

出國報告（出國類別：開會）

參訪放射性廢棄物除役設施  
及參加核能電廠除役國際會議  
(OECD-NEA-CPD、WPDD)

服務機關：台灣電力公司  
核能後端營運處  
姓名職稱：張學植 處長  
張仁坤課長

派赴國家：法國

出國期間：107年11月4日～107年11月16日

報告日期：107年12月28日



# 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參訪放射性廢棄物除役設施及參加核能電廠除役國際會議(OECD-NEA-CPD、WPDD)

頁數 41 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/服務機關/單位/職稱/電話：

張學植/台灣電力公司/核能後端營運處/處長/(02)2368-3419

張仁坤/台灣電力公司/核能後端營運處/主管/(02)2365-7210

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會

出國期間：107 年 11 月 4 日～107 年 11 月 16 日 出國地區：法國

報告日期：107 年 12 月 28 日

關鍵詞：核電廠除役、最終處置地下實驗室

內容摘要：

台電公司核能一廠已於 107 年底進入除役階段，各項除役規劃準備工作也即將展開實質作業，未來機組進入停機過渡階段即將面臨的議題，舉凡系統修改與轉換、全面輻射特性調查、放射性廢棄物處理設施流程規劃等，都亟需透過國際交流平台研討學習汲取實務經驗，藉由參加 OECD-NEA 之 CPD 及 WPDD 核能電廠除役國際會議，聽取各國專家分享該國之核電廠除役管制及作業之最新動態，對於台電公司推動核電廠除役之規劃與執行工作，具有相當大之助益。另因法國於核電廠除役經驗、高放射性最終處置地下實驗室及後端營運管理之規劃及發展具豐富經驗且技術成熟，參訪放射性處理營運、研究機構及設施，並進行雙方經驗之廣泛交流，可回饋並作為台電公司之核能後端廢棄物管理及推動之參考。

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



# 目錄

壹、出國目的.....	1
貳、出國過程.....	2
參、工作內容.....	3
一、OECD 所屬 NEA 之 CPD 及 WPDD 會議背景說明.....	3
二、法國之核能廢棄物後端處理及處置背景簡介.....	5
三、參加 OECD 所屬 NEA 之 CPD 及 WPDD 會議.....	12
四、參訪地下實驗室、放射性廢棄物研究機構及處理設施.....	26
肆、出國心得及建議.....	35
伍、附錄.....	36
附錄 I . CPD-37 Management Board Meeting 大會議程.....	36
附錄 II . WPDD-19 大會議程.....	39

## 圖目錄

圖 1：台電公司張學植處長(右)與 CPD 專案計畫主席 MARTIN MACÁŠEK 先生(左)	4
圖 2：CPD 專案計畫與 WPDD 組織關係	5
圖 3：法國放射性廢棄物管理流程	7
圖 4：法國放射性廢棄物貯存設施與處置場地圖	7
圖 5：法國高放射性廢棄物地質處置概念示意圖	8
圖 6：CDLM 與 NEA 其他核能組織關係圖	13
圖 7：NOVOVORONEZH 核能電廠 1、2 號機簡介	16
圖 8：WPDD 出席代表合影	18
圖 9：江庚宴副研究員(圖中)分享目前國內除役現況	26
圖 10：布爾高放射性廢棄物最終處置地下實驗室規劃示意圖	29

## 表目錄

表 1：出訪行程及工作內容.....	2
表 2：法國放射性廢棄物之分類與管理.....	9
表 3：法國已除役或除役中的核能電廠.....	10
表 4：CDLM 成員.....	13
表 5：CPD 專案計畫已收到簽署之協議書名單.....	15
表 6：NOVOVORONEZH 核能電廠 1、2 號除役工作重要資訊.....	17

# 壹、出國目的

本公司核能一廠於今(107)年底進入除役階段，各項除役規劃準備工作也即將展開實質作業，未來機組進入停機過渡階段即將面臨的議題，舉凡系統修改與轉換、全面輻射特性調查、廢棄物處理設施流程規劃等，都亟需透過國際交流平台研討學習汲取實務經驗。有鑑於台電公司已為 CPD 專案計畫會員，當派員參加今年第 37 屆之 CPD 第 37 屆經營階層(Management Board,MB)會議；另參與 WPDD 對於提昇除役技術與管理能力甚有助益，並可藉此瞭解參加國際上各國之核電廠除役管制及作業之最新動態。

因法國之除役經驗及高放射性最終處置地下實驗室及後端營運管理之規劃及發展具豐富經驗且技術成熟，參訪法國於布爾的高放地下實驗室及拉阿格之放射性廢棄物除役設施，以瞭解法國之核廢料管理流程及策略，並進行雙方經驗之廣泛交流，可回饋並作為台電公司之核能後端廢棄物管理及推動之參考。

以上參加核能電廠除役國際會議及參訪放射性廢棄物除役設施及預期對於台電公司推動核電廠除役之規劃與執行工作，具有相當大之助益。

## 貳、出國過程

本次出國行程，自 107 年 11 月 04 日出發，迄 11 月 16 日返國(共計 13 天)，參加由 OECD-NEA 於法國巴黎召開之「CPD 第 37 屆 MB 會議」及「WPDD 第 19 屆會議」，聽取各國專家分享該國之核電廠除役管制及作業之最新動態；另參訪法國於布爾的高放地下實驗室及拉阿格之放射性廢棄物除役設施，可瞭解法國之核廢料管理流程及策略。出訪行程及工作內容如表 1 所示：

表 1：出訪行程及工作內容

日期	地點與行程	工作內容簡述
11/04~11/05	台北-法國	去程(台北→巴黎)
11/06~11/07	法國巴黎	參加 OECD 所屬 NEA 之 CPD 第 37 屆 MB 會議
11/08	法國布爾	參訪 Andra 之位於布爾之高放射性廢棄物處置地下實驗室
11/09	法國巴黎	拜訪 ORANO 公司了解乾式貯存之營運流程
11/10~11/11	法國巴黎	假日資料整理
11/12	法國拉阿格	參觀 La Hague 再處理廠及除役設施
11/13~11/14	法國巴黎	參加 OECD 所屬 NEA 之 WPDD 第 19 屆會議
11/15~11/16	法國-台北	返程(法國巴黎→台北)

# 參、工作內容

## 一、OECD 所屬 NEA 之 CPD 及 WPDD 會議背景說明

OECD 所屬 NEA 於 1985 年啟動 CPD(The International Co-operative Program for the Exchange of Scientific and Technical Information Concerning Nuclear Installation Decommissioning Projects)專案計畫，專案計畫的目標是藉由 NEA 成員國交流和分享核能設施除役執行的經驗及相關資訊，以協助參加成員目前及未來進行核能設施的除役工作。CPD 專案計畫最初由 8 個國家的 10 個除役計畫所組成，目前已成長到由 14 個 NEA 成員國，一個非成員國和歐盟執委會，其中包含 70 個除役計畫（40 個反應器和 30 個核燃料循環設施）。CPD 專案計畫的討論平台對除役方案於安全、經濟及環保等領域提供非常有價值觀點及建議。尤其對於在除役領域經驗較少的參加成員而言，更可大大縮短學習的歷程及費用。

CPD 專案計畫的經驗顯示，除役工作的實施者如在與管制機關及政策制訂機構進行除役工作內容對話前，如果先與 CPD 專案計畫之參與成員先就技術細節進行討論，可能會對未來核能設施之除役關鍵因素如安全及效率上產生顯著改變。也在顯示 CPD 專案計畫參與成員之間交流的重要性日益增加。

CPD 專案計畫歸屬於 OECD/NEA，由委員會(Management Board, MB)與技術諮詢組(Biannual Meetings of the Technical Advisory Group, TAG)所組成，CPD 專案計畫的討論會議提供相關資訊予 OECD/NEA 所屬核能指導委員會(Steering Committee for Nuclear Energy)、及指導委員會所屬放射性廢棄物管理委員會(Radioactive Waste Management Committee, RWMC)及其除役與拆除工作小組(Working Party on Decommissioning and Dismantling, WPDD)。

國內原子能委員會核能研究所(INER)自 2000 年開始以台灣研究用反應器(Taiwan Research Reactor, TRR )除役計畫加 CPD 專案計畫，提供國內 TRR 燃料池

清理執行現況、所發展之相關除役技術。台電公司歷經多年的努力爭取，於 2014 年 7 月獲所有 CPD 會員國同意，於當年以核能一廠之除役計畫正式加入 CPD 專案計畫成為會員，今年係以會員身分受邀參加本次 CPD MB 會議。並從 CPD 專案計畫會議中與各國除役專家技術交流及討論，取回各國即時的除役相關資訊，我方代表團成員包括 INER 羅偉華副研究員、台電公司核能後端處張學植處長及張仁坤課長，本次 CPD MB 會議期間張學植處長並與 CPD 專案計畫主席就除役人員專業訓練及國際合作等議題進行意見交換，交流情形如圖 1 所示。



圖 1：台電公司張學植處長(右)與 CPD 專案計畫主席 Martin MACÁŠEK 先生(左)

RWMC 所屬 WPDD 著重於除役政策，策略和監管之分析，研討範圍包括材料管理、監管控制下之建築物及廠址的釋出及除役成本估算和基金等。除了考量除役、政策及策略之外，WPDD 還審查了除役時需實際考慮的因素，例如依據材料特性、汙染程度及拆除需求所發展的技術。WPDD 匯集了許多來自 OECD 會員與觀察員的核能設施除役專家，這參與之 OECD 會員分別是比利時，加拿大、捷克共和國、芬蘭、法國、德國、匈牙利、義大利、日本、韓國、荷蘭、挪威、波蘭、羅馬尼亞、俄羅斯、斯洛伐克共和國、西班牙、瑞典、英國和美國，2 個國際組織為國際原子能總署(IAEA)與歐盟執委會(EC)，WPDD 下設有除役成本估算任務小組(DCEG)、輻射特性與除役任務小組(TGRCD)、核能設施場址復原任務小組(TGNSR)及運轉中與停機後核設施除役準備任務小組(TGPFDD)，相關 CPD 專案計畫

