

出國報告（出國類別：考察、研究、訪問）

歐洲單一天空空中交通管理研究計畫(SESAR)發展方向

服務機關：飛航服務總臺

姓名職稱：郭國新 主任管制員

派赴國家/地區：歐洲地區

出國期間：107年5月21日至107年8月21日

報告日期：107年10月5日

摘要

本出國報告為 107 年度交通部選送人員赴歐洲地區執行研究「歐洲單一天空空中交通管理研究計畫(SESAR)」發展方向一案之研究報告，內容包含選送人員參訪 SESAR 聯合執行事業(SESAR Joint Undertaking, SJU)部分會員、EUROCONTROL 機構及 SESAR 聯合執行事業本身之參訪報告，選送人員至 EUROCONTROL IANS 訓練機構研習相關課程之研習報告，及選送人員研究 SESAR 發展方向相關主題之研究報告。

本報告作者依任務執行之順序分章節撰述，為第一至第十一章，包含有奧地利 FREQUENTIS AG 公司參訪、盧森堡 EUROCONTROL IANS COM-DLK 課程研習、比利時 EUROCONTROL 參訪、盧森堡 EUROCONTROL IANS SUR-RAD-ADV 及 NAV-DEM-INTRO/ADV 課程研習及英國 NATS 公司、西班牙 Indra 公司、德國 DFS 公司、法國 DSNA/DTI 機構、法國 Thales 公司、比利時 SESAR 聯合執行事業等參訪。第十二章記述 SESAR 相關主題之研究，最後則提出本研究之心得與建議。

目錄

目的.....	1
行程說明	2
一、 FREQUENTIS AG 公司參訪.....	3
(一)、 赴維也納 FREQUENTIS AG 公司總部參訪	3
(二)、 FREQUENTIS AG 公司簡介.....	3
(三)、 歐洲事務與 SESAR 說明	4
(四)、 SESAR 研究	6
(五)、 FREQUENTIS 投入 SESAR 2020 方面	7
(六)、 SESAR 部署	9
(七)、 RVT 及 ATC TWR 功能體驗.....	9
二、 EUROCONTROL IANS COM-DLK 課程研習	13
(一)、 課程簡介	13
(二)、 課程心得摘要.....	14
三、 EUROCONTROL 參訪.....	22
(一)、 訪前提問草擬.....	23
(二)、 EUROCONTROL 監視部門專題討論	24
1. 歐洲監視系統現代化概述	24
2. 監視服務之監控.....	26
3. 飛航管理效率提昇的合理化過程.....	27
4. ARTAS 監視資料處理	29
5. SASS-C 監視系統品質分析.....	31
(三)、 訪前提問問題答覆.....	31
四、 EUROCONTROL IANS SUR-RAD-ADV 課程研習	35
(一)、 課程簡介	35
(二)、 課程心得摘要.....	35
五、 EUROCONROL IANS NAV-DEM-INTRO/ADV 課程研習	41
(一)、 課程簡介	41
(二)、 課程心得摘要.....	41
六、 英國 NATS 公司參訪.....	45
(一)、 NATS Swanwick Center 參訪	45
1. 倫敦流量管理部門	45
2. 倫敦區域管制中心	46
3. 倫敦終端管制中心	47
(二)、 相關功能及事務討論	47

七、	西班牙 Indra 公司參訪.....	50
	(一)、 SESAR 相關主題介紹.....	50
	1. SESAR 相關概述.....	50
	2. Indra 之於 SESAR.....	51
	3. Indra 的貢獻.....	51
	(二)、 工廠參訪.....	53
八、	德國 DFS 公司參訪.....	55
	(一)、 參訪主題草擬.....	55
	(二)、 DFS 總部參訪.....	55
	(三)、 DFS Langen 管制中心參訪.....	56
	(四)、 管制事件調查(Incident Investigation).....	58
	(五)、 管制員職前訓練.....	59
	(六)、 DFS Academy 參訪.....	59
	(七)、 SESAR 議題討論.....	60
九、	法國 DSNA/DTI 參訪.....	62
	(一)、 監視相關議題經驗交流.....	62
	(二)、 A-SMGCS 之建置.....	63
	(三)、 監視效能監控.....	64
	(四)、 其他議題討論.....	64
	(五)、 雷達維護經驗談.....	65
十、	法國 Thales 公司參訪.....	67
	(一)、 雷達工廠參訪.....	67
	(二)、 SkyCenter 參訪.....	69
	1. SESAR 概述.....	69
	2. Thales 的貢獻.....	71
	3. 補充說明.....	71
十一、	布魯塞爾 SESAR Joint Undertaking 參訪.....	73
	(一)、 SJU 簡介.....	73
	(二)、 SESAR 相關議題討論.....	73
十二、	SESAR 發展方向研究.....	75
	(一)、 SES 相關法規演進.....	75
	(二)、 SESAR 相關演進.....	76
	(三)、 SESAR 近期解決方案.....	77
	1. SESAR 1.....	77
	2. SESAR 2020.....	87
	(四)、 解決方案綜整.....	100
	心得及建議.....	101
	參考文獻.....	105

圖目錄

圖 1: SESAR 2020 研究專案概觀.....	8
圖 2: FREQUENTIS RVT.....	10
圖 3: RVT 航跡位置及虛擬下滑道顯示.....	10
圖 4: RVT 夜間炫光處理	11
圖 5: RVT 夜間紅外線顯像	11
圖 6: Cooperative 類別無人機追蹤功能	12
圖 7: FREQUENTIS 塔臺系統.....	12
圖 8: 航空通訊願景	15
圖 9: EUROCONTROL 監視服務應用.....	28
圖 10: ARTAS 運作說明.....	30
圖 11: 流管工具示意圖	46
圖 12: 時基隔離示意圖	47
圖 13: iTEC Roadmap.....	52
圖 14: 機載 TCAS RA 下傳之應用.....	52
圖 15: polo 系統功能示意圖.....	57

表目錄

表 1: EUROCONTROL IANS COM-DLK 課程表	14
表 2: ACARS 與 ATN VDL2 比較	16
表 3: EUROCONTROL INAS SUR-RAD-ADV 課程表	35
表 4: EUROCONTROL IANS NAV-DEM-INTRO/ADV 課程表	41
表 5: DSN A-SMGCS Level-2 建置計畫.....	63
表 6: SESAR 1 解決方案相關類別統計.....	86

目的

歐洲單一天空飛航管理研究 (Single European Sky ATM Research, SESAR) 是實現歐洲單一天空 (Single European Sky, SES) 理念的科技基石，它透過提供歐洲整體飛航管理體系專業技術及資源之方式，來達成提昇運載，減少延誤，促進飛安，降低環境衝擊，及調降空域使用者花費之目標。

SESAR 為歐洲飛航管理領域創新之薈萃，對等於美國之 NextGen 計畫。兩者透過合作備忘錄協調雙方發展成果，而兩者的發展方向亦實際影響 ICAO GANP 與 Aviation System Blocks Upgrades 之推行，故了解 SESAR 發展方向，也幾近於了解 ICAO 飛航管理發展方向。

本研究利用參訪「SESAR 聯合執行事業會員 (SJU members)、EUROCONTROL 及 SESAR 聯合執行事業本身」與「至歐洲主要飛航服務訓練機構研習」之方式，蒐集有關資訊、學習新知，以助 SESAR 議題之研究。並據以參酌，裨益後續飛航管理業務規劃，達到與國際接軌、增進飛航服務事業發展之目的，同時也促進國際交流，增進國際友誼。

行程說明

停留地區	日期	主要任務
長榮 BR61班機	2018-05-21	出發
維也納	2018-05-22~2018-05-24	參訪 Frequentis 公司
維也納-比利時	2018-05-24	往盧森堡 IANS 訓練機構
比利時-盧森堡	2018-05-25	往盧森堡 IANS 訓練機構
盧森堡	2018-05-25~2018-06-02	IANS(COM-DLK)課程研習
盧森堡 - 布魯塞爾	2018-06-03~2018-06-06	參訪 EUROCONTROL
布魯塞爾 - 盧森堡	2018-06-06	往盧森堡 IANS 訓練機構
盧森堡	2018-06-07~2018-06-25	IANS(SUR-RAD-ADV, NAV-DEM-INT, NAV-DEM-ADV)課程研習
英國	2018-06-25~2018-07-02	參訪 NATS
英國-土魯斯-西班牙	2018-07-03	往西班牙(土魯斯轉機)
西班牙	2018-07-04~2018-07-13	參訪 INDRA 公司
西班牙 - 德國	2018-07-14	往德國
德國	2018-07-14~2018-07-20	參訪 DFS
德國-法國土魯斯	2018-07-21	往法國
土魯斯	2018-07-22~2018-07-24	參訪 DTI
法國(土魯斯-巴黎-Rouen)	2018-07-25	往 THALES
法國	2018-07-26	參訪 THALES (Rouen)
法國 Rungis(鄰近巴黎)	2018-07-27	參訪 THALES (Rungis)
巴黎	2018-07-28~2018-08-03	主題研究 + 8/2前往布魯塞爾參訪 SESAR JOINT UNDERTAKING
法國	2018-08-04~2018-08-21	主題研究
長榮 BR88班機	2018-08-21~2018-08-22	返國

一、 FREQUENTIS AG 公司參訪

我國 CNS/ATM 計畫中的 DVCSS 子計畫，即是採用 FREQUENTIS 的 VCS 3020X 系列系統建置而成。多年來提供我民用航空局飛航服務總臺(以下稱總臺)穩定可靠的陸對空及地對地平面間語音通信品質。個人覺得 FREQUENTIS DVCSS 使用者介面之操作邏輯直覺易懂，容易上手，系統架構也俐落清晰，容易維護，算是一等的數位語音通信系統。經網路查詢，得知 FREQUENTIS 公司是目前 SESAR 聯合執行事業 (SESAR Joint Undertaking，以下簡稱 SJU)之 19 主要成員之一後，參訪該公司的意念旋即而生。本人透過桃園塔臺專案小組協助，取得 FREQUENTIS 講師 BUGRAM Christoph 先生的聯絡方式，並經由他的協助使後續的參訪得以成行。在此表達衷心謝意。

(一)、 赴維也納 FREQUENTIS AG 公司總部參訪

本人原本預劃在 7 月份參訪 FREQUENTIS 公司，後來因為接待本人的 Thomas Singer 先生於 7 月份另有工作安排，所以秉持客隨主便之原則，將參訪 FREQUENTIS 行程提早到 5 月下旬，成為此行第 1 個參訪機構。FREQUENTIS AG 公司總部座落於維也納市區西南方，透過大眾運輸系統及短程步行便可抵達。

接洽本人的 Thomas 先生為該公司民用飛航管理系統部門的資深業務經理，他目前主要負責該公司推銷航管塔臺系統部份的業務，但為了我研究 SESAR 事務之請求，他邀請該公司民用飛航管理系統部門的歐洲飛航管理計畫經理(Director European ATM Programs) Michael Holzbauer 先生為我講解 SESAR 運作概況，計畫進展，以及 FREQUENTIS 參與情形等。除此之外，Thomas 亦安排相關工程師，為我展示他們公司開發的遠端塔臺系統。

(二)、 FREQUENTIS AG 公司簡介

FREQUENTIS AG 公司成立於 1947 年，至今已逾 70 餘年。目前公司的老闆是 Hannes Bardach 先生，他甫於今(2018)年 4 月中旬卸下 CEO 職務予 Norbert Haslacher 先生，轉為監視主席，退居幕後。該公司目前在全球 50 多個國家設有分部，其中有 75%以上的員工具備科技，理工或數理之教育或工作背景。其 VCS 相關產品市佔率約達全球 35%，服務了空中 90%的飛航活動。FREQUENTIS AG 公司是 SESAR 2020 19 席 SJU 會員之一。在 2016 年底的 SESAR 1 計畫階段之 60 餘項科技及作業解決方案中，FREQUENTIS 積極地參與其中 30 餘項方案。其中重大貢獻包括遠端塔臺系統原型(iCWP)之評估與實現、AIM、MET 與機場資料模型，及 D-NOTAM 等領域之推展。在 SESAR2020 計畫方面，FREQUENTIS 與匈牙利飛航服務提供機

構 (Hungaro Control) 及法國 IT 服務商 (Atos) 組成了 FSP(Frequentis SESAR Partners)聯盟，協力發展 SESAR 2020 WAVE 1 階段之十餘項計畫，FSP 聯盟加強跨業界之創新，並攜手與其他 SESAR 2020 會員合夥合作，致力於遠端虛擬塔臺(Remote Virtual Tower, RVT)，虛擬飛航管制中心，含泛系統資訊管理 (System Wide Information Management, SWIM)概念的語音及資料通訊及未來通信基礎建設與資訊管理等發展。

(三)、 歐洲事務與 SESAR 說明

Michael Holzbauer 經理以歐洲飛航管理生態體系，SESAR 研究，FREQUENTIS 之於 SESAR 及 SESAR 部署等 4 個主題，為我「開示」SESAR 有關知識。

在歐洲飛航管理生態方面，Michael 先生以一張羅列主要為歐洲政府機構、軍民組織、公司產業、事業聯盟及學術研究單位的簡報頁面，來說明歐洲複雜，寬廣的航空相關事業版圖，整理如下：

歐洲層面官方組織機構 - 歐洲聯盟(European Union, EU)、歐洲委員會(European Commission, EC)、歐洲理事會(European Council)、歐洲國會(European Parliament, EP)、SJU、SESAR 部署管理組織 (SESAR Deployment Manager, SDM)、歐洲航空安全組織 (European Aviation Safety Agency, EASA, 歐洲防禦組織 European Defence Agency, EDA)、歐洲太空總署(European Space Agency, ESA)等高階機構。

EU 各成員國 - 奧地利、比利時、保加利亞、克羅埃西亞、賽普勒斯、捷克、丹麥、愛沙尼亞、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、愛爾蘭、義大利、拉脫維亞、立陶宛、盧森堡、馬爾他、荷蘭、波蘭、葡萄牙、羅馬尼亞、斯洛伐克、斯洛維尼亞、西班牙、瑞典、英國等 28 國。

歐洲民航會議(European Civil Aviation Conference, ECAC) - 比 EU 28 成員國多了阿爾巴尼亞、亞美尼亞、波士尼亞與赫塞哥維納、喬治亞、馬其頓、摩爾多瓦、摩納哥、蒙特內哥羅、挪威、塞爾維亞、瑞士、土耳其、烏克蘭、阿塞拜然、冰島、聖馬力諾等 16 國。其對等相關組織：拉丁美洲民航委員會(LATIN AMERICAN CIVIL AVIATION COMMISSION, LACAC)，及非洲民航委員機構(African Civil Aviation Commission Constitution, AFCAC)。

歐洲空中航行安全組織(European Organisation for the Safety of Air Navigation, EUROCONTROL) - 會員國比 ECAC 少了阿塞拜然、冰島、聖馬力諾等 3 國，共 41 會員國。另有摩洛哥及以色列 2 廣泛協議國(Comprehensive Agreement States)。

北大西洋公約組織(North Atlantic Treaty Organisation, NATO)

標準方面 - 歐洲飛航管理標準協調組織 (European ATM Standards Coordination Group, EASCG)、歐洲民用航空設備機構(European Organisation for Civil Aviation Equipment, EUROCAE)、國際民用航空組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)。

學術及研究機構方面 - DLR(德)、NLR(荷)、SINTEF(挪)及UNI SBG(University of Salzburg)等。

協會聯盟 - 國際飛航管制員協會聯盟 (International Federation of Air Traffic Controllers' Associations, IFATCA)、國際飛航安全電子協會聯盟 (International Federation Air Traffic Safety Electronics Association, IFATSEA)、歐洲駕駛艙協會(European Cockpit Association, ECA)、歐洲飛航管制員聯盟組織(Air Traffic Controllers European Unions Coordination, ATCEUC)、歐洲運輸工會聯盟(European Transport Workers' Federation, ETF)

飛航事業協會 - 歐洲航太事業協會 (AEROSPACE AND DEFENCE INDUSTRIES ASSOCIATION OF EUROPE, ASD)、航空航太工業協會國際協同委員會 (International Coordinating Council for Aerospace Industries Associations, ICCAIA)、國際機場協會 (Airports Council International, ACI)、民用飛航服務組織(Civil Air Navigation Services Organization, CANSO)、國際航空運輸協會 (International Air Transport Association, IATA)、歐洲航空公司協會(Association of European Airlines, AEA)、國際航空器擁有人及駕駛員協會 (International Council of Aircraft Owner and Pilot Associations, IAOPA)、歐洲商務航空協會(European Business Aviation Association, EBAA)、國際航空公司協會 (International Air Carrier Association, IACA)、歐洲地區性航空公司協會 (European Regions Airline Association, ERA)、歐洲低成本航空公司組織(European Low Fares Airline Association, ELFAA)等。

飛航服務提供者同盟 - COOPANS 聯盟 (奧、克、丹、愛爾蘭、葡、瑞典)、Borealis 聯盟(挪、芬、愛沙尼亞、冰、愛爾蘭、英、拉脫維亞、瑞典、丹)、B4 合夥(Consortium) (捷、立、波、斯洛伐克)、A6 聯盟(含 B4、COOPANS、德、法、西、義、瑞士)、A6 聯盟合作夥伴(匈及羅)。

如此多的國家及機構，如此多元的團體及聯盟，錯綜複雜的競合關係，深深影響歐洲 SESAR 計畫推展。

相較於歐洲的單一天空(SES)計畫，其他地區也有著類似的計畫推行，如：美國的 NextGen，日本的 CARATS，印度的 FIANS 及巴西的 SIRIUS 等。所有計畫參照 ICAO 相關計畫，如：Global Air Navigation Plan 及 Aviation System Block Upgrades(ASBU)等，朝讓機載航空電子及地面飛航管理基礎設施協調化的方向前

進。

Michael 先生表示，以他們設備商的角度來看，在法規及標準方面，他們必須參酌 ICAO ASBU，歐洲的 SES 及先驅共通計畫(Pilot Common Projects, PCP)，EUROCAE 及 RITA 等規定(範);在科技創新方面，必須留意互相通用性(Interoperability)，視覺化，資訊分享及系統整合等發展限制;在合夥協同合作方面，有 SESAR，中央集合化服務(Centralised Services)，SDM 及 FAB 等面向需要考量;在飛航管理作業方面，則有最佳化網絡，先進航管服務及機場作業等 3 領域劃分，對他們而言飛航管理這個區塊的市場環境頗為複雜。即使如此，他們仍投入最初的產品研發，以及到最後階段的部署服務等事務，協助歐洲顧客實現 SES 相關願景。

(四)、 SESAR 研究

Michael 先生表示，歐洲的飛航管理體系，涉及 58000 名雇員的生計，聘有 17200 名飛航管制員，涵蓋 1 千 1 百 5 十萬平方公里區域，並有 63 個航路中心設置其中，估計一年有 84 億歐元的產值。在 2010 年，航路延誤時間累計達到 1940 萬分鐘，相當於每個航班比直飛路徑多飛航了 49 公里的里程，一年有 40 億歐元的成本花費，可歸咎於歐陸空域的分裂破碎。這些依據國家邊界所劃分的空域，有重新檢討，並改為以飛航流量觀點來規劃的必要。除此之外，軍方空域也嚴重影響飛航效率 - 躲避限制空域的繞路飛航，延長飛航時間，增加了燃油耗損。總總改善飛航管理事業想法，促成歐洲提倡單一天空之理念。Michael 先生提及完成 SES 理念建置所需要顧及的 5 個面向，包跨效能，安全，科技，機場及人為因子等，各面向組成要項歸納如下：

效能 - Performance Scheme, Performance Review Body, Functional Airspace Blocks, Network Manager, National Supervisory Authorities.

安全 - EASA, Crisis coordination Cell.

科技 - SESAR, European ATM Master Plan, SESAR Joint Undertaking, Common Projects.

機場 - airport observatory.

人為因子 - Specific sectoral dialogue committee, Consultative expert group on social dimension of the SES.

其中 SESAR 即為達成 SES 的科技基石。SESAR 計畫在 2016 年後的計畫階段稱為 SESAR 2020。SESAR 2020 朝提供空域使用者(如：航空公司)及歐洲公民最高等級，全球互相通用性，高效能空中運輸服務目標前進。企圖帶來安全，低花費，及友善環境的空中載具與飛航管理作業，系統及服務等。SESAR 2020 計畫有 4 主要相貌 (key features)，高效能機場作業(High Performing Airport Operations)，最佳 ATM 網絡服務 (Optimised ATM Network)，先進的飛航服務

(Advanced Air Traffic Services)及致能的飛航基礎建設(Enabling Aviation Infrastructure) 等。各相貌考量重點歸納如下：

高效能機場作業：容量，安全，環境，效率，有效性，網絡化

最佳 ATM 網絡服務：協同合作，需求與容量之平衡，環境，效率

先進的飛航服務：同步，容量，安全，環境，花費

致能的飛航基礎建設：提供跨飛航領域的分享科技，通信，定位，導航，校時，SWIM，航空載具作業，系統及服務。

Michael 先生並以如下精要簡報頁面(圖 1)，歸納 SESAR 2020 階段所進行的基礎科技研究案與 ATM 應用導向研究案，及本階段所有解決方案之專案。

(五)、 FREQUENTIS 投入 SESAR 2020 方面

Michael 先生表示，FREQUENTIS 有著以未來為導向的投資策略，他們擴展產品組合和專業知識，以滿足新的市場需求，並發展未來 ATM 所需的專業知識和科技。他們也注意維持產品發展方向與歐洲 ATM 主計畫推動者一致，讓推出的產品與解決方案都能隱含 SES 實質認可之實，他們追求在國際市場保持一流的競爭力，但同時卻也與其他 SJU 成員或歐洲的飛航服務提供單位協同合作，而參與研發及驗證作業，使其及早得知研發結果的可行性，此外，安全及效率也始終為其考量。

FREQUENTIS 與 HungaroControl 及 Atos 組成 FSP 聯盟，其合作範圍，包含研發，驗證，作業評估及部署等系統建置所有面相。從 2016 第 4 季到 2021 年，FSP 聯盟將致力於推動 SESAR 2020 15 個解決方案專案(Projects)，其中 FREQUENTIS 本身將特別專注於遠端塔臺，包含語音的虛擬中心，資訊管理，SWIM，塔臺系統安全網，塔臺監視領域，及未來通訊基礎建設(Future communication infrastructure，FCI)的網路及陸空通信部份解決方案之研究。而 HungaroControl 除遠端塔臺及虛擬中心方面，將致力到場管理之研發，ATOS 則偏重發展動態容量平衡(Dynamic Capacity Balancing)及空域管理等領域。

在 WAVE 1 (2016-2019 年)階段，FREQUENTIS 著重於發展與塔臺方面有關的 PJ.03a (機場場面整合管理，Integrated surface management)及 PJ.03b(機場安全網，Airport safety nets);與遠端塔臺有關的 PJ.05 (支援多機場服務之遠端塔臺，Remote Tower for Multiple Airports)及 PJ.14 (CNS，通訊，導航及監視);與 FCI 及未來 ATM 網路有關的 PJ.10(先進飛航服務，Advanced Air Traffic Services)及 PJ.14 (通訊，導航及監視);與虛擬中心方面有關的 PJ.15(Common Services，共通服務)及 PJ.16(工作席位人機介面);與航空情報管理(AIM)有關的 PJ.15(共通服務)及 PJ.18 (4D Trajectory Management，4D 軌跡管理);及與 SWIM 有關的 PJ.17(SWIM 基礎建設 SWIM Infrastructures)及 PJ.19(內容整合 Content Integration) 等解決方案專案研究。

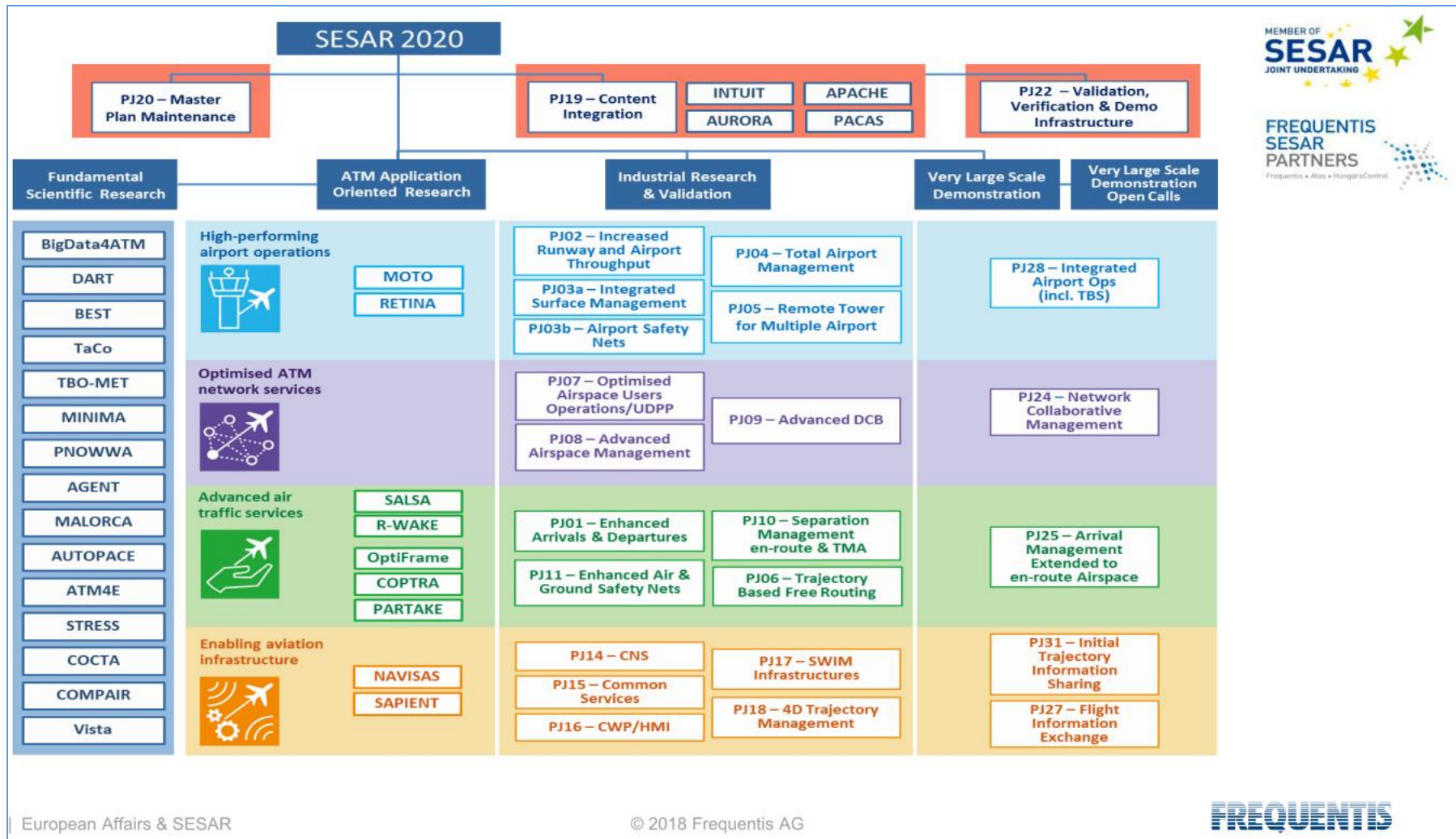


圖 1: SESAR 2020 研究專案概觀

(上圖由 FREQUENTIS AG 公司 Michael Holzbauer 先生授權使用; Figure modified from Michael Holzbauer, with permission.)

其中 PJ.19 指的是資料，資訊及服務模型(AIXM，FIXM，WXXM，AIRM，ISRM)等的整合。而對於監視領域，FREQUENTIS 特別著重視覺化監視系統方面的研究。

(六)、 SESAR 部署

在 SESAR 解決方案得以部署之前，這些方案都必須經過定義，概念發展，計畫排定，驗證，效能評估，商業驗證(bussiness case)，部署情境規劃等過程。對於有共同利益，需要整體一同部署的解決方案(即所謂的 common projects)，目前委由 SDM 負責執行。PCP 即由 SDM 負責部署，PCP 包含有：

延伸到場管理及繁忙終端管制空域基於效能導航解決方案(Extended Arrival Management and Performance Based Navigation in high density Terminal Manoeuvring Area)，整合機場及吞吐量解決方案(Airport Integration and Throughput)，彈性空域管理及自由航路解決方案(Flexible Airspace Management and Free Route)，網絡協同管理解決方案(Network Collaborative Management)，及初始 SWIM 管理及初始軌跡分享解決方案(Initial System Wide Information Management，Initial Trajectory Information Sharing)等。FREQUENTIS 對於 SESAR1 的這 6 項 PCP，皆有所貢獻。

在 SWIM 的部署方面，FREQUENTIS 著墨頗深，從 IP 網路，基礎建設，服務及應用等，FREQUENTIS 皆有解決方案提出，獲得部署。SWIM 是種分享式，網路集中式，同步式及有品質控管式的資訊管理，建構在共通的標準及資訊模型基礎上。FREQUENTIS 公司目前也提供轉移，基礎建設規劃，法規驗證等諮詢服務。

(七)、 RVT 及 ATC TWR 功能體驗

FREQUENTIS 在遠端虛擬塔臺(Remote Virtual Tower)應用的研發已有顯著成果，如下圖 2 為其開發之工作臺，包含高解析度機場航情視覺化顯示螢幕及觸控式螢幕面板，另搭配 DVCSS 語音系統，形成虛擬機場塔臺管制能力。以監視處理的角度來看，機場航情視覺化顯示螢幕的一大亮點在於將航跡(track)表達於攝錄影像之中(圖 3)，管制員透過顯示螢幕得以掌握航機起降滑行等所有在機場管制地帶有關航情，如臨現場因此得以實施機場管制作業。FREQUENTIS 在夜間視覺化顯像的技術也頗有突破如下圖 4，停機坪燈之強光並未於螢幕出現大範圍的炫光，因而防礙周遭物體之辨識。此外，有夜間紅外線顯像(圖 5)及 Cooperative 類別無人機追蹤(圖 6)功能。



圖 2: FREQUENTIS RVT

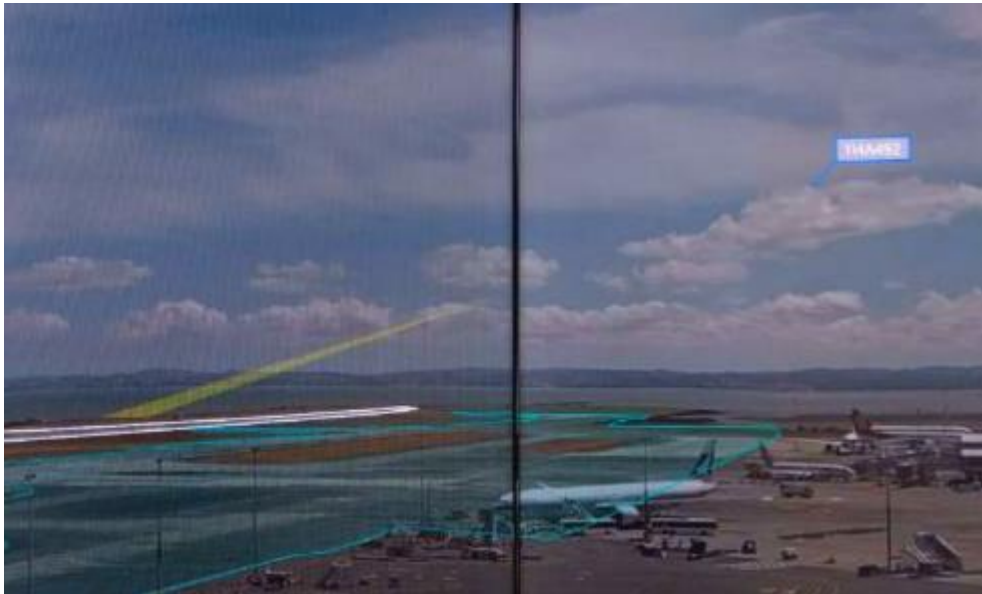


圖 3: RVT 航跡位置及虛擬下滑道顯示



圖 4: RVT 夜間炫光處理



圖 5: RVT 夜間紅外線顯像



圖 6: Cooperative 類別無人機追蹤功能

除了遠端塔臺，FREQUENTIS 也提供塔臺系統應用，其系統結合地面航情顯示、空中航情顯示、電子管制條處理功能、助導航設備工作狀態顯示、氣象資訊(含 AWOS 及 ATIS)等及該公司市占率極高的 DVCSS 設備。



圖 7: FREQUENTIS 塔臺系統

(補充說明: 上圖所示之系統, 可依需求增減錄影顯像螢幕數目)

二、 EUROCONTROL IANS COM-DLK 課程研習

IANS 的英文全銜是 Institute for Air Navigation Services，是 EUROCONTROL 位於盧森堡的附屬機構，提供從基本 ATM 相關概念開始的導論型課程，到進階的作業訓練等，包含普通飛航管理 (General Air Traffic Management)，空域管理 (Airspace Management)，網絡作業 (Network Operations)，機場整合與吞吐量 (Airport Integration and Throughput)，環境資訊管理 (Environment Information Management)，通訊 (Communications)，導航 (Navigation)，監視 (Surveillance)，資料處理 (Data Processing)，安全管理 (Safety Management)，保安管理 (Security Management)，飛航管理領域的人員效能表現 (Human Performance in ATM)，歐盟歐洲單一天空(飛航管理/飛航服務)法規 (EU Legislation for the Single European Sky [ATM/ANS])，航管人員訓練 (ATC Training) 等 15 類別的訓練課程。IANS 累積有超過 45 載的豐富教學/訓練經驗。

