

出國報告（出國類別：開會）

世界應急通訊大會
（Critical Communication World）

服務機關：內政部警政署警察通訊所

姓名職稱：林晏丞技士

派赴國家/地區：比利時布魯塞爾

出國期間：114/6/17~114/6/19

報告日期：114年9月10日

摘要

世界應急通訊大會（Critical Communication World，簡稱 CCW），是全球公共安全與關鍵通訊領域最重要的盛會之一，吸引來自歐洲、美洲與亞洲的政府單位、研究機構及產業廠商共同參與，廣泛探討未來十年公共安全通訊的挑戰與發展方向。會議的議題焦點涵蓋歐盟推動跨境公共安全寬頻系統、窄頻與寬頻並行的技術策略、人工智慧在公共安全中的應用，以及跨部門與跨產業的協作模式。

CCW2025 會議主要以主題演講、導覽及展覽等方式進行，並聚焦於跨境互通與多機關協作，而這也是我國需特別關注的議題。隨著天然災害與跨國事件的頻繁發生，如何透過通訊系統確保不同單位之間能即時共享資訊，已成為國際共識。透過本次參與，能深入了解歐盟與北歐國家的制度設計與實務經驗，並思考如何將相關模式調整後應用於我國，以提升跨部門應變能力。

目錄

壹、 目的.....	1
貳、 過程.....	2
一、 會議內容.....	2
二、 重要議題.....	3
(一) 寬頻化與未來網路發展.....	3
(二) 跨國與跨單位合作.....	5
(三) 新興科技應用.....	6
(四) 衛星與非地面通訊.....	6
(五) 公共安全與災害應變 (PPDR)	6
(六) 網路安全與韌性.....	8
三、 專題討論.....	10
(一) MCX (Mission Critical Services over Broadband) 測試與實務經驗 .10	
(二) 挪威警方的視訊應用.....	11
(三) 英國 ESN (Emergency Services Network) 的進度與挑戰	12
(四) AI 在公共安全通訊中的應用.....	13
(五) 低軌衛星與災害應用.....	15
參、 心得及建議.....	18
一、 心得.....	18
二、 建議.....	20
肆、 附錄.....	21

壹、目的

2025 年世界應急通訊大會（CriticalCommunicationsWorld2025，簡稱 CCW2025），於 6 月 17 日至 19 日在比利時布魯塞爾會展中心（BrusselsExpo）舉行，由比利時全國公共安全網路營運商 ASTRID 擔任主辦網路營運商。CCW 作為全球最具影響力的關鍵任務通訊年度盛會，結合展覽、論壇與技術導覽，匯集全球近百個國家政府、160 家廠商、4,700 名專業人士參與，提供跨國經驗交流與最新技術展示的平台。

本次參加會議主要目的在於，掌握國際公共安全與關鍵通訊的最新發展趨勢，並藉由與各國政府機關、研究單位及廠商的交流，獲取對我國未來公共安全通訊政策與技術規劃有助益的第一手資訊。由於公共安全通訊直接攸關警察、消防、救護及災害應變等任務的執行效率，其發展已不僅是單純的通訊技術問題，更牽涉跨部門合作、法制設計、資安維護與產業參與。因此，透過參與 CCW2025，可全面了解國際在制度與技術上的前瞻規劃，並將之作為我國後續發展的參考。

總體而言，本次出國參加會議的目的，不僅是單純吸收國際新知，更在於透過交流、觀摩與學習，將國際經驗轉化為我國未來公共安全通訊政策與技術發展的養分，使我國能持續提升公共安全應變效能，並與國際潮流接軌。

貳、過程

一、會議內容

本年度世界應急通訊大會於2025年6月17日至19日於比利時布魯塞爾會展中心（Brussels Expo）舉行，會議內容概分展覽、主題演講、焦點論壇及技術主題導覽，相關議程及展覽時間如下：

主題演講時間	2025年6月17日，11：00—12：30
	2025年6月18日，09：30—10：45
	2025年6月19日，09：15—10：50
焦點論壇時間	2025年6月17日，14：00—15：30
	2025年6月18日，14：15—17：30
	2025年6月19日，11：00—15：00
展覽開放時間	2025年6月17日，10：00—17：30
	2025年6月18日，09：00—17：30
	2025年6月19日，09：00—15：30
技術主題導覽時間	2025年6月17日，11：00—15：00
	2025年6月18日，10：45—15：15
	2025年6月19日，11：00—13：00

世界應急通訊大會所涵蓋的範疇十分廣泛，不僅針對公共安全與災害應變領域，也延伸至政府部門及工業應用場景，全面呈現關鍵任務通訊（Mission Critical Communications）所面臨的挑戰與解決方向。會議邀集各國政府官員、產業高層及學術專家發表演講，透過實務經驗與研究成果的分享，使與會者能掌握最先進的技術發展與應用趨勢。除聆聽演講外，本人亦在會場與多家參展廠商進行交流，實際操作最新裝備，藉此理解產品特色與市場走向。

此外，大會設計多元參與形式，例如焦點論壇，提供與會者事先報名，針對特定主題進行深入探討與經驗交換；亦安排專人導覽，帶領參觀具代表性的展區，便於了解相關解決方案與創新成果，並可直接與廠商進行互動。本次會議更有「全球村」（Global Village）專區，共有 22 個國家派員展示其公共安全通訊系統與應用案例，提供跨國經驗分享與互動機會，進一步凸顯國際合作的重要性。

二、重要議題

2025年世界應急通訊大會的主題為「攜手合作－推動全球關鍵通信，共創更安全、更互聯的世界（Working together – advancing global critical communications for a safer, more connected world.）」，聚焦於打破傳統侷限與單一系統架構，強調跨國、跨機構、跨產業合作的重要性，以提升公共安全通訊的整體效能與韌性，相關重要議題包括寬頻化與未來網路發展、跨國與跨單位合作、新興科技應用、衛星與非地面通訊、公共安全與災害應變（PPDR）、網路安全與韌性，摘錄如下：

