

建立核廢安全管理共識履行世代正義

中華民國核能學會放射性廢棄物學術委員會

中華民國 103 年 8 月 1 日

中華民國 104 年 11 月 18 日修

摘要

國際公認核廢料的地質處置，是隔絕核廢料於人類生活圈之外的有效方法，並且具備可行性與安全性。對於低階核廢料的處置，我國已擁有成熟的技術能力；對於高階核廢料的處置，我國正與國際同步發展地質處置的技術能力。我國若持續使用核能，新生的核廢料可以和既有的核廢料以高於國際的安全標準進行處置，經費方面則已儲備足夠所需的核能後端基金，因此不會增加後代子孫的負擔與風險。

再生能源是重要的發展趨勢，但現階段我國以再生能源取代核能的條件尚不足備，斷然採取廢核政策必然會增加二氧化碳的排放量，導致二氧化碳減排失敗。目前，要遏止氣候變遷除了減少二氧化碳的排放之外，國際上仍然無計可施，而且時間越來越急迫。相反的，國際上對於核廢料的安全管理和處置的知識越來越豐富，也有充裕的時間可以解決這個問題。氣候變遷對於世代正義的挑戰顯然比核廢料管理安全更為嚴峻，也更為急迫。

本學術委員會鑑於我國高、低階核廢最終處置計畫之執行，目前皆已陷入困境，而我國擁有核廢為既存之事實，因此特就實際現況與相關議題加以說明，盼獲得各界的瞭解與支持，共謀問題之解決，以履行世代責任與正義。

一、 我國核廢料管理符合國際規範與安全標準

台灣的核能發電已有三十五年，無論龍門核電廠是否停建或現有核電廠是否延役，對已經產生的核廢料均須加以面對並妥善管理。行政院已於 1997 年修正頒布「放射性廢料管理方針」，確立「加強發電、醫學、農業、工業、教學、研究及其他產業所產生放射性廢料之管理，保障國民安全，維護環境生態品質，避免現代及後世受到放射性廢料之不利影響」的安全管理政策，並符合國際原子能總署(IAEA)的核廢處理基本原則。(IAEA 之放射性廢棄物管理原則與我國放射性廢棄物管理方針符合性分析詳如附表一)

在核廢管理體制方面，依我國放射性物料管理法規定，經濟部及台電公司負責執行核廢料處理、貯存、最終處置作業，原能會負責安全監督，環保署則負責環評審查，體制可謂完整。在核廢管理技術方面，國際上已確認可安全妥善解決核廢料問題，我國除在低階核廢料減容技術方面領先國際外，其餘技術亦以符合國際水準為採用之基本要求。整體而言，我國核廢料安全管理皆依照「放射性廢料管理方針」切實執行，可確保現代及後世不會受到核廢料的不利影響。

二、 我國低階核廢料減量成效領先國際，最終處置障礙亟待化解

我國低階核廢料的管理策略是：減容與安定化處理、安全貯存、集中(核電及民生)處置。安全與最小化是核廢管理的最高基本原則，我國現役核電廠的低階核廢料產量持續降低，民國 100 年之固化廢棄物產量為 162 桶，為民國 83 年 12,258 桶的 1.32%，減量績效居全球領先地位。目前核電廠內共存放 10.1 萬桶，蘭嶼貯存場經檢整後則存放約 10 萬桶，另有存放於核能研究所，由民生輻射應用的小產源所產生者 1.5 萬桶。

目前三座核電廠皆已建有容量足夠的現代化倉庫，可確保貯存安全。蘭嶼貯存場只存放低階核廢料，並已於民國 85 年停止接收，其所貯存的銹蝕廢料桶，台電公司已經全部檢整重裝完畢，可以保障貯存安全。

最終處置是低階核廢管理的最終安全歸宿，依「低放射性廢棄物處置設施場址設置條例」規定，採志願與評選並行方式遴選建議候選場址，

再由選址地方公投決定候選場址。未來選址作業過程將採「擴大公民參與」及「尊嚴回饋」政策，與當地社區建立合作夥伴關係。依低階核廢選址條例規定，經濟部為選址主辦機關，經濟部已於 2012 年 7 月擇定台東達仁鄉及金門烏坵鄉二處「建議候選場址」，後續將辦理地方公投。民眾的瞭解與支持是通過選址公投，也是低階核廢獲得安全歸宿的關鍵。