(一)、 課程簡介

COM-DLK 課程的全名是 Data link Implementation in Europe (歐陸資料鏈的建置)，課程從 2018 年 5 月 28 日進行至 2018 年 6 月 1 日，為期 5 天。個人選取本課程的理由二，其一是它算是本次選課策略 C-N-S 平均分配策略中的通訊領域課程，其二是它是原本優先考量申請之 IM-SWIM 課程的備選課程。雖然這不是頂夯主題，上課學員卻也意外地多，共有來自保加利亞 2 名、賽普勒斯 2 名、捷克 2 名、愛沙尼亞 1 名、德國 1 名、立陶宛 1 名、挪威 1 名、波蘭 1 名、葡萄牙 2 名、羅馬尼亞 3 名、斯洛維尼亞 1 名、瑞典 1 名、瑞士 2 名、臺灣 1 名、土耳其 4 名等共 25 名學員參與。本課程課堂課部分，利用空間較大的會議室上課，另外並有數小時的 CPDLC 實習體驗課程，安排於模擬機室實施。

本課程的課程導師(Course Manager)是 Philippe Sacré先生，有著通訊專家 (COMMUNICATION EXPERT)的美名。除了管理班務，他也負責大部分課堂之講解，包含 Data link(資料鏈)、Data link Technology、Data link performance monitoring、SESAR and ATN B3 等主題。在駕駛艙的資料鏈作業方面，由第 1 位完成 ATN CM (context management) 訊息陸空資料鏈通訊的 Air Europa 航空公司機長 Jordi Manzano 先生主講。在飛航服務單位 ATN 技術建置方面，由 EUROCONTROL 馬斯垂克高層區域管制中心(Maastricht Upper Area Control, MUAC) 資訊系統部門的 Thierry SALÉE 先生主講。CPDLC 實習方面，由 MUAC 航管部門的航管員 Volker Stuhlsatz 先生帶領。在使用 EUROCONTROL 實驗中心設備協助 ATN 陸空移動通訊及 SESAR 相關計畫驗證方面，則由 Isabelle HÉRAIL 女士介紹。航管陸空資料鏈通訊服務商主題方面，則由來自 SITA 公司的 Patrick Geurts 先

生介紹。軍用資料鏈及軍、民航資料鏈互通性議題由 EUROCONTROL DECMA/CMC 的軍民 CNS 部門 Jorge PEREIRA 先生解說。

表 1: EUROCONTROL IANS COM-DLK 課程表

日期	課程名稱	授課講師
107年5月28日	<i>Course Introduction , Data link : the Big Picture , Data link Technology Overview</i>	Philippe Sacré
107年5月29日	<i>DLK technology (C-ed) , Data link Performance Monitoring</i>	Philippe Sacré
	<i>Operational View - Pilots</i>	Capt J. Manzano
107年5月30日	<i>ANSP technical implementation</i>	T. Salée
	<i>Operational View - Air Traffic Controllers (IN THE SIM)</i>	V. Stuhlsatz
107年5月31日	<i>Testing and SESAR at Eurocontrol Experimental Center</i>	I. Hérail
	<i>ACSP</i>	P. Geurts
107年6月1日	<i>Military Data links and Civ/Mil Interoperability</i>	Lt-Col J. Pereira
	<i>SESAR and ATN B3 , Closure</i>	Philippe Sacré

(二)、 課程心得摘要

在進入課程主題之前，課程導師先講解 IANS 機構內及其週遭環境設施、交通、生活起居及醫療等相關資訊，並且特別宣導機構出現緊急災難之逃生路線等應變程序等。隨後並讓學員輪流自我介紹，增進教室融和氣氛。

概觀

第一天的課程首先從概觀當前「空對地」間及「地對地」間的語音與資料通訊作業及應用談起，隨即 Philippe 先生開門見山提及整個通訊領域的未來願景(圖 8)，之後再步步說明各個環節如何改善，以實現最終夢想。這願景涉及飛航管理大環境內的所有組成份子:包含「在空的有人與無人、軍方與民方等航空器，通訊衛星，地面通訊及監視設備，地面作業單位，如:飛航服務提供單位、航空資訊提供單位、航空公司、流管中心(網絡管理者)、機場單位及軍方…」等，都能夠在以 IP 網路及 SWIM 骨幹架構所建立的通訊雲端體系內，存取使用所需之資料及語音等資訊。

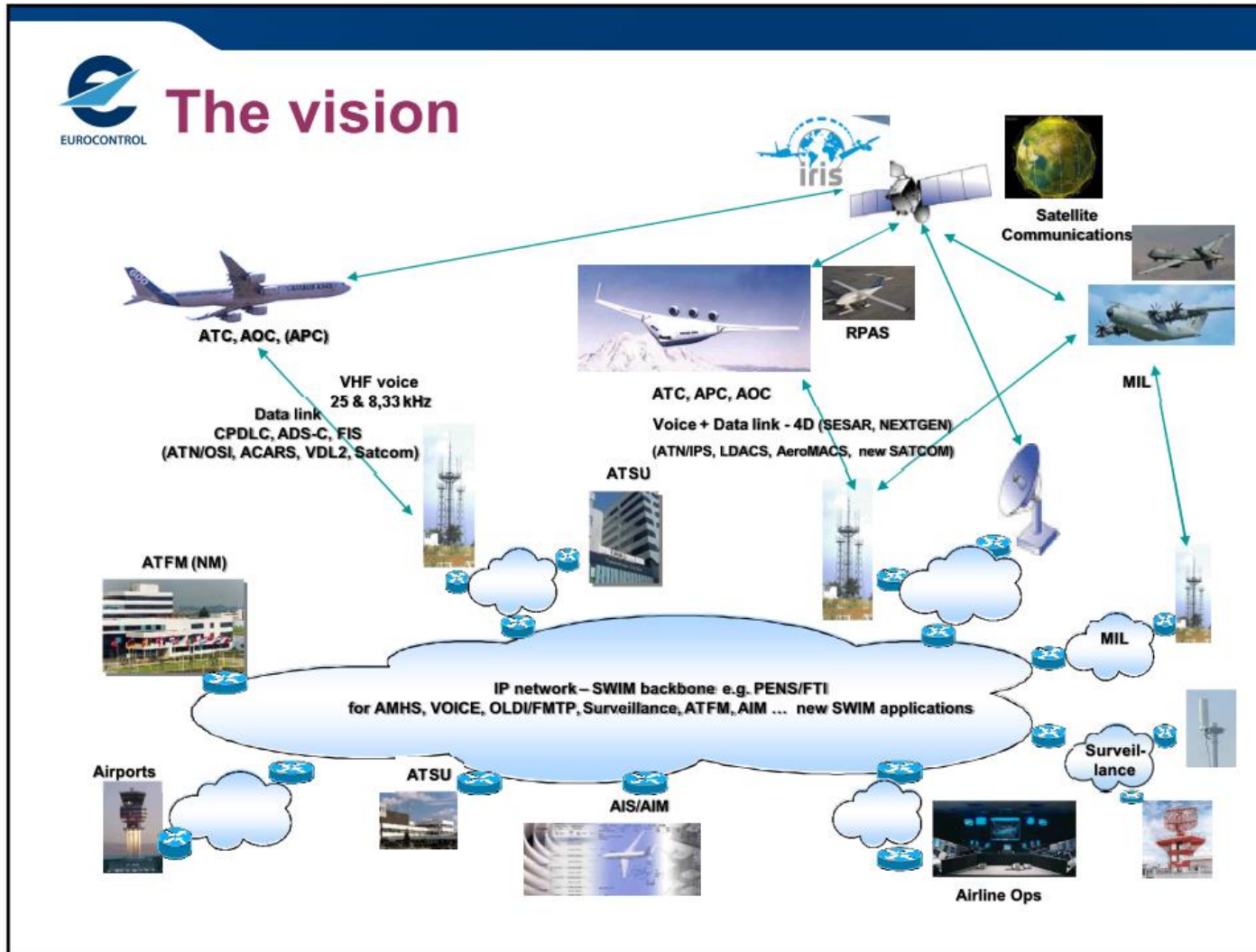


圖 8: 航空通訊願景

(上圖由 EUROCONTROL IANS Philippe Sacré 先生授權使用; Figure modified from Philippe Sacré, with permission.)

資料鏈(data link)的問世，有很大的因素在於解決駕駛員及管制員間語音溝通誤解，以及長距離管制所用之 HF 通訊不佳問題。目前的 Data link 主要可分為業界 ACARS 及 ICAO 的 ATN 等 2 大類別。本課程比較兩者差異，並提及目前以非 ICAO 所推行的 ACARS(FANS 1/A+)應用較為普遍。在洋區及偏遠地區的空域，約有 7500 架商業航空器裝載 ACARS 處理設備，而僅有約 400 架裝載 ATN 設備於大陸(continent)空域作業。然 ATN 效能較 ACARS 為強，其後續功能擴充，也較能符合航空界未來的資料鏈效能需求，例如 ATN 版的 ADS-C (EPP)，規劃了可傳輸目前報告點後 128 點軌跡資料(時間、經、緯、高、速度、垂直及水平運動型態等)，這相當有助於未來 4D 軌跡的發展。

歐洲的 CPDLC 建置計畫，是以利用 ATN/VDL Mode2 (Baseline 1)技術，在超過飛航空層 285 之航路區域實施，初步提供航管類通訊管理(ATC Communications Management, ACM)，航管許可(ATC Clearances, ACL)，航管類麥克風檢查 (ATC Microphone Check, AMC)及資料鏈起始能力(Data link Initiation Capability, DLIC)等資料鏈服務。

歐洲建置資料鏈的過程，並不順利，最初的建置依據為 EC No 29/2009 規定，之後於 2015 年進行修正，成為 EU No 310/2015 規定，目前則仍遭逢所謂 PA(provider abort)率過高之通訊中斷問題。參考 <https://www.data-links-services.eu/> 網頁資訊，在 2018 年 7 月，PA 率介於 5~6 次/100 小時 間，高過他們期盼的 1 次/100 小時 目標值。為此，部分飛航服務提供者(ANSP)列出所謂的可用資料鏈白名單(white lists)，僅對裝載特定航空電子設備的航空器提供資料鏈服務，來確保飛安。依據 2018 年 5 月份調查資料，有關地面 Data link 建設方面，目前建置完成的區域大致在英、德、荷、瑞典南部、波、盧、奧、捷、義大利、西及克等區域。

資料鏈相關技術概述

在資料鏈相關技術概述方面，略去較不常用的特高頻資料鏈(VHF data link, VDL) mode 3 及 4 部分，Philippe 導師歸納較底層的 VDL mode 2 與 ACARS 資料鏈 ACARS 技術差異如下：

表 2: ACARS 與 ATN VDL2 比較

	ACARS (VHF)		ICAO ATN/OSI
	POA	AOA	ATN/VDL2
應用	AOC + ARINC 623 (DCL, DATIS, OCL) + FANS (AFN, CPDLC, ADS-C)		CM/CPDLC
傳輸層 (Internetwork/Routing)	ACARS 專利		TP4/CLNP/SNDCF/ IDRP
Subnetwork			X.25
data link 層	Stop & Wait	AVLC	AVLC

Medium Access	CSMA	p-CSMA	p-CSMA
Physical Layer	AM-MSK	D8PSK	D8PSK
Bit rate (kbps)	2.4	31.5	31.5

由上可知，ATN 傳輸率比 ACARS POA 優越許多。此外，ATN 引用 ISO 8473 CLNP 封包(packet)，可用高達 20 bytes 的長度來定義網路位址，相當地獨一無二。然而目前 ATN 尚無 HF 及 SATCOM 相關應用，所以只適用陸上空域。

雖然 Data link 在很多任務項目提供便利及更高的可靠性，但語音通訊可讓同一波道內所有成員聽取對話內容，而 Data link 只是 1 對 1 的溝通，會失去原本存有的航情警覺，所以需要搭配如 ADS-B in 的設備，才能使駕駛員保有此般能力。短期之內，歐洲沒有以 data link 完全取代語音在低於飛航空層 195 空域功能的考慮。有關語音通訊方面，歐洲預計在 2018 年完成所有 25kHz 轉換成 8.33kHz 頻道間距(channel spacing)技術的工作。

歐洲的 data link 效能監控任務是委由網絡管理者(NM，即 EUROCONTROL)負責，透過相關工具他們分析 CPDLC PA 率及 Technical Round Trip Delay 等效能，並持續追蹤航空器機載 data link 電子設備效能表現，進而分析統計建立資料庫，支援白名單管理作業，也提供線上供效能監控顯示網頁應用予飛航服務單位及航空器使用人參酌。

Data link 駕駛作業方面

在第 2 天課程的 Data link 駕駛作業方面，是由 Air Europe 的 Jordi 機師主講，他在 2005 年參與 ATN 在英國西側大西洋區域的先驅測試，他說：「第一次的測試只為了收取鏈結上 ATN 系統的叮咚之聲，也因此上了西班牙新聞節目，頗受當時歐洲航空界重視。」Jordi 首先播放難以辨識的 HF 頻道語音對話，說明 Data link 對於大洋區飛航有多重要。也接續申論 Data link 可於大陸區域減少無效語音對話的效益。

Jordi 機師首先介紹航空 Data link 有關電子設備，提到簡要設備認證過程，該依循的 EUROCAE ED120，ED110B 標準及 EC No29/2009 規定。接續簡要介紹 ACARS 及 ATN 相關應用。ACARS 在 SATCOM 用到的 INMASAT(地球同步衛星)及 Iridium(低軌道)星座，並以歐洲飛往加勒比海沿途駕駛用到的 FANS 1/A 應用(CPDLC 及 ADS-C)及進入歐陸(MAUC)前後 ATN CPDLC 應用情形來比較兩者差異。最後 Jordi 機師提及 ATN 的 Baseline 2 應用，包含 D-FIS(飛航情報)，D-TAXI，及 4D 軌跡等擴充。

ANSP 建置 data link 技術議題

針對飛航服務提供單位(ANSP)建置 data link 之技術議題方面，MAUC 的 Thierry 講師提到目前一般的 ATN 陸空 data link 通訊架構，在陸空兩端系統間，依舊會

透過通訊服務商(Communication Service Provider, CSP)來協助雙向資料傳遞，仍不是在空端的應用直接與在地端的 ANSP 無線電站臺連結。目前在歐洲許多國家，飛航服務單位內的 data link 設備都能夠處理 ACARS 及 ATN 兩類通訊系統。講師舉 MAUC data link 系統架構為例，經由網路傳遞進來的 FANS 及 ATN 資料鏈資訊，先傳遞予 data link 前端處理系統(DLFEP)進行處理，之後再傳給飛航資料處理器系統(FDPS)進一步予飛航紀錄整合。目前使用 DLFEP 系統者有 EUROCONTROL, DFS 及 NATS 等，而瑞士的 skyguide 公司則另有設計。課堂並舉例說明 ATN 的 CM logon，建立 CPDLC 鏈結及與鄰區中心進行服務交接等訊息交換過程。最後講師歸結 ATN 在進行交接過程時，要留意訊息傳輸順序及時機的設定，而 FANS 方面，訊息種類較少，沒有 CDA，需再嚴謹定義處理機制與功能。

依據 Thierry 對 MUAC 所做的統計，航空器無法 logon，CPDLC 通訊中斷(即 PA，源自於 CSP 之網路延遲過大)，訊息延誤時間過長而遭棄置及飛行員太晚回應造成 Error 訊息等是最常遇到的抱怨情形。另外他也提及，飛航計畫 FPL 的 18 欄的 24bit 位址，10a 欄的 data link 設備代字及起/迄機場填錯，也是時常造成 CPDLC 無法服務之原因。

另外，Thierry 提及為克服 ARINC 與 SITA 共用 136.975 MHz 波段(稱 CSC)易生超載情形，未來歐洲將增加 136.725, 136.775, 136.825 及 136.875 MHz 分別予航路及終端各 2 個波道使用。

大致看來，MUAC 在使用 CPDLC 功能已經相當有心得，對於必須個別調校的時間參數，如：tts (termination timer sender)，ttr(termination timer receiver)(ED110B)等已很有感想，而使用 CPDLC 至今也面對過不少問題，如 ARINC 與 SITA 發生過互連中斷情形，累積不少寶貴經驗。

ATN Baseline 2

課程簡單的說明 4D 軌跡的運作概念，這由航機首先提出預計的 4D 飛航軌跡申請予飛航服務單位，第一家收取這份申請的飛航服務單位透過網路(SWIM)將之傳送至軌跡下游所有有關飛航單位檢核，經過上下游檢核與協調過的核可軌跡，包含初步的過點限制等修正，再回傳予航機以輸入機載處理系統，循此軌跡飛航。後續則以此類推，由航機持續地與地面飛航服務單位透過 data link 溝通飛航 4D 路徑，並由地面航管系統監控飛行路徑是否與許可者一致，直至降落目的地機場。4D 軌跡運作將大幅提升飛航管理的效率及精準性。有此可見-data link-達成 4D 軌跡運作的重要推手，有多重要。歐洲在 2011 年至 2015 年執行初步的 4D(initial 4D)軌跡試驗，包含陸/空軌跡分享與同步及依照單一過點時間(RTA)限制飛行等實驗項目，這裡提到的在空軌跡指的是延伸投射航線剖面(Extended Projected Profile, EPP)，當時是透過 ADS-C 資料鏈下載於地面航管單位(EUROCONTROL MUAC)。此外，歐洲在 2014 年底~2016 年 9 月執行了 SESAR1/PEGASE(Providing Effective Ground & Air data Sharing via EPP)

試驗，動用了約 60 架次的 A320 航機實驗飛航，繼續驗證 EPP 餵入地面航管系統所帶來的實質改善。在此試驗機載 ADS-C 設備已符合 ATN Baseline 2(ATN B2) 規範，地面端的 EPP 傳遞(Bretigny 至 Maastricht)也循 SWIM yellow profile 規範執行。後續，歐洲將透過 SESAR 2020 PJ.31 DIGITS(Demonstration of ATM Improvements Generated by Initial Trajectory Sharing)計畫繼續驗證，驗證的機載設備也將以符合 ATN B2 Rev A 版的 ADS-C V1 及 CDPLC V2 來進行，而相關解決方案，也已成爲 SDM 的 PCP AF#6 部署內容，由此可見，歐洲推展 ATN B2 的企圖。

實習課程

實習課由來自每年盈餘 3.3 億歐元的 MUAC 公司的 Volker R. Stuhlsat 先生教導，在進行上機實習之前他先進行了一個小時的簡報，他提及依 MUAC 的 CPDLC 使用經驗，有 58%的 CPDLC 操作用於換波道，21%用於航路指定，18%用於高度許可，1.5%用於速度調整，0.5%用於電碼指定，0.5%航向導引。他展示 MUAC 所用的 HMI 可以辨識航機是否具備 CPDLC 能力，是否 log on，啟用了 CPDLC 後是透過 FANS 1/A 或 ATN VDL2 途徑等。他也提及 FANS 1/A 的 CDPLC 有延遲，完整性及無 CDA 訊息定義的問題，但卻有較高的裝載率，反觀支援 ATN VDL2 CPDLC 的航機數量較少，但延遲與完整性表現好，傳輸速度較快，有 LACK (Logical Acknowledgement)設計，但尚無法根除 PA 問題。最後他也以管制員兼飛行員的角度，說明 CPDLC 僅能用於策略(Strategic)措施，而不是用於嚴重影響安全的航機戰術(Tactical)引導行為上，特別提醒 CPDLC 允許有大約 2 分鐘的訊息回復等候時間，與語音對話速問速答的作業模式差異很大。

ATN 驗證

在使用 EUROCONTROL 實驗中心(Eurocontrol Experimental Center, EEC)驗證 ATN 陸空移動通訊方面，Isabelle HÉRAIL 講師以 EEC Datalink Facility Test & Validation 為題，介紹 EEC 在協助 ATN 陸空通信方面的功能與貢獻。她提及 EEC 有符合 ATN B1 與 ATN B2 規範的機載及地面電子設備協助 ANSP 及航空公司驗證 ATN 設施運作情形，包含測試 ATN 之 CM, CPDLC, ADS-C 等應用功能。EEC 也提供機載 ATN CPDLC 平臺供駕駛員進行熟悉訓練，且平時在網絡層級中執行監控任務 (Data Link Performance Monitoring Function, DPMF)，亦進行問題調查。EEC 除了參與過 PEGASE，未來也將繼續支援 SESAR 2020 的 DIGITS 計畫。最後，Isabelle 提醒大家 EEC 只支援 ATN 設備相關驗證工作，並不包含 FANS 的部分！

航管陸空資料鏈通訊服務商

在航管陸空資料鏈通訊服務商主題方面，由來自 SITA 公司歐洲 ATM 事業發展部資深經理 Patrick Geurts 先生以” THE USE OF AIR/GROUND DATA LINK FOR ATC PURPOSE: THE VIEW OF A COMMUNICATION SERVICE PROVIDER” 為主題來介紹 CSP

相關業務。

Patrick 講師首先說明 AOC(Airline Operational Communications, 航空公司作業通訊)與 ATC(航管)2 類訊息之運作方式與用途,說明 AOC 與 ATC 時共用同一頻道傳輸,且 AOC 還佔了大部分的頻寬。課程回顧 FANS, ATN 應用的相關歷史。另外,他提及利用 ACARS 的應用(AOC/ATC),其訊息傳遞途中都必須繞路經過 ACARS 處理器處理,後再轉傳至目的地;而利用 ATN 的應用,則循一般網路封包傳遞方式,封包抵達目的端後再由終端設備進行處理。Patrick 表示時下用到類比 VHF 訊號運作的 ACARS POA(Plain Old ACARS)用戶相當多,因此 SITA 公司會繼續支援此項服務,而 ACARS 應用也將會持續存活好一陣子。然現階段 POA 與 VDL 共用頻道之問題,需要特別地監控與管理。另外,以 ACARS over AVLC (AOA)技術來提升 POA 功能之解決方案,是目前航空公司的最優選擇。

依 SITA 統計資料,全球有超過 14000 架的航空器裝載 ACARS 的 VHF data link 設備,但只有 3000 餘架航空器裝載 VDL 配備,這深深箝制 ATN 的推行。另外依據 SITA 2017 年相關涵蓋資料,SITA 的 VDL AIRCOM 服務範圍尚未涵蓋臺灣,尚僅提供 VHF AIRCOM(POA)服務。而課程中有簡介飛航服務提供者與 SITA 發展區域性 VDL 服務網的案例及方法。

課程提到 PA 率過大的問題,主要是因機載或地面設備異常所致,其次為共用 CSC 頻道(136.975)問題。歐洲在 2013 年底委請 EASA 著手調查 PA 率過高問題,並促成後來 SJU 與 ELSA (Enhanced Large Scale ATN trial)聯盟簽約,進行大規模的 ATN 試驗,查驗 PA 相關問題。試驗報告結果指出- 除了改善地面 VHF 站臺網路問題外,ELSA 建議設置更多頻道予 VDL2 使用,由原本 1 個 CSC 頻道,擴增為 5 個頻道。有關多頻道的 VDL2 作業,SITA 已於 2014 年起,於巴黎 CDG 機場實施,他們是另闢 136.875MHz 頻道供地面航機使用。用了多頻措施後,PA 率過高問題改善不少。

軍用資料鏈及軍/民航資料鏈互通性

在軍用資料鏈及軍、民航資料鏈互通性議題方面,由 EUROCONTROL 的軍民航空局之軍民飛航管理協調部門(DECMA/CMC) 下的軍民 CNS 單位主管 Jorge PEREIRA 先生講授。課程說明軍方早於 1961 年起就已啟用資料鏈功能,軍用資料鏈的軍事用途比民航者多元許多,如做為延伸感測器的涵蓋,彙編已識別空照影像,啟用命令與控制功能(command and control function)等。軍用資料鏈為多路連結(mutli-link),有「軍機群與指揮中心組成的多點對多點資料鏈結網」,「軍機群,海軍艦艇,軍事衛星與指揮中心的多點對多點資料鏈結網」,「以指揮中心為中心,連結監視設備,飛彈系統及軍事總部的資料鏈結網」等多類鏈結方式。資料鏈種類的種類則包含戰術數位鏈,聯合戰術情資發布系統,多功能情資發布系統,聯合戰術無線電系統...等。

軍用資料鏈比民航者技術進步很多，如：使用分時多工(Time Division Multiple Access，TDMA)，分碼多工(Code Division Multiple Access，CDMA)等存取技術，有可變動式的資料格式，可以跳頻，有加密等。

在軍民互通性議題方面，歐洲將繼續透過 SESAR 2020 PJ.15.2.8/9.20 等相關專案計畫來推動。講師說明，軍機的性能往往比民航機優越許多，在考慮軍民互通性的議題上，應多注重基於性能導向的原則，而不是以軍機該換裝什麼裝置的角度來出發，如此可以減少衝擊，有效利用現有軍機配備。

三、 EUROCONTROL 參訪

參訪 EUROCONTROL 是透過本人 2012 年在法國 DSNA/DTI 實習時的指導長官 Marie 的聯繫，讓個人於多年後再度聯絡上於 EUROCONTROL SASS-C 服務部門工作的 Yvan 先生，並透過他協助，取得於監視服務單位 (Surveillance Service Unit) 的 Jean-Marc DUFLOT 長官的同意及幫忙才敲定此行。於此再次感謝他們的幫忙協助。

EUROCONTROL 目前有奧地利、比利時、保加利亞、克羅埃西亞、賽普勒斯、捷克、丹麥、愛沙尼亞、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、愛爾蘭、義大利、拉脫維亞、立陶宛、盧森堡、馬爾他、荷蘭、波蘭、葡萄牙、羅馬尼亞、斯洛伐克、斯洛維尼亞、西班牙、瑞典、英國、阿爾巴尼亞、亞美尼亞、波士尼亞與赫塞哥維納、喬治亞、馬其頓、摩爾多瓦、摩納哥、蒙特內哥羅、挪威、塞爾維亞、瑞士、土耳其及烏克蘭等 41 國，以及摩洛哥、以色列等 2 廣泛協議國會員，其總部坐落於布魯塞爾東北側，而個人此次參訪的航管監視相關部門亦設置於 EUROCONTROL 總部之中。



相片說明： EUROCONTROL 總部前升起多國國旗樣貌

(一)、訪前提問草擬

參訪前個人以粗淺的英文，撰擬有關監視管理、航管監視系統、歐洲 ARTAS 系統及 EUROCONTROL SASS-C 工具等十餘項問題，提請 EURCONTROL 的專家們解惑指導，而這些提問都有獲得相關答覆。

Administration:

Q1. [Mr. Shi's aerodrome-vehicle mode-S address allocation query.] How many mode S addresses are available for a local authority, governing in line of sight coverage, to allocate for vehicles in an airport? Any document can be referred to?

Q2. What criteria do European ANSPs refer to in order to provide 3nm/5nm ATS service?

ATMS:

Q1. Has any ANSP already made “mode S UM/DM for air-ground” operational between Avionics and ATMS-HMI ? What messages do they used currently? What Brands of these ATM systems are they?

Q2. What ATMS does EUROCONTROL use?

Q3. What are the future visions for surveillance domain in SESAR?

ARTAS:

Q1. How you integrate ARTAS together with other components/CSCI/applications, such as FDP, Safety-Net, etc?

Q2. Does ARTAS have capability to identify false targets such as reflection/mirror events? How quick ARTAS can handle it so that to alert the ATCO or to filter them out without presenting in HMI?

Q3. Has ARTAS fused RPAS information already?

SASS-C:

Q1. What type of surveillance sensors/systems trackers can be analyzed by SASS-C V7? Including LAM? A-SMGCS?

Q2. Can SASS-C generate output that accommodate criteria specified in “EUROCONTROL Specification for ATM Surveillance System Performance (Volume 1 and Volume 2 Appendices)?”

Q3. (if adopted) Do you apply whole criteria described in “EUROCONTROL Specification for ATM Surveillance System Performance (Volume 1 and Volume 2 Appendices)” for 3nm/5nm ATS service?

Q4. How you calculate probability of update of a ADS-B sensor - what is/are

the update rate(s) herein you consider? Every 0.4 seconds? Ref: Single ADS-B ground station based on [RD 15] (ADS-B RAD) of “EUROCONTROL Specification for ATM Surveillance System Performance (Volume 1 and Volume 2 Appendices)

Q5. Asking experience about handling issues that SSR code from one transponder of Aircraft-F can't be decoded from a specific RADAR-N but can be seen from other RADARs; however, SSR code sent from the other transponder of the Aircraft-F can be decoded by all RADARs including RADAR-N.

(二)、 EUROCONTROL 監視部門專題討論

1. 歐洲監視系統現代化概述

首先由 Christos Rekkas 先生以” Surveillance Modernisation in Europe” 為題，向我解說歐洲監視系統現代化相關事務。Christos 先生現為 Surveillance and Code Coordination Unit 單位下監視現代化課目的主管 (Head of the Surveillance Modernisation Section)，他為我說明的內容包含：地面、太空及機載方面之監視設備建置進度，歐盟法規，基於效能之監視(Performance-Based Surveillance, PBS)，監視系統之演進及 SESAR 的 CNS 與頻譜考量等面向。

Christos 先生提及歐洲地面監視設備現代化，是以 Mode S 雷達，MLAT 及 ADS-B 之建置為標的。根據他提供的數據，歐洲在監視現代化過程中，是以添建 ADS-B 及 WAM 相關設備為主要考量，而在 mode-S 雷達方面，看似無明顯增建計畫。另外，Christos 先生提及 ADS-B 及(或)WAM 設備之建置，將有監視涵蓋範圍互不重疊的考量。相較於美國只有約 600 個 ADS-B 地面設備的數量，歐陸是多建置了一些(800 餘座)，有鑑於此，他們有透過信號分享，以減少設備建置之想法。

在星基監視方面，歐洲計劃於 2019 年引入星基 ADS-B 系統，並以英國及愛爾蘭等大西洋區域為主。在機載 ADS-B 設備方面，透過觀察通過巴黎地區的航機統計，截至 2017 年底為止，約有 20%的航機僅裝載傳統 mode A/C 詢答器，亦約有 20%的航機裝載 mode S 詢答器但無 ADS-B 功能，另有約 60%的航機已具備 ADS-B 功能，其中約 45%為 ADS-B V0 版設備，約 3%為 ADS-B V1 版設備，而約 12%為 ADS-B V2 版設備。歐盟及美國均將提出，相關航空器必須於 2020 年配備 ADS-B V2 版設備之強制規定。

歐盟法規方面，參酌歐洲委員會(European Commission, EC)有關建置機載監視裝備互相通用性要求之相關系列法案 SPI (Surveillance Performance and Interoperability requirements) IRs (1207/2011, 1028/2014 and 2017/386)，

獲知目前(2018年6月)規定：於2020年6月前，所有IFR(含普通航空業)作業航機須配備 Mode-S 基本監視(Elementary Surveillance, ELS)能力；所有IFR(含普通航空業)作業，且最大起飛重量>5700公斤或真空速>250浬/時之航機須配備 ADS-B Out 及 Mode-S 加強監視(Enhanced Surveillance, EHS)能力。此外 Christos 先生亦提及為強化監視網絡，關於最大起飛重量≤5700公斤或真空速<250浬/時航機之監視要求，未來也將有相關法規訂定。

有關「航機下傳航空器識別予地面監視設備」的要求，目前有 ACID IR (EU Reg. 1206/2011)之相關規定提出。法規要求歐盟所有飛航服務單位，須於2020年1月2日前，建立能處理此下傳航空器識別資訊能力之航管系統。另外，有關飛航服務單位必須具備處理 ADS-OUT 資訊能力方面的要求，截至目前(2018年6月)為止尚無相關規定，但預估會有此法案提出。另一方面，由於機載 ADS-B IN 設備價格愈來愈低，估計未來在空監視應用會蔚為風尚。

基於效能的 C.N.S.(通訊、導航、監視)將成為未來航電設備建置之考量依據，不限於設備的特別規格，只要達到效能要求即是解決方案，如是可擴增建置之彈性。Christos 先生說明 PBS 相關事宜，預估可於2019年出現重大進展，包括：

“ EUROCONTROL Specification for ATM Surveillance System Performance” 規範將推出第2版 - 飛航服務單位對監視系統的需求及合格認證之方法將有所描述；

通用的監視安全及效能需求訂定；

ICAO 明訂 PBS；

EUROCAE ED-142A (WAM 規範) 出版；

EUROCAE ED-129B 版 ADS-B 地面站規範訂定；

Mode S 規範更新等。

未來對於機場之地面監視系統、普通航空業監視系統及航空器導出資料(Aircraft Derived Data)之 PBS 亦將有規範訂定。

經由歐、美、加、澳及 ICAO 近15年來的綿密合作，已為監視領域使用之標準、給證、效能評估規範等互相通用性做出重大貢獻。然而隨著各界涉入本領域的新作為及新成員快速成長，互相通用性是否能繼續推展將為挑戰。

Christos 先生提及監視領域將朝支援空-地應用功能、全球化的登機門到登機門(Gate-to-Gate)無縫涵蓋、各地隔離標準設置方式一致、頻譜有效使用及全球互相通用性之理念邁進。空載方面，以建置空載監視系統及合乎規範之 ADS-B/Mode-S 設備為指標。在地面追蹤器方面，以具多重監視源融合功能為標的。地面監視源系統則以 ADS-B、WAM 與 Mode S 雷達布局達最小化為理念，值

得一提的是對於中高繁忙空域，如需要可有非合作型(Non-Cooperative)監視系統建置，如目前我國尚未建置的 Multi-Static PSR(MSPSR)系統。

最後，Christos 先生以「增進數位化、可連結化及高自動化」、「安全、有保障及恢復力好基礎建設」、「軍民協力互助資源互享」、「基於效能的 CNS 三位一體整合」、「合理的監視設備布局」、「空基-機載-地基 CNS 整合」、「由擁有物產至提供服務之觀點轉變」、「適當頻譜的有效率使用及長期可用性」等「CNS 與頻譜」願景，作為監視現代化議題之總結。

