

出國報告（出國類別：其他）

CNS/ATM 技術研討會議

服務機關：民用航空局飛航服務總臺

姓名職稱：沈 啓 總臺長

董吉利 臺長

朱逸文 課長

鄧惠娟 管制員

鄒慧蒂 管制員

派赴國家：美國華盛頓特區

出國期間：98 年 11 月 28 日至 98 年 12 月 6 日

報告日期：98 年 12 月 31 日

目次：

壹、 目的	1
貳、 過程	2
第一天及第二天	2
第三天	2
一、 麥特(MITRE/CAASD)公司簡介	2
二、 麥特航空學院(MITRE AVIATION INSTITUTE)簡介 ...	4
三、 全球飛航管理趨勢	5
四、 自動回報監視—廣播(ADS-B)及多點定位 (Multilateration)之介紹	7
第四天	10
一、 區域航行/導航性能需求(RNAV/RNP).....	10
二、 終端區航線設計及航情模擬軟體(TARGETS).....	14
三、 相對位置指標(Related Position Indicator)軟體.....	15
四、 機場及跑道安全(Airport and Runway Safety)議題討論	16
第五天	22
一、 虛擬塔臺(Virtual Tower)	22
二、 美國次世代航空概念彙整(NextGen Summary)	25
三、 執行管理人才培養訓練(Executive Management Development Training, EMDT)及飛航管理人才訓練(Air	

Traffic Management Executive Training, ATMET)說明.....	30
四、 流量管理(Air Traffic Flow Management)工具介紹	31
第六天.....	38
一、 空域相關議題	37
二、 航路/終端訓練議題討論與展示	42
三、 麥特實驗室導覽	46
第七天.....	48
第七天及第九天.....	50
參、 心得與建議	51
肆、 附錄 — 研討會議程.....	56

壹、 目的

美國不論是在導航技術面及法規規範面都是堪與國際民航組織並駕齊驅的航空大國，雖然其腹地廣大，可運用之航路及空域較我國為廣，然其空域結構之複雜度遠在臺北飛航情報區之上，瞭解美國如何運用新飛航技術解決難題及其對次世代航空發展概念，爲此行之重點。MITRE Cooperation（以下簡稱麥特公司）係以提供各項研究及數據予政府以作爲其提昇飛航服務安全水準及效率之公司，其服務對象除美國聯邦航空總署（FAA）外，亦遍及全球之政府機構。

麥特公司以未來航管趨勢爲主要研究目標，並研發相關輔助科技，此行安排的主要會議皆是爲支援 CNS/ATM 飛航管理系統所需配合的技術及其運用、航管人員之訓練及管理 etc 等議題，其內容囊括跑道安全、儀航程序設計、流量管理乃至飛航管理人才之培訓。麥特公司在此領域已有廣泛而進步的研究與發展，部分技術已受全球航空界運用並獲得極大的經濟效益。

此行期望藉由瞭解麥特公司協助美國 FAA 的研究成果，進一步知悉美國未來的民航技術發展政策，做爲我方之參考。除了藉以審視我國不足之處，亦瞭解該公司未來可爲我國提出何種協助。希望經由此行所得資訊，爲我國民航技術發展提出建言。

貳、 過程

第一天及第二天

(98 年 11 月 28 日~98 年 11 月 29 日)

自台灣桃園國際機場啓程經美國洛杉磯國際機場轉華盛頓達勒斯國際機場。

第三天

(98 年 11 月 30 日)

本日研討會內容包括：麥特公司簡介(含 CAASD)、麥特航空學院簡介、全球飛航管理趨勢、自動回報監視(ADS-B)及多點定位系統(MLAT)之介紹。

一、 麥特(MITRE/CAASD)公司簡介

MITRE 公司設立於 1958 年，其成立係爲了提供美國空軍於技術及工程上的服務、協助，爲一獨立、非營利性之組織，並不隸屬於任何政府單位。該公司主要業務爲提供長期系統發展之工程技術，不生產任何產品，目前所提供服務之單位包含國防部(DOD)，聯邦航空總署(FAA)，國家稅務局/退與軍人管理局(IRS/VA)，國土安全部(DOHS)等 4 個屬美國聯邦政府委託辦理之專案研究，共有 6500 位員工分佈全世界各地，主要二大部門係位於波士頓及華盛頓之麥克林。

MITRE 公司在美頗負盛名，已連續 8 年列為全美求職者最想要進入的前 100 名公司，該公司員工大部分具學、碩及博士學位，其中以碩士學歷最多，其次依序為學士及博士學歷；工作背景以來自產業界為最多，其次為具有軍方背景，另有少數來自學術界，政府部門及剛從學校畢業的新鮮人；員工專業領域以具備電腦科學、電機工程專才為最多，其他另具有管理、數學、物理及社會科學等專業人才，相當多元。

本次主辦研討會之麥特先進航空系統發展中心(CAASD)屬 MITRE 公司一部分，該部門係由美國聯邦航空總署(FAA)贊助，提供 FAA 及其他海外民航相關贊助者系統設計、研究及發展專業技術等需求。CAASD 研發高科技技術設計及作業系統發展，協助贊助者致力於系統計畫、發展、測試，改善飛航安全、效率。經由該部門創新努力，現今於飛航管理上，已有自動廣播監視回報系統(ADS-B)、區域航行(RNAV)及告警及防撞系統(TCAS)廣被接納採用。

CAASD 了解所服務之對象，現正面臨複雜的挑戰，於顧及公共利益下能提出實質、整體及客觀的建議，為服務對象量身打造解決方案。該部門除了專注於整體結構及系統的設計、相關運輸安全及保安、機場能量改善、空域重新設計、全球航空通訊、導航及監視等項目外，亦利用專業技能協助國土安全部門解決重要安全、保安議題。

由目前國家空域系統(National Airspace System)發展、實施並轉移至次世代航空運輸系統(NextGen Air Transportation System)為航空業界目前最為重要的課題，而次世代航空運輸系統的建立需要政府各部門各項政策配合，鑒於此，美國國會及總統建立「聯合計畫及發展辦公室(簡稱 JPDO)」(Joint Planning and Development Office)統籌管理各部會間政策協調作業，以確保政策上能有效輔助次世代航空運輸系統之建立。MITRE 公司亦為 JPDO 之一員，與 FAA、DOD 及 DOHS 等單位共同確認研究方向、系統架構及作業概念等，以建立下一代美國航空運輸系統。

二、 麥特航空學院(MITRE AVIATION INSTITUTE)簡介

MITRE 航空學院成立主要的目的係為強化 CAASD 的功能及效益，該學院建立於 CAASD 的基礎上，將過去 40 年來的技術經驗轉化為教育訓練課程，持續對 MITRE 公司員工及全球航空業界從業人士實施訓練，該學院利用舉辦短期課程、研討會、講習及會議等形式實施技術經驗研討，並促使航空界不同產業間相互合作。

MITRE 航空學院秉持 CAASD 致力於公共利益的精神，主要具有下列目的：

- (一)、 促使航空運輸系統於安全、防衛、效率及整體環境更為進步。
- (二)、 將 MITRE 公司累積的技術經驗推展至全球各地。

(三)、 拓展 MITRE 公司對外的合作關係。

三、 全球飛航管理趨勢

目前飛航管理趨勢為：實施安全查核、組織及作業變革、機場及飛航管理
能量增加、導航技術改進、環競保護等五大方向。

(一)、 實施安全查核:

1. 國際民航組織(ICAO)安全監督查核計畫(IUSOAP)：該計畫始於
1999 年 1 月，期能藉由查核各遞約國機場及飛航服務提供者是
否符合國際民航組織所定規範之作法，達到提升全球飛航安全的
目的。
2. 美國聯邦航空總署國際飛航安全評估計畫(IASA)：該計畫目的在
於查察各國家於執行國際民航組織定義之程序、標準、操作及維
護方針的配合程度。

(二)、 組織及作業變革：

1. 目前全球飛航服務提供者區分為下列 3 種形式，其明顯趨勢為漸
由軍方(通常為空軍)轉移為由民航單位負責：

- (1) 軍方管理：如阿根廷及巴西。
 - (2) 民航單位存在，但仍由軍方決定一切：如南韓及埃及。
 - (3) 民航單位提供服務：又可區分為專屬國家民航組織、地方政府及非官方的契約商。
2. 飛航服務企業化及民營化：全球飛航服務亦漸有新趨勢朝企業化及民營化發展。目前飛航服務提供者之型態分別為：
- (1) 屬政府部門：如法國、印度及泰國、美國及我國等。
 - (2) 屬政府擁有之企業化組織：如日本、新加坡、紐西蘭及荷蘭等。
 - (3) 政府部分持股之組織：英國及瑞士等。
 - (4) 民營化公司：南非及加拿大等。
- (三)、 機場及飛航管理能量之增加：在此一課題上，全球趨勢正朝下列方向發展：
1. 新建跑道及航管設施、新的導航技術、空域規劃調整、航管輔助工具及減少對環境的衝擊。
 2. 島嶼開發並建設人工島為機場用地。

3. 將傳統航管觀念由確保航機隔離轉變為提升飛航流量效能管理。
4. 發展無接縫式、跨情報區之飛航流量管理作為。

(四)、 導航技術改進：衛星輔助導航為次世代航空運輸系統之主軸。目前相關衛星輔助導航之系統包含：美國 GPS、WAAS、LAAS 系統，蘇聯 GLONASS 系統，歐盟預計 2013 年啓用的 GALILEO 及 EGNOS 系統，日本 MSAS 系統，印度 GAGAN 及中國大陸北斗系統。此外，因著衛星輔助導航之普遍使用，更多依性能需求導航(PBN)設計之航路及程序將因此廣為使用。

(五)、 環境保護：近年全球環保意識抬頭，有關減少航空噪音、降低飛行油耗、推行直飛路徑等議題極為熱門，各國於進行各種航空相關計畫時，均勢必將環境影響評估納入考量。

四、 自動回報監視—廣播(ADS-B)及多點定位(Multilateration)之介紹

(一)、 自動回報監視系統(ADS)：

1. 自動回報監視系統區分為定址式、契約式及廣播式自動回報監視，其中定址式及契約式自動回報監視性質相近，僅止於與特定群組人員進行通訊，較適合用於越洋或偏遠地區飛行(減少以 HF 通訊)，廣播式自動回報監視連結包含其他航機、航管人員及航

2. 廣播式自動回報監視系統(ADS-B)：此系統為重要革新技術，具有下列效益：

- (1) 低成本、高準度並且資訊更新更為頻繁：ADS-B 基礎設施為簡單的無線電傳輸站台，相較於傳統雷達需要機械設備及複雜的訊號處理、每 12 秒鐘更新一次資料(航路雷達)而言，ADS-B 每 1 秒鐘即更新資料一次，具高精確性，且於建置及維護成本均較為低廉，具明顯優勢。
- (2) 含蓋全部空域：ADS-B 架設條件較傳統雷達更為寬鬆，甚可架設於位於大洋中的鑽油平台，以提供該區域的監視服務。
- (3) 增進航機的安全：裝設廣播式自動回報監視接收(ADS-B in)系統的航機，能於駕駛員機艙顯示該區域其他裝設 ADS-B 航機的動態資料，亦能透過航情資訊服務廣播(TIS-B)系統提供該區域沒有裝設 ADS-B 航機的動態資料，並提供目前氣象資料供具 ADS-B in 之航空器參考。

(二)、 多點定位(Multilateration)系統

1. 多點定位系統利用至少三個感測器所傳回的回波到達時間差，算出距離後，依三角定位的觀念找出目標物的反射點，目前已有包含中國大陸、澳洲、美國、澳洲及加拿大等國家運用多點定位系統利於平行進場的監控、終端監控及先進場面活動導引及管制系統。
2. 整體而言，多點定位系統提供下列應用上的優點：
 - (1) 較傳統雷達能提供更準確的目標物位置量測。
 - (2) 更新資料的速度幾乎比雷達快五倍，而且可視需要再調高資料更新頻率。
 - (3) 多點定為地面站臺容易安裝，建置成本遠少於場面監視雷達。

