

# 日本氣象廳8L-NHM及10L-FLM數值 預報模式之初步校驗

劉復誠、華文達、鄭月娥  
中央氣象局

## 摘 要

本研究計畫之目的，乃針對日本氣象廳在1982年3月開始所發布的8L-NHM及10L-FLM產品選取較有代表性樣品加以校驗，藉以發現模式之特性（如系統性誤差、可利用性），以作為短期及展期天氣預報之參考。

經過本研究初步校驗結果，顯示日本氣象廳此兩種新模式已較過去的4L-NHM及6L-FLM改進，惟仍具有一些缺失，如地方性小擾動不易預先測知，因地形及物理之假設不充分所顯示之不規則氣壓類型等，在目前尚無法立刻予以克服。總之，日本新模式之預報效用大致尚可以，平均有60-75%的可信度，其中可利用其預測值之位置及大小趨勢作為最好預報指引。就月份比較，冬天比春、秋較有可利用性，夏天最差。就預報時效而言，時間愈短準確率愈高。

## 一、前 言

數值天氣預報（Numerical Weather Prediction，以下均簡稱NWP）就是利用氣象力學（即動力氣象學）與氣象熱力學的原理，以數值方法（Numerical Methods）再加入各地氣象觀測資料，藉著高速電子計算機去作大氣變數（如氣壓、溫度、風向風速等）或氣象預測的一種技術或方法。其實NWP的發展早在1922年李查遜（Richardson）所出版的書“Weather Prediction by Numerical Process”中即有論述，可惜當時他的努力却遭遇很大的失敗。隨後相繼有許多學者如Rossby, Petterssen, J. Bjerkness, Charney, Eady, Eliassen, Fjørtoft, Obukhov等繼續作理論上的研究，一直到1950年在普林斯頓大學任教的Charney, Fjørtoft及Von Neumann才成功地以相當正壓渦度模式（Equivalent-Barotropic Vorticity Model）

完成動力數值預報（Dynamical-numerical forecast），隨後美國（在1956年）及日本（在1960年）兩國將數值預報引用在日常預報作業上，為NWP作了大量的投資、研究與改進，才使NWP的結果有了明顯的改進（亦即說預報校驗成績大有改進之趨勢），進而使世界各國（包括歐洲的瑞士、挪威及歐洲共同市場、美國的海軍、空軍及氣象局和日本）的氣象預報事業進入嶄新的一頁。

近一、二十年來，隨著電子計算機記憶容量的增加，使得NWP的發展從簡單的粗網格模式發展為更複雜細網格模式，甚或可移動的颱風模式（如日本3L-MNG）等，同時，也使預報時效延長，水平解析度更為精緻，計算時間愈來愈短，大大的提高了預報準確率。

然而，NWP之預報產品（Products）必須經過校驗（Verification）或評估（Evaluation），才能判斷何種模式的可利用性或發現模式的預報特性或系統性誤差，以便採取對模式的修正

或改進及提供預報員參考。

本研究計畫之目的，乃針對日本氣象廳在 1982 年 3 月開始所發布的 8 L - NHM ( 8 - Level Northern Hemisphere Model ) 及 10 L - FLM ( 10 - Level Fine Mesh Limited Area Model ) 產品 ( Products ) 選取某些樣品 ( Sample ) 作初步之檢驗，藉以發現模式之特性，例如偏差性 ( Variability ) 及可利用性 ( Usefulness )，以便改進短期及展期天氣預報 ( 準確率 )。

## 二、日本 8L-NHM 及 10L-FLM 新模式之數理基礎及特點

1982 年 3 月起日本氣象廳以新機型 HITAC 280 H Run 新模式的 NWP 作業，將過去 4 L - NHM ( 1974 - 1981 ) 及 6 L - FLM ( 1974 - 1981 ) 更改為 8 L - NHM 及 10 L - FLM，前者執行 00 Z 及 12 Z 的 36 至 196 小時預報，後者執行 00 Z 及 12 Z 的 24 - 36 小時預報。

爲了探討該兩模式之數理依據，對模式之認識是必要的，以便在校驗或評估上能夠深切了解與作正確合理性評估，但因篇幅所限，本文將不作詳述，僅簡單列出此兩模式之特徵。此外，雖然此兩模式分別用爲預報之根據，惟事實上兩者結構類似，立論相同，兩模式息息相關。如欲進一步瞭解其數理發展，可參考文獻 1、3、8 及 11 等資料。請參考表一 a。

## 三、校驗方法步驟

天氣之校驗 ( Verification ) 簡單的說是比較預測天氣 ( 圖 ) 與實際天氣 ( 圖 ) 的過程 ( Brier 及 Allen, 1951 )。大部份方法均採用指數 ( Indices ) 或分數 ( Scores )，再和某種標準 ( 視校驗或考核目的而定 ) 相比較，然後加以說明其結果。

由於有關天氣校驗的結果，除了供作業單位 ( Operation units ) 參考外，很少見諸於出版的文章或報告中。Brier 及 Allen ( 1951 ) 曾在早

期的 “ Compendium of Meteorology ” 發表了 「天氣預報的校驗」一文，他們也強調校驗容易引起爭端或產生問題。校驗的目的是爲了探討及發現預測是否有偏差 ( Bias ) 或可靠性 ( Reliability )。但亦有人如 Klein ( 1906 )、Schmuss ( 1911 ) 等認爲校驗沒有價值，因爲天氣預報主要應用於不同的使用者 ( Users )，例如有些人喜歡下雨 ( 靠天農民、電力公司等 )，有些人不喜歡下雨 ( 鹽民、運動員等 )，因此引發了正反兩種或不同目的使用者，這樣使校驗成爲不實際 ( Impractical ) 或不可能 ( Impossible )。因此 Brier 及 Allen ( 1951 ) 認爲校驗必須隨著各行各業之需求而有所不同評估標準。所以在校驗方法上必須指明它是爲了某種目的而設。

校驗的方法很多，常用者如以比較 ( Comparison ) 預測值與實測值；但有一點似乎無法以此法獲得預測結果之正確性，因爲 Hazen ( 1891 ) 曾說預測圖是以平均情況 ( Average conditions ) 來表示結果。如遇到有特殊反常情況 ( Abnormal conditions ) 即難有正確性之預測，何況 NWP 結構及數學運算本身又是那麼複雜。總之，如何定義 “ 最好 ( Best ) ” 的預測結果實在很困難，故設計一套能夠滿足各行各業之目的，實際上是不可能的。

綜合早期學者之校驗方法不外以統計學 ( Statistics )，技術得分 ( Technique score ) 平均誤差 ( Average error )，均方根誤差 ( Root-Mean-Square-Error )，相關係數 ( Correlation )，可能率 ( Probability ) 等。近來，日本及美國氣象局，對於 NWP 之校驗也頗重視，因此他們也採用了許多方法，諸如在日本，較常用者有 (1) 時間變化量之相關係數 ( Tendency Correlation )，(2) S 1 分數 ( Score )，(3) 預測誤差的標準偏差 ( Standard deviation )，(4) 誤差圖 ( Error map )，(5) 主觀評價 ( Subjective evaluation ) 等 ( 氣象廳預報部，1982 )。在美國常用者有 (1) S 1 分數 ( 同日本 )，(2) 均分根誤差 ( RMSE )，(3) 預兆分數 ( Th-

reat score), (4)標準誤差 (Standard error) 等 (余燦旺, 1983)。

其實由於各國所用的方法不盡相同, 但其目的相近。我國因尚未實施 NWP, 故尚未有一套方法使用。本研究報告, 乃針對日本 NWP 產品加以校驗, 其目的在於評估該產品 (預測結果) 對台灣地區的實際效用與可信度如何。因之, 校驗之方法除了部份引用美、日兩國使用之方法外, 另設計一些適合台灣地區兼具有參考價值之檢驗方式 (Verification scheme)。茲敘述如下:

(一) 相關係數 (Correlation Coefficient,  $r$ )

本法採用統計學上之線性迴歸法 (Linear regression Method), 爲了表示預測產品中有關氣象參數 (Meteorological parameters) 對實際天氣中天氣現象 (如降水量) 之關係, NWP 的降水量、渦旋度 (Vorticity) 及垂直速度 (即  $\omega$  值) 將用來計算對各測站觀測降水量的相關基礎, 藉以發現這些參數與實測值之 (單) 相關性如何。

其步驟以選擇華南一帶及台灣地區雨量站 (約 30 個站), 再就各測站對應之 NWP 48 - 72 小時降水量預測值, 計算其相關性, 藉以發現 NWP 之降水量預測值對實測值之關係。

(二) 平均誤差 ( $\bar{e}$ ) 及均方根誤差 (Root-Mean-Square-Error, RMSE):

此法引用 Brier 及 Allen (1951) 與 Panofsky 及 Brier (1965) 之方法, 但非以絕對值計算, 僅以某一定點 (採 25°N 及 35°N 圈取 90°E ~ 150°E 界限), 其公式爲:

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^N (F_i - O_i)}{N} \dots\dots\dots(1)$$

- 上式  $F_i$ : 每日預測值
- $O_i$ : 每日實測值
- $N$ : 總日數
- $\bar{e}$ : (月) 平均誤差 (含正負值)
- $\bar{e}$  爲正值時, 表示預報值偏高, 否則爲偏低。

此外, 爲了表示某定點之氣壓或高度偏差率, 將預報值減去觀測值再平方後以總日數除之, 再予以開

平方即得, 其公式如下:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2}{N}} \dots\dots\dots(2)$$

