

出國報告（出國類別：開會）

參加 2013 東亞電力技術研討會

服務機關：台灣電力公司綜合研究所

姓名職稱：

蒯光陸，副所長

童耀宗，化學監

吳成有，化學研究專員

派赴國家：韓國

出國期間：102.5.27~102.5.31

報告日期：102.7.15

目次

目次.....	1
圖表目錄.....	1
壹、緣起與目的.....	3
貳、行程與工作概要.....	3
參、開會內容.....	3
3.1 研討會內容概要.....	3
3.2 Plenary Session.....	4
3.3 General Session: Maintenance.....	6
3.4 Parallel Session TS1: HVDC.....	9
3.5 Parallel Session TS2: Material.....	13
3.6 Parallel Session TS3: Renewable Energy.....	19
3.7 Parallel Session TS4: Smart Grid.....	21
3.8 技術參訪內容.....	24
3.9 活動剪影.....	26
肆、心得及建議.....	28

圖表目錄

表 1. 與會人數與簡報數量	4
表 2. 研發體系與組織結構	4
表 3. 人力資源與研究經費	5
表 4. 最近研發活動	5
圖 1. CRIEPI 的臨海曝露試驗場位置及高分子碍子照片	7
圖 2. 鹽分附著密度與耐電壓值關係圖	7
圖 3. KERI 所開發的局部放電的超音波接收器	8
圖 4. 高壓變電所的火花放電檢測設備	8
圖 5. 擴展等面積準則定量評估理論所發展出的 FASTEST 套裝軟體	9
圖 6. DC 斷路器的佈置前後 HVDC 電網示意圖	10
圖 7. FREEWHEELING DC 斷路器設計原理	10
圖 8. 新抑制循環電流技術與既有技術比較圖	11
圖 9. KERI 所開發的核能電廠能量控制系統產品應用的實例	11
圖 10. KERI 380V 直流系統測試站示意圖	12
圖 11. KERI 固態調製器研發進展圖	12
圖 12. KERI 固態調製器應用領域	13
圖 13. 高電壓用氣體斷路器電腦模擬分析輔助設計	13
圖 14. DC UHV 系統輸配電線路	14
圖 15. DC UHV 電纜製程	14
圖 16. SIC 晶體侵蝕液選用	15
圖 17. SIC 晶體缺陷種類	15
圖 18. SIC 晶體製品缺陷對產品性能影響	15
圖 19. 石墨烯製程及於軟性電子零件的應用	16
圖 20. KERI 在鋅/空氣電池方面的研發規劃	16
圖 21. KERI 第 2 代高溫超導 2G HTS 導線結構與製程技術	17
圖 22. 高溫超導電纜 HTS CABLE 在韓國的研究發展	18
圖 23. 熱電材料在韓國的研發與應用	18
圖 24. TPRI SF ₆ 氣體回收流程圖	19
圖 25. 風力機組發電預測與限制條件	19
圖 26. MARADO ISLAND 微型電網單線圖	20
圖 27. TPRI 智慧住宅系統示意圖	21
圖 28. RS-485 纜線雷擊波測試結果	21
圖 29. K-EMS 架構圖	22

圖 30. 日本未來電網架構規劃	22
圖 31. KERI V2G 系統架構示意圖	23
圖 32. 日本包含大量再生能源的智慧電網圖	24
圖 33. IEA-ISGAN AMI 佈置時程圖	24
表 5. 世界各國潮汐發電廠資料表	25
圖 34. SIHWA LAKE TIDAL POWER STATION 空照及發電機組照片	25
圖 35. SHINANSUNG 765 KV 變電站	25

壹、緣起與目的

1. 2013 年東亞電力技術研討會(East Asia Electric Technology Research Workshop)於 2013 年 5 月 27-31 日在韓國首爾舉行，本項研討會的會員機構除本所外，尚包括中國電力科學研究院(CEPRI)、日本電力中央研究所(CRIEPI)、以及韓國電氣技術研究所(KERI)。
2. 本屆研討會輪由 KERI 主辦，討論主題包括：(1) Smart Grid、(2) Renewable Energy、(3) HVDC、(4) Maintenance、(5) Materials。
3. 本項研討會由本所副所長領隊參加，除副所長在研討會議題討論前針對本公司目前 R&D 現況及公司面臨的改變作報告外，本所另派兩位研究人員發表研究成果並參與議題討論。

講題 1：複合儲能系統於再生能源之應用研究〔Hybrid Energy Storage System for Renewable Energy Sources (Renewable Energy)〕-吳成有

講題 2：台電公司電力設備六氟化硫氣體之回收利用〔SF6 Recycle for Power Facilities in TPC (Materials)〕-童耀宗

4. 此次派員參加研討會及技術參訪等相關活動，對本公司未來研發工作及執行成效必有相當助益。

貳、行程與工作概要

日期	活動內容	備註
5/27(一)	桃園→首爾(往程)	
5/28(二)	參加電力技術研討會	
5/29(三)	參加電力技術研討會	
5/30(四)	技術參訪	
5/31(五)	首爾→桃園(返程)	

參、開會內容

3.1 研討會內容概要

2013 年東亞電力技術研討會 (East Asia Electric Technology Research Workshop)，由韓國電氣技術研究所 (KERI)主辦，於 2013 年 5 月 27-31 日在韓國首爾舉行，與會單位包括中國電力科學研究院(CEPRI)，日本電力中央研究所 (CRIEPI)，以及台電綜合研究所 (TPRI) 等 4 個電力研究機構，與會人數與簡報數量如表 1.所說明。

表 1. 與會人數與簡報數量

		TPRI	KERI	CRIEPI	CEPRI
與會人數		3	20	8	6
共同討論主題	Maintenance		1	1	2
	HVDC		5	1	
分組討論主題	Material	1	6		1
	Renewable Energy	1	1		1
	Smart Grid		3	2	1

台電綜合研究所於本屆研討會中由副所長在 Plenary Session 中對本所組織、近期研發成果與未來規劃進行簡報，另兩位同仁分別在 Material 及 Renewable Energy 分組各提出簡報乙件，並受邀擔任該分組共同主持人。在其它分組中均積極參與討論，以吸取相關技術與經驗。

3.2 Plenary Session

Plenary Session 由四個單位領隊分別針對各個研究單位進行簡報，題目分別是：

1. R&D Activities in KERI, Kyongyop Park (KERI)
2. Briefing on R&D Practice in CEPRI, HU Yi (CEPRI)
3. Overview of Recent Activities, Jun INUMARU(CRIEPI)
4. R&D Activities in TPRI, Kwang-Lu Koai(TPRI)

依據簡報內容，分別按照研發體系與組織結構、人力資源與研究經費、以及最近研發活動等 3 主題做概略性比較列於表 2.~表 4. 中。

表 2. 研發體系與組織結構

	TPRI	KERI	CRIEPI	CEPRI
Electric power	✓			
Advanced Power Grid Research Division		✓		
System Engineering Research Lab.			✓	
Power System				✓
Power Automation				✓
Power System Stability Control				✓
Information and Communication				✓
Nuclear technology Research Lab.			✓	
Load Management	✓			
Electric power Engineering Research Lab.			✓	
Relay Protection				✓
Power Distribution				✓
Power Transmission				✓
Energy	✓			
Energy Engineering Research Lab.			✓	
Electric Propulsion Research Division		✓		

表 2. 研發體系與組織結構(續)

	TPRI	KERI	CRIEPI	CEPRI
Renewable Energy				✓
Consumption and Energy Efficiency				✓
Chemistry & Environmental.	✓			
Environmental. Engineering Research Lab.			✓	
Material Science Research Lab.			✓	
Electrical Engineering and New Materials				✓
Advanced Medical Device Research Center		✓		
Battery Research Center		✓		
High Voltage	✓			✓
HVDC Research Division		✓		
High power Testing Lab.			✓	
Electric Economic & Social	✓			
Socio-economic Research center			✓	
Technology and Strategy Research				✓
Testing Division (center)	✓		✓	
Operation & Service center			✓	
Metrology				✓
Quality Inspection and Test Center				✓
Creative and Fundamental Research Division		✓		
Civil Engineering Research Lab.			✓	

表 3. 人力資源與研究經費

	TPRI	KERI	CRIEPI	CEPRI
Staff	284	395	835	2771
Researcher	33 %	334 (84.6 %)	736 (88 %)	1498 (54%)
Technician	50 %	26 (6.6%)	-	-
Budget	\$ 136.6 Million	\$ 152.3 Million	\$ 347.4 Million	-

* 1 US\$=1050 KRW= 95 ¥ = 30 NT\$

表 4. 最近研發活動

R&D activities	TPRI	KERI	CRIEPI	CEPRI
Smart Grid	✓	✓	✓	✓
SC & USC	✓			
Coal Combustion and Clean Coal Technology	✓			
Solid Oxide Fuel Cell Technology	✓			
Carbon Dioxide Capture and Storage	✓			

表 4. 最近研發活動(續)

R&D activities	TPRI	KERI	CRIEPI	CEPRI
Renewable Energy	✓			✓
Electricity Storage Technologies	✓	✓	✓	✓
The Impacts of Climate Change	✓		✓	
Planning and operation of bulk power grid				✓
Power transmission and transformation				✓
Power grid automation				✓
Power distribution and consumption	✓			✓
IT and communication Technology				✓
EHV/UHV or HVDC power transmission		✓	✓	✓
Electric Propulsion		✓		
Electrical measurement				✓
Advanced Materials		✓		
Medical Device		✓		
Nuclear Power Plant Safety			✓	
Clarification of Radiation Risks			✓	
Nuclear Fuel Cycle Back-end Management			✓	
Measures against Natural Disasters			✓	
O&M of Nuclear Power Plants			✓	
Construction and O&M of Generation Facilities			✓	✓
O&M of Electric Power System Facilities	✓		✓	
Advanced Thermal Power Technologies			✓	
Next-generation Grid Technologies			✓	
Advanced Electricity Usages			✓	
International Cooperation	✓	✓	✓	✓

從表 2.至 4.的比較中得知四個電力研究單位有相近研發體系與組織結構，但在規模與細項中有相當的差異，例如以電力研究而言 CEPRI 細分 Power System，Power Automation，Power System Stability Control，Information and Communication 等部門，CRIEPI 則多了 Nuclear technology Research Lab，KERI 比其它單位多了 Medical 方面的研究領域，唯在環境與社會經濟方面未見著墨。至於人力資源與研究經費方面 KEPR 與 TPRI 相當接近，CEPRI 與 CRIEPI 明顯多出很多。從最近研發活動也可看出與組織結構的相關性，例如 CRIEPI 在核能方面佔了很高的比例，KERI 在材料及醫學領域有其特色，CEPRI 在電力本業中面面俱到，本所則在二氧化碳領域研究有較深的投入。Smart Grid、Electricity Storage Technologies 與 International Cooperation 都是眾所關注的題材。

