

NCEP 全球網格資料對中央氣象局區域預報模式預報之影響

林淑卿

中央氣象局資訊中心

摘 要

初始場與側邊界條件為影響有限區域模式預報結果之主要因素。對區域模式而言，側邊界條件乃提供一外力來源以影響模式內部之預報，對作業中心而言，區域預報模式之外力來源通常來自作業中心本身之全球預報模式的預報場。

本研究利用中央氣象局全球作業模式預報資料及由網路系統取得之 NCEP (National Centers for Environmental Prediction, 以下簡稱 NCEP) 全球模式預報資料分別作為本局區域預報作業模式之側邊界條件，平行測試統計分析結果發現以 NCEP 資料為側邊界條件之區域預報結果較接近實際大氣。因此平行測試結果建議本局作業之區域預報採用 NCEP 全球資料為邊界條件。

一、前言

氣象預報模式中，區域預報系統的研發，主要是希望利用一個較高空間解析度的模式，在有限的區域內，針對因特殊地理條件，所產生的中尺度現象，進行預報或模擬。由於這些模式都是區域模式，在預報或模擬的積分過程中，必須考慮到初始條件及側邊界條件的問題。區域模式僅使用初始條件是無法提供時間積分過程中所需要的參考條件。在 Juang and Hong (2001) 及 Warner et al. (1997)，提到要使用一個區域氣候模式，需要初始的氣象條件、隨時間改變的側邊界條件，以及下墊面的邊界條件，方能提供一個高解析度的區域氣候模式較完整的控制條件。由於初始資料所能影響的時間相當的短，模式的側邊界條件的提供在長時間得積分中扮演了一個相當重要的角色。

提到沒有與全

對中尺度區域預報模式而言，所必須考慮到側邊界條件的問題可用全球預報模式區域預報模式的耦合，或直接採用觀測資料來解決側邊界條件的問題。對氣象預報作業中心而言，需具有即時性的預報時效，利用即時觀測資料作為側邊界條件的方法不可行。作業中心必須採用大小兩個模式耦合之架構，利用較大模式之預報結果提供側邊界條件給較小模式，作長時間積分預報；一般均採用全球預報模式網格點資料內插到中尺度區域預報模式以為側邊界條件，中尺度數值預報模式需要全球預報系統為其提供初始值和側邊值，這決定了中尺度數值預報模式對全球預報模式網格點資料的依賴性。

中央氣象局非靜力區域預報系統（以下簡稱 NFS）主要目的為從事中尺度數值天氣預報，NFS 模式具備初始資料分析模組以及完善的動力與物理參數化預報模組。以往本局作業性中尺度數值天

氣預報模式，因時效關係僅能以本局作業性全球數值天氣預報模式（以下簡稱 GFS）網格點資料為側邊界條件唯一選擇。如今網路科技的蓬勃發展，促使本局可即時取得國外不同全球預報模式的網格點資料，且時間上也可配合本局作業性中尺度預報模式的作業時間。本研究利用本局 GFS 資料及由即時網路系統取得之 NCEP 全球模式預報資料，分別作為本局 NFS 之側邊界條件，比較不同側邊界條件影響 NFS 預報結果之分析研究。

本文第二節將簡介 NFS 如何使用全球預報模式網格點資料之方法，第三節將比較作業 NFS 與平行測試 NFS 的預報結果討論，文章最後綜合結論並對 NFS 未來研究發展重點提出一些看法。

二、全球預報模式網格點資料之方法

中央氣象局非靜力 NFS 為三層巢狀網格模式，有粗、中與細網格三層，網格解析度分別為 45/15/5 公里，所涵蓋的範圍如圖一所示；垂直方面有 30 σ -層之非靜力平衡模式，至於預報動力與物理參數化部分詳請見（葉等,1994）。

目前作業 NFS 分析模組資料整理採取 incremental update cycle(林等,2001)結合 OI 客觀分析圖中提供 NFS 預報分析模組所需之初始場。在解析度為 45km 範圍(Domain 1)的右半部卻為廣大的海洋地區，此處缺乏探究資料之觀測。全球模式網格點資料在 NFS 中有二個用途，其一為在廣大空間裡缺乏實際觀測資料時，以 GFS 每 5 度經緯度解析度為虛擬探空資料植入 NFS 分析模組(如圖二)；用途二為提供 NFS 積分過程中所需之側邊界條件。本文乃比較使用二個不同全球預報系統之網格點資料的實驗結果：