三、 高階核廢地質處置已在國際間被證實安全可行，核能發電與高階核廢處置計畫並行推動為國際上的常態作法

地質處置(Geological disposal)是高階核廢料的最後管理階段，不僅符合道德與環境保護原則，也考量了跨世代道德平衡的問題，為國際間所認同與推薦。

低階核廢方面，目前全球營運中的處置場計有 77 處，分屬於 34 個國家，如包含已完成營運者，則總共 104 處，分屬於 40 個國家，顯見在技術上並無困難。在高階核廢方面，經濟合作暨發展組織核能署（OECD/NEA）的放射性廢棄物管理委員會公開陳述：全球性的科學共識是「地質處置在技術上是可行的」，可藉由：(1)從對地表調查、地下試驗設施或示範設備與設施取出的地質組成或工程材料，進行廣泛實驗所累積之驗證數據；(2)從最新的現代化模擬技術所得到的結果；(3)從其他種類廢棄物之地下處置設施的運轉經驗；(4)對未來潛在地質處置系統所做之最優化安全評估所獲得的進展，等事實得到支持。

高階核廢料(用過核燃料屬之)的最終處置，技術上雖然可行，但需要較長的時間審慎推動。全球 31 個使用核能發電的國家，其高階核廢料最終處置計畫的完成時程各有不同，例如美國為 2048 年、中國大陸為 2050 年、台灣為 2055 年、捷克為 2065 年。目前芬蘭、瑞典進展時程較快，已經決定最終處置場的地點，分別預定於 2022 年及 2027 年啟用處置設施；其餘包括英、美、日、中國大陸、韓國、台灣等 12 個國家皆尚未選定場址。換言之，核電廠的運轉與處置計畫是並行發展的，台灣與各國的作法並無二致。因此，有關外界認為「核廢無解，國內不應再繼續使用核能」的見解，確實與國際現況相互違背，詳見附件一。

四、 借鏡國際經驗設立專責機構推動核廢最終處置

我國核能電廠自 1978 年運轉發電迄今已 30 餘年，台電公司自 1992 年開始執行低階核廢最終處置計畫，政府於 2006 年 5 月 24 日公布施行「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」，因我國地狹人稠及國人環保意識高漲，民眾對於放射性廢棄物處置之安全存有相當疑慮，導致處置溝通協商工作困難，遲遲無法取得民眾公信，最終處置場選址作業因而延宕未決。

經參酌瑞典、芬蘭、英國、法國、比利時、荷蘭、日本、南韓、及美國等主要核能國家，成立專責機構執行核廢最終處置作業，頗見績效，經濟部遂於 2013 年 11 月 18 日成立核廢料處理專案辦公室，積極推動設立專責機構「國家放射性廢棄物營運中心」，以統籌核廢料之管理營運，俾徹底解決核廢料處置問題。

五、 核能後端基金由使用者付費，足供核廢料管理及核電廠除役所需，不會增加後代子孫財務負擔

為確保未來核廢料處理及核電廠除役所需經費，台電公司自 1987 年開始按核能發電量提列核能後端基金。目前每度核能電力提撥核能後端費用 0.17 元，已經計入核電成本內。截至 103 年 3 月，基金已累積約 2361 億元，預計至核一、二、三廠屆齡除役時，基金總數將達 3,353 億元。該基金由經濟部成立管理會，負責保管及運用。

根據國際能源署(IEA)的分析，除役成本和廢棄物管理成本對核能發電整體成本的影響很小，相較於其他使用核能的國家，我國提列的後端營運費用不低，足以支應核能發電的除役成本和核廢管理成本，不會造成未來世代的負擔。

六、 核廢料可妥善與安全管理，核電可紓緩長期氣候變遷對人類文明的威脅

依英國核電政策白皮書(2008)的核廢料政策諮商結論，核廢料的世代正義問題，不應該被視為單一的問題，應與長期氣候變遷的世代正義

問題一起考量。英國能源政策核廢料政策諮商結論與我國執行現況比較分析詳如附表二。

多數的科學家認為全球氣候變遷對人類文明具有嚴重的威脅，而且處理這個問題的時間越來越急迫，必須在不到數十年的時間內達成全球一致的行動，降低二氧化碳的排放量，時間越延遲，成本越高，越可能造成政治上難以執行的風險（國際能源署，世界能源趨勢-2011）。目前已有越來越多的政府和國際組織相信，全球氣候變遷的風險遠高於核能安全的疑慮（英國能源暨氣候變遷部，核電政策白皮書-2008）。

為維持國家發展需要使用能源，發展再生能源是重要的趨勢，但我國現階段再生能源的發展尚在萌芽階段，穩定性與經濟性尚不具備，如果放棄使用核能，雖然核廢料不會持續增加，卻很可能因必須採用火力發電而提高碳排放量，增加對環境的負面影響。

就經濟性而言，我國現有三廠核電廠每年發電約 400 億度，每度電以 3 元計，若延役 20 年，產值共 2 兆 4 千億元。龍門核電廠每年發電量約 200 億度，若運轉 40 年及延役 20 年則產值高達 3 兆 6 千億元。因此若我國在確保核安前提下，持續利用核能發電即可有高達 6 兆元產值，不但可助益再生能源的發展，並可厚植子孫永續發展的資源。

