

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 地球科學科

第二名

040507

曖昧不明的三角關係—由三颱探討藤原效應

學校名稱：國立花蓮女子高級中學

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| 作者： 高二 楊雅淳 高二 藍育瑄 高二 李奕瑋 | 指導老師： 程 膺 |
|-----------------------------------|--------------|

關鍵詞：藤原效應

摘要：日本Fujiwhara (1921, 1923) 通過實驗和觀測，發現兩個距離很近的氣旋性渦旋會受到對方的影響，互相沿著兩者中心所形成的軸線心，呈逆時針方向互相旋轉移動，而兩個渦旋會有彼此接近及合併的趨勢，因此命名為藤原效應。藤原效應時常應用在解釋大氣中的雙颱風現象以及預測其走向，在2010西太平洋海域在相近時間產生了三個颱風：南修、萊羅克以及康柏斯，三颱風詭異的路徑及消長使氣象局在預測上出現了很多誤差。而本文應用氣壓圖、路徑圖推測藤原效應影響的時間，並運用其數據去分析藤原效應在三颱風間的影響、互動。

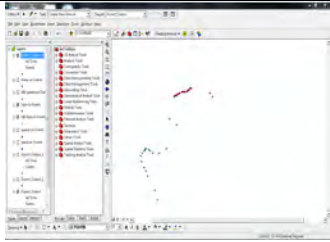
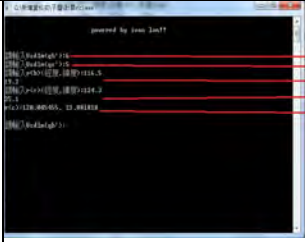



壹、 研究動機

2010年8月台灣外海先後發布第六號颱風萊羅克、第八號颱風南修陸上颱風警報，同時，位於台灣東北方海面的第七號颱風康柏斯來勢洶洶(附件一)，國內學者皆擔心這個三颱風鼎立會發生兩個「藤原效應」而且，此三颱風和去年重創台灣南部的莫拉克颱風時間點接近，在多方揣測下大家十分不安。根據資料，三颱風同時成形並不罕見，但是其路徑詭異難以預測，有時突然消散有時突然增強，至今仍沒有人可以真正能準確預測。由此，我們想試著分析並解釋此三颱風的影響路徑。

貳、 研究目的

- 一、 以水工實驗模擬藤原效應，並討論其影響。
- 二、 由氣壓圖推測萊羅克、南修與康柏斯之間的發生影響的時間。
- 三、 由颱風路徑圖分析推測萊羅克、南修與康柏斯之間的發生影響的時間。
- 四、 試以數據分析解釋萊羅克、南修與康柏斯之間的發生影響的情形。

參、 研究設備及器材

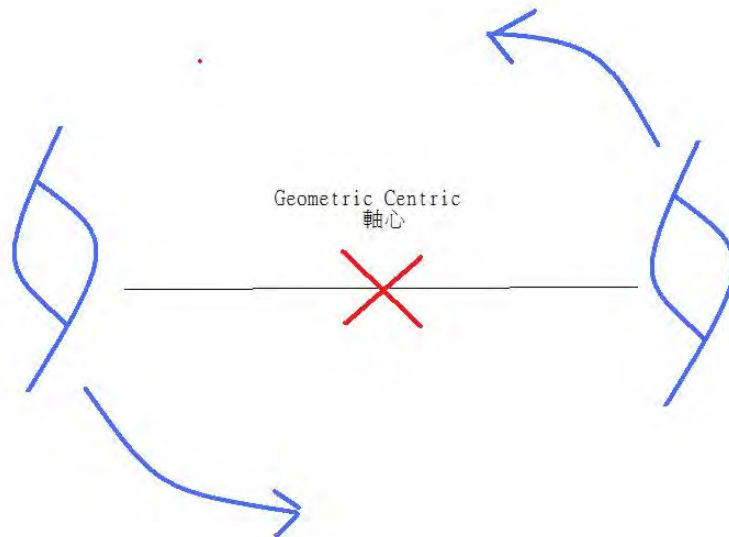
| | | |
|---|--|--|
|  |  |  |
| ArcGIS 繪圖軟體 | 計算程式 | GeoGebra 軟體 |
|  |  | |
| 水缸 | 化學攪拌器 | |

肆、 研究過程或方法

一、文獻探討

(一)藤原效應

「藤原效應」源於日本藤原（Fujiwhara）博士於 1921 至 23 年一系列的渦旋實驗。他發現兩個距離很近的氣旋性渦旋會受到對方的影響，互相沿著兩者中心所形成的軸線心，呈反時針方向互旋方向移動，而兩個渦旋會有彼此接近及合併的趨勢。在氣象學上，「藤原效應」應用於雙熱帶氣旋的相互作用上。一般來說，兩個熱帶氣旋相距約 1200 公里時便可能產生相互影響(Lander, Holland, 1993)，會因颱風本身強度或大小影響距離。當這效應出現時，兩熱帶氣旋會沿著軸心依逆時針方向（在北半球）相互旋轉(如下圖一)。軸心並非一定在軸線的中間位置，較強的熱帶氣旋會支配著較弱的熱帶氣旋的路徑。雙熱帶氣旋的相互作用會因受外圍大尺度天氣系統更強的影響、其中一方減弱或被合併而結束。



圖一、兩氣旋相互旋轉

而藤原效應會產生 3 種可能結果—

1. 互旋型：若兩者熱帶氣旋強弱差不多，則以兩者連線的中心為圓心，共同繞著這個圓心旋轉，直到有其他的天氣系統影響，或其中之一減弱為止。
2. 牽引型：如果兩個熱帶氣旋有強弱之分的情況下，強勁的一方明顯會影響較弱熱帶氣旋的運動方向，而使弱方繞著強方的外圍環流做逆時針(南半球即瞬時針旋轉)影響，直到影響力減小至有效距離以外而分離，或是其中一個消滅以及兩者合併為止。
3. 合併型：比較強勁的熱帶氣旋可能會把小的熱帶氣旋吸收，令它成為自己環流的一部份。(但是要距離夠接近，以及弱的熱帶氣旋不受其他天氣系統影響其移動)

本文所探討的藤原效應是屬於第一種互旋型，三種不同強弱的颱風同時存在於足夠的距離內，產生了軌跡偏移的現象，出現繞著某一點運動的現象。

二、由水工實驗探討颱風的相關現象

(一)實驗目的

藤原效應是描述兩颱風互相作用的理論，而我們藉由以下簡易的水工實驗，逐步探討兩旋渦互相影響的成果及可能的成因。

(二)實驗一 測定攪拌器速度

1.實驗器材

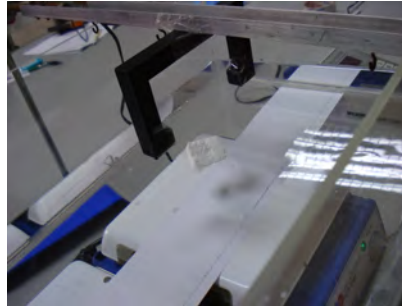
| | |
|----------------------|-----|
| 化學攪拌器 | 2 臺 |
| 水箱(60x50x20cm) | 1 個 |
| 光電計時器 | 1 組 |
| 自製保麗龍小船(3x2.5x0.7cm) | 1 艘 |
| 固定夾 | 支 |

2.實驗步驟

- (1)將攪拌器放置水箱下方，在水面上放置一自製保麗龍小船。
- (2)在水面上方架設光電計時器，計算漩渦的每轉 50 圈所需的時間，並用以下公式換算成速度。

$$\text{速度換算公式：}(50 \times \text{漩渦直徑} \times \pi) \div t = V(\text{cm/s})$$

- (3)裝置如下圖二。



圖二、實驗裝置

- (4)測得速度，結果如附件二。

(三)實驗二 觀察兩強度不同的漩渦互相影響

1.實驗器材

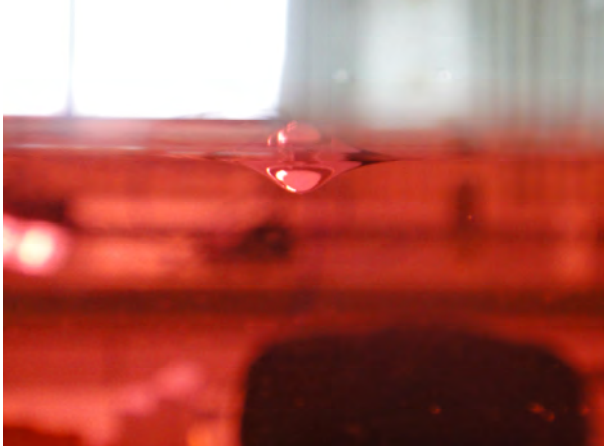
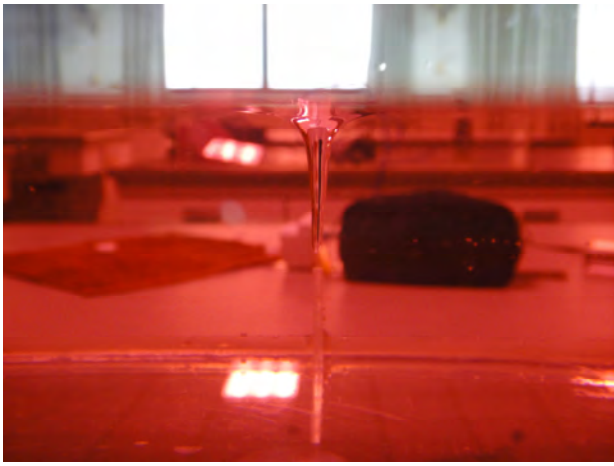

| | |
|----------------|-----------|
| 化學攪拌器 | 2 臺 |
| 水箱(60x50x20cm) | 1 個 |
| 水 | 60x50x7cm |
| 墨水(藍、紅) | 2 瓶 |

