

出國報告（出國類別：實習）

參加2023年國家級核物料料帳管控系統 研習會出國報告

服務機關：行政院原子能委員會核能研究所

姓名職稱：郭春河助理研究員

派赴國家/地區：美國田納西州

出國期間：112 年 04 月 28 日至 112 年 05 月 14 日

報告日期：112 年 07 月 28 日

摘要

2023 年「國家級核物料料帳及控制系統(簡稱 SSAC)」研習與訓練，在美國橡樹嶺國家實驗室(Oak Ridge National Laboratory, ORNL)舉行。SSAC 研習由國際原子能總署 (IAEA)和美國能源部(Department of Energy, DOE)主辦，美國國家核子保安署(National Nuclear Security Administration, NNSA)與 ORNL 協辦，共有來自歐洲、非洲、中東、美洲和亞洲的 12 個國家的 15 名學員參加。研討會的目的是讓會員國瞭解全面保防協定 (Comprehensive Safeguards Agreements, CSA) 和補充議定書 (Additional Protocol, AP) 的含義、法規和做法，使會員國瞭解需要申報的核物料及核設施項目、範圍與研發計畫等，並指導會員國核物料料帳、補充議定書和設施設計資訊問卷的製作，以滿足 IAEA 國際核子保防規範所提出的要求。

課程主要涵蓋國際核子保防制度和法律背景、核燃料循環、國家級核物料料帳管理與控制系統 (SSAC)、IAEA 核子保防系統、IAEA 核子保防策略與查核活動、IAEA 核物料帳控制實務、核設施設計資料問卷 (Design Information Questionnaire, DIQ) 與現場描述、全面核子保防協定 (CSA)、補充議定書 (AP) 原則與宣告事項以及核物料進出口提報義務等。除了講座課程外，還安排了大量的分組討論、實務演練和分組討論結果簡報等活動。透過國際原子能總署檢查員、國家管制機關人員和核設施業者等不同角色扮演，讓學員能夠從不同角度設計制度、瞭解規則並解決問題，參與的學員可以深入瞭解課程內容，得到很大收穫。經由參加本次 SSAC 研習與實務訓練，能夠瞭解核物料料帳管理操作和 IAEA 執行核子保防檢查的作為，學習保防資訊和技術，以強化本所核物料帳管理實務經驗和執行核子保防相關業務的能力，有助於提升專業能力並推動本機構核子保防業務，預期對未來工作推展與問題解決將帶來極大幫助。

ABSTRACT

The "2023 International Training Course on State System of Accounting for and Control of Nuclear Materials (SSAC)" took place from April 28 to May 14, 2023 at Oak Ridge National Laboratory (ORNL) in the United States. The seminar was organized by the International Atomic Energy Agency (IAEA) and the Department of Energy (DOE) of the United States, with co-hosting support from the National Nuclear Security Administration (NNSA) and ORNL. Participants from 12 countries across Europe, Africa, the Middle East, the Americas, and Asia attended the SSAC seminar.

The seminar aimed to provide member states with a comprehensive understanding of the Comprehensive Safeguards Agreements (CSA) and Additional Protocols (AP), including their meaning, regulations, practices, and the items, scope, and research plans that need to be reported. It also focused on guiding member states in the preparation of nuclear material accounts, additional protocols, and facility design information questionnaires to meet the IAEA's requirements for international nuclear safeguards.

The training course covered several topics, including the international nuclear safeguards system, legal background, nuclear fuel cycle, state level nuclear material accounting management and control system (SSAC), IAEA nuclear safeguards system, IAEA nuclear safeguards strategies and verification activities, practices of IAEA accounting for and control of nuclear material, facility design information and on-site descriptions (Design Information Questionnaire, DIQ), Comprehensive Safeguards Agreements (CSA), principles and declared obligations of Additional Protocols (AP), as well as obligations related to the import and export reporting of nuclear materials. The program included not only lecture-based courses but also intensive group discussions, good practices, and presentations of group discussion results. Exercise by playing role as IAEA inspectors, national regulatory authorities, and facility operators were designed to help participants propose the safeguards guidance, understand how the guidance was applied, and solve issues from different perspectives. The course could actually optimize the received benefits for all participants.

The SSAC course provides the attendees insights into nuclear material accounting management and IAEA nuclear safeguards system. To gain knowledge of the latest safeguards information and technologies will strengthen the attendees' experience in nuclear material accounting management and their ability to carry out nuclear safeguards-related activities. This experience contributes to enhancing their professional skills and promoting nuclear safeguards activities in their organizations and greatly improves work quality and get problem-solving ability.

目錄

摘要	i
ABSTRACT	ii
目錄	iv
一、目的	1
二、過程	1
(一) 出國行程	1
(二) 國家級核物料料帳管控系統(SSAC)研習課程簡介	3
(三) 研討會成員	4
(四) 研討會議程	7
1. 防止核武擴散與國際核子保防	11
2. 核物料料帳控制及提報相關料帳至 IAEA (Nuclear Material Accounting and Control and Reporting to the IAEA)	20
3. 核物料料帳管控(Nuclear Material Accounting and Control, NMAC)	21
4. IAEA 現場驗證活動(IAEA In-Field Verification Activities)	23
5. 補充議定書(Model Additional Protocol, AP)	25
6. 核設施之設計資料(Facility Design Information and Site Description)	29
7. 設施參訪(Facility Tour)	32
三、心得	35
四、建議	36

圖目錄

圖 1	ORNL 訪客中心	2
圖 2	ORNL 平面圖	3
圖 3	上課及分組討論情形	6
圖 4	防止核武擴散體制的重要組成	13
圖 5	國家保防權責機關架構 (SRA structure) 與相關外部架構	14
圖 6	SRA 常見的功能	15
圖 7	核燃料循環的各個階段	18
圖 8	核燃料循環與核武發展的關聯性	19
圖 9	核物(燃)料之應用與 CSA 及 AP 申報範圍	20
圖 10	核物料料帳關係圖	21
圖 11	各 MBA 的料帳報表結構	23
圖 12	核子保防及驗證活動	24
圖 13	石墨反應器 (Graphite Reactor)	33
圖 14	ORNL 超級電腦中心	34
圖 15	高中子通量同位素反應器 (High Flux Isotope Reactor, HFIR)	35
圖 16	SSAC 研習與實務訓練團體合照	37
圖 17	SSAC 研習與實務訓練結業證書	37

表目錄

表 1	出國行程.....	2
表 2	SSAC 研習與訓練學員名單.....	5
表 3	2023 年 SSAC 課程表.....	8
表 4	補充議定書條款說明.....	26
表 5	補充議定書有關條文的申報時間.....	27
表 6	設施生命週期工作說明.....	31
表 7	IAEA 在核設施之生命週期的各種檢查活動.....	32

一、目的

國際原子能總署(International Atomic Energy Agency, IAEA)於 1957 年 7 月 29 日成立，依照《國際原子能總署規約》的目標，IAEA 應謀求加速和擴大原子能對全世界和平、健康及繁榮的貢獻，IAEA 應盡其所能，確保由其本身、或經其請求、或在其監督或管制下提供的援助不用於推進任何軍事目的，為了達到上述目標，IAEA 於 1961 年制訂 INFCIRC/26 保防協定，其後於 1965 年透過 INFCIRC/66 將再處理工廠、轉化與製造工廠納入管制，而真正使得 IAEA 的核子保防系統形成一個完整體系的是在 1970 年「防止核武器蕃衍條約」(Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, NPT)締結之後，各國於 1972 年 6 月簽署的 INFCIRC/153 的全面核子保防協定(Comprehensive Safeguards Agreements, CSA)及 1997 年 5 月總署理事會中通過之 INFCIRC/540 補充議定書(Additional Protocol, AP)，IAEA 自 1998 年 12 月開始即據以執行整合式保防(Integrated Safeguards)。

IAEA 在 CSA 與 AP 之中，對於哪些項目、設施及研究計畫需要申報，以及 IAEA 如何進行書面及實體檢查都有詳細規定，IAEA 為了使會員國更為了解保防體系，每兩年於美國橡樹嶺國家實驗室(Oak Ridge National Laboratory, ORNL)舉辦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)與美國能源部(Department of Energy, DOE)主辦，美國國家核子保安署(National Nuclear Security Administration, NNSA)與 ORNL 協辦，參加此課程可以有系統的了解 IAEA 保防體系的整體運作方式，對於 IAEA 在執行核子保防檢查及核物料料帳管理作業的思維有更深入的了解，此外，藉由與各國出席專家的交流和，借鏡與吸取最新的保防資訊與技術，可以強化本所核物料料帳管理實務及執行核子保防相關業務能量，對於爾後核子保防工作之推展與問題解決極有助益。

二、過程

(一) 出國行程

此次赴美國研習行程共計 17 天，4 月 28 日自桃園國際機場搭乘中華航空班機出發，經由美國洛杉磯(Los Angeles)國際機場後，轉搭美國航空國內線班機前往芝加哥(Chicago)機場後，再轉乘美國航空另一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(Oak Ridge National Laboratory, ORNL)工作人員接機送往入住之 Homewood Suites，並於 4 月 30 日辦理報到及參加歡迎會。IAEA 國家級核物料料帳管控系統(State System of Accounting for and Control of Nuclear Materials, SSAC)研習與實務訓練於 5/1-5/12

在美國橡樹嶺國家實驗室(ORNL)舉行(請參考圖1及圖2)，研討會期間ORNL的專車每日上午八時二十分接送學員前往ORNL，研習期間安排參觀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)，5月6日週六下午於附近的Melton Hill Park野餐，提供與會專家交流的機會，5月11日晚間舉行結訓餐會，由IAEA課程主管Mrs. Marzia Baldassari與ORNL班主任Mrs. Alena Zhernosek頒發結業證書，5月12日上午完成本次研習課程與經驗交流，並於5月12日下午返國，由美國諾克斯維爾(Knoxville)機場出發經達拉斯及加州洛杉磯安大略機場後返國，於5月14日抵達我國桃園國際機場。行程如表1所示：

表 1 出國行程

行程	工作內容
4/28 (五) – 4/29 (六)	去程
4/30 (日)	Homewood Suites，並於4月30日辦理報到及參加歡迎會
5/1 (一) – 5/5 (五)	橡樹嶺國家實驗室(ORNL)研習
5/6 (六) – 5/7 (日)	整理資料 5/6 Melton Hill Park 野餐與專家交流
5/8 (一) – 5/12 (五)	橡樹嶺國家實驗室(ORNL)研習 5/11(四)晚間結訓餐會
5/13 (六) – 5/14 (日)	返程

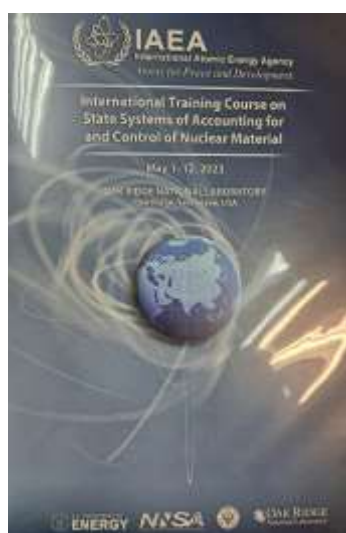


圖 1 ORNL 訪客中心



圖 2 ORNL 平面圖

(二) 國家級核物料料帳管控系統(SSAC)研習課程簡介

「國家級核物料料帳及控制系統」(簡稱 SSAC)研習與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,每兩年在美國舉辦一次,邀請各國核子保防相關人員參與,2021年時由於疫情關係以視訊方式舉辦,本(2023)年 SSAC 研習由國際原子能總署(IAEA)與美國能源部(Department of Energy, DOE)主辦,美國國家核子保安署(National Nuclear Security Administration, NNSA)與 ORNL 協辦,共有來自歐洲、非洲、中東、美洲和亞洲 12 國 15 位學員參加,我國由於國際政治因素,無法成為 IAEA 會員國,需要透過美國協助,以觀察員名義參加,而不在正式學員名單中。觀察員在上課及分組討論、分組簡報時均可參與,但在所有課程資料中均未列名,且於課程結束,各國依序派代表簡介各國現況及未來展望時,也沒有安排觀察員簡報。IAEA 官員表示,IAEA 在正式會議中對所有的會員國發出邀請,會員國有意願參加的人員再向 IAEA 申請,經錄取後,由 IAEA 提供機票及 4000 歐元的旅費,今年錄取的學員中,有 8 位左右因為無法取得美國簽證,最終無法成行。研討會的目的在使會員國了解全面保防協定(Comprehensive Safeguards Agreements, CSA)與補充議定書(Additional Protocol, AP)之意涵、法規與做法,俾使會員國了解須要申報的核物料與核設施之項目、範圍及研發計畫等,並指導會員國核物料料帳、補充議定書及設施設計資訊問卷的製作,以符合 IAEA 的要

