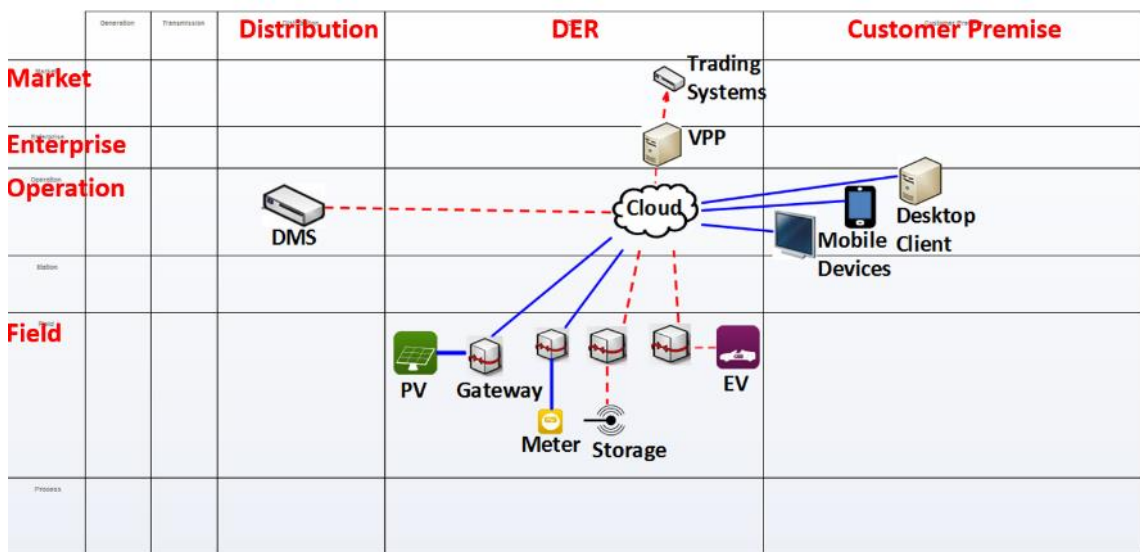


圖 2-1-6 Component Layer 使用案例研析

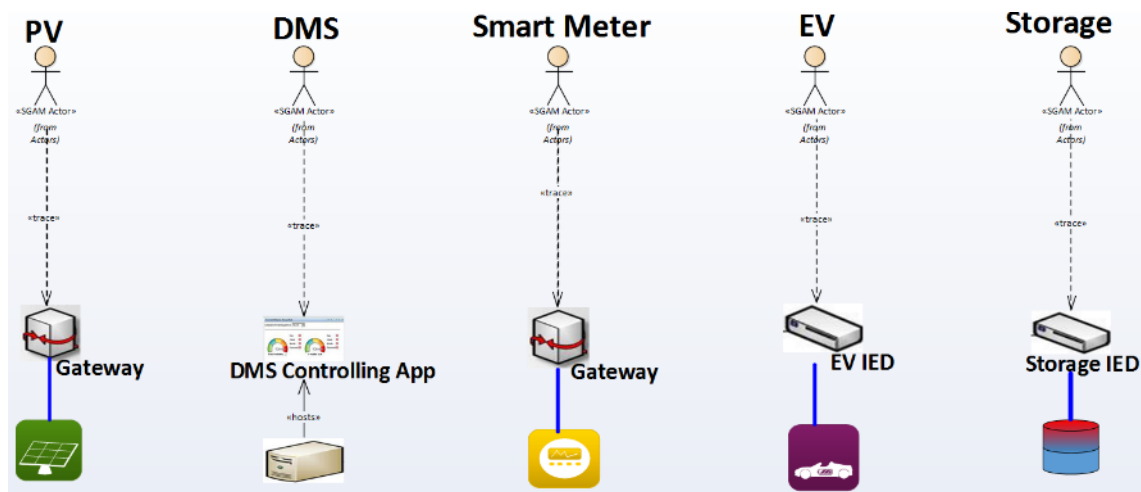


圖 2-1-7 Actor Mapping

首先依照圖 2-1-2 分散式能源雲端平台系統架構圖建置分散式能源雲端平台使

用案例，由圖 2-1-1 智慧電網架構模型將複雜之智慧電網 3D 模型，依照 SGAM 發展程序，分為系統分析階段(System Analysis Phase)與系統架構階段(System Architecture Phase)，如圖 2-1-3 所示；系統分析階段分為使用案例分析(Use Case Analysis)、設計 Business Layer 與設計 Function Layer，系統架構階段分為設計 Component Layer、設計 Function Layer 與設計 Communication Layer；使用案例為分散式能源雲端平台之應用：DER 即時監視與彈性負載管理，依序建置 Business Layer 與 Function Layer，如圖 2-1-4 與 2-1-5 所示，Business Layer 以即時監視分散式再生能源發電與彈性負載調度當做 Use Case，DSO(Distribution System Operator)即時監視分散式再生能源發電情形並發出彈性負載調度請求給 Operator，Operator 調度 EV 充電與需量反應(Demand Response)，本報告以資料蒐集(Data Acquisition)做為 Function Layer 之一 High Level Use Case (HLUC)，如圖 2-1-5 所示，左圖為 DMS 透過 XMPP Server 與 PV 案場連線、PV 案場回傳發電資訊給 DMS，而右圖為流程圖；完成系統分析階段後，接著進行系統架構階段，首先建置 Component Layer，如圖 2-1-6 所示，X 軸為電力領域區塊，由於再生能源多屬於分散式能源，因此歸類於 DER 區塊，而配電管理系統(Distribution Management System, DMS)屬於 Distribution 區塊，遠端行動裝置與電腦使用者屬於用戶區塊；Y 軸為區域區塊，分散式能源屬於 Field 區塊，雲端平台、DMS 與遠端使用者屬於 Operation 區塊，虛擬電廠(Virtual Power Plant, VPP)屬於 Enterprise 區塊，交易系統屬於 Market 區塊；藍色線條為目前已完成，而紅色虛線為進行中與正規劃中，各參與者(Actors)對應如圖 2-1-7 所示；接著依序建置 Information Layer 與 Communication Layer，分別如圖 2-1-8 與圖 2-1-9 所示。Function Layer 其他 HLUC(如需量反應等)未來可與綜研所其他研究室或相關業務單位協作，以建置相關功能與商業模式。

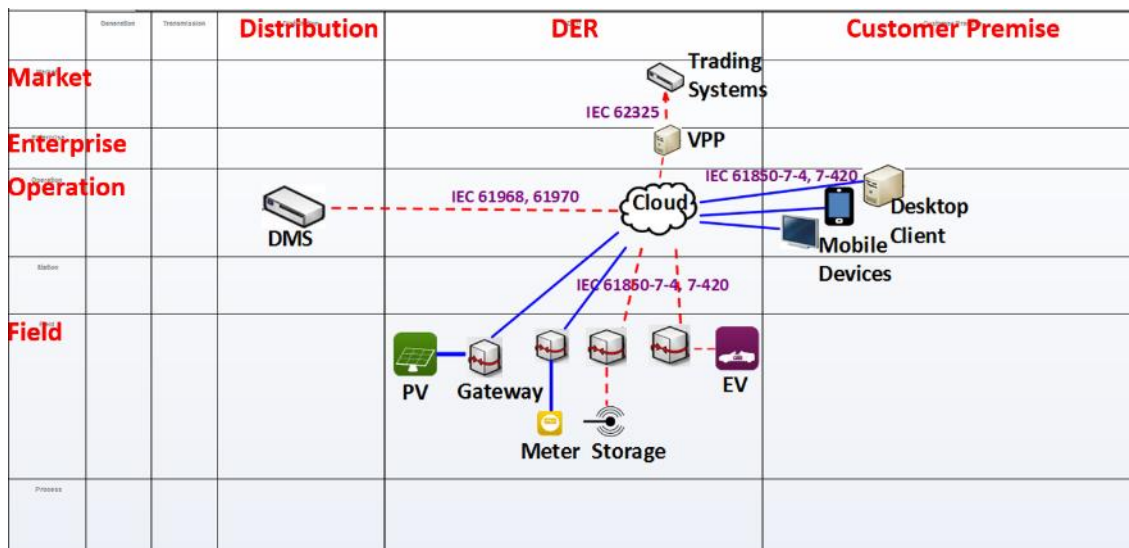


圖 2-1-8 Information Layer 使用案例研析

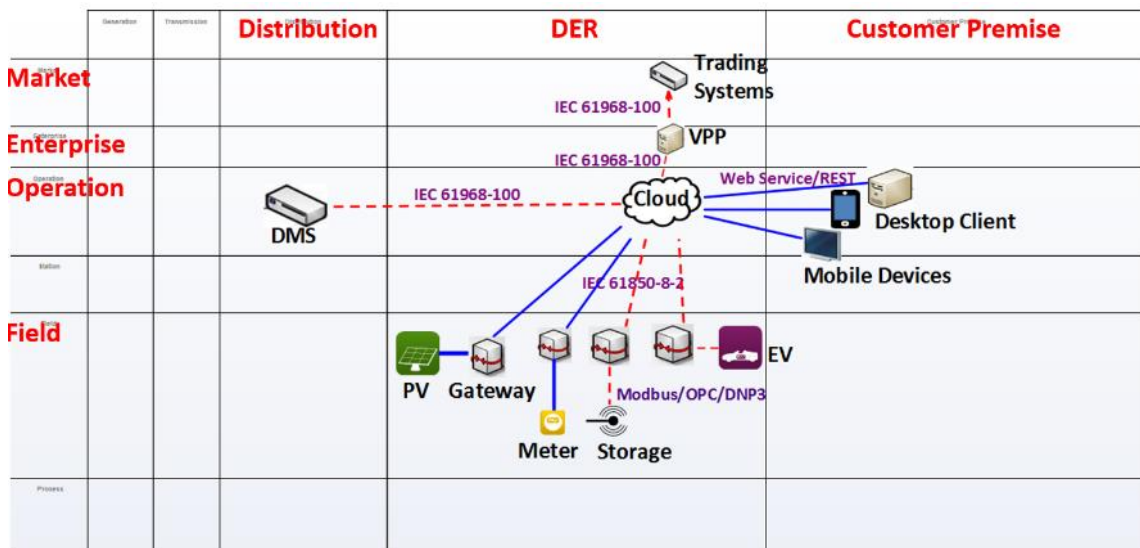


圖 2-1-9 Communication Layer 使用案例研析

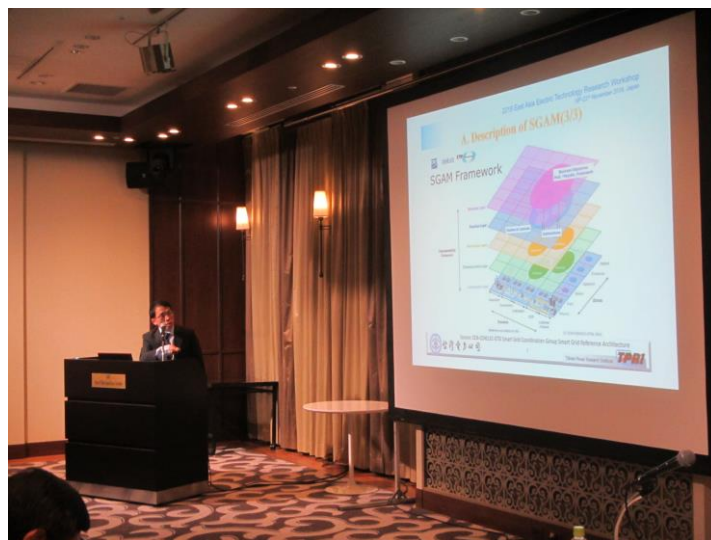


圖 2-1-10 本所資通室卓啟翔專員進行報告

(二) Renewable Energy and Integration

第一場 Technical Session 的主題為再生能源題，本場次探討了與之相關的經濟分析、系統安全、光電預測與地熱發電共計 4 項議題。本公司由綜研所電經室吳宇軒以 The Effect of Energy Transition on Industrial Sectors at Regional Level: An IRP-IO Model Approach 為題，透過 IRP-IO (Integrated Resource Planning & Input-Output) 模型進行分析，探討不同再生能源比例下，不同法規限制、環境目標、備轉容量等設定所構築成的相異情境，將對能源、經濟、環境分別造成那些影響；CEPRI 則由 Miao Si-wei 以 Cyber Security and Protection of Power Systems with Renewable Energy 為題，歸納出 9 種再生能源併入電力系統後可能存在的網路、設備安全風險，並提出相對應的保護應對措施；KERI 方面由 Son Wanbin 以 Status and Plans of PV generation forecast in KERI 為題，介紹了 KERI 所擁有的太陽光電設施，並說明 KERI 在太陽光

