

行政院及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並進行國外庫存核物
料查驗與合約交貨規格查核作業

服務機關：台灣電力公司
出國人職稱：燃料處主管核燃料合約執行
姓名：蔣光聲(117414)
出國地區：英國
出國期間：106年9月10日至106年9月17日
報告日期：106年11月6日

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並進行國外庫存核物料查驗與合約交貨規格查核作業

頁數：28 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

蔣光聲/台灣電力公司/燃料處/主管核燃料合約執行/23666758

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：106年9月10日至105年9月17日 出國地區：英國

報告日期：106年11月6日

分類號/目

關鍵詞：核燃料、WNA、濃縮廠

內容摘要：（二百至三百字）

世界核能協會(World Nuclear Association, WNA)為全世界核燃料循環最重要的國際組織，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餘個，遍佈30餘國，會員所屬電力公司之發電量占全球核能發電之95%，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。

本次WNA於9月13、14、15日召開，並於9月11、12日召開各工作小組會議，在目前市場低迷情況下，與會人士仍對核能充滿信心。除了參與工作小組與大會外，亦與許多市場人士洽談或討論，除獲取許多重要市場資訊外，對於本公司剩餘鈾料之處理，以及合約之協商，透過此次會議所收集並掌握市場之資訊，為我國2025年達成非核家園後，未來鈾料出售或處理事宜，做好先期之準備工作。

本次任務並順道前往本公司濃縮商Urenco公司之Capenhurst濃縮廠，除查證本公司庫存物料外，並與廠商洽談合約結束後之處理與相關安排，提出本公司之需求並了解廠商之想法，以做為未來本公司之參考。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目 錄

壹、	出國緣起與任務	1
貳、	出國行程紀要	2
參、	工作內容	3
一、	世界核能協會工作小組討論	3
二、	世界核能協會年會	8
三、	與相關廠商洽談之議題	17
四、	庫存核物料查驗與合約交貨規格查核作業	20
肆、	心得與建議事項	23

壹、出國緣起與任務

世界核能協會(World Nuclear Association, WNA)為全世界核燃料循環最重要的國際組織，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 餘個，遍佈 30 餘國，會員所屬電力公司之發電量占全球核能發電之 95%，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。

WNA 已訂於今年 9 月 13、14、15 日於協會總部倫敦召開年會，並於 9 月 11、12 日召開各工作小組會議，會議討論內容涵蓋核燃料前端循環、公眾溝通、法規管制與 2017 年核燃料循環市場報告等重要議題。我國電業法已明訂 2025 年達成非核家園，如此一來，對於本公司剩餘鈾料之處理，以及合約之協商，可透過參與此次會議之機會，收集並掌握市場之資訊，期能先行掌握未來鈾料出售或處理之契機。

本公司為確保核燃料供應安全與穩定，訂有庫存政策。其中，鈾料(包括原料鈾與轉化鈾)庫存存放於國外轉化廠與濃縮廠，亦建立部份製成核燃料庫存，以增進供應安全，並有助於實際機組調度。由於庫存鈾料金額頗鉅，為確保本公司權益，定期查看以了解貯存情況確有必要，以確保庫存物料數量之正確及安全。本次任務將順道前往本公司濃縮商 Urenco 公司之 Capenhurst 濃縮廠，除查證本公司庫存物料外，並與廠商洽談合約結束後之處理與相關安排，提出本公司之需求並了解廠商之想法，以做為未來本公司之參考。

基此，本次出國最主要之任務期望達成下列目標：

- 一、掌握市場最新資訊與未來發展之脈動，做為本公司未來相關決策之參考
- 二、透過參與此次會議之機會，與相關與會人士洽談，針對本公司剩餘鈾料之處理，以及合約之協商，期能先行掌握未來處理之契機。
- 三、查證本公司庫存物料，與廠商洽談合約結束後之處理與相關安排，提出本公司之需求並了解廠商之想法，以做為未來本公司處置之參考。

貳、出國行程紀要

時間	工作紀要
9/10(日)~9/10(日)	往程：台北—英國
9/11(一)~9/11(一)	庫存核物料查驗與合約交貨規格查核作業
9/12(二)~9/12(二)	出席世界核能協會工作小組討論
9/13(三)~9/15(五)	出席世界核能協會年會
9/16(六)~9/17(日)	返程

參、工作內容

一、世界核能協會工作小組討論

世界核能協會為全世界核燃料循環最重要的國際組織，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。世界核能協會下設有多個工作小組(目前包括 Advisory Group 共有 15 個)，專責研討各類核能相關之議題，並提供各類重要核能研究報告，發布重大核能資訊，定期舉辦論壇會議，促進國際核能交流與合作。

工作小組成員有定期與會之義務，一般各工作小組亦歡迎非工作小組成員來賓與會，以廣納不同觀點之意見，而本公司基於出國計畫安排之限制無法全程參與，而是視需要以來賓身份選擇性參與工作小組之會議。本次出國職依需要選擇參加 Economics、Waste Management & Decommissioning 以及 Fuel Cycle Members' Forum 等工作小組之會議，分別就會中討論之重點摘錄如下：

(一)、Economics Working Group

此工作小組主要以總體經濟學之觀點分析核能發電之經濟性與新建核能電廠之投資資金成本，以深入瞭解並探討核能發電在所有能源組合中之競爭性。在研究內容有一定成果後，將其出版為正式報告提供予所有會員參考。

今年工作小組完成更新 Nuclear Power Economics and Project Structuring 之報告，此報告內容涵蓋現有核電廠與新建核電廠之經濟分析，並依據此分析建立新建核電廠之投資成本結構，藉以評估新建核電廠之投資風險所在以及其對應之管控方法。

