

NWW3波浪系集預報展示系統建置

顏厥正¹ 張恆文¹ 施景峯² 楊天璋² 朱啟豪²
工業技術研究院¹ 中央氣象局海象測報中心²

摘要

為方便預報員進行NWW3波浪系集預報的解析，乃建置系集預報展示系統。系集預報展示系統可以讓預報員透過網際網路，輕易看到作業化系集預報的結果。由於系集預報作業系統是在氣象局安管內的超級電腦執行，因此需透過定期排程，將系集預報結果傳輸到安管外的伺服器上。而透過伺服器上建置的HTML及Javascript網頁程式，即可讓使用者使用網路瀏覽器，檢視系集預報的結果。系統展示的方式係參考美國NOAA National Weather Center下Environmental Modeling Center的National Centers for Environmental Prediction (NCEP)/美國海軍The Fleet Numerical Meteorology and Oceanography Center (FNMOC)波浪系集產品展示(Wave Ensemble Product Viewer)網頁來建置，點的部分則參考ECMWF盒鬚圖的方式配合觀測資料進行套疊。

系集預報展示系統可以讓使用者檢視20張系集圖、機率分布圖、Spaghetti圖、超越機率、系集分歧及系集平均、單點盒鬚圖。使用者連結到展示系統後，程式會依當時的時間自動判斷最新完成的預報及前面5個預報，顯示在網頁的選項上。首頁的左方選單可以選取各種系集預報產品，上方有詳細的選單可以選取不同的起始時間、不同的網格、不同的條件或是不同的測站等，系統會依現在的展示狀況進行有效選單的切換。動畫上方按鈕可以控制動畫展示的方向、快慢、暫停及單頁展示。視窗中每張圖的檔案名稱皆會顯示在圖形下方。

關鍵字：波浪系集預報、展示系統、NWW3

一、前言

系集預報由於系集成員眾多，其結果展示的型態亦相當廣泛，因此需要一個整合的後處理軟體來管理輸出的結果，以利後續的應用。本研究旨在建置作業化的系集波浪預報展示系統，以方便預報員利用系集預報的結果來進行波浪的機率預報。系集預報展示系統可以讓預報員或是程式開發者，透過網際網路即可輕易看到作業化系集預報結果。由於系集預報作業系統是在氣象局安管內的超級電腦執行，因此要透過定期的排程將系集預報結果傳輸到安管外的伺服器上，再透過伺服器上建置的網頁程式，即可讓使用者透過網路瀏覽器檢視系集預報的結果。

本研究建置的系集預報展示系統可以讓使用者檢視的成果包括：20張系集圖、機率圖、Spaghetti圖、超越機率圖、系集分歧及系集平均圖、及單點盒鬚圖等系集預報結果。展示的方式係參考中央氣象局已有的降雨系集成員展示網頁(圖1)，以及美國NOAA NCEP/美國海軍FNMOC波浪系集產品展示網頁(圖2~圖4)，點的盒鬚圖則參考ECMWF的輸出結果。

