

出國報告（出國類別：其他）

參加 2021 年第 28 屆
全球核能婦女會年會出國報告
（視訊報告）

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：黃茹絹 技士

黃立元 助理研究員

派赴國家/地區：中華民國(台灣)

出國期間：110 年 10 月 18 日~110 年 10 月 22 日

報告日期：中華民國 110 年 12 月 06 日

摘 要

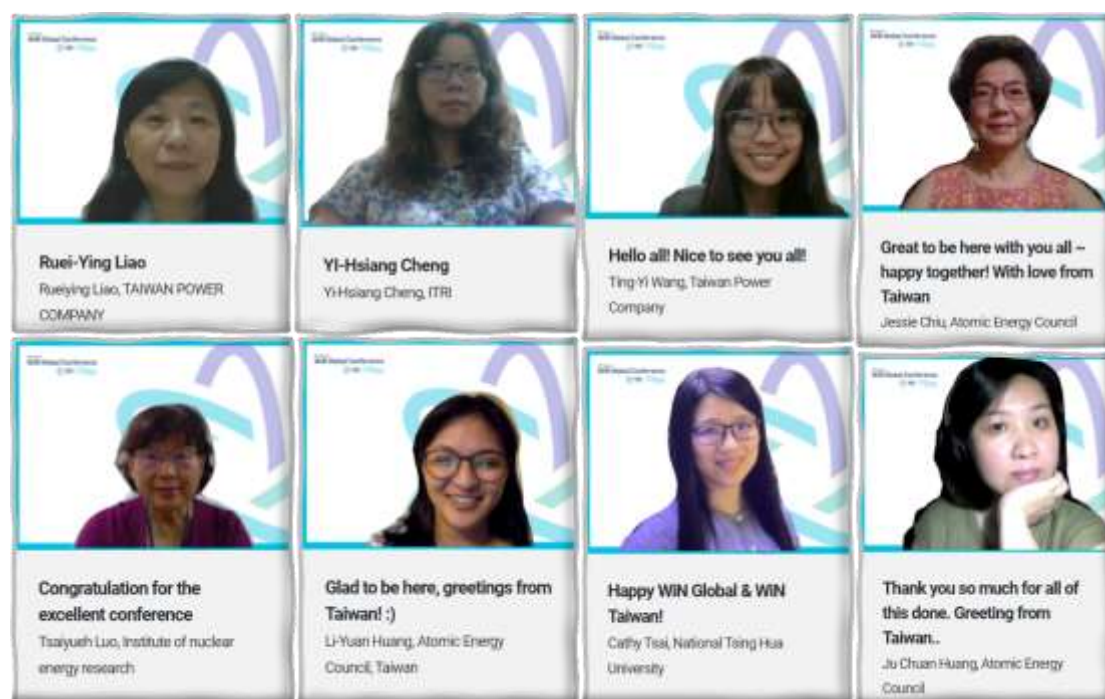
全球核能婦女會(WiN Global)有會員餘 3000 人，遍及 91 個國家。自 1993 年成立以來，我國每年均派代表出席年會，從未間斷。本次第二十八屆 WiN Global 年會原本應於去年(2020)年假加拿大尼加拉瓜瀑布城 召開，因 COVID-19 疫情之故，延至今年(2021)台灣時間 10 月 18 至 22 日線上方式舉辦會議。我國由原能會黃茹絹技士(WiN Taiwan 會長)及黃立元助理研究員(WiN Taiwan 委員)代表與會。主要任務為出席 WiN Global 執行理事會議與理事會議 (Executives and Board Meeting)，以及 WiN Global 年會，吸收新知和經驗。

目 錄

| | |
|--|----|
| 壹、目的 | 1 |
| 貳、議程 | 3 |
| 參、行程內容 | 12 |
| 一、10月15日執行與理事會議 | 12 |
| 二、性別平等與多樣性包容 | 16 |
| (一)、Leadership: Pathways to gender equity | 16 |
| (二)、Embracing Neurodiversity | 17 |
| (三)、Gender Parity by Design: Practical Actions to Address Underrepresentation of Women in Nuclear Security | 17 |
| 三、核子醫學應用 | 19 |
| (一)、Risk analysis focused in root causes in therapeutic nuclear medicine in Cuba | 19 |
| (二)、Irradiated! The life story of technetium-99m | 20 |
| (三)、Human factors considerations for a medical isotope production system | 22 |
| (四)、A Feasibility design study for Boron Neutron Capture Therapy of cancer based on a new deuterium-deuterium (D-D) neutron generator using MCNP | 23 |
| 四、核廢料處置 | 26 |
| (一)、Preparing for the Future = Waste Panel | 26 |
| 五、創新科技 | 28 |
| (一)、Severe accident analysis: development of a 3D multi- view analysis technique and application of machine learning to evaluate pool scrubbing | 28 |
| (二)、The use of risk insights to support regulatory inspections of nuclear power plants in Canada | 29 |
| 肆、明年年會預告 | 30 |
| 伍、心得與建議 | 31 |

壹、目的

參與 WiN Global 年會是 WiN Taiwan 每年重要的國際事務活動，且自成軍以來從不缺席。第 28 屆 WiN Global 年會原本是訂在去（2020）年 10 月要在加拿大舉辦，但因 COVID-19 疫情影響而延至今年 10 月 17-21 日（加拿大時間）（台灣對應時間為 10 月 18-22 日），採視訊平台會議方式舉辦。WiN Taiwan 共 8 位顧問和委員代表參加，包括：邱絹琇顧問、廖瑞鶯顧問、羅彩月顧問、鄭憶湘顧問、黃茹絹會長、王亭懿副會長、蔡惠予委員和黃立元委員。（註：下圖一為各顧問委員在與會期間，利用視訊會議平台之虛擬網美牆留下的紀念照片。）



