

以經驗學習為基礎的生活科技教學活動

----節能無碳之太陽能機械獸創意設計

張玉山

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系副教授

壹、前言

近年國際能源價格及大宗物資大幅上漲，形成全球性輸入型通貨膨脹壓力。我國能源資源匱乏，受國際能源價格波動的衝擊尤為顯著。此外，全球溫室氣體排放問題日趨嚴峻，亦直接影響化石能源的利用與能源使用的結構。此一新能源情勢的發展，勢將增加民眾的生活負擔，並提高產業生產成本；若不能有效調整因應，將直接衝擊經濟發展，乃至減損國家競爭力（台灣企業社會責任資訊中心，2008；行政院經濟建設委員會經濟研究處，2008）。面對此一新能源課題的挑戰，行政院院會於 2008 年 6 月 5 日通過「永續能源政策綱領」（台灣企業社會責任資訊中心，2008），以政策導引的方式，逐步引領國人調整國民生活習慣與整體產業結構，推動社會消費與生產型態的寧靜革命（行政院經濟建設委員會經濟研究處，2008）。

另一方面，科技的發展歷程與科技知識的學習，常以實作與實驗為基礎，並以創新發展為目標，誠如國際科技教育學會所指出「科技是人類行動面的創新」（ITEA, 2000；Jarvinen, Karsikas, & Hintikka, 2007；Kolb & Kolb, 2008）。在基本學理探討中，也常以實驗主義（經驗主義或實用主義）為出發點（ITEA, 2000）。況且在科學教育領域中，學者也十分同意 Dale 的「學習經驗塔」理論，強調多重感官的直接經驗學習（問題解決及實作），將更具學習成效（陳正治，2006），因此，本活動以 Kolb 所提出的經驗學習歷程（具體經驗、省思觀察、抽象概念、主動實驗）為基礎（Eickmann, Kolb, & Kolb, 2004；Kolb & Kolb, 2005；Jarvinen, Karsikas, & Hintikka, 2007；Kamis & Topi, 2007；Kolb & Kolb, 2008），讓學生從深刻的實作活動，對潔淨能源概念得以深入體驗、觀察、反思、概念化、甚至創意衍生，

培養學生深入的認識、創意應用的能力、以及積極開發的態度，以期學生能「以行動落實節能減碳之行動意向」。

本活動除具有理論基礎，在齒輪定位與組裝上面，亦有獨創、簡明的技術描述。此外，本活動設計並曾在台北市大安國中所舉辦的節能減碳研習營中，付諸實施，效果十分理想，希望能提供生活科技教師教學上的參考。

貳、活動目標

本活動旨在提供學生實作為基礎的太陽能機械獸製作活動，再引導學生體驗、觀察、反思、概念化及創意激發，形成一個完整的學習經驗。因此，本活動的教學目標如下：

- 一、能完成太陽能機械獸的基本製作。
- 二、能指出與本活動相關的舊經驗與知識。
- 三、能嘗試改善作品的機能。
- 四、能利用創意方法設計作品造形。
- 五、能指出進一步改善作品的方向。

參、活動程序

一、基本製作

- (一) 製備馬達基座：以市面上現成的 L 形塑膠或金屬條，切成小塊，並將馬達以保麗龍膠固定其上，如圖 1 及圖 2 所示。小技巧：將基座傾斜，以避免馬達滑動易位。



圖 1 L 形塑膠鋸成小片



圖 2 將馬達固定起來

(二) 製作後軸：將小木條鑽 $\varnothing 3\text{mm}$ 小孔（配合竹籤），用白膠固定底盤上，如圖 3。小技巧：鑽孔時，可將兩個小木條疊在一起，使兩孔位置一致；膠合時，可用竹籤穿過兩個木條，固定木條在底盤的位置，以免固定後兩孔錯位，導致竹籤無法穿過。

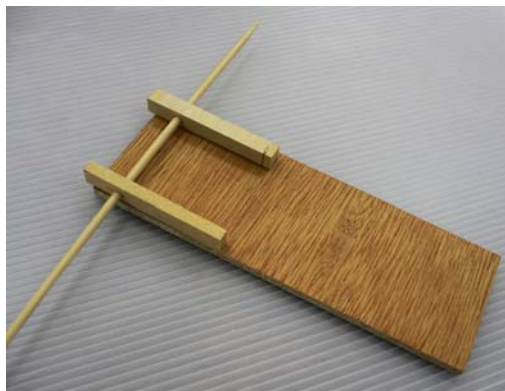


圖 3 後軸的固定

(三) 固定第一個齒輪：利用鐵釘（ $\varnothing 1.9\text{mm}$ ，直徑略小於 2mm ）將第一個齒輪固定在木條上，如圖 4。小技巧：可將馬達置於木條上，確認馬達主動齒輪可以帶到第一齒輪。

