

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：開會)

出席「第28屆台日核安研討會」、「第10屆核能安全管制資訊交流會議」、參訪福島電廠與拜會日本核能安全管制單位

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：張副處長欣、劉副處長文熙、劉技士俊茂

派赴國家：日本

出國期間：102年7月22日至102年7月31日

報告日期：102年9月30日

摘 要

2011年3月11日日本東北外海發生規模9.0 大地震，引發巨大海嘯於40 分鐘後襲擊東京電力公司所屬福島第一核能電廠，造成電廠電源喪失及最後爐心熔毀核災事故後，各國紛紛引以為鏡，重新檢視核能電廠應付極端天災之防護能力。我國亦於此氛圍下，要求台電公司各核能電廠進行多項提升安全方案，以降低因超過設計基準所造成核子事故發生的機率，完成國內核電廠核安總體檢及歐洲壓力測試，並提出許多強化改善措施，使台灣在面對類似極端天然災害時，亦可將其損害程度降至最低，以保障民眾生命與財產安全。

本次出國參加台日核安研討會，主要目的係藉此研討會促進兩國之間核安經驗交流，如福島第一核能電廠復原情形、災後強化改善措施及實際成果，會議過程中討論情形相當踴躍，充分發揮兩國間溝通與經驗分享橋梁的功能。此外，於行程規畫中亦參訪了美、日核能電廠，從中吸取電廠機組於長期停機維運措施、廠區地質研究結果、海嘯牆高度強化、免震重要棟設施、廠內緊急應變中心、防水門及架高防波設施等，作為國內於強化核電廠安全措施上參考。

目 次

摘要	2
壹、目的	4
貳、行程	4
參、工作紀要	5
肆、心得與建議	47
伍、附錄	49
附錄一	50
附錄二	53
陸、附件	

參加第10屆核能安全管制資訊交流會議暨參訪福島
電廠與拜會日本核能安全管制單位出國報告

壹、目的

2011年3月11日日本東北外海發生規模9.0大地震，引發巨大海嘯於40分鐘後襲擊東京電力公司所屬福島第一核能電廠，造成電廠電源喪失及最後爐心熔毀核災事故後，各國紛紛引以為鏡，重新檢視核能電廠應付極端天災之防護能力。我國亦於此氛圍下，要求台電公司各核能電廠進行多項提升安全方案，以降低因超過設計基準所造成核子事故發生的機率，完成國內核電廠核安總體檢及歐洲壓力測試，並提出許多強化改善措施，使台灣在面對類似極端天然災害時，亦可將其損害程度降至最低，以保障民眾生命與財產安全。

日本福島事故後，國內民眾對核能安全紛紛提出質疑，為汲取日本慘痛經驗，此行除參與台日兩國間核安研討會外，另參訪[?]岡及美[?]兩地核能電廠，以了解電廠於機組停機後長期維運措施、海嘯牆高度強化、免震重要棟設施、廠內緊急應變中心、防水門及架高防波設施等，作為國內於強化核電廠安全措施上參考。

貳、行程

本次行程共區分為兩部分：

1. 第一部分(7月22日至7月27日)：於日本東京如水會館出席「第28屆台日核能安全研討會」，並隨後參訪[?]岡電廠及美[?]電廠。本出國報告內文及針對本段行程撰寫
2. 第二部分(7月27日至7月31日)：由本會主委率團參加第10屆台日核能安全管制資訊交流會議、拜會我國駐日代表處、日本環境省、會晤日本核能管制單位原子力規制委員會原子力規制廳**長官(文官長)**並參訪日本東京電力公司福島第一核電廠、現場瞭解電廠附近受地震海嘯損害之情況。(本部分出國報告詳如附件)

赴日行程表

日期	行程內容	地點
7月22日(一)	去程	台北→東京

7月23日(二)	出席第28屆台日核安研討會	東京
7月24日(三)	參訪? 岡電廠	東京→京都
7月25日(四)	路程	敦賀
7月26日(五)	參訪美? 電廠	敦賀→大阪
7月27日(六)	路程(與主委會合)	大阪→東京
7月28日(日)	災區參訪(檜葉町? 富岡町? 川內村? 田村市)	東京→福島縣
7月29日(一)	J-Village? 大熊町?? 葉町? 福島一廠? J-Village? 磐城市 副市長	福島縣→東京
7月30日(二)	參加第10屆核能安全管制資訊交流會議 環境省? 原子力規制委員會(NRA)	東京
7月31日(三)	拜會駐日代表處及內閣府原子力委員會	東京→台北

參、工作紀要

一、出席第28屆台日核安研討會

台日核能安全研討會係於1985年由亞太科技協進會(APCST)能源委員會召集人陳蘭皋先生時任(台電董事長)與日本原子力產業會議(現已更名為日本原子力產業協會, JAIF)共同發起, 每年舉辦一次, 由台日雙方輪流主辦。今年為第28屆, 乃台日雙方在核能技術交流的重要活動。

本屆由日本原子力產業協會(JAIF)主辦, 我方則輪由台灣電力公司協辦, 於7月23日在日本東京市如水會館舉辦。本次會議我方參加人員除本會及所屬核能研究所及放射性物料管理局之外, 尚有來自台灣電力公司、核能資訊中心、核能科技協進會、中華核能學會、台灣核能級產業發展協會、中興工程顧問公司等產、官、學界共計16人參加, 日方代表除東京電力公司、北陸電力公司及其它電力公司代表外, 亦有日本原子力產業協會及學術界多位專家學者與會, 總參加人數近35人。

研討會開幕致詞, 首先由日方原子力產業協會(JAIF)理事長福部拓也(Mr.

Takuya Hattori)致詞, 說明福島核電廠事故至今已滿2年, 日本為確保核電廠安

全穩定運轉，除停止國內48部機組運轉，並強化各電廠安全係數(僅存關西電力公司大飯核電廠3號及4號機組正常運轉)，更重新檢討國家核能管制體系組織架構，如2012年9月成立原子力規制委員會等，以提升核電廠各項安全管制作為、核災應變體制及重拾日本國民對政府信任，惟日本國民對核電看法仍嚴峻且心存恐懼。安倍 晉三首相所屬自民黨於眾議院取得多數席次後，是否能再度重啓運轉核電廠將成為安倍首相在能源政策上一重要決策，畢竟天然資源不足問題仍是日本使用核電因素所在，也唯有確保核能安全與資訊透明，核能發電才能再有重新站起來的機會。



圖01 - JAIF福部拓也理事長開幕致詞

接著由台灣代表團台灣電力公司陳布燦副總經理致詞，說明台灣電力公司核電廠每年提供國內400億度電力 (占總電力18%)，每度成本0.72元皆低於火力發電1.64元及天然氣發電3.81元，更低於太陽能發電及風力發電成本，為吸取福島核電廠事故，國內三座核電廠已全面進行核安總體檢及歐洲壓力測試，以提高核電廠運轉安全及因應超過設計基準事故之能力，此外，為避免核子事故後續引發爐心熔毀、氫爆及輻射外釋等狀況，台灣電力公司提出斷然處置措施，及早將水(包括海水)灌入反應爐，即使造成反應爐無法再使用，也要將事故後果降到最低，以確保民眾生命及財產安全。亦期望以日本核能政策轉變，做為國內能源決策之參考。此外，龍門電廠興建時期皆邀集日商來台參與，期望台日雙

方攜手合作以提供民眾最清楚正確之核能資訊，相信在雙方致力確保核安的氛圍之下，台日核電合作才有持續發展的機會，日本也定可以重啟核電廠運轉。



圖02 - 台灣電力公司陳布燦副總經理開幕致詞

雙方致詞後即展開專題報告(議程表及參與人員如附錄一及附錄二)，雙方共發表10篇報告，其中我方提出下列4篇：

- ❶ Post-Fukushima Safety Reassessment and EU Stress Test in Taiwan
- ❷ Ultimate Emergency Measures Program and Training
- ❸ The Regulatory Control of Decommissioning Nuclear Facilities in Taiwan
- ❹ Status of the Construction Lungmen Nuclear Power Plant

日方則提出下列6 篇報告：

- ❶ Nuclear Safety after the Fukushima Dai-ichi Accident
- ❷ Plant Maintenance at Shika Nuclear Power Station during Extended Shutdown
- ❸ Management of Radioactive Solid Waste Generated during the Recovery Work at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station
- ❹ Measures for Processing of Accumulated Water at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station
- ❺ Public Relations Activities after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident

⑥ Status of Construction of Ohma Nuclear Power Plant

(一) 議程一：福島事故後概要說明

此議程由電力中央研究所之原子力技術研究所稻田文夫副所長(Deputy Director, Nuclear Technology Research Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry CRIEPI)主持(圖 03)，分別由東京大學關村直人教授(Prof. Naoto Sekimura)發表「Nuclear Safety after the Fukushima Dai-ichi Accident」及本會張欣副處長發表「Post-Fukushima Safety Reassessment and EU Stress Test in Taiwan」，相關簡報摘要如下：



圖 03 – 電力中央研究所之原子力技術研究所稻田文夫副所長

1. 第一篇由電力中央研究所之原子力技術研究所稻田文夫副所長(圖 04)報告「福島第一核電廠事故後核能安全改善作為」，稻田文夫副所長首先檢討分析事故發生經過，從慘痛的經驗裡找出事故引發關鍵，NISA(Nuclear and Industrial Safety Agency)於 2012 年 2 月檢討報告中提出 30 項強化措施(如圖 05)，其中包含如何避免長時間喪失外部電源、強化廠內緊急電源供應、避免喪失爐心冷卻系統、避免初期反應爐受損與氫爆發發生與強化廠內控制及監控功能等主題。



圖 04 – 電力中央研究所之原子力技術研究所稻田文夫副所長

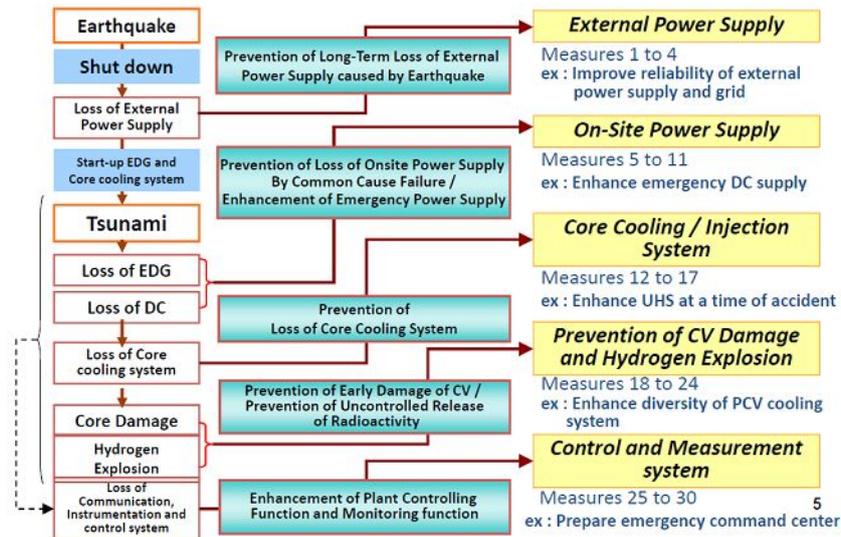


圖 05 – NISA 於 2012 年 2 月檢討報告中提出30 項強化措施

此外，在AESJ/NSD 報告中亦明確指出對外部事件深度防禦薄弱，如未參考歷史紀錄，致使電廠於防海嘯設計高程不足，及評估如何抵抗各種(例如火山爆發、廠內火災及洪水事件等事故)，亦即在極端天然災害及嚴重事故發生時，電廠無法有效減緩事故及確保緊急應變設施完整性，因此對不確定性外部災害事件評估、去除邊際效應及運用機率風險評估有效安全方法等三項，仍須面對及強化。

為改善核能應變體制，日本於2012年9月19日成立原子力規制委員會(Nuclear Regulation Authority, NRA)(如圖6)，除提升管制獨立性外，並增訂核能管制要求，2013年7月8日提出新法規需求，再由各電廠重新檢

視地震與海嘯設計基準，與極端外部災害及嚴重事件，其基本對策內容有：(如圖7)

- a. 提高電廠安全設計基準，並運用深度防禦概念提升安全等級，除火山爆發、龍捲風及森林大火外，新增地震及海嘯等天然災害，以及確保電廠最終熱忱(UHS)、熱移除系統維持機組安全停機之SSCs可用及緊急應變電源供給等。
- b. 核子反應器設施經營者需運用最新技術規範。
- c. 對於將屆滿運轉年限(40年)之電廠，必須符合政府最新法規標準才得允許延役，最長不得超過20年。

