

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

第三名

031726

神祕的拉扯——漩渦與漩渦現象的探討

學校名稱：國立高雄師範大學附屬高級中學

作者： 國一 平震傑 國一 左伊心	指導老師： 黃春蓉 張彥平
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：反漩渦、拉扯、地形

摘 要

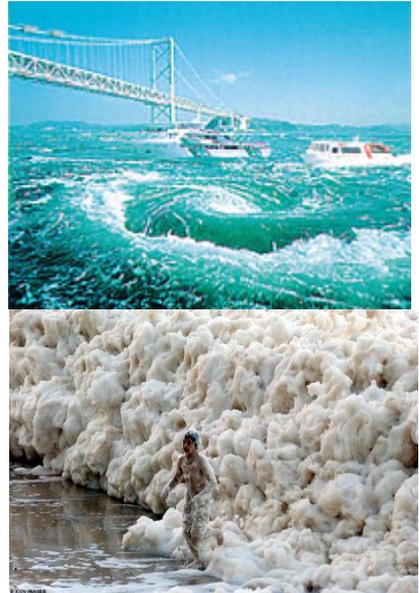
高雄的旗津海域每年都傳出溺水意外，自 80 年至 96 年 6 月在旗津海域發生意外溺斃死亡的就有 92 人。大家都說旗津有很多的漩渦暗流。因此，我們決定將小學六年級所研究漩渦的結構，再加深推廣，尤其是針對漩渦及反漩渦水流彼此「**拉扯**」的現象，及**拉扯時對物體的影響**，做更深入的了解。

我們模擬海水水面的運動及水底的運動，配合地形做更深入的探討。

實驗中看到物體被漩渦及反漩渦拉扯，我們十分吃驚，難怪小時候聽過水鬼抓人的傳說，原來是被漩渦和反漩渦「**鎖**」住了。

壹、研究動機：

小學六年級的時候，做過「漩渦結構」的研究。之後，看到新聞報導：日本鳴門海峽因為潮水漲落時的落差高達 1.3 公尺，潮流速度又快（每小時 15-20 公里），因此發生無數大小不等的漩渦，大的直徑長達 20 公尺。這個報導，引起了我們高度的興趣。我們上網查漩渦的資料，發現一個更有趣的現象：澳大利亞的新南威爾士州的 Yamba 人稱「卡布奇諾海灘」，泡沫吞沒了整個海灘和附近一半的建築物。據說，這些泡沫是由海洋裏的雜質產生的，因為海水不斷的運動形成漩渦。而氣泡旋流向上後集合在一起，變成了泡沫。在台灣南部的旗津海域，因為有暗流，常常有人在戲水時不慎被漩渦捲入，造成悲劇。因此，我們想對大自然中這樣神奇現象，做更進一步的探討。



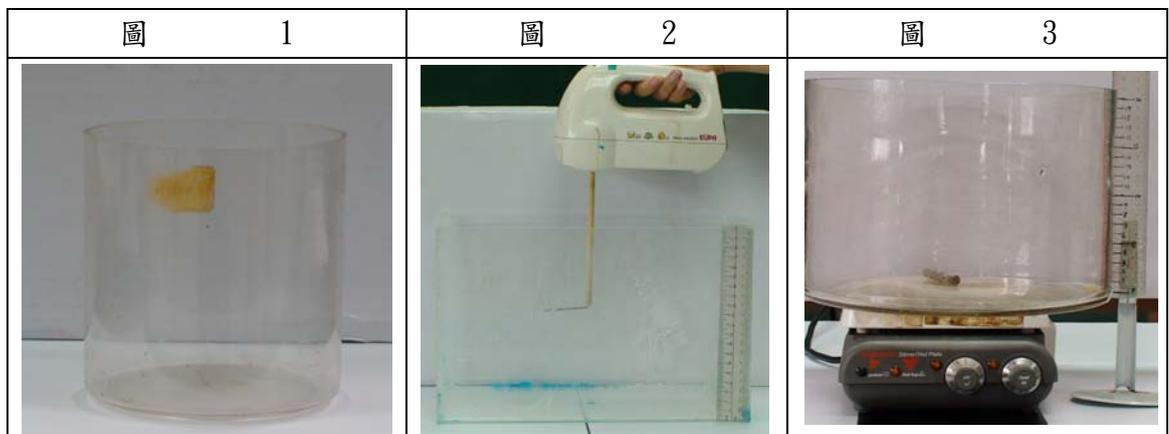
（節錄自網路新聞照片）

貳、研究目的：

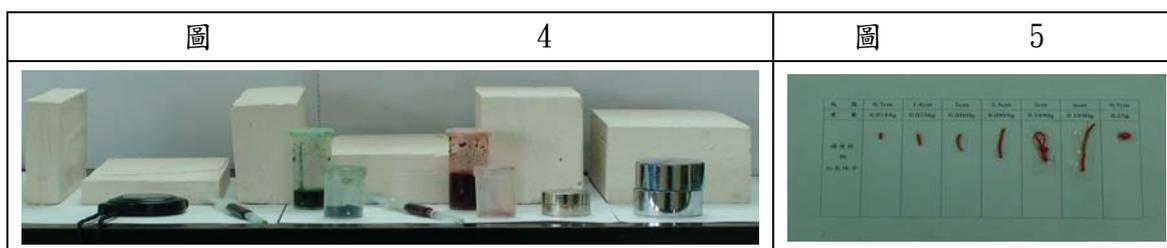
- 一、探討漩渦及反漩渦拉扯的現象。
- 二、探討地形對漩渦及反漩渦的影響。
- 三、探討漩渦、反漩渦，對物體的影響。

參、研究設備及器材：

- 一、容器：直徑 10cm 高 10cm 的圓柱體有孔容器（孔洞半徑 0.15cm）（如圖 1）。長 30cm 寬 20cm 高 20cm 的長方體有孔容器（孔洞半徑 0.25cm）攪拌器（如圖 2）。直徑 30cm 高 20cm 的圓柱體容器、電磁加熱攪拌器、旋轉石、量尺（如圖 3）。



