

「臺美氣象先進資料同化與預報模式系統發展技術合作協議」
第 3 號執行辦法
「加強中央氣象局資料同化系統」諮商服務
工作說明書

1. 背景與目的

本工作說明書詳細說明根據「第 3 號執行辦法」美國大氣科學大學聯盟(UCAR)和中央氣象局(CWB)所組成的聯合作業小組將進行的工作。這個執行辦法是依照臺北經濟文化代表處(TECRO)與美國在台協會(AIT)雙方所訂定發展資料同化系統的技術合作協議。該協議提供了 TECRO 的代表 CWB 與 AIT 的代表美國大氣科學大學聯盟(UCAR)技術合作的基礎並進行資料同化系統發展之合作。

2006 年，在 CWB 與 UCAR 順利完成合作計畫，完成的工作有：(1) 2.1 版 WRFVar 已經由 UCAR 移轉至 CWB 的作業環境，並且在 CWB 新購 IBM p5-575 叢集電腦 1600 上完成 WRFVar/NFS 作業前的積分測試；(2) 分別計算 CWB NFS 預報模式冬、夏的背景場誤差值(BES)，而且發展了 BES 的內插功能；(3) 發展 WRFVar 觀測資料診斷工具；(4) 同化更多觀測資料如：衛星海面風，自動氣象站，飛機投落送、BUFR 格式的 GPSRO、氣象局 GPS PW 資料等；(5) WRFVar FGAT 方法的測試；(6) 產出 1 個月 CWB GPS PW 的資料，並且評估這些資料對海棠颱風的影響。2007 年 CWB 和 UCAR 的主要工作是進一步加強 CWB 的資料同化系統，包括協助 CWB WRFVar 作業前置測試，支援 WRFVar 的作業，GSP PW 軟體發展的教育訓練，及 Ensemble Kalman Filter (EnKF) 資料同化方法的開發。

2. 工作說明

2007 年的工作項目與該工作項目佔整體工作比例如下：

- 項目 1：配合 CWB 的作業支援及強化 WRFVar 系統 (35%)
- 項目 2：開發 WRF/WRFVar 的 Ensemble Kalman Filter (EnKF) 資料同化方法 (45%)
- 項目 3：地面—GPS PW 資料處理程序的教育訓練 (10%)
- 項目 4：持續 WRF 資料同化系統的交流 (10%)

下面詳細說明各個工作項目的工作內容：

工作項目 1：配合 CWB 的作業支援及強化 WRFVar 系統

在 2006 年，開發了一些新的功能如：WRFVar 背景場誤差值(BES)的計算；非綜觀時觀測資料如：衛星海面風，自動氣象站，飛機投落送、BUFR 格式的 GPSRO 資料的前置處理和海棠颱風侵臺時使用 WRFVar FGAT (first guess at appropriate time) 新技術同化這些非綜觀時的觀測資料實驗。這些新開發技術的軟件都已經移轉給 CWB，但是尚未在 CWB WRFVar 作業系統上完整建置。2007 年，UCAR 工作小組人員會和 CWB 一起合作在 CWB 的作業系統上建置這些 2006 年開發的新技術。

a) 設計 WRFVar 作業的建構檔

CWB 的數值預報作業系統將於 2007 年 7 月轉換為 V2.1 版的 WRF 和 WRFVar。為了確保轉移過程的順利，作業前會有一系列密集的前置作業測試。另外，當 WRF/WRFVar 作業後，也會需要技術支援及諮詢的協助。首先，必需決定 WRF/WRFVar 數值預報作業系統的建構檔，CWB 將提供預報範圍的大小，而 NCAR 會發展 namelist files 和相關的控制流程程序 (shell scripts)。