1. 作業模組：使用本局 GFS 網格點資料結合 NFS 預報模式
 2. 平行測驗組：使用 NCEP 網格點資料結合 NFS 預報模式
- 二組實驗架構完全相同，但 NCEP 資料解析度在水平

空間上可提供 1x1 的網路資料(表一)在高度場，溫度場，風場可提供完整垂直 16 層標準等壓面之網路資料，而相對溫度場則僅提供由低層到 100mb 等 11 層的標準等壓面資料；本局 GFS 資料解析度在水平空間為 0.67x0.67 的網路資料，在垂直上則能提供所有 NFS 所需之垂直層數之所有氣象場資料。

測試時間為 2005 年 11 月 16 日 00 時到目前。將近一年的時間，以下將以個案討論及統計分析結果討論二者之差異。

三、NFS 作業與平行測試的預報結果分析

在陳等(2005)以個案研究 NCEP 網格資料對 NFS 颱風路徑預測之影響顯示，NCEP 資料之使用可大幅改善颱風路徑預測偏北之偏差。3 天預報平均誤差則改善 12.5%。但對作業中心而言，每天四次模式預報作業必須有長時間觀察及測試，以證明 NCEP 資料之穩定性及對 NFS 預報累積具正面效應，始可考慮正式上線作業。因此，NFS 系統使用 NCEP 資料的平行測試自 2006 年 3 月 7 日 1200UTC 開始，第一次先做 cold start，而後每日做 4 次 6 小時 incremental update cycle run 之預報，已經平行測試約半年之久，其結果分析具有代表性。

本文以下平行測試之校驗統計分析結果會與作業結果相比較，以下各校驗統計均僅針對模式之粗網格(圖一中最外層的範圍 domain1) 2006 年六月到八月之 72 小時預報場做統計分析比較。

圖三為異常相關時間序列圖 (Anomaly Correlation, 簡稱 AC)，顯示平行測試在 SLP 的 AC 明顯較作業系統為好 (AC 越接近 1 越佳，表預報場與分析場越相符)；但在中層 500hPa 的 AC 則兩者相差不多。圖四為 NFS 平行測試與作業系統之海平面氣壓 (Sea Level Pressure, 簡稱 SLP) 與 500hPa 高度場的 S1 得分，每 12 小時一間距，分別以不同顏色不同標示區別之。比較結果會發現無論是 SLP 或 500hPa 高度場，兩者的 S1 得分平行測試均優於作業系統，S1 得分代表模式對氣壓梯度的預報能力，值愈小表示模式對氣壓梯度的預報能力愈好。因此由 S1 得分顯示 NFS 平行測試預報場對氣壓梯度的預報能力很明顯較作業為佳。

圖五為 850hPa、500hPa 與 300hPa 高度場的平均誤差 (Mean Error, 簡稱 ME)，比較發現平行測試的 ME 無論在低層或中高層在均較作業系統為小。圖六 850hPa、500hPa 與 300hPa 溫度場的平均誤差，平行測試與作業系統的 ME 在低層 (850hPa) 不差上下，在中高層 (500hPa 與 300hPa) 平行測試的溫度 ME 小於作業系統，表示作業系統在中高層預報場具有過冷的系統性誤差，而平行測試的溫度預報系統性誤差較小。圖七為 850hPa、500hPa 與 300hPa 風場 U-分量的 ME，比較發現平行測試的風場 U-分量 ME 在 850hPa 與 300hPa 均較作業系統為低，在 500hPa 則兩者相差不多。

統計分析結果較佳是作業中心準備將研究成果正式上線作業應滿足的基本條件，對預報作業而言，掌握重大天氣系統發生的時間與地點，才是有助於天氣預報作業。以下將分析降水個案，以探討平行測試與作業系統之差異。圖八為 2006 年 3 月 23 日 12Z 12 小時累積降雨量的觀測分析圖，圖中顯示台灣中北部有明顯降水分布；圖九為同一時間觀測到之衛星雲圖，圖中顯示台灣地區被雲層籠罩，而北部地區之雲層較厚實。NFS 模式相對於此時之 24 小時預測圖如圖十 (2006 年 3 月 22 日 12Z 之 24 小時預報場)，圖十 (a)、圖十 (b) 分別為作業系統與平行測試的地面氣壓場及降水分佈場。圖十一則為相對於此時之 48 小時預測 (2006 年 3 月 21 日 12Z 之 48 小時預報場)。與實際觀測資料(圖八與圖九)比較，可明顯看出圖十 (b) 與圖十一 (b) 較圖十 (a) 與圖十一 (a) 較接近實際觀測資料，對於台灣中北部降水無論是 24 小時或 48 小時預測，平行測試系統的結果均能具有優於作業系統之預報參考價值。

