



軍事戰略

世界匿蹤軍備 之發展近況

軍事學碩士 耿志雲

提 要

隨著世界主要強權大國之間的緊張關係繼續醞釀，在軍事裝備上積極獲得高性能的第5代戰鬥機，已經成為擴大各自權力範圍的主要競爭項目之一。土耳其執歐亞地緣戰略牛耳，在大國的博弈活動中也不落人後，在其自行研發的TF-X匿蹤戰鬥機計畫公布之後，隨之展開了大量行銷工作，猶如日本的F-3計畫一樣，從本屆「巴黎航空展」(International Paris Air Show)的展出項目，與美國國防部新近頒給國防大廠的合約便可一窺其國防產業襯托國家戰略的企圖。

關鍵字：匿蹤戰鬥機、機載雷射武器、國防高等研究計畫署、美國國防產業

壹、歐美發展匿蹤技術趨勢

推估參加本屆「巴黎航空展」的土耳其航空航太工業公司(TAI)之企圖，安卡拉當局一面敦促其國營事業繼續發展高性能、雙發動機、空優目的為先的第5代戰鬥機，另一面也在繼續和美國爭取導入洛克希德·馬丁公司生產的F-35「聯合打擊戰鬥機」，同時也在採購俄羅斯設計的S-400戰區級防空飛彈系統。

一、匿蹤技術作為國家戰略

TAI的總經理天馬·郭泰爾(Temel Kotil)在對於表述土國立場時刻意拉



高了層級，稱「它(TF-X)將成為歐洲最好的戰鬥機」，並預計將於2025年進行首航^{【註1】}。此言固然有些誇大其辭，但土耳其國營事業官員在國際展覽活動上的高調言論，反映了安卡拉善用大國博弈的空間，從中為己達到提升

戰略分量的目的，因為至今，僅管美國國務院暫時將土耳其從F-35戰鬥機的外國合作夥伴關係中排除，但是作為北約組織干涉地中海與中東的重要成員，突顯了這個橫跨歐亞兩洲的伊斯蘭國度，仍然在美、俄兩強之間各取所需而遊刃有餘。

其次，土耳其推動高性能第5代戰鬥機的發展，顯示了第5代戰鬥機技術的明顯普及化效應，同時也為軍用航空工業的持續專業化，提供了越來越高的可信度，其重點是傳統空權理論的「空優」和「多功能」的「高」與「低」戰力的無縫組合。換言之，第5代戰鬥機將會兼具之前各個世代的戰鬥機性能，達到機種簡化、戰力備增的目的。(表一)(圖一)

表一 土耳其TF-X性能諸元

乘員	1
全長	19公尺(62尺4吋)
翼展	12公尺(39尺4吋)
全高	6公尺
翼面積	60平方公尺(650平方英尺)
最大起飛重量	27,215公斤(59,999磅)
發動機	Rolls Royce & Kale X2具89 kN(27,000磅)
最大速度	2馬赫(巡航高度40,000英尺時1.8馬赫)
作戰半徑	1,111公里(690英里)
實用升限	17,000公尺(55,000英尺)

資料來源：Turkish Aerospace Industries Inc. 檢索日期2018/10/29，
<https://www.tai.com.tr/en/product/milli-muharip-ucak>。

製表：筆者



圖一 2019年6月「巴黎航空展」公布的土耳其TF-X全尺寸模型。

資料來源：<https://hushkit.net/2019/06/21/in-depth-analysis-of-turkeys-tfx-future-fighter-from-arda-mevlutoglu/>。

註1 Tony Osborne, "Turkish Fighter Jet To Debut At Paris Air Show", Aerospace Daily & Defense Report, 2019/6/13, <https://aviationweek.com/paris-airshow-2019/turkish-fighter-jet-debut-paris-air-show>。



二、維護亞太空權主導地位

當前的亞太地區，由第5代戰鬥機與附屬的Link-22資料鏈路、各種防情觀測傳遞裝備所牽動的軍事革新，正繼續改變著日本、南韓、澳洲和其他美國的各盟國空軍，而亞太各國空軍一直在進行現代化，同時擴編自己的多功能戰鬥機隊，藉以加強其戰鬥機部隊的作戰能力，同步發展各國國內可以派得上用場的第5代關鍵載具，建立和維護亞太地區航空和多重作戰領域的主導地位。

與軍事技術發展的各種方面一樣，多功能戰鬥機也正在迅速融合新科技。目前，全球和亞太地區的空中力量，多半是從第4代到第5代戰鬥機的過渡機種為主力，也彷彿F-22「猛禽號」(Raptor)和F-35「聯合打擊戰鬥機」系列載具一樣，正在藉此重塑戰鬥機隊的功能，和印度—亞太地區的軍事力量平衡。

第5代戰鬥機代表了現代戰鬥機技術的巔峰，即高度整合了先進武器、電子陣列雷達、高性能機身、先進航空電子設備，和多功能任務電腦系統等裝備，也可以採用全方位匿蹤技術進行戰區部署，這些第5代飛機為指揮層級提供了無與倫比的空中優勢、情勢感知、網路聯通、空中攔截和打擊的多項能力。

另一方面，俄羅斯和中共的第5代戰鬥機，如：Su-57，J-20和JF-31的日益改良和增加，以及俄羅斯有可能向中共空軍(PLAAF)出口Su-57的傳聞^{【註2】}，以及其他美國潛在對手越來越多的高性能第4代戰鬥機的推出，這些因素也有可能讓1970年代的越南空戰場景重演，儘管視距外空對空飛彈技術的進步，傳統的空中纏鬥時代已經結束，但是，從空戰歷史的脈絡觀察，俄羅斯為特定目的專門設計和製造的空優匿蹤戰鬥機，直至今日仍在挑戰美國的空中優勢^{【註3】}。

