

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：研習)

參加「2017年國家級核物料料帳管理  
與控制系統研習會」

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：劉新生 技正兼科長

派赴國家：美國

出國期間：106年4月21日至106年5月7日

報告日期：106年7月5日

## 摘要

2017 年國家級核物料料帳管理與控制系統(State System of Accounting for and Control of Nuclear Materials, SSAC)研習與實務訓練，由國際原子能總署(International Atomic Energy Agency, IAEA)與美國國務院(Department of State, DOS)、美國能源部(Department of Energy, DOE)、美國能源部國家核子保安局(National Nuclear Security Administration, NNSA)與橡樹嶺國家實驗室(Oak Ridge National Laboratory, ORNL)共同辦理，於 4 月 23 日至 5 月 5 日假美國橡樹嶺國家實驗室舉行，共有來自歐洲、非洲、中東和亞洲 22 國 25 位學員參加。研習重點在於建立與維護有效的國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)的實務與經驗交流，達到符合國家級 SSAC 標準與 IAEA 的國際核子保防需求。

研習課程理論與實務並重，內容涵蓋：國際核子保防制度和法律背景、核燃料循環(Nuclear Fuel Cycle)、國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)、IAEA 核子保防系統、IAEA 核子保防策略和查證活動、IAEA 核物料料帳控制實務、核設施設計資料和現場描述(Design Information Questionnaire, DIQ)、全面核子保防協定(Comprehensive Safeguards Agreements, CSA)、補充議定書(Additional Protocol, AP)原則與宣告事項、核物料進出口提報義務、幫助各國建立或加強其 SSAC 等議題(Module)。約有三分之一的課程時間進行分組討論與實務演練，如：(一)核物料料帳之填報練習；(二)要求學員以核設施業者身分，填寫設計資料問卷(DIQ)、補充議定書宣告資料(AP Declaration)；(三)要求學員以國家管制機關人員身分，審視如何落實核子保防法規。經由扮演國家管制機關人員、核設施業者及國際原子能總署檢查員之角色，相互比對與交流，使學員印象深刻，獲益良多。期間並安排參訪 ORNL 的石墨反應器 (Graphite Reactor)、高中子通量同位素反應器 (High Flux Isotope Reactor, HFIR)和超級電腦中心(Supercomputer Center)。

藉由參加本次 SSAC 研習與實務訓練，實際瞭解核物料料帳管理作業與 IAEA 執行核子保防的檢查思維，並對核子保防相關技術實務和各國出席專家進行交流與討論，吸取保防資訊與技術經驗，以強化國內核物料料帳管理實務及執行核子保防相關業務能量，有助於提升保防專業能力及推動國內核子保防業務，對爾後工作之規劃、推展與問題解決極有助益。

# 目錄

內容	頁次
一、出國目的	1
二、出國行程	2
三、國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)研習課程簡介	3
四、國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)研習學員	5
五、國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)研習會課程與內容	6
(一) 防止核武器擴散與國際核子保防	7
(二) 核物料料帳管控與提報作業	13
(三) 補充議定書宣告與設計資料問卷	18
(四) 協助各國建立或加強其 SSAC	27
(五) 設施參訪：石墨反應器、高中子通量同位素反應器、超級電腦中心	28
六、心得	32
七、建議事項	33
八、附件	36

## 一、 出國目的

國際原子能總署(IAEA)的核子保防系統(safeguards system)可追溯至 1961 年 INFCIRC/26 保防協定，之後於 1964 年修訂保防協定擴大至涵蓋反應器設施的 INFCIRC/26/Add.1，1965 年修訂將再處理工廠(reprocessing plant) 納入管制範圍而制定 INFCIRC/66/Rev.1，1968 年制定的 INFCIRC/66/Rev.2 保防協定，將轉化與製造工廠 (conversion plants and fabrication plants)中使用核物料加工、儲存及生產等管制，納入附加條款(additional provisions)中，建立技術性與原則性的保防協定。1970 年「防止核武器蕃衍條約」(Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, NPT) 締結之後，經各會員國的商議，於 1972 年 6 月簽署全面核子保防協定(comprehensive Safeguard Agreement, CSA)的 INFCIRC/153 文件，可謂全方位的核子保防系統(full-scope safeguards)於焉建立，並與 INFCIRC/66 保防協定，通稱為傳統式保防(traditional safeguards)。迄至 1991 年波斯灣戰後，伊拉克秘密核設施逐一被揭露，1992 年總署檢查員無法查證北韓(DPRK)的核物料，1993 年南非宣布放棄其核武計畫，諸此迫使 IAEA 必須修訂更有實質執行力，強化保防措施與資訊取得的權力，乃於 1997 年 5 月總署理事會通過補充議定書範本 (INFCIRC/540 Model Additional Protocol, AP)，IAEA 稱此為加強式保防系統(Strengthened Safeguards System)，旋為成本效益與高有效性考量，將「傳統式保防」與「加強式保防」作最佳組合，而自 1998 年 12 月起開始發展並執行「整合式保防」(integrated safeguards)，至此，IAEA 總算制定一套完整的核子保防系統。

為深入瞭解 CSA 與 AP 的相關規定及申報項目，奉派赴美國橡樹嶺國家實驗室 (ORNL) 參加 2017 年國家級核物料料帳管理與控制系統(State System of Accounting for and Control of Nuclear Materials, SSAC)研習與實務訓練，此研習課程由國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency, IAEA)與美國國務院(Department of State, DOS)、美國能源部(Department of Energy, DOE)、美國能源部國家核子保安局(National Nuclear Security Administration, NNSA)與橡樹嶺國家實驗室(Oak Ridge National Laboratory, ORNL)共同辦理，地點選在橡樹嶺國家實驗室舉行。此行，實際瞭解國際核子保防制度、相關法規及各國施行核子保防經驗、核物料料帳管理作業與 IAEA 執行核子保防檢查之思維，以及針對核子保防相關技術實務和各國出席專家進行交流與討論，借鏡與吸取保防資訊與技術，期以強化國內核物料料帳管理實務和經驗及執行核子保防相關業務能量，有助於提升核子保防專業能力及推動國內核子保防業務，對爾後工作之規劃、推展與問題解決極有助益。

## 二、 出國行程

此次赴美國研習行程共計17天，4月21日自桃園國際機場搭乘長榮航空班機出發，經飛至美國洛杉磯(Los Angeles)國際機場，轉搭美國聯合航空國內線班機前往芝加哥(Chicago) 奧海爾國際機場，再轉乘美國聯合航空國內線班機前往田納西州諾克斯維爾(Knoxville)機場，由美國橡樹嶺國家實驗室(ORNL)工作人員接機並送抵指定住宿旅館(SpringHill Suites)。4月23日於毗鄰之Homewood Suites辦理報到手續並參加歡迎會，4月24日至5月5日每日上午七點廿分主辦單位均派ORNL專車於Homewood Suites門前接送學員赴美國橡樹嶺國家實驗室(ORNL)參加2017年國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)研習與實務訓練課程(請參考圖1)，研習期間參訪ORNL國家實驗室石墨反應器(Graphite Reactor)、高中子通量同位素反應器(High Flux Isotope Reactor, HFIR)和超級電腦中心(Supercomputer Center)，4月30日週日上午安排社交活動戶外野餐，5月4日晚間舉行結訓餐會，由IAEA核子保防訓練部門主管Mr. Jean- Maurice CRETE 和ORNL國際核子保防部門經理Mr. Michael WHITAKER及班主任Ms. Alena ZHERNOSEK頒發結業證書，並共同主持5月5日上午的結業典禮，順利完成本次研習課程與經驗交流。5月5日下午啟程返國，由美國諾克斯維爾(Knoxville)機場，搭乘美國聯合航空國內線班機前往芝加哥(Chicago) 奧海爾國際機場，再轉搭長榮航空班機返臺，於5月7日抵達國內桃園國際機場。行程如表1所示：

表 1 出國行程

行 程	工 作 內 容
4/21(五)-4/22(六)	去程
4/23(日)	Homewood Suites 辦理報到暨參加歡迎會
4/24(一)-4/28(五)	橡樹嶺國家實驗室(ORNL)研習
4/29(六)-4/30(日)	整理資料 4/30(日)社交活動—戶外野餐
5/1(一)-5/5(五)	橡樹嶺國家實驗室(ORNL)研習 5/4(四)晚間結訓餐會
5/5(五)-5/7(日)	返程

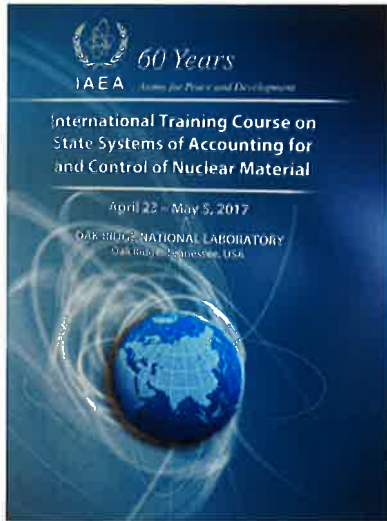


圖 1 SSAC Training Course 舉行地點 ORNL

### 三、 國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)研習課程簡介

「國家級核物料料帳管理與控制系統(簡稱 SSAC)」研習與實務訓練為國際原子能總署(IAEA)主辦之國際性訓練課程(International Training Course, ITC)之一，按例每兩年在美國舉辦一次，邀請各國核子保防業務相關人員參與。本次2017年SSAC研習之訓練課程，係由國際原子能總署(IAEA)與美國國務院(DOS)、美國能源部(DOE)、美國能源部國家核子保安局(NNSA)與橡樹嶺國家實驗室(ORNL)共同辦理，共有來自歐洲、非洲、中東和亞洲計22國25位學員參加，因我國已非IAEA正式會員國，經透過美國國務院(DOS)協助，

僅能以觀察員名義參加。研習訓練之目的在於落實全面核子保防協定(Comprehensive Safeguards Agreements, CSA)與補充議定書(Additional Protocol, AP)之規定，並協助建立國家核物料料帳管控系統(SSAC)，俾確實掌握簽署國核物料與核設施申報資訊。因此，課程針對提報 IAEA 核物料料帳統計與控制(NMAC)、補充議定書(AP)規定之宣告事項及設施設計資料與場址描述等各項報告書的格式與內容提出詳細說明，並藉由實務訓練，協助會員國建立並維持有效的國家級核物料料帳管理與控制系統，以符合簽署國及 IAEA 對於核子保防事務之要求。

此研習訓練課程注重理論與實務並行，內容規劃約有三分之一時間為進行管制作業實務演練，包含核物料料帳申報練習、學員以核設施業者身分設計資料問卷(DIQ)、學員以IAEA保防人員身分審查核設施業者所提出之DIQ、學員以國家管制機關人員身分審視如何落實核子保防法規。經由扮演核設施業者、國家管制機關人員及IAEA檢查員之角色，互相審查提問、彙整及回復，使學員印象深刻，獲益良多。

參加本次研習訓練課程，不僅可吸收 IAEA 最新的保防資訊與技術，強化國內核物料料帳管理實務，另與會者大部分為各國核能管制權責機關及核設施保防業務人員，經主辦單位事先的規劃安排，部分學員上台介紹說明其國家核子保防管制體系、組織及程序，藉此機會擴展國際視野並建立核子保防國際交流的合作管道。主辦單位同時安排參訪ORNL的研究設施，如早期發展之石墨反應器(Graphite reactor)廠址及高通量同位素反應器(High Flux Isotope Reactor, HFIR) 和超級電腦中心(Supercomputer Center)。

