



行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：出席世界核能協會年會及與 CAMECO 及 CONVERDYN 公司簽訂轉化服務契約

頁數 36 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：

徐振湖/台灣電力公司/燃料處/處長/23666720

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：101.9.9--101.9.16 出國地區：英國

報告日期：101.11.16

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、今年第 37 屆世界核能協會年會深入探討福島事故後核能工業及核燃料循環各階段市場動態和相關技術之最新發展，本公司出席是項會議，除得以直接汲取第一手之資訊，以掌握核燃料循環發展之動態，並藉此機會與世界核能業界其他具影響力之重要電力公司、機構及生產商等之高層或決策人仕進行交流與互動，有助於本公司核燃料營運及採購策略之釐定與推動，故宜繼續參與 WNA 活動。另此行亦順利完成與 CONVERDYN 及 CAMECO 公司各別轉化合約之簽訂，可確保公司未來長期轉化服務之供應。
- 二、福島事件對西方反應器製造商造成巨大衝擊，致西方反應器製造商生產及投資均呈現停頓或萎縮之現象，故西方反應器供應商之供應與技術能力之維持及對核能電廠運轉支援能力值得密切注意。對電力公司而言，為繼續維持核能機組順利運轉，應積極參與國際組織或協會，取得技術上協助與資訊交流，以確保核能電廠運轉安全。
- 三、核能產業於福島事件後遭受重大打擊，本公司之採購策略應適當調整以因應此變化。其中轉化服務部份，雖然本公司 2013 年至 2021 年之轉化服務已簽訂合約確定來源，但仍宜對供應中斷事件採行預防措施，例如鈾料安全庫存，部份宜採用轉化鈾型式庫存辦理，庫存場所亦應分散，並適量採購轉化鈾取代原料鈾，以因應部份轉化服務供應中斷；另濃縮服務部份，宜密切觀察美國濃縮服務之供應情勢，特別是 USEC 是否具穩定供應能力，並督促 USEC 儘早確認俄羅斯義務之鈾料是否可再出口至台灣，及澄清「本公司若交運加拿大或澳洲鈾料，而 USEC 交運俄羅斯低濃縮鈾是否符合加拿大澳洲鈾料之保防義務」，以掌握採購時機及時進行採購。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網

# 行政院所屬各機關出國報告

(出國類別：開會)

## 出席世界核能協會年會及 與 CAMECO 及 CONVERDYN 公司簽訂轉化服 務契約

服務機關： 台灣電力公司  
出國人 職 稱： 燃料處處長  
姓 名： 徐振湖

出國地區：英國

出國期間：101.9.9--101.9.16

報告日期：101.11.16

# 目 錄

壹、出國任務	1
貳、出國行程紀要及會議議程	2
參、工作內容	5
一、出席世界核能協會年會	6
1. 全球核電業未來發展	7
2. 亞洲未來發展及各國核能計畫概況	8
3. 日本新核能相關政策及管制	11
4. 核燃料循環	12
二、與廠商洽談	15
1. AREVA	15
2. USEC	16
3. URENCO	18
4. CAMECO	19
5. CONVERDYN	20
6. Pillsbury Winthrop Shaw Pittman	20
三、簽署轉化服務契約簽訂	21
1. 鈾轉化服務採購案說明	21
2. 契約簽署典禮-CONVERDYN	22
3. 契約簽署典禮-CAMECO	23
肆、感想與心得	25

## 壹、出國任務

世界核能協會為全世界核能業界最重要的民間組織之一，目前會員公司共計 170 餘家，遍佈 30 餘國，會員所屬電力公司之發電量占全球核能發電總量之 90%，而會員公司所生產之原料鈾及轉化、濃縮服務囊括幾近全世界之所有產量，對於核燃料循環工業極具影響力。其定期舉辦之年會向為核能工業最重要的論壇及盛事，亦為各會員國相互經驗交流及資訊分享之平台。今年第 37 屆年會於 9 月 12 至 14 日在倫敦召開，將從未來核能工業發展及核燃料前端循環各階段之供需趨勢和展望，以及金融風暴對核能投資及經營者之財務結構及資金籌措的影響等角度切入，深入探討核能工業及核燃料循環各階段之市場動態和相關技術之最新發展。由於本公司為協會正式會員，確有必要積極參與會務直接汲取第一手之資訊，以掌握核燃料循環發展之動態，並藉此機會與世界核能業界其他具影響力之重要電力公司、機構及生產商等之高層或決策人仕進行交流與互動，除確保本公司在 WNA 享有之權利外，並有助於本公司核燃料營運及採購策略之釐定與推動。

本公司鈾轉化服務採購案(案號：TPC-CON-2) 係採購本公司 2013~2021 年所需鈾轉化服務，其中 2013~2019 年為固定承諾年度及 2020~2021 年為選擇性年度，每年供應量為 900 噸。本採購案於 2011 年 11 月及 2012 年 1 月決標予加拿大之 CAMECO 及美國 CONVERDYN，而契約準據法為紐約州法，為求減少日後履約之爭議，而且轉化服務契約屬勞務採購，依印花稅法若在國內進行契約簽署，依規定需繳交契約金額千分之一之印花稅，以決標當時匯率預估，總採購金額約為新台幣 41 億元，本公司所需支付之印花稅將高達 410 萬元，故為節稅計，招標文件已載明將於國外簽約 (Bidding Instruction 5.2 節)，故藉本次 CAMECO 及 CONVERDYN 之相關負責主管亦皆出席於倫敦舉行 WNA 會議之時機，代表公司與該等轉化服務公司於公証人見證下於倫敦分別完成簽訂契約。

## 貳、出國行程紀要及會議議程

時間	工作行程
9/9(日)-9/10(一)	往程：台北—倫敦
9/11(二)	Working Group Meeting CONVERDYN Contract 簽約
9/12(三)	Working Group Meeting WNA 年會
9/13(四)	<p>09:00 WNA 年會 - Opening session</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welcome to the WNA Symposium 2012</li> <li>• Nuclear Energy's Role in Electrifying the World</li> <li>• Global Vision of the Nuclear Industry</li> <li>• Nuclear Power Development: Rosatom Perspective</li> <li>• The Way Forward: The Nuclear Industry, Next Year and Beyond</li> <li>• Role of Korea in the Growth of Nuclear Power Internationally</li> <li>• Nuclear Power Development in China</li> <li>• Nuclear Energy Developments: A Europe Perspective</li> </ul> <p>Nuclear Construction and Supply Chain</p> <p>14:00</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducing WNA's World Nuclear Supply Chain Report: Outlook 2030</li> <li>• Regulation of New Reactors – Construction Experience</li> <li>• Harnessing the International Nuclear Market for National Nuclear Success</li> <li>• Localisation and Nuclear Economics</li> </ul>

