

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：出席世界核燃料市場組織年會

頁數 17 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司/陳德隆/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

鄭娜麗/台灣電力公司/燃料處核燃組/主管核燃料採購/23667727

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他：開會

出國期間：105.6.3--105.6.9 出國地區：美國

報告日期：105.8.3

分類號/目

關鍵詞：核能、原料鈾、核燃料

內容摘要：(二百至三百字)

- 一、能源供應的穩定性與可靠性對民生與經濟發展是非常重要的，在追求穩定供應的目標下，供電組合是必需的，供電組合的內容與比例依各國或各區域的獨特性而有不同，我國宜多多吸取他人經驗以訂定最適之能源組合。
- 二、核能發電仍是全球提供減碳能源的重要選擇，未來需求將持續成長，市場長期看漲，新政府的目標是於 2025 年後實現非核家園，在此之前現有核能電廠仍持續運轉，故仍應密切注意市場發展，特別是部份核燃料供應商是否能從長期持續之低迷的市場中回復且及時修正與反應，以降低核能營運成本。此外，隨著非核家園的逐步實現，本公司現有核能專業人員之安排與運用是迫在眉睫不可避免的事，人力資源是一個公司最重要的核心資產，如何活化與運用，似可多方參考業界做法，妥適及早整體規劃。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網

(<http://open.nat.gov.tw/OpenFront/RobtaFront/index.jsp>)

# 行政院所屬各機關出國報告

(出國類別：開會)

## 出席世界核燃料市場組織年會

服務機關： 台灣電力公司

出國人 職 稱： 主管核燃料採購

姓 名： 鄭娜麗

出國地區：美國

出國期間：105.6.3~105.6.9

報告日期：105.8.3

# 目 錄

壹、出國任務	1
貳、出國行程紀要及會議議程	2
一、行程紀要	2
二、會議議程	2
參、工作內容	4
一、出席世界核燃料市場組織(WNFM)會議	4
(一) Demand Evolution	5
(二) Front End Supply Evolution	8
(三) Innovation and New Investment in the Fuel Cycle	11
二、與廠商洽談	12
肆、感想與心得	14

## 壹、出國任務

世界核燃料市場組織(World Nuclear Fuel Market, WNFM)係由美國核能工業界聲譽卓著之顧問公司 NAC International 所經營之組織，成員包括全球電力公司、核燃料各階段供應商及代理商等，主要功能在提供會員核燃料市場訊息及交易機會，以促進世界核燃料商務之進行，目前會員公司 93 個，遍佈 20 餘國，本公司亦為該組織成員。

今(105)年世界 WNFM 第 43 屆年會將於 6 月 5 日至 7 日在美國紐奧良召開，本次會議之主題為"Evolution and Revolution-核能發電之演化與改革"，期許核能工業一直以來雖經多次之挫折但終將如同紐奧良一樣蓬勃成長。會議中針對在不同區域電力市場下需求成長潛能，核燃料各階段供應商之對應方式，包括庫存去化對市場之影響及離心式濃縮工業面對需求變化之調適，及未來核燃料供應之展望有深入的探討。

本公司為正式會員，有積極參與會務之義務，且參與會務，除可蒐集與瞭解最新之市場資訊外，另可維持與其他會員之良好互動，並藉與其他會員交流之機會，得以了解核能業界面臨之各項重大議題與各會員之看法與對策，有助於本公司在目前國內核能營運嚴峻情勢下，及時調整採購與營運策略，故職奉派與會。

## 貳、出國行程紀要及會議議程

### 一、行程紀要

時間	工作行程
6/3~4	往程：台北~美國紐奧良
6/5~7	WNFM 年會
6/8~9	返程：美國紐奧良~台北

### 二、會議議程

WKFM 第 43 次年會議程

#### Session 1: Demand Evolution

1. Nuclear Power: The Economic State of Nuclear Power Jesse Rodriguez - Excelon
2. Issues and Challenges for Nuclear Power Development in Japan - After the long moratorium Tomoko Murakami - The Institute of Energy Economics, Japan
3. Reactor Plant Lives Robert Brackmann - Dominion
4. Building The Future of Nuclear Power in America David Jones - Southern Nuclear
5. Alternative Model for Developing New Nuclear Tom Retson - Blue Castle Holdings

