

# 出國報告（出國類別：訓練）

## 第 25 屆國際核子保安訓練

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：戈元技士

派赴國家：美國

出國期間：104.4.18~104.5.11

報告日期：104.6.7

## 摘要

自 2001 年 911 事件發生後，「反恐」已是國際顯學，國際社會為防止恐怖分子取得大規模毀滅武器或放射性物質作為犯罪工具，施行恐怖威脅，相繼通過多項重大決議或公約。2004 年聯合國安理會第 1540 號決議案要求各國必須強化核物料管制、實體防護與核子保安等管制與執法作為。2005 年「制止核恐怖主義行為國際公約」(International Convention for the Suppression of Acts of Nuclear Terrorism) 更明確要求各國嚴懲並制止恐怖行為，並加強國際合作對抗核恐怖主義威脅。對於核子保安的範圍界定，亦從單純的核材料使用、貯存與運輸安全，逐步納入核設施安全運轉，防範核物料非法走私、非法取得或使用，以及核物料與核設施的蓄意破壞。

國際原子能總署( IAEA : International Atomic Energy Agency )為強化各會員國防範核設施遭受破壞(Sabotage)及核材料失竊(Theft)之保安能量，委託美國能源部「聖迪亞國家實驗室」(SNL : Sandia National Laboratories)辦理「國際核子保安訓練」(ITC : International Training Course on the Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities)，課程範圍包括核子保安系統建構方法，核子保安實體防護學理、防護技術、防護設備，以及國際最新指導原則、法律規範等。我國雖非國際原子能總署正式會員國，然自 2001 年台美民用核能合作會議中，雙方達成加強保安議題交流之共識，並將本訓練納入「台美民用核能合作計畫」合作項目後，多年來我國均以觀察員(Observer)身分獲邀參加。

「國際核子保安訓練」歷史優久，自 1978 年 11 月舉辦第一屆以來，今年已是第 25 屆，總計有 79 個會員國計 833 名學員完成訓練，堪稱目前國際間最完整、最深入之核子保安訓練。結訓學員遍布各國核能管制機關、研究機構及核設施經營者，甚至各國政府情報、治安及國安系統亦所在多有，影響力無遠弗屆，建議今後持續派員參加，相信對於接收國際實體防護新知，推動核子保安監管業務，以及推展核子保安國際合作等，均極有助益。

## 目 次

|               |    |
|---------------|----|
| 壹、出國目的 .....  | 4  |
| 一、緣起 .....    | 4  |
| 二、主題 .....    | 4  |
| 貳、出國行程 .....  | 5  |
| 參、研習過程 .....  | 6  |
| 一、開幕典禮 .....  | 6  |
| 二、研習方式 .....  | 7  |
| 三、課程內容 .....  | 9  |
| 肆、心得與建議 ..... | 21 |

## 壹、出國目的

### 一、緣起

自 2001 年 911 事件發生後，「反恐」已是國際顯學，2004 年聯合國安理會第 1540 決議案要求各國必須強化核物料帳籍管制、實體防護與核子保安、邊境管制與防堵走私，以及出(轉)口運輸等國內管制與執法作為。2005 年「制止核恐怖主義行為國際公約」(International Convention for the Suppression of Acts of Nuclear Terrorism) 更明文規定核恐怖主義犯罪定義、公約適用範圍、締約國打擊核恐怖罪行合作的義務等內容，並明確要求各國訂定國內法，嚴懲恐怖份子、制止恐怖行為，以及加強國際合作對抗核恐怖主義威脅。我國雖非聯合國會員國及「制止核恐怖主義行為國際公約」締約國，但對抗恐怖主義已是普世價值，「制止核恐怖主義行為國際公約」亦屬國際習慣法，不論我國有無簽署加入，同樣受其效力約束。

### 二、主題

本會係我國原子能業務主管機關，負責國內核能電廠、核設施有關實體防護與核子保安監督工作。本會參考美國核管會有關核子保安法規，要求國內核能電廠建置功能完整的核子保安作業，包括門禁管制、入侵偵測、遲滯歹徒，以及應變武裝防衛能力等，並要求加強查察員工及包商，避免發生內部破壞與歹徒裡應外合情形。

本次奉派參加「國際原子能總署」( IAEA : International Atomic Energy Agency )委託美國能源部在美國新墨西哥州阿布奎基市「聖迪亞國家實驗室」(SNL : Sandia National Laboratories)舉辦的第 25 屆「國際核子保安訓練」(ITC-25 : 25th International Training Course on the Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities)，旨在透過訓練課程，學習國際最新核子保安實體防護學理、技術及國際規範，以防範核物料、放射性物質及其設施，遭受偷竊、蓄意破壞、未經授權進入、非法轉讓或其他惡意行為之侵害。



## 貳、出國行程

本次訓練在美國新墨西哥州阿布奎基市「聖迪亞國家實驗室」舉行，自 104 年 4 月 18 日出發至 5 月 10 日返抵國門，共計 23 日。行程如表 1：

| 日期             | 地點          | 工作內容  |
|----------------|-------------|-------|
| 4 月 18 日       | 台北→洛杉磯→阿布奎基 | 去程    |
| 4 月 19 日       | 阿布奎基        | 去程及報到 |
| 4 月 20~24 日    | 阿布奎基        | 訓練課程  |
| 4 月 25~26 日    | 阿布奎基        | 週末    |
| 4 月 27~5 月 1 日 | 阿布奎基        | 訓練課程  |
| 5 月 2~3 日      | 阿布奎基        | 週末    |
| 5 月 4~8 日      | 阿布奎基        | 訓練課程  |
| 5 月 9~10 日     | 阿布奎基→洛杉磯→台北 | 返程    |

表 1 出國行程表

## 參、研習過程

### 一、開幕典禮

主辦單位邀請國際原子能總署(IAEA)主管核子安全及保安業務的副總署長 Denis Flory 先生，美國國家核子保安署(NNSA)副行政長官 Anne Harrington 女士等致歡迎詞。

