

出國報告（出國類別：考察）

考察英國核能除役署(Nuclear Decommissioning Authority)作業模式及 參訪所屬相關除役核設施

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：蔡富豐 副總經理

徐自生 副處長

派赴國家：英國

出國期間：106年05月06日至106年05月13日

報告日期：106年06月28日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

考察英國核能除役署(Nuclear Decommissioning Authority)作業模式及參訪所屬相關除役核設施

頁數 _56_ 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)2366-7685

出國人員姓名/台灣電力公司/單位/職稱/電話

蔡富豐/台灣電力公司/總管理處/副總經理/(02)2366-6253

徐自生/台灣電力公司/核能後端營運處/副處長/(02)2365-3430

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：106.05.06 ~ 106.05.13 出國地區：英國

報告日期：106.06.28

分類號/目：

關鍵詞：英國核能除役署(Nuclear Decommissioning Authority/ NDA)、除役(Decommissioning)、核後端營運(Nuclear Backend Management)、世界核能運轉協會(World Association of Nuclear Operators/WANO)

內容摘要：(二百至三百字)

本公司與英國核能除役署自民國 101 年 12 月完成合作備忘錄簽訂後，已依合作項目，舉辦過 4 次台英除役技術交流研討會。由於今年底，上述合作備忘錄將到期，是否延續此項備忘錄，故需與英國核能除役署討論雙方之合作意願，及合作項目是否需要變更等事宜。為深入瞭解英國除役技術與核廢料管理，並強化雙方之技術交流，本次考察亦安排至英國核能除役署所負責的相關除役設施，及低階核廢料最終處置場參訪。

另為瞭解英國核能設施除役產業現況與規模，本次考察也安排拜會英國核能產業協會，會中雙方深入探討除役相關問題，也交換如何發展及建置除役產業。持續與英國核能除役署合作，對於維繫、通暢台英雙方在核能電廠除役領域的交流，有實質的助益，此行除增進我方瞭解英國各項核能除役技術發展現況外，並強化台英雙方核能除役技術交流與合作，成果豐碩。

由於龍門計畫的需要及本公司核能電廠長年參與世界核能運轉協會(WANO)的活動，

因此本次考察也順道安排拜會日本日立歐洲核能有限公司倫敦辦公室及 WANO 倫敦總部，兩處的拜會活動，皆在所設定的主題上熱烈討論，並都獲得良好的成果。

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

(附件涉及機敏性資料，不上傳)

目 錄

摘要.....	ii
目錄.....	1
壹、出國目的.....	2
貳、出國過程.....	3
參、考察內容摘要.....	4
肆、心得與建議.....	21
附件一、Nuclear New Build in the United Kingdom – Horizon Project	
附件二、The Project Status and Design Features of LMNPP	

壹、出國目的

此次出國考察的第一個目的，係藉拜會英國核能除役署(NDA)，瞭解其作業模式，並檢討近年來雙邊合作的成果，作為是否延長台電公司與 NDA 所簽的備忘錄的基礎。另外也藉參訪核能除役署所管轄的除役設施，進一步瞭解 NDA 在核能電廠除役及核廢料管理方面的能力，作為後續可能需要加強交流的依據。由於台電公司與 NDA 所簽的備忘錄中，包含人員的交換訓練等合作事項，也是本次討論是否延續備忘錄的重點。

第二個行程是拜會日立歐洲核能有限公司（以下簡稱日立公司）倫敦辦公室，由於日立公司計畫在英國 Oldbury & Wylfa Newydd 等 2 個場址，各建 2 部與龍門電廠同型的進步型沸水式反應器機組，共計興建 4 部機。因此此行的另一個的目的，是希望透過與負責興建的相關人員討論，當面解說龍門電廠在試運轉測試、電廠營運準備、電腦化設備維護系統、及人員訓練等方面的成果與能力，以及龍門計畫現有的設備、備品、零件現況，進一步瞭解龍門電廠可提供對外輸出的服務，及備品、零件等設備去化的可行性。

第三個行程是拜會 WANO 的倫敦總部。由於台電公司長年參與 WANO 的活動，從中取得許多有用的資訊，歷年來台電公司在發電安全績效上十分優良，也是一個盡責的會員。而為了表達台電公司更積極的參與 WANO 活動，本次行程特別在返國當日上午，利用極為有限的時間，拜訪 WANO 總部，充分顯示台電公司積極參與會務的精神，而不僅僅是享受 WANO 的服務。

貳、行程

本次出國考察行程，以核電廠除役相關核能後端業務為主，並利用公務之便，為了龍門電廠技術輸出服務，及龍門計畫備品、零件去化等事宜，順道訪問日立歐洲核能有限公司倫敦辦公室，及拜訪 WANO 倫敦總部。出國行程如表 2-1 所示，本次出國考察期間自 106 年 5 月 6 日至 5 月 13 日共 8 天。