時間	工作行程
16:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul> <p>The Nuclear Fuel Cycle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Challenges and Issues in Spent Fuel Management</li> <li>• IAEA Fuel Cycle Activities</li> <li>• Fuel Fabrication Market Assessment – Modelling Technical and Political Outages in the Fabrication Sector</li> <li>• Dry Cask Storage</li> <li>• The New Candu Energy and Recent Fuel Cycle Initiatives</li> </ul> <p>CAMECO Contract Signing</p>
9/14(五)	<p>9:00 WNA 年會</p> <p>Safety, Sustainability and Public Perception</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facts and Lessons of the Fukushima Nuclear Accidents and Safety Improvement</li> <li>• Radiation and Risk: Fears, Phobias &amp; Fukushima</li> <li>• Increasing Regulatory Assurance in Earthquake Hazard Assessments for Nuclear Facilities</li> <li>• Managing Sustainable Development in Namibia's Uranium Province</li> </ul> <p>11:15 Nuclear Economics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducing the New WNA Report: Nuclear Power Economics and Project Structuring</li> <li>• Issues and Challenges for Merchant Nuclear Projects</li> <li>• The Economics of Uranium in a Post Fukushima World</li> </ul>

時間	工作行程
14:00	<p>Energy Policy and Nuclear Power</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Asian Nuclear Markets Development Scenarios: Approaches to Growth</li> <li>● The Advent of “Market States” and Nuclear Strategy – Renaissance, Rollback or Restructuring</li> <li>● Building New Generation Nuclear Plants Worldwide: AREVA's Experience</li> <li>● Successfully Implementing New Build in Countries with Emerging Nuclear Programmes</li> </ul>
9/15(六) - 9/16(日)	<p>返程：倫敦-台北</p>



## 參、工作內容

世界核能協會(World Nuclear Association, WNA)，前身為倫敦鈾礦協會(Uranium Institute, UI)，為一涵蓋核能發電、核燃料循環、核後端處理之非政府全球貿易組織，其核燃料循環方面之相關活動或研討對核燃料工業之發展與趨勢極具影響力，而其所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，目前會員公司 170 餘家，遍佈 30 餘國，會員所屬電力公司之發電量佔全球核能發電之 90%，而會員公司所生產之原料鈾、轉化、濃縮服務將近全世界之所有產量，對於核燃料循環工業之影響極為深遠。

世界核能協會第 37 屆年會於今(2012)年 9 月 12 日至 9 月 14 日在協會總部倫敦召開，本次會議計超過 600 位專業人士參加，會議規模龐大，吸引大量關心核能發展人士參與，顯見核能仍為大眾所關心議題。

由於世界核能協會為全球核能工業最重要的組織，故其領導階層往往影響世界核能發展之方向，若有異動，向為核能界所矚目。甫上任之協會新主席為 CAMECO 公司總裁 Mr. Tim Gitzel，與本公司關係一向良好，而現任秘書長 Mr. John Ritch 將於 2013 年 1 月 1 日退休，由 Ms. Agneta Rising 接替。Mr. Ritch 曾擔任美國駐聯合國（維也納辦事處）大使，自 2001 年 1 月加入世界核能協會擔任總幹事至今。Ms. Rising 則曾任世界核能協會前身「鈾礦協會」(Uranium Institute) 主席，先前亦擔任過歐洲及瑞典核能協會主席。Mr. Ritch 於會場中向職口頭表示，希望將來能有機會赴本公司拜訪。

WNA 依英國公司法召開 Member's Council and Annual General Meeting 討論及決議如下：

- 主席宣布確認 2013 年之會費結構及 WNA 營運預算(Operating Budgets)將不變，會費將反映英國之通膨(消費者物價指數及零售物價指數之平均)調整 3.8%。理事會接受及通過上述會費調整。

WNA 今年年會亦選出 Agneta Rising 擔任明年祕書長，Ms. Agneta Rising 表示要協助會員與民眾溝通，以破除反核的迷思，以免冒出像德國那樣，下令 8 部機停機及廢核的事情。

Agneta Rising 的背景是輻射防護，最適合去溝通輻射效應，福島事故就是因為沒有好好溝通輻射效應而引起一片反核。Ms. Agneta Rising 認為 WNA 的網站也要改變，可以讓民眾去網站找到核能相關資訊，且要考慮到非英語系的群眾的需要。要把核能相關的利害關係人分成媒體、住在電廠附近的人、對能源很關心的人等，依其特性去溝通。WNA 策略小組負責人是 CAMECO 的 Tim Gitzel，該組也會協助會員和民眾溝通，提供建議。

上一任祕書長是 John Ritch 先生，從 2001 年上任至今也有很多建樹：由 UI 改組為 WNA，將會員從核燃料循環業者擴大到所有核能相關產業，提供每日核能新聞 WNN(World Nuclear News)、加強與 IAEA 及 OECD/NEA 的關係。唯一受挫是 AREVA 對 WNA 不滿、曾退出，2011 年 9 月再加入。但 AREVA 表示支持 Rising。

職除了參加 WNA 第 37 屆年會外，並趁會議空檔，就若干核燃料營運事宜與參加會議之相關廠商代表交換意見，茲分別將 WNA 會議及與廠商討論內容摘要如下：

## 一、出席世界核能協會年會

不論是因為當下經濟環境的不確定性，或是因為低低廉的天然氣價格，還是日本福島事故後所引發有關核能發電的安全顧慮，本次與會人員一致認同現今核能發電正面臨核能發電有史以來最具挑戰性的時候，核能前景已與幾年前“核能復甦”大不同，故本屆年會之主題是重回崗位(back to business)，甚至以確認正確發展方向來進一步演繹本次主題。依各主題歸納如下：

## 1. 全球核電業未來發展

AREVA 總裁(Present and CEO) Mr. Luc Oursel、Westinghouse 總裁總裁(Present and CEO) Mr. Ric Perez 及 Rosatom 副總(Deputy 祕書長) Mr. Kirill Komarov 首先發表渠對於未來全球核電業發展之看法。

Mr. Luc Oursel 鑑於發展中國家，例如印度，全力發展核電，認為核能發電仍為最具競爭力的發電選擇，但是渠亦表示取得財務支援及核能透明化仍具高度挑戰性，對法國之核能政策發展持樂觀看法，核能發電仍居法國發電之重要角色，Mr. Luc Oursel 強調雖然目前天然氣非常便宜，但是沒有任一個國家是依賴單一能源的，能源來的分散是必要的，但是隨著部份核能計畫的不確定性，非常可能於 2017~2020 年影響燃料的供應，故雖然核能近期發展看似不利，但是核能工業仍應朝中長期樂觀發展方向規劃現有工作。

Mr. Ric Perez 則認為現在核能發電角色比日本福島事故前更重要，能源分散方能提供一個國家穩定及永續的電力，故應多方致力投資於再生能源、天然氣、淨煤(clean coal)及核能之發展。以往業界強調經濟規模，但是福島事故後，SMR(small modular reactors)因基於安全性、較短施工期、較少的資金需求及較容易與電力系統配合而廣受各方注目。

