

# 出國報告（出國類別：會議）

## 參加 2016 年國際飛航測試會議

### 出國報告書

服務機關：交通部民用航空局飛航標準組

姓名職稱：張小千/約聘檢查員

派赴國家：塞爾維亞貝爾格勒

出國期間：105 年 6 月 11 日至 105 年 6 月 19 日

報告日期：105 年 8 月 29 日

## 目錄

壹、目的.....	p.2
貳、過程.....	p.3
參、心得及建議.....	p.21

## 臺、目的

國際飛航測試會議提供各國飛航測試單位及其相關人員交換技術信息之平臺，以應付各類飛航系統運作及其對於飛航測試作業之衝擊。第 19 屆國際飛航測試會議討論主題涵括飛測載具設計、ILS/VOR 飛測、性能導航飛測程序、飛測服務機構安全管理及信號干擾等領域。各國民航主管、飛測服務機構與其相關產業於會議交換技術信息，提出其發展中或已驗證之作業方法與心得；對於飛測資源較薄弱的國家，藉由會議可汲取他人經驗及早因應，降低新飛測技術對於飛測系統改裝/升級與應用之衝擊。

鑑於性能導航(Performance-Based Navigation, PBN)對於飛航之諸多優勢，全球飛航服務型態將由目前的地基系統(Ground Based System)，逐步轉向以衛星導航為主的星基系統(Space Based System)。本局航管組依國際民航組織(ICAO)在 2007 年 9 月 ICAO 第 36 屆大會決議事項「A36-23 性能導航全球目標」，制定臺北飛航情報區性能導航(Performance-Based Navigation, PBN)實施計畫。為使本局飛航測試系統性能配合 PBN 實施計畫發展，故由飛測小組電子操作員張小千參加 105 年 6 月 13 日至 17 日於塞爾維亞(貝爾格勒)舉辦之第 19 屆國際飛航測試會議(19<sup>th</sup> International Flight Inspection Symposium (IFIS))，以瞭解並掌握目前全球飛測系統製造商、飛測服務機構及各國主管機關對於性能導航飛測要求、測試方法及軟體技術發展現況。

## 貳、過程

### 一、行程紀要

日期	行程
6/11	由桃園機場搭乘長榮航空航班至土耳其伊斯坦堡轉機抵塞爾維亞貝爾格勒機場
6/12	報到
6/13~6/17	會議
6/18~6/19	由塞爾維亞貝爾格勒搭機至土耳其伊斯坦堡轉搭乘長榮航空航班返抵桃園機場

### 二、會議議程

日期	議程
6/13	0930~0940 Welcome Remarks 0940~1100 Commercial Presentation 1100~1630 Session 1 FIS and Aircraft Technology
6/14	0830~1215 Session 2 Flight Inspection of ILS 1215~1530 Session 3 Flight Inspection of VOR and SSR 1530~1630 Session 4 FIS and Aircraft Technology
6/15	0830~1045 Session 5 Flight Validation of ADS-B and Datalink 1045~1115 Session 6 Safety Concepts and F.I. Organization Certification 1115~1600 Static Aircraft Display
6/16	0830~1145 Session 7 PBN (SBAS/GBAS/RNP...) 1145~1600 Session 8 RFI/EMI 1600~1700 Session 9 Safety Concepts and F.I. Organization Certification
6/17	0830~1145 Session 7 PBN (SBAS/GBAS/RNP...) 1145~1600 Session 8 RFI/EMI 1600~1700 Session 9 Safety Concepts and F.I. Organization Certification
6/18	0830~1045 Session 10 RFI/EMI 1045~1145 Session 11 Flight Inspection Standards 1145~1155 Preview of 20 <sup>th</sup> IFIS—California 2018 1151~1200 Closing Remarks

### 三、重要議題摘要

本屆會議分別有來自世界各國約 40 國之民航主管單位、研究機構、飛航測試服務提供者、飛機製造廠、飛測系統整合廠、量測儀器廠家…等機構人員，與會人員約 300 人。

靜態飛機展示，分別為 FAA、DGAC、Serbia、Aeroperl、FCS、ENAV 等 6 個飛測機構之飛航測試機參加展示。與會人員得以一次窺得多種飛航測試系統之功能與飛測機。



本屆會議討論與簡報包含飛測程序、技術、訓練、設備與相關之議題，會議議題及論文發表摘要如下：

#### (一) 飛航測試系統與其載具技術發展

飛航測試為一個高度技術整合活動，需要非常熟練且訓練有素的飛行員，特殊裝備的飛機，實驗室設備和飛機/系統維護和儀器校準…等需要相當的資金成本。來自商業壓力和預算限制，激勵業者不斷地尋找新的技術與更有效的解決方案，朝降低成本和提高效率努力。傳統地做法是提升飛測設備功能/精確性，希望大幅提高測試效率，在單一的飛行中結合多項檢查同時進行，減少飛行時間，增加飛測機的可用性；部份維護任務外包和人力資源整合運用節省開銷。本次會議相關議題計有 9 篇論文發表，討論飛測機設計、無人飛機執行飛航測試、飛航測試系統天線/電腦/定位系統…等技術議題。

飛測機執行飛航測試任務必須長時間低空飛行、重複進場/落地測試，與會之巴西飛測機駕駛 José Evânio Guedes Júnior 呼籲各國針對飛測機任務性質，考量結構載荷與發動機性能；並提出共同設計/製造飛測機提昇安全、降低成本。然因與會者均已有飛測機或委託飛