上式符號同式(1), RMSE 可表一種準確率得分, 其值愈大表示預報效果愈不準確。

(三) 時間變化量的相關係數 (Tendency Correlation)

此法由日本採用, 由預測初期值的變化量與對應實測值的變化量之相關係數。即不要將預測值與實測值直接以統計學之相關方法計算, 而改採用各個變化量的相關, 其目的是爲了要對槽線或脊線的移動作嚴格的評分, 因其採用「變化量」, 所以就稱爲趨勢相關 (Tendency Correlation) 或簡稱相關, 其公式如下:

$$\text{相關係數} = \frac{\sum_{i=1}^N (\delta z_{f_i} - \bar{\delta z}_f) (\delta z_{a_i} - \bar{\delta z}_a)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (\delta z_{f_i} - \bar{\delta z}_f)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (\delta z_{a_i} - \bar{\delta z}_a)^2}} \dots\dots\dots(3)$$

上式  $\delta z_f$  與  $\delta z_a$  各爲預報與實測的初期值得來變化量,  $\bar{\delta z}_f$  與  $\bar{\delta z}_a$  各爲驗證範圍平均值,  $i$  與  $N$  是驗證範圍內的網格點編號與網格點總數。相關係數採用 -1 到 +1 的數值, 其值愈大表示準確率愈大, 反之亦然。

(四) 預報誤差的標準偏差或距平 (Standard deviation)

如以  $\Delta z_i$  代表第  $i$  個網格的預報誤差, 則有下面的公式:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\Delta z_i - \bar{\Delta z})^2} \dots\dots\dots(4)$$

$\bar{\Delta z}$  爲預報誤差  $\Delta z_i$  的驗證範圍內平均,  $N$  爲驗證範圍內的網格點總數。要利用的是地面氣壓及 500 mb 等高線 (Z) 每天的數值與平均值。其數值愈小預報準確率愈高。

(五) S1 分數 (Score)

其定義爲:

$$S1 = \frac{\sum_{i=1}^N \left\{ \left| \frac{\partial z_f}{\partial x} - \frac{\partial z_a}{\partial x} \right| \epsilon + \left| \frac{\partial z_f}{\partial y} - \frac{\partial z_a}{\partial y} \right| \epsilon \right\}}{\sum_{i=1}^N \left\{ \max \left( \left| \frac{\partial z_f}{\partial x} \right|, \left| \frac{\partial z_a}{\partial x} \right| \right) \epsilon + \max \left( \left| \frac{\partial z_f}{\partial y} \right|, \left| \frac{\partial z_a}{\partial y} \right| \right) \epsilon \right\}} \times 100 \dots \dots \dots (5)$$

上式  $z_f$  與  $z_a$  為預報與實測值， $\epsilon$  與  $N$  為驗證範圍內的網格點編號及其總數。 $\max(A, B)$  要取  $A$  及  $B$  值之大者。驗證對象為地面氣壓及 500 mb 高度的日變化及月平均值。

此法目前在美、日均使用於日常作業中（以電腦程式 Run），且必須有原始資料及大電腦得行之，因此  $S1$  分數在本報告中僅能引用日本計算部份結果以供參考。中央氣象局如有大電腦後；當可使用此法作進一步之校驗。其值愈小表示預報愈準確，反之亦然。

#### (六)系統主槽線移動追蹤 (Tracking)

此法之目的乃在追蹤預測圖中主槽線系統之移動快慢藉以發現其波速之特性或系統性誤差。其法乃選取固定緯度及定等高線為基準，藉以追蹤在此緯度上系統（槽線）的移動情形，以 48 小時與 72 小時高空預測圖和實際高空圖相較，視槽線移動速度是否相符，快了多少或慢了多少。

資料選取本應從春、夏、秋、冬四季中各選取一個月追蹤做代表，但因夏季受太平洋高氣壓向西伸展及變化太小影響，北方系統無法南達較低緯度，故在  $25^\circ N$  圈，根本無法顯示出系統移動情形。因此本研究僅選取 1982 年 10 月，1983 年 1 月，2 月及 4 月等四個月份為例，各以  $25^\circ N$  與  $45^\circ N$  為基準，每天追蹤等高線 5760 gpm 與 5460 gpm，而 1982 年 10 月份因正值受太平洋高壓向西伸影響，整個高度皆較高，故所取等高線基準也改換為 5820 gpm 與 5580 gpm。

在方格紙上描繪出  $25^\circ N$  上 5760 gpm (5820 gpm) 等高線， $45^\circ N$  上 5460 gpm (5580 gpm) 等高線，而後比較預測與實際槽線位置，即可看出預測比實際快多少或慢多少，再將其結果分別統計成表（見下節）以便看出預測與實際槽線之偏差性或槽線移動快慢，此法之優點在於如能配合渦度之追蹤當更能發揮其價值，其缺點在於對小系統（槽

線）無法明確掌握其動向或予以忽視。

#### (七)主觀評價法 (Subjective evaluation method)

此法（在日本由電算機中心人員驗證）以三個主觀性評分點（1，0，-1）就每天的預測圖與實測圖加以評斷。我們將日本採用之標準略加修正如下：

- 1：優秀（極為可信）——預測圖與實測圖的類型及天氣系統極相似且極符合反應台灣地區及附近的天氣。
- 0：普通（略為可信）——預測圖與實測圖的類型及天氣系統略相同。
- 1：劣（極度不可信）——預測圖與實測圖的類型及天氣系統出現迥異之大錯誤，且足以導致預報員預報相反的天氣現象或嚴重錯誤者

### 四、資料依據及校檢結果

由於日本 NWP 每天的产品很多（表一 b），其範圍也很廣（圖一），要想全部予以校驗，實非有限人力所可完成。

本報告所校驗資料均以抽樣 (Sample) 方式，時間取自 1982 年 3 月至 1983 年 4 月中較有代表性者加以驗證之。現根據 NWP 產品（資料）再照前章所述之方法加以驗證，茲誌各種校驗結果如下：

#### (一)相關係數

資料來源	FSAS04(00Z), FSAS07(00Z)
校驗期間	1983年2、3月
校驗領域	選擇華南至台灣間較有代表性 30 個站
結果	表二 a、b

檢討：我們以前章所述之方法將 1983 年 2 月及 3 月每天的降水量與 NWP 之 48 小時及 72 小時預測值加以計算其相關係數 ( $r$ )，平均結

果48小時在2月為0.400，3月為0.072，72小時在2月為-0.004，3月為0.083，可能由於選站太少（因沒有降水報告對應該點），故選擇了具有15點（站）之相關係數，列於表二。

由表二所顯示之每日相關係數均偏低，48小時最高為3月2日預測，其相關係數為0.6，其預測圖（圖二a）對應之實測圖（圖二b）之關係（指降水趨勢）相當明顯；此型態之天氣為北方有一冷高壓伴隨一道冷鋒將南下，故NWP預測範圍有降水將在該區發生，東南諸省果然從3月3日8時至3月4日8時在該地區有一大片雨區，顯示NWP預測頗為準確。不過這並不表示NWP之預測均可沿用，例如1983年2月18日00Z的案例（選最差的 $r = -0.5$ ），如依NWP之降水量預測（圖三a），其24~48小時降水量預測值集中在台灣東南方海面，但實測值（自2月19~20日8時）之降水量集中在華南一帶及台灣東北部（圖三b），故造成非常壞的相關或不準確之預測。

再從72小時預測圖來看，以2月25日00Z的案例最好，相關係數達0.4，由圖四a（預測圖）、四b（實測圖）可窺知其準確度。

總之，由NWP之定量降水量預測（Quantitative Precipitation Forecasting, QPF），因係涵蓋各種數理模擬（Mathematical simulation）及時間積分（Time integration），加上地形特性和當初對流調整（Convective adjustment）之假設—所有過多水汽均被累積為降水（雨）量，故其定點之定量（或單站）降水量預測不能以NWP所顯示之降水量來決定。實際降水量必須配合綜觀天氣系統之移動及降水量預測之趨勢作為預測（定量）降水量之參考，亦即表示NWP之降水量預測只能看其型態（pattern）不能完全信賴其“量”的估測，此點在以NWP作為QPF依據時，是為一種很重要的基本概念（Basic idea）。

(二)平均誤差（ $\bar{e}$ ）及均方根誤差（RMSE）

資料來源	FSAS04 (00Z)
校驗期間	1983年1、2、3、4月
校驗領域	90°E~150°E（對25°N及35°N圈）及圖五
結 果	圖六a、b、c、d、e、圖七，表三a、b

檢討：由圖六a顯示48小時預測的1000mb月平均誤差，在各經度均不相同。以25°N圈而言，在90°E所出現的數為正值（3月最大），而後逐漸趨向負值，至110°E達到最大負值（4月最大），隨後接近0值，即在120°E~130°E誤差最小，此種現象可能是因為程式設計中地形效應的影響，導致在90°E~100°E間預測值往往偏高，而在110°E附近（即在西藏高原下游）預測值又偏低，至於在120°E~130°E因為地形效應減少而出現較佳的預測結果。此情況用在35°N圈時，最大誤差出現在100°E，而1、2月（偏向正值）與3、4月（偏向負值）相隔很大，惟在130°E~150°E間，均出現偏向正值之趨勢，顯示預測值稍比實際氣壓略高一點點。以月份比較，25°N圈及35°N圈均以2月的誤差最小，表示2月份的預測圖可信度最高。