#### (一) Denis Flory 致詞內容摘要

自 1978 年開始，IAEA 即與美國能源部合作開辦 ITC 課程，平均每 18 個月舉辦 1 次，今年已是第 25 屆。37 年來舉辦規模、參與人數不斷擴大，內容也持續精進創新，是 IAEA 歷史悠久、優良傳承的旗艦(Flagship)課程之一，IAEA 希望透過課堂講授，手動實作及實際演練等授課方式，使學員學習如何使用合法實體防護設備，以及如何運用 IAEA 相關導則於最新的核子實體防護技術、概念。並希望學員回國後，能檢視各自的保安計畫，是否符合 2005 年「核材料實體防護公約」(Convention on the Physical Protection of Nuclear Material) 修正版內容的相關規定，並視需要提出改善計畫。

2001 年美國發生 911 事件後，核子設施及核物料保安成為全球關注的議題，911 事件以及恐怖主義的發展，讓世人瞭解恐怖活動手法不斷在進化，活動範圍也擴展至全球各地，放射性物質的擴散以及核設施的破壞，已經成為各國公共安全的嚴重威脅。IAEA 的目標是希望所有 164 個會員國核子保安從業人員，都能接受達到 ITC 同樣水平的訓練，提升各國放射性物質及核設施的實體防護能量。IAEA 也常鼓勵職員報名參加 ITC 課程，參加 ITC 課程也是 Denis Flory 本人過去 20 多年來最大的心願，可惜公務繁忙一直未能如願。

過去 37 年來，來自全球 70 多個國家，已有超過 800 位學員接受完整的 ITC 課程訓練，結訓學員遍布各國核能管制機關、研究機構及核設施經營者，甚至是政府情報、治安及國安系統，綿密的校友網路，已經在世界各地形成共通的核子保安文化，這是一項相當寶貴的資產。IAEA 未來將以此為基礎，持續強化與各會員國之間核子保安相關合作事宜。

#### (二) Anne Harrington 致詞內容摘要

自 1978 年 ITC 第一屆以來，各項科技日新月異，歹徒犯案手法花樣也不斷更新。然而，恐怖活動對於核設施及核材料的威脅往往顯得很抽象，容易讓世人喪失警覺，核能電廠成為潛在攻擊目標的機率已大為提升。所以，NNSA 長期以來與 IAEA 合作，努力提供各國最高水平的核子保安技能培訓課程，NNSA 與 IAEA 目標一致，就是希望世界各國所有的核設施及核材料的防護，都能達到最高水平的安全標準。

除了加強與 IAEA 的合作之外，NNSA 當前重點工作在於推廣建立核子保安文化，因為如果組織所有成員不能確信保安威脅的存在，及其可能帶來的潛在後果，或是組織所有成員不了解其在保安角色上的重要性，均有可能形成防護體系上的漏洞，造成整體防護系統失效，讓我們的努力白費。此外，也因網路與核能電廠安全系統運作息息相關，建立核能電廠關鍵數位資產資通安全(Cyber Security)防護體系，亦是 NNSA 未來工作重點。

接下來由「聖迪亞國家實驗室」主管國土及核子保安的副總裁 Jill Hruby 介紹業務現況、設備能量及未來發展願景等，美國核管會(NRC)網路資通安全理事會處長 Barry Westreich 則以網路資通安全簡介為題發表演講，說明建構網路資通安全系統所引用相關法規、設計概念等，最終須達成資通系統「及時可用」、「資料完整」及「人員保密」目標。最後由 NNSA 國家安全防衛辦公室資深保安專家 Scott Grommes 簡介「組織使命基本任務列表」(Enterprise Mission Essential Task List)，說明組織如何從心態、任務分工上，共同努力合作，建立組織核子保安文化。

## 二、研習方式

本訓練課程係以課堂講授(Lecture)、分組實作 (Subgroup Exercises) 及示範觀摩(Demonstration)等方式進行，課程最後則以結訓成果報告(Final Exercise Report)作為總結。課程講授依照核子設施實體防護系統 (Physical Protection System, PPS) 建構過程三步驟：定義需求(Requirement)、系統設計(Design)及系統評估(Evaluation)順序進行，全部課程計有 29 個單元，每一單元均由專業講師擔任課堂講授，講授結束隨即進行分組實作，並視課程內容安排示範、觀摩或參訪活動，全程均以英語進行。

主辦單位將 45 位學員分為 6 分組，每分組 7~8 名學員，進行分組實作。實作教材設計一虛構國家「拉卡錫」，其國家實驗室設有水池式反應器(PTR)及中子反應器(BTR)各 1 座，其中水池式反應器(PTR)為分組實作 PPS 建構練習標的，由聖迪亞國家實驗室資深專家擔任分組指導員（Subgroup Instructor），指導學員進行設施探討、弱點偵知與設計補強等演練。學員則須運用受訓所學，自行設計、建構及評估改善中子反應器(BTR)之 PPS 系統，結訓前須完成製作成果報告，並於訓練最後一天上台發表，接受講師及其他學員之提問及指教。

分組實作期間，各課程講師均會前往各分組指導，協助實作進行。本分組由聖迪亞國家實驗室「國際實體保安計畫」資深專家 Riyaz Natha 擔任指導員，Natha 氏曾多次應本會邀請來台擔任講座，講授實體保安相關課程，對本會及我國核能界現況、國情等，均有相當程度了解。Natha 氏係美籍印度裔，個性風趣幽默，每天見面常以全美當天趣聞軼事與小組學員分享，唱作俱佳，常把大家逗得哈哈大笑。

為增加學員身歷其境的臨場感，主辦單位在教室外戶外場地，展示包括電鋸、鋼鋸、電鑽、鐵剪、鐵鎚及焊槍等歹徒常用破壞工具，並由主辦單位工作人員現場操作，破壞鐵條、鐵絲網、鋼板、木板等常用以做為遲滯屏障(Delay Barrier)材料，並由學員以碼表計時完成破壞時間，藉以瞭解運用不同工具破壞不同遲滯屏障材料的難易程度及所需時間。

