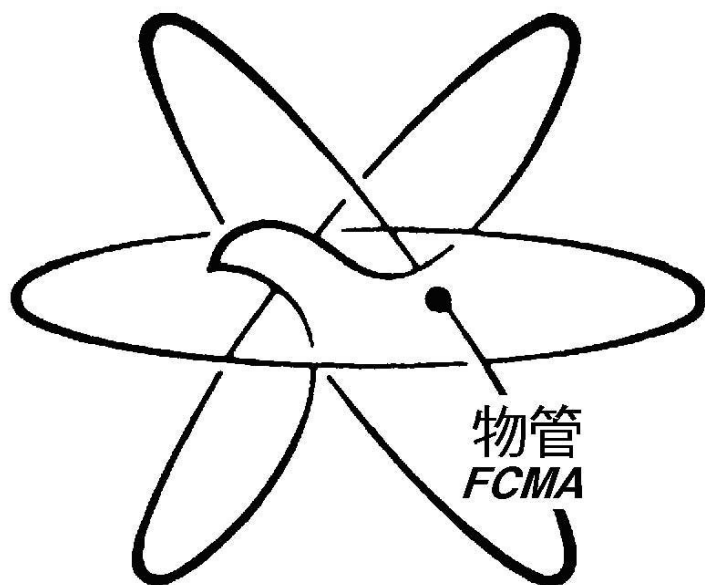


用過核子燃料最終處置計畫書

2010年修訂版

審查報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局

中華民國99年12月

目 錄

一、審查概要	1
二、審查過程	2
三、關鍵議題說明	6
四、審查結論	11

一、審查概要

民國 91 年 12 月 25 日「放射性物料管理法」(簡稱物管法)公布施行，依據物管法第 29 條規定：「產生者應負責減少放射性廢棄物之產生量及其體積。其最終處置計畫應依計畫時程，切實推動」。第 49 條規定：「主管機關應督促廢棄物產生者規劃國內放射性廢棄物最終處置設施之籌建，並要求廢棄物產生者解決放射性廢棄物最終處置問題」。另依「放射性物料管理法施行細則」第 37 條規定：「高放射性廢棄物最終處置計畫，每四年應檢討修正；修正時，應敘明理由及改正措施，報經主管機關核定後執行」。

原能會於 95 年 7 月會物字第 0950019841 號函同意核備台電公司「用過核子燃料最終處置計畫書」開始執行，迄 99 年已歷時 4 年，依物管法施行細則第 37 條規定，應檢討修正。台電公司 99 年 5 月 27 日以電核端字第 09905010741 號函提出「用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年 5 月修訂版(初稿)」，送請原能會核定。物管局為嚴密審查本報告，邀請核子工程、地質、土木材料、核種傳輸、功能評估、廢棄物管理等領域專家學者 7 位，以及物管局人員建立審查團隊，進行本案審查工作。物管局於 99 年 5 月 28 日完成程序審核，確認文件內容齊備後，隨即進行實質審查作業。

本案審查時程為 5 個月，期間進行 3 回合審查並辦理二次審查會議，共提出 111 項審查意見。台電公司針對審查意見之答覆說明內容，業經審查委員與物管局複審後，確認澄清審查意見同意結案，詳細審查意見如「用過核子燃料處置計畫書 2010 年修訂版審查意見彙總表」。

二、審查過程

本案之審查作業共辦理 2 次審查會議及 1 次溝通會議，相關會議重點分別說明如下。

(一)第一次審查會議 (99 年 8 月 10 日)