Mr. Kirill Komarov 表示福島事件除少數國家如德國、義大利、比利時及瑞士決定不繼續發展核能發電，大多數如已發展核電之國家法國、美國及英國、發展核能中之國家如中國、南韓、波蘭及芬蘭，以及核能新興國家如印度、沙烏地阿拉伯等，仍維持或持續規劃投資核電計畫。相較於福島事件所引發之安全顧慮，金融危機及經濟不確定性扮演妨礙核能發展更重大角色。在此政府扮演於實現核能發電計畫關鍵地位，提供例如貸款保證(loan guarantee)，銷售及或電價保障等只有政府才能提供的協助，國家政府對於未來核電業發展影響極大。

## 2. 亞洲未來發展及各國核能計畫概況

WNA 供應鏈工作小組(Supply Chain Working Group)之主席來自 Westinghouse Electric Company Mr. Juan Molina Chairman, VP & CPO 報告 WNA 對未來核電發展之預期，預估未來將有很顯著之成長，預估到 2030 年核能發電將高於 600GWE，但是低案(LOW CASE) 仍不可排除。

報告中針對 2000 年~2009 年間各年核能發電量及營收統計如下所列，其中約有 85%之收入來自 OECD 之國家，非 OECD 國家自 2005 年以來成長約 11~12.5%(詳如下表)。

展望未來，預估興建中或計畫中之新核能計畫共計 221 個，其中 55 個在 OECD 國家，79 個在中國，35 個在前蘇聯及 26 個在印度，這些計畫總價格約為 1.5 兆美元，WNA 將協助各會員實現該等計畫。核能發電量及營收每年約以 3%成長，而非 OECD 國家佔比自 12.5%提高至 26%。

Rosatom 之策略及投資部處長(Chief Strategy and Investments Officer) Mr. Igor Karavaev 針對亞洲核能市場之發展發表演說，渠認為至西元 2030 年，全球用電量將會比現今用電量增加 40%，而亞洲新興市場用電量預期將佔全部成長之 2/3。未來亞洲用電量增加可由亞洲成長經驗及能源配比兩方面解釋未來用電成長。首先，亞洲成長經驗方面，預計西元 2030 年人口將會成長達 82 億，亞洲國家每人平均生產總值也會增加 58%，間接增加亞洲電力需求；能源配比方面，現今亞洲有 8 億人口生活處在無法取得電力之環境，但隨著農業電氣化、都市化及福利增加等因素，都將增加家庭耗電量以及運輸用電而連帶增加亞洲未來用電量。Mr. Igor Karavaev 認為亞洲電力來源無法單靠價格震盪幅度大且頻繁的石化能源，或是發電成本昂貴之生質能供應電力來源，具低碳及低發電成本之核電將會成為重要的電力來源。福島事件雖影響多國核能政策，但整體看來核電前景仍為樂觀。

Rosatom 也預估 2030 年全球核電公司之前七名，將因亞洲新興國家而改變；特別是中國核工業集團(CNNC)、中國廣東核電集團(CGNPC)、中國電力投資集團公司(CPI)，印度核電公司(Nuclear Power Corporation of India Ltd, NPCIL) 皆可能自七名外擠身至世界前七。

未來能源將朝向多元化、穩定性及持續性發展，在核電業可維持發電安全之承諾下，核電對於未來能源需求仍扮演著不可或缺之角色。

## 中國

由 China National Nuclear Corporation (CNNC，中國核工業集團公司) 副總裁李小明先生簡報中國核能發電現況與前景。中國核能發電成長快速，截至 2011 年底止運轉中機組共 14 部裝置容量 12GWe，各年增長情形，截至 2012 年 8 月底止，中國國內運轉中之核能機組共計 15 部。

未來之能源計畫中，將大量發展再生能源發電，計劃於 2020 年前非石化燃料裝置容量占比達 15%。渠目前已規劃 2005-2020 年之中長期核能計畫，未來運轉中核能裝置容量將達 40GWe，興建中為 18GWe，預期將共佔全國總裝置容量 4% (中國年發電量約為 260-280TWe)。中國目前營運中及規劃中之核能機組廠址(圖 2)。另外，中國亦繼續進行第 12 個 5 年計畫(2011-2015)，將在安全的基礎下高經濟性開發核電。總而言之，中國政府已確立渠發展核電之決心，未來將對國內新核能機組提高安檢標準，建立新核電管制單位，參考 IAEA 最新之安全標準計畫重新檢討中國核能設施安全標準及核能技術使用，以減少輻射外洩意外，維護保護環境安全及大眾健康。

## 韓國

由 KEPCO 資深副總裁 Lee Hee Yong 介紹韓國國內核電業近況以及韓國政府支持核能之發展之立場。韓國現有核能機組共 23 部，建造中之核能機組為 9 部，全部共 32 部。

2011 年韓國發電裝置比例，燃煤占 31%、核能占 23%、天然氣占 28%，其餘則為燃油及水力發電；實際發電量，燃煤占 40% 位居第一，核能發電量占 30% 位居第二，再其次依序為天然氣、燃油及水力發電。由於水力發電受限於天氣產能不定，韓國發電結構上，低成本之燃煤及核能發電佔總發電量之 70%，提供韓國低廉的電力，對總體的競爭力有很大的助益。

## 其他

目前印度運轉中的核能機組共有 2 部 150 MWe 的 BWR，18 部(約 90-490MWe)重水壓水式反應器(PHWR)，共 20 部核能機組，裝置容量共 4,385 MWe。此外，另有 4 部 700 MWe 的 PHWR、2 部 1000 MWe 的 PWR(VVER) 及 1 部 500 MWe 的原型快滋生反應器(FBR)正興建中，共 7 部，裝置容量共 5,300 MWe。運轉中及興建中核能電廠廠址如圖 5。另外，計劃中(planned&proposed)之核能機組約 57 部，裝置容量共約 60,500 MWe。

渠預期核能總裝置容量於 2020 年及 2032 年將分別達到 14.6 GWe 及 63 GWe，核能發電占比將於 2030 年前達 25%。

印度提出 3 階段發展核能計畫，第一階段使用重水壓水式反應器(PHWR)，第二階段將再處理後之鈾及鈾(recycled plutonium and reprocessed uranium)使用於快滋生反應器，第三階段則是採用以鈾為燃料之反應器，渠認為核能的永續發展取決於燃料循環(fuel

cycle)的擇定，印度將以封閉式核燃料循環及鈾燃料之使用，作為維持核能永續發展之主要策略。

### 3. 日本新核能相關政策及管制

本次會議中亦針對福島事故後之改進與因應多有著墨，Tokyo Electric Power Company Mr. S. Muto 介紹福島事故之始末、事故肇因、TEPCO 從中所獲取之教訓，以及改安全的方法，詳細調查報告已於 2012 年 6 月出版並置於 TEPCO 公司的網頁上供大眾參用 ([http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu12\\_e/images/120620e0102.pdf](http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu12_e/images/120620e0102.pdf))，並強調針對未預期事件事前準備的重要性。另 CNNC 副總裁李小明先生在簡報中國核能發電現況與前景時亦針對中國因此採行之作為詳加說明，包括地方與政府行動，政府部分如對所有核能機組進行安全檢查、制定新核電安全計畫、加強核能安全法規、與升級並修訂核安標準等，地方性如多屬落實方法，包括進行檢查與評估、加強管理等等。

