國科會 50 科學之旅「飛鼠部落衛星密碼與奈米世界」營隊活動成效分析

張志立
國家實驗研究院太空中心
CLChang@nspo.org.tw

傅麗玉
國立清華大學師資培育中心
lyfu@mx.nthu.edu.tw

摘　要

2009 年是國科會成立 50 週年，為加強國科會推動大眾科學教育的任務，國科會公開徵求「50 科學之旅」計畫，以科學主題規劃主題營隊，共有 59 條兼具知性、感性的 50 科學之旅活動，開放民眾報名參加。本研究之研究對象「飛鼠部落衛星密碼與奈米世界」營隊是「國科會 50 科學之旅」的一項營隊活動。本研究顯示本營隊的活動內容設計與行程模式，有助於提昇大眾休閒活動品質、與科技素養，尤其是有助於提升國中與高中階段青少年的相關科技基礎知識、科學相關態度、對科技的興趣與關注、相關的科技基礎操作技能與不同文化的瞭解。

關鍵詞：人造衛星、原住民科學教育、大眾科學教育

2009 年是國科會成立 50 週年，為加強國科會推動大眾科學教育的任務，國科會公開徵求「50 科學之旅」計畫，以科學主題規劃主題營隊，共有 59 條兼具知性、感性的 50 科學之旅活動，開放民眾報名參加。「飛鼠部落衛星密碼與奈米世界」營隊是為 2009 年國科會慶祝國科會 50 週年而舉辦的「國科會 50 科學之旅」的一項活動。「飛鼠部落衛星密碼與奈米世界」營隊活動以「奈米」與「衛星應用」為主題，以全國國高中師生與家長，自行組隊報名，每一隊五人，亦可自行報名，由主辦單位安排成隊。每一梯次約 50 人，二梯次共約 100 人。每一梯次二天一夜，於 2009 年 7 月 10 日週五與 11 日週六辦理第一梯次以及 8 月 21 日週五與 22 日辦理第二梯次。國科會 50 科學之旅部落格 http://www.nsc.gov.tw/50th/portal.asp
「飛鼠部落衛星密碼與奈米世界」科普營隊部落格 http://www.nsc.gov.tw/50th/blogscp.asp?mp=169。

壹、「飛鼠部落衛星密碼與奈米世界」科普營隊課程設計基礎理論

「飛鼠部落衛星密碼與奈米世界」營隊活動以「奈米」與「衛星應用」為主題，以「學習環（Learning Cycle）」為學習架構，活動之第一階段為探索（exploration），第二階段為引導（introduction），第三階段為應用（application）。探索階段與引導階段活動在清華大學與其鄰近的科技研發單位。應用階段的活動安排在新竹縣尖石鄉的北得拉蔓部落。在北得拉蔓部落豐富的生活環境中，蘊含著豐富的衛星應用實例，可提供作為學習活動場地。透過 GPS 相關的大地活動，讓參與的民眾深入瞭解人造衛星的生活應用，體驗人造衛星科技的趣味，學會如何應用人造衛星的應用技術解決問題。在北得拉蔓部落豐富的大自然中，蘊含著豐富的奈米現象，可提供作為學習活動內容，讓參與的民眾

深入瞭解「奈米」的世界正環繞在我們的身旁，應用所學的奈米知識解釋自然界的現象，並體驗到自然萬物的奧妙，進而培養珍惜自然，愛護自然的態度。

貳、「飛鼠部落衛星密碼與奈米世界」營隊宣傳招生、課程內容與評量方法

一、宣傳招生方法

本計畫之活動訊息，透過教育部、各縣市教育局、各縣市政府、鄰近桃竹竹苗各社區發展協會、文化局櫃臺與公益團體機構發送訊息與報名表，同時提供不同的報名方式，以配合不同區域與不同民眾之需求。保留低收入戶與偏遠地區學生的名額為平均每一梯次 8 人，二梯次共 16 人，補助報名費。報名方式有下列三種方式：

