

公務出國報告

(出國類別：其他)

參加「2016年亞洲核展望會議」

服務機關：行政院原子能委員會輻射偵測中心

姓名職稱：邱信男技士

派赴國家：日本

出國期間：105年10月23日至10月27日

報告日期：105年12月27日

摘 要

本次出國參加「2016年亞洲核展望會議(Asian Nuclear Prospects 2016)」在日本仙台市東北大學川內萩記念會館舉行。會議時間自10月23日至10月27日為期4天，前三日為技術發表報告；第四日為參觀使用後燃料處理廠。本次會議討論為核能技術長期用於維持能源的供應，以及未來的前景討論為主；包涵核能技術於使用後的燃料處理、廢棄物管理等的口頭技術報告及舉行海報展示的發布會，最後一日(10月27日)與會者前往參觀位於青森縣的六所村燃料後處理廠，本廠為亞洲第一個商用核燃料循環處理工廠(本項行程為自費行程；需另外報名)。藉由參加此次會議，可以了解核能燃料在近年及未來於亞洲地區的循環技術、相關輻射防護工作及應用等相關研究領域的重點和方向。

目 錄

壹、目的	1
貳、行程	2
參、研討會紀要.....	3
肆、心得與建議.....	21
伍、附件	24

壹、目的

日本發生福島核電廠事故後，各國對輻射災害應變整備相當重視。派員前往國外考察核設施周圍環境輻射偵測的相關軟硬體設施、了解國外最新的核能電廠輻射監測與緊急應變之技術資訊，進行經驗交流，擴大同仁專業視野，作為執行緊急應變與平時整備規劃之參考。本次行程預定學習及觀摩先進國家之使用後燃料處理的核能技術、核子事故後之緊急應變及環境輻射偵測設施，收集輻射監測相關資料，建立現場輻射度量技術，以及核子事故與輻射災害緊急應變技術相關之會議，了解國際間核子事故緊急應變作業及輻射監測現況，強化我國之輻射災害應變機制。另藉由與國際友人接觸建立友誼的機會，促進經驗交流，奠定日後進行相關技術資訊交換與合作機會的基礎。

貳、行程

整個會議期程總共為 4 天(第 4 天為參觀青森縣的六所村燃料後處理廠，本行程未參加)，第一天上午為報到及開幕演說，下午及接下來 2 天的議程主要以專題演講及壁報展示為主，共有 3 個教室，每個教室每半天以 5~7 篇研究主題進行研討，會議行程如表 1 所示。

表 1、參加「2016 年亞洲核展望會議」行程表

時間	行程與工作內容
第 0 天 10 月 22 日 (六)	由左營站搭乘高鐵至桃園站
第 1 天 10 月 23 日 (日)	由桃園國際機場搭乘全日空班機直飛日本仙台機場。
第 2 天 10 月 24 日 (一)	當日赴會議議場報到， 參與 2016 亞洲核展望會議程第一天。
第 3 天 10 月 25 日 (二)	參與 2016 亞洲核展望會議程第二天。
第 4 天 10 月 26 日 (三)	參與 2016 亞洲核展望會議程第三天。
第 5 天 10 月 27 日 (四)	由日本仙台機場搭乘全日空班機飛東京成田國際機場， 由東京成田國際機場搭乘全日空班機轉飛桃園國際機場， 由桃園站搭乘高鐵至左營站。

參、研討會紀要

「2016年亞洲核展望會議(Asian Nuclear Prospects 2016)」在日本仙台市東北大學川內萩記念會館舉行。會議時間自10月23日至10月27日為期4天，前三日為技術發表報告；第四日為參觀使用後燃料處理廠。亞洲核展望會議由日本、印度、韓國、中國大陸四個國家每兩年輪流舉辦一次，ANUP國際會議首次於2008年在日本舉行，主要討論的內容為在未來亞洲核能技術和狀態作為主要燃料的循環技術。ANUP2010在印度、ANUP2012在中國、ANUP2014在韓國，ANUP2016再次在日本舉辦，ANUP2018將在印度舉辦。

世界上大多數能源需求仍然是由化石燃料所支持，如果由化石燃料的能源供應繼續增加，環境破壞將是難以忍受的，由於全球氣候變化在未來是可預見的，為了防止這樣的悲劇，在亞洲地區於新能源基礎方面就必須考慮選擇核能作為大量引進的主要能源來源之一，這是舉辦本項技術會議國家的責任。

在ANUP2016，在預見未來的前景下核能技術用於維持長期的能源供應進行討論，本次會議在仙台市舉辦，這城市於2011年3月11日後從巨大的地震和海嘯災難中恢復，別具有意義。會議中以核能相關技術(如使用後燃料處理、廢棄物管理、福島核電廠現況與未來)作口頭報告及海報展示，ANUP2016的主題包含以下：

- 1。在每個國家核能的未來展望、現狀與前景，行業展望，人力資源開發，國際合作，社會接受等。
- 2。核能利用的基礎研究。
- 3。目前核能燃料循環體系的開啟和關閉。
- 4。第四代核反應爐和燃料循環體系，包括分裂和衰變。
- 5。放射性廢棄物管理
- 6。防止擴散和保障。
- 7。除役和拆解

一、開幕會議(主題演講)

開幕會議由日本、印度、中國大陸、韓國、美國、法國等國家相關單位機構作主題演講，包括 1. 核能燃料循環的現狀和展望在穩定性運轉的倡議(Sakai Sakai 日本核燃料有限公司)，2. 印度快速反應爐的計劃與現狀以及燃料循環的關閉(P.R.Vasudeva Rao 原子能部)，3. 中國核能燃料循環的進展(葉國安 中國原子能科學研究院)，4. 韓國核能燃料循環的展望(Kee-Chan SONG 韓國原子能研究所)，5. 快速反應器循環研發的現狀和其在日本的觀點(Nobuyuki Yoshida 日本原子力學會)，6. 美國快中子反應爐和封閉燃料循環的概述(Terry A. Todd 愛達荷國家實驗室)，7. 法國核能的現狀和展望(Bernard Boullis 後端計劃主任，法國 CEA)。

其中就日本、法國的主題演講作介紹：

(一)由日本原子力學會執行董事 Nobuyuki Yoshida 演說議題為「快速反應器循環研發的現狀和其在日本的觀點」，演講內容分成四段，分別敘述如下。

1.介紹

311 東日本地震之後東京電力公司福島第一核電廠發生事故，地震明顯改變了日本的核能政策。在 2014 年制定的「第四次戰略能源計劃」中宣布了，在確保其安全的主要前提下，核能燃料的循環使用政策以及核能發電作為重要的基本電源來源立場。然而在六所村燃料後處理廠 (Rokkasho)的開始運轉和研究中存在一些問題，於 2013 年制定的「Monju 研究計劃」建立核能燃料循環的研究與開發，在目前的計劃尚未顯示出實現快速反應器的方向。

2.核能政策和研發的變化

311 東日本大地震之前核能政策的基礎是「核能政策架構」(經 2005 日本內閣批准)，其顯示日本努力的具體目標是在 2050 年左右使快速反應器的商業使用及用後燃料再處理的基本政策。日本原子能學會 (JAEA) 在日本政府的領導下正在穩步地進行快速反應器的循環開發，從 1999 年開始到 2006 年後從「快速反應器循環系統技術開發 (FACT)」項目啟動階段發展到「商業化快速反應器系統 (FS) 的可行性研究。

核能政策已經改變，FACT 項目因東京電力公司的福島第一核電廠事故而被凍結。在「第四次戰略能源計劃」中，描述了關於確保長期的放射性廢物質及穩定能源的問題保持不變下，維持核能燃料循環政策，而不改變快速反應器的重要性。