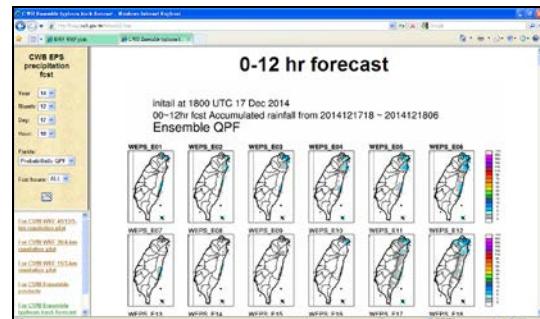


圖1 中央氣象局EPS降雨系集成員展示畫面

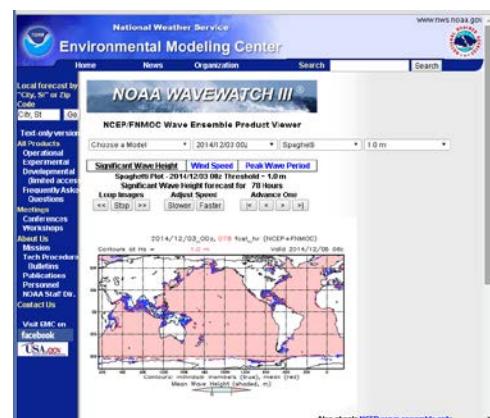


圖2 NCEP/FNMOC波浪系集Spaghetti圖

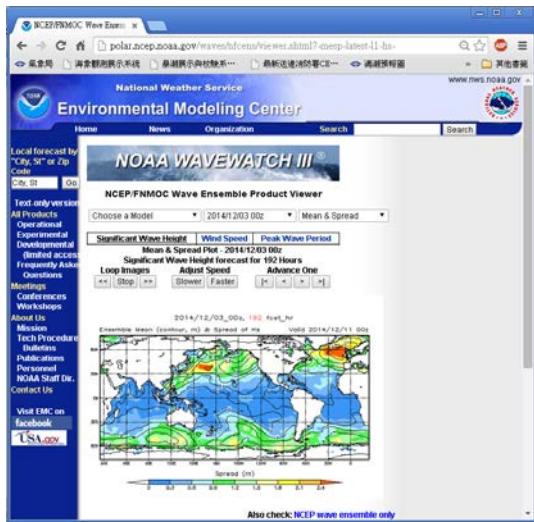


圖3 NCEP/FNMOC波浪系集Mean與Spread圖

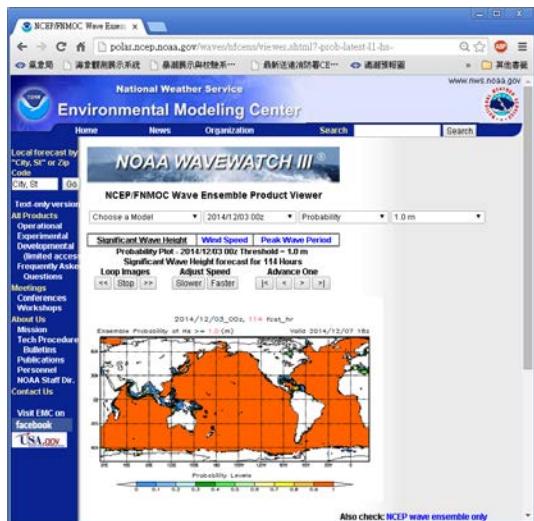


圖4 NCEP/FNMOC波浪系集預報機率圖

在波浪系集預報發展方面，NOAA NCEP的作業化系集波浪預報系統GEOWaFS (The Global Ensemble Ocean Wave Forecast System)，係使用NWW3 (NOAA WAVEWATCH III) 模式來建構全球的作業化模式，其網格解析度為 $1.0^\circ \times 1.0^\circ$ ，系統包含20個系集，預報時間至240小時。此外亦與美國海軍FNMOC在2011/11/1開始進行跨單位合作，建置40個系集(各20)的波浪預報系統，而2個中心所使用的模式及設定均一致，僅風場來源有所差異。

1998年6月 ECMWF(European Center for Medium range Weather Forecasting)已完成大氣模式和波浪模式的耦合模擬，其波浪系集預報系統Wave EPSgram (Wave Ensemble Prediction System meteogram)係使用WAM模式建構全球波譜預報，系統包含1組控制演算及50組系集預報，其中50組系集成員其風場是由初始大氣條件最不穩定的25個奇異向量(singular vector)擾動生成，浪場初始值是使用控制演算分析場作為初始條件(並未擾動)，

同時EPS全球波浪模式波譜解析度增至24個方向和30個頻率。2010年Wave EPSgram網格解析度已提升為 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ ，每6小時預報一次，預報時間延長至10天。

氣象局的波浪系集預報系統已在2014年6月建置完成，採用NWW3模式及二層之多重網格計算(0.25° 、 0.1°)，採用二層之20個WRF系集風場(45公里及15公里)，每6小時預報一次，預報時間至72小時。

二、建置方法

波浪系集預報模擬會產生多種圖檔(jpg)，在103年度為了讓預報員可以儘早檢視波浪系集預報的結果，因此建置了系集預報結果展示系統雛型，可以讓使用者檢視20張系集圖(圖5)、機率圖(圖6)、Spaghetti圖(圖7)、超越機率圖(圖8)、系集分歧及系集平均圖(圖9)、及單點盒鬚圖(圖10及圖11)。使用者連結到展示系統後，程式會依當時的時間自動判斷最新完成的預報顯示在網頁上。首頁上方除顯示當時時間外，程式自動判斷的模式預報起始時間也會顯示在頁面上。每張圖的檔案名稱皆會顯示在圖形下方。