（一）寬頻化與未來網路發展

公共安全通訊系統長期以來主要依靠窄頻技術，例如歐洲廣泛採用的TETRA（Terrestrial Trunked Radio）與美洲為主的P25（Project 25）。這些系統在語音即時性、穩定性及直通模式（Direct Mode Operation,DMO）方面表現優異，特別是在大型災害或網路中斷情況下，仍能保障第一線人員的基本通話需求。然而，隨著治安與災害應變任務日趨複雜，僅依靠語音通訊已無法滿足現代需求。舉例來說，火場影像回傳、無人機操控、即時定位追蹤、病患生理數據上傳，以及跨單位資訊共享等新興需求，均需要比窄頻更大的頻寬與更低的延遲。

因此，全球正推動公共安全通訊向寬頻化過渡，主要依靠 4G LTE 與 5G 網路作為基礎。寬頻具備高頻寬、低延遲與多樣化應用能力，能支援更多元的任務型態。以消防現場為例，救災人員可以透過穿戴式攝

影機將現場即時影像回傳指揮中心，協助判斷火場蔓延方向；在救護應用上，救護車可將病患生命跡象數據與即時影像傳送至醫院，讓醫師提早介入指示；在警方勤務上，寬頻能支援大規模群眾活動的監控，結合AI影像分析，提升維安效率。

不過，大會中專家也普遍認為，在可見的未來相當長一段時間內，窄頻與寬頻將呈現「並行模式」。也就是說，窄頻仍保留作為語音核心，確保任務關鍵的即時性與穩定性；寬頻則負責補充影像、數據與新型應用。這種雙軌制可避免過於依賴單一技術而帶來風險。例如，若災害導致基地台受損，窄頻仍能維持最低限度的語音聯繫，確保指揮體系不致中斷。

展望未來，6G 的遠景更進一步強調「虛實融合」與「智慧化通訊」。6G的目標之一是讓物理世界與數位世界能完全同步，透過無所不在的感測器、智慧型裝置以及 AR/VR（擴增與虛擬實境）技術，為第一線人員提供更即時、更沉浸的資訊支援。例如，消防員佩戴的 AR 眼鏡可即時顯示建物內部結構與逃生路線，警員可透過虛擬疊加畫面掌握可疑目標的動態位置。這種新世代的「智慧決策輔助」將大幅提升前線任務的效率與安全性。

然而，寬頻化與未來6G發展也面臨三大挑戰：

1. 建置與維運成本高昂。公共安全通訊需要高覆蓋率與高可靠性，若由政府單獨建置專網，投資金額龐大；若依靠商用網路，則需談妥專用頻譜或優先權機制，避免與一般用戶競爭資源。
2. 資安風險升高。寬頻通訊涉及大量影像與數據，若缺乏完善的加密與防護機制，極易成為駭客攻擊或假訊息滲透的目標。
3. 使用者接受度與操作習慣。第一線人員長期使用傳統無線電，操作簡單且可靠，若突然全面轉換到智慧型終端與複雜應用，可能

造成不適應，甚至在緊急時刻影響效率。

在國際經驗上，美國 FirstNet 採用「公私協力」模式，由 AT&T 以商用LTE 網路加上專屬頻譜建置全國公共安全寬頻；韓國 SafeNet 則以 LTE技術為核心，整合警消醫軍，展現亞洲快速集中建置的模式；歐洲則多採「漸進轉型」，保留 TETRA 基礎，同時推動 MCX(Mission Critical Services over Broadband) 的測試與導入。這些模式都印證了「窄頻語音+寬頻數據」並行是現階段最務實的做法。

對我國而言，建議未來應採漸進式轉型策略，一方面持續維持 P25 作為語音骨幹，保障即時通訊；另一方面逐步導入寬頻應用，先行於特定場域（如大型活動、消防救災、救護運送）進行試點，再逐步擴展至全國。同時，政府應與電信業者合作，研議專用頻譜分配與優先權機制，確保公共安全單位在災害或突發狀況下，能優先使用網路資源。最後，必須同步推動資安架構與使用者教育訓練，讓第一線人員能熟悉並信任新系統。

總結來說，公共安全通訊正從「窄頻語音為核心」，邁向「窄頻+寬頻並行」的過渡階段，未來更將朝向 6G 與智慧化整合發展。唯有在政策、技術、資安與人員培訓多方面同步推動，才能建立一個兼具安全、韌性與前瞻性的公共安全通訊體系。

（二）跨國與跨單位合作

公共安全事件往往跨越邊界或涉及多單位，因此跨境及跨機關合作成為大會焦點。歐盟正推動「歐洲關鍵通訊系統（EU CCS）」，建立統一平台，確保警察、消防、醫療與國防在跨境行動中能即時通訊與共享資訊。北歐已透過 TETRA ISI 介面，讓挪威與瑞典在森林大火與搜救行動中直接互通，大幅提升效率。會議強調，合作不僅是技術銜接，更需法規、資料共享與組織協調。跨單位的整合同樣關鍵，例如大型活動，

警察負責秩序、消防應對火災、醫療準備急救、交通負責疏導，若能在同一平台共享資訊，能避免誤判與延誤。對我國而言，雖無跨境需求，但跨部門合作在地震、颱風等災害下極為重要，應參考歐洲經驗，建立跨機關整合平台，提升應變效率。

（三）新興科技應用

隨著人工智慧、物聯網與擴增實境的成熟，公共安全通訊的應用範疇大幅擴展。AI 可用於影像辨識、聲音分析與任務派遣優化，協助指揮官快速決策；AR/VR 技術則能用於模擬訓練與現場資訊疊加，提升實戰效率；IoT 感測器與穿戴式裝置可回傳現場數據，保障人員安全。大會展示多項案例，例如AI協助辨識火場影像、AR 用於救災演練、智慧手錶追蹤救護人員生命徵象等，顯示科技正逐漸融入公共安全任務，提升應變能力與執勤效率。