#### Session 2: Front End Supply Evolution

1. Inventory Overhang and Implications for Front-end Investment Decisions Quentin Prestreau - Areva
2. Nuclear Fuel in China Linda Lin - China Nuclear Fuel Corporation
3. Enriching the Future Dominic Kieran - Urenco
4. Business Evolution and Enrichment - (940 kb John Donelson - Centrus
5. Another Uranium Perspective Alexander Molyneux - Paladin Energy Ltd

6. Building a New Uranium Producer in the USA - Triumph and Tribulation      Gus Simpson - Peninsula Energy Limited

Session 3: Innovation and New Investment in the Fuel Cycle

1. Advanced Fuel Designs – A Revolution?      Jim Malone - Lightbridge
2. Nuclear Fuel Fabrication Evolution 1970-2040      Robert Freeman - Areva Nuclear Fuels
3. Fabrication Market Competition      Eric Geyer - Duke Energy
4. Panel Discussion: Innovation and New Investment in the Fuel Cycle
5. A Producer’s Perspective on New Investment in Uranium      David Doerksen - Cameco
6. Innovation and New Investment in the Fuel Cycle      Amir Vexler - Global Nuclear Fuel
7. Nuclear Energy - from Energy, Environment and Economy Perspective      Philip Li - CNNC International Ltd

## 參、工作內容

### 一、出席世界核燃料市場組織(WNFM)會議

WNFM 主要功能在提供會員核燃料市場訊息及交易機會，以促進世界核燃料商務之進行，理事會中有 7 名理事，現任主席為 Uranium One Holding 公司之副總 Mr. Guerman Kornilov 擔任，WNFM 之下並設有工作小組針對特定議題進行專題研究，諸如政府庫存的商業化，市場價格發展及交易缺乏透明化與流動性，生產商及電力業者間之整併等等，WNFM 之工作小組與 WNA 不同，WNA 係為常態性的，具長期追蹤與研究性質，而 WNFM 之工作小組則屬短期動態性質，經由不同工作小組的設立，召集核能業界之領先專家，代表會員們關注這些挑戰並發展快速有效的回應方式。

第 43 屆會議在美國的紐奧良舉行，共有約 230 人與會，是 WNFM 成立 43 年以來人數最多的一次，會議開始由主席 Mr. Guerman Kornilov 致詞時，他半開玩笑說，選在紐奧良開會並不是隨意選的，而是希望核能像紐奧良一樣，在經歷 2005 年颶風卡崔娜重創後再度復興，活力無限，同時強調長期而言，核能發電是屬於成長中的產業，沒有其他具有相同規模之能源可以取代。ENTERGY 公司副總 Mr. Barrett Green 隨之上台致詞，他表示市場並未完全認知核能發電的好處，核能發電做為乾淨有效率之基載仍有實質上的需求，然而為因應市場持續的低迷，短期內許多核燃料循環的公司不得不進行減產、停產，甚至人員裁撤，以維持財務上之平衡，以待市場機制改善，在此當下，維持寬廣的視野更是重要。

會中大家一致認為核能發電面臨政府補助之再生能源，全球明顯需求下跌，日本核能機組重啟緩慢，與政策制定者缺乏對核能價值足夠體認等沖擊，以致影響核電廠營運，市場疲憊，然而正如 John Donelson 引述 Charles Darwin(達爾文)演化論的名言，最後勝出的不是最強的也不是最聰明的而是最能適應變化的 (“It is not the strongest of the

species that survives, nor the most intelligent...it is the one that is most adaptable to change")，核能業界應妥適調整自己的腳步直面挑戰攜手渡過難關。