(三)、 鑒於前述 ADS-B 及多點定位系統相較於傳統雷達，具有建置成本及精確性上之競爭優勢，因此世界各國之趨勢均朝向以 ADS-B 及多點定位系統逐步或部分取代傳統雷達之作法制訂未來政策規劃。

第四天

(98 年 12 月 1 日)

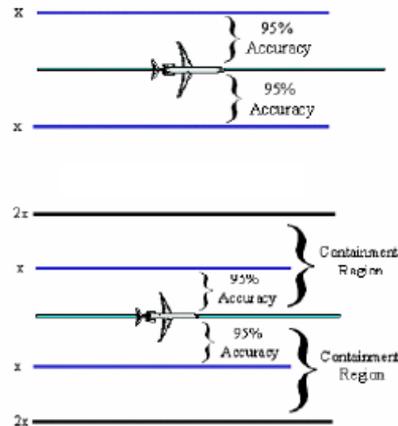
本日研討會主題包括：區域航行/導航性能需求(RNAV/RNP)、終端區航線設計及航情模擬軟體(TARGETS)、相對位置指標軟體(Related Position Indicator)、機場及跑道安全議題。

一、 區域航行/導航性能需求(RNAV/RNP)

美國的次世代航空(NextGen)藍圖，宣稱區域航行/導航性能需求將「無所不在」，亦即美國航空總署宣示將全面推行區域航行/導航性能需求之設計。區域航行係以航空器利用衛星訊號或慣性導航等自主導航系統實施點對點飛行，取代傳統必須仰賴及受限於地面助航設施之導航方式，不僅可作航路(En-route)之設計，更包含終端區域之離場航線(SID)、到場航線(STAR)及進場程序等，完全涵蓋航空器從起飛到落地所需之飛航路線，其差異僅在於導航性能需求之要求不同，進場及終端所要求之精準度較航路為高。導航性能需求說明如附圖 1。

附圖 1

- **RNP-X**
 - A statement of lateral path conformance accuracy to 95%
 - For example; RNP-1
- **RNP Containment**
 - A definition of lateral containment equal to 2X RNP to a level of 99.999% accuracy
- **Only certain leg types are usable for defining RNP procedures**
- **Additional equipment and crew training requirements**
 - Monitoring
 - Alerting



MITRE
© 2009 The MITRE Corporation. All rights reserved.
Document Number Here

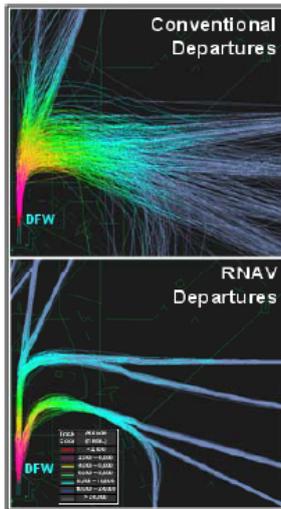
引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

區域航行/導航性能需求所能帶來的益處包括：

- (一)、 提高駕駛員的航情警覺。
- (二)、 降低管制員及駕駛員的工作量。
- (三)、 降低航線設計所需考量兩航空器間所需之水平間距。
- (四)、 減低環境衝擊。
- (五)、 減低油耗，增加直飛航線。

以美國達拉斯機場為例，實施區域航行程序後，由於飛航路線精準度提高，使機場可以設計不同分歧角離場程序，加速離場流量(如附圖 2)，每年僅離場程序之改善即對該機場航空公司運作帶來 8 百 50 萬美金之效益。

附圖 2



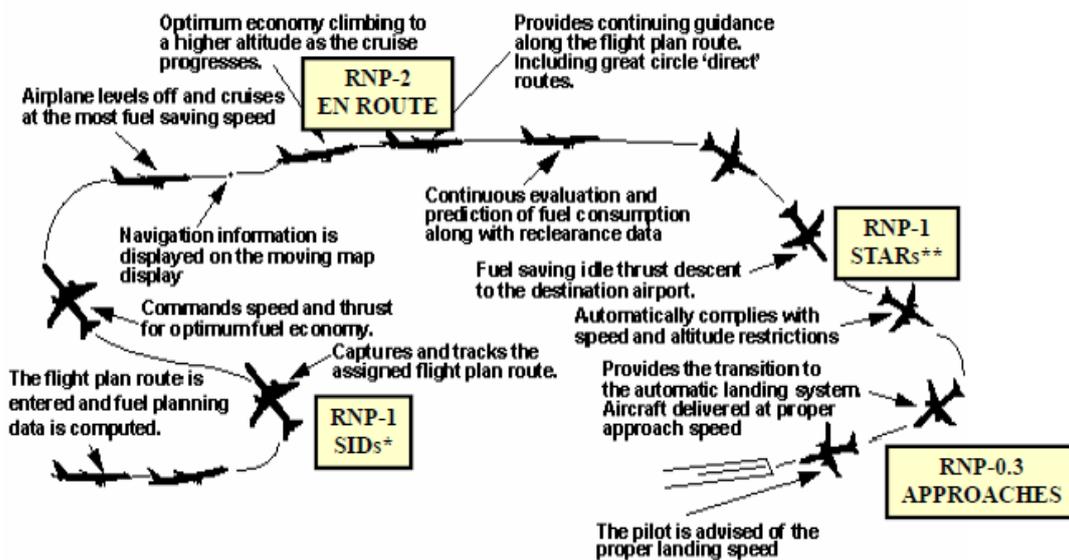
- **Conventional Departure Operations**
 - Environmental constraints precluded diverging departure operations and required in-trail departures inside about 5 NM from the runway end
- **RNAV Departure Operations**
 - Design of initially divergent departure routes enabled diverging operations within the approved noise footprint
- **Efficiency Benefits**
 - \$8.5 million / year at DFW's 2005 level of departure demand
- **Note:**
 - Procedure designs enable diverging departure operations (not an overlay design)

MITRE
© 2009 The MITRE Corporation. All rights reserved.
FOIA-809-XXXX

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

美國聯邦航空總署(FAA)執行區域航行/導航性能需求之原則如附圖 3。

附圖 3



* Standard Instrument Departures (SIDs)
** Standard Terminal Arrivals (STARs)

MITRE
© 2009 The MITRE Corporation. All rights reserved.
Document Number Here

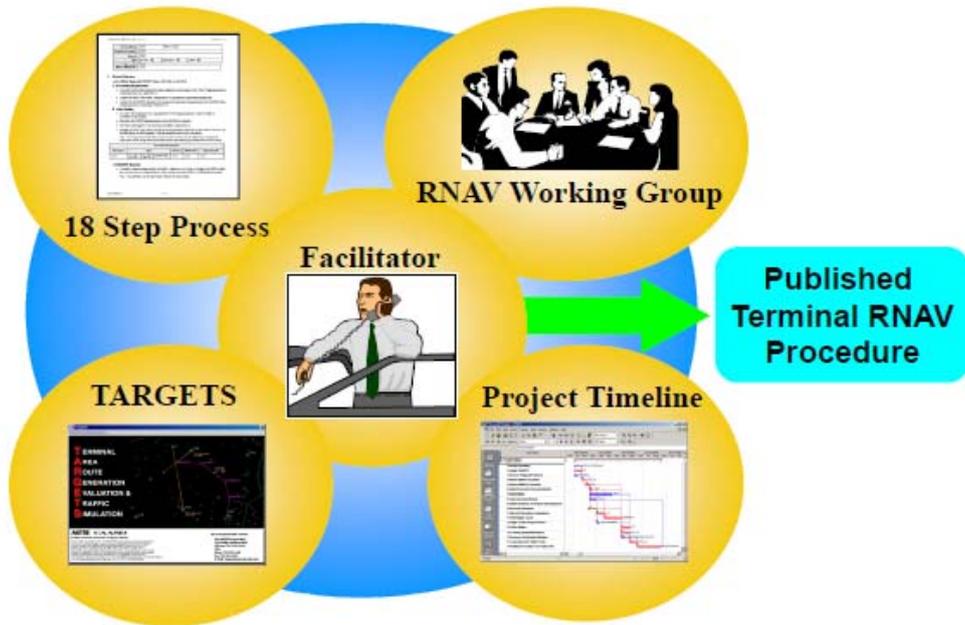
引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

美國聯邦航空總署在設計區域航行(RNAV)程序時，有其一定之流程(如附

圖 4)，其中更請麥特公司協助訂定 18 個步驟(The 18 Steps)之標準流程(如

附圖 5)，發布聯邦航空總署第 7100.9D 號命令(FAA O 7100.9D)，以供各地區 RNAV 航線設計小組人員遵循，確保所設計儀航程序之安全與品質。

附圖 4



MITRE
© 2009 The MITRE Corporation. All rights reserved.
Document Number Here

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料



31 of 36

MITRE
© 2009 The MITRE Corporation. All rights reserved.
Document Number Here

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

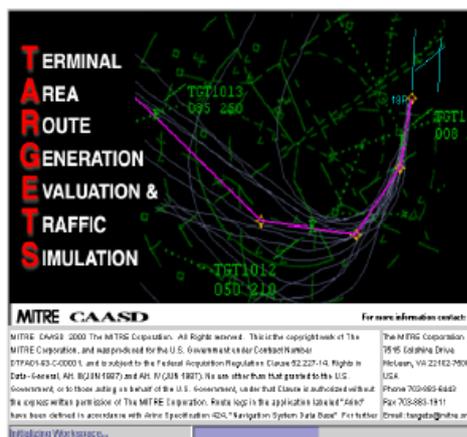
二、 終端區航線設計及航情模擬軟體(TARGETS)

為了提供美國聯邦航空總署合適的區域航行設計公司，麥特公司研發一套工具軟體稱為「終端區航線設計及航情模擬軟體」(如圖 6)，該套軟體主要特點為：

- (六)、 提供儀航程序設計人員視覺化的繪圖程序設計工具。
- (七)、 自動檢查是否符合儀航程序設計之必要條件。
- (八)、 程序模擬。
- (九)、 資料交換。

附圖 6

- **Software tool developed by MITRE CAASD for:**
 - Procedure design
 - Flyability and criteria evaluation
 - Simulation
 - Data exchange
- **Version 4.0 transitioned to FAA in 2002**
- **Version 4.8 delivered to FAA in 2008**



MITRE
© 2009 The MITRE Corporation. All rights reserved.
Document Number Here

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

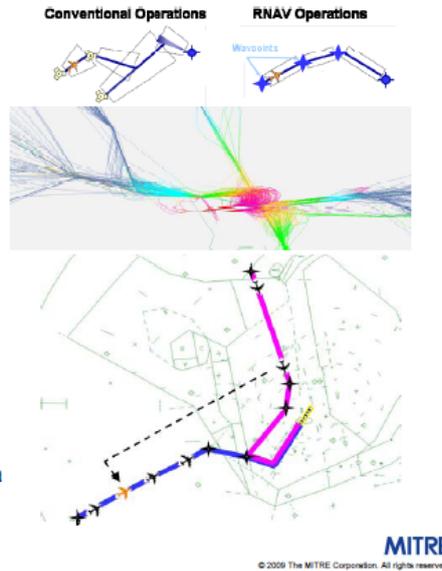
民航局航管組儀航程序設計人員於日前業已派人前往麥特公司瞭解該套軟體之功能，並進一步與麥特公司洽談如何取得該套軟體。

三、 相對位置指標(Related Position Indicator)軟體

聯邦航空總署近十年來展開區域航行的規劃，並於近三年來開始於各地實施。為充分利用區域航行可以減少雷達引導、減少無線電通信、具高預測性的優點，麥特公司發展出另一套軟體稱為「相對位置指標(RPI)」(如附圖 7)，以輔助管制員判斷不同航線到場航空器間之相關位置及距離，幫助管制員及早進行航機排序，確實發揮前述區域航行之優點。

