

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

第一名

082928

海洋救星 - 水中漂浮垃圾回收桶

學校名稱：臺中市私立明道普霖斯頓國民小學

作者：	指導老師：
小五 周聖博	王懋勳
小五 蔡孜岑	陳昱勳
小四 張瑄珉	
小四 林星語	

關鍵詞：漂浮垃圾、改造沉水馬達、瀑布水流

得獎感言

科學探究~我們做到了

「塞住海龜鼻子，讓海龜血流如注的東西竟然是十二公分的塑膠吸管……」、「擱淺在嘉義的抹香鯨胃裡全是塑膠袋、漁網」、「信天翁的胃裡也全是人造垃圾」……我們發現其實不只海龜，還有魚、飛鳥、海豹、鯨…許多海洋生物都會誤把塑膠袋、保特瓶蓋、塑膠吸管、魚線、塑膠環等漂浮垃圾當成是他們可吃的食物而誤食而導致死亡，這種種現象都顯示海洋被污染的嚴重性，於是在想拯救海洋的動機下，我們有了做「水中海洋垃圾回收桶」的想法。

實驗中遇到的最大困難是學校只有沉水馬達而沒有陸上馬達，因為沉水馬達有很多個孔，沒辦法直接接上水管，所以我們想了很久，最後才在喝舒跑時想到利用壓力的原理，在外面加密封箱，讓馬達順利抽水。而印象最深刻的是實際到生態池測試，因為這不僅僅代表實驗成功，更讓我們感到努力都是值得的。因為我們真的克服了非常多的問題，像是吸水口加了自動開關蓋，把漏斗改成用罐子，還有實際到生態池所遇到的擺設問題等，但在大家的互相的指正、討論及幫忙下，終於克服了一個又一個的問題，每次解決問題後，都會讓大家很有成就感。但大家常常會因為有不同的想法而有爭執，但在互相討論之後，都獲得了平常拿不到的經驗值。

我們的團隊感情很好，就像兄弟姊妹一樣，會互相幫助和糾正對方。在講解的過程中，四年級的我既緊張又害怕，但是因為看到學長和學姊都是滔滔不絕地回答問題或講解，有了他們當作榜樣，在很多次的練習之後慢慢找到自己的自信，我的聲音變大了、講的時候也有精神了！我對自己的改變感到驚訝，而且我也很喜歡那樣的自己。

參加自然科展已經成為我們生活的一部分，每天醒來想到的第一件事就是：昨天哪個部分做得不夠好或是不夠確定的、今天又該從哪個環節重新再來一次。過程中常有遇到困難，或是沒有辦法理解的地方，隊友們也都各持己見，所以有不同的想法時我們會先請教老師，然後再一起思考解決方法。經過多次實驗成功時，心中的感動與成就感是言語無法形容的。

最後，在全國科學展覽會頒布比賽結果時，所有人屏氣凝神，等待著結果，在聽到我們奪得第一名時，所有的汗水與淚水、過去兩年的點點滴滴剎那間浮現腦海，那一瞬間我們大聲的歡呼與擁抱，不但順利拔得頭籌，甚至得到前進總統府代表全國的選手們致詞的機會，並在總統接見時，為校爭光。

我要感謝學校給予我的機會、父母的支持，及最要感謝指導老師：王懋勳老師。沒有他無私的指導與奉獻，我們也不會有這們好的成績，這是在小學的生涯中最值得驕傲的回憶。



準備好了！明天就讓我們一起衝吧~



我們是拯救海洋的最佳團隊！



創辦人、校長與主任和我們一起感受得獎瞬間的激動與興奮！

摘要

這次研究的目標是製作一台能收集、過濾水中漂浮垃圾的裝置，而且是整天不斷藉由水流自動收集垃圾。

為了珍惜資源，我們把不用的沉水馬達放進密封箱，在箱上鑽出排水、吸水孔，藉由排水時造成密封箱裡壓力降低，產生吸力。

吸水口的垃圾過濾罐是沉在水面下，當馬達把過濾罐裡的水抽空，池水就會流進罐子，在罐子周圍**產生瀑布水流，把垃圾一起帶進去**。我們還設計了防止垃圾從罐子裡跑出來的「自動開關蓋」，也加入了方便收取垃圾的「兩段式設計」。另外我們也測試出，**過濾罐直徑約 11 公分、吸水口沉入水中 0.5 公分、用流量大的粗水管，可以讓收集垃圾有最佳的效果**。

最後我們也到生態池實際測試，看到漂浮的垃圾順利流進我們的裝置，真的是太開心啦！

壹、研究動機

這幾年都是塑膠製品為海洋上最多的垃圾。它不易分解，且容易被海洋生物視為食物，因此有一些研究團隊開始創造海洋垃圾收集器。每一年都有海洋生物吃了過多垃圾而死，如果能好好利用海洋垃圾收集器的話，可能可以拯救那些誤食垃圾的動物。而我們也想要試試看做一個，從我們學校的生態池開始清潔，從生活中做環保。

★ 與課程相關單元：【水的移動】、【簡單機械-槓桿】

貳、研究目的

【研究一】自動循環系統的研究

- 一、虹吸原理
- 二、希羅噴泉
- 三、氣壓式循環裝置

【研究二】把沉水馬達改造成陸上抽水馬達

【研究三】吸水口的設計

- 一、漏斗 + 濾網(收集垃圾)
- 二、漏斗 + 罐子(收集垃圾)
- 三、漏斗 + 罐子(收集垃圾) + 蓋子(自動打開關閉)

【研究四】哪些因素會改變收集漂浮垃圾的效果

- 一、測試的環境
- 二、吸水口的大小、吸水口沉水深度：**因為我們想這兩個原因可能會互相影響，所以我們有 3 種不同大小的吸水口，每個都要測試不同沉水深度。**
- 三、水管的粗細

【研究五】實際測試-在學校水池收集垃圾（落葉）的效果

參、研究設備及器材

製作工具	電鑽、螺絲起子、線鋸機、熱熔槍
改造沉水馬達 變成陸上抽水馬達	沉水馬達、密封保鮮盒、水管、水管開關
吸水口	漏斗、塑膠罐、塑膠板、塑膠水管、強力磁鐵、鐵勾

肆、研究過程與方法

一、資料查詢-海洋垃圾種類：

排名	垃圾種類	數量(件)	比重	排名	垃圾種類	數量(件)	比重
1	塑膠碎片	9,456	15.55%	6	其他塑膠/發泡膠包裝	2,952	4.85%
2	發泡膠碎片	8,553	14.07%	7	其他膠袋	2,919	4.80%
3	玻璃碎片	4,888	8.04%	8	香煙/煙蒂	2,743	4.51%
4	飲品膠樽	3,751	6.17%	9	食物包裝紙(如糖果、薯片)	1,949	3.21%
5	膠樽蓋	3,470	5.71%	10	膠蓋	1,839	3.02%

塑膠類最多，它們的特性就是會飄浮在水面上。

二、資料查詢-目前收集海洋垃圾方法：



來自荷蘭的 20 歲 Boyan Slat，他提出海洋吸塵器（Ocean Cleanup Array）概念，是利用洋流經過「漂浮柵欄」（floating screen）攔住垃圾，所以不會產生鳥或海龜被纏住的問題；浮游生物則會隨海流從漂浮柵欄下方通過，不受影響。



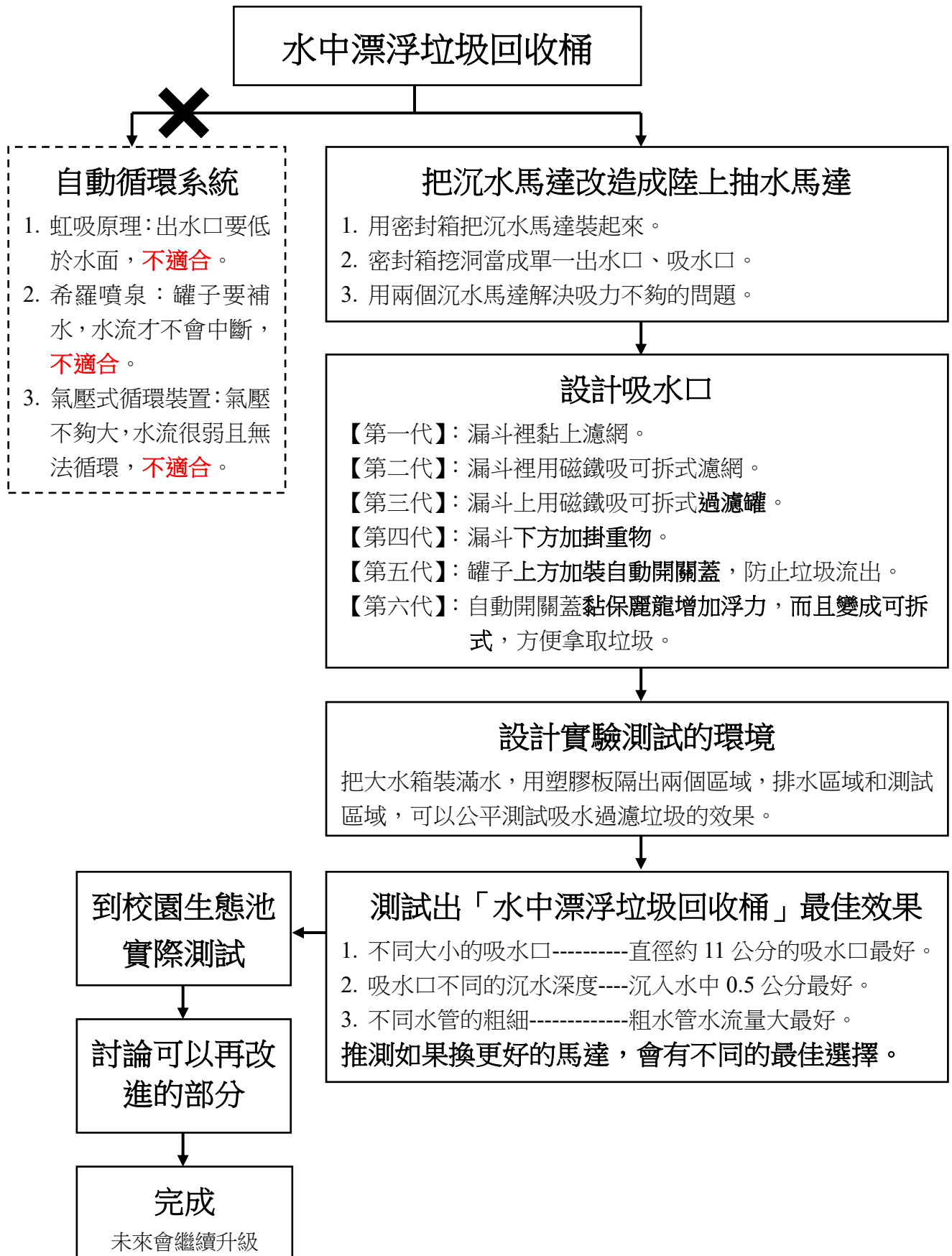
台大海洋資料庫技術員研發的「海洋垃圾收集器」，是利用履帶和溝架，把漂浮的垃圾運送到垃圾儲存盒，適合用在岸邊海港。



由衝浪者發明的「海上垃圾桶」。是一個由大型纖維網製成的垃圾桶，架設於碼頭附近且漂在海面上。

我們對於「海上垃圾桶」為什麼水會自己流進去很有興趣，而且放在那邊就可以自己收集垃圾，我們覺得很方便，很適合放在我們學校的池塘收集垃圾（落葉），所以我們想要製造它。

三、研究架構



伍、研究結果與討論

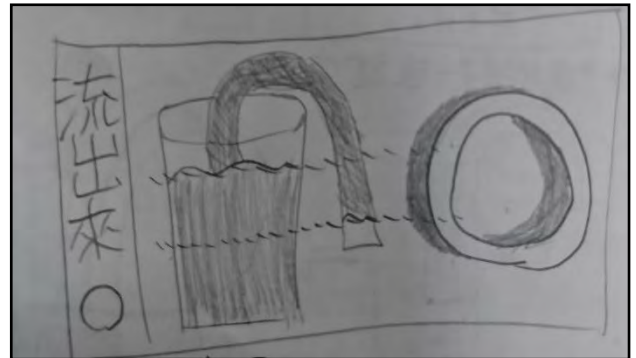
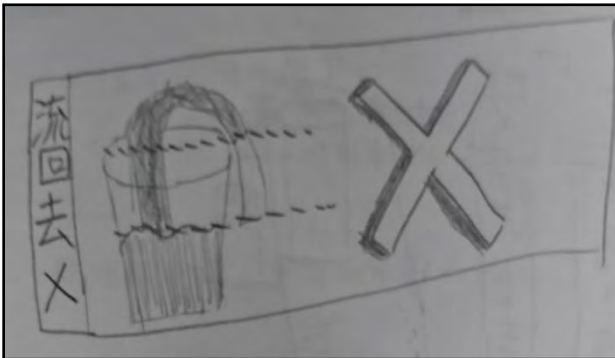
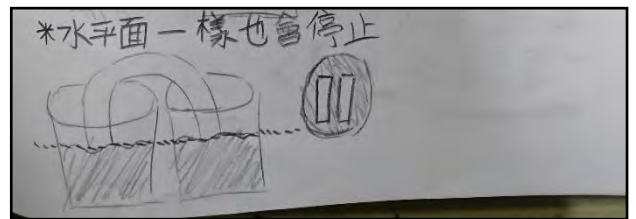
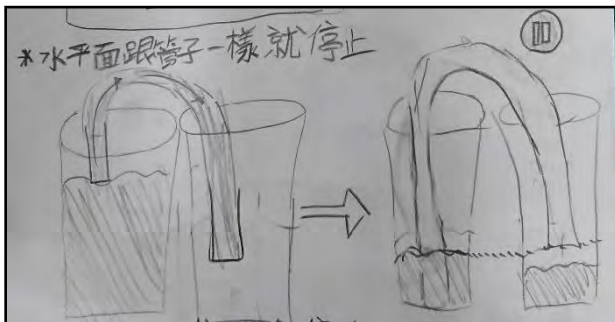
【研究一】自動循環系統的研究

一、虹吸原理：

因為實驗需要，我們要把水管從下面彎上來來到外面，讓水自己流出來。

要形成虹吸現象要有這些條件：

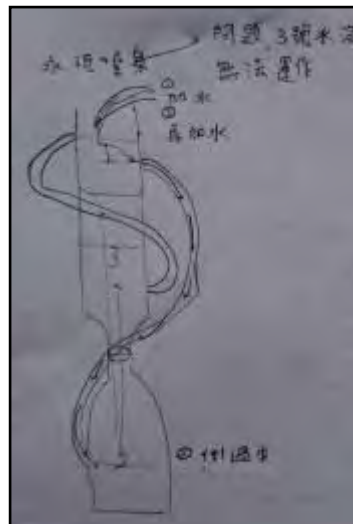
1. 水管要充滿水
2. 出水口要低於水面



實驗後我們發現有些缺點，所以不適合。

1. 流出來的水不能再回到水槽，因為出水口要低於水面才行。
2. 如果進水口突然沒有水流進去，水管就會空掉沒有充滿水，下次就不會自動形成虹吸現象。

二、希羅噴泉：利用氣壓把水擠上去



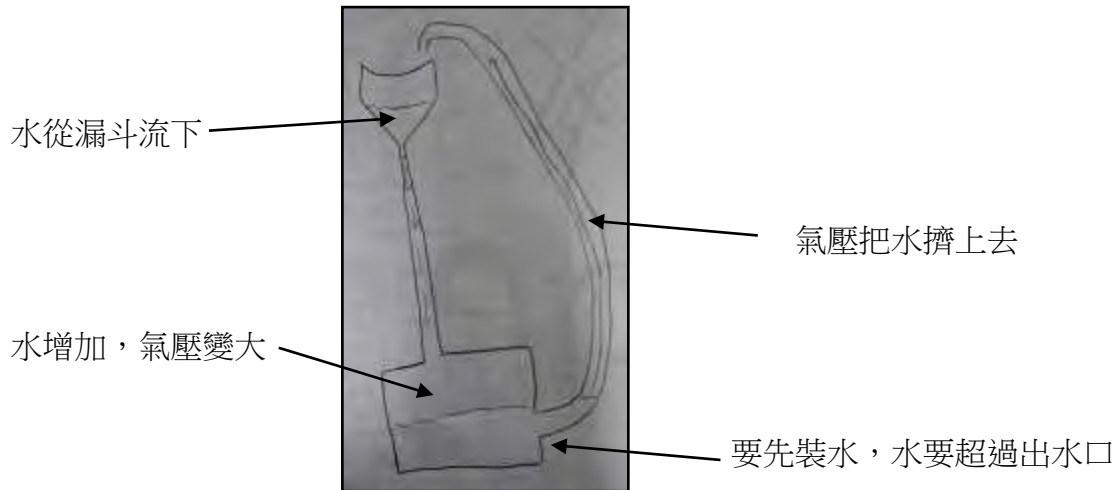
1. 水倒進 1 號瓶，水會流進 2 號瓶。
2. 把整組顛倒過來，2 號瓶的水會流進 3 號瓶。
3. 再把裝置擺正。
4. 從 1 號瓶倒水，水會流進 2 號瓶。
2 號瓶水量增加，就會把空氣擠進 3 號瓶。
5. 3 號瓶空氣增加，氣壓加大，就會把水壓出去到第 1 瓶。

實驗後我們發現有些缺點，所以不適合。

1. 3 號瓶的水沒有的話，裝置必須要再顛倒補水，如果這樣做成抽水裝置會中斷抽水。
2. 但是我們想學它用氣壓把水擠壓出去的方式。

三、氣壓式循環裝置

【第一代】



實驗後發現問題：

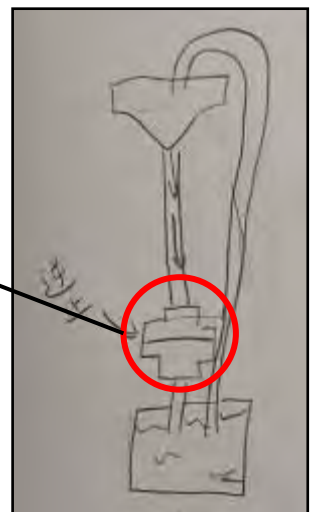
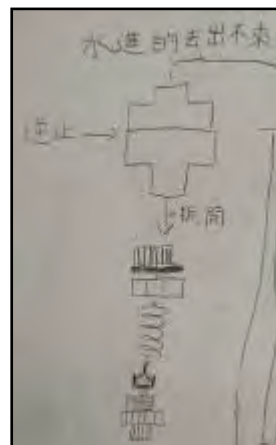
1. 空氣會從漏斗進水口往上冒，這樣下面的氣壓就不能增加。
2. 出水口的水沒辦法上升到頂端，不能順利回到漏斗裡。
3. **嘗試改進方法：**把進水口的管子加粗，讓水的重量不讓空氣跑出來。
4. 進水口水管加粗後，結果還是一樣，所以我們決定加裝水管用的單向閥。



【第二代】- 加裝單向閥

實驗後發現問題：

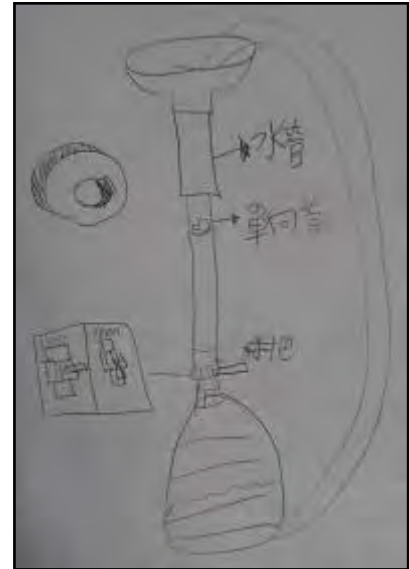
1. 單向閥太硬，水根本下不去。
2. **嘗試改進方法：**改用抽汽油用的塑膠單向閥，開關比較鬆，水比較容易通過。



【第三代】-加裝塑膠單向閥和開關
可以累積水量增加水壓

實驗後發現問題：

1. 底下開關打開後，水很順利往下流。
2. 氣壓可以把水壓出去到右邊的管子，但是水上升到大約三分之二的地方就停住了。
3. 而且因為瓶子氣壓變大，空氣就從進水口的管子衝上去，把單向閥門頂住了，進水口就不能進水。
4. **嘗試改進方法：**多加 1 個瓶子，分兩個階段讓水上升，空氣應該會比較容易把水壓出去，就不會卡住進水單向閥。



【第四代】-增加一個桶子，讓水兩段式上升

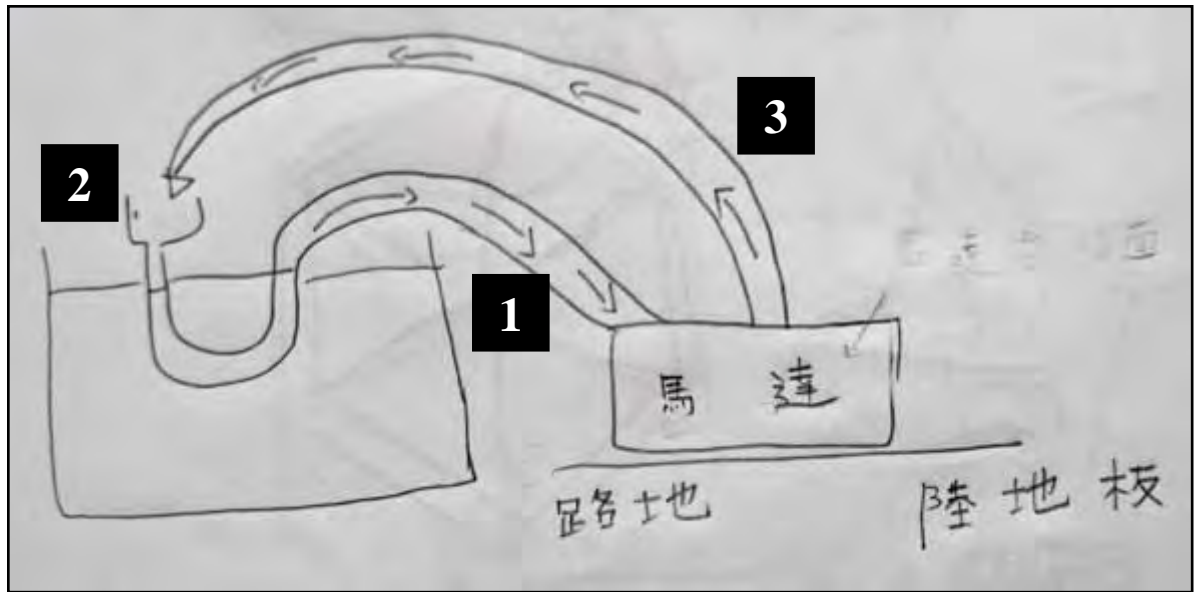
實驗後發現問題：

1. 水可以順利的被氣壓擠壓到第二層。
2. 但是第二層的瓶子水增加太慢，氣壓不夠把水再往上壓進漏斗裡，循環失敗。
3. **嘗試改進方法：**我們也發現漏斗進水口進水的速度沒有很快，這樣應該吸不進垃圾，所以我們決定使用馬達來抽水，創造出旋渦，讓垃圾流進來。



