

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(一)科

082814

DIY 自動攪拌杯-探討影響自動攪拌杯穩定運轉
的變因

學校名稱： 苗栗縣竹南鎮照南國民小學

作者： 小六 賴品誠 小六 黃暄晴 小六 倪韻淇 小六 李昕霏 小六 吳予	指導老師： 黃雅君 林淑婷
--	-------------------------

關鍵詞： 攪拌杯、磁力

DIY 自動攪拌杯-探討影響自動攪拌杯穩定運轉的變因

摘要

家中的攪拌杯壞了，我想自己動手製作，查詢資料、動手製作後，攪拌杯卻無法運轉。隔天，我和同學、老師討論後，決定透過探討影響攪拌杯穩定運轉的變因，從中找到改良攪拌杯的方法。

之後我們找出影響攪拌杯穩定運轉的變因有：攪拌子磁鐵安裝位置與方向、攪拌子長度……等。經過實驗探究後發現：磁鐵豎直排放裝在中央、長度為1cm的攪拌子旋轉攪伴的效果最好，而馬達轉盤與攪拌子的間距要控制在適當範圍，攪拌杯才能順利運轉。

我們發現利用回收的玩具馬達、塑膠盒等物品製作自動攪拌杯，既環保又能化腐朽為神奇。未來希望能更進一步研究環保的發電方式來驅動攪拌杯，也希望能再改良自動攪拌杯，使其能在攪拌黏性液體時，也能有效攪拌。

壹、研究動機

我們在**三年級上學期**的時候，在**自然科學領域「磁鐵」單元**中，了解「磁鐵的特性，而市售的自動攪拌杯就是利用磁鐵的特性製作而成的！」

某個假日早晨，家中的自動攪拌杯又壞了，想寄回廠家維修，卻已超過保固期需自付維修費用。因此，我想嘗試自己動手製作一個自動攪拌杯，但查詢資料，動手製作後，卻發現攪拌杯中磁石攪拌子卻只會在水杯中亂跳，無法順利旋轉。隔天，我和同學、老師分享自製攪拌杯的過程，並向他們請教解決問題的辦法。經過大家七嘴八舌地討論後，我們決定透過實驗操作，從中探討影響自動攪拌杯穩定運轉的變因，進而找到改良攪拌杯的方法。



貳、研究目的

目的 一 探討攪拌子中的磁鐵安裝位置與方式對攪拌杯穩定運轉的影響。

待答問題 1-1 攪拌子中的磁鐵安裝位置不同，攪拌杯運轉情形有何不同？

待答問題 1-2 攪拌子中的磁鐵安裝方式不同，攪拌杯運轉情形有何不同？

目的 二 探討攪拌子長度對攪拌杯穩定運轉的影響。

待答問題 2 攪拌子長度不同，攪拌杯運轉情形有何不同？

目的 三 探討轉盤與攪拌子的間距對攪拌杯穩定運轉的影響。

待答問題 3 轉盤與攪拌子的間距不同，攪拌杯運轉情形有何不同？

目的 四 探討電池電量不同的情況下，攪拌子內的磁鐵數量與厚度對攪拌杯穩定運轉的影響

待答問題 4-1 使用自製攪拌杯時，隨著電池電量的消耗，攪拌杯運轉情形有何不同？

待答問題 4-2 電池電量不同，攪拌子內磁鐵數量不同時，攪拌杯運轉情形有何不同？

待答問題 4-3 電池電量不同，攪拌子內磁鐵長度不同時，攪拌杯運轉情形有何不同？

目的 五 探討自製攪拌杯與市售攪拌杯運轉情形與攪拌效果的差異

待答問題 5-1 自製攪拌杯與市售攪拌杯，運轉情形與攪拌效果有何不同？

參、研究設備及器材

透明塑膠杯、紙杯、回收玩具小馬達、磁鐵、食品用矽膠軟管、食品用矽膠黏合劑、熱熔膠槍與膠條、電源開關、電線、電池座、環保充電式 3 號和 4 號電池、瓦楞板、透明塑膠盒、冰棒棍、電池電量檢測器、市售鐵氟龍攪拌子、市售攪拌杯、咖啡粉、碼表計時器、蒸發皿、坩堝鉗、三腳架、陶瓷纖維網、酒精燈、燒杯、量筒

肆、文獻探討

一、電磁攪拌器

電磁攪拌器（英語：magnetic stirrer 或稱 magnetic mixer）是一種通過快速旋轉的攪拌子來攪拌液體的實驗室設備。在其塑料面板下有旋轉的磁鐵來使攪拌子旋轉，從而實現攪拌溶液。同時，由於攪拌子大小的限制（攪拌子有多種型號與尺寸），電磁攪拌器只能適用於相對比較小的實驗（溶液體積小於約 4 公升）。但在應付大體積溶液和粘性液體方面，電磁攪拌器表現不佳，需要使用機械攪拌器。電磁攪拌器使用頻率超

過傳統的機械式攪拌器，因為電磁攪拌器更安靜和高效，並且沒有暴露在外界的傳動部件，所以不易損壞。而且相對於其它攪拌設備，攪拌子也更容易清理與消毒滅菌。

電磁攪拌器的構造是由一個包裹著耐熱陶瓷的電熱線鋪在一層耐火綿上，中心為空心，空洞中有一個或一組裝置在馬達上的磁石。這個磁石的作用就是再帶動投入容器中的鐵氟龍磁石攪拌子在容器中旋轉。這些結構會被一塊鋁板、鐵板、陶瓷板所覆蓋著。有一隻旋鈕用於調節磁石轉速、有一隻旋鈕用於調節加熱板溫度。結構因不同廠商設計而有所異同。

磁石攪拌子大多是由聚四氟乙烯包覆的，還有少量是有玻璃包覆，這可以使磁攪拌子具有化學鈍性，不易於溶液產生反應。常見的磁攪拌子形狀主要是八面體和類似膠囊狀的（如下圖），但這兩種最常見的磁攪拌子形狀卻不是攪拌效率最高的形狀。絕大多數磁攪拌子中部存在環形脊狀突起（如下圖所示），這個環狀脊被稱為補償環。

二、直流馬達

1. 是利用直流電為驅動電力的馬達，只要控制電壓或電流大小就可控制馬達轉速
2. 沒負載或負載很輕時馬達轉速快。加重負載馬達轉速變慢且需要較大電流來輸出較大功率作功。
3. 馬達的轉速多以每分鐘轉速表示：轉/分鐘。

三、歷屆科展作品-第 60 屆全國科展

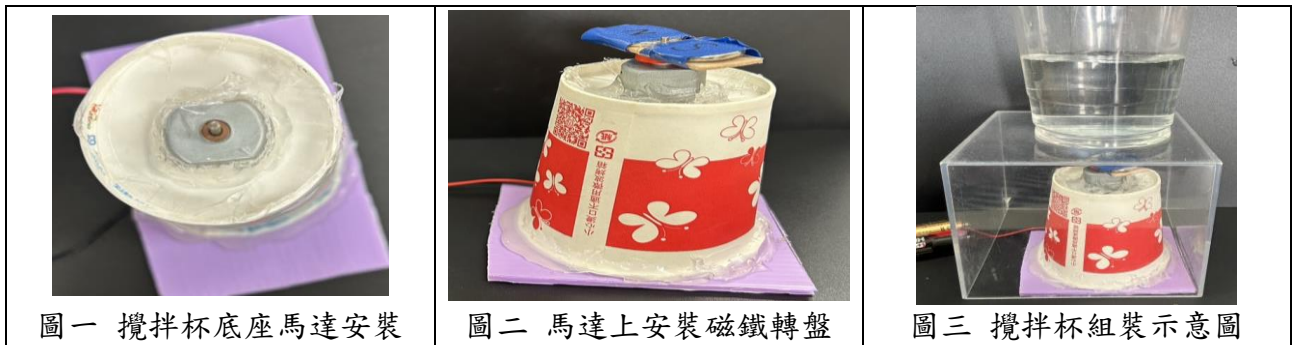
模仿網路視頻利用回收電腦硬碟製作電磁攪拌器，找出影響攪拌器穩定運轉的變因有：馬達性能、旋轉磁鐵的大小與排列、轉盤與攪拌子的距離、攪拌子大小及形狀等。透過設計攪拌器驗證實驗結果。

研究發現：增加轉盤的重量提高負載，可以降低馬達的加速度及轉速，搭配厚度 5 毫米、直徑 2 或 3 公分的磁鐵 N 極和 S 極並排相吸，形成長度 4 到 6 公分長的磁鐵轉盤，再調整旋轉盤上磁鐵與攪拌子的距離，可使 2.5 公分長的各式商用攪拌子非常穩定的旋轉。

伍、研究過程或方法

一、自製杯底座與馬達轉盤製作與組裝

1. 將小馬達連接電池座與開關，並使用絕緣膠帶固定連接處後，安裝在紙杯杯底中，並用熱溶膠固定，再將裝有馬達的紙杯固定在瓦楞板上。(如圖一)
2. 將冰棒棍在中心位置鑽孔後，將兩塊強力磁鐵用熱溶膠固定在冰棒棍上，一塊 N 極朝上黏貼，另一塊 S 極朝上黏貼，最後用絕緣膠帶固定兩塊磁鐵。
3. 將裝有磁鐵的冰棒棍與馬達組裝(如圖二)，再用透明塑膠盒罩住。在透明塑膠杯中倒入 400 ml 的水後，放置在透明塑膠盒上。(如圖三)



註：圖一~圖三中的所有照片皆由作者親自拍攝

二、探討攪拌子中的鐵安裝位磁置與方式對攪拌杯穩定運轉的影響。

(一)實驗一 探討攪拌子中的磁鐵安裝位置對攪拌杯穩定運轉的影響

- ❖控制變因：攪拌子長度、磁鐵厚度、磁鐵大小與數量、電池電量……等
- ❖操作變因：攪拌子中的磁鐵安裝位置和方式
- ❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間

1. 取一條 10 cm 長的矽膠軟管，裁剪成四段，每段的長度皆為 2.5 cm。
2. 在每段軟管中將兩塊相同大小的磁鐵以豎直擺放和橫平擺放的方式，固定在軟管中的不同位置，並用食品用矽膠黏合劑黏合密封。(如下表一所示)

表一 自製磁石攪拌子的安裝位置與方式

磁鐵豎直排放在軟管兩端	磁鐵豎直排放在軟管正中央	磁鐵橫平排放在軟管兩端	磁鐵橫平排放在軟管正中央

註：表一中的所有照片皆由作者親自拍攝

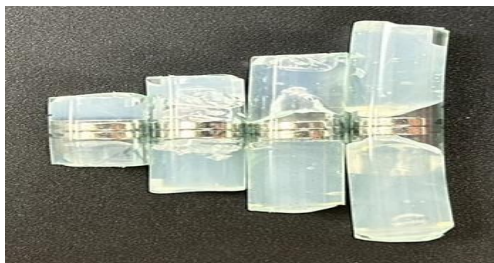
3. 使用彩色磁力探測片觀察自製的馬達轉盤與攪拌子的磁力強弱分布情形，同時使用相機拍攝觀察結果。
4. 使用電池電量檢測器，檢測電池的電量，挑選出電池種類與電量皆相同的電池數顆。
5. 分別將製作好的攪拌子放置在自製攪拌杯中，開啟開關三分鐘，同時用碼表計時。觀察攪拌子旋轉情形，紀錄攪拌子開始旋轉與停止旋轉的時間。
6. 重複步驟 5 十次，並計算攪拌子旋轉平均時長。

三、探討攪拌子長度對攪拌杯穩定運轉的影響。

(一)實驗 探討攪拌子長度對攪拌杯穩定運轉的影響

- ❖控制變因：攪拌子安裝位置、磁鐵安裝方式、馬達轉速、電池電量……等
- ❖操作變因：攪拌子長度
- ❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間

1. 將同一條矽膠軟管分別裁剪成 1.0 cm、2.0 cm、3.0 cm 和 4.0 cm。
2. 在每段矽膠軟管中將兩塊相同大小的磁鐵以豎直排放的方式固定在軟管正中央的位置，並使用食品用矽膠黏合劑黏合密封。。(如圖四)



圖四 不同長度的自製攪拌子(本照片由作者親自拍攝)

3. 使用彩色磁力探測片觀察不同長度的自製攪拌子磁力強弱分布情形，同時使用相機拍攝觀察結果。
4. 使用電池電量檢測器，檢測電池的電量，挑選出電池種類與電量皆相同的電池數顆。
5. 分別將製作好的攪拌子放置在自製攪拌杯中，開啟開關三分鐘，同時用碼表計時。觀察攪拌子轉動情形，紀錄攪拌子開始旋轉與停止旋轉的時間。
6. 重複步驟 5 十次，並計算攪拌子旋轉平均時長。

四、目的三 探討轉盤與攪拌子的間距對攪拌杯穩定運轉的影響。

(一)實驗 探討轉盤與攪拌子的間距對攪拌杯穩定運轉的影響。

❖控制變因：攪拌子安裝位置、磁鐵安裝方式、馬達轉速、電池電量……等

❖操作變因：轉盤與攪拌子的間距

❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間

1. 將兩塊相同大小的強力磁鐵以豎直排放的方式，固定在 1.0 cm 長的軟管正中央位置，並用食品用矽膠黏合劑黏合密封。
2. 將 5 個相同大小的紙杯裁剪成不同高度，紙杯高度分別為 6.0 cm、6.5 cm、7.0 cm、7.5 cm 和 8.0 cm。
3. 將 4 個規格、轉速相同的小馬達分別安裝在自製攪拌杯底座中。
4. 將製作好的攪拌杯底座裝上磁鐵轉盤後，調整轉盤與水杯底部的間距，分別為 1.5 cm、2.0 cm、2.5 cm、3.0 cm。
5. 使用電池電量檢測器，檢測電池的電量，挑選出電池種類與電量皆相同的電池數類。
6. 分別將製作好的攪拌子放置在自製攪拌杯中，開啟開關三分鐘，同時用碼表計時。觀察攪拌子轉動情形，紀錄攪拌子開始旋轉的時間與停止旋轉的時間。
7. 重複步驟 6 十次，並計算攪拌子旋轉平均時長。

五、目的四 探討電池電量不同的情況下，攪拌子內的磁鐵數量與厚度對攪拌杯穩定運轉的影響。

(一)實驗一 探討自製攪拌杯使用的過程中，隨著電池電量的消耗對攪拌杯穩定運轉的影響。

❖控制變因：攪拌子安裝位置與方式、馬達轉速、磁鐵大小與數量……等



❖操作變因：電池電量

❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間

1. 將兩塊相同的強力磁鐵以豎直排放的方式，固定在 1.0 cm 長的矽膠軟管正中央的位置，並使用食品用矽膠黏合劑黏合密封。

- 將製作好的馬達底座裝上磁鐵轉盤後，調整轉盤與水杯底部的間距為 2.5 cm。
- 使用電池電量檢測器，分別檢測未使用過的全新電池與使用過的舊電池，確認全新電池的電量是否充足，挑選出電量相同皆為正常電量的全新電池數顆，再挑選出電量相同皆為低電量的舊電池數顆(如下表三所示)。

表二 使用電池檢測器檢測結果

	
使用電池檢測器檢測 全新電池的電量	使用電池檢測器檢測 舊電池的電量

註：表二中的所有照片皆由作者親自拍攝




- 將製作好的攪拌子放置在自製攪拌杯中，分別使用高電量的全新電池與低電量的舊電池安裝於電池座中，開啟開關三分鐘，同時用碼表計時。觀察攪拌子轉動情形，紀錄攪拌子開始旋轉的時間與停止旋轉的時間。
- 重複步驟 4 十次，並計算攪拌子旋轉平均時長。

(二)實驗二 探討自製攪拌杯使用的過程中，隨著電池電量的消耗，攪拌子內的磁鐵數量對攪拌杯穩定運轉的影響。

- ❖控制變因：攪拌子安裝位置、磁鐵安裝方式、馬達轉速、磁鐵大小……等
- ❖操作變因：電池電量、攪拌子內的磁鐵數量
- ❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間

- 挑選出相同大小的強力磁鐵後，分別將 1 塊、2 塊、3 塊和 4 塊磁鐵以豎直排放的方式，固定在 1.0 cm 長的矽膠軟管正中央的位置，並使用食品用矽膠黏合劑黏合密封(如表三所示)。

