國防部 113 年度「補助軍事院校教師(官)從事學術研究」成果報告

結合雷達學課程之特定低雷達截面積飛行器偵測分析(公開版)

執 行 單 位：空 軍 軍 官 學 校

計畫主持人：陳建宏

共同主持人：廖家德

協同研究人員：陳華明、張智偉、王復康、洪子聖、柯家恩、張禕宸、徐逸翔、温竣能、黃翊桓、廖顯嘉、沈聖哲、林亞榛、葉芷辰

中 華 民 國 113 年 11 月 23 日

研究案摘要

本研究在探索特定低雷達截面積飛行器的偵測技術，並結合雷達學課程的實作教學，提供學生對現代雷達偵測技術的深度理解，隨著小型無人機等低截面積目標在軍事應用上的快速發展，如何有效地偵測這些飛行器已成為重要課題，本研究運用主動陣列掃描雷達 (AESA) 及其他先進儀器進行實驗，並融入課程中，讓學生有機會進行實際操作與數據分析，提升他們的技術理解與應用能力。

本計劃結合雷達學的理論課程與實際操作，使學生對雷達原理、電磁理論以及數位化應用有更深入的掌握，透過使用如 TDR（時域反射儀）和向量網路分析儀等精密儀器，以及進行雷達截面積（RCS）分析，學生能將理論應用於真實環境中，加強對雷達偵測技術的實務操作能力，此外，利用多元的數位教學工具和戶外實作演練，學生不僅學會了如何運用設備進行偵測，還對於如何應對未來的低截面積飛行器威脅有更深的認識。

在教學方面，本研究結合互動式學習平台如 Kahoot，並邀請業界專家進行講座，讓學生能從實際應用中學習，提升學習興趣及動機。課程內容也涵蓋如何辨識和應對無人機等低截面積目標，並著重於分析不同雷達系統在各類飛行器偵測中的應用。本研究透過持續的教學評估和改進，顯示學生在課堂參與度、問題解決能力以及技術應用的綜合能力方面都有顯著成長。

透過本研究計劃的推動，不僅促進了空軍官校與其他軍事院校、業界之間的合作，亦為軍事教育注入了新的元素，強化學員對現代軍事技術的理解與應用，參與研究的學生在理論知識、實驗技能和實務應用能力上均取得了顯著進步，為未來的國防科技人才培育打下堅實基礎，計劃的成功實施，也顯示雷達學課程結合低雷達截面積偵測的教學模式，對於提升軍事教育品質與學生技術專業能力的顯著效益。

關鍵字：低截面積目標（Low Radar Cross-Section Targets）、雷達系統（Radar System）、主動陣列掃描（Active Electronically Scanned Array）

目　錄

研究案摘要 2
目　錄 3
壹、緒論 4
一、前言 4
二、研究目標與文獻探討 4
貳、計畫執行設計 10
參、研究方法 10
第五節　研究方法及步驟 11
肆、研究結果(公開版) 15
伍、結論與建議 33

壹、緒論

一、前言

申請人現職為空軍官校航電系教授兼系主任，專長於天線工程，於 2020 年接受美軍反無人機課程訓練，並規劃完成一系列系統性雷達學實務操作教材；近年來，申請人持續輔導多項電磁研究計畫，致力於培育雷達與通訊專業人才，為空軍航電專業教育奠定扎實基礎；透過購置多項先進設備，包括多具主動電子掃描陣列雷達（AESA Radar），為航電系提供高水準教學設備，若本計畫獲得支持，將可進一步強化課程目標之實現。

本計畫結合雷達學課程與數位雷達實作，提供學生實務操作與應用機會，符合空軍官校「訓用配合」原則，以強化學生在飛行控制與領空防衛上的專業素養；空軍官校作為培育中華民國空軍飛行員的專業學府，本計畫致力於深化學生對航空電子的理解，並結合空軍需求設計科學與實務兼具的教育課程。

近年來，小型四軸飛行器的快速發展及其在商業與軍事領域的廣泛應用引起高度關注，尤其是在2022年的烏俄衝突中，低空小型無人機的運用對傳統雷達偵測造成挑戰；若臺灣面臨類似軍事威脅，2023 年 10 月起在以色列難以偵測的小型無人機、氣球、動力滑翔傘、火箭或遊蕩彈藥將對領空安全構成重大考驗。因此，本計畫聚焦於雷達學與低雷達截面積（RCS）空中移動威脅目標的結合，透過現有裝備整合科學元素，進一步提升學生實務能力；此外，本計畫重視基礎教育與空軍需求的連結，透過持續的教學成果評估，改善課程規劃與設計，逐步提升教學品質，達成訓練與實戰應用並重的教育目標，為國防領域提供更具競爭力的專業人才。

二、研究目標與文獻探討

無人機擴散迅速，其威脅成為未來戰場上必須面對的關鍵問題，近年在戰場上，小型無人機乃至於自殺無人機所造成的威脅，同樣大幅增加。根據美陸軍「慢速、小型戰術無人機」(LSS UASs)的定義來看，重量小於 20 磅(約 9 公斤)、操作高度低於 1200 呎(約 366 公尺)，速度小於 100 節(約每小時 185 公里)者，為定義中的最小級別，商用無人機改裝者也包含在內。LSS UAVs 儘管操作高度相對較低、速度較慢，但其特性也意味較不容易被發現，難以用現行高性能整合防空反飛彈 (Integrated Air and Missile Defense，IAMD)系統加以對抗，同時能以低廉成本提供高效監偵能力，除可能運用感測裝備協助精準導引武器，也可能用以遂行電子戰，甚至自殺攻擊。

圖1.2023年10月以色列防空系統攔截哈瑪斯組織對以色列發射5000枚火箭與遊蕩彈藥

過去研究雷達截面積的文獻回顧演進

當今的雷達技術，在偵測低雷達截面積飛行器上，已經取得顯著進展，特別是在結合雷達學課程進行低雷達截面積飛行器的偵測分析方面，根據空中移動物體，國外學者已經進行了大量的研究；例如，D. Gjessing, J. Hjelmstad, T. Lund 於 1982 年開發了一種實驗性的多頻雷達系統，並通過初步實驗確認了早期提出的理論，展示了其在偵測、定向和識別低飛行飛機方面的潛力 [1]；而 Alan C. Brown 於 1993 年指出，要實現所需的低雷達截面積飛行器設計水準，必須在適當的頻率範圍內同時使用形狀，和特定吸波塗層方法，使雷達截面積減少 [2]。

P. Bernhardt 於 2010 年提供了新型輕型雷達截面積目標模型，這些目標用作衛星校準球，具有增強的雷達截面積，便於偵測與發射，並且雷達截面積低壽命長 [3]；同年，J. Chauveau 等人表明，可以使用雷達目標的共振行為來描述飛機，特別是它們的孔徑，這

[1] D. Gjessing, J. Hjelmstad and T. Lund. "A multifrequency adaptive radar for detection and identification of objects: Results on preliminary experiments on aircraft against a sea-clutter background." IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 30 (1982): 351-365. https://doi.org/10.1109/TAP.1982.1142794.

[2] Alan C. Brown. "Fundamentals of low radar cross-sectional aircraft design." Journal of Aircraft, 30 (1993): 289-290. https://doi.org/10.2514/3.46331.

[3] P. Bernhardt. "Radar Backscatter from Conducting Polyhedral Spheres." IEEE Antennas and Propagation Magazine, 52 (2010): 52-70. https://doi.org/10.1109/MAP.2010.5687505.