二、輔助工具：砝碼、石膏、紅色色素、綠色色素、碼錶（如圖 4）。橡皮筋（如圖 5）。水、竹筷、鑷子、水桶、水盆、膠泥。



三、記錄工具：攝影機、紀錄本、筆。

四、分析工具：ASUSTeK ASUSDVD

肆、定義：

一. 反漩渦：與漩渦本體方向相反（由下而上）的一股水流。

二. 拉扯：漩渦與反漩渦的水流，會有上、下移動的現象稱為拉扯。

三. 漩渦有效半徑：物體被漩渦捲入的最大範圍，到漩渦中心的距離。

伍、研究過程及結果：

一、探討漩渦及反漩渦拉扯的現象

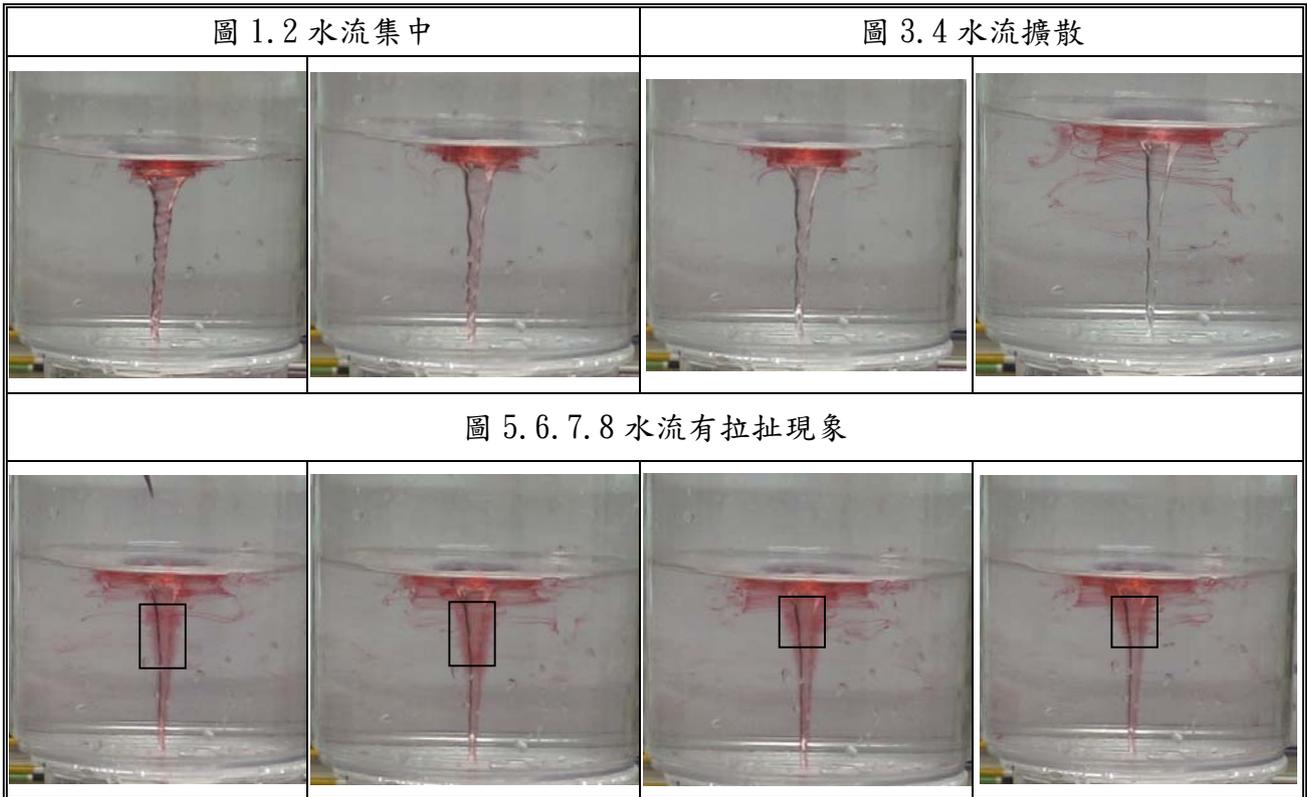
(一)研究過程及方法

實驗設計一：在高 10cm、直徑 10cm 有孔的圓形容器中，將孔洞以膠泥堵住，注滿水後，以湯匙製造水流擾動(目的是加速漩渦的形成)，並取下膠泥，利用水往下慢慢的流動，維持漩渦的穩定，以利觀察。

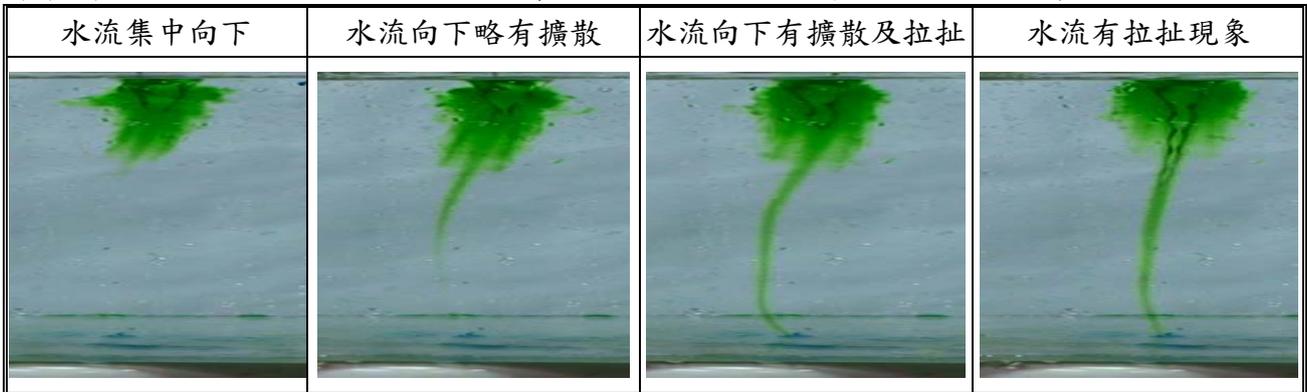
實驗設計二：在長 30cm 寬 20cm 高 20cm 的有孔方形容器中，將孔洞以膠泥堵住，將水注入至 19cm，攪拌器固定轉速，放入水中製造水流的擾動並同時取下膠泥，當水位降至 18cm 時將攪拌器拿開，利用水往下慢慢流動(0.05cm/sec)，維持漩渦的穩定，以利觀察。以下為我們的研究。

1. 探討漩渦的現象

(1) 以高 10cm、直徑 10cm 有孔的圓形容器。觀察漩渦水流的現象。

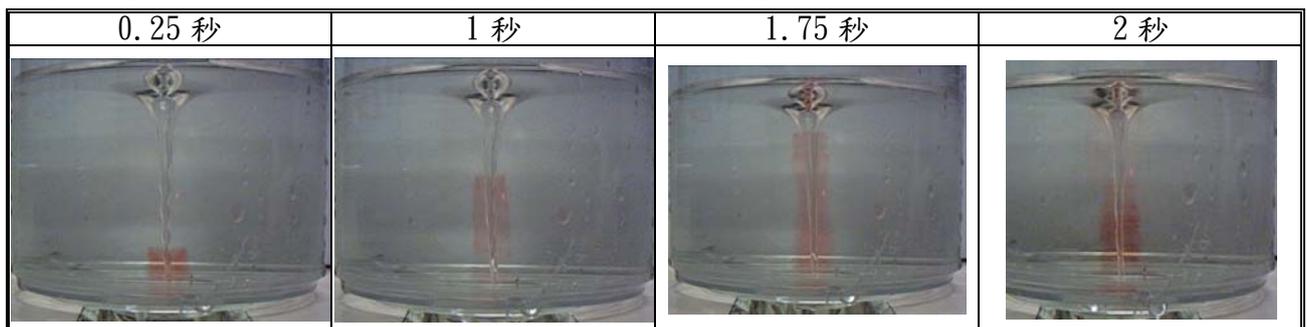


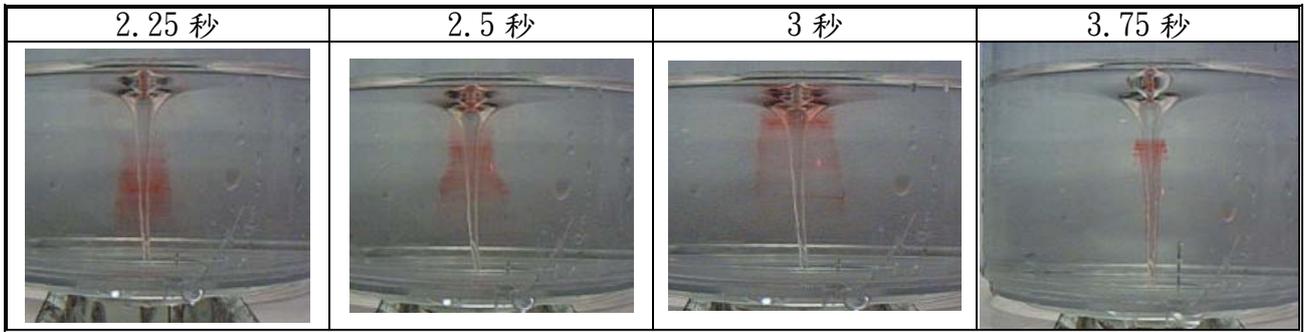
(2) 長 30cm 寬 20cm 高 20cm 的有孔方形容器，觀察漩渦水流現象。



