

專題三：反核運動

核廢料座談會會議記錄——台電場

秘書處整理

前言

依據台灣環境保護聯盟第 27 屆第 5 次執評委聯席會臨時動議提案，經出席執委過半同意，決議通過成立「核廢料處理工作會議」，由「學委會召集人吳明全」擔任會議召集人。執評委聯席會後經吳明全與台電核能發電事業部執行長暨副總經理簡福添，以及原子能委員會副主委林立夫個別商議後，決定於七月中下旬在環盟總會辦公室先舉辦兩場核廢料座談會，針對核廢料議題交換意見。

首次的意見溝通題綱訂得很廣泛：1. 低階核廢料處理的現況與未來規劃；2. 高階核廢料處理與處置的未來規劃。希望以邀請相關單位的個人方式，依據專業的確信發言，而不必代表所屬單位，所以在會議記錄中也去除個人資料，促成在幾十年不信任的敵對氛圍下針對核廢料處理議題可以坐下來暢所欲言。

第一場座談會是 2023 年 7 月 18 日下午兩點，環盟邀請台電核能發電事業部簡福添副總、核能發電處許永輝處長、核能後端營運處廖英辰處長、核能後端營運處廖瑞鶯副處長、核能後端營運處范振聰副處長、高放處置組地質調查主管李在平博士以及洪國鈞等人來環盟總會辦公室，與環盟會員進行三個小時的意見溝通，該場座談會議記錄如下：

提綱一：低階核廢料處理的現況與未來規劃

環盟：選址不在今日討論範圍，決策參與今日也不討論，今日討論技術面。

環盟：現在低放射性核廢料（又稱低階核廢料，以下簡稱「低放」）跟高放射性核廢料（又稱高階核廢料，以下簡稱「高放」）放在一起？低放是否有進度？

台電：高放跟低放處理方式不一樣。核能電廠平時均會對於周遭環境進行監測（空氣、定點、定時、水、海水、草的取樣），除了要給原能會審查，也要公布給大眾知道。電廠水處理完以後剩下的東西，基本上會裝在廢料桶，也就是 55 加侖桶，並進行固化處理，這些就是所謂的低階核廢料。

台電：蘭嶼的低放貯存場是在 70 年代由原能會推動興建，與現在的台電無關。原先政府政策是要比照國外將低階核廢料進行海拋。第一批是原能會核能研究所（以下簡稱核研所）運過去。核研所核廢料來源還包括醫院、農業、工業接收的核廢料，約有 1 萬桶。現有的核一、二、三廠有 11 萬桶，而國內低階核廢料約有 58-59 萬個 55 加侖桶。



圖一、第一場座談會是 2023 年 7 月 18 日下午兩點，環盟邀請台電核能發電事業部簡福添副總等人來環盟總會辦公室，與環盟會員進行三個小時的意見溝通。

台電：全世界處理低階核廢料有三個共用原則：源頭要減量、體積要減少、回收再利用。近地表處置的部分，在地表深度在 30 公尺以內，把它埋在裡面，有點像掩埋場，把它放進去處理，大概全世界有 47 幾處。次地表處置則挖得更深，大概在地表下 70 公尺，全世界大概有 8 個。至於海拋，過去有 4 個國家，但在倫敦公約後就沒有了。低放廢棄物整個的生命週期大概是這樣的情況。

環盟：現在我們在蘭嶼做到哪個階段？有減容處理（以下簡稱減容）嗎？

台電：蘭嶼的部分，這些桶子會進行檢整，檢整我們現在已經做完了，整理後桶子就放在箱子裡，一個箱子放 3*4=12 桶，準備等未來找到低放最終處置場之後，用船舶運去那裡。

環盟：還沒有做減容？

台電：對，還沒有減容。

● 第一種方法：就是要做安定化，把內容物穩定，安定化後還要再檢查每一個桶子的品質，

未來才去進行最終處置，這是第一種。

● 第二種方法：大概就是用 3*4 的箱子，直接用混凝土灌漿就固定封起來，箱子鋼板，印象中差不多一吋。

● 第三種方法：就是玻璃固化，目前 55 加侖桶裡面真正的低階核廢料，大概佔體積三分之一，透過混凝土攪拌進行固化。那安定化的部分，美國現在有一種處理方式，是將低階核廢料進行玻璃固化（放試射性物質結合在玻璃內），不怕未來流出，不會對環境造成影響。玻璃固化主要的材料還是矽，混凝土最主要是成分也是矽，用氧化矽的材料再去做處理。

環盟：不好意思，我再請問一下，你說那個蘭嶼已經減容過了？

台電：當時從核電廠跟核研所運出去的時候，就已經做固化了。

環盟：是做固化還是做減容？

台電：先減容再固化。但是有些也沒辦法做

減容，譬如早期有放一些鐵器放在裡面，鐵器沒辦法做減容。

環盟：反正現在就是都固化，那目前在核電廠裡面的那些低階核廢料呢？

台電：核電廠那些也都已經固化了。

環盟：等於說低階核廢料一產生，就通通固化？

台電：對。

環盟：那它減容怎麼做？因為你剛剛說有兩個，一個是燒、一個是壓縮，那它在核電廠裡面去燒嗎？

台電：一些塑膠、可燃的材料，可燒的，那我們就送到焚化爐，電廠有專屬的減容中心，核二廠裡有一個、核三廠也有一個，燒完之後灰燼再收集進來，接著再以混凝土攪拌固化。

環盟：請問一下，核二的焚化爐跟核三的焚化爐，除役期間也要燒嗎？

台電：基本上是這樣，在環評的時候已經有通過減容中心跟焚化爐的使用，且焚化爐也會定期維護保養。

環盟：在核電廠除役的過程裡面，有去環評到焚化爐的部分嗎？

台電：有。

環盟：有特別提出來嗎？

台電：在除役計畫裡面有交代，未來我們除役期間的核二廠，我們會繼續使用焚化爐，因為畢竟除役過程中還是會產生一些低放射性廢棄物。

環盟：但是沒有很詳細去探討說，第一個你的舊設備的問題，第二個就是說，原本在過去沒

有環評，因為你那個燒的量比較少，那環保署給你免環評。現在有一個問題存在，那個區域燒完之後，飄出來那些東西，產生核種在那個土地裡面，沒有考慮到它的累積性，所以讓環保署覺得燒的量小，不用去擔心？！！

台電：氣體擴散也會監測做評估，因為會對環境有影響，會公布在網路上，會持續做監測。

環盟：我們曾經拿著輻射偵測器，沿著核二的周遭外圍道路進行偵測，發現如果是比較屬於低窪的地點，偵測到的輻射就特別強。

我們一直在懷疑說，是不是因為核二廠的焚化爐高空煙囪排放，造成它沉積到比較低窪的地方，不容易散掉。像那個核二廠的那個冷排水的那個海堤上，如果有一個洞，那洞的地方偵測到的數值就特別高，所以這到底是溫排水出來造成的？還是煙囪高空輻射造成的？還是焚化爐的排放造成的？

台電：其實有辦法看得出來，經驗告訴我們，若接近地表，或接近山地、土地、水泥牆壁的話，輻射就會更高，我曾經自己做過一個量測，在台電大樓一樓全是都有花崗岩的，量到的數值跟那個北投石的是一樣的。

環盟：可是核二廠附近有北投石跟大理石嗎？

台電：沒有。可是土壤裡頭它本來就是有天然的核種，我們如果靠山邊用 TLD（熱發光劑量計）計量率的話，都會比空曠地區來得高，這個是一個自然的現象。

環盟：所以其實真正的問題是，核二廠及核三廠的焚化爐，在除役期間還要繼續燒，到底要燒幾萬桶？這個其實台電也要告訴大家，還有設備是不是已經很老舊了？因為過去很多原能會的查核報告裡，也顯現過濾袋燒過，或整個壞掉，這個都有報告，監察院的報告也都有提到，那我有看監察院的報告。我也對環保署放任說「這個以前不用環評，現在也不用環評」，那過去累積

的東西，還把它說成他是小量，不考慮它的累積性，繼續燒的情況下，我想大家心理都會有問號。我想這種事情盡量可以公開就公開，若覺得有問題就趕快解決。

台電：我來說明一下，我們開誠布公，沒什麼好隱瞞，因為這是公共事業，在公共事業的規範裡面就很簡單。美國比我們較進步，所以發展出這一套監測方式，是具有可信度跟公信力的。

台電：然後剛剛環盟一直關心說累積性，這類累積性的部分，我的第一個看法，環境的累積性，台電持續在固定地做環境監測，而且持續在監測，它（排放）有隨著風向，累積的關鍵在風向，風不可能每天 24 小時、一年 365 天都同樣方向吹，都同一個角度吹東北風、西南風、東風，我們台灣一年 24 個節氣吹風，吹這三個風向，所以這三個風向每一年都會考慮到不同的情況，如何去做採樣，才能夠具有對於環境的累積效益，會造成什麼衝擊，台電每天都在做，台電不會去迴避。

台電：我的看法是，未來如果要用的話，建議拿一個管制機關認可的監測儀器。因為管制機關是國家認同的單位，依照同一個標準來量，這比較可以比對。而不是只照台電說的。

至於焚化爐的部分，沒有錯，環盟很了解。我們焚化爐的確有汰舊更新，如果我沒記錯，好像是在民國 105 年時，台電就考慮說要不要再繼續用。焚化爐大概於民國 87 年開始使用，所以到 105 年的時候，台電就重新將焚化爐汰舊更新，換了個爐子，但所在地不變，所以不會像外界所說的，一個爐子用太久、性能變差也繼續用。

我知道大家會關心，吸附力會不會變差？環境保護力會不會降低？但其實，民國 105 年我們改過後，有經過原能會的審核，包括各種測試與驗證，歷時一年，包括環評法規要求符合排放的各種東西。

雖然當時因為環保署還未成立，還未有環評法、不需進行環境影響評估。蓋好開始運轉之後，

那當然就要回到正軌，要接受環評法的規範及要求，這是一定要這樣做的，不能昧著良心不做，所以我們這個部分也有汰舊更新。

那未來的運轉，現在原能會也說明，未來如果要用，需要把耐震補強提升，所以我們現在也從四月開始暫停，進行耐震補強，把儀器、焚化爐的機械設備、爐艙的狀態做一次的檢查與保養。所以其實我們對這個部分，因為它是屬於 50 公斤以下的小型焚化爐，我們會照這個規定來做。

環盟：你剛剛有提到美國的制度，可是事實上，美國是地大物博，我想美國很多的低放焚化爐大概都是在郊區，且美國的郊區比台灣是荒涼很多，這是一個部分。

我覺得，因為事實上很多人對這個有疑慮，那是否台電可以考慮說「請社會大眾放心，我們這個一定做一次詳細的環評，讓大家好好來檢測，檢測完證明是沒有問題的」我覺得這樣可能會比較好。

我認為事業單位可以自願來做環評，讓大眾來評，台電應該有這個心胸，讓大家來監督，讓大家來證明確實就是沒有問題。

但現在你們卻說當時為原能會核准通過，因為環評法還未通過，所以免環評，而現在環保署則規定 50 公斤以內免環評。我認為台電公司應該開放心胸，讓各界了解，除役期間繼續燒是沒有問題的，甚至擴大環評來讓各界觀看，我覺得這個有需要。

環盟：其實這種應該對你們來說都不是很困難的問題，而且這種資料公開，其實對大家都好，那你們乾脆就把你們聽到的一些疑慮記下來，可以公開的趕快整理好，讓大家要查很容易查。