四、結果討論與未來研究發展重點

由以上統計分析與降水個案分析結果，可知平行測試預報比作業系統測試預報，更具有天氣預報作業之參考價值。亦即以 NCEP 資料為側邊界條件之區域預報結果較接近實際大氣。因此 NFS 考慮採用 NCEP 全球資料取代本局 GFS，正式上線作業。

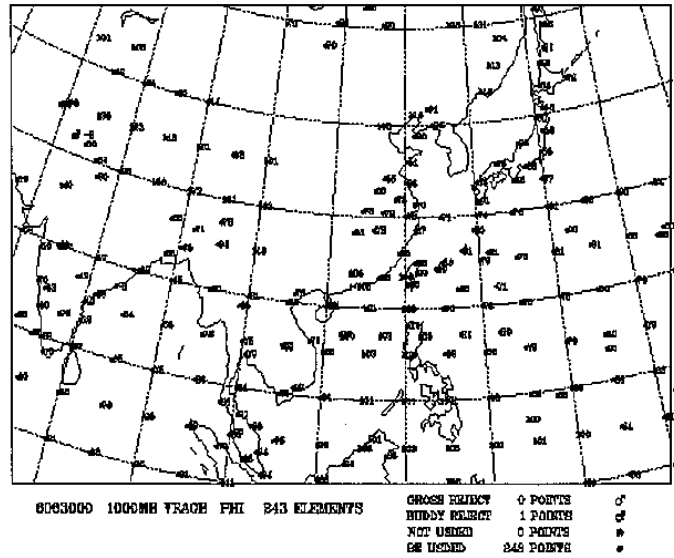
由於 NCEP 全球資料能提供在垂直解析度更高的氣象變數(如表一所示)，因此以增加等壓座標垂直層數觀測資料之測試，是未來研究工作重點之一。

參考文獻

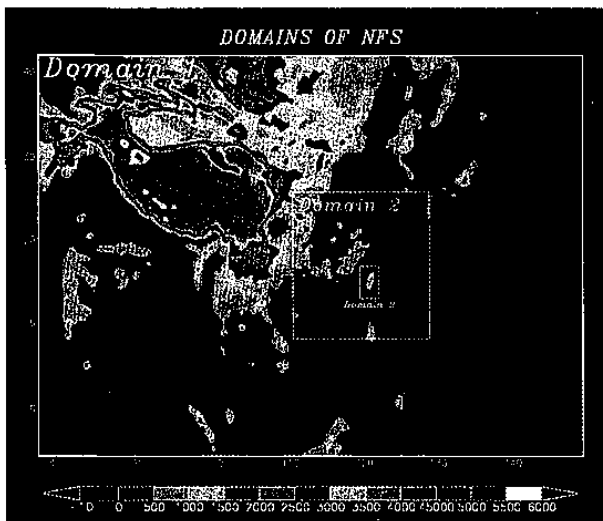
- 林淑卿, 柳在明, 盛揚帆與劉其聖：中央氣象局 NFS 模式 INCREMENTAL UPDATE CYCLE 之研究。天氣分析與預報研討會, 2001 年 11 月 15 至 16 日, 台北, 中央氣象局, 255-260 頁。
- 陳得松、黃康寧、葉天降、蕭玲鳳與鄭銘華：中央氣象局非靜力區域模式對颱風路徑之表現與測試—初始場邊界條件及投落送資料。天氣分析與預報研討會, 2005 年 10 月 18 至 20 日, 台北, 中央氣象局, 444-448 頁
- 葉天降, 林淑卿, 李尙武, 陳雯美, 張偉正與彭順台, 1994: 中央氣象局第二代有限區域預報系統之建置與現況。天氣分析與預報研討會, 1994 年 11 月 24 至 26 日, 台北, 中央氣象局, 11-20 頁
- Juang, H.-M. H., and S.-Y. Hong, 2001. Sensitivity of the NCEP regional spectral model to domain size and nesting strategy. *Mon. Wea. Rev.*, **129**, 2904-2922
- Warner, T. T., R. A. Peterson, and R. E. Treadon, 1997. A tutorial on lateral boundary regional condition as a basic and potentially serious limitation to regional numerical weather prediction. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **78**, 2599-2617