附圖 7

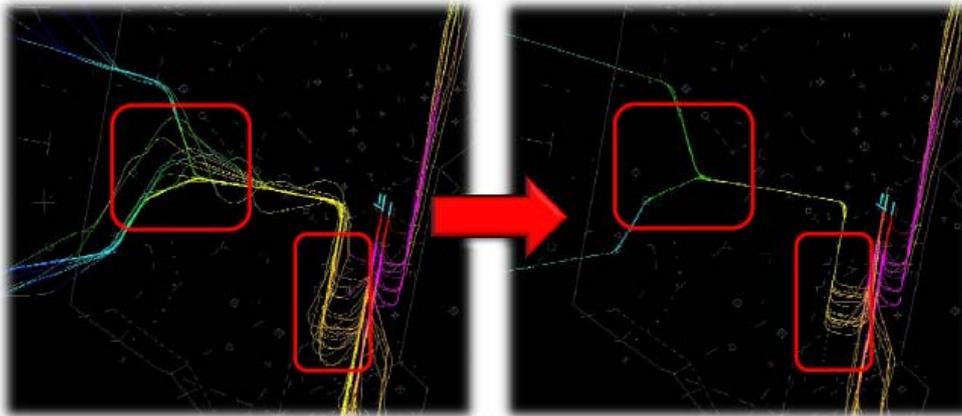
- Transition to RNAV operations began in the NAS about ten years ago, picking up pace in the last three years
- Need to maintain RNAV benefit for merging aircraft
 - Reduced vectoring
 - Fewer air/ground communications required
 - Retain predictability
- CAASD research into ground automation tools for merging & sequencing RNAV operations
 - Near-term solution
 - Does not require any additional equipment or procedural changes in the NAS
 - Displays accurate indicators of aircraft relative positions onto a merging flow



引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

聯邦航空總署現有數個終端近場管制就相對位置指標(RPI)功能進行使用評估，目前證明成效極為顯著(如附圖 8)，預計 RPI 功能每年可能增加之效益為 6 千 5 百萬至 1 億美金。

附圖 8

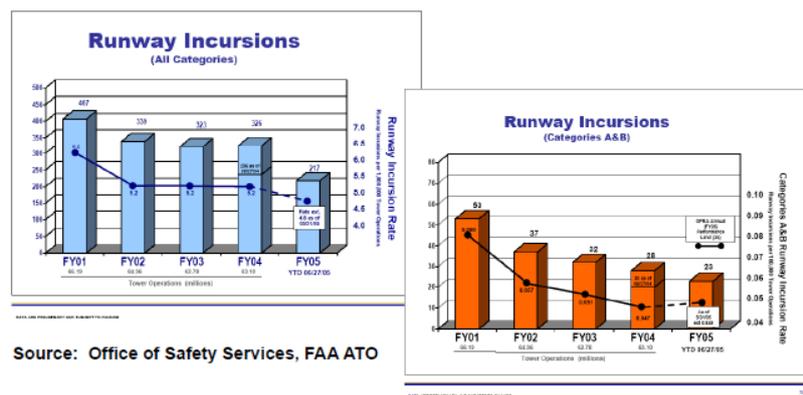


引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

四、 機場及跑道安全(Airport and Runway Safety)議題討論

美國近年統計有關跑道入侵事件(Runway Incursion)數量之趨勢為持平及稍微下降，從表面上解釋似乎是美國在跑道入侵的防止上的努力達到了一定的成效；然而，仔細研究下會發現，由於近年因 911 事件、次級房貸風暴致美國經濟下滑，導致美國飛航總架次量其實是減少的，亦即分母總架次量減少，分子的跑道入侵數量雖然維持不變或稍微下降，其跑道入侵發生機率其實並未比以前低，因此顯示跑道入侵的防範仍然是美國應該積極有所作為之部分(如附圖 9)。

附圖 9



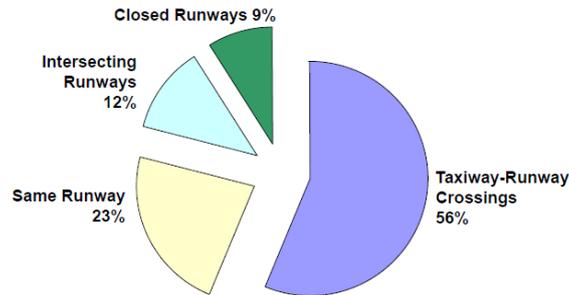
- Numbers declining with operations
 - Trends cannot be sustained without decrease in rates

MITRE
© 2008 The MITRE Corporation. All rights reserved.

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

美國聯邦航空總署進一步分析資料發現，所有 A 及 B 類嚴重跑道入侵案件中，一般人認為較容易發生的「同跑道」、「交叉跑道」、「關閉跑道」的跑道入侵總和僅佔所有嚴重跑道入侵數量的 44%，其餘主要的 56%均來自於「與跑道交叉滑行道」的通過跑道作業所造成(如附圖 10)。

附圖 10
Category A and B Runway Incursions,
OEP 35 Airports



MITRE
© 2008 The MITRE Corporation. All rights reserved.

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

為能積極防止跑道入侵，在長期目標部分，麥特公司正協助聯邦航空總署研究改善跑道燈光系統以及機載裝備之計畫，加入特別的跑道使用監測機制，當有航空器正在使用跑道時，如發生係因駕駛員或管制員失誤而造成另一航空器進入跑道時，地面燈光即會及時警告駕駛員令其立即停止移動，有機載裝備之航空器更可以於駕駛艙內清楚獲得相關警告資訊(如附圖 11)。

附圖 11

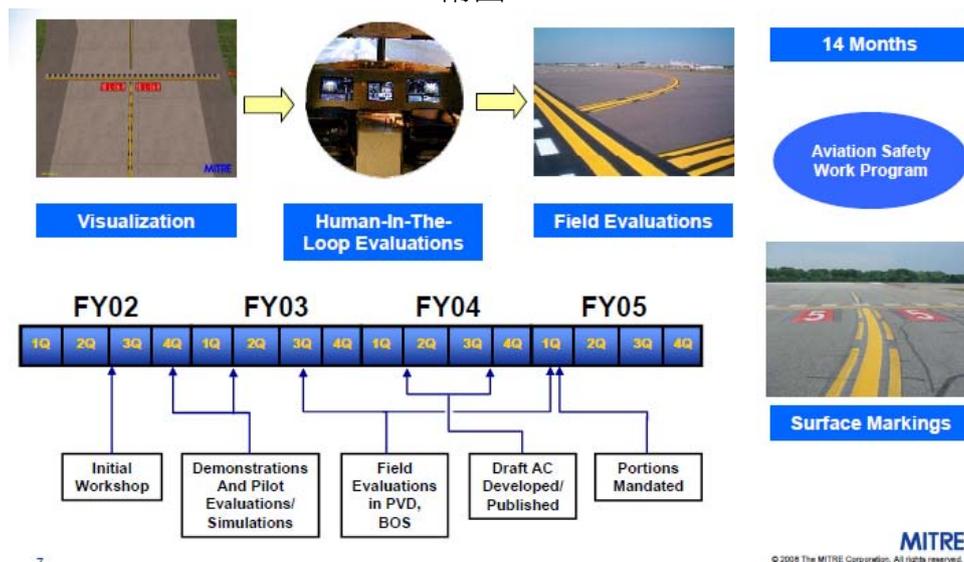


引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

另外在短期防止跑道入侵計畫部分，美國聯邦航空總署已於美國境內所有機場要求在與跑道交叉之滑行道增劃地面標線，包括於跑道等待位置標線前段之滑行道到中心線兩側增劃虛線，以及於跑道等待位置標線前地面增劃跑道指示標示，以明顯提醒駕駛員前方即是跑道，應特別注意(如附圖 12)。

此種標線雖非國際民航組織第 14 號附約之規範，然而聯邦航空總署經研究發現如此低成本的改善措施帶來之效果極為明顯，因此強制要求所有境內機場劃設。

附圖 12

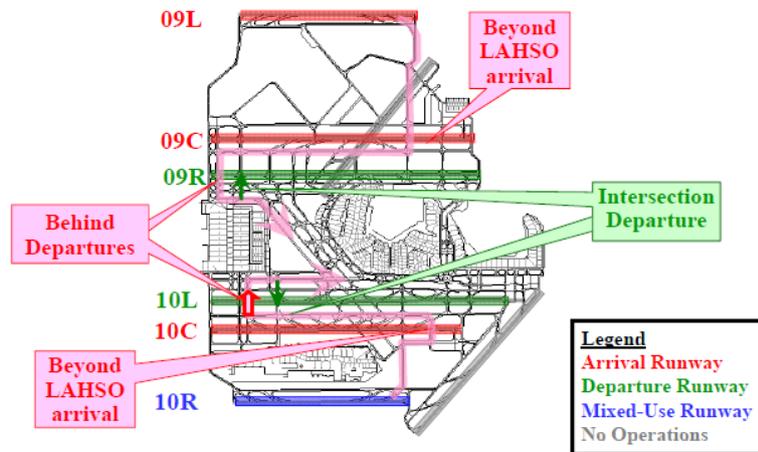


7

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

另外，在無可避免航空器需大量穿越跑道之機場，美國聯邦總署亦採取諸如「落地後交叉口停等(LAHSO)」及「交叉口起飛(Intersection Departure)」等措施，以在不中斷離到場航空器起降的情形下，仍可許可航空器通過跑道(如附圖 13)。

附圖 13



MITRE

© 2008 The MITRE Corporation. All rights reserved.

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

麥特公司之簡報人員特別在本主題之說明中，任何與跑道、塔臺、滑行道有關之議題，不論其決策程序如何，最後均應就安全、效益、運作等進行全面性分析，否則最後結果恐怕非如預期。他舉例說明亞特蘭大機場爲了增加跑道容量，因此花費 7 億 7 千萬美金增建一條跑道，然而因未作有關安全及效益之評估，因此事後發現因爲該新建之跑道位於機場最外側，經由該跑道起降之航空器需穿越其它多條跑道才能使用該條新增跑道，以致降低其它跑道之既有容量，結果機場整體跑道容量並未因此而提升(如附圖 14)。另外，爲了看到更遠的跑道，當塔臺高度配合提高後，即穿越靠近塔臺跑道之儀航程序轉接面容許高度，致使該條跑道無法如其設計實施平行儀降跑道作業，僅得作爲起飛跑道使用，再度降低機場運作容量。

附圖 14



引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

我國台灣桃園國際機場現正進行機場園區綱要計畫制訂，其中將涉及第機場三條跑道位置、滑行道布置、新塔臺位置高度、跑道容量、及至空域容量等整體關係，在安全、運作、及效益等實需全面性妥善分析考量。

第五天

(98 年 12 月 1 日)

本日研討議題包含：虛擬塔臺、美國次世代航空概念彙整、執行管理人才培養訓練、流量管理工具及科技介紹。

一、 虛擬塔臺(Virtual Tower)

虛擬塔臺的概念為一設立於地面的塔臺管制設施，提供一個或數個機場航管服務。虛擬塔臺的需求著眼於「成本考量」；美國平均大型塔臺的建構成本約為 15 億美金，小型塔臺約為 2.5~3 億美金，尚不含其每年的營運及維護成本。因此能實現虛擬塔臺即可大幅減少塔臺之建造及長期維護成本。而虛擬塔臺於應用上需要克服的主要問題為：(1)遠地虛擬塔臺人員如何目視機場場面。(2)搭配何種裝備防止跑道入侵。

目前研究中之作法為藉由 digital camera 擷取機場場面的即時狀況，供管制使用，初步評估目前 digital camera 的技術已能滿足小型低運量機場的需求，例如單支 digital camera 的監視涵蓋範圍即達 160 度左右，亦可聚焦於五邊即將落地或跑道上滾行的航機。在防止跑道入侵方面，則以架設感應裝置(Sensor)及先進場面導引控制系統(ASMGCS)來達成。(如附圖 15)

