

RADACAD WMD Training

February 21-25, 2011

Sammer Site, Richland, WA

摘要

此訓練課程是由美國國務院委託美國能源部所轄之西北太平洋國家實驗室（PNNL）辦理，目的增進我國辦理戰略性高科技貨品出口管制相關業務人員之專業識能。本次訓練師資陣容相當完整，除課堂講授外並強調設備的實際操作以使學員更加瞭解。

一般所稱之大規模毀滅性武器（WMD）包括生物武器、化學武器、核子武器及飛彈 4 種，各有其特性，殺傷力亦有不同。自然環境中本身就具有相當程度的輻射，但由於人為輻射的廣泛使用，而造成水、空氣、生物等的輻射污染。放射性物質可以不同之屏蔽方式降低其放射線強度，故相關檢測工具仍有侷限性，有賴受過專業訓練的檢查人員輔以該設備，方能有效查覺。

瞭解大規模毀滅性武器種類、性質與相關風險，以及美方的實務經驗與處理方式，有助於提升防止武器擴散出口管制執行人員工作上的知識與經驗。此外，執行人員本身安全防護亦應為相關專業訓練的重點之一。

關鍵字：大規模毀滅性武器、放射性物質、輻射、生物武器、化學武器、核子武器、飛彈

目 錄

摘 要	1
目 錄	2
壹、 前言	3
貳、 授課情況	3
參、 課程內容	4
肆、 結語	67
附 件	68
附件 1：參訓人員名單.....	69
附件 2：課程表.....	72

壹、前言

此項訓練是由美國國務院「出口管制及相關邊境安全協助計畫」(Export Control and Related Border Security Program, EXBS) 項下計畫，係為協助增進我國辦理戰略性高科技貨品(Strategic High-Tech Commodities, SHTC)出口管控業務相關人員之專業識能而提供此研習機會。本次係由國家安全局、行政院國土安全辦公室、行政院原子能委員會、行政院海岸巡防署、國防部軍備局、財政部關稅總局、財政部基隆關稅局、財政部台北關稅局、財政部台中關稅局、財政部高雄關稅局、法務部調查局、內政部警政署、新竹科學園區管理局、中部科學園區管理局、南部科學園區管理局、經濟部加工出口區管理處、經濟部國際貿易局及經濟部戰略性高科技貨品鑑定與稽查小組鑑定組，共 18 單位 25 人參加（參加成員名單如附件 1）。

本次課程自 100 年 2 月 21 日起至 25 日止為期 5 天，訓練目的在提供我國辦理戰略性高科技貨品出口管控業務相關人員有關防止大規模毀滅性武器擴散之綜合訓練，課程內容包括：儀器使用、貨品辨識、未經核准大規模毀滅性武器轉口轉運之查緝及其相關之各項實務演練，課程中並加強對放射性物質之檢測、攔阻與辨識。藉此機會除可增進我國辦理戰略性高科技貨品出口管控業務人員之專業識能外，並使國內業務相關單位人員可就所管業務相互切磋與討論，對於承辦業務甚有助益。

貳、授課情況

RADACAD 課程是 EXBS 之一部分，由美國國務院國際安全與防擴散局的出口管制辦公室出資贊助，並委託西北太平洋國家實驗室(Pacific Northwest National Laboratory, PNNL)辦理。PNNL 位於華盛頓州，為美國能源部所轄，該實驗室工作重點之一，即為經由對資訊分析、網絡安全和大規模毀滅性武器反擴散的應用研究，防止並對抗恐怖主義行動。

本次訓練於美國華盛頓州里奇蘭 HAMMER 訓練及教育中心舉行，HAMMER 鄰近二次大戰期間美國的核子武器原料-鈾的生產基地(Hanford

Site)，承辦包括緊急應變、環境及廢棄物管理、國土安全、火災管控、職業工作安全、危險物品運輸等訓練課程，場地廣闊且各類設施齊全，如其所稱之「Training as Real AS It gets」(如下圖)，以完整的設備提供參訓人員逼真場景及實況訓練。



本次訓練講師陣容相當完整，包括近 10 位在核子安全、放射性物質、化學武器及生物武器方面學有專精的科學家，亦有具 20 多年實務經歷的美國海關退休人員。此外，美國在臺協會經濟組 EXBS 顧問金美英(Mi-Yong Kim)及研究計畫組連絡官韓恩瑞(Eric C. Hammarsten)自臺灣出發起全程陪同本次人員參訓；美國國務院國際安全與反恐局 Thanh C. Kim 亦專程自華府前來，並全程參與課程。

本訓練進行方式係以半天課堂講授、半天實際演練為原則，訓練目的為輻射查覺、設備訓練、檢查技術，另在講授課程中亦提供實務設備以使學員能更加瞭解所學課程，故整體而言約 60~70%的課程都有參與實際操作（課程表詳如附件 2）。本課程的最終目的即訓練邊境檢查人員，能有效指認個人或組織從事大規模毀滅性武器活動的可能性，並了解貨物運輸和人員的行動可能帶來的威脅，以達到發現此非法活動並採取適當的行動，達攔截嚇阻特殊核物質及放射性物質等非法走私活動等目的。

參、課程內容

本報告之撰寫，依課程進行之時序，分別由各組撰寫課程內容摘要及心得與建議，再由貿易局彙整完成報告。

報告主題： 大規模毀滅性武器(WMD)介紹及威脅

報告人：	經濟部國際貿易局	傅中美
	經濟部國際貿易局	林一奇
	經濟部國際貿易局	謝晴雯

大規模毀滅性武器(Weapon of mass destruction, WMD)包括 4 種類型：生物武器、化學武器、核子武器、飛彈武器。

生物武器：獲取容易、設備完全可以軍民兩用、難以偵測源頭；化學武器：低成本、高傷亡率、缺乏偵測裝置；核子武器：殺傷力最高，其中受管制的核子武器材料為鈾 235、鈾 233 及鈾 239(國際原子能總署(IAEA)把鈾 235 的有效量定為 25 公斤，鈾 233 有效量 8 公斤，天然鈾的主要成分是鈾 238，只含不到 1%的鈾 235)，核威脅一般來說可分為特殊核物料，包括鈾及鈾元素，以及可用於製造放射散佈裝置(俗稱髒彈)之放射性物質兩類。飛彈武器如北韓、伊拉克的飛毛腿飛彈等。其中生化武器可藉由砲彈等物的投放來達到散佈的效果。



生產核子武器要素為：資金、技術、基礎結構，如土地、建物等，而核恐怖份子可能會利用攻擊或破壞核子設施(如核子發電廠、報廢核燃料儲存場)，來製造放射性散佈物質，或竊取、購買核分裂材料以製造核子爆炸裝置，獲取核子武器。目前因為如中東國家、葉門等伊斯蘭教的極端份子的族裔與宗教關係緊張、核子武器知識的擴散、及通訊手段增強，構成 WMD 對國家及組織的威脅與日俱增。

報告主題： 一般輻射訓練
放射源、生物武器、化學武器、飛彈簡介

報告人：	國家安全局	陳志嘉
	行政院國土安全辦公室	施貞如
	行政院原子能委員會	劉新生

一、一般輻射訓練：

本節訓練課程主要在於使學員瞭解基本輻射知識、接觸輻射及放射性物質的相對風險，並探討輻射源及實用的輻射安全措施。

輻射係能量以波或次原子粒子移動的型態傳送，依其能量的高低及游離物質的能力分類為游離輻射及非游離輻射。一般普遍將輻射用於游離輻射，又稱為離子化輻射，其具有足夠的能量可以將原子或分子游離化，而非游離輻射則否，而游離輻射主要有三種： α (阿法)、 β (貝他)及 γ (伽瑪)輻射，由於其物理特性非屬嗅覺、視覺、觸覺所能偵測，需藉由使用特種偵測設備、儀器，以為定性、定量之測量。

輻射源可分為自然背景輻射及人造輻射。自然背景輻射主要有氦、宇宙、土壤、我們自己的身體，由於自然環境中本身就具有相當程度的輻射，包括來自外太空的宇宙射線，以及存在於空氣、海洋、土壤和生物體中的放射性同位素的衰變產物。宇宙射線中含光子、質子、電子、中子和各種重核粒子，因為它們受到地球表面空氣層的阻擋，到達地面時的能量比起原來在外太空時，已大為減小；而人類除了暴露在自然背景輻射外，還受到許多人為輻射的影響，其中包括醫用 X 射線、伽瑪射線、核能電廠、核爆落塵及農工商各方面使用放射性同位素或輻射機器發射出來的輻射。人為輻射與自然背景輻射在歐美先進國家個人平均劑量中所佔的比例約為 4 比 6，但此比例有逐漸增長的趨勢。事實上我們今日對於自然與人為界限之區分已經有了困難，如宇宙射線本來屬於自然背景輻射，但由於人們高空旅行的機會增多，因此加重了它對人類的影響。

輻射之活性標準國際單位(SI)係「貝克」(Becquerel,Bq)，等於每秒分解一次，而美國有時仍以「居里」(Curie,Ci)為單位，目前並無簡易方法可將活性換算為輻

射劑量；而劑量當量的國際標準(SI)單位是「西弗」(Sv)，其反映各種輻射類型的不同的生物有效性，其定義為一個單位的組織物質所能吸收的能量；另劑量率是在特定時間內吸收(接受)的輻射量，而對於人體健康之效應，其出現症狀的門檻為 0.5 Sv，30 天內 50%的死亡率，則是 6Sv，立即顯現的輻射病變(隨後 1 至 2 週內死亡)，則係至 6Sv，因此，高風險的輻射貨物之文件記錄和標籤上應列出可能的劑量率。

由於人為輻射的廣泛使用，使得環境中的輻射含量超出了原有的自然背景值，造成輻射污染。輻射污染的種類繁多，舉凡水污染、空氣污染、生物污染等，這些污染的來源又以核能電廠及核子試爆為最。而污染對於人體健康的影響則可自體外直接照射或經由呼吸、食物、皮膚等路徑進入體內的器官。它所造成人體健康的傷害與輻射的種類、能量、核種半衰期及器官之生物半衰期等有關。如果核種及生物半衰期都很長，則放射物質可長期儲留在體內，造成嚴重的傷害，因此，輻射保護基本觀念，為縮短接觸時間、加大與輻射源之距離、可能情況下利用屏蔽，另在相關從事輻射工作上，應有 ALARA(盡可能合理抑低劑量-As Low As Reasonable Achievable)之觀念，以避免輻射感染，影響人體健康。

二、放射源簡介：

(一) 鈾濃縮：

鈾是元素週期表中第 92 號元素，其原子序數為 92，原子量為 238.0289，化學符號為 U。

鈾是德國柏林大學教授克拉普羅特(M.H.Klaproth)於 1789 年從瀝青鈾礦中發現的。當時，為紀念剛發現不久的天王星(Uranus)，克氏遂將其命名為鈾(Uranium)。其後一百多年中，鈾只是被用來進行化學、冶金或瓷器著色，即將瓷器上成深淺不同的黃色、橙色、棕色或深綠色等等不同的顏色。直到 1940 年代核分裂被發現以後，它才身價百倍。

鈾廣泛分佈在地殼和海水中，地殼中鈾的平均含量約為 2g/t，不僅遠高於金、銀，而且也高於鎢、鉬等的含量。海水中的鈾濃度約為 0.36~2.3μg/L。已知

的鈾作為重要成分的鈾礦物有 155 種，其中可以作為鈾資源而加以開採和處理的鈾礦物稱為鈾礦石，它們幾乎都以鈾的氧化物存在。

目前鈾礦的開採大約分布在 24 個國家。最大的開採區在澳洲、加拿大、納米比亞、尼日、俄羅斯、南非和美國。此外，中國、捷克、法國、哈薩克斯坦、塔吉克斯坦和烏茲別克斯坦的礦脈也有相當的產量。

天然鈾由鈾 238、鈾 235、鈾 234 三種同位素組成，其含量比例分別為 99.284%、0.711%和 0.0054%。鈾 238 和鈾 235 均發生 α 衰變，其半衰期分別為 4.468×10^9 年及 7.038×10^8 年。鈾除了上述三種天然同位素之外，還有 12 種人工同位素，其質量數從 226~240，其中最重要的是鈾 233。

金屬鈾是一種軟的銀白色金屬，其密度 25°C 時為 19.214g/cm^3 ，熔點 1132.3°C ，比熱容 $27.56 \text{J}/(\text{mol}^\circ\text{C})$ 。金屬鈾具有各向異性結構，力學性能較差。用中子照射金屬鈾，會發生畸變腫脹。

鈾是一種化學性質活潑的元素。金屬鈾易與很多金屬形成合金。塊狀金屬鈾在室溫下暴露在空氣中，可被氧化形成氧化層，但表面上的氧化層可以防止鈾的進一步氧化。鈾亦易與大多數非金屬發生反應。鈾在室溫下容易被水氧化，該反應受氧抑制。切割鈾時粉塵極易發生自燃現象，鈾在空氣中加熱時即發生燃燒。塊狀金屬鈾和稀無機酸能緩慢反應。鈾在酸中的溶解速率隨酸度的增加反而降低，氧化性的酸可快速溶解鈾。鈾在熱稀硝酸或硫酸中，特別是其中存在可溶的氧化劑時，溶解最好。鈾對鹼性溶液是惰性的，但只要將氧化劑加到氫氧化鈉溶液中，即能使鈾溶解。

鈾在水溶液中有 4 種氧化態，即 3 價[U(III)]、4 價[U(IV)]、5 價[U(V)]和 6 價[U(VI)]。3 價、4 價以鈾離子的形式(U^{3+} 、 U^{4+})存在。5 價、6 價以 UO_2^+ 和 UO_2^{2+} (鈾醯離子)形式存在。

鈾的化合物種類繁多，重要的鈾化合物包括鈾的氧化物、鹵化物、氫化物、氮化物和碳化物、鈾鹽及鈾酸鹽。鈾的氧化物主要有二氧化鈾(UO_2)、八氧化三鈾(U_3O_8)、三氧化鈾(UO_3)和過氧化鈾($\text{UO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。重要的鈾鹵化物有四氟化鈾

(UF₄)、六氟化鈾(UF₆)和四氯化鈾(UCl₄)。鈾的氫化物為氫化鈾(UH₃)。鈾的碳化物主要為碳化鈾(UC)和二碳化鈾(UC₂)。鈾在無機鹽中呈 6 價氧化態(UO₂²⁺離子)或 4 價氧化態(U⁴⁺離子)，重要的鈾鹽有硝酸鈾鹽[UO₂(NO₃)₂]、硫酸鈾鹽(UO₂SO₄)和三碳酸鈾鹽銨[(NH₄)₄UO₂(CO₃)₃]等。鈾酸鹽包括單鈾酸鹽、多鈾酸鹽及重鈾酸銨[(NH₄)₂U₂O₇，ADU]。

目前絕大部分的反應器都是以鈾 235 為核燃料，其鈾-鈾核燃料循環主要包括：

1. 鈾礦的探勘和開採

鈾礦探勘的主要任務是查明鈾資源，探勘鈾礦床，提交鈾儲量。鈾礦的探勘除了採用一般探礦的技術之外，主要是利用鈾具有放射性的特點，特別是利用鈾放射系中鈾 214(²¹⁴Po)，具有穿透幾百公尺地層的 γ 放射性，以及溢出的氡氣(²²²Rn)的放射性來進行放射性探測。鈾礦的開採方法也與普通礦的開採基本相同，根據礦床情況，分為露天開採或地下坑道開採，但需採取嚴格的輻射安全防護措施，特別要注意對具放射性的粉塵及氡氣的防護。

2. 鈾礦石的加工和精製

首先將開採出來的礦石，透過水法冶金(也叫濕法冶金)研磨加工成重鈾酸銨、三碳酸鈾鹽銨等中間產物，它們呈 6 價鈾的黃色，俗稱黃餅。由於鈾放射系有一系列子體元素，礦石中還存在著其他雜質元素，它們在反應器中會消耗一部分中子，必須先將其除去，因而需對其進行精製，生產出「核純」的八氧化三鈾(U₃O₈)或二氧化鈾(UO₂)。

3. 鈾的同位素分離濃縮

天然鈾中鈾 235 的含量比例為 0.7%，有的反應器可用天然鈾做核燃料，但多數反應器核燃料中鈾 235 的含量比例要提高，如核能發電廠反應器的核燃料中鈾 235 的含量比例為 3%~5%左右，許多研究用反應器核燃料中鈾 235 的含量比例在 10%左右，推動艦艇的高通量反應器和鈾原子彈中鈾 235 的含量比例應為 90%以上，這就要利用同位素分離的方法對鈾 235 進行濃縮。在

濃縮前，需將鈾的氧化物轉換成六氟化鈾(UF₆)。工業上濃縮鈾 235 的方法是採用氣體擴散法或離心分離法。由於鈾 235 和鈾 238 的化學性質完全相同，其質量數相差為 3，僅差 1%左右，所以實現分離和濃縮是很困難且非常耗能的，美國在 20 世紀 40 年代為研製第一顆原子彈而在橡樹嶺建立的氣體擴散廠，耗電量幾乎相當於整個紐約市的耗電量。經同位素分離生產出的濃縮鈾(以六氟化鈾形式存在)，再根據不同的用途進行轉換，生產一般反應器燃料元素轉換為二氧化鈾，製造核彈頭一般用鈣等還原成金屬。經過鈾同位素分離後的原料鈾 235 含量比例已低於 0.7%，叫耗乏鈾。可以儲存起來，也可以還原成金屬製成反坦克穿甲彈(叫做「乏鈾彈」、飛機平衡或做為放射源的屏蔽使用。

在鈾同位素分離前後應使核純鈾的多種化合物進行轉化，以滿足核燃料生產和使用的要求，這種過程叫作鈾轉化。

4. 燃料元件的製造

燃料元件是核反應器的基本物件。核分裂釋放的熱能通過燃料導出，並傳給散熱劑介質。核分裂產生帶有高放射性的分裂產物阻留在燃料內防止其擴散。不同類型反應器由於物理、熱係數特性不同，因而燃料元件的形狀、結構，核燃料的組成和形式各不相同。燃料元件一般由燃料核心銜外殼及其結構件組成。多數反應器採用棒狀燃料組，再將許多棒狀燃料組用金屬束裝起來成為燃料元件。