3.目前對快速反應爐研發的努力

JAEA 正在進行以「Monju 研究計劃」為中心的研究與核設施的測試，以及主要針對改進嚴重事故的對策和安全相關技術的開發。國際合作也很重要，意味著將研發成果最大化，JAEA 通過雙邊合作架構與其他國家如法國的 ASTRID 促進研發和以戰略方式來作多邊合作架構如第四代國際論壇（GIF）。

4.促進快速反應爐研發和未來展望的主要問題

(1) 核能燃料循環的長期觀點與地震前不同，特別是快速反應爐週期的商業化，並沒有被吸引，因為政府（包括 JAEA），電力公司和核能製造商處於對立狀態。有必要提出一個新的研發路線，能在 2050 年左右將快速反應爐商業化，並使其成為一個具體目標以及讓核能作為基本負載電源對能源安全做出貢獻。

(2) 在這種情況下，快速反應爐的商業化政策不明確，預算有限，參與相關研發的研究人員和工程師的老化以及年輕人疏離核能技術的傳承成為現實問題。若能根據國家明確的政策提出具體計劃，研究人員將能夠提高他們的意識，並且增加他們的動機。

(3) 為了製定一個新的商業化形象和獲得的路線，了解公眾對快速反應爐的商業化，JAEA 需要穩步前進推動，解決當前研究計畫中描述的問題。

(二)由法國替代能源和原子能委員會（CEA）後端計劃主任 Bernard Boullis 演說議題為「法國核能的現狀和展望」，演講內容敘述如下。

核能是法國電力生產的重要支柱，在 2015 年已達 416 TWH(M-KWH)（超過總發電量的 75%，如圖 1），由 58 個 LWR(輕水反應爐)構成法國的核能團隊。每年大約需要 1000 噸的新鮮二氧化鈾燃料；當使用過後它們被再處理，並且回收的鈾（Pu，約 10 噸）作為 MOX(混合氧化物燃料)燃料重新裝載在使用（提供約

10%的法國核電)。MOX 廢燃料不經過系統再處理；它們被存儲在保存池中，等待下一代核能發電中作為延遲重用，核能燃料的循環使用如圖 2。

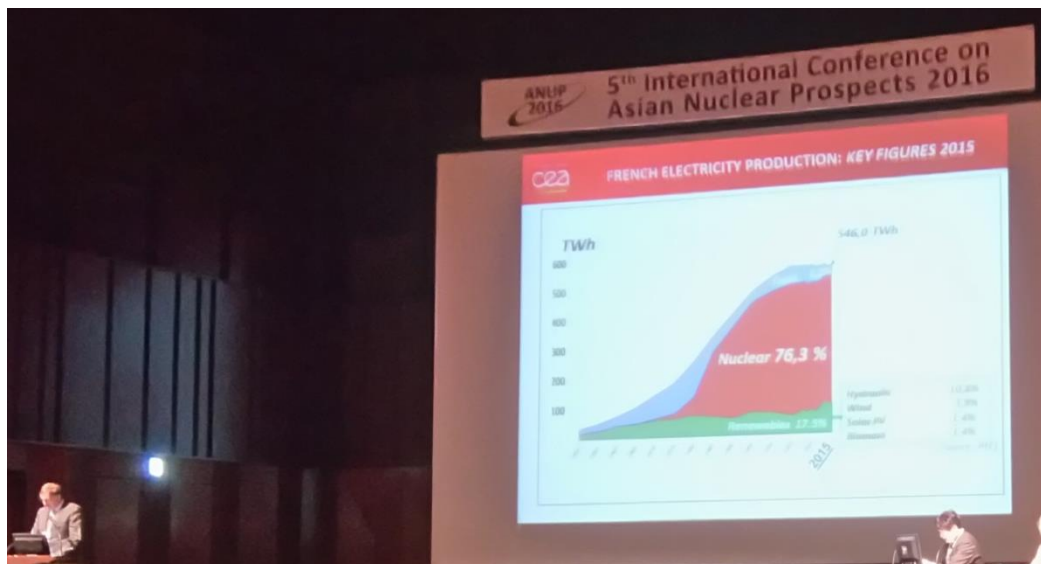


圖 1 法國在 2015 年核能發電達到 416TWH，超過總發電量的 75%

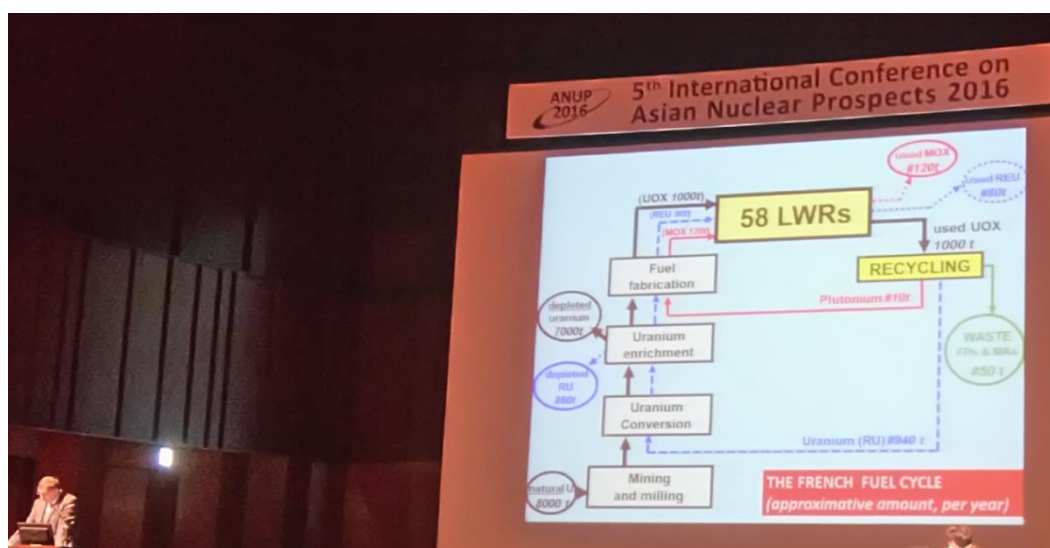


圖 2 法國的核能燃料循環使用

法國議會近期投票「能源轉型與綠色增長法」(2015 年 8 月)，其目標是首先通過減少石化燃料及減少二氧化碳排放的使用。關於發電方面，核能應該仍然是主要支柱，如果該法案目的在使電力來源多樣化；未來法國核能占有比例的目標價值為 50%，鑑於當前核能電廠的更新，這項新的能源法案將法國的核能發