測服務機構執行其飛航測試業務，此議題並未引起大眾回應。反倒是 FAA Flight Inspection Services 工程師 Mark E. Whittington 與義大利 ENAV 資深機長 Fabrizio Maracich 分別提出無人飛機執行飛航測試可行性觀點及面臨之問題較受矚目。

近年來無人機系統的技術迅速發展，市場上已開發了的無人飛機包括固定翼、旋翼和傾轉旋翼機體設計；無人飛機系統的有效載重能力從 10 磅到 3000 磅間，飛航距離從 100 哩至 10,000 哩，成本範圍從不到 10 萬美元到 1 億美元以上。這一革命性的技術已經深刻地影響了軍事和民航領域。許多飛測服務機構及其相關供應商正在研究以遙控無人飛機系統(Remotely Piloted Aircraft Systems, RPAS)執行地面助導航設施檢查或程序驗證之可行性；希望使用遙控無人飛機系統，減少飛測機的飛行時間，降低飛航測試成本。然而，過去無人飛機之應用以軍事任務為主，任務重點為跟蹤和摧毀目標，並不注重飛航安全及量測精確性。為使無人飛機適合於飛航測試作業，必須考量如何附加導航設備信號測量設備並提高精確度以符合飛航測試需求，目前對於無人飛機系統的選擇和其能力範圍如何匹配飛航測試需求尚無定案。另無人飛機系統的監管方式、飛航安全、法律責任、空域限制、物流、組織需求、技術問題、人員配置和培訓…等項目，與以往應用大不相同；由於需考慮之層面極廣，目前僅少部份研究機構進行初步評估，所得數據和證據尚不足以提供發展為商業活動案例使用；且國際間缺乏統一的法規和驗證標準、空域隔離整合，短時間內無人飛機系統在飛航測試之應用可能無法實現，不過已經到了認真評估準備時候。國際民航組織於 2015 年出版了無人飛機監管/驗證體系手冊 ICAO DOC 10019 “Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems(RPAS)”，國際飛測協會(ICASC)評估約再 10 至 15 年實驗性質無人飛測機飛航測試將開始可行性飛行評估。

## (二) 衛星信號干擾偵測及因應

航空運輸需求日增，面臨大量空中航運需求，性能導航 (Performance-Based Navigation, PBN) 取代傳統導航可以縮短航路、容納運量；但是導航衛星距離地表約 20,000 公里，衛星從遙遠高空上廣播的信號到達地表時信號強度相當地微弱；無線電技術速迅發展

後，民眾依賴行動無線通信，地面無線電臺網絡日趨密集，地面上無線電信號強度遠高於衛星信號；如果兩者頻段相近，機上衛星接收機將無法分辨信號而影響衛星信號完整性。這對於 PBN 及 ADS-B 需要連續且完整衛星信號之應用有飛安疑慮。

另為了提升飛測系統精確性、使用率，新一代飛測系統大多配備衛星定位系統；其與傳統經緯儀相較，飛航測試任務不受天候、能見度及距離限制，即使在廣闊的區域執行飛航測試均可獲得精確定位。但微弱的衛星廣播信號加上密布的行動通信電臺網絡，多數飛航測試機構反應在執行飛測過程定位系統遭遇干擾而降低飛航測試能力。

基於前述考量，目前已有 EUROCONTROL、瑞士、美國及日本等國進行干擾信號搜尋/定位技術研究，本次會議與信號干擾相關議題計有 6 篇論文發表。其中，德國與瑞士合作進行即時確認干擾信號方法研究，在 2014 年國際飛測年會即已對飛航測試社群提出研究報告，本次會議該團隊提出下列建議：

1. 對於航情繁忙的機場，利用執行儀器降落系統(ILS)定期檢測時時執行全球衛星導航/定位系統環境例行巡查。
2. 在干擾源出現時，提供航管即時警示並報告結果。
3. 利用固定翼機或旋翼機裝載測試平台定位干擾源並偵測其特性。(FAA 則提出以無人飛機執行干擾源定位之構思)

在日本行動通信 LTE 使用 Band 21，已被日本飛測小組確認對其飛測系統之衛星定位系統造成威脅。日前本局飛測機亦曾在松山機場、桃園機場及清泉崗機場執行飛航測試時，飛機上前艙及飛測系統之衛星定位系統遭遇干擾。JCAB 提出之建議的確值得國內相關單位注意。雖說國內目前對衛星信號干擾報告仍以飛測小組為主，極少有民眾/航空公司曾提出衛星信號干擾而限制其使用。但行動通信網絡在緊急情況下已為民眾不可或缺的配備，未來無線電波覆蓋頻寬只有擴展不可能降少。JCAB 飛測小組提出暫時性之因應方案，也許可供後續因應參考。

### (三) DME-DME 基礎設施分析工具應用及驗證

隨著性能導航廣泛實施，全球導航衛星系統成為一個重要的基礎設施。在性能導航環境下，地面設施角色從獨立支持傳統程序之主

角，轉換為輔助衛星導航程序之配角。目前單一歐洲天空航管系統研究案(Single European Sky ATM Research, SESAR) 對於全球導航衛星系統信號在航路或終端控管區域中斷/無法提供服務之困境，目前短期和中期解決方案為利用 DME/DME 測距功能做為備援。因為測距儀採用成熟技術，世界各國於傳統導航時期即已普遍使用且架設數量多，更重要的是機載設備可直接運用不需加/改裝，利用雙向測距原理，減少重新架設地面設施及修改機載設備之成本。