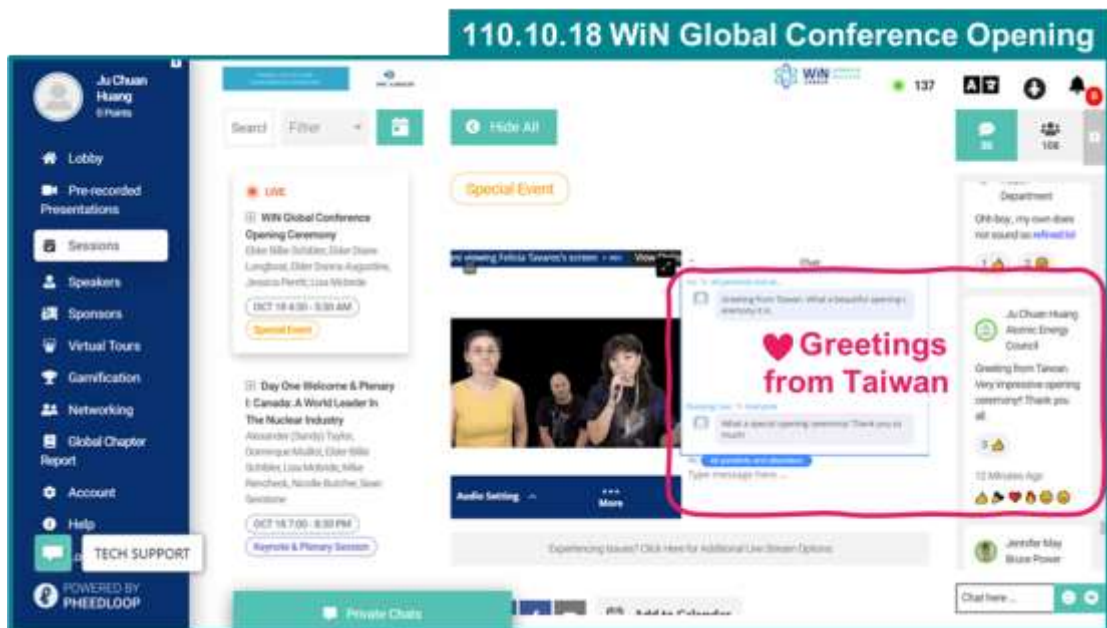
圖一、與會委員紀念照片

今年度的 WiN Global 年會，主辦國 WiN Canada 別出心裁，以加國原住民族的傳統文化充滿母性慈愛的祈福儀式與鼓聲歌聲（如圖二及圖三），為今年的年會帶來令人難忘的每一天，從開幕式到每天的開場到閉幕式，每天都有不同的祈禱詞、鼓聲和歌聲，透過視訊將祝福即時傳送給在世界各地同步與會觀禮的每一位會員，此外，主辦方的另一層用心亦蘊含傳達對原住民和女性於核能領域的多

樣性包容之意念，直呼應並展現 WiN Global 的重要核心價值之一——促進性別平等與多樣性包容。為了感謝主辦方 WiN Canada 和 WiN Global 的用心，WiN Taiwan 的出席代表也在與會期間多處留下祝福與感謝之語，作為回饋與響應。



圖二、祈福儀式



圖三、傳統鼓聲歌聲

貳、議程

第一天

| 台灣時間 | 主題 |
|----------------|------------------|
| 10.18 (一) | |
| 上午 04:30~05:00 | Opening Ceremony |

第二天

| 台灣時間 | 主題 | |
|----------------|---|---|
| 10.18 (一) | | |
| 晚上 07:00~08:30 | Plenary I: Canada: A World Leader In The Nuclear Industry | |
| 晚上 08:30~09:30 | Plenary II: Preparing for the Future = Waste Panel | |
| 晚上 09:50~11:20 | M1: Leadership & Development | 1. Elevate Your Career through Targeted Growth |
| | | 2. Increasing your Effectiveness through Bridging the Confidence Gap |
| | | 3. Leading Remote Teams - Building your NEW leadership tool box |
| | | 4. EQ and Resilience: Leading in a Time Disruption |
| | M2: ED & I | 1. Leadership: Pathways to Gender Equity |
| | | 2. Embracing neurodiversity, how this can help the workforce be positively charged for success |
| | | 3. Effective Diversity & Inclusion (D&I) initiatives - best practice from nuclear and other relevant industries |
| | | 4. A Survey on Women in STEM at the 2019 WNU Summer Institute to Share Best |

| | Practices and Lessons Learned |
|---|--|
| M3: Radiation & Waste | 1. Improvements in Stereotactic Radiotherapy and Small Field Dosimetry |
| | 2. Reducing Dose Exposure through Chemical Decontamination |
| | 3. Managing Waste on nuclear licensed sites successfully and safely |
| | 4. NWMO' s Site Selection Process |
| M4: Technology | 1. Verification of Nuclear Materials by Non-Destructive Assay Techniques |
| | 2. Nuclear Technology Applications |
| | 3. Positive impacts of nuclear technology in Jamaica |
| | 4. Review the safety instrumentation and controls system considering the trade-off between simplicity and complexity |
| M5: Communication & Public Engagement | 1. Pinning Down Love for Nuclear |
| | 2. Applying Indigenous knowledge to Continuous Learning and Improvement |
| | 3. Harnessing International Support for Nuclear Power: Challenges and Opportunities |
| | 4. Advocacy issues are becoming intertwined in both these domains. Discussion will look at how areas came together to execute the Budget campaign. |
| M6: SMRs | 1. From ITER to SMRs: Insights on the integration of transformational technology into. The Canadian nuclear industry |
| | 2. The Versatility of Microreactors: |

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| | | Opportunities Beyond Traditional Electrical Power Generation |
| | | 3. Leading Change: Global First Power' s plans to license, construct and operate Canada' s first SMR at Chalk River |
| | | 4. Advanced Nuclear Program in New Brunswick, Canada |
| 晚上 11:30~ 10.19 凌晨 00:45 | Plenary III: Day One Closing Remarks | |
| 10.19 凌晨 01:30~03:30 | WiN Canada Annual General Assembly & Awards | |

第三天

| 台灣時間 | 主題 | |
|----------------|---|---|
| 10.19(二) | | |
| 晚上 07:00~08:10 | Plenary IV: Revolutionary Change: Improving Diversity in the Nuclear Sector | |
| 晚上 08:10~08:40 | Plenary V: The Power of Inclusive Language and Imagery | |
| 晚上 09:00~09:45 | Plenary VI: International Collaboration: Moving forward together | |
| 晚上 00:00~11:30 | T1: Leadership & Development | 1. Productive Thinking |
| | | 2. What Makes an Accountable Leader? |
| | | 3. COVID and the Impact on Working Women - Understanding and Supporting the She-Covey Required |
| | | 4. Words matter: Seven words that could be hurting your reputation |
| | T2: Medical Isotopes | 1. Removal of emerging pharmaceuticals from wastewater using ionizing radiation |
| | | 2. Risk analysis in therapeutic nuclear |

| | | |
|--|--|---|
| | | medicine in Cuba |
| | | 3. Irradiated! The life story of Technetium-99m - from explosive beginnings to irradiation, the patient and beyond |
| | | 4. Human Factors Considerations for a Medical Isotope Production System |
| | T3: Innovation | 1. Expanding Nuclear Possibilities through POWERful Technology Solutions |
| | | 2. Digital Innovation in Nuclear Generation |
| | | 3. ROVERS innovation for CANDU Reactors |
| | | 4. Moving towards the Nuclear Promise with process digitization and modernization |
| | T4: Environment & Climate Change | 1. The role of Nuclear power in a clean energy future |
| | | 2. Engineering Net Zero |
| | | 3. Positive Advances for Success in Non-Linear Seismic Analysis |
| | | 4. Measurement of Environmental Radioactivity and Modeling of Health Hazard Indices in the KOSH gold mining region, North West Province |
| | T5: Safety, Security, Non- Proliferation | 1. CANDU 6 Collaboration to Enhance ROP Safety Analysis Methodology |
| | | 2. Nuclear Peaceful Applications |
| | 3. Cyber Security for Nuclear Power Plants: To Ingrain Rather Than Address | |
| | 4. Fostering inclusion to enhance safety and security culture | |

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|---|
| | T6: Technology | 1. Severe accident analysis: development of a 3D multi-view analysis technique and application of machine learning to evaluate pool scrubbing |
| | | 2. The use of risk insights to support regulatory inspections of nuclear power plants in Canada |
| | | 3. Nuclear applications |
| | | 4. Advanced Axial Power Offset Control Method for Load Follow Operation in iPOWER reactor |
| 晚上 11:30~ 10.20 凌晨 00:30 | Plenary VII & Day Two Closing Remarks | |
| 10.20 凌晨 00:30~01:30 | WiN Global Awards | |

