

出國報告（出國類別：開會）

參加 2018 年 OECD/NEA 電廠組件運
轉經驗和老化計畫(CODAP)會議
暨參訪 Olkiluoto 電廠

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：張禕庭技正

派赴國家/地區：芬蘭

出國期間：107 年 9 月 2 日至 9 月 8 日

報告日期：107 年 11 月 13 日

摘要

本次公差主要目的為赴芬蘭參加經濟合作暨發展組織/核能署 (OECD/NEA) 電廠組件運轉經驗和老化計畫 (Component Operational Experience, Degradation & Aging Programme, CODAP)第十六次會議，計有加拿大、捷克、芬蘭、法國、德國、韓國、日本、荷蘭、西班牙、瑞士、美國及台灣等 12 國與會。會議除確認 CODAP 計畫各項行政業務、財務規劃應用外，主要工作包含資料庫改版討論、資料庫事件案例檢視、CODAP 第 2 階段成果報告定稿、第 6 次專題報告內容討論、近期國際會議資訊分享、簡報分享各國電廠組件運轉經驗案例，以及安排參訪 Olkiluoto 核能電廠等。藉由加入此國際合作計畫，可以了解其他國家電廠設備老劣化案例與安全管制經驗，吸收國際核能安全技術發展新知及趨勢，對於我國核能安全管制工作之推展與核能安全之提昇有正面之效益。

目錄

壹、目的.....	1
貳、出國行程.....	2
參、過程紀要.....	3
一、CODAP 會議紀要.....	3
1. 會議開幕.....	3
2. 討論本次會議議程與第十五次會議紀錄.....	3
3. CODAP 計畫協議參與國簽署現況.....	3
4. 資料庫發展現況.....	3
5. 資料庫事件案例檢視.....	4
6. 專題報告.....	4
7. 2018 與 2019 年度 OA 工作.....	5
8. 推展 CODAP 計畫.....	5
9. 運轉經驗交流.....	6
10. 近期相關會議.....	6
11. 回顧本次會議待辦事項.....	6
12. 下次 CODAP 會議.....	6
13. 會議閉幕.....	7
二、參訪 Olkiluoto 電廠 3 號機.....	7
肆、心得與建議.....	9
伍、附件.....	10
附件一、2018 年 CODAP 第十六次會議與會人員.....	10
附件二、CODAP 第十六次會議議程.....	11
附件三、CODAP 近期工作計畫.....	12

圖目錄

- 圖 1 出席 CODAP 會議人員合影 7
- 圖 2 參訪 Olkiluoto 電廠人員合影 8

壹、目的

電廠組件運轉經驗和老化計畫(Component Operational Experience, Degradation & Aging Programme, CODAP)係經濟合作暨發展組織/核能署(OECD/NEA)主導成立,其為管路失效資料交換計畫(OECD/NEA Pipe Failure Data Exchange Project, OPDE),以及應力腐蝕龜裂與電纜老化計畫(Stress corrosion cracking part of the SCC and Cable Ageing Project, SCAP)之延續計畫。

CODAP 計畫透過建立專屬事件案例資料庫,蒐集會員國核能電廠金屬組件故障事件資料,期望從中找出故障原因與運轉安全影響,先期行動減緩劣化發生或提早檢出組件故障,增進核能電廠運轉安全穩定。此計畫每年安排會議以讓會員國分享運轉經驗及交流技術,計畫成果亦定期發表技術報告。

CODAP 計畫第一階段(2011-2014 年)共計有 13 個國家(加拿大、捷克、芬蘭、法國、德國、韓國、日本、斯洛伐克、西班牙、瑞典、瑞士、美國及台灣)參與,第二階段(2015-2017 年)除芬蘭、瑞典外其餘 11 國仍持續參與。第三階段自今(2018)年開始,2020 年結束,參與國家共 13 國(加拿大、捷克、芬蘭、法國、德國、韓國、日本、荷蘭、斯洛伐克、西班牙、瑞士、美國及台灣)。

核能電廠設備老化管理為重要議題,經由持續參與 CODAP 國際合作計畫,蒐集其他國家對電廠設備劣化、老化與安全維護管制的相關經驗與技術,對於提升我國核能安全有所助益。此外,透過加入 CODAP 計畫保持與其他國家核能管制單位及研究單位之技術交流,可瞭解核能安全技術發展最新資訊及未來趨勢,相關資訊可提供國內核能單位參考運用。