些孔徑對整體雷達截面積有很大的貢獻[4]；此外，Shuzhu Shi 等人於 2014 年的實驗結果顯示，背向離子圖和斜向離子圖可同時獲得，並且可以使用 HF 天波雷達，清晰地檢測到具有不同飛行條件的飛機[5]；近年來，Cheng Hu 等人於 2017 年專注於使用 GNSS 散射雷達，偵測和雷達物體成像，實驗結果確認了信號模型的準確性，成像方法有效性[6]；Tiancheng Zhang 等人，於 2019 年介紹了一種用於量子雷達截面積的通用表達式，用於分析電氣大型結構的散射特性，例如 B2 飛機[7]；最近，Qiangqiang Xu 等人於 2020 年提出了一種軌跡設計方法，用於耦合飛機雷達截面積特性，模擬結果顯示，該方法在單雷達和多雷達部署場景中，都有成效[8]。

表 1. 雷達截面積研究的歷史回顧

論文編號	作者及年份	雷達截面積研究的歷史回顧 主要研究內容與發現	引用次數
3	D. Gjessing, J. Hjelmstad, T. Lund (1982)	開發一種多頻雷達系統，並通過初步實驗確認了早期提出的理論，展示了其在偵測、定向和識別低空飛行物體能力。	21
4	Alan C. Brown (1993)	為達到所需的低雷達截面積飛行器設計標準，必須在特定的頻率範圍內，結合低度外型和特定塗層技術，以達到雷達截面積減少。	9

[4] J. Chauveau, N. de Beaucoudrey and J. Saillard. "Resonance Behavior of Radar Targets With Aperture: Example of an Open Rectangular Cavity." IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 58 (2010): 2060-2068. https://doi.org/10.1109/TAP.2010.2046837.

[5] Shuzhu Shi, Zhengyu Zhao, Yan Liu, Gang Chen, Ting Li, Jing-nan Liu and Ming Yao. "Experimental Demonstration for Ionospheric Sensing and Aircraft Detection With a HF Skywave Multistatic Radar." IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 11 (2014): 1270-1274. https://doi.org/10.1109/LGRS.2013.2291831.

[6] Cheng Hu, Changjiang Liu, Rui Wang, Liang Chen and Li Wang. "Detection and SISAR Imaging of Aircrafts Using GNSS Forward Scatter Radar: Signal Modeling and Experimental Validation." IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 53 (2017): 2077-2093. https://doi.org/10.1109/TAES.2017.2683578.

[7] Tiancheng Zhang, H. Zeng and Rushan Chen. "Simulation of Quantum Radar Cross Section for Electrically Large Targets With GPU." IEEE Access, 7 (2019): 154260-154267. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2947738.

[8] Qiangqiang Xu, Jian-Qquan Ge, Tao Yang and Xiaojian Sun. "A trajectory design method for coupling aircraft radar cross-section characteristics." Aerospace Science and Technology, 98 (2020): 105653. https://doi.org/10.1016/j.ast.2019.105653.

論文編號	作者及年份	雷達截面積研究的歷史回顧 主要研究內容與發現	引用次數
5	P. Bernhardt (2010)	本文提供一種新型的輕型雷達截面積目標模型，該模型主要用於衛星校準，此目標具有較高的雷達截面積，使其更易於偵測，且由於其輕質量和低雷達截面積特性，使其在發射時更為便利，且具有較長的軌道使用壽命。	10
6	J. Chauveau et al. (2010)	研究指出，雷達目標的共振行為可用於描述飛機，尤其是其合成孔徑雷達，而這些孔徑特徵對於整體雷達截面積的貢獻尤為顯著。	10
7	Cheng Hu et al. (2017)	本研究主要利用 GNSS 前向散射雷達，進行飛機的偵測與成像，並且實驗結果驗證了信號模型精準度，以及成像技術的實用性。	18
8	Shuzhu Shi et al. (2014)	透過實驗，發現背向輻射與斜向輻射圖能夠同時被獲取，且利用 HF 天波驗雷達，能夠清楚地偵測到在不同飛行狀態下的飛機。	11
9	Tiancheng Zhang et al. (2019)	本文介紹了一種針對量子雷達截面積的通用表達式，專用於分析如 B2 轟炸機等大型結構的散射特性。	10
10	Qiangqiang Xu et al. (2020)	本研究提出了新穎雷達追蹤軌跡法，專為配合飛機雷達截面積特性而設定，模擬結果證明，無論是在單一雷達或多雷達情境下，此方法均具有良好的效能。	10

近年新威脅：雷達偵測低、小、慢物體的技術分析

透過上述文獻，我們可以看到雷達偵測中空物體技術，在國際產學界上，均有廣泛的研究，特別是針對低雷達截面積的飛行物體，這些文獻提供了我們研究的理論基礎和技術方法，**但是針對新威脅，低速、物體小、速度慢，例如氣球、三角翼無人機、四軸飛行器等新空中威脅，研究的方法架構，近年新的文章顯示，需要用督普勒脈衝方式與主動陣列描雷達來分析。**

表 2.近年雷達針對低、小、慢、目標突破性研究

論文編號	作者及標題	主要研究內容與發現	引用次數
11	Byungkwan Kim, Junhyeong Park, Seong-Jin Park, Tae-Wan Kim, Dae-Hwan Jung, Do-Hoon Kim, T. Kim, Seong-Ook Park (2018) - "Drone Detection with Chirp-Pulse Radar Based on Target Fluctuation Models"	脈衝雷達系統，能於其最大偵測範圍內，精確捕捉到無人機結構與旋翼機，無人機的結構與旋翼的特性分別待測物相近，此特性對於提升雷達的偵測效能具有正面助益[9]。	10
12	S. Rahman, D. Robertson (2018) - "Radar micro-Doppler signatures of drones and birds at K-band and W-band"	於 K 波段與 W 波段的雷達回波分析中，微 Doppler 效應的特徵，成功地呈現了無人機與鳥類的微細運動特性，雷達可以分辨鳥或四軸機[10]。	83
13	S. Bjorklund (2018) - "Target Detection and Classification of Small Drones by Boosting on Radar Micro-Doppler"	研究顯示，微 Doppler 雷達對於小型無人機的目標偵測，具有相當的可靠性，且有能力進行無人機種類分類[11]。	8
14	Hongbo Sun, B. Oh, Xin Guo, Zhiping Lin (2019) - "Improving the Doppler Resolution of Ground-Based Surveillance Radar for Drone Detection"	透過新穎技術，進行地面監視雷達的 Doppler 分析，不僅提升了對無人機目標的偵測效能，更強化微 Doppler 特徵識別能力，進而正確分類無人機[12]。	14
15	Jiangkun Gong, Jun Yan, Deren Li, Ruizhi Chen, Fengyi Tian, Zhen Yan (2020) -	此研究中的微 Doppler 與散射特性，成功分析雷達特徵值與物體姿態結	6

[9] Byungkwan Kim, Junhyeong Park, Seong-Jin Park, Tae-Wan Kim, Dae-Hwan Jung, Do-Hoon Kim, T. Kim and Seong-Ook Park. "Drone Detection with Chirp-Pulse Radar Based on Target Fluctuation Models." ETRI Journal, 40 (2018). https://doi.org/10.4218/etrij.2017-0090.

[10] S. Rahman and D. Robertson. "Radar micro-Doppler signatures of drones and birds at K-band and W-band." Scientific Reports, 8 (2018). https://doi.org/10.1038/s41598-018-35880-9.

[11] S. Bjorklund. "Target Detection and Classification of Small Drones by Boosting on Radar Micro-Doppler." 2018 15th European Radar Conference (EuRAD) (2018). https://doi.org/10.23919/EURAD.2018.8546569.

[12] Hongbo Sun, B. Oh, Xin Guo and Zhiping Lin. "Improving the Doppler Resolution of Ground-Based Surveillance Radar for Drone Detection." IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 55 (2019): 3667-3673. https://doi.org/10.1109/TAES.2019.2895585.