此外，會議中亦針對加強核能機組設計部分討論，未來核能機組設計將致力於朝向安全運轉目標進行，必須增加承受如地震及海嘯等天然災害之能力，核燃料本身能承受事故的能力亦然，可能將朝向能夠增加安全性，節省建廠時程且資金成本較小之小模組核能機組發展。

註：日本政府先前於全國能源環境會議中提出能源環境戰略報告，作為日本新能源政策，其中有關核能部分主要為：(1)日本不再建造新核能機組，且現有核能機組運轉年限訂為 40 年、(2)西元 2040 年達成國家零核能之新能源政策目標。

本案之後續最新發展：能源環境會議已於 2012 年 9 月 14 日召開完

畢，惟由於面臨接續而來之強烈反彈，於 9 月 19 日另召開之日本內閣會議中，前述能源環境戰略報告僅列入參考文件處理，未成為內閣會議之決議，故並無具體之拘束力，尚留有日後重新檢討修訂之空間。

另新核電管制單位已由核子管制局(Nuclear Regulatory Authority, NRA)取代原有之原子力安全保安院(NISA)，預計於 2013 年 3 月擬訂出核能機組重新啟動安全標準草案，並公開讓民眾審查，並於 7 月份定案新法規之架構。核能機組須符合新安全法規才有可能重新啟動。但收到最新之消息為日本 J-Power 電力公司宣佈繼續興建 Ohma 核電廠，該核電廠在福島事故前已完成 40%。

#### 4. 核燃料循環

##### ◇ 原料鈾部份

CAMECO 財務長(Chief Financial Officer & Senior Vice-President) Mr. Grant Isaac 針對鈾礦開採之經濟性發表演說，渠認為鈾礦開採與其它產業不同，特殊點在於產能變化性不高，無法隨著銷售動態調整，一般均經由為長期合約方式供應，次級供應(secondary supplies)影響供需平衡很大，價格透明性不高，而且交易間還涉及政府對政府的協定，但與其他能源之礦區亦相同，皆須承擔時間、資本、地質地理及政策方面的風險，再加上前述特殊性，皆會減少投資者之信心。目前可見：原料鈾市場供應成長小於需求成長、開發成本成長大於原料鈾價格上漲幅度，皆顯示未來供應可能短缺，因此，未來原料鈾價格應該有上漲壓力。

CAMECO 為現在全世界第二大原料鈾供應商，2011 年 CAMECO 公司投資礦區取得權益共 22.4 百萬磅，占世界產出 16%。主要如下：



Cigar lake 鈾礦品位高達 18%，並預期年產量為 18 百萬磅，目前預期將於 2013 年開始生產，名目年產能為 18 百萬磅(其中 CAMECO 權益占 9 百萬磅)。CAMECO 計劃於 2018 年，倍增現有原料鈾 20 百萬磅年生產量至 40 百萬磅，Cigar Lake 礦區為達成此目標的重要關鍵，並且將持續評估，評估項目包括(1).新購得之加拿大 Millennium 及 Yeelirrie 礦區計畫，以及澳洲 Kintyre 礦區之後續開發計畫；(2).8 個國家 75 個礦區探勘計畫；(3).McArthur River 礦區、US 國和哈薩克礦區擴廠計畫。

#### ◇ 濃縮服務部份

有關濃縮服務部份，與會人員亦諸多討論，未來亞洲有許多新機組陸續商轉，濃縮服務未來十年的需求將有顯著的成長。同時這段期間濃縮科技也正在轉變，法國濃縮商 AREVA 及美國濃縮商 USEC 都選擇以氣體離心技術(Gas Centrifuge)，取代渠等舊有的氣體擴散技術(Gas Diffusion)。而濃縮服務未來十年的需求是否得以充足供應，最重要的問題就在於(1) 舊有的氣體擴散廠何時關閉？(2) 新氣體離心廠之產能能擴充多快？

USEC 位於美國肯塔基州 Paducah 舊有氣體擴散廠之經濟產能約 5.5~6 百萬 SWU。今(2012)年初 USEC 已與 DOE、美國 TVA 電力及 Energy Northwest 達成多方協定，由 DOE 提供較高濃度之下腳，TVA 供應電力給 Paducah 濃縮廠運轉，Paducah 濃縮廠將下腳再濃縮成低濃縮鈾，而 Energy Northwest 及 TVA 則取得低濃縮鈾，經由此等安排使得 Paducah 濃縮廠得以再運轉一年至 2013 年 5 月份。至於屆期後 Paducah 廠是否能夠繼續運轉仍未知，市場人士大多認為明年並非美國選舉年，且 DOE 庫存之高度之下腳剩下不多，不太可能繼續運轉，若運轉也僅可能為政策性運轉。

另外 USEC 美式氣體離心廠(American Centrifuge Plant; ACP)計畫延

宕，目前 USEC 與 DOE 簽訂 3.5 億美元 RD&D 合作協定以加強美國離心技術，DOE 與 USEC 投資額分別為 80% 約 2.8 億美元及 20% 約 7 千萬美元，DOE 負責部份之初期資金來自接收 USEC 應處理下腳之責任(LIABILITY)而釋出之資金，剩下部份則尚未獲得政府核准，將視撥款或來源可得性。合作協定中，DOE 取得現有 ACP 廠中之離心機所有權，USEC 承諾，2014 年 11 月前取得興建 ACP 之財務承諾，整體時程估計如下：2017 年 7 月 ACP 開始商轉，2018 年產能達 1 百萬 SWU/年，2020 年 9 月達全產能 3.5 百萬 SWU/年。截至 9 月底，USEC 宣佈已如期完成 ACP 濃縮廠 RD&D 測試計畫下 5 項目標中之 2 項目標，剩下 3 項目標預期將於 2013 年底前完成，該計畫預計於 2013 年年底完成。目前 USEC 計畫將於明(2013)年初向 DOE 更新貸款擔保申請，以於 2014 年初取得 DOE 貸款擔保 20 億美元。

目前全球氣體離心機製造產能，主要來自 Urenco 與 AREVA 的合資之 Enrichment Technology Company (ETC)、俄羅斯氣體離心機製造中心(ECRGC)、美國 USEC ACP，以及日本 JNFL。預期 ETC 目前氣體離心機製造年產能為 2 百萬 SWU，並於 2020 擴增至 2.7 百萬 SWU，俄羅斯 ECRGC 每年約可新增 0.5 百萬 SWU 氣體離心產能，美國 USEC ACP 每年約可新增 0.4~0.8 百萬 SWU 氣體離心產能。另外，日本 JNFL 也將緩慢增加渠自行設計之氣體離心產能，於 2019 年擴增至 1.5 百萬 SWU。

