

出國報告審核表

出國報告名稱：出席全球核能婦女會 (WIN Global) 2012 年年會		
出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
陳怡如	策劃組組長	台電核能技術處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_國際會議_ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：101年5月24日至 101年6月3日		報告繳交日期：101年7月5日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3. 無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 內容充實完備。 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6. 送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8. 退回補正,原因: <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9. 本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表: <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____ <input type="checkbox"/> 10. 其他處理意見及方式:	

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報 告 人		審 核 人	單位 	主管處 主 管	總 經 理 副總經理 
-------------	---	-------------	---	------------	--



行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：出席全球核能婦女會(WiN Global) 2012 年年會

頁數 42 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台電人事處/陳德隆/2366-7685

台電核能技術處/陳淑嫻/2366-7106

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳怡如/台電公司/核能技術處/策劃組長/2366-7128

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他開會

出國期間：101.5.24-6.3

出國地區：瑞典、芬蘭

報告日期：101.7.5

分類號/目

關鍵詞：核能，國際會議

內容摘要：(二百至三百字)

WiN Global 每年召開會員大會一次，原則上由歐洲、美洲、亞洲/非洲輪流主辦，年會中除由各國代表報告自己國家的核能現況及活動外，並就核能安全、核能科技的發展、放射性廢料管理、核醫應用、輻射防護、核能教育及兩性平權等議題進行經驗交流，使會員們對全球的原子能民生科技之現況有概括了解，並互相學習溝通的經驗。我國是 WiN Global 創始會員之一，向來積極參與其會務及活動，曾於 1998 年主辦第 6 屆年會，並獲得擔任其執行理事一席。

第 20 屆全球核能婦女會(Women in Nuclear, Global, WiN Global)由瑞典主辦，於 2012 年 5 月 26-30 日在波羅的海邊的卡爾瑪市(Kalmar, Sweden)舉行，有來自 35 個國家約 200 人與會，瑞典本國則有 53 人參加。瑞典是第 2 次主辦 WiN Global 年會，上次是 1995 年在哥登堡舉行。

我國核能婦女會 WiN Taiwan 組了一個四人的國家代表團與會，由執行理事原能會主任工程師邱絹琇女士率團，其他團員分別為：台電策劃組組長陳怡如女士，核能資訊中心翁明琪小姐及核研所化學組分組長/副工程師蔡翠玲博士。本屆會議以「核能終生安全—從設計到除役」為主題。

會中除討論全球核能婦女會近一年的例行會務和未來擬推行的活動外，並有技術報告 18 篇，從設計到處置包羅各方面。此外有壁報論文 20 多篇，核研所也張貼一篇。

我們團隊由蔡翠玲博士代表會長羅彩月博士報告 WiN Taiwan 這一年來的工作進展和未來擬進行之活動。陳怡如女士是 WiN global 選舉委員會(election committee)成員，WiN global 今年選舉理事長及 4 位執行理事，陳女士負責收票計票。此外陳怡如女士負責草擬選舉程序書，本來今年應該修訂章程及通過選舉程序書，然後再依規章選出副理事長，但執行理事中意見分歧，陳女士自 2010 年以來已經寫了 3 版選舉程序書，今年在執行理事會中陳女士建議

副理事長由理事長指派經理事會通過而任命，終於在會中獲得執行理事支持。年會後陳女士已據以修改章程，並送章程委員會續辦。

本團隊團員之一資深核能工作者邱絹琇女士是全球核能婦女會現任的執行理事(任期為2010-2016)，多年來極熱心且積極地參與 WiN Global 會務的決策討論和執行，故受到該會多數會員對台灣之貢獻的肯定。

會議後安排3條技術參訪路線，我們參訪了芬蘭的Olkiluoto 3號機，以及中低放處置場及用過核燃料最終處置之地下實驗室 Onkalo。芬蘭現有2座核電廠，Olkiluoto有2部瑞典製的BWR，單機容量為660MW，經功率提升後為880MW。Olkiluoto 3號機原訂2009年商轉，目前預計2015年商轉。我們參觀由Areva負責的核島區，各工區都如火如荼施工中，常規島區由西門子負責，大部分已完工。芬蘭的中低廢棄物採用地質深層處置，我們走下坑道感覺乾爽及通風良好，2個豎坑(silo)一個放置低放、一個放置中放，將來還可擴充處置除役之廢棄物。我們到 Onkalo 時下傾盆大雨，所以沒有參觀，芬蘭 Posiva 同仁在展示中心介紹。

此次會議中 WiN Sweden 仍舉辦募款，葉門 Dr. Fairoz Mohammed 服務於 Al-Thawra 總醫院，是核子醫學中心的負責人，不僅要行醫、要說明放射醫學的應用以降低患者之憂慮，還為了貧窮弱勢的同胞做出許多善行。WiN Sweden 將所得款項捐給葉門 Dr. Fairoz Mohammed 由她全權處理。

成果：

1. **WiN Taiwan 在 WiN Global 中相當活耀的參與會務及決策**，邱小姐擔任執行理事，陳怡如負責起草 election procedure 並成為 election committee 之一員。能有這個局面是因各核能單位及長官的支持，希望能持續下去。
2. **WiN Taiwan 之能見度增加**：蔡翠玲博士代表羅彩月會長報告 country report 之外，又張貼一篇壁報論文。
3. **透過 WiN networking 可加深與他國之交流**：前年由 WiN Taiwan 介紹韓國 B. J. Min 女士來台與我國女科技人交流，促成我國女科技人去年立案成立科技女性協會。B. J. Min 女士今年5月成為韓國國會議員。

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

出國報告（出國類別：開會）

出席全球核能婦女會(WIN Global)
2012 年年會

服務機關：台電公司核能技術處

姓名職稱：陳怡如/策劃組長

派赴國家：瑞典、芬蘭

出國期間：101 年 5 月 24 日-6 月 3 日

報告日期：101. 7. 5

出席全球核能婦女會(WIN Global) 2012 年年會

摘要

WIN Global 每年召開會員大會一次，原則上由歐洲、美洲、亞洲/非洲輪流主辦，年會中除由各國代表報告自己國家的核能現況及活動外，並就核能安全、核能科技的發展、放射性廢料管理、核醫應用、輻射防護、核能教育及兩性平權等議題進行經驗交流，使會員們對全球的原子能民生科技之現況有概括了解，並互相學習溝通的經驗。我國是 WIN Global 創始會員之一，向來積極參與其會務及活動，曾於 1998 年主辦第 6 屆年會，並獲得擔任其執行理事一席。

第 20 屆全球核能婦女會(Women in Nuclear Global, WiN Global)由瑞典主辦，於 2012 年 5 月 26-30 日在波羅的海邊的卡爾瑪市(Kalmar, Sweden)舉行，有來自 35 個國家約 200 人與會，瑞典本國則有 53 人參加。瑞典是第 2 次主辦 WiN Global 年會，上次是 1995 年在哥登堡舉行。

我國核能婦女會 WiN Taiwan 組了一個四人的國家代表團與會，由執行理事原能會主任工程師邱絹琇女士率團，其他團員分別為，台電策劃組組長陳怡如女士，核能資訊中心翁明琪小姐及核研所化學組分組長/副工程師蔡翠玲博士。本屆會議以「核能終生安全—從設計到除役」為主題。

會中除討論全球核能婦女會近一年的例行會務和未來擬推行的活動外，並有技術報告 18 篇，從設計到處置包羅各方面。此外有壁報論文 20 多篇，核研所也張貼一篇。

我們團隊由蔡翠玲博士代表會長羅彩月博士報告 WiN Taiwan 這一年來的工作進展和未來擬進行之活動。陳怡如女士是 Win global 選舉委員會(election committee)成員，Win global 今年選舉理事長及 4 位執行理事，陳女士負責收票計票。此外陳怡如女士負責草擬選舉程序書，本來今年應該修訂章程及通過選舉程序書，然後再依規章選出副理事長，但執行理事中意見分歧，陳女士自 2010 年以來已經寫了 3 版選舉程序書，今年在執行理事會中陳女士建議副理事長由理事長指派經理事會通過而任命，終於在會中獲得執行理事支持。年會後陳女士已據以修改章程，並送章程委員會續辦。

本團隊團員之一資深核能工作者邱絹琇女士是全球核能婦女會現任的執行理事(任期為 2010-2016)，多年來極熱心且積極地參與 Win Global 會務的決策討論和執行，故受到該會多數會員對台灣之貢獻的肯定。

會議後安排 3 條技術參訪路線，我們參訪了芬蘭的 Olkiluoto 3 號機，以及中低放處置場及用過核燃料最終處置之地下實驗室 Onkalo。芬蘭現有 2 座核電廠，Olkiluoto 有 2 部瑞典製的 BWR，單機容量為 660MW，經功率提升後為 880MW。Olkiluoto 3 號機原訂 2009 年商轉，目前預計 2015 年商轉。我們參觀由 Areva 負責的核島區，各工區都如火如荼施工，常規島區由西門子負責，大部分已完工。芬蘭的中低廢棄物採用地質深層處置，我們走下坑道感覺乾爽及通風良好，2 個豎坑(silo) 一個放置低放、一個放置中放，將來還可擴充處置除役之廢棄物。我們到 Onkalo 時下傾盆大雨，所以沒有參觀，芬蘭 Posiva 同仁在展示中心介紹。

此次會議中 WiN Sweden 仍舉辦募款，葉門 Dr. Fairoz Mohammed 服務於 Al-Thawra 總

醫院，是核子醫學中心的負責人，不僅要行醫、要說明放射醫學的應用以降低患者之憂慮，還為了貧窮弱勢的同胞做出許多善行。WiN Sweden 將所得款項捐給葉門 Dr. Fairoz Mohammed 由她全權處理。

成果：

1. **WiN Taiwan 在 WiN Global 中相當活耀的參與會務及決策**，邱小姐擔任執行理事，陳怡如負責起草 election procedure 並成為 election committee 之一員。能有這個局面是因各核能單位及長官的支持，希望能持續下去。
2. **WiN Taiwan 之能見度增加**：蔡翠玲博士代表羅彩月會長報告 country report 之外，又張貼一篇壁報論文。
3. **透過 WiN networking 可加深與他國之交流**：前年由 WiN Taiwan 介紹韓國 B. J. Min 女士來台與我國女科技人交流，促成我國女科技人去年立案成立科技女性協會。B. J. Min 女士今年 5 月成為韓國國會議員。

心得

1. 核能溝通非常重要，必須得到民眾支持才有可能推展核能

本次去芬蘭參訪時再見到 Dr. Anneli Nikula，她在 TVO 電力公司負責核能溝通，由於她的努力，民眾對 TVO 所做所為產生信賴，Okiluoto 電廠附近居民非常支持增建機組，也支持 Onkalo 計劃，TVO 建好 Okiluoto 3 號機之後要再增建 4 號機。

韓國也成立專責機構 KONEPA 宣導核能，並得到政府大力支持。據韓國官方人士表示汽車工業可以有很大的產業效應，增加很多就業機會；核能工業也同樣有很大的產業效應，可以增加很多就業機會，更寶貴的是核能工業生命週期很長，賣出一部機組可在 60 年運轉期間提供技術服務及備品、此外還有除役、拆廠，前後可做 80-100 年。真希望台灣搭中國發展核能之車，在供應鏈中也佔一席之地。

2. 瑞典及芬蘭即使在福島事故後仍顯出對核能的理性態度，對低、中階放射性廢棄物的處置及用過核燃料的處置均有妥善的規劃及處理，值得國內參考、學習。

本次北歐公差獲益良多，瑞典及芬蘭即使在福島事故後仍顯出對核能的理性態度，採取審慎而前瞻性的規劃，對低、中階放射性廢棄物的處置及用過核燃料的處置均有妥善的規劃及處理，在全世界核能發電的國家中，其核能政策與最終處置之執行力，顯示對遙遠未來具有相當的遠見與積極的態度，值得國內參考、學習。

3. 輻射常識必須加強宣導

日本報告在福島事故後，透過媒體、網路管道，不少謠言四處竄起，重創食品業、農業、畜牧業、觀光業、服務業與製造業等。日本食品安全委員會在 2012 年 4 月提出一般食品之新基準值，該基準值比歐、美標準還高，又沒有輻射防護的理論基礎，因此在場聽眾認為日本政府採取不合理的基準值並不會對福島附近的農牧業有幫助，反倒造成民眾困擾。若是平常就將正確的輻射知識教導民眾，也就不會發生輻射恐慌。

4. 瑞典在 TMI 事故後就開發了 FILTRA-MVSS，裝置在 BWR 機組，功能為圍阻體之通風過濾，有了這個設備，就可防止輻射物質外釋到環境中，如果福島電廠有裝這個設備，災情就會輕

很多。

Lena 介紹瑞典有一個產品叫FILTRA-MVSS，裝置在BWR機組，功能為圍阻體之通風過濾，有了這個設備，就可防止輻射物質外釋到環境中，如果福島電廠有裝這個設備，災情就會輕很多。FILTRA-MVSS是三哩島事故後開發的產品，現在有第2代產品，Lena介紹了它的設計理念及運轉、維護。

建議事項：

1、希望台電有年輕人積極參與 WiN ，並接任 WiN Global 理事

由於本人在 105 年要退休，因此我國需要有年輕人積極參與 WiN ，並接任 WiN Global 理事。WiN Taiwan 的會長是原能會、台電、核研所在輪，最近應該是輪到台電，但是台電同仁們覺得這種工作是額外的，本身已經公私兩忙了，參與意願很低，需要各核能單位長官的支持和鼓勵。我希望可以帶一位台電年輕同仁，今年先熟悉一下，明年可以接棒，最晚後年。

2. 希望公司繼續支持同仁參與 WiN Global 之活動及會務，推展國民外交。

明年原能會、核研所、物管局改組，台灣核能界的生態會有變化，仍請公司及核能學會支持 WiN Taiwan 參與 WiN Global 之活動及會務。

3. 我國核能界須爭取能源有關政策法制化

法國總統 Holland 當選後，WiN France 認為除了把最老的一部核電機組關掉之外，不可能如媒體傳言把核能佔比降到 50%。但仍缺書面的能源法案、核能政策作支持。

我國新能源政策一提出來，核能界士氣受很大打擊，如果核一、二、三廠不延役、又沒有增建核能機組，將來能源供應要靠什麼？電價如何？核能界需要讓民眾了解，發展核能需要政府支持，如果沒有能源法案、核能政策作支持，一定會受政治干擾而搖擺。