核燃料市場與一般大宗市場不同，對價格敏感度很低，消費者不會因為價格的變化調整需求，供應端亦同，80%以上的生產是對價格不敏感的，主是基於許多鈾礦持有者是政府，或是是副產品/共同生產產品 (by-products or co-products)，而且大部份均簽有長期合約支持，所以即使在長期價格大幅下跌情況下，生產中止並不多，此外，商品主要計價貨幣為美元，但是主要生產國均非美國，是故生產國貨幣對美元貶值亦加重此價格之不敏感性。對比燃油市場，大部份交易均於現貨市場，長期合約少見，2016年2月油價跌至每桶30美元時，驅離部份生產商以及某些型式之生產，其後再加上供應中斷(控制生產)事件，油價又漲回每桶50美元，生產商有調節市場的能力。反觀核燃料市場，生產商幾乎沒有調節市場的能力，所以市場格的變動對供應商的影響更加嚴苛。大會共分為三個主要討論主題：需求的演化 (Demand Evolution)、核燃料前端供應的演化 (Front End Supply Evolution) 及核燃料循環革新與投資 (Innovation and New Investment in the Fuel Cycle)，摘要如下，會議簡報資料詳見 WNFm 網頁 (<http://wnfm.com/annualmeeting/default.aspx>)，簡報資料均為各該廠家之專屬權利只供會員使用。

## (一) Demand Evolution

本小節主要針對需求面討論，整體而言，美國核能機組因經濟因素而提前除役延役、新機組的興建計畫與日本核電重啟時程，是需求演進關注的重點。而歐洲英國 HINKLEY POINT C 計畫與中國核電計畫並未著墨太多，前者變數太多，後者則是穩定進行不用再提。會中並未針對英國脫歐公投有太多的討論，雖然大體而言，核能發電業受政治因素的影響很大，但是大部份人似乎並不

把這個歸為政治影響，甚至有主張者認為英國脫歐是減少干預，對英國的核能發電發展甚至是全球核能發展有利。

首先由 Exelon 的 Mr. Jesse Rodriguez 簡報 "Nuclear Power: The Economic State of Nuclear Power"，他肯定 Mr. Green-市場並未完全認知核能發電的好處的看法，是故核能發電也未得到足夠的補償，Exelon 之前基於經濟因素考量宣佈將提前除役 Clinton 與 Quad Cities，並希望能喚醒核能業界更加注意風險管控，同時希望促使政策制定者正視此問題，給予核能發電足夠的價值認定，另美國將面臨核能發電同時除役的供電懸崖，除新建核能機組外，機組延壽(life extension)亦可延緩此一危機的發生，爭取更多處理的時間與空間，在美國延壽一般為 20 年開始，而 Exelon 目前正在評估渠 Peach Bottom 核電廠是否可進一步延壽到 40 年。Mr. Rodriguez 表示核能發電所面臨的挑戰包括天然氣、政府對其它能源的補助、需求零成長、輸配電限制及無法發展新輸電計畫等，小型核能電廠與單機組之電廠營運成本較高，可能面臨因經濟因素考量而提前除役，Mr. Rodriguez 進一步說明 Clinton 與 Quad Cities 提前除役之主要考慮，Clinton 係位於 MISO 區之單一機組，Quad Cities 係因鄰近受補助之便宜風力發電，Bryon、Davis-Besse、Ginna、Indian Point 與 Three Mile Island 等電廠亦面臨相同的情境有提前除役的風險，若政策制定者未能及時制定適當的政策，致使該等電廠提前除役，若此則美國無法達成減少碳排放目標，因為再生能源無法全部替代核能發電，使用其它火力發電是不可避免的。