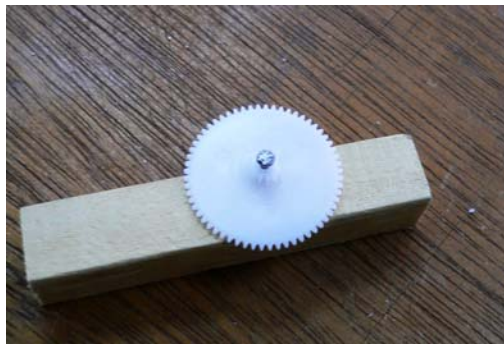


圖 4 固定第一個齒輪

(四) 固定第二齒輪：加墊個臨時齒輪，讓第二齒輪可以穩定壓在第一齒輪及臨時齒輪上，並以鐵釘固定第二齒輪，如圖 5。小技巧：在第一齒輪與第二齒輪間，隔一片塑膠袋，適度壓緊兩片齒輪，並以鐵釘固定第二齒輪，再轉動齒輪，取出塑膠袋片。



圖 5 固定第二個齒輪

(五) 訂出第三齒輪的軸心位置：在第二齒輪左側，加墊適量的臨時齒輪，並加墊塑膠袋片，以鐵釘釘出第三齒輪的軸心位置，並以鑽床鑽出 $\varphi 2.1\text{mm}$ （直徑略大於 2mm ）的通孔，如圖 6。



圖 6 訂出第三齒輪的軸心位置

- (六) 組裝齒輪組及底盤：車軸兩端裝上齒輪，如圖 7。小技巧：在車軸右側纏繞膠布，避免車軸向左滑動。提醒：應先將兩側的齒輪，在齒輪面上鑽出 $\varnothing 3\text{mm}$ 的孔，以便穿過雙腳釘。



圖 7 組裝齒輪組及底盤

- (七) 組裝太陽能板及車體各部零件：冰棒棍上鑽出 $\varnothing 3\text{mm}$ 的孔，並以雙腳釘鉚接，如圖 8。小技巧：前腳齒輪的孔位，應相距約 180 度；後腳可用膠帶纏繞竹籤，以固定冰棒棍的橫向位置。如果以螺絲螺帽取代雙腳釘，應在整體完工後，在螺絲螺帽接合處點入微量快乾膠，以免機械獸在不斷走動後，造成螺絲螺帽越旋越緊。

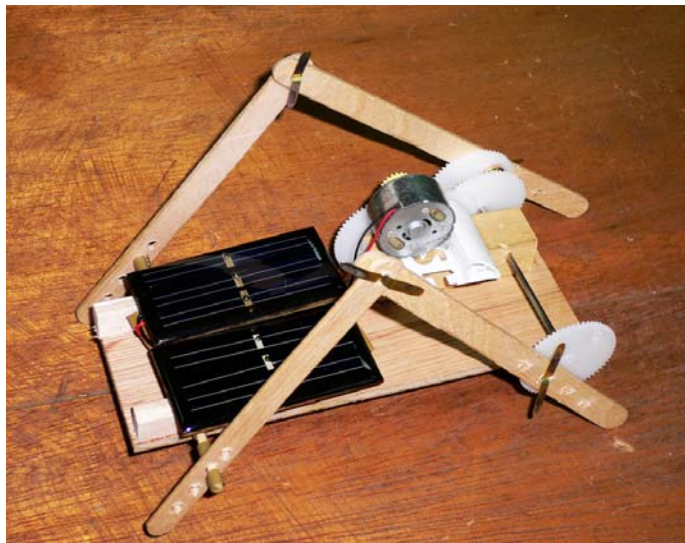


圖 8 組裝太陽能板及車體各部零件

二、機能改善

(一) 在測試板上進行機能測試，看看機械獸可以越過第幾級的障礙，如圖 9。



圖 9 在測試板上進行機能測試

- (二)引導學生注意觀察機械獸走動的情形，並從各部零件思索其相關性，及改善的方法。(學生常遇到的問題包括：後腳可抬起，但前腳抬不起來；希望腳要抬得更高；腳下打滑，無法前進)

三、造形設計

- (一)引導學生發想機械獸的設計主題。(引導重點在於該動物的造形是特殊的、有代表性的)
- (二)引導學生蒐集可用材料，包括家中可用資源，以及校內乾枯的樹葉、樹枝、及草。
- (三)示範造形設計的原理(協調、對比、及律動動感等)，以及組裝技術。
小技巧：可利用卡紙為主結構，再利用樹葉等其他材料作為裝飾；組裝時，應先塗上白膠或保麗龍膠，再利用透明膠帶作暫時性固定。