1. 請台電公司於第二次審查會議時，就下列議題進行簡報說明：
 - (1) 台電公司 2017 年技術可行性評估報告與日本 H12 報告整體架構之分析比較，並說明本階段之研究發展規劃。
 - (2) 台電公司對本處置計畫建立坑道實驗室之初步規劃構想。
 - (3) 台電公司對本計畫研究成果資訊公開作法之初步規劃構想。
 - (4) 台電公司對本計畫建立技術顧問團隊或台電公司內部成立高放處置諮詢委員會之構想。
2. 配合政府組織改造，核能研究所可能將併入經濟及能源部，有利於高放處置計畫的整合與執行，建議台電公司應更積極規劃執行高放處置計畫。
3. 為檢討審視 2014 年版工作計畫書修訂內容，請在 2014 年 2 月底前提出一份 2013 年階段成果報告，以確保 2017 年技術可行性評估報告呈現成果能符合規劃目標，會後由台電公司工作團隊與物管局負責本計劃管制相關業務人員另擇期研究討論。
4. 為確保計畫各階段各項成果報告品質與可溯性，請台電公司積極研訂高放處置計畫品質保證方案，以確保研究成果之可信度，做為未來處置設施設計及安全評估之用。
5. 台電公司用過核子燃料最終處置計畫書(2006 年版) 之表 6-1：「潛在處置母岩特性調查與評估」階段之重要里程碑項目「2017 年提出候選場址的建議調查區域」，於 2010 年修訂版計畫書已將其刪除，依物管法施行細則第 37 條請台電公司敘明理由及改正措施。

(二)用過核子燃料最終處置計畫相關議題溝通會議(99年8月27日)

為確保2017年技術可行性評估報告呈現成果能符合規劃目標，由台電公司工作團隊與物管局負責本計畫管制相關業務人員，就以下議題進行討論，並形成下列共識。

1. 本計畫執行應採目標導向，2017年之計畫目標及架構可參照日本H12報告編寫。本階段(2010年-2017年)之研究發展規劃，應列出重要計畫目標之各年度規劃執行之工作項目。
2. 規劃中之地質實驗室不是特定場址之地下實驗室，係定位為僅供深地層處置技術發展及驗證用之一般性地下實驗場所。若要定位名稱可稱「地質實驗室」。
3. 本計畫之執行成果，將摘述公布於台電相關網頁上，以增進民眾對用過核子燃料最終處置計畫之了解。對於計畫成果報告內容，學者專家可就其有興趣的部分，來電向台電公司索取。
4. 台電公司成立用過核子燃料處置諮詢委員，有助於推展計畫執行，至於各工作團隊成立技術顧問團，可有效提升研究發展成果品質。另為加強計畫研究發展成果之品質管控，台電公司可參照低放處置計畫專案品保計畫，建立本計畫之專案品質保證作業。
5. 台電公司2014年提報年度成果報告時，可參考日本H12報告架構提出2010年至2013年之階段性進度報告，以進一步確保2017年技術可行性評估報告成果能達成預定目標。

(三)第二次審查會議決議(99年10月12日)

1. 請台電公司依據答復說明內容修訂本計畫書，將修正內容註明於相對意見項，並於99年12月12日前將計畫書修訂版送本局備查。
2. 台電公司進行2017年技術可行性評估報告研究發展作業之建議事項：
 - (1) 應注意符合「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」之規定。
 - (2) 台電公司應就國內處置特性條件，並參酌國外經驗，研提各年度詳

實研究發展規畫，核實編列所需經費，以加強國內研發能量之整合及國際技術交流合作，有效落實計畫之推動確保 2017 年計畫目標之達成。

- (3) 請台電公司詳細回顧日本 H12 報告之研發主軸、地質處置安全評估準則以及功能評估發展等，清楚條列 H12 報告已建立及待發展之技術，做為後續完成 2017 年技術可行性評估報告所需工作之參考，以及該報告架構內容之依據。
 - (4) 請台電公司於 11 月底前將 2017 年技術可行性評估報告章節架構送物管局，經委員提供修正意見後，將作為 2017 年技術可行性評估報告章節架構第 0 版。
3. 有關台電公司執行「用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版」，規劃發展「地質實驗室」乙案，請參酌下列意見辦理：
- (1) 請台電公司邀集學者專家提供規劃意見並參與研究處置計畫地下實驗室之建立，並定位其名稱為「地質實驗室」，不作為特定場址之地下實驗室，僅供深地層處置技術發展及驗證之一般性地下實驗場所。
 - (2) 請台電公司提出「地質實驗室規劃報告」，於明（100）年 10 月底前送物管局備查。
4. 台電公司用過核子燃料最終處置計畫之執行，應建立專案品質保證計畫，以確認相關調查工程技術及功能評估作業之品質無虞。請台電公司於明（100）年 7 月 1 日前提出相關專案品質保證計畫，送物管局核備。
5. 本計畫之執行成果，請台電公司摘述公布於台電相關網頁上，以增進民眾對用過核子燃料最終處置計畫之了解。對於計畫成果之技術報告，學者專家可就其有興趣的部分，透過申請方式向台電公司索取。
6. 請台電公司積極規劃執行用過核子燃料處置諮詢委員及各工作團隊技術顧問團之成立，以幫助於推展計畫執行，有效提升研究發展成果品質。
7. 請台電公司於 2014 年 2 月底前，研提 2010 年至 2013 年之整合報告送物管局審查，以做為修正 2014 年版計畫書的基礎；另請可參考日本 H12 報告架構提出 2010 年至 2013 年之階段性進度報告，確保達成 2017 年研提