求。IAEA 將研習課程分為八個模組(MODULE)，內容涵蓋核子保防的架構及實務，八個模組內容如下：

Module 1: Nuclear Non-Proliferation and International Safeguards

Module 2: Nuclear Material Accounting and Control (NMA & C) and Reporting to the IAEA

Module 3: Additional Protocol (AP)

Module 4: Other Reporting Obligations: Export/Import

Module 5: State System of Accounting for and Control of Nuclear Material (SSAC)

Module 6: Verification Activities

Module 7: Nuclear Facility Design Information

Module 8: Establishment and strengthening the SSAC

每一模組由 IAEA 或 ORNL 講師授課之外，並搭配情境模擬、分組討論與分組簡報等，IAEA 設計許多不同的情境，包括設施、物料變化及研究發展計畫等，學員分組被要求扮演 IAEA 視察員、國家管制機關人員及核設施運轉業者等不同身分，例如以核設施運轉業者身分準備核物料料帳申報與填寫設計資料問卷(DIQ)、以國家管制機關人員身分制定法規與申報資訊周流圖，再以 IAEA 人員審視法規、核設施業者 DIQ、AP 及核物料料帳等資料，學員分組簡報成果並回答其他學員的問題，透過不同角色思考問題，使得學員收穫很大。主辦單位同時安排參訪 ORNL 的研究設施，如二次大戰時發展核彈的石墨反應器(Graphite reactor)舊址(現在改為展示中心)、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)，讓學員實際目睹課程中所討論的實物，以增進對於課程的了解。IAEA 也邀請加拿大、菲律賓、南非及哈薩克等會員國學員報告該國核子保防執行情形，分享經驗促進彼此交流。

(三) 研討會成員

本次 SSAC 研習與訓練共有 12 個國家派員參加，包括：阿爾及利亞 1 人、巴西 1 人、加拿大 1 人、愛沙尼亞 1 人、伊拉克 1 人、哈薩克 1 人、尼日 1 人、菲律賓

2 人、南非 1 人、瑞典 1 人、塔吉克 2 人及泰國 2 人，共計 15 位學員參訓（學員名單詳如表 2），我國則有 1 人以觀察員(Observer, 未列入正式學員名單)身分參加。參加學員中有 7 位來自核子保防權責主管機關，其餘成員則來自研究機構、電廠及核廢料處理等單位。辦理研習課程的場所在美國橡樹嶺國家實驗室(ORNL)訪客中心的教室、會議室及交誼廳(請參考圖 3)，。

表 2 SSAC 研習與訓練學員名單

序號	國家	學員	任職機構
1	Algeria 阿爾及利亞	Mr. Ahmed Walid Belkacem Rabah	Nuclear Research Center of Draria
2	Brazil 巴西	Mr. Fabio Martins De Oliveria	Eletrobras Eletronuclear
3	Canada 加拿大	Mr. Ethan Thanabalasingam	Canadian Nuclear Safety Commission
4	Estonia 愛沙尼亞	Mr. Pärtel Julius Pluss	AS A.L.A.R.A. ltd.
5	Iraq 伊拉克	Ms. Huda Nihammed Jasim	Iraqi National Monitoring Authority
6	Kazakhstan 哈薩克	Mr. Medet Tarbayev	Committee For Atomic And Energy Supervision And Control (CAESC) Of The Ministry Of Energy Of The Republic Of Kazakhstan
7	Niger 尼日	Mr. Salla Mayaki	Autorité de Régulation et Sûreté Nucléaires (ARSN)
8	Philippines 菲律賓	Mr. John Richard Fernandez	Philippine Nuclear Research Institute
9	Philippines 菲律賓	Mr. Ryan Olivares	Philippine Nuclear

			Research Institute
10	South Africa 南非	Mr. Robert Chauke	South African Nuclear Energy Corporation (NECSA)
11	Sweden 瑞典	Ms. Sara Margareta Birgitta Lindgren	Swedish Radiation Safety Authority
12	Tajikistan 塔吉克	Mr. Begmurot Boboev	Chemical, Biological, Radiation and Nuclear Safety and Security Agency
13	Tajikistan 塔吉克	Mr. Elbek Zamirov	Chemical, Biological, Radiation and Nuclear Safety and Security Agency
14	Thailand 泰國	Ms. Kunthida WAREE	Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT)
15	Thailand 泰國	Mr. Raffin MANEECHAYANGKON	Office of Atom for Peace
16*	Taiwan 台灣	Mr. Chun-Ho Kuo	Institute of Nuclear Energy Research

*未在名冊中

資料來源：2023 SSAC 教材



圖 3 上課及分組討論情形

(四) 研討會議程

本次研習訓練之課程安排，分兩週進行，自 5/1 (一) 至 5/5 (五) 為 Module 1 至 Module 5，包括 Module 1：防止核武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，Module 2：IAEA 核物料料帳控制(NMAC)實務、核子物料帳管理相關之報告撰寫練習，Module 3：補充議定書(AP)原則與宣告事項，Module 4：核物料進出口提報義務，Module 5：國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)。第二週自 5/8 (一) 至 5/11 (四) 為 Module 6 至 Module 8，包括 Module 6：驗證活動、現場 NDA、PIT 與 ES 驗證、美國執行核子保防實務，Module 7：核設施設計資料描述(Design Information Questionnaire, DIQ)和現場查驗 (Design Information Verification, DIV)，Module 8：國家級核物料料帳管理與控制系統(SSAC)建立與強化、IAEA 可以提供之協助。5/12 (五) 為評量測驗和結業典禮，詳細課程表如表 3。以下並將講座內容重點摘要如下：

表 3 2023 年 SSAC 課程表

Sunday, 30 April 2023			
Schedule		Lecture/Activity	Facilitator
16:00 – 16:30		Course Registration and Badging	US IAEA
16:30 – 19:00		Reception hosted by U.S. Opening comments and welcoming	U. S. others IAEA
Monday, 1 May 2023			
08:30 – 09:00		Welcome	U.S. IAEA
09:00 – 09:05		ORNL Site Safety Briefing	US
09:05 – 10:15		Course Opening and Overview Introduction of Participants, Ice Breaker, Official Photograph	IAEA
10:15– 10:30		<i>Break</i>	
	Module 1	Nuclear Non-Proliferation and International Safeguards	
10.30-11.30	1.1	Non-proliferation and the IAEA Safeguards System	Andreas Bleise
11.30-12.15	1.2	State Safeguards Infrastructure (introduction to SSAC manual)	Marzia Baldassari
12:15 – 13:15		<i>Lunch</i>	
13:15 -15.00	<i>WS-A</i>	<i>Workshop – A: CSA and AP – Part I</i>	IAEA team
15:00 – 15:15		<i>Coffee Break</i>	
15:15 – 15.45	<i>WS-A</i>	<i>CSA and AP – Part II (Neptune)</i>	IAEA team
15:45 – 16:30	<i>WS-A</i>	<i>Group Presentations and Discussion</i>	
16.30-17.00		Reflection and SSAC manual	Marzia Baldassari
Tuesday, 2 May 2023			
9.00-9.15		Daily Review	
9.15-9.45	<i>MSE - 1</i>	<i>National Legislative and Regulatory Framework for Safeguards</i>	Canada
9.45-10.00		<i>Coffee Break</i>	
	Module 2	Nuclear Material Accounting and Control (NMA & C) and Reporting to the IAEA	
10.00-11.00	2.1	NM subject to Safeguards	Tomas Stepanek
11.00-12.00	2.2	Concepts of IAEA Nuclear Material Accounting	Tomas Stepanek
12:00 – 13:00		<i>Lunch</i>	
13.00-15.00	<i>WS-B</i>	<i>Nuclear Material Accounting Structure at Facilities and LOFs</i>	IAEA team/US
15:00 – 15:15		<i>Coffee Break</i>	
15:15 – 15:45	<i>WS-B</i>	<i>Continuation: Nuclear Material Accounting Structure at Facilities and LOFs</i>	
15:45 – 16:30	<i>WS-B</i>	<i>Group Presentations and Discussion</i>	

16.30-17.00		Reflection and SSAC manual	Marzia Baldassari
Wednesday, 3 May 2023			
9.00-9.15		Daily Review	IAEA
9.15- 10.30	2.3	Introduction to Code 10	Tomas Stepanek
10:30 – 10:45		<i>Coffee Break</i>	
10:45 – 12:15	<i>WS-C</i>	<i>Inventory Change Reports (online exercise)</i>	IAEA & US team
12:15 – 13:15		<i>Lunch</i>	
13:15 – 14:30	<i>WS-D</i>	<i>Physical Inventory Listing (online exercise)</i>	IAEA & US team
14.30 – 14:45		<i>Coffee Break</i>	
14:45 – 15:45	<i>WS-E</i>	<i>Material Balance Report (online exercise)</i>	IAEA & US team
15:45 – 16:00	<i>WS</i>	<i>Debrief</i>	
16.00 – 16:30	<i>MSE-2</i>	<i>Nuclear Material Accounting and Control at a Facility and LOF</i>	Kazakhstan
16:30 – 17:00		Reflection and SSAC manual	Marzia Baldassari
Thursday, 4 May 2023			
	Module 3	Additional Protocol (AP)	
09:00 – 09:45	3.1	Additional Protocol: Concepts, Principles and Reporting Obligations	Andreas Bleise
09:45 – 10:30	<i>WS-F</i>	<i>Additional Protocol Declarations</i>	IAEA team/US
10:30 – 10:45		<i>Coffee Break</i>	
10:45 – 12:15	<i>WS-F</i>	<i>Additional Protocol Declarations</i>	IAEA team/US
12:15 – 13:15		<i>Lunch</i>	
13.15-14.30	<i>WS-G</i>	<i>Nuclear Fuel Cycle Related Research and Development</i>	Andreas Bleise
14:30 – 15:00	<i>MSE-3</i>	<i>Implementing the Additional Protocol -</i>	Philippines
15:00 – 15:15		<i>Coffee Break</i>	
15:15- 16.00	Clinics	QCVS	RAINS
16:00- 16.45	Clinics	PR 3	Declaration Helper Software
16.45-17.00		Reflection and SSAC manual	Marzia Baldassari
Friday, 5 May 2023			
09.00-9.15		Daily Review	IAEA
	Module 4	Other Reporting Obligations: Export/Import	
9.15- 10.00	4.1	Nuclear Trade	Tomas Stepanek
10.00-10.45	4.2	International transfers	Andreas Bleise
10:45 – 11:00			
	Module 5	State System of Accounting for and Control of Nuclear Material (SSAC)	
11.00 – 11:30	5.1	Role of an SSAC in Implementing IAEA Safeguards	Masaru Shigeyama
11:30 – 12:00	<i>MSE-4</i>	<i>Role of the SSAC: collecting information</i>	Tajikistan
12.00-13.00		<i>Lunch</i>	
13.00 – 13:30	5.2	Locating and collecting of safeguards information by the SSAC	Masaru Shigeyama
13:30 – 14:30	<i>WS-H</i>	<i>Developing SSAC Information Flow Diagram</i>	IAEA team/US
14:30 – 14:45		<i>Coffee Break</i>	
	Module 6	Verification Activities	