除氣體離心技術外，GE-Hitachi (“GEH”) 亦正在發展雷射濃縮技術，興建 Global Laser Enrichment Facility(GLE)，GLE 濃縮廠已於今(2012)年 9 月份取得美國核能管制協會(NRC)之興建與營運執照是否商業化，隨著目前市場低迷的狀況，惟 GEH 亦將最終決策時間延後，本計畫未來真正付諸實行的機會似乎不高，如果 GLE 濃縮廠於今年底開始動工，最早可於 2014 年開始生產，並於 2020 年達到最大產能每年 6 百萬 SWU。

## 二、與廠商洽談

### 1. AREVA

會議期間並與 AREVA 之 Mr.Jean-Noël Lacroix, VP Asia, Mining & Front End Sales 及 Mr.Patrice Caumartin, Managing Director, Business Development and Sales, AREVA Japan Co., Ltd 交談雙方公司核能業務之進展。

AREVA 公司先說明法國核電現況與其公司營運狀況：

AREVA 表示，目前法國核能基載加上 Load Following 目前占總發電量之 80%，AREVA 認為核能發電特性較適合基載運轉，未來應降低核能發電比例至 50-60% 較為合理。GB I 廠已於 2012 年 6 月底停機。接續之 GB II 已於 2011 年 4 月開始生產，並已達到裝置年產能 1.5 百萬 SWU，預期 2016 年年產能將達 7.5 百萬 SWU。位於美國之 Eagle Rock 濃縮廠，目前已拿到 loan guarantee 與建廠及運轉執照，但因受福島事件影響以及 AREVA 本身資金周轉問題，美國 Eagle Rock 濃縮廠興建計畫可能將無限期延後進行。濃縮廠設計仍將持續，惟沒有明確興建時程。

轉化服務部份，COMURHEX I 穩定運轉中，替代之新廠 COMURHEX II 目前依時程如期施工，有關 COMURHEX II 第二段產能擴充計畫亦因財務困難而延後決定時程。

另外，原料鈾部份，因財務困難，AREVA 亦暫停該公司擁有之部分原料鈾礦區擴產計畫或銷售礦區股份。

針對目前市場狀況，AREVA 提出渠之見解：

#### 轉化服務市場

CONVERDYN 近期因應 NRC 要求進行設備升級，預估將停機 12 個月左右，AREVA 表示 CONVERDYN 一定會繼續運轉，因為其關

廠成本遠大於生產及維護成本，而 AREVA 之 COMURHEX I 除了機組老舊維護成本高以外並一直以來沒有其它問題，而且該廠之除役為法國政府之責任。故對市場之影響應為短期效應。

### 濃縮服務市場

濃縮服務共計有 4 個主要供應商，AREVA 表示 USEC 之 Paducah 廠未來是否將於 2013 年 5 月以後永久停止運轉，以經濟性來看，氣體擴散式需消耗大量電力，在目前高電價情況下，不具經濟性，持續運轉純為政治因素，渠亦認為 ACP 廠商轉之可能性亦不高，因 USEC 離心分離機之技術不夠穩定。而俄國濃縮廠所採用之離心分離機，已因績效不佳將關閉部份濃縮廠，傾向建造較大之新型離心(類似 TC12)機方向改善。有關 Urenco LES 廠自 2010 年商轉以來，新增累積未如預期，主要係因第二階段所採用 TC21 離心機可靠度並不如 TC12 離心機，面臨技術上之考驗，以致未取得 NRC 許可，進度落後。

目前離心分離技術上，ETC 之 TC12 是最成熟產品，故渠美國 Eagle Rock 濃縮廠將採用此型分離機，一但興建時程決定，將能提供便宜的濃縮服務。

由於本公司現有之鈾濃縮服務契約將於 2015 年到期，台電公司將邀請 AREVA 參與 2016 年起新濃縮服務招標案。AREVA 對於本公司自 2016 年起之濃縮服務標案，提議新濃縮服務之契約量採固定數量及需求混合型合約，另外為用於 Comurhex II 試運轉，徵詢向台電租借原料鈾增加台電收入之可行性。目前 AREVA 可接受各年度 +/-10% 數量調整彈性，惟價格機制將再討論。對於 AREVA 所提各項意見，已攜回做為擬訂採購計劃之參考。

## 2. USEC

洽談人員：

- Mr. John M.A. Donelson, Vice President, Marketing and Sales
- Mr. Winston Floyd, Senior Sales Manager

USEC 首先說明目前 ACP 計畫及 DOE RD&D 計畫之近況。與 DOE 簽訂之 3.5 億美元 RD&D 計畫，為期 2 年(2012-2013)，雙方針對 ACP 計畫之花費共同分擔，DOE 負擔 80%，USEC 20%，預期於 2012 年 11 月底前可取得 0.88 億美元，其餘視國會核准而定。因預期協商貸款擔保條款及其他相關辦理時程需費時 1 年，故 USEC 將在今(2012)年底向 DOE 更新貸款擔保申請，以於 2013 年底前取得 DOE 貸款擔保。目前預期之生產時程為 2014 年開始小量生產約 10 萬 SWU，2016 年達 100 萬 SWU，2017-2018 年達名目產能 380 萬 SWU。在 Paducah 廠停止運轉後至 ACP 開始商轉前，只有 ACP Demonstration Plant 小量生產，USEC 是否可以此視為 producer，已請 USEC 研商後提出相關論述。USEC 表示 Paducah 濃縮廠關廠後，在 ACP 濃縮廠尚未商轉前，將以庫存及 LEU 供應濃縮服務，且將優先以 U.S. origin 供應台電，若有因 RS 物料而衍生的限制，USEC 將負責 SWAP。

此外，基於現有保防協定下，下述二個問題仍待 USEC 再確認

- (1) 有關具俄羅斯義務(Russian Obligation)之鈾料出口至台灣的問題

在 ACP 商轉前，USEC 之部份供應來源將為由 TENEX 供應 LEU，在美國與俄羅斯政府簽署美俄民用核能合作協定後，依該協定規定俄羅斯鈾料除非另有規定否則不得自美國再出口，根據本公司製造廠商了解，俄羅斯政府目前選擇不針對俄羅斯鈾料設限，故請 USEC 提供由美國政府(DOE 或 NRC)出具之信函，證明俄羅斯鈾料及後續加工服務可出口至台灣。

另，商務安排上，中國核工業集團(CNNC)為俄羅斯鈾於中國區唯一銷售代表，基於俄羅斯政府一個中國政策，請 USEC 確認

渠自 TENEX 取得之 LEU 是否可銷售予台電/台灣？USEC 表示渠已取得 TENEX 類似銷售至亞洲其它國家之確認信函，USEC 並將要求 TENEX 出具信函確保 USEC 與 TENEX 簽訂之 LEU 供應契約下可再轉售予台電。

## (2) 美加與美澳鈾料

另美加與美澳涉台保防協議皆明訂加、澳鈾源之鈾料須送美國進行濃縮才能出口至台灣（註：其它國家則未有此限制）。如果 USEC 取得台電合約，而在 ACP 運轉前，僅能將 LEU 交貨予台電，由於 LEU 所含濃縮功屬俄羅斯濃縮來源，因此有必要請 USEC 洽美國政府相關部門 (DOE 或 DOC) 澄清，台電送至 USEC 加工之加、澳鈾料是否可視為於美國進行濃縮，符合美加與美澳涉台保防協議中之規定？並請 USEC 取得相關書面文件供台電參用。