為提升 DME/DME 導航之精確性，對於 DME 性能要求除了精度性能外，接收功率也將被評估，因為在 PBN 應用時，DME 使用範圍擴展，其信號強度需求更為顯著。法國飛測小組(Direction Générale de l'Aviation Civile of France, DSNA)與業者 Rohde & Schwarz 和 EUROCONTROL 合作，在法國和鄰國間沿空中交通服務航線網絡低空航路(FL220)進行測試，收集所有 DME 地面站位置與相關資料，全部飛行軌跡如圖 1 所示，連續 8 天，總飛行時間累積到超過 50 小時以上。

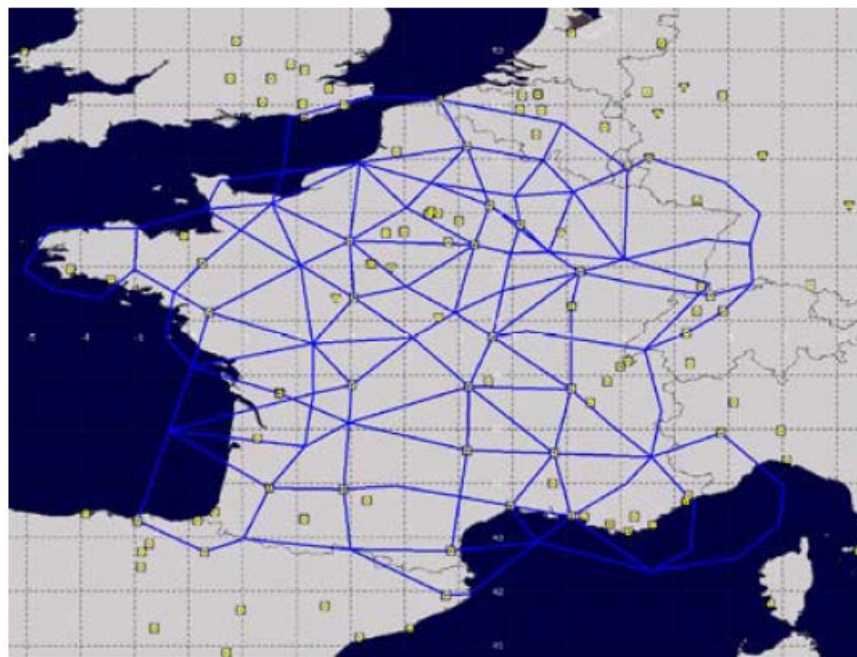


圖 1 Flight Path and Recorded Stations

在飛航測試前，DSNA 與 EUROCONTROL 先行定義受測 DME 地面站。每個航段的地面站選擇為達成下述三大目標：

- 目標 1：收集資料用以驗證 DEMETER (該軟體為



EUROCONTROL 為支援 PBN 應用開發之 DME 基礎架構評估軟體)遠距離可使用範圍預測準確性

- 目標 2：評估遠距離信號強度，與預測模型結果比較
- 目標 3：評估斜距資訊準確性，以評估相對於現行標準性能

前述目標 1&2，可見 EUROCONTROL 特別重視 DME 電臺遠距離特性評估。由於無線電波特性，DME 電臺涵蓋範圍受地球曲度及障礙物阻擋而有所限制。傳統助導航設備的使用和其相關聯的飛航測試僅限於短距離範圍，DME 遠距離範圍特性尚未被廣泛地的研究；所以在 PBN 應用開發上，DME 遠距離範圍的可用性特別受到重視，因為若 DME 適用範圍可擴大距離，意謂著只需要維護少量的 DME 站即可提供大範圍區域導航服務。(註：依 ICAO PBN Manual (ICAO Doc 9613) ，目前 DME 在無障礙物阻擋條件下，適用範圍為 3~160nm，仰角不得大於 40 度。)

現今大多數 FMS 系統 DME/DME 使用至少一對 DME 站計算值定位：根據飛機與 DME 相對距離，兩個 DME 站的圓水平面交集及飛機最後位置消除其不確定值，可計算出飛機即時所在位置。因位置是基於兩個地面站計算所得，其位置誤差為常態分佈，其標準差為斜距誤差與 DME 夾角  $\alpha_{ij}$  (從飛機看) 函數：

$$\sigma_{DDij} = \frac{\sqrt{\sigma_{Di}^2 + \sigma_{Dj}^2}}{\sin \alpha_{ij}}$$

為精確計算位置，兩個 DME 站夾角必須限制為  $30^\circ < \alpha_{ij} < 150^\circ$  ；  
DME 站夾角與誤差值關係圖如圖 2 及圖 3 所示

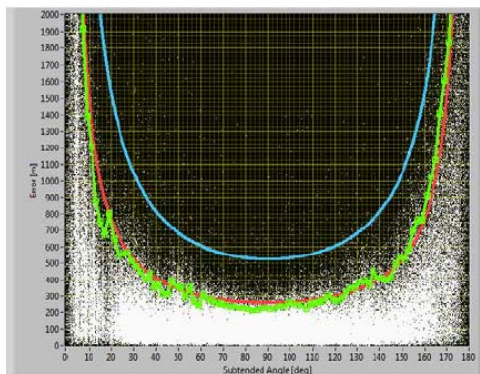


圖 2 DME/DME Error vs. Subtended Angle

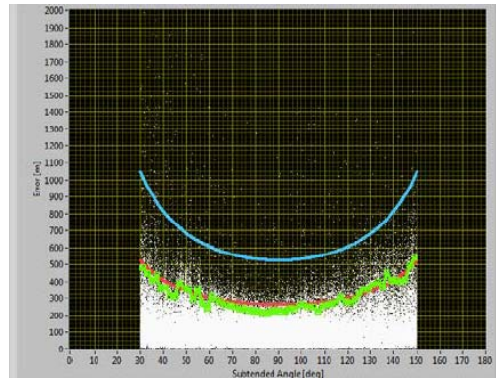


圖 3 DME/DME Error vs. Subtended Angle (30 to 150 deg.)

