

出國報告[(出國類別：其他(開會訪問))]

賽雷斯(SELEX)公司雷達技術 研討公差心得報告

服務機關：中山科學研究院
姓名職稱：林敏青 聘用技正
派赴國家：英國
出國時間：98/11/15~98/11/22
報告日期：98/12/22

出國報告審核表

出國報告名稱：賽雷斯(SELEX)公司雷達技術研討公差心得報告		
出國人姓名 (2 人以上，以 1 人為代表)	職稱	服務單位
林敏青	聘用技正	中山科學研究院
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他__開會訪問__ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：98 年 11 月 15 日至 98 年 11 月 22 日		報告繳交日期：98 年 12 月 22 日
計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備 <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input checked="" type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input checked="" type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____	
	保防官核章	
審核人	出國人員	初審
		機關首長或其授權人員

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報 告 資 料 頁

1.報告編號：	2.出國類別： 其他(開會訪問)	3.完成日期： 98/12/22	4.總頁數： 18
5.報告名稱：賽雷斯(SELEX)公司雷達技術研討公差心得報告			
6.核准 文號	人令文號	中華民國 98 年 10 月 20 日 國人管理字第 0980014489 號	
	部令文號	中華民國 98 年 10 月 13 日 國備獲管字第 0980014181 號	
7.經 費		新台幣： 126,057 元	
8.出(返)國日期		98/11/15 至 98/11/22	
9.公差地點		英國 愛丁堡 (Edinburgh, England)	
10.公差機構		SELEX Sensors and Airborne Systems Limited	
11.附 記			

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：賽雷斯(SELEX)公司雷達技術研討公差心得報告

頁數 18 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

中山科學研究院/蘇惠蘭/355850

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

林敏青/中山科學研究院/電子系統研究所空用電子組/聘用技正/355853

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他(開會訪問類)

出國期間：

98/11/15~98/11/22

報告日期：

98/12/22

分類號/目

出國地區：

英國 愛丁堡

(Edinburgh, England)

關鍵詞：雷達(Radar)、賽雷斯-伽利略(SELEX GALILEO)

內容摘要：(二百至三百字)

訪問賽雷斯-伽利略(SELEX GALILEO)公司愛丁堡廠區，進行合成孔徑雷達(Synthetic Aperture Radar；SAR)系統與次系統規格及機電界面規格研討、主要系統設計參數諮詢確認，以掌握該公司系統軟硬體架構及技術現況。蒐集技術發展現況，包含合成孔徑雷達技術、低攔截率雷達技術與主動電子掃描陣列技術等相關整合應用技術資料及系統發展經驗，作為計畫研發之參考，俾利計劃推動全系統整合及應用，以發展落實合成孔徑雷達研製之目的。

目 次

壹、目的.....	(6)
貳、過程.....	(6)
參、心得.....	(9)
肆、建議事項.....	(18)

賽雷斯(SELEX)公司雷達技術研討公差心得報告

壹、目的

訪問賽雷斯-伽利略(SELEX GALILEO)公司進行合成孔徑雷達(Synthetic Aperture Radar ; SAR)系統與次系統規格研討、主要系統設計參數諮詢確認，以掌握該公司系統軟硬體架構及技術現況，吸取國際大廠對合成孔徑雷達之發展經驗。參觀該公司無人載具及合成孔徑雷達系統整合應用實例，並了解該公司合成孔徑雷達系統所需支援測裝及後勤補保機制，取得合成孔徑雷達與控制站結合之技術項目，可做為本計畫參考。蒐集現役裝備開發與技術發展方向，並檢驗計畫與國際大廠之差異度，同時了解國際軍備系統公司在雷達產業之發展經驗及其技術情資。

貳、過程

11 月 15 日早上搭機，當晚(當地時間)抵達英國倫敦希斯洛國際機場(Heathrow Airport)，住宿於附近旅館，11 月 16 日早上搭國內線班機，於午前飛抵愛丁堡(Edinburgh)，到達賽雷斯-伽利略(SELEX GALILEO)公司愛丁堡廠區後，先討論確定本周議程及簡報公司概况，隨即參觀廠區環境、研發設備及裝備生產線。本日在該公司活動項目如下表：