（四）衛星與非地面通訊

低軌衛星（LEO，例如 Starlink）的應用是大會熱門話題。當地面基礎設施因戰爭或災害毀損時，衛星通訊可成為關鍵後備，提供持續網路服務。烏俄戰爭及澳洲洪水案例皆顯示其重要性。另有無人機搭載基地台的創新應用，可在短時間內建立臨時通訊覆蓋，範圍可達數十平方公里。與會者指出，未來衛星與地面網路的融合將大幅提升通訊韌性，使偏遠地區、山區、離島與災區也能保持連線，這對天然災害頻繁的國家，如我國而言尤為重要。

（五）公共安全與災害應變（PPDR）

PPDR，全名Public Protection and Disaster Relief（公共安全與災害救難通訊系統），是各國在面對恐怖攻擊、自然災害、大規模事故等重大事件時，確保通訊不中斷的核心基礎。其目標在於為警察、消防、急救、軍方、海巡及其他應變單位提供高可靠、具優先權、且安全的通訊服務，

使不同部門能在第一時間協作，降低人員傷亡與財產損失。

傳統上，各國的公共安全單位多採用窄頻數位無線電系統，例如 TETRA（歐洲主流）或 P25（美洲主流），以保障語音對講即時性及穩定性。然而，隨著任務複雜度提高，單純語音已不足以支應跨單位合作需求，因此 PPDR 正逐步向寬頻化、多元化發展，納入影像傳輸、數據共享與智慧裝備的即時整合。

會議中多國分享了各自的PPDR建置經驗：

1. 挪威 Nødnett

挪威為了取代舊有分散式系統，建構了全國性的 Nødnett 網路。該系統涵蓋偏遠山區與鄉村，設置超過一萬個站臺，確保全境通訊。其最大特色在於多部門整合，警消醫等單位可在同一平台通訊，並透過 ISI（Inter System Interface）與瑞典、芬蘭串接，實現跨國救援。

2. 瑞典 Rakel

Rakel 是一個強調高度互容性的通訊平台，不僅支援國內多部門，也能與鄰國互通。Rakel 在設計時就考慮了標準化與擴展性，確保未來能與 5G、IoT 或衛星通訊結合。其應用範圍從警政、消防到醫療，並支援數據傳輸與定位功能，是歐洲 PPDR 的重要典範。

3. 芬蘭 VIRVE

芬蘭地形複雜，極地與森林面積廣大，對通訊涵蓋是重大挑戰。VIRVE 系統透過高密度站臺與改良訊號技術，確保即使在極端環境下仍能通訊。它是芬蘭國防與國安單位的核心工具，廣泛用於邊境巡邏、森林救援及極地搜救行動。芬蘭目前正推進 VIRVE2.0，導入寬頻 MCX（Mission Critical Services over Broadband），以支援影像與數據服務。

4. 美國 FirstNet

美國於 2012 年決議建設全國性的公共安全寬頻網路，由 AT&T 以公私協力模式建置與營運。FirstNet 專屬於第一線反應人員（First Responders），提供高速、加密與高優先權的服務，並支援影像、數據回傳及物聯網裝置。它是目前全球規模最大的 PPDR 寬頻系統，展現了以商用網路加專屬頻譜結合的模式。

5. 韓國 SafeNet

韓國 SafeNet 採用 LTE 技術，整合警察、消防、急救、醫療與軍方，服務規模超過20萬用戶。其特色在於透過國家產業三星（Samsung）提供「從建設到維運」的一條龍解決方案，確保技術自主。SafeNet 展現了亞洲模式，即以單一業者統包系統，快速達成全國性部署，但仍在部分應用場景持續測試與優化。

綜合以上案例，可以看出 PPDR 不只是通訊工具，更是一個跨單位協作平台。各國正逐步將其延伸至無人機、智慧感測器與穿戴式裝置的整合，讓前線人員能即時分享位置、影像與生理數據，提升安全性與決策效率。未來，PPDR 系統勢必結合 AI、大數據與低軌衛星，建構多層次、多來源的通訊防護網。

對我國而言，目前雖已具備災防告警系統（例如地震速報、颱風警示簡訊），但尚未形成完整的 PPDR 架構，警政、消防、醫療與其他應變單位仍多數各自運作。若能參考國際經驗，建立全國性的寬頻平台，並整合低軌衛星、機動通訊車與現有無線電系統，不僅能大幅提升災害應變能力與社會韌性，也能在戰時或重大事故中確保政府的指揮體系與民眾的安全保障不中斷。

（六）網路安全與韌性

隨著公共安全通訊逐步整合寬頻與雲端服務，資安威脅隨之升高，

駭客攻擊、假訊息散播與惡意入侵，隨時可能在關鍵時刻癱瘓系統，帶來重大資訊安全隱患。專家建議，網路安全必須從架構設計開始，包括端到端加密、權限管理、異常流量偵測等，並需定期進行風險評估、滲透測試與人員資安教育。同時，系統韌性亦不可忽視，必須具備備援路徑、災難復原與持續監控機制，確保通訊在任何情況下不中斷，維護公共安全單位的信任與行動能力。

三、專題討論

(一) MCX (Mission Critical Services over Broadband) 測試與實務經驗

MCX (Mission Critical Services over Broadband) 中文一般譯為任務關鍵服務 (寬頻通訊)，在本屆大會中是重點議題之一。它是 3GPP (3rd Generation Partnership Project, 第三代合作夥伴計畫) 制定的國際標準，用來定義如何在 4G LTE 與 5G 網路上提供公共安全任務所需的通訊服務。MCX 所涵蓋的服務包括即時語音 (MCPTT)、即時影像 (MCVideo) 及數據傳輸 (MCData)，目標是透過寬頻網路取代或補充傳統窄頻系統的不足。過去 TETRA 或 P25 在語音傳輸上雖具高度可靠性，然而隨著勤務需求逐漸增加，單純語音已無法支應，例如即時影像回傳、現場數據蒐集及多單位跨域協作等，因此 MCX 的發展已成為國際趨勢。