目前有多組用於評估 DME 基礎設施涵蓋範圍及定位精度之軟體工具，這些工具可預測 FMS 幾何限制基準，如：兩個 DME 站夾角、與地面電臺最小/最大距離關係，DME/DME 助航設備選擇可重複配置(額外的可用配對)及 NSE(Navigation System Error, 導航系統誤差)。為使信號可用性和服務連續性，理想的方法是在空域裡提供足夠的 DME/DME 重複配置(至少獨立的兩對)。而其他可用的 DME/DME 對可提高應用參數；然而，過多的 DME / DME 配置帶來邊際收益有限，但將導致運營成本增加而降低頻譜利用效率。因此從飛航測試角度出現下列問題：

- 執行 RNAV STAR 航路認證時，應該執行多少個 DME 地面電臺檢測？
- 檢查最近的、提供最佳涵蓋範圍和幾何位置的 DME 地面電臺信號是否就足夠了？或是還得檢查當飛機開始程序第一段提供至少部分涵蓋的更遠處站？

對於標準離場程序，情況與到場程序不同，由於離場時較近的 DME 地面電臺因在低高度視線內，信號將先被獲取。然而，第一對獲取的不一定是一對具有最佳幾何位置最好的配對，但它可能是一直被保持使用的。法國飛測小組 (DSNA) 與業者 R&S 和 EUROCONTROL 合作，針對 DME/DME 配對對於導航精度的可能影響進行研究，當飛機使用非最佳配對時，記錄特定的航路範圍內的數據並進行分析。這個航段為到場程序的一部分，開始於 20,000 呎高度，並在約 7,000 呎結束紀錄。其中有 8 個 DME 電臺的有效應答數據記錄。分析顯示，地面電臺即使非常靠近，但由於地形掩蔽或視距

的限制，而降低可提供之位置準確度，這突顯了對於瀕臨範圍限制之設施執行飛航檢查的重要性。因 RNAV 的 SIDs/STARs 其特色是動態垂直飛行包絡線，當 DME 基礎架構評估模擬有多個地面電臺受視線限制時飛航檢查特別需要。因 DME 電臺切換並非是快速且明確的過程，由於電波多路徑、衍射和其它傳播效應形成之暫態性誤差，造成較高分散誤差。針對此類情況，分析結果建議，且由飛航檢查時對所有的站記錄其信號強度(非僅是那些提供最佳的幾何位置之電臺)，並執行由所有可行的 DME/DME 配對進行準確性分析。

(四) 國際民航組織導航系統工作小組(NSP, Navigation Systems Panel) 與歐洲航空安全組織 EUROCONTROL 報告 ILS 關鍵區域和敏感區域研究報告

因超大型飛機(如:空中巴士 A380)的運作觸發 ICAO 文件 Annex 10 內 ILS 關鍵區域和敏感區域(Critical and Sensitive Area, CSA)指導文件需求。由於機場經營環境改變及 ILS 技術進步，來自機場經營者、航管及民航主管機關均認為指導文件需要完整地檢視。該文件修訂在 2008 年(Annex 10 Amd.84)國際民航組織向成員國提出了修訂審查需求。修訂關鍵區域和敏感區域之基本定義為：

Critical Area: The ILS critical area is an area of defined dimensions about the localizer or glide path antenna, such that aircraft and other vehicles within the area cause out-of-tolerance disturbances to the ILS signals-in-space from the limit of the coverage to a distance of 3.7 km (2NM) from the landing threshold.

Sensitive Area: The ILS sensitive area is an area of defined dimensions about the localizer or glide path antenna, such that aircraft and other vehicles within the area cause out-of-tolerance disturbances to the ILS signals-in-space from a distance of 3.7 km (2NM) from the landing threshold to the point at which the ILS signal is no longer required for the intended operation.

但該提案中指定 2NM 為關鍵區域和敏感區域定義切換點，對於

機場運營具潛在不可接受的影響而被否決；經過專家們多次的磋商，國際民航組織導航系統工作小組已完成 Annex 10 對於 ILS 關鍵區域和敏感區域(CSA)指導文件更新內容最終確認作業，並預計將在 2016 年針對此項更新發布國家級信件。更新內容包括用於左右定位臺與滑降臺之各範例表中對於車輛和飛機(包括超大型飛機)類別定義之一致性。該指導文件旨在提供全球通用且安全的資料，允許成員國得依此配合機場運作使得執行最佳化。過去，工作小組協調指導文件修訂時，大多數研究集中於左右定位臺(因它對機場運作影響較大)，並在 2008 年國際飛航測試會議發表相關研究報告；本次國際飛航測試會議報告則聚焦在滑降臺關鍵區域和敏感區域的研究。本次會議中，由工作小組代表報告內容有三大主題、摘錄如下：

1. 指導文件更新的基本原則：雖然 ICAO 的指導文件對於成員國而言，非強制性符合要求，但 ICAO Annex 10 指導文件對於 ILS 關鍵區域和敏感區域目前是各國認定唯一保護儀降系統正常運作避免的多徑干擾方法。指導文件的文字必須嚴謹，避免太複雜的定義/說明；因此，本次修訂建議將恢復原本對於 ILS 關鍵區域和敏感區域(CSA)之定義，對於保護區之應用留給地方機構衡量彈性，不提供業務需求或設備技術的取捨之討論。它甚至提醒讀者，如果現有 CSA 已被證明是安全的，無需針對 Annex 10 指導文件更新採取任何行動。CSA 保護的既定原則保持不變，指導文件修訂增加的內容旨在希望提供業者和空中導航服務商 (Air Navigation Service Provider, ANSP)在實務作業上更好的描述。