電嚴格限制在目前水平（63.2 GWe），如圖 3。

為了確保核能材料及核能廢料，法國政府的持續管理已經長達十年左右，並在法國核能團隊中持續進行各項研究方法以評估各種選擇來實行這類的技術。

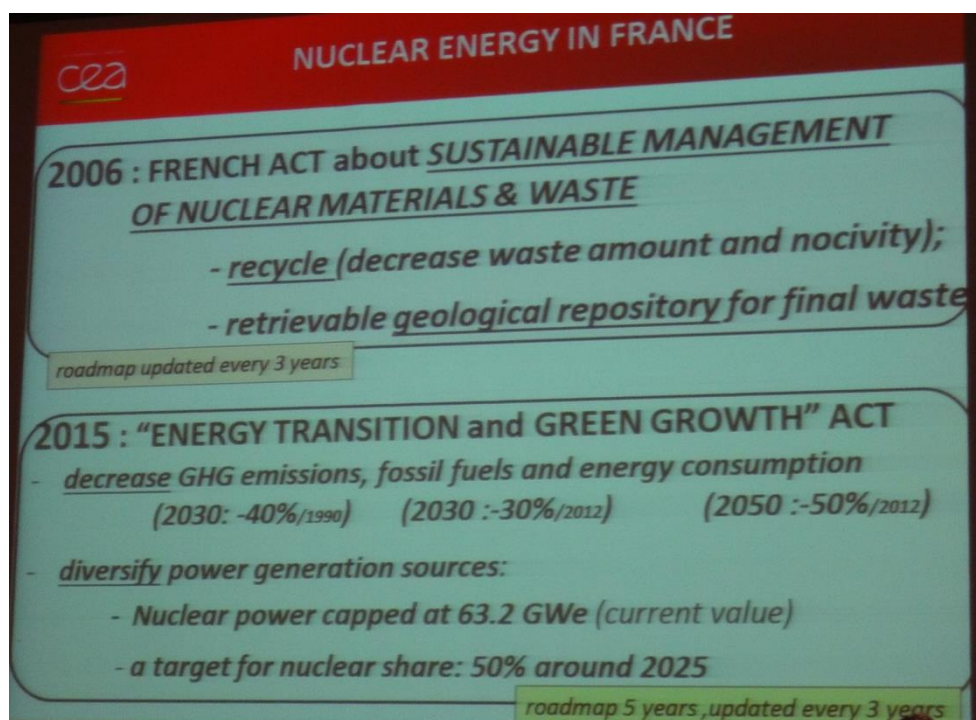


圖 3 未來法國核能占有比例

二、福島第一核電廠的現狀和未來(Current Status and Future of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station)

由東京電力公司(TEPCO)控股公司 Naohiro Masuda 發表的技術報告。報告首先放映了影片：福島第一核電站目前的狀況(The current situation at Fukushima Daiichi NPS)，介紹福島第一核電廠目前的狀況，本影片公開在網際網路公開平台 <https://www.youtube.com/watch?v=Sq5-DCiOFpU>。

福島第一核電廠發生事故五年以來，很多工作已經朝向了除役方向進行，包括從 4 個反應爐中移除使用後的核燃料。另外有關工作人員方面，其 7000 名員工的作業環境也得到了顯著的改善。

在 2011 年 3 月 11 日的海嘯襲擊下，1、2 和 3 號反應爐發生了核能燃料熔化

的情形，其中 1、2 和 4 號反應爐被氫氣爆炸損壞。然而，形勢逐步的獲得改善，並且自同年 12 月起一直保持著冷停車狀態；因此周邊地區的放射性物質已顯著的下降。

(一) 水資源管理的重大措施

由於地下水流入建築物內，污染水的量一直在增加中，而其管理一直是過去幾年的問題。

根據對水資源管理的三個基本原則為“移除、重新定向、保留”。

-移除污染來源

-從污染源重新定向或隔離地下水

-保留或防止污染水的洩漏

如圖 4 說明

Major Milestones of the Mid-and-Long-Term Roadmap		
➢ Clarify the short-term targets (green) for higher priority measures, while keeping the general framework (blue)		
Overall	Completion of decommissioning	30 – 40 years
Contaminated water management	Completion of treatment of stagnant water in buildings	2020
	Removing Additional effective dose rate at the site boundary < 1 mSv/y (Achieving the risk reduction goal of exposure dose)	FY2015
	Isolating Start of preparation to determine long-term management of ALPS-treated water	First half of FY2016
	Preventing leakage Control inflow of groundwater into the buildings < 100 m3/day (Huge decrease in the amount of contaminated water increase)	FY2016
Stagnant water treatment Storage of all the water generated by treatment of highly contaminated water in welded-joint tanks (Huge reduction in risk of leakage from tanks)	early FY2016	} NEW
Reduction of radioactive materials in stagnant water in the buildings by half (Reduction in risk of leakage from buildings)	FY2018	
Retrieval of spent fuel	Decision on methods for the treatment and storage of spent fuel	around 2020
	Start of spent fuel retrieval at Unit-1	Second half of FY2017 ⇨ FY2020
	Start of spent fuel retrieval at Unit-2	First half of FY2020 ⇨ FY2020
	Start of spent fuel retrieval at Unit-3	First half of FY2015 ⇨ FY2017
※ The changes in milestones for SF removal are mainly due to "Measures for Safety and Securing more", including measures for preventing dust dispersion or reduction of workers' exposure dose, etc. Best efforts to avoid delay due to "troubles" or "delay in decision" should be made hereafter.		
Retrieval of fuel debris	Policy on fuel debris retrieval from each Unit	Summer in 2017
	Decision on the method for fuel debris retrieval from the 1st implementing Unit	First half of FY2018
	Start of fuel debris retrieval from the 1st implementing Unit	2021
Radioactive waste	Establishment of basic concept of processing/disposal for solid radioactive wastes	FY2017

圖 4 污染水的管理措施

在 2015 年 5 月，處理污染水的儲槽已經完成，在 10 月，在海濱(邊)防滲漏牆的施工已完成，這些措施有助於該站降低風險，減少水體流入海洋中，以及減少在港區放射性物質的濃度水平，如圖 5。

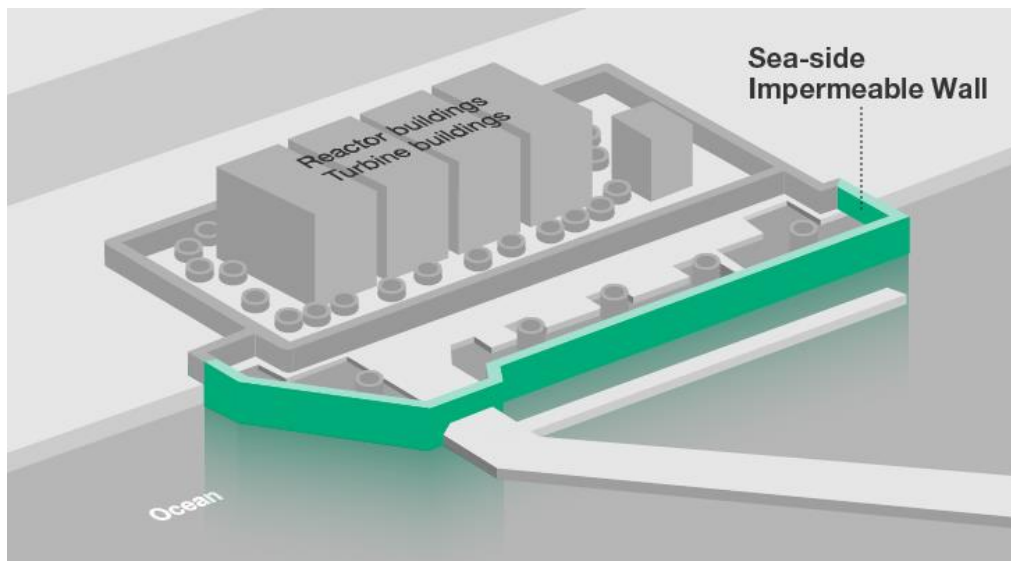


圖 5 海濱(邊)防滲漏牆示意圖

此外，在 2016 年 3 月，在陸地側的防滲牆（冰牆）產生凍結作用已開始，它是圍繞四個廢棄反應爐周圍，能阻斷地下水的流動進入建築物內，是防止地下水與污染水混合的一種凍結壁，進一步的目的在防止污染水的產生，如圖 6、7。