目 次

	摘 要	
一	目 的	1
	代表團名單	1
	主辦國簡介	1
二	過程	
	(一)、行程安排	3
	(二)、全球核能婦女會之會務及年會	4
	(三)、科學與技術研討議程	9
	(四)、技術參訪	27
三	成果與心得	37
四	建議事項	39
五	附 件：	
	附件一、議程	
	附件二、本人在執行理事會簡報、章程修訂及選舉程序書	
	附件三、Country report	
	附件四、與會人員名冊	
	其餘資料送資料室存參	

一、目的

1. 本次出國公差之目的有：

- * 出席 WiN Global 執行理事會議與理事會議，參與報告、討論與表決相關會務與提案；藉由積極參加 WiN Global 之年會活動，拓展核能外交，並維持我國在 WiN Global 所建立的聲譽、地位。
- * 出席 WiN Global 年會，吸取新知和經驗、與出席年會之各國代表互相交流。了解瑞典、芬蘭及各國之核能現況，同時在各國分享 WiN 組織之活動時，看看有無可參考借鏡之處。
- * 參訪芬蘭 Olkiluoto 核能電廠，以了解北歐國家核電發展與安全管制之現況，了解瑞典及芬蘭之低、中、高放之處置設施，看看有無可參考借鏡之處。

2. 我國組成 4 人代表團與會：

WiN global自1993年成立以來，我國每年均派代表出席年會，從未間斷。今(2012)年第二十屆WiN Global 年會以”核能終生安全—從設計到除役”為主題，於5月29-30日假瑞典Kalmar市 Kalmar古堡舉行，由瑞典分會(WiN Sweden)主辦，有來自35個國家，約200人參加，其中瑞典本國約53人參加。我國由原能會邱絹琇主任工程師(WiN Global 執行理事)等四人代表與會：

邱絹琇	行政院原子能委員會主任工程師/WiN Global 執行理事
陳怡如	台電公司核技處策劃組長/WiN Global 理事
蔡翠玲	核研所化學組分組長/副工程師
翁明琪	財團法人核能資訊中心管理師

3. 主辦國簡介

瑞典曾於 1995 年假哥登堡主辦第 3 屆 WiN Global 年會，當時瑞典籍 Agneta Rising 正要接理事長，今年是 WiN Global 成立 20 週年，再由瑞典主辦，別具意義。

瑞典之供電主要來自水力及核能，本來有 12 部機組，1980 年代公投廢核之後，首先停掉的是 Barseback 2 部機組，由於找不到合適的替代能源，其他 10 部機組繼續運轉，但是瑞典迄今還沒有新建機組的計畫。

瑞典 Ringhual, Forsmark, Oskarshamn 三座核電廠的廢棄物由 SKB 公司處理，低放處置場設在 Forsmarks 電廠附近，採取深層地質處置；近來用過核燃料最終處置場在施工中，

也是在 Forsmarks 電廠附近。

Kalmar 鎮離 Oskarshamn 核電廠比較近，方便於參觀 SKB 的用過核燃料中期貯存設施 Clab。會議在 Kalmar 古堡舉行，外表上很漂亮，其實內部有些陰森。

會議地點 Kalmar 鎮附近有耶隆島，有世界文化遺產，也是暑假中遊客最多的地方，主辦單



位安排全體參訪。

協辦國為芬蘭，安排參訪 Olkiluoto 3 號機及運轉中之中低放處置場以及施工中之用過核燃料處置地下實驗室 Onkalo。芬蘭之核能共有 4 部機，2011 年發電量為 14,129GWh，佔全國發電量 26.4%，此外燃煤佔 11.8%、燃氣 10.9%、水力 14.6%，進口 16.4%。芬蘭為

了降低進口電力，除了施工中 Olkiluoto 3 號機之外，要再增建 2 部機組，我們看到 Olkiluoto 4 號機之預定地。



WASTE MANAGEMENT:

- Repositories for LLW & MLW in operation at Olkiluoto and Loviisa
- Initial Decision in principle for spent fuel repository at Olkiluoto ratified by Parliament in 2001
- Confirming underground rock characterisation studies underway in ONKALO facility at Olkiluoto

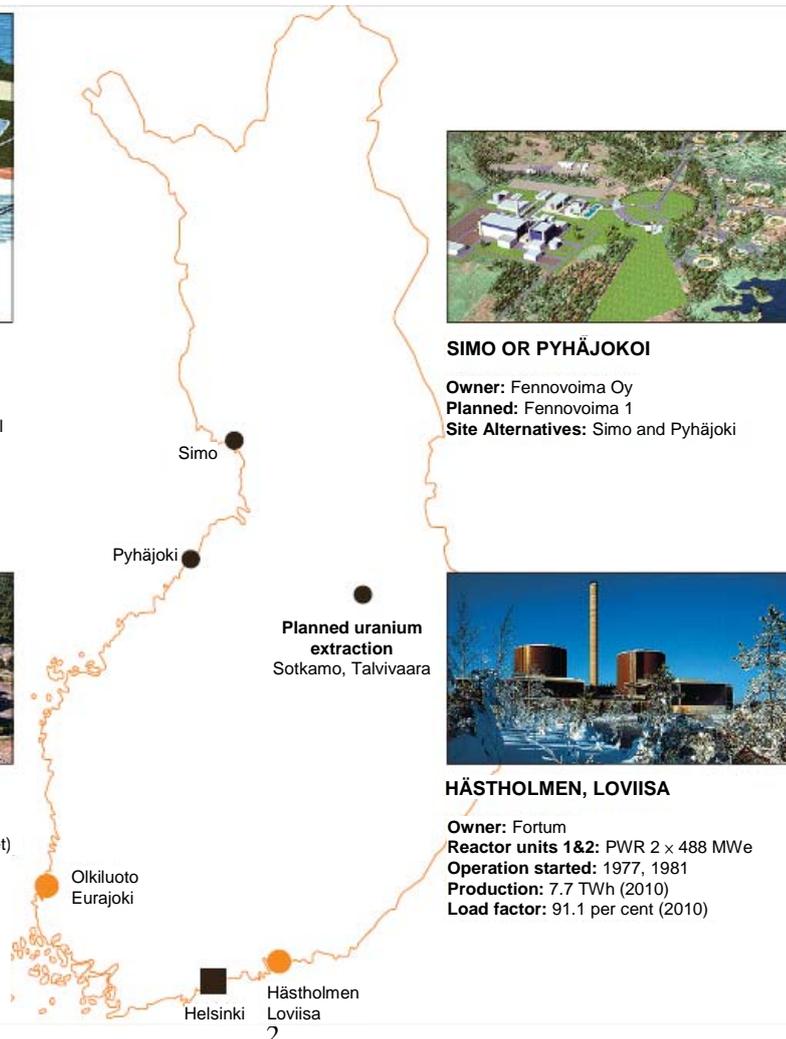


OLKILUOTO, EURAJOKI

Owner: Teollisuuden Voima Oyj
Reactor units 1&2: BWR 2 x 880 MWe (net)
Operation started: 1979, 1982
Production: 14.2 TWh (2010)
Load factor: 93.5 per cent (2010)

Under construction
Olkiluoto 3: EPR (PWR) 1600 MWe

Planned: Olkiluoto 4



SIMO OR PYHÄJOKI

Owner: Fennovoima Oy
Planned: Fennovoima 1
Site Alternatives: Simo and Pyhäjoki



HÄSTHOLMEN, LOVIISA

Owner: Fortum
Reactor units 1&2: PWR 2 x 488 MWe
Operation started: 1977, 1981
Production: 7.7 TWh (2010)
Load factor: 91.1 per cent (2010)

二、過程

(一)、本次行程安排

本次出國公差行程計為期 11 天，包含前後旅途時間，首先於 5/25 抵達瑞典卡爾瑪機場 (Kalmar airport) 後，分別參加 5/26 的全球核能婦女會的執行理事會議與 5/27 的理事會議，並完成報到手續。5/28 參加大會舉辦的 culture tour，隨後兩天前往研討會地點及張貼海報，並參加大會安排的科學與技術研討議程。本次全球核能婦女會年會結束後，至芬蘭圖爾庫參訪 Okiluoto 核設施，上述活動內容摘要如下表所示：

表 2-1 本次出國公差行程摘要表

日期	活動內容
05/24 (四)~ 05/25 (五)	由台灣桃園機場搭乘長榮航空班機抵達法國巴黎戴高樂機場→轉搭北歐航空國際線抵達瑞典斯德哥爾摩(ARN)阿蘭達機場→再搭乘北歐航空國內班機抵達瑞典卡爾馬(Kalmar)機場
05/26 (六)	於 Hotell Packhuset 參加全球核能婦女會 Executive meeting
05/27 (日)	(1)於 Kalmarsund Hotell 向大會註冊 (2)參加全球核能婦女會 Board meeting
05/28 (一)	(1)參加瑞典核能婦女會安排之文化古蹟活動(耶隆島) (2)規劃報告撰寫與資料收集
05/29 (二)	於 Kalmar 古堡參加全球核能婦女會年會、發表壁報論文
05/30 (三)	於 Kalmar 古堡參加全球核能婦女會大會、發表 country report
05/31 (四)	(1)由瑞典卡爾瑪機場搭乘北歐航空抵達斯德哥爾摩(ARN)阿蘭達機場→轉搭北歐航空抵達芬蘭圖爾庫(TKU) (2)資料收集與研討
06/01 (五)	Technical tour：參觀芬蘭 Okiluoto 興建中之第三部核能機組及中低放射性廢棄物最終處置場
06/02 (六)~ 06/03 (日)	由芬蘭圖爾庫搭乘芬蘭航空抵達赫爾辛基(HEL)萬塔國際機場→轉搭芬蘭航空至荷蘭阿姆斯特丹(AMS)史基普機場→再搭乘長榮航空班機，停留泰國曼谷機場後，抵達台灣桃園機場，返抵國門。

(二)、全球核能婦女會之會務及年會

2-1 全球核能婦女會簡介

全球核能婦女會 (Women in Nuclear Global, 簡稱 WiN Global, 網址 <http://www.win-global.org/>) 於 1993 年初在捷克成立, 旨在聯合全球核能、輻射防護、核醫等相關專業領域之婦女, 互相交流, 並與民眾溝通, 進而促進大眾對原子能民生應用的了解和支持。

自成立以來, WiN Global 即迅速成長, 目前有會員 3726 人, 遍及 91 個國家。WiN Global 的決策機關是理事會, 由每個 national chapter 派一位代表, 再加執行理事、及前任會長組成; 執行理事會所擬訂的議案, 提交理事會表決。另設 15 名之執行理事(包含理事長) 組成執行理事會, 任期 2 年, 可連任三屆共 6 年, 負責推動各項會務。理事長經理事會選舉出來, 提報會員大會認定, 任期 2 年, 可連任二屆共 4 年。歷任理事長為瑞士籍 Irene Aegerter (1993-1996)、瑞典籍 Agneta Rising (1996-2000)、法籍 Annick Carnino(2000-2004), 日本籍小川順子 (2004- 2008), 現任理事長為美籍 Cheryl L. Boggess(2008-2012); 今年新當選之理事長為韓籍朴世文 (Se-Moon Park; 2012-2016)。

WiN Global 成立迄今已是第 20 年。但還未正式註冊, 沒有法人身分, 不能收款、簽約。雖然有這麼大規模的組織卻沒有固定的秘書及行政人員, 與 WNA 商洽結果, WNA 願意支援整理會員名冊、每季出版 WiNFO、更新網站、做會議紀錄。

現任理事長美籍 Cheryl L. Boggess 積極建立制度, 目前 WiN Global 除了章程之外, 有下列規章制度。為推動會務執行理事原則上每月開會乙次, 理事原則上每季開會乙次。

- * Board membership process-已完成
- * Basic procedure for conducting meetings—由陳怡如女士完成
- * WiN award process—由 WiN Sweden 完成
- * Start a chapter--由 WiN Germany 完成
- * Member process—正在找人做
- * Election process—由陳怡如負責, 進行中

此外 WiN Global 共成立 6 個委員會:

- * strategic planning committee—由 Irene Aegerter 帶領, 已訂定了 strategic plan, 於 2009 年經理事會核准, 任務已大功告成。
- * messaging committee—由法國 Dominique 領導, 已完成。我國並將該文件譯成中文, 公佈於網站上。
- * communication committee—由加拿大 Susan 領導, 正在推動使用媒體 facebook、Google 群組作執行理事及各國之溝通等事宜。
- * WNA interface committee—負責和 WNA 接洽合作事宜, 邱小姐是成員。
- * 選舉委員會—負責今年理事長、執行理事選舉, 陳怡如參與此委員會, 已順利完成計票、確定選舉結果, 階段性任務結束。
- * WiN Award--負責今年 WiN Award 之遴選, 由 Agneta Rising 獲獎, 階段性任務結束。

2-2 全球核能婦女會之會務

5月26日在 Packhuset 旅館舉行執行理事會

會員：有會員 3726 人，遍及 91 個國家

改選理事長：

美籍理事長 Cheryl Boggess 之任期於今年屆滿，韓籍 Se-Moon Park 提名後經理事會投票，當選為新任理事長，任期 2012-2014，可再延一任至 2016 年。

新任執行理事：

今年有 5 位執行理事任期屆滿，經改選後加拿大 Colleen Sidford、法籍 Anne-Marie Birac、IAEA 之 Eva Gyane、匈牙利籍 Ludmilla G. Zoltanne Kiss 當選，任期為 2012-2018。韓籍 B. J. Min 因當選該國國會議員，已辭去執行理事，Cheryl Boggess 執行理事任期到 2014 年，目前 WiN global 有 14 位執行理事，留 1 空缺待補副理事長。

副理事長選舉及選舉程序書：

本程序書自 2010 年開始草擬，經過許多波折，第一版是有 2 位副理事長，任期 4 年，討論時多數人認為若再接理事長，前後 8 年太久、另外也不需要 2 位副理事長，只要 1 位。第二版改為 1 位副理事長 (president-elect)，任期 2 年，將來自動接理事長；執行理事中有少數反對設副理事長，提出要考慮搭檔競選或自由競選，於是我再調查，大部分人支持自由競選。今年 3 月 Cheryl 提出要把執行理事選舉也納入此程序書中。於是第三版再修訂包含執行理事選舉。由於執行理事對副理事長沒有共識，本來我不想再在執行理事會議簡報，Cheryl 認為我可以提出自己的看法，於是我建議副理事長由理事長指派，經理事會同意後任命，終於獲得執行理事支持。在本次年會後，我將章程修改草案送章程委員會續辦。俟章程修訂通過後，理事長才能指派副理事長。新上任的 Park 理事長想要先指派副理事長，被多數人反對。