第四天

| 台灣時間 | 主題 | |
|----------------|--|---|
| 10.20 (三) | | |
| 晚上 07:00~08:10 | Plenary VIII: International Collaboration, Moving forward together | |
| 晚上 08:10~08:40 | Plenary IX: Influencing Change for Nuclear Energy | |
| 晚上 09:00~10:30 | W1: Leadership & Development | 1. Achieving Nuclear Project Success - Overview of Common Legal Issues arising during Project Life, and Tips to Overcome Them |
| | | 2. Leadership and Personal Development - Nigerian Nuclear Industry |
| | | 3. Decidedly different: Better decision making using mental models |
| | | 4. Engaging the Leader Within |

| | | |
|-----|--|---|
| | W2: Environment & Climate Change | 1. A revolutionary reactor design for Net Zero success |
| | | 2. Engineering Net Zero |
| | | 3. Community Based Environmental Monitoring Program |
| | | 4. Indoor Radon (^{222}Rn) Measurement at virous schools in the Kosh region, North West Province |
| | W3: Technology | 1. Volume reduction of radioactive waste: Depolymerisation of uranium contaminated polytetrafluoroethylene (PTFE) filters using induction heating |
| | | 2. Thermal hydraulic analysis of MTR reactors using RELAP5 code |
| | | 3. Monitoring of water chemistry and corrosion probability of BAEC TRIGA MARK-II Research Reactor |
| | | 4. Positive Improvements for Nuclear Safety using Probabilistics Safety Assessment at Koeberg NPP, South Africa |
| | W4: Radiation & Waste | 1. Effects of gamma radiation on decolourization and degradation of a synthetic food dye: Sunset Yellow |
| | | 2. Articulation and Systematization of the dosimetry service-bolivia |
| | | 3. Assessment of radioactive contaminants in borehole water at adenta municipality in the greater aaccra region of Ghana |
| | | 4. Chemical decontamination for liquid waste treatment |
| W5: | 1. Results of the WiN Maroc association in | |

| | | |
|-------------------------|-----------------------------|---|
| | ED & I | 2019-2020 and action plan |
| | | 2. Atkins and SNC-Lavalin Approach to Equity, Diversity and Inclusion |
| | | 3. Franco-British Young Women in Nuclear Initiative |
| | | 4. The role of women in nuclear Brazil in nuclear knowledge sharing and female workforce growth |
| | W6: SMRs | 1. Getting to net-zero using next generation nuclear |
| | | 2. Size matters: Balancing the Scale in Impact Assessment for Small Modular Reactors |
| | | 3. SMRs in Canadian Mines |
| | | 4. R&D Programming for Advanced Reactor Design |
| | WiNs Panel | |
| | 晚上 11:10~ 10.21 凌晨 00:10 | Plenary XI: Indigenous Women Panel & Day Three Closing Remarks |
| 10.21 凌晨 00:30~02:30 | IAEA Workshop | |

第五天

| 台灣時間 | 主題 | |
|----------------|-------------------------------------|--|
| 10.21(四) | | |
| 晚上 07:00~09:00 | WiN Global Annual General Assembly | |
| 晚上 09:00~10:15 | Plenary XII: Sustainability Panel | |
| 晚上 10:15~11:45 | TH1: Leadership & Development | 1. You are a leader! Leading cross functional teams with influence |
| | | 2. We Are All Leaders: Leadership and |

| | | |
|---|--|--|
| | | Professional Development Challenges and Opportunities in a Flat Organization |
| | | 3. From A to A and Everything in Between: Musings from a Winding Career Path |
| | TH2: Technology (A) | 1. Cold Sprat for Repair and Mitigation of Degradation in Nuclear Power Plants |
| | | 2. Failure Mode and Reliability Study for Electrical Facility of the High Temperature Engineering Test Reactor |
| | | 3. Application of lessons learned from accidents in industrial irradiation facilities for enhancing radiation safety |
| | | 4. Blockchain in Nuclear Safeguards |
| | TH3: Technology (B) | 1. Application of Nuclear Science and Technology in Lesotho |
| | | 2. MACST Equipment Modeling Strategy into an NPP' s PSA Model and Application to APR1400 PSA Model |
| | | 3. Nigeria' s Poor Energy Supply: The Use of Nuclear Energy as an Additional Power Generation Option |
| | | 4. Suggestion of recognition method of common cause failures for APR1400 |
| | TH4: Communications & Public Engagement | 1. Why I support nuclear |
| | | 2. Nuclear public communication |
| 3. Establishment of Public Engagement Program and Safety Assessment for | | |

| | | |
|---|--|--|
| | | Radiofrequency Electromagnetic field (RF EMF) Radiation in Malaysia |
| | | 4. Innovation Engagement approaches for developing Canada' s Integrated Strategy for Radioactive Waste |
| | TH5: Safety, Security, Non- Proliferation | 1. US NNSA Office of International Nuclear Security (INS) Nuclear Security Women' s (NSW) Initiative |
| | | 2. Nuclear Security Culture, Insider Threat and INFCIRC 908 |
| | | 3. Administrative and Technical Measures to Improve Nuclear Culture |
| | | 4. Peaceful Applications of nuclear Technology |
| | TH6: Radiation & Waste | 1. Synthesis and Characterization of Polymeric Nanocomposite Films for Nuclear Radiation Shielding |
| | | 2. Strategies Towards A Brazilian Radon Program: Population Exposure Assessment And Citizen Science Experiences |
| | TH7: SMRs | 1. Solving the waste problem |
| | | 2. NUWARD SMR: how to couple innovation in nuclear & industry best practices as an answer to face climate change |
| 3. Changing the Way the World is Powered While Changing the Way the World Views Nuclear Power | | |
| | WiNs Panel | |
| 10.22 凌晨 00:10~01:15 | Plenary XIII | |

10.22 凌晨
01:15~02:15

WiN Global Conference Closing Ceremony

參、行程內容

一、10月15日執行與理事會議

按照往例，WiN Global 在實體年會期間均會闢一時段召開執行與理事會議，由理事長和各執行委員向與會的各分會理事報告當年度的執行現況，多項重要的決議也會在此時投票進行。今年度因採視訊會議形式，故 WiN Global 執行與理事會議改於 WiN Global 年會正式開始之前，先於 10 月 15 日 CEST (Central European Summer Time, 中歐夏令時間) 下午 1:10 至 3:00 (對應台灣時間為當晚 7:10 至 9:00) 召開 ZOOM 視訊會議，台灣分會是由理事廖瑞鶯顧問和聯絡人黃茹絹會長 (OBSERVER 身分) 代表出席(如下圖四)，聽取理事長 Dominique Mouillot 和各執行委員的 2021 年度摘要報告。從 Dominique Mouillot 和各委員長的會議簡報已能清楚看到，Dominique Mouillot 已對她去年甫上任後所積極推展的 7 大主題政見 (7 Topics) 交出亮眼的成績單，其經營管理手腕與積極創新的態度著實令人驚豔與佩服。Dominique Mouillot 的 7 大主題，從接續為期 5 天 (10 月 17-21 日) 的 WiN Global 年會上所安排的各位與談對象、各項座談主題、專題演講、頒獎儀式、贊助表揚等，亦處處可見其持續推動與落實的足跡。



圖四、執行與理事會議出席者

深感於 WiN Global 對組織成立宗旨「聯合全球核能相關領域之專業婦女，互相交流，並與民溝通，促進大眾對原子能民生應用的了解與支持」的穩健落實，從其推動策略、積極度、謀求合法保障，以及促進平等與包容等，這些經驗均值得我們參考學習，因此以下簡短摘要 Dominique Mouillot 的 7 大主題與相關事蹟，提供參考：