14:45 – 15:45	6.1	IAEA Verification Activities	Chris Gazze
15:45 – 16:15	6.2	Verification Activities instruments and equipment	Andreas Bleise
16:15 – 17:00		Reflection and SSAC manual	Marzia Baldassari
Monday, 8 May 2023			
9.15-9.30		Quiz: IAEA Verification Activities	Chris Gazze
9.30-10.00 (with break)	6.3	Overview of In-field verification exercises	US
10.00 – 12:45	6.4	<i>In-Field Verification Exercises (NDA, PIT, C/S, ES, Mock CA) Part 1</i>	US / IAEA
12:45 – 13:45		Lunch	
13:45 – 16:30 (with break)	6.5	<i>In-Field Verification Exercises (NDA, PIT, C/S, ES, Mock CA) Part 2</i>	US / IAEA
16:30 – 17:00	6.6	Safeguards Verification Exercises Reflection and wrap up	US
Tuesday, 9 May 2023			
9.00-9.15		Daily Review	IAEA
09:15– 09:45	<i>MSE-5</i>	<i>Safeguards Implementation: verification activities</i>	South Africa
9:45- 10:00		Coffee Break	
10:00 – 11:15	6.7	<i>Regulatory control, licensing and domestic inspections</i>	US
11.15– – 12:00	<i>WS-I</i>	<i>Domestic Inspection</i>	IAEA Team & US
12:00 – 13:00		Lunch	
13:00 – 14:00	<i>WS-I</i>	<i>Continuation: Domestic Inspection</i>	IAEA Team & US
14:00 – 15:00	<i>WS-I</i>	<i>Group Presentations and Discussion</i>	IAEA Team & US
15:00 – 15:15		Coffee Break	
15:15 – 16:00	6.8	Implementation of Safeguards in the U.S.	US
16:00 -16:30		Reflection and SSAC manual	Marzia Baldassari
16.30-17.00		SSAC Manual	ALL
Wednesday, 10 May 2023			
	Module 7	Nuclear Facility Design Information	
9.00 -9.45	7.1	Design Information Questionnaire (DIQ), Examination (DIE) and Verification (DIV)	Chris Gazze
9.45 – 10:45	7.2	Introduction to the Reference Facility (including safety rules and Q&A)	US
10:45 – 11:00		Travel to the Facility	ALL
11:00 – 12:30	7.3	Technical Visit to the Facility	ALL
12:30 – 13:30		Lunch	
13:30 – 15:00	<i>WS-J</i>	<i>DIQ for the Reference Facility</i>	IAEA team/US
15:00 – 15:15		Coffee Break	
15:15 – 16:00	<i>WS-J</i>	<i>Continuation: DIQ for the Reference Facility</i>	IAEA team/US
16:00 – 16.45	<i>WS-J</i>	<i>Group Presentations and Discussion</i>	IAEA team/US
16.45-17:00		<i>Reflection and SSAC manual</i>	Marzia Baldassari
Thursday, 11 May 2023			
9.00 -9:10		Daily Review	IAEA
	Module 8	Establishment and strengthening the SSAC	
9:10 – 9:45	8.1	Establishment and Maintenance of an SSAC	Chris Gazze
09:45 – 10:30	<i>WS-K</i>	<i>Establishment and Maintenance of an SSAC</i>	IAEA Team & US

10:30 – 10:45		<i>Coffee Break</i>	
10:45 – 12:00	WS-K	<i>Continued: Establishment and Maintenance of an SSAC</i>	IAEA Team & US
12:00 – 13:00		<i>Lunch</i>	
13:00 – 14:00	WS-K	<i>Group Presentations and Discussion</i>	ALL
14:00 – 14:45	8.2	IAEA Assistance for SSACs	Marzia Baldassari
14.45-15.30	8.3	NNSA's SSAC capacity building: International Nuclear Safeguards Engagement Program (INSEP)	US
15:30 – 15:45		<i>Coffee Break</i>	
15.45 -16.30		Reflection and SSAC manual	Marzia Baldassari
18:30 – 21:30		<i>Banquet - Awarding of Certificates</i>	
Friday, 12 May 2023			
09:00 – 09:30		<i>Final Quiz</i>	IAEA
9.30 – 11:30		<i>SSAC manual presentation/discussion</i>	IAEA
11:30 – 12:15		<i>Feedback Evaluation on-line – CLP4NET</i>	IAEA /US
12:15 – 12:45		<i>Closing Ceremony</i>	US/IAEA

MSE- Member State Experience Presentation by Participants

WS – Workshops

N.B. WS C, D, E are run with a hybrid approach, in group but using online tools available on the CLP4NET.

Clinics- parallel sessions for specific tool demos and Q&A

資料來源：2023 SSAC 教材

1. 防止核武擴散與國際核子保防

IAEA 為了防止核武擴散與執行國際核子保防(Nuclear Non-proliferation & International Safeguards)，陸續推動各種國際協定，包括包含特定核子保防協定(INFCIRC/66)、國際防止核武器蓄衍條約下核子保防架構及內容協定(The Structure and Content of Agreements between the Agency and States required in connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons)，全面核子保防協定(Comprehensive Safeguards Agreements, CSA, INFCIRC/153)、自願提交協定(Voluntary Offer Agreements, VOA)及補充議定書(Additional Protocols, INFCIRC/540)等協定與規定，對於 IAEA 與簽署國間應盡的責任和義務均有詳細規範。SSAC 課程除了有詳細的解說外，並安排分組個案研究與簡報，個案內容為對於一個虛擬國家 Neptune 的 CSA 與 AP 的流程設定。簽署國依此協定需要建立「國家級核物料料帳及控制系統」(SSAC)向 IAEA 陳報相關資料，並須接受 IAEA 派員檢查。

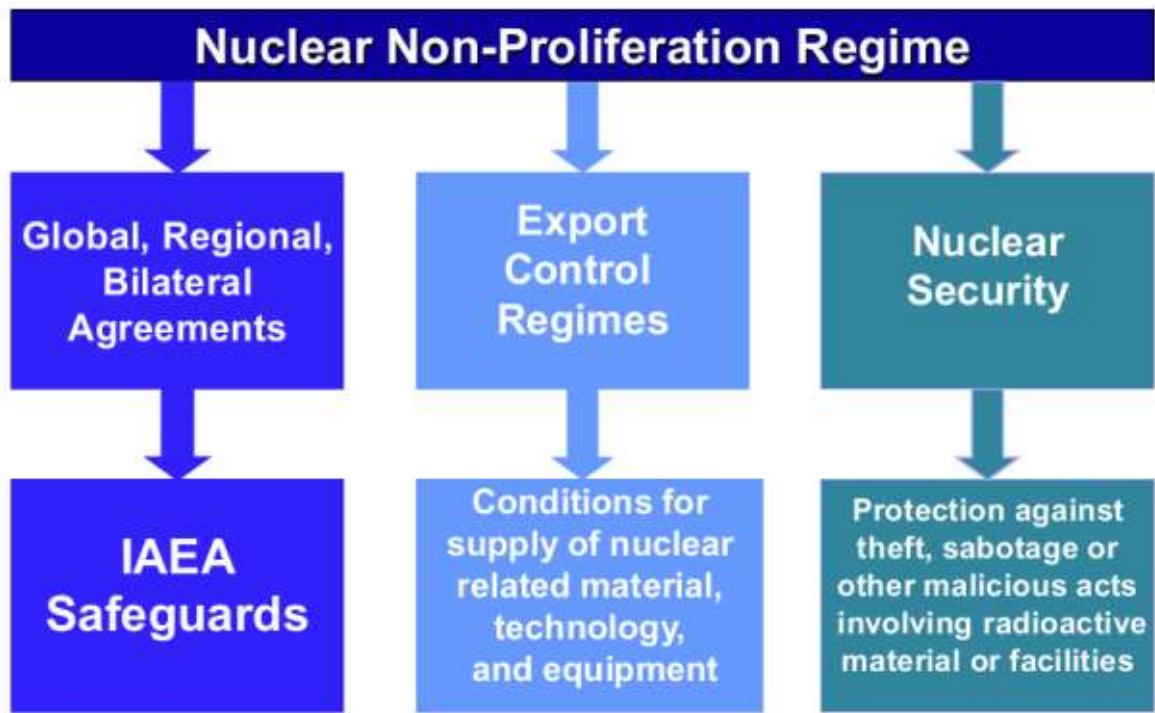
我國雖然不是 IAEA 的會員國，惟當時以中華民國名稱與美國於 1955 年 4 月簽署了「中華民國政府與美利堅合眾國政府民用原子能合作協定」(為 2013 年簽署之「台美核能和平利用合作協定」的前身)，並於同(1955)年成立了原子能委員會隸屬於行政院，並劃在新竹清華大學設立原子科學研究所。協定中，美方將負責核子保防的視察工作，這標誌著我國核子保防歷史的開端。在 1964 年 9 月，我國與美國以及國際原子能總署 (IAEA) 在維也納簽署了「中華民國政府與美利堅合眾國政府及國際原子能總署適用防護事項協定」，該協定以附錄文件的方式納入了「中華民國政府與美利堅合眾國政府民用原子能合作協定」中。我國為台灣研究用反應器 (TRR) 與國際原子能總署 (IAEA) 簽署了「臺灣研究用反應器保防雙邊協定」(INFCIRC/133)，自 1969 年 10 月 13 日起生效。為了方便在我國執行核子保防檢查工作，我國、美國和 IAEA 三方在 1971 年 12 月 6 日再次簽署了相同名稱「中華民國政府與美利堅合眾國政府及國際原子能總署適用防護事項協定」三邊核子保防協定 (INFCIRC/158)。隨後，在 1974 年 3

月 15 日修訂和展延了「美利堅合眾國政府與中華民國政府民用原子能合作協定」，將核燃料保防及轉移納入了三邊保防協定，以便簡化程序。此後，根據這三邊協定，國際原子能總署開始在我國執行保防檢查活動。有關防止核武擴散與執行國際核子保防重要的國際協定與概念敘述如下：

(1) 全面核子保防協定(CSA)簽署國之基本保防承諾

- A. 所有核子材料或特殊可分裂材料應使用於和平核能相關活動。
- B. 確保核子材料或特殊可分裂材料應使用於和平核能相關活動之保防。
- C. 核國家保證不直接或間接地把核武器轉讓給非核國家，不援助非核國家製造核武器。
- D. 非核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。
- E. 把和平核設施置於國際原子能總署的國際保防之下，並在和平使用核能方面提供技術合作。
- F. 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。
- G. CSA 保防程序不須應用於採礦及加工活動。(註：後來為了彌補 CSA 規定之不足，於 1997 年 09 月制定補充議定書(Model Additional Protocol, AP)加以規範之。

(2) INFCIRC/153 為全面核子保防協定(Comprehensive Safeguards Agreements, CSA)，簽署國根據 CSA 建置「國家級核物料料帳及控制系統(SSAC)」，並提供 IAEA 相關核物料與設施的相關資訊及配合 IAEA 檢查。INFCIRC/540 補充議定書(AP)在 IAEA 於 1997 年 9 月通過，以執行「加強式核子保防」。簽署國據此提報涉及核燃料循環之研究活動、核設施場址(Site)、建築物詳細敘述、礦場及濃縮廠運作狀況、源物料(Source Material)、豁免核物料數量及地點、涉及核燃料循環特定設備或非核物料之進出口等資訊，有關防止核武擴散體制的重要組成如圖 4。