附圖 15



Courtesy of Dr. Norbert Fuerstenau

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

在較低能見度狀況下，如能再搭配 digital camera 相關的強化技術，例如瑞士 LYYN 公司的影像增強功能，能得到比管制員雙眼所見更為清晰之場面影像。(如附圖 16)

附圖 16



Courtesy of LYYN Corp., Sweden

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

國際上虛擬塔臺研究近況：

- (一)、 瑞典的 LFV 由距 Angelholm 機場 1 百公里外之虛擬塔臺，順利指揮一架航機到場及離場。(如附圖 17)

附圖 17



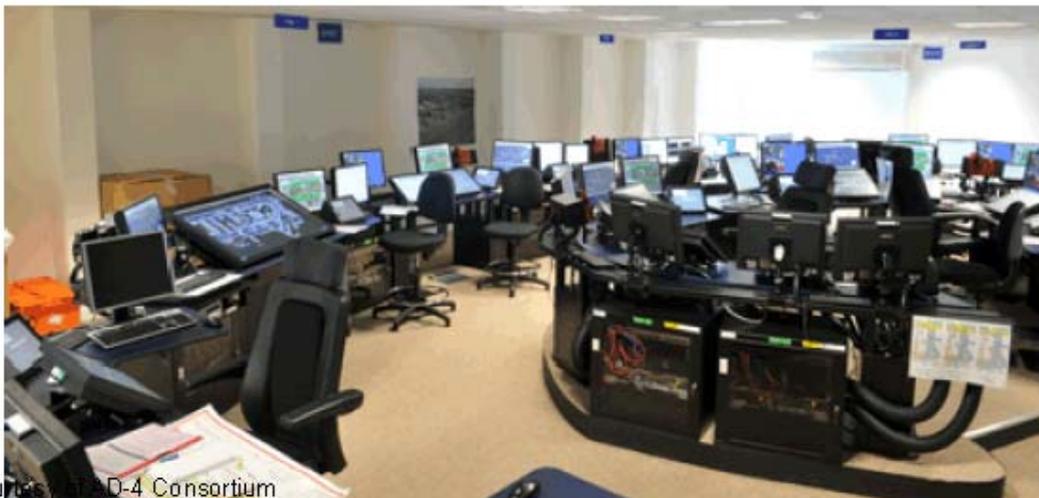
Digital camera images from Stockholm are projected on a circular screen at Malmo

Courtesy of Saab Inc.

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

- (二)、 英國 Heathrow 機場以虛擬塔臺作為其持續運作的備份塔臺，此備份虛擬塔臺可處理 75% 之運量。(如附圖 18)

附圖 18



Courtesy of D-4 Consortium

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

(三)、 德國 DLR(國家實驗室)位於 Braunschweig 的虛擬塔臺實驗室,已可同步監測及模擬機場的即時動態。

虛擬塔臺技術的成熟度

麥特顧問評估,就大型機場而言,虛擬塔臺的相關技術尚需 10~15 年的發展,但在小型機場內虛擬塔臺的應用已是遲早的事。

本區(臺北飛航情報區)近期可能可以運用虛擬塔臺的機場:

(一)、 麥特顧問評估,本區除前三大機場(桃園、松山及高雄)之外,其他的 15 個機場均可考慮使用虛擬塔臺管制。

(二)、 如本區計畫建置,預計原型系統(prototype system)可於 3~4 年之間完成。

二、 美國次世代航空概念彙整(NextGen Summary)

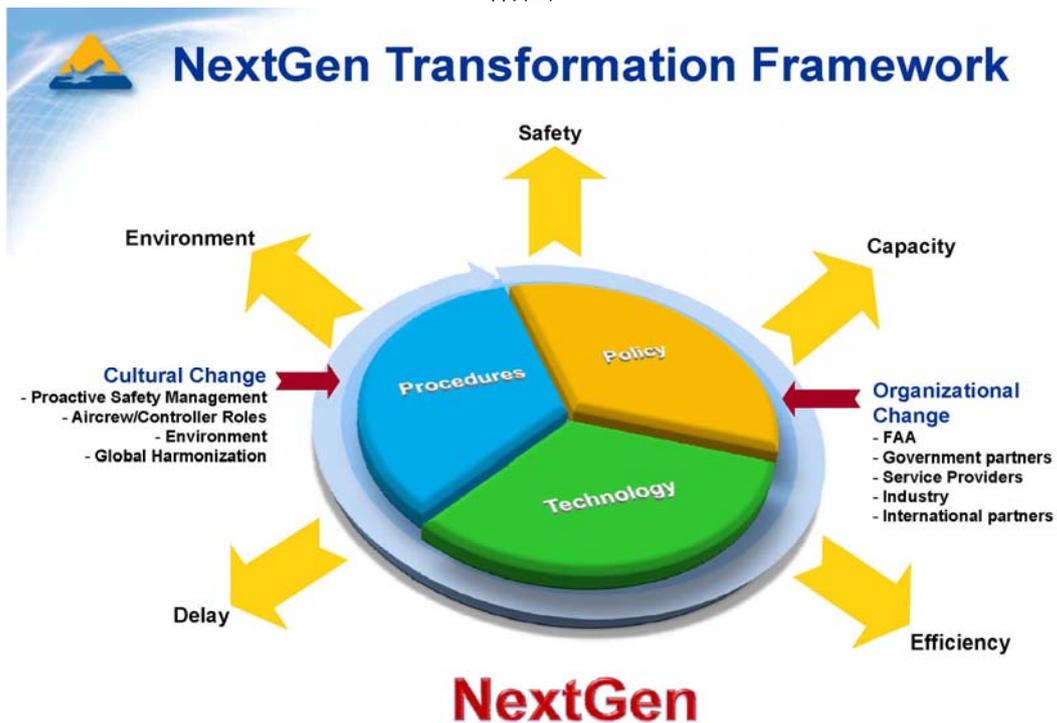
美國次世代航空概念(NextGen)由何而來:

美國航空業每年提供 900 億美金的產值及 1 億個工作職缺,使其成為推動美國經濟的引擎工業,在國家空域系統(National Airspace System)運行 100 年之後,美國停下腳步審視其過去、現在及未來,發現「運量成長」仍是

航空業的大趨勢。

經檢視有關飛航容量、飛航管理、服務品質及環境影響等議題，發現現行系統已無法滿足其需求，美國 NextGen 的概念與發展由此展開，目標完成時間為 2025 年。NextGen 主要由策略(Policy) 、科技(Technology) 及程序(Procedure)三面向往外開展，試圖解決既有問題並規劃未來。(詳附圖 19~22)

附圖 19



引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

附圖 20

Policy...

Environment
FAA AEE SAGE Tool

Avionics Equipage

Reduced Separation

Changing Role of Automation & People
Flight crew ATC/TFM Flight Ops

Complex System Design & Validation

Delegation of Separation Responsibility
Vertical
Lateral 3 nmi Longitudinal 3 nmi

MITRE

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

附圖 21

Technology ...

Automatic Dependent Surveillance Broadcast

Data Communications

Precision Navigation (RNAV & RNP)

Network Enabled Weather

System Wide Information Management

Improved Decision Support Automation

Flexible Voice Communication

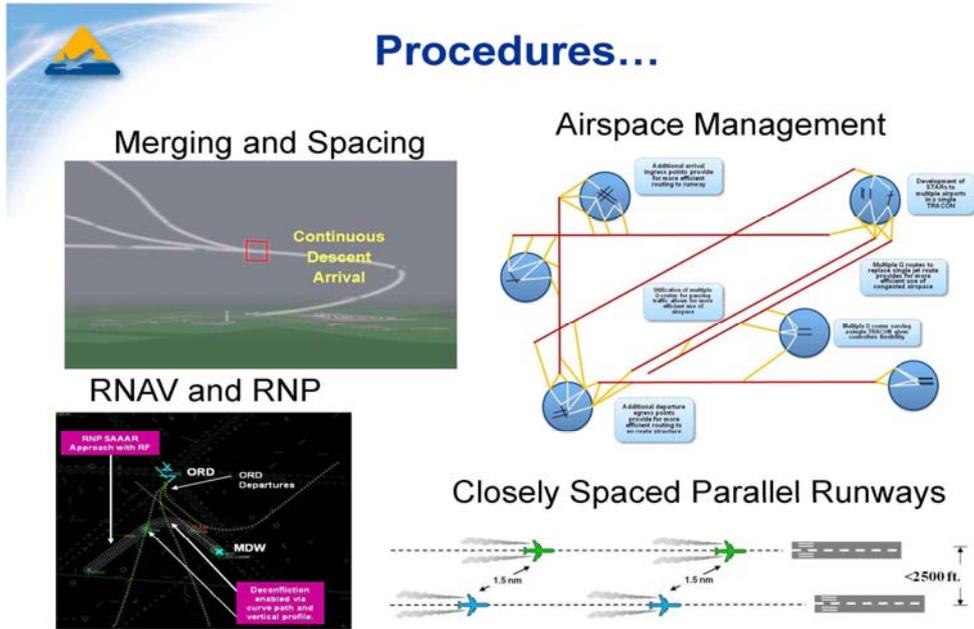
MITRE
© 2009 The MITRE Corporation. All rights reserved. F054-010-005

34

Acknowledgement: MITRE/CAASD

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

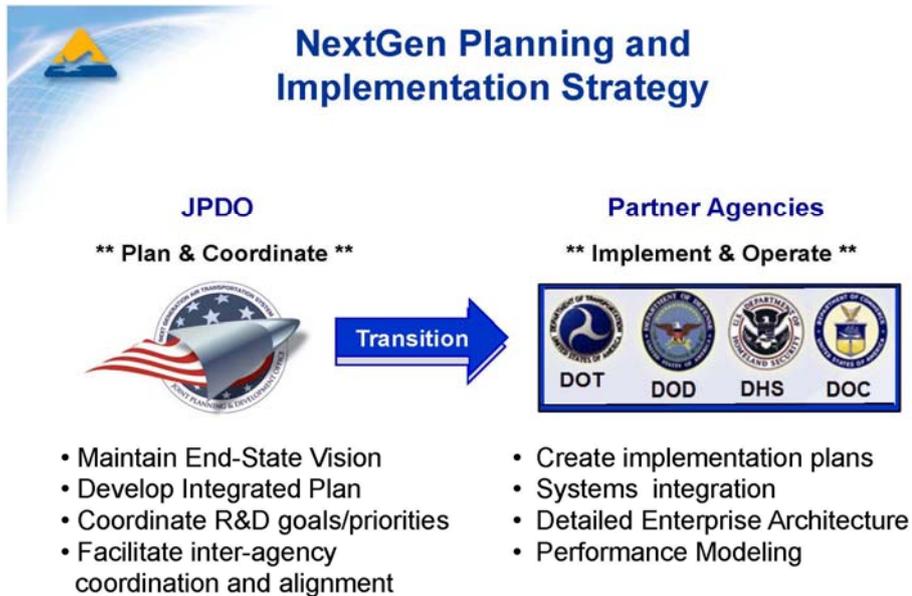
附圖 22



引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

為協調政府各相關部門齊為 NextGen 努力，一個新的部門 JPDO 成立，JPDO 扮演的角色為整體的計畫與協調者。(詳附圖 23)