台電：環盟所提的公開部分，我們大概做得到，這沒有問題。但是我要大概回應一下剛剛環盟所說的，要把他重新環評，我有不同的看法。

第一個看法：環評法根據焚化爐有規範，50公斤以下是不列入環評法，這環評法本來就有這樣明確的規範。我們不會違法，法律怎麼規定我就照法律來做。

第二個看法：大家最擔心的是輻射是不是會亂飄，我知道大家多年來對我們的環境偵測不放心、不信任。但我舉個簡單的例子說，我們自己的員工就住離核電廠最近，保警宿舍也在旁邊，很多人都住附近，大家都在這個環境下生活。

環盟：那沒關係，其實這個今天不要花時間談，我是說只要資料是公開的，是不是很容易可以查到？

台電：事實上資料就是公開的沒有錯。

至於說地大不大？是不是都設在郊區？相對之下，我們核二廠所在的地區也是在郊區，因為核能電廠設置的條件就是要在低人口密度區。

環盟：這就不用說了，台灣跟美國本來就不一樣，美國你可能要塞車塞一天才能抵達。我是希望不要去做台、美這樣的對比。

台電：如果要放大去做一些安全的看法，我沒意見，我尊重大家的看法，因為畢竟每個人的標準不同，要回歸專業的規定。

環盟：我想提這個部分，其實也只是要求有沒有做環評。

台電：環盟也知道，對於焚化爐，監察院針對這個環評，主要是有兩個要求。第一個要求是：希望我們重做環評。

但是要實施環評我們必須要有依據，所以當時監察院要求一過來的時候，我們曾經有行文過給環保署，（環保署）說不然你這樣，核二廠一開始設計時，是一天燒 100 公斤的容量，我等下會說明為什麼把它改成燒 50 公斤。

我也有來問，所有全新的焚化爐，包括核研

所。放射性的有核研所、核二廠、核三廠，還有其他地方的焚化爐。做不做環評是要有法源依據這是一個條件。

台電：如果說要要求環保署立法來補做環評，我們也曾經有問過原能會，原能會表示：「換照的時候，本來就有做安全分析，安全分析報告裡本來就包括取樣、土樣的累積，劑量或放射性物質的累積效應都在評估範圍內，基本上那些資料都是公開上網。對環境及對人民健康的影響，也都有在安全分析報告內說明」。所以說這部分，外界要求台電主動來做，但是對於環保署來說，他是找不到法條的依據。第二個就是監察院在說，要看即時監測數據及取樣，因為現在取樣都是被動的，都是每季、每月取樣的數據，然後再傳至原能會的網站公開資訊。

監察院認為那個取樣太慢、被動，所以他要即時的訊息，這個承諾事項，最近即時訊息會開始上網公佈，就是外釋流程輻射的即時訊息，包括核二、核三廠焚化爐，我們最近會上原能會網站做即時的公佈，讓社會大眾知道焚化爐現在是否正在運轉及排放輻射狀態有多少。

台電：當然監察院也有調查幾個事件，就是剛才環盟所講的，曾經發生過袋式過濾器燒掉事件，在我們交給監察院的報告內也寫得很詳細，所以我們後來就是從源頭去控制，如果說廢料的熱焓值比較高的東西，焚化爐就不燒，燒的東西熱焓值會在一定限值以下。

台電：第二點，因為袋式過濾器設計上有點瑕疵，所以後來，我們整個焚化爐被原能會要求停用了大概兩年，以進行改善。另外，我們也把每天本來可以燒 100 公斤的容量，現在都燒 40 公斤，就是只用 40% 的容量，這樣來保證過濾煙氣的袋式過濾器與高效率過濾器，不會去燒到。

台電：第三點，從 105 年到現在近 10 年了，大家最怕的是放射性物質會溢出。方式其實有三個，第一種是用洗滌的方式把放射性物質洗掉；第二種是用袋式過濾器；第三種是用高效率的過濾器，過濾效率高達 99% 以上，這樣去把放射性

物質過濾掉。

台電：這部分其實都是耗材，所以每次大修要換，甚至中間差不多一年都要換兩次以上，這部分我們台電在做的時候，一定都會很謹慎去處理。我也知道，像現在開會也在說，後面減容的部分、氣體排放的問題，其實都是現在最重視的部分。

台電：台灣人口密度這麼高，所以這塊來講，實際上環境不比美國，像日本六所村也是有焚化爐，我們去看到一年四季它都在排放，因為日本核電廠裡面沒有焚化爐，所以都運到低放處置場的六所村去處理，所以它一整年都在排放。

環盟：剛剛台電有提到，就是除了用過燃料棒屬於高放之外，事實上超C類核廢料根據有關原能會的法規規定，超C類如果沒有經過原能會同意，是要比照美國的高放深層地質處置。現在核一廠的超C類多少？核二、核三的超C類多少？那這個超C類既然法規都這麼規定，沒有經過原能會許可，是要比照美國的高放深層地質處置，你們一開始這個部分是否有特別去把它規劃出來？不要讓超C類跟一般低階核廢料搞混，到時候就 Nobody know。

台電：我先說怎麼產生超C類。低階核廢料分成A類、B類、C類、超C類。超C類就是在反應爐壁周圍的這些金屬材料被中子照射活化變成的放射性物質，這種（活化後的材料）輻射強度很大，也沒辦法除污，這種叫做超C類，大部分（99.9%）都是金屬材料，我們整個處理後，並進行切割後，放到超C類的桶子，比照高階核廢料去處理。

環盟：目前量大概多少？

台電：反應爐的爐壁切起來之後，體積有多少量，大概這樣初步估算一下。

台電：超C類基本上就像剛剛講的，一定是都被反應爐運轉照射過的，放射性才會到那麼高，所以基本上只有反應爐內部組件。另外一個

大宗就是控制棒葉片，控制棒葉片雖不是燃料，但因為它被中子照射過，基本上也屬於超C類。

那控制棒葉片又分成兩個，一個是我們的核一廠、核二廠這種十字型的控制棒葉片，平常汰換後就會掛在池子壁面；還有一種是核三那一種壓水式的，是跟每一個燃料元件放在一起，爪型的。目前因為已除役的反應爐都還沒拆除、還沒切割，這個量還不確定。

環盟：聽說現在蘭嶼不是已經有超C類一、兩百桶嗎？有那麼多嗎？

台電：那塊我們目前有在做一些檢測，確實部分原因是因為早年在運轉的時候有時候燃料有破損，破損跑出來一點點（核分裂產物），最後被收集起來，當然就會有類似的。那未來的大宗，就是核電廠除役的時候會出現，現在各廠也都有超C類。

環盟：那你們是有個別處理？還是混在一起？

台電：目前當然是要個別處理，然後我們現在也開發了除役的容器，最高級的就是要來放超C類的。至於超C類要怎麼去做處置這件事情，確實物管法沒有要求，要跟原能會討論才能夠決定。

環盟：接下來要談的乾式貯存，裡面有沒有空間預留給超C類暫存？

台電：你說這個比較有道理，我們去考察過國外四、五個除役核電廠，他們有些是用乾式貯存桶直接放超C類，有些則是另外發展貯存超C類的容器，所以處理方式不大一樣。但是無論怎樣，超C類一定要做很妥適的處理，要比照用過核燃料去做最終處置，這件事是肯定的。

環盟：你們現在發展裝超C類的桶子，叫做T-box，那T-box是找國外技轉、國內製造嗎？技轉的時候是他原型、原樣技轉過來？有另外設計？桶子能耐多久？在台灣的環境是否測試過？

到底能不能適用？我看有關低放的物管法裡面是說，這個至少要有 300 年的生命期對不對？

台電：你說的是 HIC，最終處置的容器。

環盟：但你 T-box 不是以後也是要移到最終處置？還是只是過渡？

台電：剛剛環盟講的那個 HIC 桶，那個是處置，而且是我們剛剛講說，固化體品質不良，或不能固化的這種東西，沒有辦法達到安定化的話，我們就要放在 HIC 桶來做一個儲存，最後到處置，簡稱叫 HIC，那個 300 年是這樣來的。

台電：那回到剛剛環盟提到那個 T-box，外層會塗比照離岸風機的耐候塗層，所以它基本上在我們的儲存庫裡面，在空調環境下，它可以耐 150 年。所有的這些測試會在德國做，包括耐火測試、水下測試，甚至墜落測試都會在德國進行，相關的測試資料整理完之後會送回來台灣，現在相關的這些容器已經進到原能會的審查階段，所有的容器都不是說我們自己買來就可以用了。剛才環盟提到的確實沒有錯，是德國的一家公司叫 GNS 公司，他本身在德國就是在開發高放跟低放容器的一個很有經驗的公司，我們透過他來技轉之後，來幫我們設計一個我們專屬的一個容器，所以我們叫做 T-box，這個容器是跟原能會去申請，那其實這個容器還有分不同系列，從 T1 到 T5，然後根據不同的強度，剛剛講說超 C 類可能要用到 T1 這種容器來裝，剩下放射性比較低的部分就是 T2 到 T5 來裝，應該大部分都是 T5，因為基本上最大部分的都是比較低階的，那個輻射影響比較少，目前這些容器全都在審查當中。

環盟：所以你剛剛有提到，就是說 150 年是在冷氣房的控制裡面嗎？

台電：基本上在室內儲存的條件下。

環盟：那以後這個是在冷氣房嗎？

台電：我們的儲庫有空調。

環盟：我能不能問一下 T-box，就是 150 年的那個，它目前是技轉給國內哪一家公司？到底誰在製造？

台電：製造廠商還沒有定，為什麼？因為還在設計階段，所以原型容器是在德國製造的。

環盟：你們打算是要招標，還是怎麼辦？

台電：這個未來目前相關的國內量產的採購規範，目前我們還在研擬當中，那這個東西設計完之後的制裁權是台電跟那個 GNS 德國公司共有的，所以理論上我們在台灣要來授權製造都沒有問題。

環盟：那剛剛他們在意的認證，就是德國方認證嗎？

台電：所有的測試在德國那邊做，所有墜落、火燒、水下。

環盟：所以因為是在那邊做，所以就是他們認證嗎？

台電：當然他們 GNS 公司要負責這些測試的數據。

台電：認證是原能會認證。

台電：最後這些數據會送到台灣去跟原能會申照，原能會當然會去審查我們測試的過程、所有的數據，然後看它符不符合目前物管法的要求。

環盟：所以到時候製造，是台電另外發包一個公司 follow 這個技術去製造嗎？

台電：對。

台電：應該這樣說比較精準，現在是 GNS 這間公司設計，在德國做墜落測試，需要從 9 米高往下摔，摔完之後再放在水裡面測試有沒有漏，所以墜落、水下測試，還有耐火測試都通過

了。那通過完之後代表它的設計 OK、製造流程跟製造品質的控管也 OK。那這些完成之後，我們就把這個規格送給原能會審查、認證，審查完了之後，我們國內就會開始去調查合格的製造商當然也可以是透過 GNS 的原廠去輔導。因為設計他做出來，他要負責找到一個讓大家可以放心的國內製造商。

環盟：像這個 T-box 未來也是要收超 C 類的嘛對不對？那目前有超 C 類的東西，是裝在什麼容器裡面？

台電：目前有超 C 類的就是控制棒，放在水池裡面。

環盟：蘭嶼的那個也放在水裡嗎？

台電：蘭嶼那個超 C 類已經固化出來，所以那個是專區在管理，就是放在儲存庫的這個專區。蘭嶼是用鍍鋅鋼桶封裝。

台電：現在環盟關切的，就是最終處置。最終處置法規就是貯存容器裝了核廢料後表面偵測到的輻射值一定要每小時 2 毫西弗以下，反應爐元件的輻射強度強，就以 T1 容器來裝，T1 容器屏蔽厚，設計足以將容器表面輻射低於每小時 2 毫西弗以下。

台電：蘭嶼那部分你說有 200 桶，數量老實說我不知道，因為那部分我們現在都在重新做檢測，以前檢測的技術不夠，所以我覺得要進最終處置要再重新做檢測，當然還有一種方式，就是比照（國外）用過核燃料作法，在那邊把它玻璃化。