表一 NCEP全球網格點資料之垂直分布

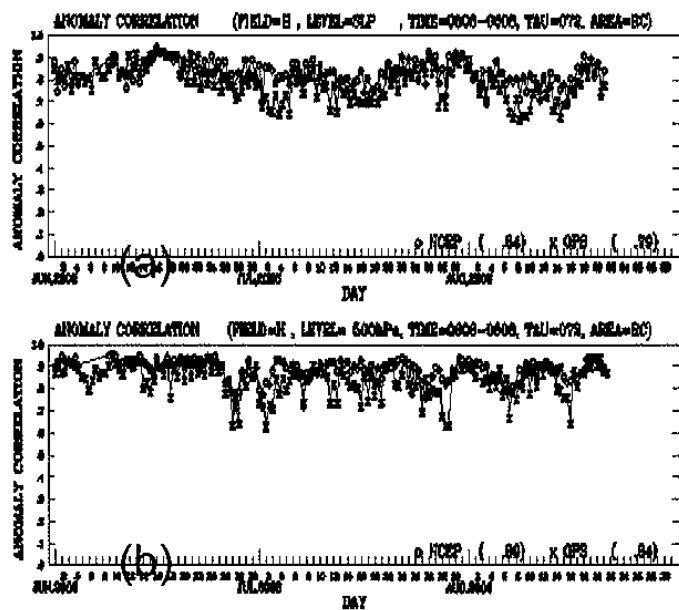
場 層	Pressure (hpa)	Height (gpm)	Temperature (°C)	Wind u&v (m/s)	Pressure vertical velocity (Pa/s)	Relative humidity (%)
10mb		V	V	V		
20mb		V	V	V		
30mb		V	V	V		
50mb		V	V	V		
70mb		V	V	V		
100mb		V	V	V	V	V
150mb		V	V	V	V	V
200mb		V	V	V	V	V
250mb		V	V	V	V	V
300mb		V	V	V	V	V
350mb		V	V	V	V	V
400mb		V	V	V	V	V
450mb		V	V	V	V	V
500mb		V	V	V	V	V
550mb		V	V	V	V	V
600mb		V	V	V	V	V
650mb		V	V	V	V	V
700mb		V	V	V	V	V
750mb		V	V	V	V	V
800mb		V	V	V	V	V
850mb		V	V	V	V	V
900mb		V	V	V	V	V
925mb		V	V	V	V	V
950mb		V	V	V	V	V
975mb		V	V	V	V	V
1000mb		V	V	V	V	V