三、重啟國際匿蹤技術合作

最近，美國行政部門內部的變化，特別是2020年的美國總統選舉，帶動了美國對外國武器出口政策的重新反思，川普的頻繁出訪，為日本與洛克希德·馬丁(Lockheed Martin)和諾斯洛普·格魯曼(Northrop Grumman)等美國主要國防承包商進行接觸，打開了新裝備的銷售大門，美國將增售日本F-35A/B系列達到將近150架，還包括了4架RQ-4B「全球鷹」長航時無人機^{【註4】}，為美國國

註2 Franz-Stefan Gady, "Russia to Offer China Su-57 Fifth-Generation Stealth Fighter", The Diplomat, 2019/4/2, <https://thediplomat.com/2019/04/russia-to-offer-china-su-57-fifth-generation-stealth-fighter/>。

註3 Stephen Kuper, "Applying pressure: Pursuing a 5th-gen air superiority capability", Defense Connect, 2019/6/7, <https://www.defenceconnect.com.au/strike-air-combat/4196-applying-pressure-pursuing-a-fifth-gen-air-superiority-capability>。



防產業贏得鉅額訂單。至於日本國內也自行開發了一種大型、匿蹤性的空優戰鬥機，未來將取代當地組裝的航空自衛隊F-15J和F-2A/B戰機機隊【註5】。

雖然東京當局已公開承諾採購147架F-35A/B系列機隊，其中包括42架可短場垂直起降(STOVL)的F-35B型號，部署在海上自衛隊「出雲級」輕航空母艦【註6】，但日本政府仍在專注於發展第5代空優戰鬥機，無論是否有美國協防，都可以應對其在亞太地區面臨的日益嚴峻的挑戰。

東京的這種國防發展策略，帶動F-3「心神」的研發，這是一架技術展示飛機，證明了日本的航空工業在匿蹤戰鬥機的設計能力上，可以生產出能與世界最好的美國製產品競爭。洛克希德·馬丁公司和諾斯洛普·格魯曼公司都積極支持日本對發展航空榮景概念的持續發展，美國大廠卻也對美國政府是否重新開放F-22「猛禽號」戰鬥機的輸出許可提出了新的質疑。

由於認識到第5代技術的日益普及化，新興國家的同行競爭對手能力提升，以及十幾年前採購F-22的申請經驗，美國認為日本和澳洲現在仍都有能力支持美國F-22「猛禽號」戰鬥機的重新外銷和現代化研改工程，根據美國國會今年的一份報告估計，F-22生產線的「非經常性啟動成本」(non-recurring start-up costs)價值約為99億美元，另外還有404億美元是作為美國空軍繼續採購194架新「猛禽號」機隊【註7】。

觀察眾議院「軍事委員會」的年度報告尚未能解釋清楚的是，在性能升級版的F-22「猛禽號」開發供應鏈中的「聯合採購和系統整合」這個部分，最顯然的是日本和澳洲的國防產業，它們長期以來都是廣受國防工業界尊重的美國盟友，也是現有F-35供應鏈中的工業合作夥伴。然而，倘如讓這兩個外國盟友採購並非沒有風險，因為日本和澳洲都需要至少購入194架才算合於生產成本。

註4 Greg Waldron, "Northrop Grumman contract advances Japan RQ-4 work", Flight Global, 2018/11/21, <https://www.flightglobal.com/news/articles/northrop-grumman-contract-advances-japan-rq-4-work-453796/>。

註5 JIJI, "Japan weighing all its options as it searches for successor to F-2 fighter jets", The Japan Times, 2018/10/31, <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/10/31/national/japan-weighing-options-searches-successor-f-2-fighter-jets/#.XVI150MzaUk>。

註6 Franz-Stefan Gady, "Japan to Convert Izumo-Class Into F-35-Carrying Aircraft Carrier", The Diplomat, 2018/12/12, <https://thediplomat.com/2018/12/japan-to-convert-izumo-class-into-f-35-carrying-aircraft-carrier/>。

註7 Stephen Kuper, "US 'Raptor regret' raises questions and possibilities", Defense Connect, 2019/7/15, <https://www.defenceconnect.com.au/strike-air-combat/4407-us-raptor-regret-raises-questions-and-possibilities>。



貳、日本匿蹤戰鬥機心神號

日本三菱公司研發的F-3是防衛省計畫中的日本自行製造的第5代戰鬥機。此項計畫從「先進技術展示機」(Advanced Technology Demonstrator XATD-X)計畫發展而來，這架飛機在日本被稱為「心神」【註8】。

一、因應中俄匿蹤機隊部署

有鑒於中國大陸軍事現代化的快速發展，與中、俄這兩個鄰國的第5代戰鬥機已逐步服役，日本也希望發展一架技術產權自主的匿蹤戰鬥機【註9】。因此，ATD-X的第一架模型早在2005年即已建造。它原本被用來研究法國的「神經元」匿蹤戰鬥機雷達截面積。還有一些消息來源稱，最初的ATD-X只是一個藍圖項目，目的在向美國施加輸出技術的壓力，日本原想購買美國的F-22「猛禽號」(Raptor)匿蹤空優戰鬥機，但五角大廈拒絕出售。

稍後，防衛省為自製的新飛機研發提供了資金，目前這架飛機仍在發展中，首飛已於2016年展開，第1架原型機用作技術展示和研究，當局宣稱研發工作已在2017年完成，三菱F-3可在幾年後正式投入生產，而一旦投入戰備服役，它將取代一批航空自衛隊現役且較陳舊的F-15J和三菱F-2戰鬥機飛行中隊。

