中華民國第四十五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

031730

把玩颱風漩！旋！炫！－藤原效應探討

臺北市立明湖國民中學

作者姓名：
國一 張登翔 國一 蔡綸 國一 施尚辰

指導老師：
湯皓雲 藍雅齡

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

作品說明書

科別：地球科學

組別：

作品名稱：把玩颱風，漩！旋！炫！ ─ 藤原效應探討

關鍵詞：颱風、藤原效應、漩渦

編號：

目錄

章節	頁次
壹、摘要…….	2
貳、研究動機…….	2
參、研究目的…….	2
肆、研究設備及器材…….	2
伍、研究過程或方法…….	5
陸、研究結果…….	8
柒、討論…….	10
捌、結論……	12
玖、參考資料及其他……	13
附件一 研究步驟……..	15
附件二 裝置製作過程……..	16

壹、摘要

用自行設計安裝的水流裝置製造短暫的漩渦，模擬颱風的形成。以目視觀察，並運用數位相機及攝影機拍攝記錄實驗過程，於照片及錄影資料中，篩選出較典型運動模式，及剪輯實驗過程影片，討論與分析颱風形成後的動向和雙颱間的相互影響。我們發現，我們設計的裝置確實可以產生類似颱風氣流的水波，以及兩個颱風（漩渦）在一定距離範圍內時，彼此相互影響所產生的現象，包括：

一、較強的漩渦會令比它弱的漩渦繞著它旋轉。

二、比較強勁的漩渦會把小的漩渦吸收。

三、如果兩者強度差不多，兩者便會互相圍繞一個共同中心旋轉。

四、有時兩個漩渦會互相排斥。

五、有時兩個漩渦會一個跟著另一個而行。

因此與所蒐集的颱風（藤原效應）理論相吻合。

貳、研究動機

臺灣常受颱風肆虐，去年（2004）8 月 24 日前後的艾莉颱風與另一個颱風發生的藤原效應令我們印象深刻。因此我們希望能研究颱風的藤原效應，進一步了解兩個颱風形成後會有什麼情況發生。

我們在圖書管裡發現了南一書局出版的九年一貫教材，八年級第四冊「自然與生活科技」課本第六章「台灣常見的天氣」一篇中，有提到寒流、梅雨和颱風的內容，其中雖然說明了颱風形成的原因、主要條件、颱風風向以及常侵襲台灣的颱風路線，但並未提到若在近距離內同時有二個颱風形成或接近時，引發的藤原效應是什麼；因此我們又從網路上蒐集了相關的氣象衛星雲圖及藤原效應之說明，以做爲我們研究的參考資料。

我們清楚知道颱風是一種大氣活動的現象，不能製造與操控，也無法在實驗室裡觀察。因此我們決定嘗試去設計一套方式，讓我們能夠親眼觀察到動態的藤原效應，並能反覆的操作。

參、研究目的

製作出能夠模擬颱風的裝置，並了解雙颱間的相互影響。（詳附件一研究步驟）

肆、研究設備及器材

一、裝置設計構想：從浴缸排水產生漩渦，獲得啓發，決定設計一套吸水裝置代替浴缸排水口，產生漩渦。

（一）以水產生的漩渦代替氣流觀察颱風動態。

理由：1.無法以肉眼觀察空氣的流動。

2.真實的颱風範圍廣闊，只能透過衛星或其他氣象設備觀察，無法在普通場地研究。

3.水的流動類似空氣，肉眼得以觀察。

4.水的流動較慢，適合觀察。

（二）以抽水機來產生漩渦。

理由：1.以攪拌器製造漩渦雖也可行，但攪拌器之馬達不宜置於水中。

2.如以手動，則有力量不均之疑慮。

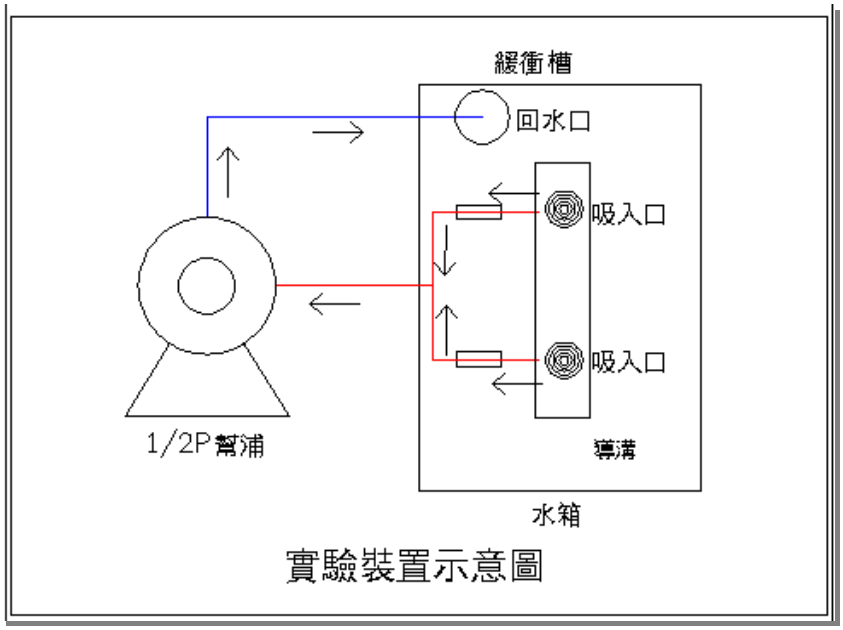
二、器材：

（一）設備：1/2P 馬達（含幫浦）、3/4”PVC 水管、PVC 管另件、閘刀式開關、木板、電線、水箱、3/4”軟管、塑膠花盆（緩衝槽）、瓷磚（水流導板）、磚塊、木板（製作導溝）、鐵絲、水、小樹葉。