環盟：玻璃化固化，剛剛想請問說，一般是那個用過的核燃料去萃取出來，這個殘餘物才去固化嘛？

台電：對。

環盟：那低放也有在做固化嗎？

台電：有，美國現在拆廠除役，蠻多低階核廢料大概都走玻璃固化，美國拆廠除役完之後，用火車送去做玻璃固化，我們有去現場看玻璃固化。

台電：今年四月底去美國看他的最終處置場，WCS，是委託外面的環保公司去做，玻璃化主要處理國家實驗室裡面發展的高溫氣冷式反應器，所以裡面有一些類似超 C 類，以及低階的放射性物質，低階的部分，主要是污染的金屬，現在就是委託這間公司去處理這個東西。

環盟：WCS 是德州那個嗎？

台電：對，德州跟新墨西哥州交界的地方，那個方圓百里根本就看不到人。

環盟：低階最後收尾前，我再問一個問題？我曾去核一廠參觀，發現原有一個壕溝，那個場域本來是有部分放低階核廢料的桶子，因為要清掉才能蓋室內乾式貯存場，那些低階核廢料後來清去哪裡？

台電：除役之後，低階核廢料裝桶就放在我們既有的低階核廢料倉庫裡面，目前還有兩個倉庫可以放，都會有條碼編號。

環盟：就是你們只有壕溝那裡清掉而已，還有別的地方有放那個低階核廢料嗎？

台電：核一廠目前有兩個低階核廢料的倉庫，都有空調和管理。

環盟：所以這是我第一個比較關心的，就是因為馬上核一要除役，他有移動過；第二個是因為要把那個核廢料移動的時候，要清的時候你們有重新量，大概是 1% 可能有量到那個放射性的物是不是？

台電：就是只有很小的部分，他是屬於很微量的表面污染。

環盟：因為我有問過那個放射性怎麼來的？

台電有說是因為那裡有放低階的廢料過，那廢料有裝桶，還是免不了會有部分會輻射到外面嗎？

台電：不會。

環盟：那個所謂的有很小比例的，為了要清除出來做室內乾式貯存的位置，那個大概 1% 的那些放射性怎麼來的，還是我心中的疑慮，他到底怎麼來的？

台電：因為廢料桶存放在那邊，要看那個桶子的狀況，會做一些除鏽補漆的作業。

環盟：是，所以在這中間的過程，有部分會出來？

台電：就是我們一般講的檢整，它會在做整理的時候，還是會有少量、微量的放射性附著在廢料桶的表面。

環盟：所以事實上，蘭嶼檢整的過程中，還是會有少量的部分會出來？

台電：應該這樣說，蘭嶼本來是 98000 多桶，本來的桶，因為之前減容有些的品質比較不好，所以在檢整時一桶或是兩桶，變成三桶，檢整後，品質比較差的，兩桶變成三桶再把它固化，就是這樣子產生出來的。

環盟：因為在檢整的過程中，有部分輻射線就出來了。所以核一廠的有部分低放，也是這個檢整過程中出來的？

台電：應該不是這樣。

環盟：核一廠的根據你們的除役報告有提到，過去那個好像洗衣廠的時候，有些污染。

台電：那個跟洗衣廠房沒有關係。

環盟：就是有一些那個什麼冷凝器污染，後來那個換掉的有一批。

台電：應該這樣說，我們當初是壕溝那些桶子，是早期核一廠在運轉時的，第一批產生的 55 加侖的低階核廢料，放那裡一個壕溝，深度大概將近 2 米多，不到 3 米，用蓋子蓋住，因為在沒有空調的環境之下，混凝土固化安定性品質沒有很好，所以有一些就稍微膨脹，有的膨脹後會有裂縫，當初在整理的時候，如果發現膨脹就要整理，有裂縫就要修理，譬如說變形的桶子，你還要整理，檢整就是這樣產生的，放射性物質也不是飄出來的，我講的比較白，就是膨脹開裂滲出。

環盟：所以那個 1% 是什麼概念，單位是什麼？

台電：大概就是總重量，我手上沒有那個資料跟簡報，1% 就是指 100 公斤裡有 1 公斤。

環盟：你們的解釋他不是釋出來的，他是檢整時釋出來的。

台電：檢整出來就是說，本來這個檢整出來產生的非放射性體積大概有 166.05 立方米，但是屬於放射性的體積只有 2.46 立方米，2.46 立方米把它分裝成 12 桶，真正的核廢料的百分比大概只有 1%。

台電：如果就重量來看，非放射性的重量大概 9 萬多公斤，但是實際上屬於放射性的大概只剩 390 公斤，大概 390 公斤分兩桶放，這樣子下來大概應該算千分之四真正產生的廢料。比如說同時處理的時候有一些工作服髒了，就不用再回收了，拿去燒。這個大概 1 桶。

環盟：OK，所以核一廠的低放的處理中，所謂有 1% 的體積或千分之 4 的重量，是檢整過程中出來的。如果低放以後也要有一個低放終端處置的話，它需要水冷氣的那種方式嗎？還是不用？

台電：處置不用（水冷）。

環盟：所以它只要安定化，或玻璃化就埋在地下。

台電：沒錯，一般低放來講，除了超 C 類，其他（低放）大概是 100 年，大部分 99% 都回到自然背景值，剩下大概少部分，大概超過 100 年跟 200 年中間。

環盟：那對於低放終端處置場，有地質的要求嗎？

台電：低放的終端處置的條件也是會有地質的要求。

台電：要避開洪水斷層、山坡崩塌地，或是火山活動，這個原能會公佈的場址法規裡面，選址都會避開。

環盟：那對地下水的那邊有什麼樣的限制嗎？

台電：當然他有要求在對他透水環境，或是地球化學的水質的這個，對我們的場址也要有一些比較好的條件，所以這些細節，法規已經都很完善，都有這些條件，所以我們在處理的過程當然就依照法規來處理。

環盟：以後低放的條例出來，這些細節都是現有的法規就限制？

台電：對，場址法規是現有原能會就有規定的

台電：跟環盟去看 WCS 一樣，打了很多水井，可以長期監測地下水。

環盟：有啦，安全管理規則裡面有寫。

環盟：就是集中式儲存，外面也在傳說集中式儲存，你們選擇的是北方三島之一基隆嶼或哪裡，有這樣的一個調查嗎？還是沒有調查？

台電：我覺得基本上來講，這種選址有一定選址的標準，那至於就選址的選擇，特定的位置，我今天不在這個地方討論。

環盟：但是選址包含地質調查，台電有開始做了嗎？

台電：早期我們有收集一些大地的資料，全台灣可能大地的我們都有收集，就是純粹收集的階段。而更精細的調查，在還沒有明確的政策表態之前，我們都不會去做，但是基本上會去收集資料。

環盟：覺得你剛才說的過濾過是玻璃化，還是什麼那些厚的、薄的，都一樣，這樣是不是就沒有污染了？

台電：基本上來說，如果做過所謂的玻璃化，就是像我們一般的玻璃，你看把玻璃擺在一百年、兩百年、一千年或是一萬年，它還是不會壞、不會滲透出來。

環盟：我相信他不會壞，但是去接觸到會有影響嗎？

台電：基本上你問這個很重要，他不會滲透出來，他不會從地質的改變去滲透出來、分解出來、釋放出來。原則上，就像垃圾焚化爐、掩埋場，我們不會讓百姓去接觸，是一樣的道理。

環盟：不過這個會分輕跟重，不能一概而論。

台電：我的看法是這樣，都是廢棄物，大家認同的標準不一樣。但是站在專業技術的角度跟科學的角度，基本上如果能夠玻璃固化的時候，那是對大家能夠信任的。

環盟：我現在要問的資訊就是說，這樣之後人跟他在一起，有沒有輻射的數值？

台電：如果還沒有衰減到自然背景值，當然會有一點輻射，但是這個輻射要看你接近到什麼程度。明明知道這是低階核廢料也已經玻璃固化，但若還要刻意去接觸，就另當別論。

環盟：不過我剛才聽到這部分，我覺得你們都有辦法處理到沒有輻射、沒有污染，如果是這

樣的話，我們兩百年人不要去做萬里數，我是覺得這樣我們會覺得，人類比較誇大，沒必要了。如果這樣沒有污染了，乾脆你就分給當初用電量的人來分擔，不然你為什麼要用核四廠，大家要儲存、大家公平分配，大家要用就要負擔，不能單獨去放在誰的家。

台電：我回應一下，台灣政府當初要發展核能，不是今天坐在這裡的人。

環盟：照理要說，今天根本台灣都不可能去建造這種東西。

台電：我要說明一下，世界在進步，我們這一代人有用過這些東西，大家要共同來好好面對、誠懇面對，要有世代正義。

環盟：這件事大家來分擔。

環盟：無論你是玻璃化還是固化還是怎樣，你的標準在哪裡？什麼情況要怎麼放？要離人類多遠？這個標準是有嗎？在哪裡？

台電：有。我剛才說的儲存容器，第一個最終處置，他的法規裡面有規定，標明每小時不能超過兩個毫西弗。

環盟：現在是多少？譬如說蘭嶼那邊，或是現在核電廠內的。

台電：蘭嶼他現在是低放射性廢棄物。

環盟：不然蘭嶼那邊先大家來分一分，我覺得良心會不過去啦，有良心就不要做。

台電：沒錯，就是因為我們良心、公義，所以就是說，我們就希望我們這一代可以有一個處理，落實世代正義，不能 2025 年已經非核家園的情況下，核廢料我們卻放掉不去處理。所以今天環盟召開此會議，讓大家有一個平台來討論。

環盟：現在就是不應再增加核能機組，但眼下已經產生的核廢料要好好處理。

環盟：我是認為，應該告訴台灣人民，到底還要不要用核能電廠？不然政黨輪替後，若又重新開始用核電，就沒完沒了。

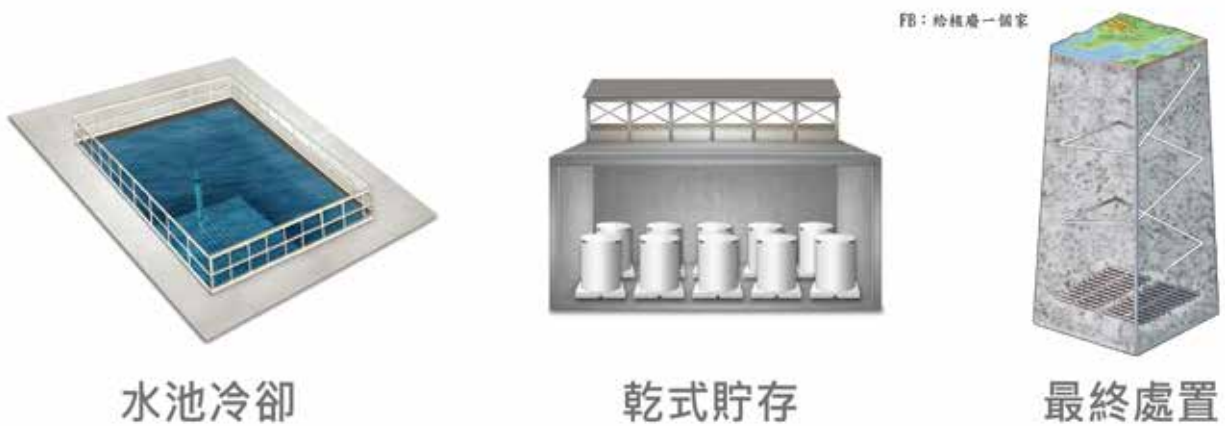
環盟：這個部分今天暫時不討論，因為我們今天的目的就是不要有新的核廢料，但是舊的我們要把它處理掉。但是也很難處理，如果很好處理我們就不用討論了，我們就盡量來討論，就算是沒辦法還是要處理。後面要在哪裡用那屬於政治決定，但我們今天是講技術上怎麼處理。所以我是不是就低階核廢料這邊告一段落？那我們要到深水區了，因為剩下一半的時間。

