

中央氣象局全球數值天氣預報模式 系統性誤差分析 I：東亞地區

王作臺¹

陳雯美²

林松錦¹

1、中央大學大氣物理研究所

2、中央氣象局資訊中心

中央氣象局 (CWB) 的數值天氣預報作業系統，在民國77年 7月 1日正式運作。其全球模式是垂直方向 9層，且在交錯的水平網格點上。水平差分是以四階的 Potential enstrophy 守恆來設計，此模式可提供全球 5天以內之天氣預報（詳見Liou 等，1989）。

利用模式 24小時、48小時及 72小時之預報資料來分別組成模式元月及七月的模擬氣候場。系統性的誤差即可以此模式氣候場及由觀測資料經客觀分析所得之氣候場的差值得知。本研究是用 1990年元月及 1989年七月之預報資料來分析。

對元月份模式氣候場中的海平面氣壓而言，冬天主要的 3個系統都被模擬到。24小時、48小時及 72小時（簡稱 Day 1，Day 2，Day 3 組）預報場組成之月平均資料（圖一）顯示阿留申低壓及西伯利亞高壓之強度在 Day 1 組中被低估了一些，但位置與觀測很接近。Day 2 及 Day 3 組的結果則顯示了此二系統的強度被預報的更弱。Day 1，2 和 3 組得到之 500 毫巴高度場（圖二）顯示在亞洲大陸（尤其是陸地高原山區）上有大的負偏差，而在海洋面上則傾向於有正偏差。溫度場方面的預報來看

，1000毫巴面各組資料都顯示預報偏冷（圖三）臺灣附近過冷達攝氏 5度左右。850毫巴的溫度場預報（圖四）則傾向於在大陸地區（陸上）偏冷，海洋上偏暖。但 500毫巴及 300毫巴之溫度場誤差（圖五）和 850毫巴的不同，在東亞除小地區外，各地都傾向過暖。此種因溫度場偏差所造成之異常的南北及東西向溫度梯度，使得模擬風場的偏差在高低層也不同。圖六是 700毫巴及 300毫巴面上風場預報偏差，下層偏向於有西南風之分量，而在高層（300毫巴）則誤差都傾向於有東北風，此結構和其相關的各厚度層之誤差有關，東暖西冷的傾向易於引發南風分量之加強。元月份月平均降水的模擬（圖七），Day 1 組之分析結果發現較大的降水發生在臺灣東邊的區域向西南伸展，Day 2 及 Day 3 之預報則維持了 Day 1 之型態，但是其強度減少了一些。

七月份北半球在海平面上的主要系統一為在陸地上的季風低壓、及在太平洋上的副熱帶高壓，另一主要系統在大西洋區域。CWB 的 Day 1，2，3 組預報（圖八）對這些主要系統都能掌握到。500毫巴的高度場預報（圖九）顯示在 Day 2 組的預報中發現太平洋副熱帶高壓往西的延伸稍大了些。七月的溫度場預報，在 1000毫巴等壓面，臺灣附近傾向於預報過

冷（圖未附），和元月份之情況類似。850毫巴的溫度場則仍維持著陸地過冷，海上過暖的預報誤差傾向（圖十）。500毫巴等壓面上的預報誤差和元月份的不同（圖十一）顯示的是東亞陸上過暖，臺灣東南的海上預報過冷。Day 3 組的結果說明了除了菲律賓東面之海域外，大部份東亞地區的溫度預報都是偏暖。

200毫巴的東亞噴流在元月及七月（圖十二）的Day 1 預報中，模式都掌握到了其位置，但其強度被預報的稍弱。

由元月份的誤差場來分析，850毫巴東亞的溫度誤差傾向於是東高西低，這誤差影響到700毫巴的風場，使其傾向於有多餘的南風分量。500毫巴的溫度場誤差的型態，則會影響300毫巴風場使其傾向於有東北風之存在。

Bettge(1983)研究美國NMC及歐洲ECMWF兩個模式24小時預報場產生的月平均誤差，他發現此二模式在東亞區域，是傾向於在太平洋海面上有正的偏差，陸地上有負偏差，CWB模式在500毫巴高度場也有類似的傾向（圖二）。Wallace等(1983)針對此情況以ECMWF的模式去研究改進的方向，建議以所謂的"envelope orography"方式來處理地形可減少在陸地高原及海陸分佈產生的系統性誤差。Tibaldi(1985)的研究也支持上述的推論，但以此envelope orography的觀念而加入改進的地形資料所作的模擬，只是減少了系統誤差的強度，但其東西向之不均勻性仍存在。這一點值得吾人更進一步之研究及探討。

溫度場預報誤差的垂直結構顯示了CWB模式因中對流層之溫度預報偏高及下對流層預報過冷而造成大氣之垂直穩定度減弱。Arpe和Klinker(1986)也提到了ECMWF模式也有此相同之趨勢，此誤差顯然是和輻射參數化及積雲參數化有關係。Arakawa-Schubert(1974)方式的積雲參數化只考慮對流尺度的舉升作用，因

之會傾向於在中上對流層產生過暖及過乾之現象，而CWB模式正是採用此種參數化的方法。Kalnay等(1990)討論美國NMC預報模式的表現，發現其長期預報模式顯示在冬季的平均降水，在東亞區內，較大的降水發生在東經120度以東的熱帶洋面上向西南延伸，CWB的元月Day 1 組預報也是如此（圖七）。然吾人因未有較詳盡之觀測的地面降水資料，未能做更定量之比較。但由紅外線長波輻射場(OLR)的值來看，此西南延伸區剛好也是冬季OLR值最低的區域之一。

建立一組可信度高之全球海面上之降水資料，對NWP模式之驗證有很大的助益，這也是TRMM(Tropical Rainfall Measuring Mission見Simpson等, 1988)計劃的主要目的之一。Cheng和Yanai(1989)研究對流尺度的下降運動對熱帶雲簇系統的貢獻，而此物理過程正被考慮引入CWB模式來改進模式在中高層的溫度及水汽預報的誤差。CWB也正在進行一些平行測試，以修正邊界層之計算方式，去設法改正下層溫度場預報之缺失。

參考文獻：

- Arakawa, A. and W. H. Schubert, 1974: Interaction of a cumulus cloud ensemble with the large-scale environment. Part I. *J. Atmos. Sci.*, 31, 684-701.
- Arpe, K. and E. Klinker, 1986: Systematic errors of ECMWF operational forecasting model in mid-latitude. *Quart. J. R. Met. Soc.*, 112 181-202.
- Bettge, T. W., 1983: A systematic error comparison between the ECMWF and NMC prediction models. *Mon. Wea. Rev.*, 111, 2385-2389.

