

出國報告（出國類別：參加會議）

# 2025 年第 15 屆 CBRNe 防護研習會 心得報告

服務機關：臺中榮民總醫院毒物醫學部

姓名職稱：紀舒媚 工程師

派赴國家/地區：瑞典

出國期間：114 年 9 月 30 日至 114 年 10 月 2 日

報告日期：114 年 10 月 20 日

## 摘要

第 15 屆 CBRNe 防護研習會於 2025 年 9 月 30 日至 10 月 2 日在瑞典舉行。此次會議由毒物醫學部分析毒物科毛彥喬科主任與職代表臺中榮總參加。CBRNe 聚焦於化學性 (Chemical)、生物性 (Biological)、放射性 (Radiological)、核能 (Nuclear)、及高能爆炸物 (Explosives) 等威脅的防禦，匯集全球專家學者與實務人員共同探討 CBRNe 防護之最新技術、應變策略與未來發展方向。

會議內容包括多場專題演講、海報發表及展覽活動，展示各國在防護裝備、偵測技術與應變方面的最新成果。此次與會使職受益良多，不僅深化對分析與防護技術的專業認識，亦拓展國際視野，了解全球 CBRNe 防護領域的最新趨勢。感謝長官提供此次寶貴的學習機會，職將持續精進專業，並致力於將所學應用於工作中，為醫院貢獻自己的力量。

關鍵字：CRRNe 防護、韌性醫療、分析技術

# 目次

一、 目的 .....	1
二、 過程 .....	1
三、 心得 .....	7
四、 建議事項 .....	8
(一) 研討會資訊電子化	
(二) 分析技術人員須持續增進能力	
(三) 增進臨床醫師與分析技術人員的雙向交流	
(四) 評估化學武器防禦與韌性醫療發展	
五、 附錄 .....	9

## 一、目的

隨著對岸加強對我國的軍事活動，兩岸關係的不確定性日益升高，近年來政府推動「韌性醫療」政策，旨在建立於戰爭或其他重大災難發生時能持續運作之醫療體系。本院毒物醫學部分析毒物科毛彥喬主任與職奉派參加於瑞典舉行之 2025 年第 15 屆 CBRNe 防護研習會 (CBRNe Protection Symposium)。該研習會旨在推廣與交流如何預防、偵測及應對可能造成大規模傷亡之危險物質或武器，藉此強化各國對各類威脅之防護能力。

## 二、過程

### (一) 會議簡介

CBRNe 聚焦於化學性 (Chemical)、生物性 (Biological)、放射性 (Radiological)、核能 (Nuclear)、及高能爆炸物 (Explosives) 的防禦。主題涵蓋創新、偵測、韌性與管理。作為歐洲規模最大的 CBRNe 防禦會議，此研討會每三年舉辦一次，今年由瑞典國防研究院 (Swedish Defence Research Agency, FOI) 主辦。會期共三天 (9 月 30 日至 10 月 2 日)，內容包括多場專題演講、海報發表與展覽活動，匯聚來自全球的專家與實務人員，共同探討 CBRNe 防禦領域的最新技術與未來發展方向。

### (二) 專題演講

#### 1. 新興威脅

講者 Christina Baxter 曾任美國國防部反恐技術支援辦公室 CBRNe 計畫經理，目前為 Emergency Response TIPS, LLC 的執行長。本場講座介紹 CBRNe 的威脅，以下整理幾項主要威脅：

- 汽油彈 (Molotov Cocktail)

部分新型汽油彈會加入聚苯乙烯發泡材，使其與易燃液體混合後呈現黏稠凝膠狀，因而更易黏附於目標物上並持續燃燒，導致火勢更難撲滅。對於救援單位而言，應評估並強化對大量嚴重燒傷患者的應變與照護能量。就第一線救援人員的防護裝備而言，應優先採用不易熔化且具耐熱性的阻燃材料，而非僅依賴表面防燃處理的織物，以避免材質熔化後黏附於皮膚、導致嚴重傷害。

- 腐蝕性攻擊 (Corrosive Attacks)