表一：11 月 16 日研討參觀主題一覽表

時間	研討會主題活動
下午	本周議程討論及公司簡介
	參觀廠區環境、研發設備及裝備生產線

公司簡介：賽雷斯-伽利略(SELEX GALILEO)公司屬於金融機械(FINMECCANICA，或譯『芬梅卡尼卡』)集團，該集團為跨國性企業，員工總數超過 7 萬人，主要事業包括防衛電子(DEFENCE ELECTRONICS)、直昇機(HELICOPTERS)、航空(AERONAUTICS)、運輸(TRANSPORTATION)、能源(ENERGY)、太空(SPACE)、防衛系統(DEFENCE SYSTEMS)等 7 大事業群，尤以前三項為主，就佔其約 3 分之 2 營業額。賽雷斯-伽利略公司即屬第一項產業，約有 7 千名員工，其產值亦約為金融機械集團 10 分之 1。本次參訪主題之賽雷斯偵測器及空用系統公司(SELEX Sensors and Airborne Systems Ltd)仍為獨立公司，但與義大利伽利略航電

公司(GALILEO Avionica SpA)共享賽雷斯-伽利略(SELEX GALILEO)商標。賽雷斯-伽利略公司產品面涵蓋太空、戰場防護及偵察、電子光學、雷達及標定器、空用系統、無人系統、模擬器、支援及服務等。

賽雷斯-伽利略公司主要廠區及辦公室分布於英國及義大利，也有美國分公司，英國之廠區主要為賽雷斯偵測器及空用系統公司，義大利之廠區主要為伽利略公司。本次參訪地點之賽雷斯公司愛丁堡廠區有悠久歷史，自二次大戰期間為避免德國轟炸而自曼徹斯特(Manchester)遷此設廠，迄今已成英國北部國防科技發展重鎮。愛丁堡廠區現有員工近兩千人，大部分為工程人員，主要有雷達及光學(雷射)之生產線，曾經有陀螺儀的研發及生產，但因為無法與漢尼威公司(Honeywell)競爭，遂退出此市場，但該公司在英國之其他廠區仍有此項產品之研發及製造。賽雷斯公司除愛丁堡廠區外，較大有巴塞登(Basildon)廠區，員工約千人，工作項目有尋標器、熱像系統、穩定平台及光學組件等，另有魯通(Luton)廠區，員工也約千人，工作項目主要為各軍種之電戰裝備。

11月17日針對賽雷斯公司產製之皮克合成孔徑雷達(PicoSAR)研討其系統規格及界面規格。PicoSAR 特性說明如下：使用主動電子掃描陣列(Active Electronically Scanned Array； AESA)天線，全系統重量 10 公斤，體積小，安裝容易，帶狀測繪(Strip Map)之解析度為 1 公尺，聚光(Spotlight)模式解析度為 0.3 公尺，高可靠度(平均失效間隔時間超過 2000 小時)。

本日研討會主題表列(表二)如後：

表二：11月17日研討會主題一覽表

時間	研討會主題
上午	皮克合成孔徑雷達(PicoSAR)系統規格研討
	系統應用介紹
下午	合成孔徑雷達機電界面規格研討

11月18日主題為賽雷斯-伽利略公司海用導航及空用偵搜雷達介紹與系統關鍵應用技術研討，此部分系因該公司有此能量，故於行前臨時要求加入此項研討主題，該公司同意配合本項議程變更，尤其海用導航雷達乃義大利伽利略公司專業，因此特別指派專員從義大利佛羅倫斯(Florence)到愛丁堡參與海用導航雷達議題研討，使得研討內容非常深入，獲得相當豐富之專業資料。本日研討會主題(表三)如後：

表三：11月18日研討會主題一覽表

時間	研討會主題
上午	低攔截率雷達技術研討
	海用高精度導航雷達(Navigation Radar)介紹
下午	主動電子掃瞄陣列技術研討
	空用偵搜雷達(Surveillance Radars)介紹

11月19日以合成孔徑雷達之地面控制架構及測裝需求、基於遠距無人操控之系統應用等為研討主軸(表四)。介紹系統故障報告、內建自我偵錯、外接測試儀電等功能需求。經過縮裝之手段後，全天候合成孔徑雷達可隨日後各不同運用需求，使用於各型載具及武器系統上，並有對安裝於不同載具之實例說明。