CSA 定義從操作觀點出發，關鍵區域應該保護飛機在整個信號涵蓋範圍到 CAT I 決定高度可接收穩定之信號，而敏感區域應以保護飛機在低能見度運作從 CAT I 決定高度至跑道可接收穩定之信號。技術觀點則是：關鍵區域的干擾會影響飛機所有進場階段，而敏感區的干擾通常僅是局部有限的干擾。

依定義，則會形成左右定位臺大部份關鍵區域與跑道重疊，在舊指導文件隱含假設關鍵區域決不與業務區域重疊，新的指導文件則承認，在某些情況下必須對在關鍵區域飛機移動進行管理，圖



2. 報告 EUROCONTROL 與空中巴士合作進行 ILS 滑降臺 CSA 研究：採用 ELISE 工具，模擬 332.0 MHz 下滑道飛機方位最差（與跑道夾角非  $0^\circ$  及  $90^\circ$ ）之情況下  $3^\circ$  進場時，滑降臺信號結構容差變化。考慮造成多路徑反射之飛機，中型飛機類使用 Tupolev 204(該類型飛機最大垂直尾翼高度)，大型飛機類使用的波音 747-400，和特大型飛機類使用 Airbus A380 飛機。機場自行分析時，得依機場運作最大飛機尺寸選擇模擬計算之基準，滑降臺天線型別亦是模擬考量條件之一。圖 5 為 M-Type 天線中型飛機所在位置對滑降臺信號影響模擬計算結果

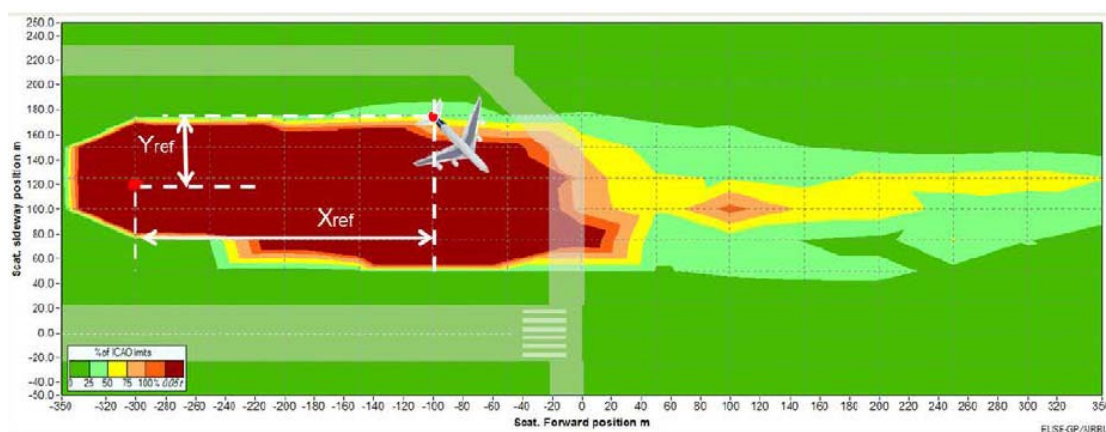


圖 5 Example Simulation Result (Cat II/III Critical Area, Medium Aircraft, M-Type Antenna)

3. EUROCONTROL 對於滑降臺天線改善及性能標準修訂建議研究：幾年前，EUROCONTROL 主張修訂 ICAO Annex 10 左右定位臺涵蓋標準，適度地縮小涵蓋範圍。其目的是允許為降低左右定位臺旁波瓣多重路徑反射以符合 Annex 10 性能標準之特別的陣列天線設計，在低高度  $\pm 35$  度覆蓋的邊緣，得降低信號強度，只要確保飛機進場作業並不會使用這區域。這樣的修訂可同時解決特定陣列天線難以在極端的邊緣提供覆蓋於設計及安裝之困境。EUROCONTROL 主張同樣的邏輯應用到 ILS 滑降臺在  $\pm 8$  度的橫向涵蓋範圍，該性能

要求似乎超出需求。因為實務上，飛機均在不超過約±3度的橫向引導扇區被建立後，才會出現下滑道指引。如果放寬±8度橫向滑降臺信號覆蓋要求，獲得顯著好處是可以顯著降低 CSA 尺寸。附加好處是可改善滑降臺信號遠距離覆蓋性能。在 EUROCONTROL 進行支持左右定位臺性能參數修訂研究時發現，隨著使用連續下降進場方式之增加，飛機在 10NM 外穩定地在滑降路徑上飛行已相當普遍，而這距離已遠遠超出了滑降臺正式的覆蓋範圍。如果能夠使下滑道信號束聚焦，覆蓋範圍比現行性能要求更遠，可使精確進場系統提供服務的操作使用效率提高。EUROCONTROL 進行 3 款不同滑降臺天線性能及 CSA 研究，比較表如下

Performance		Results	
CA	Lateral limit for 0° orientation	Kathrein	50m
		GP-5A	45m
		Optimal	<b>45m</b>
	Longitudinal limit for 90° orientation	Kathrein	700m
		GP-5A	700m
		Optimal	<b>600m</b>
Far Out Coverage	Maximum Range @0.45θ	Kathrein	≈12NM
		GP-5A	≈10NM
		Optimal	<b>≈15NM</b>
	Minimum Elevation @25NM	Kathrein	1.80° (0.600θ)
		GP-5A	2.05° (0.683θ)
		Optimal	<b>1.67° (0.556θ)</b>
Threshold Coverage	Minimum Field Strength below CAT I DH	Kathrein	-52.26 dBV/m
		GP-5A	-39.05 dBV/m
		Optimal	<b>-35.96 dBV/m</b>

