

自主學習報告

主題:

隱身戰機與可偵測性



作者/組員:

新竹高中 204班 18號 陳厚名(組長)

新竹高中 214班 01號 王昱翔(組員)

新竹高中 204班 15號 陳宏霖(額外成員)

分工表

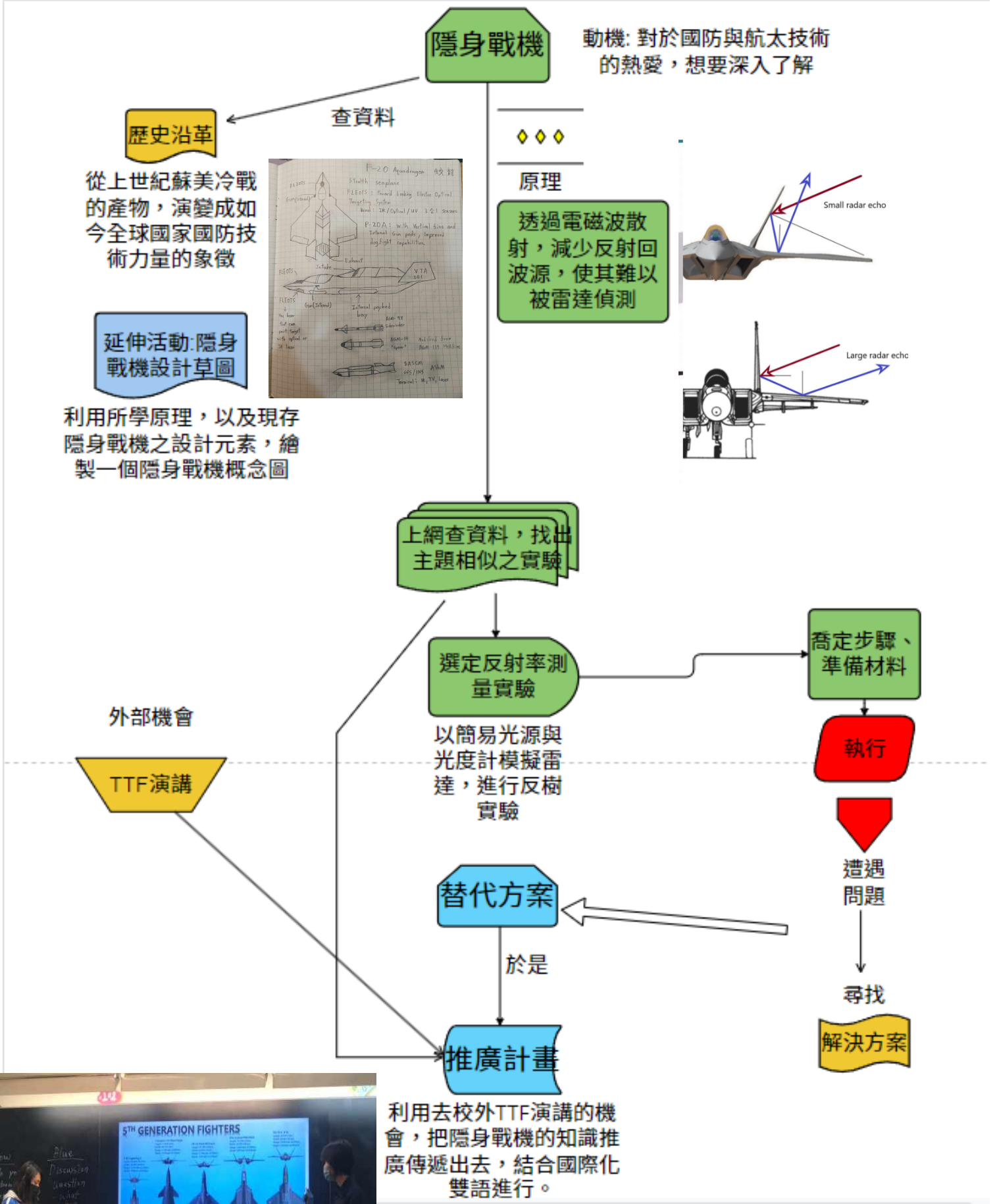
陳厚名: 收集資料、製作簡報草稿, 擬定計劃大綱

王昱翔: 優化簡報, 協助討論與完善文本

陳宏霖: 參與TTF演講推廣活動(額外成員)

目錄-----頁碼

摘要-----	1
計劃介紹-----	2
隱身戰機介紹-----	2~5
實驗安排-----	6
TTF計畫介紹-----	7
學習成果-----	7~10
額外延伸-----	10~11
重要歷程-----	12
心得反思-----	12
附件與資料-----	13



計劃過程介紹

研究動機

我們對於航天科技很有興趣，從各種飛機、火箭到衛星皆然，對於軍事科技也很有興趣，很多人類科技新技術和酷炫的科技產品都會在軍事科技領域裡面出現，例如：雷達、隱身戰機、超音速飛機、火箭、衛星、電子通訊、汽車、火車等，都是當時為了軍隊或是後勤所研製的東西，並且帶領人類進入新的技術層次。