試舉1983年3月19日00Z之預測圖（圖七a）與48小時之實際圖（3月21日00Z，圖七b），比較說明之。

由圖七b中我們可以發現在25°N圈，其90°E~150°E之誤差依次為+6、+1、-5、-2、+2、-1mb。以35°N而言，105°E附近預測值偏低3mb，120°E附近預測值偏低約2mb，120°E附近預測值偏低約2mb，130°E偏高僅1mb，以上這種偏低（高）現象顯示預測圖往往使高氣壓預報發展不足（過度發展），而使低氣壓之預報發展過度（發展不足）。此外，我們也以圖五的校驗領域做了較大範圍的校驗，其平均誤差日變比如圖六c（1983年1月）、六d（1983年4月），由此兩圖比較顯示4月的日變比較1月為大，所以說1月之可信度較高。試以1月4日預測圖為例

，其結果如圖六 e 所示。由圖六 e 所示，在中間大陸區之預測顯得偏高，至 120°E 以後均呈偏低的形勢，此點可作為預報上之參考。

就 RMSE 值大小而言，由表三及圖八中可發現，35°N 比 25°N 之值大了很多，且其變化幅度也相當大，顯示在冬春時 25°N 之系統移動較穩定，至於 35°N 圈，在 90°E ~ 110°E 間的 RMSE 以 4 月為最大，這種現象是合理的，因為 4 月為春天正值季節交換期，天氣系統移動較快，而 1983 年二月、三月因有阻塞現象的反常天氣，故呈現的變化較 4 月為小。此外在 110°E ~ 140°E 又顯示誤差較小，表示日本 NWP 程式在 110°E ~ 140°E 之準確率是較他區為高的。

### (三)趨勢相關 (Tendency correlation)

資料來源	[ FSAS02 ], FSAS04, FSAS07, [ FXAS502 ], FXAS504, FXAS507 註：〔〕傳真資料缺
校驗期間	1982年3、4、5、8、9、10月
校驗領域	亞洲區(圖一中A部份)及20°N~90°N
結 果	圖九及表四 a、b、c

檢討：圖九 a 為 1982 年 3 月每日之相關變化率，此圖顯示預報時效愈短相關值愈高，表示預報愈準確，而 24 小時之相關值平均在 80.0 以上，應可說相當準確。另圖九 b 為表示 1982 年 3~5 月 500 mb 的相關變化，此圖顯示 3、4 月較 5 月為準確。再由表四顯示 500 mb 之相關值大於 1000 mb 相關值，說明 500 mb 之預測比 1000 mb 為準，此對 NWP 而言為相當合理現象 (因 500 mb 較能符合 NWP 中的假設及控制方程式)。

就預報時效而言，500 mb 的預測值，除了 8 月的亞洲區，20°N ~ 90°N，9 月及 10 月的 20°N ~ 90°N，除 48 小時預報較 24 小時為佳外，其他的均屬正常現象。1000 mb 除了 10 月與 500 mb 相反外 (24 小時好於 48 小時)，其餘情況與 500 mb 相同。

### (四)標準偏差 (Standard deviation)

資料來源	[ FSAS02 ], FSAS04, FSAS07, [ FXAS502 ], FXAS504, FXAS507 註：〔〕傳真資料缺
校驗期間	1982年3、4、5、8、9、10月及 1983年1、4月
校驗領域	亞洲區(圖一中A部份)及20°N~90°N
結 果	圖六 c、六 d、圖十及表四

檢討：這種類如(二)法中所示的 RMSE，由表四結果顯示在三月中，以秋天 10 月的標準偏差最大，而圖十中也以春天 3 月的標準偏差最大，因此 3 月及 10 月正值季節轉換期，天氣系統變化較快，此值最與(二)法之結果相似 (以春天 4 月的 RMSE 值為最大)，在未來預報作業上值得參考與注意。

就時效而言，表四中也顯示 24 小時之偏差比 48 小時及 72 小時都小，此點在理論上也頗佔得住腳。

此外就圖五之領域 (我們所取校驗網格範圍) 來看，在圖六 c (代表 1983 年 1 月) 及圖六 d (代表 1983 年 4 月) 中，顯示每日之 SD 也都不同，其月平均值各為 29.5 m 及 25.3 m，表示 1 月之變率較大。

### (五) S 1 分數

資料來源	[ FSAS02 ], FSAS04, FSAS07, [ FXAS502 ], FXAS504, FXAS507 註：〔〕傳真資料缺
校驗期間	1982年3、4、5、8、9、10月
校驗領域	亞洲區及20°N~90°N
結 果	圖十一及表四 a、b、c

檢討：由圖十一 a 中所比較的顯示，5 月 S 1 分數為最大，4 月次之，3 月最小。另由表四顯示在 8~10 月中，500 mb 之 S 1 值均較 1000 mb 為低。以月份比較，8 月最高，9 月次之，10 月最低，此顯示在夏天的 NWP 模式，受了全球大氣環流 (Global atmo-

spheric circulation)與季節性(氣候)的影響很大。即夏天的梯度小而變動也小，如以「同一尺度」測定的S1分數，8月勢必比10月為大。以1000 mb而言，以9月最大。這些在各月所表現不同的S1分數，表示NWP受季節之影響很大，準確率也因此而有不同。

試以7月5日預測圖(圖十一b)為例，由此圖顯示NWP預測之降水量值均位於日本東南方海面及台灣地區，而大陸區(尤其在 $25^{\circ}\text{N}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 間)之預測值顯得太小或沒有，事實上，從7月6日8時至7月7日8時(24~48降水)大陸上已有降水發生(圖十一c)。我們也曾翻查了1982年7~9月的預測圖，發現日本NWP圖均很少對本區域作出預測，這可能由於模式本身結構及氣候因素，因此可以說NWP在夏天之利用價值相對減低(比冬天)，此所以日本氣象廳在夏天有颱風時要用MNG(Moving Nested Grid)模式之原因。

#### (六)系統(主槽線)追蹤(Tracking)

資料來源	FXAS504(00Z), FXAS507(00Z)
校驗期間	1982年10月及1983年1、2、4月
校驗領域	$80^{\circ}\text{E}\sim 150^{\circ}\text{E} / 25^{\circ}\text{N}$ 及 $45^{\circ}\text{N}$
結 果	圖十三及表五

檢討：就已校驗期間(4月)內的追蹤結果，我們選取1982年10月22~31日的追蹤圖(圖十二)加以說明之。圖十二中之實線代表觀測值，虛線代表實測值。圖十三中顯示以實測圖為基準(0基線)再比較預測圖中主槽線之快慢(以1經度為單位)，由圖中顯示預測圖主槽線之移速極不穩定，有時快有時慢，平均差異約4~6度。

從表五中我們發現，在 $25^{\circ}\text{N}$ 所追蹤的5820 gpm線比實際圖之差異在+3(快)或-3(慢)上，佔有39%，沒預測槽線佔48%，而效果較好的僅佔13% ( $-3 \leq \Delta \leq 3$ )。 $45^{\circ}\text{N}$ 的5580 gpm線追蹤偏差較小者( $-3 \leq \Delta \leq 3$ )佔45%，偏差大者( $\Delta < -3$ 或 $\Delta > 3$ )佔48%。就月

份而言，1983年4月的效果較好，偏差較小者佔了57%。就預報時效而言，72小時之偏差就比48小時的為大，顯示72小時預測圖之槽線常有過快或過慢之嫌。

#### (七)主觀評價法

資料來源	1000mb及500mb, 8L-NHM和10L-FLM
校驗期間	1983年2、3、4月
校驗領域	亞洲區
結 果	表六、圖十四

檢討：由表六a顯示，自1983年2~4月的三個月的校驗結果，以+1及0佔大部份，表示NWP之預測在這段時間內之預報準確性大致尚可以。

就月份比較，8L-NHM模式中，1000mb以3月之效果最好，500mb以2月之效果最好。10L-FLM模式中，1000mb以2月最好，500mb則以4月為最好，表示預測之準確性本身並不穩定，不能每次斷言以何月之效果最好。再就預報時效而言，除了有少數例外，大部份為預報時效愈短愈好。此點我們可以將各種評價依各預報基準之+1, 0, -1百分比率加以計算，可得表六之最下三欄。在8L-NHM中，1000mb的最不可信者(-1)其48小時預測僅佔19.1%，隨後依次為25.9%(72小時)、36.4%(96小時)、47.6%(120小時)、29.2%(144小時)、40%(168小時)、30%(192小時)；而500mb之48小時預測最不可信者(-1)佔7%，其餘依次為13.9%(72小時)、17.4%(96小時)、21.7%(120小時)、41.6%(144小時)、36.3%(168小時)、45.5%(192小時)。而10L-FLM之最不可信(-1)比率依1000mb及500mb各為22.9%(24小時)、9.5%(36小時)、13%(24小時)、17.7%(36小時)。

試以1983年4月20日12Z的500mb 96小時預測圖(圖十四a)及4月24日12Z的實測

圖(圖十四b)比較,在預測圖中 $100^{\circ}\text{E}$ 的一支槽線,而太平洋(包括台灣)為一高氣壓所籠罩,此氣壓型態對應96小時後兩圖極為吻合,這種主觀的評價我們就以+1(極為可信)表示。

總之,這種主觀評價法日本JMA預報部電算機中心也曾評斷了1982年3~5月之預測圖(JMA, 1982),其結果較我們的評價高。但大體上,此新NWP模式已能有60~75%以上之可信度,足堪應用到預報作業上。

