

出國報告（出國類別：研究）

參加美國生物安全研討會及美國生物防護訓練中心研習

服務機關：行政院衛生署疾病管制局

姓名職稱：疾病管制局第四組王宗曦科長

國防部預防醫學研究所陳信銘主任

疾病管制局第四組石雅莉護士

派赴國家：美國

出國期間：中華民國 95 年 10 月 12 日至 10 月 20 日

報告日期：中華民國 96 年 1 月 12 日

摘 要

本次於 95 年 10 月 12 日至 95 年 10 月 20 日赴美國參加生物安全會議訓練課程及至馬里蘭州研究反恐相關設施及應變作為，會議係為美國生物安全協會（American Biological Safety Association，ABSA）主辦之第 49 屆美國生物安全會議（The 49th Annual Biological Safety Conference），此會議的主要贊助者為 Elizabeth R. Griffin Research Foundation，今年度會議共舉辦二十四場次與生物安全議題相關之研習課程，會議中並邀請多位專家發表奈米科技、除污及運用志工支援 Katrina 颶風災害等專題報告。另於本次行程最後一日至 Battelle Memorial Institute 及 EIA 公司參訪，藉由參與國際會議、會議前課程訓練與參訪等，獲知美國反恐使用之活動實驗室及偵檢等相關設施，日後在規劃建置生物防護訓練中心等業務，將有實質之幫助，並可藉此次參與生物安全國際會議，了解國外在生物防護及反恐方面之新知，並藉此建立國際合作之管道，達到積極參與國際事務及國際交流之目的。

目 次

一、目的-----	3
二、行程與工作紀要-----	4
三、生物安全課程及會議內容重點-----	5
(一) 實驗室生物警戒-----	5
(二) 生物安全之基本要素-----	7
(三) 生物安全和應變-----	17
(四) 會議內容重點 (10 月 16 日) -----	18
四、生物防護訓練中心參訪內容重點-----	23
五、心得-----	32
六、建議-----	33

一、目的

本次出國研究之目的有二；第一前往美國參加美國生物安全協會（American Biological Safety Association，ABSA）所舉辦的第 49 屆年會及會前會課程，希望藉由積極參與國際生物安全組織舉辦之各項學術研討會，吸取生物安全及生物防護之最新科技。第二是前往馬里蘭州 Battelle Memorial Institute 了解反生物恐怖攻擊之醫學應變策略，原計劃 10 月 17 日至美國陸軍生物化學指揮部(US Biological & Chemical Command)位於華盛頓特區之 Edgewood chemical biological training center 及參訪以學習美國軍方之生物防護訓練經驗，但因參訪對口單位之 Biological respond team 指揮官 Dr. Peter Stopa 於 10 月初發現肺癌末期住院，並於 10 月 15 日因併發症過逝，導致無法參訪該中心內部；但 Dr. Peter Stopa 生前已另行聯繫其軍方同僚，安排至美軍生物偵檢技術開發之協力公司 EIA 公司，由幾位專家簡報美國州政府生物防護體系建立、活動實驗室及偵檢等經驗，並互相交換經驗與意見，除可獲得生物防護等重要國際趨勢及最新資訊，並期作為日後規劃建置生物防護訓練中心之參考。

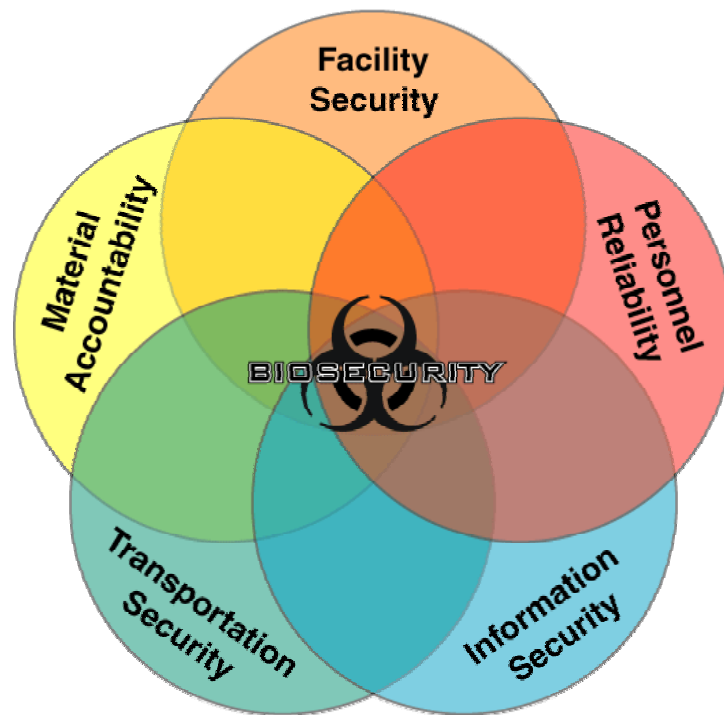
二、行程與工作紀要

日期	工作日誌	地點
95/10/12(四)	啓程	台北→美國安哥拉治→紐約
95/10/13(五)	轉機	紐約→波士頓
95/10/14(六)	研習生物安全防護	波士頓
95/10/15(日)	研習生物安全防護	波士頓
95/10/16(一)	研習生物安全防護	波士頓
95/10/17(二)	轉機	波士頓→華盛頓特區
95/10/18(三)	研習反恐訓練中心 設置	華盛頓特區
95/10/19(四)	轉機	華盛頓特區→洛杉磯→台北
95/10/20(五)	返程	台北

