

我國用過核子燃料最終處置技術
可行性評估報告(SNFD2017)

審查報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局

中華民國一〇八年一月

[本頁空白]

目 錄

一、前言	1
二、審查過程	2
三、主要審查發現及意見答復說明.....	3
四、審查結論	11

[本頁空白]

一、前言

依據民國 91 年 12 月公布施行之「放射性物料管理法」(以下簡稱物管法)及其施行細則規定，放射性廢棄物之處理、運送、貯存及最終處置，應由放射性廢棄物產生者台電公司負責，並依最終處置計畫時程切實推動。據此，台電公司依照物管法規定，參考國外經驗，於 93 年提報「用過核子燃料最終處置計畫書」(以下簡稱最終處置計畫書)，經原能會(以下簡稱本會)審查後於 96 年核定。台電公司另依物管法施行細則規定，分別於 99 年及 103 年檢討修正「最終處置計畫書」。

依據用過核子燃料最終處置計畫書之計畫全程規劃，我國用過核子燃料最終處置計畫第一階段「潛在處置母岩特性調查與評估」(2005 年~2017 年)主要工作目標如下：

- (一) 2009 年提出我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告(以下簡稱 SNFD 2009 報告)；
- (二) 2017 年提出我國用過核子燃料最終處置技術可行性評估報告(以下簡稱 SNFD 2017 報告)及候選場址建議調查區域報告。

台電公司業已於 98 年提出 SNFD 2009 報告，彙整我國過去 20 幾年用過核子燃料最終處置計畫研究結果。依據初步技術可行性評估結果，確認國內具有潛在處置母岩，可供進一步研究探討。本會接續於 99 年辦理「SNFD 2017 報告架構內容及其對應研發要項規劃」審查會議，廣邀國內核工、地質、水文、土木等領域之學者專家，研議我國用過核子燃料最終處置計畫第一階段之工作目標及技術研發要項，該會議決議要求 SNFD 2017 報告應達成以下三項目標：

- (一) 能否找到合適的花崗岩進行地質處置；
- (二) 地質處置工程技術能力是否完備；

(三) 地質處置設施長期安全性之評估。

此外，本會參酌國際間各核能先進國家，對於高放最終處置計畫研究發展階段之作法，除要求台電公司應加強最終處置技術之國際交流合作，並要求 SNFD2017 報告須經國際同儕審查(international peer review)，於 100 年 1 月 24 日台電公司最終處置計畫書(2010 年修訂版) 之審查同意核備函，要求台電公司應於 106 年底以前，完成經國際同儕審視之 SNFD2017 報告後，始提送本會審查，俾使報告品質可達到國際水準。

台電公司業依照本會要求，於 106 年 10 月底完成 SNFD2017 報告之國際同儕審查作業，並於 106 年 12 月提報本會審查。為充分落實資訊公開，本會於今(107)年 1 月底完成程序審查、進入實質審查後，即將 SNFD2017 報告(中、英文版)及國際同儕審查報告(中、英文版)，公開於本會網頁，供民眾參閱。另本案歷次審查意見及答復說明，亦將依政府資訊公開法要求，上網公開。

二、審查過程

台電公司於 106 年 12 月 8 日以電核能部核端字第 1068116750 號函提報 SNFD2017 報告，送請本會審查。本審查案於今年 1 月 4 日簽陳本案之審查規劃，於 1 月 8 日獲核可後，啟動相關審查作業。

本案邀集 8 位具有多年審查我國高放最終處置計畫相關報告經驗之學者專家，主要專長涵蓋工程地質、地震工程、土木工程、核子工程、輻射防護、材料科學及功能安全評估等領域，及 13 位本會處置專業同仁，共計 21 人籌組專業審查團隊，參照國際高放處置先進國家之技術發展審查經驗，進行嚴格審查。其中，為符合公正、獨立審查之要求，經查本案審查委員三年內均未參與台電公司高放委託研究計畫。