【研究二】把沉水馬達改造成陸上抽水馬達

一、一開始的想法：



1. 打開抽水馬達，馬達開始抽水。
2. 水面的漏斗把水吸進來，會帶動周圍的水流進漏斗，垃圾也會一起流進來。
3. 再把馬達抽出的水放回原本的水槽，形成循環。

發現問題：

學校沒有陸上型的抽水馬達，只有魚缸用的沉水馬達。

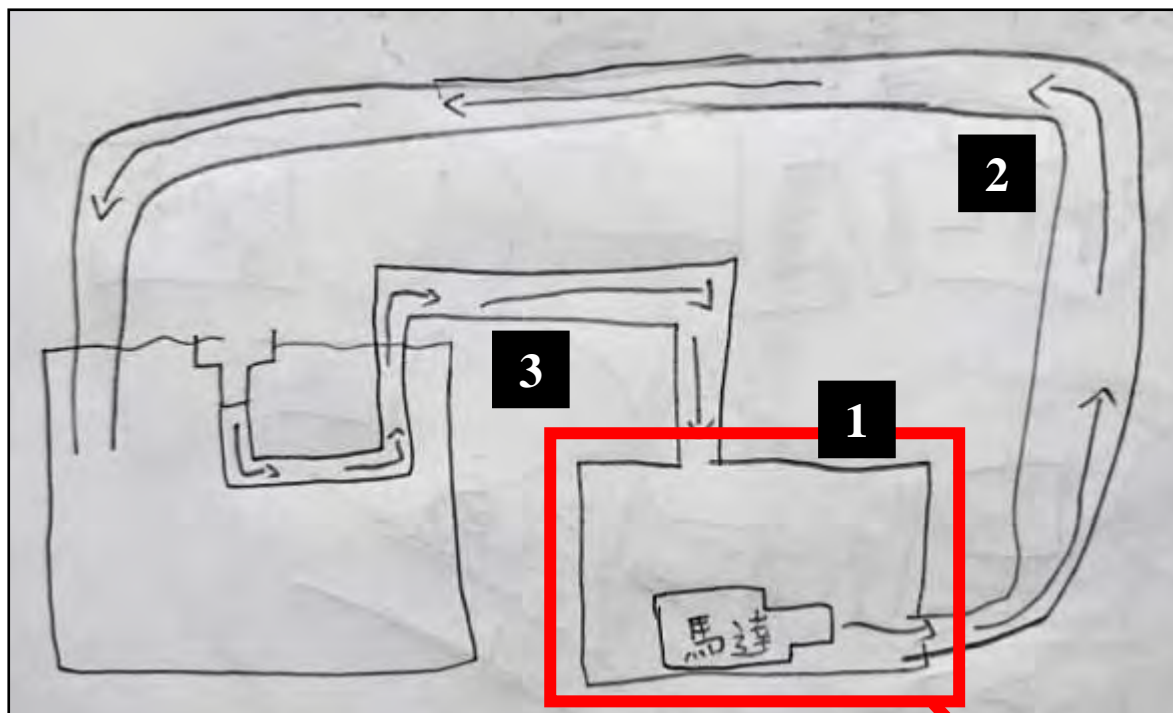
出水口，可以接上水管。



馬達吸水的進水口，沒辦法接上我們的漏斗水管抽取水面的水，大問題！

所以我們決定把它改造成陸地行的抽水馬達，因為為了清除水中垃圾，再另外花大錢買馬達，很不環保！

二、改造想法



1. 這是一個密閉的箱子，把沉水馬達出水口接到箱子外面。
2. 沉水馬達開始把水抽到外面後，密閉箱子裡的壓力就會變小。
3. 因為箱子裡壓力變小，就會從漏斗進水口把水吸進來。

這一組就等於是陸地型抽水馬達。

三、製作【第一代】陸地型抽水馬達



沉水馬達排水口加裝快速接頭。



排水管加裝快速接頭。



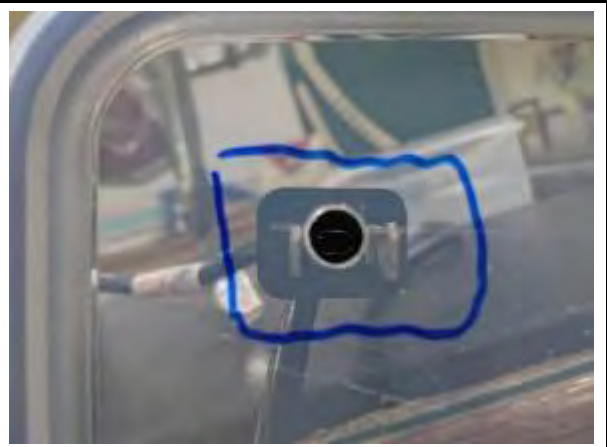
在密封箱側面鑽出一個排水孔。



把馬達的出水管黏在排水孔上，讓箱子回復再變成密封的情形。



把密封箱的蓋子中間鑽洞，準備要塞漏斗進水管。



把密封箱的蓋子切開一塊，讓沉水馬達插頭可以穿過去。



電線要塞在切開來這片塑膠中間的洞。



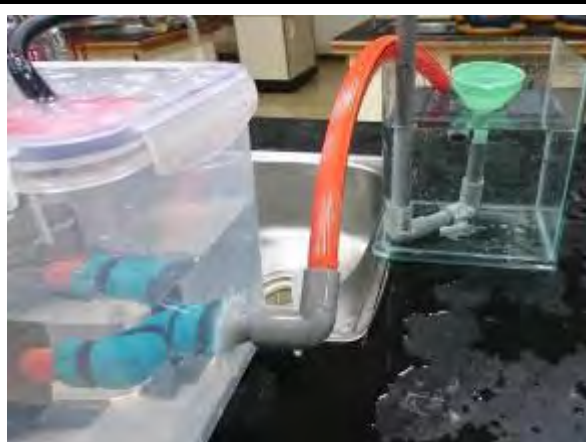
在把剛剛切開得那塊塑膠黏回去，讓箱子變成原本密封的樣子。



最後完成品，變身成為陸上型抽水馬達。



組裝漏斗進水口。



實際進行抽水測試。



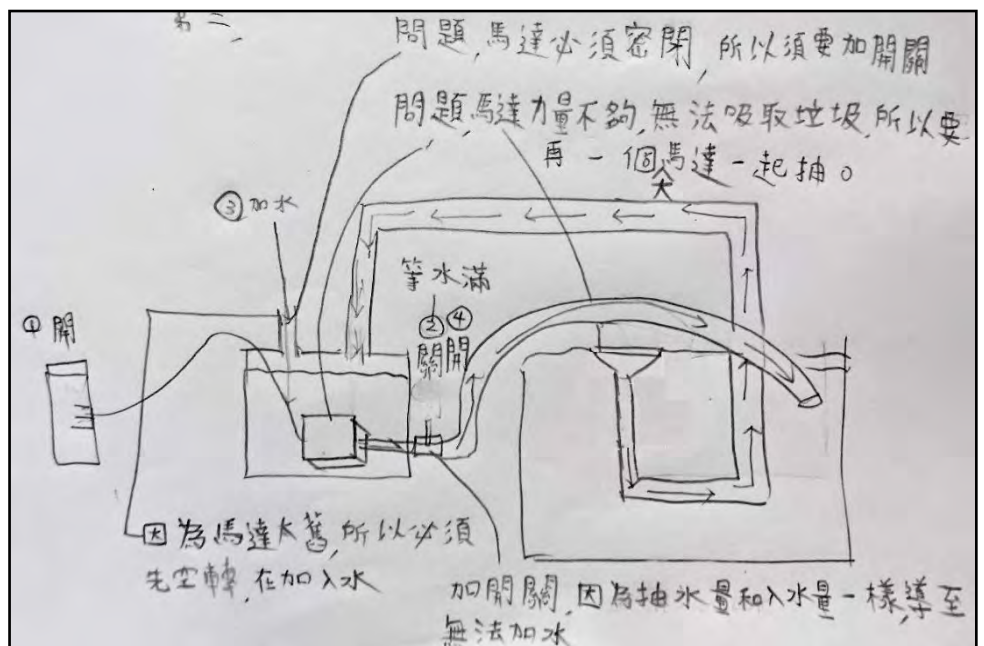
漏斗進水的情形。

測試後發現問題：

1. 因為沉水馬達有點舊，所以它要先在空氣中轉動再放進水中，才能順利運作。

解決方法：

- 在蓋子上鑽另一個洞，加裝進水的開關。
- 在馬達出水口加裝開關。



2. 馬達出水管最後會形成虹吸現象，讓水槽的水回流到水箱中。

解決方法：在馬達出水口加裝開關。

3. 漏斗進水口吸水的力量太弱，水流不強，垃圾進不來。

解決方法：再加裝另一個沉水馬達。

四、製作【第二代】陸地型抽水馬達



加裝另一個馬達。



蓋子挖兩個孔洞，插頭穿過去後再把它黏回去，讓箱子變成密封。



兩個出水口都加裝開關。



加水口裝開關，確定抽水時箱子是密封的。
漏斗進水口裝開關，防止虹吸水倒流。



水管連接的地方纏上止洩帶，防止漏水。

最後完成品：陸上型抽水馬達



【研究三】吸水口的設計

我們的目的是為了收集垃圾，所以要有過濾垃圾的裝置才可以。

一、漏斗 + 濾網(收集垃圾)

【第一代】



無法過濾垃圾



在漏斗底部用熱熔膠黏上網子。



確實可以把葉子過濾在上面。

測試後發現問題：

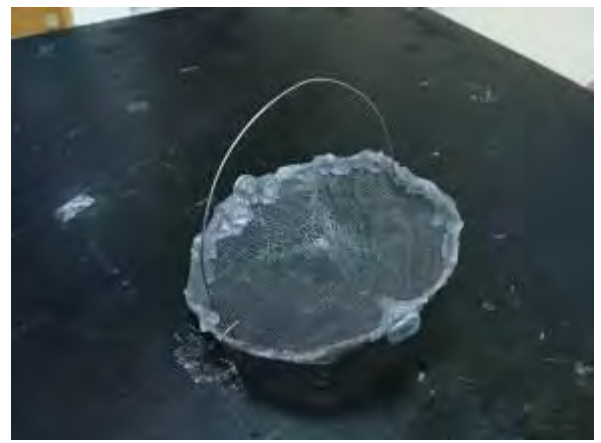
1. 只能用手撈葉子，不能一次拿完，很不方便。

解決方法：把網子做成可以拆下來的，這樣收垃圾比較方便。

【第二代】



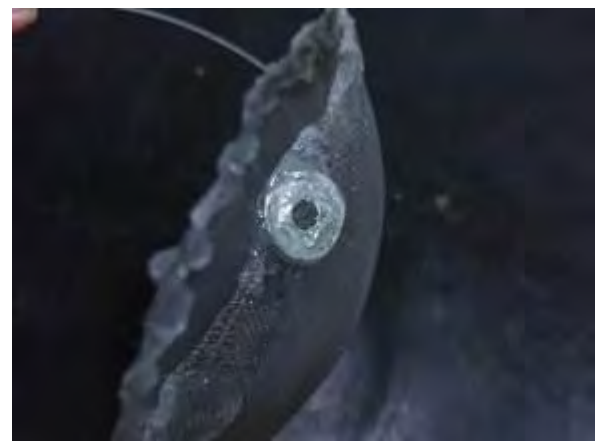
先用鐵絲綁成一個跟漏斗差不多大的圓，用熱熔膠把網子黏在鐵圈周圍。網子要往下彎有弧度，才能裝垃圾。



再裝上一個提把，方便把垃圾提起來。



在漏斗外面黏上磁鐵。



在網子旁邊黏上鐵片，才能跟磁鐵相吸，固定在漏斗底部。



確實可以把葉子過濾在上面，但是有葉子會卡在網子漏斗接縫處。



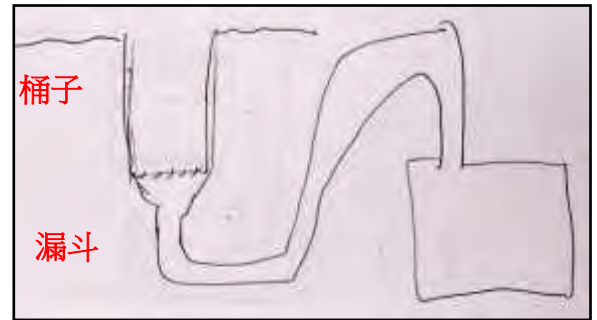
可以整籃提走，很方便。

測試後發現問題：

1. 葉子會卡在網子漏斗接縫處。
2. 漏斗的形狀太扁，水流流下去的速度有點慢，葉子垃圾不容易流進去。

解決方法：

- 在漏斗上接一個高一點的罐子，讓水流下去高低落差大一點。
- 罐子底部鑽洞，用罐子直接過濾垃圾。



二、漏斗 + 罐子(收集垃圾)

【第三代】



罐子底部鑽洞直接當成過濾的地方。



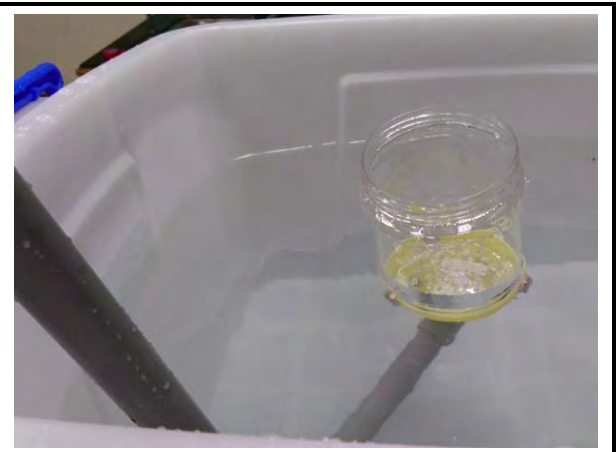
罐子跟漏斗用磁鐵相吸固定，比較方便拆下來收垃圾。



用熱熔膠把罐子裡面的磁鐵黏住包起來。



用熱熔膠把漏斗外的磁鐵黏住包起來。



測試的時候發生一個嚴重的問題。馬達把罐子裡的水抽走時，因為裡面空氣增加，它竟然整個連同水管翹起來了，所以我們要在漏斗下方加重物。

【第四代】- 漏斗下方加重物



漏斗用螺絲和螺帽鎖上三個鉤子。



磚頭綁上繩子勾上 S 鉤，再勾到漏斗上。



馬達把罐子裡的水抽走，不會再浮到水面上。水大量的流進罐子裡，葉子垃圾很順利地跟著流進去。



最後葉子垃圾都被吸在底部，順利收集到葉子垃圾。

測試後發現問題：

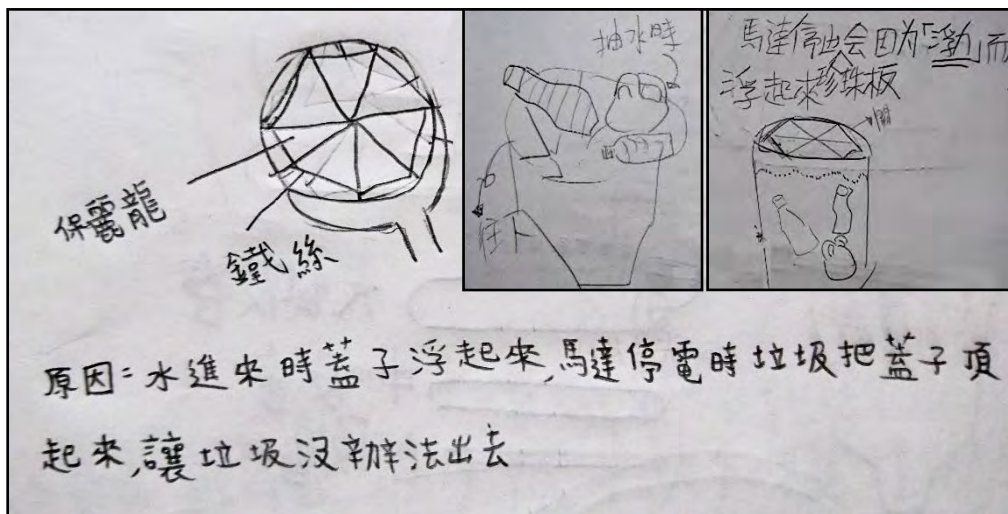
1. 關掉馬達不再抽水的時候，罐子的水會慢慢變滿，結果葉子居然飄出罐子。

解決方法：

- 加裝蓋子，而且這個蓋子在馬達啟動時要打開讓垃圾進去，關掉馬達時蓋子要蓋上擋住垃圾。
- 控制蓋子的關鍵想法：罐子裡的水下降和上升。



三、漏斗 + 罐子(收集垃圾) + 自動開關蓋(自動打開關閉)



【第五代】



在罐子開口周圍鑽 12 個小洞。



把鐵絲套上吸管當做轉軸，再彎成U字型。



穿進罐子開口的小洞，用尖嘴鉗拉緊。



把 12 個轉軸都固定好。



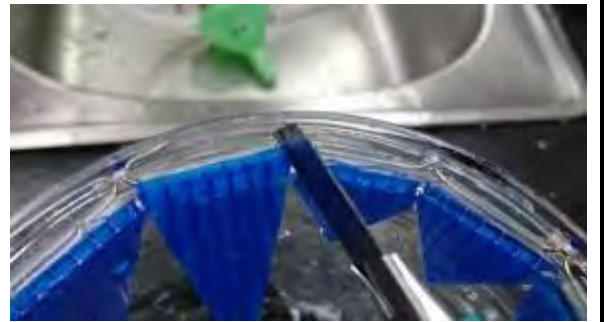
用罐子開口的半徑當作三角形的腰。切 12 個頂角 30 度的等腰三角形。



用熱熔膠把塑膠片等腰三角形黏在轉軸上。



三角形的角會互相卡到，轉動的時候會不太順。



把三角型的底角切掉一點。

測試後發現問題：

1. 罐子裡的水上升後，「自動開關蓋」有些沒有馬上關上，而且原因也不是底角卡住。

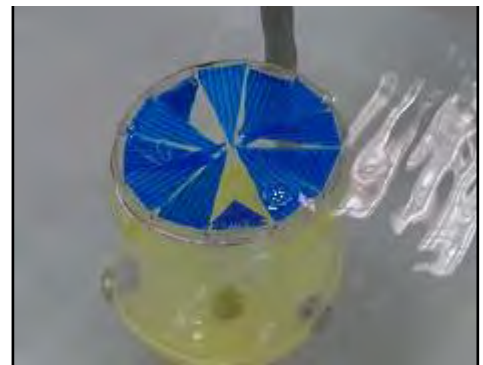
解決方法：

- 我們想可能是因為塑膠片的浮力不夠，所以決定在塑膠片下方黏上保麗龍，增加浮力。

2. 手伸進罐子裡想要把垃圾拿出來時，手會被「自動開關蓋」刺到，垃圾會被卡住。

解決方法

- 「自動開關蓋」要做成可以拆下來的，把垃圾拿出來後，再裝回去。



【第六代】



在塑膠片下方黏上保麗龍片，增加浮力。



把原本罐子的紅色蓋子中間切開一個圓型大洞，再把「自動開關蓋」黏在挖洞的紅色蓋子上。



「自動開關蓋」
可以轉開的

過濾垃圾的罐子



最後完成品
【第六代】吸水口垃圾收集器

【研究四】哪些因素會改變收集漂浮垃圾的效果

一、測試的環境



出水口

吸水口



用塑膠片模擬漂浮垃圾

排水區域

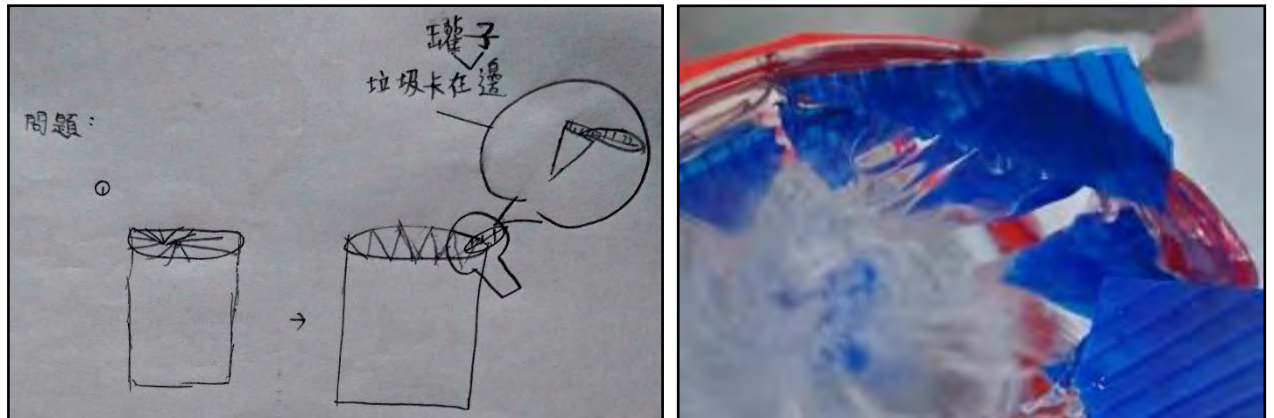
水面較多干擾的波浪

測試區域

水面較平靜，可以公平測試吸水過濾垃圾的效果。

二、吸水口的大小、吸水口沉水深度：因為我們想這兩個原因可能會互相影響，所以我們有 3 種不同大小的吸水口，每個都要測試不同沉水深度。

突然發現問題：塑膠片垃圾會卡在「自動開關蓋」的轉角處。

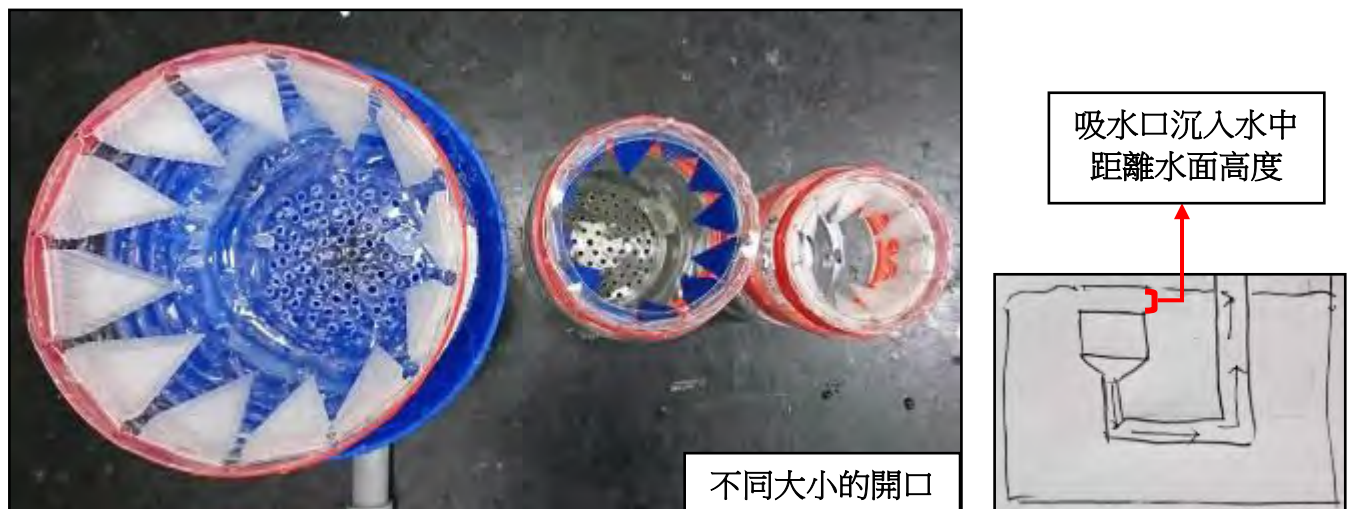


解決方法：多黏一圈斜面，讓垃圾直接進洞，不要碰到「自動開關蓋」的轉角



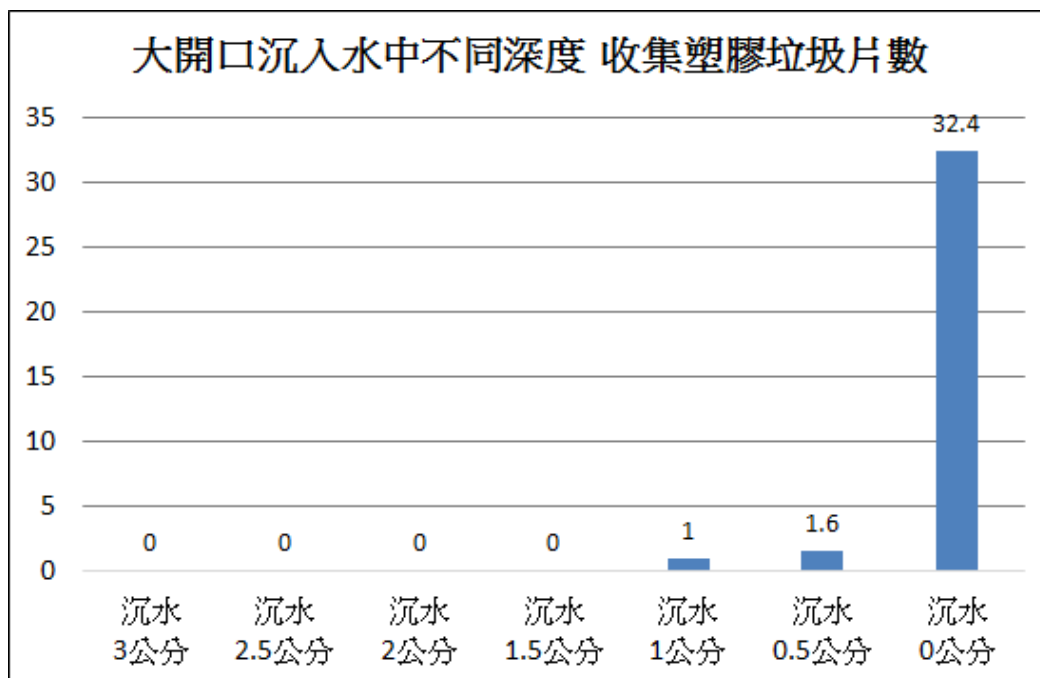
用一圈透明塑膠片擋住「自動開關蓋」的轉角

1. 實驗方法：隨意在高處灑下塑膠片垃圾，打開馬達後計時兩分鐘，看能吸多少片。



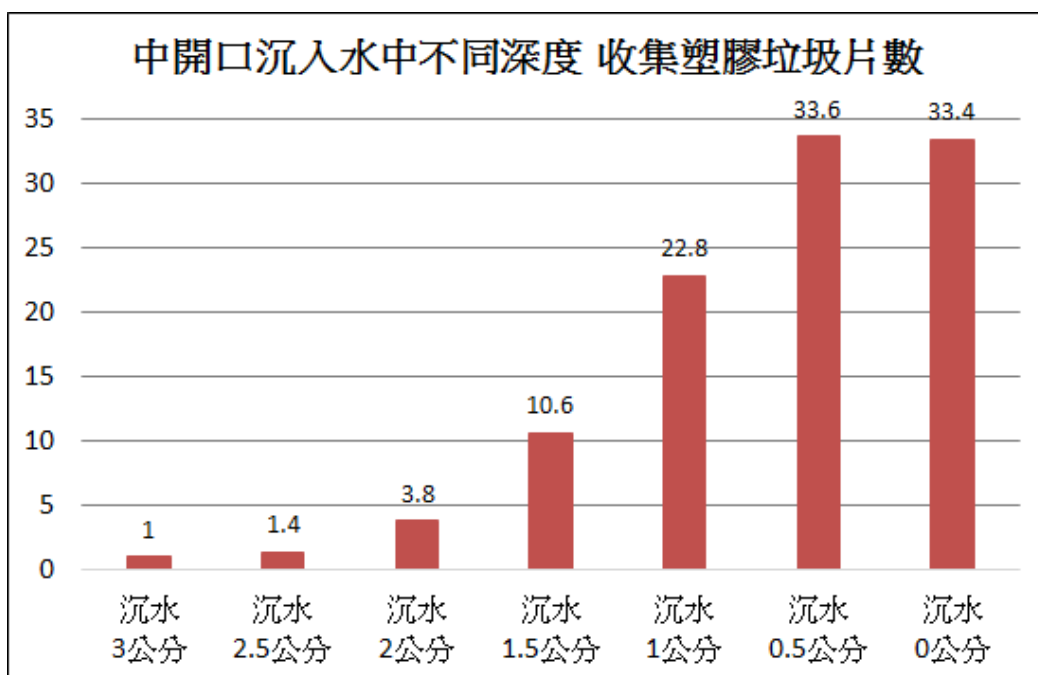
2. 實驗觀察與記錄 (長條圖上的數據是進行 5 次實驗取平均，詳細紀錄請看實驗日誌)