Topic 1. To be an active and recognized actor in the climate change debate. “Nuclear for Climate”

WiN Global 透過社群媒體活動以及 44 個分會的簽名連署，支持 2021 年氣

候高峰會的立場報告「零排碳需要核能（2021 position paper for the COP26 “Net Zero Needs Nuclear”）」。WiN Global 今年亦設立青年團，與國際核能青年組織（IYNC）攜手參與 COP26 氣候高峰會。此外，也多次舉辦網路研討會，主題包括「核能與創新計畫・核工業之社會許可（Social license in Nuclear Industry. Program in Nuclear Energy and Innovation.）」、「福島事故後 10 周年」等。

Topic 2. WiN Global as “a network of experts”

WiN Global 逐步成立各種專業團隊：2020 先成立 Women in Nuclear Radiopharmacy，2021 再成立 Women In Nuclear Security Initiative(WINSI)、Women In Nuclear Decommissioning Initiative (WINDI)、Women In Nuclear Innovation (WINI)，目前尚在發展中的還有核子醫學專業團隊。

Topic 3. To improve communication: to permanently communicate to enhance public perception

相關積極作為如：於 WiNFO 注入新理念、建立視覺辨識新指南、持續傳播新聞通訊、各分會間溝通資源的系統性整合，以及與 WNA 成為夥伴關係等，均有助於長期與民溝通，增進大眾對核能與輻射的認識。

Topic 4. To create a “WiN Global Young Generation” Group of Interest

WiN Global 於 2021 年 3 月設立青年團（WiN Global Young Generation Group），目前成員來自 33 個國家共 54 位，第 1 屆青年團團長為法國籍的 Andrea Bachrata，青年團自成立後，即積極與國際夥伴如 YGN UK, IYNC, ENYGF 等合作，參與 COP26 之綠能計畫（GREEN ZONE PROGRAM）。

Topic 5. To act on gender balance issues.

WiN Global 透過行動計畫積極支持與促進核能領域之性別平等與多樣性包

容，從求學（學校理工科教育）到求職（核能職場上之求職/實習機會、研究經費申請）到管理（決策者間打破性別藩籬），均見其促進作為。相關事蹟如：WiN Global 與 IAEA 合作，於今年 9 月 21-24 日在 IAEA 第 65 屆年會上，舉辦一場為期 4 天的核能婦女研討會(WiN Global at the 65th IAEA General Conference)。另一積極作為則是獎章制度，除了維持既有的 Honorary Award 和 Excellent Award 以外，今年再增設 Future Award，今年度的頒獎大會已在 10 月 19 日線上舉行完成，該三個獎項分別頒給得獎者：Gabrielle Flannery (WiN WNA, UK, 即 WiN Global 的前任理事長)、Ningi Princess Mthombeni(WiN South Africa) 和 Andrea Bachrata (WiN France, 第 1 屆青年團團長)，3 位女性得獎者在全球與會會員線上觀禮下獲頒殊榮，除獲肯定其等對核能領域的卓越貢獻外，亦有鼓舞各位觀禮者持續向前邁進的正面積極意義。

Topic 6. To enlarge sponsoring and partnerships.

WiN Global 對於人際關係的重視、積極拓展與穩固維持等策略，均有助於 WiN Global 會務活動的積極推展與持續，例如拓展贊助商方面，Honorary Award、Excellent Award 和 Future Award 各有贊助商支持，本次視訊年會活動亦有不少贊助商投入支持；與國際重要組織協會之關係拓展方面，WiN Global 已與 IAEA, WNA 和 Thomas Thor 等組織簽約建立夥伴關係，目前尚在進行中的還有 NEA。WiN Global 也積極與其他婦女國際組織如 GWNET(Global Women's Network for the Energy Transition) 建立友好關係，並積極尋求潛在合作的領域。

Topic 7. To add an Operational Governance to our General Governance.

WiN Global 導入組織經營治理的理念，目前下設 6 個委員會包括策略委員會 (Strategy)、導師導生委員會 (Mentoring)、溝通委員會 (Communication)、財務委員會 (Finance)、新分會委員會 (New Chapter) 和獎章委員會 (Awards)，以及 4 個利益團體包括 1 個青年團 (WiN Young Generation Group) 和 3 個專業團體(WINSI, WINDI, WINI)，並透過執行工作委員(Operational Working Group)

逐步推動落實各項行動計畫。

二、性別平等與多樣性包容

(一)、Leadership: Pathways to gender equity

講者來自加拿大電力人力資源公司 (Electricity Human Resources Canada)，此篇演講主要為簡介該公司對整體產業結構中性平議題所進行的研究報告。講者指出透過大型的訪談與調查，顯示出多數男性成員並沒有意識到女性在職場上升遷至較高職位的挑戰；且女性相較於勇於透露自己成功的因素，更傾向揭露她們自身曾經遇到的種種困難與障礙。並誠如上述所言，於職場中的障礙與成功的因素，兩性對於自身經歷的比例存在一定程度上的落差，例如，有較多的男性認為比女性更有機會可以展現全部的能力與潛力，而對女性來說，在需要團隊合作的任務當中較容易因為主管的看法而膽怯，且較容易被同事的看法而影響，甚至，對女性而言，要取得職場上需要的訓練或技職教育較為男性來的困難。

在研究報告中，講者說明部分重要數據揭露出女性在職場上的弱勢及各種困難，整理如下：

1. 在董事會的成員當中，有 12%的董事會無女性成員、23%的董事會僅有 1 位女性成員。
2. 企業或管制單位部門中高階主管的性別比例如下（樣品數為 53 家公司）：
 - (1) 25%並沒有女性
 - (2) 26%少於四分之一為女性
 - (3) 34%介於四分之一至二分之一為女性
 - (4) 15%超過一半為女性
3. 女性擔任高階主管的職位如下（樣品數為 85 位女性高階主管）：
 - (1) 12%擔任主席或營運長
 - (2) 34%擔任資訊或人資主管
 - (3) 19%擔任法律主管
 - (4) 13%擔任會計主管

(5) 11%擔任行銷主管

(6) 8%擔任運轉或營運主管

(二)、Embracing Neurodiversity

講者為 Kate Martin，來自 ATKINS，為一英國跨國建築工程諮詢服務公司。此篇演講首先與聽者探討什麼是神經多元性，並說明神經多元性係指人類於社會化行為、學習能力或注意力的不同與多樣。學者認為神經多元性所造成的學習上的差異同時伴隨著智力天賦，神經多元性包括 Dyspraxia（運用障礙）、Dyscalculia（學習障礙）、dyslexia（閱讀障礙）、ADD（Attention Deficit Disorder，注意力缺失）、ASD（Autism Spectrum Disorder，自閉症類群障礙）等多種因腦部發展不同導致之神經發展障礙。

講者提及人類的進化已創造出專業的思想家，為社會帶來很多各種不同的專業知識，而神經多元性有不同的優勢可為企業組織或團體帶來不同的正面影響。當團隊中有神經多元性的人往往能更跳脫既有思維，為團隊帶來不同的觀點、背景及經驗，使團隊更具有創新力及創造力。

此外，講者亦說明除了上述的優點以外，企業或團隊可透過社會化或文化上的練習讓神經多元性的成員能更融入群體，可透過放寬一般社會上既有的規範、適度的放寬服儀的規範、較彈性的上班時間、或建立導師生計畫（Mentoring Program）引導成員更加融入。