另外，本次研習訓練課程共有來自全世界22個國家的學員，一起受訓兩個星期，彼此間教學相長，藉由分組討論與合作培養出一種跨越語言、種族及國家隔閡之默契，增廣個人國際觀，也是課堂外的另一種收穫(請參考圖2)。



圖 2 Group B 分組討論與成員合影

#### 四、 國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)研習會學員

本次SSAC研習與實務訓練，除本人及核能研究所羅偉華副研究員以觀察員(Observer)身分參加外，另有 21 個國家派員參與，包括：阿爾及利亞 1 人、孟加拉 1 人、巴西 1 人、加拿大 1 人、丹麥 2 人、埃及 1 人、迦納 1 人、匈牙利 1 人、印度 1 人、印尼 1 人、以色列 1 人、馬來西亞 1 人、墨西哥 1 人、尼日 1 人、羅馬尼亞 1 人、斯洛伐克 1 人、南非 2 人、瑞士 1 人、泰國 1 人、委內瑞拉 1 人、烏茲別克斯坦 1 人，共計 25 位學員參訓(學員名單詳如表 2，觀察員未列入正式學員名單)，辦理研習課程的場所在美國橡樹嶺國家實驗室(ORNL)訪客中心的會議廳舉行(請參考圖 3)。

表 2 SSAC 研習與實務訓練學員名單

	COUNTRY	NAME
1.	Algeria	Ms Nafissa OUSMAAL
2.	Bangladesh	Mr Md Al MAMUN
3.	Brazil	Mr Robson RAMOS
4.	Canada	Mr Farrukh QURESHI
5.	Denmark	Ms Lone Bruun Lorenzen AGGERSBJERG
6.	Denmark	Ms Monica PALITZSCH
7.	Egypt	Mr Kamel Mohamed ELKOURGHLY
8.	Ghana	Mr Sylvester Attakorah BIRIKORANG
9.	Hungary	Ms Ildikó VIGH
10.	India	Mr Surendra Kumar AGRAWAL
11.	Indonesia	Ms Wahyu SETYANINGRUM
12.	Israel	Mr Yesheyahu BEN ELIYAHU

	COUNTRY	NAME
13.	Malaysia	Ms Noor Fadilla ISMAIL
14.	Mexico	Mr Francisco MORALES
15.	Niger	Mr Almoustapha ABOUBACAR
16.	Romania	Ms Aronela RADULESCU
17.	Slovakia	Mr Adam BENC
18.	South Africa	Mr Gedion Mbuyiseni NKOSI
19.	South Africa	Mr Benedict Tshwaane MARUMO
20.	Switzerland	Mr Giuseppe BIINO
21.	Thailand	Mr Sarun SOONGSAWANG
22.	Venezuela	Mr Felix Ramon BARRIOS GALINDEZ
23.	Uzbekistan	Mr Gayrat BEYSEBAEV





圖 3 上課教室及分組討論場所

## 五、 國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)研習會課程與內容

本次研習與實務訓練之課程安排，分兩週進行，第一週自 4 月 24 日 (一) 至 4 月 28 日(五)為 Module 1 ~ Module 4，包括防止核武器擴散與國際核子保防、國際核子保防制度和法律背景、核燃料循環(Nuclear Fuel Cycle)、全面核子保防協定(CSA)、IAEA 核子保防系統、IAEA 核子保防策略和查證活動、IAEA 核物料料帳控制(NMAC)實務、核物料料帳管理相關之報告撰寫練習、補充議定書(AP)原則與宣告事項。第二週自 5 月 1 日 (一) 至 5 月 4 日(四)為 Module 5 ~ Module 8，包括核設施設計資料描述(Design Information Questionnaire, DIQ)和設計資料現場查證 (Design Information Verification, DIV)、核物料進出口提報義務、國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)、美國執行核子保防實務，以及幫助新成員國建立國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)。5 月 5 日(五)為評量測驗和結業典禮。課程表(詳如表 3)及課程內容概述如下：

表 3 課程表

International Training Course on State Systems of Accounting for  
and Control of Nuclear Material  
24 April - 5 May 2017  
Oak Ridge, Tennessee, U.S.A.

AGENDA

Sunday, 23 April 2017				
Schedule	Lecture/Activity	Facilitator	Location	
18:00 - 18:30	Course Registration and Badging	ORNL IAEA	Hotel	
18:30 - 19:00	Reception hosted by U.S. Opening comments and welcoming	U.S./ORNL others IAEA	Hotel	
Monday, 24 April 2017				
08:30 - 09:00	Welcome to ORNL Importance of an Effective SSAC	U.S. IAEA		
09:00 - 09:05	ORNL Site Safety Briefing	A. Zernosek (ORNL)		
09:25 - 10:10	Course Opening and Overview Introduction of Participants, Official Photograph	A. Braunegger- Guelich (IAEA)		
10:10 - 10:25	Break			
	<b>Module 1</b>			
10:25 - 11:20	1.1 Nuclear Non-Proliferation and International Safeguards	E. Cooley (ORNL)		
11:10 - 11:45	1.2 Relationship between Comprehensive Safeguards Agreement and Additional Protocol	A. Braunegger- Guelich		
11:45 - 12:15	1.3 Nuclear Fuel Cycle	S. Poe (IAEA)/S. Marvell (ORNL)		
12:15 - 12:25	Lunch			Cafeteria
12:25 - 14:00	1.4 Nuclear Material Subject to Safeguards	A. Braunegger- Guelich		
14:00 - 15:10	WG-A Workshop - A. CSA and AP - Part 1	A. Braunegger- Guelich/S. Poe		
15:10 - 15:20	Coffee Break			
15:25 - 16:15	WG-A Continuation CSA and AP - Part 1	A. Braunegger- Guelich/S. Poe		
16:15 - 17:00	WG-A Group Presentations and Discussion	A. Braunegger- Guelich		

Tuesday, 25 April 2017				
08:00 – 08:10		Summary and Overview	IAEA	
08:10 – 08:50	MSE-1	Member State Experience: Presentation by Participants (MSE) – National Legislative and Regulatory Framework for Safeguards in Switzerland	G. Bino	
08:50 – 09:50	WS-A	CA and AP – Part II (Heptase)	A. Braunegger-Guelich/S. Poe	
09:50 – 10:00	WS-A	Group Presentations and Discussion	A. Braunegger-Guelich	
10:00 – 10:15		Coffee Break		
	Module 2	Nuclear Material Accounting and Control (NM&C) and Reporting to the IAEA		
10:15 – 11:00	2.1	Nuclear Material Accounting and Control	M. Whitaker	
11:00 – 12:00	WS-D	Nuclear Material Accounting Structure at Facilities and LORs	A. Braunegger-Guelich/M. Whitaker	
12:00 – 13:00		Lunch		
13:00 – 14:00	WS-D	Continuation: Nuclear Material Accounting Structure at Facilities and LORs	A. Braunegger-Guelich/M. Whitaker	
14:00 – 14:45	WS-B	Group Presentations and Discussion	A. Braunegger-Guelich/M. Whitaker	
14:45 – 15:00		Coffee Break		
15:00 – 15:30	2.3	Facility Records	T. Stepanek (ORNL)	
15:30 – 16:00	2.2a	Case Study: Facility Accounting Records	T. Stepanek	
16:00 – 16:45	2.3	Introduction to IAEA Accounting and Reporting	J. Oakberg (ORNL)	
Wednesday, 26 April 2017				
08:00 – 08:10		Summary and Overview	IAEA	
08:10 – 09:30	2.4	Introduction to Code 30	J. Oakberg	
09:30 – 11:10	WS-C	Inventory Change Reports, including case study	B. Jonas (IAEA)	
11:10 – 11:25		Coffee Break		
11:25 – 12:05	2.5	Physical Inventory Taking (PIT)	B. McGill (ORNL)	
12:05 – 13:00		Lunch		Cafeteria
13:00 – 14:30	WS-D	Phys of Inventory Taking, including case study	B. Jonas	
14:30 – 15:15	WS-E	Material Balance Report including case study	B. Jonas	
15:15 – 15:30		Coffee Break		
15:30 – 16:00	2.6	Case Study: Modifications of State Reports (Corrections, Deletions, Additions)	T. Stepanek	
16:00 – 16:20	MSE-2a	Nuclear Material Accounting and Control at a Facility - Algeria	N. Oummal	
16:20 – 16:40	MSE-2b	Nuclear Material Accounting and Control at a Facility - Romania	A. Radulescu	
16:40 – 17:00	2.7	Quality Control Verification Software (QCVS)	B. Jonas	

Thursday, 27 April 2017				
08:00 – 08:10		Summary and Overview	IAEA	
	Module 3	Promotion of Access and Support to IAEA's field verification activities		
08:10 – 08:50	3.1	IAEA Verification Activities	C. Gazze (IAEA)	
08:50 – 09:00	3.2	Overview of in-field verification exercises	ORNL	
09:00 – 12:00 (with break)	3.3	In-Field Verification Exercises (NDA, PIT, CS, CA) Part 1	ORNL / C. Gazze	
12:00 – 13:00		Lunch		
13:00 – 16:00 (with break)	3.3	In-Field Verification Exercises (NDA, PIT, CS, CA) Part 2	ORNL / C. Gazze	
16:00 – 16:30	3.4	Safeguards Lab Exercises Wrap-up	ORNL	
Friday, 28 April 2017				
08:00 – 08:10		Summary and Overview	IAEA	
	Module 4	Additional Protocol (AP)		
08:10 – 09:50	4.1	Additional Protocol: Concepts, Principles and Reporting Obligations	A. Braunegger-Guelich	
09:50 – 10:10	MSE-3a	Implementing the Additional Protocol - Ghana	S. Binkorang	
10:10 – 10:30	MSE-3b	Implementing the Additional Protocol - Romania	A. Radulescu	
10:30 – 10:45		Coffee Break		
10:45 – 12:45	WS-F	Additional Protocol Declarations	T. Stepanek	Cafeteria
12:45 – 13:45		Lunch		
13:45 – 14:15	4.2	Demonstration of Protocol Reports Software	T. Stepanek	
14:15 – 14:45	4.3	Demonstration of Declaration Helper Software	R. Cain	
14:45 – 15:30	WS-G	Nuclear Fuel Cycle Related Research and Development	R. Cain	
15:30 – 15:45		Coffee Break		
15:45 – 16:05	MSE-3c	National Safeguards Practical Implementation - Niger	A. Aboubacar	
16:05 – 16:30		ORNL History and Overview	M. Farrar (ORNL)	
Monday, 1 May 2017				
08:00 – 08:10		Summary and Overview	IAEA	
	Module 5	Facility Design Information and Site Description		
08:10 – 09:00	5.1	Design Information Questionnaire (DIQ), Examination (DIE) and Verification (DIV) and Site Description	C. Gazze	
09:00 – 09:30	5.2	Introduction to DIQ Workshop	J.-M. Crête (IAEA)	
09:30 – 10:30	5.3	Introduction to the Reference Facility (including G&A)	G. Hanouin	
10:30 – 10:45	5.4	Safety Rules	D. Blanchard	
10:45 – 11:00		Travel to the facility	ALL	
11:00 – 12:30	5.5	Technical Visit to the facility	ALL	HFIR
12:30 – 13:30		Lunch		Cafeteria
13:30 – 15:00	WS-H	DIQ for the Reference Facility	IAEA/HFIR	
15:00 – 15:15		Coffee Break		
15:15 – 16:15	WS-I	Continuation: DIQ for the Reference Facility	IAEA/HFIR	
16:15 – 17:00	WS-H	Group Presentations and Discussion	IAEA/HFIR	