我們希望藉由這次自主學習，讓我們透過實際上手操作，更加了解隱身戰機背後的原理以及考慮因素，更貼近於現實，使目標具體化。

收集資料

隱身戰機介紹

低可偵測性戰機，它們在設計時有許多面向，除了上述所說的減低被雷達發現的機會以外，對於熱源偵測(如：紅外線、紫外線偵測)也是考量範圍，包括對熱點分析、遮蔽、熱流導向等，還有LPI(Low Probability of Intercept)低可偵測性訊號，加密通訊以及跳頻雷達，使敵人難以辨識訊號，降低被發現和針對的可能。

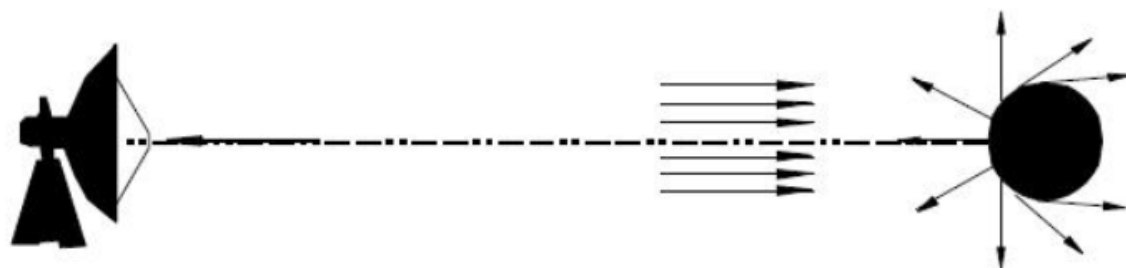
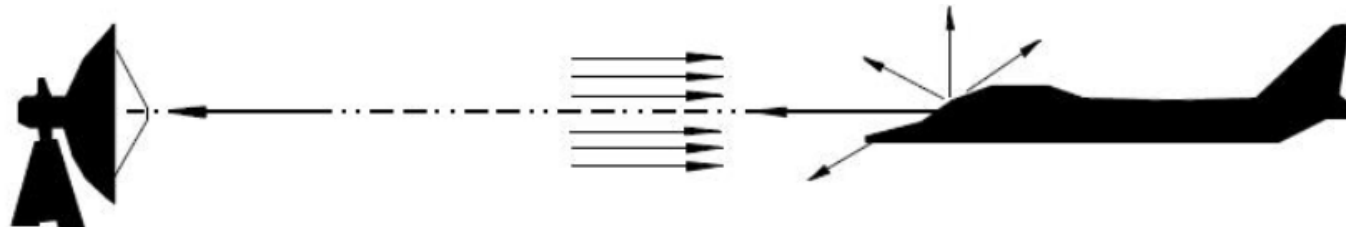
目前市面上各國的隱身戰機有：

美國的F-117, B-2, F-22, F-35等，俄羅斯的Su-57, Su-75等，中國的J-20, J-21(FC-31)等

以及像是RQ-170, X-47B等無人機

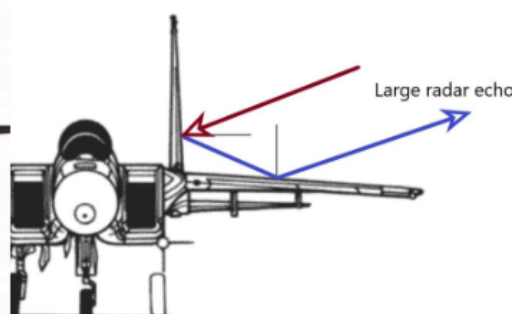
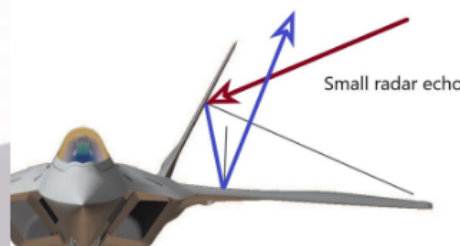
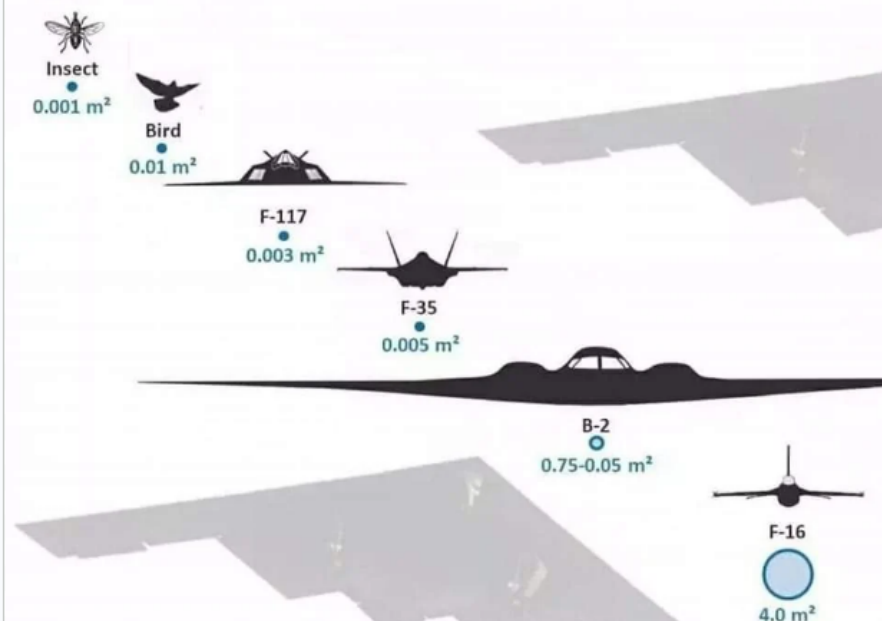
他們都有一些設計上的共同點，例如特別平滑的外皮、特殊的形狀、或是深色的外表塗層。