接著日本 The Institute of Energy Economics 之資深分析師 Tomoko Murakami 女士針對 "Issues and Challenges for Nuclear Power Development in Japan" 發表渠之看法：她認為目前日本面臨 4 大挑戰：(1)2030 年前維持核能發電佔發電量之 20-22%，(2)電力市場自由化，(3)核電廠重啟與(4)大眾對核能發電之反對，其中電力

市場自由化已於今年完成，Ms. Murakami 相信，雖然相較於其他能源，核能電廠因為前期投入資金成本極高而不被看好，而 40 年的運轉期限使得在較老的機組無法在有限的期間內回收投入符合新安全法規之投資而被迫提前除役，然而在日本政府針對所有發電型式進行成本研究後，歸結是核能發電是最經濟的，目前日本有 25 部機申請重啟，有 6 部通過審查，她認為法規標準提高與公眾接受度是阻礙日本電廠及時重啟之重要因素。

Dominion 公司之核燃料採購專家 Mr. Robert Brackmann 簡報 "Reactor Plant Lives"，他認為與其興建新電廠還不如電廠延壽，美國 EPA' s Clean Power Plan 並未適當給予運轉中核能電廠任何肯定價值，Dominion 如果沒有電廠延壽，Dominion 必須裝置 16,000 MWe 之太陽能發電，而要架設這些設備大約需要 7 個 Manhattan，在能源功率密度上遠遠不及核能，Dominion 將是第一個運轉 60 年的電力公司，甚至還計畫延長到 80 年。

Southern Nuclear Operating Company (SNOC) 核能發展技術支援部副總 David H. Jones 接著報告 "The Future of Nuclear Power in America"，主要是針對 Vogtle 3 & 4 Westinghouse AP1000 興建進展，新建核能電廠之時程與預算控制一直是業界注的焦點，在芬蘭與法國皆面臨時程嚴重之延遲，他表示這二個計畫一切都很好，主要組件均已到廠，三號機計畫於 2019 商轉，四號機於 2020，完工後將是全美最大核設施，展望未來 SNOC 正研究第 4 代反應器，計畫於 2030~2035 年間興建 Molten Chloride Fast Reactor。

Blue Castle Holdings (BCH)公司 Tom Retson 報告 "Alternative Model for Developing New Nuclear"，BCH 是一能源有關基礎建設公司，目前承包西屋在靠近 UTAH 州 GREEN RIVER 之二座 AP1000 機組，美國西部因為區域灰霾(regional haze)之故，未來 10 年將有大約 13GWe 之燃煤電廠關閉，BCH 已完成大約 50%月

初期廠址申請，預估此二部機可於 2027~2029 年商轉，財務方面 BCH 亦享有 UTAH 州州稅減免優惠，約相當於 10 億美元，對於本計畫有相當的助益。美國電力公司對未來核電發展因環境不同而有很大差異。

## (二) Front End Supply Evolution

本小節主要針對供應面討論，整體而言，供應端的演進就是如何在目前低迷市場求生存，調整供應策略，改善生產技術與運轉策略，主要市場供應者發表渠之對應做法，雖有點商業廣告的意味，但仍可見創新之做為，可以為台電公司之參考。

首先由 Areva Mining Strategy 之副處長 Mr. Quentin Prestreau 簡報 "Inventory Overhang and Implications for Front-end Investment Decisions"，AREVA 認為各階段大量庫存在福島事件後建立，使現貨價格維持在約每磅 30~40 之間，這期間若不是中國大量建立庫存而進場採購鈾料，現今現貨價格可能更低，以建立庫存角度而言，印度因新建核能計畫之積極發展，印度將是下一個中國，Mr. Prestreau 表示：核燃料庫存的擁有者均是理性的參與者，預期市場不會出現大量處置庫存的交易，值得注意的是，政府處置庫存，核能業界競爭，匯率變動，與利率變動會使理性的參與者變得不理性，市場的變動將會出現異常波動。長期而言，來自新礦的供應是必需的，但是大量庫存將影響新礦發展與進入市場的時程。