在大會中，瑞典警察局 (Swedish Police Authority) 講者分享了其在警察單位推動 MCX 測試的經驗。他們特別強調「使用者參與」的重要性，認為技術若脫離實際情境將難以落地。因此建立「使用者測試社群」，讓第一線人員於日常勤務中試用 MCX 終端設備，並回饋操作體驗。例如，工程師原先設計高畫質影像回傳機制，但消防單位指出，火場環境下行動網路穩定度不足，高畫質反而造成延遲，於是調整為系統自動依據頻寬切換畫質，確保即時性優於清晰度。

芬蘭則在 VIRVE 2.0 專案中推動跨部門壓力測試，模擬警察、消防與急救單位於同一場景下同時使用 MCX 進行群組語音及影像回傳。測試結果發現，一旦使用者數量暴增，影像回傳可能導致語音延遲。為此，他們建立「服務優先順序」規則，確保在任何情況下語音優先於影像與數據，避免影響任務溝通。

我國目前警用無線電系統以 P25 為核心，若未來導入寬頻服務，應確保「語音服務優先」的設計，同時建立「第一線人員回饋機制」，確

保技術符合實際勤務需求。唯有如此，才能使新技術不僅停留在理論進步，更能實際提升警察與公共安全單位的執勤效率。

（二）挪威警方的視訊應用

挪威警方（ Norwegian Police ）的講者在大會上分享了其視訊技術的實際應用經驗，說明影像通訊是如何成為日常勤務中必備的工具。在過去，挪威警方主要依賴窄頻無線電進行語音通訊，但隨著任務型態變化，僅靠語音已無法全面掌握現場情況。而影像可以提供更為直觀的資訊，協助指揮官或勤務指揮中心做出正確的決策。

挪威警方在分享案例中提到，無人機已然成為大型群眾活動與各類搜救任務的常態性工具。透過即時影像，警方可監控人潮流動，提前判斷可能的衝突熱點，並迅速調度警力。進行搜救任務時，無人機可搭載紅外線熱感攝影機，即使在夜間或低能見度環境中，仍能辨識並定位失蹤人員，大幅提升搜救成功率。

此外，挪威警方也強調車載與隨身影像系統的重要性，巡邏車配備的攝影機能自動比對車牌，協助查緝可疑車輛，並將畫面即時回傳至勤務指揮中心，使得勤務指揮中心可以快速掌握現場情勢，並加速支援警力調度。隨身佩戴的執法紀錄儀，則兼具證據蒐集及保障執法透明性的功能，可即時將影像上傳資料庫，以提升案件處理效率，並保障警民雙方權益。

然而，挪威警方也在會議中坦言，視訊技術存在各種挑戰，若要採用視訊技術做為勤務工具，則必須搭配完整的制度，才能真正落實。首先是網路頻寬的問題，勤務執行當中，大量影像同時上傳容易導致網路壅塞延遲；其次便是個人隱私與法規問題，視訊技術的使用，應該明確訂定影像保存及使用規範，以免資料遭到濫用。

我國警察勤務實務已有採用行車記錄器與執法紀錄儀，但若能進一

步整合無人機、AI 影像辨識與即時傳輸，將能在大型聚眾活動或災害搶救中大幅提升應變能力。惟視訊技術導入我國警察勤務前，應依循前面案例所提建議，以制度面規劃著手，建立完善的隱私保護、資料保存及調閱程序，確保影像應用合法，才能在提升效率的同時維護勤務執行正當性。

（三）英國 ESN（Emergency Services Network）的進度與挑戰

英國的Emergency Services Network（ESN）計畫，是目前全球最具規模的公共安全通訊寬頻轉型專案之一。其目標是利用商用LTE網路，取代原有的Airwave TETRA系統，為警察、消防、急救等單位提供語音、影像與數據的整合服務。

然而，該計畫自啟動以來，因為各種原因一再延宕。首先，ESN 的核心挑戰在於如何確保商用網路具備與專用窄頻相同的可靠性。TETRA 長期以來在語音即時性與直通模式上表現優異，而商用 LTE 雖然具備高頻寬，但在網路壅塞情況下，無法確保同等的穩定性。

特別是「直通模式」（Direct Mode Operation, DMO），對第一線人員而言，是傳統窄頻無線電最基礎直觀的功能。在缺乏基地台的環境中，TETRA 仍能依靠「直通模式」維持通話，但 LTE 系統尚未有等效方案，這引發第一線人員的顧慮。

在大會中英國講者提到，ESN 除了上述問題以外，更面臨測試功能未達標準、成本超出預算、使用者對新系統缺乏信任等問題。為此，政府決定延長 Airwave 的使用期限，並允許兩套系統並行，直至 ESN 建置完全成熟。而這種「雙軌制」的策略，雖然短期內增加執行成本，但卻大幅降低了全面轉換所帶來的風險。

由英國 ESN 的案例可知，傳統窄頻無線電在通訊穩定性上有其優勢，且第一線人員已使用語音通訊多年，若在公共安全通訊的轉型過於

倉促，則須面對諸多風險及顧慮。未來我國若因應關鍵任務通訊的國際趨勢，規劃導入寬頻服務，則建議應採用漸進式方式，保留 P25 窄頻無線電作為基礎語音通訊，並逐步擴展寬頻數據服務。與此同時，應廣泛收集第一線人員的使用者體驗回饋，並在擴展的過程中穩步調整，以確保公共安全通訊的使用，符合第一線人員的實際需求。