3.3 General Session: Maintenance

本屆研討會共同討論的主題為 Maintenance，共有 4 篇專題報告，概要內容介紹

如後：

(1) Characteristics of salt contamination and withstand voltage of polymer insulators for transmission lines, Toshiyuki Kuroyagi (CRIEPI)

本篇是有關於 70 KV 輸電級高分子碍子的抗鹽害及耐電壓特性測試的報告，目的在於評估高分子碍子的適用性以及適合的評估方法。高分子碍子較之於陶磁碍子具有質量更輕、耐污損性能更佳以及價格較為低廉的優點，鹽分附着特性及耐電壓特性則在本篇報告中得到如下的結論：

1. 高分子碍子急速污損後的當量鹽分附着密度(Equivalent salt deposit density; ESDD)是盤形陶磁碍子的 0.4~1.9 倍，是棒形陶磁碍子的 0.9~2.9 倍。
2. 高分子碍子隨著鹽分附着密度提高耐電壓值呈下降趨勢，縱使在高密度鹽分附着下亦滿足 70 KV 輸電級需求。

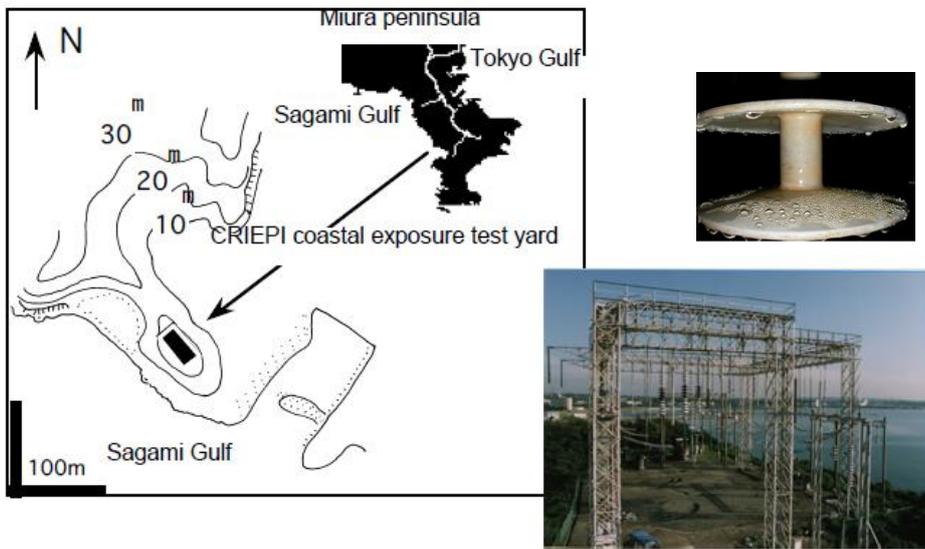


圖 1. CRIEPI 的臨海曝露試驗場位置及高分子碍子照片

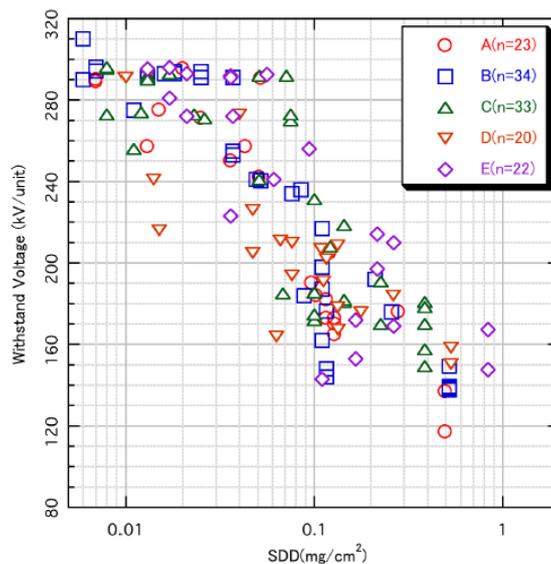


圖 2. 鹽分附着密度與耐電壓值關係圖

3. 高分子碍子の耐電壓特性測試結果顯示，所採用的二種不同的測式程序到相近的結果。
4. 人工污損高分子碍子の耐電壓值接近於與自然污損高分子碍子の低限制值 (lower limit)。

(2) Development of Ultrasonic Receiver for the Detection of Partial Discharges from Electrical Apparatus, Chae-Hwa SHON (KERI)

本篇簡報是有關於用於檢測電氣設備局部放電的超音波接收器之開發，主要的用途是在於電氣設備的異常診斷與維護保養。所開發的接收器為一可攜帶式的線上接收器並附有 CCD 照相機，兼具有影像與數據擷取的功能，在訊號的接收與雜訊的處理技術上有不錯的成績。



圖 3. KERI 所開發的局部放電的超音波接收器

(3) RF-Based Spark Discharge Detection for Air-Insulated Substations, Kazuo Tanabe (CRIEPI)

本篇簡報是有關於採空氣絕緣之高壓變電所的火花放電 (spark discharge) 檢測技術開發，目的在於快速的偵測到火花放電位置並將之排除，亦可以做為高壓電氣設備的監測系統。(所謂的火花放電是指高電壓電極間的氣體被擊穿，出現閃光和爆裂聲的氣體放電現象)，所開發的設備係由 4 組天線陣列 (4-antenna array) 組成利用接受到波形的時間差來判斷發生源位置，該項技術已實際應用於變電所中。

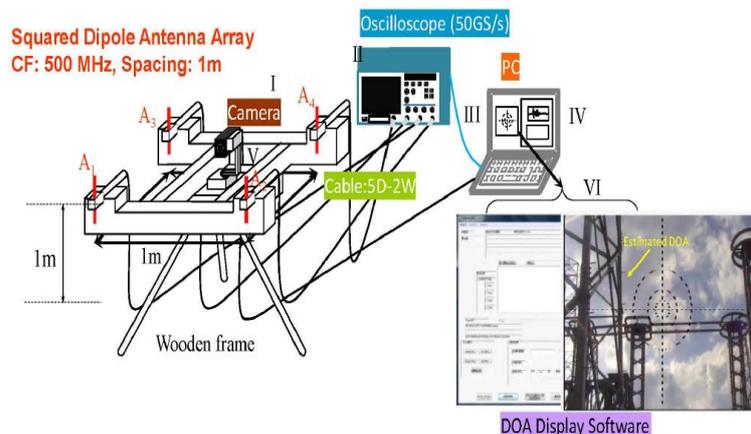


圖 4. 高壓變電所的火花放電檢測設備

(4) Quantitative Analysis and Coordinative Control of Transient Stability Multi-Mode Interaction in Interconnected Power Grid, XUE Feng(CEPRI)

本篇簡報是有關於大型電網的電力系統安全性及穩定性探討，內容介紹中國大陸大型電網由於內部電網間相互聯結、負載快速成長、傳輸距離加長以及高壓直流系統導入對於電力系統安全性及穩定性的衝擊。針對這樣挑戰作者提出依據擴展等面積準則 (Extended Equal Area Criterion; EEAC) 定量評估理論所發展出的 FASTEST (Fast Analysis of stability) 套裝軟體，用來解釋在大型電網中所觀察到的一些現相當複雜的特性，說明其所產生的機制並提出控制策略。利用 EEAC 穩定性理論中的主導模式概念，可以識別所有可能出現的暫態功角失穩模式，並據此將所有的發電機結點劃分為不同的同調群。FASTEST 套裝軟體的主要計算分析功能涵蓋潮流計算、靜態安全穩定性分析、暫態安全穩定性分析和動態安全穩定性分析，可應用於安全穩定評估、極限功率計算、控制策略分析計算，也包括靜態安全分析和中長期電壓穩定模擬計算、單線圖編輯、地理位置接線圖編輯等。

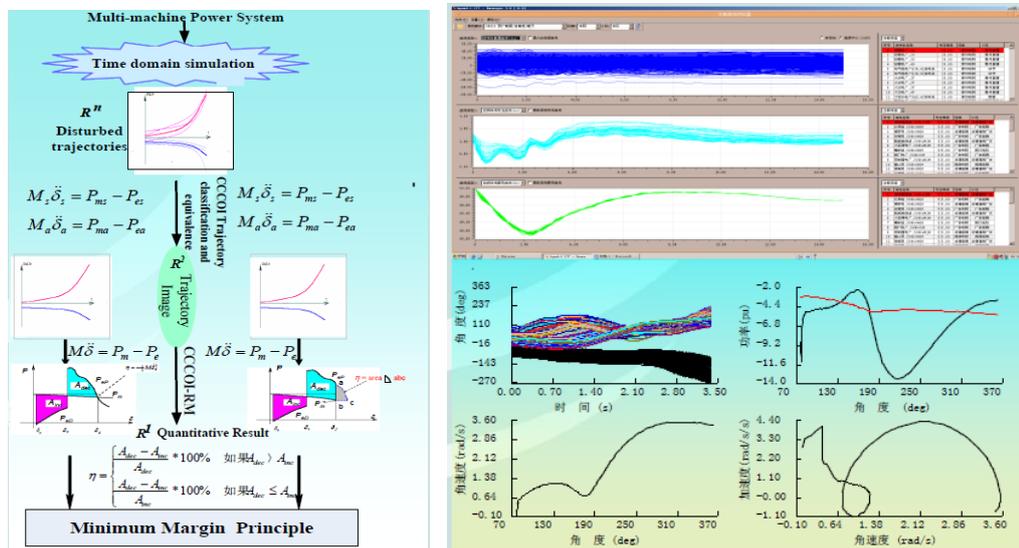


圖 5.擴展等面積準則定量評估理論所發展出的 FASTEST 套裝軟體

3.4 Parallel Session TS1: HVDC

本分組討論共有 6 篇專題報告，概要內容介紹如後：

- (1) A Voltage-Source-Converter Based HVDC System being Capable of Clearing DC Line Faults by a Solid-State DC Circuit Breaker for Renewable Energy Transmission, Kenichiro Sano (CRIEPI)

本篇簡報是有關於再生能源併入 HVDC 電網技術的討論，日本再生能源的佔比不高但呈穩定成長趨勢。作者利用 DC 斷路器的佈置將區域性故障對整個 HVDC 電網所造成的影響降到最低，並開發 Freewheeling Type DC 斷路器使用在 VSC-HVDC 電網中達到 DC 故障排除快速恢復電力傳輸的功能。