(三)、Gender Parity by Design: Practical Actions to Address Underrepresentation of Women in Nuclear Security

講者為 Rhonda Evans，是澳洲之核領域專家，也是一名國際核能相關法律的專家。Rhonda Evans 過去 20 年來一直活躍於核安全和核子保安領域裡，曾於澳洲國家主管機關和國際原子能總署服務過，目前則是服務於國際性非政府組織-世界核安全研究所（World Institute for Nuclear Security, WINS）。Rhonda Evans 現任職為 WINS 性平計畫主持人，也是計畫發展組組長（Lead, Gender

Programme and Head of Programme Development)。講者自述目前有三個成年子女和一個藝術家丈夫，而她的丈夫過去就是那位持家陪伴孩子長大的支持角色。Rhonda Evans 長期致力於對低性別比例群人的角色改善，包括跨性別者和非二元性別者，希望如此一來核能產業才不會繼續被單一性別所主導。

Rhonda Evans 強調：性別平等是一個組織文化的議題，而組織文化又是一個安全的議題，因此性別平等是一個安全的議題！

Rhonda Evans 分享 WINS 在核子保安領域裡促進性別平等的推動經驗。2021 年 WINS 更新出版一本行動指引「國際最佳實踐指引：促進核子保安領域之性別平等 (International Best Practice Guide: Advancing Gender Parity in Nuclear Security)」，目的係為核子保安領域編撰一套性別平等促進實踐上不僅是要具體可行，而且是在可行 (Actionable)、可量化 (Measurable)、有影響力 (Impactful)，且具永續性 (Sustainable) 等的全面意義上，都是最佳實踐的行動指引，以為依循。



Rhonda Evans 亦分享 WINS 性別平等計畫的推動背景歷程。WINS 在編撰指引的過程中，有聽取世界各地核子保安專家的經驗。WINS 也曾在 2019 年 4 月對其內部成員做過一項有關性別與核安全態度的調查及分析，同年 5 月啟動第一場關於性別與核子保安的圓桌會議，集結該領域的專家們與會討論。之後，自 2020 年以來也陸續舉辦一系列關於性別與核子保安的網絡研討會，刻意將男性和女性的多元見解與觀察 (gender parity and diversity) 納為研討會的特色，藉此希望能對核子保安領域裡女性仍舊明顯比例偏低的現象 (估計約佔 20%) 積極促進性平，而目前的推動成果，尤其對於不同背景的女性，有著重要的影響發展。WINS 亦從許多專家報告中積極吸取成功經驗，例如借鑒有效改善性平的做法，

吸取成功的領導理念。核子保安領域的相關組織機構，其成立目的無非係為核物質及放射性物質的保安與防護，防免遭受那些意圖利用核或放射性物質去惡意製造傷害的內外部敵人（或稱威脅）的接近或取得。有鑑於女性在核子保安領域裡所佔比例嚴重低落，因此 WINS 設計該性平計畫，目標希望能夠有系統地解決此一低性別比例的問題，以打破並改變核能產業中長期由單一性別主導核能專業的文化印象。

就性別平等應如何設計，Rhonda Evans 傳達了一個重要的思考基礎，亦即，性別平等不該只被當作一個附加事項來看待，也不該認為是以後再來考慮的事。性平設計上，必須要有意識地在政策和規劃上就將性平納入考量，以謀求在各面向帶來產業利益，各面向例如：創新（innovation）、參與度（engagement）、表現力（performance）、潛能發展（talent development）和財務盈虧（the bottom line）。

WINS 性平計畫，其設計的核心概念乃源於其它核安全文化概念如：核安全設計、核子保安設計。Rhonda Evans 藉 WINS 的經驗分享，教我們自問：我們能在各個階級層次上做些什麼，以求實現性別平等？性平問題，是需要從組織內部、部門內部、組織之間、部門之間，從內部到跨部有系統地採取具體行動，始能解決，如此才能夠在各個層級上如領導、管理、同儕、同事等，積極徹底地解決核能領域裡女性比例偏低的問題，Rhonda Evans 並強調，相信組織是有機會能夠積極全面解決此一女性比例偏低的問題的。

三、核子醫學應用

(一)、Risk analysis focused in root causes in therapeutic nuclear medicine in Cuba

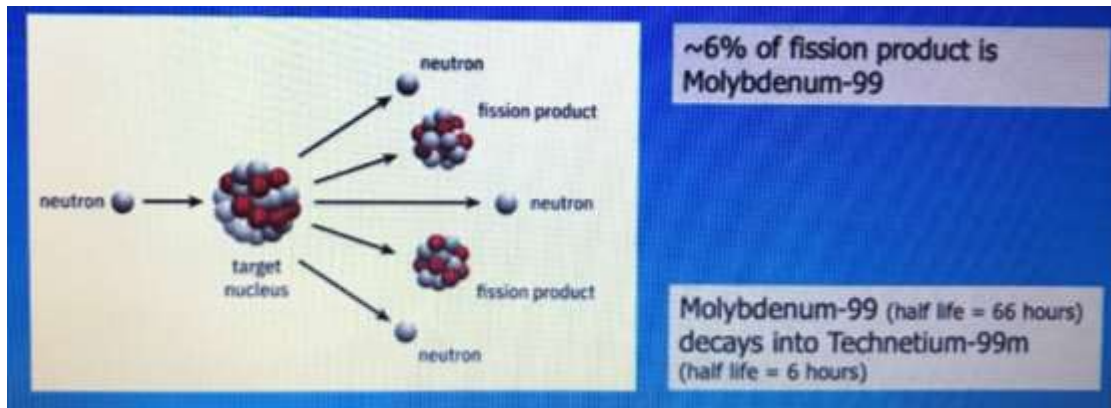
講者任職於古巴醫療單位，認為應該要加強核子醫學品質管理，並針對風險事故成立專案，分析調查、優化事故處理與預防。游離輻射醫療的作業中，最有力的前瞻性風險分析方法是風險矩陣（risk matrix , RM）和故障模式與效應

(failure modes and effects, FMEA)，然而風險矩陣、故障模式與效應並不匹配於事故學習系統 (incident learning system, ILS)，此演講指出放射性核種治療的放射性風險是貢獻頗大的，因此講者團隊開發了通用的風險矩陣模型，以適用於古巴核子醫學服務中，包括放射毒物學、多細胞血症維拉的骨髓轉移治療等，並參酌美國醫學物理學會 (AAPM) 的 TG-100 報告，且用於分析六個事故病例。該團隊開發了適用於古巴的程式，名為 SECURE-MR-FMEA 版本 3.0，此程式用於對決策者和工作人員加強安全文化的培訓，成效是非常有顯著。此外，講者還使用 Dreamweaver 版本 8.0 彙整資訊並簡以編撰，以製作出網頁版的國際事件資料庫，其中包含近 30 年已發表的事件，包括來自 13 個國家的措施和紀錄、廣泛地收錄事故根源標準清單和如何調整嚴重程度尺度。這些研究成果與工具可以幫助確保病人、工作人員與公眾是在最佳化的曝露條件下。