表 1 Antenna Performance Assessment

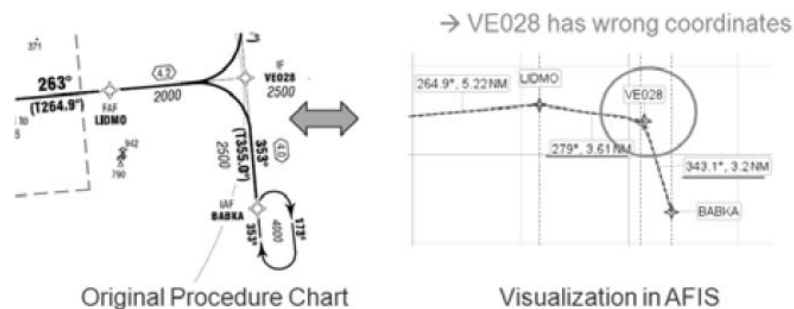
結果顯示滑降臺性能受典型的 M-陣列天線桅杆的限制很難有顯著改善。2016 年四月歐洲航空安全組織 Navigation Steering Group (NSG) 第 22 次會議 IDS 提交研究結果並經 NSG 同意，鑑於有限的效益，無需再執行滑降臺天線優化發展計畫。

(五) 飛航測試系統因應複雜儀航程序驗證功能提升

傳統儀航程序設計時需要考慮電臺信號受地形、障礙物…等環境條件限制。拜航電系統技術進步所賜，現在的飛行管理系統(FMS)能力允許其執行區域導航(RNAV)和性能導航(PBN)複雜的飛行路徑定義，讓程序設計人員得以使用複雜的新程序路徑元素定義程序，如：半徑固定圓弧元素(Radius to Fix, RF)和精確垂直引導的最後進場階段(Final Approach Segment, FAS)元素。依據 ICAO 規定，不論是頒發或修改儀航程序在發佈前均需進行驗證，驗證目的是為了確保程序符合設計標準並可安全地操作。驗證過程包含飛行前地面驗證及飛行驗證。飛行前地面驗證主要工作是確認設計資料的正確性和完整性，驗證項目含：程序圖、FMS 數據、航點坐標、航點標識符號、航點類型：飛經 Fly By/飛越 Fly Over、固定點間路徑軌跡與距離、最後進場階段數據正確性、路徑轉換適合性…。當飛行前地面驗證是滿意後，飛行驗證才有意義。飛行驗證側重於：GNSS 信號的覆蓋範圍、SBAS 信號覆蓋、DME/ DME 信號覆蓋(視需要)、傳統導航信號覆蓋範圍(視需要)、RNP 限制、無線電通信覆蓋、導航信號干擾、地障淨空、可飛行性…。飛行前地面驗證若檢查到任何設計缺失，可以節省不必要的飛行驗證作業。

若飛測系統軟體功能提升，讓程序驗證程序標準化和自動化程序提高，可確保驗證過程輸出質量固定。飛測系統整合商 Aerodata 例舉飛測系統軟體驗證程序時常檢測出之異常如下：