就核廢的管理安全而言，無論龍門核電廠是否停建或現有核電廠是否延役，對已經產生的核廢料，均須予以妥善管理；新產生的核廢料同樣必須以相同的安全標準進行管理。國際輻射防護委員會(ICRP)建議的核廢處置安全標準劑量對一般人為每年 0.3 毫西弗(mSv/y)，而我國規定較嚴格為每年 0.25 毫西弗，僅約為環境背景輻射劑量每年 2 毫西弗的 8 分之 1。因此新增的核廢料，並不會額外增加後代子孫的風險。

核廢料和氣候變遷對後代子孫都有潛在的危險性，但是人類對於處理核廢料的知識，遠勝於對氣候變遷潛在威脅的瞭解。除了減少碳排放，目前沒有其他方法可以減少氣候變遷所帶來的威脅，這項威脅遠比核廢料更為重大而且急迫。

總體而言，如果現在不採取行動，氣候變遷對世代正義的挑戰比核廢料更為嚴峻。在解決核廢料問題上，按照既定的策略推動，即可逐步達到安全管理的目標，而不會將問題留給後代子孫。

七、 妥善管理核廢料是政治意願的問題，而非能力的問題

英國核電政策白皮書(2008)的核廢料政策諮商中，被納入政策考量的公民意見顯示，核廢料的處理不是一個技術問題，而是一個政治意願的問題。此外，美國藍帶委員會評估也認為：高階核廢料處置技術及經費均非問題，成敗關鍵在於場址所在地民眾的利益及意願是否可被妥善的保護與尊重。

對於放射性核廢料的長期管理，國際間已經充分證明地質處置技術上是可行的，並且符合嚴謹的道德與環境保護原則。我國恪守國際共通標準，同步發展相關技術，有充分的能力管理核廢物。

現階段我國若採取立即廢核的能源政策，除了醫療和研究用途產生的核廢料仍會繼續增加外，因再生能源現階段尚無法取代核能，碳排放量必定大幅提高，對於後代子孫更為不利，對世代正義的挑戰更為明顯。相反的，我們對於核廢料安全管理的知識不斷日益提升，地質處置在國際間已證明可行，我國若持續使用核能，新產生的核廢料均可以相同的安全標準與現有的核廢料進行處置，並不會增加後代子孫的風險。綜合言之，妥善管理核廢料，履行世代正義的當代責任，正如英國核電政策白皮書(2008)中核廢料政策諮商的公民意見所言，是一項政治意願的問題，而不是能力的問題。

附表一 國際原子能總署(IAEA)放射性廢棄物管理原則與我國放射性廢棄物管理方針符合性分析

IAEA 放射性廢棄物管理原則	我國放射性廢棄物管理方針	符合性分析
原則一:人類健康防護原則	一、加強發電、醫學、農業、工業、教學、研究及其他產業所產生放射性廢料之管理，保障國民安全，維護環境生態品質，避免現代及後世受到放射性廢料之不利影響。 五、放射性廢料之管理應考慮國民之安全與環境保護，並應尊重有關國際公約。 六、加強推動研究發展、教育及溝通宣導，厚植放射性廢料管理之根基。	符合
原則二:環境保護原則	一、加強發電、醫學、農業、工業、教學、研究及其他產業所產生放射性廢料之管理，保障國民安全，維護環境生態品質，避免現代及後世受到放射性廢料之不利影響。 五、放射性廢料之管理應考慮國民之安全與環境保護，並應尊重有關國際公約。 六、加強推動研究發展、教育及溝通宣導，厚植放射性廢料管理之根基。	符合
原則三:超越國境防護原則	五、放射性廢料之管理應考慮國民之安全與環境保護，並應尊重有關國際公約。 八、放射性廢料之最終處置，採境內、境外並重原則，積極推動；	符合

IAEA 放射性廢棄物管理原則	我國放射性廢棄物管理方針	符合性分析
	不論境外是否可行，仍應在境內覓妥處置場址備用。	
原則四:後代子孫保護原則	一、加強發電、醫學、農業、工業、教學、研究及其他產業所產生放射性廢料之管理，保障國民安全，維護環境生態品質，避免現代及後世受到放射性廢料之不利影響。 四、放射性廢料之管理，應由產生者自行或委託政府核准之機關為之機關為之，並支付所需之費用。 五、放射性廢料之管理應考慮國民之安全與環境保護，並應尊重有關國際公約。 六、加強推動研究發展、教育及溝通宣導，厚植放射性廢料管理之根基。	符合
原則五:後代子孫無負擔原則	一、加強發電、醫學、農業、工業、教學、研究及其他產業所產生放射性廢料之管理，保障國民安全，維護環境生態品質，避免現代及後世受到放射性廢料之不利影響。 四、放射性廢料之管理，應由產生者自行或委託政府核准之機關為之機關為之，並支付所需之費用。 五、放射性廢料之管理應考慮國民之安全與環境保護，並應尊重有關國際公約。 六、加強推動研究發展、教育及溝通宣導，厚植放射性廢料管理之根基。	符合