表三 攪拌子中安裝不同數量的磁鐵

			
攪拌子內 裝 1 顆磁鐵	攪拌子內 裝 2 顆磁鐵	攪拌子內 裝 3 顆磁鐵	攪拌子內 裝 4 顆磁鐵

註：表三中的所有照片皆由作者親自拍攝





- 將製作好的馬達底座裝上磁鐵轉盤後，調整轉盤與水杯底部的間距為 2.5 cm。
- 使用彩色磁力探測片觀察磁鐵安裝數量不同的自製攪拌子磁力強弱分布情形，同時使用相機拍攝觀察結果。
- 使用電池電量檢測器，分別檢測未使用過的全新電池與使用過的舊電池，確認全新電池的電量是否充足，挑選出電量相同皆為正常電量的全新電池數顆，再挑選出電量相同皆為低電量的舊電池數顆。
- 將製作好的攪拌子放置在自製攪拌杯中，分別使用高電量的全新電池與低電量的舊電池安裝於電池座中，開啟馬達開關三分鐘，同時用碼表計時。觀察攪拌子轉動情形，紀錄攪拌子開始旋轉的時間與停止旋轉的時間。
- 重複步驟 5 十次，並計算攪拌子旋轉平均時長。

(三)實驗三 探討自製攪拌杯使用的過程中，隨著電池電量的消耗，攪拌子內的磁鐵厚度對攪拌杯穩定運轉的影響。

- ❖控制變因：攪拌子安裝位置、磁鐵安裝方式、馬達轉速、磁鐵數量……等
- ❖操作變因：電池電量、攪拌子內的磁鐵厚度
- ❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間

- 分別將一塊厚度為 0.1 cm、0.2 cm、0.5 cm 和 1.0 cm 的強力磁鐵以豎直排放的方式，固定在 1.0 cm 長的矽膠軟管正中央的位置，並使用食品用矽膠黏合劑黏合密封(如表四)。

表四 攪拌子中安裝不同厚度的磁鐵

			
攪拌子內磁鐵 厚度 0.1 cm	攪拌子內磁鐵 厚度 0.2 cm	攪拌子內磁鐵 厚度 0.5 cm	攪拌子內磁鐵 厚度 1.0 cm

註：表四中的所有照片皆由作者親自拍攝

- 將製作好的馬達底座裝上磁鐵轉盤後，調整轉盤與水杯底部的間距為 2.5 cm。

3. 使用彩色磁力探測片觀察安裝不同厚度磁鐵的自製攪拌子磁力強弱分布情形，同時使用相機拍攝觀察結果。
4. 使用電池電量檢測器，分別檢測未使用過的全新電池與使用過的舊電池，確認全新電池的電量是否充足，挑選出電量相同皆為正常電量的全新電池數類，再挑選出電量相同皆為低電量的舊電池數類。
5. 將製作好的攪拌子放置在自製攪拌杯中，分別使用高電量的全新電池與低電量的舊電池安裝於電池座中，開啟開關三分鐘，同時用碼表計時。觀察攪拌子轉動情形，紀錄攪拌子開始旋轉的時間與停止旋轉的時間。
6. 重複步驟 5 十次，並計算攪拌子旋轉平均時長。

六、目的五 探討自製攪拌杯與市售攪拌杯運轉情形與攪拌效果的差異。

(一)實驗二 探討自製攪拌杯與市售攪拌子，運轉情形與攪拌效果的差異

- ❖**控制變因：**攪拌子形狀與長度、水量、咖啡粉顆粒大小與重量……等
- ❖**操作變因：**自製攪拌杯與市售攪拌杯
- ❖**應變變因：**攪拌子旋轉情形與時間、咖啡粉攪拌後溶解的情形





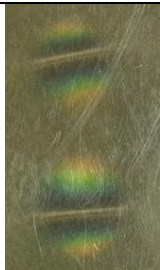
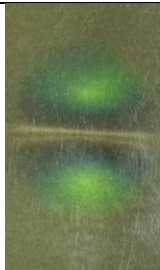
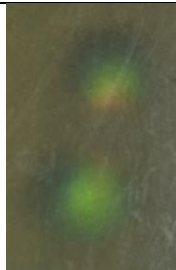
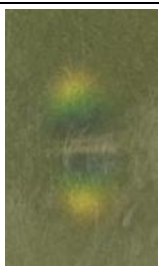
1. 分別將兩塊厚度為 0.5 cm 的強力磁鐵以豎直排放的方式，固定在管徑 0.8 cm、長度 1.2 cm 的矽膠軟管中央位置，並使用食品用矽膠黏合劑黏合密封
2. 將製作好的馬達底座裝上磁鐵轉盤後，調整轉盤與水杯底部的間距為 2.5 cm。
3. 使用電池電量檢測器，分別檢測未使用過的全新電池與使用過的舊電池，確認全新電池的電量是否充足，挑選出電量相同皆為正常電量的全新電池數類，再挑選出電量相同皆為低電量的舊電池數類。
4. 分別將相同顆粒大小的咖啡粉使用電子秤秤取 5.0 公克後，同時倒入裝有 200 ml、25°C 白開水的自製攪拌杯、市售攪拌杯與透明塑膠杯中。
5. 分別使用製作好的攪拌杯與市售攪拌杯，開啟開關一分鐘，同時用碼表計時。觀察攪拌子轉動情形，紀錄漩渦開始出現的時間與消失的時間。而透明塑膠杯中的咖啡水溶液不攪拌，靜置一分鐘，進行對照。
6. 同時將三杯咖啡水溶液使用漏斗和濾紙過濾，再將過濾後的咖啡水溶液使用蒸發皿加熱將全部水分蒸發後，用電子秤測量咖啡粉溶解量。
7. 重複步驟 4~6 十次，並計算攪拌子旋轉形成漩渦平均時長與咖啡粉平均溶解量。

陸、研究結果與討論

一、探討攪拌子中的磁鐵安裝位置與方式對攪拌杯穩定運轉的影響。

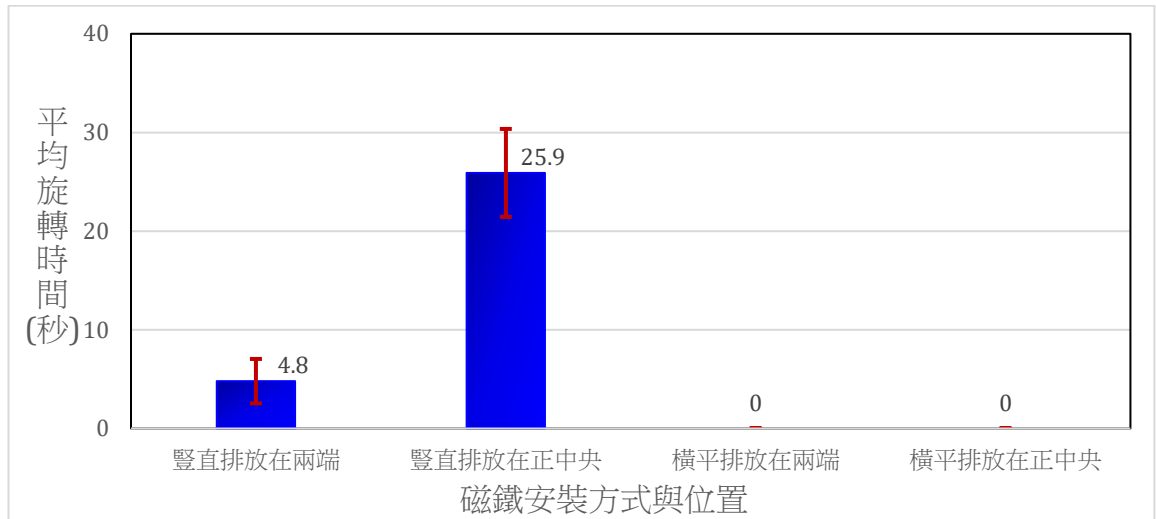
(一) 實驗一 探討攪拌子中的磁鐵安裝位置對攪拌杯穩定運轉的影響

1. 【表 1-1】磁鐵安裝位置不同的攪拌子旋轉時間長短

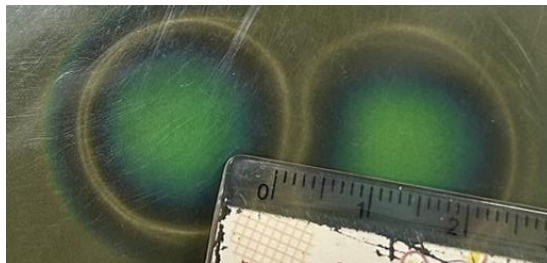
磁鐵安裝位置 與方式		磁鐵豎直排放	磁鐵豎直排放	磁鐵橫平排放	磁鐵橫平排放
		在兩端	在正中央	在兩端	在正中央
					
磁力觀測片 觀察結果					
攪拌子 的 旋 轉 時 間 (秒)	一	4	25	0	0
	二	6	36	0	0
	三	10	28	0	0
	四	6	20	0	0
	五	5	28	0	0
	六	2	22	0	0
	七	5	25	0	0
	八	3	27	0	0
	九	3	26	0	0
	十	4	22	0	0
平均旋轉時間		4.8	25.9	0	0
標準差		2.25	4.46	0	0

註：表格中所有照片皆由作者親自拍攝

2. 【圖 1-1】磁鐵安裝位置不同的攪拌子旋轉時間長短，誤差線為標準差(n=10)



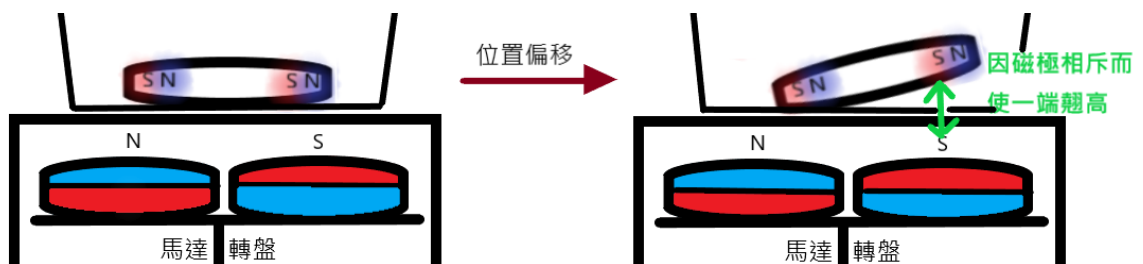
3. 【圖 1-2】馬達轉盤磁力強弱分布情形(照片由作者親自拍攝)



4. 由【表 1-1】、【圖 1-1】和【圖 1-2】可以得知，攪拌子中的磁鐵安裝方式與位置不同會影響其旋轉情形：攪拌子中的磁鐵豎直排放裝在正中央，攪拌旋轉時間最長；磁鐵豎直排放裝在兩端，攪拌旋轉時間居次；而磁鐵橫平排放的安裝方式，不論裝在兩端或正中央，攪拌子皆無法旋轉。

5. 觀察實驗過程與實驗結果，我們發現

(1)磁鐵豎直排放在兩端的攪拌子，開啟電源，攪拌子旋轉幾秒後，其中一端會翹高，接著被甩飛，無法順利旋轉。經過我們查詢資料，並觀察馬達轉盤和攪拌子磁力強弱分布情形後進行討論，認為這是因為攪拌子旋轉過程中位置發生偏移，使攪拌子磁極受到同極的斥力，而一端翹高(如圖五所示)，此時只有一端的磁極與轉盤相吸，磁吸力變小，在離心力較大的情況下被甩飛。







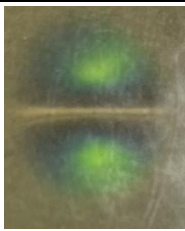
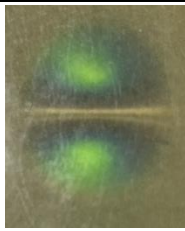
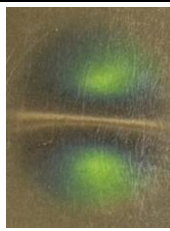
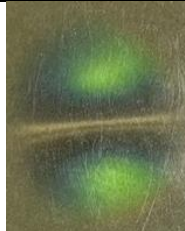
圖五 攪拌子位置偏移導致其中一端的磁極相斥(本圖片由作者親自繪製)

(2)攪拌子中的磁鐵採用橫平排放的安裝方式，不論裝在兩端或正中央，在啟動電源後，不僅攪拌子無法旋轉，連馬達也無法轉動。而在不關閉電源的情況下，將裝有攪拌子的水杯移開後，馬達轉盤會恢復轉動。經過我們查詢資料，並觀察馬達轉盤和攪拌子磁力強弱分布情形後進行討論，認為這是因為因為磁鐵橫平擺放後的磁極位置與馬達轉盤的磁極位置，剛好相對應，導致磁吸力較大，使馬達轉盤旋轉摩擦力變大而無法轉動。

二、探討攪拌子長度對攪拌杯穩定運轉的影響。

(一)實驗 探討攪拌子長度對攪拌杯穩定運轉的影響

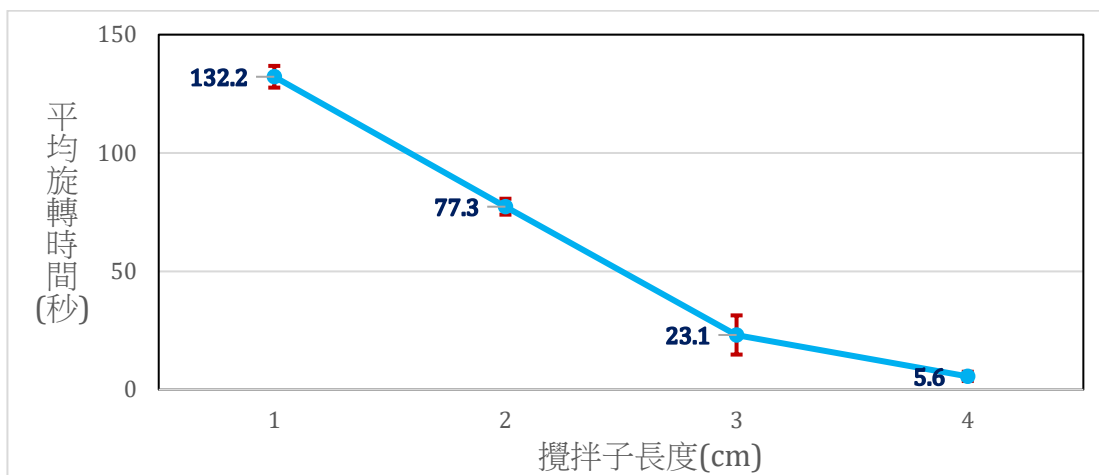
1.【表 2-1】不同長度的攪拌子旋轉時間長短

攪拌子長度 (cm)		1.0	2.0	3.0	4.0
攪拌子長度 (cm)					
磁力觀測片 觀察結果					
攪拌子 的 旋 轉 時 間 (秒)	一	125	76	12★	4★
	二	131	80	15★	8★
	三	133	75	36	6★
	四	138	74	28	5★
	五	137	81	14★	3★
	六	139	79	32	4★
	七	128	72	17★	9★
	八	130	77	25	6★
	九	132	74	23	7★
	十	129	82	29	4★
平均旋轉時間		132.2	77.3	23.1	5.6
標準差		4.59	3.37	8.28	1.96

註 1：實驗數據後方標示★者為攪拌子旋轉過程中有摩擦或撞擊杯壁現象出現。

註 2：表格中所有照片皆由作者親自拍攝

2. 【圖 2-1】不同長度的攪拌子旋轉時間長短，誤差線為標準差(n=10)

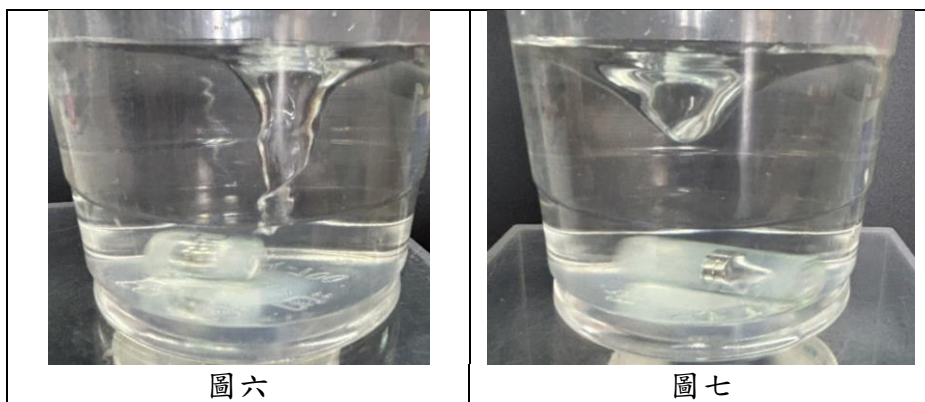


3. 由【表 2-1】和【圖 2-1】可以得知：

- (1)自製攪拌子長度不同，但因安裝的磁鐵規格與安裝方式皆相同，所以四個攪拌子的磁力強弱分布情形幾乎相同，其與馬達轉盤間的磁吸力也幾乎相等。
- (2)在攪拌子與馬達間的磁吸力相等的情況下，攪拌子長度不同會影響其旋轉情形:長度為 1.0 公分的攪拌子，旋轉時間最長，且最穩定；而長度為 4.0 公分的攪拌子，旋轉時間最短，且最不穩。這與第 60 屆科展作品<<神奇超距力攪拌器-探討各項影響電磁攪拌器穩定運轉的變因>>的實驗結果相同。