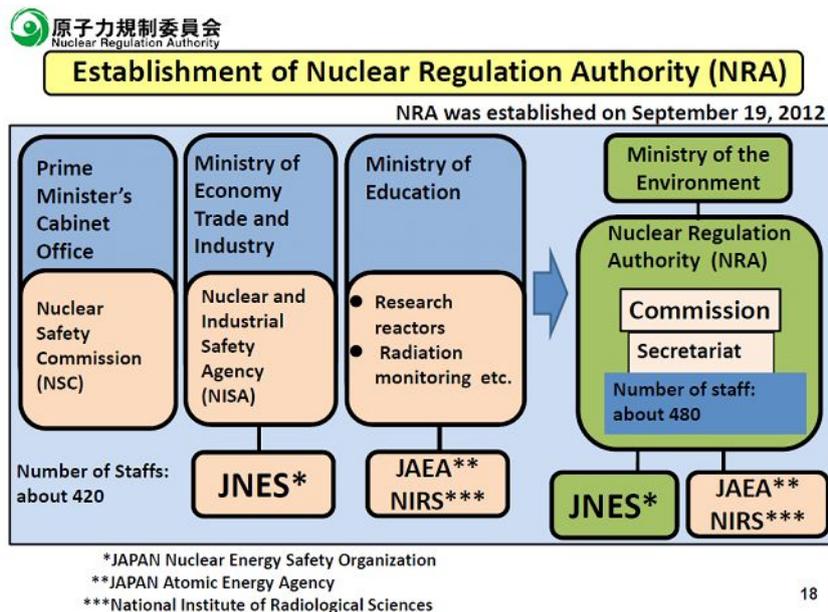


圖 06 - NRA 組織體系

Structure of New Regulatory Requirements in Japan

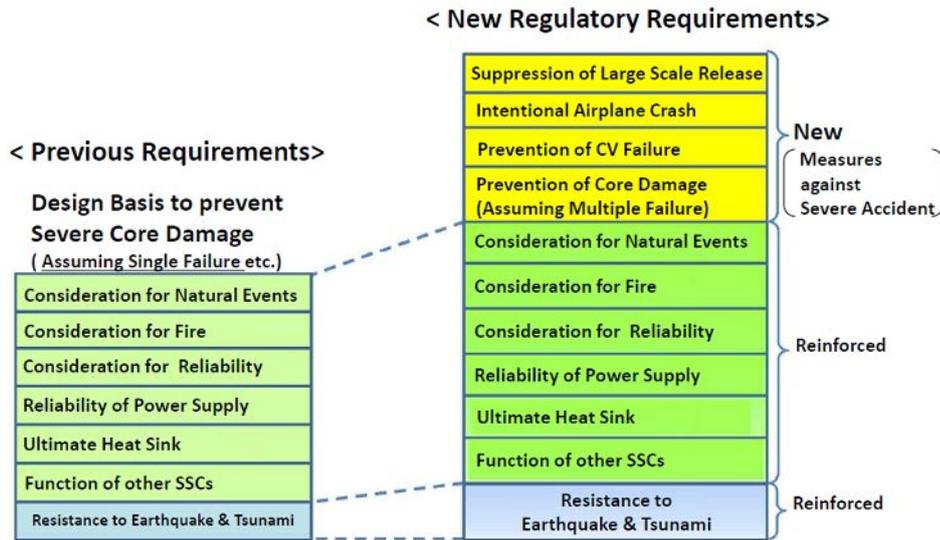
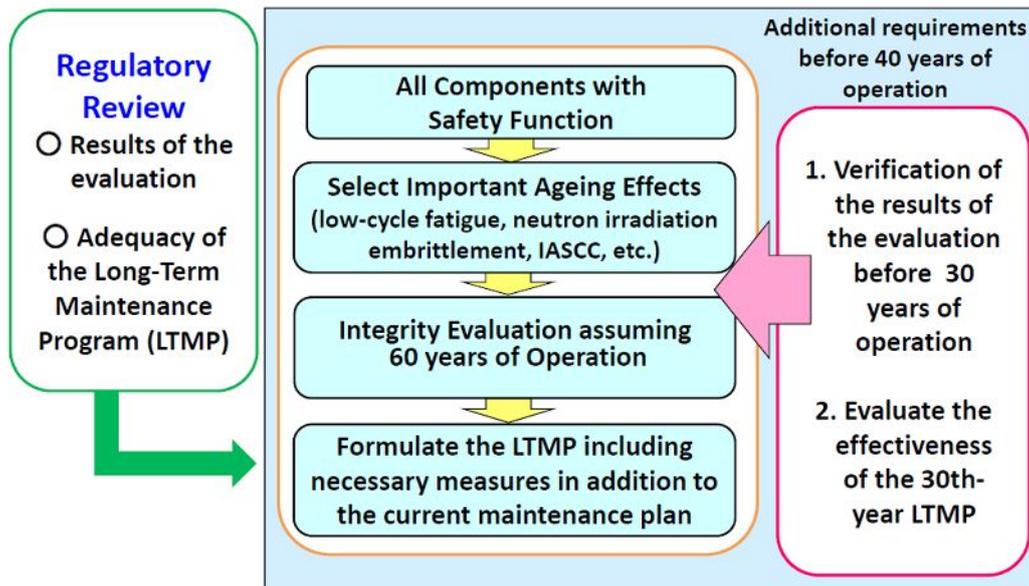


圖 07 - 2013 年 7 月 8 日 NRA 提出新法規需求

日本於1970年起陸續興建核能電廠，面臨電廠運轉期間屆滿40年，以及是否延役等長期運轉後續管理事宜，也做了許多技術分析研究，首先針對2006-2011年輕水式反應器延役管理評估(如圖08)，另一方面由原子力安全保安院(NISA)提出安全系統管制處置作為(如圖09)，並透過國際資訊交流相互分享，制定除役標準作業程序。



39

圖 08 - 2006-2011 年輕水式反應器延役管理評估

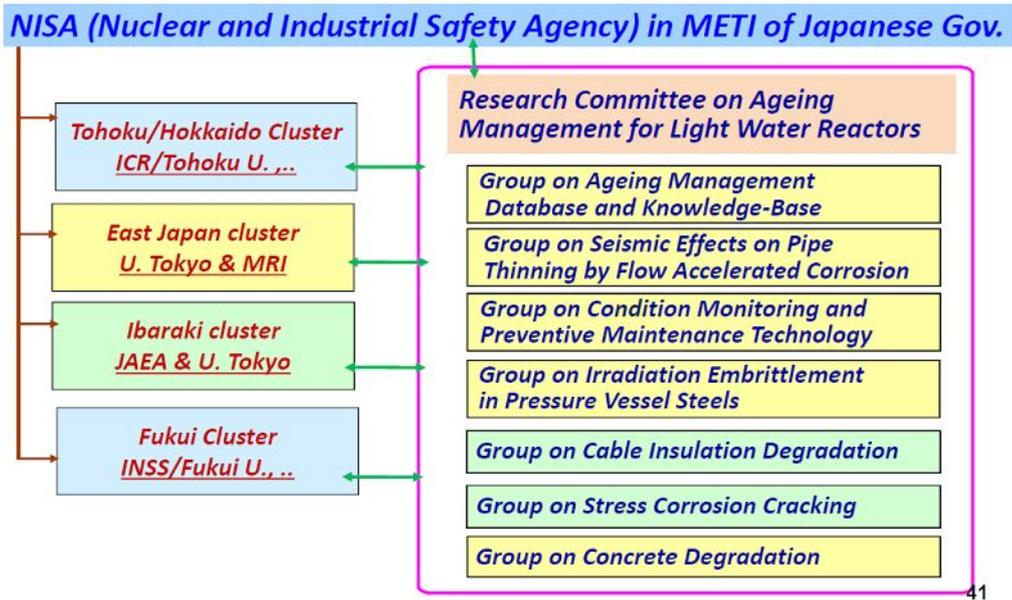


圖 09 – NISA 安全系統管制處置作為

在未來核能安全研究及國際合作方面，經由與國際專家學者合作評估存在機率風險，確認法規制定需求及安全評估，以建立國際準則降低核電廠在運轉上可能遭遇各種事件。(如圖10)

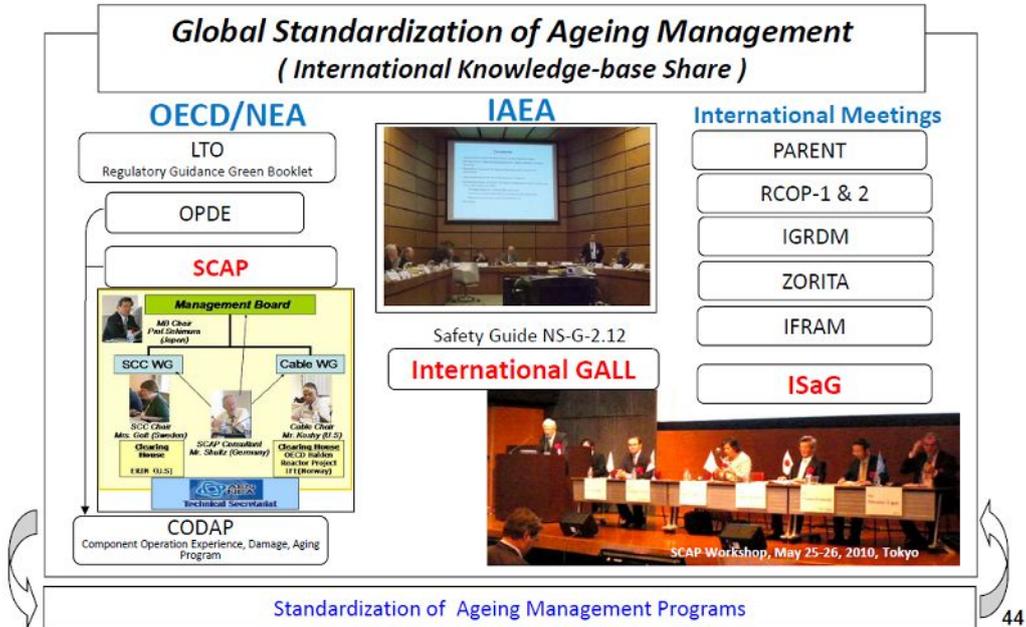


圖 10 – 參與國際會議

- 第二篇則由本會核能管制處張欣副處長(圖 11)報告「台灣在後福島事故後所做核安總體檢及歐洲壓力測試」，張欣副處長開宗明義即以福島事故為鏡，進行國內核電廠安全防護總體檢以具有足夠能量應付此類極端

天然災害，並參考如NRC、NEI、WENRA(later ENSREG)、WANO及 NISA 等國際組織建議，要求台灣電力公司確保所屬核能電廠皆應符合原設計基準，並足以因應超過設計基準之事件，於2011年4月19日提出11項核能總體檢改善方案(如圖12)，讓福島事故不會在台灣重複發生。



圖 11 - 本會核能管制處張欣副處長

Item	AEC	NRC	NEI	WENRA	WANO	NISA
(1)	Re-examine the Capability for Loss of All AC Power (SBO)	✓	✓	✓	✓	✓
(2)	Re-evaluate Flooding and Tsunami Protection	✓	✓	✓	✓	✓
(3)	Ensure Integrity and Cooling of Spent Fuel Pool	✓		✓		✓
(4)	Assess Heat Removal and Ultimate Heat Sink	✓		✓		✓
(5)	EOPs Re-examination and Re-training	✓	✓	✓		✓
(6)	Buildup the Ultimate Response Guidelines	✓				✓
(7)	Support between Different Units			✓		✓
(8)	Considerations for Compound Accidents	✓	✓	✓	✓	✓
(9)	Mitigation beyond DBA	✓	✓	✓	✓	✓
(10)	Preparedness and Backup Equipment	✓	✓	✓		✓
(11)	Manpower, Organization, Safety Culture	✓		✓		Y1

圖 12 - 我國提出之總體檢方案與當時國際作法之比較

本會另依據歐洲所制定壓力測試標準，於2013年1月完成國內運轉中及建造中各核電廠壓力測試之國家報告(如圖13)，此外，本會亦依據美國核管會Near Term Task Force(NTTF)建議，要求台灣電力公司提出改善

方案。總結而言，本會對核電廠所做安全總體檢是全面性的，核電廠須具備對抗極端天然災害之能力，此外，汲取福島事故之經驗，考量國內各核電廠兩部機組同時發生事故情況下，將緊急應變計畫區範圍由5公里擴大至8公里，並完備緊急應變對策及平時整備。

■ Compliance with the EU specifications

- Utilities Final Report for operating NPPs: **March, 2012**
- Utilities Final Report for NPP under construction : **April, 2012**
- Draft National Report : **June, 2012**
- Final National Report : **January, 2013**
- Peer Review by International Experts organized by OECD/NEA: **March 2013**
- ENSREG: **September 2013**

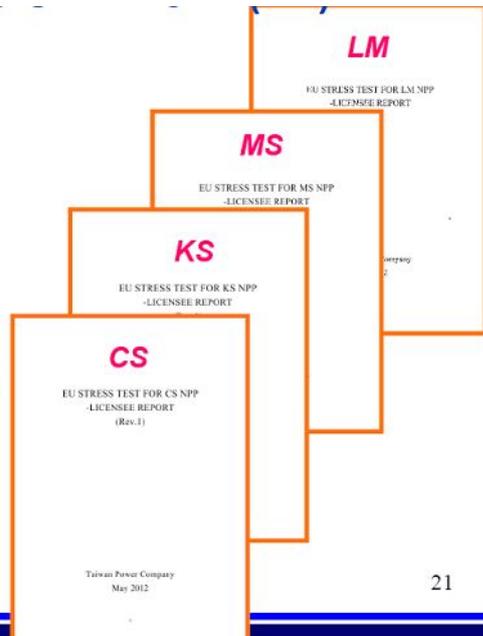


圖 13 – 歐洲壓力測試報告

(二) 議程二：福島電廠事故後對核能安全精進作為

此議程由本會核能研究所高良書組長(Division Director, Institute of Nuclear Energy Research INER)主持(圖 14)，分別由北陸電力公司志賀原子力發電所吉本茂利副課長(Mr. Shigetoshi Yoshimoto)發表「Plant Maintenance at Shika Nuclear Power Station during Extended Shutdown」及台灣電力公司核能發電處張永芳組長發表「Ultimate Emergency Measures Program and Training」，相關簡報摘要如下：

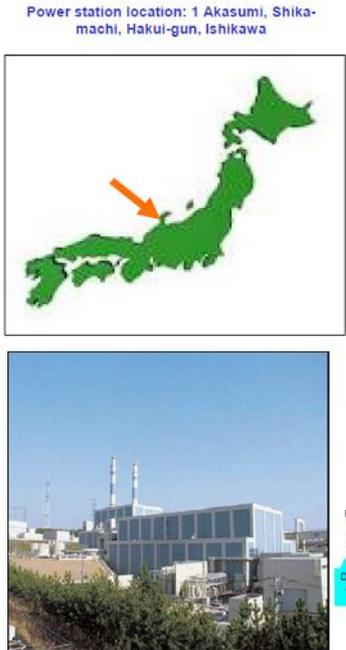


圖 14 - 本會核能研究所高良書組長

1. 第一篇由北陸電力公司志賀原子力發電所吉本 茂利副課長(圖 15)報告「志賀原子力發電所在停機期間對電廠的維護管理」，說明位於石川縣志賀町志賀原子力發電所(如圖 16)兩部機組於事故前皆已相繼停機，1 號機於3 月 1 日停機，2 號機因機組大修於3 月 11 日上午停機，隨後於下午發生規模9.0 東北大地震，引發海嘯及福島第一核電廠核子事故，機組於事故後停機至今已超過2 年，基於福島事故經驗，電廠除針對安全強化作為外，對於停機期間平時維護保養仍不間斷，以便於核能政策明確且同意運轉後，電廠得於最短時間內重新啟動機組運轉。



圖 15 - 北陸電力公司志賀原子力發電所吉本茂利副課長



Overview of power station

	Shika Unit 1	Shika Unit 2
Commenced commercial operation	July 1993	March 2006
Rated output	540,000 kW	1,358,000 kW
Reactor model	Boiling Water Reactor (BWR)	Advanced Boiling Water Reactor (ABWR)