除此之外，本次工作小組之簡報包括來自 IAEA 之 Victoria Alexeeva 報告分析探討核能發電對總體經濟影響，如工作機會、經濟成長、社會福利等，其專案進度與結果，以供各會員國在評估將核能列入能源組合時之參考；歐洲 Foratom 組織之 Andrei Goicea 則說明了潔淨能源政策在歐盟電力市場中之現況；OECD NEA 組織之 Geoffrey Rothwell 提及目前在 NEA 下所執行之各項核能相關經濟分析專案計畫執行現況；法國 EDF 電力公司之 Antoine Herzog 說明渠在開發電動車領域之現況與展望，最後則由

WNA 之 King Lee 報告 WNA 長期大力推動之開創和諧能源組合之目標願景所進行之各階段工作任務。

經由參與本工作小組之討論得以從不同之層面了解核能發電在能源組合中所具有之優勢與劣勢。更重要的是為達成核能發電在共創和諧能源組合中，扮演關鍵性的無碳能源，必須讓執政者或是關鍵決策者充份了解核能所具有之各項特性，使得決策者在進行評估考量時能夠完全認知各種能源組合下，核能發電所能帶來之影響與目標。

雖然核能具有高度之政治敏感性，或許在決策者進行判斷時會受限於某些因素考量而不受青睞。然而，不可否認的是在政治考量之外，核能發電所具有之絕對競爭優勢，以及其無碳能源之特性，或許可成為能源組合中提供可靠穩定之能源來源之一，形成和諧能源之絕佳組合。

由於 Economics Working Group 之參與成員多為經濟學等社會學方面之專家，可以從另一角度分析核能發電之特性，故未來在環境允許下，仍可考慮參與此工作小組之討論，以提供本公司或相關決策者參考。

(二)、Waste Management & Decommissioning Working Group

此工作小組主要以增進廢棄物管理與除役工作之觀點持續關注業界最新發展，以促進用過核燃料之再循環與再使用，並且提高核電廠廢棄物處理之安全。同樣地，此工作小組會將其討論或研究之成果發表或出版，目前主要有廢棄物與用過核燃料之安全管理報告以及核電廠除役之安全。同時，本工作小組亦與 IAEA 之廢棄物安全標準委員會共同合作，以努力提昇廢棄物與除役工做之安全管理。

由於本國之核一廠 1 號機即將於 107 年除役，且在電業法修正案通過後，未來勢必面臨許多除役與相關廢棄物處理之議題，因此，本次年會中亦選擇參與本工作小組之討論，期能收集相關重要之資訊，以提供本公司相關主政單位之參考。

本次工作小組之討論除了更新目前在廢棄物與除役工作管理上之發展外，亦由各個組織或電力公司提供在廢棄物與除役工作管理上相關之經驗，以供各會員參考。會中提及由於各國對廢棄

物管理與除役工作之管制立場與方式不盡相同，且在各階段處置場之發展亦有所差異，故如何能夠簡化並整合所提供之資訊，使得各會員皆能夠易於參考或使用，成為一項非常重要之工作。因此，本工作小組與國際上重要之相關組織，包括 IAEA、OECD NEA、FORATOM 等，密切合作以朝向發展出一標準化之資訊提供方式，使業界能夠易於參考並促進各自在廢棄物管理與除役工作上之安全。

因此，本次工作小組除了包括 IAEA 之 Vladimir Michal、OECD NEA 之 Massimo Ciambrella 與 FORATOM 之 Berta Picamal 說明目前各組織在廢棄物管理與除役工作上各項計畫與行動方案之進展之外，並由來自日本 TEPCO 電力公司之 Naoto Yagi、中國 CGNPC 之 Xiao Min 與法國 EDF 電力公司之 Arne Larsson 分別說明在除役工作中相關之經驗。其中，Berta Picamal 更說明了目前為因應英國脫歐，目前不論是英國或是 EURATOM 皆持續積極努力進行管制方面之相關討論與談判，期能在未來之核能管制方面之工作，包括廢棄物管理之部分，皆能夠順利銜接。

藉由參與本次工作小組之討論亦有幸認識工作小組召集人 Binika Shah 女士，並與渠就廢棄物管理與除役工作之問題進行意見交換。Binika Shah 女士表示對於我國核電廠未來在廢棄物管理與除役工作上有任何需要協助之處，隨時歡迎與渠聯絡。經由這次工作小組之討論不難理解在未來隨著除役之機組數增加情況下，廢棄物之處置或減量，以及除役工作之安全性，將越來越突顯其重要性，職已將本次所收集之資訊轉交本公司相關主政單位參考，期能對本公司未來在核電廠除役工作或廢棄物管理上有所幫助。

(三)、Fuel Cycle Members' Forum

核燃料循環會員論壇係由 WNA 之資深會員組成，主要係透過工作小組之方式決定 WNA 重要之核燃料循環大會(Fuel Cycle Plenary)所需討論之內容與方式，以提供各會員國在核燃料循環之重要議題或所面臨之困難方面，能夠有效地進行意見交換並提供所需之重要資訊。

本次論壇期逢 2 年一次之核燃料市場報告之出版，故首先就由負責撰寫報告之 Fuel Report 工作小組說明本次報告之重點，再由 UxC 顧問公司的 Jonathan Hinze 針對全球重要之能源發展報告，美國能源資訊管理局(EIA)以及歐盟 Euratom Supply Agency(ESA)所出版之年報進行比較分析。除此之外，用過核燃料永續管理工作小組(Sustainable Used Fuel Management Working Group)與運輸工作小組(Transport Working Group)亦於本次論壇中說明目前工作與計畫之進展。本次論壇亦邀請包括俄羅斯 TVEL 公司、日本 TEPCO 電力公司以及美國西屋公司，分別對核燃料循環中相關之重要發展或經驗進行專題報告。

負責本次核燃料市場報告出版之召集人，瑞典 Vattenfall 能源公司之 Fredrik Leijonhufvud 與 Tenam(俄羅斯 TENEX 集團負責美國行銷之子公司)之 Fletcher Newton 指出本次核燃料市場報告調降了未來核能發電之成長，此係源自於預期電力需求成長之減緩、美國天然氣與再生能源之競爭、電力市場自由化與政府之政策等因素所造成。儘管如此，報告預期未來核能仍將緩慢逐漸成長並在未來之能源組合中佔有一定之比例。

