

出國報告（出國類別：開會）

參加 BWROG 舉辦的 2011 年國際會議

服務機關：台電核能發電處
姓名職稱：王仲賢/械機組長
派赴國家：日本
出國期間：100.09.12~100.09.16
報告日期：100.10.18

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加 BWROG 舉辦的 2011 年國際會議

頁數 11 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司/陳德隆/(02) 23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

王仲賢/台灣電力公司/核能發電處/械機組長/(02) 23667058

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：100.09.12~100.09.16 出國地區：日本

報告日期：100.10.18

分類號/目：

關鍵詞：核能發電 沸水式反應器業主組織 福島事件 BWROG

內容摘要：(二百至三百字)

BWROG 是國際沸水式核能電廠業主會員組織，自日本 311 福島電廠事件後，在 2011 年 9 月 13 日至 9 月 15 日於日本東京召開第一次國際會議，邀請各會員國派代表參加。本次會議主要是將日本 311 福島電廠事件的經驗與各會員國分享及意見交流，並彙集各專家對福島電廠事件提出看法及改善建議，同時檢討 BWROG 過去一年工作成果及未來一年之工作方向。

會議內容包括：BWROG 組織會員各電力公司代表報告過去一年各電廠之績效及對福島事件之因應措施，BWROG 一般業務委員會及非一般業務委員會工作計劃及內容，福島事件相關各項專題報告，及 BWROG 在 2011 年與 2012 年之國際會議籌劃等報告與討論。

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

目次

	頁數
一、目的.....	2
二、過程.....	2
三、心得.....	2
(一)會議議程.....	2
(二)BWROG 組織會員各電力公司代表報告.....	2~4
(三)BWROG 一般業務委員會內容報告.....	4
(四)BWROG 非一般業務委員會內容報告.....	5
(五)BWROG 福島事件相關內容報告.....	6
(六)BWROG 2011 年/2012 年規劃之國際會議內容.....	6~7
(七)會議重要摘要與心得.....	7~8
四、出國期間所遭遇之困難與特殊事項.....	9
五、結論與建議.....	10

一、目的：

- (一) BWROG 是國際沸水式核能電廠業主會員組織，自日本 311 福島電廠事件後，在 2011 年 9 月 13 日至 9 月 15 日於日本東京召開第一次國際會議，邀請各會員國派代表參加。會議議程主要是將日本 311 福島電廠事件的經驗與各會員國分享及意見交流，並彙集各專家對福島電廠事件提出看法及改善建議，同時檢討 BWROG 過去一年工作成果及未來一年之工作方向。
- (二) 福島事件後，政府全面檢討能源與核能政策，本公司立即將原能會要求辦理事項，整併入核能安全強化措施體檢項目，並訂定短程 12 大項(64 細項)，中程 1 項(4 細項)與 3 項專案小組工作項目，並提出改善之規劃；惟各項改善規劃，尚需參考國外電廠與各研究機構的因應方法，作為本國之參考。本次 BWROG 舉辦之國際會議，為福島電廠事件後的第一次會議，將與各會員國分享經驗及意見交流，並蒐集各會員提出之改善對策。

二、過程：

100 年 9 月 12 日~9 月 12 日 往程（台北—日本）

9 月 13 日~9 月 15 日 BWROG 舉辦的 2011 年國際會議

9 月 16 日~9 月 16 日 返程（日本—台北）

三、心得：

- (一) 會議議程如附件。
- (二) BWROG 組織會員各電力公司代表報告：
 1. 日本中部電力公司(Hamaoka 電廠)報告：
 - (1) 因應福島事件經驗提出下列三項防範措施：
 - a. 防範廠區淹水-建造長 1.6 公里，可防範高 18 米海嘯之長堤。
 - b. 防範廠房淹水- 廠用海水廠房加設 1.5 米高之保護牆及廠房開口加