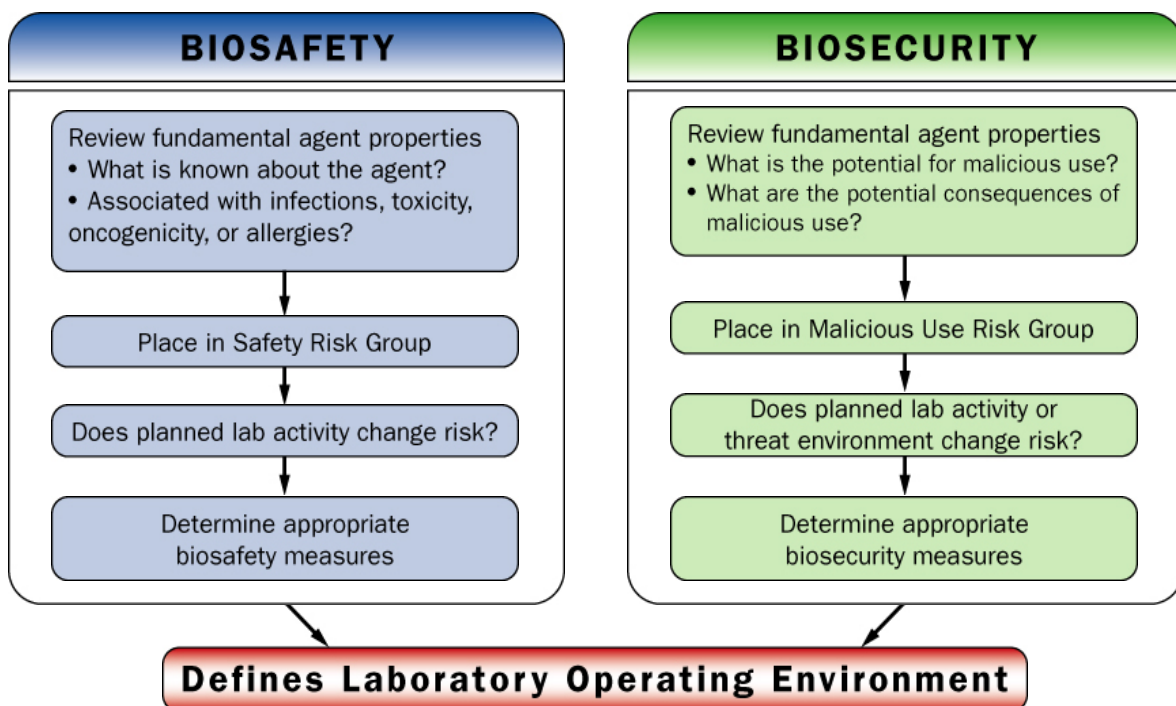
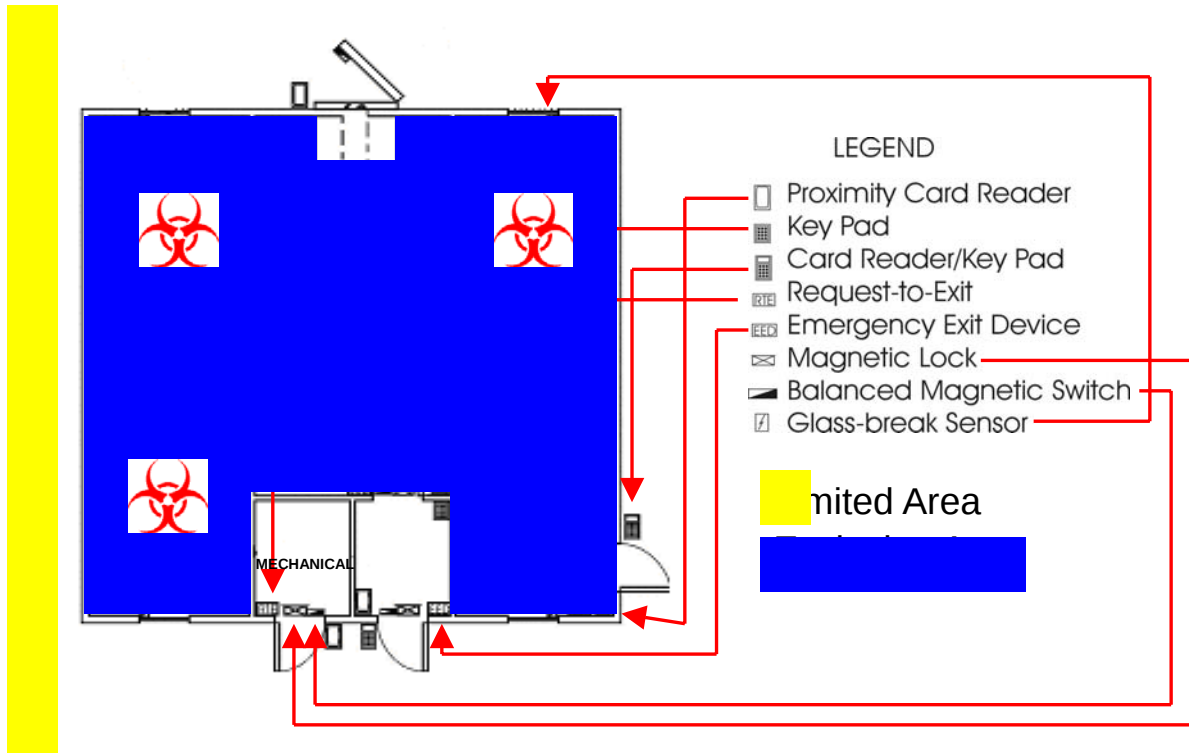
三、生物安全課程及會議內容重點

（一）實驗室生物警戒（Laboratory Biosecurity）：

此訓練課程主要是在訓練學員了解生物警戒之要項及如何將生物安全（Laboratory Biosafety）與生物警戒結合。在實驗室安全的認知上，一般僅著重於如何保護操作者及避免生物性材料洩漏；但對於這些生物性材料失竊防制往往遺漏，尤其是生物恐怖主義之威脅。這個課程教導學員如何去評估生物警戒區域的等級，以及這些等級的安全警戒措施。因此，課程中除以實例或設計圖對生物警戒要項作詳細之介紹外，並詳述各警戒區之應有作為。（如下圖）



此外，對於生物安全與生物警戒如何相應也是課程重點，本課程之內容我們將引介至國內，讓我國之生物安全更加完備。



(二) 生物安全之基本要素 (Fundamentals of Biosafety)

1. 前言

(1) 微生物是地球生命之基礎

- a. 擔任製造者及破壞者，例如：微生物可長成菇類作為食物來源。
- b. 促進健康及導致疾病，例如：大腸桿菌可以合成許多維他命（包括維他命 K 及維他命 B）供宿主吸收與利用，可促進人類身體健康。但是大腸桿菌的某些「壞份子」也是人類一些重要的感染病原菌，如大腸桿菌導致人類泌尿道感染，另外也是全球人類經飲食傳染的重要病原菌之一。
- c. 新挑戰的來源：新興傳染性病原。
- d. 微生物是我們的朋友，有時也是我們的敵人。

(2) 微生物的不同點

a. 原核生物

- 細菌：種類繁多、分布廣，根據細菌形狀，可區分為球菌、桿菌、弧菌與螺旋菌等。
- 給與適當的養分，細菌可不斷的自行複製。
- 細菌高適應性：一般細菌生長的最適宜溫度在 20~45°C 之間，有些細菌卻能在高達 100°C 的沸水或在 0°C 左右的環境中生長繁殖。有些細菌甚至可以抵抗放射物的物質。
- 孢子是細菌的特殊生存結構，對熱、化學、乾燥和壓力有耐受性。

b. 真核生物

- 真菌 (fungi)：屬於異營生物，可從動物屍體、落葉、麵包、水果及牆壁等獲得養分。可造成口腔、咽喉、肺臟及皮膚等的感染。
- 原生動物 (Protoza)：原生動物中有三分之一為寄生蟲。
- 酵母 (Yeast)

c. 病毒

- 寄生於活細胞內才能生長繁殖（絕對細胞內寄生），無法利用人工培養基培養，必須養在活細胞或活體動物。
- 病毒藉著特殊的辨識方式進入合適的宿主細胞後就進行複製，此

時的宿主細胞被病毒當作病毒核酸及病毒蛋白的工廠，病毒與宿主細胞互相競爭製造個自所需的 mRNA 及蛋白質。

- d. Prions：感染性蛋白顆粒（protein infectious particles）。在傳染性海綿狀腦病變（transmissible spongiform encephalopathy）中扮演重要的角色。例如歐洲的狂牛症（Bovine Spongiform Encephalopathy，BSE）、羊的搔癢病（scrapie）、人類的古茲菲德-雅各氏症（Creutzfeldt-Jacob disease，CJD）及人類之古魯症（Kuru）相關。

2. 感染性疾病傳播之原則

(1) 直接傳染與間接傳染：

- 直接傳染係指傳染病原直接由受感染宿主或傳染窩傳至被感染者，如 SARS、流行性感冒等。
- 間接傳染病疾病：經由接觸無生命的物體，如受污染的玩具、床鋪、食物、水或蟲媒等傳染至可感受之宿主的過程，如炭疽、瘧疾、食物中毒及毒素等。

(2) 毒力(virulence)及感染力（infection）：

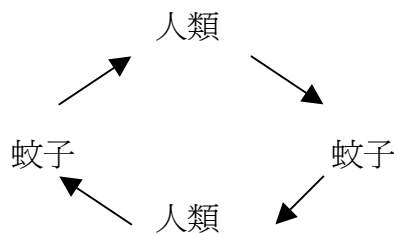
- 毒力(virulence)：指病原體致病力的程度或致病強度。通常以能在某一段時間內破壞或殺死特定程度的接種動物時的劑量或細胞數目來表示；可以作為病原體侵入宿主組織及造成疾病或惡化程度的指標。
- 感染力（infection）：微生物在寄主內生長；感染並不是都會導致寄主的傷害(即疾病)，例如 HIV 感染但不代表已得到 AIDS。
- 伊波拉病毒及 SARS 即是高感染力及毒力強的微生物
- 感染劑量（infection dose）：可使 50% 人群感染的劑量。