常見的腐蝕性攻擊物質包括硫酸與氫氧化鈉等，接觸後會造成持續性灼傷。傳統以大量清水沖洗的去污方式雖能稀釋腐蝕性物質，但若水量不足，可能導致稀釋效果有限，甚至使液體擴散，增加受傷面積。此外，現場救援人員若未配戴防護裝備，也容易因接觸殘留物而發生次級傷害，使單一事件擴大為群體性傷亡。因此，建議初步應變時應先以吸附或移除方式處理可見的腐蝕性物質，以降低擴散風險並提升去污效率。

- **自製辣椒噴霧 (Homemade Pepper Sprays)**  
一般市售的辣椒噴霧以水為基底，而部分自製版本則以辣椒粉、異丙醇及植物油等成分調製，基質為油性。若誤以清水沖洗油性噴霧，可能加重皮膚的灼熱與不適。正確的處理方式應以乾淨的纖維布輕柔吸附，避免摩擦造成刺激擴大。
- **二元裝置 (Binary Devices)**  
二元裝置係指將兩種相對無害的化學物質混合後生成第三種有毒氣體的裝置。氯氣因為前驅物較易取得，為可能被濫用的氣體之一。有毒氣體事件現場應優先採取避難、隔離與通報等安全措施。事件的偵測與監控應由受過訓練之專業人員使用適當的遠距偵測儀器進行，並配合周邊環境監測以判斷是否發生化學反應或逸散。



圖 1、新興威脅總覽表

## 2. 針對低生物量環境樣本的定序技術

講者 Russell J. S. Orr 任職於挪威國防研究機構 (Norwegian Defense Research Establishment, FFI)。本場講座介紹其研究：評估 Oxford Nanopore Technologies (ONT) 的 Rapid PCR Barcoding Kit 在 DNA 濃度遠低於建議輸入量的情況下，應用於超低生物量環境基因特徵解析的可行性。研究結果顯示，該方法能以極少量 DNA 進行定序，適用於環境監測及病原體偵測。其優點包括高度攜帶性與即時分析能力，有助於解析環境中潛在病原體的基因特徵。

**Conclusion:**  
 "ONT Rapid PCR Barcoding Kit enables long-read sequencing of metagenomes from limited DNA and is suitable for environmental monitoring, including "rapid" pathogen detection"

**Positives**

- Portable (field)
- Real-time detection
- Sensitive
- Longer reads (advanced questions: MAGs)

**Negatives**

- Lower sequence depth compared to Illumina
- Can miss short/fragmented DNA
- Needs good quality DNA to start with... Shit in → Shit out!

FFI

圖 2、ONT Rapid PCR Barcoding Kit 應用於低生物量樣本

### 3. 利用機器學習促進危險化學物質的鑑定

講者 David Wishart 博士為加拿大阿爾伯特大學 (University of Alberta) 生物科學系與電腦科學系的教授，在代謝體學領域享有重要聲望。其研究團隊至今已建立超過十萬種存在於人體內的代謝物資料，並建置 Human Metabolome Database (HMDB)，這個資料庫公開且免費，可以供研究人員自由查閱。他的實驗室也積極應用機器學習與人工智慧，開發化學資料庫與軟體工具，以協助代謝物、藥物、農藥及天然產物的鑑定與分析。

本場講座首先介紹化學語言模型 (Chemical Language Models, CLM)，在此模型中每一個化學分子可以由 SMILES 字串表述結構，CLM 可以學習化學結構與合成邏輯，並計算出可能的新物質結構 (CLM-Generated Structures)。除了利用機器學習模擬新的物質結構，模型還可以預測這些新結構的分析訊號，包含 MS/MS 質譜碎片、NMR 訊號等，進而建構出大型的模擬光譜資料庫 (*in silico* Spectral Libraries)，以協助快速鑑定出前所未見的危險化學物質。

**CLMs Are Very Good At Predicting Harmful Chemicals**

A deep generative model enables automated structure elucidation of novel psychoactive substances

