

# 中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 物理科

030106

低頻電磁波對生物的影響

學校名稱：高雄縣立林園中學(附設國中)

作者：  國一 高偉倫  國一 李軍佑  國一 李佳庠  國一 林奕璋	指導老師：  張添評  曾和益
---	-----------------------------

關鍵詞：電磁波、磁場、高斯

## 摘要

探討家電用品所產生的低頻電磁波是否對人體造成威脅，經過觀念的澄清後從四個方向來討論。**1.將綠豆放置在不同電器用品旁**；**2.將綠豆放在同一種家電用品旁但是改變家電用品的數量**；**3.將綠豆放在家電用品旁，但是改變他們之間的距離。以觀察綠豆的發芽及生長情形**。**4.利用自製的防磁材料，看能不能有效隔離磁場**。實驗結果發現磁場越強，綠豆的生長越不盡理想。但是在某個磁場臨界點以下，綠豆的生長將不受影響。自製的防磁材料以**烤肉用鋁箔紙、鐵絲籠效果最佳**，其中鐵絲籠網目越小，防磁效果越佳。

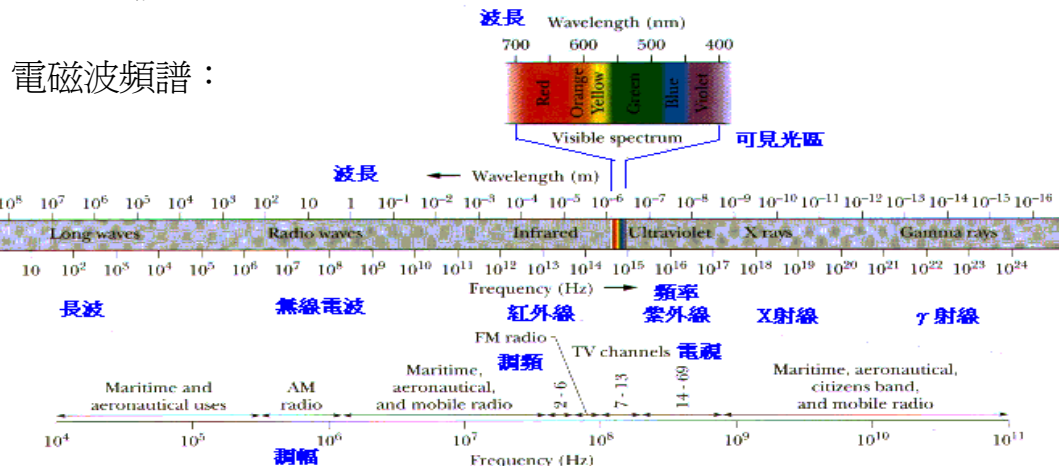
## 壹、 研究動機

在課堂上課時，老師提及到平時用的電器用品尤其是有馬達的，在運轉中會釋放出電磁波，而我們在電視、報紙也時有所聞電磁波會影響生理。我們不禁好奇，到底電磁波的影響是到什麼程度，再者是所有的電磁輻射都會對人體造成危害嗎？從這兩個方向引起了我們對電磁波的探討

## 貳、 研究目的

根據我們蒐集資料的結果，發現我們對電磁波的認知跟實際上有很大的落差，一般廣義來說電磁波是指頻譜上所有的一切都算是電磁波，舉凡無線電波、微波、紅外光、可見光、紫外光、X射線和伽瑪射線等都是。跟我們生活息息相關的電磁波可分為高頻電磁波和低頻電磁波；高頻電磁波如手機、基地台、無線網路等會釋放出高頻電磁波其單位為 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ；低頻電磁波如一般家電像印表機、影印機、電腦、電風扇等會釋放出低頻電磁波其單位為 $\text{mG}$ 。其實像一般家電釋放出來的低頻電磁波，嚴謹來說他其實只是因為電器運轉而釋放出電場跟磁場，並沒有發射的動作釋放出電磁波，所以我們實驗的重點在於檢測家電產品釋放出來的低頻磁場是否危害生物體。

透過常被我們拿來種植觀察的綠豆，將他種植在日常家電用品釋放出的低頻磁場旁，看看它們的組合會造成什麼樣的影響，會跟一般在種植時發生怎麼不一樣的情況。選用的電磁波頻率以低頻為主；進一步也用一些方法企圖隔絕低頻電磁波，希望藉此讓我們能對它有深一層的了解，如此也可以安心生活囉！！



## 參、 研究設備及器材

1. 電磁測量儀 1 台 (型號 EMF-823, 最大測量值: 20000 毫高斯)
2. 培養盆 10 個 (15 x 25 cm)
3. 棉花 1 包
4. 綠豆 1 包
5. 溫度計 1 支
6. 電風扇 3 臺
7. 強力磁鐵 30 顆
8. 電腦 3 台
9. 烤肉用鋁箔 1 捲
10. 鐵籠 (網目 4cm 及 1cm)
11. 游標尺 1 支

## 肆、 研究過程或方法

研究一：將棉花鋪於培養盆，每盆各擺入 50 顆綠豆，置於溫度、日照、通風一致的環境中，每天給予適量的水，觀察其萌芽及成長的情形，連續一個禮拜記錄其萌芽率及成長情形，前四天記錄萌芽率，第五天開始記錄莖長，共分為四組觀察比對：