2. 監視服務之監控

Eric Potier 先生為 Surveillance and Code Coordination Unit 單位下無線電及監視電子課目的主管(Head of RF & Surveillance Avionics Section)，目前他的部門由 7 人組成，主要的任務為「MODE S IC code (interrogator code) 管理」、「1030/1090MHz 的波段問題、互相通用性及永續性管理」、「Mode S、ADS-B、TCAS 電子設備問題解決」及 TCAS 技術問題處理等。他們與 EUROCONTROL 的 SGE (Surveillance Ground Environment Group) 與 SAG (Surveillance Avionics Group) WA、ICAO21、EUROCAE 及 RTCA 等相關單位協同合作，以維護 1030/1090MHz 波段之安全與有效作業，確保空-地、空-空及軍-民間無線電與監視電子之互相通用性為服務宗旨。Eric 先生以” SCC- Surveillance monitoring activitie” 之主題向本人講解，內容主要分成「無線電波段與監視電子設備監控」及「RVSM 監控」2 部份。

在第一部份，他說明 1030MHz 及 1090MHz 兩頻段已為多種監視系統所利用，包括星基、機載及地基 ADS-B 設備、機載詢答器、地面各型雷達及多點定位系統等。為維護此 2 波段，他們使用特製的地面及在空設備，接收並記錄 2 波段的訊號，加以分析、統計。他們也監控非預期之電波發射及非最佳化之監視系統布局，確保資源永續使用。在管理 Mode S IC code 方面，他們主要負責管理的區域為 ICAO EUR 區域，另外 ICAO MID(中東)區域亦由其支援，這包含軍與民方相關監視設施。

他們透過相關無線電模擬器，並將所有歐洲地面詢問器(interrogator)資料及相關飛航情境輸入其中，從而評估新建監視系統在 1030/1090MHz 的可接受度(acceptability)。目前歐盟相當重視地面站過度發射 1030MHz 詢問波之問題，因此有 SPI IR 的第 6 項法案(Article 6)之訂定，加以規範。要如何達到前項法案的要求，EUROCONTROL 方面也著手進行規畫，因此有 Development of means of compliance to European Regulation (SPI IR Article 6)案提出，思索解決方案。另外，他們已在 2017 年底，與 NATO 發展評估 Mode 5 波道可行性之指導文件，用以確保軍方之 Mode 5 運用不干擾民航作業。

在監控機載監視電子設備方面，他們現有 10 座雷達、ADS-B、BDAMS (Base de Donnée Avion Mode S)工具及 AVT，可系統性地對機載監視設備進行性能統計，並自動偵測異常情形。目前他們每週監控約 13000 架航空器，每月約 50000 飛航架次。另外，利用 Mantis 管理工具，他們成為監視缺陷問題紀錄中心，得以輕易的進行問題關聯，與設備製造商反應問題時也比較有份量，幫助 ANSP 節省問題調查作業時間，並依字母順序建立異常紀錄，方便查詢。除了在實驗室進行調查研究外，他們也支援到場調查作業。

關於發現問題之解決方面，他們會把改善建議交予航空器使用人(aircraft operators)，也會通知有關的航空電子、地面設備或航空器製造商等解決設計問題，與各國法規管理單位及 EASA 交換意見以督促改正方案之執行。另一方面，透過積極的參與，他們盡力督促 EUROCAE/RTCA transponder MOPS、1090 ADS-B MOPS、ICAO Annex10、DOC9871、EMS、EUROCAE ADS-B and WAM 等標準或規範之制定，能維持正確性，並增進互相通用性。他們提供任何有關監視源建置之問題排除支援。

近來他們調查了 TCAS Hybrid Surveillance 產生紊亂 TCAS-RA 告警的問題，並促成 EASA 相關適航認證指導(Airworthiness Directives)的發布，另外也調查了「Bombardier CS100 及 CS300 無法偵測的問題」、「於瑞典、丹麥、克羅埃西亞發生的 CS100 與 CS300 mode A 傳輸錯誤問題」，及「尚未釐清的 2 次重複偵測問題」等。他們也執行歐洲各國無線電作業報告、支援 SPI IR 更新之無線電模擬，並積極推動相關標準化作業，致力於解決或改善歐洲所遭遇的相關監視問題。

在第 2 部份方面，Eric 先生為我介紹 ICAO Annex 11 規定的 RVSM 實施區高度監控作業。他提及他們單位約有 3.5 人次負責監控 ECAC 國家的高度測量系統誤差(Altimetry System Error, ASE)狀況，他們用 3 套高度測量單元 (Height Measurement Unit, HMU) 去執行 RVSM 相關監控，並於掌握監控結果後，提供問題航空器清單予其所屬國家、提供機隊 RVSM 效能表現資料予相關航空業者及提供相關意見予製造商。此外，也執行年度碰撞風險估算之安全評估。

從 2007 年至今(約 2018 年 5 月)，他們識別出超過 200 架航機 ASE 超標，發現了一些與年限有關的皮託管及類比數位能量轉換器(ADC transducer)問題，也促使部分暢銷機種的適航驗證程序修正。

有關 ASE 之量測，他們計畫將現行以 3 HMU 進行多點定位之作業方式，改為利用分析由 ANSP 提供的 ADS-B 幾何高度資訊之方式來取代，以節省經費開銷。

3. 飛航管理效率提昇的合理化過程

這個主題由 Jean-Marc Duflot 先生為我講解，Jean-Marc 先生是 Surveillance

Services Unit 部門的主管(Manager)，本次能參訪 EUROCONTROL，也多虧他的幫忙才能成行，對於他的安排，個人始終有受寵若驚的感覺，或許他接待的不只是我個人，而是表達接待外國民航單位的基本禮儀，總之個人始終感激他的協助。

Jean-Marc 先生表示，他們部門支援部署「共通的」監視資料處理範疇基礎建設，如此作為可獲取高品質的監視資料及最優而安全的最低隔離，達到安全及作業容限提昇等效能收益。他們協調化的、去分裂化的、互通的及協調的監視系統布局策略，可促使相關標準自然成形、可提升系統適應各種作業環境(支援歐洲 FAB 作業)、減少購買介面轉換系統之開銷，並協同地迎接 SMS 及 MSPSR 等新科技之建置。也由於集體共同式的採購及集中式的維護架構，使監視系統的建置更為經濟。

從 90 年代起 EUROCONTROL 就開始提供佈署，維護及支援監視系統有關服務，目前有 ARTAS，SDDP (Surveillance Data Distribution 監視資料發布)及 SASS-C 等三大系統供應(圖 9)，其中 ARTAS 為可融合雷達(PSR, SSR, SSR mode S), ADS-B 及多點定位系統信號的監視資料處理器，SDDP 為能確保資料傳輸的監視資料發布系統，SASS-C 則為分析監視源與監視處理系統表現良窳的效能監控系統。

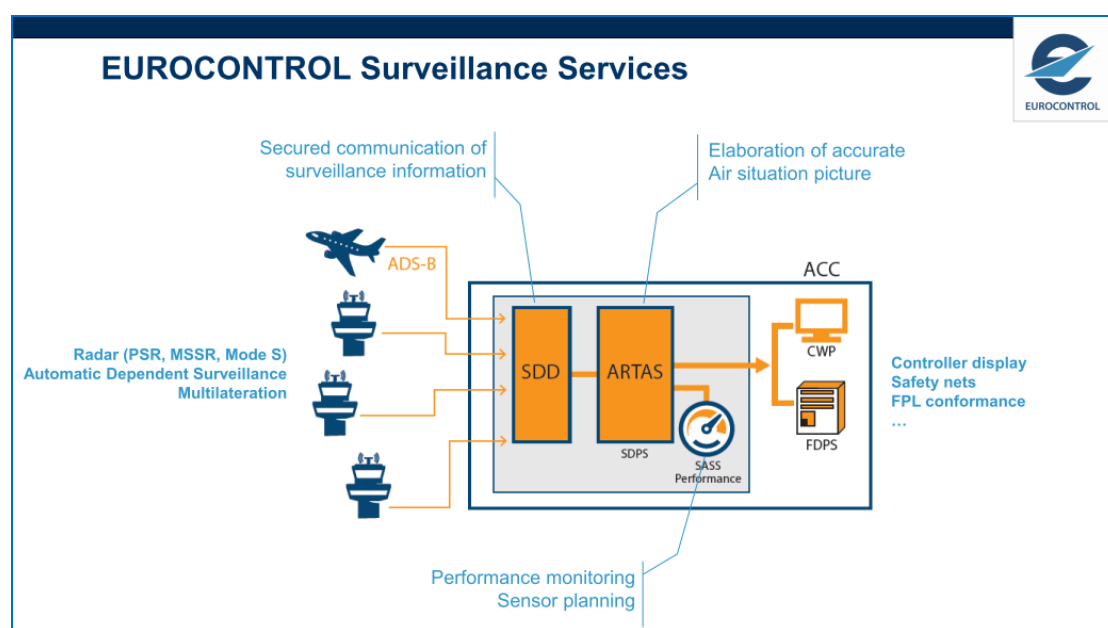


圖 9: EUROCONTROL 監視服務應用

(上圖由 EUROCONTROL Jean-Marc 先生授權使用; Courtesy of Jean-Marc, EUROCONTROL.)

在 SDDP 方面，其資料傳遞之格式即為耳熟能詳的 ASTERIX (All Purpose Structured EUROCONTROL surveillance Information eXchange) 格式，這也是由 EUROCONTROL 所制定並廣受飛航服務單位喜愛的公開格式。舉凡 Monoradar Data Target Reports, Monoradar Derived Weather Information, Mode S Surveillance Co-ordination Function messages, Mode S Data-Link function

messages, MLAT Messages, ADS-B Messages, System Track Data 等皆有專屬編碼格式制定, 亦公布於 EUROCONTROL 相關網頁供查詢, 充分達成互相通用性之目標。透過 SDDP 可使個別航管中心成為跨中心通信網絡結構上的一個節點, 可透過 WAN 與其他中心通聯。此通訊平臺之規模可大可小, 也提供系統管理功能, 多餘度備援, 及 IP 服務等。SDDP 已部署於奧、比、捷、德、荷、盧、波、瑞典、瑞士...等 36 個軍/民監視陣地, 共約 100 個系統, 已形成集中化建置, 維護及作業支援之運作模式。

飛航管理監視追蹤及伺服器 ARTAS (ATM surveillance Tracker And Server) 是分散式的監視資料處理系統, 卻也能與鄰近中心合作, 達成跨中心的追蹤器合作, 提升效能。ARTAS 是當今世上最先進的監視資料處理器之一, 歷經 20 餘年持續不斷的進步, 目前也能處理 mode S、ADS-B 及 WAM 的信號, 有超過 1,800,000 小時的監視領域經驗。有關 ARTAS 之管理及作業支援等服務, 目前亦已達成集中化之目標。在部署方面, 幾乎所有歐洲國家都使用使用 ARTAS, 也有數個軍方單位也使用它, 其部署的範圍比 SDDP 更廣, 歐洲以外也有印尼, 卡達, 巴布亞紐幾內亞, 沙烏地阿拉伯及阿拉伯聯合大公國等使用之。

在監視資料評估方面, SASS-C (Surveillance Analysis and Support for Centre) 系統可利用隨機航情資料分析(opportunity traffic analysis)技術, 來達成監視效能評估目的, 不採刻意安排的監視飛測作為, 故可節省經費開銷, 也得以例常性的頻繁運用。SASS-C 已是目前歐洲評估監視設施效能表現的標準參考工具, 不受制於監視設備製造商, 獨立運作。更依據 SASS-C 驗證監視設施所建立的資料庫及統計之資訊, 得以預測相關監視設施之預期效能表現。如同前述2系統, SASS-C 亦提供集中式的管理及作業支援服務。SASS-C 的部署更勝於 ARTAS, 遍布全歐陸, 有38個民航組織, 10個軍方機構, 36個產業或大學院校使用之, 光在 ECAC 區就發出91張使用執照。此外, 在歐洲以外, 有巴西, 加拿大, 宏都拉斯, 日本, 馬來西亞, 摩洛哥, 紐西蘭及美國等使用之。

最後, Jean-Marc 先生總結說明, EUROCONTROL Surveillance Services 部門代表所有 EUROCONTROL 會員國, 致力於發展及支援監視服務有關事務, 累積有25年的領域經驗, 目前調整自我發展策略, 朝強化互相通用性的大方向邁進。

4. ARTAS 監視資料處理

這個主題由 Antonio Principe 先生為我講解, 他是監視服務部門(Surveillance Services)裡的 ARTAS Service 主管。首先他以下圖(圖10)說明 ARTAS 的運作情形:

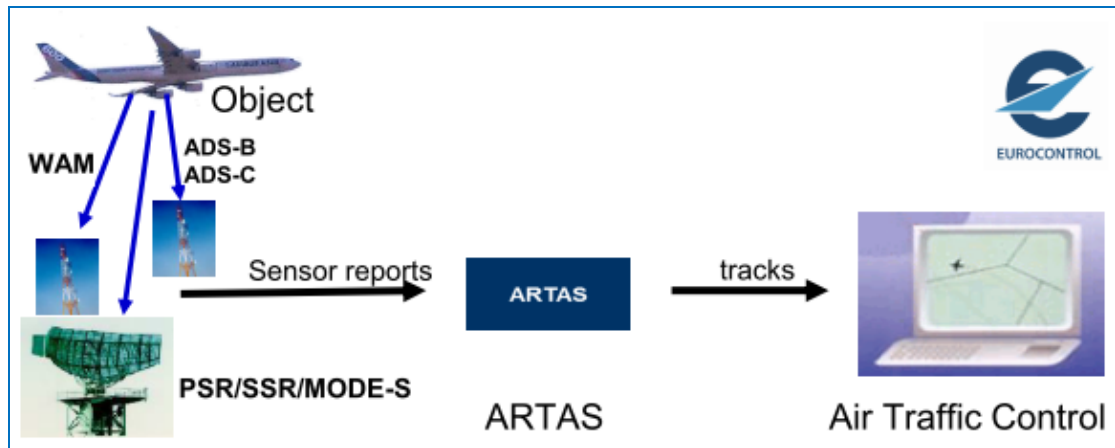


圖 10: ARTAS 運作說明

(上圖由 Antonio Principe 先生授權使用; Courtesy of Antonio Principe, EUROCONTROL.)

ARTAS 是分散式的監視資料處理系統，目前的版本可處理雷達、ADS-B 及 WAM。它於 Linux 作業系統運作，為軟體保證第3級別(SWAL3)程式，至1993年起使用 ARTAS 的單位愈來愈多，在2017年義大利 ENAV 及德國 DFS 飛航服務單位亦加入 ARTAS 用戶行列。由於 ARTAS 軟體設計團隊不斷地把程式內部「有使用權執照問題的部份」(如：PV-WAVE, Ingres, Ilog Views 等)移除，所以使得平臺本身運作成本大幅減少。依他所述，目前有42個 EUROCONTROL 會員國組織(EMSO)成員及冰島、卡達、印尼、阿拉伯聯合大公國、沙烏地阿拉伯及巴布亞紐幾內亞部署 ARTAS。

Antonio Principe 先生提及 EMSO 成員國是可以直接經由 EUROCONTROL 提供建置協助，非 EMSO 者則仍需透過其代理夥伴如：THALES、Frequentis AG (Comsoft) 等等公司來建置。ARTAS 具雙主機互為備援之想法，每個主機有各自的網路路由設備、追蹤器、伺服器、記錄與資料分析器及系統管理單元等，此2主機接收共同的校時系統。值得一提的是，經詢 Antonio Principe 先生，他表示當甲主機在進行重設組態/上版作業(如：接引新監視源)因而停機時，仍可繼續使用乙主機維持運作，不需雙機同時關機更新設定，這算是相當實用的設計。

ARTAS 目前(2018年6月)的最新版本是 V8B4版，它能同時處理4000*4000哩範圍，255個監視源，32000個系統航跡，可在同一系統分別對終端區域，電碼禁變區域 ICCA (Inhibit Code Change Area)及航路等區域進行特別調校，它有20種航跡播放模式。在系統維護方面，則朝簡單化的方向邁進。這個版本已可融合機場場面監視源(目前為原型 prototype 階段)，向無縫的地面與在空追蹤目標，再向前邁進一步。他們團隊並預計在2019年第3季，引入機場場面動態監視(SMS)於 ARTAS 系統(V9版)，並在2020年第3季融合 MSPSR 資訊(V10)，以達成監視服務 Gate-to-Gate 的願景。

補充前述，在建置 ARTAS 方面，EUROCONTROL 免費提供可執行檔予 EMSO 成員，

並於簽署相關合約後，EUROCONTROL 進一步提供免費的 CAMOS (Central ARTAS Maintenance and Operational Support)服務，而 EMSO 成員則自行負責硬體籌措，ARTAS 安裝及參數調校等。非 EMSO 成員之部署方面，如前述，則須透過所謂的 ARTAS Distributor 之途徑。另外，產業界或飛航服務事業也可簽訂 DLA (Distributor License Agreement)來變成 ARTAS Distributor，經認可的 ARTAS Distributor 可以獲取所有可支援的 ARTAS 版本軟體，相關技術文件，存取問題 (bug)追蹤資料庫及 ARTAS 課程教材等。ARTAS 也成立了使用者協會 (ARTAS User Group)，目前約每3個月聚集開會一次，而 Antonio 提及邀我觀摩他們今(2018)年11月在羅馬的會議。

5. SASS-C 監視系統品質分析

這個主題由 SASS-C 服務業務的主管 Emmanuel Voet 先生為我介紹。SASS-C 的全名是 Surveillance Analysis Support System for ATC Center，其主要功能為驗證監視設施(含監視源，監視處理器及監視資料傳輸系統等)是否符合 EUROCONTROL 當前的標準及規範要求，支援飛航事件在監視方面的調查，及支援發展及建置新的飛航管理監視系統。

監視設施的評估，是藉由比較設施本身實際表現之效能與規範要求的效能來達成。SASS-C 將驗證過的監視設施分析結果存入資料庫，並據此作為相關設施涵蓋、精準度、傳輸能量收支(link budget)等效能預測。SASS-C 採模組化，開放式及演化式之設計架構，使用者介面為視窗化之介面，容易上手操作，能產出文字、圖(軌跡、涵蓋等)及表等分析結果。SASS-C 部署範圍遍布全歐，許多軍/民航、產業及學術研究機構皆採用之，甚至也部署至歐洲以外地區。

SASS-C 服務也關連到歐洲許多監視領域計畫，如與 NAV-PT(葡)及 ANS CR(捷)合作的 CEF/INEA 的” Deployment of harmonised and interoperable high performance European Surveillance System” 計畫，及與 LEONARDO、COOPANS、THALES AIR SYSTEM、THALES ELECTRONIC SYSTEMS、INDRA、ENAIRE 及 NAV-PT 等合作的 SESAR WP PJ.14-04-1 - ” Surveillance Performance Monitoring (including ground surveillance)” 等。SASS-C 將引入分析 SMS(Surface Movement Surveillance，機場場面監視)及 INCS (Independent Non-Cooperative Surveillance)如:MSPSR 的功能，並將具備評估 ESASSP (EUROCONTROL Specification for ATM Surveillance System Performance)規範第2版所列項目之能力。

(三)、訪前提問問題答覆

監視管理方面

Q1. 有關本總臺航電技術室石課長詢問機場車輛 mode S 位址分配不敷使用相關問題- Eric 先生表示有關這項問題的詳細規範內容，可查閱 ANNEX10第3冊第9章之說明。大致上，ICAO 依各國航情多寡之比例為原則，分配適當份量的 mode S 位址群組予各會員國自行分配使用，這包含自行分配給予航機及地面車輛之位址組。我國雖非 ICAO 會員國，應仍有特殊之安排供我使用。據此，我們可先行檢視是否可挪動部份原規劃予航機使用之位址組，轉予地面車輛使用。如仍不足，可能可與地理及電磁波傳播條件洽當的他國協調，借用它們給予地面車輛的 mode S 位址來解套。

另一方面，Eric 先生表示他了解我國特殊處境，歐洲的科索夫也與我國有相似情形，如需要他可以幫我們了解相關細節。

Q2. 證實歐洲的飛航服務單位也都參考“EUROCONTROL Specification for ATM Surveillance System Performance”之規定，用以檢視是否得以提供3及5哩隔離服務；惟除監視效能方面的要求，仍有其他如陸-空無線電通訊方面的要求，也須符合規範。

航管監視系統

Q1. Eric 先生表示關於 Mode S interrogation (uplink format) messages 方面，歐洲尚無作業單位使用，但 Mode S reply (downlink format) messages 方面已有部份帶入實際作業。依據他調查的結果：在 BDS 3,0, 4,0, 5,0及6,0中，都有許多欄位為 ANSP 所攫取(extract)，也多轉為顯示於 HMI 上工管制員參考，其中還有部分欄位，如：ACAS Active RA、MCP/FCU Selected altitude、Barometric pressure setting、Roll angle、True track angle、Track angle rate、Ground speed、Magnetic heading、Indicated airspeed、Mach No 及 Barometric altitude rate 等已整合入系統，成為自動化功能的一部分。

Q2. 個人自覺此題提問「過大」不恰當。EUROCONTROL 執行 CFMU 及 MUAC 等飛航管理有關業務，在監視追蹤方面有用到 ARTAS。

Q3. 答問如 Christos 先生所介紹內容。

歐洲 ARTAS 系統

Q1. ARTAS 以 ASTERIX CAT62/65輸出訊息與其他單元如：飛航資料處理器等整合構成航管系統，惟歐洲許多國家 SDP 及 FDP 等，分開建置，不一定來自同一製造商。

Q2. 對於 reflection/mirror 等造成 HMI 上短暫出現錯誤航跡現象，ARTAS 雖有偵錯機制，但也無法在第一時間避開。

Q3. ARTAS 尚未融合 RPAS 資訊，他們表示若只是納入無人機的 ADS-B 等資訊不

難，但想由 PSR 類途徑獲取相關監視資料則不容易。

EUROCONTROL SASS-C 工具

Q1. SASS-C V7已可用以分析 LAM，但 A-SMGCS 尚未。

Q2. SASS-C 目前可產出“EUROCONTROL Specification for ATM Surveillance System Performance (Volume 1)”規範中所提所有 mandatory 部份之分析結果，但 option 部份並無全部提供。

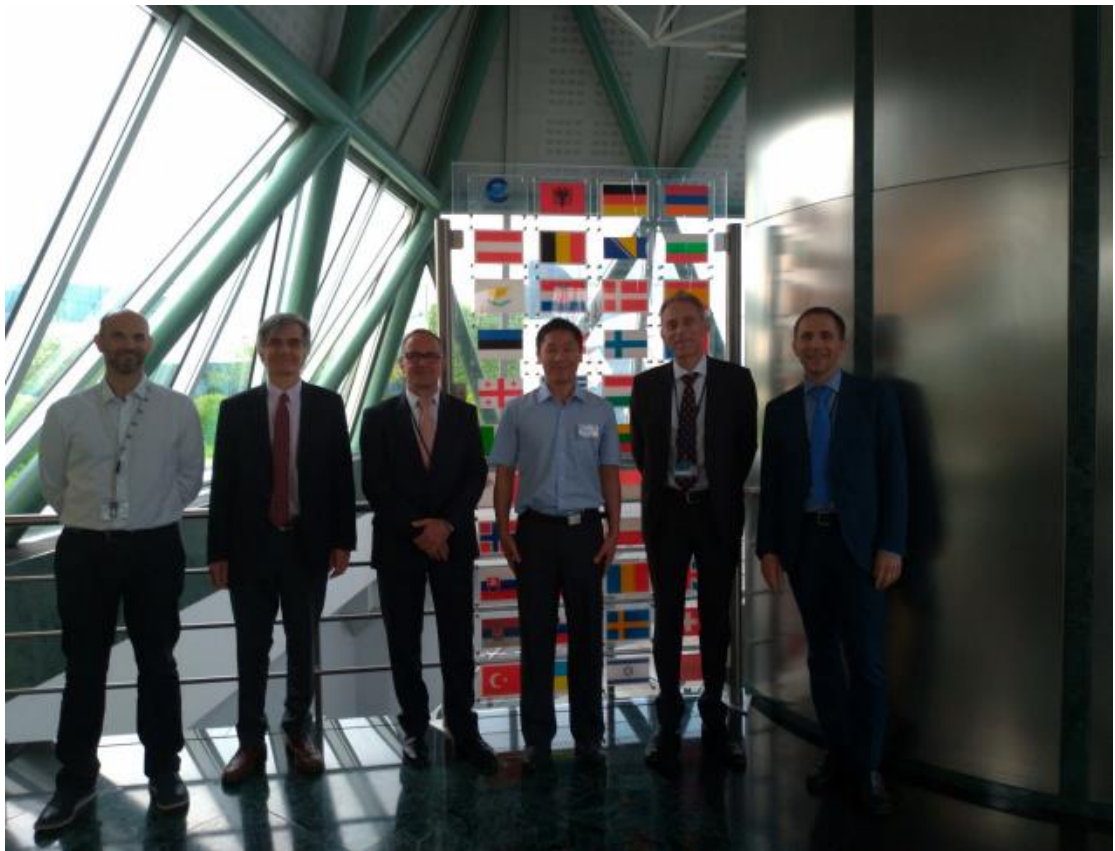
Q3. 採“EUROCONTROL Specification for ATM Surveillance System Performance (Volume 1)”規範中所提 mandatory 部份，做為監視設施得以提供3哩/5哩航管服務之門檻。

Q4. 在計算 ADS-B 地面站臺的資料更新率方面，用於計算過程成的更新週期，是由飛航服務單位按個自「作業需求」訂定，如視為應每隔1秒1筆或每隔4秒1筆等，此處的計算並不以「設備面」的更新週期來看待(如：每0.4~0.6秒 ADS-B 應有一次高度報告)。

Q5. 有關航機送出 SSR mode A/C/S 信號無法解出，是機載 transponder 或雷達方之問題，EUROCONTROL 有電子設備分析電磁信號(video)，推判原因。



相片說明：此次接待本人的 EUROCONTROL 監視領域長官們



相片說明：與 EUROCONTROL 長官、先進們合影留念

四、 EUROCONTROL IANS SUR-RAD-ADV 課程研習

(一)、 課程簡介

本課程的課名為 Advanced Radar Technology，也為 EUROCONTROL 於盧森堡的 IANS 所開的實體課程。據課堂導師(course manager)Jan Brutsaert 先生所言，本課程在先前的設計約莫花2週的時間進行，現今則縮短為4天，其中有3天為課堂課程，1天為實習課程。此次課堂課程的講師為來自英國的雷達工程師 Malcolm Maclean 先生，Malcolm 先生對於航管雷達的知識及技能極為了解，曾參與英國第1個 mode S 雷達實測過程，參與 SASS-C 研發，工作歷練豐富，待過 EUROCONTROL 於法國 Brétigny 實驗室，現則回英國 NATS 公司任職，令人印象深刻的是，mode A/C 的 validation bits 就是由他首先提出需求，請雷達廠商(雷神)設計出來的。實習課程部份，由 Intersoft Electronics 公司的工程師帶領進行，透過該公司所研發之工具，實習雷達天線功能檢測及雷達與 ADS-B 信號品質之檢測。

本課程課表安排如下：

表 3: EUROCONTROL INAS SUR-RAD-ADV 課程表

日期	課程名稱	授課講師/團隊
107年6月12日	<i>Course Introduction, PSR</i>	Malcolm Maclean
107年6月13日	<i>SSR Introduction, SSR the Radar site</i>	
107年6月14日	<i>SSR the Radar site, Radar Mode S,</i>	
107年6月15日	<i>Radar Practicum</i>	Intersoft Electronics

參與本課程的學員計有：保加利亞1位，賽普勒斯2位，德國(軍方)1位，匈牙利4位，南韓1位，波蘭4位，臺灣1位，土耳其4位及斯洛伐克1位等。

(二)、 課程心得摘要

上課之前講師請所有學員輪流自我介紹，並說明參與本課程的主要動機。依據大家的介紹內容，可以發現絕大多數的同學最想深入了解的是 Mode S 部分的學問。

PSR 概述

第一天為 PSR (Primary Surveillance Radar 初級雷達)課程，內容大綱有- 導

論，天線，傳輸器及接收器，信號處理(Signal Processing)，雷達點跡粹取與處理(Plot Extraction and Processing)，典型的航管初級雷達及綜整。課程目標為介紹初級雷達系統架構及其運作模式，並描述典型初級雷達所用到技術等。PSR 為主動偵測，為貴重的監視設備，講師 Malcolm 先生說明近幾年來，PSR 架構並無重大改變，包含有天線單元、傳送接收電波單元、信號處理單元及點跡萃取處理單元等，些許改變的地方多在運算及處理能力提升上。在雷達(視程)公式

$$R_{\max} = \sqrt[4]{\frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 P_{\min}}} = \sqrt[4]{\frac{P_t G^2 c^2 \sigma}{f_0^2 (4\pi)^3 P_{\min}}} \quad \text{中，有 } C \text{ (電磁波傳播速度) 參數項，據}$$

Malcolm 多年檢視雷達效能之經驗，他察覺各家 PSR 製造商所設之常數 C 值彼此相異。他說明 AZ 方位角的獲得，單純由雷達的機械轉動(turning gear)部分決定，可視為是雷達信號處理方面特立獨行單位。據 Malcolm 回顧，在50~60年前，在雷達系統架構中，並無 plot extraction 單元，當時就是以較原始的 video 來作業。

天線系統

Malcolm 提及，在考量回波傳遞行為方面，電磁波陸續碰種反射物期間的 Doppler 效應微小難計，可忽略之。Malcolm 表示 side lobe 的問題，在 PSR 方面是比 SSR 輕微的，透過發射裁剪(tapered illumination)方式，可抑制旁波。他提及透過每年的描測各角度雷達輻射場型(radiation pattern)作為，如果年際之間變化不大，則表示雷達功能維持良好。在圓形極化(Circular Polarization, CP)操作方面，有關常於雨天時用的 CP 功能，雷達系統須針對其開或關狀態個別調校。課堂有簡單介紹目前民航比較少用的平面陣列(Planar Array)雷達及相位陣列(phased array)雷達，先進的相位雷達可透過電腦操控平面陣列上千個發射子(radiator)，執行相位調控，並調整發射之波束場型，與傳統雷達相較，不再是集中式的傳輸器，不靠反射面產生波束樣式，不需天線旋轉來掃視。課堂亦提及用於 L、S、C 及 X 波段之導波管典型尺寸，頻率，削弱情形等，並說明用 VSWR(Voltage Standing Wave Ratio)值來度量傳輸線匹配良窳。至於保護雷達天線的遮罩，課堂也些微提及裝置與不裝置的優缺點，並簡介 Metal Space Frame Radome 及 Sandwich Radome 兩種遮罩。

傳輸器及接收器

在傳輸接收單元方面，課程首先簡介傳輸器及接收器內部主要電子元件及架構，包含雙訊器(Duplexer)、掃掠增益(swept gain)單元、混頻器(mixer)、局部振盪器(Local Oscillator)、相位敏感度偵測單元(Phase Sensitive Detector)、... 傳輸單元等。課程提及接收器靠 swept gain 技術，控制回波增益不因視程之長短差異而差距過大，避免飽和及減少 angel 雜波；說明 Coherent radar 其低功率的 local 振盪器及擴大器，送出的脈波之相位，逐波相同。雖然脈波寬度大

可擴大偵測視程，但考量解析度等寬度必須受限，最後則有透過壓縮脈波之技術以兼顧視程、解析度、低功率峰值等考量。課堂歸納傳輸器(Transmitter)的評鑑重點在於平均功率、功率峰值、頻寬、頻率穩定度、是否容易調變、效率、花費及預期壽命。接收器(Receiver)觀察重點在於噪聲嚴重程度，接收動態範圍(dynamic range)、局部振盪器穩定度及頻寬。而雙訊器(Duplexer)方面，則在於傳送/接收隔絕度，切換速度及回覆時間。

信號處理

信號處理單元的基本元件有相位敏感度偵測單元(PSD)，動態目標處理單元(MTI/MTD)，及檢出處理器(Detector)等，本單元的基本功能在於透過都卜勒效應及振幅分配情形進行信號及雜波(clutter)辨識，確保信號之相位精確度及高線性化程度，並具調整性以因應各種雜波環境。電磁回波經本單元處理後，送出雷達 Video 信號予點跡粹取單元進行後續處理。信號處理流程簡述來說，它包含透過 PSD-I/Q 雙頻道處理由接收器傳入的 IF 訊號，辨識出固定或移動目標，再進行移除雜訊及殘留雜波等步驟，其中涉及電訊的類比轉數位及數位轉類比過程，最後再經過 CFAR(Constant False Alarm Rate)門檻輸出錯誤警示率在可接受範圍內的訊號供後續處理。對於航管雷達而言，本階段的重點在於如何從 clutter 中找到航機回波。另外，講師也提到氣象雷達，比航管初級雷達貴上許多，這是因為氣象雷達須不斷的改變發送電波頻率及掃視仰角等，因此功能比較複雜。

點跡粹取與處理

第2天繼續介紹 PSR 有關章節，首先提到的是 Plot Extraction - Processing 主題，這個處理部門主要可分成3個部份 - 包含 plots(點跡)的萃取，即將信號處理部門送過來的 hits 處理成 plots，再進行 plots 的進一步處理，以使來自同1目標物之 plots 合而為一(節省記憶空間)，同時兼顧錯誤點跡量最小化，最後接收來自次級雷達的點跡，合併初及次級點跡，並再次執行錯誤點跡最小化作業。Plots 處理計算量較大，無高度區分，需考量運算區塊(sector)的峰值極限，所以需要設定計算限量，這表示超限時有些 plots 會被捨棄，這應該也是軍方續盯 cluster 顯示幕的原因之一。目前大多的初及次級雷達多採共址運作，如此可簡化兩者 plots 之相關計算，與此時，視程會採次級雷達提供者，而方位則引用初級雷達之資訊。Malcolm 先生戲謔的表示，雷達廠商的 plot local smoothing 功能，其實是種掩飾技倆，不如將雷達的噪聲留給航管追蹤器(如：ARTAS)處理吧。

典型的航管初級雷達

課堂提及典型的 PSR 作業需求，包含盡量與 SSR 共址、雷達最低視程可達0.25 哩、可偵測至60000呎、300呎涵蓋到達15哩半徑、0.000001的熱噪聲(thermal noise)錯誤警示率、0.00001的地面或天氣錯誤警示率、0.5度與0.16度的相位解