四、發表與總結

- (一)教師挑選較佳作品，讓學生發表，並進行優點解說。
- (二)學生填寫學習單(如附錄)。
- (三)教師引導討論，並進行總結。

肆、評量方式

基於教學目標的回應及評量效率的考量，本活動的教學評量以作品及學習單作為評量的標的。各項配分如下：

- 一、作品(60%)：機能表現、精緻度、創意造形。
- 二、學習單(40%)：內容充實、見解獨到。

伍、材料機具

一、材料表

編號	品名	規格	數量(每人)	合計購買量	備註
1	太陽能電池板		2 片		
2	專用馬達		1 個		
3	木條	1.5*1.5 cm	15cm	180cm*4 支	
4	細木條	0.8*0.5 cm	10cm	180cm*4 支	
5	三夾板	厚 0.4cm(2 分)	5*15cm		
6	鋼軸	φ 2mm	7.5cm	40 支	
7	大齒輪	φ 30mm, (40,10)雙層平齒輪	5 個	200 個	
8	竹簽	φ 3mm, 10cm	1 支	40 支	
9	雙腳釘	2cm 以上	4 個	160 個	
10	鐵釘	φ 1.8-1.9mm/長約 3cm	3 支	120 支(半斤重)	
11	包裝膠帶	可撕		1 捲	
12	保麗龍膠			6 瓶	
13	強力白膠			6 瓶	

二、機具表

名稱	規格	數量	單位	備註
手線鋸		12	把	
線鋸機	桌上型	4-6	台	
鑽床	桌上型	2-3	台	
鑽頭	φ 2 及 φ 3mm	4	支	
鐵鎚		12	支	
平口鉗		6	支	
探照燈	400 瓦以上	2	台	
剪刀		1	把	
美工刀		1	把	

陸、結語

本教學活動 2009 年七月在台北市大安國中所舉辦的節能減碳研習營中，進行實地教學，從學生的製作過程及作品結果（如圖 10、圖 11、圖 12 之作品示例）發現，學生的作品完成率高達 100%，每位學生的太陽能機械獸都能踏步前進。再加上闖關的問題解決活動設計，學生爲了闖越更難度更高的關卡，會不斷思索可能的影響因素及改進策略，因此，在活動過程中，都相當地投入。

再從學習單的填寫結果來看（如圖 13、圖 14 之學習單實例），學生對實作體驗（具體經驗）的活動，都有很高的評價，認爲本活動很有趣、很新奇，對於自己能完成難度甚高的作品，都有很高的成就感。而在實作發現（省思觀察）方面，每位學生的體驗發現不盡相同，可能與既有經驗及所遭遇的問題狀況有關，但整體來看，學生都有很豐富的學習發現。在科學原理關聯（抽象概念）方面，學生可以提出一到五項（大多集中在三至四項）相關的科學原理，包括電化學、電路、齒輪變速、扭力、槓桿、太陽能、半導體、馬達（電動機）、發電機等。在實驗改進（主動實驗）方面的表現，則在整個活動過程中，學生能不斷測試與改進，在學習單最後一題也可以看出，學生還是能針對齒輪、曲軸、前腳、後腳等項目，提出再改進的構想，成效令人相當滿意。

此外，從實驗主義（經驗主義或實用主義）的觀點來看，透過實作（實際體驗、操作與創作）所獲得的生活科技學習經驗，是其他教學策略所無法達成的。經由本活動的規劃與實施，發現在規劃實作教學時，應該注意到的重點包括：

- 一、可達成：應該讓每個學生都能做出來，不宜過難。所以教師對實作技術，應該相當熟悉，並且能協助學生或引導學生解決實作問題。
- 二、具個別創意空間：應該讓學生可以發揮個人的專長或特性，做創意設計。
- 三、具學習價值：實作活動所教導的工具、材料、技術、製程等，應該要有系統安排，適度加入新的內容，避免讓學生產生「炒冷飯」的

感覺。

四、具挑戰性：由於學生具有個別差異，在高度可達成性的活動中，會讓程度好的學生提早完成工作，之後甚至會感到沒事做及無聊。在本活動中加上一個越野挑戰的關卡，讓程度好的學生可以不斷挑戰自己。在大安國中的研習營當中，挑戰及過關，反而成了活動的另一個高潮。

當然，本活動也面臨若干困難，有待解決。例如太陽能電池板及專用馬達太貴，齒輪也不便宜；再者，目前一般小齒輪的齒寬及齒厚均嫌過小，造成精準度要求較高、組裝困難、容易磨損導致空轉等問題，如果能由教育主管機關或專業學會來接洽廠商，進行相關材料、組件與教具的開發、設計與生產，應該可以解決許多教師的備料困難，有效提升國內科學與科技教育的成效。