雷達截面積原理



RADAR CROSS SECTION

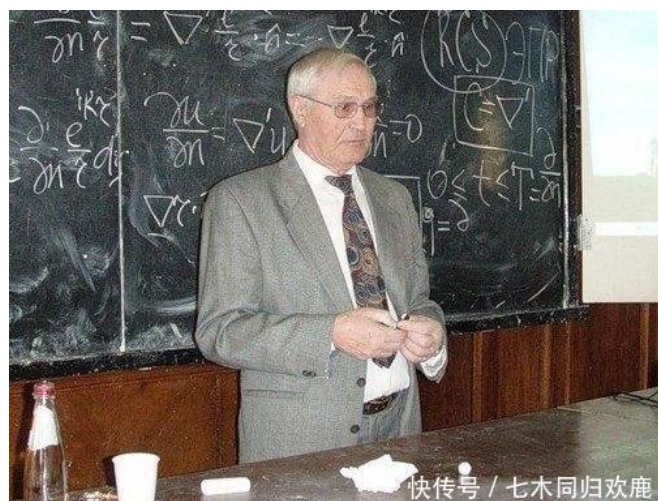
Radar cross-section (RCS) is a measure of how detectable an object is by radar. An aircraft's RCS depends on its physical shape, materials, antennae, and other sensors. Onboard sensors can also play a role in determining RCS as materials and design.



RCS 就是雷達截面積，用以衡量一個目標物體在雷達上的反射截面積，而關鍵在於機體形狀的反射角度，決定雷達波的反射方向，如果機體形狀設計的好，可以使雷達波無法反射回到源頭接收器，使雷達看不太到機體。這就是雷達匿蹤的原理。

歷史沿革

1960年代，蘇聯科學家彼得·烏菲莫切夫開始研究簡單二維物體的電磁波反射方程，1964年，他在《莫斯科學院無線電工程學報》上發表了一篇頗有創意的論文「物理衍射理論中的邊緣波行為」說明了如何計算飛機表面和邊緣的雷達反射面。從他的理論可以得出一個結論，即使一個很大的物體，仍然可以被設計成能夠「隱身」的。



1970年代，美國科學家發利用一些烏菲莫切夫的理論，發明了飛機「隱身」的概念，用來製造軍用飛機，和當時的蘇聯在冷戰中進行技術對抗

蘇聯與美國冷戰期間(1970~1989)



默藍實驗機



F-117夜鷹攻擊機



擁藍測試機

20世紀末與千禧年代(1990~2005)