Tuesday, 2 May 2017				
08:00 – 08:10		Summary and Overview	IAEA	
08:10 – 08:30	5.6	Case Study: Design Information	C. Gazze	
08:30 – 09:15	5.7	Discussion: Site Declaration (Reference Site)	C. Gazze	
	Module 6	Other Reporting Obligations: Export/Import		
09:15 – 09:50	6.1	Nuclear Trade	S. Poe	
09:50 – 10:30	6.2	Export/Import Reporting	A. Braunegger-Guelich	
10:30 – 10:45		Coffee Break		
10:45 – 11:15	6.3	International Transfers - Scenarios	S. Poe	
	Module 7	Safeguards Concepts and Practices		
11:15 – 12:00	7.1	State Evaluation and the Drawing of Safeguards Conclusions	J. Cooley	
12:00 – 13:00		Lunch		Cafeteria
13:00 – 13:45	7.2	Safeguards Concepts and Practices	J.-M. Crête	
	Module 8	State System of Accounting for and Control of Nuclear Material (SSAC)		
13:45 – 14:30	8.1	Role of an SSAC in implementing IAEA Safeguards	A. Braunegger-Guelich	
14:30 – 14:45		Coffee Break		
14:45 – 15:45	WS-J	National Institutional Framework for Safeguards	A. Braunegger-Guelich/S. Poe	
15:45 – 16:15	WS-J	Presentation of Work in Groups	A. Braunegger-Guelich	
16:15 – 16:45	8.2	Management System Integrating Safeguards	J.-M. Crête	
Wednesday, 3 May 2017				
08:00 – 08:10		Summary and Overview	IAEA	
08:10 – 08:40	8.3	Locating and collecting of safeguards information by the SSAC	S. Poe	
08:40 – 09:30	8.4	Information Management	R. Cain	
09:30 – 10:00	8.5	Regulatory Oversight of Nuclear Material and Activities through Licensing	D. Hanks (US NRC)	
10:00 – 10:45	8.6	Introduction to Domestic Inspections	J.-M. Crête	
10:45 – 11:00		Coffee Break		
11:00 – 12:00	WS-J	Document Review: NM&C Plan	A. Braunegger-Guelich	
12:00 – 13:00		Lunch		Cafeteria
13:00 – 14:30	WS-J	Continuation: Document Review: NM&C Plan		
14:30 – 15:15	WS-J	Group Presentations and Discussion	J.-M. Crête	
15:15 – 15:30		Coffee Break		
15:30 – 16:00	8.7	Roles and Responsibilities of a Nuclear Facility/LOF Operator	A. Braunegger-Guelich	
16:00 – 16:20	8.8	Discussion: Preparing for IAEA Access by the State Authority and Facility Operator	A. Braunegger-Guelich	

Thursday, 4 May 2017				
08:00 – 08:10		Summary and Overview	IAEA	
08:10 – 08:25	MSE-4	India's experience/good practices on implementation of safeguards/SSAC	S. Kumar	
08:25 – 09:15	WS-K	Introduction to the WS on Establishment and Maintenance of an SSAC	J.-M. Crête	
09:15 – 10:00	WS-K	Establishment and Maintenance of an SSAC	J.-M. Crête/A. Braunegger-Guelich	
10:00 – 10:15		Coffee Break		
10:15 – 12:00	WS-K	Continuation: Establishment and Maintenance of an SSAC	J.-M. Crête/A. Braunegger-Guelich	
12:00 – 13:00		Lunch		Cafeteria
13:00 – 13:45	WS-K	Continuation: Establishment and Maintenance of an SSAC	J.-M. Crête/A. Braunegger-Guelich	
13:45 – 14:50	WS-K	Group Presentations on the Exercise on Implementation of an SSAC	J.-M. Crête	
14:50 – 14:55		Coffee Break		
14:55 – 15:30	8.9	Implementation of Safeguards in the U.S.	D. Hanks	
15:30 – 16:00		Assisting States to establish or strengthen their SSAC	J.-M. Crête	
16:00 – 16:30		INSEP Outreach and Training	J. Durbin (INSEP)	
16:30 – 16:50		IAEA Assistance for SSACs	A. Braunegger-Guelich	
16:50 – 21:30		Banquet - Awarding of Certificates		
Friday, 5 May 2017				
08:00 – 08:10		Summary and Overview	IAEA	
08:10 – 09:00		Quiz	A. Braunegger-Guelich	
09:00 – 10:00		Feedback on Training Exercises Presentation online - CAPNET	J.-M. Crête / M. Whitaker	
10:00 – 10:15		Coffee Break		
10:15 – 10:45		Closing Ceremony	ORNL/IAEA	

## (一) 防止核武器擴散與國際核子保防

本議題為 IAEA 基於防止核武擴散與國際核子保防(Nuclear Non-proliferation and International Safeguards)的方針下，提出包含核子保防制度(INFCIRC/66)、根據防止核武器擴散條約要求下的保障協定結構與內容(The Structure and Content of Agreements between the Agency and States required in connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, INFCIRC/153)，又稱全面核子保防協定

(Comprehensive Safeguards Agreements, CSA) 或自願提交協定 (Voluntary Offer Agreements, VOA)，及補充議定書(Additional Protocols, INFCIRC/540)等系列協定與規定，內容詳細規範 IAEA 與簽署國間應盡的責任和義務。

簽署國依協定之要求需建立「國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)」，且簽署國有義務向 IAEA 陳報相關資料，並須接受 IAEA 派員檢查。又根據上開協定與相關規定，簽署國首先須設置國家保防管制體系，並依協定執行核物料之保防措施及應用，確實保障基本保防承諾。我國於 1964 年與美國及總署簽訂「三邊保防協定」(INFCIRC/158 第一版)，1969 年與總署簽訂「臺灣研究用反應器保防雙邊協定」(INFCIRC/133)，然自 1971 年 10 月 26 日我國退出聯合國，不再是總署的會員國，旋於 1971 年 12 月 6 日修正臺、美及總署三邊保防協定(INFCIRC/158 第二版)，並將 INFCIRC/133 納入，等同簽署全面核子保防協定(INFCIRC/153)。

1. 國家核子保防管制結構: 為配合 IAEA 核子保防規定及執行核物料保防程序與方法，利用核物料定期提報作業與現場查證作業，達到核物料監視與管制，各簽署國須建立一套完整的國家保防管制體系，包含法律架構(Legislative Framework)、監管架構(Regulatory Framework) 及國家保防權責機關(Safeguards Regulatory Authority, SRA) 等，設置原則如下：

- (1) 須於國內法律架構中明確規範
- (2) 需設置於政府管轄
- (3) 明定國家保防管制體系與組織責任
- (4) 給予充足人力及財力來源
- (5) 建立技術能力與專門知識
- (6) 監督報告與資訊公開
- (7) 監督判斷及解決爭端

SRA 提供簽署國建立核子保防和保安功能監管架構，包含：建立及維護「國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)」、建立核物料許可權、國家檢查及稽核許可權、驗證透明性、提交資料至 IAEA、配合 IAEA 查證活動，核物料遺失或失竊及時程提報規定、保護 IAEA 操作設備及時程提報規定，以及與 IAEA 及其他簽署國合作等。SRA 之架構範本請參考圖 4。

## Example - State Authority Structure



圖 4 國家保防權責機關架構 (SRA structure) 範本

強而有力的國家核子保防權責機關(SRA)立法和監管架構提供了全面核子保防協定(CSA)簽署國一個有效核子保防和保安基礎架構及保障設施，並能有效與 IAEA 合作執行核物料保防，保障國家核子保防工作。茲就全面核子保防協定(CSA)簽署國基本保防承諾、核燃料循環與核武發展的關聯性、核子保防有關的保防核物料種類、簡述如下：

### 2.全面核子保防協定(CSA)簽署國之基本保防承諾

- (1) 所有核子材料或特殊可分裂材料應使用於核能和平相關活動。
- (2) 確保核子材料或特殊可分裂材料應使用於核能和平相關活動之保防。
- (3) 核武國家保證不直接或間接地把核武器轉讓給非核武國家，不援助非核武國家製造核武器。
- (4) 非核武國家保證不製造核武器，不直接或間接地接受其他國家的核武器轉讓，不尋求或接受製造核武器的援助，也不向別國提供這種援助。
- (5) 把核設施和平用途置於國際原子能機構的國際保防之下，並在和平使用核能方面提供技術合作。
- (6) 核物料可應用於非禁止之軍事動力能源，如潛艇、航空母艦等。
- (7) CSA 保防程序不須應用於採礦及加工活動。【註：後來為彌補 CSA 規定之不足，於 1997 年 5 月通過補充議定書範本(Model Additional Protocol, AP)加以規範】。

### 3.核燃料循環

所謂核物料係指鈾(U)、釷(Th)等核礦物及其加工與製造所產生之核子原料和核子燃料，以及核子燃料經過核分裂反應所產生之鈾(Pu)。核燃料循環(Nuclear Fuel Cycle) 包含對鈾礦石的開採、提煉、濃縮、核燃料製造、核燃料利用、用過核燃料再處理和最終處置，主要有三個階段：前端(Front end stage)、中間階段(Central stage)、後端(Back end stage)，概述如下，請參考圖 5。

- (1) 前端(Front end stage)：採礦、碾磨及轉換、濃縮、核燃料製造加工活動。
- (2) 中間階段(Central stage)：核燃料於反應器中照射使用。
- (3) 後端(Back end stage)：用過核燃料管理、用過核燃料再處理及放射性廢棄物管理。

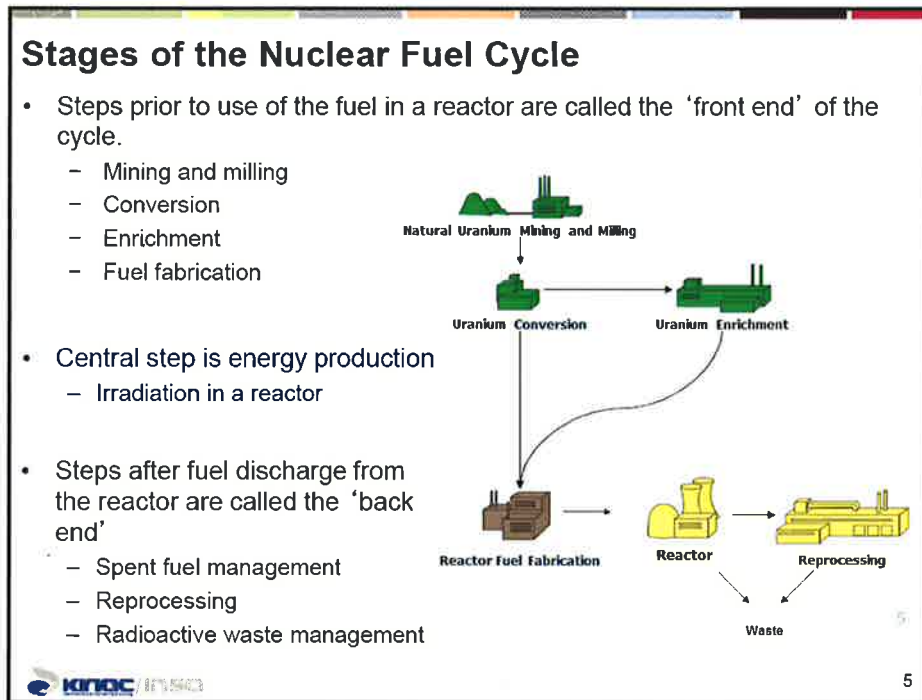


圖 5 核燃料循環的各個階段

### 4.核物料之應用

核物料之應用包含核能使用及非核能使用，請參考圖 6。

- (1) 鈾(核能使用)：如核能發電之燃料、軍事動力能源、中子探測頭、光譜標準源。
- (2) 鈾(非核能使用)：如輻射治療設施屏蔽、微電子分析、著色添加劑、催化劑等。
- (3) 鈾(核能使用)：如核能發電之燃料、軍事動力能源、放射性同位素熱電產生器、射源。

