

出國報告（出國類別：開會）

赴法國參加 WPDD-19 會議暨參訪 Chooz A
核電廠和 OECD/NEA 總部

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：張欣處長、林繼統副組長、江庚晏副研究員

派赴國家/地區：法國

出國期間：107 年 11 月 11 日至 107 年 11 月 21 日

報告日期：108 年 1 月 7 日

摘要

此次赴法國出差旨在參加經濟合作暨發展組織核能署(OECD/NEA)舉辦之核設施除役國際會議，並順道實地參訪除役中核電廠及拜會 OECD/NEA 相關人員。行程分為三部分，簡介如下述。

第一部分為參加於 OECD/NEA 巴黎總部舉辦之 WPDD-19 會議，除與各國與會代表進行交流外，亦於會議中簡報我國核電廠除役現況。第二部分行程為電廠參訪，本次出國行程安排至 Chooz A 核電廠參訪，並與業者進行意見交換與技術議題討論。第三部分行程為參訪行程，安排前往 OECD/NEA 位於巴黎之總部，拜會 OECD/NEA 署長與相關人員。

我國核能一廠即將執行首次除役作業，藉由參與國際除役相關技術知識與管制實務交流，蒐集相關經驗有助於提升國內管制作業，同時透過參訪除役中核電廠與學理相互印證，強化人員對於核電廠除役之實務理解，此外藉由拜會 OECD/NEA 署長與相關人士，亦深化我國與國際除役技術領先機構之連結，俾於我國與國際機構合作執行後續除役相關實務之持續交流。

除記錄出差工作紀要及補充相應資訊外，於報告末亦提出相關心得與建議，希冀對我國核電廠除役管制作業能有所裨益，作為我方除役管制未來規劃及實務工作執行之參考。

目 錄

摘 要.....	I
目 錄.....	II
圖目錄.....	III
表目錄.....	IV
壹、目的.....	1
貳、過程.....	2
參、行程內容及心得.....	3
一、參加 WPDD-19 會議.....	3
二、參訪 Chooz A 核電廠.....	12
三、參訪 OECD/NEA.....	16
肆、心得與建議.....	18
伍、資料參考來源.....	20
附件一、WPDD-19 會議議程表.....	27

圖目錄

圖一、OECD/NEA 核能指導委員會組織架構圖 ^[1]	4
圖二、WPDD 於 OECD/NEA 之層級架構圖 ^[2]	5
圖三、WPDD-19 會議現場(一)	21
圖四、WPDD-19 會議現場(二)	21
圖五、我國代表於 WPDD-19 會議簡報我國除役現況	22
圖六、我國參與 WPDD-19 會議各國代表進行小組討論情形	22
圖七、WPDD-19 會議與會成員合照	23
圖八、我國代表抵達 CHOOZ A 核電廠簡報中心與法方人員會面	23
圖九、CHOOZ A 電廠入口坑道處	24
圖十、CACHIA 先生以手持式類虛擬實境裝置展示除役前/期間之廠房樣貌	24
圖十一、與廠方人員於 CHOOZ A 廠房內合影	25
圖十二、本會核管處張欣處長與 OECD/NEA RWMD 代處長 GLORIA KWONG 合影	25
圖十三、我國代表與 OECD/NEA 署長 WILLIAM D. MAGWOOD 先生合影	26

表目錄

表一、此次出差行程紀要.....	2
表二、CHOOZ A 核電廠除役主要時程表.....	14

壹、目的

隨著時間的推進，我國核電廠機組將陸續達運轉執照年限，核電廠除役相關工作負擔日益增加，目前我國核一廠一號機已於 2018 年 12 月 6 日進入除役期間，此乃我國核電廠首次除役作業。原能會身負除役安全管制之職責，持續與具有核電廠除役經驗國家進行交流有其必要性，經由技術及實務經驗交流，於我國核電廠除役安全審查與管制技術之精進能有所助益。

本次出國主要目的包含以下：

- 一、 充實核電廠除役專項技術知識並精進除役安全管制作業能力：透過參與除役國際會議如 WPDD(Working Party on Decommissioning and Dismantling) 與各國產官學研人員交流討論，學習核電廠除役管制專項相關技術知識，有助於我國研擬管制措施、執行相關視察作業及各項安全審查工作，可精進我國核能電廠除役安全管制作業能力。
- 二、 實務經驗交流：藉由實地參訪除役中核電廠，可增進對於除役現場實際作業狀況的理解，現場人員更進一步地說明除役管理情形與相關施作規劃和流程管理，對強化我國核電廠管制人員專業能力亦有所裨益。
- 三、 強化與經濟合作暨發展組織核能署 (Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency, OECD/NEA) 之連結：在本會駐經濟合作暨發展組織核能署代表的安排下，藉由拜訪經濟合作暨發展組織核能署首長及相關人員，除可對該組織之運作及國際除役趨勢有更多理解外，亦可深化雙方之連結利於我國後續與之合作事項之推動。

貳、過程

此次赴法國行程，主要分為三部分，在本會駐經濟合作暨發展組織核能署林繼統副組長協助安排下，所有行程皆順利完成，行程分述如下：

第一部分為參加第十九屆核設施除役與拆除工作小組(WPDD)會議，於 107 年 11 月 11 日搭機赴法國，參加於 11 月 13-14 日於法國巴黎 OECD/NEA 總部舉辦之 WPDD-19 會議，並於會中向各國代表簡報我國除役現況。

第二部分為核電廠參訪，安排前往位於法國東北部的 Chooz A 核電廠。

第三部分為參訪位於法國巴黎的 OECD/NEA 總部，並拜會 OECD/NEA 署長 Williams D Magwood 與相關人員。此次行程工作內容表列如下：