（一）網路報名：在既有之國科會 50 科學之旅平台做線上報名，並劃撥報名費，完成報名程序。

（二）郵寄報名：填寫報名表連同劃撥報名費之收據影本郵寄報名。

（三）傳真報名：填寫報名表連同劃撥報名費之收據影本傳真報名。

二、活動之地點與課程內容

（一）活動地點與提供之課程內容

1. 工業技術研究院量測中心主題展示館：展示內容包括量測相關的基本知識、奈米單位的意義以及奈米相關的計量知識。有導覽人員
2. 清華大學奈微與材料科技中心參觀以奈米尺度與奈米特質材料的研發包括試穿無塵衣進無塵室。動力機械系微機電實驗室參觀跨領域應用的微機械系統。
3. 國家實驗研究院太空中心：參觀國家實驗研究院太空中心的主題展示館、衛星操控中心及衛星整合測試廠房等衛星運作體系及基礎設施，導覽有關人造衛星的製作、測試及操控的知識。
4. 新竹縣尖石鄉新樂村北得拉蔓部落：衛星應用與自然中的奈米現象
   在部落的生活環境中透過 GPS 技術與衛星影像應用技術相關的大地活動，瞭解人造衛星的生活應用，體驗人造衛星科技的趣味。透過部落的大自然環境中奈米相關的自然現象，讓參與的民眾從原住民部落生活環境中，和原住民朋友一起學習科學和原住民的文化。



北得拉蔓部落台電公司設置的電線杆上的 GPS 密碼 （傅麗玉攝，2008）

（二）課程內容行程

第一天

08:30 工研院光復院區正門口 / 報到集合、分組
08:40 工研院光復院區正門口 / 活動前問卷、宣布安全注意事項
09:00 工研院量測中心 / 參觀工研院量測中心
10:10 前往清華大學奈微與材料科技中心，沿路清華校園衛星影像導覽
10:40 參觀清華大學動力機械系微機電實驗室與清華大學奈微與材料科技中心與動手做實驗

12:30 清華大學 / 清華大學小吃部、水木餐廳自費用餐，逛水木書店
14:00 清華大學 / 小吃部正門前集合
14:10 清交小徑 / 步行前往國家太空中心，沿路清交小徑衛星影像導覽
14:30 國家太空中心 / 參觀國家太空中心
16:00 國家太空中心 / 國家太空中心正門前集合
16:10 前往北得拉蔓部落
17:40 北得拉蔓部落山林 / 迎賓祈福儀式與田野晚餐
19:00 北得拉蔓水田教會 / 北得拉蔓科學教育動畫學習與討論
20:30 北得拉蔓水田教會 / 住宿分配就位、認識部落主人
21:00 北得拉蔓民宿 / 休息梳洗
22:00 北得拉蔓民宿 / 晚點名、就寢

第二天

07:00 北得拉蔓民宿 / 起床梳洗、早餐
08:30 北得拉蔓部落山林 / 自然界的奈米現象、動手做奈米紙、 部落 GPS 密碼、GPS 部落尋寶遊戲
10:10 北得拉蔓部落教室 / 人造衛星科技專題：遙測與資訊研究
11:10 北得拉蔓部落教室 / 奈米概念測驗與衛星概念測驗
11:40 北得拉蔓部落教室 / 心得分享、頒發證書及徽章獎項、填寫活動後問卷、
12:10 北得拉蔓部落 / 午餐
13:20 搭公車前往清華大學
14:30 清華大學正門口 / 斯卡也達(泰雅語：再見)

備註：第二梯次之自然界的奈米現象、動手做奈米紙移到第一天成為動手做實驗的一部份
第二梯次無清華大學動力機械系微機電實驗室參觀行程

三、成效評量方法

本營隊於規劃之初，集合相關成員，參考Friedman(2008)美國NSF的科普活動影響評估標準、Bourdeau& Arnold (2007)以及McKinney (2002)，針對於營隊活動成效評量，訂定本營隊活動不同面向之成效指標，並根據成效指標，訂定活動前學員自我評鑑表((EB)、活動後學員自我評鑑表（EA）、始業前測驗（TB）與結業後測驗（TA）共計四份評量表。