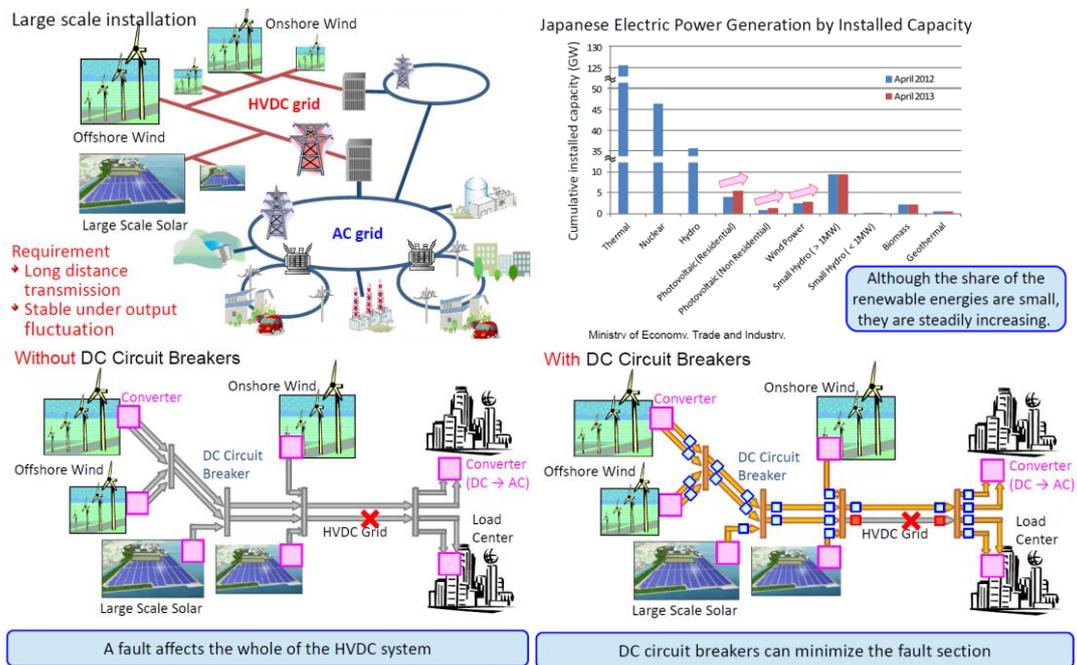


圖 6. DC 斷路器的佈置前後 HVDC 電網示意圖

A Freewheeling Type DC Circuit Breaker

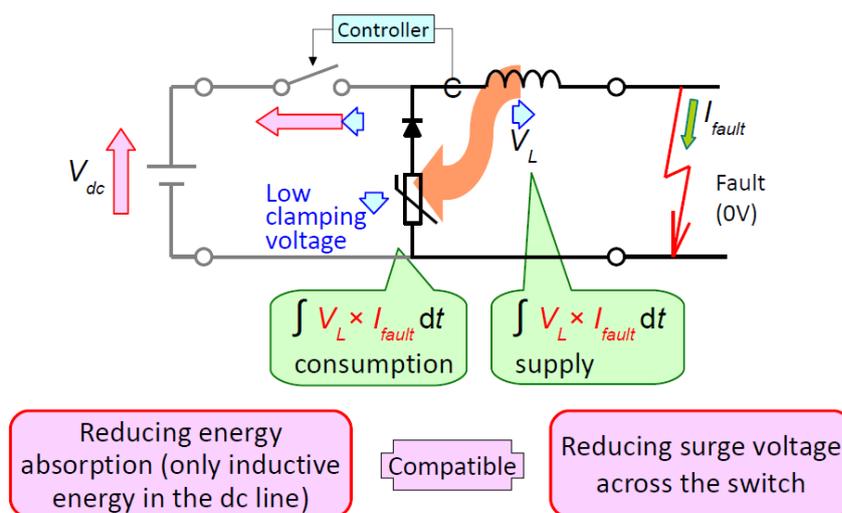


圖 7. FREEWHEELING DC 斷路器設計原理

(2) Circulating Current Suppression for Modular Multilevel Converter-type HVDC, Jung-Woo Park (KERI)

本篇簡報是有關於 MMC type HVDC 系統抑制循環電流的技術介紹，簡報中介紹了 MMC type HVDC 系統的概念優點以及現存的一些問題，循環電流為其中一項。作者提出新的抑制循環電流技術，經由模擬分析結果得知此一新技術極具功效。

Comprehensive Comparison of Characteristics

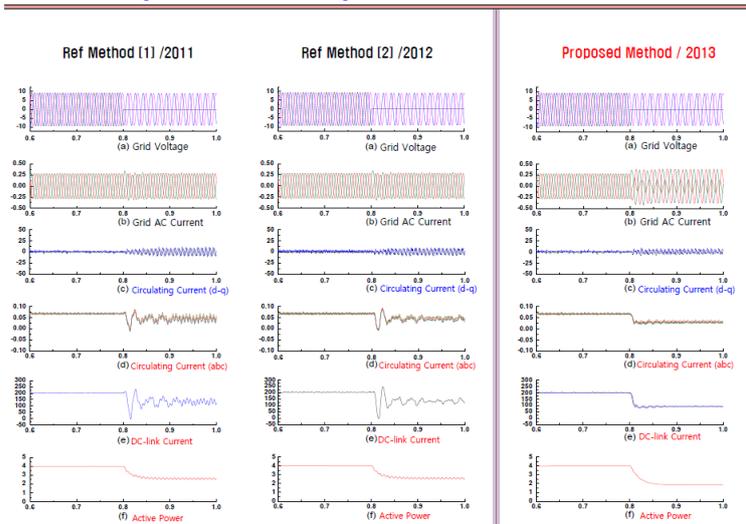


圖 8. 新抑制循環電流技術與既有技術比較圖

(3) A Practice of the Development and Application of Dependable Reactor Power Control System for Nuclear Power Plants, Soonman KWON(KERI)

本篇簡報是有關於核能電廠能量控制系統產品的開發及應用的實例介紹，該產品在韓國現有 6 座核能電廠 24 部機組中已經安裝完成 7 部機組。

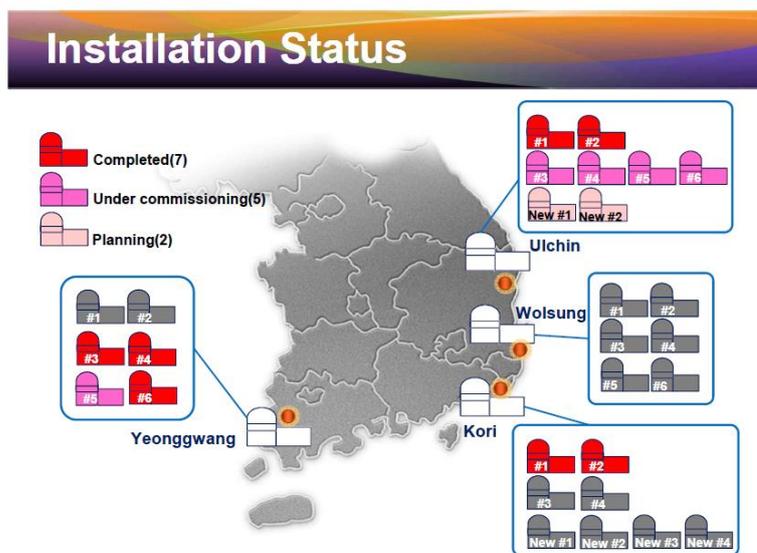


圖 9. KERI 所開發的核能電廠能量控制系統產品應用的實例

(4) Test Bed Implementation of 380V DC Distribution System for Small Scale Residential Buildings, Ju-Won BAEK(KERI)

本篇簡報是有關於家庭配電系統改用 380V 直流系統測試站的研究報告，著重於交直流整流器(AC/DC Rectifier)、直流轉換器 (DC/DC Converter)、適用於儲能設備的雙向直流轉換器、以及 DC 插座等電器元件的開發與測試，結論是採 DC 配電系統供給家庭電具有可行性。

DC distribution for home and building

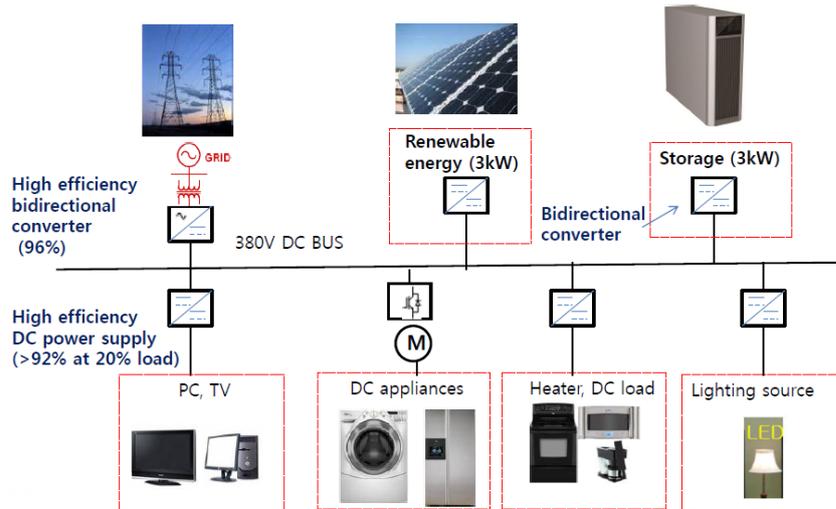


圖 10. KERI 380V 直流系統測試站示意圖

(5) KERI's Solid State Modulator Technology for Industrial Application, Hong-Je RYOO(KERI)

本篇簡報是有關於 KERI 所研發的固態調製器(Solid state modulator)及其技術在工業上應用情形介紹，固態調製器採用半導體開關具有長效、耐用、所佔空間小以及免維護等優點，KERI 在此一領域的發展有 10 年以上的歷史，其技術主要應用於有高電壓或者高脈衝電壓需求的領域。

