



核能除役產業商機說明會系列一 表面除污技術暨台電需求說明

李昭仁 C. J. Li¹、李宜親 Y. C. Lee²、馮克林 Clinton Fong³、杜經邦 C. P. Tu³、游雅閔 Y. M. Yu⁴

工研院材化所(MCL/ITRI) ¹資深工程師、²副工程師、³研究主任、⁴副研究員

前言

我國核能電廠的運轉執照之有效期間最長為四十年，核一廠因多方面考量並未換發執照，核一廠1號機已於2018年12月5日因運轉執照到期開始進入除役階段，核一廠2號機也將於今年7月15日屆滿除役。而除了台灣，全球都有核電廠待除役，依法國EDF公司2016年之估計，未來15年內除役總產值將達約2,220億美元。由於核能電廠除役涉及放射性物質及輻射劑量，所以核能電廠的除役工作相較其他產業的工廠或設施拆除，需投入更多的時間與技術進行廠區結構、系統及設備組件的拆除，以確保在安全無虞的情況下，完成電廠的除役工作。因此，核能電廠的除役工作需要多項專業要求，台電公司希望藉此機會尋訪國內具技術實力的廠商，共同推動除役工作，培育本土核電除役技術專業團隊，建立除役技術產業鏈，朝向產業化目標發展。

為此，台電委託工研院執行「核能產業技術先期研究」計畫，目的為建立我國核能電廠之除役技術與我國核能除役產業能量，盤點除役相關核能產業技術，替台電評估並整合具實力之廠家，以成為核能

產業的一環。工研院依除役優先應用技術為主題，辦理6場技術研討會，其中包含①表面除污技術；②切割技術；③3D軟體技術；④輻射劑量自動量測技術；⑤工作分解結構(Work Breakdown Structure; WBS)技術；⑥自動化無人搬運技術等6項技術。

計畫首先進行技術盤點、訪廠，尋訪國內具技術實力的廠商，以共同推動除役工作，培育本土核電除役技術專業團隊，建立除役技術產業鏈，朝向產業化目標發展。接著，透過辦理研討會說明各項技術與規範，最後完成關鍵技術成熟度分類，建立我國核能除役產業技術策略。