析度及精確度、0.125哩與1/16哩的視程解析度及精確度、地面雜波抑制45dB、降水抑制35dB、無人作業性及系統 MTBF 超過8000小時等。Malcolm 先生表示 PSR 的研發經費昂貴，所以鮮少有廠商投入其中。低頻率所需之機具更大，所以更加昂貴。最後 PSR 課堂列出 PSR 參考價格 Dual channel L-band 在600萬~1200萬歐元間(含建物)，Dual channel S-band 400萬歐元。

SSR 概述

次級監視雷達 (secondary surveillance radar, SSR) 章節介紹，相較於 PSR，SSR 的突破在於與航機的通訊對話，詢問航機- “who you are?”。依照 ICAO 的分類，SSR 是 cooperative(與航空器機載設備合作以檢測出)及 independent (靠雷達系統本身自我計算位置資訊)。能對話使得高度資訊及身份得以快速確認，建造價格也因此大幅降低。航機用1090MHz，而地面雷達用1030MHz 頻道相互通訊。民航 SSR 之應用的演化情況，大致為 mode AC， mono-pulse， mode S 至 Enhanced Mode S。而 Mode S 早在1967~1975年間即由美國 MIT 研發問世，然直至約2000年才開始有實際的部署，Malcolm 先生提及它的出現與美國於80年代的管制員大罷工有關連，用它來提升航機追蹤管制。近來(2010年)則有 EHS mode S 帶入航管系統。相較於 PSR 帶與軍事需求上的綿密監視好處，SSR 正中民航業下懷，少了擾人的雜波圖案，多了航空器身份及高度資訊，對飛航服務業者而言，也少了採購及設備維護開銷。1090MHz 波段目前為 SSR- Mode AC & S， ACAS， ADS-B， MLAT 等應用所使用，也是獲 ITU 通過予航空使用之波道，頻道珍貴，受天氣及大氣影響少。有關1090MHz 在時間序列上的充斥飽和情形，Malcolm 先生以誇張的以70~200%佔用率來形容，相較於此，1030MHz 的佔用率約為1~2%。他提及在義大利北部，曾有電視頻道業者的中繼站(relator)違規使用1090MHz 頻道2個月之情事。頻道品質維護實仰賴各國政府監督管理。課程並簡介旁波抑制，Mode A 及 Mode C 的編碼情形，詢問器詢問樣式，及 Mode A 及 Mode C 的解譯等，有關 SSR 的規範細節，可參閱 ICAO Annex10文件說明。最後也課程提及 SSR 使用上的一些難題，如: 遭遇 Garbling、FRUIT、不回應、折射、多路徑、Ringaround 及假影(Phantom)等問題。

SSR 障地

這個章節在稍加深入 SSR 運作原理，課程介紹過往的 Sliding Window SSR 技術，單脈衝 SSR，SSR 的信號處理及點跡萃取，典型雷達特徵，SSR 製造商及效能需求等。課程提及，次級雷達涵蓋距離之遠近，已不像初級雷達那般倚重功率，影響視程的主因反而是 radar horizon 之限制。而機載 transponder，其發射功率為固定設定，常能傳送電波至256哩之外。在 Mode A/C Reply 編碼方面，有1居中的 X 脈波不為一般民航機使用，它是留作特殊用途如: UAV 或火箭等。在旁波問題方面，水平向的旁波問題一般可由 ISLS 法加以抑制，但對於高高度之垂直向旁波，則可能難以消除。有關經常性反射問題，一般可透過雷達障地端所建立

的反射圖資進行濾除，Malcolm 先生說明，這項圖資約值6000 £。在時間戳記方面，雷達系統「原本」設計是不提供時間戳記的，但會給 time delay 值，這是因為時間對雷達系統而言，極為重要，必須提供準確而有把握的數值，然而目前的雷達系統卻提供 time of day，故必須仰賴其它工具來偵測時間上的問題，不能盡信 GPS 校時功能。在 SSR 作業要求方面，典型的容限大致為1400目標/轉、偵測率可高於98%、電碼有效率(Code Validation)高於99% (計入 Garbling 者)、FRUIT 忍受度4000次/秒、Sum 波束寬2.4度(有+/-0.25度可調範圍)、4~15轉/分、至少32與64個方位及視程網格解析度、有備援及支援 Mode S...等。生產民用 SSR 廠商則有 EADS、SELEX-SI、Intelcan、Indra...等。Malcolm 先生提及目前幾乎已找不到生產傳統 SSR 的廠商，現在的 SSR 都配備 Mode S 功能。

Mode-S

本課程提及 Mode S 設計原理、建置細節、Mode S 格式及協定、Mode S 之基本及加強監視(Elementary and Enhanced Surveillance)等。Mode S 的 S 指的是 Selective，因為這個有選擇性的問(Roll-Call)與答，減少1030/1090MH 波段的擁塞傳輸，減少 Garbling。Mode S 設計中，雷達及航空器等都有身分編碼，雷達方面用的是 IC (Interrogator Code)碼，航空器等則有所謂的24bit 碼，減少系統的身分識別處理時間。並透過精明的 P4設計，使得 SSR 及 SSR Mode S 雷達之運作獲得互通性。Mode S 訊息格式編有56與112位元2種長度供航空資料之傳遞，ICAO SARP 目前編定上/載各25種不同用途之格式(UF/DF)，常用且與地面系統有關的如：Mode S 雷達常用的 56bits UF04 (問高度)、UF05 (問識別)格式與 UF11 (Mode S only All Call)，及112 bits 的 UF20 (問高度)與 UF21 (問識別) 格式等上載格式。下載方面，則有 Mode S 雷達常用的 56bits DF04 (回答高度)、DF05 (回答識別)格式與 DF11 (回答 All Call)，及112 bits 的 DF20 (回答高度)與 DF21 (回答識別)，以及 ADS-B Extended Squitter 所用的112 bits DF17等 mode S 訊息格式。在 AC 欄位裡，mode-s 所編的高度解析已與 mode-A 不同，它在-1000呎至51000呎間有25呎的解析度，51000呎至126000呎則與 mode C 一致為100呎。Mode S 的用途很廣，在空的 ACAS 作業亦以 mode S 為之，它用了 UF0、UF16、DF0及 DF16等。在地面監視作業方面，可透過所謂的 GICB (Ground Initiated Comm-B)詢問來要求 Transponder 下傳 BDS(Binary Data Store)暫存器所存航空器資訊，如:BDS2,0的航空器識別、BDS3,0的 RA...等。歐洲方面也進一步將由 Mode S 技術取得的機載資訊分為基本監視 Elementary Surveillance (ELS)部分訊息，如:24-bit 位址、高度等及增強部分 Enhanced Surveillance (EHS)訊息，如:航向、速度等。

實習課堂

此次之實習課程是由 Intersoft Electronics 公司的工程師負責帶領，課程主要是透過該公司工具 RASS-S 及 RASS-R 工具，進行天線量測及監視效能分析練習。

其中 RASS-S (Site)，可用於 radar chain(包含射頻信號)分析，而 RASS-R (Real time)則用於資料記錄與監控。課程的第一部份練習，主要是透過 RASS-S 工具運作後段的圖形顯示功能，讓學員練習分析天線射頻之輻射場型(uplink antenna pattern)，比對 main lobe 及 side lobe 空間分布，檢查異常狀況。第二部分，該公司於現場架設 ADS-B 天線，即時接收航機下載信號並進行解譯。另透過預錄之多雷達及多 ADS-B 記錄，讓學員檢視 ASTERIX 格式內容，並進行雷達效能分析。依講師所述，該公司的相關產品，能用於分析雷達天線系統、傳輸器、詢問器、信號處理器及機載的 Transponder 等設備所具之相關功能。

監視效能及互通性要求

經與同學討論後了解，在歐洲有部分地區擁有較高密度的監視源建置，因為缺乏約束地面雷達及 WAM 等過度發射詢問波之機制，以致航空器詢答器每秒回答率超限。為此 EU No 1207/2011法規第6項(Article 6)即要求各會員國，須確保該國空域內之航空器免於遭受上述過度詢問之情事。有關如何鑑定地面監視系統是否過度詢問之方法，值得我們後續追蹤了解。

五、 EUROCONTROL IANS NAV-DEM-INTRO/ADV 課程研習

(一)、 課程簡介

本課程的英文名稱為 Navigation Infrastructure Assessment using DEMETER - Introduction/Advanced, 是介紹如何透過 DEMETER 工具評估並優化導航基礎設施配置的課程, 有2天的基礎課程及3天的進階課程。課程導師為 Charlie ELIOT 先生, 另有講解 DEMETER 工具功能的 Gerhard BERZ 先生, 及講解 PBN 有關課程的 Valeriu VITAN 先生, 此外課程亦安排2名 DEMETER 工具維護工程師支援課堂工具順利使用。

本課程課表安排如下:

表 4: EUROCONTROL IANS NAV-DEM-INTRO/ADV 課程表

日期	課程名稱	授課講師
107年6月18日	<i>Introduction, Basic DEMETER Introduction</i>	Charlie ELIOT Gerhard BERZ
107年6月19日	<i>Basic DEMETER Introduction</i>	Valeriu Vitan
107年6月20日	<i>Introduction, PBN Overview, Terrestrial NAVAIDs & GNSS Reversion</i>	Charlie ELIOT Valeriu VITAN
	<i>DEMETER to support Infrastructure Assessment, Advanced DEMETER Toolset</i>	Charlie ELIOT Gerhard BERZ
107年6月21日	<i>Advanced DEMETER Toolset</i>	Charlie ELIOT Gerhard BERZ
107年6月22日	<i>DEMETER - Infrastructure Assessment and Optimization</i>	Charlie ELIOT Gerhard BERZ

參與本課程的學員計有: 克羅埃西亞 2 位、德國 5 位、英國 2 位、愛沙尼亞 1 位、喬治亞共和國 2 位及臺灣 1 位等。

(二)、 課程心得摘要

上課之前講師請所有學員輪流自我介紹, 並說明參與本課程的主要動機。根據大

家所述，絕大多數的同學想習得 DEMETER 功能以協助其導航相關業務，包含導航設施涵蓋評估、導航設施建置規劃及程序製作等，另外也有同學習此以助其安全稽查任務。

DEMETER 工具之命名源自” Distance Measuring Equipment Tracer”，與距離量測設備之檢核有關。它是基於 Open Source GIS Platform 開放資源概念而建構的，其功能符合 EUROCONTROL-GUID 0114 規範相關敘述，於 2008 年獲 ICAO NSP (Navigation Systems Panel)及 ANC (air navigation commission)認可使用。DEMETER 最主要是用來評估測距儀 DME 基礎建設及 RNAV 相關效能，它也支援 VOR/DME 合體之評估、程序設計及飛測等。DEMETER 之運作基於大地資訊，所以必須輸入數位地形、地貌等資料，再加上欲探討的導航設施特徵資訊及相關航空資訊如：航點、航線、邊界及程序等，即可透過無線電傳播原理及相關空間投影概念，輸出導航設備涵蓋及 RNAV 效能表現的模擬結果，供使用者判讀運用。DEMETER 具備有圖形工具、地表處理工具、導航資料處理工具、飛測資料導入與處理工具、其他相關資料導入及結果輸出工具等。此處課程所用版本為 DEMETER 2.3.0 (beta)版，為 64 位元及 Windows 10 相容版本。

DEMETER 軟體基礎訓練

課程從工具軟體的安裝與升級部分開始講解。有關地表圖資導入方面，課程用到全世界範圍的 GTOPO30 及歐洲地區的 DTED0 圖資。於軟體安裝完成後，講師 (Gerhard BERZ 先生)開始介紹工具的主要組成及工作表單等內容並讓學員操作練習。功能簡介如下：

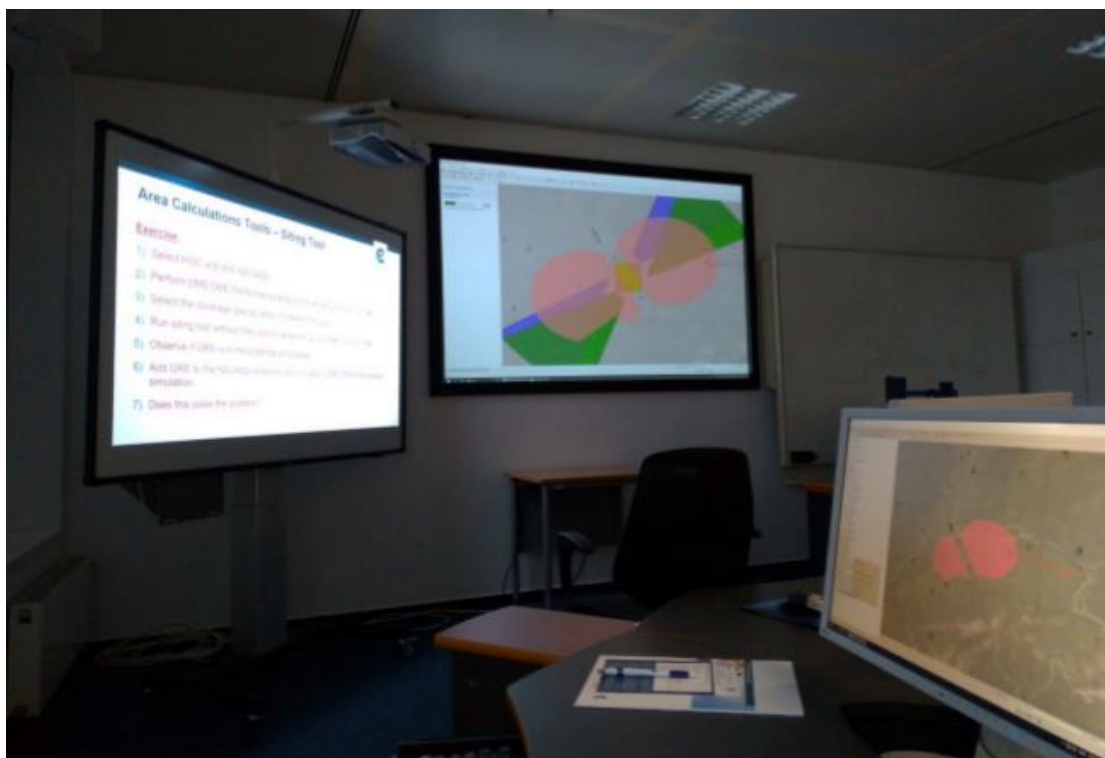
在圖形工具方面，有圖層 layers、2D MAP、3D MAP、MAP tools 及 Terrain tools 等工具。具備有選色、改透明度、上下套疊選擇、放大、縮小、前移、後挪、投影方式選擇、物件選取、距離量測、高度顯示、水平 XY 網格顯示、大地剖面顯示、Range Ring…等 GIS/繪圖軟體功能。

在 NAVAIDS 資料導入及輸出方面，工具接受 XML 及 CSV 格式之存取，課程則導入 EAD 及 ARINC424 等資料運用。

涵蓋區域運算方面，工具有調整/選用：K factor 大小、計算時方位角解析度、區塊長度解析度、地形資料解析(粒)度，輸出資料解析度，是否填補地表圖資空隙，是否計入 Cone of Silence、DOC(Designated Operational Coverage)，高度基準及以 vector/raster 方式計…等功能。

程序驗證方面，工具可以執行程序效能分析、程序垂直剖面分析及程序與助導航設施關聯分析等。

選址功能方面，工具可在已知 DME/DME 涵蓋情形下，計入擬建 DME 設備帶來之貢獻，顯示涵蓋拓展情形，協助選址決策。



相片說明：NAV-DEM- INTRO 課堂情景

PBN 簡介及 GNSS 退版(reversion)

課程由 Valeriu VITAN 先生主講，它首先簡介促成 PBN (Performance Based Navigation，基於效能導航)理念的重要基石- RNAV (Area navigation，區域導航)。課程提及 RNAV 允許航空器於所參考的導航站臺涵蓋範圍內、航空器本身系統導航能力範圍內或前述兩者結合範圍內，自由選擇任何想要的飛航路徑飛航。課程提到 PBN 的 3 個主成分為導航應用(Navigation Application)，導航規範(Navigation Specification)及助導航基礎設施(NAVAID Infrastructure)。導航應用及導航規範要確保航空器及飛行員能合格的在精準的、連續的導引飛航路徑上航行，而建構此路徑所用的地面及機載導航設施及組員程序皆為監控，確保功能完整性。助導航基礎設施則提供航空器定位所需，而選用的設施包含 GNSS、DME/DME 及 DME/DME/IRU 等。GNSS 仍是 PBN 仰賴的助導航系統，而未來除了 GPS 與 GLONASS，也將考慮納入 Galileo 及 Beidou 等星座。避免及限縮 GNSS 中斷服務造成之衝擊，也須有所規劃。如依據導航效能要求，退回使用現有的 DME/DME、VOR/DME、VOR、NDB 設施，甚至依賴雷達引導，及於必要時停止航機起飛以為救援等。課程提及歐洲 PBN 未來規劃 - 在對航空器方面是沒有強制要求，但航空器須符合相關 PBN 要求，才能於特定 PBN 環境飛航。對 ANSP 方面，則要求於 2024 年 1 月 25 日前，完成每個具儀器跑道之機場五邊(含西亞的伊斯坦堡)具備 RNP APCH APV 及精確進場之導航要求，及於服務儀器跑道之終端區域完成具備 RNAV1 SID/STAR 之導航要求，此外 24 個主要機場(含西亞的伊斯坦堡)更須具備 RNP1 能力及 RF 規劃。最後，課程提及-地面助導航設施將須優化，以扮演補足 GNSS

的角色。

PBN 基礎設施及助導航設施評估

歐洲在導航的規劃是以多星座/多頻道 GNSS 為主力，再以維持「能替補星基導航 PBN 作業的」地面助導航設施為備援(退版)策略。其中 DME/DME/(INS)將為支援 GNSS 退版作業之主力，這是因為有約 97%的航班具備該項應用功能，其次為 VOR/DME。若再透過修改原本「機載」導航效能監控及警示之要求，為也能接受由「地面」提供導航效能監控及警示，則 DME/DME 相關應用也可能可以支援 RNP 1 導航性能。再透過助導航設施重新優化布局，地基 PBN 涵蓋將可進一步提升，而 DEMETER 即是協助達成助導航優化布局的好幫手。另外，在助導航建置合理化過程，歐洲的策略大致是不再增加 DME 數目、減少 VOR，及不續建 NDB。課程也提及長程的替代定位導航及校時(Alternative Positioning, Navigation and Timing, A-PNT)科技選項：包含有 LDACS， SSR Mode N， Enhanced DME， Ground-based GNSS-like Ranging…等技術。

進階 DEMETER 軟體訓練

最後階段的課程，主要是把 DEMETER 工具內所有細項功能演練一遍，演練項目包括：Configuration(組態)表單內各選項操作練習，含 Facility、Directory Parameters、Terrain、Calculation、RNAV、Procedure、Default Altitudes、Log Settings、Network、Display 及 RCS(Reference Coordinate systems)等。組態管理練習，含複製、啟用、編輯及刪除等。專案(Project)管理練習，含新增、編輯、儲存、刪除、導入及輸出等。區域計算練習，含多重高度、涵蓋累加、DME-DME 分析、地表模型選用等。助導航資料工具練習，含關鍵助導航顯示及公用頻道檢核。空域資料管理練習，含導入程序、空域邊界管理及航線線段導入。程序檢視練習，程序效能分析、程序評估及程序效能報表。飛測資料導入及預先處理。附加工具練習，含高度過濾、使用者圖層導入及 Log 收錄功能等。

六、 英國 NATS 公司參訪

NATS (National Air Traffic Services) 公司為 SJU 19 個會員之一，它是英國主要的飛航服務提供者，該公司提供英國及北大西洋東側等空域的飛航服務，其總部坐落於英國的 Fareham 地區附近的 Whiteley。參訪 NATS 的計畫，是本人此次赴歐研究計畫中，最先敲定的前 2 項計畫之一(另一為法國 DTI 參訪)。而能夠成行僅靠 2016 年在印尼 CANSO 會議，與 Brendan Kelly 先生的一面之緣。Brendan 先生是 NATS 公司空域系統化及機場整合部門的主管(Head of Systemised Airspace and Airport Integration)，個人在今(2018)年 2 月間，以電郵向 Brendan 先生提出參訪要求，而他也隨即爽快地答應。後續，經過雙方行程確認，個人參訪 NATS 的日期訂在 6 月 27 日。在此由衷感謝 Brendan 先生的熱心協助。

(一)、 NATS Swanwick Center 參訪

參訪前，一切看似順利，個人也提早了 1 個多小時到達 NATS 在 Whiteley 附近的總部周遭。卻沒想到 Brendan 先生參訪前幾天特別提醒留意的 NATS Swanwick Centre 安檢關口，並不在此(NATS Corporate & Technical Centre)。後經該中心接待人員說明，個人旋即轉往 30 餘分鐘步行時間外的航管中心，也因此整整浪費了 1 個小時的參訪時間，個人也為此再三向 Brendan 先生及其指派之接待人員 Andy 先生表達歉意。

Swanwick 航管中心的門禁管理十分嚴謹，秉持客隨主便之原則，個人依循該單位相關警示標語及 Andy 先生之提醒，於通過該航管中心外圍的安檢關卡後，就未再使用任何攝錄影音設備，並於進入航管大樓後關閉手機電源。另外，在進入航管大樓前，也同多數先進國家的航管中心做法一般，需經過光學儀器安檢掃描，確保航管中心不受破壞。

依照 Brendan 先生的安排，個人參訪了 Swanwick 航管中心內的 3 個單位，包含倫敦流量管理部門(London Flow Management Unit)，倫敦區域管制中心(London Area Control Centre)及倫敦終端管制中心(London Terminal Control Centre)。經詢，NATS 還有另一區域管制中心設置於蘇格蘭的 Prestwick。

1. 倫敦流量管理部門

在 London FMU 參訪方面，Andy 先生事先安排當日值班的空域容量管理督導(Airspace Capacity Manager)- “KM” 督導撥空為我解說該單位的作業情況。他扼要地向我說明他們所使用的流管工具及功能，其中包含由 EUROCONTROL 所提

供，能顯示整個歐洲地區塞機情況的 2D 航情顯示。該單位並引用前述流管工具之即時資訊，單獨引出英國地區局部流管資訊及架次對時間之 2D 直條圖顯示等。此部門之督導主管英國地區流管作業，能透過與航空公司間的相互協調機制調整流量，促使流管優化，減少空中塞機。他們控制所有進入英國空域的航機流量，使航行量能為其航路及終端管制中心所應付。經詢問，KM 督導表示由於目前英國的航路設置仍相當仰賴固定式的航點對航點架構，因此英國目前尚無法像愛爾蘭般地啟用 Free Route Airspace(FRA)作業，不過他也提到，英國已規劃於 2021 年起實施航路空域的 FRA 作業。最後，KM 督導也特地展示了作業區內的氣象雷達顯示功能。

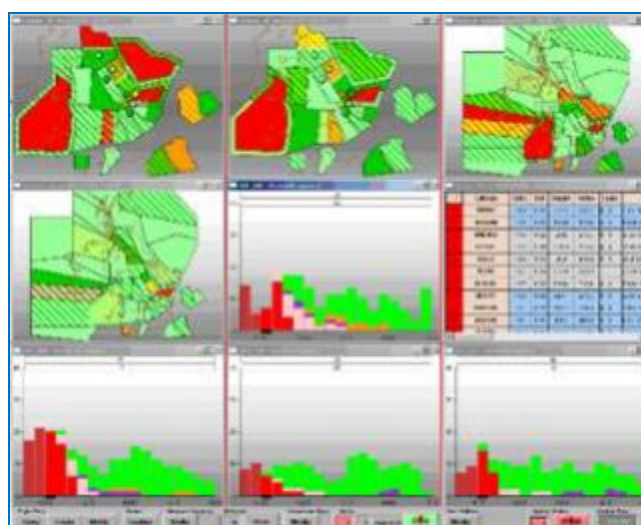


圖 11: 流管工具示意圖

(上圖由 NATS Andrew Darby 先生授權使用; Figure modified from Andrew Darby, with permission.)

2. 倫敦區域管制中心

在 LACC 參訪方面，Andy 先生安排該中心當日的班務督導(Area Control Group Supervisor) - “NE” 督導向我解說。他首先向我說明他們作業區內的英國地區局部流管工具。流管工具的螢幕顯示出不同顏色標示，可用來辨別執行中(activated)及有時段(slot)限制等流量資訊。他表示「單位時間內有 30 架次之流量」，是他們目前調度管制員席位的一項參考。經訊問，他表示英國管制員 1 次任務最多持續 8.5 小時(其中班或夜班)，而他們有 5 組人員負責該中心所有班務輪值，每組人員規律地以” 早早中中晚晚休休休休”(共 10 日)方式輪轉，執行班務。另外，督導也特地展示了其作業區內的氣象雷達顯示-雖然參訪當日英國受高壓壟罩，晴空萬里，雷達螢幕並無氣象回波顯現。

3. 倫敦終端管制中心

在 LTCC 參訪方面，Andy 先生亦安排該中心線上班務督導 (Terminal Control Group Supervisor) – “AP” 督導向我講解。督導也先向我說明其作業區內的英國地區局部流管工具功能。並也特別提及作業區內的氣象雷達顯示功能。除了統籌整個終端中心的班務督導外，另有管轄數個進場席位的值班督導與其同時值勤。湊巧的是，參訪當日個人見到了 LTCC 最後一組(2~3 席位)使用紙本管制條作業的工作現場，據該班務督導表示紙條作業將於個人參訪日後 2 天(2018 年 6 月 29 日，星期五)吹響熄燈號。後續 AP 督導引領我至當時值勤希斯洛及倫敦市區機場等近場作業的值班督導席位(Terminal Control Group Supervisor)，聽取簡要作業說明。值班督導 “BD” 先生為我解說，希斯洛與倫敦市區機場，各種不同方向之起降跑道配對，所形成的複雜管制狀況。基於任務關心我特地請他展示 EHS Mode S 在 MMI 上的功能。由 MMI 可見，在以 2 列方式呈現的航跡資料方塊上，Selected Altitude 欄位以不同於其他欄位之顏色標示其上，而若點選航跡資料方塊相關欄位，則可在 MMI 上排的某固定視窗區塊中，看見所點選航跡更詳細之 mode S DAP 資訊，有 GS、IAS、mode C、mode A、24bit address 及 heading 等。另外，航機到五邊時，其航管系統可依照進場航機尾流類別(J/H/M/L)，對應出該有之隔離標準，並於納入即時五邊風場資訊後，系統自動計算，並以 1 動態游標標示其最佳安置位置，管制員則參考此游標位置，以「儘量靠近但不超越此游標」之原則引導航機降落。



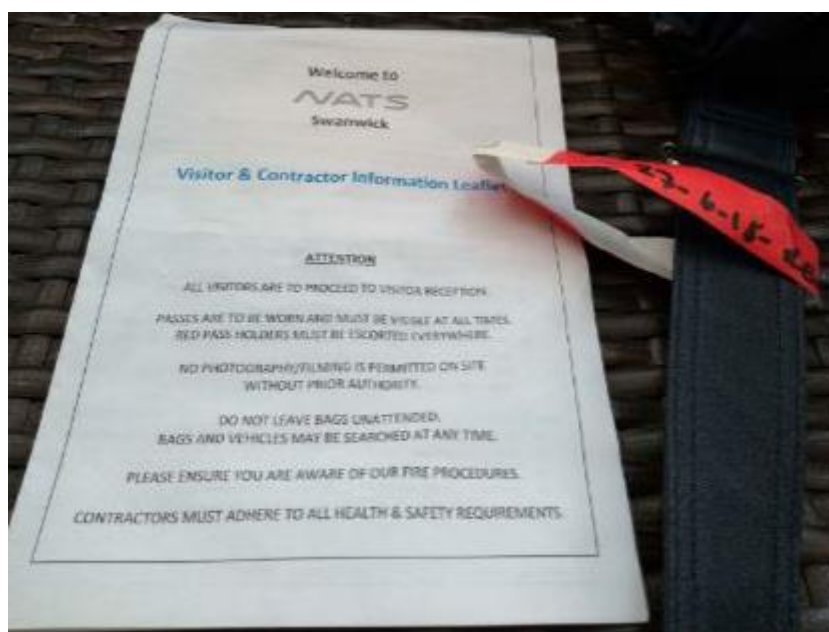
圖 12: 時基隔離示意圖

(上圖由 NATS Andrew Darby 先生授權使用; Figure modified from Andrew Darby, with permission.)

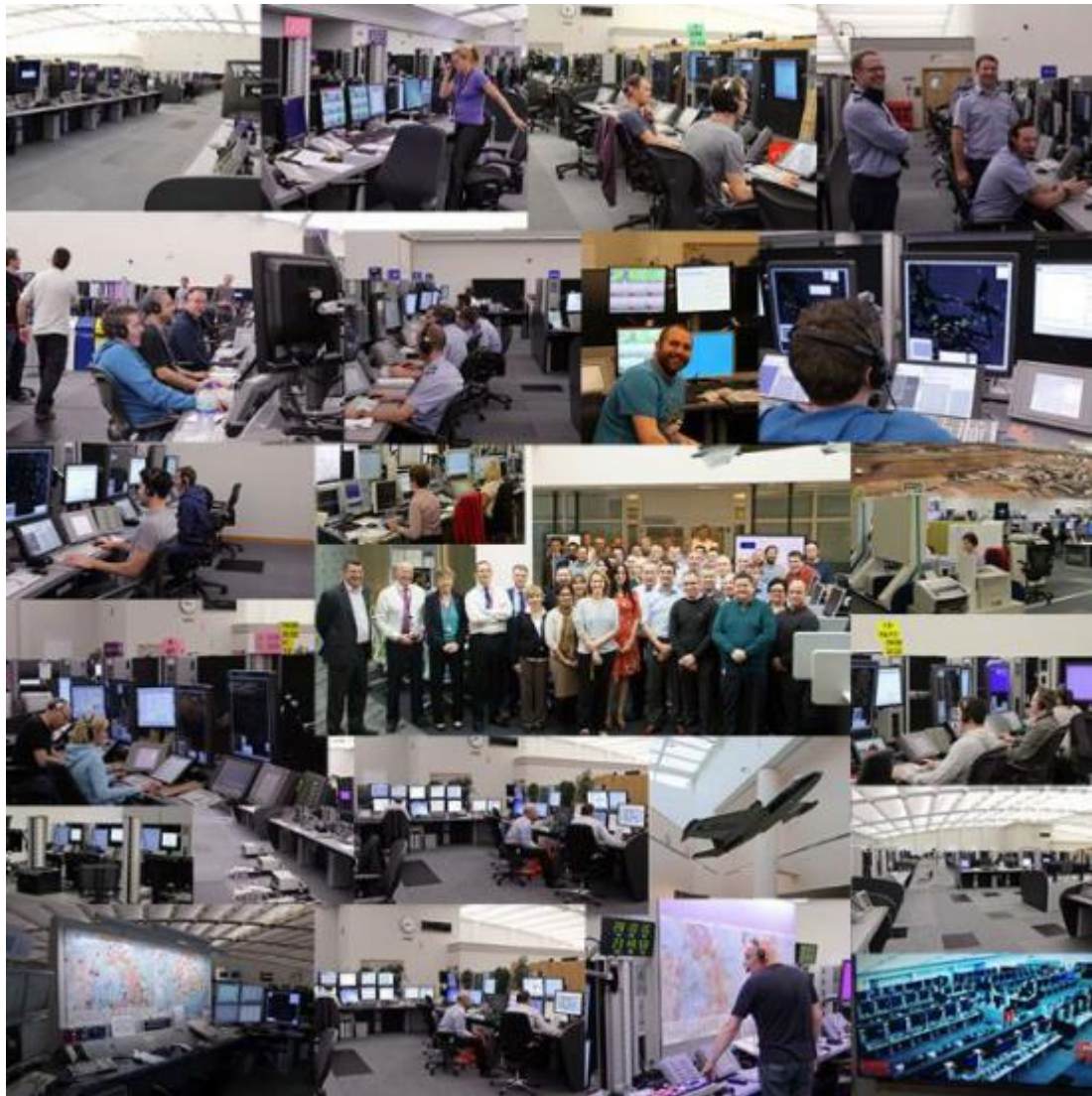
(二)、 相關功能及事務討論

結束作業室的參訪後，本人續向 Andy 先生請教若干與 NATS 有關的飛航服務問題。有關 CPDLC 方面，他表示 NATS 之航管系統已有相關功能介面供管制員操作使用，

使用內容多為管轄權交接之「波道更換」通知及「航路變更」等。他進一步說明，因為多數管制員不信任 CPDLC 介面，目前 NATS 僅有少數管制同仁使用該功能。有關飛航資料處理器(FDP)方面，NATS 主航管系統所使用的 FDP，是源自歷史悠久的美國 NAS 系統。人機介面方面，區管中心部份採用的是 NATS，Lockheed Martin 及 ALTRAN 合作之相關產品，終端部分為 NAV-CANADA 產品。監視處理器方面，他們似乎引用自己的產品，而 ARTAS 似乎只為其備份 SDP。另外，從現在至 2022 年，他們的 FDP 會逐步轉至 iTEC (interoperability Through European Collaboration)系統，這是由英、西、德及荷等國協同研發的 FDP 系統。NATS 同歐洲許多國家一樣，他們航管系統的子項元件，常源自不同的廠商/機構，再另行整合。有關管制員養成方面，他表示英國的管制員培訓過程與我國極為相似，也是先經過第一階段的篩選考試，接續有面試及體格檢查，在通過前述考驗後，新人接受 1 年於航管學院的教育訓練，最後再到航管作業單位(先為塔臺或航路)實習並接受管制能力檢驗，獲取執業證照。



照片說明：Swanwick Center 訪客指南



相片說明：NATS 管制作業情景

(相片由 NATS Andrew Darby 先生授權使用；Figure modified from Andrew Darby, with permission.)