2.實驗步驟

- (1)定義漩渦類型 A B C，如表一-1。並將機器一與機器二的大小分級，如表一-2

- (2)將機器一的旋渦大小控制在第 6 級，機器二不開啓
- (3)觀察其變化(三十秒)，結果如附件三
- (4)開啓機器二，旋渦大小控制在 1 級(兩旋渦相距 20cm)
- (5)觀察結果，結果如附件三
- (6)重複步驟 D~E，而機器二之旋渦大小由 1~6 級依次改變

表一-1、旋渦類型

| 類型 | 圖片 | 描述 |
|----|--|------------------------|
| A |  | 未形成旋渦，僅在水面上有圓形水痕。 |
| B |  | 已經有旋渦的雛形，僅完成二分之一的下沉水柱。 |
| C |  | 完全旋渦，下沉水柱打到磁棒造成氣泡上升。 |

表一-2、實驗二旋渦旋轉速度與強度比較

| | 一 | 二 | 三 |
|---------|------------|------------|------------|
| 旋渦一旋轉速度 | 58.97 | 58.97 | 58.97 |
| 旋渦二旋轉速度 | 49.01(4 級) | 51.98(5 級) | 64.39(6 級) |

(四)實驗三 觀測旋渦水流運動

1.實驗器材

| | |
|----------------|-------------|
| 化學攪拌器 | 2 臺 |
| 水箱(60x50x20cm) | 1 個 |
| 水 | (60x50x7cm) |
| 墨水(藍、紅) | 2 瓶 |

2.實驗步驟

- (1)開啓機器一第 4 級與機器二第 5 級，形成兩強度相似的旋渦。
- (2)形成兩旋渦，將藍色與紅色墨水分別加入旋渦一及旋渦二中心。
- (3)觀察墨水流動方向(圖五)。

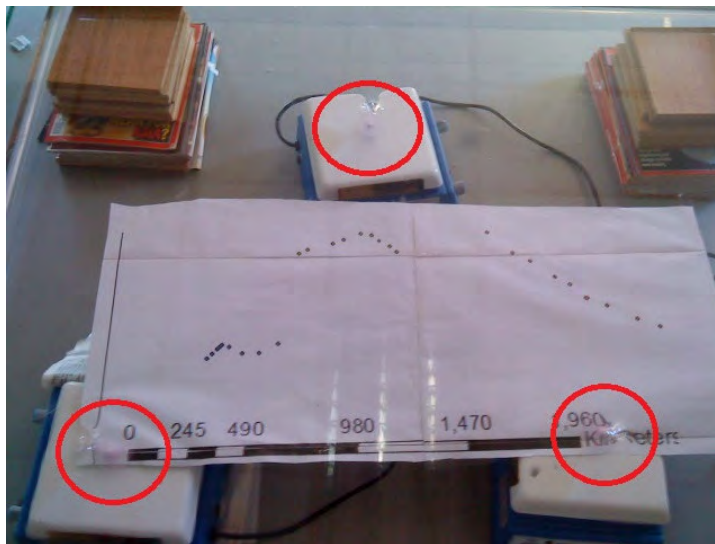
(五)實驗四 觀察三種強度相似的漩渦在不同情況下的互相影響

1.實驗器材

| | |
|--------------------|-------------|
| 化學攪拌器 | 3 臺 |
| 水箱(110 x110 x15cm) | 1 個 |
| 水(滴入紅墨水) | 110x110x6cm |

2.實驗步驟

- (1) 選擇三台強度相似的機器級數：機器一 5 級、機器二 5 級、機器三 6 級
- (2) 按照裝置圖(圖三)擺放改變正三角形邊長，分別為 25cm、30cm、50cm
(1: 3550000)
- (3) 觀察旋渦變化



圖三、裝置圖

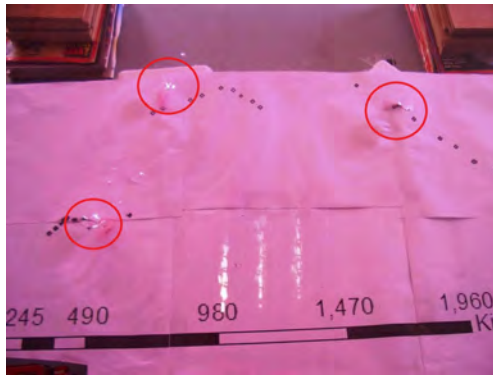
(六)實驗五 利用三個漩渦模擬三颱的情形

1. 實驗器材

| | |
|------------------|--------------|
| 化學攪拌器 | 3 臺 |
| 水箱(110x110x15cm) | 1 個 |
| 水(滴入紅墨水) | 110x110x6 cm |

2. 實驗步驟

- (1) 擇三台強度相似的機器級數：機器一 5 級(萊羅克)、機器二 5 級(康柏斯)、機器三 6 級(南修)
- (2) 按照三颱位置圖(圖四)放置在位置 1
- (3) 觀察旋渦變化，旋渦深度代表旋渦強度，波紋移動代表旋渦偏轉方向
- (4) 重置三颱不同時間的相對位置
- (5) 觀察旋渦變化
- (6) 重複步驟 4~5



圖四、三颱位置圖

三、由氣壓看藤原效應對颱風影響

(一)實驗目的

搜尋中央氣象局及日本氣象廳的歷史資料，整理三颱的氣壓數據轉成曲線圖，解釋其中的氣壓變化。

(二)實驗原理

一般來說颱風，初形成中心氣壓相對較高，到颱風成熟時氣壓最低，而後颱風變回熱帶性低氣壓雖未回到最初氣壓，卻回升不少。因此我們可以從氣壓圖觀看颱風的生命週期。颱風氣壓中心為低氣壓，和外圍氣壓形成氣壓差稱為氣壓梯度造成空氣流動，所以當中心氣壓越低，氣壓梯度越大，而颱風強度就會越強。

四、由颱風路徑圖探討藤原效應對其影響

(一)實驗目的

三個颱風受藤原效應產生了牽引的現象，我們從路徑圖中分析藤原效應發生的時間點並分析互相作用產生的影響。

(二)實驗原理

颱風的移動主要是受太平洋高壓邊緣該颱風上空的導引氣流所支配，有時這些颱風上空導引氣流很一致，則颱風進行路徑比較規則；如果太平洋高壓近乎駐留，則颱

風會繞該太平洋高壓邊緣移動而成拋物線路徑。但是當藤原效應發生時，颱風受其影響程度會大於導引氣流，就會使得原本的颱風路徑受到影響而產生偏移。

(三)實驗方法

利用繪地圖軟體 ArcGIS，我們輸入颱風位置(經度緯度)，製作三颱風路徑圖，分析藤原效應對三颱風路徑的影響。

五、由數值分析解釋藤原效應影響的情形

(一)實驗目的

由前面的實驗，我們發現只有南修跟萊羅克之間有藤原效應，於是我們想進一步，從現有資料帶入一些數值公式，以分析其影響情形。

(二)實驗原理

參考陳營華與何嘉玲(2003)的分析方法，將兩個颱風取其中心，並將其質量中心當座標原點，視兩颱風的走向與基準點的關係。

(三)實驗方法

1.利用繪地圖軟體 ArcGIS，我們輸入颱風位置(經度緯度)，製作颱風路徑圖。

2.計算雙颱風的中心：(計算程式如)

我們參考了陳營華與何嘉玲的資料，原始公式如下：

$$\mathbf{r}_c = \frac{|\mathbf{V}_{SDLM}(q'_b)|}{|\mathbf{V}_{SDLM}(q'_s)| + |\mathbf{V}_{SDLM}(q'_b)|} \mathbf{r}_b + \frac{|\mathbf{V}_{SDLM}(q'_s)|}{|\mathbf{V}_{SDLM}(q'_s)| + |\mathbf{V}_{SDLM}(q'_b)|} \mathbf{r}_s$$

其中的 \mathbf{r}_c 即是質量中心，但其 $\mathbf{V}_{SDLM}(q'_b)$ 所指的是一串變數經運算出來的值，包括流場的概念，現階段我們無法處理這些資料。因為氣壓值越小強度越大，所以我們將 $\mathbf{V}_{SDLM}(q'_b)$ 定為颱風的氣壓值的倒數， \mathbf{r}_b 代表南修的經緯度(x,y)， \mathbf{r}_s 代表萊羅克的經緯度(x,y)。我們預估其值接近質量中心。(附件四)

3.將中心點畫到兩颱風的路徑圖中

4.討論結果。將某一時刻的質心點單獨製圖，以質心點當座標原點，繪成座標圖

5.連接兩颱風同一時刻的座標點，計算連續兩個時段的連線夾角，計算移動偏移角度(附件五)