以封閉，並加設封閉式緊急海水泵室。

c. 確保機組冷卻功能-包括 HPCS 注水功能維持(加裝氣冷 CHILLER)、熱移除功能、備用電源及其他救援設備等。

(2) 因應各項複合災難安排因應之組織、系統與物料，並進行各項訓練與演練。

(3) 準備妥輻防相關之人力及物料。

(4) 配合政府執行緊急計劃之演練。

2. 日本中國電力公司(Shimane 電廠)報告：

因應福島事件經驗提出下列防範措施：

(1) 3 台 500kVA 移動式發電機提供：

- 緊急直流電池。
- 緊急用泵。
- 控制室照明。
- 緊急用儀控設備。
- 控制室通風及通訊設備。

(2) 在高處增設氣冷式緊急柴油發電機及氣渦輪機。

(3) 增設柴油驅動泵及備妥廠用海水備用馬達。

(4) 海水泵室增設防水圍堰。

(5) 建造可防範海嘯之長堤。

(6) 增設偵測氫氣儀器及排氣設備(甚至在廠房屋頂挖洞排氣)。

3. 日本原子力電力公司(Tokai/Tsuruga 電廠)報告：

(1) 設備完整性與檢查。

(2) 緊急應變計劃與演練，海水泵室增設防水圍堰。

(3) 確保電源之完整性。

(4) 確保最終熱沉之完整性。

(5) 確保燃料池冷卻之完整性。

(6) 結構之加強包括建造可防範海嘯之長堤及廠房開口之封閉。

4. 日本東京電力公司(福島一、二廠/KK 電廠)報告：

(1) 福島一、二廠地震與海嘯事件報告，說明本次事件實因地震與海嘯之規模超過了設計基準，由淹水之痕跡顯示，海嘯之高度已超過了海平面 15 米，造成電廠之重創，東電已盡力進行復原的工作。

(2) 福島一廠氫氣排放及氫爆問題是燃料熔燬產生之氫氣，經由廠房受高溫與高壓劣化之穿越器封填洩漏，累積而造成爆炸，使 1、3 機反應器廠房圍阻體遭到破壞；而 4 號機的氫爆則是 3 號機氫氣經由 3、4 號機排氣共管逆流，經由 SBGT 系統倒回反應器廠房累積所造成。

(3) 福島一廠用過燃料池現況，目前 1 至 4 號機用過燃料池已有冷卻，溫度在 90 度 C 以下，其上雖有雜物，但仍可知被水覆蓋。

(4) KK 電廠 2007 年地震之經驗回饋，包括加強消防水庫、車輛與器材、專用通訊管道及防震之技術支援中心。

5. 西班牙 Iberdrola 電力公司報告

(1) Santa Maria 電廠 2010 年績效及問題報告。

(2) Cofrentes 電廠 2010 年績效及問題報告。

6. 本公司核能機組 2010 年績效及福島事件因應報告

(三) BWROG 一般業務委員會內容介紹包括：

1. BWR Water Chemistry。
2. Containment Accident Pressure。
3. ECCS Suction Strainers。
4. Emergency Procedures。
5. Gas Intrusion。

6. Integrated Risk-Informed Regulation Licensing °
7. Reload Analysis and Core Management °
8. Reactivity Controls Review °

按新的BWROG條款，本項一般業務委員會之報告屬於基本報告，各入會會員可免再付費可得到其報告。

(四) BWROG 非一般業務委員會內容介紹包括：

1. BWR-6 RC&IS °
2. Control Rod Drive Performance °
3. Fully Fueled Primary System Decon °
4. Feed water Heater Level Control °
5. Feed water System Improvement °
6. HPCI/RCIC System Improvement °
7. I&C Maintenance °
8. Off gas System Improvement °
9. Outage Management °
10. Pressure-Temperature Curves °
11. Refueling Performance °
12. Residual Heat Removal System Improvement °
13. Radiation Protection - ALARA °
14. Reactor Recirculation System Improvement
15. Reactor Water Cleanup System Improvement
16. Scram Frequency Reduction
17. Turbine - Generator and Auxiliaries

18. Torus Chamber Coating

19. Valve Technical Resolution Group

按 BWROG 條款，本項非一般業務委員會之報告屬於特別報告項目，各入會會員需再付費才能得到其報告，由特別報告之項目與內容，其對電廠是較有興趣與需要的。

(五) BWROG 福島事件相關內容報告：

1. US Industry and Regulatory Response to Fukushima Events °
2. Extended Loss of AC Power °
3. Evolution of B.5.b Actions °
4. Potential Utility Actions on Hardened Vent System Criteria °
5. External Events PRA °
6. Plant Stress Tests °
7. Hydrogen Control Strategies °
8. Fuel Pool Instrumentation Needs °

(六) BWROG 2011 年/2012 年規劃之國際會議內容：

1. BWROG General Meeting - New Orleans, LA - October 12-13, 2011 °
2. BWROG International Workshop - Tokyo -October 25-27, 2011 °
3. BWROG International Workshop - Madrid -November 15-17, 2011 °
4. BWROG General Meeting - Captiva Island, FL - February 1-2, 2012 °
5. BWROG Europe International Conference - Summer 2012 °
6. BWROG Asia International Conference - Fall 2012 °
7. Two Europe Workshops- 2012 °
8. Two Asia Workshops- 2012 °