電預測上所做的嘗試與規劃；最後，CRIEPI 的 Hideshi Kaieda 則以 Recent geothermal development in Japan and CRIEPI's research 為題，介紹了 CRIEPI 的加強型地熱發電系統 (Enhanced geothermal systems, EGS)，除此之外，CRIEPI 近年也在研究複合式的地熱發電系統，希望提升其發電效率。以下將分別簡摘發表之內容。

本公司所發表之 The Effect of Energy Transition on Industrial Sectors at Regional Level: An IRP-IO Model Approach，主要透過 IRP-IO 模型分析各種不同情境下，不同的能源配比將對能源、經濟與環境帶來的影響，並進一步探討不同區域、縣市所將面臨不同程度之衝擊。IRP 模型基本上即為一個線性規劃模型，本次分析所設定的目標式為「最小化整體電力系統成本」，並將不同季節、日夜尖峰時段進行區別，使得不同負載型態得以被納入考量。限制式部分則包含電力供需平衡、電力技術限制、燃料使用限制、能源政策設定、需求面管理潛力，透過限制式使得模型得以模擬不同情境下可能造成的結果為何。

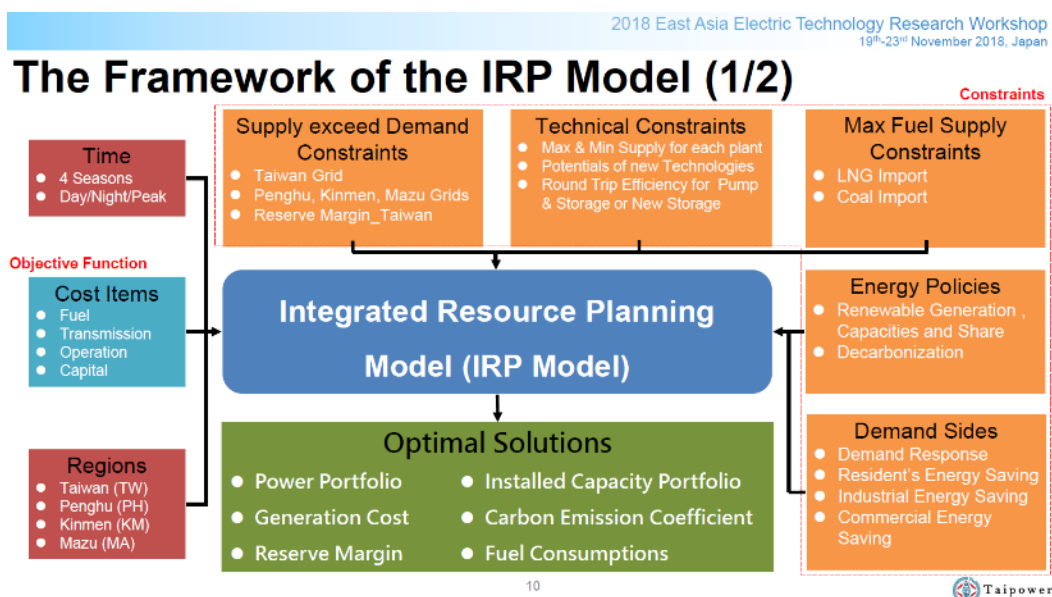


圖 2-2-1 IRP 模型架構

本次分析進一步模擬在電力系統成本上升的情況下，對不同區域、縣市、產業所造成的 GDP 衝擊。由圖 2-2-2 可知，以區域別來看，北部將承受較大的衝擊，其次則依序為南部、中部；以更精細的縣市別來看，則依序為台北市、高雄市與台中市遭受較大的影響；若進一步考慮產業別，台北市的批發及零售業受影響程度最大，而新竹市的電子零組件產業也可能受到影響。

GDP Shocks: Regional Level

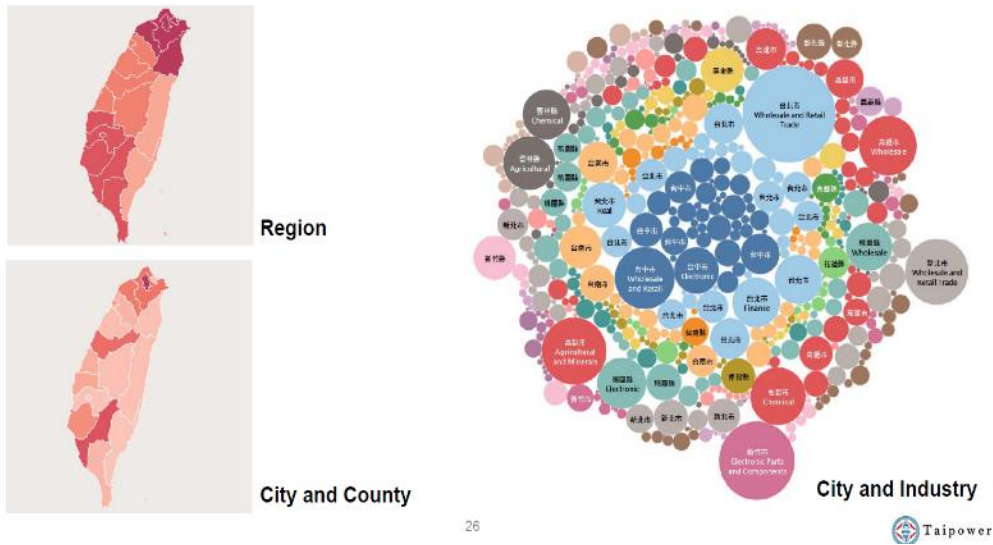


圖 2-2-2 區域、縣市、產業別 GDP 衝擊

Network Security Risks

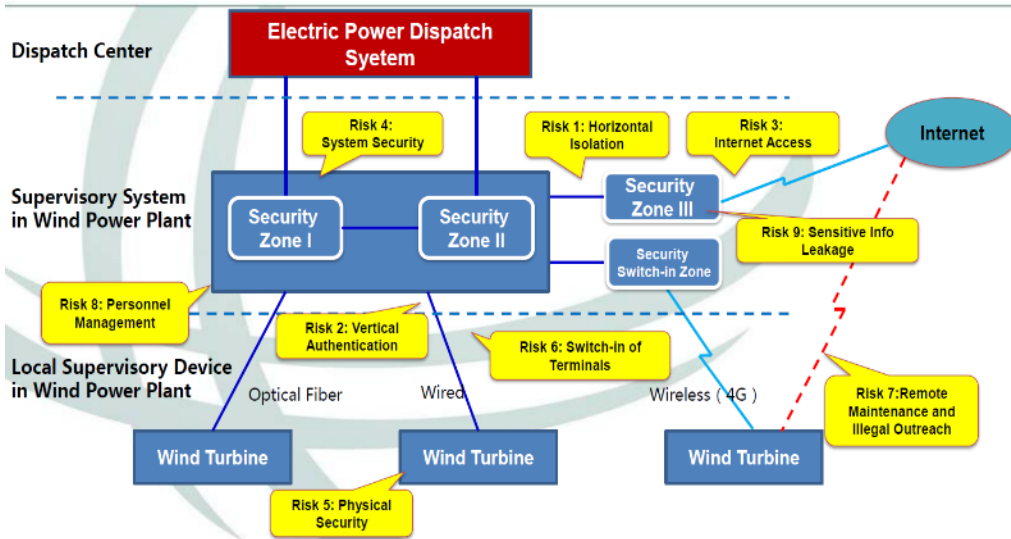


圖 2-2-3 再生能源併網後安全風險

CEPRI 的 Miao Si-wei 所發表之 Cyber Security and Protection of Power Systems with Renewable Energy，綜整歸納出九種再生能源併網後，電力系統整體可能存在的安全風險。圖 2-2-3 為風力電廠的例子，其在風力電廠廠區內，主要存在的是設備本身的實體損害風險，向上一個階級則牽涉到網路系統方面的連線風險，包含了遠端操作、網路存取、機敏性資料外洩等。事實上這些安全風險在既有的電廠營運管

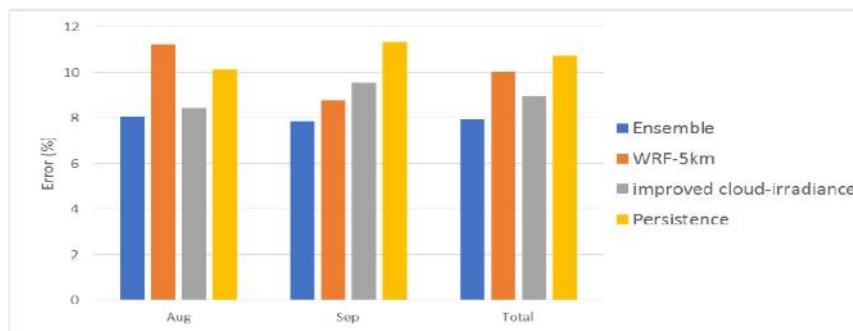
理中，均有相應的措施進行防範與因應，例如實體資產的維護管理、網路連線的資安管理等；然而當「分散型再生能源」逐漸增多，若對前述維護管理的品質並無規範，有可能會對整體電力系統帶來一定程度的風險。

KERI 的 Son Wanbin 以 Status and Plans of PV generation forecast in KERI 為題，介紹了 KERI 的太陽光電設施與其相關研究與規劃。在太陽光電發電量預測研究成果部分，主要嘗試了三類的模型：數值天氣預測型、統計模型、整合模型。數值天氣預測模型透過預測未來的天氣狀況，作為太陽光電發電量預測之依據；統計模型主要則以雲量歷史資料為基礎，透過支持向量回歸 (Support Vector Regression) 進行雲量覆蓋比例預測，進而得出太陽光電發電量預測值；整合模型則將前述模型結果均納入考量，因而具有最佳的預測表現，相關預測結果如圖 2-2-4 所示。

CRIEPI 的 Hideshi Kaieda 發表的 Recent geothermal development in Japan and CRIEPI's research 為題，介紹 CRIEPI 在地熱發電方面的研究。CRIEPI 目前擁有的地熱發電廠所採行的技術為乾熱岩系統 (Hot Dry Rock)，透過外力將流體注入地層以獲取足量蒸氣驅動發電機組，與傳統直接利用原生地熱蒸氣的技術不同。乾熱岩系統雖可獲取較佳發電效率，惟其對於環境造成的潛在風險也較高 (例如誘發小型地震)，因此 CRIEPI 對於地質探勘與數值分析均有相關的研究成果，如圖 2-2-5 所示。最後，CRIEPI 近年也著手規劃複合式的地熱發電系統，意即透過太陽能、生質能或是燃料電池，對蒸氣再次進行加熱，以提升整體地熱發電系統之發電效率。

Ensemble model

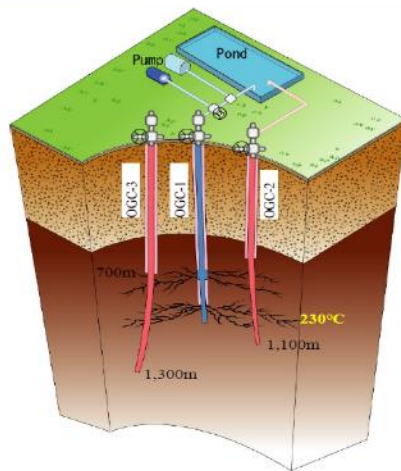
- ▶ The ensemble model shows the best result during 2018.08-09



- ▶ We will keep track the results.

