

# 中華民國第 53 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 地球科學科

最佳團隊合作獎

030501

從天秤—布拉萬看藤原效應與怪颱的關係

學校名稱：新北市立中山國民中學

作者：  國二 張又止  國二 黃珮甄  國二 陳函郁	指導老師：  簡寶貴
---	------------------

關鍵詞：天秤颱風、颱風、藤原效應

## 從 天秤 — 布拉萬

### 看藤原效應與怪颱的關係

#### 摘要：

西北太平洋颱風形成後，影響其路徑的因素包括：太平洋副熱帶高壓的外圍環流、鋒面系統、其他熱帶低壓、高空西風氣流的位置、及陸地高山地形等。其中，與其他熱帶低壓之間的交互作用會產生「藤原效應」，往往導致颱風移動方向及速度的改變，其移動路徑也經常變化莫測、飄忽不定，令颱風預報人員傷神，令政府大小官員緊張莫名，也令防颱、救難人員繃緊神經，百姓更是盯著電視、電腦，關心颱風動態、關心災情、關心菜價、關心是否停班停課？

首先我們以簡單的實驗模擬並了解何謂「藤原效應」，再針對天秤和布拉萬颱風的相關氣象資料，分析兩者間是否發生藤原效應，及此效應對天秤、布拉萬颱風造成的影響。進而比對歷史上一些有名的怪颱，了解其之所以稱為怪颱是否都和藤原效應有關？

## 壹、研究動機

西元 2012 年 8 月 21 日天秤颱風在菲律賓的東北方打轉（圖 1），後來成拋物線路徑往台灣前行，本來預測會橫切台灣中部，但在 8 月 23 日後行徑偏南方，登陸南台灣後，強度減弱，隨即在 8 月 26 日因為長時間停留在海面上而再度增強、轉向，在大家的關注下，果真來個「回馬槍」又被拉回台灣，中央氣象局再度發布颱風警報。天秤一連串的詭異行徑，使我們產生研究它的興趣，試圖了解造成此怪颱路徑的主要原因為何。加上地球科學課本第六冊第 3 章，台灣的各種天氣型態中有介紹颱風，因此我們選擇此一題目，深入研究、探討，希望更瞭解路徑怪異的颱風。



圖 1：天秤颱風路徑圖

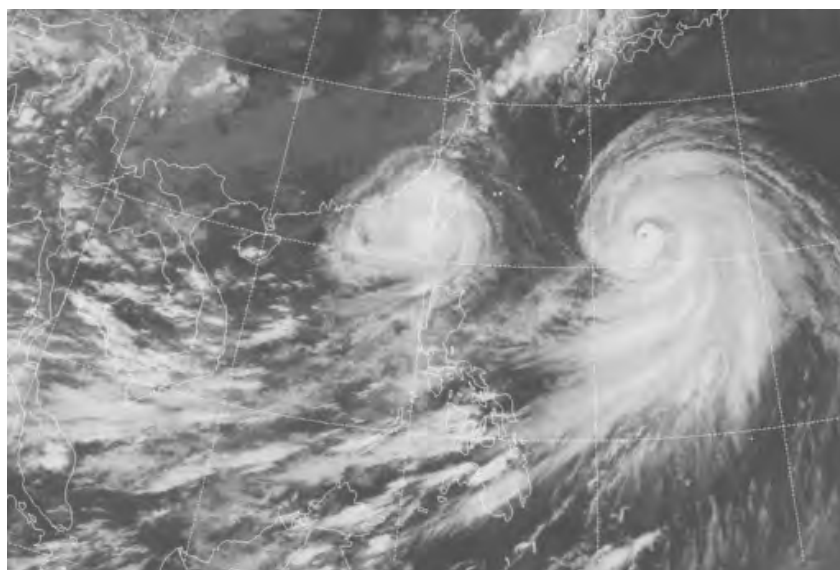


圖 2：西-天秤颱風；東-布拉萬颱風衛星雲圖。

西元 2012 年 8 月 24 日 14 時 32 分。

## 貳、研究目的

- 一、分析天秤颱風與布拉萬颱風的各種氣象資料，以探討天秤與布拉萬之間是否有藤原效應的發生以及藤原效應對布拉萬與天秤的影響。
- 二、尋找其他「怪颱」的資料，分析這些怪颱是否存在共同的氣象因素或條件。

## 參、研究器材

瓦斯爐	鍋子	大片玻璃
線香	數位相機	方格紙

## 肆、研究過程

- 一、蒐集藤原效應的資料，了解何謂藤原效應。
- 二、模擬藤原效應的實驗。實驗步驟如下：
  - (一) 一鍋水模擬一個颱風：
    1. 鍋子加水加蓋在瓦斯爐上以大火加熱至沸騰，並打開抽油煙機。
    2. 在鍋子四周用透明的玻璃圍住，玻璃間留有適當的孔隙，使周圍的空氣可以進入。
    3. 當打開鍋蓋後立即將點燃的一把線香靠近鍋子上方。
    4. 仔細觀察鍋子上方的煙霧和小水滴，並拍照、錄影。
  - (二) 兩鍋水模擬雙颱風效應：
    1. 方法同(一)，但在瓦斯爐上加熱兩個大小不同的鍋子，當水沸騰後，將小鍋的爐火調至中小火，當打開鍋蓋後立即將點燃的兩把線香靠近鍋子上方，仔細觀察大小鍋子上方的煙霧和小水滴是否有出現交互作用的狀態，並拍照、錄影。
- 三、蒐集天秤和布拉萬颱風的相關氣象資料，包括天氣圖、衛星雲圖、路徑圖、各時刻的氣壓數值及經、緯度等。
  - (一) 從天秤和布拉萬的距離看藤原效應的發生與結束時間。
    1. 找出同一時間天秤和布拉萬颱風的經緯度，利用下列網站：  
[HTTP://WWW.MOVABLE-TYPE.CO.UK/SCRIPTS/LATLONG.HTML](http://www.movable-type.co.uk/scripts/LATLONG.HTML)  
分別輸入天秤和布拉萬颱風的經緯度，以求出兩者間的距離和中點座標。
    2. 在方格紙上分別點出同一時間天秤、布拉萬和兩者中點的經緯度。
  - (二) 計算天秤和布拉萬各時段颱風中心的移動速率，看藤原效應期間天秤和布拉萬移動速率的變化。
  - (三) 利用 700 hPa 的高空天氣圖和地面天氣圖，來分析天秤和布拉萬颱風的路徑走勢。
  - (四) 從天秤和布拉萬颱風中心氣壓變化看藤原效應對兩個颱風強度的影響。
  - (五) 從衛星雲圖看藤原效應的發生過程。
- 四、蒐集其他路徑詭異的怪颱資料，分析是否有共通的氣象條件，及其造成的災害。

## 伍、研究結果與討論

### 一、為何產生藤原效應?

**藤原效應 (Fujiwhara effect)**，原是指兩個距離不遠的水旋渦，因為渦度、質量及相對位置的不同，而互相影響的狀態。藤原效應最早是由日本氣象學家藤原咲平博士在 1921 至 31 年間所進行的一系列水工實驗及觀測，主要是解釋當兩個颱風同時形成並互相靠近時所產生的交互作用，因而得名。藤原博士發現，兩個接近的水旋渦，它們的運動軌跡會以兩者連線的中心為軸心，繞著軸心互相以逆時針方向旋轉（如圖 3）。而大氣旋渦也出現類似情況。

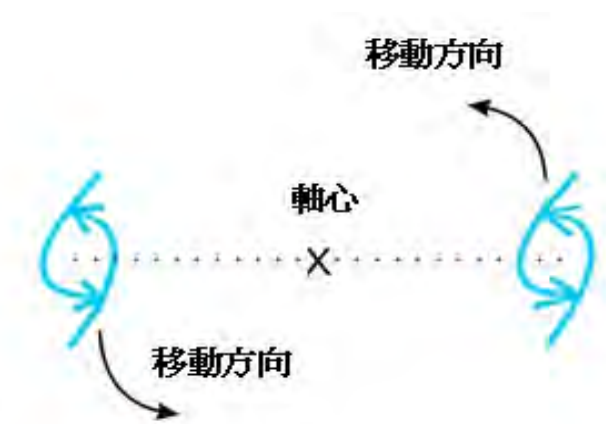


圖 3：藤原效應示意圖

在氣象學上，「藤原效應」應用於雙熱帶氣旋的相互作用上（例：圖 4）。一般來說，兩個熱帶氣旋相距約 12 緯距（約 1350 公里）內便可能產生相互影響。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**。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，旋轉時通常較小的颱風走得快些，較大的颱風走得慢些。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、導致其中一方減弱或被合併而結束。根據香港天文台的研究顯示若雙熱帶氣旋維持在 1200 公里以上的距離，其合併的機會不大。藤原效應會產生三種可能結果：

- （一）互旋型：若兩個熱帶氣旋強弱差不多，則以兩者的中心為圓心，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。
- （二）牽引型：在熱帶氣旋有強弱之分的情況之下，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。
- （三）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）

我們想要探討天秤和布拉萬兩個熱帶氣旋之間，是否存在藤原效應？若是，那是屬於何種類型？

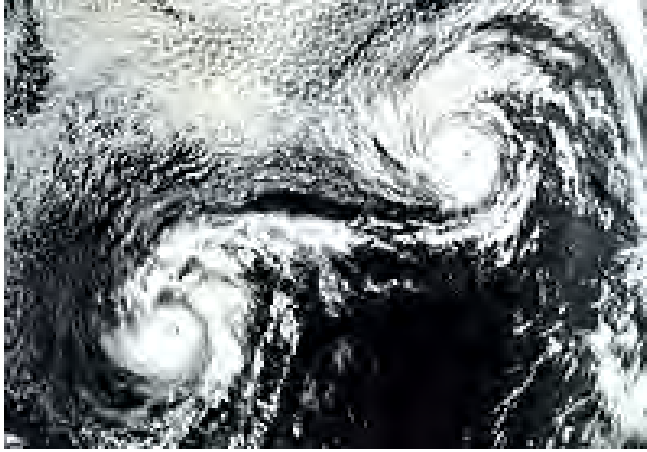


圖 4：1974 年時，颶風 Ione（左）及颶風 Kirsten（右）之間發生了藤原效應。  
資料來自維基百科。

## 二、模擬藤原效應的實驗。實驗結果如下：

### （一）一鍋水模擬一個颱風：

1. 北半球颱風呈逆時針向內旋轉，是因為受到科氏力的影響所導致，為了模擬類似現象，我們參考家裡馬桶的水流：馬桶出水口都特別設計在馬桶左邊，使得按下馬桶沖水鈕時，即可看到水流呈逆時針旋轉。因此我們在鍋子四周用透明玻璃圍住，缺口如（圖 5）所示，希望在抽油煙機抽氣下，能強迫小水滴呈逆時針旋轉，用以模擬北半球颱風氣流。
2. 因為小水滴煙霧不足，所以我們想到用點燃的線香，一方面增加凝結核使水氣更易凝結，另外線香產生的煙霧，應該也可以讓我們更加容易看到逆時針的漩渦。結果是：如果四周沒有圍玻璃，水滴、煙霧只會往上不會旋轉；我們則有看到逆時針向上旋轉的煙霧。如照片（圖 6）和影片（如影一）。