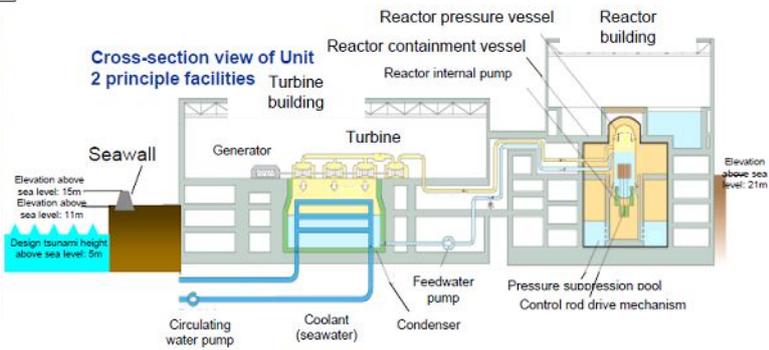


圖 16 – 石川縣志賀町志賀原子力發電所位置

機組停止運轉期間，相關設備如反應爐輔助冷卻水泵、乾井冷卻系統通風機及儀器技術規範中功能需求等，皆須定期運轉測試及檢查功能，檢查項目如拆開泵及馬達以補充潤滑油、更替耗損材料及機器調校等，倘機組將重新啓動時，亦必須重新檢視並完成主發電機單元清理、主發電機定片更新、渦輪系統調校、冷凝器真空泵過濾器清理等項目。

鑒於福島第一核電廠事故慘痛教訓，2013年7月日本政府公布核電廠安全等級新標準，在未來的工作裡除符合新法規要求及平時維護保養外，有關電廠地層下有活斷層之疑慮尚待評估解決，待確保各項安全要求滿足後，才得使核電廠能在安全無虞情況下穩定運轉。

2. 第二篇由台灣電力公司核能發電處張永芳組長(圖 17)報告「斷然處置措施與演練」，說明在2011年4月19日，本會要求執行核安總體檢及歐洲壓力測試，並重新檢視及驗證台灣核電廠是否有能力解決類似日本福島事故，兩階段執行狀況如圖18，此外，台電公司也於核安總體檢報告中提出斷然處置措施(如圖19)，一旦事故發生且需立即作出決斷時，由副總經理及現場值班經理依據機組狀況，下達斷然處置命令，使災害

降至最低，以避免民眾生命財產遭受損害，目前核安總體檢檢討報告中運轉電廠仍尚有96個待改善項目，建造中龍門電廠計有67個待改善項目。



圖 17 - 台灣電力公司核能發電處張永芳組長

Phase	Plan	NPPs	Schedule
1	<i>Assessment-</i> Inspect/evaluate the capability on coping with external event and extreme weather conditions-(CSA Report)	Plants in Operation	March ~ June , 2011 (completed)
		Lungmen	May ~ December , 2011 (completed)
2	<i>Stress Test-</i> Implement Stress Test (refer to EU stress test spec.)-(Stress Test Report)	Plants in Operation	July , 2011~February , 2012 (completed)
		Lungmen	January ~April , 2012 (completed)

圖 18 - 台電公司核安總體檢及壓力測試進度

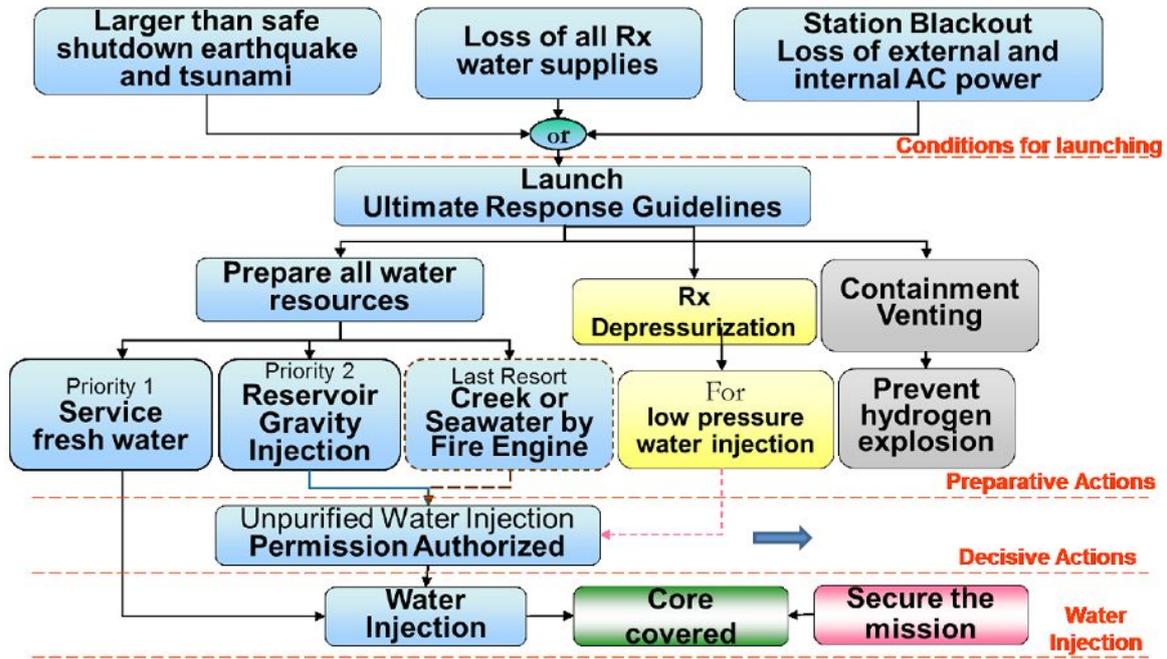


圖 19 - 斷然處置決策指引

台電公司斷然處置指引決策關鍵點共分為3個階段，只要每個階段完成準備工作，就會進入斷然處置決策點，如最終注水進入反應爐非屬海水時，值班經理即可做最後決策；如果注入反應爐的是海水，則需通報副總經理，副總經理必須於15分鐘內做出決策，超過15分鐘則授權現場值班經理下達注海水命令。

台電公司也將每年辦理各項廠內演習(含兵棋推演及實兵演練)納入福島經驗，假想電廠全黑及喪失熱移除系統等情境，以強化廠內關鍵時刻應變能力(如圖20)。



圖 20 – 廠內演習狀況

(三) 議程三：

此議程由日本原子力研究開發機構國際部(International Affairs Department, Japan Atomic Energy Agency JAEA)及川哲邦部長(Mr. Tetsukuni Oikawa)主持(圖 21)，分別由東京電力公司原子力立地本部電氣機械設備三本木滿課長(Mr. Mitsuru Sambongi)發表「Management of Radioactive Solid Waste Generated during the Recovery Work at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station」、東京電力公司原子力立地本部電氣機械設備後藤章課長(Mr. Akira Goto)發表「Measures for Processing of Accumulated Water at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station」及本會放射性物料管理局鄭維申組長發表「The Regulatory Control of Decommissioning Nuclear Facilities in Taiwan」，相關簡報摘要如下：



圖 21 - 日本原子力研究開發機構國際部及川哲邦部長

1. 第一篇由東京電力公司原子力立地本部電氣機械設備三本木滿課長(圖 22)報告「福島第一核電廠復原工作期間對放射性固體廢棄物管理」，說明福島事故後產生大量各式各樣放射性廢棄物，如瓦礫、二次廢棄物處理及落木等，考量到放射性物質室內貯存必要性及分類處理，廢棄物暫以各式貯存並分散管理(如圖 23)，有關瓦礫部分係依輻射劑量標準加以分類(如圖 24)，再將其分別存放於建築物、地表下方儲存場(由土壤包覆)、臨時儲存處所或廠內空地等(如圖 25)，另落木部分則分類為樹幹及樹枝、落葉及莖，分別暫時貯存廠內指定區域，為避免發生火災，在暫時貯存區裡需管控溫度低於攝氏60度，其餘如樹枝、落葉及莖等部分則放置地表下方貯存區域。



圖 22 - 東京電力公司原子力立地本部電氣機械設備三本木滿課長

對於暫時貯存場所管理，利用柵欄或繩子加以區隔，以管制未授權工作人員進入，並制定規範於場所外及提供現場輻射劑量值以提醒工作人員，廠區內儲存狀況及輻射劑量值如圖26。



Explanation about debris and felled trees in this seminar

圖 23 - 放射性廢棄物暫時儲存方式

Temporary storage method of debris

		Surface dose rate of debris (Guide value*1)			
		More than 30mSv/h *2	30mSv/h ~ 1mSv/h	1mSv/h ~ 0.1mSv/h	0.1mSv/h or less
Storage approach	Shielding	Containers and building	Concrete wall, soil, containers	None	None
	Prevent dispersion	Containers	Tent, soil, containers	Sheet cover	None
Temporary storage method		Container storage Solid waste storage building	Container storage Temporary storage facility Soil covered temporary storage facility	Sheet cover	Outdoor collection

*1: Review guide value as appropriate considering on-site air dose rate.

*2: For those over 1Sv/h, temporarily store in containers, solid waste storage building or shielded area.

圖 24 - 瓦礫部分依輻射劑量標準分類

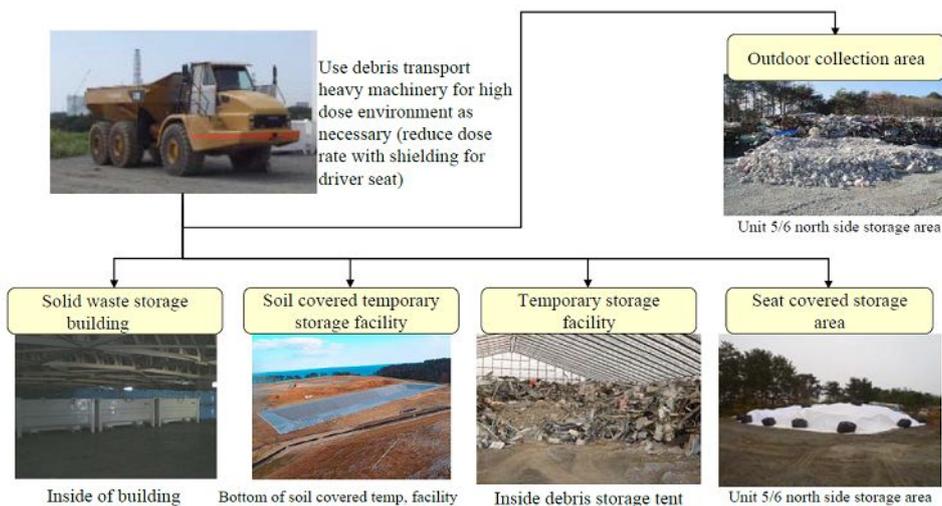


圖 25 - 放射性瓦礫堆置方式

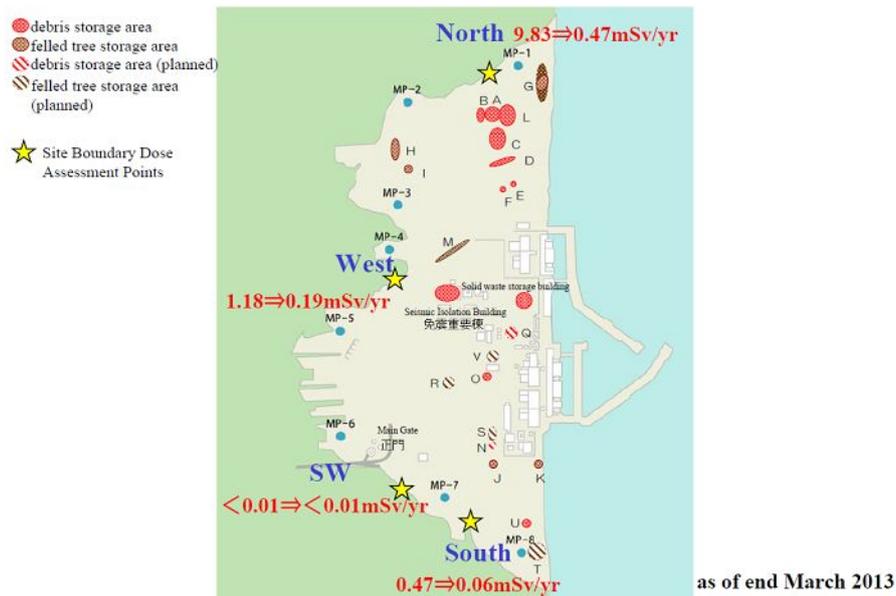
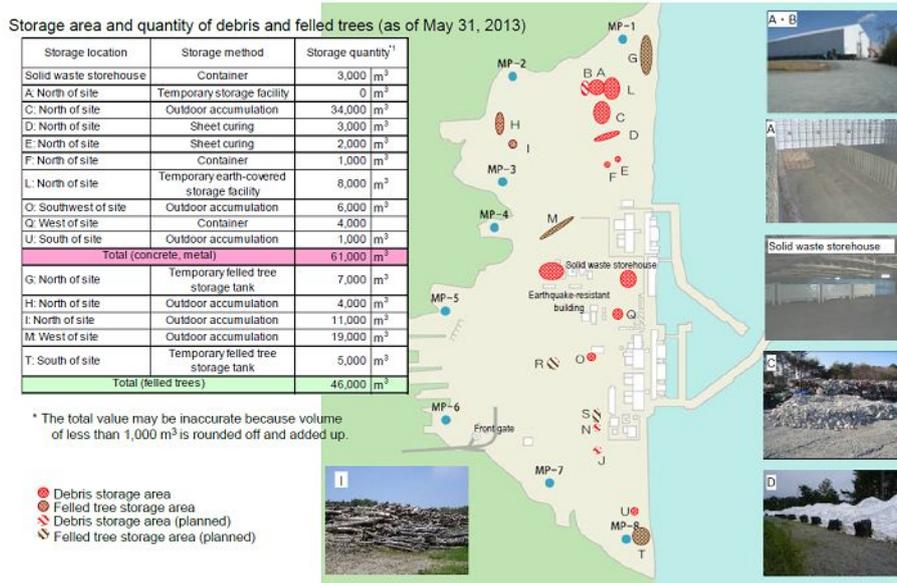


圖 26 - 福島電廠廠區內儲存狀況及輻射劑量值

在未來的工作裡，東電公司仍要持續分類才能讓儲存空間使用更有效率、找尋永久性儲存場所及回收再利用的方式，來改善目前大量含輻射廢棄物管理。

- 第二篇由東京電力公司原子力立地本部電氣機械設備後藤章課長(圖 27)報告「福島第一核電廠對大量輻射水處理方法」，說明福島電廠對廢水處理方式，利用循環水注入冷卻系統，由汽機廠房→水處理設備→海水淡化設備→注水槽→反應爐→汽機廠房(如圖28)，經處理過後將內含高

濃度鹽水及爛泥等二次廢水儲存於貯存槽或廢棄貯存設施裡，截至2013年7月16日止，1至4號機組所產生的廢水約75,000 立方公尺、放射性廢棄貯存場廢棄容量約16,090 立方公尺，及經由處理過後廢棄物約692,110 立方公尺，1號機組每天需用水108 立方公尺、2號機組每天需用水132 立方公尺、3號機組每天需用水132 立方公尺，這些都是目前每日急需處理的工作之一，爛泥的部分於2011年即已處理完畢，總體積容量約597 立方公尺。