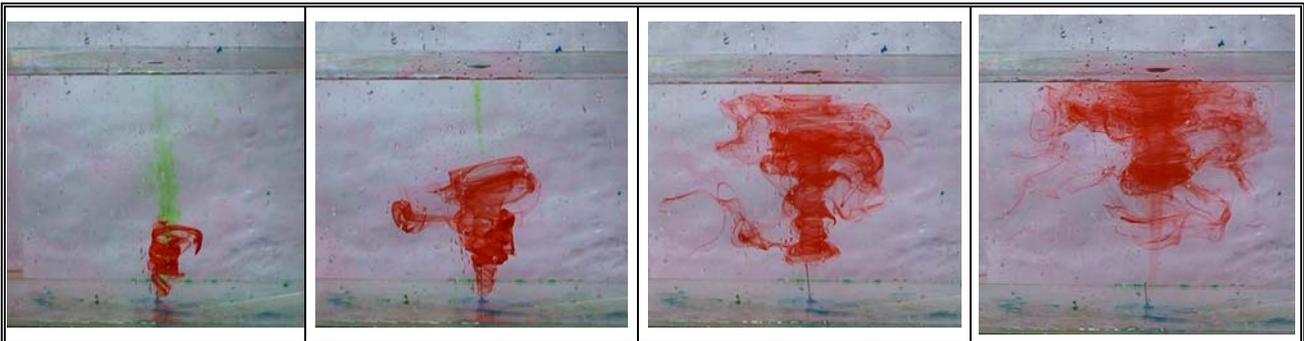
2. 探討反漩渦的現象

(1) 以高 10cm、直徑 10cm 有孔的圓形容器，觀察反漩渦的現象。



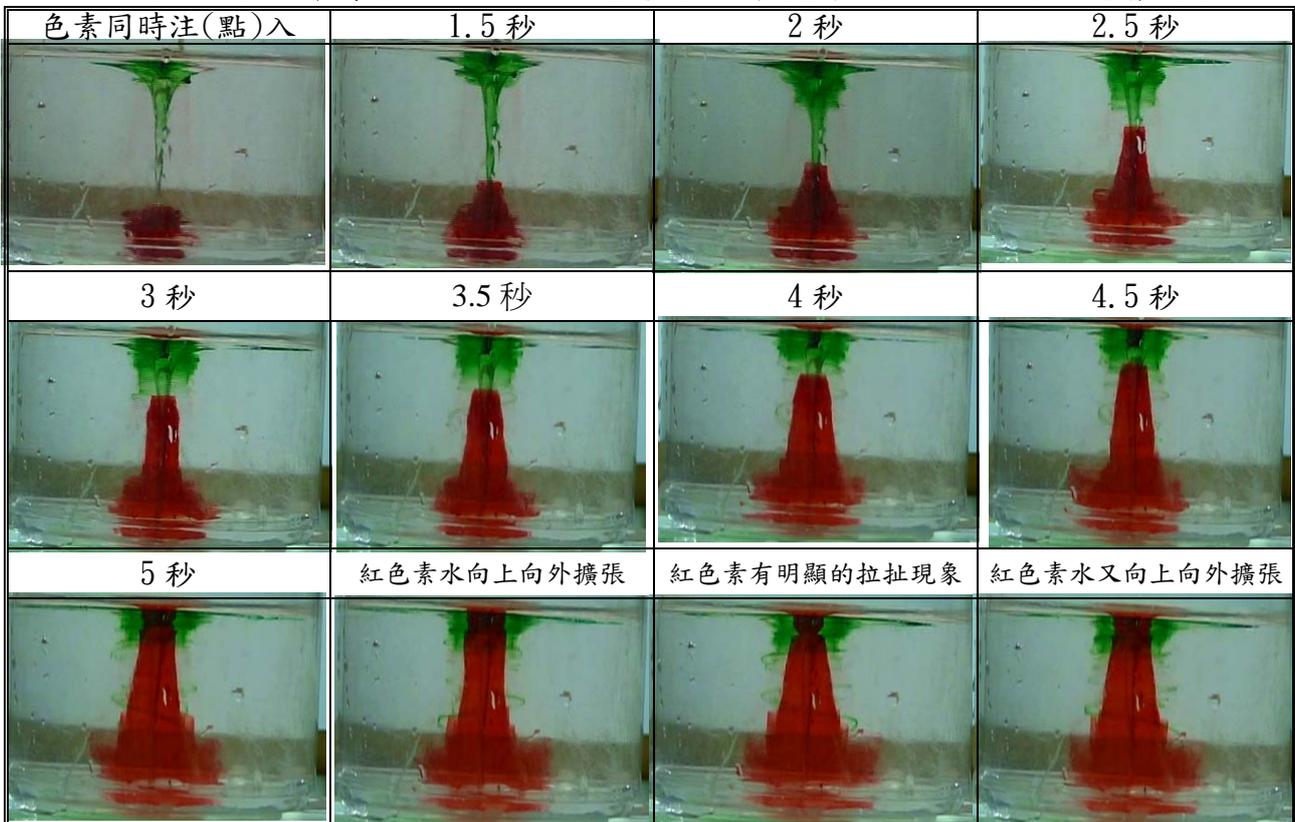


(2)長 30cm 寬 20cm 高 20cm 的有孔方形容器，觀察反漩渦的現象：(從第 1 秒開始每隔 0.5 秒錄 1 個圖)



