

## 對磁當歌，「能」生幾何

### --- 探究聲、磁發電的可能性

#### 第一階段 研究訓練階段

##### 一、近二年學校獨立研究課程之規劃

因應十二年國教比序的競賽成績，再加上沒有學生通過數理資優鑑定，所以本校對於獨立研究，一直抱持著鼓勵學生參加的態度，並沒有實質的課程計劃以幫助學生完成獨立研究的訓練。

##### 二、學校如何提供該生獨立研究訓練

###### (一) 學校方面：

公告獨立研究比賽訊息，鼓勵學生自行尋找指導老師，進行獨立研究課題，盡力配合所有軟硬體設備，讓學生能順利完成研究。

###### (二) 指導老師方面：

###### 1、提供獨立研究相關訊息：

獨立研究是基於學生的興趣，其研究的成果需經長期的努力，並使用嚴謹的科學方法，進而產生第一手資料而成，最後將其發表在適當的大眾前。

###### 2、研究技能的學習

(1) 資料收集：探索資料來源、辨別資料真假、了解收集資料的工具與方法及資料的分類與建檔。

(2) 界定問題：能明確界定問題，才有明確的研究目的之可能。

(3) 運用研究工具：利用圖書館、攝影技術的能力及運

用電腦的技能。

- (4) 編寫研究計畫：研究題目的選擇、研究方法的運用、研究結果的表達都是重要關鍵。
- (5) 研究報告之撰寫：應能清楚的表達研究結果，是否明確的解決研究問題，達到研究目的。

國中生的獨立研究需要的並不是精密的實驗器材，也不是高深的技術，而應該是學生自身對科學探究的好奇心，及尋找問題答案時所遵循的科學方法。

研究過程中，身為指導老師，陪伴學生討論，實驗，雖然佔用很多私人時間，但看到學生在研究中的成長，及收獲成果的笑容，一切辛苦都值得了。

## 第二階段 獨立研究階段

### 一、研究動機

有報導指出，在今年的嘉義燈會上，隨著政治人物的擊鼓，投影幕上的充電指數從 23.5% 上升至 99%。在我們童年裡，電影怪獸電力公司也是利用收集人們見到怪物時的尖叫聲而發電。

YOUTUBE 上更有許多影片流傳著，磁鐵也能利用磁力的排斥性產生動力使風扇持續轉動而發電。

現代綠色科技已逐漸興起，彰化縣政府更是以成為綠能縣為目標，而聲能與磁能在綠能的定義上，也是綠色能源的一種，為何這兩種能源無法被廣泛利用呢？尤其是網路流傳的磁能發電方式，已經接近永動機的模式。

於是在本研究中，我們設計了一連串的實驗，來了解聲能與磁能發電的可能性。

### 二、擬定正式計劃、研究問題及工作進度表

#### (一) 擬定研究計劃

- 1、收集各種能量發電的相關知識，與原理。並針對聲能與磁能發電的相關訊息進行多方收集。

利用 APP 軟體「oscilloscope 示波器」測量聲音的頻率，APP 軟體「聲級計」測量聲音的響度，三用電表測量感應電流的大小。裝置如圖一：



圖一：測量儀器

左上：示波 app

右上：聲級計

右下：三用電表

- 2、 利用不同的樂器鼓及音樂，測量喇叭在不同的響度或頻率聲音下所感應出的電壓大小。
- 3、 利用廢棄電腦主機中的冷卻風扇（如圖二），與強力鉭鐵硼磁鐵，研究當磁力造成風扇轉動時，所感應出的電壓大小。



圖二：磁力發電裝置圖

- 4、 設計一架構，將強力磁鐵架起，以重力取代人力，研究以磁能換電能的裝置。

## （二） 研究問題

- 1、 利用不同的樂器鼓，測量喇叭在不同的響度的聲音下所感應出的電壓大小。
- 2、 播放音樂產生不同大小的響度及頻率，測量喇叭接收聲音後所感應出的電壓大小。
- 3、 探討聲能轉換成電能的可能性。
- 4、 如何利用磁力排斥風扇，並產生感應電流。
- 5、 如何利用磁力增強風扇轉速。

(三) 工作進度表

	第一週	第二週	第三週	第四週	第五週	第六週	第七週	第八週	第九週	第十週	第十一週	第十二週	第十三週
制定題目													
尋找資源													
文獻整理													
進行研究													
報告撰寫													