UxC 顧問公司的副總 Jonathan Hinze 指出未來美國與歐盟之核能機組裝置容量皆呈減少之趨勢，2016 年美國與歐盟電力公司的現貨採購平均價格分別為 \$29.62/lb 與 \$37.71/lb；長約採購平均價格則分別為 \$46.11/lb 與 36.88/lb，皆較 2015 年為低。在庫存量方面美國則較 2015 年增加；歐盟則有降低之趨勢。此兩地區未來 3~4 年的需求未涵蓋量仍然較低，約至 2025 年以後才會出現較高之需求。

經由參加此論壇發現這也是業界非常重要的會議之一，參與會議的人士皆為核燃料循環市場中各供應商或是電力公司的高層人員，有點像是 WNA 年會的會前會一般，會場可看到各鈾礦商、轉化商、濃縮商、電力公司與顧問公司等，除了聆聽演講者說明之重要資訊外，在休息與用餐時段亦非常熱絡地進行意見交換與討論，對目前市場之狀況或是最新發展提供各自看法，並了解對方之想法，參與本次論壇時亦有機會與其他電力公司代表、顧問公司、WNA 人員等進行討論與意見交換，發現目前市場雖然

仍處於低迷的狀況，但透過整合、降低成本或是提升安全與公眾溝通的積極作為，大部份的市場人士仍對核能的未來有信心，並認為由於核能供應鏈發展前置期較長的特性，故現階段仍需做好相關之準備以避免未來需求出現時無法及時供應，造成價格高漲之現象。

二、世界核能協會年會

WNA 2017 年會議程

Wednesday, September 13, 2017		
16:00 - 18:15	Exhibition launch & English afternoon high tea	
18:45 - 21:00	Welcome Reception sponsored by Rosatom	
Thursday, September 14, 2017		
9:00 - 9:10	Chairman's address	Helmut Engelbrecht, Senior Advisor, URENCO Deutschland GmbH
9:10 - 9:25	Director General's address	Agneta Rising, Director General, World Nuclear Association
9:25 - 9:40	The role of CGN in China's and the world's development of nuclear energy	Ligang Gao, President, CGN Power
9:40 - 9:55	Making the new nuclear fuel cycle	Liudmila Zalinskaya, General Director, JSC TENEX
9:55 - 10:10	Lessons learned in the safety-led development of the UAE peaceful nuclear energy program	Mohamed Al Hammadi, CEO, ENEC
10:10 - 10:25	Hot Seat interview	Bernard Fontana, CEO, Areva NP
10:25 - 11:25	Coffee break sponsored by ENEC	
11:00 - 11:30	Launch of the Nuclear Fuel Report 2017	Fredrik Leijonhufvud, Purchasing Manager, Vattenfall Nuclear Fuel AB Fletcher Newton, President, TENAM Corporation
11:30 - 12:15	Nuclear fuel cycle panel	Moderator: Helmut Englebrecht, Chairman, World Nuclear Association SPEAKERS: Elmer Dyke, Senior Vice President, Business Operations, Centrus Energy Corp. Adrienne Hanly, Uranium Resources Specialist, International Atomic Energy Agency Fredrik Leijonhufvud, Purchasing Manager, Vattenfall Nuclear Fuel AB Brandon Munro, Chief Executive Officer, Bannerman Resources Ltd Fletcher Newton, President, TENAM Corporation
12:15 - 12:30	Hot Seat interview	Michael Pacilio, COO Exelon Generation, Exelon Generation Company, LLC
12:30 - 14:00	Lunch sponsored by KEPCO	
14:00 - 14:15	Improving communication and dialogue to strengthen support for nuclear energy	Guillaume Dureau, Deputy to the Chief Executive Officer, AREVA

14:15 - 14:30	Communication, trust and credibility: the vital elements for building public confidence	Kirsten Gogan, MSc, Co-Founder, Executive Director, Energy for Humanity
14:30 - 14:45	Nuclear energy and society: understanding European engagements with nuclear technologies	Gene Rowe, Director, GRE
14:45 - 15:00	How safe is safe enough?	Laura Hermann, Partner, PCG
15:00 - 15:15	Communications Q&A	Guillaume Dureau, Deputy to the Chief Executive Officer, AREVA Kirsten Gogan, MSc, Co-Founder, Executive Director, Energy for Humanity Laura Hermann, Partner, PCG Gene Rowe, Director, GRE
15:15 - 15:30	Hot Seat interview	Callum Thomas, CEO, Thomas Thor Associates
15:30 - 15:55	Coffee break sponsored by Centrus	
15:55 - 16:10	Lead-cooled reactor systems	Janne Wallenius, Professor, CEO, LeadCold Reactors
16:10 - 16:25	Bringing innovation into nuclear from outside the sector	Paul Howarth, Dr, Chief Executive Officer, National Nuclear Laboratory
16:25 - 16:40	Powering the future: expanding uses of the NuScale Power, LLC, small modular reactor	Thomas Bergman, Vice President, Regulatory Affairs, NuScale Power, LLC
16:40 - 16:55	Flexible operation: opportunities in the future EU electricity markets?	Victoria Alexeeva, Energy economist, IAEA
16:55 - 17:10	The business case for the integral molten salt reactor	Louis Plowden-Wardlaw, General Counsel and Head EMEA, Terrestrial Energy
17:10 - 17:25	Nuclear futures session Q&A	Victoria Alexeeva, Energy economist, IAEA Thomas Bergman, Vice President, Regulatory Affairs, NuScale Power, LLC Paul Howarth, Dr, Chief Executive Officer, National Nuclear Laboratory Louis Plowden-Wardlaw, General Counsel and Head EMEA, Terrestrial Energy Janne Wallenius, Professor, CEO, LeadCold Reactors
Friday, September 15, 2017		
9:00 - 9:15	The state of Westinghouse: today and tomorrow	Jose E. Gutierrez, President and CEO, Westinghouse Electric Company
9:15 - 9:30	What are the plans for the US? How will they be achieved?	Maria Korsnick, President and CEO, Nuclear Energy Institute
9:30 - 9:45	Creating shareholder value at uranium mining company	Riaz Rizvi, Chief Commercial Officer, NAC Kazatomprom
9:45 - 10:00	CAP1400 and SMR development in SNERDI	Mingguang Zheng, Ph. D, Senior Vice President of SNPTC, Shanghai Nuclear Engineering Research & Design Institute