5. 在反應器中使用核燃料

核燃料元件填裝入反應器中，利用核鏈反應釋放核能。核燃料在反應器中經過核鏈反應後，形成一個複雜的體系，包括下列產物：

- (1) 未用完的分裂材料鈾 235 以及轉換材料鈾 238。
- (2) 部分轉換材料鈾 238 核獲得一個中子經過兩次 β 衰變，新生成的分裂材料銻 239。銻 239 是製造核武器的重要材料。
- (3) 核分裂產生的分裂產物，又叫「分裂碎片」。它們的化學成分十分複雜，包括鋅(原子序數 30)到鎬(原子序數 66)的近 40 種元素，而生成的同位

素更多，產生質量數為 66~172 的一百多種初級分裂產物。這些分裂產物幾乎都具放射性，平均經過 3~4 次放射性衰變才轉變成穩定核素，因此分裂產物放射性核素總數達 300 多種。

- (4) 鈾 238 連續獲得中子生成的次要錒系元素。元素週期表中的錒系元素是原子序數為 89 的錒(Ac)及其後的 14 個元素(直到質量數為 103 的鏷)，其中鏷 $239(^{239}\text{Np})$ 、鈾 $239(^{239}\text{Pu})$ 、錒 $241(^{241}\text{Am})$ 、鏷 $242(^{242}\text{Cm})$ 都是在反應器中從鈾 238 獲得中子後逐漸生成的，存在於耗乏燃料中的鏷、錒和鏷稱為次要錒系元素。

(二) 鈾生產：

鈾是元素週期表中第 94 號元素，原子序數為 94，化學符號為 Pu。

鈾是美國放射化學家西博格(G.T.Seaborg)於 1940 年 12 月 14 日用氘原子核(^2H)轟擊鈾而發現的，它是第一個大規模人工製造的元素，其名稱 plutonium 源於冥王星。

1941 年 3 月 28 日，美國核科學家肯尼迪等證實了鈾 239 可以吸收熱中子發生分裂，其分裂反應截面大於鈾 235 的分裂截面，從而引起核科學家的積極重視。1942 年 12 月，費米領導建造第一座反應器，實現了用核反應器生產新的核燃料鈾 239。第一個生產鈾的反應器(Pile)建於美國田納西州的橡樹嶺。1943 年，貝克(R.D.Baker)等在美國新墨西哥州的洛斯·阿拉莫斯(Los Alamos)國家實驗室首先製得生產金屬鈾。1944 年，在美國的漢福特(Hanford)建立分離提取鈾的核燃料再處理廠。

天然鈾礦中含有極少量的鈾 239，鈾與鈾的原子數之比小於 $1:10^{11}$ ，這些鈾 239 是鈾吸收中子產生的，由於這些鈾量極其微少，所以可以說實際上天然礦石中並不存在著鈾，鈾均由人工製造產生。

所有的反應器都可以生產鈾，含小型低功率訓練或研究反應器、工業級商用反應器、海軍動力用反應器及製造核武器軍用的反應器。鈾是由鈾得來，鈾 238 吸收了分裂過程中產生的中子，變成鈾 239 同位素，鈾 239 是一種放射性的元素，會衰變成鈾 239。至今已利用鈾及反應器製造出了 15 種鈾的同位素，質量

數從 232~246，其中鈾 239 是最重要的同位素，鈾 239 具有 α 放射性，其半衰期為 2.413×10^4 年。

元素鈾共有 7 種同素異形體，所以金屬鈾的物性是很複雜的。鈾的大多數物性易隨溫度變化。

鈾是一種銀白色金屬，其外形與鐵或鎳相類似。鈾是活性高的金屬。在較高的溫度下會發生自燃現象。金屬鈾在空氣中的氧化速度與相對濕度有關。鈾在乾空氣中氧化速度很慢，水蒸氣則會加速其氧化。光亮的金屬表面在空氣中會迅速變暗，隨著表面的氧化，先呈青銅色，進而變為烤藍色，最後呈暗黑色或綠色。

鈾在中等溫度或高溫下與所有的氣體(氧、氫、鹵素、氨、氮、一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫等)均可發生反應生成相應的化合物。金屬鈾易溶於濃鹽酸、磷酸、氫碘酸或高氯酸中。硝酸在金屬鈾上生成一種氧化物保護膜，加入微量的氫氟酸可以去掉這種膜。鈾不易溶於硫酸。金屬鈾與鹼不會產生反應。鈾與水的反應慢。

鈾在水溶液中有 5 種價態，其水溶液化學很複雜。 Pu(III) 、 Pu(IV) 、 Pu(V) 、 Pu(VI) 在水溶液和酸中都是穩定的， Pu(VII) 在鹼中是穩定的。5 種價態的鈾分別以 Pu^{3+} 、 Pu^{4+} 、 PuO^+_2 、 PuO_2^{2+} 和 PuO_5^{3-} 形式存在於水溶液中。鈾在水溶液中最穩定的價態是 IV 價，而 V 價的穩定性最差。在水溶液中， Pu^{3+} 呈藍色， Pu^{4+} 呈黃綠色， PuO^+_2 呈粉紅或紅紫色， PuO_2^{2+} 呈黃綠色， PuO_5^{3-} 呈藍綠色。鈾的錯合能力比鈾強。 Pu(IV) 可以與無機和有機陰離子生成一系列錯合物。 Pu(VI) 生成錯合物的能力與 Pu(IV) 相類似。各種價態鈾的變化以及各種價態鈾形成錯合物的能力有很大差別，這種性質廣泛地應用於鈾的分離和純化。

鈾與許多金屬元素和除了惰性氣體以外的所有非金屬元素均能生成化合物，主要有氧化物、氫化物、鹵化物、碳化物、氮化物、矽化物、硫化物、磷化物、硝酸鹽、碳酸鹽、磷酸鹽、草酸鹽等。二氧化鈾(PuO_2)是鈾的最重要的氧化物，其熔點高。具化學穩定性和輻照穩定性，是很有吸引力的反應器核燃料。

鈾是重要的核燃料。鈾 239 具高的熱中子分裂截面，它能代替鈾 235 作為核

反應器的燃料。核燃料的濃縮鈾可以等量的鈾代替。鈾 239 特別適於用作快中子增殖反應器的核燃料。快中子增殖反應器淨消耗不進行熱中子分裂的鈾 238，由鈾 238 吸收快中子產生的鈾 239 比消耗的鈾 239 要多。鈾的一個用途是在軍事方面成為核武器的核材料。用來製造鈾原子彈的鈾要求鈾 239 的純度大於 93%(質量分數)，鈾 240 的含量應小於 7%(質量分數)。

一顆鈾 239 裸球，其臨界質量遠小於濃縮鈾 235 裸球，前者僅 11 公斤，後者約 55 公斤。如果核分裂物質的外表還覆蓋一層中子反射器，如厚鈹金屬，則臨界質量可以減少一半以上。因為核子武器中鈾 239 所需的量較少，所以它經常是國家進行核武計畫的好選擇，現今的核武強權中，祇有巴基斯坦使用高濃縮鈾作為核子武器的材料。

在鈾球的外圍，包裹一層鈹殼，臨界質量可以從 11 公斤大幅減到大約 4 公斤，球半徑大約減到 3.6 公分左右，相當於一個橘子的大小，可產生 20kT 的爆炸威力，相當於約 2 萬噸三硝基甲苯炸藥(TNT)的威力，也就是 1945 年 8 月摧毀長崎的原子彈威力。倘再利用增強技術在爆炸時將會產生核融合的物質注射到鈾元素中，威力可以增加為傳統核分裂武器的 10 倍。1962 年，前蘇聯在極區新地島試驗所試爆氫彈，其威力即將近於 6,000 萬噸三硝基甲苯炸藥，相當於 3,000 個炸毀長崎的原子彈。

三、生物武器簡介：

生物武器係指使用致病性微生物及其毒素所製成之生物(細菌)戰劑，以殺傷人員、牲畜和毀壞農作物，其特性為：

1. 致病力強，傳染性大：生物戰劑多數是高致病性微生物，少量即可使人生病，其傳染性大，在缺乏防護、人員密集、平時衛生條件差的情況下，容易傳播、蔓延，並引起傳染病流行。
2. 殺傷面積大、危害時間長：直接噴灑的生物戰劑氣溶膠，可隨風飄到較遠的地區，殺傷範圍可達數千、數萬平方公里，而在適當條件下，有些生物戰劑存活的時間很長，且不易為偵測發現。

3. 傳染途徑多：生物戰劑可通過多種途徑使人感染，如飲食、經由呼吸道吸入，昆蟲叮咬，傷口感染、接觸皮膚、黏膜感染等等。
4. 生產容易、成本低：以蓖麻毒素(Ricin)為例，其蓖麻種子(castor bean seed)可從亞馬遜網站以 1.49 元美金購得，取得種子進行栽種後，將其植物所萃取出來的**毒素**，又稱蓖麻毒蛋白，此毒素能抑制**蛋白質合成**過程，進而對生物體造成傷害，其對人類的平均**致死量**為 0.2 **毫克**，惟目前並無任何蓖麻毒專用的**解毒劑**，僅能根據中毒方式，採取不同的治療方法，例如幫助呼吸、透過注射方式將液體注入**靜脈**，以及針對中毒產生的**癩癩**與低血壓進行治療，或是利用活性碳**洗胃**，如果是眼睛接觸，則以清水沖洗。

生物武器的使用，早期主要利用飛機投彈，施放帶菌或昆蟲或動物，隨著軍事技術的進步，生物戰劑可裝填於炮彈、航空炸彈、火箭和飛彈上，使用時形成生物戰劑氣溶膠污染環境，使大批人畜受染發病以至死亡之外，亦可大規模毀傷農作物。

生物武器因其威力大、成本低、製造技術門檻不高、且不易偵測，因此受到很多第三世界國家的青睞，其中伊拉克、伊朗、利比亞、北韓、南韓、中共和俄羅斯已有研製生物武器的能力，國際間曾於 1925 年、1972 年分別簽署「日內瓦議定書」、「禁止發展、生產和儲存細菌(生物)武器和毒素武器，並銷毀此類武器公約」，惟未明確地規定履約與核查之措施，對於有意發展生物武器的國家實際上並未受到限制。

四、化學武器（CHEMICAL WEAPON）簡介：

化學武器係指利用具有毒性的化學物質做為武器，以造成敵人大量及迅速之死傷；化學武器自 1915 年第一次世界大戰期間開始逐步發展成形，由於化學武器相對於核子武器及其他軍事武器而言，具有製作成本較低、製作時間較短、原料取得容易、毋需經由實驗室或工廠提煉及具致命殺傷力等優點，因此在 1980 年代的兩伊戰爭期間中被大規模的使用，並造成數十萬人傷亡的慘重後果。

為了遏止化學武器所帶來的毀滅性傷亡，聯合國大會通過於 1993 年設立禁

止化學武器組織(OPCW)，並簽訂第一個全面禁止發展、生產、儲存和使用及並銷毀化學武器的國際公約-禁止化學武器公約(CWC)。

因製作化學武器的原料取得成本低廉且供應不虞匱乏，加以容易提煉及運輸，近年來成爲許多恐怖組織進行攻擊的最佳選擇，使用化學武器所帶來的傷害程度，符合恐怖攻擊以小搏大及有製造大眾恐慌的手段與目的。

化學武器常見的有下列幾類：

- 神經性毒劑 Nerve-如 Sarin 沙林(GB)、Cyclosarin 環沙林(GF)、tabun 塔崩(GA)
- 血液性毒劑 Blood-Cyanogen chloride 氰化氫(CK)、Hydrogen cyanide 氫氰酸(AC)
- 腐蝕性毒劑 Blister-如 Mustard 芥子毒氣(HD, H)、Lewisite 路易斯毒氣(L)
- 窒息性毒劑 Pulmonary-如 Chlorine 氯氣、Hydrogen chloride 氯化氫、Phosgene 光氣(CG)

面對化學武器的防護方法則有下列幾種：

- 防毒面具
- 防護衣
- 化學防護車

現階段對於毒性化學物質偵測，已開發出多種有效且無需直接接觸毒性物質的偵檢儀器，例如可以遠距偵測之 JSLSCAD (Joint Services Lightweight Standoff Chemical Agent Detector)

http://gallery.gdatp.com/main.php?g2_itemId=1888

以及可隔著容量偵測化學物質之 AhuraFD(First Defender)

<http://www.ahurascientific.com/chemical-explosives-id/product/ahurafd/index.php>



五、飛彈(MISSILE)/MANPAD 簡介：

飛彈係指一種具備自動推進能力、可在長距離外攻擊特定目標，或追蹤特地目標之飛行武器。

飛彈的依其攻擊目標的屬性可分為四種：

1. 面對面飛彈 Surface-to-Surface-如彈道飛彈、巡弋飛彈、反艦飛彈、反裝甲飛彈
2. 面對空飛彈 Surface-to-Air-如反彈道飛彈、地對空飛彈、艦對空飛彈、肩射飛彈(MANPAD)
3. 空對空飛彈 Surface-to-Air-如反衛星飛彈
4. 空對面飛彈 Air-to-Surface-如空對地飛彈、空射反戰車飛彈、空對艦飛彈、反輻射飛彈

飛彈組成在技術上可區分為：

- 導引系統 (Targeting and/or guidance system)
- 飛行系統 (Flight system)
- 引擎 (Engine)
- 彈頭 (Warhead)
- 投放系統 (Delivery system)

目前常見的飛彈系統有：

1. 飛毛腿 (Scud)-俄羅斯、伊拉克、北韓
2. 蘆洞 (Nodong) -北韓
3. 飛魚 (Exocet)-法國
4. 天蠶 (Silk Worm)-中國
5. 愛國者 (Patriot)-美國

飛彈之所以能造成大規模的傷亡及毀滅，主要與其搭載的彈頭有關；一枚核子彈爆炸時，其造成的巨大傷害，除了爆炸所產生的震波(Blast damage)之外，還伴隨著熱輻射(Thermal radiation)、輻射線(Ionizing radiation)以及電磁脈衝(Electromagnetic pulse, EMP)，威力及影響範圍可達數十甚至數百公里之遠。

報告主題： 操作手提輻射偵檢設備
輻射入口監視器

報告人： 國防部軍備局 毛宣棠
行政院海岸巡防署 林志祥
行政院海岸巡防署 劉志慶

本課程為第一天「一般輻射訓練」之延續，在了解基本輻射及放射性的相對風險後，訓練學員進行同位素之實際偵測（所謂同位素：係指由質子數目定義化學元素【原子序數】，中子數目決定同位素，因此同位素號 = 質子數 + 中子數）。因此要偵測該放射線物質就必須運用特別之偵測儀器來進行。

美方授課教官由 Matt 和 Jerry 擔任本次課程講解，透過手持式偵檢裝備以及大型輻射入口監視器，來檢查放射性物質的來源，分析圖譜及確認位置，使學員充分了解在檢查貨物時若不確定是否為放射線物質時應運用儀器來輔助檢查，以避免人員曝露在放射性危害之中，本課程對我國查緝人員來說，相當的務實且重要。

一、輻射源如何偵測？

為使學員了解放射性物質之射源特性，美方訓練單位提供了以下已不具人體危害之放射性物質與偵測設備進行實作訓練：

- (一) 輻射源：鈷 230、銻 137、鈷 60、鎂 133 以及日常用的檯燈紗罩(圖 1)。
- (二) 輻射偵測器：輻射偵測呼叫器(圖 2)、TSA PRM-470、以及兩種伽瑪 γ 射線識別器。



圖 1：美方所提供的輻射源範本



圖 2：輻射偵測呼叫器，攜帶於身上作為偵查輻射源之用

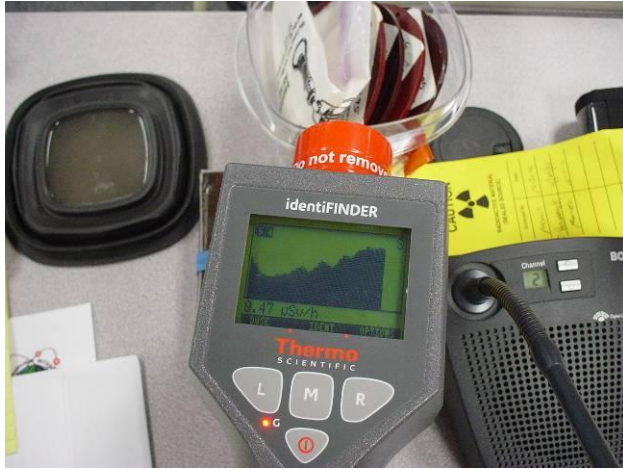
二、偵測方法：

(一) 利用掌上型輻射偵測器，紀錄背景讀數後，再對以上輻射源進行接觸性偵測。結果發現：鈾 230 無法被偵測到，原因在於該放射線物質僅含阿法 α 射源，其特性為射線極短，不像伽瑪 γ 射線容易偵測；其他射源一偵測器的射源偵測性質均被檢測出含有伽瑪 γ 或貝他 β 等射源。

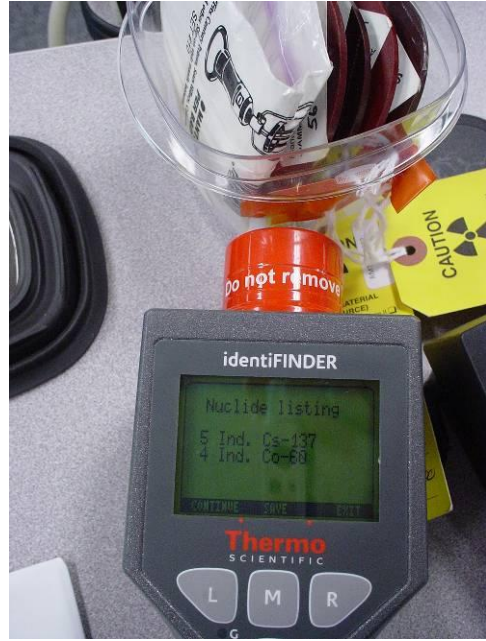
(二) 利用屏蔽(我國又稱遮罩)：

美方提供塑膠、鋁、不鏽鋼及鉛等四種屏蔽材料，利用以上這些材料隔絕輻射源後進行偵測，發現鉛屏蔽輻射源效果最好，可降低伽瑪 γ 射線穿透率，因此也了解走私分子若要進行核物質走私，必須要有一些屏蔽來隔絕被偵測的可能性(圖 3)。另外具阿法 α 射源的放射性物質，若是用僅能偵測伽瑪 γ 射線之偵檢器材亦無法被偵測出。