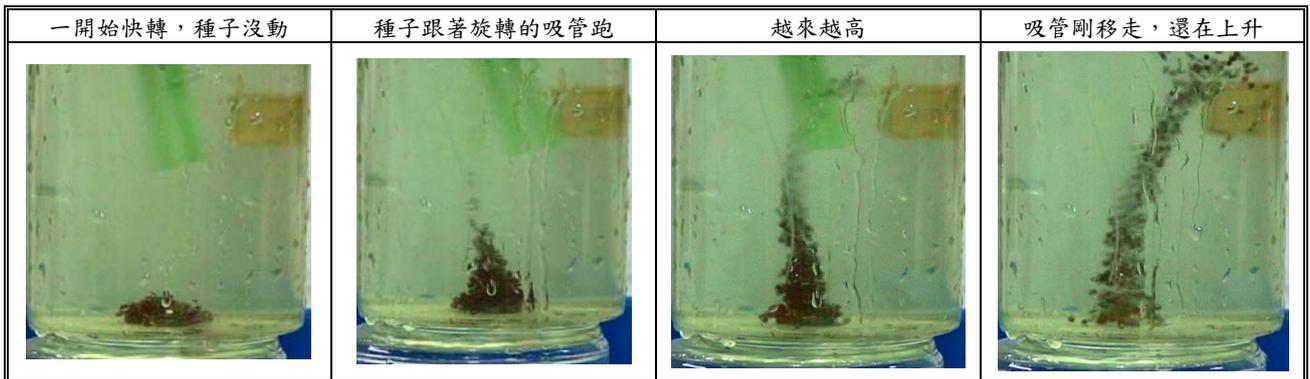
3. 探討漩渦與反漩渦交會的狀況

從上、下方再用針筒各注入紅、綠色素水，來觀察漩渦及反漩渦交會的狀況。

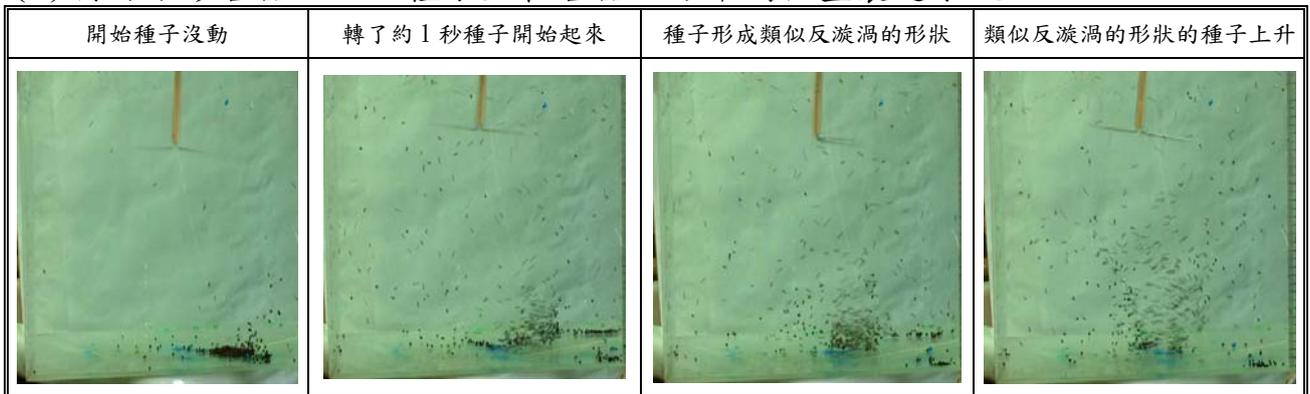


4. 探討物體旋流向上的原因

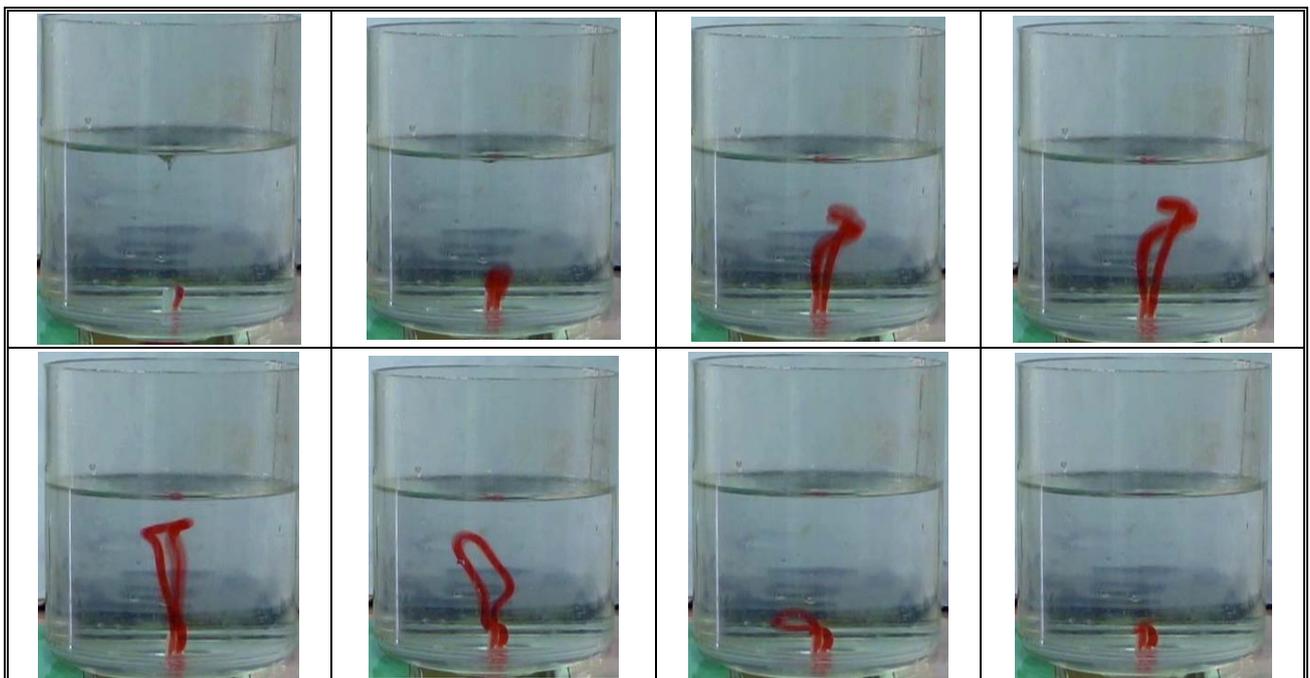
(1) 高 10cm、直徑 10cm 的圓形容器。利用吸管在容器上方中間位置形成水流。



(2) 利用方形容器，放入種子並在容器上方中間位置製造水流



(3) 利用有孔圓形容器，以針筒(不加針)從下方灌入染色的洗髮精，在容器上方中間位置製造水流：
中間位置製造水流：



(二)研究結果:

1. 不論圓形小容器或方形大容器，我們發現：漩渦形成後，水流會先集中再擴散，並且會有拉扯現象出現。
2. 從圓形小容器或方形大容器底下，注入色素水，我們發現：從容器的底部往上仍有一股向上的水流，會先向上集中、擴散，再由漩渦本體順流而下。
3. 不論是圓形小容器或方形大容器都會有漩渦及反漩渦的現象發生。
4. 當漩渦和反漩渦交會時，彼此會有拉扯上下振盪的現象發生。
5. 不論大小容器，就算在底部沒有孔洞，當水面受到擾動，種子都會因為反漩渦產生的因素，而把種子從杯底帶到水面上來。
6. 用染色的洗髮精，更明顯可以看出反漩渦在水中的運動形態。

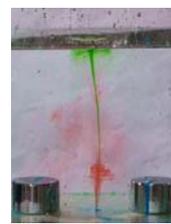
二、探討地形對漩渦及反漩渦的影響

(一)研究過程及方法

實驗設計一：在距離容器底部中心 4cm 處，兩邊各放置每個 2.65cm 高的砝碼，改變左右兩邊砝碼數目，來模擬海底地形變化，觀察漩渦及反漩渦在不同砝碼數目時會有什麼變化。(1:4 表示左邊放置 1 個砝碼右邊放置 4 個砝碼。其餘亦同) 以下為我們的研究

1. 地形對上方擾動的水流所形成的漩渦及反漩渦有什麼影響

以長 30cm 寬 20cm 高 20cm 有孔方形容器，將水注至 19cm，利用攪拌器製造水流，當水位到達 18cm 時，觀察漩渦出現時的水位及是否有反漩渦出現。

高度差	高度差為 1 個砝碼		高度差為 0 個砝碼		
	兩邊的地形高度	2 : 3	1 : 2	3 : 3	2 : 2
漩渦出現時的水位平均高度	10 公分	11 公分	11.5 公分	15 公分	16.5 公分
反漩渦	有	有	有	有	有
漩渦出現					
反漩渦出現					

高度差	3 個砝碼	2 個砝碼	高度差不同但一邊平坦		
	兩邊的地形高度	1 : 4	1 : 3	3 : 0	2 : 0
漩渦出現的水位平均高度	9 公分	10 公分	15 公分	15 公分	16.5 公分
反漩渦	有	有	有	有	有
漩渦出現					
反漩渦出現					

2. 地形對下方擾動的水流所形成的漩渦及反漩渦有什麼影響

用直徑 30cm 高 20cm 的圓柱體容器，利用旋轉石來製造水流的擾動觀察漩渦出現的時間及漩渦可到達的深度。(1:4 表示左邊放置 1 個砝碼，右邊放置 4 個砝碼。其餘亦同)

(1) 只有一邊的地形有高度，另一邊是平坦的情形 (左低右高)

兩邊地形高度	0 : 4	0 : 3	0 : 2	0 : 1
漩渦長度平均值	3.5 公分	2.8 公分	3.8 公分	4.5 公分
出現時間平均值	16.3 秒	16.6 秒	14 秒	12 秒
漩渦中心位置	向左偏	向左偏	向左偏	向左偏

(2) 兩邊地形高度相差 0 個砝碼 (高度相同)

兩邊地形高度	1 : 1	2 : 2	3 : 3	4 : 4
漩渦長度平均值	3.1 公分	2.5 公分	1.3 公分	1.3 公分
出現時間平均值	20.6 秒	19.3 秒	22.3 秒	22.6 秒
漩渦中心位置	中間	中間	中間	中間

(3) 兩邊地形高度相差 1 個砝碼 (左低右高)

兩邊地形高度	0 : 1	1 : 2	2 : 3	3 : 4
漩渦長度平均值	4.5 公分	2.3 公分	2.3 公分	1 公分
出現時間平均值	12 秒	12 秒	23 秒	20.3 秒
漩渦中心位置	向左偏	向左偏	向左偏	向左偏

(4) 兩邊地形高度相差 2 個砝碼 (左低右高)

兩邊地形高度	0 : 2	1 : 3	2 : 4
漩渦長度平均值	3.8 公分	2.5 公分	1.6 公分
出現時間平均值	14 秒	23.3 秒	21.1 秒
漩渦中心位置	向左偏	向左偏	向左偏

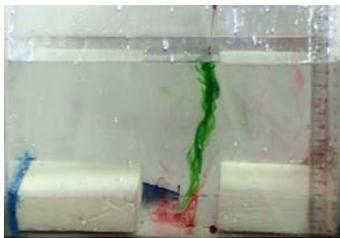
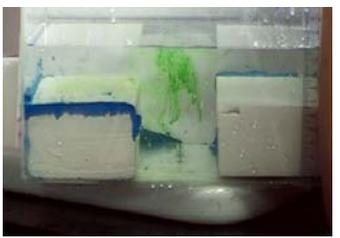
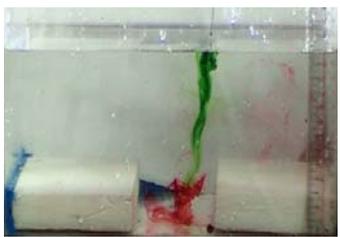
(5)兩邊地形高度相差 3 或 4 個砝碼 (左低右高)

兩邊地形高度	0 : 4	1 : 4	0 : 3
漩渦長度平均值	3.5 公分	2.3 公分	2.8 公分
出現時間平均值	16.3 秒	23.3 秒	16.6 秒
漩渦中心位置	向左偏	向左偏	向左偏

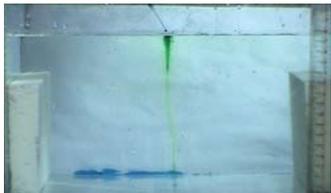
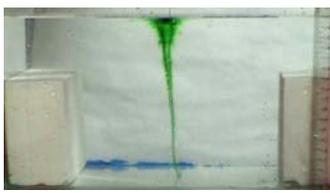
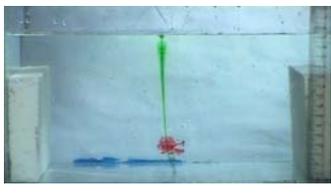
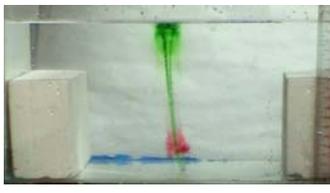
實驗設計二：由於「實驗設計一」以砝碼製造地形時，我們觀察到漩渦與反漩渦有的時候會不太穩定；我們猜測是砝碼的形狀的影響，因此重新以石膏來設計地形，希望漩渦與反漩渦可以穩定，不會晃動。我們先將高度設計與砝碼近似，且距長方形容器中心的位置也是 4cm 的石膏來進行實驗(長 20cm 寬 11cm 高 2.5cm、5.5cm、8cm 之石膏各兩個)。之後，又將石膏的放置方法改變，觀察石膏地形變化，對漩渦及反漩渦的出現是否有影響。以下為我們的研究：