## 3. URENCO

洽談人員：

- Mr. Paul Harding, Executive Director, Commercial, UEC
- Mr. Tony McCormick, General Manager, Marketing and Sales, UEC

有關對濃縮商及未來濃縮服務供應之看法，URENCO 表示如下：

USEC 之 ACP 濃縮廠之美國離心技術是否可行仍存疑，另資金之來源亦為一大隱憂。

AREVA 受日本福島事故衝擊較 URENCO 來得大，因除濃縮服務外，AREVA 亦供應原料鈾及轉化、製造等加工服務予日本及德國；另外，AREVA 美國 Eagle Rock 濃縮廠因資金問題暫停興建，惟設計工作仍於法國進行。URENCO 認為會繼續興建，惟開始營運時程將延後(先前規劃為 2014 年)。

URENCO 歐洲區之擴張計畫均已如期完成，且渠財務健全，獲利良好，美國之 LES 廠之興建資金全部自行籌措，不需申請美國政府之貸款保證(LOAN GUARANTEE)，截至 9 月底產能擴充現況，第一階段已接近完成，第二階段已開始安裝，先前曾因美國生產之組件未達品質要求，改由歐洲提供，NRC 執照核可進度已由先前落後情況，有明顯改善，目前規劃 2015 年可達原規劃產能 5.7 百萬 SWU，惟是否進一步擴增，將視市場狀況，目前未定案，但是 URENCO 表示，若工程停止達半年以上，在重新起動相關工作將致較高成本，故應不會太晚作出決定。

針對本公司計畫中之新濃縮標務，URENCO 認為於本合約招標期間甚至供應期間，美國區營運中之濃縮廠將很有可能只有 LES，即美國區之合格廠商僅 URENCO USA 一家。URENCO 表示 URENCO USA 有足夠產能可提供本公司新濃縮合約下之需求，惟基於稅務考量，URENCO 與 URENCO USA 的合約必須分別簽訂，在此前提下，URENCO 可考慮與 URENCO USA 共同投標。

#### 4. CAMECO

洽談人員：

- Mr. James A. Israel (Vice President, Marketing, Asia)
- Mr. Chris Lewis (Manager, Marketing Asia)
- Mr. Dylan S. Bryngelson (Manager, Marketing Asia)

CAMECO 表示 2012-2021 年之全世界原料鈾供應量僅能滿足 80% 之需求，仍需要約 440 百萬磅(20%) 原料鈾以滿足需求。渠計劃於 2018 年原料鈾產能達 40 百萬磅，但不包括剛自 BHP 收購之 Yeellirrie 礦區及併購 AREVA 股份之 Millennium 礦區。另外，CAMECO 雖然於今(2012)年中併購 NUKEM，但 NUKEM 仍以獨立公司營運，若日後本公司進行現貨標案仍需分別寄送邀標信函。若 NUKEM 未

來有履約困難，例如無法交貨，CAMECO 無支援之責任。另外，在轉化服務方面，CAMECO 認為 2012-2021 年需 110 百萬轉化服務新產能。CAMECO 購買 BNFL 之 Springfields 轉化廠所提供之轉化服務合約即將於 2016 年年底到期，CAMECO 表示因該廠須進行廠房升級才能繼續營運，投資資金過高，除非市場價格足以支持該投資衍生之額外的成本，否則應該不會續約。

## 5. CONVERDYN

洽談人員：

- Mr. Ganpat Mani, President and C.E.O.
- Mr. Malcolm Critchley, Vice President, Asia Marketing and Sales

CONVERDYN (Honeywell Metropolis 轉化廠之行銷公司)說明 Honeywell Metropolis 轉化廠近況。表示 Metropolis 轉化廠將因應 NRC 之安檢作業及設備升級(因應福島事故後，預防重大天然災害法規加嚴)而延遲重新運轉之時程，且該時程尚未能決定。CONVERDYN 表示，Metropolis 轉化廠目前已為停機狀態，為完成 NRC 所要求之設備升級，約需 12~15 個月後方能重新運轉生產。因此，已依合約規定宣告不可抗力。惟 CONVERDYN 表示在渠進行設備升級期間，仍可接收原料鈾、進行轉化鈾(UF<sub>6</sub>)之轉帳並自該廠現有庫存交貨 UF<sub>6</sub>。

## 6. Pillsbury Winthrop Shaw Pittman

洽談人員：

- Mr. James Glasgow, Lawyer

職與 Mr. Glasgow 洽談「台美民用原子能合作協定」屆期續約事宜。Mr. Glasgow 表示，原「台美民用原子能合作協定」將於 2014 年 6



月屆期失效，原協定到期後不可能延長，屆時台灣與美國及原子能總署簽訂之三邊核子保防協定亦將連帶失效，可能導致本公司所有核能電廠皆無法繼續運轉，影響本公司營運極大。因美方迄今遲未提出新協定之內容草案供我方審酌，故本案遲遲仍未有實質進展。惟由於新協定尚須經過雙方國會之核准方始生效，預期新協定簽訂之程序必相當曠日費時，時程上極為急迫，故職即請 Pillsbury 律師事務儘速提出協助推動本案之建議書，包括從我方立場草擬新協定之內容草案等，必要時來台討論，俾利儘速啟動與美方對口之機制，以達成於 2014 年 6 月生效之目標，Mr. Glasgow 當即答應，待職回國後即送本公司建議書。職回國後即將前述洽商結果報知林研究員文昌，惟亦於職回國後同時原能會接獲美方通知，美方將送交原能會新保防協定草案，故已無須再要求 PWSP 提交建議書，且美台雙方已開始協商新協定草案。

### 三、簽署轉化服務契約簽訂

#### 1. 鈾轉化服務採購案說明

本公司鈾轉化服務採購案(案號：TPC-CON-2) 係採購本公司 2013~2021 年所需鈾轉化服務，其中 2013~2019 年為固定承諾年度，2020~2021 年為選擇性年度，每年供應量為 900 噸鈾，並包括每年 +/-10% 買方之彈性加減量。

採購案係於 2009 年開始進行規劃，由於全世界轉化服務主要供應廠商有限(僅美國 CONVERDYN、加拿大 CAMECO、法國 AREVA 及俄國 Rosatom 等)，且轉化服務廠商之選擇除須考量生產規模、供應實績及鈾料貯存場所之設置外，尚須考量轉化廠所在國政治、交易實績以及因台灣特殊國際地位所致供應限制與鈾料庫存安全等因素，以確保未來本公司核燃料之供應安全，惟此等限制無法完全訂為明確之資格條件，故採限制性招標方式辦理轉化服務之採