中東地區戰火四起，當時美國製造出



B-2幽靈轟炸機



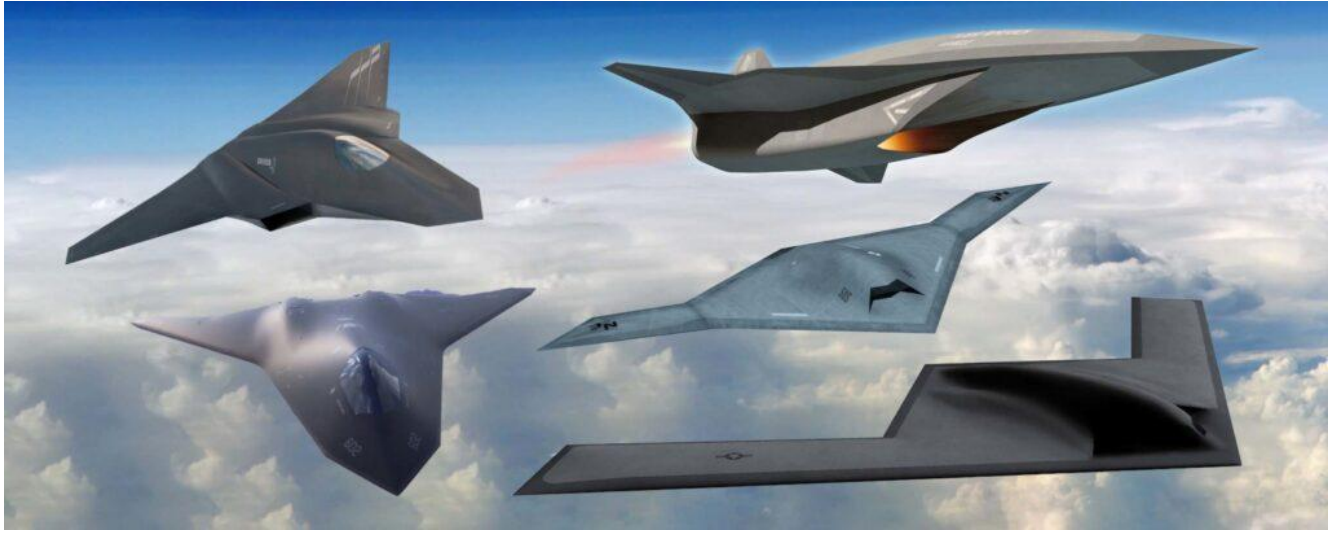
F-22猛禽戰鬥機

當時美國面對各國的常規戰鬥機，幽靈轟炸機如入無人之境，敵人從來沒有鎖定過美國的幽靈轟炸機，讓它在沒有阻礙的狀況下，對敵人瘋狂轟炸，敵人只看到炸彈突然從天上掉下來，然後就被炸死了。

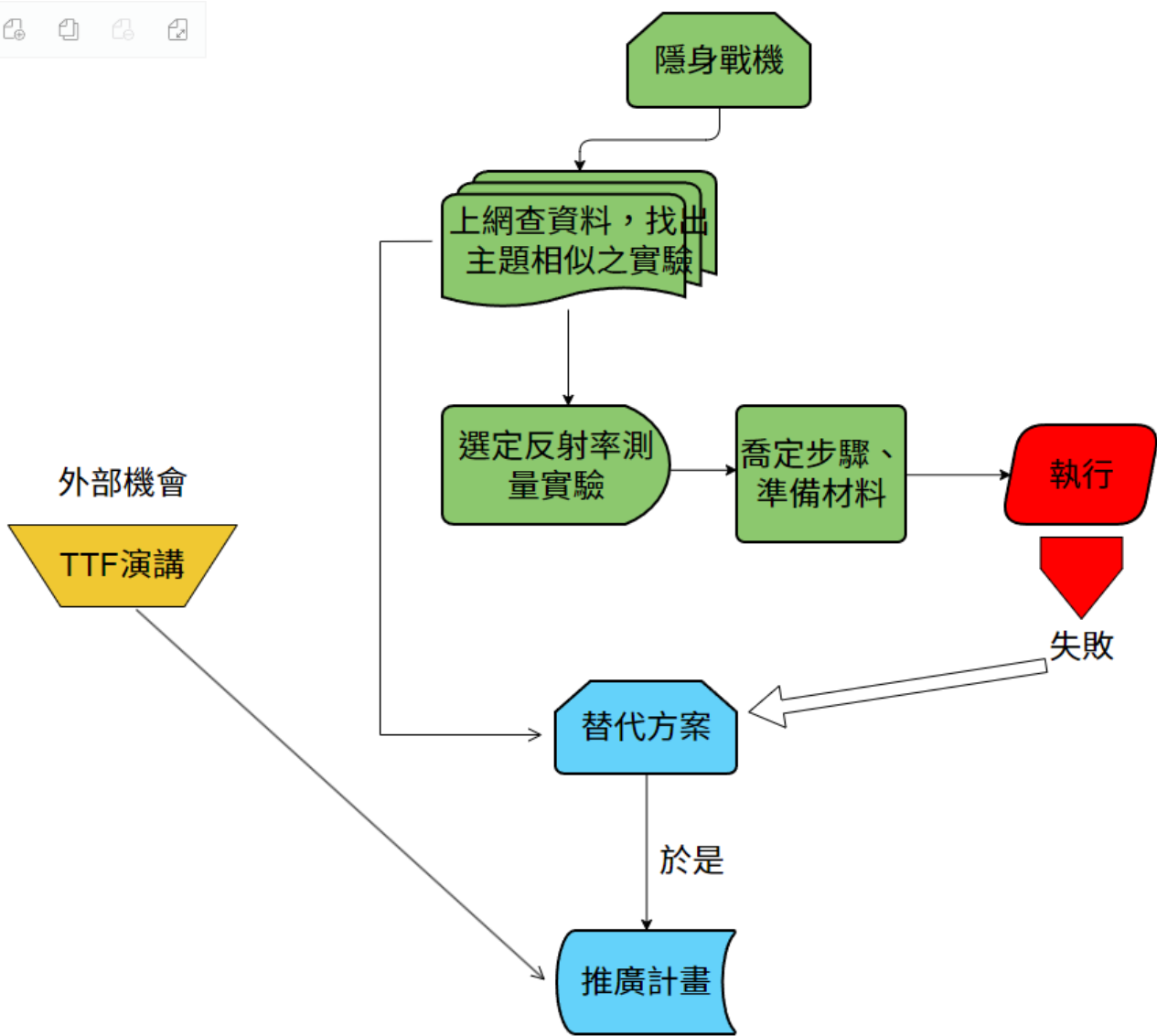
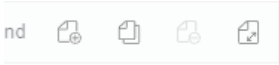
現代的第五代戰鬥機