貳、出國行程

此次公差自 107 年 9 月 2 日起至 107 年 9 月 8 日止，共計 7 天，行程如下：

日期	工作內容	地點
9 月 2-3 日 (日-一)	去程	台北-香港-芬蘭赫爾辛基
9 月 4 日 (二)	參加 CODAP 會議	芬蘭赫爾辛基
9 月 5 日 (三)	參加 CODAP 會議 及路程	芬蘭赫爾辛基-芬蘭勞馬
9 月 6 日 (四)	參訪電廠及路程	芬蘭勞馬-芬蘭赫爾辛基
9 月 7-8 日 (五-六)	回程	芬蘭赫爾辛基-香港-台北

參、過程紀要

以下將此次參加 CODAP 計畫第十六次會議之議程及結果紀要分述如下：

一、CODAP 會議紀要

1. 會議開幕

CODAP 第十六次會議於芬蘭輻射與核能安全管理機關 STUK 總部舉行，會議開始前各國代表先於大廳換取證件，地主國芬蘭代表說明會議期間於大樓內行動需在陪同下進行。會議開始後由 CODAP 計畫主席法國 Jovica RIZNIC 先生歡迎所有出席成員，而後與會代表逐一進行自我介紹。本次會議除斯洛伐克外，其他 12 個會員國以及 NEA 均派員出席，出席人員名冊如附件一。

2. 討論本次會議議程與第十五次會議紀錄

會議舉行前秘書單位 NEA 已將會議議程初稿發給各參與國，會議開始後，秘書單位代表 Olli NEVANDER 先生說明略為修訂議程第 4、8、10 等項目，與會人員皆無異議，確認此次會議議程，如附件二。

前(第十五)次會議紀錄草稿亦已於本次會前提供給各會員國審閱，會議主席詢問與會人員意見，均未表示異議。其中會議紀錄附錄 5 CODAP 資料庫使用狀況書面問題，仍有若干國家尚未答覆，此部分秘書單位代表 Olli NEVANDER 先生請各國於下次會議前將資料補齊。

3. CODAP 計畫協議參與國簽署現況

CODAP 第 3 階段合作計畫期程為 2018 至 2020 年，共有 13 個會員國，秘書單位代表 Olli NEVANDER 先生說明法國、荷蘭、加拿大、斯洛伐克、西班牙等國尚未提供正式簽署協議書。會議主席隨即遞交加拿大協議書正本，並詢問尚未提交國之狀況，與會代表均表示係因國內行政流程冗長導致延誤。

有關計畫經費繳付情況，秘書單位 NEA 於今(2018)年年初已將經費單據寄送各參與國，會議上檢視結果已有 7 個國家完成繳款。我國的部分因經費單據上所載機關名稱有誤，經請秘書單位更正單據後，亦已於今年 10 月完成繳款作業。

4. 資料庫發展現況

CODAP 計畫第十三次會議決議就資料庫使用者介面友善性、資料輸入、蒐尋功能、分類/統計顯示等方向進行強化。本次會議上由 CODAP 計畫委託廠商

(Operating Agent, OA) Bengt LYDELL 先生示範新開發之資料庫介面及功能說明，並請各會員國儘快實際操作以提供改善建議，若有發現問題歡迎隨時提出，不需等到下次會議。經檢視後與會人員建議當[國家]欄位選取時，[電廠]欄位應只會出現該國所屬之電廠，不要出現其他國家電廠，Bengt LYDELL 先生表示是很好的建議，將會再調整系統。另也請各會員國能儘速確認資料庫事件案例內容是否皆完整未短缺以及蒐尋結果正確性等。

另一議題為討論為 CODAP 資料庫開始蒐集非金屬材質之高密度聚乙烯(High Density Polyethylene Piping, HDPE)管路事件案例，會議主席逐一詢問各國代表看法及 HDPE 管路於該國核能電廠應用狀況。美國代表 Eric FOCHT 先生說明 NRC 曾同意以 HDPE 管路取代 ASME Class 3 碳鋼管路之豁免案，其他有些國家代表回應尚不了解 HDPE 管路應用範圍，有些國家說明允許用於非安全相關管路或 class 3 管路。會議決議請秘書單位會同美國撰擬相關問題，正式提出請各會員國書面回應。