4. 觀察實驗過程後，我們發現：

- (1)自製的攪拌子形狀相同，且轉盤與攪拌子中的磁鐵安裝的位置也相同，因此這四個長度不同的攪拌子在旋轉的過程中受到的力矩大小是相等的。而物體轉動慣量與其質量和長度成正比，所以長度 1.0 公分的攪拌子質量輕且長度短，轉動慣量較小，因此轉速快，漩渦深度較大，但漩渦半徑卻較小(如圖六)；而長度 4.0 公分的攪拌子質量重且長度長，轉動慣量較大，轉速度較慢，旋轉過程中製造的漩渦深度較小，但漩渦半徑卻較大(如圖七)。



註：圖六和圖七中的所有照片皆由作者親自拍攝

(2)攪拌子剛開始旋轉時，會出現旋轉軸心在杯底繞圈移動，之後旋轉軸心會逐漸趨近杯底中心點。而我們使用的水杯底部直徑為 6.0 公分，攪拌子的旋轉空間受限，因此長度愈長的攪拌子，剛開始旋轉時邊緣較容易摩擦杯壁，造成位置偏移而無法與馬達轉盤的磁極相吸，也使得攪拌子無法隨著轉盤穩定旋轉，因此長度 4.0 公分攪拌子在剛開始旋轉幾秒後，就因摩擦杯壁而無法繼續穩定旋轉，而長度 3.0 公分的攪拌子在十次實驗中也有出現四次撞擊杯壁的情形出現，實驗偏差較大，旋轉不穩定。

5. 在查詢文獻資料後，我們發現第 60 屆科展作品<<神奇超距力攪拌器-探討各項影響電磁攪拌器穩定運轉的變因>>中提出：

觀察長度大於或等於 24 毫米，低電流時開始出現攪拌子與轉盤均固定不動的現象，長度越長越明顯。推論長度大與杯底接觸面積大，摩擦力大，馬達功率小無法匹配。

但查詢其他文獻資料，都指出摩擦力的大小與接觸面積大小無關，因此我們認為第 60 屆科展作品對於攪拌子長度影響其旋轉情形的原因推論是錯的，應該是因為較長的攪拌子旋轉軸心偏移容易造成邊緣摩擦杯壁而無法穩定旋轉

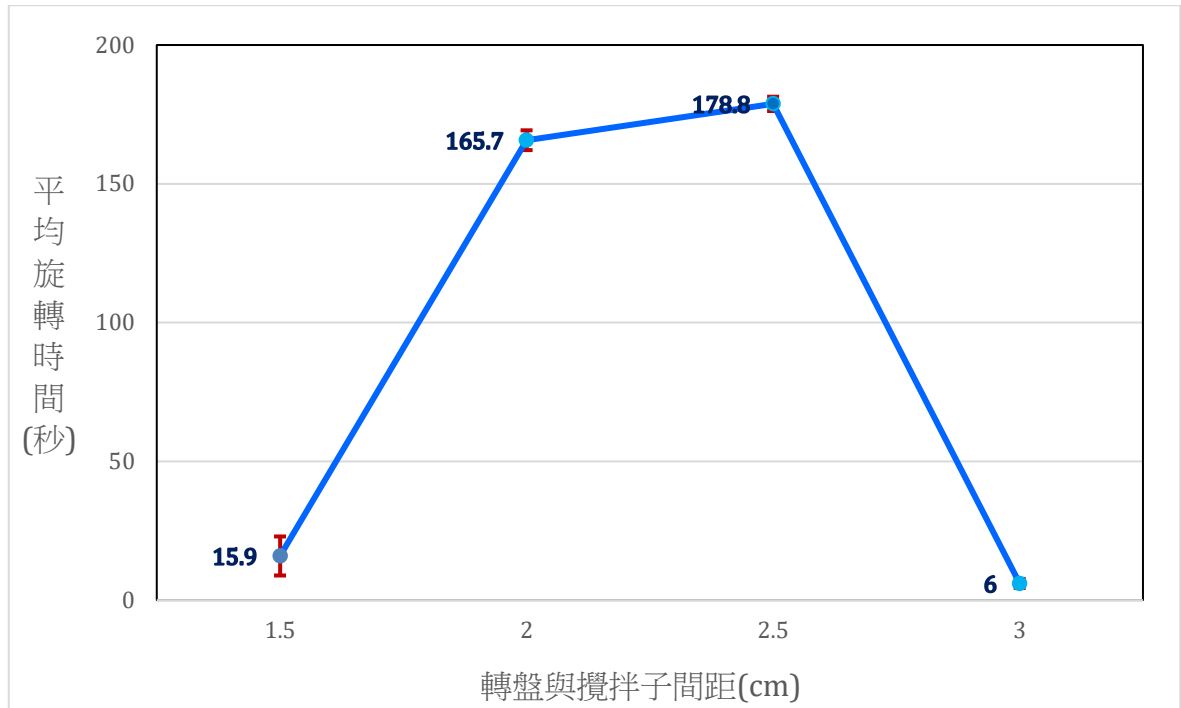
三、探討轉盤與攪拌子間距對攪拌杯穩定運轉的影響。

(一)實驗 探討轉盤與攪拌子間距對攪拌杯穩定運轉的影響

1. 【表 3-1】轉盤與攪拌子間距不同，攪拌子旋轉時間長短

轉盤與攪拌子間距(cm)		1.5	2.0	2.5	3.0
攪拌子的旋轉時間(秒)	一	15	168	180	9
	二	16	163	180	8
	三	23	162	180	6
	四	8	165	173	5
	五	12	170	180	4
	六	7	163	180	4
	七	15	165	175	6
	八	28	171	180	6
	九	24	161	180	7
	十	11	169	180	5
平均旋轉時間		15.9	165.7	178.8	6
標準差		7.03	3.56	2.57	1.63

2. 【圖 3-1】轉盤與攪拌子間距不同，攪拌子旋轉時間長短，誤差線為標準差
(n=10)



3. 由【表 3-1】和【圖 3-1】可以得知，轉盤與攪拌子間距不同會影響攪拌子的旋轉情形：攪拌子與轉盤間距為 2.5 公分時，攪拌子旋轉時間最長，間距為 2 公分時，攪拌子旋轉時間居次，而間距為 1.5 公分和 3 公分時，旋轉時間較短。

4. 觀察實驗過程後，我們發現

- (1)攪拌子與轉盤間距愈長，會因磁吸力變小，使攪拌子受離心力影響而甩飛，之後無法順利旋動；而間距愈短，反而會使磁吸力變大，增加馬達轉盤的摩擦力，馬達轉盤轉動會逐漸變慢，最後停止轉動。
- (2)攪拌子與轉盤間距在 2 公分到 2.5 公分範圍時，攪拌子旋轉時長較佳，旋轉較為穩定。

四、探討電池電量不同的情況下，攪拌子內的磁鐵數量與厚度對攪拌杯穩定運轉的影響。

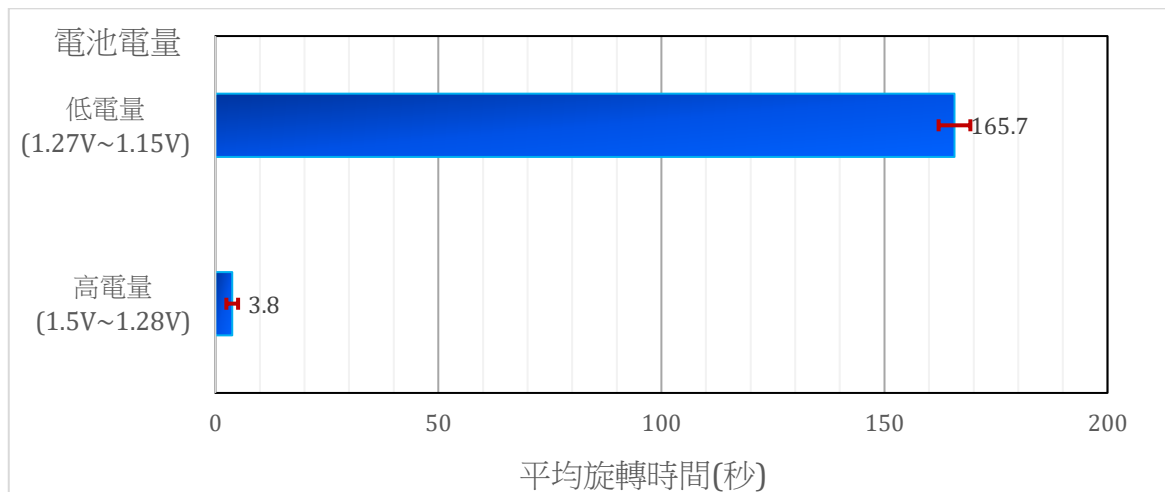
(一) 實驗一 探討自製攪拌杯使用的過程中，隨著電池電量的消耗對攪拌杯穩定運轉的影響

1. 【表 4-1】電池電量不同，攪拌子旋轉時間長短

電池電量		高電量 (1.5V~1.28V)	低電量 (1.27V~1.15V)
攪拌子的旋轉時間(秒)	一	4	168
	二	6	163
	三	2	162
	四	3	165
	五	2	170
	六	5	163
	七	4	165
	八	3	171
	九	5	161
	十	4	169
平均旋轉時間		3.8	165.7
標準差		1.32	3.56

註：電池電量是依據電池檢測器測量結果，並依照機身上的標示說明判斷電池的電量大小與電壓範圍。

2. 【圖 4-1】電池電量不同，攪拌子旋轉時間長短，誤差線為標準差(n=10)



3. 由【表 4-1】和【圖 4-1】可以得知，電池電量不同會影響攪拌子的旋轉情形:使用全新的電池，電池電量較高，攪拌子旋轉時間較短且不穩定；相反地，使用的電池，電量較低時，攪拌子旋轉時間較長且穩定。


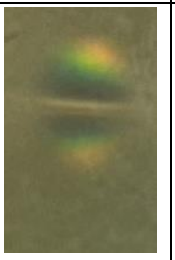
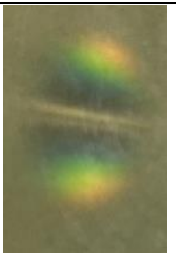
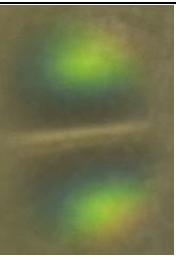
4. 觀察實驗過程與討論後，我們發現


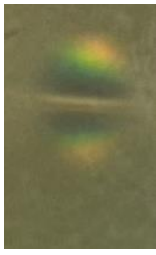
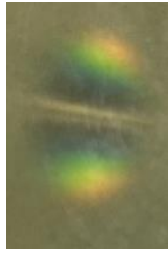
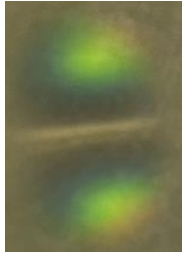
(1) 在使用同一個攪拌子與馬達轉盤的情況下，攪拌子與馬達轉盤間的磁吸力大小是固定的，使用全新的電池，電量充足，馬達轉盤轉速較快，此時攪拌子受到的離心力大於磁吸力而被甩飛，之後無法順利旋轉；而使用舊電池，電池電量低，馬達轉速較慢，攪拌子受到的離心力與磁吸力達到平衡，反而能穩定旋轉。

(2) 在正常情況下，我們使用攪拌杯並不會使用特意挑選使用的電池，因此當使用電池驅動自製攪拌杯旋轉攪拌時，會因電量的不同而無法穩定運轉。因此，我們必須再改良攪拌杯，使攪拌子與馬達轉盤間的磁吸力能配合電量不同導致的離心力大小變化，讓攪拌杯在使用的過程中避免攪拌子旋轉不穩定的情形發生。

(二) 實驗二 探討自製攪拌杯使用的過程中，隨著電池電量的消耗，攪拌子內的磁鐵數量對攪拌杯穩定運轉的影響。

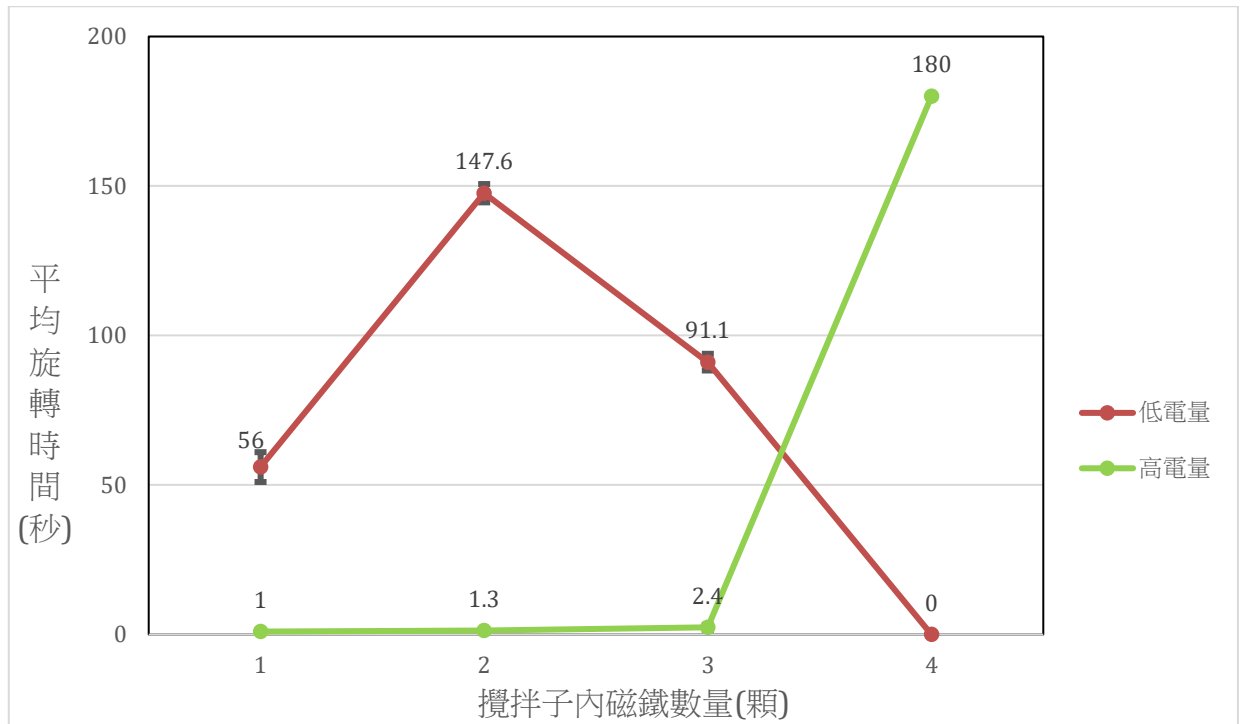
1. 【表 4-2】電池電量不同，攪拌子內磁鐵數量不同的情況，攪拌子旋轉時間長短

攪拌子內磁鐵數量		1	2	3	4	
磁力觀測片觀察結果 (所有照片皆由 作者親自拍攝)						
高 電 量	攪 拌 子 的 旋 轉 時 間 (秒)	一	2	2	3	180
		二	1	1	2	180
		三	1	1	1	180
		四	0	1	1	180
		五	1	1	2	180
		六	1	1	3	180
		七	1	2	3	180
		八	1	1	3	180
		九	1	2	3	180
		十	1	1	3	180
	平均旋轉時間		1	1.3	2.4	180
標準差		0.47	0.48	0.84	0	

攪拌子內磁鐵數量		1	2	3	4
磁力觀測片觀察結果 (所有照片皆由 作者親自拍攝)					
低 電 量	一	49	143	95	0
	二	54	152	86	0
	三	58	148	92	0
	四	62	150	94	0
	五	52	147	88	0
	六	48	143	89	0
	七	61	146	91	0
	八	59	147	93	0
	九	60	151	92	0
	十	57	149	90	0
	平均旋轉時間	56.0	147.6	91.1	0
標準差	4.99	3.06	2.79	0	