論文編號	作者及標題	主要研究內容與發現	引用次數
	"Theoretical and Experimental Analysis of Radar Micro-Doppler Signature Modulated by Rotating Blades of Drones"	構部件之間對應關係，特別是在雷達觀察時間相對較短的情境下，仍能有效分辨空中物體，例如非旋轉結構的定翼機[13]。	

當代雷達技術在偵測小型、低速的空中物體上已取得顯著進展，脈衝雷達系統能於其最大偵測範圍內，精確捕捉到無人機(如旋翼機)，且其特性與論文中的待測目標模型相近，對於提升雷達的偵測效能具有正面助益；此外，於 K 波段與 W 波段的雷達回波中，微 Doppler 效應成功地揭示了無人機與鳥類的微細運動特性，使雷達能夠區分鳥或四軸機。進一步的研究顯示，微 Doppler 雷達對於小型無人機的目標偵測具有高度的可靠性，且有潛力進行無人機的種類分類；透過新穎技術，地面監視雷達的 Doppler 分析不僅提升了對無人機目標的偵測效能，更強化了微 Doppler 特徵的識別能力，進而正確分類無人機；最後，微 Doppler 與散射特性的研究成功建立了雷達特徵值與物體姿態結構部件之間的對應關係，特別是在雷達觀察時間較短的情境下，仍能有效地區分空中的無人機和其他非旋轉結構的物體(如定翼機)，本申請案就是利用上述 5 篇最新研究，微 Doppler 脈衝主動陣列掃描雷達 AESA 來偵測低雷達截面積 RCS 的移動物體取樣分析並融合到課程。

本案執行過程中，成功結合鄰近軍事院校空軍航空技術學院，並與國內產業界合作開發的雷達系統進行多項偵測實驗，實現了跨機構資源整合與技術驗證；透過此次計畫，深化了軍事教育體系與國內產業界及學術界的合作關係，展現協同創新教學與成果應用的潛力。

計畫實施期間，進一步強化軍校教師與各專業領域專家的互動與交流，不僅拓展了學生實務學習的機會，也提升相關課程的深度與廣度；本案有效促進了產學研協作機制的發展，為國內培育具備實務經驗與技術創新能力的人才奠定基礎。

綜合計畫執行成效，本案成功推動雷達技術的應用層次，提升國防科技教育的競爭力，並為空軍未來在領空防衛與飛行控制領域提供了重要的技術與人才支持。

[13] Jiangkun Gong, Jun Yan, Deren Li, Ruizhi Chen, Fengyi Tian and Zhen Yan. "Theoretical and Experimental Analysis of Radar Micro-Doppler Signature Modulated by Rotating Blades of Drones." IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 19 (2020): 1659-1663. https://doi.org/10.1109/LAWP.2020.3013012.

貳、計畫執行設計

本校航電系為工程領域之科系，所培育之技勤學生畢業後多分發至空軍之通訊、資訊、電子與飛機修護等國防專業單位服務，因此課程規劃區分為資訊專業(資料處理官、資訊安全官與程式設計官)、通信電子專業(通信官與雷達修護官)與後勤修護(修護官與補給官等)三大專長，提供學生在畢業後，具備解決部隊通訊、資訊、電子與飛機修護等工作之國防專業能力。

在工程課程設計上，主要區分為三種課程：

(1)專業必修：主要目的為奠定學生對於科技專業科目之理論基礎(如工程數學、電子學、電路學等基礎科目)；另有實作類型之電子電路實習課程，透過課堂中實作來結合所學理論，讓學生能更了解抽象之理論基礎，以及具體地應用至相關領域。

(2)專業選修：除了讓學生能依照自己意願，選擇感興趣的課程，更能讓學生透過課堂講解或實作方式，精進特定領域之專業知識。

(3)核心選修：此類核心選修主要讓學生學習電機電子領域外的科技課程(如機械與太空工程領域)，實現科技領域內之專業交流。

此外，航電系雖以科技領域為主要課程，為讓培育之學生仍具備人文社會素養，因此在課程設計上仍有通識與核心選修等課程來激發學生對於人文社會之興趣。

參、研究方法

研究方法及工具

改善雷達學之教學方法效果評估

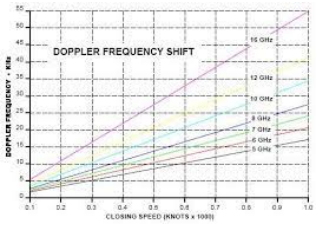
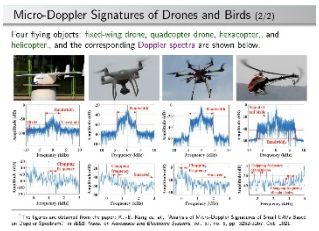
表面理解：雷達學書面記憶法可能導致僅理解方法表面，而忽略了深入學習與理解背後原理，長遠來看可能會阻礙學習深度與廣度，影響了軍官思維。

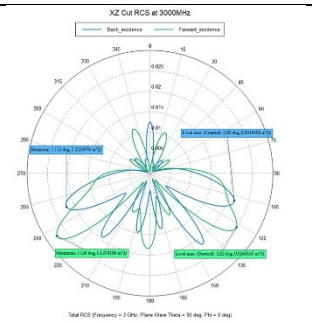
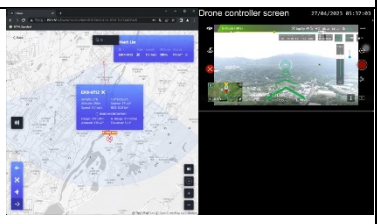
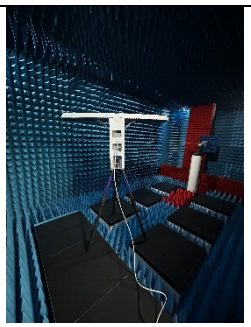
靈活性不足：往往在特定問題和狀況下才有效，當學生畢業後擔任軍官，遇到雷達系統不符合規則時，可能會難以應對，肯發問的軍官還不錯，某些不好意思發問的操作錯誤釀成錯誤。

缺乏批判性思考：速效法可能阻礙學生發展批判性思考的能力，因為只需要依照步驟來解答問題，而不需要思考為什麼這些步驟能夠解決問題，軍中保守文化讓很多人不敢問不敢做，長久下來會有不良後果。

一般來說，雷達設備體積龐大貴重，主要任務都是戰備輪值，因此通常僅供畢業後的學官使用，很多軍事學校放的雷達為展示品，並無法讓學生進行實際操作；然而，我們把用於研究的主動陣列掃描 Active Electronically Scanned Array, AESA 雷達硬體和軟體，並進行改裝與客製化，將其轉化為教學模式，使其可以在課堂中使用，這種新雷達設備不僅體積極度縮小，更具有教學應用的價值，能讓學生親身體驗雷達的操作過程，提高學習效果和興趣。

第五節　研究方法及步驟

改善原有教學資料投影片: 左圖為說明都普勒效應的原始投影片，右圖為更有視覺化的說明都普勒效應。	 
室內教學課程: 雷達學實作與展示，利用計畫資源銜接通訊理論跟電磁學課程	
建構多元雲端教學系統: 建立雲端輔助教學，以防臺海發生戰爭時可繼續執型教學。	

教育訓練與論壇: 業界專家來帶領學生設計出基地防禦與雷達，以建構人與機器防禦系統。	
戶外雷達實作: 實地演練，使用主動陣列掃描雷達，判讀視距外無人機。	
RCS 研究: 整合本校研究計畫資源進行教學。	 
結合電波無反射室測試: 使用空官無反射實驗室-場型室與相關軟體。	

合作計畫:打開軍校生視野，鼓勵軍校生勇敢與外界合作。	2022-2024 國科會整合計畫(與中山大學、高雄科大合作) 2022-2024 國防先進研究計畫(與空軍航發中心合作) 2023-2024 國科會國防專案計畫(與臺灣大學合作) 2023-2024 國科會大專生專題研究計畫
知識應用: 技術支援部隊需求。跨系培養學生建立 AESA 基礎知識，畢業後對接 F16V 、愛國者飛彈等先進系統專業。	

圖 2.雷達學-學習循環圖

繼續實施獎勵機制和互動式學習: 加強審視學生繳交資料的準確性。

導入更多業界專家講座: 讓學生了解實際應用，增廣見聞。

加強學生英文閱讀和文獻查詢 考慮在每個大章節後進行重點複習和檢測，雷達學課本跟參考文獻都是原文，為了確保學生能更深入地吸收與理解教學內容，本課程與其相關的教學計畫整體而言已獲得成功，這一點從學生的積極正面回應中可觀察到，然而，