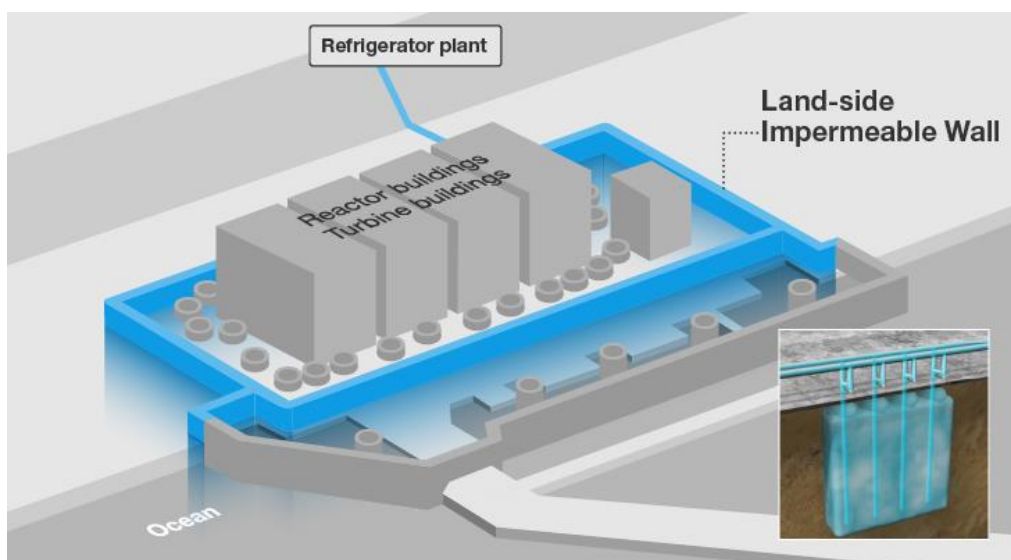


圖 6 在陸地側的防滲牆示意圖

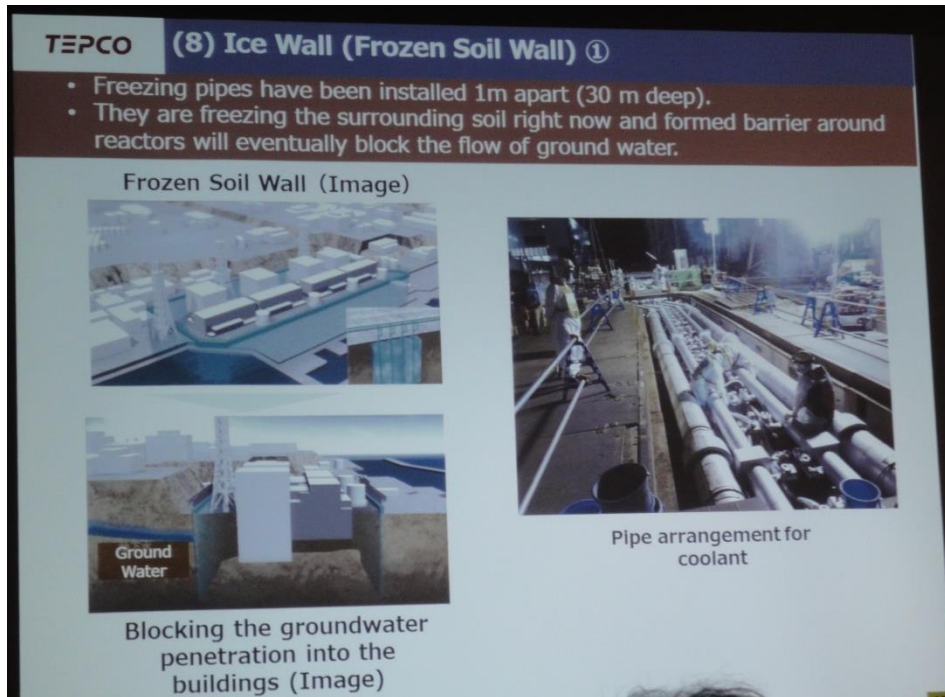


圖 7 在陸地側的防滲牆（冰牆）

(二)環境改善

從現在起，重點工作將轉移到接近反應爐；具體的工作是從 1 至 3 號反應爐移除核廢燃料和燃料殘渣，東京電力公司還利用各種機器人(如圖 8)清潔淨化內部，並在準備燃料殘渣清除過程中調查各反應爐的狀態。

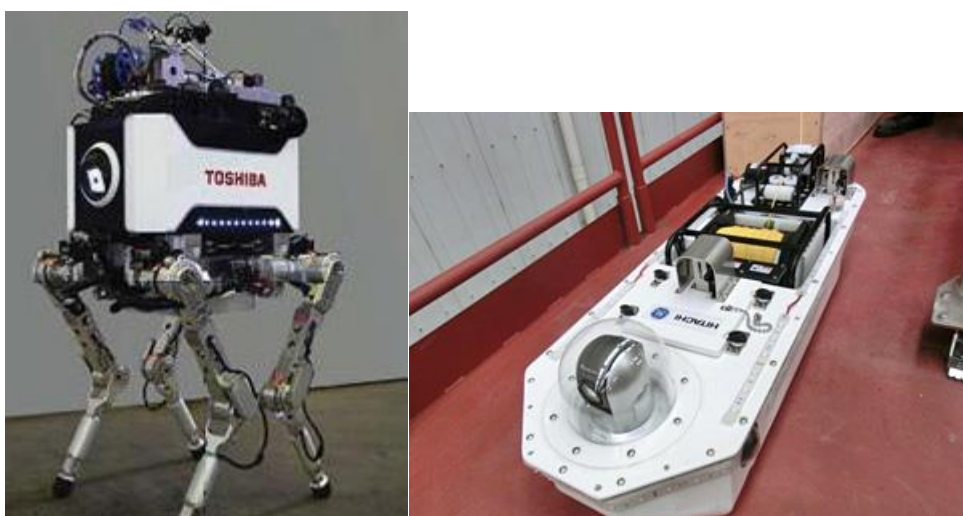
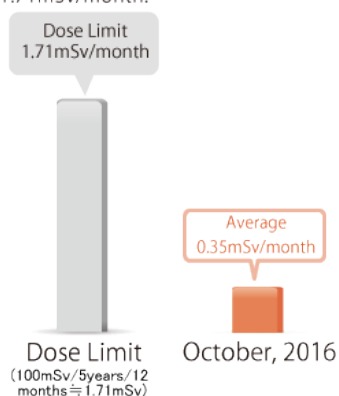


圖 8 調查用四條腿的步行機器人及浮船照相機的調查

淨化工作的結果，廠區（超過 90%）內的輻射水平已顯著降低。在大多數地方工人們不再需要穿全罩式呼吸器，緩解他們的工作量並促進溝通，進一步促成了改善的安全性，工人的平均暴露劑量如圖 9。安全及環境的改善如圖 10。

The average exposure dose in October, 2016 is low enough, compared with the dose limit of 1.71mSv/month.



Division (mSv)	October, 2016		
	TEPCO Employee	Partner Company	Sum
100 over	0	0	0
75 over ~ 100 and less	0	0	0
50 over ~ 75 and less	0	0	0
20 over ~ 50 and less	0	0	0
10 over ~ 20 and less	0	0	0
5 over ~ 10 and less	0	33	33
1 over ~ 5 and less	19	838	857
1 and less	982	7596	8578
Sum	1001	8467	9468
Max (mSv)	2.23	8.34	8.34
Average (mSv)	0.13	0.38	0.35

圖 9 工人的平均暴露劑量(摘錄自 TEPCO)

