飛行藍天翱翔航空科學創意營之規劃與實踐

邱炳勳[1] 李文慶[2] 樊琳[1] 李賢哲[1]*
[1]國立屏東教育大學 化學生物系
[2]普羅旺斯飛行工作室

壹、前言

本科學教育推廣活動規劃著重於九年一貫課程綱要之自然與生活科技學習領域，藉教導學生「過程技能」，培養學生之基本動手做能力與科學興趣，期能激發學生創造潛能。本活動結合科學教育學者與具實際經驗之模型設計專業人員，規劃實施適合國中小學生階段之飛行教材－建造具備可操控之航空模型機體。藉著飛行教師實際展示各式飛行模型，培訓學生實際動手做的能力，期能激發學生之興趣、好奇心和主動的動手做，展現多元之歷練與膽識，做爲激發科學創造潛能的基石。

航空科學創意飛行營植基於課程傳導內容，規劃著重學生對於飛行知識的瞭解與實踐，能進一步設計並發展屬於自己特色的機型。藉此提升其飛行知識與科學技能，增長學生對工具使用之技能並激發其科學學習之興趣。尤其近來科技發展快速，透過網際網路的搜尋功能，可以在短時間內搜尋到大筆資訊，於教育應用部分，教師可利用教學科技設備（如電腦、單槍），將抽象的事物轉換成較具體的方式呈現（例如斷層的變動以 FLASH 的形式呈現），除了可以節省實體模型的製作時間與精力，亦可藉以提昇教學效果。運用相同的作法，飛行藍天課程中亦融入電腦模擬操作訓練，在有限的人力與物力資源，使學員能實施體驗以飛行理論爲基礎的操控界面，提昇對航空器具結構的瞭解。

大致而言，學生於制式學校學習所安排的課程活動中，其所接受到的訊息多爲學科知識（content knowledge），學生較不易與日常生活經驗作有效的結合。反觀目前國內社會亦愈強調專業證照的重要性，在擁有一技之長同時，更希望能結合生活經驗與學科知識。因此，我們希望透過動手做－模型飛機製作的科學活動教學的方式，爲科學教育在教學與學習之間提供一個互動式的平台，學生亦能藉著動手做的興趣培養，不僅可訓練其自我學習的能力，並藉此將所學知識與生活經驗作結合，也可逐漸培養學生於科學創造的人格特質（邱炳勳、李文慶和李賢哲，2006）。

本科學教育推廣活動-藍天遨翔航空科學營，主要目的結合科學教育學者與具

*爲本文通訊作者

備實際模型專業研發經驗之教學人員（以下簡稱飛行教師，flying mentor），藉助規劃適合國中小學生階段之飛行教材--製造手擲滑翔機、線控與遙控引擎動力飛機，透過課堂實作與同儕學習來增進學生動手做能力與學習成效，並吸引學生家長的協助參與而達到提升全體國民科技素養之目標。

貳、課程設計與流程：

本科學教育推廣活動之教學內容，首先聚焦於手擲滑翔機（hand-launched glider, HLG）之製作與設計修改，選擇 HLG 主要考量，因爲它結構較單純，不需要模型引擎或馬達等動力裝置；然而其中卻融入了許多空氣力學與調整技術。藉著飛行者運用腰力直接提供動量予機體，或製作者也可酌量情形，於機體適當位置加上彈射鉤，以彈射方式（橡皮筋）取代手擲，達到升空與享受滑翔之目的。進階中級活動規劃則透過自行研發之巴爾沙輕木與其他蒙覆材料之機體結構，進行加入動力模型引擎之線控模型製作與飛行體驗。由於飛行課程就如學習之建構，有其階段性。因此，進階高級班規劃遙控飛機模型製作與飛行訓練，不僅貼切的訓練參與學生之空氣力學概念與磨練其動手做之技能，更直接讓學生體會遨翔飛行天際之樂趣。飛機製作與訓練課程之規劃，如表一所示。