據日本防衛省稱，F-3採用了先進的匿蹤技術(包括機身設計和塗層)來減少其雷達截面積，它不僅是日本第一架國產匿蹤戰鬥機，也配備了其他先進的航空系統，從機身外觀觀察，F-3具有一些匿蹤性能特徵，但它可能還不像F-22「猛禽號」或F-35「閃電II」的程度。在匿蹤性能方面，它可能比較類似於中國大陸的匿蹤飛機水平，例如：成都J-20、瀋陽J-31、俄羅斯蘇霍伊Su-57(以前稱為PAK FA)或波音F-15SE「沉默鷹鷲」【註10】。第5代匿蹤戰鬥機非常昂貴。美國的F-22被認為過於昂貴，無法替換日本的F-15J機隊。

然而，具有適度匿蹤性能的新飛機，也可保持機身的完全靈活性，並且降低生產成本。隨著中共空中力量的崛起，防衛省認為，未來需要增加目前預定

註8 Chris Cooper, Kiyotaka Matsuda, "Japan's Stealth Jet Makes First Flight as Abe Boosts Defense", Bloomberg, 2016/4/22, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-04-22/japan-s-stealth-jet-makes-first-flight-as-abe-boosts-defense>。

註9 Ayako Mie, "Japan becomes fourth nation to test-fly homegrown stealth jet", The Japan Times, 2016/4/22, <https://www.japantimes.co.jp/news/2016/04/22/national/japan-becomes-fourth-nation-test-fly-homegrown-stealth-jet/#.XVIxz-MzaUn>。

註10 Franz-Stefan Gady, "Japan Denies Scrapping 5th Generation Stealth Fighter Program", The Diplomat, 2018/3/7, <https://thediplomat.com/2018/03/japan-denies-scrapping-5th-generation-stealth-fighter-program/>。



水準的飛機架數。原型機具有3D推力向量化的性能。搭配F-3的向量推力發動機也正在進行全規模生產的新機種研發。它的發動機將由「石川島播磨重工」(Ishikawajima-Harima Heavy Industries)生產^{【註11】}。

二、自我修正飛行控制能力

和世界所有第5代戰鬥機一樣，三菱F-3將配備主動電子掃描陣列(AESA)雷達。據稱雷達將具有電子對抗性能、通信功能，甚至投射微波武器的能力。F-3計畫配備光電飛行控制系統，飛行操控的數據藉由光纖佈建而不是由電纜傳遞。這架新的日本自製戰鬥機，將具有所謂的「自我修正飛行控制」能力^{【註12】}。它將允許飛機的機載電腦檢測其飛行控制面上的所有故障。系統將可相應的校準剩餘的控制面，以保持飛機持續飛行不失控。

三菱F-3預計將在2020年撥交部隊服役。與此同時，日本訂購了42架F-35A「閃電II」，也是由三菱公司的名古屋小牧工廠獲得美國授權組裝，目前已在陸續分批撥交飛行中隊，也同步展開一般起降訓練。這是取代大約100架已使用達30餘年的F-15J機隊的過渡措施。

三菱F-3在之前的實驗階段型號為X-2(以前稱為ATD-X)是一種用於測試先進匿蹤戰鬥機技術的日本實驗軍用飛機。它原本由日本「國防技術研究與發展研究所」(TRDI)開發用於研究的目的。該項目的主要承包商是三菱重工航空事業部門。各界認為這架飛機是日本第一架國產匿蹤戰鬥機。ATD-X是「Advanced Technology Demonstrator - X」的首字母縮寫。這架飛機在日本被稱為「心神」(本意為「一心」或「富士山」)^{【註13】}，雖然名稱本身是日本自衛隊的早期代號，但尚未正式獲得防衛省啟用。該飛機的首次飛行於2016年4月22日^{【註14】}。

三、概念驗證機已飛行10年

在本世紀初，日本試圖取代其陳舊的戰鬥機F-4EJ改和F-15J機隊，開始向

註11 Yoshifumi Uesaka, "Japan's stealth fighter promises more than military defense", Nikkei Asia Review, 2016/2/25, <https://asia.nikkei.com/Business/Biotechnology/Japan-s-stealth-fighter-promises-more-than-military-defense>。

註12 Miyakawa; et al, 高運動飛行制御システムの研究, 三菱重工技報, Vol.45 No.4 (2008). 檢索日期2019/6/20, <http://www.mhi.co.jp/technology/review/pdf/454/454058.pdf#page=2>。

註13 神奈川 立近代美術館, "日本心神 山大", Cultural Heritage Online, National Institute of Informatics (NII), 檢索日期2017/11/22, <https://bunka.nii.ac.jp/heritages/detail/189239>。

註14 Ayako Mie, "Japan becomes fourth nation to test-fly homegrown stealth jet", The Japan Times, 2016/4/22, <https://www.japantimes.co.jp/news/2016/04/22/national/japan-becomes-fourth-nation-test-fly-homegrown-stealth-jet/#.XVI1A-MzaUn>。



美國提出購買洛克希德·馬丁製造的F-22「猛禽號」戰鬥機之議題。然而，美國國會早已禁止出口F-22機隊，以保護飛機技術的機密，例如大量應用在機上的匿蹤技術^{【註15】}。美國的拒絕出售使得日本需要開發自己的現代化戰鬥機，配備匿蹤功能和其他先進機載系統。首架由無線電控制的1/5比例概念驗證模型機於2006年首次飛行，以便獲得大攻角飛行性能數據，並測試新的感應設備和自我修復的飛行控制系統。