未來的第六代戰機和無人機



安排實驗計畫



遭遇問題

由於我們沒有經費購買昂貴的光度計，所以選擇使用手機 App，它的介面簡單易懂，然而在後續的架設與使用上非常不方便，它沒辦法把鏡頭設置成光度計受器，導致預期的實驗裝置無法提供準確的實驗數據，討論後決定更改實驗方法，待下次的實驗提供誤差較小的數據，畢竟只要能使用鏡頭的光度計，和鏡頭旁邊的手電筒功能，就能模擬一個光學雷達。

再來由於發現問題時耗費不少時間，如今時間有限，本次自主學習的上述實驗無法如期完成。為此我們苦惱已久，在條件不足的狀態下強制進行實驗已是非理性的決定。

解方：

積極尋找另類替代方案，利用其他課堂的活動藉題發揮，例如：英文的TTF自由演講交流活動，以此機會，製作簡報，進行推廣活動，利用英文將這個國際性主題推廣給校外人士。

TTF演講計畫介紹

TTF演講計畫全名高中職自主學習計畫暨英語文學習成果分享會，是一個自由主題英文演講活動，內容涵蓋各校學生的自主學習計畫，以國際化的英文演講的方式帶出呈現，並且由新式英語文老師協助與訓練學生進行專題式報告。

我們參與此次活動，將隱身戰機的概念和知識帶出分享，並且收穫不小的回應，算是讓大眾認識隱身戰機，並且對亞太戰略與國防議題有更多認知。

學習成果

實驗計畫

觀察：

由上述各國隱身戰機的案例來看，隱身戰機的共同點有：光滑的外型、尖銳的角度、充滿菱角的機身形狀等。

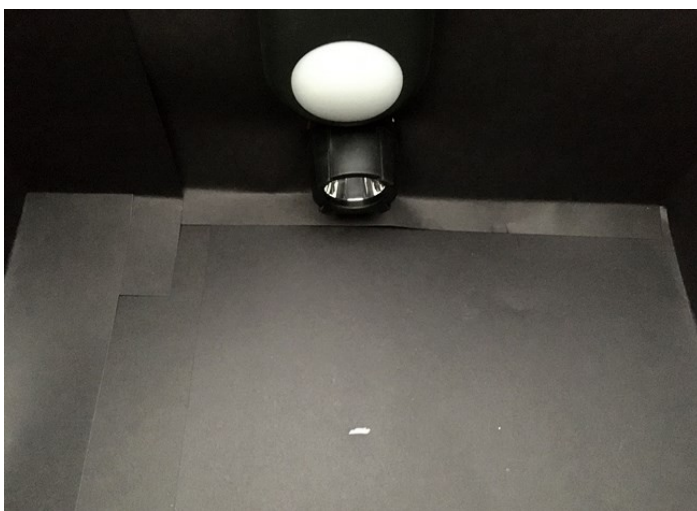
計畫：

我們為了驗證著個理論，決定開始設計實驗，利用可見光手電筒和光度計來模擬雷達的發射器和接收器，在黑箱中進行實驗。

材料：

黑箱：是一個平整的紙箱，為了降地光線干擾，把紙箱內壁處理為黑色的，先用黑色色紙覆蓋大部分的面積，再用黑色顏料塗抹確保表面為黑色的，將內部環境盡可能達到黑暗，撇除外在的干擾光線。

光度計：由於專業單一的光度計為昂貴器材，我們討論後決定使用手機功能，只要找到好用的光度計軟體，應該可以達成類似的效果。



這是在網路上找的圖片，我們打算模仿這個實驗，利用手電筒和光度計來模擬雷達的發射器和接收器。考量手機也是同時包含光度計和手電筒，指是要先確切知道手機內建光度線傳感器的位置，並且確保這發射器和接收器為並列位置，然後找到方便讀取數據的方法。

儀器-光度計

由於我們沒有經費購買昂貴的光度計，所以選擇使用Luxmeter手機 App，它的介面簡單易懂，標示Lux光度最大值、最小值和平均值，然而在後續的架設與使用上非常不方便，它沒辦法把鏡頭設置成光度計受器，導致預

期的實驗裝置無法提供準確的實驗數據，討論後決定更改實驗方法，待下次的實驗提供誤差較小的數據，畢竟只要能使用鏡頭的光度計，和鏡頭旁邊的手電筒功能，就能模擬一個光學雷達。