（二）工具：弓形鋸、折鋸、板手、尖嘴鉗、捲尺、電鑽、接著劑、膠布、數位相機、電腦。

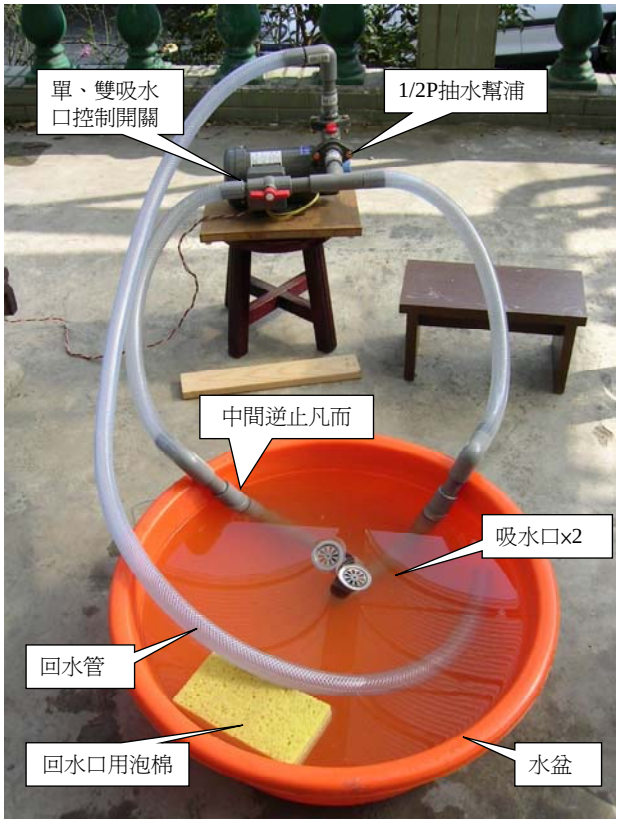
三、裝置設計製造：

（一）裝置管線示意圖如下圖與詳附件二照片

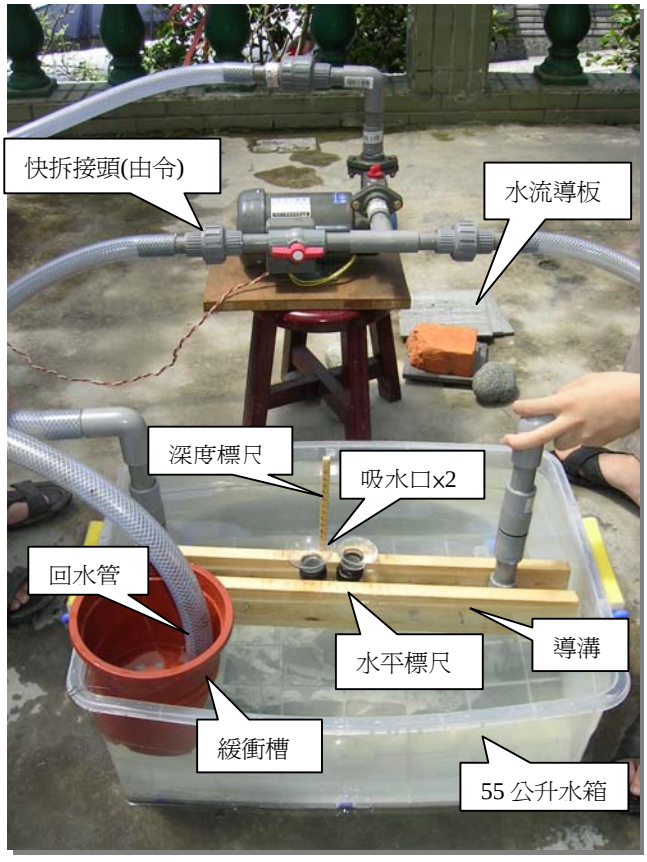


（二）可細分爲二階段

1.改進前的實驗裝置



（二）改進後的實驗裝置（改進部分）



伍、研究過程或方法

一、研究方法：

（一）以自行設計製作的抽水裝置，於水盆中製造漩渦，模擬颱風氣旋，目視觀察漩渦的形成與變化，並製造二個漩渦，觀察二個漩渦於接近時會產生何種變化？

（二）運用拍攝器材加以記錄漩渦的形成與互動，並作爲分析使用。

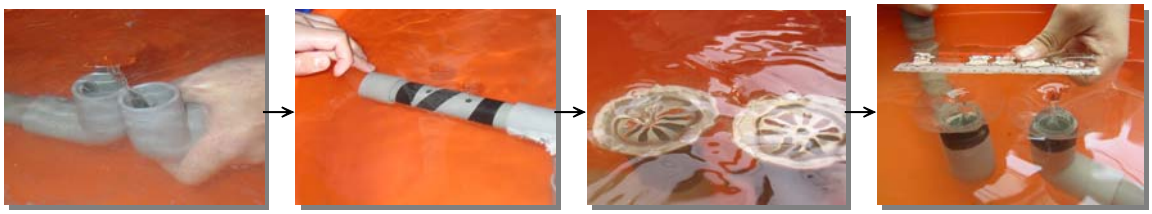
二、二階段實驗

（一）實驗初期，原始設計之裝置，初步能做出構思的雙颱效果，但吸水口之形式、兩吸水口間之距離與深度及回水產生的水流衝擊對實驗之觀察有許多困難，經過一再的改良，終於能夠克服前述問題。