在這些初步實驗步驟之後，防衛省於2007年決定投資數十億日元的項目。在當局做出這一決定時，預計生產將在大約10年後，即2017年左右開始^{【註16】}。2007年時宣稱，ATD-X預計將在2014年進行首飛。2011年時稱，F-3首次飛行預計將在2014年或2015年進行。

三菱公司小牧南工廠的400億日元建設項目始於2009年，並且由防衛省收購，由技術和後勤局監督。2014年7月，TRDI（技術研究與發展研究所）發布了ATD-X原型的第一張官方照片，並表示該飛機正在進行地面測試。原型機預計將在2018年完全開發成功。ATD-X計畫將主導三菱F-3，它應該採用部分第6代技術，預計將於2027年生產。ATD-X原型機於2016年1月29日正式亮相，新機的首次飛行在2月進行，它在揭幕儀式上進行了X-2官方認證的型號。

X-2於2016年4月22日首飛，從名古屋機場起飛，經過26分鐘的飛行後降落在航空自衛隊（JASDF）的岐阜機場。機身結構完工和首次飛行之間超出預計的發展期程卻尚未能由防衛省向外界充分說明。據《日本通訊社》報導，X-2的起飛重量為13,000公斤（28,700磅）；淨重為9噸（9,000公斤；20,000磅），9.1公尺（30英尺）翼展和14.2公尺（47英尺）全長，這些尺寸對於驗證機卻稍微超量^{【註17】}。（表一）

到2018年7月，日本從飛行試驗中收集了足夠的數據資料以確定，並決定需要導入國際合作伙伴來完成這個新飛機的各個項目。此時有幾家國際公司做出回應。據報導，洛克希德·馬丁公司提供了F-22「猛禽」的更新版本。總部位於英國的BAE系統公司也進行了洽談，內情尚未獲得報導。排在第3位的

註15 Larkins Dsouza, "Mitsubishi ATD-X Shin Shin a Japanese Stealth Fighter", Defense Aviation, 2008/1/11, <https://www.defenceaviation.com/2008/01/mitsubishi-atd-x-shinshin-a-japanese-stealth-fighter.html>。

註16 "Japan to build stealth fighter jets by 2014", Air Force Times, 2007/12/7.

註17 Bradley Perrett, "MHI X-2 Fighter-Technology Demonstrator Makes First Flight", Aviation Week & Space Technology, 2016/4/28, <https://aviationweek.com/defense/mhi-x-2-fighter-technology-demonstrator-makes-first-flight>。



表二 日本三菱X-2性能諸元

乘員	1
全長	14.174 公尺(46 尺 6 吋)
翼展	9.099 公尺(29 尺 10 吋)
全高	4.514 公尺(14 尺 10 吋)
淨重	9,700 公斤(21,385 磅)
發動機	2×IHI XF5-1 低旁瓣渦扇, 49.03 Kn(11,023 磅)連後燃器推力
最大速度	馬赫 2.25, (馬赫 1.82 超音速巡航)
航程	2,900 公里(1,802 英哩)
作戰半徑	761 公里(473 英哩)
最大航程	3,200 公里(1,988 英哩)

資料來源：Gareth Jennings, (27 January 2016). "Japan prepares for ATD-X maiden flight". Jane's Defence Weekly. Surrey, UK: Jane's Information Group. 53 (12).

製表：筆者

是美商諾格(Northrop Grumman)，還有人猜它將向日本提供YF-23的現代化版本。

四、確定日本先進技術可行

ATD-X將被用作技術展示和研究原型，以確定日本第5代戰鬥機的國內先進技術是否可行。該架新飛機具有3維推力向量能力。ATD-X通過每個發動機噴嘴上的三個槳葉控制推力，類似於洛克威爾(Rockwell)X-31向量推力實驗機上使用的系統，同時還為全尺寸生產模型開發了同軸對稱推力向量發動機。

ATD-X的計畫特色之一，是光電飛行控制系統，通過藉由光纖代替傳統的電纜，可以更快速的傳輸數據到各個操控面，並且不受電磁干擾的影響。它搭載的雷達將是一種稱為「多功能射頻傳感器」的主動電子掃描陣列(AESA)雷達，目的在具有廣泛的電子波束靈活性，電子對抗(ECM)，電子支持措施(ESM)，通信功能以及其他可能的電子性能，



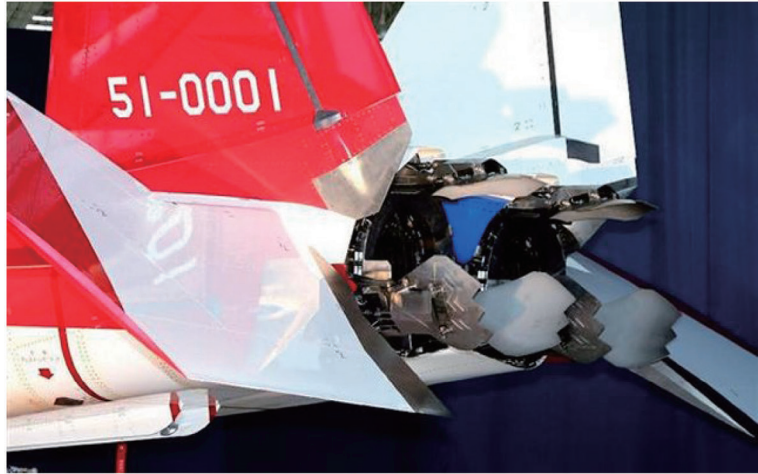
圖二之一 日本三菱自製ATD-X(X-2)匿蹤戰鬥機原型機試飛圖。

資料來源：https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/X-2_First_Flight.jpg。