圖 2-2-4 太陽光電發電量預測

Developed technologies in the Ogachi HDR experiment



- Geological investigation
- Underground structure exploration
(Geophysical, geochemical)
- Artificial reservoir creation
(New multi-fracture creation method)
- Fracture extension evaluation
(AE observation, stress measurement)
- Reservoir evaluation
(Tracer method)
- Numerical simulation for heat extraction
(Tough2)
- Environmental impact
(Induced earthquake observation)

(CRIEPI research review 49 <https://criepi.denken.or.jp/research/review/No49/index.html>)

© CRIEPI 2018

16

圖 2-2-5 乾熱岩系統太陽光電發電量預測

(三) Maintenance and Asset management

本議題總共有四篇論文報告，分別由 CEPRI 的劉科研博士報告「High Efficiency Status Evaluation and Lean Management for Main Equipment in Complicated Distribution Network」、KERI 的 Dr. Oh Yeon-Ho 報告「Thermal Interruption Characteristics of 72.5kV CO₂ Self-blast Circuit Breaker」、CRIEPI 的 Mr. Yuta Makino 報告「Partial Discharge Characteristics of OF Cable Model Insulation System with an Oil Gap」、以及本所能源室的石振宇報告「L-1 級靜葉片換裝導流板後，低壓汽機末 2 級葉片之流場分析及安全評估」，由本所能源室的石振宇專員與 KEPRI 的 Oh Yeon-Ho 博士擔任共同主持人。



圖 2-3-1 石振宇專員與 KEPRI 代表共同擔任本議題之主持人

石振宇專員發表簡報內容摘要如下：

興達低壓汽機使用近 30 年後，L-1 級葉根槽出現深長裂縫，由於裂縫出現在葉

根槽，需要更換轉子，而訂購新轉子需要很長時間，因此原廠提出暫代方案期使汽機能繼續安全運轉。暫代方案為移除 L-1 級動葉片，而 L-1 級靜葉片則以導流板替代，並且降載至 85% 運轉，以維持轉子葉片之流場平衡以及末級葉片之安全。由於移除動葉片會對末 2 級葉片之流場產生相當大的影響，故欲藉由模擬計算的方式來分析替代方案之安全性，並比較替代方案在 85% 以及滿載運轉下，末級葉片之受力情形。分析結果表示使用導流板在 85% 降載運轉情形下，最末級葉片之扭力負荷只比原汽機滿載負荷小 3~4%。若以滿載運轉，則最末級葉片之扭力負荷會比原汽機滿載大 15~16%，然而經應力分析後發現葉根槽受力的主要來源是葉片離心力，蒸氣壓力的變動對葉根槽受力影響甚小，應此改用替代方案應可維持滿載運轉而不影響機組安全性。

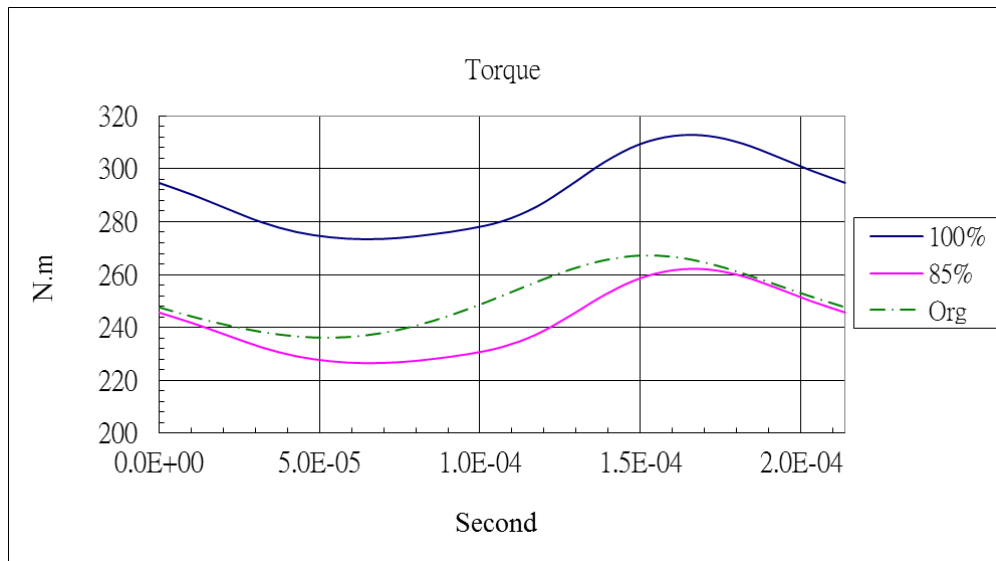


圖 2-3-2 比較換裝導流板後不同運轉條件下最末級葉片所承受之扭力變化

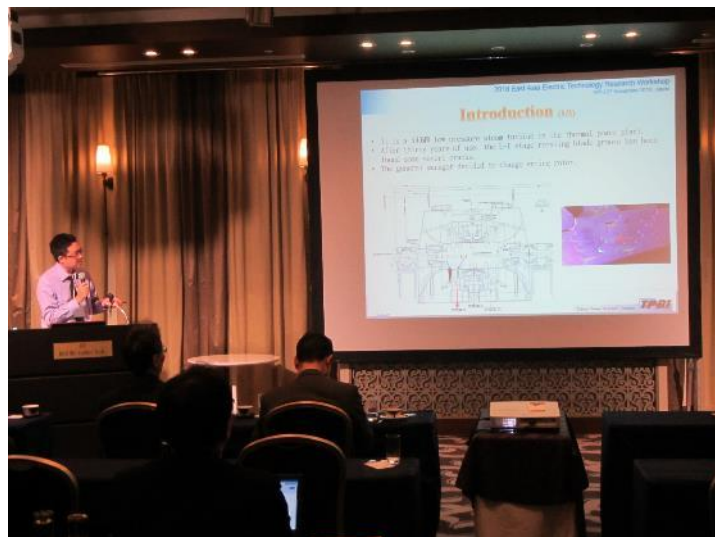


圖 2-3-3 本所能源室石振宇專員進行報告

(四) Smart Distribution Network

本議題總共有四篇論文報告，分別由 CEPRI 的劉科研博士報告「Multi-status Modeling and Event Simulation in Smart Distribution Network」、KERI 的 Kim Seul-ki 博士報告「An implementation of IEC 61850 distributed energy resources cloud IOT platform」、CRIEPI 的 Kentaro Fukushima 博士報告「The Development of the Coordinated Control Method for the Voltage Regulation at Distribution Line」、以及本所資通室的卓啟翔報告「An implementation of IEC 61850 distributed energy resources cloud IOT platform」，由本所能源室的卓啟翔專員與 CEPRI 的劉科研博士擔任共同主持人。

卓啟翔專員發表簡報內容如下:

配合政府能源轉型目標，分散式能源大量佈建且分散於各處，致資訊蒐集整合不易，本平台能即時蒐集分散在各處之再生能源資訊，以達到對再生能源進行管理及監視之目的。

因應各國再生能源蓬勃發展，大量再生能源併網勢必對電力系統之穩定與可靠影響甚鉅，使再生能源資訊能夠互通之國際標準更顯重要，國際電工委員會(IEC)現正編纂與修訂再生能源之資通訊標準，本平台遵循 IEC 61850-8-2 標準使用可延伸訊息與存在協定(Extensible Messaging and Presence Protocol, XMPP)協議傳輸 IEC 61850 之訊息。

由歐洲委員會所資助之能源服務開放系統(Open System for Energy System, OS4ES)，其核心目標為提供一使用 XMPP 協議所開發之能源服務開放系統(OS4ES)，以達成數以百萬計之分散式電源的動態和自動化整合，本平台符合 OS4ES 提供之隨插即用(Plug & Play)服務。

在資料傳輸協定方面，表 2-4-1 針對目前常用之 6 種物聯網(Internet of Things, IOT)通訊協定進行比較，結果顯示 XMPP 協定在資安上、可擴展性上的表現均為最佳，且因其為開放(非商業驅動)協定，使得 XMPP 為目前唯一被國際標準 IEC 61850 所採用之 IOT 通訊協定。

表 2-4-1 IOT 通訊協定比較

	XMPP	OPC UA	AMQP	ZeroMQ	YAMI4	MQTT
資通安全	非常高	非常高	中	中	非常高	中
可擴展性	非常高	非常高	高	高	非常低	高
商業驅動	否	是	否	是	否	否
開發難度	高	高	低	低	非常低	低
被國際標準 IEC 61850 所採用	是	否	否	否	否	否

圖 2-1-2 為分散式能源雲端平台系統之架構圖，此系統由下至上概述如下，最底層 Gateway 功能為通訊協定與資訊模型轉換，將 Modbus 或 OPC 等通訊協定經由電力系統監控軟體(Elipse Power)轉換成符合 IEC 61850 通訊標準之資訊模型，透過 IEC 61850-8-2 所採用之 XMPP 通訊協定將資料從 XMPP Client(Gateway 端)經由雲端平台即服務(Platform as a Service, PaaS)層之 XMPP Server 傳遞至 XMPP Client，最後透過通用信息模型(Common Information Model, CIM)或表現層狀態轉換(REpresentational State Transfer, RESTful) API 將資訊上傳至雲端軟體即服務(Software as a Service, SaaS)層，可由 Web 或其他可視化應用呈現。XMPP 是一種基於 XML 的開放即時通訊協定，早在 2005 年即已應用於 Google Talk 中；由表 2-4-1 可知，XMPP 具有很高的擴展性與安全性。