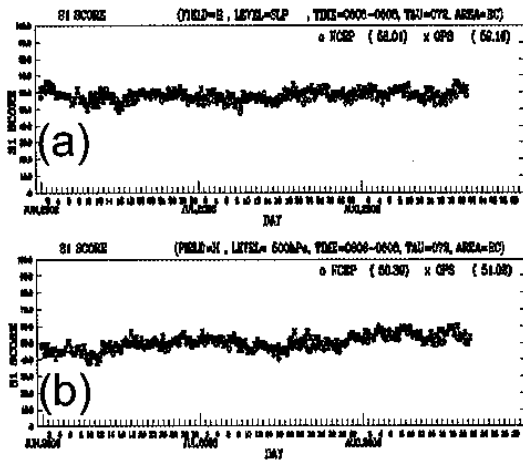
圖二 GFS每5度經緯度解析度為虛擬探空資料植入 NFS。



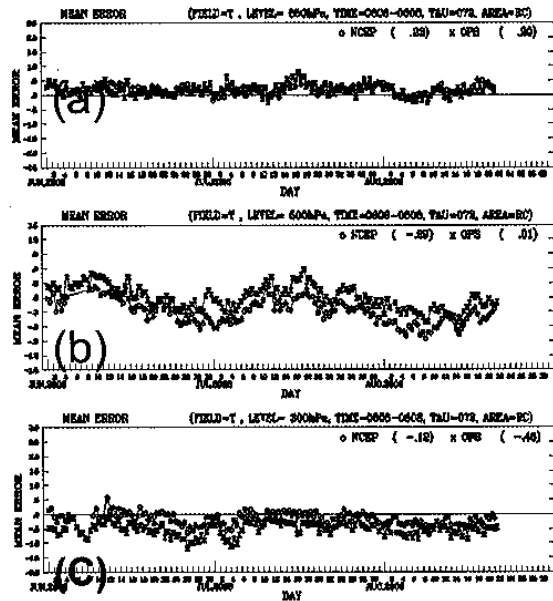
圖一 NFS三個巢狀網格所涵蓋的範圍



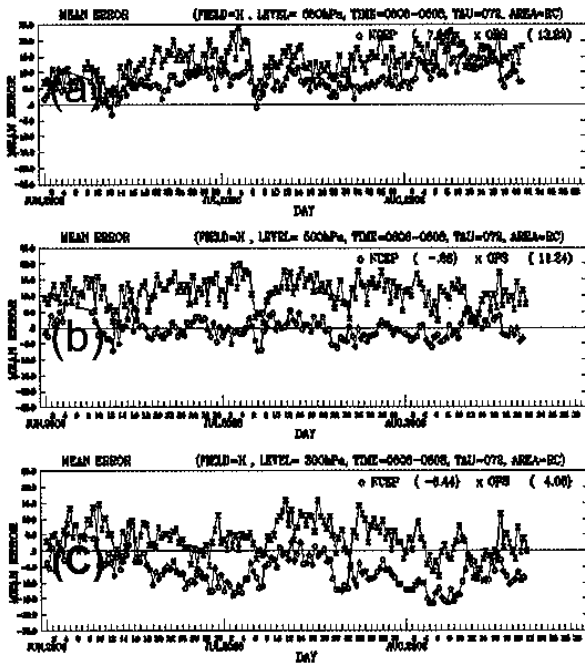
圖三：自2006年六~八月 (a)海平面氣壓與 (b) 500hPa高度場之72小時偏差相關，紅線為平行測試，藍線為作業版(domain 1)。



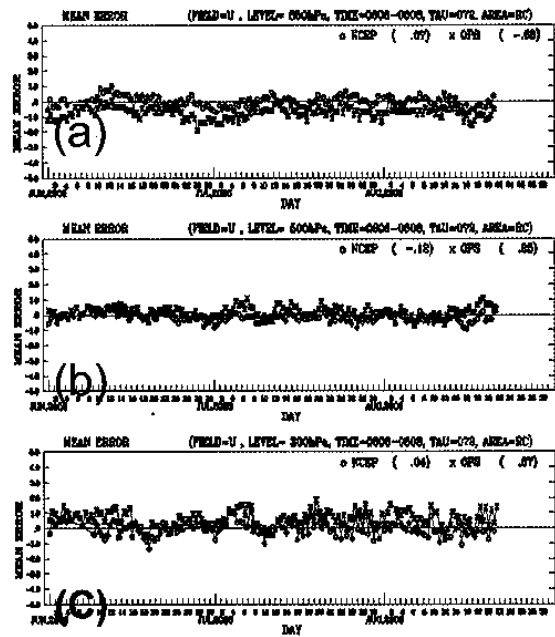
圖四：自2006年六~八月 (a)海平面氣壓與 (b) 500hPa高度場72小時之S1得分，紅線為平行測試，藍線為作業版 (domain1)。



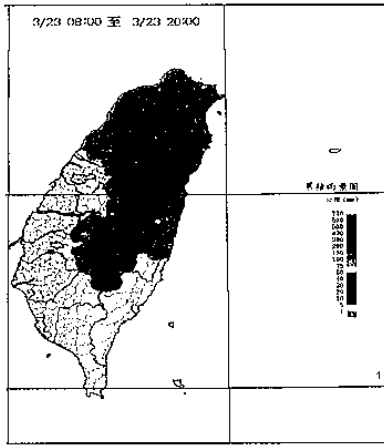
圖六：自2006年六~八月 (a)850hPa與 (b) 500hPa(c)300hPa溫度場之72小時平均誤差，紅線為平行測試，藍線為作業版 (domain1)。