1. 石膏地形對上方擾動的水流所形成的漩渦及反漩渦有什麼影響

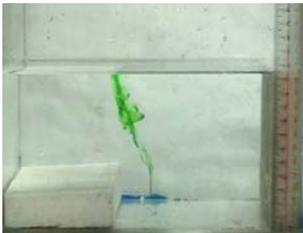
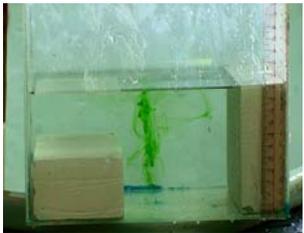
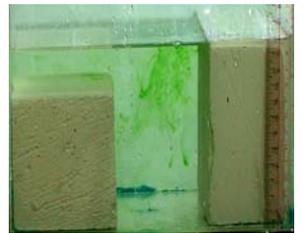
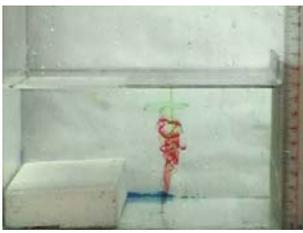
(1) 平放於有孔方形容器兩側，同樣距離中心各 4cm 處

兩邊地形高度	2.5cm	5.5cm	8cm
漩渦出現時的水位平均高度	15.7cm	只有水流沒有漩渦	只有水流沒有漩渦
反漩渦	有	無	無
漩渦出現 或 水流現象			
反漩渦出現			

(2) 立放於有孔方形容器兩側

距離中心位置	12.5cm	10cm	7.5cm
漩渦出現時的水位平均高度	17.85cm	17.8cm	17.3cm
反漩渦	有	有	有
漩渦出現			
反漩渦出現			

(3) 一個立放一個平放於有孔方形容器兩側(左低右高)

距離中心位置	左邊 4cm 右邊 12.5cm	左邊 4cm 右邊 9.5cm	左邊 4cm 右邊 7cm
漩渦出現的水位平高	16cm	12.2cm	只有水流沒有漩渦
反漩渦	有	有	無
漩渦出現 或 水流現象			
反漩渦出現			
漩渦中心位置	向左偏	向左偏	無漩渦

(二)研究結果：

1. 只要漩渦形成，反漩渦一定會出現。
2. 地形高度差越大時，漩渦出現的速度越慢。3:4, 2:4, 1:4，雖然漩渦出現時間的平均值越來越長，但下方已有很大的擾動。漩渦本體長度因為中心已經偏向水較深處，所以沒有規律。
3. 地形中有一邊較低或是完全平坦，且整體地形高度距離水的表面較遠，漩渦形成的速度都較快，且漩渦本體長度較長。如：0:1, 0:2, 0:3, 0:4, 1:2 的地形。
4. 兩邊地形高度距離水表面較近時，漩渦本體的長度會受到地形的破壞變得比較短，但下方依然是有擾動的，所以十分危險。如；地形 4:4, 3:3, 3:4。
5. 平放石膏 2.5cm 與砝碼(1:1)兩者漩渦出現的水位高度，幾乎一樣，發現石膏的地形裝置形成的漩渦會較穩定。
6. 平放石膏（即兩側地形距中心 4cm）時，高度 5.5cm、8cm（即砝碼 2:2, 3:3）的地形高度反而看不出有漩渦的現象，我們認為是地形中間的空間太小，干擾漩渦的形成。
7. 相同高度的地形距離中心位置改變，發現 12.5cm 和 10cm 漩渦形成時的水位差不多，但 7.5cm 的水位較低。
8. 不管是下方水流擾動，還是上方水流擾動，所出現的漩渦，都是中心轉速快外圍轉速慢的漩渦。

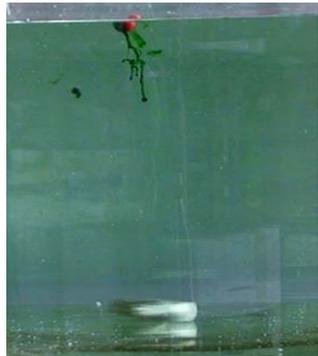
三、探討漩渦及反漩渦的對物體影響

(一)研究過程及方法

實驗設計：我們用直徑 30 公分高 20 公分的圓柱型容器，至於攪拌器上。容器內，依照不同目的，分別放入 3cm 及 6cm 的攪拌石，製造下方水流的擾動形成漩渦，並以不同長度、重量的橡皮筋及珠珠，置入水中，觀察物體在水中被拉扯及捲入的現象。以下為我們的研究：

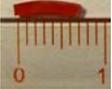
1. 物體受水流的影響：

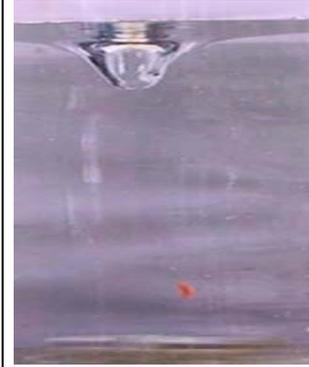
我們將直徑 30 公分高 20 公分的圓柱型容器，下面放長度 3 公分，轉速約每秒 4 轉的旋轉石，使水表面不因水底的擾動受到影響。輕置一個中間孔洞塞了些許綠色色素粉的小珠於**平靜無波**的水面：

綠色色素有些許被擾動的水流向吸	綠色色素被擾動的水流向吸	綠色色素被擾動的水流向吸且完全不會擴散到旁邊	綠色色素直接被吸到擾動處不會擴散到旁邊
			

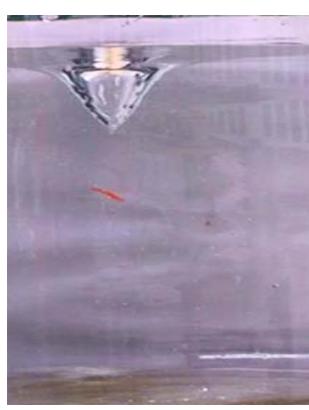
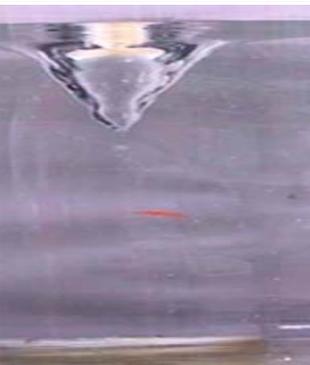
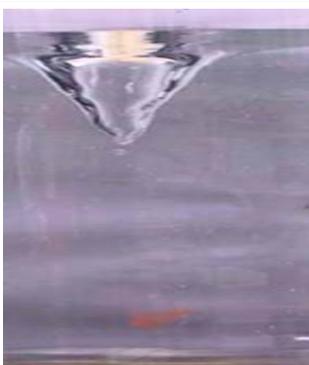
2. 漩渦形成後被捲入的物體在海裡如何受到牽引：

用橡皮筋的重量和長短**模擬生物的身長和重量**，為易於觀察改為長度 6cm 旋轉石，了解漩渦形成後被捲入的**物體在海裡如何受到牽引**。

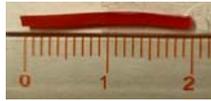
(1) 橡皮筋的長度  0.7cm 重量 0.0144g 放入水中：

橡皮筋放入水中	一直滯留在水中打轉	上上下下拉扯打轉約 42 秒	逐漸落下後被旋轉石 打出漩渦範圍
			

(2) 橡皮筋的長度  1.4cm 重量 0.0336g 放入水中：

橡皮筋放入水中	一直滯留在水中打轉	上上下下拉扯打轉約 38 秒	邊轉邊拉扯邊落下
			
被旋轉石打出漩渦 範圍	再次被捲入在水中又 拉扯打轉滯留了 30 秒	被拉向下	又被帶向上
			

(3) 橡皮筋的長度 2cm



重量 0.0460g 放入水中：

橡皮筋放入水中	滯留在本體下方打轉	持續在中間拉扯打轉約 13 秒	邊轉邊拉扯邊落下
被打出漩渦範圍後又從中間被捲入	在水中打轉滯留 3 秒後又被打出漩渦範圍	又從上方被吸入	打轉拉扯滯留 68 秒