Michael A. Winkler, et al. (2019), *Nature Reviews Chemistry*, 1, 1-12

1 62,674 / 437,581 (14.2%)	2 41,294 / 437,581 (9.4%)	3 30,371 / 437,581 (6.9%)	5 20,314 / 437,581 (4.6%)
11 7,163 / 437,581 (1.6%)	17 3,095 / 437,581 (0.7%)	18 2,021 / 437,581 (0.7%)	20 2,006 / 437,581 (0.6%)

圖 3、CLM 運用於預測有害物質之分子結構

#### 4. 可攜式高效液相層析儀

講者 Kamila Lunerová 博士任職於捷克的國家核能、化學與生物防護研究所。本場講座介紹其團隊開發的可攜式高效液相層析儀 (Portable High Performance Liquid Chromatograph, Portable HPLC)。此儀器不同於傳統 HPLC 體積龐大的設計，而是經過小型化與模組化改良，整體重量小於 10 公斤，可於戰爭或災害現場進行快速樣本分析。此系統結合 UV-Vis 吸收偵測與螢光偵測功能，能在短時間內完成複雜樣品中多種化合物的分析。研究結果顯示，此裝置可成功分析包括炸藥、燃燒產物等危害物質，展現 Portable HPLC 作為行動實驗室分析工具的高潛力與實用性。

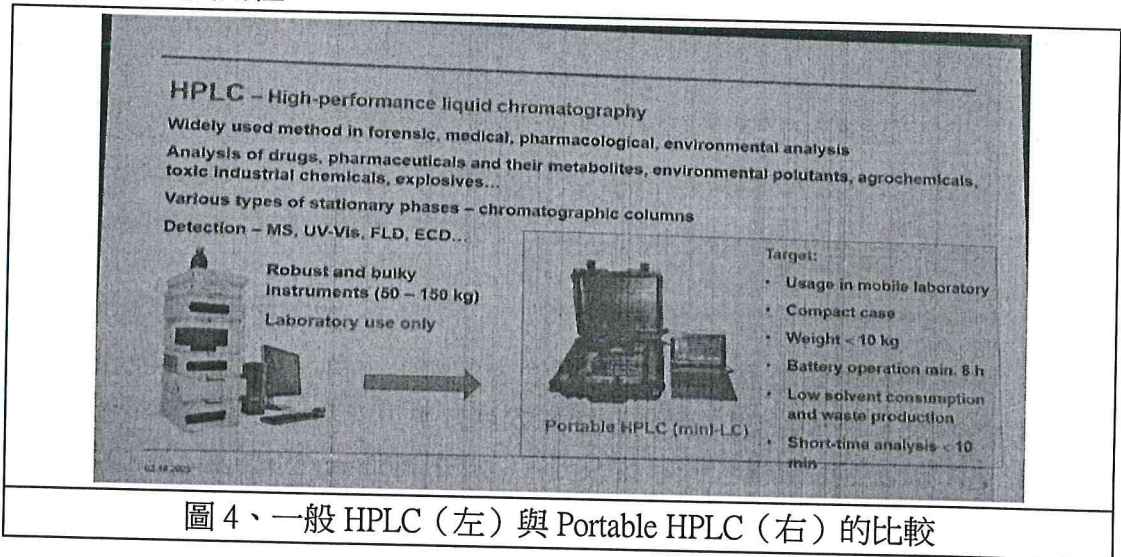


圖 4、一般 HPLC (左) 與 Portable HPLC (右) 的比較

### (三) 展覽

#### 1. 急救自動注射器 (First Aid Autoinjectors)

CHEMPROTECT 公司展示了一系列用於化學中毒急救的自動注射器產品。其中 MELORIX 為一款雙腔式注射裝置，內含三種藥物成分：Atropine、Pralidoxime 及 Midazolam，主要用於治療神經毒劑或有機磷化合物中毒患者，協助現場人員在短時間內完成緊急救治。



圖 5、解毒劑產品，包括 Singlepen 和 Doublepen



圖 6、MELORIX

## 2. 手持式化學物質探測器 (Handhold Chemical Agent Detectors)

BRUKER 推出的 RAID-M100 PLUS，採用離子遷移光譜技術 (Ion Mobility Spectrometry, IMS)，用於探測化學戰劑及有毒工業化學品，可應用於人員、裝備、車輛及地面。