WiN Award：

今年有 2 位候選人：瑞典籍前任理事長 Agneta Rising 和華裔美籍 Rosa Young，經投票結果 Agneta Rising 獲獎，於 5 月 29 日舉行頒獎典禮。

未來之活動：

- * 6 月份出版 WiNFO，請大家投稿
- * 預定於 WNA 9 月年會時舉行執行理事會議、理事會議
- * 預定於 2013 年 2 月 PIME 會議時舉行執行理事會議、理事會議
- * 預定於 2013 年 9 月在南非約翰尼斯堡舉行年會
- * 預定於 2014 年 6/7 月在澳洲舉行年會

其他：

有不少人認為 Cheryl 這 2 年倦勤，網站上 WiN 的 documents 不齊全，投票的核心組織理事會到底名單新不新？總共多少人/票，甚至有人質疑會員名冊齊不齊全，已經很久沒有審查新會員了。大家寄望 Se-Moon Park 接手後有所改善。

5月27日在Kalmarsund旅館舉行理事會



內容與執行理事會議大致相同。但沒有討論選舉程序書。

日本籍小川順子女士介紹新的WiN Japan會長，接替她擔任理事，她本人擔任Tokyo City University教職，以後可能不會年年出席WiN Global年會。



團體照



歷任理事長合照(由右至左依序)

2-3 全球核能婦女會之會員大會(5/29, 5/30 上午)

今年是 WiN Global 成立第 20 週年，今年年會是由瑞典主辦，假 Kalmar 古堡舉行，有來自 35 個國家約 200 人參加。也是 WiN Sweden 第 2 次舉辦年會，上次是 1995 年在哥登堡舉行。

主辦單位特別播放歷年年會活動照片以及各國 WiN 分會之介紹照片作為年會的序幕。內中也有我國主辦的 1998 年年會之活動照片及 WiN Taiwan 之介紹。

WiN Global 理事長 Cheryl 介紹歷屆理事長，並作會務報告。

WiN Europe 會長 Dominique 也作會務報告。

WiN Sweden 會長 Anna Borg 首先播放一個短片” 大災難是小事造成的”

她說瑞典在 1980 年決定廢核，1986 年發生車諾堡事故，1999, 2005 陸續關閉 Barseback-1, 2 號機，2010 年政府政策改變，這些年瑞典的電廠在申請延役及功率提升。由於沒有新機組、人員老化或退休，技術傳承是個問題。

專題演講(5/29, 5/30)

1. Saida Laarouchi Engstron: Nuclear Waste Management in Sweden

瑞典有 10 部機共 8800MW，有 12,000tons 用過核燃料，後端費用每度電收 0.022SEK，共有 463 億 SEK，後端處理有 5 種法案，主管機關有中央、地方、環保、核安、輻防共 5 種單位。瑞典之 LLW 最終處置場設在 Forsmark 電廠附近，是地質深層處置方式。用過核燃料中期貯存設施叫 Clab；用過核燃料最終處置場也是設在 Forsmark 電廠附近。1977 年開始進行溝通，2011/3 向政府提出建設申請時，正好發生福島事故，民眾非常反對，必須再進行溝通。預計 2017-2023 年可進行施工，2025 年可完工，將可營運至 2070 年。目前 SKB 正積極與地方民眾溝通中。

2. Laura Livingston: Aging Gracefully, the Maturing of Nuclear Power Industry

回顧歷史：

1940 年代 Enrico Fermi 認為反應爐運轉最重要是安全，為了減少同仁的壓力，他把實驗停下來，請同仁去吃飯。

1950 年代訂定原子能法，旨在保障民眾之健康與安全；

1960 年代美國 AEC 收到很多執照申請案，申請者必須提出方法防範發生事故所釋放出的放射性物質。

1970 年代發生 TMI 事故，失去了該 TMI-2 機組，但沒有人員傷亡。

1980 年代發生車諾堡事故，是有史以來最糟糕的核子事故，有 28 人死亡。後來有多少人受害無法完全得知。

1990 年代全球推動核安文化：安全是關乎全球、安全比發電重要、改善安全程序並訓練員工使用程序書

進入 21 世紀安全仍是最重要的議題，關乎核能復甦。福島事故後安全更是最重要的議題，她說核能安全有全球一致的原則，有 3 個重點：

- * 領導要委身於核能安全
- * 組織中有彼此信賴的氣氛
- * 組織中人人致力學習，尤其是運轉經驗

核能安全人人有責，同仁來到工作場所時，工作場所必須是個安全的環境，當工作人員下班時，要確保其安全、且工作場所在下班後仍是安全的。

安全不只是一個技術問題，也是感覺的問題，必須人人有安全的感覺。

結論：安全第一。



Country report: 循例每個 WiN 分會要報告其活動狀況、及各國核能現況。我國由蔡翠玲博士代表羅彩月會長報告。

做 country report 的順序如下：阿爾巴尼亞(首次出席)、澳洲、亞塞拜然(首次出席)、保加利亞、加拿大、芬蘭、法國、匈牙利、印尼、義大利、日本、韓國、巴基斯坦、斯洛伐克、斯洛維尼亞、西班牙、南非、瑞士、台灣、美國、WiN Europe、羅馬尼亞、IAEA、埃及、UAE、葉門、瑞典。

各國 WiN 組織中規模最大的是 WiN U. S. 有 5063 位會員，40 個分會，分 4 個 regions.

今年由 IAEA 支持埃及、葉門、巴基斯坦等國代表與會，其中葉門 Dr. Fairoz Mohammed 所做的報告令人感動，她服務於 Al-Thawra 總醫院，是核子醫學中心的負責人，不僅要行醫、要說明放射醫學的應用以降低患者之憂慮，還為了貧窮弱勢的同胞做出許多善行。WiN Sweden 在會場募捐，將所得款項捐給葉門 Dr. Fairoz Mohammed 由她全權處理。



(三)、科學與技術研討議程(5/29、5/30 下午)

Time	Scientific session Moderator: Elena Buglova	Technical session Moderator: Annick Carnino
13:00-14:30	Fukushima Daiichi - One year after : On the way toward restoration Junko Ogawa, Mitsuko Ukai, Mito Sagai, Rieko Morisaki, Japan	No parallel session
14:30-15:00	25 years after Chernobyl accident – what did we learn? Gabriele Voigt, IAEA	No parallel session
15:00-15:40	Coffee break / Poster session	
15:40-16:00	The IAEA's Incident and Emergency Centre: Response to the accident at TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Elena Buglova, IAEA	On critical safety Karin Rantamaki, Finland
16:05-16:25	Emergency response organization and action plan A. Almodovar Espinosa, Spain	Filtered containment venting systems: Radiation shielding design Leila Jaafar, Germany
16:30-16:50	FILTRA-MVSS Multi Venturi Scrubber System A containment filtered vent product Lena Hedman, Sweden	Injection of water into a severely damaged reactor core Andrea Bachrata, Slovakia

Time	Scientific session Moderator: Monica Scaffoni	Technical session Moderator: Irene Aegerter
13:30-13:50	Front line worker involvement in operational safety with a long term perspective Dorothy Couvier, Canada	Plant configuration management for new build Keiko Chitose, USA
13:55-14:15	Establishing safety culture: Nuclear new build in emerging nations Jennifer Gamble, USA	AREVA's EPRs Milicia Utvik, Germany
14:20-14:40	Nuclear power in Bulgaria - political implications Maya Georgieva, Bulgaria	Westinghouse small modular reactor: Sizing of passive safety system for postulated events Kerry Mc Cormack, South Africa
14:40-15:20	Coffee break / Poster session	Coffee break / Poster session
15:20-15:40	Decommissioning of Barsebäck NPP Alexandra Donners Muhammed, Sweden	Decommissioning options for South Africa's nuclear power plants, Phina Thauge, South Africa
15:45-16:05	Public acceptance in Sweden - lessons learned and success factors Jenny Rees, Sweden	The building and commissioning of the batch pyrolysis plant in Studsvik, Sweden Maria Lindberg, Sweden

上列共計有 18 篇口頭發表，此外有 20 多篇以壁報張貼發表論文，其中核研所發表 1 篇。
5/29 上午開會前蔡翠玲博士和我一起去張貼。

3-1 科學與技術報告心得摘要

1. 日本報告福島事故 1 週年及其復原之路

Tokyo City 的教授 Junko Ogawa 再度感謝 WiN Global 及 WiN Canada 的捐款。福島事故發生後，電廠廠房與附近的除汙清理工作及環境輻射監測工作不斷緊鑼密鼓地進行，已邁向復原之路前進。Rieko 女士報告日本食品安全委員會在 2012 年 4 月提出一般食品之新基準值，在場聽眾認為該基準值比歐美低，又缺乏輻射防護之理論基礎，日本政府採取不合理的基準值並不會對福島附近的農牧業有幫助，反倒造成民眾困擾。

北海道教育大學的 Mitsuko Ukai 教授在「The New Cesium Radioactivity Regulation for Food and Countermeasures to the Rumor Damage」演講中，也提出對於食物內 Cs 同位素 (Cs-134/Cs-137) 放射活度的法規看法與因應對策，針對不同事故階段，會有不同輻射曝露途徑，必須採取不同之防護行動。並指出福島事件後，透過媒體、網路管道，不少謠言四處竄起，重創食品業、農業、畜牧業、觀光業、服務業與製造業等。

2. Gabi Voigt: 25 years after Chernobyl accident—what do we learn?

車諾堡事故時有大量 Cs137 釋放到白俄、俄羅斯、烏克蘭，對農牧產品影響很大；該 3 國及歐盟對農牧產品均訂有合格限值。受災區很需要降低內部及外部的輻射劑量、使生活環境恢復到居民可以生活、並維持當地的經濟活動和永續經營。

該 3 國在受災區人口各為 1 百多萬人，生活所需為穀物、奶、馬鈴薯。CMS 計劃推出，短期目標是把飼養動物改在室內用乾草養牛羊，但奶中碘 131 仍超過標準；如果牛之 Cs137 超過標準，在屠宰前要採取方法改善。中長期目標是減少轉換土壤、植物、動物、畜牧產品。

衡量的面向有 (1) 以技術、環保、輻防標準來衡量農牧產品是否可接受、其成品效益如何。在環境評估的各方面建立了 80 多種 template (2) 在復原計劃中考慮當地居民的社會需求、道德需求，在社會/人文/溝通方面有 15 個 template。在評估過程中更多了解哪些因素影響生活水準、了解當地居民的價值觀和偏好、了解處理之細節。

結論是災區復原不只是技術上的問題，降低輻射污染劑量不是唯一的目標。要讓居民、社區參與決定、在政府、社區和當地居民互動中找到最佳方案。

歐盟推出的復原計畫有環境決策支援系統 (EDSS)、多種準則分析 (FORECO)、並以小冊子和海報提供民眾資訊，包括用什麼方法可降低農牧產品之 Cs 劑量。還有俄語和英語之軟體 ReSCA 可供人們查詢補救措施。

復原補救策略要考慮：成本效益問題、合乎倫理道德、對環境友善、因地制宜、被大眾接受及信賴，一般人對於當地農牧產品會有疑慮，必須加以宣導。

Gabi 結論表示事故後災區復原計劃除了技術問題之外，必須考慮居民的社會需求、道德需求。

3. Elena Buglova: The IAEA's Incident and Emergency Center: response to the accident at TEPCO's Fukushima I NPP

Elena Buglova 介紹 IAEA 的 IEC 中心，並說明在福島一廠事故時做了什麼。

4. A. Almodovar Espinosa :Emergency response organization and action plan

介紹西班牙的緊急計劃及其組織

5. Karin Rantamaki: On critical safety

芬蘭VTT的技術研究中心(VTT Technical Research Centre of Finland)的Dr. Karin Rantamaki介紹臨界安全的意義、什麼因素造成臨界、及臨界安全之應用。由鏈鎖反應深入淺出方式描述，臨界是和數量有關，所謂的臨界事故(臨界效應或臨界狀態)，是指某數量以上的核分裂物質或原料(如鈾或鈾)集中後，會自然地進行核分裂，核分裂時放出中子，造成鏈鎖反應而產生無法控制的輻射能，過程中也會不斷釋出輻射，具有爆炸的危險性。反應度必須加以控制，需限制核分裂物質的集中量，此即"臨界安全管理"，否則過度集中的分裂物質會因發熱而熔解甚至爆炸，釀成臨界事故。臨界安全應用於整個核燃料循環。最後提到核燃料製造工廠在製造燃料棒時，控制不當會造成臨界事故。一般鈾燃料只有在核電廠核反應爐內才能達到臨界狀態。

6. Leila Jaafar :Filtered Containment Venting Systems: Radiation Shielding Design

Leila Jaafar介紹Areva的圍阻體通風過濾系統FCVS，AREVA在全球各型的核電廠(含本次參觀芬蘭Olkiluoto- 3，VVER, BWR/ PWR/ CANDU反應器)已安裝超過50套圍阻體通風過濾系統。其結論為適當的屏蔽措施可確保在嚴重事故時不至於因輻射外洩而影響環境。

AREVA (德國)的輻射防護工程師Leila Jaafar以爐心熔毀情境當作嚴重事故的背景，探討圍阻體通風過濾系統[Filtered Containment Venting System (FCVS)]的輻射屏蔽設計，與過濾期間和之後的輻射防護。若以保守的假設，反應爐停機後，放射性物質釋放至圍阻體內3小時，將造成BWR及PWR圍阻體壓力上升，必須有通風過濾系統才能使圍阻體壓力穩定。對於圍阻體通風過濾系統的Venturi洗滌塔設計需考慮大小粒徑的移除效果、元素碘、有機碘、空氣微粒再次懸浮速率、碘再次懸浮速率、空氣微粒累積的質量、衰變熱移除效率等停留因子與容量能力。

關於劑量/劑量率目標的輻射防護方面，AREVA設計輻防屏蔽的基準來自於ALARA原則、德國輻防法規，與地方主管機關及核發執照單位之要求。國內法規亦要求電廠必須有圍阻體大氣過濾系統，以減少在嚴重事故後分裂產物釋出至環境的濃度，而圍阻體通風系統設計應保證不當操作及單一故障不會違反輻防管制規定，並包括圍阻體應保護公眾安全及維持運轉人員操作等功能。以Venturi槽與管路規格、廠房佈置與建材、核種比活度的盤存等作為FCVS電腦模擬屏蔽程式-RANKERN的輸入資料、RANKERN模擬模式基於加馬射線屏蔽程式、點核仁法(point-kernel)、蒙地卡羅處理、劑量率不準度低於10%、來自off-gas排放煙囪、過濾器、洗滌塔的放射源項的模擬，計算距離FCVS 100公尺的劑量率並考慮周邊建築物的劑量率量測