表一、此次出差行程紀要

日期	工作內容
11/11 至 11/12	去程（搭機前往法國巴黎）
11/13 至 11/14	至 OECD/NEA 總部(法國巴黎)參加 WPDD-19 會議
11/15 至 11/16	參訪 Chooz A 核電廠;往返巴黎及 Chooz A 核電廠
11/17 至 11/18	資料整理、議題準備
11/19	拜訪 OECD/NEA 署長與相關人員
11/20 至 11/21	搭機返回台北（返程）

參、行程內容及心得

一、參加 WPDD-19 會議

(一)OECD/NEA 背景資訊

本屆(第19屆)核設施除役與拆除工作小組(Working Party on Decommissioning and Dismantling, WPDD)會議於 11 月 13 日-14 日於經濟合作暨發展組織核能署(Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency, OECD/NEA)位於法國巴黎之總部舉辦。

OECD 的前身為歐洲經濟合作組織(Organization for European Economic Co-operation, OEEC)，爾後該組織成員國亦逐漸擴展到歐洲以外的國家。該組織提供一框架供成員國交流經濟發展經驗，於此框架內各國政府可以達成不具約束性的建議抑或具約束性的條款，這些文件對國際經濟及貿易環境之改善具有強大的推動力。成員國間的信息交流係透過由設立於巴黎的秘書處進行。經濟發展所涉議題甚為廣泛，包括環境、財稅、能源(含核能)、勞資關係…等，是以 OECD 其下設置核能署(Nuclear Energy Agency, NEA)。該署主要任務為研究並出版核能相關報告供 NEA 會員國參考運用，並建立一國際合作平台供各會員國進行核能和平應用相關之安全、經濟及環保等議題之技術經驗交流。

NEA 的前身為歐洲核能署(European Nuclear Energy Agency, ENEA)，1958 年於法國巴黎成立，1972 年日本加入該組織後，名稱始更為現名 NEA。迄至 2018 年 1 月，NEA 共有 33 個會員國，分別為阿根廷、澳洲、奧地利、比利時、加拿大、捷克、丹麥、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、冰島、愛爾蘭、義大利、日本、南韓、盧森堡、墨西哥、荷蘭、挪威、波蘭、葡萄牙、羅馬尼亞、俄羅斯、斯洛伐克、斯洛維尼亞、西班牙、瑞典、瑞士、土耳其、英國、美國。

NEA 之最高決策單位為核能指導委員會 (Steering Committee for Nuclear Energy)，由各會員國代表組成。如圖一所示，在核能指導委員會下依工作性質設有八個專業委員會和管理委員會，分別為核設施安全委員會 (Committee on the Safety of Nuclear Installations, CSNI)、核能管制委員會 (Committee on Nuclear Regulatory Activities, CNRA)、放射性廢棄物管理委員會 (Radioactive Waste Management Committee, RWMC)、核設施除役及遺留場址管理委員會 (Committee on Decommissioning of Nuclear Installations and Legacy Management, CDLM)、輻射防護與公共健康委員會 (Committee on Radiation Protection and Public Health, CRPPH)、核子科學委員會 (Nuclear Science Committee, NSC)、核能發展與燃料循環技術與經濟研究委員會 (Committee for Technical and Economic Studies on Nuclear Energy Development and the Fuel Cycle, NDC)、核能法規委員會 (Nuclear Law Committee, NLC) 及核數據和程式開發應用和驗證管理委員會 (Management Board for the Development, Application and Validation of Nuclear Data and Codes, MBDAV)。其中 CDLM 為新近成立之專業委員會，今年方獲核能指導委員會核可且擬定於明年舉辦首次平台會議，詳見後續段落相關介紹。

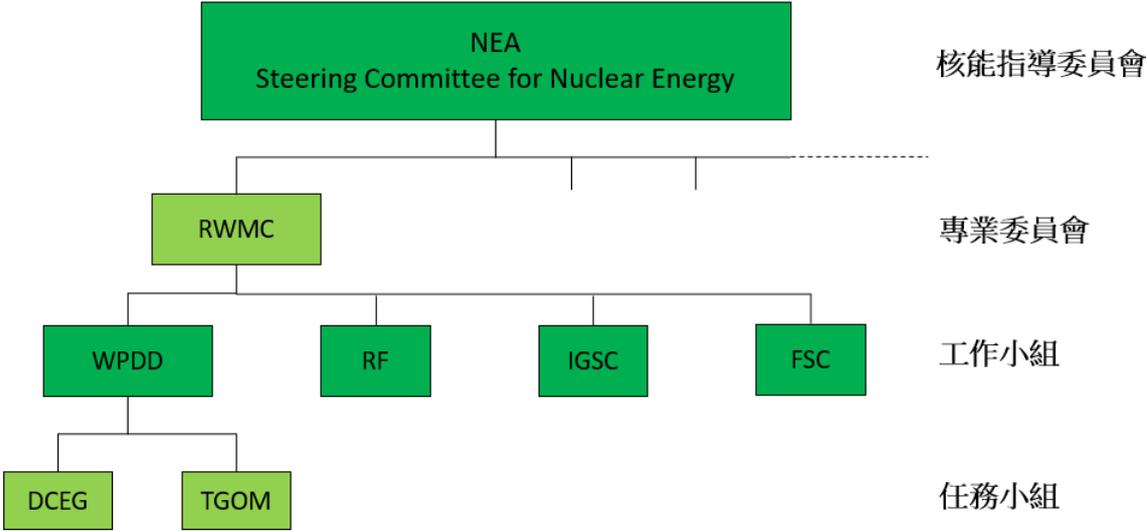


圖一、OECD/NEA 核能指導委員會組織架構圖^[1]

(二) WPDD 背景資訊

本次公差所參與之 WPDD 隸屬於 NEA 核能指導委員會下屬之 RWMC。RWMC 成立於 1975 年，其成員來自 NEA 各會員國之管制機關、放射性廢棄物管理和除役機構、決