透過本系列商機說明會，期待為國內廠商創造一個產業技術平台，分享技術，共創商機。以下將分別敘述相關廠商訪廠以及第一場「表面除污技術研討會」的舉辦情形。

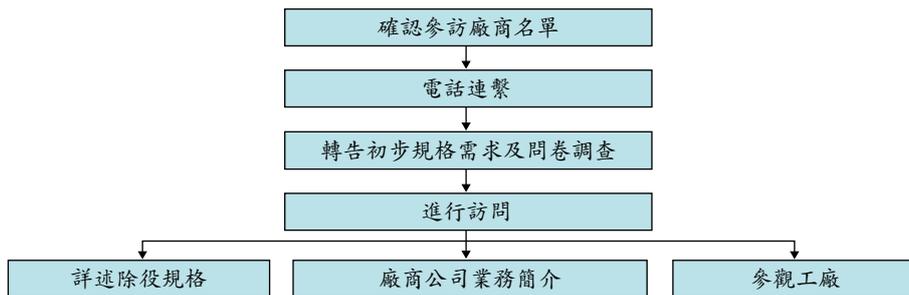
訪廠

訪廠的目的為了解國內廠商技術能量，並告知台電除役需求規格，規劃訪廠行程，並藉此串連廠商，構築國內除役產業鏈。其訪問的流程如圖一，訪問的成果則整理如表一。



▼表一 訪問成果

公司	○○○實業有限公司	○○實業有限公司	○○有限公司	○○機械股份有限公司
日期	2018年10月8日	2018年10月25日	2018年11月7日	2018年11月20日
出席人員	台電：陳宥辰 工研院： 李昭仁、馮克林、溫冬珍、李宜親、游雅閔	台電：郭東裕等人 工研院： 李昭仁、杜經邦、溫冬珍、李宜親、游雅閔	台電：李亮瑩等人 工研院： 李昭仁、溫冬珍、沈四杰、李宜親、游雅閔	工研院： 李昭仁、馮克林、溫冬珍、李宜親、洪振育、游雅閔
營業項目	鋁陽極整廠設備、工業電鍍設備、純水設備、板式熱交換器、化學桶槽、廢氣處理設備等	全自動表面處理機械設備及週邊設備整廠輸出、各式電鍍桶槽製作、廢氣處理工程等	耐酸鹼桶槽、廢氣洗滌塔、抽風設備與環保設備等	電路板、五金類、汽機車零件之電鍍暨表面處理，機械設備規劃、設計、製造、服務
公司特色	以整廠輸出外銷為主，包含越南、巴勒斯坦、中東等國	以出口外銷為主，包含大陸、越南等國	以國內市場為大宗，廢氣處理設備為主要營業項目	以大陸為主要出口市場，年營業額約占七成



▲圖一 訪問流程

表面除污技術研討會

- 研討會舉辦時間：2018年12月13日
- 研討會舉辦地點：
台灣大學集思會議中心米開朗基羅廳
- 研討會議程表：
研討會議程表如表二所示。
- 技術研討會過程內容：
 1. 9:20~9:50核電廠表面除污設備與技術需求（核一廠）
台電報告首先說明除污定義，並說明核一廠除污物件、除污的外釋標準需達100

Bq/kg以下。台電並表示在工作進行中須防污染擴散並減少二次廢棄物。另外，現有核電廠表面除污設備包含噴沙除污、移動式噴沙除污、濕式研磨、高壓水除污、超音波除污、乾冰除污及電解拋光除污；各除污方法則包含化學浸泡、電解拋光、高壓水、混凝土剷除的技術需求。

2. 9:50~10:20核電廠表面除污技術簡介（專家團隊）

工研院專家團隊馮克林主任說明表面除污技術種類、運用程序及規劃內容。核能機組永久停機後，受污染的系統、建物



▼表二 研討會議程

時間	主題	主講人
08:30~09:00	報到	
09:00~09:20	開幕致詞	台電核能技術處張武侯處長 工研院材料與化工研究所李宗銘所長
09:20~09:50	核電廠表面除污設備與技術需求	台電核一廠
09:50~10:20	表面除污技術	專家團隊
10:20~10:40	休息與茶敘	
10:40~11:40	業界發表(國內業界設備技術能力資訊分享)	
11:40~12:00	綜合座談	
12:00	散會	

▼表三 與會之表面除污業者公司簡介

公司	成立期間	資本額	營業項目
○○科技顧問有限公司	2008年	1,000萬元	綠色能源、水資源再利用、廢棄物處理與資源化及環境保護等
○○○實業有限公司	1993年	2,000萬元	鋁陽極整廠設備、電泳塗裝整廠設備、各種鋁合金的表面處理設備
○○企業有限公司	1982年	2,000萬元	工業機器人、自動化表面處理設備、多功能電力儀表、電力系統整合方案
○○光電股份有限公司	1987年	1億2,000萬元	雷射加工應用元件、系統、量測工具、雷射自動化加工解決方案、自動化量測系統等
○○企業股份有限公司	1990年	1億2,000萬元	化學工業設備設計、製造、安裝、電子、光學、精細化工、生技業等服務、電廠設備規劃、設計、製造與安裝等
○○○○有限公司	2012年	200萬元	放射性廢水處理、工業用廢水處理、廢氣、廢土壤處理
○○○環境工程股份有限公司	1999年	1億6,000萬元	水處理工程，廢水處理工程及污泥減量工程之規劃、設計、監造及試車之統包工程等

(廠房、實驗室、倉庫、廢土掩埋場)、組件、土壤等，需使用不同的方法移除污染物。初期系統組件內部或外部先使用化學除污降低高輻射區的作業空間劑量，以利輻射特性調查及拆除作業的進行，減少人員曝露劑量並減低二次廢棄物生成。拆除作業後仍需進一步將組件及建物進行除污，以達到廢棄物分類、減量及再使用之目標。