表四：11月19日研討會主題

時間	研討會主題
上午	合成孔徑雷達地面支援控制站之應用實例研討
	載具及合成孔徑雷達系統及地面控制站整合
下午	合成孔徑雷達測裝支援需求及後勤補保機制研討

11月20日首先再就雷達系統整合及應用機制設計作總結及歸納，並對計劃應用該系統所可能必須之界面工程選項予以設計研討。下午繼續探討系統技術發展方向，研究最新研發之範例，與該公司技術負責人員研討未來系統精進方向，規劃各可能合作方式。本日研討會主題(表五)如後：

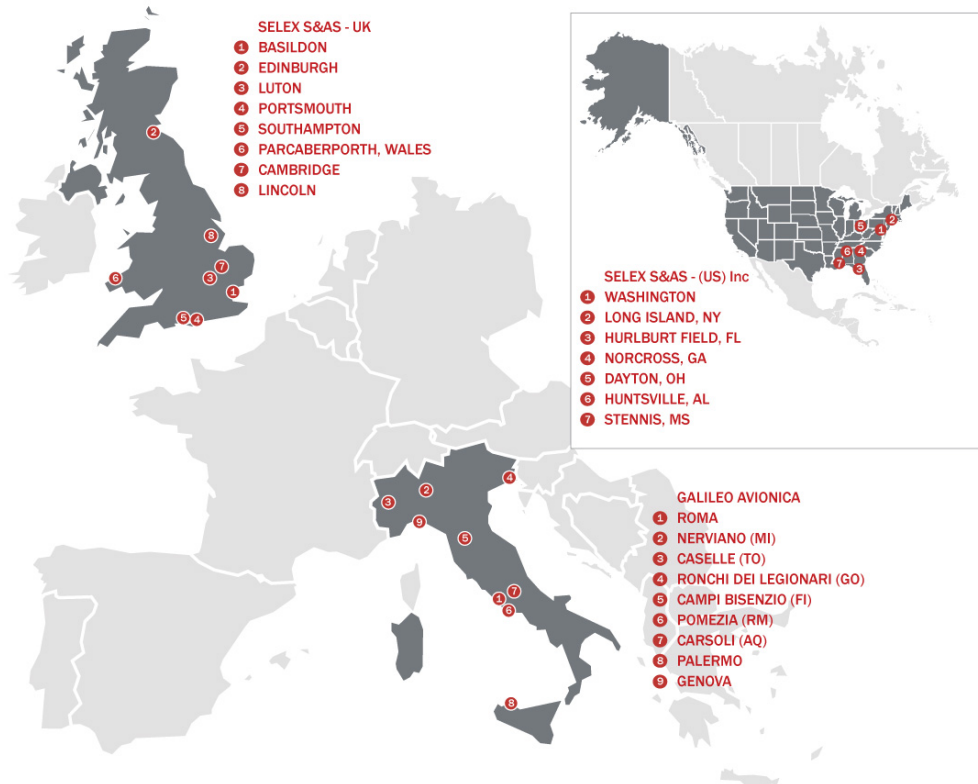
表五：11月20日研討會主題

時間	研討會主題
上午	載具及合成孔徑雷達系統界面整合及應用研討
下午	裝備開發與技術發展方向研討
	本院與該公司合作方案研討

11月21日從愛丁堡搭機前往倫敦轉搭長榮班機回台灣，11/22抵台，順利完成本次參訪。

參、心得

賽雷斯-伽利略(SELEX GALILEO)公司主要廠區及辦公室分布如圖一所示，英國之廠區主要為賽雷斯偵測器及空用系統公司(SELEX Sensors and Airborne Systems Ltd)，義大利之廠區主要為伽利略(GALILEO Avionica SpA)公司。愛丁堡廠區為賽雷斯(SELEX)公司最大廠區。



圖一：賽雷斯-伽利略(SELEX GALILEO)公司主要廠區及辦公室

本次出國在賽雷斯公司愛丁堡廠參訪 5 天，對公司管理有親身體驗，觀察到一些與本院不同處，並與有經驗工程人員面對面研討技術瓶頸及克服方法，獲得以下成果：(1)蒐集有價值的系統規格、研發流程及技術參考文件。、(2)取得研發經驗以降低研發風險、(3)蒐集技術成果與應用範例等，作為日後精進研改之用途，並提出心得報告如後：

