

變變變！變芯扇 - 運用 MST 概念發展生活科技教材

何蕙安*、邱歆湄*、周慈菁*、洪振家*、朱益賢**

*國立臺灣師範大學工業科技教育學系大學部學生

**國立臺灣師範大學工業科技教育學系副教授

壹、緣起

以往生活科技教材發展的重點都放在國中階段，為了配合九年一貫課程的施行，必需要陸續發展出適合國小學童的教材，而在小學階段的教材更應著重學科間的整合並且和學童的生活經驗相結合。因此在教材設計上運用了整合數學、科學及科技(Mathematics, Science, and Technology) 的 MST 概念來組織教材，選擇與生活經驗相關的「家用電器」為教學內容，搭配「教育部科學教育學習網」提供的網路學習平台，設計出兼顧到虛擬學習與實際製作的生活科技教材，可讓國小學童既可以學到相關的數學、科學及科技的概念，還能自由發揮創意為自己製作出獨一無二的作品「變芯扇」。

貳、學習目標

此生活科技教材係讓學生透過教育部「科學教育學習網」網路平台的學習以及「變芯扇」的實際製作，希望能夠達到以下的學習目標：

一、知識層面：

- (一) 讓國小學生對家用電器的相關知識與用電安全有多一層了解。
- (二) 從設計變芯扇的過程，學習到數學、科學與科技的原理與知識。
- (三) 從設計變芯扇的過程中，給予學生各種情境與問題，讓學生瞭解到解決問題的程序。

二、技能層面：

- (一) 透過實作的過程，訓練學生動手做的能力並熟悉各種簡單手工具的正確使用方法。
- (二) 藉由實作的過程，了解日常生活中常見材料之特性，以此培養學生運用各種材料的能力。

三、情意層面：

- (一) 在活動過程中，激發學生學習的熱情，培養學生在生活中主動發覺問題與解決問題的態度。
- (二) 提供學生創作空間，激發學生的思考與創造的能力。

參、教材發展過程

教材內容以「家用電器」的相關知識與「變芯扇」實際製作為主軸，分為兩部分呈現：第一部分是配合教育部科學教育學習網(<http://science.edu.tw/>)，將相關知識內容編製成網站中各網頁的教學腳本，再經由新算公司製作成 flash 動畫，上傳於教育部網站中供使用者學習；第二部分是將「變芯扇」的實作部分規劃成一個套件包，包含各種材料零件及說明手冊，讓小學生能運用在網路平台上的學習成果來進行實際製作。整個教材的發展過程如下圖所示：

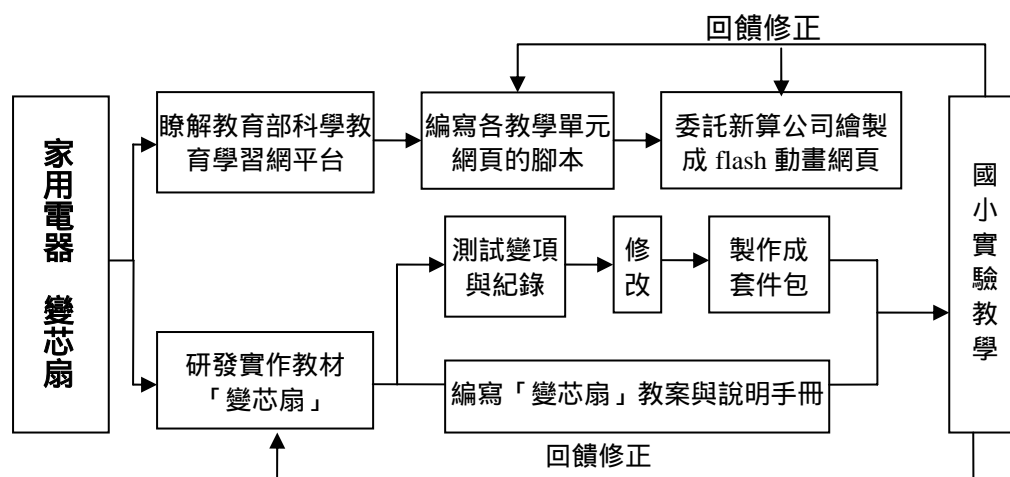


圖 1. 教材發展過程

肆、教學內容設計

一、變芯扇實作教材

針對此次「家用電器」的主題，讓學生瞭解到「電學」的概念，而且能夠測試控制與電學的有關變項，讓學生探索其中的差異，並在製作過程中融合「問題解決」的思維，來設計與創作不同的作品。可經過不斷的嘗試與測試後，設計了能夠透過扇葉的形狀、大小與數量的更換，以及電組的改變，來控制風量