阿法 α 射源用一般的紙張或塑膠片便可以屏蔽(隔絕其射線)；而貝他 β 射源則鋁或不鏽鋼等金屬便可完全屏蔽，而危害力較強之伽瑪 γ 射線則必須要用一定厚度的鉛才能進行屏蔽；另外特殊核物質(核武材料)之中子源可用水、燃油等來降低中子速度達到屏蔽效果。



(上) 圖 3：用伽瑪 γ 射線識別器偵測混合型輻射源，讀取輻射源及其同位素



(右) 圖 4：經判讀伽瑪 γ 射線後明顯偵測出銫 137、鈷 60 之輻射源

(三) 若判讀不明確或產生爭議，應以多種偵測器共同實施判讀（圖 4），以找出最精確之判讀數據，而美方另有下一世代之偵檢器「ORTEC」（圖 5），可在極短時間內判讀最精確之輻射源，因此若輻射源發生判讀上之爭議，美方作法均以「ORTEC」之數據為主，作為相關報告之依據；惟該偵檢器與之前之掌上型偵檢器相較而言，體積較大也較重，攜帶較為不便。

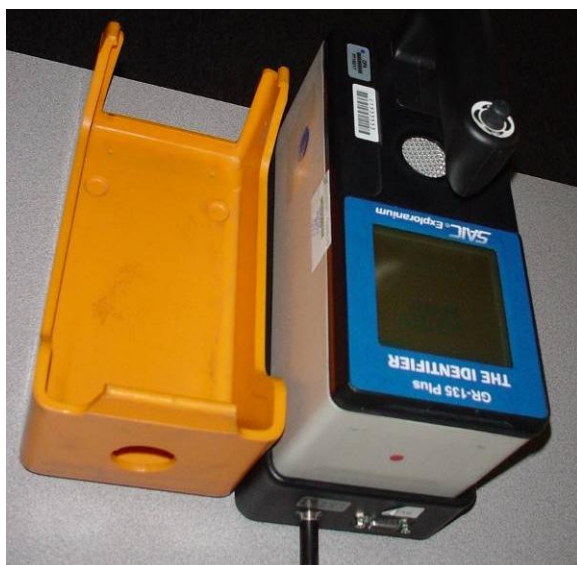
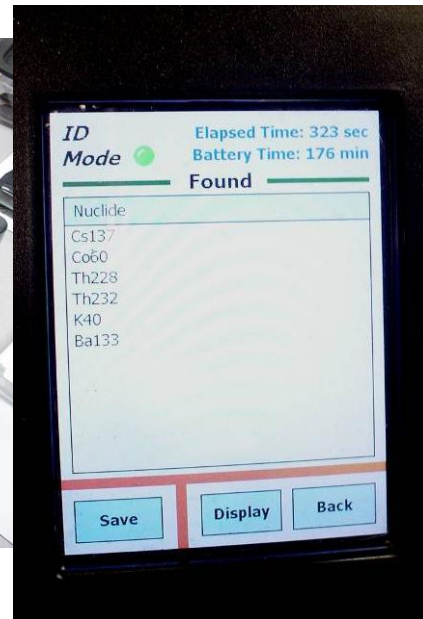


圖 5：另一種輻射偵檢器：GR135



(左) 圖 6：美國現使用最新輻射偵檢器「ORTEC」，正在判讀混合射源。

(右) 圖 7：經判讀後，比前面掌上型偵檢器找出了更多的輻射源，其中鈾 232 來自於日常用的檯燈紗罩，原因是耐熱度超高。

三、輻射入口監視器

輻射入口監視器設立之目的，在於透過監視器偵測放射源，以發現各種合法或非法運送之放射性物質，美國在其邊境、機場與港口均廣泛安裝，尤其是在與墨西哥邊境，每日掃瞄數百輛車。我國海關亦於高雄、基隆等設立類似之檢查裝備(固定與機動式)，用於檢查各種進出口貨物，惟設備本身具放射性。

本課程之輻射入口檢視器結構，具有 2 具中子偵測器、2 具伽瑪 γ 射線偵測器，主要偵測中子與伽瑪 γ 射線，而本身卻不具備輻射源，透過偵測裝備與入口監視器連接中央警報站與本地警報工作站，由顯示器畫面來研判輻射劑量與所在位置後，通知檢查人員進行二次檢查。中子監視器是利用塑膠降低中子速度以及裝滿氦三之氣體捕捉中子而放出之離子(帶電荷之粒子產生離子)來進行偵測，而伽瑪 γ 射線則是利用其在塑膠中能產生螢光之特性來偵測(圖 8)。

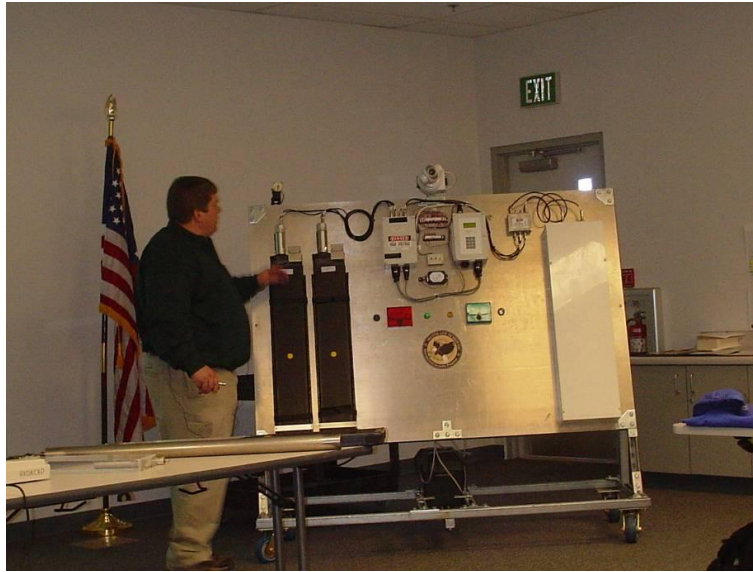


圖 8：左邊黑色物體是伽瑪 γ 射線偵測器，而右邊白色塑膠箱狀物便是中子監視器。

在美方訓練設施，輻射入口監視器之藍燈代表伽瑪 γ 警報，紅燈則為中子警報(國際運用則剛好相反)。發生中子警報之可能性較少，且中子源僅存在於特種核物質(例如鈾元素)，因此發生中子警報後幾乎可判定該運送項目可能有核物質，必須立即進行二次檢查；而伽瑪 γ 警報有時代表一些醫療器材運送或是人員曾接受放射性醫療等，對於這類警報檢查時必須詳細詢問、比對文件並用其他偵檢器來檢查確定輻射源，常見輻射源如鈷 60，用於工業用途。(圖 9)



圖 9：輻射入口監視器。

輻射入口監視器經常受到一些外在因素而影響靈敏度，例如距離、屏蔽、被偵測物速度以及背景輻射，因此美方講師要求在對車輛進行入口監視器檢查時，時速應不得超過 8 公里，且必須要隨時注意背景輻射值適時調整警報門檻(圖 10)。目前均可廣泛應用於火車或是郵件等運送上。



圖 10：車輛正通過輻射入口監視器。

四、心得與建議

在本次課程發現到，美方對於檢查人員自身的安全相當重視，尤其是每個人均配發輻射呼叫器，若檢查人員經過輻射源時，該呼叫器便會警告檢查人員，並且顯示安全係數 0~9，若顯示讀數 9 時，表示該區域輻射危險度非常高，應立即退到安全係數 8 以外，並且立即通知專業核防護人員處理，不可貿然接觸放射線物質，若安全係數小於 8 時，可利用其他輻射偵檢器進行輻射源偵測與判讀，以將輻射源找出。

輻射入口監視器是防範大規模毀滅性武器擴散之良好工具，但卻非萬能，仍有一定的侷限性，因此有賴於受過專業訓練的檢查人員輔以該設備，方能有效查緝不法，因此我國在相關重要國際(內)商港、機場等建議均應普遍性裝設是類設備，有關檢查(查緝)人員更應全面配發輻射偵測呼叫器，有效進行防範。我國既然作為國際社會的一分子，當然更應必須共同維護全人類生存盡一分力。

報告主題： 車輛及人員入口監視器使用方式展示

飛彈體驗

實際演示（豁免輻射源、鈾及中子展示、車輛搜查）

報告人： 財政部基隆關稅局

謝孟帆

財政部基隆關稅局

吳家慶

財政部台北關稅局

張永良

今天下午第一段的課程為各組使用可以檢測伽瑪 γ 及中子的儀器來對實際的車輛做檢查，經過老師詳細的解說及操作，相信各位學員都會正確的使用儀器。可供使用的儀器有下列幾組，使用時務必細心的對可疑車輛做地毯式的檢測：



第二段則為詳細解說入口監視器(如右圖)。入口監視器可持續測量伽瑪和中子背景計數率，另可調整警報門檻，以保持較低的誤報率，而將佔位的計數率與警報器門檻比較，如果有超過門檻，則警報器會顯示伽瑪或中子 alarm。入口監視器與伺服器及中央警報站(CAS)、本地警報工作站連線，CAS 操作人員可於連線電腦前監看，也有攝影機於不同角度拍攝經過的車輛或可疑人物。



利用老師實際攜帶輻射源的實例，我們可以學會如何正確的去處理可疑案件。流程如下：

1. 可疑人物經過入口監視器，發生伽瑪 / 中子 alarm。
2. 將背包取走，再讓可疑人物重新通過，以確定人身並無輻射源。
3. 工作人員拿可疑人物的背包通過入口監視器，再度發生 alarm，至此確定背包內含輻射源。

另外有幾點需要注意：

1. 在入口監視器旁邊是否有放置輻射源而產生 cross-talk 效應，會讓系統誤判發生 alarm。
2. 須注意受檢人員是否有接受相關輻射醫療行為，請其出示文件。
3. 如有發現可疑輻射源，可通知相關單位專家來鑑定，不要貿然將之打開，以免受到輻射感染。

接下來老師示範如何用儀器對可疑物品做中子檢測。檢測的順序很重要，要先用 moderator 減輕中子速度，如蠟、手臂…等，之後再用檢測的儀器才能捕捉得到中子的讀數。

課程「飛彈體驗」，主要係介紹大規模毀滅性武器(WMD)飛彈系統(Missile Systems)中的飛毛腿飛彈(Scud)及巡弋飛彈，介紹其重要的各部零件及其作用。首先說明飛彈的爆炸半徑，及飛彈爆炸之後產生了燃燒、輻射及電磁脈衝(EMP)的影響，這些影響都需要準確的飛彈導航系統，不管是要增加飛彈的爆破力(愈接近爆炸目標)或是電磁脈衝(須在 90km 以上的高空爆炸)。在現今的科技已可以將 1960 年代非常大體積的飛彈導航系統製作的非常小巧精密並準確，所以我們現在擔心的是將這種體積小精密的導航系統安裝在飛彈裡的破壞性。

再來介紹飛毛腿飛彈（圖 11），這是以液體燃料來做同步發射的飛彈，飛彈中尾部除了有燃料筒以外還有裝載氧化物(作為助燃用)－氮氣，但因氮氣會燒傷皮膚並腐蝕金屬，故目前戰略上使用新型的金屬，稱作雙相不銹鋼(duplex stainless steel)，這在進出口會做管制，因為它強度堅硬、輕量且耐腐蝕，是做為軍用或化學武器的用途。飛彈尾部就像是船的槳的作用部分，引擎燃燒時是做為推進飛彈

修正方向的作用，它的材料也是戰略性的材料，類似石墨的金屬，非常堅固且抗熱，在熱燃燒時不會受到影響。所有飛彈的零件都是非常的重要，因為它們是在 20 多個國家使用這個系統做為主要的武器。飛毛腿飛彈是低對空射擊的飛彈，它飛到最高點然後再打到目標物，所以有射程限制，只有約 300 公里。飛毛腿飛彈目前仍在使用中，主要是由北韓生產，在美國與伊拉克戰爭中，美軍的死傷是由此飛彈所打傷的最多。

巡弋飛彈（圖 12）是由 B52 轟炸機所運載，是由轟炸機上投射，然後鎖定轟炸目標，射程有約 2400 公里，遠比 300 公里射程距離還遠。一架 B52 轟炸機可載運 20 只巡弋飛彈(機翼可各載運 6 個，8 個載運在飛機底下)，每一個巡弋飛彈可載運的核子武器都相當於在廣島、長崎爆炸炸彈的威力，很輕易地可以摧毀一個城市。巡弋飛彈是渦輪引擎，導航系統也較為複雜，它是用地面導向尋找轟炸目標非用 GPS 作為導航系統，因為電磁脈衝會損壞導航系統的定位能力。巡弋飛彈有 95%的擊中率，所以我們非常關心保護並管制這種電子裝置，因為有很多的民用航空機也使用這種電子裝置，所以我們管制出口、轉口並注意最終的使用者。



圖 11：飛毛腿飛彈



圖 12：巡弋飛彈

第三段課程進行「實際演示」，主要係介紹各類輻射源，另針對上午所介紹之行動輻射偵測儀器及入口監視器等各式偵檢器材，更進一步以實務介紹其操作

使用方式。課程設計由各專業講師以實體檢視及動手操作方式講授「NORM 豁免輻射源」、「鈾展示」、「中子展示」及「車輛搜查」等 4 個部分。各部分內容簡述如下：

- (一) NORM 豁免輻射源：以實體方式介紹一些自然界或工業界所存在具有放射性的物品，如部分表面以放射性含量偏高之釉料塗裝之玻璃、瓷器、瓷磚。另傳統舊式儀表內也含放射性物質，以及部分工業產品，如燈罩、鎢製電極，甚至照相機之閃光燈等，這些存在於我們身邊的許多物體，當學員以各式輻射偵檢器材量測時，可測出強度不一的各種輻射源。



- (二) 鈾展示：以實體介紹各類鈾礦，展示解說天然的鈾礦、已提煉之武器級鈾及工業級鈾等之色澤、形狀，另以輻射偵檢器材檢測其放射線強度。講師另外介紹兩種外觀上極易混淆的礦石，一為孔雀石(Malachite)，化學式 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO})_3$ ；另一為銅鈾雲母(Torbernite)，化學式 $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8-12(\text{H}_2\text{O})$ 。其中孔雀石。主要用於銅的提煉和供作顏料，不具放射性。但是銅鈾雲母卻具有強烈的放射性，係含鈾礦物，可用於提煉鈾，是管制品。兩種礦石以肉眼從外觀無法辨識，惟銅鈾雲母在紫外線照射下會發出黃綠色螢光。應提防不肖廠商以虛報貨名方式逃避管制。



(三) 中子展示：以實體介紹中子源，並以輻射偵檢器材配合各種屏蔽材料，測驗中子源在不同的距離，以及各種屏蔽材料下，放射線強度的變化。實驗結果中子的放射線強度，會隨著偵檢器材與中子源之距離之增加而急速降低。呈現反平方比之關係，即距離加倍則強度將減弱 4 倍。而不同的屏蔽也會影響中子強度，鋼鐵、鉛等金屬對中子的屏蔽並無太大作用，含氫多之物質，例如水、塑膠、石蠟、碳、水泥等對中子的屏蔽有較佳之效果。



(四) 車輛搜查：以美國海關邊境執法為例，實際演練當發覺車輛可疑或接獲可靠情資時，如何執行搜查。包括對駕駛人的詢問技巧。為保護自身安全，執法人員應站於駕駛車門後方令車內乘員將車熄火並拔下鑰匙，雙手放於可見之處。再令乘員空手下車，以輻射偵檢儀檢測身上是否有可疑輻射源後，監視控制其行動。再以輻射偵檢儀以緩慢移動的方式，對全車作詳細的搜索。為防止輻射源走私者以適當屏蔽材料包裝輻射源，對車內一切可疑及非可疑物品，以及所有可能藏匿點均應詳細查驗。查驗結果於車鑰匙圈之小空間、手電筒底部空間及改造之飲料、礦泉水瓶內，均發現有可疑物質。






報告主題： 放射性物質運輸 輻射散佈裝置		
報告人：	財政部關稅總局	李烱輝
	財政部台中關稅局	羅進財
	財政部台中關稅局	林書偉

國際原子能機構(IAEA)的標準涵蓋了關於放射性物質運輸的內容包括：


一、放射性物質如何運輸




-  卡車
-  火車
-  船隻
-  飛機

二、放射性物質之裝運和使用

-  實現安全運輸之方法為：
 - (a) 以適當容器包裝放射性物質；
 - (b) 控制外部輻射程度；
-  按各種等級設計和包裝放射性物質
-  行政管理控制 (訓練、標識、標籤、危險貨物裝運文件)

三、放射性物質裝運類別

-  類別按輻射核素、形式和活性釐訂。

銻 239 =	1	10,000
鈷 60 =	10	100,000
-  限量 (例如固體的 A1/A2 活性限度門檻不得超過 1/1000)- 豁免包裝
-  A 類數量
-  B 類數量

四、豁免包裝

- ✚ 用於運輸限量裝運之物質 (A 類活性限度之 1/1000)
- ✚ 包裝表面劑量率 ≤ 0.5 mrem/小時
- ✚ 實際任何類型包裝，例如置於箱內或桶內的防漏容器
- ✚ 可免除常規標籤及裝運文件要求；只需標示 UN #
- ✚ 空運接受規定應參閱國際原子能機構(IAEA)標準
- ✚ A 類包裝 (必須經過測試！)
- ✚ A 類包裝的設計旨在承受「正常運輸條件」
- ✚ 運輸中等數量之放射性物質 (\leq A 類包裝活性限度)，如醫用或工業用輻射源
- ✚ A 類包裝可用紙板箱、木箱或圓桶進行包裝
- ✚ 包裝的物質必須經過適用認證！
- ✚ 設計用於正常運輸條件
- ✚ 內含固體的包裝需要接受四項測驗：
 1. 跌落 0.3 至 1.2 公尺
 2. 淋水 5 公分/小時 - 1 小時
 3. 穿透 6 公斤 /1 公尺
 4. 堆疊 5 倍於包裝重量
- ✚ 包裝須經發運人或製造廠商認證
- ✚ B 類包裝
- ✚ B 類包裝必須能夠承受嚴重意外
- ✚ 用以運輸大量放射性物質，即超過 A 類活性限度之數量
- ✚ B 類包裝必須符合嚴重意外性能標準。該標準比對 A 類包裝的要求更為嚴苛
- ✚ B 類包裝是最堅固的裝運包裝
- ✚ 設計承受假設性意外條件

✚ 要求通過四項測驗：

- 跌落 9 公尺
- 浸水 15 公尺水深，8 小時
- 穿刺 從 1 公尺高度跌落在尖刺上
- 耐熱 800°C，30 分鐘

- 包裝在美國由核子管制委員會(NRC)或能源部(DOE)認證特許
- 包裝在外國由「合格機構」(如交通部或原子能委員會)認證特許

五、一般 A 類和 B 類裝運

1. 輻射廢物
2. 輻射核素標準
3. 密封放射源
4. 核子反應爐燃料棒
5. 輻射儀器
6. 核子醫學 – 放射性藥物
7. 鈷 60

六、核子醫學產品之重要性

- ✚ 在全世界醫療設施中用於診斷、治療、緩解和研究
- ✚ 免除昂貴和痛苦的侵入性診斷手術
- ✚ 將住院診斷和治療以門診方式進行
- ✚ 呈固態、液態或氣態形式
- ✚ 每年在全世界用於數以千萬計的手術
- ✚ 半衰期短，數量少
- ✚ 採用大量「即時」(JIT)裝運方式
- ✚ 醫院、醫師和病人依賴甚多

- ✚ 持照設施/使用者
- ✚ 任何拒絕入關/延遲均可對醫療保健和患者造成直接和嚴重影響
- ✚ 主要採用空運

安全與保全

- 如何有把握地確保這些產品及其裝運安全無虞?