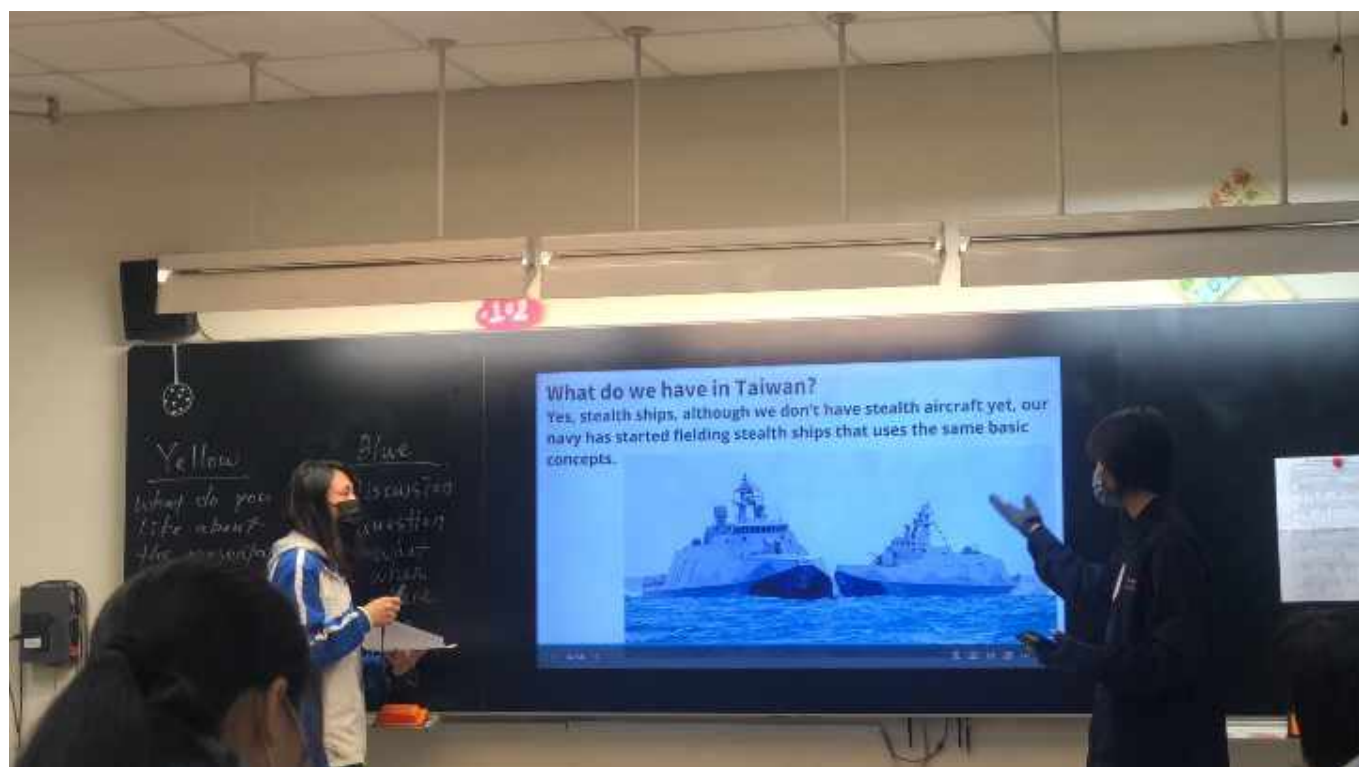
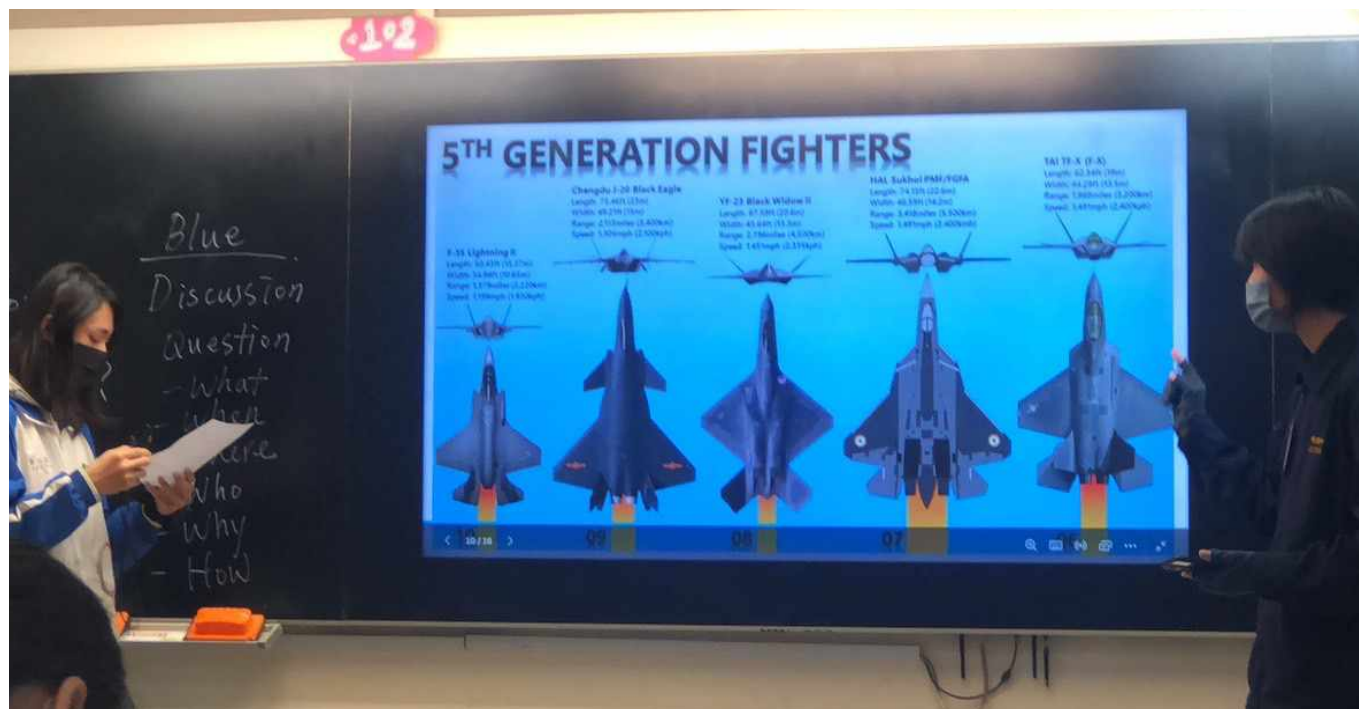