七、 西班牙 Indra 公司參訪

Indra 公司也是 19 SJU 會員之一，他的總部坐落在西班牙馬德里自治區的 Alcobendas，本人此次參訪的則是位在馬德里自治區 Torrejón de Ardoz 市鎮的 Indra ATM 相關部門。能夠成行首先必須感謝已退休的張水竹教官，透過他居中牽線，個人進而連繫上 Indra 公司國際 ATM 計畫部門的經理 (Program Manager of ATM International) Olga Abad 女士，透過她的安排，使得西班牙 Indra 公司能在暑假旺季派出相關專家，特地為我講解 SESAR 等有關主題。Olga Abad 針對我提出的參訪需求，請了該公司負責 SESAR 事務的 José Manuel Asensio 先生以及負責 CNS 相關事務的 Gonzalo Quiles 先生以” Indra'S CONTRIBUTION IN SESAR PRESENTATION TO ANWS/CAA” 之主題為我講解。另外，她亦請該公司負責國際 ATM 及機場產品部門的經理 Manuel A. Yagües Ventero 先生，為我說明該公司民航航管雷達及移動式初/次級雷達 (Transportable PSR-SSR Radar) 之主題，並帶領我參訪該公司部分生產線。在此一併感謝他們的熱情相助。

(一)、 SESAR 相關主題介紹

這個部份主要由 José 先生為我講解概括性的 SESAR 相關知識、Indra 之於 SESAR 及 Indra 的貢獻等，而 Gonzalo 先生也在 Indra 的貢獻之主題上做了一些說明。

1. SESAR 相關概述

他提及於 2005 年時，SESAR 所設定的 4 大標的為-「減少在空及地面延誤以提升 3 倍的容量」、「達成 10 倍的安全」、「減少 10% 之環境衝擊」及「減少接受飛航管理服務的空域使用者 50% 之開銷」。SESAR 是由歐盟及 EUROCONTROL 所創建，直至今日已連結航空界百餘個組織機構，並透過 19 個會員團結整個航空界，SESAR 致力於歐洲飛航管理之研發與實證。SESAR 有 3 大階段 (Phase) 分別為 2005-2008 年的定義階段 (Definition Phase，共花費了 6 千萬歐元，其中歐盟花費 5 千萬，業界支援 1 千萬)；2008~2024 年的發展階段 (Development Phase)，這個階段有 2008~2016 年的 SESAR1 Programme (共花費 21 億歐元) 及後半至 2024 年的 SESAR 2020 Programme (預計花費 16 億歐元)，這個階段的經費由歐盟，業界及 EUROCONTROL 各出支 1/3 之經費，計畫則由 SESAR Joint Undertaking 負責推動。最後則為 2015~2035 年的部署階段 (Deployment Phase，預估將花費 18~28 億歐元，10% 的階段經費預計由歐盟支付，其餘則由飛航界負責籌措)。於 2016 年的 SESAR 1 階段完成後，SJU 出版了 SESAR 1 Solutions 文件。此外，亦有陸續更新的 European ATM Master Plan 文件出版及 Pilot Common Project 規定發布。European ATM Master Plan 文件之輪廓類似於 ICAO 的 2013~2028 年 Global Air

Navigation Plan。在 SESAR 計畫部署方面，有 SESAR Deployment Manager (SDM) 部署公司負責推動 PCP 等共同計畫。另外，透過簽訂合作備忘錄 (Moc, Memorandum of Cooperation) 的方式，SESAR 研發計畫實影響至歐洲地域以外，極具國際影響力。

2. Indra 之於 SESAR

José先生提及 Indra 公司為歐洲單一天空理念創建要角之一，他們在 SESAR 的 Definition Phase 就已牽涉其中。他們爭取到了 97%比例之(他們)有意參與計畫。在 SESAR 1 階段，他們參與了 302 項計畫中的 124 項 (約 41%)，而其中有 28 項目是由其所主導。在 SESAR 2020 方面，他們參與了 27 項計畫中的 25 項 (約 93%)，並主導其中 2 項。Indra 公司大約投資 2 億歐元的金額在 SESAR 上。SESAR 計畫有 4 主要特點(key features)，分別是高效能之機場作業(High-performing airport operations)，先進之飛航服務(Advanced air traffic services)，最優化的飛航管理網絡服務(Optimised ATM network services)及致能的飛航基礎建設(Enabling aviation infrastructure)等，Indra 公司的先進 CNS/ATM 解決方案並據此而發展。

3. Indra 的貢獻

在先進的飛航服務方面，Indra 公司在「4 維」及基於軌跡飛航管理系統方面有 iTEC 4D trajectory-based ATM system 解決方案提供。iTEC 是 interoperability Through European Collaboration 之縮寫，目前已參與此協同合作計畫之組織有德國的 DFS，西班牙的 ENAIRE，荷蘭的 LVNL，挪威的 AVINOR，波蘭的 PANSO，立陶宛的 ORO NAV 及英國的 NATS 等，iTEC 基於 4D 軌跡概念而運作，它依循 SESAR 原則而建，並持續添增 SESAR 所提出之新元素。第一版的 iTEC (V1) 已結合 A-CDM，A-SMGCS，Airport Safety Nets 等機場類應用元素，也解決 FRA 作業需求。到了 iTEC V3，它將完全支援 IOP (Interoperability)，SWIM 及 i4D 等概念 (圖 13)。

在先進管制員工具方面，有以運算飛航計畫軌跡衝突為主的 PLANNED CONFLICT DETECTION 應用(約 20 分鐘前)，結合飛航計畫軌跡及監視航跡動態預測功能的發令衝突偵測 TACTICAL CONFLICT DETECTION 應用(約 8 分鐘前)，引用 mode S 之 TCAS RESOLUTION ADVISORIES 下載應用 (圖 14)，5 邊時基隔離之 TIME BASED SEPARATION 應用，用於進場階段之航機排序速度調整提示之 SPEED ADJUSTMENT BASED SEPARATION 應用。

iTEC Roadmap

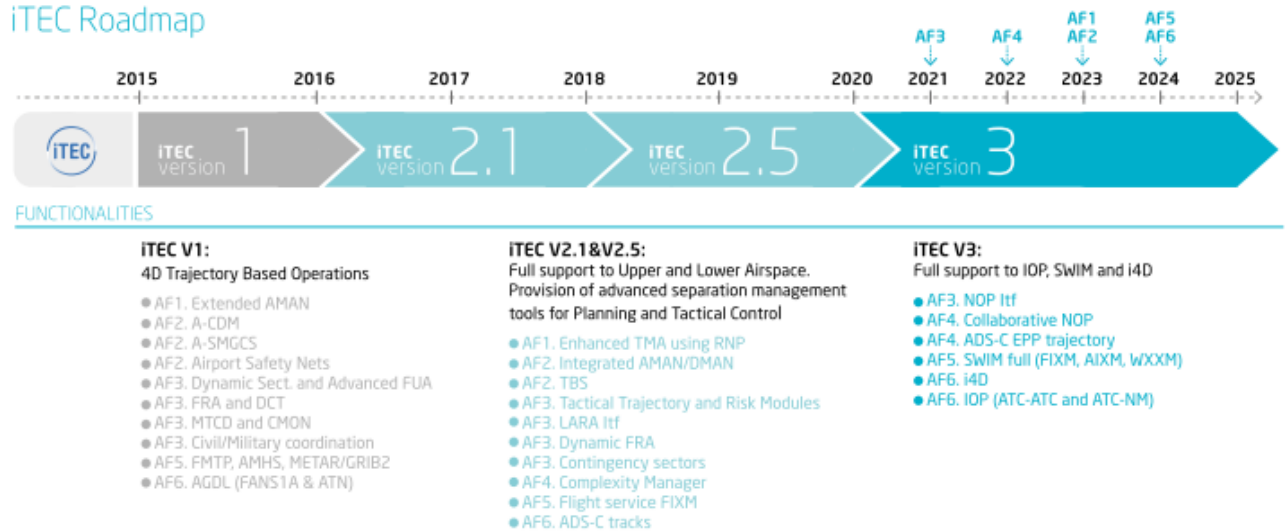


圖 13: iTEC Roadmap

(圖資由 Olga Abad 女士授權使用; Figure modified from Olga Abad, with permission.)



圖 14: 機載 TCAS RA 下傳之應用

(圖資由 Olga Abad 女士授權使用; Figure modified from Olga Abad, with permission.)

在新團隊組織概念方面，主要提及的是打破傳統以「Sector」來分配管轄權的新思維，如許多執行管制席位共同於一個具有多 Sector 的空域內協同管制，而系統可以將航機管轄權交與固定的管制員，而不是席位-席位間的管轄權傳遞概念。

先進空域管理應用方面，有具備達空域管理 ASM 1~3 等級的 Advanced Flexible Use of Airspace (AFUA)功能，他符合 ATM 2000+策略，亦有自動整合軍方空域管理之工具(如：Local And sub-Regional ASM support system, LARA)。

其動態空域組態(Dynamic Airspace Configuration, DAC)功能方面，具有動態移動區域處理功能，如：處理空中加油中的航機保護空域時，系統可依據航機動態，反應出動態的保護空域，DAC 也可整合入 Dynamic Capacity Balance (DCB) 處理過程，可調整空域之容量以符合需求。

在先進陸空資料鏈方面，系統支援 ATN Baseline 2 及 initial 4D 應用，可由 CPDLC 上傳時間限制要求(如:RTA)，並可處理 ADS-C 下傳之 Extended Projected Profile (EPP)，據此改善航管系統的航機軌跡預測能力。系統也具空-地系統軌跡同步功能。

飛航物件互通性(Flight Object Interoperability, IOP)方面，不僅傳統鄰區間協調類別之飛行計畫資訊可以相互傳遞，這項功能還可傳遞更多元的軌跡資訊，即 4D 軌跡資訊之互通，可於航管系統間，航管系統與網絡管理者(Network Manager)間相互溝通。其系統符合 EUROCAE WG59 standard (ED-133)，也符 SWIM 介面要求。

另外，他也說明 Indra 參與了多項定義及評估將無人機整合入航管系統的事務，包含參與實證無人機可整合入航管系統的 ARIADNA SESAR project，IFR 無人機空中避讓警示研究 - ACAS Xu，及整合 IFR 無人機入 A~C 類管制空域計畫等。

在最優化的飛航管理網絡服務方面，Indra 有 IACM 系統協助 ANSP 執行流管任務，有 24 小時航情及管制員工作負荷預報能力，可進行 What-if 嘗試功能，了解個別航機和部分航量變動後之結果，它並能與 CFMU 協同合作等。

高效能之機場作業方面，其機場管理系統已把加入航機、旅客及行李等地側 (lanside) 作業處理於機場管理計畫(Airport Operation Plan, AOP)中，有 AOP 與 NOP 同步的機制，能由 AOP 提供局地經過優先權考量過的 TTA (Target Time of Arrival) 予飛航管理網絡。他們也開發 APAMS 系統原型，監控及管理機場航務效能。在協助機場管制方面，他們也提供許可觸犯警示、路徑一致監控、跑道入侵等安全網，也有路徑安排、D-TAXI 等解決方案。此外，他們也有遠端備援塔臺解決方案，而 AMAN 及 DMAN 方面，他們有 XMAN 解決方案，他們強調這是基於 AMAN 及 DMAN 平權考量之工具，不再是一般以 AMAN 為主、DMAN 為從之設計。

致能的飛航基礎建設方面，他們提及必要的及有效率的 CNS 之概念。在通訊方面，它們將支援 SATCOM 資料鏈整合至 FCI(Future Communications Infrastructure)，多路鏈結及 SWIM 基礎建設。在導航方面，將推動 GBAS CAT III L1 GAST-D (SC/SF) 地面站認證，GBAS 標準化事務，及 GBAS MC/MF (GAST-F) 原型發展。在監視方面，他們將繼續支持 Mode S、WAM、ADS-B、ASMGCS、遠端塔臺影像監視及 ADB-B 之強化升級，並為標準化相關事務做出貢獻。

(二)、工廠參訪

參訪工廠生產線之前，Manuel 經理先向我簡介了 Indra 公司所生產的航管初/次級雷達相關資訊，他提到他們公司目前約有 225 個 MSSR 布建於全球，他們公司也生產 S band 的航管終端 PSR 雷達及 L-band 的航路 PSR 雷達等。另外，他說明他們已改採完全數位化之接收器設計，也因此省去 IF 相關處理過程。他們公司

新一代的 MSSR 雷達系統都共址搭配了 ADS-B 天線。在 MSSR 與 ADS-B 信號整合後，視程可達 330 浬，也少了大量的 reflection 問題及 COS 盲區問題（仰賴航機 ADS-B 配備）。另外，他介紹該公司可移動式 MSSR 雷達相關特性 - 移動式 MSSR 雷達於架設完成後，天線高度約達 12 公尺，架設作業約需 6 小時，視程可達 180 浬，如搭配 PSR，則可支援 3 浬隔離服務。最後，他表示他們公司的雷達獲得 EUROCONTROL 最優之評鑑。

隨後，配合他們公司的規定，也是理所當然地以「以不攝/錄影」方式，參訪該公司部分雷達設備生產線。



相片說明： Indra 公司 ATM 相關部門參訪留影

八、 德國 DFS 公司參訪

DFS (Deutsche Flugsicherung , German air navigation services)公司為德國飛航服務單位，它於 1993 年由其前身 BFS (Bundesanstalt für Flugsicherung) 轉變成現在的民營企業型態 - GmbH(有限責任公司)，而 DFS 也是 SJU 19 會員之一。

此次的 DFS 參訪活動能夠成行，最主要須感謝 Andreas Meyer 先生的幫忙。Andreas Meyer 先生是個人在 EUROCONTROL IANS 機構修習 NAV-DEM-INTRO/ADV 課程的同學，他是位深諳歐洲航空界生態又幽默風趣的前輩，也有豐富的「旅」歷。他在 DFS 公司的 Safety & Security Assurance 部門工作，職稱是 Senior Expert。此外，他也活躍於協會活動，他在德國 Gdf (Gewerkschaft der Flugsicherung , Trade Union Air Navigation Services) 裡擔任國際事務顧問 (Consultant , international affairs)之角色。透過他的協助，個人在 Langen (DFS 總部)期間能參訪多個據點，包含總部辦公大樓，法蘭克福區域管制中心，DFS 學院(Academy)等。在此特別感謝這位「有夠力」的同學的幫忙。

(一)、 參訪主題草擬

DFS 是先進國家-德國-的飛航服務單位，個人對於德國如何辦理飛航服務事務，如 CNS/ATM 基礎建設，人員培訓制度，R&D 等充滿好奇。於是參訪提出一籊筐問題 - 管制中心之航管系統與航管人員輪值、塔臺之航管系統與航管人員輪值、航管人員培訓、航電人員培訓、DFS Academy R&D、自由航線空域(Free Route Airspace , FRA)、無人機、SESAR 相關事務、案件調查、不適任飛航服務人員生涯規劃協助、疲勞管理等，請教於同學，但念及「不造成對方負擔」之原則，參訪前再三地提醒他，不必照單全收，如需耗費太多準備功夫便作罷。個人秉持客隨主便原則，進行參訪。

(二)、 DFS 總部參訪

DFS 總部位在德國法蘭克福機場東南的 Langen，個人參訪第一站先至 Andreas 先生位於總部辦公大樓之辦公室會談，這也是此次參訪比較常停留的據點。針對我對於 SESAR 議題的關心，他另介紹了我 SKY brary 入口網站，透過輸入 SESAR 關鍵字，網站內彙整了不少相關資訊，頗具參考價值。據他剛(參訪行程前一週)從布魯塞爾會議得知之訊息，鑑於部份歐洲國家無法按原規劃進度部署相關飛航服務基礎建設，以及部份老舊航空器無法按時裝載規劃之設備，所以整體 SESAR 計畫將展延到 2035 年。有關 FAB 之施行，佔歐洲中心樞紐位置的 FAB-EC (含:德，法，荷等國)，因有關各國對於法/德瑞，法/荷比盧區域等之 FAB 分配實未協調

完成，故落後於原先之規劃。而鑑於部份地區(如法國)時有罷工活動進行，歐洲另有 DAC(Dynamic Airspace Creation)概念推出，用以將暫時無法執行飛航服務單位之空域轉移給鄰近對等單位支援。他有提到 SES 原始涉及 4 項法案 Regulation (EC) No549~552/2004 (SES Basic Regulations)，但隨著後續時事進展，這些原始法案的演變已經變得複雜，有著難以輕易掌握的脈絡。

有關 DFS 公司本身有專屬的電力供給(power)部門，可供應全系統長時的電力需求，甚至達到電力外賣的能耐。另外他也提及，在好幾年前他們公司培訓過多的管制員，超過他們機構所需，所以他們曾有數年時間，輸出管制員至其他國家服務，因為廣受好評，這些管制員在外國獲得大力讚賞及良好待遇，此致這些 DFS 訓練出來的管制員，多續留於德國境外生活。然而近年供需情形反轉，現(2018)年 DFS 則約有 170 名管制員缺額，等待補齊。

有關於不適任管制員之後續職涯規劃，他說明管制員在任職前都有簽署喪失執照保險(Loss of License)之契約(Tarifvertrag)，一旦喪失管制專業技能，他/她仍可在 DFS 公司任職，惟須轉換職務並降低薪水給付。對於管制員以外的員工，相關工會系統也正爭取本項保障制度。

(三)、 DFS Langen 管制中心參訪

Langen 管制中心的飛航服務項目包含航路及終端近場管制服務，它是德國 3 大管制中心之一。異於我國，DFS 另有一較高層區域管制中心位於 Karlsruhe (Rhein UAC - EDUU)，EDUU 大致只負責過境之飛航服務。

此行接待我的湯姆士先生，負責航管系統維護相關工作。據他所述，他們的主力航管系統(ATCAS)的監視資料處理器部份，是利用向 Raytheon 公司所購買之原始碼為底，再加上後續自行改編而成。而主航管系統之飛航資料處理器，則為向 Indra 公司所採購之 m306 應用產品。目前的主航管系統也稱為 P2 (按其飛航服務願景之階段名稱)。其備份系統(Phoenix)的監視資料處理器，是由 DFS 自行開發設計。Phoenix 有耦合航班呼號標籤之能力，提供降等情境之備援功能。此外，他們還保留了印條機，作為最後一道備援防線。其航管系統換版機制及頻率與我方相似(僅耶誕時期(考慮)暫停換版)。而其新一代的航管系統(ICAS)，也已於 EDUU 上線使用。

DFS 航管系統維護人員的執照，大致分為 3 個等級，Level-1 為初級，大致負責第一線問題之處理，如：由航管 SP 向其反應系統問題時之處理，他們於作業室監控席位值勤。當遭遇 Level-1 人員無法處理之問題時，再將問題反應至 Level-2 人員處理，他們也是較懂得系統的專家。當所遇問題亦非 Level-2 人員能解決時，則將問題反應至 Level-3 人員(safe guarding)，Level-3 人員對系統所屬製造商等較熟悉，將尋廠商協助問題之排除。

值勤法蘭克福之 FMU (Flow Management Unit) 席位，並不需具備管制員執照，他們多由飛航資料專長人員來輪值，這與英國 NATS 等機構之作法不同。經詢，DFS 的學院(Academy)有對外代訓流量管理課程，他們提及 2018 年之 10 及 11 月將有中國學員至此受訓。

在航管系統 MMI 方面，於第一眼瞧見時，令人印象最深刻的是 MMI 的白底背景。經詢選白色做為底色，也是經過他們科學研究及航管人員參與後，所作的決定。管制作業平臺大致有航管系統 2K*2K 顯示螢幕，氣象及助導航輔助系統顯示螢幕，他們已移除航管雷達所送出之氣象訊息顯示，天氣資訊改由接引德國氣象單位之雷達訊號獲取。其主航管系統業已「處理」EHS Mode S 部份之資訊，如 RA 資料除顯示外，也引進至 STCA 處理機制，減少不需要的告警產生。他們表示要啟用何種 Mode S 訊息，都須經與管制員討論，且為管制單位所決定。另外，電子管制條部份，有設置獨立之顯示螢幕。其 QNH 值不顯示於 MMI，而由前述之氣象及助導航輔助系統顯示螢幕中獲取。另有一個較特別的 polo 系統配置，用於「刷卡」存取管制員上席位(類似 log on)之確認。刷卡同時，系統會辨識該時段是否為該管制員之輪值時段，如與原訂電子班表紀錄不符，則無法啟用該作業席位；而如果驗證通過，該管制員的預設作業環境設定等，也將一併帶上(圖 15)。席位上的 VCS 系統有主副兩套，皆為 FREQUETIS 產品，另有一套僅具無線電陸空通訊功能之備援設備亦裝置其上。其航管系統也具 AMAN 功能，AMAN 視窗會顯示當時選設跑道所用之前後隔離標準。經詢，DFS 部份塔臺系統已有裝置 DMAN 功能，較我方先進許多。另外，他們管制員的輪值班表較為彈性，沒有制式的上班時刻。但每次值勤約時 8 小時，上班前也有固定聽取 briefing，閱讀注意事項等安排。



圖 15: polo 系統功能示意圖

(圖資由 DFS Andreas Meyer 授權使用; Figure modified from Andreas Meyer, with permission.)

參訪機房的部份，Thomas 先生帶我參訪線上主要及備援航管系統之機房。印象深刻的是其主及備援系統是徹底的獨立 - 網路、電源系統及機房等各自獨立，且兩機房以「防火牆」隔離，增加系統遇險時的存活能力。另外，他們建有4大

間機房提供機櫃陣列置放，他們表示設置多個機房，才有餘度應付新舊系統轉移期間的空間需求，這是我方值得學習的地方。此外，他們有1間機房放置數臺 CWP 及主要伺服器等的備份硬體，並執行以現行版軟體且維持著啟用狀態。這些硬體，事先備妥著，萬一有某席位或伺服器故障，可立即以測試正常之備品更換之，這種 hot standby 作法也頗值我方參考。另，他們也有類似我 SDE(系統發展環境)之 LSS 室，其規模比我方大了許多。在 DVCSS 系統方面，他們有系統試驗機房(lab)，設備可用於訓練/熟悉等用途。

在機務人員的任務分配方面，他們提及一種類似人腦頻寬的概念，大致是說明人腦如同1個空碗，能裝多少份量(知識技能)在腦海裡是有限度的，所以他們對於每份工作項目都事先量化過，並致使每位員工的工作負荷趨於合理化，如有些員工可能專精1~3項較難/大的系統維護，而有些員工則專精維護10數項較簡易/小的子系統。

最後，他們提及 DFS 管制人員的屆退年齡為56歲，而其他員工則同德國大部份職工一般，於67歲屆齡退休。

(四)、 管制事件調查(Incident Investigation)

這個議題是幫長官代為詢問的，本人的好同學，Andreas 長官，幫我邀請到任職於安全管理部門的 Susanne 小姐，來回應我的提問。Susanne 小姐簡述 DFS 案件處理過程：當疑似案件發生後，當事管制員「會」主動向值班督導報告事件經過，然後由督導填報電子檔紀錄(log)。接續，單位安全管理者(Safety Manager)會著手調查，會調度監視、語音等紀錄用以分析，於蒐齊資料後，安全管理者會與相關當事人會談 (interview)，了解事件為何發生，而她也特別強調-「Why」是他們在意的重點，據此去研究作業中存在之弱點，並加以改善，以防範同樣事件再度發生。她們強調 Justice Culture，而 honest-mistake 是「不會」受到懲罰的。

在任務分配方面，單位發生的事件調查工作由單位的安全管理者負責，(目前)其辦理過程中會使用到 EUROCONTROL 關於 HERA (Human Error in ATM) 處理之工具 - TOKAI，及關於風險分析之工具 - RAT(Risk Analysis Tool)等，經調查完之報告交與單位長官，單位長官則參酌報告中之建議事項來因應，採取相關作為。單位的事件調查報告會在送至 DFS 總部的安全管理單位(也就是目前 Susanne 小姐服務之單位)，她們會再審視單位所作之報告，如必要提出補強建議。另，她提及因總部匯集了各地之報告，獲得了全面(global)性，可協助診斷整個體系裡，有無共同性的弱點，待以去除。目前 DFS 每年會舉辦 4 次的安全管理會議，

會邀集各單位安全管理從業人員一同參與。

關於事件調查處理，她們強調著 no-blaming culture。而德國信賴(Trust)員工的程度，令個人印象十分深刻。關於本議題，他們最後提及歐盟法規 Regulation (EU) No 376/2014 供後續參考。

由於，Susanne 小姐先前也為管制員，所以個人也向她詢問及 DFS 管制員值班問題。她說明：DFS 排班不以月為單位，而是以固定輪值-輪休樣態排定，如：固定的「上 5 天-休 3 天」或「上 4 天-休 4 天」方式。每日起訖時間則不為固定，由管制員按當日需求自行預排。每套值班為 8 小時，這不含上班前的 15 分鐘 briefing。每次聽完 briefing 後，管制人員必須以電子方式確認領知。另外，每次上席位時間最長為 2.5 小時。DFS 給與員工的年假為 30 + 2 天，而值夜的時數會另以統計，當達某定量後會，DFS 會再給予額外之休假日數。

(五)、 管制員職前訓練

這個議題也是幫長官代為詢問。有關管制員職前訓練所採科目方面，Andreas 先生表示，目前 DFS 所提供的學科與 EUROCONTROL 規定者相符，而這不僅及於管制員 (ATCO)的培訓，航電人員(ATSEP)的培訓亦參照 EUROCONTROL 相關規範。相關參考文件如：European Manual of Personnel Licensing - Air traffic Controllers; EUROCONTROL Safety Regulatory Requirement - ATM personnel (ESARRS); Guidelines for the Competence Assessment of ATSEP; EC Directive on ATCO Licensing 等。惟職前訓練相關事宜，近期將有改變，在歐盟方面，EASA 也將討論 ICAO Doc 10056 - “Manual on Air Traffic Controller Competency-based Training and Assessment.” 文件相關內容。

(六)、 DFS Academy 參訪

DFS 學院也位於 Langen，經由 Andreas 長官同學的安排，由學院內負責塔臺管制教學的 Daniel Fleischer 先生負責引導個人參訪。在管制員培訓方面，DFS 管制員的篩選考試(selection test)是由 DLR 機構在德國漢堡舉辦，篩選通過率約 5%，然因薪水優渥近年的通過率不到 5/2000。通過篩選後，DFS 會視公司需求與及格者簽約，將之培訓為塔臺或航路管制員。之後，他們會送至 Langen 或與瑞士簽約合作之機構開始受訓。受訓的前 13~14 月是理論與模擬課程，接續約 1 年半送至單位實習，整個訓練過程超過 2 年。Daniel 接著稍加仔細介紹塔臺培訓事務 - 前 5~6 月主為理論課程，期間包含有飛行模擬課程，用以多了解飛行員之作業模式。接續 3 月為理論及模擬比重各半的安排，此階段的塔臺模擬課程以小型/單純機場為主。最後 3 個月，則以模擬課程為主(約 95%)，會模擬場面作業較複雜的機場，如：慕尼黑、法蘭克福機場等。較特別的是，他們的塔臺管

制員訓練已代入雷達管制課程。

參訪期間，適逢 DFS 公司驗收新購之 8 組塔臺訓練機組。初步觀察每機組約含 6 幅高解析度場面模擬顯示器、2 個模擬操控席位(pseudo-pilots)、2 套 VCS、1 個 EFS 操控面板、1 個 SMR 模擬顯示及 1 個近場雷達模擬顯示等。較特別的是，於參訪日數週後，將立即有「英」國 NATS 新進人員至此受訓。有關學院的訓練能量方面，塔臺部份除了前述 8 組類似虛擬塔臺機組外，另有 1 專為訓練場面緊急事故處理之模擬室及一間 360 度視角塔臺模擬室。360 度視角塔臺模擬室用於塔臺管制員最後階段之訓練(為期 3~4 月，每期 6~8 員)。

(七)、 SESAR 議題討論

經 Andreas 長官同學的安排，我們前往於 R&D 部門，到另一位上 IANS-COM-DLK 課程的同學-Gunda-的辦公室，討論 SESAR 有關事宜。他們提及，DFS 在 Remote Tower(遠端塔臺)及 FRA 方面採大力推行之態度。在 FRA 方面，DFS 也於今(2018)年上半年實施。有關 Remote Tower 方面，DFS 計畫在今(2018)年 12 月於 EDDP 機場遙控管制 EDDC、EDDE 及 EDDR 等 3 機場。有關 DFS 在 SESAR 推動的計畫方面，她表示可由 DFS 網頁窺其端倪。討論期間，可以感受到他們重視及捍衛民航服務提供者工作權益的一面。



相片說明：DFS 參訪留影



相片說明：DFS 參訪留影（以上 2 張相片由 Andreas Meyer 先生授權使用）

九、 法國 DSNA/DTI 參訪

法國 DSNA (Direction des services de la navigation aérienne)為法國的飛航服務機構，它隸屬於法國民航局 (Direction générale de l'aviation civile, DGAC)，也是 SJU 19 會員之一。此次個人參訪的地點-科技及創新部門 (Direction de la technique et de l'innovation, DTI)，則為 DSNA 底下之一級單位。

DTI 參訪行程可以成行，主要是憑借個人於 2013 年於 DSNA/DTI/CNS 的 Surveillance 單位實習 4 個月的關係，透過當時實習時的指導長官 Olivier Rieutord 先生及 Marie Thérèse 女士的協助得以重返參訪。該 Surveillance 部門統籌管理法國民航雷達，ADS-B，MLAT，A-SMGCS 等監視設備相關事務。

(一)、 監視相關議題經驗交流

EHS Mode S 方面- Mode S 雷達的 EHS Mode S 訊息應用，為 DTI 2018 年上半年剛完成的航管監視業務之一。Olivier 先生表示法國目前擷取 Mode S 之 BDS-4,0 (Aircraft Vertical Intention) 及 BDS-6,0 (Heading and Speed Report) 群組訊息，(義大利則擷取 BDS - 4,0，5,0 (Track and Turn Report)，及 6,0)。在引進 EHS Mode S 訊息入航管系統方面，他談到網路頻寬規劃是建置時必須考量的關鍵因素之一。他們針對各雷達傳送至法國 5 個航管中心的資料流量，進行了 1 年的統計調查，紀錄每週最大流量，配合各雷達轉速，估算出拓展 Mode S 訊息應用所需之頻寬。他提供我概略數據作為參考- 法國傳統 SSR 雷達每個 plot 訊息佔 26*8 bytes，法國 EHS Mode S 雷達每個 plot 訊息佔 53*8 bytes，義大利之 EHS Mode S 雷達每個 plot 訊息佔 64*8 bytes。由於我國尚未引進 EHS Mode S 訊息予航管系統，他們建置的經驗頗值我方參考。

有關監視源方面，考量科西嘉西緣及法國本土西緣之高層飛航情報區(LFFF) 無法透過 DSNA 本身雷達涵蓋補足，所以法國接引了愛爾蘭、西班牙、義大利…等國的雷達信號入其航管系統。跨國的雷達信號共享互惠，訴說歐洲單一天空之概念，這也說明歐洲於某種程度下，處於和平時期的象徵。另，基於相關簽訂之協議書，甲國雷達預維已必須知會與之有關的乙國 - 一種跨國的監視設備停機維護申請作業。

有關航管系統接引監視信號方面，法國本土在終端及航路方面仍以接引雷達信號為主，目前只在法國本土外如：大溪地等引入 ADS-B 信號於航管系統。而在法國本土引入 ADS-B 信號的計畫，也正處於研議評估階段，其接引計畫較為保守嚴謹，這最主要還是考量部份航空器仍未裝置 ADS-B 配備，而現階段對於部份無 ADS-B 之航空器 (如:最大起飛重量 5.7 噸以下)而言，也無強制限制措施，這形成管制空域內的 ADS-B 監視漏洞。另，有關有疑慮 ADS-B 之信號濾除方面，他們

有考慮到以雷達 error model 之不確定區域為範圍，將超出此區者視為有疑慮之 ADS-B 信號。

監視處理與服務方面，法國民航的主追蹤器為 ARTAS，5 個航管中心(ACC)及巴黎終端（含 Roissy 及 Orly）各自採用 1 獨立體系(含主/副備援)之監視處理。在中心方面，在系統正常運作下，採 5 哩隔離，而當雙 ARTAS 追蹤器都故障時，他們會接引 1 座雷達做第 2 備援，改採 10 哩隔離。在巴黎終端方面，他們採 3 哩隔離服務，其中於 Roissy，如相關之 PSR 運作正常，則採 2.5 哩隔離，這低於我國所採之最低 3 哩雷達隔離。除巴黎終端，另有 Bâle Mulhouse、Bordeaux、Lyon、Marseille、Nice 及 Toulouse 等近場單位，以 DACOTA 為追蹤器，並採 3 哩隔離，而這些近場單位，另外接引中心 ARTAS 航跡資料作為備援，可為 8 哩雷達隔離管制。

(二)、 A-SMGCS 之建置

有關 A-SMGCS 建置方面，法國巴黎機場於 1993 年首先提出建置需求-” SALADIN” 計畫- 而 Roissy 於 1996 年建置了法國第一個 A-SMGCS 系統 - AVISO，它引入複數個 SMR 系統信號，並採 Vehicle surveillance 系統- “Syletrack”；隔(1997)年 Orly 機場也建置接引 SMR 及採用 Syletrack 之系統。2001 年法國再提出建置其他 5 主要機場 A-SMGCS 系統之計畫，這 5 個機場分別為 - Bâle-Mulhouse、Lyon、Marseille、Nice 及 Toulouse 等。2003 年，Roissy 引進 MLAT (處理 mode S) 系統及 Runway Intrusion Monitoring(RIM)系統；Orly 機場則在 2006 年達成同等功能。惟 Roissy 機場於 2006 年已達 A-SMGCS Level-2 水準。Roissy 機場也於 2016 年完成 Runway Status Light 建置。DSNA 分別於 2002、2003、2005、2012 及 2013 年，在 Lyon、Toulouse、Bâle-Mulhouse、Marseille 及 Nice 機場建置了以 SMR 為主要監視系統之 A-SMGCS。Lyon 機場則另於 2006 年及 2009 年引入 ADS-B 及 MLAT 信號，並於 2014 年具 A-SMGCS Level-1 等級。Nice 機場則後來先至，已於 2017 年完成相關系統配備建置，達 Level-2 等級。法國將於今(2018)年起，於巴黎地區以外的 4 個主要機場(Nice 除外)，陸續引進 ADS-B、MLAT 及 RIM 等設施，朝 2022 年主機場皆達 Level-2 之目標邁進。除此之外，他們考慮加入 CDM、DMAN、AMAN、EFS 及整合 SESAR 概念之新功能於系統中。