- Cheng, M.-D. and M. Yanai, 1989: Effects of downdrafts and mesoscale convective organization on the heat and moisture budgets of tropical cloud clusters. Part IV: Effects of convective downdrafts. *J. Atmos. Sci.*, 46, 1566-1588.
- Kalnay, E., M. Kanamitsu and W. E. Baker, 1990: Global numerical weather prediction at the National Meteorological Center. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 71, 1410-1428.
- Liou, C.-S, C.-T. Terng, W.-S. Kau, T. E. Rsonond, C.-S. Chen, J.-H. Chen and C.-Y. Tsay, 1989: Global forecast system at Central Weather Bureau. *P. Meteor. Res.*, 12, 205-230.
- Simpson J., R. F. Adler, and G. R. North, 1988: A proposed tropical rainfall measurement mission (TRMM) satellite. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 69, 278-295.
- Tibaldi, S., 1985: Envelope orography and maintenance of the quasi-stationary circulation in the ECMWF global models. In *Advanced in Geophysics*, Vol. 29, 339 -374.
- Wallace, J. M, S. Tibaldi and A. J. Simmons, 1983: Reduciton of systematic forecast errors in the ECMWF model through the introduction of envelope orography. *Quart. J. R. Met. Soc.*, 109, 683-717.

Systematic errors of the CWB global forecast model in the Eastern hemisphere

Jough-Tai Wang¹, Wen-Mei Chen² and Song-Chin Lin¹

¹ Institute of Atmospheric Physics, National Central University
Chung-Li, Taiwan 32054, ROC

² Central Weather Bureau, Taipei, Taiwan 10039, ROC

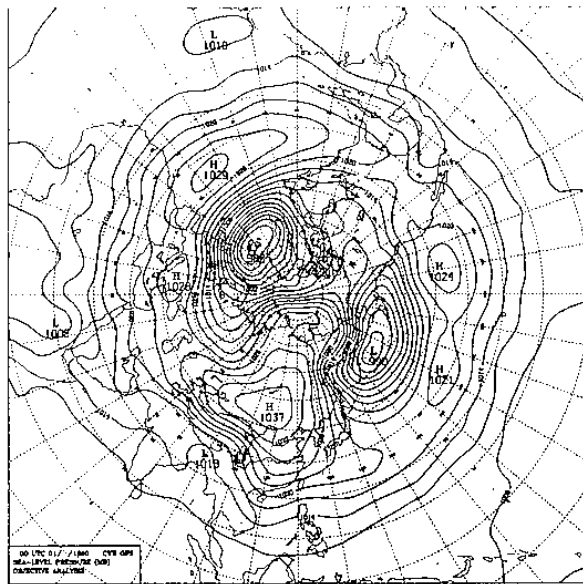
The Central Weather Bureau (CWB) of the Republic of China officially began its NWP operation on July 1, 1988. The global forecast model at CWB is a multi-level grid point model with fourth order potential enstrophy conservation scheme in the horizontal differencing. This model is integrated up to five days to provide the global forecast.

Based on the forecast data, January and July model climatology from the day-1, day-2, and day-3 forecasts are constructed. The systematic errors can be identified by comparing the model climatology with the observed analyses.

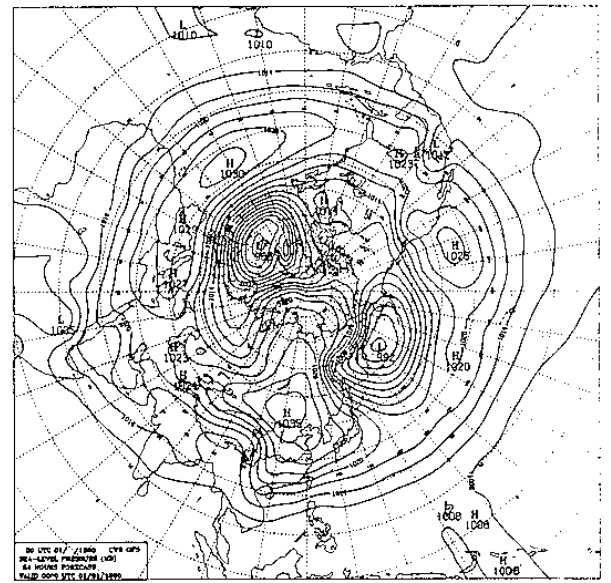
For the January simulation from day-1 forecast of the height field, it is found that the strength of the Aleutian low and the Siberian high are all underestimated. Day-2 and day-3 forecasts showed further decrease in intensity of those two dominant systems. Negative mean bias exists in most of the land area in Asia, while positive bias prevails in the oceanic region. The 500 mb height field from day-1, day-2 and day-3 simulations all indicate that large negative bias is around southwestern China mountain range. In July, the Pacific high is well reproduced in those three forecasts, and the mean bias related to the land-ocean contrast is reduced. The Pacific high shrinking in its N-S range and extending further westward can be identified in the July climatology from day-2 and day-3 forecasts.

The intensity of 200 mb jet in January is well simulated in day-1 forecast in the winter hemisphere, however, its position is shifted about several degrees toward the northeast. Day-2 and day-3 forecasts indicate further northeastward shift of the jet core.