## 五、討論與結語

綜合本研究中的各種初步校驗結果,我們發現日本NWP新模式(8L-NHM及10L-FLM)之信賴度(Reliability)確實比以前的模式(4L-NHM及6L-FLM)改進了不少。例如波長超過2000 Km的斜壓不穩定度(Baroclinic instability)之振幅已較改善,使其有能力對這種尺度的擾動(Disturbance)提早測知,惟尚存在有某些缺失(不能馬上克服的)。例如因網格距離不太大及有限差分(Finite difference)導致的誤差,使有些擾動會落後及高低氣壓發展不足或過度之現象,且經常對小擾動之預測不能滿足。另因初期值及物理過程的假定不充分,有時在天氣圖上會出現極不規則的類型(Pattern)。

為了使日本NWP新模式能發揮應用的效果,下列數點值得我們注意:

1. 以選站或定點對應NWP預測值之(線性)相關係數大都不高,所以不能以NWP的預測值作定量預報之指標。不過,用其預報的趨勢(如降水量、渦旋度、垂直速度等中心數值大小和涵蓋面),再配合綜觀天氣圖、衛星雲圖及雷達回波圖等資料去作預報當更能使預報準確。其實對於這種降水預報效果並不很好的現象,日本也正著手發展Meso-grid模式,將網格距離縮小為63.5公里,垂直方向作11層分析,範圍為3000 Km $\times$ 3000 Km,其領域較小主要在日本地區,台灣地區並不包括在內,此模式將應於24小時降水預報,另也設計

了網格距離僅42.5公里之相同模式應於12小時降水預報(山岸米二郎, 1982)。

2. 從(月)平均誤差( $\bar{e}$ )及均方根誤差(RMSE)值顯示,在 $90^{\circ}\text{E}\sim 100^{\circ}\text{E}$ ( $25^{\circ}\text{N}$ 及 $35^{\circ}\text{N}$ )的氣壓預測值往往偏高,而在 $100^{\circ}\text{E}\sim 110^{\circ}\text{E}$ 却又往往偏低,可見西藏高原的地形效應於NWP之結構與模擬構成極大障礙。此情況未來在設計NWP模式時,對台灣地區中央山脈的地形影響也應加以考慮,並設法克服此種地形障礙。
3. 就各校驗指數及分數比較,每月的準確率,甚至每日的變化均不穩定。一般言之,冬天的效果(可信度)往往高於春、秋,而以夏天最差。
4. 從主槽線天氣系統追蹤結果來看,低緯度的波速較穩定,高緯度的波速容易產生過快或過慢之弊端。
5. 主觀評價法之結果與日本氣象廳(JMA, 1982)之結果比較,NWP之成效並不如日本所認定的好,因為我們考慮的條件較苛(必須考慮能反應台灣地區的天氣)。
6. 就預報時效而言,8L-NHM模式預測在48~96小時以內可信度較高,但120~192小時者較差。而10L-FLM因網格點較密,其24~36小時預報成效自然高於8L-NHM。就緯度而言,對低緯度的精度一般均較差。

總之,以目前日本新模式的效果,確已比以前改進了許多,惟如想再進一步突破,在水平方面可增加網格點數目,在垂直方面,增加氣壓層數結構,增加對低緯度觀測資料的輸入,提高計算機的容量與速度。

另外,我們要認清一點,NWP的校驗有別於一般天氣預報,故對NWP的校驗在今日是不可懸缺的日常作業(Routine)程序,也是一項重要而艱巨的工作,正如我國旅美氣象專家張智北博士所說:NWP將成為預報員很有用的一項武器,但因為它是利用有限資料及不完全的物理原則及數學方法所計算出來,誤差必然存在,且其誤差程度及性質又隨時空、氣流情況及模式特性而有異。要充



分利用 NWP 的效用必須要對模式性質及行為有所了解，加以實況監視及修正，所以模式評估及相關分析等工作非常重要。

最後，我們建議我國在實施 NWP 後，也應增設類如美國氣象局及日本 JMA 電算中心的評估組 (Evaluation Branch)，期對各種模式加以校驗、評估以作改進 (如模式在物理的妥當性、數值解的安定性及實用性，注意氣候的適用性) 之參考。

## 誌 謝

本文在研究期間承陳正改課長、陳清得、劉淑珍、吳致芬等之協助、繪圖、謄稿，並使用中央氣象局及康大電腦公司 (CDC) 之電腦計算，謹此一併致謝。

## 參 考 文 獻

- 1 Arakawa, A., and Y. Mintz, 1974: The UCLA Atmospheric General Circulation Model, UCLA (with the participation of A. Katayame, J.W.Kim, W. Shubert, T.Tokioka, M.Scheesinger, W.Chao, D.Randall and S. Hord) (Notes distributed at the Workshop, 25 March-4 April 1974) .
- 2 Brier, G.W., and R.A.Allen, 1951: Verification of Weather Forecasts, Compendium of Meteorology, AMS, Boston.
- 3 Gadd, A.J., and J.F.Keers, 1970: Surface exchanges of sensible and latent heat in a 10-level model atmosphere, Quart. J.Roy. Meteor.Soc., 96, 297-308.
- 4 Hazen, H.A., 1891: The Verification of Weather Forecasts, Amer. meteor. J., 8: 392-396.
- 5 Klein, H.J., 1906: Misserfolge des staatlichen Wetterprognosendienstes in drei Monaten seines Bestehens, Gaea, Koln, 42: 641-652.
- 6 Panofsky, H.H., and G.W.Brier, 1965: Some Application of Statistics to Meteorology.
- 7 Schmauss, A., 1911: Die Treffsicherheit der prognosen, Wetter, 28: 68-71, 167-168.
- 8 氣象廳 (JMA) 預報部, 1982: 數值預報解說資料。
- 9 山岸米二郎, 1982: 任立渝等赴日本氣象廳研修天氣預報技術報告。
- 10 余燦旺, 1983: 美國氣象局數值預報作業系統簡介與數值模式結果評估, 中央氣象局演講筆錄。
- 11 劉復誠、華文達、鄭月娥, 1983: 日本新數值天氣預報模式之校驗, 89pp., 中央氣象局

## The Preliminary Verification of 8L-NHM

and 10L-FLM from JMA

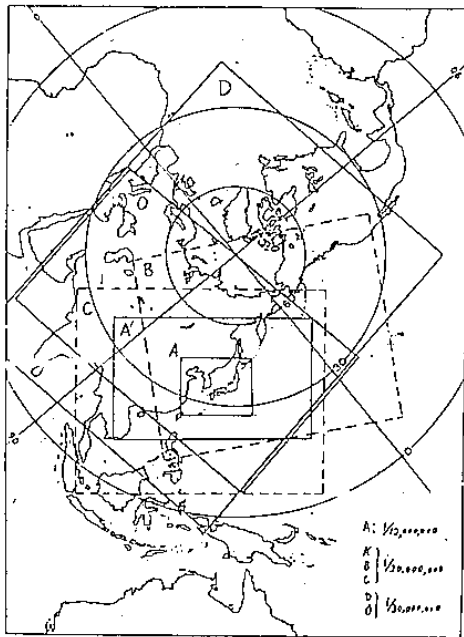
Heny Fu-Cheng Liu, Hwah Wen-Kyue, Cheng Yueh-Er

### ABSTRACT

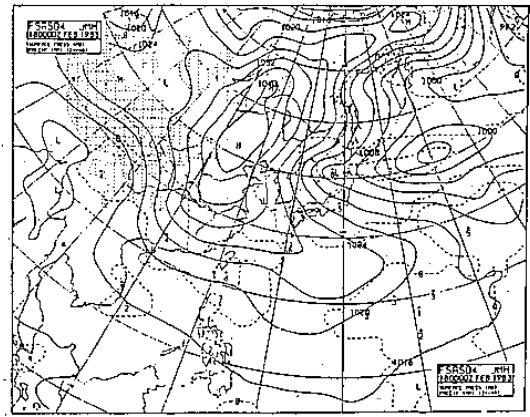
The purpose of this study is to verify and evaluate the accuracy and usefulness of the new numerical weather prediction models (8L-NHM and 10L-FLM) produced from JMA since March of 1982.

Preliminary results show that the new models are superior to the old models (4L-NHM and 6L-FLM). However, there were some biases, e.g., they can not predict the local or smaller-scale atmospheric phenomena, abnormal pressure patterns etc.

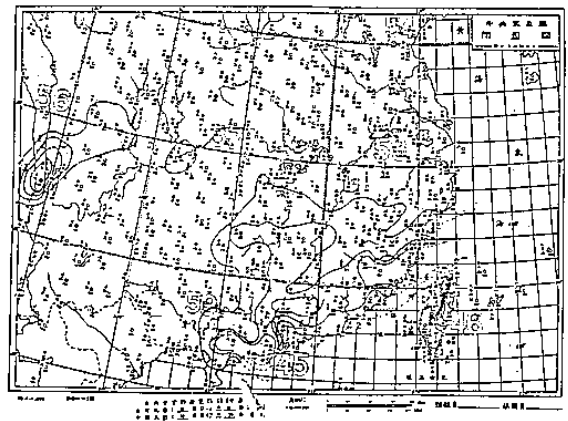
Generally, it is found that the new models yield approximately 60-75% accuracy in forecasting the locations of weather systems and the tendency of precipitation or positive vorticity advection. To show the usefulness of the new models, the forecast during the winter is the best among seasons, and the shorter the forecast period the better the forecast.