伍、研究結果

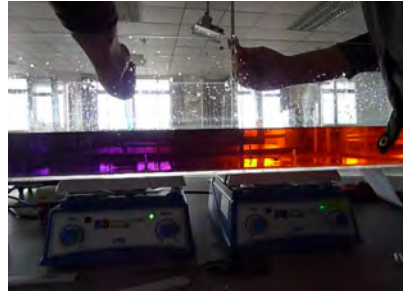
一、由水工實驗探討颱風的相關現象

(一)實驗一結果: 參見附件二

(二)實驗二結果: 參見附件三

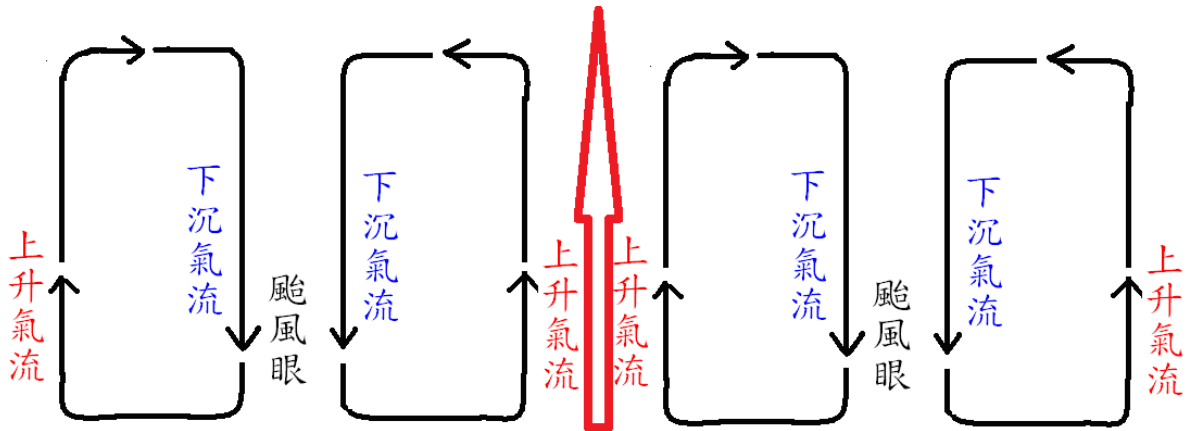
(三)實驗三結果

1.實際圖



圖五、水流示意圖

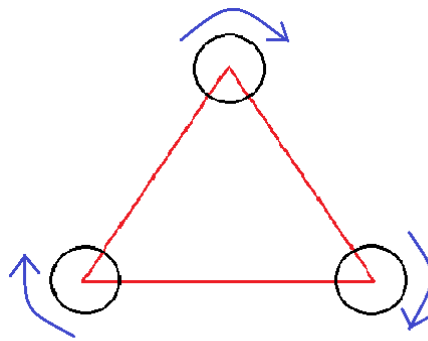
2.推測圖



圖六、氣流示意圖

(四)實驗四結果

1.三個漩渦往外偏，旋渦方向會偏移，而且三個漩渦的偏移方向正好是繞著中心的順時針方向(圖)。



圖七、實驗四結果圖

2. 三個漩渦互繞的現象在 25~30cm 都會發生，但 50cm 就不會有此種現象。

(五)實驗五實驗結果

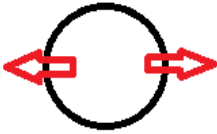
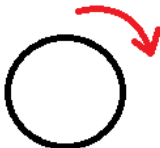
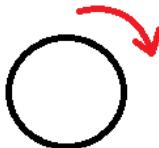
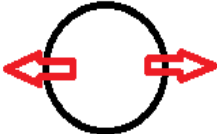

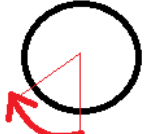
- 1.三漩渦在第一個點的時候，有些微的互繞現象，三個漩渦都是 B 級
- 2.當移至第四個點，機器一的強度突然增強為 C 級旋渦，而機器三的漩渦稍微減弱，而機器二的漩渦未受影響。關掉機器一，其他兩個漩渦略增強，但未從 B

旋渦增強至 C 旋渦；關掉機器二，其他兩個旋渦未受影響；關掉機器三，機器一的旋渦的強度介於 B 旋渦與 C 旋渦之間，機器二仍維持 B 旋渦
 3.其餘連續現象，參見表二-1 表二-2 表二-3

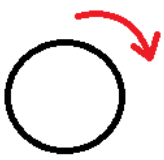
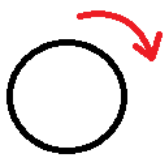
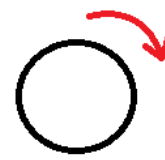
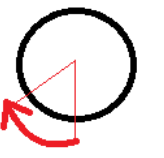
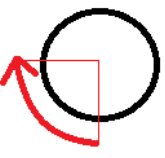
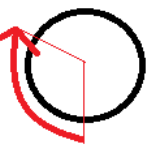
表二-1

| | 日期/時間 | 8/29 15:00 | 8/29 21:00 | 8/30 3:00 |
|--------------|-------|------------|------------|-----------|
| 機器一 (南修) | 旋轉方向 | 穩定 | 穩定 | 穩定 |
| | 強度 | A 級 | A 級 | A 級 |
| 機器二 (萊羅克) | 旋轉方向 | 穩定 | 穩定 | 穩定 |
| | 強度 | A 級 | A 級 | B 級 |
| 機器三 (康柏斯) | 旋轉方向 | 未形成 | 未形成 | 穩定 |
| | 強度 | | | A 級 |

表二-2

| | | 8/30 9:00 | 8/30 15:00 | 8/30 21:00 |
|--------------|------|--|---|--|
| 機器一 (南修) | 旋轉方向 |  左右不規律搖擺 |  已有間斷性順時針旋轉現象 |  持續性順時針旋轉，但範圍不明確 |
| | 強度 | A 級 | B 級 | B 級 |
| 機器二 (萊羅克) | 旋轉方向 |  左右不規律搖擺 |  已有間斷性順時針旋轉現象 |  移動範圍在紅色扇形內 |
| | 強度 | B 級 | C 級 | C 級 |
| 機器三 (康柏斯) | 旋轉方向 | 穩定 | 穩定 | 穩定 |
| | 強度 | B 級 | B 級 | B 級 |

表二-3

| | | 8/31 9:00 | 8/31 15:00 | 8/31 21:00 |
|--------------|------|---|---|---|
| 機器一 (南修) | 旋轉方向 |  順時針旋轉 現象持續 |  順時針旋轉現 象持續 |  順時針旋轉現象 持續 |
| | 強度 | B 級 | B 級 | B 級 |
| 機器二 (萊羅克) | 旋轉方向 |  移動範圍在 紅色扇形內 |  扇形範圍明顯 變大 |  扇形範圍較上一 點更大 |
| | 強度 | C 級 | C 級 | C 級 |
| 機器三 (康柏斯) | 旋轉方向 | 穩定 | 穩定 | 穩定 |
| | 強度 | B 級 | B 級 | B 級 |

二、由氣壓看藤原效應對颱風影響

(一)數據分析

1.康柏斯氣壓圖(圖八)(2010.8.28~2010.9.3)

康柏斯由熱帶低氣壓升級為颱風時間為 2010 年 8 月 28 日，最高氣壓為 1008hpa，在 8 月 29 日 21:00 開始氣壓明顯下降，推論此時颱風開始增強。直至 8 月 30 日早上，聯合颱風警報中心(JTWC)直接讓此熱帶性低壓升格至輕度颱風。9 月 1 日中心氣壓開始回升，且並未有再次下降的趨向，9 月 3 日氣壓回升至 1006hpa，康柏斯颱風正式消散。

2.萊羅克氣壓圖(圖九)(2010.8.28~2010.9.3)

萊羅克由熱帶低氣壓升級為颱風時間為 2010 年 8 月 28 日，最高氣壓為 1004hpa，8 月 28 日~8 月 30 日氣壓由緩慢的速度下降，氣壓在 8 月 30 日 3:00 開始快速下降，於 15:00 達到最低氣壓 985hpa，維持至 9 月 1 日 3:00 氣壓開始回升，9 月 3 日氣壓回升至 1002hpa，萊羅克颱風正式消散。

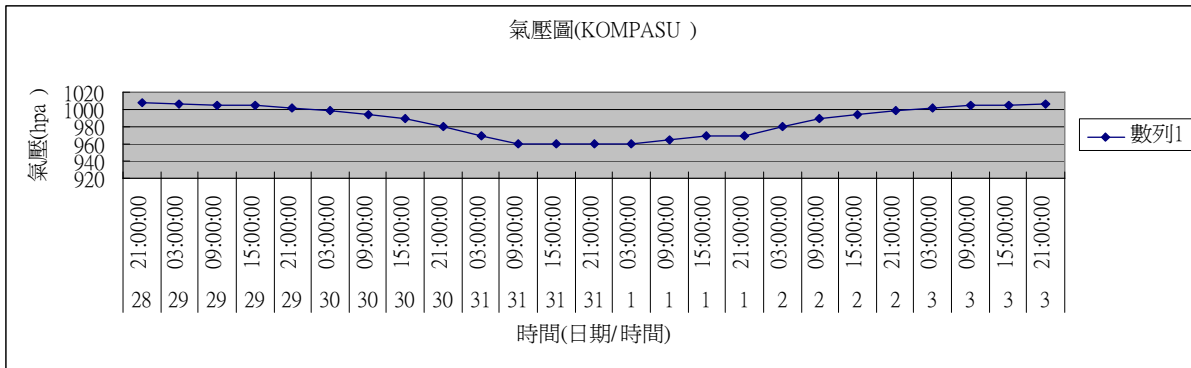
3.南修氣壓圖(圖十)(2010.8.28~2010.8.31)(南修颱風生命週期較短，又因各氣象局定義不齊，數據較少)

南修由熱帶低氣壓升級為颱風時間各大氣象局時間不一，日本氣象廳於 8 月 27 日 18:00 升級，香港天文台則於 8 月 30 日才升格，最高氣壓 1004hpa，8 月 29 日氣壓開始下降，於 8 月 30 日 21:00 達到最低氣壓 996hpa。並於 8 月 31 日 9:00 氣壓開始回升，8 月 31 日 21:00 氣壓回升至 1000hpa，南修颱風正式消散。

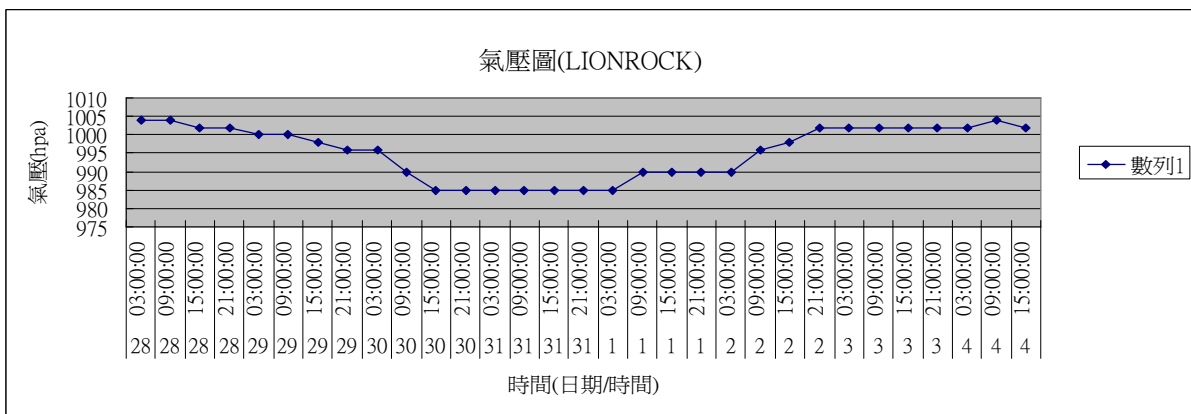
4.三颱風氣壓比較圖(圖十一)(三颱風重疊時間 8.29 03:00~8.31 21:00)