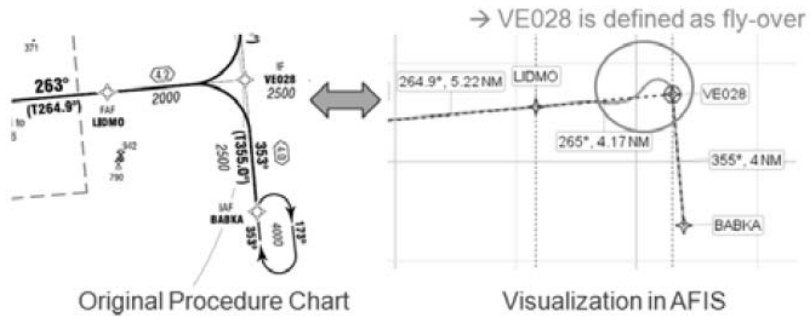
#### 1. 飛行前地面驗證案例 1 航點坐標錯誤：



### Visualization of Procedure with Tracks and Distances

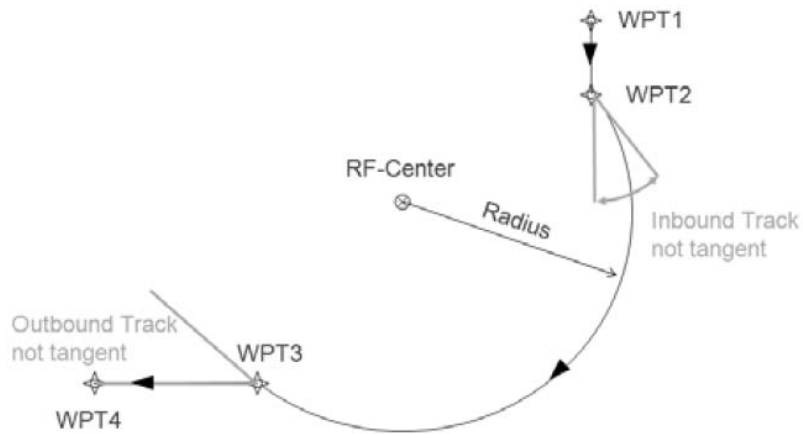
#### 2. 飛行前地面驗證案例 2 航點類型錯誤：





### Visualization of Simulated Flight Track

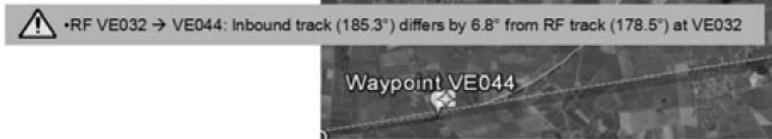
3. 飛行前地面驗證案例 3 圓弧元素切入/脫離軌跡偏異：



### Issues with RF in- and outbound tracks

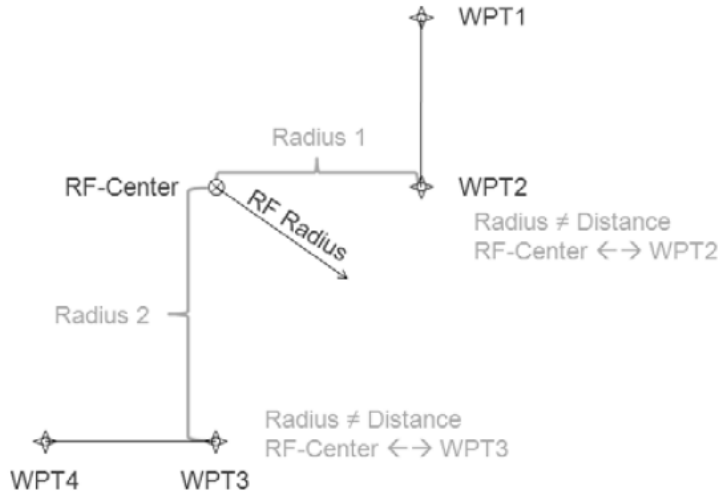
RF-track check by AFIS:

- ✓ Visualization
  - Google Earth
  - Graphics
- ✓ Alerts
  - Highlights even small differences
- ✓ Alert Example:



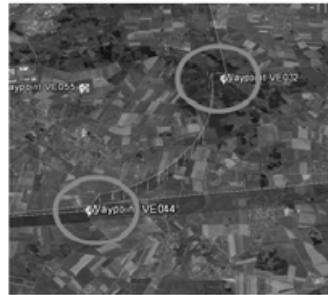
### Detection of RF wrong in- and outbound tracks

4. 飛行前地面驗證案例 4 圓弧元素半徑錯誤：



**RF radius check by AFIS:**

- ✓ Visualization
  - Google Earth
  - Graphics
- ✓ Alerts
  - Highlights even small differences

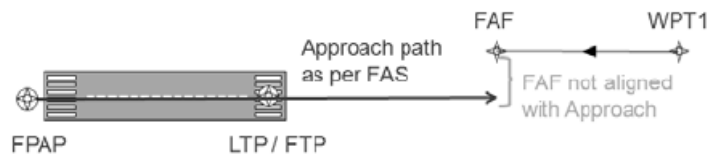


✓ Alert Example:

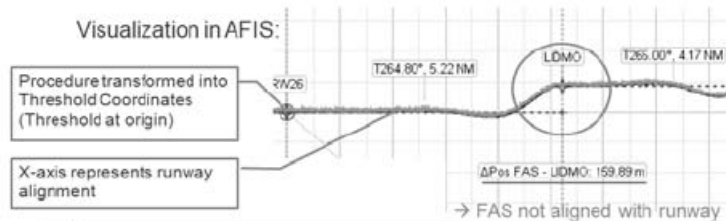
⚠ •RF VE032  $\rightarrow$  VE044: Radius is 55.7m smaller than distance Center  $\rightarrow$  VE032  
 •RF VE032  $\rightarrow$  VE044: Radius is 48.9m smaller than distance Center  $\rightarrow$  VE044

**Detection of RF radius issues**

**5. 飛行前地面驗證案例 5 FAF 轉換至 FAS :**

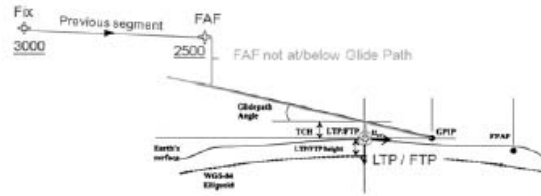


**Issues with lateral FAF/FAS transition**

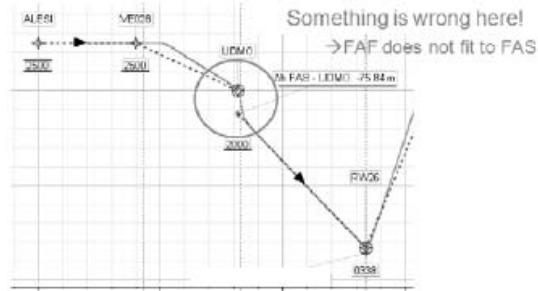


⚠ •LIDMO  $\rightarrow$  FAS: LIDMO not on FAS approach centerline. LIDMO is 159.9 m right