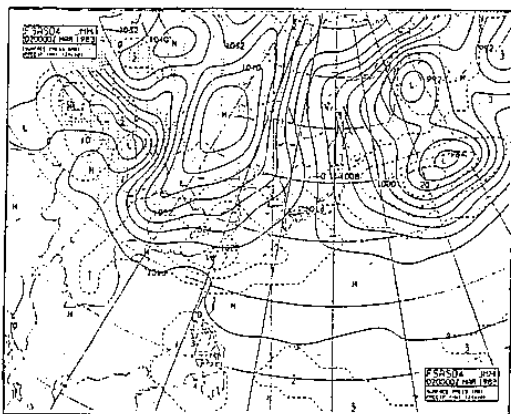
圖一 日本NWP之預報領域



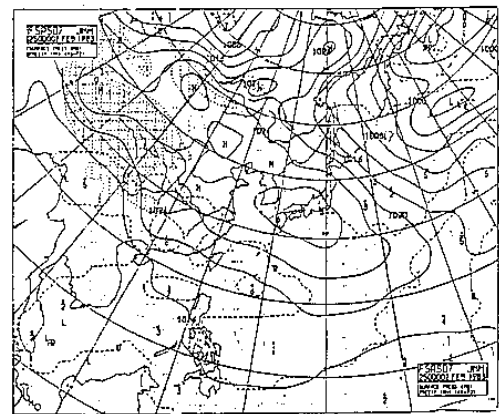
圖三(a) 1983年2月18日00Z 48小時預測圖



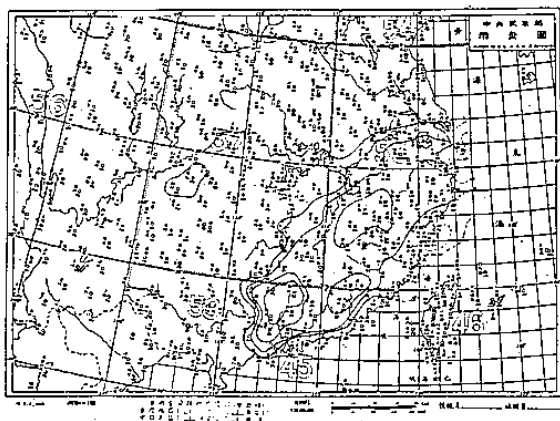
圖三(b) 1983年3月19日8時至20日8時日雨量圖



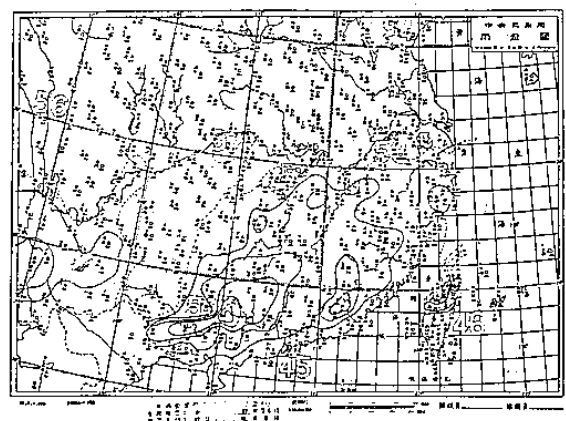
圖二(a) 1983年3月2日00Z 48小時預測圖



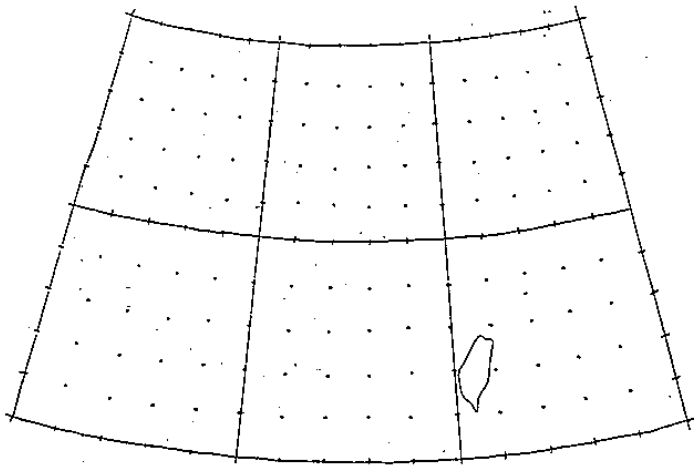
圖四(a) 1983年2月25日00Z 72小時預測圖



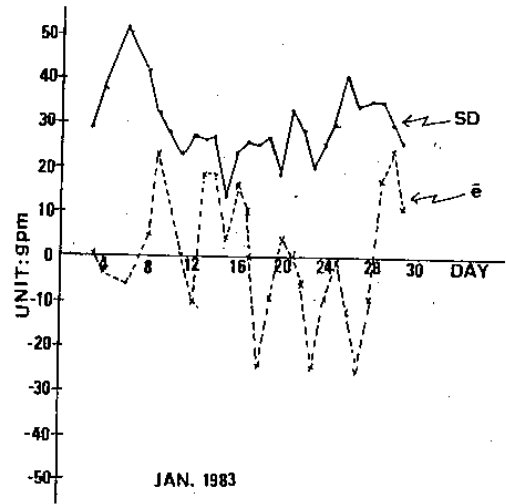
圖二(b) 1983年3月3日8時日雨量圖



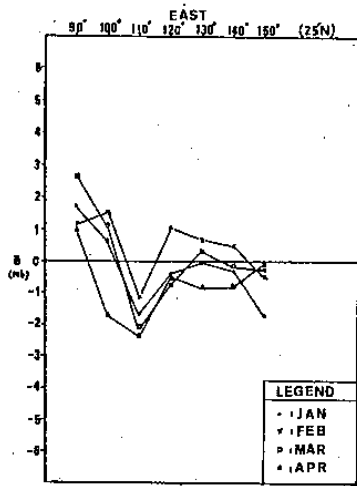
圖四(b) 1983年2月27日8時至28日8時日雨量圖



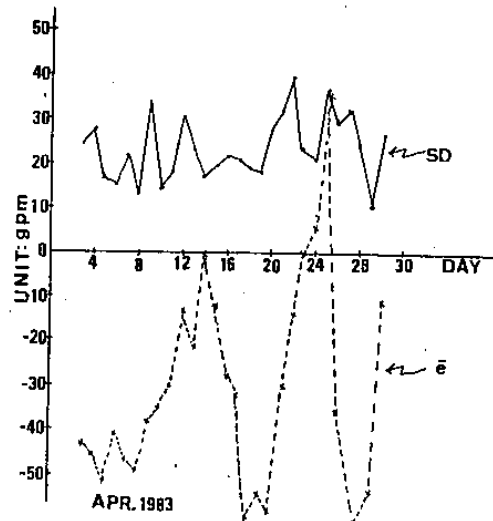
圖五 校驗 500mb 等高綫誤差及標準偏差 (SD) 所用之領域



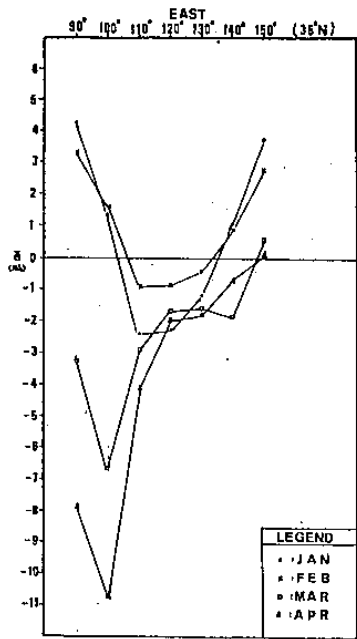
圖六(c) 1983年1月標準偏差及預報誤差日變化圖



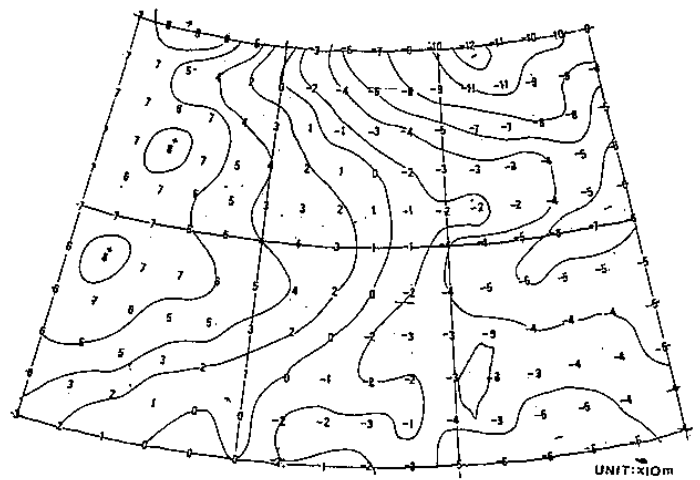
圖六(a) 1983年1-4月之  $\bar{e}$  值在  $90^{\circ}\text{E}-150^{\circ}\text{E}$  ( $25^{\circ}\text{N}$  圈) 之變化圖 (1000mb)