(1)假設：選擇三個颱風中間重疊時間，假設藤原效應在此範圍中發生，並且比較氣壓差異。

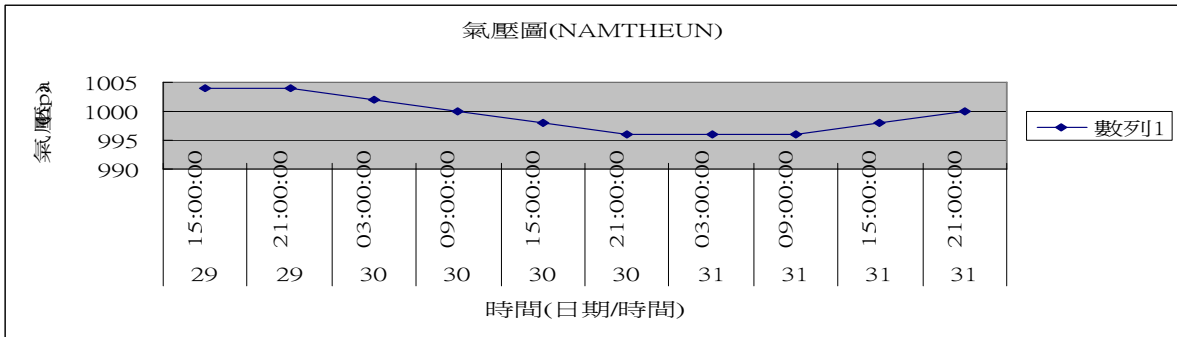
(2)從氣壓圖可以看到，萊羅克和南修的氣壓變化接近，但明顯看到，初氣壓接近的兩颱風經過 24 小時(8 月 29 日 3:00~8 月 30 日 3:00) 的互相作用，氣壓較低的萊羅克下降程度較高，由前述得知中心氣壓越低，氣壓梯度越大，而颱風強度就會越強。強度較弱的南修受到較強的萊羅克影響，有減弱的現象，氣壓下降較快，我們可以推測這是受到藤原效應的影響。我們也發現，當南修消失的時候，萊羅克的氣壓便開始回升，可能與我們做的水工實驗相似，當兩個旋渦同時存在時，較強的一方會增強，而弱的一方會消散。另外，康柏斯在 8 月 30 日 21:00 氣壓值明顯下降持續到 8 月 31 日 09:00，在這期間，南修跟萊羅克氣壓值都維持不變，由此推測，康柏斯並沒有影響另外兩個颱風。



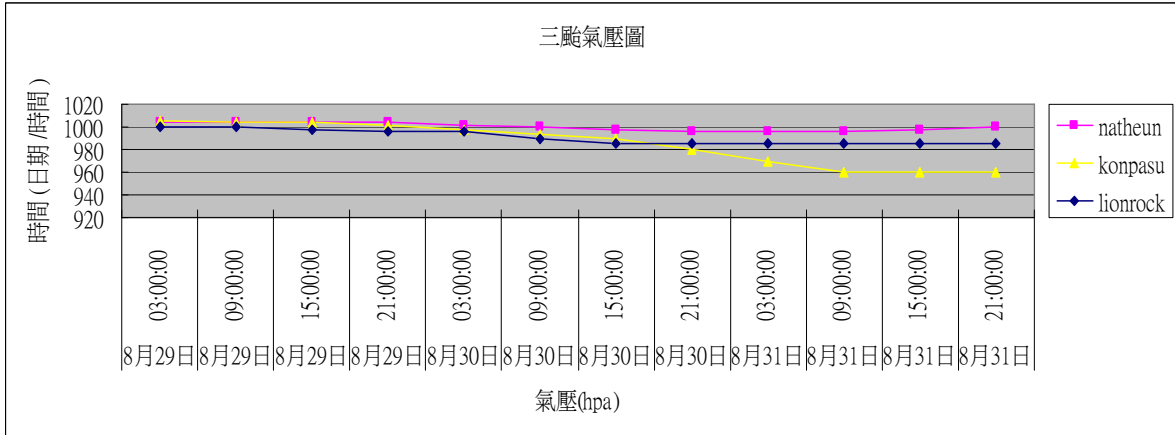
圖八、康柏斯氣壓圖



圖九、萊羅克氣壓圖



圖十、南修氣壓圖



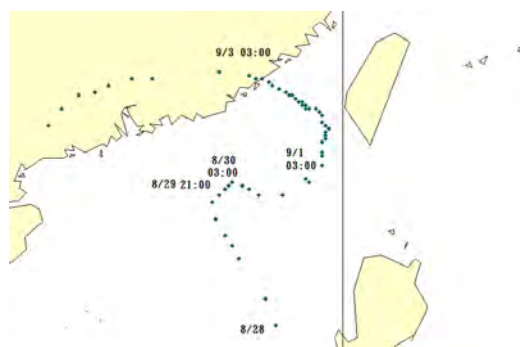
圖十一、三颱氣壓圖

三、由路徑圖看藤原效應對颱風影響

(一)數據分析(座標點參見附件七)

1.萊羅克路徑圖(圖十二)

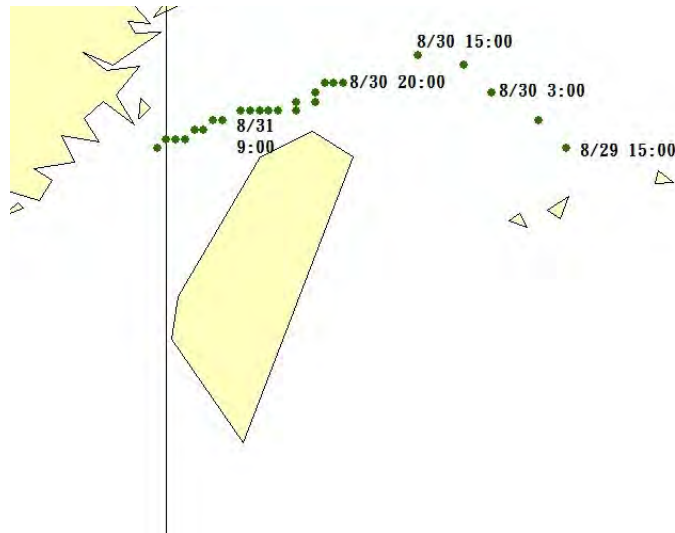
2010年8月28日於東經118度北緯16.5度往西北移動，在29日21:00位置在東經116.3度北緯20.4度，行動方向從西北方轉為東北方，行進速度緩慢，8月30日早上8點正式升格為輕度颱風，8月31日03:00颱風移動方向又轉為東南方，東經117.2度北緯20.6度，而在同日21:00路徑方向再次轉向東北方東經119度北緯20.8度，自此以後，萊羅克的路徑像是圓弧形一樣，直到9月1日15:00，這時萊羅克的位置在東經119.2度北緯23度，且中心氣壓開始回升，自此颱風移動方向為西北方，9月3號氣壓回升，萊羅克颱風始消散。



圖十二、萊羅克路徑圖

2.南修路徑圖(圖十三)

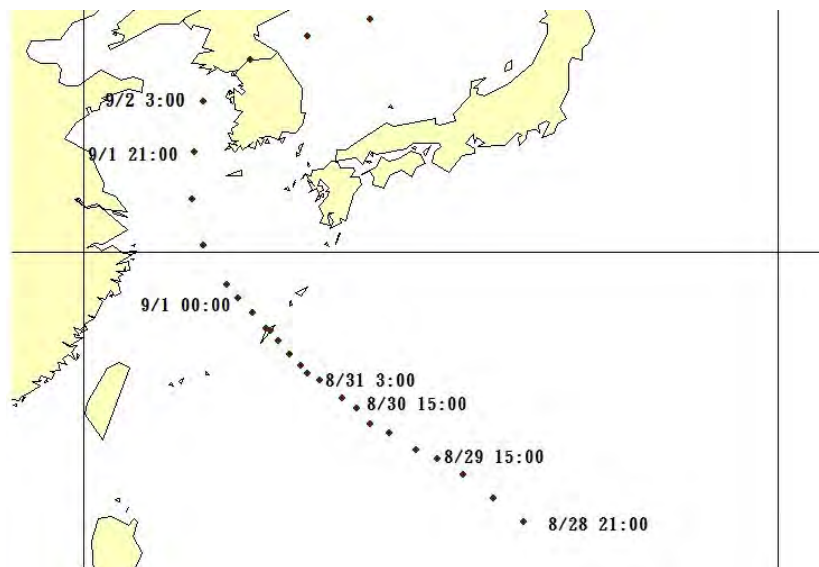
2010年8月29日15:00於東經124.3度北緯25.1度往西北方移動,8月30日03:00開始,移動方向往南偏,在15:00時颱風方向為西方,到了20:00方向已轉為西南方,位置在東經121.9度北緯25.8度,自此之後,颱風方向維持西南方,8月31日9:00氣壓開始上升,南修颱風逐漸消散。縱觀來看,南修的生命週期較其他兩颱風短。



圖十三、南修路徑圖

3.康伯斯路徑圖(圖十四)