(二)、Irradiated! The life story of technetium-99m

講者 Dr. Lackenby 以輕鬆方式來介紹核子醫學很重要的放射性同位素 Tc-99m (鎝-99m)，並說明同位素的一生。她以星球受撞擊而分裂的方式來讓大家理解 U-235 (鈾-235) 這個同位素接受中子撞擊後而產生核分裂而得到很多小碎片，其中約 6% 碎片即為 Mo-99 (鉬-99) (圖五)。Mo-99 很不穩定，半衰期為 66 小時，衰變後的產物為 Tc-99m，它是核子醫學非常重要的放射性同位素，全球每年約有 4 千萬的使用人次。

由於 Dr. Jo Lackenby 服務於澳洲 ANSTO 公司，該公司隸屬於澳洲政府，並設有 synchrotron 同步輻射中心、中子散射研究中心及 OPAL 多用途反應器等 (圖六)。他們公司的產品之一即為 Mo-99/Tc-99m 發生器。U-235 被電鍍於固體靶材後，送入反應器內照射，經由中子照射後，再把靶材進行化學分離純化程序，取得到高純度之 Mo-99 同位素，而後把 Mo-99 吸附在管柱上並做成發生器型式 (圖七)，再送到醫院或核醫藥局去做核醫藥物標誌與臨床應用。



圖五、Mo-99 放射性同位素為母核種 U-235 受中子撞擊產生核分裂而得之產物

Tc-99m 可標誌各式化合物製成核醫藥物，搭配單光子電腦斷層掃描儀 (SPECT) 及分析軟體，即可取得可以用於心臟、腦功能、腫瘤、肝、骨、腎等疾病之診斷 (圖八)。Tc-99m 的半衰期只有 6 小時，最終衰減成 Tc-99，可以經過尿液或糞便而排出體外，如此即為 Tc-99m 的一生。



圖六、澳洲 ANSTO 之重要研究設施



圖七、不同品牌之 Mo-99/Tc-99m 發生器外觀



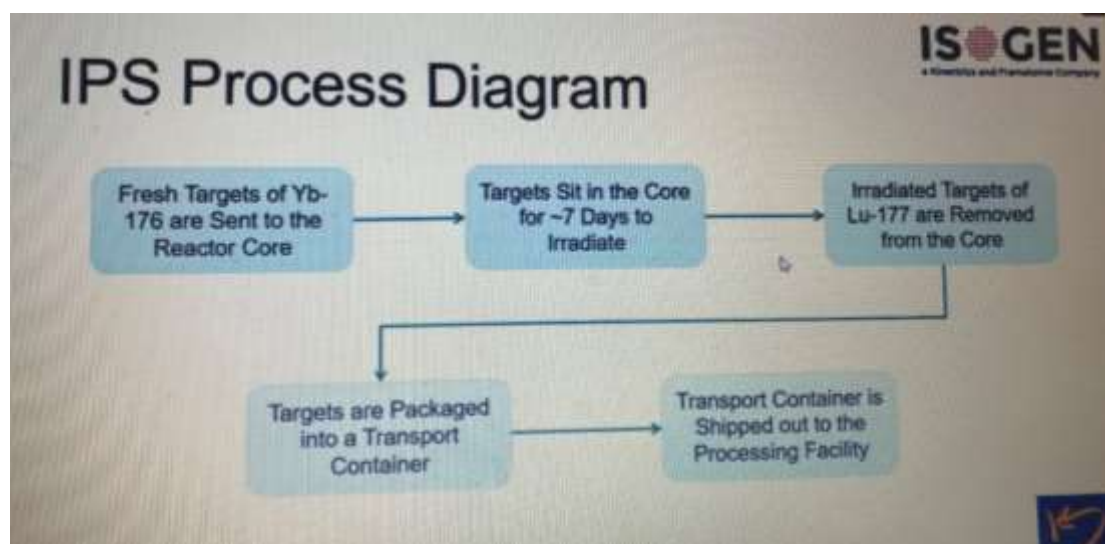
圖八、Tc-99m 核醫藥物於臨床之診斷應用

(三)、Human factors considerations for a medical isotope production system

此篇演講說明人因學 (human factors) 對核電廠的設計十分重要，對於同位素生產系統亦需融入人因方法學 (human factor methodology)，使儀器之設計皆考量到人性的需求，以方便操作、運轉與維護等。

講者 Anela Vieira 指出，最近 Lu-177 PSMA-617 對轉移性前列腺癌之治療已被臨床證實有很好的效果，考量未來臨床對 Lu-177 這個放射性同位素會有很高之需求量，加拿大最大的核電廠 Bruce power 公司也積極投資 Isogen 公司，共同建立同位素生產系統 (Isotope Production System, IPS)，預備在 2022 年第二季即生產與供應 Lu-177 放射性同位素。

Lu-177 的產製是利用 Yb-176 做為靶材，放入反應器照射 7 天後，再取出做化學分離純化即可得放射性同位素 (圖九)。對於同位素生產系統，人因學的考量包括：(1) 人機介面；(2) 工作分析；(3) 操作時因素，例如可能必要之屏蔽。



圖九、Lu-177 同位素之產製流程

應用人因學可以及早確認問題及提供解決方案，同時它對 IPS 的任何階段 (操作、運轉、維護及人員訓練等) 皆有幫助。Angela Vieira 也鼓勵大家人因學之工作，不是只有人因學專家才能做，未來大家有機會設計新機器或流程時，多考量使用者的需求，即納入人因學，對於產品的設計將很有幫助。

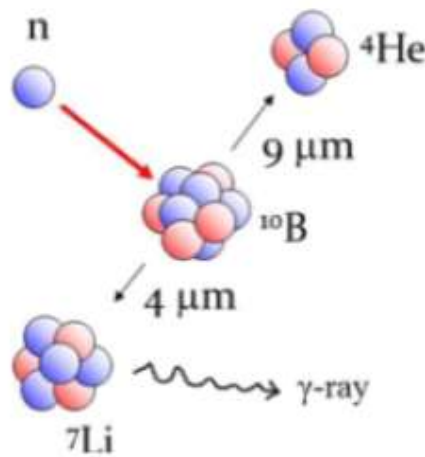
(四)、A Feasibility design study for Boron Neutron Capture Therapy of cancer based on a new deuterium-deuterium

(D-D) neutron generator using MCNP

來自突尼西亞核能及技術國家中心的女性副研究員 Kaouther Bergaoui 介紹 deuterium-deuterium neutron generator (DD 型中子發生器) 及應用於硼中子捕捉療法 (Boron Neutron Capture Therapy, BNCT) 之可行性評估。

中子在醫、工、農和國防及基礎科學研究等領域都有著廣泛的應用，例如中子探測井、中子照相、爆炸物與毒品之檢測、危險源識別等核技術領域。中子發生器是屬於小型加速器中子源，其主要優點是安全可控、體積小、重量輕。

硼中子捕捉療法是一種腫瘤的標靶放射治療，它的作用原理是 B-10 (硼-10) 與中子發生作用，放出 α 粒子輻射線以殺死腫瘤細胞 (圖十)。病患接受治療時，先讓含 B-10 的藥物注入癌症病人後，使它們分佈到癌細胞，接著讓病人曝露在低能中子下，利用中子與 B-10 產生核反應放出殺傷力強但範圍短且密集之 α 粒子，達到殺死癌細胞，卻不造成周圍組織損傷的目的。