9. Two additional General Meetings- 2012。

其中第8項 Asia Workshops- 2012，其規劃於2012年3月底在台北舉行，將請由本公司協助辦理，因本公司明(2012)年已有多項國際會議需辦理、已請BWROG改延後再請本公司辦理。

本次會議並由主辦國(日本電力公司)與BWROG共同討論來決定 BWROG International Workshop - Tokyo -October 25-27, 2011會議之主題，經討論後會議主題為：

1. HWV DESIGN CRITERIA & LESSON LEARNED。
2. DETAILED POST FUKUSHIMA EVENT UTILITY ACTIONS/COUNTERMEASURES。
3. B.5.b DETAILED。
4. EXTERNAL EVENTS。

註：(1)其Workshop與 Conference之不同處在於：Workshop較偏重於專題討論，題目不多但深入，而 Conference題目廣泛僅作現階段計劃介紹，但不作深入之探討。

(2)原規畫2012年3月在台北舉辦之Workshop，其將由本公司與BWROG共同討論來決定會議主題。

(七) 會議重要摘要與心得：

1. 本次會議東京電力僅做福島電廠事故經驗回饋之初步報告，報告中仍認為此次災變主因為9.1級之地震並引發之海嘯超過設計基準，而海嘯造成淹水高度達海平面至少15米以上(1至4號機廠房高度約為10米)，並造成電源與熱沈喪失之重大破壞；氫爆造成1、3反應器廠房圍阻體之破壞，主要是氫氣由廠房受高溫與高壓之劣化穿越器封填洩漏累積造成，而4號機的氫爆則是3號機氫氣經由3、4號機排氣共管逆流，經由SBGT系統倒回反應器

廠房累積所造成；另在事件之初之救災工具僅有手電筒、電纜、電池等個人配備及消防車僅有少數人會操作亦是問題。

2. 各會員對本公司所提出之2010年核能運轉績效與因應福島事件會所提出之體檢報告內容印象深刻，並詢問本公司如何能在這短短數月間，提出如此詳盡報告。
3. 中部電力公司對外製作一份因應福島事件之改善措施之光碟片，本人特向中部電力公司Tatsuo Kawabata 先生索取此光碟，其內容包括增設於海平面高18米、長1.6公里之防海嘯長堤，增設密封式緊急海水泵系統，廠房各水密門/封口防水增強，緊急電源/水源之增設，及救災物質/設備的準備與儲存..等；光碟片動畫製作生動且效果良好，可供同仁參考。Hamaoka 電廠為因應上述防海嘯長堤等改善，將花費鉅額經費，預定2012年底才能完成，其目的是要讓民眾信任核能。
4. 中國電力公司與日本原子力電力公司也同樣有防海嘯長堤、備用水源(包括水車、移動式泵)、備用電源(包括直流電池、氣渦輪機、移動式電源車)、廠房開口之封閉、各種救援設備準備等改善，與本公司總體檢之改善大致相同，但對緊急應變相關之程序與壓力測試方面則甚少報告。
5. 針對圍阻體之氫控、過濾設備及歐洲電廠所執行之壓力測試，日本各電力公司仍有待評估及觀望其核管單位之要求，至於NRC Order Section B.5.b 要求事項及美國電廠之作法，亦請BWROG提供經驗回饋。
6. NRC Order Section B.5.b是911後美國核管會針對反應器、反應爐圍阻體及用過燃料池之保護要求增強措施，在美國核電廠利用EDMG(Extensive Damage Mitigation Guideline)施行，並加入到EPG/SAG內，包括在電力全失時，利用人工操作RCIC系統、RPV水位之判斷、反應爐之洩壓、補水…等等，目前B.5.b尚未加入福島事件之經驗回饋。
7. Hardened Vent System是 NRC GL89-16針對 Mark1 Containment 保護而

要求改善之事項，核一廠已改善安成；然而此次福島一廠仍發生圍阻體破壞，有關Hardened Vent System之功能、設計(如與其他系統共管、閘需動力操作、Rupture Disk裝置等)與可操作性等，仍有問題存在，10月27-29日的 Workshop將對此問題再作深入討論。