### 三、彙整相關文獻

#### (一) 台灣的發電方式與能量的轉換：

根據台電歷年來發電量與結構，106年發電量多寡依序為燃煤、燃氣、核能、再生能源、燃油、汽電共生、抽蓄水力。因此台灣的發電方式以火力發電為主。但這對空氣污染實在造成嚴重的破壞。

不管是何種發電方式，都是一連串的能量轉換，整理如下：

發電方式	能量轉換歷程
火力發電	化學能 → 熱能 → 動能 → 電能
核能發電	核能 → 熱能 → 動能 → 電能
生質能發電	化學能 → 熱能 → 動能 → 電能
水力發電	位能 → 動能 → 電能
風力發電	動能 → 電能
太陽能發電	光能 → 電能

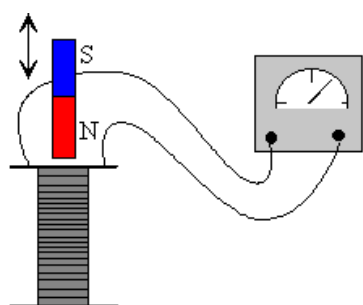
#### (二) 綠色能源：

所謂綠色能源分別指再生能源（狹義）及節能與提升能源效率的技術（廣義）。再生能源指的是自然界中藉由生態循環取得再利用且源源不絕之能源，如水能、生物能、太陽能、風能、地熱能和海洋能。而廣義的綠色能源則包括在能源的生產、及其消費過程中，選用對生態環境低污染或無污染的能源。

聲音與磁也是一種能量，且符合廣義的綠色能源定義，故理論上聲能與磁能應也能經由轉換而成為電能，而我們便朝著這理論進行研究。

### (三) 電磁感應原理：

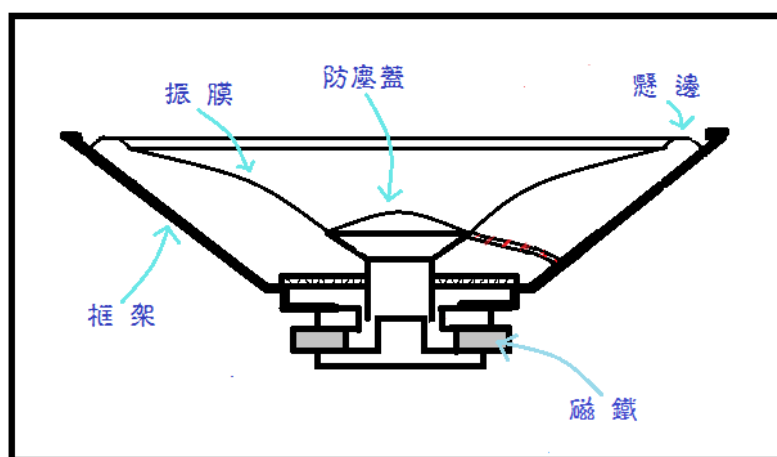
法拉第 (Michael Faraday) 發明了第一台發電機，提出了電磁感應原理，說明可以利用閉合迴路在感應到磁場變化時而產生感應電動勢，促使電子流動，進而產生感應電流。示意圖如下，當封閉迴路感應到磁場變化時，即會產生感應電流。



圖三：電磁感應原理示意圖

### (三) 喇叭的構造與發聲原理：

喇叭主要由線圈、錐形盆和一塊永久磁鐵組成，並用一個中空圓筒連接線圈和錐形盆，中空圓筒會固定在永久磁鐵上（如圖四所示）。



圖四：手繪喇叭構造示意圖

當輸入不同頻率的電流訊號時，中空圓筒會沿著磁鐵的兩極移動，帶動線圈，出現線圈和磁鐵的相吸和相斥，使得線圈、中空圓筒與錐形盆產生震動，並帶動氣流產生聲音。

#### (四) 聲音發電的可能性：

怪獸電力公司是靠著人類小孩尖叫產生的能量發電，發電過程不會產生核廢料或者空氣污染。由此，我們知道聲音發電是一種極為環保的發電方式。此方式必須將聲能轉換成電能，而聲音就是空氣的震動。以目前已知的科技來看，最有可能的就是利用“壓電材料”，一種能將動能轉換成電能的特殊材料。利用奈米級壓電材料，可以製作出靠聲音發電的裝置。