註：電池電量是依據電池檢測器測量結果，並依照機身上的標示說明判斷電池的電量大小與電壓範圍。

2. 【圖 4-2】電池電量不同，攪拌子內磁鐵數量不同的情況，攪拌子旋轉時間長短



3. 由【表 4-2】和【圖 4-2】可以得知，電池電量不同的情況下，攪拌子內的磁鐵數量會影響自製攪拌杯的運轉：


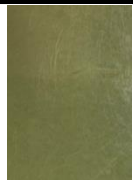
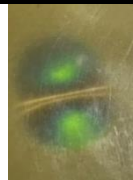
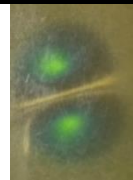
- (1) 使用高電量的全新電池時，裝有 4 顆磁鐵的攪拌子旋轉時間最長，只裝 1 顆的旋轉時間最短。電池電量充足時，攪拌子內裝的磁鐵數量較多，攪拌旋轉時間較長且穩定；而內裝的磁鐵數量較少，攪拌旋轉時間較短且不穩定。
- (2) 使用低電量的舊電池時，裝 2 顆磁鐵的攪拌子旋轉時間最長，裝 3 顆的旋轉時間居次，而裝有 4 顆的攪拌子無法旋轉。

4. 觀察實驗過程與討論後，我們發現：

- (1) 攪拌子內的安裝的磁鐵數量愈多，磁力分布範圍愈大，與馬達轉盤間的磁吸力也會愈大；磁鐵數量愈少，磁力分布範圍愈小，與馬達轉盤間的磁吸力也會愈小。
- (2) 使用高電量的全新電池，馬達轉速較快，攪拌子受到的離心力較大，而攪拌子內裝的磁鐵數量過少，會導致離心力大於磁吸力而使攪拌子被甩飛，無法穩定運轉。而隨著電池的使用時間愈長，電池電量降低，馬達轉速會變慢，此時，攪拌子內裝的磁鐵數量過多，與馬達轉盤間的磁吸力過大，增加馬達轉盤的摩擦力，反而會導致轉盤無法轉動。
- (3) 要讓自製攪拌杯在使用的過程中，不因電池電量變化無法穩定運轉，攪拌子內裝的磁鐵要適量，不宜過多或過少，才能使攪拌子受到的磁吸力大小符合馬達轉速快慢不同的離心力變化，保持平衡穩定旋轉。

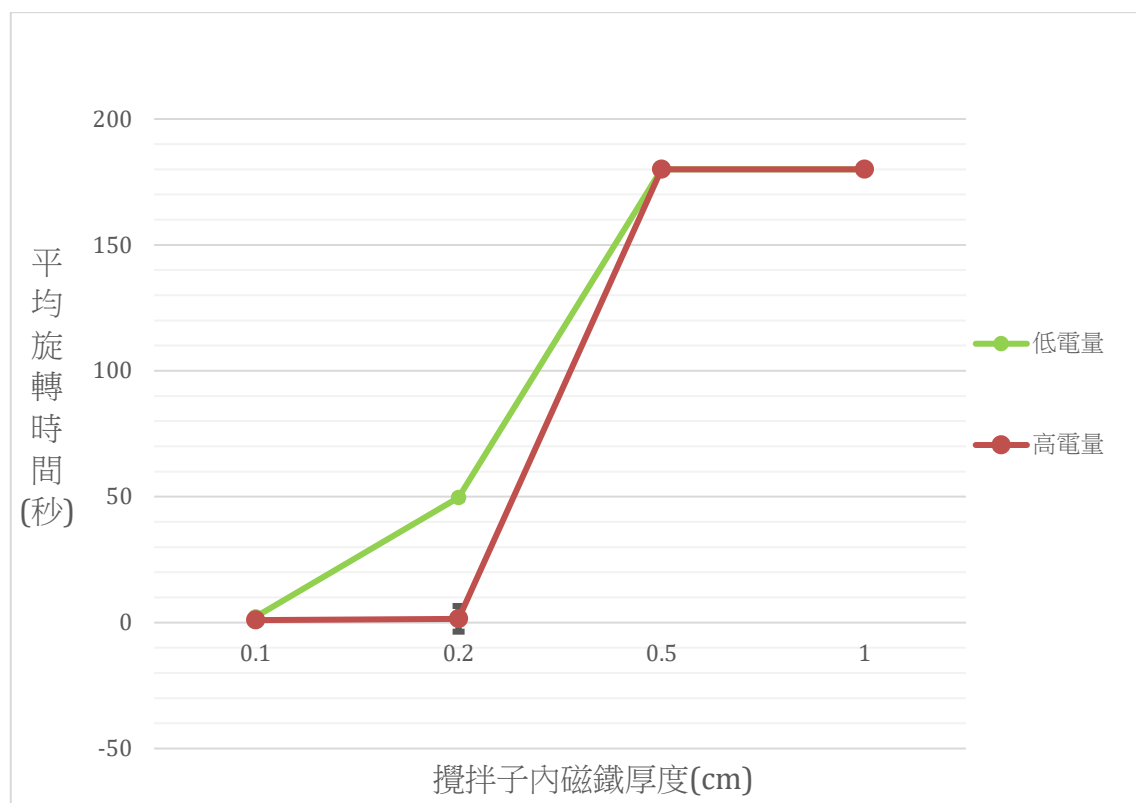
(三)實驗三 探討自製攪拌杯使用的過程中，隨著電池電量的消耗，攪拌子內的磁鐵厚度對攪拌杯穩定運轉的影響。

1. 【表 4-3】電池電量不同，攪拌子內磁鐵厚度不同的情況，攪拌子旋轉時間長短

攪拌子內磁鐵厚度(cm)			0.1	0.2	0.5	1.0
磁力觀測片觀察結果 (所有照片皆由作者親自拍攝)						
高電量	攪拌子的旋轉時間(秒)	一	1	2	180	180
		二	1	1	180	180
		三	1	1	180	180
		四	1	2	180	180
		五	1	1	180	180
		六	1	2	180	180
		七	1	1	180	180
		八	1	3	180	180
		九	1	1	180	180
		十	1	1	180	180
	平均旋轉時間		1	1.5	180	180
	標準差		0	0.71	0	0
低電量	攪拌子的旋轉時間(秒)	一	2	29	180	180
		二	2	30	180	180
		三	3	46	180	180
		四	2	57	180	180
		五	2	22	180	180
		六	3	41	180	180
		七	3	58	180	180
		八	2	59	180	180
		九	2	43	180	180
		十	2	46	180	180
	平均旋轉時間		2.3	49.6	180	180
	標準差		0.48	5.10	0	0

註：電池電量是依據電池檢測器測量結果，並依照機身上的標示說明判斷電池的電量大小與電壓範圍。

2. 【圖 4-3】電池電量不同，攪拌子內磁鐵厚度不同的情況，攪拌子旋轉時間長短



3. 由【表 4-3】和【圖 4-3】可以得知，電池電量不同的情況下，攪拌子內的磁鐵厚度會影響自製攪拌杯的運轉：不論電池電量高低，內裝的磁鐵厚度為 0.5cm 和 1cm 的攪拌子旋轉時間最長且最穩定，而內裝磁鐵厚度為 0.1 公分的攪拌子旋轉時間最短且最不穩定。

4. 觀察實驗過程與討論後，我們發現內裝的磁鐵厚度愈厚，攪拌子磁極位置與馬達轉盤中磁鐵位置間距愈近，彼此間的磁吸力愈大，因此攪拌子能被馬達轉盤帶動而旋轉；內裝的磁鐵厚度愈薄，攪拌子的磁力較弱，且磁極位置與馬達轉盤中磁鐵位置間距愈遠，彼此間的磁吸力愈小，會導致攪拌子受到的離心力大於磁吸力而被甩飛，無法持續穩定運轉。

五、探討市售攪拌子、攪拌杯運轉情形與攪拌效果的差異。

(一)實驗一 探討自製攪拌杯與市售攪拌杯，運轉情形與攪拌效果的差異

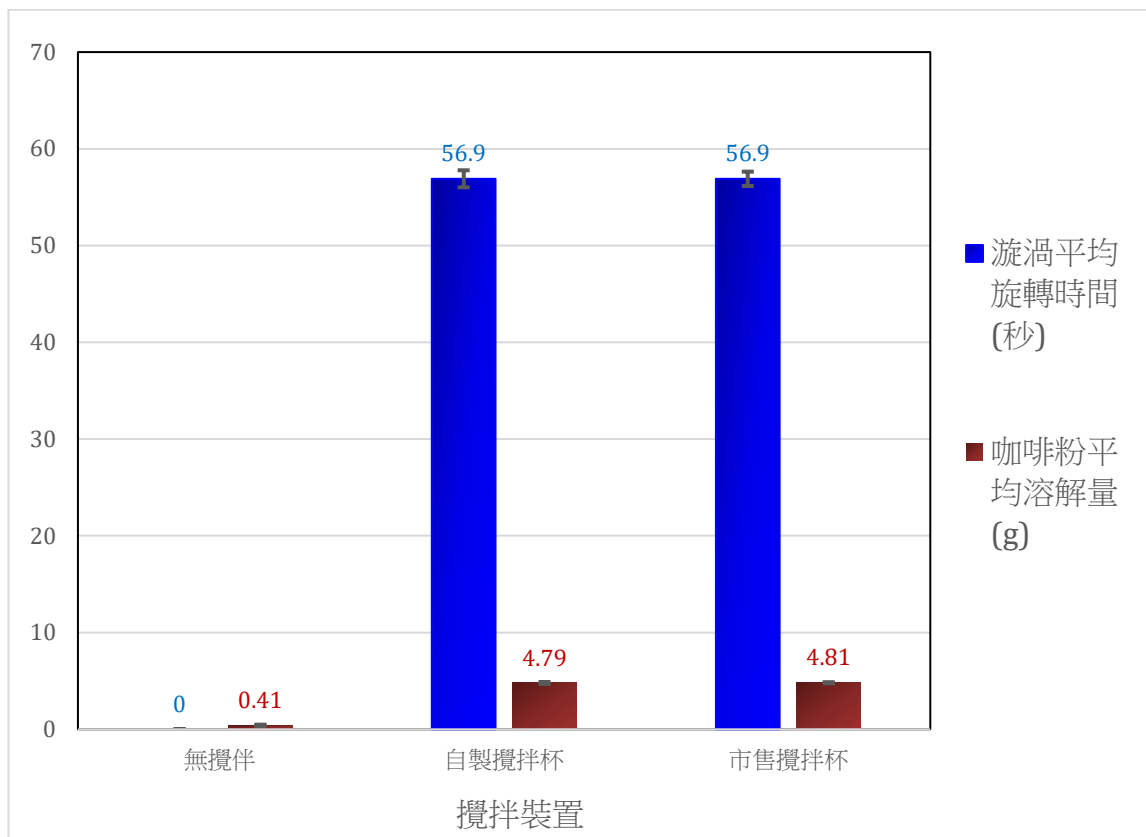
1. 【表 5-1-1】自製攪拌杯與市售攪拌杯的攪拌子形成漩渦旋轉時間長短

攪拌裝置		無攪拌	自製攪拌杯	市售攪拌杯
攪拌子形成漩渦旋轉時間(秒)	一	0	58	57
	二	0	57	56
	三	0	56	57
	四	0	57	58
	五	0	58	58
	六	0	56	57
	七	0	58	56
	八	0	57	57
	九	0	56	56
	十	0	56	57
漩渦旋轉平均時間(秒)		0	56.9	56.9
標準差		0	0.88	0.74

2. 【表 5-1-2】無攪拌、自製攪拌杯與市售攪拌杯攪拌後的咖啡粉溶解量多寡

攪拌裝置		無攪拌	自製攪拌子	市售攪拌子
咖啡粉溶解量(g)	一	0.4	4.8	4.9
	二	0.5	4.9	4.8
	三	0.5	4.8	4.8
	四	0.4	4.7	4.7
	五	0.4	4.8	4.8
	六	0.5	4.9	4.8
	七	0.4	4.6	4.8
	八	0.3	4.9	4.8
	九	0.3	4.7	4.8
	十	0.4	4.8	4.9
咖啡粉平均溶解量(g)		0.41	4.79	4.81
標準差		0.07	0.10	0.06

3. 【圖 5-1-1】電池電量不同，無攪拌、自製攪拌杯與市售攪拌杯的攪拌子形成漩渦旋轉時間長短與咖啡粉溶解量多寡



4. 由【表 5-1-1】、【表 5-1-2】和【圖 5-1-1】可以得知：自製攪拌杯攪拌形成漩渦的平均時長和市售攪拌杯相同，形成漩渦的平均時長都是最長的。而在 200ml、20°C 的冷水中加入 5 公克的咖啡粉，市售攪拌杯攪拌後的咖啡粉平均溶解量最大，而自製攪拌杯的咖啡粉平均溶解量居次，只少了 0.02 公克，無攪拌咖啡粉的平均溶解量最少。

5. 觀察實驗過程與討論後，我們發現：市售攪拌杯需要使用兩顆電池，旋轉的過程，馬達轉動聲音較小，但鐵氟龍磁攪拌子剛開始旋轉時，會摩擦杯底發出的聲音較大。而我們的自製攪拌杯只需要使用一顆電池，而旋轉的過程中，馬達轉動聲音較大，但矽膠磁攪拌子摩擦杯底幾乎不會發出聲音。

柒、結論

一、攪拌子中的磁鐵安裝方式與位置不同會影響自製攪拌杯的運轉：

1. 磁鐵豎直排放的安裝方式，攪拌子旋轉時間較長；磁鐵橫平排放的安裝方式，會造成磁吸力過大，而使馬達轉盤旋轉摩擦力變大，因此攪拌子無法順利旋轉。
2. 而攪拌子中的磁鐵豎直排放裝在正中央的攪拌子，攪拌旋轉時間較長；安裝在兩端的攪拌子，攪拌旋轉時間較短。而磁鐵豎直排放在兩端的攪拌子，旋轉幾秒後，會因位置偏移，造成磁極相斥而使其中一端翹高，而此時攪拌子與轉盤間的磁吸力變小，在離心力較大的情況下被甩飛。

二、因水杯底部大小的限制，攪拌子長度不同會影響自製攪拌杯的運轉：攪拌子愈短，攪拌旋轉時間愈長且穩定，轉速較快，在旋轉的過程中製造的漩渦深度較大，但漩渦半徑卻較小；攪拌子愈長，攪拌旋轉時間反而愈短，也容易因邊緣摩擦水杯杯壁而無法穩定旋轉，轉速較慢，漩渦深度較小，但漩渦半徑卻較大。

三、轉盤與攪拌子間距不同會影響自製攪拌杯的運轉：攪拌子與轉盤間距愈長，會因磁吸力變小，使攪拌子受離心力影響而甩飛，之後無法順利旋動；而間距愈短，反而會使磁吸力變大，增加馬達轉盤的摩擦力，馬達轉盤轉動會逐漸變慢，最後停止轉動。因此攪拌子與轉盤間距不宜過長或過短，只有在適當間距範圍內，攪拌子旋轉才會比較穩定。

四、

- (1) 在使用同一個攪拌子與馬達轉盤的情況下，攪拌子與馬達轉盤間的磁吸力大小是固定的，使用高電量的全新電池，馬達轉盤轉速較快，此時攪拌子受到的離心力較大，若攪拌子與馬達轉盤間的磁吸力不夠大，攪拌子就會被甩飛而無法穩定旋轉；而使用低電量的舊電池，馬達旋轉速度較慢，攪拌子受到的離心力較小，若磁吸力較大，此時又會造成馬達轉盤摩擦力變大而無法旋轉的情形發生。
- (2) 在正常情況下，我們使用攪拌杯並不會特意挑選電池使用，因此當使用電池驅動自製攪拌杯旋轉攪拌時，會因電量的不同而使攪拌子受到的離心力大小產生變化，要讓攪拌子與馬達轉盤間的磁吸力大小在適當範圍下，才能配合離心力大小的變化，使攪拌杯持續穩定運轉。
- (3) 而影響攪拌子與馬達轉盤間磁吸力大小的變因有磁鐵安裝位置、安裝方式、磁鐵數量、磁鐵厚度、攪拌子與轉盤間距……等，這些變因要搭配、調整後才能讓磁吸力大小位在適當範圍內，使攪拌杯持續穩定運轉。