圖 27 - 東京電力公司原子力立地本部電氣機械設備後藤 章課長

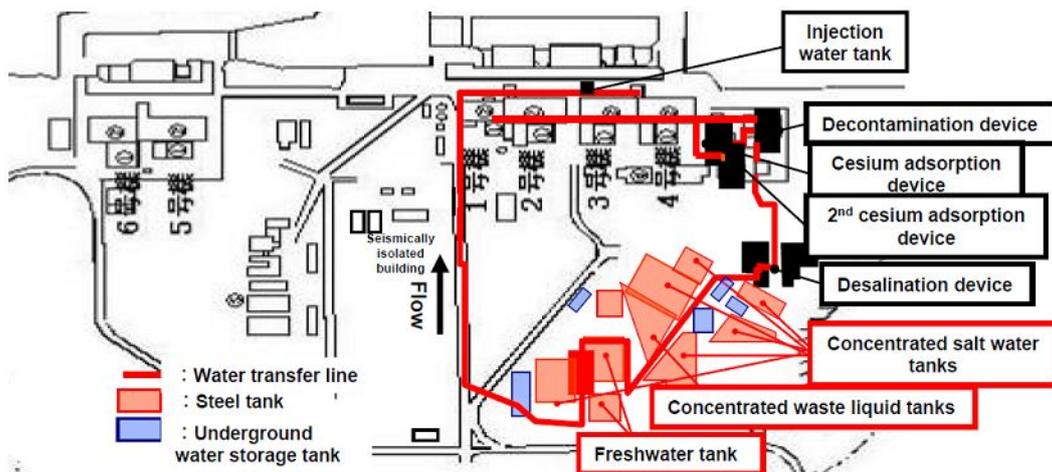


圖 28 - 循環水注入冷卻系統

爲了讓這些廢水能經過處理後排放至大海以減輕廠內貯存容量負擔，東電公司正積極針對銫(Cesium)吸附做實驗，該設備共由四套系統所組成，每小時大約可處理15至50 立方公尺，如只有一套系統運作，每小

時約可處理10 立方公尺 (如圖29)。另二次吸附裝置由兩套過濾器等及銻貯存槽組成，每小時約可處理25 至 50 立方公尺(如圖30)。

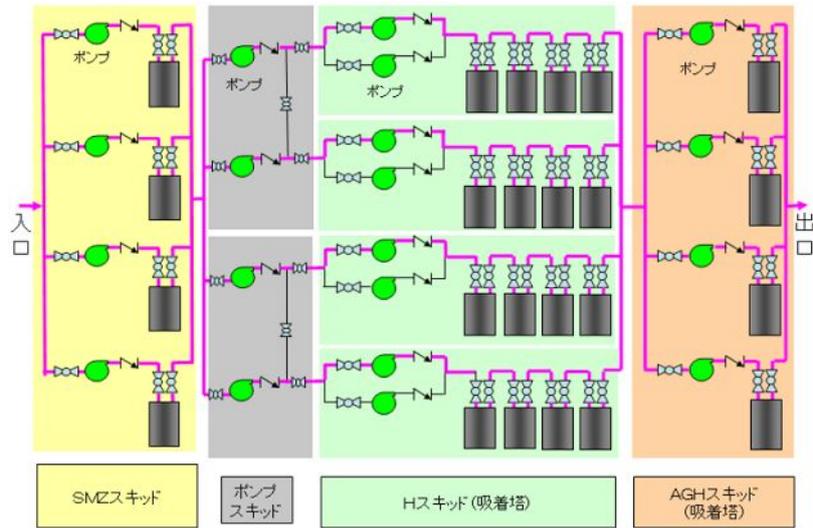


圖 29 - 銻(Cesium)處理系統

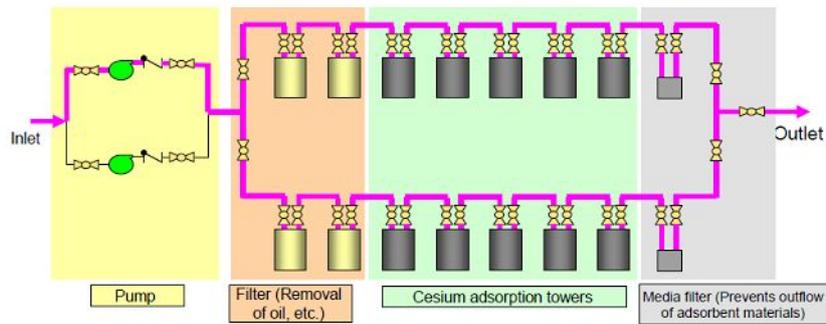


圖 30 - 二次銻(Cesium)處理系統

另一種設施為海水淡化設備，利用薄膜反向滲透方式，四套設備如同時並行使用每天約可處理270 至 1800 立方公尺(如圖31)。還有一種設備是利用蒸汽方式將鹽水分離，八套設備同時並行使用每天約可處理12.7 至 31 立方公尺(如圖32)。綜合上述處理設備即為核電廠內部整體水處理系統(如圖33)，後續東電公司仍需擴增更多的貯存槽來因應未來實際所需。

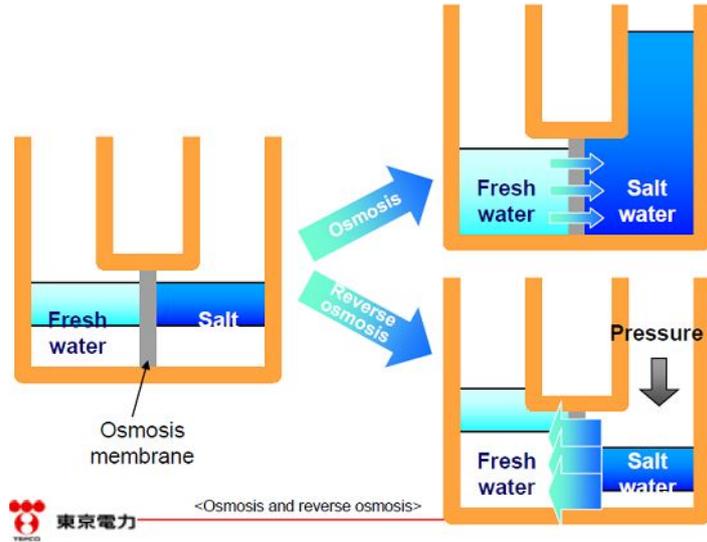


圖 31 - 海水淡化設備

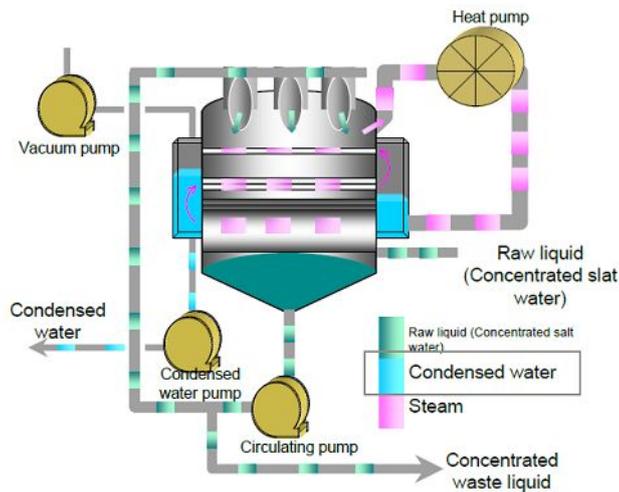


圖 32 - 利用蒸汽方式將鹽水分離系統

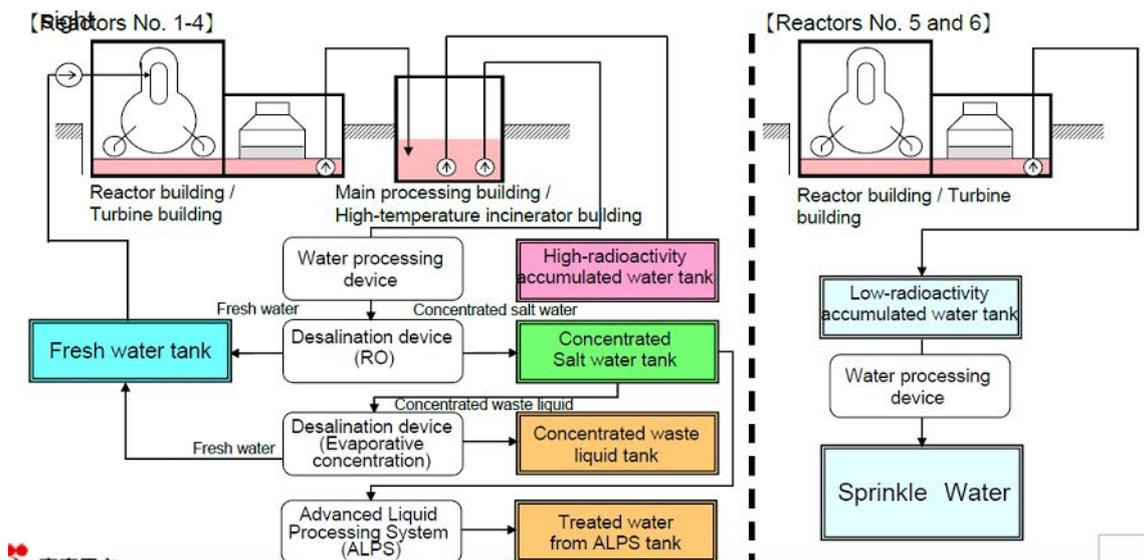


圖 33 - 水處理系統

福島第一核電廠地表下含豐富地下水，每天約有400 立方公尺水量，目前正由山坡上方往電廠下方流入，為避免地下水源遭受輻射污染，我們將設置旁通管道讓地下水不經過廠房直接留下大海。(如圖 34)

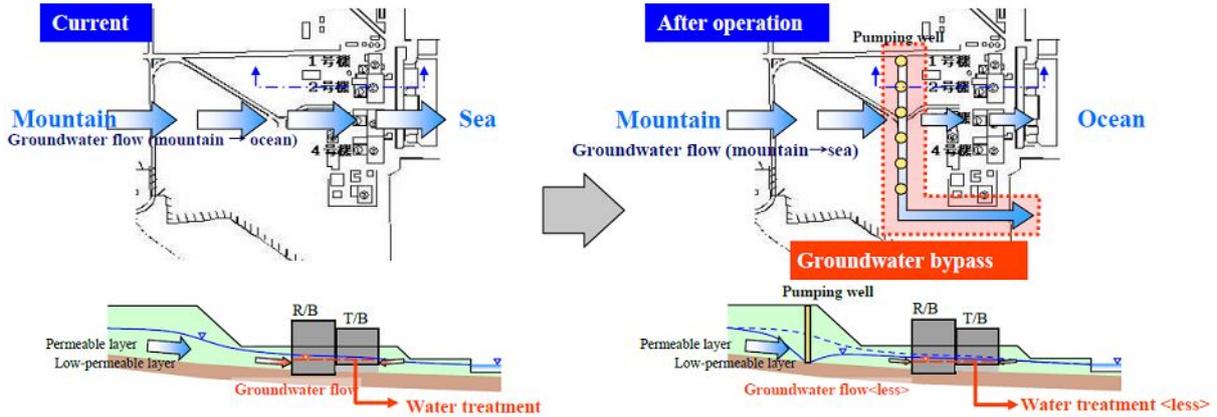


圖 34 - 地下水處置方式

在整個水處理系統裡還有一設備為進階水處理系統(ALPS)(如圖 35)，它除了放射性核種氚(Tritium)以外，對於核種(如 Co-60 及 Mn-54)及 Mg 及 Ca 等皆可於前置設備端將其移除，三套設備每次使用兩套，每天約可處理 500 立方公尺水。

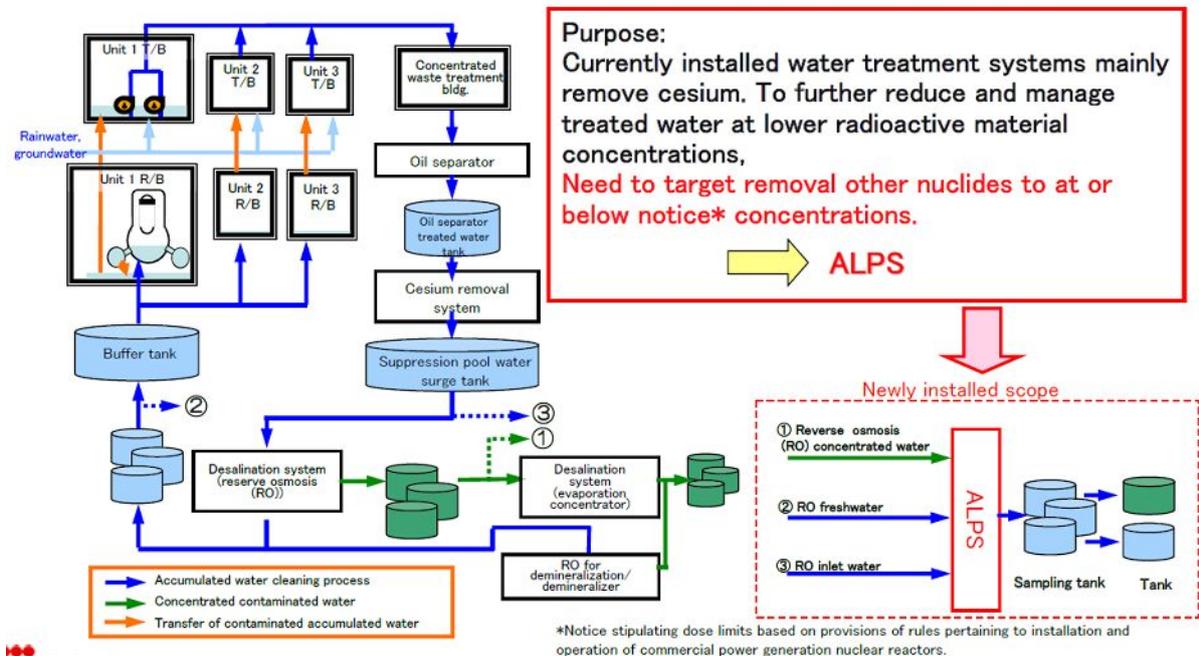


圖 35 - 進階水處理系統(ALPS)

3. 第三篇由本會放射性物料管理局鄭維申組長(圖 36)報告「台灣對即將除

役核子反應器設施法規要求及管控」(如圖 37)，以核一廠(金山)1 號機組為例，如於2018年 12 月 6 日正式除役，估計約25 年完成除役作業(如圖 38)，因台灣目前尚未擁有最終處置場所，因此，退役後所遺留下放射性廢棄物仍需貯存於廠內一段時間，目前核二廠(萬里)擁有低階放射性廢棄貯存場，除建築物掩蔽外，還有溫濕度控制及自動儲存系統可作為長時間臨時貯存(如圖 39)。