b) 在 UCAR WRF/WRFVar 的測試

為了確保 CWB WRF/WRFVar 作業系統的穩定，UCAR 人員會進行為期約 2 週的連續積分測試。CWB 人員提供 CWB 作業使用的 FGGE 觀測資料於 UCAR 進行該積分實驗。除了觀測資料外，CWB 人員也提供該測試實驗期間 WRF 預報時會需要 netCDF 格式的初始場及側邊界場。UCAR 人員會在其 IBM (bluevista or blueice) 上或是以 NCEP GFS 的資料或是以 CWB 提供的資料進行 WRF/WRFVar 的測試實驗。

c) 在 CWB 進行作業前置測試。CWB 人員由 UCAR—CWB 網頁上下傳 namelist files, shell scripts, 以及 WRFVar 系統軟件進行為期 1 至 2 個月作業前之前置作業測試。CWB 人員應評估測試結果。測試期間，任何遭遇之困難 CWB 人員會即時告知 UCAR，UCAR 人員會針對 WRFVar 的相關軟件，OBS_FGGE_PROC, 3DVAR_OBSPROC, WRFVar 及 update_bc 進行偵錯、除錯工作。若有需要 NCAR 人員也會至台北和 CWB 人員一起工作解決問題。

工作項目 1 的資源需求摘錄如下：

工作項目	時程
1. 設計 WRFVar 作業的建構檔	01/01/07 - 06/30/07
2. NCAR WRF/WRFVar 的測試	04/01/07 - 06/30/07
3. 將 WRF/WRFVar 的測試的結果放置網頁	04/01/07 - 06/30/07
4. 及時回應前置作業遭遇的問題	04/01/07 - 12/31/07

資源需求百分比 35%

交付項目
1. 前置作業建構檔 (namelist files 及 shell scripts)
2. UCAR WRF/WRFVar 測試的測試報告

工作項目 2：開發 WRF/WRFVar 的 Ensemble Kalman Filter (EnKF) 資料同化方法

除了 3 維變化資料同化外，CWB 也希望測試先進的資料同化方法。2007 年 UCAR 人員會和 CWB 人員合作開發 WRF/WRFVar 的 EnKF 資料同化系統。會特別針對福衛 3 號衛星 GPSRO 資料評估其對 WRF/WRFVar EnKF 及 WRFVar 資料同化的影響。這個工作主要在 UCAR 由 UCAR 的人員完成，但是 CWB 駐 UCAR 的工作人員會積極參與。

a) 颱風侵臺個案福衛 3 號 GPSRO 資料的 EnKF 資料同化實驗

NCAR 人員會建立 WRF/WRFVar 的 EnKF 同化系統，及進行 2006 年 9 月珊珊颱風侵臺期間福衛 3 號 GPSRO 資料的同化實驗。UCAR 人員會評估 GPSRO 資料對颱風珊珊預報的影響。CWB 人員將提供測試所需的資料及參與數值實驗與結果分析。

b) 比較 WRFVar 及 EnKF 的結果

UCAR 及 CWB 人員也會對珊珊颱風的個案利用 WRFVar 同化系統進行福衛 3 號 GPSRO 資料的同化實驗及比較二者在颱風路徑預報誤差，強度預報誤差，及 GPSRO 資料影響大小等差異，評估 EnKF 系統的優缺點。

c) WRF/WRFVar EnKF 同化系統的教育訓練

UCAR 人員會提供 CWB 駐 NCAR 人員有關 WRF/WRFVar EnKF 系統的基本訓練及相關軟件與執行的程序 (running shell scripts)。UCAR 人員會協助 CWB 駐 UCAR 人員，以確定該人員在 UCAR 的環境下可以順利進行 WRF/WRFVar EnKF 的測試及將所學在 CWB 的工作環境上建置。