主辦單位安排學員參訪位於科特蘭空軍基地(Kirtland Air Force Base)內，隸屬美國能源部的「國家實彈射擊訓練中心」及「實兵對抗演練場」，觀看訓練中心射擊教官進行手槍、來福槍、輕機槍及槍榴彈發射器等各型武器實彈射擊、體驗不同武器射程威力，以及聽取射擊教官說明該中心如何訓練學員進行實兵對抗演練，以有助於學員完成包括情境分析、兵棋推演等課程應用。

此外，也安排學員參觀同樣位於科特蘭空軍基地內的「保護區圍籬測試場」(Test Field)，現場觀察包括雷射(Laser)、震動(Vibration)、拉力(Taut Wire)、紅外線(Infrared)、微波(Microwave)、電場(Electric Field)、光纖(Optical Fiber Cable)與影像移動式(Video Motion Detectors)等不同功能用途之各型感測器運用實況，並由學員以分組為單位於各圍籬現場，實際測試感測器靈

敏度及感測範圍，並完成紀錄。主辦單位安排本組測試微波（Microwave）感測器，記錄測試數據後並繪製感測範圍圖(詳如圖 1)，作為分組結訓成果報告時，設計、建構中子反應器(BTR)實體防護系統之參考。

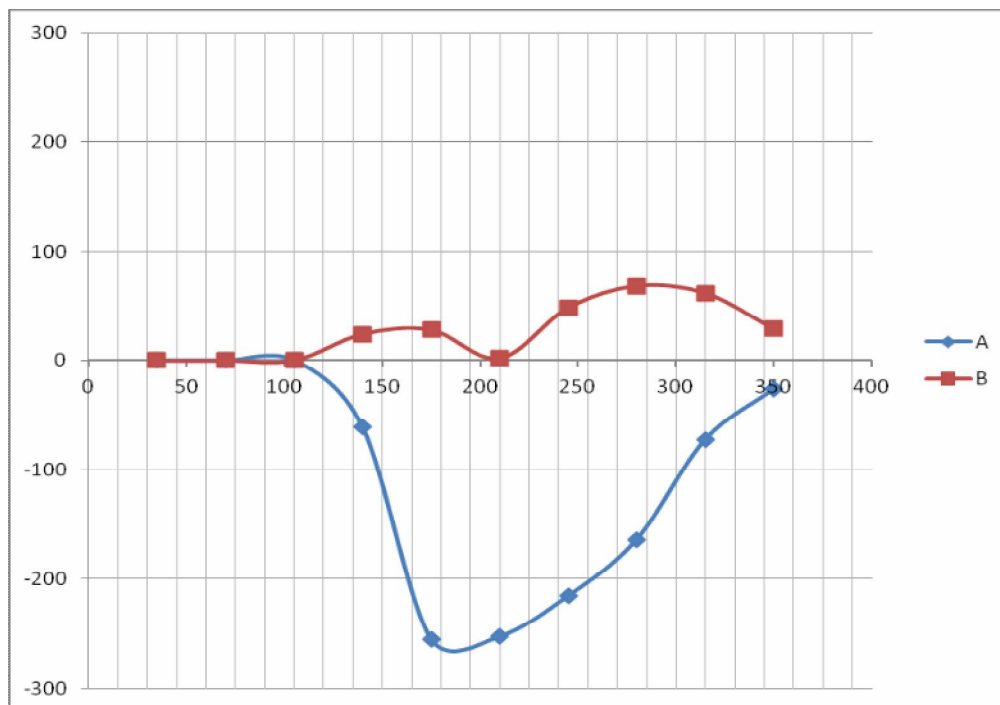


圖1 微波（Microwave）感測器感測範圍圖

(A: 微波射束中心軸左側感應極限，B: 微波射束中心軸右側感應極限，縱、橫軸單位英尺)

### 三、課程內容

國際核子保安訓練課程設計安排，係以核子設施實體防護系統（Physical Protection System, PPS）建構過程的：「確認實體防護系統需求」(Define PPS Requirement)、 「實體防護系統設計」 (PPS Design) 、 「實體防護系統評估」 (PPS Evaluation) 三步驟為主軸，PPS 整體建構流程稱作「實體防護設計與評估流程」（Design and Evaluation Process Outline, DEPO），依據建構流程及其內容計有 29 項專業課程，課程圖示(如圖 2)及各項課程簡介說明如下：