大開口				
吸水口 沉水深度	實驗中觀察項目			
	吸水口	自動開關蓋	吸入塑膠片狀況	其他
3 公分	沒有大量水流動的現象。	沒有打開。	最多有 3 片流到吸水口，但只有旋轉沒有被吸下去。	塑膠片在吸水口周圍緩慢繞圈。
2.5 公分	沒有大量水流動的現象。	沒有打開。	最多有 4 片流到吸水口，但只有旋轉沒有被吸下去。	塑膠片在吸水口周圍緩慢繞圈。
2 公分	沒有大量水流動的現象。	沒有打開。	最多有 13 片流到吸水口，但只有旋轉沒有被吸下去。	塑膠片在吸水口周圍繞圈較快。
1.5 公分	有小漩渦出現。	沒有打開。	最多有 18 片流到吸水口卡住，但沒有被吸下去。	塑膠片在吸水口周圍繞圈。
1 公分	有小漩渦出現。	沒有打開。	最多有 17 片流到吸水口卡住，有 1 片被吸下去。	塑膠片在吸水口周圍繞圈。
0.5 公分	有一點點水流動的現象，有小漩渦出現。	沒有打開。	最多有 26 片流到吸水口上面卡住，有 2 片被吸下去。	塑膠片在吸水口周圍繞圈。
0 公分	罐子的水被吸到剩下 2/3，出現瀑布水流。	全部打開。	最多有 32 片直接流下去。	剩下的塑膠片沒有繞圈，幾乎不動。

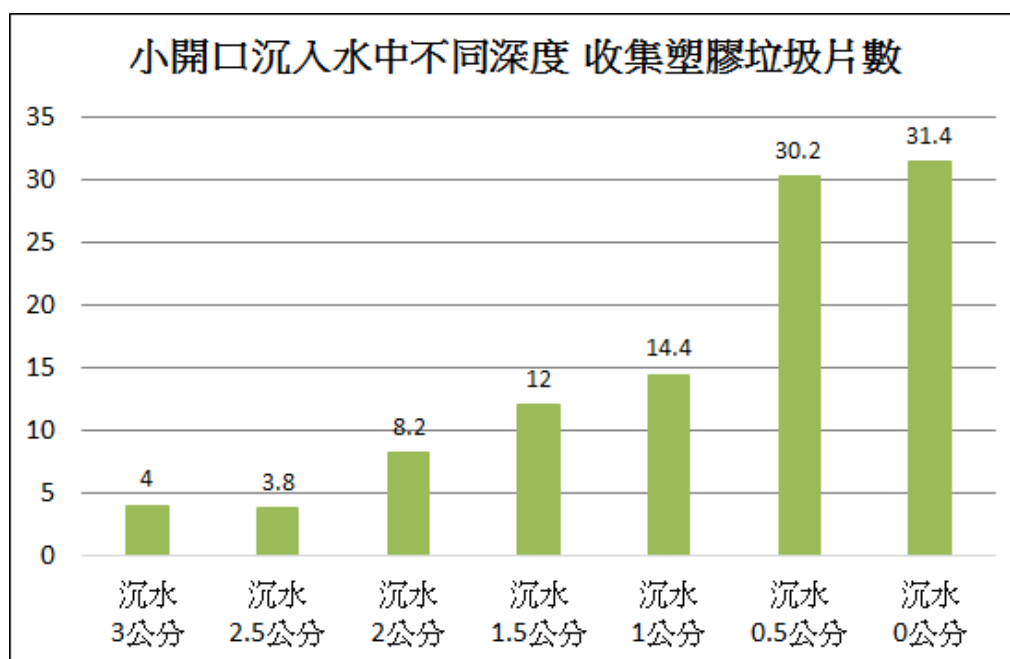


中開口

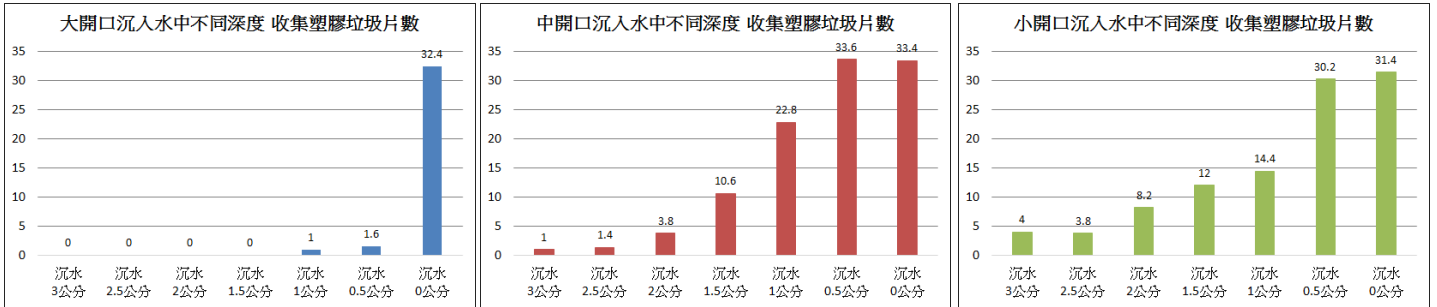
吸水口 沉水深度	實驗中觀察項目			
	吸水口	自動 開關蓋	吸入塑膠片狀況	其他
3 公分	表面沒有明顯的水流。	打開 3 片	最多有 20 片流到吸水口上方。	其他都在吸水口周圍水面繞圈。
2.5 公分	表面沒有明顯的水流。	打開 4 片	最多有 4 片在吸水口上方快速轉。	其他都在吸水口周圍水面繞圈。
2 公分	表面沒有明顯的水流。	打開 4 片	最多有 6 片在吸水口上方快速轉。	其他都在吸水口周圍水面繞圈，有繞得比較快。
1.5 公分	吸水口上方出現小漩渦。	有 6 片在抖動	有 10 片在吸水口上方快速轉。	其他都在吸水口周圍水面繞圈，有繞得比較快。
1 公分	吸水口上方出現小漩渦。	打開 10 片	一開始就吸了 3 片下去，接著越來越多片靠近吸水口，但是他們來不及轉就被吸下去。	其他都在吸水口周圍水面繞圈。
0.5 公分	一開馬達，罐子裡的水就被吸光，周圍的水像瀑布一樣馬上流進去。	全部 打開	塑膠片不會在吸水口周圍水面繞圈，而是跟著水直接流進去垃圾收集罐。	剩下的塑膠片沒有繞圈，幾乎不動。
0 公分	一開馬達，罐子裡的水就被吸光，但是沒有水流進去。後來因為抽水馬達讓水箱的水增加，水才開始流進去。	全部 打開	塑膠片不會在吸水口周圍水面繞圈，而是跟著水直接流進去垃圾收集罐。	剩下的塑膠片沒有繞圈，幾乎不動。



小開口				
吸水口 沉水深度	實驗中觀察項目			
	吸水口	自動 開關蓋	吸入塑膠片狀況	其他
3 公分	吸水口上方出現小漩渦。	全部 打開	一開始就吸了最多 3 片下去。	其他都在吸水口周圍水面繞圈，幾乎沒有靠近吸水口。
2.5 公分	吸水口上方出現小漩渦。	全部 打開	一開始就吸了最多 3 片下去。	其他都在吸水口周圍水面繞圈，幾乎沒有靠近吸水口。
2 公分	吸水口上方出現較大的漩渦。	全部 打開	一開始就吸了最多 5 片下去，後來又有幾片靠近被吸下去。	其他在吸水口周圍水面繞圈。
1.5 公分	吸水口上方出現較大的漩渦。	全部 打開	一開始就吸了最多 8 片下去。	其他的在吸水口周圍水面繞圈，慢慢靠近漩渦。
1 公分	吸水口上方出現較大的漩渦。	全部 打開	一開始就吸了最多 12 片下去。	其他的在吸水口周圍水面繞圈，慢慢靠近漩渦。
0.5 公分	一開馬達，罐子裡的水就被吸光， 周圍的水像瀑布一樣馬上流進去。	全部 打開	塑膠片一開始跟著水 直接流進去 垃圾收集罐，最多 9 片。	罐子裡的水還沒有滿，但是吸水口周圍的瀑布水流卻比較早聚集變成漩渦狀水流。
0 公分	一開馬達，罐子裡的水就被吸光， 但是沒有水流進去。後來因為抽水馬達讓水箱的水增加，水才開始流進去。	全部 打開	塑膠片一開始跟著水 直接流進去 垃圾收集罐最多 17 片。	瀑布水流聚集變成漩渦狀水流。後來其他塑膠片花了一些時間在吸水口周圍水面繞圈，最後被吸進去。

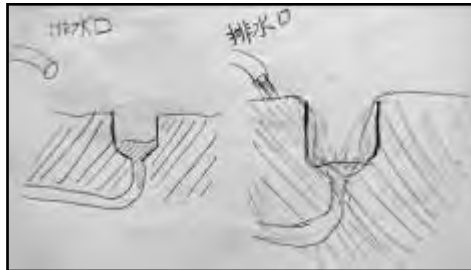


3. 實驗討論

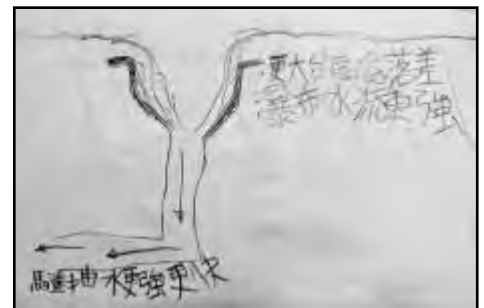


我們該把吸水口沉入水中幾公分？

- (1). 三種開口沉入水中 1~3 公分效果都很差，所以不考慮。
- (2). 沉入水中 0 公分(平貼水面)效果很好。但是**實驗一開始是沒有形成往罐子裡流動的瀑布水流，是因為我們使用水箱做實驗，馬達把水排進水箱讓水面升高，才形成瀑布水流。**如果是在比較大的池塘或海邊做實驗，水面可能就不會升高。



- (3). 所以我們認為**吸水口沉入水中 0.5 公分，比較容易創造出瀑布水流**，讓垃圾流進我們的回收罐。
- (4). 最後我們推測，**如果馬達力量增強，可以更快把罐子裡的水抽光，這樣就可以把吸水口沉入水中深一點，讓高低落差更大，形成更強的瀑布水流。**



我們該選哪種大小開口的罐子？

- (1). 大開口罐子因為容積較大，我們的馬達抽水速度沒那麼快，所以要把大罐子裡的水抽空造成瀑布水流比較難。實驗結果證明大開口罐子吸水口沉入水中 0.5 公分根本吸不了垃圾，除非加強馬達的威力。**所以我們不用大開口罐子。**
- (2). 小開口罐子因為開口小，就算吸水口沉入水中 3 公分也會出現漩渦，就可以吸進比較多的塑膠片。可是就是**因為開口小，最後的瀑布水流竟然會合在一起變成漩渦(20 秒)，讓塑膠片在吸水口周圍繞圈圈一陣子後，才被吸下去。**而且開口小可能會阻礙比較大的垃圾進去。**所以我們不用小開口罐子。**
- (3). **中開口吸水口沉入水中 0.5 公分是收集最多塑膠片的，而且馬達能夠快速把罐子裡的水抽空，造成瀑布水流。而且開口夠大，可以讓瀑布水流出現比較久(32 秒)，讓塑膠片較不會繞圈，順利直接流進罐子。所以我們用中開口罐子。**

三、水管的粗細

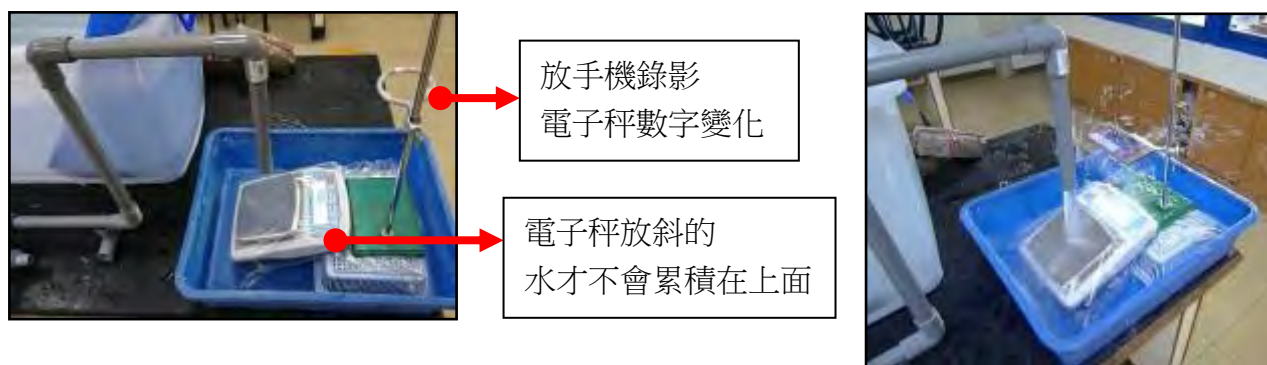
相同的馬達力量，如果用不同粗細的管子會讓水壓、流量不一樣，所以我們想試試看改變水管粗細會不會影響收集垃圾的效果。

1. 實驗方法：



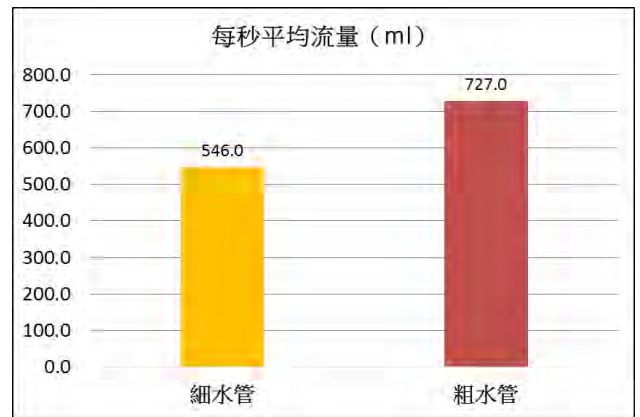
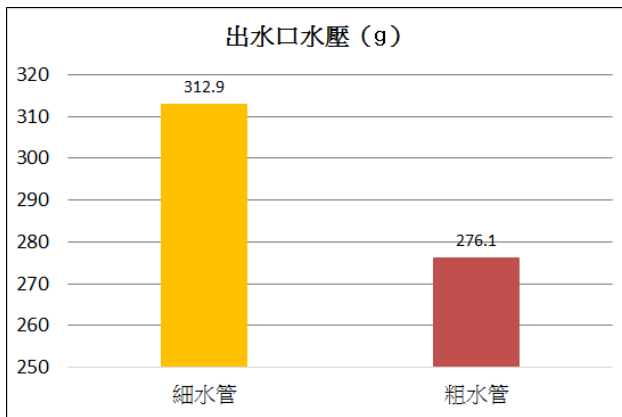
從上一個實驗我們知道中開口罐子效果較好，所以**這個實驗只用中開口罐子**。但是因為管子粗細影響水壓、流量，所以**我們會測試不同的吸水口沉水深度**。

【測量水壓的方法】：我們把出水口的水沖在電子秤上，用重量的數字代替水壓。

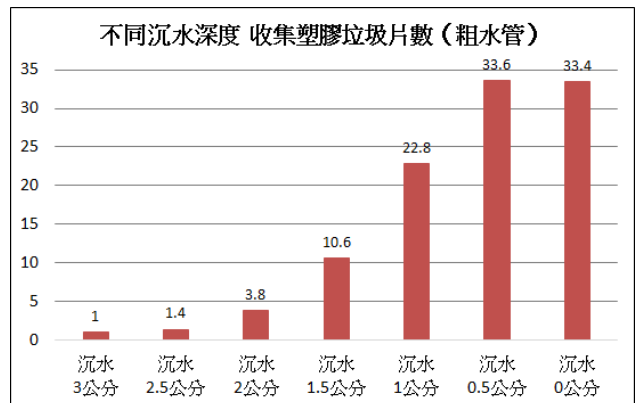
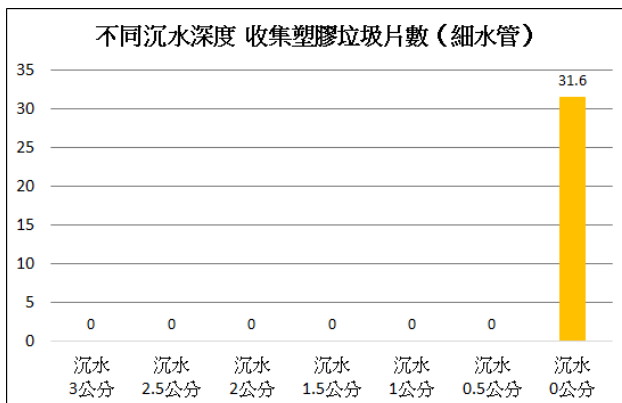


【測量流量的方法】：我們把出水口的水累積在水桶，用定時器插頭計時 5 秒，再秤出 5 秒內累積多少水，算出每秒的流量。





2. 實驗記錄 (長條圖上的數據是進行 5 次實驗取平均, 詳細紀錄請看實驗日誌)



3. 實驗討論

- (1). 細水管水壓大, 但是流量比較小, 代表吸水速度比較差。所以實驗中出水口只要沉在水裡, 罐子裡得水根本就沒辦法被吸空, 所以不能創造出瀑布水流。
- (2). 粗水管水壓小, 但是流量比較大, 代表吸水速度比較好。實驗中出水口只要沉在水裡 0.5 公分以下, 罐子裡的水就能被吸空, 就能創造出瀑布水流。
- (3). 我們推測小罐子容量少, 如果配上細水管, 出水口沉在水裡 0.5 公分時, 罐子可能就有機會被吸空, 創造瀑布水流。但是上個實驗討論過小罐子缺點較多, 所以不考慮。
- (4). 所以要創造出瀑布水流, 讓垃圾快速直接流入收集罐, 我們需要的是大流量, 能快速把罐子吸空。
- (5). 如果馬達威力更強, 就可以更換更粗的水管增加流量, 吸水口就可以沉的更深, 讓高低落差更大, 形成更強的瀑布水流。