五、將自製攪拌杯攪拌與市售攪拌杯使用過程與結果，進行比較：

- (1)我們的自製攪拌杯是將兩塊厚度為 0.5 cm 的強力磁鐵以豎直排放的方式，固定在管徑 0.8 cm、長度 1.2 cm 的矽膠軟管中央位置製成磁攪拌子後，調整馬達轉盤與水杯底部的間距為 2.5 cm 的情況下使用，攪拌形成漩渦的平均時長和市售攪拌杯相同，且在水中加入等量的咖啡粉，自製攪拌杯攪拌後的咖啡粉平均溶解量與市售攪拌杯的差距很小。
- (2)市售攪拌杯需要使用兩顆電池，馬達轉動發出的聲音較小，但鐵氟龍磁攪拌子摩擦杯底發出的聲音較大。而我們的自製攪拌杯只要一顆電池，雖然馬達轉動聲音較大，但矽膠磁攪拌子摩擦杯底幾乎不會發出聲音。因研究時間限制，我們來不及改良馬達轉盤轉動音量較大的缺點，希望未來能再進行探究，找出使自製攪拌杯馬達轉動音量降低的方法。
- (3)我們的自製攪拌杯使用的電池數量較少，卻能達到與市售攪拌杯相差無幾的攪拌效果，而且我們的自製攪拌杯是使用回收紙杯、塑膠盒、與玩具小馬達……等材料製作轉盤底座，再利用家中不用水壺的矽膠吸管消毒後，裝入磁鐵製作磁攪拌子，製作材料容易取得，花費低廉，既環保又能化腐朽為神奇。

六、歷屆全國科展類似的研究主題中，只有第 60 屆科展作品《神奇超距力攪拌器-探討各項影響電磁攪拌器穩定運轉的變因》與我們的探究內容較相似，進行比較分析後發現：

不同點	第 60 屆科展作品	我們的探究內容
探究影響攪拌器穩定運轉的變因	<ol style="list-style-type: none"> 1. 轉盤上磁鐵的排序 2. 轉盤上磁鐵的大小 3. 轉盤上磁鐵與攪拌子的距離 4. 攪拌子長短 5. 攪拌子形狀 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 攪拌子中磁鐵安裝位置與方式 2. 攪拌子長短 3. 轉盤與攪拌子的距離 4. 電池電量 5. 電池電量與攪拌子中磁鐵數量 6. 電池電量與攪拌子中磁鐵厚度 7. 市售與自製攪拌杯的攪拌效果比較
	<p>第 60 屆科展作品製作的攪拌器主要是針對轉盤進行探究與改良，而我們的探究內容則更多放在自製攪拌子的探究與改良。此外，第 60 屆科展作品只觀測攪拌子的旋轉情形，並沒有實際加入溶質進行攪拌，而我們有加入咖啡粉進行自製與市售咖啡攪拌杯的攪拌效果比較，實驗結果更符合生活中真實使用咖啡攪拌杯的情形。</p>	

不同點	第 60 屆科展作品	我們的探究內容
馬達轉盤製作材料與方法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用廢棄的回收電腦硬碟與電源製作，材料不易取得，而且取得的硬碟與電源必須是沒有毀損且能運轉的。 2. 5-12 伏特無刷馬達驅動器價格大約為 150~300 元不等，價格較昂貴。 3. 製作過程需要拆卸硬碟，並使用鉸槍焊接電線，製作方法較困難，而硬碟、電源與馬達驅動器的電線連接也較複雜。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用回收紙杯、塑膠盒、瓦楞板、玩具小馬達與冰棒棍製作，材料較容易取得。 2. 使用材料皆為廢棄回收物品，不需額外花錢購買製作材料。 3. 製作過程較簡便且安全，製作方法較簡易。
	<p>第 60 屆科展作品製作的攪拌器材料取得不易且花費較高，製作複雜且困難。我們的自製攪拌杯材料取得方便，花費低廉，製作較為簡便。</p>	
使用的磁攪拌子	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用市售的鐵氟龍攪拌子，價格約 30~90 元不等，花費較昂貴。 2. 鐵氟龍攪拌子具有鐵氟龍抗酸、抗鹼、抗各種有機溶劑的特性，可攪拌的溶液種類較多。 3. 使用的過程中，鐵氟龍攪拌子撞擊杯子發出的聲音較大。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用食品用矽膠軟管、矽膠黏合劑和磁鐵製作，矽膠軟管取自家中不用的水壺吸管，而圓片形強力磁鐵每顆價格約 1~2 元，製作費用便宜。 2. 自製攪拌子以食品用矽膠與矽膠黏合劑包覆，可以耐高溫與低溫，不含塑化劑，但有些溶液(如：強鹼)攪拌時不適合使用。 3. 矽膠製的磁攪拌子在使用時，撞擊杯子不會發出聲音。
	<p>第 60 屆科展作品使用市售的商用攪拌子，雖然使用用途較廣泛，但需要花錢購買且使用時會撞擊杯子發出噪音。而我們自製的攪拌子雖然不適合攪拌某些溶液(如：強鹼)，用於食品攪拌是安全無虞的，且製作簡單，費用低廉，不會發出噪音。</p>	

不同點	第 60 屆科展作品	我們的探究內容
攪拌子 長度影 響其旋 轉情形 的原因 推論	長度愈大的攪拌子與杯底接觸面積大，摩擦力大，低電流時，馬達功率小無法匹配，而出現攪拌子與轉盤均固定不動的現象	因受到水杯大小的限制，長度愈大的攪拌子剛開始旋轉時，旋轉軸心會有偏離杯底中心點的現象，造成邊緣摩擦杯壁而無法穩定旋轉。
	查詢其他文獻資料，都指出摩擦力的大小與接觸面積大小無關。因此，第 60 屆科展作品對於攪拌子長度影響其旋轉情形的原因推論是錯誤的，應該是因為較長的攪拌子旋轉軸心偏移時，容易造成邊緣摩擦杯壁而無法穩定旋轉。	

七、這次的科學探究活動使我們獲益良多，未來希望能繼續探究，找出使自製攪拌杯馬達轉動音量降低的方法，也期望能更進一步尋找更環保的發電方式來驅動攪拌杯，持續改良自動攪拌杯，使其能在攪拌不同特性的液體(如：黏性液體)時，也能有效攪拌。

捌、參考資料及其他

1. 南一版 第一冊 國民小學自然科學領域課本
2. 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會作品
 <<神奇超距力攪拌器-探討各項影響電磁攪拌器穩定運轉的變因>>
2. 電磁攪拌器 (2018 年 3 月 12 日)。維基百科，自由的百科全書。取自：
<https://reurl.cc/exkgqx>
3. 直流馬達(2019 年 5 月 16 日)。維基百科，自由的百科全書。取自：
<https://reurl.cc/qd4be0>
4. Darren Tan (2016)。自製電磁攪拌機。YouTube。取自：<https://reurl.cc/E7gRaK>

【評語】 082814

1. 此案提出自製自動攪拌杯，其主要的設計考慮因子包括 a. 攪拌子磁鐵安裝方式與長度等，b. 攪拌子與轉盤之間的距離，c. 電池電量不同情況下的攪拌效果等不同參數探討。
2. 實驗利用回收的玩具馬達、塑膠盒等物品製作自動攪拌杯，注重環保和成本。
3. 實驗不僅關注攪拌子的旋轉情況，還實際測試了攪拌效果。每一項實驗結果均進行重複數據量測，得到平均值與標準差，展現科學素養和實踐能力。

作品簡報



DIY 自動攪拌杯

- 探討影響攪拌杯穩定運轉的變因



摘要

家中的攪拌杯損壞後，我便想嘗試動手製作，查詢資料、動手後卻無法順利運轉。隔天，我和同學、老師討論後，決定透過探討影響自動攪拌杯穩定運轉的變因，從中找到改良方法。之後我們先模仿網路視頻製作攪拌杯，找出影響攪拌杯穩定運轉的變因有：攪拌子中磁鐵安裝位置與方向、攪拌子長度……等。經過實驗探究後發現：磁鐵豎直排放裝在正中央、長度為1cm的攪拌子旋轉攪伴的效果最好，而馬達轉盤與攪拌子的間距要控制在適當範圍內，攪拌杯才能順利運轉。

經過這次科學探究活動，讓我們發現利用回收的玩具小馬達、塑膠盒等物品製作自動攪拌杯，既環保又能化腐朽為神奇。未來希望能更進一步研究環保的發電方式來驅動攪拌杯，也希望能再改良自動攪伴杯，使其能在攪拌不同的液體(如：黏性液體)時，也能有效攪拌。

壹、研究動機

我們在三年級的時候，在自然科學領域「磁鐵」單元中，了解「磁鐵的特性，而市售的自動攪拌杯就是利用磁鐵的特性製作而成的！」

家中的自動攪拌杯壞了，想寄回廠家維修，卻已過保固期需自付維修費。我嘗試動手製作，卻無法順利運轉。

隔天，我和同學、老師分享自製攪拌杯的過程，並向他們請教。經過討論後，我們決定透過實驗操作，從中探討影響攪拌杯穩定運轉的變因，進而找到改良自製攪拌杯的方法。



貳、研究目的

目的一 探討攪拌子中磁鐵安裝位置與方式對攪拌杯運轉的影響。

目的二 探討攪拌子長度對攪拌杯運轉的影響。

目的三 探討轉盤與攪拌子的間距對攪拌杯運轉的影響。

目的四 探討電池電量不同的情況下，攪拌子內的磁鐵數量與厚度對攪拌杯穩定運轉的影響。

目的五 探討自製攪拌杯與市售攪拌杯運轉情形與攪拌效果的差異。

參、研究設備與材料

塑膠杯、紙杯、馬達、電線、電池、磁鐵、矽膠軟管、矽膠黏合劑、熱熔膠、電源開關、瓦楞板、塑膠盒、冰棒棍、電池電量檢測器、市售攪拌杯、咖啡粉、碼表、蒸發皿、坩堝鉗、三腳架、陶瓷纖維網、酒精燈、燒杯、量筒

肆、研究過程、結果與討論

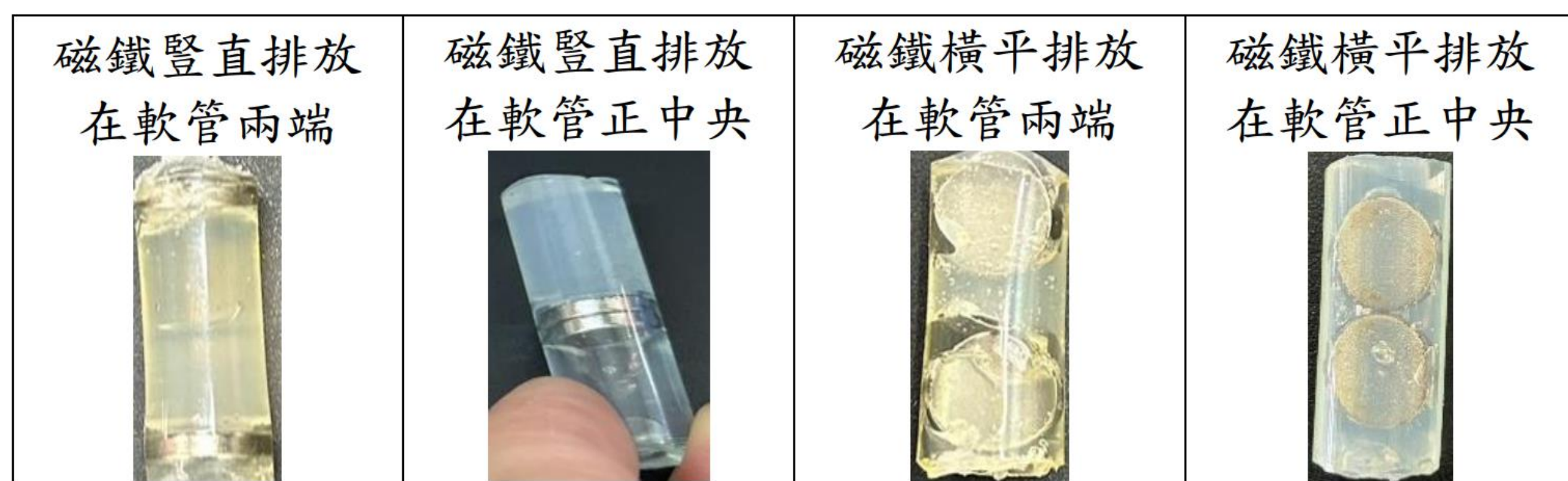
一、自製杯底座與馬達轉盤製作與組裝。



二、探討攪拌子中的磁鐵安裝位置與方式對攪拌杯穩定運轉的影響。

(一)研究過程

- ❖控制變因：攪拌子長度、磁鐵大小……等
- ❖操作變因：攪拌子中的磁鐵安裝位置與方式
- ❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間