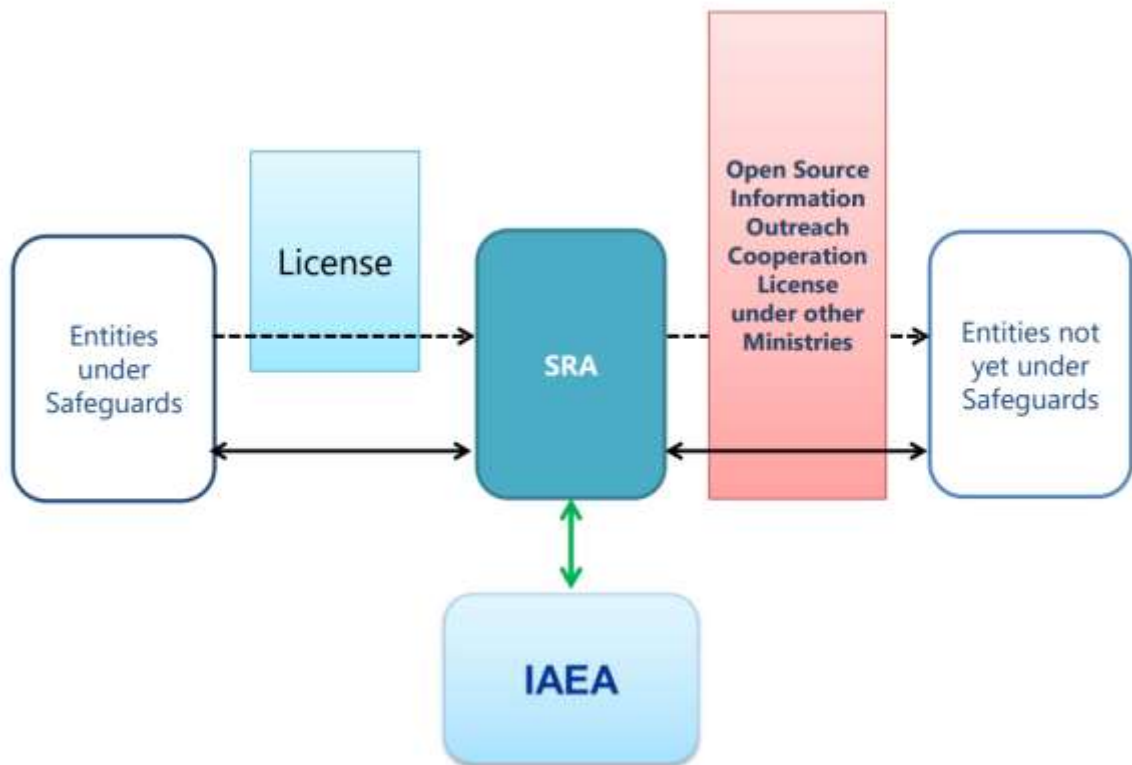


資料來源：2023 SSAC 教材

圖 4 防止核武擴散體制的重要組成

(3) 國家級核子保防架構(State Safeguards Infrastructure)：

各簽署國需要須建立一套完整國家級保防管制結構，包含法律架構(Legislative Framework)、監管架構(Regulatory Framework)與國家保防權責機關(Safeguards Regulatory Authority, SRA)及資訊與品質系統(Information and Quality Management Systems)，以執行 IAEA 核子保防規定及配合現場查核作業，以達到核物料監視與管制。國家保防權責機關與 IAEA 的關係如圖 5。



資料來源：2023 SSAC 教材

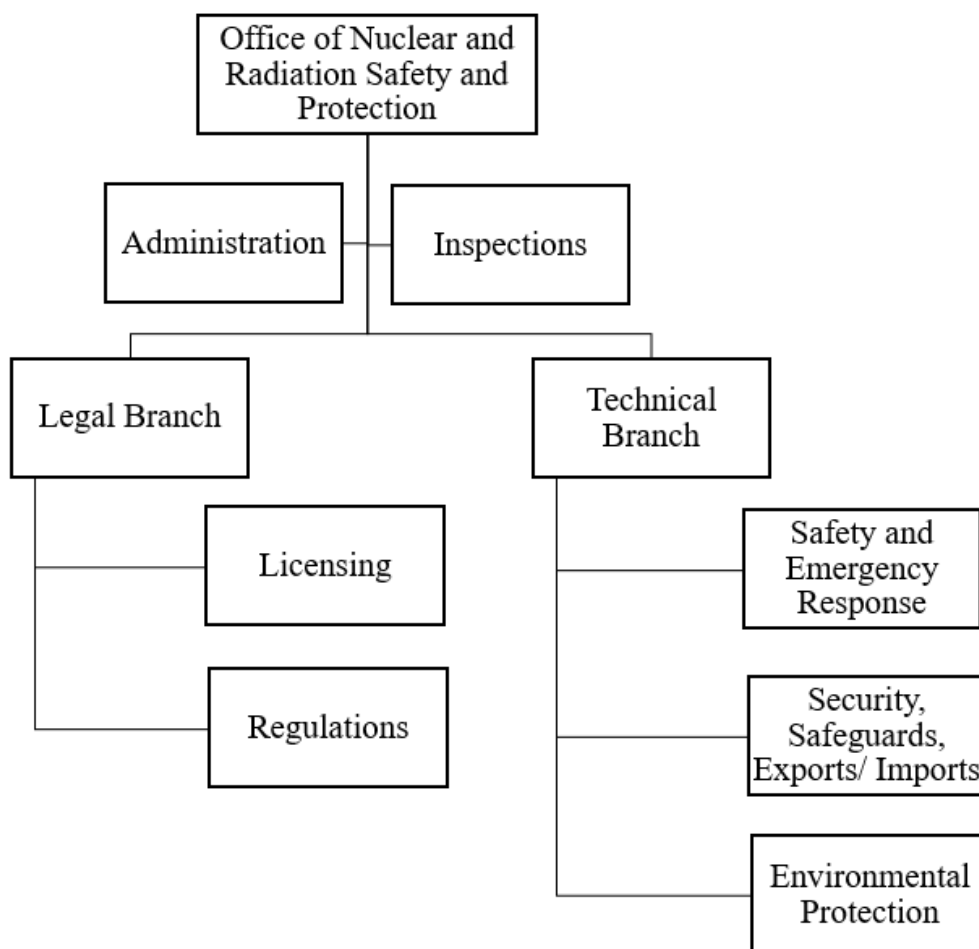
圖 5 國家保防權責機關架構 (SRA structure) 與相關外部架構

國家級核子保防架構是根據國際原子能總署的規範來制定的，國內專責單位在核物料管理方面具有以下常見功能：

- (i) 配合國際防止核武器蕃衍條約：專責單位需要與國際防止核武器蕃衍條約相符，確保國內的核物料管理符合相關國際標準和規範。
- (ii) 建立發照及非發照制度：專責單位負責制定法規命令或指導原則，協助建立發照制度和非發照制度，確保核物料相關活動經過適當的許可和控制。
- (iii) 確保核子保防條件符合要求：專責單位確保相關核子保防條件（如建造、運作、輸出/輸入等）已納入發照制度，以確保核物料的安全和防範非法使用。
- (iv) 定期檢查和監督：專責單位進行定期檢查，以驗證核物料管理活動是否符合發照制度的目的和要求。這包括對相關單位進行實地檢查、文件審查和報告評估等。
- (v) 核物料料帳及控制系統：專責單位負責建立和維護國家級核物料料帳及控制系統。這包括記錄核物料的進出、轉移、使用情況等，以確保核物料的追蹤和監控。

這些功能將有助於確保核物料的合法性、安全性和防範非法使用。根據國內立法

架構，專責單位將扮演重要的角色，以確保核物料管理和保防的有效實施。SRA 常見的功能如圖 6。



資料來源：2023 SSAC 教材

圖 6 SRA 常見的功能

為了實現相應的目標，相關國家應該首先將相關協議轉化為國內法律文件的形式，並使用這些法律文件來實施相關的核子保防管控機制。這樣做可以確保國家在核子能領域具有明確的法律依據，並能有效地執行核子保防措施。將國際協議轉換為國內法律的過程通常涉及立法程序，其中包括議會或立法機關的參與。國家應該通過制定相應的法律文件，將國際協議中的規定納入國內法律體系。這些法律文件可以包括法律、法規、指令或政府規章等。透過這些法律文件，國家能夠確立法律措施和相應的執行機構，以實施核子保防的監管機制。透過使用國內法律來進行核子保防的管控，國家能夠確保核子能領域的安全和非擴散目標的實現。這包括確保核設施的安全、核材料的追蹤監控、核材料的安全運輸、核設施的設計與運營、核材料的存儲和處置等方面。這些法律措施旨在防止核材料和技術的非法取得、濫用或擴散，並確保核能的和平利用。每個國家的核子保防法律可能有所不同，但它

們都應該遵循國際原子能總署的相關規範和指導原則。國家應該定期審查和更新這些法律，以確保其與國際標準和最佳實踐保持一致，並與其他國家進行合作，共同推動核子能領域的安全和非擴散目標的實現。

一旦開始制定國內法律位階的文件，可以按照以下六個層面進行探討，從高位階到低位階逐步排列，分別是：

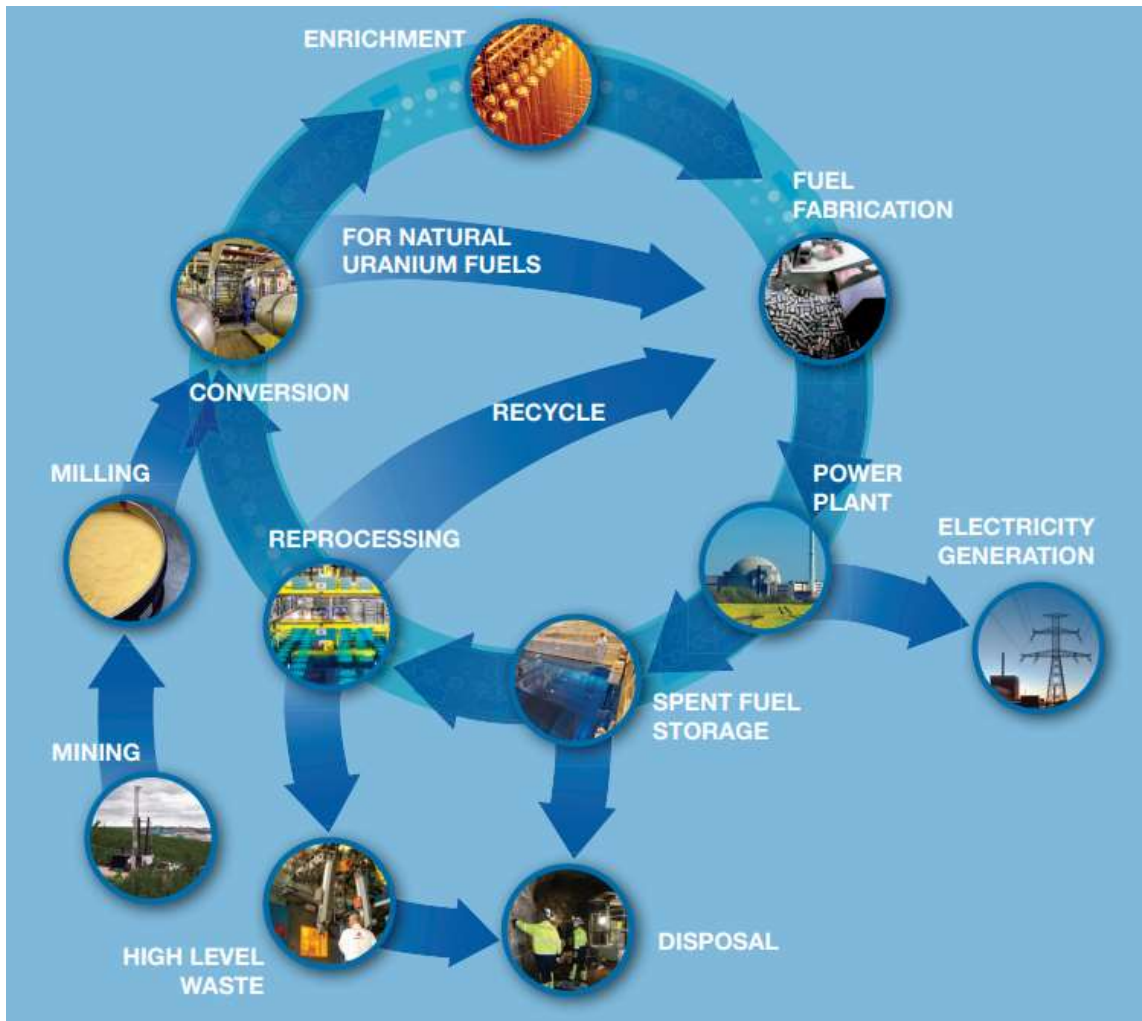
1. 創始文件(Founding Documents)：這些文件包括國家憲法、憲章或類似的基本法律文件。它們奠定了國家的基本原則和價值觀，並為制定其他法律提供了指導。
2. 法律(Laws, Acts)：這些是由立法機關通過的法律文件，例如議會通過的法律、法案或法令。這些法律具有較高的位階，對國內核子保防事務具有法律約束力。
3. 法規命令(Decrees, Decisions)：這些是由行政機關或政府機構發布的具體法規命令，用於實施法律的細節規定。這些命令可能包括行政規章、指令或政府決定等。
4. 規定及許可(Regulations, Licenses)：這些是由主管機關制定的規定和許可要求，用於具體指導和監管核子保防領域的活動。這些規定可能涉及設施運營標準、核材料管理、安全要求和許可程序等。
5. 指導文件(Guidance Documents)：這些文件由主管機關發布，用於提供對於執行核子保防規定和許可要求的解釋和指導。這些文件可能包括技術指南、操作手冊、最佳實踐指南等。
6. 設施計畫及程序(Facility Plans, Procedures)：這些是核設施根據相關法律、法規和許可要求制定的內部計畫和程序文件。這些文件包括安全計畫、應急程序、設施運營和管理程序等，旨在確保核設施按照法律和法規的要求進行營運。

