

工博館科普推廣之範例與迴響

—馬蓋先科學求生營為例

文/陳正治

一、目的

一般科學類的博物館基於展示品維修的人力與物力限制，展示方式採靜態或按扭式的較多，且會在展示板上直接告知其個中原理，然窺探科學教育，如僅停留在告知過往的經驗或知識。參觀科學類博物館，雖比課堂上口述或實驗室操作觀察來得活潑且具體，但仍缺乏提供學習者改變作法 (Input variable altered)，發現不同 (Output variable changed accordingly) 的場域，亦即所謂的科學探索概念；同時亦欠缺將科學知識與學習者的切身生活經驗結合，使得學習者仍停留在學歸學、用歸用的學習方式，甚且會學但不會用的窘境，特別是生活裡頭的知識應用是綜合且多元的，如化學與物理的結合應用。例如學過光學者，都知到凸透鏡會有聚光的功能，但真的拿一個凸透鏡到太陽光下要生起一把火，可就會碰到許多問題，因為如不懂燃燒所需三要素 (如燃點、可燃物與助燃物) 及反應速率 (反應速率與接觸面積的關係)，就會很難將火生起。

台灣地區各個科學類博物館均有強調動手做的科教活動，以彌補或增強相關靜態展示單元，本文特別就筆者所服務的高雄國立科學工藝博物館 (簡稱工博館) 於民國 94 年暑假所推出的「馬蓋先科學求生營」實例為題，藉由創造的一個時空環境，提供學員緬懷民國 80 年代電視影集「百戰天龍」機智天王馬蓋先 (MacGyver) 的精神，活用科學知識、善用科學技術解決問題，故而取名馬蓋先科學求生營，同時介紹工博館如何推廣科普教育，並蒐集學員的意見與迴響，作為爾後開發類似活動的參考。

本活動之設計源起於 2001 年好萊塢電影「浩劫重

生 (Cast Away)」，男主角因飛機失事獨自漂流到荒島 1400 日，不禁令人聯想起 1990 年代的「馬蓋先」系列影集或「魯濱遜漂流記」的童話故事。翻閱報紙或收看世界新聞，大自然的災害無時不斷，如地震、洪水、土石流、乾旱、海嘯及墜機事故等，不因人類追求幸福文明生活而終止。因此，本活動由災難片電影的收看為始，提供學生思考假如自己就是影片中的主角，該是要如何因應。

藉由一套模擬的求生情境，在有限的資源或環境限制下，藉此提供學生一個利用科學知識或經驗的場域，觀察或體會在學校制式的 (Formal) 或在科學類博物館非制式 (Informal) 教育環境裡，所取得的或所學與實際生活的連結，使科學知識的取得不再停留在實驗室內，一如國立臺灣大學劉格非教授在近年來推廣「智慧鐵人」創造力活動中，鼓勵學生體認科學知識「要會用才是真懂」，以達所學與所用合一的目的。

二、文獻回顧

海恩 (George E. Hein) 在其撰述的在博物館學習 (Learning in the Museum, 19985) 中，講述教育理論 (Education Theories)，是綜合認知理論 (Theory of Knowledge) 和學習理論 (Learning Theory) 應用，歸納出科學知識的取得有學生被動學習的教師講授式 (Didactic or Expository) 及刺激反應式 (Stimulus-response)，學生主動學習的發現式 (Discovery) 及建構主義式 (Constructivism) 及；戴爾 (E. Dale) 的學習經驗塔理論亦將學習模式分為塔底的直接經驗學習法至塔頂的替代接經驗，也在強調互動式學習的重要性；或另類耗時耗力的探究式 (Exploratory) 學習等等，