圖 2-4-1 為 IEC 61850-8-2 之架構圖，下半部為各種分散式能源與負載，其為 IEC 61850 Server 亦為 XMPP Client；上半部則為監控再生能源與負載，如虛擬電廠與控制中心等，其為 IEC 61850 Client 亦為 XMPP Client；中間雲平台為 XMPP Server。IEC 61850-8-2 XMPP 連線可分為 HOP to HOP(亦稱為 HOP to Middle)與 END to END 兩種，IEC 61850 Server(XMPP Client)與 IEC 61850 Client(XMPP Client)欲做資料交換時，首先須建立 XMPP Client 與 XMPP Server(HOP to Middle)之連線，此連線安全機制採用傳輸層安全協議 (Transport Layer Security, TLS) 及簡單認證與安全層協議 (Simple Authentication and Security Layer, SASL)，用於建立安全通道與進行認證；接著建立 XMPP Client 與 XMPP Client(END to END)之連線，此連線安全機制採用 ASN.1 XER(XML Encoding Rule)，用於對 XML 資料進行加密，以確保傳輸的過程中不會被竊改與竊聽，IEC 61850 8-2 採用 XMPP 之安全傳輸機制如圖 2-4-2 所示。

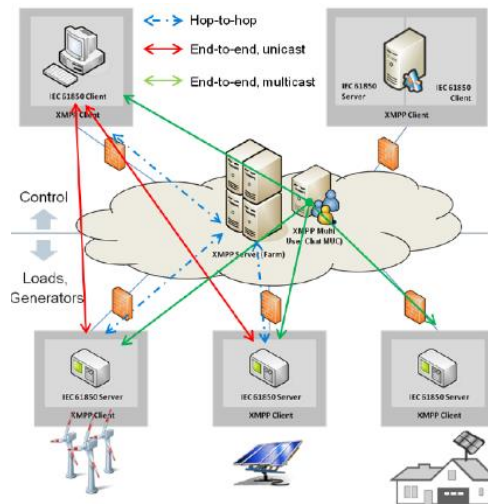


圖 2-4-1 IEC 61850-8-2 架構圖

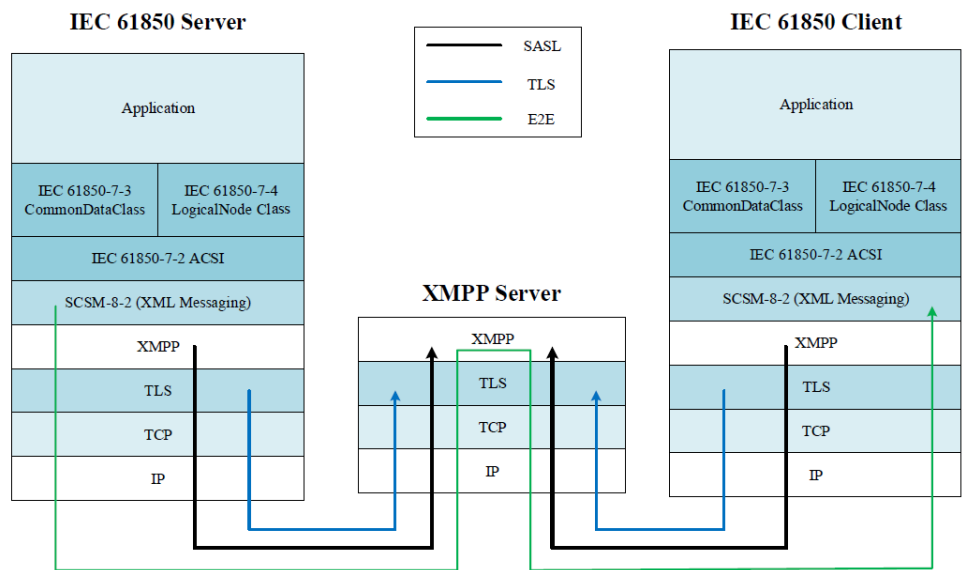
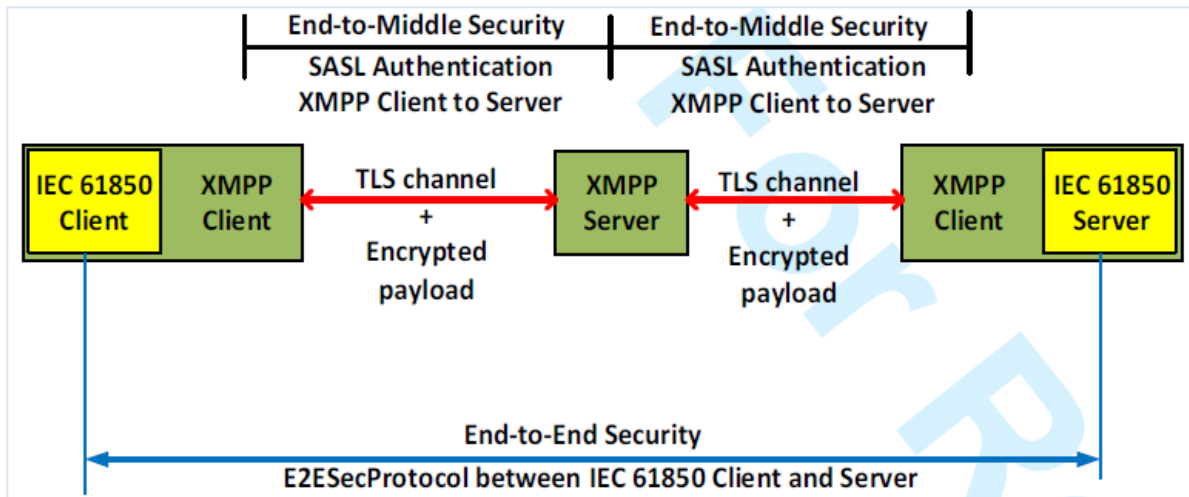


圖 2-4-2 IEC 61850-8-2 採用 XMPP 之安全傳輸機制

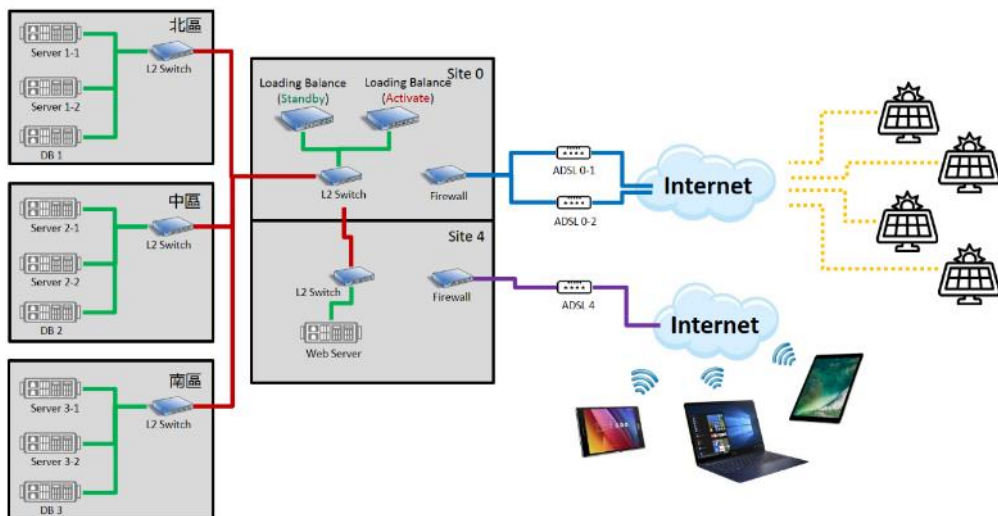




圖 2-4-3 設備實體圖

分散式能源雲端平台系統已於 107 年年初建置於綜研所樹林所區實驗室，系統架構如圖 2-4-3 所示，設備實體如圖 2-4-4 所示，再生能源案場資訊透過 Gateway 經由負載平衡器(Load Balancer)傳至雲端平台，雲端平台為三重容錯架構(triple redundant)，規劃放置於北、中、南三區，每一區 XMPP Server 亦為 redundant，各區資料庫(DB)採用叢集(Cluster)方式，確保各區資料一致。目前持續進行太陽光電案場導入 IEC 61850 並與雲端平台介接工作，已導入台電綜研所樹林所區 2 座 PV 案場與再生處大潭 PV 案場，透過可視化介面，可以在行動裝置即時獲得上述 PV 案場之發電資訊。

再生能源案場以台電綜研所樹林所區 PV 案場為例，單線圖如圖 2-4-5 所示，PV 面板經由串聯與並聯方式接至智慧變流器(Smart Inverter)，發電資訊經由 Smart Inverter、Modbus 集中器接至 OPC Server，將 OPC 透過 Gateway 轉為 IEC 61850 資訊模型，以無線 4G 傳至雲端平台，如圖 2-4-6 所示；可透過行動裝置由 Web 或其他可視化應用呈現，如圖 2-4-7 所示。

