



軍事教育

偏鄉航太科學營—— 空官馬祖教學紀事

副教授 梁燕祝、空軍少尉 陳郁樸、空軍少尉 王振倫

前言

2020年是個不一樣的一年，除了有疫情來擾亂改變很多人的生活模式以及很多產業鏈的變化外，空軍官校執行超過十年的偏鄉航太科學營，因為各項防疫政策，在2020年一月屏東瑪家國中全校的活動後，接下來約定的學校歷經來來回回的改期與協調，停滯了九個月，最後在2020年11月12日出發前往馬祖高中、介壽國中、以及東莒國小進行實作教學活動。以下為團隊的前置作業（包括：預定學校與人數，雷射切割主翼、切割控制翼面與磨到快後悔人生的主翼），與行程規劃（省錢搶機票與高鐵票，人生地不熟之旅行社幫忙最麻煩的交通問題）、和上課內容與心得。

壹、前置作業與行程規劃

「工欲善其事，必先利其器」，為了確保活動可以順利完成，事前作業少不了，在教官的帶領下，從連絡學校開始，畢竟要先知道學校資源有甚麼才能夠更完善的備料，再加上是離島學校，不能有任何計畫不周的情況發生，於是要跟當地老師互相溝通協調，透過網路或電話聯絡學生人數以及學校能提供的場地和資源，還有到校時間要不要配合學生上課時段等等，為了讓整個計畫更加的周全，花了許多時間去協商與討論。當完成所有聯繫工作，再來就要來安排如何到活動處的行程，由於是離島，不像本島交通那麼便利，所以找了旅行社配合，交通以及住宿都交給旅行社去處理，替團隊省了很大的麻煩，同時教官為了節省經費，在日期確認後就開始注意機票價錢的動向，搶早鳥票，畢竟這是公費出差，能省則省才能將省下的錢花在每位小朋友身上，高鐵票也是如此，在安排交通住宿的同時，在學校的我們也



開始備料。

由於三所學校共兩百多人參與活動，在備料上更花時間。原先是預劃年初去馬祖，但受疫情影響，所有活動都取消。但是在學校中的郁樸和振倫，仍是沒日沒夜地磨飛機主翼，果然，在出發前，馬祖高中回覆只能給兩小時的活動時間，團隊以不變應萬變，挑出打磨完整的機翼裝箱給馬祖高中同學使用(可以減少一個小時的製作時間)。過去備料的時候都用線鋸機手動切割機翼，但這次由於航電系吳龍男教官提供雷射切割機，縮短了我們備料的時間。由於教學時間縮短，無法讓小朋友有多餘的時間去磨機翼產生升力的弧形翼剖面，所以我們挑可以不用太多加工就能

表一 偏鄉航太科學營備料表(單項：手擲機)

item	內容	數量	單位	備註說明	Check list
布條	布條	2	條	和粉紅袋放一區	☐
毛巾	毛巾	6	條	和粉紅袋放一區	☐
襪子	襪子	6	雙	和粉紅袋放一區	☐
	惡魔手機座	15	個	和粉紅袋放一區	☐
A1	直線飛行不需碼錶	0	個		☐
A2	夾評分表的寫字版	1	個		☐
A3	直線飛行不需記分板 (計分學生厚紙片與筆)	0	組		☐
A4	粉紅袋	1	個	粉紅袋(要放快乾剪刀刀子膠帶等搶修工具)	☐
A5	快乾膠(在冰箱)	2	盒	放粉紅袋	☐
A6	口罩	200	個		☐
A7	防蚊液	1	瓶		☐
B1	油性筆(紅藍黑)	27	支	9間x3支/間	☐
B2	原子筆	45	支	9間x5支/間	☐
B3	角度輔助器	54		9間x6支/間	☐
B4	白紙(回收紙)	45	張	9間x5張/間	☐
B5	絕緣膠帶	108	捲	9間x12個/間	☐
B6	美工刀30度	45	支	9間x5支/間	☐
B7	切割墊版	18	片	9間x2個/間	☐
B8	鐵尺	36	支	9間x4個/間	☐
B9	美工刀 大	9	支	9間x1支/間	☐
A13	卡拉OK麥庫或大聲公	1	個		☐
A15	簡單救護箱	1	箱		☐
飛1	砂紙(120號)包到木頭上	85	個	9間x9個/間	☐
飛2	鉛片(每間剪一捲)	9	捲	9間(一捲15x12=180cm/間)	☐
飛3	巴爾沙木(主翼)	99	片	9間x11片/間	☐
飛4	巴爾沙木(控制翼)	135	組	垂直和水平尾(9間x15組/間)	☐
飛5	木條(38cm)	117	條	9間x13條/間	☐
飛6	熱熔膠條	90	條	9間x10條/間	☐
飛7	熱熔膠槍	18	支	9間x2支/間	☐
飛8	手擲機成品	3	隻	在結構教室旁小間的	☐