1. 國際大廠對於公司內部管理都有制度，以維護商業機密及智財權。

(1) 人員管制：接待處對每個訪客立即照相製證，公司內部使用，離開時收回，此證無磁卡功能且面積較大又非常明顯，讓人容易辨識訪客身份。人員進出主要通道都有閘門管制，且此閘門之形式為單次只限一人通過，因此每個訪客都需由陪同人逐次刷卡通行，因此避免在大門開啓時，可能有無證之人隨後跟進之問題。每一區又有獨立刷卡管制，非有關人

員無法通行。所有人員(包含訪客)有嫌疑時，安全人員可隨時搜查。

(2) 資料管制：紀錄裝置(照相機、錄音機、隨身碟等)禁止於公司內部使用。訪客可以攜帶電腦進入，但是禁止聯上公司內部網路。特定區域禁止使用手機，手機必須關機。照相機手機可以攜入，但是不可使用照相功能。

(3) 公司內部刊物遠景(Visione)：每月出版一次，版面為信紙大小 4 張共 8 面，報導最近業務進展、創新產品資訊、社區活動參與及人員職務介紹等動態消息，與本院『逸光』相仿，但為增加閱讀率，每期針對刊物內容出題目請員工回答，回覆形式不拘，隨機抽獎送出贈品，此舉不但降低了公司刊物之剛性亦添加了趣味性。

(4) 愛丁堡廠區能量展示海報(如下圖二所示)：歐美公司的購併與改組經常發生，因此在海報中簡要標明本廠區及公司歷史(右上角)，扼要點出單位之光榮傳承。歷史上及近年來代表性的產出，獨特的系統，有競爭力的作品，這些都可凝聚團隊的向心力。



圖二：愛丁堡廠區能量展示海報

(5) 賽雷斯-伽利略公司以英國國防部行星團隊(Team Stellar)專案獲得金融機械集團之 2008 年創新獎，今年賽雷斯-伽利略公司的創新獎入圍項目有：土製炸彈(Improved Explosive Device；IED)的偵測技術、正發生的敵方火力威脅偵測系統、榴彈射控系統、光學參數振盪器、微型火星土壤分析儀、射擊目標追蹤演算法，其中之一將代表參加金融機械集團創新獎之角逐，這種活動凸顯出公司研發與創新的特色。

2. 合成孔徑雷達系統技術資訊

皮克合成孔徑雷達(PicoSAR)技術說明：系統設計時即以系統微小化為目標，可安裝於各不同載具(包含無法搭配過多酬載之輕型載具)，故重量必須輕、體積必須小以安裝於有限空間。皮克合成孔徑雷達系統由處理單元及天線單元組成，兩者也可結合為一，如下圖三。

PicoSAR 發展歷程為 2006 年 5 月先在有人機上首飛，2008 年 6 月完成無人機飛試，有在直昇機、定翼機等機種安裝整合，並在美國及歐洲等地對各不同軍種進行合成孔徑雷達及地面移動目標指示功能展示。



圖三：皮克合成孔徑雷達系統組成

處理單元包括接收機、微波模組、數位處理等功能，處理單元有散熱風扇，也能安裝於環架機構。處理單元內含 GPS 接收機、雙中央處理單元 (使用型號為 PowerPC)處理模組、雙收發組、儲存單元、介面單元與電源供應模組。雙通道接收機好處是可以有容錯設計，並賦予未來成長性。直接數位波形合成技術系經由軟(韌)體控制雷達系統不同模式之波形，因此具有彈性且兼顧系統擴充性。