疾病	劑量	途徑
結核病	< 10	吸入
瘧疾	10	靜脈
傷寒	10^5	食入
霍亂	10^8	食入

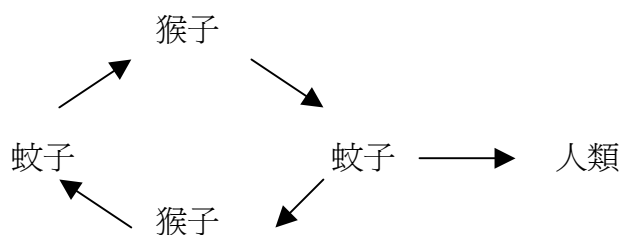
(3) 微生物傳染途徑

- 飛沫傳染：呼吸道感染的微生物，極易由飛沫傳染，呼吸道微粒約 1-10 μm 。飛沫的形式包含附著在物品表面的飛沫、吹氣、打開瓶子及抽痰等過程中產生的飛沫。
- 接觸傳染：直接接觸傳染通常和帶原者具有密切接觸有關，也能在兩位病患之間透過握手、接觸等方式發生；間接接觸傳染，通常是透過中間物質輸送傳播到另一個人的身上，通常發生在人員移動、照護、或者執行治療...等，需要直接接觸病患或其週邊裝備設施的活動時。手部是最傳染的部位，因此，研究人員的雙手更不應碰觸臉、眼等部位。
- 人畜共通疾病(Zoonoses)：是指會傳染給人的動物疾病，其種類繁多，遭動物叮咬或與動物直接或間接的接觸，甚至飲用污染的牛奶都可能因此受到感染。

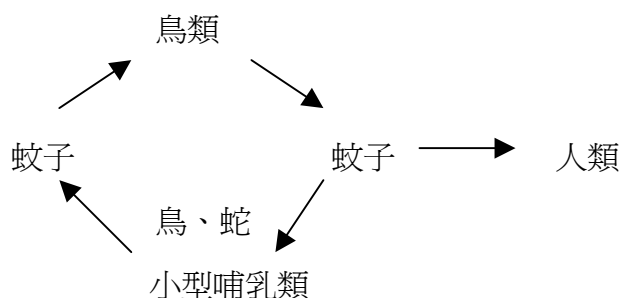
節肢動物傳染途徑（都市循環）



節肢動物傳染途徑（森林循環 1）



節肢動物傳染途徑（森林循環 2）



3. 職業衛生

在2004年五月，波士頓大學有2名工作人員因呼吸道感染而生病，當時沒人懷疑是實驗室污染，一直到另一位研究人員也在9月發病後，才被證實是因實驗中接觸兔熱病菌而感染，此三位波士頓大學研究員的傳染，使得開始重視實驗室安全上的問題。雖然許多的實驗室感染是不明顯的，但卻是可以被預防的。研究人員在研究未知病原微生物領域時，常需面對的危險性甚至於致命性的問題，但自從五十多年前開始有人以文獻收集、問卷及訪查進行調查工作以後，已被介定為一普遍性存在於各級實驗室的問題，並廣受世人之重視，以調查研究者Sulkin及Pike之數據為例，他們在1979年報告全球的實驗室累計（於1949年起）了各種病原體感染病例達4,079例之多，並有168死亡案例發生。

- 為何實驗室相關的感染是難掌握及不明顯的：可能原因包含感染後之症狀不明顯或症狀似感冒、雖有症狀但不好意思說、醫院未認真調查、警覺性低，未進行調查或報告直到第二人感染。
- 為避免實驗室感染事件應做好適當的風險評估、人員訓練、明白標示不明顯的傳染途徑及嚴密醫療監測。
- 暴露感染的危險性：

病毒	每 ml 的病毒量	感染風險
HBV	$10^2 \sim 10^8$	30%
HCV	$10^0 \sim 10^6$	3%
HIV	$10^0 \sim 10^3$	0.3%

- 在 1989 年後，因有 B 型肝炎疫苗之保護，使得醫療人員每年感染 B

型肝炎的病例數從 1983 年的 17,000 人降至 1997 年 500 例的新感染人數。但是在 C 型肝炎部分則每年仍有 2~4% 醫療人員感染，大約是每年 760~1520 新感染病例。

- 動物感染：在 1997 年，22 歲 Beth Griffin，女性，移置關在籠子的猴子，當時有穿戴手套、口罩、穿實驗衣外套，但無保護眼睛的設備，眼睛有濺到猴子的糞便與尿液，隨即使用清水沖洗眼睛 45 分鐘，不幸仍在 10 天後仍出現症狀並死亡，一直到出現症狀後才知道被感染。

4. 生物安全等級 (Biosafety Level)

病原微生物依其潛在危害程度分為四等級，而實驗室生物安全設計也分四等級，區分為 BSL-1、BSL-2、BSL-3 和 BSL-4 四等級。

- (1) 生物安全等級 1 (BSL-1, Biosafety Level 1)：生物安全等級 1 微生物與人類健康之疾病無關。如 *Bacillus subtilis*、*E.coli* K-12。

a. 生物安全等級 1 之實驗室硬體設施：

- 實驗室有門
- 必須有洗手設施
- 工作檯表面防水、易清洗
- 有紗窗
- 各項設施設計需易清潔及管理

- (2) 生物安全等級 2 (BSL-2, Biosafety Level 2)：生物安全等級 2 第二級危險群微生物和人類及疾病相關，但很少引起人類是嚴重的疾病，而且通常有預防及治療的方法。如沙門氏桿菌(*Salmonella*)、B、C 型肝炎病毒(Hepatitis B、C viruses)、大腸桿菌 O157 等。

a. 生物安全等級 2 之實驗室硬體設施，除前述生物安全等級 1 之實驗室之要求外，需再加強下述：

- 實驗室有門並可以上鎖
- 必要時設置生物安全櫃
- 有清洗眼睛之設備
- 有方向性的空調設備：負壓
- 限制訪客，經授權人員才可進入

- 在靠近實驗室的位置設置可利用的高壓滅菌鍋
- 實驗室須和其他公共設施分開

b. 需在生物安全等級 2 之實驗室實施的措施為：

- 使用生物安全等級 2 之生物櫃操作傳染性物質包含可能有氣霧及噴濺實驗、大量或高濃縮傳染性物質。
- 需使用針刺程序的實驗
- 限制有免疫問題的人進入

c. 其他生物安全等級 2 實驗室之注意事項：

- 在門口及其它適當地方張貼生物危害之警告標示
- 人員需接受訓練及定期複訓
- 使用防滲漏的器具
- 清潔每件物品表面
- 不可攜帶非實驗工作相關之動物進入
- 如發生傷害或意外事件，需進行適當治療、報告及記錄。