點。

7. Lena Hadman: FILTRA-MVSS Multi Venturi Scrubber System –A containment filtered vent product

Lena 介紹瑞典有一個產品叫FILTRA-MVSS，裝置在BWR機組，功能為圍阻體之通風過濾，有了這個設備，就可防止輻射物質外釋到環境中，如果福島電廠有裝這個設備，災情就會輕很多。

FILTRA-MVSS是三哩島事故後開發的產品，現在有第2代產品，Lena 介紹了它的設計理念及運轉、維護。

8. Andrea Bachrata: Injection of water into a severely damaged reactor core

Andrea Bachrata本籍為斯洛伐克(Slovakia)共和國，畢業於捷克技術大學，得到WiN France等多項獎學金到法國進修，並進入法國核能安全與輻射防護研究所(IRSN)工作，同時繼續於國立圖盧茲綜合理工學院攻讀博士學位，為WiN Global女青年典範，介紹有關嚴重核子事故爐心注水的研究。她以1979年美國三哩島事故的2號機(TMI-2)PWR系統，因人員操作不當，造成爐心熔毀(溫度高於2500度C)，但反應器壓力槽並無受損，及2011年日本Fukushima Daiichi的BWR系統，因天然災害使得外部電源供應中斷，餘熱無法有效移除而造成爐心熔毀，且用過燃料池水亦因失去冷卻水泵電源而使水升溫氣化，一次圍阻體壓力槽受損，燃料棒移位，兩個核事故為例。發生嚴重核子事故情節為爐心因失去冷卻水而溫度上升，造成護套氧化、燃料棒破裂，爐心材料熔毀。如果爐心無法冷卻，在反應爐壓力槽底部空間(Lower Plenum)就會發生熔毀、重組、相變化，造成壓力槽失效。因此，在嚴重事故期間，評估爐心冷卻機率是很重要的，這與深度防禦的安全哲學有關聯。

如何減緩嚴重核子事故？可設計把水打入爐心，來降低爐心的溫度。使用非能動式打水，如AP-1000、APR-1400，或在反應爐底部裝爐心熔毀物捕捉器，如EPR、VVER-1000。發現燃料棒熔毀碎片會形成爐心熔渣(debris bed)，熔融爐渣將融穿，而熔渣之形成會影響燃料物質的幾何形狀、影響熱的傳送，產生氫氣，造成放射性分裂產物釋出。如果爐心再灌水(reflooding)，其預測需要熱傳與金屬氧化(可能熔毀)兩者的模擬。Bachrata用Prelude實驗計畫(2009-2012年)來研究嚴重核子事故發生時的爐心狀態，當爐心熔渣(1-5 mm)加熱至400-1200° C時(後來實驗的起始溫度為700° C)，爐水已經不存在，接著要從爐心底部注水、測試不同水流量。利用嚴重事故電腦分析程式ICARE-CATHARE的軟體來評析，驗證其實驗結果。此電腦模擬程式可準確地描述輕水式反應爐事故情境的順序至可能的壓力槽失效，牽涉

熱流(thermal-hydraulics)程式-CATHARE至嚴重事故程式-ICARE兩者耦合的進階模式。三維的熱流在CATHARE程式至二維的爐心行為模擬，此程式亦與嚴重事故分析_ASTEC的整合程式比較。最後，Andrea Bachrata的結論為電腦模擬與實驗結果相當一致、吻合。



Andrea Bachrata演講現場情形

9. Maria Linberg: The building and commissioning of the batch pyrolysis plant in Studsvik, Sweden

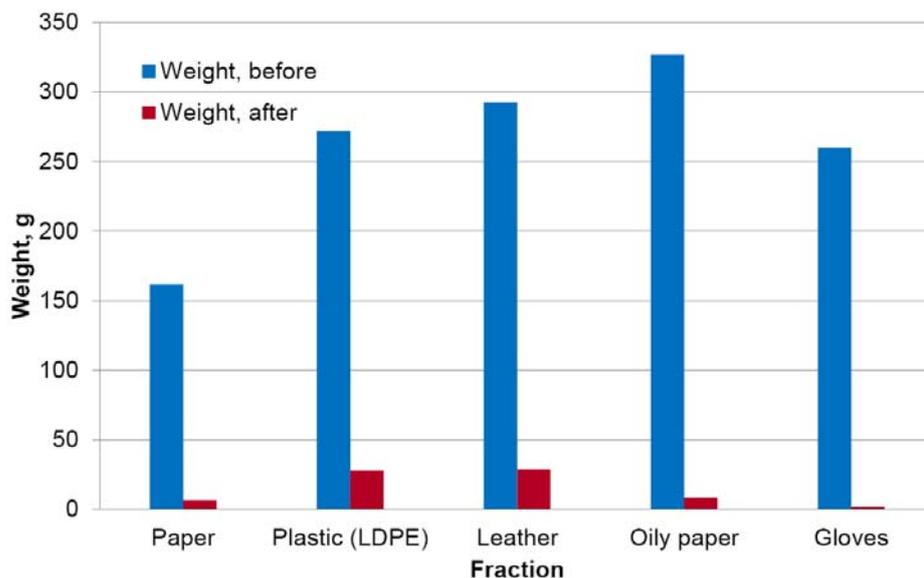
瑞典廠商(Studsvik AB公司)的核廢棄物與核能設施除役(Waste & Decommissioning)企業部門在過去幾年有低中階核廢棄物處理能力(treats low and intermediate-level waste)，及提供核能設施除役的諮詢服務。包括焚化爐(incineration)及其他可以協助處理核廢棄物之核能設施。將中低核廢棄物分成乾性核廢棄物(dry waste)與濕核廢棄物(wet waste)兩種。乾核廢棄物包括核電廠操作使用過之包裝材料、布、衣服、防護設備、碎屑金屬等；而濕核廢棄物包括如核電廠過濾系統用過之離子交換樹脂、廢有機溶液等，由於中低放射性核廢棄物及用過核燃料均需要予以處置，而處置場地(Disposal site)空間有限，因此基於經濟效益考量，送往處置場地前核廢棄物需要壓縮、固化、或焚化、減容，並且核廢棄物送往處置場地前，要先使核廢棄物的化學性穩定，因此，該公司處理中低放射性核廢棄物著重於使用技術讓核廢棄物化學性趨於穩定並使其容積與重量減少。Studsvik 在處理乾的低放射性核廢棄物方法，是利用焚化技術，將各種乾的低放射性核廢棄物包括乾核廢棄物等放進焚化爐焚燒，減容、減重，以便送往處置廠處置。在歐洲Studsvik 協助安排客戶將核廢棄物運送至瑞典尼克平(Nyköping, Sweden)郊外，該公司之處理設施處理，處理後的放射性灰爐殘渣則送還客戶的處置場地做最後處置

Studsvik Nuclear AB Department RadWaste的Dr. Maria Lindberg介紹瑞典興建一座以批次法進行熱裂解處理含鈾的放射性廢棄物的廠房，利用瀝濾製程以回收鈾。在處理的程序中，有溫度、大氣壓力、矽含量的限制及低殘留量的碳。其時程為：

2006年開始討論鈾污染的廢棄物處理與回收方式，並由客戶端的廢棄物樣品進行實驗室規模測試，2007年進行可行性評估、2008年進行小規模非放射性實驗(inactive trials)、2009-2010年為設計與法規階段、2011年設施興建、2012年進行簽約。

下圖為實驗室廢棄物樣品(紙、塑膠、皮革、手套等)經熱裂解測試前後之重量比較結果，可發現裂解後的重量可低於裂解前的10%以下。

對於法規與執照申請方面，既存的焚化爐設施每年處理的容量為600噸廢棄物，但每年大約只有100噸的容量。應用於環境法庭上，基於熱裂解為焚燒的延伸、單一廢氣釋出點。於2012年2月在Studsвик焚化爐附近，已申請熱裂解單元的興建執照，並容許每年100噸進行熱裂解的容量。



05/30 Scientific and technical session:

1. Keiko Chitose :Plant configuration management for new build

Keiko Chitose是美國三菱核能系統公司構型管理經理，報告APWR新核能機組之構型管理：

美國 Dominion 電力公司選定日本三菱重工所設計的先進壓水式反應器(Advanced Pressurized Water Reactor, APWR)作為旗下新建 North Anna-3 號機的反應器。三菱重工為開拓美國市場，將原版 APWR 的 1,538 MWe 發電容量修改放大為美國版的 1,700 MWe。North Anna-3 號機原先預定採用 GE 公司 ESBWR，Dominion 考慮與 GE-Hitachi 簽設計、採購與建造主合約(Engineering, Procurement and Construction, EPC)，談判破裂後 Dominion 立即重新招標，最後由三菱重工之子公司 MNES 提出的 APWR 中選。

德州電力公司為 Comanche Peak 核能電廠新建機組選擇 MHI 之 APWR。並向美國核能管制委員會申請建廠-營運執照。US-APWR 是以日本目前正在敦賀建設中的進步型壓水式反應器為範本，再配合美國的安全標準加以修訂。輸出功率為 170 萬瓩比 ABWR 容量大，建設成本為每瓩 1,500 美元亦較便宜。發電效率達 39%，是目前世界最高，而維修費用低廉亦為其優點。

二、三十年前美國的核反應器建好之後，AE 把設計文件移交給業主，業主對它的設計理念、有多少 design margin 一無所知，電廠做改善工程時可能改得不正確，影響電廠安全。因此 NRC 在 10CFR50.54 要求業主應 NRC 要求時必須提供 CM 文件作為設計修改之判斷支持。

所謂 CM 就是 DR、PC、FC 三者要一致：

DR(design requirement)-- 指法規要求、工業標準、指引、顧客要求

PC(physical configuration)-- 指現場實際上是什麼樣子 - 設備清單、檢驗/試驗結果、維修紀錄

FC(facility configuration information/document)-- 指文件上所呈現的是什麼樣子-設計規範，計算書、檢驗程序書、維修程序書、設計圖等。

CM 弄不好會影響電廠安全，因此新建核電廠(nuclear new builds, NNB) 早早就需要建立 CM：

- * 施工前要完成設計
- * 電腦科技輔助建立資料庫
- * 電腦科技輔助細部設計
- * 訓練全體員工了解 CM 及其運作
- * 照設計施工把核電廠建起來

業主、EPC 包商及下包在 CM 之角色如下圖：

建立 CMIS 也像一般管理循環一樣，plan(1. 規劃要怎麼做) →do(2. 建立 CMIS 系統) →check/action(3. 發行 CM 管理程序書，包括規定那些是 CM? 要如何管理；4. 規定變更之程序以確保變更均被核定 - 而且反應到文件上) →verification& validation(5 確保每項要求均正確執行)

CMIS 系統因為業主、EPC 包商及下包都會去用，所以要管理好，某些人可以維護資料庫、某些人只能看、某些人連看也不行；CMIS 一直要管理好直到 turnover 給業主。

CMIS 將來可再擴充其功能包括下列 3 個功能：

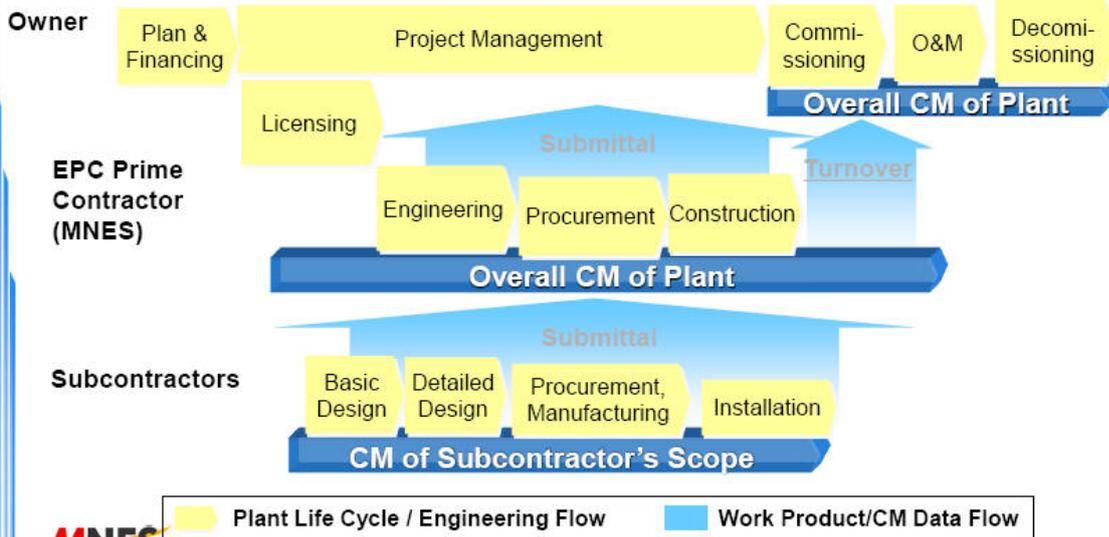
- * margin 管理--把設計餘裕的資料也放在 CMIS 資料庫中
- * 資產管理--可以把某設備之操作手冊、工作指引納入、存放運轉及維修紀錄
- * 知識管理--CMIS 中有很多寶貴的知識，也是很有價值的經驗



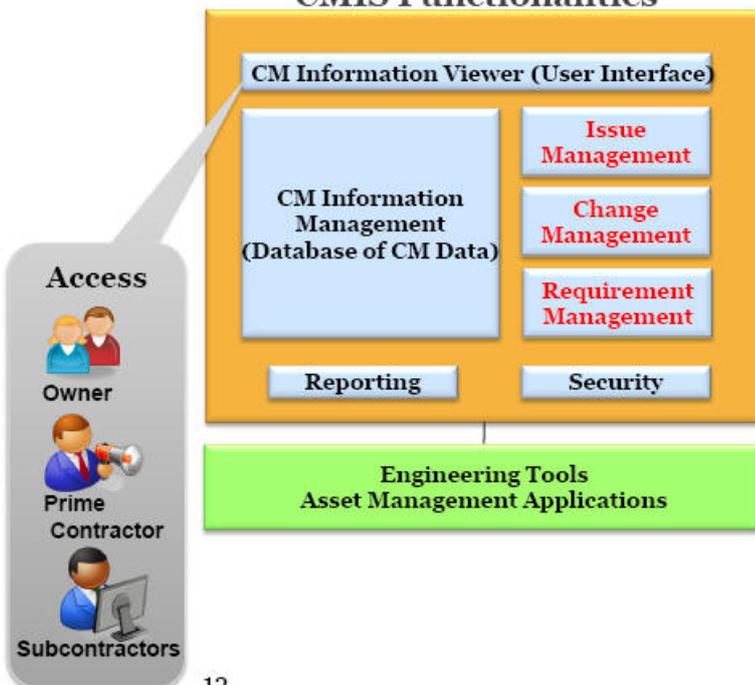
CM Implications for Nuclear New Builds (2/2)

➤ CM Lifecycle for NNBs

CM is the responsibility of everyone involved in the project and begins when the decision for a NNB is first announced and ends when the plant is decommissioned.