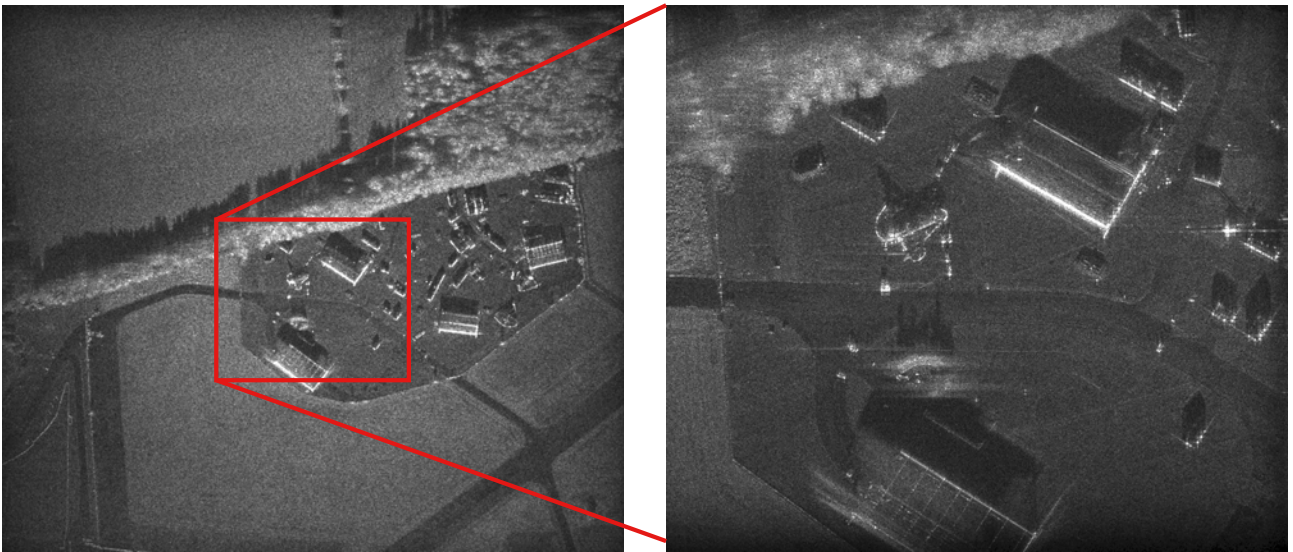
天線單元使用主動電子掃描陣列，由許多發射接收模組(TRM)合成，並應用固態電子元件，因此不再需要高功率電磁波源，故大幅提昇系統可靠度(無故障時間可超過 2000 小時)。因為低噪訊放大可以在天線前端進行，故減少內部信號損失，而提昇系統靈敏度。電子掃描減少雷達波束方向變換時間，也提昇雷達性能，多模式可交錯使用。

皮克合成孔徑雷達內建一個慣性量測單元及一個全球衛星定位系統的接收機，以獲取合成孔徑雷達產生影像所需之高精度導航資料，慣性量測單元直接安裝在天線結構的後方的

優點是，在操作上可以提供最準確之天線位置及指向。

雷達操控軟體與雷達介面為以太網路，操控軟體包括任務前規劃及任務中操作之功能。操控軟體可以選擇雷達模式，地面移動目標指示模式中亦可調整信號處理誤警率(False Alarm Rate)。操控軟體並提供發展工具，即時紀錄系統、即時診斷顯示、實驗性參數控制介面等功能以便利雷達系統研發。可修改之雷達特性參數有：脈波重覆周期(Pulse Repetition Interval)、脈波寬度(Pulse Width)等。