提綱二：高階核廢料處理與處置的未來規劃

環盟：那我們就開始談高階核廢料，也是先拜託台電也講一下高階指的到底是什麼。

台電：「高階是什麼」我們分幾段來講，第一段就是把國際上高階怎麼發展，我們未來也是要跟國際接軌，我們不能埋鍋造飯，這樣沒辦法跟國際上接軌，很多事情都說不清楚，這樣也不好，大家的疑問就慢慢來解開。乾式貯存的設備（模型）我們也帶來了，可以跟大家說明。

台電：首先，國際在處理高階是怎麼處理的，用過的核燃料，基本上大部分 99.999...% 都直接放在冷卻水池裡面，把它冷卻。冷卻到一段時間，大概都超過 10 年以上，冷卻到幾乎沒有什麼熱量，那個熱量大概一點點，了不起 1 瓦、2 瓦燈泡的熱量，再把它移到乾式貯存筒，我今天有帶模型，待會我會看模擬給大家看，生命周期的第二階段，全世界乾式貯存總共有大概 144 個場所，目前還有興建中。所以我們未來在除役的過程當中，我們核一廠、二廠、三廠會各設一個暫存場，就是把用過燃料池中之燃料，移出暫存在乾式貯存筒，當然我們現在積極在推動室內乾式貯存興建計畫，所以未來，會把那些室外乾式貯存筒移到室內，建一間房子要放在室內。那麼這個放完之後，在下一個階段，國際上有兩個處理的方法，第一個處理方法比較多的國家採用，是準備要再找更深及穩定的地質，這個地質的條件，要考慮



圖二、國際在處理用過的核燃料，基本上大部分直接放在冷卻水池裡面，把它冷卻超過 10 年以上，冷卻到幾乎沒有什麼熱量，再把它移到乾式貯存筒，最後再移到安全又穩定的地層下五百公尺最終處置的地方。

到斷層、滲水性、熱傳、地質的穩固性，把它隱埋在深層裡面，大概深度都在地表 500 米以下，大概有坑道式。

台電：所以大概分幾個階段在做，所以我剛剛簡單說在反應爐，用過燃料池裡面放一段時間，之後移到乾式貯存筒，最後再移到最終處置的地方，地質條件可能在 500 米以下，這是第一種。

台電：另外一種國家大概就是採取了像我們所了解的法國、日本，現在已經在執行，就是再處理。把用過燃料裡面大概燒掉的 5%（鈾 - 235），把它（核分裂後的分裂產物）提煉出來玻璃固化，這屬於超 C 類，剩下的 95%（鈾）把它煉製，提煉出來之後，再放在爐子再燒，分批再慢慢把它用完，這是在一些國家這樣再使用。

台電：所以大概有兩個方法，但是不管是哪個方法，到最後還是會產生高階核廢料，要把它掩埋到地底下，目前歐洲跑得比較前面，大概有芬蘭、瑞典、法國，大概已經挖地下坑道那麼深了。我如果沒記錯的話，芬蘭大概在今年開始

要試運轉五年，我們參加國際組織去看，他們要怎麼試運轉，瑞典也有、法國也有。亞洲國家只有日本，日本有一個地下實驗室（本來有兩個，一個在名古屋，這個已經封閉起來），另外一個在北海道，有一個地下實驗室，透過地下實驗室來了解地質的條件與狀態，未來要怎麼儲存，也就在做一些地質的條件、地殼的變動、地質的滲水性……種種地質的調查實驗。日本的我們也有去了解，有把國內地質領域真正的專家學者帶過去，包括去芬蘭、日本，大概這就是目前我們台電在跟國際合作、跟國際接軌所做的工作。

台電：高階的部分我們首先第一階段來講就是乾式貯存筒，我們先來做乾式貯存筒（模擬吊運演練），先介紹燃料好不好，燃料拿來給大家看一下。

環盟：這模型比例是多少？

台電：它的尺寸，是真實燃料的尺寸，護套也是跟燃料棒護套的材料一樣。

環盟：就是平面的是一比一啦，但是高度是



圖三、台電帶來的這根核燃料棒是真實燃料的尺寸，只是為方便攜帶，高度被縮短，真實的高度為 146 英吋（約 370.84 公分）。

縮小多少？

台電：高度正常是 146 英吋啦，不含把手，這個是核一跟核二沸水式的燃料的模型，這樣可以讓大家看。

台電：這裡面所有的（組件）材料都是真實燃料的材料（除了燃料丸是模擬材質），這個是用鈳合金的燃料護套，裡面就是燃料，有看到那個一顆一顆的，就是燃料丸。

台電：不知道你有沒有看到這個燃料護套裡面有彈簧，另外一顆一顆的，就是燃料丸，一整支就是燃料棒，另外還有空心的水棒，讓水經過，核分裂之後（產生的熱量），水就被加熱成水蒸汽，往上流動把熱量帶走。

環盟：那這個燃料棒在反應爐裡面，還要有很多的那個石墨棒，所以你們沒有控制中子的那個？

台電：我們叫做控制棒，控制棒是用硼做成，

控制棒是硼它會吸收核分裂的中子。

台電：四束燃料在一起做為一組燃料單元，中間的十字葉片，就是控制棒，這個十字葉片是核一廠、核二廠沸水式的反應爐用的，壓水式的燃料組件比這個大，大概大 2.6 倍，他的控制棒就是爪型的，每一個燃料組、燃料元件，有自己的控制棒。

環盟：請問用石墨跟用硼的差別在哪裡？一樣要吸收中子的話。

台電：石墨的目的不是吸收中子，因為核分裂產生的中子，一開始速度比較快，燃料鈾會吸收不到，所以要讓它減速。

環盟：所以石墨是減速用？

台電：台灣使用的反應爐是靠水減速。

環盟：所以車諾堡那個是沒有水，它是用石墨來減速？

台電：它也有水，水作冷卻劑，水也兼做緩和劑。

台電：我們的水沸騰的時候，水的密度會降低，中子減速效果就會變差，核分裂反應速率就會自然減少，而石墨就沒有像水一樣透過沸騰降低密度的自然功能，所以一旦功率上升（中子量也隨著增加），它的減速效果也不改變，功率就會一直上升一直上升。

環盟：所以那個（用石墨當減速材料）是它的危險在這邊。

台電：因為我們水沸騰（密度下降）之後，他的減速效果變差，功率自然就掉下來。

台電：我要說明一下，就是目前在商業運轉的西方國家，除了俄羅斯以外，西方國家的燃料它的（鈾 235）濃縮度只有 4%，它不會超過 5%，這個濃縮過的鈾（U-235），它可以進行核分裂連鎖



圖四、這個是核一跟核二沸水式的燃料的模型近照，用鈳合金的燃料護套，裡面就是燃料，有看到那個一顆一顆的，就是燃料丸。

反應，一旦濃縮鈾 (U-235) 的用完了，還有 95% 是原來自然的鈾，剩餘部份可以回收再利用，也就是可以把它濃縮到可以進行核分裂，它的能量 (產生率) 不是像原子彈那個，原子彈是接近百分之百濃縮的，所以原子彈一炸，瞬間能量很大。但核能電廠的能量是可控的，一般來講這 4% 濃縮鈾的核燃料大概在反應爐裡面會燒 5 年，燒完後退出來，我們就把它叫做用過核燃料。

環盟：有些說法是說 1 年半還是說 18 個月？

台電：簡單的說，這反應爐裡面放燃料棒，這燃料束在裡面，一開始一般都先放在外圈，18 個月後要換位置燒，等中間 (燃料束) 燒完，第三次後就燒差不多了，中間就退出來，其他燃料束再往內移，越往中間中子撞擊的機會越多。

環盟：大家可能不瞭解就是，那個一開始燃料棒還沒有開始使用時，它的放射性比較低，可是中子撞擊之後？

台電：我們現在電廠沒有新燃料了，不然我就歡迎他們來摸，我也不怕有污染。

環盟：因為新的它的半衰期應該也有？所以那個是還沒有開始使用的燃料棒是這樣，可是一旦使用就不是了嘛？那一旦使用那個一開始的中子怎麼來的？中子怎麼撞他？你們另外有的中子。

台電：反應爐裡面，假如這個是剛蓋好的機組，我放這些燃料也不會產生核分裂，我要放一些中子源，讓它釋放出來去撞擊這些核燃料，產生核分裂 (伴隨產生中子)。所以一開始新的爐子，有點像爐子去點火，一旦有燒了一次 (核分裂反應)，就會有持續的中子，足以讓核分裂反應維持。

台電：就像烤肉的時候，一開始的時候你要用火種，然後你就拿那個木炭，就能點火了，這樣的觀念。

環盟：那我直接問，就是說中子轉了那個鈾 -235 之後，到底是變成什麼之後，它放射性才會一直出來？

台電：就是產生了核分裂。

台電：我們都知道愛因斯坦，愛因斯坦那個相對論，質量損失可以轉換成能量，公式叫做 $\Delta E = \Delta mc^2$ ，譬如說中子和鈾原子核撞擊了，碰！ (鈾原子核) 變兩顆，它會減少了一個很小的質量 Δm ，那個 Δm 可能是一微克，一微克再乘以 c (光速)，(光速是 10^8 的八次方的平方 (所以 C 平方等於 10 的 16 次方))，那個瞬間放出來的能量是很高的焦耳。

環盟：其實我問的不是說能量哪裡來，我問的是說，用過之後的燃料棒的放射性哪裡來？我問的是放射性。

台電：核分裂的時候會隨機的變成兩個子核種，這兩個 (不穩定的) 核種，會透過放射線 α 、 β 或 γ 衰變 (逐漸讓它變成穩定核種)，巨觀的時候它的熱量就會用這樣產生。

環盟：那我能不能說，其實不是鈾 -235 的



圖五、核一廠的室外乾式貯存廠因新北市政府拒絕核發「水土保持完工證書」而無法申請運轉執照已經有十年之久。

放射性，因為它還沒有打死，它放射性不強，半衰期很長，是它分裂之後的那個東西的半衰期比較短，那個放射性就很強。

台電：鈾-239。

台電：應該這樣講，就是說分裂程度，一旦鈾-235經過核分裂之後，產生的這些核種，叫做「放射性核種」，又叫做「分裂核物質」，這些都具有半衰期，什麼叫半衰期？原子核要能夠達到穩定，穩定到自然界存在的狀態，就是慢慢釋放出 β 的能量、釋放出 γ 的能量，或是釋放出 α 的能量，慢慢去衰變，它要一段時間，就可以回到與大自然環境存在的礦場礦區（天然放射性強度），時間就需要很長，大概是這樣。（半衰期：原子核有半數發生衰變時所需要的時間）

環盟：請問一下現在核一廠室外乾式貯存，新北市政府要你們提出新的資料，那你們提了嗎？

台電：因為高等行政法院已經判台電勝訴，新北市也知道他輸了，法院也在判決內容說明仲裁的理由。講白點，（新北市政府）該做的不做，所以說高等行政法院就判他（新北市政府）要求「應逕予核准」，逕予就是你要直接做行政要核

准，所有事情在法院裡面都討論過了，新北市政府沒道理不給人家啦，所以新北市政府一直叫我們說「麻煩你台灣電力公司再送一個新的」，我們說法院已經這樣判了，政府機關是要依法行政，所以我們一直去函跟新北市政府說，拜託你要依法行政，你要給我（核准），新北市政府說「沒有，你要給我水