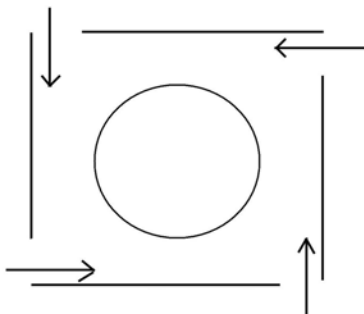


圖 5：模擬北半球颱風實驗示意圖



圖 6：模擬北半球颱風實驗

(二) 兩鍋水模擬雙颱風效應：

1. 我們可以看到左邊小鍋子上方的煙霧往大鍋子方向移動，感覺就像大颱風的氣流吸引小颱風的氣流一樣。如照片（圖 7）和影片（如影二）。

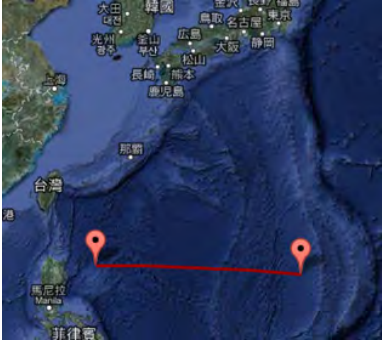
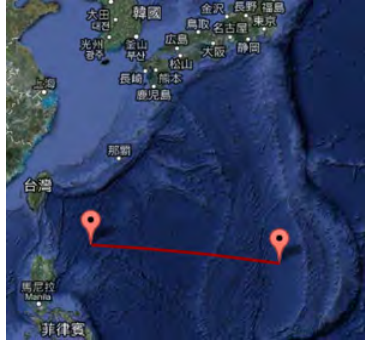



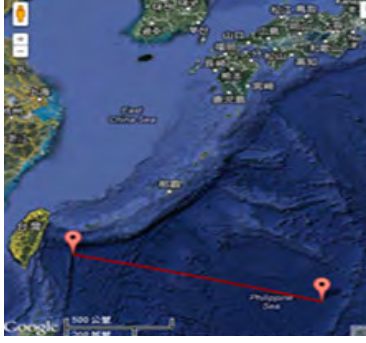
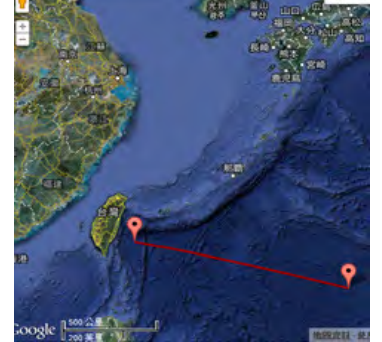
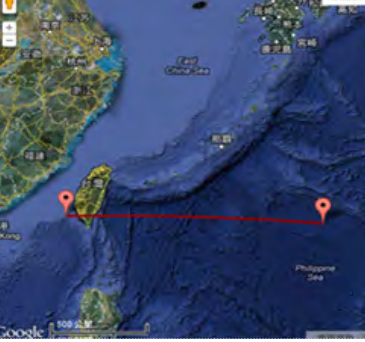



圖 7：模擬北半球雙颱風實驗

三、從天秤和布拉萬颱風的相關氣象資料，包括天氣圖、衛星雲圖、路徑圖、各時刻的經緯度、中心移動速率等了解兩者之間的關係。

(一) 從距離看藤原效應的發生與結束時間點：

1. 將天秤與布拉萬間的距離和時間、位置整理在（圖 8）中：

<p>a. 【1722 km】 8/20/12</p> 	<p>b. 【1596 km】 8/21/06</p> 	<p>c. 【1426 km】 8/22/06</p> 
<p>d. 【1380 km】 8/22/12</p> 	<p>e. 【1342 km】 8/22/18</p> 	<p>f. 【1268 km】 8/23/06</p> 
<p>g. 【1222 km】 8/23/12</p> 	<p>f. 【1378 km】 8/24/12</p> 	<p>i. 【1438 km】 8/25/00</p> 



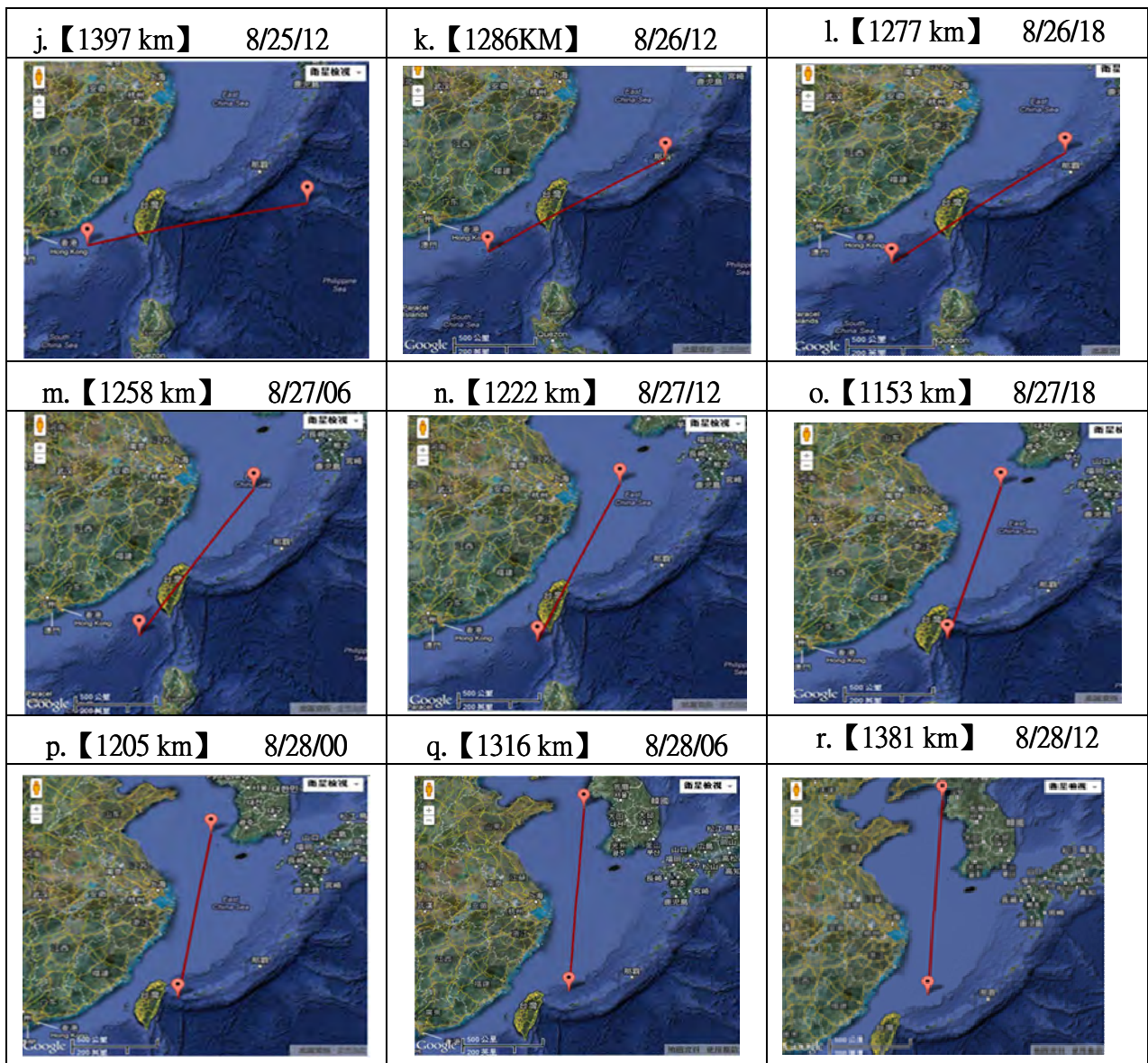


圖 8：天秤與布拉萬間的距離和時間、位置

2. 從（圖 8）天秤與布拉萬的距離變化，我們推測天秤與布拉萬間可能發生兩次藤原效應，也就是兩者間的距離小於 1350 km：
- (1) 第一次約發生在 22 日 18 時至 23 日 12 時期間（圖 8：e、f、g），天秤颱風在布拉萬颱風形成後，一方面受到布拉萬的影響，再加上太平洋高壓導引氣流不明顯吧，天秤移動速度變慢，甚至滯留一小段時間後，轉向登陸台灣，天秤在滯留、轉向期間兩者間的距離小於 1350 km，可能發生第一次藤原效應。
  - (2) 第二次約發生在 26 日 12 時至 28 日 06 時期間（圖 8：k、l、m、n、o、p、q），也就是天秤颱風登陸台灣後，在台灣西南海域緩慢前進、滯留、轉向、增強，又回頭朝台灣前進，這段期間從（圖 8）可以看出他們之間明顯有一股拉扯的力量存在，也就是布拉萬與天秤似乎有在互繞、旋轉；這段期間不只兩者間的距離小於 1350 km，兩者間互繞、旋轉的現象看起來相當明顯，可能發生第二次藤原效應。

3. 為了確認天秤和布拉萬颱風是否真實存在互繞、旋轉的現象，我們將各個觀測時間天秤和布拉萬颱風及兩者中心的經、緯度畫在方格紙上，掃描如下圖（9）：

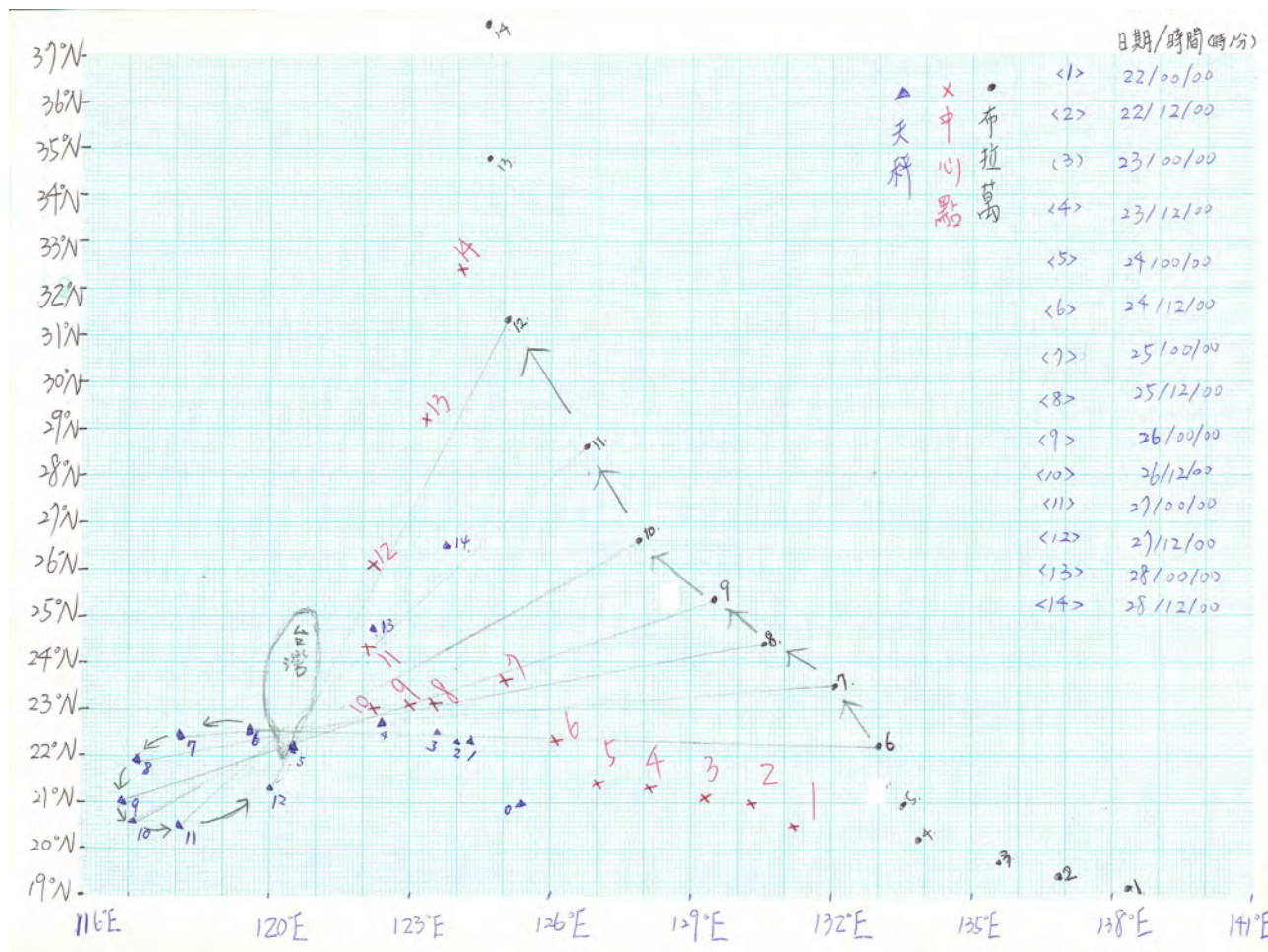


圖 9：天秤、布拉萬颱風、兩者中心點的經緯度變化圖

- (1) (圖 9) 右邊數字 (黑色) 代表布拉萬颱風的位置，左邊數字 (藍色) 代表天秤颱風同一時間對應的位置，中間紅色數字則表示兩者的中心位置，圖右上方為各點的日期與時間。
- (2) 從 (圖 9) 可以看出，西邊天秤颱風先北上 (點：0、1)、滯留 (點：1、2、3)、向西加速 (點：4、5) 通過台灣後，再向西南緩慢前進 (點：6、7、8)、接著滯留、轉向 (點：9、10、11) 後一路向北移動 (點：12 以後)。而東邊的布拉萬颱風則一路向西北方向走，很明顯的應該是東邊的布拉萬颱風影響了天秤颱風的路徑。