不同解析度(不同模式)之雷達成像如圖四，其辨識率已接近光學照片。



圖四：解析度 1 公尺雷達成像(左圖)與解析度 0.3 公尺(右圖)比較

已曾在直昇機、定翼機等機種安裝、整合、應用或展示之實例(參圖五)。



圖五：皮克合成孔徑雷達於不同載具安裝實例

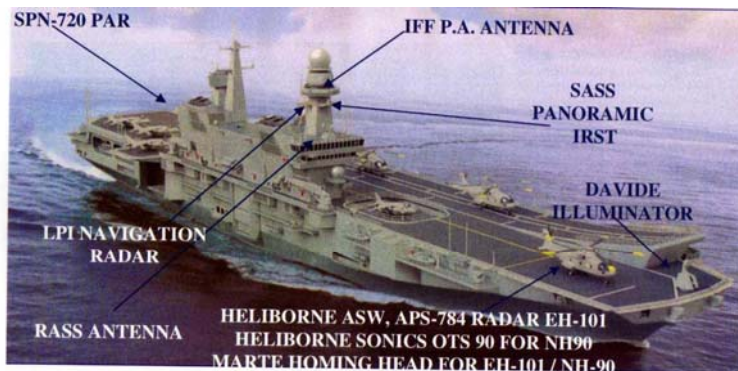
3. 低攔截率雷達技術資訊

伽利略(Galileo)公司有五十年艦載裝備(包含雷達及光電系統)之發展與整合經驗，參圖六之示意圖，主要客戶為義大利海軍，產製裝備包括導航雷達、偵搜雷達、航空器起降導引雷達(Precision Approach Radar ; PAR)、紅外線裝備、敵我識別器等。最近之業務重點如圖七(次頁)之示意圖，為義大利航空母艦之戰鬥系統組成裝備，也包括直昇機之雷達及聲納裝備，義大利與法國合作之歐洲多功能護衛艦(Frigate European Multi-Mission ; FREMM)，也選用其產製裝備。



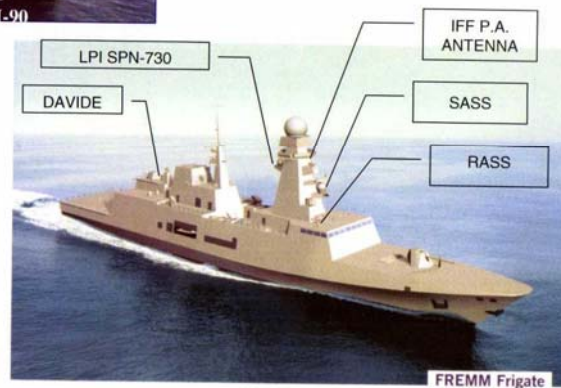
圖六：艦載裝備(包含雷達及光電系統)之發展與整合

低攔截率(Low Probability of Intercept ; LPI)功能源自於現代海軍之需求性，現代海軍對艦艇的外型都已做匿蹤設計，雷達截面積(Radar Cross Section ; RCS)大幅下降，可避免被敵方偵搜雷達測出，相似地也必須減少電磁波輻射的產生，以避免反輻射飛彈(Anti-Radiation Missile ; ARM)之攻擊，並避免被敵方電子偵蒐裝備(ESM)截獲，此即謂輻射匿蹤，低攔截率功能之達成即透過對雷達發射信號之控制而實現。低攔截率功能可使己方雷達正常偵搜敵方目標，又不致讓己方被敵方電偵裝備測得，因此低攔截率已成現代海軍之需求功能。



▪ Great development efforts has been focused on Cavour aircraft carrier combat system equipments

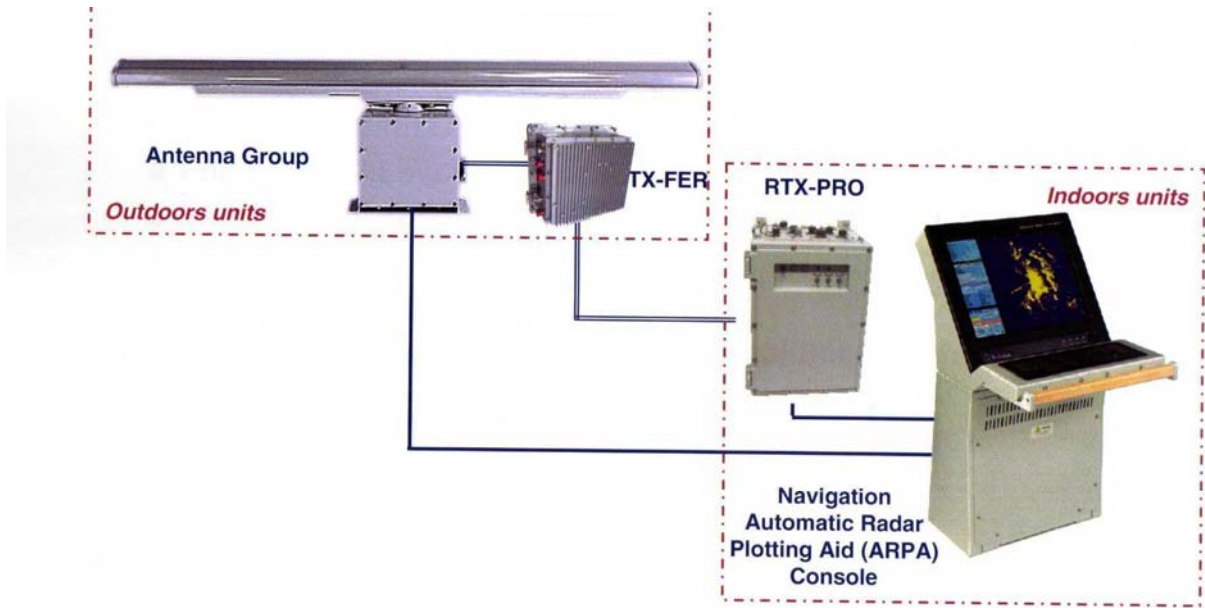
▪ The new developed equipments have been selected also for the Italy-France FREMM program