（四）AI在公共安全通訊中的應用

人工智慧（AI）在會議中被多方討論，尤其在提升公共安全單位效率與決策品質方面，展現出高度潛力。AI 的實際應用涵蓋影像、語音與數據分析三大領域，其多元運用使得 AI 可能成為未來公共安全系統中不可或缺的輔助工具。

首先，在影像處理方面，AI 能即時分析監視器或無人機回傳的畫面，自動辨識目標人員、車輛、異常行為或火災煙霧，藉此大幅降低人力監控所帶來的勤務壓力。以挪威警方分享的案例為例，AI還能在大型聚眾活動中即時偵測人潮擁擠情況，協助警方提前部署警力並及時應對。

其次，在語音分析方面，AI 技術除了可以抑制語音訊號中的背景噪音，提升勤務通訊品質，還能提供語音轉錄與自動翻譯功能，幫助勤務指揮中心迅速整理與分析大量通話紀錄，進而提升跨國或跨語言任務的溝通效率。

最後，在數據分析方面，AI 可透過多元管道，收集GPS定位、感測器數據與社群媒體資訊，進行初步的風險預測，協助警方進行人力與物力資源分配。例如，在颱風來襲之前，AI 系統可模擬受災範圍及嚴重程度，幫助警消及醫護單位提前調度醫療與救災資源。這類 AI 的實際應用能顯著提升決策準確性，同時減少人力判斷誤差。

然而，AI 的運用也面臨挑戰。首先，隱私保護是一大課題。AI應用

必然涉及大量資料，如何避免過度蒐集或濫用，必須透過配套制度規範。其次，AI演算法的透明性與偏差問題，也需要相應的監管與審查。會議中多位專家強調，AI應作為「輔助決策」工具，而非完全取代人工判斷，否則將導致風險與責任歸屬不明。

考量 AI 應用的巨大潛力，我國若能將警政資料庫，導入 AI 進行即時分析，將 AI 技術視為勤務輔助的必要工具，將能顯著提升應變效率。但在推動之前，應先建立完善的數據管理與資安防護機制，並同步推動人員教育訓練，確保第一線人員能有效運用 AI 工具。

（五）低軌衛星與災害應用

低軌衛星（LEO , Low Earth Orbit）技術在 CCW2025 中受到高度關注，被認為是未來公共安全通訊韌性的關鍵補充方案。與傳統高軌衛星（如GEO、MEO）相比，LEO 衛星繞行地球的高度較低（約300至1500公里），因此具有更低的延遲（一般可低於50毫秒）、更快的資料傳輸速度以及更好的覆蓋能力。這些特性使 LEO 特別適合在災害或戰爭等情境下，當地面基礎設施遭破壞或無法使用時，仍能維持基本通訊與資訊連線。

在大會中，LEO 在關鍵任務通訊中應用的實際案例，最受矚目的便是烏俄戰爭。烏克蘭在戰爭初期，其固定與行動網路基礎設施大量受損，傳統通訊手段無法維持正常運作。透過 Starlink 提供的 LEO 通訊服務，烏克蘭政府與軍隊能迅速恢復網路連線，並支援從政府行政運作、民生服務，到軍事應用的多種需求。例如，前線部隊利用 Starlink 與無人機結合並傳輸即時影像，用於偵察、火力引導與救援調度，這顯示 LEO 不僅能補充民用通訊，更能在戰時成為戰略資產。

除了戰爭應用，自然災害的情境同樣凸顯 LEO 的重要性，以澳洲為例，近年來多次發生嚴重的森林大火與洪水，導致大片區域的電力與通訊設施受損。澳洲公共安全單位與研究團隊嘗試結合 LEO 衛星與無人機，建立「臨時通訊網格」，以快速恢復區域內的通訊覆蓋。這些無人機相當於空中移動基地台，透過 LEO 與地面指揮中心連線，支援搜救人員即時傳遞影像、定位訊號與災民通報。據會中講者分享，單一無人機的服務範圍可達數十平方公里，能顯著提升救援效率，避免因通訊中斷而延誤黃金救援時間。

LEO的優勢相當明確：

1. 快速部署：相較地面基站，LEO 終端安裝與啟用時間短，能在緊急情況中迅速上線。
2. 低延遲：比傳統 GEO 衛星更接近地球，訊號延遲大幅降低，能支援即時語音甚至視訊服務。
3. 全球覆蓋：特別適合偏遠地區、離島、山區，或是傳統網路無法觸及的環境。
4. 不受地形限制：不像地面微波或行動基地台會受到地震、洪水、土石流等災害影響。

然而，LEO 也面臨諸多挑戰，首先是設備成本，目前商用化的 LEO 終端設備（如 Starlink 天線與路由器）仍屬昂貴，且維護需求較大。其次是天線安裝需求，需要開闊的視野才能保持穩定連線，若在高樓林立或山谷地區，訊號可能受到干擾。再者是頻譜干擾問題，隨著各國大量發射衛星，軌道擁擠與干擾問題愈趨嚴重。最後是資安風險，若衛星服務被駭或遭干擾，可能直接影響公共安全通訊的可用性。

會議中的專家普遍認為，各國應將 LEO 視為「備援與補充」，而非完全取代地面通訊系統。最佳模式是形成「多層次韌性架構」：以地面行動基地台和微波網路作為主要骨幹，輔以機動通訊車或便攜式中繼站臺作為機動補強，再透過 LEO 提供區域或全國性的備援，確保即使在最惡劣的情境下仍能維持最低限度的通訊能力。

對我國而言，因為身處在地震帶與颱風路徑上，重大的天然災害往往造成電力與通訊基礎設施服務中斷，例如921大地震、莫拉克颱風等重大災難中，部分災區曾長時間無法通信，導致救援難度大幅提高。而若能事先建置 LEO 備援站點，並與現有 P25 無線電系統及未來規劃的寬頻服務整合，將能顯著提升災害應變能力。