8. 歐洲核電廠壓力測試主要要求核電廠評估因應地震、海嘯、洪水等引發之喪失電源(全黑)、水源等嚴重核子事故之安全餘裕及處理能力，包括組織、程序書、訓練、人員演練，救援設備、輻防、通訊等評估，要求在2012年底前完成，其要求事項與本公司總體檢類似。西班牙電廠考慮補強之方向有：防治氫爆之Passive Hydrogen Recombiners(PARs)、Filtered Venting、集中救災設備中心、移動式泵、電源車及補水設備、增強RCIC持續運轉能力及Hardened Vent之可靠性。
9. 福島事件後美國核能相關業界EPRI/INPO/NEI已組成 Fukushima Response Steering Committee作其後續之研討，BWROG將會參與並提供必要的支援與協調，主要重點項目為HWWV Design Criteria/ Fuel Pool Instrumentation Design Criteria/ Hydrogen Control Strategies/ EPG/SAG/EDMG Coordination/ Long Term SBO Criteria and Mitigation Strategies/ US Plant Stress Tests等。
10. 本次會議資料相當多且已索取電子檔，為方便同仁參閱，已將電子檔資料及光碟片放入本處檔案伺服器/機械組/20110912BWROG檔案夾內。

四、出國期間所遭遇之困難與特殊事項：

- (一) BWROG 會議此次會議地點位於交通便利的東京，且出國前已查詢相關資料及主辦單位已完成住宿的安排，故在交通及食宿方面並無問題，惟東京飯店住宿費相當昂貴。
- (二) 以往會員參加 BWROG 會議是需付入場費才能參加，故本公司均從未派員；今

100 年開始 BWROG 改變形態，其提高了年費而會員國可免費派員參加會議，惟需自行負擔旅費及食宿。會議地點、議程及相關事務則由 BWROG 負責安排，地點採取美國、歐洲、亞洲輪流地區舉行，該地區的國家則需協助會議進行，另好處是可多派人員出席會議並提出下次有興趣之議題，但參加會議之電力公司代表需針對議題提出報告，報告的準備(英文)對報告人是一項負擔(日本有請即時翻譯，簡報人均以日文報告並即時翻譯)，且報告需有即時翻譯，故時間要加以掌控。

- (三) 由於 BWROG 會議每年舉辦多次，派員參加需配合出國員額及經費，且會議均指定旅館(大飯店)住宿費用相當高，故主辦部門在編列年度相關費用時需加以規畫與考量，如無相關必要之議題，或可不派員參加，以節省費用。

五、結論與建議：

- (一) 日本電力公司為因應福島事件，不惜長期停機並花費鉅額經費進行相關改善(如 Hamaoka 電廠增設防海嘯長堤、緊急海水泵..等)，其主要目的還是要讓民眾信任核能，重建核能信心。本公司之核能總體檢之評估與作法，其實與歐洲核電廠所謂之壓力測試相當，我們的步調還領先了一些，此外我們的斷然處置作法也令與會人員印象深刻。
- (二) 東京電力公司認為福島電廠事件，實因地震與海嘯之規模超過了設計基準，重創電廠設施，東電已盡力進行復原的工作；然而對於 EPG/SAG/EDMG 之補強、氫控問題、圍阻體保護/過濾系統、NRC Order B.5.b 及歐美 stress test 作法，希望 BWROG 能多提供更多資料與協助。
- (三) 有關氫氣控制問題除了已討論的 Hardened Vent System 設計規範及充氮外，尚有點火系統及目前歐洲 PWR 電廠有使用之 Passive Auto Catalytic Hydrogen Recombiners (PARs)系統，PARs 系統不需外加電力，可將氫氣結合成水，或是解決氫氣方法，宜續收此方面之資料，另氫氣之偵測儀器之補強亦需考量。

- (四) 用過燃料池之安全也被重視，INPO IER 11-2 已要求將用過燃料池之水位、溫度列入 EOP 監測，此外 EPG/SAG 亦需考量用過燃料池與反應器之救援優先順序。另 NRC 已有建議在控制室增設安全有關之 SFP 儀表，增加安全有關之補水設備，運轉規範增加 SFP 儀表與補水串之要求，以及可耐震之用過燃料池 SPRAY 系統管路等，這些要求之後續發展應加以注意。
- (五) 對於救援設備儲存與管理，西班牙電廠有提出救援設備集中管理中心構思，可在 24 小時內提供救援設備給所需之電廠，此構思雖不錯但仍需考量各電廠特性、救援時限、重件運輸及道路之狀況。
- (六) BWROG 將於 10 月 25-27 日在日本東京辦理 BWROG International Workshop，會議主題已由日本電力公司與 BWROG 共同討論決定，對福島之議題會作更深入之討論，建議本公司能派員參加討論。

(附 件)