- (3) 我們仔細分析，認為從（圖 9）畫線部份（點：6、7、8、9、10、11、12 期間）可以看出**天秤和布拉萬各自成逆時針移動**，而兩者中心也有微幅向北移動，這段期間從（圖 9）看來**應該符合藤原效應的描述**。也就是在 24 日到 27 日期間確實有發生典型的藤原效應。而在藤原效應發生期間，布拉萬颱風較天秤颱風強度強，因此，兩者間的藤原效應該屬於上述的第二種類型（牽引型），也就是**運動方向由強度較強的布拉萬主導：布拉萬拉著天秤，使得天秤幾乎繞了一整圈**。
- (4) 我們發現：（圖 9）點 6、7、8 期間，天秤與布拉萬已經發生藤原效應，但是這段時間內兩個颱風間的距離是超過 1350 km，因此，我們認為雙颱風之間實質上的互繞、拉扯等實際影響，才是藤原效應發生的必要條件，距離似乎不是最重要因素。
- (5) 再者：原本從距離分析（圖 8），我們以為天秤與布拉萬間共發生兩次藤原效應，但是從（圖 9）分析，在 22 日至 23 日期間（點：1、2、3），天秤和布拉萬之間的距離雖然小於 1350 km，但是從（圖 9）看不出兩者間有明顯的互繞現象，因此，我們認為在 22 日至 23 日期間，天秤與布拉萬間並無藤原效應發生。因此我們判斷：**天秤與布拉萬間只發生一次藤原效應。時間約在 24 日 12 時至 27 日 12 時左右**。
- (6) 綜合上述（4）、（5）的討論，我們認為判斷雙颱風之間是否發生藤原效應，雙颱風間的距離僅能參考，不能作為唯一判斷的依據；雙颱風間是否出現互繞現象，才是判斷藤原效應是否發生的重要依據。
- (7) 從圖中看到在藤原效應發生期間，除了天秤颱風中心和布拉萬颱風中心有位移，兩者的中心座標也有在移動，顯然太平洋副熱帶高壓仍然導引著整個雙颱風系統沿著高壓外圍往北移動。

## (二) 從颱風中心移動速率看藤原效應的影響：

我們想探討發生藤原效應期間，除了天秤會受到威力較強的布拉萬颱風的影響；布拉萬是否也會受到天秤的影響。因此我們分別從天秤和布拉萬颱風的經、緯度隨時間的變化數據，求得颱風中心移動的平均速率，如（表一）。

※表中颱風中心平均速率（V）的單位：公里/小時

日期/時間	20/00~20/12	20/12~20/18	20/18~21/06	21/06~21/18	21/18~22/00	22/00~22/06
V：天秤	9	12	14	12	11	4
V：布拉萬	7	8	7	12	15	16
						天秤滯留
日期時間	22/06~22/12	22/12~22/18	22/18~23/00	23/00~23/06	23/06~23/12	23/12~23/18
V：天秤	4	5	4	9	12	16
V：布拉萬	11	11	13	12	20	9
	天秤滯留 布拉萬減速	天秤滯留 布拉萬減速	天秤滯留	天秤加速	天秤加速	天秤加速
日期時間	23/18~24/00	24/00~24/06	24/06~24/12	24/12~25/00	25/00~25/06	25/06~25/12
V：天秤	19	13	7	13	8	10
V：布拉萬	13	14	10	14	18	13
	天秤加速	天秤通過 台灣	藤原效應 開始	藤原效應	藤原效應	藤原效應 天秤轉向
日期時間	25/12~26/00	26/00~26/12	26/12~26/18	26/18~27/00	27/00~27/06	27/06~27/12
V：天秤	9	4	10	9	11	25
V：布拉萬	13	18	19	23	27	30
	藤原效應 天秤轉向	天秤滯留、 轉向	藤原效應 布拉萬加速	藤原效應 布拉萬加速	藤原效應 布拉萬加速	天秤、布拉萬 加速向北
日期時間	27/12~28/00	28/00~28/06	28/06~28/12			
V：天秤	35	27	23			
V：布拉萬	33	43	33			

表一：天秤與布拉萬颱風中心移動速率

1. 天秤颱風共有兩次移動速率明顯較慢，第一次約是在8月22日凌晨到8月22日凌晨期間，這段期間應該是布拉萬颱風形成後勢力增強，開始對天秤造成牽制的現象。第二次約是在8月24日到8月27日期間，這段期間應該是天秤颱風中心登陸台灣後，後續導引氣流不足，使得天秤無法加速離開台灣，而當布拉萬颱風靠近後隨即和天秤形成明顯的拉扯，使得天秤幾乎在原地滯留及緩慢的轉向，形成典型的藤原效應現象。
2. 再看布拉萬是否也會受到天秤的影響：
  - (1) 當天秤第一次滯留期間（22日），我們發現布拉萬颱風也似乎有受到天秤颱風的牽制，因為布拉萬的移動速率也變慢（22日06時至22日18時）。
  - (2) 當天秤加速通過台灣期間，布拉萬颱風也出現一小段時間移動速率變慢，不知是否有受到天秤加速的牽引。
  - (3) 發生藤原效應期間（逆時針互繞時），天秤向南移動速率減慢，同時布拉萬的速率明顯較天秤快，我們推測可能原因是：布拉萬不只受到太平洋高壓外圍環流向西北方移動，同時也到藤原效應影響，逆時針方向向北互繞，在此雙重效應影響下，使得布拉萬在發生藤原效應期間，先出現拉扯減速、接著開始加速移動。
3. 綜合上述討論，我們認為雙颱一但同時形成，不管颱風強、弱彼此都會互相影響。

### （三）利用700 hPa的高空天氣圖和地面天氣圖，分析天秤和布拉萬颱風的路徑走勢：

熱帶氣旋是中小尺度天氣系統，其走向受副熱帶高壓的引導。颱風路徑通常沿著副熱帶高壓南緣向西推進後北上（如下圖10）。太平洋副熱帶高壓會作不同的勢力調整，影響颱風未來的路徑走勢。因此，我們利用中央氣象局700 hPa高空天氣圖和地面天氣圖，來分析天秤和布拉萬颱風的路徑走勢如（圖11）：

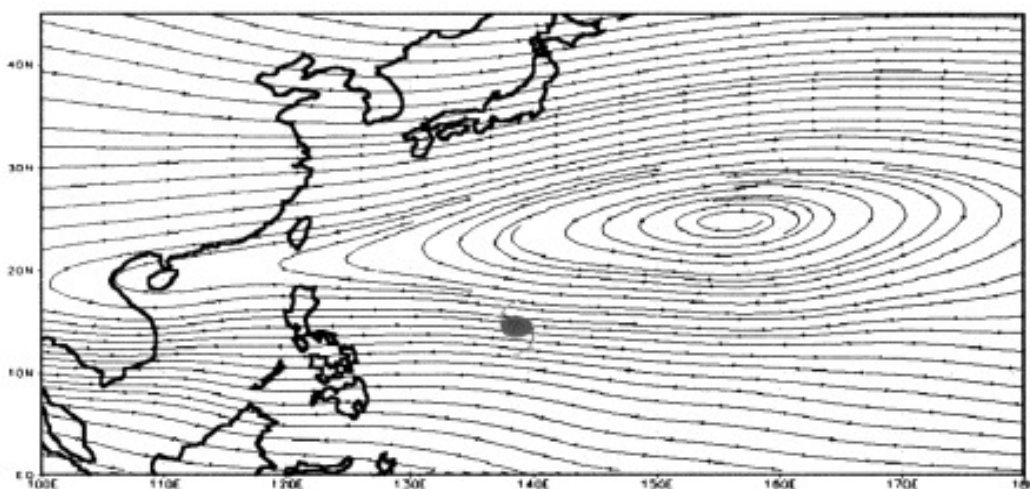
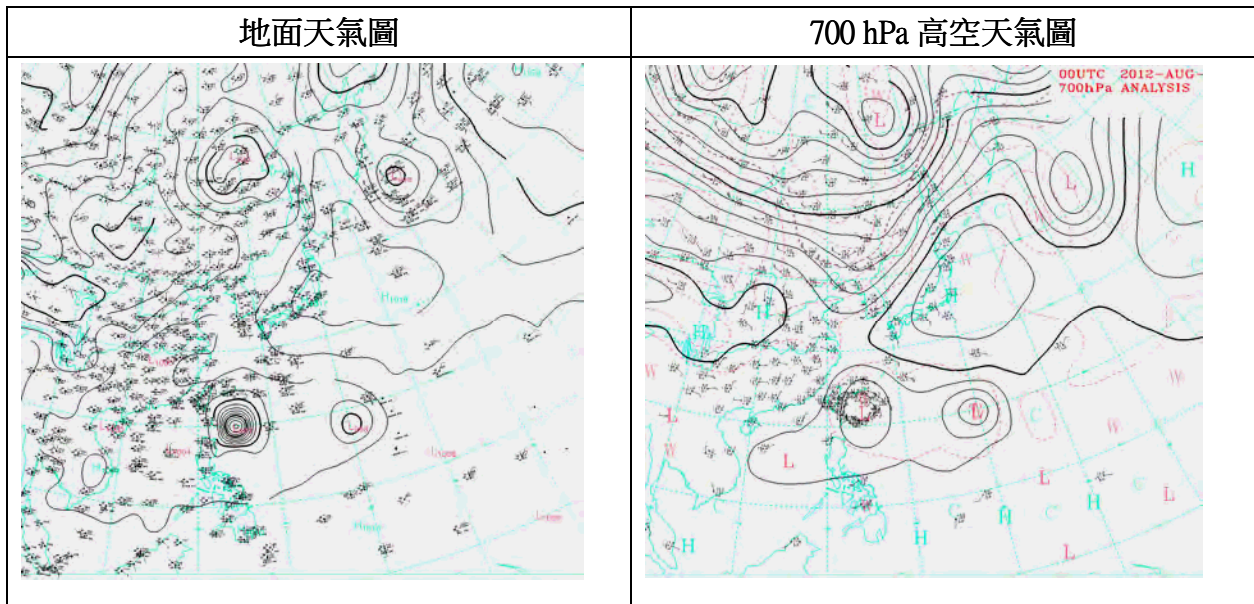
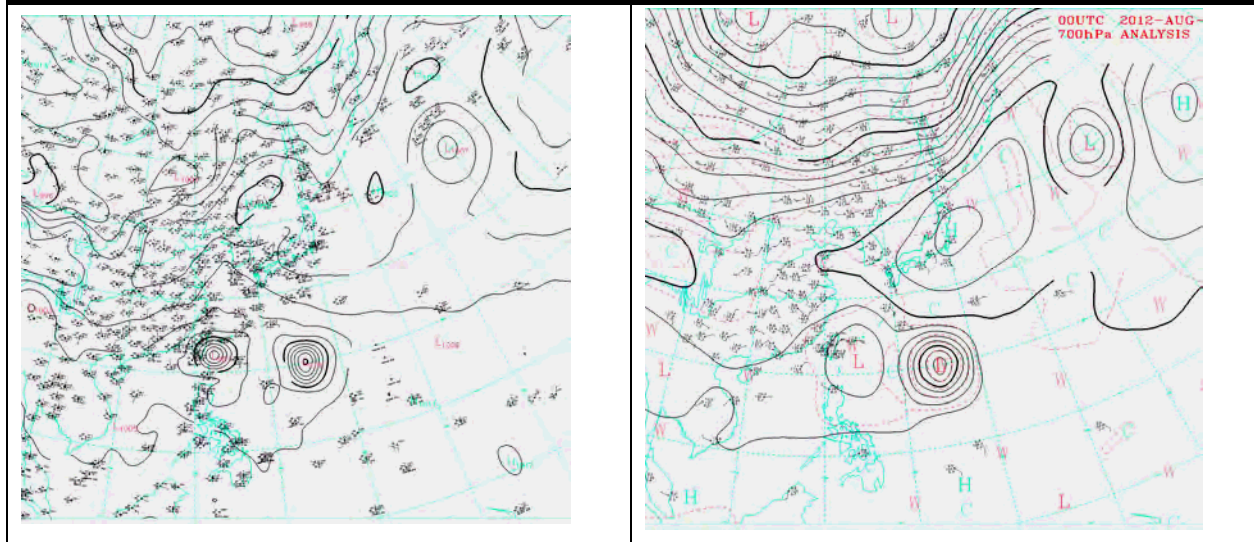