購。同時，為確保至少有 2 家供應來源以為分散，避免供應過度集中，設定單一廠商最多只能供應本公司轉化需求之 60% (即 540 噸鈾)為上限，。本採購案於 2010 年 8 月 9 日奉准辦理，並委請美國 PWSP 法律事務所為本採購案之法律諮詢顧問。

本採購案於 2011 年 11 月及 2012 年 1 月分別決標予加拿大之 CAMECO 及美國 CONVERDYN，CAMECO 每年供應 540 噸鈾，CONVERDYN 每年供應 360 噸鈾，以決標當時匯率預估，總採購金額(含選擇性年度)則約為新台幣 66 億元。

而契約準據法為紐約州法，為求減少日後履約之爭議，契約簽定均於公証人見證下於國外簽定，此外，轉化服務契約屬勞務採購，依印花稅法若在國內進行契約簽署，依規定需繳交契約金額千分之一之印花稅，總固定承諾年度採購金額約為新台幣 41 億元本公司所需支付之印花稅將高達 410 萬元，故招標文件已載明契約將於國外簽約，得標廠商須負責安排簽約儀式及公証人事宜，惟自決標以來，適逢本公司因電價調整議題倍受各界關注，各級主管均須代表本公司及時回應各界所提問題，業務繁忙，遲遲無法與得標廠商完成簽約，故藉本次 CAMECO 及 CONVERDYN 之相關負責主管亦皆出席於倫敦舉行 WNA 會議之時機，代表公司與該等轉化服務公司於倫敦分別完成簽訂契約。

本次所簽訂之轉化契約可供應本公司核能機組 2013 至 2021 年所需之鈾轉化服務，並可配合政府新能源政策執行相關配套措施，對本公司未來核能機組穩定運轉至為重要。

## 2. 契約簽署典禮-CONVERDYN

契約簽署儀式係由 CONVERDYN 負責安排，於 2012/9/11 下午 4 時 30 分於倫敦之 County Hall Marriott Hotel 舉行，典禮由該公司之 Mr. Ganpat Mani, President and CEO 主持，CONVERDYN 之簽約代表為

Mr. Ganpat Mani，職代表本公司簽署，公証人為 Ms. Dolores Rice，旋即進行簽約典禮，在場觀禮還有 CONVERDYN 之 Mr. Malcolm Critchley, Vice President Marketing and Sales 與 Ms. Theann Sandos。

公証人先請二位簽約代表分別出示護照確認簽署人之身份，接著再請雙方確認出示簽署契約文件內容是否即為欲簽署之文件(註：契約文件一式二份已於事前由本公司準備並逐頁註記後送 CONVERDYN 確認)，確認無誤後雙方簽約代表於公証人見證下簽署，公証人並於簽署頁副署用印以示公証之效力，契約正本雙方各自收執乙份，簽約即告完成

契約簽署完成後，職感謝 CONVERDYN 對簽約儀式的安排，在這樣美好的氣氛下讓這個典禮顯得簡單又隆重，台電與 CONVERDYN 始於 1980 年代 General Atomic 與 Allied Signal 即開始往來。自 1996 年開始以 CONVERDYN 名義簽訂之第 1 份轉化合約交貨迄今，CONVERDYN 共提供本公司約 9 百萬公斤鈾轉化服務，由於 CONVERDYN 之支持，台電才得以供應品質優良穩定可靠的電力，對台灣的經濟發展有非常大的幫助。

本次合約的簽訂，對台電未來電力之供應非常的重要，尤其目前化石燃料成本節節上升，核能發電的成本相對於其他化石燃料，更突顯出其重要性，職感謝 CONVERDYN 持續對台電的支持，使台電得以繼續供應價廉可靠的電力。並表示雖然未來台電為配合政府新能源政策而朝向逐漸降低核能發電的比例規劃，惟龍門電廠將加入發電機組之運轉行列，核能發電仍然會是台電重要的電力來源之一，期望雙方未來的合作關係可持續在良好的互動下穩定發展。

### **3. 契約簽署典禮-CAMECO**

契約簽署儀式係由 CAMECO 負責安排，於 2012/9/13 下午 5 時於倫敦之 the Sofitel St. James Hotel 舉行，典禮由該公司之 Mr. James

Israel, Vice-President, Asia 主持，首先介紹雙方之簽約代表，CAMECO Inc. 公司簽約代表為 Mr. James Dobchuk, President, CAMECO Inc. 及 Mr. James Israel，職則代表本公司簽署，其後再介紹公証人 Mr. J. Sion Taylor，旋即進行簽約典禮，在場觀禮還有 CAMECO 之 Mr. Ken Seitz, Senior Vice-President, Chief Commercial Officer，及 Mr. Tim Gitzel, President and CEO，而 Mr. Tim Gitzel 為現任 WNA 主席，顯示 CAMECO 對本次簽約之重視。

公証人先請三位簽約代表分別出示護照確認簽署人之身份，接著再請雙方確認出示簽署契約文件內容是否即為欲簽署之文件，確認無誤後雙方簽約代表於公証人見證下簽署，公証人並於簽署頁副署用印以示公証之效力，契約本公司收執乙份，CAMECO Inc. 收執二份，簽約即告完成。

契約簽署完成後，職感謝首先感謝 CAMECO 對簽約儀式的安排，整個典禮顯得簡單又隆重。台電與 CAMECO 始於 1980 年代 Saskatchewan Mining Development Corporation (SMDC) and Eldorado Nuclear Limited. 即開始往來，經由雙方之努力得以於 1993 突破保防之限制使加拿大鈾料可以出口至台灣。

自 1997 年開始以 CAMECO 名義簽訂之第 1 份鈾料合約之交貨、1996 年第 1 份轉化合約交貨迄今，CAMECO 共提供本公司約 10 百萬磅原料鈾與 7 百萬公斤鈾轉化服務，由於 CAMECO 之支持，台電才得以供應品質優良穩定可靠的電力，對台灣的經濟發展有非常大的幫助。

職自 1989 年即開始從事核燃料之工作，感謝 CAMECO 多年來的支持，職也非常欽佩 CAMECO 不論是在核能蕭條時期或是核能興盛時期，皆能持續堅持扮演核燃料供應的角色，在核能工業界佔有不可或缺的地位。

本次合約的簽訂，對台電未來電力之供應非常的重要，尤其目前化

石燃料成本節節上升，核能發電的成本相對於其他化石燃料，更突顯出其重要性，感謝 CAMECO 持續對台電的支持，使台電得以繼續供應價廉可靠的電力。

職並表示雖然未來台電為配合政府新能源政策而朝向逐漸降低核能發電的比例規劃，惟龍門電廠將加入發電機組之運轉行列，核能發電仍然會是台電重要的電力來源之一，期望雙方未來的合作關係可持續在良好的互動下穩定發展。

註：CAMECO Inc. 為 CAMECO 集團下轉化服務之銷售代表，CAMECO Inc. 之公司章程規定，渠對外所簽訂之轉化服務契約，必須由公司二人簽署，且契約正本 CAMECO Inc. 與其母公司 CAMECO Corp. 均各執乙份收存，所需契約文件一式三份已於事前由本公司準備並逐頁註記後送 CAMECO Inc. 確認。