(3) 生物安全等級 3 (BSL-3, Biosafety Level 3)：生物安全等級 3 微生物在人類可以引起嚴重或致死的疾病，可能有預防及治療之方法，且可能引起社區傳染。如肺結核菌(*M. tuberculosis*)、St. Louis encephalitis virus。

a. 生物安全等級 3 之實驗室硬體設施，除前述生物安全等級 1 及 2 之實驗室要求外，需再加強下述：

- 與其他建築物分離的區域或隔離區域。
- 雙層門之入口設施。
- 有方向性的空調（負壓），室內空氣排出到室外前，必須經 HEPA 過濾。
- 空調監視及警示器。
- 實驗室不可有空隙，窗戶須關閉、密封。
- 設施外表需為非纖維化的物品。
- 高壓滅菌鍋設置在實驗室內。
- 有不需經手操控的洗手設施
- 牆壁、地板及接縫處均需為防水且易清理之材質。

b. 個人防護設備：

- 雙層手套。
- 正面不開口反背式之隔離衣。
- 必要時備配呼吸防護裝備。

(4) 生物安全等級 4 (BSL-4, Biosafety Level 4)：生物安全等級 4 微生物在人類可以引起嚴重或致死的疾病，但通常無預防及治療之方法，且傳播能力強，社區傳染風險高。如伊波拉病毒(Ebola virus)、天花、拉薩熱。

a. 生物安全等級 4 之實驗室硬體設施，除前述生物安全等級 1、2 及 3 之實驗室硬體設施外，需再加強下述：

- 實驗室為分離的建築物或區域。
- 入口為雙層門，同一時間僅能有一扇門開啓。
- 高壓滅菌鍋為雙層門。
- 個人更衣及沐浴室，進入實驗室時先更換專用防護衣，工作結束後，離開實驗室前須進行更衣及沐浴。
- 對外聯絡系統。
- 污水除污處理。
- 所有廢棄物清除前，須進行高壓滅菌處理。
- 正壓呼吸之個人防護裝備。
- 需有 HEPA 過濾排出之空氣，並維持實驗室負壓狀態。
- 嚴格限制訪客。
- 第二級或第三級之生物安全櫃。
- 定期進行環境檢體檢驗來確認實驗室安全性。

5. 生物保全(Bio-Security)

生物保全係指機構或人員用來防範病原體或毒素遺失、被竊、濫用、轉移或有意釋出而採取之安全措施。

- 必須提交生物保全計畫。
- 每個研究機構都必須根據其特殊性不同，制定實驗室生物安全計劃。
- 生物保全應該像無菌操作技術及其他微生物安全技術一樣，成為實驗室常規工作之一。

6. 生物安全櫃

生物安全櫃為操作原生培養物菌株以及診斷檢體等具感染性之實驗材料時，用來保護操作者、實驗室環境以及實驗材料以避免於操作過程中可能產生之感染性氣膠及濺出物而設計的。共區分三等級之生物安全櫃，簡述如下：

1. I 級生物安全櫃

- 可提供人員及環境之保護。
- 安全櫃內之空氣可以通過 HEPA 過濾器排出。
- 適合操作 BSL1、2 及 3 但不會衍生產物之微生物。
- 未滅菌之空氣通過生物安全櫃正面開口，因此對產物無法提供確實之保護。

2. II 級生物安全櫃

(1) Type A1

- 內置風機將室內空氣抽走，經由前面開口引入安全櫃內，由前端之隔網抽走。
- 大約 70%之空氣經過 HEPA 過濾器，重新返回到生物安全櫃內之操作區域，剩餘 30%空氣經過 HEPA 過濾器，進入室內或排出建築物外。

(2) Type A2 BSC

- 大約 70%之空氣經過 HEPA 過濾器，重新返回到生物安全櫃內之操作區域，剩餘 30%空氣經過 HEPA 過濾器排到室內。
- 所有微生物污染之管道均為負壓狀態，或由負壓管道及氣室圍繞。
- 使用套管（thimble）或氣罩（canopyhood）連結。

(3) Type B1 BSC

- 大約 30%之空氣經過 HEPA 過濾器，重新返回到生物安全櫃內之操作區域，剩餘 70%空氣經過 HEPA 過濾器排到室內。
- 可用於操作少量揮發性化學品及放射線同位素。
- 所有微生物污染之管道均為負壓狀態，或由負壓管道及氣室圍繞。
- 使用硬管連結，沒有間隙，與建築物之排氣系統連結。

(4) Type B2 BSC

- 全排氣式，100%空氣全排出，無再循環空氣。
- 在需要操作大量放射線同位素及揮發性化學品時必須使用此種安全櫃。
- 使用硬管連結，沒有間隙，與建築物之排氣系統連結。
- 所有微生物污染之管道均為負壓狀態，或由負壓管道及氣室圍繞。

3. III 級生物安全櫃

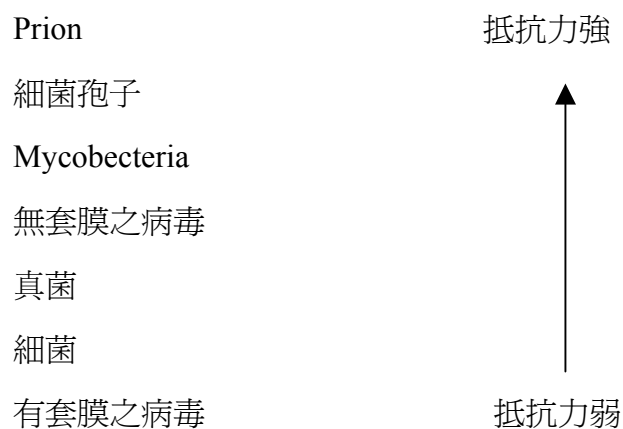
- 櫃內所有面都是密封的。
- 只有通過連結在安全櫃之橡膠手套，手臂才能伸到工作台面。
- 適用於 Risk group 3 之微生物、易揮發之毒性物質及放射線同位素。

7. 消毒、清消及滅菌

(1) 名詞定義

1. 防腐 (Antisepsis)：能夠抑制微生物生長及繁殖但不足將其殺滅之物質。防腐劑經常使用於體表。
2. 清潔 (Sanitization)：去除污垢、有機物及污漬的過程。
3. 除污 (Decontamination)：去除或殺死微生物的任何過程。也用於去除或中和有危害之化學品及放射線物質。
4. 消毒 (Disinfection)：用於殺死為微生物之物理或化學手段，但不一定殺死其孢子。
5. 滅菌 (Sterilization)：殺滅或去除所有微生物及其孢子之過程。

(2) 微生物之抵抗力



(3) 消毒方法簡介

常用之消毒方法包含化學法、加熱法、過濾法及輻射法。

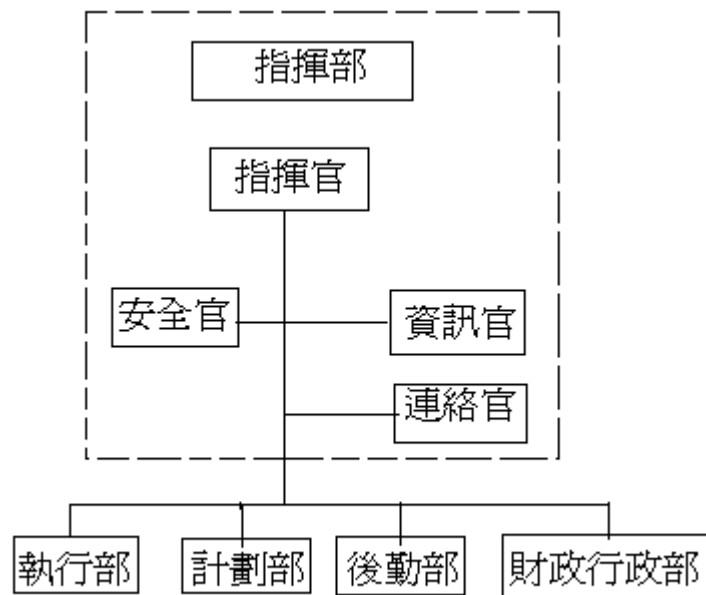
1. 化學消毒法：使用化學品作為消毒或防腐的過程。常用的化學消毒劑，如：氯、
 2. 加熱法：
 - 煮沸法：煮沸 100℃，3-5 分鐘，可殺死細菌、真菌及病毒，但對孢子效果差，無法完全保證無菌。
 - 高壓蒸氣滅菌鍋(Autoclave)，配合高壓及蒸汽來達到消毒效果，一般使用 15-20 分鐘，溫度 121℃，壓力 15 磅/平方英吋，可殺滅所有微生物（含孢子）。
 - 乾熱法：常用溫度 160-180℃，1-2 小時，若溫度愈高，時間可愈短，可殺滅所有微生物，乾熱滅菌一般用於玻璃器皿、油類及粉劑之滅菌。
 3. 過濾法 (Filtration)：過濾膜孔隙常用 0.22~0.45um，用於怕熱液體之滅菌，如疫苗、酵素或血清等。
 4. 輻射法：如 γ -輻射，穿透性高、效率佳，適用於針線之滅菌；紫外線(UV)以 265nm 波長殺菌力最強，適用於無菌室及手術室之消毒。
- (4) 選用消毒法的考量因素
1. 溫度：在適當範圍內，升高溫度可能加強消毒效果。
 2. 有機物之量：血液、痰液和嘔吐物等含蛋白質有機物質，可能會影響消毒劑之效力。
 3. 濃度：一般濃度愈高，消毒效果愈好，但 70%酒精則例外。
 4. 消毒時間：一般而言，作用時間越長，消毒效果越好。
 5. 其他：消毒劑的酸鹼值及保存條件也會影響消毒有效性。此外消毒方法之選用亦應考量是否對人體健康或環境生態造成傷害。

