

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 物理科

080104

逆水「停」舟，不進則測阻力

學校名稱：桃園市桃園區建國國民小學

作者：	指導老師：
小六 鄭敬軒	王榮彰
小六 張宸華	
小六 江偉裕	
小六 鄭涵云	
小六 梁榛芸	
小六 邱敏真	

關鍵詞：珍珠板船、阻力、Micro:bit

摘要

上學期我們參加學校「水上足球機器人比賽」，比賽成敗的關鍵是機器人移動速度。相同動力下，船底的形狀會影響機器人前進的速度，我們裁切保麗龍板並加上動力讓保麗龍船能在壓克力水槽內移動，之後改良用珍珠板，讓船沿著軌道直線前進，配合資訊課程式語言(micro:bit)，自製測量珍珠板船移動速度的器具。

實驗發現：軌道的形式會影響珍珠板船的移動速度，因而改變研究方法，讓船不動，水流動來測阻力：用抽水馬達製造水流，船頭綁細線，透過滑輪改變拉力方向，一端垂吊重物，水流動時重物減少的重量即阻力。我們製作許多不同長度的船板，測量不同長度受到的阻力，並增加載重及改變水流強弱，試著研究船的長度、寬度、載重、水流快慢和阻力之間的關係。

壹、 研究動機

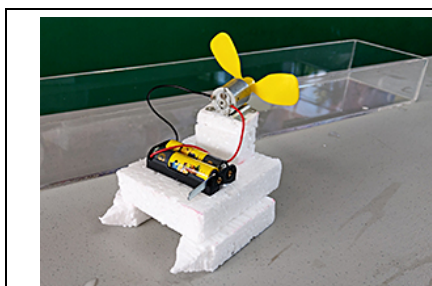
六年級上學期我們參加學校「水上足球機器人比賽」，是一個難得的機會，我們做了很多防水措施不讓水濺到機器人，可惜最後因為重量、阻力等因素，無法以勝利收場。檢討最大成敗關鍵在於船的移動速度比別隊慢，相同動力下，什麼樣的情況船會移動得快？於是我們開始著手研究，將資訊課教過的積木程式 scratch、micro:bit …等，應用在實驗中。游泳教練曾說：「減少阻力可以游得更快」，阻力是影響速度快慢的因素之一，如何測量阻力的大小？泳池的「漂漂河」給了我們一些靈感，用水流給船產生逆向的力，測量被拉著的船受到的拉力，拉住船的力量可當做是水給船的阻力。

貳、 研究目的

- 一、設計讓珍珠板船移動較好的方式
- 二、找出影響船移動快慢的因素
- 三、測量水施於船的阻力
- 四、探討船身長、寬度、載重、水流快慢對阻力的影響

參、 研究設備及器材

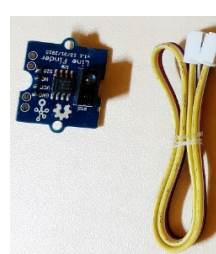
- 一、 材料：壓克力水槽、保麗龍、珍珠板、小馬達、抽水馬達、電池、風扇、滑輪。
- 二、 測量儀器：micro-bit開發板及擴展板、紅外線感測器X2、電子秤
- 三、 資訊設備：電腦及網路



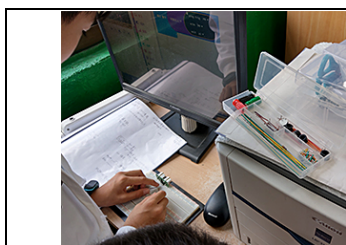
水槽、保麗龍、馬達、風扇



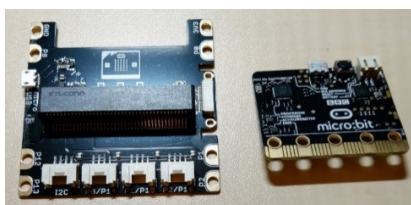
鈕扣電池、珍珠板、電子秤



紅外線感測器



電腦及電子零件



micro-bit開發板及擴展板



抽水馬達

肆、 研究過程或方法

一、 讓船移動的方式：

(一) 裁切保麗龍製作船底



用保麗龍切割器裁切



製作不同船底，
重量盡量保持一致

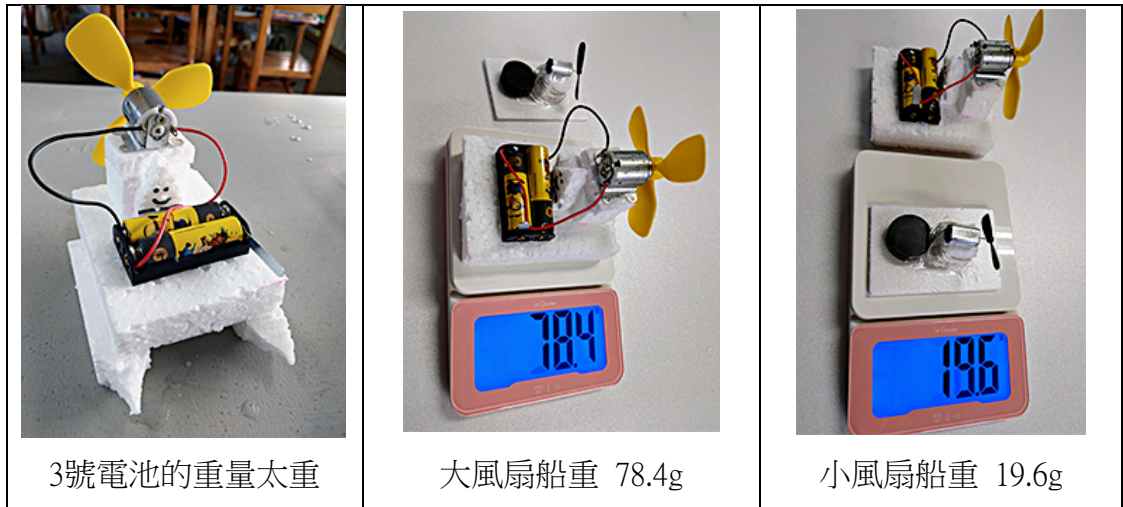


兩個不同樣式船底，
船重相差0.1公克

(二) 保麗龍船的動力

動力的選擇：

- 當使用風扇當動力，風扇的高度會影響船頭是否下沉(力矩原理)，位置太高，船頭下沉。重量太重會使船沉水太深，改用小馬達及鈕扣電池，減輕重量。



3號電池的重量太重

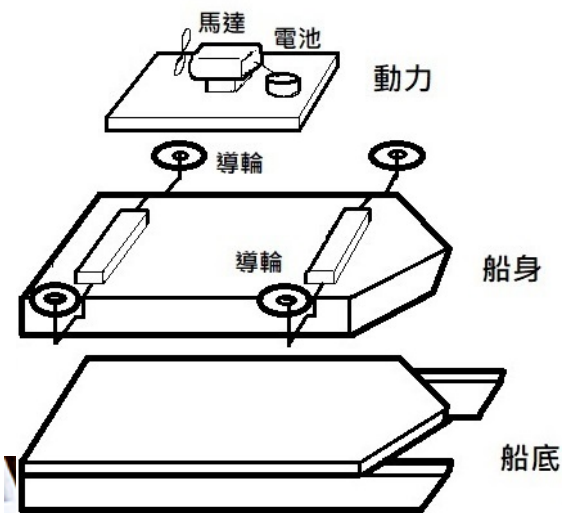
大風扇船重 78.4g

小風扇船重 19.6g

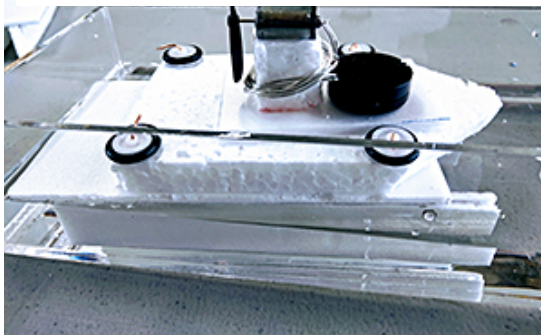
改成鈕扣電池、小馬達及小風扇，重量減輕了58.8公克。

馬達的位置會影響船的平衡，為了方便調整船的重心，馬達位置不要黏死，船體採用分離式設計，船底能更換，方便做不同船底的實驗。

船體分離設計 (船底可更換,重心可調整)



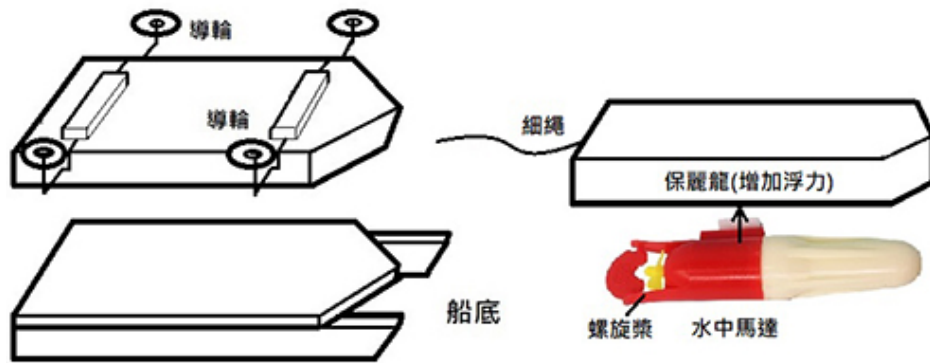
保麗龍船前進時會碰到水槽壁產生摩擦，用粗銅線加橡皮輪裝在保麗龍四周當作減少摩擦的導輪。



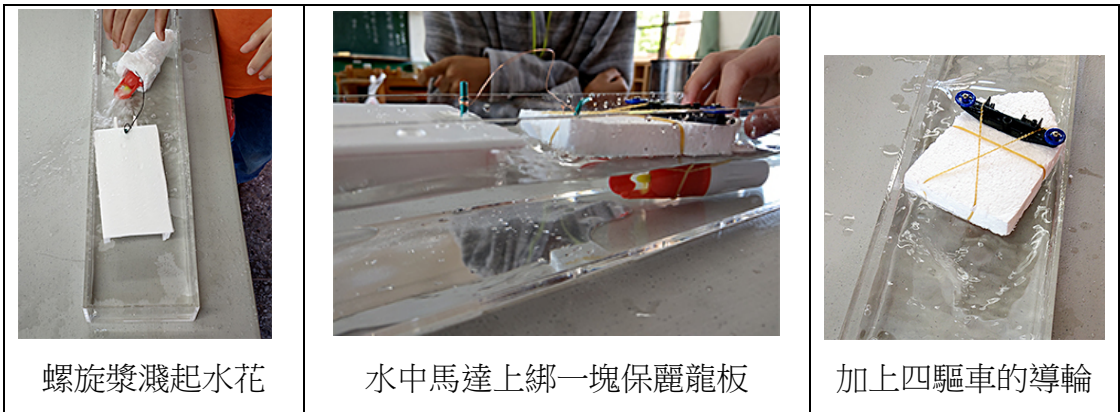
[實際測試結果]：船移動速度不穩定，有時快有時慢，風扇的風力會影響船頭下沉或上揚，平衡位置不好找。

2. 馬達和電池放在船上會增加船的重量，如果不放在船上改用拖拉的方式呢？

不增加船體重量的動力方式(拖拉式)

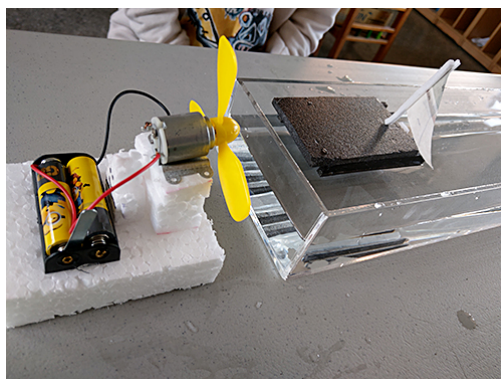


一開始用水中馬達來拖拉保麗龍船，水太淺螺旋槳會濺起水花，水太深水中馬達會把船往下拉，所以綁一塊厚的保麗龍讓馬達保持在水面。



[測試結果]：船速快很多，但動力很大，橫衝直撞，撞到水槽壁會變慢，速度不穩定。

3. 從帆船得到的靈感：動力不在船上，改用風帆



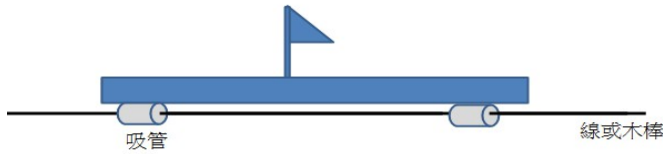
把之前做的大風扇放在水槽外，船上裝風帆，風扇一吹船會前進，但會偏一邊，風帆必需是對稱的形狀才能平衡。