## Design and Evaluation Process Outline (DEPO)

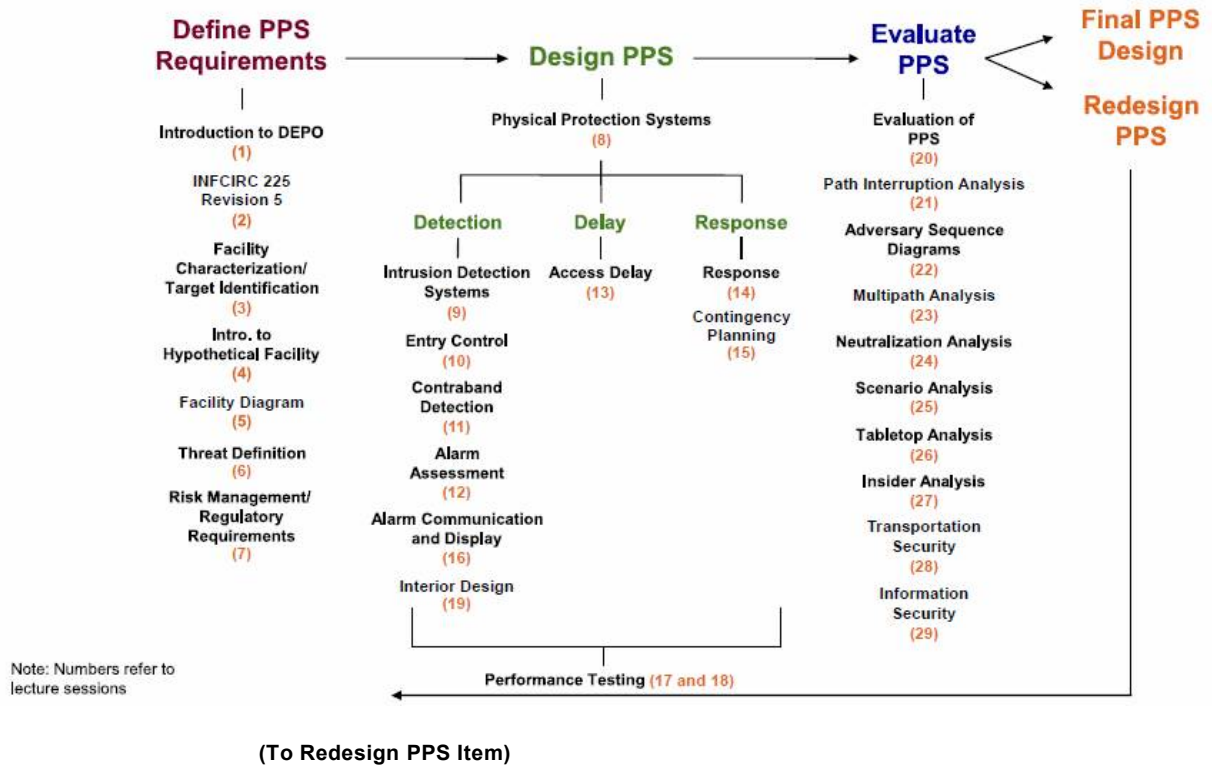


圖 2 DEPO 流程及其 29 項專業課程

步驟一：確認系統需求(Define PPS Requirement)，亦即確立保護標的物與威脅來源，作為後續系統設計、評估基礎，相關課程為課程編號 1 至 7，各項課程內容簡要說明如下：

### 1. 實體防護設計與評估流程（DEPO）介紹

說明保安系統最重要的目的，在於防止核子物料的偷竊（Theft）與破壞（Sabotage），建構核子保安系統須依照「實體防護設計與評估流程」（Design and Evaluation Process Outline，DEPO）三步驟，依序為「確認需求」(Define Requirement)、「設計」(Design)、 「評估」 (Evaluation)。步驟一為確認需求項目，包括：找出核子設施的特性、確定防護目標與預期威脅，研擬設計基準威脅，做好風險管理及滿足法規要求。步驟二則是設計核子保安系統偵知(Detection)、延遲(Delay)與應變防衛武力(Reponse)等三大功能，設計時須考量「縱深防禦」與「衡平周全」原則。步驟三是採用效能基礎(Performance-based)方法計算系統效能值( $P_e$ )，評估所設計保安系

統是否符合防護需求，如未符合則須重回步驟二修改設計，直至符合需求為止。

## 2. INFCIRC/225/Rev.5 核子保安建議

說明 INFCIRC/225 第 5 版修正目的、增訂建議內容，國家實體防護「防止非法竊取核物料」、「尋回復原失竊核物料」、「防範破壞核設施」及「減輕核設施破壞後果」等 4 大目標，核材料實體防護公約(CPPNM)修正版基本原則，以及核材料在使用、儲存、及運輸時之相關防護建議等。

## 3.核子設施的特性與目標的界定

說明如何找出核設施及營運特性，以滿足防護系統設計、評估需要，確認歹徒破壞與偷竊目標，介紹國際間最主要之核物料防護等級分類之依據 INFCIRC/225 之「核物料分類表」(Categorization of Nuclear Material)相關內容，以及訂定核設施緊要區(Vital Area)的步驟程序等。

## 4. 虛擬核子設施的介紹

介紹某虛擬國家「拉卡錫」醫療及物理研究所內，設有水池式反應器(PTR)、脈衝型中子反應器(NBR)各一座，及放射性廢棄物儲存區等核子設施，課程詳細描述各項設施之規模、設備、位置、布局，及其實體防護設計所使用之各項偵知、延遲裝備數量，警衛、應變武力組織與日、夜間運作模式等，相關描述均以 3D 電腦動畫模型加強說明，幫助學員瞭解該核設施結構、運作方式及實體防護佈署，俾利展開後續分組實作課程。

## 5.設施方塊圖

即簡化核設施平面圖，具體顯示廠區相關核設施防護情況，設施方塊圖包含限制區、保護區、緊要區及內部區等廠區及設施的實體區域，相鄰區域間防護層，及各防護層中包括門窗、牆壁、天花板等防護單位。簡化後之設施平面圖，有利於分析判斷歹徒最有可能之入侵路徑，進而用於 PPS 設計、評估分析。

## 6.威脅評估

檢視最新國內外恐怖組織情資，從其可能攻擊行動(偷竊、破壞)、動機(意識形態、謀財、報復)及能力(人數、武器、爆裂物、工具、運輸、移

動、專業技術、潛伏份子裡應外合)等等加以列表，從其中篩選、組合而成各種可能會對核設施形成威脅的型態，再考量所能接受最大風險及所能提供最大防護層級，決定 PPS 系統設計之威脅基準（Design Basis Threat，簡稱 DBT）。

依國際原子能總署的 INFCIRC/225「核子物料與核子設施之實體保護」要求，各國政府須自行訂定設計基準威脅，供核設施業者據以擬定保安計畫，而核子設施與核子物料等均須置於具有實體防護系統且能防禦該威脅的場所。

## 7.風險管理與管制要求

從偷竊或破壞可能造成之後果，找出相應措施，以減少非預期發生事件的發生機率，提高防護措施有效性，降低攻擊後果發生嚴重性。國家及業務主管機關可運用訂定規範(prescriptive approach)或效能考核(performance approach)方式，驗證業者是否達到管制法規要求。

步驟二：實體防護系統設計(PPS Design)，依據保護標的物與威脅來源，設計實體防護系統，相關課程為課程編號 8 至 18，說明如下：

## 8. 實體防護系統的設計

有效的 PPS 實體防護系統設計，包括「嚇阻」(Deter)、「打擊」(Defeat) 歹徒 2 大策略，課程內容計有：PPS 三大功能(偵測、延遲、及反應)設計過程，防護系統工程設計原則(縱深防禦、弱點防護平衡性及可靠度要求)，衡量效能方式(計算偵測機率、延遲時間、反應時間、攔截機率及平亂機率)，以及內部潛伏份子(insider)之防範措施等。