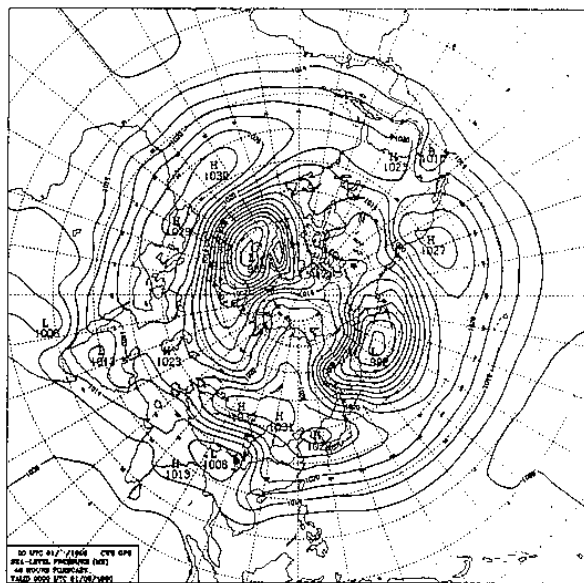
The systematic errors from the CWB model are compared with the errors of other operational models (e.g., ECMWF, NMC). The implications of those mean errors are also discussed.



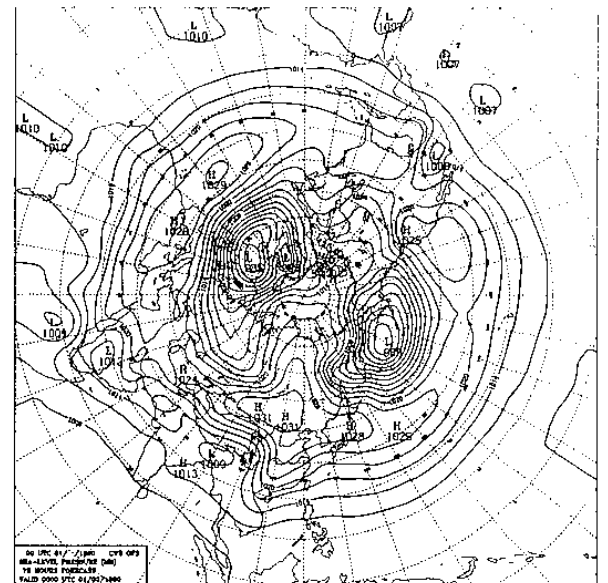
(a)



(b)

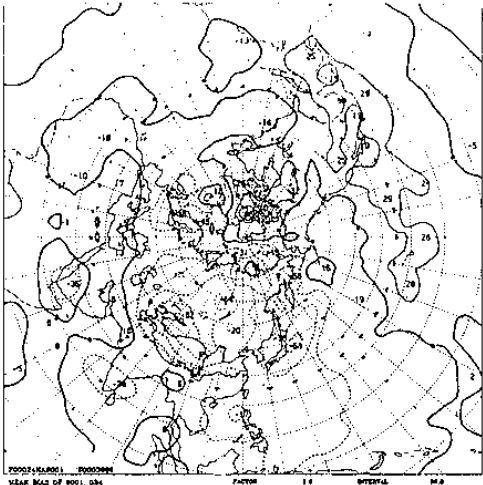


(c)

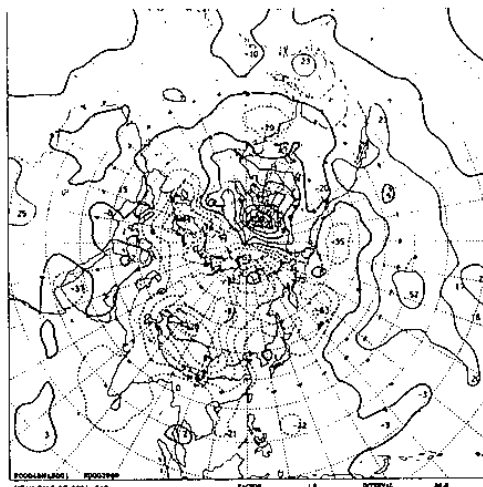


(d)

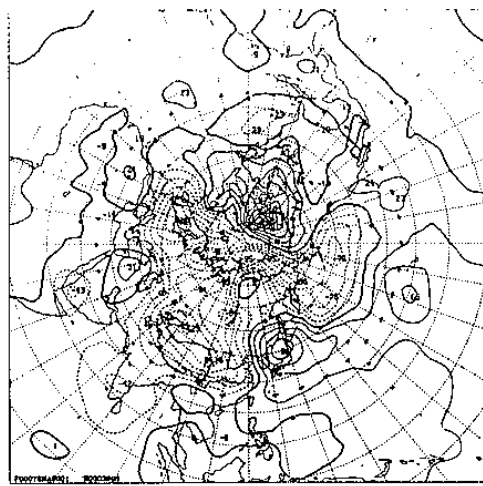
圖一：1990年元月月平均海平面氣壓場。(a) 客觀分析得之觀測場
 (b) Day 1 預報場之結果 (c) Day 2 預報場之結果
 (d) Day 3 預報場之結果。單位是毫巴。



(a)

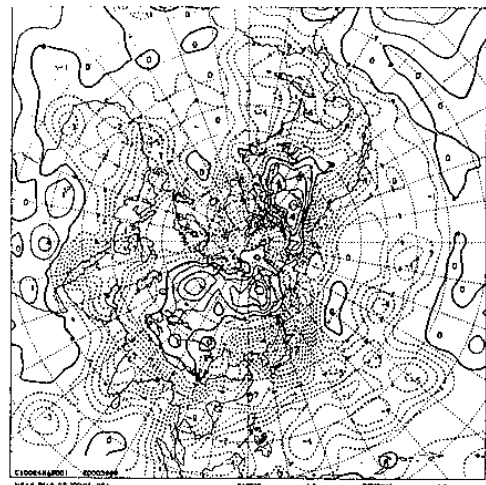


(b)

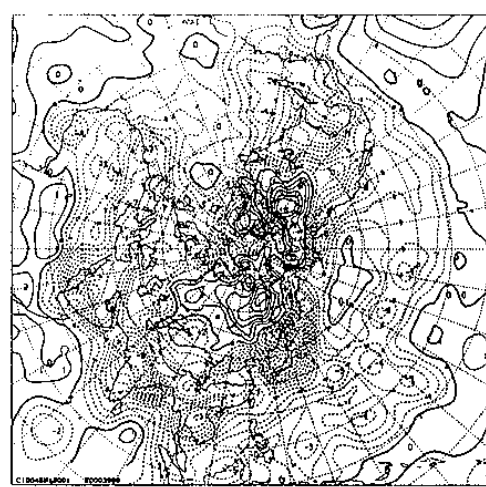


(c)