[實驗結果]：這種不增加船身重量的動力，較沒有重心問題，但仍有一個問題，船前進的路線歪斜，常常碰到水槽壁而卡住或吸住(水的附著力)。

(三) 讓船直線移動的方式

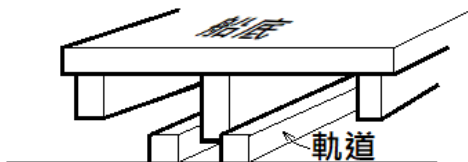
為了讓船能按照直線前進，想到兩種方式：

1. 船底固定吸管，管內穿線或小木棒，讓船沿著線或木棒走



吸管在水裡會增加阻力，和線之間也會有摩擦、附著力等問題。

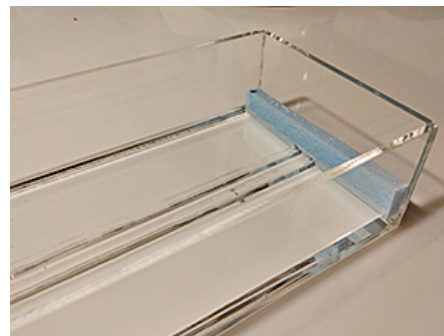
2. 在水槽底部做軌道，船底部中間做一個軌道片，使船能沿著直線軌道移動。



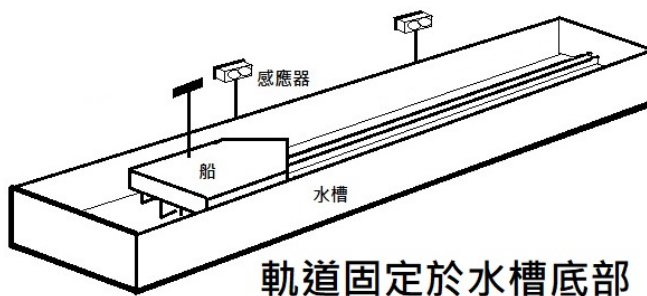
水位高於軌道



船底的中間有軌道片



水槽底部設置軌道



軌道固定於水槽底部

當船能直線移動有固定的路徑，在經過的地方放置感應器，測量船經過兩個感應器所花的時間，可得知船移動的快慢。

二、影響珍珠板船移動速度的因素

(一) 製作測量船移動速度的器具

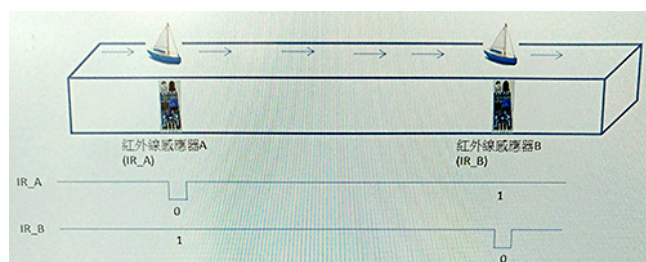
1. micro:bit 連接Grove套裝原件測試



配合micro:bit 套裝原件，用Grove的擴展版、四位數顯示器及紅外線感測器，選用同一家公司的產品，接線都是設計好的，插上去就可以使用，較為方便。

2. 撰寫積木程式

紅外線感應器的前方沒有物體時會送出訊號 1，當白色物體經過時會反射紅外線給感應器送出訊號 0，當船經過感應器A開始計時，程式迴圈跑一次數字就



加 1，直到經過感應器B時才停止加 1，最後讓顯示器顯示最後數值。數字越大代表所花的時間越長。



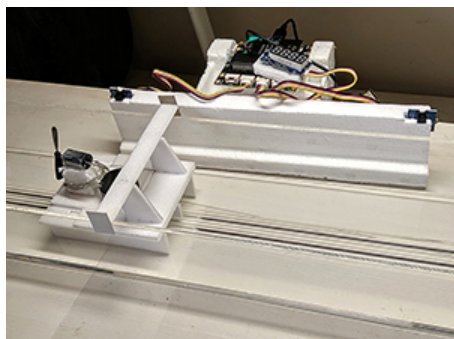
micro:bit 積木程式可以在任何Web瀏覽器進行編輯，有網路就能上網連線使用，我們在學校的教室連線上網，練習寫積木程式。

Micro:bit本身有LED顯示燈，但一次只能顯示一個數字，字多的時候是用跑

馬燈的方式顯示，反應慢，選用Grove的四位數顯示器，可即時反應數據。

3. 感測器及感應片位置調整

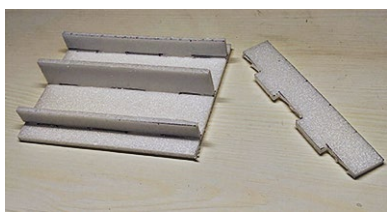
因為感應器感測的範圍有限，花了不少時間在調整反光片的位置。



[測試心得]：反光片距離感應器 1cm以內較佳，但太靠近又容易撞到感應器，切割的尺寸要拿捏好。

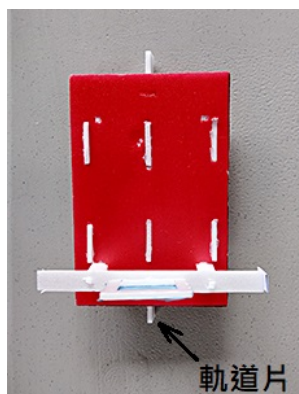
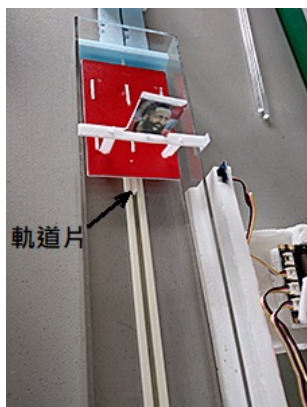
(二) 船底「軌道片」對船移動速度的影響

船底設計



船底軌道片有卡榫設計，方便更換各種長度，節省製作船體時間。(中間為軌道片，左右兩片的船底互相對稱)

1. 船底 [軌道片長度] 對船速的影響



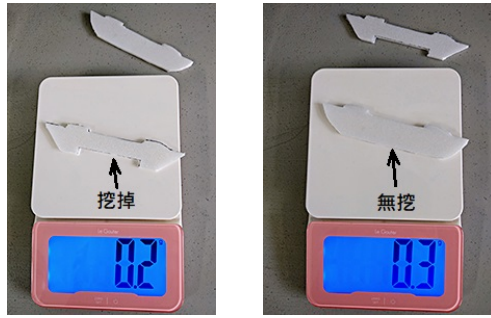
中間那片為軌道片

軌道片三種長度測試 (船身尺寸10X15 cm，船底兩片長度皆15cm)

軌道片長度	通過感應器時間 (共測五次)					平均
18 cm	10	10	10	9	11	10
15 cm	11	10	8	10	10	9.8
10 cm	10	11	12	10	11	10.8

[實驗結果]：數字越小表示速度越快，軌道片長度15cm的稍快。

2. 軌道片中間 [有挖]與 [無挖] 對船速之影響



軌道片有挖跟沒挖重量相差0.1g

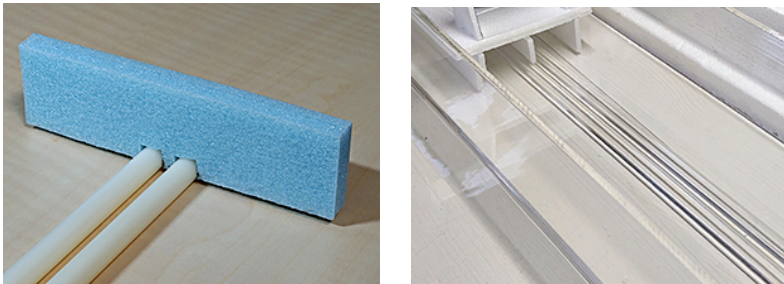
兩種軌道片測試 (船身尺寸10X11 cm，船底長度 11cm，軌道片高度 2cm)

軌道片樣式	通過感應器時間 (共測五次)					平均
	6	6	10	13	16	
中間有挖	6	6	10	13	16	10.2
中間無挖	4	10	8	4	5	6.2

[實驗結果]：軌道片中間沒有挖掉的船速比較快。

(三) 軌道形狀及間隔寬度對船速的影響

1. 軌道形狀：圓柱形及方柱形

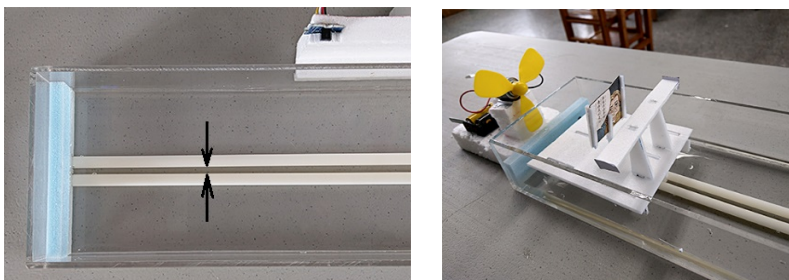


兩種軌道形狀：圓柱形及方柱形 (船身尺寸10X 11cm，船底長度11cm)

軌道	船通過感應器時間 (共測五次)					平均
	6	8	4	4	5	
圓柱形	6	8	4	4	5	5.4
方柱形	5	8	12	5	5	7

[實驗結果]：數字越小表示速度越快，圓柱形的軌道船速較快。

2. 圓柱形軌道 [間隔寬度]：3mm 及 5mm

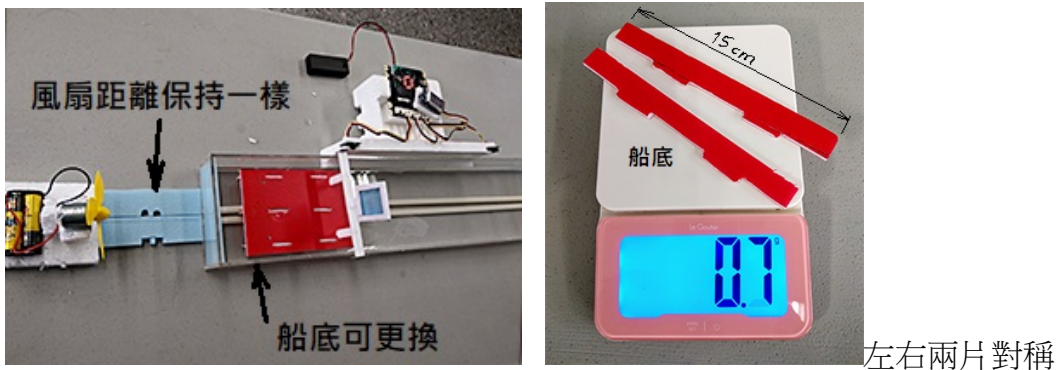


兩種軌道寬度：3mm及5mm（船身10X 15cm，船底長15cm，軌道片厚度3mm）

軌道寬度	船通過感應器時間 (共測五次)					平均
3mm	11	10	8	10	10	9.8
5mm	11	14	8	9	13	11

[實驗結果]：以厚度3mm的軌道片來測試，軌道寬3mm的速度較快；軌道寬5mm的速度較不穩定。

(四) 左右兩片船底長度對船速的影響



船底長度：15cm及12cm（船身10X15cm，直立式船底厚3mm）

船底長度	船通過感應器的時間 (共測五次)					平均
15 cm	6	4	6	8	8	6.4
12cm	9	11	10	14	14	11.6

[實驗結果]：15cm船底重量比12cm船多0.1g，船速竟然還比較快。

長的船比短的船速度快？換個實驗方法做做看。

三、利用水流測量珍珠板船的阻力

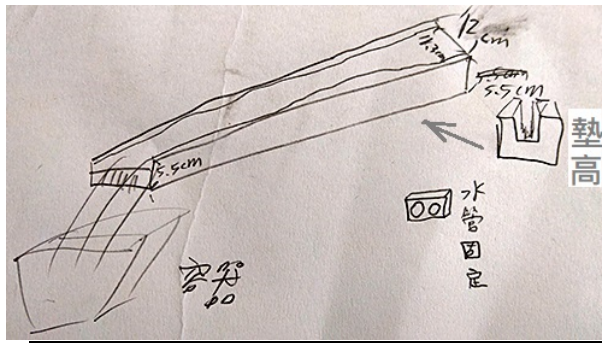
(一) 製造源源不絕的水流



水槽內用一顆抽水馬達

水流不強,用兩顆抽水馬達

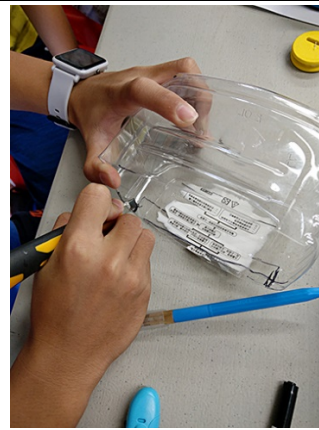
水流到桶子再抽回水槽



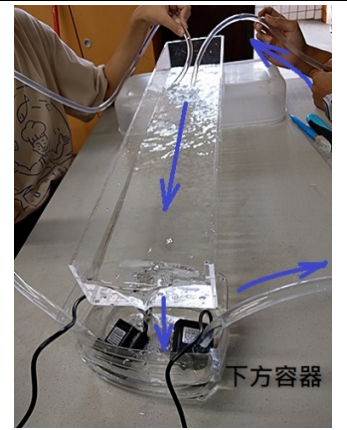
抽水馬達放在水槽裡循環的效果不好，讓水流到下面的容器再抽上來，水流效果會好一點。



切割水槽

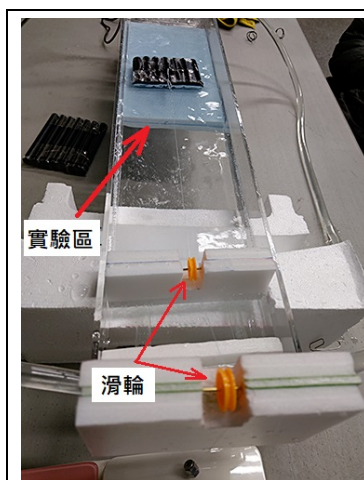
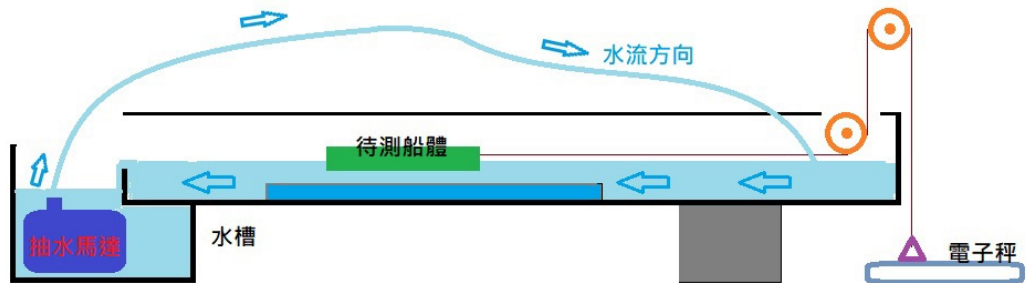


製做底下盛水容器

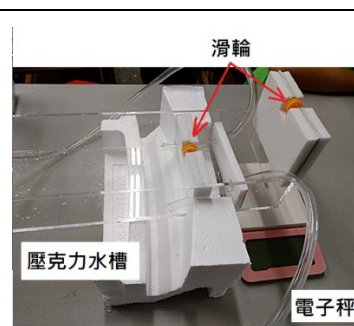


源源不絕的水流

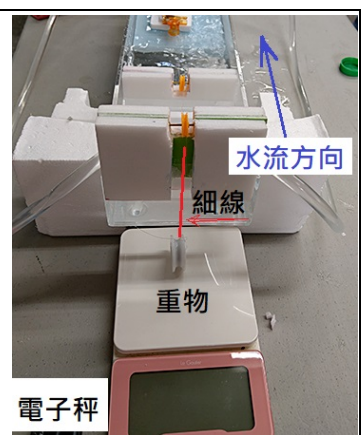
[實驗結果]：水面的流速不快，在實驗區底下放藍色板子，縮減水流截面積，可加快水面流速。