(4) 橡皮筋的長度



3.5cm 重量 0.0995g 放入水中：

橡皮筋放入水中	滯留在本體下方打轉	在中間拉扯打轉約 10 秒	被旋轉石打出漩渦範圍後在水面漂浮

(5) 橡皮筋的長度 3cm



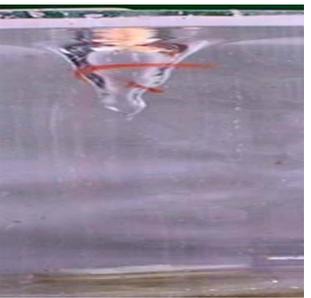
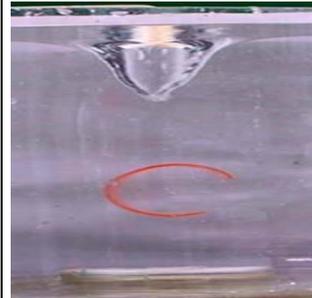
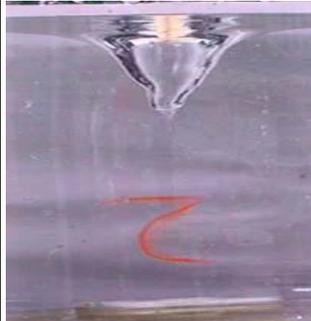
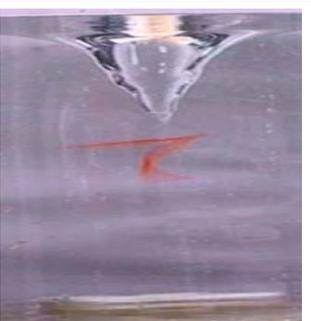
重量 0.2490g 放入水中：

橡皮筋放入水中	邊轉邊落下	在水中間打轉約 6 秒	在旋轉石上方打轉約 100 秒
			

(6) 橡皮筋的長度 6cm



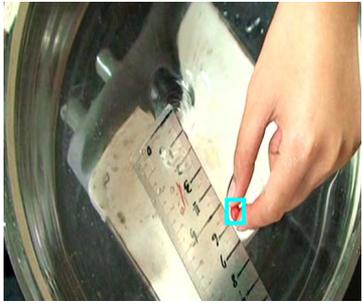
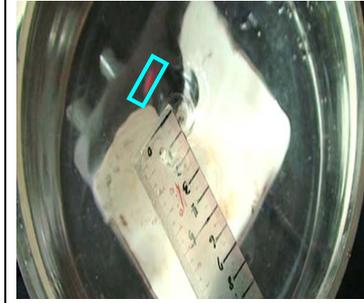
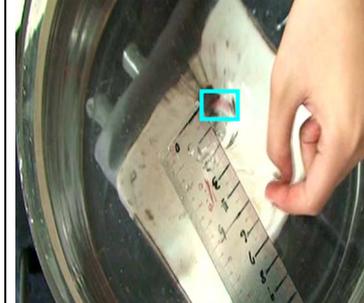
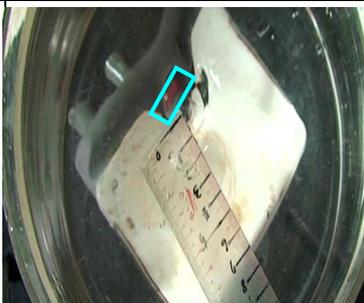
重量 0.1890g 放入水中：

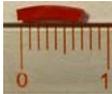
橡皮筋被捲入	一直停滯在漩渦本體打轉	以外力迫其脫離	停滯在水中打轉
			
持續打轉且形狀改變	邊轉邊往上升	又回到漩渦本體	停滯於本體打轉
			

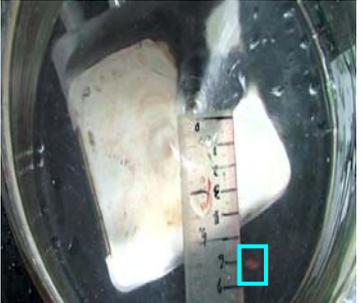
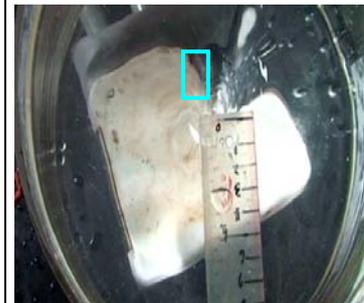
3. 探討不同長度、重量的物體被漩渦捲入的範圍

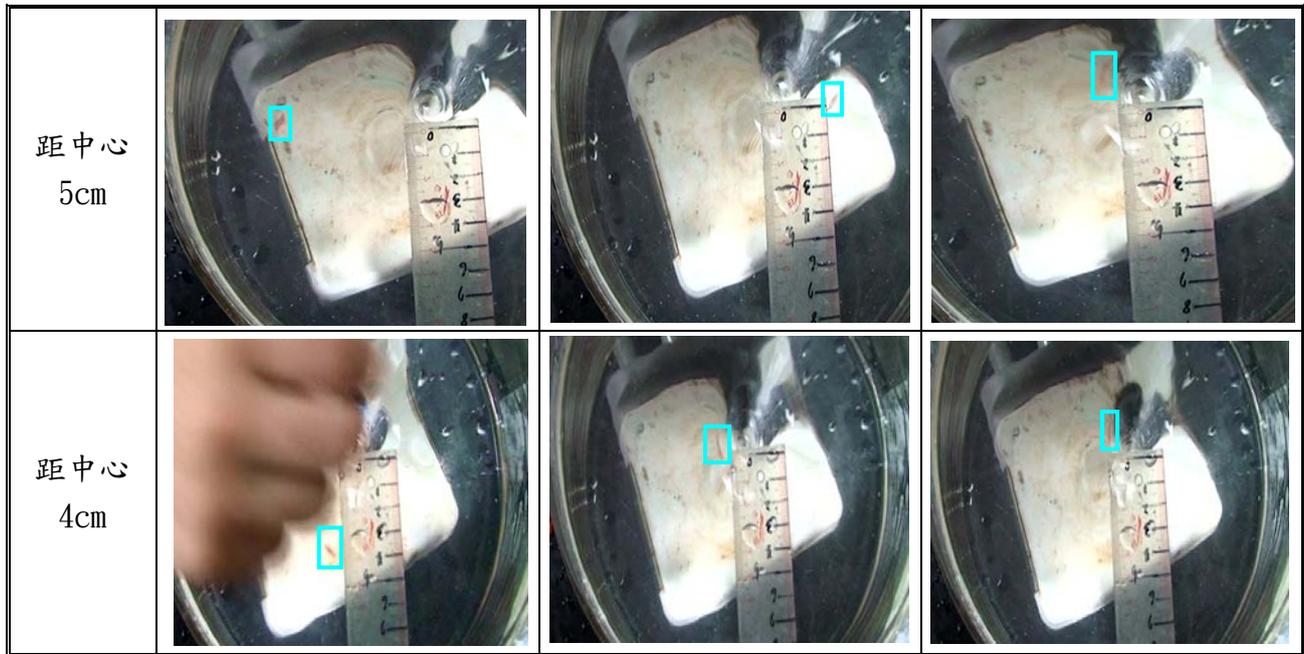
形成漩渦後，在距離漩渦中心 10、9、8、7、6、5、4cm 的地方，放下不同長度、重量的物體，觀察其被捲入的現象。