策機構、研究發展學術機構之資深代表。RWMC 與各會員國政府之高層級諮詢機構及國際輻射防護委員會(International Commission on Radiological Protection, ICRP)等國際組織亦維持密切關係。RWMC 之創立宗旨在促進核設施除役與放射性廢棄物管理之國際合作，下分四個工作小組，如圖二所示，分別為管制者論壇(Regulators' Forum, RF)、跨世代紀錄、利害關係者信心論壇(Forum on Stakeholder Confidence, FSC)、安全案例整合小組(Integration Group for the Safety Case, IGSC)和核設施除役與拆除工作小組(Working Party on Decommissioning and Dismantling, WPDD)。WPDD 下目前設有兩個任務小組，分別為除役成本估算小組(Decommissioning Cost Estimation Group, DCEG)以及除役低放射性廢棄物最佳化管理工作小組(Task Group on Optimizing Management of Low-level Radioactive Materials and Waste from Decommissioning, TGOM)。



圖二、WPDD 於 OECD/NEA 之層級架構圖^[2]

WPDD 成立於 2001 年，其主要任務為提供會員國資訊交流平台及多方同儕對話機制，包含針對分析核設施除役重要議題進行研析，如除役經費、除役物料之循環、再使用與處置，及廠址復原等。WPDD 每年召開一次會議，會議舉辦地點除在法國巴黎 NEA 總部外，原則上每隔一年輪流至不同會員國舉辦。

(三) 參與 WPDD 會議及簡報我國除役現況

我國自 2014 年始首度受邀參與年度會議(WPDD-15)，隨後數年陸續派員參與，今年在本會駐 OECD/NEA 林繼統副組長的努力下，我國得以又獲邀派員以觀察員的身分參與 WPDD-19，林副組長亦以 OECD/NEA 工作組秘書出席 WPDD 會議。WPDD-19 會議與會國家代表來自產官學研各方，參與 WPDD 之國家每年可控制式表格內容自願性提報 Country Decommissioning Update Report，簡扼說明該國最新除役情形，於會議現場以簡報的型式向與會代表進行口頭報告。我國此次除按規範於會議前寄送文件檔案與簡報檔案給會議主辦人員外，亦於 WPDD-19 會議現場由本會江庚晏副研究員向各國與會代表簡報我國除役現況。

WPDD-19 會議估計有來自十數個國家，約四十餘人參與。11 月 13 日上午會議按預訂時間進行，首先由主席 Juan-Luis Santiago 先生向各國與會代表致歡迎之意，稍後人在日本出差的 OECD/NEA 署長 William D. Magwood 先生亦致電至會議現場表達歡迎。於正式議程開始前，主席表示今年有來自台灣的代表以觀察員的身分參與會議，在請我方代表人員一一自我介紹後，也請與會人員逐一自我介紹。

考量到現今各國核電廠已/將陸續進行除役工作，核電廠除役工作負擔相較過去而言日漸繁重，且可能面臨過去未遭遇之技術性或非技術性困難，若各國當責機構能互通有無，交流經驗及技術，就各會員國而言實乃有益之舉。另考量到現行 WPDD 的組織層級和機能應對日後各會員國除役工作之資訊合作需求或有不足，NEA 成立一個新的專業委員會 CDLM(Committee on Decommissioning of Nuclear Installations and Legacy Management) 用以取代並提昇與擴展原有 WPDD 之功能，期待能整合各國產官學研之經驗、法規、政策等，提供各會員國一個應對核電廠除役安全及廢棄物處理相關議題的平台。CDLM 之成立已於今年四月獲核能指導委員會同意，並預定於 2019 年 3 月召開首次平台會議，而 WPDD 之相關會議於本屆會議後即終止。

此次會議之議程活動大致分為各任務小組匯報過往舉辦之活動成果及所獲結論共識、WPDD 舉辦至今達成成果、各國代表進行除役現況口頭報告、由 WPDD 轉換至 CDLM 之相關建議小組討論及結果報告等，以下段落分別就各部分進行重點說明。每屆 WPDD 均會有特定技術主題(Topical Session)作主軸，例如大型組件的儲放與處置、納入除役經驗至新反應器的設計及運轉、利害關係人的參與、除役之拆除作業安全等等，今年主題著重於總結 WPDD 舉辦至今成果，以及從 WPDD 轉換至 CDLM 的建議，其內容詳見小組討論結論之段落。

1. 各國除役現況

就各國代表口頭報告其除役現況部分，摘要簡述如下。法國的軍方及民用核設施除役作業皆如期執行中，此次參訪之 Chooz A 核電廠正執行反應器壓力槽之切割作業由法國 EDF 執行，此為法國第一個壓水式反應器壓力槽切割作業。法國業者針對除役作業亦進行了相關的研發如機器人、虛擬實境、廠址輻射特性調查技術(Site Characterization)、廠址復原(Site Remediation)等，此外亦規劃於 2022 年完成除役廠址實地訓練設施之建設，用以在安全的情境下訓練相關支援人員。就法規架構而言，法國採立即拆除原則制訂相關法規，但並未限定核設施完成除役的年限。

德國於 2011 年決定以逐步廢核的方式，擬訂最遲於 2022 年達成全面非核的目標。德國目前採取的除役策略亦為立即拆除，為法規中訂定的優先選項。德國進行除役作業的機組目前多達 20 餘座，仍運轉中的機組僅七座。德國聯邦環境、自然保育及核能安全部(Federal Minister for the Environment, Nature Conservation, and Nuclear Safety)為了增進對除役的一般認知，於 2016 年再行出版除役指引(Decommissioning Guide)。此外就放射性廢棄物的處理責任歸屬也於專法重新劃分，並於 2017 年年中實行，其中規範封裝固化之除役放射性廢棄物儲放責任由業者移轉至州，且計畫 2019 年年初進行用過核燃料之儲放設施建造，2020 年初進行低階放射性廢棄物之儲放設施建造。