有論文主要研究聲電機構裝置，探討薄膜線圈作動方式與磁鐵間的感應電動勢之變化。此發電裝置乃是應用電磁感應原理，從原理分析磁鐵的磁力分佈以便探討機構設計。

一般生活環境中，聲源來自四面八方，既非穩定又是多頻的聲音，造成聲能功率密度較低，所以很難被蒐集和利用，因此，聲音發電目前為一種較不可行的發電方式。

#### (五) 磁能發電的可能性

馬達是通電於線圈（如圖五）中，產生電流磁效應，再與風扇上的永久磁鐵相斥而產生轉動。反之若先讓風扇轉動，我們也會發現到，動能可經由馬達構造，轉換成電能輸出，這便是風力發電的原理。



圖五：風扇內的線圈

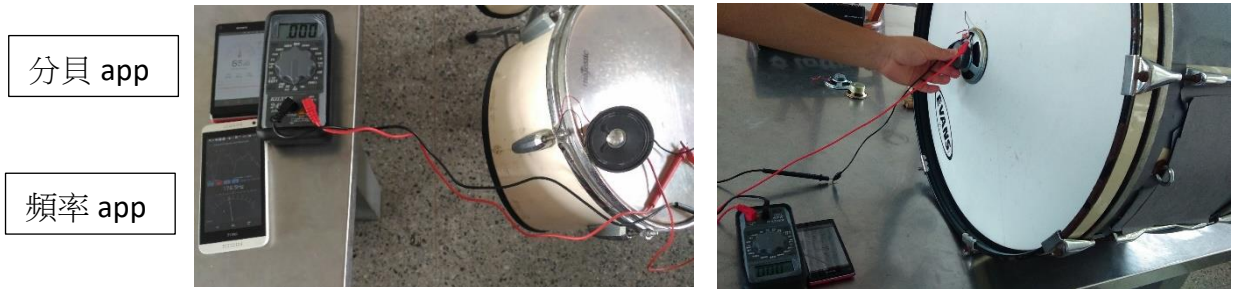
在我們的研究中，我們以磁力（同性相斥的排斥力）代替風力，理論上，磁力的排斥，可以推動風扇，也就是磁力對風扇作功，讓它不停地轉動並且產生電能。這些看似有道理的科學根據，還需要靠實驗來證實。