表一：藍天遨翔航空科學各階段課程規劃

類別	說明
初級班	1.初級飛行原理說明－ （1）鳥類飛行姿態、翅膀構造、羽毛分類與功能 （2）人類飛行夢 2.體驗模型飛機的操作、控制。 3.紙製手擲機－（主要分爲紙的材質、主機翼結構、垂直與水平尾翼功能、材料加工應用、飛行調整要領等分別說明） （1）選擇不同紙質，讓學生學習瞭解更構成飛機結構的「材質」份亦是影響飛機飛行的因素之一。 （2）主機翼結構，讓學生從製作與實際試飛、調整的過程中，學習瞭解依據「白努利原理」所形成的機翼結構對飛行的影響（翼斷面型式與伯努利原理、弧狀平面翼型之昇力產生），以及上反角的功能。 （3）同上，垂直、水平尾翼對於飛機飛行時所扮演的角色。 （4）材料加工應用：硬紙板作成弧度可增加承載力，改變材料形狀和厚度，可增加強度。

初級班	（5）飛行調整：成品製作完成後，皆需到戶外進行試飛，並針對試飛結果進行調整，從實際試飛經驗中與所學習到的飛行原理作結合。 4.紙製手擲機的試飛與調整。 5.飛行競賽（滯空時間、飛行距離等）。
中級班	1.中級飛行原理說明－ （1）飛行的四個作用力。 （2）平面與迎角之壓力變化、速度、重量、重心、重心位置與昇力間的平衡。 （3）副翼、襟翼功能。 （4）飛行器設計概念。（含設計圖的規劃、美學設計等） 2.體驗模型飛機的操作、控制。 3.木棉子手擲機－ （1）材質為巴爾沙木，質輕適合製作飛行器。 （2）主要讓學生透過實際操作砂紙，將主機翼部份巴爾沙木研磨成前述依據「白努利原理」所形成的機翼結構。 （3）其次讓學生瞭解飛機「重心」位置對於飛行的影響。（滯空時間與飛行距離所需的重心位置是不相同的） 4.自行設計手擲機－ 讓學生選擇不同材質（例如：珍珠板），依據所學習到的初、中級飛行原理，自行設計手擲機。 5.木棉子與自製飛機的試飛與調整。 6.飛行競賽（滯空時間、飛行距離等）。 7.初階的動力與控制系統說明。（內燃機引擎、無碳刷電動馬達的運作原理、內部構造） 8.線控模型飛機（魔夢）的製作。 9.內燃機引擎試車與燃料系統組裝。 10.線控模型飛機的試飛與調整。
高級班	1.高級飛行原理說明－ （1）進階的動力與控制系統說明。（動力、控制系統與飛機各部位結構的連結關係） （2）引擎啓動、調整技巧。 （3）機翼結構、舵面控制機構、降落裝置。

高級班	（4）操作控制技術。 （5）遙控系統之發展與當代科技之濫觴。 2.體驗模擬飛行的操作、控制。 3.遙控模型飛機製作－ （1）自行加工各類材料。 （2）切割元件尺寸。 （3）各種裁切工具運用。 （4）多種接著劑特性運用。 （5）基本手工具應用。 4.遙控模型系統之組裝與調整。 5.模型完成之再次確認與檢查。 6.遙控模型飛機試飛與再次專業調整。 7.學生體會實際飛行與心得。

參、課程實施初步成果：

爲瞭解本課程之規劃與參與學員間之搭配與期望，我們利用半開放結構式晤談來探究其表現，表二至表十爲整理晤談結果，將其予以量化的次數分配表和 t 檢定統計量摘要表，期能提供相關學者與教師人員作爲參考。

表二爲學生在參與實作課程時，所抱持態度的次數分配表，其中反應的數值愈大表示其抱持態度愈正向。結果顯示，學生持正向態度（反應數值 4 和 5）的人數較多(相對於數值 1 和 2 之和 25%)達 41.7%，顯示多數學生對於參與實作課程抱持著正向的看法。

另外，進一步以獨立樣本 t 檢定分析反應數值 4 和 5 與反應數值 1 和 2 的所占人數是否達顯著差異，其分析結果如表三。

不同組別（反應數值）在參與實作課程時所抱持的態度之 t 值 7.529，達 0.05 的顯著水準。組別 1 所抱持的態度（平均數 4.40）顯著的高於組別 2(平均數 1.33)。