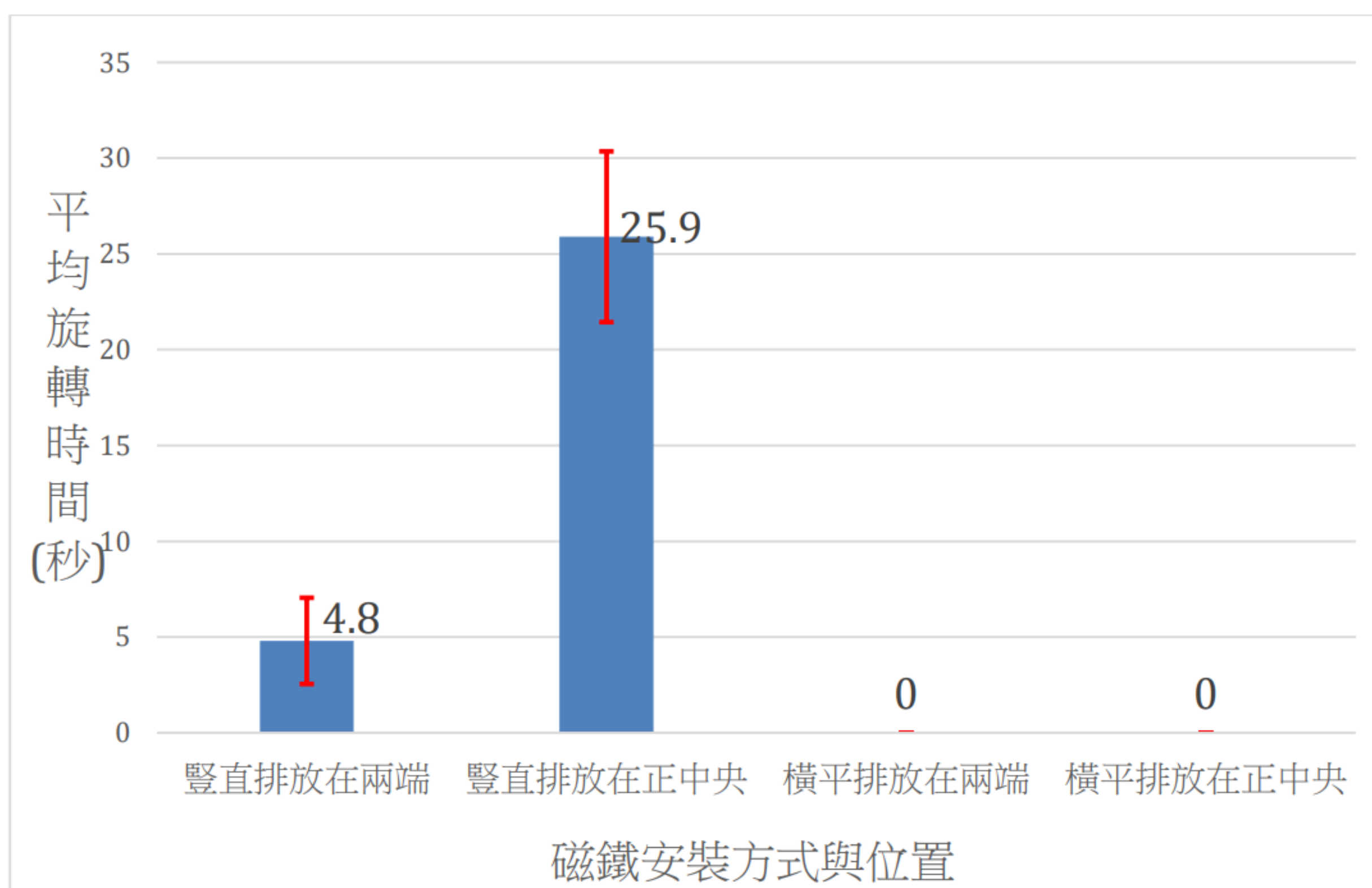


(二)實驗結果

【表 1-1】磁力觀測片觀察磁力強弱分布情形

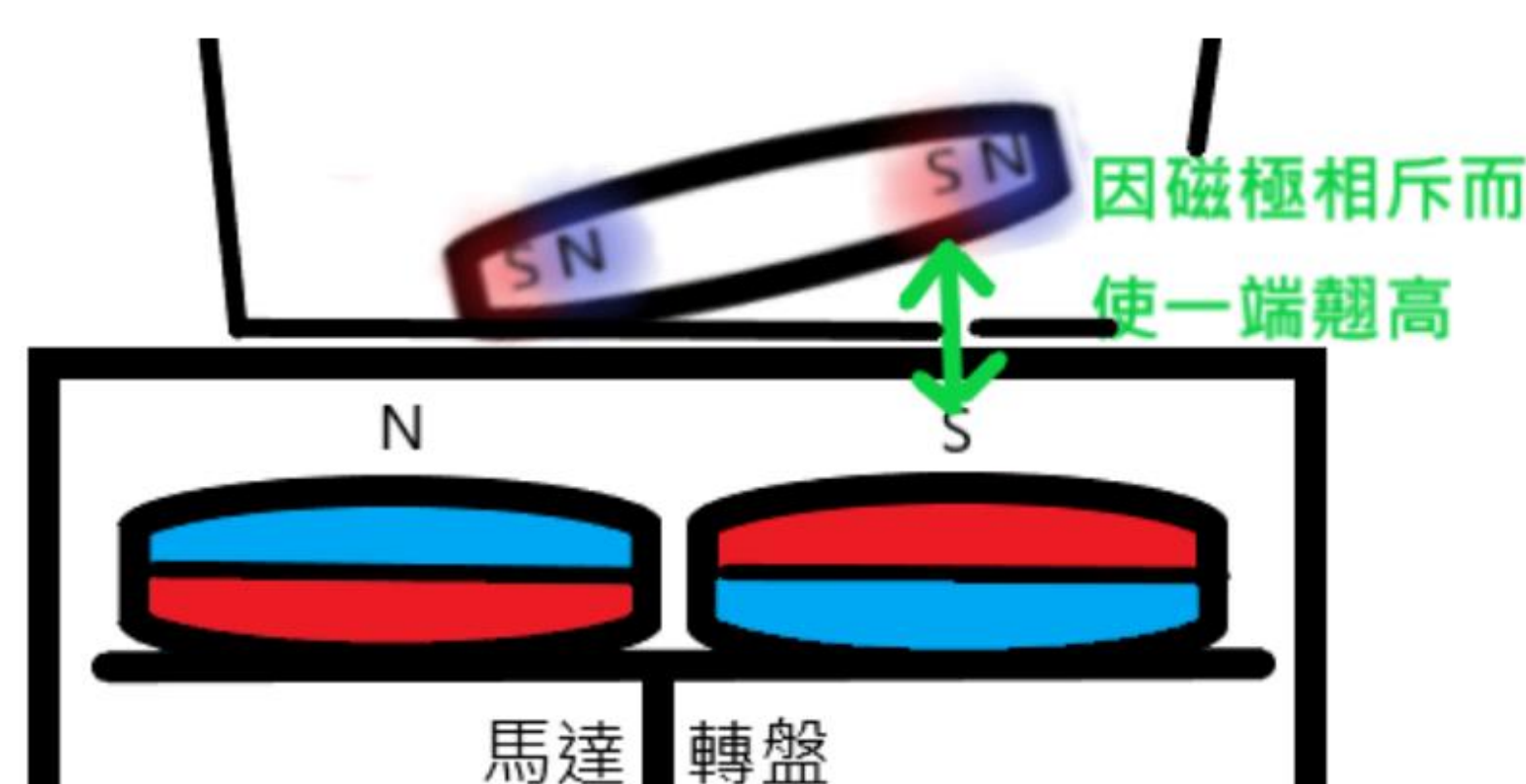
馬達轉盤	自製攪拌子的磁鐵安裝位置與方式			
	豎直排放在兩端	豎直排放在正中央	橫水平排放在兩端	橫水平排放在正中央
觀測結果				

【圖 1-1】磁鐵安裝位置不同的攪拌子旋轉時間長短，誤差線為標準差(n=10)



(三)討論

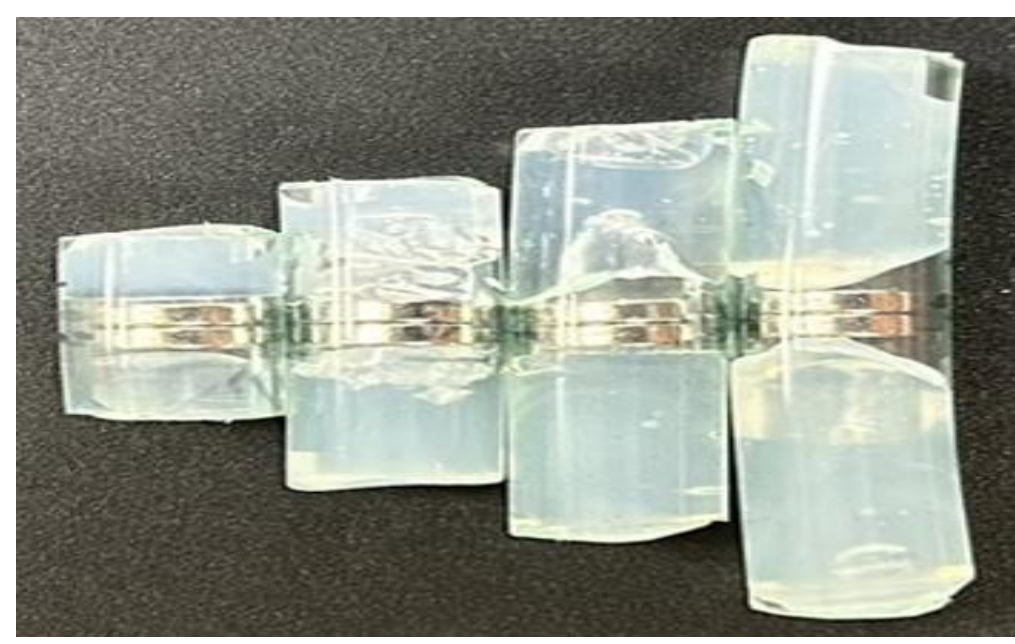
磁鐵豎直排放在兩端的攪拌子



三、探討攪拌子長度對攪拌杯穩定運轉的影響。

(一)研究過程

- ❖控制變因：攪拌子磁鐵安裝位置與方式、水量……等
- ❖操作變因：攪拌子長度
- ❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間

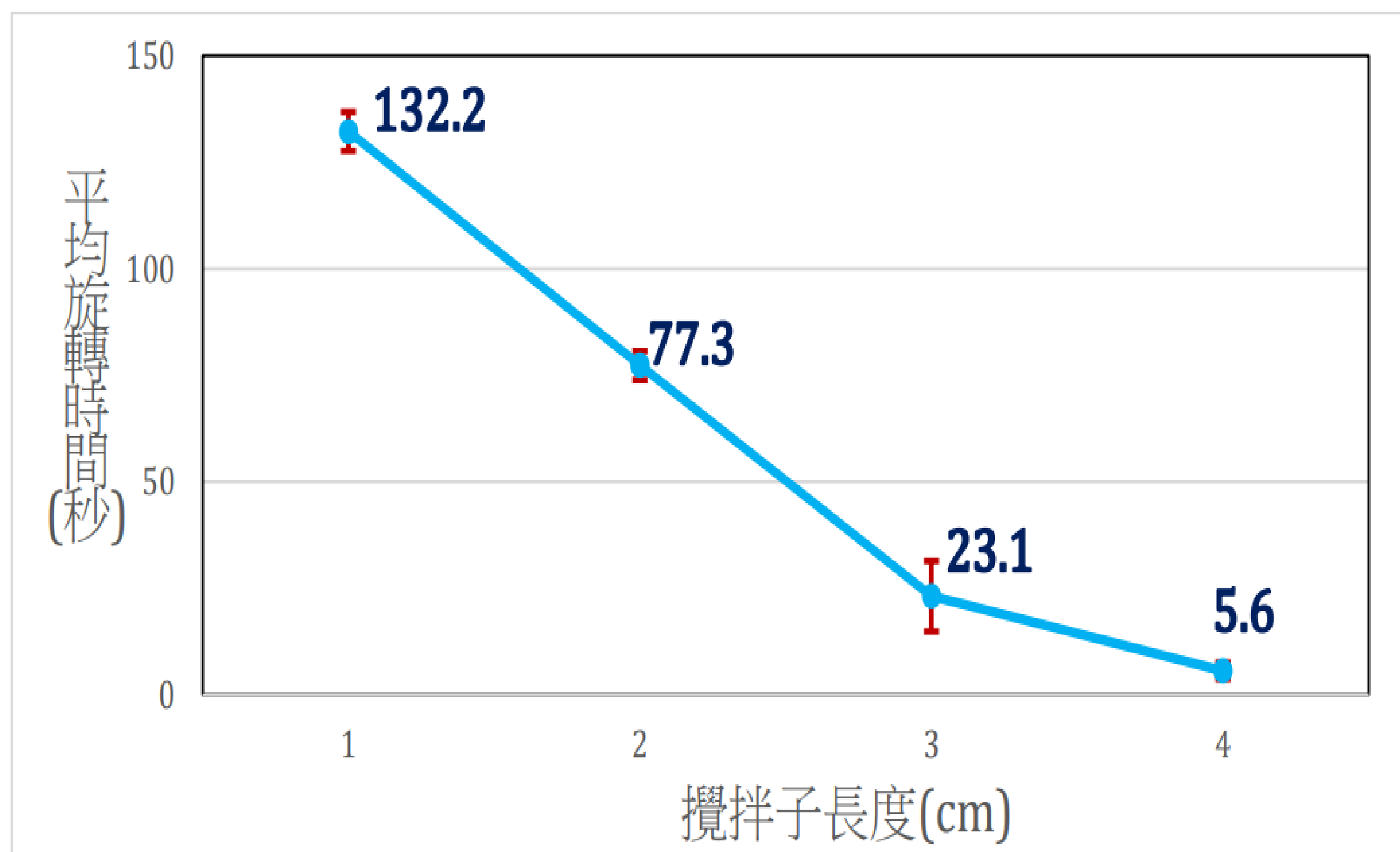


(二)實驗結果

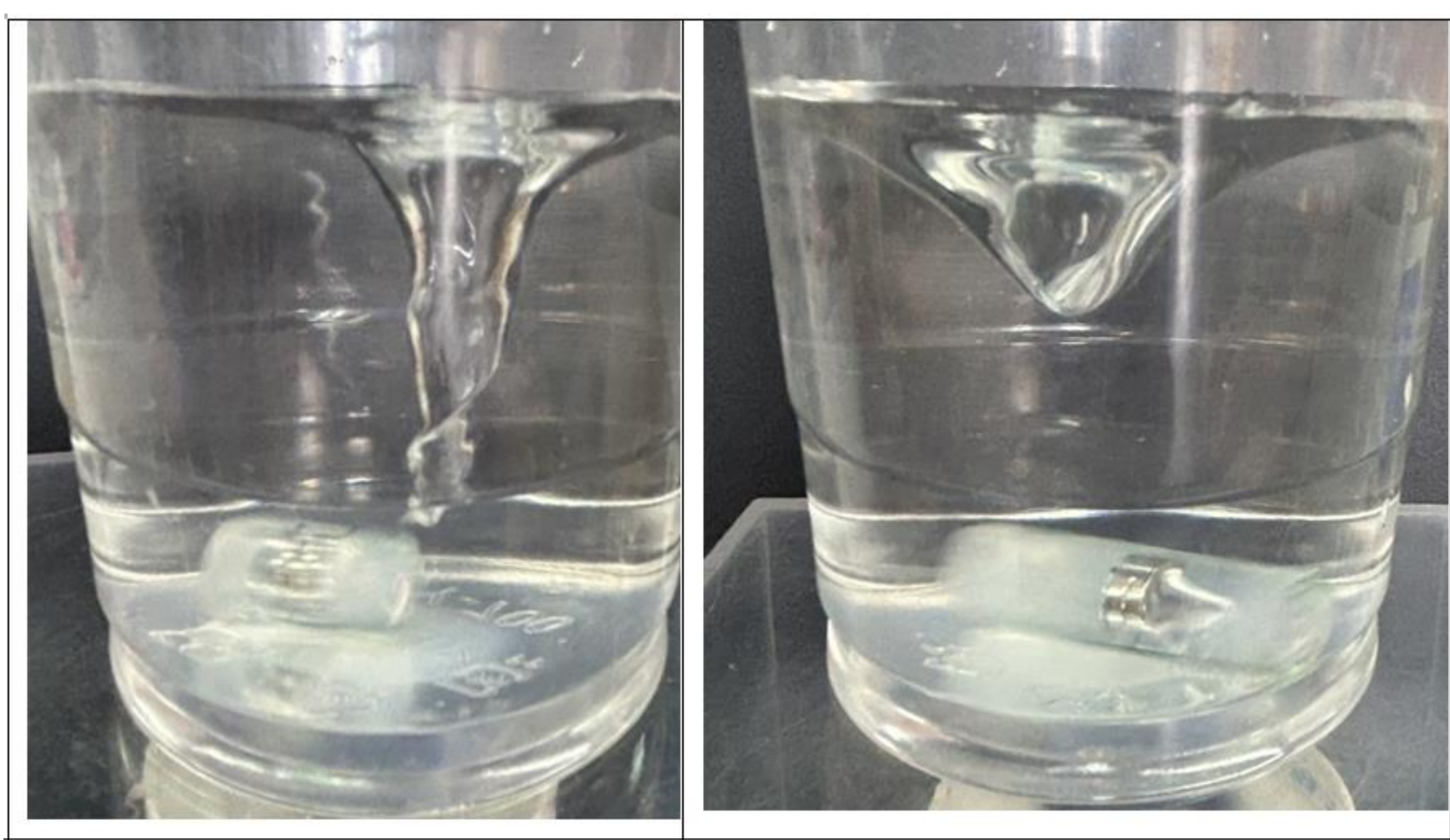
【表 2-1】磁力觀測片觀察磁力強弱分布情形

攪拌子長度	1公分	2公分	3公分	4公分
觀測結果				

【圖 2-1】不同長度的攪拌子旋轉時間長短，誤差線為標準差(n=10)