CMIS Functionalities



2. Dorothy Couvier: Front line worker involvement in operational safety with a long term perspective

加拿大Dorothy Couvier介紹電力工會(power workers' union) 的參與使電廠更加安全。

Ontario Power有工會會員4484人、其中女性522人，法律上賦予工人的權利有：

* 知的權利

* 參與的權利

* 拒絕不安全的工作的權利

電廠雇主及勞工成立工安委員會，每月開會，負責調查事故原因，提出建議、禁止勞工再做不安全的工作。工安委員會也會派代表參與工作委員會、工安政策委員會、輻防委員會。工安政策委員會每季開會，負責監督工安事項。工作委員會每月開會，負責審查工安績效，訂定工作防護規定、安全規則、並訓練員工了解相關規定。

Bruce Power有工會會員5730人、其中女性1040人，輻防委員會可參與輻防政策之決定、降低工作人員輻射劑量，保護懷孕婦女及準備懷孕之婦女工作人員。對運轉員的安全維護有：提出運轉程序書之修改、對運轉經驗回饋加強訓練、持續改進。對維護人員之安全維護有：加強訓練、持續改進、可以提出程序書之修改。

要加強勞工安全必須從第一線工作人員收集資訊、持續改進。加拿大核能安全委員會也有責任保障大眾及工作人員的安全，電力工會可以參與CNSC立法聽証會、也可以提出修法要求。結論：雇主和勞工共同努力來維護工作安全。

3. Jennifer Gamble: Establishing Safety Culture: Nuclear New Build in Emerging Nations

WiN USA的副會長Jennifer Gamble介紹新引進核能電廠的國家如何建立安全文化，首先引用經濟學人雜誌今年(2012年)3月10日發表有關安全的主題，文中指出「安全不只要求良好的工程技術，它需要獨立的管制、及審慎、一私不苟的自我批判的安全文化，並永無止盡的尋求可能會錯失的風險」。

然後介紹IAEA如何發展出安全文化，1986年IAEA出版的安全叢書 NO. 75-INSAG-1"車諾堡事故後審查會議總結報告"，首度提出"安全文化"(Safety Culture)。1988年出版的NO. 75-INSAG-3"核能電廠基本安全原則"中，對安全文化作進一步闡述。1991年出版了NO. 75-INSAG-4 "安全文化(Safety Culture)"報告，針對一些具體情形，提出研判安全文化效用的準則。從此，安全文化一詞在已開發中國家，包括歐、美、日、澳等，逐漸受到重視。

國際核能安全諮詢小組(International Nuclear Safety Advisory Group, INSAG)將安全文化的定義為「安全文化是組織及其成員之特性與態度的組合，以使核能電廠的安全議題，得到至高無上的重視。」INPO則定義安全文化為「組織領導者塑造及其成員所內化的組織價值及行為，此價值及行為可促使核能安全成為組織之優先任務」。INSAG從決策階層的承諾、

管理層級的承諾及個人的承諾等三個層級說明安全文化。決策層級的承諾包含安全政策宣言、管理之結構、資源與自我管控等；管理層級的承諾則包括明確的責任、安全實務之明確定義與控制、資格銓定及訓練、獎懲、稽核、審查與比較等；個人的承諾則是包括質疑的態度、嚴謹審慎的方法及溝通等。

而安全文化的演進可由1979年的美國三哩島事故為安全文化塑造期，NRC體認到管理與組織因素對電廠安全的重要性。三哩島事故後成立了INPO，提升核電廠的安全及可靠度、使運轉有卓越的績效。1986年的蘇聯車諾堡事故後成立WANO，藉由經驗分享與標竿學習提升核電廠的安全及可靠度，藉互相支援、資訊交流及學習優良範例而提高運轉績效。IAEA 在1986年在INSAG中首次提出「安全文化」的概念。對於2011年於日本發生嚴重的福島事故，使日本核管機關須改組，並且全球核能工業對核能電廠的安全設計再重新檢討。對於安全文化更加重視。

影響安全文化的因素有：

- * 國際影響和國際標準、國際合作、參與國際協約
- * 區域性的問題、超越國界的問題、
- * 大眾的看法及支持
- * 政府法令、行政命令
- * 經濟因素
- * 選擇之反應爐型式、包商
- * 個人的認知
- * 機構對安全的投入

作者提出安全文化優良有下列現象：

- * 對安全之委身
- * 安全的工作環境
- * 工作人員參與、被尊重、每個人可以表示意見
- * 透明與有良好的溝通
- * 深度防禦
- * 質疑的態度、願意提出關切的問題
- * 角色、權責明確
- * 新眼光看事情、有學習精神、分享經驗及教訓、不斷改進、持續警醒

不良的安全文化有下列現象：

- * 太自信、自滿

- * 錯了不承認
 - * 沒有看出near miss
 - * 工作同仁提出問題不予採納甚至報復
 - * 拒絕外部批評
- 最終一敗塗地

Jennifer Gamble最後仍引用2012年3月10日經濟學人雜誌說的「核能電廠只有不斷擔憂其危險性，才能維持安全」，並強調加強安全文化的重要關鍵包含委身安全、使用程序書、作決策時採取保守的態度、報告文化、不安全的作法或情況要立即注意並改善、糾正任何已知的缺失、學習的組織、有效的溝通、明確的優先順序、明確的角色、責任與組織。

作者提出新採用核能發電國家在安全文化的挑戰和如何克服，如下：

挑戰	如何克服
UAE/ * 不同語言 * 核管機關是新成立的、核管作業是新的 KEPCO是第一次出口反應爐技術	* 早早對IAEA安全文化的指引及框架作出承諾 * 核管機關要和有經驗的合作 * 和有經驗的包商、核管機關，監管者多聯絡 * 加強 IAEA Integrated nuclear infrastructure review
土耳其/ * 不同語言 * 不同廠址採用不同機型、不同語言 * 不同的安全文化典範 * 現有的研究用反應爐結構要修改以符合核能	* 找外部諮詢服務 * 政府要強力支持 * 在早期就要建立安全文化
波蘭/ * 不同語言 * 現行的核管制度是針對研究用反應爐及同位素生產	* 遵守IAEA安全文化之指引及框架 * 要求投標者要建立安全文化，在招標時會評估廠商之安全文化 * 正在建立安全文化之框架文件

<ul style="list-style-type: none"> * 資金來源明確 * 尚未決定什麼機型，尚在核能發展初期 	
<ul style="list-style-type: none"> 約旦/ * 不同語言 * 核管制度在建立中 * 尚未決定什麼機型，尚在核能發展初期，連研究用反應爐也沒有 * 資金來源明確 * 環境因素限制了機型和廠址 	<ul style="list-style-type: none"> * 與IAEA、USNRC IRDP合作建立安全文化 * 參加國際訓練以了解安全文化 * 建立安全文化之要求-在核能計畫之前

作者並建議各國向國際組織，如IAEA、WANO、INPO、USNRC IRDP、等尋求協助。

4. Maya Georgieva: Nuclear power in Bulgaria- political implications (technical versus political aspects)

來自保加利亞的Maya Georgieva表示該國的核能受到政治因素的左右，並感嘆保加利亞受俄羅斯的影響有：進口天然氣、核能技術、核燃料；被歐盟掌控的是：靠歐盟財務支援、必須遵守歐盟之規定；被美國掌控的是：在美國強力遊說下保加利亞要用美商能源公司。保加利亞有辦法獨立自主嗎？

停掉Kozloduy核電廠1-4號機

保加利亞加入歐盟後，首當其衝就是要停掉Kozloduy核電廠1-4號機，歐盟認為VVER 440不安全，即使保加利亞認為KNPP-3, 4運轉績效良好又很安全，也不得不關閉，因為它是加入歐盟的條件，雖然歐盟付了5.5億歐元作為提早關廠之損失補償。但保加利亞仍然很不捨，甚至覺得已經投資很多錢提升安全，且WANO在2003年來評估時也認為安全無虞，並深深感覺關閉KNPP-3, 4是政治之犧牲品。

Kozolduy-1	VVER 440	1974/10 商轉	2002/12 關廠
Kozolduy-2	VVER 440	1975/11 商轉	2002/12 關廠
Kozolduy-3	VVER 440	1981/1 商轉	2006/12 關廠
Kozolduy-4	VVER 440	1982/6 商轉	2006/12 關廠
Kozolduy-5	VVER 1000	1988/1 商轉	運轉中
Kozolduy-6	VVER 1000	1991 商轉	運轉中

為興建Belene核電廠1, 2號機而投入的努力付諸流水：

保加利亞於1981年已經在規劃在多瑙河畔另一處Belene要興建2部核能機組，並且該廠之前期工作做了很多、投入很多資金，今年3月28日政府宣佈取消Belene核電廠建廠計劃，首相宣佈

的理由是建廠成本太高、沒有適當的投資者要投資；財政部長表示增建Kozolduy-7號機會比Belene核電廠便宜一半，也不會用到納稅人的錢。政策搖擺使電力公司投入的努力付諸流水。**增建Kozolduy-7號機：**

2010年西班牙Iberdrola有意投資興建Kozolduy-7號機，當時政府未表支持，2011年政府表示可以把Belene電廠訂購的設備搬過來用。

5. Jenny Rees: Public acceptance in Sweden - lessons learned and success factors

瑞典SKB的Jenny Rees報告核設施興建，民眾接受度的經驗與成功因素，整理如下：

低放射性廢棄物最終處置場(SFR)

SKB於1978年開始進行低放射性廢棄物最終處置場址之選址作業，當時有兩處候選場址—Forsmark和Simpevarp，初期亦曾遭遇民眾反對等困難(如下圖所示)，經戮力宣導溝通後，於1982年選定Forsmark，開始興建低放射性廢棄物最終處置場(SFR)。於1988年啟用，該設施建於瑞典Forsmark核電廠附近波羅的海海床下之花崗岩層中，利用工程障壁包圍著廢棄物。



用過核燃料最終處置場係以地方接受為先決條件

SKB於1978年成立後，即積極進行用過核燃料最終處置相關之地質調查、處置技術研發以及與民眾宣導溝通等作業。而在場址選擇方面，考量地方接受是選定放射性廢棄物最終處置場址之先決條件，SKB認為建立在自願基礎上之選址程序較易成功。因此，SKB在1993-2000年期間進行用過核燃料最終處置場選址可行性評估時，就採自願方式，SKB在2002年選出Östhammar自治區的Forsmark為用過核燃料最終處置場址及Öskarshamn自治區的Laxemar為用過核燃料中期貯存、密封實驗室、最終處置地下實驗室等場址，都得到大部分民眾支持。該二候選場址之地理位置如下圖所示。SKB於2009年6月3日選定Forsmark (Östhammar市附近)為用過核燃料最終處置場址。Forsmark之用過核燃料最終處置場預計2025年開始營運。

SKB在進行場址調查時除調查地質條件、生態環境及當地之文化古蹟之外，並積極與民眾溝通，讓民眾參觀核能設施、展示館、請專家顧問說明、拜訪民眾直接溝通；終於贏得民眾之信任。

Forsmark原已建有核電廠與低放射性廢棄物最終處置場(SFR)，仍願接受增設用過核燃料最終處置場，主要歸功於Forsmark核電廠及SFR超過20年之安全運轉對於地方之就業與社區發展有顯著的效益，與鄰近社區及民眾已形成共存共榮體。瑞典核電廠、SFR、用過核燃料中期貯存設施及用過核燃料最終處置場等核能設施之興建與運轉雖均未提供地方回饋金，而地方接受此等設施係因它們會帶來就業機會與經濟發展。



Forsmark 及 Öskarshamn 地理位置

6. Milicia Utvik : I&C equipment qualification for Areva's EPR projects

目前Areva EPR在全球有4部機組在施工中(0lkiluoto-3, Flamanville-3, 台山-1, 2) 而儀控系統影響到執照申請的工作。作者介紹EPR安全有關的儀控系統有：

- ◆ I&C platforms (TXS, TXP, etc.)
- ◆ Nuclear instrumentation (Incore, Excore, etc.)
- ◆ Field devices (Sensors, Transducers, etc.)
- ◆ Connection technologies

介紹其規格如何，如何測試其功能。據稱目前EPR之儀控系統已被芬蘭核管單位所接受。

7. Kerry Mc Cormack: Westinghouse small modular reactor: sizing of passive safety system for postulated events

Mc Cormack介紹西屋公司的小型模組化反應爐，每一個225MWe，可以組成所要的大小，並介紹非能動的安全系統如何應付像福島事故的情形。

8. Alexandra Donners Muhammed: The decommissioning of Barsebäck Nuclear Power Plant

Vattenfall Management Consulting技術團隊的Alexandra Donners Muhammed介紹瑞典

Barsebäck (BWR反應爐) 電廠除役概況與相關經驗。

Barsebäck電廠停役的背景為：1980年瑞典公民投票決議有條件的廢止核能發電。後續經過多次的國會決議、法院裁決、朝野政黨協商及電力公司與政府之溝通，Barsebäck核能電廠1號機於1999年11月永久停止運轉，2號機亦於2005年5月永久停止運轉。停役後一年，逐步移除燃料到國家級的中央燃料儲存池，進行冷卻與中期儲存。目前兩部機組屬於停機安全監管階段。