表四爲學生在參與實作課程時，對於教師講解相關科學知識時，是否專心聽講的次數分配表，其中反應的數值愈大表示其專心程度愈佳。表四的結果顯示，學生表現較高專心程度（反應數值 4、5）的人數較多，達 58.3%的比例，表示多數學生對於教師講解相關科學知識時，能夠專心聽講學習。

表二：參與實作課程態度反應累計次數之分配

	反應	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
有效的	1	2	16.7	16.7	16.7
	2	1	8.3	8.3	25.0
	3	4	33.3	33.3	58.3
	4	3	25.0	25.0	83.3
	5	2	16.7	16.7	100.0
	總和	12	100.0	100.0	

表三：不同組別（反應數值）參與課程抱持態度之 t 檢定統計

組別	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤	t 值
1（反應數值 4、5）	5	4.40	0.55	0.24	7.529***
2（反應數值 1、2）	3	1.33.	0.58	0.33	

*** $p<0.001$

表四：教師講解相關科學知識專心聽講次數分配表

		次數	百分比	有效百分比	累積百分比
有效的	1	1	8.3	8.3	8.3
	2	2	16.7	16.7	25.0
	3	2	16.7	16.7	41.7
	4	6	50.0	50.0	91.7
	5	1	8.3	8.3	100.0
	總和	12	100.0	100.0	

另外，進一步以獨立樣本 t 檢定分析反應數值 4、5 與反應數值 1、2 的所占人數是否達顯著差異，其分析如表五所示。

不同組別（反應數值）在教師講解相關科學知識時，是否專心聽講之 t 值 8.222，達 0.05 的顯著水準。組別 1 所持的專心程度（平均數 4.14）顯著的高於組別 2（平均數 1.67）。表六為學生在參與實作課程時，對於教師講解相關科學知識重要性的看法的次數分配表，其中反應的數值愈大表示其重要性愈大。由表六的結果可知，學生認為實作課程中教授相關科學知識的重要性（反應數值 4、5）的人數較多，達 75.0%的比例，顯示多數學生認為縱使是實作課程，仍應教授相關科學知識以增進實作過程的學習以及相關的問題解決能力。

表五：講解相關科學知識不同組別（反應數值）專心聽講 t 檢定統計

組別	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤	t 值
1（反應數值 4、5）	7	4.14	0.38	0.14	8.222***
2（反應數值 1、2）	3	1.67	0.58	0.33	

*** p＜0.001

表六：參與課程教師講解科學相關知識重要性之次數累計

		次數	百分比	有效百分比	累積百分比
有效的	1	1	8.3	8.3	8.3
	2	0	0.0	0.0	8.3
	3	2	16.7	16.7	25.0
	4	5	41.7	41.7	66.7
	5	4	33.3	33.3	100.0
	總和	12	100.0	100.0	

另外，進一步以獨立樣本 t 檢定分析反應數值 4、5 與反應數值 1、2 的所占人數是否達顯著差異，其分析結果如表七。

不同組別（反應數值）在教師講解相關科學知識時，是否專心聽講之 t 值等於 6.200，達 0.05 的顯著水準。組別 1 認為在實作課程中，教授相關科學知識的重要性（平均數=4.44）顯著的高於組別 2（平均數=1.00）。

表八為學生在對於該實作課程，自己的喜愛程度的次數分配表，其中反應的數值愈大表示其喜愛程度愈大。由表八的結果可知，學生喜愛參與該實作課程。

表九為往後若仍有開設相關實作課程，學生參與意願的次數分配表，其中反應的數值愈大表示其參與意願愈大。由表九的結果可知，未來繼續開設相關實作課程，多數學生（達 50.0%的比例）表達高度的參與意願。

此外，進一步以獨立樣本 t 檢定分析反應數值 4、5 與反應數值 1、2 的所占人數是否達顯著差異，其分析如表十所示。

不同組別（反應數值）對於往後有開設相關實作課程，其參與意願之 t 值等於 6.425，達 0.05 的顯著水準。組別 1 對於往後若有開設相關實作課程，其參與意願（平均數=4.83）顯著的高於組別 2（平均數=2.00）。