實驗區底下墊藍板子

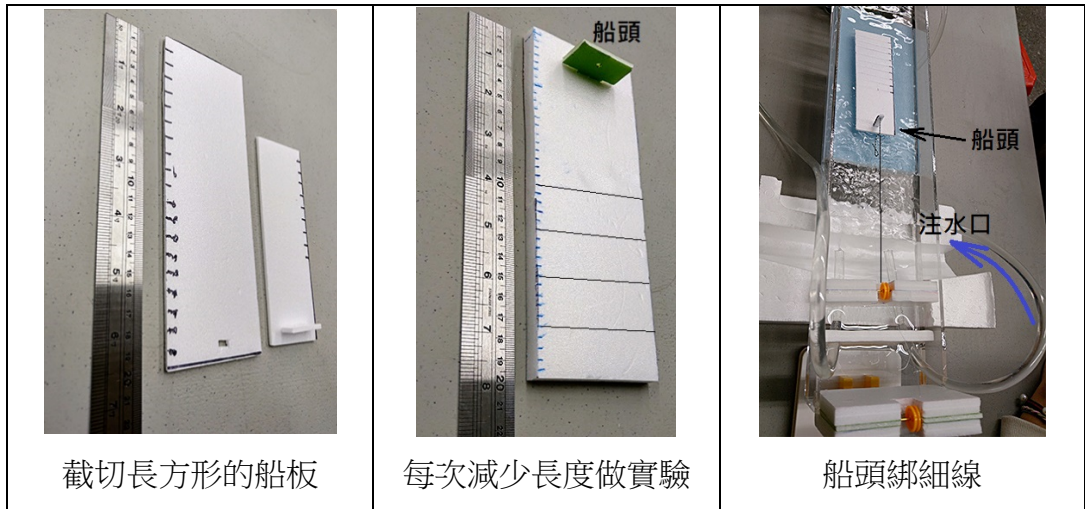


橘色滑輪改變拉力方向



細線垂吊白色重物

船板形狀採用長方形，每塊船板在實驗時寬度都保持一樣，每測量一次就裁減長度 1 cm，將每個長度的實驗數據記錄下來。



截切長方形的船板

每次減少長度做實驗

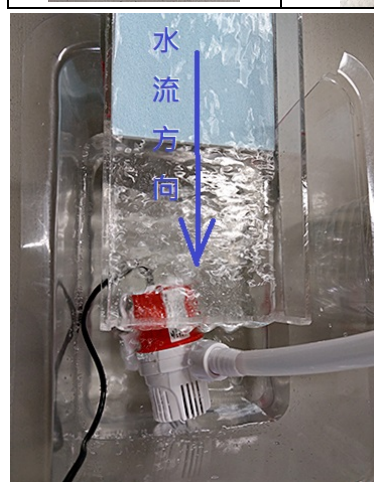
船頭綁細線

[實驗結果]：每次量到的數據差別不大，以船板厚3mm，寬度5cm為例：

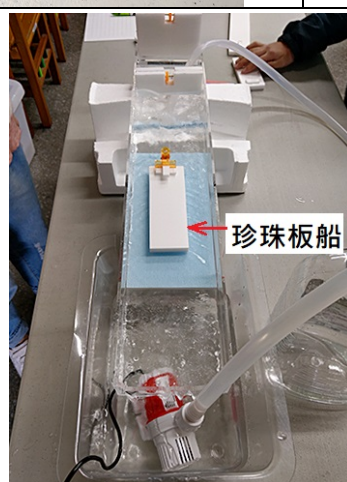
長度(cm)	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
物重(g)	14.0	13.9	13.8	13.7	13.6	13.8	13.9	13.9	13.9	13.9

(二) 加大水流及增加載重測試

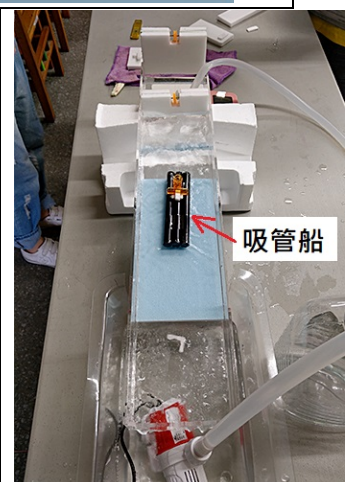
原本用的抽水馬達流量每小時 200公升，換一顆流量每小時1000公升的：



換更大的抽水馬達



再重新實驗



也用吸管船做測試

長方形船板寬度保持一樣，做三種長度並增加載重的實驗：

船身長度	7.2 cm	14.5 cm	22 cm	(珍珠板船寬 5cm)
空船時物重	12g	11.5g	11.4g	
載重後物重	11.1g	11.8g	11.5g	

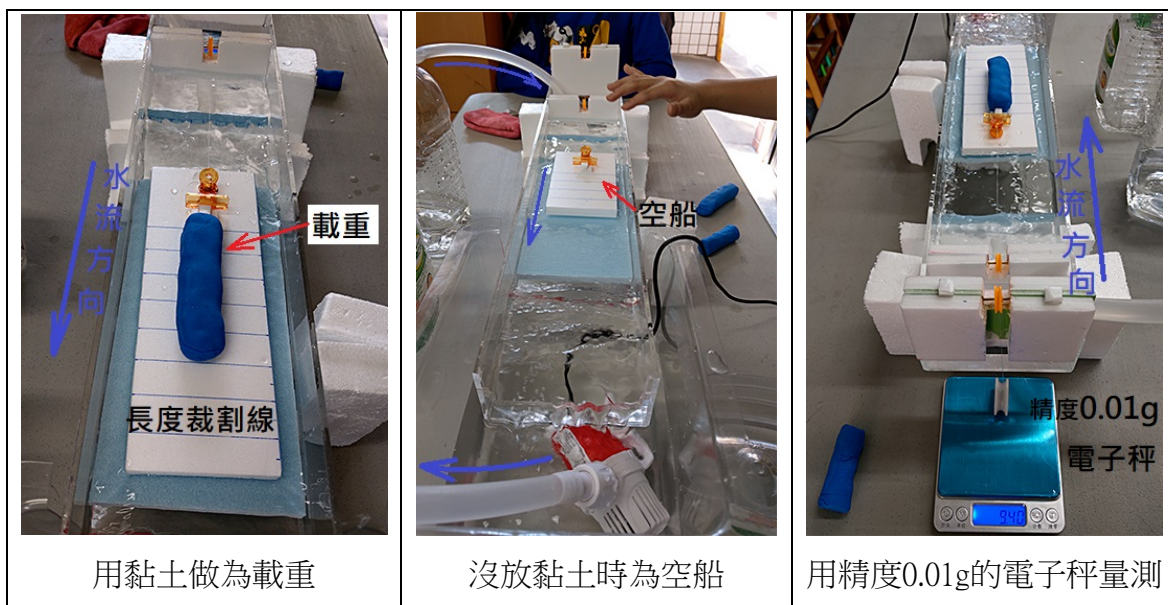
吸管船因加承載後船底會碰到槽底，所以只測空船時懸吊的物重：

吸管船長度	15 cm	13 cm	11 cm	9 cm	(吸管船寬3.7cm)
空船時物重	11.8g	11.7g	11.8g	11.6g	

[實驗結果]：吸管船管口不好封，水會跑進管內，實驗結果不理想。珍珠板船有載重跟沒載重的結果不一樣，需進一步實驗研究。

四、實驗及數據分析

用實驗數據來探討船體長度、載重、水流速度…對阻力的影響



(一) 依流速快、慢，每次裁減船身長度，依序實驗

1. 流速快時，改變長度，測量物重：

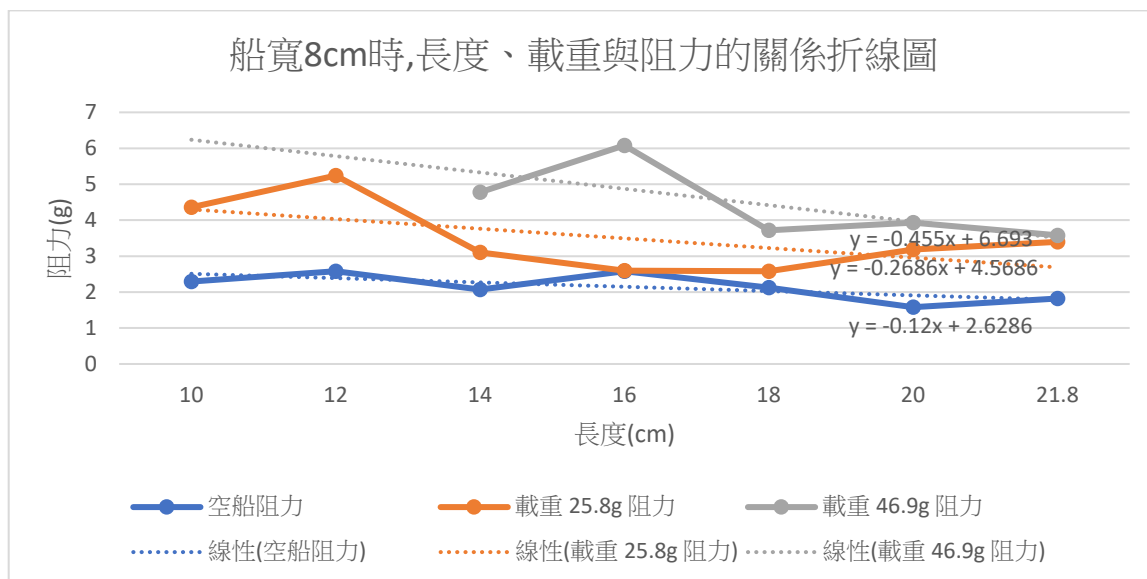
(珍珠板船寬 8cm，船板厚度 1cm)

長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8
空船	10.31	10.02	10.53	10.02	10.48	11.02	10.78
載重 25.8g	8.24	7.36	9.5	10	10.02	9.42	9.2
載重 46.9g	/	/	7.82	6.52	8.88	8.67	9.02

將測得的物重和原物重 12.6g 相減，減少的重量即水的阻力：

長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8
空船阻力(g)	2.29	2.58	2.07	2.58	2.12	1.58	1.82
載重 25.8g 阻力	4.36	5.24	3.1	2.6	2.58	3.18	3.4
載重 46.9g 阻力	/	/	4.78	6.08	3.72	3.93	3.58

將上表畫成折線圖：



[實驗結果]：載重越重，阻力越大，載重46.9g時斜率-0.45，載重25.8g時斜率-0.26；

空船時斜率-0.12，空船時船身長度對阻力的影響並不明顯。

2. 減小水流時，相同船寬、船板厚，改變長度，測量物重

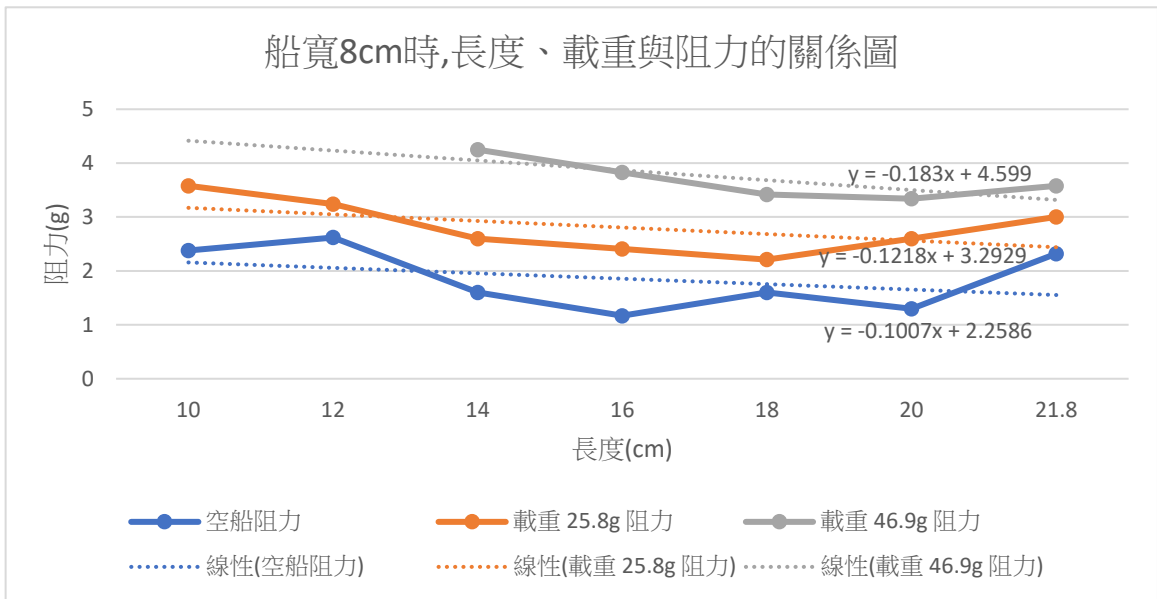
(珍珠板船寬 8cm，船板厚度 1cm)

長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8
空船	10.22	9.98	11	11.43	11	11.3	10.28
載重 25.8g	9.02	9.36	10	10.19	10.39	10	9.6
載重 46.9g	/	/	8.35	8.77	9.18	9.26	9.02

將原物重 12.6g 減掉量測的重量，得到減少的重量即水的阻力：

長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8
空船阻力(g)	2.38	2.62	1.6	1.17	1.6	1.3	2.32
載重 25.8g 阻力	3.58	3.24	2.6	2.41	2.21	2.6	3
載重 46.9g 阻力	/	/	4.25	3.83	3.42	3.34	3.58