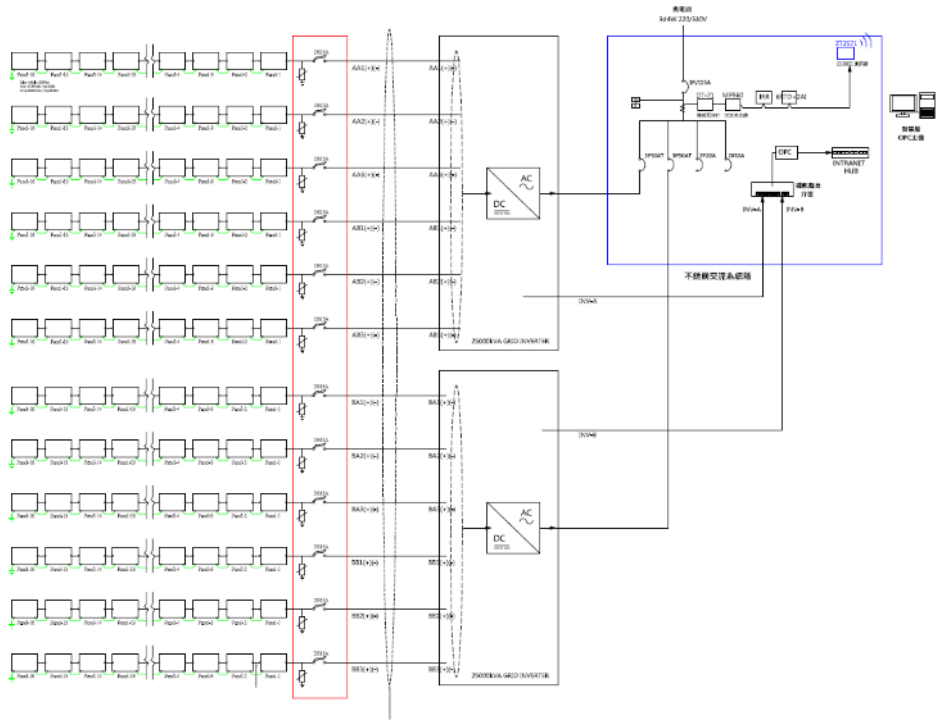


圖 2-4-5 台電綜研所樹林所區 PV 案場單線圖

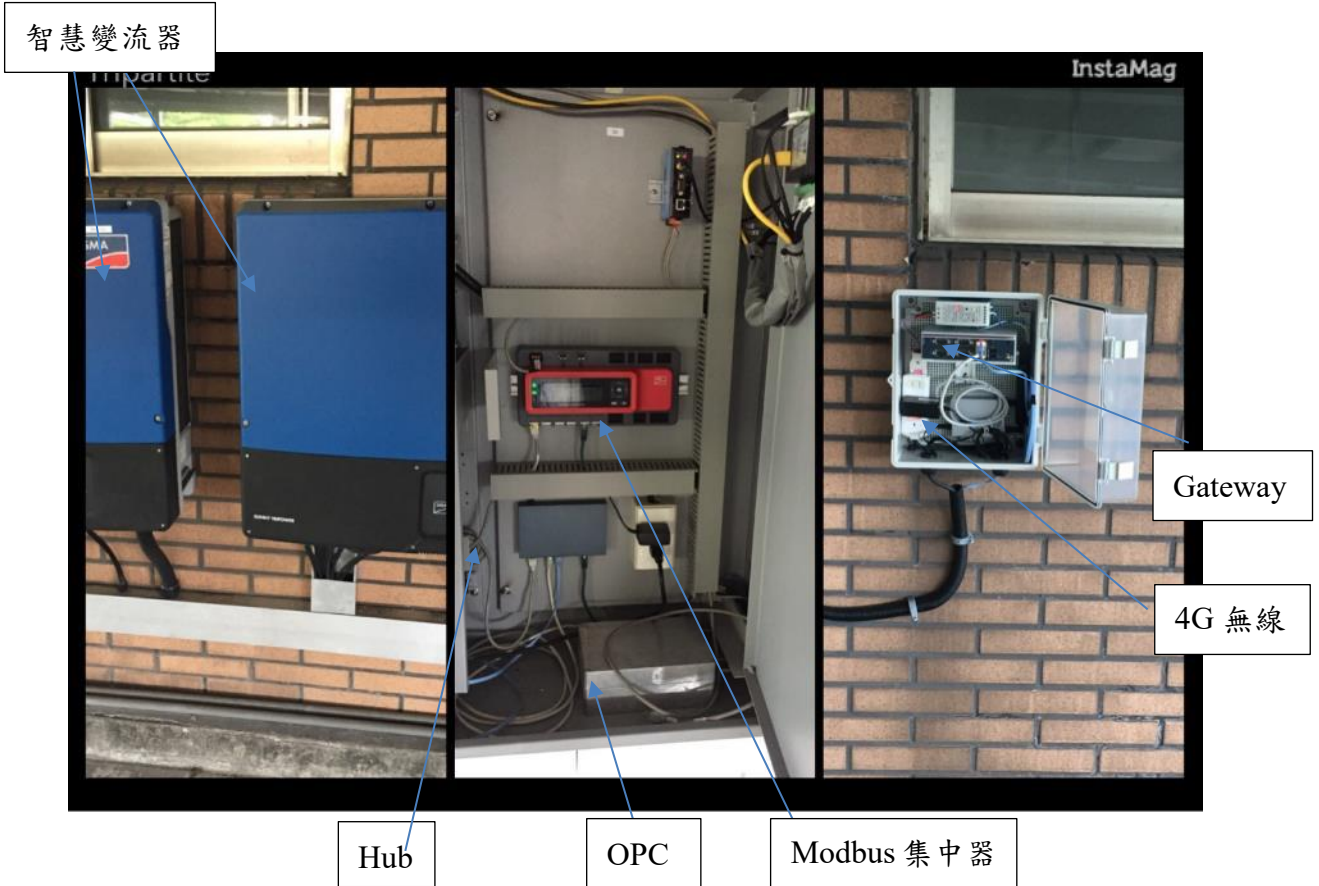


圖 2-4-6 智慧變流器、OPC 主機與 Gateway

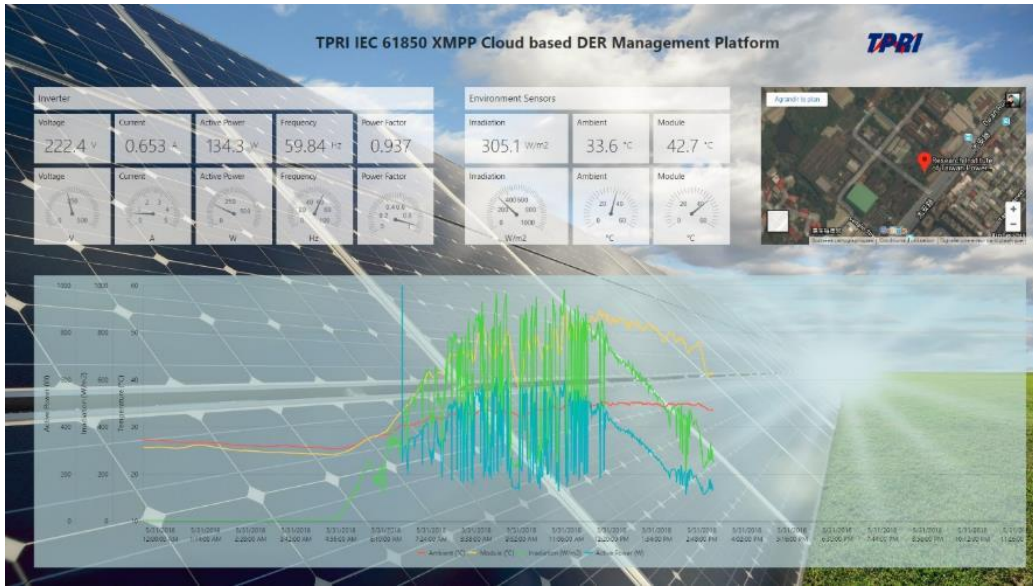


圖 2-4-7 台電綜研所樹林所區 PV 案場即時發電資訊



圖 2-4-8 卓啟翔專員與 CEPRI 代表共同擔任本議題之主持人



圖 2-4-9 本所資通室卓啟翔專員進行報告

(五) Testing & Measurement

本議題為測試與量測(Testing and Measurement)，參與探討之內容包含：1. KERI 的 Jung-yoon Kim 先生所簡報的「電磁干擾對 IEC 61850 為基礎之 IED 的資訊傳輸間的複雜評估方式(Complex Evaluation Approach with EMC and Information Exchange Conformities about IEC 61850 Based IEDs)」；2. 台電綜研所電力室林哲毅專員所簡報的「智慧電表通訊系統測試平台(AMI Communication System Testing Platform)」；3. CRIEPI 的 Kiyotomi Miyajima 先生所介紹的「電磁場對無人機在接近交流輸電線影響的基礎研究(Basic Study on Electromagnetic Field Affecting Unmanned Aerial Vehicles near AC Transmission Lines)」。以下分別說明其內容：

1. 電磁干擾對 IEC 61850 為基礎之 IED 的資訊傳輸間的複雜評估方式：

智慧電網在這個世紀可算是電力系統最被廣為討論的議題之一，其中最重要的一環即是在傳統的電流中加入了資訊流，讓運維人員可以清楚的了解許多電力相關的資訊。如同前面章節所提到的，IEC 61850 為電力事業自動化通訊的唯一核心標準，目前本標準最被廣為使用的地方即是用於變電所的自動化。

在 IEC 61850 的導入之後，初期的發展以 Station Bus 為主，將電驛與監控主機間的資訊交流改為了乙太網路(圖 2-5-1)；而在近幾年隨著 MU 及 NCIT (Non-conventional Instrument Transformer)的發展越趨成熟，可將 Process Bus 的電壓電流訊號直接在現場轉為網路訊號回傳至 IED，更大幅地降低了佈線即施工成本(圖 2-5-2)。未來也可能直接將開關設備導入 IEC 61850 的協定，讓 IED 可直接控制 CB 的跳脫及閉合，更進一步的簡化變電所自動化的架構。

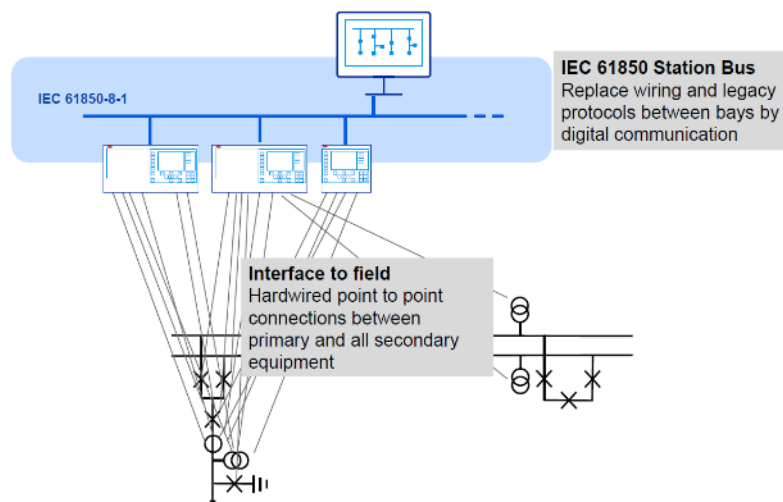


圖 2-5-1 IEC 61850 Station Bus 變電所

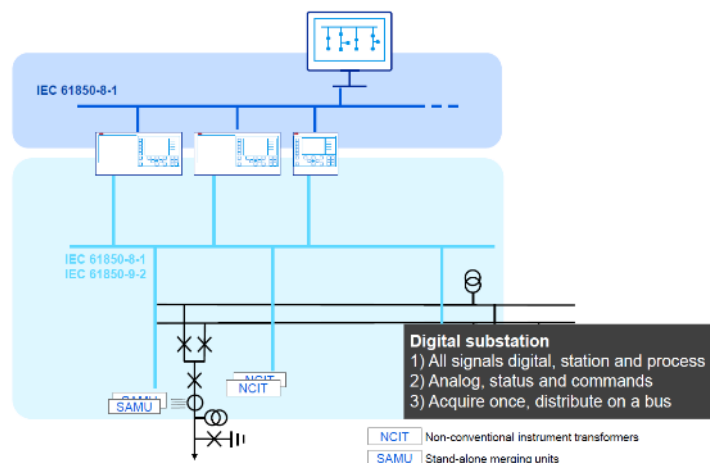
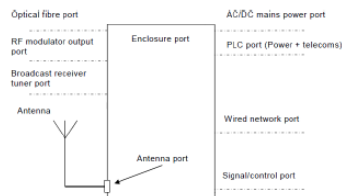


圖 2-5-2 全功能 IEC 61850 變電所

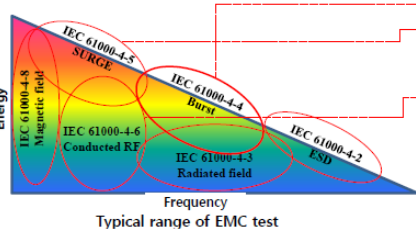
因為電力系統的自動化管理極為重要，若因外界如電磁波等干擾導致系統異常，可能造成大規模的跳電等事故發生。因此，本篇論文主要在探討 EMC 對 IEC 61850 為基礎的電力系統的影響的測試方法(圖 2-5-3)。