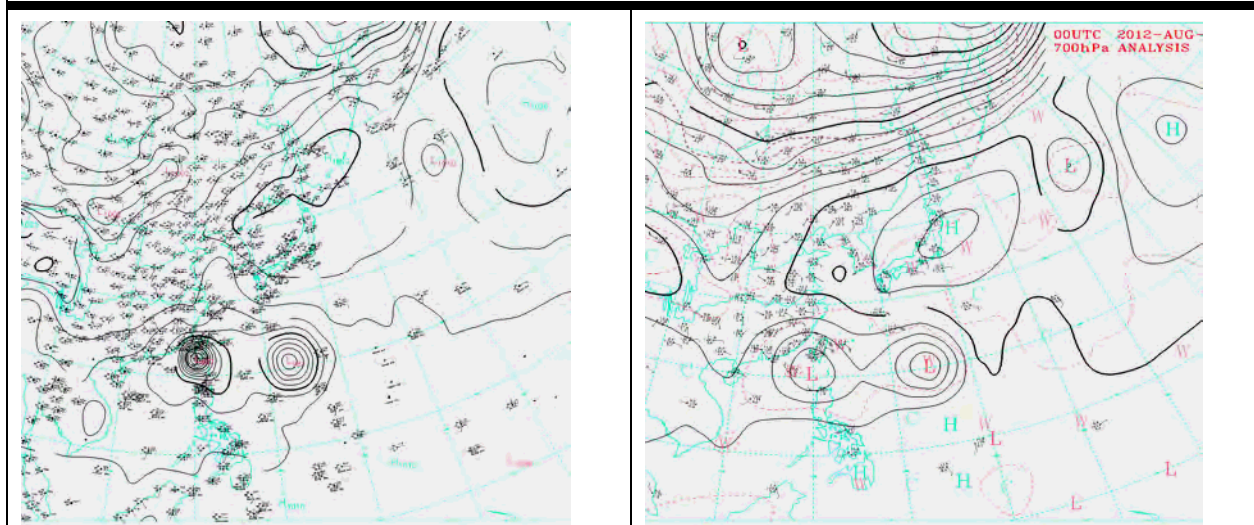
圖 10：西太平洋 500 hPa 高空等壓線示意圖



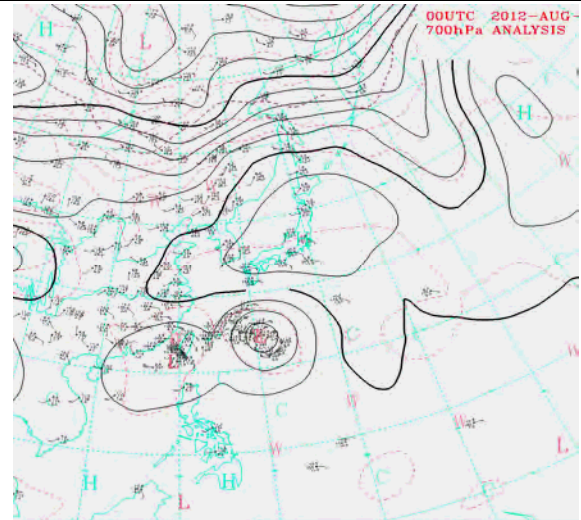
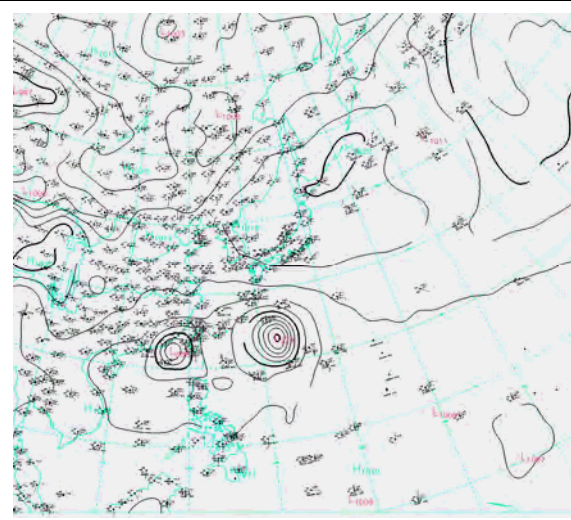
a. 8/22/00：天秤右方的布拉萬初形成，影響尚不明顯。



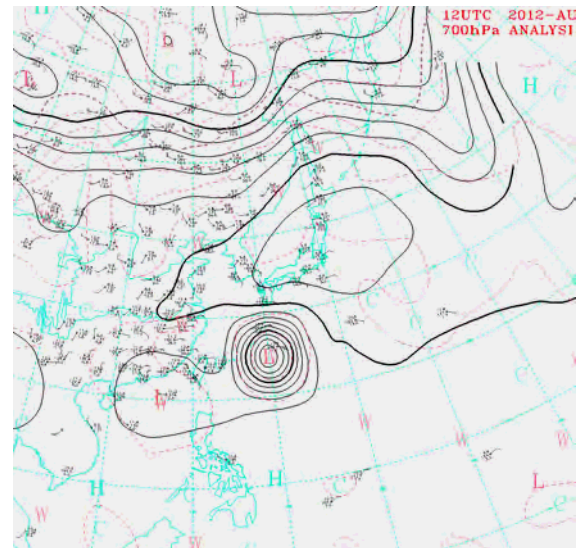
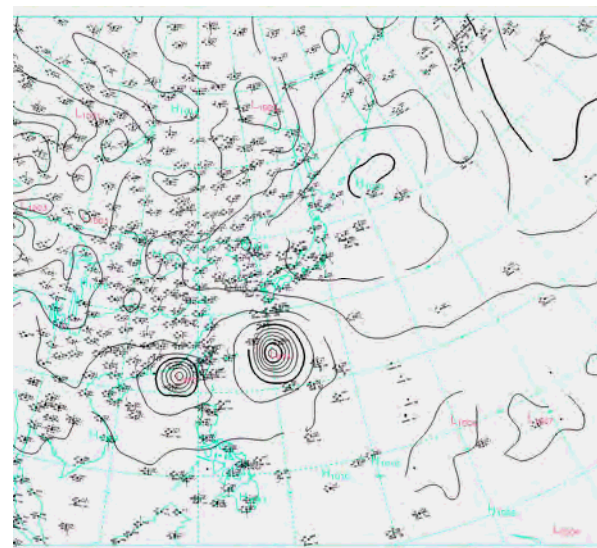
b. 8/23/00：布拉萬勢力增強，天秤受其影響，移動速度明顯減緩，形成短暫滯留。



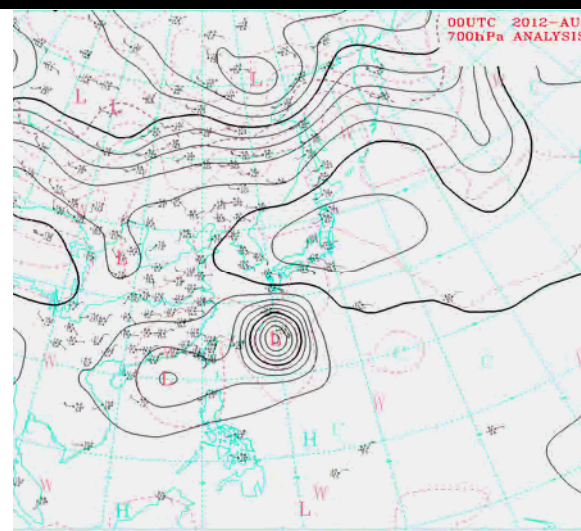
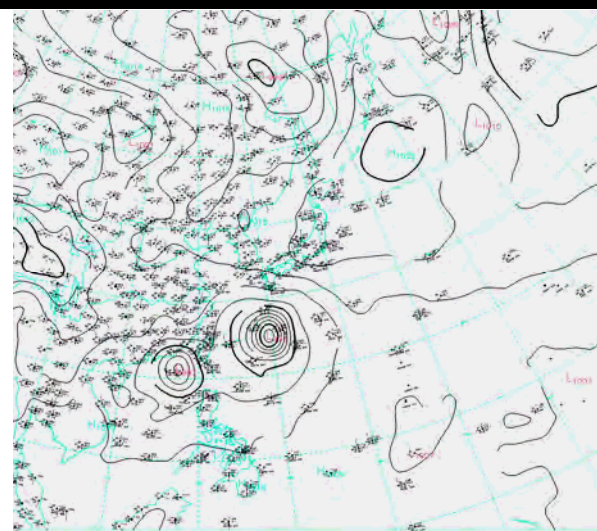
c. 8/24/00：太平洋高壓勢力增強，受其外圍氣流導引的影響，天秤加速登陸台灣南部。



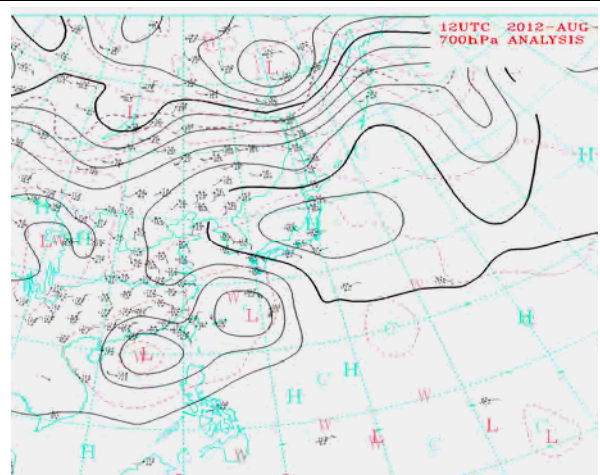
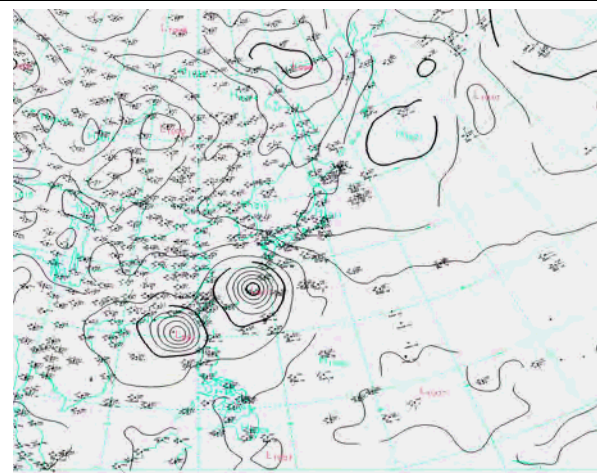
d. 8/25/00：布拉萬受天秤影響也加速向西移動，向台灣靠近。藤原效應開始。