表 2-1 考察英國除役署及參訪所屬相關除役核設施行程表

SATURDAY 6 May		
09:00	TPE (TAIWAN) Eva Air (BR67)	交通
19:20	LHR (LONDON)	
SUNDAY 7 May		
LONDON→MANCHESTER → Moor Row, Cumbria (NDA)		交通
MONDAY 8 May		
Sellafield site visit		參訪
TUESDAY 9 May		
AM	Meeting with NDA(Nuclear Decommissioning Authority) & INS(International Nuclear Service)	拜會
PM	LLWR(Low Level Waste Repository) site visit	參訪
	Travel to Manchester Airport (about 3 hr)	交通
WEDNESDAY 10 May		
AM	MANCHESTER →LONDON	交通
PM	Meeting with NIA (Nuclear Industry Association)	拜會
THURSDAY 11 May		
Meeting with Hitachi Nuclear Energy Europe, Ltd. (LONDON)		拜會
FRIDAY 12 May		
AM	WANO LONDON Office	拜會
21:35	LHR (LONDON) Eva Air (BR68)	交通
21:15+1	TPE (TAIWAN)	

參、考察內容摘要

3.1 考察英國核能除役署(NDA)作業模式、Sellafield 除役作業及 Low Level Waste Repository Site(LLWR)營運管理

3.1.1 前言：

本公司為擴大與國外後端營運專責機構合作，引進相關技術與經驗，以協助本公司順利推動核後端各項業務，乃於 101 年底與英國核能除役署(Nuclear Decommissioning Authority, 以下稱 NDA)簽署合作備忘錄。此備忘錄執行期為 5 年，每期於效期屆滿前 6 個月，經雙方同意可再展期 5 年，否則屆期自動終止。自 102 年起，NDA 依據本備忘錄，共計來台辦理了 4 次研討會，會議規模由初期的十多個人，至第 4 次研討會時，已擴展至 100 餘人，英國來台參加研討會的各類專家，也增加至 20 餘人，顯見成效良好。

為延續上述的成果，NDA 於今（106）年 1 月辦理第 4 次研討會時，表達能與本公司繼續合作之意願，也促成此次參訪行程。



106 年 1 月第 4 次台英核能電廠除役研討會全體人員合影

3.1.2 英國核能除役署簡介及除役現況

NDA 屬於非政府部門公共機構（以我國的政府組織而言，類似我們的行政法人組織），其主管機關是英國商業、能源暨產業策略部(Department of Business, Energy and Industrial Strategy/ BEIS)，負責擬定核能除役作業的整體方法、預算分配、目標設定，並監控各項除役作業的進度。NDA 成立於 2005 年 4 月，主要任務包括接管前英國原子能管制局及英國核能燃料公司的 17 個核能廠/場核設施場所，並完成前述 17 個廠/場址的設施除役、場址復原及再利用。另外，有關核電廠新建核能設施及除役計畫審查、中低階放射性廢棄物處理處置、用過核燃料最終處置等作業，亦為其任務項目。NDA 擁有 250 名員工，年度預算達 1320 億台幣，其預算主要來源是政府預算，另外也有部分是來自電力公司提撥的除役經費。以上 17 個廠/場址的分佈，如下圖所示：



3-2 NDA 接管的核設施分佈圖

NDA 的角色是管理英國民用核能待除役設施，任務包括擬定除役策略、核能低階放射性廢棄物營運策略與計畫、高階放射性廢棄物之長期管理與安排等作業。NDA 係透過各場址的持照公司(Site License Companies/SLCs)及其下包商、NDA 子公司等，共同執行各廠/場址的管理及除役作業。SLCs 包括：Sellafield Ltd.、Dounreay Site Restoration Ltd.、Magnox Ltd.、LLW Repository Ltd.等 4 間公司。NDA 的子公司則有：Sellafield Ltd.、International Nuclear Services Ltd.、Radioactive Waste Management Ltd.、Direct rail Services Ltd.等 4 間公司，其中 Sellafield Ltd.是較為特殊的一間公司，既是 NDA 的子公司，也是其 SLCs 之一。

3.1.3. NDA 核設施除役規劃與策略

依英國 2004 年能源法規定，NDA 的定位為核廢料及除役策略機構，目前由 NDA 負責管理的 17 個廠/場址，均以簽約的方式委託場址持照公司（SLCs）負責營運。SLCs 負責每日的營運活動及遞交場址計畫，NDA 則監測及評量這些 SLCs 的效率是否符合各場址的終生計畫（Lifetime Plan）。NDA 每 5 年檢討一次核設施除役策略，最近的一次為 2016 年 4 月的 Strategy – Effective from April 2016，在這份文件中所提出的策略共有 5 項，詳下表：

策略項目	內容說明
廠/場址除役與復原	此策略係規範在廠/場址中需拆除的多餘設施，及土地品質管理的作法，使場址可釋出供下一個計畫使用。
用過核燃料管理	此策略係規範各類用過核燃料(包括 Magnox oxide and exotics 等類型的核燃料)的管理方式
核子物料管理	此策略為規範目前放置在部分場址內的鈾及鈾的處理方式
廢棄物整合管理	此策略係規範從運轉、除役及以前核子活動所遺留下來的，各種類形廢棄物的管理與處理方式
關鍵推動者	此策略支撐使命的完整、順利達成，某些情況下，反映了 2004 年能源法案指定給 NDA 的附帶任務