（三）生物安全和應變（Biosafety for security and municipal responders）

此課程主要討論警察、消防人員等第一線緊急應變人員對於生物安全計劃的要素。它也將談論生物安全專家在緊急計畫及應變中可以提供之訊息與協助。課程中也解釋事故指揮系統（Incident Command System）。此課程較適合為警察、消防人員及第一線應變人員或他們的管理者參加。

事故指揮系統可應用在各式各樣的大量傷患與災難事件，其目的在於協調各機制使達到穩定事件、保護生命財產和環境的共同目標。其架構如下，包含四大功能分群，分別為執行、計畫、後勤、執行、財政行政部之功能區分，各部功能簡述如下：

1. 指揮部：負責事件整體規劃之管理，由事件指揮官來掌控及指揮一切的應變行動。另還需要其他幕僚來支援指揮之功能，包括聯絡官、安全官以及資訊官。
2. 計畫部：主要任務為蒐集及針對現況進行各種災害威脅與災害原因分析及擬定各種應變計畫。
3. 執行部：主要任務為執行指揮官設定的應變流程，確保所有傷患獲得最適當的處置。
4. 後勤部：主要任務為提供執行部在應變中所不足的后勤援助，包括設備、物資、運輸、人力及維修技術。
5. 財務行政部：主要任務為協助緊急應變時各種行政程序的支援及經費財務分面的支持。



（四）會議內容重點（10 月 16 日）

1. 天然災害之生物安全管理：以 Katrina 颶風為例

2005 年 8 月 29 日 Katrina 颶風進入美國 South Louisiana 及 Mississippi Gulf Coast, New Orleans 有 80%的地區淹沒在水中，在 Baton Rouge 的 Louisiana State University 因為非常靠近 New Orleans，此區成為援助民眾的執行單位，大型的緊急處理醫院、特需需求的避難所及動物避難所被設置在校園內，受傷民眾藉由直升機及救護車被安置在 Louisiana State University，經處理後再後送到內陸其他較遠的避難所，Louisiana State University 被規劃為可容納 800 床的醫療設施，轉換快速的病患衍生了大量有潛在性感染的醫療廢棄物，先前的計畫忽視了醫療廢棄物的處理使得病患的床褥被污染，也影響人員的安全，為了安全的分開、收集和棄置這些潛在污染的廢棄物，一個緊急的應變計畫就快速產生並執行，這個計畫包含下列幾個要素：（1）確認每一個臨時存放廢棄物的條件。（2）確認重要志工（Key volunteers）成為團隊的領導者：此計畫內志工 24 小時輪流處理廢棄物，2 人一組，交換班時，其中一人留下帶領另一人繼續處理。（3）重複訓練志工如何從病人區域移除廢棄物，成為”安全處置團隊”。（4）從臨時存放處運送廢棄物到安全的地區，並進行焚化處理。藉此經驗可作為未來颶風、地震或疾病大流行等相關災難計畫之參考。



2. 室內及密閉空間之生物性污染物質之清消作業

此論文在探討蒸熏除污的優劣及相關清潔劑之選擇。在這篇報告中，針對蒸氣穿透性、蒸氣施放技術等加以比較，尤其是傳統福馬林、過氧化氫及 Chlorine Dioxide 對於室內及密閉空間之生物性污染物質之相互間之比較，包含清消效價、價格、空間的限制與對內建儀器設備、文件之傷害程度等。報告內容指出傳統福馬林蒸熏施放技術、價錢及空間限制是最被了解且具效果之清消方式，尤其是非密閉式之室內消毒，但對於儀器設備與環境之污染將無法避免；過氧化氫氣消是最環保且也具清消效用之方法，但須專屬之施放設備，成本很高，且僅能用於密閉空間或實驗操作箱，對於儀器設備與文件也將造成損壞。Chlorine Dioxide 氣消方式則是最新之技術，對於非密閉式之室內與密閉空間消毒均具有與福馬林、過氧化氫相同之效價，且對於儀器設備、文件均不會造成破壞，且無環境之污染之問題，但其與氧化氫氣消一樣，須專屬之施放設備，成本很高。會中並以 American Media Inc. (AMI) Building Anthrax 事件之清消作為實例來介紹 Chlorine Dioxide 氣消方式。由此篇報告所得到的心得是，蒸氣式消毒法是目前最有效之室內與密閉空間消毒方式，但如何選擇氣消方式則應考慮空間的屬性與大小及是否有文件或儀器設備需保留。如無環境污染之考慮，福馬林煙熏也是一種方便、便宜且有效的方式。

3. 以危害評估方式研判所建造的 P3 實驗室是否能符合生物安全

本篇報告中，特別標註需在設計建造階段，使用表列檢驗方式作為研判 P3 實驗室完成後是否合乎生物安全要求。表列項目包含是否使用動物、可能操作之病原、潛在溢漏威脅及危機、病原接收及傳遞之方式、可能使用之毒化物、放射性物質、特殊之儀器設備、單位機電管制能力、安全警衛系統、地區性之疫病狀況、人員之盜取機率、廢棄物處理及管理條件與組織等作為所設計完成之 P3 實驗室是否能如預期功能運作並符合生物安全規範。這種事先評估的方式可避免設計超出需求節省預算，也避免完成後再作修正之狀況發生，或完成之實驗室無法使用。我國已建置十幾所 P3 實驗室，普遍面臨之問題即是設計超出需求與完成後再作修正，造成預浪費算，使用期程無法掌控。因此，進行這種「使用表列檢驗方式作為研判 P3 實驗室完成後是否合乎生物安全要求」的評估方式，應值得我國效法。

4. 美國國家生物防衛分析與對策中心 (National biodefence analysis and countermeasures center)：建立持久國家安全的量能

2001 年的 911 事件之後，美國基於統一反恐作為與提升行政效率之考量，於 2002 年由國會通過國土安全法案(Homeland Security Act)，除直屬於白宮之「國家安全局」外，整合其國內 22 個與國土安全事務相關之機構，成立國土安全部 (Department of Homeland Security, 簡稱 DHS)。