▪ Requirements

- Test method
 - Energy & frequency
 - Test level
- Interfaces



Interfaces of smart grid device for EMC



Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications			
			Interface type according to Figure 4 and Figure 4			
			1	2	3	4
3.1	Fast Transients	IEC 61000-4-4	2 kV	4 kV	2 kV	4 kV
3.2	Surge	IEC 61000-4-5	2 kV	2 kV or 100 kV*	2 kV or 100 kV*	2 kV or 100 kV*
			(1,2/50 µs)	(1,2/10 µs)	(1,2/10 µs)	(1,2/10 µs)
3.3	Conducted disturbances induced by radio frequency fields	IEC 61000-4-6	100 MHz to 80 MHz	100 MHz to 80 MHz	100 MHz to 80 MHz	100 MHz to 80 MHz
			90 dB	90 dB	90 dB	90 dB
3.4	Voltage dip and voltage unbalance	IEC 61000-4-11 IEC 61000-4-34.1	70 % U _n , 1 period	70 % U _n , 1 period	70 % U _n , 1 period	70 % U _n , 1 period
			0 % U _n , 5 periods	0 % U _n , 5 periods	0 % U _n , 5 periods	0 % U _n , 5 periods
3.5	Charge/discharge noise	IEC 61000-4-18	2.5 kV	2.5 kV	2.5 kV	2.5 kV
			(common mode, 1 MHz)	(common mode, 1 MHz)	(common mode, 1 MHz)	(common mode, 1 MHz)
			1 kV	1 kV	1 kV	1 kV
			(differential mode, 1 MHz)	(differential mode, 1 MHz)	(differential mode, 1 MHz)	(differential mode, 1 MHz)
			1 kV	1 kV	1 kV	1 kV
			(differential mode, 10 MHz)	(differential mode, 10 MHz)	(differential mode, 10 MHz)	(differential mode, 10 MHz)

Example of general test profile

圖 2-5-3 EMC 對 IEC 61850 為基礎的電力系統的影響的測試方法

IEC 提供了用於驗證與其安裝的設備環境相關的電磁兼容性的測試方法。電氣和電子工程師協會(IEEE)還根據 IEEE 1613 標準為連接通信網絡的設備提供 EMC 測試的特定性能標準。基於 IEC 61850 標準的新開發的智慧電網設備將與數位連接裝置一起運行，而不是使用傳統的銅導線連接裝置。提供一定程度的互操作性至關重要，該功能允許功能在簡單的信息交換之外運行。通過應用諸如通用通信設備所應用的通信速度或誤碼率(bit error ratio, BER)之類的標準來評估設備也很重要。但是，有必要使用通過通信網絡的語義建模數據要求來評估設備的可靠性。

在本文中，KERI 提出了一個驗收標準，用於通過面向對象的變電站事件(Generic Object Oriented Substation Event, GOOSE)數據包評估連接到通信接口的智慧電網設備的 EMC 性能，該數據包是基於 IEC 61850 的數據交換服務。特別是，我提出了一個數據 IED 中邏輯節點(Logical Node, LN))的模型(如圖 2-5-4)，用於檢查設備受 EM 干

擾影響時的狀態或操作。

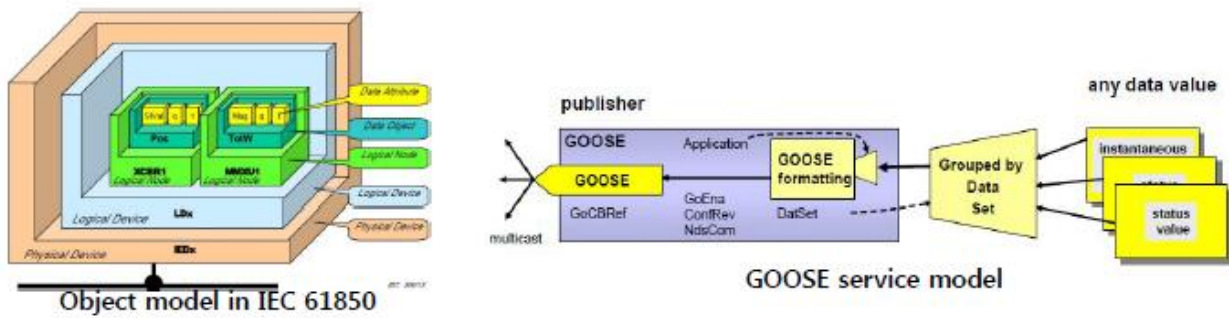


圖 2-5-4 IEC 61850 邏輯模型圖

2. 智慧電表通訊系統測試平台：

由於各國 AMI 推動策略不一，並依我國高、低壓 AMI 經驗及蒐集國際 AMI 推動做法，擬參考日本、英國推動方式；以日本而言，採模組化智慧電表設計方式進行，包含通訊、計量及開關等單元，具體說明智慧電表的三項功能(通訊、計費及斷復電等)。同時，日本於 311 核災後，節能需求大幅提高，積極推動 AMI、時間電價、需量反應等能源管理政策，故相關衍生之家庭能源管理系統(HEMS)及智慧家電等皆納入未來推動考量。

國際上 AMI 技術標準眾多，而 DLMS/COSEM 為目前內容架構最完整，且為多數國家參考的 AMI 技術標準，其通訊實體層與資料鏈結層之協定規則、網路應用層之服務與通訊安全管理、具物件導向概念之資料系統結構、物件命名規則等，如堆疊架構如圖 2-5-5 所示。有鑑於全球各國建置智慧電網之趨勢，我國標準檢驗局於 2013 年依據 2006 年所發行之第二版 IEC 62056 規範，制定完成中文版 CNS 15593 智慧電表通訊標準。因此，如同國際做法本公司之 AMI 標準擬定，亦是參考國家標準 CNS 15593 規範框架，並依電業實際操作需求修訂為本公司之採購規範(含電表顯示、抄表計量規則、資料物件 OBIS 碼等)。

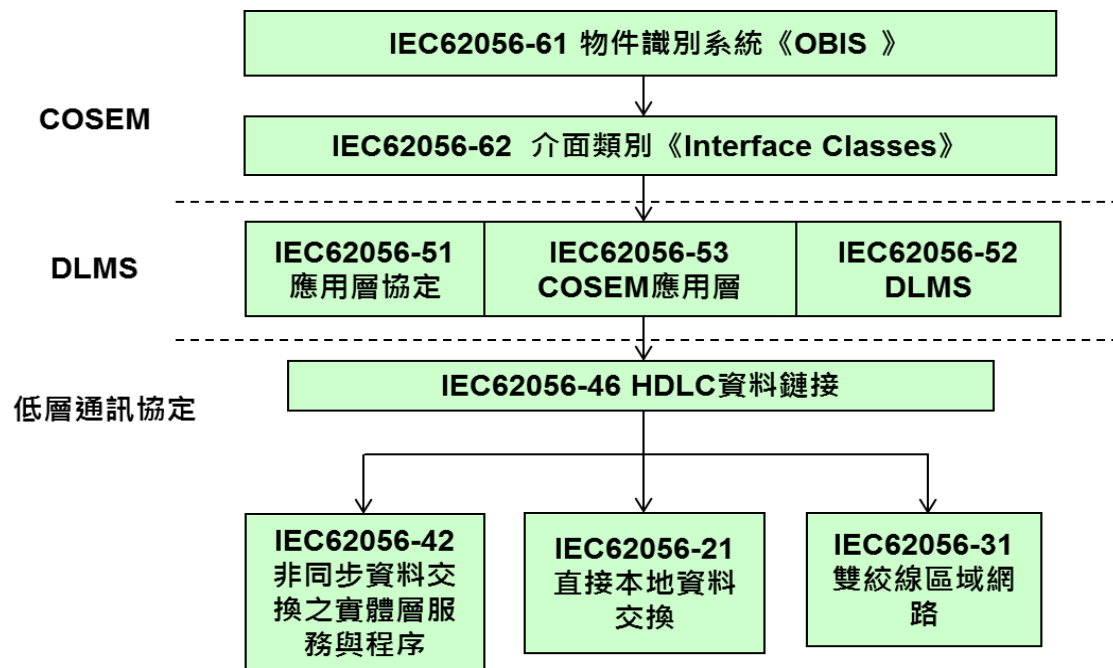


圖 2-5-5 IEC 62056 標準通訊堆疊架構

通訊技術每年演進的速度超乎想像，而採用模組化電表的優點為當有更適合的技術問世時，本公司僅需要更換於電表中的通訊模組即可，完全不用對計量單元做任何的調整。另外，因應不同的建築形態、地點、區域的密集度等，模組化的另一個優點為可選用最適合的通訊技術以達最好的效能/價格比。但模組化最大的挑戰為系統間的互操作性(interoperability)。因此，本通訊系統測試工具主要用以驗證通訊系統廠商的系統是否符合本公司所制定之通訊規範的介面(即 P1、P2 與 P6)及效能指標。

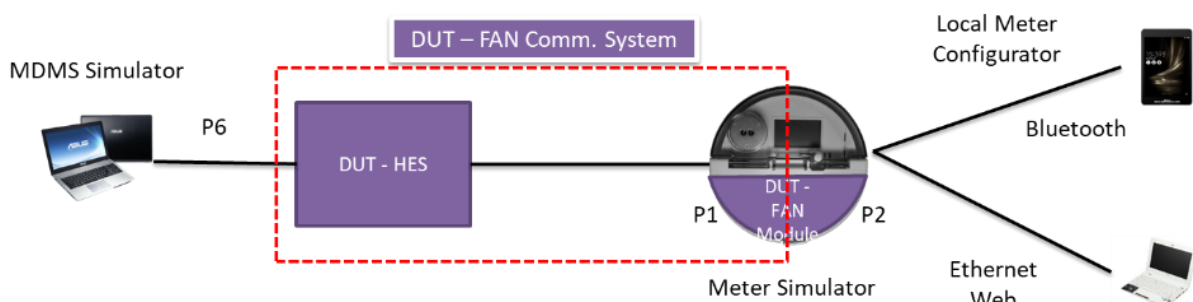


圖 2-5-6 AMI 通訊系統測試平台基礎架構

本公司所開發的 AMI 通訊系統測試平台可分為電表模擬器及 MDMS 模擬器兩大部分。電表端主要係使用以國際標準 IEC 62056 為基礎之 P1 介面；而 MDMS 端主要係使用 IEC 61968-9 為基礎之 P6 介面進行溝通(如圖 2-5-7)。

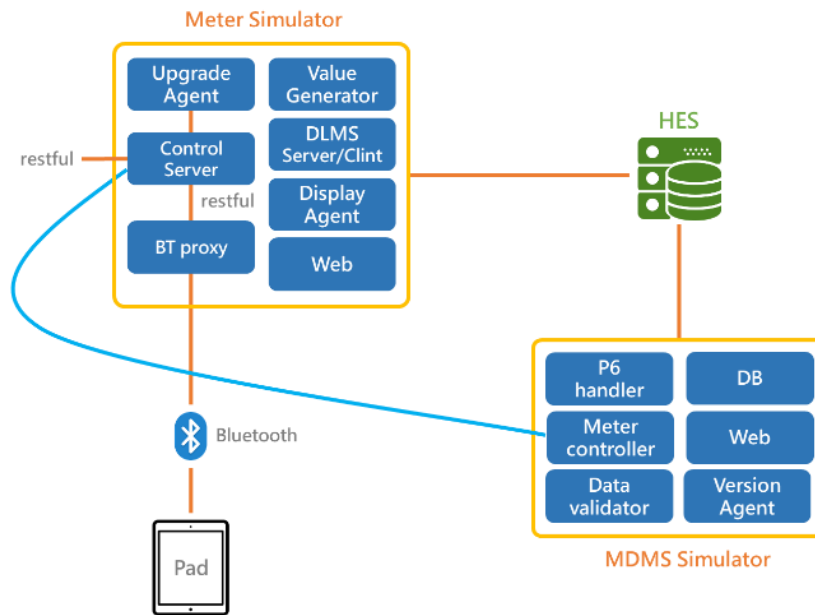


圖 2-5-7 電表模擬器與 MDMS 模擬器架構

通訊系統廠商僅需將該廠設計之 FAN 模組插入電表模擬器中，並通過通訊系統與 MDMS 模擬器做溝通，本測試平台經自行進行不同測試項目的驗證，如定期讀表、隨選讀表、電表設定、金鑰更換、停復電訊息等，最終 MDMS 模擬器可依廠商的效能自動產生報告。