10:00 - 10:15	Session Q&A	
10:15 - 10:30	Hot seat interview	William D. Magwood, IV, Director-General, Nuclear Energy Agency (NEA)
10:30 - 11:00	Coffee break sponsored by Fennovoima	
11:00 - 12:15	Regulators panel: opportunities and challenges	Alexey Ferapontov, PhD in Engineering, Deputy Chairman, Rostechnadzor Marc Leblanc, Commission Secretary, Canadian Nuclear Safety Commission Richard Savage, Chief Nuclear Inspector, Office for Nuclear Regulation Petteri Tiippana, PT, Director General, STUK Christer Viktorsson, Director General, Federal Authority for Nuclear Regulation
12:15 - 12:30	The introduction of ISO 19443	Laurent Kueny, Vice President Nuclear Services, Bureau Veritas
12:30 - 14:00	Lunch	
14:00 - 14:15	The role of the contract in nuclear project and enterprise failure: what's broken and how to fix it	Ahab Abdel-Aziz, Global Director, Nuclear Power Generation, Gowling WLG
14:15 - 14:30	Why build new nuclear power now? Employment and low interest rates!	Geoffrey Rothwell, Principal Economist, Nuclear Energy Agency/OECD
14:30 - 16:00	High level panel: delivering a clean and reliable energy future	Robert Davies, COO, CGN UK Minna Forsström, Project Director, Fennovoima Oy Leonam Guimaraes, Technical Director, Eletrobras Eletronuclear Kirill Komarov, First Deputy CEO for Corporate Development and International Business, Rosatom Preston Swafford, Chief Nuclear Officer & Executive Vice President Nuclear, SNC-Lavalin

(一)、本屆年會簡介

本屆年會正式註冊之參加代表約 600 人，其中有 3 成以上為業界之總裁或高階主管人士。來自北美與歐洲的代表約佔 40%，亞洲則約佔 12%。供應商約佔 40%，電力公司與燃料採購之需求端則約佔 12%，政府或組織亦約佔 12%。由此可知，WNA 年會確為業界重要的年會，世界各國之電力公司或是供應商皆非常重視本年會而派代表與會，以利用此面對面溝通之機會，進行討論或是意見交換，進而尋求合作之機會共求核能之健全發展。

本屆年會為期三天，延續 WNA 於 2015 年會所提倡與努力之和諧共存(Harmony)目標，期許核能業界人士持續朝向此目標努力前進。會中討論之議題涵蓋能源之政策、核能機組之發展與興建、前端循環之需求與供應、廢棄物之管理與除役技術、第 4 代與小型模組反應器之發展、核能管制法規之動態與群眾溝通等，皆為達成和諧共存目標

(二)、本屆年會討論議題摘錄

大會祕書長 Agneta Rising 女士在開幕致詞中表示，電力之需求是人類進步與現代化重要之根基，而全世界仍有許多地區處於無法取得電力之狀態，導致許多嚴重的社會問題。而在所有的能源組合中，核能具有許多之優勢，尤其是在全球一致面對氣候變遷之議題，而極力發展低碳能源時，核能能夠提供無碳排放之穩定可靠之能源，因此，核能不論是在此能源型態轉換之時期，或是未來之能源組合中，皆為各國政府可優先考慮之選項。

然而，目前核能的發展卻遇到了 3 大阻礙-不公平的市場競爭、多重之管制障礙與不正確之安全認知。

- 在與各種能源在做比較時，核能之穩定、可靠、無碳排放的優點常被忽略，造成不公平的市場競爭，使得核能之發電成本常被誤導為較其他能源為高。
- 相同的一項管制規範，卻存在各種不同的管制法規，且缺乏依國際上一致之標準，造成核能在符合管制法規上之多重障礙。

- 政府或是普羅大眾對核能不正確的安全認知，使得核能能夠為人類所帶來的許多益處完全被忽略。

因此，Agneta Rising 女士大力疾呼，採取行動的時刻到了，業界之所有人士皆應採取相關之作為以解決上述 3 大阻礙，讓核能與再生能源成為未來之低碳能源經濟組合，提供未來全人類穩定、安全、可靠之低碳能源。

大會主席來自 Urenco 公司之 Helmut Engelbrecht 則強調，由德國之納稅人所支付的電費帳單中，其中有 1/3 係為了補貼再生能源而付出，就是秘書長 Agneta Rising 女士所言最強而有力的證明。

針前述和諧共存(Harmony)目標，以及 3 大阻礙，本次大會討論主題即圍繞其內容，由各市場主要供應商、電力公司、相關組織以及顧問公司等，說明其最新發展並安排各項座談，以與業界所有之參與者共謀解決之道。

1. 在面對不公平的市場競爭方面

來自美國 Exelon 電力公司之營運長 Michael Pacilio 在座談會中強調，在電廠之營運上必須先要求安全性，2016 年渠公司旗下之各核能電廠運轉績效皆非常良好。而在面對美國低廉天然氣與接受政府補貼之再生能源的雙重競爭下，Exelon 正積極與政府爭取核能在無碳排放上之貢獻，例如最近美國能源部長 Rick Perry 希望聯邦能源監管委員會 (FERC) 能夠針對可以提供長期穩定供應能源之核能電廠及燃煤電廠提出研究報告，分析是否可提供適當之補貼機制，以確保國家能夠保有長期穩定能源供應之彈性，即為一最佳之範例。然而，Michael Pacilio 亦強調仍端視有多少州政府可以接受能源部之報告而做出相對應對核能有利之政策決定。此外，Michael Pacilio 亦提出核能優勢之另一項觀點，在極端氣候下，如近期美國德州遭受哈維颶風的侵襲，核能電廠提供了當時穩定之能源供應，其重要性不言而喻。最後，Michael Pacilio 表示電力市場必須進行重整，究竟是否存在著電力競爭之自由市場仍有許多質疑，只有