China Nuclear Fuel Corporation 市場部經理 Linda Lin 簡報 "Nuclear Fuel in China"，由於中國政策為自己自足，除鈾礦部份，為自產、海外自有鈾礦、與自市場取得各佔三分之一外，加工產業，包括轉化服務，濃縮服務與製造服務均以滿足機組需求為前提規劃產能，目前都如期進行，並有多餘產能可供輸出(註：此係

因福島事故後中國一度放緩核電發展腳步而加工廠興建時程並未放緩之故)，此外，中國希望成為亞洲區之核能製造中心，刻正興建二個核燃料循環工業園區，一在中國北部之河北省，另一個則計畫在中國南部之廣東省。與會人士對中國核工業之進展，包括可產能及對外出售部份均有極高之興趣，紛紛提問，Linda 雖然未透露實際可出口量，但表示需求有多少中國就可供應多少，強烈展示中國打進國際核燃料市場之企圖心與供應能力。會議中場時段 Linda 並詢問職有關中國之鈾料是否可賣給台電，職表示雖然台電近期並無採購計畫，但是鈾料現貨採購係採公開招標，只要是鈾料鈾源是可合法在美國使用並可出口到台灣均可參與投標。

接著 Urenco 之 Mr. Dominic Kieran 報告 " Enriching the Future "，Mr. Kieran 先是把濃縮的發展分成 4 個時期並分述各時期之特色，目前屬第 4 時期：自福島事件後，濃縮產能產能因日本核能機組長期停機，各國或是放緩核電發展腳步或是逐步停止核能發電，而產能過剩，各濃縮商紛紛調整濃縮產能之使用方式，主要是將過剩產能用於再濃縮下腳產生轉化鈾於市場出售，然而此等轉化鈾大大打擊鈾與轉化服務加工市場，致使市場價格一直下跌，對此，Urenco 亦取消了渠 4 個濃縮廠中 3 個(ALMELO，CAPENHURST，與 UUSA)之擴廠計畫以因應現下之低迷市場，Urenco 之觀注焦點亦從產能擴充調整為經濟運轉，評估將部份產能封存之可行性，並已於上星期(5 月底)於 UK 廠實施，Mr. Kieran 表示詳情不方便透露。有關下腳再濃縮之數量，鑑於低迷市場仍繼續施行，數量約相當於 RABBIT LAKE 礦，於此同時 Urenco 仍繼續募資興建下腳再處理廠(Tailings Management Facilities)，此舉代表 Urenco 仍對未來市場轉佳抱極高之期待。至於永續經營部份，Urenco 裁減了 ETC 的產能與員工，合適的規模是永續經營最佳方式，當然合適的規模不單單指當下之情勢，同時還包括

對未來展望之發展彈性，雖然現在業內庫存數量很大，但是渠相信未來仍有很大發展之潛能。針對與會者有關封存之產能未來是否能重啟之疑問，Mr. Kieran 表示 Urenco 並不知道，因為從來沒有做過離心機封存後重啟。渠認為以市場發展角度來看，Urenco 不同於市場上其他濃縮廠商(如 AREVA、CHINA 或 RUSSIA)有垂直整合的能力，可以提供其他服務，Urenco 只有單一產品—濃縮服務，只能依靠減產來調節市場變化，在競爭力上是較差的，未來 URENCO 是否改變集團策略值得再觀察，另依據 UXC 2016 年 7 月報導 URENCO 封存產能達 50 萬濃縮功，約相當於 2% 左右。

接著 Centrus 之 Mr. John Donelson 發表 " Business Evolution and Enrichment "，在面臨天然氣與受補助的再生能源強力競爭下，成功的公司需要隨著環境的改變演化，就像 APPLE，AMAZON，與 UBER 一樣利用自己的演化改變相對應的市場，而 Centrus 從西方世界最大的濃縮生產商，歷經濃縮廠先後關閉，新技術開發緩慢，公司於破產後更名再出發，渠認為 Centrus 就像前述公司一樣可以提供客戶更完備的服務，改變核燃料市場，最後他附和大多數 WNFMC 參與者的看法認為應爭取立法者對核能發電貢獻的認知，同時並應盡力於核能的發展。在美國 Centrus 之政經關係良好，向來自許為美國之唯一濃縮商，老大心態去之不易。