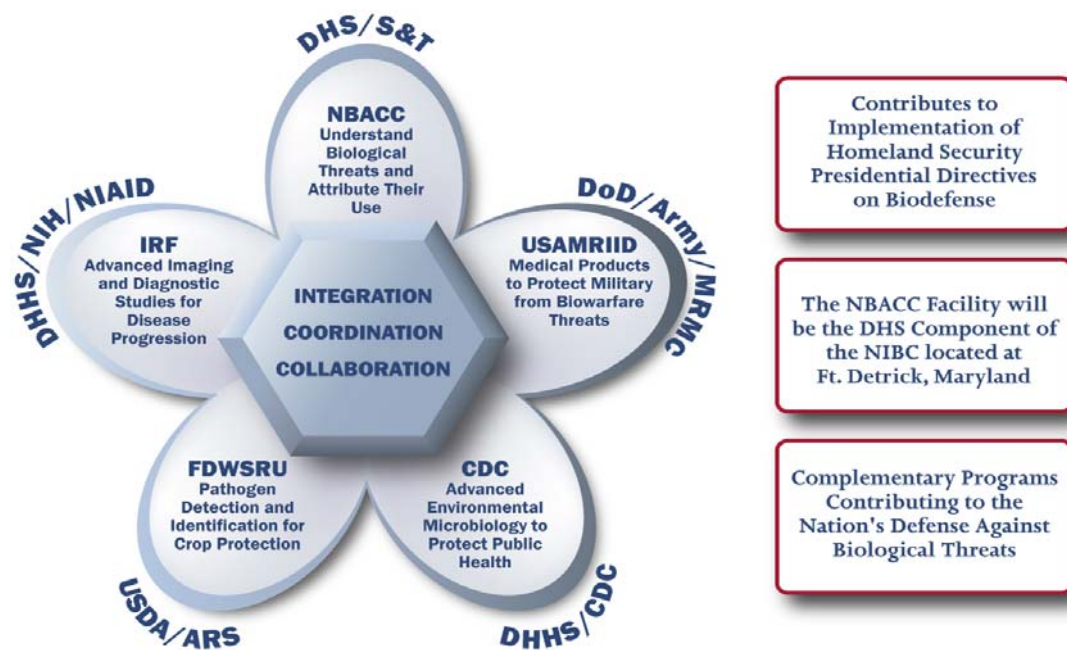
國土安全部之任務為：

- (一)建立及提升情蒐預警系統
- (二)強化邊境及交通安全
- (三)全國聯合執行反恐
- (四)保護國家重要設施
- (五)防範大規模毀滅性武器攻擊
- (六)緊急備員及反應

為了真實模擬生物恐怖攻擊，及培養出可供測試的病原體，國家安全部在 2005 年在馬里蘭州 Ft. Detrick 興建大型實驗室--「國家生物防衛分析與對策中心」(National Biodefense Analysis and Countermeasures Center, NBACC)，設立跨部門國家生物防衛園區(National Inteagency Biodefense Campus)，將提供對抗新威脅的生物防護能力，並將為減輕生物武器攻擊所造成的後果進行必要的科學研究。此實驗室是布希總統提出的生物防衛項目的一部分，它將配置 120 名工作人員，斥資 1.28 億美元的設施定於 2008 年開始啓用。該實驗室將提供有關有生物製劑傳染性質的知識、應變措施的有效性、消除污染程序和取證分析結果之訊息。

NBACC 包含二個研究單位分別為：(1) 國家生物取證分析中心(National Bioforensic Analysis Center, NBFAC)：其任務是在進行生物犯罪活動或生物事件鑑別，以查明肇事者。(2) 生物威脅鑑識中心(Biological Threat Characterization Center, BTCC)：其任務是進行實驗室試驗和研究，以幫助評估及確定美國應該準備哪些藥物、疫苗、監測手段和除污技術來遏止生物性犯罪。此實驗室還包括二處外地設施：紐

約普拉姆島動物疾病中心(Plum Island Animal Disease Center)和加州
Livermore 國家實驗室(Lawrence Livermore National Lab)。



Interagency Biological Defense Programs at Fort Detrick

四、參訪內容重點

(一) 活動式實驗室參訪

10 月 17 日上午 9 時，我們前往 EAI 公司聽取有關活動式實驗室的介紹。由該公司副總裁 Mr. David Shoffner 進行解說。

1.EAI 公司介紹：

創立於 1980 年，目前擁有員工超過 500 名，2004 年公司營業額高達美金 6 億 3 仟萬元。主要研究重點在於有關化學與生物戰劑系統分析與操作研究、化學與生物性武器的管制、化學戰劑的清消、環境的恢復和反恐怖主義的訓練。EAI 公司過去曾有高度的成功經驗，包括於 1987 年在化學與生物戰劑武器的政策分析方面榮獲表揚為私人部門的領導者。1991 年獲得美國陸軍化學和生物性的指揮辨認服務獎，1995 年優秀的貢獻對於美國化學戰劑的武器管制計畫。該公司於 1999 年獲得美國陸軍物質指揮的承包表現驗證計畫之認證單位。公司之運作包括總公司位於馬里蘭州的阿賓頓市；毒性化學物質的實驗室位於亞博丁（Aberdeen）郊區的 Edgewood 區；位於馬里蘭州 Alexandria 的辦公室，支援行動主要負責華盛頓特區；位於阿拉巴馬州的 Anniston 辦公室，支援國立國內戰備中心（The National Center for Domestic Preparedness）；位密蘇里州 Waynesville 的辦公室，支援美國陸軍化學兵學校；位於維吉尼亞州 Dumfries 的辦公室，支援美國海軍陸戰隊；在猶他州 Dugway 和 Tooele 的活動為支援非庫存（Non-stockpile）化學武器的清除；和歐洲的運作位於德國柏林布萊登堡。在反恐怖主義的領域中，EAI 公司提供一套完整的技術補助服務靠教育課程來刺激實際的訓練。在這些計畫中的每位職員都具有核生化核子輻射陣列檢測之實務經驗，有經驗之教官，和擁有專業知識及提供專業服務。特別的服務包括易受攻擊分析和應變計畫之擬定。

2.美國國土防衛部移動式化學偵檢車介紹

EAI 公司因曾出售我國軍方生物偵檢系統，故對我國之地理狀況相當熟悉，因此，Mr. David Shoffner 除先以簡報方式介紹現階段移動式生物

實驗室發展的趨勢，並以我國之地理狀況及軍方生物偵檢系統裝配經驗，建議我國如欲建置活動式生物實驗室之配備，可包含 Liquid Sampler 用於收集微生物微粒於緩衝液內，BioHAZ 之冷光(測 ATP)及螢光(測 DNA)分析、蛋白質定量、酸鹼值測量分析上述緩衝液內微生物特性，及 SMART Kits 測定抗原抗體反應等。除此外，PCR Machine、Flow Cytometry 及 Biological Detector 也可考慮裝置於車箱內，增強生物偵檢能力。而此期間剛好是 EAI 幫美國國土防衛部訓練各州政府反恐怖攻擊應變隊，有 2 部移動式化學偵檢車停放於 EAI 訓練場上。Mr. David Shoffner 也實地讓我們進入車內參觀並就內置系統逐一介紹，讓我們了解美國國土防衛部對於化學性恐怖攻擊應變處理程序及所要達成之目標，可作為我國設計反恐應變之參考。







（二）Battelle Memorial Institute 研究所參訪

Battelle Memorial Institute 是美國能源部支助的研究機構，70%的經費來自美國能源部及國防部，其研發的領域函蓋電子、機械、武器、生物醫學、材料與化學等；曼哈坦原子彈計劃即在此進行，第一部影印機及第一個 IC 都是由 Battelle 研發。Battelle 在生物醫學的研究更是卓越，尤其在生物安全實驗室的規劃及疫苗的研發，曾參與美國 CDC、USAMRIID 等機構之 P3/P4 實驗室之設計，其位於俄亥俄州哥倫布市之 Jefferson laboratory 更是全球最大之疫苗效價動物試驗所。在反恐怖主義作為上，Battelle 與美國國土防衛部與國防部簽訂多項合約，研發各項偵檢套件及應變策略。10 月 17 日下午參訪 Battelle 研究所位於馬里蘭州之新建之醫學研究中心，希望能了解 Battelle 對於反生物恐怖攻擊之訓練策略，經連繫後由其醫學應變部主任 Dr. Philip H. Perkins 接待並簡報 Battelle 對於反生物恐怖攻擊之醫學應變策略，Perkins 是美國陸軍備役上校，主管反生物恐怖攻擊應變業務超過 20 年。會中並討論生物實驗安全管理、高感染性病原儲存與管控、實驗室偵檢程序等議題，我們並向其請益美國軍方及州政府對於疫災相關程序，所得到之訊息與經驗，對我國日後反生恐之運作能力助益良多，並建立雙方交流之管道。