### Fuel Cycle: Nuclear Use



### Non-Fuel Cycle: Nuclear & Non- nuclear Use

- **Medicine**
- **Industry**
- **Research applications**

圖 6 核物料循環與核物料之應用

#### 5.核燃料循環與核武發展的關聯性

發展核武需要有非常高濃縮度之濃縮鈾(U-235)或鈾(U-233)，或用過核燃料經過再處理程序所產生之鈾(Pu-239)做為原料。核分裂核武透過核分裂釋放巨大能量，重核子如鈾或鈾在中子衝擊下發生核分裂反應，分裂成為較輕的核子，同時釋放更多的中子，造成連鎖反應。傳統上核分裂形式之核武稱為原子彈，大部分的核分裂核武是使用化學炸藥，把在臨界質量(Critical Mass)以下的鈾-235 或鈾-239 擠壓成超越臨界質量的一塊，然後在中子照射下產生不受控的連鎖反應，釋放大量能量。起爆的方式可分為鎗式(Gun-type)和內爆式(Impllosion-type)。美國第一枚投擲在日本廣島的核武小男孩(Little Boy)即為鎗式起爆的鈾彈，而第二枚投擲在長崎的胖子(Fat Man)為內爆式起爆的鈾彈，請參考如圖 7。因此，敏感核物料係指：鈾-233(U-233)、鈾-235(U-235)、鈾-239(Pu-239)。核武級的核物料臨界質量(Critical Mass)係指：鈾(Pu-239) 10kg，鈾-233(U-233) 15kg，高濃縮(>90%)之鈾-235(U-235) 52kg。

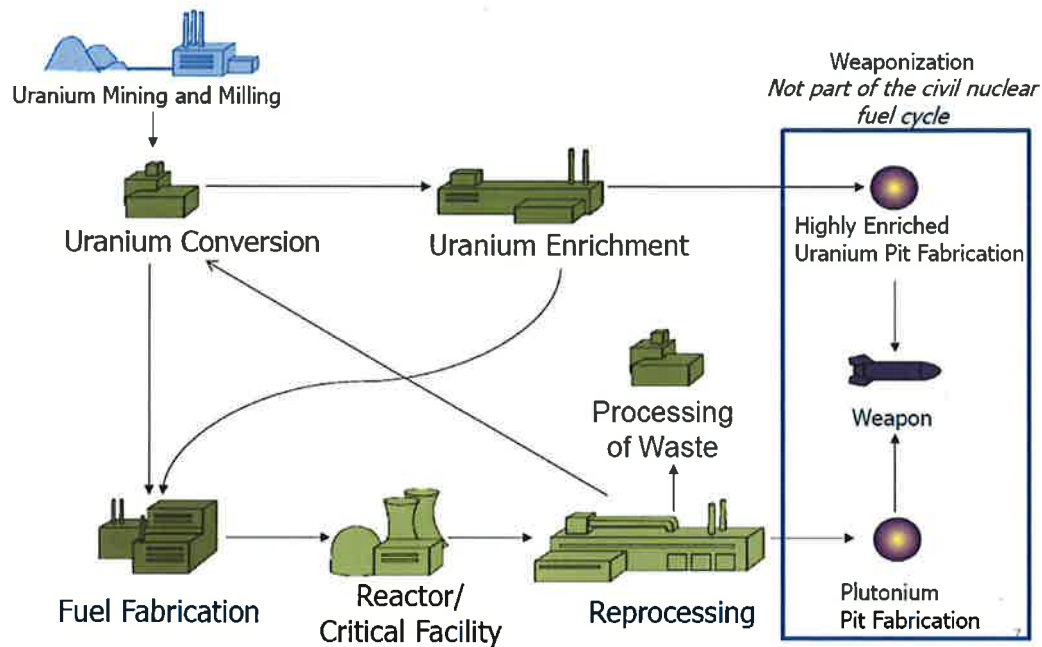


圖 7 核燃料循環與核武發展的關聯性

#### 6. 核子保防有關的保防核物料種類

核物料保防種類包含核子原料或特殊可分裂材料。

- (1) 核子原料：鈾(天然)和鈾金屬或合金、化學合成物、濃縮物等。
- (2) 特殊可分裂材料：鈾-239、鈾-233、或鈾-233 與鈾-235 混合物等。

因為全面核子保防協定(CSA)規定提供核物料之範圍，自核燃料循環前端之鈾提煉、鈾濃縮、核燃料製造、核燃料利用，至用過核燃料再處理和最終處置止。然而，因為受限於前述 CSA 規定，又因核設施與核物料資料提供之作為端賴各國主動申報，有些國家意圖隱匿或蓄意規避 IAEA 檢查。因此，IAEA 為了彌補全面核子保防協定(CSA)之不足，在 1997 年訂定補充議定書範本(Model Additional Protocol, AP, INFCIRC/540)，要求各國從核燃料循環之源頭(亦即從鈾礦石的開採、提煉、鈾濃縮開始，並擴及至非核能使用鈾之範疇)提報宣告資料，並執行補足性進入檢查(Complementary Access, CA)、目視檢查、儀器偵測及搜集環境拭樣(collection of environmental samples)檢查。核物(燃)料之應用與 CSA 及 AP 申報範圍，請參考圖 8。



圖 8 核物(燃)料之應用與 CSA 及 AP 申報範圍

## (二) 核物料料帳管控與提報作業

依據 INFCIRC/153 為基礎之全面核子保防協定(CSA)規範下，IAEA 執行核物料保防程序與方法，利用核物料定期申報作業與現場查證作業，達到核物料料帳管控(Nuclear Material Accounting and Control, NMAC)目的。核子保防在執行上，核物料料帳管控(NMAC) 是非常重要的，又對於核子保安(Nuclear Security)而言，除了實體防護措施之外，也必須建立在完整的核物料料帳基礎上。「國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)」設立之目的，第一為管控國內所有核物料，使核物料的遺失或非法利用能被及時檢查發現；第二則確定提報資料符合 IAEA 規定，並做為與 IAEA 聯繫的窗口。因此，國家核子保防權責機關必須完全掌握其國內所有核子物料及核子設施相關資訊，並確定其完整性與正確性，以及依規定按時向 IAEA 申報。

### 1.核物料料帳管控(Nuclear Material Accounting and Control, NMAC)

核物料料帳所需要申報的物質主要有耗乏鈾(Depleted Uranium, DU)、天然鈾(Natural Uranium, NU)、濃縮鈾(Enriched Uranium, EU)、鈾(Pu)及鈷(Th)等，與料帳有關之重要名詞說明如下：

- 物料平衡區(Material Balance Area, MBA)：核設施內定義核物料輸出、輸入及執行存量衡算的實體範圍。一般而言，在個別 MBA 內的核物料移動不必申報異動。
- 物料平衡報告(Material Balance Report, MBR)：固定時間範圍(通常提報規定為 1 年)的某一檢查時間點，各個 MBA 中物料存量異動衡算結果的報表。



- 批(Batch)：某一個數量的核物料結合而成的計量單位，為向 IAEA 申報料帳之基本單位。
- 實體存量(Physical Inventory, PI)：固定時間範圍 MBA 中所有批物料量的總合。
- 存量異動(Inventory Change, IC)：特定時間點 MBA 中各批物料的變化量。
- 關鍵量測點(Key Measurement Point, KMP)：作為測量核物料流動量或存量的區域，依其關鍵量測點性質可分為流動 KMP (flow KMP)與存量 KMP(inventory KMP)，更可依其關鍵量測點位置再細分不同量測點。
- 帳面存量(Book Inventory)：前次實體存量加上或減去之後的存量異動變化量的結果。
- 存量異動報告(Inventory Change Report, ICR)：核物料在物料平衡區(MBA)物料進出的流動平衡狀態，不同 MBA 之間核物料的輸出、輸入、轉變、處理損失或意外增減，統計結果可得知核物料異動情形，簽署國每年應定期向 IAEA 提報。
- 實體存量清單(Physical Inventory Listing, PIL)：依核設施設計資料(Design Information, DI)中物料平衡區的規劃，各個 MBA 應定期統計各類核物料存量之量測結果、變化異動與修訂更正紀錄，稱之實體存量盤點(Physical Inventory Taking, PIT)，之後向 IAEA 提送核物料料帳之報表格式所呈現的結果即為 PIL，同樣每年定期向 IAEA 提報 PIL。
- 物料不明去向(Material Unaccounted For, MUF)：指帳面存量減去實體存量的結果，正常情況 MUF 應為 0，若 MUF 出現"-"，表示物料增加，若 MUF 出現"+"，表示物料減少，IAEA 將會評估其發生原因。
- 設施外地點(Location Outside Facilities, LOF)：核物料少於 1 有效公斤重的暫時貯存區。
- 重要設備清單(Essential Equipment Listing, EEL)：核設施中影響操作的重要設備。
- 設計資料問卷(Design Information Questionnaire, DIQ)：IAEA 對於簽署國之核設施在尚未引入核物料之前，要求申報該設施的設計資料，該資料係按問卷方式提報。
- 設計資料查證(Design Information Verification, DIV)：IAEA 依 DIQ 宣告資料進行核設施檢查。設計問卷資料正確性與完整性的查證，稱為 DIV。有時亦稱為設施設計檢視(Design Information Examination, DIE)。

各國向 IAEA 提送核物料料帳之報表格式，於全面核子保防協定(CSA)附屬施行

細則(Model Subsidiary Arrangement) 之 Code 10 (我國係 Code 12) 中有詳細敘述，格式包含有固定格式(Fixed format)及標記式格式(Labeled format)兩種。各國只能選用其中一種格式陳報資料至 IAEA。Fixed format 之表格欄位及行數固定，當核物料數量少時容易填寫及閱讀，數量多時會產生大量的表格，報表較為複雜且瞭解不易；Labeled format 以 label 定義欄位時，長度沒有限定，僅能以電子檔陳報，無需紙本報表，可大幅減少文書作業，歐美國家大多使用此格式。我國從早年開始陳報料帳時即採用 Fixed format，雖然改用 Labeled format 有其優點，但短期內要轉換使用實有難度，且我國在穩健減核政策下，轉換格式之效益不高。有關 Code 10 規定之提報架構如圖 9 所示。