【研究五】實際測試 - 在學校水池收集垃圾（落葉）的效果

為了證明我們的「漂浮垃圾回收桶」是有用的，我們實際把它裝在學校水池旁，測試它的效果。



拉延長電線到水池邊。



組裝器材。



用更長的水管把吸水口延長到水池裡。



小心地把過濾罐放到水裡。

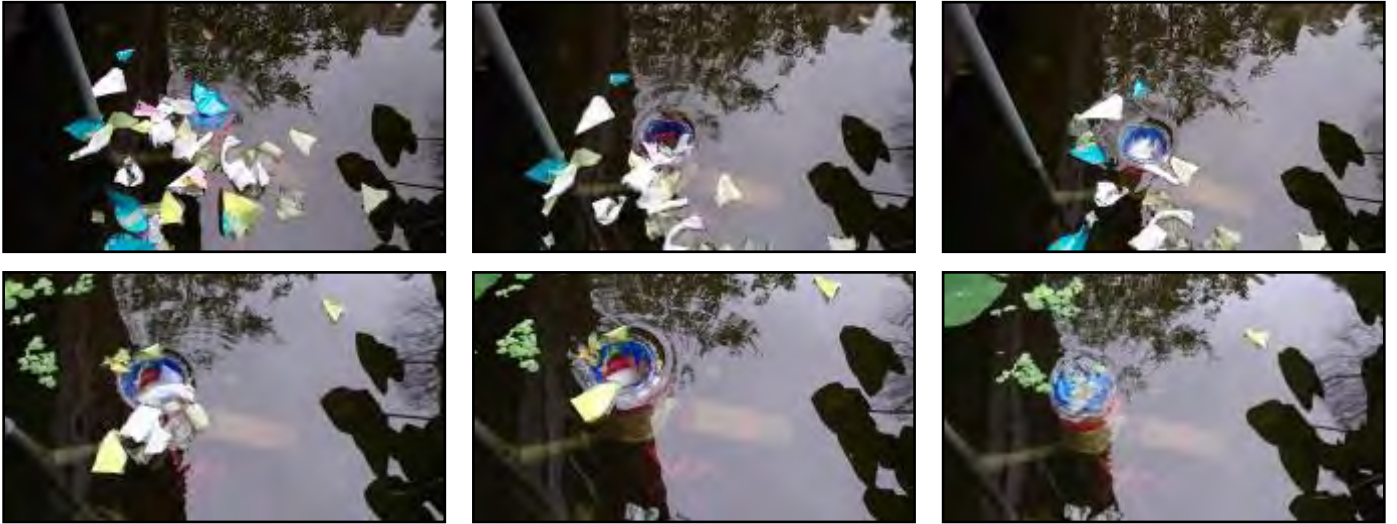


密封罐裡加滿水。



打開電源、排水口開關。

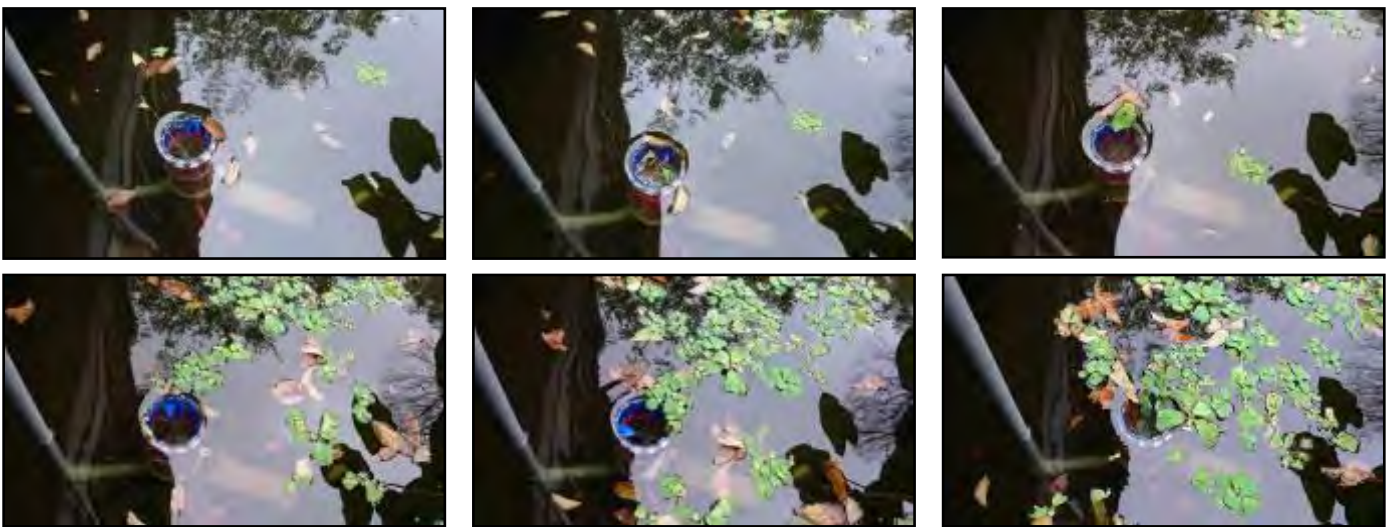
1. 【收集垃圾】



(1). 成功了！真的可以確實收集漂浮垃圾。

(2). 從上面連續圖片可以看到，垃圾不會卡在邊緣，而且更遠的落葉、大萍會被我們「漂浮垃圾回收桶」的瀑布水流吸引過來，效果很好。

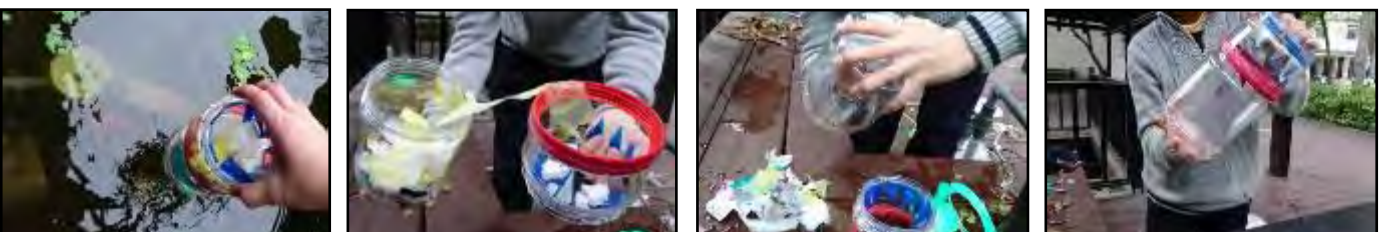
2. 【收集落葉】



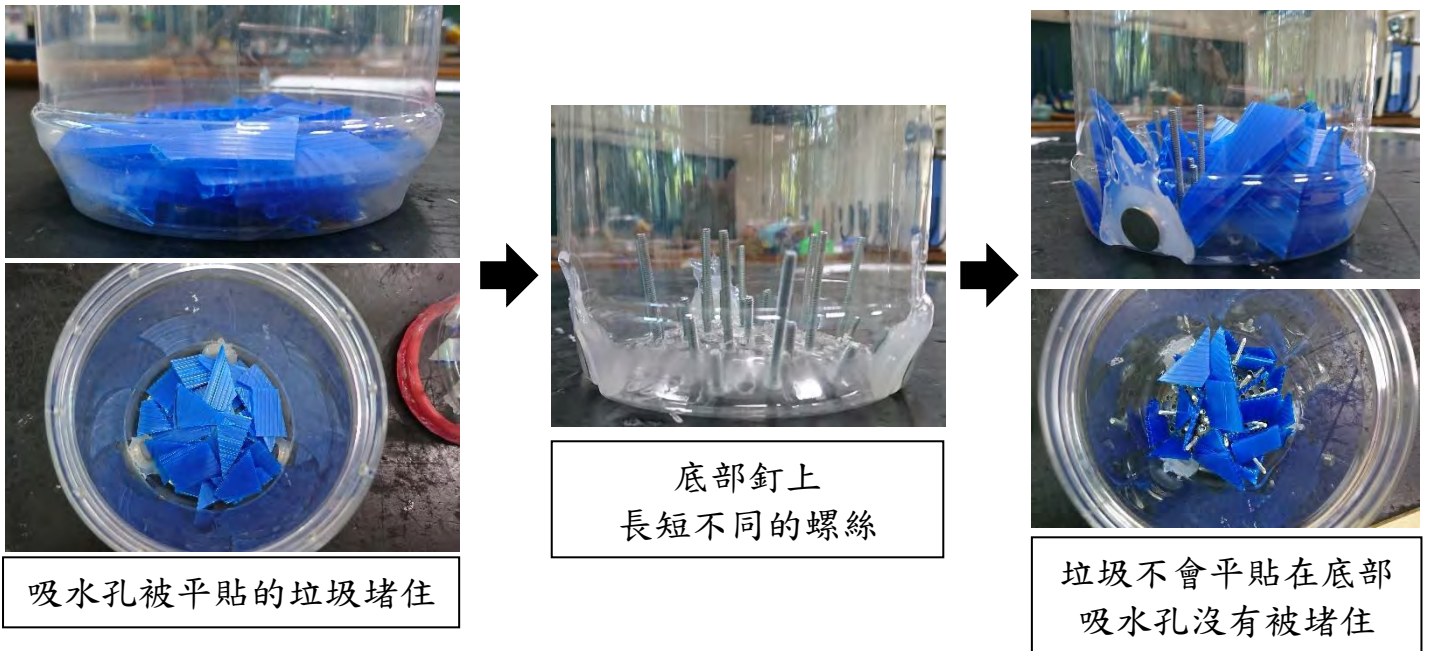
(1). 成功了！真的可以確實收集落葉。

(2). 從上面連續圖片可以看到，**就算池塘範圍很大**，周圍的落葉、大萍還是**會被我們「漂浮垃圾回收桶」**的瀑布水流吸引過來，效果很好。

3. 【取出垃圾】



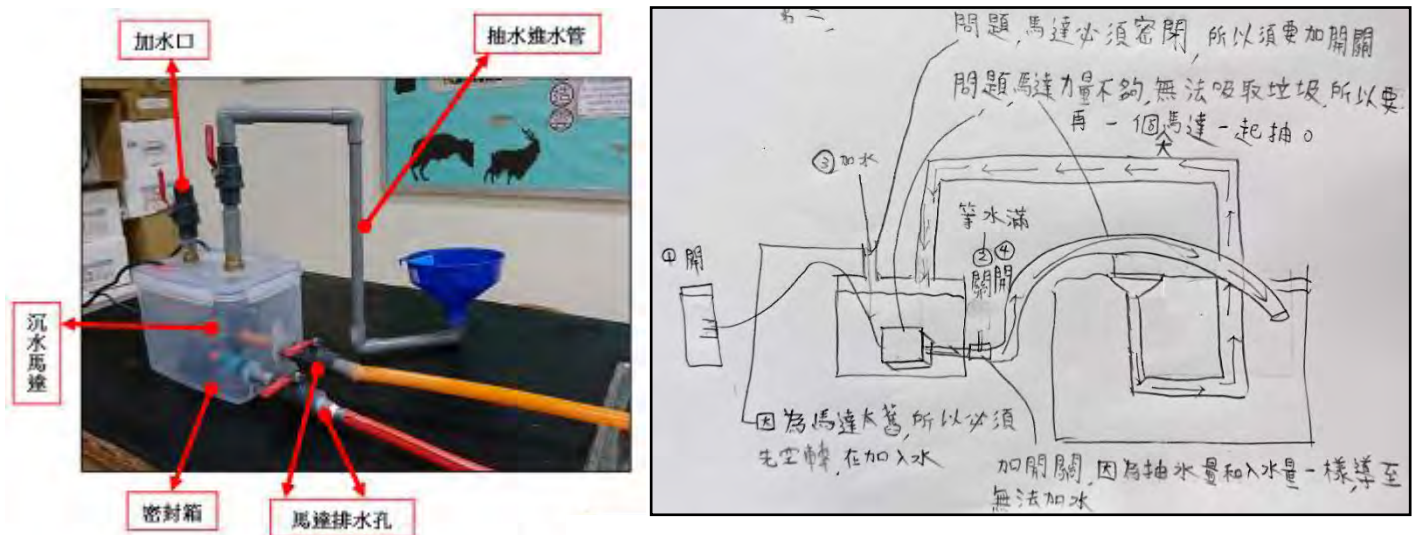
4. 發現需要再改進的部分：一片一片的垃圾如果平貼在罐子底部，會把洞口堵住，過濾水的速度就會變慢，罐子裡的水會慢慢滿出來，池水就不會再流進去了。



陸、結論

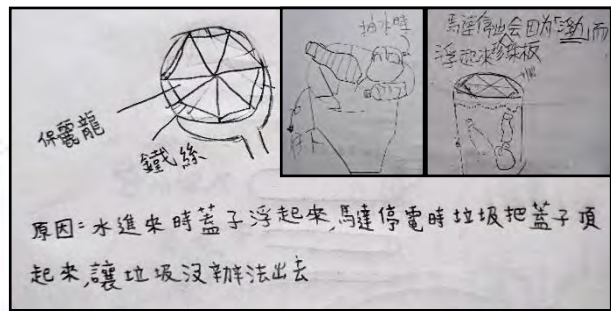
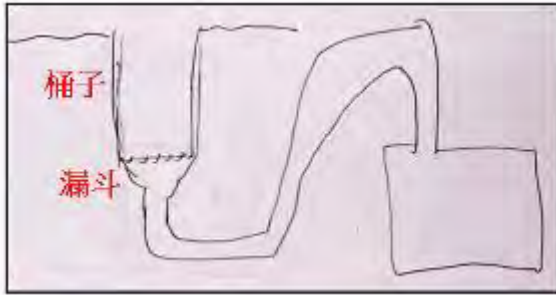
一、關於「沉水馬達改造成陸上抽水馬達」的設計

1. 沉水馬達吸水的地方是開放式的，不是一個孔，所以我們把沉水馬達放進密封箱。當它排水時，箱子裡面的壓力就會降低，就可以從我們設計的吸水孔吸水。



2. 密封箱裡必須充滿水，因為沉水馬達要有水抽出去，才能讓箱子裡壓力降低，讓吸水口能吸水。
3. 密封箱裡面的水盡量要保持固定的量，如果箱子裡水全滿，水就不能被吸進來，箱子裡水空掉沉水馬達沒水可抽就不能讓箱子壓力降低，所以吸水管和排水管要一樣粗。
4. 排水口加裝開關，避免水會經過沉水馬達自己流光。
5. 水管連接的地方纏上止洩帶，防止漏水。

二、關於「吸水口、垃圾收集罐」的設計



1. 為了方便把垃圾收集罐從水中拿起來，但是又要能跟漏斗緊密結合，我們把它們用強力磁鐵相吸連接。
2. 吸水口的功能是能收集漂浮在水面的垃圾，而且**不讓垃圾再跑出來**，所以利用保麗龍的浮力，設計了**水滿會自動關起來的「自動開關蓋」**。



「自動開關蓋」
可以轉開的

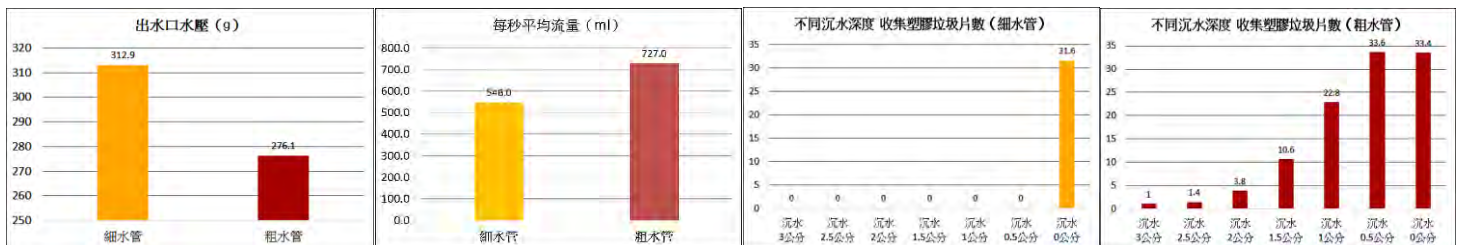
過濾垃圾的罐子



3. 為了方便拿取垃圾，所以做成**可轉開的兩段式設計**，不然手會被「自動開關蓋」刺到。
4. 要用**一圈透明塑膠片檔住「自動開關蓋」的轉角**，不然垃圾會被卡在轉角的地方
5. **漏斗底部要加重物**，不然當垃圾收集罐被抽空時，因為有空氣，罐子會整個往上浮。



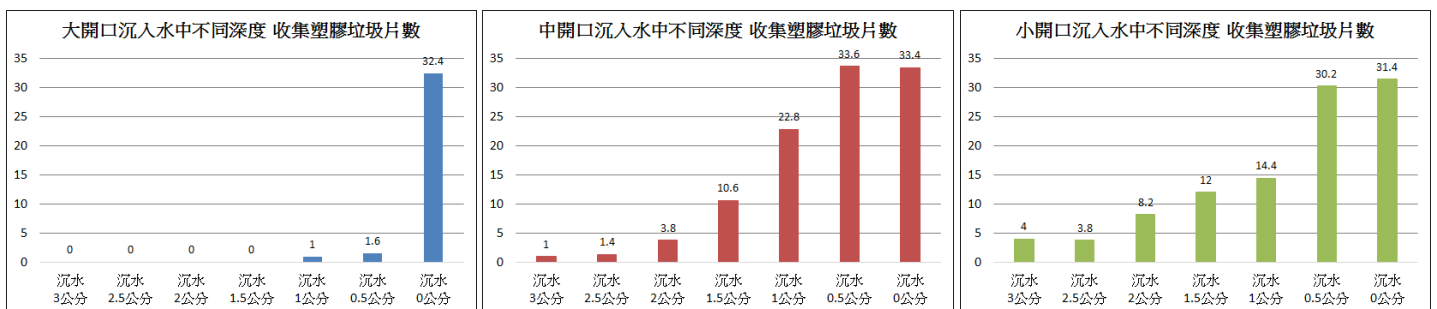
三、該怎麼選擇「水管粗細」才会有最好的效果



1. 經實驗證明，**細水管：水壓大流量小**，**粗水管：水壓小流量大**。
2. 細水管的效果很差，因為流量小，很難把罐子抽空造成瀑布水流，垃圾不容易流進去。
3. 粗水管流量大，容易把罐子抽空造成瀑布水流，垃圾容易流進去。
4. **所以我們需要的是大流量**，而不是水壓強。
5. 但是水管是不是越粗越好，還需要再做實驗證明。因為**我們推測如果水管太粗，水壓會變得太小，那抽水的力量也會變小，吸水口就沒有足夠的吸力**。

四、該怎麼選擇「垃圾收集罐的大小」才會有最好的效果

1. **大開口罐子效果很差**。因為容積較大，我們的馬達抽水速度沒那麼快，所以很難把大罐子裡的水抽空造成瀑布水流，**垃圾不容易流進去**。
2. **小開口罐子因為開口小**，容易形成漩渦，**讓塑膠片在吸水口周圍繞圈圈一陣子後，才被吸下去**。而且開口小可能會阻礙比較大的垃圾進去。**所以我們不用小開口罐子**。
3. **中開口罐子效果最好**，開口比較大，可以**讓瀑布水流出現比較久**，**讓塑膠片順利直接流進罐子**。
4. 馬達力量越大，就可以改換比較大開口的罐子，收集更多垃圾。**重點是要能把罐子抽空，形成瀑布水流，讓垃圾流進去**。



五、該怎麼放置「漂浮垃圾回收桶」才會有最好的效果

1. **沉入水中0公分我們不考慮**。實驗中它的數據是第二名，**是因為我們使用水箱做實驗，馬達把水排進水箱讓水面升高，才形成瀑布水流**。如果是在比較大的池塘或海邊做實驗，水面可能就不會升高。
2. **沉入水中0.5公分效果最棒，我們選擇它**。馬達能很快的把罐子裡的水抽空，而且跟水面有高低差，能創造出瀑布水流，讓垃圾流進去。
3. 沉入水中比0.5公分深，效果很差。**因為我們的馬達不夠力**，根本不能把罐子裡的水抽空，所以沒有瀑布水流，只有出現小小的漩渦。
4. **如果馬達力量增強，可以更快把罐子裡的水抽光，這樣就可以把吸水口沉入水中深一點，讓高低落差更大，形成更強的瀑布水流**。

柒、參考資料

- 一、 海洋垃圾怎麼清？海洋吸塵器 5 年清完太平洋 50% 垃圾
<https://csr.cw.com.tw/article/39923>
- 二、 The Seabin Project
<https://www.youtube.com/watch?v=tiy7WQYQyhY>
- 三、 熱血團隊的淨海實驗 “海洋垃圾收集器” 盼拯救海洋
<https://www.youtube.com/watch?v=CVpvcv81jQA>
- 四、 水上“吸塵器” 海洋環保全靠它!
<https://www.youtube.com/watch?v=VLhDfRhwwd4>

【評語】 082928

1. 海洋塑膠垃圾的收集是當前很紅的議題，本研究以設計水中漂浮垃圾回收桶為主軸，有創意且實用性高。
2. 實驗中最有創意的構思為集物口的改良，避免落葉等垃圾阻塞進水口。

摘要

這次研究的目標是製作一台能收集、過濾水中漂浮垃圾的裝置，而且是整天不斷藉由水流自動收集垃圾。

為了珍惜資源，我們把不用的沉水馬達放進密封箱，在箱上鑽出排水、吸水孔，藉由排水時造成密封箱裡壓力降低，產生吸力。

吸水口的垃圾過濾罐是沉在水面下，當馬達把過濾罐裡的水抽空，池水就會流進罐子，在罐子周圍產生瀑布水流，把垃圾一起帶進去。我們還設計了防止垃圾從罐子裡跑出來的「自動開關蓋」，也加入了方便收取垃圾的「兩段式設計」。另外我們也測試出，過濾罐直徑約11公分、吸水口沉入水中0.5公分、用流量大的粗水管，可以讓收集垃圾有最佳的效果。

最後我們也到生態池實際測試，看到漂浮的垃圾順利流進我們的裝置，真的是太開心啦！

壹、研究動機

這幾年都是塑膠製品為海洋上最多的垃圾。它不易分解，且容易被海洋生物視為食物，因此有一些研究團隊開始創造海洋垃圾收集器。每年都有海洋生物吃了過多垃圾而死，如果能好好利用海洋垃圾收集器的話，可能可以拯救那些誤食垃圾的動物。而我們也想要試試看做一個，從我們學校的生態池開始清潔，從生活中做環保。

★與課程相關單元：【水的移動】、【簡單機械-槓桿】

貳、研究目的

【研究一】自動循環系統的研究

- 一、虹吸原理
- 二、希羅噴泉
- 三、氣壓式循環裝置

【研究二】把沉水馬達改造成陸上抽水馬達

【研究三】吸水口的設計

- 一、漏斗 + 濾網(收集垃圾)
- 二、漏斗 + 罐子(收集垃圾)
- 三、漏斗 + 罐子(收集垃圾) + 蓋子(自動打開關閉)

【研究四】哪些因素會改變收集漂浮垃圾的效果

- 一、測試的環境
- 二、吸水口的大小、吸水口沉水深度：因為我們想這兩個原因可能會互相影響，所以我們有3種不同大小的吸水口，每個都要測試不同沉水深度。
- 三、水管的粗細

【研究五】實際測試 - 在學校水池收集垃圾(落葉)的效果

參、研究設備及器材

製作工具	電鑽、螺絲起子、線鋸機、熱熔槍
改造沉水馬達變成陸上抽水馬達	沉水馬達、密封保鮮盒、水管、水管開關
吸水口	漏斗、塑膠罐、塑膠板、塑膠水管、強力磁鐵、鐵勾

肆、研究過程與方法

一. 海洋垃圾種類：塑膠類最多，它們的特性就是會飄浮在水面上。

排名	垃圾種類	數量(件)	比重	排名	垃圾種類	數量(件)	比重
1	塑膠碎片	9,456	15.55%	6	其他塑膠/發泡膠包裝	2,952	4.85%
2	發泡膠碎片	8,553	14.07%	7	其他膠袋	2,919	4.80%
3	玻璃碎片	4,888	8.04%	8	香煙/煙蒂	2,743	4.51%
4	飲品膠樽	3,751	6.17%	9	食物包裝紙(如糖果、薯片)	1,949	3.21%
5	膠樽蓋	3,470	5.71%	10	膠蓋	1,839	3.02%

二. 目前收集海洋垃圾方法：



來自荷蘭的20歲Boyan Slat，他提出海洋吸塵器(Ocean Cleanup Array)概念，是利用洋流經過「漂浮柵欄」(floating screen)攔住垃圾，所以不會產生鳥或海龜被纏住的問題；浮游生物則會隨海流從漂浮柵欄下方通過，不受影響。