根據學生的實際反應以及問卷調查的建議，主持人認知到仍有待改進的領域，因此將依據回饋和建議，進行必要的課程調整，未來繼續提供更加完善和優質的學習環境。

空軍官校近年學生入學分數大為下降，指考分數從後標前標都有，老師授課非常吃力，為針對在課程進行中可能遭遇學習困境的學生，本研究特別設計了一份教學預警單。該預警單的主要目的在於預先識別有落後風險的學生，並為學生提供量身訂做的學習資源與支援措施，透過這一機制，本課程能在早期階段進行適當老師介入，協助學生解決學習上的障礙，進而提升其學業表現。

該教學預警單涵蓋多個評估角度，不限於出席狀況、作業繳交率、以及測驗成績，以綜合評估學生的學習狀態，確認需要額外教學支持的學生後，教師將進行一對一的學習諮詢，並依據其特定需求提供適切的教學資源。

綜上所述，這份教學預警單不僅有助於早期發現學生的學習問題，更能使教師在教學過程中進行更為精確的**個別化識別學習差異**，進而提升整體教學品質。

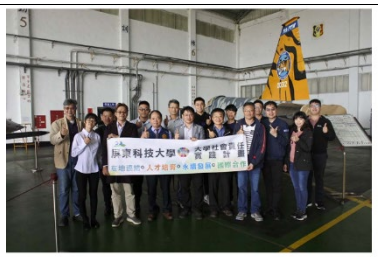
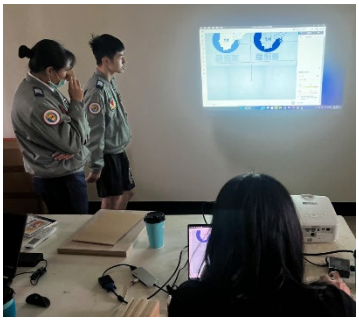
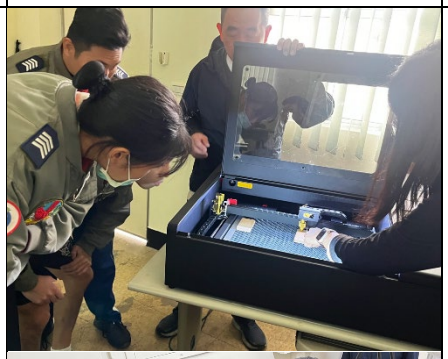
表 3.針對落後同學修改教學預警單

項目編號	軍校教師計畫雷達學學生自我檢視問題單	回答選項	備註
1	請問您是否充分利用系上所提供的 Office Hour？Email？主動聯絡？	是 / 否	
2	請問您是否有自主進行課後的學習和複習？除了上課時間，您有投入多少時間閱讀教科書、完成作業和準備考試？	簡易回答（例如：每週 5 小時）	
3	請問您是否有試著尋求其他學習資源或輔導，線上教學資源 Padlet 或雲端硬碟或是同一組的同學？	是 / 否	若是，請列舉資源
4	請問您是否有試著改變您的學習策略？例如調整您的時間管理方式、尋找更有效的學習方法，或是設定具體的學習目標？	是 / 否	若是，請描述改變
5	您是否有和我或其他教師(隊職官)討論過您的學業困難，並尋求我們的協助和建議？	是 /否	若是，請描述討論內容
6	請問有無其他困難？	文字回答	

肆、研究結果(公開版)

表 4.　(2024/1-2024/12)在空官航電系主辦或參與雷達相關教育訓練

日期與活動	活動紀錄	活動摘要
2024/1/10 師生團隊赴新竹參加國防部與國科會第二期防空專案		航電系師生團隊前往新竹參加國防部與國科會第二期防空專案，進行對空實彈射擊訓練。此次活動提升學生對防空技術的理解和實際操作能力，特別是在實戰環境中的應用。
2024/1/15-2024/1/16 師生參與 2024 台灣電信年會		學生至國立中央大學參加第 6 屆臺灣電信年會，吸收電信領域創新研究，並與教授和研究生交流，年會包含「全國電信研討會」、「橋接未來電磁研討會」和「消息理論及通訊春季研討會」，展示電磁、通訊、訊號處理及網路四個領域的研究。
2024/1/17 師生團隊赴中山大學參與國科會國防探索計畫-高頻雷達(國科會亮點計畫) 		本校師生團隊前往中山大學參與國科會國防探索計畫中的高頻雷達項目，這是國科會的 2023 年亮點計畫之一，結合空軍官校的 HF RADAR 技術與中山大學洪子聖教授團隊的自我注入鎖定技術，師生團隊在活動中深入了解高頻雷達的先進技術，並與中山大學團隊進行深入交流和合作。

2024/1/19 主持人受邀參與教育部USR大學社會實踐計畫發表專題演講 	 2024-01-29 營發體電學程 回到無動新聞 七院校共同培力科教推展見證國機國造AJT戰機雄姿 屏科大徐子圭教授帶領USR團隊於今(113)年1/18-19與成功大學、中華科大、空軍官校七所夥伴學校赴台東空軍志航基地見習，見證國機國造AJT勇鷹號高教機雄姿，並實施共培研習活動，分享夥伴學校之科普推展、地方創生及全民國防教育。 成功大學、屏科大、中華科大、高雄餐旅大學、空軍官校、空軍航院、台灣大學、高雄市岡山大專青年協會等單位教授群，組團赴台東空軍志航基地見習，基地由副聯隊長負責接待，並安排專人導覽，展示AJT勇鷹號高教機配合演練，實施動/靜態起降，與F-16V、C-130H、F-5E/F戰鬥機一起，營造聯訓演練科目演練及作戰飛行，空軍軍力之展現及科技建軍成果的基地空域及機場展現無遺。總計參與人員子圭教授說：「見證國際成員視為地方推展全民國防航空科普及地方創生之參考，有機會與國防部政戰部協力推廣，有助全民國防教育科普之推展。」	主持人受邀至台東空軍基地參與教育部 USR 大學社會實踐計畫，並發表專題演講。屏科大徐子圭教授帶領 USR 團隊，包括成功大學、中華科大、空軍官校等七所夥伴學校，於1月18日至 19 日前往台東空軍志航基地見習，見證國機國造 AJT 勇鷹號高教機的雄姿，並進行共培研習活動。 在此次活動中，教授們組團赴台東空軍志航基地，由副聯隊長接待，安排專人導覽，展示AJT勇鷹號高教機、F-16V、C-130H 和 F-5E/F 戰機的動/靜態展演及戰訓起降科目演練，展現空軍軍力與科技建軍成果。
2024/1/23 於校內辦理校內雷切機教育訓練課程 	 	這次教學活動中，運用雷切機為學生舉辦一場實作體驗。首先詳細介紹雷切機的操作方法，包括如何調整切割參數、安全使用機器等。接著，深入解釋了雷切機的運作原理，讓學生們對其工作原理有了清晰的理解。還教授了繪圖技巧，幫助學生們製作出精美的設計圖，透過實際操作，學生們已經掌握如何使用雷切機切割紀念品、鑰匙圈等作品的技巧。學會如何操作機器，深入了解產品製作的整個流程，包括設計、製作、以及最終的成品呈現。這次活動不僅是一次技術上的學習，更是創造力的培養。

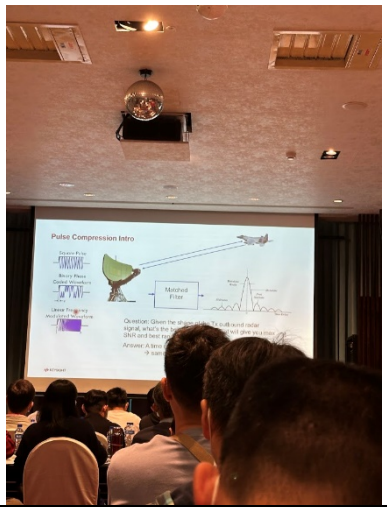
2024/1/24-2024/1/26 計畫學生參與 2024 臺灣物理年會		計畫學生前往國立中央大學參加臺灣物理年會，吸收物理領域的創新研究。此次年會除傳統的次領域平行分組議程外，還增設涵蓋多個次領域的「主題論壇」（Topical Symposium），鼓勵跨領域研究合作，學生們在年會中學習到最新的物理研究成果，並將這些知識與課堂學習內容相結合，增廣見聞。此次參與年會，提升學生的專業知識和研究能力。
2024/1/31 計畫師生受邀赴台北參加以色列偵測無人機防禦計畫展演 		計畫師生受邀赴台北參加以色列偵測無人機防禦計畫展演，此次展演展示先進的無人機偵測與防禦技術，並由以色列專家現場演示其最新成果，師生團隊在活動中深入了解無人機防禦系統的運作原理及應用場景，並與國際專家進行交流，學習到許多實用的技術與知識。
2024/02/02 計畫學生參與無人機飛行足球種子教練培訓	 	計畫學生參與無人機飛行足球種子教練培訓，此次培訓將無人機技術與運動競技領域相結合，目的推廣無人機飛行足球活動，學生在培訓中學習無人機操作與足球運動的結合技巧，並掌握相關教練指導技能。