的「變芯扇」，讓學生操弄各種變項而得到不同的輸出結果。此次教材發展到最後，會將變芯扇材料製作成套件包，套件包中放置了製作變芯扇所需的所有材料，並提供製作說明手冊，使教師在教學上更加方便。

變芯扇構造與各控制變項的說明如下表 1 所示：

表 1. 變芯扇各構造、功能與控制變項說明

構造	功能 / 控制變項
扇葉	學生可自行設計扇葉，並從製作中了解扇頁形狀、數量及角度等控制變項與風量大小輸出的關係。
電阻的開關	可供學生放置除了各種電阻棒 (套件包有四個電阻棒)，也可放入生活中各種可導電或不可導電的材質，除了當作開關之外，還可瞭解電阻變項與轉速的關係。
支架	由不同大小、厚度的珍珠板切割組合而成，無控制變項。
線路	線路皆埋在各個珍珠板的中間，從外觀上看不出來線路的連接，無控制變項。
馬達	規格為三伏特，無控制變項。
電池及電池座	規格為三伏特，無控制變項。

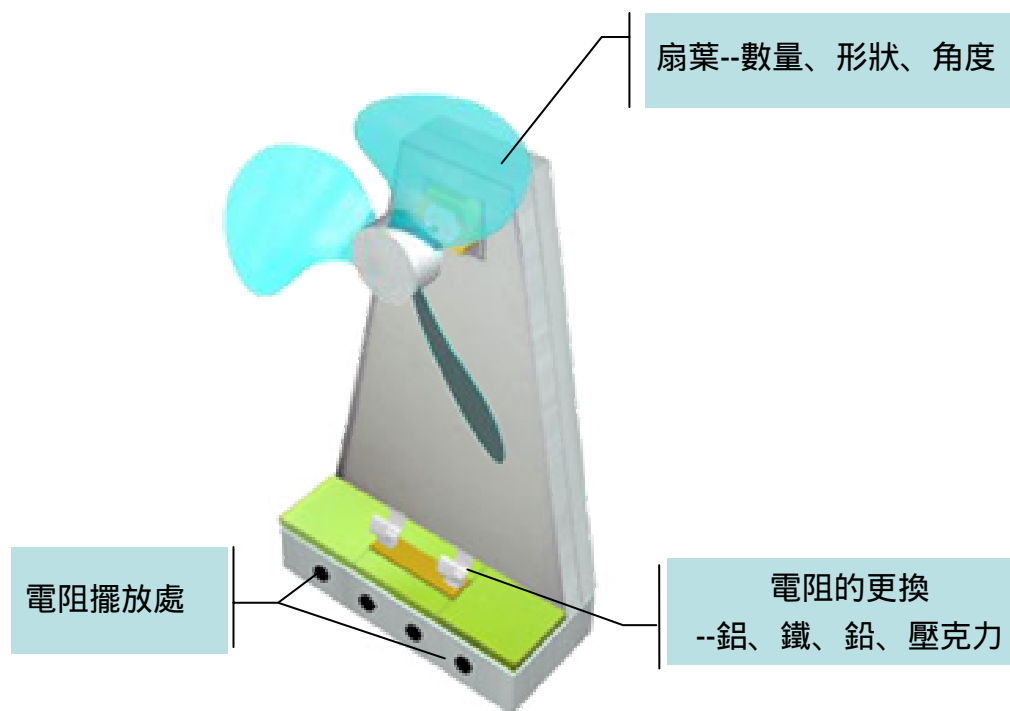


圖 2. 變芯扇正面

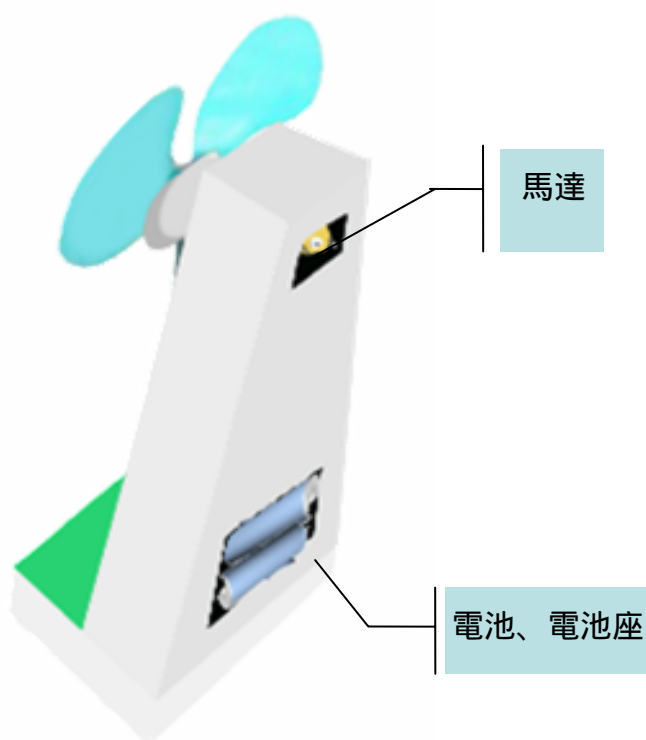


圖 3. 變芯扇背面

表 2. 變芯扇套件包內容說明

支架部份		
項目	尺寸規格	數量
珍珠板 A	長 20、寬 17、厚度 1.5 (cm)	1