在提供公平機會之受管制電力市場，核能電廠較有機會與其他能源共存，並進行新建核能電廠之投資計畫。

2. 在多重之管制障礙方面

本次大會特別安排一場高峰座談會由來自俄羅斯管制機構 Rostechndzor 之 Alexey Ferapontov、加拿大核能安全管制委員會(Canadian Nuclear Safety Commission)之 Marc Leblanc、英國核能管制機構 Office for Nuclear Regulation 之 Richard Savage、芬蘭輻射與核能安全管制機構 STUK 之 Petteri Tiippana 以及阿拉伯聯合大公國核能管制單位 Federal Authority for Nuclear Regulation 之 Christer Viktorsson 等五位嘉賓，針對各國在核能管制上的做法與可能之變革進行說明與討論。謹摘要說明職認為較重要有參考意義性之內容如下：

地主國英國的 Richard Savage 表示該如何說服政府接受核能安全的事實，並建立民眾對核能安全的信心，管制機構扮演著關鍵性的角色。由於核能之專業性與一般民眾對核能的不了解，造成核能在發展的路上受到許多的阻礙與錯誤的認知。也因此，各國皆建立獨立超然的管制機構，以肩負起監督業者與溝通說明之角色，同時政府對管制機構之尊重與信賴也非常重要。至於該如何確保核能安全，Richard Savage 表示負責任的業者、專業堅強的審查能力與獨力的審查機構為確保核能安全的金三角。唯有在此架構上才能達成核能安全的互信互賴，也只有建立在這樣的伙伴關係後，政府能夠完全接受核能的安全，民眾也能夠充份認知核能的安全性，進而確保核能健全的發展。此外，面對新一代設計之反應器，如鉛冷式反應器、SMR(small modular reactor)等 Richard Savage 也表示管制單位必須做好準備，以因應未來面臨之挑戰。

加拿大之 Marc Leblanc 則表示管制單位與業主其實是互信的工作伙伴，不論是在現有電廠之營運管制上，或是新建機組之執照申請審查之工作上，彼此之間的良好溝通是非常重要的，管制單位也同時必須考慮實際之需求，以做出

真正必須有效之管制與審查機制，以達成有效之監督目的，而非過度保守之要求，透過這樣的互信關係，不但可以真正確保核能安全，也可以在合理的要求下讓業主有所依循並更有合作之意願以達成最高的安全要求，民眾也可以對管制單位更有信心，並可以完全信賴管制單位之監督。至於在新一代反應器之審查準備與進行上，Marc Leblanc 亦說明與業主之溝通，其實在設計階段前就已經開始，該如何建立審查的機制或工具對管制單位來說皆是必須面臨之課題。

俄羅斯之 Alexey Ferapontov 則強調如何建立民眾對管制單位之信心是非常重要的，尤其是核能之專業特性，民眾必須仰賴一專業負責之管制機構，確認核能使用上的安全，才能夠安心地享有核能所帶來的優點，而管制單位也必須設法拉近與民眾間的距離，除了讓民眾放心之外，在與政府溝通上也易於達到事半功倍之效。至於，新一代反應器審查之議題上，Alexey Ferapontov 表示 Rostekhnadzor 預計在 2018 年底可做好準備鉛冷式電廠之審查，渠有信心管制機構會順應時代之潮流，扮演核能安全監督之角色，並能做好政府與民眾間溝通之橋樑，使核能得以正常之發展。在本場座談會中，雖然各國管制單位對於管制之方式是否太過嚴謹，造成多重之管制現象，使得核能之發展有所阻礙的議題上，並未有太多之討論與著墨。不過從與會之各管制單位間之討論內容，及其與現場各業主、電力公司或是各組織間之互動，可以發現彼此之間之溝通良好，且皆能夠了解對方之想法並互相配合，以共同追求確保核能之安全。

3. 在對核能錯誤的安全認知方面

每次大會皆安排溝通之討論議題，以共同解決各國普遍面對之核能錯誤安全認知問題。今年的大會也不例外，除了安排高峰座談會外，也針對此主題邀請來自法國 Areva 集團之資深執行副總 Guillaume Dureau、擔任英國政府公眾溝通顧問之 Kirsten Gogan、英國 Gene Rowe Evaluations 顧

問公司之 Gene Rowe 與美國 Potomac Communications Group 顧問公司之 Laura Hermann 分別簡報說明在溝通上之相關議題。謹摘要說明職認為較重要有參考意義性之內容如下：

Guillaume Dureau 以”公眾信心-另一種客戶”為題說明 Areva 集團之後端營運部門，如何將公眾信心視為另一種客戶，以達成公眾對渠後端相關之營運或是設施上之信心。

Guillaume Dureau 表示對核能之公眾信心是非常脆弱、極端，卻也是多重面向，必須不斷地進行資訊之收集與行動，而且建立公眾信心對核能而言是至為重要的一項要素。公眾信心係建立在安全地運轉設施、負責任的廢棄物管理(包括運輸)以及未來除役之工作規劃上。至於如何建立公眾信心則可以是多重面向之方式，各種方式都有其必要，惟重要的是必須經常為之且持續運作。Guillaume Dureau 舉例說明 Areva 集團之後端設施之營運係將與當地居民之溝通與互動做為每日任務，每天都有不同之方式接觸當地居民，不論是參訪、在學校舉辦活動、大學之課程講授、媒體記者會...甚至於與當地市長或職業團體(如農漁會)定期的舉行會議進行溝通，都是渠持續進行之活動。