台大海洋資料庫技術員研發的「海洋垃圾收集器」，是利用履帶和溝架，把漂浮的垃圾運送到垃圾儲存盒，適合用在岸邊海港。



由衝浪者發明的「海上垃圾桶」。是一個由大型纖維網製成的垃圾桶，架設於碼頭附近且漂在海面上。

我們對於「海上垃圾桶」為什麼水會自己流進去很有興趣，而且放在那邊就可以自己收集垃圾，我們覺得很方便，很適合放在學校的池塘收集垃圾(落葉)，所以想要製造它。

伍、研究結果與討論

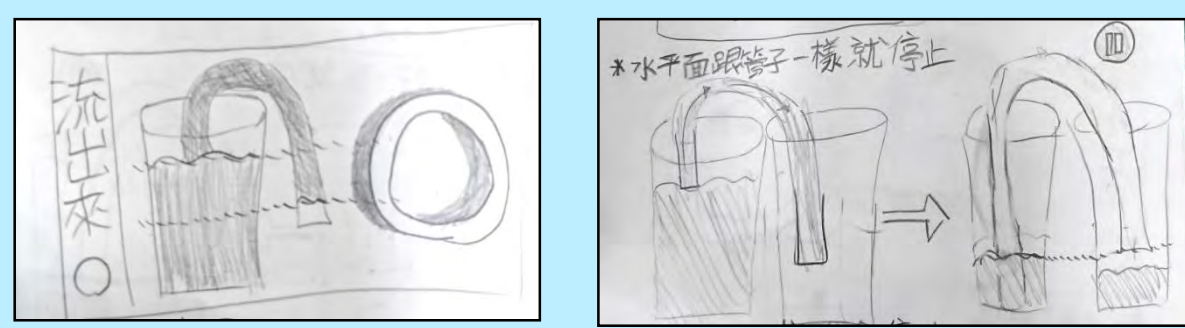
【研究一】自動循環系統的研究

一. 虹吸原理：

因為實驗需要，我們要把水管從下面彎上來到外面，讓水自己流出來。

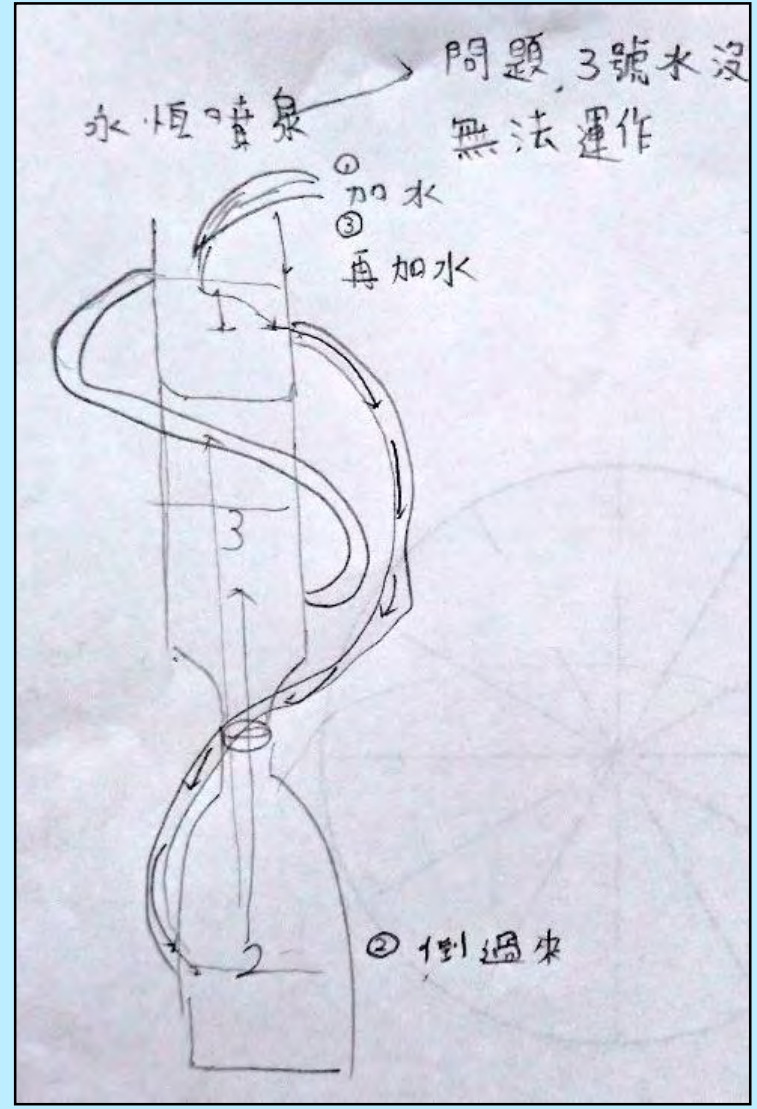
要形成虹吸現象要有這些條件：

- 1. 水管要充滿水
- 2. 出水口要低於水面



二. 希羅噴泉：利用氣壓把水擠上去：

- 1. 水倒進1號瓶，水會流進2號瓶。
- 2. 把整組顛倒過來，2號瓶的水會流進3號瓶。
- 3. 再把裝置擺正。
- 4. 從1號瓶倒水，水會流進2號瓶。2號瓶水量增加，就會把空氣擠進3號瓶。
- 5. 3號瓶空氣增加，氣壓加大，就會把水壓出去到第1瓶。

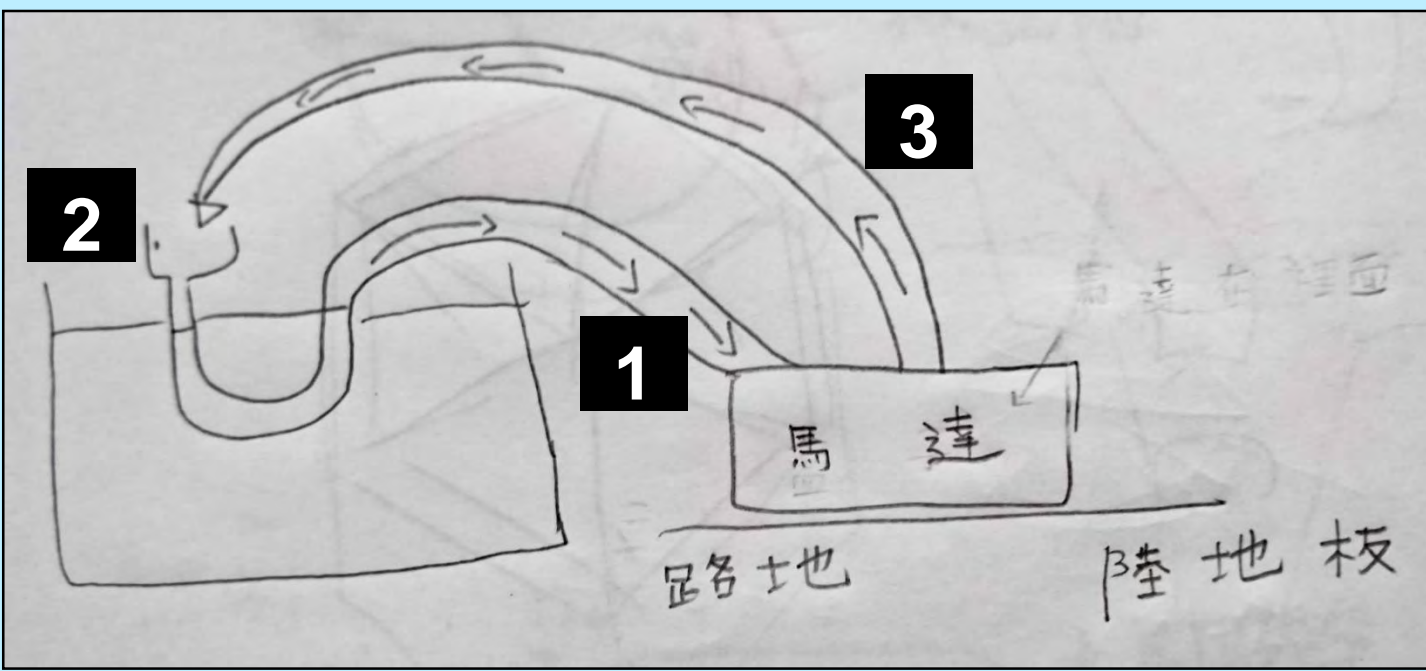


實驗後我們發現有些缺點，所以不適合。

- 1. 3號瓶的水沒有的話，裝置必須要再顛倒補水，如果這樣做成抽水裝置會中斷抽水。
- 2. 但是我們想學它用氣壓把水擠壓出去的方式。

【研究二】把沉水馬達改造成陸上抽水馬達

一. 一開始的想法：



- 1. 打開抽水馬達，馬達開始抽水。
- 2. 水面的漏斗把水吸進來，會帶動周圍的水流進漏斗，垃圾也會一起流進來。
- 3. 再把馬達抽出的水放回原本的水槽，形成循環。

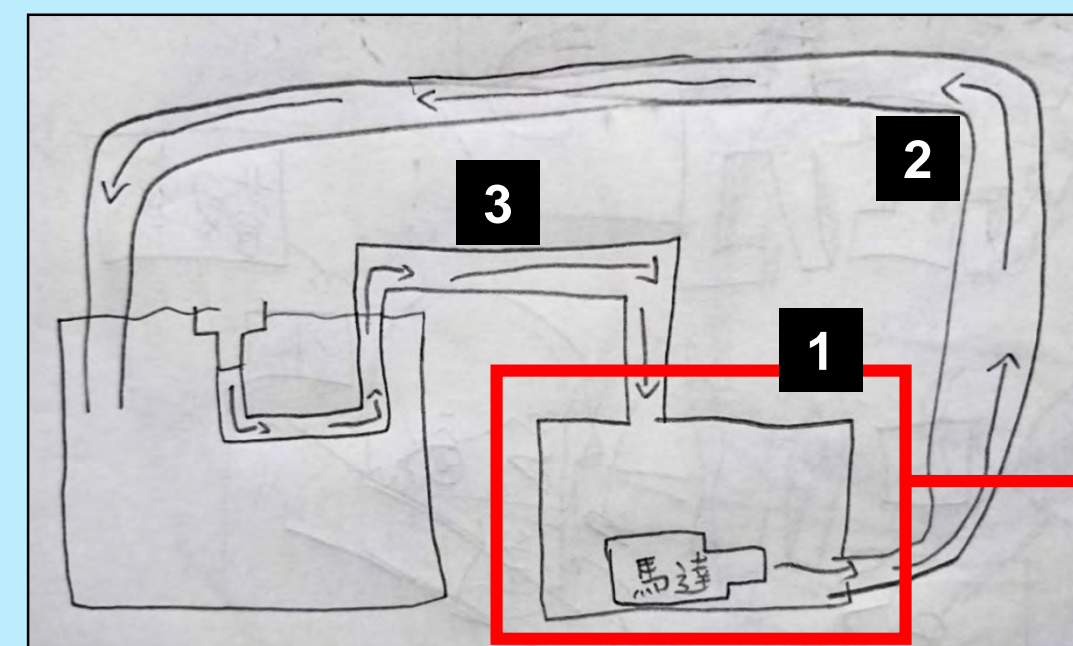
發現問題：學校沒有陸上型的抽水馬達，只有魚缸用的沉水馬達。所以我們決定把它改造成陸地行的抽水馬達，因為為了清除水中垃圾，再另外花大錢買馬達，很不環保！

出水口，可以接上水管。



馬達吸水的進水口，沒辦法接上我們的漏斗水管抽取水面的水，大問題！

二. 改造想法：



這一組就等於是陸地型抽水馬達。

- 1. 這是一個密封的箱子，把沉水馬達出水口接到箱子外面。
- 2. 沉水馬達開始把水抽到外面後，密封箱子裡的壓力就會變小。
- 3. 因為箱子裡壓力變小，就會從漏斗進水口把水吸進來。

三. 製作【第一代】陸地型抽水馬達



沉水馬達排水口加裝快速接頭。



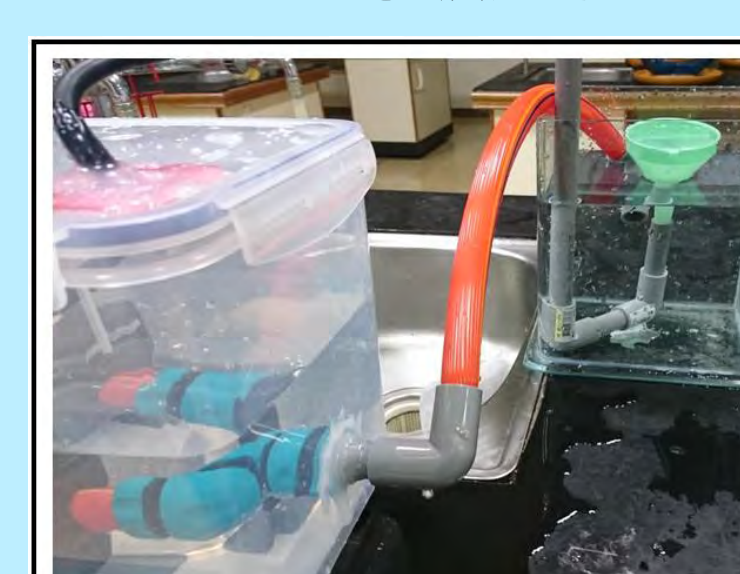
把馬達的出水管黏在排水孔上，讓箱子回復再變成密封的情形。



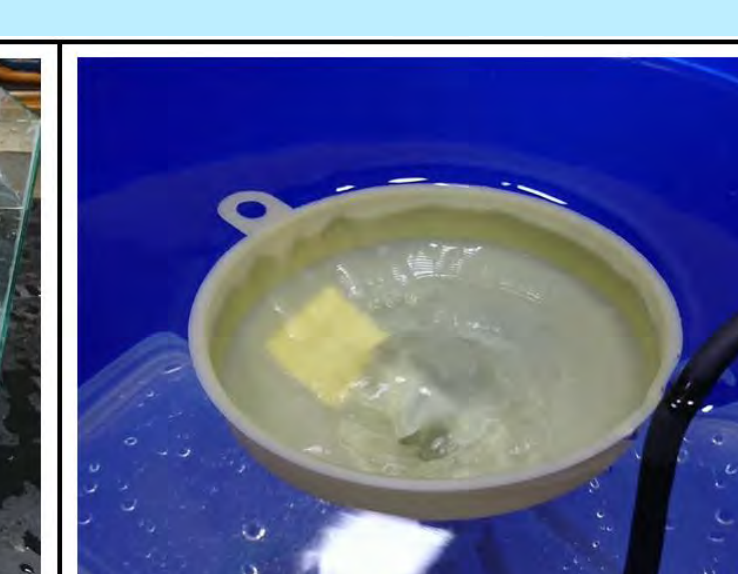
把密封箱的蓋子切開一塊，讓沉水馬達插頭電線可以穿過去。



最後完成品，變身為陸上型抽水馬達。



實際進行抽水測試。

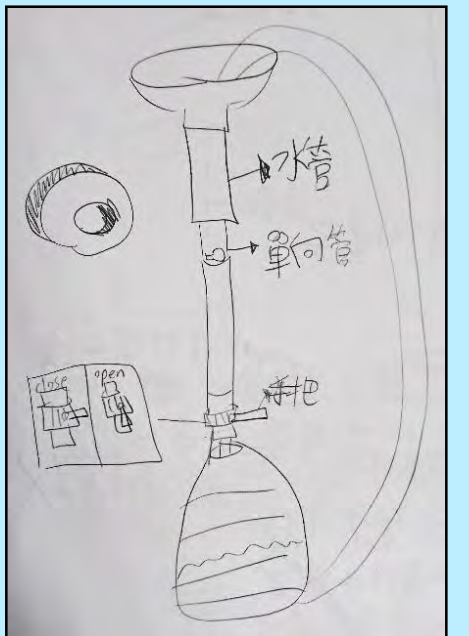
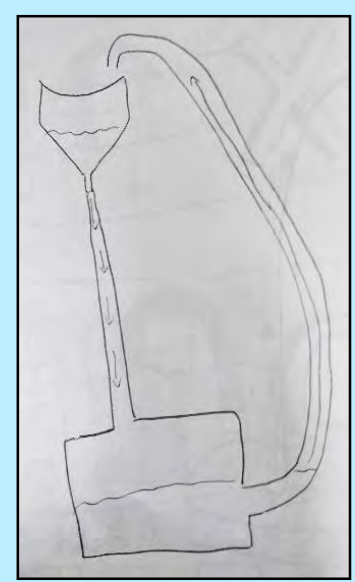


漏斗進水的情形。

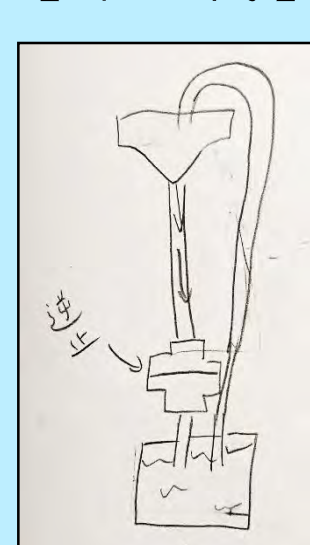
三. 氣壓式循環裝置：

【第一代】實驗後發現問題：

- 1. 空氣會從漏斗進水口往上冒，這樣下面的氣壓就不能增加。
- 2. 出水口的水沒辦法上升到頂端，不能順利回到漏斗裡。
- 3. 嘗試改進方法：把進水口的管子加粗，讓水的重量不讓空氣跑出來。
- 4. 進水口水管加粗後，結果還是一樣，所以我們決定加裝水管用的單向閥。



【第二代】- 加裝單向閥



實驗後發現問題：

- 1. 單向閥太硬，水根本下不去。
- 2. 嘗試改進方法：改用抽汽油用的塑膠單向閥，開關比較鬆，水比較容易通過。

【第三代】- 加裝塑膠單向閥和開關，可以累積水量增加水壓

實驗後發現問題：

- 1. 底下開關打開後，水很順利往下流。
- 2. 氣壓可以把水壓出去到右邊的管子，但是水上升到大約三分之二的地方就停住了。
- 3. 而且因為瓶子氣壓變大，空氣就從進水口的管子衝上去，把單向閥頂住了，進水口就不能進水。
- 4. 嘗試改進方法：多加一個瓶子，分兩個階段讓水上升，空氣應該會比較容易把水壓出去，就不會卡住進水單向閥。

【第四代】- 增加一個桶子，讓水兩段式上升

實驗後發現問題：

- 1. 水可以順利的被氣壓擠壓到第二層。
- 2. 但是第二層的瓶子水增加太慢，氣壓不夠把水再往上壓進漏斗裡，循環失敗。
- 3. 嘗試改進方法：我們也發現漏斗進水口進水的速度沒有很快，這樣應該吸不進垃圾，所以我們決定使用馬達來抽水，創造出旋渦，讓垃圾流進來。

測試後發現問題：

1. 因為沉水馬達有點黏，所以它要先在空氣中轉動再放進水中，才能順利運作。

解決方法：

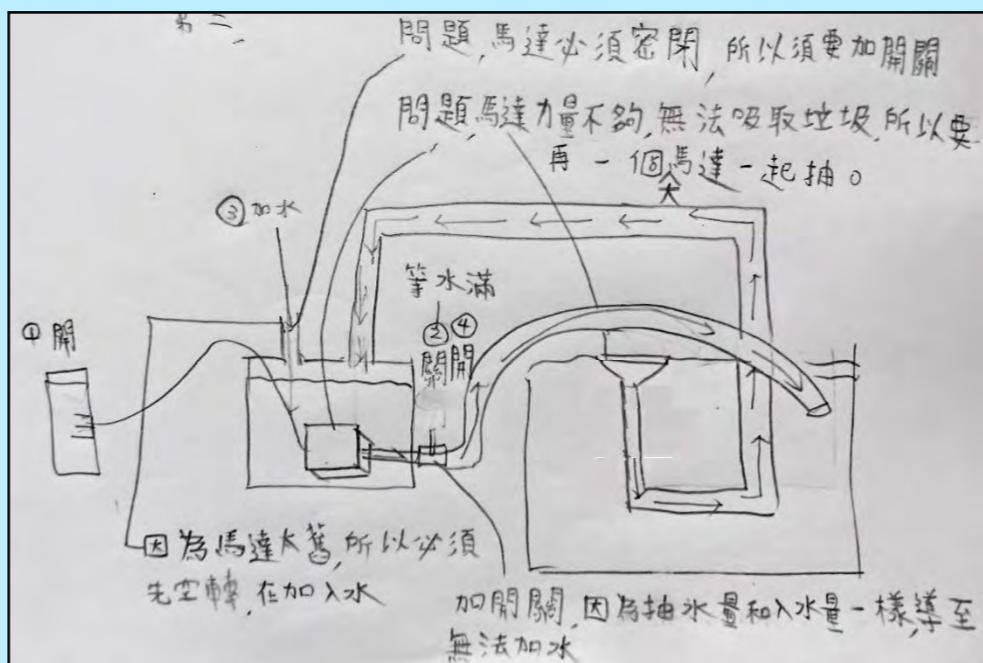
- 在蓋子上鑽另一個洞，加裝進水的開關。
- 在馬達出水口加裝開關。

2. 馬達出水管最後會形成虹吸現象，讓水槽的水回流到水箱中。

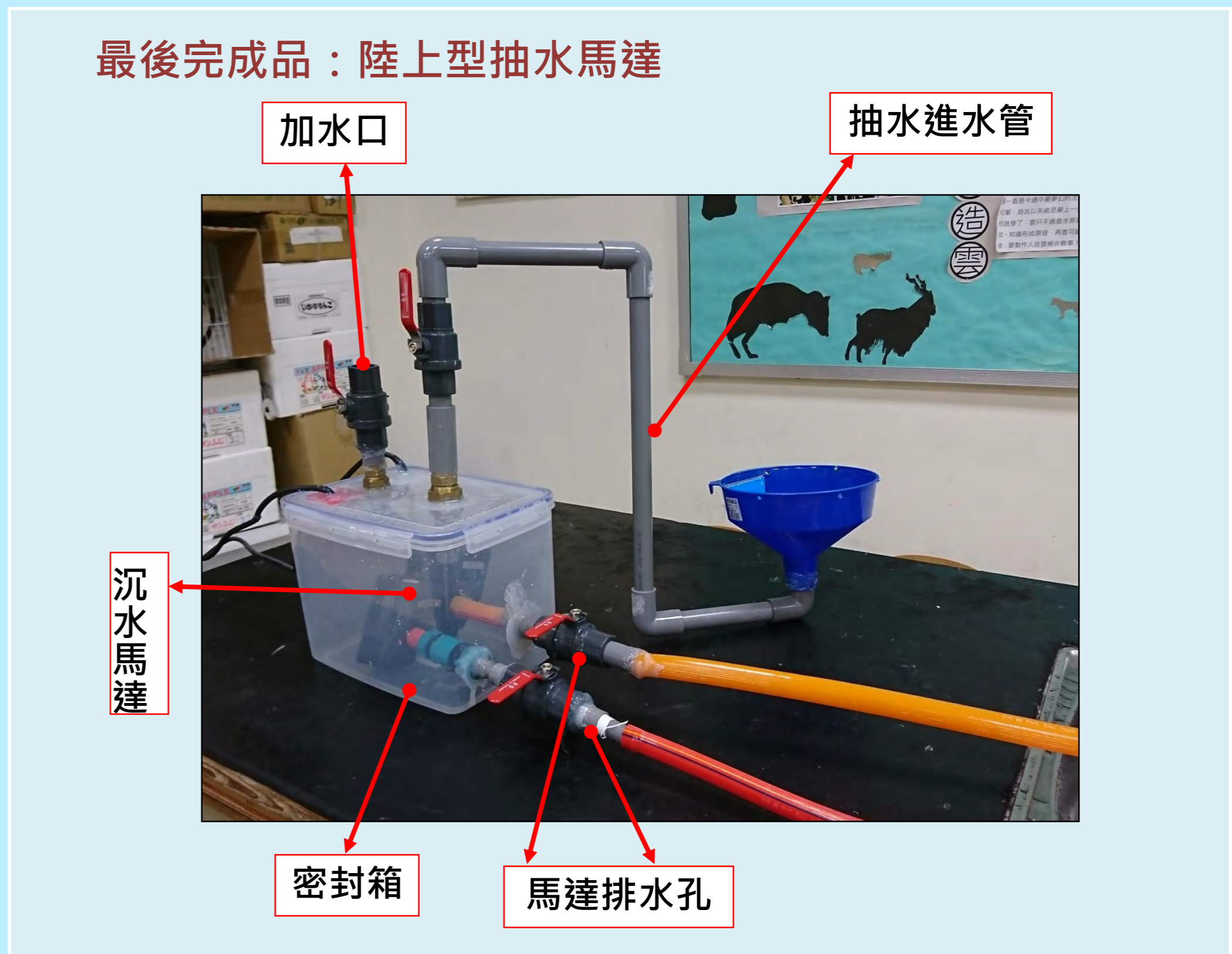
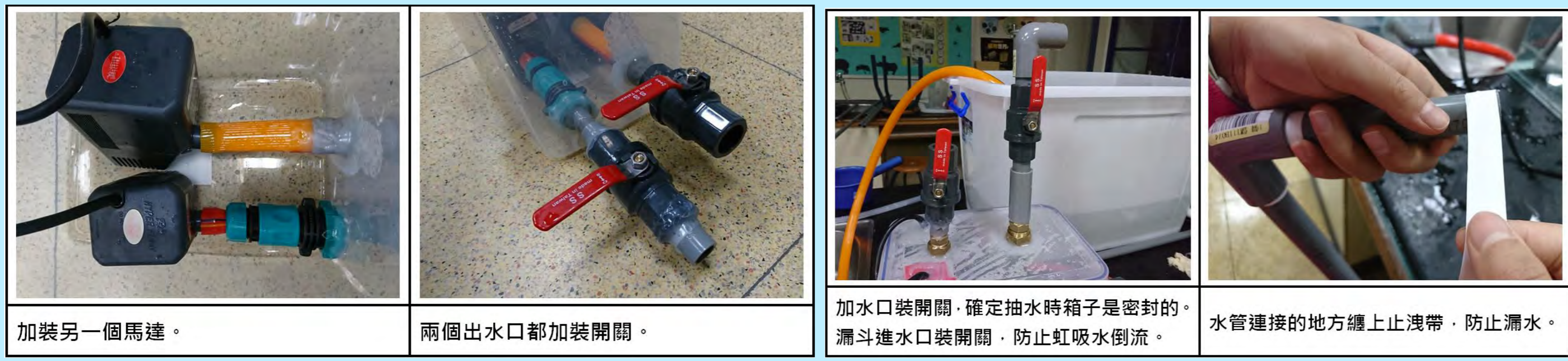
解決方法：在馬達出水口加裝開關。