珍珠板 B	長 10、寬 6、厚度 2.0 (cm)	1
珍珠板 C	長 10、寬 3、厚度 0.3 (cm)	1
扇葉部份		
項目	尺寸規格	數量
塑膠片	A4	1
齒輪		3
珍珠板 E	直徑 4 cm的圓	3
其他部分		
項目	尺寸規格	數量
鋁棒	直徑 0.5，長度 3 (cm)	1
鐵棒	直徑 0.5，長度 3 (cm)	1
石墨棒	直徑 0.5，長度 3 (cm)	1
壓克力棒	直徑 0.5，長度 3 (cm)	1
電池座	可裝 2 個 AA 電池	1
保險絲座		1
電池	1.5V，AA 電池	2
馬達	3V	1
電線		1

二、設計及製作測試儀器 - 測風器

(一) 測風器介紹：

為了測量變芯扇的風量輸出，我們嘗試了許多方法，例如用變芯扇吹軌道上的保利龍球或乒乓球、懸掛的保利龍球等，後來發現吹拂懸掛的紙板在受風後狀態穩定，且經多次實驗後數據一致，較為準確，再加以改良研發出測風器。

表 3. 測風器構造名稱與功能對照表

名 稱	功 能
定位桿	固定每個變芯扇的位置及高度，以保持測試的精準度。
測風板	依變芯扇所吹出的風力，產生不一樣的偏斜角度。
角度器	透過角度器可觀測出測風板偏斜的角度為何。
觀測窗	透過觀測窗來觀測角度器及測風板。