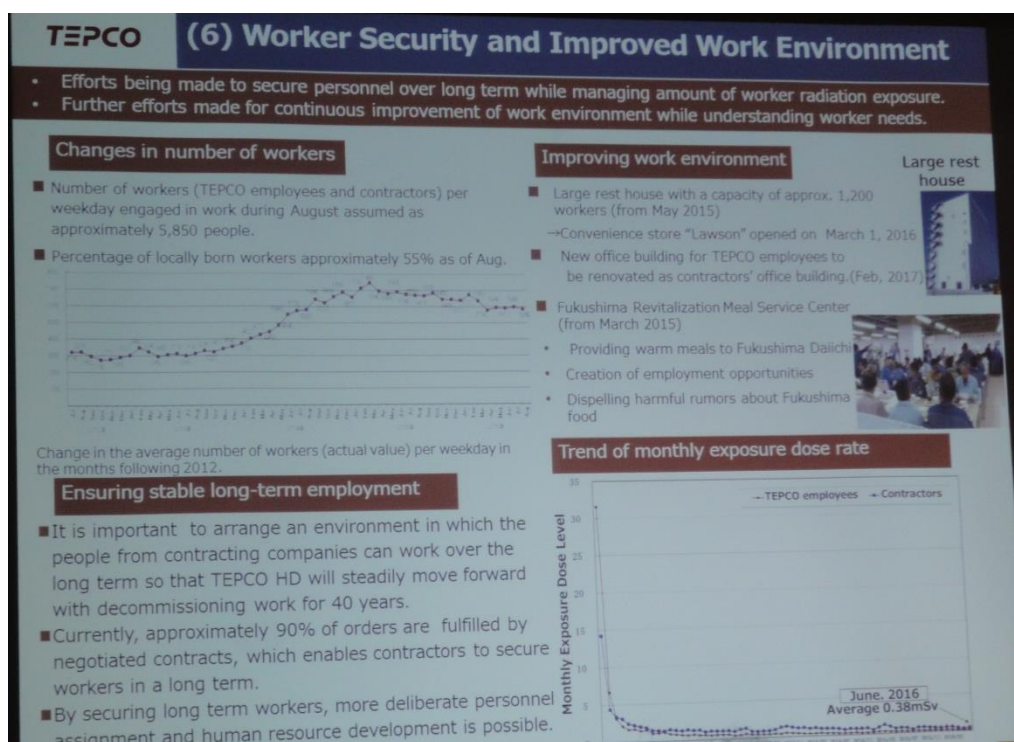


圖 10 工人安全及環境的改善

(三) 環境輻射監測

1. 海洋區域的監測

四個監測點顯示量測 Cs-134 及 Cs-137 的活度，由表中可看出 4 個反應爐正對面的海洋監測點量測值明顯偏高，在 2015 年 10 月，海濱(邊)防滲漏牆的施工完成後(統計表棕色虛線)，有效減少水體流入海洋中，使得在港區放射性物質的活度顯著降低，如圖 11 所示。

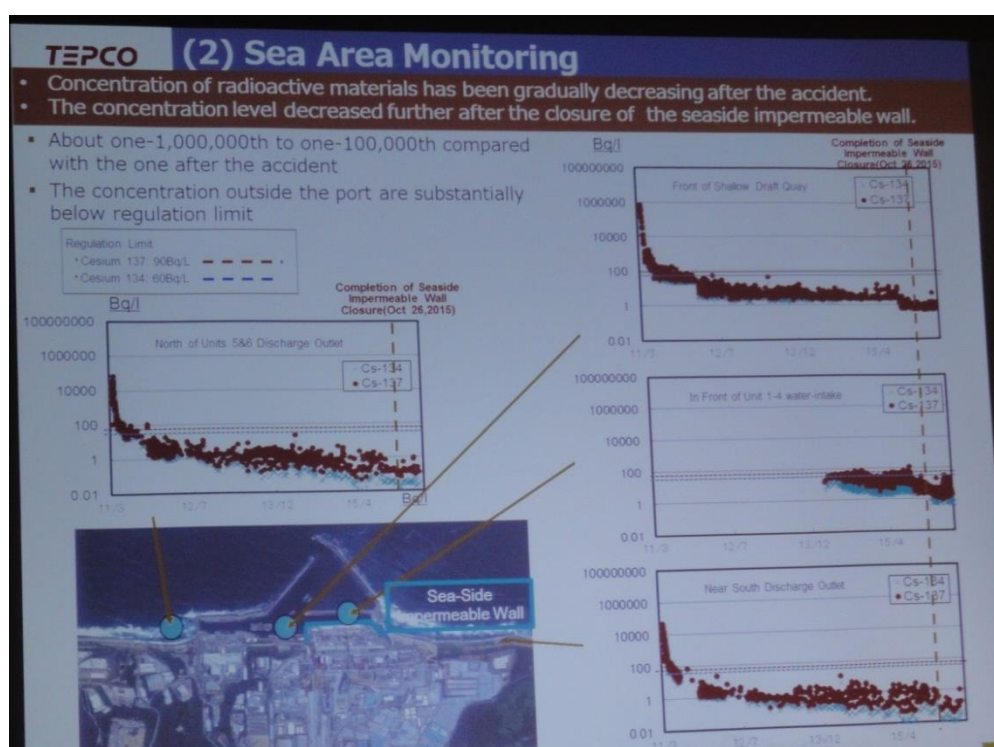


圖 11 海洋區域 Cs-134 及 Cs-137 的監測活度統計

2. 廠區的即時監測

整個福島第一核能電廠及周邊共有 86 個即時監測點，包含連續的空浮監測。現場監測站動力系統附加太陽能電板輔助供電，是一項節能環保的設計，透過本套監測系統工作人員可 24 小時連續監測，並儲存相關監測數據資料用於日後分析及查閱使用，如圖 12。

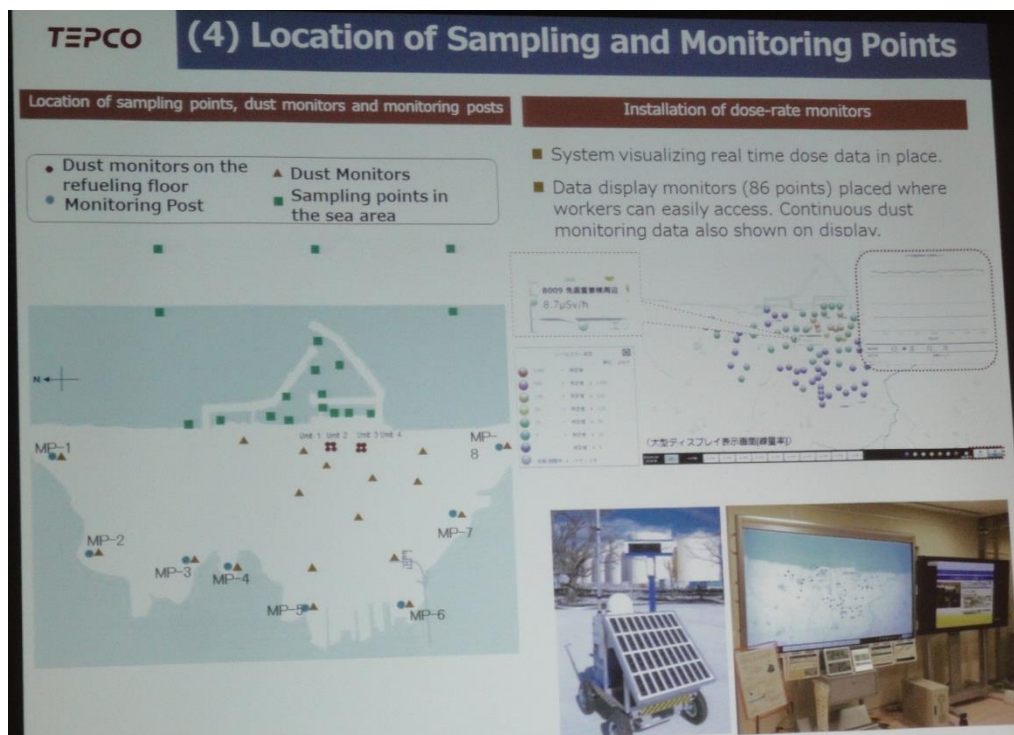


圖 12 福島第一核能電廠即時監測

三、福島第一核電廠除役和污染水管理狀況 (Status of Decommissioning and Contaminated Water Management for the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station)

由日本經濟產業省/核事故災害應對總幹事 Hirohide Hirai 發表的技術報告。

由於福島第一核電站 (NPS) 的事故發生至今已有 5 年。從世界各地收集的智慧及技術對於除污和除役 (D&D) 的措施已經取得進展。日本經濟產業省對於福島第一核電站的 D&D 的措施將解釋及彙整出中期和長期路線和方向。