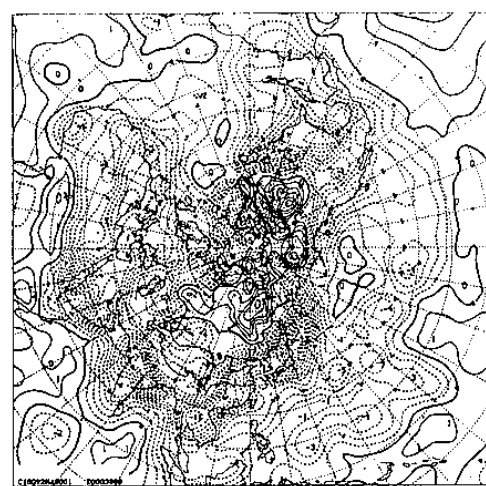
圖二：1990年元月月平均 500毫巴等壓面上的預報高度場誤差分佈（預報場減觀測場）。(a) Day 1 組之結果 (b) Day 2 組之結果 (c) Day 3 組之結果。單位是米。



(a)

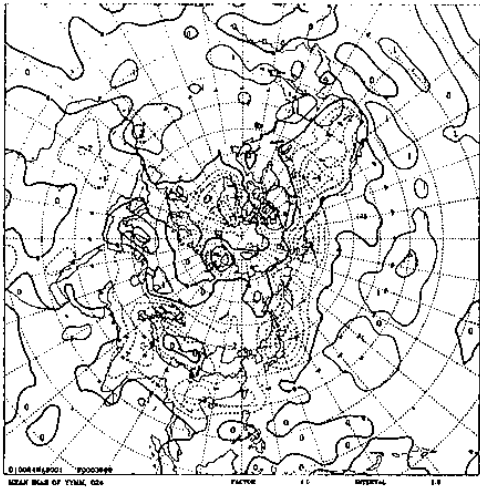


(b)

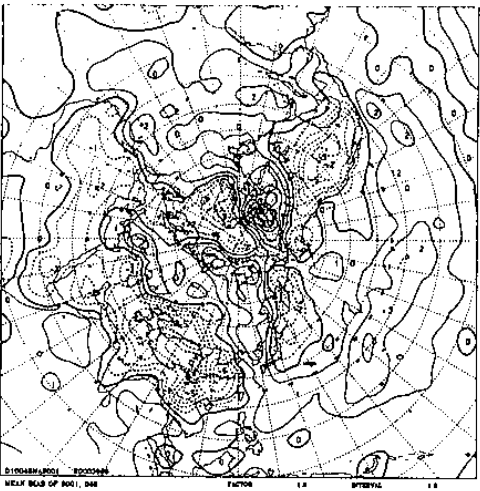


(c)

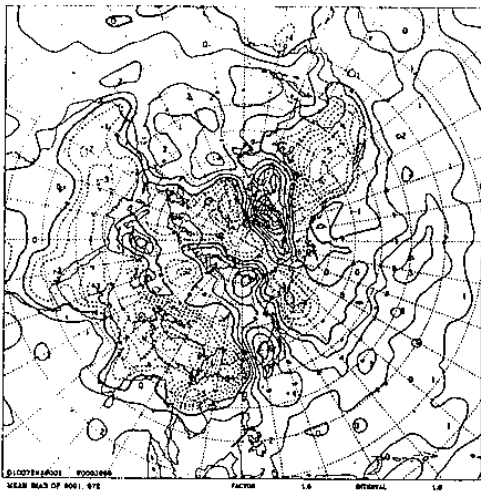
圖三：同圖二，但為1000毫巴等壓面預報之溫度場誤差分佈。



(a)

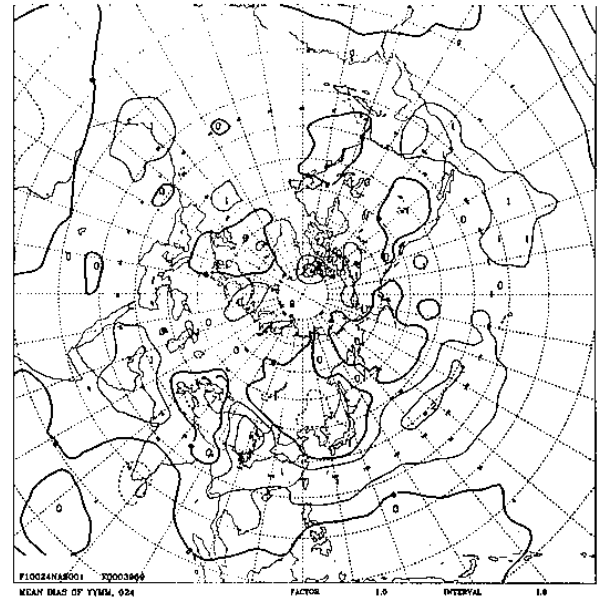


(b)

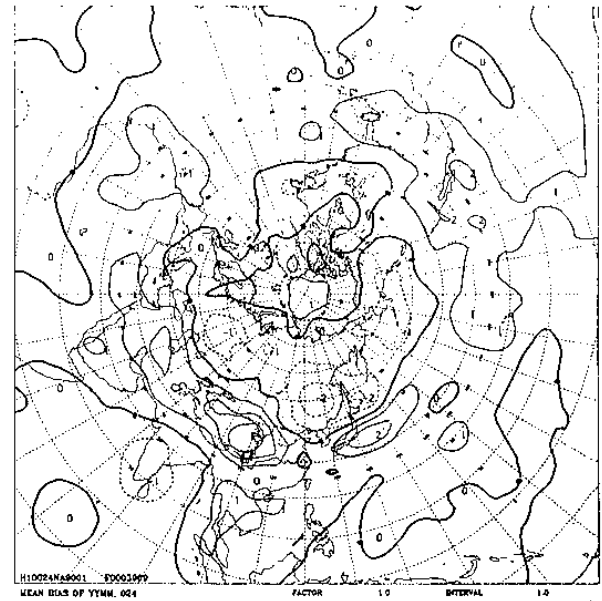


(c)