2010年8月28日21:00於東經139度北緯18.4度往西北方前進,在8月29日15:00時,方向稍微往赤道偏,氣壓漸漸降低,於隔天早上升格為輕度颱風,8月30日15:00,方向又往北偏,於8月31日上午3:00朝西北方穩定前進,9月1日00:00速度增快,開始朝正北方移動,同日21:00緩緩轉向東方,9月2日3:00筆直朝東北方前進,爾後漸漸消散。

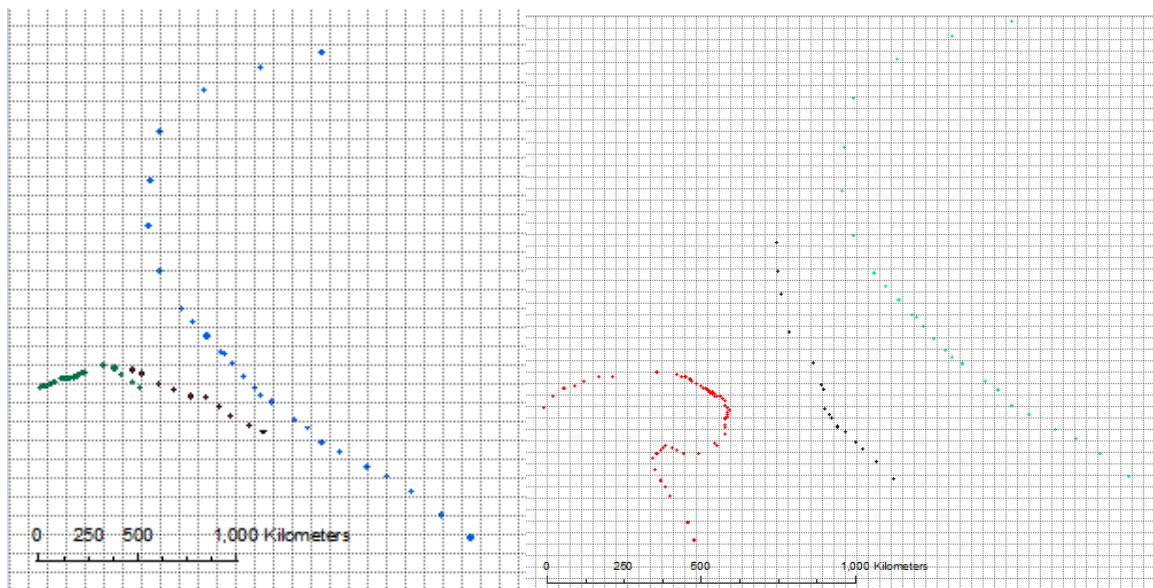


圖十四、康伯斯路徑圖

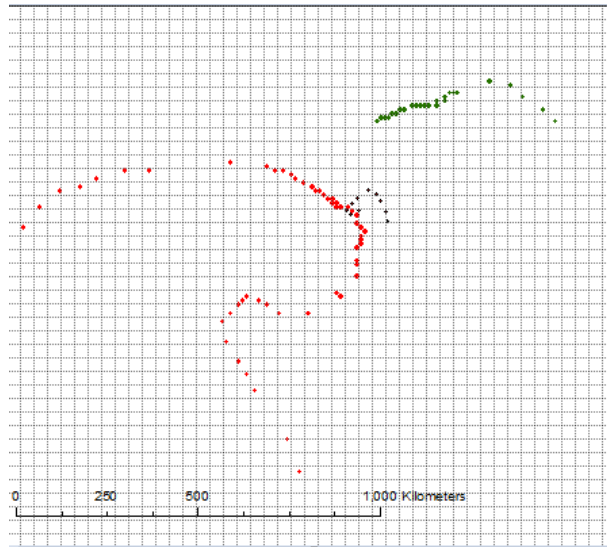
四、由數值分析解釋藤原效應影響的情形

(一)數據分析

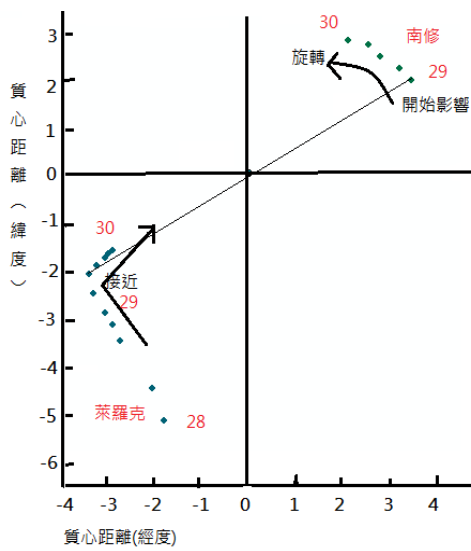
- 1.在三颱的質心點圖(附件六)，萊羅克跟康柏斯先形成，當南修一出現時，康柏斯便遠離質心。因此接下來皆是討論兩颱個別之間的關係。
- 3.在圖十五與圖十六，我們發現質心點的位置皆與康柏斯的走向相似，且路線平直，依數據來看(附件五)，沒有大幅度旋轉。但發現圖十七中，質心點大幅度旋轉，因此我們將南修與萊羅克的 29 日 15:00 及 30 日 21:00 兩個質心點特別用座標圖畫出來，分別討論。
- 4.在圖十八-1 中，我們發現當南修(29 日)一出現，萊羅克就開始向中心移動，兩颱越來越靠近，而南修則是繞質心做逆時針旋轉。
- 5.在圖十八-2 中，我們發現，萊羅克(30 日)也開始做逆時針旋轉，偏移角度漸大(附件五)，這其間，南修的路徑一直向質量中心移動，與萊羅克對峙，分別做逆時針旋轉。到了 9 月 1 日之時，因為南修已弱到不算颱風，萊羅克也往第二象限移動。



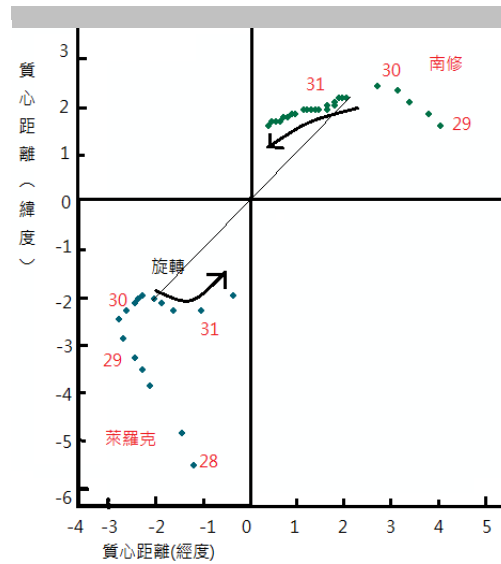
圖十五、南修與康柏斯質心圖(1 格=83.3km) 圖十六、萊羅克與康柏絲質心圖(1 格=37.03km)
(南修:綠色，康柏斯:藍色，質心:咖啡色) (萊羅克:紅色，康柏斯:藍色，質心:咖啡色)



圖十七、萊羅克與南修質心圖 1 格=35.71km
(南修:綠色, 萊羅克:紅色, 質心:咖啡色)



圖十八-1、8月29日質心分析圖



圖十八-2、8月30日質心分析圖

陸、 討論

一、由水工實驗探討颱風增強現象

(一)實驗一討論

測完攪拌器速度後，可以發現雖然廠商所訂定之機器級數相同所呈現的速度卻不相同，而機器一第6級的速度介於機器二第4級(最小)及第6級(最大)，所以我們選定機器一為控制變因進行下一個實驗。

(二)實驗二討論

- 1.我們一開始觀察旋渦成型的現象，將強度分為三個等級，分別為 A、B、C，並定義旋渦強度： $C > B > A$ 。
- 2.在持續啟動機器一的情況下，機器一第 6 級速度所產生的力去推動水，僅能在水面上產生 A 級旋渦。但當機器二一併啟動，而機器一並未改變的情況下，旋渦一會明顯增強。由此得知在相同條件下，只要增加一股旋渦，最初的旋渦就會受到影響。
- 3.當旋渦二轉速度小於旋渦一時，旋渦二強度會小於旋渦一；當旋渦二和旋渦一旋轉速度接近時，形成旋渦強度相近；當旋渦二旋轉速度大於旋渦一時，旋渦二強度會大於旋渦一，而此旋渦一明顯比對照組強度小。因此得知旋轉速度越快，所形成旋渦強度越強；而當兩旋渦中有強弱之分，較強的一方除了本身強度會增強外，弱的一方會減弱，此種現象和藤原效應理論相同。
- 4.由上述可以得知，在相同情況下，兩旋渦強度會彼此互相影響，而其受到影響程度，會依本身大小強度而有所不同。

(三)實驗三討論

- 1.當墨水滴入漩渦中心時，可以明顯看到水流方向。中心空氣柱會將墨水打入最底層，接著墨水沿著底層輻射狀向外流動，而到達兩漩渦中心時，兩墨水並不會混合，會形成一明顯界線，上升至水面再流回漩渦中心，形成循環。
- 2.將墨水流動方向製成手繪圖，當兩墨水到達漩渦中心並向上攀升時，重疊在一起，並且造成加速作用。我們可以推測，此現象造成旋渦加速變快，又由於實驗二結果得知當旋轉速度越快，此旋渦強度越強。
- 3.在文獻探討中可以得知，日本藤原（Fujiwhara）博士在研究藤原效應一系列現象時，皆用水工實驗的雙旋渦來模擬各種情況下的兩颱風互相作用所造成的影響。由上述，我們可以推測，當外圍氣流上升時的氣流重疊形成加速作用，使颱風產生加強現象的原因之一。

(四)實驗四討論

1. 三個漩渦的旋轉情形與藤原效應相似，因此我們將距離換算之後發現，池中 30cm 大約等於現實距離 1065km，50cm 約等於 1650km，與前人所研究出來的結果，也就是在 1100km 內會有藤原效應不謀而合。
2. 現實生活中的颱風是逆時針旋轉，因此他們的互繞現象是往逆時針方向，但我們的化學攪拌器是順時針旋轉的，因此他們的互繞現象亦是順時針方向。