### (一)、實驗組 1

將家用電風扇扇葉及外殼拆除，並將綠豆置於電風扇後方馬達兩旁，距離馬達 5 公分處。

### 實驗組 2

將家用電腦外殼拆除，並將綠豆置於電源兩旁，距離電源 5 公分處。

### 實驗組 3

將綠豆置於 30 顆強力磁鐵旁，距離 5 公分處。

### 對照組

將培養盆置於無明顯低頻磁場(大約 0.3~0.4 毫高斯)的地方，以作為對照。

研究二：將棉花鋪於培養盆，每盆各擺入 50 顆綠豆，置於溫度、日照、通風一致的環境中，每天給予適量的水，觀察其萌芽及成長的情形，連續一個禮拜記錄其萌芽率及成長情形，前四天記錄萌芽率，第五天開始記錄莖長，共分為四組觀察比對：

### (一)、實驗組 1

將家用電風扇扇葉及外殼拆除，並將綠豆置於電風扇後方馬達兩旁，距離馬達 5 公分處。

### 實驗組2

同實驗組1，但電風扇增為兩台

### 實驗組3

同實驗組1，但電風扇增為三台

### 對照組

將培養盆置於無明顯低頻磁場(大約 0.3~0.4 毫高斯)的地方，以作為對照。

研究三：將棉花鋪於培養盆，每盆各擺入 50 顆綠豆，置於溫度、日照、通風一致的環境中，每天給予適量的水，觀察其萌芽及成長的情形，連續一個禮拜記錄其萌芽率及成長情形，前四天記錄萌芽率，第五天開始記錄莖長，共分為四組觀察比對：

#### (一)、實驗組 1

將家用電風扇扇葉及外殼拆除，並將綠豆置於電風扇後方馬達兩旁，距離馬達 5 公分處。

#### 實驗組2

同實驗組1，距離馬達10 公分處。

#### 實驗組3

同實驗組1，距離馬達 15 公分處。

#### 對照組

將培養盆置於無明顯低頻磁場(大約 0.3~0.4 毫高斯)的地方，以作為對照。

研究四：現在市面上有很多宣稱可以阻隔或降低電磁波強度的產品，大多沒有明確指出是針對高頻電磁波，還是針對低頻電場或磁場。我們以低頻磁場為目標，設計導磁材料，讓磁場減小。將所選材料置於電風扇和測量儀之間，再分別檢測其磁場大小，此時儀器與待測物距離約 10 公分。

#### (一)選取材料：1.廢電池

2. 烤肉用鋁箔紙
3. 鐵絲籠(網目邊長約4cm與1cm各一個)
- 4.廢電腦機殼側板上貼強力磁鐵
5. 市售Magnic Shield 磁場防護貼板
- 6.廢光碟片上貼強力磁鐵