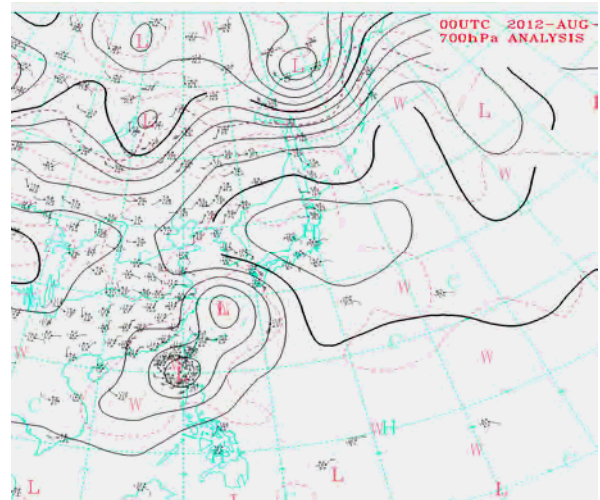
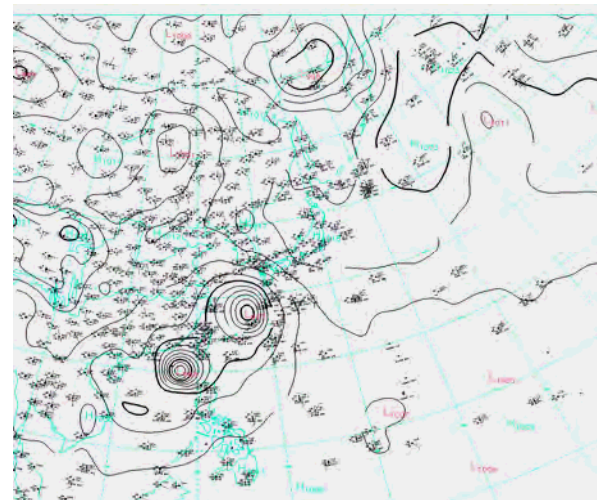
e. 8/25/12：藤原效應持續；天秤往西南方移動，布拉萬勢力增強，受太平洋高壓外圍環流影響，布拉萬持續向西移動。



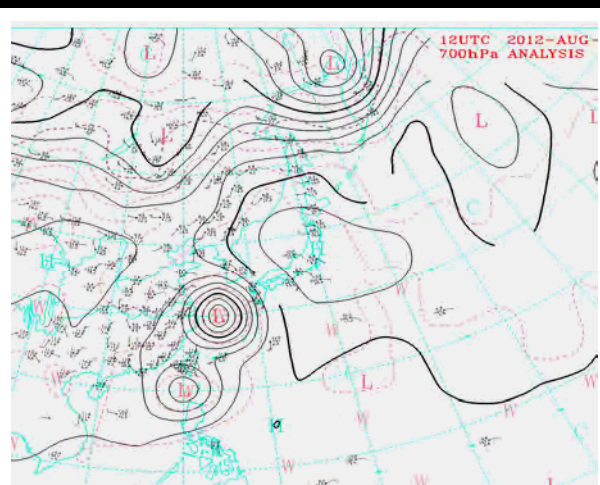
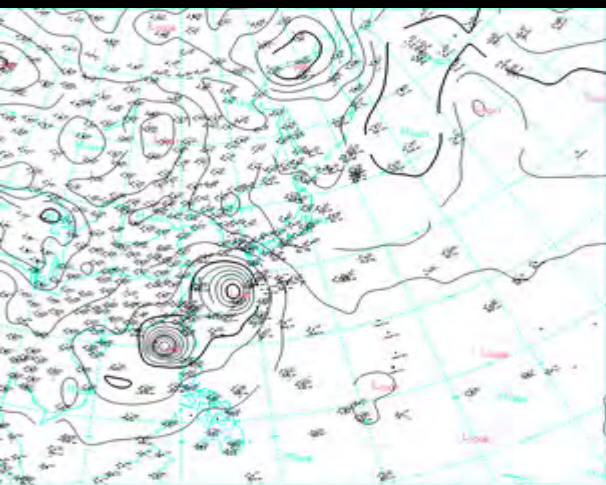
f. 8/26/00：藤原效應持續；天秤移動速度已減緩，布拉萬移動速度也減緩。



g. 8/26/12：藤原效應持續；天秤和布拉萬持續逆時針互繞；太平洋高壓勢力開始減弱，布拉萬向西北移動。

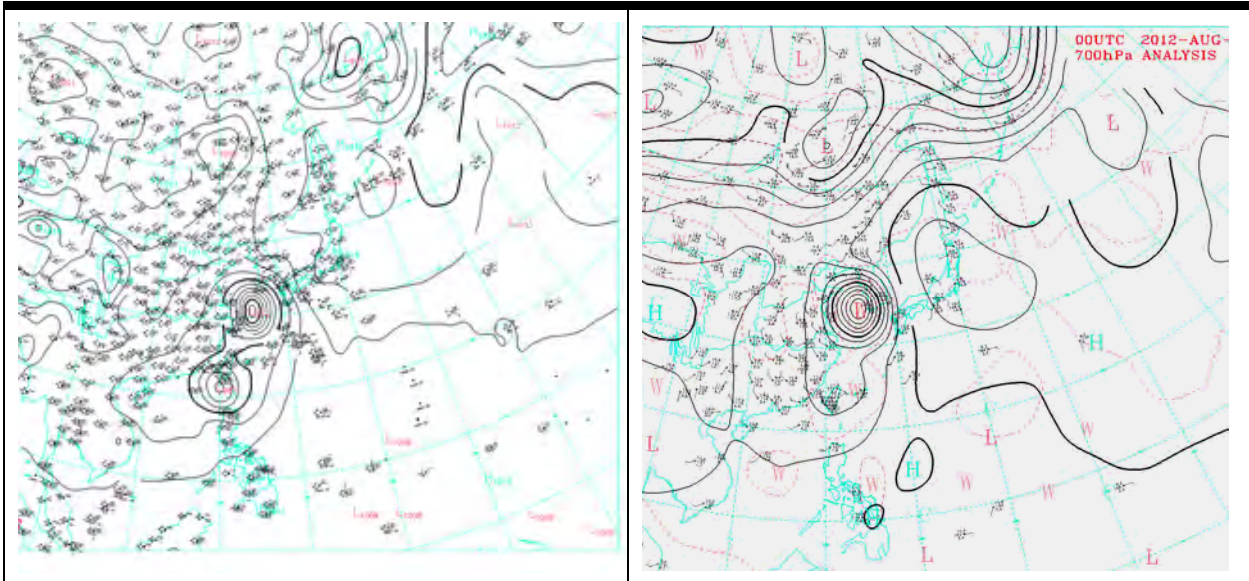


h. 8/27/00：藤原效應持續；天秤和布拉萬出現明顯的逆時針互繞現象，天秤登陸台灣後勢力再次增強；太平洋高壓外圍環流明顯向西北導引布拉萬。

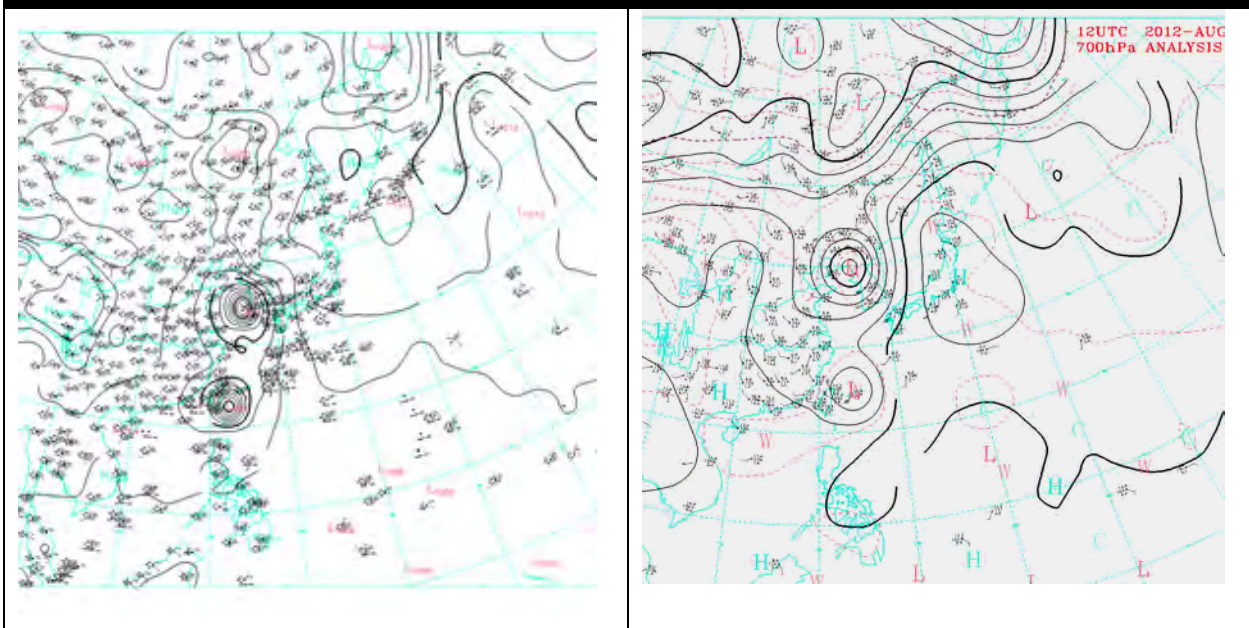


i. 8/27/12：藤原效應持續，此時太平洋高壓外圍環流更明顯向北導引布拉萬，布拉萬、天秤一起向北移動。天秤再次朝台灣方向前進，氣象局二度發布颱風警報。





j. 8/28/00：此時太平洋高壓外圍環流更明顯向北導引布拉萬，雙颱風系統持續加速向北移動，但兩者之間的距離已稍稍拉開。



k. 8/28/12；藤原效應已結束，布拉萬持續向北移動，天秤已在漸漸消散當中。

圖 11：地面天氣圖與 700 hPa 高空天氣圖對照

1. 天氣圖資料分析結果如下：

- a. 22 日 00 時：天秤東方的布拉萬初形成，影響尚不明顯。
- b. 23 日 00 時：布拉萬勢力增強，天秤受其影響，移動速度明顯減緩，形成短暫滯留。
- c. 24 日 00 時：太平洋高壓勢力增強，受其外圍氣流導引的影響，天秤加速登陸台灣南部。

- d. 25 日 00 時：布拉萬受天秤影響也加速向西移動，向台灣靠近。藤原效應已開始。
  - e. 25 日 12 時：藤原效應持續；天秤往西南方移動，布拉萬勢力增強，受太平洋高壓外圍環流影響，布拉萬持續向西移動。
  - f. 26 日 00 時：藤原效應持續；天秤移動速度已減緩，布拉萬移動速度也減緩。
  - g. 26 日 12 時：藤原效應持續；天秤和布拉萬持續逆時針互繞；太平洋高壓勢力開始減弱，布拉萬向西北移動。
  - h. 27 日 00 時：藤原效應持續；天秤和布拉萬出現明顯的逆時針互繞現象，天秤登陸台灣後勢力再次增強；太平洋高壓外圍環流明顯向西北導引布拉萬。
  - i. 27 日 12 時：藤原效應持續，此時太平洋高壓外圍環流更明顯向北導引布拉萬，布拉萬、天秤一起向北移動。天秤再次朝台灣方向前進，氣象局二度發布颱風警報。
  - j. 28 日 00 時：此時太平洋高壓外圍環流更明顯向北導引布拉萬，雙颱風系統持續加速向北移動，但兩者之間的距離已稍稍拉開。
  - k. 28 日 12 日：藤原效應已結束，布拉萬持續向北移動，天秤已在漸漸消散當中。
2. 從（圖 11）的 700 hPa 高空天氣圖中，可以看到太平洋高壓外圍環流影響的範圍不斷產生變化，導引氣流的方向也一直在變化，再加雙颱風之間也互有影響，因此，不難想像為我們預測天氣的中央氣象局預報人員有多辛苦，面對的是隨時都會有變化的各種大氣條件，實在很難做較長時間的天氣預測；面對捉摸不定（強度變化、路徑變化）的颱風，預測真是辛苦！