直接組裝的主翼解決此問題。我們利用休息時間去打磨這些要給小朋友的機翼，常常搞得灰頭土臉，但看到小朋友完成以後充滿成就的表情其實就值得了。控制翼面要感謝團隊的鷹中、兆偉、曉雯、素琳教官們的幫忙，從畫版型到切割，幫忙儲存一年的料件，以備不時之需。機翼與控制翼面完工後，就開始準備其餘比較不費工的料件。由於這次去外島教學，所以不能缺少物品，只能多帶不能少帶，在備料上就要比其他場次要來的謹慎許多，教官幫我們計算了手擲機所需要的備料表如表一。假如到偏鄉活動有不同項目，備料會超過一百項，需要靠電腦計算需求單。本屆科普計畫研發的實作或體驗教學產品計有六項：拍翅翼飛機飛行、四旋翼飛機飛行、複合材料手機座製作、巴沙木手擲機製作、珍珠板手擲機製作、水火箭設計製作等。從得獎禮物，拍團體合照需要的布條，到搶修工具集中在一個明顯的袋子內，裡面還放置所有小朋友的班級與姓名資料，方便到現場時配置料件與工具。因為搭飛機，限制行李每個人十公斤，教官和我們花了好幾次調配，把所有行李裝成9.9公斤、9.6公斤和9.3公斤，真不容易。

在過程中，讓人意識到其實要辦好一個活動真的不簡單，從連絡到備料，每一個地方都有要注意的地方，之前聽到聯絡或備料都覺得很簡單，但透過這次教官把這些工作給我們處理的經驗，我才意識到沒想像中簡單，每一步都要去思考，也要考慮到每個會發生的突發狀況，去做事先預防，充分體會到什麼叫做「工欲善其事，必先利其器」的重要性了。

貳、教學活動過程與內容

教學活動地處離島，且在週五早上教學，故我們週四出發到馬祖。在連絡學校時，交由旅行社安排行程。去時我們完全搞不清地理位置，尤其馬祖地形都是山路，而且我們有很多貨物，也不敢騎摩托車，全部需要旅行社運送，且要確定上課時期要住在該校的島嶼。此時，我們才知道馬祖高中是全校住宿。當我們週五來到馬祖高中，這裡的學生讓我們想起自己在高中時青澀的樣子，郁樸與清榮主任一起到了高一的教室與學生們打完招呼，學生禮貌的問候老師好後回到座位上坐好，意外的發現馬祖高中的教室整潔做得十分扎實，與軍校的標準有過之無不及。但每一班的狀況不一，梁燕祝教官進到教室時，同學問『今天有要做這個？』，表示學生沒被通知要上實作活動，可能因為對口是資淺的年輕美眉老師，還沒清楚整個流程及細節。

一、手擲機製作

由於偏鄉航太營的實作主題包羅萬象，包括：手擲機製作與飛行競賽、水



火箭製作與飛行競賽、拍翅翼飛機熟飛練習、複合材料手機座製作、珍珠板飛機製作與飛行競賽，以及電動飛機製作與飛行競賽。在此，介紹手擲機製作與飛行過程。將材料發到各教室給學生們時，感覺得出來，一開始高中學生們的興致並不高，但在發完材料並告知他們今天



圖一 吳兆偉教官實作教學

可以做一隻手擲機時，開始改變他們的眼神。首先我們請學生們將拿到的機翼用砂紙上緣磨出弧度以滿足伯努力定律，並在此時也告訴他們飛機的升力來源與翼剖面外形有很大的關係。為了滾轉穩定性、設計上反角，所以要狠心的把機翼切成三段，並將左右機翼切口微微打磨，上反15度黏至中間機翼（有輔助工具以保持精準度），這可提升手擲機的左右滾轉穩定性。機翼完成後，再來就請他們將垂直尾與水平尾黏在木條機身上，同學排隊等待熱熔膠黏接，同時互相打鬧的畫面讓我不自覺也被他們開心的氣氛所渲染。接下來，我們將機翼黏上機身，此時是成功的關鍵，要特別注意機翼要與水平尾平行，同時機翼也要注意不要黏反，為了避免誘導阻力的產生，設計在主翼兩端外圍的後段漸縮。接下來是配重，做好的手擲機因為翼面積不同，以及手工打磨的厚度不一，會造成每一隻的重心都不一樣。我們需要將手擲機的重心移到升力線後方一公分處，故將機頭利用鉛片配重，使重心前移。

二、手擲機試飛

飛機完成後，因為試飛場地風特大，飛行不穩定且容易損毀飛機，所以只好移到室內體育館進行。但試飛時氣氛就很緊張，因為很多同學太嗨，聽不進我們的要求，只好全部分班級集合，就定位，把他們冷靜下來。此時人員安全最重要，為避免學生會被砸到頭，在執行試飛任務時前方不能有人，都需在眼睛看著飛機動向，以免有人員受傷。在過去空官科普活動執行的過程中，在阿里山國中小曾經發生手擲機打到頭部，送醫急救的情形；同樣地，水火箭競賽中，也發生在阿里山國中小，水火箭打到消防車的擋風玻璃，全部碎裂。因為阿里山國中小的操場非常小，場地的不安全性很高，所以移到室內比賽是非不