保計畫給我審，我再給你」

台電：核二的部分，6月17日（新北市政府）已經核給台電「逕流廢水削減計畫」，但是他（新北市政府）給台電的是一張廢紙，什麼叫廢紙？新北市政府核給的有效期只到110年3月31日（已過期），台電沒辦法動工，我們（當初）一接到最高行政法院的判決，5月14日就跟新北市申請，希望工期延到113年12月31日，結果新北市政府沒有進行准駁，逕流廢水效期到110年3月31日（展期沒有通過）是沒用的。大概目前初步現況是這樣。

台電：我們上禮拜有發一個文，親自拜託，不然我們沒辦法（施工）。

環盟：因為很多我們會員不了解，這個跟新北市的中間的來來往往是什麼，其實它是所謂的「室外乾式貯存的水土保持計畫」，所以裡面的內容大部分都是水土保持的問題，跟核的問題比較沒有什麼問題。

環盟：那核一呢？

台電：我第一個就講核一，核一就是水保，新北市叫我再送審（件），我說不對，不好意思，這樣沒意義（法院已經要求新北市政府逕予核准）：核二就是新北市給我的是已經過期的逕流廢水完工期限。



圖六、台電人員用模型解說核廢燃料棒從冷卻池中裝入乾式貯存筒後，再裝入傳送護箱，屏蔽上蓋封焊之後吊掛起來要送到已經放在多軸油壓板車上的混凝土護箱中。

環盟：你們這邊哪時候可以？

台電：因為核一還有一個（水保）完工期限的訴訟案，現在在最高行政法院，我們預計大概可能還要再兩到三個月。一旦拿到新北市核准函，我們只要去一個文說我要開工了。

環盟：兩三個月完之後，你們開工完到室外貯存做完大概要幾年，大概要兩年是不是？

台電：核一跟核二不一樣，你核一去看過，室外乾式貯存場，目前我們把一些小工程做完後，大概3個月到5個月，我們就可以跟原能會申請（使用），開始將用過燃料移到室外乾式貯存場，大概放3到4年，室內乾式貯存一旦建好，我們就要移過去。

環盟：我印象中好像曾經有人提過說，地質上那邊還是有什麼地震、斷層那一類的風險，核一、核二那裡。

台電：我沒聽過這樣說，現在斷層，山腳斷層離核一大概有7公里，離核二大概5公里。

環盟：然後第二個問題是說，就是說萬一有人破壞或是戰爭，他可以像烏克蘭這樣，不是說把他像作為髒彈這樣子來威脅，就是他只要破壞那個乾式貯存的地方，是不是放射線就會外洩？有沒有這個問題？

台電：基本上我們（台電）所有的乾式貯存設施，在美國有經過飛彈、火箭的撞擊測試，所以髒彈的能力，大概還沒有本事來破壞這個強度，我們接下來講那個乾式貯存筒（模型）。

台電：現在就用這個竹筷子來代表用過燃料，實際上它的長度剛剛已經有說明了，大概接近4公尺長，這個（模型）大概只有五分之一的長度。

台電：我們首先會將這樣的一個密封鋼筒，是不鏽鋼製的，先沉入到燃料池裡面，然後我們從燃料池裡面，抓取用過的核燃料之後（這都在水下、水裡面作業），我們把它放到密封鋼筒裡面，這裡面是有隔架，隔架的這個成分是有抑制中子材料，不會有突然發生所謂的自發性分裂的現象，接下來，假如說我們這個（密封鋼筒）裝滿了之後，我們會蓋上一個所謂的屏蔽上蓋，蓋上去之後，輻射就會大量的下降，然後我們會在這上面做簡單的固定，之後，我們會將它拉到岸邊，那拉到岸邊的時候呢，事實上呢，我們是會透過像這樣的一個設施設備，這個叫做傳送護箱，我們會將傳送護箱也沉入水中。

環盟：你剛剛說還要把它拉到岸邊？

台電：我們在一開始的時候，（傳送護箱）應該就要先安置在燃料池裡面。



圖七、每年「核一廠除役及乾式貯存訪查活動」，多軸油壓板車以時速兩公里左右，模擬「混凝土護箱移動及運送」作業。（圖片來源：給核廢一個家粉絲專頁）

環盟：他們現在不是說冷卻池裡面都沒有空間？

台電：有一個洞（護箱裝載池），在一開始的時候就有設計在那裡，你講的（空間不足）是核二。

環盟：F 先生講的好像是核一沒有空間？

台電：核一這個洞在，設計時就存在。

環盟：那萬一真的沒有周轉空間怎麼辦？

台電：接下來我們就把它吊出來，吊出來是放在池子裡面，再把那個燃料一根一根的放進去，放完之後呢，再吊起來。

環盟：它底下水是會漏水漏出來是不是？

台電：這個地方的水其實我們是會把它先密封起來，我們利用就是抽真空的狀況，真空氣壓低，所以水的沸點就會下降，這個時候就可以把裡面的水氣給抽走這樣子。

接下來我們會將上蓋也蓋上去，然後封焊，目前用機械自動焊接，接下來我們會把它放在運輸的板車上面。

環盟：你不是用在水裡的時候裝好，然後之後吊上來，那吊上來，你的工作平台，然後插室焊接之後，再吊到那個嗎？你好像少說了一個吊到平台上嘛？



圖六、混凝土護箱移動至乾式貯存場固定後，會再多混凝土外加屏蔽，讓輻射可以再低一點。混凝土護箱和外加屏蔽裡面都有空氣通道（台電人員雙手指的地方），完全是靠自然對流，繼續降低核廢燃料棒的溫度。

台電：在水裡的時候只有鎖，吊到五樓的岸邊工作平台這樣，有耐震的。然後接下來我們就是把牠，就是吊運到混凝土護箱中。

台電：這個位置是在平面樓，我們有一個叫做多軸油壓板車的運輸工具，它就是架在那個多軸油壓板車上，在平面的地面樓這樣。然後就會將這個屏蔽門打開，打開的時候這個地方是有吊車吊著的，否則一打開就會直接就掉下去。

台電：這個工具，只是模型給大家看。

台電：當我們把屏蔽門打開的時候，真的會掉下來，所以上面是會有吊具抓著，慢慢讓它放下來，那接下來吊車就把它放進去，安置在這個地方，接下來我們這個就會把它移走，然後再蓋上一個屏蔽蓋及頂蓋，鎖上去之後，我們這個多軸油壓板車就會以時速 2 公里左右，非常慢的，移動至乾式貯存場，外面那一層叫做混凝土外加屏蔽，目前核一廠室外乾式貯存貯這個是混凝土的，那這裡面是有空氣通道。

台電：我們本來是靠水冷卻的，現在就可以靠空氣來冷卻，所以裡面的燃料不能太多，太多它就不好冷卻，所以它裡面就不需要主動通風系統，就完全是靠自然對流的現象，那接下來我們就把它慢慢的，大概時速 2 公里，大概比人走得還慢，走到了我們要放的室外乾式貯存場，放到室外乾式貯存場的時候，我們先把它用頂舉的方式，慢慢的把它從油壓板車上卸下來，我們會用氣墊讓他懸浮在氣墊上，慢慢的讓他移動到我們要放的地點，接下來就定位，氣墊把他抽出來，抽出來之後像這一個，因為這是額外的外加屏蔽，可以讓輻射再更低一點。

環盟：那 IAEA 哪時候來設鎖？

環盟：它現在 IAEA 的做法是直接在地底下埋了一個埋件。

台電：IAEA 要上兩個封條，第一個封條在五樓燃料上來的時候，他要核對每根，從 CCTV 再核對每根編號編碼，每根燃料上面都有名牌號

碼，檢查完了之後，他第一層要焊接完之後，他就進來給你封焊，第二層再加一個蓋子的時候，再封焊，他給你加兩道封焊。

環盟：不過你們今天講的，以前在要去建核四的時候，台電去給我們上課，去丟那些資訊給我們，跟你們今天講的完全不一樣，那時候我們說，你要拿去北韓、要拿去哪裡、拿去怎麼樣用，所以不可能，所以這次來證明什麼呢，證明核電廠就是最終處置廠？

台電：這樣講我反對，用過燃料從來沒有說要送去北韓。

環盟：這個等一下還是要討論完，然後你說最終處置那個是另外一個。

環盟：晚一點這個最終處置還沒有到，雖然只剩一個小時，我們還是會談到那裡，我們先把乾式貯存講清楚就好了，因為短期內我們大概只看到乾式貯存而已，這裡搞不好就 40 年了，後面最終處置那個地點很難找，我們再來講。

環盟：我先講第一個東西就是，你們是吊的燃料棒，是有什麼條件才開始要吊出來？是要在水裡面已經過 4、5 年才可以吊出來，那要吊出來是為了要把核島區的燃料棒先吊到冷卻池裡面嘛。所以等於是說我們要乾式貯存的原因，就是為了要先清空核島區，不然那裡更不可能拆除掉，要變超 C 那個永遠都不會開始。

環盟：但是因為不信任，人家認為是說，啊你用乾式貯存，你先把那個冷卻池的吊走，再把核島區的燃料棒吊到冷卻池，那核島區就空出來就可以繼續再發電，我直接講誰會這樣講，H 先生這樣講、L 先生這樣講，我不知道是他們真的這樣認為，還是真的是不滿的講。那以你們來講是說，以目前就核一就好了，核一的那個核島區燃料棒，吊到燃料池還要再擺 15 年，那你清空之後，你如何讓人家放心說，你不會再用新的燃料棒進去再重新發電？

環盟：這個比較政治性啦！



圖八、現在有總統候選人主張核能延役，包括核一都要再重啟，但是發電機裡面的線圈，停五年未進行任何氮封或乾燥空氣封存，台電人員認為這5年來，相關發電系統維護保養都沒做，所以這個機組要上來，不是說不可能，但是非常困難。（圖片來源：給核廢一個家粉絲專頁）

台電：基本上，現在核一已經除役了，現在有總統候選人主張核能延役，包括核一都要再重啟，但是發電機裡面的線圈，停5年未進行任何氮封或乾燥空氣封存，再使用有其困難。

環盟：他們想的就是再買一台就好了。

台電：當初核二的2號機，民國105年5月16日因為發電機避雷器的事件，後來立法院教育文化委員會要求專案報告後才能重啟，到民國107年核二廠2號機重啟距離停機已經過了700多天，當時發電機都是用氮封，期間維護都照規定走了，相關的測試還有相關的大修都照走了。那核一你看看你這五年來，相關發電系統維護保養都沒做，所以這個機組要上來，不是說不可能，但是非常困難，上次停了700多天，而且維護都很好，我記得我們從1月底接到指令，一直弄了半年，直到107年6月6日才併聯。

環盟：剛剛是我提他們的疑慮啦，就是說你的乾式貯存是為了要讓核一再運轉？可是我懷疑他們心裡也這麼想，反正他們講了就轉述啦。那我要問第二個問題是說，目前的燃料棒就是還插

在核島區內的用過燃料棒，沒有吊到那個池子裡冷卻，目前要怎樣維護，才不會讓它失控？

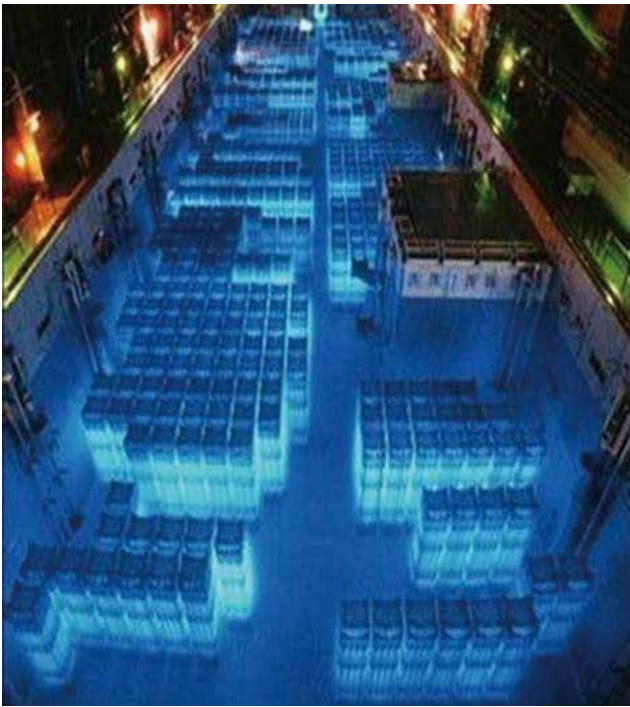
台電：福島事件它是有安全停機，所有的控制棒都插進去，可是福島為什麼它會有問題，因為它有一個就是剛才講的那些分裂產物，它有所謂的衰變熱（停機初期衰變熱還很大，逐漸將反應爐水蒸乾，燃料因此過熱受損），那現在的核一的衰變熱大概都小於1%，所以你只要控制棒插入著，持續被水淹蓋著，基本上大概就不會失控。

