

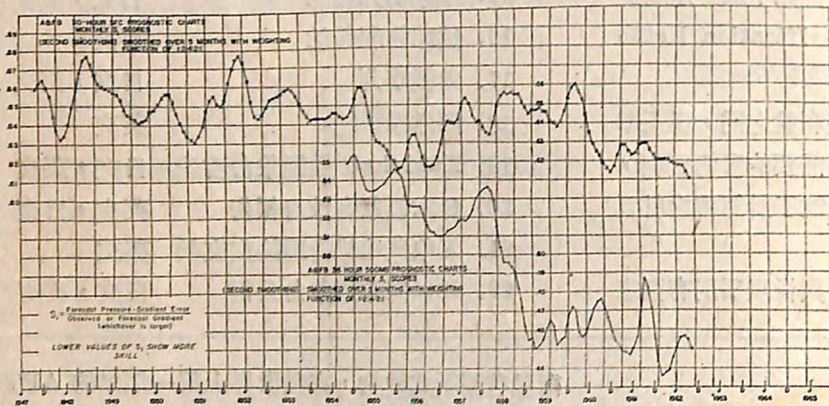
# 留美受訓心得報告 樊滌兮

## Modern Weather Technique's Training Report (續前)

### K. 數值預報在短期天氣預報方面之運用

為短期地面、高空及雲與降水預報，分析預報組會利用500mb正壓及斜壓預報進行強化運用。基本的預報技術是以垂直運動型——意指最新的500mb數值氣流圖及旋率分析——隨伴現在地面圖特徵及天氣型態。其次，預報的500mb氣流及旋率平流型係伴隨預報的地面特徵及雲雨型態。根據可用的濕氣供應之主觀估計再預報雲雨。如斜壓預報可期，則地面及500mb變型，而天氣預報亦可主觀的被作為正壓預報敘述。

確定或證實敘述：正壓預報之運用現已獲得結果(如圖十五)中下部曲線所示，從1958年改善了分析預報組的預報技術。從1960年起該組之地面預報亦增強。如已變為明證之500mb數值預報為地面預報系統化的被用與日俱增。此種技術的增加由圖十五之上部曲線可為證明。地面預報之更大改進，

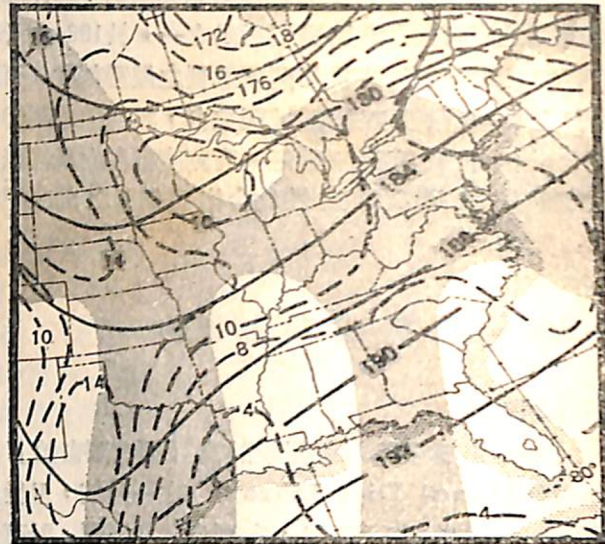


圖十五 用手製作之地面預測(上部)及500mb預測圖(下部)之證明曲線

由根據500mb之正斜壓預報而作1000mb的客觀預報可期實現。關於圖表之應用，可(參見圖十六一十八)作為說明。

### L. 數值預報在長期預報方面之運用

長期預報組主要根據數值預報技術及一覽天氣備製例行的三日及五日預報圖。其30日及試驗性季預報乃根據數值及統計技術之合併為之。此類預報所取型態係北半球區之平均地面及平均700mb氣流圖加溫度與降水距平預報。海平面預報亦採單獨性備製應用，每週預報三次，需於六日前製作，以及預報後四日者，需於第三日前製作。



圖十六 500mb氣流及絕對旋率(斷線)分析圖。蔭影區表示正平流或向上運動區

### (a) 五日平均氣流預報圖

500mb數值預報圖係用觀測資料及調合而產生的700mb圖及地面氣流圖綜合而集中於預報日(D加零圖)及二日後(D加二圖)而成。第三圖係以從預報日集中四日之圖(D加四)，此種解法係官方平均氣流圖的第一個近似法。D加四圖乃基於大氣環流可被以二獨立成分處理之假設而來。

I 基本氣流——一種變化緩慢而因地形及季節因素使之固定的一種流體。

II 自由氣流——為基本氣流的獨立擾亂，或擾動而形成。

此二氣流在D加二圖上之姿態是分離狀，而4小時的數值預報圖上之自由氣流開始形成，然後與基本氣流結合。數值的72小時和96小時預報，當五日預報未發佈前而備製72小時地面預報時亦被作為基礎。