依據上表繪製折線圖：

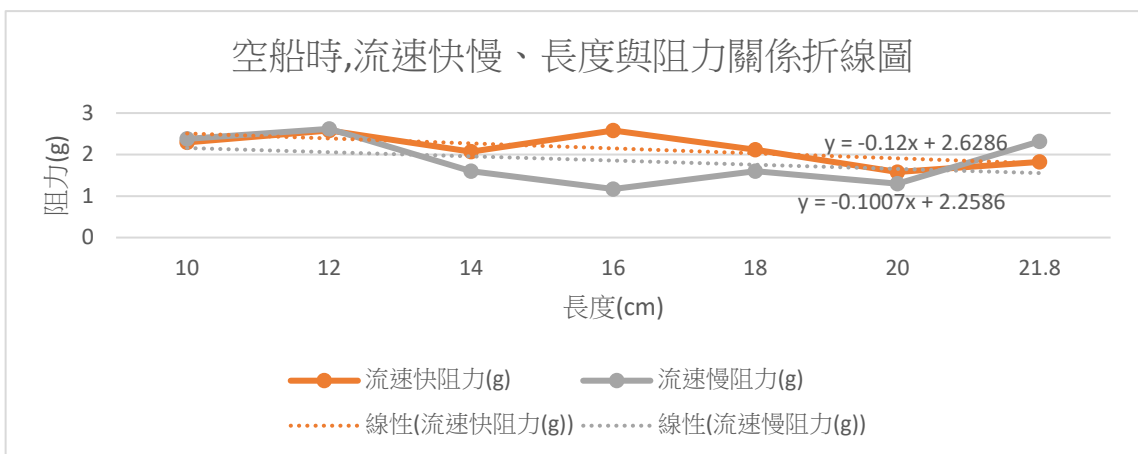


[實驗結果]：載重越重，阻力越大。船身長度會改變阻力大小，但不是船身越長阻力就越小；不同載重，最小阻力的長度範圍也會不一樣。

3. 流速與阻力之關係

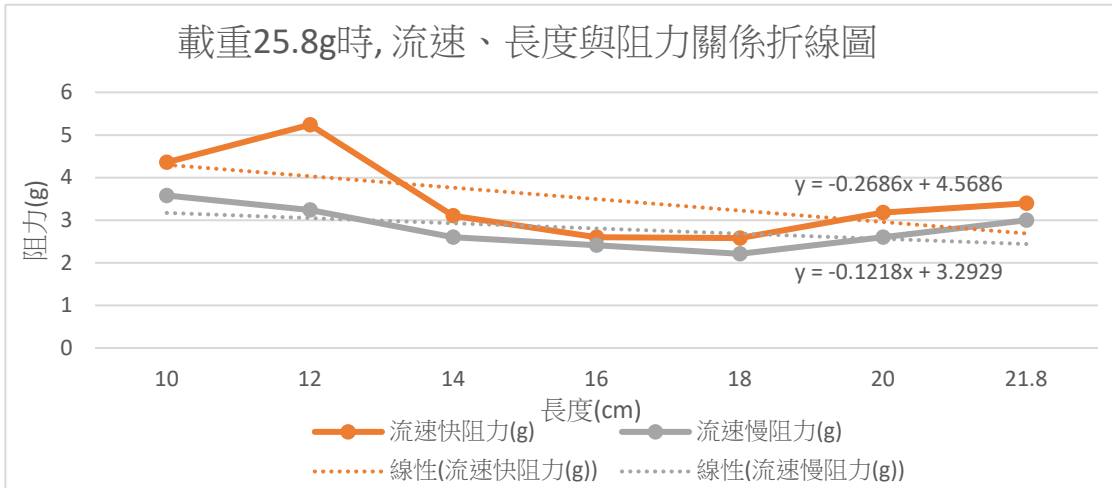
空船時

長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8
流速快阻力(g)	2.29	2.58	2.07	2.58	2.12	1.58	1.82
流速慢阻力(g)	2.38	2.62	1.6	1.17	1.6	1.3	2.32



載重 25.8g時

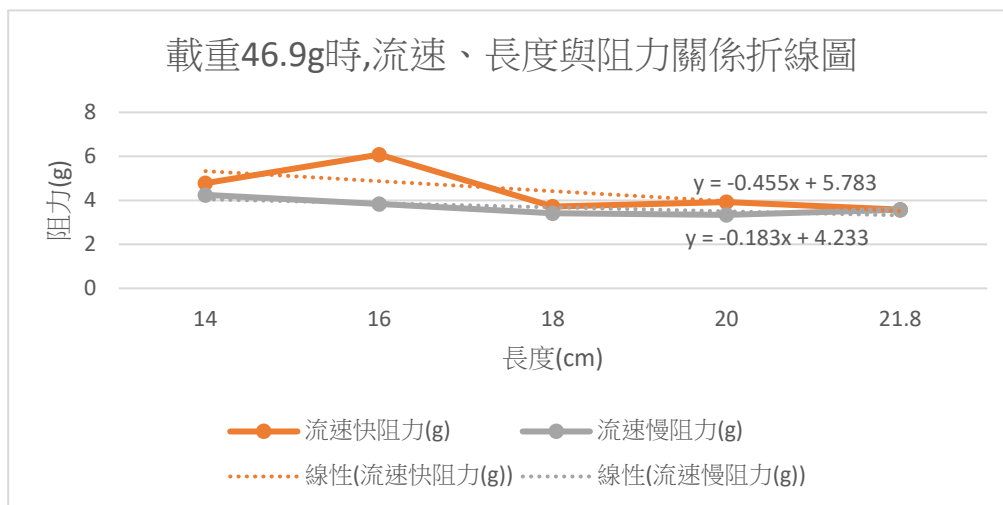
長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8
流速快阻力(g)	4.36	5.24	3.1	2.6	2.58	3.18	3.4
流速慢阻力(g)	3.58	3.24	2.6	2.41	2.21	2.6	3



由折線圖可看出流速快時的阻力比較大，流速快時斜率-0.26，流速慢時斜率-0.12，流速快時長度對阻力的影響較大。

載重 46.9g時

長度(cm)	14	16	18	20	21.8
流速快阻力(g)	4.78	6.08	3.72	3.93	3.58
流速慢阻力(g)	4.25	3.83	3.42	3.34	3.58



由折線圖中看出：流速快時阻力較大，流速快時斜率-0.45，流速慢時斜率-0.18，流速快時長度對阻力的影響較大。

(二)將珍珠板船寬改為 6cm ，依流速快、慢，再重複實驗

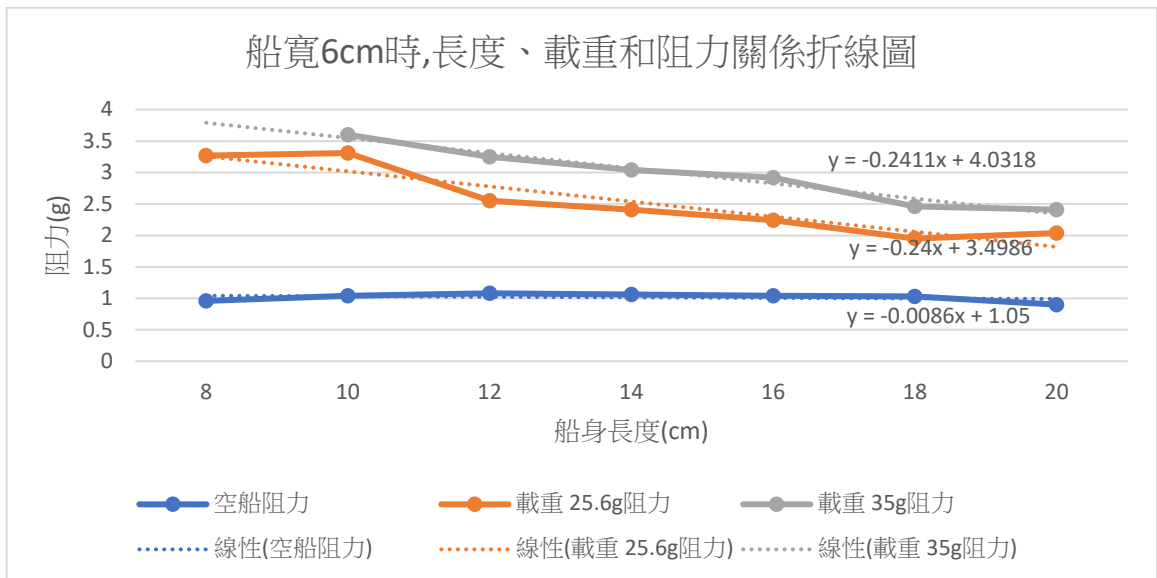
1. 流速快時，依不同長度、載重，測量物重(單位：g)

長度(cm)	8	10	12	14	16	18	20
空船	11.74	11.66	11.62	11.64	11.66	11.67	11.8
載重 25.6g	9.43	9.39	10.15	10.29	10.46	10.75	10.66
載重 35g	/	9.10	9.45	9.66	9.78	10.24	10.29

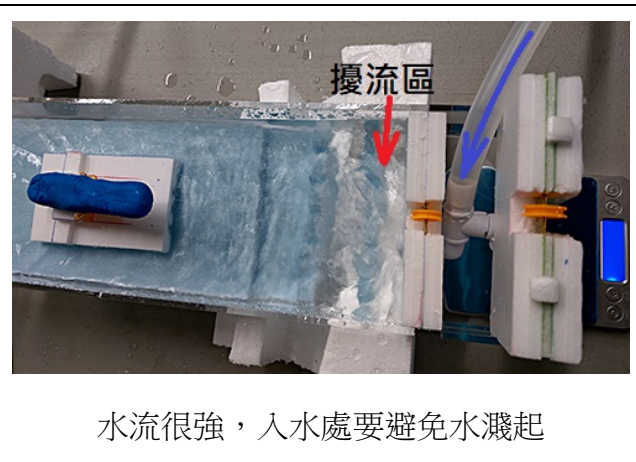
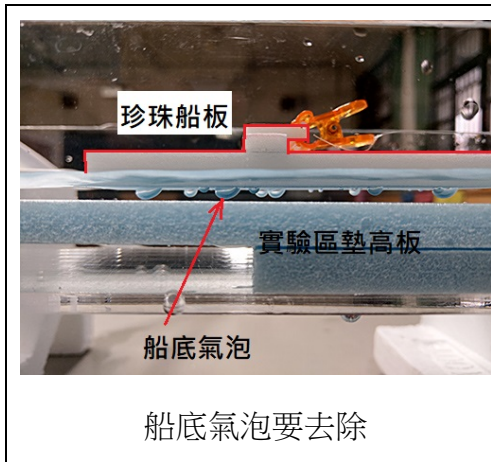
將原物重 12.7g 減掉量測的重量，得到減少的重量即水的阻力：

長度(cm)	8	10	12	14	16	18	20
空船阻力(g)	0.96	1.04	1.08	1.06	1.04	1.03	0.9
載重 25.6g 阻力	3.27	3.31	2.55	2.41	2.24	1.95	2.04
載重 35g 阻力		3.6	3.25	3.04	2.92	2.46	2.41

根據上表繪製折線圖：



[實驗結果]：相同長度，載重越重，阻力越大。載重後，相同載重，短的船阻力較大；空船時斜率-0.008，船身長度的對阻力的影響不大。



實驗中要注意船底有沒有氣泡產生，當氣泡產生時，可以搖一搖船體，氣泡和船體分離後會被水流帶走。水流太強在入水處會噴濺，可在入水口放置像防波堤的保麗龍板，達到擾流的作用，讓水流平穩。

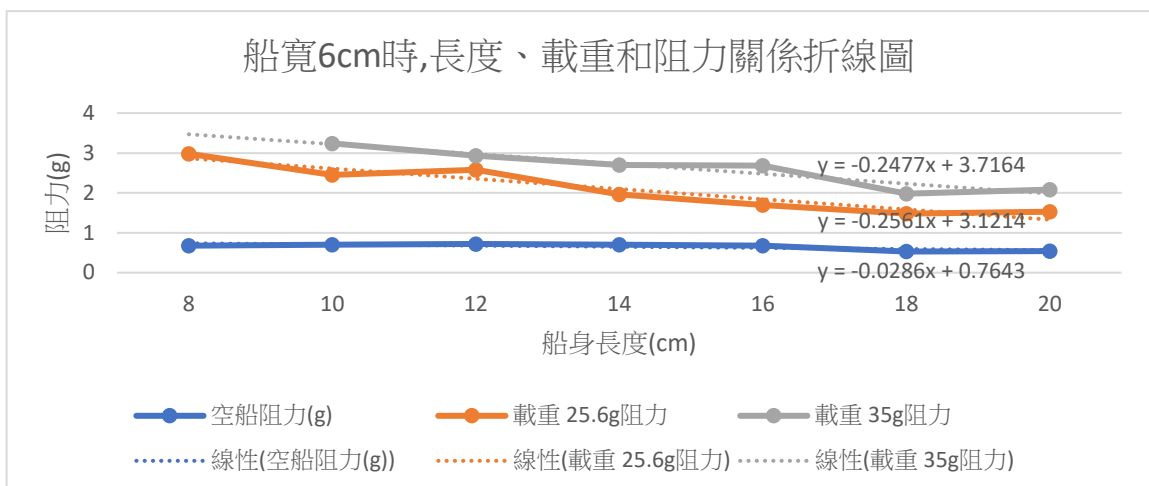
2. 減小水流，相同船寬、船板厚，不同長度，測量物重(單位：g)

長度(cm)	8	10	12	14	16	18	20
空船	12.02	12.00	11.98	12.00	12.02	12.17	12.16
載重 25.6 g	9.72	10.25	10.12	10.74	11.00	11.22	11.17
載重 35 g	/	9.46	9.77	10.00	10.02	10.72	10.62

將原物重 12.7g 減掉量測的重量，得到減少的重量即水的阻力：

長度(cm)	8	10	12	14	16	18	20
空船阻力(g)	0.68	0.7	0.72	0.7	0.68	0.53	0.54
載重 25.6g 阻力	2.98	2.45	2.58	1.96	1.7	1.48	1.53
載重 35g 阻力		3.24	2.93	2.7	2.68	1.98	2.08