目前，政府已開始關注並採納 LEO 的應用，規劃設置衛星備援站

點，作為全國性災害應變網路的一部分。然而，要將其有效納入警政與消防通訊體系，仍需解決「系統整合」與「操作規範」問題。在何種情況下切換至 LEO、由誰負責操作與維護、資料傳輸如何確保資安，這些都需要進一步的制度與技術規劃。

綜上所述，LEO 不僅是新興通訊技術，更是未來公共安全與國防韌性的戰略資源。對我國而言，積極將 LEO 納入災防與公共安全計畫，並與機動通訊車、微波系統與既有無線電系統結合，形成完整的「多層次防護」，將能確保在災害與戰時環境下，我國仍能維持最低限度的通訊能力，對提升國家安全與社會韌性極具關鍵意義。

參、心得及建議

一、心得

本次前往比利時布魯塞爾，參與 2025 世界應急通訊大會 (CriticalCommunicationsWorld,CCW2025)，有榮幸聆聽各國專家針對公共安全通訊各類議題分享自身經驗，討論各自國內所面臨的挑戰與解決方案，並且親身與許多業界大廠進行交流，這些第一手珍貴的國際通訊產業的資訊，是過往單從龐雜的技術文件或網路資訊難以直接取得的，對了解公共安全通訊未來趨勢有莫大幫助。

在這次會議中可以體會到，「窄頻轉向寬頻」無庸置疑是國際公共安全通訊領域的趨勢，像 TETRA 與 P25 等窄頻無線電通訊，在語音即時性與穩定性上具備顯著的優勢，但會中多位來自北歐國家的講者已經指出，單純的語音通訊已經無法滿足現代關鍵任務通訊的實務需求。消防需要利用空拍機收集火場資訊，並協助自然災害的搜救；醫護單位需要即時回傳現場傷患資料，並提供第一線人員醫療建議；警察單位需要 AI 協助分析了解大型聚眾活動人潮動向，以提前調配警力，這些實務上的需求，都可以透過寬頻通訊的高頻寬、低延遲予以滿足。也因為上述寬頻通訊的諸多優點，即使面臨穩定性不足、高建置成本及資安風險等問題，許多國家仍積極予以推動。而在會議中，也特別提出「窄頻語音+寬頻數據」並行模式，對我國極具啟發性，因為目前我國公共安全通訊仍高度依賴 P25 窄頻無線電，如果能先以小規模試點導入寬頻通訊，再逐步擴展，會是一條相對務實的道路。

瑞典與芬蘭針對 MCX (MissionCriticalServicesoverBroadband) 的案例分享，同樣也是本屆大會的焦點之一。瑞典為了強調「使用者參與」的重要性，建立警察與消防單位的「測試社群」，讓實際試用 MCX 終端的第一線人員提供使用回饋，以此改善 MCX 系統操作，瑞典的方法確實避免了專業技術與實際需求脫鉤的問題，大幅提升系統可用性。而芬蘭的 VIRVE2.0 則進行跨部門通訊壓力測試，當

警察、消防與急救同時大量使用影像傳輸時，變造成了語音延遲的問題，為求解決，芬蘭建立了「語音訊號優先」的原則。透過上述案例可知，通訊系統的設計不能捨本逐末，一味追求功能豐富與多樣，而是應該確保使用者最基礎的核心需求被滿足，以應對勤務中危急的情境。對我國而言，若未來推動寬頻系統，勢必要建立起「回饋機制」，確保設計符合使用者習慣與勤務實需。

我國目前警政實務上，仍以傳統窄頻無線電作為主要通訊手段，少有影像通訊相關應用，在勤務現場的影像蒐證，也多半為事後調閱，缺乏即時整合的功能，對此，挪威警方針對影像應用案例分享，極具參考價值。前面提到，挪威警方所使用無人機能即時提供高空影像，搭配 AI 偵測人潮聚集情況，協助警方能預先部署警力。在搜救任務中，無人機與紅外線鏡頭的結合，大幅提升尋獲失蹤人口的效率。若我國警察以及消防單位借鏡挪威經驗案例，逐步採用無人機與 AI 分析技術作為勤務工具，將能強化我國在大型聚眾活動、山區搜救與突發事件應變的能力。

低軌衛星（LEO）的應用，在災害應變層面受到廣泛關注，不論是烏克蘭利用 Starlink 維持戰時通訊，或是澳洲利用無人機搭配低軌衛星在洪水與山火中建立臨時通訊覆蓋，都是災時通訊韌性強化非常成功的案例。而這些經驗也展現了低軌衛星技術實際應用的多元性，除了可以作為軍事或偏遠地區的通訊途徑，更是災害應變的重要環節。綜合考量到我國地震、颱風頻發，以及近來中國的軍事威脅增加，兩岸情勢緊張等因素，除了本所目前採購中的機動通訊車強化警用無線電韌性以外，建議應擴大我國布建低軌衛車站點範圍及數量，以確保在最惡劣的環境下仍能維持最低限度的通訊能力。

總結本次 CCW 所帶來的啟發與經驗，首先，公共安全通訊的轉型，隨著使用者需求的多樣化，已經是全球不可逆轉的趨勢。其次，轉型並不是單純的技術問題，而是一個橫跨政策、組織、產業鏈與使用者文化的「系統性工程」。由瑞典、芬蘭及多個歐洲國家的經驗都一再顯示，轉型成功的關鍵在於「合作」，包

括政府與業者、跨單位之間甚至是跨國之間合作，而會議的主題「Success in Cooperation」正好點出這一主軸。回到我國的視角，除了專注於技術上的轉型，更應思考如何建立跨單位協調機制、如何讓第一線人員參與設計、如何確保資安與隱私，這些都將決定我國未來能否成功轉型。