107 年 1 月 23 日辦理 SNFD2017 報告程序審查會議，經程序審查查核結果，確認台電公司所提報 SNFD2017 報告及相關文件資料，符合報告完整性要求，同意該報告進入實質審查程序。本審查案歷經 5 回合審查作業及 2 次技術審查會議，審查團隊共提出 229 項審查意見，有關歷回合審查情況如表一。

表一 歷回合審查意見澄清情況

回合	待澄清意見數	已澄清意見數
一	229	0
二	107	122
三	28	201
四	4	225
五	0	229

審查過程，除前言所述落實本案資訊公開外，本會亦邀請德國安全審查驗證機構 TUV 核廢料專家 (107 年 3 月 28 日)、美國核管會(NRC) 2 位亞卡山 (Yucca Mountain) 處置計畫安全分析審查專家(107 年 7 月 24~25 日)及日本 6 位高放處置專家(107 年 11 月 6~7 日)來台，召開處置技術研討會議，加強國際高放處置技術交流，以提升審查技術與 SNFD2017 報告審查品質。台德、台日處置技術研討會議，均開放民眾與會討論，以聽取社會各界意見，加強公眾參與。

三、主要審查發現及意見答復說明

(一) 台灣地質環境部分

1. 台灣地質的長期穩定性

高放射性廢棄物地質處置的先決條件為具長期穩定性地質環境，目前國際間高放地質處置進展較快的國家如瑞典、芬蘭等，皆處於大陸地殼上相對穩定的地盾環境。而台灣位處於環太平洋地震帶上，屬於造山運動較為活躍之聚合板塊邊界，地質上相對較不穩定，台電公司應加強說明我國地質環境對於高放處置的合適性。

台電公司引述核能總署(NEA)報告說明：「針對用過核子燃料最終處置的需求而言，所謂長期的地質穩定性，並非指地質狀態一直不變，而是在地質圈的自然演變過程，均能維持符合處置安全需求的地質條件」。依 SNFD2017 報告的研究結果顯示，經蒐集與分析過去百萬年的地質歷史，台灣西部離島及本島東部花崗岩尚符合地質處置設施之安全條件；此外，依地體演化模式，未來百萬年的地體架構將與現在雷同。審查委員認為對於台灣本島花崗岩之地質適宜性，下一階段應有更深入之調查與評估，以進一步確認其適宜性。

台電公司 SNFD2017 報告另敘明：參考地理環境與台灣相似之日本所考量之天然影響因素，分別針對火山活動、斷層活動、抬升與沉陷作用、泥貫作用與氣候與海平面變遷等因素，進行地質處置合適性的整體評估。評估結果顯示，除了位於台灣東南部地熱區花崗岩體外，其餘花崗岩體至今尚未發現必須排除作為處置母岩之不利條件，可供作為下階段台灣處置母岩的優先調查對象。台電公司之回復說明，審查委員認為可以接受。

2. 地質邊界位置的推論

菲律賓海板塊向北隱沒至台灣北部地區的西部邊緣線(WEP, The Western Edge of the northward subducting PSP in northern Taiwan)為 SNFD2017 報告論述台灣本島東部花崗岩體是否具長期地質穩定性之重要地質邊界。審查委員認為應清楚說明 WEP 三維位置的決定方式、不確定性與其位置的時空變化，以作為台灣本島東部花崗岩地質適合性的論述基礎。

台電公司說明：關於 WEP 位置的推論依據，大致分為兩類：構造地質學者主要依據地質構造及地表地質的影響，研判 WEP 在地表的位置；而地球物

理學者主要依據深度達數十公里的震源機制與速度構造，研判 WEP 投影至地表的位置，或深部可能的三維結構。至於 WEP 二維或三維的詳細位置，因學者推衍立論所引用與考量的資料，包括地震、構造、岩石地化等有所不同，所描繪出的邊界形態及深度也隨之不同。考量深層地質處置設施的處置深度，約介於 300 至 1,000 公尺之間，故 SNFD2017 報告主要以構造地質學者所建議 WEP 在地表的位置，作為相關論述的基礎，審查委員認為可以接受。