此系統是使用ASP伺服器端網頁程式及客戶端Javascript程式撰寫。伺服器端的ASP程式主要是在讀取網頁連結的時間，以決定顯示作業化波浪系集預報模擬該完成的圖檔，即時顯示在網頁上。使用者接下來的操作及選項則是利用客戶端的Javascript程式來顯示正確的圖檔。

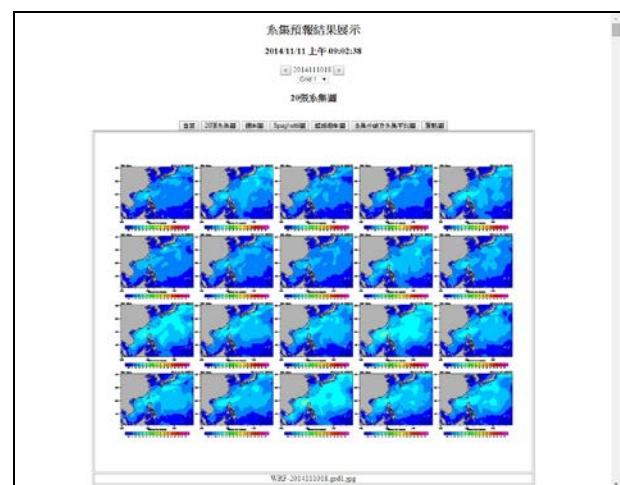


圖5 系集預報結果展示系統首頁及20張系集圖展示

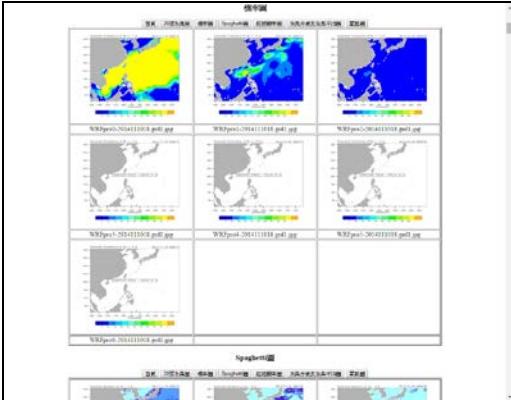


圖6 機率圖展示

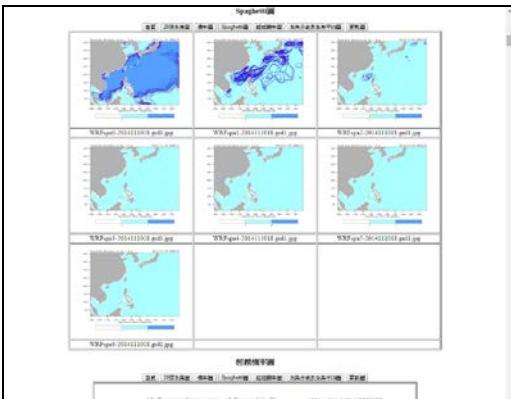


圖7 Spaghetti圖展示

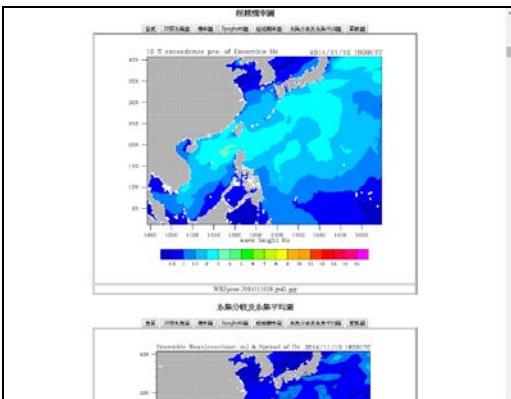


圖8 超越機率圖展示

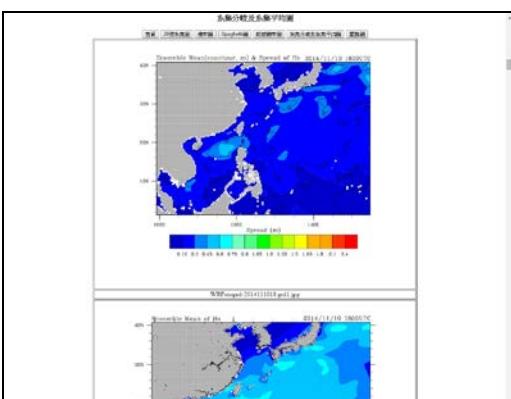


圖9 系集分歧及系集平均圖展示

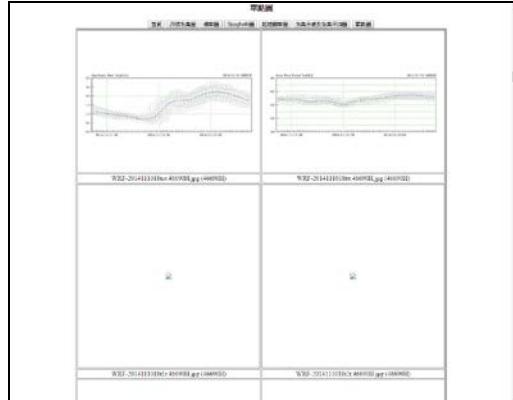


圖10 單點圖展示(決定性預報尚未模擬完成)

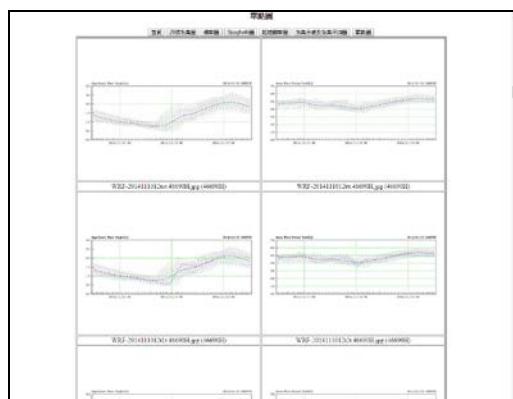


圖11 單點圖展示(前一個預報展示決定性預報)

本年度開始建置的系集預報展示系統，可以讓使用者以動畫的方式檢視20張系集圖、機率圖、Spaghetti圖、超越機率圖、系集分歧及系集平均圖、單點盒鬚圖等。

NOAA Wave Ensemble Product Viewer 網站動畫部分是使用BASTaRT 1996年的「jsImagePlayer 1.0」 javascript程式來達到動畫的效果，由於該程式歡迎公開使用，因此系集預報結果展示系統也將採用同樣的程式來展示系集預報的結果。