及 WPDD 之組織關係如圖 2。

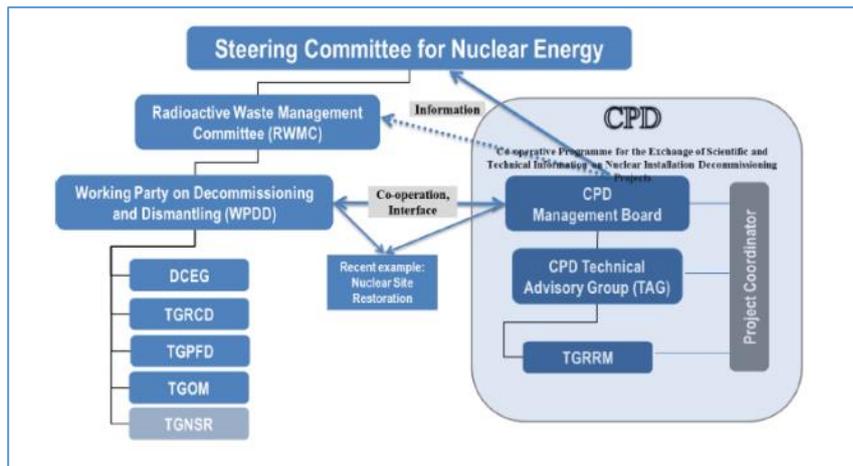


圖 2：CPD 專案計畫與 WPDD 組織關係

為擴大汲取國際核能設施除役經驗及與經驗豐沛之專家進行技術分享及意見交流，國內經多方努力下，獲 NEA 邀請出席 2014 年 10 月在俄羅斯莫斯科舉行之第 15 屆會議。今年再次受邀以觀察員身分參加 WPDD 會議，我方代表團成員包括原能會核能管制處張欣處長、江庚宴副研究員、台電公司核能發電處張學植處長及張仁坤課長。

## 二、法國之核能廢棄物後端處理及處置背景簡介

### (一) 法國主要核能相關組織

1. 國家放射性廢棄物管理署(ANDRA)：於 1991 年，依據《放射性廢棄物管理研究法》成立的行政法人，為法國放射性廢棄物長期管理的專責機構，負責營運廢棄物處置場與新處置設施的設計、選址和建造，其主要職責如下：
  - (1) 研究開發有關放射性廢棄物安全的長期解決方案。
  - (2) 制定有關放射性廢棄物的接收標準與處置場的選址、建造、營運、關閉及監控。
  - (3) 定期確認放射性廢棄物的貯存量，以及促進國家與地方間推動相關政策。

2. 核能設施營運者：EDF(法國電力公司)、CEA(法國原子能和替代能源委員會)、ORANO(法國核能燃料及再處理公司)，為主要的廢棄物產生者，並須負擔放射性廢棄物的後端費用。
3. ASN：法國原子能安全委員會，為國家的輻射安全與核子安全監管機構，職責主要如下：
  - (1) 監督核能設施的建造、營運及除役。
  - (2) 監督處置場的建造、營運及除役。
  - (3) 審核與發行核能設施的相關許可申請。
  - (4) 管制 ANDRA 的放射性廢棄物長期管理工作。
4. IRSN：核安全與輻射防護研究院，為 ASN 主要的支援機構，負責核子與輻射危害的科學評估。

## (二) 法國核能後端營運策略

法國採封閉式循環系統，電廠所產生的用過核子燃料經過再處理後，分為玻璃固化體與 TRU 廢棄物，將於地質處置場進行處置；運轉之放射性廢棄物則分別於中低放射性廢棄物與極低放射性廢棄物最終處置場進行處置。

目前在高放射性廢棄物管理方面，有 2 座集中式貯存設施 La Hague 與 Marcoule，與一座計畫建設中的最終處置場位於布爾場址；在低中放射性廢棄物管理方面則有 L'Aube 處置設施及過去使用，已於 1994 年關閉、2003 年 1 月中旬邁入監測期的 La Manche 處置設施。法國放射性廢棄物管理流程及放射性廢棄物營運管理設施位置圖詳如圖 3 及圖 4。

## (三) 用過核子燃料及高放射性廢料之營運、處置

### 1. 中期貯存設施

法國採封閉式循環系統，目前有 2 座集中式貯存設施 La Hague 與 Marcoule。等待處理的用過核子燃料將分為 2 階段的中期貯存，首先貯存在反應器相鄰的建築內，之後再移至 La Hague 的燃料池；而再處理

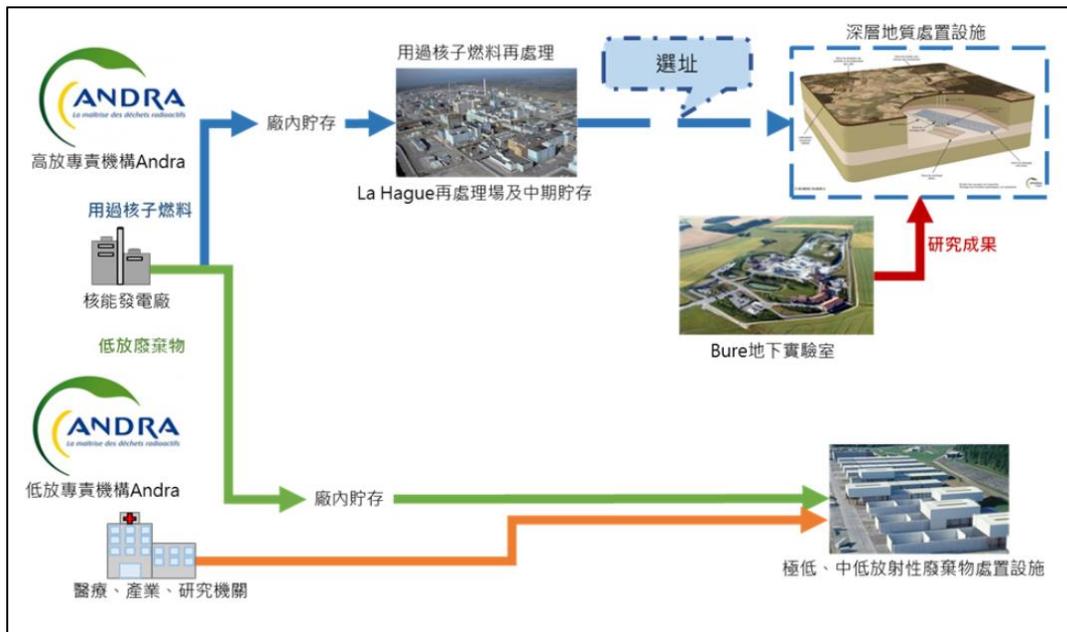


圖 3：法國放射性廢棄物管理流程

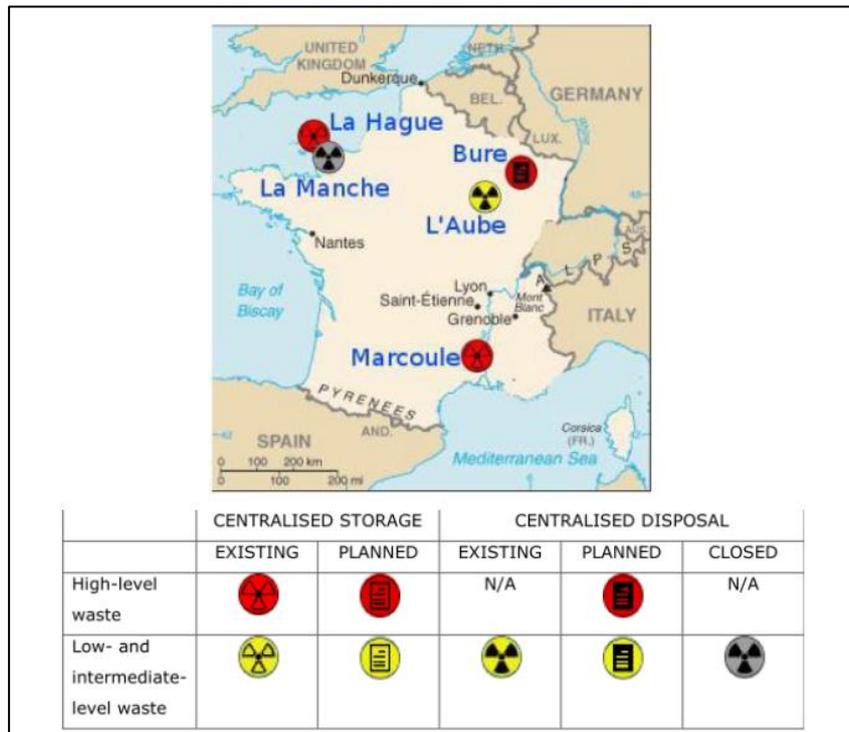


圖 4：法國放射性廢棄物貯存設施與處置場地圖

所產生的高放射性玻璃固化體則貯存於 La Hague 再處理廠中，直至位於布爾之深層地質處置設施完工後再做最終處置。

Marcoule 是法國的另一座再處理廠，由於其已在 1997 年停止處理商用之用過核子燃料，因此目前法國由 La Hague 再處理廠進行法國國內及其他國家用過核子燃料之再處理。

## 2. 最終處置

法國 Cigéo 高放射性廢棄物地質處置計畫簡介如下：

- (1) 高放射性廢棄物類型：高放射性廢棄物(玻璃固化物)。
- (2) 預定場址：布爾地下室實驗室附近，地下 500m 深。
- (3) 多重障壁系統，包含廢棄物罐(不鏽鋼外罐及碳鋼內罐)、回填材料、地質岩層等，可以長期、安全地處置和隔離高放射性廢棄物，地質處置概念示意圖詳如圖 5。