每一種教育模式總有其學習場域的限制及優缺點，不一而足。

三、科學求生活動設計理論基礎

本文所創立的科學求生活動，試著將相關學者所提的學習理論與方法，取其菁華之處，例如依據戴爾之經驗塔理論，以欣賞「浩劫重生」電影為動機導入，再參觀台灣之國立科學工藝博物館的相關展品(如光學應用、共振成因與簡單機械等)參觀為導入；再綜合皮亞傑(J. P. Piaget, 1896~1980)之形式操作理論與哲學家杜威(J. Dewey 1859-1952)所強調教育的重點在於提供直覺的學習環境、可以累積經驗的歷程(process)，教育目的必須能轉換成實行的方法，和受教育者的活動共同合作。可見，營造一個可供學生探索與生活相關的學習情境，跳脫在室內實驗室的學習，走到室外，體驗舊有經驗的實際操作，由學生自編活動期間使用之用具或科學器材供其模擬求生活動時使用，再將學習場域由館內的研習課程延伸至館外山野的求生訓練等，最後藉由團隊合作之探究式學習理論進行各項單元競賽，教與學之間，利用各家學派理論菁華相互使用，茲將活動設計與其理論基礎彙整如表一。

表一、科學求生活動單元與相其相對應理論基礎

活動單元	進行方式	理論基礎
電影欣賞	欣賞浩劫重生電影	戴爾之間接經驗
參觀展品	參觀相關展示單元	戴爾之間接經驗
動手操作	自編野外活動所需用具	講授式與皮亞傑形式論
單元競賽	小組間團隊完成挑戰競賽	班度拉之社會學習理論 發現式與建構學習理論

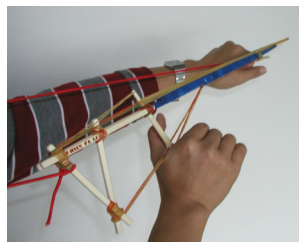


圖 1：連發竹槍



圖 2：我是神槍手



圖 3：在半空攔截

四、科學求生應用範圍

本活動取名「馬蓋先科學求生營」，即透過數年前馬蓋先系列電視影集，鼓勵學員勇於面對挑戰、就地取材、積極解決問題等並於學習單中探討使用的科學概念，但基於安全與先備知識之考量，應用範圍侷限於：

1. 物理學之熱力學、共振現象、光學與力學
2. 適用年齡為 10 至 15 歲
3. 無安全顧慮之器材

五、活動內容

本求生活動設計以三天為主，第一天為所需用具製作與參觀科學博物館及野外活動，活動內容、目的、所應用的科學原理、進行方式與採計團隊競賽績分以作為學習成效評量，茲分述如下。

(一)、連發竹槍製作(圖 1)：

1. 目的：驅逐野外活動場地之蚊蠅，提供學員學習興緻。
2. 科學原理：槍身是簡單機械的應用、發射體是橡皮筋彈力的應用。
3. 進行方式：利用自編連發竹槍進行射擊比賽，射擊標的物有飄浮球的我是神槍手(圖 2)與旋動氣球火箭的在半空攔劫(圖 3)，以檢驗其槍隻的連發機構是否完善，並進行精準度校正。
4. 成效評量：在攻、守對抗模式進行，給與時間與塑膠子彈的限制，攻、守雙方均有得分機會，計分方式因地制宜。

(二)、終極密碼戰

1. 目的：製造會發出高音量的笛子。
2. 科學原理：聲音產生的原理與共鳴放大的應用。
3. 進行方式：利用粗、細不同吸管，組裝成一隻可以改變響度大小、頻率與音調不同的笛子。再利用笛子吹奏摩斯密碼(圖 5)之求救 SOS