（二）改良部分

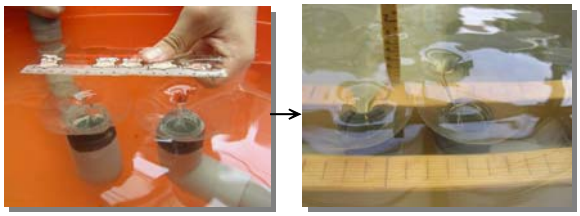
（1）吸水口型式的改良：

未加裝任何形式吸水口→水管鑽孔→以礦泉水瓶瓶口切成喇叭口並加裝蓮花蓋→除去蓮花蓋



（2）吸水口控制方式的改良：

由兩個人各執一各吸水口分別控制→置於導溝中固定二吸水口水深並以滑動方式控制吸水口間距，並於導溝上設計深度與水平標尺便於觀測。

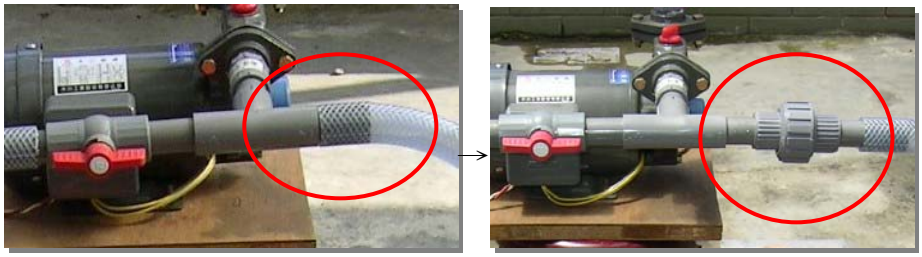


（3）回水口控制方式的改良：

利用海綿吸收回水口之衝擊力，並以塑膠板阻擋與引導強力水流→以鑽孔水管分散單一回水口之出水量再加海綿吸收衝擊力→以花盆充當緩衝槽並利用花盆底孔隙將水緩速排出，並以瓷磚當水流導板控制水流方向。

（4）水管與幫浦間接合方式的改良：

直接將水管套接在幫浦吸水口與回水口→增加快拆接頭(由令)方便拆裝



三、實驗過程

（一）吸水口及回水口接管。

（二）吸水口置於導溝中，以插銷固定。（註一）

（三）以鐵絲將緩衝槽固定於水槽一角，並將回水口固定於緩衝槽內。（註一）

（四）接上電源線與開關。

（五）將水注入水盆裡。

（六）將吸水管灌滿水，以利抽水。

（七）接上電源啓動馬達。

（八）控制吸水口使其產生漩渦。

（九）以隔水板及海綿控制回水口的出水方向與流速。（註二）

（十）以花盆（緩衝槽）、瓷磚（水流導板）減緩回水水流衝擊速度及控制方向。（註一）

（十一）將兩個吸水口靠近以產生雙颱效應觀察漩渦的變化與兩漩渦間互動的關係。

（十二）利用小樹葉漂浮水上觀察水流方向。（註一）

（十三）使用數位相機及攝影機記錄下短暫漩渦的動態。

（十四）篩選照片或影片，挑出合適清晰的部分，再以電腦美工處理，強化水波紋路加以觀察。

（十五）實驗過程攝影剪輯。（以超連結連結記錄影片）

（註一）：改進後的實驗才有此步驟

（註二）：未改變前才有的實驗步驟

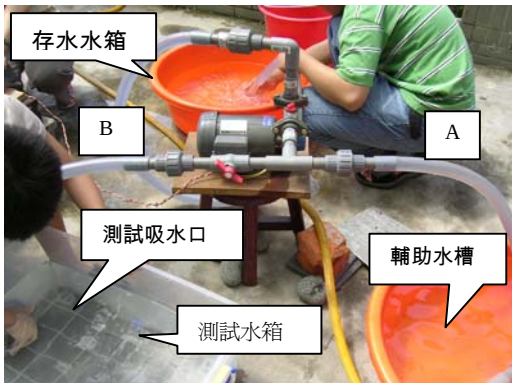
四、檢測吸水流量：採用容器測定法檢測吸水口之流量（市面上無適當規格之流量計）

公式：Q＝V ÷ t × 60

Q：單位時間流水量（公升/分）

V：水量（公升）

t：時間（秒）



檢測吸水流量測定影片（單擊鍵可以超連結連結影片）

（一）水箱標示容量爲 55 公升，將水裝滿，關閉一吸水口，僅使用一個吸水口抽水，計時抽光，約一分鐘抽完，與幫浦標示的最大抽水量 54lpm(公升/分)吻合。

（二）將水量控制閥全開，測試水箱裝 30 公升水，測試之吸水口放置其中，另一吸水口則放置在另一輔助水槽中，在測試過程中維持吸水狀態不中斷。經過測試結果，平均流量爲 28.39(lpm)，約爲單一吸水口流量之一半。

（三）將水量控制閥半開，測試水箱一樣裝 30 公升水，重複步驟二方式先測試裝有水量控制閥一端吸水口流量，再測試另一端，結果如下表：（單位：秒）

	水量控制閥狀態		抽水量 (公升)	量測時間			估算平均流量 (公升/分)
				第一次	第二次	第三次	
單一吸水口	全關		55	56	62	59	55.9
二個吸水口	全開		30	63	62	66	28.3
	半開	A	30	48	46	52	37.0
		B	30	103	98	96	18.2