圖 36 - 本會放射性物料管理局鄭維申組長

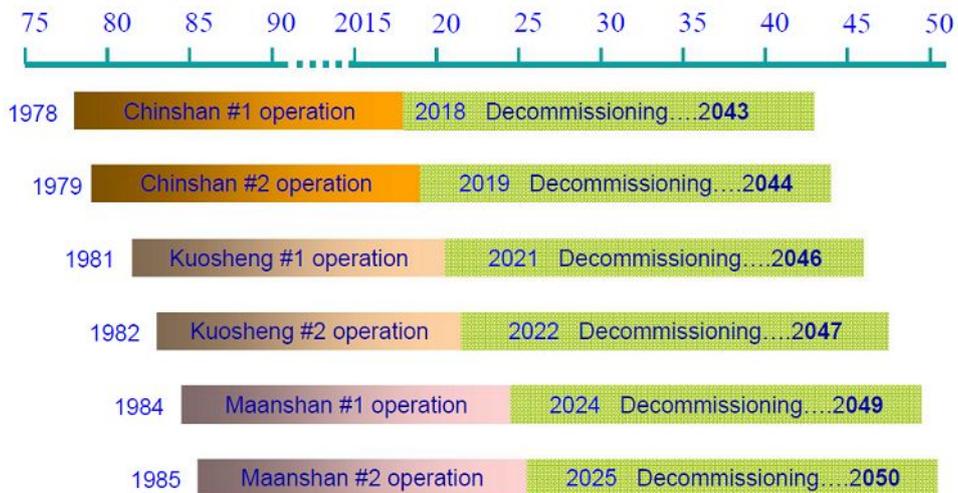
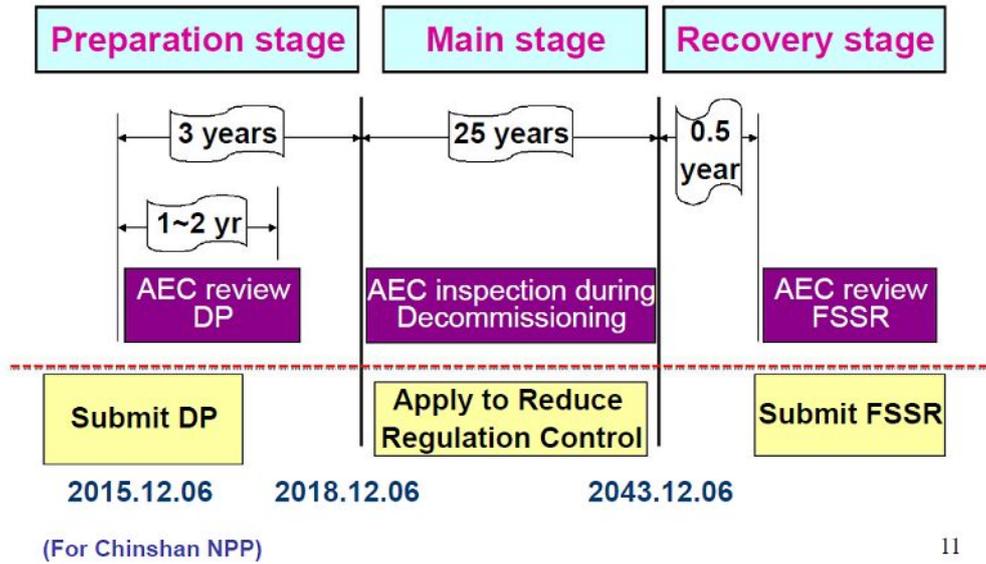


圖 37 - 國內核電廠除役時程



11

圖 38 - 核一廠(金山)核電廠規劃除役時程



圖 39 - 核二廠(萬里)低階放射性廢棄貯存場視察

為取得地方民眾對核能安全信任，在乾式貯存建置期間，原能會邀請 20 位地方政府官員、村里長及環保團體共同參與檢視。原能會訂定法規主要目的就是為了確保民眾生命及財產安全、符合環境及生態需求、除役過程安全建立、執行正確廢棄物管理策略及最終完成除役作業。為確認台電公司能確實準備除役工作規劃，原能會自今年起每 3 個月對台電公司的除役準備工作與進度展開專案查核。另為使審查除役計畫順利進展，原能會將於今年底公布除役計畫書審查導則，提供未來審查者之依據及申請者參考。在建立管制者審查能力與相關技術，原能會已加強相關技術研究，並彙集國際相關審查經驗，進一步進行國際合作的探討。因為除役工作是有時程與方案選擇的差異，一旦方向錯誤雖然同樣可以完成，但其結果卻會大不相同。所以做對的事，是我們努力的目標。

(四) 議程四：

此議程由本會核能管制處張欣副處長主持(圖 40)，分別由中國電力公司廣報部門櫻井正治課長(Mr. Masaharu Sakurai)發表「Public Relations Activities after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident」、台灣電力公司核能技術處郭東裕課長發表「Status of the Construction Lungmen Nuclear Power Plant」及電源開發公司原子力事業本部原子力建設部設備技術室古賀薰室長(Mr. Kaoru Koga)發表「Status of Construction of Ohma Nuclear Power Plant」，相關簡報摘要如下：



圖 40 – 本會核能管制處張欣副處長

1. 第一篇由中國電力公司廣報部門櫻井正治課長(圖 41)報告「福島第一核電廠事故後公共關係行動」，說明在福島電廠事故發生後，民眾在面對核電廠輻射外釋、災後混亂與被要求進行大規模疏散時，其中最大的問題就是大多數人無法了解事故的資訊，如事故的說明、氫爆現象及事故掌控等訊息，導致民眾對專家的專業判斷產生諸多猜疑。對於受到事故民眾，資訊的透明度，正確性及及時性都是非常重要的，才得以讓民眾知道該往哪走，該怎麼做。事故發生後，中電也做了許多對民眾的意見調查，並與事故前後做比較，如日本國民對核電需求的看法，其中以男性大於女性，及10-20歲年齡層比50-60歲年齡層較為正面(如圖42)、對未來能源看法，對核電的支持過去(2010年9月)36.9% 降至最近(2012

年 12 月)13.9%(如圖 43)、對政府做好核能安全管制上看法(如圖 44)，及對專業人士判斷處理信任度(如圖 45)皆持續下滑。從推特(Twitter)與臉書(Facebook)上也湧入無任何色彩的立場民眾加入反核行動，如 2012 年 3 月 29 日每星期五號召民眾至首相辦公室前表達反對核電運轉，同年 6 月 29 日政府宣布重啟大飯核電廠運轉，引發超過 200 萬民眾表示抗議，同年 7 月 29 日民眾串聯反對國會所作決議，並支持建立非核家園，參與人數超過 200 萬人，還有兩位民眾因此被警方逮捕。



圖 41 - 中國電力公司廣報部門櫻井正治課長

“Required” male (39%) > female (33%)

By age: positive response in 10’s and 20’s/
negative response in 50’s and 60’s

	Required	Rather required	Can't say either way	Rather not required	Not required
2010. 9	49.1	28.3	16.7	1.5	2.6
2011. 11	15.7	22.0	35.9	12.1	13.1
2012.12	12.6	23.4	38.1	10.9	13.7

圖 42 - 調查日本國人對核電需求

	Nuclear	Hydropower	Geothermal	Wind	Solar power
2010.9	36.9	45.5	31.8	61.5	82.4
2011.11	16.7	63.1	47.9	70.8	86.5
2012.12	13.9	54.3	45.8	69.8	83.4

圖 43 – 調查日本國人對未來能源看法

“Can’t trust” male (40.6%) > female (33.7%)

By age: 40% or more had negative opinions in 30’s, 50’s and 60’s

	Can trust	Rather can trust	Can't say either way	Rather can not trust	Can't trust
2010.9	4.7	28.0	52.3	10.3	4.3
2011.11	1.0	10.2	51.2	23.8	13.8
2012.12	1.4	8.7	52.6	22.8	14.3

圖 44 – 調查日本國人對政府處理核電信賴度

Can you trust in expertise or related persons involved in nuclear power?

“Can’t trust” (31.3%) > “Can trust”(14.8%)

By age: Roughly 40% of the respondents had negative opinions in 50’s and 60’s

In 10’s, about 65% of the respondents said “Can't say either way”

	Can trust	Rather can trust	Can't say either way	Rather can not trust	Can't trust
2010.9	6.3	27.9	56.6	5.9	3.0
2011.11	2.0	14.8	52.2	19.0	11.7
2012.12	1.7	13.1	53.8	18.8	12.5

圖 45 – 調查日本國人對專業人士處理核電信任度

中國電力公司在福島事故後於公共關係上也做了一些努力，例如強化內部溝通(訓練及資訊的提供)，陸續到各地讓員工了解核電安全及輻射影響，另外也開辦島根(Shimane)核電廠參觀說明，公開說明核能安全對

策，取得重啓運轉認同，公司並主動規劃長期輻射教育課程、網站專欄及展覽室，希望藉此重拾民眾對核電信任。

2. 第二篇由台灣電力公司核能技術處郭東裕課長(圖 46)報告「龍門核能電廠工程興建狀況」，簡述龍門電廠機組發電量、汽機及放射性廢料系統等相關資訊(如圖 47)，說明建造初期所規劃地震、洪水及海嘯高程能力(如圖 48)，鑒於日本福島事故經驗，重新檢視、分析並強化安全措施(如圖 49)，使福島事故不致重複發生於台灣。



圖 46 - 台灣電力公司核能技術處郭東裕課長

Area of Land	480 Hectares
Gross Capacity	1,350 Mega-Watt (each unit)
Reactor Type	Advanced Light Water Reactor (ABWR)
Fuel Consumption per Year	~60 Metric Tons
Reactor Supplier	General Electric (USA)
Turbine Supplier	Mitsubishi (Japan)
Radwaste System Supplier	Hitachi (Japan)

圖 47 - 簡述龍門電廠資訊

Seismic Design (g: Acceleration of gravity)		Design Capability for Tsunami			Design Capability for Flooding (mm: millimeter)	
Safe Shutdown	Acceleration at bedrock	Tsunami height calculated by NSC	Tsunami height In FSAR	Plant elevation	The design capacity in Lungmen Plant	The largest daily rainfall in Taiwan (1967.10.18 at YiiLan)
0.15g	0.4g	3.4 meter	8.07 meter	12.0 meter	700mm/Hour (16,800mm/Day)	1,672mm

圖 48 – 龍門電廠規劃地震、洪水及海嘯高程能力

Description	Taipower	Fukushima
Intake Pumps Seismic/Tsunami Protected	Yes	No
Distance Between Power Block and Sea Shore	500 meters	100 meters
Ground Elevation Higher Than Tsunami Run-up	Yes	No
Gas Cooled Emergency Diesel Generator	Yes	No
Combustion Gas Turbine	Yes	No
High Elevated Raw Water Reservoir	Yes	No
Tsunami Dike	Yes	??
Ultimate Emergency Measures	Yes	No

Note: Only the last two items are enhancement after Fukushima. All other items are original Taipower standard design.

圖 49 – 龍門電廠安全強化措施

目前1號機組建造已進入運轉測試階段(Phase II)，待完成所有功能測試，及原能會法規要求後，將進行燃料裝填及機組啟動測試作業。(如圖 50)

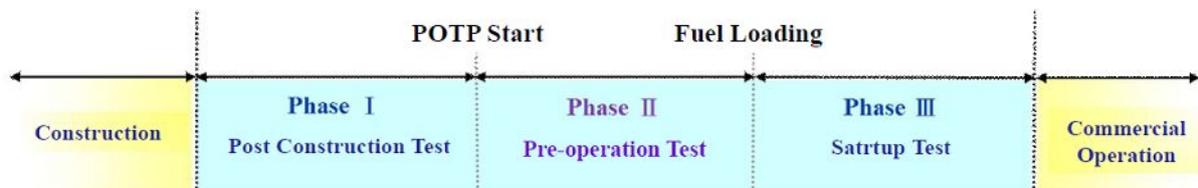




圖 50 - 龍門電廠興建情形

3. 第三篇由日本電源開發公司原子力事業本部原子力建設部設備技術室古賀薰室長(圖 51)報告「大間核能電廠工程興建狀況」，首先簡述日本電力公司組織體系(如圖52)、發電 (如圖53)與國際接軌情形(如圖54)，興建中大間核電廠於2008年5月起開始建造，總發電量為1383MW，屬 ABWR反應爐，福島事故前已完成37.6% 工程進度，福島事故後所有建造工作都暫停作業，直至2012年10月1日由日本電力公司決定繼續建造，並以福島事故經驗強化建造中大間核電廠各項安全措施，即便於 NRA 報告中並無撰述大間核電廠斷層問題，日本電力公司為求謹慎，仍將此納入並做相關地質調查，另安全強化項目有建置海嘯牆以防海嘯

侵襲、安裝緊急發電設備確保緊急電源供給、預備海水泵馬達可於緊急時執行熱移除功能及應付極端災害之強化應變措施等(如圖55)，電廠各項興建工作仍持續進行。



圖 51 - 日本電源開發公司原子力事業本部原子力建設部設備技術室古賀薰室長

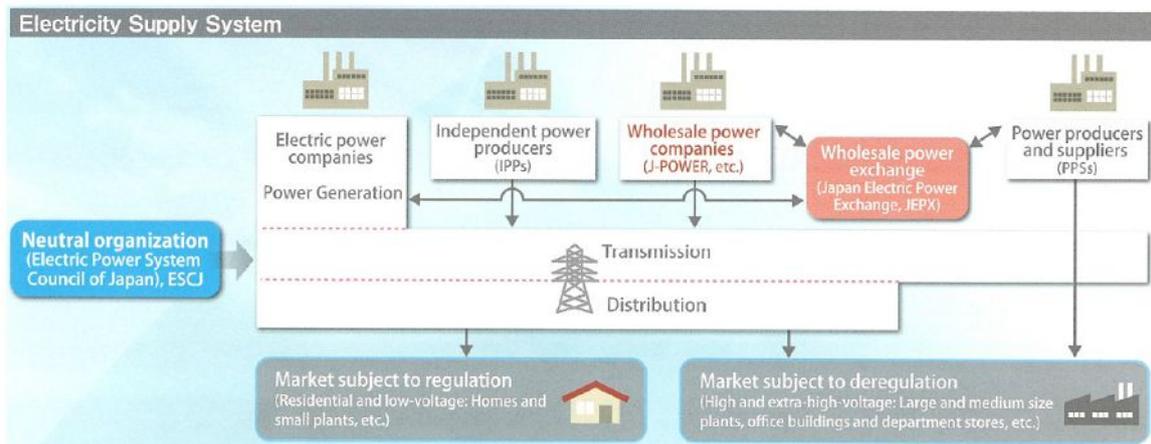


圖 52 - 日本電力公司組織體系

Power Generation Capacity

Hydroelectric Power Plants	8,565.5MW
Thermal Power Plants	8,427.0MW
Total	16,992.5MW

(5th place in Japanese power utilities)

Under construction

Ohma Nuclear Power Plant	1,383.0MW
--------------------------	-----------

(As of the end of March, 2013)

Output of J-POWER and 10 Electric Power Companies

(As of the end of March, 2012)

Source: Japan Electric Association, Monthly Report on Electric Power Statistics.