(4) 核燃料循環(Nuclear Fuel Cycle)

核子燃料循環係指利用鈾在核動力反應器產生電力之工業程序，起於鈾礦之開採，並結束於用過燃料之處置。其第一步係自地球開採天然鈾礦，再利用物理及化學程序分離出鈾，其產生物質稱為黃餅(Yellow Cake)，一種鈾氧化物(U_3O_8)之粉末狀態，接著再採用特定程序(稱為 Conversion)將黃餅轉換成適合進行濃縮(Enrichment)之型態，即為六氟化鈾氣體(UF_6)。天然鈾僅含 0.71%的鈾 235(可維持核連鎖反應之物質)，而大部分核能反應器要求燃料濃度介於 3%至 5%之鈾 235，故需要燃料濃度提高，此一提高濃度之程序稱為濃縮(Enrichment)，係將六氟化鈾氣體置入離心機，將其集中於管壁上，以達到濃縮效果。將濃縮後之六氟化鈾，轉換成二氧化鈾(UO_2)，並形成小型、固體之圓柱體，最後利用金屬管封裝起來，並將所有金屬管集中形成組合體(Fuel Assemblies)，此程序即稱為燃料製造(Fuel Fabrication)。控制鈾-235 之分裂產生熱流，以產生高溫及壓力，熱流隨著管線產生電力(Electricity Generation)。核燃料於反應器使用年限約介於 3 至 5 年之間，

隨著使用年限到來，其燃料將被移除並置於水面下儲存，以達成冷卻及輻射屏蔽之效果，接著以乾燥化之方式儲存於有屏蔽之建築物或桶子中。使用過之燃料能透過循環使用之方式，產生更多能源，部分國家經由化學方式將可用之物料從不可用之廢料分離出來，此時鈾(plutonium)及天然鈾經由混合，形成新型態之燃料，可用於現存之反應器或是中子反應爐(Fast Neutron Reactor)中。使用過之燃料或是高放射性廢料被封裝於長期持有之容器中，並被安全處置於深層地面下，位於穩定岩層中。所以從鈾礦石的開採、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，主要的三個階段為前端(Front End Stage)、中間階段(Central Stage)、後端(Back End Stage)，概述如下，請參考圖 7。

- A. 前端(Front End Stage)：採礦、碾磨及轉換、濃縮、核燃料製造加工活動。先由天然鈾礦分離出鈾，其產生物質稱為黃餅(Yellow Cake)，黃餅是一種鈾氧化物(U_3O_8)的粉末，將黃餅轉換(Conversion)六氟化鈾氣體(UF_6)後即可進行濃縮(Enrichment)。天然鈾僅含0.71%的鈾-235(可維持核連鎖反應之物質)，將鈾-235濃縮3%至5%後，即可用於核能反應器。濃縮後之六氟化鈾是以二氧化鈾(UO_2)存在，將二氧化鈾做成小型固體之圓柱體(Pellet)後用金屬管封裝起來，並將多支金屬管以格架支撐集中形成燃料元件(Fuel Assemblies)，此程序就是燃料製造(Fuel Fabrication)。
- B. 中間階段(Central Stage)：核燃料於反應器中照射使用，利用鈾-235 分裂所產生的熱量產生蒸氣，再以蒸氣推動渦輪發電機(Turbine)發電。
- C. 後端(Back End Stage)：核燃料使用年限約3至5年，核燃料使用完畢後，將燃料由反應器移出並水中冷卻及輻射屏蔽後，再儲存於屏蔽的桶子。



資料來源：2023 SSAC 教材

圖 7 核燃料循環的各個階段

(5) 核燃料循環與核武發展的關聯性

核武的核原料為高濃縮之濃縮鈾(U-235)或濃縮鈾(U-233)，或核燃料經過再處理獲得之鈾(Pu-239)，重原子核如鈾或鈾在中子衝擊下發生核分裂反應而產生巨大能量，重原子核能分裂成為較輕的原子核時同時釋放更多的中子，造成連鎖反應，大部分的核分裂核武是使用化學炸藥，把在未達連鎖反應臨界質量(Critical Mass)的鈾-235 或鈾-239 擠壓使之超越連鎖反應之臨界質量，然後引發產生不受控的連鎖核分裂反應而爆發，美國第一枚投擲在日本廣島的核武小男孩(Little Boy)即為槍式(Gun-type)起爆的鈾彈，而第二枚投擲在長崎的胖子(Fat Man)為內爆式(Impllosion-type)的鈾彈，核燃料循環與核武發展的關聯性如圖 8。依據 INFCIRC/153 第 112 項規定，核物料(Nuclear Material, NM)係 IAEA 「規約(Statute)」第 20 條中所定義的任何源物料(Source Material)或特殊裂變材料(special fissionable material)，源物料係指鈾(天然)和鈾金屬或合金、化學合成物、濃縮物

等；特殊裂變材料係指鈾-239、鈾-235、鈾-233 或鈾-233 與鈾-235 混合物等。在 INFCIRC/153 第 104 項中，另針對各種隸屬於核子保防的核物料定義特殊的重量單位，有效公斤數(One Effective Kilogram)，而核武級的核物料臨界質量(Critical Mass)係指：高濃縮之鈾(Pu239) 10Kg，高濃縮之鈾-233(U233) 15Kg，高濃縮 (>20%)之鈾-235(U-235) 52Kg。各種隸屬於核子保防的核物料定義特殊的重量單位，有效公斤數(One Effective Kilogram)的計算方式如下：

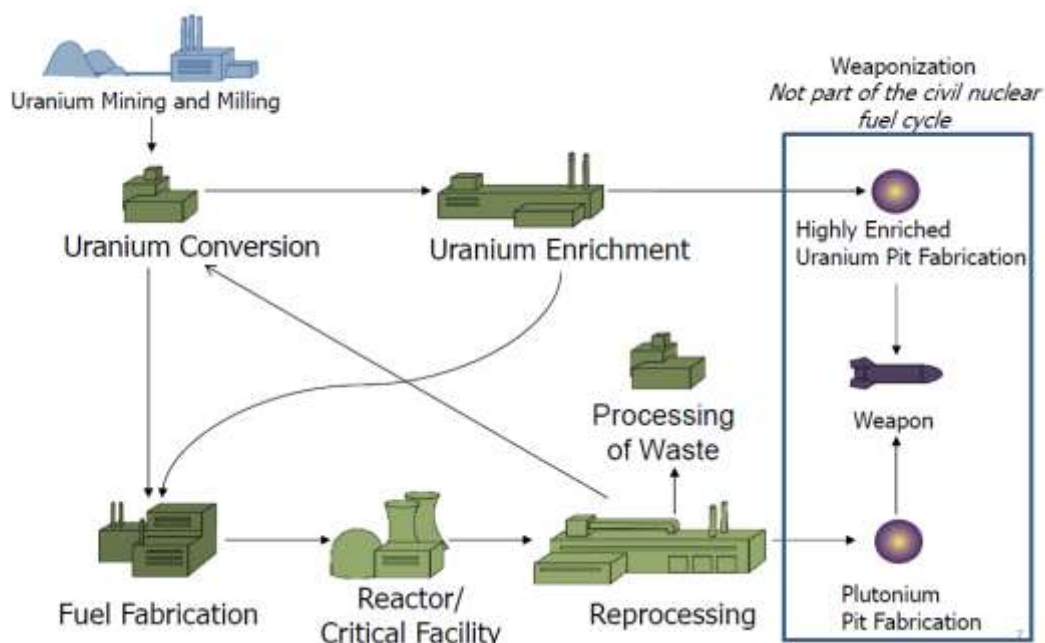
A. 鈾：

- 濃縮度 ≥ 0.01 (1%)：公斤重乘以濃縮度平方
- 濃縮度 < 0.01 (1%)且 ≥ 0.005 (0.5%)：公斤重乘以0.0001
- 濃縮度 ≤ 0.005 (0.5%)：公斤重乘以0.00005

B. 鈾：直接以公斤重計算

C. 鈾：公斤重乘以 0.00005

INFCIRC/153 第 34 項之 C 更提到，任何組成和純度適於製作核燃料或進行同位素濃縮(Isotopically Enriched)的核物料在離開工廠或處理階段時，或是當產自核燃料循環末階段的核物料進口至簽署國時，皆應遵守 INFCIRC/153 中所規定的其他核子保防程序。



資料來源：羅偉華(2017)，赴美國參加 2017 年 SSAC 核子保防研習出國報告

圖 8 核燃料循環與核武發展的關聯性

因為全面核子保防協定(CSA)規定由各國主動申報核設施與核物料資料，核物料範圍，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為止，為了防止有些國家意圖匿報或蓄意規避 IAEA 檢查，IAEA 在 1997 年訂定補充議定書(Additional Protocol, AP, INFCIRC/540 (corrected)) 彌補全面核子保防協定(CSA)之不足，AP 要求各國提報範圍由鈾礦的開採、提煉、鈾濃縮開始，並擴及至非核能使用鈾之範疇，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取樣(Collection of Environmental Samples)檢查。核物(燃)料之應用與 CSA 及 AP 申報範圍，如圖 9。