表 3-1 NDA2016 策略項目及說明

上述的 5 個策略，彼此之間有相當的關連性，如「廠/場址除役與復原(Site Decommissioning and Remediation)」是整個策略的驅動主題，此一主題必須以「整體廢棄物管理(Integrated Waste Management)」來支撐，而核子物料(Nuclear Materials)及用過核燃料(Spent Fuels)兩項作業，則是需要更早處理、考慮的事項。而更重要的是，要順利圓滿完成整個除役使命，則需奠基於為數眾多的關鍵推動者(Critical Enablers)之上。各項策略之關係及說明如下圖所示：

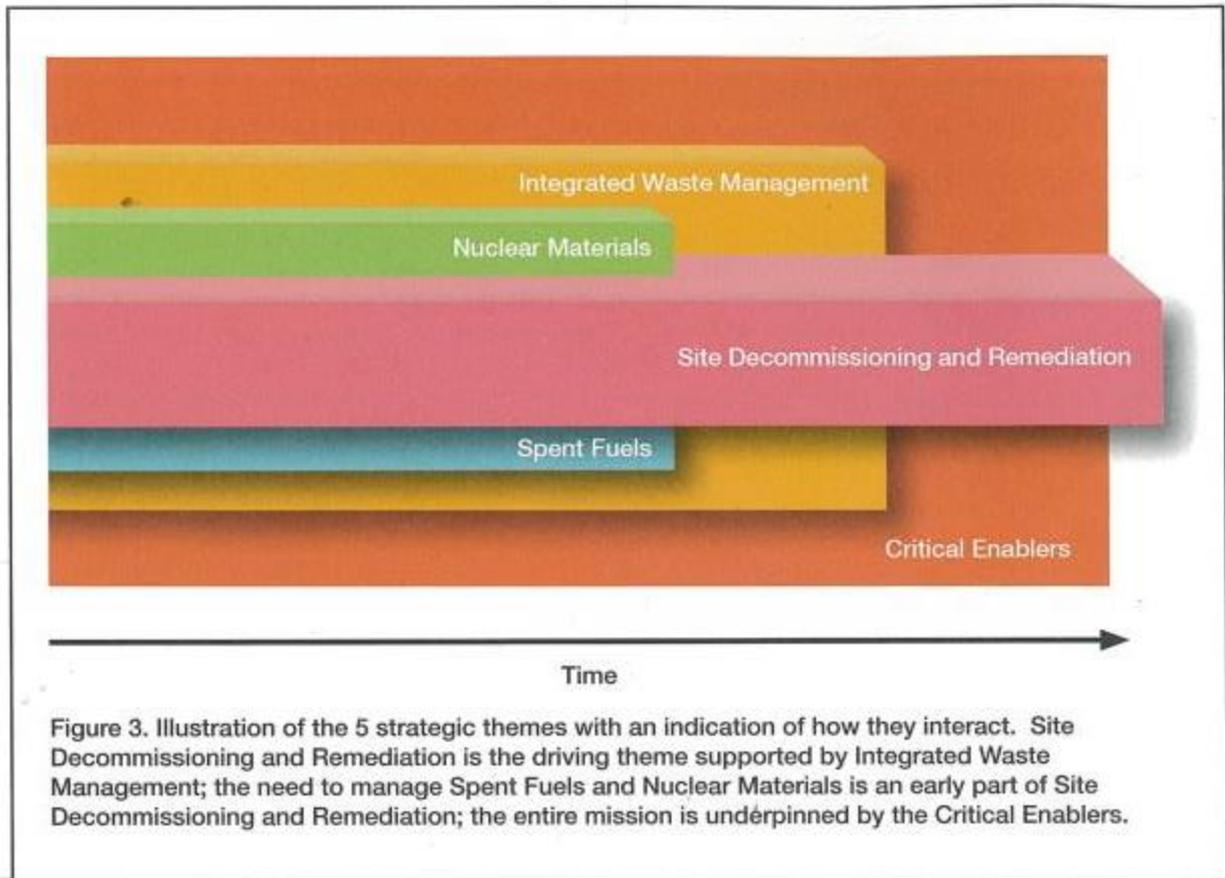


圖 3-3 NDA 策略關連圖

3.1.4 NDA 營運概要

由 NDA 負責國際事務的主管 Mr. John Mathieson 說明，我們獲悉 NDA 一年的預算有 30 億英鎊（約合台幣 1320 億元），其中 20 億來自政府預算，10 億來自各核能電廠。各核電廠、核設施擁有者，若要使用所提撥的核能責任基金(Nuclear Liability Fund)，必須得到 NDA 的同意，此一基金每 3 年需重新評估一次，評估結果及提撥金額也要由 NDA 核准。由 NDA 監管的 17 個廠/場址中，所有廠/場址的低階放射性廢棄物都集中送至 Low Level Waste Repository Site (LLWR)，進行最終處