台電公司 SNFD2017 報告另敘明：WEP 位置大致位於花蓮至中壢連線上，WEP 以西地區處於擠壓的造山環境；WEP 以東地區則處於拉張的山脈垮塌環境；另隨著菲律賓海板塊持續向北隱沒，WEP 的位置將往西南遷移。此概念性的說明，對於區域地質的論述，尚可供區域尺度長期地質演化與影響範圍評估所需。計畫下一階段工作，應針對高放射性廢棄物處置安全評估所關心之 WEP 的時空解析度，進行相關調查與強化相關證據。

3. 本島東部花崗岩體之地震特性

台電公司 SNFD2017 報告敘明：台灣本島東部花崗岩多以斷塊(以斷層為界)方式分布，靠近板塊交界帶；另說明部分台灣本島東部花崗岩體所發現的地震相對安靜特性等。惟此論述，似與大多數民眾的既存觀念不相符，台電公司應強化說明。台電公司說明，根據微震觀測結果顯示，部分台灣本島東部花崗岩體在 3 維空間中，部分地區具有地震相對安靜的特性。惟此部分，仍需要更長時間的觀測數據來加強證據，其機制亦須更多的研究，並且需評估鄰近地震帶震波對地質處置設施處置深度環境的影響。審查委員認為台電公司之說明可以接受，但應持續加強相關證據及機制之研究。

(二)處置設計與工程技術部分

1. 處置概念與設施設計

審查委員認為 SNFD2017 報告係參酌瑞典核廢料專責機構(SKB)深層地質處置概念與設施設計，以檢驗我國工程技術能力是否完備。惟我國花崗岩岩性、

大小、位置與瑞典不盡相同，另處置設施之設計參數多引用自瑞典 SKB，台電公司應強化說明我國之深層地質處置概念。

台電公司說明：本土化處置設施設計與工程技術能力，第一階段著重於關鍵功能分析與試驗及處置概念特性驗證，以論證我國具備用過核子燃料最終處置工程技術。處置概念決定後，還需依照地質環境特性，經過概念設計、初步設計、細部設計及地下實驗室驗證階段，即便在取得建造執照後，仍須經實際現場施作調整，採取滾動式之精進強化。本階段提出之參數與方法，均屬於本土化工作所需，於引進瑞典深地層用過核子燃料處置設計概念(KBS-3)後，後續尚須持續進行驗證工作及研定設計需求，包括場址地質地形參數、地震參數、用過核子燃料特性參數等。處置計畫後續階段的工作重點是依據特性與調查進度，採探測井或地下實驗室的方式，逐步調整 KBS-3 處置概念設計，以符合各階段目標。

另審查委員認為現階段我國用過核子燃料最終處置概念，係參採瑞典 KBS-3V 之垂直處置概念，惟美國及法國之處置概念則採水平置放方式，應說明國內採用垂直處置方式之考量。

台電公司說明：國內優先調查之處置母岩為結晶岩，其岩性與美國凝灰岩與法國黏土層不同，故採用技術成熟且適用結晶岩之 KBS-3V 處置概念，進行我國用過核子燃料最終處置技術可行性評估，並據以建立本土化技術，應屬妥適之作法。台電公司亦將持續關注 KBS-3H 水平置放方式的發展情況，以確保處置技術發展與國際接軌。台電公司之回復說明，審查委員認為可以接受。

2. 處置設施之地震模擬評估及現地應力條件

SNFD2017 報告係引用瑞典 SKB 對於處置設施之地震模擬分析方法，以單一地震事件引致的裂隙位移量、裂隙傾角、斷層距離及避開裂隙半徑關係，進行對處置場影響之分析與評估。惟審查委員認為瑞典地震發生強度與頻度，與位於地震頻繁環太平洋地震帶上的台灣，有極大的差異，台電公司應說明以此評估方法，估算我國廢棄物罐失效機率的適用性及保守性。