## 9.入侵偵測感測器介紹

為防範入侵行為，入侵偵測系統應包含外圍區域(限制區)及內圈區域(保護區、緊要區及內部區)之感測及警報功能，感測器可依其技術原理、偵測方式及布置方式加以分類：

- (1)依技術原理：可分為雷射(Laser)、震動(Vibration)、拉力(Taut Wire)、紅外線(Infrared)、微波(Microwave)、電場(Electric Field)、光纖(Optical Fiber Cable)與影像移動式(Video Motion Detectors)等。



(2)依偵測方式：可分為隱藏式或外顯式（Covert or Visible）、線偵式或體偵式（Line or Volumetric Detection）、主動式或被動式（Active or Passive）。

(3)依布置方式：可分為埋地型（Buried-Line）、圍籬型（Fence-Associated）或立柱型（Freestanding）等。

選用時須考量各型的功能限制與配合現場的地理及氣候條件，不同形式偵測器間可互補搭配使用、規畫上要注意縱深防禦保護及完整連續布署，以增加偵測成功機率。此外，偵測機率（Probability of Detection）愈高愈能偵測發現歹徒的入侵，誤動作率（Nuisance and False Alarm Rates）要低，避免造成保安監控人員額外負擔。

各型偵測系統功能特性上亦有錯誤接受率(false acceptance)與錯誤拒絕率(False rejection)等不同差異，使用上在內圈區域(保護區、緊要區及內部區)應盡量選擇錯誤接受率低產品，在外圍區域(限制區)若因成本考量，則稍可容忍使用錯誤拒絕率高產品。

## 10. 門禁管制

目的在建立保護區域，監控並防止未經授權而企圖闖入保護區域的人員或物料，嚴密的門禁管制具備下列特點：（1）無法被旁通；（2）人員可監視；（3）可提供武裝防護；（4）檢查過程中隔離受檢者；（5）未通過自動查驗者執行人工檢查；（6）保安監控中心全程監看。

檢查方式基本上是依據進出人員：（1）所知道的：如密碼(PIN)；（2）所擁有的：如識別證、鑰匙；（3）所天生的：如指紋、虹膜及語音辨識等等特性加以設計。不同特性檢查方式若能搭配使用，如人員須輸入密碼(PIN)、配戴識別證，並經辨識指紋後方得通過，管制安全性更行提升。

## 11. 違禁品（Contraband）偵測

就核能電廠言，違禁品包括:武器、爆裂物、藥物、工具、攝影器材及放射性物料等等，違禁品管制項目隨不同保安層級區域需求而定，也須與所定設計威脅基準項目相連結。當人員、行李、車輛進出保安區域時，須執行違禁品偵測，以人工(含緝毒犬)檢查應用範圍最廣，但時間效益差，若以儀器偵測成本雖高，但相對節省檢查時間。

違禁品相關偵測設備包括:金屬探測門(武器工具爆裂物)、輻射偵測器(高放射性核物料)與 X 光掃描(行李、背包有無夾帶違禁品)等，若須對人員進行 X 光掃描檢查，則須依照健康劑量管制及隱私權相關規定辦理。

## 12. 警報評估(Alarm Assessment)

完成偵測後若發現異常，系統應即立即發出警報示警，此時須判對評估警報是否正確，並協助提供應變人員正確資訊以迅速收平入侵。警報評估最主要是透過影像系統的使用，例如閉路電視系統（Closed Circuit Television，簡稱 CCTV），惟須注意避免環境天候(雨、雪、霾、霧)影響造成誤判，或植栽、攝影角度不當等原因，形成視線死角，產生漏網之魚。

## 13. 入侵行動延遲（Access Delay）

運用屏障（Barrier）沿入侵者可能選擇之途徑，以預先或臨時部屬障礙物遲滯入侵者行動，增加其作業時間，以爭取應變人力及時抵達現場展開行動。核設施中典型之兩種屏障系統為：

- （1）「結構屏障」（Structural Barrier）：雖屬被動型屏障，但最為直接確實有效，例如廠界圍牆、大門出入口、車輛進出通道、牆壁、門窗、屋頂、樓地板等。
- （2）散佈材料屏障（Dispensable Barrier）：屬主動型屏障，運用煙霧、泡沫、黏著劑等方式延緩敵人動作及行進。

一般而言，良好屏障應具有:偵測後立即發揮作用、平衡設計且不形成連續弱點，以及縱深防禦布署等特性。

## 14. 應變（Response）武力

不同於一般警衛(guard)負責檢查、監視及通報功能等日常例行動務，應變武力屬具特種戰鬥能力的快速打擊部隊，專司接獲歹徒入侵偵測警報後，執行攔截、狙殺及逮捕等平亂任務。建置應變武力需有周詳計劃、合格人員、精實訓練及確實評估過程，並經常進行兵棋或實兵對抗演練，以保持任務執行效率及能力。應變部隊反應時間包含通訊、準備、集合、布署及行動等，需精確評估反應時間能否及時制止歹徒不法活動。

## 15.保安應變計畫(contingency plan)

相對於核子安全(nuclear safety)的應變計畫(response plan)，核子保安(nuclear security)對於核物料的偷竊及核設施的破壞等，須事先擬定「保安應變計畫」，計畫是保安平時整備的一部分，計畫內容包含：目的、範圍、想定情況、運作概念、計畫發展及維護等等。計畫內容重點包括：通訊聯繫、資源共享、各友軍間合作支援及聯合演習，並須經過定期訓練、測試、評估等，並視需要定期檢討更新。

#### 16. 警報通訊與顯示 (AC&D)

「警報通訊與顯示」整合 PPS 入侵偵測、門禁管制、影像評估等各項資料，提供核設施保安系統整體情況，以提供各應變組織、人員足夠威脅入侵訊息，以支援並展開打擊行動。

通訊系統應注意保密及不易干擾，顯示方式則須考量人因工程，依重要性分層次加以顯示，便於監看人員掌控全盤狀況，並立即反映處理。

#### 17. 偵測、延遲效能試驗 (Performance Tests-detection & delay)

說明 PPS 偵測、延遲功能執行性能測試 (Performance Tests) 之目的及重要性，測試計畫的擬訂，介紹 3 大測試型態包括：運轉及功能測試、次系統與全系統測試，以及評估試驗 (Evaluation Tests) 後如何描述偵測、延遲的機率及信心度。