瑞典的 12 部機組有一半預定於 2020 年停止運轉，且擬定於 2045 年完成所有的機組除役。瑞典核電廠除役亦採取立即拆除的方式，且於停機後立即將用過核燃料從反應爐內取出，連同控制棒和爐心組件等運送至集中式中期儲放場(Central Interim Storage Facility, CLAB)，低階和中階的放射性廢棄物則以廠內臨時中期儲放的方式(Onsite Temporary Interim Storage)處理。值得注意的是，就位置和電網連結設置而言，這些核電廠均處於關鍵的位置，因此瑞典將這些核電廠所在土地於除役後規劃成另種能源產出設施(Energy Production)用地或工業用地，爾後的土地復原和清除等工作標準制訂皆明確以此為目標進行。

日本目前所施行的能源政策以 2018 年第五版能源策略規劃(Strategic Energy Plan)為基礎，大致而言，該規劃以降低溫室氣體產量為目標，以核能為減碳選項之一，並致力強化核能安全及發展後端處理技術，此外亦有規劃發展快中子反應器。日本於 2018 年重啟四座反應器機組，包含 Genkai 三號機和四號機以及 Ohi 三號機和四號機。日本目前有 11 座機組正進行除役，今年亦通過 Tokai Reprocessing Plant 和 Monju Reactor 的除役計畫(Decommissioning Plan)核可。日本近期亦就高放射性廢棄物長期地質處置(Geological Disposal)的利害關係人溝通方面投入許多心力，日本經產省(Ministry of Economy, Trade and Industry, METI)於 2017 年年中出版專書探討國家之高放射性廢棄物長期處置場址妥適性(“Summary of Requirement and Criteria for Nationwide Map of Scientific Features for Geological Disposal”，written in Japanese)，將所有日本區域就妥適性劃分成四個等級一一做說明。此外，日本原子力發電環境整備機構(Nuclear Waste Management Organization of Japan, NUMO)亦於周間晚上和周末下午舉辦大量的面對面型式座談會向所有日本民眾做相關說明。

我國雖非 OECD 會員國，參與成員亦把握於國際增加能見度之寶貴機會向與會代表簡報我國除役現況，於簡報開頭說明在當前非核家園政策下，所有核電廠均於其運轉執

照到期後進入除役，接著說明我國核電廠的除役許可必須在除役計畫及環境評估報告 (Environmental Impact Assessment, EIA) 均被接受的情況下方可核發的機制，輔以說明核一廠除役許可已通過審核但其環境評估報告預定於 2019 年方審查完畢，以及核二廠之除役許可擬定於 2018 年年底送進我國管制單位原能會審核的計畫。我國核電廠除役尚處於起步階段，僅能就現有情況說明，但相信在我國當責機構人員的努力下，往後數年我國在除役的研究及實務上必定能有更多經驗與各國做交流。

2. 小組討論及結果報告

在由 WPDD 轉換至 CDLM 之相關建議的小組討論部分，大會將所有與會人員隨機分為兩組，分別由瑞典專家 Simon Carrol 先生(WPDD 下轄 DCEG 任務小組資深組長)及英國專家 Anna Clark 女士 (Head of Decommissioning and Remediation, Nuclear Decommissioning Authority) 帶領。本會人員參與的是由 Anna Clark 女士所帶領的小組討論。以下就兩個小組的重要結論做整合摘述。兩位小組組長帶領組員進行討論係採開放發言的方式，再由帶領者將相關發言歸納成討論結果。

與會成員認為將現行屬於工作小組(Working Group)層級的 WPDD 提升至屬於 NEA 下屬之專業委員會(Committee)層級的 CDLM 是符合時勢的組織調整，因為當今核電廠除役和核遺址處理(Legacy Management)的重要性較過往而言大幅提升，將組織層級調高不但可增加與 NEA 下屬其他專業委員會(如 RF、FSC)的互動與資源交流，更有可能增加與 OECD 組織下眾多領域的專家(如經濟)互通有無的機會，更能符合執行除役之跨領域需求。此外，與會成員亦提出，確立 CDLM 此專業委員會層級之組織後，務須儘快且明確確立其下屬之工作小組(Working Group)和任務小組(Functional Group)，除優先留用原先於 WPDD 內之優秀專家人才外，亦可於任務小組或工作小組中從別處招募專精領域人才準確執行任務(如輻射防護標準、除役經費評估等議題相關需求)，且須注意 CDLM 下轄所有的產出要能符合當前世界情勢所需。大要而言，與會成員所提之組織改造必要性、方法、原則與配套措施對我國未來面臨相似需求時有極大參考價值。

與會代表們經討論後認為，往後於 CDLM 將繼續探討重要議題如除役成本 (Decommissioning Costs)、除役管制(Regulation of Decommissioning)、除役相關之社經層面因素與利害關係人考量之整合(Integration of Socio-Economic Factors and Participation of Stakeholders)、除役經驗與範例分享(Learning from Past Experiences and Sharing Best Practices)、除役計畫專案管理(Programme and Project Management)、除役策略規劃 (Decommissioning Strategies)等，且除役管制及除役相關之社經層面因素與利害關係人考量之整合兩項務須儘早執行以便探討其擬定方針妥適性利於後續做調整。另外，進入 CDLM 後，過往於 WPDD 強調的從過往經驗學習(Learning from Past Experience and Sharing Past Practice)之方針可擴展調整成從過往經驗及最佳應對措施學習(Learning from Past Experience and Sharing Best Practice)。此方針強調除了從過去經驗和措施學習外，亦可交流分享針對長期未來某議題的應對或預防策略，且經此調整或可吸引更多專業人士加入 CDLM。實例包含，可就計畫建造或正在建造的反應器提前研擬其除役計畫，另一例為，於聽完挪威核遺址輻射防護主席 Malgorzata Sneve 簡報後，代主席 Michel Pieraccini 表示，現今討論重心均放在如何處理核遺址，但如何避免核遺址的產生亦同等地重要。雖然該如何以預防角度執行相應措施目前並無共識，但此議題絕對值得更多關注與討論。