根據上表繪製折線圖：

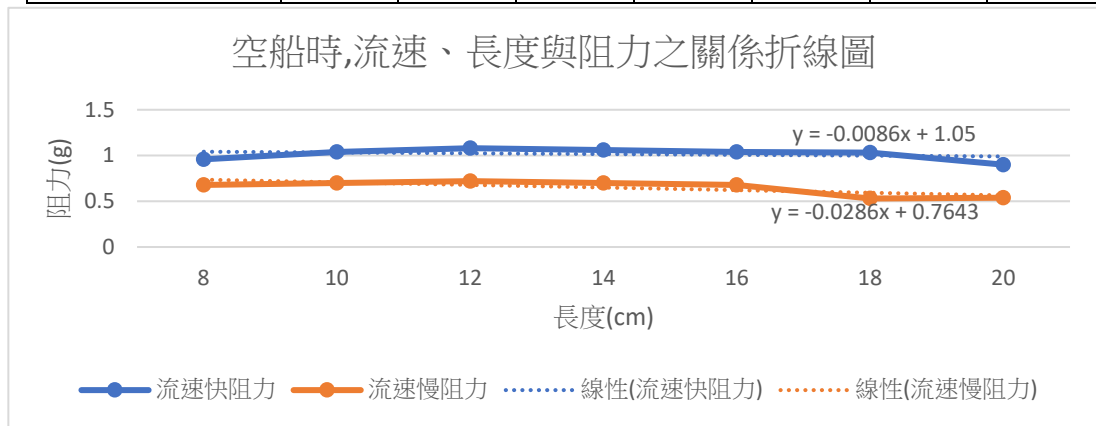


[實驗結果]：載重越重，阻力越大。短的船阻力較大。空船時斜率-0.02，船的長度和阻力關係不明顯。

3. 流速與阻力之關係(船寬6cm)

空船時

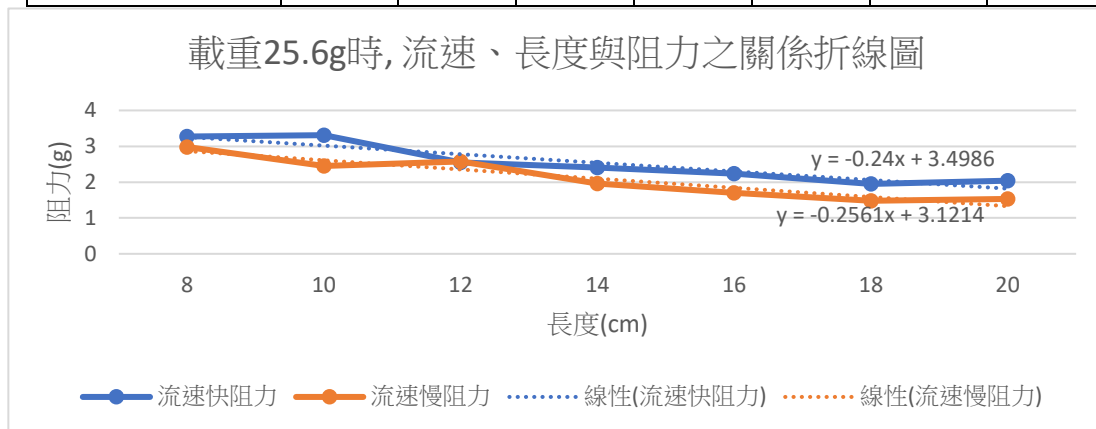
長度(cm)	8	10	12	14	16	18	20
流速快阻力(g)	0.96	1.04	1.08	1.06	1.04	1.03	0.9
流速慢阻力(g)	0.68	0.7	0.72	0.7	0.68	0.53	0.54



由折線圖可看出流速快的時候阻力比較大，流速快時斜率-0.008，流速慢時斜率-0.02，空船時船身長度對阻力影響不大。

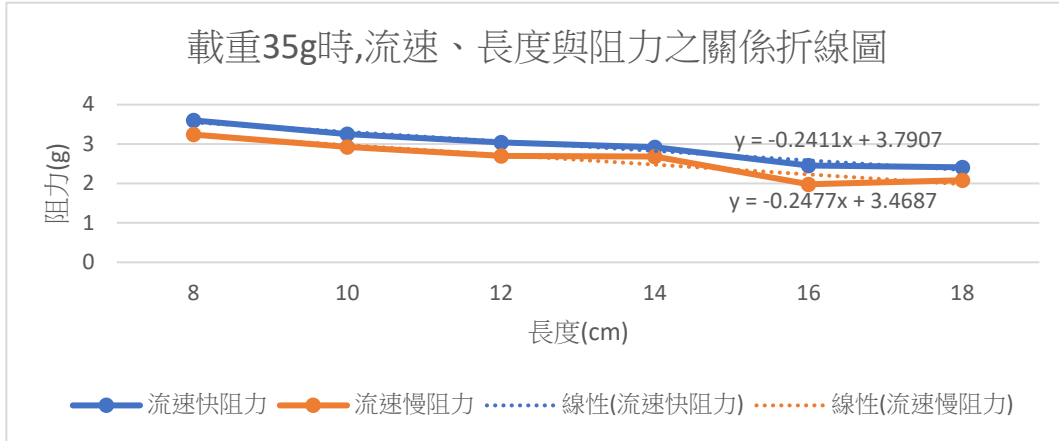
載重25.6g時

長度(cm)	8	10	12	14	16	18	20
流速快阻力(g)	3.27	3.31	2.55	2.41	2.24	1.95	2.04
流速慢阻力(g)	2.98	2.45	2.58	1.96	1.7	1.48	1.53



載重35g時

長度(cm)	8	10	12	14	16	18
流速快阻力(g)	3.6	3.25	3.04	2.92	2.46	2.41
流速慢阻力(g)	3.24	2.93	2.7	2.68	1.98	2.08



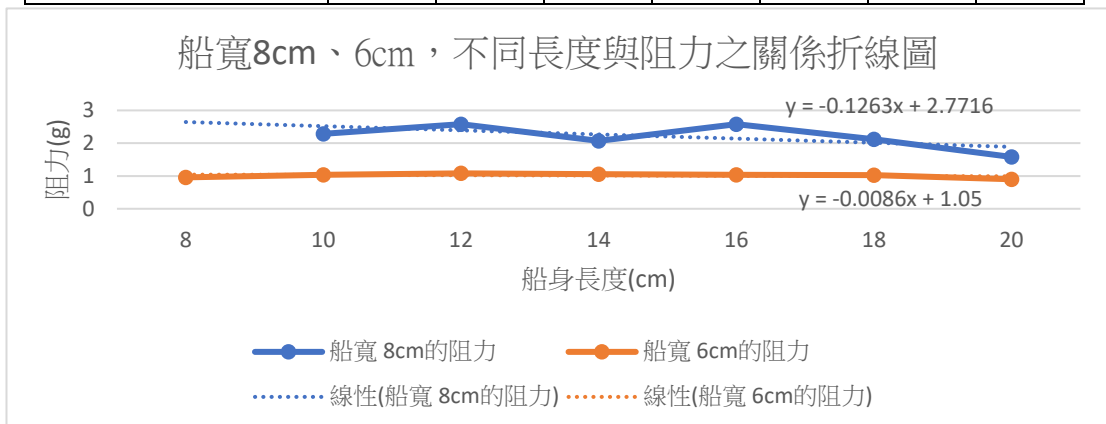
由折線圖可看出流速快的時候阻力比較大。船寬6cm時，流速快與流速慢斜率都接近-0.24，長度對阻力的變化量相近。

(三) 船身寬度與阻力之關係

1. 空船時，船寬 8cm和 6cm 阻力之比較

以流速快的數據來分析

船身長度的(cm)	8	10	12	14	16	18	20
船寬 8cm的阻力(g)	/	2.29	2.58	2.07	2.58	2.12	1.58
船寬 6cm的阻力(g)	0.96	1.04	1.08	1.06	1.04	1.03	0.9

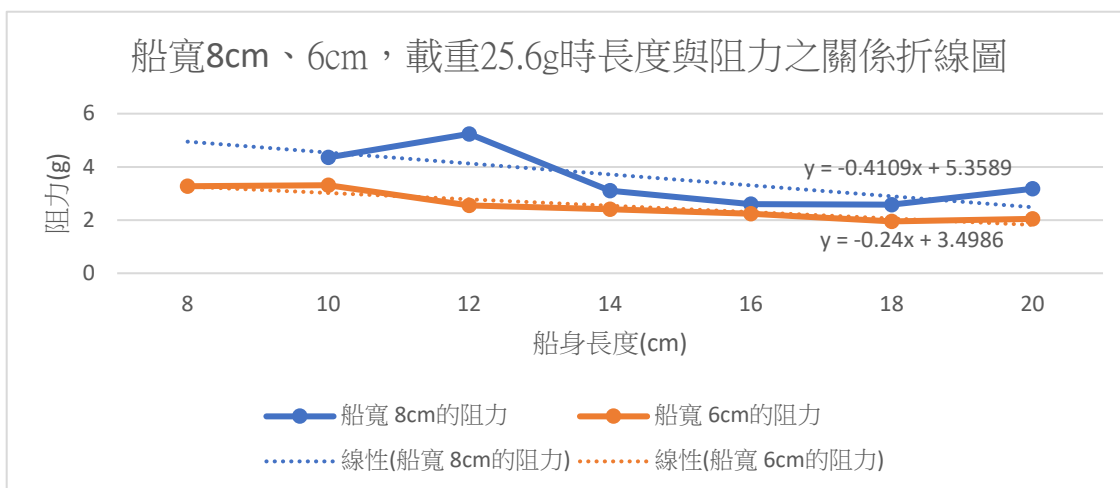


由折線圖可知：寬的船阻力比較大。船寬8cm斜率-0.12，船寬6cm斜率-0.008，寬的船比窄的船，船身長度的對阻力的影響稍大。

2. 載重25.6g時，船寬 8cm和 6cm 阻力之比較

以流速快的數據來分析

船身長度的(cm)	8	10	12	14	16	18	20
船寬 8cm的阻力(g)	/	4.36	5.24	3.1	2.6	2.58	3.18
船寬 6cm的阻力(g)	3.27	3.31	2.55	2.41	2.24	1.95	2.04



由折線圖可看出：寬的船阻力比較大。船寬8cm時斜率-0.41，船寬6cm時斜率-0.24，寬的船身長度的對阻力影響較大。

伍、 研究結果

- 一、要讓珍珠板船移動，較好操作的方式是船上裝風帆並藉助外力-風，可用馬達和葉片製作風扇產生風。
- 二、(一)在水槽底部做軌道可使珍珠板船保持直線前進，但船底軌道片也會影響船速。
(二)珍珠板船的長度會影響移動速度，長度15cm船比12cm船移動快，較長的船移動速度較快。
- 三、(一)逆水測珍珠板船阻力，水流太小測不到阻力。
(二)珍珠板船沒載重時，長度對阻力的影響不大。
- 四、(一)載重越重，阻力越大；以船寬8cm為例，載重46.9g比載重25.8時阻力約增加 2g。
空船時，船身長度的對阻力的影響並不明顯。
(二) 船身長度的會改變阻力大小；以船寬8cm載重25.8g為例， $y = -0.2686X + 4.5686$ (y 為阻力, x 為長度)，長度增加時阻力有減小的趨勢；但也不是船身越長阻力就越小。

(三) 水流速度快時，阻力比較大，以船寬8cm載重 25.8g為例，流速快比流速慢的阻力增加約 1.28g。船寬較寬時，阻力比較大，以載重25.6g為例，8cm寬的船比6cm寬的船阻力增加約1.86g。寬的船身長對阻力影響也較大(斜率較大)。

陸、討論

一、水流大小會影響阻力大小。

增加水流流量，船的阻力增加了，表示船移動速度加快時，阻力也會跟著增加。值得注意的是：當船速加快時，因前方阻力增加，船頭可能上揚，造成船接觸水面的地方不同，使得阻力產生變化。本實驗用停止的船測阻力，為避免增加變因，利用調整重心位置的方式，實驗過程船身在有水流狀態下可保持與水面平行，使每次實驗時船體接觸水的地方一樣。

二、船體重心影響阻力大小，重心偏船頭，阻力較大。

珍珠板船在增加載重時，重心位置在前會使船頭下沉，船頭下沉時阻力會變大，為避免船身前後傾斜對阻力造成影響，實驗中在調整載重位置時，要注意使船保持水平。

三、船太輕不易測量出長度對阻力的影響，載重後較短的船阻力比較大。

載重後會改變船的沉水深度，短的船在相同載重下會沉的比較深，接觸水的面積較多，所以接觸面積可能也是影響阻力大小的因素之一。

四、波浪的產生是否影響阻力大小？

經過船身的水流會有波浪的產生，波浪大小對阻力是否有影響？可做為下一次探討的主題。

柒、結論

一、用軌道讓珍珠板船直線前進，軌道的形式會影響船速，產生不同的阻力。

二、用水流測量珍珠板船的阻力，船的重心、船上的載重、水流的強弱、船的長度和寬度……等，都會影響阻力的大小。本實驗中，重心在前阻力較大；載重較重阻力較

大；流速較快阻力較大；較短的船阻力較大；較寬的船阻力較大。流速較快、載重較重和船寬較寬都會使船身長度的對阻力產生較大變化。

三、載重使船與水的接觸面積產生變化，推論接觸面積也會影響阻力大小。增加長度可減少阻力但會增加接觸面積，因此並非增加長度就必然減少阻力。

捌、參考資料及其他

一、金克杰(2018)•科學玩具自造王 2:動手做大百科•台北市：親子天下。

二、陳致中-乾龍工作室 (2018)•看見 micro:bit 新世界-學邏輯、寫程式、玩創意•新北市：台科大圖書。

三、陳乃綺(2017)•Penny 老師教你創意玩科學•台北市：麥田。

四、許良榮(2014)•玩出創意 77 個奇趣科學玩具•臺北市：書泉出版。

【評語】 080104

1. 本作品主題為利用自製測量珍珠板船，探究影響船移動快慢的因素，並且探討船身長、寬度、載重、水流快慢對阻力的影響。本主題屬於普遍性探究題材，需要有創新亮點。
2. 對於實驗結果需要有所說明論述，不宜僅限於現象的描述。
3. 實驗過程與分析中宜使用定量用語，例如流速不能僅用快或慢。