會前透過預醫所陳信銘主任美國友人連繫，得知美國馬里蘭州選出之參議員 J. Robert Hooper 及眾議員 Roscoe Bartlett 也將在當天下午參觀 Battelle，他們兩位希望能與我們於參訪後見面。眾議員 Roscoe Bartlett 曾多次來台，並且於中共反分裂法時提案通過支持我國及譴責中共。我們於下午 4 點左右與參議員 J. Robert Hooper 及眾議員 Roscoe Bartlett 見面，並就此次來華府之目的向他們簡單說明，他們兩位也希望如有任何需要協調或協助的事情，可主動與他們連繫，他們願意幫助我國提升反生恐或疫災防治能量，並與美方相關機構之交流。

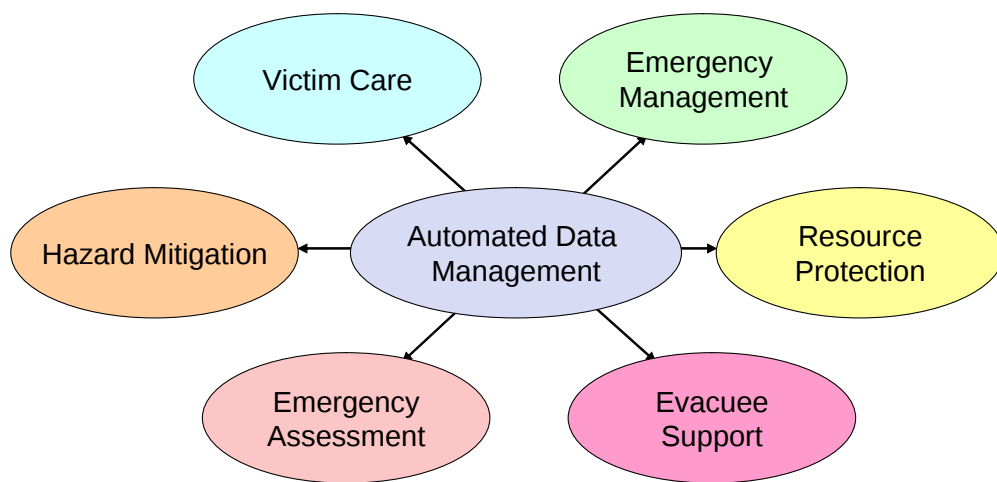


（三）聽取美國 Argonne 國家實驗室疫災應變策略

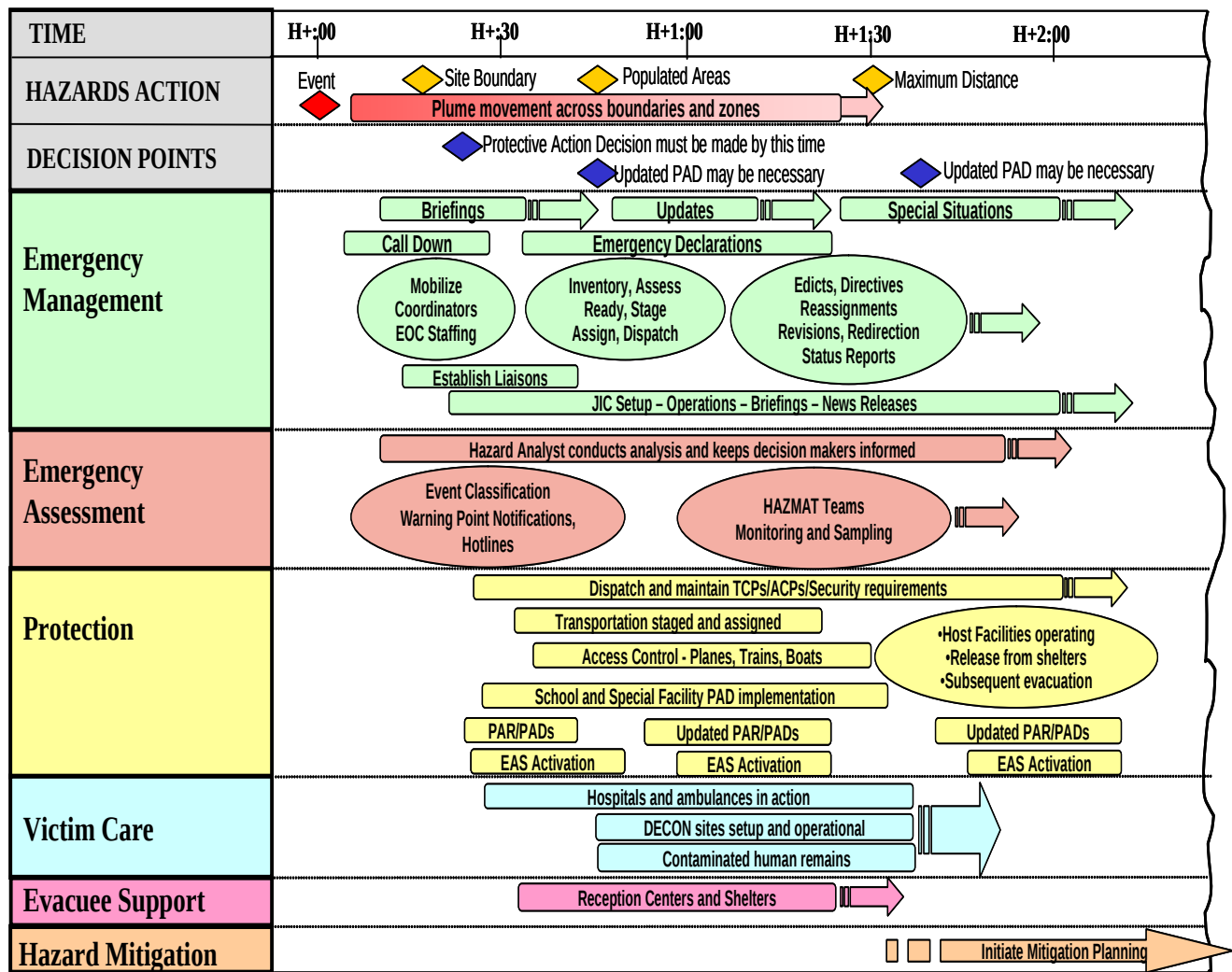
10 月 17 日下午 5 時，於美國友人 David Trudil 辦公室，由 AHM 代表簡介過去數年間美國 Argonne 國家實驗室所設計之疫災應變策略。目前世界各國皆著眼於疾病的預防，疫情預防工作其實也牽涉龐大的人力、物力資源，如何分配、如何整合運用，乃是現今之重要課題。先進國家紛紛設計電腦軟體或專家系統模擬複雜的真實情況，利用各式參數的變化、人員的訓練及指揮調度，將模擬的結果供政府決策單位作參考，當疫災或生物恐怖攻擊真實發生時，能有足夠的彈性作應變。但此類專家系統，其資料庫往往需有其區域的特殊情況或需求，無法直接複製某一國家的軟體或作法至其他國家；因此，我們也希望能吸取該資料庫之經驗與作法，配合國內組織編制及國情反覆演練，運作出一套適合台灣的緊急應變系統。簡報內容主要針對如何建置一個決策計畫工具：同步陣列（Synchronization Matrix）。說明如下：當面臨重大災難時，開始執行緊急應變計畫，常會發生以下幾種情況，導致計畫失敗或窒礙難行。

- （一）每個計畫皆有準則，皆有標準作業程序，但往往無法反應真實情況。
- （二）緊急應變計畫在不同管轄單位之下不易協調。
- （三）不同管轄單位常常在計畫底下各自演習。
- （四）計畫常無法以多向度之思考方式進行。