#### 18. 應變效能試驗 (Performance Tests-response)

說明 PPS 應變功能執行性能測試 (Performance Tests) 之目的及重要性，測試計畫的擬訂，介紹運轉及功能測試、次系統與全系統測試差異性，以及如何運用兵棋推演、電腦模擬及實兵對抗等方式，執行評估試驗 (Evaluation Tests)。

#### 19. 內部潛伏份子防護設計(Insider Design)

防範獲得授權並擁有專業知識的人員，企圖進入核設施進行偷竊、破壞等不法活動，防護設計上要做到以下數項：

- (1) 依照最小授權原則(POLA, Principle Of Least Authority)，嚴格控管獲得授權人數。
- (2) 有權進入保護區人員身份須加強核對。

(3)列管所有獲得授權出入或擁有出入控制權人員。

(4)反應器停機、維修過程中須加強測試及搜索，以防設備數據遭到竄改。

步驟三：實體防護系統評估(PPS Evaluation)，運用效能基礎(Performanc-based)方法，量化評估分析實體防護系統及其效益，是否足以排除設計基準威脅(DBT)，相關課程為課程編號 20 至 29，說明如下：

## 20. 實體防護系統評估

實體防護系統效能之評估值以  $P_E$  表示 ( $P_E = P_I * P_N$ ， $P_I$  = PPS 成功攔截 (Interruption) 機率， $P_N$  = PPS 成功制服 (Neutralization) 歹徒與排除威脅的機率)。 $P_I$  評估值可由「情境分析」及「路徑分析」計算分析得出，在防護目標與歹徒入侵路線確認後，輸入相關參數後，即可由電腦軟體程式計算結果。 $P_N$  評估值除可由「情境分析」得出外，亦可由兵棋推演、電腦模擬及實兵對抗等方式得出。

## 21. 路徑攔截分析

依照歹徒遂行不法行動之發生路徑與時序，分析從廠外、各防護層、防護區域，一直到保安目標物（如反應器廠房、核原料或用過核燃料）的各個不同滲透入侵路徑，以確保沿各路徑所設計防護層之偵測及延遲時間，可提供足夠攔截機率。

從時間軸上看，也就是說 PPS 反應時間，包含偵測及武裝防衛人員接獲動員通知至完成佈署所需時間 (Response Force Time, RFT)，須小於第一次偵測到歹徒入侵至其完成任務所需時間。至於應變武裝人員攔截、制服歹徒所需時間，則視其人員數量、裝備、訓練及士氣等因素而定，因評估不易，暫不列入考量計算項目。

## 22. 侵入者滲透入侵路徑圖模型 (Adversary Sequence Diagram Model)

依據現場實況，設定保安目標物及敵方所有可能滲透入侵路徑，繪出詳細的路徑順序，建立滲透入侵路徑圖模型，並設定各防護層、實體區域其最小偵測機率及延遲時間，以實際評估 PPS 的防護效能及防護上的弱點。

偵測機率及延遲時間的考量上，要注意如門、窗、障礙物等不同防護層，搭配歹徒裝備、工具、運具等，會有不同數值結果，考量歹徒能力時須與設計基準威脅(DBT)連結。實體區域之穿行時間及偵測機率，則視歹徒移動速率、守衛巡邏頻次等相關因素而定。

### 23. 多路徑分析

介紹並導入聖迪亞國家實驗室開發之「最弱點路徑分析軟體」(MP VEASI software:Multi-Path Very-simplified Estimate of Aversary Sequence Interruption)，計算出歹徒入侵路徑圖之單一侵入途徑上可以成功阻斷侵入者之機率。

第一步輸入歹徒入侵路徑圖保安區域、目標物之延遲時間及偵測機率等數據;第二步輸入應變數據，包括應變策略、PPS 應變時間等每一偵測器可感應侵入者活動之偵測成功機率、延遲時間、應變時間；而輸出結果則為侵入者最有可能進行滲透破壞的路線，得出這條路徑之弱點所在。最後須檢視其成功阻斷侵入者之機率是否達到法規要求，若無法達到要求，則須調節應變時間值作靈敏度分析

### 24. 平亂能力分析 (Neutralization Analysis)

運用馬可夫鏈分析圖，由敵我雙方之人數、武器裝備優劣與動員佈署時間等因素，評估武裝人員的戰鬥力量是否足以壓制歹徒反擊力量，惟其評估結果僅為初步數值，精確數值尚須多方考量情資充足正確、戰術決策及人員士氣、心理素質等因素。

假定雙方武器裝備、人員素質等客觀條件一致情況下，查附表「不同敵我數量平亂機率對照表」可得出成功平亂機率之  $P_N$  (Probability of Neutralization)。

|                       |    | Number of Responders |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|----|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                       |    | 1                    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |      |
| Number of Adversaries | 1  | 0.50                 | 0.83 | 0.96 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |      |
|                       | 2  | 0.17                 | 0.50 | 0.78 | 0.92 | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
|                       | 3  | 0.04                 | 0.23 | 0.50 | 0.74 | 0.89 | 0.96 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
|                       | 4  | 0.01                 | 0.08 | 0.26 | 0.50 | 0.72 | 0.86 | 0.94 | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
|                       | 5  | 0.00                 | 0.02 | 0.11 | 0.28 | 0.50 | 0.70 | 0.84 | 0.92 | 0.97 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
|                       | 6  | 0.00                 | 0.01 | 0.04 | 0.14 | 0.30 | 0.50 | 0.68 | 0.82 | 0.91 | 0.96 | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
|                       | 7  | 0.00                 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.16 | 0.32 | 0.50 | 0.67 | 0.81 | 0.90 | 0.95 | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
|                       | 8  | 0.00                 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.08 | 0.18 | 0.33 | 0.50 | 0.66 | 0.79 | 0.88 | 0.94 | 0.97 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
|                       | 9  | 0.00                 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.09 | 0.19 | 0.34 | 0.50 | 0.65 | 0.78 | 0.87 | 0.93 | 0.96 | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
|                       | 10 | 0.00                 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.10 | 0.21 | 0.35 | 0.50 | 0.65 | 0.77 | 0.86 | 0.92 | 0.96 | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Probability of Neutralization for Different Numbers of Adversaries and Responders