（一） 營隊成效指標（題號）

01 具備衛星基本知識、衛星應用的範圍以及衛星與日常生活的知識。
02 願意動手做或觀察體驗衛星科技應用的簡單實驗活動。
03 能看見生活周遭的衛星應用實例，應用所學知識，解決相關的日常生活問題。
04 能寫出或說出我國政府在人造衛星相關科技成就，以正面態度關注人造衛星計畫。
05 能正視我國發展人造衛星科技之重要性。
06 能具備量測基本知識、奈米單位的意義以及奈米相關的計量知識。
07 願意動手做或觀察體驗奈米科技的簡單實驗活動。
08 能寫出生活周遭與自然界的「奈米」現象，應用所學的奈米知識解釋自然界的現象，體驗到自然萬物的奧妙，進而養成珍惜自然，愛護自然的態度。
09 能寫出或說出我國政府在奈米相關科技成就。
10 能寫出或說出我國發展奈米科技之重要性與。

（二） 學員自我評鑑表內容分類

表 1.學員自我評鑑表內容分類與題號

類別	EB 與 EA 題號
知識（Knowledge）	1,2,3,18
態度（attitude）	14,32
興趣關注（engagement＆interest）	9,10,11,12,19,20,21,26,27,28
社會互動（social interaction）	5,6,7,8,31
文化瞭解（cultural awareness）	4,13,15,17,29
自信心（self-confidence）	16,22,23,30
技能（skill）	24,25

參、「飛鼠部落衛星密碼與奈米世界」科普營隊之活動成效分析

一、營隊參加成員之組成、訊息來源與參加動機分析

兩梯次均以 12 歲到 18 歲者為多數，但年齡結構不同。第一梯次總人數 55 人，年齡分佈較廣，分佈範圍從 8 歲到 58 歲，其中 12 歲以下者有 5 人（9%），12 歲到 18 歲有 30 人（55%），20 人為 38 歲以上（36%）。第二梯次總人數 55 人，年齡分佈從 12 歲到 49 歲，38 歲以上有 11 人（20%）；12 到 18 歲有 44 人（80%）。

兩梯次成員獲得本營隊的資訊最重要的來源是網路，其次是親友介紹以及學校，尤其是高達 41%的第二梯次成員是透過網路得知本營隊的訊息（表 2）。對第二梯次而言，學校在提供資訊方面的功能與親友介紹的功能相當接近。第一梯次成員參加本營隊的動機，最高比例是因為自己想要參加，其次是因為家長鼓勵。第二梯次成員參加本營隊，最高比例是因為家長鼓勵，其次是因為自己想要參加（表 3）。

第一梯次在參加營隊前有 43%的人數使用過 GPS 接收器，但是第二梯次在參加營隊前有 27%的人數使用過 GPS 接收器，兩梯次的百分比相差 16%（表 4）。

表 2. 營隊活動資訊(簡章)的來源

		文化局	親友介紹	學校	縣市政府	網路	其他
第一梯次	個數	3.00	21.00	6.00	0.00	21.00	4.00
	比例	0.05	**0.38**	**0.11**	0.00	**0.38**	0.07
第二梯次	個數	1	13	12	1	19	0
	比例	0.02	**0.28**	**0.26**	0.02	**0.41**	0.00

表 3.參加活動的動機

		自己想要	家長鼓勵	兒女鼓勵	親友鼓勵	學校與老師鼓勵	同學相邀	其他
第一梯次	個數	18.00	17.00	1.00	8.00	5.00	7.00	6.00
	比例	**0.29**	**0.27**	0.02	**0.13**	0.08	0.11	0.10
第二梯次	個數	17	21	1	3	5	7	2
	比例	**0.30**	**0.38**	**0.02**	0.05	0.09	**0.13**	0.04

表 4.參加學員在營隊前曾使用過衛星定位（GPS）接收器百分比

		有	沒有	沒勾選
第一梯	個數	22.00	25.00	4.00
	比例	0.43	**0.49**	0.08
第二梯	個數	13	34	1.00
	比例	0.27	**0.71**	0.02