(四) 從天秤、布拉萬颱風的中心氣壓，看雙颱風的變化：

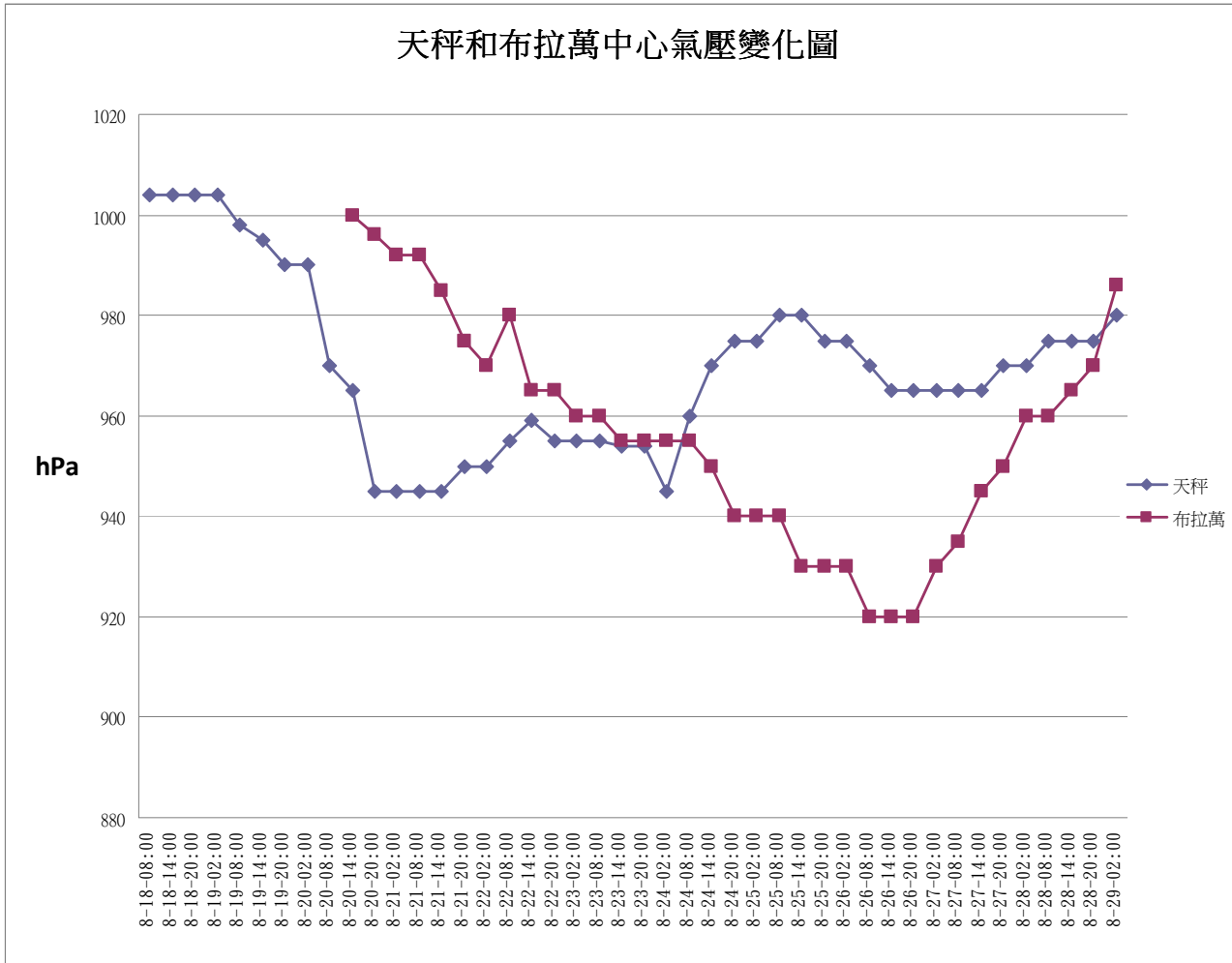


圖 12：天秤、布拉萬颱風中心氣壓變化

1. 18 日至 20 日期間天秤颱風中心氣壓逐漸下降，表示天秤颱風形成後逐漸增強。
2. 21 日至 23 日期間，天秤滯留中心氣壓不再下降，同時布拉萬颱風形成強度逐漸增強中；這可能是布拉萬颱風形成後匯聚了附近海上大部分的水氣和能量，而天秤已相當靠近台灣陸地，水氣、能量的供應不再充足。
3. 23 日 14 時至 24 日 8 時期間，也就是天秤加速通過台灣期間，布拉萬可能有受到天秤加速的影響，中心氣壓不再下降，勢力不再增強。

4. 24 日至 25 日期間，也就是藤原效應發生的前段，天秤向西南方移動，此時天秤颱風中心氣壓明顯上升，應該是**天秤登陸台灣本島期間，不斷降雨、結構遭受些許破壞，無法及時補充水氣和能量，導致中心氣壓上升、威力減弱**。而此同時布拉萬颱風中心氣壓明顯下降、威力持續增強。
5. 25 日至 26 日期間，也就是天秤第二次滯留、轉向期間，此時天秤和布拉萬兩者移動速率非常緩慢，有充分時間吸收海上水氣和能量，使得**雙颱在此藤原效應期間強度均增強；布拉萬已成為強烈颱風**。
6. 26 日至 27 日藤原效應期間，**天秤轉向後，中心氣壓沒有明顯變化；而布拉萬可能因為加速向北，緯度愈北海面溫度愈高，對颱風愈不利，導致中心氣壓一路上升、強度持續減弱**。
7. 從（圖 12）我們發現，在**發生藤原效應的前半期，也就是天秤路徑轉向前（向南轉向北，24 日至 26 日），布拉萬的中心氣壓呈階梯式下降，換言之，布拉萬的強度程階段性的增強**，這是否是藤原效應中特有的現象，或者只是巧合。而此時正是雙颱互相拉扯、牽制、互繞最明顯的階段。