台電：簡單來說，當時核二廠2號機，跟立法院報告結束後準備要起來，我記得是107年3月，當時認為控制棒一定要抽很多支，否則已經放兩年了，沒有足夠的中子，沒有辦法撞擊核分裂的話，要抽很多（控制棒）才能夠達到臨界，才能夠產生核分裂（延續性核分裂）。燃料製造廠家的分析的確沒錯，比我們原先預期的久才達到臨界，所謂臨界就是達到核分裂，可以平衡那一點，的確時間多很多，這是第一點。

台電：第二點就是我核一廠的1號機，從103年12月8日，如果我沒有記錯，就是因為水棒斷裂已經停九年了，很難再產生核分裂，除非有足夠中子源。

台電：且核一的1號機，當初有90幾根燃料連燒都沒燒，後來想說，這是新的，沒有核分裂反應過的核燃料，我們送去美國回收，鈾料成本大概20億，所以反應爐裡面408支、回收92幾支、剩下316支，還放這麼久了，我相信現在核分裂的能力，已經可以說是零啦。

台電：那現在核一廠1號機的溫度多少，1號機的爐水現在已經不需要冷卻了，目前大概是30度左右，我每天早上、24小時都在看，沒有任何冷卻的情況下，爐水的溫度是30度，所以你說會不會危險，我的看法是，即使沒有水，他要產生核分裂是零啦。2號機從民國106年6月2日停擺，到現在也超過6年，所以這樣來看，它的溫度也跟1號機兩個都現在水溫都一樣，要進行核分裂，中子能力也沒了。



圖九：核能電廠內專門放置核廢燃料棒冷卻池。

環盟：好那我來講，剛剛的那個顧慮不是我講的，是H先生講，他認為說，核島區內有燃料棒是危險的事情，他還沒有在發電，你更不會去顧慮他，然後你外面的電也要就是跟 345kV 的電網還是要連在一起，說萬一怎麼樣時，你的冷卻系統還能夠 work，所以會覺得說很多顧慮啦，核島區內有燃料棒，他就是覺得危險，雖然已經講很多了，因為時間很久了，他會再燃起來的機率，自己又重新連鎖反應的機率很低啦，應該是不大，而且那個水溫都很低啦。但是這個H先生講說，不管種種疑慮，他還是希望核島區的燃料棒沒有要用就趕快拿掉。

環盟：L先生就覺得很不滿，L先生就覺得說，因為逼著核島區燃料棒要拿起來，可是燃料池又沒有位置放了，所以燃料池的燃料棒又要拿到外面做乾式貯存，他覺得這個就是一個陰謀，這是為了要乾式貯存，為了要把核島區的燃料放拿出來，為了要讓核電廠繼續延役。

環盟：H先生是對乾式貯存筒有很多疑慮。

環盟：那待會會講。

環盟：剛剛講的核一與核二的冷卻池，它那個水溫是多少？它不是才停沒多久嗎？像核一那個冷卻系統萬一停擺，他溫度是還會上嗎？

台電：核二的水溫現在大概 33 度。核一有一個冷卻系統，溫度上升很慢。

台電：以我專業角度，我就是很誠懇跟大家交流。

環盟：所以核二也是這樣？

台電：核二也是差不多。

環盟：可是核二現在冷卻系統還在轉。但是核一冷卻系統到底有沒有在轉？

台電：現在（冷卻系統）在轉是因為原能會要求，其實這個冷卻系統有兩串，正常只要一串運轉就足夠了，而且這兩串如果通通掛掉，還有另外一套替代的系統，是設計上都有好幾套，我們講的多重多樣性。

台電：核能電廠爐心的每一個節點，把爐心切割成很細的（計算節點），每一節點溫度的變化，都要放在程式裡面去計算，透過程式可以看到節點的溫度變化。

環盟：但是有 Sensor 在，有感應器。

台電：基本上來講，這個程式不是台灣電力公司的，這是美國國家實驗室寫出來，我們跟它借了。溫度來說，未來這個溫度，要再起來的機會不大，所以原能會也知道，這個水（冷卻系統）可以停，所以我們已經有申請停止運轉，（原能會）應該快核准了。核二的部分我們等核一拿到核可後，我們後續會進行核二的申請，但是原則上所有的冷卻系統、安全系統，我們還是要保持它可用的狀態，因為畢竟爐子比較小，溫度比較好控制，所有的安全系統、冷卻系統，這些我們要保持可用，這是法規規定，這是第一點。

台電：第二點電源的部分，只要反應爐裡面有燃料，不管你放一百年也好，法規就是從嚴解釋，機組必須要有外電能送進來，不能斷，這是法規明定的，就是很嚴謹的看待這個問題。另外所有的安全設備維護得做好，定期每個月要測試一次，每個月啟動一次看會不會運轉，運轉起來之後，完全會動，每 18 個月還是跟大修一樣，設備還是要保養。

環盟：我們來說這個核二，沒有周轉空間怎麼辦？

台電：那核二的部分的周轉空間，用過燃料池原本設計上無法運轉 40 年，必須把一些用過燃料拿出來，才有繼續運轉的空間。當時這裡(用過燃料池)都放滿，所以要做乾式貯存筒給用它(用過燃料)搬出來，結果新北市不給台電興建，我只有把裝載池(放置燃料護箱的空間)進行改裝，放燃料隔架進去(增加用過燃料存放空間)，現在每一部機(護箱裝載池)都放 438 支，現在如果要將用過燃料移出，一定要把這個(護箱裝載池)還原，把這個隔架拿掉，還原這個狀態，才能將燃料移出。

環盟：那你也是要用一種裝置來用？

台電：如果在那裡，把這個格架拿掉，我們可以把乾式貯存筒放下去，你這個格架不拿掉，乾式貯存筒就放不下去。

台電：裝載池裡的燃料，會移到核二廠的上燃料池(反應器廠房 7 樓)。透過水裡、水下作業，連結上下燃料池的傳送水道完全在水下。

台電：那我就快速說明，首先就是關於 L 先生所建議的熱室這個問題，那其實就是指出了這個 SSG-15，其實目前全世界的乾式貯存設施裡面有熱室這個東西的，只有瑞士才有，那熱室呢它是一種很特殊的空間，可以直接讓燃料暴露在這一種環境裡面，是一個蠻特殊的設施，那他有這個空間的目的，並不是用來作為修復用，而是因為瑞士他們當年造核能電廠的時候，他的燃料池很小，因為他們要做再處理，所以它的吊車也

不大，所以它當時的吊車因為很小支，它就要把燃料先放在小的這種乾式貯存筒裡面，運到這個熱室裡面，換一個更大的乾式貯存筒。

環盟：所以你意思是說 IAEA 這個規定已經過時了？

台電：IAEA 的規定是說，我們的乾式貯存筒要有可修復性，所以它第一個想法就是用熱室修，但事實上它提出的就是說，如果這個乾式貯存筒是可以維修的，那麼你就可以去替代這個熱室的功能，那我們也有燃料池可以做這件事。

台電：我簡單說，國際原子能總署有針對全世界現在有 144 座在運轉的乾式貯存區域訂一個規範，那個規範的編號叫做「SSG-15-Appendix-I」，反正有一份文件，那份文件去規範所有乾式貯存筒，當一旦發生乾式貯存筒有洩漏、不完整損壞，修理的方式有三種可能的途徑，第一個就是把這個筒子拿起來之後用焊接去焊補；第二個方法就是把這個筒子套一個比較大的筒子，或者第三種，把外面的混凝土護箱換掉再改成運輸護箱套起來。

環盟：L 先生的意思是說你現在這個容器要設計成可維護或可維修的，然後你現在的容器有沒有設計成那個樣子？

台電：它(乾式貯存筒修復)有三種可能的選擇，第一個是熱室，熱室就像是一個燃料池，乾式貯存筒放在那裡，再把它拆開，再換一個筒子，再放在旁邊。另一個將有乾式貯存筒故障的位置焊接，叫做 Cold Work。另外一個方法是，再換一顆筒子，大一點的桶子把小一點的套下去，再用一個運輸護箱套起來。

環盟：講白的啦，L 先生只講第一種，他認為只有一條路。

環盟：沒有，他還有第二種。

環盟：其實那個文件就都可以去查，到底是只有一條路還是有三條路，就可以再去查，L 先

生認為只有一條路。

環盟：他是認為說，你沒有的話，你需要有什麼能力，那個能力沒有看到。

台電：他認識的維修，只能透過熱室去修。

環盟：因為我們剛剛說更大的桶套，那個根本沒有什麼維修能力的問題，只是他不接受更大的桶套，他覺得不能運輸。

環盟：他是覺得，台灣做這個桶的廠家好像沒 ？

環盟：這個就跳到另外一個問題。

台電：因為全世界製造乾式貯存筒的廠商，大概有七、八間，他都遵循這個應變措施，就是IAEA 這個準則，那今天台電公司如果要用這種乾式貯存筒，也都要符合國際共同的規範，不是說台電可以閉門造車。

環盟：那這個規範是誰來認定的？

台電：這個規範就是按照國際原子能總署，這些供應商都按照這個來做。

環盟：那有人來評估說你是有按照這個規範嗎？

台電：台電會把這個計畫送給原能會審查、確認，因為供應商在國際上，我們不是第一個、我們不是白老鼠，他會供應好多家的供應商，所以每一家在資格標提供給我們，就要提供規範。

台電：另外補充一個，就是所有來投標的廠商，他的這個產品，必須拿到他原產國的管制機關核可的證照，他才能來投標。所以說我們拿到這個系統，不會是第一個使用的，就是說他必須在原產國拿到執照了，再來台灣，再經過我們原能會審查通過，才可以用。

環盟：所以其實從 T-Box 到這個後來高放

的儲存鋼桶，L 先生其實都咬緊一個說誰認證？他不信任原能會就死掉了。那你不信任原能會，他要的是說難道要進口國外的認證的桶直接進來嗎？

台電：(國外認證) 也沒有辦法直接用，一定要國內的管制機關核可。

環盟：依法的話也不能嗎，就算他那裡國外認證了，國內也不能用？依法也不行？

台電：國際上大概是這樣，世界各國這些廠商廠牌有美國、日本、德國、西班牙、法國這些民主國家，這些國家在他國家都有使用實績，但是要進入台灣，還是要經過台灣政府管制機關去審查一遍，他那些譬如說維修的方法，都必須按照符合國際原子能總署規範三種模式的其中一個。

環盟：看你這段你怎麼解釋，要不要看一下，這個 B-2。

台電：來那個我就再說明一下關於 B-2 的部分，其實 B-2 的這邊有一個重要的事情就是說，其實我們的這個密封鋼筒都是從美國那邊直接技轉過來的，所以其實我們的過程中都有原廠的技師在旁邊看，不是說我們今天就是憑感覺自己造的，並不是這個樣子。我們是按照了美國的規範，那他這個原廠是有拿到美國管制機關 NRC 的認可，他的整個製造的流程都有拿到他的認證，還有他的這一個製造的號碼。