Guillaume Dureau 最後表示要將公眾信心視為公司的重要資產之一，以長期營運之心態，透過各種不同之方式進行，此公眾信心得之不易，卻可能因一點失誤而喪失所有，所以也必須努力維持。

英國 Gene Rowe Evaluations 顧問公司之 Gene Rowe 則指出反核團體之出現通常不僅只關注在核能之議題上，通常亦涉及其他的問題，而核能只是其中的一部份。例如對政府的不支持或不信任、反美國主義(Anti-Americanism)、反傳統文化潮流運動(Counter-cultural movements)、環保運動主義等。若要由上而下，藉由政府解決溝通的問題，通常與政府受人民信任相關，高度受人民信任之政府，反核團體的影響力相對較少。這些與非核能相關之議題造成人民對核能懷疑之態度與日俱增。因此，Gene Rowe 認為信任係

靠贏取而非建立，若政府受人民信賴，則在推動核能政策上所受到之阻力相對而言會比較少。

(三)、參與本屆年會之心得

本屆年會距離福島事故發生已有 6 年之久，雖然市場仍然呈現低迷之狀態，但看得出來所有業界之參加人士，仍對核能充滿信心，並認為核能與再生能源之結合，將是未來低碳能源之絕佳組合。

然而，如同 WNA 於 2015 年所提倡與努力之和諧共存 (Harmony) 目標一般，目前業界所有人士皆必須共同努力，以渡過目前市場低迷之情況。尤其是核燃料前端循環供應前置期較長之特性，當市場出現需求之時，該如何有足夠的供應來源提供所需，以避免出現價格高漲的問題，也是業界所必須面臨的問題。

由各組織與電力公司的討論或談話內容來看，在全球面臨能源轉型以達成 COP21 之目標之際，核能確實有其優勢可提供無碳排放之穩定可靠之能源來源之一。尤其是再生能源之轉換並非一蹴可幾，在轉型過程中該如何尋求可靠之替代能源也是各國積極思考與發展之重要課題。

由於核能所具有之優勢可以為人類帶來許多便利可靠之能源，但相對地也必須思考其負面之問題，以突破這些問題，讓世界尚欠缺能源之地區也能享受能源之益處。惟核能專業獨特性質，加上許多的因素，造成長久以來各國對核能的政策大不相同，更由於一般大眾錯誤的認知，造成核能成為一項易受爭議之議題。因此，該如何透過業界所有人士之努力，以最高水準保有核能之安全下，讓政府與一般民眾正視核能之優點，並真正了解核能，或許已成為業界目前最主要努力之目標。誠如 WNA 秘書長在閉幕致詞所言，在確保核能安全之前提下，必須讓政府與民眾正確認知核能之內涵，包括各種能源之真正原始價格，然後盡力讓全球法規能夠標準化，以提倡核能之發展。

本屆年會在 WNA 與所有參與者努力下劃下了完美的句點，但或許真正的考驗一直尚未結束，未來核能機組之成長與否仍然決定了市場之走向，這也代表著只要能夠改變政府的決策者與一

般大眾對核能接受的程度，並且讓核能成為能源轉型時期之絕佳來源，在新一代核能科技同時進步下，核能之未來或許仍然有其機會，這也許是各國與會代表仍然對核能充滿著信心之原因。

三、與相關廠商洽談之議題

WNA 年會係為業界非常重要之會議，幾乎業界所有關鍵供應商、電力公司、貿易商、顧問公司、政府機關、民間組織等重要成員皆會參與，因此，各市場人士皆透過此重要之會議進行面對面之會談，以有效地了解彼此間之想法，或是分享重要之訊息，以做為未來決策之參考。許多業界之供應商、貿易商或顧問公司亦透過本年會與本公司洽談相關議題或分享資訊，以提昇彼此合作之機會。

我國電業法已明訂 2025 年達成非核家園，因此，對於本公司剩餘鈾料之處理，以及合約之協商，期望可透過參與此次會議之機會，與相關廠商洽談或討論，以收集並掌握市場之資訊，期能先行掌握未來鈾料出售或處理之契機。

(一)、貿易商 Itochu 與 Marubeni

Itochu Corp. 為大型日本商社，其貿易範圍包括食品、機械、纖維、情報、IT、媒體、紙、建材、物流相關等非原物料的產業，以及能源、化學品、金屬等原物料產業。其與核能相關之產業隸屬於金屬部門下，該部門同時亦負責煤炭之貿易。

Marubeni Corp. 為另一家大型日本商社，其貿易範圍包括化學品、電子產業、能源、金屬、船舶、電力、機械、纖維、紙漿、食品等事業。與核能相關之產品則隸屬於能源部門，範圍則包括各類油品、液化天然氣、液化石油氣以及核燃料等。

Itochu Corp. 與 Marubeni Corp. 皆為業界歷史悠久之貿易商，具有豐富之核燃料貿易經驗，與本公司皆有往來之經驗，其中 Itochu Corp. 更曾參與本公司原料鈾現貨採購案。

最近在 Itochu Corp. 與 Marubeni Corp. 分別拜訪本公司做定期訪談時，曾表示若本公司未來在政府非核家園政策下，有出售剩餘物料之規劃時，渠等皆有意願承購，並表示雙方可持續對此議題進行溝通與意見交換，故本次 WNA 年會，Itochu Corp. 與 Marubeni Corp. 亦分別邀請職繼續就此議題進行討論。

(二)、 Cameco Inc.