## Reports Defined in Code 10

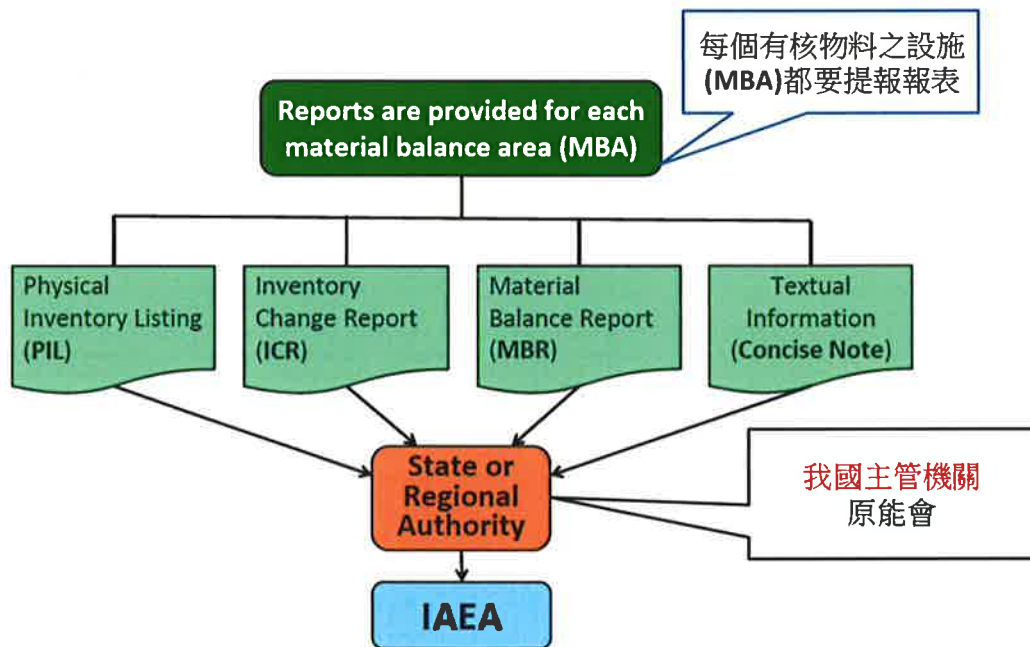


圖 9 Code 10 提報架構圖

### 2.核設施設計資料之查證活動(IAEA In-Field Verification Activities)

核設施設計資料之查證活動包含核設施設計資料查證(Design Information Verification, DIV)、檢查(Inspection)及補足性進入檢查(Complementary Access, CA)，DIV 為查證簽署國提交之設施資料，目的為確認設施有關核子保防之設計特徵、保防方法及仍於有效期限內。核物料盤點與設施運轉檢查，包含記錄檢視、指定項目取樣及量測、包封圍阻與監視(Containment and Surveillance, C/S)、環境取樣等，目的為證明無非法轉移核物料及無濫用核設施，以符合無未申報核物料。補足性進入檢

查(CA)包含：觀察、輻射監控、環境取樣、量測、記錄檢視、圍阻及監視，目的為確認無未申報核物料與活動、解決料帳不一致問題及確認核設施除役狀態等。上述之驗證活動只由 IAEA 保防檢查員設計並執行，簡要說明如下：

- (1) 核設施設計資料(Design Information, DI)是基於 INFCIRC/153 全面核子保防協定(CSA)的規範，目的在於發展核設施保防措施，包含設施資料準備、MBA 統計，規劃關鍵量測點以設定核物料流動與存量的 KMP、建立重要設備清單(EEL)、涵蓋整個設施運轉檢查與查證活動。
- (2) 核設施設計資料查證(Design Information Verification, DIV)，內容包括設施的名稱、特性、目的、額定容量、地理位置與地址、設施配置、核物料形式、位置與流程，使用、加工或製造核物料重要設備的配置、物料統計特性與程序(MBA、KMP、PIT)、圍阻與監視、保防與安全。

A. 目標：以適當核設施設計資料查證程序，確保核設施及核物料不被濫用。

B. DIV 活動：

- a. 施工/修改：依複雜性決定頻率，以目視或量測確認設計與竣工、重要設備評估、獨立評估能力、圍阻設計、核子保防方法(關鍵量測點、計數、量測)。
- b. 運轉：每年至少一次，確認圍阻與監視(C/S)有效性、確認容量在核子保防下持續運轉無改變。
- c. 除役(亦即，停止保防管制)：進行核子保防停止前最後一次查證 (Final DIV)，確認移除之重要設備、其他設施除役問題。

C. DIV 注意事項：

- a. 研究用反應器、核子反應器、用過燃料貯存及熱室須制訂標準核子保防方法。
- b. 濃縮、再處理燃料製造及轉換等設施，於建造及運轉期間需要更多之 DIV 活動。
- c. 一些敏感性高之設施，其 DIV/DI 資料(包含圖面、紀錄照片及校驗資料)須在 IAEA 封緘下，完整保存在廠址內。

D. 包封圍阻與監視(Containment and Surveillance, C/S)：

- a. 目的：減少未來查證核物料所需投入的時間及人力、驗證核物料轉換及流

動、凍結盤存以便於未來進一步之查證、檢測和防止設施濫用、檢視竄改或干擾或未經認證途徑。

b. 使用場合：使用設計訊息圍阻與監視區域或結構，藉由相機、攝影機及封緘監控物料移動必經路徑，包含燃料傳送道、填裝或再處理閥及管路。

c. IAEA 使用方法：封緘、監控、檢查、比對、偵測及量測。

d. IAEA 使用設備：

◇ 監視系統(Surveillance Systems)：IAEA 遠端監視系統(Remote monitoring Systems)可將保防相關資訊經由 C/S 系統監視、量測與收集，並配合通訊網路遠端傳送至 IAEA 總部進行檢視或評估，大幅改善監視作業的效率與時效。遠端監視以安全、可靠、經濟的通訊設施，將設施監視、輻射與封緘資訊傳給 IAEA，減少現場檢查活動、降低輻射暴露、減少對設施運轉之干擾、遠端故障排除與重新配置等優點。近年來數位科技蓬勃發展，數位式或光學監視系統(Optical Surveillance Systems)逐漸成為核子保防監視的重要利器，如 ALIS, ALIP, NGSS, DMOS, GARS 等監視系統，IAEA 總部利用無人監視系統可以長期獲得可靠且經濟的核子保防資訊。

◇ 封緘系統(Sealing Systems)：封緘裝置是一項防止竄改的裝置，提供 IAEA 發現任何非授權動用保全核物料之證據，IAEA 常用的封緘有四種型式(請參考圖 10)，一種是紙封緘(Void Seal)，主要用於暫時防止非授權進入有物料管制之場所；一種是金屬封緘(Metal Seal)，在可顯示出被破壞的兩片金屬蓋，由不同材質連接線(不鏽鋼線/尼龍線)打結合成的封緘，封緘上印記 IAEA 標示及特殊編號，供拍照辨識及查證之用，所有金屬封緘之使用在 IAEA 均有登錄追蹤；一種是具有驗證功能的光纖封緘(Cobra Seal)，當封緘被打開時，內部光纖位置改變，經由檢測儀螢幕即可清楚顯示變更區域；第四種是具有驗證功能的電子封緘(Electronic seal)，當封緘被打開時便觸發內部電子電路，紀錄打開關閉次數和時間，可協助提供核子保防所需之資訊。

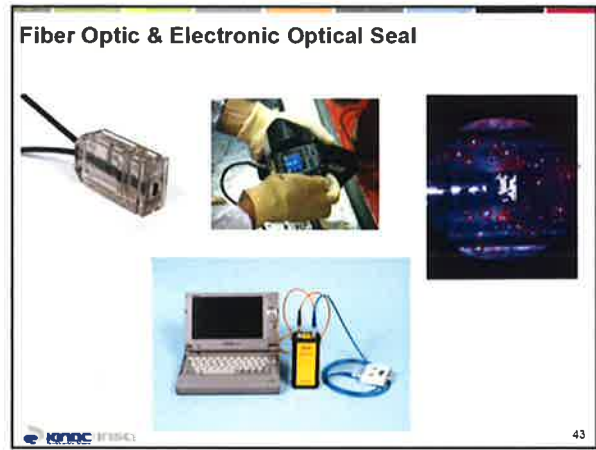


圖 10 金屬封緘、紙封緘、光纖封緘與電子封緘

### (三) 補充議定書宣告與設計資料問卷

IAEA 為了彌補以 INFCIRC/153 為基礎之全面核子保防協定(CSA)規定之不足，於 1997 年 5 月通過各會員國實施核子保防協定之補充議定書範本 INFCIRC/540 ( Model Protocol Additional to the Agreement(s) between State(s) and the International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards, AP) 主要增加之核子保防作為是：①每年提報 AP 規定之更新資料;②補足性進入檢查(Complementary Access, CA) ; ③環境擦拭取樣分析(Environmental Sampling, ES)，與 IAEA 簽署全面保防協定的會員國，依協議必須採取充分的加強措施，並體認 IAEA 需要強化保防監督的效力與效率，讓核子保防維持最低限度的活動頻率與效率之間取得平衡。並藉以瞭解國際社會擬加強 IAEA 保防制度的有效性，並改善其效率的方式，更進一步提升防止核武器擴散的意願。我國於 1999 年以換函方式同意實施核子保防協定之補充議定書。補充議定書共有 18 條款，解釋說明補充議定書與保防協定之間的關係，針對補充議定書各條款之重要說明如表 4。

表 4 補充議定書條款說明

條 文	內 容
第 1 條	保防協定的條款與補充議定書相關且共容的部份，適用於補充議定書。若不一致時，則適用補充議定書之條款。
第 2 條與第 3 條	資訊宣告的要求與時間點 (請參考表 5.)
第 4 條	補充議定書第 5 條下與「補足性進入」有關之規定
第 5 條	簽署國應協助 IAEA 進入場址或地點
第 6 條	IAEA 進入場址或地點之授權視察活動
第 7 條	IAEA 應在補充議定書之下簽定「受管理之進入」的辦法，以防止對核武擴散敏感資訊之散佈、或符合安全或實體防護要求，或保護私密性或商業敏感資訊。
第 8 條	補充議定書不應排除提供 IAEA 進入第 5 條與第 9 條所述以外的地點，或要求 IAEA 在特定地點進行查證活動。IAEA 則應立即做所有合理的努力以應對此一要求。
第 9 條	簽署國協助 IAEA 進入其所定地點以實施廣域範圍之環境取樣，倘若無法協助時，應盡所有合理的努力以在其他的地點滿足 IAEA 的要求。在廣域範圍之環境取樣及其程序辦法已被核准，並由 IAEA 與簽署國諮商前，IAEA 不應要求此類進入。
第 10 條	簽署國應提報 IAEA 之資訊
第 11 條與第 12 條	IAEA 說明檢查員的檢查與簽證設計
第 13 條	附屬協議
第 14 條	IAEA 使用通訊系統規定
第 15 條	機密資訊保護範圍
第 16 條	有關於核燃料循環活動的 Annex I (2.a(iv))及特定設備與非核物料進出口的 Annex II (2.a (ix))
第 17 條	補充議定書生效日

相較於 CSA，補充議定書 AP (INFCIRC/540)要求簽署國需提報之資訊內容相當完整，包含設施(Facility)、場址(Site)內範圍及場址內所有設施外地點(Location Outside Facilities, LOFs)存有核物料，不僅注重核設施運轉操作，更包括核燃料循環相關研究發展活動。補充議定書對於資訊報告義務的概念為，簽署國之公部門(或由政府出資)從事於核能有關之活動均應宣告(Article 2.a)，並盡一切合理努力提供詳細資訊，且有義務應 IAEA 的請求提供非屬政府出資(私部門)之核能活動的擴大資訊或對 IAEA 提出的問題予以澄清 (Article 2.b)。

(1) 補充議定書之宣告

- A. 根據不同條款的宣告或與先前宣告資訊有關的資訊，宣告訊息或引用的宣告均須以條目編碼，宣告可以引用本身宣告內容或指名相關條目，但應提供參考文件章節以查詢或核對。
- B. 如必須提及另一國家的宣告時，可在引用參考文件中標示。當無變動或沒可宣告時，則不要在更新宣告時加以引用。
- C. 簽署國須提供 IAEA 宣告資訊，包含不涉及核物料之核燃料循環相關之研究發展活動的地點之一般性敘述與資訊，其活動係與濃縮、核燃料之再處理或含有鈾、高濃縮鈾(HEU)或鈾-233 之中放射性或高放射性廢料之處理特定相關，並在簽署國內任何地方但非由簽署國出資、特定認可或管制或代表簽署國所執行。本節所謂中放射性或高放射性廢料之「處理」並不包括為了廢料的貯存或處置而進行的重包裝或不涉及元素分離的整備。
- D. 關於依 INFCIRC/153 第 36 條豁免保防物料，但尚未為最終使用於非核用途形態的核物料之數量(可預估)及用途，其數量且超過 INFCIRC/153 第 37 條設定值，不須為詳細的核物料料帳。含鈾、高濃縮鈾或鈾-233 之中高階核廢棄物，已依 INFCIRC/153 第 11 條中止保防，須提供地點及進一步處理資訊之宣告。前述所謂「進一步處理」不包含為了廢料的貯存或處置而進行的重新包裝或不涉及元素分離的進一步整備。