置，但 Dounreay 是一個比較特殊的案例，它有自己的獨立低階核能廢棄物處置場。

英國高階放射性廢棄物（用過核燃料及再處理廢棄物），準備以深層地質處置的方式處理，目前正在徵求場址自願提供者，當場址確定後，才會進行可行性評估，再完成後續的建造、營運、封存。至於低階放射性廢棄物，英國的作法是允許以除污方式降低放射性活度，只要物質的比活度低於 200 貝克/公斤（英國稱為極低微廢棄物 VLLW）以下，就符合以一般工業廢棄物的方式處理，有價值的物質亦可進入回收市場再利用。若活度超過上述標準，則要以放射性廢棄物的法規來處理，英國低放射性廢棄物最終處置，是以淺地層掩埋（Land Field）的方式處理，本次考察為了瞭解英國整個低放射性廢棄物的營運流程，因此也請 NDA 安排參訪低放射性廢棄物最終處置場 LLWR。

NDA 為了減少低放射廢棄物的數量，透過計畫管理及經費管控的方式，審核各 SLCs 及核電廠在執行面上，是否符合減容策略，並由 LLRW 審核，如果不符合上述策略，則被要求送回原設施再處理。經過努力，從 2009 年低放射性廢棄物年產生量的 95% 需送到最終處置場處置，到 2015 年已降低到只有 15% 需要送到最終處置場處置。目前全英國的允許進入低放射性廢棄物最終處置場的容器只有一種 – 20 呎長的半高貨櫃，這個廢棄物承裝容器是經核能管制機關(Office of Nuclear Regulation, ONR)核准使用，可用於運輸及處置。各核能設施以火車將低放射性廢棄物運送到 LLWR，經 LLWR 依上述規則檢視，符合減容策略及承裝規定的才予以接收，部分需固化的廢棄物，則在 LLWR 填入水泥漿固化後，送入最終處置場存放。至於中階放射性廢棄物，將來是否要採取深層地質處置的方式，NDA 目前正在從安全與經濟層面檢討，除了這種處置方式以外，是否還有其它的處置方式，能符合最佳的經濟性要求。



圖 3-4 參訪 NDA Cumbria 辦公室

參訪 NDA 時，與 NDA 共用同一棟辦公大樓的 NDA 子公司 International Nuclear Services(INS)也一併參加會議，從他們的介紹中瞭解到，該公司提供各類運

輸服務/協助/建議、建造船隻、及用過燃料管理等方面有 40 多年的經驗，擁有 4 艘符合 INF level 3 的船隻，曾經替日本、義大利等國運送用過核燃料至英國、法國進行再處理。INS 也提供有關核燃料循環後端策略與技術選擇的顧問服務，在有限元素分析、輻射屏蔽、臨界評估、及相關的機械設備設計，包括輻射物質的運輸包件設計與執照申請等領域，都有數十年的經驗。另外，負責英國境內鐵路運輸的 Direct Rail Service(DRS)是該公司的子公司。此公司因為特殊角色關係，因此也是英國政府部門的一部份。

3.1.5 參訪 Sellafield 核能設施

由於整個 Sellafield 是屬於核能管制區域，因此我們的參訪活動中，介紹及討論的部分，就安排在管制區外的接待室中進行，由對外事務主管 Roger Cowton 說明場區概要及參訪行程。



圖 3-5 在 Sellafield 廠區鳥瞰圖前與接待人員合影

整個 Sellafield 從 2015-2030 年的重要工作及其時程，就放在參訪第一站英國氣冷式反應器(Gas Cooled Reactor- GCR)及國外待再處理用過核燃料儲存池廠房的樓上

入口處，也是本次參訪行程的開始，讓參訪者對整個廠區的作業有一些概念後，對後續的參訪活動是有相當的幫助。而沿著這層樓的走廊，是 Sellafield 的發展史，從早期 1952 年為製造原子彈而設計的設施，到發展商用反應爐都在展示之列。

Sellafield 是全世界單一核設施中最大的一處，工作人員約有 1 萬 1 千人，另外還有外包商約 3 千人。廠區內有用過核燃料再處理場、用過核燃料儲存水池、中階放射性廢棄物處理場/貯存場、核能發電廠、除役中或待除役核能設施、及為數眾多的支援設備/設施等。其中用過核燃料再處理廠共有 3 個，最早的一個已經停用，目前還在運作中的 Thermal Oxide Reprocessing Plant (THORP)再處理廠，已經不再接受核燃料再處理新合約，等到所有合約執行完畢，約在 2018 年即將開始進行除役。另一個處理 Magnox 燃料的再處理場，將在最後一個使用 Magnox 燃料的核電廠 (Calder Hall)於 2019 年停止運轉後，計畫在 2020 年開始除役。

參訪英國最早使用的用過核燃料儲存池(Pile Fuel Storage Pond- PFSP)，發現這個水池是露天的，水池長約 100 公尺寬 25 公尺，參訪時還看到海鷗飛到水池中，再從容的飛離水池。這種景象，以我國對核能設施的要求標準而言，大概是天方夜譚等級的事。此水池在 1970 年代停用後，1990 年代開始除役，去年已經將水池中一半以上的放射性物質清除，因此輻射劑量大幅降低，此設施的除役時程，雖較原訂期程延誤，目前仍持續進行中，並預定在 2029 年前完成除役。