Cameco Corp.為多倫多及紐約雙掛牌公司，主要業務為原料鈾生產，轉化服務供應，渠並取得加拿大 Bruce Power 電力公司部分股份。Cameco Inc.則為 Cameco Corp.專屬行銷公司。本公司目前與 Cameco Inc.公司有乙紙轉化服務合約。

Cameco Inc.公司亦趁本次年會與職安排會談，除就市場狀況進行意見交換外，並合約執行與安排相關事宜進行討論。

(三)、 Uranium One Inc.鈾礦商

Uranium One Inc.為俄羅斯國營公司 ROSATOM 100%持有之子公司，主要以子公司和合資之方式進行礦區開發。主要礦區位於哈薩克、澳洲及美國。2016年產量約為12.7百萬磅原料鈾，銷售量則約為13.5百萬磅。以往本公司原料鈾長約採購皆會邀請 Uranium One Inc.，惟渠皆未參與投標。目前 Uranium One Inc.公司仍與本公司保持一定之聯繫以尋求可能之合作機會。

Uranium One Inc.藉本次年會之機會與職洽談，雙方除交換目前之市場資訊外，Uranium One Inc.能夠了解目前非核家園政策下，本公司不再進行任何採購案之做法，渠表示若未來我國核能政策有任何之改變時，雙方可再進一步洽談合作之機會。

(四)、 TENEX

TENEX 為俄羅斯國營公司，主要負責前端循環核燃料以及俄羅斯核後端技術之銷售業務。近年來 TENEX 積極拓展俄羅斯前端循環之市場，並曾接觸本公司了解是否有任何雙方合作之機會，惟礙於俄羅斯”一個中國”之政治考量，雙方皆未有進一步之動作。

本次年會 TENEX 亦邀請職洽談雙方相關可能之合作機會，職在會中重申本國目前非核家園之政策下，已無任何前端循環之市場需求，此外，俄羅斯”一個中國”政治因素仍然構成雙方貿易之障礙，必須先能夠解決此項議題，雙方才能有進一步洽談之可能。TENEX 表示渠非常了解此項限制，並正在積極努力透過其他安排，創造雙方可能之合作機會。渠亦表示了解本國目前之政策，惟未來若有需求時也非常有意願提供服務之機會。

同時，TENEX 表示目前渠主要積極在拓展核後端之相關市場，並表達若本公司有需要，可協助處理核廢料，例如提供處置

場址，亦包括除役相關工作。至於相關之保防或政治限制，渠表示皆可透過協議之方式解決，並正在努力突破中。職則回應表示可以理解 TENEX 目前所積極開拓之市場以及與本公司合作之機會，將帶回相關之資訊供本公司相關負責人員參考，若有需要本公司相關負責人員將與渠聯絡。

四、庫存核物料查驗與合約交貨規格查核作業

本公司為確保核燃料供應安全與穩定，訂有庫存政策。其中，鈾料(包括原料鈾與轉化鈾)庫存存放於國外轉化廠與濃縮廠。由於庫存鈾料金額頗鉅，為確保本公司權益，定期查看以了解貯存情況確有必要，以確保庫存物料數量之正確及安全。本次趁參加年會之便順道前往本公司濃縮商 Urenco 公司之 Capenhurst 濃縮廠，除查證本公司庫存物料外，雙方並就合約結束後之處理與相關安排交換意見，以做為未來本公司之參考。

(一)、查證 Capenhurst 濃縮廠

URENCO Ltd 為英國註冊公司，為核燃料濃縮商，渠總部設於英國。股權分別由英國政府、荷蘭政府和德國電力公司各持有 1/3 股份。其中德國電力公司股權分別由 E.ON Kernkraft GmbH 及 RWE Power AG 各持有 50%。

Urenco 之主要業務為提供電力公司製造核燃料所需之濃縮服務。旗下濃縮廠分為歐洲及美洲二區：歐洲區業務由其子公司 UEC 及 UEC 全屬濃縮廠營運子公司 URENCO UK Ltd (Capenhurst)、URENCO Nederland B.V. (Almelo)及 URENCO Deutschland GmbH (Gronau)負責；美洲區則由 URENCO USA Inc. (UUSA) 及 UUSA 的濃縮廠營運子公司 Louisiana Enrichment Services LLC. ("LES")負責。職本次查證之濃縮廠即為 URENCO UK Ltd 子公司營運之 Capenhurst 濃縮廠。

Capenhurst 濃縮廠位於英格蘭西北方，距離 Chester City 約五哩，本次查證過程係在 Urenco 集團全屬銷售子公司 Urenco Enrichment Company Limited 之總經理 Tony McCormick 與中國與東南亞區行銷副總 Laure Von 陪同下，由 Capenhurst 濃縮廠物流經理 Phil Strapp 接待，參訪並查證 Capenhurst 濃縮廠。

Tony McCormick 總經理表示 Capenhurst 濃縮廠係其旗下唯一一座包含各代濃縮技術之濃縮廠，主要之濃縮設施分佈在 A3、E22 及 E23 廠房。在查證過程中，可以看到隨著技術之演進，機型的設計尺寸越來越高，並朝向模組化與更具有彈性之方向設計，以利於因應產能之變化。Phil Strapp 經理表示 Capenhurst 濃縮

廠之營運一直朝向降低成本、提高產能為目標，在此精神下，其設備之設計更有效率，廠房之環境更有人性化，當然，安全為其最高之標準。本次主要查證 E22 及 E23 廠房，行銷副總 Laure Von 表示目前因應市場低迷之狀況，較舊之 E22 廠房正進行產能之調整，以節省相關成本之支出，惟此舉並不影響渠對客戶之履約能力。

(二)、查證物料接收、暫存與充填區

除了濃縮廠房外，本次查證亦前往饋料接收站、濃縮鈾充填與裝貨站以及饋料及下腳暫存區查證其執行情形。

Phil Strapp 經理表示由於物料之儲存必須裝於符合法規要求之容器內，因承裝容器體積龐大，故一般業界之做法皆透過記帳方式，並由渠配合交貨調度，以節省庫存空間。因此，本次前往渠接收與庫存地點時，並無法直接看到本公司之庫存物料。惟仍可以看到渠在庫存區域所做的相關管制措施非常良好，以確保所有物料之安全。

整個濃縮製程之設計，由於饋料接收與濃縮鈾充填使用之設備幾乎相同，故饋料接收站、濃縮鈾充填與裝貨站之位置非常接近。當饋料以 48Y 型式之承裝容器置入接收設備後，將對容器加熱使天然 UF₆ 轉變成氣體進入濃縮製程；相對來說，完成之濃縮鈾氣體，回到充填站時，將透過類似之設備進行冷卻降溫，惟此時係以氣體充填入承裝之 30B 型式容器。職藉機詢問該如何區分饋料與成品時，Tony McCormick 總經理表示兩種容器的體積差異很大，故並不會形成判斷上的問題。