圖七：航空母艦之戰鬥系統組成與護衛艦載裝備

伽利略公司基於艦載裝備之發展與整合經驗，認為低攔截率之雷達架構，以編碼脈波雷達(Coded Pulsed Radar)機制實現會比一般調頻連續波(Frequency Modulated Continuous Wave ; FMCW)雷達來得好，此係以全戰系性能觀點考量，己方靈敏之艦載電偵裝備可以在脈波不發射時正常工作有最高效能，相反地連續波雷達可能會持續干擾電偵裝備使其功效降低，並且編碼脈波比較不會被敵方電偵裝備辨識出信號存在，也比較不會被敵方電戰裝備干擾而失效。

基於上述設計概念，推出如(次頁)圖八之導航雷達架構。主要區分為艙外單元及艙內單元，再各分天線模組、發射-前端接收機(TX-FER)模組、接收機-處理器(RTX-PRO)模組及導航操控台，低攔截率功能之實現主要是應用編碼脈波，故而系統之精髓其實是發射-前端接收機模組及接收機-處理器模組。所以該公司也設計低攔截率提昇套件如(次頁)圖九，可與載台原有之導航雷達共存，使用原有之天線模組，提昇低攔截率功能。



圖八：低攔截率之導航雷達

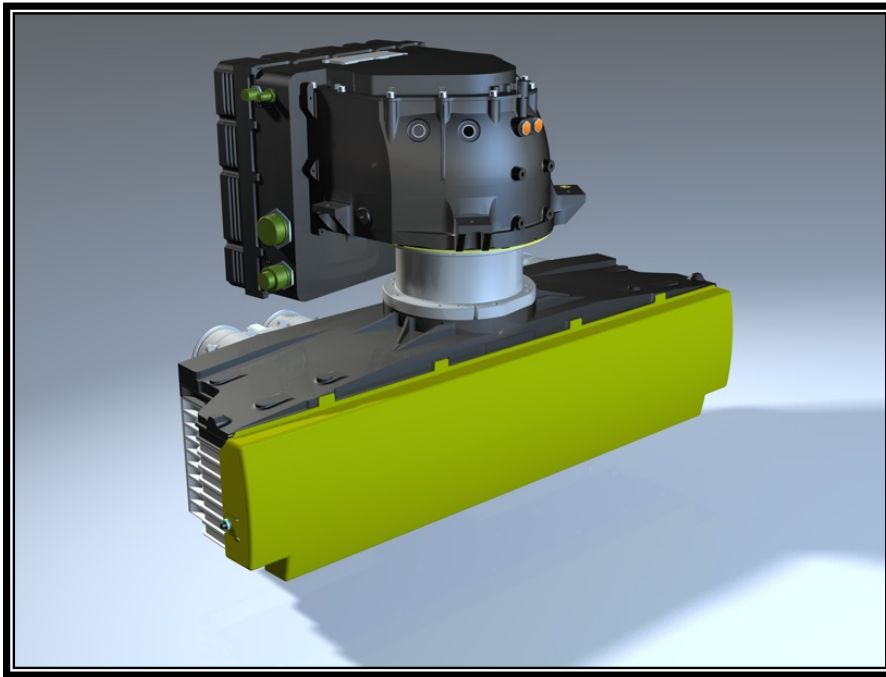


圖九：低攔截率之提昇套件

掌握核心關鍵技術後，其應用及市場性就充滿彈性。可根據顧客需求及現有載台規劃設計應用系統架構，研製各不同運用機制及模式，此種裝備開發與技術發展策略值得吾人作為參考。