甚至微波武器功能【註18】。

另一個特色是所謂的「自我修復飛行控制能力」，它將允許飛機自動檢測其飛行控制面上的故障或損壞，並可使用其餘的控制面，同步進行準確校正數據，藉以保持機身受控制飛行。X-2配備了兩具「石川島播磨重工」(IHI)公司研製的XF5發動機用於試飛【註19】。(圖二之一)(圖二之二)



圖二之二 日本三菱自製ATD-X(X-2)向量控制發動機噴口。

資料來源：New pictures of Japan's ATD-X Shinshin 5th gen aircraft demonstrator, airrecognition.com, 2016/1/28, <https://www.airrecognition.com/index.php/focus-analysis-photo-report-aviation-defence-industry/aviation-defence-industry-technology/2347-new-pictures-of-japan-s-atd-x-shinshin-5th-gen-aircraft-demonstrator.html>。

參、美國提供盟國新匿蹤技術

據前不久的外電報導，洛克希德·馬丁公司(Lockheed Martin)提供東京機密軟體，作為開發日本下一代匿蹤戰鬥機的一部分內容。美國願意與東京分享用於操縱第5代F-35的航空電子設備和部分任務系統的電腦代碼，作為洛馬公司與東京共同開發新型匿蹤戰鬥機F-3的一部分內容【註20】。

一、雙發空優戰鬥機新設計

日本《讀賣新聞》2019年4月18日報導。美國已提議向日本公布其最先進的F-35匿蹤戰鬥機的一些最高技術機密細節，以鼓勵聯合開發一架能夠取代航空自衛隊現役F-2戰鬥機的新機，美國已表示願意發布安裝在F-35上的軟體，

註18 Larkins Dsouza, "Mitsubishi ATD-X ShinShin a Japanese Stealth Fighter", Defense Aviation, 2008/1/11, <https://www.defenceaviation.com/2008/01/mitsubishi-atd-x-shinshin-a-japanese-stealth-fighter.html>。

註19 Greg Waldron, "Japan Aerospace: Scientists ready X-2 for flight test campaign", Flight Global, 2018/12/12, <https://www.flightglobal.com/news/articles/japan-aerospace-scientists-ready-x-2-for-flight-te-430289/>。

註20 Masaya Kato, "Lockheed offers F-22 and F-35 hybrid for Japan's next fighter", Nikkei Asian Review, 2018/7/14, <https://asia.nikkei.com/Politics/International-relations/Lockheed-offers-F-22-and-F-35-hybrid-for-Japan-s-next-fighter>。



來控制包括飛機發動機和飛彈在內的零附件。

F-35的電腦搭載的任務軟體至少有800萬程式代碼，目前由洛克希德馬丁獨家擁有技術，並且高度保密，美國國防承包商去年向日本政府提交了1份「下一代雙發動機空優戰鬥機」的設計方案，該戰鬥機將F-22的機身與F-35的電子套件結合在一起。美國空軍官方曾透露，地面雷射器於4月23日在新墨西哥州「白沙飛彈靶場」進行的測試中擊落了「數枚」飛彈。該項試驗由「空軍研究實驗室」(AFRL)運行，是自我保護高能雷射展示器或簡稱為SHIELD的一部分內容，該程序目的在保護飛機免受來襲飛彈的攻擊。AFRL表示，基於安全原因，所以暫時不能透露在測試中有多少枚飛彈被擊落。「空軍實驗室」現階段用於測試的雷射器是以地面為基礎^{【註21】}。

最終版本的SHIELD系統將更小更輕，並且可在空中堅固耐用，AFRL稱，計畫在2020財會年度進行搭載飛行試驗。美國空軍已經測試了地面和艦載版雷射器，對付來犯的無人機，每次射擊只花費1美元，反無人機雷射器有希望成為明日遙控飛行載具經濟有效的防禦措施。它們的速度比無人機快得多。此外，縮小雷射系統的尺寸是一項巨大的技術挑戰，可以將飛彈拆卸成適合飛機的包裝，並保持熱氣不會損壞機上的所有物品。將來也可能搭載於F-35和F-3上。

這不是五角大廈第一次嘗試。2010年，美國空軍在改裝的波音747上安裝並發射了兆瓦級化學雷射武器。但與現代固態雷射武器相比，化學雷射器不穩定且危險。另一種方法是使用雷射阻擋來犯的飛彈，以色列的埃爾比特系統公司(Elbit Systems)銷售的機載雷射器，可以保護飛機不受肩射式飛彈襲擊。雖然AFRL在SHIELD上運作，目的是阻止地對空和空對空飛彈，美國的飛彈防禦局正在試圖弄清楚安裝在F-35上的高能雷射是否可以攔截洲際彈道飛彈(ICBM)^{【註22】}。初步研究的結果預計將在今2021年稍後時進行。(圖三)

二、未來軍用航太能力方向

雖然美國、日本和澳洲聯合採購至少388架F-22新機隊，將成為重新開放「猛禽號」生產線的基礎，也藉此擴大「猛禽號」的出口機會，但是包括其他

註21 Sebastien Roblin, "U.S. Air Force F-35s, F-15s and F-16s Might Soon Have Laser Weapons", The National Interest, 2019/6/1, <https://nationalinterest.org/blog/buzz/us-air-force-f-35s-f-15s-and-f-16s-might-soon-have-laser-weapons-60362>。

註22 Kyle Mizokami, "Fighter Jets Could Be Packing Lasers by 2021", Popular Mechanics, 2017/11/7, <https://www.popularmechanics.com/military/research/news/a28942/lockheed-martin-lasers-fighter-jets-shield/>。



關鍵的「五眼聯盟」國家(FVEY美、英、澳、紐、加)^{【註23】}，如：加拿大和英國，這兩國目前正在進行空軍力量資產架構重組、現代化和自己的研發計畫，這些外國因素都將進一步降低重新開放F-22出口的政策，和美國空軍獲得新的F-22機隊的相關成本。