「用過核子燃料最終處置技術可行性評估報告」之目標。

8. 「用過核子燃料最終處置計畫書 2006 年核定版版」表 6-1 所訂里程碑「2017 年提出候選場址的建議調查區域」，台電公司倘要修正為「2017 年提出候選場址的建議調查區域之評估成果」，應先提出詳實具體之改正措施。
9. 最終處置計畫之年度計畫成果報告審查將召開審查會議；「用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版」與「2009 年用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之歷次審查會議決議事項，將列為追蹤事項，併同年度計畫成果報告審查定期追蹤。

三、關鍵議題說明

經審查團隊審查評估報告，共提出 111 項審查意見。其中有下列幾項關鍵議題，對用過核子燃料處置計畫的執行有所助益或影響，說明如後：

議題 1：台電公司 2017 年技術可行性評估報告與日本 H12 報告整體架構之分析比較，以及本階段之研究發展規劃。

議題 2：台電公司對本處置計畫建立坑道實驗室之規劃構想。

議題 3：台電公司對本計畫研究成果資訊公開作法之規劃構想。

議題 4：台電公司針對本計畫各項品質管理制度與作業之構想。

議題 5：有關台電公司用過核子燃料管理時程銜接議題

議題 1：台電公司 2017 年技術可行性評估報告與日本 H12 報告整體架構之分析比較，以及本階段之研究發展規劃。

1. 審查意見摘述：

用過核子燃料處置計畫下階段目標應於 2017 年完成最終處置技術可行性評估報告，報告之內容架構參考日本 H12 報告，請台電公司就 2017 年技術可行性評估報告之預定內容架構與日本 H12 報告進行差異分析比較，以驗證並下階段(2011 年-2017 年)整體研究發展規劃之完整性及可行性；簡要說明在 2017 年技術可行性評估報告產生之前相關研究規劃為何，如何在各年度的研究規劃中一步一步達成 2017 年技術可行性評估報告應該有的架構。

2. 台電公司答覆摘要：

日本 H12 報告主要任務為：

- (1)彙整與更新科技資料，及證明地質處置的技術「信賴性」(reliability)；
- (2)提供場址選定及法規架構所需科學技術基礎；
- (3)公開資料徵詢專家及公眾意見。

該報告內容涵蓋地質環境長期安定性的特性、地質處置的工程技術，以及安全性的評估

H12 報告獲致最重要的成果包括：

- (1)從地震、斷層與火山活動、氣候變化與海水面升降等調查，加上深層地質環境特性的調查研究，以掌握長期安定性影響因素，證明在日本地質處置的技術可行性，以及證明在日本可以找到合適的地點進行地質處置。
- (2)經由釜山礦場及海外地下實驗室的試驗，驗證深層地質處置工程技術設計條件，及處置場建設、運轉及封閉現有技術的可行性。
- (3)證明現行技術，尤其是在近場的部份，足以針對深層地質處置進行可靠的安全性評估。

綜言之，日本高放射性廢棄物處置發展至 H12 報告發表時，在技術的「可靠性」與「信賴性」上，展現出較 H3 更穩固而透明的處置技術條件，足以提供選址參考，並作為法規架構制定的基礎。