5. 資料庫事件案例檢視

CODAP 資料庫目前蒐集逾 4 千 8 百筆核能電廠管路老化、劣化事件案例，本次會議中由 OA Bengt LYDELL 先生簡報說明 CODAP 資料庫會員國歷年提報狀況。他表示近年事件案例數量呈現遞減狀況，且若干國家提報事件案例不多，此情況不符合核能機組越來越老化之現況。荷蘭、法國與芬蘭等國之核能電廠管路事件案例來源管道目前不太暢通，會議主席詢問與會代表現況，均表示仍需再與電力公司溝通。針對本議題會議決議請各參與國能持續提供事件案例，充實資料庫內容，下次會議將再追蹤情況發展。Bengt LYDELL 先生另提出有若干事件案例的系統狀態仍停留在“草案”階段，請負責人能再審視內容，完成該筆資料或者刪除；法國數件非英文事件資料應該加以翻譯；以及不符合 CODAP 計畫主題之事件案例是否保留於資料庫，如導線管(conduit)或隔膜閥(diaphragms valve)案例等。經討論後會議主席認為因應機組老化，未來電廠非屬機械管路老化/劣化事件可能日趨增加，資料庫蒐集範疇亦可能因應轉型，故決定事件資料仍保留於資料庫內。

6. 專題報告

(1)CODAP 第 2 階段(2015~2017)成果報告(編號 NEA/CSNI/R(2018)NN)草稿於

會前已送各會員國審閱，OA Bengt LYDELL 先生說明成果報告最新版本為 2018 年 8 月底所修訂，經會議主席詢問與會人員後，無異議通過此份報告。未來將送 OECD/NEA 核設施安全委員會(Committee on the Safety of Nuclear Installations, CSNI)核定。

(2)有關第 6 次專題報告(編號 NEA/CSNI/R(2019)NN)架構與草稿，會前秘書單位 NEA 已先提供給各會員國，Bengt LYDELL 先生於會中感謝若干國家回饋之寶貴內容。其中，報告第 4.2 節熱疲勞運轉經驗(Country-Specific Thermal Fatigue Operating Experience)乙節內容，需由會員國就各自經驗撰寫，本項決議需在今(2018)年年底前提供。另外秘書單位 NEA 亦將洽詢 EPRI 詢問是否有相關資料可供加入報告。

(3)有關下次專題報告主題，於會議前已提供若干候選項目給各會員國參考，例如熱老化、振動老化、腐蝕老化、管路劣化機制、除役或長期停機或長興建期程之劣化機制…等十二項。經與會代表討論後，往後專題報告主題選擇將會偏向於管路故障導致發生嚴重暫態，或是長期運轉後之金屬組件劣化等方向，針對這些方向，決議請各會員國了解其水錘事件經驗及應對技術，另也請 Bengt LYDELL 先生整理資料庫內發生於運轉 40 年後之事件。

7.2018 與 2019 年度 OA 工作

CODAP 計畫委託廠商(Operating Agent, OA) Bengt LYDELL 先生說明 2018 年度已辦理之 CODAP 工作項目，如審查會員國提送之事件資料、移轉 CODAP 資料至新使用者介面、撰擬第六次專題報告等，所有工作項目年度所需經費總和為 7 萬 5 千歐元。Bengt LYDELL 先生另說明 2019 年工作項目規劃，除了延續性工作外，另包括更新 CODAP 資料庫使用手冊、增加 Q&A、支援撰擬下一本專題報告等。針對 OA 報告事項，會議主席詢問與會人員皆無異議，照案通過。

8.推展 CODAP 計畫

秘書單位代表 Olli NEVANDER 先生說明 CODAP 計畫迄今相關論文發表紀錄，並說明已於會員網頁建立列表。OA Bengt LYDELL 先生說明將會持續參加國際會議並推廣 CODAP 計畫。會議決議為各會員國如有 CODAP 計畫之推展，請主動把相關資訊提供給秘書單位記錄。