一般金屬材質廢棄物表面除污方法分為化學除污、電化學除污、濕式或乾式噴沙研磨、壓力水除污、超音波除污等。混凝土表面除污分為簡易洗滌或水槍、割除、刨除等。並說明廢氣及廢液的處理方式。

3. 10:40~11:40業界發表

邀請表面除污業者介紹公司技術現況，各公司簡介如表三。



4. 11:40~12:00綜合座談

在Q&A中提出問題及回答如下：

Q：除污包含那些物件（氣體、液體、固體）？是圍阻體的內部或外部？

A：（台電）主要以圍阻體以外，以除污後放射線可以達到100 Bq/kg以下，可以外釋的設備為主。至於圍阻體內部除污，將視台灣技術發展及參考世界各國的除污方式後，在未來必要時再考慮。

Q：核廢料沉積物厚度及需考慮機材完整性嗎？

A：（台電）核廢料包含金屬管件及混凝土等。根據廢料材質，厚度會有不同。由於除污階段會產生大量廢棄物，除高價值、污染程度低、可進行回收以外，目前不考慮機材的完整性。一般物件的表面沉積物（金屬、混凝土等）預估不會超過10 cm。

■ 與會人員統計：

報名人數為92人、出席人數為82人。各業界出席比率如圖二。

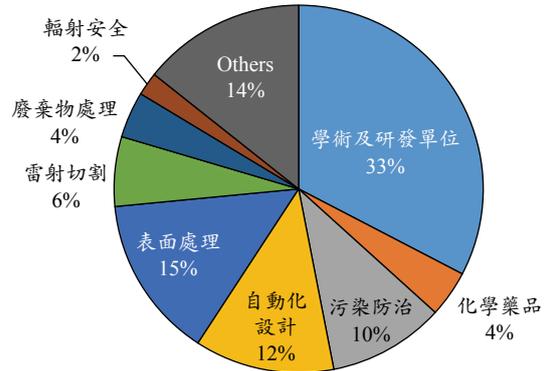
■ 研討會照片：

研討會照片如圖三所示。

結論與建議

①表面化學除污的相關設備會與電鍍設備相近，台灣有不少做電鍍設備的廠商，而且大部分可以在台灣製造（除了較關鍵的驅動零組件），包括自動化控制、軟體介面設計、廢氣廢液的處理等，都可針對客戶的需求，進行客製化的設計與製造。