3. 各任務小組匯報與 WPDD 舉辦至今之產出

WPDD 下有數個任務小組，過往舉辦之活動成果和所獲結論及 WPDD 舉辦至今之產出豐碩，舉辦了甚多會議，邀請眾多國家專家進行特定議題之研討，以下僅摘述研究性質結論於此報告中。

從日本專家 Ichiro Otsuka 先生的簡報(Regulation of Decommissioning Outcomes of the WS)得知，就曾舉辦的除役法規相關研討活動所得結論，參與者們認為若管制者和業者及利害關係人能盡早進行溝通，對彼此的期待能有更精確理解的話，對於執行除役實務有相當程度的助益，於除役作業進行期間也務須持續溝通確保一切得以順利進行。就管

制者角度而言，對於法規中的轉換期(Transition Period)之定義務須明確，另外若能就除役關鍵工作提供相應指引文件也絕對有正面的幫助。上述兩點的目的均在於所制定法規能被業者和利害關係人準確地理解並據以執行。最後，推動不同國家管制法規規範訂定標準的一致化或為該小組的下一步，例如針對核電廠的物質釋出標準、運送規範、超低階放射性廢棄物(Very Low Level Waste, VLLW)的標準及認可程序等。

從英國專家 Anna Clark 女士的簡報(Proposal for a new Task Group on: social aspects of decommissioning)得知，就過去舉辦的除役社會影響探討相關活動所得結論，與會者們集中心力嘗試解答下列三個問題，除役及環境復原(Environmental Remediation)以何種方式影響社會？我們該如何收集除役所帶來的社會層面影響相關資訊？我們又該如何整合所有社會影響因子進行決策？目前分析的社會層面包含當地的經濟影響衝擊、廠址週圍與除役有關的職缺變動情況、除役完成後未來吸引別種行業人士就業的可能性、造成當地野生動物與當地住民之衝擊、當地學校與交通的影響等等。目前，典型分析社會影響的方法是透過利害關係人的參與(Stakeholder Engagement)達成，此外社會影響亦可能透過數據分析的手段進行，相應分析工具亦已存在，但如何衡量、如何定義所造成之社會經濟影響以及如何檢視利害關係人參與之有效性均仍待探討，目前針對這些問題僅有大略的方向及案例經驗分析(日本、義大利、加拿大、美國、德國等)，目前尚無完整的答案，也無足夠的專業人士和信心度，因此提議將此主題持續於 CDLM 中探討，也希望有更多的專家參與，冀望透過努力未來能提供相關研究報告供政策決定者與管制機構做參考。

從瑞典專家 Simon Carrol 的簡報(Decommissioning Cost Estimation Group (DCEG))得知，由其所主持之除役成本估算小組(DCEG)任務小組已針對數個議題如不確定性(Uncertainty)、同儕審查指引、除役成本估算實務和基準校驗(Benchmarking)等持續運作達十年之久，近兩年則聚焦在基準校驗。該小組成果豐碩，已出版數本技術報告供會員國參考，目前亦有一本關於基準校驗主題的報告草稿供 DCEG 會員檢視，亦邀請 WPDD 會員一同提供技術回饋，最終版預計於今年底送交 WPDD。就目前的實務經驗而言，除

役個別工作項目之成本基準校驗相較於整體除役計畫之成本基本校驗更具參考價值。成本之基本校驗在其它行業已有實行經驗，且顯示對於成本掌控和計畫實行有正面助益，因此核電廠除役成本估算之基準校驗值得更多投入，也確實存在數種模型可使用，但需要國際間更多的合作。眼前就商用電廠除役實際花費案例資訊數量而言是不足的，且蒐集資訊也需耗費額外的心力，因為成本資料庫和分析工具或服務可能在國家層級機構才可取得，某些特定資料又可能只在特定政府單位或業者甚至供應商才可獲得。綜合而言，除役成本估算攸關除役計畫推動順利與否，而基準校驗又為該小組近期之研究重心，此領域具高度專業。

WPDD 舉辦至今成果豐碩，每年皆針對特定技術主題進行討論，透過其下之任務小組出版眾多技術報告，於其網頁可下載部分，所探討範圍遍及除役相關業務各層面，於我國規畫後續除役作業甚有助益，且就 WPDD 從各會員的問卷意見回饋中顯示，技術報告是過去 WPDD 產出中對他們最有幫助的一項，因此建議我國就此部分可再深入了解。

二、參訪 Chooz A 核電廠

(一)背景資訊

Chooz A 核電廠位於法國東北部，毗鄰法國與比利時之國界僅十公里之遙，同時提供電力給兩個國家，係法國首座商用壓水式反應器(Pressurized Water Reactor, PWR)。該電廠因歷史因素，將反應器機組設備和相關輔助設備分別建造於山裡兩座人工洞穴內，為四環路之設計，通氣煙囪及緊急爐心冷卻系統則建置於山丘上，其出入坑道及洞穴均維持於負壓狀態，避免放射性物質外洩。其核能蒸汽供應系統係由美國西屋公司(Westinghouse)所設計，原先設計之熱功率為 240 MW，後提升至 305 MW。西屋公司亦負責主導 Chooz A 核電廠的反應器壓力槽切割相關工作。

Chooz A 核電廠之建造始於 1961 年，於 1967 年開始發電，由 SENA(Société d'Énergie Nucléaire des Ardennes)公司營運，該公司為法國電力公司(Électricité de France, EDF)及比利時業者所合資創建。

(二)參訪過程

此次公差安排於 11 月 15-16 日參訪 Chooz A 核電廠。15 日上午本會人員在張處長的帶領下，從巴黎搭車前往鄰近 Chooz A 核電廠的 Charleville-Mézières 車站再搭乘由廠方安排之小型車前往電廠。抵達電廠後，在廠方人員的引導下辦理入廠手續，搭上廠方安排的大客車與廠方人員一同進入簡報中心(Briefing Center)。