(2) 補充議定書宣告之時效

補充議定書宣告訊息區分為定期提報與非定期提報，而在補充議定書申報方面，針對目前與臺灣較為相關條文，整理如表 5(第 2 條與第 3 條的申報時機，併請參閱附件)。

- A. 議定書生效之後 180 天之內，提供第 2 條 a.(i)節、(iii)節、(iv)節、(v)節、(vi)(a)節、(vii)節及(x)節及第 2 條 b.(i)節所確認之資訊給 IAEA。
- B. 每年 5 月 15 日提供上述 A 節所述涵蓋前一個日曆年期間內的更新資訊給 IAEA。如以前提供的資訊沒有變更時，亦應明示。
- C. 每年 5 月 15 日提供第 2 條 a.(vi)(b) 節及 A 節所提涵蓋前一個日曆年期間內的資訊。
- D. 每季提供第 2 條 a.(ix)(a)節所提的資訊。此資訊應在每季結束的 60 日內提供。
- E. 第 2 條 a.(viii)節所提而需進一步處理的資訊，簽署國應於執行進一步處理前 180 日提供給 IAEA，如前一日曆年內地點有變更時應於每年 5 月 15 日前提供訊息。
- F. 簽署國應與 IAEA 協商第 2 條 a.(ii)節的提報時機與頻次。
- G. 簽署國應在 IAEA 要求的 60 日內提供第 2 條 a.(ix)(b) 節所述的資訊。

表 5 補充議定書申報方面與臺灣較為相關之條文

條文	重點整理	申報日期
2a.(i)	1. 由中華民國政府出資。 2. 不涉及核物料的核燃料循環之研究與發展活動的地點之一般性敘述與資訊。	每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。
2a.(iii)	1. 場址內每一棟建築物之一般性敘述，如建物面積、樓層及用途等。 2. 應附 1 份場址平面圖。	每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。
2a.(iv)	與附錄 I 所定活動相關之地點運作規模之敘述。	每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。



2a.(v)	鈾礦場與濃化廠之地點及規模。	每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。
2a.(vi)	<p>本項條文分為存量、出口及進口 3 點，申報重點如下：</p> <p>(a) 存量：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 同一地點數量超過 10 公噸鈾或 20 公噸鈾的數量及用途。</li> <li>2. 全國總計超過 10 公噸鈾或 20 公噸鈾時，如有單一地點超過 1 公噸的數量及用途。</li> <li>3. 每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。</li> </ol> <p>(b) 出口：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一次出口 10 公噸鈾，或一年內總計出口超過 10 公噸鈾到同一個國家。</li> <li>2. 一次出口 20 公噸鈾，或一年內總計出口超過 20 公噸鈾到同一個國家。</li> <li>3. 每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。</li> </ol> <p>(c) 進口：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一次進口 10 公噸鈾或一年內總計進口超過 10 公噸鈾。</li> <li>2. 一次進口 20 公噸鈾或一年內總計進口超過 20 公噸鈾。</li> <li>3. 每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。</li> </ol>	每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。
2a.(vii)	<p>本項條文分為 2 點，重點如下：</p> <p>(a) 依 INFCIRC/153 第 37 節所豁免保防的核物料。</p> <p>(b) 每一地點依 INFCIRC/153 第 36 節所豁免保防，且數量超過第 37 節所定者。</p>	每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。
2a.(viii)	依 INFCIRC/153 第 11 節所終止保防且含有鈾、高濃縮鈾或鈾-233 的中放射性或高放射性廢料的地點或進一步處理的資訊。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 執行後 180 日內提供。</li> <li>2. 每年 5 月 15 日前提供前一日曆年</li> </ol>

		的資料。
2a.(ix)	<p>在補充議定書附錄 II 內所指定的設備與非核物料的資訊，本項條文分為 2 點，申報重點如下：</p> <p>(a) 由我國出口之數量及在接收國家之使用地點及日期。</p> <p>(b) 經 IAEA 要求的 60 日內，依(a)節提供之資訊，本項目前無特定要求。</p>	<p>1. 每季結束的 60 日內提供(a)節前一季的資料。</p> <p>2. IAEA 要求的 60 日內提供(b)節的資料。</p>
2a.(x)	<p>1. 由我國主管機關核准。</p> <p>2. 10 年內與核燃料循環發展相關之一般性計畫。</p>	每年 5 月 15 日前提 供前一日曆年的資 料。
2b.(i)	本項與 2a.(i)唯一不同之處在於非由中華民國政府出資。	每年 5 月 15 日前提 供前一日曆年的資 料。

### (3)補足性進入檢查(Complementary Access, CA)

IAEA 的補足性進入檢查為補充議定書執行的例行視察，補足性進入檢查的權限包括位於設施與 LOF 場址內、存放核物料地點、除役設施及從事核物料相關活動地點。目標在於確認沒有未宣告的核物料與活動，或解決依據條款 2 宣告不一致的問題以及確認設施與 LOF 的除役狀態。

- A. 檢查的通知依據 4.b、4.c、4.d 及 4.e 條款，以書面提前 24 小時通知，對特定地點檢查或併同設計資料查證需 2 小時前通知，如有問題或不一致之處，應在補足性進入檢查前尋求簽署國要求澄清。
- B. 授權的活動有目視檢查、環境取樣、輻射偵測儀器量測、報告檢視及放置封緘或其他識別等防止竄改裝置。
- C. 簽署國對於 IAEA 補足性進入檢查的自主行為，應予以同意 IAEA 進入任何地點的可能性，又對 IAEA 要求執行任何地點的查證活動，簽署國可全程陪同 IAEA 檢查。
- D. 目標：確保核物料都為經宣告後的數量和狀態、解決核物料與補充議定書(AP)宣告不一致問題、確認除役下之設施及設施外區域(LOF) 狀態、國家依 Article 8 要求。
- E. CA 有關之活動：
  - a. 基本活動：目視檢查、環境取樣、使用偵檢與量測裝置、C/S 量測(只適合場

址及除役設施與 LOF)。

- b. 額外活動(核物料位置)：非破壞性驗證、量測、取樣、檢視材料相關紀錄。
- c. 額外活動(R&D、製造、出口)：檢查相關成品及裝載運送紀錄。
- d. 注意事項：活動須敘述理由書面通知並經允許；簽署國可陪同 IAEA 檢查，但不可延遲 CA 活動；對於檢查結果不一致，須給予澄清機會，除非有損 CA 目標；CA 活動應於工作期間，並以 2 小時為限。

#### (4) 環境取樣(Environmental Sampling, ES)

取樣標的包含設施填裝、未宣告核物料、未宣告設施運作或研究及已宣告核物料之比對，目的在於取樣分析的資訊，作為核子保防核物料的查證及發現非經授權之核設施活動。

取樣方式只採用擦拭取樣，並使用 IAEA 專用取樣組合執行，區分為一般取樣組合(包含塑膠手套、標籤、擦拭棉花、密封袋、外袋、鋁薄片、工作筆及工作板)及熱室專用取樣組合(包含塑膠手套、鋁罐、擦拭片、取樣瓶、屏蔽罐、工作筆及工作板)，取樣時須利用特殊液體清潔表面，並使用專用密封袋封存，防止交叉污染，最後樣品以專用編碼區分文件並匿名處理。

#### (5) 核設施之設計資料(Facility Design Information and Site Description)

- A. 核設施之設計資料問卷(Design Information Questionnaire, DIQ)分為一般資訊、設施敘述、核物料敘述、核物料流程與處理、防護及安全措施、核物料料帳管控、選擇性資訊，共 7 個部份 58 個問題。
- B. 設施經營者應國家權責機關之要求提供 DIQ，國家權責機關完成 DIQ 審查後，提報至 IAEA，IAEA 藉由 DIQ 可瞭解該設施的功能、產量、存量、核物料性質、物料流程、進入設施的特殊要求、是否有不易進入或管制進入之區域等資訊，這些在決定核子保防措施及安排檢查計畫時相當重要。
- C. 核設施設計資料(Design Information, DI)的內容，應包括設施的名稱、特性、目的、額定容量、地理位置與地址、設施配置、核物料形式、位置與流程，使用、加工或製造核物料重要設備的配置、物料統計特性與程序(MBA、KMP、PIT)、包封圍阻與監視(C/S) 保防與安全措施。設施外區域(LOF)雖定義為不能處理核物料，但仍有一些設計資料是需要的，包括核物料的使用、使用名稱

地理位置及住址、對於核物料料帳與控制之存在任務。


- D. 設計資料檢視(Design Information Examination, DIE)一般在 IAEA 總部進行，作法上以審查文件分析資料為主，會在設計資料查證(Design Information Verification, DIV)前執行，或每年至少執行一次，或是收到 DI 更新後執行再檢視。DIV 時 IAEA 會派檢查員到設施現場查證實際情形是否與申報之 DI 相符。
- E. 設施之生命週期包含規劃設計、施工、竣工、運轉、維護與變更、停止運轉、關閉及除役等階段，陳報 DIQ 及 DIE/DIV 後，設施業者、國家權責機關與 IAEA 於各階段工作說明詳如表 6。特殊情形下，一些複雜性較高之設施，在建造完工或開始運轉後，部分區域人員無法再進入（如熱室或傳送管道），因此在設施設計或施工階段，IAEA 就需要進行 DIE/DIV。

表 6 設施生命週期工作說明

設施生命週期	處理層級	工作說明
施工前階段 (設計計畫) Pre-Construction (Design)	設施業者	在計畫決定或取得興建許可時，提出 DI 初版，包含選址、合約、規劃及設計。
	國家權責機關	提供初步設計資料。
	IAEA	開始估算未來資金、設備、人力資源及核子保防。
施工階段 (Construction)	設施業者	開始核設施施工至完成。
	國家權責機關	施工前 180 日，提出 DIQ 初版，後續隨設計及工程進展更新版本。
	IAEA	審查 DIV 初版設計及規劃，提出核子保防措施及 FA(Facility Attachment) 草案及準備 DIV 與主要設備清單(EEL)。
竣工階段 (Commissioning)	設施業者	執行設備和系統之驗收測試，以確保功能符合設計需求。
	國家權責機關	接收核物料前 180 日提出 DIQ 最終版。
	IAEA	參與主要設備測試，測試及完成核子保防措施、視察計畫及 FA 最後核定。