資料來源：2023 SSAC 教材

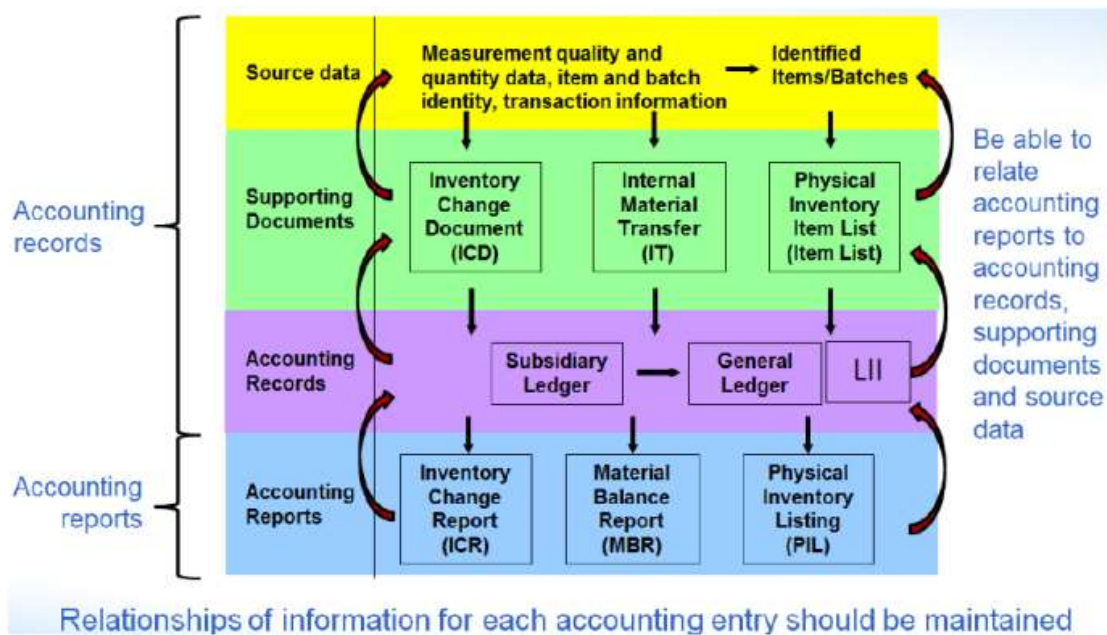
圖 9 核物(燃)料之應用與 CSA 及 AP 申報範圍

2. 核物料料帳控制及提報相關料帳至 IAEA (Nuclear Material Accounting and Control and Reporting to the IAEA)

IAEA 依據 INFCIRC/153 (CSA)為基礎，利用核物料定期申報表作業及檢查員現場進行查核，以達到核物料料帳管控(Nuclear Material Accounting and Control, NMAC)目的。核物料料帳管控(NMAC) 是核子保防的基礎，而核子保安(Nuclear Security)的實體防護措施，也必須建立在完整的核物料料帳基礎上。設立「國家級核物資料帳及控制系統」(SSAC)的目的有兩個：第一個目的是要管控國內所有核物料，以便能夠檢查核物料的遺失或非法利用情況。第二個目的是確定提報的資料符合國際原子能總署(IAEA)的規定，並作為與 IAEA 聯繫的窗口。

設施(Facility) 的紀錄載明於設施附件(Facility Attachment)，設施紀錄(Facility

Record)則保存於設施成為國家級料帳系統之基礎，整合後提報給 IAEA。設施紀錄(Facility Record)分為料帳紀錄(Accounting Records)及料帳報告(Accounting Reports)，其紀錄維護方式係以物料平衡區(MBA)為基礎，主要文件包含總分類帳(General Ledger)、明細分類帳(Subsidiary Ledger)、存量異動文件(Inventory Change Document, ICD)、內部物料轉移(Internal Material Transfer, IT)及存量物件清冊(List of Inventory Items, LII)，其關係如圖 10 所示。



資料來源：2023 SSAC 教材

圖 10 核物料料帳關係圖

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

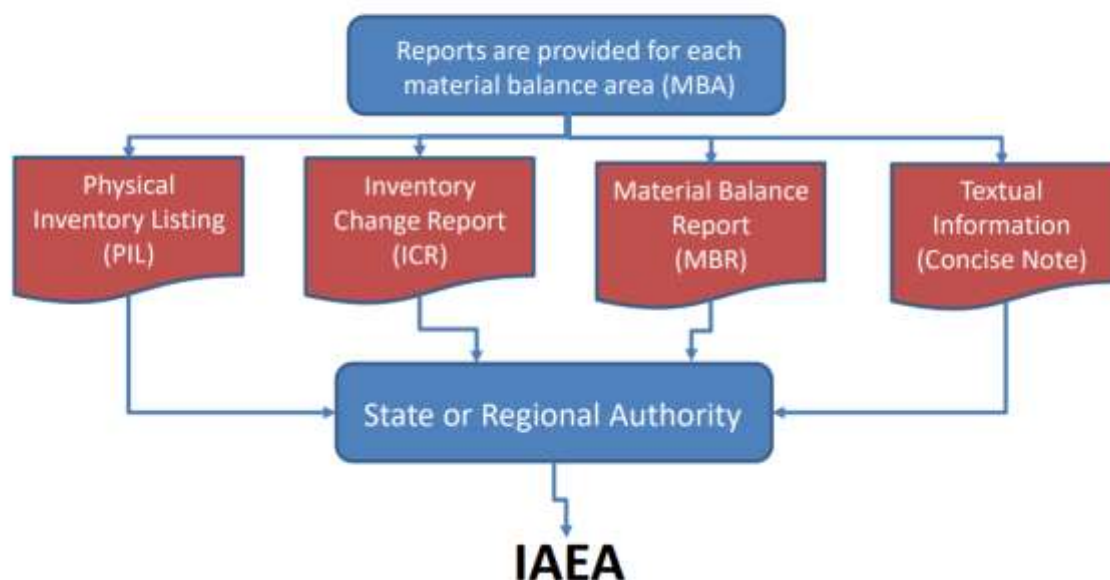
核物料料帳所需要申報的物質主要有耗乏鈾(Depleted Uranium, DU)、天然鈾(Natural Uranium, NU)、濃縮鈾(Enriched Uranium, EU)、鈾(Pu)及鈾(Th)等，與料帳有關之重要名詞說明如下：

- 物料平衡區(Material Balance Area, MBA):係指在該設施區域內可決定物料的輸出、輸入及執行存量衡算的實體範圍。
- 物料平衡期(Material Balance Period):在所定義的時期結束時，評估、驗證、及關閉核物料平衡。
- 實物存量(Physical Inventory, PI):固定時間範圍(通常提報規定為 1 年，可以延長到 14 個月)的某一檢查時間點，MBA 中所有核物料量的總和。

- 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。
- 存量異動報告(Inventory Change Report, ICR)：特定時間點(通常提報規定為 1 個月)，MBA 中核物料變化核物料，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。
- 實體存量清單(Physical Inventory Listing, PIL)：核設施設計資料(Design Information, DI)將核設施畫分不同物料平衡區(MBA)，各個 MBA 定期統計各類核物料存量，稱為實體存量盤點(Physical Inventory Taking, PIT)，實體存量盤點(PIT)後向 IAEA 提送規定格式的報表，此報表即為 PIL。
- 物料不明去向(Material Unaccounted For 稱之 MUF)：指帳料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，需要向 IAEA 敘明原因。
- 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。
- 設計資訊問卷(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訊問卷，此問卷中亦將表示未來核物料的可能容量。
- 設計資訊查證(Design Information Verification, DIV)：IAEA 依 DIQ 宣告資訊進行核設施設計問卷資料正確性與完整性的查證，稱為 DIV，也稱為設計資訊審查(Design Information Examination, DIE)。

根據全面核子保防(CSA)的附屬施行細則 (Model Subsidiary Arrangement) 中的 Code 10，各國向 IAEA 提送核物料帳之報表需要遵循特定的格式。這些格式包括固定格式 (Fixed format) 和標記式格式 (Labeled format)，各國只能選擇其中一種格式來陳報至 IAEA。固定格式 (Fixed format) 的報表結構是固定的，每個欄位代表著不同的含義。標記式格式 (Labeled format) 則是使用標籤來定義每個欄位，且長度沒有限制。標記式格式的報表只能以電子檔形式提交，無需紙本報表，這樣可以大幅減少文書作業。歐美國家大多採用標記式格式。我國從早年開始就採用固定格式進行報表申報，並一直沿用至今，各 MBA 的料帳報表結構見圖 11。各物料平衡區 (MBA) 定期進行核物料存量的實體清點，檢查量測結果、變化情況和修正紀錄，這被稱為實體存量盤點 (Physical Inventory Taking, PIT)。進行實體存量盤點後，可以生成實體存量清單 (Physical Inventory Listing, PIL) 並提交給 IAEA。

REPORTS FOR EACH MATERIAL BALANCE AREA



資料來源：2023 SSAC 教材

圖 11 各 MBA 的料帳報表結構

4. IAEA 現場驗證活動 (IAEA In-Field Verification Activities)

IAEA 的現場驗證活動包括核設施設計資訊驗證 (Design Information Verification, DIV)、現場檢查 (Inspection) 以及補足性進入 (Complementary Access, CA)。

在 DIV 中，IAEA 將核查簽署國提交的設施資訊，以確認核設施的設計特徵、核物料盤點和設施運轉的稽查情況。這包括記錄檢視、指定項目的取樣和量測、圍阻與監視 (Containment and Surveillance, C/S) 以及環境取樣等方法，旨在確認沒有非法轉移核物料並確保核設施未被濫用。

補足性進入檢查 (CA) 包括觀察、輻射監控、環境取樣、量測、記錄檢視、抑制和監視等活動。其目的是確認核設施中沒有未申報的核物料，並驗證核設施的除役狀態等情況。

核設施設計資訊 (Design Information, DI) 的目的在於發展核設施保防措施，涵蓋整個設施運轉檢查與查核活動。它包括規劃關鍵點以設定核物料流動與存量的關鍵監控點 (Key Measurement Points, KMP)，並建立重要設備清單 (Essential Equipment List, EEL)。DI 對於核設施提供了詳細的描述，包括名稱、特性、目的、額定容量、地理位

置、地址、設施配置、核物料形式、位置與流程，以及使用、加工或製造核物料所需的重要設備的配置。

圍阻與監視（Containment and Surveillance, C/S）通過遠端監視系統（Remote Monitoring Systems）、相機、攝影機和封緘監控物料移動的必經路徑等手段來實施。這些措施旨在減少將來檢查核物料所需的時間和人力投入。IAEA 的遠端監視系統能夠監視、量測和收集保防相關資訊，並通過通訊網路遠端傳送至 IAEA 核子保防總部進行檢視或評估，從而顯著提高監視作業的效率和時效。

封緘系統（Sealing Systems）是一種防止竄改的裝置，用於提供 IAEA 發現任何非經授權動用核物料的證據。IAEA 常用的封緘方式包括紙封緘（Void Seal）、金屬封緘（Metal Seal）、光纖封緘（Cobra Seal）以及具有驗證功能的電子封緘（Electronic Seal）等四種類型。核子保防及驗證活動如圖 12 所示。



資料來源：2023 SSAC 教材

圖 12 核子保防及驗證活動

5. 補充議定書(Model Additional Protocol, AP)

IAEA 於 1997 年 9 月制定了名為 INFCIRC/540 的補充議定書範本，該範本是作為國家與國際原子能總署 (IAEA) 間核子保防協定的補充協議。這一補充協議旨在彌補 INFCIRC/153 全面核子保防 (CSA) 規定的不足之處，主要增加了幾個核子保防措施，包括每年提報補充議定書所要求的更新資料、補足性進入檢查 (Complementary Access, CA) 和環境擦拭取樣分析 (Environmental Sampling, ES) 等。我國於 1999 年簽署了這份核子保防協定的補充議定書。該補充議定書共有 18 條 (Articles)，其中詳細說明了各項重要事項，詳細內容請參閱表 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。
第 4 條	補足性進入(補充議定書第 5 條)有關之規定
第 5 條	強制要求簽署國必須協助 IAEA 進入場址或地點
第 6 條	IAEA 進入場址或地點可以從事之授權視察活動
第 7 條	簽署國在不影響 IAEA 的保防檢查下，可以限定 IAEA 有條件地進入檢查設施，以防止核武擴散敏感的資訊之散佈、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。
第 9 條	簽署國協助 IAEA 進入其所定地點以實施廣域環境取樣(Wide-area environmental sampling)
第 10 條	簽署國應提報 IAEA 之資訊
第 11 條與第 12 條	IAEA 說明視察員的視察與簽證設計
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
第 18 條	補充議定書的目的