#### 四、資料分析：

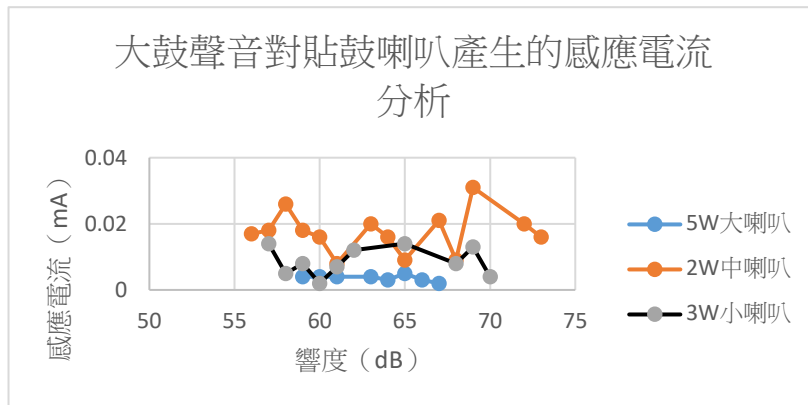
(一) 探討不同響度的聲音對一般喇叭產生感應電壓的影響：

利用不同頻率的鼓面，產生不同響度的聲音，測量感應電壓，裝置如圖六，並將所測得數據分析後，整理如圖七、八：

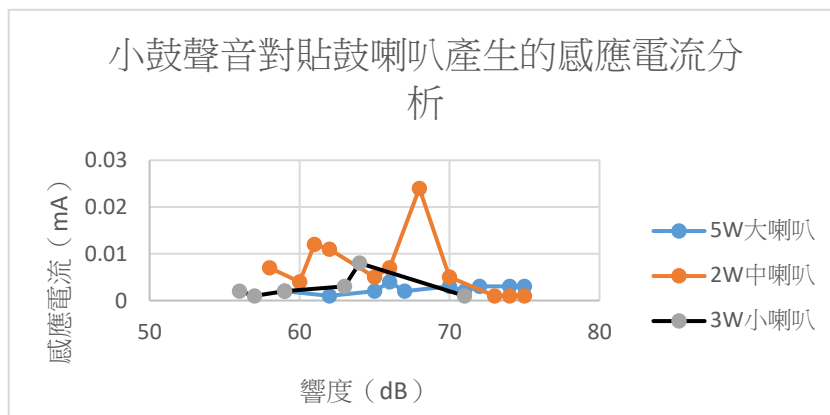


圖六：利用不同頻率的鼓實驗裝置圖

1、 情況一 ---- 將喇叭振膜面與鼓面相貼：



圖七：喇叭貼大鼓面所產生的感應電流分析



圖八：喇叭貼小鼓面所產生的感應電流分析

### 【小組討論】

由數據分析所繪製的關係圖，我們發現標示功率低的喇叭，在能夠產生的感應電流較大。我們認為這是因為原來發音功率小的喇叭，當反向操作時，功率變大。

#### 2、 情況二 ----- 將喇叭放在鼓邊：

藉由空氣傳遞聲音時，振動薄膜無法感應，接收到空氣的振動，因此所測得的感應電流均為零。因此，我們認為彈性薄膜的靈敏度可能是聲音發電的關鍵。

(二) 利用電腦播放音樂產生不同大小的響度及頻率，測量喇叭接收聲音後所感應出的電壓大小：

由電腦播放各種單音，或音樂，並以擴音器放大響度，不論何種喇叭，何種頻率，喇叭與擴音器的距離為何，皆無法產生感應電流（如圖九 ~ 圖十二）。



圖九：電腦模擬鋼琴聲



圖十：電腦模擬敲擊聲



圖十一：電腦播放音樂聲



圖十二：電腦播放演奏聲

### 【小組討論】

由這項研究可知，聲音藉由空氣將能量傳給喇叭彈性膜的效率極低，無法產生感應電流。

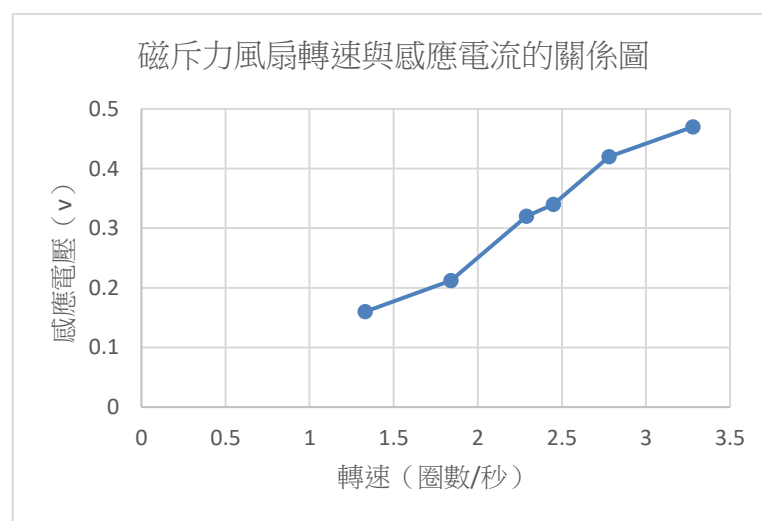
(三) 探討磁力推動風扇後，轉動風扇所產生的感應電壓：

- 1、將風扇各葉上固定住磁鐵，同極向上，將電源線接上三用電表。
- 2、利用強力磁鐵對各扇葉的排斥力，推動風扇，測量所產生的感應電流大小。(如圖十三)
- 3、利用錄影及慢速播放，記錄風扇的平均轉速(圈/秒)，及風扇馬達所感應而生的最大電壓。



圖十二：磁力發電實驗裝置圖(旋轉錄影中截取畫面)

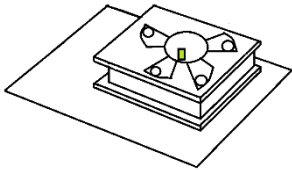
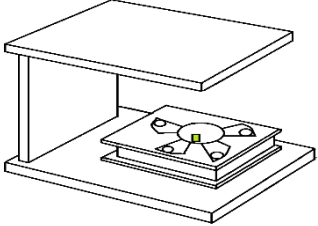
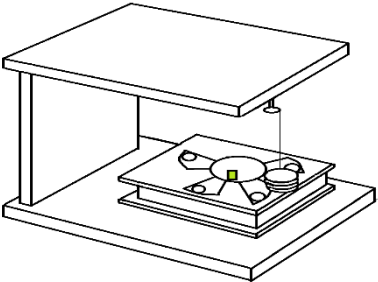
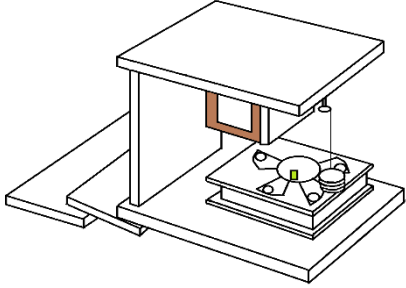
4、數據分析：