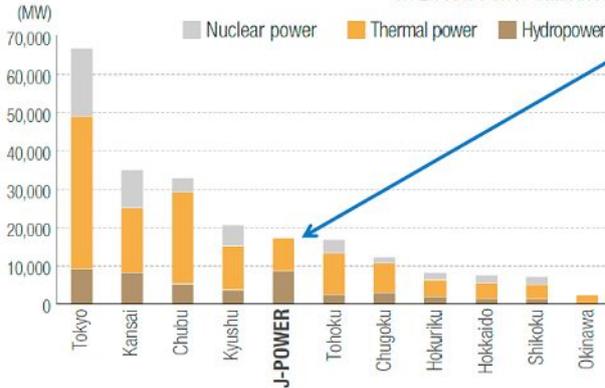


圖 53 - 日本電力公司發電及市占率

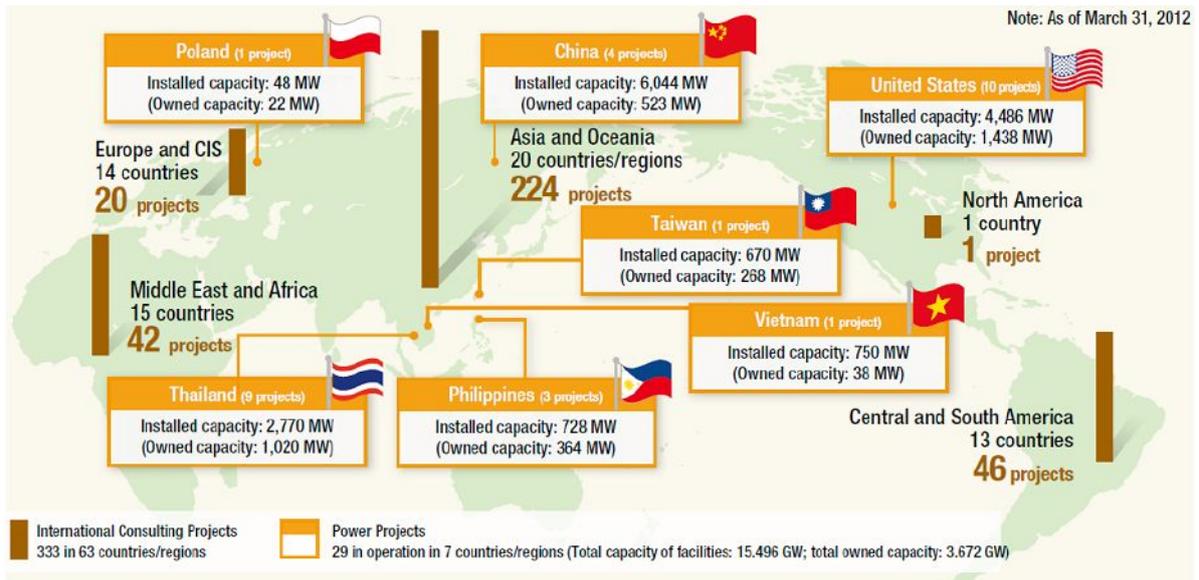


圖 54 - 日本電力公司與國際接軌情形

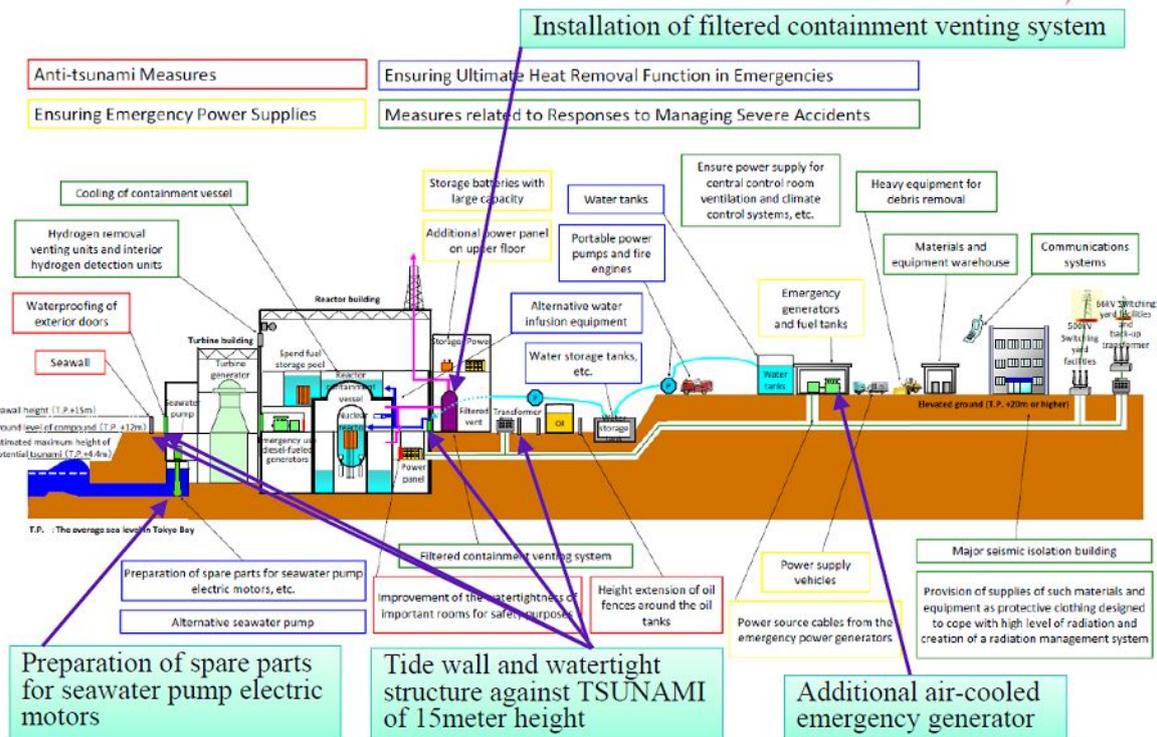


圖 55 - 日本電力公司強化災害應變措施

研討會閉幕致詞，分別由台灣代表團台灣電力公司陳布燦副總經理及日方原子力產業協會(JAIF)理事長福部拓也(Mr. Takuya Hattori)致詞，期許雙方能夠藉此研討會持續互動交流，共同努力一起度過核能界最艱困的時段，給民眾最真實的資訊，最有保障及安全的核電廠，下一屆第29屆於台灣再見。(圖 56)





圖 56 - 研討會召開情形與全體合照

二、參訪? 岡核能電廠

2013年7月24日參訪? 岡核能電廠(? 岡? 電所, Hamaoka Nuclear Power Plant), 參訪摘要如下:

1. 首先至? 岡原子力館聽取簡報與觀看介紹影片，再於原子力館內參觀與實體同高之「防波壁」模型，隨後搭車到廠區參觀「防波壁」興建現況、海水泵「溢水防止壁」建造結果、燃料廠房增設之防水門與廠區高處施工現況等，之後至5號機廊道參觀主控制室、用過燃料池，最後到免震棟(Seismic isolation building)參觀緊急對策所，並到地下室觀看阻尼設備，該棟於建造時僅考量水平耐震能力。(圖 57)



圖 57 - 參訪? 岡電廠情形

2. ? 岡電廠地理位置在東京西南方200公里的東側海岸邊(圖 58)，行政區域屬靜岡縣御前崎市，為日本中部電力公司(株式會社)所有，其內共有5部機組，反應器與圍阻體型式分別為：1、2號機為BWR-4與Mark-1；3、4號機為BWR-5與Mark-1改良型；5號機為ABWR與RCCV(預力鋼襯混凝土型)。第6部機於2008年12月22日開始興建。福島事故後目前廠區正在進行海嘯對策之強化，為未來機組再起動作準備。

核子反應爐	核子反應爐形式	運轉開始日期	額定電力
1 號機	輕水型沸水式反應爐	1976 年 3 月 17 日	54 萬千瓦
2 號機	輕水型沸水式反應爐	1978 年 11 月 29 日	84 萬千瓦
3 號機	沸水式反應爐 Type-5	1987 年 8 月 28 日	110 萬千瓦
4 號機	沸水式反應爐 Type-5	1993 年 9 月 3 日	113.7 萬千瓦
5 號機	進步型沸水式反應爐	2005 年 1 月 18 日	138 萬千瓦
6 號機	進步型沸水式反應爐	2018 年 6 月 (預定)	138 萬千瓦



圖 58 - ? 岡電廠地理位置圖

3. 1、2 號機已於 2009 年 1 月 30 日停止運轉，除役工作正進行中。3 號機於 2010 年 11 月 29 日起停機定期檢查。福島事故後，研究認為此區域在往後 30 年內發生規模大於 8.0 地震的機率超過 87%，因此內閣總理大臣要求 4、5 號機停機(分別於 2011 年 5 月 13 日與 5 月 14 日起停機)，也要求 3 號機不得再起動。
4. ? 岡電廠興建歷史：1967 年中部電力公司提出於 ? 岡町興建核能電廠計畫，出現當地民眾反對聲浪，尤其是漁民與鄰近 2 個町，最終 ? 岡町民眾在有條件下接受此計畫。1968 年附近 2 個町及 5 個漁民協會設立 Nuclear Study Meeting(對策審議會)。1969 年 4 月「電源開發協調委員會」同意 1 號機興建計畫，同年 12 月 5 個漁民協會亦有條件同意。1 號機遂於 1971 年開始動工，1976 年開始商業運轉。
5. ? 岡電廠周圍之 5 個町(大東町、小笠町、相良町、? 岡町、御前崎町)人口

約 10 萬人，若以周圍的 4 個市(掛川市、菊川市、牧之原市、御前崎市)來說，總人口數為 25 萬人。(註：2004 年 4 月 1 日? 岡町與御前崎町已合併為御前崎市。)目前? 岡電廠與靜岡縣及 4 市皆有相關核能安全協議。

6. ? 岡電廠佔地 1.6 平方公里，員工 831 人，包商 2,763 人，因沿岸的海很淺，是日本唯一沒有專屬港口的核能電廠，所有大型物件(如核燃料與放射性廢棄物)之運輸係經由 10 公里外的御前崎港。各機組之冷卻海水由離岸 600 公尺取水塔取水，出水口則設置在岸邊。
7. ? 岡電廠之組織架構，最高為原子力? 合事務所長(相當國內的廠長)，下設兩個單位，一個單位為? 岡電廠，其下包含電廠相關品保、技術、發電、維護、研修部門；另一則為? 岡地域辦公室，下設民眾溝通、社區關係、原子力展示館等單位，與國內電廠組織不太一樣。
8. 沿著南海海溝(Nankai Trough)約每 100 至 150 年會發生芮氏地震規模 8 之地震。考量 1707 年? 永地震與 1854 年安政東海地震同時發生，? 岡電廠耐震設計原以 600 gal 為基準，然而為了讓周圍居民對電廠安全更有信心，? 岡電廠已自願將耐震基準由 600 gal 提昇至 1000 gal(指岩盤處)，並於 2008 年 3 月完成 3~5 號機相關建設，包括煙囪、管路、電氣線路、燃料更換機、反應器廠房吊車、油槽等之耐震強化。反應爐與一次圍阻體因已有充份耐震餘裕，故未再強化。
9. ? 岡電廠 1~5 號機反應器廠房係為複合式建物，重心較低且有較寬的地基，以增強耐震能力，重要之設備如柴油發電機就放置在反應器廠房內。與福島一廠相比較，福島一廠反應器廠房為單一建物，且重心高地基窄。
10. ? 岡電廠之防海嘯對策，首先為建造長 1.6 公里，高於海平面 22 公尺之「防波壁」，防止海水灌進廠區，2012 年 12 月 21 日完成 18 公尺防波壁，預估 2013 年底可完成加高至 22 公尺。為防止海嘯侵襲時取水池之水位上升會淹至廠區，於取水池四周增設「溢水防止壁」。海水泵周圍設置 1.5 公尺防水牆於 2012 年 12 月 18 日完成。取水池內安裝濾網以阻絕漂流物進入海水泵

於 2013 年 3 月 11 日完成。

11. 考量海嘯萬一高於22公尺，? 岡電廠之對策為設法阻止廠房內淹水，例如於反應器廠房、緊急柴油發電機房、緊急爐心冷卻系統房等增設水密門。置於室外之海水泵可能因海嘯而損壞，因此增設泵室防止海嘯進入，前項作為皆於2012年9月30日完成。(圖 59)

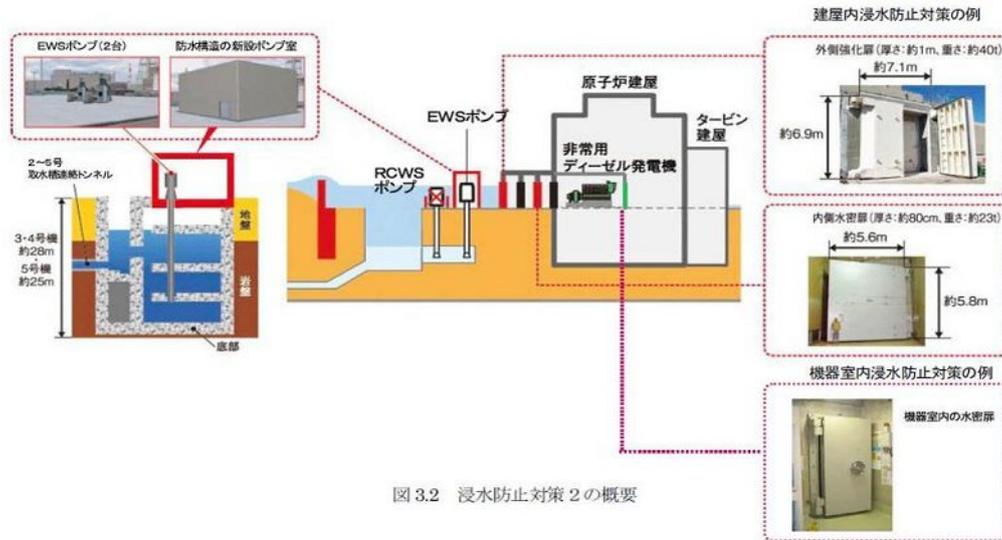


圖 59 – 各項防水入侵措施

12. 廠內因應福島事故教訓所做改善作為：
- (1) 在強化緊急對策方面，? 岡電廠考量福島一廠喪失交流電源與海水冷卻之情境。
 - (2) 在電源供應方面：於廠址高處安裝氣渦輪發電機與電源配電盤、於反應器廠房上安裝緊急柴油發電機(已完成)、增設備用直流電池等。
 - (3) 在注水設備方面：於反應器廠房上設置氣冷式熱交換器，可冷卻高壓安全注水泵、妥善保管移動式水泵(已完成)、新增儲水槽(包括地下儲水儲，14 天水量)、增加由新野川取水，使取水多樣化、補水系統管路耐震強化。
 - (4) 在熱移除方面：安裝氮氣瓶以操作圍阻體排放閥(已完成)、增設圍阻體排放閥遠端操作開關、於廠區高處增設緊急設備儲存庫，保存備用泵(RCWS、RCCW、RHR)與馬達等。