作品簡報

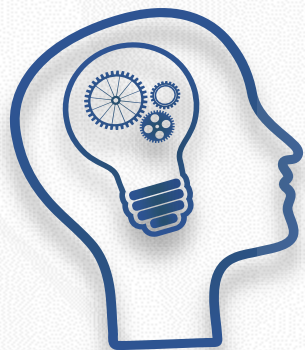
逆水「停」舟，不進則測阻力

組別：國小組

科別：物理科

一、前言

六年級上學期我們參加學校「水上足球機器人比賽」，我們做了很多防水措施不讓水濺到機器人，可惜最後因為重量、阻力等因素，無法以勝利收場，檢討最大成敗關鍵在於船的移動速度比別隊慢。



水上足球機器人比賽

檢討失敗原因
船速慢

用珍珠板
研究船速

測量
船速的
方法

影響船速
的因素

測量
阻力的
方法

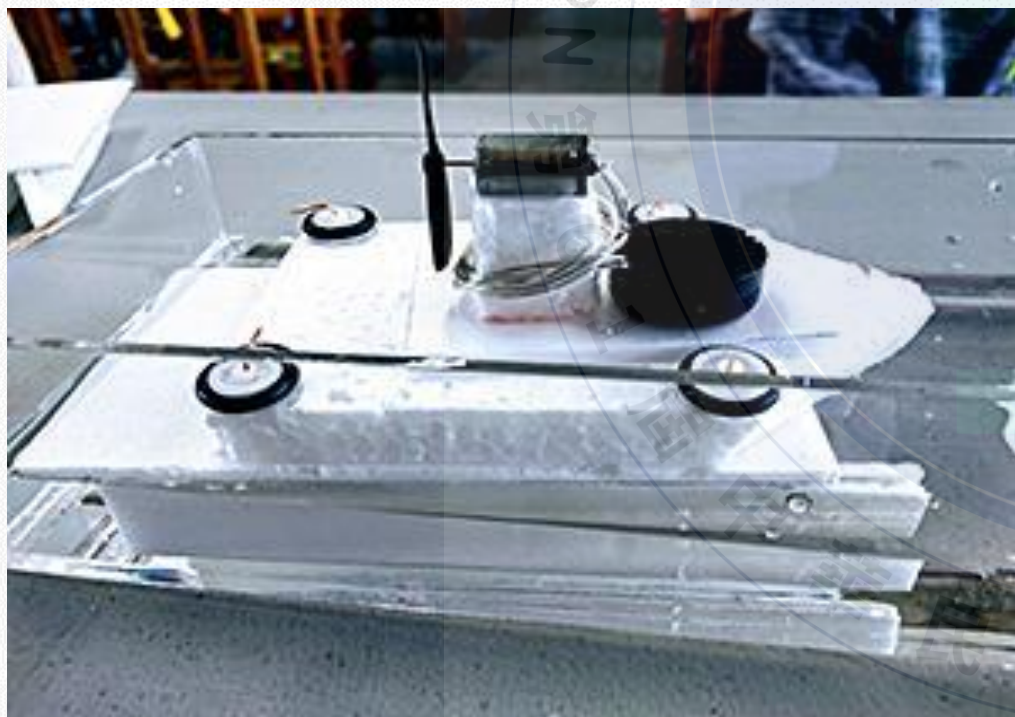
影響
阻力的
因素

二、研究過程及步驟

(一) 讓船移動的方式

01 動力在船上

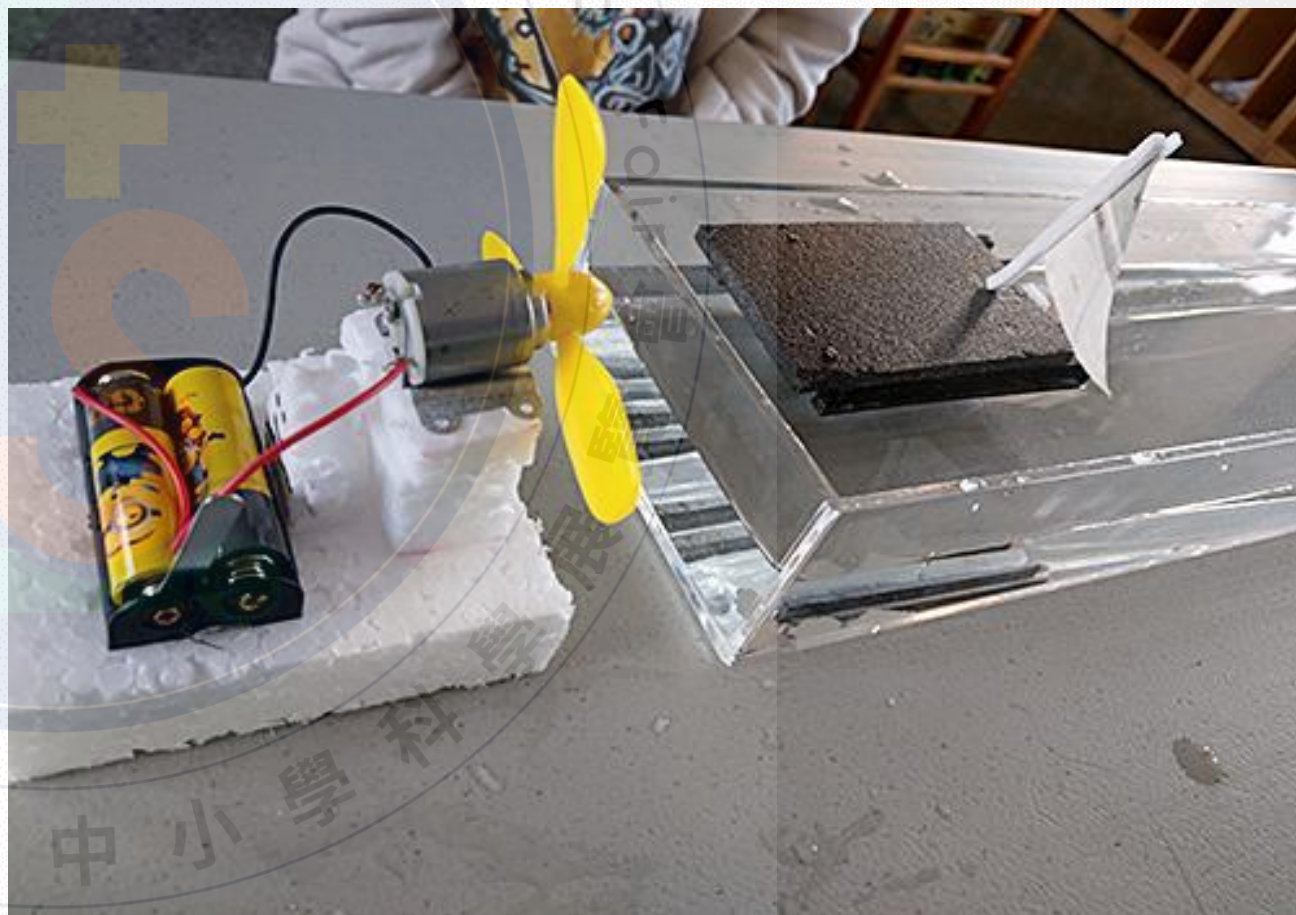
船移動速度不穩定，風扇的風力會影響船頭下沉或上揚，重心位置不好找。



02

動力不在船上

帆船前進的路線歪斜，常常碰到水槽壁而卡住或吸住(水的附著力)



(二) 解決無法直線前進:

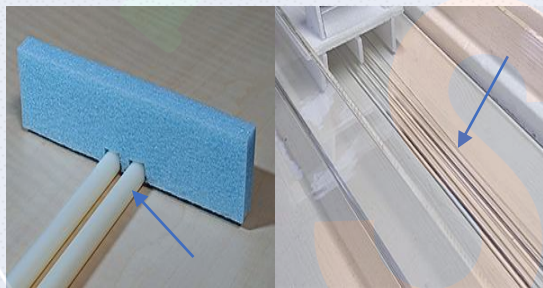
軌道片、製作測量船移動速度的器具

在水槽底部做**軌道**，船底部中間做一個**軌道片**。

[圖1] 船底 [軌道片長度] 對船速的影響



[圖2] 軌道形狀對船速的影響

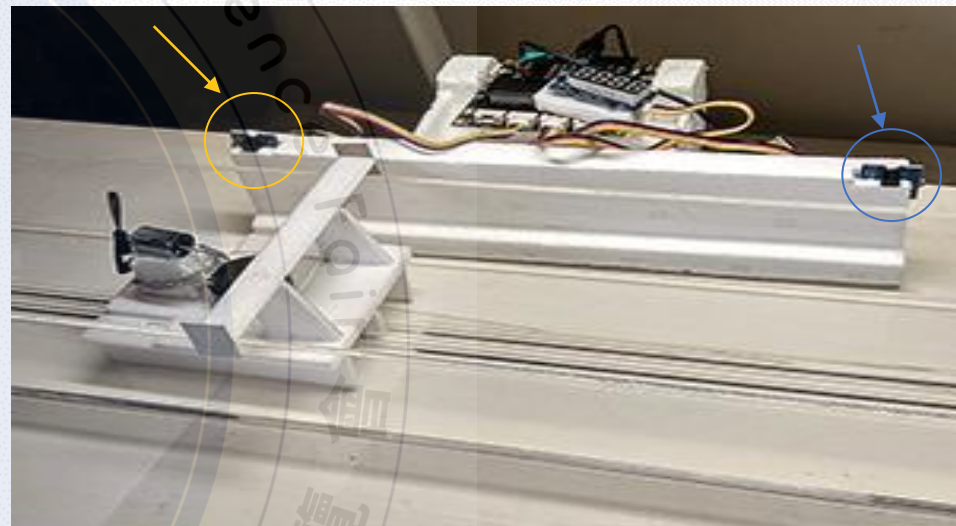


使用圓柱形的軌道比方柱形的船速較快。

軌道片長度15cm的比 18cm和 10cm的稍快

[圖3] 區間測速的靈感

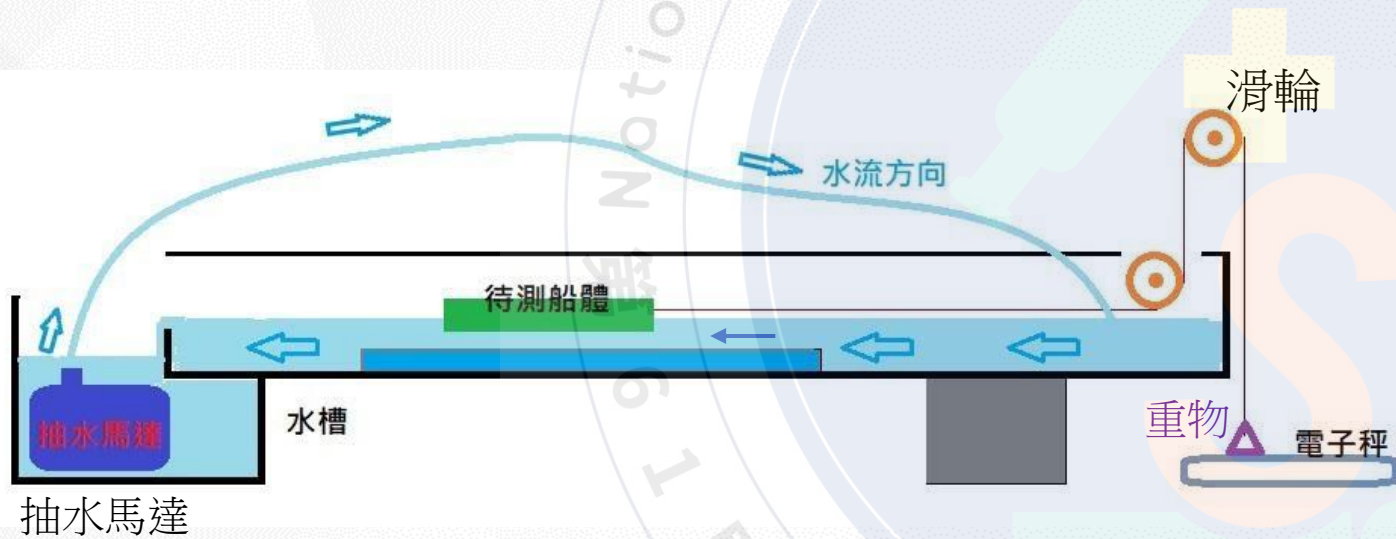
在經過的地方放置**感應器**，可得知船移動的快慢。



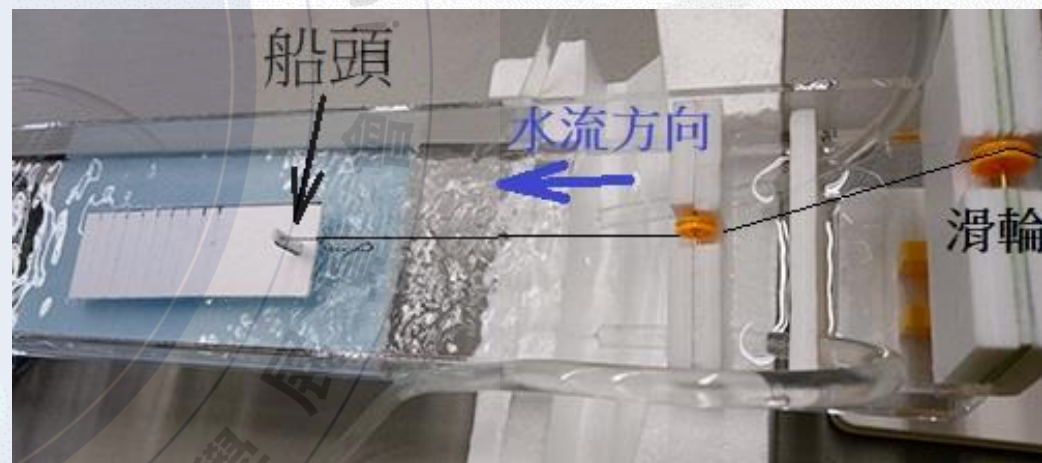
[圖4] **micro:bit**
連接Grove套裝
原件，撰寫積
木程式

三、利用水流測量珍珠板船的阻力

利用抽水馬達製造水流，讓水流可以循環流動，並在實驗區底下放置藍色板子，減縮水流截面積，可加快水面流速，而珍珠船板採用長方形，船頭用一根線綁住，利用滑輪改變拉力方向的特質，讓線的另一端綁著重物，重物下方放置一個電子秤，而當水流動時，重物減少的重量，便是阻力。