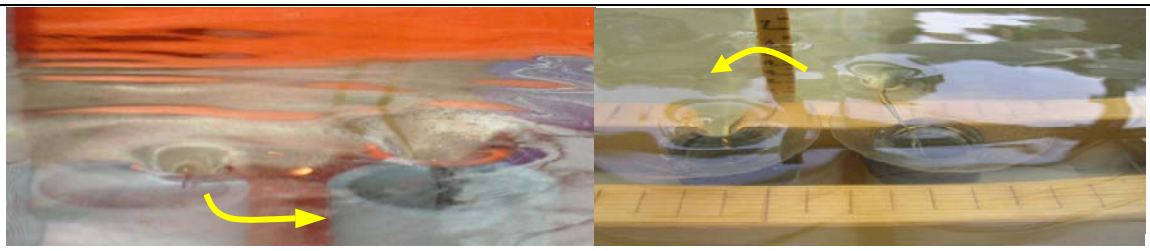
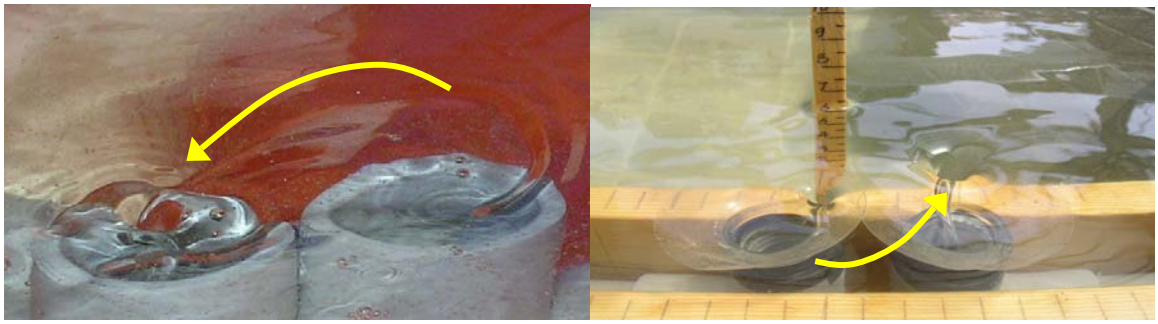
（四）由上表結果可以利用流量控制閥控制兩個吸水口的流量比：

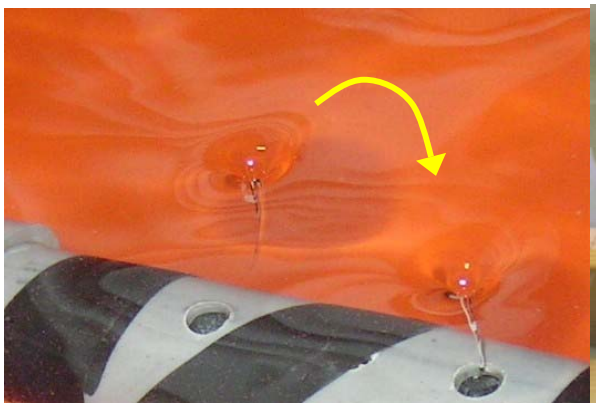
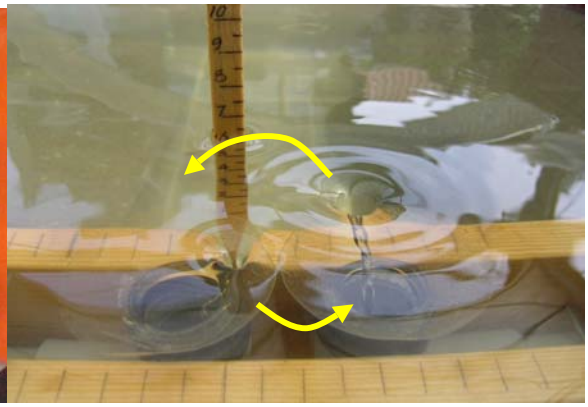
1. 流量控制閥全開（呈水平），兩吸水口抽水能力爲 1：1。

2. 流量控制閥半開（呈 45 度），兩吸水口抽水能力爲 1：2。

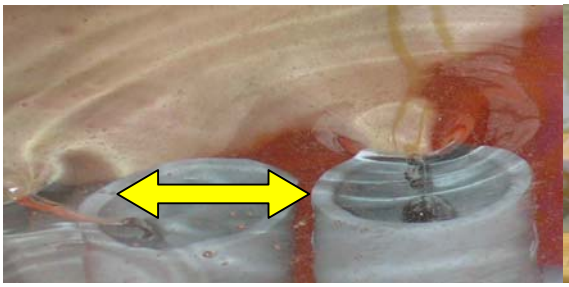
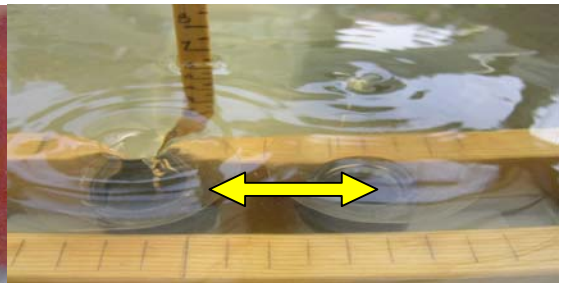
陸、研究結果

裝置改進前，因較難控制回水之衝擊力使水面不穩定，及吸水口之相對位置，所以形成的漩渦不易持久，僅能用數位相機隨機拍攝。裝置改良後，水面穩定，吸水口位置容易控制，漩渦可以持續形成並持久，運用數位相機攝影功能，拍攝精華片段與藤原效應整理對照如下：