## 伍、研究結果

研究一： 實驗組1(置於電風扇旁) 磁場強度：160mG 萌芽率(x/50)：

	電風扇旁	溫度(攝氏)
Day1	15/50	23
Day2	20/50	24
Day3	30/50	24
Day4	37/50	24.5

平均莖長(cm)：

	電風扇旁	溫度(攝氏)
Day5	2.18	24
Day6	2.56	23
Day7	3.23	24

研究一： 實驗組2(置於電腦旁) 磁場強度：210mG 萌芽率(x/50)：

	電腦旁	溫度(攝氏)
Day1	12/50	23
Day2	20/50	24
Day3	25/50	24
Day4	30/50	24.5

平均莖長(cm)：

	電腦旁	溫度(攝氏)
Day5	2.06	24
Day6	2.34	23
Day7	3.03	24

研究一： 實驗組3(置於強力磁鐵旁) 70mG 萌芽率(x/50)：

	強力磁鐵	溫度 (攝氏)
Day1	17/50	23
Day2	25/50	24
Day3	30/50	24
Day4	40/50	24.5

平均莖長(cm)：

	強力磁鐵旁	溫度 (攝氏)
Day5	2.23	24
Day6	2.88	23
Day7	3.69	24

研究一： 對照組(置於無電磁輻射處) 磁場強度：0.3mG 萌芽率(x/50)：

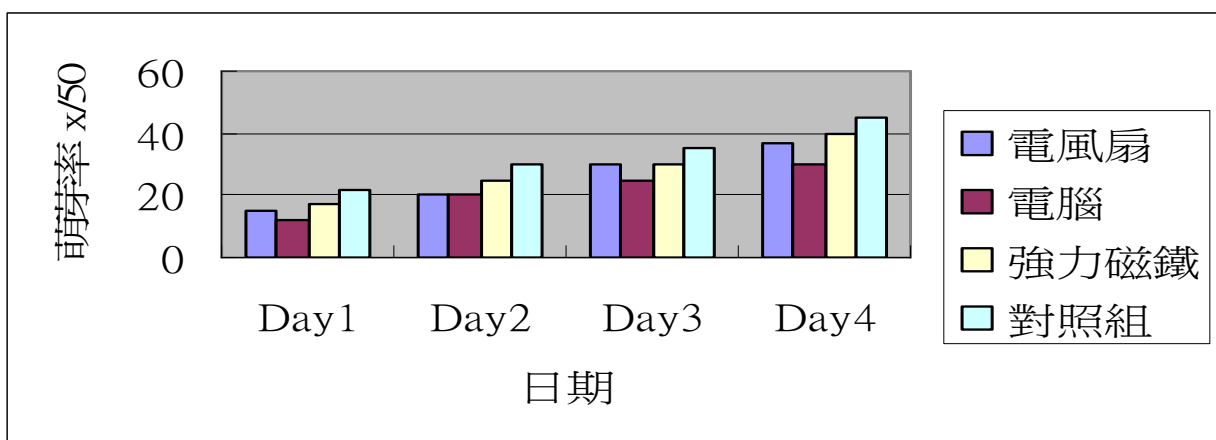
	無電磁輻射處	溫度 (攝氏)
Day1	22/50	23
Day2	30/50	24
Day3	35/50	24
Day4	45/50	24.5

平均莖長(cm)：

	無電磁輻射處	溫度 (攝氏)
Day5	2.26	24
Day6	2.86	23
Day7	3.78	24

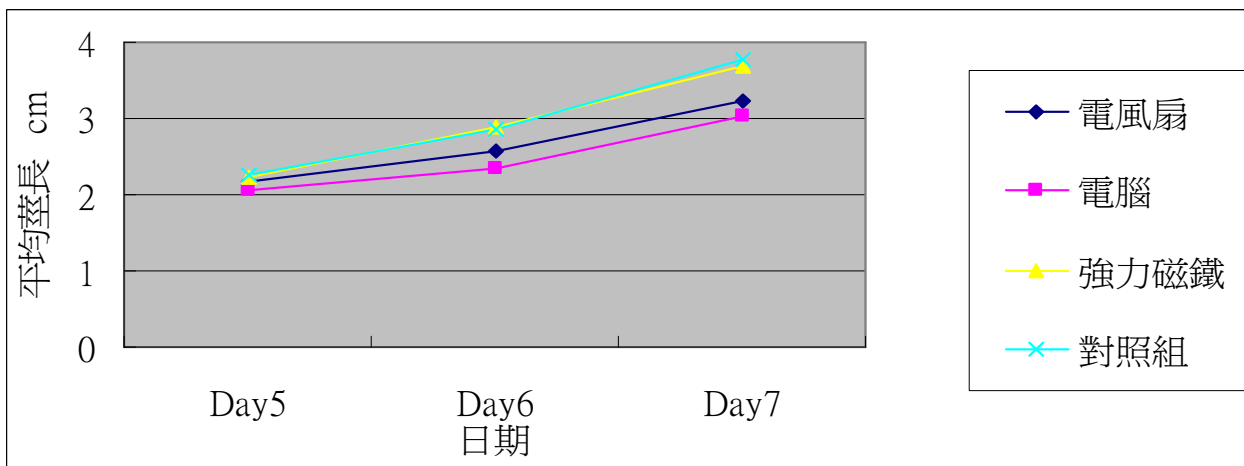
研究一：各組對照 萌芽率(x/50)：

	1 電風扇	2 電腦	3 強力磁鐵	4.對照組	溫度 (攝氏)
Day1	15/50	12/50	17/50	22/50	23
Day2	20/50	20/50	25/50	30/50	24
Day3	30/50	25/50	30/50	35/50	24
Day4	37/50	30/50	40/50	45/50	24.5



平均莖長(cm)：

	1 電風扇	2 電腦	3 強力磁鐵	4.對照組	溫度 (攝氏)
Day5	2.18	2.06	2.23	2.26	24
Day6	2.56	2.34	2.88	2.86	23
Day7	3.23	3.03	3.69	3.78	24