二、人造衛星技術與奈米相關基礎知識之學習成效

知識測驗題共有 20 題，以卡方檢定分別檢定兩梯次之前後測分數是否有顯著差異。檢驗第一梯次與第二梯次的知識測驗的前測分數，顯示兩梯次的知識測驗的前測分數在第 1、2、3、11、16 題，第一梯次顯著高於第二梯次，其餘無顯著差異。檢測第一梯次活動前後的知識測驗答題，相較於前測，後測答對情形有顯著進步的題目有 9 題，包括第 2、5、7、12、14、15、16、17、18 題，第 10 題則是顯著退步。檢測第二梯次活動前後的知識測驗答題，相較於前測，後測答對情形有顯著進步的有 15 題，包括第 1、2、3、4、8、9、10、11、13、14、15、17、18、19、20 題，無顯著退步的現象。兩梯次皆有顯著進步的是第 2、14、15、17、18，第一梯次有顯著進步但第二梯次無顯著進步的是第 5、7、12 題均屬於奈米相關知識題目。第二梯次有顯著進步但第一梯次無顯著進步的是第 1、3、4、9、10、11、13、19、20 題，其中第 1、3、4 題是涉及相關科技單位任務的基本常識，而第 9、10、11、19、20 題是有關奈米基本知識，第 13 題是關於人造衛星基本知識。

第一梯次與第二梯次在活動前，知道台電電線桿定位座標代碼可轉換為二度分帶座標的人數百分比均相當接近，分別為 24%與 27%，但是在營隊活動後，第一梯次有 71%的成員，第二梯次 88%的參加成員知道台電電線桿定位座標代碼可轉換為二度分帶座標。對於人造衛星應用技術對日常生活重要性的看法，認為很重要的人數百分比，在營隊活動後，第一梯次與第二梯次均有增加，但第一梯次增加的比例較高（表 5）。

表 5. 人造衛星對於日常生活的重要性

		非常重要	重要	不重要	沒什麼關係
第一梯	個數	40.00	8.00	1.00	0.00
後測	比例	**0.82**	0.16	0.02	0.00
第一梯	個數	26.00	24.00	1.00	1.00
前測	比例	**0.50**	0.46	0.02	0.02
第二梯	個數	37	8	0	3
後測	比例	**0.77**	0.17	0.00	0.06
第二梯	個數	27	15	1	4
前測	比例	**0.57**	0.32	0.02	0.09

二、 學員自我評鑑

針對活動進行評鑑，由參與的成員以五等第方式進行自我評鑑。以第一梯次學員活動前後的自我評鑑而言，每一題的成對比較之 t 檢定顯示，第 4、12、18、19、21、24 題有顯著進步。但每一類自我評鑑的成對比較之 t 檢定顯示，則七類均無顯著差異。

針對第二梯次學員活動前後的自我評鑑，每一題的成對比較之 t 檢定顯示，第 1、2、4、10、14、19、21、22、25、26、27、29、31 題有顯著進步。但每一類自我評鑑的成對比較之 t 檢定顯示，在「知識」、「態度」、「興趣與關注」、「文化瞭解」、「技能」有顯著差異，「社會互動」與「自信心」則無顯著差異。

第一梯次與第二梯次之活動前評鑑分數，除第 22 題（我覺得自己在科學科技方面的能力還不錯）第一梯次高於第二梯次，兩梯次之間在其餘的每一題並無顯著差異。相較於第二梯次，第一梯次成員在活動前對於自己的科學科技能力有顯著較高的自信心。

以第一梯次活動前後的差值與第二梯次活動前後的差值，採用 t 檢定進行成對比較。兩梯次在下列四項有顯著差異，且均是第二梯次的進步量顯著高於第一梯次（表 6）。第二梯次的成員對於自己的科學科技能力，尤其在 GPS 與製作奈米紙方面，更有信心，而且會更關心原住民相關的事物。

表 6. 兩梯次活動內容之評鑑有顯著差異的四項

評鑑項目內容	梯次	進步量平均值 mean	Std Dev	P value
學到有關 GPS 的知識	一	-0.1837	0.7819	0.0209
	二	0.146	0.5831	
覺得自己在科學科技方面的能力還不錯	一	-0.0408	0.9781	0.0237
	二	0.479	1.2375	
在營隊能學會做奈米紙	一	-0.1429	0.7906	0.0006
	二	0.404	0.712	
以後會比較注意有關原住民的事情	一	0.041	0.7895	0.0034
	二	0.553	0.8799	