運轉階段 (Operating)	設施業者	開始設計之核設施功能執行。
	國家權責機關	確認核設施運轉符合宣告內容。
	IAEA	持續執行 DIE/DIV，每年至少一次。
維護與變更階段 (Maintenance/ Modification)	設施業者	關於核子保防措施重要活動，事先提供時間表和細節，可與其他階段同步執行。
	國家權責機關	當更新計畫決定後，提出 DIQ 更新，並在完成後加以確認。
	IAEA	執行 DIE/DIV 以確認核子保防仍然有效。保證沒有未宣告的修改設計、功能、操作能力和主要設備。
停止運轉階段 (Shutdown)	設施業者	運轉中斷時，確保核物料還在設施內，並繼續執行檢查工作。
	國家權責機關	確保停止運轉符合宣告內容。
	IAEA	持續執行 DIE/DIV，確認設施沒有運轉及沒有未宣告設施被修改。
關閉階段 (Closed down)	設施業者	確認核物料已移出設施或不可運轉狀況下，主要設備已進入除役階段。
	國家權責機關	確保核設施運轉未啟動或已被宣告停止運轉。對於設施業者之除役計畫提供最新版狀態及時程。
	IAEA	持續執行 DIE/DIV，確認設施沒有運轉；若開始進行除役，必要組件已移除或不可用，IAEA 執行 DIV 確認必要組件已移除或不可用。
除役階段 (Decommissioning)	設施業者	執行設施結構和設備拆除，使用已被移除或不能運轉或不被用於貯存和不能再用於處理或利用核物料。
	國家權責機關	主管機關宣告除役及檢查。
	IAEA	查證設施已除役。

IAEA 在核設施之生命週期全程均會執行補足性進入檢查(CA)，從規劃設計階段(送出初始 DIQ 之後)至完成除役且解除保防宣告效力之前，均有可能執行 DIV 檢查。又在接收核物料之後至設施關閉核物料完全移除前期間之各階段，IAEA 均會執行各種檢查活動。IAEA 在核設施之生命週期的各種檢查活動，請參考圖 11。



**Verification Activities: Facility Lifecycle**

Lifecycle Stages	Inspection	DIV	CA
Conception to Approval			X
Planning and Design (first DIQ sent)		X	X
Construction		X	X
Nuclear Material Received	X	X	X
Commissioning	X	X	X
Operation	X	X	X
Shutdown (Maintenance/Modification)	X	X	X
Nuclear Material Removed		X	X
Closed Down (Preservation or Decommissioning)		X	X
Decommissioning		X	X
Decommissioned for SG Purposes			X

圖 11 IAEA 在核設施之生命週期的各種檢查活動

#### (四) 協助各國建立或加強其 SSAC

IAEA 為協助參與者建立或強化其 SSAC 系統，發展一套國際核子保防參與計畫 (International Nuclear Safeguards Engagement Program, INSEP)，INSEP 內容包含政策發展及推廣、理念和方法、科技發展及人力資本開發等，是一個規劃多年開發政策、觀念、技術、專業知識和國際保防基礎設施的項目，目的為加強和維持參與者保防措施，並協助其發展國際保安體系，以迎接新的挑戰。INSEP 現有參與國家及機構如圖 12，其中包括美國 DOE/NNSA、歐盟 EURATOM、韓國 KINAC/INSA、日本 JAEA/ISCN、澳洲 ASNO 等。



Current Bilateral Partners					
Algeria	Myanmar	Indonesia	Laos	Serbia	UAE
Argentina	Cambodia	Japan	Libya	South Africa	Ukraine
Armenia	China	Jordan	Malaysia	South Korea	Vietnam
Bangladesh	Egypt	Kazakhstan	Morocco	Thailand	ABACC
Brazil	France	Kuwait	Philippines	Tunisia	Euratom

圖 12 INSEP 現有參與國家及機構

## (五) 設施參訪(Facility tour)：石墨反應器、高中子通量同位素反應器、超級電腦中心

### 1. 石墨反應器(Graphite Reactor)

第二次大戰期間，美國為因應納粹德國可能發展全新毀滅性核子武器的威脅，於 1942 年成立「曼哈頓計畫」(Manhattan Project)，在克林頓小鎮建立實驗室(Clinton Laboratories)，首要任務就是在製造原子彈所需的「鈾」，因而續 Chicago Pile-1(CP-1) 之後，建立世界上第二座核反應器，於 1944 年生產第一批濃縮鈾燃料，亦成功發展出鈾的提煉方法，因此提供了美國 Hanford 實驗室所需製造鈾原料的經驗，促使美國於 1945 年成功製造出全世界第一枚原子彈。戰後，曼哈頓計畫的克林頓實驗室利用卓越的科學與技術能量轉變發展為美國橡樹嶺國家實驗室(Oak Ridge National Laboratory, ORNL)。

曼哈頓計畫在克林頓實驗室建立一座氣冷式石墨反應器(代號 X-10)、化學分離工廠與相關支援設施，採用石墨為反應過程的緩和劑，分裂產生的快中子在減速過程中，中子能動減緩較趨近連續，形成所謂的共振區中子，為 U-238 吸收。X-10 於 1943 年開始運轉，燃料為 U-235 經裂變放出中子，U-238 吸收一個中子，經過二次  $\gamma$  衰變(即原子核釋出 2 個電子)成為 Pu-239 原子核。X-10 反應器有一 24' x 24' 巨大石墨塊，周圍以好幾呎厚的高密度水泥作為屏蔽，石墨塊共有 1248 個鑽石形狀的通道，通道可插入圓柱的鈾燃料棒，U-235 經核分裂連鎖反應，冷卻空氣流過燃料

棒的周圍。運轉一段時間，操作人員將新的燃料棒推進通道內，而衰變的燃料棒則從石墨塊區後方推出，通過一個滑水道進入地下桶槽中，地下的貯存空間讓燃料棒的輻射降低後，再送至化學分離實驗。X-10 反應器提供 Los Alamos 實驗室所需的鈾，X-10 先導型成功的化學分離實驗室則提供 Hanford 實驗室全規模的磷酸鈾分離程序(Bismuth phosphate process)，將照射過核燃料中的鈾元素分離，用以製造原子彈。X-10 反應器從 1943-1963 年共運轉 20 年，對美國而言可說是重要的國家歷史地標。圖 13 為美國橡樹嶺國家實驗室(ORNL)的石墨反應器廠址，現在已規劃為國家歷史遺跡和地標。



圖 13 石墨反應器 (Graphite Reactor)

## 2. 高通量同位素反應器(High Flux Isotope Reactor, HFIR)

美國政府於 1959 年 3 月責成橡樹嶺國家實驗室設計建造多重任務且高效能之高中子通量同位素反應器 (High Flux Isotope Reactor, HFIR)，原子爐型式為鈹反射體 (Beryllium-reflected)，利用輕水緩和與輕水冷卻，使用 93%高濃縮 U-235 燃料之 Flux-trap type 反應器，燃料外觀呈渦捲滾筒狀 U-Al 合金燃料，1965 年 8 月 25 日達到初次臨界，其最大熱功率為 100 MW，實驗靶區 (Target Region)最大熱中子通量為  $2.3 \times 10^{15}$  n/sec.cm<sup>2</sup>。HFIR 是世界上可生產 Cf-252 中子源的兩座反應器之一。目前均以正常運轉功率 85 MW 運轉，進行材料輻射損傷研究、中子散射研究、中子活化分析、同位素生產等。

ORNL 的高通量同位素反應器(High Flux Isotope Reactor, HFIR)於 1965 年第一次達到臨界，最初的科學任務為產生超鈾同位素，短時間即為最佳同位素生產反應器。HFIR 設計熱功率為 100 MW，正常運轉功率為 85 MW，為世界上最大熱通量



同位素反應器，熱中子通量高達  $2.5 \times 10^{15}$  n /sec.cm<sup>2</sup>，亦為極稀有超鈾同位素 (transplutonium isotope) 最大產源，包括 Cf-252 (Californium)、Es-253 及 Bk-259，其中 Cf-252 可做為核電廠啟動的中子源，每年產量僅 0.5 公克。2007 年全新冷中子源設施併入運轉，提供世界級冷中子研究用反應器。預期 HFIR 的前景無可限量，其研發生命週期將達到 2024 年或更久，HFIR 在設施與科學儀器的持續更新，世界級的冷、熱中子散射將造福材料輻射、中子散射及中子活化分析等基礎研究。

HFIR 是為產生中子源與超鈾同位素之需要而設計，反應器核心採用 inner 與 outer element 同心軸(co-axial)設計，燃料、靶材、反射器與控制元件共同組合於緊密圓筒(concentric cylinder)，達到最大功率密度。HFIR 的燃料循環週期依其功率而定，實驗荷載為 85MW 燃料循環週期為 26 天，滿載的 100MW 則為 21 天，週期結束停止運轉添加燃料，典型添加燃料約需 4 至 6 天，週期間隔期間仍必須進行控制盤面校正、維護與檢查維修，每年仍有歲修定期更換反應器重要組件或零件，每年真正的運轉周期約 8 次。HFIR 反應器相關圖示資料，請參考圖 14。

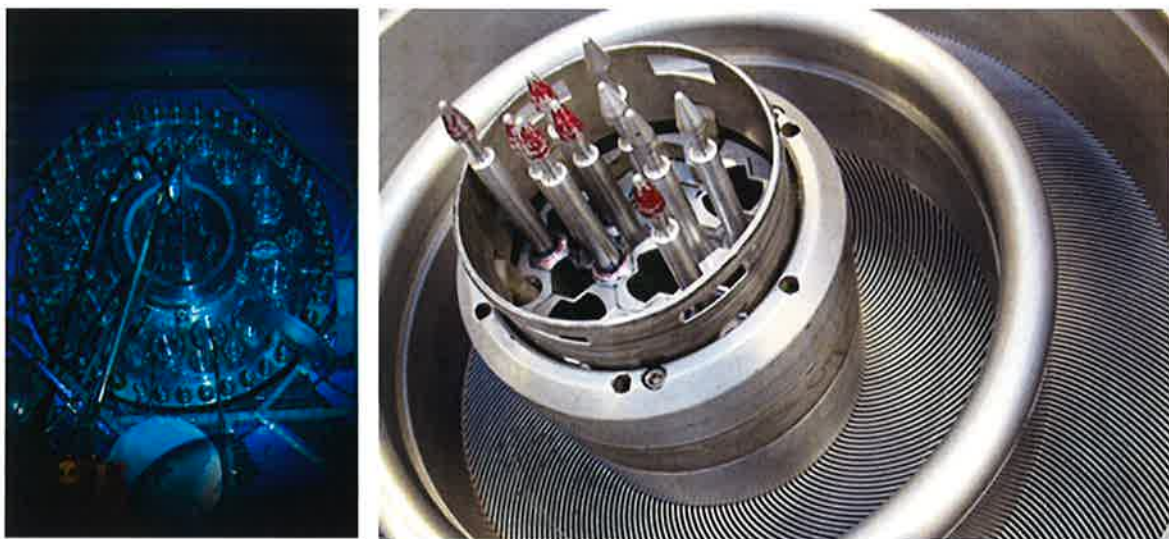


圖 14 高中子通量同位素反應器 (High Flux Isotope Reactor, HFIR)

### 3. 超級電腦中心(Supercomputer Center)

ORNL 國家科學計算中心 (National Center for Computational Sciences, NCCS) 成立於 1992 年，接受美國能源部科學局進行科學計算研究項目的管理，該中心的泰坦 (Titan) 超級電腦，是一台由美國著名的克雷 (Cray) 公司承建的超級電腦 (圖 15)，供各項科學研究專案使用。依非官方統計數據，被視為全世界運轉速率最快的電腦，由

美國能源部、美國科學基金會(National Science Foundation, NSF) 與美國國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)共同投資興建，興建之初受限於經費不足，NCCS 不得不向外界募款，許多美國重要名流紛紛慷慨解囊，前任美國副總高爾也捐贈鉅款。NCCS 中心安裝有兩個大規模的平行超級電腦，由 Cray 公司所製造，其中編號美洲虎(Jaguar)超級電腦擁有每秒浮點運算次數 1.759 千萬億次的峰值性能，為世界上第二快超級電腦。另一台是 Cray XT5 美洲虎超級電腦，2009 年 11 月在世界最快超級電腦 500 排名名單中排名第一，其峰值速度為每秒浮點運算次數為 2.33 千萬億次。