研究二： 實驗組1(置於一台電風扇旁) 磁場強度：160mG

萌芽率(x/50)：

	一台電風扇旁	溫度 (攝氏)
Day1	13/50	21
Day2	20/50	21
Day3	27/50	21
Day4	38/50	19

平均莖長(cm)：

	一台電風扇旁	溫度 (攝氏)
Day5	2.17	19
Day6	2.55	22.5
Day7	3.23	21.5

研究二： 實驗組2(置於兩台電風扇旁) 磁場強度：300mG

萌芽率(x/50)：

	二台電風扇旁	溫度 (攝氏)
Day1	15/50	21
Day2	17/50	21
Day3	20/50	21
Day4	27/50	19

平均莖長(cm)：

	二台電風扇旁	溫度 (攝氏)
Day5	2.22	19
Day6	2.34	22.5
Day7	2.89	21.5



研究二： 實驗組3(置於三台電風扇旁) 磁場強度：400mG 萌芽率(x/50)：

	三台電風扇旁	溫度 (攝氏)
Day1	13/50	21
Day2	16/50	21
Day3	19/50	21
Day4	20/50	19

平均莖長(cm)：

	三台電風扇旁	溫度 (攝氏)
Day5	2.11	19
Day6	2.15	22.5
Day7	2.33	21.5

研究二： 對照組(置於無電磁輻射處) 磁場強度：0.3mG 萌芽率(x/50)：

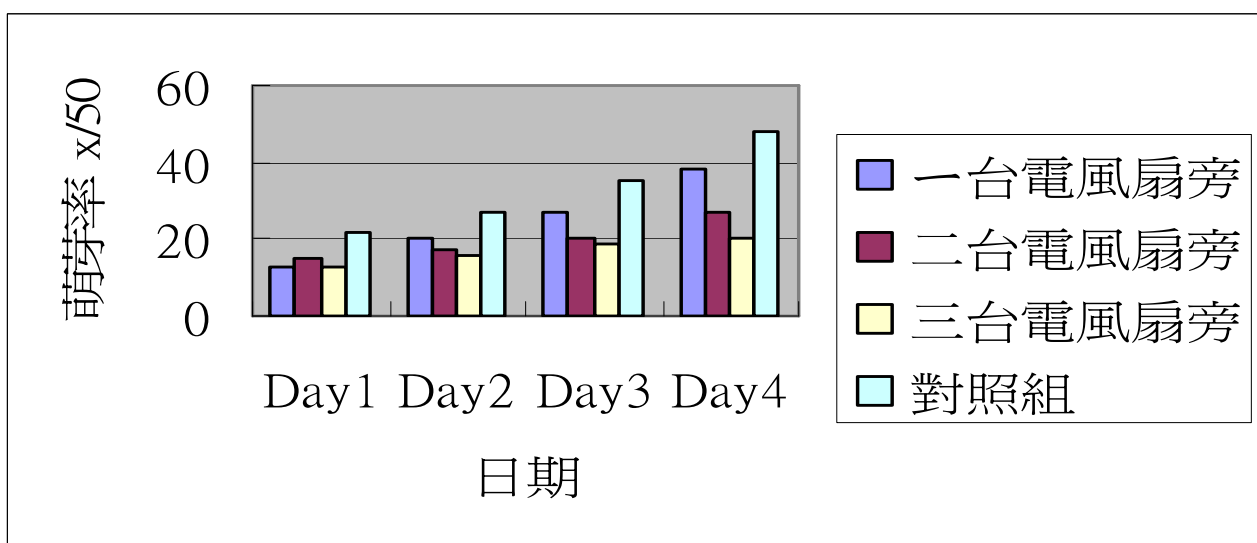
	無電磁輻射處	溫度 (攝氏)
Day1	22/50	21
Day2	27/50	21
Day3	35/50	21
Day4	48/50	19

平均莖長(cm)：

	無電磁輻射處	溫度 (攝氏)
Day5	2.25	19
Day6	2.83	22.5
Day7	3.75	21.5

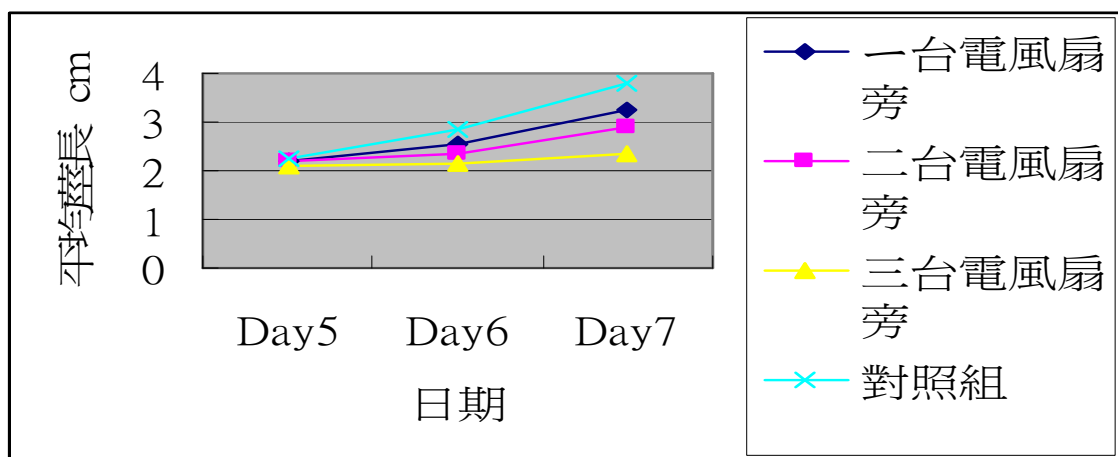
研究二：各組對照 萌芽率(x/50)：

	1 一台電風扇旁	2 二台電風扇旁	3 三台電風扇旁	4 對照組	溫度 (攝氏)
Day1	13/50	15/50	13/50	22/50	21
Day2	20/50	17/50	16/50	27/50	21
Day3	27/50	20/50	19/50	35/50	21
Day4	38/50	27/50	20/50	48/50	19



平均莖長(cm)：

	1 一台電風扇旁	2 二台電風扇旁	3 三台電風扇旁	4 對照組	溫度 (攝氏)
Day5	2.17	2.22	2.11	2.25	19
Day6	2.55	2.34	2.15	2.83	22.5
Day7	3.23	2.89	2.33	3.75	21.5



研究三： 實驗組1(電風扇旁5公分)