對於瑞典Barsebäck電廠除役作業，其拆除工作將分為4階段執行：

第1階段針對輻射較高的系統將先予拆除(核子反應器、一次側蒸氣管路和冷卻水管等)；

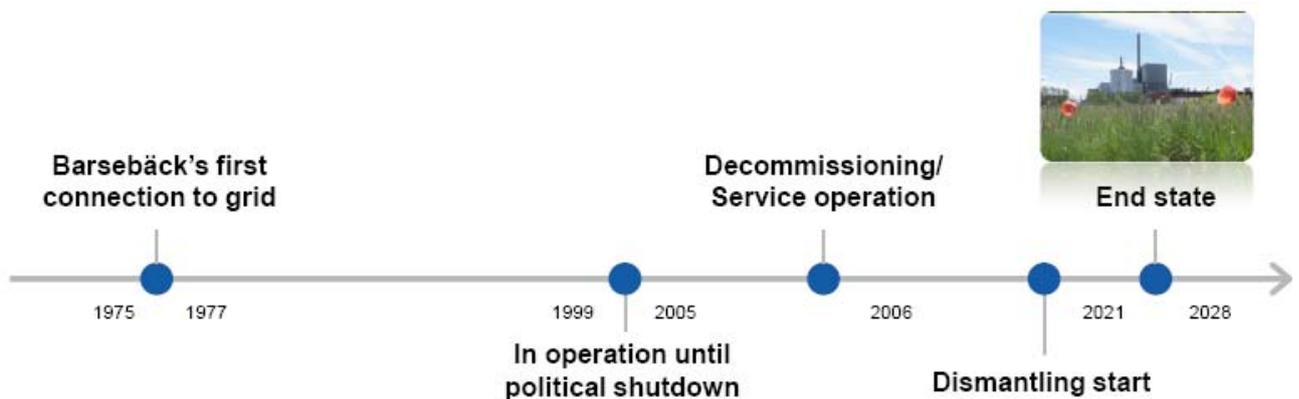
第2階段則拆除汽機和冷凝水管；

第3階段將拆除所有的電力系統、馬達及幫浦等；

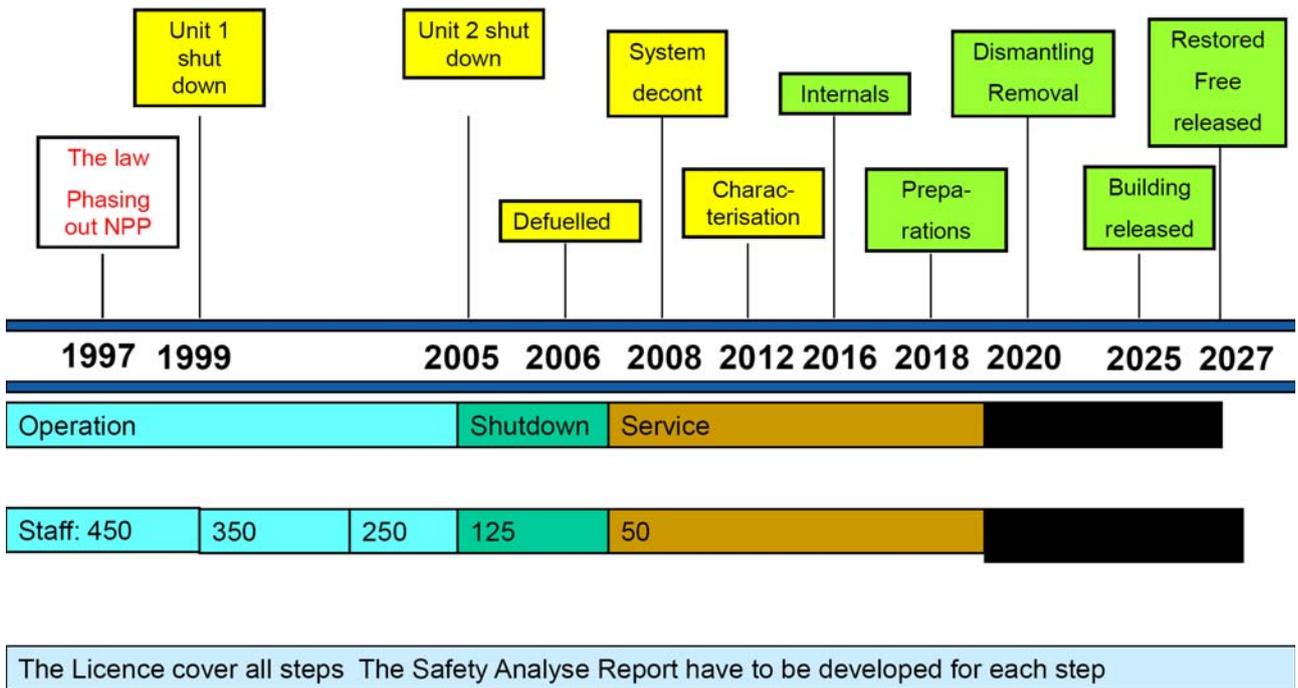
最後則拆除污染之廠房及建築物。

由於瑞典接收除役低放射性廢棄物之處置設施預定於2020年完工啟用，因此，瑞典核能主管機關要求Barsebäck電廠2020年以後才能開始執行拆除作業。如下圖所示。

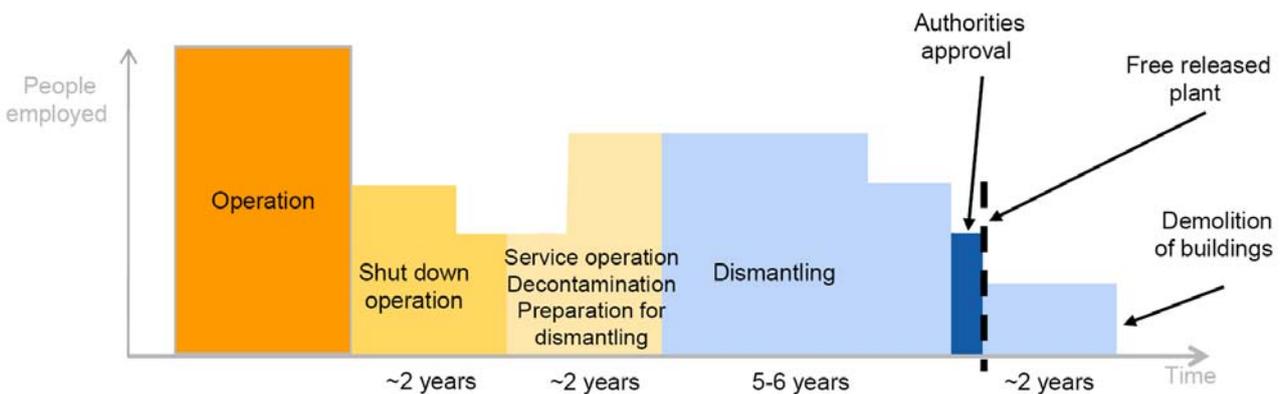
目前Barsebäck電廠的所有的用過核燃料都已經運離廠區，電廠並曾於2007年至2008年間進行主要系統(一次側系統)除污與反應器壓力槽下部化學除污，包括爐心、反應器控制棒導管，再循環系統，亦規劃反應器壓力槽RPV的移除工作。因此，目前大部分的廠區都已經解除輻射管制，部分無須再使用且清潔的設備或組件均已出售。Barseback估計5年可以辦妥除役事項；辦理的原則有：safer降低風險，faster預備好各種後勤工作使除役可儘速進行，cheaper如果除役可按計劃進行，就可在預估的經費下完成。預估在2025, 2026年可將廠址恢復原狀。



Barsebäck 電廠里程碑



Barsebäck 電廠停役後重要時程



Barsebäck 電廠停役後每個重要階段所花費的時程

6. Phina Thauge: Decommissioning Options for South Africa' s Nuclear Power Plants

由Phina Thauge介紹南非電廠的除役計畫的策略選擇與考量。

南非Eskom電力公司僅擁有一座Koeberg核能電廠，廠址靠近開普敦，裝置兩部法國Framatome壓水式核能機組(900 MW PWRs)，總發電容量1, 842 MWe，分別於1984、1985年商轉，

佔全國發電容量約6%，為非洲大陸唯一的核電廠。反應爐設計年限為40年，延役至60年。故2045, 2046就會屆齡。

對於除役策略的選擇有立即拆除、延遲拆除與永久掩埋。立即拆除為含有放射性污染物的設備、部分設施結構被移除，或除污至主關機關許可外釋的程度範圍。延遲拆除為含有放射性污染物的部分設施不是被再處理，就是放置在安全貯存的地點，維持至可被除污或拆除至主關機關許可外釋的程度範圍。永久掩埋為放射性污染物被包封在長壽命的材質內，衰變至主關機關許可的解除管制範圍。

因為南非是許多野生動物的家(如小羚羊、斑馬等)，雖然Koeberg電廠佔地約3000公頃面積，除役最終須考量重點為清潔、及場地可再利用(綠地、棕色土地)。但是目前南非國內並無核電廠除役的政策。作者提到南非到2030年仍需增加9600MW的核能機組，約6部機，目前也有Thyspunt、Brazil、Schulfontein、Bantamsklip四個電廠候選場址。既然要發展核能，將來勢力藉助國際的除役經驗，例如美國的Yankee (Maine)PWR電廠。

除役策略要考量的事項還包括放射性廢棄物的最終處置場的獲得，對於研究用反應器則考慮永久掩埋方式。廢棄物的分類有極低微、低階、中階與高階放射性廢棄物四種，對於中、低階廢棄物的貯存場位於北開普敦的Vaalputs，如下圖所示。



北開普敦的Vaalputs貯存場

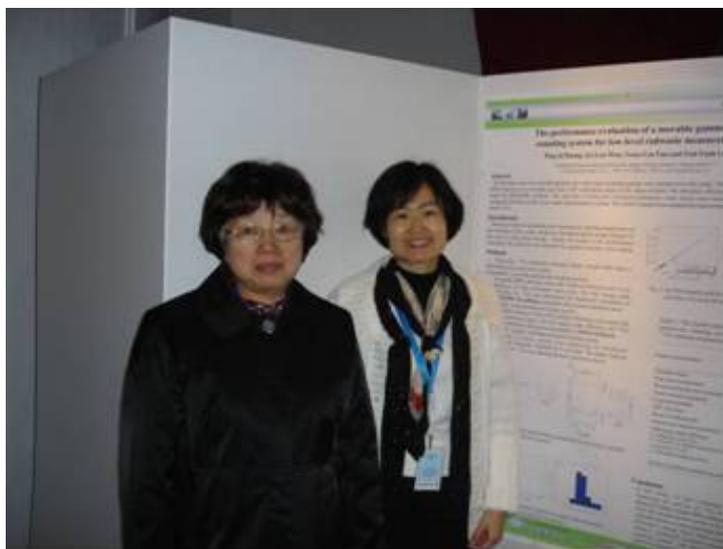
高放射性廢棄物：將於2025年採中央貯存設施，最終處置廠於2065年建造完成，如下圖所示。Phina Thauge最後提出下列兩點結論：(1) 對於Koeberg及未來核電廠除役的不同選擇方式需有整合性的解決之道；(2) 對於高放射性廢棄物需有長期貯存或最終處置的廠址。



高放射性廢棄物最終處置概念設計圖

3-2 壁報論文(5月29-30日)

核研所發表「The performance evaluation of a movable gamma-ray counting system for low-level radwaste measurement」



(四) 、 技術參訪

5/31 我們先從 Kalmar 搭機到斯德哥爾摩，再搭到芬蘭圖爾庫，先住宿一晚。

4-1 參訪 Olkiluoto 電廠

目前芬蘭共有 2 座運轉中的核電廠、TVO 擁有 Olkiluoto 電廠，位於赫爾辛基西北方約三個半小時車程的 Eurajoki 市，距離住宿地點 Turku 市區約一個半小時的車程。該廠目前有兩部 660MW 瑞典製的 BWR 機組，分別在 1979 年及 1982 年起運轉，經功率提升後為 880 MWe，目前的執照 2018、2022 年屆滿，屆時會申請延役。

依據芬蘭法律規定建電廠之程序是：

完成 EIA→由政府及國會批准→向政府提出建廠執照申請→向政府提出運轉執照申請

1998 年芬蘭 TVO 電力公司提出在 Olkiluoto 電廠、Fortum 提在 Loviisa 電廠增建機組，並各自完成 EIA，2002 年政府及國會批准增建一部機在 Olkiluoto 電廠，即芬蘭 5 號機、或 OL-3。2002/9 開始招標，2003/12 決定由 Areva 和西門子聯合以 turnkey 方式承包，機型為 EPR 1600MW，2004/1 向政府提出建廠執照申請，2004/2 工地開始開挖，2005/2 取得建廠執照，2005/3 開始施工，原訂 2009 年商轉，目前預定 2012 提出運轉執照申請，現在預定 2014/2015 年商轉。

據 Kathe 的說法，OL-3 延宕的主要原因有：

- * 芬蘭有 20 年左右沒有新建電廠，整個建廠工作團隊還沒有建立起來，來自法國、芬蘭與新招募的工人約 3500 人，初期對核能建廠工作不熟悉，須加以訓練，因為語言關係互相之間也不能充分溝通。
- * 供應鏈在初期還未建立起來。當時 OL-3 是 Areva EPR 的第一部機組。
- * EPR 是新型機組，沒有參考廠，在施工過程中是邊設計邊施工；
- * Kathe 認為最 critical 的 I&C 的問題目前已經解決。

另外 Fortum 擁有 Loviisa 電廠，位於赫爾辛基東方 100km 之 Hastholmen 島上，有 2 部俄製 VVER-440 型壓水式機組，分別在 1977、1981 年商轉，經功率提升後，單機容量為 488 MWe，2006、2007 年提出延役申請，運轉執照延展 20 年至 2027、2030 年。芬蘭為加強 VVER 機組之安全，採取很多改善措施。

核能供應全國 26.4% 電力，是該國最大電力供應來源。平均容量因數超過 90%，是營運績效很高的核電機組。

芬蘭希望電力自給自足，不要仰賴進口。政府有意再增建 2 部組，三家電力公司於 2007/2008 年均提出增建計畫，TVO 提出 OL-4 號機、Fortum 提出 LO-3、Fennovoima 提出在

芬蘭西北部 Simo 或 Pyhajoki 增建機組，並各自完成環境影響評估報告(EIA)，陳報勞工與經濟部(Ministry of employment and the economy)，2010 年由政府及國會批准 TVO 及 Fennovoima 各建 1 部機。

我們到達 Olkiluoto 電廠之接待中心，休息一下後，先聽 3 個簡報：

1. TVO adviser Dr. Anneli Nikula 報告” Nuclear Power in Finland “
2. Posiva 公司的 R&D coordinator Dr. Johanna Hansen 報告” The Spent Fuel Disposal in Finland”
3. TVO senior adviser Dr. Kathe Saporanta 報告” OL- 3 project”

用過簡單的午餐之後，穿上工安背心及工安鞋、戴上安全帽，就進廠參觀。首先參觀反應爐廠房，整個廠區如火如荼展開施工中，大型組件如蒸汽產生器還在安裝中，看起來至少是 2013 或 2014 年才會裝填燃料。接下來參觀汽機廠房，看起來汽機廠房差不多已經完工。TVO 形容 EPR 是「one unit many buildings」，反應爐廠房邊有燃料廠房、保防廠房、輔助廠房、放射性廢棄物處理廠房、緊急電源廠房、access 廠房；汽機廠房邊有開關廠房、循環水泵廠房、輔助鍋爐廠房、遠處有抽水機房；此外還有辦公室。