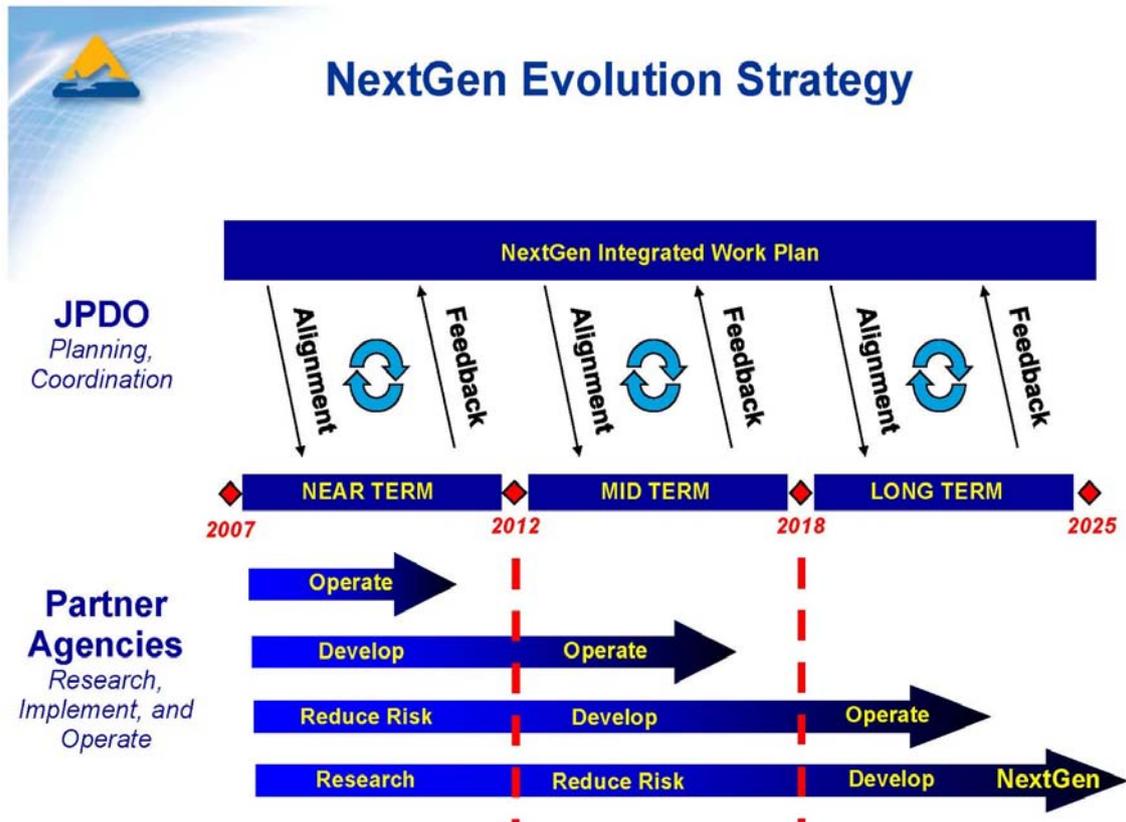
附圖 23



引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

JPDO 就各階段設定美國航空運輸系統發展之短程、中程及長程循序漸進之演進策略。(如附圖 24)

附圖 24



引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

關於 NextGen，JPDO 不僅規劃大原則的綱要計畫，亦持續因應情勢調整目標與策略，各相關部門在此政策的大架構下，針對現階段、中程及長程策略目標，制定各項執行子計畫，有計畫有組織的匯集力量朝建立美國次世代航空運輸系統之大目標前進。

三、 執行管理人才培養訓練(Executive Management Development Training, EMDT)及飛航管理人才訓練(Air Traffic Management Executive Training, ATMET)說明

執行管理人才培養訓練(EMDT)是由美國貿易發展辦事署(USTDA; U.S. Trade and Development Agency)、中國美國商會(AMCHAM)及美國、大陸間之航空合作計畫(ACP; Aviation Cooperation Program) 所支持的人才養成訓練，自 2006 年起每年均開訓 1 梯次，每梯次參訓人員約 34 名，訓練對象為中華人民共和國民航總局(CAAC)、空中交通管理局(ATMB)之管理階層、機場經理人員及相關學術界人員，迄 2009 年底已完訓 4 批。訓練之目的在培養空中交通管理、飛航系統與安全技術、管理訓練及具執行力的未來領導人才。

EMDT 課程內容歷經數梯次的調整，目前課程主要分為四大部分：

- (一)、 法規課程：教授美國與世界民航相關規範及進展。
- (二)、 企業管理課程：包含專案經理人訓練、領導能力培養、策略管理、人力資源管理與人因及協調課程。
- (三)、 安全及策略課程：高效能的空中運輸事業之安全與策略的擬定訓練課程。
- (四)、 科技：相關先進科技之研討課程。

以上課程需時約 5 個月。

另外，由於 EMDT 課程的成功，使得訓練的需求大增，對空中交通管理局 (ATMB)而言每年有限的名額不足以滿足其管理人員的需求，故麥特公司參考 EMDT 課程，將範圍縮減，另為 ATMB 規劃另一系列訓練課程-飛航管理人才訓練(ATMET)。

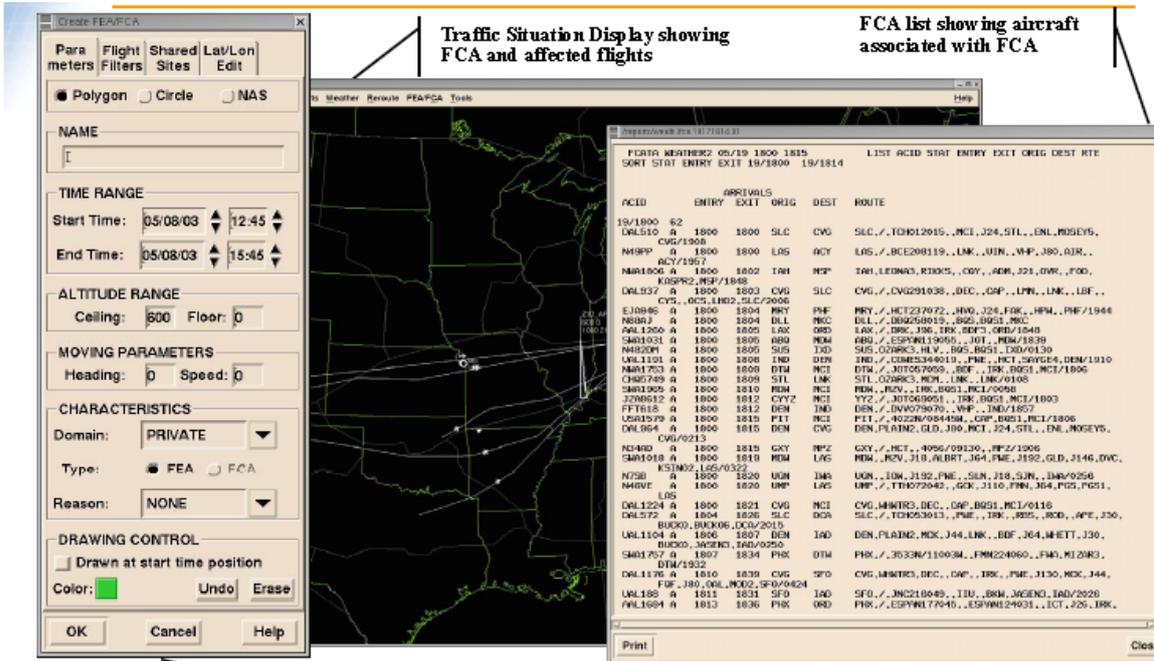
由近年中國大陸建立新一代航管系統及完成 2008 年北京奧運的空中交通運輸工作，足以證明近年 EMDT 及 ATMET 課程為中國大陸民航人才培訓所展現之成效卓著，同時亦值得我國警惕。

四、 流量管理(Air Traffic Flow Management)工具介紹

為減少油耗及航機延誤，FAA 協請 MITRE 發展多種工具執行流量管理，概述如下：

- (一)、 CRCT (Collaborative Routing Coordination Tools) 此工具將空域定義為不同的 FCA (Flow Constrained Area)，根據當時航情的流量及密度，估算航機位置及管轄區工作負荷，規劃替代航路，並可計算出各別航機因使用替代路徑額外增加的飛行時數及距離，以供後續檢討及效益評估。(如附圖 25)

附圖 25

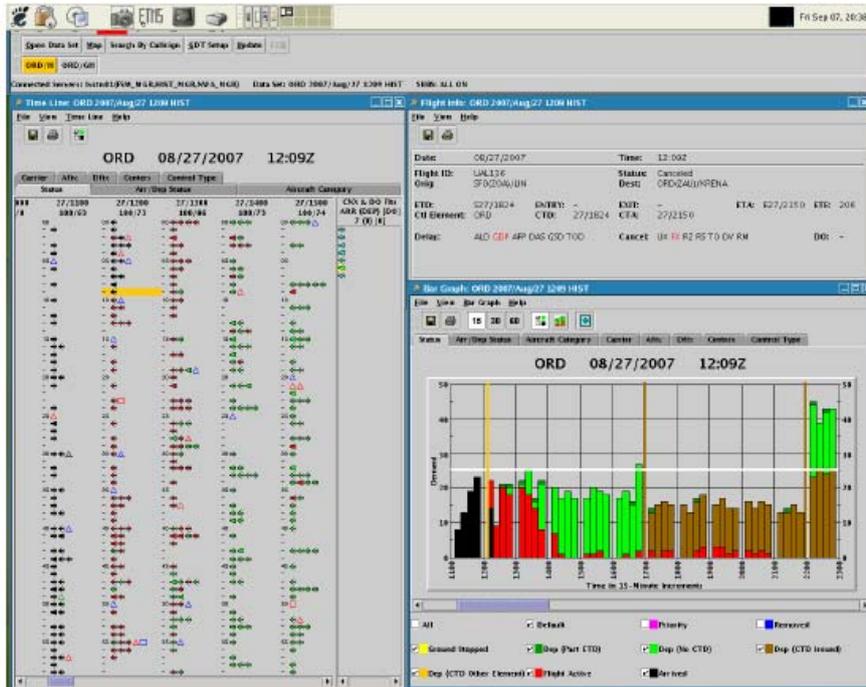


引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

(二)、 FSM (Flight Schedule Monitor)為機場於容量不足時的首要管理工具，具備下列功能：(如附圖 26)

1. 監測機場需求(Demand)與容量(Capacity)的平衡。
2. 提供 FAA 與航空公司兩者航情狀況的資訊。
3. 顯示啟動地面延遲程序(Ground Delay Procedure, GDP)或地面等待(Ground Stop, GS)所造成之衝擊，並將資訊傳遞至流量管理中心(ATCSCC)。
4. 供 ATCSCC 下達 GDP 或 GS 指令至各機場。

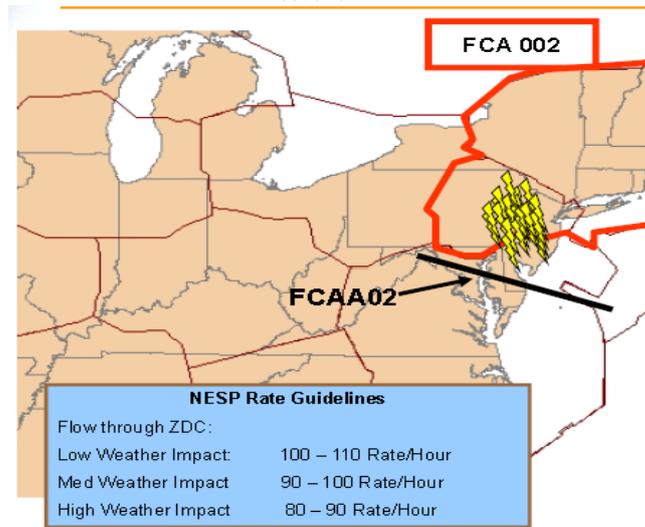
附圖 26



引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

(三)、 AFP (Airspace Flow Program)用於當航路容量因特定原因下降時，以 FCA(Flow Constrained Area)為範圍，根據飛航計畫計算出特定壅塞區域的流量，再運用地面延遲程序(GDP)減少特定時段內特定航路空域的流量。此系統於執行地面停等程序時能計算並提供新的預計離場時間，航機亦可根據相關資訊選擇更改航路以避免地面延誤。AFP 目前由 ATCSCC 管理及下達啓動機制。(如圖 27)