磁場強度：160mG

萌芽率(x/50)：

	電風扇旁5公分	溫度 (攝氏)
Day1	18/50	22.5
Day2	20/50	23
Day3	30/50	23.5
Day4	40/50	24

平均莖長(cm)：

	電風扇旁5公分	溫度 (攝氏)
Day5	2.19	23
Day6	2.52	23
Day7	3.26	22

研究三： 實驗組2(電風扇旁10公分)

磁場強度：53mG

萌芽率(x/50)：

	電風扇旁10公分	溫度 (攝氏)
Day1	19/50	22.5
Day2	25/50	23
Day3	30/50	23.5
Day4	45/50	24

平均莖長(cm)：

	電風扇旁10公分	溫度 (攝氏)
Day5	2.20	23
Day6	2.66	23
Day7	3.96	22

研究三： 實驗組3(電風扇旁15公分) 磁場強度：13mG 萌芽率(x/50)：

	電風扇旁15公分	溫度 (攝氏)
Day1	25/50	22..5
Day2	29/50	23
Day3	38/50	23.5
Day4	47/50	24

平均莖長(cm)：

	電風扇旁15公分	溫度 (攝氏)
Day5	2.33	23
Day6	2.81	23
Day7	3.66	22

研究三： 對照組(置於無電磁輻射處) 磁場強度：0.3mG 萌芽率(x/50)：

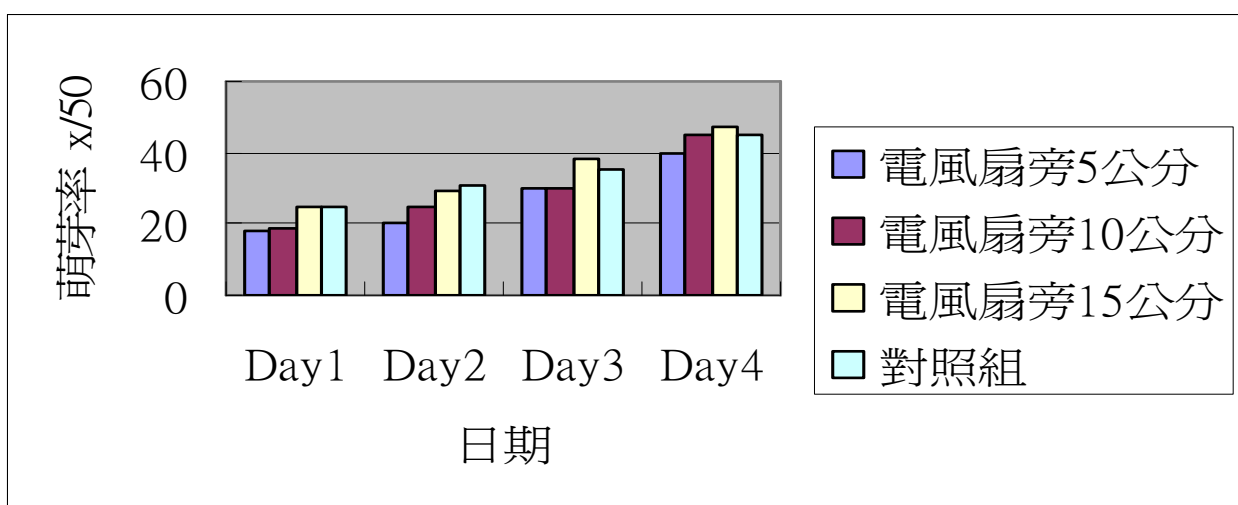
	無電磁輻射處	溫度 (攝氏)
Day1	25/50	22..5
Day2	31/50	23
Day3	35/50	23.5
Day4	45/50	24