(1) 珠珠直徑 0.7cm、重量 0.25g

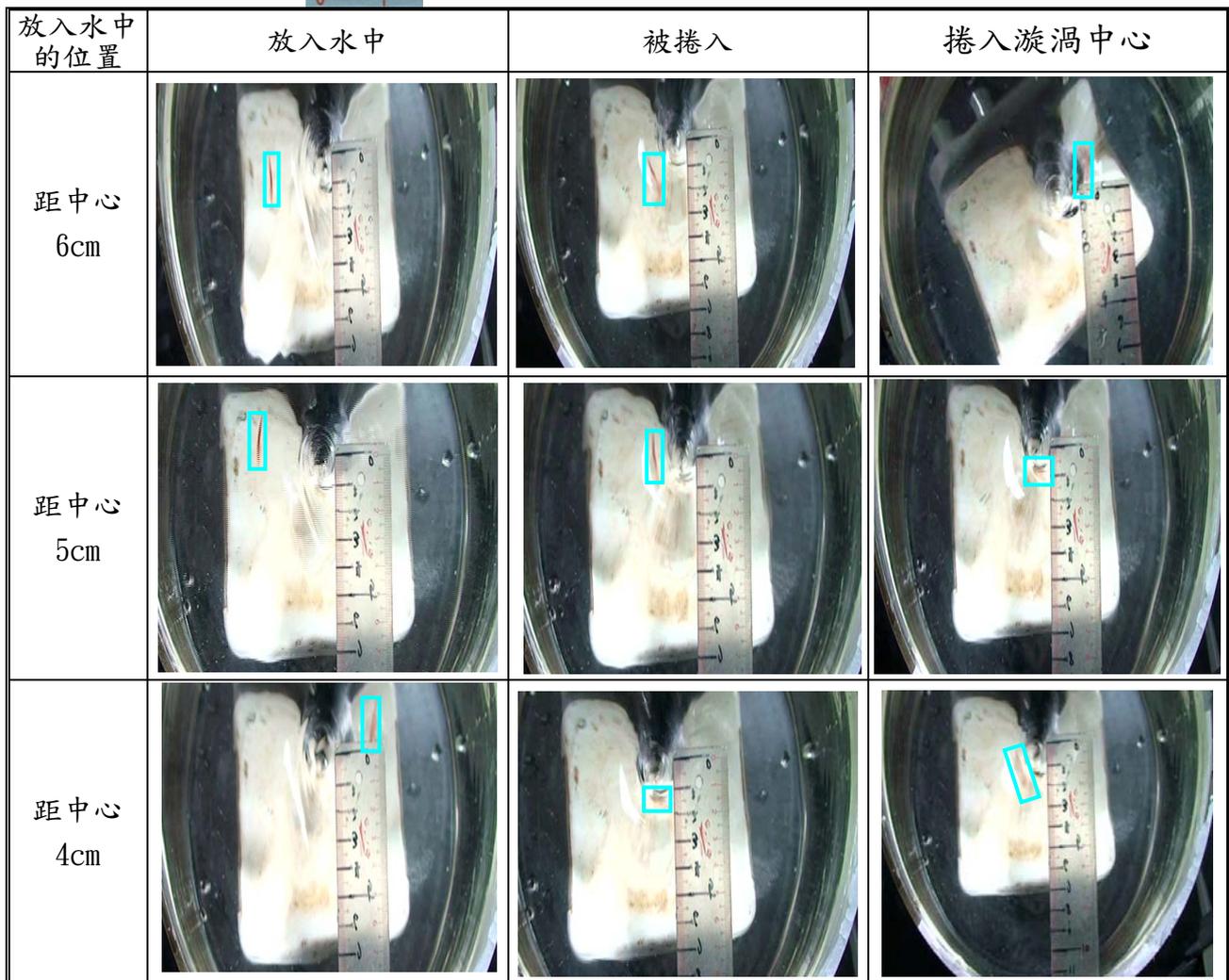
放入水中的位置	放入水中	被捲入	捲入漩渦中心
距中心 6cm			
距中心 5cm			
距中心 4cm			

(2) 橡皮筋的長度  0.7cm 重量 0.0144g 放入水中：

放入水中的位置	放入水中	被捲入	捲入漩渦中心
距中心 6cm			



(3) 橡皮筋的長度  1.4cm 重量 0.0336g 放入水中：



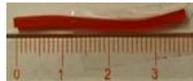
(4) 橡皮筋的長度 2cm



重量 0.0460g 放入水中：

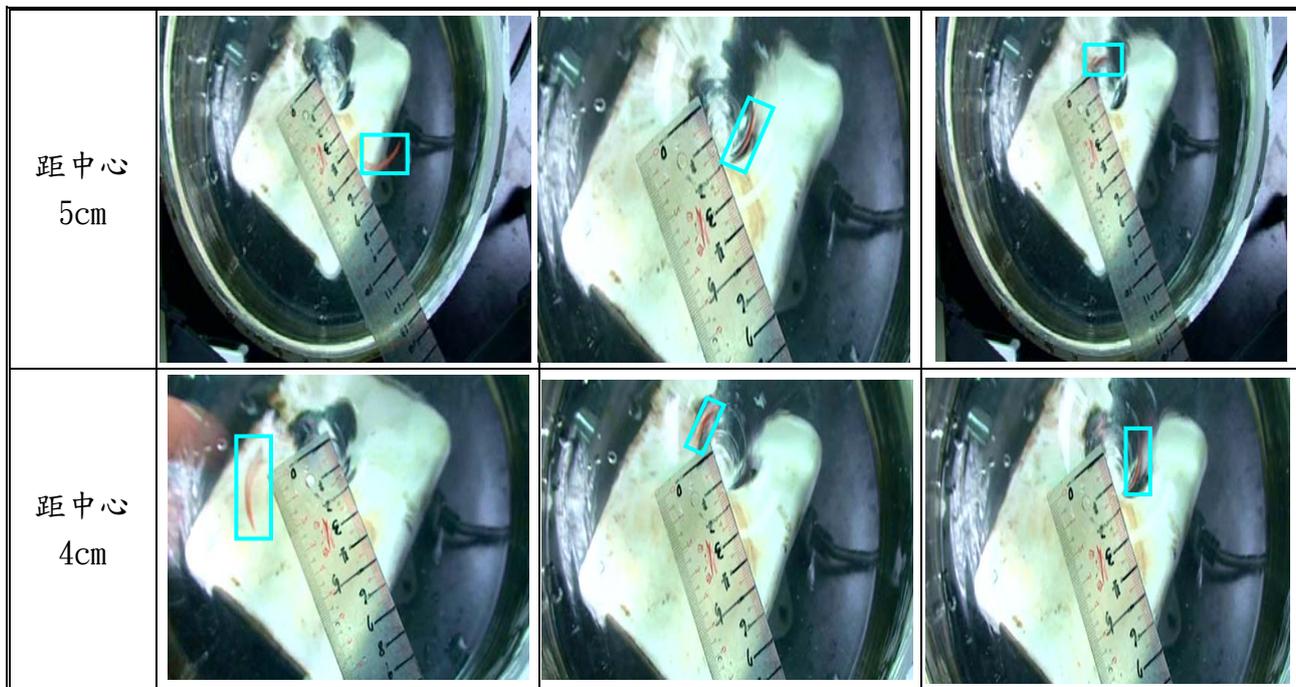
放入水中的位置	放入水中	被捲入	捲入漩渦中心
距中心 6cm			
距中心 5cm			
距中心 4cm			

(5) 橡皮筋的長度



3.5cm 重量 0.0995g 放入水中：

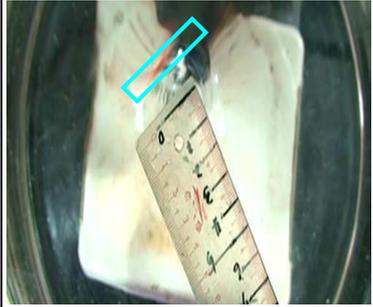
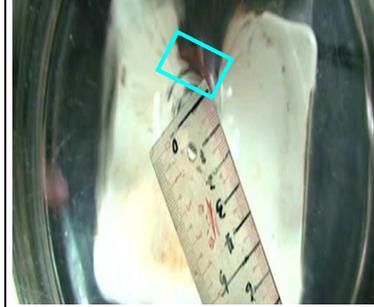
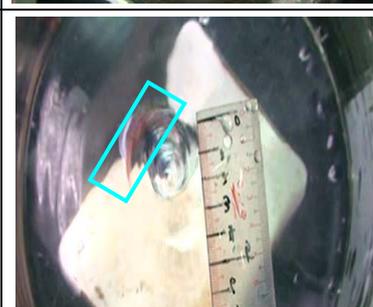
放入水中的位置	放入水中	被捲入	捲入漩渦中心
距中心 6cm			