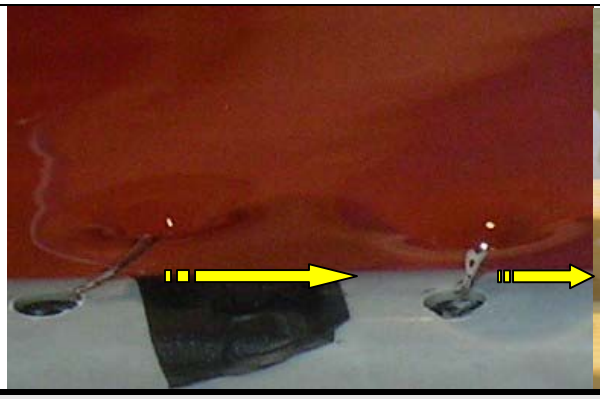
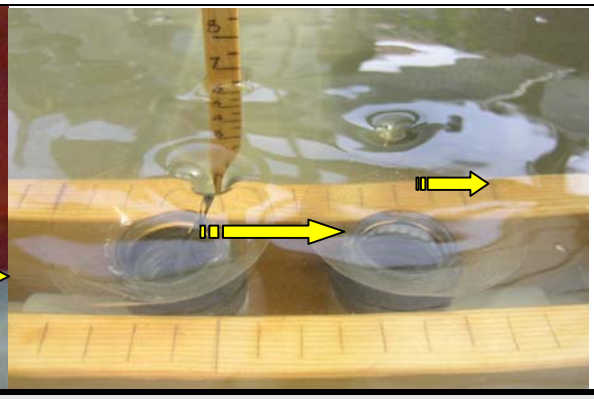
<table>
<tr><td colspan="3">藤原效應的觀察</td></tr>
<tr><td></td><td>裝置改良前</td><td>裝置改良後
（滑鼠移至照片上單擊鍵可超連結影片）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">一</td><td colspan="2">參考資料：比較強勁的那股熱帶氣旋會影響那股比它弱的熱帶氣旋的移動方向，這時比較強的那股熱帶氣旋會令那股比它弱的熱帶氣旋繞著它的環流反時針旋轉（因爲北半球的熱帶氣旋是反時針方向旋轉的。）
我們的發現：比較強勁的漩渦會影響那股比較弱漩渦的動方向。與參考資料符合。</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">二</td><td colspan="2">參考資料：如果條件適合的話，比較強勁的那股熱帶氣旋還會把小的熱帶氣旋吸收（但要距離夠接近，及那股弱的熱帶氣旋不受其他天氣系統影響其移動才行）
我們的發現：比較強勁的漩渦把小的漩渦吸收。與參考資料符合。</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>三</td><td colspan="2">參考資料：如果兩者強度差不多，那麼，兩者便會互相圍繞一個共同中心旋轉，直至兩者受到其他天氣系統影響其移動，或其中一方減弱爲止，才會脫離互相影響的局面。
我們的發現：兩者強度差不多，互相圍繞一個共同中心旋轉。與參考資料符合。</td></tr>
</table>

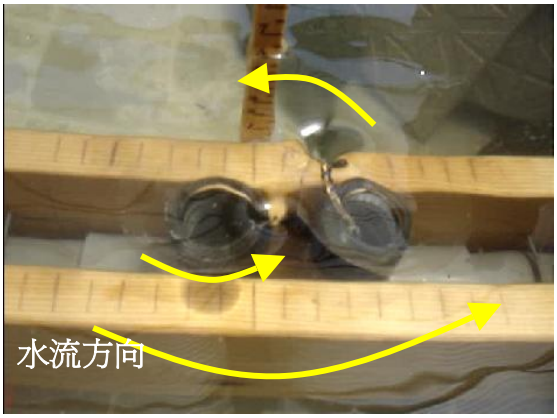
四 參考資料：有時兩個漩渦會互相排斥。
我們的發現：一個漩渦將另一個漩渦推開。與參考資料符合。

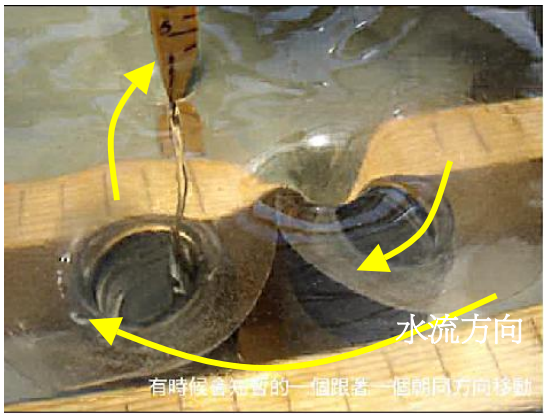



五 參考資料：有時兩個漩渦會一個跟著另一個而行。
我們的發現：一個漩渦跟著另一個漩渦移動。與參考資料符合。

六 我們的發現：水槽內出水口的水流方向爲順（逆）時針時，氣旋相互影響時也會以順（逆）時針方向互旋。（由下方二張照片可連結影片）此情形藤原效應並無提及。





柒、討論

一、自行設計的裝置所代表的意義：

編號	代表（颱風）意義	裝置	效應
一	颱風強度	馬達與幫浦的抽水能力	馬力越強，可形成的漩渦愈大。
二	暴風半徑	吸水口加裝喇叭口	口徑越大或可以形成較大半徑之漩渦。
三	雙颱間距離	二吸水口之間距，以導溝控制相對位置	二吸水口越靠近，越容易相互影響。
四	颱風的形成	控制吸水口與水面的距離	吸水口越接近水面，越容易產生漩渦，但如吸入太多的空氣，漩渦無法持久而消失。
五	颱風環流方向	回水口放置水流導板導引回水的方向	漩渦的動向受環流的影響。
六	颱風環流強度	回水口設緩衝槽，減緩回水口衝擊力，由底部孔隙排入水槽中	回水水流平靜時易於觀察漩渦形成的變化，如水流太強形成水面擾動，會使實驗進行不易。