行政管理控制

1. 法規遵守
2. 進出口管制
3. 發照：供應商、顧客、運輸公司、輻射源、貨櫃、作業
4. CBP 計劃(C-TPAT、 PIP、FAST)
5. 準備情況
6. 運輸業者認證
7. 通知/裝運前後及運輸期間的監控
8. 對供應鏈的認知

七、美國境內/過境「B」類高速公路運輸控制數量裝運貨物

1. 事先知會核子管制委員會(NRC)/美國交通部(DOT)/過境國
2. 要求雙司機駕駛
3. 多種通訊方式 (CB、手機、電腦)
4. 與國家機構協調過境轉運事宜
5. 衛星定位系統(GPS)/實時跟踪
6. 途中僅在規定的安全地點停留
7. 卡車必須隨時有人照看
8. 抵達目的地後通知

八、放射性物質的標識/標籤

1. 適當的裝運貨名，如「放射性物質，A 類包裝」
2. 聯合國(UN)編號識別包裝內所含貨品，如“UN2915” (對運輸和應急行動十分重要)
3. 包裝認證資訊
4. 包裝的相對兩側需貼標籤 - 貨櫃和儲罐四面均需貼標籤
5. 運輸指數 - 離包裝一米遠處之輻射劑量率(mRem/h)
6. 總活性，以 TBq, MBq 表示，(1 Ci = 0.037 TBq)
7. 內含貨品說明

九、危險貨物裝運文件

1. 大多數放射性物質裝運附有危險貨物運輸文件
2. (豁免包裝不要求危險貨物運輸文件)

總結

1. 大多數放射性物質包裝必須：
 - 標識
 - 貼有標籤，以及
 - 附有危險貨物裝運文件
2. 低活性/低劑量率包裝(即例外要求包裝 - 有限數量)可豁免使用標識、標籤和危險貨物(DG)裝運文件
3. 此次美國之行，對於違反放射性物品道路運輸管理規定之相關罰責，美方未能具體說明，實為美中不足之處。

報告主題： 核子材料走私 生物武器		
報告人：	財政部高雄關稅局	余文彰
	財政部高雄關稅局	張益誠
	法務部調查局	陳在鋒

一、核子材料走私

自 1993 年紐約世貿中心爆炸案以來，恐怖分子採用大規模毀滅性的願望與動機與日俱增，甚至有些可能認為發動大規模毀滅性武器(WMD)攻擊他們唯一的選擇，因為地球上還有數以百噸計的高濃縮鈾(HEU)和鈾，恐怖分子若得到核子武器將會毫不猶豫的使用，故核恐怖攻擊是存在且可能的，而且可以預見，這一威脅不會消失。

恐怖分子往往以走私方式獲取核子材料，其中包括鈾、鈾、反應爐燃料棒、放射性同位素儀表、各種輻射源容器及廣泛使用的高放射性同位素如 Co-60、Cs-137、Ir-192、Sr-90 等，依走私歷史可分三階段：

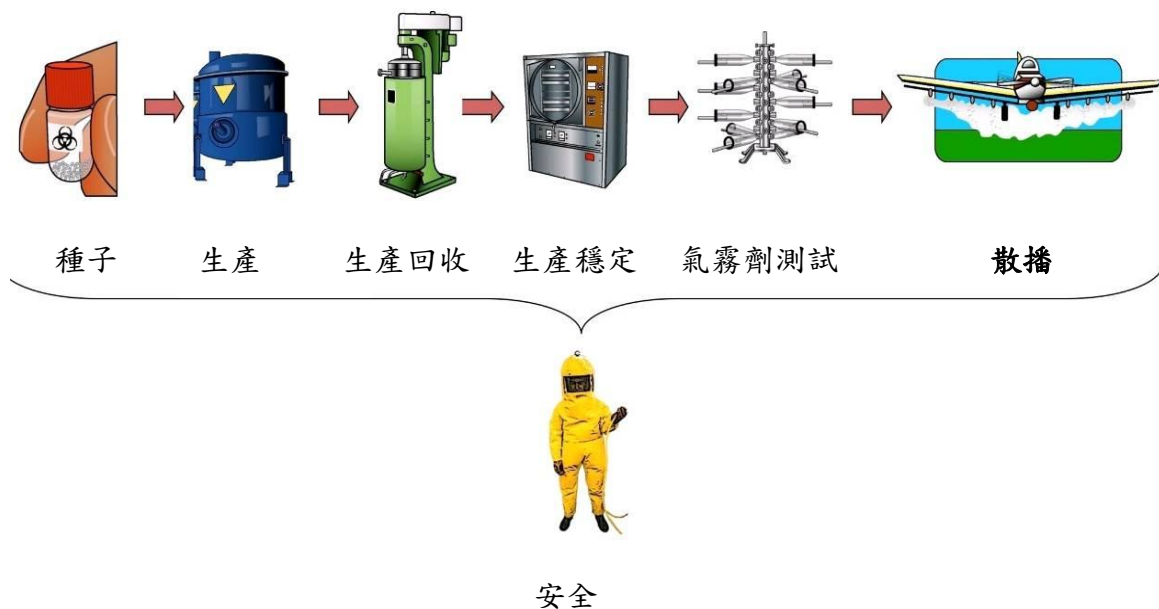
- (一) 第一階段：1990 年代以前(第一起走私發生於 1966 年)
- (二) 第二階段：1990 年至 2001 年 9 月 11 日(平均每年 90 起走私)
- (三) 第三階段：2001 年 9 月 11 日以後(平均每年 250 起走私)

據 NAP(核子威脅評估計畫，設立於 1977 年)資料統計，至今非法核子材料走私案件約有 2300 件，其中扣押高濃縮鈾計 13 次，共 15.6 公斤，扣押鈾計 2 次，共 0.4 公斤，另有部分走私案純屬子虛烏有之騙局，其中包括紅汞(內含爆炸性物質，可做化學殺傷劑)、鐵、銻 187(屬性與紅汞類似)、空廂(零星核材料)、放射性同位素源容器(空殼)等。經分析瞭解，多數國家對核子走私犯量刑較輕，無法有效遏止此類走私事件的發生，但為確保人類的安全及杜絕核武器的攻擊，各國執法機構之間分享資訊及持續追蹤非法走私事件，是極為重要的。

杜絕核子材料走私，需要有效的保護與管理核子與其他放射性材料的機制，確保這些材料的動向，當前國際安全受到核子及放射性材料失竊或走私擴散的高

度風險，正流向國家或恐怖組織作為武器研發，如何遏止國家或恐怖組織發動核武或大規模毀滅攻擊情事，除體現與提醒大國對於國際安全的責任與義務，也反應核子與放射性原料擴散的情況，已暴露連美國都難以控制的大漏洞，為有效防堵日益嚴重的核原料失竊問題，核子安全高峰會敦促各國合作改善核原料管理與儲存問題，加強軍民核子設備與實驗室安全，增加各國情資交流共同打擊核原料走私、落實核原料清查，以及鼓勵各國選用低濃縮燃料的核子反應爐，同時防制核原料流向蓋達等恐怖組織、疆獨、車臣分離組織及北韓。

二、生化武器



(一) 種子：

1. 生物體：可透過培養菌採集或科學家之間交流
2. 疾病防控中心 / APHIS 的特定生物劑需要特別許可及司法部調查。

(二) 生產：細菌和真菌都喜歡營養

1. 病毒在活組織中複製
2. 雞蛋或動物接種
3. 細胞培養基

(三) 生產回收：

1. 實驗室和工業加工離心機
2. 從加工液中去除固體物質

(四) 生產穩定：凍乾裝置小規模生產或研究規模

(五) 汽霧劑測試：吸入式曝露室、出口管制標準：量 >1 立方米

(六) 散播：

1. 小炸彈：11 公分直徑，液態生物劑殺傷農作物、殺傷動物或殺傷人員，旨在用於集束炸彈、榴彈發射器，撞擊時，外殼破碎，裝置本身翻轉，從頂部噴嘴噴出生物劑
2. 農作物噴霧器：若干類型的類型噴霧系統受到出口管制 (50 微米；>2 公升/分鐘)
3. 簡易型：小規模、個別目標、單一建築物、封閉區域、簡易裝置
4. 人際傳播：人類生物媒介

(七) 安全：

1. 使用手套袋和手套盒將生物劑周圍的空氣與工作的技術人員周圍的空氣分隔。
2. 增加工作人員防護的系統範例：
 - (1) 一次性手套袋便攜式手套盒
 - (2) 增加工作人員防護的手套盒
 - (3) 防護 (Tyvek 式一次性服裝和呼吸裝置)
3. 第 II 類生物安全護罩第 III 類生物安全手套盒
 - (1) 低水準傳染生物劑、某些轉基因生物體
 - (2) 在大多數醫院和研究實驗室中使用
 - (3) 出口管制可提供標準模式和專門設計機型，用於具體應用
 - (4) 尺寸為 1 至 38 米
 - (5) 配件包括：脫脂槽、VHP 兼容系統、門連鎖、通過室
4. 防護服：連接空氣供應的防護服受到出口管制
5. 空氣過濾：蘇聯串聯式液體或空氣淨化過濾器，高性能微塵去除裝置 (HEPA) 空氣淨化過濾器

生物化學武器擁有以下特點：

【致病力強，傳染性大】

生物戰劑多數是高致病性微生物，少量即可使人生病，它的傳染性大，在缺乏防護、人員密集、平時衛生條件差的情況下，很容易傳播、蔓延，因而引起傳染病流行。

【殺傷面積大、危害時間長】

生物戰劑會隨時間及空間向各方向傳播，當開始散佈時人們並不會立即發現，等到傳播到一定的地區，造成重大傷害情況下，才會引起注意，此刻才會設法處理危害，然而必已造成大區域蔓延，例如 **SARS 事件**是指嚴重急性呼吸系統綜合症於 2002 年在中國廣東順德首發，並擴散至東南亞乃至全球，直至 2003 年中期疫情才被逐漸消滅的一次全球性傳染病疫潮。在此期間發生了一系列事件：引起社會恐慌，包括醫務人員在內的多名患者死亡。

【傳染途徑多】

生物戰劑可通過多種途徑使人感染如從口食入，經由呼吸道吸入，昆蟲叮咬，傷口感染、接觸皮膚、黏膜感染等等，生物戰劑氣溶膠無色、無味，又大多在黃昏、夜間、清晨、多霧時秘密施放，投放帶菌的昆蟲、動物也易和當地原有的種類相混，不易發現。

【生產容易、成本低】

這也是為何生物武器被稱為窮國的原子彈，以現今快速發展的生物科技，既可生產各種抗生素和疫苗，又可生產任何一種病原體，如蓖麻毒蛋白，由網路即可購得此種子，人體攝入注射或氣霧劑會造成出血性腹泄或吐血，肝臟和腎臟損害，數小時迅速死亡，1-2 顆蓖麻豆即對幼童致命，而造價遠比核子武器還不知便宜到那去。

但生物武器也有它的局限性，受氣象、地形等多種因素的影響，烈日、雨雪、大風都會影響生物武器的危害作用，而且使用時不易控制，使用不當的話會危害己方部隊，生物戰劑進入人體到發病均有一段潛伏期，短的幾小時，長的數天以

上，不能立即讓人員戰力消失，如果在這期間內可察覺並採取措施，可減輕其危害，此外預防注射，平時衛生狀況保持良好，都可減輕或防止生物武器所造成的傷害。

生物劑類別：

1. 細菌性疾病：炭疽病、布魯菌病、霍亂、鼠疫、沙門菌病、兔熱病。
2. 病毒性疾病：天花、埃博拉、馬爾堡病、腦炎病毒。
3. 立克次體：寇熱。
4. 真菌性(大多數為農作物)。
5. 轉基因微生物體或產品。
6. 毒素：黃曲黴毒素、肉毒桿菌毒素、蓖麻毒蛋白、單端孢黴烯族、真菌毒素(T-2)、葡萄球菌腸毒素 B。

生物武器心得：

生物武器(BW)是指故意使用一種生物劑，以傷害人畜或作物，往往很少的劑量即可造成重大傷害，在戰場上威脅程度遠超過一般常規武器及化學武器，其影響實不可輕忽。

生物劑作為武器的優勢是具有高度傳染、高度有效、擴散效率高、不易治療、對環境有足夠的抵抗力，且容易獲得、藏匿、運輸。

生物武器的優勢是具合理成果 【少量即有效，\$1/平方公里（生物武器），\$2000/平方公里(化學武器)】，技術資訊廣泛可得、遲滯效應、難以探測、清理污染成本驚人、心理效應令人震驚，其效應可分(一)失能：布魯氏菌、沙門菌、寇熱。(二)致命：炭疽、肉毒桿菌毒素、天花、蓖麻毒蛋白、兔熱病。

傳染病的傳輸途徑為皮膚(微小割傷和細小磨傷)、吸收/黏膜、及攝取受污染食物，因此我們面對生物武器時必須要學習如何做好人身防護，如待在上風、戴手套和洗手，並對正在約談的人士及正檢查的設備亦要注意，因為這也可能是主要威脅。

三、結論

此次受訓，在近乎零度 C 的酷寒下(一)利用先進的儀器執行貨櫃查緝走私之情事:紅外線測距儀，可迅速量測 20、40 呎貨櫃有無夾藏空間(二)利用光纖內視鏡，將可非破壞檢測是否有夾藏，夾藏為何種貨物，甚至判斷邊境是否有人藏匿貨櫃走私(三)當港口邊境裝置之 RPM 門式偵檢器警報響起時，CAS 人員利用傳回之資料(輻射分佈圖、輻射強度)判斷中子、伽瑪警報是否為天然輻射，應否當進行二次偵檢。二次偵測時，偵測人員利用輻射呼叫器、伽瑪射線識別器，尋找放射源核種、位置，防止大規模破壞性武器滲入。感覺到美國人做事兢兢業業的態度，按步就班的原則，無論在課程的編排及講解，或生活的小細節無不力求完美。甚至下課後，處處都能體驗美國人遵守規定之精神，樂觀進取之處世態度，這都是值得我們學習的地方，也是國家進步的原動力。無論如何，此次美國受訓，受益良多，真是值得回憶的一趟旅程。

報告主題： 化學武器基本知識
解讀警報資料

報告人：	內政部警政署	林慶揚
	新竹科學工業園區管理局	黃景寅
	中部科學工業園區管理局	陳怡彥

化學武器基本知識

一般化學劑的物理特性可分為氣體(如甲烷)、液體(如汽油)和固體(如瀝青)，其進入人體包括眼睛、呼吸道、皮膚、注射及吞食等五個途徑。有關其作用反應可從溶解性來說明，其定義為與其他物質均勻混合能力，同性相溶效果最好，亦即極性物質在極性溶劑溶解最好，非極性物質在非極性的溶劑中溶解最好，如糖等極性物質僅溶解於極性強的溶劑(如水)，像油等非極性物質僅能溶解於非極性溶劑(像己烷)。如皮膚(或皮膚細胞)具極性，極性化合物(如化學武器 VX)可透過汗腺穿透皮膚，溶解於人的體液；芥子氣具中等極性，將真皮從表皮分離，產生水疱。化學武器測量所用的沸點及揮發性都與其活性有關；另外化學武器三態：固體、液體、氣體中，固體及液體部分因為可以避免，而氣體的部分因為可能被吸入，所以最令人關心，也是最危險。

一般而言，化學物質比空氣重；但室內所使用的地毯等物品經燃燒後產生氰化氫密度比空氣輕，反而在高處會有較多的這類物質；此外空氣的溫度及速度也會有差別，例如當風速為 2~3 公里時，化學物質在空氣中會呈現穩定的狀態。

受到化學武器攻擊時，神經系統最先發生效應，呼吸系統是最重要的管道，眼睛因為含有很多水分，傳導的速度會比皮膚更快，所以要有面罩的保護。此外有一些巴勒斯坦的自殺炸彈客會在爆裂物上塗滿防止血液凝固的藥劑，使受害者流血過多而死亡。

化學武器的運用必須考量環境中的天候因素，例如西雅圖多雨所以窒息毒氣不適用。

化學武器所用的化學劑可分為兩大類：

第一類為有毒（Toxic）化學劑：

1. 窒息劑：

包括光氣(Phosgene)(CG)、氯氣(CL)，非持久性但作用速度極快，可經呼吸進入人體，其中毒症狀為咳嗽、窒息、胸悶等，須立即疏散並保持通風。其中光氣可被雨水迅速破壞。

2. 血液化學劑：

包括氰化氫(AC)、氯化氰(CK)等，氰化物會阻斷氧氣流通，迫使呼吸困難窒息而死，立即發作且非持久性，具苦杏仁味或桃核味，經呼吸進入人體，其中毒症狀為大口喘氣、皮膚、手掌和嘴唇呈紫紅色、昏迷死亡等，須用硫代硫酸鈉(Sodium thiosulfate，俗稱大蘇打)及硝酸戊脂(amyl nitrite)急救，並立即疏散。另氰化氫有極具刺激性氣味，且在室溫下不能持久；氯化氰容易在住房與辦公室起火時產生。