3. 漏斗進水口吸水的力量太弱，水流不強，垃圾進不來。

解決方法：再加裝另一個沉水馬達。



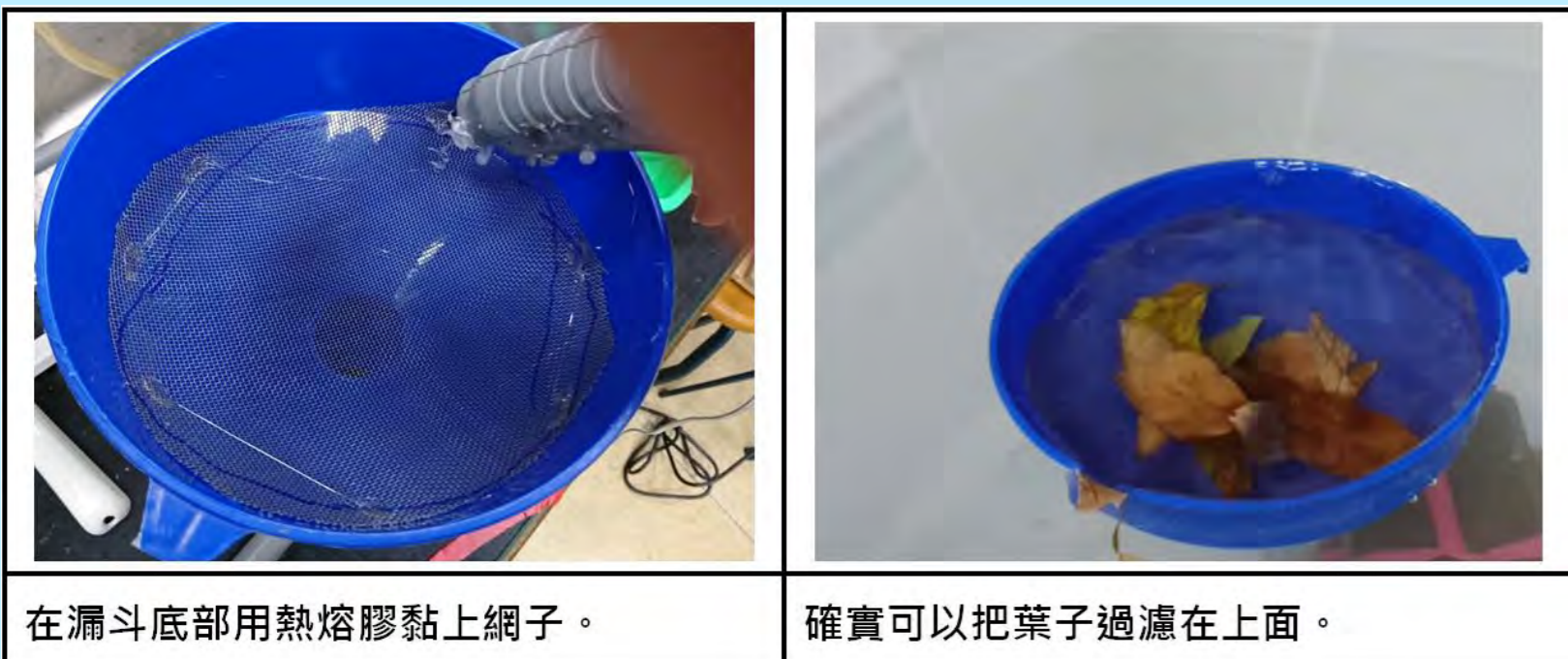
四. 製作【第二代】陸地型抽水馬達



【研究三】吸水口的設計

一. 漏斗 + 濾網(收集垃圾)

【第一代】



測試後發現問題：

1. 只能用手撈葉子，不能一次拿完，很不方便。
- 解決方法：**把網子做成可以拆下來的，這樣收垃圾比較方便。

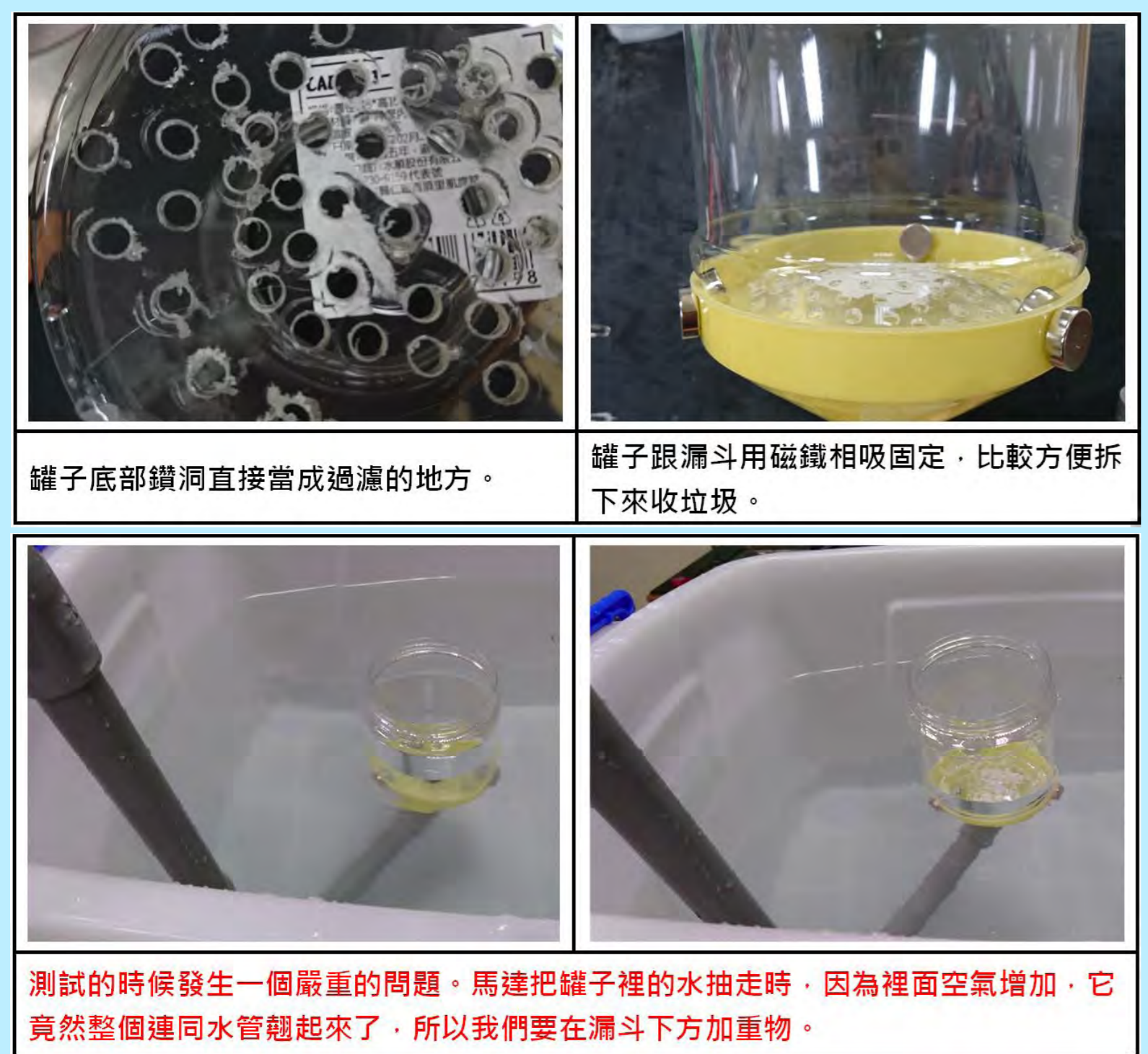
【第二代】



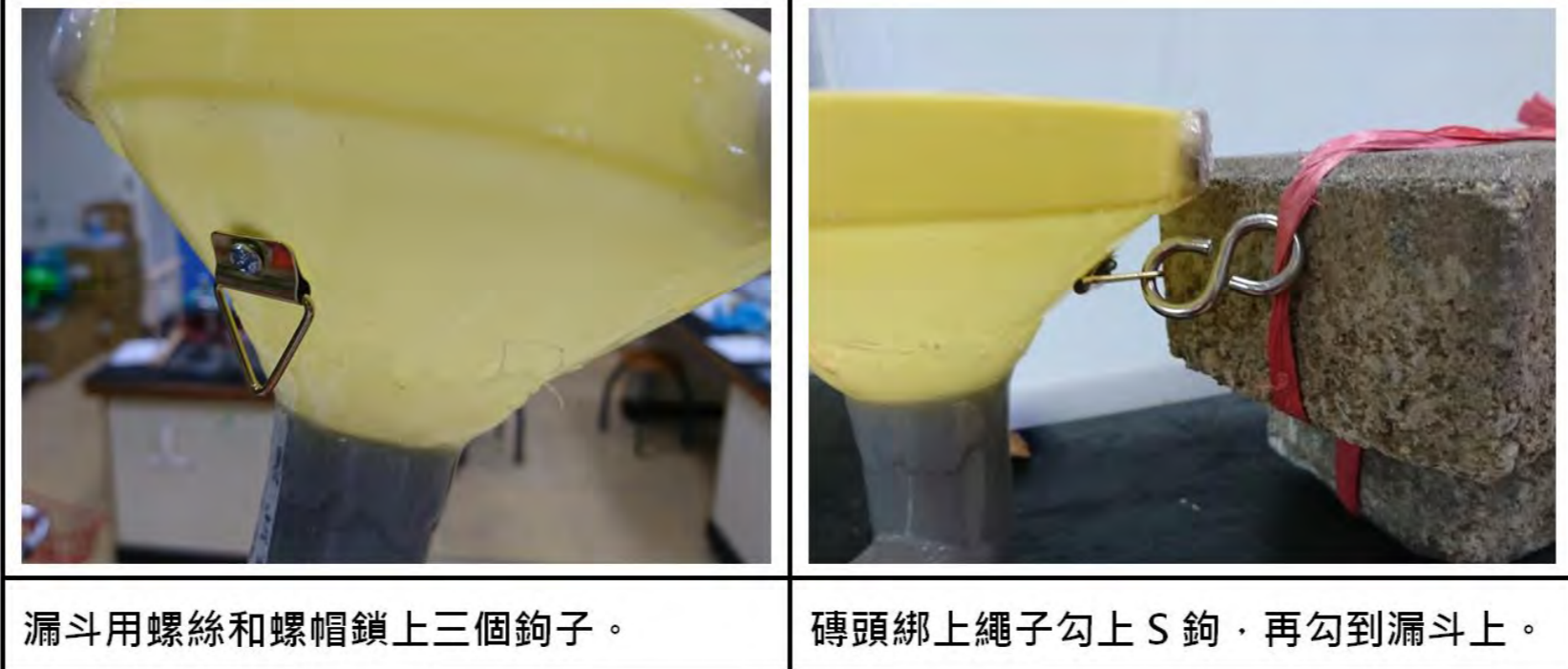
測試後發現問題：

1. 葉子會卡在網子漏斗接縫處。
 2. 漏斗的形狀太扁，水流流下去的速度有點慢，葉子垃圾不容易流進去。
- 解決方法：**
- 在漏斗上接一個高罐子，讓水流下去高低落差大一點。
 - 罐子底部鑽洞，用罐子直接過濾垃圾。

二. 漏斗 + 罐子(收集垃圾)【第三代】



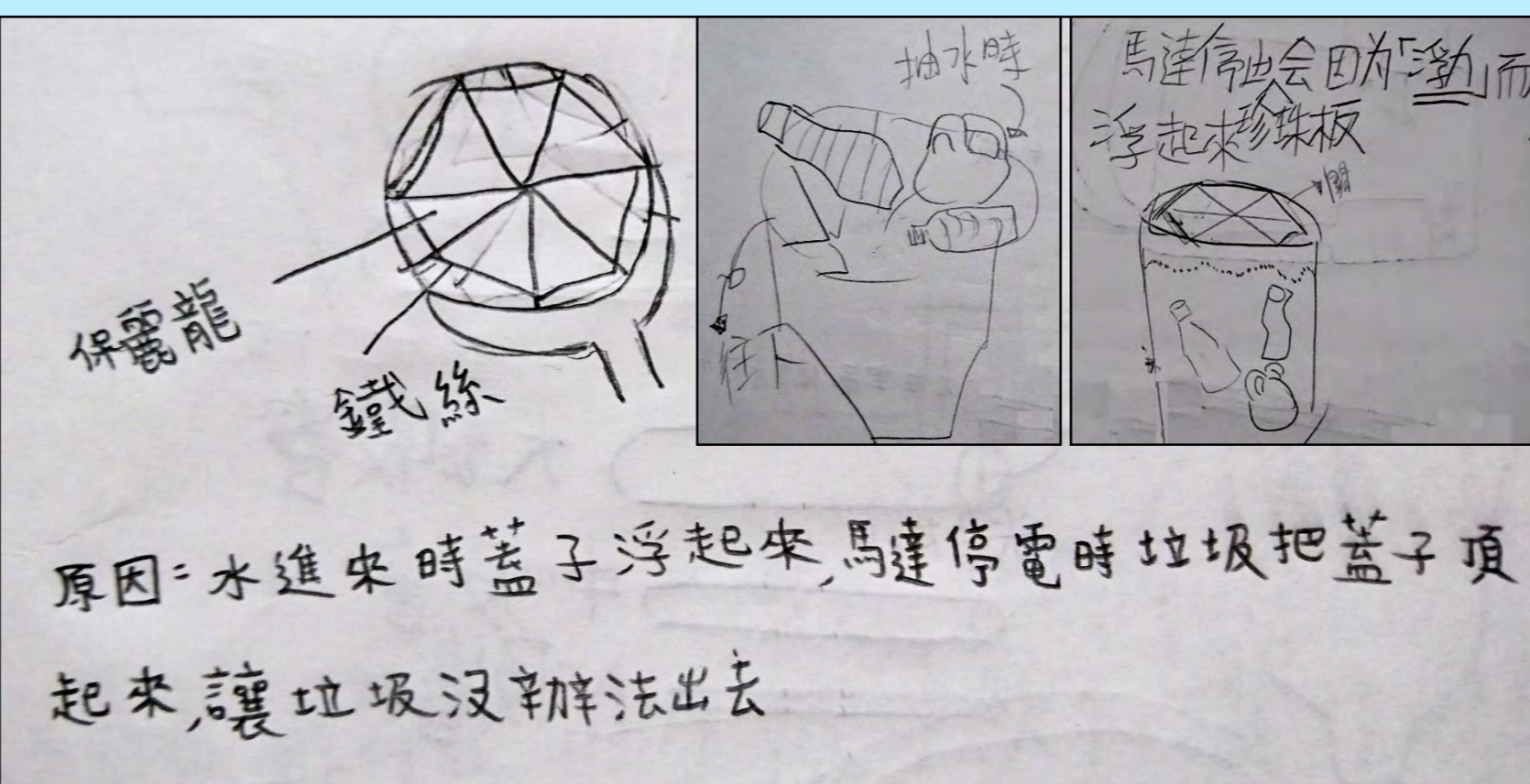
【第四代】漏斗下方增加重物



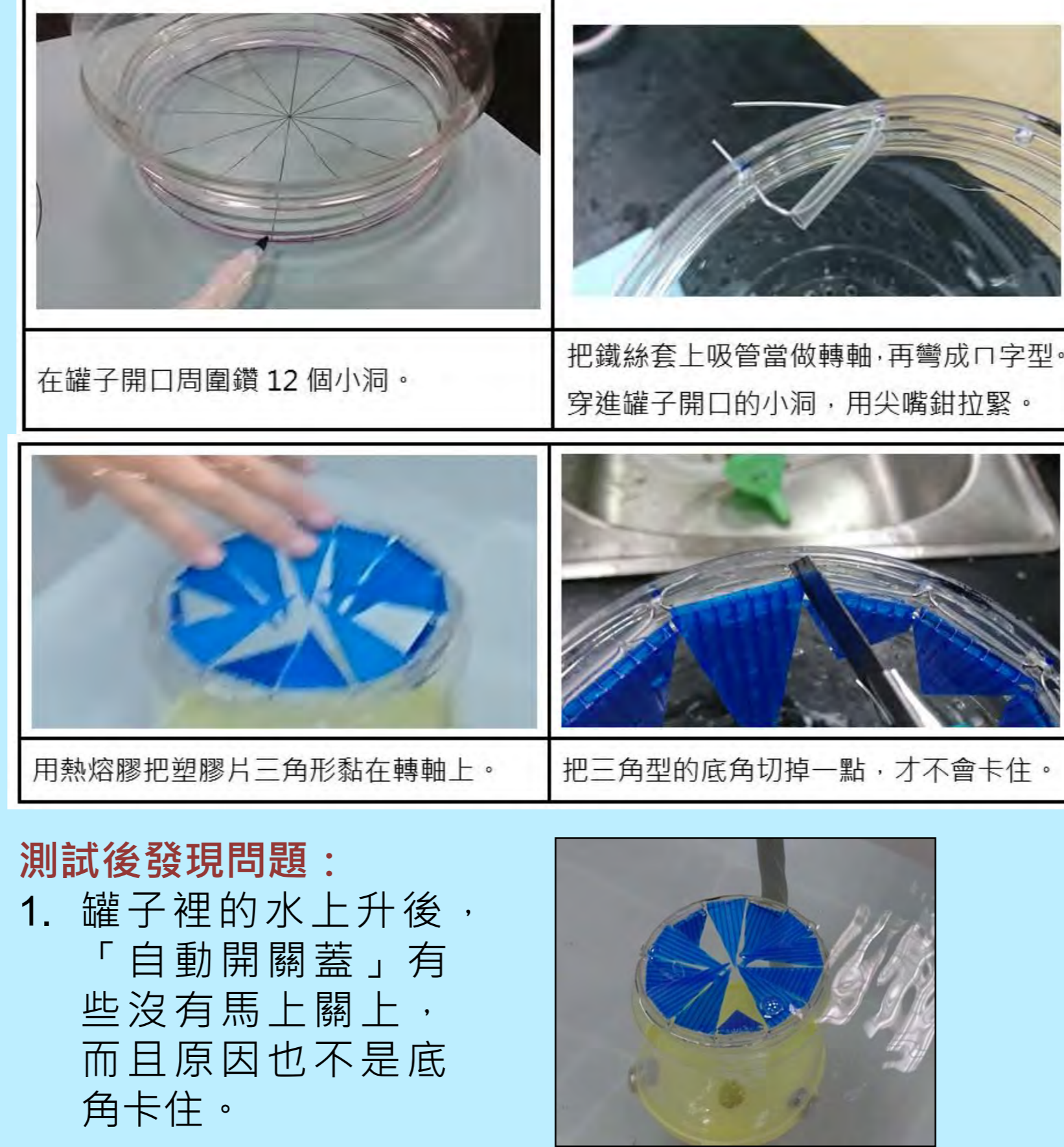
測試後發現問題：

1. 關掉馬達不再抽水的時候，罐子的水會慢慢變滿，結果葉子居然飄出罐子。
- 解決方法：**
- 加裝蓋子，而且這個蓋子在馬達啟動時要打開讓垃圾進去，關掉馬達時蓋子要蓋上擋住垃圾。
 - 控制蓋子的關鍵想法：罐子裡的水下降和上升。

三. 漏斗 + 罐子(收集垃圾) + 自動開關蓋(自動打開關閉)



【第五代】



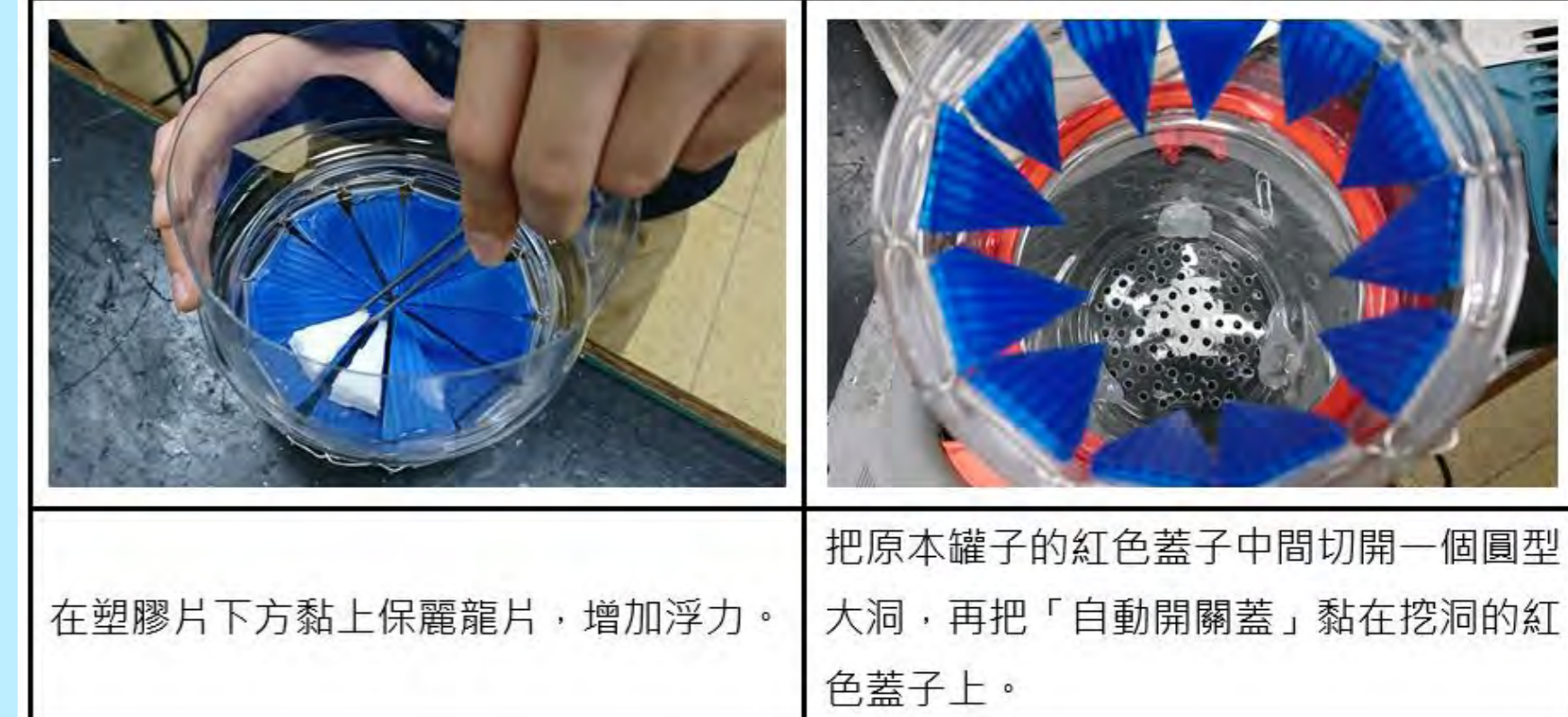
測試後發現問題：

1. 罐子裡的水上升後，「自動開關蓋」有些沒有馬上關上，而且原因也不是底角卡住。

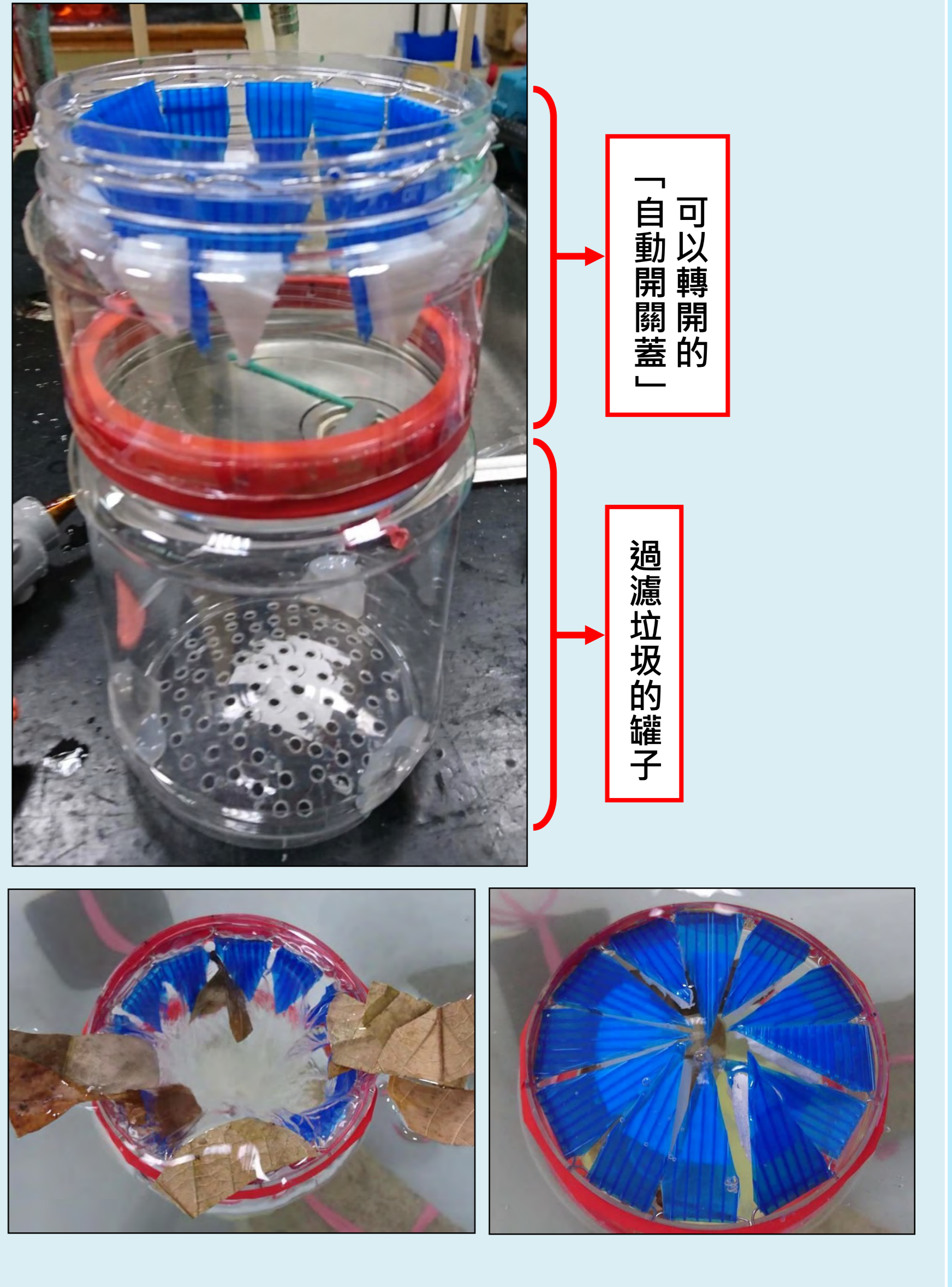
解決方法：

- 我們想可能是因為塑膠片的浮力不夠，所以決定在塑膠片下方黏上保麗龍，增加浮力。
 - 2. 手伸進罐子裡想要把垃圾拿出來時，手會被「自動開關蓋」刺到，垃圾會被卡住。
- 解決方法：**
- 「自動開關蓋」要做成可以拆下來的，把垃圾拿出來後，再裝回去。