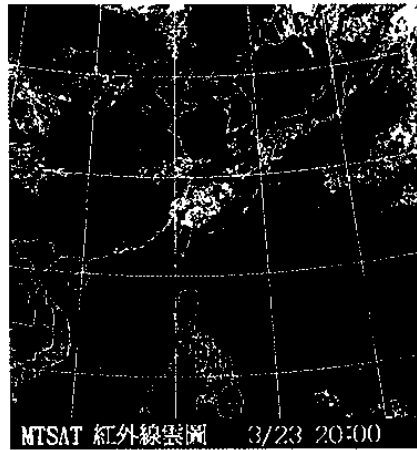
圖五：自2006年六~八月 (a)850hPa與 (b) 500hPa(c)300hPa高度場之72小時平均誤差，紅線為平行測試，藍線為作業版 (domain1)。



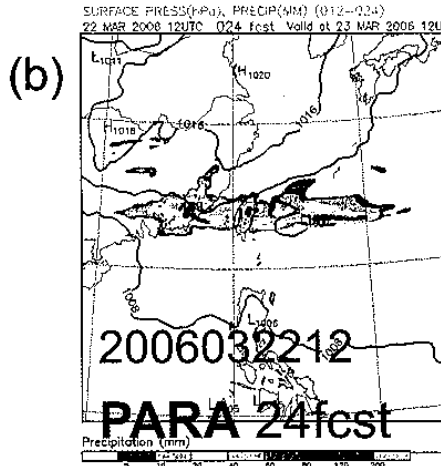
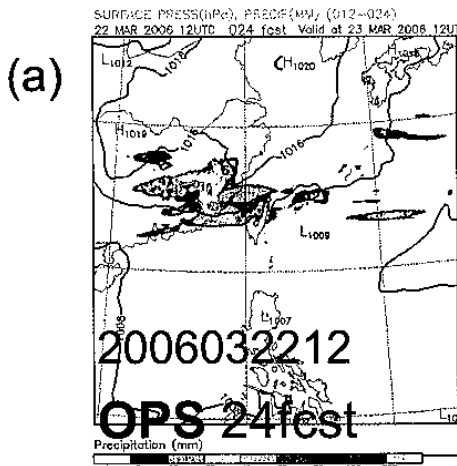
圖七：自2006年六~八月 (a)850hPa與 (b) 500hPa(c)300hPa風場U分量之72小時平均誤差，紅線為平行測試，藍線為作業版 (domain1)。



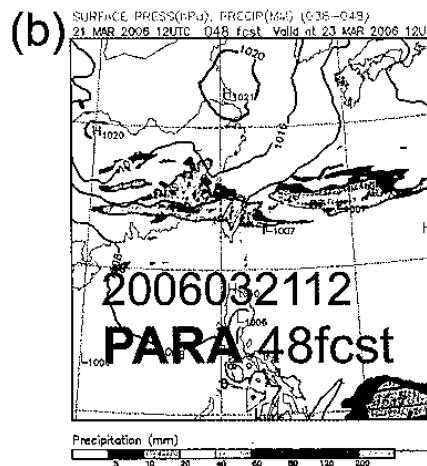
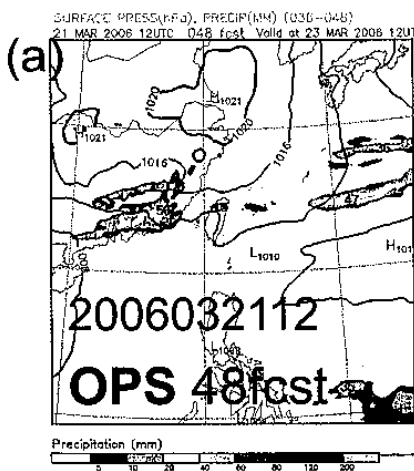
圖八 2006年3月23日 12Z 觀測累積 12 小時降水分布圖。



圖九 2006年3月23日 12Z 衛星雲圖。



圖十 2006年3月22日 12Z 地面氣壓與降水之 24小時預報場 (a)作業 (b)平行測試。



圖十一 2006年3月22日 12Z 地面氣壓與降水之 48小時預報場 (a)作業 (b)平行測試。