圖 3-6 用過核燃料儲存池(PFSP)

英國中階放射性廢棄物如用過核燃料再處理後所產生的廢棄物-燃料護套等，以水泥混合物（飛灰、水泥、石灰）攪拌後，放入 500 公升不鏽鋼桶中，暫存在場區內的貯存倉庫中。500 公升不鏽鋼桶如下圖。



圖 3-7 500 公升不鏽鋼桶之尺寸（以真人比例展示）

這種 500 公升鋼桶與 3 立方米鋼箱，都是最終處置場許可使用的容器，由於兩者外徑相同，因此可以使用相同的鋼製棧板（一個棧板可以放置 4 個容器），而堆疊時係以棧板為支撐主要力量，因此其剛性足夠支撐堆疊至 9 層，可大幅減少需要使用的空間。Sellafield 貯存中階放射性廢棄物還有一種長寬高各 2 米的水泥製容器，水泥屏壁厚度約 30 公分，填充放射性廢棄物的量視廢棄物的放射性強度而定，每個約填充 13-20 噸，總重量約 50 噸。放射性最高處都在底部，約 1 豪西弗/小時以下，這種容器需定期放在量測鋼架上，量測其表面劑量。在此場區中另有一家公司負責處理放射性廢樹脂，使用沖洗的方式，將放射性核種沖洗出來，無污染的廢樹脂則送到一般焚化爐處理。

另外，也與負責 Sellafield 溝通的女士會談，瞭解他們如何與利害關係人、地方除役相關社區團體、員工溝通，以及如何改變溝通方式後，獲得相當的成果等過

程，相當有收穫。

3.1.6 參訪低放射性廢棄物最終處置場 (LLWR, Low Level Waste Repository Site)

英國低放射性廢棄物最終處置場是由 NDA 委託 Low Level Waste Repository (LLWR) Ltd. 經營管理。此設施位 Cumbria 的 Drigg 附近，距離 Sellafield 廠址僅約 20 分鐘車程。此最終處置場自 1959 年開始接收低放射性廢棄物，已運作超過 50 年，各核設施包括 Sellafield 的低放射性廢棄物，主要以鐵路運送至該場，其他如教育、醫療、研究等用途的非核能設施的低放射性廢棄物，因來源眾多且量相對較小，故採取陸運方式運送。參訪時，該場的貯存區域已開發至第 10 個貯存區，第 8 區已滿，第 9 區將近全滿，這 3 個貯存區及以後的貯存區都採取水泥窖(Vault)的方式興建，目前雖然第 8 區已貯滿，但因鄰近的第 9 區仍在使用的，因此尚未進行表層覆土工作。在此之前的 1-7 貯存區域，係採用貯存溝(Trenches)的方式貯存低放射性廢棄物，且在貯存溝的下方是天然的黏土層，沒有進一步的人工建築物。當貯存區存滿後，上方先鋪設防水布後，再覆上約 6-10 公尺厚的泥土覆蓋，並設置排氣管以利貯存溝排出可能產生的氣體。目前 1 至 7 區皆已完成覆蓋及植生，並進入長期監測階段。

參訪 LLWR 時，由執行董事商業及策略發展處長 Mr. Walkingshaw 介紹 LLWR 的作業情形，負責公眾溝通的 Mrs. Giel 也參加討論，因為 LLWR 屬核能設施，故此行的會議及討論，安排在 LLWR 公司的辦公室舉行，會談後再赴現場參訪。由於參訪 Sellafield 及 LLWR，兩處機構都安排負責溝通的人員參與會談，可以看出英國各核設施對溝通的重視。在我們與負責溝通的主管會談中，也深深感受到，無論是對內、對外的溝通都非常重要，而且溝通方式要更多元、手法要更細膩、時間更要以對方方便為主要考量，只有長久真誠的付出，才會有甜美的果實。當然，因為在 Cumbria，核設施總體從業人員佔了相當大的比例，不可否認是這些機構在溝通時的有利基礎，但他們從共存共榮的觀點規劃社區發展，也是能夠獲得地方認同的關鍵之一。下圖為與會談人員在辦公室外的合照。



圖 3-8 LLWR 有限公司辦公室外觀

討論中瞭解到英國低放射性廢棄物承裝容器，從早期允許使用多種型式的容器，目前已統一使用 20 呎半高貨櫃一種。各核設施送來的低放射性廢棄物，由 LLRW 檢視是否符合減容策略後再決定是否接收，接收後再由 LLRW 將水泥漿灌入容器中，灌漿前的重量約在 40 公噸以下，灌完水泥漿後每一只貨櫃重約 46 公噸，然後再使用載重 52 公噸的叉動車送至最終處置區。由於這種容器可用於運輸及最終處置，對各核能設施而言，不但降低了單位處理成本，而且不須要考慮因容器不符合最終處置要求，而需要重裝，增加廢棄物營運成本的問題。另外，因為這種容器的強度較佳，因此最終處置時，可以堆疊至 6 層，也可有效降低最終處置成本。



圖 3-9 LLWR 鳥瞰圖

3.2 參訪英國核能產業協會(Nuclear Industry Association- NIA)