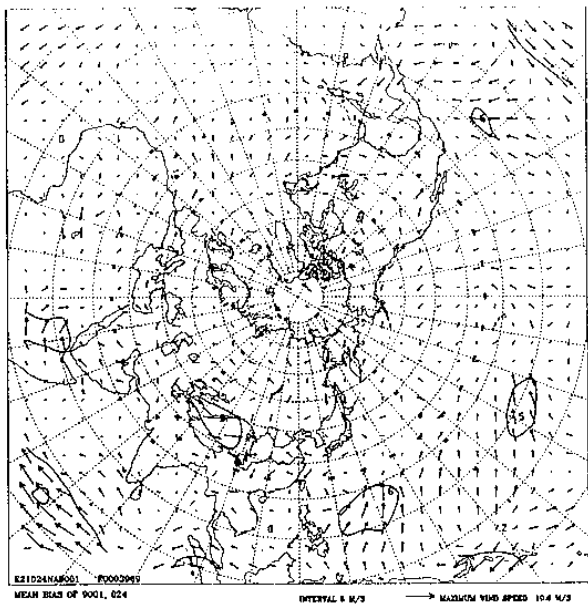
圖四：同圖二，但為 850 毫巴等壓面預報之溫度場誤差分佈。



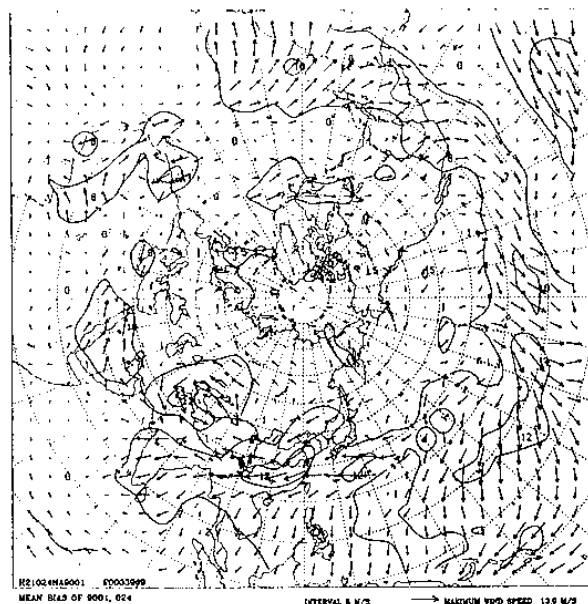
(a)



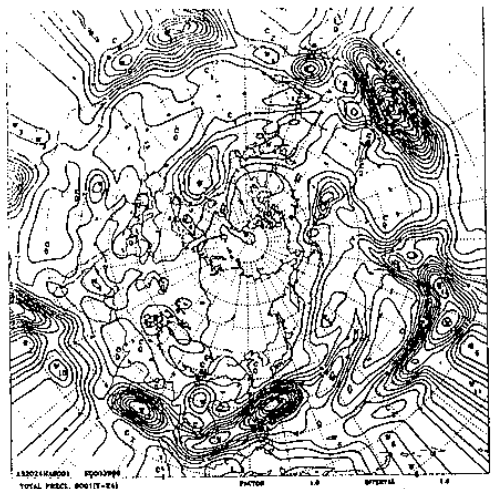
圖五：Day 1 組元月月平均預報之溫度場偏差分佈 (a) 500 毫巴等壓面 (b) 300 毫巴等壓面。



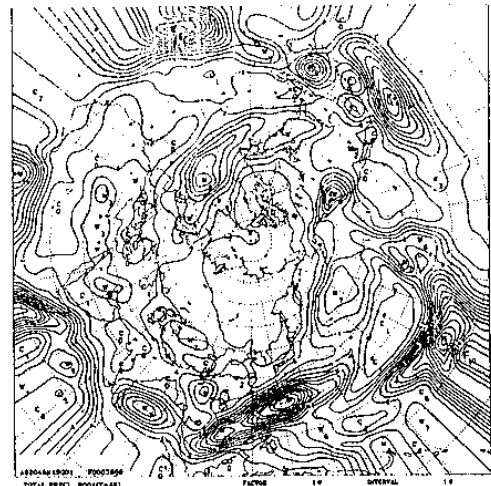
(a)



(b)



(a)



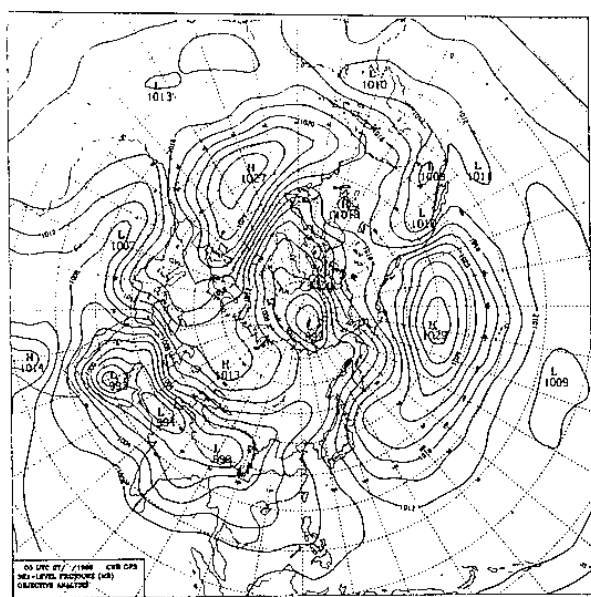
(b)



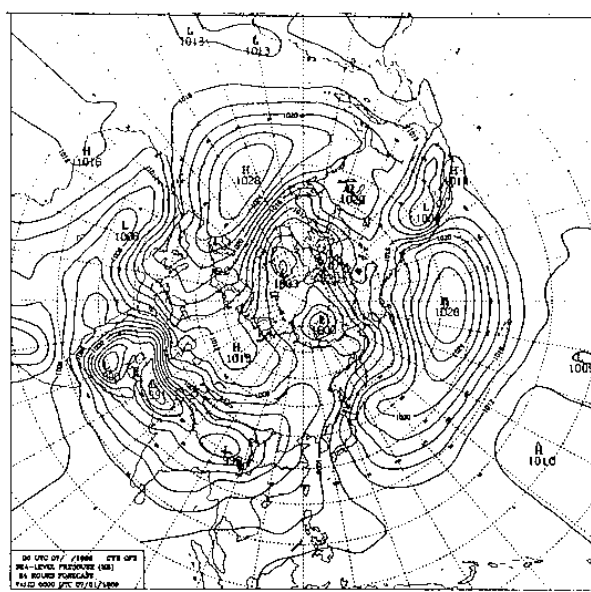
(c)