平均莖長(cm)：

	無電磁輻射處	溫度 (攝氏)
Day5	2.21	23
Day6	2.89	23
Day7	3.80	22

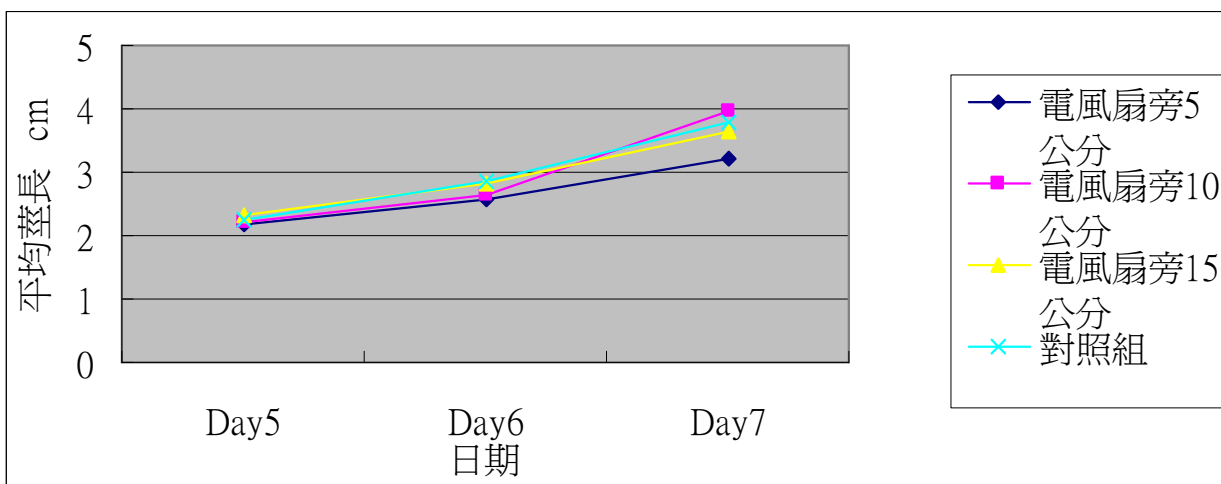
研究三：各組對照 萌芽率(x/50)：

	1電風扇旁5公分	2電風扇旁10公分	3 電風扇旁 15 公分	4.對照組	溫度 (攝氏)
Day1	18/50	19/50	25/50	25/50	22..5
Day2	20/50	25/50	29/50	31/50	23
Day3	30/50	30/50	38/50	35/50	23.5
Day4	40/50	45/50	47/50	45/50	24



平均莖長(cm)：

	1電風扇旁5公分	2電風扇旁10公分	3 電風扇旁 15 公分	4.對照組	溫度 (攝氏)
Day5	2.19	2.20	2.33	2.21	23
Day6	2.52	2.66	2.81	2.89	23
Day7	3.26	3.96	3.66	3.80	22

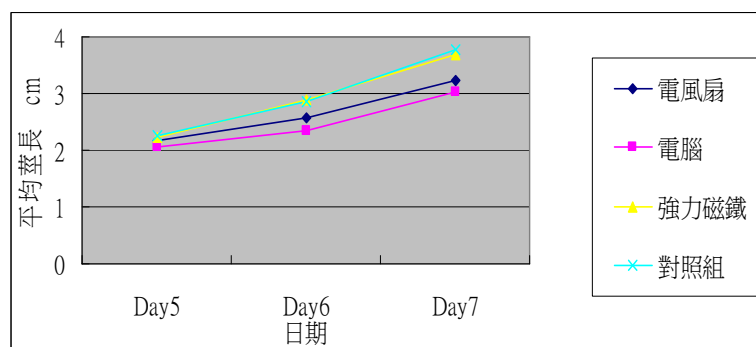
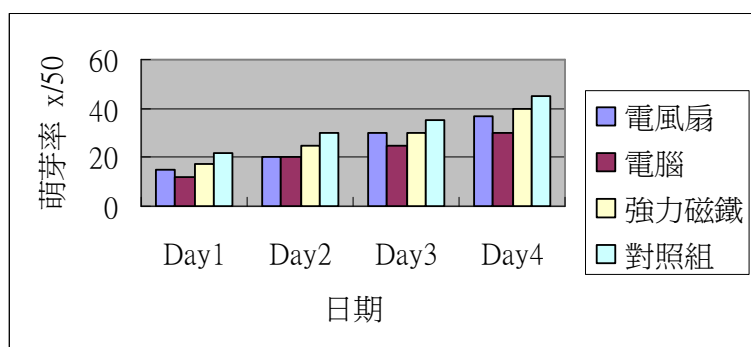


研究四：測量儀器與電風扇距離約 10 公分，防磁材料置於其中。未阻隔時磁場強度約為53mG。

	阻隔後的磁場強度 (mG)
廢電池	55
烤肉用鋁箔紙	18
鐵絲籠(網目邊長約4cm)	30
鐵絲籠(網目邊長約1cm)	23
廢電腦機殼側板上貼強力磁鐵	46
市售Magnic Shield 磁場防護貼板	3
廢光碟片上貼強力磁鐵	43

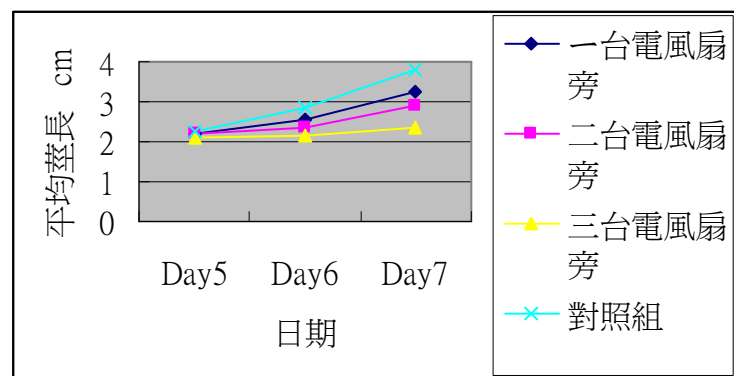
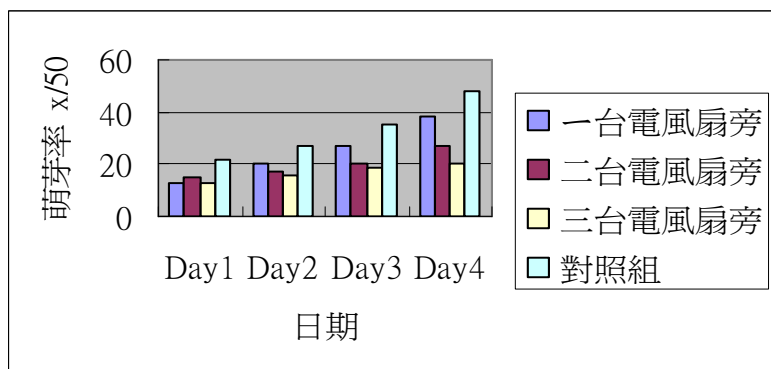
## 陸、討論