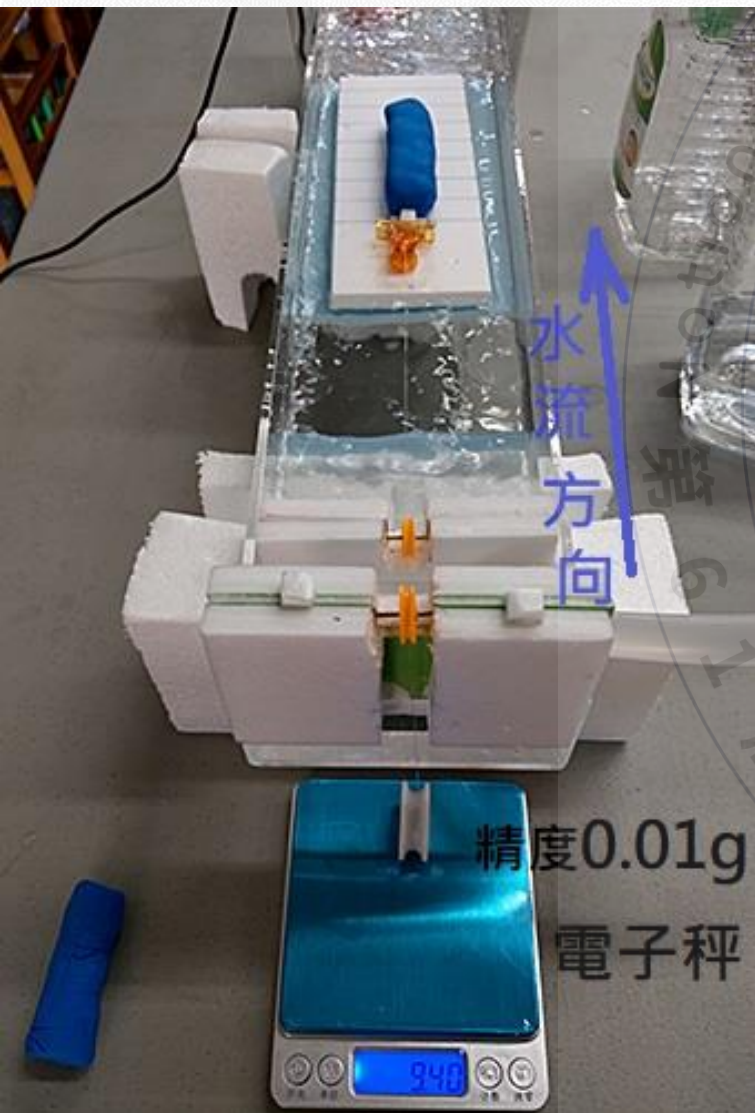
↑
實驗圖



操作變因：

船寬、載重物（黏土），水流流速、船體長度

圖1

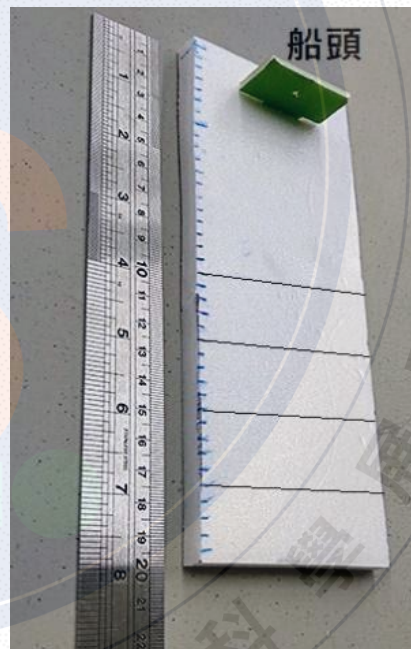


每測量完一次，就依切割線依序裁減船體長度。

圖2

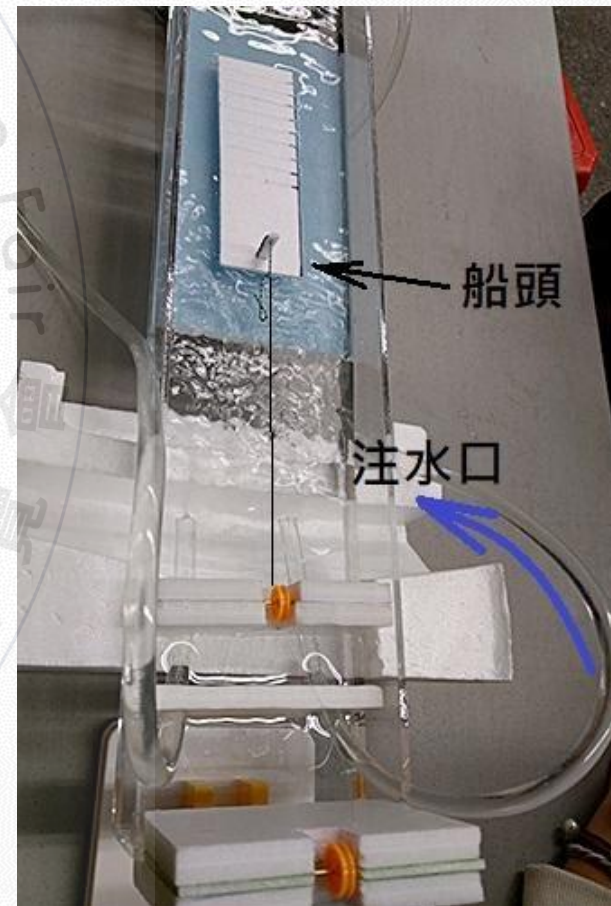


圖3



每次減少長度做實驗

圖4



船頭綁細線

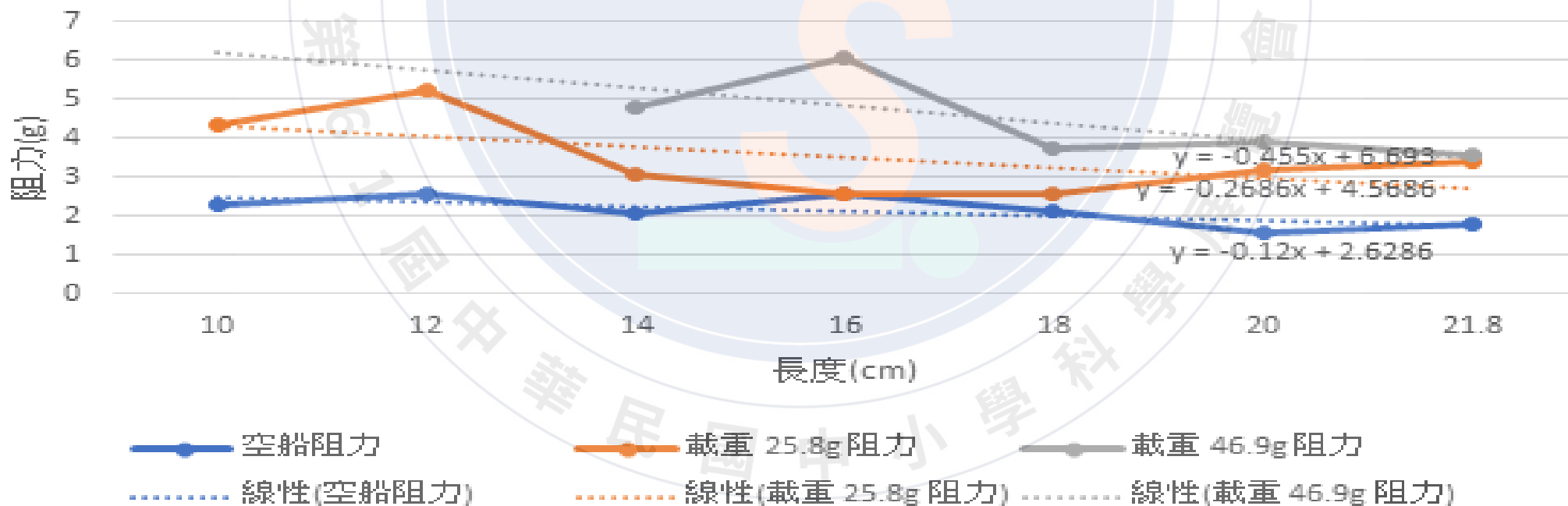
四、實驗及數據分析：

1. 使用8cm寬的珍珠板

(一) 船體長度、載重對阻力的影響

長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8	空船	10.31	10.02	10.53	10.02	10.48	11.02	10.78
空船阻力(g)	2.29	2.58	2.07	2.58	2.12	1.58	1.82	長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8
載重 25.8g 阻力	4.36	5.24	3.1	2.6	2.58	3.18	3.4	載重 25.8g	8.24	7.36	9.5	10	10.02	9.42	9.2
載重 46.9g 阻力	/	/	4.78	6.08	3.72	3.93	3.58	載重 46.9g	/	/	7.82	6.52	8.88	8.67	9.02

船寬8cm時,長度、載重與阻力的關係折線圖



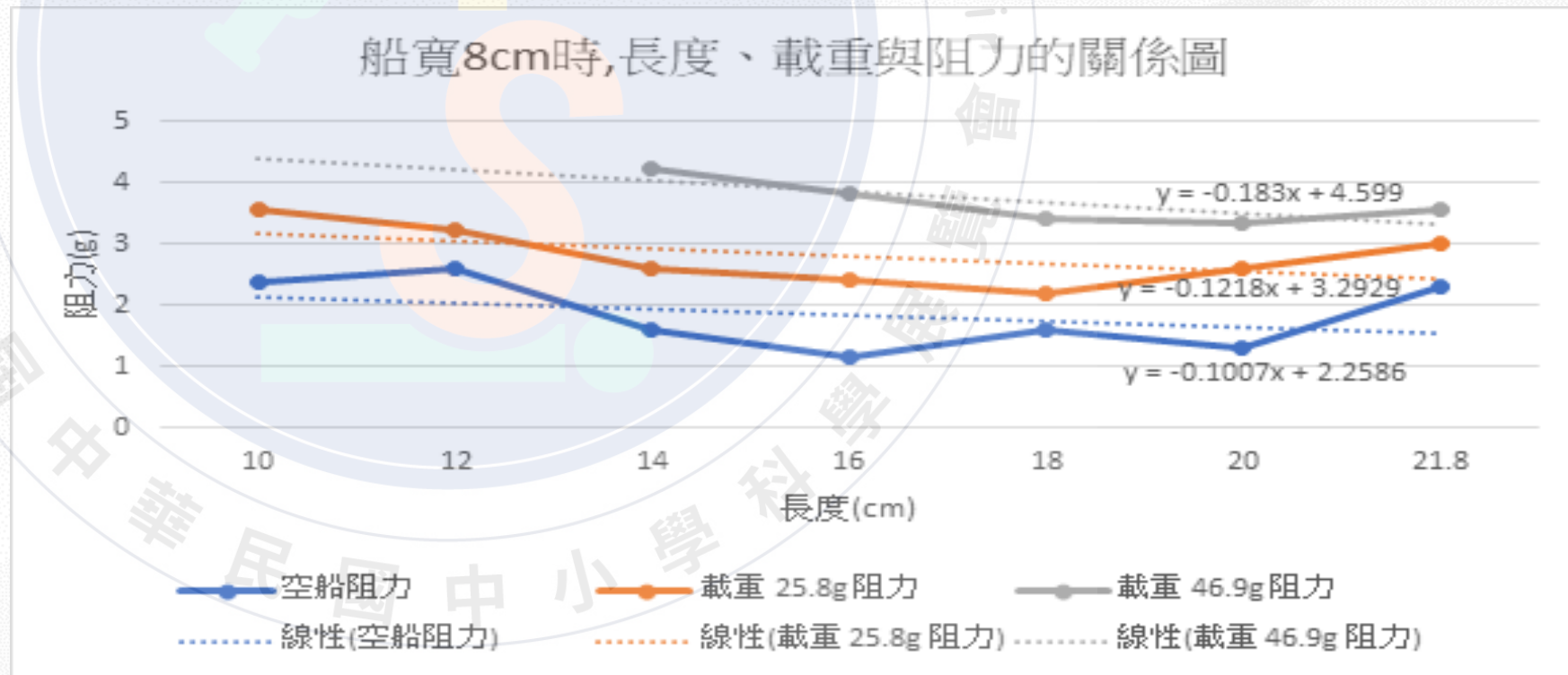
2. 減小水流(流速慢)，相同船寬、船板厚，改變長度，測量物重

長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8	長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8
空船	10.22	9.98	11	11.43	11	11.3	10.28	空船阻力(g)	2.38	2.62	1.6	1.17	1.6	1.3	2.32
載重 25.8g	9.02	9.36	10	10.19	10.39	10	9.6	載重 25.8g 阻力	3.58	3.24	2.6	2.41	2.21	2.6	3
載重 46.9g	/	/	8.35	8.77	9.18	9.26	9.02	載重 46.9g 阻力	/	/	4.25	3.83	3.42	3.34	3.58

將原物重 12.6g 減掉量測的重量，
得到減少的重量即水的阻力大小

[實驗結果]