KERI's Solid State Pulsed Power Modulators History

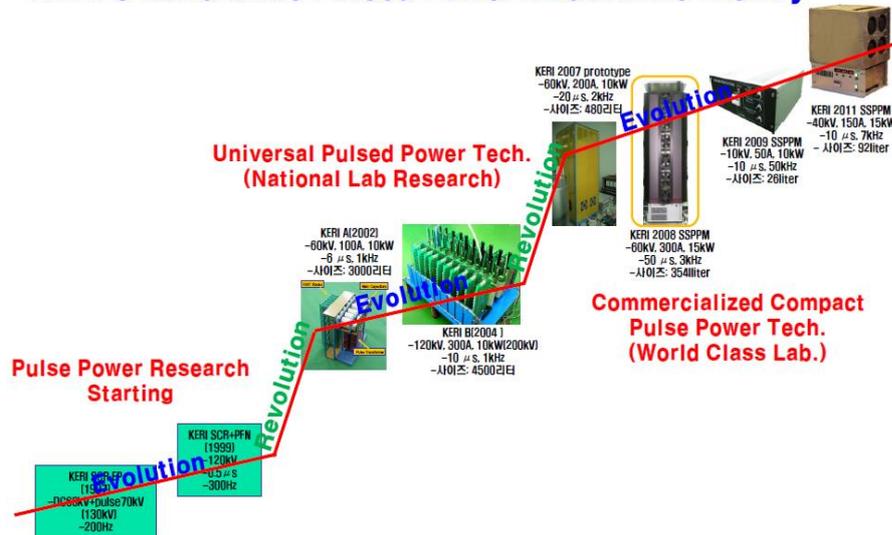


圖 11. KERI 固態調製器研發進展圖

Application area of KERI' s SSM

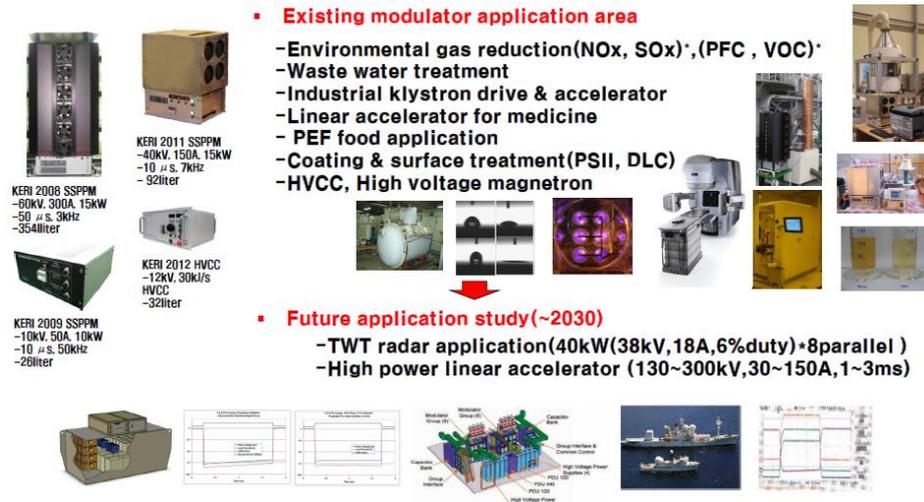


圖 12. KERI 固態調製器應用領域

(6) Progresses in Analysis and Design of High-Voltage Gas Circuit Breakers, Hong-Kyu KIM(KERI)

本篇簡報是有關於 KERI 在高電壓用氣體斷路器(Gas Circuit Breaker; GCB)的模擬分析及設計進展介紹，GCB 所使用的氣體為 SF₆。透過電腦模擬分析來輔助 GCB 的設計，並利用最適化技術來設計出更高中斷能力的 GCB 型式。

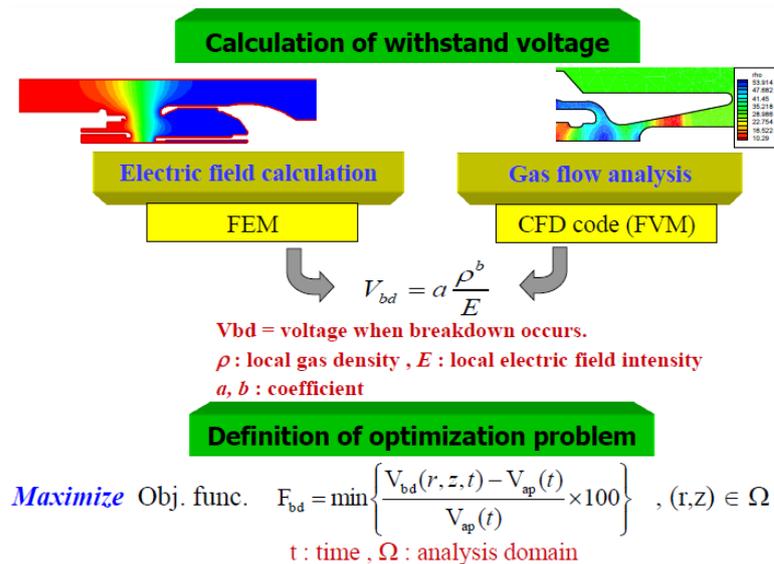


圖 13. 高電壓用氣體斷路器電腦模擬分析輔助設計

3.5 Parallel Session TS2: Material

本分組討論共有 8 篇專題報告，概要內容介紹如後：

(1) Large Cross-section Conductor Technology and Engineering Application, Liu Shengchun(CEPRI)

本篇簡報是有關應用於 DC UHV 系統的大截面積導線的研究，研究題材緣於大陸

西南地區擁有豐沛水力資源，但需經長達 2000 公里的輸送距離到達位在華東地區的負載調度中心。因此，採用了 800 kV 的 DC UHV 輸電系統，開發低線阻大容量的導線，適當的傳輸配件即為本研究的目的。本報告介紹了導線的製程以及實用的後加工程序。



圖 14. DC UHV 系統輸配電線路

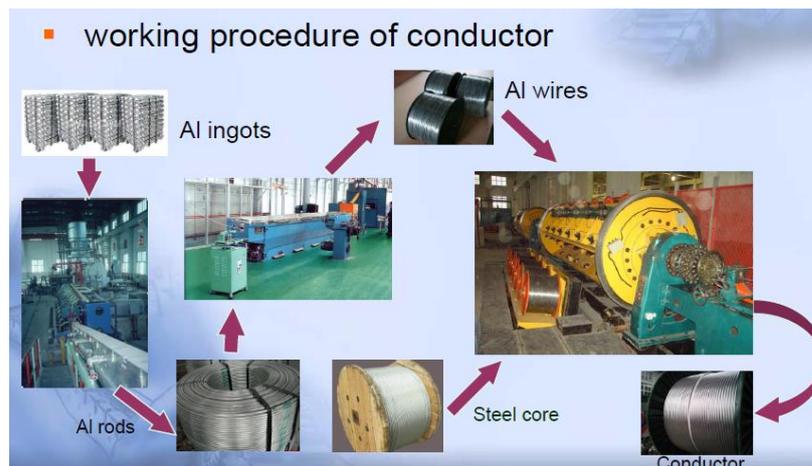


圖 15. DC UHV 電纜製程

(2) Destructive & non-destructive defect analysis of SiC single crystals and epilayers, Wook BAHNG(KERI)

本篇簡報是有關於 SiC 晶體缺陷的破壞性及非破壞性檢測技術介紹，簡報內容也包含 SiC 晶體缺陷種類及其與製品性能的關連性分析。SiC 晶體是功率元件(power device) 如 MOSFET 常用的材料，但 SiC 在磊晶過程所產生的缺陷將造成功率元件性能大幅度降低，SiC 常見的缺陷有微管 (Micropipe; MP) 表面缺陷以及不同形態的差排，諸如高密度刃狀差排 (Threading-edge dislocation; TED)，高密度螺旋差排(Threading-screw dislocation; TSD)、基面差排(Basal-plane dislocation; BPD) 等。利用化學腐蝕與掃描電子顯微分析相結合的方法能對 SiC 材料中的缺陷進行檢測與分析，本報告中採用了 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{KOH}$ 蝕刻液得到不錯的效果。