- (5) 其他方面：準備重型設備(如堆土機)置於廠區高處(已完成)。
- (6) 強化外電可靠性方面，安裝替代變壓器(500kV/6.9kV)於廠區高處，可長期供應爐心冷卻所需之大電力。部署可移動式變壓器(77kV/6.9kV)，可使用500kV 線路自77kV 外電受電。強化配電線路，由廠外一般高壓配電線增設線路連接至緊要匯流排。5號機原有4回路自500kV 外電受電，增設2回路自275kV 外電受電(2013年3月26日完成)，3、4號機原有6回路也已被妥善保護。(圖 60)

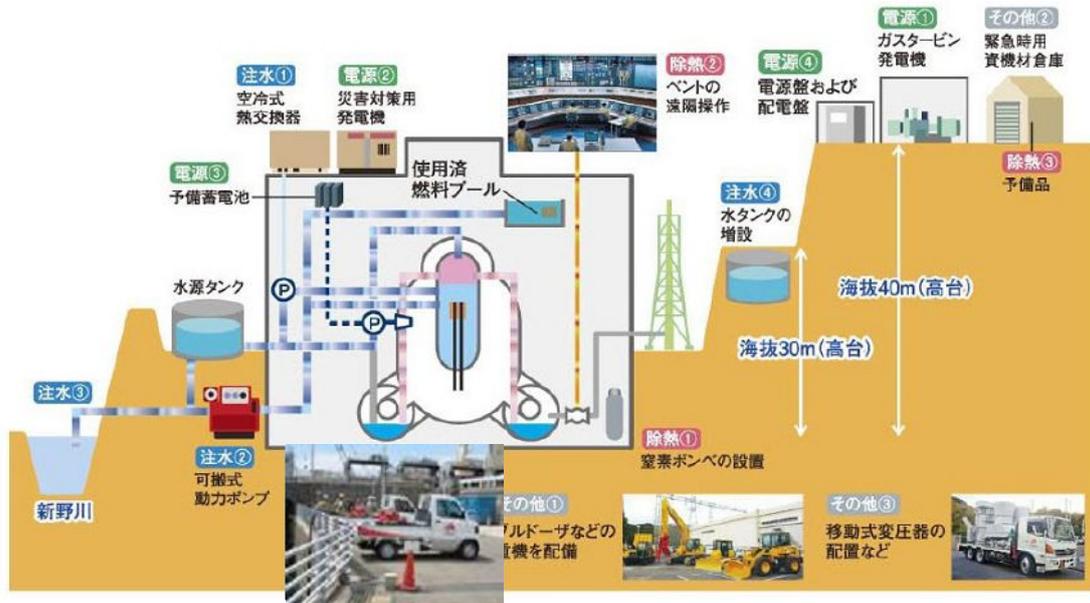


圖 60 - 防止電源喪失策略

- (7) 前述各項防海嘯對策原預計於2013年底完成，現因配合耐震調查與設計文件審閱，已變更時程至2014年底完成。(圖 61)

●津波対策の実施イメージ(浜岡原子力発電所ジオラマ模型)

主な対策を、浸水防止対策1は●、浸水防止対策2は●、緊急時対策の強化は●で表示しています。



圖 61 - 濱岡核電廠改善示意圖

13. 由上述可知，美濃岡電廠因應福島事故之強化措施，包括防止海嘯入侵、防止廠區淹水、防止水進入廠房、增設額外交/直流電流、增設冷卻水源、強化圍阻體排氣、強化外電可靠性等，各項措施背後之設計理念與設計考量亦值得再深入了解。目前我國核能電廠總體檢，相關之改善亦正進行中，此行了解美濃岡電廠之措施，有助於本會後續推動相關管制作為，以及稽查電廠總體檢之改善結果。

三、參訪美濃岡核能電廠

2013年7月26日參訪美濃岡核能電廠(美濃岡電所, Mihama Nuclear Power Plant), 參訪摘要如下：

1. 美濃岡電廠位於日本中部北陸地方的福井縣(圖 62)，屬日本關西電力公司(株式會社)所有，其內共有3部壓水式反應器，其中1號機於1970年11月商業運轉，是日本首部壓水式反應器。



圖 62 - 美濃岡電廠地理位置圖

2. 美濃岡電廠1號機自2010年11月24日起停機進行第25次定期檢修、2號機自2011年12月8日起停機進行第27次定期檢修、3號機自2011年5月14日起停機進行第25次定期檢修。機組停機期間之安全措施與設備維護工作仍持續執行。

3. 機組長時間停機之對應措施，包括如何對一二次側系統保存、篩選設備進行額外維護、需額外維護設備之檢查及確保維持需求的功能。
4. 以美? 電廠3號機為例，一次側冷卻水系統及其設備仍維持有水。這些水需通過流程上的condensate polisher維持高純度，以使組件處於防腐蝕的環境。適當的水質管理方針已建立，每個月執行水質分析一次。
5. 對於二次側設備有3種保存方式，即溼式保存：添加聯氨移除水中溶氧來抑制腐蝕，此種方式每6個月檢查一次聯氨濃度；乾式保存：使用經乾燥後之空氣來抑制腐蝕，每周檢查一次溼度；氮氣保存：灌注氮氣防止氧氣進入來抑制腐蝕等。二次側設備個別隔離後，依上述3種方式之一來維護。冷凝水泵、低壓飼水加熱器管側、輔助飼水泵、高壓飼水加熱器、蒸汽產生器殼側液相部分，皆採溼式保存。高壓汽機、低壓汽機、冷凝器等為乾式保存。蒸汽產生器殼側氣相部分為氮氣保存。
6. 針對機組停機期間具有功能要求或仍在運轉中之設備，篩選決定是否需額外維護之方法，主要係考量(1)設備是否會隨時間劣化，(2)是否有困難來判定額外維護與檢查不需要，(3)設備是否依規範需每年維護。若評估為是，則此設備需額外維護。
7. 篩選結果需額外維護設備可歸納為3類：(1)依頻率來看，如緊急柴油發電機，(2)依顧慮來看，如餘熱移除泵，(3)依過往曾碰到的問題來看，如圍阻體噴灑閥。不需額外維護設備如調壓槽安全閥、電動輔助飼水泵。
8. 美? 電廠每次停機定期檢修時程約為3個月，目前3部機組皆已停機超過2年，為了機組再起動後，系統設備能維持應有功能，因此停機期間對設備之保存維護至為重要。國內電廠從大修解聯至再起動一般約在40天左右，尚未碰到需長期停機之情況，美? 電廠作法仍值得參考學習。
9. 此次參訪之際，美? 電廠正在進行斷層調查。美? 電廠東方1公里處有白木-丹生斷層(Shiraki-Nyu fault)，屬於活斷層，且廠區內有9處破裂區(fracture zone)，因此NISA於2012年要求重新調查以評估地震風險。針對廠區內9

處破裂區，美? 電廠使用剝離研究法(Stripping study)來直接調查、取樣法來研究岩性、鑽心法來取得岩層狀況、震波反射法來研究岩層間的關係，並分析廠內破裂區與白木-丹生斷層之關係。

10. 美? 電廠斷層調查最終報告，認為廠區內破裂區沒有更新世(約 12-13 萬年)以後活動跡象；廠區外部分，根據於丹生灣進行海上超音波分析，及丹生地區北方航空雷射測量判讀結果，認為廠區內破裂區與白木-丹生斷層沒有關連性，目前報告正提送日本原子力規制委員會審查中，建議未來可持續關注日本原子力規制委員會對美? 電廠調查報告之審查意見與進一步之管制措施，以供原能會對國內核能電廠執行稽查或訂定管制作為之參考依據。
11. 美? 電廠在因應福島一廠事故措施方面，有三大主軸，即電源確保、水源確保、浸水防範等。除了硬體配置外，亦強調實際演練，例如在電源確保方面，演練結果建議為了防範下雨天氣，要提供變壓器遮雨罩；為了避免接線錯誤，電源線連接頭處應做記號、為了電源線連接更加快速，連接頭形式要改良、為了夜間作業方便，應提供人員頭燈等。水源確保方面演練結果，建議水槽出口連接頭由凸緣式改為快速連接式、移動式泵安置地點預先做上記號、人員配備無線電聯絡等，前述美? 電廠實際演練結果之改善建議，同樣適用於國內核能電廠，且是很值得學習之經驗回饋，建議於國內核能電廠進行演習時，納為查證項目，提供給電廠持續精進。
12. 其他方面的改善，包括假日與夜間應變人力由26人增至47人、強化人員緊急傳呼系統、建造直升機場、提供夜間海路運輸、強化與設備供應商之緊急聯繫等。

13. 美? 地處西日本，背向日本海，海嘯威脅機率頗低，但關西電力公司為符合政府新規制的要求，也依規定完成各項防海嘯牆、緊急備用電源及機具等準備，並不會因這些設備的實用性，而對投資設置有所遲疑，最終的目的是盼望所有的努力，能讓社會對核能發電的重拾信心。

(圖 63)

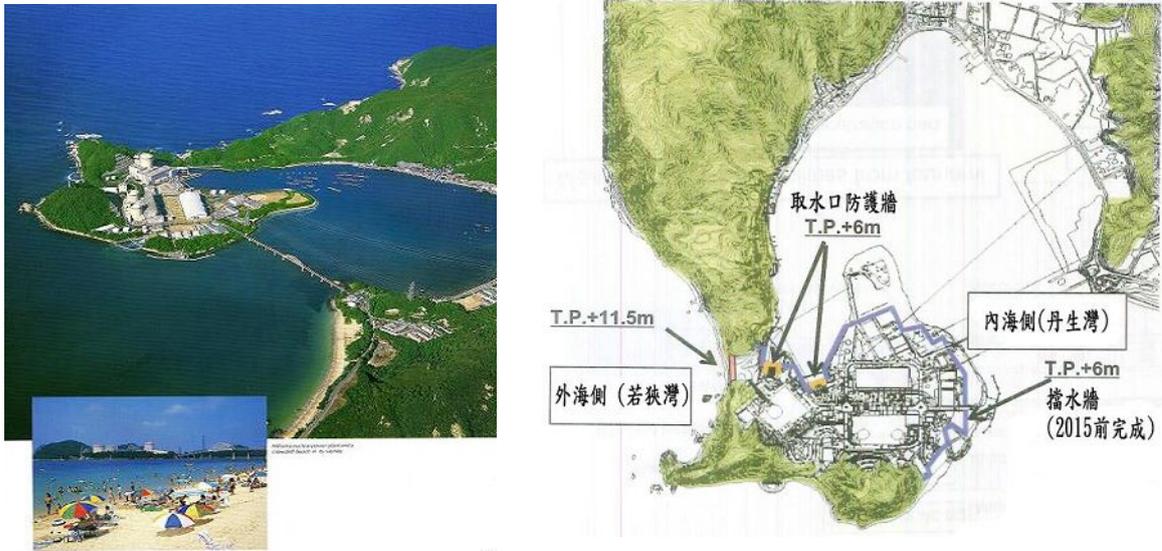


圖 63 美? 核電廠防水堤防設置圖



肆、心得與建議

心得

1. 此次訪日期間，談論的主題多以福島事故後所作強化措施等相關議題為主，在與日方人員交流互動的過程中，可以明顯感受到日方誠懇及虛心檢討的態度，日方也一再重申對於事故的資訊透明化與國際公開的原則，讓世人能充分記取福島事故各項寶貴的經驗，作為未來核能安全發展的重要改善起點。

2. 日本與台灣地理位置接近，自然地質與板塊構造環境類似，人文風情也相仿，過去雙方基於密切的交流與互動，已建立起許多良好的聯繫的管道，此次研討會交流期間，充分感受到日方對我友好的態度，日方亦十分關切我國核能安全與發展的各項動態。核能安全無國界，未來在後福島事故時期，相信雙邊之交流互動一定更為頻繁密切。
3. 本次參訪美? 核電廠印象頗深之處，為從進大門起安檢作業，雖然在出國前已將個人資料送達參訪的核電廠，廠方均有每個人的基本資料，但因保安規定參訪人員必須現場再填寫一次，保全人員除逐項核對外，還要拍照存證，光進行進廠手續就花一個鐘頭，其安全管制的程序不會因外賓而有所差異。
4. 目前福島一廠面臨最大的問題是廢水處理已貯存32萬噸污染廢水，每日仍有400噸廢水的增加，主因為地下水流經受損的核燃料，受到污染，對於目前34萬噸的貯存容量，產生相當大的壓力，現階段在新的廢水貯存槽完成前。採用了積極設法減少廢水，以及阻隔的措施，避免放射性廢水再度滲漏到大海，污染環境，並且自行發展出完成多核種移除系統(Multi-nuclide Removal Equipment, 簡稱ALPS)用來去除放射性核種，值得國內在放射性廢液處理的參考。
5. 發生氫爆造成免震重要棟的門因為爆炸變形(原設計是有阻隔放射性氣體進入的功能)，這個寶貴的經驗提供我們台灣未來在興建免震重要棟時，門與窗(有的話)應該不能開在面對反應器廠房側參考。

建議

1. ? 岡電廠防範海嘯造成廠區進水的措施，包括興建22公尺海嘯牆與取水池之1.5公尺「溢水防止壁」，國內電廠取水槽如與廠房在相同高程或較高處，應考慮當受地震影響槽體破裂時，造成之廠內淹水事件是否有威脅並加以防範。
2. ? 岡電廠防範海嘯造成廠房進水的措施，包括於反應器廠房設置雙道水密門、緊急柴油發電機房與緊急爐心冷卻系統房增設或強化水密門等，目前國內電廠經營者評估各廠廠區皆高於海嘯上溯高度，因此廠房未做防水處理，緊急柴油發電機房或輔助飼水泵房等，亦沒有設置水密門；不過原能會已要求台電必須

強化重要廠房與設備空間之水密性，因此？岡電廠之實務做法可供國內參考。

3. 目前美？電廠3部機組皆已停機超過2年，為了機組再起動後設備能維持良好狀態，因此其運轉維護策略包括：一次側系統維持充滿高純度水，二次側系統則採溼式保存、乾式保存、或氮氣保存等。對於國內機組未來若有需長期停機之情況時，美？電廠作法將是依重要參考經驗。
4. 美？電廠進行廠區斷層調查後，已將最終報告提送日本原子力規制委員會審查。由於國內核電廠廠址附近亦有活動斷層通過，目前也依原能會要求進行相關調查與評估。建議未來可持續關注日本原子力規制委員會對美？電廠調查報告之審查意見與進展，有助於原能會對國內核能電廠執行稽查或訂定管制措施。
5. 美？電廠門禁管制甚為嚴格，即使出國前已先行提供參訪人員資料，然到現場還是需要完成程序，始得進入廠區。國內核電廠雖已針對參訪人員執行出入管制，但整體管制要求仍可做為借鏡參考，即使重要官員參訪，亦需依程序辦理，方得見保安成效。

伍、附錄

The 28th Japan-Taiwan Nuclear Safety Seminar

Program

July 22-23, 2013

Keynote Theme: "Nuclear Safety after the Fukushima Daiichi Accident"

(Language: Japanese-Chinese Simultaneous Translation)

(Presentation Slides: English)

July 22 (Mon)

Joint Reception (18:00-20:30) at Orion Room, 2F, Josui Kaikan

(All participants are invited)

July 23 (Tue) at Star Hall, 2F, Josui Kaikan

Opening Session (9:00-10:40)

[Opening Remarks]

Mr. Takuya Hattori, President, Japan Atomic Industrial Forum, Inc. (15 min.)