一、研究一的圖表如下：



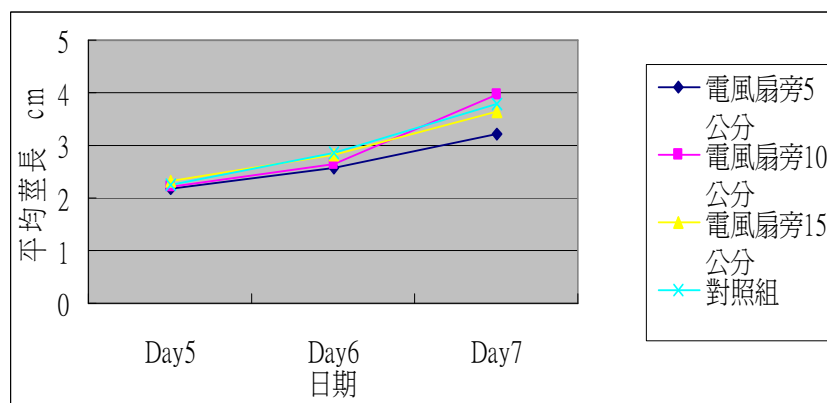
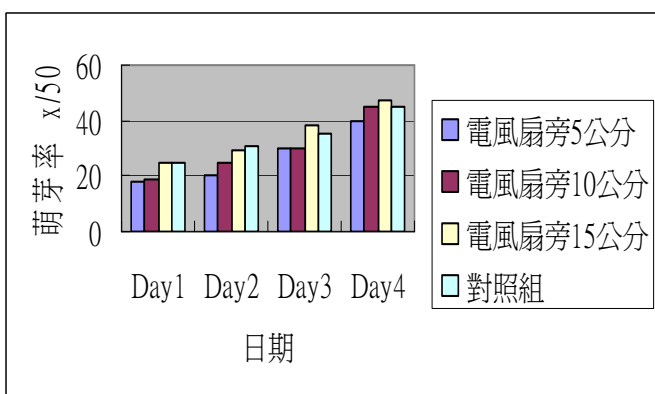
- (一) 由上圖表可以看出綠豆的生長狀況在對照組下是最好，其次是強力磁鐵、接著是電風扇、最差的是電腦。從磁場強度來看強力磁鐵旁磁場大小約70mG、電腦旁磁場大小約210mG、電風扇旁磁場大小約160mG、對照組磁場大小約0.3mG。電腦旁的磁場最大造成綠豆的生長狀況最糟糕，對照組附近的磁場幾乎等於零造成綠豆的生長狀況最好，這跟之前預想的磁場會對植物生長造成影響的想法吻合。
- (二) 從研究一尚無法完全斷定磁場越強，綠豆的生長會越不好。因為電腦跟電風扇裡的馬達造成的磁場與強力磁鐵造成的磁場其單位雖然都是mG，但是強力磁鐵附近的磁力線相較於電腦跟電風扇造成的磁力線，強力磁鐵附近的磁力線會比較均勻且具有一定的方向性。
- (三) 現在我們使用單一種電器用品改變電器用品的數量來控制磁場大小，專門探討磁場大小對綠豆的影響。

## 二、研究二的圖表如下：



- (一) 由上圖表可看出綠豆如果置於愈多電風扇旁，其萌芽情況及生長情形將會更糟糕。一台電風扇的磁場強度約160mG、二台電風扇的磁場強度約300mG、三台電風扇的磁場強度約400mG，可間接看出磁場大小確實會影響綠豆的生長。
- (二) 就能量觀點來說，磁場強度可能破壞綠豆內的分子鍵或化學鍵，使其生長受到阻礙。強度越強，破壞的越嚴重。若磁場強度持續加大，或許會造成基因突變的情形發生。
- (三) 本研究是將綠豆持續七天暴露在低頻磁場下，才會造成如此明顯的現象。但綠豆的生長若不是持續的暴露在磁場下，例如每天只暴露1小時或2小時，這樣磁場所累積能量或許不至於破壞分子鍵或化學鍵，綠豆也可以順利成長，像對照組一樣。
- (四) 從研究二可發現大於160mG的磁場確實會對綠豆發生影響，現在我們降低磁場強度，測試看看綠豆在何種磁場下可以不受影響。