附表 不同敵我數量平亂機率對照表

## 25. 情境分析

設施經營者須依據設計基準威脅(DBT)，定義出數種核設施受到破壞(Sabotage)及核物料遭竊(Theft)具體可信的情境，再一一針對不同情境，從敵我攻防、路徑分析種種細節，分析得出包括：PPS 整體防禦能力(防禦效能評估值  $P_e$ )、保安應變計畫、保安政策及程序，以及跨部門支援協調等各方面弱點，作為後續改進參考。

## 26. 兵棋推演

兵棋推演除了用以模擬歹徒攻擊設施時，評估實體防護系統效能外，也可做為整合跨部門間「保安應變計畫」(Contingency Plan)、警衛與應變武裝人員效能的訓練工具之一。執行程序包含「設計」、「發展」、「實施」及「評估」等 4 步驟：

- (1)設計：找出利害關係人、建立協議關係並觀察情勢演進。
- (2)發展：決定攻擊情境特性、發展攻擊情境，檢視並選擇攻擊情境。
- (3)實施：召集並決定對抗雙方、裁判組及評估組成員，蒐集資訊、產生想定情況，進行模擬攻擊行動並記錄過程。
- (4)評估：邀集專家召開評估會議、決定對抗雙方輸贏、找出實體防護系統防禦弱點，提出改進或提升防禦能力建議。

## 27. 內部潛伏份子分析 (insider analysis)

防範獲得授權進入核設施的人員企圖進行偷竊、破壞等不法活動，在動機上必須考慮政治、財務、個人(憤怒、精神狀態)等背景因素。PPS 設計上

主要針對外部歹徒入侵，對於防範內部潛伏份子效果上將大打折扣，所謂「外敵易禦，家賊難防」，潛伏份子出手一般會靜待時機、出其不意，防範上須藉由直接觀察、快速評估，並對任何「不尋常處」存疑並追根究底的態度，方能有效防範，其要點如下：

- (1)以「深度防禦」概念設計預防及保護措施，並從員工聘(雇)用時背景資料、平時工作績效及言行表現等加以觀察。
- (2)維護、清潔作業等臨時性承包商出入，須嚴格加以管制。
- (3)注意特定團體(比如環保、反核、政治異議人士)，與具有核設施工作經驗、或授權進入核設施的個人之間的可能不當聯繫。
- (4)從嚴審定限制不同等級區域出入授權範圍，並且加強機敏資料保護。

#### 28. 運輸安全：

核物料運輸雖是以動態方式沿運輸路線行進，惟其安全防護系統設計，基本上仍是比照固定廠區(Fixed Site)核設施「實體防護設計與評估流程」(DEPO)，設計包括：偵知(Detection)、延遲(Delay)與應變防衛武力(Reponse)等三大功能。不過最大不同處，在於運輸是以動態行進，無法設立保護區、路徑沿線隨環境連續變化等因素，所以評估過程係以「情境分析」取代「路徑分析」，且往往因偵測時間無法提前，須以加強延遲(Delay)功能爭取應變時間，偵測、評估、通訊及應變、請求外援等工作，亦須全由押運應變武裝人員擔綱處理。

#### 29. 資訊安全：

駭客攻擊目標包括電廠感測、門禁、核物料儲存、安全控制、電廠構型、監視器及通訊功能，相關之網路通訊、資料儲存及數位控制等系統。確保資訊安全作法包括以下 3 方面：

- (1)行政控制：資安訓練、政策程序(如密碼管理)，以及在不影響運作情況下，應實施最小授權原則。
- (2)實體防護：對於電腦、數位系統及網路設備、特殊伺服器所在區域，應加強實體防護。



(3)復原減損：做好備援管理，定期製作備份資料、測試備援系統，並提供備援系統與原系統同等級之防護能力。

上述 29 項課程完成後，訓練倒數第 2、3 天為「學員閉關」期間，每一學員均須集合於分組研究室，相互討論、腦力激盪，合作完成「結訓成果報告」簡報，成果報告須充分運用訓練所學及分組實作水池式反應器(PTR)計算、討論之結論及經驗數據等，設計出脈衝型中子反應器(NBR)設施的實體防護設備，並自我評估、量化防護效能，若有不足處須再檢討、精進防護措施，直至達成防護目標值為止。

訓練最後一天為「結訓成果報告」，全體學員以分組為單位，依抽籤順序上臺報告 30 分鐘，所有學員皆須上臺報告，並接受所有講師、分組指導員及全體學員的質詢及指正，最後由班主任講評，合格學員即可獲頒結訓證書。



圖3：課堂提問剪影



圖4：受訓地點聖迪亞國家實驗室一景



## 伍、心得及建議

- 一、受訓期間充分感受主辦單位及各國學員對我國友好態度，行前雖已獲外交單位善意告知我國非 IAEA 會員國，本次訓練係以個人觀察員身分出席，訓練期間不宜彰顯國名、國旗等代表國家象徵，惟在獲知本屆大陸方面未有代表參加，以及訓練期間廣結善緣、氣氛和諧情況下，本人在公開及私下場合均大方自我介紹來自台灣，結訓報告亦在主辦單位默許及全體學員支持下，展示我國國旗於簡報首頁，此行可謂成果豐碩、圓滿順利。
- 二、兵棋推演過程當中，所有學員需依據情資蒐集及設計基準威脅(DBT)，設想歹徒(紅軍)各種不同惡意入侵、攻擊情境，所有假設基礎皆為歹徒(紅軍)及應變武力(藍軍)雙方武器裝備、人員訓練及心理素質等勢均力敵情況下，此時情資與 DBT 正確性相形重要，否則在雙方假設實力不對稱情況下，推演結果極易失真。
- 三、進行紅、藍軍攻防情境分析時發現，紅軍若同時運用人肉(汽車)炸彈、夜間伏擊，以及「出其不意」、「聲東擊西」、「調虎離山」等策略，於接戰初期即大量損耗藍軍武力，迫使藍軍疲於奔命、首尾無法呼應，此時紅軍主力以逸待勞，直搗目標區、以眾擊寡，將可於藍軍援軍抵達目標區前完成破壞任務，除非藍軍人員數量處於絕對優勢並能料敵機先、預先布署，否則在敵(紅)暗我(藍)明情況下，藍軍取勝不易。
- 四、核設施應變武力僅針對防禦地面攻擊行動加以設計，若遇空中攻擊事件，則須仰賴外部兵警單位馳援，可謂緩不濟急；尤其目前各種小型無人航空器隨處可見，雖其載重量有其限制，尚不致對核設施形成嚴重破壞威脅，惟仍須建立反制、干擾能力，避免產生實體防護漏洞。
- 五、我國長期以來政經情勢穩定、人民生活安和樂利，相較其他近年遭逢戰亂波及、國內族群嚴重對立國家的學員，對恐怖攻擊威脅感受較不深刻，本人深自慶幸之餘，未來亦將多方汲取國際恐怖攻擊行動事件報告之經驗，提升反恐及實體防護專業能力。
- 六、「國際核子保安訓練」歷史優久，堪稱目前國際間最完整、最深入之核子保安訓練，結訓學員遍布各國核能管制機關、研究機構及核設施經營者，