表 5: DSNA A-SMGCS Level-2 建置計畫

法國主要機場(預計*)達 A-SMGCS Level-2 年份 [註:此為 2016.1.19 以前之統計資料]	
Paris Roissy (CDG)	2006
Paris Orly	2009
Nice	2017
Lyon	2018*

Toulouse	2019*
Bâle-Mulhouse	2021*
Marseille	2022*

(三)、 監視效能監控

在日常監視品質控管方面，他們使用專用於評估雷達效能的 SASS-C V6 工具平臺，包含建置有幾近即時之線上雷達效能監控功能。然有鑑於 EUROCONTROL 將停止 SASS-C V6 的維護服務，他們將評估建置 SASS-C V8 版工具(跳過 V7 版)。經詢按歐洲 SPI-IR 之規定，他們目前也依據 ESASSP V1 進行 end-to-end 監視效能評估作業。惟 Olivier 先生提及，EUROCAE WG 102 陸續研議監視效能評估議題，預計新的 ESASSP V2 版將會包含對監視源、追蹤器及「HMI」等的規範內容。

(四)、 其他議題討論

有關 4 Flights 計畫 - 4 Flights 先前只是項考量 FDP 發展的計畫- Coflight，但隨後愈發展牽扯項目愈多，歷經(約)10 年已成為包含多項管制工具（如：Tactical Control Tool，5 分鐘等級的衝突警示工具等）及 MMI 設計的 4 Flights。參與的國家也擴至義大利及瑞士等國家。經詢網路資訊，法國在 2017 年開始驗證 4 Flights 功能，首先參與的是 Marseille 及 Reims ACC，預估今(2018)年將引入於 Paris ACC 驗證。

有關法國飛航服務人員培訓 - 有關法國民用航空飛航服務人員的培訓，即由法國民航學院 ENAC (École nationale de l'aviation civile) 負責。依據入學考試成績，學員可選填關於畢業後的有關志願。依往例，至公家單位服務如:DSNA，常為學員的第一志願。經詢，所有在法國民航體系服務的公務員，皆必須從 ENAC 畢業，只有少數的聘僱人員得以不具備 ENAC 學歷。在進入 ENAC 前，學生必須通過 Lycee 後的 BACCALAUREAT 會考，再取得 2 年的大專院校學歷，並通過入學考試。學員在 ENAC，接受 3 年之教育。若欲成為公務人員，須在 ENAC 畢業後，先至飛航服務單位受 1~2 年的在職訓練，通過後正式任職。在管制員培訓方面，學員在 ENAC 畢業後，分發至各 ACC 受訓，在結訓後學員必須獲得所處組別全體成員(約 12 員)之贊同，才能取得執照。

管制員輪值方面 - 舉法國某西部 ACC 為例，他們大致採「日 1-日 2-夜 1-休-休-休-日 3-日 4-夜 2-休-休-休」之模式運轉輪值 4~6 個月。（其中，日 1、日 2、日 3、日 4、夜 1 及夜 2 即為該單位 1 日內的所有班型。管制時數方面，平均每週為 32 小時。）在此之後，管制人員會接受 2 週的模擬機課程。依據前述模式執行 2~3 年後，管制員須至辦公室服務 2 年，辦理程序研究及航管系統研究等相關工作（如：4 Flights、Datalink 等計畫）。到期後，再回第一線服務。如無

變故，如此循環，直至退休。

休假方面 - 航電人員同一般法國勞工，有 5 週左右的年休假，而管制人員一般會比航電人員多 2~3 週以上的年休假。

(五)、雷達維護經驗談

Olivier 先生擔心我空手而回，特別傳承我部份雷達維護經驗，作為參考。他提及他們的**例行性電子及電腦維護作業**，是由他們航電人員自行維護，惟相關的訓練及維護程序文件，須由承商提供。故障零件替換之作業，可由陣地或中央庫存提出，也是由他們航電人員處置，相關的訓練及維護程序文件亦由承商負責提供。這些陣地及中央備件庫存清單、備件修理或換新皆描述於合約商的技术及商業報價(technical and commercial offer)檔案中。因為有主/副相互備援之配置，這個部份的維護問題較小，有標準化的置換作業，也時常可於短時間完成。惟當多重性故障發生時，請承商派遣技術專員支援仍屬必要。

例行性的機械維護作業(置換機油 draining 及 lubrication)，由他們航電人員自行處理，相關的訓練及維護程序文件也由承商提供。在更換機械零件部份，他提及機械系統的零件要模組化，才能於系統故障時僅需更換造成故障之部份零件(如：馬達可與 gearbox 分離)。除 gearbox 及 scanner 外，所有的機械零件(如：motor、encoder assembly、coder、rotating joint)都要求可於不須大型起重設備下置換。Gearbox 的使用年限要要求夠長，如要求在雷達使用年限內不會故障。如果承商能承諾提供置換機具時之必要吊掛(必要時，須透過直昇機)費用支出，也算是項優惠的有利合約。Scanner 的 MTBF 則也要要求夠長，必須在年限內不需更換。以維護合約的角度來看，他另外提出一些有趣的問題來討論，例如：在雷達罩(radome)內的，機具置換如何處理？另外，「例行性機械維護」以外的機械維護都是由承商負責，但如果部份的機械置換作業，也可以由陣地人員輕易地自行完成，這對雷達購買者而言，是項值得給予評比加分的優點。另，基於無法預先了解一機械元件的生命週期(與氣候，日常維護，及一些未知因素有關)，預防性維護(preventive maintenance)將逐漸式微。但另一方面，即使換上了新件，新件可持續多久不壞，也無法得知。有別於電子及電腦部份，雷達之機械部份大多為單一元件，且維護作業較為耗時，故訂定合約及進行維護時須額外費心。

經試驗多年，他們將布建機件振動分析診斷儀器於新建雷達，用以評估機械元件於故障發生前，應該更換的最佳時機。在機械備品庫存於何處方面，他們將以機械零件能保持高的可靠性能及好的持久性能由優先考量，因此假使將備品放置在廠商工廠有利於前面所述，他們有考慮放備品庫存於工廠的新思維。



相片說明：DTI 參訪留影

十、 法國 Thales 公司參訪

Thales 是個人此次一系列參訪行程中企業規模最大的公司，它在 SJU 19 個會員席次中佔了 2 席 - Thales Air Systems SAS 及 Thales Avionics SAS，為 Thales 集團下屬分支部門。

此次參訪任務得以成行，主要是透過 Thales 在臺灣的 Business Development Manager 張經理(Ryan Chang)之協助，聯繫到該公司亞洲區 ATM 及雷達業務及行銷處長 (Sales & Marketing Director) ANDREANI Ariane 女士，再透過她的安排邀請到飛航管理監視生產線經理 (ATM Surveillance Product Line Manager) Philippe Juge 先生及 Thales Air Systems 之歐洲區飛航管理自動化系統產品管理部門處長 (Director, product Management, ATM-Automatic Systems Europe) Bruno AYRAL 先生分別於 Rouen 及 Rungis 2 地，為我介紹 Thales 公司的航管雷達發展近況、SESAR 相關主題與並安排 Thales Sky-Centre 參訪等。

(一)、 雷達工廠參訪

經事先詢問接洽單位及友人，確認 Thales 公司位於 Rouen 的雷達工廠參訪地點地處偏僻，實無大眾運輸系統可以到達，因此個人索性直接從 CDG 機場租車，以自行駕車方式，執行本參訪行程。

此次參訪的 Thales 雷達工廠，位於 Rouen 市區東南 10 餘公里，一個風景優美之郊外小山坡上，於此進行雷達電磁實驗，相信可獲得絕佳視野。參訪是由 Philippe Juge 經理負責接待個人，Philippe 先生相當客氣，他對於參訪地點地處為偏遠，表示不好意思，但個人對於對方幫忙協助實已充滿感激，連忙感謝他的寶貴時間 (時值歐人盛暑休閒旅遊旺季)。除 Philippe，另有民用地面雷達的投標經理 (Bid Manager) Thomas Delalande 先生及雷達工程師 Jerome Pamboukdjian 先生一同接待我的參訪行程。參訪行程分成簡報討論及工廠參觀 2 部份。

在簡報討論方面，他們表示其公司的雷達已不只在科技上居於領先，在配合監視應用相關規範/規定方面，他們也已迎合了未來要求。他們提到 Thales 與 Aireon 為事業夥伴，共同研究開發 Spaced-Based ADS-B 應用科技，然考量並非所有航空器都具備 ADS-B，他們推估於未來 20 年內，雷達仍可站穩航管監視領域之重要地位。目前他們公司在航路及終端的航管雷達產品(PSR)為 TRAC NG (L-band) 及 STAR NG (S-band)。2 者的可用率 (availability) 號稱可以達到 99.999%。因應 5 哩隔離規範要求，TRAC NG 將於年內(2018)提昇轉速至 7.8 RPM 程度，這算是新一代長程雷達的轉速躍進。STAR NG 則在處理風力發電場影響下之偵測率，及對抗 4G 行動手機訊號干擾(2.69GHz)方面下了一番功夫，能夠處理這 2

種新世代干擾問題。他們於英國大型風力發電風場中實驗，發現偵測率仍可達到 89%。他們公司的 SSR 產品為 RSM970S，號稱與 EUROCONTROL 合作開發，已達 mode S - Level 5 等級(他們提及 mode S - Level 3 為目前要求)，具良好資料交換功能。

在維護方面，他們強調 TRAC NG，STAR NG 及 RSM970S 三者間，除天線部份不同外，其餘監控維護之工具皆相同，零件及維護文件也相互通用，利於縮小維護資源。他們表示為了減少建置雷達系統之花費，他們近年來花心力在降低 Transmitter 發射功率(如：原 16 組發射器可降至 8 組或 4 組，而不亞於舊系統之表現)，但提昇 Receiver 及相關處理功能，號稱可減少 25%調校相位所需時間，並於部份零件失效之前，能提前告知在遠端的監控單位。

在高度偵測方面，他們開發了所謂的 2.5D 雷達，能獨立提供精確度約 1000 尺的高度資訊。個人覺得這對於「民航」監視系統之不明機高度判讀，的確有幫助。另，在低速航空器追蹤方面，在控制好錯誤判讀率(false alarm)之下，他們新增直昇機(hovering)追蹤功能。對於非玩具等級的較大型無人機，也可追蹤。在頻率配置上，他們提供固定 2 頻道，20 頻道及 least-jammed frequency (選用 20 頻道內被駭最少之頻道)等 3 種產品選項。

在機櫃方面，標準配備為 4 機櫃(前 1 代產品為 7 機櫃)。在信號錄製方面，PSR 的 video 可錄製數小時。監控設備採 Linux 系統，有中央集中監控功能，並可整合監控 STAR 2000 雷達。

其簡報提及他們對抗非法無人機的新利器 - Holographic Radar 系統，這是一種 3D 雷達系統，疑似是靠利用無人機螺旋槳運轉時之多普勒效應特性來追蹤。當追蹤到無人機時，可調整相機鏡頭，並將影像送至監管單位。此系統目前仍處於驗證階段，但評估已臻成熟，預計可於 2018 年完成。目前 DSNA，CDG 機場公司及 THALES 3 方合作，於 CDG 機場部份跑道布建此系統。目前，此系統可提供租借用途，1 次最少 6 個月，而已有紐西蘭方面向他們公司租用。

此外他們提及 - 有關歐盟的 ADS-B 作業之相關強制規定，將延後至 2025 年才達成。未來的雷達科技將會帶入人工智慧，也會連結大數據運算，將資訊往處理中心送。Philippe 先生問我對此之意見？ - 個人回答，是有所顧慮~

隨後，個人配合他們公司的規定，也是理所當然地再以「以不攝/錄影」方式，參訪該公司部分雷達設備生產線。



相片說明：Rouen 雷達工廠參訪留影

(二)、 SkyCenter 參訪

Thales 在 Rungis 的 Air Systems 部門距離巴黎 Orly 機場相當近，直線距離在 3 公里內，這周遭還有許多大型公司的辦公大樓，看似科學園區。此次參訪的 SkyCenter 位在與 Air Systems 大樓的 1 樓，它看似單純的新進產品展示中心，但卻也連結線上許多新航管概念應用之資料流，亦有員工在此進行研究實驗等。除了參觀該公司在 SkyCenter 展示的新產品外，本次參訪的重點在與向 Bruno AYRAL 先生請教 SESAR 相關問題。

1. SESAR 概述

Bruno 先生在 2004 年 SES 法規出現之前，就已從事與現今 SESAR 性質相同之工作。他說當時歐洲方面為了能與大西洋對岸的美國相關產業分庭抗禮、並駕齊驅，他們開始思考如何改善歐洲本土分塊(fragment)眾多複雜，軍方空域無法彈性使用，飛航服務效率低及飛航服務費用偏高的處境。他說，一開始是由 Air Bus 找有 ATM 產品的 Thales 公司等合作，歷經十餘年，這個肇始已演進成今日有 19 個 SJU 成員，及 3 位數的公司行號/機構投入之 SESAR 相關事業。而在 EC 方面，在 SESAR 成立之前，也存在有多個 ATM 研究案，但較為紛亂，有研究項目重疊之情事，直至 EC 通過 SESAR 案後，這類的 R&D 才取得協調。

SESAR 於 2006 時的目標，包含了削減 1/2 的飛航管理服務費用。目標定之所以訂為 1/2，即因當時歐洲的飛航服務費比美國多上 1 倍。此外，當時建立空域內航行容量(capacity)增加 3 倍之目標，它調侃地說基於這個提昇，兩機隔離程度

變為 3 乘 3 接近 10，也才演化成當時提出了「提昇 10 倍安全」的口號。Bruno 先生後續也參與了 SESAR 前期的定義階段(Definition Phase)相關工作等。

SESAR 主要作業及科技研發的主要目標有，4 維軌跡管理 (4D TRAJECTORY MANAGEMENT)-以建構如鐵路般的準確空中軌跡；飛航管理體系之全域資訊管理 (SYSTEM WIDE INFORMATION MANAGEMENT, SWIM) - 注重內網資訊安全；自動化 AUTOMATION-使管制員只專注在關鍵作業上；整合機場作業 (INTEGRATION OF AIRPORTS)-使機場作業成為基於軌跡運作之 ATM 中的一個環節等。另外，還有整體 ATM 網絡協同計畫 (COLLABORATIVE NETWORK PLANNING) - 整合機場作業計畫及空域使用者飛航計畫。

SESAR 有 3 個主要的階段，包含前述的定義(Definition)、發展(Development)及部署(Deployment)等。Definition 階段(2005~2008 年)提出了歐洲飛航管理主計畫(European ATM Master Plan)，它於 2009 年公布第一版，陸續每隔 3 年有更新版問世。發展階段為新標準，作業程序及科技的發展期，原先計畫之期程為 2008~2021 年，包含 2008~2016 年的 SESAR 1 及 2016~2021 年的 SESAR2020，而目前 SESAR 2020 部分已延長至 2024 年(有可能再延長)。另外，從產業界的角度來看，SESAR 2020 又可分為 2016~2019 年的 Wave 1 及 2019~2021 年的 Wave 2。SESAR 部署階段為發展階段所獲成果的建置期，早先的期程定為 2013~2025 年，目前則延長至 2035 年。在 SESAR 解決方案部署方面，可分為共同計畫(common projects)及地方性部署。考慮耗資問題，SESAR 2020 定義了相關的科技到位程度 (Technology Readiness Levels, TRL)，只有夠成熟的才得以進行大規模的部署。

SESAR 計畫發展於 4 項主要功能(Key Features)上，即高效能的機場運作 (High-performing airport operations)，先進的飛航服務 (Advanced air traffic services)，最優化的飛航管理網絡服務 (Optimised ATM network services)，及致能飛航基礎建設 (Enabling aviation infrastructure)。其中，最優化的飛航管理網絡服務，指的是一個夠強大且有彈性的 ATM 網絡，足以抵擋惡劣天氣等不可預期的干擾事件，可讓所有在飛航服務領域的預劃及執行業務成員皆可獲得共同的、最新的、有一致性且精確的飛航計畫作為參考，它包含新進空域管理，新進的動態容量平衡 (Dynamic capacity balancing, DCB)，最佳化的空域使用者作業及最佳化的 ATM 網絡管理。而致能飛航基礎建設則包含，強化的航空器與地面系統介面整合，通訊，導航，監視，SWIM，軌跡管理及共同支援服務 (Common Support Services)。

SESAR 2020 有下述新的研發主題：延伸遠端塔臺概念到複數個機場並具備動態安置能力，以航班為主之管制作業模式 (flight centric operation)，虛擬中心，共通服務 (common services)，擴充 SWIM 服務範圍 (至陸-空及軍-民範圍)，無人機系統及更卓越的網路安全設計等。SESAR 2020 有含 Thales 公司等 19 個

SJU 會員。另有包括軍方、飛航服務提供業、機場公司、研究實驗機構、在空中及陸地製造商等代表。

2. Thales 的貢獻

Bruno 先生整理了 Thales 公司在 SESAR 2020 計畫中，投入較多努力的部分供參，如下：

在先進的飛航服務方面：

Enhanced arrival and departure operations (PJ01)

Trajectory and performance-based Free Routing (PJ06)

Separation Management En-Route and TMA (PJ10)

在高效能的機場運作方面：

Increased Runway and Airport Throughput (PJ02)

Integrated Surface Management (PJ03a)

Airport Safety Nets (PJ03b)

Total Airport Management (PJ04)

在致能飛航基礎建設方面：

Air Vehicle Systems (PJ13)

CNS (PJ14)

Common Services (PJ15)

CWP & Virtual Centre (PJ16)

SWIM Infrastructures (PJ17)

4D Trajectory Management (PJ18)

在最優化的飛航管理網絡服務方面：

Optimised Airspace User Operations (PJ07)

Advanced Airspace Management (PJ08)

Advanced DCB (PJ09)

3. 補充說明

此外，Bruno 先生提到 Free Route 概念，目前正如火如荼地在歐洲進行。他提及匈牙利的 AIP 上，竟已無傳統 ATS routes 之描述，僅剩下 FRA 會用到的進/出點（經查屬實）。然 free route 不等於 free flight，在 FRA 有著自由的點對點間直飛路徑選擇，但在加入及離開 FRA 空域時，仍有規定的進出點須遵循。

在飛航網絡服務方面，目前歐洲主要是以 EUROCONTROL 為 CFMU，另外再以幾個交通要塞作為地域性的 FMU（如：法蘭克福，倫敦及巴黎等）。Bruno 先生表示他們公司也有能處理往來 FMU 間之相關資訊通訊應用產品，而目前這些應用所處理

的尚是非安全關鍵類(safe-critical)資訊，故還能鏈結網際網路資訊(如：天氣資料)到系統內。

在 CNS 基礎建設合理化考量方面，Bruno 先生也指出單一國家與歐盟整體間的矛盾點，舉雷達為例，歐洲不論國之大小常有多雷達布建，但有許多國家的雷達比鄰而建，常形成重複涵蓋。以歐盟整體角度，當然希望布建能達最佳化，以減少經費支出，但個別國家則有監視獨立自主之考量。

最後，他提出 SESAR 2020 幾項值得關注的發展，如：

可相互分享資料及平均分配工作負荷的虛擬中心計畫；

使 4D 航機軌跡更精確的相關計畫 - 如此可以透過事先的預劃，取代替管制員後續所需的引導避讓作為。

飛航物件(Flight Object)互通性計畫 - 把各個體所提供之飛航相關訊息傳遞分享出去，使網絡內所有個體能掌握一手訊息，提早因應。

更先進的衝突偵測及解決計畫。

加深自動化 - 如：CPDLC 的繼續推動。

彈性化調度空域 - 尤其專注在使軍方閒置空域得以有效使用等。



相片說明：Thales SkyCentre 參訪留影

十一、 布魯塞爾 SESAR Joint Undertaking 參訪

參訪 SESAR 聯合事業機構 (SESAR Joint Undertaking, SJU) 的行程能夠成行，要特別感謝 EUROCONTROL IANS COM-DLK 課程導師 Philippe Sacré 先生的幫忙。Philippe 導師關心學員需求，在個人歐行期間數度寫電郵予個人，主動關心我在歐洲的生活情形，當他知道個人有意前往 SJU 及 IAA 參訪後，主動幫我聯繫相關同事及友人。個人也利用這層關係，輾轉聯繫到 SJU 的國際事務主管 (Head of International Affairs) David Batchelor 先生，並與之協調後，敲定此次的 SJU 拜訪行程。

(一)、 SJU 簡介

SJU 於 2008 年經由歐盟理事會 (Council of the European Union) 於提出 EC No 219/2007 相關修正案後所成立。透過團結整體歐洲航太界的研發力量，SJU 致力於推動歐洲飛航服務之現代化。SJU 也依據歐洲飛航管理主計畫，執行 SESAR 發展階段相關事務之組織與協調。此外，SJU 特別負責於推動「募資」、SESAR 工作計畫的定義並更新、招標辦理、工作計畫一致化及有效率性等事務，亦負責報告發展階段的進度與成果，及準備 SESAR 研究成果之相關建置規劃。

SJU 的創始會員為歐盟委員會 (European Commission) 及 EUROCONTROL，有 Airbus、AT-One consortium、B4-consortium、COOPANS、Dassault Aviation、DFS、DSNA、ENAIRES、ENAV、LEONARDO、Frequentis、Honeywell、Indra、NATMIG、NATS、Thales Air Systems SAS 及 Thales Avionics 等 19 會員 (SJU Members)，及括軍方、民方空域使用者、飛航服務提供業、設備製造商、機場公司、飛航服務領域員工協會、科研團體等各界代表。

(二)、 SESAR 相關議題討論

David 先生先進行簡短的自我介紹，他提及他的背景專長在於企管、經濟等領域，目前他也負責 SESAR 事業經營方面的業務。他曾於 2012 年起代表歐洲 SESAR 方面到 FAA 的 NextGen 相關單位執行聯絡官 (liaison) 職務，並於 4 年後回到 SJU 服務。David 先生知道我關心 SESAR Roadmap 議題，特別是在本總臺航電技術室所關心的 C-N-S 方面，所以特地請了 SJU 計畫經理 (Programme Manager) Paul Dunkley 先生，為我簡介 SESAR Program 執行概況及他們即將推動的 CNS 策略等，並也回答我的相關提問。

Paul 先生首先說明特大規模實證 (VLD) 與科技到位程度 (TRL) 等，與 SESAR 執行有關之概念。接續他提及替代之定位-導航及校時 (APNT) 議題，通訊-導航-監視

整合策略，開發 ATN B2 議題，L-頻段數位航空通訊系統(LDACS)應用，未來通訊基礎建設(Future communication infrastructure)等。

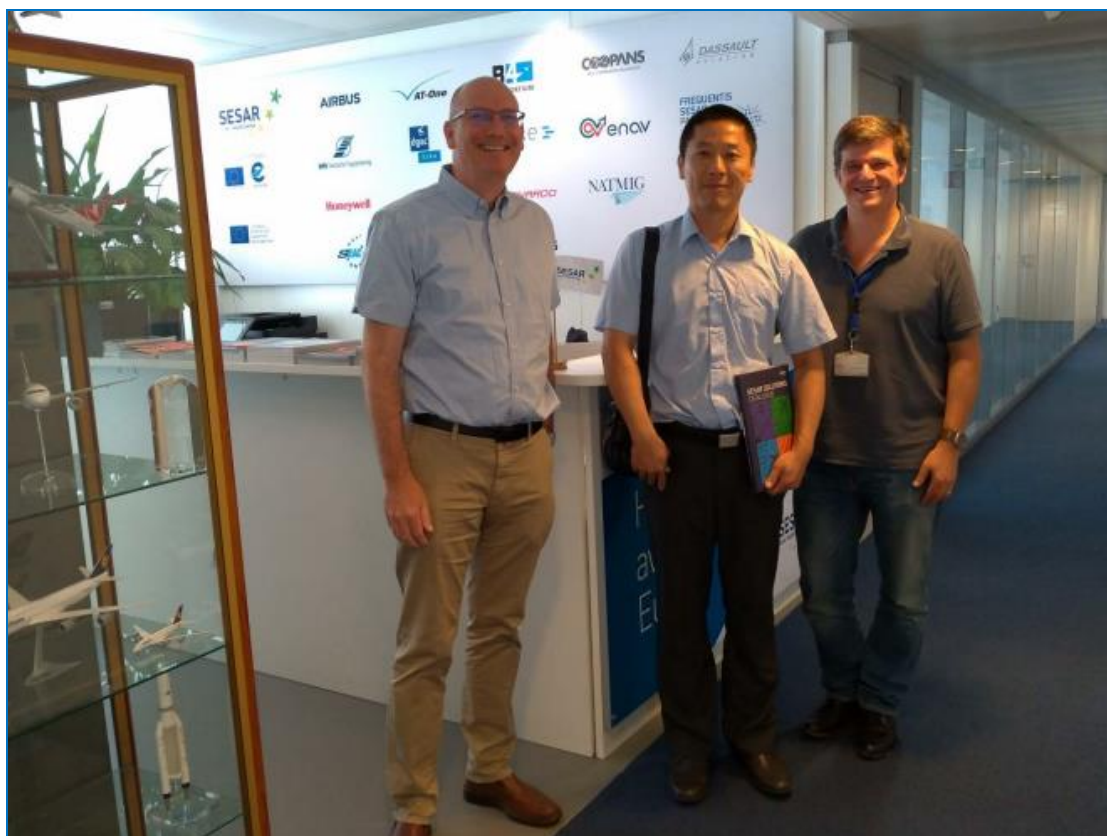
SESAR CNS 策略方面：

在監視策略方面，重視雷達、ADS-B、MLAT(含 WAM)之布局優化，在航情少的區域，只布局 ADS-B、WAM 或其組合。

導航方面，將納入多星座於 GNSS 系統，用 GBAS 來改善高緯地區導航作業，推行 GAST 多星座/多頻道應用，屏除 NDB 為導航選項，也不鼓勵建置 VOR。

通訊方面，建立多路鏈結(multi-linking)，而考量 LDACS、SATCOM(推動 Iris Precursor 計畫)、Aeromacs 等。

總結來說，對 CNS 的策略就是 - 合理化，有備援，但不過度重複浪費。



相片說明：SESAR Joint Undertaking 參訪

十二、 SESAR 發展方向研究

歐洲單一天空飛航管理研究 (Single European Sky ATM Research, SESAR) 是實現歐洲單一天空(Single European Sky, SES)理念的技術基石，它透過提供整體飛航管理體系 (含：網絡管理者，軍及民方飛航服務提供單位，軍及民機場管理單位，各類空域使用者，學術及研究中心等) 專業技術及資源之方式，來達成提昇運載，減少延誤，促進飛安，降低環境衝擊，及調降空域使用者花費之目標。SESAR 自 2004 年創立至今已近 15 載，為歐洲飛航管理領域創新之薈萃，並對等於美國的 NextGen 計畫。SESAR 並與 NextGen 透過歐-美合作備忘錄來達成雙方發展結果得以相互協調，而兩者的發展方向，實際牽引著 ICAO GANP 與 Aviation System Blocks Upgrades 之推行，故了解 SESAR 發展方向，可準確預測 ICAO 之飛航管理發展方向。

本章節參考 SESAR 相關文件，網頁等資料，歸納 SESAR 發展情形，供讀者先進參考，並提出拙見論點供參。

(一)、 SES 相關法規演進

歐洲單一天空理念大約倡議於 2000 年，提出此理念的目的是為了解決 1999 年歐洲遭遇的嚴重飛航延誤問題，並強化飛安，提昇飛航運輸效率，縮減歐洲飛航管理分裂充斥之情形，以降低飛航服務費用，以及整併軍方相關系統於整體歐洲飛航管理體系之中。到了 2004 年，SES 相關規定 (Regulation (EC) No 549/2004, No 550/2004, No 551/2004, No 552/2004) 獲得歐盟議會及理事會 (European Parliament and of the Council) 決議通過。同年 SESAR 計畫因應成立，以定義 (definition)，發展 (development) 及部署 (deployment) 等 3 階層之處理「創新科技與作業解決方案」之方式，以促成飛航管理體系現代化及協調化。

在 2004~2008 年間，由於航空運輸需求持續成長，飛航管理體系已達服務能量所能提供之極限，航情遽增連帶使得飛航安全程度也必須加強鞏固，而對環境的衝擊也不得不檢視，所以歐洲方面於 2009 年通過了 SES II 相關規定 (Regulation (EC) No 1070/2009, No 1108/2009)，它也促成跨歐盟全域的效能評定方案 (the Performance scheme, Commission Regulation (EU) No 691/2010) 提出，Functional Airspace Blocks (FAB) 概念從單純的空域本身，擴增至涉及空域內的服務範疇，也促成網絡管理者 (Network Manager) 的任命，並延伸歐洲航空安全組織 (European Aviation Safety Agency, EASA) 職掌及於 ATM 領域。

有鑑於 SES II 相關法規內容出現了交錯重疊之情形，於 2013 年 6 月另有 **SES 2+** 法規提案因此提出，然目前則仍處於等候歐盟議會及理事會審核通過階段。SES 2+ 著眼於下述領域之強化：

國家管理單位(National Supervisory Authorities, NSAs)與飛航服務提供單位(ANSP)確實拖勾，以確保 NSA 能夠詳實並獨立地監督 ANSP；建立公開透明的航管系統採購規則，以獲取最佳之成本獲利比；督促 ANSP 提供更加反應顧客(空域使用者)需求之飛航服務；給予效能檢討機構(Performance Review Body, PRB)更大的獨立職權，並確保效能評定方案(Performance scheme)能彰顯效能目標；讓 FAB 議題回歸至效能導向，不過度專注於組織架構爭論；確立網絡管理者角色職掌，去除 EASA, Eurocontrol 及 European Commission 職掌重疊問題，朝 Eurocontrol 專職作業，EASA 負責技術規定起草及監督，以及 Commission 處理經濟、效能、收費及制度領域等職掌分配明確之方向前進。

有法規依據，監督單位得以檢視或追蹤，作業單位引為警惕、鞭策自我，這是消極但有效且必須的手段。

(二)、 SESAR 相關演進

SESAR 於 2004 年開始其定義階段，於 2005 年 SESAR 確立了「提昇 3 倍運載，減少空中及地面延誤，促進飛航 10 倍安全，降低 10%的環境衝擊，及調降空域使用者 50%飛航服務花費」之高階目標(High-Level Goals)。

秉持公/私夥伴關係(public private partnership)，歐洲於 2008 年成立 SESAR 聯合事業機構(SESAR Joint Undertaking, SJU)，用以匯集並提供全體歐洲飛航管理社群成員之相關知識、技術與資源，SJU 也職掌 SESAR 定義，研究，發展及驗證解決方案(solutions)之任務。依據 2014 年 Council Regulation (EU) No 721/2014 之規定，SJU 機構將延長運作至 2024 年。

闡述 SESAR 整體進展之主要文件 - 歐洲飛航管理主計畫書(European ATM Master Plan)在 2008 年 5 月發行第 1 版本，並於 2009 年 3 月為歐盟運輸執委會(Transport Council)所背書。之後，約每隔 3 年發行再版，如：2012 年及 2015 年版本。2018 年版本(Edition 2018)目前仍處撰擬階段，預計可於 2019 年發行。目前歐洲飛航管理主計畫分成 - 提供執行觀點(Executive View)，計畫及架構觀點(Planning and Architecture View)及建置觀點(Implementation View)等 3 階層文件，供不同需求之研讀對象參考。

按 2015 年版計畫 - 如以 2012 年的效能表現為參考基準，SESAR 解決方案提出：「確保高規格之保安等級，降低每航班最多至 40%飛航服務費，減少最多至 30%之離場延誤，增加壅塞機場最多至 10%的降落架次，增加系統最多至 100%的航情處理能力，減少 10% 的 CO₂ 排放，改善噪音及空氣品質，減少最多至 6%的飛航時間，減少最多至 10%的燃油使用，並提昇最多達 4 倍的飛安程度」之效能抱負(SESAR's performance ambition)。亦建立了讓「空域使用者依一己認定之最佳軌跡飛航」的高效能飛航管理之標的概念(SESAR Target Concept)，並提出了

讓飛航服務之提供與實體建置位置分離的高度自動化之基於效能作業 (performance-based operations) 的標的願景(Target vision)。由於從 2012 年起有具體統計數據記錄，以比較主要效能指標(key performance indicator, KPI)式的成效對照將會在後續的 European ATM Master Plan 版本出現，用以具體檢視 SESAR 實施成果。例如 2012 年每架 Gate-to-gate 飛航服務費約為 960 歐元，到了 2018 年則降低至 290~380 歐元。

有鑑於 SESAR 解決方案效益多寡取決於部署成效之好壞，歐洲於 2014 年成立了 SESAR 佈署管理者 (SESAR Deployment Manager, SDM) 機構，它受歐盟委員會 (EC) 監督，並由航空公司，機場營運單位及飛航服務提供機構等合夥組成，負責協調共同計畫 (Common Projects) 之同步部署。

由於計畫跨時較長，有關 SESAR 之研發 (R&D)，又可分為 2008-2016 年的 SESAR1 及 2017-2021 年 (應會延長) 的 SESAR 2020 等階段，其中 SESAR 2020 又可細分為 2016-2019 年的 Wave 1 及 2019-2021 年的 Wave 2 等 2 個子階段。