## 三、研究三的圖表如下：



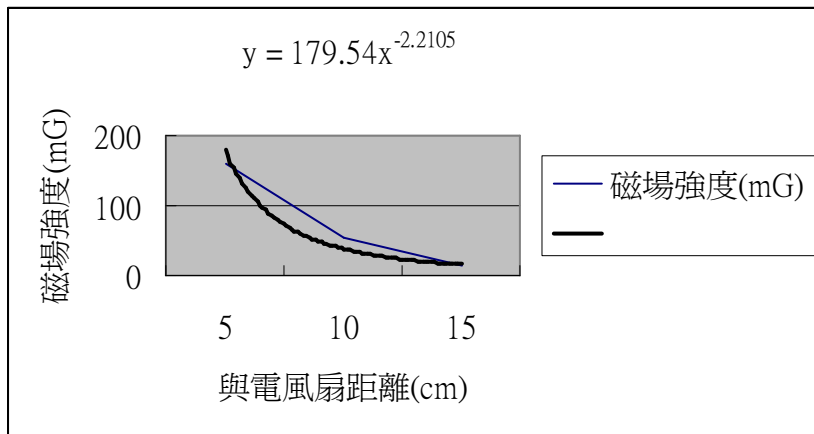
- (一) 由上圖表可看出綠豆如果置於電風扇旁5公分，其萌芽情況及生長情形將會是最糟糕。但奇怪的是電風扇旁10公分、電風扇旁15公分及對照組這三組的生長情形竟然相去不遠，甚至從圖表中還可以看出電風扇旁10公生的生長狀況竟還比對照組好。電風扇旁5公分的磁場強度約160mG、電風扇旁10公分的磁場強度約53mG、電風扇旁15公分的磁場強度約13mG，可間接看出當磁

場小於某個值時對綠豆的影響將不是那麼的明顯。

- (二) 對植物來說，若磁場強度太小，對植物本身的分子鍵或化學鍵甚至是細胞構造可能不會造成破壞，但是這個臨界點是在哪裡呢？或許對不同的生物體來說這個臨界點可能都不一樣。對綠豆來說可能低於50mG的磁場將不會對他的生長造成阻礙，但若要以此類推到人體可能又不太恰當。抑或是真正的以人體來實驗，這背後的醫學倫理道德卻又不允許。
- (三) 在圖表中可以看出，磁場強度低於50mG時，某些天的生長狀況卻是比無磁場時來的好。這可能是綠豆本身的體質問題，或者是電風扇聲音的影響，但後者的機會顯然較小，或許可以討論不同頻率的聲音對植物生長的影響，畢竟胎教都需要音樂，植物生長也需要音樂也無不可。

(四)

與電風扇距離(cm)	5	10	15
磁場強度(mG)	160	53	13



由圖表可知電風扇產生的磁場強度和距離的2.2105次方成反比，與載流長直導線的距離一次方成反比理論值相距甚遠，表示馬達所產生的磁場是相當多線段的磁場加成而成的。

- (五) 現在我們嘗試用一些材料來試看看能不能有效降低磁場大小，所選材料包括資源回收的廢光碟片、廢電池.....等。

#### 四、

- (一) 從研究四可以發現，這幾種防磁材料均除了Magnic Shield 磁場防護貼板外，意外的發現烤肉用鋁箔紙、鐵絲籠也有降低磁場的效果，而且鐵絲籠網目越小隔絕效果越棒。
- (二) 對高頻電磁波來說，當其遇到導體時，分布在導體的自由電子或離子可令電磁波在其內部迅速衰減，衰減的距離稱為skin depth。導體的導電性越佳，電磁波可穿透深度越淺(阻隔效果越好)。我們利用此想法套用在隔絕磁場上，發現鋁箔紙、鐵絲籠確實能降低磁場。表示磁場跟電磁波表面上是不一樣的東西，但是本質上卻是有相通的。
- (二) 在防磁在一塊，高科技產業也是相當的重視，一台機台通常數以千萬計，如何做到防磁對設備內部的防護顯得就相當的重要，但防磁材料也是相當的昂貴，所以我們才想到用一些手邊可得的回收材料才試看看，顯然收到



意想不到的效果

- (三) 一般的防磁產品都是選用像鐵鈷鎳等鐵系元素在跟其他金屬材料加以合成，製作成導磁細數較高的產品。

## 柒、結論

- 一、從研究一可以發現綠豆的生長情形除了和磁場大小有關之外，馬達產生的磁場與強力磁鐵產生的磁場在本質上應該是相同的。
- 二、在研究二中，僅探討磁場大小對綠豆生長的影響，發現磁場越強，其生長越糟糕，兩者呈現負相關。人體雖然不是綠豆，但身處於強磁場下，人體的各部份機能應該也會受到影響。現在沒有直接證據顯示像癌症，心血管等疾病是跟外來磁場有關，其造成的因素可能是多面向的，但是也沒有明確的證據說明磁場是不會影響人體的，因此爲了安全起見，在使用電器用品時，能夠適當的保持距離，減少磁場干擾比較好。
- 三、研究三可以看出當磁場小於50mG時，對綠豆不會產生抑制生長的影響，對綠豆來說，它的臨界點可能是50mG。以此類推到人體，人體對磁場也會有個臨界點，在這臨界點下，對人體是不會有影響的。當然這裡論還有待檢驗，人體跟綠豆的構造畢竟還是不一樣。
- 四、從研究四可以看出，我們自製的防磁材料以烤肉用鋁箔紙、鐵絲籠效果最佳，其中鐵絲籠網目越小，防磁效果越佳。

## 捌、參考資料

國中南一版自然與生活科技(六)

中央大學物理示範實驗室

第四十六屆國中組理化科無所不在的電磁波

## 【評語】 030106

1. 作者對於科學研究歷程的投入及表達能力值得肯定。
2. 建議觀測過程能分析各項變因的影響，提升操控之精準性及因果關係之對應性。