環盟：他不是發認證的單位嘛對不對？他等於說他有技術他技轉給你，可是他沒有辦法幫你做認證？

環盟：認證就原能會啊。

環盟：所以你們現在認證就是原能會。

台電：國內的認證就是原能會，那我在原能會審查通過的規範下，我們在國內製造，原廠會派原廠技師來這邊做檢查，就是這樣。

環盟：原能會的認證能力跟美國核管會的認證能力。

環盟：不過這裡面他講那個 CT 公司，我覺得 CT 在機械的製造業好像不是最差的。

環盟：他是說有一定品質的意思，但是 L 先生都認為是不夠。

環盟：CT 是有一定的品質，但是這個過程裡面還是要台電公司，你也要去品管，原能會也要去品管。

環盟：可能就是擔心球員兼裁判。

台電：我（台電）也有駐場製造人員。

環盟：所以就是那個，核一也是 CT 公司？

台電：對，都 CT 公司。

環盟：所以那兩桶放比較久了，出問題就知道了。

環盟：我再問一個製造的問題，你們的那個鋼筒，對美國也是一樣彎？

環盟：他這裡也是質疑說那個燒焊的方法不一樣，他說有一個圓周焊。

台電：可是它用的這個版次是錯的，第一個，它這個產品是 NAC-MPC，可是我們是 NAC-UMS，這個完全不同，這等於 BMW 3 系列、5 系列，不是同一台車。

環盟：我繼續問啦，那個你們彎折之後的垂直焊，事實上也是機器焊，都不是人工焊？

台電：機器焊接。

環盟：那後來的圓周焊也是機器焊，這兩個是 L 先生有在提的，我是覺得這個應該不難，因為那個業界也是這樣焊，可是有另外一個跟

L 先生無關的，是那個行政院永續會有一個非核家園小組，裡面有一個是 C 先生，他一直堅持說桶子要一體成型，但我個人我在業界我不認同，因為一體成型沒有焊，可是裡面的內應力其實是不會比較好。

台電：如果是一體成型的，材料是球墨鑄鐵，如果那個摔壞了，沒有辦法補，沒有辦法焊，所以其實與其說它他是要一體成型，不如說他只能一體成型，這種材料沒有辦法焊補。

環盟：就鑄鐵的就沒辦法。

台電：鑄鐵在美國，從來不能列為核能結構材料。

環盟：你用一體成型的桶子，那核一廠那個吊車只能吊 90 噸，你都不能吊。

環盟：我認為先不管，我們天車或許可以換或什麼都無所謂，但是我不認為那個比較好。

環盟：天車可以換嗎？

台電：核一評估過，因為他結構會是問題（廠房結構無法改裝），天車要架在結構上，結構已經幾乎沒有補強的空間，所以天車的荷重就沒有辦法往上增加。

環盟：所以是最多 90 噸？

台電：對，沒有辦法往上，評估過了。

環盟：我認為 L 先生也不認同 C 先生的一體成型的做法，因為我們在業界都知道強度不好。

台電：因為我們沒有吊舉這件事，我們都是頂舉，就是說我們今天在核一廠所有的操作都是用頂的，那我們頂的高度都在 30 公分以下，我們不會有超過 61 公分這件事情，剛剛那個是吊車，是特殊設計的吊車，在任何狀況下它都不會鬆脫。

台電：基本上來說，在反應器廠房有一個專用的吊車在吊燃料，吊車的設計、荷重是特殊的執照，即使強震來他會卡住，不會脫接。

環盟：然後我記得那天，F先生還有一個說法，他說最安全的話，就是直接那個在，那個冷卻池上面，再加一個水泥棺材，然後那個可能半開玩笑。

環盟：那個如果沒有真的要解決這個問題，那個我們就不轉述啦，我會覺得說在不增加新的燃料之下，我們要把舊的燃料就是要解決掉，不然我們不用開這個會。

台電：F先生的意思我聽得懂。

環盟：就是有人會擔心說，解決這個乾式貯存的問題，你就會把核電廠重開、重新啟用，所以寧可說……。

台電：核能電廠要重新用，不是我們這技術的問題，這是政治的問題，我們尊重政策的決定。譬如說很多地方要改換成不同的電力設施，我們就要往這個方向進行。

環盟：那我問另外一個問題，因為歷史因素，你們有一個室外乾式貯存，也是那個地方的水保跟新北市長，那四年為什麼不就直接到室內貯就好？

台電：對台電公司來講，從拆廠除役來看，一旦室內乾式貯存興建，核一大概在民國 117 年會啟用、核二大概民國 118 年、核三大概比較晚一點，大概民國 118 年晚幾個月。一旦經宣布一個電廠已經進入除役，若再把燃料放到反應爐裡面，全世界沒人這樣做。要多放四年（等室內乾式貯存完工才將燃料移出反應爐），我也沒意見，但是多放四年對台電公司來說，兩部機組一年大概多花 4~5 億維護成本，安全系統一定要維護，一年大概 4~5 億。

台電：4~5 億乘以二差不多 8~9 億，但全世界來看這對一個國家的形象，這都不是很好，但

你要再放也可以，我沒說不可以，因為所有的安全措施、防護措施，依法都必須維持可用。只是說，有需要這樣嗎？全世界會認為你要進入除役卻一點準備都沒有，我們也不能說什麼，因為這是政治引發出後面很多很複雜的問題，就是燃料沒辦法退出反應爐。

環盟：好，我想說最後一個問題，也是L先生有提起，最初核電廠設計的時候，為什麼那個燃料池做小，因為本來就是說那個，用過的燃料棒將來要運回美國？有這個說法嗎？

環盟：我跟他們說 40 年了，他們都這樣說啊。

環盟：沒關係，先聽他們說明。

台電：（台灣）每一個電廠，在最終安全分析報告的運轉上限就是 40 年，但是每一個電廠當初設計的時候，用過燃料池沒那麼大的空間。包括我們是仿照美國作法，我們是美國的同型機組，他們有乾式貯存場將用過燃料拿出來，他們 30 多年前就開始在那裡運轉使用。我記得是民國 88 年，台電就開始要參考美國方式進行。

環盟：聽說當時美國有答應最終儲存可拿回他們？

台電：沒有，沒有答應。這件事情實在是我聽太多人說「你們當時有啊」，我們說沒有任何文件。什麼「機組設計的時候，就答應燃料就送回？」，講這些話的人不負責任，如果有的話，在哪裡、在哪年哪月哪日，什麼證據應該拿出來。

環盟：好，我們再說一個沒輸贏的。就是說現在國際的趨勢，就是說不僅是核廢料，所有的廢料都是生產者要去負責。

台電：對，這法有規定，包括國際原子能總署都有這樣的規範

環盟：對所以我們有沒有可能再送到國外去，在這方面去跟美國談判，因為買是跟他買，

為什麼不可能？

台電：不可能，民國 62 年就有訂「台美民用核能協定」，因為我們那時候國家地位比較尷尬，所以我們要發展核電的時候，是在美國授權之下發展核電，因為美國擔心當時國民黨政府要發展核武，所以有台美民用核能協定。在這個台美民用核能協定的框架下，就規範得非常清楚，哪些事可以做、哪些事不能做。

環盟：我現在是說，不管以前什麼規定，現在有沒有可能重新去跟他協商？

台電：不可能。因為台美民用核能協定，在民國 105 年時候（核一運轉）快滿 40 年，台灣有跟他申請，那時候申請要在修法的時候，我如果沒記錯，是民國 104 年我們正在準備要把用過的燃料送到法國去做再處理，因為什麼？因為乾式貯存設施無法興建，電廠運轉執照屆期是四十年，所以核一還可以再運轉五年、核二可以再運轉六年到七年，所以當時想說，不然送去法國，剛好可以讓核能電廠空間騰騰出來，可以讓運轉滿 40 年。那時候就跟美國政府進行談判，由外交部去談判，那談判到最後的結果還是維持當時的台美民用核能協定，只能做民間用途，所有的規範就按照這樣。

環盟：去法國處理會變成不是民用？

台電：去法國也是民用，但是要在美國同意及監督之下才可以。因為為什麼？你也知道，美國一來怕你做核武，二來怕這個生意怎麼會跑到法國去。

環盟：那不然就是說，就回美國也可以？

台電：但是美國那時候還沒有再處理的機制。

環盟：那他儲存，給他錢。

台電：他就不要收。

環盟：應該是說美國的各州是不是願意接受？

台電：美國各州是另外一回事。

環盟：他的核電廠裡面反正也要放。

台電：我知道大家的想法是說，既然所有的反應爐，是你跟美國買的，那就送回去給美國，但是現在有很多的國際公約，第一個國際公約〈巴塞爾公約〉就規範了這個不可能，只能是生產國自己處理，製造國不能外送到別的國家去處理跟儲存，這不行，這是第一個。第二個，歐盟在 2011 年，我還記得應該沒錯，在歐盟成立了規範，歐盟的國家有能力可以處理核廢料，高階核廢料再處理，大概有法國、英國，他也藉這個機會宣告說，你可以做生意，但是幫他再處理完之後，產生的高階核廢料還是要送回去，按照〈巴塞爾公約〉來做。所以歐盟 2011 年通過這個規定之後，歐洲的每一個國家就陸陸續續也宣布了，也立法了這個，不得代其他國家處理、儲存高階核廢料，你要再送回去原始的生產國。

環盟：那個所謂生產是你中子使用過，那個叫生產。

台電：使用過的核燃料變成高放射性廢棄物，從反應爐退出才是生產，生產不是從核燃料製造開始算。

台電：台美民用核能協定那個沒有協議高階核廢料送回美國。

環盟：因為現在像這種問題，其實我覺得也未嘗不可能重啟談判，因為現在台美之間那麼多事情，但是我們如果永遠不說的話當然永遠不可能。

環盟：那可能比較重要你找德州他如果願意接受，國務院才有可能，問題是各州要不要接受。

環盟：對啊！先找到一個對象，你講的對。

環盟：那他們在繼續談之前，我直接講到終端的那個最終處置，不是處理，是處置的部分。這個是L先生堅持的，而且他一直糾正S女士錯誤的觀念。他是說大家現在都在學芬蘭或瑞典，說最終處置的筒是銅的筒，他覺得那個不是完整的全貌，他說瑞典跟芬蘭可以這樣搞，是因為他們所在地質是一個很大的花崗岩，可是主要有銅礦，那他的說法有銅礦的話，你在地下水經過時，裡面的銅離子都已經飽和了，就比較不會腐蝕，這是L先生的說法，那我記得我那時候在核一廠我有問過這個事情，然後他們有提過說銅的罐子有做很多腐蝕的實驗，那個是在實驗室裡面的實驗，他說都比其他的鋼筒什麼都比較不會腐蝕。這個會對於說最終處置，你們現在乾式貯存的筒都不是銅筒嗎？

台電：不是銅筒。

台電：我先簡單說明一下，第一個銅礦的這個問題，因為我們都知道高放的燃料，放在地下處置可能長達十萬年，甚至到百萬年，所以我們其實也蠻擔心，我們放在地底下，未來的人會跑去把它挖出來，不小心挖了出來，所以第一個我們在找場址的原則，通常我們一開始就一定要避開，所有可能作為經濟產物礦區的地方，所以我們絕對不可能選在一個銅礦的周圍，然後來當處置場，那未來的人如果他要開採銅礦，他不小心就挖到了，所以第一個絕對不可能是因為有銅礦，所以我們才來把它選擇來做這個處置廠的地方，這是第一點。