3. 水疱化學劑：

芥子氣(Mustard) (HD, H)、氮芥子氣(Nitrogen mustard) (HN)、路易斯氣(Lewisite)(L)、光氣肟(Phosgene Oxime) (CX)，具持久性，芥子氣作用較為延遲，而另外二者作用即為迅速，經皮膚、呼吸或眼睛進入人體，造成眼睛灼傷和損害，吸入造成咳嗽，皮膚接觸芥子氣和路易斯氣 1 至 24 小時後產生水疱，光氣肟會即時產生水疱，且接觸路易斯氣和光氣肟會立刻感到強烈疼痛，而接觸芥子氣會有中度痛感，須儘速清除污染並確保通風，可用水或漂白劑沖洗。在兩伊戰爭中，伊拉克曾對伊朗發動多次以芥子氣為主的化學武器襲擊。但芥子氣的物理特性—熔點為攝氏 14°C，因此不適合在寒冷的地區使用。

4. 神經化學劑：

包括塔崩(Tabun) (GA)、沙林(Sarin) (GB)、梭曼(Soman) (GD)、VX，其作用即為迅速，經呼吸或皮膚進入人體，具水果味且含強烈磷及殺蟲劑味。其中毒症狀為瞳孔縮小、流口水、嘔吐腹瀉、痙攣、呼吸困難、神智不清等

症狀。須用阿托品(Atropine)及地西泮(Diazepam)急救，可用水或稀釋漂白劑沖洗。

第二類為失去行為能力化學劑，主要有下列兩種：

1. 鎮壓暴亂化學劑：常用的催淚氣體包括刺激眼睛的 CS,CN,DM 及刺激呼吸系統的 OC 胡椒噴霧；
2. 癱瘓性化學劑：能暫時癱瘓人員精神與生理狀態而使其喪失戰鬥能力，如 BZ。

另外化學武器投放/散佈系統，可分為下列二管道說明：

1. 恐怖份子可能使用的裝置：

- (1) 從容器中溢出液體
- (2) 風扇
- (3) 噴霧裝置（熱風扇和/或高速風扇或渦輪裝置）
- (4) 飛機噴撒裝置（農業和軍用）
- (5) 組裝爆炸物
- (6) 工業破壞

2. 軍事上所用投放系統：

- (1) 化學武器彈藥
- (2) 迫擊砲彈
- (3) 砲彈
- (4) 炸彈
- (5) 地雷
- (6) 手榴彈

依澳洲集團(Australia Group(AG))管制清單，用作製造化學武器之可能軍民兩用設備如下：

1. 設備類型：

反應器/攪拌器(容積>100 公升(26.4 加侖))、儲罐/容器(容積>100 公升)

(26.4 加侖))、換熱器/冷凝器、蒸餾/吸收塔、多密封閥、多壁管道、滲漏偵測器、泵(多密封)、化學武器化學劑焚化爐、毒性氣體偵測器。

2. 建築材料：

Ni 合金(>40% Ni)、Ni(>25%)/Cr (>20%)合金、Ta 或 Ta 合金、Ti 或 Ti 合金、Zr 或 Zr 合金、Nb 或 Nb 合金、氟化物(泰氟隆)、玻璃或玻璃襯裡。

二、使用化學武器之實際案例：

從第一次世界大戰開始即有國家使用化學武器進行軍事行動，各時期使用化學劑之軍事行動歸納如下：

時期	化學武器-化學劑
一次大戰	氯氣、光氣、雙光氣、芥子氣、氰化苦
三十年代	1.衣索比亞：芥子氣； 2.滿洲/中國：芥子氣、路易斯氣；
二次大戰	開發神經毒氣
六十年代	1.葉門：芥子氣； 2.越南：CN, CS, 落葉劑；
八十年代	伊拉克/伊朗：GA, GB, VX, 芥子氣

三、使用化學武器之案例說明：

1. 莫斯科大劇院

2002 年 10 月 22 日 41 名車臣恐怖份子挾持在莫斯科大劇院的八百名觀眾，俄國特種部隊於 10 月 26 日用來制伏恐怖份子及解救人質時，所使用的催眠氣體成份可能是芬太尼(Fentanyl)。在此次襲擊中喪生的 119 名人質，多因吸入該氣體而死亡。

2. 東京地鐵沙林毒氣恐怖化學攻擊事件

1995年3月20日有團體在東京地鐵丸之內線、千代田線及日比谷線三線共五列列車上施放沙林毒氣，造成重大傷亡，並造成大部分人的心理創傷。本事件策畫者奧姆真理教教主麻原彰晃，於1993年12月在實驗室製造出20克純沙林，在1994年麻原彰晃因有官司訴訟且不滿該案法官，竟於同年6月27日指使信徒到松本市對該法官和周圍的居民施放30公斤的沙林毒氣，造成7人死亡及500人受傷，本案發生後原以為是使用殺蟲劑殺人。另外該教信徒於1994年秋季製造出200克VX並用於暗殺企圖。

3. 安法爾專案 (Project Anfal)

在1988年3月16日至18日伊拉克對庫爾德村鎮哈拉布亞(Halabia)進行芥子氣和神經毒氣的混合氣體攻擊，在該村鎮8萬人口中有多達5000人喪生。另伊拉克政府於1988年2-9月策劃安法爾(Anfal)專案，目的是滅絕在伊拉克北部庫爾德居民，造成的死亡人數達至少5萬，甚至可能多達18萬2千人，其中很多是婦女和兒童。本次所用化學武器包括芥子氣、塔崩(Tabun)(GA)、沙林(Sarin)(GB)、VX等，並藉由炸彈火箭及武器彈藥散播毒氣。

四、工業上可能潛在化學武器來源：

實例：

1984年印度博帕發生的甲醇異氰酸鹽(MIC)洩漏事件，導致3600多人死亡，是歷史上所發生最嚴重的工業災害之一。德國的蜂農2008年8月提出指控其所損失的數千蜂巢，是受到拜耳公司(Bayer CropScience)「可尼丁」(clothianidin)殺蟲劑的毒害。

工業上有許多可能潛在的化學武器來源如下所列，值得注意：

1. 化學工廠(氯、過氧化物、殺蟲劑和氨)；
2. 化學品運輸設備(鐵路罐車、卡車、輸送管道及內河駁船)；
3. 汽油及航空燃料儲罐(配送中心、機場和駁船終端)；
4. 壓縮氣體(儲罐、管道和抽水站)；

5. 金礦(氰化物和汞化合物)；
6. 教育、醫學和研究實驗室

五、化學武器的銷毀

有多達七千萬磅化學劑傾棄在美國沿岸，包括芥子氣、VX、GB 沙林、路易斯氣、氰化氫、光氣和磷等化學武器遺留廢料。因為芥子氣水解緩慢，在第一次大戰戰場以及歐洲和美國沿岸漁場有許多污染案例。美國目前存放化學武器化學劑計有 9 處場所，共有 31,500 噸待銷毀，其所使用銷毀方式包括：

1. 焚化 (Incineration)：

Anniston, AL (已完成基地 67% 存量銷毀)；Pine Bluff, AR (已完成基地 64% 存量銷毀)；Umatilla, OR (已完成基地 41% 存量銷毀)；Tooele, UT (已完成基地 87% 存量銷毀)。

2. 中和 (BT/SCWO)：

Pueblo, CO (尚未開始進行銷毀；預計 2017 年完成)；Richmond, KY (尚未開始進行銷毀；預計 2021 年完成)

另已有 Newport, IN、Aberdeen, MD (N)、Johnston Atoll 三地銷毀已完成。至 2010 年 1 月 27 日美國已完成 71% 化學武器的銷毀工作。

六、化學劑偵測及其注意事項：

1. 化學武器化學劑偵測技術：

- (1) 試紙檢測：因化學反應，試紙顏色改變。
- (2) 吸管檢測：將蒸汽噴在反應吸收劑上。如果有化學劑存在，吸收劑顏色改變。
- (3) 離子活性光譜法：以放射源將化學劑分成離子片段，分別用光譜法檢測。
- (4) 其他儀器技術。

2. 對化學武器化學劑的個人保護：

- (1) 保護面罩：碳過濾原理；
- (2) 防護服裝：使用不滲透防護裝、滲透防護裝、襯裡服裝；生化武器難以偵測，先有保護裝置再去考慮進行偵測。
- (3) 預防：毒扁豆鹼、毒扁豆鹼溴化物；
- (4) 藥物治療：阿托品、地西泮；美軍部隊前往伊拉克前先行注射解毒劑，但不瞭解長期使用是否會有副作用。
- (5) 皮膚污染清理：碰到液體化學藥劑時先不要擦拭以防止擴散，應先稀釋，再用肥皂水清潔。另外漂白水可減少硫化物，以 0.5 % 的濃度最適合。

最後有關個人化學品安全，須注意化學品及其毒性，並隨時注意異常氣味和接觸化學品後出現的症狀，切勿操作情況不明之化學品；如果必須操作有毒或不明化學品，必須對呼吸道、眼和手有保護措施。另在任何情況下，均盡量置身於上風或上坡處。

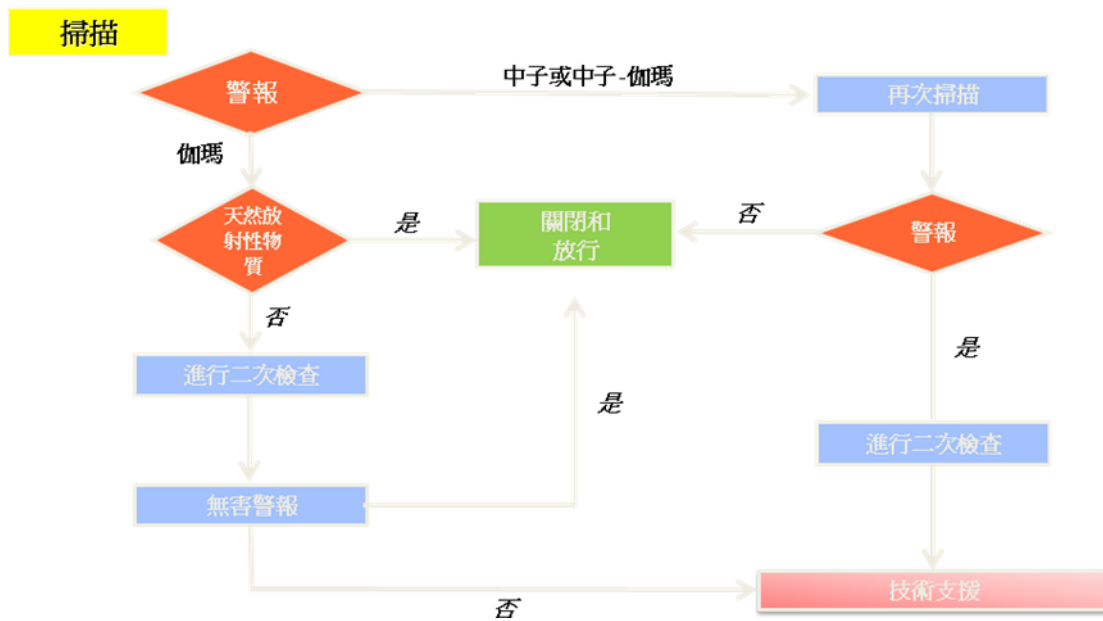
解讀警報資料

一、課程目標是在解讀資訊以有效處理輻射警報。

二、目的：

- (一) 評估始發警報資料以確定是否放行或進行二次檢查。
- (二) 評估二次檢查資料以確定是否需要做出進一步回應。
- (三) 使用評估結果，選擇正確處理規定。

三、警報回應流程概述：當有警報響起，辨別中子、伽瑪射線，視需要進行 2 次檢查，並尋求技術支援。(如下頁流程圖)



四、解讀始發警報資料

(一) 確定警報類型：

1. 再次掃描中子-伽瑪或中子警報：因為中子-伽瑪或中子是我們較重視之射源，需再次掃描確認。
2. 確認中子警報，立即進行二次檢查。
3. 唯伽瑪的警報，繼續解讀資料。

(二) 識別引起警報的實體，確保引起警報的實體已被截留並等待二次檢查確認。

1. 用攝影機圖像確定警報來源：描述攝影機圖像、車牌號碼及貨櫃號碼，並記錄。
2. 視需要加註評語或做糾正。

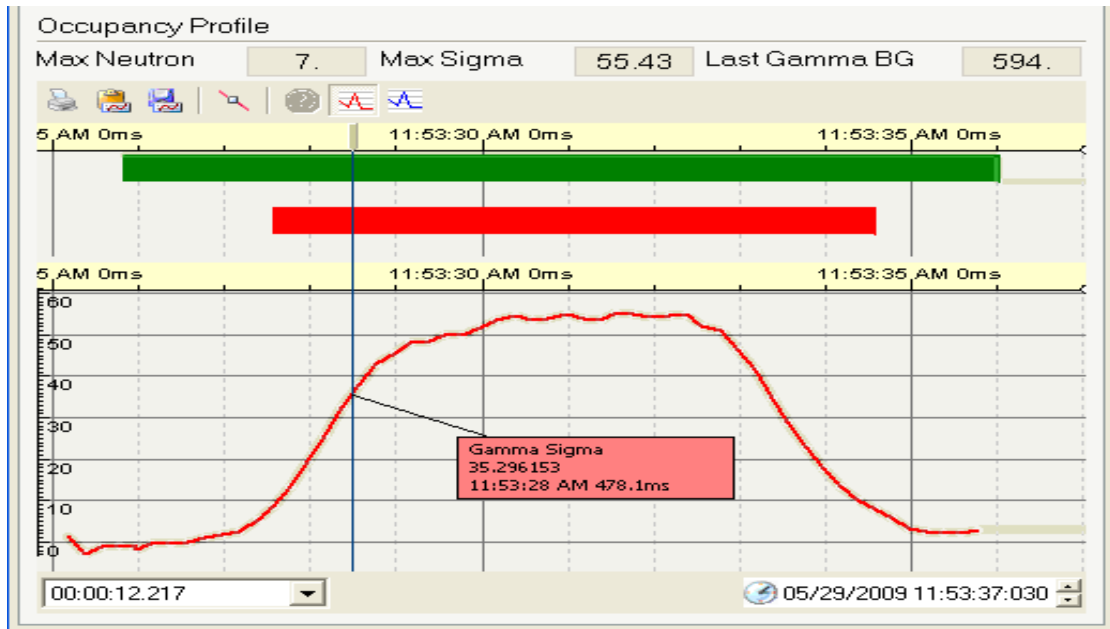
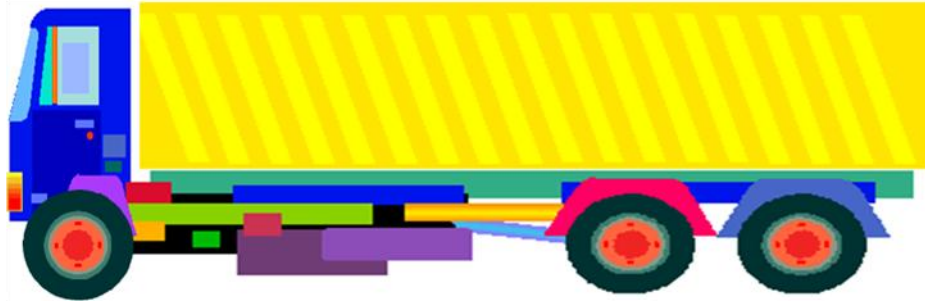
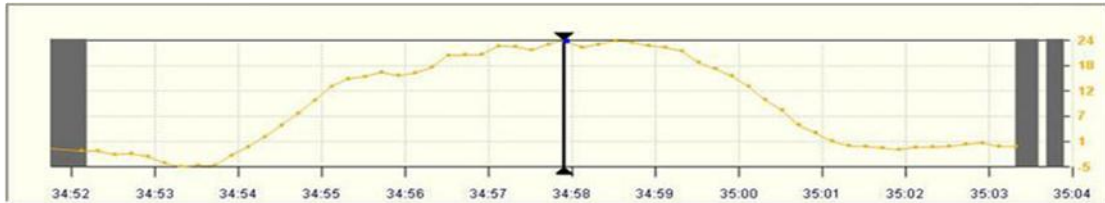
(三) 確定輻射強度：明顯不同於先前類似物件或不符合醫用規格的警報，如高於正常或低於正常，皆須確認其輻射強度。