【第六代】

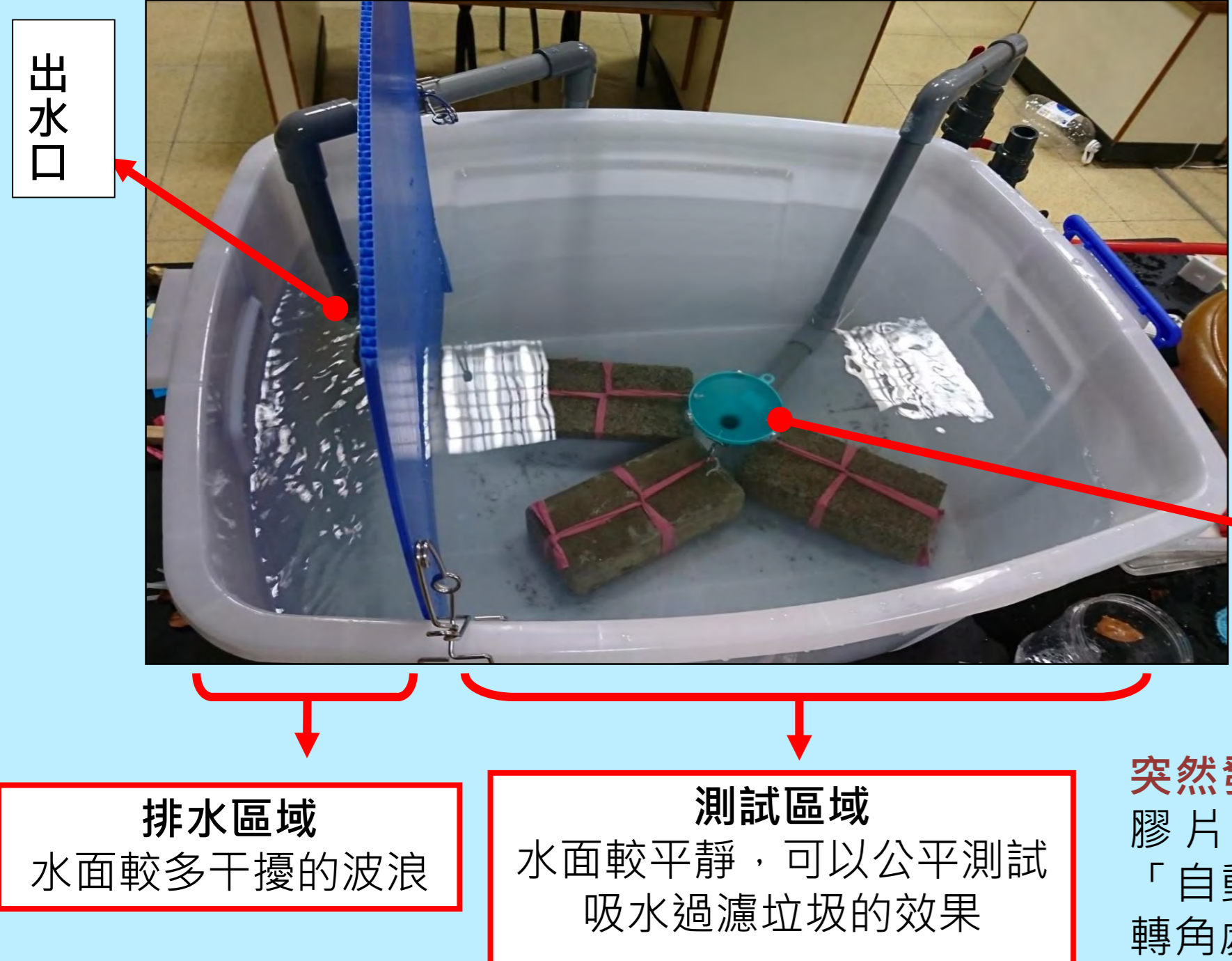


最後完成品【第六代】吸水口垃圾收集器

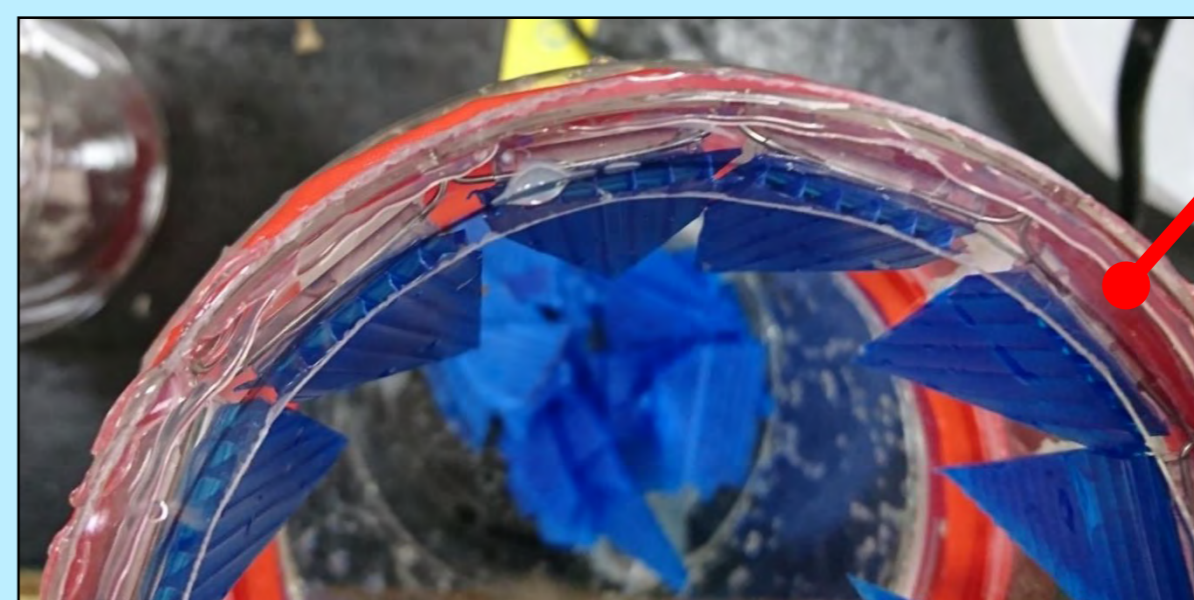
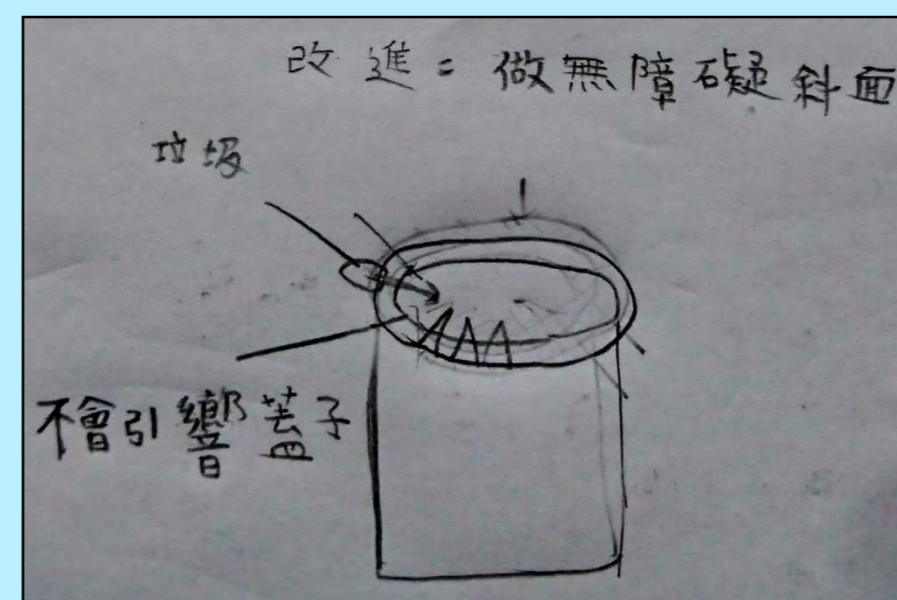


【研究四】哪些因素會改變收集漂浮垃圾的效果

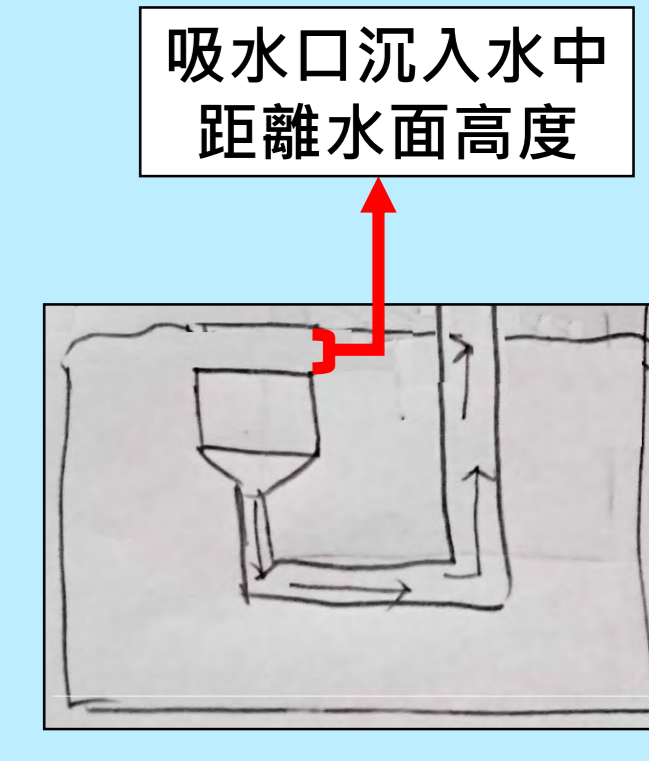
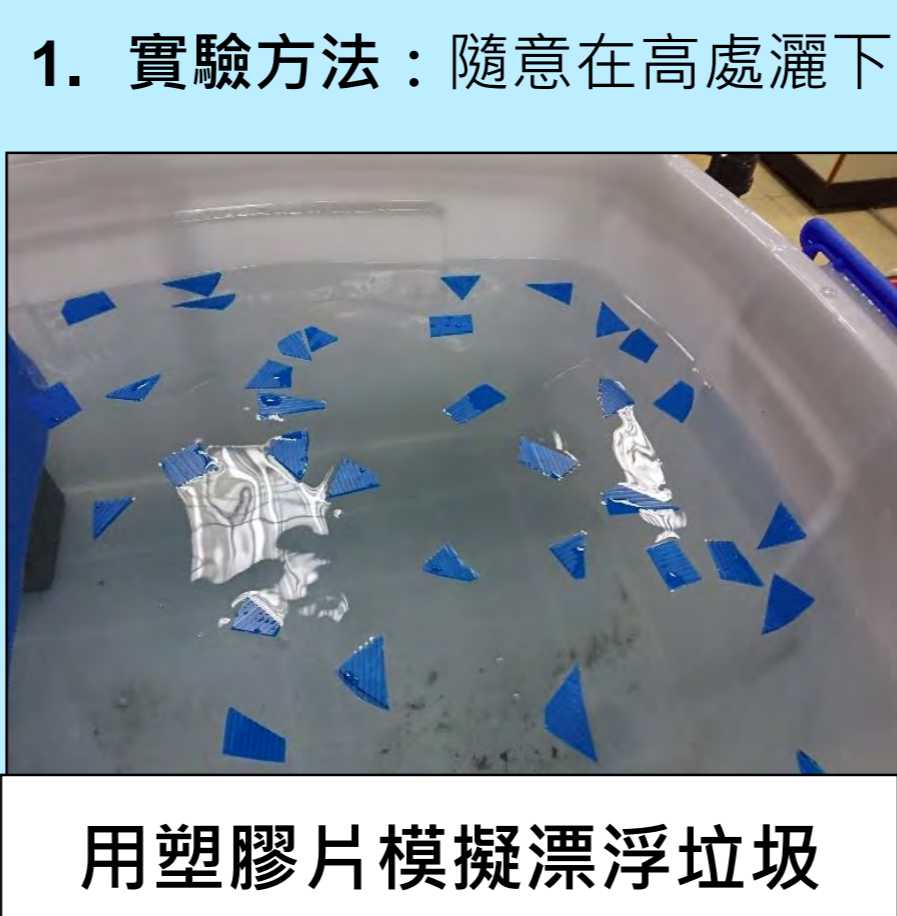
一. 測試的環境



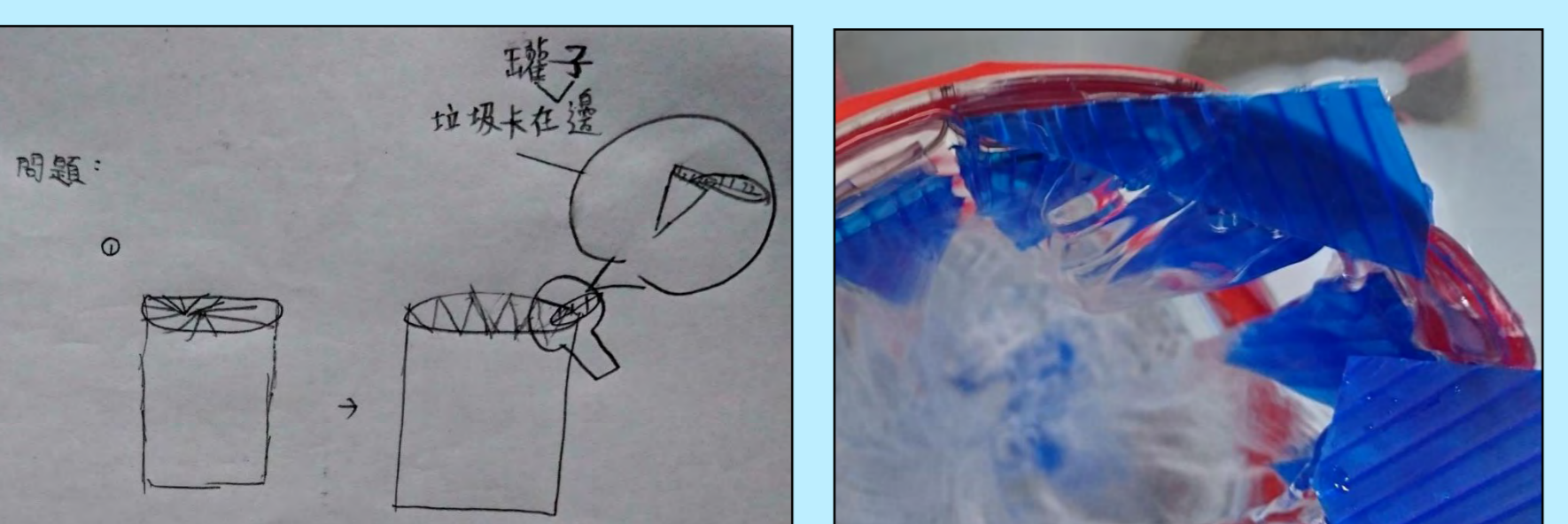
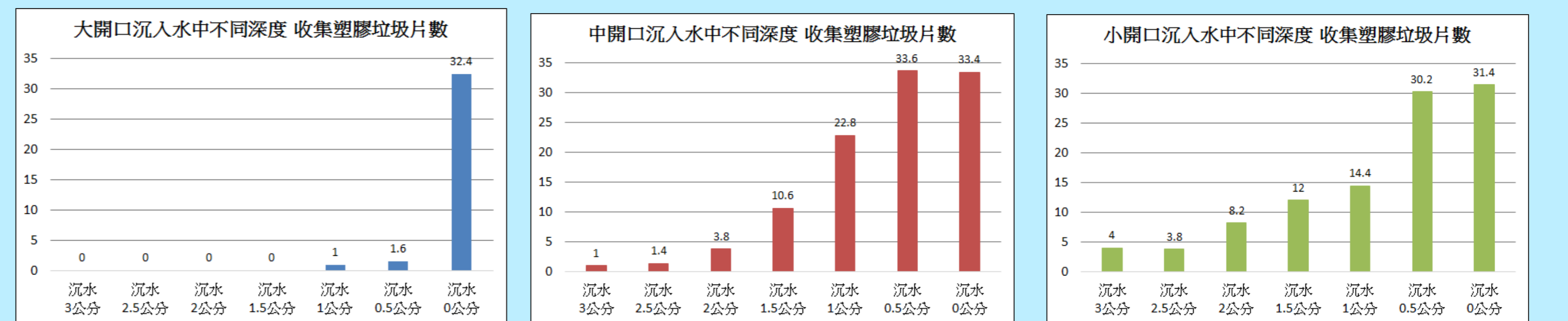
突然發現問題：塑膠片垃圾會卡在「自動開關蓋」的轉角處。



2. 吸水口的大小、吸水口沉水深度：因為我們想這兩個原因可能會互相影響，所以我們有3種不同大小的吸水口，每個都要測試不同沉水深度。



2. 實驗記錄 (長條圖上的數據是進行5次實驗取平均，詳細紀錄請看實驗日誌)



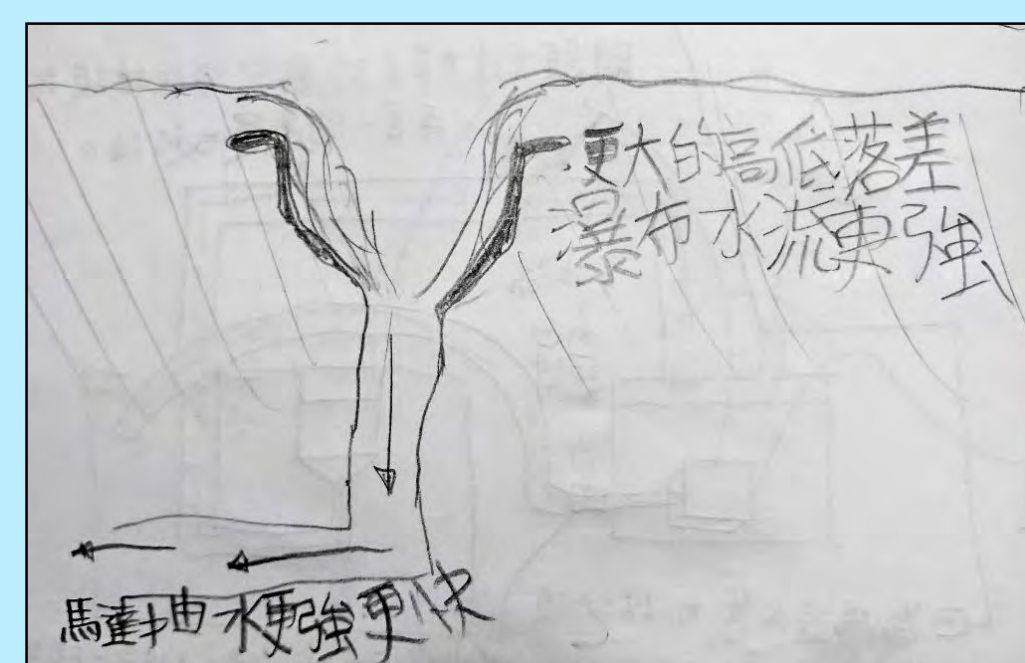
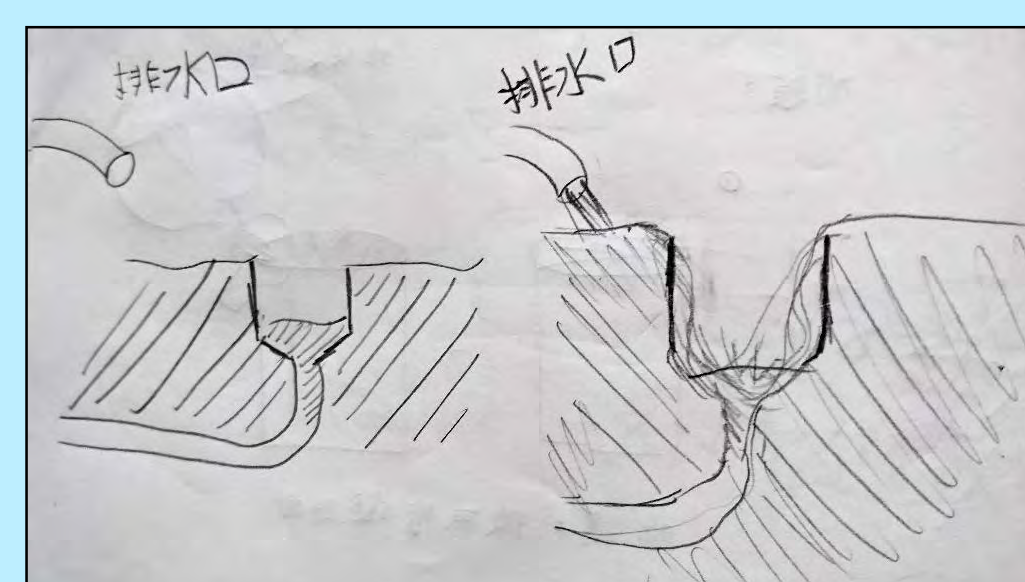
3. 實驗討論