圖 10 以樹葉及乾草為主的作品



圖 11 以卡紙為主的作品



圖 12 其它材料的作品

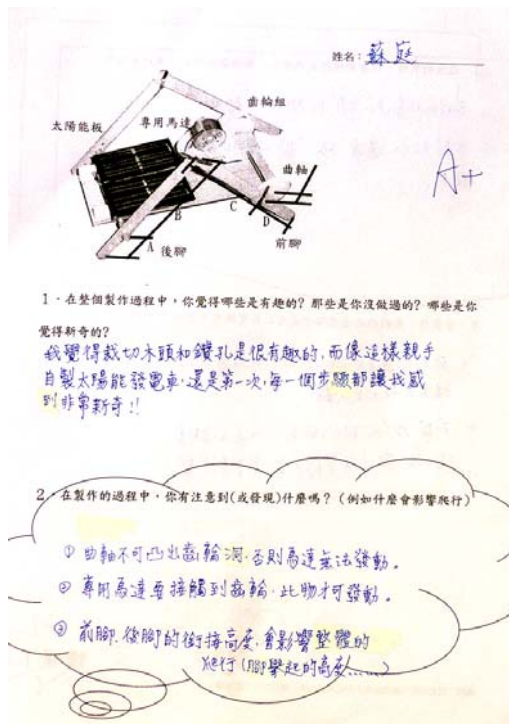


圖 13 學習單實例(第一頁)

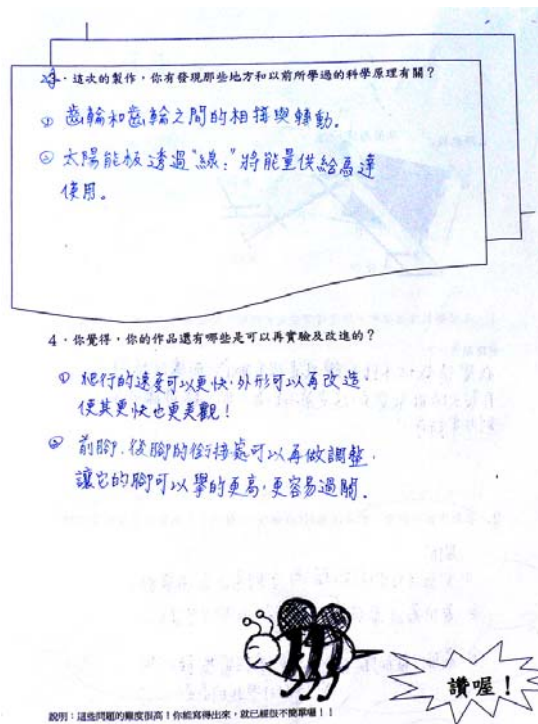


圖 14 學習單實例(第二頁)

參考文獻

台灣企業社會責任資訊中心(2008)。行政院院會通過「永續能源政策綱領」。2008/10/15 取自

http://www.csrtaiwan.org/index.php?option=com_content&task=view&id=96&Itemid=2

行政院經濟建設委員會經濟研究處(2008)。落實「永續能源政策綱領－節能減碳行動方案」型塑節能減碳的社會。2008/10/15 取自

<http://www.cepd.gov.tw/ml.aspx?sNo=0010626&key=&ex=%20&ic=&cd=>

陳正治(2006)。工博館科普推廣之範例與迴響－馬蓋先科學求生營為例。物理雙月刊，28(3)，597-603。

Eickmann, P., Kolb, A., & Kolb, D. A. (2004). Designing Learning. In R. Boland, F. Calopy (eds), *Managing as Designing: Creating a new vocabulary for management education and research*. Stanford University Press.

International Technology Education Association (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Author: Reston, VA

Jarvinen, E. M., Karsikas, A., & Hintikka, J. (2007). Children as innovators in action – A study of microcontrollers in Finnish comprehensive schools. *Journal of Technology Education*, 18(2), 37-52.

Kamis, A. & Topi, H. (2007). Network subnetting: an instance of technical problem solving in Kolb's experiential learning cycle. Paper presented in *the 40th Hawaii International Conference on System Sciences – 2007*. Retrieved September 12, 2008 from <http://csdl2.computer.org/comp/proceedings/hicss/2007/2755/00/27550196b.pdf>

Kolb, A. & Kolb, D. A. (2008). *Experiential Learning Theory: A Dynamic*,

Holistic Approach to Management Learning, Education and Development.

Department of Organizational Behavior, Case Western Reserve University.

Kolb, A., & Kolb, D. A. (2005). ***The Kolb learning style inventory 3.1.***

technical specifications. Boston, MA: Hay Resources Direct.

附錄（請參考電子全文版）

太陽能機械獸創意設計_____學習單