SESAR 2020 有探索研究 ER (Exploratory Research)，產業研究與驗證 IR (Industrial Research & Validation)，特大規模實證 (Very Large-scale Demonstration, VLD) 等 3 個高階層別。其中，ER 由產業界以外的學術研究單位負責，這打破先前只由產業界從事研發之情形。IR 及 VLD 則靠公司機構來執行。VLD 驗證規模較大，指的是如：空巴機群同時裝載上新機載設備，地面航管系統更新功能，大規模人力參與等這種耗資大之驗證。因為耗資大，SESAR 2020 採 European Operational Concept Validation Methodology (E-OCVM) 方法來鑑定科技成熟度，它定義了 1~9 級的科技到位程度 (Technology Readiness Levels, TRL)，只有夠成熟的 (約 TRL 7 以上) 才得以進行 VLD。

(三)、 SESAR 近期解決方案

SESAR 解決方案 (solution) 是經 SESAR 研究及創新 (Research and Innovation, R&I) 過程後的輸出，是經過設計、發展及驗證過後，能改善作業，並可在建置後帶給歐洲 ATM 效益的方案。至少到 2024 年以前，SESAR 的解決方案將不斷推陳出新，與時俱進。

本章節列舉 2018 年 9 月 19 日為止，歐洲 ATM 入口網頁 (www.atmmasterplan.eu) 所公佈之 SESAR Solutions，並於相關查詢後，略作註解，供讀者先進參考。

1. SESAR 1

SESAR 1 SOL #01 : Runway Status Lights

跑道狀態燈，為全自動不須管制員操作，用以提醒機場航空器及車輛駕駛跑道可

用狀態的機場場面燈光系統，包含進入跑道燈(runway entrance lights, RELs)，起飛待命燈(take-off hold lights, THLs)及跑道交叉口燈(runway intersection lights, RILs)等。相關產品已實際建置於巴黎 CDG 及蘇黎世機場。

SESAR 1 SOL # 02 : Airport Safety Nets for controllers: conformance monitoring alerts and detection of conflicting ATC clearances

此為 A-SMGCS 領域之功能，可於頒行許可出現衝突(如：當許可五邊航機落地時，又同意地面航機進跑道頭等待)，未奉行航管指示及違反程序時產生警示，提醒管制員。本項屬於先驅共通計畫(Pilot Common Projects, PCP)，將於 2020 年底前部署於歐洲 25 個繁忙機場。

SESAR 1 SOL # 04 : Enhanced Traffic Situational Awareness and Airport Safety Nets for the vehicle drivers

為全天候、強化之機場車輛駕駛航情警示及安全網應用，尚(目前)無建置資訊。

SESAR 1 SOL # 05 : Extended Arrival Management (AMAN) horizon

延伸到場管理(AMAN)方案，包含延伸 AMAN 至鄰區空域，此為 PCP 項目，已部署於倫敦希斯洛機場航情管理，並聲稱可減少平均約 1 分鐘之待命時間。

SESAR 1 SOL # 06 : Controlled Time of Arrival (CTA) in Medium density / medium complexity environment

為傳送地面系統到場管理 CTA 時間資訊予機載系統應用之解決方案，目前尚無部署資訊。

SESAR 1 SOL # 08 : Arrival Management into Multiple Airports

由 1 中心管理者協調複數機場到場流量的解決方案，本理念考量計入預計起飛時間資訊及延伸到場管理範圍，企圖產出最佳到場機流。目前尚無部署資訊。

SESAR 1 SOL # 09 : Enhanced terminal operations with automatic RNP transition to ILS/GLS

引入 RNP 過度程序至連接 ILS/GLS 進場程序解決方案，本項為 PCP 方案。目前尚無部署資訊。預計將與 SOL#51 一同併為終端管制空域內之 RNP1 部署議題。

SESAR 1 SOL # 10 : Optimised Route Network using Advanced RNP

本項經證實為缺乏顯著效能之方案，故不部署。

SESAR 1 SOL # 11 : Continuous Descent Operations (CDO) using point merge

依決定之進場順序，引導航機至訂定之交會點後，讓航機自行調控下降剖面的解決方案。已建置於奧，德，法，匈，愛等國。(註：與 Sol #107 及 Sol #108

理念重疊。)

SESAR 1 SOL # 12 : Single Remote Tower operations for medium traffic volumes

遠端塔臺係利用攝錄監視設備，將機場場面影像傳送至遠端，在以高解析並足夠視野之屏幕顯示場面影像之應用(包含可見光及紅外線影像)。目前，歐洲確實有部署 Remote Tower 應用於瑞典及德國等低航情機場，目前尚無部署於中等航情機場之訊息。

SESAR 1 SOL # 13 : Remotely Provided Air Traffic Service for Contingency Situations at Aerodromes

此案係利用遠端塔臺功能作為實體機場管制服務之緊急備援。已於德，西，匈，立陶宛等國建置。

SESAR 1 SOL # 14 : Departure Management integrating Surface Management constraints

離場管理 Departure manager (DMAN)可計算更精確之預計起飛順序，最佳之航機後推及滑出時間，並估算更準確之起飛時間等。本案為 PCP 方案，但(目前)查無實際部署情形。

SESAR 1 SOL # 15 : Integrated and throughput-optimised sequence of arrivals and departures

此案企圖整合 DMAN 與 AMAN，但(目前)查無實際部署情形。

SESAR 1 SOL # 16 : ASAS Spacing applications Remain behind and Merge behind
利用機載空中隔離輔助系統(airborne separation assistance system, ASAS)來達成管制員所指示與前機(含合流(merge)後)應保持之距離/時間之要求，不再是管制員與駕駛員間來來回回之速度控制。(目前)查無實際部署情形。

SESAR 1 SOL # 17 : Advanced Short ATFCM Measures (STAM)

為改善飛航流量及容限管理(Air Traffic Flow Capacity Management, ATFCM)之短期內之作業解決方案，使得比舊有版本多了更彈性處理航情過量的能力，增加暫時限制航情控制於低空層及小規模改變航路及避免席位負荷過重之功能，此為 PCP 方案。至 2016 年底前，無建置資訊。

SESAR 1 SOL # 18 : CTOT and TTA

一種機場與整體飛航管理網絡及早交換計算之起飛時間(Calculated take-off time, CTOT)與標的到達時間(Target Time of Arrival, TTA)以改善網絡及機場預劃作業之解決方案。此為 PCP 方案。(目前)查無部署資訊。

SESAR 1 SOL #19 : Automated support for Traffic Complexity Detection and Resolution

一種持續監看 ATFCM 內席位需求與及估算航情複雜度之解決方案，使系統航情容限參數可以彈性調整，此為 PCP 方案。至 2016 年底前，建置進度為 5%。

SESAR 1 SOL #20 : Initial collaborative network operations plan

將建置一可取代實體散佈於歐洲各處之 ATM 網絡作業模式的虛擬作業室，此解決方案可支援網絡預劃協同作業。此為 PCP 方案。至 2016 年底前，建置進度為 8%。

SESAR 1 SOL #21 : Airport Operations Plan and AOP-NOP Seamless Integration

將機場作業計畫引入網絡作業計畫中，以強化 NOP 預測能力。此為 PCP 方案。至 2016 年底前，建置進度為 3%。

SESAR 1 SOL #22 : Automated Assistance to Controller for Surface Movement Planning and Routing

一種於 A-SMGCS 系統中提供可考慮機場場面路線，航空器機型，作業限制及標的開車時間(target start-up time)等變數而提供最佳滑行路線的解決方案。此為 PCP 方案。至 2016 年底前，建置進度為 0%。

SESAR 1 SOL #23 : D-TAXI service for CPDLC application

經實測，本案因效能增益不足，而排除部署。

SESAR 1 SOL #26 : Manual taxi routing function

一種當駕駛員手動輸入滑行路徑資料於機載應用系統後，機載介面(Airport Moving map)可圖示所輸之預計滑行路徑的解決方案，用以增強駕駛狀態警覺。

SESAR 1 SOL #27 : MTCD and conformance monitoring tools

一種提供未來 20 分鐘等級的衝突偵測及許可遵循監控工具。至 2016 年底前，建置進度為 37%。

SESAR 1 SOL#28 : Automated Assistance to Controller for Seamless Coordination, Transfer and Dialogue through improved trajectory data sharing

為持續更新航機軌跡資訊予所有有關 FIR 的解決方案，使得再更遠下游的 FIR 也能獲取更新之軌跡資訊利於後續預劃。此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#31 : Variable profile military reserved areas and enhanced (further automated) civil-military collaboration

包含相關作業程序及之支援動態軍方保留空域的彈性調度的工具，以便利軍民協調。至 2016 年底前，建置進度 22%。此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#32 : Free Route through the use of Direct Routing
可於頒布之自由航線(Free route)空域設定之進出點間，選用頒布之直飛路徑為航路的解決方案。至 2016 年底前，建置進度 64%。此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#33 : Free Route through Free Routing for Flights both in cruise and vertically evolving above a specified Flight Level

在頒布之自由航線(Free route)空域設定之進出點間，自由選用頒布或未頒布 waypoints 以構成航路之解決方案，惟於此空域內之飛航仍需接受飛航管制。至 2016 年底前，建置進度 46%。此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#34 : Digital Integrated Briefing

透過資料鏈傳遞數位飛行前簡報之解決方案。(目前)查無建置資訊。

SESAR 1 SOL#35 : MET Information Exchange

將氣象資訊併入 SWIM 的解決方案。此為 PCP 方案。(目前)查無建置資訊。

SESAR 1 SOL#37 : Extended Flight Plan

具備比 ICAO 2012 年 FPL 版本還要更多元航空器動態資訊的飛航計畫，它包含每個軌跡點上的速度，載重，預計之爬升/下降剖面資料等。目前因需求面定義未成熟，也無規範確立。查無建置資訊。此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#46 : SWIM Yellow Profile

最初全系統資訊管理 (initial systemwide information management, iSWIM)，為交換飛航計畫以外之機場，氣象，航空資訊等範疇訊息之 SWIM 基礎建設解決方案。已可建置惟無相關建置資訊。此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#47 : Guidance Assistance through Airfield Ground Lighting

結合滑行路徑管理性系統與機場場面導引燈光的解決方案，使航空器與車輛行進路線更加明確。已於拉托維亞里加機場建置。

SESAR 1 SOL#48 : Virtual Block Control in LVPs

於航空器或車輛未經許可入侵特定區域時，提供管制工作臺虛擬停止線警示的解決方案，此方案對於低能見度下的管制作業特別有幫助。已於拉托維亞里加機場建置。

SESAR 1 SOL#51 : Enhanced terminal operations with LPV procedures

利用星基導航系統，以規劃進場航機於啟用左右定位臺性能垂直導引(localiser performance with vertical guidance, LPV)程序前之 RNP 過渡程序的解決方案。此為 PCP 方案。(目前)查無建置資訊。

SESAR 1 SOL#52 : Remote Tower for two low density aerodromes
將遠端塔臺應用運用於 2 低航情機場之解決方案。(遠端塔臺應用已實際建置情形。產品可支援 1 或多個機場。)(目前)查無建置資訊。

SESAR 1 SOL#53 : Pre-Departure Sequencing supported by Route Planning
一種考量機場場面動態提供航機最佳後推時間的解決方案，此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#54 : Flow based Integration of Arrival and Departure Management
將原本各自獨立運作，互不考量另一方運作限制條件的到場及離場管理應用，整合為一。此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#55 : Precision approaches using GBAS CAT II/III based on GPS L1
利用 GPS L1 波段以規劃的 GBAS CAT II/CAT III 精確進場程序。預計從 2020 年底展現初始作業能力，並於 2024 年底達成完整作業能力。

SESAR 1 SOL#56 : Enhanced ATFM Slot Swapping
可於起飛前，允許同一個航空聯盟中之航空公司於流管系統中，互換起飛次序的解決方案。已建置，估算每年可節省 7-8 百萬歐元花費。

SESAR 1 SOL#57 : UDPP Departure
UDPP(user-driver prioritisation process)指用戶導向的優先順序處理功能，用於 ATFCM 的起飛優先次序交換，得以應付航空公司於起飛前最後階段的突發延誤或取消狀況。已建置於 CDG 及法蘭克福機場。

SESAR 1 SOL#58 : Display and use of ACAS resolution advisory downlink on the controller working position
於機載 ACAS 形成 RA 時，自動轉報 RA 內容於管制員工作席位的解決方案。預計從 2019 年底展現初始作業能力，並於 2023 年底達成完整作業能力。

SESAR 1 SOL#60 : Enhanced Short Term Conflict Alert (STCA) for Terminal Manoeuvring Areas (TMAs)
一種強化 STCA 演算法以提早提供警告通知，但又降低錯誤警示的解決方案。本方案計入許可高度，標準到場程序，待命航線等資訊於運算之中。已於 2016 年底起展現初始作業能力，並預計於 2020 年底達到完整作業能力。

SESAR 1 SOL#61 : CWP Airport - Low Cost and Simple Departure Data Entry Panel
對於無電子管制條配備的較小型機場，其 EOBT 時間，仍是以起飛前 3 小時所填

之資料帶入網絡，時而 15 分鐘等級的時間誤差導致系統相當程度的不準確。因此考量部份小型機場有預算顧慮，此解決方案建置 1 簡易型起飛資訊輸入面板，用以改善前述缺失。目前至少有德，英，西，法等 19 座機場完成建置。

SESAR 1 SOL#62 : P-RNAV in a complex TMA

於運作要求複雜之終端空域內，建置精確度 1 哩等級的 RNAV 程序之解決方案。預計從 2019 年底展現初始作業能力，並於 2022 年底達到完整作業能力。此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#63 : Multi Sector Planning

一計畫席位(planner)可同時支援複數發令管制員(tactical)之解決方案。我航管系統早有此般功能。惟考量此方案僅適用於特定作業環境，且部署前須大幅改造現有系統，歐洲考慮徹此方案。

SESAR 1 SOL#64 : Time Based Separation

一種可於 5 邊，考量不同機型前後排序，而提供相關 2 航空器所需最低時間隔離螢幕標示之解決方案。至少已於英國 NATS 相關所屬建置，歐洲將部署予服務 16 繁忙機場之近場管制單位。此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#65 : User Preferred Routing

提供使用者於個別飛航服務單位內，可用之直飛航路清單提供空域使用者選用的解決方案。已於 2016 年底起展現初始作業能力，並預計於 2018 年底達到完整作業能力。

SESAR 1 SOL#66 : Automated Support for Dynamic Sectorisation

為協助督導及流量管理員，計算最適航路席位組態及所需人員之動態席位分配解決方案。已於 2014 年底起展現初始作業能力，並預計於 2018 年底達到完整作業能力。此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#69 : Enhanced STCA with down-linked parameters

一種透過利用 mode S 傳送 selected altitude 及 track angle rate 資訊予地面航管系統執行 STCA 運算參考之解決方案。此方案可有效改善 STCA 警示功能，減少誤警，亦可監控管制員與駕駛員間因語音溝通誤失所造成的航機錯誤高度改變作為。此方案目前至少已於澳，德，匈，愛，馬爾他，波，馬斯陞克上層區域管制中心等建置，未來確立會有更廣泛的部署。

SESAR 1 SOL#70 : Enhanced Ground Controller Situation Awareness in all Weather Conditions

提供管制員全天候機場航情潛在衝突警告功能之解決方案，本方案主為引入航空

器及車輛 ADS-B 監視資訊(位置, 識別等)於場面航情判斷。此方案目前已於維也納, 蘇黎世, 日內瓦, CDG, 奧利, 赫爾辛基, 布達佩斯李斯特·費倫茨, 里加國際機場等建置, 未來確立會有更廣泛的部署。

SESAR 1 SOL#71 : ATC and AFIS service in a single low density aerodrome from a remote CWP

此即為 Remote Tower 概念, 透過遠端作業平臺提供航管(ATC)及機場資訊(Aerodrome Flight Information Services)服務, 以克服因經費, 特別地域而無法提供傳統(有派遣人力)設施之解決方案。預計從 2020 年底展現初始作業能力, 並於 2024 年底達到完整作業能力。

SESAR 1 SOL#100 : ACAS Ground Monitoring and Presentation system

此解決方案係透過 mode S 信息傳遞 ACAS 之 RA 資訊予地面航管系統, 以更迅速及確實地讓管制員領知因應。目前本案的所需技術已臻成熟, 惟缺乏作業概念, 尚無實際建置情形。

SESAR 1 SOL#101 : Extended hybrid surveillance

目前的 TCAS II 所發射之的 1090 MHz 信息, 有大半是因為答覆機載 TCAS II 詢問(interrogation)而激發。有鑑於目前 1090MHz 之使用出現超載情形, 造成波道干擾影響通信品質, 本解決方案孕育而生, 以增強機載追蹤演算法, 減少詢問需求, 企圖降低 80%的 TCAS 詢問波發射。尚無實際建置資訊。

SESAR 1 SOL#102 : Aeronautical mobile airport communication system (AeroMACS)

為引用 IEEE 802.16 standards (WiMAX)標準, 使用 5091-5150MHz 波段, 傳輸速率約可達 1.8~9.2 MBps 之機場作業資料(含語音, 影像等)通信解決方案。歐洲計畫先於里斯本機場部署。尚無實際建置完成資訊(中國疑似已有建置)。

SESAR 1 SOL#103 : Approach Procedure with vertical guidance (LPV)

設定建置於二線機場, 並以 Localiser 結合星基垂直引導之解決方案, 其中的星基增強信號係由 EGNOS 提供。預計從 2020 年底展現初始作業能力, 並於 2024 年底達到完整作業能力。惟實際建置範圍受限於 EGNOS 服務涵蓋範圍。

SESAR 1 SOL#104 : Sector Team Operations - En-route Air Traffic Organiser

使用中期衝突警示(medium-term conflict detection, MTCD)工具, 協助航路管制員過濾未來航情, 設定管制策略優先次序之解決方案。特別的是可於航情顯示器之特定(地理)位置標注任務提示訊息, 強化管制疏漏之防堵。本案預計從 2021 年底展現初始作業能力, 並於 2025 年底達到完整作業能力。

SESAR 1 SOL#105 : Enhanced Airborne Collision Avoidance System (ACAS)
藉由改善 ACAS 高度擷取規則，於出現 TA(Traffic Advisory)下，自動降低抵達 selected altitude 前的垂直率，減少不必要的 RA 告警出現。目前僅有 2%的航機建置。

SESAR 1 SOL#106: DMAN Baseline for integrated AMAN DMAN
DMAN 將置入建構預先起飛順序功能，DMAN 也將與 AMAN 整合。目前尚無建置資訊。此為 PCP 方案。

SESAR 1 SOL#107: Point Merge in complex TMA
此為引用精確導航科技(如:P-RNAV 程序)，引導到場航機匯集於單一共同進入點後，讓航機實施連續下降進場(Continuous Descent Approaches, CDA)之解決方案。本案已於德，匈，愛等國建置。(註：與 Sol #11 及 Sol #108 理念重疊)

SESAR 1 SOL#108 : AMAN and Point Merge
本解決方案透過到場單一匯集點相關程序之設計，促使到場管理系統更有易處理到場排序，提昇到場順序預報能力，藉此提早轉知到場限制予航機，有利到場策略，並可增加連續下降作業機會，減少油耗。本案已於德，法，愛等國建置。(註：與 Sol #11 及 Sol #107 理念重疊)。

SESAR 1 SOL#109 : Air traffic services (ATS) datalink using Iris Precursor
Iris 是歐洲大型星基先進電信系統研究 (Advanced Research in Telecommunications Systems, ARTES)中，有關飛航管理部份的研究計畫。本解決方案，係依 Iris 前導計畫，以 INMARSAT SwiftBroadband 網路提供陸空通信服務，克服目前 VHF 資料鏈(VDL)容量不足之問題，並建設 i4D 作業所需基礎通訊建設。達成系統設計，但尚無建置資訊。

SESAR 1 SOL#110 : ADS-B surveillance of aircraft in flight and on the surface
引入 ADS-B 於多重信號源監視系統及機場監視系統之解決方案。本方案包括 ADS-B 監視體系(含地面站臺及監視資料處理與發布系統(Surveillance Data Processing and Distribution, SDPD))於遭遇惡意攻擊(spoofing)及收取無效資料時之風險減輕等。本案已於德，匈，愛等國建置。未來會更廣泛部署。

SESAR 1 SOL#112 : Flexible communication avionics
一種取代現行機載無線電臺設備眾多，複雜的解決方案，此方案帶來動態，可重新組態，多路鏈結，軟硬體容易置換更新之新一代機載無線電設備。尚無建置資訊。

SESAR 1 SOL#113 : Optimised Low Level IFR routes for rotorcrafts
 藉 GNSS 與 EGNOS 相關應用，規劃低層旋翼航空器 IFR 航線之解決方案。本方案涉及 RNP1 及 RNP0.3 程序之引用。本案已於挪威及瑞士建置。

SESAR 1 SOL#114 : Cooperative Surveillance ADS-B / WAM
 為 ADS-B 與 WAM 合體系統，可減少 WAM 發射詢問波之解決方案，用以改善 1090MHz 超載使用問題。相關監視已於亞美尼亞，奧地利及立陶宛等國建置。未來會更廣泛部署。

SESAR 1 SOL#115 : Extended Projected Profile (EPP) availability on ground
 為引用 ATN Baseline 2 標準，經 ADS-C 傳送機載 FMS 之航機預計路徑(EPP)資訊予地面航管飛航資料處理器(FDP)之解決方案。EPP 可含航空器預計載重，預計水平及垂直速度，及至多 128 個未來航點等資料。本案為軌跡資訊互享 (trajectory information sharing)概念之最初解決方案。尚無建置資訊。

SESAR 1 SOL#116 : De-icing Management Tool
 結合氣象預報資訊以更客觀評估除冰作業之策略，含對於停機坪，滑出前，及滑出後所需之除冰管理解決方案。本案已於赫爾辛基，維也納，蘇黎世及 CDG 機場建置。未來會更廣泛部署。

綜上，共 67 項解決方案，依相關類別粗略統計如下：

表 6: SESAR 1 解決方案相關類別統計

SESAR 1 解決方案統計			
相關類別	計次	相關類別	計次
促進飛安	22	效率提升	46
解省開銷*	36	節能減碳	28
安全網工具	13	場面安全	8
跑道安全	6	AMAN	7
DMAN	4	XMAN	3
A/G data link	9	飛航管理網絡	11
航路	28	終端	34
塔臺	31	場面	28
純粹通訊	6	純粹導航	10
純粹監視	13	ATMS	23
流量管理	11	塔臺自動化系統	23
AOP	2	NOP	1
SWIM	6	4D 軌跡	5

航空電子設備	21	程序	10
空域管理	1	虛擬化	5
飛航情報	2	氣象	1
衛星	10	Mode-S	5
ADS-B	3	旋翼機	1
WAM	1	UAV	0
已有建置實例	24	PCP 項目	23
捨棄	3		

註：解省開銷* - 包含建置及作業時所需開銷。

2. SESAR 2020

SESAR 2020 SOL PJ.01-01 : Extended Arrival Management with overlapping AMAN operations and interaction with DCB and CTA

藉由 SWIM 以整合多個到場管理系統，使到場管理延申至多個具備個別到場管理的航路席位，並平衡個別需求。此解決方案慮及動態容量平衡(Dynamic capacity balancing, DCB)與管制到場時間(controlled time of arrival, CTA)間的交互作用。本案預估從 2022 年底展現初始作業能力(CTA 部份)，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.01-02 : Use of Arrival and Departure Management Information for Traffic Optimisation within the TMA

此解決方案利用到場及離場管理系統所報之需求資訊，識別複雜而交互作用的終端管制區域與跑道流量，並透過 AMAN 及 DMAN 流量調整及地面待命等手段，優化終端航情。本案預計可從 2018 年中展現初始作業能力(DMAN 相關資訊之獲取)，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.01-03 : Dynamic and Enhanced Routes and Airspace

企圖產出從飛航初始端至終點端間(end-to-end)最佳的水平及垂直飛航剖面之解決方案，這包含最優化 free route 與 fixed route 空域間的過度轉換。本案在利用 RNP 強化平行進場作業方面已於 2014 年底起展現初始作業能力，預估於 2027 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.01-05 : Airborne Spacing Flight Deck Interval Management

本解決方案將引用可以處理非以直飛至匯集點式飛航之複雜幾何問題，並持續提供空中前後隔離運算的新一代機載隔離輔助系統(Airborne Separation Assistance System, ASAS)，輔助駕駛員達成空中航情排序與隔離作業。本案預

估從 2020 年底展現初始作業能力，並於 2024 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.01-06 : Enhanced Rotorcraft and GA operations in the TMA

本解決方案企圖達成旋翼航空器，可於終端空域內與大多數固定翼的商用航空器，同時且互不干擾地運作，包含不造成跑道使用區間(slot)取得互相衝突等。預估從 2019 年底展現初始作業能力，並於 2023 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.01-07 : Approach Improvement through Assisted Visual Separation

透過駕駛艙航情資訊顯示(CDTI)之目視隔離輔助系統(CAVS)及相關輔助程序(CAPP)等應用工具，協助駕駛員處理與其他空中航情於進場階段的隔離，排序及匯集等操作。本案預估從 2019 年底展現初始作業能力，並於 2023 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.02-01 : Wake turbulence separation optimization

結合航空器下載之動態航空器特徵資料與相關氣象資訊，發展尾流渦旋預報功能及動態最低尾流隔離計算之解決方案，用以優化降落與起飛所需尾流隔離，增加跑道運量。本案預估從 2024 年底展現初始作業能力，並於 2029 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.02-02 : Enhanced arrival procedures

引用 GBAS 或 SBAS 來實現曲線進場，滑降角提昇，位移跑道頭等先進到場程序並提昇航機降落效能。本案在利用可調式增加滑降坡度(Adaptive Increased Glide Slope)方面，已於 2017 年底起展現初始作業能力，預估於 2029 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.02-03 : Minimum-Pair separations based on RSP

利用監視效能需求(Required Surveillance Performance, RSP)航管應用設備，提供無尾流考量之前後五邊進場航空器配對 2 哩隔離服務。本案預估 2024 年底展現初始作業能力，並於 2028 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.02-05 : Independent Rotorcraft operations at the Airport

以基於 SBAS 之空間航點，建構旋翼航空器專用進場程序之解決方案，本案俾利旋翼航空器之低能見度下轉降備降機場作業。本案預估從 2020 年底展現初始作業能力，並於 2024 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.02-06 : Improved access into secondary airports in low visibility conditions

利用 RNP 及 GLS (GNSS-based landing systems) 相關機載應用，以增進低能見度下轉降備降機場能力之解決方案。本案預估從 2027 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.02-08 : Traffic optimisation on single and multiple runway airports

為可讓塔臺及近場管制員達成跑道起降隔離，跑道佔有率，跑道容量及機場容量等到達最佳化之解決方案。本案預估從 2025 年底展現初始作業能力，並於 2029 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.02-09 : Enhanced Runway Condition Awareness

透過跑道功能降等情況預報以增強跑道狀況認知提昇飛安，本解決方案亦將計入跑道摩擦情況等資料，用以預測佔用跑道時間(runway occupancy time, ROT)，ROT 預測結果亦會併入 AMAN, DMAM 及場面管理等系統。本案預估從 2025 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.02-11 : Enhanced Terminal Area for efficient curved operation

本解決方案欲使曲進場程序之曲線區段盡可能接近跑道頭，試圖優化油耗及噪音防治程序，也將在 TMA 內完全啟用幾何垂直導引，企圖免去氣壓式垂直導引轉至幾何垂直導引所需之轉換工作量。本案預估在 2030 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.03a-01 : Enhanced Guidance Assistance to Aircraft and Vehicles on the Airport Surface Combined with Routing

本解決方案企圖延伸 A-SMGCS 之滑行路線提供功能達到可以偵測潛在航情衝突的地步，這牽涉到增進 AMAN 與 DMAN 資訊的引用，也整合了完整的機場管理程序。低能見度情形下的虛擬停止線燈及其狀態將可傳遞於管制員與駕駛員，透過機場資料鏈及其他形式的導引方法，航管，航空器及車輛間的資訊交換將進一步改善。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.03a-03 : Enhanced navigation and accuracy in low visibility conditions (LVC) on the airport surface

本解決方案透過引用 GBAS 及 SBAS 相關應用，增強低能見度下，航空器起降作業與場面滑行引導及場面車輛定位之精確度。本案預估從 2029 年底展現初始作業能力，並於 2033 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.03a-04 : Enhanced Visual Operations

本解決方案提供航空器功能強化之機載顯示面板 - enhanced vision systems (EVS) 及 synthetic vision systems (SVS)，可運用於低能見度下滑行及起降

作業之航情及場面狀況顯示，用以維持機場運量不受低能見度天候影響。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2027 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.03a-09 : Surface operations by RPAS

本解決方案試圖整合無人機機場場面作業至目前人為運作為主的機場作業之中，盡可能地擬合無人機作業與現存規則及規定。本案預估從 2027 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.03b-01 : Enhanced Airport Safety Nets for Controllers

本解決方案將提供機場管制員潛在及存在之衝突情況偵測，管制中或未識別之航空器與車輛的跑道，滑行道，停機坪及停機位區域之入侵，未按程序或航管指示偵測。所有偵測出之異常，將有適當的警示，顯示予管制員。本案預估從 2027 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.03b-03 : Conformance monitoring safety net for Pilots

透過機載或地面告警系統，於偵測出跑道，滑行道，機場限制區等配置現狀與實際不符，或發現未按程序或航管指示作業時，將產生安全警示予飛航組員。本案預估從 2027 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.03b-05 : Traffic alerts for pilots for airport operations

本解決方案增強機載航空器航情告警功能，包含提供航空器間潛在及存在的跑/滑行道碰撞風險警示，及未按機場現狀作業(如：誤入關閉跑道，滑行道誤用，進入限制區等)警示等予駕駛員。本案預估從 2019 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.03b-06 : Safety support tools for runway excursions

當出現航空器有衝出跑道之風險時，提供管制員及駕駛員相關告警的解決方案。本案預估從 2025 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.04-01 : Enhanced Collaborative Airport Performance Planning and Monitoring

本解決方案將擴大機場運作效能監控處理範圍及於機場地側(land-side)作業及地面通行之部份，藉以改善空側(airside)作業之預劃與準時性。本案將發展一套可以計入空及地側主要效能指標，並得應付所有機場管理處理所需之合適工具。本案預估從 2025 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.04-02 : Enhanced Collaborative Airport Performance Management

本解決方案將整合機場作業預劃系統(AOP)於網絡作業預劃系統(NOP)中，朝取得完整的機場需求與容量平衡處理之方式發展，包含估算機場可用容量(含終端空域，停機位，操作區，滑行道及跑道等容量)。系統也將計入盛行天氣，預報天氣及其他機場作業情況等變因。本案預估從 2027 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.05-02 : Remotely Provided Air Traffic Service for Multiple Aerodromes

為由 1 於遠端作業的管制員/航詢員提供多個機場管制與情報服務的解決方案。本案較 SESAR 1 SOL#52 方案為全面，以推展遠端塔臺作業範疇至一般規模的機場。本案預估於 2027 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.05-03 : Remotely Provided Air Traffic Services from a Remote Tower Centre with a flexible allocation of aerodromes to Remote Tower Modules

本解決方案將使可服務多塔臺作業之遠端塔臺模組，具備更大彈性的動態配置能力，使個別塔臺服務得以依照不同狀況，配置予位於不同地點之遠端塔臺系統處理，本案也將規劃遠端塔臺模組所服務機場間的流量管理。本案預估於 2027 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.06-01 : Optimized traffic management to enable Free Routing in high and very high complexity environments。

本解決方案將拓展自由航線空域(FRA)作業至高及特高度繁複之作業環境，使空域使用者得以在此空域按自行規劃之軌跡飛航，毋需依循固定適航線或頒布的直飛航線之既定路線。本案預估從 2019 年底展現初始作業能力，並於 2021 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.06-02 : Management of Performance Based Free Routing in lower Airspace

本解決方案將延伸 FRA 作業至飛航空層 310 以下的空域。本案預估從 2020 年底展現初始作業能力，並於 2024 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.07-01 : AU Processes for Trajectory Definition

本解決方案將發展處理航務中心(flight operation centre, FOC)有關事務之功能，用以管理並更新商務分享軌跡(Shared Business Trajectory)相關作業，促使航務作業整併於飛航管理網絡裡，並確保如此整併不損及飛航管理系統內其他成員的效能表現。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2027 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.07-02 : AU Fleet Prioritization and Preferences (UDPP)

本解決方案將使空域使用者得以透過 UDPP (User-Driven Prioritisation Process)功能，向網絡管理者或機場管理單位申請與其他空域使用者間，在有容量限制狀況下的飛航優先權交易。本案預估從 2022 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.07-03 : Mission Trajectory Driven Processes

解決方案將發展處理基地指揮中心(wing operation centre, WOC)有關事務之功能，用以管理並更新任務分享/參考軌跡(Shared/reference Mission Trajectory)相關作業，促使基地指揮作業整併於飛航管理網絡裡，並確保如此整併不損及飛航管理系統內其他成員的效能表現。本案預估從 2018 年底展現初始作業能力，並於 2028 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.07-04 : AU Trajectory Execution from FOC perspective

本解決方案試圖發展與航務中心有關的處理，需求及作業流程，以便管理及更新商務參考軌跡(reference business trajectory)，促使在生命週期內的軌跡，都能在 CDM 的處理過程，保有連續性。這些發展處理系統將可滿足個別空域使用者的商務需求及優先權處理，但也慮及不損害飛航管理系統之最佳化輸出成果，以及飛航管理體系內其他成員的效能表現。本案預估從 2027 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.08-01 : Management of Dynamic Airspace configurations

本解決方案將發展可以支援 Type1 及 Type2 動態移動區域(Dynamic Mobile Area, DMA)的動態空域配置(dynamic airspace configuration, DAC)的處理方法，程序及工具。(Type1：定義好形狀，大小後的區域，可以以距離某點多遠/多久方式地彈性位移，但區域形狀大小不變；Type2：定義好形狀，大小後的區域，可以決定在某選定之任務軌跡之特定區段/時段使用，但區域形狀大小不變)。本案預估從 2027 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.08-02 : Dynamic Airspace Configuration supporting moving areas