3. 電磁場對無人機在接近交流輸電線影響的基礎研究：

無人機目前越來越廣泛的應用於電力事業中，但目前對於靠近架空輸電線路的無人機暴露在架空輸電線路的電磁場中，電磁場對無人機的影響尚不清楚。

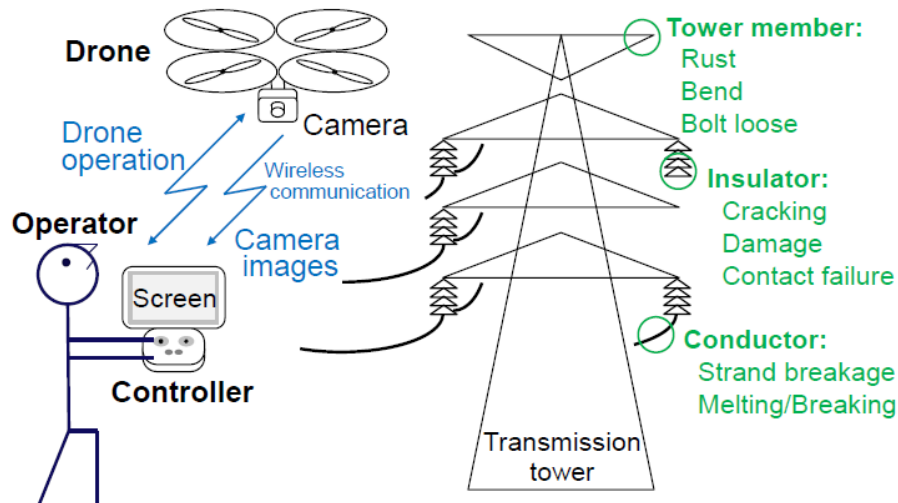


圖 2-5-8 應用無人機於架空電纜線勘查及維護作業

為了瞭解電磁場電場抗擾度測試設備的影響，CRIEPI 在 Shiobara 的測試場建置了磁場抗擾度測試設備、電場抗擾度測試設備及火花放電抗擾度測試設備。

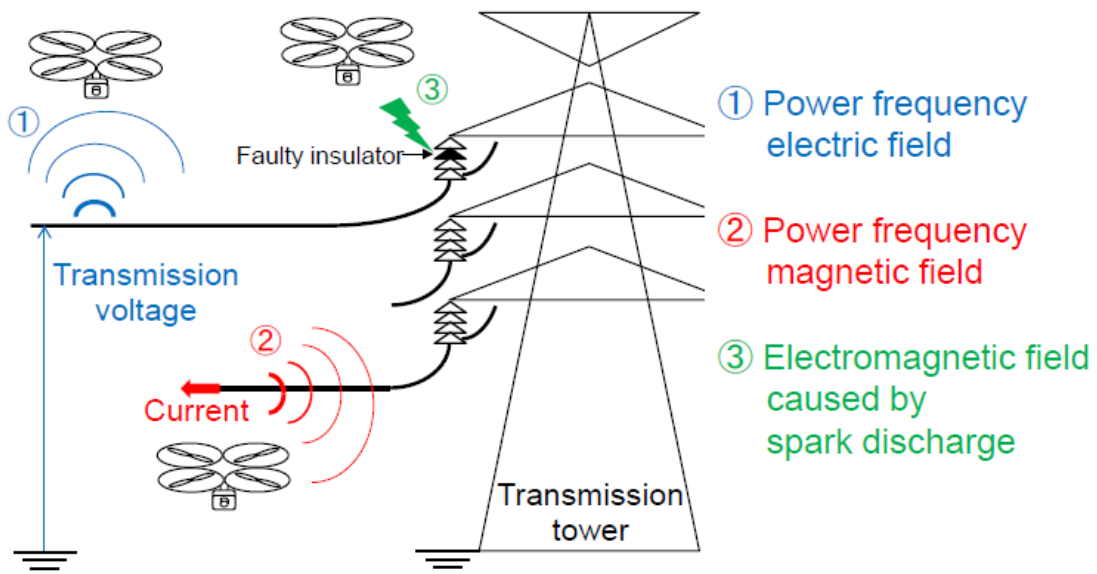


圖 2-5-8 由電力設備所產生的電磁場對無人機的影響

表 2-5-1 不同電流大小及距離所感應到的磁通密度

Distance Current	1m	2m	5m	10m
1kA	200 μ T	100 μ T	40 μ T	20 μ T
2kA	400 μ T	200 μ T	80 μ T	40 μ T
5kA	1mT	500 μ T	200 μ T	100 μ T
10kA	2mT	1mT	400 μ T	200 μ T

表 2-5-2 3. 電磁場對無人機在接近交流輸電線影響

Type of immunity test	Fault conditions	Remarks
① Power frequency electric field immunity test	<ul style="list-style-type: none"> Magnetic compass error Unstable flight Uncontrollable 	Poorly-reproducible
② Power frequency magnetic field immunity test	<ul style="list-style-type: none"> Magnetic compass error 	Highly-reproducible
③ Electromagnetic field caused by spark discharge immunity test	<ul style="list-style-type: none"> Wireless communication error Memory card error Uncontrollable 	Poorly-reproducible

由上述設備所進行的無人機的電磁抗擾度測試，證實了電磁場會引起的無人機故障。

(六) Materials, Storage Battery, New technologies and Others

本議題總共有三篇論文報告，分別由 KEPI 的 Kim Seog-Whan 博士報告「Research on high temperature superconducting magnets in KERI」，其內容主要研究探討低溫超導技術應用在傳輸電纜與風力發電機的可行性；CRIEPI 的 Dr. Yuichi Mita 報告題目為「Performance evaluation method for the stationary use lithium-ion battery operated for long term」，其內容主要是探討緊急備用電池在日本電業的使用情況以及目前對於電池效能與安全性評估的技術發展，也提到未來將朝向非易燃性電池材料的發展；本所能源室的石振宇則是報告「興二機低壓汽機 LP-2 轉子龜裂鳩尾槽之壽命評估」題目。

石振宇專員發表簡報內容摘要如下：興達#2 機於 102 年 10 月大修時發現，LP-2 低壓汽機 L-1 級動葉片轉子鳩尾槽有多處發生龜裂，電廠為了評估 L-1 鳩尾槽裂紋問題，包括其運轉使用之應力分布、殘餘壽命及未來在運轉和維修上的可行之道，因此委託綜研所進行葉根槽的結構力學分析工作。針對興達#2 機 LP-2 低壓汽機 L-1 級動葉片、轉子鳩尾槽及附近轉軸進行幾何尺寸量測，並建立三維實體模型，然後進行 FEM 應力分析、模態分析及破裂力學分析，根據分析結果找出鳩尾槽發生龜裂的肇因，評估裂紋的成長速率，並提出因應之道。