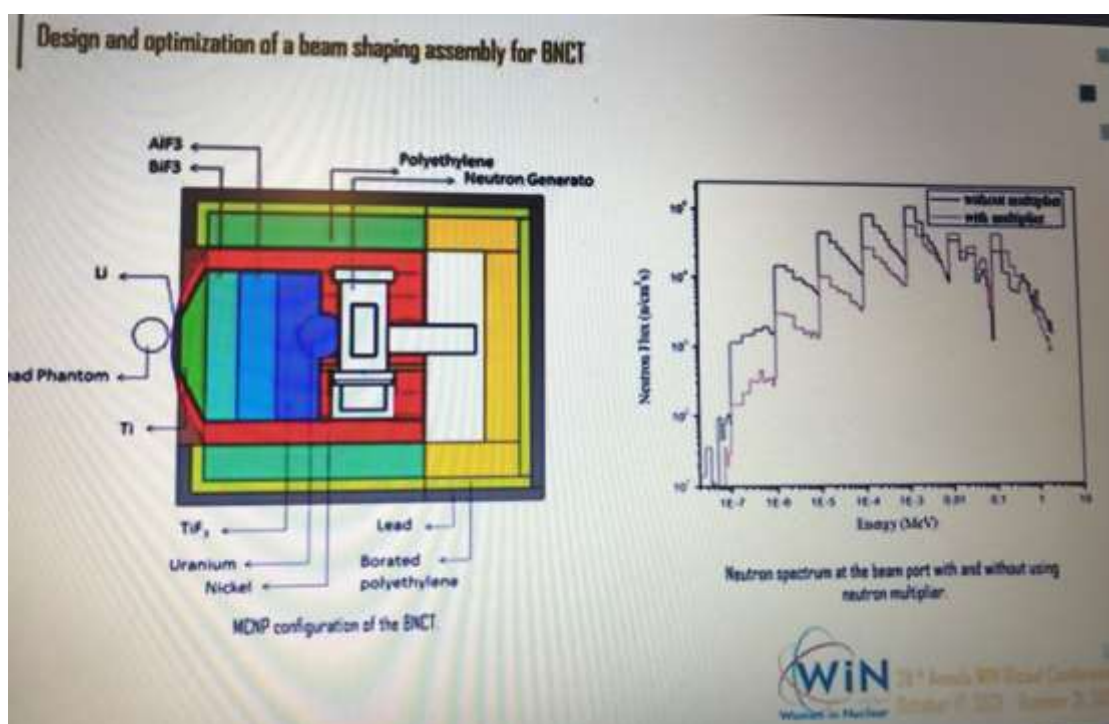


圖十、B-10 與熱中子之反應

講者介紹突尼西亞核能及技術國家中心開發之中子發生器，她們以 MCNP (Monte Carlo N-Particle code, 一種由蒙特卡羅方法衍生出用於計算三圍複雜幾何結構的軟體) 去做硼中子捕捉療法模擬計算與比較，藉由設計波束整形組件 (Beam Shaping Assemblies, BSA) 以找出最佳的中子射束強度，以使能在短時間內完成治療；降低背景能量，使皮膚表面所受的輻射劑量不超過限定值；運

用準直儀 (collimator) 以控制中子射束照野，使射束的照野必須涵蓋腫瘤的範圍。

她們以 MCNP 去做硼中子捕捉療法模擬計算與比較，得到最佳的波束整形組件 (BSA) (圖十一)。雖然目前得到之結果較 IAEA 在 2001 年出版之 the TecDoc-1223 推薦之參數稍低，但她也表示對於沒有反應器可做硼中子捕捉療法之區域，以中子發生器做為替代方案仍是可行的。



圖十一、以 MCNP 模擬之硼中子捕捉療法 (BNCT) 構型

四、核廢料處置

(一)、 Preparing for the Future = Waste Panel



圖十二、本場次與會專家及主持人

該場次由美國的 Leah Crider 主持，三位與談專家分別是加拿大 Laurie Swami、芬蘭 Mika Pohjonen 以及英國 Karen Wheeler。Leah Crider 是機械與太空工程出身，有 15 年核能工作經驗，目前擔任 Orano Federal Services 商務長 (Chief Commercial Officer)。Laurie Swami 具工程化學與 MBA 背景，畢業後即進入 Ontario 電力公司 (OPG) 核能部門服務，30 年間從基層做到公司資深副總，負責核電廠除役、核廢料管理，以及中低放核廢料深層地質處置的執行。2016 年起擔任加拿大核廢料管理專責機構 (Nuclear Waste Management Organization, NWMO) 總裁兼執行長，負責執行加拿大用過核燃料長期管理計畫。Mika Pohjonen 目前擔任芬蘭 Posiva Solutions Oy 執行董事，該公司成立於 2016 年，是芬蘭用過核燃料最終處置專責機構 Posiva Oy 的子公司，負責將 Posiva 累積 40 年的技術與經驗銷往全世界。Mika Pohjonen 在能源界有超過 30 年的經歷，除芬蘭外，其核能相關的工作足跡跨經歐洲各國、中東地區與中國。他也曾多次應國際原子能總署 (IAEA) 之邀，擔任環境與社會影響評估的專家。Karen Wheeler 於 2018 年以獨立董事身分加入英國核廢料管理專責機構 (Radioactive Waste Management, RWM)，2020 年 2 月成為 RWM 執行長。她在

英國政府任職多年，經歷包括英格蘭國民保健署（NHSE）營運與轉型，脫歐前政府與私部門及工業界之邊境整備等。（按：本場會議以圓桌問答形式進行，與談者沒用到投影片也未提供書面資料。謹將主要內容整裡摘述如下。）

首先由與談專家簡介各該國在高放核廢料最終處置進行的現況。加拿大政府於 2002 年成立核廢料管理專責機構 NWMO，負責用過核燃料之長期管理與處置。NWMO 曾啟動最終處置場的選址計畫，也如同美國有過失敗經驗，但仍鏗而不捨，繼續進行，包含與潛在場址周邊的地主協商，同時與地方民眾溝通。目前用過核燃料主要集中在數個地點進行乾式貯存。芬蘭於 1978 年即開始用過核燃料地質處置的可行性研究，並於 1983 年開始選址計畫。之後因應蘇聯解體，芬蘭於 1994 年修訂核能法，規定用過核燃料不得進出口，且芬蘭核電廠所產生的用過核燃料應由生產者負責在境內完成最終處置。1995 年芬蘭擁有核電廠的兩家電力公司 TVO 與 FORTUM 聯合出資成立專責機構 Posiva Oy。此後一步一腳印，芬蘭的用過核燃料最終處置場 Onkalo 將於 2025 年開始營運，也將是全世界第一座。英國政府早在 1980 年代末期即展開高放射性廢棄物地質處置相關研究計畫，又於 2003 年成立獨立的專責機構 RWM，負責推動高放射性廢棄物地質處置作業。如同許多核能先進國家，推動過程並不順利，但也累積了不少挫敗的經驗。2018 年推出新的選址政策，即所謂” Working with Communities” approach，且場址的最後選定必須獲得社區明確同意（clear consent），因此溝通非常重要。在 RWM 大力推動下，目前初步和社區成立了 3 個” Working Groups”，將同步進行全方位資訊交流與溝通，期望 2025 年能選出符合條件且有意願的地區進入下一階段，即地質調查工作。

談到社區經營與民眾溝通對選址的重要性，英國 RWM 也是參考國際間的做法訂出新的政策，需要在社區長期經營，讓民眾充分瞭解一個地質處置設施（Geological Disposal Facility，簡稱 GDF）對地方可能帶來的工作機會、經濟成長與社會衝擊等，以公開、透明、誠信的態度，建立互信，使社區進而達成長期投入的共識，政府要真心誠意地提供各種協助，以促成達到雙贏的目標。在加拿大，NWMO 提供經費讓社區民眾自行進行獨立的評估研究，對所提出問題提