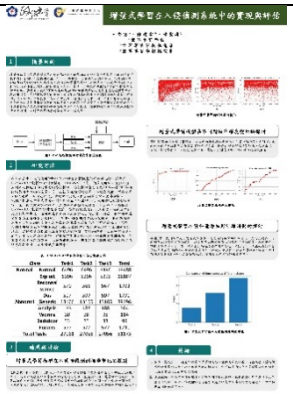
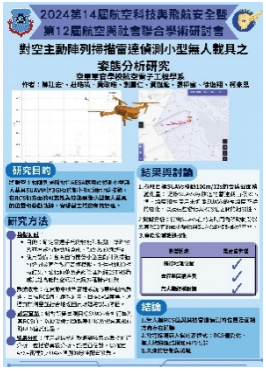
2024/02/22 計畫師生參與 2024 海事衛星研討會	 	計畫師生參與由高雄科技大學主辦的海事衛星研討會，並與川升公司和相宇公司共同舉辦，此次研討會主要在探索海事衛星技術在現代海上導航、追蹤和通訊中的應用，吸引國內相關廠商、專家、學者和學生參與。在研討會中，計畫學生親身體驗海事衛星在通訊和傳輸中的應用，並學習天線系統最佳化技巧，會議邀請業界專家分享最新的海事衛星技術與產業發展現況，同時展示國內微波和天線相關廠商的產品。此外，研討會還設置技術演講、Intelsat 示範、攤位展示和人才招募活動。
2024/3/7 本計畫主持人航電系陳建宏主任榮獲教育部 111 年度教學實踐研究績優計畫獎項	 	本次頒獎典禮於 113 年 3 月 7 日假國家圖書館國際會議廳舉行，由教育部潘文忠部長親臨頒獎，彰顯全國教授在學術與教學實踐上的卓越表現。計畫主持人「雷達學實作課程-無人載具雷達截面積研究」，此計畫透過創新教學方法與 AESA 雷達技術，顯著提升學生學習雷達學成效，創新教學結合國防科技教育，同時為空軍人才培育作創新貢獻，顯示老師於教學以及學術研究上的努力，面對未來各項挑戰。
2024/3/8-2024/3/9 **計畫學生擔任國科會科普闖關活動志工，帶領國小學童體驗科普教具**		擔任國科會創意實作科普闖關營志工，以吸管火箭、圓盤竹蜻蜓為主題，帶領學童體驗虎克定律、伯努力效應等科學原理。

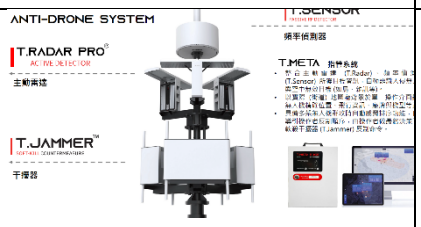
<table>
<tr>
<td>2024/4/12 女性科學家演講與論壇：隨心之欲　夢想展翅</td>
<td>
</td>
<td>本次演講邀請了國立中正大學電機工程系張嘉展教授主講一場名為「隨心之欲夢想展翅」的演講與綜合論壇。在這場活動中，分享她在海外留學的經歷，並讓學生們了解雷達用途的廣泛，鼓勵學生們培養自信心並發揮想像力得勇往直前，講者更以 跨領域的學習(就讀於建築與室內設計博士班)及學術方面的豐富經驗激發出學生們的求知及熱情，從中可獲得寶貴的學習與交流機會。演講結束後，學生們除了對雷達研究領域有更深入的了解外，並激發他們對於職業發展及探索的興趣，更是為學生們的實現夢想展注入新動力。</td>
</tr>
<tr>
<td>2024/4/30 空軍官校樹莓派 Duckiedrone DD21 - 小鴨無人機自主飛行工作坊
</td>
<td>
 </td>
<td>本計畫主辦樹莓派 Duckiedrone DD21 - 小鴨無人機自主飛行工作坊，此次工作坊在提升學生對無人機自主飛行技術理解與實踐能力，特別是應用樹莓派技術進行無人機控制與導航。
在活動中，學生們學習麻省理工小鴨無人機基本操作、自主飛行算法以及實際應用案例，並進行實地操作演練，工作坊增強學生的技術技能和創新思維，提供交流與合作的平台，促進師生之間的互動與學習。此次活動展示本校在無人機技術教育方面的實力，進一步推動無人機技術在國防應用中的發展。</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>2024/5/7 第 8 屆國防部「軍校盃網路安全競賽」，為期四天賽程，共有 9 隊軍警院校隊伍同場競技，空軍官校受本計畫補助之資安隊伍 SkyGuard Cyphers 榮獲冠軍！

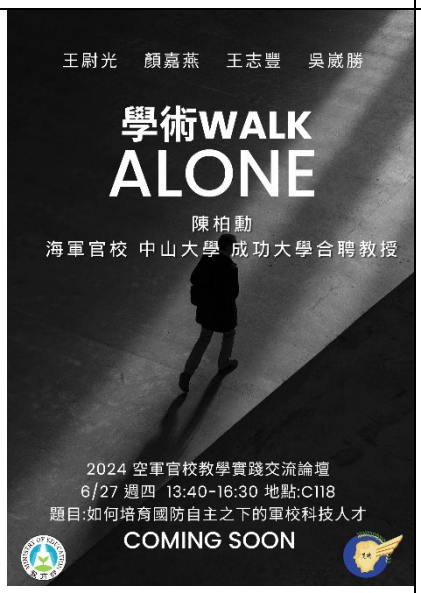
</td>
<td>
 </td>
<td>「2024 軍校盃網路安全競賽」由國防部通次室指導，國防大學主辦，藉由競賽增進校際交流，進而培育國軍網路作戰人才，提升國軍整體資安培育；包括三軍官校、航空技術學院、陸軍專科學校、國防大學管理學院、理工學院兩隊，以及警察大學組隊參賽；空軍官校由航電系陳建宏主任與陳聖濤老師指導，帶領本校同學參賽，經社團集訓並在賽中各司其職，最終榮膺冠軍。
空軍官校校長胡少將於賽後接見參賽選手給予慰勉與展望，並指出未來資安作戰將跨域合作，涉及海底電纜、無線電及太空通訊等多元領域，人才培養尤為關鍵。
選手隊伍將選派至北約參加 2024 年底的網路戰演習。</td>
</tr>
<tr>
<td>2024/5/10 航太與國防科技研討會-海空軍電子戰訓練</td>
<td> </td>
<td>「航太與國防」研討會 5/10 於 H20 水京棧國際酒店舉行，是德科技展示其高效能電子戰方案，對於軍校學生而言，此活動提供寶貴學習機會，可理解與電子戰相關的射頻測試、信號模擬、脈衝分析等技術，還可親手操作先進的測試設備，如向量信號產生器、頻譜分析儀等。同時，學生獲得</td>
</tr>
</table>