圖六：Day 1 組元月月平均預報之風場偏差分佈 (a) 700毫巴等壓面 (b) 300毫巴等壓面。

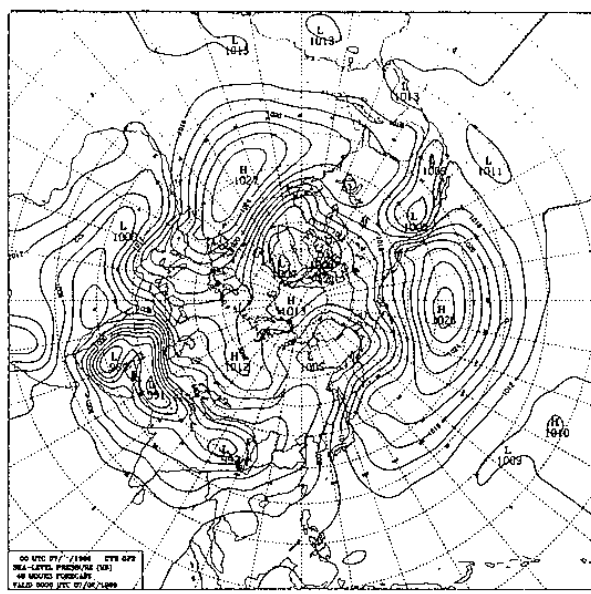
圖七：1990年元月月平均預報之地面降水場 (a) Day 1 組之結果 (b) Day 2 組之結果 (c) Day 3 組之結果。單位是公釐。



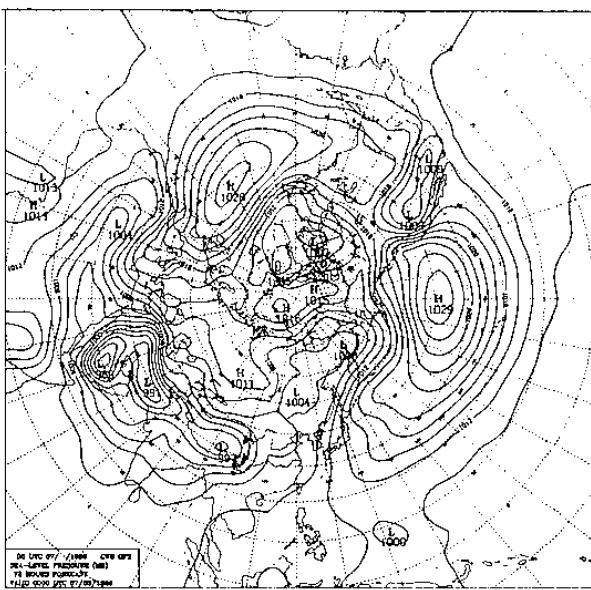
(a)



(b)

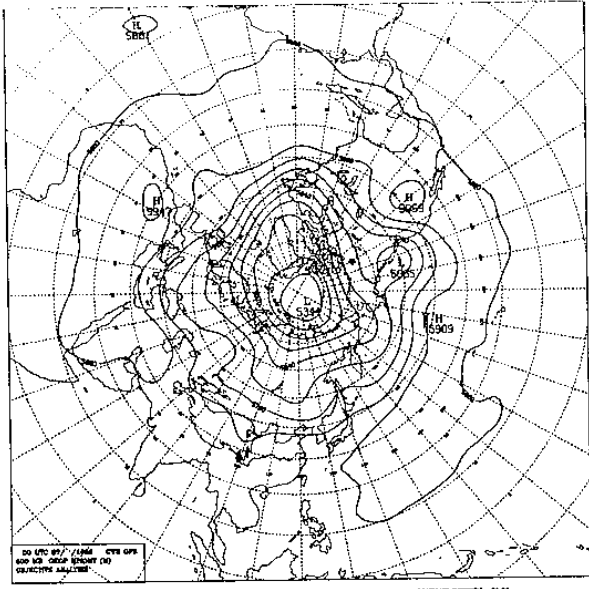


(c)

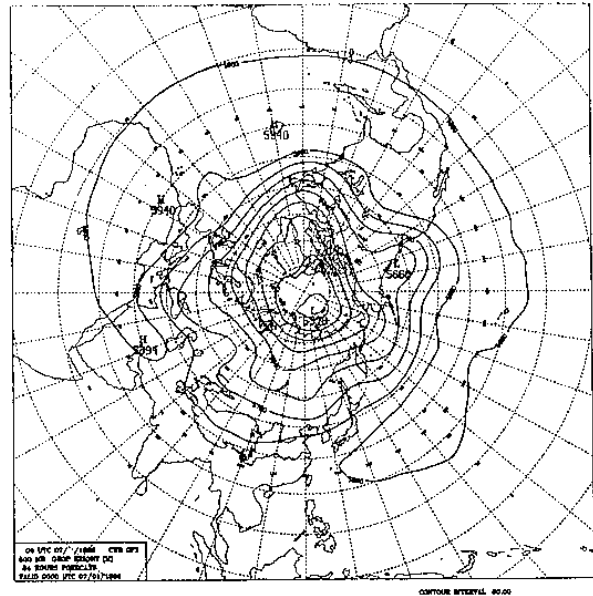


(d)