(四) 查明佔位時間：隨著速度增加，RPM 敏感度會降低，且佔位時間亦可顯示速度，以了解佔位情形。

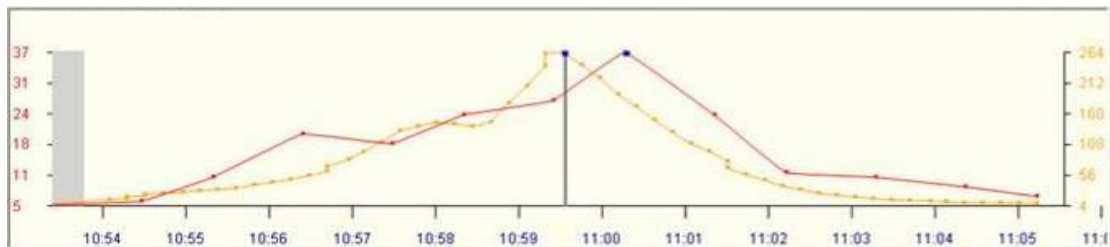
(五) 查閱文件記錄/談話資訊：將所獲資訊，詳細說明輻射物質或條件。

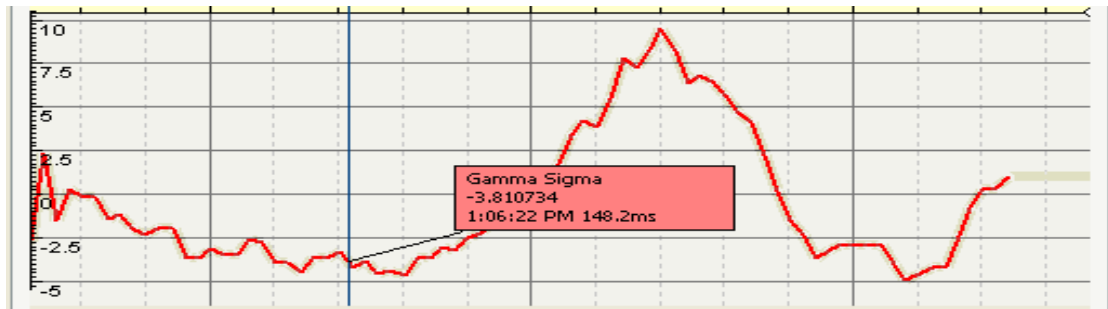
(六) 分析輻射分佈：計有 4 種分佈，如下所示。

1. 天然放射性物質(NORM)輻射分佈：

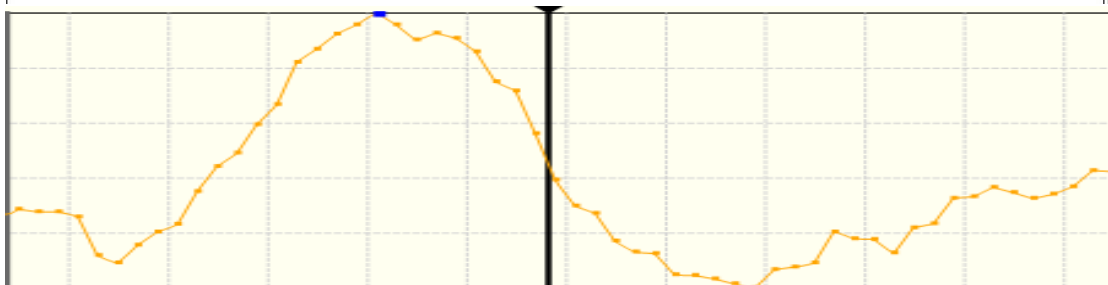
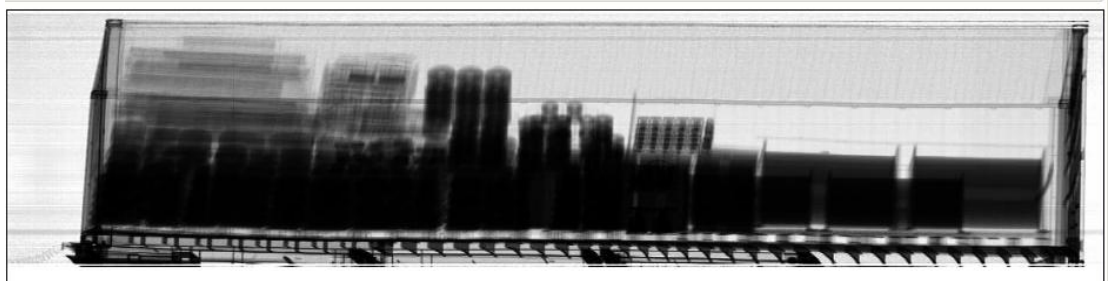
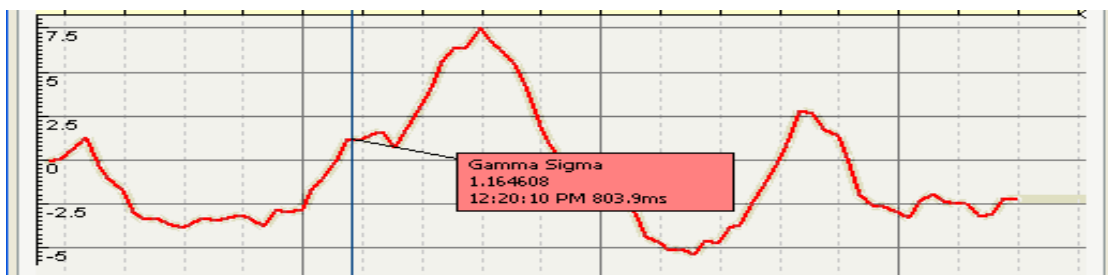
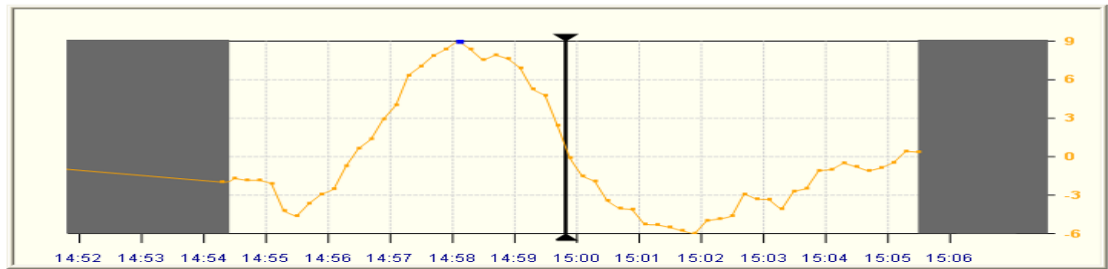


2. 點狀源分佈：出現點狀。





3. 非均勻分佈：如下圖，若搭配貨櫃內部影像，將可協助正確解讀。

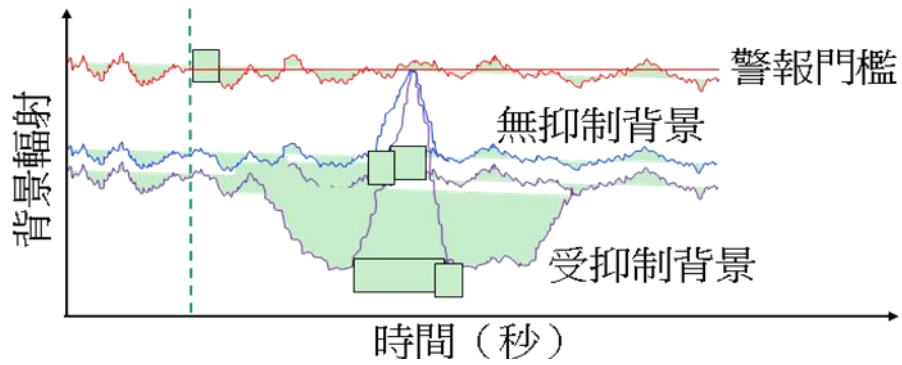


4. 特別考量：由於掃描情況許多，除了正常掃描狀況下，亦發現許多特別情況，如下所示之情況，皆須加以考量。

(1) 背景抑制

- A. 背景輻射來自 RPM 周圍土壤和建築材料
- B. 行人和輕量貨物影響甚微

C. 緻密運載物可抑制背景輻射並有效降低 RPM 敏感度



(2) 特別考量：醫用條件，例如駕駛接受醫療行為而產生反應。



(3) 特別考量：掩蔽，利用屏蔽來降低射線強度。

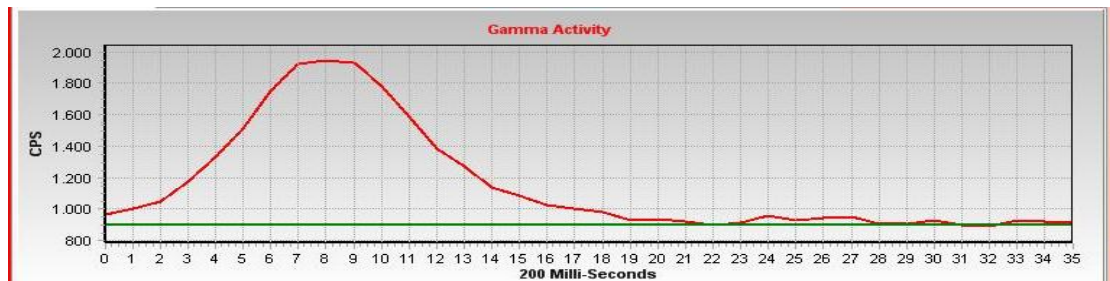
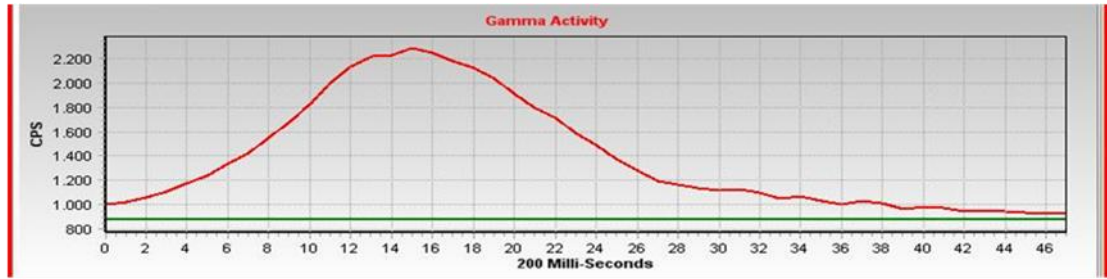


圖 13：只裝有天然放射性物質貨物的貨櫃

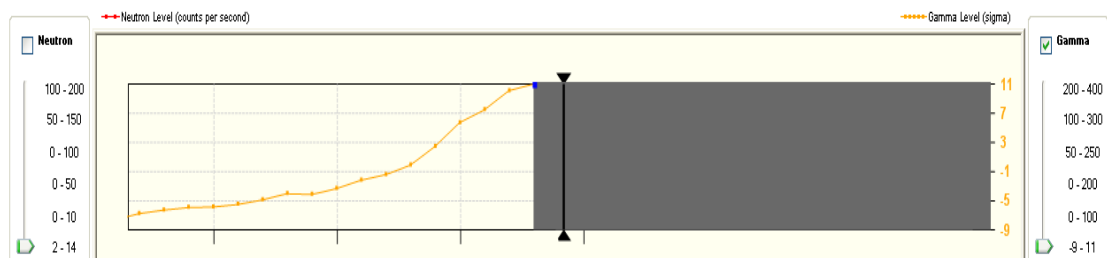


同一個含有天然放射性物質的貨櫃，後方有Cs-137和Co57

圖 14：一個含有天然放射性物質的貨櫃，後方有 Cs-137 和 Co-57

(4) 特別考量：交叉互感，如 2 車之間距太短，導致射源強度未下降。

Date/Time	Record ID	Record Type	Data
10-Sep-2008 02:10:31.978	177347385	GA	81,79,72,104
10-Sep-2008 02:10:32.181	177347388	GA	59,85,75,109
10-Sep-2008 02:10:32.400	177347401	GA	66,78,83,119
10-Sep-2008 02:10:32.619	177347406	GA	66,88,65,106
10-Sep-2008 02:10:22.869	177347292	GB	294,297,261,403
10-Sep-2008 02:10:26.791	177347295	GS	39,65,49,78
10-Sep-2008 02:10:26.791	177347296	GS	52,64,45,80
10-Sep-2008 02:10:26.791	177347297	GS	65,55,46,90
10-Sep-2008 02:10:26.791	177347298	GS	71,57,49,58
10-Sep-2008 02:10:26.791	177347299	GS	51,57,39,70
10-Sep-2008 02:10:26.791	177347300	GS	58,55,56,83



(5) 特別考量：貨櫃尺寸，若貨櫃較短將產生下列集中情形。

Step 1: UI Step Enter Comments

Enter comments

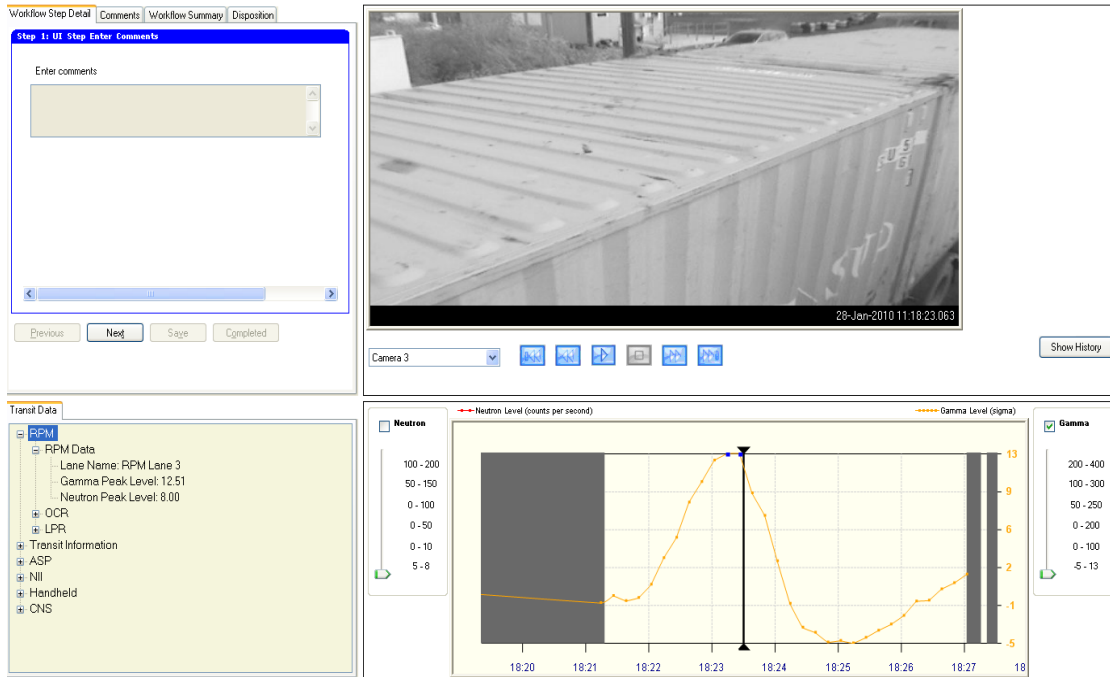
Previous Next Save Completed

Camera 3

Transit Data

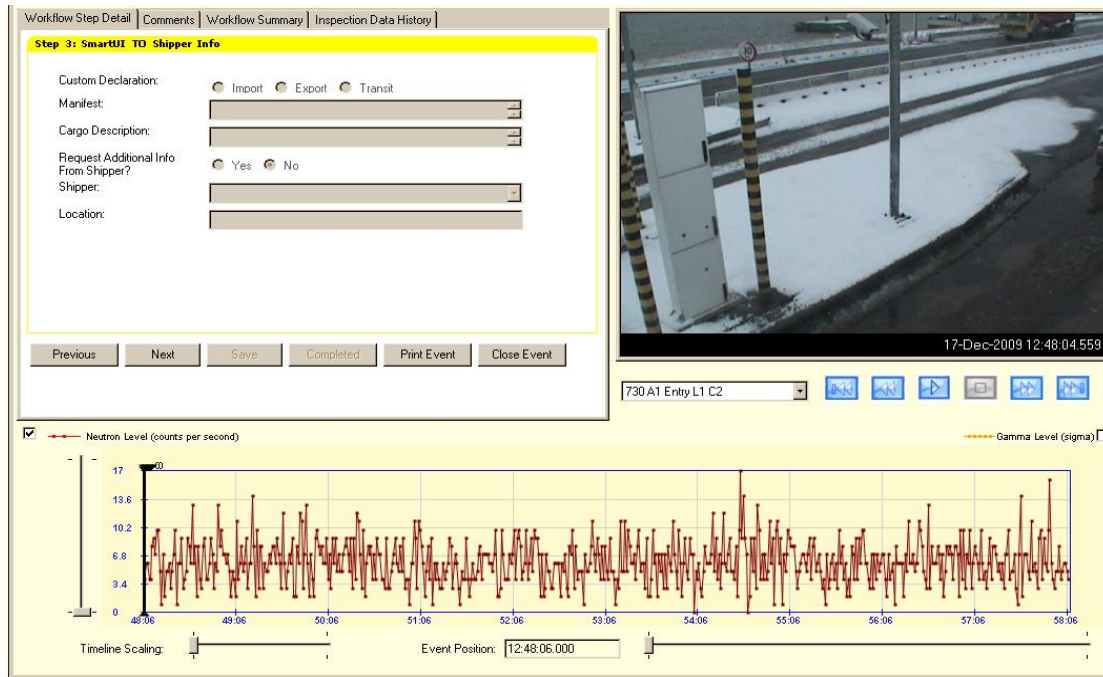
- RPM
 - Lane Name: RPM Lane 3
 - Gamma Peak Level: 45.19
 - Neutron Peak Level: 11.00
- OCR
- LFR
- Transit Information
- CNS

(6) 特別考量：多個貨櫃。



(7) 特別考量：設備問題，設備長期使用，亦會出現失真現象，需搭配攝影影像加以辨別。





五、威脅警報的特徵：產生射源之輻射元素，以鈾及高濃縮鈾 2 種元素能製造擴散性武器，故須對此 2 種元素加以了解，才能有效抑止擴散性武器之製造。

- (一) 鈾：是唯一具有伽瑪特徵及中子特徵的，不是天然元素，且具有低西格瑪/計數，並呈現點狀源分佈，若發現這些特徵，需特別注意及進行 2 次檢查。
- (二) 高濃縮鈾(HEU)，特徵如下：
 1. 伽瑪特徵。
 2. 低西格瑪。
 3. 點狀源。

六、輻射散佈裝置(RDD)：若發現鈾及高濃縮鈾 2 種元素，RDD 是具有計數率非常高及點狀源分佈。

七、研究全部始發警報資料以做出決定

- (一) 特別考慮下列情形，並確定是否需要進行二次檢查：
 1. 中子輻射增高。

2. 輻射分佈表示可能存在點狀輻射源。
3. 輻射程度明顯不同於正常情況。
4. 資訊顯示該車輛不應有輻射。

(二) 解讀跟二次警報資料：必須做到下列步驟

1. 確輻射程度是否安全：
 - (1) 使用個人輻射偵測器，並隨身攜帶。
 - (2) 參考手持輻射計顯示的輻射劑量率。
2. 確認輻射
 - (1) 偵測儀器是否確定真正有輻射。
 - (2) 偵測儀器發現的輻射應為多發、連續和可重現。
3. 確定輻射為均勻或不均勻
 - (1) 用偵測儀器識別輻射計數最高的部位。
 - (2) 如果劑量率隨儀器移動迅速改變，說明有小型固定輻射源存在。
 - (3) 高讀數在大範圍內的微小變化，可能說明有比較大量的放射性物質。
4. 鑑別同位素：核對所鑑別之同位素與文件記錄/談話結果是否相符。