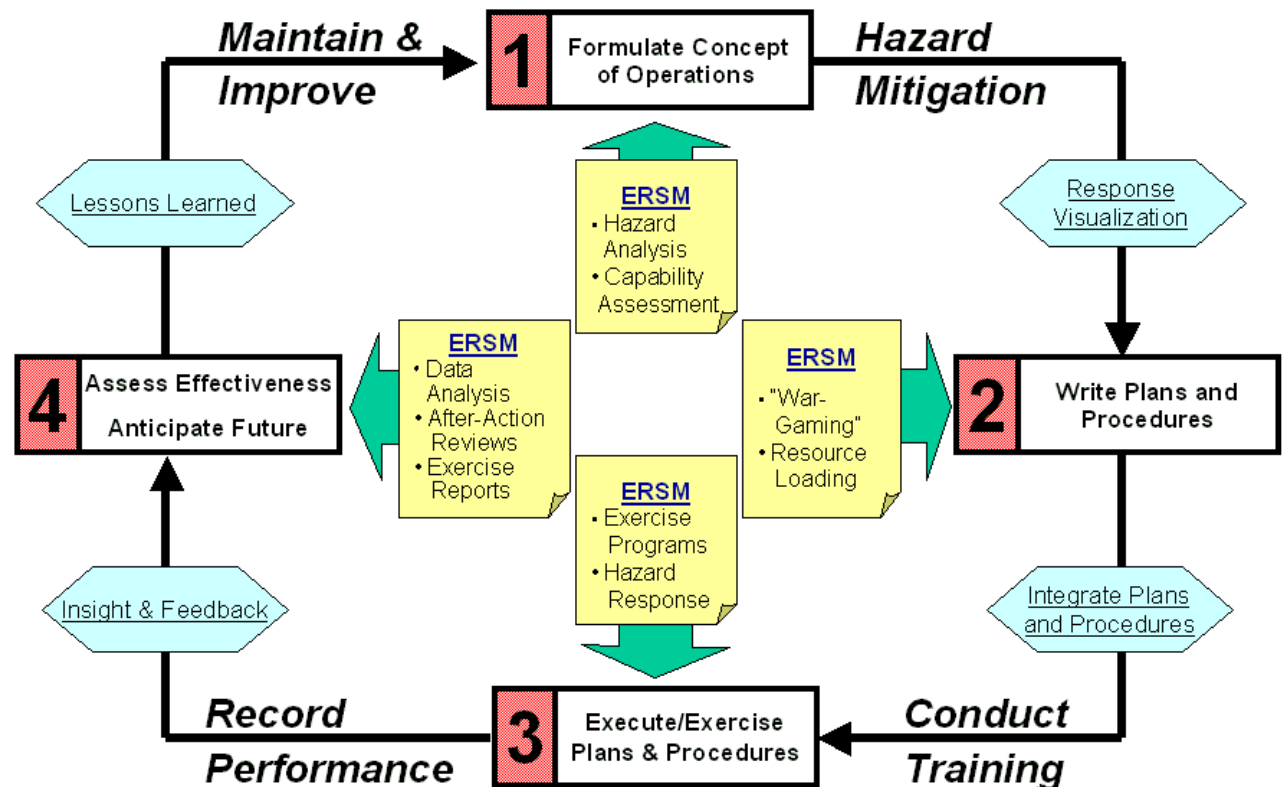
因為如此，緊急應變計畫非常複雜，難以協調與運作。因此提出計畫時，需以跨單位角度思考，單一指揮體系，事權統一、通訊規格統一，跨單位協同演訓。此計畫需整合電腦專家系統、圖形介面，輔助指揮官做決策。



Response Operating Systems



Visualize Response Flow



Emergency Planning Cycle

此同步陣列整合計畫是由美國 Argonne 國家實驗室所發展，最大的優勢就是整合不同單位間應變計畫，提供決策者明確的藍圖，在不同的層面皆能掌握清楚的訊息。雖然已於科羅拉多州試行，但實效如何，有待未來實際事件的驗證，但這樣的思考邏輯可作為我國疫災及反生物恐怖攻擊應變策略之參考。

四、心得

- （一）實驗室生物安全之維護亦是課程中所強調之重點。實驗室相關的感染雖然難以掌握，也可能因為感染後症狀不明顯、雖有症狀但不好意思說、未進行調查或報告等原因致感染事件發生，然而，嚴格遵守實驗室操作規章及規範，是預防意外事件的不二法門。
- （二）美國因應 Katrina 颶風之災難有許多應變計畫產生，本次會議中講者分享有關因避難所提供病患照護，衍生許多醫療廢棄物危及醫護人員及病患安全，因而發展使用志工，並訓練其安全協助清運廢棄物之應變計畫，此可提供我們未來面臨傳染病大流行時，運用志工協助支援事項之參考。
- （三）參訪當日於 Battelle Memorial Institut 巧遇馬里蘭州之參議員 J. Robert Hooper 及眾議員 Roscoe Bartlett，並邀請與我們於參訪後見面，我們當面致贈本局禮品並感謝他們兩位過去在反恐作為上對我國之支持，他們二位亦表示願意盡全力來幫助我國與美方相關機構之交流，以提升我國反生恐能量，此為行程中另一寶貴收穫。

五、建議

- (一) 此次 ABSA 年會對於實驗室安全與防止生物恐怖攻擊之間的關係著墨甚多，尤其指出未來生物恐怖攻擊可能大部分與政治或恐怖團體無關，而是個人之情緒化作爲或是不注意之疏失。由於世界各國因應新興與再現傳染病防治研究，許多醫院及生物實驗室儲存有這些危害性甚高之生物病原，政府部門及實驗室負責人除需注重防止病原於操作或轉運時之外洩污染，加強病原之管理與防竊措施之外，亦需針對所有操作者進行有效的疫病監測，以免釀成大型疫災而不自知。我國在 SARS 之後雖加強 Biosecurity 的相關規範，供國內各生物實驗室遵循及進行查核之依據，然而實驗室人員感染事件仍偶有所聞。就生物危害物質之風險管理，我國對於實驗室或特定防疫人員之職業安全衛生，尤其是有關於傳染病之生物安全衛生層面應有專責機構進行管理，並策訂針對此類高風險人員之疫病監測之專案作爲。
- (二) 爲防範恐怖攻擊事件，美國投資相當多的資源於反恐設施及應變作爲上，國家安全部在 2005 年在馬里蘭州 Ft. Detrick 興建的「國家生物防衛分析與對策中心」(National Biodefense Analysis and Countermeasures Center, NBACC)，斥資 1.28 億美元，定於 2008 年開始啓用，建議待其建置完成後，如有機會應可遴選相關人員前往參訪學習，以作爲我國建置類似防治中心之參考。
- (三) 在聽取 ABSA 年會以 Katrina 颶風爲例談然災害之生物安全管理策略以及美國 Argonne 國家實驗室疫災之應變策略後，我們深切體會到以美國如此先進與龐大之國家，其災害防救雖以國土安全防衛部作爲主體，但其基本應變並未脫離 911 等災害應變架構；在策略與各項防災作爲，權責上地方政府與中央之劃分相當明確，且地方政府與中央所建制之策略與作業模式幾乎相同且可完整銜接，此歸功於地方在建制之初即依中央律訂的模式規劃；此外，將災害程度以電腦模組予以量化，讓地方與中央明確了解自己之應變能量及接管作業之時機。建議我國應可仿效美國之作法，於疫災

與生物恐怖攻擊時，於第一時間納入我國之災害防救體系與全民防衛動員體系，將堅實的國軍應變能量緊密地與災害應變體系相結合，以進行積極有效之應變作為，同時考量以電腦模組將災害程度予以量化，讓地方與中央參與應變之各部會明確了解自己之應變能量及接管作業之時機，將有助於建置我國疫災與反生物恐怖之防治能量。