二、漩渦的產生，吸水口與距離水面的位置深淺及外圍水流方向強弱有關，實驗中所觀察到的現象有：

（一）當漩渦變強（漩渦變大、變深）時，會因吸入過多空氣而導致幫浦暫時吸力不足，因此無法製造太大的漩渦，也無法持久，因此我們需要使用攝影或是照相的方式記錄漩渦的變化，藉以研究颱風的氣流變化。

（二）當漩渦互旋導致偏離吸水口所能控制的範圍時，漩渦會因失去動力而消失。此與實際颱風的運動有較大的差異。

（三）吸水口需要吸到一點空氣才會在水面上形成類似颱風的漩渦。

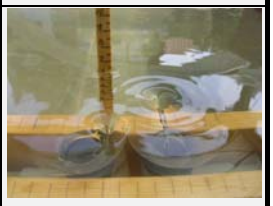
（四）雖然在北半球作此實驗通常產生之漩渦爲逆時針方向旋轉，但如受外力影響時，也有產生順時針旋轉的漩渦的可能性。

（五）回水口的位置與出水水流方向與速度的控制，對漩渦的產生與運動會有關聯。實驗發現，逆時針旋轉的水流對漩渦的形成比較有幫助。

（六）雙漩渦規模接近時，處於上游處之漩渦，受外圍水流推動的影響，較易被下游處之漩渦吸收。

（七）我們有進行過抽水強度 1 比 2 的實驗（也就是將出水量控制閥開一半），但是吸力較小的那個吸水口需要在較靠近水面之處才能形成漩渦，而形成之漩渦與之前的漩渦並無多大差異，因此我們決定不做此實驗。

三、設計四種型式之吸水口，操作結果如下表：

不同型式吸水口操作情況比較與分析					
編號		一	二	三	四
型式		**不加裝任何物品**	水管鑽孔	寶特瓶口＋蓮花蓋	 喇叭狀
操作情況比較	漩渦產生	不易	佳	中等	最佳
	持久性	不易	中等	佳	最佳
	漩渦規模	中等	最小	大	最大
	操作難易度	難	易	中等	最易
	漩渦間互動	明顯	不明顯	第三	最明顯
	觀察難易度	較難	普通	佳	最佳
	影像處理	中等	易	難	最易
建議採用型式順序		4	3	2	1
操作情況分析		2. 裝置較簡單。 3. 吸水口口徑大無遮蔽，吸力分散，較難製造漩渦。 4. 漩渦控制不易，無法持久。 5. 漩渦移動範圍較大，控制範圍也較大，但也導致雙漩渦同時產生不易。	3. 二吸水口距離固定，易操作。 4. 吸水口口徑略小雖然能製造出較強勁的吸力，但規模太小，當相互間產生互動時，後勁不足，易脫離控制而消失。	1. 吸水口擴大，且形成蓮花狀，適度將吸力平均分布，比較穩定，故易製造出漩渦。 2. 產生的漩渦規模大，可以觀察到較完整的互動狀態。 3. 蓮花狀吸水口銀白色，在影像處理時與水面紋路不易區分。	1. 除去蓮花蓋板後之喇叭狀吸水口，吸力未後阻礙減損，於改良後穩定水槽中直接產生漩渦能力反而較強。

捌、結論

一、本次實驗經過多次操作練習及修改吸水口的型式後，製造漩渦的形成越來越容易而且規模（半徑）越大越持久、較易觀察到雙颱間不同模式的互動變化，再經由攝影記錄及處理後之照片，發現我們設計的裝置確實可以產生類似颱風氣流的漩渦。