#### 肆、感想與心得

自 2011 年 3 月 11 日日本福島核子事故發生後，對日本及歐洲各國之核能發展衝擊最大，其中日本自該事故發生後，除福島一廠四部機外，所有 50 個機組目前只有 2 部壓水式機組回復運轉，而新核能計畫中興建中者均暫停施工，僅有一部恢復興建工程，其餘 9 個計畫亦均暫停；而德國在事件後立即停止運轉中 7 部機，至今仍處於停機狀態，並決定該國所有 17 部核能機組將於 2022 年前逐步除役。目前仍維持發展核能計畫者集中在亞洲地區，包括中國、南韓及印度，如前所述，其餘則為零星核能計畫，雖然該事故不影響該等國家之核能計畫，但是因此事故已使核能發展腳步放緩。

核燃料市場因需求減少，市場活動萎靡不振，價格大幅下跌，投資者退出市場，影響供應面的投資或阻礙新興生產商的發展，核燃料供應商因此而遭受巨大損失，紛紛採行對應方式，或是暫停投資，或是取消計畫，短期內雖然影響不大，但長期而言，供應缺口恐將出現。由

於經營環境的改變，未來應特別注意下列事項：

## 1. 核能運轉資訊確保

未來之新核能興建計畫中，中國及南韓之反應器均為自行生產，印度之反應器則主要由俄羅斯供應，由西方反應器製造商提供者不多，致西方反應器製造商生產呈現停頓甚至萎縮之現象，故以往反應器製造商所致力努力之研發計畫亦停滯不前，長期以往，反應器製造商是否仍能維持供應能力值得懷疑；此外，在核能電廠運轉方面，反應器製造商是核能電廠運轉主要技術支援來源，隨著反應器製造商之營運萎縮，未來技術支援能力亦將大受影響，另維持核能電廠安全運轉所需之相關資訊是確保核能運轉安全的支柱，以往亦經由反應器製造商提供。因此未來該等備品供應、技術支援及資訊之取得是否可維持值得懷疑，故各個電力公司更須經由參與國際組織或協會，取得技術上協助及資訊，對於核能運轉安全至為重要。

## 2. 核能產業遭受重大打擊後本公司之採購策略

### ◇ 轉化服務部份

全世界轉化服務主要供應廠商計有美國 CONVERDYN、加拿大 CAMECO、法國 AREVA 及俄國 Rosatom，現有轉化廠均已老舊，過去數年間，美國 CONVERDYN 及加拿大 CAMECO 之轉化廠都曾發生重大供應中斷事件，目前 CONVERDYN 已停止 Metropolis 轉化廠運轉進行設備升級，以符合 NRC 於福島事故後針對核能設施對重大天然災害之要求；而 CAMECO 與 BNFL 之轉化服務供應合約於 2016 年到期後，因預期繼續運轉維護費用過高而暫停協商，生產供應穩定度不高，新產能部份只有 AREVA

Comurhex II 轉化廠第二階段(第一階段為取代現有舊產能)，亦因 AREVA 資金困難及市場價格不佳無法支撐新投資而取消，此外次級來源供應部份，主要次級供應 HEU 計畫將於 2013 年年底結束，未來次級供應僅有美國能源部可能釋出的轉化鈾，來自俄羅斯的低濃縮度濃縮鈾，及利用下腳再濃縮之轉化鈾等非常態性供應來源，因此預期由次級供應支撐之現貨市場將呈現供應吃緊現象。整體而言，轉化服務供應相對脆弱，然轉化服務是核燃料加工服務中不可或缺的一環，因此必須密切注意轉化廠營運狀況。

雖然本公司 2013 年至 2021 年之轉化服務已確保供應來源，但是仍宜對供應中斷事件採行預防措施，例如將本公司 3 年鈾料安全庫存，除部份維持為原料鈾型式庫存外，部份庫存宜採用轉化鈾型式辦理，而庫存之轉化鈾應分散存放於轉化廠及濃縮廠；此外，密切注意市場變化，以便於進行鈾料採購時，搭配採購轉化鈾，以因應市場變化。

#### ◇ 濃縮服務

本公司現有濃縮服務供應合約均將於 2015 年底結束，2016 年起新濃縮服務採購亦已著手規劃，福島事故發生後，濃縮服務市場在日本核能機組重啟動時程緩慢，德國核能政策由允許機組延壽變更為 8 部機停機及所有機組於 2022 前除役，短期內需求大量減少，導致濃縮功價格大幅下跌，長約價格自 2011 年 3 月之每濃縮功 US\$156.5 下跌至 2012 年 10 月之 US\$137，現貨更跌至 US\$119.5，故現階段開始規劃採購案，應屬對本公司相對有利。

福島事故對濃縮服務市場沖擊最直接，尤其對美國濃縮工業之影響最為明顯，例如 AREVA 因為財務困難，宣佈採行因應改

善措施"Action 2016"，暫緩位於美國 Eagle Rock 濃縮廠之興建計畫，URENCO 亦取消於美國 LES 濃縮廠第二期之擴產，而現階段美國主要供應商 USEC 在營運成本昂貴之 PADUCAH 廠 2013 年停止運轉後，新濃縮廠 ACP 也因技術疑慮遲遲無法取得美國能源部之貸款保證開始興建，雖然在能源部強力支持下利用與能源部 RD&D 計畫重新確認 ACP 技術之可行性，而最早開始營運也在 2017 或 2018 年間，另 GLH 位於美國之 GLE 濃縮廠亦因市場價格不佳而延後量產之決策時間，因此本公司可於美國採購濃縮服務之廠商僅剩 URENCO 及 USEC 可以考慮。

然而基於現有保防安排，加拿大與澳洲鈾料必須在美國進行濃縮加工服務後才可再出口至台灣，但是加拿大與澳洲為原料鈾主要生產國，2010 年加拿大及澳洲原料鈾產量分居全球第 2 及 3 位，總產量合占全球產量約 30%，若再考量目前全球原料鈾產量有近 50% 來自哈薩克、俄羅斯及獨立國協等與我國較無經貿往來或有核子保防限制之國家，則美國濃縮服務對本公核燃料營運非常重要。

由於 USEC 必需依靠轉售 TENEX 所供應之低濃縮度濃縮鈾來維持供應，對本公司而言，未來濃縮服務合約可向 USEC 採購之先決條件除了確認具有俄羅斯義務之鈾料可再出口至台灣外，另須確認本公司交運加拿大與澳洲鈾料予 USEC 加工後，USEC 交運含俄羅斯濃縮功之低濃縮鈾予本公司是否符合加拿大與澳洲鈾料必須在美國進行濃縮加工服務之保防要求，否則單純依靠庫存及不定期來自美國政府所釋出之濃縮鈾，USEC 供應能力之穩定性，仍屬未知，故於此階段規劃未來濃縮服務之採購時要求 USEC 洽美國政府進一步澄清實有必要，以得以及時掌握採購時程。