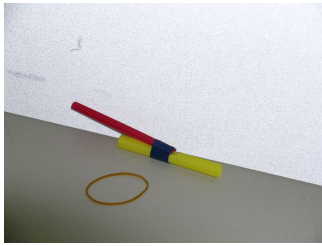


圖 4：黃鶯笛

「... —...」訊號，作為活動期間集合或緊急求救(Mayday)的訊號。

4. 成效評量：評分員吹奏一段摩斯密碼，學員解碼，依解碼速度順序採計團隊得分數；亦可利用自製笛子能否團隊合奏一曲簡易曲子。

A: ·—	N: —·	1: ·— — —
B: —···	O: — — —	2: ·· — — —
C: —·—·	P: ··—·	3: ·· — — —
D: —···	Q: —·—·	4: ·· — — —
E: ·	R: ·—·	5: ·· — — —
F: ··—·	S: ····	6: —· — — —
G: —·—·	T: —	7: — — —·
H: ····	U: ··—	8: — — —·
I: ··	V: ···—	9: — — —·
J: —·— —	W: — — —	0: — — — —
K: — — —	X: —·—·	
L: —·—·	Y: —·— —	
M: — — —	Z: — — ··	

圖 5：摩斯密碼表

(三)、念力神功

1. 目的：認識雙索求生中如何避免共振(Resonance)的現象，繩索造成翻覆。
2. 科學原理：共振(Resonance)就是一個物體受到的強迫振動(Forced vibrations)的頻率和自然頻率(Natural frequency)相等，所產生的現象。
3. 進行方式：利用長短不同的繩子繫在木條上並垂掛鈴噹，當眼皮或心裡默念的頻率與其中任一枚

鈴噹的擺動頻率一致或一樣時，該鈴噹會出現更激烈的擺動現象(圖 6)，實際應用的例子是盪鞦韆或走在雙索上，當人的運動節奏與繩索一致時，就會出現繩索大幅度擺動共振現象(圖 7)。

4. 成效評量：以各隊代表競賽，最先使鈴噹產生激烈擺動者。

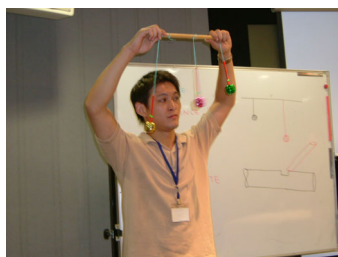


圖 6：鈴噹產生共振現象



圖 7：雙索共振現象

(四)、參觀相關展示廳

藉由參觀相關展示廳，以深入強化各項科學概念的知識。例如探索物理博覽會臨特展(圖 8)，以體會射

擊飄浮球單元中飄浮球的成因；參觀電腦與通訊展示廳(圖 9)，以明白摩斯密碼的起源與應用。



圖 8：參觀探索物理博覽會臨特展示廳



圖 9：參觀電腦與通訊展示廳

(五)、淨水大師

1. 目的：利用毛細作用(capillarity)淨化水質。
2. 科學原理：當一枝細小的管子浸入水裏，水能向上移動，這個現象被叫為毛細作用，棉線結構如同細小的管徑，使能吸附在棉繩內。
3. 進行方式：抹布放入污泥水內，一角繫上一條棉線垂到下方(圖 10)，約 1-2 分鐘，即會見到較乾淨的水沿著棉繩流下來。
4. 成效評量：在限定時間內，測量收集到的淨水量。

(六)、水蒸氣集水

1. 目的：收集泥土或樹葉內的水蒸氣，以認識水的液態(liquid state)與氣態(gaseous state)變化。
2. 科學原理：液態水在日照下會產生汽化(vaporization)水蒸氣，水蒸氣遇冷就會凝結



圖 11：收集土中水蒸氣

(coagulate)成液態。

3. 進行方式：土中挖動可以收集土中水氣，可曬到陽光的草堆處比較容易收集到水蒸氣(圖 11)；另外亦可利用樹葉的蒸散作用(evaporate)收集水蒸氣(圖 12)，通常要在白天日照量大時進行，隔天清晨始可取得較多水。
4. 成效評量：在限定時間內，測量收集到的水量。