(一) 除役所作的努力

1. 從 4 號機組燃料池 (SFP) 去除燃料

關於福島第一核電站 4 號機組燃料池 (SFP)，在 SFP 中最高的風險的 1535 根燃料棒從 SFP 轉移 (包括 204 根未使用的燃料棒) 至電廠中同樣設施內的公共燃料池。

2013 年 11 月 18 日燃料開始拆除，2014 年 11 月 5 日完成高風險使用後燃料轉移工作。所有使用後燃料的轉移已經在 2014 年 12 月 22 日完成。

2.有關 1 號機組反應器建築物(R / B)外蓋的拆除和瓦礫清除

1 號機組反應器建築物必須移除的。為了移除燃料池中的燃料，1 號機組反應器建築物的上部已經堆積了瓦礫，因此必須將反應器建築物外蓋拆除，如圖 13。

在反應器建築物外蓋逐步拆除過程中，為防止再一次的污染擴散，一些具有防止污染物擴散的措施必須執行，如反擴散劑的全面噴塗和放射性物質的監測等，如圖 14。

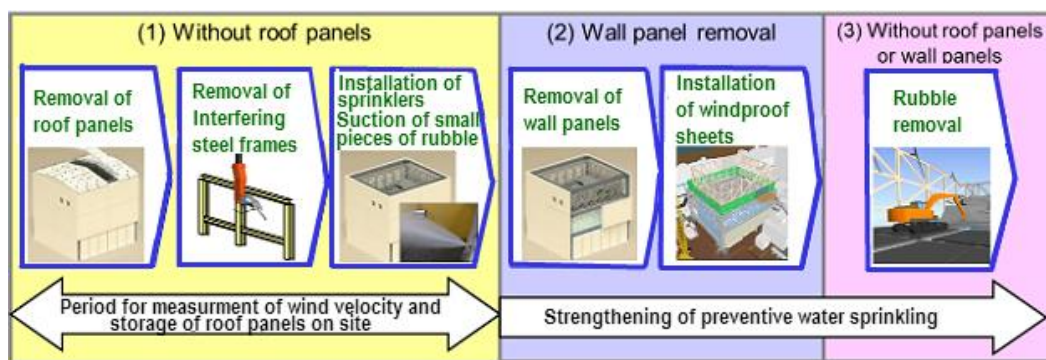


圖 13 反應器建築物(R / B)的移除示意圖

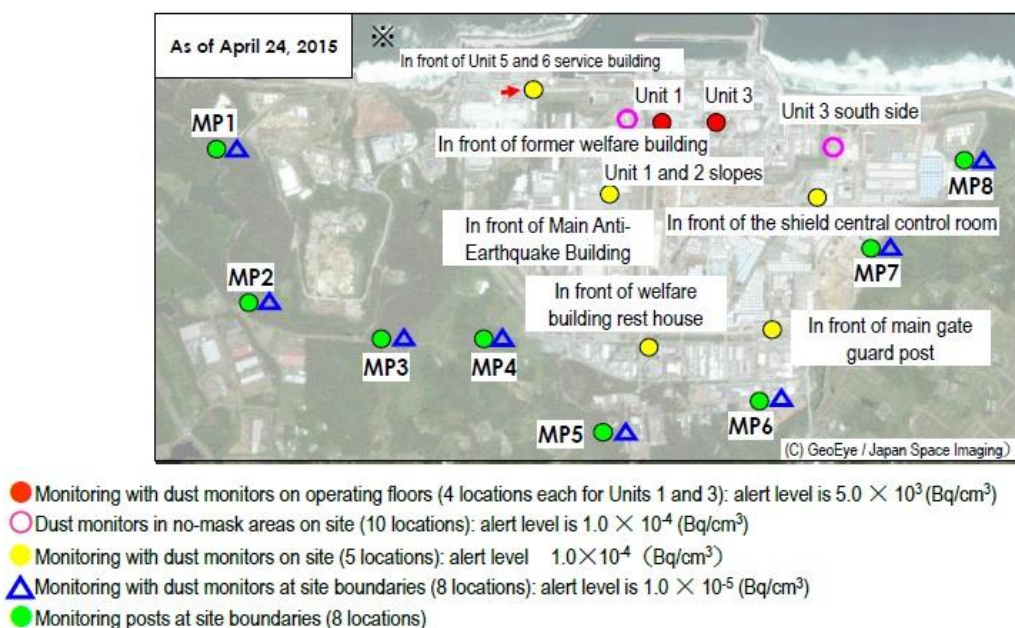


圖 14 放射性物質的監測位置及警戒活度

3. 有關 3 號機組從 SFP 內移除大片的瓦礫的進展

在 3 號機組反應器建築物中，災害後產生的瓦礫掉進燃料池中，在燃料池取出燃料棒之前必須進行先行移除。於 2015 年 8 月 2 日，已經存在於燃料池（與燃料處理機）中最大片的瓦礫移除作業已經完成，如圖 15、16。在施工過程中提高施工作業時的安全性及減少工人的污染接觸是最優先的。

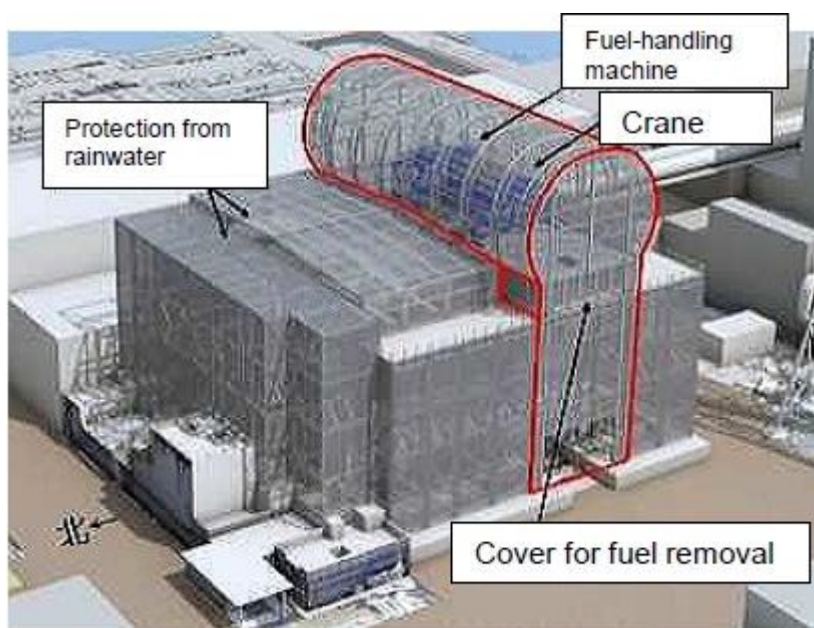


Image of the cover for fuel removal at Unit 3

圖 15 3 號機組反應器建築物上蓋移除



Removal of large pieces of rubble from the Unit 3 SFP
(with a fuel-handling machine)

圖 16 3 號機組從燃料池內移除大片的瓦礫

(二)除役技術開發

1.去污和減少輻射暴露

為減少工人在反應器廠房作業的曝露劑量，發展遠程控制(遙控)去污技術是不可缺少的，使用機器人去污（用於對反應器廠房一樓的淨化工作）被廣泛的應用，如圖 17。



圖 17 各種場所(環境)使用的除污機器人

2.其他的除役技術

核反應器內部調查、密封容器修理、殘骸的財產查明等等項目在下一篇技術報告中作詳細介紹。

四、IRID(核能除役國際研究所)燃料廢棄物再生(恢復)技術的發展(Development of Fuel Debris Retrieval Technology at IRID)