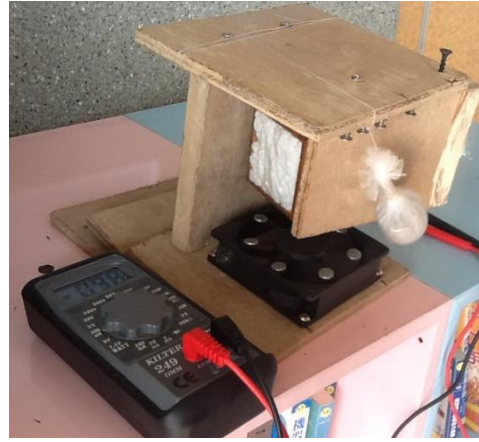
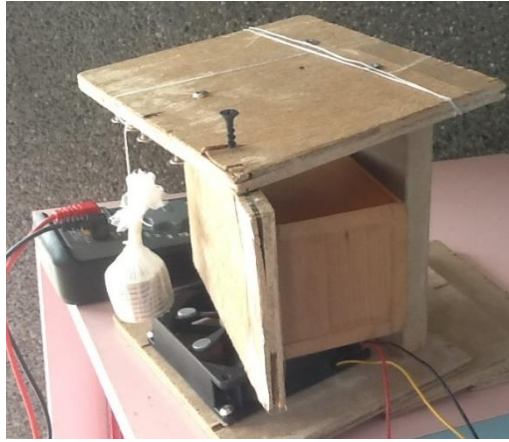
**【小組討論】**

藉由磁斥力，能夠轉動風扇，且由實驗數據可知，轉速愈快，電磁感應的電壓愈大。若我們能加快轉速，定能產生更大的電能。

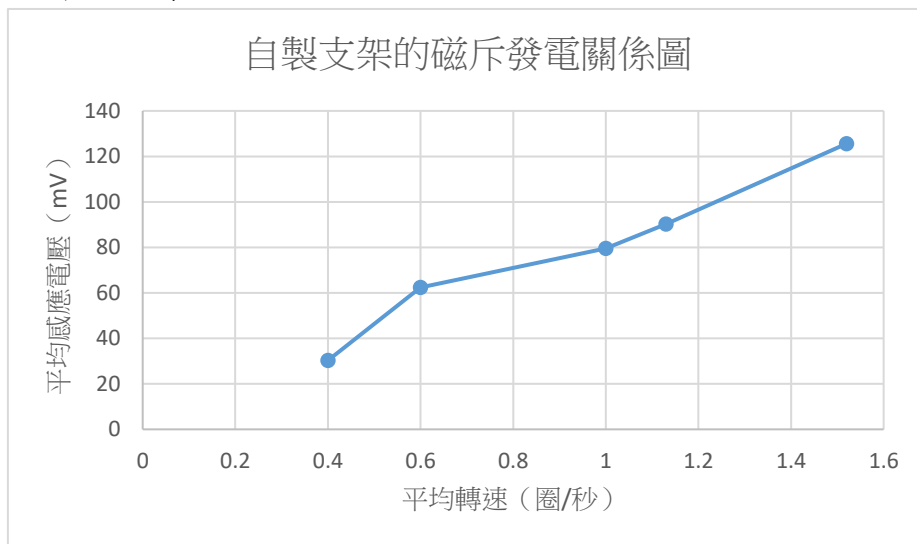
(四) 設計使風扇受磁斥力轉動的裝置，達到持續發電的可能性  
為達成能量轉換的目的，我們設計了一個裝置，設計流程如下：

<p>步驟一： 將每片扇葉上都貼上同極強磁，並固定在木板上。</p>	<p>步驟二： 設計支架裝置，以利於固定強力磁鐵的位置。</p>
	
<p>圖十三：手繪裝置圖一</p>	<p>圖十四：手繪裝置圖二</p>
<p>步驟三： 鎖上螺絲釘，懸掛強力磁鐵。 (此時懸吊強磁在擺動過程中會受風扇中心場磁鐵的吸引)</p>	<p>步驟四： 裝上木板，限制懸吊強磁的擺動路徑。(減弱場磁鐵的影響)</p>
	