接著由 Paladin Energy Ltd 執行長 Alexander Molyneux 簡報 " Another Uranium Perspective "，Alexander 認為 Paladin 位於 Namibia 之 Langer Heinrich 鈾礦，生產成本排名全世界前 1/4 低，是世界第 4 大露天開採(open pit)鈾礦而且還有 20 年以上之壽命，其在目前許多廠商將其鈾礦停產的情況下仍能持續營運，是該公司核心資產，Paladin 致力於 4 個部份：最大化營運現金流，於最小的花費下維持 Kayelekera 鈾礦，最小化公司營運成本，與進行策略性伙伴同盟或投資或募款或公司交易，希望能順利渡過

目前市價之低谷。據報導，Paladin 在將 Langer Heinrich 股權出售給 CNNC 後，將再出售 24% 持股，但仍保有 51% 股權以維持營運之控制權。

Peninsula Energy Limited 之執行長 Gus Simpson 接著演說 "Building a New Uranium Producer in the USA - Triumph and Tribulation"，Peninsula 近期剛將位於 Wyoming 之 ISL 鈾礦 LANCE 開始營運，他表示開礦申請是一個非常複雜而且昂貴的事，取得長期合約對整個新礦的財務幫助非常大，而且每 1000 個開礦申請中，大概只有 3 個能提前營運，而且這三個中有一個是低於預期，只有一個是高於預期，而 LANCE 則是屬於較幸運，在目前市場如此低迷情況下，有新礦加入生產真是振奮人心的好消息。

### (三) Innovation and New Investment in the Fuel Cycle

WNFM 最後一個討論小組會議標題為 "The what, where, when, and why of new Investment"，由 AREVA 之 Mr. Jean-Michel Guiheux 主持，成員包括 Cameco Corp. 副總 Tax, Treasury, & Corporate strategy Mr. David Doerksen; GNF 運轉執行長 (Chief Operating Officer) Mr. Amir Vexler, 與 China National Nuclear Corp International Ltd. 之 Mr. Philip Li，

由 Mr. Doerksen 簡報 "Producer's Perspective on New Investment in Uranium" 開始，他表示鈾市場和其他大宗商品一樣也是有週期性的，但是較其他商品的變動性更大，Doerksen 評估 Cameco 的投資策略，包括股東利益，公司信評，與現有的策略，Cameco 主要獲利之核心資產包括 McArthur River, Cigar Lake, 與 Inkai, 視市場情況致力於以最小資本佈置換取最大之報酬。

Global Nuclear Fuel 之 Mr. P Amir Vexler 接著發表 "Innovation and New Investment in the Fuel Cycle"，他認為核能業界面臨的挑戰

有：追求更高的效率與更佳的可靠度、有目標性的投資、及執照申請與運轉營運之可適應性，GNF 投資於未來投術發展，主要仍不離製造技術方面，包括 feed-water strainers, fuel debris resistance, channel bow remedies, advanced methods and analysis, additive technology, GNF3, core monitoring, and accident tolerant fuel。

最後 CNNC International Ltd 之 Philip Li 發表 " Nuclear Energy - from Energy, Environment and Economy Perspective "，他表示雖然核能發電在某些國家，例如中國，快速發展，但整體核能發電佔比仍呈現持平或下跌趨勢，未來 CNNC 於中國鈾供應之策略為國內生產，海外鈾礦，及市場取得三部份，其中海外鈾礦部份 CNNC 一般關注位於哈薩克或加拿大或澳洲蘊藏量高於 20000 噸鈾且低生產成本之鈾礦，同時 CNNC 亦打算通過入股方式取得鈾礦權利，營運部份維持由原礦商經營。