英國發展除役產業已經有 60 年了，目前參與 NIA 的廠家已達 270 家，本次訪問 NIA，在英國國際貿易部及 NDA 的安排下，共有 12 個廠家參加此次的會談。會談是在 NIA 位於倫敦的辦公室舉行，由 NIA 的策略處長 Mr. Haslam 主持，由於我國核能電廠的除役作業才在起步階段，也想發展我國的除役產業，因此有許多問題想要向英國取經，譬如他們如何建立起如此龐大的產業鏈等問題。

會談中我們瞭解到，建立產業鏈需要產、官、學、研各方面通力合作，才能快速有效的建立產業鏈。海外市場由政府帶頭開發，再交給產業界去深入，密切合作找尋及開發市場。他們表示，要進入一個新地區，應該要與當地的廠商合作，才能掌握當地的需求，而英國已經有一些廠商與台灣的公司結盟，準備參與台灣的除役市場。由於我國採購法的限制，如果擔任計畫的總顧問角色者，不能再接辦此項計畫下的分項工作，因此有廠家表示，此項限制會影響他們參與總顧問的意願，因為這是我國的法律規定，故只能表示我們瞭解這樣的問題。

討論中，他們說明運轉中的核電廠，對外溝通只佔 10%，但是除役的對外溝通則佔了 40%，兩者大不相同。因為他們瞭解我們受到出國名額的限制，但是除役溝通是非常重要的且工作量相當大的工作，建議我們多派幾人，以在職訓練的方式去英國學習，不要只派 1 個人去。會中他們知道我們參訪了 Sellafield，建議我們不要只看這個場址，雖然 Sellafield 有多樣的除役作為可參訪，例如 Magnox Fuel 在反應器永久停機後，曾在反應器中存放了 5-10 年，在維持保安及安全系統運轉上花費了相當多的費用，但是也節省了再蓋一個新設施及後續除役、除污的費用等，確實是很有價值的資訊，但是其他地方也有值得參考的案例。

建立產業，教育必定擔負著非常重要的角色，英國的核能產業就有核能技術教育聯盟支持，此一聯盟共有 8 所英國大學或教育機構組成，提供各類相關的訓練課程，包括遠距教學的數位學習(eLearning)，甚至有碩士課程及學位，目前已有日本學生參加了這樣的課程。我國因為產業規模小，又在發展初期，因此可能以局部國內自辦，局部參加國外課程，較能符合經濟規模的需求。

會談結束後，發現世界核能協會(World Nuclear Association- WNA)的辦公室與 NIA 在同一層樓，因此順便訪問了 WNA 的執行長 Mrs. Rising，並合影留念。



圖 3-10 與 NIA Mr. Haslam & WNA Mrs. Rising 合影

3.3 參訪日立歐洲核能公司(Hitachi Nuclear Energy Europe, Ltd.)

由於政府決定龍門電廠不再啟用，為了進一步瞭解龍門電廠備品、零件等設備的去化，及龍門電廠對外提供服務輸出的可行性，以減少公司的損失，因此本次參訪活動安排了拜會日立歐洲核能公司（以下簡稱日立公司）倫敦辦公室。目前日立公司計畫在英國 Oldbury & Wylfa Newydd 等 2 個場址，各建 2 部與龍門電廠同型的進步型沸水式反應器機組，共計興建 4 部機，因此至日立公司，與實際負責建廠任務的負責人會談，討論是否有機會將目前龍門電廠尚未使用的一些零件、備品賣給日立公司，以減少公司的損失。

會談是在日立公司倫敦辦公室舉行，由董事總經理(Managing Director) Mr. Utena 主持，Horizon Project 計畫處長及供應鏈經理共同參加。首先日立公司介紹了他們在 Horizon Project 的組織、計畫時程、計畫分工等事項（詳附件一），接著本公司說明龍門電廠備品、零件的現況，並介紹龍門電廠的設計、計畫進度及現況（詳附件二），在討論過程中，透過與實際負責興建的專家交流，當面解說龍門電廠在試運轉測試、電廠營運準備、電腦化設備維護管理系統、及人員訓練等方面的成果與能力，日立公司相關人員當場表達了高度的興趣，尤其對龍門電廠在試運轉測試及完成營運準備上的成果非常驚豔，希望能進一步到龍門電廠參訪瞭解。

3.4 參訪世界核能發電協會(World Association of Nuclear Operators/ WANO)倫敦辦公室

台電公司參與 WANO 組織及相關的活動已有相當長的時間，也從 WANO 中取得許多有用的資訊，應用在核電廠實際營運作業中，獲得相當良好的成果，這可以從台電公司歷年來在發電安全績效上的優異成績，可以得知。歷年來，台電公司都是一個盡責的會員，為了表達更積極的參與 WANO 活動，本次行程特別利用在返國當日的上午，極為有限的時間內，拜訪 WANO 倫敦總部，充分顯示台電公司積極參與會務的精神，而不僅僅是享受 WANO 的服務。