圖三 美國空軍發展中的第5~6代機載雷射定向能武器想像圖。

資料來源：Lockheed Martin Receives Contract To Develop Compact Airborne High Energy Laser Capabilities, Lockheed Martin, 2017/11/6, <https://news.lockheedmartin.com/2017-11-06-Lockheed-Martin-Receives-Contract-to-Develop-Compact-Airborne-High-Energy-Laser-Capabilities>。

至於澳洲有意採購

改良版的F-22將可能受惠於日本的同步採購，作為美國在歐亞兩側重要的盟友，美國和英國也同意共同在未來的提升型F-22生產合作，英國的不列顛航太公司於2017年曾與日本政府達成協議，共同開發第5代戰鬥機，以在未來20年內取代皇家空軍現役的「颱風號」(Eurofighter Typhoon)。

其實，以上所談到的跨國合作計畫，多半只是將現有裝備性能升級，配合政策的修改達到對外暢通軍售的階段策略，目的在於為美國的國防產業爭取更多的海外資金來源，此時，美國空軍、美國海軍和歐洲國家正在推動下一代(第6代)的空戰能力的發展，重點是打擊「配備下一代先進電子攻擊的對手」，具備先進的綜合防空系統(IADS)、被動探測、整合化的自我防護能力，可搭載定向能武器(雷射)和網絡攻擊能力。它必須能夠在2030~2050前部署在反介入／區域拒止(A2AD)的戰略環境中運行。

美國空軍已經確定預計在2030年部署的「下一代戰術飛機」達到空優／掌握戰區空中全盤的能力。這個過程作為鑒定未來空中戰場的一部分，美國空軍想藉此確定在日益複雜的未來空戰環境中生存所需的能力。與此同時，美國海軍也瞭解了F-35C和F/A-18E/F「超級大黃蜂」以及EA-18G系列和「咆哮者」

註23 五眼(英語：Five Eyes, FVEY)，又譯為五眼聯盟，一個以英語為主的國家的情報聯盟，在英美協定下組成的國際情報分享團體，成員包括澳洲、加拿大、紐西蘭、英國和美國五國。五眼聯盟的歷史可以追溯到第二次世界大戰時，同盟國發布的《大西洋憲章》。Richard McGregor, "Global Insight: US spying risks clouding 'five eyes' vision", Financial Times, 2013/8/30, <https://www.ft.com/content/d0873f38-d1c5-11e2-9336-00144feab7de>。



電子戰攻擊機之間的一些主要性能差距，意即：在日趨複雜的綜合聯合防空環境中，缺乏低可視塗層(防電磁迷彩)的作戰機隊，會被限制生存能力，同時，相對較短的無空中加油作戰半徑，也會讓美國海軍的航空母艦，暴露於先進的俄羅斯和中共反艦巡弋和彈道飛彈射程之內。



圖四 美國空軍機載雷射定向能武器發展與部署期程。

由於不同的操作環境和要求，五角大廈、
 資料來源：AFRL (US Air Force Research Lab), 檢索日期2019/8/14,
<https://www.nextbigfuture.com/2017/11/high-energy-laser-and-rf-weapon-roadmap-by-early-2018.html>。

美國空軍和海軍預計今後將會避免再提出「聯合開發計畫模式」，因為這種發展模式在之前應用於F-35「聯合打擊戰鬥機」時，遭受了一系列挑戰，導致影響國防實力與軍備部署。(圖四)

三、未來系統促進歐洲整合

觀察歐洲的聯合「未來作戰空中系統」(FCAS)計畫，目的作為整個國防系統的一部分，它整合了一系列歐盟聯動和可協防的戰備單元，包括中高度、長航時(MALE)無人機、現役的「颱風號」歐洲戰鬥機和法國的「颶風號」(Dassault Rafale)戰鬥機、巡弋飛彈和無人機群。

FCAS將作為歐洲北約組織(NATO)聯動和協防系統的關鍵組成部分，編制了龐大的專業任務飛機、衛星、北約軍備系統，以及陸地和海軍作戰系統的分佈式網絡。FCAS目的在確保歐洲在空中和太空領域的自主權，同時加強歐盟現有的政治、戰略和工業夥伴關係。

而對於亞太地區，在美國的主導下，未來部署的重點將面向的北方，特別是面對日益強大的俄羅斯和中共的空中航線、和整合化的反A2AD網路，美國和盟國將需要投資和採購一支高性能、長航程空優戰鬥機隊，猶如1980~1990年代以F-15搭配F-16系列一般，藉以補充F-35「聯合打擊戰鬥機」，並在2030年代中期開始，以F-35C逐漸取代海軍的F/A-18 E/F「超級大黃蜂」戰鬥



機隊。

肆、美國海空軍新系統投資

美國國防航太工業近年來呈現出大廠對壘的競爭局面，隨著洛馬公司(Lockheed Martin)所生產的F-35系列開始交機之同時，同樣作為主力戰鬥機F-15E、F/A-18E/F原生產廠家的波音(Boeing)，在新機系統和後勤零組件的合約進展也獲益頗豐，不久前，波音公司就贏得了價值近4,300萬美元的國防合約，為F/A-18E/F機隊製造新的襟翼。至於五角大廈先前發布的「基本訂購協議」所計畫的長程反艦飛彈(LRASM)，也頒發給洛馬公司1,749億美元，專門用在新型機載反艦飛彈的研發與生產。這表示波音在未來美國的國防業務承攬上，將和洛馬「聯合打擊戰鬥機」帶動的產業供應鏈，形成分庭抗禮之勢，讓各盟國都不可小覷。