相較之下，「潛在處置母岩特性調查與評估階段」完成之 SNFD2017 報告，主要任務為：

- (1)整合花崗岩質潛在處置母岩特性的界定、處置母岩特性調查技術(應包括地質、地下水、岩石與水化學、母岩工程特性等)，以架構出調查區域的地質構造。
- (2)並以現地調查資料，進一步建立花崗岩質潛在處置母岩設置處置場之評估能力。
- (3)據以提出「潛在處置母岩特性調查與評估階段」國內適合地質處置環境條件的證明。

預計 2017 年技術可行性評估報告獲致突破性成果包括：

- (1)取得花崗岩質潛在處置母岩深層地質特性現地調查資料，及地震、地體變動、氣候變化與海水面升降等調查成果。
- (2)規劃坑道實驗室，驗證深層地質調查技術，取得地震、洪水影響下地質特性變化情形，用以提供功能安全評估變異情節分析之技術建立，以上成果將提供處置技術可行性評估之重要依據。

經由 2017 年技術可行性評估報告與日本 H12 報告比較後，二者最大差異在處置工程技術方面為：工程開挖與開挖對地下岩體之影響分析國內尚未展開技術研發，故台電公司規劃在 2017 年前利用地質實驗室的建置，來發展類似日本 H12 報告中所提及之坑道工程開挖及工程開挖影響地下岩體特性之評估技術。另就處置設計之概念亦納入 2017 年技術可行性評估報告相

關章節中加以說明。至於在安全評估技術方面，日本 H12 報告中有專節討論地震對工程障壁系統長期穩定性的影響，台電公司也規劃在 2017 年前，針對花崗岩地質環境發展地震變異情節的評估技術，尤其是近場部分。此外，國內高放處置設施安全管理規則之相關規定也會於 2017 年技術可行性評估報告相關章節中加以說明。

在 2017 年技術可行性評估報告產生前的研究規劃，大致可分為三階段：

(1)短期整體工作規劃(至 2013 年)：

完成地質實驗室建置及坑道周遭岩體構造測繪工作，以作為後續各項技術研發及配置依據，並進行近場系統整合研究之熱水力藕合模擬技術建立。

(2)中期整體工作規劃(至 2015 年)：

進行花崗岩深層特性調查與技術驗證、洪水/地震情節評估技術之發展。

(3)長期整體工作規劃(至 2017 年)：

完成花崗岩體長期穩定性之驗證與變異情節功能安全評估技術建立。完成 SNFD2017 報告，並建議下階段(2018 年~2028 年)工作規劃。

除上述工作規劃外，台電公司擬針對本計畫成立諮詢委員會，協助研究工作的規劃、評估與整合。

另台電公司已於 99 年 11 月 29 日函送原能會 2017 年技術可行性評估報告之章節架構內容(初稿)，原能會為求慎重，將另案組成審查團隊，進行審查工作。

3. 決議：

本計畫執行應採目標導向，2017 年之計畫目標及架構可參考日本 H12 報告編寫。本階段(2010 年-2017 年)之研究發展規劃，應列出重要計畫目標之各年度規劃執行之工作項目。

議題 2：台電公司對本處置計畫建立坑道實驗室之規劃構想。

1. 審查意見摘述：

(1)在「工作規劃」中，請優先於花崗岩質潛在處置母岩區內，規劃建置岩體地下實驗室，以能建立調查、分析及評估深層地質環境之技術；施作大尺寸工程障壁試驗；驗證地下水流與核種傳輸機制；釐定孔隙水化學特性等前瞻性技術。

(2)7.3.1 節應稍加介紹坑道實驗室規劃之初步構想。

2. 台電公司答覆摘要：

相關工作目前均已初步規劃於近期計畫中；例如，表 7-1 所列「坑道式實驗室規劃、建置與試驗」即著眼於國內花崗岩母岩實驗室的建置，供進行坑道內裂隙網路建立、擾動帶量測、高密度跨孔傳輸、擴尺度、熱應力效應等試驗；表 7-1 所列「孔內調查與監測」目的是為取得深地層特性資訊，具代表性孔隙水樣(含溶解性氣體)的取得及化學特性的釐定，與其長期監測技術的發展亦為後續規劃工作重點；執行面上，因預算及地方、環保團體、工程單位之種種因素，彼此互相影響，進展緩慢且尚有不確定性；表 7-1 工作項目與經費規劃，尚待管制機關與立法院同意。