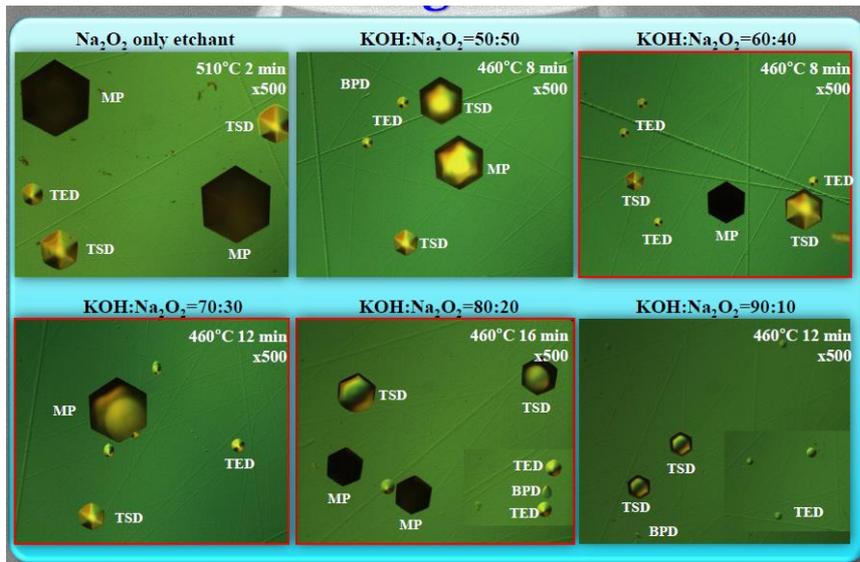


圖 16. SiC 晶體侵蝕液選用

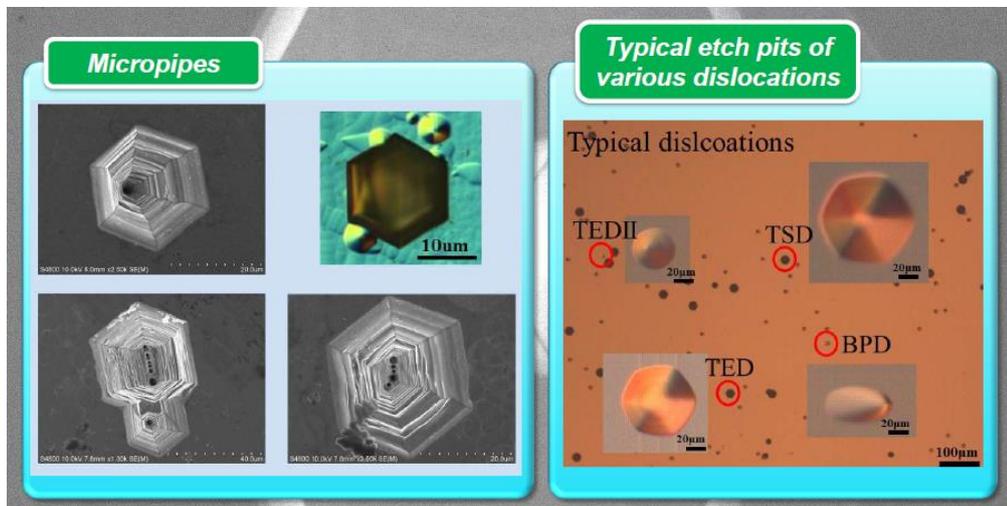


圖 17. SiC 晶體缺陷種類

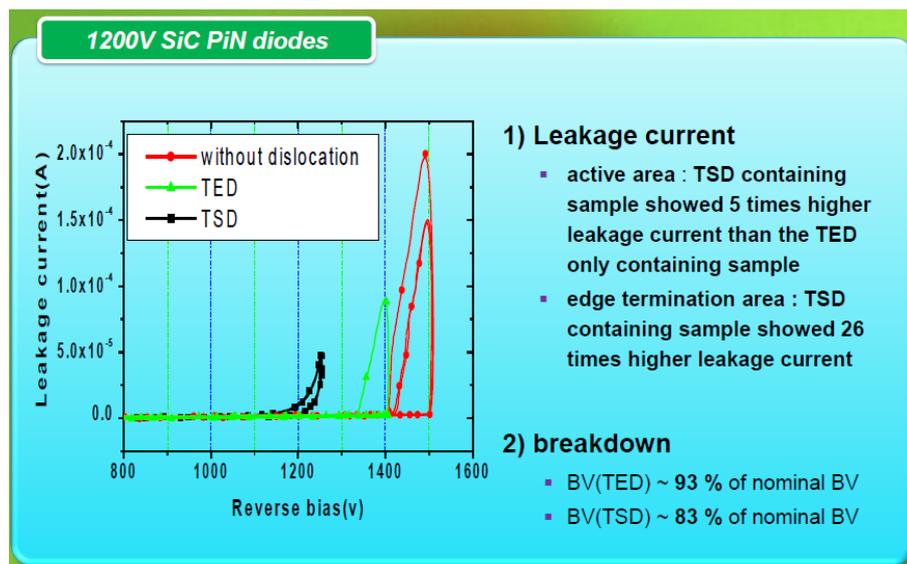


圖 18. SiC 晶體製品缺陷對產品性能影響

(3) Solution-processable nanocarbon materials for flexible electrodes and its applications, Seung Yol JEONG(KERI)

本篇簡報是有關於奈米級石墨烯材料製程與其應用於可撓式電極的介紹。石墨烯具有高導電性、高機械強度的優點製成膏狀之後利用網板印刷技術可在塑膠材料上成形，可應用於手機、TFT 顯示器及鋰離子電池或超級電容器電極等，相當具有潛力。作者提出了修正的化學剝離法製備出石墨烯，也開發出網印法的可撓式電極製程，在 2012 年技轉給其它公司。是一從原物料端啟始、到產品開發、最終技轉商品化的成功案例，很值得借鏡做為參考。

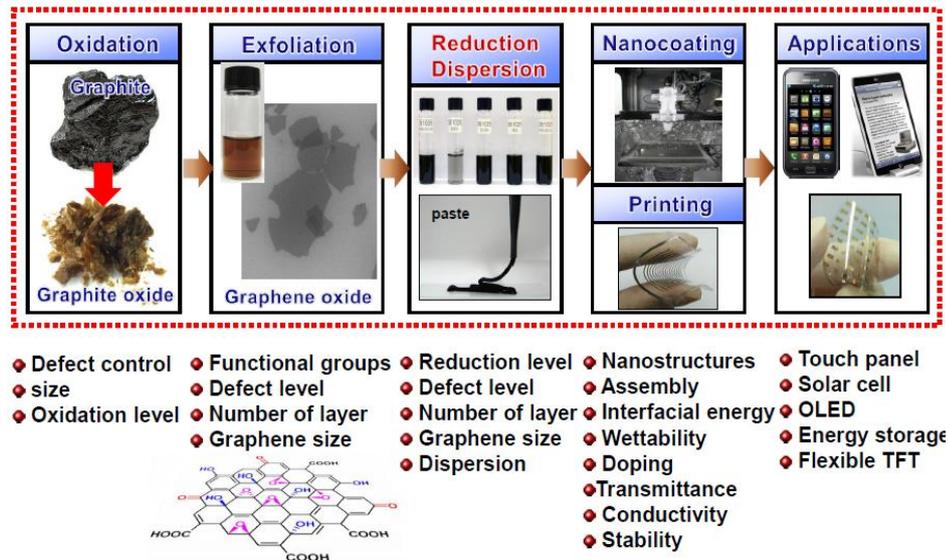


圖 19. 石墨烯製程及於軟性電子零件的應用

(4) Research on Zn/Air batteries in KERI, Seungwook EOM(KERI)

本篇簡報是有關於 KERI 在鋅/空氣電池方面的研發進度以及未來的規劃介紹，內容對電池功率密度提昇、增進電極壽命以及增加可充放電循環次數等議題提出對策，2013 研發的目標是 20Ah 的一次式電池，2017 的目標是 5 kW 燃料電池系統，充放電循環 100 次的二次式電池（可充電式）是 2018 的目標。

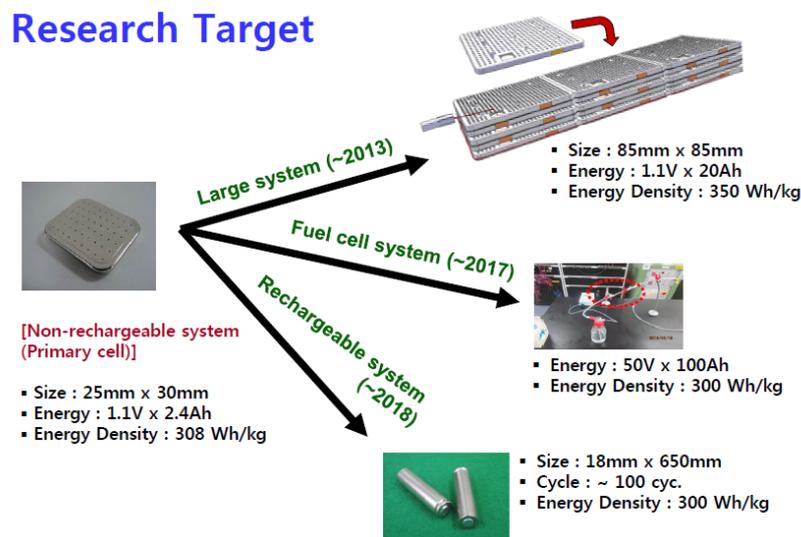


圖 20. KERI 在鋅/空氣電池方面的研發規劃

(5) Development of 2G HTS Coated Conductors at KERI for Electrical Power Applications, Dong-Woo HA(KERI)

本篇簡報是有關於KERI在第2代高溫超導(High Temperature Superconductor; HTS)材料在電力系統的應用研究，簡報中介紹了2G HTS 導線可應用於電力系統的領域包括電線電纜、變壓器、故障限流器以及馬達等，主要的效益在於減低線損以及設備安定性的提昇。也對於KERI 2G HTS Wire 的製程作了說明及介紹。KERI 從2001年始投入此一領域的研究，到2011年已完成3 Phase 的研究計劃，並已設立實驗工場生產超導電線，開發出1km 長度 500 A 容量的2G wire，亦提供DAPAS (Dream of Applied Power system by Applied Superconductivity technology) 研究之用。特別介紹了採用EDDC(Evaporation-Drum-Dual-Chamber)製程產製的SmBCO 高溫超導材料其厚度僅需 $5\mu\text{m}$ ，卻在77K時達到臨界電流值1530A/cm的優異性能，優於其它國家。然而欲商業化仍存2個主要難題需要克服，分別是材料局部缺陷限制了公里等級長度導線的製備，以及超導電線的連接技術問題。據台灣工研院機械所已開發超導導線的連接技術，可在幾秒鐘內完成。只是台灣目前並沒有超導導線製備的產業，無法看到應用的成效。

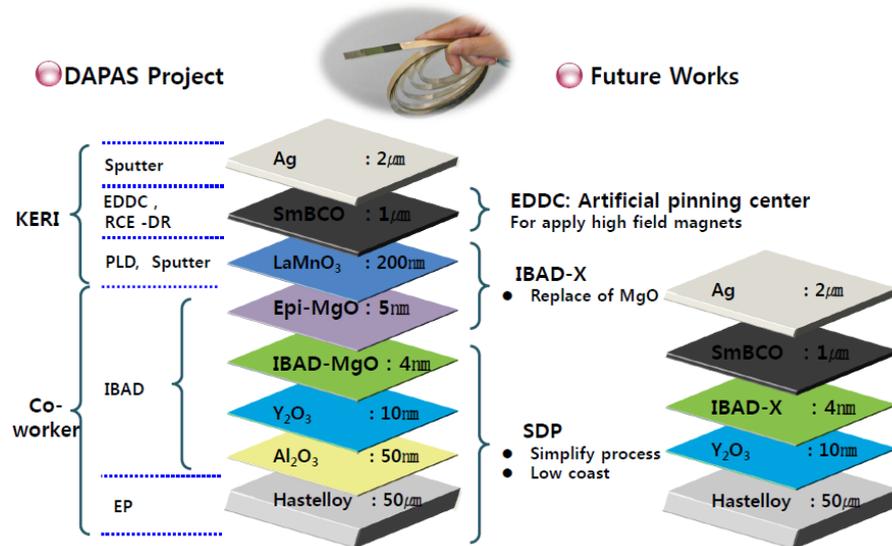


圖 21. KERI 第 2 代高溫超導 2G HTS 導線結構與製程技術

(6) Development of HTS Power cable for HVDC and AC Power system, Jeon-Wook CHO(KERI)

本篇簡報是有關於高溫超導電纜 HTS Cable 在韓國的研究發展、真實電網中以及在 HVDC 直流電源供電系統中的應用介紹。從電纜、零組配件的研究開發與實際測試應用呈現出韓國在此領域的成果，也證時 HTS Cable 在韓國已技術成熟 2015 將萬邁向商業化，且在 HVDC 系統的應用也在進行中，可以看到超導材料產業應用在電力系統所引領出來的商機。該簡報也介紹了東北亞跨國電網，甚到於全球電網的概念，相信在超導材料技術發展助長下，此概念終有實現的一天。