工作項目 2 的資源需求摘錄如下：

工作項目	時程
1. 珊珊颱風福衛 3 號 GPSRO 資料的 WRF/WRFVar EnKF 資料同化實驗	1/1/07 - 12/31/07
2. 珊珊颱風福衛 3 號 GPSRO 資料的 WRF/WRFVar 資料同化實驗	1/1/07 - 12/31/07
3. 比較 WRFVar 及 EnKF 資料同化實驗	1/1/07 - 12/31/07
4. 訓練 CWB 人員 WRF/WRFVar EnKF 資料同化系統	1/1/07 - 12/31/07
資源需求百分比	45%
交付項目	
1. EnKF 的軟件與執行程序	12/31/07
2. WRFVar 及 EnKF 實驗比較報告	12/31/07

工作項目 3：地面—GPS 資料處理程序的教育訓練

CWB 目前有近 80 個即時地面 GPS 接收站。這些接收站資料加以處理後，具備大氣可降水量 (PW) 即時監測的潛力，可以提供極短時天氣預報有用的訊息。CWB 將開發由地面接收之 GPS 訊號換算為大氣 PW 資料的技術。UCAR 工作人員 John Braun 博士將來臺 1 週對 CWB 工作人員進行 GSP PW 反演技術的教育訓練。CWB 需要準備 (i) 必需之商用軟件 (Bernese 5.0)，(ii)

充分的電腦資源，(iii) CWB 接收的地面 GPS 資料。UCAR 人員會提供由 UCAR 發展反演 GPS PW 之相關軟件及教育訓練。

工作項目 3 的資源需求摘錄如下：

工作項目	時程
1. GPS PW 反演的教育訓練 (不超過 1 週)	01/01/07 - 12/31/07
資源需求百分比	10%
交件項目	
1. 反演 GPS PW UCAR 發展之軟件	12/31/07

工作項目 4：持續 WRF 資料同化系統的交流

2007 年的工作計畫，需要 CWB 以及 UCAR 同仁的緊密合作，彼此之間經常交換工作進度對計畫的順利執行是非常重要的。有效且迅速的溝通方法必需建立如：網頁、FTP 站的設立，以及對它們定期與持續的更新。另外 CWB 人員和 UCAR 人員的互訪以確保合作工作的順利推動也是非常必要與重要。這些工作有：

a) CWB 與 UCAR 持續雙方網頁的更新與改進

2005 年 CWB 與 UCAR 雙方均建立了網頁系統，相互之間可以容易交換最新的 WRFVar 版本、測試結果以及進度報告等。在 2007 年，雙方會持續維護與改進與定期更新網頁內容，使得 CWB 人員可以得到最新的發展訊息。