台電：那第二點，我們在自然界可以看到有金、有銀，這兩個金屬很容易自然界有這個礦，第三個就是銅，我們看到這三種元素大概是自然界就可以看到它自然元素的狀態存在，所以它才會是貴重金屬。那如果你說鐵到不鏽鋼，因為它會生鏽，它很容易氧化，所以我們很難去選擇這種什麼鐵，來當作這麼長的百萬年尺度的材料。但是我們看銅都是，歷史上是幾十萬、百萬、千萬、億年，從地球存在可以到被我們看到自然存在，所以這是第一個，金銀銅這三個元素，它在自然界很容易就成為不容易腐蝕的狀態，或是跟別的東西形成化合物被我們看到。那金跟銀實在

太貴了，我們不太可能拿它來當材料，所以當然動腦筋就動到銅這個上面，所以為什麼會選銅，主要的原因其實是來自於這裡，因為它在自然界第一個，它可以很長時間維持它很穩定，自己就是銅的這個狀態，這才是選擇銅的主因。

環盟：可是就我知道，銅會生鏽是大家知道的事情，甚至連你的電線為了要導電，那個插頭都是銅做的，可是那個銅表面其實都生鏽了，它是用量子效應它才能夠通電的，所以第一個是銅本身就是會生鏽，但是銅生鏽的它的機械強度是怎麼樣，你可以再繼續講。

台電：好，我再繼續講，類比於所有金屬材料裡面，銅是相對比較抗腐蝕，那它又沒有像金跟銀那麼貴，所以它為什麼被選為是一個，長期使用的抗腐容器材料的原因在這邊，我沒有說它不會腐蝕。那第二個剛剛提到說它當然會腐蝕，那它腐蝕的機制要有，它要有腐蝕劑讓它做腐蝕，那在自然界我們在一般放在那當然氧氣會讓它做腐蝕，那我們在高放處置的環境我們放到地底下 500 公尺，我們為什麼放在地底下？因為一般自然界深度 200 公尺以下，它大概中間有很多的微生物，或其他生物慢慢把氧氣都耗完，所以大概在地下 200 公尺以下，就進入到我們所謂的還原環境，也就是沒什麼氧氣狀態。在這個環境底下，真正會造成它腐蝕的腐蝕劑，叫做硫化氫，硫化氫就真的會造成腐蝕，那我們當然就去研究這個，還原狀態的硫化氫腐蝕速率。經過我們的評估，在台灣的地質條件，我們算出來大概會一百萬年喔，最極端的情況大概腐蝕 11 公釐（millimeter），那我們的銅現在選的材料是放 5 公分，也就是說我在極端情況我都讓你就去腐蝕好了，我腐蝕掉 11 個 millimeter，我還有 30 幾個 millimeter，所以這是第一個我沒有說他不腐蝕，但是他腐蝕的很慢很慢很慢。

台電：那當然你可能會覺得說為什麼，你怎麼知道真的腐蝕很慢？那我們高放處置有一個論點叫做我們「師法自然」，我們其實是跟自然去學，為什麼會選銅這個，我們也可能知道我們有青銅器古代的文化，我們可能有中國有挖出來那個，秦始皇青銅兵器，那我記得前上個月德國

有挖出來一個，好像什麼羅馬時代的一個青銅劍跟新的一樣，所以類似這種人類對這個材質，基本上至少有三、四千年的歷史，我們對銅這個材料知道它抗腐蝕上千年，我們大概有信心沒有問題。

台電：那又回到用過燃料，我們說要長達萬年、十萬年、百萬年，但是實際上我們剛剛都知道說，這個放射性會衰退，那它其實在前面一千年衰退的非常非常快，他大概到一千年，用過燃料的這個放射性衰退大概就會回到一般天然用一百倍左右而已，我們現在用過燃料大概是一萬倍到十萬倍左右，所以知道前一千年衰退非常快，科學上認為他可以，為什麼用容器先讓我先撐過前面這一千年。

台電：那你看我剛剛聽到說，我們至少在三、四千年的人類歷史上，找到青銅器都被我們現在可以看到，它還可以被你看到，也就是代表說，這個容器基本上它還抗腐蝕，所以這是為什麼國外選擇銅作為容器高放材料的原因在這邊。我只是先大概用各個面向來說明說，為什麼選銅的它有很多原因，但是都真的不是因為它有銅礦。

台電：那回到銅礦，還有一個比較直接的例子是瑞典或芬蘭的那個場址，他們其實都長期在採地下水樣的水質資料，我們其實都看得到它的水質資料，跟我們台灣的水質資料去比，處置場周圍的那個銅離子的濃度其實跟台灣沒有太大的差別，他可能有一些誤解這樣。

環盟：你剛剛有提到說，說是台灣的地下水的銅離子的濃度跟瑞典沒有差多遠？

台電：我指的是他們那個 FORSMARK 那個場址。

環盟：那你台灣的那個地下水的那個水源是從哪裡來的？

台電：簡單拿台北市的地下水水質類比，到環保署的官網就可以查到台北市地下水水質，台北市的地下水銅離子濃度還比 FORSMARK 還高

一點。

台電：不好意思，我的看法是這樣。這個是要做最終處置的環境的探討，大家可以交流意見，但是畢竟現在的探討的疑慮，我都尊重大家，因為還沒發生的事情，大家都是憑想像，跟個別的專業知識去推論。那現在很簡單就是說，我們會把這個問題，如果各位覺得我們不好，我們會把這個問題再問到國際，譬如說國際的兩個組織，第一個我們去問一下 OECD（經濟合作暨發展組織），因為它 OECD 有一個最終處置的一個協會，在法國巴黎，那個組織有很多會員，將近有 22 個會員，這是第一個。第二個就是有關於大家對這個疑慮，畢竟未來必須面對，我們會把他納入在議題裡面，如果覺得我們今天滿意不夠，我們可以再做一些更深入的討論，這我會再做。

環盟：但是我還是希望說，我不知道要透過什麼管道，但是譬如說你們假設有在訪問 WCA 這些地方，德州那個，可以看看他們有沒有意願，接受我們的核廢料，他如果願意，能不能再去跟美國政府商量。

環盟：其實這個喔，我們每年不是有個投資美國嗎，國發會主委或經濟部長帶隊，那請部長問一下就好了。

環盟：我們真的一下就拿幾十億，因為對他們來講，他就是增加一點點，設施他都有。

台電：我說明一下，我們在民國 104 還 105 年，我們的確有發函去問美國幾個特殊有在收核廢料的州，州政府就直接拒絕，這種事情我不是沒做過，我也是透過外交部去發給他們，我也有問過。

環盟：我是覺得這個還可以繼續努力，可能要找一些什麼破口。

台電：不過如果有有力人士可以幫我們，我們也樂見其成。

環盟：不過我還是要講一個，因為希望送回美國的意思都是說，那乾式貯存就不要做，我是反對這樣做。因為他講的是最後的最終處置，那已經很久以後的事了。

台電：我們說坦白，如果不做乾式貯存，那些東西要送去美國，誰願意收？

環盟：但你如果乾式貯存再去運輸就有可能，就不一定要等 40 年。

環盟：所以各方去努力都不會影響到前期，我們就是要去處理他。

台電：這真的要做，這不能放著不做。

環盟：他們希望乾式貯存不要做，但是乾式貯存不要做就是擺在那裡永遠不會動。

環盟：他們是覺得乾式貯存現在的設計還有一些問題

環盟：啊如果大地震，冷卻池裂開，桶子流出來，誰要去處理？心理上有一個就是說，乾式貯存做好，那萬一侯友宜當總統，侯友宜會被重啟。可是賴清德的那個，什麼緊急處理。賴清德的那個基金會的那個副董事長，童子賢又說核一核二要延役，然後賴清德又講說緊急時，那請問一下緊急時是什麼狀況？那個標準在哪裡？

環盟：大概剩兩分鐘結束，我想我們就這邊告一段落，大家知道說民間的擔心，其實有很多都是不信任。那你要乾式貯存要去處理，他就擔心是在為那個延役在鋪路，他說你本來燃料棒就塞在那裡，反正都不會動，就永遠不會動，老實講我覺得那個不是很負責任的做法。

環盟：所以熱測試，核一廠如果說你做一些其他的小工程做完，要四個月嘛對不對？

台電：4 個月之後還要報新北竣工檢查，檢查過了我們才可以接續後面。

環盟：竣工檢查大概多久？

台電：工程期大概 5 到 6 個月啦，但是如果遇到東北季風來，勢必工程期會更長，因為東北季風期間就根本沒辦法施工，假如現在夏天熱就趕過來（進度）。但是一旦進到 11 月、12 月東北季風大概（工期延長）可能性就會較高，核二工程期大概是 14 個月左右。

環盟：那核一我們先講。

台電：核一如果沒有東北季風來的話，大概正常 6 個月。

環盟：那你核二要進行的話，現在新北是可以讓你做嗎？

台電：還沒有，目前都還沒做。我們已經申請了，但是核一的（完工期限）過期沒辦法動工。竣工大概就兩個月，兩個月完了就開始跟原能會申請熱測試，申請熱測試很短，一桶大概是 2 個月、兩桶大概是 4 個月，所以這樣算起來的話是一年，工程期大概 5 到 6 個月，竣工期 2 個月，申請讓你半個月好了，原能會一定很快，所以那個 6 個月、2 個月、4 個月半，差不多一年了，一年之後熱測試完畢。

環盟：L 先生也在問說，你們不是說 2027 年才要做乾式貯存，要做室外乾式貯存嗎？

台電：那是室內。

台電：應該移到室內應該已經到了 2028 年（民國 117 年）。

台電：室內好了，室外才會移進去。

環盟：L 先生意思是說「那 2027，現在才 2023，還有 4 年，啊你們在急什麼？」。

台電：我希望大家以正面來看，我認為以一個負責任的態度，不應該拖，這個是不對的。但是我已經有個設施（室外乾式貯存設施）完成了，

如果說行政程序是該給我，就讓我盡快把它（用過燃料）挪出來，否則，反應器廠要拆廠的輻射特性調查，後面很多事情要做，勢必要往後延，這也不是應該的。

環盟：請問一下核一跟核二的除役，有發包出去給國外公司嗎？

台電：核一有發包出去找顧問公司來諮詢，那因為核一跟核二都是 BWR（廢水反應爐），所以大概核二我不會再發包。

台電：是顧問公司，不是工程不再發包。

環盟：可以講多少錢嗎？5 億？10 億？

台電：多少錢我忘記了，沒有那麼多

環盟：那如果現在把他停起來，你們還是錢要照付就對了？

台電：案子已經結束了。

環盟：那你覺得要那個，我說不叫核島區啊，那個叫做反應爐的，國內目前沒有人有那個技術？

台電：沒人做過。

環盟：目前是要跟法國開國際標是嗎？

台電：那一塊我們目前有請電廠開始做。

台電：是會採取發包，國際有經驗的來做。

環盟：後面切的那個大概是 20 年之後才開始切？

台電：不不不，大概進入到第 10 年就要開始切了。

環盟：請問馬英九說核四的後山那個，放核廢料那個，你們有沒有現在在開始蒐集資料？

台電：核四後山沒有放用過核燃料的山洞。

環盟：那裡有防空洞啦。

台電：那是王伯輝跟馬英九說的，他要怎麼亂說，我也沒辦法去說這個事情。

環盟：所以我今天請教你，你有沒有蒐集資料？

台電：就是沒有這件事。

環盟：馬英九講這個事的時候我親自問我老爸。

環盟：這跟核廢料也有關係啊，他說要放核廢料啊，我們地方的人每個人都很緊張。

台電：這跟核四未來的發展沒有關係啦。

環盟：台電沒有要負責馬英九的話啦。

環盟：今天時間差不多了，謝謝台電同仁應邀前來座談。

編按：第二場座談會是 2023 年 7 月 25 日下午兩點，環盟邀請原子能委員會來參與座談，因為版面限制留待下一期刊登。