在簡報中心，於雙方人員簡單致意後，首先由 EDF 的 Gilles Giron 先生(Director of Decommissioning & Waste Management of Pressurized Water Reactors)、Sébastien Albertini 先生(Project Manager Decommissioning of Chooz A)和 Jean-Nicolas Cachia 先生(Decommissioning Manager, Chief of Chooz A)向我方代表人員簡報 EDF 所屬廠址現況及 Chooz A 之除役工作執行情況以及就相關議題進行討論。其說明 Chooz A 核電廠於 1991 年因經濟因素終止營運，而除役該電廠之責任由 SENA 移轉至 EDF，當時 EDF 所採取的除役策略為延遲拆除(Deferred Dismantling)，僅先將放射性物質運出廠區而未進行拆除相關工作。根據 EDF 之估算，於 1994 年運出用過核燃料後，99.9%的放射性物質已從廠區移除。

約於 2000 年，EDF 決定將除役大方針從延遲拆除變更為立即拆除(Immediate Dismantling)，並於 2007 年開始執行相關準備作業及現場作業，預定於 2020 年完成廠區所有的切割工作，爾後預定於 2020-2025 執行相關土木建物結構之除污作業(Decontamination)及洞穴的回填作業，完成所有除役作業。考量洞穴結構本身塌毀的可能性及難以預測性，並未規劃將該電廠所在地於除役後另行開發成觀光景點，而採取將洞穴填實之措施，以避免洞穴結構塌毀之致災性後果。Chooz A 核電廠除役主要工作規劃

時程表詳見表二。

表二、Chooz A 核電廠除役主要時程表

年份	工作內容規劃
2007-2009	除役工作之規劃
2009-2012	進行輔助廠房設備所在洞穴之除役工作
2012-2015	進行反應器廠房所在洞穴之除役工作，但未涉及反應器壓力槽
2016-2017	反應器壓力槽切割前置工作
2017-2020	完成反應器壓力槽及所有的除役相關切割工作
2020-2025	相關土木建物結構之除汙作業及洞穴回填作業

在法國，業者亦須負責電廠之除役，Chooz A 的除役許可由法國管制單位 ASN(Autorité de Sûreté Nucléaire)所核發，爾後 EDF 所執行除役作業之過程亦受其監視。現今 EDF 冀望能在顧及核能安全、工業安全和環境保護的前提下儘快完成除役作業。

簡報過程及討論相關議題時，EDF 代表人員說明 Chooz A 電廠之除役拆除經驗將做為建立法國後續電廠除役作業標準化之基礎，在解說時展示了大量圖片、影片甚至動畫，除了軟硬體設備之完備程度外，也可從代表人員從容自信的簡報過程和肢體語言了解到廠方人員的充足準備，其資料呈現方式和接待外賓之流程安排皆值得我方人員參考學習。以下段落就雙方討論內容進行摘要式說明。

Chooz A 電廠的四個蒸汽產生器(Steam Generator, SG)在經過除汙作業及特定的輻射特性調查作業手法後，得以將之判定為 VLLW，並以整塊(Single Piece)的方式運送至處置

場，其輻射特性調查作業包含蒸汽產生器內部的量測、程式的模擬、蒸汽產生器外部的偵檢器量測以及上述項目的相互結果比對。不過 Chooz A 人員亦說明未來其他廠的除役並不打算以 single piece 的方式處理，主要是後續處置空間之考量。

就除役過程涉及的土木建物修改而言，Chooz A 因其建於洞穴內所以需要將洞口入口處擴大，方便相關作業重件進出。此外，亦將原先的 SG pit 用混凝土 slab 封住進行 hot cell 的建造，用以執行未來切割完內部組件的乾燥及特性調查作業。另外，將用過核燃料池的 working bridge 拆除，另建一位於較高高度的 working bridge，係因考量移動底部反應器壓力槽內部組件需拉高水位及其原設計承重能力於除役期間或有不足。於除役期間廠方亦建造新的通風系統及電力櫃因應相關工作所需。

完成簡報和討論後，我方人員在廠方人員的引領下，一同換上全身防護裝備及配戴劑量計進入廠房進行實地參觀，參觀過程亦全程由其陪同解說，進行經驗交流。Chooz A 雖建造於洞穴內，其通風系統設計規劃相當優良，參訪時雖已穿過坑道深入電廠中心，但並未感覺內部空氣流動不暢或粉塵感。此外，廠方人員帶領我方人員爬上鷹架前再三確認成員並無高處暈眩病史的細心舉動亦值得我方學習參考。現場參訪時，正在進行爐內組件切割工作，亦暫停讓我們可以就近參觀其相關輻射防護作業及放射性廢棄物暫時處理的區隔空間。

由於 Chooz A 電廠執行除役工作已近尾聲，原先廠房之設備配置狀態於參訪時已因拆除而不復見，然而廠方備有可執行類似虛擬實境功能的軟硬體，可於掌上大小的顯示器隨著所目視位置的不同呈現當處於除役工作起始前的完整樣貌，再經進一步設定亦可呈現該處隨除役進程之樣貌變化。此高度視覺化之軟硬體就輔助說明除役工作而言甚有助益。基本上廠房除反應爐外，多數設備已拆除，電廠人員提及目前幾乎每周都有產、官、學、研或民眾團體到現場參訪。此外，經詢問執行除役之人員是否有參與過運轉，其告知因 Chooz A 原先係採延遲拆除，故除役工作之人員均無參與早期之運轉階段，因

此在除役規劃階段即積極尋訪有運轉經驗的人員，以更精準掌握有無對除役重要之運轉經驗，他們也認為若直接除役，可有運轉人員延續參與除役工作，對除役之進行會有幫助。

三、參訪 OECD/NEA

OECD/NEA 於 2015 年 12 月遷至現址。OECD/NEA 與 OECD 其餘機構共用一棟大樓，進出需換證且通過嚴密安檢，其所在鄰近塞納河，亦鄰近 Boulogne-Pont de Saint-Cloud 地鐵站，交通十分便利。