資料來源：2023 SSAC 教材；羅偉華(2017)，赴美國參加 2017 年 SSAC 核子保防研習出國報告

根據 AP (INFCIRC/540) 的規定，簽署國有義務提供完整的報告資訊，其中包括設施 (Facility) 和場址 (Site) 的範圍，以及場址外的所有設施地點 (Location Outside Facilities, LOFs) 存放的核物資料。這些報告不僅關注核設施的運營操作，還包括與核燃料循環相關的研究和開發活動。補充議定書中對於提供資訊報告的義務概念是，簽署國的公部門 (或政府出資的部門) 從事與核能相關的所有活動都應該進行聲明 (第 2 條 a 款)，並且應該盡一切合理努力提供詳細的資訊。此外，簽署國還有義務根據國際原子能總署 (IAEA) 的要求，提供關於私部門 (非政府出資) 核能活動的擴展資訊，或者針對 IAEA 提出的問題進行澄清 (第 2 條 b 款)。

根據不同條款的規定，AP 的宣告或與先前宣告資訊有關的資訊，必須以條目編碼方式進行。這些宣告可以引用它們自身的內容或指名相關的條目，但必須提供參考文件章節以供查詢或核對。

簽約國需要向國際原子能總署 (IAEA) 提供宣告資訊，其中包括與核燃料循環相關的研究發展活動地點的一般性描述和資訊，這些活動不涉及核物料，並與濃縮、核燃料再處理、含有鈾、高濃縮鈾-235 或鈾-233 的中放射性或高放射性廢料 (intermediate or high-level waste) 的處理有關。這些活動可以在簽署國內的任何地方進行，但不能由簽約國出資、特定認可或管制，也不能代表簽署國執行。

補充議定書的宣告訊息分為定期提報和非定期提報。在補充議定書生效後的 180 天內，需要向國際原子能總署提供第 2 條的 (a)(i)、(iii)、(iv)、(v)、(vi)(a)、(vii) 和 (x) 節所確認的資訊。每年的 5 月 15 日，需要向國際原子能總署提供涵蓋前一個日曆年期間的更新資訊，這些資訊涵蓋了前述 A 節所描述的內容。如果之前提供的資訊沒有變更，也需要明確表示。其他有關係文的申報時間整理如表 5 所示

表 5 補充議定書有關係文的申報時間

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"> 1. 同一地點數量超過 10 公噸鈾或 20 公噸鈾鈦的數量及用途。 2. 全國總計超過 10 公噸鈾或 20 公噸鈾鈦時，如有單一地點超過 1 公噸的數量及用途。 3. 每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。 <p>(b) 出口：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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。 2. 一次出口 20 公噸鈾鈦，或一年內總計出口超過 20 公噸鈾鈦到同一個國家。 3. 每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。 <p>(c) 進口：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 一次進口 10 公噸鈾或一年內總計進口超過 10 公噸鈾。 2. 一次進口 20 公噸鈾鈦或一年內總計進口超過 20 公噸鈾鈦。 3. 每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。 	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 INFCIRC153 第 37 節所豁免保防的核物料。</p> <p>(b) 每一地點依 INFCIRC153 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 INFCIRC153 第 11 節所終止保防且含有鈾、高濃化鈾或鈾-235 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"> 1. 執行後 180 日內提供。 2. 每年 5 月 15 日前提供前一日曆年的資料。
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地點及日期。</p> <p>(b) 經 IAEA 要求的 60 天內，依(a)節提供之資訊，本項目前無特定要求。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 每季結束的 60 日內提供(a)節前一季的資料。 2. IAEA 要求的 60 日內提供(b)節的資料。
2a.(x)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由我國主管機關核准; 2. 10 年內與核燃料循環發展相關之一般性計畫。 	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。

資料來源：2023 SSAC 教材；羅偉華(2017)，赴美國參加 2017 年 SSAC 核子保防研

習出國報告

國際原子能總署 (IAEA) 的補足性進入檢查 (Complementary Access, CA) 是補充議定書執行的例行視察。補足性進入檢查的權限涵蓋以下地點：設施內部、核物料存放地點、除役設施以及從事核物料相關活動的地點。

補足性進入檢查的目標是確認是否存在未宣告的核物料和活動，解決根據第 2 條款的宣告不一致的問題，以及確認設施和核物料存放地點的除役狀態。通過這些檢查，IAEA 旨在確保簽約國遵守相關的國際條約和協議，並確保核材料的安全性和非擴散性。

根據條款 4.b、4.c、4.d 和 4.e，補足性進入檢查 (Complementary Access, CA) 的通知必須提前 24 小時以書面形式進行。對於特定地點的檢查或與設計訊息的查證，需要提前 2 小時通知。如果出現問題或不一致之處，應在補足性進入檢查之前請求簽約國進行澄清。

授權的活動包括目視觀察、環境取樣、使用偵檢與量測裝置，以及場址及除役設施與 LOF 範圍內的 C/S 量測。額外的活動（針對核物料位置）包括非破壞性驗證、量測、取樣和檢視材料相關紀錄。對於研發、製造和出口相關活動的額外活動，檢查的範圍包括相關成品和裝載運輸紀錄。

環境取樣 (Environmental Sampling, ES) 是一項活動，目標是取樣設施填裝、未宣告核物料、未宣告設施運作或研究，以及已宣告核物料進行比對分析，以查證核子保防核物料並發現非經授權的核設施活動。

在進行補足性進入檢查時，有幾點需要注意：提出 CA 活動的請求必須在 24 小時之前以書面形式提出並附上理由，並經允許方可進行。簽署國可以陪同 IAEA 進行檢查，但不得延遲 CA 活動的執行。對於檢查結果不一致的情況，簽署國應有機會進行澄清，除非這樣做會損害補足性進入檢查的目標。對於提出額外的 CA 活動要求（與廠址內和受檢查設施 DIQ 相關的設施地點），通常應在至少 2 小時之前提出，除非特殊情況允許提前少於 2 小時提出要求。

6. 核設施之設計資料(Facility Design Information and Site Description)

核設施的設計資訊問卷 (Design Information Questionnaire, DIQ) 包含以下部分：一般資訊、設施描述、核物質描述、核物質流程和處理、防護及安全措施、核物質帳務管理與控制、選擇性資訊。根據國家權責機構 (SRA) 的要求，設施經營者需要提供 DIQ，並且國家權責機構在完成 DIQ 審查後向國際原子能總署 (IAEA) 提交報告。透過 DIQ，IAEA 可以了解設施的功能、產量、儲量、核物質性質、物質流程、進入設

施的特殊要求、是否存在難以進入或受管制的區域等資訊。這些資訊在確定核安全措施和安排視察計畫時非常重要。

具體來說，核設施設計資訊 (Design Information, DI) 應包括以下內容：設施名稱、特性、目的、額定容量、地理位置和地址、設施配置、核物質形式、位置和流程，使用、加工或製造核物質重要設備的配置、物質統計特性和程序 (MBA、KMP、PIT)、包封圍阻與監視 (C/S) 保安和安全措施。即使設施外區域 (LOF) 被定義為不能處理核物質，仍需提供有關核物質使用的資訊，包括使用名稱、地理位置和住址等。

在國際原子能總署 (IAEA) 總部，進行設計資料檢視 (Design Information Examination, DIE) 的方法主要是通過審查文件和分析資料。這通常在設計資料查證 (Design Information Verification, DIV) 之前進行，或至少每年進行一次，或在收到設計資料更新後進行檢視。DIV 時，IAEA 會派遣檢查員到設施現場驗證實際情況是否與申報的設計資料相符。

設施的生命週期包括規劃設計、施工、竣工、運轉、維護與變更、停止運轉、關閉及除役等階段。在提交 DIQ 和進行 DIE/DIV 之後，設施運營商、國家權責機構和 IAEA 需要在每個階段進行相應的工作，詳細說明如表 6 所示。對於一些較為複雜的設施，例如在建造完工或開始運轉後，某些區域的人員無法再進入 (例如高溫室或傳送管道)，因此在設施設計或施工階段，IAEA 需要進行 DIE/DIV。

IAEA 在核設施的整個生命週期中進行補充性進入檢查 (Complementary Access, CA)。從規劃設計階段 (提交初始 DIQ 之後) 到完成除役並解除保安宣告之前，都有可能進行 DIV 檢查。此外，在接收核物料後至設施關閉並完全移除核物料之前的各個階段，IAEA 也會執行各種檢查活動。關於 IAEA 在核設施生命週期中的各種檢查活動，請參考表 6 及表 7。


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。
	國家權責機構	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。
	國家權責機構	施工前 180 天, 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 草案及準備 DIVP 與主要設備清單(EEL)。
竣工階段 (Commissioning)	設施業者	執行的設備和系統之驗收測試, 以確保功能符合設計需求。
	國家權責機構	接收核物料前 180 天提出 DIQ 最終版。
	IAEA	參主要設備測試, 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
	國家權責機構	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。
	國家權責機構	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。
	國家權責機構	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。
	國家權責機構	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、處理或利用核材料
	國家權責機構	管機關宣告除役及檢查
	IAEA	查證設施已除役。

資料來源：2023 SSAC 教材；羅偉華(2017)，赴美國參加 2017 年 SSAC 核子保防研習出國報告

表 7 IAEA 在核設施之生命週期的各種檢查活動



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

資料來源：2023 SSAC 教材

7. 設施參訪(Facility Tour)

(1) 石墨反應器 (graphite reactor)

在第二次世界大戰期間，由於納粹德國可能發展具有毀滅性的全新核武器威脅，

美國於 1942 年成立了「曼哈頓計畫」。該計畫旨在開發兩種不同燃料的核武器，其中一種使用鈾，另一種使用濃縮鈾。華盛頓州的漢福德區（Hanford Site）被選為鈾的生產場所。在建造大型反應堆之前，需要進行鈾的實驗性生產。美國橡樹嶺國家實驗室（Oak Ridge National Laboratory, ORNL）的石墨反應器於 1944 年生產了第一批濃縮鈾燃料，並成功提煉出少量鈾，開發了鈾的提取方法。這提供了美國 Hanford 實驗室製造鈾原料所需的經驗，促使美國於 1945 年成功製造了全球第一枚原子彈。

在接下來的 20 年（1943 年至 1963 年）運營期間，該石墨反應器取得了許多成就。它產生放射性同位素供科學研究使用，利用核能發電，研究物質的性質，研究輻射對健康的影響，證明了核燃料再處理的可行性，生產碳-14 用於癌症治療，並發現了新元素等。戰後的幾年間，石墨反應器成為世界上醫藥、農業、工業和其他行業放射性同位素的主要來源。圖 13 顯示了美國橡樹嶺國家實驗室（ORNL）的石墨反應器廠址，目前已經被規劃為歷史遺跡和旅遊景點，供遊客參觀。

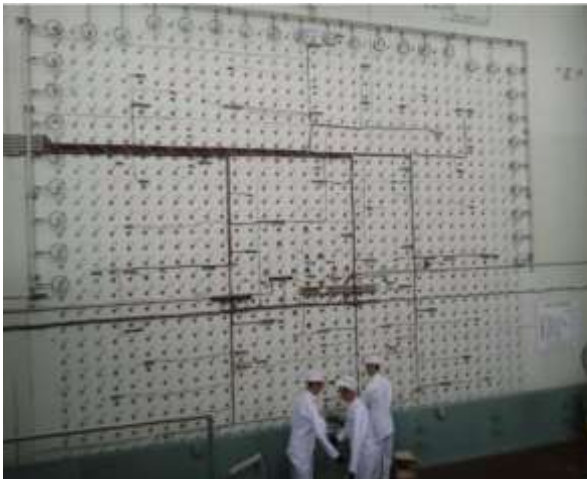


圖 13 石墨反應器 (Graphite Reactor)

(2) 超級電腦 (TITAN)

1992 年成立的 ORNL 國家科學計算中心（National Center for Computational Sciences, NCCS），由美國能源部科學局負責管理科學計算研究項目。該中心的 Titan 超級電腦被認為是全球運算速度最快的電腦之一，如圖 14。Titan 超級電腦的建設是由美國能源部、美國科學基金會（National Science Foundation, NSF）和美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）共同投資，其中部分資金也來自民間募款。