(五) 藤原效應期間的紅外線衛星雲圖：

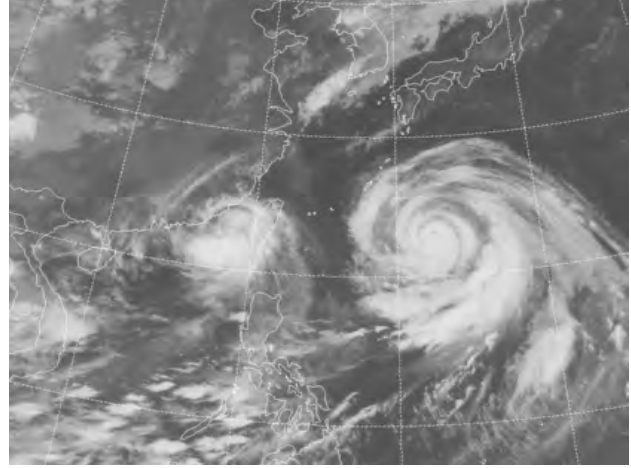
日/時

a. 24/14



日/時

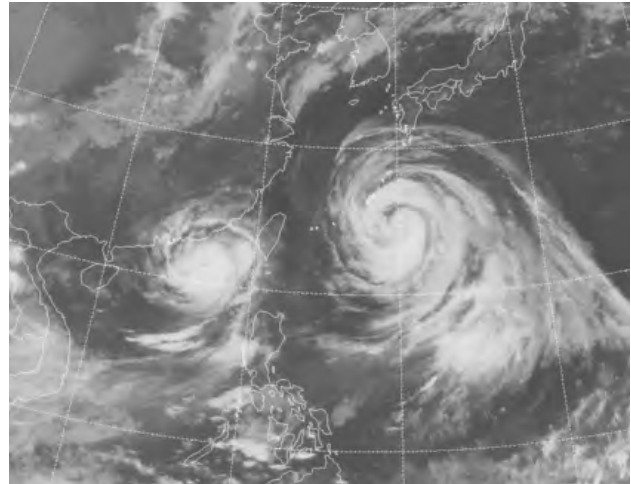
b. 25/02



c. 25/14



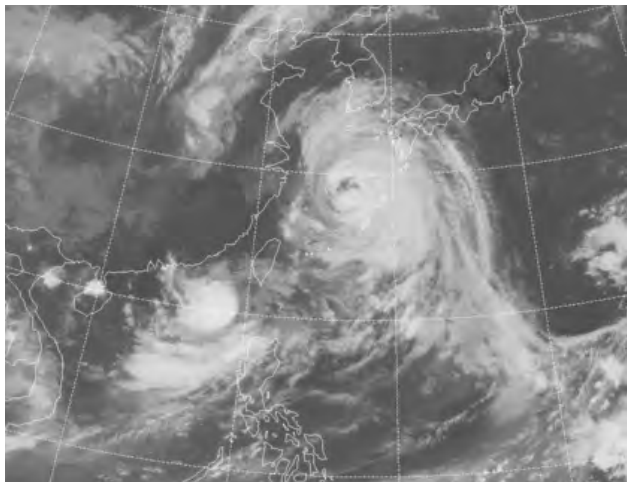
d. 26/02



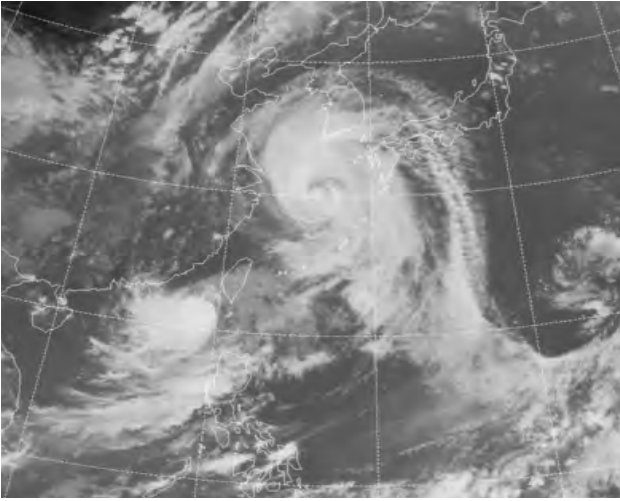
e. 26/14



f. 27/02



g. 27/14



h. 27/20

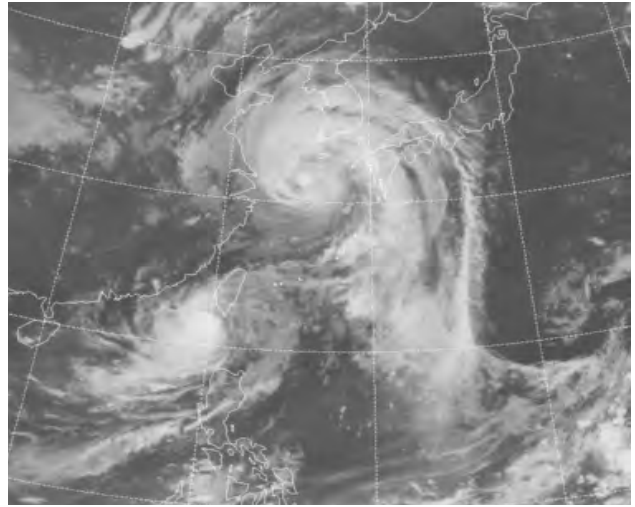


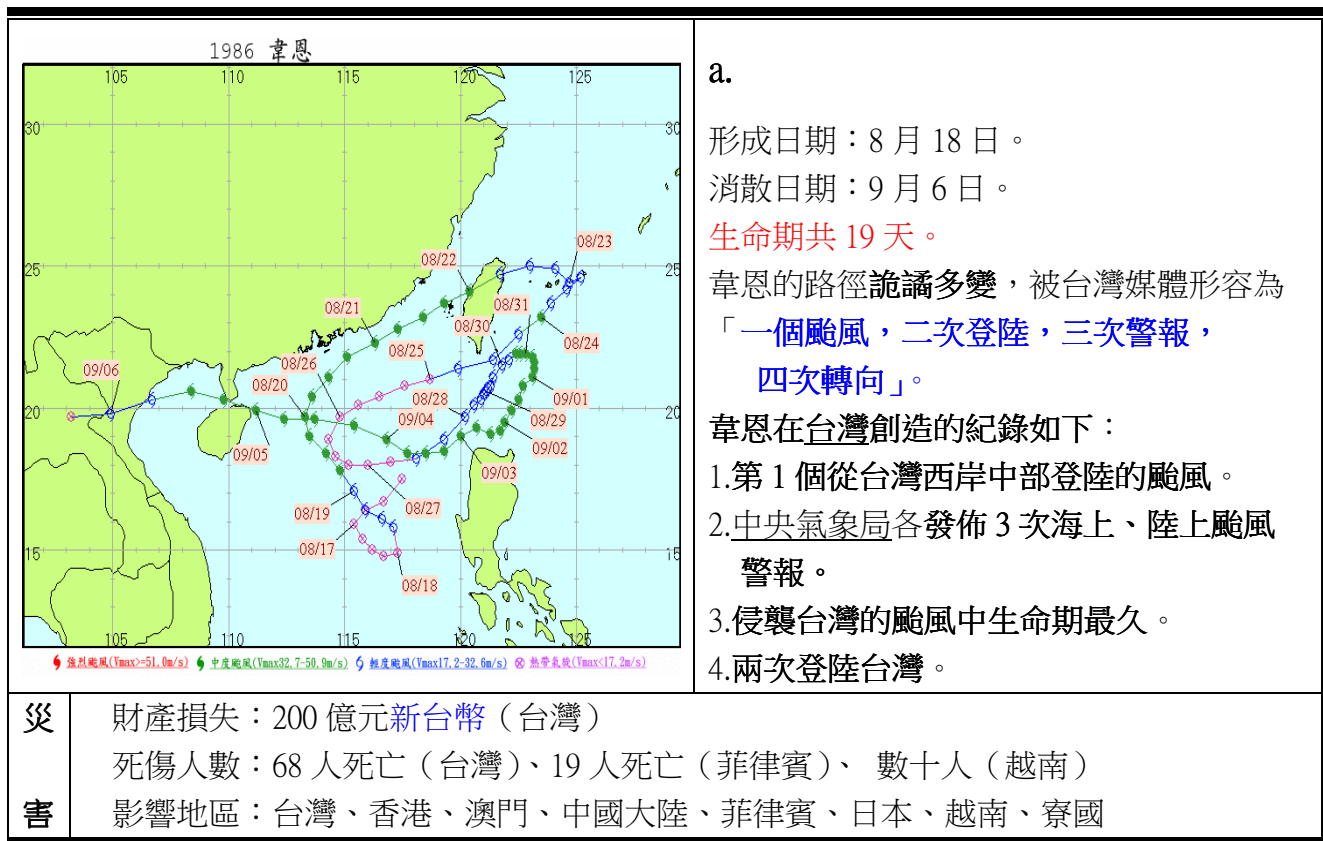
圖 13：藤原效應期間天秤、布拉萬的紅外線衛星雲圖

1. 從 24 日 14 時至 27 日 20 時的紅外線衛星雲圖，也就是發生藤原效應期間，明顯可以看出天秤與布拉萬雲系產生逆時針互繞現象。而且天秤與布拉萬並沒有合併而為一個超強颱風，但布拉萬雲系似有拉走部分天秤的外圍雲系（圖 13：e~h，26 日 14 時至 27 日 20 時）。
2. 那為什麼天秤與布拉萬在拉扯與互繞期間沒有合併呢？根據香港天文台的研究顯示『若雙熱帶氣旋維持在 1200 公里以上的距離，其合併的機會不大。』從 24 日 12 時至 27 日 12 時藤原效應期間，天秤與布拉萬的距離幾乎都維持在 1200 公里以上，只有在 27 日 18 時短暫的出現 1153 公里的距離，隨即又拉開。可見天秤與布拉萬距離過遠並未發生雙颱風合併現象。

#### 四、蒐集其他路徑詭異的怪颱資料，分析是否有共通的氣象條件：

在天秤颱風侵襲台灣期間，因為其路徑詭異、預測困難，因此從新聞上看到很多人在分析、討論近代路徑較怪異的幾個颱風，例如：1986年韋恩（圖 14 a）、1991年耐特（圖 14 b）、2001年納莉（圖 14 c）、2009年芭瑪（圖 14 d），這引起我們的好奇，我們找出這幾個颱風的資料，想看看他們之間是否有共同的特性，而使得他們成為人們口中所謂的「怪颱」。

##### （一） 怪颱的特殊路徑圖和災害：



<p>1991 耐特</p>	<p>b.</p> <p>形成日期：9月15日。          消散日期：10月2日。  <b>生命期共17天。</b></p> <p>耐特颱風的路徑飄忽不定，包括了「四次大轉彎、兩次增強」，並在17天內兩次登陸。</p> <p>※在<u>台灣</u>韋恩、耐特、納莉被並稱為「侵台三大怪颱」。</p>
<p>災害</p> <p>財產損失：29棟房屋全倒，52棟房屋半倒（台灣）          死傷人數：4人死亡，3人失蹤，9人受傷（台灣）          影響地區：台灣、香港、中國大陸、菲律賓</p>	
<p>2001 納莉 (NARI)</p>	<p>c.</p> <p>成日期：9月6日。          消散日期：9月21日。  <b>生命期共16天。</b></p> <p>納莉的發展過程及路徑十分奇特，曾『四度增強及減弱，四次超過90度大轉彎，並三度急轉彎侵襲沖繩島』，並於沖繩島以西及台灣島等地幾乎原地停留不動。</p> <p>納莉在<u>台灣</u>創造的紀錄如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 貫穿的路徑特殊：由台北向西南到台南。</li> <li>2. 中心從登陸到出海一共花了49個小時，創下臺灣氣象史上颱風中心滯留陸地時間最久的紀錄。</li> <li>3. 改寫了台北、嘉義、新竹的單日最多雨量紀錄。</li> <li>4. 石門水庫持續洩洪15天，創下水庫啟用以來的紀錄。</li> </ol>
<p>災害</p> <p>財產損失：300億元<u>新台幣</u>（台灣）、6,000萬元<u>人民幣</u>（中國大陸）          死傷人數：94人死亡，10人失蹤（台灣）、3人死亡（廣東）          影響地區：台灣、中國大陸、日本、香港、澳門</p>	



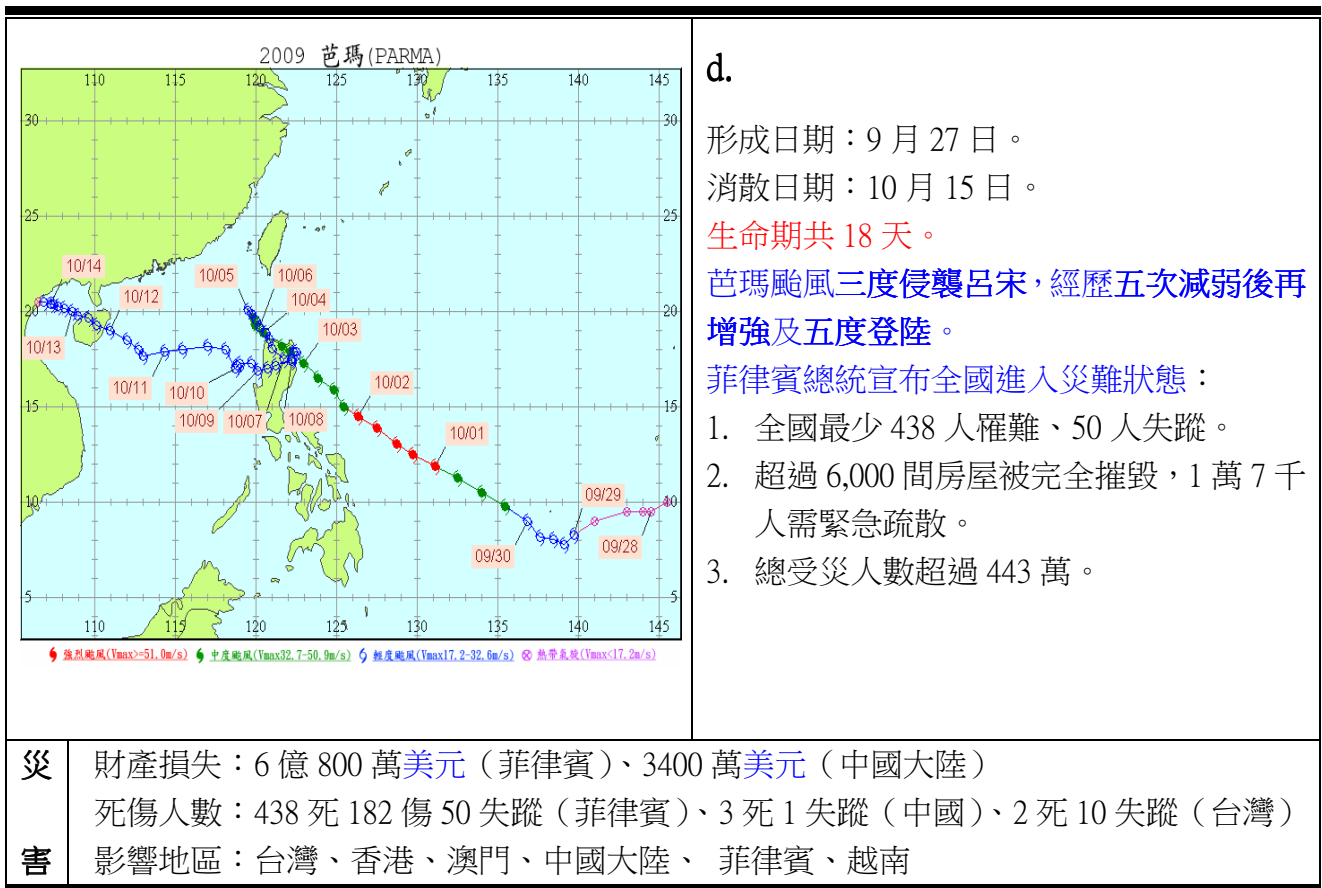
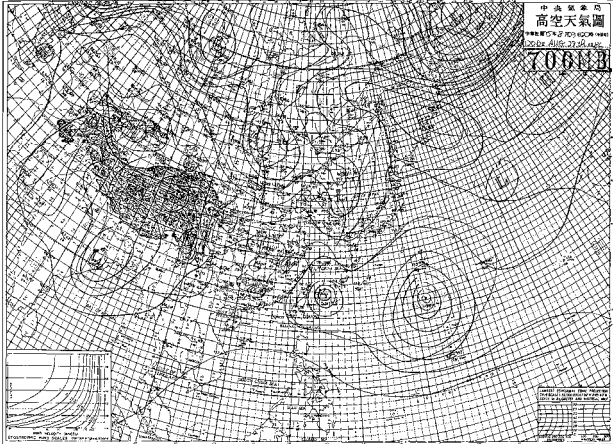
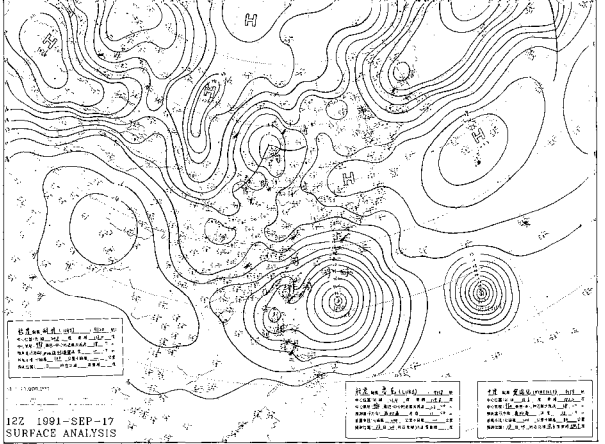
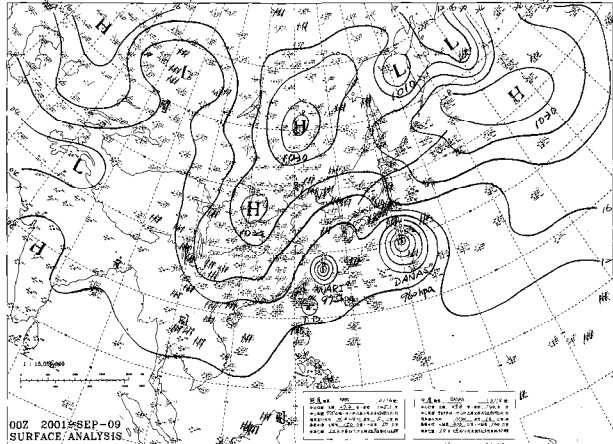
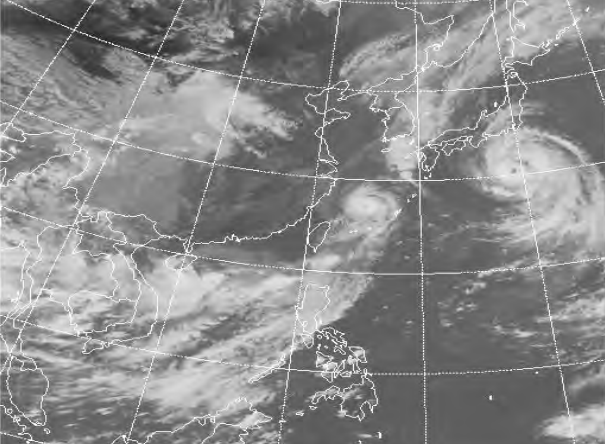