除了上述之地點外，Phil Strapp 經理並帶著一行人查證下腳物料之暫存區，行銷副總 Laure Von 表示目前下腳物料儲存空間已接近滿檔，故目前正在興建中之下腳處置廠房(Tails Management Facility；TMF)將於 2018 年完工，屆時可肩負起暫儲與處置之任務。當職詢問其主要之功用與目的時，Phil Strapp 經理表示由於氣態之下腳相對而言較不穩定，故渠承諾管制單位未來將轉化氣態之下腳成為固態之氧化鈾型式存放，以提升存放之安全性，同時此舉亦可節省儲存空間，對 Urenco 集團而言，是一項非常重要之投資。

而在前往各個廠房之途中，亦有路過興建中之 TMF 廠房，可以看到此現代化之廠房已接近完工之狀態，Tony McCormick 總經理表示目前土建工程進度已接近完工，接著是設備與機電部份，最後則在測試通過後預計 2018 年正式進入營運狀態。

(三)、與廠商洽談相關事宜

本次除查證本公司庫存物料外，雙方並就本公司合約執行相關事宜進行意見交換與討論。Tony McCormick 總經理表示目前市場低迷之情況下，渠有必要進行較精準之產銷規劃，以彈性因應市場之變化，同時，渠亦能了解我國非核家園之政策下，本公司困難之處境，因此，請本公司在需求可以確定之情況下，與渠保持聯繫並隨時更新最新之狀況，將有助於渠營運之調度。職則回應表示沒有問題，雙方可保持密切之聯繫以隨時掌握最新狀況。

職另表示目前合約係為需求型，在較為確定之核三廠需求下，合約應可順利執行至核三廠除役為止，較為不確定之核一、二廠需求，若有任何變化將提供給 Urenco 參考。

本次任務經查證後確認本公司庫存物料儲存紀錄與廠商現場之安排無虞外，雙方並就合約結束後之處理與相關安排交換過意見，可做為未來本公司之處理及規劃上之參考。

肆、心得與建議事項

本次出國任務除參加業界一年一度之重要年會，掌握市場最新資訊與發展外，更重要的是與市場重要人士進行洽談及意見交換，能夠確實掌握市場資訊之收集，以供本公司未來進行相關處置或是決策時之參考。此外，透過實地查證廠商之製程與庫存物料之管控，更能確保本公司庫存物料之安全，本次任務已達成下列目標：

一、掌握市場最新資訊與未來發展之脈動

本次任務除參與 WNA 年會外，並選擇參加屬於較細部規劃討論之 Economics、Waste Management & Decommissioning 以及 Fuel Cycle Members' Forum 等工作小組之會議。對於目前市場最新之資訊與動向可確實掌握，更能夠了解目前業界努力之方向或策略之調整，對本公司未來之處理或決策，皆可做為重要之參考。尤其是我國非核家園政策下，未來本公司核能電廠之相關處理或處置，包括核燃料之相關處理，皆須仰賴對市場資訊之收集，及了解業界主要之想法，以期能夠掌握先機，順利完成各相關之工作。本次年會可以發現業界人士對核能未來發展仍具信心，需要所有人共同努力解決安全、溝通與法規上之障礙，以改變目前之狀況。

二、透過參與此次會議之機會，與相關與會人士洽談

藉由本次會議與本公司合約商 Cameco Inc.；業界貿易商 Itochu、Marubeni 與 TENEX；以及業界鈾礦商 Uranium One 討論並進行意見交換，除了增進雙方之伙伴關係之外，並可了解各廠商之想法與需求，同時亦提供本公司目前之狀況及相關議題，與廠商溝通討論。

經由本次洽談，各廠商皆表示能夠了解我國之非核家園政策與本公司之困境，對於未來有任何合作的機會皆歡迎本公司向渠提出。此外，對於本公司所有機組除役後剩餘鈾料之處理，已與貿易商或 Cameco Inc.公司進行意見交換，雙方皆認同可持續保持聯繫，繼續討論此項議題。

藉由與其他廠商之洽談除可了解業界對市場之另一種看法，亦可掌握業界各廠商營運之策略目標變化。如此不僅可掌握市場

之契機，而且在未來有需要時，可以迅速掌握可以洽詢或合作之對象，以展開後續之動作。

三、查證本公司庫存物料

經由本次查證本公司濃縮商 Urenco 公司之 Capenhurst 濃縮廠，除確保本公司庫存物料數量之正確及安全，雙方並就合約執行相關事宜交換意見。

Capenhurst 濃縮廠對物料之管理良善，且皆能夠正確紀錄與維護相關資料，經由實地查證作業發現對物料庫存之數量與安全皆能確保無虞。在目前低迷市場情況下，Urenco 亦不斷改進其營運之策略，除了滿足客戶之需求外，並朝向永續經營之目標邁進。

此外，就本公司與渠之合約執行相關安排方面，雙方亦已進行討論與意見交換，以利未來後續之討論與安排。

除了達成出國之任務之外，本次任務期間亦發現即便在目前市場低迷之際，業界人士仍然認為要達成減緩氣候變遷所造成之影響，全球亟待低碳或無碳之能源，而核能無碳排放之特色，即為其中最佳選項之一，故業界各人士仍繼續努力，並且不斷嘗試不同於以往之做法，以彈性因應目前之狀況，等待市場復甦之時機到來。

由於核能產業除了核燃料前端循環市場外，包含的範圍相當廣，而且市場的變化瞬息萬變。在本公司面臨目前國家非核家園之政策下，更應派員積極參與此大型之會議，除可掌握各種所需之第一手資訊外，更可增加與業界互動之機會，了解目前業界大勢之所趨，以避免錯失相關處理之良機。