4. 主動電子掃瞄陣列技術心得說明

主動電子掃瞄陣列技術：第四代戰鬥機皆已配賦電子掃瞄陣列雷達，第三代機也在性能提昇時換裝電子掃瞄陣列雷達，新一代偵搜預警機也配賦電子掃瞄陣列雷達，一般偵搜機(定翼機或旋翼機)亦有電子掃瞄陣列雷達產品可供選用。主動電子掃瞄陣列技術的優點是，電子掃瞄減少雷達波束方向變換時間，提昇雷達性能，多模式可交錯使用。對天線基座環架機構的需求也降低，簡化繁複龐大的環架機構，減少複雜機械組件後，系統架構可簡化設計。基於上述之優點，該公司自 1990 年代開始，所有之系統設計規劃都揚棄機械掃瞄天線的使用，改採電子掃瞄陣列天線，當然環架機構的維護能量仍舊保留，因為國防裝備的壽期很長，將來依然有維護之需求。據此設計推出之海浪(Sespray)系列多模式偵搜雷達，依性能規格有不同型號之雷達，不過每個雷達都只有兩個線上拆換單元(LRU)，也大幅簡便後勤維護任務。



圖十：海浪(Sespray-7500E)多模式偵搜雷達

美國海岸巡防隊(US Coast Guard; USCG)在第一架力士型(Hercules)型號 HC-130H 長程偵搜機(Long Range Surveillance; LRS)試裝 Seaspray 7500E 電子掃瞄陣列雷達後，展示其優異性能，順利執行海巡隊的搜索與救援(Search and Rescue)等人道任務，以及反走私緝毒等邊防工作，值得注意的是，搜索與救援任務通常是在惡劣天候、複雜海象的情況下施行，並且雷達目標可能是救生艇等海上小目標，有此突出表現，故而能在與雷神公司(Raytheon)海景(Sea View)雷達、美國電話公司(Telephonics) APS 143 雷達、ELTA 公司 2022 雷達等之競爭者中

脫穎而出。因此海岸巡防隊決定將所有的 16 架力士型偵搜機全面換裝 Seaspray 7500E 雷達，取代原有之老舊 APS-137，預計性能提昇工程 2012 年結束。



圖十一：力士型偵搜機安裝海浪偵搜雷達

使用主動電子掃描陣列技術之海浪偵搜雷達沒有笨重的導波管，使用簡單機械基座以擴大掃描範圍(Composite Electronic and Mechanical Scanning；CEMS)使用，有超過 500 套系統已在歐洲、中東、南美等地區服役。此型偵搜雷達，也有合成孔徑雷達模式，其成像與光學影像套疊比較顯示於下圖十二，明確呈現出其精確度，此等研發成果比較表現方式，也值得計畫於將來參考運用。



圖十二：合成孔徑雷達模式成像與光學影像套疊顯示比較

肆、建議事項

1. 鼓勵同仁參與創新，所有員工不論級職及身份都可參與創新，非僅有從事研發的工程師或專業部門，每位員工皆能以創新的想法改變事務之進行甚或帶來嶄新的突破，值此本院轉型之際，要以新的思維執行賦予之任務。產品及製程的創新將直接帶來競爭力的提昇，創新的想法及專題可能產生新的應用系統，成本減少、良率提昇、環境改善、新型態的服務整合、組織架構或管理模式，可彰顯本院研發與創新的能量。

2. 多派員參訪國外先進系統廠家與研究機構，吸取國際大廠之發展經驗。各軍種之武獲單位皆具相當深度之專業素養，對於國際上各一流系統及裝備也都有涉獵，並明確的認知其建軍需求與專案規格，因此本院不能閉門造車，訪問國際大廠，可了解國際軍備系統公司之技術現況。蒐集現役裝備開發與技術發展方向，方能檢驗本院與國際大廠之差異度。取得相關先進技術情資，使本院產品可與國際並駕齊驅。