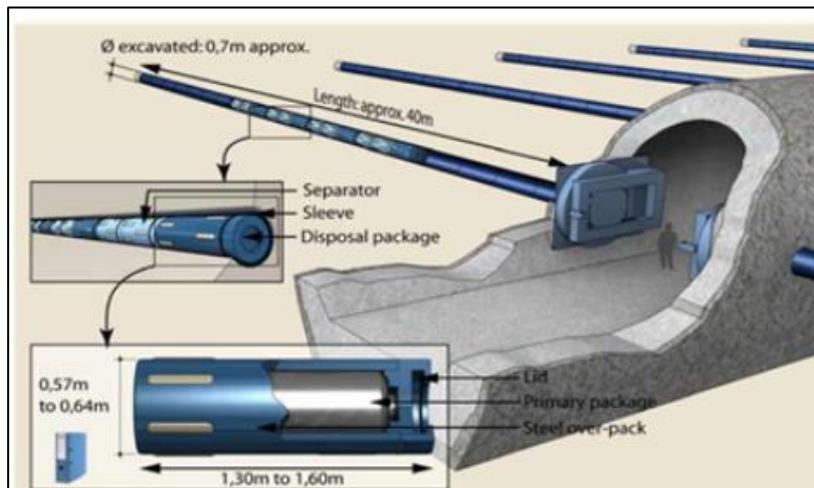


圖 5：法國高放射性廢棄物地質處置概念示意圖

## (四) 低放射性廢棄物之營運、處置

法國的放射性廢棄物分為極低放射性廢棄物(VLLW)、低放射性廢棄物(LLW)、中放射性廢棄物(MLW)與高放射性廢棄物(HLW)，其管理方式如所示，目前營運中的低放處置場共有 CSA 與 Cires 等 2 座處置場。

1. CSA 低中放射性廢棄物處置場：1992 年 1 月開始營運，由 ANDRA 負責營運。至 2014 年底已處置了 292,000 立方公尺之廢棄物。目前每年所

接收之廢棄物量為 10,000 至 15,000 立方公尺，預計可運轉 60 年以上。

2. 極低放射性廢棄物處置場(Cires)：2003 年 8 月中旬開始營運，用於處置極低放射性廢棄物。設計容量為 650,000 立方公尺，預計可運轉 30 年左右。

表 2：法國放射性廢棄物之分類與管理

	極短半化期 (半化期<100 天)	短半化期 (半化期≤31 年)	長半化期 (半化期>31 年)
VLLW	直接於產生地點等待放射性衰變	近地表 VLLW 處置設施(Cires)	
LLW		的近地表 LLW、MLW 處置設施(CSA)	根據法國 2006 年 6 月 28 日的法律進行研究(計畫於地底 15~200 公尺的中等深度處置)
MLW			根據法國 2006 年 6 月 28 日的法律進行研究(於地底 500 公尺深的深層地質處置)
HLW		根據法國 2006 年 6 月 28 日的法律進行研究(於地底 500 公尺深的深層地質處置)	

#### (五) 核能設施除役拆廠

法國目前有 8 座核電廠共 12 部機組正在除役階段，分別為 Bugey-1、Chinon-A1、Chinon-A2、Chinon-A3、Chooz-A、Marcoul-G2、Marcoul-G3、Monts d' Arree EL-4、Phenix、St.Laurent-des-Eaux-A1、St.Laurent-des-Eaux-A2、Super-Phenix，法國已除役或除役中的核能電廠詳表 3，其中 Chooz-A 屬於 PWR，較有台灣可借鏡之處。

#### 1. 除役策略：

法國的除役策略採取「立即拆除」，由核能設施營運者負責其除役工作，工作規劃須遵循管制機關 ASN 所定的除役策略，以下有幾個設施目前正在進行除役工作：

- (1) EDF：第一代的核能電廠(6 個 UNGG/GCR 反應器、1 個壓水式反應

器、1 個快中子反應器、1 個重水反應器)。

(2) CEA：數十個商用以及軍用的核子研究設施、實驗室、模擬中心。

(3) ORANO：UP2-400 處理廠、Georges Besse 1 濃縮鈾工廠、以及其他一些商用的燃料製造廠。

(4) ANDRA：在停止營運後各種不同的設施或場址(小型的核設施，並非使用在發電或研究上)。

## 2. Chooz-A 核能電廠的除役概況

Chooz A 核能電廠是由 EDF 公司持有，為機組淨容量 305 MWe 的 PWR 型反應器，從 1967 年開始商轉；1991 年停機；2007 年開始除役階段；2011~2013 年進行主要迴路、蒸氣產生器、調壓器的除汙及移除；2016 年開始進行反應器容器的移除，未來除役廢棄物將運送至 ANDRA 的中低放射性最終處置場進行處置。

表 3：法國已除役或除役中的核能電廠

Reactor	Type	MWe	operational
Bugey-1	GCR	555	1972-94
Chinon-A1	GCR	80	1964-73
Chinon-A2	GCR	230	1965-85
Chinon-A3	GCR	480	1968-90
Chooz-A	PWR	320	1967-91
Marcoul-G2	GCR	43	1959-80
Marcoul-G3	GCR	43	1960-84
Monts d'Arree EL-4	HWGCR	75	1968-85
Phenix	FBR	142	1974-2010
St.Laurent-des-Eaux-A1	GCR	500	1969-90
St.Laurent-des-Eaux-A2	GCR	530	1971-92
Super-Phenix	FBR	1242	1986-98

## (六) 公眾溝通、回饋計畫

1. ANDRA 負責公眾溝通的業務，主要有下列作為：

- (1) 開放布爾地下實驗室的展示區供民眾參訪。
  - (2) 出版 “Le Journal de l’ ANDRA” 雜誌，介紹 ANDRA 的設施。
  - (3) 官方網頁上資訊公開供民眾閱覽。
2. 法國法律規定，在地下實驗室與地質處置場所在區域必須設立「公共利益集團」(Groupe d'Intérêt Public, GIP)，由專責機構與地方政府等單位參加，資金來源為核能設施繳納的經濟發展稅與技術擴散稅。由於布爾地下實驗室的影響區涵蓋法國的 Meuse 與 Haute-Marne 等 2 個省份，考慮行政隸屬不同，法律同意分別在 2 縣各成立一個 GIP，分別為 GIP Objectif Meuse 與 Le GIP Haute-Marne。其獲得之補助金，主要運用於下列 4 個項目：
- (1) 經濟發展與就業支援，如：協助公司的成立、現代化與發展，以及改善企業工作環境與增加就業機會。
  - (2) 協助地方政府間的區域發展，如：開發郊區、改善生活環境、重組公共部門、導入新的通訊技術。
  - (3) 協助地方政府建設基礎設施，如：道路或通訊與高速上網設施。
  - (4) 促進觀光發展、提升社區形象。

#### (七) 後端基金現況

在 2006 年的《放射性物料與廢棄物永續管理法》(Program Act on the Sustainable Management of Radioactive Materials and Wastes)頒布後，規定放射性廢棄物產生者應負責放射性廢棄物的處置費用，並審慎管理內部準備金。有以下幾點規定：

1. 對擁有核能設施的營運者，必須要謹慎估算其設施除役及放射性廢棄物處置成本；包括最後關閉、持續維護以及後續監控成本。估算必須考量到環境影響的因素，納入放射性廢棄物以及用過核子燃料的管理成本中。
2. 核能設施的營運者必須有一筆準備金或資產涵蓋先前提及的所有項目

費用。營運者必須將這筆準備金獨立設立內部帳戶作為基金，與公司其他資產分開，確保其有足夠的安全性和流動性滿足其用途。

3. 只有國家有權力改變其已指定(放射性廢棄物管理)之用途。
4. 每 3 年要提送報告給主管機關審核，包括估算方式以及使用項目。而每年都要提送一份備忘錄以更新報告的情況。亦要求必須提送資金帳戶明細的複本，第一次提送報告是在 2007 年。
5. 如果主管機關發現資金有不足或計算方式之疑慮，在聽取營運者的報告後，可以對其提出解決修正方案；如情況無改善，必要時可對營運者進行罰款。

### 三、參加 OECD 所屬 NEA 之 CPD 及 WPDD 會議

#### (一) 參加 OECD 所屬 NEA 之 CPD MB 會議過程

本次會議在位於巴黎之 OECD/NEA 總部進行為期 2 天的之會議簡報及討論，主席為斯洛伐克共和國籍的 Martin MACÁŠEK 先生，參與之國家單位有英國 Sellafield 公司、俄羅斯 Rosatome 公司、日本 JAEA 及中部電力公司、義大利 Sogin 公司、法國 EDF 公司、CEA 公司、ORANO 公司、西班牙 Jose Cabrera 電廠、台灣電力公司等代表出席。會議在 CPD 專案計畫主席 Martin MACÁŠEK 先生致詞後揭開序幕，並由國內原子能委員會派駐 NEA 擔任秘書之林繼統先生報告本次 CPD 專案計畫的年度會務報告。

1. 本次會務報告的重點項目為 CDLM(Committee on Decommissioning of Nuclear Installations and Legacy Management )組織的設立，因 NEA 重視日益重要的核能設施除役業務，特別將原在放射性廢棄物管理委員會 (Radioactive Waste Management Committee, RWMC) 底下之 WPDD，提昇一個層級，同樣直屬核能指導委員會，並改組為 CDLM，相關改組後