### (b) 客觀溫度預報

為四季預報之客觀溫度預報方程，係被決於

I 趨勢圖(D+0)：以二日「為主」(或集中)趨勢之平均：

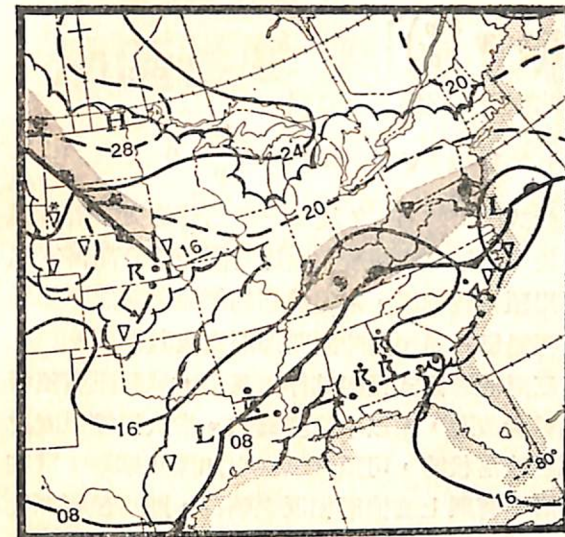
$$(D_{-48} + D_{-24} + D_0 + D_{24} + D_{48})$$

II 圖加法(D+2)：(D<sub>0</sub>+D<sub>24</sub>+D<sub>48</sub>+D<sub>72</sub>+D<sub>96</sub>)之平均。

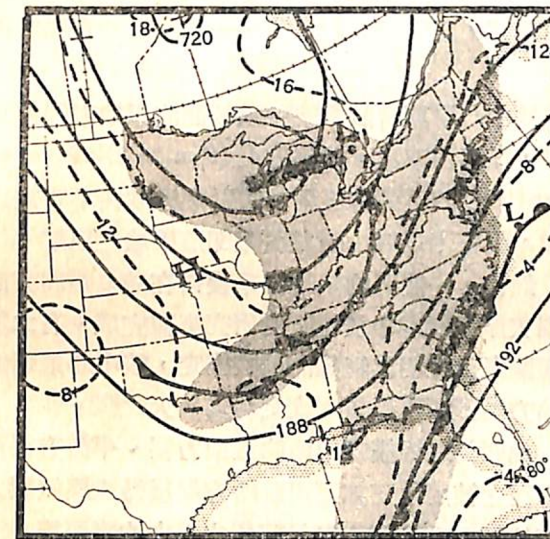
III 氣流圖(D+4)：以從原始的(D+2)圖之特殊數值模型所製之48小時預報。

IV 官方五日平均氣流預報：藉各式D圖、氣壓距平、氣候及類似圖以及其他客觀預報輔圖等而製成。

從1958年來，平均氣流及溫度型數值預報的制度化運用，在該中心長期溫度預報的技術革新上已獲有顯著的結果(參見圖十九)。



圖十七 同一時間之地面圖。扇褶線區表示密雲，而蔭影表示降水區。

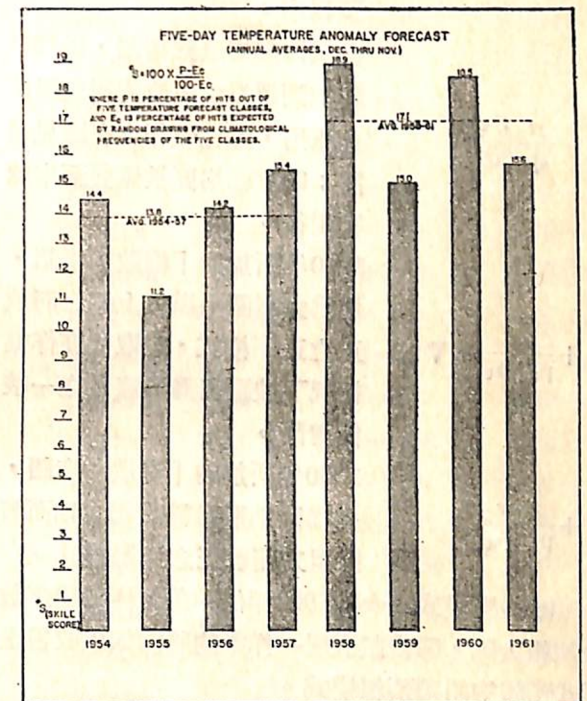


圖十八 500mb及36小時旋率預報圖。蔭影為正平流區。預報地面界面，中心及天氣為所附加者。

過濾觀測。十年的700mb五日平均圖，高度距平(H)及地面溫度(T)而成。

此類方程在展期預報的日常運用上，H乃獲得於700mb高度的36小時斜壓預報。T則從氣象局各場站為準備次日及次日後之最高最低預報而得。利用原解所獲方程、客觀溫度預報係為五日平均期而備製，此類預報被調合用於72小時溫度距平預報，此預報隨72小時地面預報一起發佈。於因統計程序而使模式獲得更大變型後，則其被用為輔助預報以備製每月發佈三次的30日展期預報。