9. 運轉經驗交流

本次會議共有法國、韓國及我國簡報核能電廠運轉經驗，法國簡報 Civaux 電廠 RHR 系統管路熱疲勞案例，韓國簡報新月城電廠 ESW 系統海水管路薄化案例，我國簡報核三廠蒸汽產生器管束檢修案例。日本則是於會後另提供日本近期管路薄化資料供會員國參考。

10. 近期相關會議

計畫主席詢問各國是否有將舉辦之相關會議，美國代表 Eric 提供 NRC 預定於 2019 年 5 月舉辦之研討會資訊，係關於核能電廠長期運轉下，金屬組件性能之劣化管理，並說明各會員國如果有意願參加可以逕向承辦單位報名。

11. 回顧本次會議待辦事項

由秘書單位代表 Olli NEVANDER 先生說明此次 CODAP 第十六次會議之待辦事項，會議紀錄草稿預計於一個月內完成。

12. 下次 CODAP 會議

CODAP 計畫每年舉辦兩次會議，挑選不同會員國辦理。會議時主席向法國及西班牙代表徵詢意願後，原則上決定明(2019)年 4 月份於法國舉行第十七次會議，明年 10 月份於西班牙舉行第十八次會議。

13. 會議閉幕

會議主席感謝秘書單位、OA、地主國及各會員國的參與，讓本次會議圓滿成功，最後與會人員於 STUK 大樓外合影(如圖 1)。



圖 1 出席 CODAP 會議人員合影

二、參訪 Olkiluoto 電廠 3 號機

Olkiluoto 核能電廠為芬蘭電力公司 Teollisuuden Voima Oyj(TVO)所有，1 號機與 2 號機為沸水式核能電廠(BWR)，分別於 1979 與 1982 年商轉；興建中的 3 號機為歐洲壓水式核能電廠(EPR)，於 2005 年開始動工建造，原訂於 2010 年開始商轉，惟已推遲多次，本次係安排參訪 3 號機。

參訪行程首先由 TVO EPR 計畫經理進行簡報，說明 3 號機今(2018)年已陸續完成反應爐冷卻水系統熱測試(155°C、300 bar)、蒸汽排放測試、汽機測試，首批燃料預定於 10 月份運至廠內，明(2019)年 1 月進行反應爐燃料裝填，5 月首次臨界，9 月開始商轉發電，運轉執照仍待管制單位核發。CODAP 計畫成員也針對 3 號機提出相關討論議題，包括：目前設備組件之劣化經驗、機率性安全評估應用情形、運轉期間檢測計畫發展情況、反應爐冷卻水系統相異金屬材料管路使用情況等。

簡報後為電廠現場參觀，CODAP 計畫成員換上 TVO 工作背心、護目鏡、安全

鞋、安全帽等，由 TVO 人員帶領至控制廠房、圍阻體、汽機廠房及廠區等，沿途可見工程人員持續在進行作業。進入控制廠房時需另套穿鞋套，TVO 人員解釋係因控制廠房清潔度要求較高。過程中 TVO 人員特地帶領前往反應爐、反應爐冷卻水泵、蒸汽產生器與調壓槽等處，近距離觀察設備與管路狀況，這些區域屬運轉後不易接近之高輻射區，著實為難得的經驗。

最後由地主國芬蘭代表帶領至 Olkiluoto 核能電廠遊客中心，該中心展示核子反應器模型、反應爐壓力槽模型、燃料束模型、介紹燃料傳送方式、建物箍筋作法、核廢料處置場概念等，有助了解電廠運作原理。CODAP 成員於遊客中心外合影(如圖 2)後結束此次參訪行程。