## 二、與廠商洽談

核燃料市場是國際性的，分散全球各地，平時往來主要靠電子郵件以英文溝通，職覺得，面對面的溝通不僅直接而且減少跨語言與文化誤解，是最有效率的方式，WNFM 年會聚集核能業界所有主要的參與者，本次會期中職趁機與各廠商交換意見，主要包括與本公司現有契約之廠商、顧問公司及中間商(ATCENTRE LIMITED、CNNC/CNFC、Centrus、MARUBENI 與 UxC)等，其中契約廠商包括 AREVA、ConverDyn、Cameco、URENCO 與 Paladin 等，討論內容摘要詳如附件 A，因涉及廠家之業務機密，僅供本公司內部參用，將不上傳於網路上公開。

總體而言，大家關切的主題有二：一是台灣核能發電的近況與電力供應，另一則為商機；能源需求隨著經濟成長而成長的，即使是經濟成長下行，能源需求還不見得減少，在沒有核電供應下，大家都很有興趣了解什麼是可行的替代方案，特別是台灣是獨立的電力系統，無法

自其他地方取得電力，如何提供穩定具競爭力的電力，未來台灣經驗可為大家的借鏡，再生能源有諸多的限制仍待突破，曾有研究顯示倫敦如果改用太陽能發電，在不考慮設備老化的理想狀況下，整個倫敦都鋪上太陽能板還是不夠電力需求，離岸風力亦是新挑戰，但是科技總在意外之處突破，祝福台灣有新的進展。

此外關切的主題是：有沒有商機，有沒有新的標案；在現今如此低迷市場，新需求很少的情況下，他們認為本公司是少數真正公開在市場進行交易的買方，特別注重本公司之標案。此外，大家對台電所持有的大量庫存亦非常有興趣，紛紛打探本公司是否有進行其它如租借或出售等之交易計畫。

值得一提的是中國，中國一直以來是市場上的最大買家，唯中國近期來開始嘗試對外銷售，據了解 CNNC 已成功在美國轉化廠及製造廠建立帳戶，以為渠鈾料銷售之基礎，雖然過去曾有諸多小道消息認為渠等在這方面的嘗試仍有很大空間需再努力，但是似乎已向前邁進一大步。

近期來，因為市場低迷很多基金投資公司與貿易商紛紛離開核燃料市場，甚至如像 NUKEM GMH 元老級大貿易商亦不免在被母公司賣出給 CAMECO 後最終整個團隊被重組消失，ATCENTRE LIMITED 則是近期興起之貿易商，據了解該公司與 ROSATOM/TENEX 關係良好，因 ROSATOM/TENEX 屬官方身份，而有諸多限制，許多交易因身份問題而非常複雜，故如能經由貿易商完成交易，可簡化相關繁瑣之行政手續，ATCENTRE LIMITED 已促成多筆俄羅斯與西方電力公司之交易，俄羅斯的鈾料屬於低成本物料，故歐盟與美國一直採行貿易限制，ATCENTRE LIMITED 對將俄羅斯的鈾料賣出非歐盟與美國非常有興趣，曾詳細詢問台灣使用俄羅斯鈾料是否有特殊限制等交易細節。

## 肆、感想與心得

WNFM 與世界核能協會(WNA)年會開會的氣氛大不同，WNA 舉辦之會議為核能工業最重要的論壇及會議，亦為各會員國相互交換經驗及取得資訊之管道，強調的是資訊分享與競爭的公平性，是故會中一再強調不得涉及任何價格預測與商業活動，而 WNFM 是世界核燃料市場會議，會中關切的焦點亦集中在與商業資訊有關的事項，例如庫存量或中國可對外出售之產能等等，因為所有市場參與者出席者眾，提供絕佳面對面交易協商機會，會場內外隨處可見群聚人們。