(五)實驗五討論

1. 對於南修和萊羅克而言，當彼此距離越接近，南修旋渦會越來越不穩定，但是萊羅克旋渦會漸漸趨向穩定，並在某一範圍內持續進行順時針旋轉。康伯斯旋渦理論上強度會維持不變，但是受水缸限制，水流波動會受到牆壁阻擋而不容易成形。當康伯斯受到水缸牆壁影響漸小時，康伯斯也便逐漸趨向穩定。

2. 我們旋渦強度看出，並對照三組旋渦強度可以發現到，南修由 A 級到 B 級旋渦和萊羅克 B 級到 C 級旋渦的時間點大約一致，對照圖四位置圖，恰好發現這兩點皆位於兩颱風的轉折點，反觀康伯斯的旋渦大小變化時間和另外兩旋渦不相同。

二、由氣壓看藤原效應對颱風影響

(一)由氣壓圖分析，我們推測三颱風之中僅有南修及萊羅克的氣壓有互相影響的趨勢。南修氣壓下降不大，氣壓梯度小，而萊羅克氣壓下降較大，颱風強度方面，南修較萊羅克弱，與藤原效應牽引型相符。而由氣壓下降與時間分布來看，預估南修與萊羅克發生藤原效應是在 8 月 30 日 15:00，持續到 31 日 21:00。

(二)康柏斯本身變化遠大於南修與萊羅克，在其氣壓下降的時間點，南修與萊羅克的氣壓幾乎沒變化，因此我們由氣壓圖推測康柏斯並未和南修或萊羅克發生藤原效應。

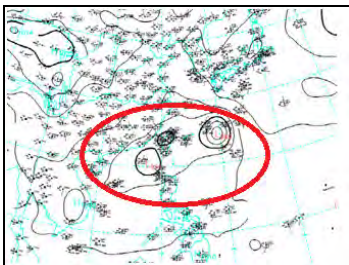
三、由颱風路徑圖探討藤原效應對其影響

(一)萊羅克颱風生成後處在一個大低壓槽內，此低壓槽同時間有三個颱風(萊羅克、康伯斯 8 月 28 日，南修 29 日)，由於引導氣流相當微弱，使得萊羅克以相當緩慢的速度朝北移動，南修形成後的 8 月 29 日，彼此相當靠近，產生了藤原效應，兩颱風開始有交互作用開始轉向，南修向西南前進，萊羅克向東北方前進。

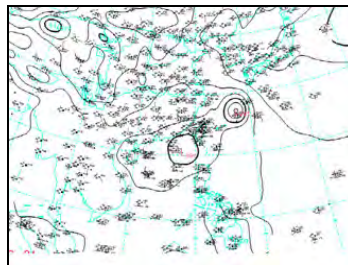
(二)由於南修生成地點靠近北台灣，環流結構起初就不穩定，又垂直風切改變而破壞整體結構，使南修雲系高低層分離，結構不一致導致颱風減弱，萊羅克受到的牽制自然也就降低，開始偏離南修；南修消散後，藤原效應解除(8 月 31 日) 萊羅克又轉東北方朝台灣本島前進。因此我們推測，發生藤原效應的時間是受南修颱風的生成後的最近距離(8 月 29)以及消滅時間(8 月 31 日)為主，影響最大時間推測約在 8 月 30 日。

(三)圖十三-1 到圖十三-4 為萊羅克與南修 8 月 31 日到 9 月 1 日的天氣圖。圖十三-1 的紅圈內左為萊羅克，右為南修。圖十三-2 顯示，兩颱風之間的外圍環流有影響，而到了圖十三-3 兩颱風的距離更加靠近，最後，圖十三-4 可看出兩颱風分離的現象。

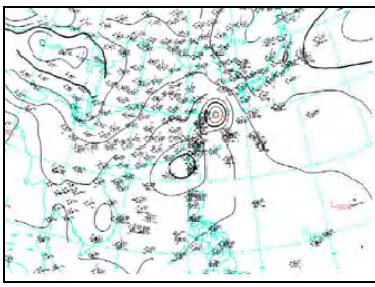
(四)上述(二)的推論也符合藤原效應牽引型的理論，藤原效應的發生是要在有效距離內，而結束要在離開有效距離、兩者合併或者這裡提到的其中一個颱風消失為止。



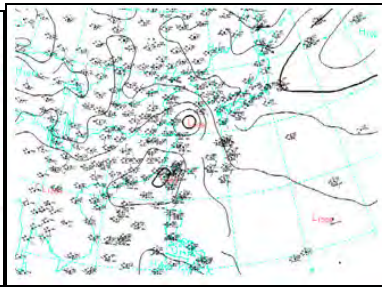
圖十九-1、天氣圖(來源：中央氣象局)



圖十九-2、天氣圖



圖十九-3、天氣圖



圖十九-4、天氣圖

四、由數值分析解釋藤原效應影響的情形

- (一)在附件六可以看到，原本萊羅克跟康柏斯有影響－康柏斯向質心靠近，但當南修出現後，康柏斯便遠離質心，並且遠去，當它離開後，南修和萊羅克的交互作用更加明顯，萊羅克大幅度轉向以及南修繞質心旋轉。
- (二)圖十八-1 顯示，當南修一出現後萊羅克的路徑即改變，往中心靠近，並且方向做了約九十度的旋轉，顯示南修的出現對萊羅克有影響，但可能因為它強度太小，不能使萊羅克旋轉。而南修則是向中心做逆時針旋轉，與藤原效應較小的颱風會繞大的一方做旋轉的理論相符。
- (三)圖十八-2 中，萊羅克也開始對中心做逆時鐘旋轉，可能是因為它們之間的距離已太接近，造成兩颱風互相旋轉。南修在 9 月 1 日消散後，萊羅克的旋轉情形便停止，並往其切線方向遠去，可見南修消失之後，他們之間的藤原效應影響便停止了。
- (四)由座標圖便有基準點可以供我們對照，可看出兩颱風是否真的在互相旋轉，也可以更清楚看到兩颱風之間相對位置的改變，接近或是遠離皆能判斷。

柒、 結論

- 一、 我們利用簡單的水工實驗，透過水流變化及旋渦的改變方向應證在數據分析上的結論－南修與萊羅克互相有互繞現象，而康柏斯受另外兩旋渦南修及萊羅克影響較小。
- 二、 兩旋渦強度會彼此互相影響，而其受到影響程度，會依本身大小強度而有所不同。而當外圍氣流上升時氣流重疊形成加速作用，此可能為颱風增強的原因之一。
- 三、 我們由氣壓圖推測康柏斯並未和南修或萊羅克發生藤原效應。
- 四、 我們推測發生藤原效應的時間是受南修颱風的生成後的最近距離(8 月 29)以及消滅時間(8 月 31 日)為主，發生時間約在 8 月 30 日。
- 五、 康柏斯很明顯地是依循著太平洋高壓環流邊緣持續前進，由 ArcGIS 所製作的三颱風動態影片看來並無藤原效應（或是非常微弱）。
- 六、 由質心圖及兩點旋轉偏移角度的分析，可明顯判斷出來羅克與南修之間的藤原效應，而且可以分辨出初期他們是牽引型，而後期為互繞型。

捌、 未來展望

- 一、 利用化學攪拌器模擬小尺度的藤原效應，更探討距離與兩颱風的作用(牽引或旋轉)關係有何影響。

二、 利用簡單的數值分析，預測在藤原效應的影響下雙颱風的路徑走向

玖、 參考資料及其他

一、 參考資料

- (一)陳營華、何嘉玲(2000，2月)：在西北太平洋上雙熱帶氣旋相互作用實例的探討。香港：香港天文台，第13頁。
- (二)朱錦洲、張建成陳弘正、黃世霖、謝秉昇：颱風軸對稱化動力及眼牆結構之水工模擬(II)。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，颱風重點研究-子計畫六
- (三) Chun-Chieh Wu, Treng-Shi Huang, Wei-Peng Huang, and Kun-Hsuan Chou(2003).A New Look at the Binary Interaction: Potential Vorticity Diagnosis of the Unusual Southward Movement of Tropical Storm Bopha (2000) and Its Interaction with Supertyphoon Saomai (2000). *Monthly Weather Review* , 131 , 1173 —1506
- (四)Fujiwhara, S. 1921, 'The natural tendency towards symmetry, etc.', *Q. J. R.Meteorol. Soc.*, 47, 287-293.
- (五)Fujiwhara, S. 1923, 'On the growth and decay of vortical systems', *Q. J. R.Meteorol. Soc.*, 49, 75-104.
- (六)Holland, G.J, and G. S. Dietachmayer, 1993, 'On the interaction of tropicalcyclone-scale vortices. III: Continuous barotropic vortices', *Q. J. R.Meteorol. Soc.*, 119, 1381-1398.
- (七)Lander, M. A., and G. J. Holland. 1993, 'On the interaction of tropical-cyclonescale vortices. I: Observations', *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 119, 1347-1361.
- (八)中央氣象局 〈 <http://www.cwb.gov.tw/> 〉。
- (九)日本氣象廳 〈 <http://www.jma.go.jp/jma/index.html> 〉。

二、附件

(一)三颱路徑圖



(二) 實驗一結果

表二、漩渦速度-1(水缸大小 60x50x20cm)

| 機器一 | 3 級以下 | 4 級 | 5 級 | 6 級 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| 第 1 次 | 無旋渦 | 28.36 | 24.23 | 21.66 |
| 第 2 次 | 無旋渦 | 27.25 | 25.73 | 21.32 |
| 第 3 次 | 無旋渦 | 28.03 | 26.12 | 20.95 |
| 速度 (cm/s) | 無旋渦 | 45.07 | 49.55 | 58.97 |
| 機器二 | 3 級以下 | 4 級 | 5 級 | 6 級 |
| 第 1 次 | 無旋渦 | 25.77 | 24.84 | 20.51 |
| 第 2 次 | 無旋渦 | 25.53 | 23.47 | 19.53 |
| 第 3 次 | 無旋渦 | 25.62 | 24.21 | 18.51 |
| 速度 (cm/s) | 無旋渦 | 49.01 | 51.98 | 64.39 |