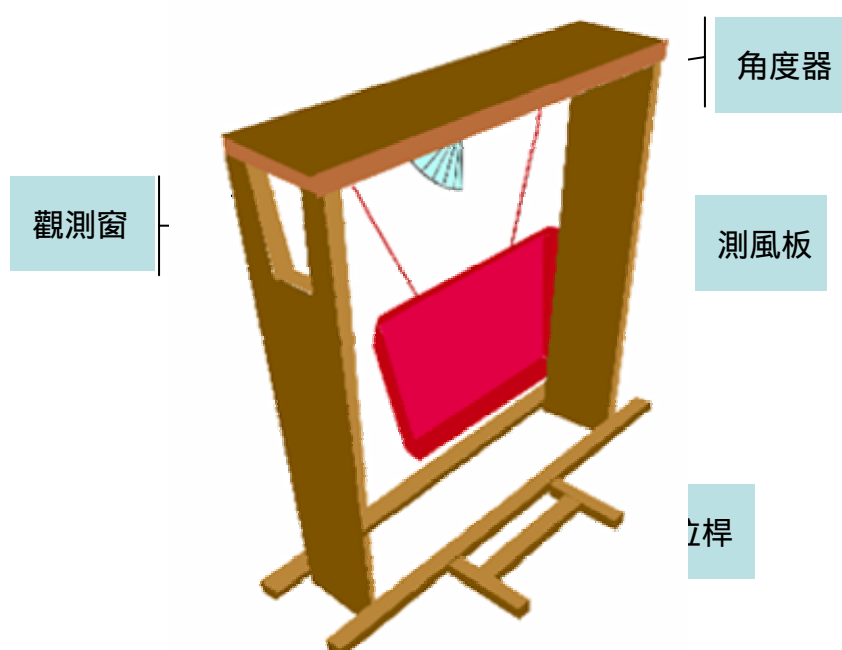


圖 4. 測風器正面

(二) 測風器使用方法：

1. 步驟一：將變芯扇放置於定位桿，開啟電扇以測量風量。
2. 步驟二：從觀測窗以水平的位置觀察測風板偏斜的角度，角度越大表示風量越大。

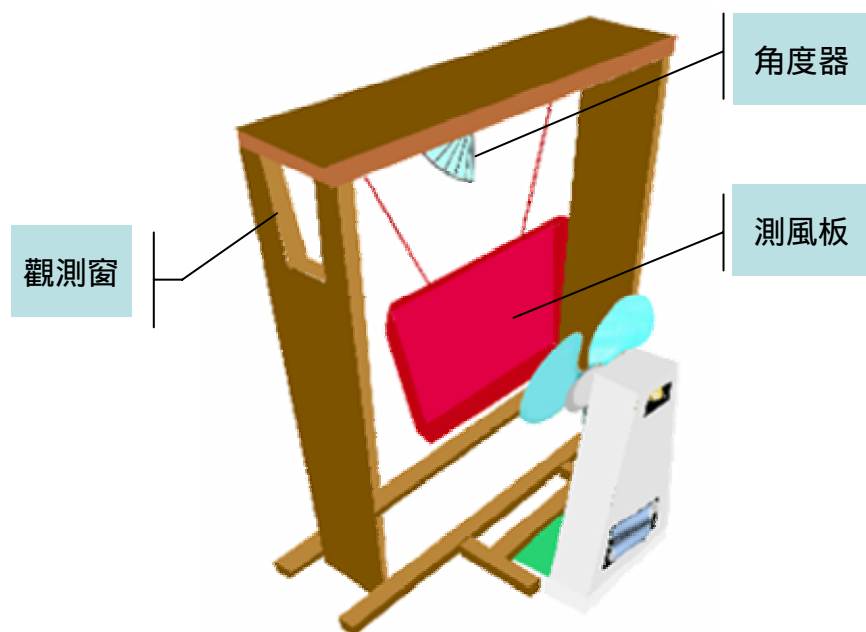


圖 5. 測風器使用示意圖

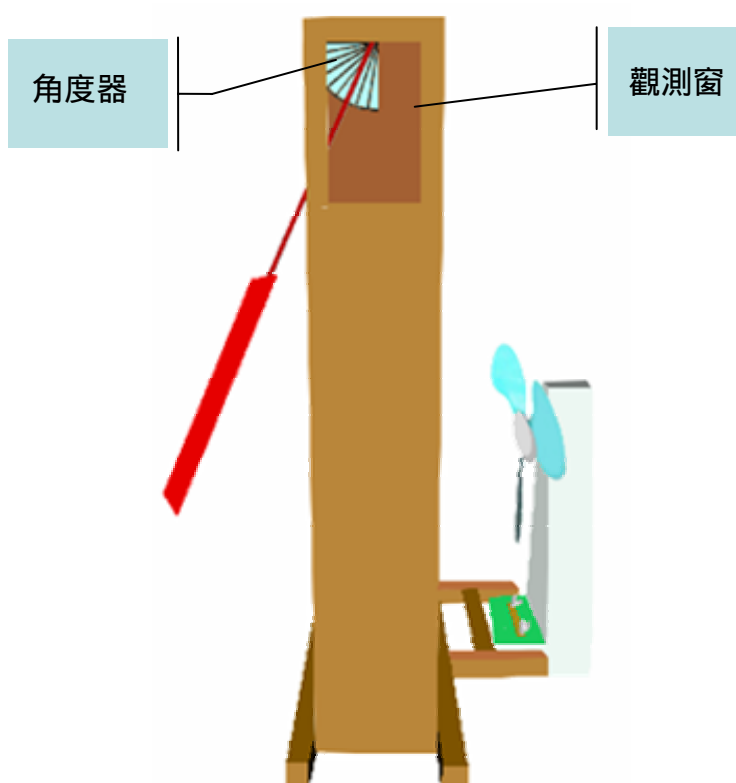


圖 6. 測風器使用示意圖（側面）

三、科學學習網網站

電力的應用與供輸電系統的建立，大大的改變了人類近百年來的生活，各種使用電力的產品也不斷的發明出來，讓我們的生活更加的便利與舒適。因此在網站中先介紹各種家用電器的分類以及運作原理，讓學生對家用電器有整體的概念，並學習到安全正確的使用家電用品。然後從各種家電用品中選擇旋轉類電器的電風扇為主題，進一步來瞭解電器運作的各種科學原理。除了瞭解原理之外還需要動手做，學生在探索電扇運轉的原理與扇葉對風量的影響後，運用工具與材料設計各種可更換的扇葉，實際製作出一台屬於自己的電風扇—變芯扇，將理論與實務結合以求得最好的風力輸出。各網頁的內容重點如下：

(一) 家用電器展覽廳：學生可以認識電熱類（烤麵包機、電鍋、熨斗）、照明類（燈泡、霓虹燈、日光燈）、磁力類（音響、電話筒、電鈴）、旋轉類（電風扇、果汁機、吹風機）等家用電器，並瞭解這些電器是如何運用電力來發揮其加熱、發光、發聲與旋轉等功用，以及它們在生活中的應用。