b) 至 CWB 訪問

為了確保計畫順利的進行，需要 UCAR 人員至 CWB 訪問。在訪問期間雙方可以解決技術上所遇到的問題以及確定計畫的進展情況。

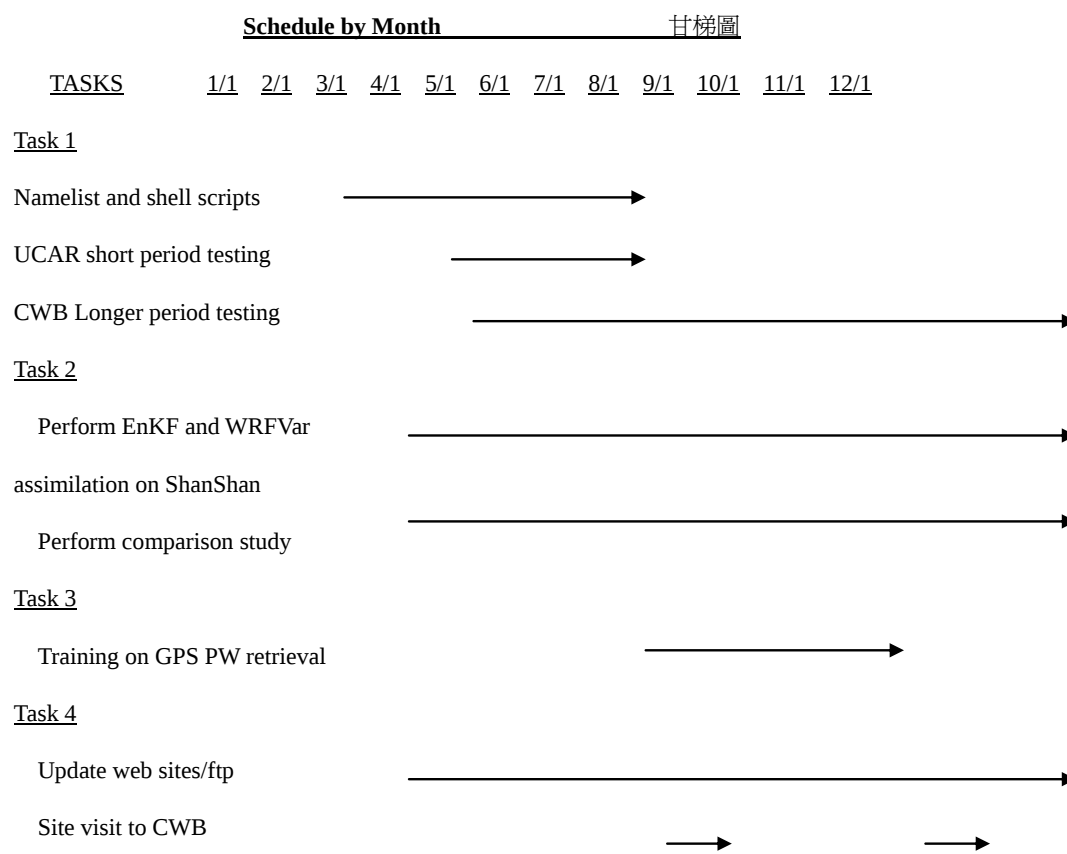
工作項目 4 的資源需求摘錄如下：

工作項目	時程
1. CWB 與 UCAR 持續雙方網頁的更新與改進	1/1/07 - 12/31/07
2. 至 CWB 訪問	4/1/07 - 12/31/07
資源需求百分比	約 10%
交件項目	
1. 網頁更新	12/31/07
2. 至 CWB 訪問	12/31/07

3.0 - 時程

項目	查核點
1. 配合 CWB 的作業支援及強化 WRFVar 系統	12/07
2. 開發 WRF/WRFVar 的	12/07

- Ensemble Kalman
Filter (EnKF)資料同
化方法
3. 地面—GPS 資料處理 12/07
程序的教育訓練
 4. 持續 WRF 資料同化系 12/07
統的交流



4.0 - 預算

下表為各工作項目的經費：

項目	人事費	旅費/ 訓練費	共計
項目一	\$ 40,000	\$ 3,000	\$ 43,000
項目二	\$ 48,000	\$ 3,000	\$ 51,000
項目三	\$ 13,000		\$ 13,000
項目四	\$ 13,000		\$ 13,000

共	\$	\$ 6, 000	\$
	114, 000		120, 000

第 3 號執行辦法共需經費美金 120,000 元，由 CWB 出資以支應執行各工作、旅運和會議所需。所有費用為初估。實際所需費用依照協議工作項目在執行辦法中會明列。

5.0 CWB 工作人員配合的工作

在第 3 號執行辦法期間，有許多項工作都需要 CWB 人員駐在 UCAR 進行，CWB 和 UCAR 人員的主要任務是在 CWB 的作業環境下發展 V2.1 版 WRF 及 WRFVar 的作業系統及執行珊珊颱風個案 WRFVar 與 EnKF 的資料同化實驗和結果的比較。CWB 和 UCAR 人員的主要工作是 GSP PW 反演軟件的教育訓練。CWB 人員的工作主要為：

- 較長一段時間的測試氣象局 V2.1 版 WRF/WRFVar 作業系統
- 提供 UCAR 必需之資料檔案
- 參與 WRFVar 及 WRF/WRF Var EnKF 的資料同化實驗與結果分析
- 接受 GPS PW 反演技術訓練