之組織圖如圖 6 所示，相關 CPD 專案計畫會議報告內容摘述如下：

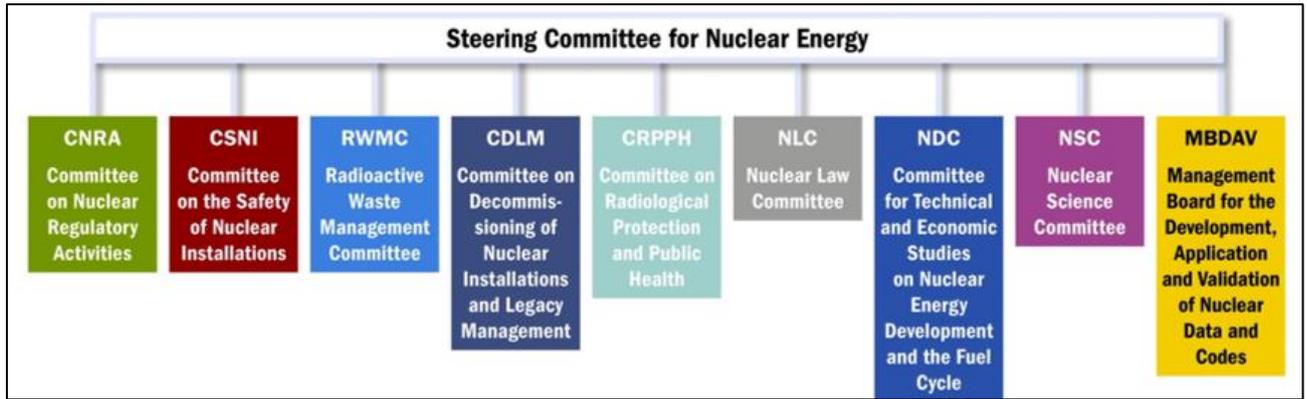


圖 6：CDLM 與 NEA 其他核能組織關係圖

- (1) CDLM 設立歷程。
- (2) CDLM 設立之任務範圍。
- (3) 2018 年 6 月 26 日召開 CDLM 諮詢小組會議情形。
- (4) CDLM 成員: 64 名成員分別來自 20 個國家及歐盟執委會，明細詳表 4。

表 4：CDLM 成員

country	numbers	country	numbers
Australia	1	Korea	2
Belgium	3	Norway	5
Canada	5	Russia	1
EC	2	Slovakia	3
Finland	4	Slovenia	1
France	4	Spain	2
Germany	3	Sweden	4
Hungary	3	Switzerland	2
Italy	3	UK	1
Japan	10	USA	5

(5) CDLM 之啟動會議重要決議：

- A. CDLM 成員決定將主席之選舉將延至預定 2019 年 3 月 21 日召開之 CDLM-1 會議，這期間將由 RWMC 主席 Mr. J-P. Minon 先生擔任代理主席。
- B. 協助建立 CDLM 為 CPD 專案計畫的重要工作。

(6) WPDD 累積之知識轉移至 CDLM：

- A. 2017 年 10 月 3~5 日舉辦之 WPDD-18 會議重要決議：
  - a. 建立了一個諮詢小組，諮詢小組在過渡期和 CDLM 的第一年成立期間，提供諮詢協助。
  - b. 確保在 CDLM 組織成立前繼續開展活動。
- B. 2017 年 10 月 3~5 日舉辦之 WPDD Bureau 會議重要決議：為了確保 WPDD 的知識可順利轉移給 CDLM，WPDD 希望在 CDLM 諮詢小組中能再有一位代表，並建議所有 WPDD Bureau 成員都可以參加 CDLM 啟動會議，及相關的除役專家團可在 CDLM 一開始成立立即加入。
- C. 2018 年 6 月 26 日召開 CDLM 諮詢小組會議重要決議：CDLM 諮詢小組建議 CDLM 召開一次與 WPDD，EGLM，RF 和 FSC 專家意見交流的研討會。
- D. 2018 年 11 月 13~14 日舉辦之 WPDD-19 會議重要議程：
  - a. WPDD 主要成果摘要。
  - b. WPDD 向 CDLM 提出的建議。
  - c. 分組討論會議。
  - d. 討論 WPDD 向 CDLM 提出請其考量的建議。

(7) CPD 專案計畫與 CDLM 之關係：

- A. CPD 專案計畫是根據 OECD 組織規章第 5 條設立並受其管控的組織。

- B. CPD 專案計畫向放射性廢棄物指導委員會彙報的事宜亦會一併告知 CDLM。
- C. CDLM 的工作計畫將會參考 CPD 專案計畫的成果。
- D. CPD 專案計畫成員將被邀請參加 CDLM 會議以利進行資訊交流。
2. CPD 專案計畫 2019 至 2023 年接受各國除役計畫的協議狀況：
- (1) 2017 年 11 月 CPD 專案計畫會議第 12 項決議:沒有在適當時間簽署新協議的參與國家將被排除在 2019 年 1 月 1 日開始的 CPD 專案計畫活動，直到簽署和支付 2019 年費用為止。
- (2) 目前已收到的簽署協議清單如表 5 所示，預計有來至 15 個國家、及歐盟執委會共 25 個單位，截至本屆 CPD 專案計畫開會前，共有 5 個單位尚未遞送經簽署的協議書，目前來自國內的台灣電力公司及核能研究所皆已遞送經簽署的協議書。

表 5：CPD 專案計畫已收到簽署之協議書名單

COUNTRY	ORG	SIGNED RECEIVED
BELGIUM	BELGOPROCESS	YES
BELGIUM	CEN-SCK	YES
CANADA	AECL	YES
CHINESE TAPEI	INER	YES
CHINESE TAPEI	TAIWAN POWER COMPANY	YES
DENMARK	DANSK DEKOMMISSIONERING	YES
EUROPEAN COMMISSION	EUROPEAN COMMISSION	
FRANCE	ORANO-NC	
FRANCE	EDF	YES
FRANCE	CEA	YES
GERMANY	EWN	YES
ITALY	SOGIN S.P.A.	YES
JAPAN	JAPC	YES
JAPAN	CHUBU ELECTRIC POWER COMPANY	YES
JAPAN	JAEA	YES
JAPAN	TEPCO	YES
KOREA	KHNP	YES
KOREA	KAERI	YES
RUSSIAN FEDERATION	STATE ATOMIC ENERGY CORPORATION	YES
SLOVAK REPUBLIC	JAVYS	YES
SPAIN	ENRESA	
SWEDEN	AB SVAFO	YES
SWEDEN	BARSEBACK KRAFT AB	
UNITED KINGDOM	SELLAFIELD LTD	YES
UNITED STATES OF AMERICA	DEPARTMENT OF ENERGY	

3. 俄羅斯 Rosatom 公司預計以 Novovoronezh 核能電廠 1、2 號機除役設計畫加入 CPD 專案計畫，Viktor G. Volkov 博士簡報 Novovoronezh 核能電廠 1、2 號機除役設計畫摘要及 CPD 專案計畫 MB 成員決議如下：

(1) Novovoronezh 核能電廠 1、2 號機除役現況：

- A. 由 EDEC 執行除役工作。
- B. 俄羅斯法令除役採「立即拆除」策略。
- C. Novovoronezh 核能電廠 1、2 號簡介如圖 7 所示。

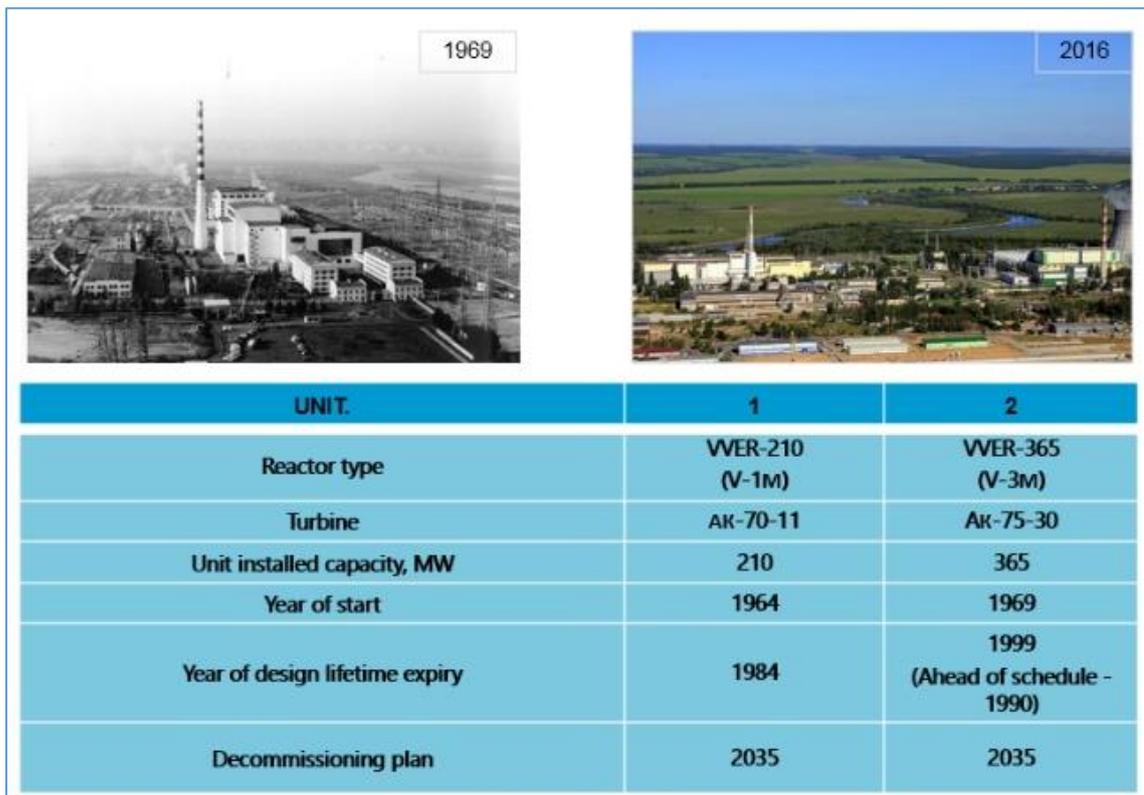


圖 7：Novovoronezh 核能電廠 1、2 號機簡介

- D. 除役工作之目標是在 2035 年前完成除役工作，Novovoronezh 核能電廠 1、2 號除役工作重要資訊如表 6 所示。
- E. 因上述計畫經驗可回饋 CPD 專案計畫，全體出席代表無表示反對意見，俄羅斯 Rosatom 公司成功以 Novovoronezh 核能電廠 1、2 號機除役設計畫加入 CPD 專案計畫。