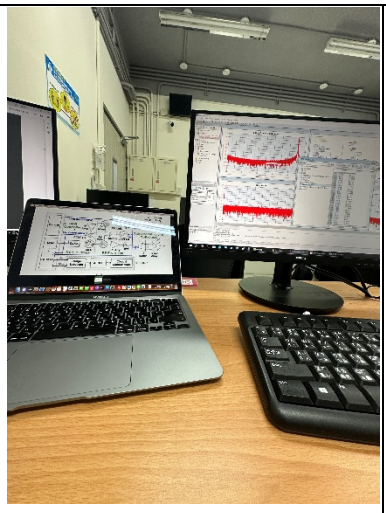
		PathWave 測試自動化軟體的使用經驗，此軟體可以大幅提升測試的自動化程度，對於面臨快速變化的戰場尤其有用。
2024/5/14-2024/5/16 計畫成員參加台灣資安大會	 	在今年的 CYBERSEC 2024 臺灣資安大會上，計畫師生一同探索了生成式 AI 在資安防護中的多種應用，大會不僅提供了超過 300 場專題演講，還展示了對抗性攻擊如何在現代資安策略中扮演關鍵角色，對於 AI 如何揭露攻擊者策略，以及透過自動化工具增強事件偵測和響應能力的演講印象深刻。此次參加不僅拓寬學生們的視野，也加深他們對未來資安趨勢的理解，為他們的學術與職業生涯奠定堅實的基礎。
2024/5/17 空軍官校無人機程式設計工作坊		計畫團隊邀請獅子王模型工坊黃俊憲講師，針對無人機飛行原理、原件組成及編程飛行進行介紹，並安排無人機飛行實際操作體驗吸引本校學生熱情參與，學生透過實際操作，具體地了解無人機之操控原理與編程自主飛行的基礎技術知識。

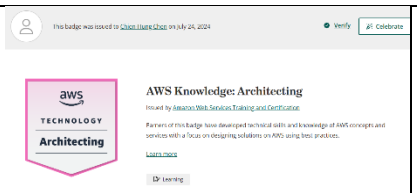
2024/5/17 2024 第 14 屆航空科技與飛航安全暨第 12 屆航空與社會聯合學術研討會，計畫師生發表五篇論文 	  	計畫師生參加第 14 屆航空科技與飛航安全暨第 12 屆航空與社會聯合學術研討會，並發表五篇論文。論文主題包括「增量式學習在入侵偵測系統中的實現與評估」、「遠端滲透技術在無人機無線網絡的應用實現」、「對空主動陣列掃描雷達偵測小型無人載具之姿態分析研究」、「Q-learning 演算法應用於無人機路徑規劃研究」和「以蟻群演算法探討便利商店行動車最佳路徑規劃問題-以高雄小港區為例」。這些都是本計畫的研究主題-雷達、資安與無人機技術，展示師生團隊在航空科技與安全領域的創新成果。這些研究專題有來自 STEM 和非 STEM 領域的女性學生參與，並進行了深入的學術探討。通過此次研討會，學生們不僅提升了自己的研究能力和專業知識，還展示了他們在這些領域的卓越表現。

2024/5/22 空軍官校科學女孩 STEM for Girls 活動 	 	計畫團隊於 2024/5/22 辦理空軍官校科學女孩 STEM for Girls 活動，邀請本校全體女性學生參加，內容為主持人陳建宏及計劃參與學生分享在過去一年 STEM 計畫中研究與學習的心路歷程。
2024/5/22 空軍官校對空搜索雷達與無人機反制工作坊 	 	空軍官校於 2024 年 5 月 22 日舉辦對空搜索雷達與無人機反制工作坊。本工作坊深入探討無人機防禦系統的操作及應用，內容包括主動雷達的偵測原理、干擾器的使用技巧，以及被動偵測器的配置與管理。本次活動適合對無人機防衛技術有興趣的學生與專業人士，期望參與者能夠通過實際操作與案例分析，掌握最前線的防禦策略和技術。
2024/5/23 EC-Council CEH 駭客技術專家認證課程	 	由美國 EC-Council 原廠英文教材提供的資訊安全課程，獲「行政院國家資通安全會報」認可，課程主要目標教導學生駭客常用的工具和方法，以便深入了解駭客行為模式並學會如何保護軍事系統免受攻擊，補足可能

	 EC-Council Certification Number ECC2485793610 CEH Certified Ethical Hacker This is to acknowledge that Chiung-Lin Tsai has successfully completed all requirements and criteria for Certified Ethical Hacker certification through examination administered by EC-Council Issue Date: 15 December, 2023 Expiry Date: 14 December, 2026 ANSI Sanjay Bavisi, President	被忽略的防禦漏洞，課程適合國軍軍官，內容涵蓋多領域，包括道德駭客介紹、網路勘查、弱點分析、入侵電腦系統、惡意程式威脅等，通過學習，參與培訓軍校生能夠掌握如何檢測和保護電腦系統、網路、網站等各種安全環境。
2024/5/28 國科會國防探索計畫結案報告	 	申請人團隊參加國科會國防探索計畫的結案報告，團隊的雷達設計項目在結案報告中獲得了「亮點計畫」的殊榮，該設計展現了顯著的技術突破與創新，這一榮譽不僅肯定了團隊的研究成果，也為未來相關技術的發展奠定了堅實基礎，進一步鞏固了團隊在國防技術研究中的領先地位。
2024/6/1-2024/6/2 空軍官校與陸軍官校、屏東大學合作舉辦2024全國大專暨高中青年自然科學辯論競賽	 2024 全國大專暨高中青年自然科學辯論競賽 壹、目的 為有效培養學生資料蒐整、實驗研究、數據分析、問題探討及表達的能力。藉由教育部、科技部專案計畫補助辦理全國大專暨高中物理辯論競賽，以實踐「學以致用」的理念，並利用實作教學方式讓學生在學中做、也在做中學，以達激發學生的學習潛能及提昇學習成效。 貳、活動規劃 一、指導單位：國科會、教育部。 二、主辦單位：中華民國陸軍軍官學校、中華民國空軍官校、國立東華大學、國立屏東大學、智榮文教基金會 三、合辦單位：中華民國探究與實作、臺灣物理學會、物理教育學會 四、競賽時間：113年6月1(六)至6月2(日) 08:00-17:30 五、競賽地點：屏東大學 六、報名對象： 學校推薦：大專組 20 隊、高中(職)組 40 隊，每隊 3-5 人組隊，每隊報名費 1000 元。 個別報名：大專組 5 隊、高中(職)組 10 隊，每隊 3-5 人組隊，每隊報名費 1500 元。 為鼓勵更多學校報名參加，原則僅開放每學校推薦 3 隊參賽，學校推薦隊伍需為同校選手組成，若為個別報名參賽隊伍，則開放同校或跨校組隊，大會可視報名情形及場地的以調整各組競賽人數。 七、報名網址與繳費方式 （一）報名網址：https://www.beclass.com/rid=284d6f385a4a93bc7f4d （二）活動群組：完成報名隊伍請加入 https://line.me/R/ti/g/jqFrUJ9XPE （三）繳款方式：郵政匯款 戶名：中華民國探究與實作學會　　匯款帳號：0041081-0409728 盧政良 八、競賽題目 2024競賽題目 1. 1. Invent Yourself Take a box (e.g. a matchbox), filled with identical objects (e.g. matches, balls, …). Find a method to determine the number of objects in the box solely by the sound produced while shaking the box. How does the accuracy depend on the properties of the objects, the box, and the packing density?	空軍官校與陸軍官校、屏東大學合作舉辦 2024 全國大專暨高中青年自然科學辯論競賽，計畫師生支援 3 位評審、9 名志工及 15 名參賽者，此次競賽首次融合 2024 年 IYPT 及 IYNT 題目，提供 34 個涵蓋物理、化學及生物等自然科學領域的主題，供競賽隊伍選擇，大專及高中（職）學生組隊參加，透過辯論競賽提升科學素養與交流能力，其中空軍官校校長預定親自出席該活動，證明本校對 STEM 人才培育的重視。

2024/6/16 計畫團隊參加國防科技論壇		計畫團隊參加了在國立成功大學舉辦的國防科技論壇，此次論壇聚焦於雷達技術的最新發展與應用，團隊與國內外專家學者討論了雷達技術在國防中的關鍵角色，並分享了研究成果與挑戰，透過此次論壇，團隊深化了對雷達技術的理解，並拓展了與其他研究機構的合作機會，為未來技術發展奠定了堅實基礎。
2024/6/27 科技論壇-如何培育國防自主之下的軍校科技人才		主辦教師工作坊「如何培育國防自主之下的軍校科技人才」科技論壇，由中山物理所教授、前海軍中校陳柏勳主講，陳柏勳分享了軍校科技人才培育的實務經驗，強調了實戰經驗與創新思維的重要性，計畫團隊從中獲得了寶貴的見解，這些見解將對未來人才培育策略的優化提供重要參考，全校有 90%教師參與。