圖 7、裝置本體與電腦



圖 8、裝置體積小，可以單手操作

## 3. 可式氣相層析質譜儀 (Portable GC-MS)

與實驗室大型 GC-MS 不同，INFICON 推出的 HAPSITE CDT 為可攜式裝置，長與寬各約 50 公分，高約 20 公分，採用四極桿質譜儀，並將大型裝置的插電設計改為電池供電，實驗室的氣體管線則改為氣體罐。此裝置便於移動，可用於現場快速辨識化學戰劑、第四代神經毒劑以及其他有毒化學物質，協助識別環境潛在威脅。



圖 9、裝置本體

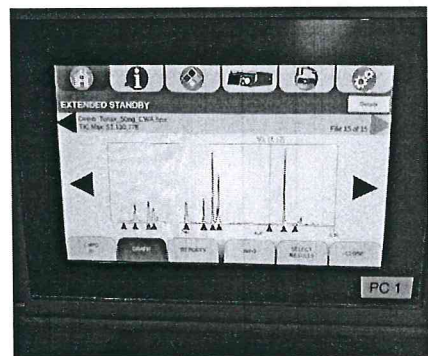


圖 10、即時分析畫面。



圖 11、氣瓶、電池與樣品蒐集組件。



圖 12、載氣氣瓶，選用氦氣。

4. 去汙工具 (Decontamination Kit)

展覽現場亦有多家廠商展示各式去汙液與去汙包等產品。此類去汙工具設計輕便、易於攜帶，能在第一時間有效去除神經毒劑等高危險性化學物質，協助現場人員迅速執行初步防護與污染控制，降低暴露風險並爭取後續醫療與應變的黃金時間。



圖 13、除汙液現場展示

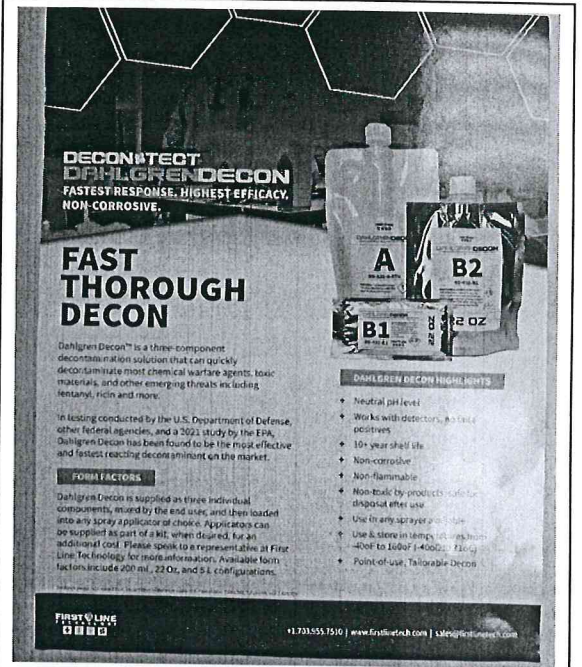


圖 14、除汙液使用說明

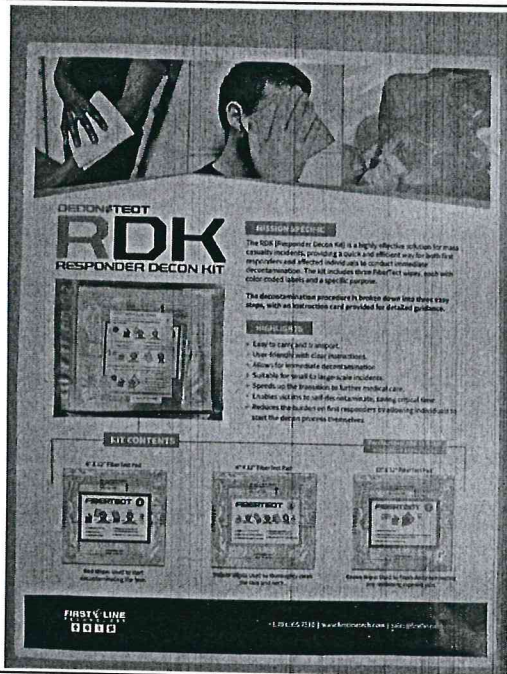


圖 15、除汙包使用說明



圖 16、除汙包現場展示

### 三、心得

謝謝院長及各位長官的支持，讓職能參加這次的國際會議，與來自世界各地的專家進行討論和交流，這次研習會為職提供一個寶貴的平台來了解全球 CBRNe 防護的最新發展趨勢和應用技術。以下為從此次研習會所觀察到的國際趨勢：