三、參與課程的民眾對於營隊的整體感受

對於活動的內容項目的活動前的期待與活動後的感受比較，就第一梯次而言，在活動前最期望的依序是參觀太空中心、奈米知識以及動手做奈米紙、民宿、部落風光。活動後最喜歡的依序是參觀太空中心、奈米知識、衛星知識以及部落風光、部落餐點。就第二梯次而言，在活動前最期望的依序是參觀太空中心、動手做奈米紙、參觀奈米中心、操作 GPS 接收器以及衛星知識。活動後最喜歡的依序是參觀太空中心、動手做奈米紙、衛星知識、操作 GPS 接收器、參觀奈米中心。第二梯次最期待的五個活動內容項目與最喜歡的五個活動項目活動內容項目是一致的，雖然序位有一些不同。參觀太空中心以及衛星知識是兩梯次成員共同喜歡的活動內容項目。

肆、結論與建議

本營隊學員最多數是從「網路」獲知本營隊活動訊息，其次是學校與親友的介紹。網路是非常具有力量的訊息管道，因此日後有必要充分利用網路傳播活動訊息、繼續將訊息發文到各校，同時建置曾經參加營隊的學員通訊資料庫，以便發送活動訊息給參加過營隊的學員，鼓勵將訊息轉達給親友。

相較於前測，第一梯次後測答對情形有顯著進步的題目有 9 題，第二梯次活動後測答對情形有顯著進步的有 15 題，無顯著退步的現象。第一梯次學員活動前後的自我評鑑，每一類自我評鑑的成對比較之 t 檢定顯示，則七類均無顯著差異。第二梯次學員活動前後的自我評鑑，每一題的成對比較之 t 檢定顯示，每一類自我評鑑的成對比較之 t 檢定顯示，在「知識」、「態度」、「興趣與關注」、「文化瞭解」、「技能」有顯著差異，「社會互動」與「自信心」則無顯著差異。本營隊活動可能對國高中的青少年在「知識」、「態度」、「興趣與關注」、「文化瞭解」、「技能」比較有影響。

有關台電電線桿定位座標代碼可轉換為二度分帶座標，以國高中在學青少年居大多數的第二梯次在營隊活動後高達 88%的參加成員學會轉換台電電線桿定位座標代碼為二度分帶座標。對於人造衛星應用技術對日常生活重要性的看法，認為很重要的人數百分比，在營隊活動後，第一梯次與第二梯次均有增加，但第一梯次增加的比例較高（表 5）。對國高中在學青少年而言，人造衛星應用技術對日常生活重要性有必要再加強。

本研究顯示本營隊的活動內容設計與行程模式，有助於提昇大眾休閒活動品質、與科技素養，尤其參觀太空中心以及衛星知識在兩梯次都是最受期待與最受喜愛的活動內容。尤其是二梯次的比較研究顯示，相較於第一梯次，本營隊對於以國中與高中階段青少年的第二梯次，在相關科技基礎知識、科學相關態度、對科技的興趣與關注、相關的科技基礎操作技能與文化的瞭解，有較顯著的正面影響。日後可以國高中學生為對象，

以本營隊的模式多加辦理相關營隊，但是可加長營隊時間，促使營隊成員在「社會互動」與「自信心」有更多成長的機會。

本營隊活動整合人造衛星與奈米科技相關研發機構，合作開發適合大眾學習之學習活動，促進國人瞭解國家在人造衛星科技領域與奈米科技領域的成就。同時活動的規劃與進行過程均與原住民部落緊密合作，共同研發整合原住民部落文化產業之大眾科學學習活動，有助於創造部落就業機會及增加原住民收入，兼具大眾科學教育、人文教育與原住民文化產業的功能。

致謝

本研究係國科會補助之國科會50科學之旅計畫（NSC97-2515-S-007-006-）之部分成果，感謝部落原住民朋友以及相關科技研發單位的熱烈支持，使本計畫得以順利完成。

參考文獻

Friedman, A. (Ed.). (March 12, 2008). Framework for evaluating impacts of informal science education projects [On-line]. (Available at: http://insci.org/resources/Eval_Framework.pdf)

Bourdeau, V. D. & Arnold, M. (2007). 4-H Summer Science Camp at Oregon State University, Corvallis, OR :Oregon State University Extension 4-H (http://www.national4-hheadquarters.gov/about/pod-set/4h_sum_sci_camp.pdf)

McKinney, R. T. (2002). An evaluation of the effectiveness of the summer technology and engineering preview at Stout (STEPS) on the perceptions of females in technology of seventh grade girls. Master Thesis, Menomonie, WI: University of Wisconsin-Stout.