於本會駐 OECD/NEA 林副組長引介下，首先與其同辦公室成員 Vladimir Lebedev、Massimo Ciambrella 與 Ayoung Jo 進行簡短交談致上友好之意。此外亦與 OECD/NEA 副署長(Deputy Director-General) Nobuhiro Muroya 先生進行短暫問候。整體而言，OECD/NEA 辦公室氣氛良好，除可肯定林副組長平日於 OECD/NEA 已為台灣建立友好形象外，亦可感覺人員其由內向外自然而生的愉悅與自信。且辦公室內有來自各國工作人員如俄羅斯、韓國、美國、日本、台灣、義大利等，似亦可見 OECD/NEA 其扮演國際核能經驗交流平台的組織特性。

11/19 按預定計畫拜會兩位 OECD/NEA 主管，首先是放射性廢物管理和除役處代理處長(Acting Head of the Division of Radioactive Waste Management and Decommissioning) Gloria Kwong 女士，本會駐 OECD/NEA 代表林副組長即於該處協助處理相關業務。此處於除役作業中扮演關鍵角色，該處業務包含探討放射性廢棄物管理於其所跨度時間長度過長產生影響和相關職責轉移與知識傳承的相關挑戰、彙整各方感興趣之除役相關具體問題並提供平台供討論交流、提供放射性廢棄物管理和核設施除役相關之國際同行審查等，所進行聯合研究專案則為核設施除役科技資訊交流合作計畫(Co-operative Program for the Exchange of Scientific and Technical Information Concerning Nuclear Installation

Decommissioning Projects, CPD)。Gloria Kwong 女士首先表達歡迎之意，並讚賞本會林副組長於該處之努力貢獻及其與同仁間之互動協助。Gloria Kwong 女士亦提及林副組長任期將屆，詢問本會是否會持續派員駐 OECD/NEA，張處長給予肯定的答案，並告知本會已在處理中，她表示樂見本會持續派員，只是提醒希望本會能於近期儘早處理，以利相關人員及作業之銜接；另對我國表達未來欲積極參與 OECD/NEA 除役相關活動之意願表示肯定，亦希望能在未來的 CDLM 會議上看到我國參與。

最後拜訪 OECD/NEA 署長 William D. Magwood 先生。William D. Magwood 先生自 2014 年擔任 OECD/NEA 署長至今，於此之前 Magwood 先生亦擔任過美國核管會委員(NRC Commissioner)及美國能源部核能部門首長(Director of Nuclear Energy at the US Department of Energy)。於拜訪過程中，Magwood 先生提及多年前來台參訪之經驗，對台灣留下很好的印象，並詢問台灣核能現況，我方簡要說明現行核能政策及核一廠即將邁入除役期間，惟因乾貯議題，核燃料暫時無法移出爐心。Magwood 先生即表示歡迎我國未來積極參與 OECD/NEA 除役相關活動如 CDLM 等。其亦談及目前正在思索如何推動歐洲數個國家合建最終處置場的想法，以減少各國需分別興建的困難，不過這想法只是在研擬階段。OECD/NEA 目前擁有 33 個成員國，其成員佔世界核能裝置容量約 82%，可謂世界上具相當重要性之核能技術交流團體之一，且 OECD/NEA 為每個成員國提供獲得其他成員國之相關豐富經驗及充分利用資源的機會。雖然我國要成為會員國有相當的困難性，但若我國能直接或間接地參與國際性核電廠除役管制會議活動，對我國核電廠除役技術及知識交流即有莫大助益。

此行，藉由拜訪 OECD/NEA 首長及相關人員，除對該組織之運作及國際除役趨勢有更多理解外，亦可深化雙方之連結利於我國後續與之合作事項之推動。

肆、心得與建議

- 一、 我國之核一廠為國內機組進入除役期間之首例，但在國際上已有多個國家陸續執行機組除役，透過參與國際除役相關會議，可汲取相關經驗，並建立合作交流的機曾，對於國內除役及管制工作有所助益。本次參與 OECD/NEA 舉辦之核能設施除役之拆除會議 WPDD-19 核電廠除役重要議題與實務經驗交流、會後並順道實地參訪除役中核電廠及拜會 OECD/NEA 署長和相關人員，對我國核電廠除役管制之視野提升及國際交流亦有相當助益。建議未來持續派員積極參與國際相關會議，進行除役管制業務和實務經驗交流，以進一步提升我國管制之視野與效能。
- 二、 今年 OECD/NEA 已於其轄下成立核設施除役及遺留場址管理委員會(CDLM)，以提昇並拓展除役議題之討論層級，後續將由其取代 WPDD 工作小組，辦理核能設施除役之議題平台工作，建議我國未來應持續參加 CDLM 之會議，並注意其各技術小組之成立情形，視情況需要考量參與技術小組之可能性。
- 三、 就參訪法國除役中核電廠及與國際會議眾多專家交流所獲之經驗，除役作業需縝密的規劃現場作業和工法，以維護現場工作人員安全和公眾安全及健康，其所涉及領域除工程領域外亦包含法規制訂、社會溝通、經費估算等不同領域。除役先進國家之管制經驗和相關務實作法等，可作為我國核電廠除役管制作業之重要參考，未來可再加強與其他國家之管制經驗之交流，並持續蒐集相關資訊，以精進除役管制作業。
- 四、 經與法國 Chooz A 人員交流，其未在一開始即採立即拆除之除役方式，致使電廠運轉人員相繼離退，後來執行除役工作時，花了很多力氣尋訪早期參與

電廠運轉的人員，以確認未遺漏對除役重要之運轉經驗。我國係採立即拆除之除役方式，有利於人員經驗之傳承，惟除役期間仍會面臨資深人員離退問題，電廠及原能會仍應積極面對人力技術之建立與傳承問題，以俾我國核電廠除役工作得以如期如質完成。