NCCS 的超級電腦為提供世界上開放式科學研究最強的計算資源，做為 NOAA 氣象預測與觀測研究外，亦做為氣候變化研究之用。NCCS 為分享 Titan 超級電腦的高速運算能力，支援全美各地學術機構從事尖端科技研究，共安裝六條專用高速光纖網路，遍及全美各地，以加快數據資料傳輸，使研究人員能夠迅速獲得超級電腦運算結果，對於全面分析類比結果與高性能資料存檔檢索大幅縮短等待時間。NCCS 的超級電腦運用超快速運算能力，提供美國在尖端科學研究與先進科學計算研究外，對於國家與國際社會關注的環境居住問題及商業發展趨勢，亦透過超級電腦模擬變遷分析。針對市政公共設施使用、交通運輸、醫療保健或治安警力等重大民生規劃，亦進行妥適配置與有效管理。

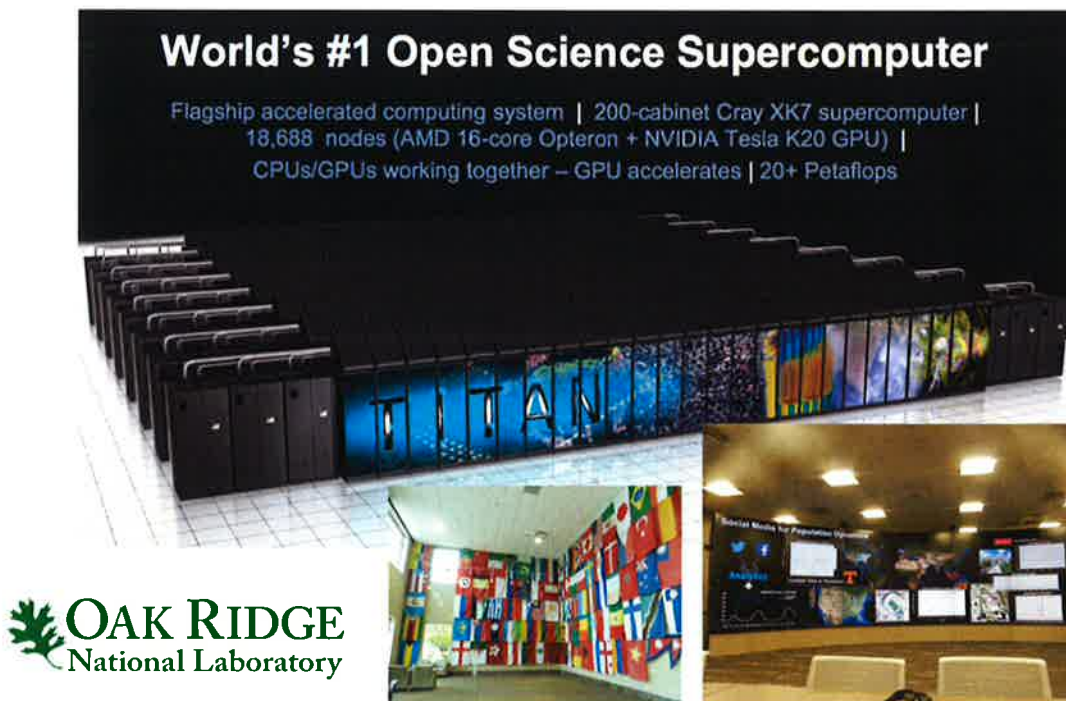


圖 15 ORNL 超級電腦中心

## 六、心得

- (一) 參加本次研習訓練課程，實際瞭解國際核子保防制度、相關法規及各國施行核子保防經驗、核物料料帳管理作業與 IAEA 執行核子保防檢查之思維，以及針對核子保防相關技術實務和各國出席專家進行交流與討論，借鏡與吸取保防資訊與技術，將得以強化國內核物料料帳管理實務和經驗及執行核子保防相關業務能量，有助於提升核子保防專業能力及推動國內核子保防業務，對爾後工作之規劃、推展與問題解決極有助益。
- (二) 本次研習訓練課程上課地點位於 ORNL，無論在課程安排與學員生活上的照料無微不至，讓遠從世界各國的與會者(請參閱圖 16)，對於主辦人員事先縝密安排且一絲不苟的精神留下深刻印象，期間並與 ORNL 與 IAEA 工作人員建立深厚友誼。經過連日輾轉航班到達田納西州諾克斯維爾(Knoxville)機場，一出關即面對 ORNL 的工作人員親切的笑容，並專車接送至安排的住宿旅館，使旅途間忐忑的心情，頓時充滿感激，對於主辦單位的悉心安排，表達由衷的謝意。歡迎會時，IAEA 的承辦官員 Ms. Andrea Braunegger-Guelich 女士主動來到面前，伸手歡迎臺灣能夠以觀察員身分參加這項研習訓練課程，態度甚為親切，在課程期間並不時注意學習效果，經常特別關注是否清楚瞭解授課內容的設計目的，對整個學習過程助益良多。
- (三) 本次課程除了第二週前來的 IAEA 核子保防訓練部門主管 Mr. Jean- Maurice CRETE，對「臺灣」略嫌迴避之外，全程幾乎毫無政治意味。從報到領取識別證(請參閱圖 17)時，即察覺一股善意，不但直接標註我們是來自”Taiwan”(臺灣)的學員，更在機關全銜後直接引用”R.O.C.”(中華民國)；在開訓自我介紹時，亦未加約束我們的用語，儘可使用”R.O.C.”介紹我們的國家，並獲得掌聲；結訓總體課程評量時，也未如前次研習訓練般將我國學員隔離，而是讓我們全程參與；最貼心的是，因為我們非屬總署的會員國，僅能獲頒 ORNL 具名的結業證書，主辦單位特別用心以統一的紙夾做外包裝(請參閱圖 18 及圖 19)，使大家不致感到有所差別，僅有同桌的學員們發現，經說明後，渠等都覺得大可不必區分，因為是接受一樣的全程研習訓練。顯見除了具有政治主觀及偏見的人物外，一般而言，外籍人士對我國仍是相當友善。
- (四) 本次研習與訓練課程採取講授、現場實習、即時測驗電子答題、小組討論與上台報告等方式進行，以便隨時瞭解學員理解程度，學習效果很好，因為事前有充分準備，課程中之議題討論均能積極參與，與各國學員互動相當良好，來自

全世界 22 個國家的學員，一起受訓兩個星期，彼此間教學相長，藉由分組討論與合作更培養出一種跨越語言、種族及國家隔閡之默契，在結業餐會上，大家更是惺惺相惜、離情依依，互祝前程，並相邀互訪，拍照時更是一呼百應，紛紛留下許多美好組合的回憶，現場充滿人與人相處間的熱情而沒有冷漠，這也是課堂外的另一種收穫。

## 七、建議事項

- (一) 本會在「國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)」中屬於國家核子保防權責機關，核子保防科則具有類同 SSAC 的功能，綜體實為設施業者與總署間的溝通平台，有相當吃重的責任，所以，確保管道通暢與及時反應是必須的，傳遞資料的正確性與完整性更不容含混，從世界各國負責核子保防權責機關的組織與業務內容，執行國家級核物料料帳與控制的編制人力約為 7-9 位，我國相較於此則略顯單薄，所幸在現有人員努力下運作尚稱順暢，惟人力銜接問題須早為綢繆，各涉有保防業務單位，亦宜長遠規劃派員參加 SSAC 的訓練，再經實際業務歷練，才能正常維持我國家級核物料料帳管控系統之運作。因此，建議國內相關單位持續派員繼續參加，或者由本會規劃邀請講師們來臺辦理相關研習訓練課程，擴大國內參與層面與人數，確保我國執行核子保防作業之正確性與長期績效，貫徹推動執行國家層級獨立自主之核子保防工作。
- (二) 我國雖然每年度接受 IAEA 的核子保防檢查與監督，與 IAEA 保防部門維持一定的關係，但受限於我國非聯合國及總署會員國，往往參與聯合國所屬 IAEA 主辦的國際性活動或會議仍受到若干限制。本次國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)研習訓練課程，得到美方支持協助而能以觀察員名義派員參加，但仍不能與會員國待遇相同，除與會者的個人座位名牌未標示國名外，全體與會者名單上亦無法列名，主辦單位對於座位的安排更是煞費苦心，小心翼翼地安排於最後一排，刻意與其他會員國加以區隔。有感於我國在國際性會議參與空間的被壓縮，國際上對我國現況的了解十分有限，我們更應加以積極參與，建議在不損及國家立場與尊嚴下，儘量爭取實質參與國際性會議的機會，不僅可增加我國在國際場合的能見度，且得與各國與會官員學者建立聯繫，透過交往私誼爭取對方的認同，讓我國在國際間能有更多的代言人。



圖 16 SSAC 研習與實務訓練團體合照



圖 17 SSAC 研習與實務訓練參加識別證



圖 18 SSAC 研習與實務訓練頒發結業證書



圖 19 SSAC 研習與實務訓練結業證書

# 八、附件

## OVERVIEW – ARTICLES 2 AND 3 OF THE ADDITIONAL PROTOCOL

Article 3 of INFCIRC/540			Timeliness								
			Within 180 days of entry into force of AP 3.a.	By 15 May of each year covering previous year 3.b.	By 15 May of each year covering previous year 3.c.	180 days before further processing, and by 15 May of each year 3.e.	60 days before the end of each quarter 3.d.	Country and IAEA shall agree on timing and frequency 3.f.	Within 60 days of IAEA's request 3.g.		On consultation with IAEA
Article 2 of INFCIRC/540	Sub-Article	Required Information	Declarations							Comments	
			Initial	Annual			Quarterly	Info identified by IAEA	Only on request of IAEA		Only on request of IAEA
2.a.(i)		NFC R&D Activities not involving NM – authorized or controlled by government	x	x							theoretical or basic scientific R&D not included
2.a.(ii)		Operational Activities at Facilities and LOFs where NM is customarily used						x			on the basis of expected gains in effectiveness and efficiency
2.a.(iii)		Buildings on sites	x	x							use, contents, approx. size, map required
2.a.(iv)		Scale of operations of each location – Annex I Activities	x	x							
2.a.(v)		Mines and Concentration Plants	x	x							location, operational status, estimated prod. capacity
2.a.(vi)	(a)	Source Material –	x	x							quantities, chemical comp., use or intended use
	(b)	Exports of Source Material				x					
	(c)	Imports of Source Material				x					
2.a.(vii)	(a)	Exempted NM – Quantity	x	x							complements par.37/INFCIRC153
	(b)	Exempted NM – Use									complements par.36(b)/INFCIRC153
2.a.(viii)		Intermediate and High-Level Waste					x				
2.a.(ix)	(a)	Exports – Specified Equipment and NN-Material specified in Annex II						x			
	(b)	Imports – Specified Equipment and NN-Material specified in Annex II								x	
2.a.(x)		NFC plans – 10 year period	x	x							
2.b.(i)		NFC R&D Activities not involving NM – NOT authorized or controlled by government	x	x							State shall make every reasonable effort to provide information
2.b.(ii)		Activities identified by the IAEA									State shall make every reasonable effort to provide information
2.c.		Amplifications and Clarifications								x	

DECLARATIONS MUST BE SUBMITTED TO THE IAEA EVEN IF THERE IS NO ACTIVITY RELATING TO ANY OF THE ARTICLE(S)

NFC=Nuclear Fuel Cycle  
 NN-Material=Non-Nuclear-Material  
 NM=Nuclear Material  
 R&D=Research & Development