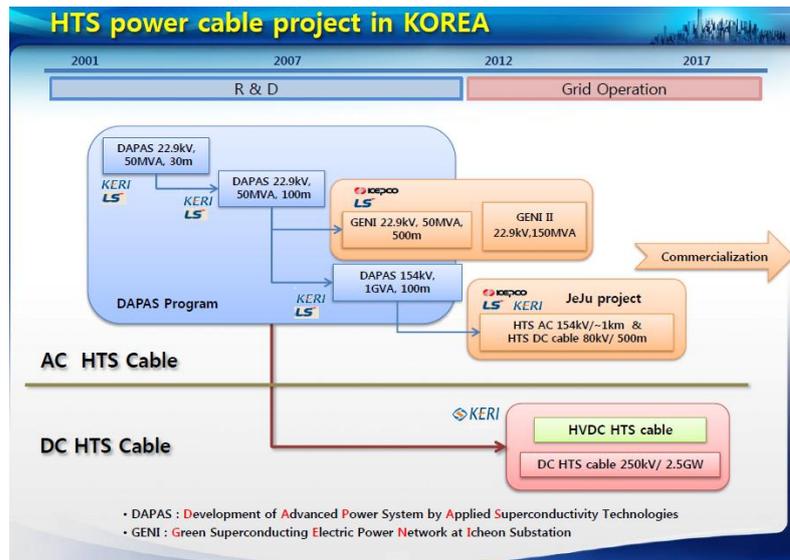


圖 22. 高溫超導電纜 HTS CABLE 在韓國的研究發展

(7) Beyond Lab. to Field, Su Dong PARK(KERI)

本篇簡報是有關於熱電能源轉換技術的介紹，熱電能源轉換技術日益受到關注，主要原因在於能源價格高漲、綠色能源需求提高、能源使用高效率化、資訊裝置小型電源需求以及熱電模組成本價格急遽下降等因素。尤其是在 2000 年之後，在材料奈米化科技的助長之下，熱電能源轉換技術在解決能源短缺議題下可擔任的角色日益重要。在電力系統中電與熱常是相互伴隨的兩種能源型態，經濟有效地將熱能轉換成電能無疑是提昇一次能源使用效率最直接有效的方法，所以此一領域的研發應是相當值得投入的選項。

KERI "Key Player" in KOREA T.E. TECH.

System to Atoms !!

Timeline:

- 1999: 1 kW class TE generator for home
- 2006: 10kW class TE generator for recovery low waste heat
- 2007: 5kW class TE generator in power plant

Research Areas:

1. Nano-embedded Bulk Material
LAST-18(Lead-Antimony-Silver-Telluride) Zn_4Sb_3 , Mg_2Si , TAGS, $AgSbTe_2$, SKD etc.
focused on middle-low ($T \leq 500^\circ C$) Temperature range
2. High Efficiency Complex TE Module
3. T.E. Power Generator for Incinerator, Power plant & Vehicle

Material details:

- 10 Nano-dots in New TE material
- Complex Module (12%)
- Generation Module
- Segment Legs for Generation Module

圖 23. 熱電材料在韓國的研發與應用

(8) Gas Reclaiming for Electrical Equipment in Taipower ,Yao-Tsung Tung (童耀宗), TPRI

本篇簡報是台電綜合研究所油煤組多年來在投入 SF₆ 純化與回收技術的成果報

告，研究成果獲得與會各單位的肯定與稱許，在總結報告時被主席 Dr. Park 特別提出來認為是具有實質成效的研究。本簡報介紹台電公司斷路器所使用的 SF₆ 氣體在受污染後其純化與回收技術，不僅可將 SF₆ 有效再利用降低維護成本，也減緩此一溫室氣體排放所衍生的問題。透過自行設計的純化裝置與程序改良，所回收 SF₆ 氣體純度在 99.9% 以上，水分在 40ppmv 以下，空氣與 CF₄ 含量在 0.05% 以下，其他雜質均未檢出，品質遠優於 IEC 60480 規範。在 2012 年，SF₆ 氣體回收量達到 5,000 kg 相當於減少 12 萬噸 CO₂ 的排放量。

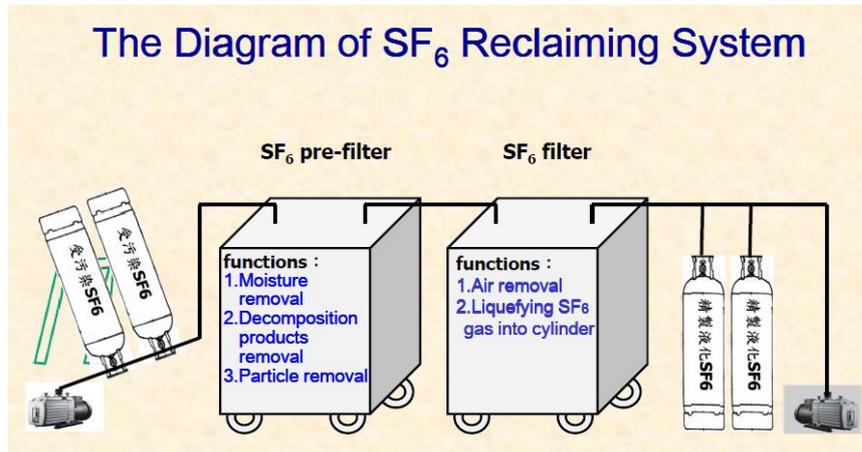


圖 24. TPRI SF₆ 氣體回收流程圖

3.6 Parallel Session TS3: Renewable Energy

本分組討論共有 3 篇專題報告，概要內容介紹如後：

- (1) Multi-source coordinative optimization for generation scheduling of power system, DING Qiang(CEPRI)

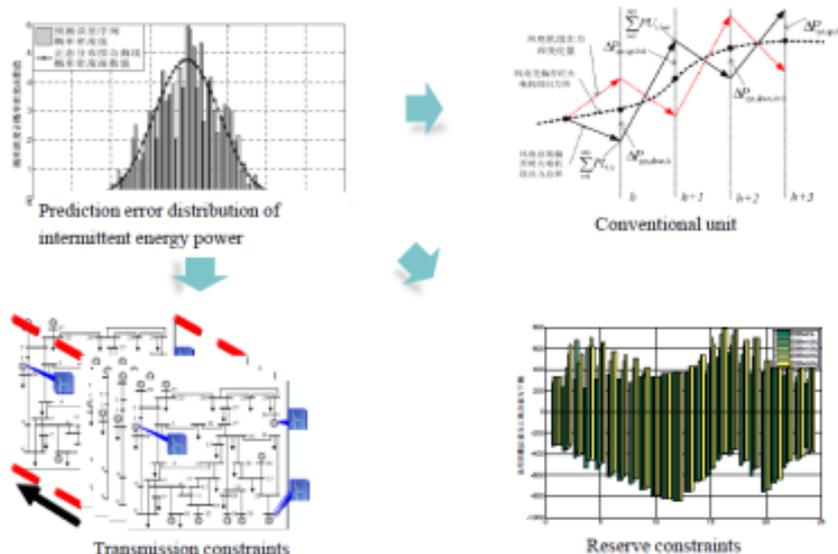


圖 25. 風力機組發電預測與限制條件

本篇簡報是由 CEPRI 電力自動化部門所提出，以協調水力、火力與再生能源等多種類電源的發電排程最適化的研究為主題。簡報內容探討包括風力與火力、抽蓄與火力、風力-太陽能-儲能等協調配送最適化議題，以及年、月、日及即時等不

同週期的發電排程安排探討。當電源供應端是不同種類（尤其包含不穩定電源）時發電排程的安排顯得更為重要，發電排程的最適化必須考慮各單一類型發電的特性以及其限制 (constrain) 才能達到成本最低再生能源使用率最高的目標。在簡報的內容中可以看到作者所考慮的各類型發電的限制項目，再透過建模及應用數學演算法達到最適化的目標。

(2) Design and Operation of Isolated Microgrid for Marado Island, Jong-Bo AHN(KERI)

本篇簡報是 KERI 在 Marado Island 建置微型電網的實例介紹。Marado Island 位於韓國最南端，只有 30 戶住家及數家的商店與餐館。該島原有 3 部柴油發電機共 620 kW、150 kW 以及 1.2MWh 鉛酸蓄電池儲能系統。經重新規劃並引進包括 DPM (Digital Power Meter)、DAS(Data Acquisition System)、BMS (Battery Management System)、PMS(Power Management System)以及增建電雙層超級電容器 (EDLC) 模組之後，成為 KERI 的微型電網的試驗場。本簡報中逐一介紹硬體設施以及各種情境的測試數據，相當值當未來有機會在離島建置微型電網時的參考，尤其是獨立型微電網設計時負載特性、EMS 功能、以及 DG Device 所應該考量的各項因素更有參考價值。

□ Final design of Marado microgrid

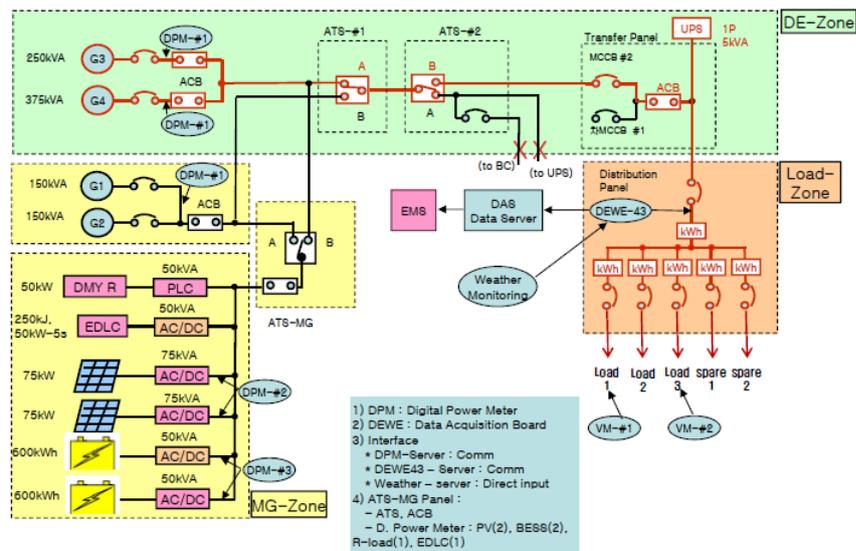


圖 26. MARADO ISLAND 微型電網單線圖

(3) Hybrid energy storage for renewable energy source, Cheng-Yeou Wu (吳成有), TPRI

本篇簡報是台電綜合研究所建置智慧型住宅示範場的現況介紹，本文的特色是從能量平衡的觀點，探討如何為台灣典型 4 口之家，建置再生能源與儲能系統，再引用美國 NREL(National Renewable Energy Laboratory)所開發的 HOMER 套裝軟體作為輔助，對所建置的電力系統的可行性進行模擬評估，並分析各種情境下的建置成本、單位電價以及再生能源使用率等。所得的結論包括 8 kW 太陽光電是市電聯結型住宅的基本需求，且再生能源利用率也只有 36% 左右。獨立型太陽光電則需設到 20 kW 才能符合需求。配製蓄電池或是燃料電池儲能系統可提高再生能源使用率，但單位電價將高達美金 1.4~6.5/kWh，視儲能系統的設置成本而定。