手機光度計的使用介面

小結語:隱身戰機並不是真的隱身，只是藉由設計使其不會太顯眼、不容易被發現，但是俗話說：凡走過必留下痕跡。由於光線和電磁波的複雜特性和不斷漫射充斥整個空間，物體總是會有反射，雷達好比一雙眼睛，在科技的進步下視力越來越好，可以看到電波海當中的細微異常，見微知著。

推廣計畫

隱身戰機由於其獨特且酷炫的外型，在航空科技領域發光發熱。雖然我們無法完成實驗，所以另外增加了一項推廣計畫，將隱身戰機這個主題發揚光大，製作PPTX簡報，並且以英語演講，推廣給校外人士。由於隱身戰機的主題性非常的國際化，所以和AI技術一樣值得重視。採取Discovery探索頻道的知識介紹方式，將對隱身戰機所了解的觀念分段為簡潔但不缺不漏的知識介紹，期望可以激發更多人對此項技術的關注。



額外延伸：

自己設計隱身戰機概念圖

雖然我們目前的知識和資源受限，無法設計出真實的隱身戰機，但是我們可以就我們現有的該念，利用紙筆和電腦軟體，繪製出自己構想的隱身戰機。

結合本計畫內的隱身戰機相關知識，與先前對軍事技術的理解，以及一點點的繪畫技巧，構想並繪製出簡易的設計圖草圖。

此圖中結合隱身戰機利用傾斜面和菱角的邊框線條設計，以及如F-22戰鬥機一樣的梯形機翼，和YF-23類似，將引擎嘴放在機背，以一個菱角狀的隔熱板擋住下方引擎尾焰，可以減少引擎被雷達和紅外線探測器發現的機率，而機頭則是多數五代機會使用的尖鴨嘴形狀。

在外掛的飛航儀器方面，像F-35和殲-20戰鬥機一樣，用單向反光玻璃包覆儀器，使其符合隱身外型，機腹的內置武器倉以及起落架收納倉的艙蓋與機體線條契合，並且艙蓋邊緣採用鋸齒線設計，減少邊緣反射回波。此隱身戰機概念圖不僅是將知識作為元素加以利用，還有助於發揮想像力，對於未來工程學習會有幫助。

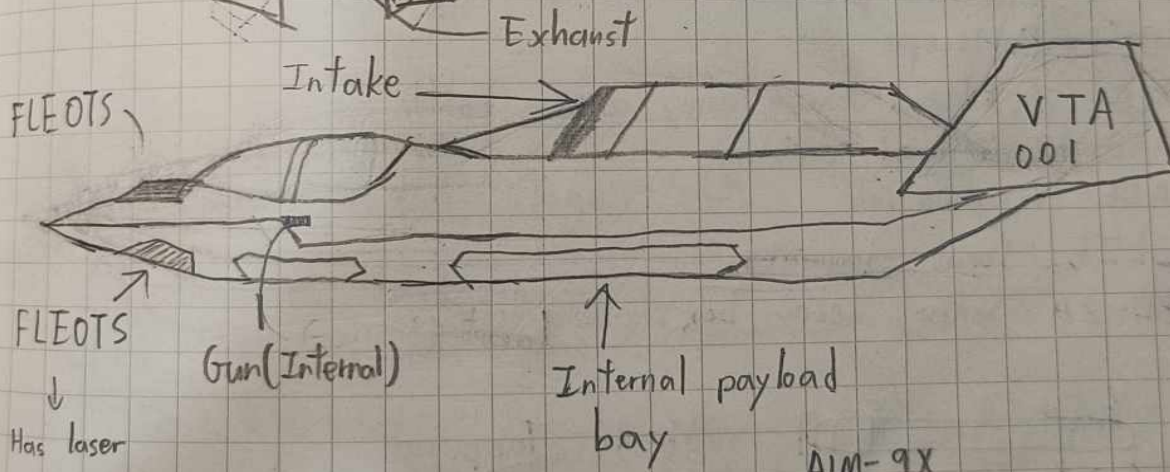
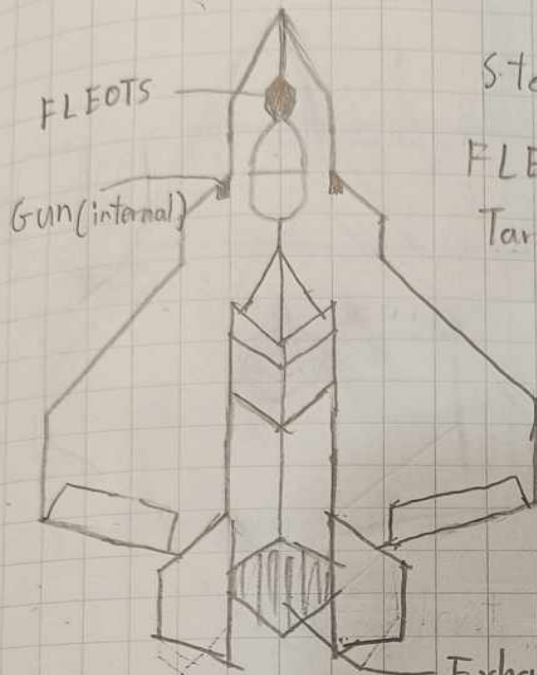
F-20 Aquadragon 蛟龍