(c) 據以預報之簡單方程



圖十九 五日溫度距平預報

### M. 試驗性的月、季預報

該中心月、季長期預報仍滯留於「慢動作等級」階段。對此種等級之運動，一甚強趨勢顯似某種特殊現象之重現，可能似為下層之地面影響所引起。

美國氣象中心的30日及試驗性季預報所應用之基本工具有三種：

(a) 部份基於數值預報，部份基於正常圖表估計的統計之未來平均氣流場及溫度距平之客觀估計。

(b) 根據最可能遵循最近月型態平均氣流及溫度距平分佈之氣候輔圖及估計。

(c)從積雪、海面、土壤濕氣及衛星觀測所獲之覆蓋地面之情況測量。

平均言，就氣候或然率或持久性的比較言；30日預報所顯示之技術尚稱正確，而試驗性的季預報其某些技術就氣候或然率比較亦見正確。

N. 數值天氣預報模式

美國氣象中心日常所據以製作各種天氣預報圖者類多屬於下述模式：

(a)等正壓模式：該中心就過去多年日積月累之試驗，厥使由等正壓模式管理而發揮了消除半球氣流預報方面之系統性錯誤。

在原始模式中之等正壓術語，首先被用於1955年9月的日常預報中。

此式為赫姆豪茲術語，於1958年加到超長大氣波的假衰退防止應用，然在預報上有顯見錯誤；即當網格區被延展至半球範圍後。

1960年所加的「輻散」術語，係為大範圍山嶺以上氣流而改正之正壓模式，以取代在作業情況下被證明為不適當之一較簡術語。

1960年所加的「輻散」術語，係為因地形粗糙而起之地面磨擦阻力而改正之正壓模式。

(b)斜壓模式——從1950年代中葉，休特蘭之數值預報大隊，即嘗試發展一作業的將能如衷改善正壓式預報的斜壓預報模式。

I 此模式之過濾——一個有三層過濾的模式，從此模式使音波及重力波均被消除而近被納入該中心作業。此模式運用850mb及700mb之原始資料及輸出情報，且亦可產生650及350mb層之垂直運動。

II 所用之診斷方程——風之近似方程為  $V = k \times \nabla \psi + \nabla \chi$ ，其中為  $\psi$  氣流函數（或旋轉部份）係從平衡方程之解法而得來； $\chi$  為潛速（或非旋轉部份），獲自  $\nabla^2 \chi + \frac{\partial \omega}{\partial p} = \theta$  連續方程，其中  $\omega$  為氣壓座標中之垂直速獲自

$$\nabla^2 \omega + \frac{\eta f}{s} \frac{\partial^2 \omega}{\partial p^2} + \frac{f}{s} \frac{\partial \eta}{\partial p} \frac{\partial \omega}{\partial p} = \frac{1}{s} \left[ f \frac{\partial}{\partial p} (\nabla \cdot \nabla \eta) \right]$$

$$-\nabla^2 \left( \nabla \cdot \nabla \frac{\partial \phi}{\partial p} \right)$$

此預報方程為旋率方程

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla \eta + \eta \nabla^2 \chi + k \cdot \nabla \times \omega \frac{\partial V}{\partial p} = 0$$

此式係從將  $\psi$ 、 $\chi$  及  $\omega$  之原始分佈從診斷方程獲得後，於每一預報層次之逐時間距積分而得。然後運用預報旋率場，以促成新的氣流函數之原始場，並經過每一繼起之時間間距而重複其程序。

三層過濾模式證明其作用甚小，然對正壓預報却具重大改進，尤以中緯度為然。當大規模溫度波較氣壓波落後時，可預報氣旋之加深及綫綫；當在對流層中有與上述情形相反之情況，則可預報氣旋之填充。

(c)試驗性的數值預報模式

I 原始方程模式——該中心之試驗性模式係三參數模式，以牛頓運動方程——通稱原始方程者為之。

該中心早期曾試圖統一以較簡的原始方程模式從事，然未獲成功。限差方程(Finite Difference Equation)的不適當運用，曾引起機械性不安定之增加，而在未達24小時其預報即遭破壞之厄運。

然後，一簡明的限差體系獲得在減少錯誤方面相同次序而能集中於時空的研究卒被完成。有二種這類圖表被證明為精確的數值安定，該中心最新的原始方程預報所保留之安定可達12天之久。

他們對過濾模式中風的近似方程、平衡方程及  $\omega$  方程之被用，正如運用診斷方程獲得風與氣壓力之原始平衡和控制所留於預報中重力的震蕩能。

II 被應用之診斷方程

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla u + \omega \frac{\partial u}{\partial p} - f v + \frac{\partial g z}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla v + \omega \frac{\partial v}{\partial p} + f u + \frac{\partial g z}{\partial y} = 0$$

氣壓座標上的水平運動方程

$$\frac{d\theta}{dt} = 0; \theta = \alpha p^{c_p/c_v}$$

絕熱運動之熱能方程

$$\frac{\partial g z}{\partial p} = -\alpha$$

流體靜力方程垂直運動方程之特例

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial p} = 0$$

氣團連續方程

(下接第三頁)