表二、漩渦速度-2(水缸大小 110x110x15cm)(R=直徑)

| 機器一 | 3 級以下 | 4 級 (R=1.5cm) | 5 級 (R=2cm) | 6 級 (R=3cm) |
|--------------|-------|------------------|------------------|----------------|
| 第 1 次 | 無旋渦 | 24.2 | 14.8 | 13.4 |
| 第 2 次 | 無旋渦 | 25.4 | 15.0 | 13.8 |
| 第 3 次 | 無旋渦 | 24.8 | 15.4 | 14.5 |
| 速度 (cm/s) | 無旋渦 | 9.49 | 20.84 | 33.88 |
| 機器二 | 3 級以下 | 4 級 (R=1.5cm) | 5 級 (R=2.5cm) | 6 級 (R=3cm) |
| 第 1 次 | 無旋渦 | 24.0 | 16.0 | 14.3 |

| | | | | |
|--------------|-------|----------------|------------------|----------------|
| 第 2 次 | 無旋渦 | 23.9 | 15.8 | 14.4 |
| 第 3 次 | 無旋渦 | 24.2 | 16.8 | 13.8 |
| 速度 (cm/s) | 無旋渦 | 9.80 | 24.63 | 33.26 |
| 機器三 | 3 級以下 | 4 級 (R=1cm) | 5 級 (R=1.5cm) | 6 級 (R=2cm) |
| 第 1 次 | 無旋渦 | 28 | 20.2 | 18.8 |
| 第 2 次 | 無旋渦 | 26.4 | 20.8 | 18.5 |
| 第 3 次 | 無旋渦 | 29.3 | 20.7 | 18.3 |
| 速度 (cm/s) | 無旋渦 | 5.63 | 11.45 | 16.95 |

(三)實驗二結果

| 機器二 機器一 | 無旋渦 | 1 級 | 2 級 | 3 級 | 4 級 | 5 級 | 6 級 |
|------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 6 級 | 一:A 級 旋渦 二:無 | 一:A 級 二:無 | 一:A 級 二:無 | 一:A 級 二:無 | 一:B 級 二:A 級 | 一:B 級(旋渦 一垂直長度 大於旋渦二) 二:B 級 | 一:A 級(接 近消失) 二:C 級 |

(四)質心表

| 南修與康柏斯 | | | |
|-----------|----------|--------|-------|
| 日期 | 時間 | x | y |
| 2010/8/29 | 15:00:00 | 129.8 | 23.1 |
| 2010/8/29 | 21:00:00 | 129.2 | 23.44 |
| 2010/8/30 | 03:00:00 | 128.35 | 23.84 |
| 2010/8/30 | 09:00:00 | 127.81 | 24.29 |
| 2010/8/30 | 15:00:00 | 127.26 | 24.69 |
| 2010/8/30 | 20:00:00 | 126.58 | 24.74 |
| 2010/8/31 | 03:00:00 | 125.85 | 25.04 |
| 2010/8/31 | 09:00:00 | 125.17 | 25.29 |
| 2010/8/31 | 15:00:00 | 124.42 | 25.75 |
| 2010/8/31 | 19:00:00 | 123.96 | 25.91 |
| 萊羅克與康柏斯 | | | |
| 日期 | 時間 | x | y |
| 2010/8/29 | 03:00:00 | 127.06 | 19.29 |
| 2010/8/29 | 09:00:00 | 126.27 | 20.04 |
| 2010/8/29 | 15:00:00 | 125.67 | 20.64 |
| 2010/8/29 | 21:00:00 | 125.32 | 20.94 |

| | | | |
|-----------|----------|--------|-------|
| 2010/8/30 | 03:00:00 | 124.84 | 21.39 |
| 2010/8/30 | 09:00:00 | 124.48 | 21.64 |
| 2010/8/30 | 15:00:00 | 124.23 | 22.04 |
| 2010/8/30 | 21:00:00 | 124.11 | 22.2 |
| 2010/8/31 | 03:00:00 | 123.89 | 22.46 |
| 2010/8/31 | 09:00:00 | 123.87 | 23.33 |
| 2010/8/31 | 15:00:00 | 123.76 | 23.53 |
| 2010/8/31 | 21:00:00 | 123.38 | 24.52 |
| 2010/9/1 | 09:00:00 | 122.29 | 25.94 |
| 2010/9/1 | 15:00:00 | 121.93 | 27.63 |
| 2010/9/1 | 21:00:00 | 121.78 | 28.66 |
| 2010/9/2 | 03:00:00 | 121.72 | 29.95 |
| 萊羅克與南修 | | | |
| 日期 | 時間 | x | y |
| 2010/8/29 | 15:00:00 | 120.18 | 22.64 |
| 2010/8/29 | 21:00:00 | 120.13 | 22.89 |
| 2010/8/30 | 03:00:00 | 119.98 | 23.14 |
| 2010/8/30 | 09:00:00 | 119.88 | 23.33 |
| 2010/8/30 | 15:00:00 | 119.68 | 23.43 |
| 2010/8/30 | 20:00:00 | 119.43 | 23.23 |
| 2010/8/31 | 03:00:00 | 119.28 | 23.08 |
| 2010/8/31 | 09:00:00 | 119.14 | 22.93 |
| 2010/8/31 | 15:00:00 | 119.24 | 22.83 |
| 2010/8/31 | 19:00:00 | 119.44 | 22.93 |

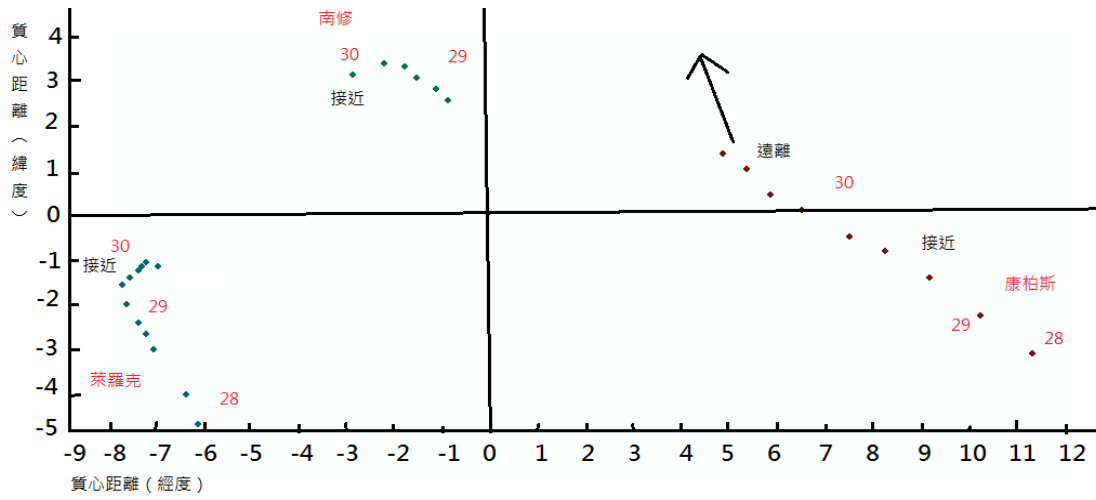
(五)角度偏移表

| 南修與康柏斯 | | |
|-----------|----------|---------|
| 日期 | 時間 | 角度偏移(度) |
| 2010/8/29 | 21:00:00 | 1.81 |
| 2010/8/30 | 03:00:00 | 0.88 |
| 2010/8/30 | 09:00:00 | 0.77 |
| 2010/8/30 | 15:00:00 | 3.77 |
| 2010/8/30 | 20:00:00 | 4.52 |
| 2010/8/31 | 03:00:00 | 4.96 |
| 2010/8/31 | 09:00:00 | 9.85 |
| 2010/8/31 | 15:00:00 | 9.82 |
| 2010/8/31 | 19:00:00 | 4.94 |

| 康柏斯對萊羅克 | | |
|-----------|----------|---------|
| 日期 | 時間 | 角度偏移(度) |
| 2010/8/29 | 09:00:00 | 1 |
| 2010/8/29 | 15:00:00 | 1.14 |
| 2010/8/29 | 21:00:00 | 2 |
| 2010/8/30 | 03:00:00 | 0.67 |
| 2010/8/30 | 09:00:00 | 4.19 |
| 2010/8/30 | 15:00:00 | 1.08 |
| 2010/8/30 | 21:00:00 | 2.26 |
| 2010/8/31 | 03:00:00 | 4.04 |
| 2010/8/31 | 09:00:00 | 7.37 |
| 2010/8/31 | 15:00:00 | 1.51 |
| 2010/8/31 | 21:00:00 | 6.89 |
| 2010/9/1 | 21:00:00 | 7.35 |
| 2010/9/2 | 03:00:00 | 3.36 |

| 萊羅克對南修 | | |
|-----------|----------|---------|
| 日期 | 時間 | 角度偏移(度) |
| 2010/8/29 | 21:00:00 | 1 |
| 2010/8/30 | 03:00:00 | 3 |
| 2010/8/30 | 09:00:00 | 2.6 |
| 2010/8/30 | 15:00:00 | 2.75 |
| 2010/8/30 | 21:00:00 | 2.5 |
| 2010/8/31 | 03:00:00 | 4.8 |
| 2010/8/31 | 09:00:00 | 5.05 |
| 2010/8/31 | 15:00:00 | 6.85 |
| 2010/8/31 | 21:00:00 | 10.5 |