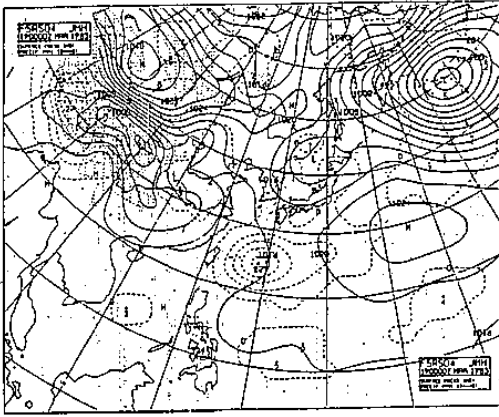
圖六(d) 1983年4月標準偏差及預報誤差日變化圖



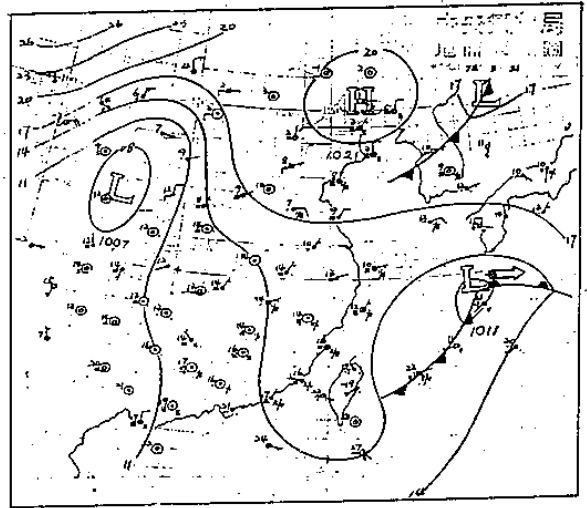
圖六(b) 除以  $35^{\circ}\text{N}$  圈為基準外，其他均同圖十五(a)。



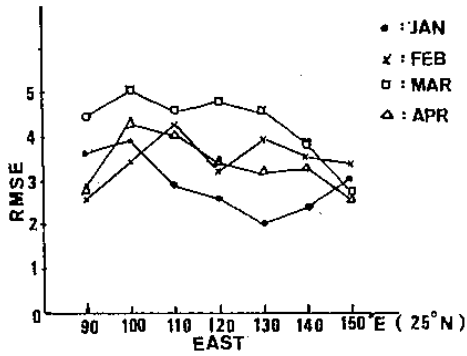
圖六(e) 1983年1月4日對1月6日(OOZ) 之 500mb 預報誤差



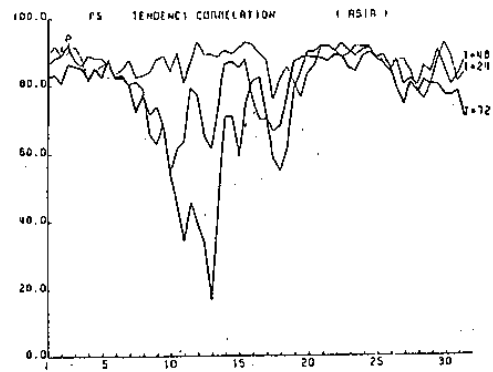
圖七(a) 1983年3月19日00Z 48小時預測圖



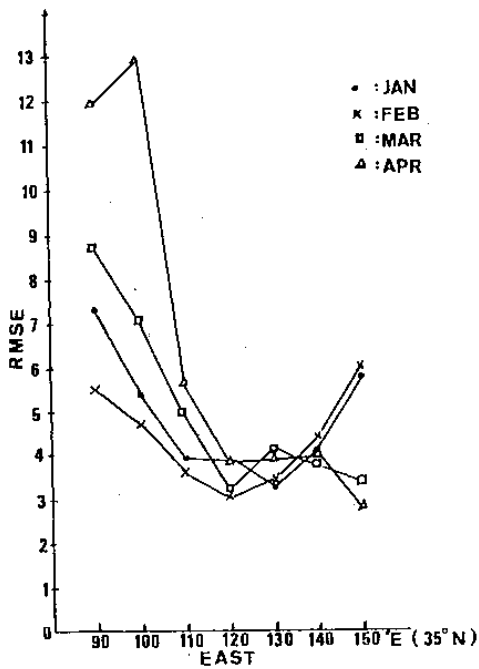
圖七(b) 1983年3月21日8時地面天氣圖



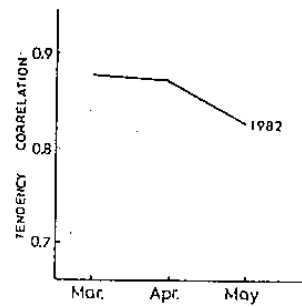
圖八(a) 1983年1-4月RMSE變化圖(25°N)



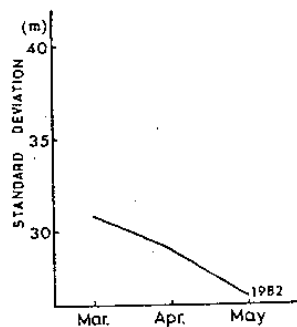
圖九(a) 1982年3月1000mb趨勢相關日變化圖



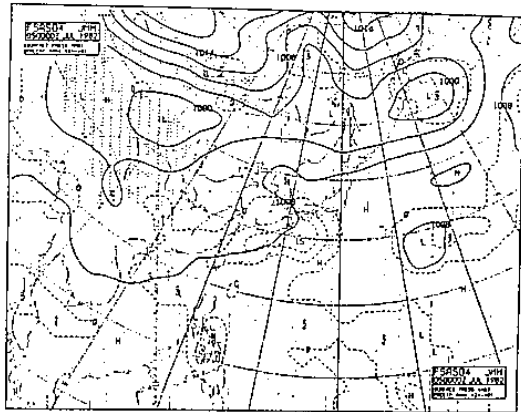
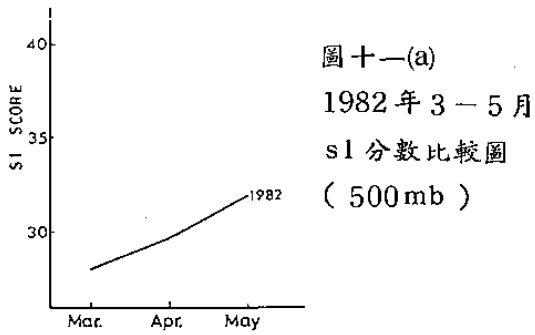
圖八(b) 1983年1-4月RMSE變化圖(35°N)



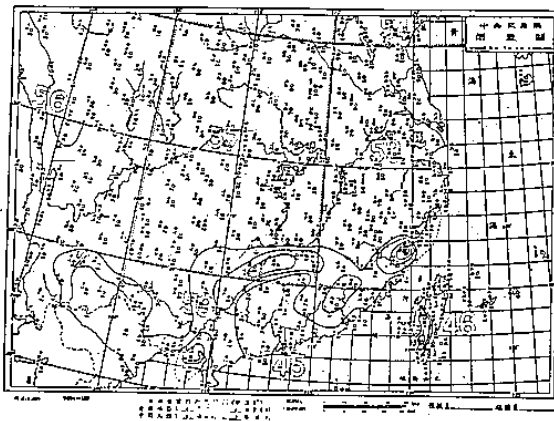
圖九(b) 1982年3-5月趨勢相關比較圖(500mb)



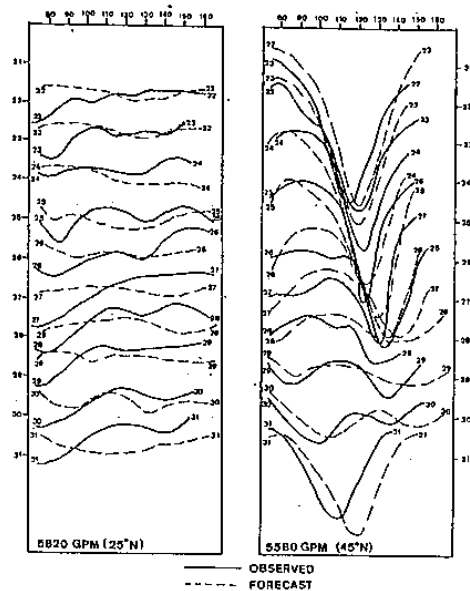
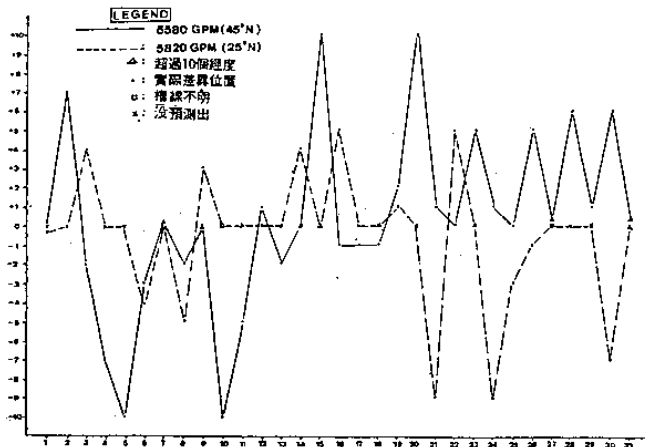
圖十 1982年3-5月標準偏差比較圖(500mb)