由核能除役國際研究所研發管理部 Kenro Takamori 發表的技術報告。

IRID 是一個被稱為核能除役國際研究所的技術研究協會，有來自科研機構、核能製造和公用事業等 18 個成員單位所組成，在 NDF 制定除役的策略和研發及除污計劃，在福島第一核電站中對於除污及除役所需的技術發展由東京電力公司 (TEPCO) 執行現場操作以及核能除役國際研究所(IRID)進行研究，包括政府在內的這四個關鍵角色，形成一體結構的緊密合作關係，如圖 18。

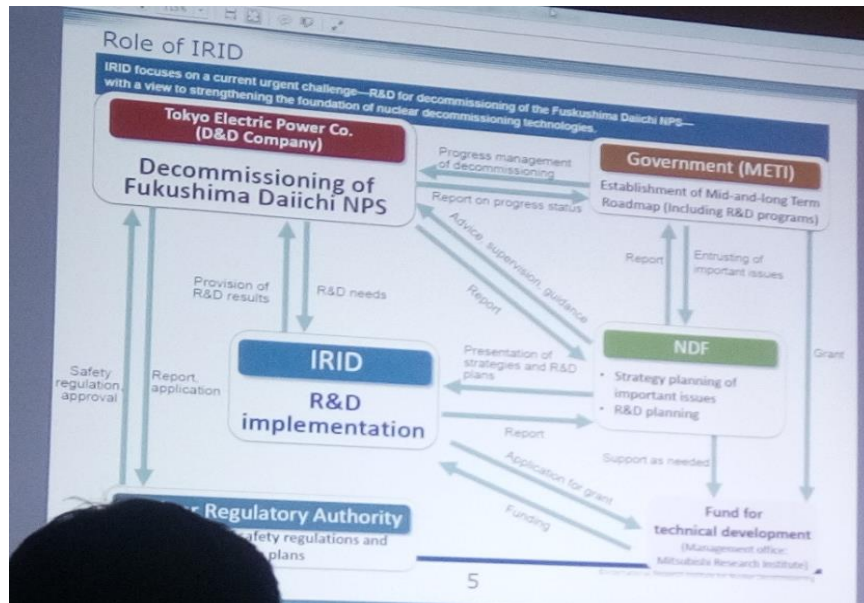


圖 18 包括 IRID、政府在內的緊密合作關係

1.關於研究與開發

IRID 承擔了除役工作三個關鍵的挑戰：研發燃料廢棄物回收的準備，研發放射性廢棄物的處置和從廢棄燃料水池中作燃料拆卸。在燃料廢棄物回收系統的開發上為了能夠達到安全和穩定工作的需求，IRID 將繼續進行研發以滿足這些要求，需要做到以下要求（1）關於燃料廢棄物詳細位置和損壞的植物條件等的調查，（2）假設與核能安全隱患及有效對策的措施，（3）根據環境的功能，像是在高輻射、狹窄的空間、水下和在黑暗中執行高度可靠的遠程操作技術等。

2.確認燃料廢棄物的位置

使用升級版的嚴重事故分析程式來評估反應器內部和主圍阻體（PCV）內的目前狀況，在高輻射下對之前或在當下的位置作實際的調查。

對反應堆和主圍阻體(PCV)內部於使用機器人作直接的視覺調查有很大的期待，到現在為止，我們已經使用機器人來通過狹窄的滲透方式做了主圍阻體(PCV)內部的視覺調查，其結果是，我們已獲得的數據，像是輻射劑量、溫度、水位，能見度和損壞的狀況，這對於未來的調查計劃和預備工作是有用的。

我們成功地讓機器人進入 1 號機組的主圍阻體內，這有助於對該主圍阻體下

部位置進行燃料廢棄物的調查計劃。此外，我們正準備使用機器人直接地在 2 號機組內底座位置探測輻射劑量分佈，並在 1 號機組主圍阻體的底部進行視覺化的調查和檢測燃料廢棄物。然後，我們將計劃直接進入燃料廢棄物堆中進行分佈狀況和燃料廢棄物的鑑定調查，在未來有必要進一步提升機器人發展以能在高輻射環境下測定、檢查主圍阻體的各種技術和方法，如圖 18。

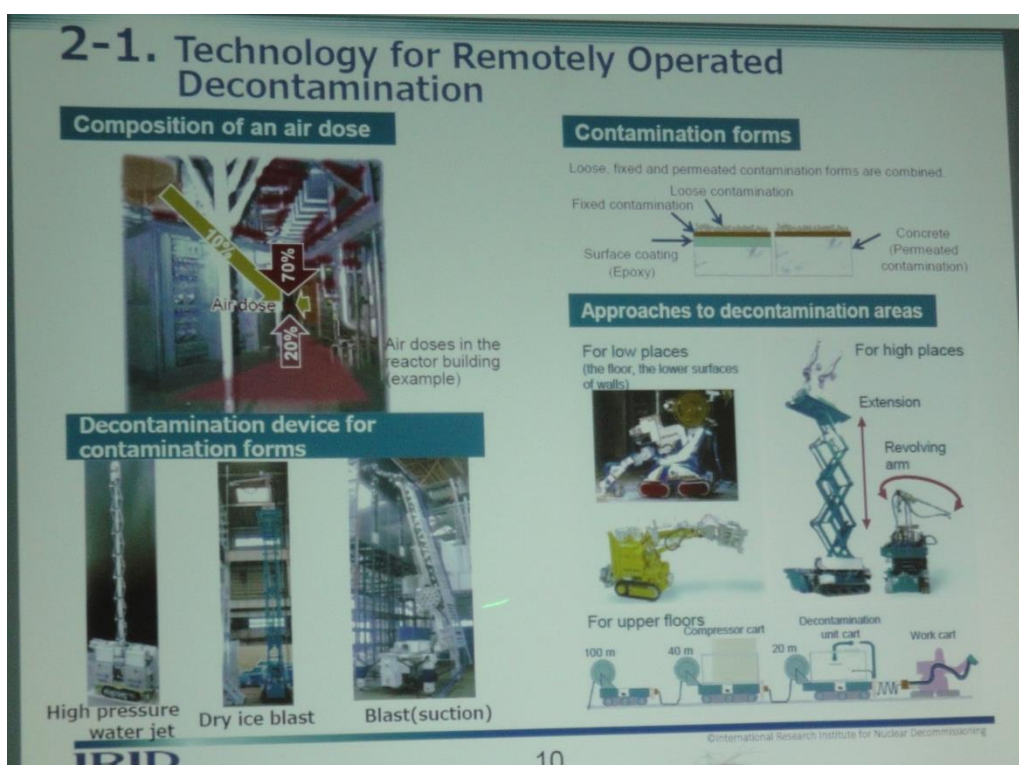


圖 18 使用機器人作遠端的除污技術

3. 燃料廢棄物回收技術的發展

IRID 正在推動各別技術的發展，使我們能夠執行所有流程，包括獲得在反應器中和主安全殼對燃料廢棄物的切削、收集、存儲、傳輸和存儲。同時，IRID 也設計用於燃料廢棄物回收的系統，不僅是通過元件組合的技術，在某種程度上可以確保核能安全並進行風險管理。同時，需要考慮到燃料廢棄物的存儲，用在燃料廢棄物的回收所需的時間，減少浪費在燃料廢棄物的回收和該項目的總成本。同樣重要的是，對於結構燃廢棄物的回收系統，使我們能夠不斷進行維護和長期

的工作。在 IRID 發展燃料廢棄物的回收技術是通過被支持的，包括用於遠端操作除污技術、完整性評價、水體堵漏、臨界控制、燃料廢棄物表徵確認和轉移等，使得安全、穩定的核能除役儲備技術不斷的開發中。

4. 結論

IRID 將繼續從日本和國外收集知識，在極其困難的退役計劃上取得研究發展的進步。IRID 有很高的期望，特別是對成熟技術的安全管理、過程和相關硬體設備，由擁有拆除燃料儲存損毀經驗豐富的海外機構作業，我們將繼續致力於開發安全的除役技術，同時建立和保持與國外相關機構的密切合作。