得已，但是安全防護要徹底執行，不能有小朋友不聽指揮進行試飛發射。

因為場地小，依班級陸續丟出手擲機，並取前三名丟擲最遠的手擲機獲得獎品，要丟的遠不只飛機本身會影響，丟擲的力道與攻角也是致勝的關鍵，丟擲過程中學生們都很開心，畢竟能看到自己做的飛機能以平穩的姿態飛行到又高又遠，是件十分有成就感的事情，完成後教官將獎品贈送給優異的同學並一起合照後，我們就依依不捨的與馬祖高中的學生道別。



圖二 馬祖高中同學合影(有的去抬便當了)

三、介壽國中開講

11月14日週六我們前往介壽國中，由於介壽國中老師的熱情參與，讓我們體驗到科普活動最重要的精神：『學生未來有任何問題都有身邊的老師可以問』在馬祖介壽國中可以實現。由於此行介壽國中給我們的時間充裕，可以進行飛行原理的講解，內容包括如何製造升力、阻力的形式(形狀阻力、摩擦阻力、誘導阻力等)、增加升力的方法、以及試飛的技巧等等，所以開場由梁老師講解(圖三)。早上有個狀況，因為行李精簡之故，第一天在馬祖高中的貨物重新整理裝箱，造成第二天有一箱飛機的材料放在飯店忘記帶過來的窘境，在梁老師講解投影片的空檔，立馬跟在地老師聯絡出發回飯店。過程中跟這位老師稍微聊了一下，發現馬祖的教育資源豐富，無論對學生或是對教師，都有不錯的資源與經費可以使用，而且老師們都很



圖三 梁燕祝老師開講



樂意學習新事物，在這談話間很快地回到了學校，把剩餘的東西補齊，然後開始教導小朋友做手擲機。此時可將在學校所學的東西教給這些小朋友們，對自己來說滿有成就感了，雖然他們不懂一些比較艱澀的專有名詞，但就當手作一樣，一點一點地將它完成。



圖四 介壽國中全體合影

一開始小朋友都興致缺缺，但當看到作品慢慢做出來後，每個臉上都有了笑容，我想那就是所謂的成就感吧！在製作的過程中，我們詢問一個小朋友，如果我們再一次將材料發給你們，你會願意再自己做一次嗎？小朋友很自信地說：『我願意』，這一幕對我來說真的值得了。而且介壽國中的老師相對年輕，參與實作的老師很多，在試飛時帶來很多樂趣，且未來在我們離開後，有老師傳承下來繼續教他們最重要。偏鄉計畫除了要讓一些比較偏遠的國中小能有一些額外的資源做學習，也為了能將航太科學的種子深入在他們心中，進而讓他們可以成為航太界的人才，沒想到我也能透過這個活動把一些小小的種子種在他們的心理，期待這他們發芽茁壯的一天。看著他們試飛自己的飛機，看到自己的成品有好的表現時，那種快樂又充滿成就的表情，真的會讓人覺得所有的一切都值得，無論是事前工作或是舟車勞頓的來到這間國中，都值得了！或許過程很累，但在那個剎那間所有疲憊都消失了，真的很慶幸能夠參與這次的計畫，學習到了很多無法從課本學習到的東西，也在這群小朋友間獲得了許多的成就感。

四、東莒國小灑下航太種子

從南竿到北竿只要二十幾分鐘，但是到東莒要一個多小時。曾經在網路文章讀到，東莒國小很小，但是他們的小孩在國小畢業前是唯一在家鄉的時間，從國中到高中到大學，都在外地念書甚至於工作結婚。我們因為此報導想來馬祖，更因為此報導和東莒國小鄭老師連絡而促成此次活動。全校只有八位同學，但有兩三位姓氏重覆，所以是兄弟姐妹一家人在該校就讀。圖五為東莒國小拿到拍翅翼時快樂的身影。為了他們後續的學習與傳承，團隊有拍攝製作影片



教學以及如何操作拍翅翼飛機等等五個影片供師生參考。一個好的活動需要很高的互動，在馬高時，他們說太空中心有來教他們組裝衛星；在介壽國中時，陳主任說前兩個月各自有化學營和陸軍官校的科普物理，但是整體而言，我們團隊帶來的飛機實作與飛行體驗最為有趣。

參、參與後心得

有時覺得辦這些活動真的很累，但看到小朋友滿足的笑容，一切都值得。很感謝教官給了我們這個機會去參與，讓我學習整個活動從無到有的過程，真的很不容易，一開始的聯絡學校，到後來的備料以及真正的教導小朋友製作，這中間學習到了許多的東西，還有遇到事情的應變能力，對我來說都是一個不錯的學習經驗，也感謝小朋友願意聽從我們的教導——完成手上的手擲機，讓我有一個很好的馬祖回憶。



圖五 東莒的小朋友

作者簡介

副教授 梁燕祝

學歷：國立成功大學航太工程博士，經歷：空軍官校教學部航太學系助理教授，現職：空軍官校教學部航太學系副教授。

空軍少尉 陳郁樸

學歷：空軍官校正期110年班，現職：空軍官校少尉飛行學員。

空軍少尉 王振倫

學歷：空軍官校正期110年班，現職：空軍官校少尉飛行學員。