二、建議

- (一) 目前我國警政、消防、醫療及其他單位的通訊系統多各自獨立，缺乏統一平台，建議我國應推動跨部門合作，逐步建立統一的 PPDR 架構，使跨單位的資訊能即時共享，以提升整體應變效率。
- (二) 建議未來若要嘗試通訊寬頻化的轉型，應以窄頻及寬頻雙軌並行模式執行，並納入基層警消人員操作測試，建立回饋機制，讓第一線人員的意見能影響系統設計。同時，也應基層人員的強化教育訓練，培養具備AI、無人機與寬頻設備操作技能的專業人才。
- (三) 各類國際通訊標準迭代迅速，若我們未能與時俱進參與討論，將在未來通訊系統的規劃上落後國際社會。建議強化交流頻率與力度，持續派員參與國際組織與論壇，提升國際能見度並掌握尖端通訊技術。
- (四) 寬頻化能帶來大量數據傳輸的便利性，但相對應的資安風險也隨之而來。建議未來在規劃各種通訊平臺時，應把資安架構納入設計核心，並建立嚴謹的資料使用規範，以確保民眾隱私不受侵害。

肆、附錄

會議入場證



主題演講議程



Dear Yan-Cheng,

The countdown is on! Not long to go until we welcome you to CCW 2025. Are you ready to join the Global Networking Hub? Visitors from over 100 countries have registered! We look forward to welcoming you to Brussels Expo.

Important Information: Photo ID is required to gain entry to CCW 2025

You must bring photographic identification with you to enter CCW 2025. You will be asked to show this when collecting your visitor badge and will not be granted access without it.

All visitors will enter Hall 11 via Gate D1 of Brussels Expo. Security and identification checks will be undertaken in the registration area.

Opening times:

Tuesday 17th June: 10.00 - 17.30

Wednesday 18th June: 09.00 - 17.30

Thursday 19th June: 09.00 - 15.30

TECH TOURS AGENDA

These tours take a detailed look at specific areas of interest with an opportunity to meet carefully selected exhibitors and watch live product demonstrations, ask your questions, and explore new and innovative technologies.

Tuesday 17th June

11:00 - Command & Control Centre

Communications

13:00 - Sharing Critical

Communications Vertical Case Studies

15:00 - Devices Narrowband & LTE

Wednesday 18th June

10:45 - Delivering Next Generation

Mission Critical Services

14:00 - Command & Control Centre

Communications

15:15 - Transitioning to Broadband

Thursday 19th June

11:00 - Emerging Technology Solutions

13:00 - Delivering Next Generation

Mission Critical Services

FOCUS FORUM AGENDA

In-depth, deep-dive sessions providing knowledge sharing and comprehensive updates. Multiple presentations, interactive discussions and roundtables, allowing specialists to come together to learn about developments and share their own challenges, experiences and skills.

Tuesday 17th June

14.00-15.30: Interworking (IWF)

between Narrowband and Broadband

Wednesday 18th June

14.15-15.45: Focus Forum MCX

Testing & Certification

16.00-17.30: Security and Fraud

Prevention Group - Focus Forum:

Security of Critical Communications

Thursday 19th June

11.00–12.30: INFORMATION

SHARING: Advancing Mission-Critical

Broadband: Insights, Innovations &

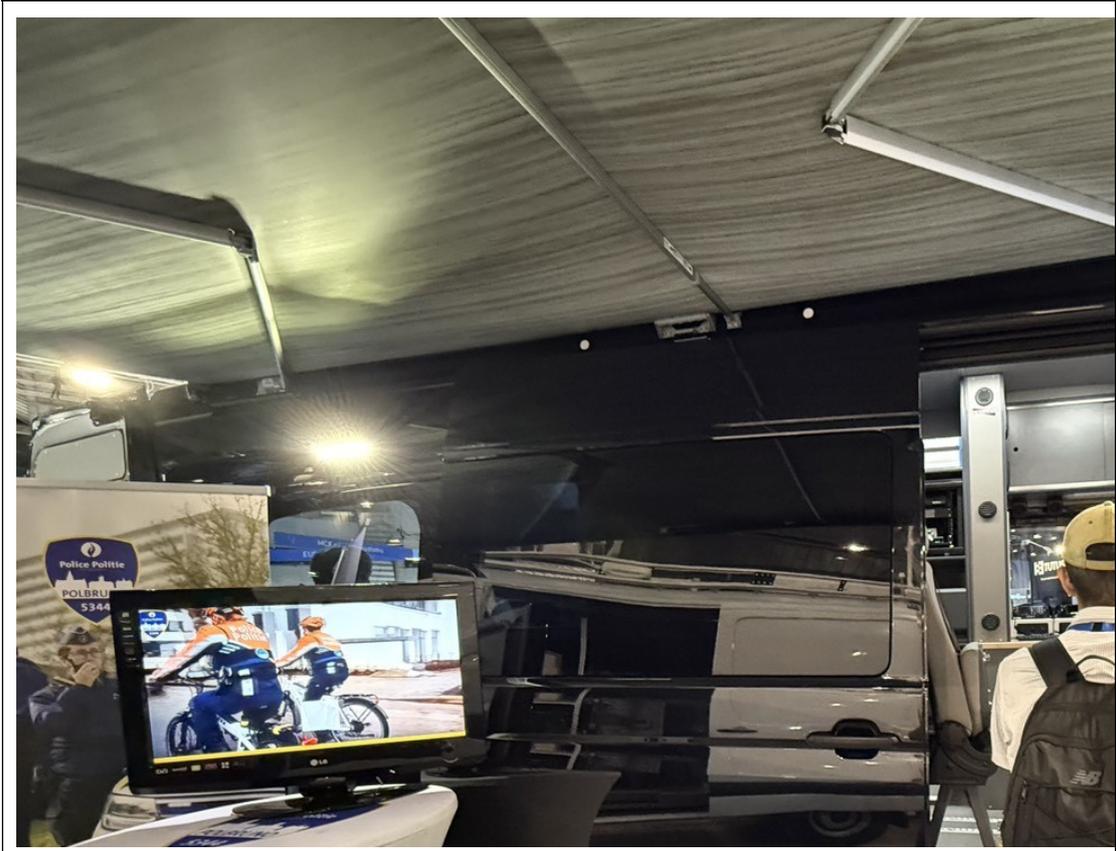
Global Initiatives

13.00-14.00: INTERACTIVE

WORKSHOP: Network Coverage &

Resilience Solutions

各類通訊車展示

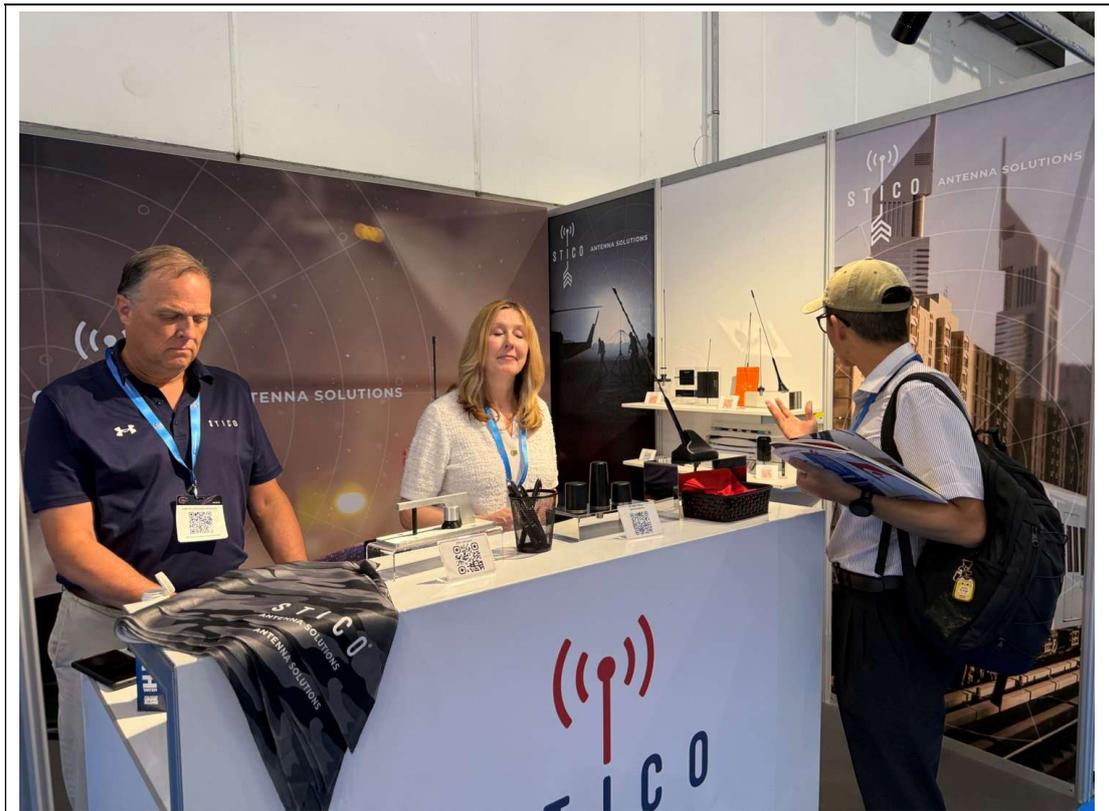




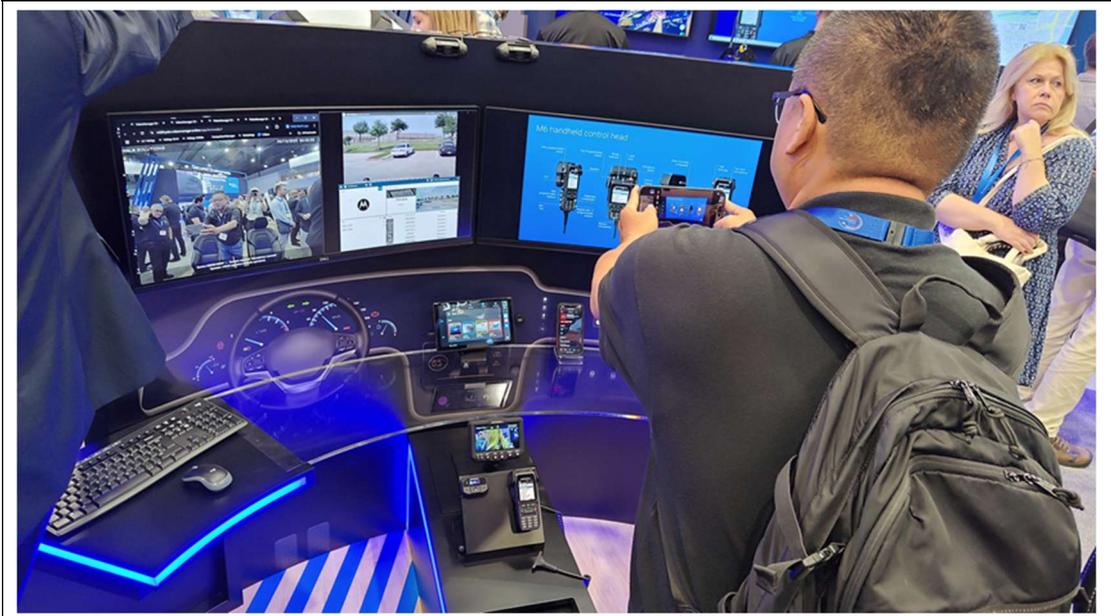
廠商介紹戰術耳機功能



車用無線電天線介紹



車載影像紀錄與識別系統



TETRA手機 (Motorola 展示的 MXP660)