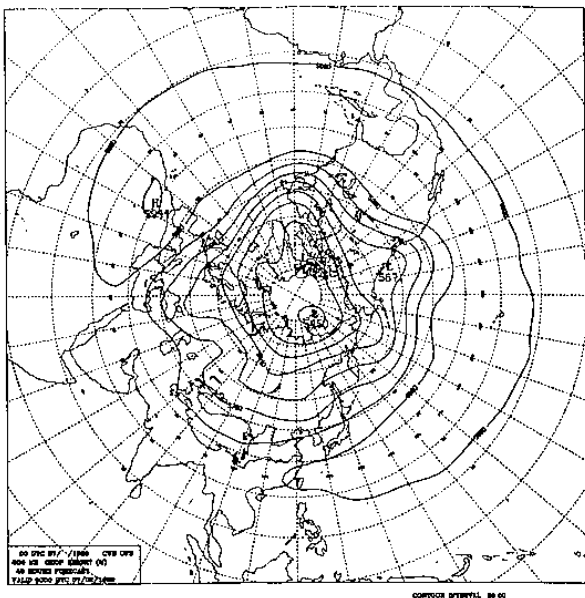
圖八：同圖一，但為1989年七月月平均之海平面氣壓場。



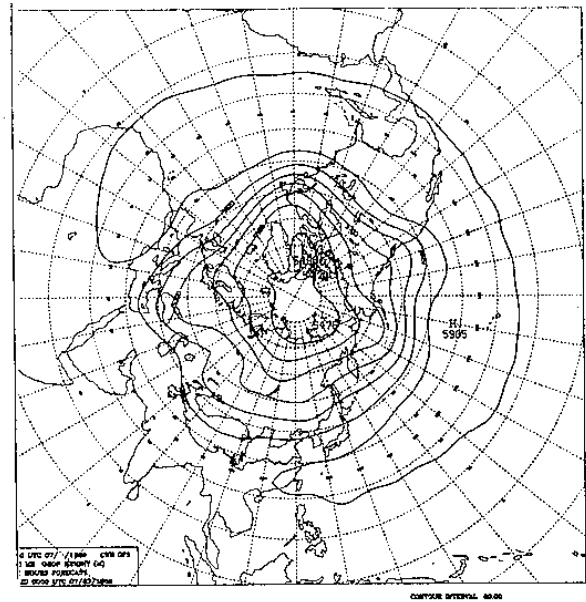
(a)



(b)

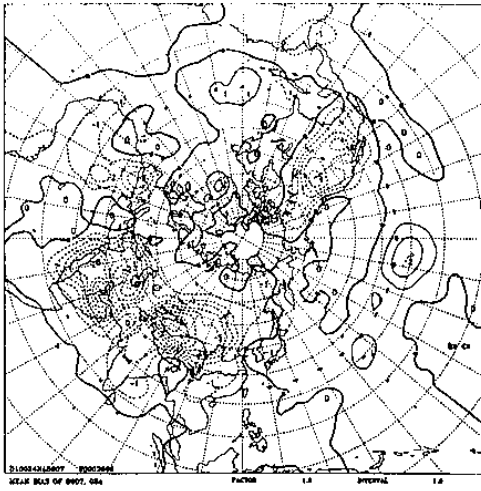


(c)

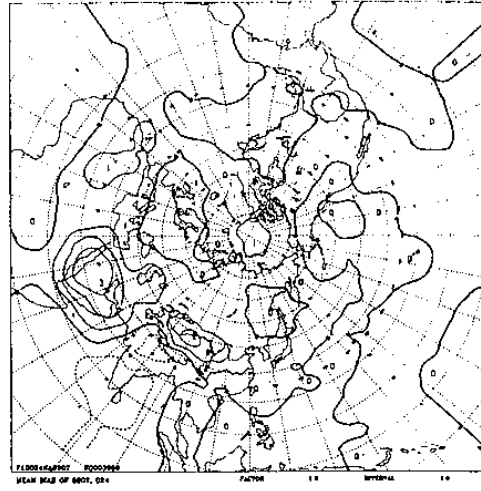


(d)

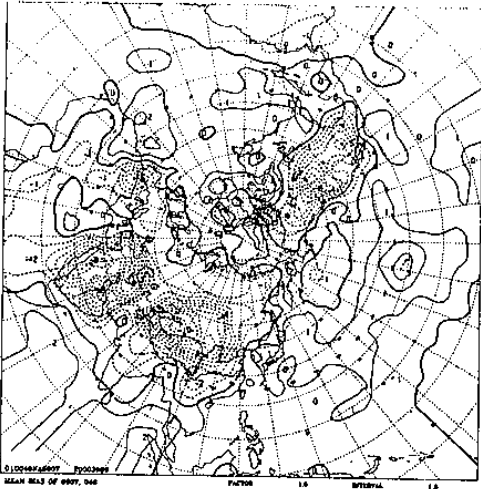
圖九：同圖一，但為1989年七月月平均之500毫巴等壓面高度場。



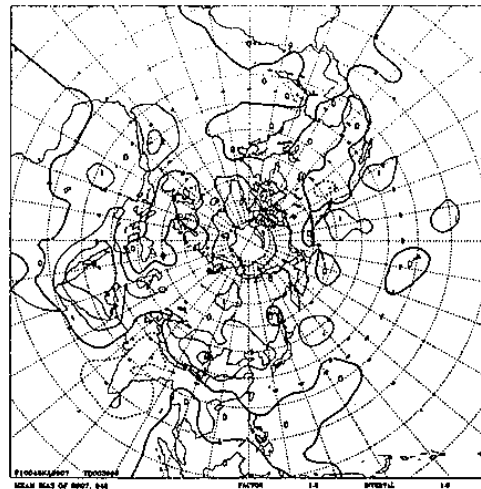
(a)



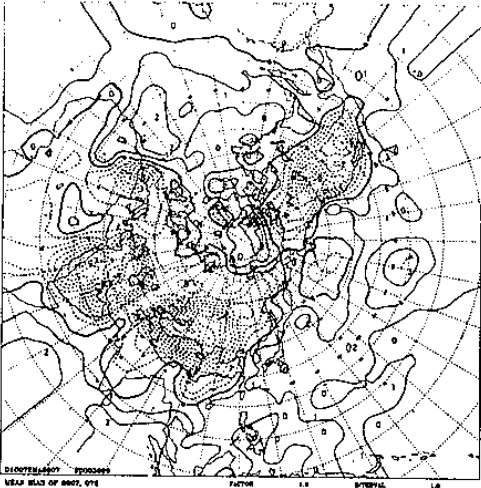
(a)