(二) 變芯扇製作工廠：學生可認識各種工具、機器與材料，並從 Step by step 的動畫或影片中，學習正確地的加工技巧與方法，當然也要應用各種科學原理，實際製作出一台屬於自己的電風扇—變芯扇，將理論與實務結合以求得最好的風力輸出。

(三) 教學評量：為了瞭解學生學習狀況與提升學習成效，設計有各種互動式的評量，以「高手擂台賽」為競賽式場景呈現「電扇達人」、「快問快答」、「展覽館大災難」等評量動畫，以全面性的瞭解學生在家用電器、風扇原理與製作、以及用電安全各方面的學習成果。

(四) 虛擬實驗：在「科學原理研究所」的虛擬實驗中，學生可以認識基本的電學概念與影響電扇風力的因素。透過互動式的動畫，學生可以調整各種參數，從中認識什麼是電流與電阻，以及相互影響的關係。也可透過調整扇葉的數量、扇葉角度，來觀察與測試何種狀況下有最佳的風力輸出，並將結論作為製作變芯扇的參考依據。

(五) 探索實驗：透過「電扇解剖室」將電扇徹底解體，呈現完整的動劃分解圖包含電扇的各種零件：馬達後蓋、馬達、馬達軸、後網、固定環、扇葉、扇葉帽、前網、中心柱、底盤、擺頭按鈕與外殼、電源線控制面板、按鈕、螺絲，讓學生瞭解到一件看似簡單的家用電器，是需要各種零件組合而成，進而

探索每個小零件存在的必要性與功用。

(六) 趣味實驗：透過「用電安全保健室」讓學習者從有趣的動畫中瞭解到保險絲原理、觸電發生原因、旋轉類電器與電扇安全使用、電線負載過量等概念，而能正確安全的使用家用電器，才能善用電器而不為電器所危害。