表 6：Novovoronezh 核能電廠 1、2 號除役工作重要資訊

Parameter	Unit of measure	Total
Necessary number of operating personnel	Individuals	280
Total metal consumption of the units	Tons	31 052
Total volume of solid radioactive waste accumulated in the course of the process operation.	Tons	49,459
Total value of secondary solid radioactive waste	Tons	27 450
Total volume of metal scrap (anticipated for return into economic circulation)	Tons	27 181

(二) 參加 OECD 所屬 NEA 之 WPDD 會議過程

本次會議在位於巴黎之 OECD/NEA 總部進行為期 2 天的之會議簡報及討論，主席為西班牙籍的 Juan Luis SANIAGO 先生，參與之國家單位有比利時 SCK-CEN、加拿大 CNSC、捷克 CEZ、法國 EDF、ASN、IRSN、DEN、CEPN、德國 Federal Ministry for the Environment Nature Conservation and Nuclear Safety、TÜV、Federal Office for the Safety in Nuclear Waste Management、義大利 ISPRA、日本 JAEA、NRA、IAE、挪威 Norwegian Radiation Protection Authority、斯洛伐克共和國 Radwaste and Decommissioning Nuclear Regulatory Authority、JAVYS、ENRESA、瑞典 Vattenfall AB、Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co.、Cyclife Sweden AB、SSM、瑞士 BKW FMB

Energy Ltd.、英國 NDA、美國 NRC、俄羅斯 Rosatome、IAEA、國內為原能會、台電公司等代表出席，出席代表合照如圖 8 所示。會議在 WPDD 主席 Juan Luis SANIAGO 先生致詞後揭開序幕，並由 NEA 之署長 William D. Magwood 先生由國外以電話方式進行致詞，感謝 WPDD 多年對 NEA 之卓越貢獻，並且期望接續之 CDLM 能對全世界核能除役產生更大的貢獻。



圖 8：WPDD 出席代表合影

本次會務討論的重點項目為 CDLM 組織的設立，相關 WPDD 出席成員就以往的經驗進行討論對 CDLM 之建議及各國除役情況現況簡介重點如下

1. 討論議題: 如何讓 CDLM 與 WPDD 不同，應做什麼改變？

經過與會 WPDD 代表熱烈討論，達到對 CDLM 之建議如下：

- (1) CDLM 需要與 WPDD 目前有很大的不同，才能證明建立新委員會的合理性。
- (2) CDLM 委員會之角色及地位反映出核能設施除役及復原的日益重要

性以及對遺留核能廢棄物的重視。

- (3) 通過建立 CDLM 之過程，大家可以規劃哪些領域及因素對除役及遺留核能廢棄物管理至關重要（例如放射性防護、除役成本估算、核能廢棄物管理，全球經濟及商業等），並確保這些成果可直接由 CDLM 代表或通過其他方式組織提供。
- (4) CDLM 應提供一個加強與 NEA 其他組織 (RWMC, RF, FSC, CRPPH, etc.) 交流的機會。
- (5) CDLM 應提供了一個加強與 OECD 其他有經濟專業的組織之交流機會。
- (6) CDLM 應提供一個加強與 OECD 其他有經濟專業的組織之交流機會。
- (7) CDLM 應提供一個加強與外部組織如 IAEA 等交流的機會。
- (8) CDLM 應加強對除役及遺留核能廢棄物管理至關重要之領域及因素及相關整合面，以確保：
  - A. 可提供所有必要的觀點和技術。
  - B. 工作規畫可以集中在將產生最大差異的領域。

## 2. 需要做什麼努力以確保這些改變？

- (1) 需要盡快建立 CDLM 工作小組，以避免失去 WPDD 的動能及失去目前正為 WPDD 提供傑出產出的優秀人才（來自 WPDD 及其他人才）。
- (2) 需要將其他 NEA 團體的專家及工作人員帶到 CDLM 工作小組中。
- (3) 需要賦予每個 CDLM 主席團成員追蹤特定工作組的任務。
- (4) CDLM 可考量主席團設置（或形成聯繫）功能小組（如放射防護、成本估算等）。
- (5) CDLM 每個功能小組或工作小組可以研訂與其小組有關的準則（例如像 IAEA 安全報告，ICRP 報告），工作小組可向相關組織提供替代建議。

(6) CDLM 應可以儘早開始執行 WPDD 目前前瞻性計畫的數個優先議題（特別是「除役法規」及「除役及社會」），以測試工作流程並與建立與其他團體聯繫。

3. 對於 CDLM 工作計畫的想法：

(1) 保持對優先領域的支持（如「除役成本」、「退役管理」及「除役及社會」）。

(2) 「除役及社會」可以有效地包括風險溝通及提昇除役的積極形象。社會因素是一門藝術而非科學，納入議題可能需要數個目前在 WPDD 中有此專長的專家參與。

(3) 工作計畫項目管理之主題可以有用地擴展到除役活動優先順序、契約及採購更廣泛這些組織工作中，潛在的工作項目可包含：

A. 放射性廢棄物清除（有條件或無條件重複使用）。

B. 場址復原（限制或不受限制的再利用）。

C. 技術和創新 - 以 WPDD 之成果為基礎。

4. 各國除役情況現況簡介：

(1) 加拿大

A. Hydro-Québec 公司將其 CANDU 反應器（2012 年停止運營）以乾式之方式貯存中。

B. 於 2016 年獲得 CNSC 之 10 年除役許可。

C. Ontario 電力公司正計劃並準備 Pickering 核能電廠的之 8 部 CANDU 反應器除役工作；最後的 4 部反應器將於 2024 年停止運作。

D. 加拿大的相關核能實驗室正在加速進行解決國家核能設施除役責任的重點項目。

E. NPD 原型反應器場址及 Whiteshell 實驗室之除役及場址關閉工作將分別在 2021 年及 2024 年完成。

- F. Chalk River 實驗室的 120 多棟老舊建築物之除役和拆除工作將於 2025 年完成。
- G. 將開發新的 LILW 近地表處置設施，以利進行除役工作推展。
- H. CNSC 正在將其放射性廢棄物和除役法令架構更新為：
  - a. 根據營運和風險等因素定義新的放射性廢棄物設施及處置場類別。
  - b. 訂出新的放射性廢棄物設施及處置場申請許可之相關要件。
  - c. 整合和更新除役要件以滿足目前的除役需求。
  - d. 正在進行關於除役的公眾溝通及諮詢原住民意見。

## (2) 法國

- A. 健全的法律和監管架構
  - a. 立即拆除原則。
  - b. 2006 年關於透明度及 2015 年能源轉型等法案納入環境法。
  - c. 2017 年 3 月 23 日管制單位 ASN 之放射性廢棄物有關的決議。
  - d. 關於除役、除汙方法、放射性廢棄物分區及污染土壤管理之安全指南。
- B. 除役的專用基金及費用:法國核電營運業者負責為其放射性廢棄物管理及電廠拆除提撥資金。並會經定期的稽查，以確認其充足性和償付能力。
- C. 法國核能產業廠商的組織調整
  - a. 通過除役計畫的需求、期程及優先事項，以充分發揮及確保廠商擁有的技能及方法。
  - b. 分享全球經驗，發展有效的合作夥伴關係，提供服務。
- D. 按計畫推動除役工作（商用和軍用）：
  - a. CEA：根據安全考量制定拆除 BNI 的策略。

- b. EDF：法國第一艘 PWR 船舶切割；快滋生反應器的灑水及內部切割；評估 NUGG 拆解策略。
- c. ORANO：實施遺留核能廢棄物的復原及修復計畫。
- E. 持續在法國進行放射性廢棄物管理計畫之討論：
  - a. 金屬放射性廢棄物管理議題( GB1，PWR 的蒸汽產生器..... )。
  - b. 現有的遺留核能廢棄物議題。
  - c. ORANO 礦山恢復的議題：關於對長期環境影響的研究。
  - d. 公眾接受度的提昇議題。
- F. 核能營運業者的創新及密集的研發計畫：
  - a. 機器人、虛擬現實、場址特徵調查&復原及熱處理。
  - b. 產業的除役示範設施將於 2022 年完成，以確認情節的可行性並在安全條件下培訓操作人員。

### (3) 德國

- A. 核能發電逐步淘汰，關閉之核能設施除役採「立即拆除」策略。
- B. 德國目前進行除役的核能設施：
  - a. 核能電廠：23 座。
  - b. 研究用反應器：7 部。
  - c. 核子燃料循環設施：2 座。
- C. 輻射防護法：
  - a. 2017 年 5 月通過。
  - b. 將 2013 年歐洲原子能共同體理事會 59 號指令轉換為國家立法。
  - c. 其中一個是除汙的要求，於 2018 年底生效。
- D. 放射性廢棄物管理組織結構調整：
  - a. 聯邦核廢料法規辦公室(BfE)：放射性廢棄物處理、運輸及處置之監督及管制機構，2014 年成立。

- b. 聯邦處置公司(BGE): 負責選址、建造及運轉場址 (2016 年成立)。
  - c. 聯邦中期貯存公司 (BGZ) : 負責所有中期貯存設施的營運 (2017 年成立)。
  - d. 核能設施營運者仍然負責除役和除役放射性廢棄物之處理 (包括包裝)。
  - e. 聯邦州(Länder)之主管機關負責執照核發及監督除役。
- E. 法律: 放射性廢棄物管理之責任的重組:
- a. 2017 年 6 月生效。
  - b. 除役放射性廢棄物的貯存責任, 將從核能設施營運者轉移到州 (BGZ)。
  - c. 關閉之核能設施除役採「立即拆除」是除役首選策略。

#### (4) 日本

- A. 法規和策略:
- a. 核能設施執照使用者在設施運營之前(新設施 2018 年 10 月; 現有設施 2019 年 1 月), 必須準備並公佈其除役之方案。
  - b. 除役計畫許可: JAEA 文殊核能電廠之 (2018 年 3 月) 及東海再處理廠(2018 年 6 月)。
  - c. 除役狀況: 11 部反應器正進行除役工作。
- B. 技術與創新: 根據 NRA 根據新標準修訂「地表處置的前期安全評估方法進行了」並於 2018 年出版。