考量技術發展驗證、母岩特性調查、人員培訓等需求，擬尋求與規劃於國內已知且臨近道路的花崗岩體，建置水平深入岩體百公尺以上、直徑約 6 公尺之試驗坑道；除安全考量外，原則上，坑道面不噴漿，並採自然排水方式建置，以利後續坑道內相關試驗之進行；坑道建置過程中，擬安裝監測儀器(如微震儀)以評估建置過程對岩體的影響性；坑道建置完成後，將先進行坑道面之主要岩脈/裂隙/斷層分布及位態的量測與資料建置，做為後續相關試驗規劃的重要參考依據。

3. 決議：

規劃中之地質實驗室不是特定場址之地下實驗室，係定位為僅供深地層處置技術發展及驗證用之一般性地下實驗場所，若要定位名稱可稱「地質實驗室」。審查會議決議要求台電公司提出「地質實驗室規劃報告」，於明(100)年 10 月底前送物管局備查。

議題 3：台電公司對本計畫研究成果資訊公開作法之規劃構想。

1. 審查意見摘述：

台電公司執行「用過核子燃料最終處置計畫」多年，但對學界而言，普遍感覺相關資訊相當封閉而不透明，遑論對本計畫的支持。請台電公司多透過國內各有關研討會或舉辦論壇等方式，向學界介紹本計畫執行情形與成果，吸引學界之評論乃至參與，進一步支持本計畫。國內有關最終處置的相關文獻資料與報告等資訊流通仍限於非常封閉的範圍，外界取得相當困難，如能透過本計畫建立「最終處置計畫推動成果整合與知識平台」(或其他更合適名稱)，透過網路將可大幅提高相關資訊透明公開的效果。

2. 台電公司答覆摘要：

台電進年來積極參與各相關學會舉辦之研討會，例如東亞論壇、大地工程、地下水、輻防等學(協)會所舉辦之研討會，並尋求參加為團體會員之可能性，雖然迄今受限於預算法與上級規定而未成功，但台電仍將繼續努力待突破。自民國 91 年起本計畫報告均送國科會與國家圖書館供全民參閱，過去之報告學者專家需要可正式來函取得。未來相關計畫成果項目及名稱規劃將公佈於台電公司相關網站中，學者專家可視需要透過申請方式來函索取。

3. 決議：

本計畫之執行成果，台電公司將摘述公布於台電相關網頁上，以增進民眾對用過核子燃料最終處置計畫之了解。對於計畫成果之技術報告，學者專家可就其有興趣的部分，可來電向台電公司索取。

議題 4：台電公司針對本計畫各項品質管理制度與作業之構想。

1. 審查意見摘述：

高放處置計畫時程長達幾個世代之久，如果沒有完善的品質作業，對未來的執行者難以傳承。本計畫於「用過核子燃料最終處置計畫書 2006 年修訂版」已承諾要完成「本計畫的品質作業程序書」，請提出本項程序書列為附錄，作為執行本計畫各項品質管理制度與作業的藍本。

2. 台電公司答覆摘要：

「本計畫的品質作業程序書」係指在執行計畫過程中相關調查試驗與評估技術建立等工作所依循的品質作業程序書。目前本計畫相關主要執行團隊均已建立 ISO 9001 品質系統，並針對各項執行工作擬定作業程序書。原計畫書文字配合修訂。

計畫管理所需品質管理系統相關說明，已於第八章做概要性說明，提供計畫推動品質保證要求之依據。台電公司將遵循 99 年 8 月 27 日與物管局「用過核子燃料最終處置計畫相關議題溝通會議」之共識，參考低放處置計畫專案品保計畫訂定高放最終處置計畫本階段品保計畫。