IAEA 放射性廢棄物管理原則	我國放射性廢棄物管理方針	符合性分析
原則六:健全國家法規體系 原則	七、健全法令規範、管理制度及資訊系統，促進放射性廢料管理工作之績效。	符合
原則七:廢棄物減量原則	三、放射性廢料產生者，應積極減少其產生量及體積	符合
原則八: 廢棄物管理各階段間妥 適安排原則	二、放射性廢料之處理、運送、貯存、最終處置及處理、貯存設施之除役，應以目前可行技術為基礎，針對我國實際需要，繼續研究發展，以確保安全。 七、健全法令規範、管理制度及資訊系統，促進放射性廢料管理工作之績效。 八、放射性廢料之最終處置，採境內、境外並重原則，積極推動；不論境外是否可行，仍應在境內覓妥處置場址備用。 十二、加強貯存及最終處置方案之規劃。	符合
原則九:設施安全原則	二、放射性廢料之處理、運送、貯存、最終處置及處理、貯存設施之除役，應以目前可行技術為基礎，針對我國實際需要，繼續研究發展，以確保安全。 六、加強推動研究發展、教育及溝通宣導，厚植放射性廢料管理之根基。 七、健全法令規範、管理制度及資訊系統，促進放射性廢料管理工作之績效。	符合

附表二 英國能源政策核廢料政策諮商結論與我國執行現況比較分析

英國政策諮商結論	我國管理政策	符合性分析
一、政府認為高階放射性廢棄物的地質處置設施，在技術上是可行的，不但對現存放射性廢棄物是一個可行的方法，對任何新核能電廠的放射性廢棄物管理，也是正確的方法[Con]。 深層地質最終處置設施，對於新核能電廠的放射性廢棄物管理，將是最好的技術和長期的解決方案[2.117]。 對用過核燃料最佳解決方案的多數共識，就是將其暫時中期貯存在核能電廠內，直到決定地質處置設施的場址[2.119]。	1. 我國低放射性廢物有來自核能電廠及民生輻射應用，其管理策略「減容安定、安全貯存、集中處置」。高放射性廢棄物為核電廠產生之用過核子燃料，其管理措施為「近程採廠內水池貯存、中程採乾式貯存、長程推動最終處置」。無論低放廢棄物或用過核子燃料，我國參照國際經驗均採地質處置，與英國相同。 2. 台電公司依照物管法的規定，並參考國外經驗，提報「低放射性廢棄物最終處置計畫」(低放處置計畫)，經原能會核定後據以執行。另 95 年低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例(選址條例)公布施行，經濟部負責選址工作，於 101 年 7 月 3 日核定公告台東縣達仁鄉南田村及金門縣烏坵鄉小坵村 2 處建議候選場址。依據選址條例規定的選址程序，經濟部公告建議候選場址後，應辦理地方性公民投票，經同意後，始得選定候選場址。若地方選址公投順利通過，預定可於 105 年完成選址作業，並於 110 年啟用最終處置場。 3. 台電公司依照物管法的規定，並參考國外經驗，於 95 年(2006)擬訂「用過核子燃料最終處置計畫書」，並經本院原能會核定。用過核子燃料最終處置計畫依階段分為「潛在處置母岩	我國及英國對放射性廢棄物均採地質處置方式，以妥善解決現有及未來產生的用過核燃料，此亦是國際間的共識與共通作法。 英國此項政策諮商結論與我國管理政策相同。

英國政策諮商結論	我國管理政策	符合性分析
	特性調查與評估」(2006~2017 年)、「候選場址評選與核定」(2018~2028 年)、「詳細場址與試驗」(2029~2038 年)、「處置場設計與安全分析評估」(2039~2044 年)及「處置場建造」(2045~2055 年)等五個階段，處置設施預定於 2055 年啟用。	
二、新增和現有的放射性廢棄物，置於相同的地質處置設施，在技術上仍然是可行的，也是有需要的[Con]。 應該將新的和現有的放射性廢棄物置放在同一個地質處置設施，這將確保所有放射性廢棄物，都可以被貯存在適當的場所，受到最安全和適當的監測[2.125]。	國際上目前有 16 個國家正在建造新的核電廠(共 72 部核能機組)，其中除法國及芬蘭已選定用過核子燃料處置場址外，其餘國家(包括台灣)仍在執行處置計畫而尚未決定場址地點。換言之，包括英、美、日、中國大陸、韓國、台灣等 14 個國家，其建造核電廠與處置計畫是並行推動的，各國的作法大約一致。	