#### (5) 俄羅斯

- A. 核能電廠停機:
- a. 2018 年 3 月 Bilibinskaya 核能電廠 1 號機。
  - b. 2018 年 12 月 Leningradskaya 核電站 1 號機。
- B. 2016-2018 年 15 個核能設施已完成除役。

C. 遺留核能場址之管理：

- a. 關鍵特徵:大量核能廢棄物遺留場址和設備;遺留場址定義的差距;維護和退役工作財務問題存在不確定性;及企業的財務負擔。
- b. 核能廢棄物遺留場址的法律概念:闡述清楚的定義;設立國家營運者以集中管理廢棄物遺留場址和設備;及設立共同基金。

(6) 斯洛伐克共和國

A. 新的輻射防護法：

- a. 於 2018 年 4 月 1 日生效。
- b. 將 2013 年歐洲原子能共同體理事會 59 號指令轉換為國家立法。

B. NRA (UJD) 的安全指標：

- a. 文件的範圍和內容。
- b. 營運數據收集。
- c. 除役活動的安全評估。

C. 國家核能後端基金法之更新：

- a. 新的計算方法。
- b. 非反應器設施的貢獻。
- c. 營運終止停止支付費用。

D. JAVYS 公司執行除役工作：

- a. Bohunice V1 核能電廠反應器的主要迴路的化學除汙。
- b. Bohunice V1 核能電廠的冷卻塔拆除。
- c. Bohunice V1 核能電廠反應器冷卻系統大型組件之拆除。
- d. 集中式貯存設施的營運。
- e. 建造金屬之放射性廢物熔融設施。

(7) 瑞典

- A. 除役簡介:
  - a. 關閉之核能設施除役採「立即拆除」。
  - b. 將用過核子燃料、控制棒和核心儀器運往集中式中期貯存設施（CLAB）。
  - c. LLW 及 ILW 廢棄物貯存於核能電廠。
  - d. 核能電廠除役後場址最終狀態:依照設施地點重要性可為工業用途或生產能源用途。
  - e. 除汙及除役之管理之不同選擇:根據場址最終狀態決定。
- B. Uniper 公司的除汙及除役(D & D)之管理:
  - a. 協同作戰(fleet approach): 共同策略、協同效應。
  - b. 由執照許可者之內部組織部門管理 D & D 流程。
- C. Vattenfall 公司的除汙及除役(D & D)之管理:
  - a. 聯盟的方式進行投資。
  - b. 同一核能電廠依不同機組進行除役與發電營運。
  - c. 瑞典和德國的核能電廠之間進行協同合作。

#### (8) 英國

- A. NDA 認為有必要對適用於 Magnox 反應器的除役策略進行改變:
  - a. 目前的除役策略是將反應器除役延後至關閉後約 80 年，此策略適用於所有核能電廠。
  - b. 考慮要進行修改，依照特定場址策略不同。
- B. 已經決定讓 Magnox 公司成為 NDA 的子公司，而不是競爭其公司所有權。
- C. 英國政府已就最後階段場址除役和除汙之監管的一項修法進行了諮詢，因此，關於最終國家的決定將反映環境監管而非核能安全監管。
  - a. 環境主管機關發布了「核能設施場址釋出物質規定」的指南。

- b. 根據政府建議及管制指導以審查現場最終狀態之工作正在進行。
- c. 已經建立了一個新的小組研究 alpha 設施的除役。美國表達有興趣分享既有經驗，並歡迎其他國家加入。

(9) 國內：由原子能委員會核能管制處江庚宴副研究員分享目前國內除役現況，報告情形如圖 9 所示，內容重點如下：

- A. 核能一廠核電廠除役計畫（DP）台電公司已於 2015 年 11 月提交給原子能委員會（AEC）進行審查。AEC 已於 2017 年 6 月完成審查工作。核能一廠核電廠除役的環境影響評估（EIA）正在審核中，AEC 將在 DP 和 EIA 被接受後核發除役許可證。



圖 9：江庚宴副研究員(圖中)分享目前國內除役現況

- B. 台電公司預計核二廠及核三廠的 DP 將分別於 2018 年底和 2021 年左右提交給 AEC。

#### 四、參訪地下實驗室、放射性廢棄物研究機構及處理設施

##### (一) 參訪位於布爾之高放射性廢棄物最終處置地下實驗室

本次參訪由 ANDRA 的 Roberto MIGUEZ 先生及 Jim STOPINSKI 先生負責接待，並由 Jim STOPINSKI 先生就「The Meuse/Haute-Marne Centre and

Cigéo Project」為主題進行簡報，其簡報及現場討論之重點摘錄如下：

1991 年，法國國會通過放射性廢棄物法案，明訂深層處置場之建造，需先經過地下實驗室的調查研究階段。法案中並規定地下實驗室最少要包括 2 種不同岩性的研究，一座設在結晶岩層，另一座設在沉積岩層，以保留彈性，作為替代方案。1994 至 1996 年期間，ANDRA 在布爾(黏土)、Gard(黏土)以及 Vuenne(花崗岩)等 3 處志願地區進行調查。調查工作包括地表調查、地球物理調查、鑽探及孔內調查。

於 3 處地區完成初步調查後，1996 年，法國政府首先允許 ANDRA 在此 3 個候選場址設置地下實驗室之申請。但由於 Gard 與 Vuenne 2 個場址地質條件上之缺點，最後則予以放棄，需另找其他場址。

布爾地區的高放射性廢棄物最終處置地下實驗室(Meuse/Haute-Marne-URL)是法國政府在 1999 年 8 月 3 日法條中核准 ANDRA 於法國東部進行泥岩特性之相關研究；此計畫是在 1993 年所提出。該泥岩層位於地底下約 420~550 m 左右，厚約 130m 左右，其年代約在 150 百萬年前。

布爾地下實驗室相關工程進行前，該地區已進行約 2 年地表地質與地球物理工作探測。該實驗室的建設始於 2000 年，目前地表設施已完成(佔地約 17 公頃，即 0.17km<sup>2</sup>)，主要包含整個計畫內容說明展覽室；並進行 2 個豎井的鑽設工作，及連續岩心之分析與研究，且伴隨著一系列之研究，該場址亦被評估是否作為高、中階放射性廢棄物最終處置場。主要工作團隊包括法國國家科學研究中心(CNRS)、地質與礦業研究局(BRGM)及相關工程研究單位(如 The Paris and Nancy Schools of Mining Engineering or the National College of Geology 等)。布爾主要進行下列 4 項試驗或研究工作：

1. 地下地質環境研究(Geology to Know the Environment and its History)：如從力學及化學觀點研究地下構造的穩定性；開挖後地下構造之岩力、水力及地球化學現象；地下開挖後時間的效應。
2. 大地應力試驗(Geomechanics to Study the Strength of the Host Rock)：泥

岩的現地岩石力學特性；泥岩坑道開挖的岩石力學反應。

3. 水文地質地下水流動特性研究(Hydrogeology to Study Water Circulation)：  
透水性及孔隙水壓量測技術；地球化學及同位素化學分析水樣取樣技術。
4. 地球化學遲滯效應研究(Geochemistry to Study the Retention Capabilities of the Host Rock)：傳輸機制及遲滯效應的特性。

進入地下實驗室參觀人員須接受行前注意事項介紹課程，告知參觀設施人員遇到緊急情形該如何因應。完成注意事項介紹並進行換裝後，由 Jim STOPINSKI 先生帶領進入地下 490 m 之坑道進行參訪，地下 490 m 調查坑道之佈置圖詳如圖 10 所示，Jim STOPINSKI 先生於地下 490 m 實驗坑道中先介紹目前處置場的概念是以豎井的方式進行人員及機具之運送，另提供地下實驗室幾項重要的數據資訊有：(1) 1000 個鑽孔；(2) 每天產生 100 萬筆的數據；(3) 18,400 個測量點。另 Jim STOPINSKI 先生並介紹 ANDRA 人員正進行諸多試驗，例如研究粘土層之化學成分，滲透性，溫度等，這些性質都影響處置場將來通風及高放射性廢棄物罐的熱量傳遞，及確保黏土圍岩將來在設計年限可以圍阻及遲置放射性核種，另外，另一個是概念測試，如開發未來的深層地質處置設施所需的材料測試或挖掘機測試，現場可以看到全段面挖掘機(TBM)在黏土岩開挖的測試，而布爾地下實驗室之規劃、建造及地下實驗項目之經驗，可提供國內最終處置計畫之參考。