(三)討論



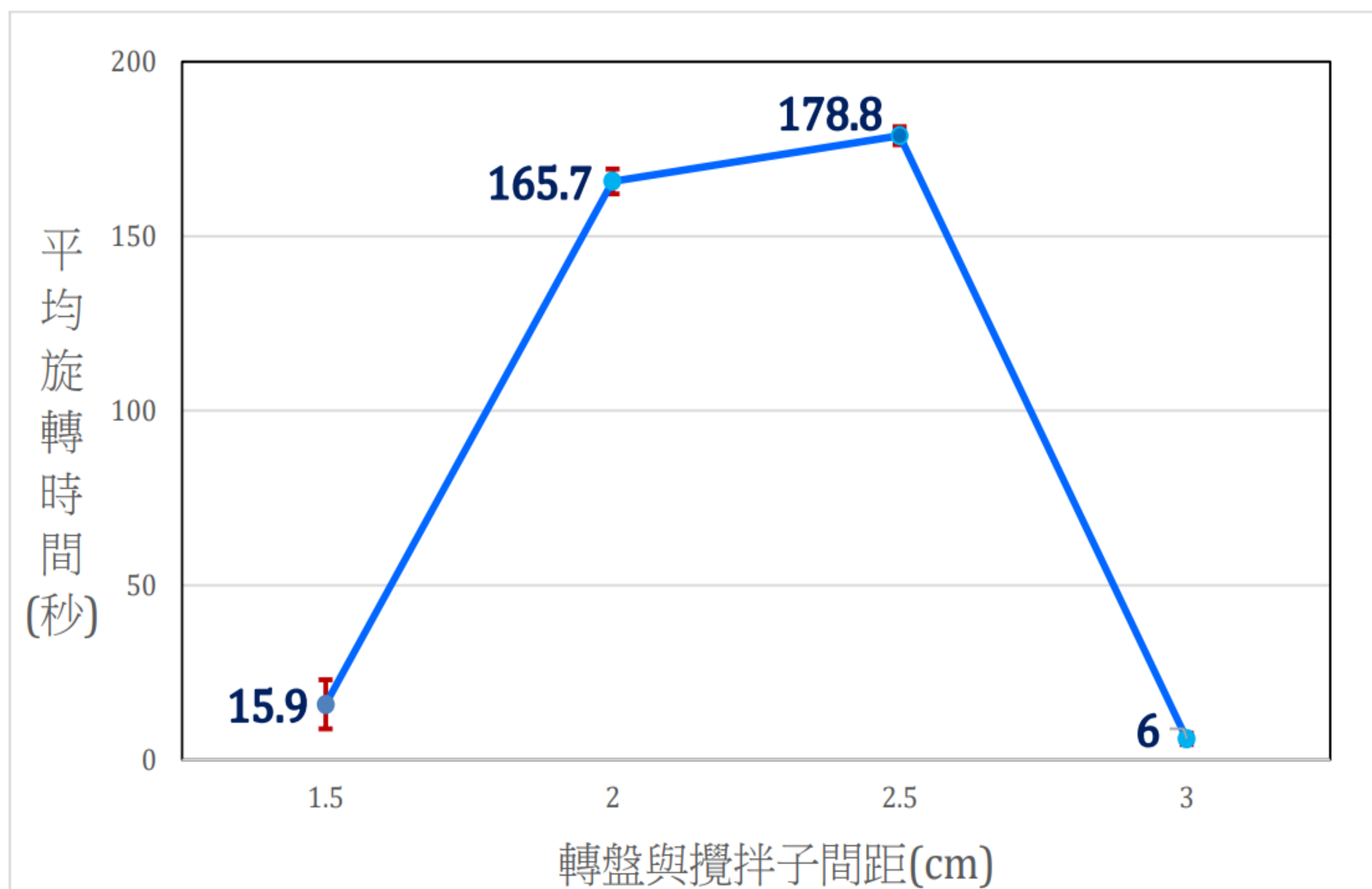
四、探討轉盤與攪拌子的間距對攪拌杯穩定運轉的影響。

(一)研究過程

- ❖控制變因：攪拌子形狀與長度、馬達轉速……等
- ❖操作變因：轉盤與攪拌子的間距
- ❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間

(二)實驗結果

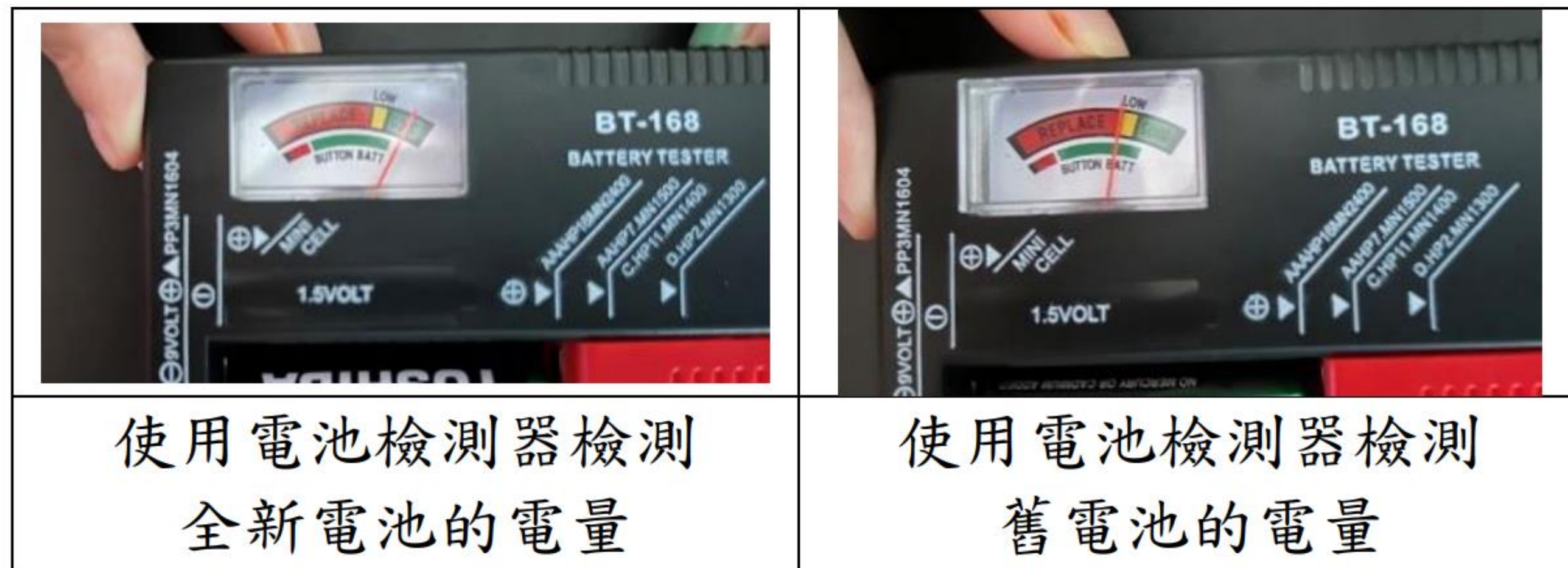
【圖 3-1】轉盤與攪拌子間距不同，攪拌子旋轉時間長短，誤差線為標準差(n=10)



五、探討自製攪拌杯使用的過程中，隨著電池電量的消耗對攪拌杯穩定運轉的影響。

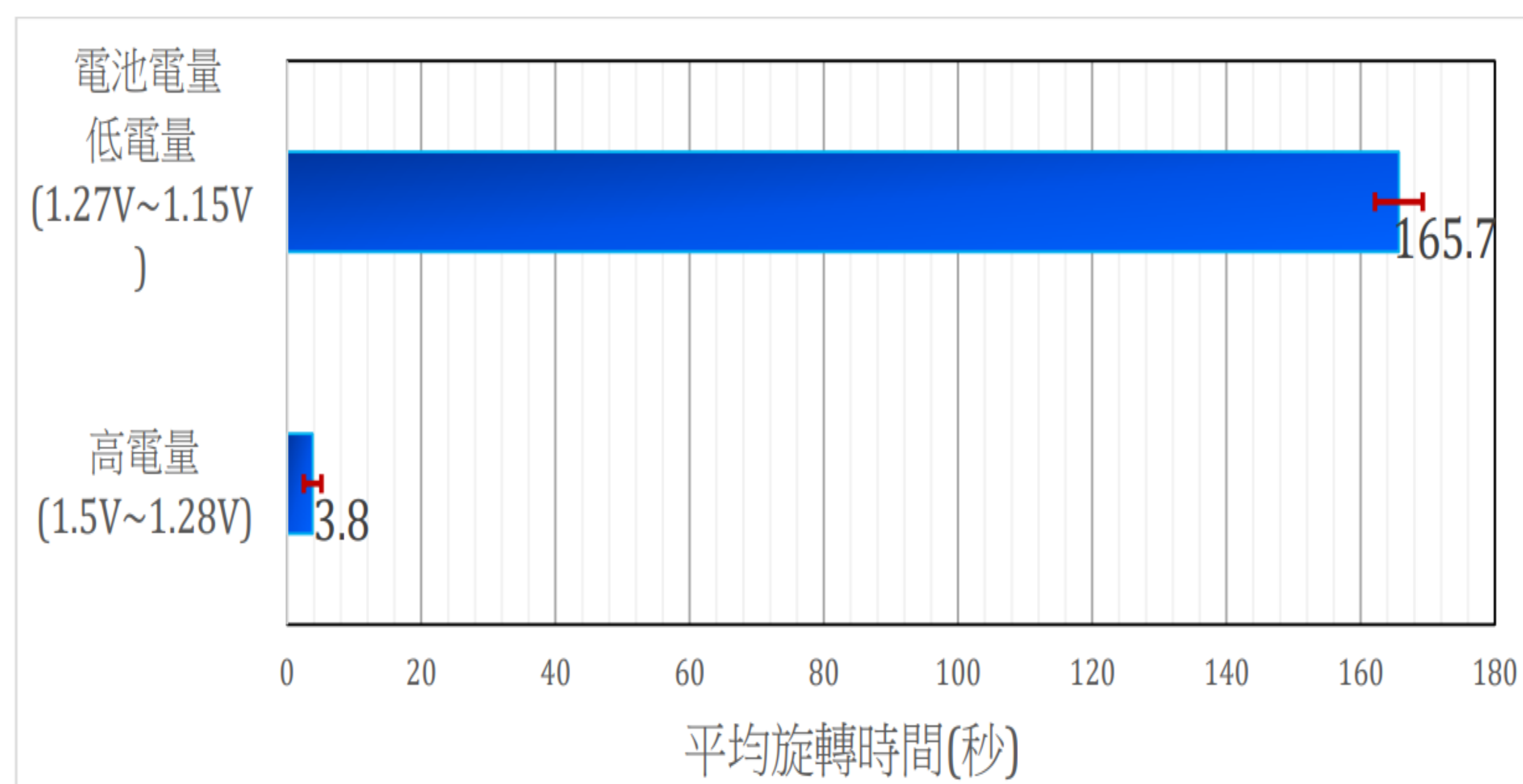
(一)研究過程

- ❖控制變因：攪拌子安裝位置與方式、馬達轉速……等
- ❖操作變因：電池電量
- ❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間



(二)實驗結果

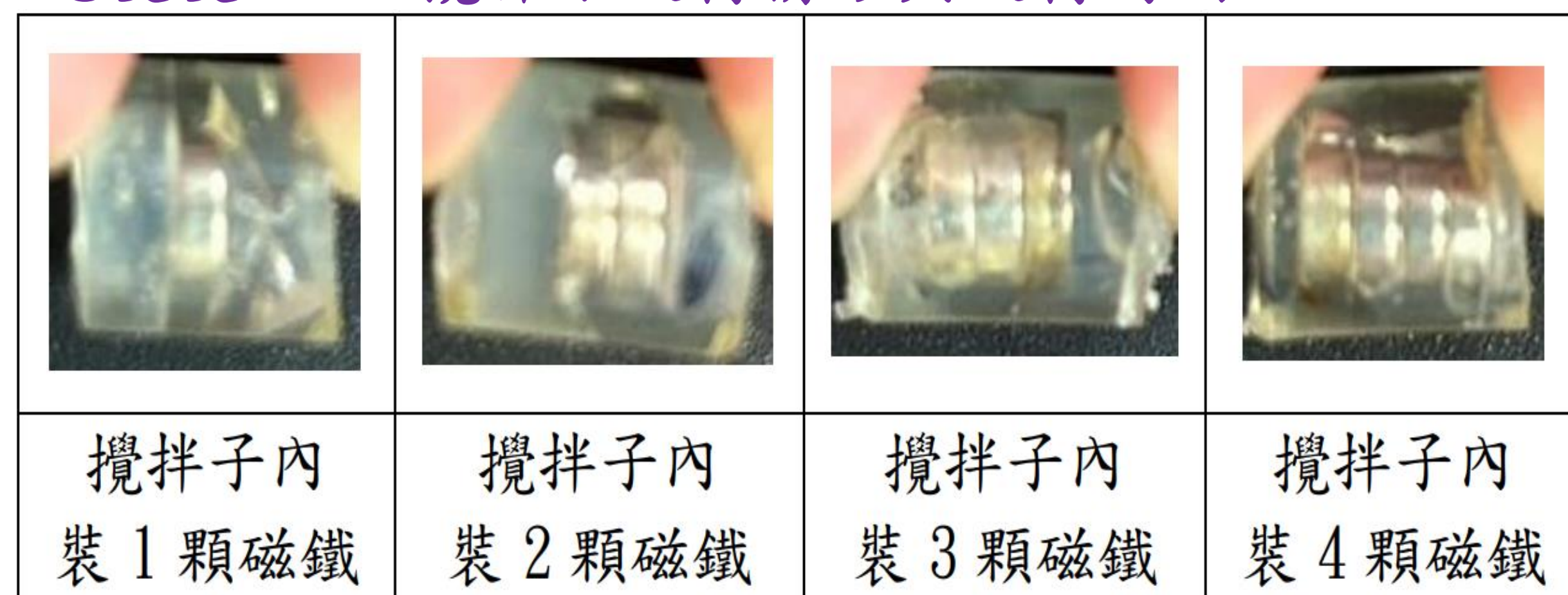
【圖 4-1】電池電量不同，攪拌子旋轉時間長短，誤差線為標準差(n=10)



六、探討自製攪拌杯使用的過程中，隨著電池電量的消耗，攪拌子內的磁鐵數量對攪拌杯穩定運轉的影響。

(一)研究過程

- ❖控制變因：攪拌子安裝位置與方式、馬達轉速……等
- ❖操作變因：電池電量、攪拌子內的磁鐵數量
- ❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間