附圖 27



引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

- (四)、 TMA (Traffic Management Advisor) 為近場臺管制員以到場時間為基準調整流量的工具。本程式可匯入搜索雷達目標的動態，航機的到場時間可及時更新，管制員依據準確的到場時間指示航機加速或減速以減少待命或引導，使終端空域的使用效率最大化。
- (如附圖 28)

附圖 28



引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

(五)、 ARMT (Airport Resource Management Tool) 是一多功能的工具，能監測現在或預期未來的機場離到場流量，並能顯示及時的機場離到場狀況。當滑出之離場航機無法符合離場時間限制時會產生語音警示，此類需要另行協調的航機會在塔臺、近場臺及相關單位產生語音及不同顏色警示，以減少單位間的溝通協調時間。此系統介面可紀錄航機的離場、到場時間及延誤，減少相關資料的統計人力。(如附圖 29)

附圖 29

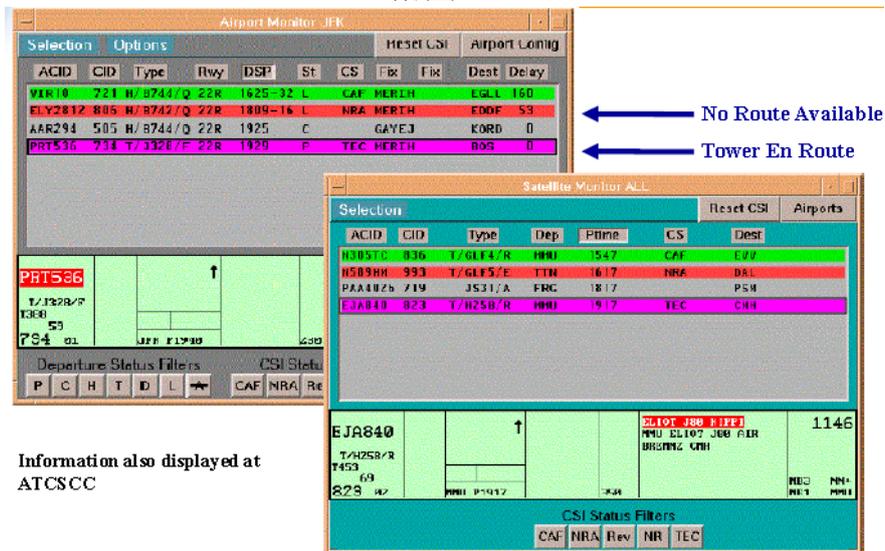
Print APREQ	Print GndStop	Print GndDelay	Print All	9/26/2005	← View Date																
21:41:42	NWA1263	DC93 BU	21:25 00:00 00:00	21:31:13	00:09:39	C	01:37	039.5	072.3	10	07	WSP									
21:42:42	ASH7198	CRJ2 DA	21:15 00:00 00:00	21:35:47	00:06:05	C	01:00	040.0	072.8	12	07	ORF									
21:42:50	UAL947	B763 LD	21:25 00:00 00:00	21:35:14	00:05:46	E	03:10	026.9	068.6	14	04	LAX									
21:44:14	SAS526	A333 SW	21:25 00:00 00:00	21:36:24	00:07:00	C	01:32	040.0	068.6	15	05	EKCH									
21:44:41	ASH2687	E145 GV	21:05 00:00 00:00	21:35:59	00:07:52	E	01:51	033.3	075.1	13	03	CLT									
21:45:22	CHQ7799	E145 AM	21:25 00:00 00:00	21:35:31	00:09:01	E	00:41	036.0	077.7	11	03	IND									
21:46:09	N17AZ	LJ35 GV	21:00 00:00 00:00	21:32:53	00:12:25	E	00:46	037.1	078.8	11	03	FXE									
21:46:28	IDE1182	CRJ2 SW	21:21 00:00 00:00	00:00:00	00:00:00	C	02:14	035.5	074.5	00	02	JFK									
21:47:32	ASH7167	CRJ2 GV	21:25 00:00 00:00	21:36:25	00:10:17	E	01:24	051.4	088.8	16	03	CLT									
21:47:47	EJA218	F2TH SW	20:30 00:00 00:00	21:31:30	00:15:27	C	01:19	039.1	092.3	11	02	BOS									
21:48:41	CHQ7841	E145 GV	21:15 00:00 00:00	21:40:05	00:07:46	E	01:09	060.0	100.8	12	02	GSO									
21:49:10	UAL950	B763 SW	21:35 00:00 00:00	21:40:33	00:07:47	C	01:28	040.0	101.7	13	03	EBBR									
21:50:32	CHQ7936	E145 AM	21:35 00:00 00:00	21:45:56	00:03:46	E	01:51	046.2	086.2	07	04	CNH									
21:53:10	AWI330	CRJ2 SW	21:02 00:00 00:00	21:49:52	00:03:28	C	04:00	028.5	074.7	05	03	JFK									
21:55:28	UAL946	B772 SW	21:20 00:00 00:00	21:49:27	00:06:11	C	02:18	026.7	072.8	05	05	EHAM									
ITO Time	ACID	Type	DTA	P-Time	Ready	Push	T	Scan	T	Taxi	Time	Rwy	Intrvl	R Rate	A Rate	d	N	d	S	Dest	ScchPad

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

(六)、 DSP (Departure Sequencing Program) 目前使用於紐約區域管制中心、紐約及費城近場臺、費城塔臺、波士頓塔臺及紐約附近的機場，本程式主要功能為安排並記錄各機場之間班機的離場順序；DSP 可提供塔臺離場航機的離場時間以避免過度的延誤、可

提供近場臺各個機場之離場航機等待的狀況、可提供航路飛航管制中心(ARTCC)或近場臺的流管協調人員每一架航機的詳細資料，並提供建立離場順序的工具。本工具經由自動化的顯示，使得離場相關的順序安排能即時顯示在所有單位，大量減少協調與通知放行的通話，並藉由掃描管制條上的電腦條碼確實掌握每一架航機的動態。(如附圖 30)

附圖 30



Information also displayed at ATSCC

引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

第六天

(98 年 12 月 3 日)

本日研討會議提包括：空域相關議題、航路/終端訓練議題討論與展示、麥特實驗室
室導覽

一、 空域相關議題

此次會議中麥特公司為我們提出空域相關議題，茲分為以下三部分介紹：

(一)、 空域管理：空域管理首先面臨的課題是該空域交通的流量、管制
該空域的權責單位、空域的限制。

1. 流量：影響流量的因素大致而言有航路、RNAV 航路的設計、航
路結構限制和標準離到場程序之設計。隔離標準亦是影響流量的
因素之一，若能採用較小的隔離標準，勢必可增加流量以改善效
率。

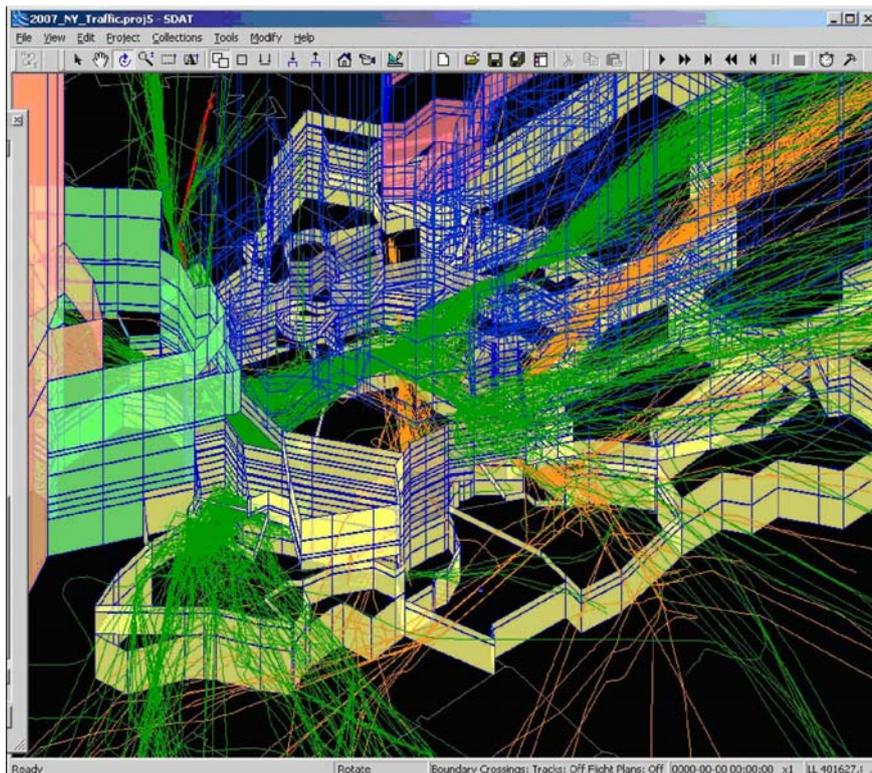
2. 權責單位與空域劃分：權責單位可區分為塔臺、近場及航路階
段。空域劃分的原則是高度區隔，但仍應考量航機是否需管制
員引導或航機量多卻不需引導而異。

(1) 在美國有二十一個航路管制空域，每一航路管制空域又劃
分為 30 至 50 個管制席位，視航情需要來合併或加開管制

席位。

- (2) 美國共有 230 個終端管制區域，由於人口密集城市均集中於東部成爲繁忙區塊，且每一機場亦都必須有符合標準的保護空域，但繁忙機場又密集聚集起，如何讓航機在 A 機場及附屬空域內平順地降落卻不侵入 B 機場的保護空域，難度甚高。然藉由功能強大的工具之輔助以及縝密的空域規劃，美國仍然建構了令人讚嘆之空域結構。(如附圖 31)

附圖 31

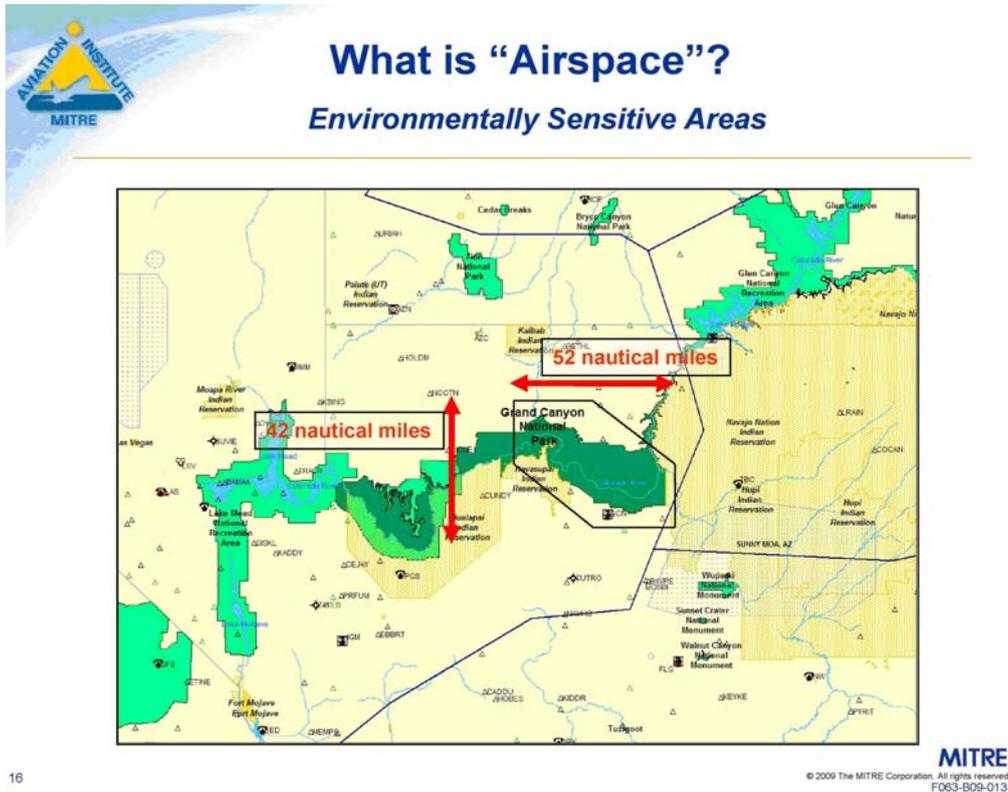


引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

3. 空域限制：空域使用限制可大致分爲兩類，即人爲及自然限制。

人為限制類別有演習限制、軍方活動空域限制、限航區、配合巡航任務的區域、禁航區及警戒區等；而自然限制則是地形限制，如高山區或大峽谷區，因地形而影響飛行特性，在空域規劃時均屬必要考量因素。(如附圖 32)