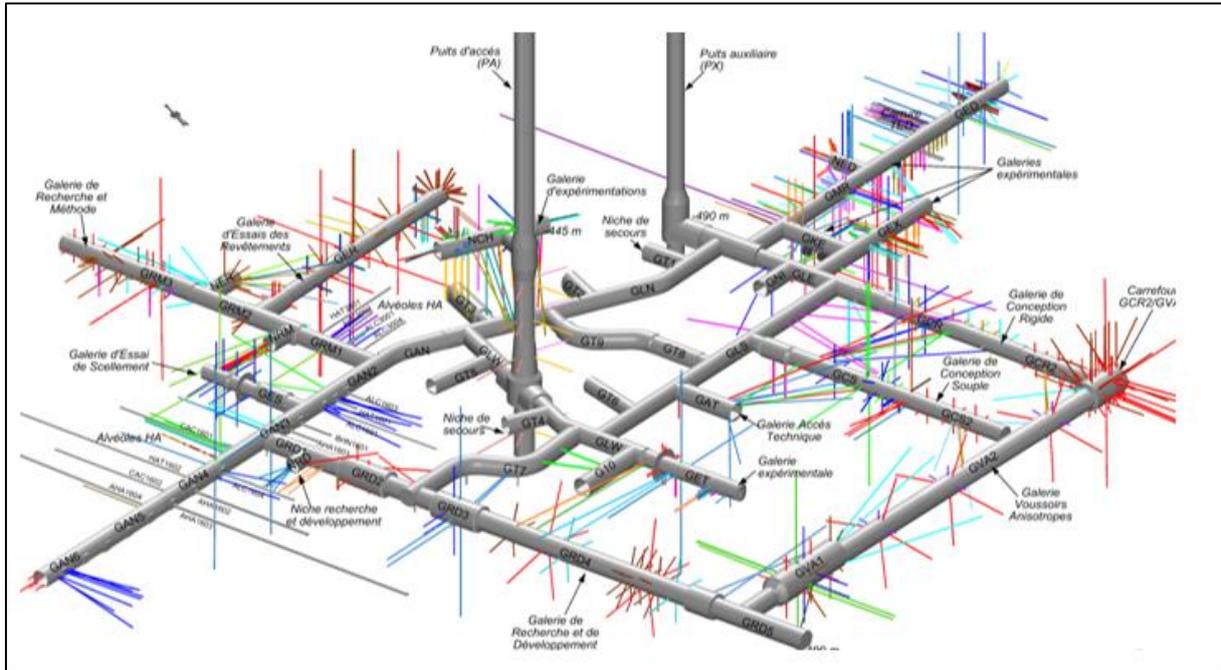


圖 10：布爾高放射性廢棄物最終處置地下實驗室規劃示意圖

## (二) 參訪 ORANO 公司

參訪 ORANO TN 公司位在巴黎的總部，以了解法國針對世界各核能國家的需求，開發的放射性廢棄物貯存、運輸及處置容器。

本次參訪 ORANO 公司(原 AREVA 公司) 由 TN 公司副總經理 Thibault LOUVET 先生及 Mathilde QAUTIER 女士負責接待，並說明簡報 ORANO 公司所提供的放射性廢棄物貯存、運輸及處置的解決方案，Thibault LOUVET 先生首先介紹 ORANO TN 公司之營業內容如下：

1. 工程範圍: 包件系統、相關設備的設計材料之屏蔽、臨界，機械和熱行為等設計。
2. 使用執照申請: 包含協助準備安全分析報告及使用執照之流程管理。
3. 供應運輸及貯存的解決方案: 放射性廢棄物貯存及運送護箱及相關輔助設備及相關供應鏈製造之管理。
4. 物流: 運輸調派、放射性廢棄物貯存、運送護箱及運輸工具之租賃。
5. 服務: 技術援助、放射性廢棄物裝載、燃料池至乾貯場之運送、設備維

修及培訓。

Thibault LOUVET 先生並強調說明該公司運輸業務，每年約 5,000 次船運包括:1.核燃料循環前端的運輸；2. 核燃料循環後端的運輸(用過核子燃料、MOX 燃料及玻璃固化體)；研究型反應器和實驗設備之船運。另 TN 公司擁有豐沛的資源包括:1. 規格從 1MT 到 130 MT 共計 2,200 個容器護箱；2. 70 輛專為重型容器護箱設計的卡車；3.約 47 輛特殊設計的鐵道車及 4.運輸相關風險的整合管理（相關圖像/軟體）。

Thibault LOUVET 先生接著說明 TN 公司乾式貯存技術分為金屬護箱及乾式貯存系統 2 大部分，TN 公司擁有金屬護箱的部分，已取得歐洲(比利時、義大利、德國及瑞士等)，美國、澳洲、日本等多國之使用許可，其可根據客戶燃料及放射性廢棄物特性進行設計。乾式貯存系統包括:1. 混凝土水平模組 NUHOMS:市場上目前所需用地最小的乾式貯存設施，並可減少建造的花費，並著重抗地震、洪水、海嘯、外力撞擊等；2. TN NOVA: (1) 為運輸及貯存雙用型的放射性廢棄物容器 (2)可貯存 69 BWR 或 37 PWR 用過核子燃料束；(3)於 2014 年 5 月份獲得的美國運輸許可證；(4)具自然對流的被動冷卻系統及(5)另以銲接方式進行廢棄物罐密封，而具可回收性，可再開啟廢棄物罐，以進行回收。

最後介紹 TN 公司介紹針對破損用過核子燃料束所開發的解決方案，TN 公司目前開發了 FFC 運輸及貯存雙用型的廢棄物容器 FFC 容器(Failed fuel container)，其特點包括(1)可貯放 96 束 PWR 破損之用過燃料棒束;(2)已經設計完成並交付給美國核電業者使用;(3)根據國際標準及經驗進行開發，如國際原子能總署之標準、美國 NRC(10 CFR Parts 71 and 72)、ASME NQA-1 及基於 TN 公司設計的類似系統。

Thibault LOUVET 先生及 Mathilde QAUTIER 女士並對於目前台灣核能一廠及核能二廠的乾式貯存計畫的進度感到興趣，張學植處長說明乾貯設施在台灣的地理環境，有特別針對地震及海嘯之影響進行評估分析，雙方

並一致認為民眾接受度為乾貯計畫成敗的重要因素，須讓外界廣泛知道乾貯設施具有極高的安全性。

### (三) 參訪 La Hague 再處理廠及除役設施

參訪 ORANO 公司位在 Cotentin 附近的 La Hague 再處理廠，及目前正在進行除役的設施，以了解法國的用過核子燃料管理體系，並可學習核能設施的規劃、執行及除役技術。

目前法國的所有用過核子燃料再處理設施均位於 La Hague，法國之用過核子燃料乃利用鐵路及公路由各核能電廠運至 La Hague 再處理廠。用過核子燃料是裝在 TN12 或 TN13 運輸護箱內，每一具 TN12 或 TN13 護箱可裝載 12 束壓水式反應器(BWR)用過核子燃料，然後利用鐵路貨車以鐵路運送，或利用多輪軸拖車運送。法國已利用此種方式進行 5,500 次以上的運輸由各核能電廠運至 La Hague 再處理廠，過程均相當順利及安全。

1959 年 CEA 決定建造 UP2 廠以處理天然鈾氣體石墨反應器（GCR）所產生的用過核子燃料。為了能處理輕水式反應器所退出之用過核子燃料，1974 年 CEA 在 UP2 廠增建一座稱為高活度氧化(High Activity Oxide(HAO))之工廠。UP2 及 HAO 構成所謂的 UP2-400，於 1978 年開始運轉，每年可再處理 400 噸之用過核子燃料。1978 年 CEA 將經營權轉移給 AREVA 之前身 COGEMA。1981 年 5 月，法國政府核准 COGEMA 建造下列 2 座再處理廠及 1 座淨化廠：

1. UP3-A：每年可再處理約 1,000 噸的輕水式反應器所退出之用過核子燃料。
2. UP2-800：每年亦可再處理約 1,000 噸的輕水式反應器所退出之用過核子燃料。
3. STE3：用以將前述 2 座再處理廠之排放物質淨化後再排放至大海。

法國從 1974 年起即在 Chooz 電廠使用 MOX 燃料。在使用 MOX 燃料 12 年後證明與使用 UO<sub>2</sub> 燃料並無顯著之差異。目前法國已有 20 部反應

器使用 MOX 燃料。

法國政府及 EDF 在用過核子燃料再處理方面維持清楚及一致的立場，即 EDF 只在反應器內置入可再處理的燃料元件。

法國的 MOX 燃料是在下列 3 座製造廠製造：

1. 比利時 Dessel 的 BELGONUCLEAIRE (BN) PO 廠。
2. ORANO 公司 Cadarache 廠。
3. 位於 Marcoule 的 MELOX 廠。

BN PO 廠於 1973 年開始運轉，其運轉容量為 49 噸/年，已製造了 400 噸以上的 MOX 燃料。

ORANO 公司的 Cadarache 廠製造 MOX 燃料已有 30 年的歷史，主要是針對快滋生反應器。從 1989 年起，超級鳳凰號 (Superphenix) 之生產線已轉換成 LWR MOX 燃料之生產線，其生產力已由 1993 年的 15 噸逐漸提升至今日的 40 噸。目前所採用的製造程序為先進的 MIMAS 程序。Cadarache 已共生產 200 噸的 MOX 燃料。Cadarache 是世界上處理鈾數量最多之工廠 (超過 350 噸)。

MELOX 廠從 1997 年起達到其執照的全生產量 (每年 100 噸)。1998 年 3 月曾有單月製造 19.1 噸之紀錄。總累積生產量已達 450 噸。此廠可製造 PWR 所用的 MOX 燃料，亦是採用 MIMAS 製造程序。此廠符合嚴苛的限制，例如使用來自高燃耗燃料的老化鈾、高鈾含量、鈾同位素均勻化、及對操作人員有最低的輻射劑量。未來，在加強行政措施後，此廠的年產量可提升至 250 噸。

由 ORANO 公司(原 AREVA 公司)經營。本次參訪 ORANO 公司 La Hague 再處理廠由副處長 Rene CHARBONNIER 先生負責接待，經過簡報說明 ORANO 公司所提供的用過核子燃料再處理營業內容，及實際參訪 La Hague 再處理廠及除役中之 UP2-400 廠相關內容如下：

1. La Hague 再處理廠概述資料: 具 50 年豐沛的工業經驗，目前再處理廠

有 4,000 名 ORANO 公司員工，1,000 個名分包商員工，2017 年採購金額高達約 5.3 億歐元，其中 70%採購於諾曼第地區，2017 年的關稅及稅收之金額高達約 7.7 億歐元，10 年內之每年平均投資金額高達約 2 億歐元。