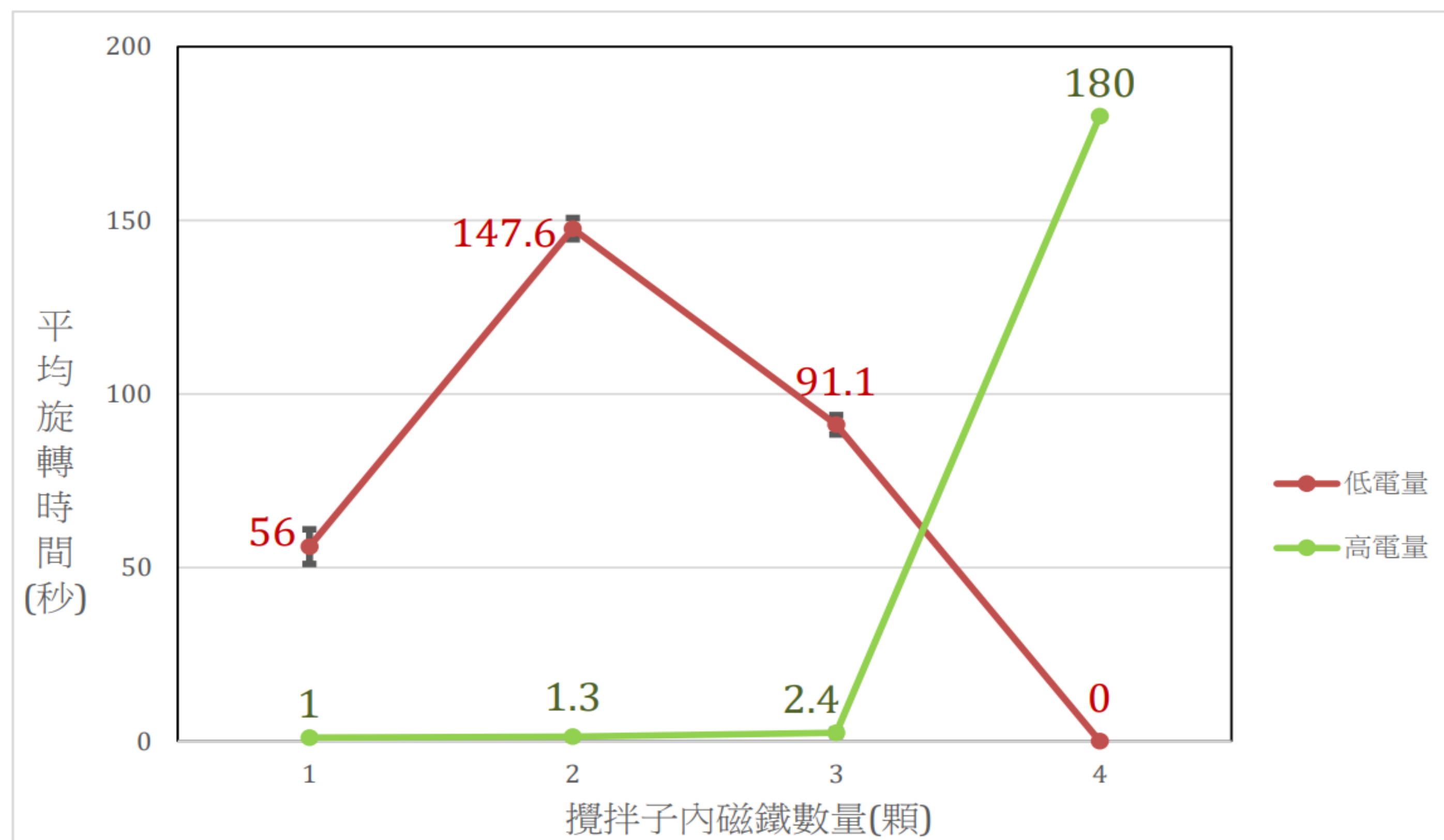


(二)實驗結果

【表 4-2】磁力觀測片觀察磁力強弱分布情形

攪拌子內磁鐵數量	1顆	2顆	3顆	4顆
觀測結果				

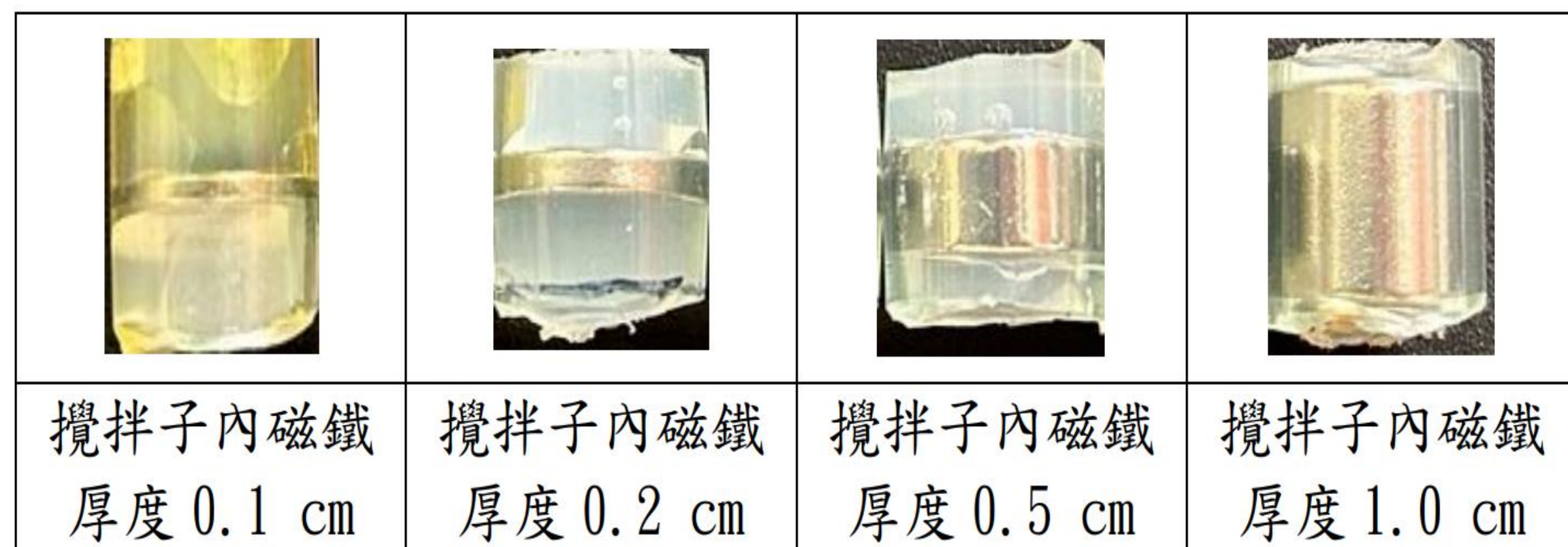
【圖 4-2】電池電量不同，攪拌子內磁鐵數量不同的情況，攪拌子旋轉時間長短





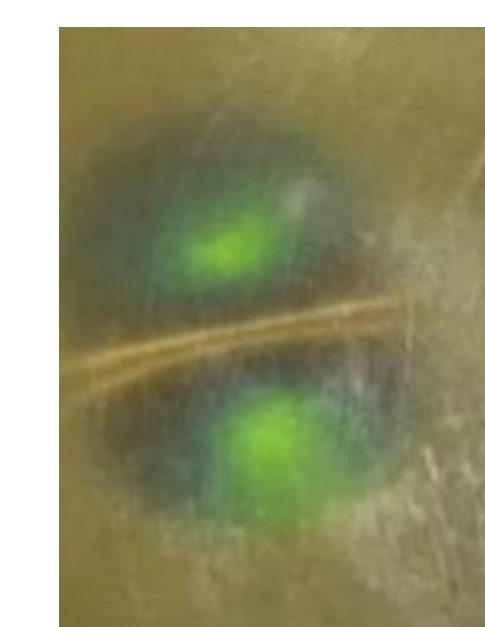
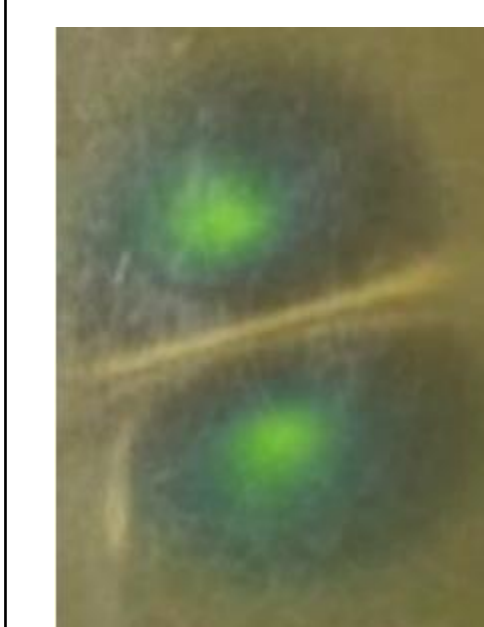
七、探討自製攪拌杯使用的過程中，隨著電池電量的消耗，攪拌子內的磁鐵厚度對攪拌杯穩定運轉的影響。

(一)研究過程

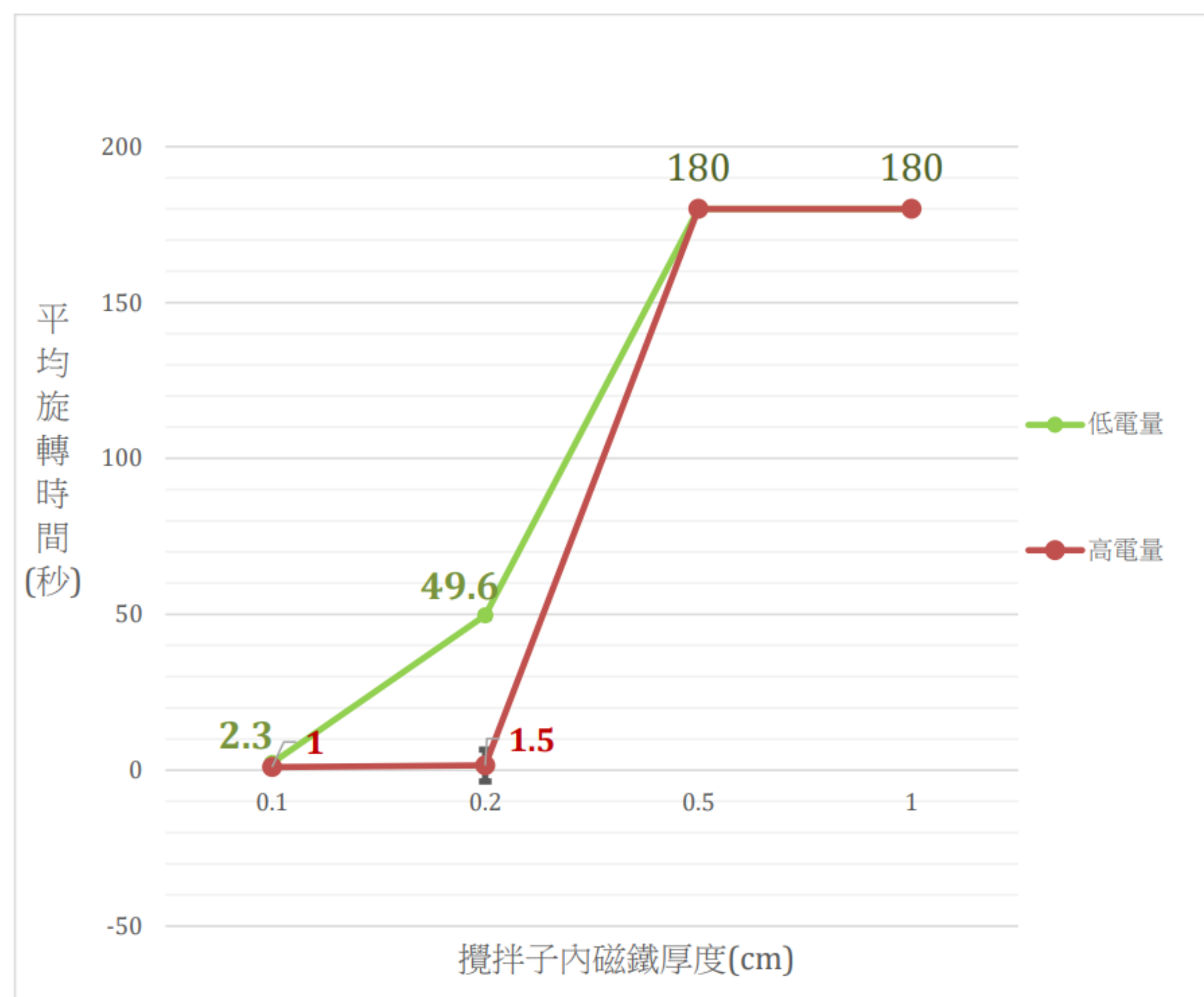
- ❖控制變因：攪拌子長度、馬達轉速、水量……等
- ❖操作變因：電池電量、攪拌子內的磁鐵厚度
- ❖應變變因：攪拌子旋轉情形與旋轉時間



(二)實驗結果

磁鐵厚度	0.1公分	0.2公分	0.5公分	1.0公分
觀測結果				

【圖 4-3】電池電量不同，攪拌子內磁鐵厚度不同的情況，攪拌子旋轉時間長短

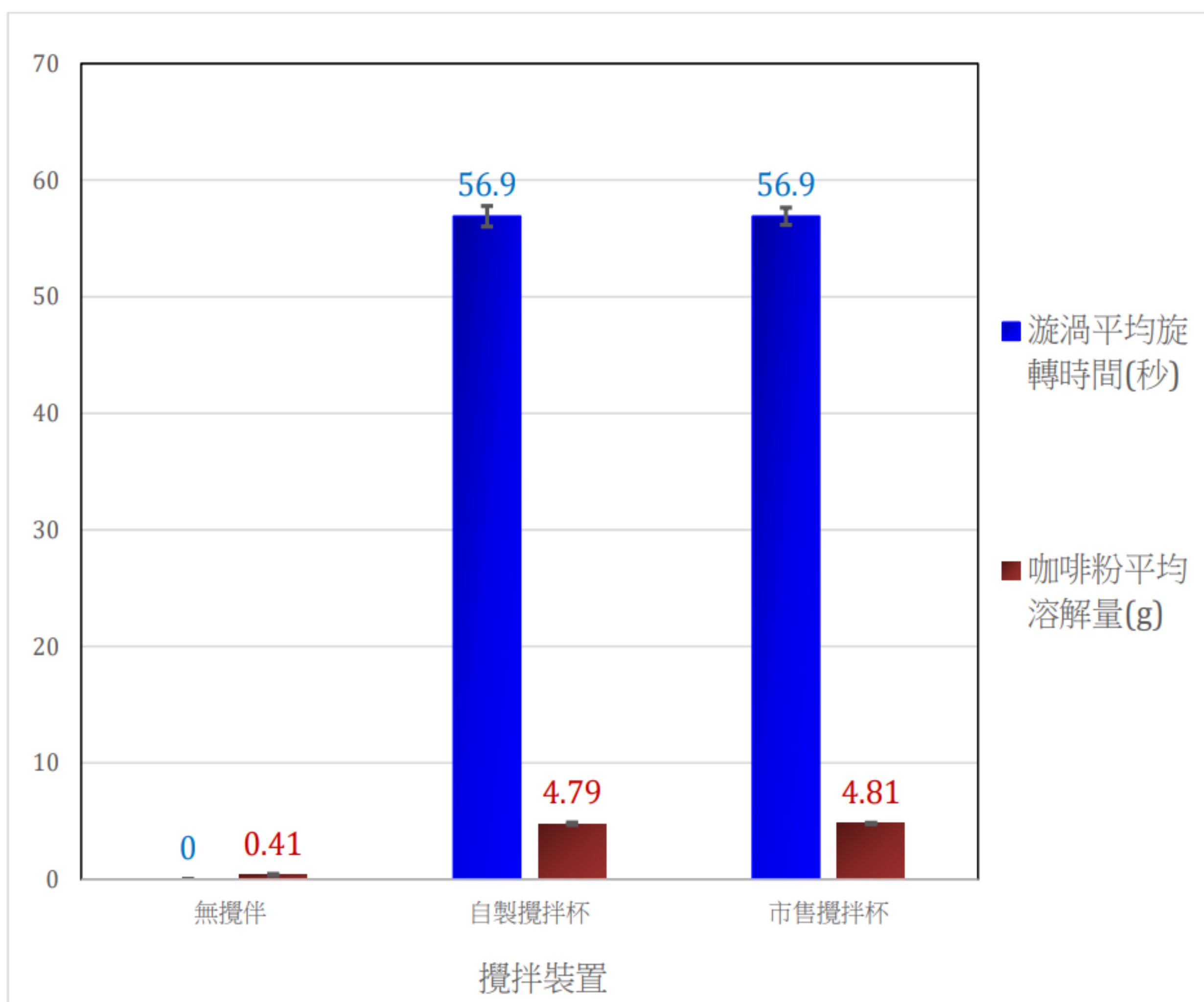


八、探討自製攪拌杯與市售攪拌子，運轉情形與攪拌效果的差異

(一)研究過程

- ❖控制變因：攪拌子大小、水量、咖啡重量……等
- ❖操作變因：自製攪拌杯與市售攪拌杯
- ❖應變變因：攪拌子旋轉情形與時間、咖啡粉攪拌後溶解的情形

(二)實驗結果



伍、結論

- 磁鐵豎直排放的安裝方式，攪拌子旋轉時間較長；磁鐵橫平排放的安裝方式，攪拌子無法順利旋轉。
- 攪拌子中的磁鐵豎直排放安裝在正中央，攪拌旋轉時間較長；安裝在兩端，旋轉幾秒後會被甩飛。
- 因水杯底部大小的限制，攪拌子長度不同會影響攪拌杯的運轉。
- 攪拌子與轉盤間距只有在適當間距範圍內，攪拌子旋轉才會比較穩定。
- 在正常情況下，使用電池驅動自製攪拌杯時，會因電量的不同而使攪拌子受到的離心力大小產生變化，要讓攪拌子與馬達轉盤間的磁吸力大小在適當範圍下，才能配合離心力大小的變化，使攪拌杯持續穩定運轉。
- 影響攪拌子與馬達轉盤間磁吸力大小的變因要搭配、調整後才能讓磁吸力大小位在適當範圍內，使攪拌杯持續穩定運轉。
- 將自製攪拌杯與市售攪拌杯進行比較：
 - 電池驅動的效能性
 - 製作材料與花費
 - 機器運轉發出的噪音
- 與歷屆全國科展類似的研究主題中，進行比較分析後，發現有以下五個不同點：

作品文獻	研究重點	器材
第52屆全國科展“漩”機妙算	探究漩渦特性	商用攪拌器、攪拌子、挖洞水箱、河道模型
第60屆全國科展有限水量放流之漩渦成因探討及模型建立	探究漩渦特性	用積木製作攪拌棒，連接馬達製成攪拌器
第60屆全國科展神奇超距力攪拌器-探討各項影響電磁攪拌器穩定運轉的變因	探究攪拌器自製方法	用電腦硬碟製作攪拌器轉盤、商用攪拌子
第61屆人造水龍捲-探討非磁鐵攪拌子運用於攪拌器穩定運轉之研究	探究非磁性攪拌子使用可能性	商用攪拌器、鐵棒外套塑膠吸管，再用熱熔膠密封製作攪拌子
第63屆水中龍捲動起來！	探討移動多龍捲特性	用風扇製作攪拌器轉盤、商用攪拌子

- 對攪拌子製作的變因探討更多元，考量電量變化對攪拌器穩定運轉的影響。
 - 製作簡易，材料取得方便，花費低廉，更環保(第60屆、第63屆)。
 - 有加入溶質進行效果測試，更符合生活實際情況。(第60屆、第61屆)
 - 矽膠攪拌子用於食品攪拌較安全(第61屆)。
 - 對攪拌子長度影響其旋轉情形的原因推論較正確(第60屆)。
- 九、這次的科學探究活動使我們獲益良多，未來希望能繼續探究。

陸、參考資料與其他

- 南一版第一冊國民小學自然科學領域課本
- 電磁攪拌器(2018年3月12日)。維基百科，自由的百科全書。取自：<https://reurl.cc/exkgqx>
- 中華民國第52屆、第60屆、第61屆和第63屆中小學科學展覽會作品