本解決方案將拓展 DAC 管理系統至可以處理 DMA-Type 3。此方案並慮及惡劣天氣系統 4D 演化影響範圍之評估。(Type3：一個以航空器為球心，隨航空器移動之球體區域，其球體半徑可以另行定義)。本案預估從 2028 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.09-01 : Network Prediction and Performance

本解決方案將分享需求，容量及效能等現況予各大小地區領知，以提昇網絡運作預報及效能。本案將透過商業分享軌跡(shared business trajectory)及計算信心指數之作為，來改善航情與需求之預報品質。其中，DCB 限制條件預報及航

情複雜度估計等，亦將予以改良。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.09-02 : Integrated Local DCB Processes

本解決方案將無縫整合「短期及執行中之延伸 ATC 預劃及到場管理等發展結果」至局地網絡管理系統內，以強化局地的 DCB 工具效能。本案預估從 2027 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.09-03 : Collaborative Network Management Functions

本解決方案將使網絡具備透明，依據效能目標及可協同管制的管理機制，建構即時的視覺化的 AOP/NOP 變動顯示(如：需求圖案及容量瓶頸等)，以便利空域使用者及地區性計畫安排之作業。本方案也會併入 what-if 評估功能，UDPP 等元素。本案預估從 2018 年底展現初始作業能力，並於 2027 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.10-01a : High Productivity Controller Team Organisation

本解決方案將使 1 計畫管制席位得以支援數位發令(tactical)管制席。本案預估從 2019 年底展現初始作業能力，並於 2023 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.10-01b : Flight Centred ATC

一種打破目前固定在一席位上，只管這一席位中航空器的解決方案。本案得讓管制員以伴隨航機動態的管制方式作業，使管制員得以在更大的空域，跨更多的席位中，持續追蹤管制數架航機。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2027 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.10-01c : Collaborative Control

一種遇例外狀況才協調，而不是按程序去協調的解決方案，本案將發展先進的協調工具，用以減少協調，並減少協調時需要回覆同意的情境，也試圖減少跨邊界時所生之作業限制，並建立職掌多席位功能的計畫席(planner)群組。本案預估從 2024 年底展現初始作業能力，並於 2028 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.10-02a : Improved Performance in the Provision of Separation

本解決方案透過各種先進(或未來)地空資料鏈應用，如：ADS-C (FANS 3/C)，new CPDLC，INMARSAT SBB 及 LDACS 等，以廣泛分享 4D 軌跡資訊機制，並交換許可及指示資訊，引入 RNP 程序等，試圖改善未來軌跡預測，使航路與終端提供之隔離服務進一步改善，包括衝突的偵測及解法提供等，本方案也將納入機載及氣象資訊於系統處理過程，增加準確度。本案預估從 2021 年底展現初始作業能力，並於 2029 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.10-02b : Advanced Separation Management

本解決方案透過各種先進(或未來)地空資料鏈應用，如：ADS-C (FANS 3/C)，new CPDLC，INMARSAT SBB 及 LDACS 等，以廣泛分享 4D 軌跡資訊機制，並交換許可及指示資訊，引入 RNP 程序等，以進一步改良航路與終端的隔離管理作業。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.10-04 : Ad Hoc Delegation of Separation to Flight Deck

本解決方案涉及引用尾隨跟隨(in-trail follow，ITF)程序及尾隨匯集(in-trail merge，ITM)程序以縮減程序隔離標準，並將使維持隔離的工作，得以委由駕駛艙自動功能來達成，本方案將利用 ADS-B OUT (DO-260C 版) 及 ADS-B IN 應用技術。本案預估從 2020 年底展現初始作業能力，並於 2024 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.10-05 : IFR RPAS Integration

本解決方案提供相關技術及程序使無人機作業得以在 IFR 環境下運行。這涉及 SESAR 2020 SOL PJ.03a-09，PJ.11-A2，PJ.13-01-01，及 PJ.16-04 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.10-06 : Generic (non-geographical) Controller Validations

本解決方案透過先進工具及概念，試圖打破地域限制，使管制員可在任一具備同一管制服務性質的單位服務。這涉及 SESAR 2020 SOL PJ.10-01b，PJ.10-01c，PJ.10-02a，及 PJ.10-02 及 PJ.11-G1 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.11-A1 : Enhanced Airborne Collision Avoidance for Commercial Air Transport normal operations - ACAS Xa

在不變更目前機載 TCAS 介面之警示及外觀下，利用最佳化的 RA 及相關監視資料(如：ADS-B out)，來強化商用航空器一般操作下的空中防撞系統之解決方案。尚無初始作業能力展現時間之預估。

SESAR 2020 SOL PJ.11-A2 : Airborne Collision Avoidance for Remotely Piloted Aircraft Systems - ACAS Xu

企圖使無人機也裝置上空中防撞系統之解決方案。尚無初始作業能力展現時間之預估。

SESAR 2020 SOL PJ.11-A3 : ACAS for Commercial Air Transport specific operations - ACAS Xo

利用最佳化的 RA 及相關監視資料，本解決方案將提供在 ASAS 模式運作下，尤其是在引用較小的最低隔離標準之時的商用航空器空中防撞功能。本案將減少無謂

的 RA 產生，影響作業。尚無初始作業能力展現時間之預估。

SESAR 2020 SOL PJ.11-A4 : Airborne Collision Avoidance for General Aviation and Rotorcraft -ACAS Xp

本解決方案將在充分考量普通航空業航空器及旋翼機之裝載限制因素下，提供普通航空業航空器及旋翼機強化版的空中防撞功能。尚無初始作業能力展現時間之預估。

SESAR 2020 SOL PJ.11-G1 : Enhanced Ground-based Safety Nets adapted to future operations

基於 SESAR 未來軌跡管理，更廣泛之資訊分享，新監視系統及強化的演算法，本解決方案將發展出新一代的地基安全網。本案預估從 2024 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.13-01-01 : Airborne Detect and Avoid Systems supporting integrated RPAS operations

本解決方案將發展無人機至擁有類似駕駛員般的偵測及避讓能力，能遵循飛航規則(rules of the air)。這涉及 SESAR 2020 SOL PJ.03a-09，PJ.10-05 及 PJ.11-A2 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.13-02-01 : GA/R Specific Communication Systems

本解決方案將發展普通航空業航空器及旋翼機專用的通信應用，使其能併入飛航管理資料鏈的大環境中，俾利相關作業。這涉及 SESAR 2020 SOL PJ.03b-05 及 PJ.07-04 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.13-02-02 : GA/R Specific Navigation Systems

本解決方案將發展普通航空業航空器及旋翼機專用的導航應用，使其能併入基於效能表現之空域中作業。這涉及 SESAR 2020 SOL PJ.01-06，PJ.02-02，PJ.02-05，PJ.03a-03 及 PJ.03b-06 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.13-02-03 : GA/R Specific Surveillance Systems

本解決方案將發展普通航空業航空器及旋翼機專用的監視應用，使其能併入基於效能表現之空域中作業。這涉及 SESAR 2020 SOL PJ.02-05，PJ.03a-03，PJ.03b-01，PJ.03b-05 及 PJ.11-G1 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.13-02-04 : GA/R Specific Information Management systems

本解決方案將強化 FOC/WOC 資訊處理系統，使其能處理普通航空業航空器及旋翼機特具處理項目。這涉及 SESAR 2020 SOL PJ.17-01 解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.14-01-01 : CNS environment evolution

試圖識別出通信、導航及監視領域中，潛在於科技或功能上的協同合作項目，透過發展，使得於地面或空中，能建立公通的 CNS 系統或基礎建設。試圖評估並定義出邁向有效率又可靠的整合 CNS 步驟。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-01-02 : CNS Avionics integration

本解決方案著眼於識別出通信、導航及監視領域中潛在的科技上，作業上及功能上協同效應，用以建立一體通用的航空電子系統。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-01-03 : CNS Ground segment integration

本解決方案將發展並建置依循 PJ.14-01-01 方案的地面 CNS 基礎建設元件。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-02-01 : FCI Terrestrial Data Link

本解決方案將發展出使用 L- 頻段數位航空通訊系統(L-band digital aeronautical communications system, L-DACS)及數位語音通訊系統之陸基資料鏈。此為未來通訊基礎建設(Future communication infrastructure)項目。本案預估從 2028 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-02-02 : Future Satellite Communications Data link

鑑於陸地資料鏈系統之服務有所限制，本解決方案將與歐洲太空中心(Europe Space Agency, ESA)合作，透過 Iris 計畫，補足洋區與偏遠地區的資料鏈涵蓋。本案預估從 2028 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-02-04 : FCI Network Technologies incl. voice solutions and military interfacing

此為未來通訊基礎建設(Future communication infrastructure)項目，將透過 IP 技術改造飛航管理網絡中相關網路架構，包含語音部份及與軍方的介面等。本案預估從 2028 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-02-05 : Development of new services similar to FIS-B to support ADS-B solutions for General Aviation

本解決方案將發展透過 ADS-B, 能提供如飛航資訊廣播系統(flight information system-broadcast, FIS-B)般之服務應用予普通服務業航空器。本案預估從 2028 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-02-06 : Completion of AeroMACS development

本解決方案將驗證機場區域內，同時多移動用戶，包含 AeroMACS 裝置車輛及配備 EFB 設備航空器等，試用 AeroMACS 應用的工作情形，印證 AeroMACS 資料鏈支援數位語音通信，多路鏈結等之效能表現。本案預估從 2028 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-03-01 : GBAS

本解決方案將發展 GPS L1 頻道的 GBAS 技術至 CATII/III 精確進場等級。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2027 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-03-02 : Multi Constellation / Multi Frequency (MC/MF) GNSS

本解決方案將發展多星座及多頻 GNSS 標準，應會計入 GPS，Galileo，GLONASS，及 Beidou 等星座之信號。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2027 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-03-04 : Alternative Position，Navigation and Timing (A-PNT)

本解決方案將發展飛航用 GNSS 之備援系統，包含利用 DME-IRS 混合技術，多點定位，及 L-DACS mode N 等來備援 GNSS 提供的定位，導航及校時等服務。本案預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2027 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-04-01 : Surveillance Performance Monitoring

此為發展監控新一代監視應用，如 WAM，MSPSR，星基 ADS-B 及 iCNS 之監視效能表現的解決方案。本案預估從 2024 年底展現初始作業能力，並於 2028 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.14-04-03 : New use and evolution of Cooperative and Non-Cooperative Surveillance

本解決方案將使航管系統及 A-SMGCS 系統，納入新一代監視應用之輸出資訊，進行融合。預估從 2024 年底展現初始作業能力，並於 2028 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.15-01: Sub-regional Demand Capacity Balancing Service

本解決方案欲使次地區層級空域獲得更好利用，於必要時得以介入以調整運作策略，確保潛在干擾營運之因素都能獲得適當處置。本案包含建立共通的 AOP 服務，以助 AOP 資訊併入 NOP 作業中。本案涉及 SESAR1 SOL#46，SESAR 2020 SOL PJ.04-02 及 PJ.09-03 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.15-02 : Delay Sharing Service

本解決方案將延伸 AMAN 之運用範圍至跨越邊界，以提供預劃及作業策略訂定所

需參考的局地及整體到場順序資訊。本案涉及 SESAR1 SOL #46 及 SESAR 2020 SOL PJ.01-01 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.15-08 : Trajectory Prediction Service

本解決方案將計算並發布一致性，且反應狀態更新的精確 4D 軌跡予不同飛航階段使用，如:提供初始參考軌跡予預劃階段使用，提供相關軌跡予起飛前之離場許可 DCM 信息處理作業及作業階段的交接作業等。本案涉及 SESAR1 SOL #46 及 SESAR 2020 SOL PJ.01-01, PJ.10-02a, PJ.10-02b, PJ.18-02 及 PJ.18-06 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.15-09 : Data Centre Service for Virtual Centres

本解決方案將透過標準化的作業方式、程序及科技設備，促使虛擬中心可以提供不同飛航服務單位所負責的服務，這將使顧客有在同一體系內作業的感受，不再是目前歐洲分裂片斷的飛航服務情形。本案涉及 SESAR 2020 SOL PJ.10.01b 解決方案之實現。

SESAR 2020 SOL PJ.15-10 : Static Aeronautical Data Service

本解決方案將提供相容於 AIXM(Aeronautical Information Exchange Model)模式的數位化的航空資料集予不同航管系統單元使用(如:安全網, Safety nets)。這些資料集可滿足個別地域性，屬性或功能系的檢索需求。本案涉及 SESAR1 SOL #46 及 SESAR 2020 SOL PJ.11-G1, PJ.18-02 及 PJ.18-04 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.15-11 : Aeronautical Digital Map Service

本解決方案將提供不同航管系統單元，於執行隔離相關功能時會用到的數位圖資，將具備高度的客製化能力，可輕易的轉換成 AIXM、GML、XML 等不同格式。本案涉及 SESAR1 SOL #46 及 SESAR 2020 SOL PJ.18-04 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.16-03 : Work Station, Service Interface Definition & Virtual Centre Concept

本解決方案利用作業及技術上的互相通用性，使不同飛航服務單位，甚至是不同飛航服務提供者，能在一個看似同一單位的作業環境運作。本方案發展服務導向的組織架構，聚焦在技術服務及共通介面上。此外，基於虛擬中心概念，工作席位與人機介面會介接一或多個資訊服務商或顧客。因此，高效能且可靠的通信基礎建設會是本方案成功與否的前提。本方案適用於航路，終端及塔臺作業環境。尚無初始作業能力展現時間之預估。

SESAR 2020 SOL PJ.16-04 : Workstation, Controller productivity

本解決方案將發展新一代能與因應 SESAR 解決方案之人機介面互動模式，本方案包括引用新一代的使用者介面技術，如語音辨識，多點觸控及視線追蹤等。本案

涉及 SESAR 2020 SOL PJ.01-02, PJ.01-03, PJ.02-02, PJ.05-02, PJ.05-03, PJ.06-01, PJ.06-02, PJ.09-03, PJ.10-01a, PJ.10-01b, PJ.10-01c, PJ.10-02a, PJ.10-02b 及 PJ.10-05 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.17-01 : SWIM TI Purple Profile for Air/Ground Advisory Information Sharing

本解決方案將藉由陸空資訊交換以獲得更佳的情況警覺及協同決策制定,協助改善飛航管理作業。這涉及能夠達成陸/空 SWIM(泛系統資訊管理, System Wide Information Management)成員間充分互相通用的技術架構與功能規格發展,同時符合在空作業之安全及效能表現。本案涉及 SESAR1 SOL #46 及 SESAR 2020 SOL PJ.02-09, PJ.13-02-04, PJ.14-02-04 及 PJ.18-04 等解決方案的實現。

SESAR 2020 SOL PJ.17-02 : SWIM TI Federated Identity Management

本解決方案將使 SWIM 用戶間及不同 SWIM Profiles 間,得以分享彼此所具備的特有功能。預估從 2027 年底展現初始作業能力,並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.17-03 : SWIM TI Green profile for G/G Civil Military Information Sharing

本解決方案確保軍方所用之協定及資料模型能夠與 SWIM 介接,並具備夠程度的服務品質,達成軍/民在地對地間資訊分享無礙,使 SWIM TI Purple Profile 諮詢資訊分享方面得以完善。預估從 2027 年底展現初始作業能力,並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.17-07 : SWIM TI Purple Profile for Air/Ground Safety-Critical Information Sharing

本解決方案將改變傳統以陸/空點對點合約式之傳輸,成為經由陸/空 SWIM 架構或 ATN/IPS 網路發布方式,來傳輸攸關飛航安全相關資訊。預估從 2027 年底展現初始作業能力,並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.17-08 : SWIM TI Common runtime registry

本解決方案將促進發布、查詢、管理及網路註冊等介面之定義,同時也負責定義非關功能方面的需求。預估從 2027 年底展現初始作業能力,並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.18-01 : Mission Trajectories

本解決方案涉及將改良後的軍方任務軌跡整併至基於軌跡式作業(Trajectory based operations, TBO)的各個預劃及執行階段(shared and reference mission trajectory, SMT/RMT)。強化後的任務軌跡將依循軌跡管理之處理,將包含 4D

目標(targets)及飛航管理上的約束訊息。預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2027 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.18-02 : Integration of trajectory management processes in planning and execution

本解決方案將整合「與管理、協商及分享 SBT/SMT 有關的軌跡預劃及執行等管理流程」、「與管理、更新及分享 RBT/RMT 有關的管理」以及「SBT/SMT 至 RBT/RMT 過渡轉換」。本方案結合軌跡之延伸及飛航資訊交換，並提供相關技術以達成無縫作業及軌機分享，滿足其他 SESAR 解決方案之所需。預估從 2017 年底展現初始作業能力，並於 2032 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.18-04 : Management and sharing of data used in trajectory (AIM, METEO)

本解決方案透過管理及分享 AIM 及 METEO 資料，以允許更大的彈性空間去滿足 4D 軌跡管理方面的需求，預期將使航空資料在作業，技術及制度上，如何識別及交換獲致更多的提議方案。預估從 2023 年底展現初始作業能力，並於 2031 年底達到完整作業能力。

SESAR 2020 SOL PJ.18-06 : Performance Based Trajectory Prediction

基於效能式的軌跡預測，指的是滿足陸/空間的資料交換及引用其他相關資源以支援所有 SESAR 2020 需要的先進作業處理之解決方案。本方案注重如何改善航管、航務及網絡管理者的軌跡預測品質，不管新一代或是傳統，所有可能的資料來源，都將納入考慮。估計從 2015 年底展現初始作業能力，並於 2029 年底達到完整作業能力。

(四)、 解決方案綜整

綜上可知 SESAR 1 及 SESAR 2020 之解決方案，圍繞在達成促進飛安、提升效率、節能減碳及節省開銷之目的上，而 SESAR 2020 的解決方方案又比 SESAR 1 更加的深入、細膩。截至目前資訊，SESAR 2020 解決方案著重於達成基於軌跡應用、建立 SWIM、建立虛擬飛航服務單元、提升整體網絡作業、加強離及到場管理、提升終端運量、增強安全網、整合無人機，及提升旋翼機與普通航空業作業效率等。也因此需更仰賴自動化、數位化及互通性。在飛航服務基礎建設方面，衛星相關應用、LDACS、AeroMACS、iCNS 及 APNT 等為 SESAR 2020 所看重，尤其是 data link 有關應用方面，嚴重影響其他解決方案之實現。

心得及建議

在完成本次歐洲單一天空飛航管理研究 (Single European Sky ATM Research, SESAR) 計畫研究後可以了解，欲達成歐洲單一天空(Single European Sky, SES) 理念之建置，需要顧及「效能」,「安全」,「科技」,「機場」及「人為因子」等 5 大面向，而 SESAR 即是實現歐洲單一天空理念之「科技」基石，它透過提供歐洲整體飛航管理體系專業技術及資源之方式，來達成提昇運載，減少延誤，促進飛安，降低環境衝擊，及調降空域使用者花費之目標。

SESAR 為歐洲飛航管理領域創新之薈萃，對等於美國之 NextGen 計畫。兩者透過合作備忘錄協調雙方發展成果，而兩者的發展方向亦實際影響 ICAO GANP 與 Aviation System Blocks Upgrades 之推行，故了解 SESAR 發展方向，也幾近於了解 ICAO 飛航管理發展方向。

SESAR 研發範圍遍及整個飛航管理領域，包含所有與飛航管理有關的科技及程序，如：通訊導航監視等電磁波應用科技、網路科技、軟體程式設計及航管程序開發等。其解決方案裨益所有飛航領域成員，如：軍/民空域使用者、航空器使用者/遙控者、機場營運單位、軍/民飛航服務提供單位、設備製造商及一般乘客等等，是個規模龐大而全面的飛航管理研究，其研發方向值得我國關心，以作為飛航設施建設等政策擬定之參考。

SESAR 解決方案歸根究柢，鑽研所有能提升飛航管理之細節，提出具體能促進飛航安全、效率、便捷，及改善環境，減少地球資源浪費的合理解決方案，是飛航管理領域的集體智慧，值得我們了解。

是故透過本次出國研究的機會，讓人深刻體會到歐洲飛航政策之推動方式深具理想性，顧及其飛航管理領域所有成員的權益，富正義感，而且以人為本，這種超越科技束縛，不被新科技牽著鼻子走的作法，也是歐洲先進而值得我們學習的地方。另外，本研究利用參訪「SESAR 聯合執行事業會員(SJU members)、EUROCONTROL 及 SESAR 聯合執行事業本身」與「至歐洲主要飛航服務訓練機構研習」之方式，除可蒐集有關資訊、學習新知，加深 SESAR 議題之研究外，也藉由參訪相關公民營機構的方式，同時達到促進國際交流，增進國際友誼的目的。

現階段的 SESAR 2020 計畫，則為提供「全球互通性」、「高效能空中運輸服務」等目標而邁進，企圖帶來高安全，低花費，及友善環境的空中載具與飛航管理作業、系統及服務等。其 4 主要相貌 (key features) 的工作重點，更說明了 SESAR 計畫之企圖：

- 高效能機場作業：容量、安全、環境、效率、有效性及網絡化
- 最佳 ATM 網絡服務：協同合作、需求與容量之平衡、環境及效率。

- 先進的飛航服務：同步、容量、安全、環境及花費。
- 致能的飛航基礎建設：提供跨飛航領域的分享科技、通信、定位、導航、校時、SWIM、航空載具之作業、系統及服務。

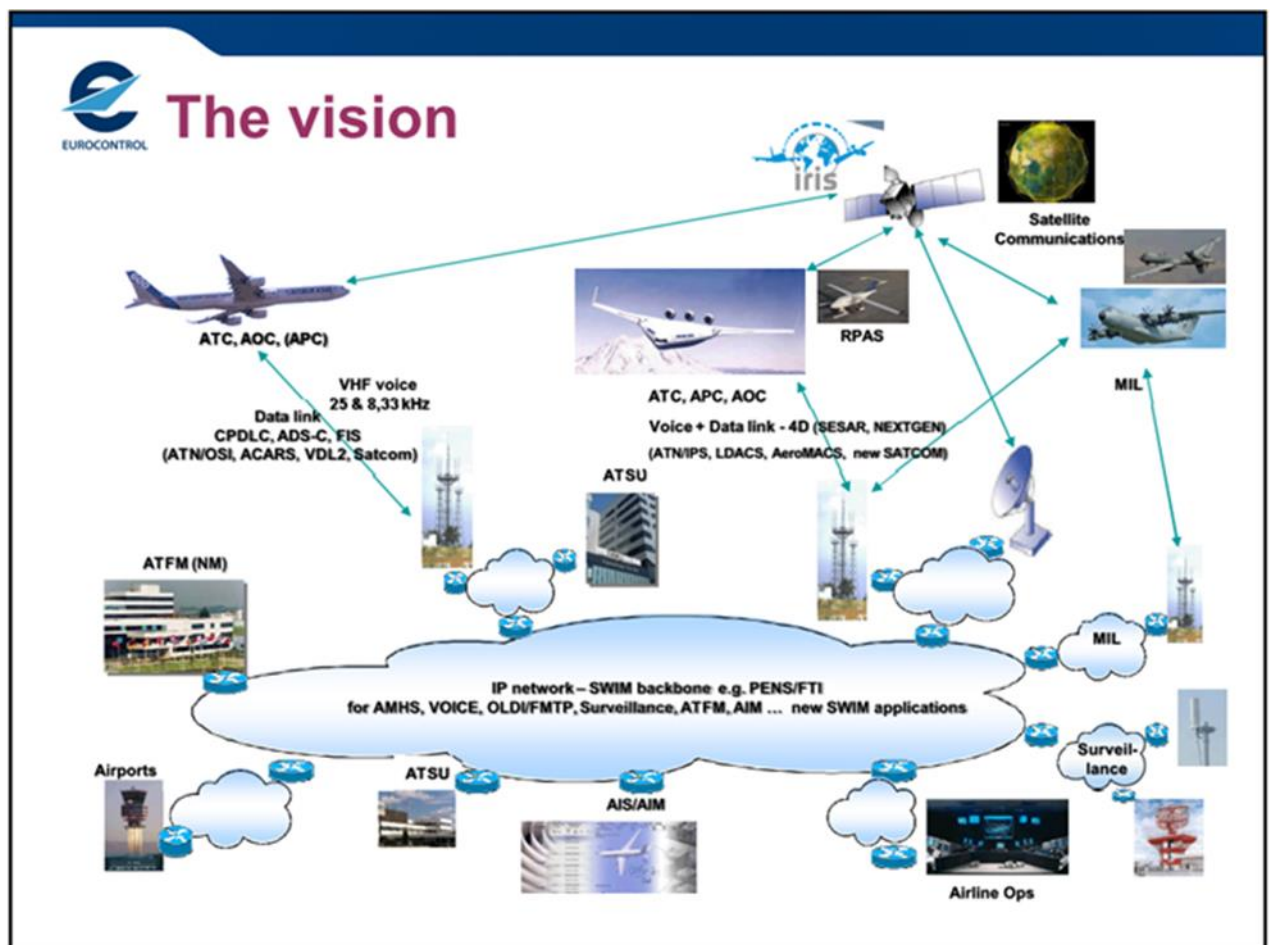
總結本次的參訪與研究可知，有關 SESAR 計畫目前或中短期內值得特別關注或借鑒之處，包括有：

一、通信部分

(一) Data link 與 SWIM 的發展

資料鏈(data link)的問世，有很大的因素在於解決駕駛員及管制員間語音溝通誤解，以及長距離管制所用之 HF 通訊不佳問題。目前的 Data link 主要可分為業界 ACARS 及 ICAO 的 ATN 等 2 大類別。本課程比較兩者差異，並提及目前以非 ICAO 所推行的 ACARS(FANS 1/A+)應用較為普遍。在洋區及偏遠地區的空域，約有 7500 架商業航空器裝載 ACARS 處理設備，而僅有約 400 架裝載 ATN 設備於大陸(continental)空域作業。然 ATN 效能較 ACARS 為強，其後續功能擴充，也較能符合航空界未來的資料鏈效能需求，例如 ATN 版的 ADS-C (EPP)，規劃了可傳輸目前報告點後 128 點軌跡資料(時間、經、緯、高、速度、垂直及水平運動型態等)，這相當有助於未來 4D 軌跡的發展。

SESAR 計畫之航空通信願景



(上圖由 EUROCONTROL IANS Philippe Sacré 先生授權使用)

(二) 傳統語音(voice)發展

雖然 data link 在很多任務項目提供便利及更高的可靠性，但語音通訊可讓同一波道內所有成員聽取對話內容，而 data link 只是 1 對 1 的溝通，會失去原本存有的航情警覺，所以需要搭配如 ADS-B in 的設備，才能使駕駛員保有此般能力。短期之內，歐洲沒有以 data link 完全取代語音在低於飛航空層 195 空域功能的考慮。有關語音通訊方面，歐洲預計在 2018 年完成所有 25kHz 轉換成 8.33kHz 頻道間距(channel spacing)技術的工作。

二、導航部分

(一) 加強 PBN 的推動與減少 VOR 與 NDB 的建置

歐洲在導航的規劃是以多星座/多頻道 GNSS 為主力，再以維持「能替補星基導航 PBN 作業的」地面助導航設施為備援策略。由於 NDB 不具備支援 PBN 的能力，NDB 將逐漸淘汰，而 VOR 部分則是不再增建。

(二) 優化 DME 布局以作為 GNSS 的主要備援

鑒於「GNSS 為主，維持能替補 PBN 作業的地面助導航設施為輔」的策略指導下，歐洲在傳統導航設施的建置上，將持續朝向優化 DME 電臺方向前進，最主要原因乃 DME/DME/(INS)不僅可支援 GNSS 作業，DME/DME 相關應用也可支援 RNP 1 導航性能，加上已約 97%的航班具備該項應用功能，因此 DME/DME 將被優化後，作為 GNSS 的主要備援。

三、監視部分

目前美國已約建置了 600 個 ADS-B 地面設備，而歐陸則建置了 800 餘座。歐洲在監視設備的現代化上，未來仍將以 Mode S 雷達，MLAT 及 ADS-B 之建置為標的，將予以優化布局，並引進第二代(V2)ADS-B 功能。以通過巴黎地區的航機為例，截至 2017 年底，約有 60%的航機已具備 ADS-B 功能，其中約 45%為 ADS-B V0 版設備，約 3%為 ADS-B V1 版設備，而約 12%為 ADS-B V2 版設備。歐盟及美國預期將提出，相關航空器必須於 2020 年配備 ADS-B V2 版設備之強制規定。

1030MHz 及 1090MHz 兩珍貴頻段已為多種監視系統所利用，包括星基、機載及地基 ADS-B 設備、機載詢答器、地面各型雷達及多點定位系統等。為維護此 2 波段，避免頻率干擾與壅塞，歐洲乃至全世界均已大力推行 mode S 雷達，藉以減少雷達詢問波與答詢波的發射。

四、航管系統部分

繼續研究 A-CDM、流量管理及 SWIM 等議題。航管自動化系統升級時或換裝時，可考慮加入 EHS Mode S、新一代衝突偵測及一致性監控工具、時基隔離及 FRA 等元素，另應持續關心歐洲飛航服務機構所採之新技術，並行評

估是否跟進使用。

最後考量本總臺當前業務需求，具體建議本總臺評估建置 SASS-C 及 DEMETER 等國際認證工具或類似系統，以提升監視及導航效能診斷作業 — 確保當前航管監視設備，如：雷達、ADS-B、MSTS(多重監測追蹤系統)等，持續提供可信賴之信號品質，裨益飛航管制作業；標明地基導航信號涵蓋空隙，甚而優化 DME/DME 之部署，強化衛星導航功能失效時之備援。另建議本總臺新建雷達皆具備 Mode S 功能並評估啟用 EHS Mode S 傳輸功能 — 以降低 1030 及 1090MHz 頻率使用量，並導入即時機載資訊，如駕駛員選用高度、航向及空中防撞系統之 RA 資訊等予航管系統，以加強管制員對駕駛員操作作為之監督，減少航管系統虛警，優化安全網，提升飛安。

參考文獻

SESAR Joint Undertaking, 2015 : *European ATM Master Plan Executive View*. Edition 2015., SESAR Joint Undertaking, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Holzbauer, M. (2018, May 27). *European Affairs and SESAR*. Presentation, Vienna, Austria.

Frequentis AG (2018, Oct 5). *FREQUENTIS SITEMAP*. Retrieved from <https://www.frequentis.com/en/sitemap>

European Commission (2018, Oct 5). *Common Projects*. Retrieved from https://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar/deployment_en

European Commission, 16.1.2009 : *COMMISSION REGULATION (EC) No 30/2009*, European Union: Official Journal of the European Union.

SKYBRARY (2018, Oct 5). *Regulation 310/2015 amending Regulation No 29/2009 on data link services for the SES*. Retrieved from https://www.skybrary.aero/index.php/Regulation_310/2015_amending_Regulation_No_29/2009_on_data_link_services_for_the_SES

Data Link Services (2018, Oct 5). : *Data link network operational status*. Retrieved from <https://www.datalinkservices.eu/>

SKYBRARY (2018, Oct 5). *Data Link Services Implementing Rule*. Retrieved from [https://www.skybrary.aero/index.php/Controller_Pilot_Data_Link_Communications_\(CPDLC\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Controller_Pilot_Data_Link_Communications_(CPDLC))

WIKIPEDIA (2018, Oct 5). *Eurocontrol*. Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/Eurocontrol>

Rekkas C. (2018, Jun 4). *Surveillance Modernisation in Europe Overview – Visit of Taiwanese delegation*. Presentation, Brussels, Belgium.

Potier E. (2018, Jun). *SCC- Surveillance monitoring activities*. Presentation, Brussels, Belgium.

Jean-Marc D. (2018, Jun 4). *Visit of ATCO Taiwan CAA Presentation of the Surveillance Services - Improved ATM efficiency through rationalisation*.

Presentation, Brussels, Belgium.

Antonio P. (2018, Jun 4). *Visit of ATCO Taiwan CAA - Surveillance Data Processing : ARTAS*. Presentation, Brussels, Belgium.

Emmanuel V. (2018, Jun 4). *Visit of ATCO Taiwan CAA - Surveillance Analysis : SASS-C*. Presentation, Brussels, Belgium.

European Commission, 22 Nov. 2011: *COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) No 1207/2011* · *European Union*: Official Journal of the European Union.

EUROCONTROL EUROCONTROL EXPERIMENTAL CENTRE, Apr 1998 : *MODE-S SPECIFIC SERVICES AND DATA LINK TEST BENCH*. EUROCONTROL, BRETIGNY: EUROCONTROL Experimental Centre Publications Office.

José M. A., and Gonzalo Q. (5 July 2018): *INDRA'S CONTRIBUTION IN SESAR PRESENTATION TO ANWS/CAA*. Presentation, Madrid, Spain.

Philippe S. (19. Jan 2016). DSN ASMGS Program. Presentation, Toulouse, France.

Olivier R. (Jul 2018). Maintenance presentation, requirements. Presentation, Toulouse, France.

Maurice G. (Mar. 2018): *4-FLIGHT The most innovative ATM system in Europe*. Retrieved from <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/4-Flight.pdf>

Bruno A. (Jun. 2018). *SESAR 2020*. Presentation, Rungis, France.

European Commission (2018, Oct 5). *Welcome to the SESAR project*. Retrieved from https://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar_en

SESAR Joint Undertaking (2018, Oct 5). *ABOUT GOVERNANCE*. Retrieved from <https://www.sesarju.eu/administrative-board>

European Union (2018, Sep 19). *SESAR Solutions*. Retrieved from https://www.atmmasterplan.eu/data/sesar_solutions

SESAR Joint Undertaking, 2017 : *European ATM Master Plan Implementation View. 2nd Edition*, SESAR Joint Undertaking, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

SESAR Joint Undertaking, 2017 : *European ATM Master Plan Implementation*

View. Plan 2017, SESAR Joint Undertaking, Luxembourg: Publications Office of the European Union.