附圖 32



引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

4. 總而言之，空域結構的設計應是時、地、人三方面的結合。考慮該空域單位航行量、該空域地形或人為限制，最終是由何人負責管轄該空域內的一切航情。要將三者完美地搭配在一起，而勿忘最高指導原則是安全，勿為了簡略其中一項因素而失去安全的訴

求。

(二)、 空域分析：無論空域如何劃分，都必須以人力來實施管制，分析時可靠幾項指標來測試空域規劃品質之良窳：

1. 彈性:給予使用者幾種選擇方案如何？對於”非正常狀況”之運作，此空域規劃的敏感性高低如何？
2. 效率:考量班機遲延與空域容量的平衡點。
3. 經濟:需要多少管制人力來管制此空域？
4. 複雜度:潛在衝突、航跡交錯、空間、達到管制目的之引導次數...等影響管制員專注力的項目是否過多？

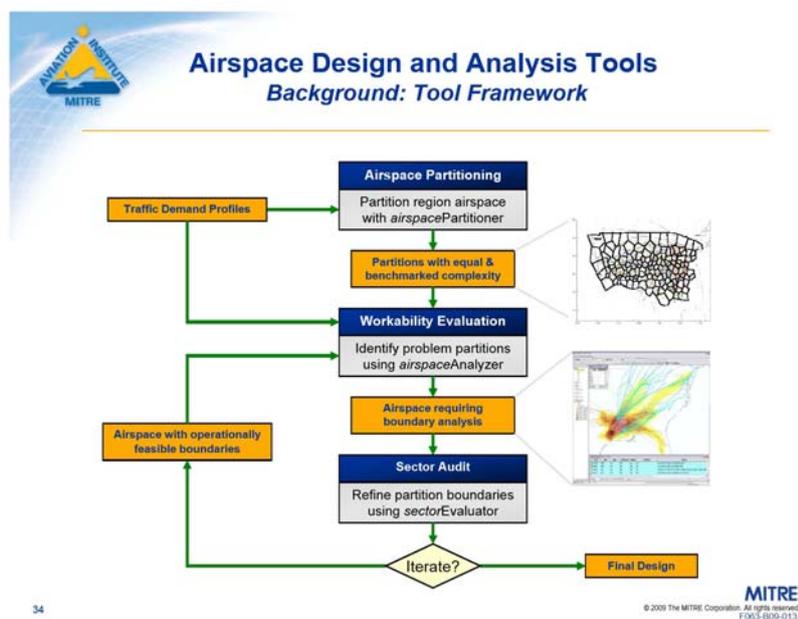
(三)、 空域分析工具：

1. MITRE 公司運用其與航空公司長期合作而取得大量的資料，利用既有的資料來分析潛在衝突的發生點、發生頻率及受影響的航空公司。經由機場、航管單位或航機本身的紀錄，統計出空域或航路規劃對航機的航行時間之增減。得到龐大的數據後，MITRE 公司有一套完整的分析及解決流程。而其分析空域係遵循一嚴謹的流程：製作指導文件進行評估、製作手冊，最後運用 TAAM 系統(Total Airspace and Airport Analyzer)在電腦上模擬程序的可行性，只要將必要資料輸入電腦中，電腦可計算出噪音影響範

圍、保護空域範圍等資料，若輸入的任何一項參數不正確，電腦會告知參數設定錯誤。在電腦程序設計完善後，會將實際情況的航情資料輸入模擬機內（En Route Trainer），由管制人員在模擬機上管制並對該工作量評比，以決定空域的劃分是否超過管制員工作負荷量。

2. TAAM 電腦分析工具的運用雖可省去大量人力、物力及時間的投資，然而其前提是具有完整而精確的資料庫。例如計算航機下滑道，但地障高度、不同航機下降率、保護空域及噪音防治法規等，都必須先建置於資料庫中，方可運用電腦計算出可行的方案。即便我方購買了此套工具亦非可立即使用，仍須將資料庫內容建置完畢方能發揮效用。運用此系統前置作業雖繁複，但先以模擬機試作可保障實際作業的安全，避免將程序運作於實際作業後，運行一段時間再評估所造成的不便與風險。
3. 以美國拉斯維加斯機場為例，拉斯維加斯在經地方政府提案後，經 FAA 同意興建新機場及跑道，待跑道竣工才發現根本沒有該跑道可使用的空域，解決困境的方法是持續地與軍方協調空域、利用 RNAV 程序重新劃分該處空域，此工程竟耗時一年半的時間才謀得解決之道，足見機場及跑道之規劃建置需考量空域設計

附圖 33



引用美國麥特公司(The MITRE Corporation)資料

二、 航路/終端訓練議題討論與展示

(一)、 航路訓練系統：

此套系統是麥特公司於 2005 年研發的，ITS 系統（Intelligent Training System），係結合語音辨識科技來完成訓練並達到效率、彈性、標準化及精簡人力目的：

1. 彈性：該系統運用語音科技（Voice Technology），以語音辨識系統充當駕駛員的角色，受訓者以個人模式進行訓練課程，無須指導教官，節省支付教官的費用，對訓練時間的安排更具彈性。

2. 標準化：可達到對學員評鑑及術語標準化的效果。
 - (1) 術語標準化：學員發話清晰度、術語標準與否及發話速度如須達一定之程度，語音辨識系統才會遵循發話者的指令，若受訓者發音不清晰、未使用電腦所能接受的語法，或者受訓者發話速度雖清晰而速度過快時，語音辨識系統都不會接受指令。
 - (2) 評鑑標準一致化：電腦題目會要求受訓者將特定航機由起始點引導至目的地點，根據學員的引導角度、引導次數及是否碰觸障礙區來評分，受訓者每一次的引導皆會由電腦記錄且計分，如此一來，不但可讓受訓者重複觀看自己的引導過程得知自己的錯誤之處，電腦計分也可免去人為評分之主觀。
3. 精簡人力：僅一人即可進行訓練，以往的訓練模式所需人力至少三人，一為受訓學員、一為教官（可任指導者兼任航空器駕駛員）、一為指令輸入者（輸入受訓學員的指令以使航機遵照指令運行）。運用此系統進行訓練，僅學員一人即可實行，藉由電腦紀錄可得知受訓成果。此系統與真人擔任教官之差異在於真人可模擬突發狀況測試學員，此系統則無法實現此情境，故適宜做為

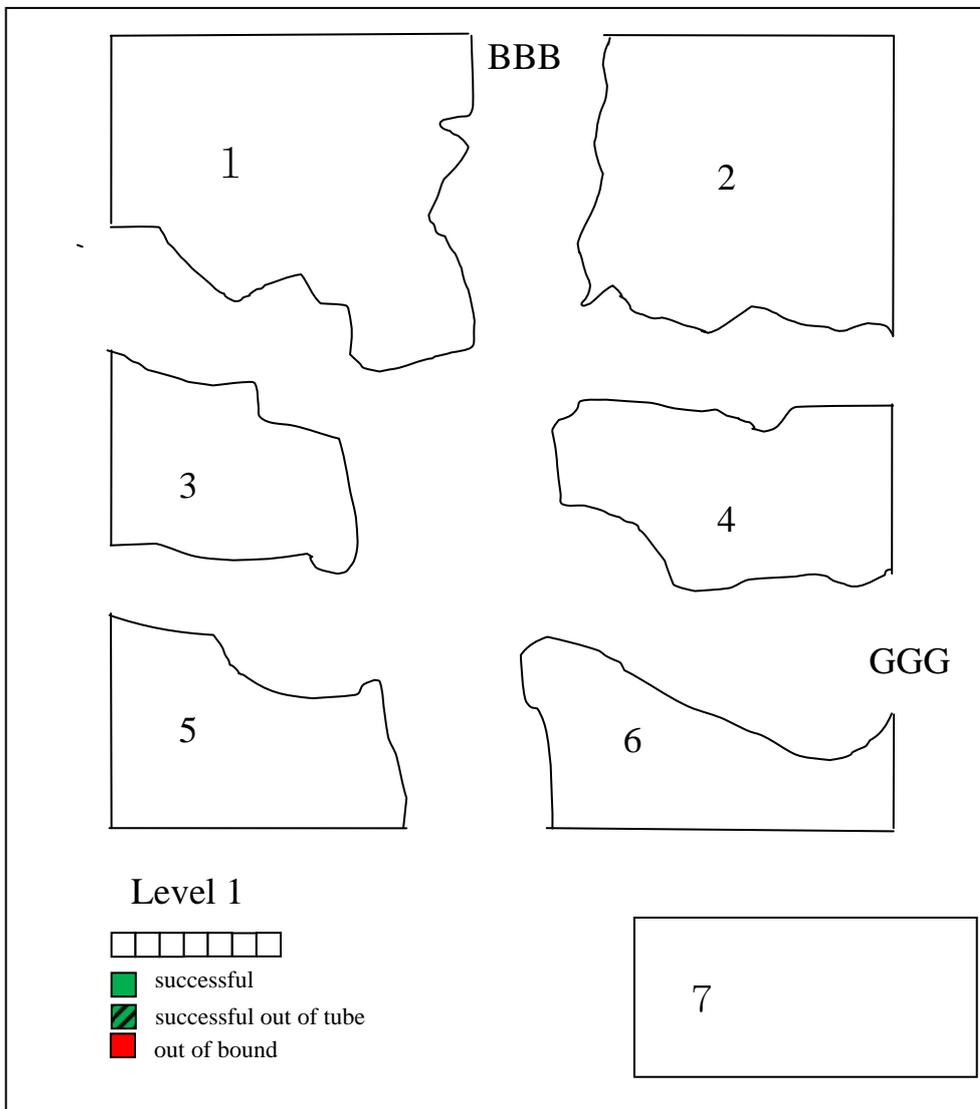
初步概念之學習工具，先讓學員熟悉雷達介面，到現場實習時(on job training)即可投入全部精力於雷達引導技巧。

本系統具龐大的資料庫，輸入題組後飛機依序出現在雷達螢幕上，將雷達幕區分為數個區塊(附圖 34)，區塊代表障礙物，區塊間的空隙是管制員引導的空間，原則上管制員引導航機不可碰觸到障礙物。語音科技在此處發揮極大的功能，若是受訓者發話不夠清晰或是速度太快，此系統將無法辨識而要求發話”say again”。身為管制員的我們此行有機會親自試用此系統。經由親身操作體驗後得到的心得如下：

1. 故意加快發話速度，系統果然不接受，要求重新指示。若利用此系統訓練管制員，可訓練學員控制發話速度。
2. 當對模擬機發出更正指示時，模擬機會照著發話者的指示先更正再覆誦正確指示，惟仍執行原來錯誤的指示。例：成員發話為”turn right heading 280, correction, turn right heading 260”，模擬機的回答與指示完全相同，但是其飛航航向卻是航向 280。此測試協助 MITRE 公司發現其設計瑕疵。
3. 男性的音頻較低，系統能清楚辨識女性管制員之指示，卻不易辨識男性管制員之聲音。此點可能是靈敏度的問題。
4. 此套系統另一雷達幕顯示器則與我國現行系統相同，其操作方式