- **各國對國防科技領域的重視與持續投入**  
本次會議在會場中可觀察到各國國防科技研發機構皆有派員參與，例如瑞典國防研究院（Swedish Defence Research Agency）、挪威國防研究機構（Norwegian Defense Research Establishment）、捷克國家核能、化學與生物防護研究所（National Institute for NBC Protection）、南韓國防科學研究所（Agency for Defense Development）、新加坡國防科技研究院（DSO National Laboratories）。顯示各國對國防科技的重視與持續投入，亦反映出各機構對 CBRNe 研習會的高度關注。
- **透過國際交流強化防護與應變能量**  
國際禁止化學武器組織（Organization for the Prohibition of Chemical Weapons, OPCW）設有科學諮詢委員會（Scientific Advisory Board, SAB）。SAB 目前關注的技術領域涵蓋合成生物學、無人機、化學鑑識以及人工智慧等。其研究成果與建議會提供給 OPCW 成員國參考。SAB 的設立對於資源有限、較難自行發展國防科技的國家尤其重要，因為這樣的資訊交流有助於強化國防科技發展，提升各國因應潛在新興威脅的應變能力。
- **分析儀器縮小化，打造行動實驗室**  
在檢驗實驗室中常見的儀器，如液相層析儀（LC）、氣相層析質譜儀（GC-MS）及基因定序儀等，本次展覽中可見各研究單位與廠商致力於縮小分析儀器體積、提升攜帶便利性之研發趨勢，期望能使分析作業更具機動性與現場應用性。此外，亦有團隊探討當檢體總數量龐大、或是單一檢體量極為有限時，是否仍能維持分析的準確性與穩定性，以應對實際應變或現場檢測的需求。

## 四、建議事項

### (一) 研討會資訊電子化

本次會議並未提供紙本議程表，而是透過官方網站或行動應用程式查閱相關資訊。建議未來舉辦研討會，可考慮以掃描 QR Code 進入會議資訊網頁或是以應用程式呈現會議資訊。

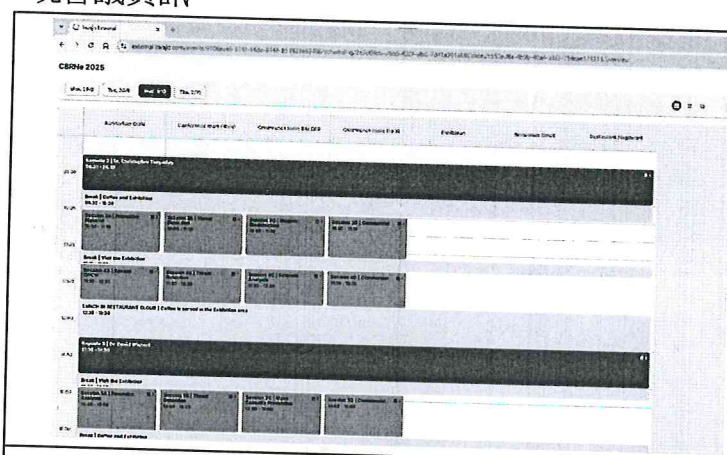


圖 17、網頁版議程，點選可查看講者細節與摘要

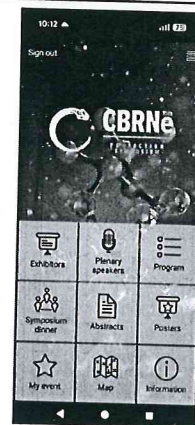


圖 18、會議應用程式

### (二) 分析技術人員須持續增進能力

隨著毒物及化學武器偵測技術的快速發展，新技術方法不斷湧現，分析技術人員需持續提升自身專業知識、掌握最新技術趨勢。建議透過定期參加技術會議或工作坊，以提升分析能力。