一、有利波音國防業務拓展

波音公司不久前甫獲得了五角大廈一紙4,290萬美元的合約，為新量產的F/A-18E/F機隊採購了48套機翼後緣襟翼。合約由位在馬里蘭州帕塔克森特河的「海軍航空系統司令部」頒發。和此筆交易相關的大部分生產工作，將在密西根州聖路易市的波音工廠進行，整個生產任務預計將於2021年6月完成【註24】。

作為美國國防工業第一大廠的波音公司，顯然繼續看到美國軍方對其戰鬥機和主要航太項目產品(包括F/A-18E/F)的強勁需求。這一點，可以從波音公司最近獲得的4,300萬美元合約中看出，這紙合約為F/A-18E/F機隊的維護和後勤提供了2,763件支援設備、備份零件和測試設備。此外，就在幾個月前，波音公司還獲得了價值3,680萬美元的另一項合約，以支持F/A-18E/F機隊回廠檢修的準備計畫。據估計，這些戰鬥機的後勤維護合約會增加波音公司的收入【註25】。

環顧國際局勢，全球各地，特別是中東地區日益加劇的地緣政治緊張局勢，正在促使各國加強其國防系統的更新換代和採購作業。這顯然對戰鬥機和其他關鍵的國防產品需求會不斷增長。作為美國國防巨擘的波音公司，長年來一直受益於這種日漸增長的需求，最新一筆的海軍戰鬥機隊維護後勤合約就可證明這種趨勢。

註24 Our Bureau, "Boeing To Supply Trailing Edge Flaps For US Navy's F/A-18 Aircraft", Defense World, 2019/7/2, https://www.defenseworld.net/news/25060/Boeing_To_Supply_Trailing_Edge_Flaps_For_US_Navy_s_F_A_18_Aircraft#.XVKtPuMzaUk。

註25 Ben Werner, "Boeing Awarded \$4B Multi-Year Deal for 78 Super Hornets", USNI, 2019/3/21, <https://news.usni.org/2019/03/21/42021>。



美國廠商考慮到對國防產品的需求不斷增長，川普政府一直藉由增加美國的國防預算，特別是戰鬥機的生產製造，不斷支持美國國防工業部門。顯而易見的是，美國政府提出的2020財會年度國防預算包括了新戰鬥機支出計畫，達到577億美元，比2019年批准的國防支出大幅增加了166%。如果獲得國會參眾兩院批准，這項增加的支出條款，未來應該會為波音公司的飛機製造項目帶來更多合約。

二、國防產業投資價格表現

觀察波音公司股價在過去一年中上漲了6.4%，而國防產業增長率為8%。波音目前擁有全美排名第3的股價行情，根據「韋斯科」航空器材持有股價公司(Wesco Aircraft Holdings WAIR)的統計，在同一領域的一些排名較高的股票，為生產「全球鷹」無人機系統而馳名的諾斯洛普·格魯曼公司(Northrop Grumman Corp.)和以研發製造民用和陸戰隊旋翼機為主的德士隆集團(Textron Inc.)，它們各自占居第2位，長期增長比率預測目前為12%。僅前兩個月，估計2019年的收益增長了1.2%，達到84美分。

諾斯洛普·格魯曼公司在過去4個季度的平均盈利預測為18.50%。而同樣僅前兩個月裡，估計2019年的收益增長了0.62%，達到19.41美元。至於德士隆集團在過去4個季度的平均盈利預測為7.62%。該公司目前的長期增長預測為12.6%。洛馬的股價受F-35交機與其他防空系統的軍售交易影響，目前價格暫時持平，但是預料在2019年第3季度起到2020年都會呈現大幅上漲的趨勢。

三、加強亞太海空戰略力量

在展開對北約(NATO)與亞洲盟國的F-35交機作業之時，美國國防部日前宣布，五角大廈的第一順位武器供應商洛克希德·馬丁公司獲得美國海軍長程空射反艦飛彈的新生產合約。根據美國國防部發布的一份聲明，洛馬公司獲得了五角大廈專項設立的一紙未設限合約，專門用在新型機載反艦飛彈的研發與生產，其價值約為1,749億美元，以銜接「國防高等研究計畫署」(DARPA)的同一項研發計畫【註26】。

洛馬公司針對五角大廈先前發布的「基本訂購協議」所計畫的內容，依序提供系統工程、系統測試，產品支援和輔助支援等項目，藉以更新當前美軍長

註26 Ed Adamczyk, "Lockheed Martin gets \$174.9M Navy contract for anti-ship missile support", UPI, 2019/7/5, <https://www.upi.com/Defense-News/2019/07/05/Lockheed-Martin-gets-1749M-Navy-contract-for-anti-ship-missile-support/4641562344575/>。



程反艦飛彈(LRASM)，在進行攻擊性行動的反水面作戰時，能達到官方和廠商一致要求的零組件和系統標準，進而符合五角大廈對於各軍種增加未來水面戰能力「第1號文件」描述的內容。

美軍型號AGM-158C的LRASM(Long Range Anti-Ship Missile，長程反艦飛彈)原本是美國「國防高等研究計畫署」(DARPA)研發的新一代空射反艦飛彈，目前的



圖五 搭載於海軍第23測評隊(VX 23)F/A-18E機翼派龍的AGM-158C LRASM(Long Range Anti-Ship Missile)長程反艦飛彈。

資料來源：Navy Recognition, 2018/8/12, <https://www.navyrecognition.com/index.php/news/defence-news/year-2015-news/november-2015-navy-naval-forces-defense-industry-technology-maritime-security-global-news/3249-us-navy-started-agm-158c-lrasm-anti-ship-missile-flight-tests-on-fa-18ef-super-hornet.html>。