會議由倫敦辦公室首席執行長 Mr. Prozesky 主持及 3 位 Director 參加，會中 Mr. Prozesky 表示，WANO 預定在最近半年內，成立 Plant Final Life Management Group，WANO 只擔任秘書的角色，由電力公司參加並擔任會議主席，來分享除役期間的運轉、維護、包商合約執行等方面的經驗交流與回饋，以提升核能電廠在除役相關議題上的能力，並避免發生重複的錯誤。

會中，本公司蔡副總提出數點建議，並獲與會人員認同。首先，鑑於大陸核能事業發展快速，每年有眾多的新建核能電廠投入營運，因為文化養成及人力培育需要較長久的時間才能見其成效，故建議在核安文化及運轉員訓練方面 WANO 應多協助，保障大陸核能電廠的安全，除了助於全球核能發電的健康發展之外，由於地緣關係，也有保障台灣環境安全的效果。有關早期通報（Early Notification）制度，WANO 應要求成員要落實責任，以利成員快速知道國際上重大事件的真相，可以協助擁有核電廠的電力公司闢謠。例如：不久之前，法國某電廠發電機下方的風扇失火，由於太晚通報，全球都誤以為是發電機失火的重大事故。WANO 發行的運轉經驗報告（Operating Experience/OE）是核能電廠營運的重要資料庫，如果只是要求成員提報事件分享資訊，並不能有效防止錯誤重複發生。WANO 目前只追蹤 SOER，應擴大建立機制，追蹤成員運用 OE 的成效及執行情形。由於文化因素，東京中心理事會議發言情形較不踴躍，蔡副總建議，WANO 總部應持續派遣 Director 以上人員，參與東京中心理事會議並鼓勵理事成員多發言，更要不吝於挑戰對方，如此才能實現理事會的監督任務，提升各成員國核能營運的水準。另外，蔡副總也建議 WANO 倫敦中心，除了報告 WANO 共通事項外，應可在讓各會員及各中心感受到”One WANO；One

Family”的氛圍上更進一步，以促進 WANO 的團結。

另外，在會議中 WANO 與會人員說明，英國法律要求，儲存用過核燃料的金屬護箱或水泥護箱密封鋼桶，需保證 100 年不會發生洩漏的問題。這樣的要求，截至目前為止，全世界還沒有其它的國家曾經提出過，故當時市面上已經在使用中的各類用過核燃料護箱，都無法符合此項相當嚴格的要求。而目前已經有一家美國公司，設計了一種水泥護箱雙層密封鋼桶（Spent Fuel double shield Canister），通過英國管制機關的審核，上個月已經用在 Sizewell PWR 電廠。由於用過核燃料要使用金屬護箱或水泥護箱密封鋼桶來承裝，在我國仍是一個被非政府組織人士質疑的議題，或許，這種雙層封鎖的水泥護箱密封鋼桶，會是一種可以被大多數人接受的選擇。