交還工安背心、工安鞋、安全帽後，再搭車去參觀中低放處置場、用過核燃料處置場地下實驗室 Onkalo。

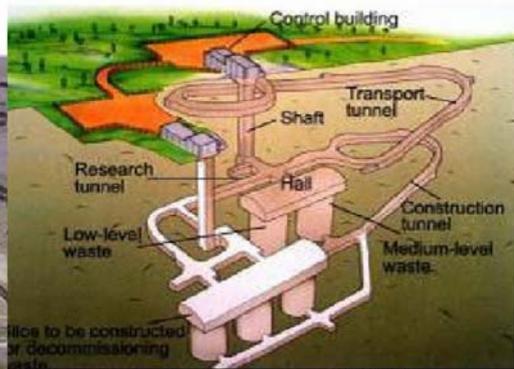
4-2 參訪 Olkiluoto 中低階放射性廢棄物的處置設施(VLJ Cave)

與瑞典、德國類似，芬蘭之低放射性廢棄物最終處置亦採取深層地質處置方式。芬蘭的兩座核能電廠(Olkiluoto 及 Loviisa)，所產生之低放射性廢棄物先暫貯於電廠內一段時間使活度衰變，再送往個別廠區內的地下岩床中進行最終處置。大部分的放射性廢棄物來自兩座核電廠，小部分則來自 Otaniemi 研究用反應器。而一般的工業、研究設施與醫療院所產生的放射性廢棄物，與核電廠的中、低放射性廢棄物一樣運送到位於 Olkiluoto 的 VLJ 貯存設施。稱為 VLJ 之中低放射性廢棄物最終處置場是興建在 Olkiluoto 電廠附近。

Loviisa 電廠的濕式中低放射性廢棄物是貯存在容器中，而固體的中低放射性廢棄物經過加壓/包裝之後放入鋼桶中，並運送到最終處置設施。而 Olkiluoto 核電廠的濕式中低放射性廢棄物，於固化在瀝青中並澆注於鋼桶內之後，運送到處置設施。固體的中低放射性廢棄物則經過壓縮/包裝之後，放進鋼桶與混凝土箱中，運送到最終處置設施。

Olkiluoto 電廠開始運轉以後，1980 年即展開低放射性廢棄物處置場址之調查。1983 年芬蘭政府規劃出核廢管理方案之時程，1986 年提出建造申請，經 Eurajoki 市政府與芬蘭 STUK 審核通過發給建造執照後，Olkiluoto 處置場於 1988 年開始進行開挖作業，1992 年設施建造完成開始運轉，進行處置作業，預訂於 2060 年關閉。該設施可處置 Olkiluoto 廠 40 年運轉期間所產生的廢棄物，中放射性廢棄物豎坑之容量為 17,360 桶，而低放射性廢棄物豎坑之容量則為 24,800 桶，也就是約可貯存 4,960 立方公尺之運轉廢棄物，其處置總容量約 9,000 立方公尺。將來 VLJ 處置場的廢棄物貯滿封閉後無須進行監管。Olkiluoto 中低放射性廢棄物最終處置場之示意圖及廢棄物桶之堆置情形如下圖所示。

VLJ 中低放射性處置場距離核電廠不到一公里。環繞 Olkiluoto 處置場之岩石為片麻岩狀的石英閃長岩 (tonalite) 的岩床中，於地下岩層約 60 至 95 公尺深度之岩床處興建兩個豎坑(silo)，直徑 24 公尺、高 34 公尺、深 60-95 公尺。如下圖所示，其中 1 座用來處置低放射性廢棄物，另 1 座用來處置中放射性廢棄物的瀝青固化體，而處置中放射性廢棄物的那個豎坑，是在岩石豎坑內還含有一個厚牆混凝土倉窖，貯存低放射性廢棄物那個豎坑，則是在豎坑內側直接用噴漿混凝土覆被。所有中放射性廢棄物是採用瀝青固化，並裝在混凝土箱內，每一混凝土箱可盛裝 16 桶廢棄物。運轉廢棄物是以特殊車輛沿著運輸隧道運至豎坑處置。當最終處置場停止運轉後，隧道及豎井(shaft)均將封閉，而不再對處置場進行監測。



Olkiluoto 中低階廢棄物最終處置場



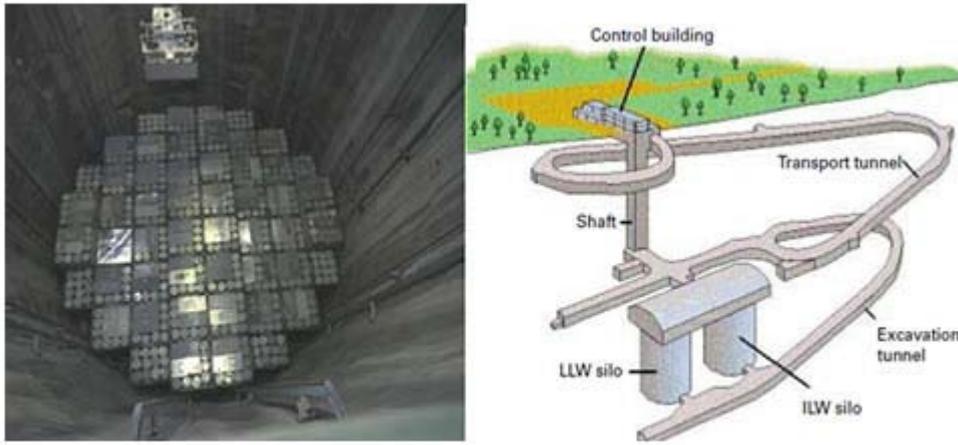


圖1 芬蘭Olkiluoto中低放射性廢棄物處置設施示意圖(右)及所處置之後廢棄物桶(左)

而另一 Lovisia 電廠採類似 VLJ 之處置模式，其處置坑道建於基岩下 110 公尺處，於 1993 年進行開挖作業，1998 年開始營運，處置容量為 5,000 立方公尺。

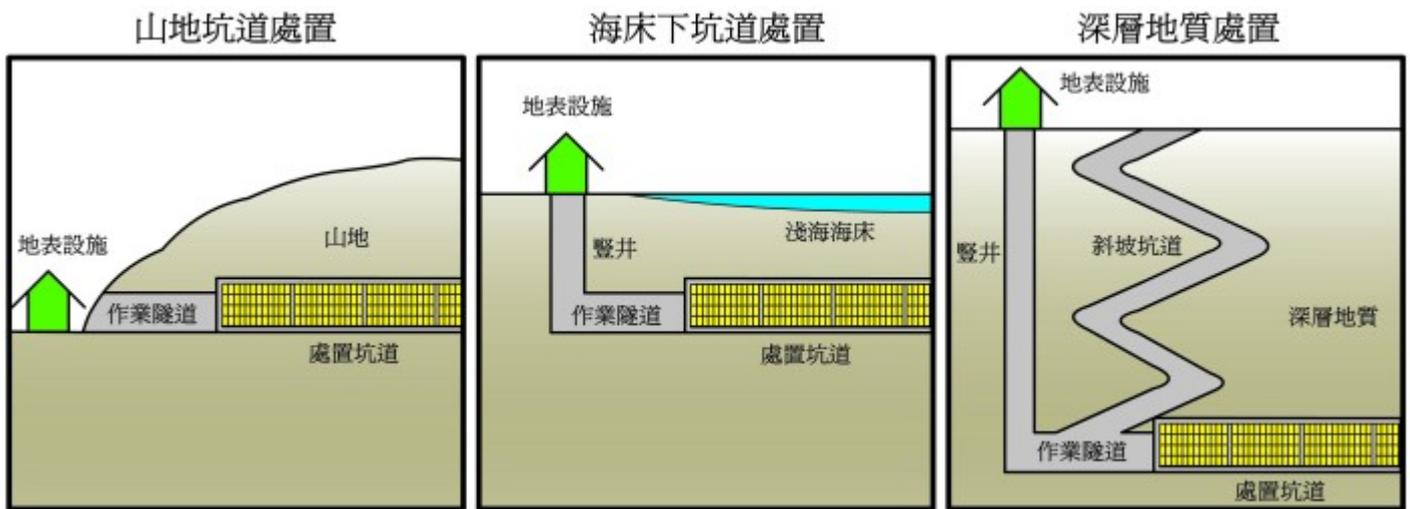
我們參觀 Olkiluoto 中低階廢棄物最終處置場時，走進巨大岩盤中挖掘的洞穴，往四周張望，沒有水漏出、通風良好，是世界上最佳的廢棄物處置設施。讓參訪的各國會員在深入地下參觀時，羨慕芬蘭有如此優良的地質環境。

低放射性廢棄物處置有各種不同的方法，在早期 1970 年代如法國與美國等國家以簡單的壕溝方式進行掩埋，甚至直接將低放射性廢棄物進行海拋 (sea dumping)。到 1980 年代倫敦公約 (London Convention) 生效後，海拋遭到禁止，放射性廢棄物僅允許進行陸地最終處置。陸地最終處置發展至今有多種不同的型式，基本上國際共識將之劃分為近地表處置

(near-surface disposal) 與坑道處置 (cavern disposal) 兩大類型，其下再細分為各種不同的型態。近地表處置早期亦稱淺地層處置 (shallow land disposal)，近地表處置與坑道處置二者之間以接近地表 30 公尺範圍作為大致的分界，美國法規 10 CFR Part 61 (USNRC, 1982) 與國際原子能總署的技術文件 (IAEA, 2003) 均有相似的定義。

坑道處置大致上又可分為三種型式，第一種型式是以近乎水平坑道 (drift) 進入山地腹部處置設施者；第二種型式是以較緩坡度的斜坑 (ramp) 進入鄰近陸地的海床下處置設施者；第三種型式須以豎井 (shaft) 進入地下約百餘公尺以下位在深層地質環境中的處置設施者。坑道處置類型示意如圖所示。

國際低放射性廢棄處置概況已知籌備中 (曾完成概念規劃者)、運轉中、或已封閉的低中放射性廢棄物處置場多達 125 個，多數處置場 (約 87%) 採用近地表處置型式，其餘則採用坑道式處置 (紀立民, 2004)。



註: 示意圖未依實際空間比例

低放射性廢棄物坑道處置類型示意圖

芬蘭有兩處低放射性廢棄物最終處置場運轉中，均採取深地層處置方式設計，且設置於核能電廠附近地下。

為了方便放射性廢棄物管理業務上的需要與相關合作事項，Fortum 及 TVO 兩家電力公司於 1978 年合資成立 Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies，確保有效執行放射性廢棄物的安全管理，兩家公司更進一步於 1995 年合資成立 Posiva Oy 公司，負責執行兩個電廠之用過核燃料共同處置的計畫工作。

芬蘭的放射性廢棄物營運原則如下：

- * 芬蘭自己產生的放射性廢棄物，要在芬蘭境內進行最終處置。芬蘭對於中低放射性廢棄物的營運政策，是處置在核電廠廠區內的岩穴中。
- * 芬蘭政府有管理放射性廢棄物的責任，應立法制訂安全規範，以確保能確實執行。
- * 核電廠擁有者成立 Posiva 公司負責放射性廢棄物的營運，必須將如何處置用過核燃料的研究與完成納入考量

芬蘭的放射性廢棄物營運是依循「核能法案」的規定，法案內容將核能生產者的責任、發照的程序與管制者的權力分別界定清楚。1994 年，核能法案曾經做過修正，所以芬蘭所有的放射性廢棄物都必須在境內進行處置，這個法案同時也禁止其他國家的放射性廢棄物進入芬蘭。

4-3 用過核燃料最終處置場地下實驗室(ONKALO)

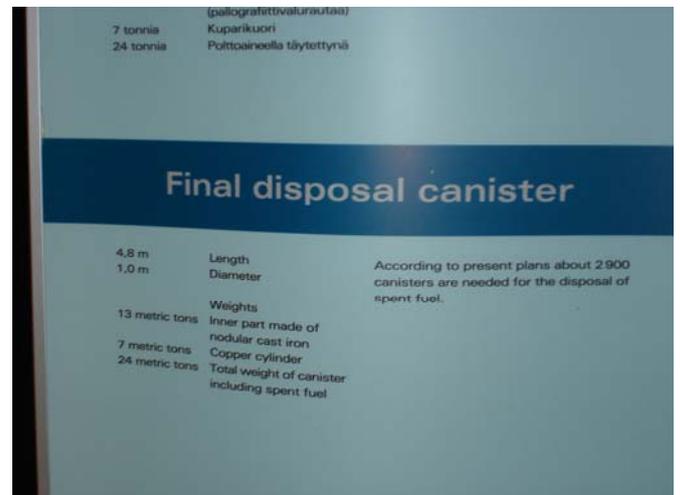
我們當天來到 ONKALO 正下著傾盆大雨，Posiva 公司的 Joanna 女士認為這樣就不適合參觀，我們回到訪客中心，旁邊展示館就有相關的展示品，Joanna 女士就在展示館作介紹。

根據俄羅斯與芬蘭政府簽定的協議，1996 年之前 Loviisa 電廠所產生的用過燃料，全部運返俄羅斯位於 Chelyabinsk 附近的 Mayak 再處理廠處理，但《核能法 1994 年修正版》規定高強度放射性廢棄物必須在境內處置，所以兩座電廠相繼投資 3,100 萬與 700 萬歐元在廠內興建水池式中期儲存池，足以容納未來 50 年產生的用過燃料。

在核能法 (*Nuclear Energy Act-90 /1987*)、核能條例 (*Nuclear Energy Decree-161 /1988*) 規範下，1983 年由 Fortum 與 TVO 兩家電力公司，以 40：60 比例合資設立專門負責用過核燃料的處置的 Posiva Oy。

1986-1992 進行初步場址調查，後來又做詳細調查，並於 1999 年 5 月 26 日正式提出以 Eurajoki 地區為處置場場址。主要的考量是著眼於該處在 Olkiluoto 電廠廠區附近，用過核燃料可就地處置，Loviisa 廠的用過核燃料可經由海運送來處置。同年，Eurajoki 地區的民意調查顯示：60%的地區居民同意將處置場設於該地區，僅有 30%的居民反對。