亦有部份相同(例如調整 symbol 方向之方式與現行 ATCAS 系統相同；更改高度方式則與現行備份航管系統相同)，對於我國管制員而言，應無接受度困難的問題。

附圖 34



1~6：地形障礙(不可碰觸的區塊)
 7：電腦給受訓者的指令區
 AAA~GGG：飛機出現的位置或必須引導至該處

(二)、 終端訓練：

終端訓練模擬機尚在研發階段，功能尚未完備。目前主要功能是記憶訓練，利用互動模式測試學員對空域使用高度、空域範圍、航機呼號以及不同機型航機特性，以難易度區分為五階段，讓受訓學員由簡至繁反覆練習。此模擬機的使用目的是讓學員在實際工作實習前就能熟記管轄空域內之各種限制。資料庫中鍵入的資料視各機場而異，如此一來，受訓者選擇自身將工作的機場題庫後，可先行熟悉飛航至該機場的航班呼號、該航空公司所使用的機型和機種特性。

麥特公司利用此系統替邁阿密近場管制學員進行訓練，空域概念約費時七天訓練，而完成全套訓練課程為二十五天。其訓練時程之設計視各機場需求而異。

三、 麥特實驗室導覽

麥特公司的實驗室宛若一座小型工廠，有駕駛艙、模擬塔臺、流量管理系統與 PAVE(Portable Aviation Visualization Environment)，麥特公司有兩套駕駛艙系統—波音與空中巴士，此兩套駕駛艙可同時設定為駕駛艙或其中一座設定為塔臺，以往塔臺、駕駛艙模擬機都是獨立運作的，現 FAA 提出建議將二

系統間連結同時運行，麥特公司即採納建議著手整合各系統的工程，現在各系統可分別執行其科目，亦可連結成一整套系統，形成一個小而完整的航管系統。簡略介紹如下：

(一)、 模擬駕駛：

將想模擬的機場資料輸入後，情境模式可選擇日間或夜間，並顯示航機自停機坪滑出至跑道頭之所有場面狀況及與其他滑行中航機和車輛的相對位置。

(二)、 模擬塔臺：

麥特公司有兩套模擬塔臺系統，較特別的一套是用大螢幕（相當於塔臺兩面玻璃的寬度）做為視窗，在螢幕左上方有塔臺的高度資料、3D 座標，使用者亦可自定塔臺座標，視野將隨使用者所設座標而改變，故此功能有助於決定何處是塔臺最佳設置點；亦可藉調整塔臺高度得知是否該高度能看清場面，有無死角，利用此功能就能確定興建新塔臺時應蓋多高才能俯視全場。

(三)、 PAVE 系統(Portable Aviation Visualization Environment)：

此套系統主要是呈現航機進場階段的航跡並以 3D 方式表現，可同時計算出噪音影響範圍。

(四)、 流量管理系統：

其裝備為兩座螢幕，左側為氣象雷達，右側為航機資訊顯示幕。若氣象雷達顯示特定區域天候不良，使用者可據以將航機引導避開該區域。而其設計概念正朝全面以電腦資料鏈結方式發展，即整合 ATFM/ATC/PILOT SYSTEM，管制員只須將新的航路以電腦傳送給飛行員，飛行員接收後直接按管制員指令更改航路，可大量節省通話量達減輕管制員因天氣不佳而遽增的負荷。

第七天

(98 年 12 月 5 日上午)

今天是在麥特公司最後一天的行程，麥特公司依其對我方飛航服務現況之了解提出建議如下：

- (一)、 對資訊保安嚴格把關：麥特公司提醒我們未來的航管系統務必要做好資訊安全之管理，因 Thales 系統在其他國家曾有被駭客入侵的經驗，一旦遭入侵將如電影情節般造成不可預測的傷害。
- (二)、 PBN(Performance Based Navigation)的評估：PBN 已是未來導航趨勢，雖需政策要求航空公司投資機載裝備，但整體而言除可帶來龐大的航管效益外，對航空公司長遠而言亦有幫助，建議我方持續推動。

- (三)、 空域調整及航管作業改善：桃園國際機場現正推行綱要計畫之制訂，其中涉及新塔臺位置、第三條跑道及新設置滑行道等議題，有關空域規劃之配合以及航管作業效率改善之研究評估，實應妥善進行，否則將面臨空域或航管作業造成流量瓶頸，致大量投資機場卻無法達成預期容量之窘境。
- (四)、 管理訓練：民航作業要運行順遂，管理者不能只做線狀的考量，要能對航管相關產業有通盤的瞭解，在決策時才不致顧此失彼，故相關之訓練有其必要性。中國大陸早已著手於下一代民航管理人才的培訓，迄今已派四梯次的人員至美國接受此類訓練，經過嚴格挑選的培訓人員在結訓返國後，目前皆出任各管理階層職務，並將所學概念及受訓期所建立的人脈直接運用於工作，自上而下的改變原有的單位文化、思維及決策方向，其成效已逐漸蔓延。中國大陸此一改變與民航管理能力的迅速崛起，實在值得我國警覺與省思。
- (五)、 跑道安全：防止跑道入侵一直是航管的重要課題，麥特公司的實驗室已運用” stop bar light” 系統、ASDE-X 等工具來降低跑道入侵發生之機率，惟再精良的工具若使用者未受訓練，亦是徒然，不論選用何項工具，熟練而細心的操作人員才是整個工具的

精髓，必要而紮實的訓練是不可或缺的一環。

第七天及第九天

(98年12月5日~98年12月6日)

自華盛頓達勒斯國際機場經美國洛杉磯國際機場返回台灣桃園國際機場。

參、心得與建議

1. 本區區域航行(RNAV)之航線實施已有多年，不僅桃園國際機場設有 RNAV 離到場及 GNSS 進場程序，其它無 RNAV 離到場程序之機場亦設有 GNSS 進場程序；惟有關各航線之導航性能需求卻未有進一步如 RNP-3、RNP-1 或 RNP-0.3 等之規範。建議未來可逐步考量終端離到場程序採 RNP-1 之規範，如此可增加有限空域內之航線數量，對本區終端空域容量或有助益。
2. 桃園國際機場現有「分歧引導區(DVA)」之目的主要為加速離場及避免航線衝突，其仰賴之方式仍為起飛後之雷達引導，航管及駕駛員通話量反而增加，風險提高。建議可考量以 RNAV 增設取得分歧角之程序，並將該等程序限制為 DVA 時段使用，以協助管制員加速放行並減低通話量。
3. 終端區航線設計及航情模擬軟體(TARGET)主要目的雖為協助儀航程序設計人員進行終端地區區域航行航線設計使用，然而其亦有供管制員預先熟悉新航線之模擬功用，建議民航局如取得該軟體後，本總臺未來亦能參與訓練，熟悉該軟體之模擬功能，以供總臺各作業單位人員預先於新程序啓用前進行作業影響評估。
4. 可參考 FAA 之作法在與跑道交叉之滑行道增劃地面標線，包括

於跑道等待位置標線前段之滑行到中心線兩側增劃虛線，以及於跑道等待位置標線前地面增劃跑道指示標示，以明顯提醒駕駛員前方即是跑道之作法，此項雖非國際民航組織第 14 號附約之規範，但如此低成本的改善措施對防止跑道入侵有極佳之預防效果，建議可考量引入作為我國之規範，以提升飛安。

5. 有鑑於美國亞特蘭大機場為了增加跑道容量，花費鉅資增建一條跑道及增高塔臺，機場整體跑道容量並未因此而提升之慘痛經驗，有關台灣桃園國際機場現正進行機場園區綱要計畫，其中將涉及機場第三條跑道之議題，不論其決策順序如何，建議後續應就定案後之跑道位置、滑行道布設、新塔臺位置高度、跑道容量、及至空域容量等相互影響關係，委由國際上具有能力之專家團隊協助，整體就安全、運作、及效益等方面，進行全面性分析，以確保鉅額之建設投資能達到計畫預期之目標。
6. 雖然虛擬塔臺目前尚未普遍使用，但塔臺高額的建造及維護成本使各國莫不積極投入研究。本區有部分機場其航行量並不高，應可評估「虛擬塔臺」之可行性。當然，其後續造成管制方式之改變都將不會純粹只是技術面之克服，相關的法規亦須同步修訂，建議密切注意相關技術的發展狀況，若在安全水準可接受範圍內

及早引用，相信能減去龐大的機場建置及營運成本。

7. 美國次世代航空(NextGen)計畫已展開數年，期間依據訂定的目標，陸續有重大措施被提出且執行。NextGen 計畫不論是目標的設定、執行的步驟的擬定，都令人印象深刻及佩服。美國航空事業為其經濟、科技的火車頭，必須投入龐大人力、物力，但本區無法挹注龐大資金於單一領域的情況，如能借力使力，蒐集各先進發展國家的趨勢預估、相關規劃作為我們的計畫藍本，應是較經濟的作法。
8. 目前民航局與飛航服務總臺的管理階層，並未有完整的訓練，遇有重大專案進行時往往感到人才及人力之不足。目睹中國大陸有計畫的培育其民航人員，在極短的時間內成功的提昇人員素質，並與世界接軌，讓以往在人員素質占有優勢的我們備感壓力。中國大陸派訓人員於美國受訓期間在各航空公司、民航機構的實習課程，讓他們有機會與最先進的航空系統聯結、建立人脈，回國後，這一批同時經過西方洗禮的中高階層，透過橫向的人脈聯繫，其將帶動的創新觀念與改革進步風潮不容忽視。建議未來我國能就民航各業管理人才之培養制訂長遠計畫，編定預算，建立具國際視野之民航人才。

9. 流量管理的概念在能源成本高漲時特別受到矚目。就飛航服務的理念而言，提供安全、有序的高效率服務原為其職責，美國在流量管理領域發展了很多程序與工具，這些工具的除了具備各種功能外，普遍的特色在於將服務的對象-航空公司等，納入即時資訊分享的範圍，使服務使用者能了解流量的情形、相關的管制措施，以便後續的作業規劃與安排。就目前本區客觀的條件，流量管理初步可著眼於離場與到場的管理，並就資訊分享、互動互助的模式，發展自己的離到場管理模式與機制。

肆、 附錄 — 研討會議程

AGENDA

MITRE Welcomes Taiwan CAA Delegation

Day	1	2	3	4	5
Date	30 Nov	1 Dec	2 Dec	3 Dec	4 Dec
Day of Week	MON	TUE	WED	THU	FRI
Room	1N141	1N926	1N141	4N116	4N116
AM	9:00 – 10:00 Introduction to MITRE/CAASD	9:00 – 11:30 RNAV/ Required Navigation Performance(RNP)/ Terminal Area Route Generation Evaluation and Traffic Simulation Tool (TARGETS)/ Runway Point of Intercept (RPI)	9:00 – 10:30 Virtual Tower	9:00 – 10:30 Airspace related topics – tools and concepts	9:00 – 10:00 Future support to ANWS
	10:00 – 10:30 Introduction to MITRE Aviation Institute (MAI)	11:30 – 12:30 Airport and Runway Safety	10:30 – 12:00 NextGen Summary	10:30 – 12:00 Enroute/Terminal Trainer Discussions and Demo	
	10:30 – 12:00 Global ATM Trend				
	12:00 – 1:30 LUNCH	12:00 – 1:30 LUNCH	12:00 – 1:30 LUNCH	12:00 – 1:30 LUNCH	
PM	1:30 – 4:30 Automatic Dependent Surveillance - Broadcast Mode (ADS-B) and Multilateration	1:30 – 4:30 Mid-Term Summary	1:30 – 4:30 Executive Management Development	1:30 – 3:30 MITRE Lab -Cockpit -Tower -Portable Depart Dulles Airport for Taipei Taoyuan Airport Training (EMDT) and Air Traffic Management Executive Training (ATMET) description Aviation Visualization Environment (PAVE) -TARGETS/RPI - ATFM 3:30 – 4:30 Q & A	Depart Dulles Airport for Taipei Taoyuan Airport