核燃料市場是非常特別的，供應與需求對價格都很不敏感，市場價格波動性很大，而且相較於大宗商品，可謂是全球性的單一市場，區隔性很小，交易量小，市場透明度不夠，長期演化下來，供應面形成由幾大集團主導，中間商相較於其它市場亦不多，供應商要在市場長期下跌的情況下求生存並不易。

例如 Centrus (前美國濃縮公司，USEC)從西方世界最大濃縮商，在經歷破產重整後，改變角色重新出發，渠副總 John Donelson 引述 Charles Darwin(達爾文)演化論的名言，“It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent...it is the one that is most adaptable to change”(最後勝出的不是最強的也不是最聰明的而是最能適應變化的)來自我期許與標榜。另如目前西方世界最大濃縮集團 URENCO，因只提供單一產品—濃縮服務，近期來只能依靠減產(封存產能)來因應，在目前已知技術能力下，離心機封存後是否能重啟還是未知數，Urenco 此舉相當於提前除役部份產能，是否足以因應市場變化，Urenco 表示仍待觀察，不排除進一步封存產能之可能性。相較下其他濃縮廠商(如法國 AREVA、中國 CNNC 或俄羅斯 Rosatom)均有垂直整合的能力，在個別市場不佳時可以轉而提供其他服務以維持公司營運，可見分散組合(portfolio)對公司永續經營的重要性。在分散組合的前提下，不同的市場均需要投入人力長期經營與學習，這都是公司永續經營的必要

核心技能與資產，如此方足以使公司在因應景氣循環時有足夠能力應對。

職本次與會曾與一貿易廠商用中文交換意見，俄羅斯人，據渠表示，他於俄羅斯大學畢業後，花了很長的時間從蒙古、中國、東南亞、到印度走了一遍，最後在中國停下來，從事化學工業，中文就是那時候學的，後期並居中協助俄羅斯的公司與中國公司溝通，職原本以為是中俄聯婚，所以中文學得好，但是並不是，意見交換下來，技術的細節也很清楚，職認為差異出現的主因是對大小事情的關注度與要求，舉例來說，職的姓英譯與中國常見之翻譯不同，職說明是因為採用系統不同之故，他竟然問是什麼系統，我說記不太清楚，隔天還來告訴我！近期來公司年年招考新進人員，在培訓中職發現具有這種特質的人非常的稀少，有關注焦點，有主動學習的意願，是跨領域人才的通用準則。參與各型會議，除可以及時獲取各類相關資訊，並與廠商有面對面會談的機會外，還可觀察到不同的人與事，增廣見聞，亦可隨時自我反思與比較，真是很好成長訓練。

人力資源的有效運用與培育一直是門藝術，核能專業人力與核電發展史有重大關連，目前正面臨全球性大退休潮，各大集團均見新人傳承，反觀本公司，在新政府接掌後再次確認既定之非核家園政策，2025年以後將無核電，現有核電廠專業人力何去何從，將是公司營運的一大挑戰，人力資源是一個公司最重要的核心資產，如何活化與運用，似可多方參考業界做法，及早整體規劃。

能源供應的穩定性與可靠性對民生與經濟發展是非常重要的，雖然大家都了解全部由再生能源供電是美好而不切實際的，發電組合供電是不可避免的，但是實際上，認知與配合措施仍有明顯的差距，以美國為例，在面臨飽受政府補助之再生能源與低廉之天然氣競爭下，美國有多部核能機組不得不提前除役，截至目前為止，提前除役的機組已確知的就有 23 部機，約相當於 19GWe，相當於核能裝置容量的 19%，

雖然美國電力公司積極致力於減少支出，但是是否足以使得核電廠營運有足夠的競爭力尚未可知，政策制定者除了肯定核能價值外，應更加快制定配合措施，核能發電仍需要政策的支持與市場改革才能維持長遠營運。