<p>圖十五：手繪裝置圖三</p>	<p>圖十六：手繪裝置圖四</p>

當將風扇與磁鐵組裝起來，藉由位能→動能→磁能→電能的方式，達到發電的目的。裝置如圖十七、十八：



圖十七：使磁鐵能在有效的路徑上 圖十八：裝置測試中  
研究數據整理如下：



## 五、研究結果：

- (一) 聲音的響度決定於振動時能量的大小，理論上振動能量愈大，所感應出的電壓應愈大。但本研究發現當喇叭彈性膜接收到聲能時，不足以感應而發電，只有在直接接收鼓面動能時，能感應出微弱的電動勢。
- (二) 因此，我們認為聲能轉換成電能的效率太低，只靠喇叭彈性膜造成線圈在磁場中的變化，很難達到如燈會上快速充電的效果。

- (三) 雖然聲音發電距離提供日常生活用電仍遙不可及，但透過本次研究、分析數據後，我們發現標示功率低的喇叭，能夠產生的感應電流較大。若真要以聲來發電，反向操作時使用功率低的喇叭為較適當的選擇。
- (四) 藉由磁鐵的排斥力，確實能夠轉動風扇，且由實驗數據可知，轉速愈快，電磁感應的電壓愈大。本研究中，利用磁斥力達到的最大電壓為 0.5V，比聲音發電的效果好。
- (五) 由此次研究，可知，網路所流傳的磁鐵發電影片根本不如影片般神奇，轉速可以那麼快，電壓還足夠使白熱燈泡發光。

#### 六、評鑑與檢討：

- (一) 在這次研究中，我們學習到了電磁感應發電原理，也嘗試到做中學的樂趣，更因為對報告的完美呈現，也學到了 excel 的資料分析及電腦繪圖的技能，這次研究對我們而言，是一次獨一無二的體驗。
- (二) 原本以為聲音是一種方便蒐集、利用的能源，且在日常生活中容易取得。進行實驗的過程中，我們發現不論聲音的音量多大，只要傳聲介質是空氣，都無法測得感應電流。因此我們對聲音發電產生了質疑。
- (三) 我們在蒐集有關聲音發電的資料時發現曾經有研究利用氧化鋅製成奈米線，感應某機械力後會產生電流，雖然不是以喇叭振膜來接收音波，但報導中指出「因為它非常敏感，所以連音波的振動都足以發電」。所以我們聯想到「更換振膜材質」，希望能提高振膜敏感程度，或許能讓我們蒐集到數據並分析。
- (四) 在這次研究中，雖然我們無法利用聲音來完成發電，但已然明白科學不能只是看表面，不能光聽報導，科學必須經由科

學方法不斷驗證，才能找到適合人類科技的應用。我們學會在讚嘆「科技噱頭」的同時，要去驗證其可能性。

- (五) 在研究中，我們曾討論目前台灣的綠色能源除了風力、太陽能，或許可以利用聲能（但效率太低），磁能（本研究中效果較好）來協助我們達到此目的。
- (六) 本研究中，我們已達到了近程目標，如何使自製裝置中的風扇因磁斥作用，而轉速加快，是本研究仍需再努力的遠程目標。
- (七) 在研究過程中，我們學習到如何一次次面對研究中遇到的問題，再解決問題。雖然挫折會打擊我們的信心，但也教會我們該更謹慎地面對問題，並了解科學真理就是從一次次錯誤中求得。

## 七、參考資料

### (一) 參考書目

1、姚珩（2017）。自然與生活科技（六）第2章 電與磁  
（p51~p66）。翰林出版社

2、張文亮（1999）。法拉第的故事。文經社

### (二) 網頁資料：

1、獨立研究的意義和重要性

<http://www2.sysh.tc.edu.tw/wwwk/course/mat/i-research/ME/ME03.pdf>

2、聯合新聞網 彰化縣府首創經濟暨綠能發展處積極推動綠能  
（2018） <https://udn.com/news/story/7325/3390323>

3、喇叭的構造與發聲的原理

<https://www.youtube.com/watch?v=q982JTyvRxY>

4、怪獸電力公司需要多少尖叫的小孩才能供應一座城市的用電  
（2013） <https://www.guokr.com/article/437245/?page=2>

5、鋼琴聲 <https://virtualpiano.net/>

6、電子鼓聲

<http://www.interdidactica.com/jugar.php?lan=zh&game=mg020>

7、吳朝貴（2013）永久磁鐵發電機：被打壓的替代能源或是熱門  
網路騙局？ <https://pansci.asia/archives/38826>

8、王淑卿（2011） 新能源--綠色能源 高瞻自然科學教學資源平台  
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31580>