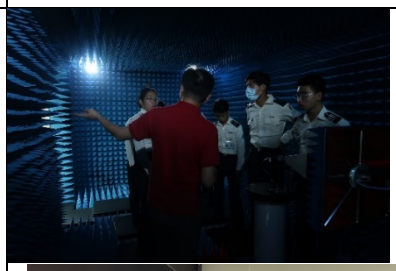
2024/7/18 清華大學研習基頻通訊系統分析與 SystemVue		計畫團隊師生共同參加了清華大學舉辦的「基頻通訊系統分析與 SystemVue」研習活動，研習內容涵蓋基頻通訊系統的理論分析與 SystemVue 軟體應用，專家講解了如何利用 SystemVue 進行通訊系統的模擬與優化，師生透過實際操作加深了對基頻通訊技術的理解，為後續系統設計與研究奠定了堅實基礎。
2024/7/20 計畫主持人赴台中一中擔任第七屆全國高中物理探究實作競賽評審	 	計畫主持人陳建宏周末赴台中一中擔任第七屆全國高中物理探究實作競賽評審，該競賽聚集了來自全國各地的優秀高中生，展現了他們在物理探究與實作方面的創新與能力，計畫主持人透過評審過程，不僅交流了教學經驗，還為未來物理教育的發展提供了寶貴的建議，並助力發掘新一代的物理人才。
2024/7/23 計畫師生赴台北參加 2024 AWS 台灣雲端高峰會		計畫師生赴台北參加 2024 AWS 台灣雲端高峰會，此次高峰會聚焦雲端技術的最新發展與應用，師生們透過參與多場技術講座與工作坊，深入了解 AWS 在雲端計算、人工智慧及大數據分析等領域的前沿技術，計畫主持人陳建宏為鼓勵同學考取相關證照，親自利用颱風假考取”AWS 雲端架構師執照”，這次高峰會不僅拓展師生對雲端技術視野，也為未來在相關領域的研究與應用提供新的靈感與方向。

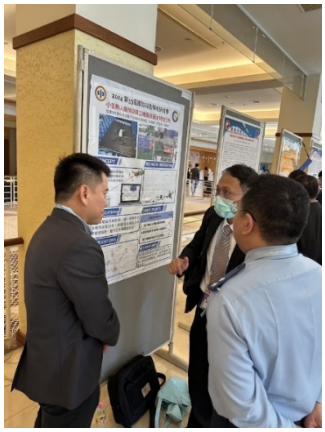
		
2024/8/8-2024/8/9 計畫師生赴鹿港高中辦理中部地區高中生科普活動	 	計畫團隊師生共 12 位參加於鹿港高中舉辦「國科會科普活動~創意實作科普闖關競賽營」，活動由陸軍官校洪偉清教授總召，聯合智榮文教基金會、台灣物理學會等單位，並邀請多位教授共同合作，設計 22 種有趣的科普闖關活動，吸引 372 位師生參與，鹿港高中校長林玉芬致詞感謝智榮基金會的支持，並強調此活動有助於深化彰化的科普教育推廣。
2024/8/21 計畫師生赴高雄科技大學參訪教育部鐵道研究中心		計畫師生赴高雄科技大學參訪教育部鐵道研究中心，由教育部國家講座教授張簡主任全程接待並詳細解說，張簡主任介紹中心最新研究成果與鐵道技術的應用前景，師生們透過此次參訪，深入了解鐵道技術的發展動向，並探討該領域的學術與產業應用，這次參訪為師生在交通科技與工程領域的研究與學習提供了寶貴的經驗與啟發。
2024/8/21 計畫師生赴高雄大學參與中華民國物理教育聯合會議		計畫師生赴高雄大學參加中華民國物理教育聯合會議，此次會議聚集了來自全國各地的物理教育專家與學者，探討物理教育的最新趨勢與挑戰，計畫團隊在會議中分享物理教學中的創新方法與實踐經驗，知名網紅物

		理教授陳秋民也與計畫團隊一同展示了教學技巧，並進行精彩的現場演示，這次會議不僅加強團隊在物理教育領域的影響力，也為未來的教育研究提供了寶貴的參考。
2024/8/29 師生參加〔新星・耀〕STEM 成果發表暨女性人才交流會	 	師生參加教育部「新星・耀」STEM 成果發表暨女性人才交流會，該活動旨在展示 STEM 領域的創新成果並促進女性人才的交流與合作，計畫團隊在活動中展示近期成果，學生發表獲得 Keynote 講者呂董事長與教育部顧問高度讚揚，他們對學生的創新思維與專業能力表示肯定，這次參與提升計畫團隊的能見度，也為未來雷達領域的合作與發展提供更多機會。
2024/9/18 電波無反射室工作坊 	 	空軍官校舉辦「電波無反射室工作坊」，在提升軍校生於雷達與電磁干擾領域的專業技術，活動內容涵蓋無反射室原理介紹、電磁干擾處理實務操作，並進行無人機偵查與雷達系統案例分析，讓學生在模擬實戰場域中熟悉電磁測試儀器的操作，此次工作坊透過實際操作與案例分析，有效增強學生的技術應變能力與實務經驗。

2024/9/19 屏科實驗中學演講		講針對無人機在現代軍事應用中的電磁技術進行深入探討，內容包括無人機與電磁波干擾及反制技術的運用，並結合實際案例分析，如無人機在偵察與干擾情境中的應用，展示了無人機技術在現代作戰中的多樣化角色。活動進一步強調電磁技術對於軍事操作的重要性，幫助學生理解無人機與雷達、通訊技術的相互關係，啟發未來科技應用的可能性。
2024/9/24 第 20 屆軍事作業研究與模式模擬論壇 		申請人於 9 月 24 日親自帶領兩支隊伍，包含助理教授陳聖濤、航管系教授阮婕如以及學生林亞榛等，前往國防大學理工學院參加「第 20 屆軍事作業研究與模式模擬論壇」。在「地面無人載具自主迷宮巡航挑戰賽」中，兩支隊伍皆表現優異，雙雙榮獲「優勝」佳績；此次比賽中，主持人帶領的隊伍充分展示出師生的專業素養與創新思維，不僅在競賽中脫穎而出，還與各大專院校進行了技術交流與經驗分享，參賽學生藉由這次活動發揮所學、擴展視野，成果豐碩。
2024/10/13 與 2024/11/16 國科會科學營於二林高中		2024 年 10 月與 11 月各一天，空軍官校參加國科會主辦的科學營活動，於二林高中進行一系列科技應用展示與教育互動。由航電系主任陳建宏上校率領的團隊，帶領學生影片展示無人機電磁應用展示，並透過實作活動介紹雷達技術，讓參與師生親身體驗國防科技的實際應用，此次活動透過專業展示與互動教學，激發高中生

		對 STEM 領域的興趣，並推廣國防科技知識。
2024/10/25-10/27 發表雷達截面積國際會議論文		申請人於 10 月 25 日至 26 日帶領學生前往中國文化大學，參加由國際工程技術學會（IET）主辦的 2024 年國際工程技術與應用研討會（International Conference on Engineering Technologies and Applications, ICETA）， 會議期間，教師團隊發表了關於 RCS 之學術論文，並分別擔任各場次主持人，積極協助大會審稿等學術工作。
2024/11/10 2024 第 11 屆航太科普創意設計科學展競賽大專組第一名		在 2024 年 11 月，申請人帶領團隊參加了第 11 屆航太科普創意設計科學展競賽，並在大專組比賽中獲得第一名的佳績。參賽作品聚焦於無人機與雷達應用的創新研究，結合研究創意與應用實例，展示了多項技術亮點，包括精準控制技術、可行性評估方法，以及對未來應用的展望。團隊成員展示了專業素養及出色的創新能力，不僅獲得評審一致好評，也在競賽中展示技術創新與實際應用結合的成果。