二、兩個漩渦在一定距離範圍內時，彼此的確會相互的影響，影響的模式與所蒐集的颱風之藤原效應相吻合。

（一）較強的漩渦會令比它弱的漩渦繞著它旋轉。

（二）比較強勁的漩渦會把小的漩渦吸收。

（三）如果兩個漩渦強度差不多，兩者便會互相圍繞一個共同中心旋轉。

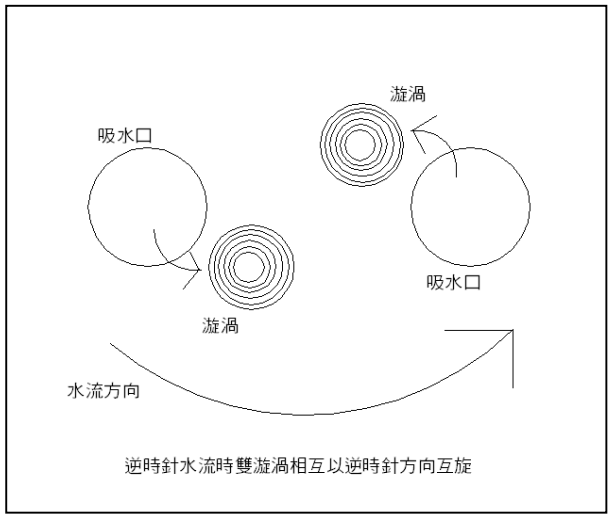
（四）有時兩個漩渦會互相排斥。

（五）有時兩個漩渦會一個跟一個而行。

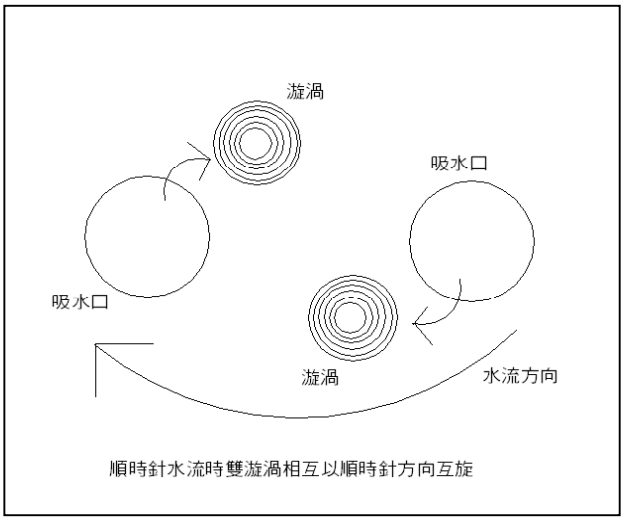
三、回水口的流動方向與速度，對兩個漩渦的互動會有影響，類似颱風外圍環流對颱風的影響。

(一)水流方向爲逆時針時，漩渦相互影響時也會以逆時針方向互旋。

（二）水流方向爲順時針時，漩渦相互影響時也會以順時針方向互旋。



逆時針水流時雙漩渦相互以逆時針方向互旋



順時針水流時雙漩渦相互以順時針方向互旋

四、兩漩渦相對距離較遠時，受周圍水流狀態（如颱風之外圍環流）影響大，相對距離小時，相互影響力大。

五、四種型式之吸水口，在第一階段實驗時（水流不穩定情況下），以「蓮花狀吸水口」產生之漩渦持久性較佳、規模最大。但因「蓮花狀吸水口」的表面爲金屬銀白色，使得影像最不易處理，如果能將蓮花狀吸水口漆成與水盆同一顏色或黑色，將比較容易處理。當第二階段裝置經過改良後（水流穩定情況下），則以「喇叭狀吸水口」產生之漩渦持久性較佳、規模最大。

六、透過這次實驗，我們還從微觀的角度，欣賞到漩渦之美，是實驗外的收穫。

玖、參考資料及其他

本實驗之後續研究之課題：

一、本實驗裝置經過多次實驗累積經驗，逐步改進，已能穩定運用同一幫浦在一個容器中抽水及回水，以得到一穩定動態的流水狀態。後續的研究，可再進一步運用不同規格之幫浦，以探討：1.同一容器中兩個較強漩渦所產生之相互影響。2.同一容器中兩個不同強度之漩渦所產生之相互影響。

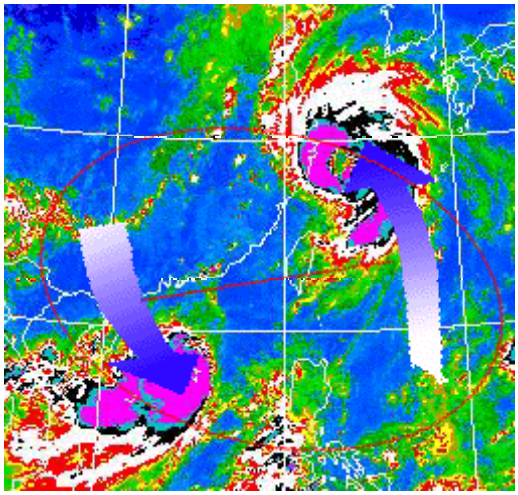
二、嘗試尋求能更精確地控制漩渦周邊水流方向與速度的裝置，以更精確探討周邊水流方向與速度對兩個漩渦互動的影響。

三、結合流體力學相關理論，建立漩渦互動之模型。

藤原效應摘要：

一、兩個颱風靠近時，它們將繞著相連的軸線成環狀相互作反時鐘方向旋轉，旋轉中心的位置，由兩個颱風的相對質量及颱風環流之強度來決定。旋轉時通常較小的一個走得快些，較大的一個走得慢些，有時亦可能合而爲一，日本氣象學家藤原先生最早研究此種雙颱風旋轉現象，故稱此現象爲藤原效應。

雙颱風產生反時鐘方向相互旋轉之藤原效應雲系圖



籐原效應互旋的例子
2000 年的瑪莉亞和派比安颱風

二、藤原效應(Fujiwhara effects)是指當兩股熱帶氣旋互相靠近時對它們兩者本身移動之相互影響，而出現這影響的原因是因爲它們是兩個旋渦，而他們所出現的輻合氣流直接成爲對方的引導氣流。

三、一般來說，當兩股熱帶氣旋之相互距離在 1000 至 1200 公里、或經度 10 度以內時，藤原效應便會發生（但實際上還要視乎兩股熱帶氣旋的大小及質量而定），但在個別情況下亦可不發生。（香港熱帶氣旋追擊站）