圖 2 參訪 Olkiluoto 電廠人員合影

肆、心得與建議

此次參加 CODAP 會議之心得，可歸納下列幾項：

1. OECD/NEA 從事多項核能相關研究工作，其主導之 CODAP 計畫目的在於核能電廠組件老化/劣化案例蒐集與對策研擬，成員均為核能安全管理機關(如美國 NRC)或核能安全研究單位(如法國 IRSN)。國內核能電廠投入商轉已超過 30 年，建議應持續參與 CODAP 計畫，以利取得國際間核能發展訊息(如研討會資訊)、核能管制作為(如豁免案例)，以及核能電廠組件老化/劣化管理之有用資訊。
2. OECD/NEA 成員國涵括世界主要核能先進國家，加入 CODAP 計畫及參與會議得以聽取各國重要事件案例簡報，了解事件成因，並可分享會員國逾 4 千 8 百筆之案例資料庫。建議可以持續注意國外電廠新增案例，必要時可依案例內容主動研擬國內核能電廠核安管制對策，或留存作為未來事件處理之借鏡。
3. 本次公差參加 CODAP 計畫第十六次會議，除了 CODAP 計畫事務性議題討論之外，亦於會議中與各國專家面對面討論交流國內案例，機會可貴且難得。建議未來多加利用 CODAP 會議平台，積極提出國內核能電廠組件運轉議題，獲取建設性意見作為管制上的參考。

伍、附件

附件一、2018年CODAP第十六次會議與會人員

CANADA

RIZNIC, Jovica

CHINESE TAIPEI

CHANG, Yi-Ting

CZECH

Jan, DOTREL

FINLAND

MEHTONEN, Marko

FRANCE

GOLFETTO, Damien

GERMANY

ELMAS, Mihdi

JAPAN

ARAI, Kensaku

KOREA

KIM, Dong-Yuk

NETHERLANDS

MATTEOLI, Camilla

SPAIN

ANDÚJAR, Patricia Fernández

SWITZERLAND

WEBER, Michaela

UNITED STATES

FOCHT, Eric

Operation Agent (OA)

LYDELL, Bengt

OECD/NEA Nuclear Safety Division

NEVANDER, Olli

附件二、CODAP 第十六次會議議程

- | | |
|---|-----------------|
| 1) Opening of meeting | Chair |
| 2) Adoption of the agenda 16th and summary records of 15th meeting | Chair |
| 3) Situation with the signatures of CODAP phase 3 agreement | |
| a) Missing signatures | NEA |
| b) Financial situation and financial report | |
| 4) Database development project | |
| a) Testing of the database modifications | |
| b) Possible development plans for database in phase 3 | OA/NEA |
| c) HDPE in CODAP | |
| 5) Database events | |
| a) Overview of current status of event reports in the database | |
| b) Discussion on countries activity in database | OA/All |
| c) Data submission schedule for balance of 2018 | |
| 6) Topical reports | |
| a) Approval of the status report of CODAP phase 2 (2015-2017) | |
| b) Discussion on 6 th Topical Report | OA/NEA |
| c) Plans and topics of the Topical Reports during phase 3 | |
| 7) CODAP year 2018 and 2019 work of OA | |
| a) Approval of the OA work during second half 2018 | OA/NEA |
| b) Approval of OA work plan for 2019 | |
| 8) CODAP Outreach | |
| • CODAP Users and Non-Disclosure Agreement | All |
| • CODAP bibliography on webpage | |
| 9) Operating Experience Exchange | All |
| 10) Upcoming Conferences of Potential Interest | OA/Chair |
| 11) Review of the agreed actions of the meeting | NEA |
| 12) Next meeting | |
| • 17 th CODAP meeting in Boulogne, France or Spain | Chair |
| 13) Closure of meeting | Chair |

附件三、CODAP 近期工作計畫

No.	Action	Proposed schedule
16-1	All NCs will test the database and review that event information has been removed correctly during database simplification. All comments related to the database structure and searching functions shall be provided by 15 October 2018 to OA and secretariat.	15 October 2018
16-2	OA and US NC will prepare a questionnaire on HDPE piping e.g. possibility to use in SC systems, material parameters and degradation mechanism, by end of year 2018.	December 2018
16-3	NCs shall review and finalise the draft events in database with help of OA by 15 December 2018.	15 December 2018
16-4	NCs will work for providing more events into the database. The results of this work will be discussed during the next meeting.	March 2019
16-5	NEA will contact EPRI in September 2018 and confirm their possibilities to add information to the 6th Topical Report by December 2018. All NCs will provide their parts by December 2018.	September 2018 December 2018
16-6	NCs will check the national events and technical development against water hammers in their countries for next meeting.	March 2019
16-7	OA to prepare a presentation on the operating experience with water hammer. Is water hammer still a problem?	December 2018
16-8	OA will collect a list of CODAP events happened after 40 years operation by December 2018.	December 2018
16-9	NCs will actively send information to CODAP bibliography by December 2018	December 2018