Mr. Pu-Tsan Chen, Vice President, Taiwan Power Company (15 min.)

[Keynote Presentations]

Chairperson: Dr. Fumio Inada, Deputy Director, Nuclear Technology Research Laboratory,
Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI)

[Presentation from Japan] (30 min.)

"Nuclear Safety after the Fukushima Dai-ichi Accident"

Prof. Naoto Sekimura,

Director, Institute for Innovation in International Engineering Education

Department of Nuclear Engineering and Management

School of Engineering, The University of Tokyo

[Discussion with the floor] (5 min.)

[Presentation from Taiwan] (30 min.)

"Post-Fukushima Safety Reassessment and EU Stress Test in Taiwan"

Dr. Shin Chang, Deputy Director, Nuclear Regulation Department,

Atomic Energy Council (AEC)

[Discussion with the floor] (5 min.)

(Coffee Break) (20 min.)

Session 1: Nuclear Safety after the Fukushima Daiichi Accident (11:00-12:10)

Chairperson: Dr. Lain-Su Kao, Division Director, Nuclear Engineering Division,
Institute of Nuclear Energy Research (INER)

[Presentation from Japan] (30 min.)

“Plant Maintenance at Shika Nuclear Power Station during Extended Shutdown”

Mr. Shigetoshi Yoshimoto, Assistant Manager, Electrical Maintenance Sec.,
Maintenance Department, Shika Nuclear Power Station
Hokuriku Electric Power Company

[Discussion with the floor] (5 min.)

[Presentation from Taiwan] (30 min.)

“Ultimate Emergency Measures Program and Training”

Mr. Young-Fung Chang, Chief of Nuclear Core Management Division,
Department of Nuclear Generation, Taiwan Power Company

[Discussion with the floor] (5 min.)

Luncheon (12:10-13:40) at Pegasus, 2F, Josui Kaikan

(All participants are invited)

Session 1 (cont.): Nuclear Safety after the Fukushima Daiichi Accident (13:40-15:10)

Chairperson: Mr. Tetsukuni Oikawa, Director, International Affairs Department,
Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

[Presentation from Japan] (30 min.)

“Management of Radioactive Solid Waste Generated during the Recovery Work at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station”

Mr. Mitsuru Sambongi, Manager, Electrical & Mechanical Engineering Group,
Nuclear Power & Plant Siting Division, Tokyo Electric Power Company

[Presentation from Japan] (15 min.)

“Measures for Processing of Accumulated Water at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station”

Mr. Akira Goto, Manager, Electrical & Mechanical Engineering Group,
Nuclear Power & Plant Siting Division, Tokyo Electric Power Company

[Discussion with the floor] (10 min.)

[Presentation from Taiwan] (30 min.)

“The Regulatory Control of Decommissioning Nuclear Facilities in Taiwan”

Mr. Wei-Sheng Jang, Division Chief,
Fuel Cycle and Materials Administration (FCMA)

[Discussion with the floor] (5 min.)

(Coffee Break) (20 min.)

Session 2: Topics (15:30-17:15)

Chairperson: Dr. Shin Chang, Deputy Director, Nuclear Regulation Department, AEC

[Presentation from Japan] (30 min.)

“Public Relations Activities after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident”

Mr. Masaharu Sakurai, Manager, Public Relations Division,
Chugoku Electric Power Company

[Discussion with the floor] (5 min.)

[Presentation from Taiwan] (30 min.)

“Status of the Construction Lungmen Nuclear Power Plant”

Mr. Dong-Yue Guo, Head of International Cooperation Subsection,
Department of Nuclear Engineering, Taiwan Power Company

[Discussion with the floor] (5 min.)

[Presentation from Japan] (30 min.)

“Status of Construction of Ohma Nuclear Power Plant”

Mr. Kaoru Koga, General Manager, Electrical & Mechanical Engineering Office,
Nuclear Power Construction Department, Electric Power Development Co., Ltd.

[Discussion with the floor] (5 min.)

Closing Remarks (17:15-17:30)

Mr. Pu-Tsan Chen, Vice President, Taiwan Power Company

Mr. Takuya Hattori, President, JAIF

[PHOTO SESSION]

附録二、台日核安研討會參與人員

第 28 回 日台原子力安全セミナー 日本側参加者名簿

発表関係者

服部 拓也	(一社)日本原子力産業協会 理事長
稲田 文夫	(一財)電力中央研究所 原子力技術研究所 副所長
関村 直人	東京大学 大学院工学系研究科 教授
及川 哲邦	(独)日本原子力研究開発機構 国際部 部長
吉本 茂利	北陸電力(株) 志賀原子力発電所 保守部 電気保守課 副課長
三本木 満	東京電力(株) 原子力・立地本部電気・機械設備グループ 課長
後藤 章	東京電力(株) 原子力・立地本部電気・機械設備グループ 課長
桜井 正治	中国電力(株) 広報部門 マネージャー
古賀 薫	電源開発(株) 原子力事業本部 原子力建設部 設備技術室 室長

参加者 (50 音順)

安部田 貞昭	(一社)原子力安全推進協会 テクニカルアドバイザー
雨宮 清	(株)安藤・間 技術本部 原子力部長
安藤 弘	(株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所 原子力情報研究プロジェクト研究員
飯田 伸一	金属技研(株) 営業本部 副本部長
一瀬 直次	日本マタイ(株) 研究所 所長代理
今井 正教	(株)IHI 原子力セクター 原子力保守技術部 プロジェクトグループ 主管
笈田 裕典	北陸電力(株) 東京支社 副支社長
尾崎 英樹	(株)千代田テクノロ 原子力営業課
加納 健二	(株)東芝 電力システム社 原子力事業部 原子力海外営業部 グループ長
金 宏樹	丸紅ユティリティ・サービス(株) 原子力第三部
栗原 啓一	日立 GE ニュークリア・エナジー(株) 原子力国際営業本部 原子力国際営業第二部 部長
齋藤 正直	清水建設(株) 原子力・火力本部 主査
齋藤 文弘	中国電力(株) 電源事業本部(原子力総括担当) 副長
阪本 保孝	(株)大林組 理事 原子力本部 統括部長
柴田 善信	三菱重工業(株) 原子力事業本部 原子力営業総括部 原子力輸出部 担当部長
清水 建男	(株)東芝 電力システム社 原子力事業部 技監
外岡 堅一	東電設計(株) 建築設計部 建築設計グループマネージャー
竹内 光男	原子力発電環境整備機構 技術部 参事・技術専門役
津山 雅樹	(一社)日本電機工業会 原子力部 部長
友成 匡秀	FC Business Intelligence
布目 礼子	原子力発電環境整備機構 技術部 国際技術情報グループ課長
藤田 昭	日揮(株) 理事 産業・国内プロジェクト本部長代行
梶野 聡志	新日本空調(株) 取締役上席執行役員
馬 培倫	(株)パリュークリエイト パートナー
水野 淳	鹿島建設(株) 原子力部 次長
渡部 豊	(株)東亜鍛工所 代表取締役社長

The 28th Japan-Taiwan Nuclear Safety Seminar

Mr. Takeo Shimizu	Senior Fellow, Nuclear Energy Systems & Services Div., Toshiba Corporation Power Systems Company
Mr. Kenji Kano	Group Manager, Overseas Sales and Marketing Dept., Nuclear Energy Systems & Services Div., Toshiba Corporation Power Systems Company
Mr. Satoshi Fuchino	Director, Shin Nippon Air Technologies Co., Ltd.
Mr. Masanori Imai	Project Group Manager, Maintenance Engineering Dept., Nuclear Power Operation, IHI Corporation
Mr. Yutaka Watanabe	President & CEO, TOA Forging Co., Ltd.
Mr. Kenichi Sotooka	Architectural Group Manager, Tokyo Electric Power Service Co., Ltd.
Mr. Shinichi Iida	Deputy General Manager, Sales Div., Metal Technology Co. Ltd.
Mr. Yasutaka Sakamoto	Senior General Manager, Nuclear Facilities Div., Obayashi Corporation
Dr. Jun Mizuno	General Manager, Nuclear Power Dept., Kajima Corporation
Mr. Masanao Saito	Project Development Manager, Nuclear Projects Div., Shimizu Corporation
Mr. Akira Fujita	Associate Executive Officer, JGC Corporation
Dr. Kiyoshi Amemiya	General Manager, Nuclear Power Department, Hazama Ando Corporation
Mr. Peilun Ma	Partner, Value Create, Inc.
Mr. Hiroshi Ando	Researcher, Nuclear Power Information Research Project, Institute of Nuclear Technology, Institute of Nuclear Safety System, Inc.
Mr. Hiroki (Kenny) Kim	Nuclear Dept. III, Marubeni Utility Services Ltd.
Mr. Naoji Ichise	Acting Chief General Manager, Research and Development Center, Nihon Matai Co., Ltd.
Mr. Masahide Tomonari	Head of Research, Japan, FC Business Intelligence Ltd.
Mr. Hideki Ozaki	Section Manager, Sales Section Nuclear Power Business, Chiyoda Technol Corporation
Mr. Katsuya Sato	Senior Managing Director, Japan Atomic Industrial Forum, Inc.
Mr. Nobuo Ishizuka	Senior Advisor, Japan Atomic Industrial Forum, Inc.

37 participants total

The 28th Japan-Taiwan Nuclear Safety Seminar

Japanese Participants

Mr. Takuya Hattori	President, Japan Atomic Industrial Forum, Inc.
Prof. Naoto Sekimura	Director, Institute for Innovation in International Engineering Education, Professor, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo
Dr. Fumio Inada	Deputy Director, Nuclear Technology Research Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry
Mr. Tetsukuni Oikawa	Director, International Affairs Dept., Japan Atomic Energy Agency
Mr. Masaki Tsuyama	Director & General Manager, Nuclear Energy Systems Dept., The Japan Electrical Manufacturer's Association
Dr. Mitsuo Takeuchi	Senior Technical Advisor, Science and Technology Dept., Nuclear Waste Management Organization of Japan
Ms. Reiko Nunome	Manager, International Coordination Group, Science and Technology Dept., Nuclear Waste Management Organization of Japan
Mr. Sadaaki Abeta	Technical Advisor, Japan Nuclear Safety Institute
Mr. Kaoru Koga	General Manager, Electrical & Mechanical Engineering Office, Nuclear Power Construction Dept., Electric Power Development Co., Ltd.
Mr. Shigetoshi Yoshimoto	Assistant Manager, Electrical Maintenance Sec., Maintenance Dept., Shika Nuclear Power Station, Hokuriku Electric Power Company
Mr. Hironori Oida	Deputy General Manager, Tokyo Branch, Hokuriku Electric Power Company
Mr. Mitsuru Sambongi	Manager, Electrical & Mechanical Engineering Group, Nuclear Power & Plant Siting Div., Tokyo Electric Power Company
Mr. Akira Goto	Manager, Electrical & Mechanical Engineering Group, Nuclear Power & Plant Siting Div., Tokyo Electric Power Company
Mr. Masaharu Sakurai	Manager, Public Relations Div., Chugoku Electric Power Company
Mr. Fumihito Saito	Assistant Manager, Nuclear Power Administration Sec., Power Generation Div., Chugoku Electric Power Company
Mr. Yoshinobu Shibata	Vice President, Global Nuclear Business Operations, Nuclear Energy Marketing Div., Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.
Mr. Keiichi Kurihara	General Manager, Sales & Marketing 2 Dept., Global Business Operation Div., Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.

The 28th Taiwan-Japan Nuclear Safety Seminar Taiwan Delegation

Mr. Pu-Tsan Chen	Vice President, Taiwan Power Company
Prof. Mu-Chang Shieh	Consultant, Chung-Hwa Nuclear Society
Dr. Shin Chang	Deputy Director, Atomic Energy Council
Mr. Wen-Shi Liu	Deputy Director, Atomic Energy Council
Mr. Wei-Sheng Jang	Division Chief, Atomic Energy Council
Mr. Yi-Ting Chang	Associate Technical Specialist, Atomic Energy Council
Mr. Chun-Mao Liu	Associate Technical Specialist, Atomic Energy Council
Mr. Young-Fung Chang	Section Chief, Taiwan Power Company
Ms. Yu-Chuan Chung	Manager, Nuclear Information Center
Dr. Lain-Su Kao	Division Director, Institute of Nuclear Energy Research
Mr. Kai-Cheng Chuang	Assistant Engineer, Institute of Nuclear Energy Research
Mr. Wei-Yun Mao	Manager, Taiwan Nuclear Grade Industry Association
Mr. Ben-Yuan Hwang	Vice President, Sinotech Engineering Consultants, Ltd.
Mr. Hsin-Yuan Yu	Manager, Structural Engineering Dept., Sinotech Engineering Consultants, Ltd.
Mr. Li Lo	Technical Manager, Geotechnical Engineering Dept., Sinotech Engineering Consultants, Ltd.
Mr. Dong-Yue Guo	Subsection Head, Taiwan Power Company

16 members total