參考資料：

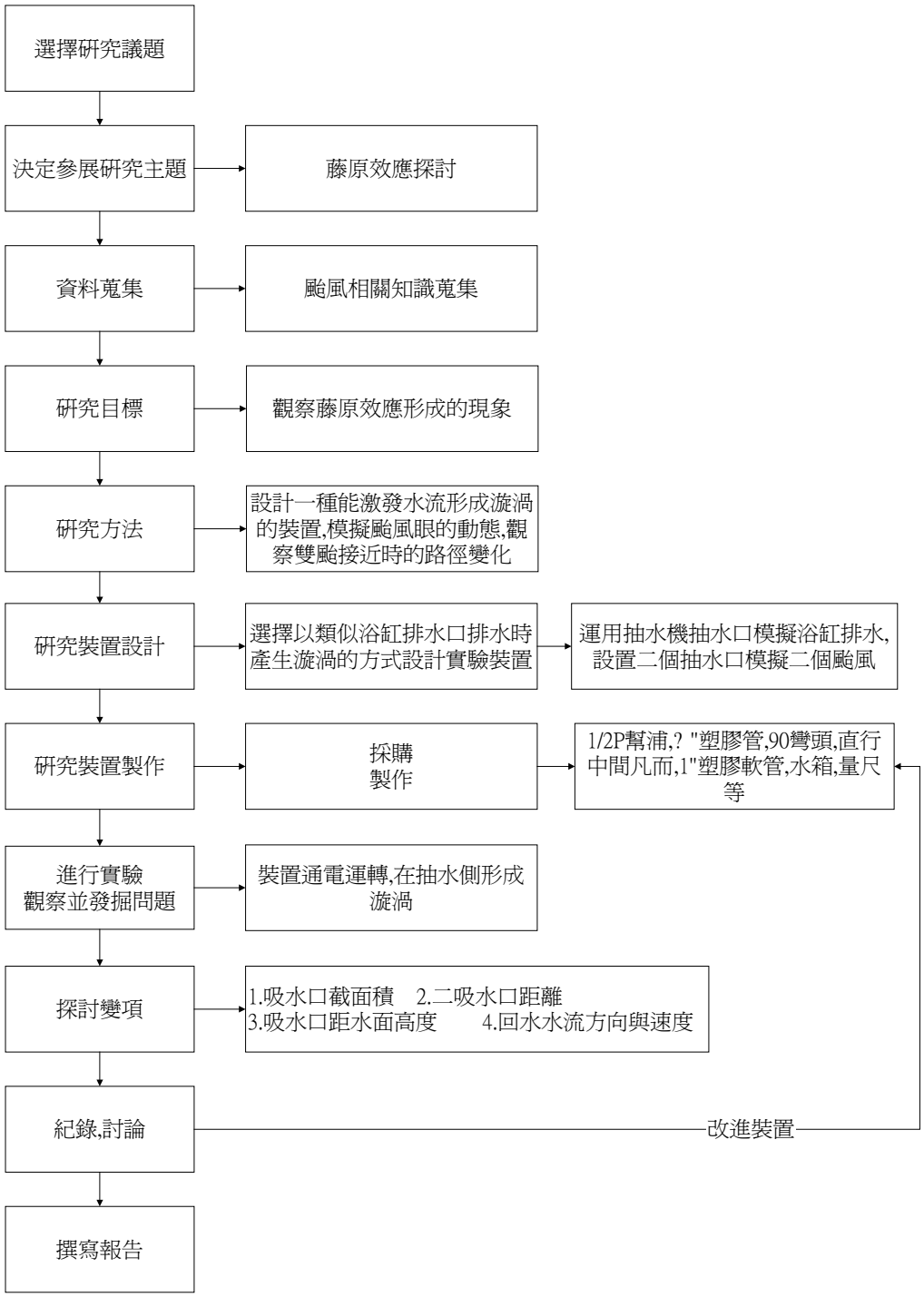
一、南一書局出版九年一貫教材。八年級第四冊自然與生活科技課本第六章

二、颱風百問（民 94）。中央氣象局氣象科技研究中心，年 1 月 20 日取自：
http://e-service.cwb.gov.tw/docs/V3.0/knowledge/typhone/typhone_all.htm

三、香港熱帶氣旋追擊站。民 94 年 1 月 20 日取自 http://hkcoc.ecdisk.com/cycdict/key=tan.htm

附件一

研究步驟


選擇研究議題
決定參展研究主題
藤原效應探討
資料蒐集
颱風相關知識蒐集
研究目標
觀察藤原效應形成的現象
研究方法
設計一種能激發水流形成漩渦的裝置,模擬颱風眼的動態,觀察雙颱接近時的路徑變化
研究裝置設計
選擇以類似浴缸排水口排水時產生漩渦的方式設計實驗裝置
運用抽水機抽水口模擬浴缸排水,設置二個抽水口模擬二個颱風
研究裝置製作
採購
製作
1/2P幫浦,? "塑膠管,90彎頭,直行中間凡而,1"塑膠軟管,水箱,量尺等
進行實驗
觀察並發掘問題
裝置通電運轉,在抽水側形成漩渦
探討變項
1.吸水口截面積 2.二吸水口距離
3.吸水口距水面高度 4.回水水流方向與速度
紀錄,討論
改進裝置
撰寫報告

附件二 裝置製作過程

步驟	動作	照片
一	採購設備： 1/2P 馬達（含幫浦）、3/4”PVC 水管、PVC 管另件、閘刀式開關、木板、電線、水箱、軟管、海綿、隔水板、水。	
二	備齊工具： 弓形鋸、板手、尖嘴鉗、捲尺、電鑽、接著劑、膠布、照相機、攝影機。	
三	剪裁水管，準備製作管路	
四	水管與彎頭用 PVC 管專用膠水塗布	

五	結合水管與彎頭	
六	完成各式管路	
七	安裝各部 PVC 與軟管	
八	製作吸水口	

九	製作吸水口導溝與安裝回水口緩衝槽	
九	完成實驗裝置	
十	運用浴缸排水產生漩渦原理，啓發作爲本次實驗方法	

十	試行運轉，開始做實驗	

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

評　　語

國中組 生物及地球科學科

031730

把玩颱風漩！旋！炫！－藤原效應探討

臺北市立明湖國民中學

評語：

本研究以自行設計安裝的水流裝置，製造短暫的漩渦，模擬颱風的形成，並驗証兩個颱風在一定距離範圍內時相互影響之藤原效應，具科學求真之精神，值得鼓勵。