表七：不同組別（反應數值）於教師講解科學相關知識重要性 t 檢定統計表

組別	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤	t 值
1（反應數值 4、5）	9	4.44	0.53	0.18	6.200***
2（反應數值 1、2）	1	1.00	—	—	

*** p＜0.001

表八：對本實作課程喜愛程度的次數分配表

		次數	百分比	有效百分比	累積百分比
有效的	1	0	0.0	0.0	0.0
	2	0	0.0	0.0	0.0
	3	6	50.0	50.0	50.0
	4	1	8.3	8.3	58.3
	5	5	41.7	41.7	100.0
	總和	12	100.0	100.0	

表九：參與再開設相關實作課程之意願

		次數	百分比	有效百分比	累積百分比
有效的	1	0	0.0	0.0	0.0
	2	1	8.3	8.3	8.3
	3	5	41.7	41.7	50.0
	4	1	8.3	8.3	58.3
	5	5	41.7	41.7	100.0
	總和	12	100.0	100.0	

表十：不同組別（反應數值）再參與相關實作課程意願之 t 檢定

組別	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤	t 值
1（反應數值 4、5）	6	4.83	0.41	0.17	6.425***
2（反應數值 1、2）	1	2.00	—	—	

*** p＜0.001

肆、討論與建議：

學生對於參與本規劃之實作課程，抱持的看法多是喜愛與正向。一般而言，營隊式的課程設計較不易兼顧認知（cognitive）層面的學習，且需再深思如何與實作之學習技能作結合，期使學員在「參與」期間表達高度興趣與態度，其學習效果更易持久。也因此更使課程之執行團隊，體認必須持之以恆的辦理各個層級的營隊,提供學生一個支持與諮詢的園地。

有鑑於此，於每次實作課程中，專業技師與助教人員導入了較多相關科學知識的教授與學習。經由晤談學生後發現，多數學生對此認爲，雖然該課程強調「實作」，但仍有其講授相關科學知識的必要性，因爲學生認爲藉由學習到的相關科學知識，有助於解決自己在實作時所遭遇到的問題。另一方面，由於初級班與中級班之間的開設時間相距一段時日，其中多數學生於初級班課程結束後，即表達希望可以繼續參與下一階段的課程，參與中級班課程的學生多已有初級班的經驗，加上相關科學知識的教授使學生對於飛行概念與問題解決已有初步基礎。於教室觀察時發現，教師需從旁示範、給予適當鷹架的次數較初級班時減少，顯示實作課程中的相關知識的教授，有助於學生的有效學習。另爲樽節開支，課程進行過程中之參與人員，需事先反覆親自演練與操作課程中之教材與相關器材，往往耗費相當之時間，若經費充裕，或能以航空教材成品直接展示，以收時效。

目前專業師資的數量實有提升之必要，尤其是具有實際操作經驗之教師更是難得。爲確保參與課程的學生能夠得到最佳的學習效果，無法容納過多的學生人數；建議可以藉由相關研習會培養種子教師。另外，師資與學生的時間配合性亦是考量重點，學生課業日益繁重，補習風氣亦盛，往往需等待至寒暑假才能開設課程，且課程時間集中，易導致學生產生學習疲憊感而減低學習效果；建議在培訓相關種子教師後，可於學校課程中安排相關社團活動，學生在此環境下的長期的薰陶、耳濡目染，相信其學習效果更勝於集中數日舉辦的營隊式課程設計。

參考文獻

李賢哲和李彥斌（2002）：以科學過程技能融入動手做工藝教材培養國小學童科學創造力。**科學教育學刊**, *10*(4), 341-372。

邱炳勳、李文慶、李賢哲（2006）。以動手做飛機模型探究國小學生對科學活動的學習態度。第 22 屆科學教育學術研討會，國立台灣師範大學，台北市。

李賢哲、樊琳和李文慶 (2006)：九年一貫課程培養學生動手做能力課程規劃之探討－以手擲滑翔機爲例。**課程與教學季刊**, 9(1), 81-98。