Stealth seaplane

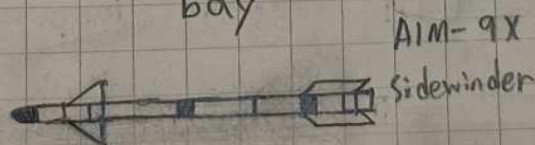
FLEOTS : Forward Looking Electro Optical Targeting System

Band : IR / Optical / UV 3合一 sensors

P-20A : with Vertical fins and Internal Gun pods , improved dogfight capabilities.



FLEOTS
↓
Has laser that can paint target with optical or IR laser



AGM-14
"Spear"

Modified from
AGM-114 Hellfire



SASCM
GPS/INS
Terminal : IR, TV, Laser

AShM

重要歷程

遭遇問題

由於我們沒有經費購買昂貴的光度計，所以選擇使用手機 App，它的介面簡單易懂，然而在後續的架設與使用上非常不方便，它沒辦法把鏡頭設置成光度計受器，導致預期的實驗裝置無法提供準確的實驗數據，討論後決定更改實驗方法，待下次的實驗提供誤差較小的數據，畢竟只要能使用鏡頭的光度計，和鏡頭旁邊的手電筒功能，就能模擬一個光學雷達。

再來由於發現問題時耗費不少時間，如今時間有限，本次自主學習的上述實驗無法如期完成。為此我們苦惱已久，在條件不足的狀態下強制進行實驗已是非理性的決定。

解方：

積極尋找另類替代方案，利用其他課堂的活動藉題發揮，例如：英文的TTF自由演講交流活動，以此機會，製作簡報，進行推廣活動，利用英文將這個國際性主題推廣給校外人士，將科技議題融入國際化教育。

解決問題的過程讓我學會放下窒礙難行的計畫，並且就現有資源積極尋找替代方案。

心得

在本次的自主學習計畫中，我是抱持著邊探索邊做的心情，由於我對隱身戰機的相關主題非常感興趣，也願意去嘗試找實驗來做，然而萬事俱備只欠東風，實驗用的關鍵工具之光度計軟體一直出問題，所以實驗無法有效進行。不過我還是有辦法完成自主學習，畢竟失敗與失誤是學習一部份，我先前就已經準備好一些備用素材，即使沒有實驗也能完成報告，我認為自主學習講求的是一個過程，在自主學習報告中呈現學習成果與學習歷程。

反思

在這次計畫初期，我還沒有找到組員，所以前面的構思和開頭都是自己完成的，後來有了隊友之後才有助力。加上本學期中學校活動和事物很多，很難空出時間好好完成自主學習，只能利用為數不多的自主學習時間與自己的零碎時間完成自主學習的進度。在找到隊友前，我覺得孤單無依，但也已經準備好要獨自完成整份計畫，但有了隊友以後還是覺得力不從心，畢竟時間和資源都相當的少。

後來，我執行實驗的計畫比想像中來的困難，因為找到的工具一直出問題，不過即使無法完成實驗，我還是有其他內容可以呈現，這就是我之前想到的方面。畢竟我本來就不預期實驗一定可以完成，所以一直都在積極尋找其他可以在這份自主學習中呈現的成果。

附件

102_F_新竹高中_陳厚名.pptx 在TTF演講時用的簡報和簡報逐字稿

Stealth Aircraft TTF Script



參加TTF演講活動的參賽證明書以及F-35隱身戰機模型

簡述草稿:

在高二上學期我們利用彈性學習時間進行自主學習，我因為對於軍事航太技術感興趣，於是開始在自主學習中研究隱身戰機，並且希望可以安排實驗。過程中遭遇不少阻礙，我找隊友、修改計畫，因應現實作出調整，終於完成了自主學習，雖然不完美，但是它代表了這一學期的學習歷程。我更接近我喜歡的領域，也有機會將這些知識分享出去。

資料來源:

https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Phys_p075/physics/stealth-make-an-aircraft-invisible-to-radar
照片跟實驗步驟資料

https://en.wikipedia.org/wiki/Stealth_aircraft 維基百科: F-117夜鷹攻擊機, B-2幽靈轟炸機, 美國六代機 等圖片

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BD%BC%E5%BE%97%C2%B7%E4%B9%8C%E8%8F%B2%E8%8E%AB%E5%88%87%E5%A4%AB> 維基百科: 彼得·烏菲莫切夫

<https://twitter.com/realairpower1/status/1378350416828772356?lang=>

推特知識頻道: 空中實力