(七) 歷屆科展得獎作品：呈現國小生活與應用科學組「風與扇」及「古早的旋轉玩具」兩個得獎作品。「風與扇」提供學生學習許多風扇實際的知識，進而了解日常生活中其他與電扇的設計觀念相同的電器，如：抽風機與抽油煙機等，並進一步探討風量與不同風向之間的關係，藉此能將理論與實務結合，發現生活的樂趣。「古早的旋轉玩具」提供學生深入的觀察旋轉玩具的旋轉機制，探討圓紙盤轉動因素，並了解日常生活中螺紋的用處，還能自行發明各種簡易的玩具，從學習中發現樂趣並製造樂趣。

(八) 科學史：從愛迪生創立第一所電力公司談起，說明供輸電系統以及對人類文明造成的影響。然後介紹電扇的各種演變過程與類型，包含古典電扇、桌扇、立扇、吊扇、箱型扇、通風扇、掛壁扇、大廈型風扇與工業扇，體驗人類為了配合各種環境與需求，發揮創意而設計出的各型風扇。

伍、實驗教學

一、透過網路平台學習

經由新算科技股份有限公司，將腳本內容製作成動畫，呈現於教育部科學教育學習網中(<http://science.edu.tw/>)，學生可於實際授課前，上網熟悉教學的內容，以及測試各項變項的關係，吸收實際製作前的各種先備知識。而在實驗教學進行時徵詢學生有哪些不瞭解的地方，除了加以說明清楚外，並作為網頁修改的參考依據。

二、進行實驗教學活動

實作教材變芯扇經過了不斷的測驗與修正，大幅度簡化了變芯扇的製作步驟，並編修了活動學習單與說明手冊，使實作教材更適合國小學生，讓他們能夠可以自行安全地實作，以確保在國小實施時的可行性。在實際教學實驗時，搭配了活動學習單、說明手冊、套件包以及投影機，讓小學生在多元的教學媒體當中學習。此次教學活動在台北市某國小實施，有三十多位五年級的學生參加教學活動，藉由國小學生的實際操作，來發現教材需要改進的地方，以便將

變芯扇教材修改的更精緻更美觀，並成為一個有價值的教學套件。

陸、檢討

在經過實驗教學之後，有一些發現值得和大家分享，分述如下：

一、在主題選擇方面：選擇旋轉類的電器與小學生生活經驗結合，學生較易理解，且在生活中極為普遍，例如電風扇、吹風機、果汁機等。因此選擇較大眾化的家用電器可以讓學生更容易結合過去的經驗進行學習。最後選定「電風扇」為實作的主題，以如何控制電風扇「風量」為主軸，發展出可以更換電阻的「變芯扇」作品，可以讓學生透過簡易的線路組合，完成與家中電扇同樣功能的自製電扇，並從中學習電流電阻的原理，並藉由電阻的更換認識導電與絕緣的概念。

二、在作品測試方面：在實驗過程必須有標準的測試裝置，因應「變芯扇」的構想，必須要測試風量輸出，以「高風速導致高風量」的概念，而設計了可以測量風量輸出的「測風器」。這一個標準的測風儀器成功的讓學生真正觀察到風速的改變，有些學生更拿出生活中隨手可得的鑰匙、磁鐵、湯匙、橡皮擦、電線、鏡子等物品來進行測試，顯得興致勃勃，無形中學習到更多科學的概念。

三、在腳本撰寫方面：科學教育學習網的目的主要是透過圖片、動畫輔助文字，以較活潑生動的方式來幫助學習，因此對於變芯扇腳本的設計，格外要求課程的趣味性，希望能以有趣的動畫吸引學習者的注意，另外也要考慮由於對象是小學生，所以不能有太多的專有名詞或是較艱深的理論，特別留意如果出現了不在小學自然與生活科技領域的知識，要儘量以深入淺出方式呈現，讓枯燥的理論消失，以互動的小操作、小動畫呈現科學原理，不再光看文字憑空想像。此外，變芯扇的多段風速變化讓我們聯想到大野狼吹垮三隻小豬茅屋、木屋、磚屋的三層次，因此我們以三隻小豬與大野狼作為開場，以大野狼厲害的用「變芯扇」把全部房屋吹倒，引起小豬崇拜而帶出教導電風扇與變芯扇相關知識的森林學園，全面的以豬和狼作為主角，很能夠吸引學生的注意力。