(6)橡皮筋的長度 6cm



重量 0.1890g 放入水中：

放入水中 的位置	放入水中	被捲入	捲入漩渦中心
距中心 6cm			
距中心 5cm			
距中心 4cm			

由上面的實驗我們發現：**物體被漩渦捲入的有效半徑。**

若漩渦半徑為**4cm**表示：物體只要跑到距離漩渦中心**4cm**的位置以下就會被漩渦捲入。我們將不同物體的**漩渦半徑**表列如下：

放入的物體到 漩渦中心 不同重量 和長度的物體 的距離	10cm	9cm	8cm	7cm	6cm	5cm	4cm
珠珠直徑 0.7cm 重量 0.25g	4cm	4cm	4cm	4cm	4cm	4cm	4cm
橡皮筋長 0.7cm 重量 0.0144g	3cm	3cm	3cm	3cm	3cm	3cm	3cm
橡皮筋長 1.4cm 重量 0.0366g	4cm	4cm	4cm	4cm	4cm	4cm	4cm
橡皮筋長 2cm 重量 0.0460g	4cm	4cm	44cm	4cm	4cm	4cm	4cm
橡皮筋長 3.5cm 重量 0.0995g	5cm	5cm	5cm	5cm	5cm	5cm	4cm
橡皮筋長 6cm 重量 0.1890g	5cm	5cm	5cm	5cm	5cm	5cm	4cm

(二)研究結果:

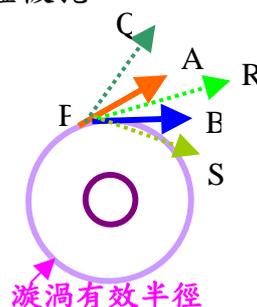
- 橡皮筋的長度愈**長**、重量越**重**，在水中**拉扯**的時間愈短。
- 長度相同但重量較重的橡皮筋，在水中停滯、打轉、拉扯的時間較短。
- 相同物體的漩渦有效半徑，不會因為放入物體的位置不同而有所差異。
- 將漩渦**有效半徑往外推 1 cm**，就是進入的物體容易被甩出的範圍。如：對於橡皮筋長 0.7cm 重量 0.0144g 物體的漩渦半徑為 3 cm，所以當物體被捲入 3cm 與 4 cm 之間時，較容**易被漩渦甩出**。

- 我們觀察物體被漩渦捲入或甩出時發現：物體在漩渦有效半徑邊緣，進入漩渦的角度應該是被捲入或甩出的關鍵。

如右圖：(1) 當物體 P 進入漩渦的角度**比角 BPA 大**時(如 PQ 方向)物體就會**被甩出**。

(2) 當物體 P 進入漩渦的角度在角 BPA 之間時(如 PR 方向)物體會順著漩渦水流的帶動力走一段距離。

(3) 當物體 P 進入漩渦的角度在 PB 方向下方(如 PS 方向)，物體就直接被漩渦捲入。



- 當橡皮筋長度越**長**、重量越**重**時，**漩渦有效半徑就越大**。

7. 同樣是直徑 0.7cm 的珠珠和橡皮筋，較輕的橡皮筋要進入 3cm 以內才會整個被捲入，較長 6cm 橡皮筋可能是長度較長的關係，我們發現當 1/3 長度，已進入漩渦中心，卻又被甩出。

陸、討論：

一. 當兩地的地形落差大時，所形成的漩渦深度會較深，中心的**渦漩位置會較易被拉扯到偏較深的地形位置**去，十分危險。

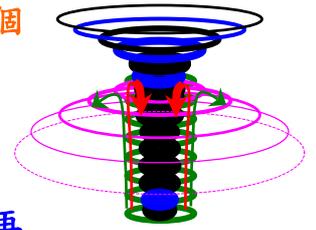
二. **旗津海域海況複雜**。因其海岸地形具有：沙灘海岸、礁岸、堤岸等三種類型。不僅水流複雜，且暗藏不可觀測的凶險，經常突如其來出現湍急水流、不規則波浪，水流相當強勁。因海面或海底水流運動形成的漩渦，雖然會因為地形的破壞而消失，但也可能會再度出現。您知道嗎？根據旗津區公所&衛生所防治溺水宣導的網頁中圖示及資料中得知：**旗津十多公里的海邊，大約只有 20 公尺左右的範圍屬於安全海域**（如旗津水域圖中，一小塊橘色虛線部份），許多的暗流和漩渦充斥在旗津附近海域。更可怕的是水下的致命峽谷；若在退潮時我們向海中走去，會發覺水都不深，**卻不知前方有凹陷的深溝**，隨時準備奪走我們寶貴的生命。

希望經由這次的實驗，讓更多了人了解漩渦、暗流的可怕。也更能清楚的知道----**海水是一直不停在運動的**，而且常常會有**突如其來的劇烈運動**。海邊嬉戲，千萬不能掉以輕心。



柒、結論：

一、漩渦是由兩種不同水流流向所形成的，一個是由上到下，一個是由下到上，人若掉入漩渦中，有可能被「鎖」在中間。在影片中可發現的色素水到達某一高度時會像彈簧一樣彈一下再往上，然後散開。



二、只要水受到擾動，都會有由下往上的垂直運動發生。我們發現在漩渦底部的水流逆流而上的速度不快，但是旋轉的速度很快。一個是上升到反漩渦會反彈的地方，水流會向外擴散，另一個水流則會被吸入漩渦的本體並快速下降。

三、快速旋轉時，旋轉的範圍之內會產生一個直筒狀的旋轉水流，被捲上去的種子也在這個範圍內旋轉，一直到旋轉力消失了才散開。



四、將染色洗髮精從下方以針筒打入，因洗髮精較黏稠，漩渦不易被打散，我們認為洗髮精剛好跑到上下水流交錯處，加上洗髮精原本的重量，使得漩渦變得就像是橡皮筋一樣。擾動停止洗髮精又漸漸流出出水孔。

五、我們用紅色和綠色的色素水分別從上下打入大容器，觀察漩渦和反漩渦的變化。我們發現，當漩渦的出現時，位置會因為地形高低的落差大小而偏向不同的方向，落差越大，偏的角度越大；落差越小，偏的角度越小，直到水位到兩邊的地形差不多高時，漩渦才會移回中間。



六、當兩邊地形距離水表面的距離越遠時，地形高低差越大，漩渦出現的時間

越慢。相反的，高低差越小，時間就越快。

七、在珠珠中間放綠色色素，當海底下有擾動時，藉由色素的觀察，發現海面上的珠珠依然會受到牽引。

八、我們發現物體在海水中被牽引，**體重越輕身長越短的物體，被捲入**

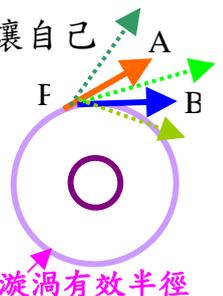


的漩渦半徑較小，但被捲入後在水中滯留打轉的時間較久，被漩渦和反漩渦拉扯的距離也較大。物體的長度越長、重量越重時，被捲入的漩渦半徑也越大，但在水中滯留打轉的時間較短，被漩渦和反漩渦拉扯的距離也較小。

九、我們利用長 6cm 的橡皮筋可以明顯看出**反漩渦推動物體向上**的情形。



十、如果有人不小心被漩渦捲入時，可以利用安全角度（大於角 BPA ）讓自己被甩出，離開危險範圍。



捌、展望：

一、實驗裝置再擴大，模擬真實地型，應該會有更有趣的發現。

二、期待能發現新的科學技術，探測出水流擾動的**形成漩渦的力量**，找到漩渦形成的位置，避開危險。

玖、參考資料：

1. 高中基礎地球科學全一冊。十四版。國立編譯館。77 頁。79 頁。民國八十四年。
2. 高中基礎地球科學上冊。大同資訊企業股份有限公司。第三章。民國九十年。
3. 高中基礎地球科學教師手冊上冊。大同資訊企業股份有限公司。第三章。民國九十年。
4. 國中社會一上。初版。康軒文教事業。第一單元第二、三課。民國九十六年。
5. 網路照片：http://travel20.blogspot.com/2007/10/blog-post_18.html
<http://www.tokushima-kankou.or.jp/foreign/ch1/whirlpools/index.html>
6. 旗津區公所&衛生所 防治溺水宣導的網頁：<http://w4.kcg.gov.tw/~seacj/cijin03.html>
7. 平震傑、左伊心、黃家偉、蔡宗育。96 年。水中殺手--漩渦。中華民國第四十七屆科展。

【評語】 031726

優點：

本研究能就周遭發生的事件加以延伸，去探討水中漩渦與反漩渦之現象，相當難得；同時實驗的設計與結果討論皆有良好的呈現。

缺點：

實驗室內觀察的現象沒有跟自然界的現象做緊密的結合與比較。

建議改進事項：

建議加強收集實際海洋不管是觀測或模擬相關論文，加以比較討論。科學表達的方式應精準（例如 0:4），建議改進上述缺點。