Olkiluoto 處置計畫推展極為順利，1999 年即獲得處置場所在地 Eurajoki 市議會以 20：7 的比數同意；隨後於 2001 年 5 月獲得國會以 159：3 的懸殊比數通過。根據《TILA-99》分析，處置場深入地下 500 公尺左右，採豎坑、兩層包封容器(外層純銅、內層鑄鐵；如下圖所示)、直立安置、有緩衝材料(膨潤土)設計。場址附近地質為年齡 16.5 億至 26.5 億年的結晶花崗岩，極為穩定。



最終處置 Canister，攝於 Olkiluoto 電廠接待中心展示館)

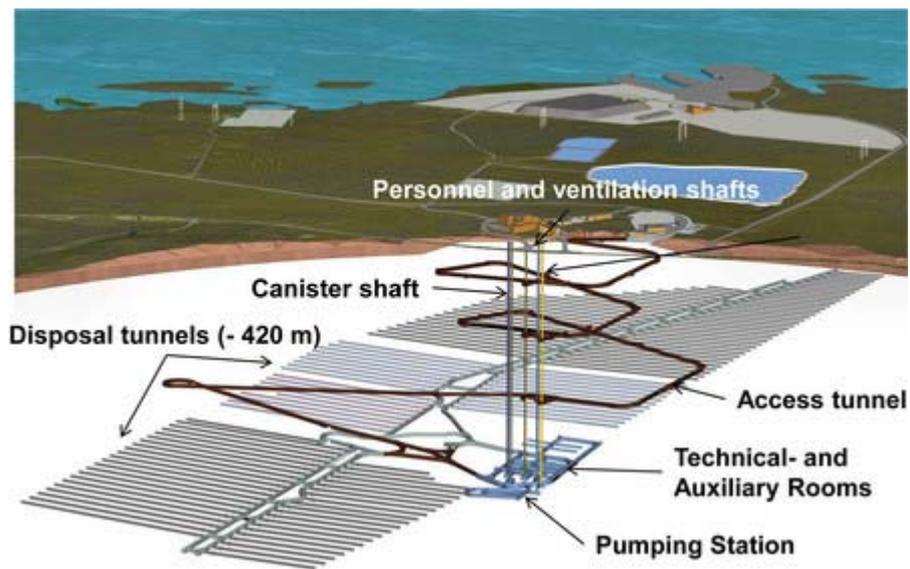
《TILA-99》評估處置後各種狀況下，放射性物質外釋所造成的影響發現：如果處置場一切正常，最多造成附近居民每年 0.0008 mSv 的輻射劑量(相當於該國法規限值的 1/125，自然背景輻射的 1/5000)；即使考慮所有意外事故的可能，最多也不超過每年 0.01 mSv 的劑量(相當於該國法規限值的 1/10，自然背景輻射的 1/370)，根本微不足道。

Posiva 並從 2004 年在場址興建地下實驗室(Underground rock Characterization facility, ONKALO)進行大規模的現場實驗，目前已推展至地下 290 公尺深，在 2012 年申請建照，2015 至 2020 年進入處置場建廠階段，將於 2020 年之後運轉。2009 年 Posiva 估計芬蘭用過核燃料處置計畫所需的費用為 33 億歐元，此為 lifetime 100 年所需之全部費用。未擴充容量前估計為 8.18 億歐元，處置場建設費用約為 2.28 億歐元(約台幣 91 億元)、用過燃料包封與處置場營運費用則為 5.38 億歐元(約台幣 215 億元)。擴充容量反而使處置單價大幅降低。截至 2005 年中，芬蘭的後端營運國家基金(State Nuclear Waste Management Fund)已累積至 14 億歐元，平均分攤費用為 2.3 歐分/度(0.11 台幣/度)，相當於發電成本的 10%，非常具有競爭優勢。

芬蘭核能管制機關 STUK 日前核准該國 Posiva Oy 擴充其 Olkiluoto 用過核燃料處置場容量，以因應該國未來第 5 部機(Olkiluoto-3 號機)與第 6 部機(Olkiluoto-4 號機)所產生的用過核燃料。Olkiluoto 用過核燃料處置場容量最早估計為 2,600 噸鈾(tU)，這是根據該國現有 4 部機組 40 年營運壽限所推估，截至 2004 年底，該國已累積 1,380 tU 的用過核燃料。然核電機組延壽為 60 年已蔚為世界潮流、再加上未來的 Olkiluoto-3 號機、Olkiluoto-4 號機陸續投入商轉，估計未來全部用過核燃料將達 12,000 tU。

2008 年 3 月，為容納即將商轉的 Olkiluoto-3 號機的用過燃料量，Posiva Oy 首度提出將處置容量由原先規劃的 6,500 tU 擴充為 9,000 tU，由於當初申請設置處置場的環評與安全分析容量都以 9,000 tU 為設計基準，所以很快地獲得勞工與經濟部(Ministry of Employment and the Economy)核准。同年 5 月，因應未來可能增建 Olkiluoto-4 號機，Posiva Oy 再度向政府提出《原則性決定申請，*Decision-in-principle Application*》，將處置容量由 9,000 tU 擴充至 12,000 tU，因這部分擴充已經超過原先設計容量，Posiva Oy 必須提出新的環評申請。即使芬蘭政府核准了這項擴充容量的環評報告，Posiva 還要進行相關研究，並將結果提請國會通過。

芬蘭的 Olkiluoto 處置計畫，是以用過核燃料直接處置於 500 m 深的地下結晶花崗岩內。其概念設計與瑞典的 SKB-3 相似，兩國均用相同的 100 mm 厚度純銅包封容器(canister)、並以紮實的膨潤土(bentonite)為緩衝材質(buffer material)。不同處在於 Olkiluoto 處置場母岩為結晶花崗岩，而瑞典的 Forsmark 處置場則為黏土岩。



芬蘭 Onkalo 處置場設施設計示意圖

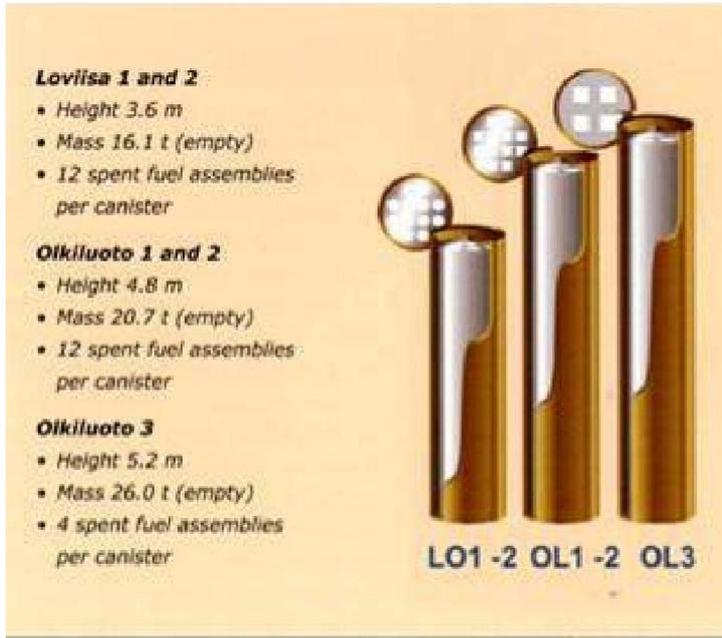
資料來源: http://www.posiva.fi/en/final_disposal/final_disposal_facility

ONKALO situation 7.5.2012

Length 4987 m

Depth 455 m

顯示收納貯存隧道的下方放置貯存桶(Canister)，下圖右側顯示Loviisa 與Olkiluoto 各核能機組貯存桶的尺寸亦不同。



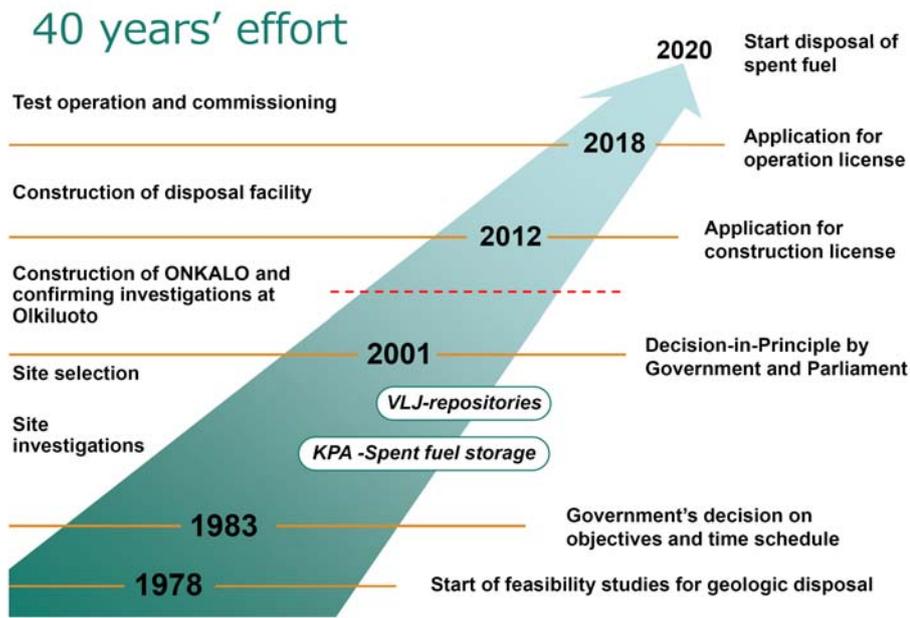
Canister design: three versions

- Copper canister
 - Long-term tightness
 - Wall thickness 50 mm
 - Length 3.6 m; 4.7 m; 5.2 m
 - Diameter 1.052 m
- Cast iron insert
 - Mechanical strength
 - Nodular cast iron
 - For 12 / 4 fuel assemblies
- Total number ca. 2800
 - LO ca. 700
 - OL1-2 ca. 1200
 - OL3 ca. 900



用過核燃料最終處置場之貯存桶收納方式

Posiva 40 年努力成果



三、成果與心得

成果：

1. 本次年會中我國積極參與 WiN Global 之會務，得到各國之肯定。邱小姐擔任執行理事，陳怡如負責起草 election procedure 以及修訂 WiN global 章程、並成為 election committee 之一員、處理選舉收票計票。能有這個局面是因各核能單位及長官的支持，希望能持續下去。
2. WiN Taiwan 之能見度增加：蔡翠玲博士代表羅彩月會長報告 country report 之外，又張貼一篇壁報論文。
3. 透過 WiN networking 可加深與他國之交流：前年由 WiN Taiwan 介紹韓國 B. J. Min 女士來台與我國女科技人交流，促成我國女科技人於去年立案成立科技女性協會。B. J. Min 女士今年 5 月成為韓國國會議員。

心得：

1. 核能溝通非常重要，必須得到民眾支持才有可能推展核能

本次去芬蘭參訪時再見到 Dr. Anneli Nikula，她在 TVO 電力公司負責核能溝通，由於她的努力，民眾對 TVO 所做所為產生信賴，Okiluoto 電廠附近居民非常支持增建機組，也支持 Onkalo 計劃，TVO 建好 Okiluoto 3 號機之後要再增建 4 號機。

韓國也成立專責機構 KONEPA 宣導核能，並得到政府大力支持。據韓國官方人士表示汽車工業可以有很大的產業效應，增加很多就業機會；核能工業也同樣有很大的產業效應，可以增加很多就業機會，更寶貴的是核能工業生命週期很長，賣出一部機組可在 60 年運轉期間提供技術服務及備品、此外還有除役、拆廠，前後可做 80-100 年。真希望台灣搭中國發展核能之車，在供應鏈中也佔一席之地。

2. 瑞典及芬蘭即使在福島事故後仍顯出對核能的理性態度，對低、中階放射性廢棄物的處置及用過核燃料的處置均有妥善的規劃及處理，值得國內參考、學習。

本次北歐公差獲益良多，瑞典及芬蘭即使在福島事故後仍顯出對核能的理性態度，採取審慎而前瞻性的規劃，對低、中階放射性廢棄物的處置及用過核燃料的處置均有妥善的規劃及處理，在全世界核能發電的國家中，其核能政策與最終處置之執行力，顯示對遙遠未來具有相當的遠見與積極的態度，值得國內參考、學習。

3. 輻射常識必須加強宣導

日本報告在福島事故後，透過媒體、網路管道，不少謠言四處竄起，重創食品業、農業、畜牧業、觀光業、服務業與製造業等。日本食品安全委員會在 2012 年 4 月提出一般食品之新基準值，該基準值比歐、美標準還高，又沒有輻射防護的理論基礎，因此在場聽眾認為日本政府採取不合理的基準值並不會對福島附近的農牧業有幫助，反倒造成民眾困擾。若是平常就將正確的輻射知識教導民眾，也就不會發生輻射恐慌。

4. 瑞典在 TMI 事故後就開發了 FILTRA-MVSS，裝置在 BWR 機組，功能為圍阻體之通風過濾，

有了這個設備，就可防止輻射物質外釋到環境中，如果福島電廠有裝這個設備，災情就會輕很多。

Lena 介紹瑞典有一個產品叫FILTRA-MVSS，裝置在BWR機組，功能為圍阻體之通風過濾，有了這個設備，就可防止輻射物質外釋到環境中，如果福島電廠有裝這個設備，災情就會輕很多。FILTRA-MVSS是三哩島事故後開發的產品，現在有第2代產品，Lena介紹了它的設計理念及運轉、維護。

四、建議事項

1、希望台電有年輕人積極參與 WiN ，並接任 WiN Global 理事

由於本人在 105 年要退休，因此我國需要有年輕人積極參與 WiN ，並接任 WiN Global 理事。WiN Taiwan 的會長是原能會、台電、核研所在輪，最近應該是輪到台電，但是台電同仁們覺得這種工作是額外的，本身已經公私兩忙了，參與意願很低，需要各核能單位長官的支持和鼓勵。我希望可以帶一位台電年輕同仁，今年先熟悉一下，明年可以接棒，最晚後年。

2. 希望公司繼續支持同仁參與 WiN Global 之活動及會務，推展國民外交。

明年原能會、核研所、物管局改組，台灣核能界的生態會有變化，仍請公司及核能學會支持 WiN Taiwan 參與 WiN Global 之活動及會務。

3. 我國核能界須爭取能源有關政策法制化

法國總統 Holland 當選後，WiN France 認為除了把最老的一部核電機組關掉之外，不可能如媒體傳言把核能佔比降到 50%。但仍缺書面的能源法案、核能政策作支持。

我國新能源政策一提出來，核能界士氣受很大打擊，如果核一、二、三廠不延役、又沒有增建核能機組，將來能源供應要靠什麼？電價如何？核能界需要讓民眾了解，發展核能需要政府支持，如果沒有能源法案、核能政策作支持，一定會受政治干擾而搖擺。