泰坦 (Titan) 超級電腦是由克雷公司建造的，曾在過去被評為全球最快的超級電腦之一，並獲得 TOP500 認證。其理論峰值效能為每秒 27×10^{15} 次浮點運算 (27 peta FLOPS)。NCCS 的超級電腦為世界提供開放式的計算資源，除了支援 NOAA 在氣象預測和觀測研究方面的工作外，還用於氣候變化研究。

為了分享 Titan 超級電腦的高速運算能力，NCCS 在安裝專用的高速光纖網路連接全美各地學術機構，以加快數據資料的傳輸速度。這使得研究人員能夠迅速獲取超級電腦的計算結果，大大縮短了等待時間，並有助於進行全面的類比結果分析和高性能資料存檔檢索。



圖 14 ORNL 超級電腦中心

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

美國橡樹嶺國家實驗室(Oak Ridge National Lab, ORNL)自 1961 年開始進行建造高通量反應器，完成於 1965 年並進行測試，HFIR 採取 20、50、75、90 及 100MW 之方式運作，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% 高濃縮鈾(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，運轉週期 28 天，爐心組件座落於 8 英尺直徑之壓力槽內，而壓力槽則位於反應器水池中，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 $2.3 \times 10^{15} \text{ n}_0^1 / \text{sec.cm}^2$ 。高中子通量同位素反應器(High Flux Isotope Reactor, HFIR)是世界上可生產 Cf-252 中子源的兩座反應器之一。目前均以為 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，相關圖示資料，請參考圖 15。



圖 15 高中子通量同位素反應器 (High Flux Isotope Reactor, HFIR)

三、心得

- (一) 國家級核物料料帳管控系統(SSAC)是 IAEA 非常重視的核子保防訓練，對於國際核子保防法源基礎及實務操作均有詳細的解說，參加研習訓練課程，可增加對於 SSAC 整體架構的了解，並強化執行核物料料帳管理實務的能力。學員來自各國的核能管制權責機關、研發機構或相關業者，藉由課程中的交流與聆聽部分學員簡報其國家之核子保防管制機關、組織及管制程序，可以參考其他國家核子保防的經驗，對於本所業務執行十分有幫助。
- (二) ORNL 已經主辦 SSAC 多年，在整個課程中可以感受主辦單位的嚴謹、熱誠與用心。主辦單位在行前已經發放預習教材、提醒美國當地氣候，學員抵達機場時 ORNL 工作人員已經在機場等候，並驅車送抵入住旅館，課程期間 ORNL 有專車每日接送，抵達教室時，已依照上課或分組討論等性質預先分組放置桌牌，在分組討論時，ORNL 也會在每一分組安排人員擔任指導，ORNL 對於細節的用心使得訓練可以很順利的完成，他們對於整個訓練的掌握值得我們學習借鏡。
- (三) 此次參訓，由課程開始的自我介紹、課程中的分組討論及周末安排的學員交流，氣氛都很自由與友善，然而，我方學員的名單沒有在其 PARTICIPANT LIST 上，名牌上也只有名字而沒有單位與國家的名字，座位也安排在最後，在各國依序簡介各國現況時，我國也不在報告表列之中，經詢問 IAEA 負責人 Ms. Marzia Baldassari，渠明確的表示我國不需要準備簡介，可見我國在參與國際社會的活動

上，還是有極大限制，所以我國參加成員在自我介紹、課程參與及人員互動交流上更能主動積極，建立其他國家人員對我方人員正面形象。

四、建議

- (一) 國家級核物料料帳管控系統(SSAC)在執行上，乃由核設施業者(Operator)向國家權責機關(SRA)提交核子保防相關資料，再由 SRA 彙整全國資料後提報給 IAEA 核子保防相關報告與聲明，因此核子保防業務必須核設施業者、國家權責機關及 IAEA 三者有一致的作法並互相合作才可順利達成，此次 SSAC 訓練課程僅本人參加(請見圖 15 與圖 16)，建議未來核設施業者與國家權責機關能派員一起參訓，利用共同學習機會更好的了解彼此權責與實務作業，能夠在核子保防業務做更好的合作。
- (二) 本項課程主要包括國際核子保防法源基礎、核燃料循環基礎知識及核物料料帳製作等內容，課程內容廣泛且複雜，尤其是核物料料帳製作部分，需要具備實務經驗才容易掌握，對於未來派訓人員，建議需要仔細預習其教材，並於課後複習以便能達到最佳的上課效果，出國公差報告邀請所內各功能組負責核子保防人員參加，以達到擴散所學的目的。
- (三) 本所中央貯存庫的核物料品項繁雜，考量本所之核物料之貯存基本上已經不會變動，沒有必要投入資源做庫存系統，之前藉由原能會職權交辦計畫以 EXCEL 進行檔案整理，後續需要扮演 IAEA 檢查員查核的角色實際清點料帳以優化電腦檔案，除了使用不同的工作表或命名區域來分類不同的核物料品項，使檢查過程更加方便，並且能夠快速找到所需的資訊，也可以檢查使用之格式、標籤、顏色及圖示標識不同類型的核物料，以便使核物料資訊更容易檢索讀取和理解。

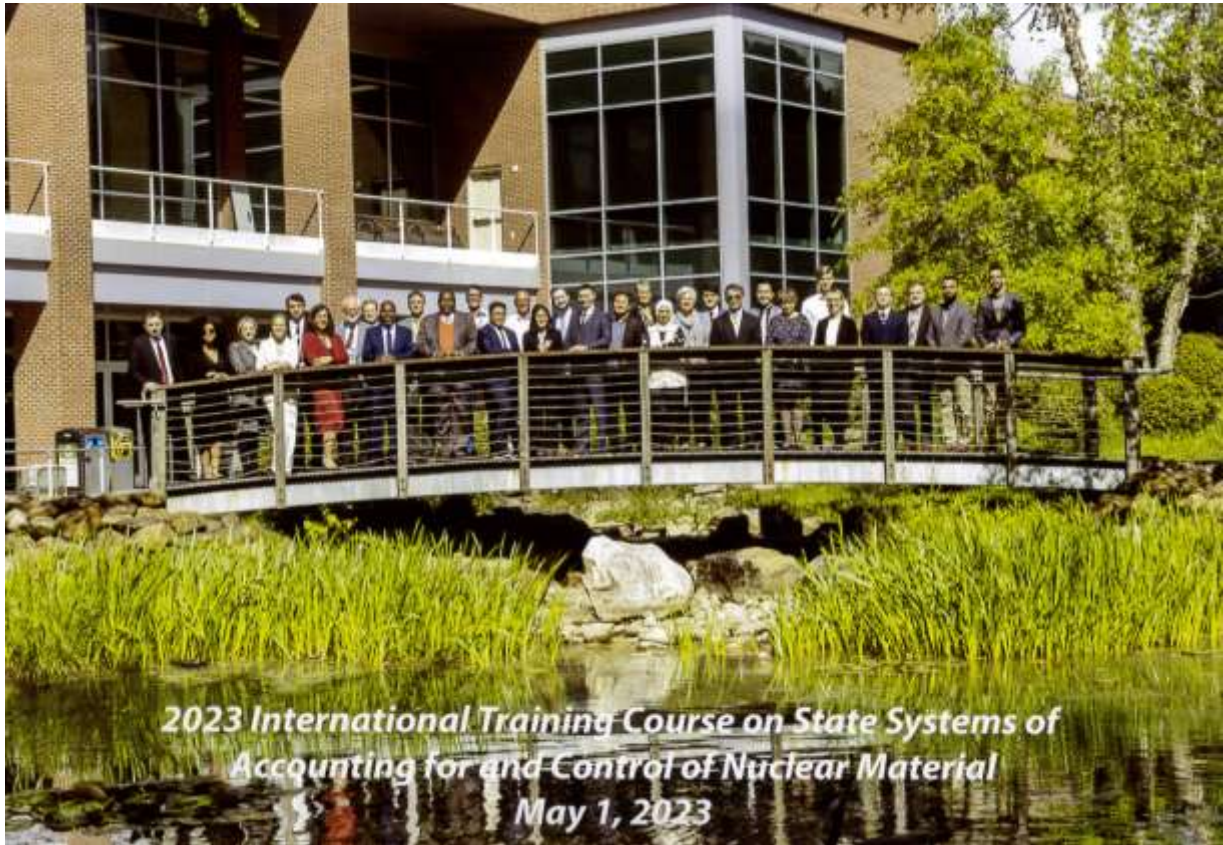


圖 16 SSAC 研習與實務訓練團體合照

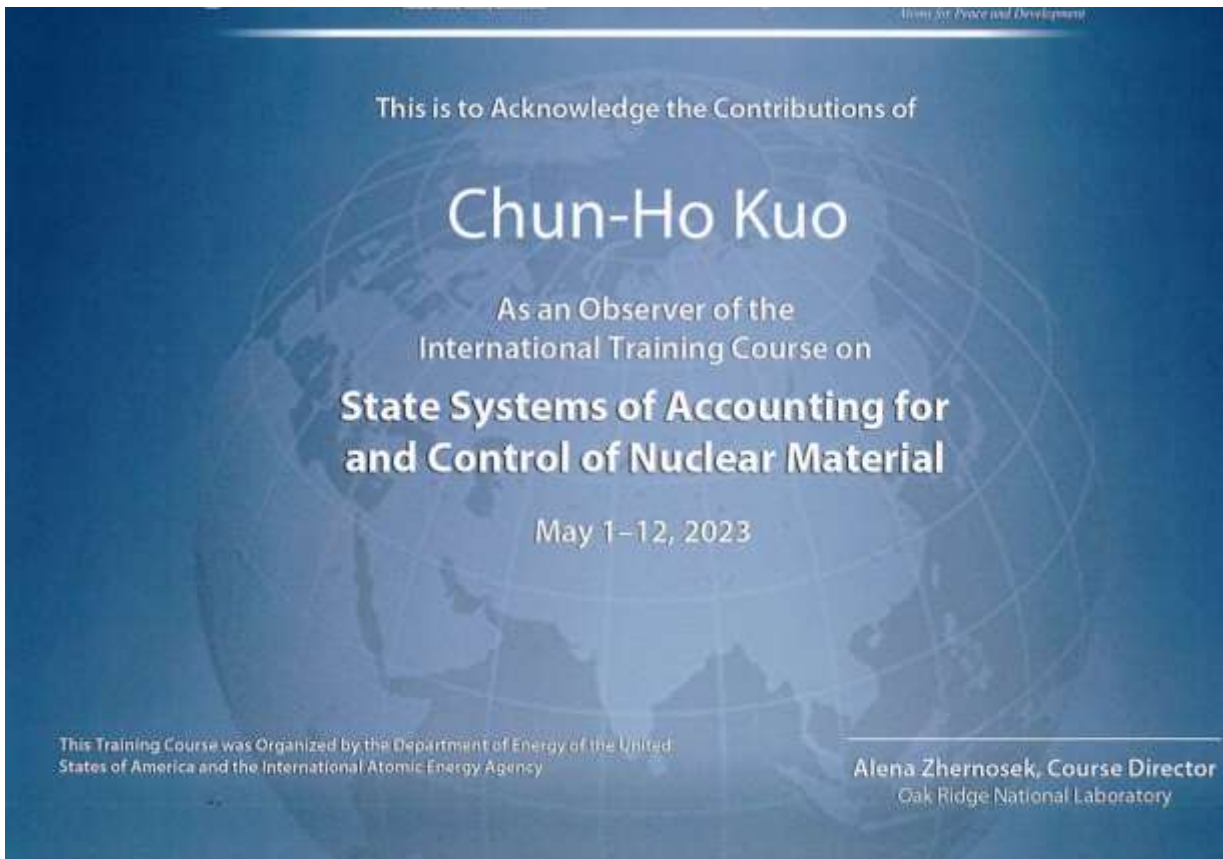


圖 17 SSAC 研習與實務訓練結業證書