**BWR Owners' Group – International Conference
September 13-15, 2011 – Tokyo, Japan
AGENDA**

Tuesday, September 13, 2011

TAB	TIME	TOPIC	SPEAKER
1	0900	Introductions	Susumu Kawamata (TEPCO) <i>General Manager, Nuclear Quality & Safety Management Department</i>
2	0910	Welcome	Mike Gallagher (Exelon) <i>Vice President , License Renewal</i>
3	0920	Conference Overview	Craig Nichols (GEH) - <i>BWROG Program Manager</i>
4	0930	Significant Operating Experience – Chubu • Hamaoka Plants	Tatsuo Kawabata (Chubu)
5	1000	Significant Operating Experience – Chugoku • Shimane Plants	Yuusuke Minakuchi (Chugoku)
-	1030	BREAK	-
6	1100	Significant Operating Experience – JAPC • Tsuruga 1 • Tokai 2	Kanji Shiga (JAPC)
7	1130	Significant Operating Experience – Taiwan Power • Chinshan • Kuosheng • Lungmen	Jerry Wang (TPC)
-	1200	LUNCH – Viking Sal	-
8	1330	Significant Operating Experience – TEPCO • Fukushima Daiichi • Fukushima Daini • Kashiwazaki Kariwa	Yuichi Sato (TEPCO)
-	1430	BREAK	-
9	1450	Significant Operating Experience – Iberdrola • Cofrentes • Santa Maria de Garona	René A. Fernández González (Iberdrola)
10	1520	Scram/Down Power Trends and Significant Operating Experience – US Plants	Dave Jester (Progress Energy) - <i>Scram Frequency Reduction Committee Vice-Chairman</i>
-	1600	BREAK	-
11	1620	BWROG – Generic Committee Activities	Ted Schiffley (Exelon) - <i>BWROG Chairman</i>
-	1720	MEETING ADJOURN	Ted Schiffley (Exelon) - <i>BWROG Chairman</i>

**BWR Owners' Group – International Conference
September 13-15, 2011 – Tokyo, Japan
AGENDA**

Wednesday, September 14, 2011

TAB	TIME	TOPIC	SPEAKER
-	0900	First Day Review	Ted Schiffler (Exelon) - <i>BWROG Chairman</i>
12	0910	BWROG – Non-Generic Committee Activities	Kenneth Welch (GEH) - <i>Project Manager</i>
-	1000	BREAK	-
13	1020	US Industry and Regulatory Response to Fukushima Events	Fred Emerson (GEH) - <i>Project Manager</i>
-	1110	BREAK	-
14	1130	Facilitated Discussion - Extended Loss of AC Power	Session Leader - Greg Krueger (Exelon) - <i>IRIR Committee Chairman</i>
-	1210	LUNCH – Viking Sal	-
15	1330	Facilitated Discussion - Evolution of B.5.b Actions <ul style="list-style-type: none"> • B.5.b White paper • EDMG – EPG/SAG Integration 	Session Leader - Bill Williamson (TVA) - <i>Emergency Procedures Committee Chairman</i>
-	1420	BREAK	-
16	1440	Facilitated Discussion - Potential Utility Actions on Hardened Vent System Criteria <ul style="list-style-type: none"> • Auto versus Manual Action • Filtering of Vent System • Multi-Unit Considerations 	Session Leader - Greg Krueger (Exelon) - <i>IRIR Committee Chairman</i>
17	1530	Facilitated Discussion - External Events PRA	Session Leader - Greg Krueger (Exelon) - <i>IRIR Committee Chairman</i>
-	1620	BREAK	-
18	1640	Facilitated Discussion - Plant Stress Tests	Session Leader – René A. Fernández González (Iberdrola)
	1730	MEETING ADJOURN	Ted Schiffler (Exelon) - <i>BWROG Chairman</i>

**BWR Owners' Group – International Conference
September 13-15, 2011 – Tokyo, Japan
AGENDA**

Thursday, September 15, 2011

TAB	TIME	TOPIC	SPEAKER
-	0900	Second Day Review	Ted Schiffley (Exelon) - <i>BWROG Chairman</i>
19	0910	Facilitated Discussion - Hydrogen Control Strategies <ul style="list-style-type: none"> • Hardened Wetwell Vents • Reactor Building H2 Recombiners 	Session Leader - Bill Williamson (TVA) - <i>Emergency Procedures Committee Chairman</i>
-	1000	<i>BREAK</i>	-
20	1020	Facilitated Discussion - Fuel Pool Instrumentation Needs	Session Leader - Bill Williamson (TVA) - <i>Emergency Procedures Committee Chairman</i>
	1110	<i>BREAK</i>	-
21	1130	Future International Conferences <ul style="list-style-type: none"> • Dates/Locations • Focus Topics 	Craig Nichols (GEH) - <i>BWROG Program Manager</i>
-	1200	<i>MEETING ADJOURN</i>	Ted Schiffley (Exelon) - <i>BWROG Chairman</i>