台電公司說明：瑞典 SKB 之地震模擬研究適用於結晶岩類(處置母岩種類與我國相同)，其模擬參數均採通則性(generic)參數，包括岩石力學參數、震源參數等，模擬地震規模最高達 7.5，並未針對特定場址，亦充分考慮參數的不確定性。模擬分析方法之本土化方面，確需發展多次地震對處置設施的影響研究，包括地震頻率、震源參數、裂隙在多次地震的影響行為等。SNFD2017 報告對離島結晶岩測試區，除評估單一地震事件之影響外，亦針對多次地震進行保守簡化評估，且假設每次地震事件裂隙皆發生剪力位移，應較瑞典 SKB 之評估結果更具保守性。審查委員認為台電公司之說明可以接受，但應持續加強更適切且合理的假設與評估。

審查委員認為處置隧道所處的現地應力條件將影響岩體潛應變行為，SNFD2017 報告引用 SKB 之評估研究成果，台電公司應先釐清離島結晶岩測試區之現地應力與瑞典最終處置場址之現地應力的差異，以確認其適用性。

台電公司說明：目前引用 SKB 相關研究，主要係考量處置母岩相同以及處置深度相近，因此垂直向的現地應力亦相近。瑞典最終處置場址垂直向之現地應力值約為 13.25 MPa，SNFD2017 報告離島結晶岩測試區之垂直向現地應力約 13.75 MPa，故引用此一分析結果進行相關評估，尚屬妥適。台電公司之回復說明，審查委員認為可以接受。惟審查委員認為水平向現地應力之空間變異性較垂直向高，應於計畫下一階段釐清水平向現地應力之不確定性。

3. 處置設施之再取出作業規劃

依我國「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第 11 條規定，高放處置設施設計應確保放射性廢棄物放置後 50 年內可安全取出。現階段台電公司係參考瑞典 KBS-3 處置概念，進行我國高放射性廢棄物最終處置設施設計及技術研發，惟瑞典並無再取出之相關法規要求，台電公司應說明現階段再取出作業規劃是否能符合我國法規要求，及相關作業是否適用於 KBS-3 處置概念。

台電公司說明：瑞典法規雖無再取出之相關要求，惟瑞典 SKB 曾於其 Äspö

地下實驗室完成廢棄物罐再取出作業能力驗證，確認瑞典 KBS-3 處置概念適用於放射性廢棄物再取出作業。此外 SKB 於 1999 至 2012 年之 Äspö 年度報告中，亦詳細說明再取出作業研發過程，可供後續驗證再取出技術發展參考。

台電公司 SNFD2017 報告另敘明：再取出流程分為「封塞移除作業」、「回填材料移除作業」、「緩衝材料移除作業」、「廢棄物罐吊掛取出作業」及「廢棄物罐開罐作業」。由於 SNFD2017 報告參考案例之處置母岩為結晶岩，具有良好自持能力，回填後進行再取出作業開挖時，仍具有一定地層維持穩定的能力，台電公司後續將持續發展與驗證再取出技術。台電公司之回復說明，審查委員認為可以接受。

(三) 地質處置設施長期安全性之評估部分

1. 特徵、事件及作用(FEPs)篩選與演化情節建立

目前建置完成的台灣高放處置 FEPs 資料庫共計 418 個影響因子，基於 SNFD2017 報告之參考案例，篩選出離島結晶岩測試區之 FEPs 清單，共計 132 個影響因子。審查委員認為應說明離島結晶岩測試區 FEPs 清單之篩選原則，並澄清篩選結果是否足以建構安全評估模式鏈(AMF)及參考演化情節。

台電公司說明：台灣高放處置 FEPs 資料庫係以 NEA2.1 版本(2014)資料庫為參考主體，配合以結晶岩為處置母岩之重點研究，建構適合本土屬性之 FEPs 資料庫。就離島結晶岩測試區 FEPs 設定 3 項主要篩選原則，包括：(1)探討處置系統長期安全性之評估技術相關 FEPs；(2)依離島結晶岩測試區之地質與環境特性，篩選與外部條件及生物圈相關 FEPs；(3)配合本階段技術研發水準與發展建立關鍵技術相關 FEPs。反覆以圍阻安全功能指標進行由上往下(Top-down)或以篩選出的內部作用清單進行由下往上(Bottom-up)串聯，並藉由探討個別系統單元可能發生的交互作用，進而判斷其影響程度是否需導入模型運算。結果若是需導入模型運算，即透過安全評估模式鏈建立作用機制與模型，並考慮隨時間變化情形而發展出影響圍阻安全功能的參考演化。台電公司之回