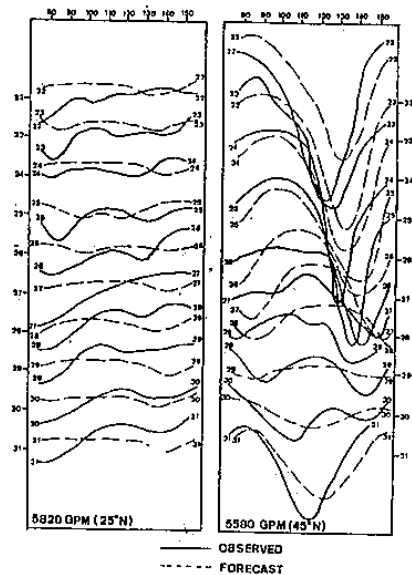
圖十一(b) 1982年7月5日48小時預測圖



圖十一(c) 1983年7月6日8時至7日8時  
實測雨量圖

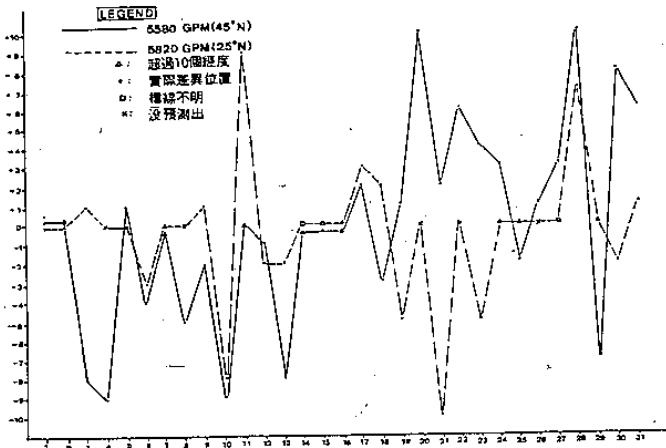


圖十二(a) 1982年10月22-31日系統追蹤圖，  
圖中實線為觀測值，虛線為預變值  
(48小時)

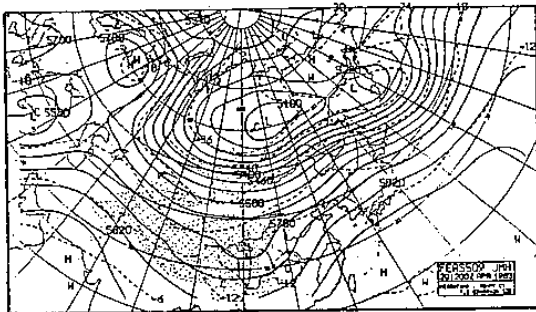


圖十二(b) 除預測值為72小時外，其他同圖八(a)

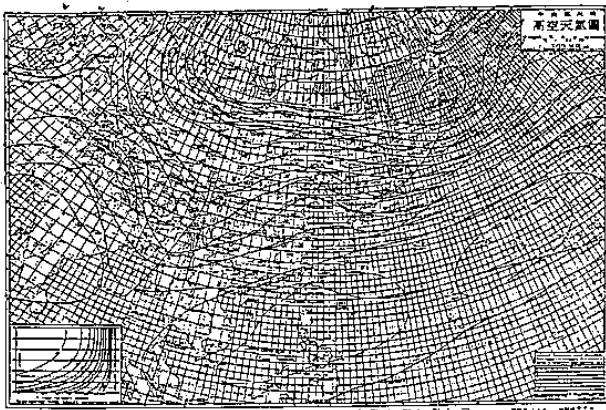
圖十三(a) 1982年10月預測圖(48小時)  
與實測圖主槽線系統(快慢)比較  
圖中“口”表槽線不明，“X”  
沒預測出“△”超過10個經度  
“.”實際差異位置



圖十三(b) 除預報時效為72小時外，其餘均與圖二十一(a)同



圖十四(a) 1983年4月20日20時500mb 96小時預測圖



圖十四(b) 1983年4月24日20時實測500mb圖

表一(a) 基本特徵：

項目	數	8L-NHM	10L-FLM
數解方程式		$\sigma$ -座標	$\sigma$ -座標系
垂直分辨率 (Vertical Resolution)		30mb ( $\sigma=0$ )	100mb ( $\sigma=0$ )
水平分辨率 (Horizontal Resolution)		381Km (在60°N)	127Km (在60°N)
預測領域 (domain)		65 × 65 網格點	73 × 55 網格點
時間積分 (Integration)		徑向式顯解方法	徑向式顯解方法
側邊 (Lateral Boundary)		界	隨向(One way)由Hovermale's定式交互作用隨8L-NHM變通。
網格系統		Arakawa's B-型	Arakawa's B-型
地形 (Topography)		山之最高高度約5000m	光滑化的理想地形
處理過程 (Process)		表下4層合對流調整	包括凝結、地面摩擦、海洋上等值可凝結供水蒸發、結核指數(Convection adjustment)
預測期間 (Period)		3日(每日00Z及12Z) 8日(1週2個12Z)	水平及垂直向擴散(Diffusion) 36小時(每日00Z及12Z)

表二(a)：區域(選站)相關係數比較表(FSAS04)

日期	Corr. Coef	Test for no. Corr.	Regression line	$\sigma$	T Test for no. regression	points
14/2+16/2	0.1	0.2	$Y=0.81x+17.89$	0	0.2	16
18/2+20/2	-0.5	2.4	$Y=-3.17x+18.17$	0	-2.4	18
20/2+22/2	-0.3	-1.6	$Y=-1.22x+9.02$	0.1	-1.6	21
22/2+24/2	0.1	0.5	$Y=0.88x+8.87$	0	0.5	17
26/2+28/2	0.1	0.6	$Y=0.26x+9.80$	0.1	0.6	24
28/2+2/3	-0.2	-0.6	$Y=-1.45x+18.88$	0	-0.6	16
2/3+4/3	0.6	3	$Y=1.82x+0.7$	0.1	3.3	21
6/3+8/3	0.1	0.5	$Y=0.27x+4.40$	0.1	0.5	15
10/3+12/3	0.2	0.8	$Y=0.95x+4.78$	0.1	0.8	15
13/3+15/3	0.1	0.4	$Y=0.24x+15.45$	0.1	0.4	21
14/3+16/3	0.1	0.4	$Y=0.52x+16.27$	0.1	0.4	18
17/3+19/3	-0.2	-0.8	$Y=-0.29x+4.77$	0.2	-0.8	18
25/3+27/3	0	0	$Y=0.09x+15.96$	0	0	18

表二(b)：區域(選站)相關係數比較表(FSAS07)

日期	Correlation Coefficient	Test for no. Correlation	Regression line	Standard error of regression Coefficient	T Test for no. regression	points
20/2+23/2	0.4	1.8	$Y=1.51x+2.34$	0.1	1.8	17
22/2+25/2	-0.5	-1.8	$Y=-1.87x+13.44$	0.1	-1.8	15
25/2+28/2	0.4	2.0	$Y=1.91x+8.26$	0	2.0	20
27/2+2/3	0.2	0.8	$Y=0.47x+7.34$	0.1	0.8	17
1/3+4/3	-0.1	-0.5	$Y=-0.28x+15.89$	0.1	-0.5	20
12/3+15/3	-0.2	-0.7	$Y=-0.41x+19.31$	0.1	-0.7	17
13/3+16/3	-0.5	-2.2	$Y=-4.52x+54$	0	-2.2	18
16/3+19/3	-0.2	-0.8	$Y=-0.35x+4.76$	0.1	-0.8	17
25/3+28/3	0.4	1.7	$Y=0.86x+7.86$	0.1	1.7	18

表一(b) 日本NWP產品一覽表(1982年6月啓用)

№	題の種別	目的	要 素 等	モデル	時刻/日	領域	heading
1	解析・予測	一般	850mb高度, 気温, 湿度, 観測値(風, T-Td)	LFM	00, 12	C	AUA985
2	"	"	700mb " " " " " " " "	"	"	"	AUA970
3	"	"	500mb " " " " " " " "	"	"	"	AUA950
4	"	"	300mb " " " " " " " "	"	"	"	AUA930
5	解析	"	500mb " " " " " " " "	NHM	12	D	AUXN50
6	"	航空	250mb " " " " " " " "	"	00, 12	B/C	AUPN25/AUA925
7	"	"	200mb " " " " " " " "	"	"	"	AUPN20/AUA920
8	"	"	圏層高度	"	"	"	AUXN
9	予測	一般・航空	エングラム(20地点)	"	"	"	UXJP1/UXJP2/UXJP3/UXJP4
10	初期値	一般	500mb高度, 予度	LFM	"	A'	AUPF50
11	"	"	850mb気温, 700mbω	"	"	"	AXFE70
12	予報値	"	地上気圧24時間予報, 0-24時間降水量	"	"	"	FXFE03
13	"	"	" 36 " 24-36 "	"	"	"	FSFE02
14	"	"	850mb高度, 予度24時間予報	"	"	"	FUFPE52
16	"	"	700mb " 気温, 湿度, 風(風)24時間予報	"	"	"	FUFPE702
18	"	"	850mb気温, 風(風), 700mbω 24 "	"	"	"	FXFE782
19	"	"	850mb " " " 700mbω 36 "	"	"	"	FXFE783
20	"	"	500mb高度, 予度24時間予報	"	"	"	FUFPE502
21	"	"	500mb " " 36 "	"	"	"	FUFPE503
22	"	"	地上気圧24時間予報, 0-24時間降水量	NHM	"	C	FSAS02
23	"	"	" 48 " 24-48 "	"	"	"	FSAS04
24	"	"	" 72 " 48-72 "	"	"	"	FSAS07
25	"	"	500mb高度, 予度24時間予報	"	"	"	FXAS502
26	"	"	500mb " " 48 "	"	"	"	FXAS504
27	"	"	500mb " " 72 "	"	"	"	FXAS507
28	"	"	850mb気温, 風(風), 700mbω 24時間予報	"	"	"	FXAS782
29	"	"	850mb " " 700mbω 48 "	"	"	"	FXAS784
31	"	航空	500mb高度, 気温, アイソテック, 風(風)24時間予報	"	"	B/C	FUPN502/FUAS502
32	"	"	300mb " " " " 24 "	"	"	"	FUPN302/FUAS302
33	"	"	250mb " " " " 24 "	"	"	"	FUPN252/FUAS252
34	"	"	200mb " " " " 24 "	"	"	"	FUPN202/FUAS202
35	"	"	悪天予報24時間	"	"	"	FBPN/FBAS
36	"	"	国内悪天予報12時間予報資料	LFM	"	A	FBJP112/FBJP212/FBJP312/FBJP412
37	"	"	" 18 "	"	"	"	FBJP118/FBJP218/FBJP318/FBJP418
38	"	"	国内航空路12時間予報	"	"	"	FUJP3012/FUJP5012/FUJP7012/FUJP8512
39	"	"	" 18 "	"	"	"	FUJP3018/FUJP5018/FUJP7018/FUJP8518
40	"	"	観音山24時間予報	NHM	12	D	FUXN02
42	"	通 関	500mb高度, 気温 48時間予報	"	"	O	FEAS504
44	"	"	500mb " " 96 "	"	"	"	FEAS509
45	"	"	500mb " " 120 "	"	"	"	FEAS512
48	"	"	500mb " " 144 "	"	"	"	FEAS514
47	"	"	500mb " " 168 "	"	"	"	FEAS516
48	"	"	500mb " " 192 "	"	"	"	FEAS519
52	"	"	地上気圧 96時間予報	"	"	"	FEAS09
53	"	"	" 120 "	"	"	"	FEAS12
54	"	"	" 144 "	"	"	"	FEAS14
55	"	"	" 168 "	"	"	"	FEAS16
56	"	"	" 192 "	"	"	"	FEAS19