圖 14：怪颱的特殊路徑和災害

1. 這些路徑怪異的颱風，真是讓我們開了眼界，不僅讓氣象分析、預報人員傷透腦筋，也讓一般民眾驚恐不已，防颱準備措手不及。
2. 其中納莉颱風更是讓大台北地區的百姓，在心中烙下不可磨滅的印記，長輩們經常提到：颱風時爆滿的基隆河水在突破警戒水位後，由堤防缺口灌入台北市，台北捷運板南線、淡水線、台北車站等地下鐵路遭水淹沒，並造成忠孝東路、內湖、南港、汐止等地嚴重水患，台北交通陷入嚴重混亂。**台北捷運還因此留下納莉淹水標示線。**
3. 而芭瑪颱風對菲律賓造成的災害令人觸目驚心且不捨，芭瑪三度侵襲菲律賓，很多居民受災情況嚴重，屋倒、淹水尚不及撤離、重建家園，颱風又一而再、再而三地回頭，使菲律賓全國進入災難狀態，淒慘景象不難想像。

(二) 怪颱的天氣圖和紅外線衛星雲圖：

a. 韋恩高空天氣圖	b. 耐特地面天氣圖
	
<p>從韋恩的天氣圖中可以看出，在韋恩的東方海面上就有一個威力不小的<b>颱風-薇拉</b> (VERA)，影響著韋恩的路徑。</p>	<p>從耐特的天氣圖中可以看出，在耐特形成時東方海面上就有兩個威力更強的<b>颱風-魯克</b> (LUKE) 和<b>密瑞兒</b> (MIREILLE)，兩者先後影響耐特的路徑。</p>
<p>中央氣象局的資料中，韋恩颱風只有高空天氣圖，沒有地面天氣圖和衛星雲圖。耐特颱風沒有衛星雲圖。</p>	

c1. 納莉地面天氣圖	c2. 納莉衛星雲圖
	
<p>從納莉颱風的天氣圖和衛星雲圖中可以清楚看出，在納莉的東方海面上有一個威力更強的<b>颱風-丹娜絲</b> (DANAS)，影響著納莉的路徑。</p>	

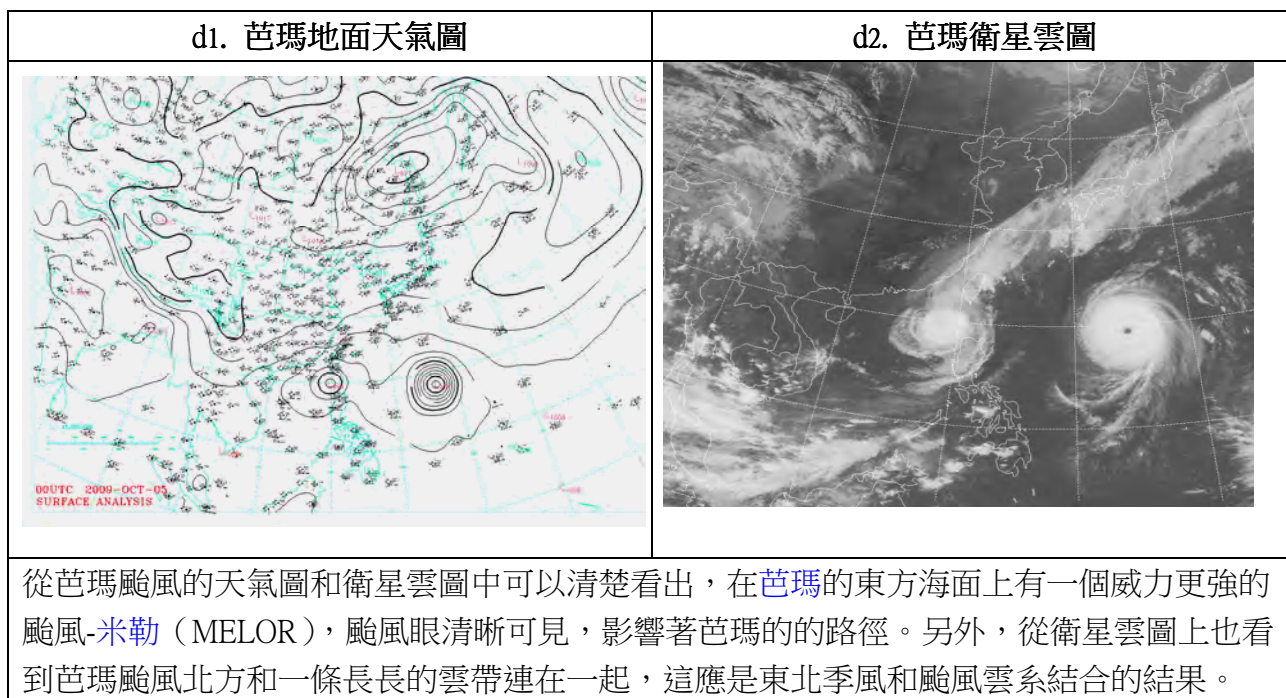


圖 15：怪颱的天氣圖和紅外線衛星雲圖

1. 從天氣圖和紅外線衛星雲圖（圖 15），可以明確看出這些路徑怪異的颱風，他們的周圍海面上都有另外一個威力更強大颱風存在，影響了這些颱風原本相對較單純的路徑，而變得更深不可測。
2. 當然，影響颱風路徑的因素尚包括：太平洋副熱帶高壓的外圍環流、是否有鋒面系統、其他熱帶低壓或高空西風流的位置及陸地高山地形等，然而當有「藤原效應」發生時，颱風往往會改變移動方向及速度，令預測其移動路徑難度更增加。
3. 上列四個颱風當中，韋恩和薇拉（圖 15a）、納莉和丹娜絲（圖 15 c1、c2）、芭瑪和米勒（圖 15 d1、d2）都有發生藤原效應，可見藤原效應是造成「怪颱」很重要的原因。

## 陸、結論

- 一、 天秤和布拉萬之間距離雖然有兩次靠近，距離在 1350 公里以內，但是我們研究的結論發現：天秤和布拉萬兩者之間只發生一次的藤原效應，時間約在 8 月 24 日到 8 月 27 日之間。
- 二、 我們認為判斷雙颱風之間是否發生藤原效應，雙颱風間的距離僅能參考，不能作為判斷的唯一依據；雙颱風間是否出現互繞現象，才是判斷藤原效應是否發生的重要依據。
- 三、 天秤和布拉萬之間的藤原效應屬於牽引型，也就是運動方向由強度較強的布拉萬主導。
- 四、 天秤颱風形成後移動速度忽快、忽慢，強度忽強、忽弱，移動軌跡忽南、忽北，我們認為最主要原因就是和布拉萬颱風發生藤原效應所造成的。
- 五、 原本以為強度較強的布拉萬颱風主導著整個雙颱風系統，然而經過各種資料分析結果，我們發現布拉萬颱風形成後其實也一直受天秤颱風影響，因此移動速度也是忽快、忽慢，強度倒是作規律性的增強。
- 六、 天秤和布拉萬發生藤原效應期間，兩個颱風雖然沒有合併，但是威力較強的布拉萬確有拉走部分天秤颱風的外圍雲系。
- 七、 氣象史上令人印象深刻的怪颱風，果然如我們推測，都有雙颱風甚至三颱風的相互影響，或有發生藤原效應。
- 八、 怪颱風路徑飄忽不定，容易造成極大的災害，因此，一但有颱風發生藤原效應，大家就必須更提高警覺，做好更高規格的防颱風準備。

## 柒、參考資料

- 一、 國中自然與生活科技課本。第六冊。南一書局。
- 二、 中央氣象局全球資訊網  
<http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>
- 三、 維基百科  
<http://zh.wikipedia.org>
- 四、 Calculate distance, bearing and more between Latitude/Longitude points  
<http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>
- 五、 香港天文台  
<http://www.hko.gov.hk/>
- 六、 韓國氣象局  
<http://web.kma.go.kr/eng/index.jsp>

七、 天秤的路徑圖:

[http://rdc28.cwb.gov.tw/data.php?num=2012140820&year=2012&c\\_name=天秤  
&e\\_name=TEMBIN](http://rdc28.cwb.gov.tw/data.php?num=2012140820&year=2012&c_name=天秤&e_name=TEMBIN)

八、 2001 納莉颱風

<http://blog.udn.com/chris27651313/3379344>" \l "ixzz2DrdIr7rj

九、 韋恩颱風

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1305091608966>

十、 芭瑪颱風

[http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E8%8A%AD%E7%91%AA\(2009%E5%B9%B4\)](http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E8%8A%AD%E7%91%AA(2009%E5%B9%B4))

十一、 颱風資料庫

[http://rdc28.cwb.gov.tw/data.php?num=2009170929&year=2009&c\\_name=芭瑪  
&e\\_name=PARMA](http://rdc28.cwb.gov.tw/data.php?num=2009170929&year=2009&c_name=芭瑪&e_name=PARMA)

十一、 GOOGLE

<http://www.google.com.tw/webhp?hl=zh-TW&tab=ii>

## 【評語】 030501

1. 書面報告內容有條不紊。
2. 能夠透過資料分析，檢驗論點。
3. 可惜對大氣環流的認知，稍嫌不足。如能加強這方面的知識，將會對資料的詮釋更加完備。