(六) 三颱風質心圖



(七) 颱風數據資料

| 南修數據 (資料來源：中央氣象局、日本氣象廳) | | | | |
|--------------------------|----------|--------|--------|-----------|
| 日期 | 時間 | 經度(東經) | 緯度(北緯) | 中心氣壓(hpa) |
| 2010/8/29 | 15:00:00 | 124.3 | 25.1 | 1004 |
| 2010/8/29 | 21:00:00 | 124 | 25.4 | 1004 |
| 2010/8/30 | 03:00:00 | 123.5 | 25.7 | 1002 |
| 2010/8/30 | 09:00:00 | 123.2 | 26 | 1000 |
| 2010/8/30 | 15:00:00 | 122.7 | 26.1 | 998 |
| 2010/8/30 | 20:00:00 | 121.9 | 25.8 | 996 |
| 2010/8/30 | 23:00:00 | 121.8 | 25.8 | |
| 2010/8/31 | 00:00:00 | 121.7 | 25.8 | |
| 2010/8/31 | 01:00:00 | 121.6 | 25.7 | |
| 2010/8/31 | 02:00:00 | 121.6 | 25.6 | |
| 2010/8/31 | 03:00:00 | 121.4 | 25.6 | 996 |
| 2010/8/31 | 04:00:00 | 121.4 | 25.5 | |
| 2010/8/31 | 05:00:00 | 121.2 | 25.5 | |
| 2010/8/31 | 06:00:00 | 121.1 | 25.5 | |
| 2010/8/31 | 07:00:00 | 121 | 25.5 | |
| 2010/8/31 | 08:00:00 | 120.9 | 25.5 | |
| 2010/8/31 | 09:00:00 | 120.8 | 25.5 | 996 |
| 2010/8/31 | 10:00:00 | 120.6 | 25.4 | |
| 2010/8/31 | 11:00:00 | 120.6 | 25.4 | |

| 2010/8/31 | 12:00:00 | 120.6 | 25.4 | |
|-----------|----------|--------|--------|-----------|
| 2010/8/31 | 13:00:00 | 120.5 | 25.4 | |
| 2010/8/31 | 14:00:00 | 120.4 | 25.3 | |
| 2010/8/31 | 15:00:00 | 120.3 | 25.3 | 998 |
| 2010/8/31 | 16:00:00 | 120.2 | 25.2 | |
| 2010/8/31 | 17:00:00 | 120.1 | 25.2 | |
| 2010/8/31 | 18:00:00 | 120 | 25.2 | |
| 2010/8/31 | 19:00:00 | 119.9 | 25.1 | 1000 |
| 萊羅克數據 | | | | |
| 日期 | 時間 | 經度(東經) | 緯度(北緯) | 中心氣壓(hpa) |
| 2010/8/28 | 03:00:00 | 118 | 16.5 | 1004 |
| 2010/8/28 | 09:00:00 | 117.7 | 17.3 | 1004 |
| 2010/8/28 | 15:00:00 | 116.9 | 18.5 | 1002 |
| 2010/8/28 | 21:00:00 | 116.7 | 18.9 | 1002 |
| 2010/8/29 | 03:00:00 | 116.5 | 19.2 | 1000 |
| 2010/8/29 | 09:00:00 | 116.2 | 19.7 | 1000 |
| 2010/8/29 | 15:00:00 | 116.1 | 20.2 | 998 |
| 2010/8/29 | 21:00:00 | 116.3 | 20.4 | 996 |
| 2010/8/30 | 03:00:00 | 116.5 | 20.6 | 996 |
| 2010/8/30 | 09:00:00 | 116.6 | 20.7 | 990 |
| 2010/8/30 | 15:00:00 | 116.7 | 20.8 | 985 |
| 2010/8/30 | 21:00:00 | 117 | 20.7 | 985 |
| 2010/8/31 | 03:00:00 | 117.2 | 20.6 | 985 |
| 2010/8/31 | 09:00:00 | 117.5 | 20.4 | 985 |
| 2010/8/31 | 15:00:00 | 118.2 | 20.4 | 985 |
| 2010/8/31 | 21:00:00 | 119 | 20.8 | 985 |
| 2010/8/31 | 23:00:00 | 118.9 | 20.9 | |
| 2010/9/1 | 02:00:00 | 119.4 | 21.3 | |
| 2010/9/1 | 03:00:00 | 119.4 | 21.6 | 985 |
| 2010/9/1 | 04:00:00 | 119.4 | 21.7 | |
| 2010/9/1 | 05:00:00 | 119.4 | 22 | |
| 2010/9/1 | 06:00:00 | 119.5 | 22.1 | |
| 2010/9/1 | 07:00:00 | 119.5 | 22.2 | |
| 2010/9/1 | 08:00:00 | 119.5 | 22.3 | |
| 2010/9/1 | 09:00:00 | 119.6 | 22.4 | 990 |
| 2010/9/1 | 10:00:00 | 119.5 | 22.5 | |
| 2010/9/1 | 11:00:00 | 119.4 | 22.6 | |
| 2010/9/1 | 12:00:00 | 119.4 | 22.8 | |

| 2010/9/1 | 13:00:00 | 119.3 | 22.9 | |
|-----------|----------|--------|--------|-----------|
| 2010/9/1 | 14:00:00 | 119.2 | 23 | |
| 2010/9/1 | 15:00:00 | 119.2 | 23 | 990 |
| 2010/9/1 | 16:00:00 | 119.2 | 23 | |
| 2010/9/1 | 17:00:00 | 119 | 23 | |
| 2010/9/1 | 18:00:00 | 119 | 23 | |
| 2010/9/1 | 19:00:00 | 118.9 | 23 | |
| 2010/9/1 | 20:00:00 | 118.9 | 23.1 | |
| 2010/9/1 | 21:00:00 | 118.8 | 23.1 | 990 |
| 2010/9/1 | 22:00:00 | 118.8 | 23.2 | |
| 2010/9/1 | 23:00:00 | 118.7 | 23.2 | |
| 2010/9/2 | 00:00:00 | 118.6 | 23.3 | |
| 2010/9/2 | 01:00:00 | 118.5 | 23.4 | |
| 2010/9/2 | 02:00:00 | 118.4 | 23.4 | |
| 2010/9/2 | 03:00:00 | 118.3 | 23.5 | 990 |
| 2010/9/2 | 04:00:00 | 118.1 | 23.6 | |
| 2010/9/2 | 05:00:00 | 117.9 | 23.7 | 996 |
| 2010/9/2 | 06:00:00 | 117.8 | 23.8 | |
| 2010/9/2 | 07:00:00 | 117.6 | 23.9 | |
| 2010/9/2 | 08:00:00 | 117.4 | 23.9 | 998 |
| 2010/9/2 | 11:00:00 | 117.2 | 24 | |
| 2010/9/2 | 14:00:00 | 116.3 | 24.1 | 1002 |
| 2010/9/3 | 03:00:00 | 114.3 | 23.9 | 1002 |
| 2010/9/3 | 09:00:00 | 113.7 | 23.9 | 1002 |
| 2010/9/3 | 15:00:00 | 113 | 23.7 | 1002 |
| 2010/9/3 | 21:00:00 | 112.6 | 23.5 | 1002 |
| 2010/9/4 | 03:00:00 | 112.1 | 23.4 | 1002 |
| 2010/9/4 | 09:00:00 | 111.6 | 23 | 1004 |
| 2010/9/4 | 15:00:00 | 111.2 | 22.5 | 1002 |
| 康柏斯數據 | | | | |
| 日期 | 時間 | 經度(東經) | 緯度(北緯) | 中心氣壓(hpa) |
| 2010/8/28 | 21:00:00 | 139 | 18.4 | 1008 |
| 2010/8/29 | 03:00:00 | 137.7 | 19.4 | 1006 |
| 2010/8/29 | 09:00:00 | 136.4 | 20.4 | 1004 |
| 2010/8/29 | 15:00:00 | 135.3 | 21.1 | 1004 |
| 2010/8/29 | 21:00:00 | 134.4 | 21.5 | 1002 |
| 2010/8/30 | 03:00:00 | 133.2 | 22.2 | 998 |
| 2010/8/30 | 09:00:00 | 132.4 | 22.6 | 994 |

| | | | | |
|-----------|----------|-------|------|------|
| 2010/8/30 | 15:00:00 | 131.8 | 23.3 | 990 |
| 2010/8/30 | 21:00:00 | 131.2 | 23.7 | 980 |
| 2010/8/31 | 03:00:00 | 130.2 | 24.5 | 970 |
| 2010/8/31 | 06:00:00 | 129.7 | 24.8 | 960 |
| 2010/8/31 | 09:00:00 | 129.4 | 25.1 | 960 |
| 2010/8/31 | 12:00:00 | 128.9 | 25.6 | 960 |
| 2010/8/31 | 15:00:00 | 128.4 | 26.2 | 960 |
| 2010/8/31 | 17:00:00 | 128.1 | 26.6 | 965 |
| 2010/8/31 | 18:00:00 | 127.9 | 26.7 | 970 |
| 2010/8/31 | 21:00:00 | 127.3 | 27.4 | 970 |
| 2010/9/1 | 00:00:00 | 126.7 | 28 | 980 |
| 2010/9/1 | 03:00:00 | 126.2 | 28.6 | 990 |
| 2010/9/1 | 09:00:00 | 125.2 | 30.3 | 994 |
| 2010/9/1 | 15:00:00 | 124.7 | 32.3 | 998 |
| 2010/9/1 | 21:00:00 | 124.8 | 34.3 | 1002 |
| 2010/9/2 | 03:00:00 | 125.2 | 36.5 | 1004 |
| 2010/9/2 | 09:00:00 | 127.2 | 38.3 | 1004 |
| 2010/9/2 | 15:00:00 | 129.7 | 39.3 | 1006 |
| 2010/9/2 | 21:00:00 | 132.4 | 40 | 1002 |

【評語】 040507

三颱的藤原效應為獨特少見的現象研究，也是因氣候暖化創造出的獨特機遇。利用水工實驗、颱風路徑、氣壓數值分析探討藤原效應，具有創意。但是水工實驗與實際大氣相較有許多限制，實驗設計與實際之關聯性，說明不夠詳盡，難以看出其相關性。