復說明，審查委員認為可以接受。

2. 安全評估年限

審查委員認為依據 IAEA SSG-23 報告第 6.44 節，以及世界各國高放處置安全評估時間尺度之經驗，安全評估之計算時間要足夠長，以確定涵蓋最大劑量峰值。惟 SNFD2017 報告部分安全案例評估結果，尚未達到劑量峰值，委員認為應增加評估時間尺度，以涵蓋最大風險(外釋尖峰劑量)可能出現的時間。台電公司說明依用過核子燃料直接處置的放射毒性，因製造 1 噸核子燃料約需花費 8 噸天然鈾，當 1 噸用過核子燃料自反應爐退出後，約在 100 萬年後可與 8 噸天然鈾及其子核之放射毒性達到相當穩定水平，因此目前世界各國大部分是以 100 萬年作為其評估的時間框架。SNFD2017 報告安全評估亦以 100 萬年作為安全評估的時間尺度，進行各項情節之輻射劑量影響計算。

台電公司另說明：為探討年有效劑量在 100 萬年後的发展趨勢，台電公司以剪力情節晚期失效案例進行說明。剪力情節晚期失效之輻射劑量主要貢獻核種為 I-129、Pu-242 與 Ra-226，核種在 100 萬年的外釋趨勢仍未見明顯下降。經延長安全評估時間尺度至 1 億年，可知 Ra-226 屬天然核種 U-238 衰變系列之子核種，長期會與自然界呈穩定水平；分裂核種 I-129 在 100 萬年間可達峰值；Pu-242 會在 100 萬年後持續成長，後因半衰期之故而逐漸減少，峰值約出現在 100 多萬年。整體而言，在 100 萬年後的年有效劑量已趨於穩定，台電公司對於安全評估年限將持續參照國際趨勢及先進國家作法，並涵蓋外釋劑量峰值。台電公司之回復說明，審查委員認為可以接受。

3. 地震剪力作用造成廢棄物罐失效之機率與數量

SNFD2017 報告之剪力情節，廢棄物罐因地震對處置孔的剪力位移而破壞，將造成廢棄物罐失效。其計算模式係以地質調查進行地震發生頻率評估；及特定規模下(Mw=7.5)之單一地震事件，引致的裂隙位移大於 5 cm 之裂隙傾角、與斷層距離及避開裂隙之半徑關係進行評估。審查委員要求台電公司說明我國地質環境採地震規模(Mw)為 7.5 進行評估之合理性。

台電公司說明：SNFD2017 報告係以離島結晶岩測試區做為參考案例，並以其地質條件進行技術的可行性評估。因地震剪力造成廢棄物罐失效數量主要受鄰近 1 km 範圍內之地震影響，參考案例最近的斷層為太武山斷層，其最近的活動應在 76 至 58 個百萬年(Ma BP)之間，故假設太武山斷層在未來 100 萬年內會發生 1 次地震規模(Mw)為 7.5 之地震，就規模與頻率方面是保守與合理的。

台電公司另說明：廢棄物罐失效之數量與機率評估方面，廢棄物罐受地震影響而破壞的假設條件，係結晶岩體中的裂隙，受到較大的地震所產生的剪力位移，截切廢棄物罐造成剪切破壞。對於廢棄物罐受剪力位移的安全評估分析，現階段以保守假設剪力位移大於 5 公分即可破壞廢棄物罐。評估程式係採 3DEC 程式模擬分析廢棄物罐因地震剪力造成廢棄物罐失效之數量與機率。透過離散裂隙網路實體化，獲得處置孔附近裂隙之大小及與斷層之距離，評估其受破壞之可能性，統計分析處置孔可能受到大於 5 公分的裂隙位移之平均數量，換算廢棄物罐因地震剪力造成破壞機率。