四、在教學評量方面：多元評量分為「電扇高手」與「快問快答」。電扇高手以出現一組扇葉規格，再讓學生點選扇葉的數量與角度，以打敗電腦自行組合的扇葉。這部分需要對扇葉的角度數量關係有一定的認識，才能闖關成功。而快問快答部份，融合整體變芯扇教學的相關知識，以刺激的限時方式回答是非選擇題，看限定的時間下可以答對幾題，即使答錯了，時間會暫停並出現正確解答與

詳細的原因，讓挑戰者了解錯在哪裡，國小學生在回答時均相當投入。

五、在虛擬實驗方面：透過「科學原理研究室」、「變芯扇製作工廠」兩大單元。科學原理研究室分為電流、電阻、扇葉三大部分，以簡單的動畫讓小朋友了解相關的數學、科學原理，藉由虛擬實驗發現電阻的大小差別。而變芯扇製作工廠列出所需工具、材料，清楚的文字說明搭配圖示，讓小朋友明瞭假如在家裡可以找到哪些工具。製作流程除了文字說明外，也有實際照片與動畫，可以清楚的跟著動畫作出正確的步驟。針對小學生較沒接觸過的銼削與電線接合工作，以真人影片完整呈現，小學生表示反覆觀看影片，有達到在眼前示範的效果。

六、在探究實驗方面：透過「電扇解剖室」兩大單元，真實的解剖一台電扇，拍攝其零件，交由新算公司繪製成爆炸圖及 3D、360 度的旋轉動畫，讓小朋友對生活中最熟悉卻有不知其真面目的電扇做進一步的了解，探討電扇的奧秘，發現各零件獨特的造型與不同的功能，小學生對於一個普通電風扇要用到這麼多零件感到不可思議，也體會到即使是小零件都有它的價值。

七、在趣味實驗方面：以「用電安全保健室」作為包裝，設計了四個發生不同災難的小豬作為引導，讓豬護士來告訴學習者正確的用電安全。讓學習者了解相關用電安全的知識，不要像這些小豬一樣，因為不懂正確的觀念而進了保健室，小學生表示有些用電安全的知識他們以前都沒有注意到，以後使用電器時會更加小心。

柒、結語

設計與製作這個教生活科技教材時，看似很簡單，但如何設計出一個容易引起學生學習動機的主題、原理及製作方式，對於國小學生而言屬於難易適中的教材，卻是相當令人頭痛的一個環節。也體會到要製作一個完善的教學活動，不光只是寫好一份教案那麼簡單，其中有太多的小細節需要我們注意，包括構思一個合適的教材，到最後形成一套完整的回饋系統，並利用此回饋來修正原有的計畫，以完成一個能產生良好學習成效的教學活動設計。

而在整個發整教材過程中，最困難的地方在於如何設計實作的教材-變芯扇。在這個作品中，事實上牽涉了很多對國小學生較艱難的一些理論及製作方式，例如電流電阻的概念以及電線與電線之間的焊接，甚至是製作方面尺度的量測及切割，但在這些方面我們都做了很多的修正，像是用生活中水流的例子來解

釋電流，以淺顯的方式比喻艱深的理論。用電工膠布取代焊接等，避免事故的發生，這些都是在設計教材過程中而不斷嘗試以找出解決方法的。或許還有很多不足的地方，但這整個過程讓我們覺得收穫很多。

在現今如此蓬勃發展的網路時代，要設計出一個精美、有吸引力又快速的網頁，在技術面上已經不是太困難了。然而依舊困難的是如何以淺顯的方式、生活的例子來比喻抽象的理論，和如何激發出學生的內在學習動機，願意主動積極投注心力來學習。在實驗教學時看到了學生所表現出來的行為，體會到網路的虛擬學習與傳統的實作體驗學習各有其自獨特的優勢，唯有將「虛擬」與「實作」兩個學習環境相互配合、相輔相成，才是現今生活科技教育提升學習成效的不二法門。