②國內相關廠商沒有在輻射環境工作的經驗，也沒有針對受輻射污染的物件進行表面化學除污的經驗，但相信若能提供更多的國外相關除污案例給國內廠商參



▲圖二 表面除污研討會出席產業統計

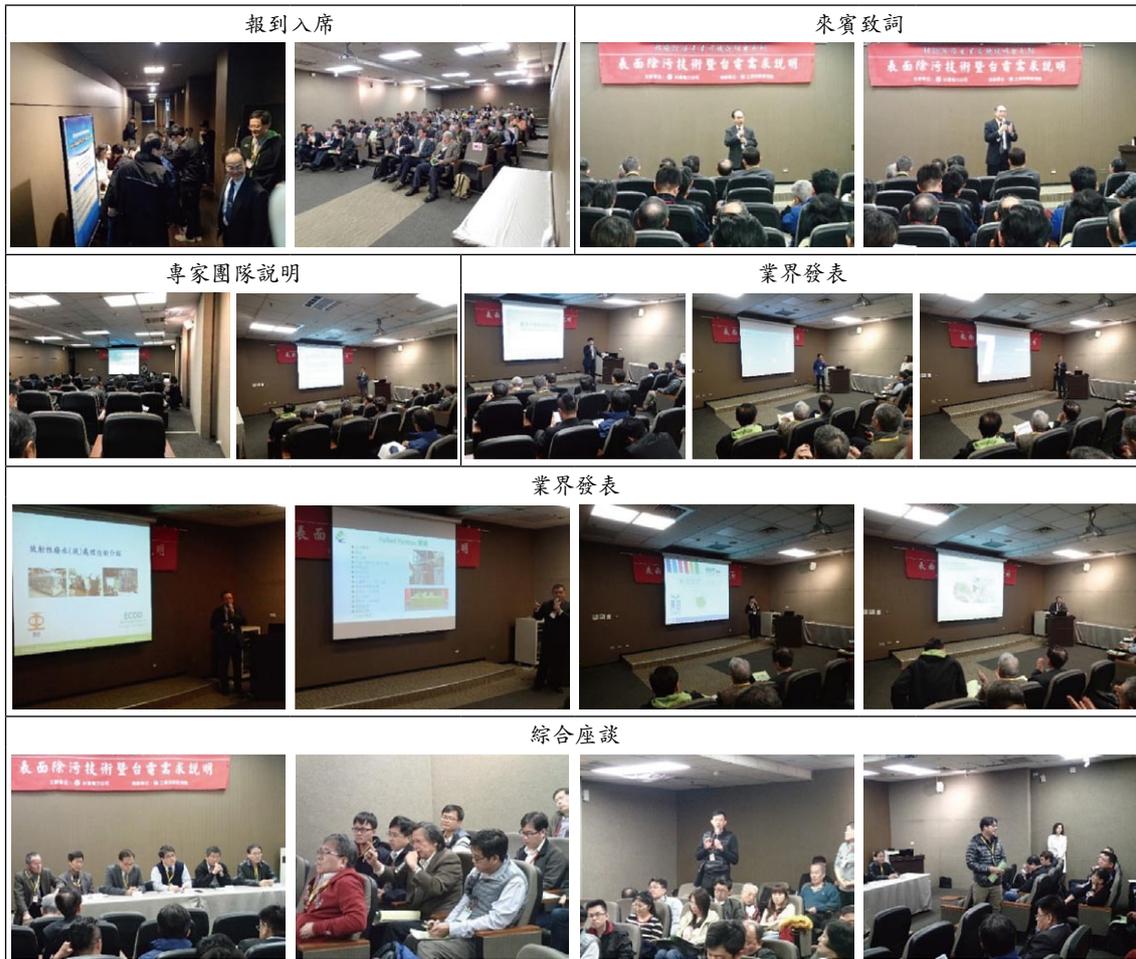
考，依國內廠商的應變能力以及不同業務的廠商之間彼此衛星鏈結關係，應可設計製造出表面化學除污的系統設備。

③由於在國內為首次進行核電廠除役作業，因此透過訪廠及研討會等等的進行，尋訪合適廠商。在訪問廠家的過程中發現，廠商對於除役計畫的規模、規格及未來的應用等較為關心，希望能得到進一步訊息。

④研討會當天，雖然座無虛席，但在研討會最後的廠商發言並不踴躍，不易讓台電了解國內廠商技術能量。

⑤在訪廠及研討會發表內容上，除技術層面外，可考慮盡量提供其他與除役計畫相關的訊息，包括國外電廠除役經驗、國外大廠技術、解決方案、國內核電廠未來規劃及應用等內容。

⑥建議未來研討會議程可增加台電與廠商對談的機會，除一方面可讓台電認識廠商外，也可分享核電廠除役計畫給廠商，增加廠商參與感。另外若廠家從未有相關輻射工作經歷，對於核能電廠許多的專業詞彙，如除污到100 Bq/kg以下，將無所適從，因此於未來之商機說明時，也應



▲圖三 研討會照片

將專業用語庶民化，以令交流更加順暢。

⑦研討會結束之後，工研院將針對幾個具有技術潛力的廠家，進行後續的訪廠及問卷，以瞭解相關廠商的技術能力並加強說明台電除役的需求給廠商了解。

⑧工研院將作為台電的除役廠商窗口，將持續延伸廠商與台電之間的連繫，以及整合廠商的問題及需求，以工研院的技術能量協助廠商進行提升相關技術缺

口，並提供交流各項除役作業資訊。

⑨相關除役廠商的交流及評估成果，工研院將彙整至除役供應鏈廠商名錄中，並提出技術成熟度評鑑內容，以提供台電參考。

⑩待「除役技術供應鏈廠商名錄含技術成熟度報告」完成後，可邀幾家技術成熟度較高的廠家與台電進行除役工作的Workshop。❶