八、研讀全部二次警報資料以做出決定，遇有以下狀況時需要請求技術支援：

1. 發現特種核子材料(SNM)。
2. 資訊與發現之同位素完全不符。
3. 目前狀況可能引發公害危險。
4. 警報原因仍然無法解釋。

九、如果警報留待技術專家處理

1. 將所有資訊轉達技術專家。
2. 將同位素譜線比對警報資料。
3. 將可疑物品分離及扣留在安全地點，直至確定如何處理。

十、處理規定，有下列幾點：

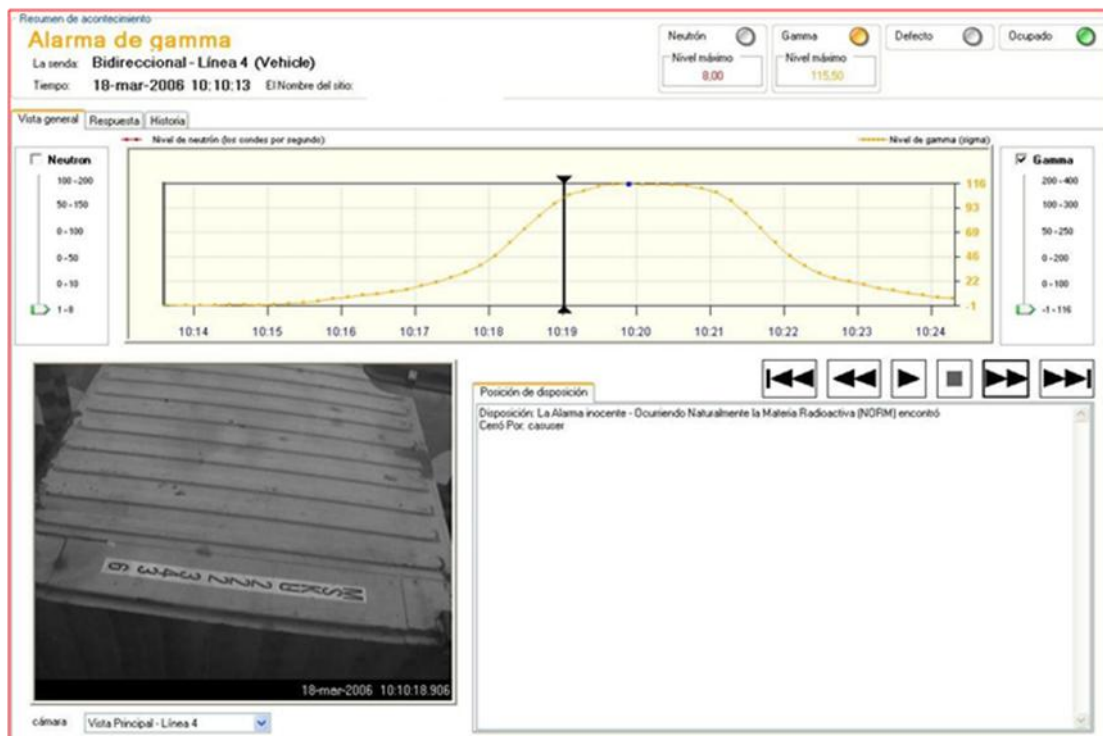
1. 真實警報 – 找到特種核子材料(SNM)。

2. 真實警報 - 其它原因。
3. 無害警報 - 找到天然放射性物質。
4. 無害警報 - 找到醫用同位素。
5. 無害警報 - 合法運輸的輻射源。
6. 錯誤警報 - 未證實有放射性物質。
7. 錯誤警報 - 其它原因。
8. 警報/擅動/故障 - 經授權測試、維修或訓練活動。
9. 擅動/故障 - 未經授權的活動。
10. 其他警報。

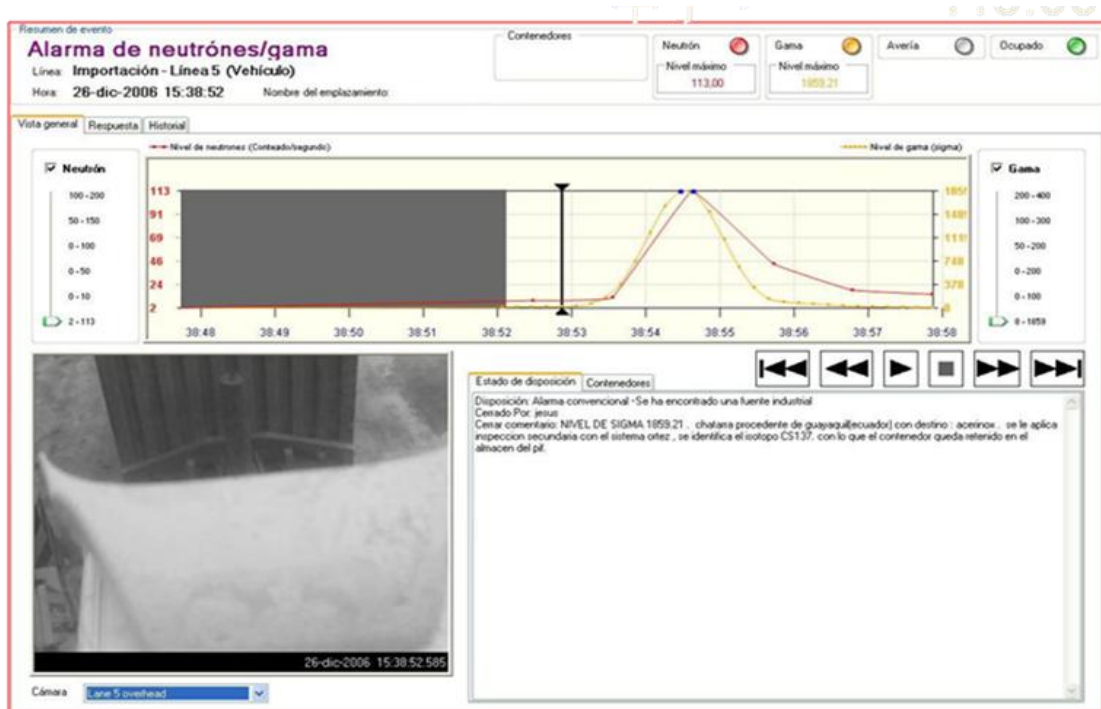
十一、 活動：

若你是一名 CAS 操作員，接到 5 起警報並有 5 分鐘時間，請說明你受否要做二次檢查並請排定二次檢查事項先後次序，下列為警報圖樣，請分析之：

警報 1：伽瑪警報



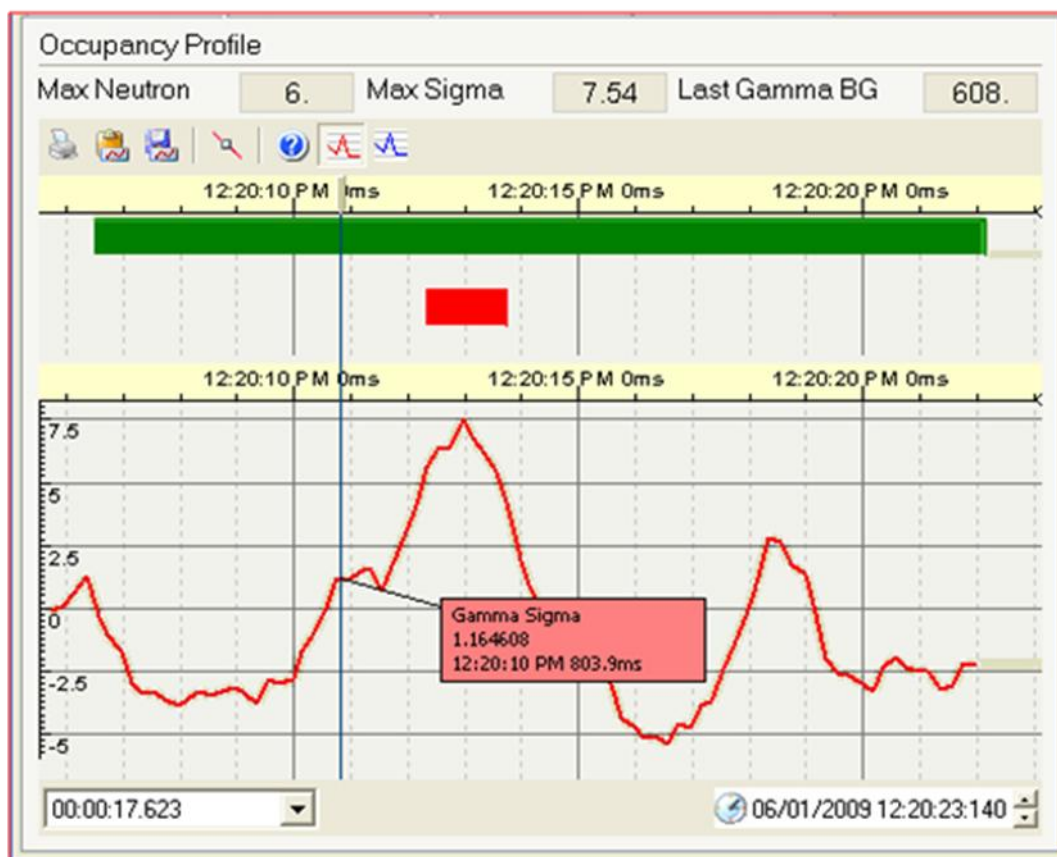
警報 4： 中子/伽瑪警報



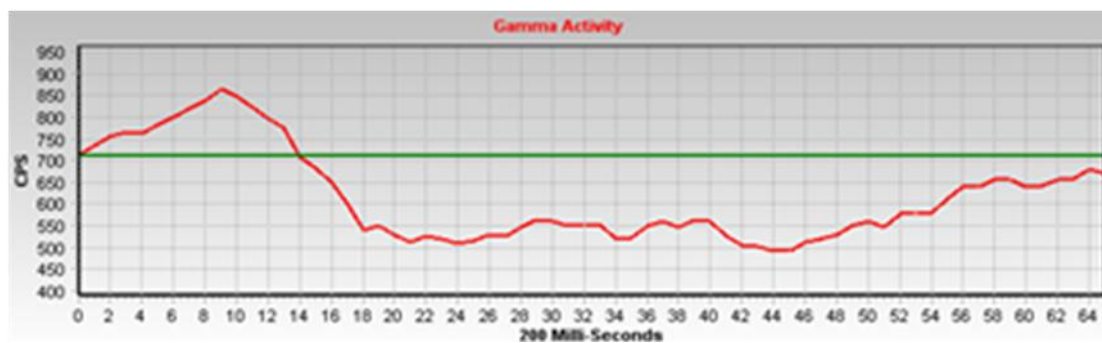
警報 2： 伽瑪警報



警報 3：伽瑪警報



警報 5：伽瑪警報



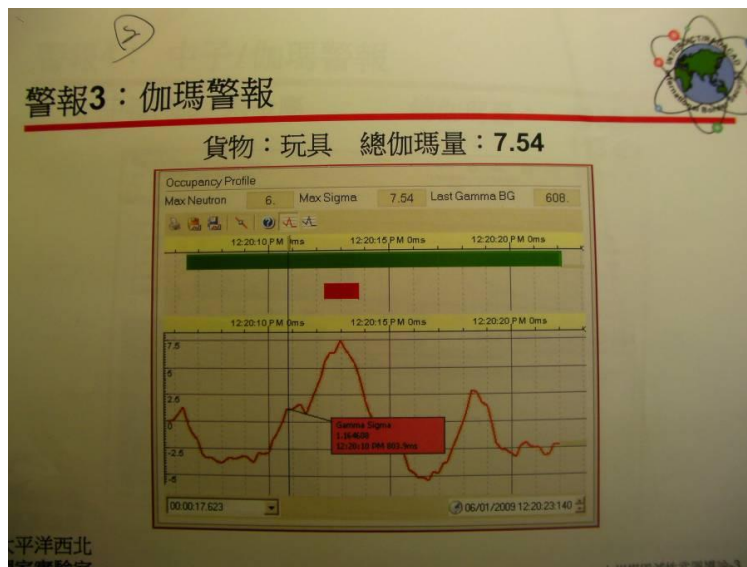
十二、 總結：

評估始發警報資料，以確定放行還是進行二次檢查，評估二次檢查資料，以確定是否需要做出進一步回應，並使用評估結果，選擇正確處理規定。

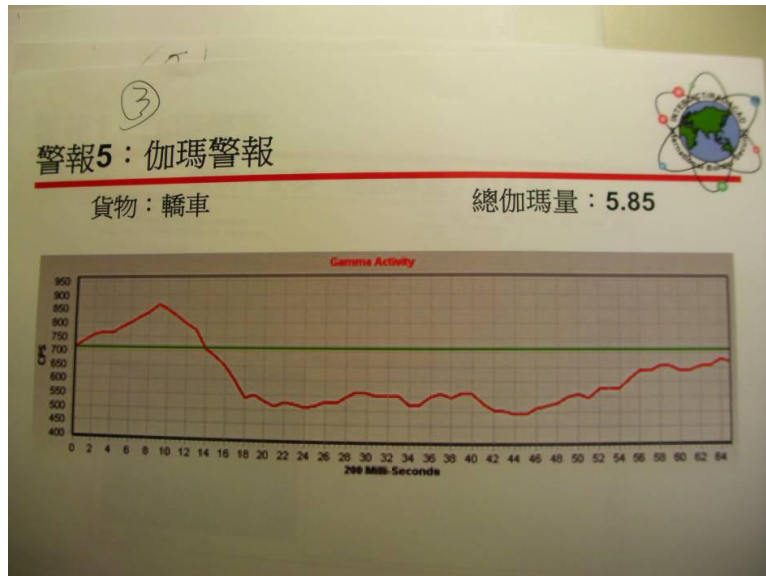
報告主題： 初次到二次偵查的決定與執行

報告人：	南部科學工業園區管理局	楊聰敏
	經濟部加工出口區管理處	羅玉雲
	經濟部戰略性高科技貨品 鑑定與稽查小組鑑定組	樊治齊
	經濟部戰略性高科技貨品 鑑定與稽查小組鑑定組	彭國樑

本日下午課程一開始仍留在教室接續早上的課程，由教官帶大家判讀警報 3 及警報 5 之資料。



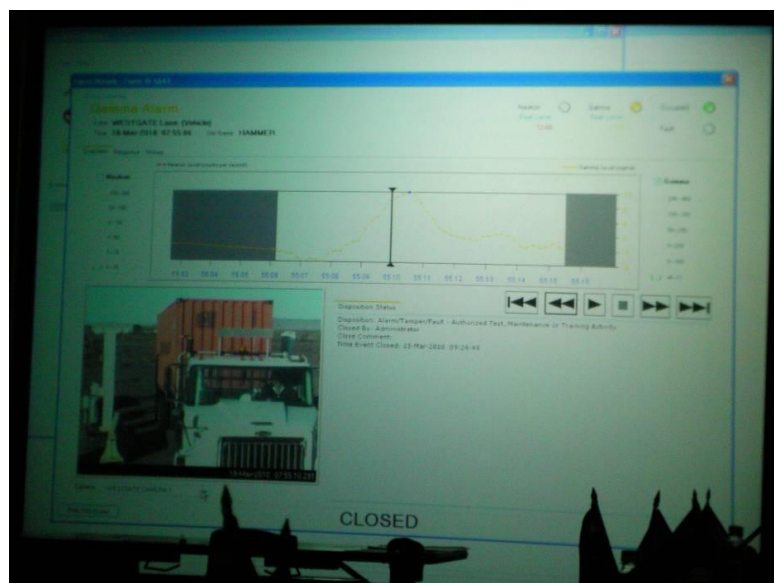
警報 3 之貨櫃響起伽瑪警報，經判讀分析其幅射分佈，發現其呈現非均勻分佈，且其點狀源有二個，表示貨物中有二個射源存在，其倉單表示，該貨櫃貨物為玩具，玩具出現伽瑪警報，且射源有二個，令人懷疑，故此案判斷需作二次檢查。



警報 5 之貨櫃響起伽瑪警報，經判讀分析其幅射分佈，發現其有點狀源存在，但其點狀源非分佈於貨物部分，係位於車頭的部分，教官表示，此種狀況有可能是司機剛作過放射性儀器的治療，為保險起見，仍需向司機再作確認，故此案需作二次檢查。(教官表示，只要有點狀源存在，其認為就需作二次檢查)

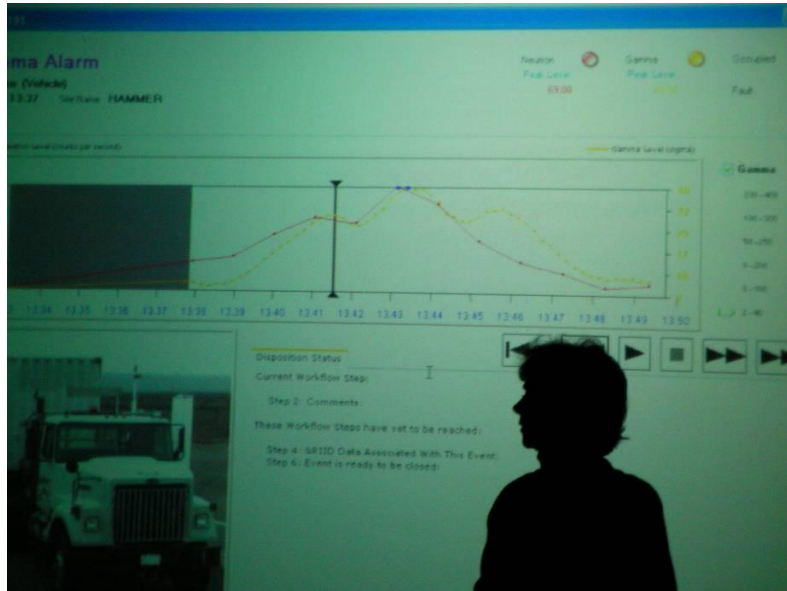
下午的課程正式開始，原定課程安排係至戶外實地執行二次檢查的練習，但因天候的關係，教官先安排觀看貨櫃通過入口監視器的畫面影片，帶領大家判讀相關警報資訊。

案例一：



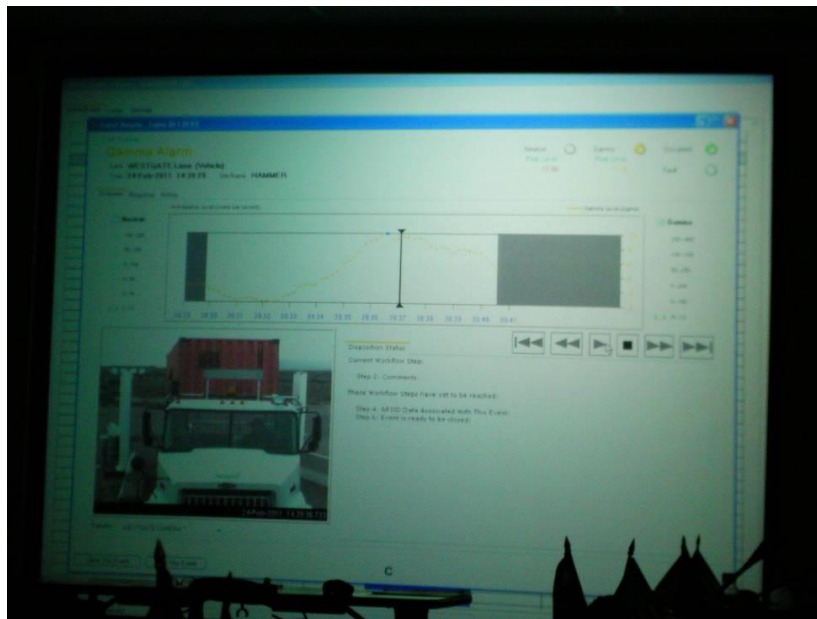
此案例響起伽瑪警報，伽瑪值為 11，經判讀分析其輻射分佈，發現有點狀源出現，依教官有點狀源即需二次檢查的原則，此案需進行二次檢查。(此案貨物為肥料，含有天然放射物鉀)