台電公司也積極規畫執行用過核子燃料處置諮詢委員及各工作團隊技術顧問團之成立，以幫助於推展計畫執行，有效提升研究發展成果品質。

3. 決議：

台電公司成立用過核子燃料處置諮詢委員，有助於推展計畫執行，至於各工作團隊成立技術顧問團，可有效提升研究發展成果品質。另為加強計畫

研究發展成果之品質管控，台電公司可參照低放處置計畫專案品保計畫，建立本計畫之專案品質保證作業。

議題 5：有關台電公司用過核子燃料管理時程銜接議題

1. 審查意見摘述：

環保署審查核一廠乾式貯存設施環境影響評估報告時，依據行政院環境保護署環境影響評估審查委員會第 170 次會議決議要求，貯存於核一廠乾式貯存設施之用過核子燃料應於使用 40 年後移出，且貯存設施不得轉作最終處置場所。依台電公司現階段規劃，核一廠乾式貯存設施將於 102(2013)年開始運轉，141 年(2052)年運轉期滿，與用過核子燃料最終處置場開始啟用運轉時間（2055 年）銜接上有些微落差。

2. 台電公司答覆摘要：

台電公司為使整體用過核子燃料管理能順利銜接，經檢討「用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版」中相關內容（表 6-1 及第 6.3.5 節），規劃於 2052 年前在最終處置場內完成設置用過核子燃料接收暫貯設施。屆時用過核子燃料貯存設施運轉期滿後可以順利移往最終處置場接續貯存與處置。

3. 決議：

物管局同意台電公司用過核子燃料最終處置計畫 2010 年修訂版中相關對應部分後，報請本會核備。

四、審查結論

台電公司依據「放射性物料管理法施行細則」第 37 條規定，提出「用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版」送審，該修正版計畫書經物管局邀集學者專家審查後，完成審查作業，並獲致下列結論：

1.目標導向：

原能會對於「用過核子燃料最終處置計畫」之管制，秉持目標導向的原則，要求台電公司按部就班執行本計畫。台電公司已完成全程處置計畫的安排，將分為「用過核子燃料最終處置技術可行性評估報告」、「候選場址評選與核定」、「詳細場址與試驗」、「處置場設計與安全分析評估」、「處置場建造」等階段。另為銜接用過核子燃料乾式貯存作業期程，應於 2053 年前於處置場完成用過核子燃料接收設施。

本計畫第一階段「潛在處置母岩特性調查與評估」階段已設立兩個重要里程碑，第一個是在 2009 年完成「用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」，第二個將在 2017 年完成「用過核子燃料最終處置技術可行性評估報告」。為促使台電公司於完成 2017 年技術可行性評估報告，原能會已要求台電公司應參考日本 H12 報告之發展經驗研擬 2017 年技術可行性評估報告架構內容，後續亦將邀集國內相關領域學者專家嚴格審議，形成共識後，督促台電公司積極執行。

台電公司執行本計畫期間，將規劃建置地質實驗室，以獲取所需本土安全功能評估之參數。原能會已要求台電公司於 100 年 10 月提出「地質實驗室規劃報告」送物管局核備。

2.詳實規劃、核實編列：

本報告審查作業期間，審查團隊形成共識，要求台電公司應就國內處置特性條件，並參酌國外經驗，研提各年度詳實研究發展規畫，核實編列所需經費。以加強國內研發能量之整合及國際技術交流合作，有效落實計畫之推動確保 2017 年計畫目標之達成。

3.自主品質管控：

由於台電公司執行「用過核子燃料最終處置計畫」相關研究發展計畫的品質攸關將來計畫執行成果可供國際同儕與國內相關領域學者專家審視的重要關鍵，因此原能會特別要求台電公司應積極規畫執行用過核子燃料處置諮詢委員會及各工作團隊技術顧問團之成立，以助於推展計畫執行，有效提升研究發展

成果品質。

我國用過核子燃料處置計畫「潛在處置母岩特性調查與評估」階段的目標，將於 2017 年完成最終處置技術可行性評估報告。原能會為確保 2017 年技術可行性評估報告的品質，將要求台電公司應邀請國際專家進行同儕審視，確認該報告具有國際同儕認可的品質，亦可強化國人對最終處置計畫的信心。原能會要求台電公司應就達成 2017 年技術可行性評估報告之目標，規劃所需工作計畫項目，並核實編列經費，未來專責機構一旦成立，也可以順利處置計畫銜接之執行，達成任務。