載重越重，阻力越大，斜率越大。
船身長度的改變會改變阻力大小，但不是船身越長阻力就越小。

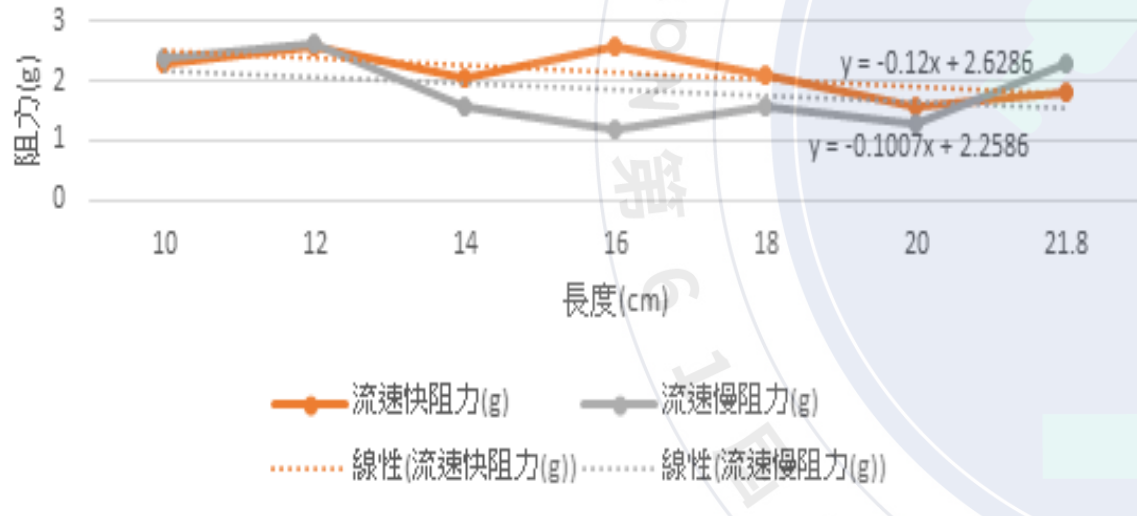


3. 水流流速與阻力之關係

空船時

長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8
流速快阻力(g)	2.29	2.58	2.07	2.58	2.12	1.58	1.82
流速慢阻力(g)	2.38	2.62	1.6	1.17	1.6	1.3	2.32

空船時,流速快慢、長度與阻力關係折線圖



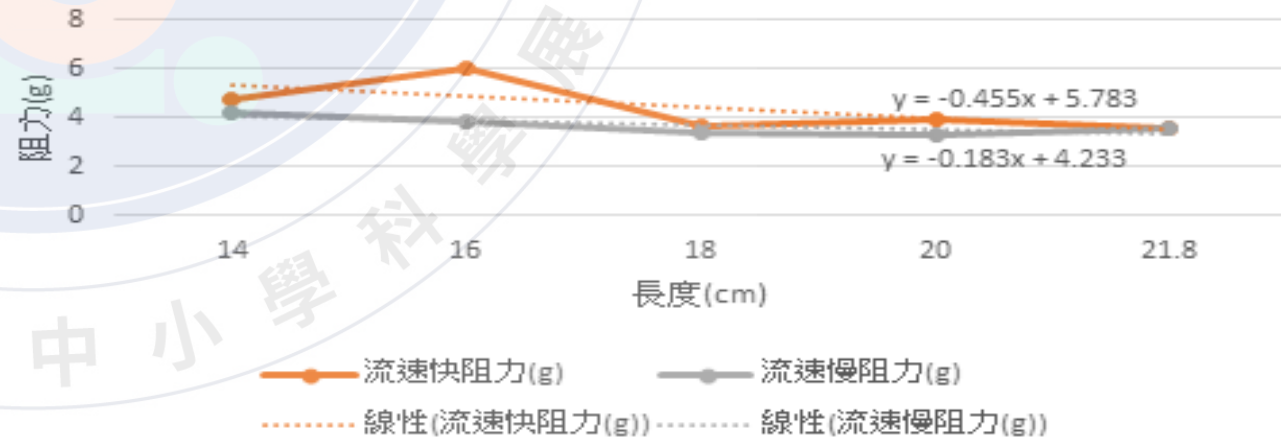
載重 25.8g時

長度(cm)	10	12	14	16	18	20	21.8
流速快阻力(g)	4.36	5.24	3.1	2.6	2.58	3.18	3.4
流速慢阻力(g)	3.58	3.24	2.6	2.41	2.21	2.6	3

載重 46.9g時

長度(cm)	14	16	18	20	21.8
流速快阻力(g)	4.78	6.08	3.72	3.93	3.58
流速慢阻力(g)	4.25	3.83	3.42	3.34	3.58

載重46.9g時,流速、長度與阻力關係折線圖



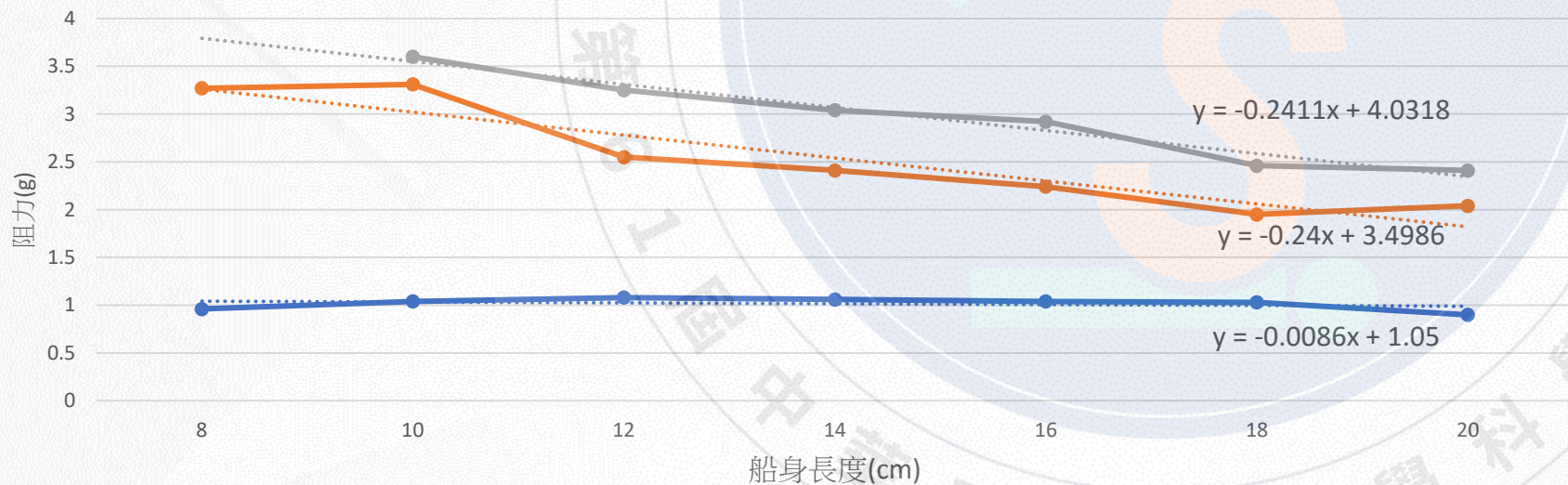
流速快時阻力較大，載重46.9g在流速快時斜率-0.45，
 流速慢時斜率-0.18，流速快時長度對阻力的影響較大。

(二) 固定 6cm 船體寬度，實驗長度、載重對阻力的影響

1. 流速快時，依不同長度、載重，測量物重(單位：g)

長度(cm)	8	10	12	14	16	18	20	長度(cm)	8	10	12	14	16	18	20
空船	11.74	11.66	11.62	11.64	11.66	11.67	11.8	空船阻力(g)	0.96	1.04	1.08	1.06	1.04	1.03	0.9
載重 25.6g	9.43	9.39	10.15	10.29	10.46	10.75	10.66	載重 25.6g 阻力	3.27	3.31	2.55	2.41	2.24	1.95	2.04
載重 35g	/	9.10	9.45	9.66	9.78	10.24	10.29	載重 35g 阻力	/	3.6	3.25	3.04	2.92	2.46	2.41

船寬6cm時,長度、載重和阻力關係折線圖



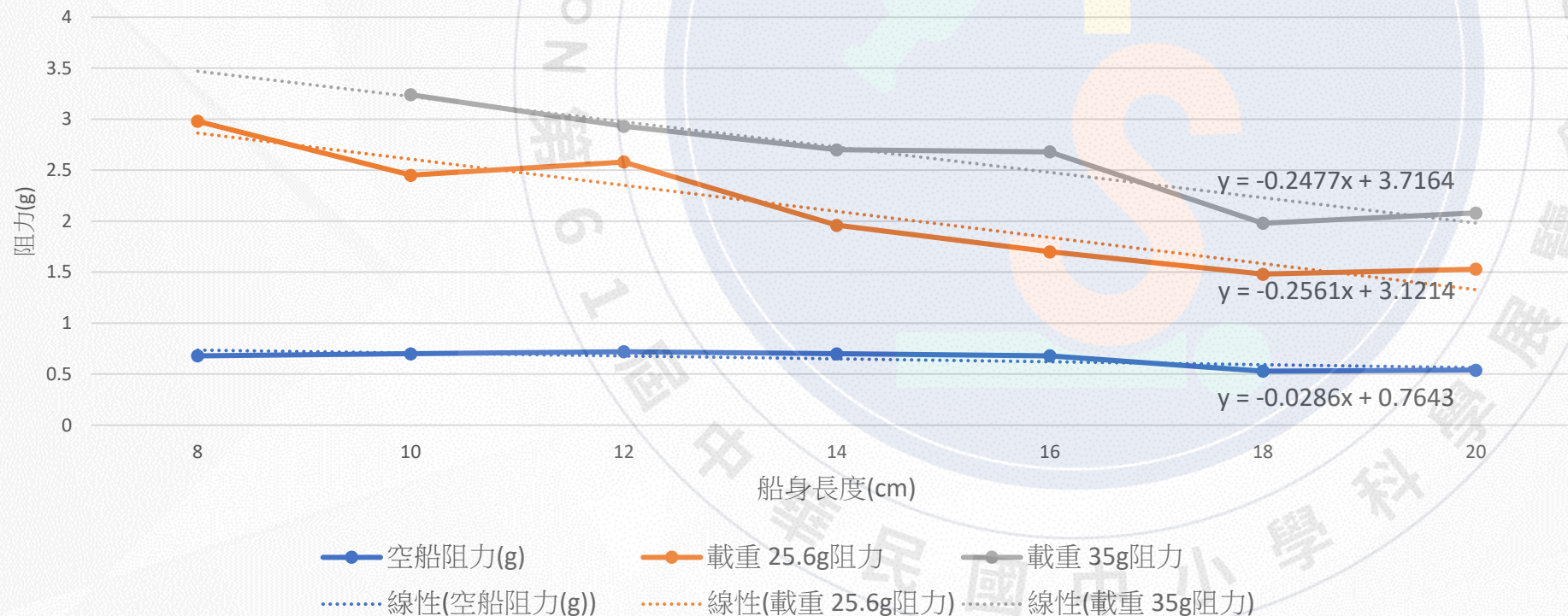
—●— 空船阻力
 —●— 載重 25.6g 阻力
 —●— 載重 35g 阻力
····· 線性(空船阻力)
 ····· 線性(載重 25.6g 阻力)
 ····· 線性(載重 35g 阻力)

相同長度，載重越重，阻力越大。
 載重後，相同載重，短的船阻力較大；空船時斜率-0.008，船身長度對阻力的影響不大。

2. 減小水流流速，固定船寬、船板厚，不同長度，測量物重(單位：g)

長度(cm)	8	10	12	14	16	18	20	長度(cm)	8	10	12	14	16	18	20
空船	12.02	12.00	11.98	12.00	12.02	12.17	12.16	空船阻力(g)	0.68	0.7	0.72	0.7	0.68	0.53	0.54
載重 25.6 g	9.72	10.25	10.12	10.74	11.00	11.22	11.17	載重 25.6g阻力	2.98	2.45	2.58	1.96	1.7	1.48	1.53
載重 35 g	/	9.46	9.77	10.00	10.02	10.72	10.62	載重 35g阻力		3.24	2.93	2.7	2.68	1.98	2.08

船寬6cm時,長度、載重和阻力關係折線圖

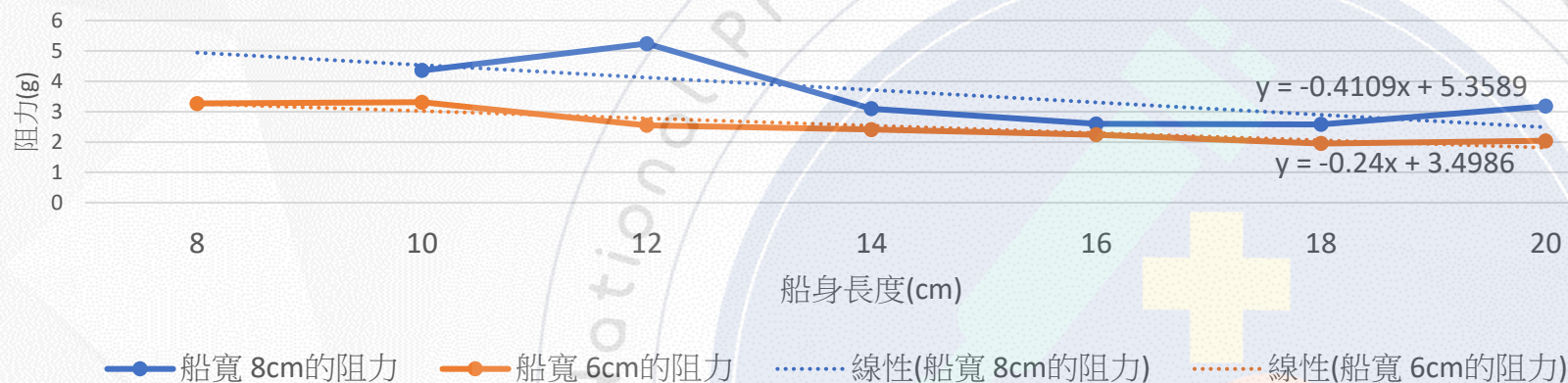


[實驗結果]

載重越重，阻力越大。短的船阻力較大。空船時斜率-0.02，船的長度和阻力關係不明顯。

3. 載重25.6g時，船寬 8cm和 6cm 阻力之比較

船寬8cm、6cm，載重25.6g時長度與阻力之關係折線圖



寬的船阻力比較大。船寬8cm時斜率-0.41，船寬6cm時斜率-0.24，寬的船長度對阻力影響較大。

五、結論

1. 軌道的形式會影響珍珠船的船速，產生不同的阻力；經過多次改良,最後我們能量測出船體在水中行進的阻力數值。
2. 用水流測量珍珠板船的阻力，**重心**在前、**載重**較重、**流速**較快、**較短**的船、**較寬**的船阻力較大。流速較快、載重較重和船寬較寬也會使船身**長度**對阻力產生較大變化。
3. 載重會使船與水的**接觸面積**產生變化，增加長度可減少阻力但會增加接觸面積，因此並非增加長度就必然減少阻力。
4. 這次科展實驗成果也進一步啟發未來我們對船體結構設計的濃厚興趣。