- 五、 OECD/NEA 係目前具相當重要性之國際核能技術交流團體之一，且為各成員國提供獲得其他成員國之相關經驗及資源交換機會。依過往經驗，我國派駐 OECD/NEA 有助於增進我國能見度、獲得更多資源與資訊。目前我國核電廠除役相關作業在即，OECD/NEA 擁有豐富除役管制相關資訊與資源，建議我國持續派駐 OECD/NEA，為國內除役管制作業之資源與資訊挹注額外的能量。

伍、資料參考來源

1. NEA Brochure, Sep., 2018.
2. 經濟合作暨發展組織核能署之核設施除役與拆除工作小組 (WPDD)介紹, 侯榮輝, 103年8月



圖三、WPDD-19 會議現場(一)



圖四、WPDD-19 會議現場(二)



圖五、我國代表於 WPDD-19 會議簡報我國除役現況



圖六、我國參與 WPDD-19 會議各國代表進行小組討論情形



圖七、WPDD-19 會議與會成員合照



圖八、我國代表抵達 Chooz A 核電廠簡報中心與法方人員會面



圖九、Chooz A 電廠入口坑道處



圖十、Cachia 先生以手持式類虛擬實境裝置展示除役前/期間之廠房樣貌



圖十一、與廠方人員於 Chooz A 廠房內合影



圖十二、本會核管處張欣處長與 OECD/NEA RWMD 代處長 Gloria Kwong 合影



圖十三、我國代表與 OECD/NEA 署長 William D. Magwood 先生合影

附件一、WPDD-19 會議議程表

WPDD-19 Agenda



Working Party on Decommissioning and Dismantling (WPDD)

AGENDA (DRAFT)

13-14 November 2018
NEA BB-1

AGENDA OF THE MEETING

13-14 November 2018

Time	#	Main Discussion Points & Decisions	Documents
9:00	1.	WELCOME AND OPENING REMARKS <i>Juan-Luis SANTIAGO, WPDD Chair</i> <i>William D. MAGWOOD, IV (NEA D.G.) call in (tbd)</i>	
9:05	2.	ADOPTION OF THE AGENDA <i>Juan-Luis SANTIAGO, WPDD Chair</i>	
9:10	3.	REVIEW AND APPROVAL OF SUMMARY RECORD OF WPDD-18(2017) <i>Juan-Luis SANTIAGO, WPDD Chair</i>	
	4.	DEVELOPMENTS AND ACTIVITIES WITHIN THE NEA	
9:15	4.a	Future of WPDD after CDLM kick off meeting <i>Gloria KWONG, Acting Head of the RWMD Division</i>	
9:30	4.b	Co-operative Programme on Decommissioning (CPD) <i>Martin MACASEK, CPD Chair (tbc)</i>	
10:00	4.c	The Organization and Planning Status of the Optimization Workshop <i>Edward LAZO, Deputy Head of the RPHANS Division (tbc)</i>	
10:15		Break	
	5.	PROGRAMME OF WORK OF THE WPDD	
10:45	5.a	Decommissioning Cost Estimation Group (DCEG) <i>Simon CARROLL, DCEG Chair</i>	
11:10	5.b	Task Group on Optimising Management of Low-level Radioactive Materials and Waste from Decommissioning (TGOM) <i>Fredrik DE LA GARDIE, TGOM Chair</i>	
11 :35	5.c	Working Group on Human and Organisational Factors (WGHOFF) <i>Suzanne DOLECKI, WGHOFF Chair (tbc)</i>	

11:55	5.d	Workshop on Regulation of Decommissioning <i>Ichiro OTSUKA, NEA Secretariat</i>
12:15	5.e	Decommissioning and Society Group <i>Peter ORR</i>
12:35		Lunch
	6.	INTERNATIONAL DEVELOPMENTS
13:30	6.a	IAEA – Decommissioning-related activities over the past year <i>Vladimir MICHAL, IAEA (tbc)</i>
13:45	6.b	EPRI – <i>Richard Reid (tbc)</i>
14:00	6.c.	Results of the Savannah In-Situ Disposal Workshop (15 mins) <i>Anna Clark, NDA</i>
14:15	7.	TOPICAL SESSION Presentations(1 hr) -A summary of major achievements of the WPDD (30 mins) - Recommendations and suggestions of the WPDD to the CDLM (30 mins) Break-out session (1 ½ hr) -Discuss recommendations of WPDD to be considered by the CDLM Wrap up discussion (30 mins)
17:30	8.	End of day 1 Start of day 2
	9.	COOPERATIONS and NEW INITIATIVES
9:00	9.a	ISOE Working Group on Radiation Protection Aspects in Decommissioning (WGDECOM) <i>Erwin NEUKÄTER (tbc)</i>
9:15	9.b	SHARE Initiative – SHARing R&D activities for decommissioning and environmental remediation <i>Christine GEORGES (tbc)</i>
9:30	9.c	NEA Expert Group on Legacy Management

9:45	10.	COUNTRY UPDATES ON DECOMMISSIONING <i>Substantive report from Germany (Bernd REHS) and Sweden (Fredrik de la GARDIE)(each 10 mins)</i> <i>Others, 5 mins for each country</i> <ul style="list-style-type: none">• <i>Country Update Report:</i> <i>All country delegations are invited to submit their recent decommissioning developments of their country, in accordance with the template for individual country updates. The completed template should be sent to the NEA Secretariat (jihong.lin@oecd.org and lisa.smadja@oecd.org) at the latest by 6th November 2018.</i><ul style="list-style-type: none">• <i>At the meeting:</i> <i>Delegations are invited to present max. four key points from the recent developments in their countries on decommissioning aspects (max 5' for each delegation, max 1 slide).</i> <i>Please submit the slide to Ms. Lisa SMADJA (lisa.smadja@oecd.org) at the latest by 6th November 2018..</i>
11:25	11.	WAYS FORWARD <i>All participants</i>
11:40	12.	ANY OTHER BUSINESS <i>All participants</i>
11:55	13.	REVIEW OF MAIN ITEMS AND DECISIONS <i>Juan-Luis SANTIAGO, WPDD Chair</i>
12:05		MEETING ADJOURN