案例二：



此案例響起中子及伽瑪警報，伽瑪值為 17，經判讀分析其輻射分佈，發現有點狀源出現，依教官有點狀源及有中子警報即需二次檢查的原則，此案需進行二次檢查。(此案貨物為含輻射之礦砂)

案例三：



此案例響起伽瑪警報，經判讀分析其幅射分佈，發現在車尾處有點狀源出現，在車尾處之伽瑪值持續升高，且分佈不均勻，依教官有點狀源即需二次檢查的原則，此案需進行二次檢查。

案例四：



此案例響起伽瑪警報，伽瑪值少於 10，經判讀分析其幅射分佈，發現有二個點狀源出現，一在車頭後方，另一於貨櫃中間，依教官有點狀源即需二次檢查的原則，此案需進行二次檢查。

以上案例皆係由入口監視器操作員作判讀，操作員尚有一任務，就是需將其判讀資訊提示予二次檢查團隊，例如，提示有幾個高峰值、可能有幾個射源，點狀源高峰值大約位於車體何處等。

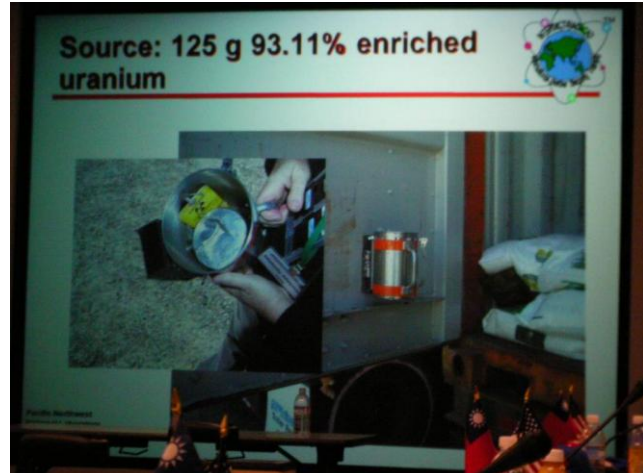
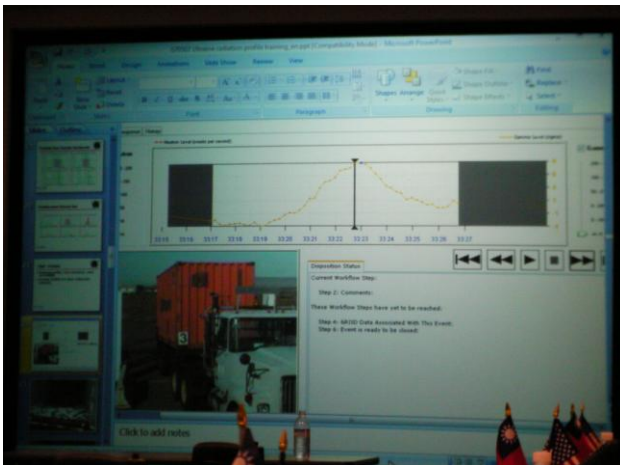
影片觀賞完畢後，應同學們之要求，教官乃帶隊至戶外實地執行二次檢查的練習，至現場後分成二隊執行二次檢查練習，本組(藍隊及白隊)負責檢查 3 號貨櫃，另一組(紅隊及黑隊)負責檢查 1 號貨櫃。



本組組員經判讀 3 號貨櫃的伽瑪警報後，發現有點狀源出現，且於車尾處有伽瑪值升高的狀況，經判定需作二次檢查，經同學們於貨櫃四周以手持儀器檢查後，發現四周均有幅射反應，經確定後發現射源為鉀 K-40，此與倉單顯示該車貨物係肥料的資訊吻合，但在車後伽瑪值升高處仔細檢查，發現有另一射源鈾-137 存在，原來此貨櫃係利用肥料作為掩護，欲運送鈾 137。

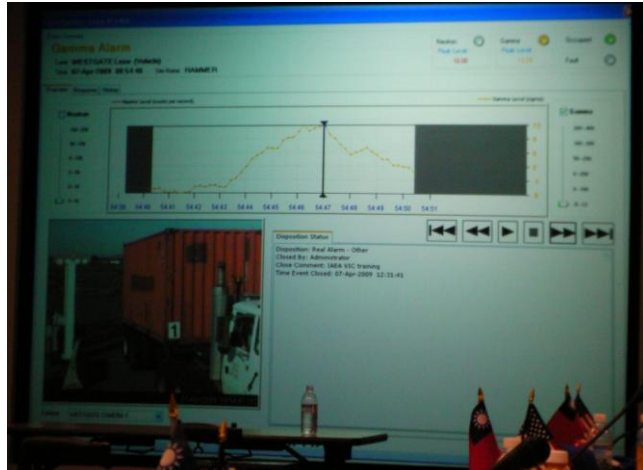
二組人員各自作完二次檢查後回到教室，教官繼續放映有關 1 號及 3 號貨櫃的相關照片周我們作解說。

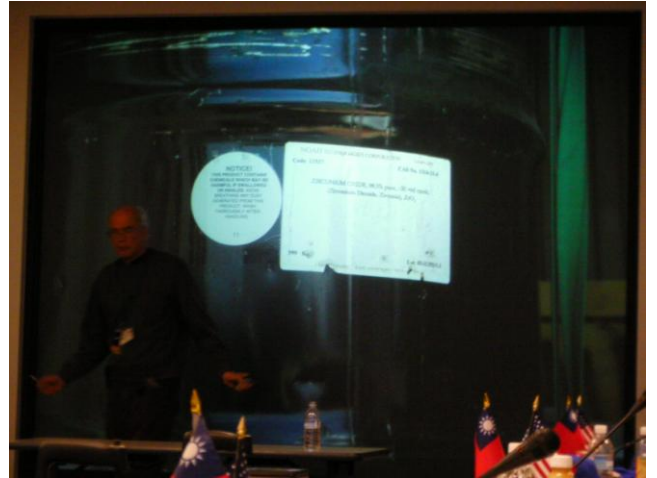
3 號貨櫃相片：



3 號貨櫃車尾處，現場儀器測量是鈾 137，但回教室後所顯示圖片卻是鈾。(因在課堂上忘記提問，因此不知何處有錯誤，依本人判斷，個人比較相信儀器，應是鈾 137)

1 號貨櫃相片：





心得及感想：

在 24 日下午的課程裡，學到了有關入口監視器相關警報的判讀及應注意事項，以及入口監視器操作員的主要任務及應搜集那些資訊提供給二次檢查團隊，最主要的還是有關二次檢查的實際演練，由教官教授一些儀器的操作、檢查的技巧、自我保護的知識及其他應注意事項，皆非常的實用，獲益匪淺。

報告主題： 實際演練入境港定點搜查活動

報告人：	經濟部國際貿易局	傅中美
	經濟部國際貿易局	林一奇
	經濟部國際貿易局	謝晴雯

今天課程主要係實地場景演練，學員分成 2 組「紅、黑組」及「藍、白組」採角色扮演輪換定點搜查，利用所有手持設備、PRD、RIID、Buster、光纖鏡、鐳射範圍偵測器等檢查儀器搜索自用箱型車及大卡車。

演練方式如下：1 組扮演輻射源走私者，包括司機及乘客，藏匿輻射源，另外 1 組扮演海關人員搜查該組藏匿在箱型車及大卡車內之輻射源；搜查完後，2 組人員角色對調重新演練。搜索過程如下：

1. 海關人員請司機及所有乘客下車，不能帶走車上任何物品，集中監管。
2. 以手持檢查設備檢查司機及所有乘客人員。
3. 地毯式搜索車輛輻射源，對所有可能藏匿地點均詳細查驗，查驗結果車鑰匙圈內小空間、改造可樂罐內、手電筒底部及車廂內及車廂後面都查有可疑物質。

圖 15：人員以手持檢查設備檢查司機及所有乘客





圖 16：地毯式搜索箱型車及大卡車。

結論與心得：

1. 司機及乘客不得攜帶任何物品下車，避免將有放射性武器夾帶下車丟棄。
2. 司機及乘客應集中監管，不能因讓其自由活動而有機會逃脫；乘客若說明要上廁所，仍應有人陪同監督。
3. 除了要搜查車子內外，對於司機及乘客應一併搜查。
4. 手提監測器使用前，應先清除背景後再使用；找到 1 個輻射物後，應再重新清除背景，再重新設定後才能繼續使用。
5. 手提監測器應穩定而緩慢移動，快速移動將無法偵測。
6. 武器運送者會先將 1 個無害的放射物質放在前面，真正有大規模毀滅性放射物質放在第 1 個後面，搜查人員搜到第 1 個後，容易以為已經找到放射物質，而疏忽後面真正有害物質，搜查人員應特別留意。

肆、結語

本次研習係由美國國務院係委託西北太平洋國家實驗室(PNNL)統籌辦理，美方不論在課程設計或是生活細節的安排上皆竭誠的接待我方參訓人員，務使我方人員得以在安全且舒適的情況下充分參與訓練課程。我方人員亦積極參與所有課堂內外的活動，台美雙方人員互動熱絡，並積極交流討論。

本次訓練透過課堂講授及現場實作並重的方式進行，美方講座各以其專業向我方參訓人員介紹生物武器、化學武器、放射性物質等物品，藉由增加對該等物品種類與風險的了解，實有助於提升我方參訓人員在執行戰略性高科技貨品出口管控工作上的知識與使命感。此外，輻射檢測儀器與入口監視器的使用，天然輻射源、飛彈與生化武器防範設備等實際展示，亦皆對我方人員增進實務上之經驗極有助益。尤其是課程最後一日的分組角色扮演，不僅讓參訓人員活用課程中所學內容與檢查、偵測技巧，更是令所有參訓人員印象深刻。對於美方課程設計方式及講座師資，我方參訓人員均十分肯定。

而課程進行中，我方參訓人員也就實務面踴躍提出問題，美方講座亦不吝將其所知之實務案例與我方分享。除藉此機會了解美方的實務經驗與處理方式外，並可增進各相關業務單位人員間相互溝通及瞭解，有助於爾後相關業務的推動與合作。而我方參訓人員在課堂中專注聽講、踴躍發問與充分參與討論，以及查驗實際操作時的表現，皆讓美方講座與工作人員表示肯定，並給予嘉許。

美國在出口管制及防止大規模毀滅性武器擴散等各方面的資源投入及執行成效，在國際間有目共睹。而其對於相關人員給予之專業訓練，以及對於第一線執行人員本身安全保護措施的重視，更是有許多值得我方借鏡之處。

附 件

附件 1：參訓人員名單

附件 2：課程表

Interdict/RADACAD**防止大規模毀滅性武器擴散訓練**

時間：100 年 2 月 21 日至 25 日

地點：美國華盛頓州里奇蘭(Richland, Washington, USA)

參加人員資料 (Participants Information)

單位名稱 (中英文)	姓名 (中英文)	職稱 (中英文)
國家安全局 National Security Bureau	陳志嘉 CHEN, CHIH-CHIA	組員 Officer
行政院國土安全辦公室 Office of Homeland Security, Executive Yuan	施貞如 SHIH, CHEN-JU	研究員 Research Fellow
行政院原子能委員會 Atomic Energy Council, Executive Yuan	劉新生 LIU, HSIN-SHENG	科長 Section Chief
行政院海岸巡防署 Coast Guard Administration, Executive Yuan	劉志慶 LIU, CHIH-CHING	科員 Officer
行政院海岸巡防署 Coast Guard Administration, Executive Yuan	林志祥 LIN, CHIH-HSIANG	科長 Section Chief
國防部軍備局 Armaments Bureau, MND	毛宣棠 MAO, HSUAN-TANG	副處長 Deputy Director
財政部基隆關稅局 Keelung Customs Office, M.O.F	謝孟帆 HSIEH, MENG-FAN	辦事員 Clerk

單位名稱 (中英文)	姓名 (中英文)	職稱 (中英文)
財政部基隆關稅局 Keelung Customs Office, M.O.F	吳家慶 WU, CHIA-CHING	課員 Officer
財政部臺北關稅局 Taipei Customs Office, M.O.F	張永良 CHANG, YUNG-LIANG	課員 Officer
財政部關稅總局 Directorate General of Customs, M.O.F	李焜輝 LEE, CHIUNG-HUI	課員 Officer
財政部臺中關稅局 Taichung Customs Office, M.O.F	羅進財 LO, CHIN-TSAI	課員 Officer
財政部臺中關稅局 Taichung Customs Office, M.O.F	林書偉 LIN, SHU-WEI	辦事員 Clerk
財政部高雄關稅局 Kaohsiung Customs Office, M.O.F	余文彰 YU, WEN-CHANG	課員 Officer
財政部高雄關稅局 Kaohsiung Customs Office, M.O.F	張益誠 CHANG, YI-CHEN	課員 Officer
法務部調查局 Investigation Bureau, Ministry of Justice	陳在鋒 CHEN, TSAI-FENG	科長 Section Chief
內政部警政署 National Police Agency, Ministry of the Interior	林慶揚 LIN, CHIN-YANG	專員 Executive officer

單位名稱 (中英文)	姓名 (中英文)	職稱 (中英文)
新竹科學工業園區管理局 Science Park Administration	黃景寅 HUANG, CHING-YIN	科員 Officer
中部科學工業園區管理局 Central Taiwan Science Park Administration	陳怡彥 CHEN, I-YEN	科員 Officer
南部科學工業園區管理局 Southern Taiwan Science Park Administration	楊聰敏 YANG, CHUNG-MIN	工商組外貿科長 Chief of Foreign Trade Section
經濟部加工出口區管理處 Export Processing Zone Administration, M.O.E.A.	羅玉雲 LO, YU-YUN	科員 Officer
經濟部戰略性高科技貨品鑑定與稽查小 組鑑定組(工業技術研究院) SHTC Verification and Investigation Task Force, M.O.E.A. (ITRI)	樊治齊 FAN, CHIN-CHI	組長 Division Director
經濟部戰略性高科技貨品鑑定與稽查小 組鑑定組(工業技術研究院) SHTC Verification and Investigation Task Force, M.O.E.A. (ITRI)	彭國樑 PENG, KUO-LIANG	法務專員 Legal Specialist
經濟部國際貿易局 Bureau of Foreign Trade, M.O.E.A.	傅中美 FU, CHUNG-MEI	科員 Officer
經濟部國際貿易局 Bureau of Foreign Trade, M.O.E.A.	林一奇 LIN, YI-CHI	技士 Associate Technical Specialist
經濟部國際貿易局 Bureau of Foreign Trade, M.O.E.A.	謝晴雯 HSIEH, CHING-WEN	辦事員 Clerk

課程表

Date/Time	Subject	Instructor
Monday, February 21, 2011 – Day 1		
0900	Welcome and Course Introduction	Cindy Parnell/PNNL
1015	Break	
1030	US State Department Overview	Mi-Yong Kim/State Department
1050	Break	
1100	Introduction to Weapons of Mass Destruction	Paul Booker/PNNL
1130	WMD Threat	Paul Booker/PNNL
1200	Lunch/Photo	
1245	General Radiation Training	Matt Smith · Dade Moeller
1345	Break	
1400	Tabletop Discussions Rotation 1 : Uranium Enrichment Rotation 2 : Plutonium Production Rotation 3 : Biological Weapons Rotation 4 : Chemical Weapons Rotation 5 : Missile/MANPAD	Steve Baker/ORNL Chuck Willingham/PNNL Bob Fellows/PNNL Tim Hubler/PNNL Paul Booker/PNNL
1700	Questions/Closeout	Cindy Parnell/PNNL
Tuesday, February 22, 2011 – Day 2		
0900	Hands-on with PRDs, Survey Meters, and RIIDs	Matt Smith/PNNL
1045	Break	
1100	Radiation Portal Monitors	Jerry Sorensen/PNNL
1145	Lunch	
1215	Discussion of Field Exercises/Transport to POE	Cindy Parnell/PNNL
1230	Demonstrate use of Vehicle & Personnel Portal Monitors	Team/PNNL
1430	Transport to Missile	
1435	Missile Experience	Paul Booker/PNNL
1505	Transport to Al Alm	
1510	Practical Demonstrations Rotation 1 : NORM Exempt Sources Rotation 2 : Demonstration of Uranium Rotation 3 : Neutron Demonstration Rotation 4 : Vehicle Search	Team/PNNL

Date/Time	Subject	Instructor
1720	Return to Classroom	
1730	Questions/Closeout	Cindy Parnell/PNNL
Wednesday, February 23, 2011 – Day 3		
0900	Radioactive Material Transport	Richard Pierson/PNNL
1010	Break	
1020	Radiological Weapons Materials	Chuck Willingham/PNNL
1115	Lunch	
1200	Nuclear Smuggling with Case Studies	Dave Campbell/LLNL
1315	Break	
1330	Briefing on Exercise/Depart for Port of Entry	
1345	Passenger Vehicle Team Exercises using Handhelds	Team/PNNL
1450	Return to Classroom	
1500	Biological Weapons	Bob Fellows/PNNL
1600	Questions/Closeout	
Thursday, February 24, 2011 – Day 4		
0900	Basics of Chemical Weapons	Tim Hubler/PNNL
1000	Break	
1010	Alarm Response Procedures	Bridget Bersell/PNNL
1210	Lunch	
1300	Briefing on Afternoon Exercises	
1315	Parade of Containers through Portal Monitors Primary to Secondary Determination	Bridget Bersell/PNNL
1415	Depart for POE for Secondary Inspections	
1635	Return to Classroom	
1645	Questions/Closeout	Cindy Parnell/PNNL
Friday, February 25, 2011 – Day 5		
0900	Briefing on Static Search Activities at POE	Dave McKinney/Retired CBP
0915	Depart for POE	
0920	Search Rotations - Using all handheld equipment, PRD, RIID, Buster, Fiber Optic Scope, Laser Range Finder, Survey Meter	Team/PNNL
1200	Return to Classroom	
1210	Critiques/Graduation	Cindy Parnell/PNNL