SNFD2017 報告以離散裂隙網路實現值 200 次之模擬結果，計算廢棄物罐於 100 萬年間之失效率期望值為 0.035 罐，審查委員認為台電公司應說明其評估結果是否過於樂觀。

台電公司說明：SNFD2017 報告著重於評估技術的可行性與否，工程設計上以理解如何避免廢棄物罐受地震引致裂隙剪力位移而失效；安全評估上以建立地震事件引致的裂隙剪力位移失效的分析技術，配合地震發生頻率，評估計算廢棄物罐失效的期望值。本階段係透過 SNFD2017 參考案例進行安全評估模式鏈的分析技術整合演練，分析過程中採用諸多的假設條件或參數。惟隨著處置計畫逐階段的推動，將透過分析技術的精進發展與現地數據的獲取回饋，持續進行剪力情節造成長期安全之影響分析。台電公司之回復說明，審查委員認為可以接受。

4. 主要情節案例分析結果

SNFD2017 參考案例的安全評估結果，可能造成的風險來自腐蝕情節與剪

力情節。依腐蝕情節案例分析結果，所有處置孔中失效時間最短的 5 個廢棄物罐，因腐蝕而失效時間，均超過 100 萬年的安全評估時間尺度，即廢棄物罐在腐蝕作用影響下，100 萬年安全評估時間尺度內，能確保廢棄物罐之圍阻安全功能，對處置設施整體安全評估影響將由剪力情節主導。

台電公司 SNFD2017 報告研究結果顯示：經採剪力情節基本案例與變異案例，即假設緩衝材料發生平流及遠場地下水流率增加 10 倍，進行安全評估，於 100 萬年間之總和年有效劑量峰值為 $2.10 \mu\text{Sv}$ ，低於法規劑量限值 0.25mSv 的要求；剪力情節之基本案例及變異案例風險評估結果，其中以遠場地下水流率增加 10 倍案例為最大值，100 萬年間風險最大值為 1.53×10^{-7} ，亦低於法規風險限值(1×10^{-6})的要求。主要情節案例評估結果，符合「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」之個人年有效劑量及個人風險的要求。

四、審查結論

台電公司依據「放射性物料管理法」第 29 條第 1 項及「用過核子燃料最終處置計畫書(2014 年修訂版)」要求，於 106 年底提出「我國用過核子燃料最終處置技術可行性(SNFD 2017)報告」。本案審查委員依放射性物料管理法、高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則(以下簡稱高放安全管理規則)等相關安全規定，參照國際高放處置先進國家之技術發展審查經驗，進行嚴格的技術審查。本審查案前後歷時約 1 年，計五回合的審查，229 項審查意見已獲澄清說明，完成相關審查作業，獲致以下審查結論：

(一) 能否找到合適的花崗岩進行地質處置

本會及審查團隊針對此項目標之整體審查結論為：SNFD2017 報告蒐集台灣地區潛在結晶岩類處置母岩的地質環境調查文獻資料，並運用空中磁測、大地電磁、地電阻及微震觀測解析等技術，進行大區域的地質調查及研析，完成花崗岩體分布及地質特性的調查與評估。依 SNFD2017 報告調查結果顯示台灣西部離島及本島東部均存在體積足夠大的花崗岩體，且未發現應排除作為處置

母岩之不利條件，值得進一步進行深層地質處置特性調查。在地質調查技術評估方面，審查發現已可將相關地質調查資訊與地質概念模型，實際應用於處置設施之設計與安全評估，值得進一步精進發展，以備選址階段之用。

國際同儕專家針對此項目標之審查發現，略以「SNFD2017 研究證明有適當能力與先進方法能適當地確認台灣能否找到合適的花崗岩體進行地質最終處置。預期一旦此計畫正式進入選址階段，可將此種方法做為基準，以供評估潛在可行的花崗岩場址。」