2024/11/11 辦理對空搜索雷達工作坊 	 	申請人主辦對空搜索雷達工作坊，透過實地展示與技術講解，使軍校生深入了解對空搜索雷達的操作與應用。活動場地設置了雷達設備以及實際應用場景，並進行無人機飛行示範，展示雷達如何追蹤和定位空中目標。參與者在開放的戶外環境中，學習了雷達的基礎原理及其在國防科技中的實際用途，透過實作與交流增進了對雷達技術的理解。
2024/11/12 辦理實驗室雷達量測工作坊	 	申請人於應用電磁實驗室舉辦了一場針對雷達量測的工作坊。此次活動在讓學生與相關領域人員深入了解雷達量測技術的應用與原理，並實地體驗電磁屏蔽與消音室的操作環境。活動中，講師細心講解了雷達截面積（RCS）量測的技術要求及其在各種應用中的重要性，並帶領參加者參觀實驗設備、進行操作示範。 透過講解與現場實作，參與者學習到如何在電磁環境控制的空間中進行雷達相關測試。學生們不僅增進對雷達量測的理解，還進一步解了該技術在國防及科技領域的實際應用

2024/11/21 國科會屏東實驗中學 312 班專題演講-無人機電磁應用與分析 		2024 年 11 月 21 日，國科會於屏東實驗中學舉辦主題為「無人機電磁應用與分析」的專題演講，內容涵蓋電磁學的基本原理、智慧裝置中的人機互動技術及電磁波在國防與醫療領域的應用發展。學生反應熱烈，在互動問答環節提出 10 餘個問題，展現對相關科學技術的濃厚興趣，活動氣氛活潑熱烈，活動結束後，學生表示演講生動有趣，提升對電磁學及其應用領域的認識與學習動機，教師也高度評價活動與教學內容的契合度，。
2024/11/22 第 33 屆國防科技學術研討會 	 獎狀 陳建宏、張律宸、柯家恩、 徐逸翔 參加「第33屆國防科技學術研討會」海報論文比賽「機械、機電、能源及航太」領域，榮獲 佳 作 特頒此狀，以資表揚 陸海軍少將 崔怡楓 長 中華民國 113 年 11 月 22 日	申請人與學生所發表的小型無人機偵測與三維電波反射特分析獲得大會論文佳作，獲得評審一致好評，也在競賽中展示技術創新與實際應用結合的成果。

伍、結論與建議

本計畫成功結合空軍官校與鄰近空軍航空技術學院，以及國內產業界合作開發的雷達系統，完成了多項偵測與技術驗證。計畫有效整合教育資源、軍事需求與產業技術，提升了教學與研究的實務性，為航空電子相關課程注入嶄新的內涵與實務經驗。同時，學生透過課程與實驗的參與，對航空電子領域及空中移動威脅的偵測技術有更深層的理解，顯著增強應用能力與軍事競爭力。

此外，本計畫透過與產業界及學術界的跨領域合作，促進了產學研協作機制，實現了教育與國防科技需求的深度融合。計畫成果顯示，此類合作模式不僅可以提升軍校教育品質，也為國防科技的未來發展提供了堅實基礎。

建議

1. **深化產官學研發單位合作**
   建議未來持續深化與國內外產業及學術機構的合作，拓展技術開發與應用的深度與廣度。特別是在雷達技術的創新與應用層面，可加強與相關領域專家的交流，進一步提升技術整合能力。
2. **推廣課程與研究成果**
   建議將本計畫的教材與成果擴展至其他相關課程，甚至推廣至其他軍事或技術院校，形成更廣泛的教育資源共享，提升整體國防科技教育水準。
3. **建立持續評估機制**
   建議設立課程與研究成果的持續評估機制，定期檢討教學內容與實驗設計，確保課程與實務訓練能與最新技術發展和國防需求相符。
4. **加強學生實務參與**
   建議未來提供更多學生參與實務專案的機會，透過實際操作與專業交流，進一步培養學生的問題解決能力及實務經驗。
5. **爭取資源投入**
   建議持續爭取國防科技相關資源的支持，包括設備升級與研究經費，確保能為學生提供最新、最先進的學習環境與實驗平台。

透過上述建議的落實，未來相關計畫可望持續強化軍校教育的專業性與實務性，並為國防科技教育與產業發展創造更大的價值。

表 5. 近 1 年執行期間指導學生獲獎競賽

年度	競賽名稱	獎項
2023	國防部第 19 屆模式模擬論壇國防應用無人機創意設計海報論文競賽	優勝

2023	第六屆全國科普教具創意決賽	佳作
2023	大專生研究助理莊皓筑全國大專優秀青年、蕭飛賓講座紀念獎學金	
2023	大專生研究助理鄭慧娟獲國際駭客執照，畢業加入空軍航發中心	
2023	全國大專產學創新競賽	佳作
2024	臺美軍警盃網路攻防戰	冠軍
2024	教育部專案「新星・耀」STEM 計畫績優團隊發表	
2024	國防部第 20 屆模式模擬論壇國防應用無人載具創意設計海報論文競賽	兩組優勝
2024	航太學會科普海報競賽大專組	第一

表 6. 主持人近 1 年兼任研究助理獲得國科會大專生專題研究計劃

年度	單位姓名	計劃名稱
2023	空軍軍官學校航空電子工程學系莊皓筑	利用對空主動陣列掃描雷達偵測小型無人載具
2024	空軍軍官學校航空電子工程學系柯家恩	結合主動陣列雷達與自動飛航廣播系統於航空載具偵測之研究
2024	空軍軍官學校航空電子工程學系張禕宸	應用於模擬飛行之飛行員生理訊號監測系統雛形研究

表 7. 主持人近 1 年獎項與榮譽

年度	**內容**	**備註**
2012-2024	2012-2024 連續 13 年空軍軍官學校【研究獎】	2019-2024 第一名
2024	國科會探索計畫-高靈敏度天線系統研究	國科會亮點計畫
2023	第 32 屆國防科技學術研討會論文競賽	優勝

2023	國防部模式模擬競賽	國防部長獎狀
2024	國防部模式模擬競賽	國防部長獎狀 2 張
2024	111 年度教育部教學實踐研究計畫績優	教育部長獎狀
2024	國防部學術楷模甲一等獎章	國防部長獎狀
2024	第 33 屆國防科技學術研討會論文競賽	佳作

表 8. 主持人近 1 年雷達研究成果衍伸

年度	內容	備註
2022	國科會國防探索計畫-高靈敏度天線系統研究(1/2)	
2023	國科會國防探索計畫-高靈敏度天線系統研究(2/2)	亮點計畫
2023	獲選擔任台灣天線工程師學會 2024-2025 理事	
2024	擔任國防部國工基金軍品評鑑委員	
2024	國科會國防探索計畫-高靈敏度天線系統與場域驗證研究(1/2)	
2024	獲選擔任 IEEE 學會 APS 南區分會 2025-2026 會長	
2024	獲選擔任國際電子戰協會 2025-2026 理事	

表 9. 學生 2023-2024 年度獲得證照

姓名	**證照名稱**
黃 O 龍	安碁學苑管理類金級
洪 O	安碁學苑管理類金級
羅 O 嘉	安碁學苑管理類金級
柯 O 恩	安碁學苑管理類金級
朱 O	CEH 國際駭客執照
李 O	CEH 國際駭客執照
鄭 O 娟	CEH 國際駭客執照
蔡 O 燐	CEH 國際駭客執照
黃 O 龍	CEH 國際駭客執照
黃 O 龍	經濟部 iPAS 資訊安全規劃實務

黃 O 龍	經濟部 iPAS 資訊安全管理概論
莊 O 筑	第三級業餘無線電人員執照
鄭 O 娟	第三級業餘無線電人員執照
黃 O 龍	第三級業餘無線電人員執照
柯 O 恩	第三級業餘無線電人員執照
張 O 宸	第三級業餘無線電人員執照
羅 O 嘉	第三級業餘無線電人員執照
熊 O 凱	第三級業餘無線電人員執照
黃 O 龍	第二級業餘無線電人員執照
羅 O 嘉	第二級業餘無線電人員執照