圖 19 研討會後大合照



圖 24 參觀青森縣的六所村燃料後處理廠

肆、心得與建議

一、心得

- (一) 本次出國行程觀摩到其他國家有關使用後燃料處理的核能技術、核子事故後之緊急應變及環境輻射偵測設施，以及核子事故與輻射災害後的應變及善後處理技術，了解國際間核子事故緊急應變作業及輻射監測現況，可借鏡參考加以學習，用來強化我國之輻射災害應變機制。另藉由與國際友人接觸建立友誼的機會，促進經驗交流，奠定日後進行相關技術資訊交換與合作機會的基礎。
- (二) 本次參訪行程中，可看出台灣周邊的國家像是日本、韓國、中國大陸、印度等地區持續的發展核能發電，在相關技術及應用上做了許多研究與準備；在會議過程中，報告主題圍繞在核能利用的基礎研究、核能燃料循環體系的開啟和關閉、第四代核反應爐和燃料循環體系，包括分裂和衰變、放射性廢棄物管理、防止擴散和保障、除役和拆解等議題，基於我國朝向非核化的國家政策下，其中有關放射性廢棄物管理、防止擴散和保障、除役和拆解等議題是主要的觀摩研究對象。
- (三) 本次會議中，參與聆聽了多場有關日本 311 福島核電廠事故後的技術報告，如福島核電廠的現狀和未來、福島核電廠除役和污染水管理狀況、燃料廢棄物再生(恢復)技術的發展等，相當多的實務經驗與有關技術，都值得我們更深入的探討與學習，像是防止污染擴散的各種技術(防滲漏牆、冰牆等)等、還有污染廢棄物的清理技術、事故地區的環境監測管制及應用各種機器人從視危險的作業等，不只是理論技術而已，現場展示了許多的實務應用照片與介紹，這些技術資料與經驗都值得我國深入研究與學習以作為未來國內核電廠除役過程中重要的參考與應用。
- (四) 日本福島事故至今已五年多，除污及復原工作仍持續進行著，對於這些工作是以科學的態度及方法不斷地進行研究與實際應用，各種技術方法來降低輻射污染、處理污染廢棄物、監控環境輻射變化等等，孕育出許多的研究報告與實務技術，這些經驗與資源是事故後驗證所累積出來的，在相關專業領域上具有亞洲地區執牛耳的地位，許多技術與資源都建立在民間公司及相關

法人機構中，像是日立、三菱、東芝、松下等大家耳熟能詳的企業公司，許多電子、輻射、工程、量測等技術都是世界領先者，在會議中亦有許多學術機構及法人單位與會，也都展現出多樣性專業領域的研究報告，令人讚賞日本在專業工作上的投入與用心。

二、建議

- (一) 更積極參與國際核能輻射的交流及專業人才培育，傳承經驗，確保核電安全運轉及監管經驗之優勢。目前我國朝向非核化的國家政策，然而周邊國家仍積極發展核電產業，投入設立相關研究及技術，培育並鼓勵人才投入核能產業。對照我國不利核電發展的情境下，當下國內從事核能相關技術之人員日益減少，人力可能出現斷層，經驗無法傳承時，更應正視核能專業人才培育及世代交替，積極培育新一代的核電相關人才，俾讓現有核能設施運轉及日後停機除役工作及因應境內或境外核子事故時仍有優秀營運與管制人才，方可確保台灣核電安全運轉及監管經驗之優勢。
- (二) 本次會議交流過程中，較多參與有關福島核電廠事故後的技術報告，有關除役、污染管制和廢棄物處理及復原上的技術讓人耳目一新，像是日本核能除役國際研究所(IRID)的報告中展現了「遠端操作技術」的應用實例，依據環境的狀況，像是在高輻射、狹窄的空間、水下和在黑暗中執行高度可靠的操作技術，整合人工智慧(AI)、電子、資訊、通訊、機電等技術，「無人作業技術」廣泛被運用，報告中展現許多「機器人」的作業案例，無論是調查、取樣、回收、偵測都可運用機器人。在輻射偵測方面也能加以運用，例如高輻射、狹窄、水下和危險環境下都必須運用機器人來執行，尤其是核災事故或輻射彈事故中會是最佳運用時機，未來的輻射偵測勢必走向「遠端操作」、「無人」的方向發展；就像無人機、無人車等無人載具一樣成為未來趨勢，可避免人類暴露於危險輻射環境中，減少輻射暴露的機率。
- (三) 如何獲得安全、乾淨的能源？是難以兼顧的問題，核能是目前已知的其中選擇之一，因為核能沒有 CO₂，SO₂，NO_x 污染廢氣。當石油存量還剩 40 年可用時，核能更顯得其重要性。日本自福島第一核能電廠事故，數年來投入偵測及救援、復原技術的相關研究，建立相當多實務及技術經驗。台灣雖

未經歷嚴重之輻射事故傷害，但面臨中國大陸核電工業蓬勃崛起，未來遭遇境外核子事故威脅的機率恐不亞於日本。台灣不僅要提升環境輻射監測技術，突破傳統輻射監測的舊思維，建立機動和多元的偵測及相關技術理念。另外，積極持續建立各項輻射應變技術及能力，建立完整之儲備能力和資料庫，是相當重要的一項工作。在一旦發生事故時，可有效進行各項應急和防災救援作業，降低及減少輻射災害引起的傷害。

Program Overview of ANUP2016												
Oct. 25 (Tue)												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
					11:40 - 13:00 Lunch							
Hall						13:00-14:30 Plenary Session: Invited Talk 2 - N. Yoshida (JAEA, Japan) - T. Todd (INL, USA) - B. Boullis (CEA, France)						
Conf. Room-1		9:00-10:40 Technical Session A2 Analytical Chemistry, Fundamental Chemistry (5 papers)							15:30-17:30 Technical Session A3 Fukushima Special Session (5 papers)			
Conf. Room-2		9:00-10:00 Tech. SS B2 Solv. Extr.: Equipment and Techniques (3 papers)							15:30-17:30 Technical Session B3 Solvent Extraction, MA Separation, and FP Separation (6 papers)			
Conf. Room-3		9:00-10:40 Technical Session C2 Nuclear Fuels and Materials (5 papers)							15:30-17:50 Technical Session C3 Nuclear Waste Disposal and Related Issues, and Nuclear Data (7 papers)			
Entrance Hall		Poster Display Display should be continued		10:40-11:40 Poster Session 1 (Odd number)		Display should be continued		14:30-15:30 Poster Session 2 (Even number)		Poster Removal		
		Conference registration (continued)										
Executive Lounge		Secretariat office										

Program Overview of ANUP2016

Oct. 26 (Wed)							Oct. 27 (Thu)
	8	9	10	11	12	13	
Hall							<p>Technical Tour to JNFL (Japan Nuclear Fuel Limited) Rokkasho Site</p> <p>8:06 Departure from Sendai Station 10:40 Arrival at Rokkasho</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visitors Center - Lunch - Tour to Rokkasho Site <p>15:10 Departure from Rokkasho Site 16:15 Breakup at Shichinohe-Towada Station 16:53 Departure from Shichinohe-Towada Station 18:29 Arrival at Sendai Station 20:08 Arrival at Tokyo Station</p>
Conf. Room-1		9:00-10:40 Technical Session A4 Vitrification of High-level Waste (5 papers)		11:30-12:00 Closing Session			
Conf. Room-2		9:00-10:40 Technical Session B4 Pyrochemical Systems (5 papers)					
Conf. Room-3		9:00-11:20 Technical Session C4 The ImPACT Program (7 papers)					
Entrance Hall							
Executive Lounge	Conference registration (continued)						
	Secretariat office						

二、Manual (Disc) of Program and Abstracts