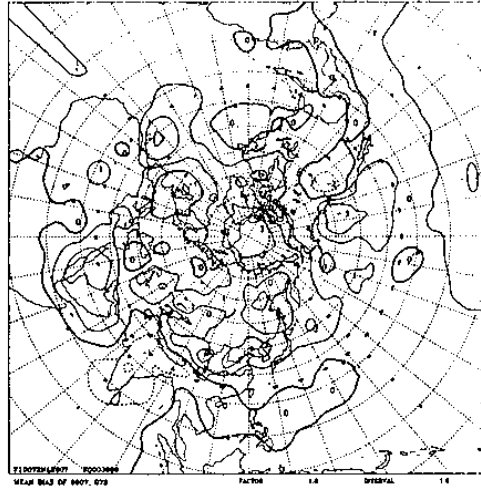
(b)



(b)



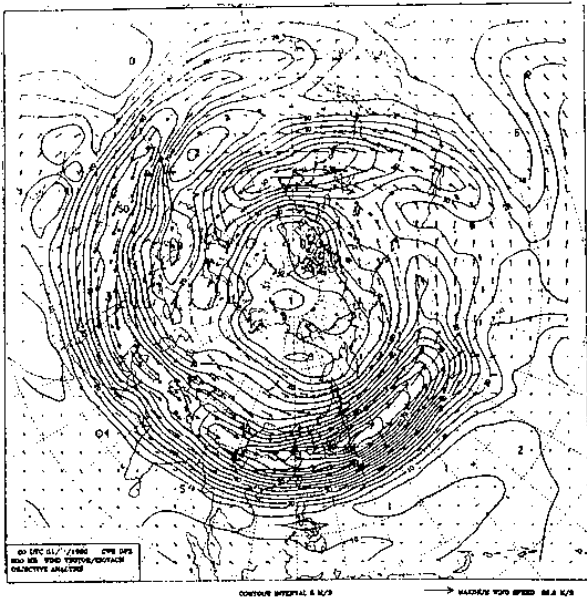
(c)



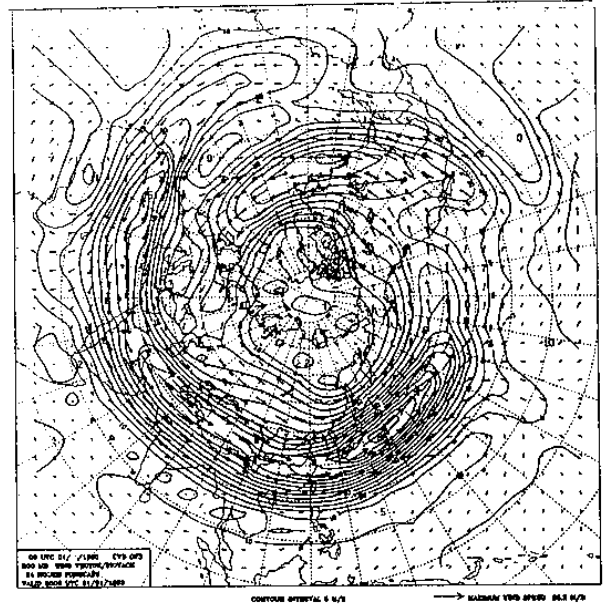
(c)

圖十：同圖二，但為1989年七月月平均 850毫巴等壓面之預報場溫度誤差分佈。

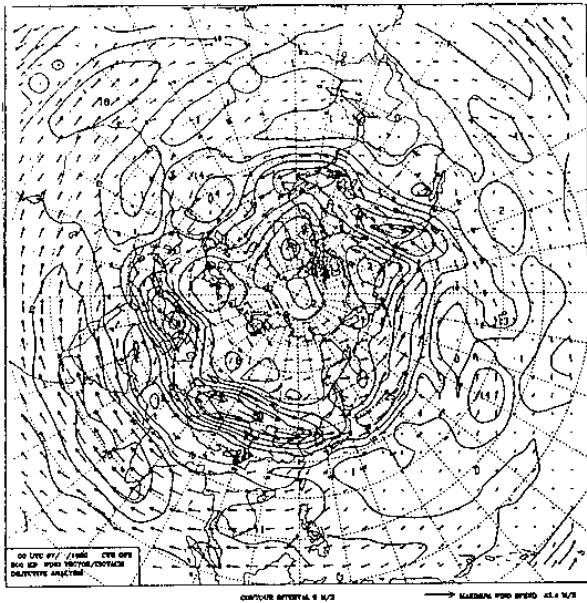
圖十一：同圖十，但為 500毫巴等壓面預報之溫度場誤差分佈。



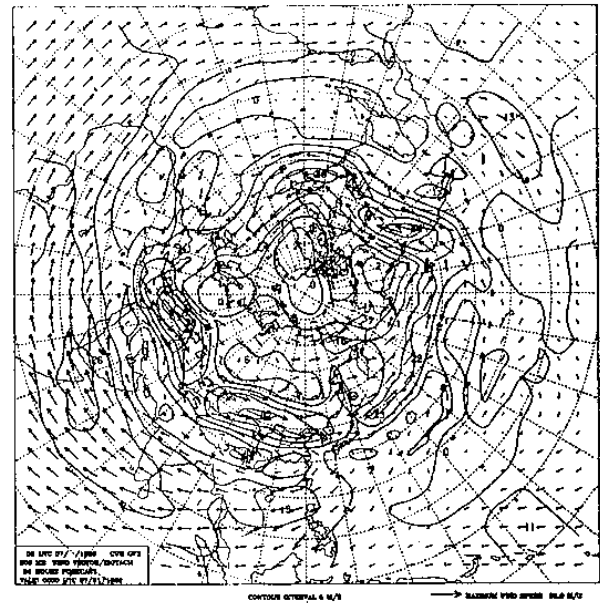
(a)



(b)



(c)



(d)

圖十二： 200毫巴等壓面風場 (a)1990年元月月平均分析場 (b)Day 1 組
元月月平均預報場 (c)1989年七月月平均分析場 (d)Day 1 組
七月月平均預報場