我們該把吸水口沉入水中幾公分？

- 三種開口沉入水中1~3公分效果都很差，所以不考慮。
- 沉入水中0公分(平貼水面)效果很好。但是**實驗一開始是沒有形成往罐子裡流動的瀑布水流**，是因為我們使用水箱做實驗，馬達把水排進水箱讓水面升高，才形成瀑布水流。如果是在比較大的池塘或海邊做實驗，水面可能就不會升高。
- 所以我們認為**吸水口沉入水中0.5公分，比較容易創造出瀑布水流**，讓垃圾流進我們的回收罐。
- 最後我們推測，**如果馬達力量增強，可以更快把罐子裡的水抽光**，這樣就可以把吸水口沉入水中深一點，讓高低落差更大，形成更強的瀑布水流。

我們該選哪種大小開口的罐子？

- 大開口罐子因為容積較大，我們的馬達抽水速度沒那麼快，所以要把大罐子裡的水抽空造成瀑布水流比較難。實驗結果也證明大開口罐子吸水口沉入水中0.5公分根本吸不了垃圾，除非加強馬達的威力。所以我們不用大開口罐子。
- 小開口罐子因為開口小，就算吸水口沉入水中3公分也會出現漩渦，就可以吸進比較多的塑膠片。可是就是**因為開口小，最後的瀑布水流竟然會合在一起變成漩渦(20秒)**，讓塑膠片在吸水口周圍繞圈一陣子後，才被吸下去。而且開口小可能會阻礙比較大的垃圾進去。所以我們不用小開口罐子。
- 中開口**吸水口沉入水中0.5公分是收集最多塑膠片的**，而且馬達能夠快速把罐子裡的水抽空，造成瀑布水流。而且開口夠大，可以讓**瀑布水流出現比較久(32秒)**，讓較多塑膠片不會繞圈，**順利直接流進罐子**。所以我們用中開口罐子。



三. 水管的粗細

相同的馬達力量，如果用不同粗細的管子會讓水壓、流量不一樣，所以我們想試試看改變水管粗細會不會影響收集垃圾的效果。

1. 實驗方法：



【測量水壓的方法】：

我們把出水口的水沖在電子秤上，用重量的數字代替水壓。



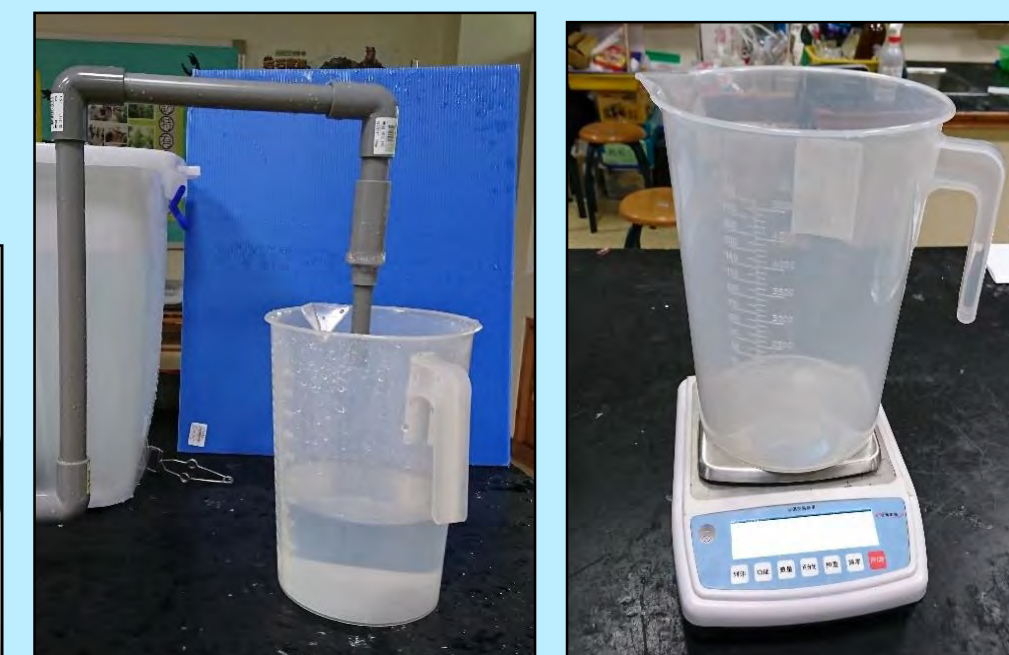
放手機錄影
電子秤數字變化

電子秤放斜的
水才不會累積在上面



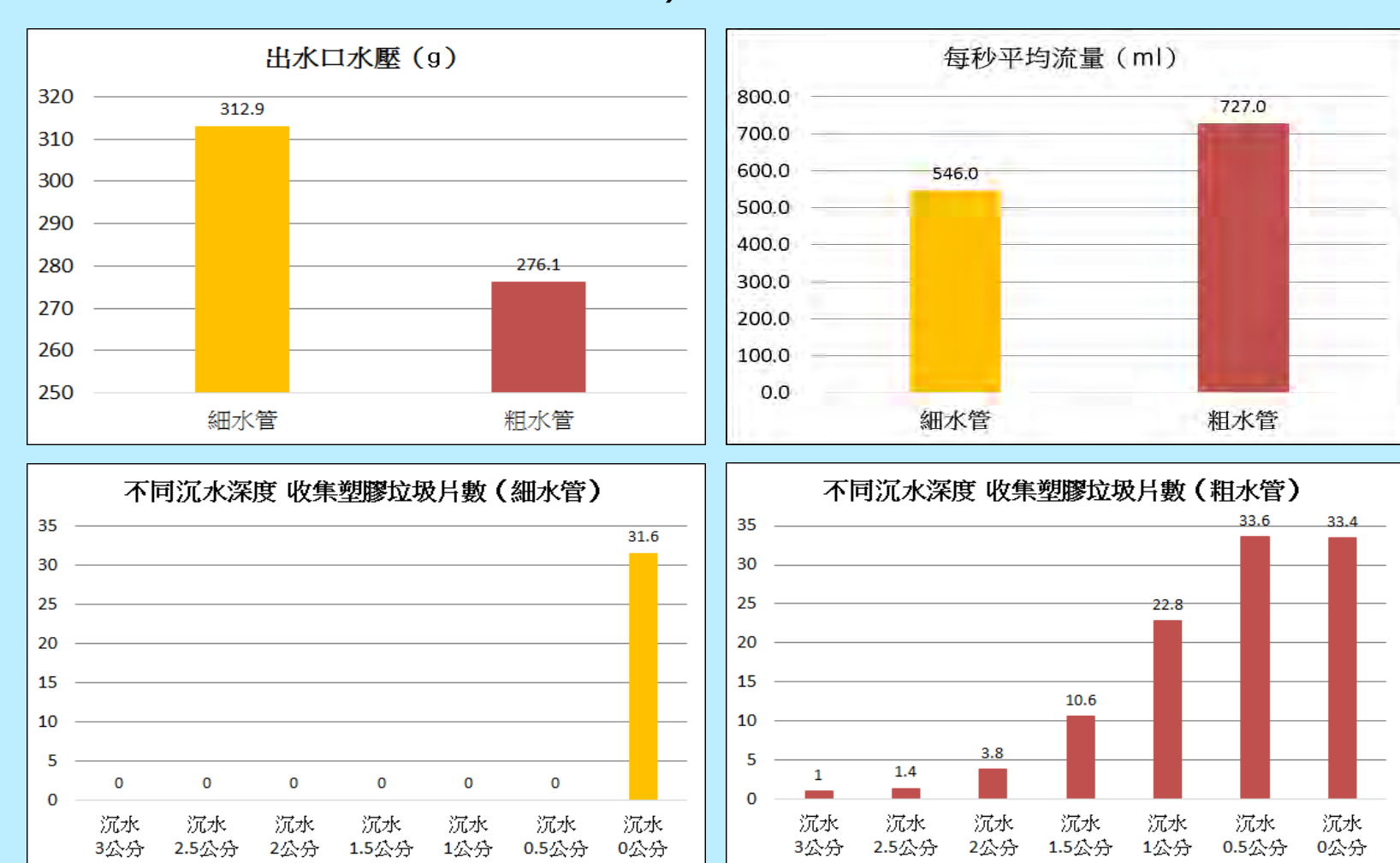
【測量流量的方法】：

我們把出水口的水累積在水桶，用定時器插頭計時5秒，再秤出5秒內累積多少水，算出每秒的流量。



從上一個實驗我們知道中開口罐子效果較好，所以**這個實驗只用中開口罐子**。但是因為管子粗細影響水壓、流速，所以我們會測試不同的**出水口沉水深度**。

2. 實驗記錄 (長條圖上的數據是進行5次實驗取平均，詳細紀錄請看實驗日誌)



3. 實驗討論

- 細水管**水壓大，但是流量比較小，代表**吸水速度比較差**。所以實驗中出水口只要沉在水裡，罐子裡得水根本就沒辦法被吸空，所以**不能創造出瀑布水流**。
- 粗水管**水壓小，但是流量比較大，代表**吸水速度比較好**。實驗中出水口只要沉在水裡0.5公分以下，罐子裡的水就能被吸空，**就能創造出瀑布水流**。
- 我們推測小罐子容量少，如果配上細水管，出水口沉在水裡0.5公分時，罐子可能就有機會被吸空，創造瀑布水流。但是上個實驗討論過小罐子缺點較多，所以不考慮。
- 所以**要創造出瀑布水流**，讓垃圾快速直接流入收集罐，**我們需要的是大流量**，能快速把罐子吸空。
- 如果**馬達威力更強**，就可以更換**更粗的水管增加流量**，吸水口就可以沉的更深，讓高低落差更大，**形成更強的瀑布水流**。



陸、結論

一. 關於「沉水馬達改造成陸上抽水馬達」的設計：

- 沉水馬達吸水的地方是開放式的，不是一個孔，所以我們把沉水馬達放進密封箱。當它排水時，箱子裡面的壓力就會降低，就可以從我們設計的吸水孔吸水。
- 密封箱裡必須充滿水，因為沉水馬達要有水抽出去，才能讓箱子裡壓力降低，讓吸水口能吸水。
- 密封箱裡面的水盡量要保持固定的量，如果箱子裡水全滿水就進不來就不能吸水，箱子裡水空掉沉水馬達沒水可抽就不能讓箱子裡壓力降低，所以**吸水管和排水管要一樣粗**。
- 排水口加裝開關，避免水會經過沉水馬達自己流光。
- 水管連接的地方纏上止洩帶，防止漏水。

二. 關於「吸水口、垃圾收集罐」的設計：

- 為了方便把垃圾收集罐從水中拿起來，但是又要能跟漏斗緊密結合，我們把它們用強力磁鐵相吸連接。
- 吸水口的功能是能收集漂浮在水面的垃圾，而且**不讓垃圾再跑出來**，所以利用保麗龍的浮力，設計了水滿會自動開起來的「自動開關蓋」。
- 為了方便拿取垃圾，所以做成**可轉開的兩段式設計**，不然手會被「自動開關蓋」刺到。
- 要用**一圈透明塑膠片擋住「自動開關蓋」的轉角**，不然垃圾會被卡在轉角的地方。
- 漏斗底部要加重物**，不然當垃圾收集罐被抽空時，因為有空氣，罐子會整個往上浮。

三. 該怎麼選擇「水管粗細」才會有最好的效果：

- 經實驗證明，**細水管：水壓大流量小，粗水管：水壓小流量大**。
- 細水管的效果很差，因為流量小，很難把罐子抽空造成瀑布水流，垃圾不容易流進去。
- 粗水管流量大，容易把罐子抽空造成瀑布水流，垃圾容易流進去。
- 我們需要的是大流量**，而不是水壓強，所以我們選擇**粗水管**。
- 但是水管是不是越粗越好，還需要再做實驗證明。因為我們推測如果水管太粗，水壓會變得太小，那抽水的力量也會變小，吸水口就沒有足夠的吸力。

四. 該怎麼選擇「垃圾收集罐的大小」才會有最好的效果：

- 大開口罐子效果很差**。因為容積較大，我們的馬達抽水速度沒那麼快，所以很難把大罐子裡的水抽空造成瀑布水流，**垃圾不容易流進去**。
- 小開口罐子因為開口小**，容易形成漩渦，讓**塑膠片在吸水口周圍繞圈一陣子後，才被吸下去**。而且開口小可能會阻礙比較大的垃圾進去。所以我們不用小開口罐子。
- 中開口罐子效果最好**，開口比較大，可以讓**瀑布水流出現比較久**，讓**塑膠片順利直接流進罐子**。
- 馬達力量越大，就可以改換比較大開口的罐子，收集更多垃圾。**重點是要能把罐子抽空，形成瀑布水流，讓垃圾流進去**。

五. 該怎麼放置「漂浮垃圾回收桶」才會有最好的效果：

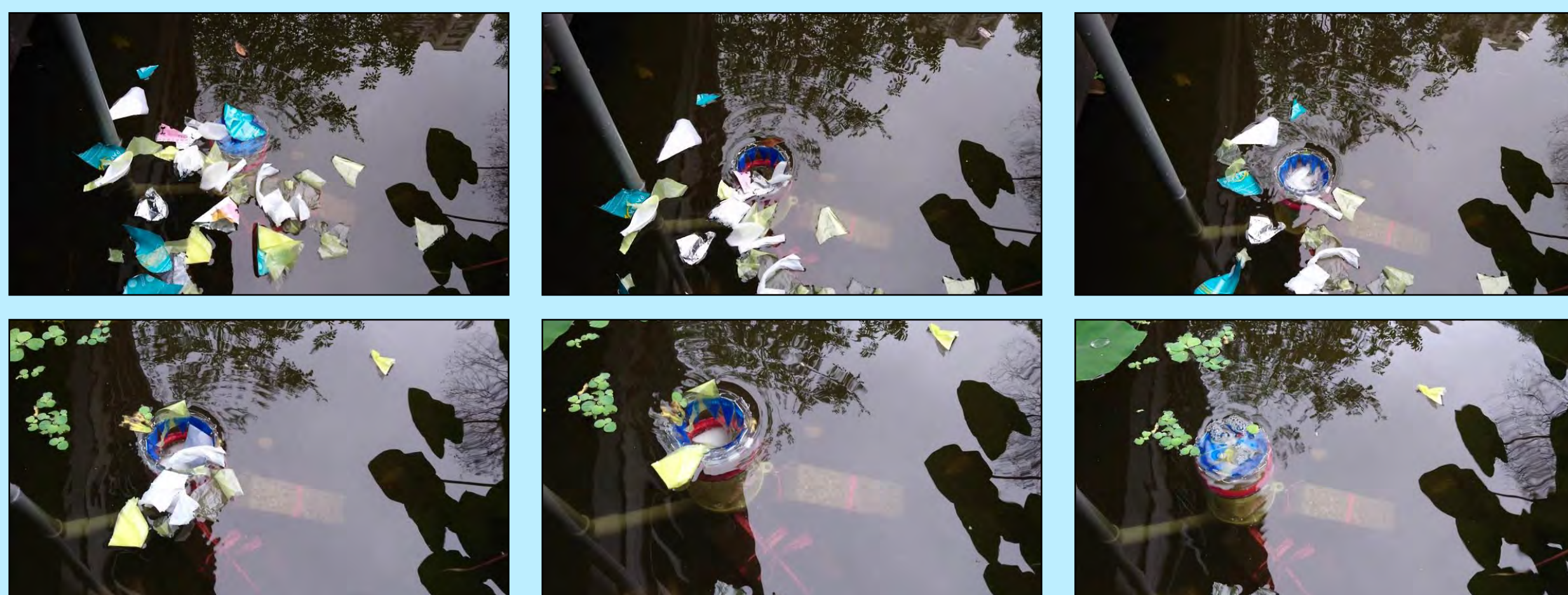
- 沉入水中0公分我們不考慮。實驗中它的數據是第二名，是因為我們使用**水箱做實驗，馬達把水排進水箱讓水面升高，才形成瀑布水流**。如果是在比較大的池塘或海邊做實驗，水面可能就不會升高。
- 沉入水中**0.5公分效果最棒**，我們選擇它。馬達能很快的把罐子裡的水抽空，而且跟水面有高低差，能創造出瀑布水流，讓垃圾流進去。
- 沉入水中比0.5公分深，效果很差。**因為我們的馬達不夠力**，根本不能把罐子裡的水抽空，所以沒有瀑布水流，只有出現小小的漩渦。
- 如果**馬達力量增強**，可以更快把罐子裡的水抽光，這樣就可以把吸水口沉入水中深一點，讓高低落差更大，**形成更強的瀑布水流**。



【研究五】實際測試—在學校水池收集垃圾 (落葉) 的效果

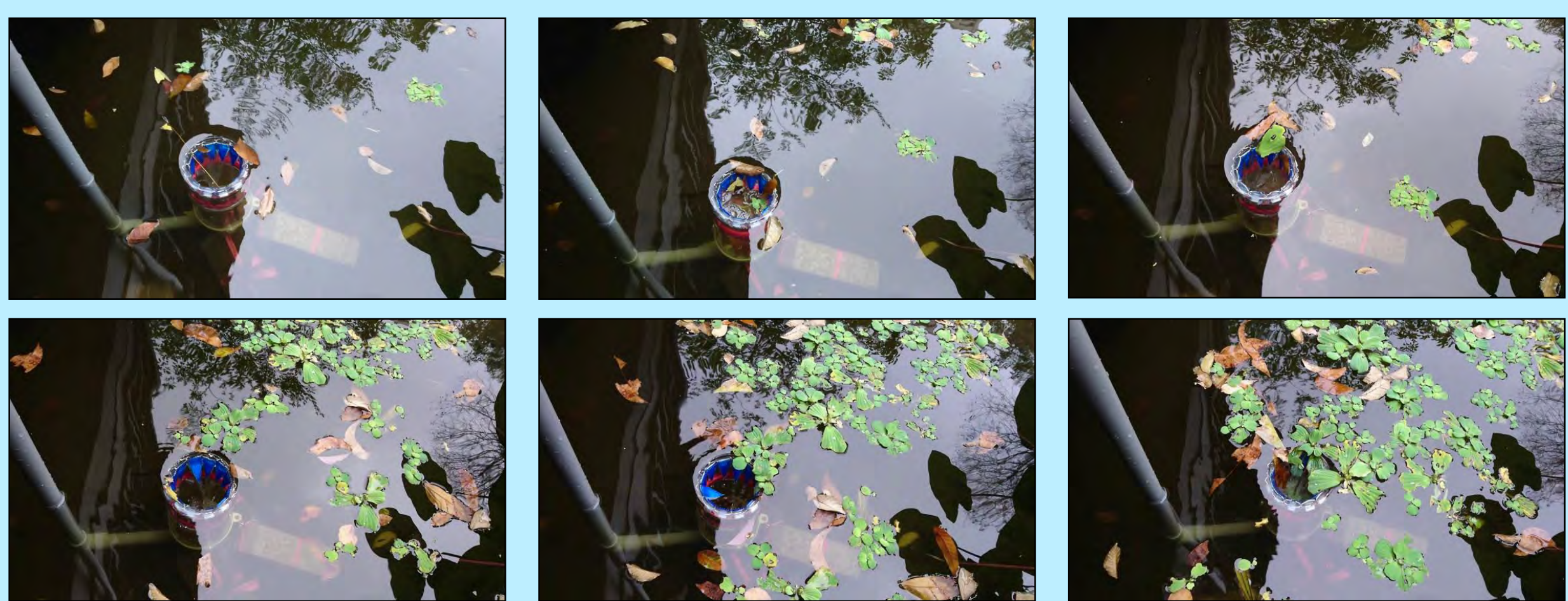
1. 收集垃圾

- 成功了！真的可以確實收集漂浮垃圾。
- 從上面連續圖片可以看到，垃圾不會卡在邊緣，而且更遠的落葉、大萍會被我們「漂浮垃圾回收桶」的瀑布水流吸引過來，效果很好。



2. 收集落葉

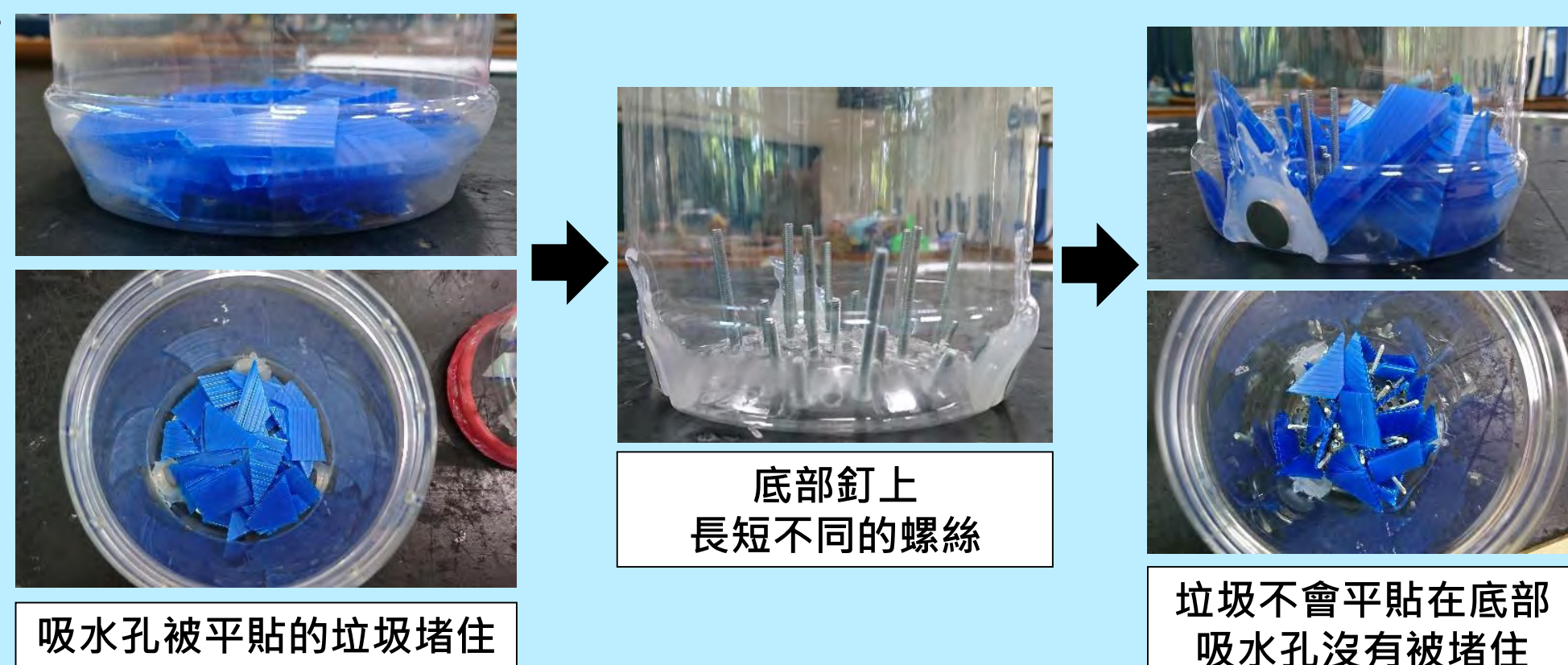
- 成功了！真的可以確實收集落葉。
- 從上面連續圖片可以看到，就算池塘範圍很大，周圍的落葉、大萍還是會被我們「漂浮垃圾回收桶」的瀑布水流吸引過來，效果很好。



3. 取出垃圾



- 發現需要再改進的部分：一片一片的垃圾如果平貼在罐子底部，會把洞口堵住，過濾水的速度就會變慢，罐子裡的水會慢慢滿出來，池水就不會再流進去了。



柒、參考資料

- 海洋垃圾怎麼清？海洋吸塵器5年清完太平洋50%垃圾
<https://csr.cw.com.tw/article/39923>
- The Seabin Project
<https://www.youtube.com/watch?v=tiy7WQYQyhY>
- 熱血團隊的淨海實驗「海洋垃圾收集器」盼拯救海洋
<https://www.youtube.com/watch?v=CVpvcv81jQA>
- 水上「吸塵器」海洋環保全靠它!
<https://www.youtube.com/watch?v=VLhDfRhwwd4>