圖 2-6-1：石振宇專員進行報告

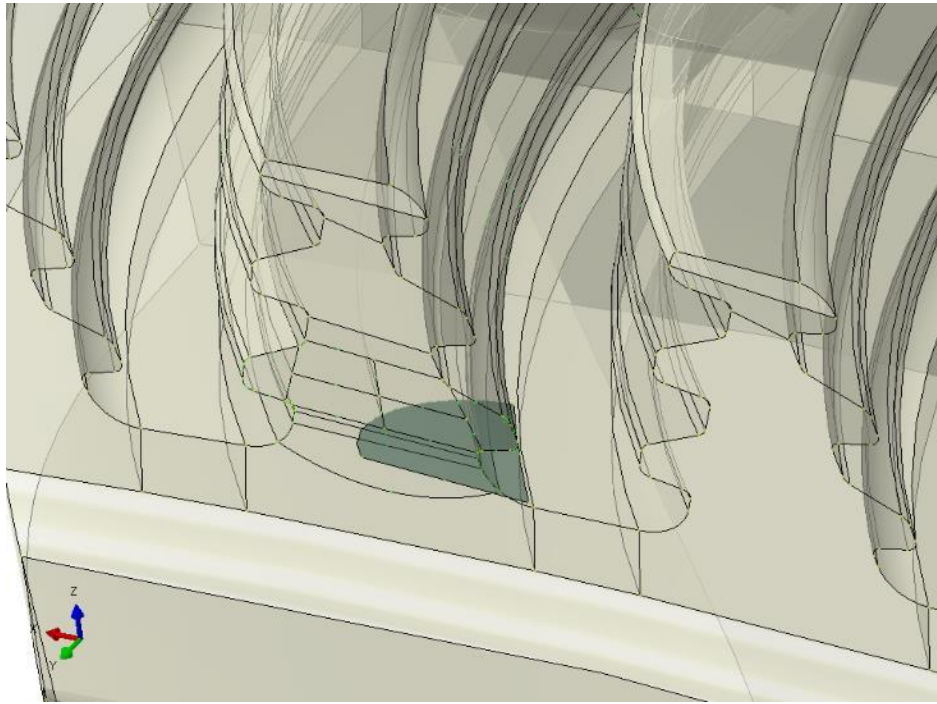


圖 2-6-2：以有限元素分析軟體模擬裂縫

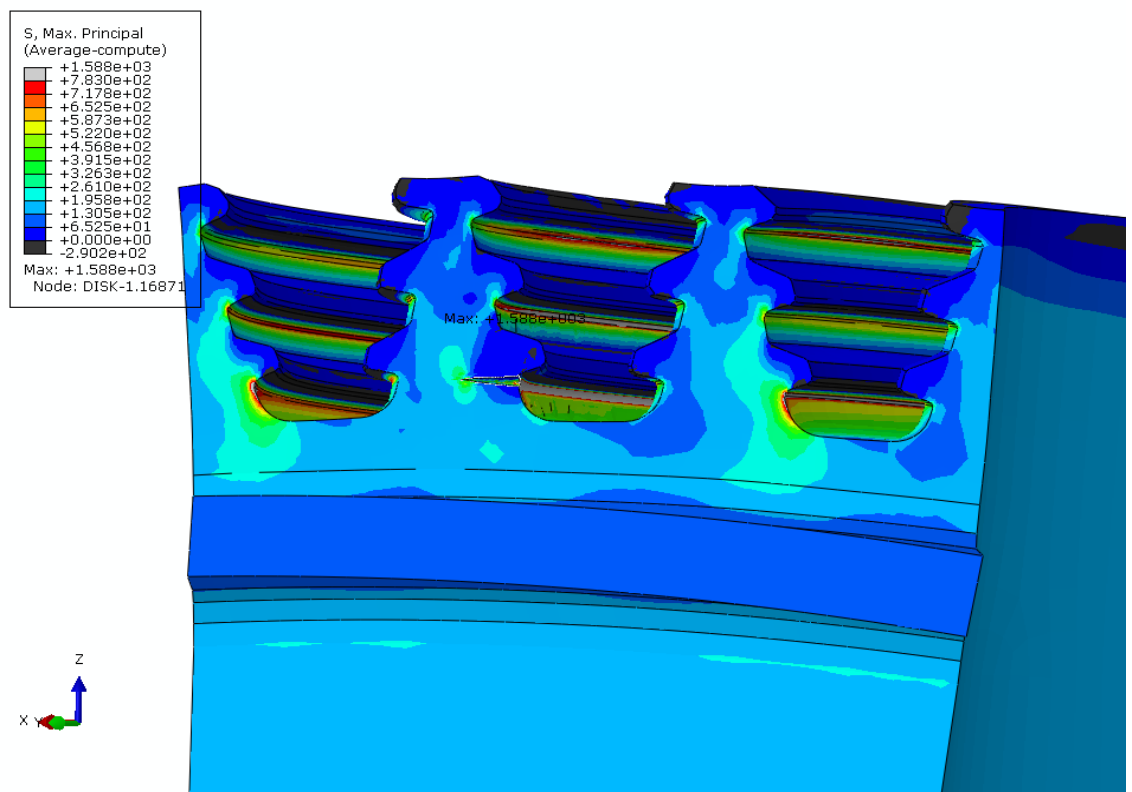


圖 2-6-3：分析裂縫造成的應力分布與評估裂紋成長速率

三、參訪西仙台變電所

本次前往西仙台變電所(Nishisendai Substation)主要參訪重點在於其儲能電池系統，

儲能電池系統於 2015 年 2 月開始啟用，主要功能是用來補償太陽能與風力發電等再生能源併網後，所造成的頻率波動。西仙台變電所所建置儲能電池系統的容量為 20MWh，屬鋰電池類型(Lithium-ion battery energy storage system)，瞬間輸出可達 40MW，透過中央負載調度中心對儲能電池實施自動充電/放電能力，用以穩定系統頻率。其系統布置如圖 3-1 所示。共計 80 個電池櫃(Storage battery container)，每一個電池櫃有 18 個電池板(Storage battery board)，每一個電池板有 22 個電池模組(Storage battery module)，每一個電池模組有 24 個鋰電池(Lithium-ion battery)，而每一個離電子的電壓為 2.3V，容量為 20Ah，如圖 3-2 所示。參訪西仙台變電所(Nishisendai Substation)，Nishisendai Substation 建置有 20MW

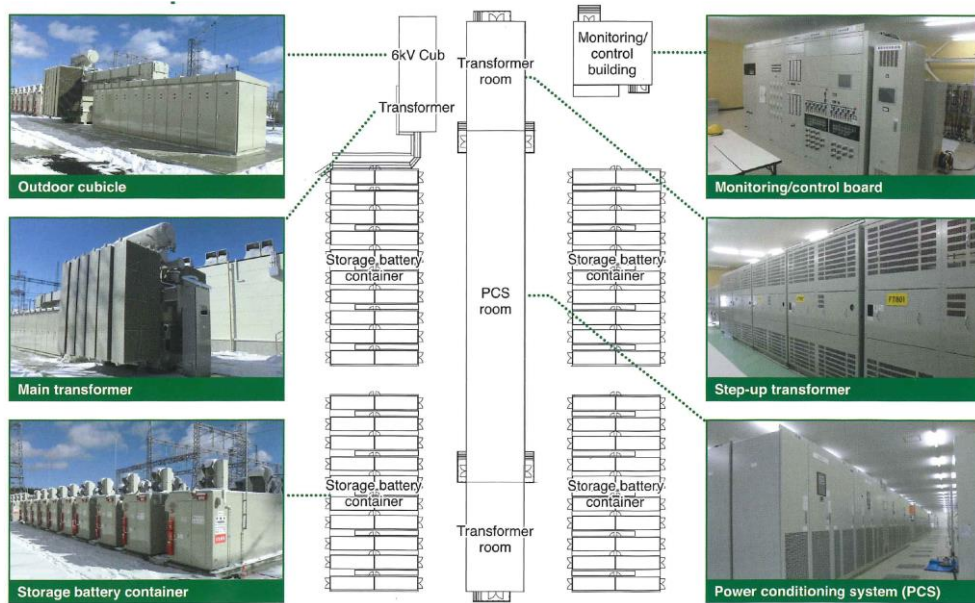


圖 3-1 西仙台變電所儲能設施

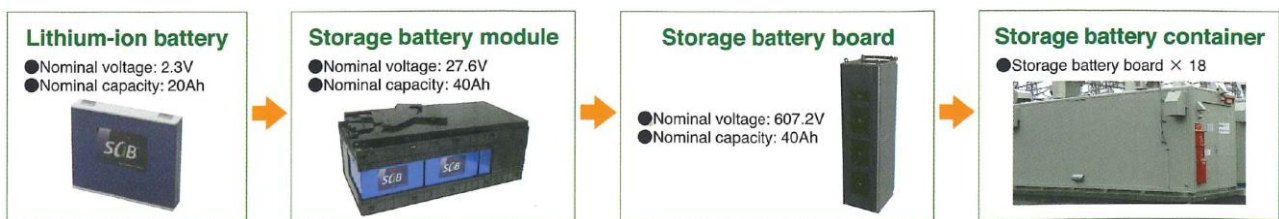


圖 3-2 儲能電池組成

西仙台變電所主要由兩個部分組成：一、高壓變電設備，進行 525/275/154 kv 的轉換，提供不同目的的電力傳輸；二、併網的鋰離子儲能系統，設置目的在於處理間歇發電特性的再生能源，對於電網頻率的影響。該儲能系統的容量達 2 萬度，由板狀的鋰離子蓄電池為單位，以高度模組化的形式組成 80 個鋰離子蓄電池貨櫃，對於維護更新來說較為便利，且達風險分散的效果。

先前提到此處的鋰離子儲能系統，其主要設置目的是要處理再生能源對電力系統頻率的衝擊，變電所的工作人員也分享了儲能系統在頻率確保上所扮演的角色。如圖

3-3 所示，因電力需求（包含再生能源間歇性）變動所帶來的頻率改變，依其週期可分為：長周期、短周期以及微小變動三類，其中長周期的變動將透過電力調度的方法處理、微小變動則透過電廠發電機運轉參數的調整應對，短周期的變動即為儲能系統所處理的層級，這個階段的反應時間約在 2-10 分鐘的區間。除此之外，不同週期的變化幅度也不相同，透過將電力需求變動拆解的手法，可以讓儲能系統在特定的電力系統條件下，較為清楚的呈現其所需要的建置需求量。

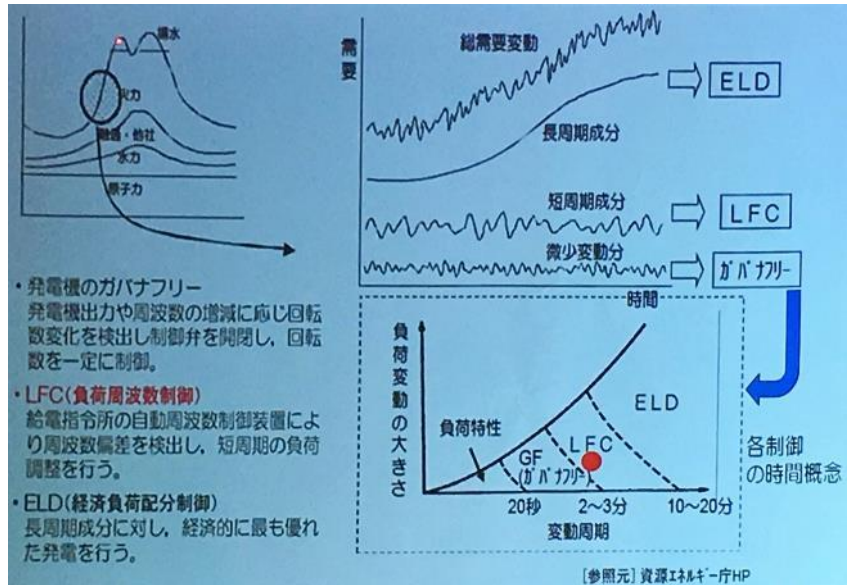


圖 3-3 電力需求變動帶來的頻率改變

西仙台變電所隸屬日本東北電力公司，於 2015 年正式開始商業營運，主要功能是調節並降低電網的頻率變動，是目前世界最大的電池站。台灣目前沒有類似的應用，建議可由電網專業的人員評估是否有引進類似系統的價值效益，或對提升供電品質的穩定性有所助益。



圖 3-4 參加人員聆聽變電站人員簡報



圖 3-5 東北電力公司西仙台變電所

參、心得與建議

與 CRIEPI 技術交流已邁入第 30 年，透過技術交流與討論可了解日本技術發展現況，也可作為本公司研究規畫的基礎。在 CCS 技術發展上，日本已經在北海道苫小牧進行二氧化碳灌注，截至目前為止，灌注量已達 20 萬噸，且仍在持續進行中。本所正要開始規劃測試，未來可依循日本灌注經驗，加速碳封存推動。

CRIEPI 針對日本電業系統改革所提出的三項觀察：一、透過電力廣域運營推進機構推動跨區輸電調度與全國供電穩定；二、售電自由化下，用戶是否與輸配電公司存在有契約關係可能造成最終供電義務履行上的不便；三、輸配電業的中立性與公司治理之間可能存在衝突。有關第一項觀察，由於我國本島之電力調度業務為本公司電力調度處（輸配電業）執行，且我國採統一之電力頻率，再加上現行電業法第 3 條已將「電力供需之預測、規劃事項」歸屬電業管制機關，因此前述機構與其職掌，應作為參照即可；有關第二項觀察，雖然現行電業法第 46 條規範輸配電業者執業之中立性，以及第 47 條指定公用售電業者承擔最終供電義務，但實際履行最終供電義務的形式，是否需

要用戶、輸配電業者以及公用售電業三方預先以契約規範，後續宜再做討論；最後，有關第三項，現行電業法第 6 條要求本公司於特定時程內轉型為控股母公司，且輸配電公司為旗下子公司之一，再加上第 46 條中立性原則，顯見我國電業法對輸配電業之中立性有一定程度之要求，若母公司因公司治理等理由，大量介入輸配電業之營運，恐與相關法律條文之立法意旨相悖，非電業管制機關所樂見，如何權衡二者也值得後續探討。

本次會議除了分享及報告研究成果外，亦汲取其他各國之最新研究報告，與日、韓、中等國之研究人員充分進行交流，了解其他國家目前研究趨勢，對於日後研究進行將會有很大助益。建議未來研討會可以多派年輕研究人員參加，除了訓練簡報技巧外，亦可以與國外研究人員進行交流、學習。

最後，與東亞各國的電力研究院專家交流是非常難得的機會，可惜的是討論的議題領域分布太廣，對於領域差異太大的議題理解吸收有限，又因與會人數限制的關係，同領域的專家不多。建議之後跟 CRIEPI 的交流可以領域作為劃分，每年以一個領域為主題，讓同領域的專家能夠充分交流，這樣更能有利於各領域之技術發展，提升台電公司在電業上之技術水平。

肆、會議照片