**Detection of incorrect lateral FAF/FAS transition**

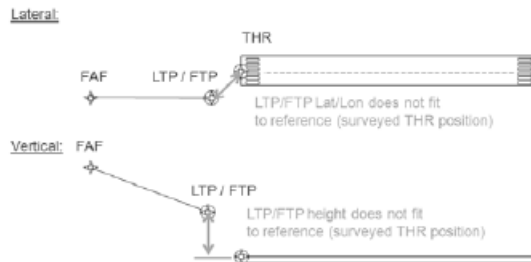


**Issues with vertical FAF/FAS transition**

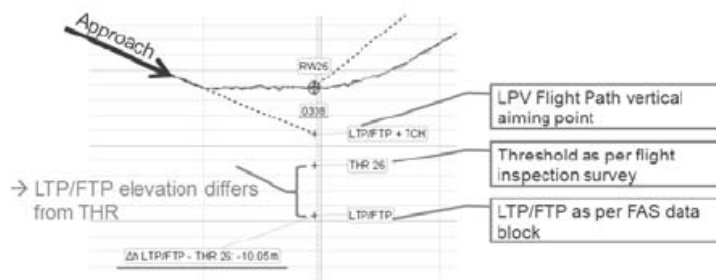


**Detection of incorrect vertical FAF/FAS transition**

6. 飛行前地面驗證案例 6 LTP/FTP 轉換：

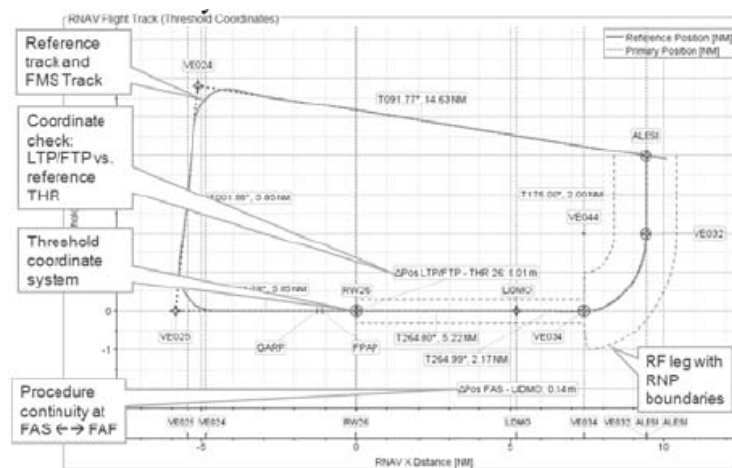


**Issues with LTP/FTP coordinate**

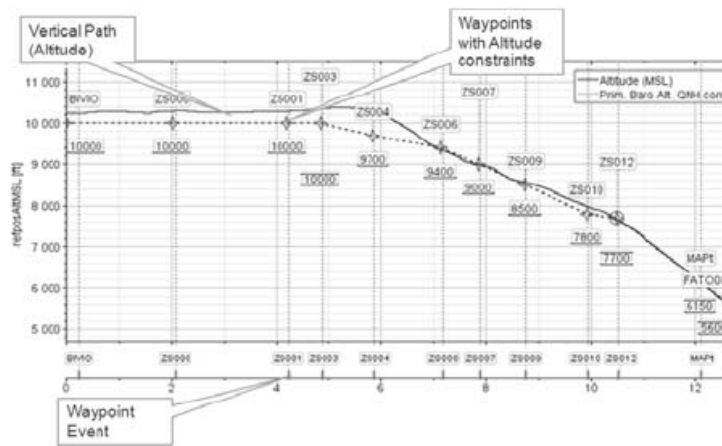


**Detection of incorrect LTP/FTP height**

利用飛行前地面驗證之數據儲存在 AFIS 數據庫內，飛行驗證程序設置變為一件容易的事。



**Procedure Visualization in Threshold Coordinates**



**Vertical Profile Graphic**

自動化的系統可提供品質固定的驗證結果，降低人為疏失。目前本局飛航測試系統軟體尚未具備驗證 RF 及 FAS 路徑元素類型路徑元素之能力，若此類型路徑元素為臺北飛航情報區程序未來發展不可缺之元素，應及早規畫飛測系統軟體升級時程。

(六) 國際飛航測試協會(International Committee for Airspace Standards and Calibration, ICASC)運作工作小組(Operations Workgroup)報告飛航測試和飛行驗證組織的建議措施相關文件擬訂現況並提供草擬之“ICASC Document on Standards and Recommended Practices of Flight Inspection & Flight Validation Organizations” and “ICASC Recommended Flight Inspection & Flight Validation Contract Annex”文

件供有意將飛航測試或航路驗證委外之機構評估飛航測試機構及簽署合作合約時參考。

## 參、心得及建議

為使飛測系統能符合助導航測試需求，飛測系統應定期檢視硬體性能提昇、軟體更新需求。傳統助導航設施設置受地形、土地取得等因素限制發展，原為軍事發展之衛星導航技術解禁，促使衛星科技於民航運用領域上快速進展，以衛星信號為導航基準之儀航程序順勢大量產出；拜航電系統技術進步所賜，現在的飛行管理系統(FMS)能力其執行區域導航(RNAV)和性能導航(PBN)複雜的航路，可讓大幅減輕飛航組員工作負荷。完整且有效率地執行衛星導航為主之性能導航程序驗證、複查作業工作逐漸受到重視，飛航測試系統軟體從提供傳統助導航設施測試路徑、紀錄量測資料功能，轉移為程序資料庫驗證、航路飛航中衛星導航數據紀錄。本局飛航測試系統軟體雖有 RNAV 驗證功能，但對於 RF、FAS 路徑元素及 DME-DME 航路尚未俱備驗證功能，若此類型航路為臺北飛航情報區程序未來發展之主流，應及早規畫飛測系統軟/硬體升級時程。

以低空飛航、在人口密集的空域作業之飛航檢查任務，其比一般航空公司運送乘客和貨物業務蘊藏較高的潛在風險。應對這些安全挑戰時，飛測小組成員應比一般航空業者更注重其操作設定、訓練和裝備安全上之要求。因應助導航技術之更新，從事飛航測試作業人員除需汲取相關資訊外，並應定期參與國際間飛航測試年會，以了解飛測技術之發展，以掌握新助導航技術變化，及飛航測試對應方法與解決途徑。派員與會將可增加與各國適航主管機關飛測負責人員接觸之機會，建立飛測技術專家之人脈。