燃料電池氫能系統比起傳統二次電池更高，主要原因還是成本及能量轉換效率的問題。

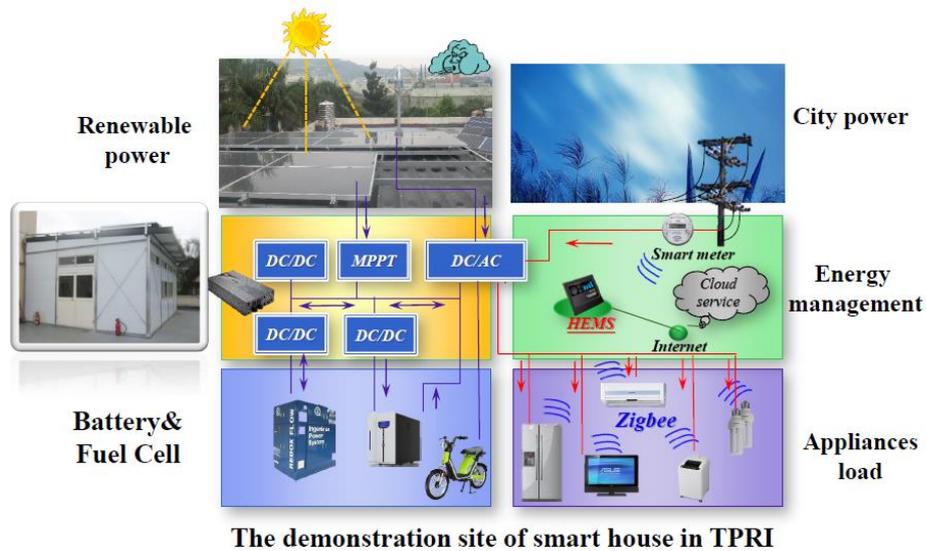


圖 27. TPRI 智慧住宅系統示意圖

3.7 Parallel Session TS4: Smart Grid

本分組討論共有 6 篇專題報告，概要內容介紹如後：

- (1) The Implementation of Performance Test on Smart Transformer, GAO Fei(CEPRI)
 本篇簡報是有關於中國國家電網公司(The State Grid Corporation of China; SGCC)從 2012 年起針對 Smart transformer 所進行的性能測試報告，測試方法均按照大陸國家標準如電力變壓器的測試標準 GB1094，電力系統調度服務的遠距離監測、控制技術設備及系統的測試標準 GB/T15153、GB/T13729 以及智慧型高壓設備技術導則 Q/GDW410 來進行。作者特別著重在雷擊波測試 (Lightning Impulse test)結果的說明，結果發現智慧型元件受到雷擊波的影響出乎預料的嚴重。

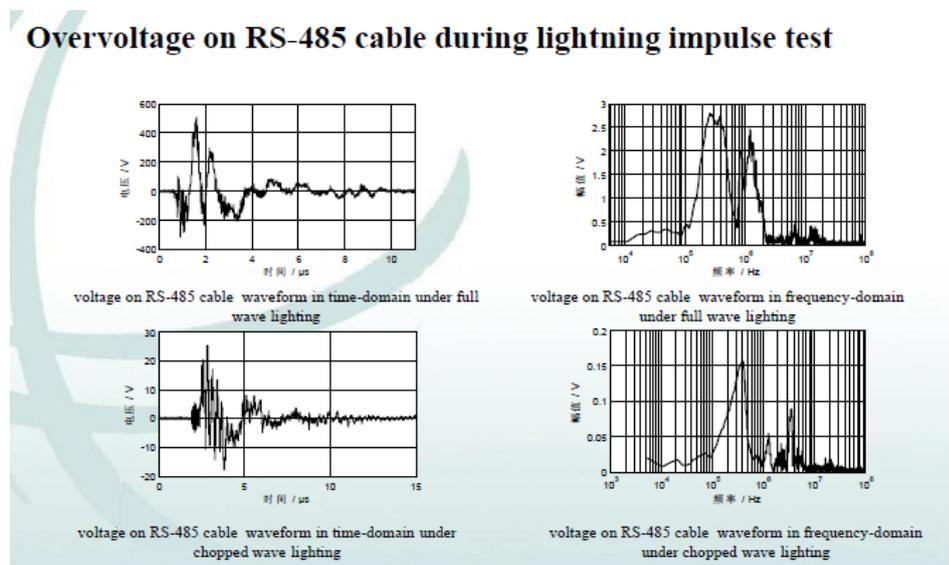


圖 28. RS-485 纜線雷擊波測試結果

- (2) Development of Generation Scheduling System For K-EMS, Tae Kyoo OH(KERI)
 本篇簡報內容包括韓國能源管理系統 (Korean Energy Management System ; K-EMS)發展介紹、發電排程應用程式以及現場測試等，K-EMS 除了 EMS 的基本的架構如 SCADA、AGC(Automatic Generation Control)、ED(Economic Dispatch)、Network Analysis 以及 DTS (Dispatcher Training Simulator)之外 K-EMS 也具備市場相關性以及 Dispatch Optimal Schedule 的功能。

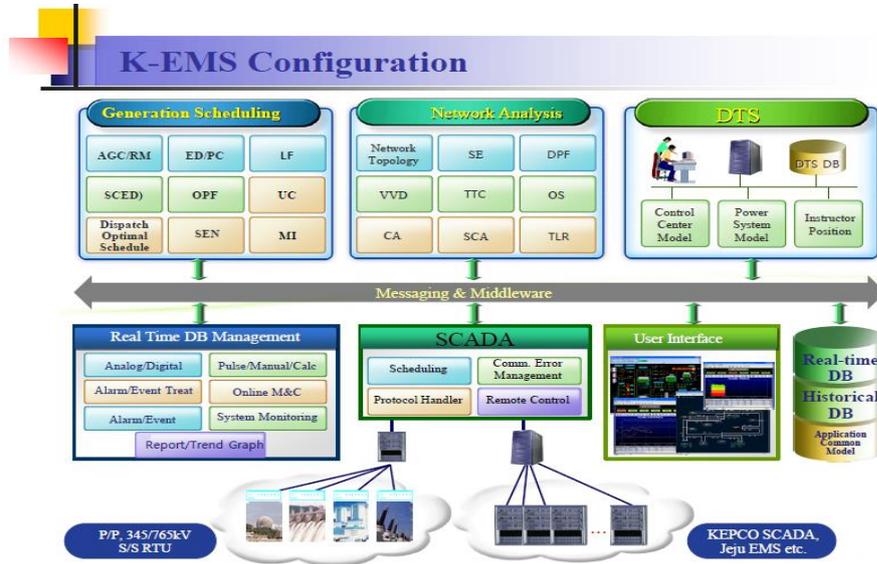


圖 29. K-EMS 架構圖

- (3) Research on Communication Systems for Smart Grid in CRIEPI, Michifumi Miyashiata (CRIEPI)

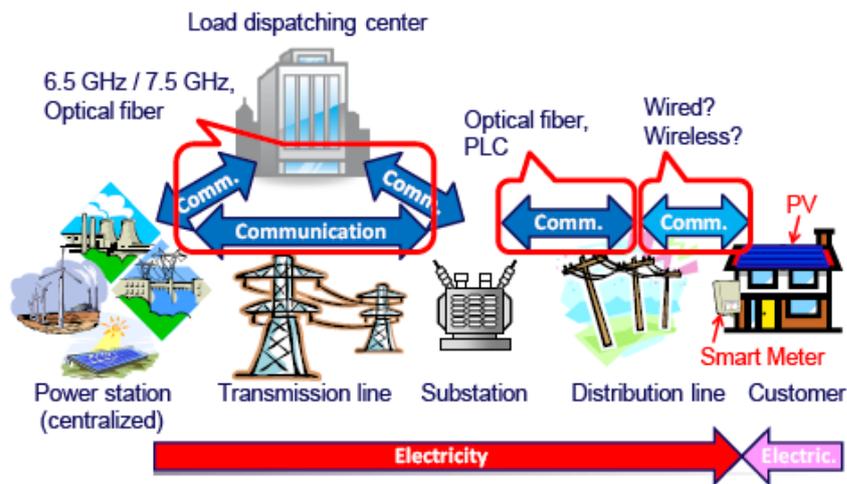


圖 30. 日本未來電網架構規劃

本篇簡報內容以介紹 CRIEPI 在智慧電網中有關通訊系統的研究進展為主，也介紹日本未來電網架構規劃，在需求端利用無線通訊技術的輸電特性有較為深入的探討。從日本未來的電網架構知現階段通訊系統只達電源供應端，未來配電等級供電端與用戶端的通訊系統將逐步建置，且將朝向採無線通訊方式來進行。因

此，在每一個用戶端安裝智慧型電錶，以達到自動讀錶是必然趨勢，現日本各電力公司都積極對智慧型讀錶進行驗證試驗。研發的議題包括需求端通訊系統的特性評估、用於電力系統保護的大區域及高速控制網路測試、設備維護用途的感測器網路等。在用戶端的通訊系統方面的研究則著重傳輸特性模擬器開發，用以輔助需求端無線通訊網路的設計工作。

(4) EV R&D Activities in Korea Electrotechnology Research Institute (KERI), Do Hyun KANG(KERI)

本篇簡報是唯一介紹電動車相關題材的研究，簡報內容介紹 KERI 自 1993 年開始投入韓國電動車技術的研究，目前所進行的研究項目，包括 EV 監測技術、V2G、充電器與充電站、車用二次電池、動力傳動機構、動力馬達與其測試系統等。