## 2. 再處理業務簡介：

- (1) 用過核子燃料的組成:由 1%的鈾、95%的鈾、4%的分裂產物組成，其中 96%(鈾及鈾)的部分可以進行再處理，鈾可再處理成 MOX 燃料，鈾可再處理成 ERU 燃料。
- (2) 經再處理之過程，原用過核子燃料製成玻璃固化體，其體積減少 5 倍，毒性減少 10 倍，協助外國處理的放射性廢棄物所產生的玻璃固化體將回運原產生國家，La Hague 再處理廠貯放法國再處理所產生的玻璃固化體，並等待 Cigeo 計畫完成之高放射性放射性廢棄物最終處置場建造完成後，進行最終處置。
- (3) 直至 2018 年 1 月，La Hague 再處理廠再處理了約 34,000 噸用過核子燃料，法國為 23,605 噸、德國為 5,482 噸、日本為 2,944 噸、瑞士 771 噸、比利時 673 噸、荷蘭 418 噸及義大利 193 噸。

## 3. 除役設施業務

- (1) 自 1966 年運轉至 2003 年的 UP2-400 廠區需再安全的狀況下進行除役。
- (2) 除役預計為期 30 年，總預算為 4 億歐元，業務量最高峰時預計有 500 名人力，總計 6 百萬小時之工時。
- (3) 預計除役後之廠房將提供工業使用。
- (4) 2017 年之拆除預算為 9 千萬歐元，達整體進度之 28%。
- (5) 大規模的退役和拆除。
- (6) 此廠區除役的特點是要管理及考慮各種複雜問題及在多樣的設備環境下完成除役，這些因素如放射性廢棄物回收、燃料池、筒倉、

混凝土建築、再處理設備及高輻射環境等。

4. 輻射防護

(1) 2017 年採樣超過 2.1 萬個樣本，執行 4.8 萬次分析。

(2) 分析結果顯示，La Hague 再處理廠所產生的輻射劑量對環境的衝擊，低於百分之一的自然輻射背景值(自然環境輻射曝露為 2.9mSv per year，La Hague 再處理廠輻射劑量低於 0.02Sv per year)。

5. 與利益相關者相關活動如下

(1) 2017 年有 3,000 個訪客參訪 La Hague 再處理廠。

(2) 2017 年有 8 個媒體參訪 La Hague 再處理廠。

(3) 專案提供 185 個工作。

(4) 每年 4 個與地方民意代表的對話會議。

(5) 每年 2 個與地方首長的對話會議。

(6) 展覽會。

## 肆、出國心得及建議

本次參訪放射性廢棄物除役設施及參加核能電廠除役國際會議(OECD-NEA-CPD、WPDD)，相關建議如下：

- 一、原 WPDD 已由提高一個層級之 CDLM 所取代，國內需密切觀察 CDLM 組織之發展狀況，以確保國內參與此組織的權利可以維持，甚至可以提昇在此組織之重要性，相關資訊可以透過原子能委員會駐 NEA 之人員取得第一手訊息，以便積極回應及參與 CDLM 會務，希冀由目前 WPDD 之觀察員提昇為正式會員。而積極參與其工作任務小組活動如除役成本估算任務小組(DCEG)、輻射特性與除役任務小組(TGRCD)、核設施場址復原任務小組(TGNSR)，除可學習相關除役所需能力、培養台電公司具潛質人才參與國際事務，亦有助加強國內在 CDLM 之影響力。
- 二、台電公司核能一廠已於 107 年底進入除役階段，各項除役規劃準備工作也即將展開實質作業，出席及參與 CPD MB 會議，可以藉由此會議，與 CPD 專案計畫之 Technical Advisory Group(TAG)之成員有密切之交流，有助於實質參與 CDLM 之除役活動，也可針對不同的除役技術領域，邀請 TAG 或 CDLM 專家來台，借重國際專家之專業及經驗，可以降低除役工作所需摸索之時間及費用。
- 三、法國已建立完整之核能後端管理體系，相關乾式貯存容器製造技術、高放射性最終處置地下實驗室之規劃及與外界溝通執行經驗皆值得國內借鏡，台電公司可適時邀請法國相關領域專家辦理研討會，藉由雙方之意見交換，以協助擬定國內核能後端處理之執行策略，有助於凝聚國內之執行共識。

# 伍、附錄

## 附錄 I . CPD-37 Management Board Meeting 大會議程

AGENDA OF THE MEETING			
6 November - Day 1			
TIME	#	Main Discussion Points & Decisions	Documents
13:00	1.	WELCOME AND OPENING REMARKS <i>Martin MACÁŠEK, CPD Chair</i>	
13:05	D 2.	ADOPTION OF THE AGENDA <i>Martin MACÁŠEK, CPD Chair</i>	
13:10	D 3.	REVIEW AND APPROVAL OF SUMMARY RECORD OF THE 36TH MEETING (NOVEMBER 2017) <i>Martin MACÁŠEK, CPD Chair</i>	
13 :20	I 4.	OVERVIEW OF RECENT NEA ACTIVITIES <i>Jihong LIN, NEA Secretariat</i>	Presentation
		4.1. Creation of CDLM 4.2. WPDD 's knowledge transfer to CDLM 4.3. Relationship between CDLM and CPD	
	5.	CPD GOVERNANCE	Presentation
13:35	I	5.1. Membership status of the CPD Agreement / Status of CPD projects <i>Axel BÄCKER, CPD Programme Coordinator</i>	
13:45	D	5.2. Status of CPD New Agreement for 2019-2023 <i>Jihong LIN, NEA Secretariat</i>	
13:55	I	5.3. Operation and Cooperation Guidelines of CPD <i>Martin MACÁŠEK, CPD Chair</i>	
14:25	D	5.4. NEA's proposal of providing secretariat to replace the external program coordinator <i>Jihong LIN, NEA Secretariat</i>	
<b>BREAK as needed</b>			
15:10	D	5.5. Implementation of CPD administration in 2018 <i>Martin Macášek, CPD Chair</i>	Presentation
15:40	D	5.6. Invitation of CPD MB members to NEA's meetings in 2019 and their financing <i>Jihong LIN, NEA Secretariat</i>	Presentation

CPD-37 MANAGEMENT BOARD MEETING

For Official Use

		<i>Martin Macášek, CPD Chair</i>	Presentation
I		5.7. Preparation of 10 year Anniversary report for 2011-2020	Presentation
		<i>Martin Macášek, CPD Chair</i>	
D		5.8. CPD Financial Report 2016-18 / Contributions/ outlook for 2019-2021	Presentation
		<i>Jihong LIN, NEA Secretariat</i>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• approval of financial report 2018</li> <li>• as needed: approval of 2019 budget</li> <li>• renewal: CPD payment (lump sum) for NEA Secretariat services for 2018</li> <li>• renewal: CPD Bureau to make decisions on spending up to 10,000 Euros</li> <li>• renewal: annual contribution from participants for the financial year 2018</li> <li>• discuss financial support of TAG meetings with a lump sum from CPD budget</li> </ul>	
<b>16:50</b>		<b>BREAK as needed</b>	
17:00	D 6.	INITIATIVES, CPD2 AND PEER REVIEW <i>Jihong LIN, NEA Secretariat</i> <i>Martin Macášek, CPD Chair</i>	Presentation
	D 7.	NEW APPLICANT (TAG-65):	
17:35		7.1. IFE, NORWAY <i>TBD</i>	Presentation
17:55		7.2. Novovoronesh, RUSSIA <i>TBD</i>	Presentation
18:15		7.3. Decision on New Applicants	
18:25	8.	CLOSING OF DAY 1	
18:35	9.	ADJOURN	

## AGENDA OF THE MEETING

7 November - Day 2

TIME	#	Main Discussion Points & Decisions	Documents
09:00	I 10.	INTRODUCTION OF DAY 2 <i>Martin MACÁŠEK, CPD Chair</i>	
09:10	D 11.	PROGRAMME COORDINATOR'S REPORT <i>Axel BÄCKER, CPD Programme Coordinator</i>	Presentation
09:30	D 12.	ANNUAL REVIEW & FUTURE PROGRAMME OF WORK BY THE TAG CHAIR <i>Robert WALTHERY, TAG Chair</i>	Presentation
09:45	I 13.	CPD TASK GROUP ON DISMANTLING OF HIGH CONTAMINATED TANKS <i>Axel BÄCKER, CPD Programme Coordinator</i>	Presentation
	I 14.	INTERNATIONAL AND NATIONAL UPDATES	
10:00		14.1. Activities of European Nuclear Installations Safety Standards Initiative (Eniss) <i>Alain ENSUQUE, Chair of Waste and Decommissioning Safety Group (TBC)</i>	Presentation
10:20		14.2. Update on IAEA Activities <i>Christian GLORENNEC (TBC)</i>	Presentation
10:40		14.3. Update on EPRI Activities <i>TBD</i>	Presentation
11:00		<b>BREAK as needed</b>	
11:20		14.4. CPD Participants' Updates <i>All members</i>	
12:20	D 15.	DATE OF THE NEXT MEETING <i>Martin MACÁŠEK, CPD Chair</i>	
12:30	D 16.	ANY OTHER BUSINESS <i>Martin MACÁŠEK, CPD Chair</i>	
12:45	D 17.	REVIEW OF MAIN ITEMS AND DECISIONS <i>Martin MACÁŠEK, CPD Chair</i>	
13:00		MEETING ADJOURN	

## 附錄 II . WPDD-19 大會議程

### AGENDA OF THE MEETING

13-14 November 2018

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

---

Malgorzata SNEVE, EGLM Chair (tbc)

---

- 9:45      10.    COUNTRY UPDATES ON DECOMMISSIONING  
*Substantive report from Germany (Bernd REHS) and Sweden (Fredrik de la GARDIE)(each 10 mins)*  
*Others, 5 mins for each country*
- *Country Update Report:*  
*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.*
  - *At the meeting:*  
*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).*  
*Please submit the slide to Ms. Lisa SMADJA (lisa.smadja@oecd.org) at the latest by 6th November 2018.*
- 

- 11:25      11.    WAYS FORWARD  
*All participants*
- 

- 11:40      12.    ANY OTHER BUSINESS  
*All participants*
- 

- 11:55      13.    REVIEW OF MAIN ITEMS AND DECISIONS  
*Juan-Luis SANTIAGO, WPDD Chair*
- 

- 12:05      MEETING ADJOURN
-