### (三) 增進臨床醫師與分析技術人員的雙向交流

分析技術在化學武器的偵測中扮演關鍵角色，而醫師則於診斷與應變過程中不可或缺。因此，分析技術人員與醫師之間雙向交流極為重要。分析技術人員具備專業技術，能向醫師說明技術原理及檢驗侷限。臨床醫師則擁有豐富的醫學知識與經驗，可以協助釐清檢測需求，並詮釋分析結果之臨床意義。因此，建議未來可舉辦雙向交流活動，如討論會或共同研究計畫，以強化雙方之交流。

### (四) 評估化學武器防禦與韌性醫療發展

我國目前在神經毒劑等化學武器的偵測與應變領域發展仍相對有限，毒物醫學部現有臨床醫師與分析技術人員，建議院方可評估並爭取參與政府韌性醫療體系中與化學武器相關的防禦部署。藉此，本院可在韌性醫療體系中扮演關鍵角色，進一步促進國家安全防護能力的提升。

五、 附錄



圖 19、會場安全檢查

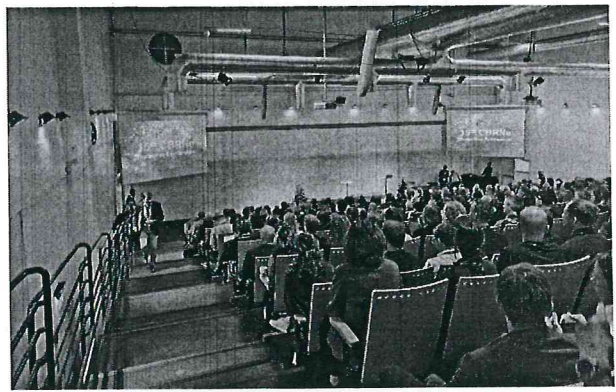


圖 20、會議現場



圖 21、廠商展示新型防護服

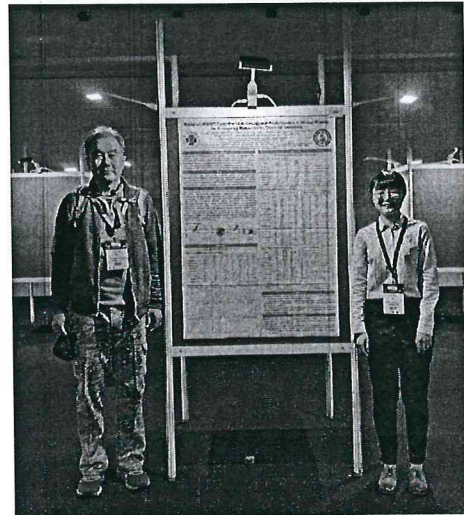


圖 22、與毛彥喬科主任於本院海報前合影



圖 23、與三軍總醫院何政軒醫師  
（左一）合影

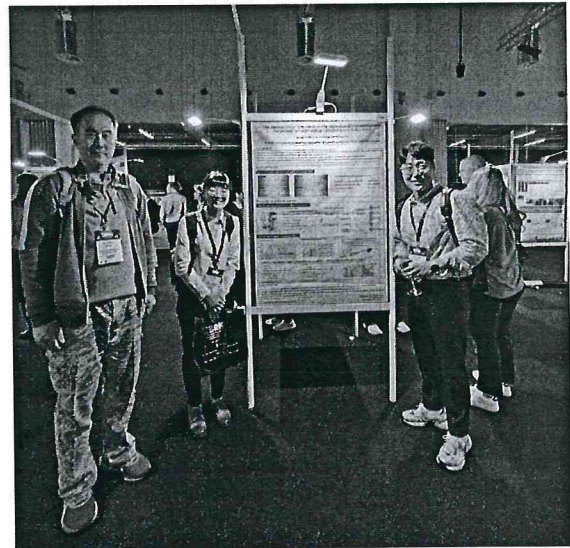


圖 24、與南韓國防科學研究所技術專家  
Jeong-Yu Son（右一）合影