甚至各國政府情報、治安及國安系統亦所在多有，影響力無遠弗屆，建議今後持續派員參加，相信對於接收國際實體防護新知，推動核子保安監管業務，以及推展核子保安國際合作等，均極有助益。



圖5：學員小組討論



圖6：本組全體組員合影

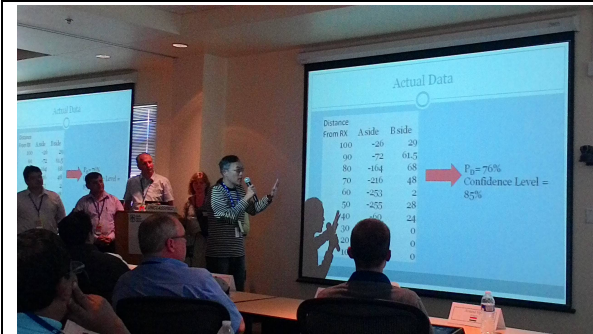


圖7：報告實體圍籬微波（Microwave）感測器本組測試結果

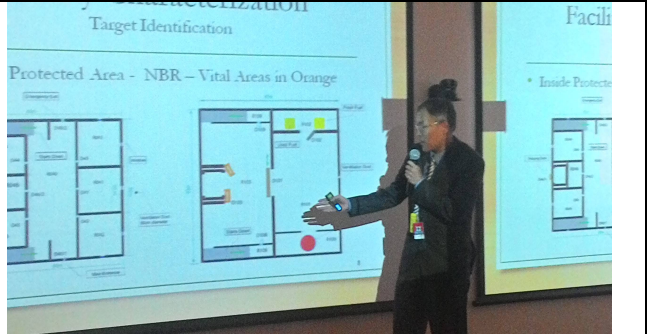


圖8：本人結訓成果報告剪影



圖9：結訓典禮本人獲頒結訓證書



圖10：本人發表結訓感言



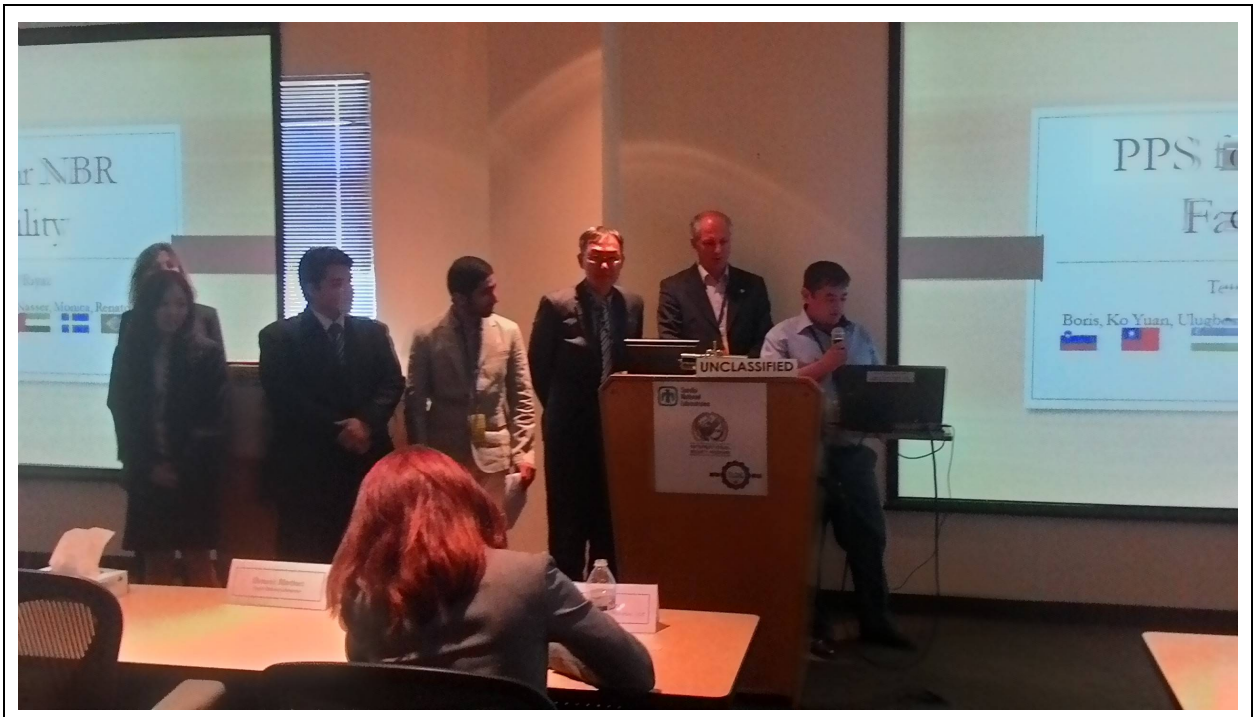


圖11：結訓報告介紹全體組員及來自國家(畫面右方為我國國旗)



圖12：與會各國學員合照