圖 10：簡易淨水裝置



圖 12：收集樹葉水蒸氣

(七)、捕獸弓

1. 目的：製作捕捉鳥獸的陷阱，認識竹子或樹枝的彈力。
2. 科學原理：木本植物彎曲後均會產生彈力，彎曲度越大，彈力越大。
3. 進行方式：結合竹片或樹枝彎曲後產生的彈力與

活套結，組裝成一個可以捕捉鳥獸但又不傷害其生命的陷阱(圖 13)。

4. 成效評量：測試完成一具可以順利捕捉到鳥獸的捕獸弓。

(八)、無具炊事

1. 目的：在缺乏家用炊具的時候，如何炊煮食物，以認識紙與水燃點(ignition point)的差異。
2. 科學原理：燃點就是物體開始燃燒時的溫度，紙的燃點遠比水低許多，所以紙杯下方火源所提供的熱量均被水給吸收。
3. 進行方式：紙杯內置入水與蛋，放置在火源正上方(圖 14)，剩餘的蛋殼內裝 1/3 的米、2/3 的水，即可烹煮蛋殼飯。利用竹子內裝米亦可煮熟竹筒



圖 14：紙杯蛋花湯與蛋殼飯

飯(圖 15)

4. 成效評量：能否使用紙杯順利煮熟一碗蛋花湯。



圖 13：捕獸弓



圖 15：竹筒飯

(九)、引光生火

1. 目的：認識凸透鏡(convex lens or magnifier)聚光作用。
2. 科學原理：無窮遠的光線照到凸透鏡後會將光聚集在焦點(focus)上。
3. 進行方式：中午時段陽光照度強，取一枚凸透鏡，將陽光熱源聚集於焦點，使之能引燃透鏡下方乾枯樹葉與樹枝(圖 16)
4. 成效評量：測量引燃柴堆所需時間。

(十)、天燈

1. 目的：認識空氣的熱漲冷縮與空氣浮力(buoyancy)現象
2. 科學原理：熱空氣分子間碰撞較激烈，占有較多的空間，體積比較大，相對其密度比一般空氣小，容易產生較大空氣浮力；冷空氣則相反。
3. 進行方式：點燃天燈內部油布，熱空氣即迅速充滿在天燈內部(圖 17)，使天燈容易升上天空，除

許願祈福外，亦可作為緊急求援通訊使用。



圖 16：引光生火



圖 17：施放天燈

(十一)、渡河遊戲

除了透過上述幾項強調科學概念單元活動以外，另加入童軍訓練使用的繩結遊戲，以增加活動之豐富性與趣味性，繩結的使用除了可以水中救人外(圖 18)，亦可以在洪水期間使用細繩拉粗繩方式進行拋繩，作為確保纜繩，協助安全渡河使用(圖 19-20)。



圖 18：水中救人繩結



圖 19：拋繩與纜繩應用



圖 20：拋繩渡河

六、活動評量

提供問卷供參與學員計 3 梯次 225 人就活動的設計、深度、內涵、教育價值與趣味性，採開放式問答方法，由參與的學生不具名填寫，作為此項科學求生活動設計的參考。回收有效問卷 208 份，歸納起來，學員回饋的意見如下：

1. 以我是神槍手、收集水蒸氣、引光生火、共振實驗、無具炊事、捕獸弓與渡河遊戲等項目最受歡迎。
2. 活動刺激有趣且在安全的許可範圍內自行解決問題、謀求生存，
3. 在戶外以各項挑戰活動方式學習科學知識及應用科學知識，比在實驗室內做實驗更有趣且精彩。
4. 能靠自己的本事與團隊合作完成各項挑戰，感覺很棒。
5. 假如在深山裡迷路怎麼辦？
6. 分組競賽讓人感受並體會到團隊合作的重要性。
7. 第一次感受到站在雙索上翻滾的共振實驗，真刺激。