12# 種別/日

表三(a): 各経度之月平均誤差 (ε) 及 RMSE 値 (25°N)

年度/月份	経度	90° 100° 110° 120° 130° 140° 150°										
		ε	RMSE	ε	RMSE	ε	RMSE	ε	RMSE	ε	RMSE	
一九八三年 一月	ε	1.78	0.67	-1.56	-0.67	-0.07	-0.48	-1.63				
	RMSE	3.63	3.91	2.93	2.69	2.00	2.46	3.01				
一九八三年 二月	ε	1.21	1.54	-1.14	1.04	0.68	0.50	-0.50				
	RMSE	2.58	3.49	4.28	3.21	3.96	3.54	3.40				
一九八三年 三月	ε	2.76	1.07	-2.07	-0.60	0.43	-0.03	-0.23				
	RMSE	4.46	5.09	4.59	4.80	4.62	3.78	2.75				
一九八三年 四月	ε	1.07	-1.69	-2.31	-0.59	-0.93	-0.79	-0.07				
	RMSE	2.75	4.31	4.07	3.25	3.22	3.03	2.59				

表三(b): 各経度之月平均誤差 (ε) 及 RMSE 値 (35°N)

年度/月份	経度	90° 100° 110° 120° 130° 140° 150°										
		ε	RMSE	ε	RMSE	ε	RMSE	ε	RMSE	ε	RMSE	
一九八三年 一月	ε	4.26	1.39	-2.35	-2.23	-1.13	1.06	3.71				
	RMSE	7.26	5.40	3.91	3.91	3.34	4.14	5.83				
一九八三年 二月	ε	3.29	1.57	-0.89	-0.86	-0.36	0.96	2.75				
	RMSE	5.50	4.74	3.55	3.11	3.41	4.42	5.96				
一九八三年 三月	ε	-3.17	-6.90	-2.93	-1.62	-1.48	-1.97	0.62				
	RMSE	8.65	7.09	5.02	3.24	4.08	3.82	3.43				
一九八三年 四月	ε	-7.90	-10.90	-4.03	-1.97	-1.72	-0.66	0.07				
	RMSE	11.93	12.88	5.57	3.76	3.99	3.89	2.75				

表四(a): 8 L-NHM 1982年8月份預報分數比較表(取自JMA預報部, 1982)

観 測 區 域	時 效	西 洲 區			20°N ~ 90°N		
		24	48	72	24	48	72
相 関 係 數 × 100	500mb	77.4	81.1	78.2	79.1	80.3	77.1
	1000mb	66.8	73.9	71.2	70.3	73.2	71.1
標 準 偏 差	500mb	20.1	22.7	35.0	23.2	34.4	43.1
	1000mb	22.7	27.5	33.6	23.7	31.9	37.0
S1 値	500mb	35.4	47.6	54.9	32.7	44.8	53.1
	1000mb	53.1	64.7	73.7	49.2	62.6	70.1

表四(b): 1982年9月份預報分數比較表(取自JMA預報部, 1982)

観 測 區 域	時 效	西 洲 區			20°N ~ 90°N		
		24	48	72	24	48	72
相 関 係 數 × 100	500mb	82.6	82.0	78.3	81.3	80.2	76.0
	1000mb	78.9	78.2	73.6	76.3	77.0	73.4
標 準 偏 差	500mb	25.1	38.2	48.4	21.6	32.0	40.7
	1000mb	24.8	35.2	41.9	23.9	31.7	36.8
S1 値	500mb	30.4	42.0	50.3	30.4	40.9	46.6
	1000mb	49.5	63.9	72.9	55.6	68.9	77.4



表四(c): 1982年10月份預報分數比較表  
(取自 JMA預報部, 1982)

驗 區 域	預 報 時 效	亞 洲 區			20°N ~ 30°N		
		24	48	72	24	48	72
相關係數 x 100	500mb	86.2	84.9	81.6	85.2	85.6	83.0
	1000mb	84.1	80.9	76.4	81.9	79.7	76.7
根 均 差	500mb	26.4	42.4	56.6	23.5	36.2	48.3
	1000mb	25.1	39.0	48.4	25.1	38.0	45.1
S1 值	500mb	28.0	39.2	47.4	24.5	33.4	39.5
	1000mb	46.8	62.1	71.6	51.6	65.7	73.3

表五: NWP 預測之主槽線與實際槽線之系統追蹤結果

年 份	月 份	預 測 時 數	百分 比 高低值	-3 ≤ Δ ≤ 3		沒 預 測 出	精 確
				Δ < -3	Δ > 3		
一 九 八 二 年	十 月	48	5820gpm	13%	39%	48%	25°N
			5580gpm	45%	48%	7%	45°N
	72	5820gpm	30%	35%	35%	25°N	
		5580gpm	35%	65%	0	45°N	
一 九 八 三 年	一 月	48	5760gpm	50%	43%	7%	25°N
			5460gpm	39%	61%	0	45°N
	72	5760gpm	47%	43%	10%	25°N	
		5460gpm	33%	50%	17%	45°N	
一 九 八 三 年	二 月	48	5760gpm	46%	43%	11%	25°N
			5460gpm	32%	54%	4%	45°N
	72	5760gpm	27%	50%	23%	25°N	
		5460gpm	27%	69%	4%	45°N	
一 九 八 三 年	四 月	48	5760gpm	57%	40%	3%	25°N
			5460gpm	57%	43%	0	45°N
	72	5760gpm	37%	60%	3%	25°N	
		5460gpm	37%	53%	10%	45°N	

※Δ表示差距(單位: 歷度)

表六(b): 主觀評價結果統計(10L-LFM)

年 月	預 報 時 數	1000mb			500mb		
		24 (00z)	36 (12z)	合 計	24 (00z)	36 (12z)	合 計
一 九 八 三 年 二 月	+1	12	13	25	9	1	10
	0	6	4	10	7	5	12
	-1	5	1	6	4	2	6
一 九 八 三 年 三 月	+1	9	16	25	11	12	23
	0	13	7	20	11	10	21
	-1	8	2	10	5	4	9
一 九 八 三 年 四 月	+1	16	20	36	20	資料	20
	0	8	7	15	9	缺	9
	-1	6	4	10	1	缺	1
價 值 百 分 比 度(%)	僅可值 +1	44.6%	66.2%	54.8%	51.9%	38.2%	47.7%
	略可值 0	32.5%	24.3%	28.7%	35.1%	44.1%	37.8%
	絕不可值 -1	22.9%	9.5%	16.5%	13%	17.7%	14.5%

表六(a): 主觀評價結果統計表(8L-NHM)

年 月	預 報 時 數	1000mb								500mb							
		48	72	96	120	144	168	192	合 計	48	72	96	120	144	168	192	合 計
一 九 八 三 年 二 月	+1	15	7	1	1	2	2	1	29	17	9	4	0	1	3	1	35
	0	7	12	3	3	3	1	2	31	8	12	2	3	2	2	3	32
	-1	6	9	3	3	1	3	2	27	1	4	1	3	3	1	1	14
一 九 八 三 年 三 月	+1	10	13	0	3	3	2	2	33	15	15	6	4	0	2	1	43
	0	15	10	5	1	5	5	4	45	11	13	1	4	7	3	3	42
	-1	6	8	3	3	1	2	1	24	4	3	1	0	2	3	5	18
一 九 八 三 年 四 月	+1	10	7	2	1	1	1	2	24	22	14	1	4	3	1	3	48
	0	15	17	3	2	3	1	3	44	7	11	5	3	1	3	1	31
	-1	5	6	2	4	5	3	3	28	1	5	2	2	5	4	4	23
價 值 百 分 比 度(%)	僅可值 +1	39.3%	30.3%	13.6%	23.8%	25%	25%	25%	30.2%	62.8%	44.2%	47.8%	34.8%	16.7%	27.3%	22.7%	44.1%
	略可值 0	41.6%	43.8%	50%	28.6%	45.8%	35%	45%	42.1%	30.2%	41.9%	34.8%	43.5%	41.7%	36.4%	31.8%	36.7%
	絕不可值 -1	19.1%	25.9%	36.4%	47.6%	29.2%	40%	30%	27.7%	7%	13.9%	17.4%	21.7%	41.6%	36.3%	45.5%	19.2%