供解答或因應對策。各項評估研究結果都將進行同儕審查。NWMO 也辦理” open house”，安排國際參訪，提供民眾親身經驗以加深瞭解和信心。芬蘭的選址原則也是地方有否決權，在 20 年漫長的選址過程中，學習真正聆聽地方的心聲，雙雙獲得兩個候選場址所在地民眾的支持，Posiva 做出以 Olkiluoto 為場址的建議案，最終於 2001 年在國會投票以壓倒性（181:3）的比數通過。

有別於其他工業，核能發電對除役及核廢料最終處置所需的巨額經費，均設有特別的基金，以保障核電廠完成發電使命後的後端任務得以妥善完成，不會造成後代的負擔。與談者均認為這也是應向大眾廣為說明的事項之一。芬蘭的後端基金管理非常嚴謹，提供專責機構 Posiva 早日完成 GDF 工程並開始營運的最佳誘因。

GDF 計畫的規劃與執行期程數十近百年，技術規劃管理各方面均屬高難度任務，非常需要國際間的合作與交流。芬蘭為核能小國，和許多國家進行雙邊、三邊或多邊合作，從他國經驗記取教訓以避免犯相同的錯誤。長期以來與瑞典合作最為密切。英國沒有建地下實驗室，所需相關地質資料多從有類似地質條件的國家取得，合作對象包括瑞典、芬蘭、美國、加拿大等，除地質資料外，還包括安全分析、最佳管理及利害關係人（stake holders）的運籌帷幄等，國與國間沒有競爭只有合作，為相同的最終目標共同努力。加拿大早期設有地下實驗室，關閉後也是依靠與芬蘭、瑞士等國合作，互通有無。有關工作機會的性別平等議題：該區塊有不少女性投入，除地質與核能技術專業人員外，還需要大量其他專業的投入溝通、利害關係人及社會議題等。

五、創新科技

(一)、Severe accident analysis: development of a 3D multi-view analysis technique and application of machine learning to evaluate pool scrubbing

講者為 Miki Saito，現任職於日本 Central Research Institute of

Electric Power Industry。此篇演講說明池水刮洗主要目的用於當核能電廠發生嚴重核子事故，需進行釋壓時，防止放射性物質外釋至大氣環境中。當池水刮洗時，含有放射性物質的氣體會先混於水中，再經由過濾器將其過濾後再行外釋，但此過程為複雜的雙相流，故講者期望藉由 3D 建模並搭配機器學習進而強化對事故發展趨勢的預測。

講者首先先建立一座實體的桶槽（直徑為 1.5 米、高度為 4 米），並架設多部攝影機捕捉雙向流體進行 3D 建模，建模完成後，為了更準確的為嚴重事故序列提供更準確的預測，講者將蒐集完成的大量數據進行機器學習演算法，期於未來能對事故發展預測分析能有更實質的助益。

(二)、The use of risk insights to support regulatory inspections of nuclear power plants in Canada

講者為 Tiffany Dunbar，現任職於加拿大核能學會，為風險與可靠度研究員。此篇演講主要探討加拿大核能電廠廣泛運用 PSA (Probabilistic Safety Assessment, 風險評估) 於監管方面，加拿大電廠同時採用兩種安全分析，包括定量安全分析 (Deterministic Safety Analysis, DSA) 及風險評估 (Probabilistic Safety Assessment, PSA)，前者基於電廠深度防禦措施進行保守的假設與防範，後者則透過事故序列與發生機率進行 Best-Estimate 評估，並同時避免過度保守的作為。

講者說明風險評估可為三項重要問題提出解答，分別為：什麼會出錯？事故發展序列會是什麼？這些事故發展序列的機率？風險評估分為三個階段，第一階段為爐心受損、評估初始事件；第二階段為圍阻體外釋、評估嚴重事故進程；第三階段為廠外大眾健康及經濟損失評估；透過三階段評估廠內及廠外事件，包括火災、水災、颶風等事件。

綜上所述之評估方式進而提供電廠風險告知，使電廠可針對可能的嚴重事故進程預做弱點防範措施或強化。

肆、明年年會預告

2022 年第 29 屆 WiN Global 年會將在日本東京舉辦，會議主題為「Evolution of Decommissioning & Reconstruction: 11 Years after Fukushima Accident」，時間訂於 5 月 23-26 日，期間將安排前往福島參訪福島第一核能電廠(Fukushima Daiichi NPS) 和其他設施。



The poster features the title '2022 WiN-Global Annual Conference in Japan' in blue text at the top left. To the right is the WiN logo, which consists of a stylized atom symbol with the text 'WiN' and 'Women in Nuclear' below it. The main content is organized into four bullet points, each preceded by a right-pointing arrowhead. The first bullet point is 'Theme', followed by 'Date', 'Main venue', and 'Technical Tours'. To the right of the text is a map of Japan with dots indicating the locations of Tokyo and Fukushima. The bottom of the poster has a solid orange horizontal bar.

2022 WiN-Global Annual Conference in Japan

WiN
Women in Nuclear

- **Theme**
 - Evolution of Decommissioning & Reconstruction
~ 11Years after Fukushima Accident ~
- **Date**
 - **May 23-26, 2022** Day 1 : Executive & Board Mtg./ Culture Tours
Day 2 : Conference/ Gala Dinner
Day 3 : Conference/ Transfer to Fukushima
Day 4 : Technical Tours
- **Main venue**
 - **Bay Area in Central Tokyo**
- **Technical Tours**
 - **Fukushima Daiichi NPS and Other Facilities in Fukushima**

Fukushima
Tokyo

圖十三、明年年會主題預告

伍、心得與建議

關於本次 WiN Global 各項會議議題之參與心得與建議如下：

- (1)雖然會議舉辦時間延期，且由實體會議改為線上進行，但來自全球之報名人數仍十分踴躍，即便有時差的困難，與會者或是演講者依然在會議視窗上給予熱烈回應與對講者的支持。而藉由不同領域專家學者之分享，提供世界各國一平台得以互相交換心得、專業與看法，著實提升會議的豐富性與精彩度，特別是在兩性平等的議題討論上，更是如此。
- (2)在兩性議題方面，本次會議除了專業領域之演講討論之外，亦有大量的軟性探討女性在職場上之工作比例與狀況。就目前國際處境而言，職場上的女性人數比例仍舊較為偏低，但在會議桌上已逐漸可以開始聽到女性發聲的現象。
- (3)透過參加本次會議，發現國際上多國皆遇到同樣之社會溝通處理問題，不論是除役、廢棄物之處置、選址等各國皆費心費力與社區及民眾進行大量溝通。而關鍵是政府真心誠意且誠實地向民眾說明、解答民眾的疑問，同時也誠懇地傾聽在地民眾的心聲，這些努力無非都是為著希望可以提升民眾對政府的信任，以及讓民眾放心並達到雙贏的目標而前進。建議我國可多參加國際組織及相關會議，與國際接軌與互惠，引進值得國內參用的資訊或做法。
- (4)在 WiN Global 會議期間，每天皆有豐富且精彩的演講，深切感受到世界各國對鼓勵女性的參與不遺餘力，期盼我國核能界持續支持女性核能專業人員參與 WiN Global 的會務與活動。