唯一用戶為美國海軍【註27】。2015年8月，美國海軍將空射型LRASM命名為「AGM-158C」。它可以使用多種戰鬥機、轟炸機載具平台發射，成為世界上第一種能夠單獨進行威脅分級，同時選擇目標的超音速反艦飛彈【註28】。為了面對不斷擴張的中共海軍艦隊時仍能繼續保持優勢，美國海軍決定研發一款能解決「魚叉」反艦飛彈生存性低落與射程不足問題的新反艦飛彈，藉此解決冷戰後美國海軍反艦飛彈性能不足的問題。在海軍長程反艦飛彈服役後，還會進行下一代攻勢對海面／陸地作戰的「增程2衍生型」飛彈的招標工程，預計2024年服役【註29】。(圖五)

四、部署A2AD戰區戰略目的

註27 Robert Mchenry, "Long Range Anti-Ship Missile (LRASM)", DARPA, 2011/4/12, https://web.archive.org/web/20110412212457/http://www.darpa.mil/Our_Work/TTO/Programs/LRASM/Long_Range_Anti-Ship_Missile.aspx。

註28 James Drew, "US Navy begins certifying new anti-ship missile on Super Hornet", Flight Global, 2015/8/22, <https://www.flightglobal.com/news/articles/us-navy-begins-certifying-new-anti-ship-missile-on-super-415970/>。

註29 Dave Majumdar, "Navy to Hold Contest for New Anti-Surface Missile", usni.org. U.S. Naval Institute, 2014/3/13, <https://news.usni.org/2014/03/13/navy-hold-contest-new-anti-surface-missile>。



圖六 由F-16D測評機投放的「聯合空對地／海防區外擴展射程飛彈」(JASSM-ER)畫面，目的在取代現役的AGM-84「魚叉」系列反艦飛彈。

資料來源：Lockheed Martin, JASSM-ER, 檢索日期2019/8/14, <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/jassm.html>。

LRASM是一種多波段精確導引的反水面艦用飛彈，射程可達到既定的「防區」以外，目的在於取代沿用多年的次音速飛行巡弋飛彈，是從已在服役中的「聯合空對面防區外擴展射程飛彈」(JASSM-ER)進一步發展而成。它藉由採用先進技術識別和摧毀對手艦隊內的特定目標(航空母艦、指揮艦)，同時減少對電子戰環境中的智能、監視和偵察平台，與網路資料鏈與GPS導航的依賴。

LRASM可以確保美國軍事力量在開闊的各海洋／藍海中發揮重要作用，因為它具有更強的識別能力和進行增加射程的戰術任務能力。大幅度加強了美國海軍目前要達到的「區域距止」與「反介入」的戰區戰略目的。(圖六)

洛馬公司的官方網站稱，LRASM技術將可減少反艦飛彈在複雜的電子戰環境中，對戰場情報觀測ISR平台、Link-16和Link-22網路資料鏈路和GPS導航的依賴。這一種高級技術的導引操作模式，意味著這種新型長程反艦飛彈，可以使用海面「船艦總目標提示數據」，在高強度電磁干擾環境中，來核對並且摧毀預定目標。新的長程反艦飛彈對海面和陸地目標的精確殺傷力，可以確保這套新的系統將成為美國海軍戰鬥單位武器庫的重要生力軍。LRASM可以達成現役系統無法達到的射程、生存能力和對敵目標的殺傷力。

在實際的性能測試上，LRASM也已成功達成了和B-1B超音速戰略轟炸機一體化的飛行搭載試驗，主導了美國空軍從2018年12月起實施的「早期作戰能



力」(EOC)聲明，LRASM的搭載計畫目前也正在F/A-18E/F進行飛行測試，從而主導了2019年的EOC里程^{【註30】}。這表示LRASM未來在大量部署時，也將和F-35一樣成為跨軍種的第5代聯合(共用化)智能武器。

伍、結語

隨第5代系統的逐步部署與「反介入／區域拒止」戰區戰略各種戰場想定的清晰化，美國國防部顯然已開始機極擘劃同級武器裝備，以期滿足聯合兵力動能化運用的前提，達到更具彈性與攻勢的部署作為，機載雷射定向能武器與新一代長程攻艦飛彈的發展，僅是美國防預算精算與更新換代的軍備必然規則，對於輸出匿蹤技術予亞太盟國，其深層目的也在於加強亞太的戰備合作，減低技術代差，以便讓戰力更能趨於一致化，維持海空前沿部署之優勢。

我國在新世紀的美國「印度—亞太」戰略佈局中越發顯得重要，值此正當接收F-16V機隊與籌購新一代海空裝備之際，如何擷取美國軍備技術，增加軍購內容之新世代技術含量，從基層培養同世代技術專長，活絡外軍與技術單位之聯訓交流，為自主化國防增加潛力，值得決策者深思。

參考資料

1. US Department Of Defense, "Fiscal Year 2020 Budget Request", Office of the Under Secretary of Defense (Comptroller) / CFO, March 2019. https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2020/fy2020_Budget_Request.pdf。
2. Wesco Aircraft Holdings WAIR, <https://www.wescoair.com/>。

作者簡介

軍事學碩士 耿志雲

學歷：國防大學復興崗政治研究所中共解放軍研究組軍事學碩士，現職：國際電子戰協會Association of Old Crows會員，軍事類刊物作者。

註30 Geoff Fein, "Surface Navy 2019: Lockheed Martin readies for LRASM flight tests on board USN's F/A-18", Jane's 360, 2019/1/16, <https://www.janes.com/article/85770/surface-navy-2019-lockheed-martin-readies-for-lrasm-flight-tests-on-board-usn-s-f-a-18>。