七、結論與建議

藉由戶外露營方式，設計成可以自行想辦法求生存的科學求生，可謂寓教於樂，並且可以體驗科學知識在生活中的應用，茲將科學求生的活動結論歸納如下：

- 1 戶外學習與探索是有趣的，在安全許可的範圍內，戶外活動或露營應可鼓勵舉辦。

2. 傳統戶外教學採旅遊式的自由參觀，比較欠缺深刻的印象。
3. 利用團隊方式解決問題、克服困難，可加深彼此情誼與體會互助合作的重要性。
4. 事先告訴學員各項挑戰與可能的困難，並事先告知與一般育樂營不同之處，以免學員心生埋怨情緒。
5. 將各像挑戰採團隊競賽模式進行，以激勵團隊士氣、互助合作並樂於接受考驗。
6. 團隊競賽計分方式，將所有學員分成 8 組(按高雄市路名一心、二聖、三多、四維、五福、六合、七賢及八德等 8 小隊)，每一單元活動採計量方式評分，第一名得 8 分，最後一名得 1 分；總計 11 項競賽，各小隊人人有機會，個個沒把握，第一單元活動得高分，並不代表第二單元活動亦得高分，如此進行，鼓勵學員每一個單元活動都得全力以赴完成挑戰；另在活動過程中，如有隊員發表不同的看法或創新做法，再給予個別小隊加分。
7. 比賽頒發獎項以團隊為主，亦即沒有個人獎。

雖然科學求生活動很具挑戰性，但在設計與安排上也有一些建言，列舉數項供參。

1. 年齡層盡量相同，最好差異在 3 歲之內，避免科學先備知識與認知相差太大。
2. 事先說明安全規範與要求，比賽評分基準也要清楚明白。
3. 除團體獎項外，另設立個人獎，以激勵具有獨到見解者能發表不同的看法。

4. 事先勘察活動場地，如因天候因素限制，要有備案。
5. 另闢時間進行各項單元活動與應用科學概念之回顧，並進行學員回心得回饋與建言討論。

八、後記

本科學求生活動於民國 94 年 8 月於高雄縣六龜鄉荖濃溪辦理期間，承蒙公共電視台青少年節目「少年哈周刊」的垂愛，特別將活動內容全程錄製，再剪輯成電視節目於民國 94 年 10 月間全國播放，特表感謝之意。

參考文獻：

1. MacKay, A. (1982). *Project quest: Teaching strategies and pupil achievement*. Occasional Paper Series. MacKay, A. in Center for Research in teaching, 42-44. Faculty of Education. Edmonton, Alberta, University of Alberta.
2. Rogers, C. R. (1961). *On becoming a person : A therapist's view of psychology*. Boston: Houghton Mifflin.
3. Rogers. C. R. (1969). *Freedom to learn: A view of what education might become*. Columbia: Charles & Merrill.
4. Hewson. P. W. & Hewson, M.G.. (1988). An Appropriate Conception of Teaching Science: A View from Studies of Science Learning. *Science Education*, 72(5), 45-48.
5. Lawrenz, F. (1986). Misconception of Physical Science Concepts among Element School Teachers. *School Science and Mathematics*, 86(8), 80-83.
6. George E. Hein (1998), Learning in the museum, National Science Foundation, London and New York.
7. Yanger.R.E. (1988). a new focus for school science: S/T/S. School Science
8. <http://movie.starblvd.net/cgi-bin/movie/euccns?/film/2001/CastAway/CastAway.html>
9. http://www.foxhome.com/castaway/index_frames.html
10. <http://rdanderson.com/macgyver/macgyver.htm>
11. <http://www.geocities.com/Hollywood/Club/6285/>
12. <http://www.rusted-crush.com/macgyver/>
13. <http://movie.starblvd.net/cgi-bin/movie/euccns?/film/1994/Macgyver/Macgyver.html>
14. <http://hk.geocities.com/proscietector/>

作者簡介

陳正治

Nelson C.C. Chen(國立科學工藝博物館 科教組)

nelson@mail.nstm.gov.tw