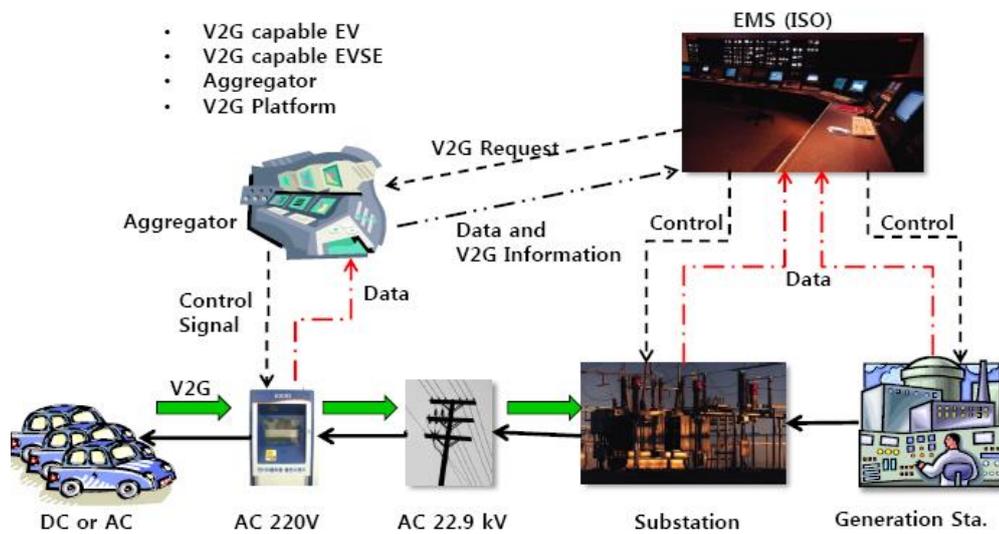


圖 31. KERI V2G 系統架構示意圖

(5) Reactive Power Control Method of Distributed Generations for Voltage Regulation of Distribution System, Hiroyuki_Hatta(CRIEPI)

為解決日本在地震之後，所面臨電力短缺以及太陽光電大量建置對電網造成衝擊等問題，CRIEPI 對包含大量再生能源的智慧電網投入了相當多的研究。本篇簡報以探討配電系統的虛功率及電壓控制方法為主題，利用資訊與通信科技 (Information and Communication Technology; ICT) 對智慧電網中各分散電式源 (Distributed Generations; DGS) 間的虛功率及電壓作適當的控制，來改善電網電壓、降低系統損失及增加系統效率。簡報的內容中說明了諸如配線電壓受到 PV 逆流影響造成電壓上昇因應的對策與虛功率的控制方法，透過安裝 SDI (Supply Demand Interface) 於所有的客戶端，再利用與網路與變電所連接以執行通訊、監視量測以及控制 DGS 和各用戶所擁有的耗電設備。作者選擇了一條 6.6 kV 配線具 4 組分散式電源以光纖通訊網路的配電系統作為測試對象，有效提昇分散式電源的輸出功率。

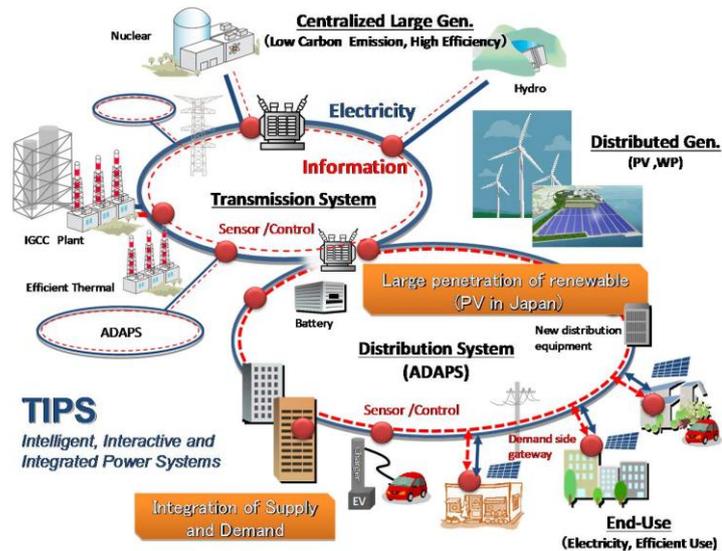


圖 32. 日本包含大量再生能源的智慧電網圖

(6) Introduction to International Cooperation on Smart Grid through IEA-ISGAN Activities ,Dong-Joo KANG(KERI)

本篇簡報介紹了 KERI 有關智慧電網領域透過 IEA-ISGAN (International Smart Grid Action Network) 的國際合作活動，ISGAN 目前的會員國共有中國、日本、韓國等... 24 國，會員國之間共享 Case Book：Comparative Case Studies on Key Topics in Smart Grid。對於 AMI 的部署韓國也訂定 2020 達到 100% 的目標，見圖。

* Comparison on AMI Deployment Rates

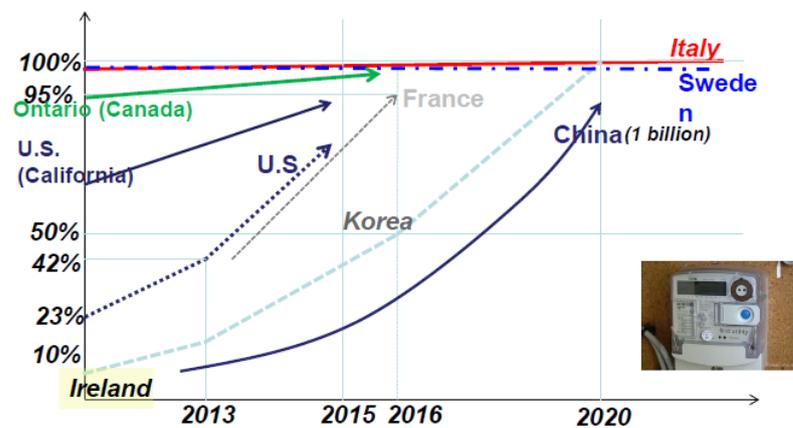


圖 33. IEA-ISGAN AMI 佈置時程圖

3.8 技術參訪內容

本次會議除了技術研討會之外，主辦單位也安排了兩項技術參訪行程，分別是 Sihwa Lake Tidal Power Station 以及 Shinansung 765 kV 變電站。Sihwa Lake Tidal Power Station 是目前世界上容量最大的潮汐發電廠 (見表 5.)，共有 10 部發電機組，裝置容量 254 MW(圖 32.)，負責維護運轉的是 Korea Water company 而非電力公司。潮汐發電廠需有適當的地理環境條件，據 K-water 導覽人員表示最佳條件是北緯 38 度及緊

臨大陸型的海灣，不僅潮汐落差大且洋流穩定，朝鮮半島西岸與中國大陸間的海域是最理想的設廠位置。

表 5. 世界各國潮汐發電廠資料表

<i>Station</i>	Capacity	Country	Location	Commercial
<i>Annapolis Royal Generating Station</i>	20 MW	 Canada	 44°45'07"N	1984
<i>Jiangxia Tidal Power Station</i>	3.2 MW	 China	 28°20'34"N	1980
<i>Kislaya Guba Tidal Power Station</i>	1.7 MW	 Russia	 69°22'37"N	1968
<i>Rance Tidal Power Station</i>	240 MW	 France	 48°37'05"N	1966
<i>Sihwa Lake Tidal Power Station</i>	254 MW	 South Korea	 37°18'47"N	2011
<i>Strangford Lough SeaGen</i>	1.2 MW	 United Kingdom	 54°22'04"N	2008
<i>Uldolmok Tidal Power Station</i>	1.5 MW	 South Korea	 34°32'07"N	2009



圖 34. SIHWA LAKE TIDAL POWER STATION 空照及發電機組照片



圖 35. SHINANSUNG 765 KV 變電站

Shinansung 765 kV 變電站（見圖），位於 765 kV 相較於 345 kV 系統而言具有輸電容量提高 4.7 倍，土地使用減少了 47%，減少 80% 線路損失的優點，韓國的 765 kV 輸電計畫始於 1992 年。

3.9 活動剪影



歡迎晚宴



與會各國代表團體照



崩副所長介紹 TPRI 研發活動



油煤組童耀宗課長於 TS2 分組簡報



化環室吳成有博士於 TS3 分組簡報



TPRI 崩副所長與 KERI 副總裁交換禮物



參訪 Shihwa Tidal Power Plant



參訪 New Ansung 765KV Substation

肆、心得及建議

1. 本次主辦單位 KERI 從流程安排與人員接待可見其用心，例如製作影片之作法即相當值得參考，不僅兼顧影片內容與品質，並按進行順序不漏一人與議程完全相對應。
2. 台電綜合研究所與 CRIEPI / CEPRI / KERI 等單位交流應有更明確之目的，建議逐漸理出重點交流項目，並探討進行實質合作之可能性。
3. CRIEPI 與台電綜合研究所類似，兼顧發_輸_變_配及經社研究，而 CEPRI 與 KERI 則以電網技術為主，故本所不宜缺席電網技術方面之論文研討。
4. 提前準備今年底之 CRIEPI 年會交流議題，可分組進行，各設主持人，先閱其年報。
5. 除了技術交流之外，全員機場接送服務也讓各國與會代表倍感親切。例行的交換禮品，價格不需太高但數量應備足，務使每一位代表都能感受到關注。
6. 台電綜合研究所英文網頁及年報，可以參考其它三國方式來建立。研究與

試驗業務並重，對新進職員參與組織改造及核心業務及論述之討論與備稿，並思考如何藉交流互動，提升國際競爭力。

7. 簡報題目選擇要慎重，應要有交流價值，包括發_輸_變_配各層面的設備維護，研究與試驗業務皆可提出。
8. KERI 在人員配置及預算經費數字上的呈現上均與台電綜合研究所相近，但其研究層級卻相當於台灣工業技術研究院。分析其原因知 KERI 的正式研究人員達 84.6%， TPRI 僅 33%。而且 KERI 大量進用來自於大學研究生、國防替代役等非正式臨時雇員，佔有相當高的比例。在預算經費應用上 TPRI 需捐助能源基金超過 50%，消長之間拉大了兩個研究單位的位階。大陸 CEPRI 與 CRIEPI 的組織與規模更難望其項背。
9. KERI 雖在人員配置上無法與 CEPRI 與 CRIEPI 比較，但在組織規劃上較集中，從其所提的簡報內容知均以產品為導向幾乎都在研究過程開發出具實用價值的產品，並向基礎的材料科技紮根，其潛力與發展不容忽視。
10. Smart Grid、Electricity Storage Technologies 與 International Cooperation 都是各國所關注的研究題材，在電力科技發展中已形成趨勢。