(二) 地質處置工程技術能力是否完備

本會及審查團隊針對此項目標之整體審查結論為：SNFD2017 報告主要是參考瑞典 KBS-3 處置概念，以建構與檢驗我國高放廢棄物處置工程技術能力。台電公司經由瑞典國際技術合作交流，已逐步將 KBS-3 處置概念應用於國內地質環境特性，建立我國處置工程規劃、設計及驗證等方面能力，尚能符合處置計畫第一階段要求，但仍需於後續階段持續精進。

國際同儕專家針對此項目標之審查發現，略以「SNFD2017 報告已大致符合在台灣建立地質處置場的適當工程能力與處置場址長期安全評估技術。」

(三) 地質處置設施長期安全性之評估

本會及審查團隊針對此項目標之整體審查結論為：SNFD2017 報告以我國花崗岩體的地質特性作為情節建構，參考瑞典的地質特性數據，並使用瑞典引進的評估模式，進行我國花崗岩體的安全評估。結果顯示評估人員對於安全評估的方法與技術已能充分瞭解，具備自主建置完整安全評估技術的必要條件，尚能符合處置計畫第一階段要求，但仍須持續精進。另因國內地質現地調查不易，我國花崗岩體之地質特性參數資料不足，亦有待後續階段建立。

國際同儕專家針對此項目標之審查發現，略以「SNFD2017 報告跟國際上初步安全論證的良好作法一致。藉由建立參考案例並採用 2 個卓越與先進處置技術(瑞典與芬蘭)的經驗與處置概念，SNFD2017 報告在數個領域、範疇與分析

的細節上超越某些其他國家早期階段所做的初步安全論證。」

綜合前述，針對本會所設定的三項階段性目標，國際同儕專家認為：「根據國際標準與經驗，SNFD2017 報告的研究結果適合於即將到來的決策考量，且其經證明的場址調查、處置場工程與安全評估之才識與技術能力，足以允許台灣處置計畫向前推動。」

(四) 原能會未來之計畫管制重點

處置計畫執行人力與經費部分：經參考與我國處於同一處置階段的國外高放廢棄物處置專責機構，如日本 NUMO 及瑞士 NAGRA 等之處置計畫執行人力及經費(表二)，台電公司顯有不足。台電公司應參照國際處置專責機構之人力及經費規模積極改善，俾利最終處置計畫能依計畫時程切實推動。

表二 國外專責機構人力與年預算

國別/專責機構	專職人力	R&D 年度預算
日本/NUMO	約 70 人	4.2 億台幣
瑞士/NAGRA	約 120 人	8.8 億台幣
我國/TPC	約 20 人	2.2 億台幣

處置計畫第二階段「候選場址評選與核定」進展部分：國際間對於處置設施選址作業，多由經濟及能源有關主管部會負責，如美國能源部、日本經產省及法國工業部等。我國處置設施選址作業係屬經濟部與台電公司之權責。為順遂計畫第二階段「候選場址評選與核定(2018~2028年)」工作，原能會已建請經濟部積極進行高放廢棄物選址條例立法作業，以完備高放廢棄物選址之法制基礎。在選址條例立法完成前，台電公司應循公正的組織體、公開參與的程序及客觀的標準等原則，以妥善高放廢棄物處置候選場址之選址作業。

處置技術持續採滾動式檢討精進部分：請台電公司依國際原子能總署 (IAEA)所發布安全論證導則，參照 SNFD 2017 報告國際同儕審查及原能會審查意見，就我國處置計畫階段及地質處置母岩特性，採取國際處置先進技術，於 110 年底前提出「我國用過核子燃料最終處置初步安全論證報告」(SNFD2021)，並於 114 年底前提出「我國用過核子燃料最終處置安全論證報告」(SNFD2025)，且均須辦理國內及國際同儕審查作業，以確保台電公司相關處置技術可達最佳現有技術且符合國際水平，以提升處置設施的安全性，確保民眾安全及環境品質。