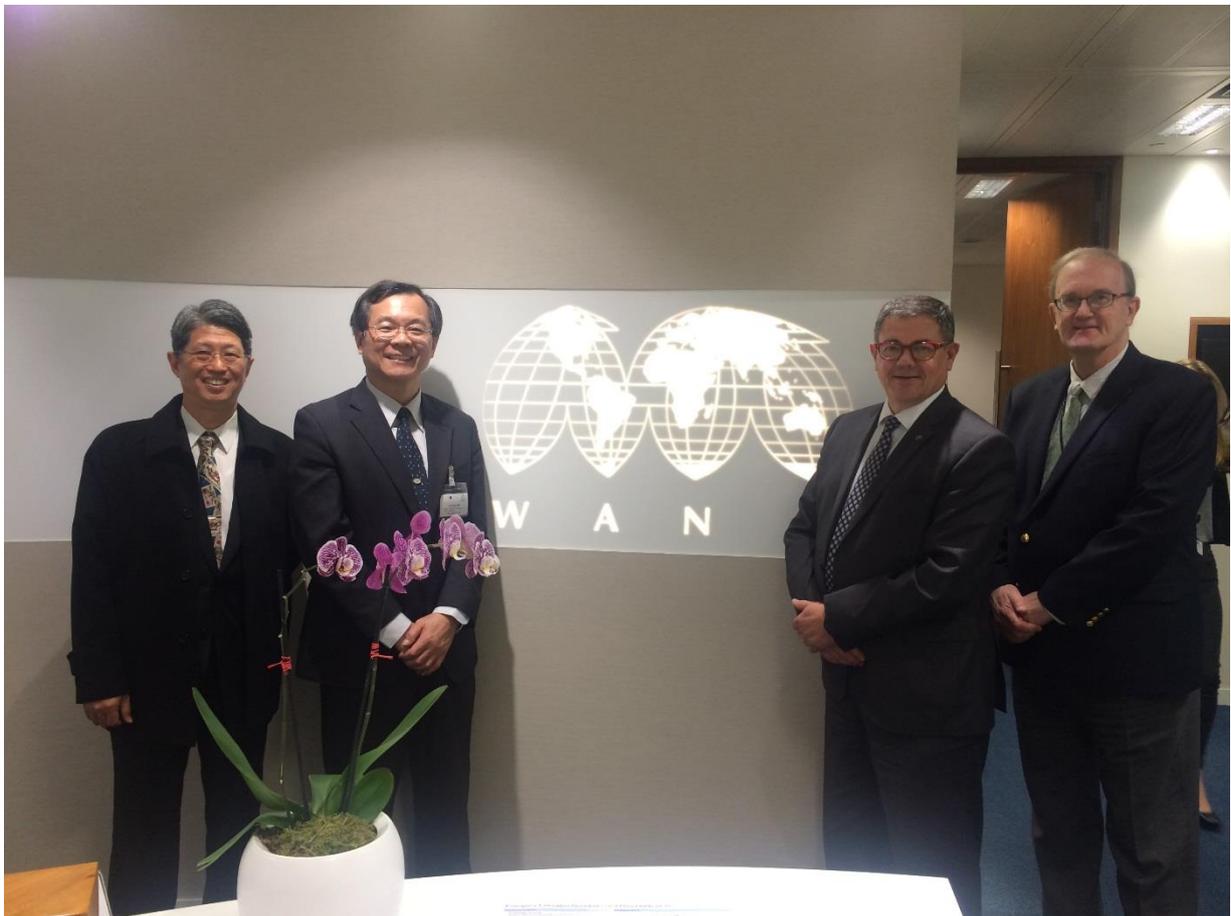


圖 3-10 參訪 WANO 倫敦中心合影

肆、心得與建議

1、與 NDA 可持續合作：

由於本公司核一廠的除役規畫正全力展開中，目標以建立自主除役能力，及結合國內產業鏈為前題，未來除運用於核二、三廠的除役外，並將進軍國際，服務現階段全世界已經決定除役的 157 座核能電廠，預期未來有更多核能設施將除役。

惟畢竟面對第一個除役電廠，本公司尚缺乏經驗，有賴與國際上具備完整經驗與能力的組織合作，NDA 應是首選之一。因其過去在英國政府的扶持下，加上其國內產業鏈的全方位支持，目前負責 17 個英國除役設施，與其合作，必可獲取完整經驗與技能，更可汲取其改正過去錯誤的經驗，後續可利用雙方已簽定的 MOU，進一步加強合作，以實現我方的目標。

近期可考慮的合作事項有兩件：

- (1) 由於與除役利害關係人的溝通應即刻展開，可由核能溝通小組與電廠負責溝通人員組隊，在 NDA 的安排下，訓練溝通技巧及學習其溝通經驗，並至英國除役設施之社區，訪談該處的地方監督委員會，了解組成方式與運作情形。訓練成員也可考慮納入新北市核安監督委員會地方成員，因其亦可能是未來除役監督委員會的一員。
- (2) 借重英國完整的除役產業鏈，於國內有興趣參與除役的產業商出爐後，可請 NDA 規劃，由我方派團與英國 NIA 底下的相關業界成員互動，如參觀其工廠，並商談合作內容，以促成我國產業界除役技術的生根。必要時亦可由英方先組團前來向我業界介紹其能力與合作方向，再視必要性組團前往。

2、與 HITACH NUCLEAR ENERGY EUROPE 及其轄下 HORIZON POWER 的合作：

經由本次雙方的洽談，發現其在英國擬建的 ABWR 與我龍門電廠同規格，故在推銷我方的人員能力、試運轉實績與設備狀況後，其除對核四廠相關設備有興趣外，並對我方優質人力與各類自行編寫的程序書亦認為有考慮餘地。

人力方面可持續推動經由第三方的人力支援方案；程序書（包括試運轉及營運後的運轉程序書）方面，可再深入洽談及遊說，如願利用，必可節省其可觀時間與費用。

3、對 WANO 的建議：

於拜訪 WANO LO（倫敦辦公室）時，經與 CEO Mr. PETER PROZESKY 及其 3 位 DIRECTOR 對談後，提出下列建議，並獲認同，讓 WANO 感受台電的積極參與會務，而不只是享受 WANO 的服務：

- (1) WANO 應多協助大陸新建核能電廠，尤其在核安文化及運轉員訓練方面，如此可保障其核能安全，有助於全球核能發電的健康發展及台灣的環境安全。
- (2) WANO 應鼓勵東京中心理事成員多發言，並不吝於挑戰對方，如此才能實現理事會的監督任務，並提升各成員國核能營運的水準。
- (3) WANO 應落實成員「早期通報」(EARLY NOTIFICATION) 的責任，以利 WANO 即時讓成員知道國際重大事件的真相，協助闢謠。以不久前法國某電廠發電機下方風扇失火為例，由於太晚通報，全球都誤以為是發電機失火的重大事故。
- (4) OE（運轉經驗報告）是重要資料寶庫，WANO 不只應責成會員依陳報標準提報各項事件報告，以利會員分享，避免重蹈覆轍，並應建立機制，追蹤成員運用 OE 的成效，且不限於追蹤 WANO 發行的 SOER 執行情形。
- (5) WANO LO 應持續派遣 DIRECTOR 以上人員，參與各中心的理事會議，除報告 WANO 共通事項外，並可讓各會員及各中心感受到“ONE WANO；ONE FAMILY”的氛圍，促進 WANO 的團結。