使用者連結到展示系統後，程式會依當時的時間自動判斷最新完成的預報及前面5報，顯示在網頁的選項上。為簡化系統所用的程式語言，因此新版的展示系統不再使用ASP程式來判斷當時的時間，乃利用Javascript本身具備的函數，來讀取客戶端電腦的時間來建構選單的選項，由於各選項有6小時的差異，因此並不需要精準的讀取伺服器端的時間，亦不需要在伺服器端執行的ASP程式。

三、建置結果

波浪系集預報展示系統在104年上半年度已經初步建置完成，首頁的左方選單可以選取各種系集預報產品，上方有詳細的選單可以選取不同的起始時間、不同的網格、不同的條件、或是不同的測站等，系統會依現在的展示狀況進行有效選單的切

換。動畫上方按鈕可以控制動畫展示的方向、快慢、暫停及單頁展示。視窗中每張圖的檔案名稱皆會顯示在圖形下方。

進入系統後的首頁即會展示20張系集圖的動畫(圖12及圖13)，其他如機率圖(圖14)、Spaghetti圖(圖15)、超越機率圖(圖16)、系集分歧及集平均圖(圖17)、系集平均圖(圖18)皆以動畫的方式展示。系統操作方式非常簡單，操作方式說明如下：

- 使用者可以點選系統首頁左方選單選擇所要展示的產品。
- 上方選單會依現在的展示狀況進行有效選單的切換，使用者可以選取不同的起始時間、不同的網格、不同的條件、或是不同的測站等。
- 可用下拉選單選取「中西太平洋(0.25度)」或「西太平洋(0.1度)」以展示第一層網格或是第二層網格的預報結果，相對應的各種圖形動畫也會隨著改變。
- 時間下拉選單可以選取欲展示的系集預報起始時間，然後系統就會進行往後72小時的動畫展示。
- 波高選單用於機率圖及Spaghetti圖展示的時候，有1、2、3、4、5.5、7、及9公尺波高可以選擇。
- 預報站選單用於單點圖展示時，顯示單點圖時動畫相關的選單會隱藏起來，而專屬的選單會顯示，讓使用者選取要展示單點預報站的示性波高、示性波高(含決定性預報)、平均週期、或是平均週期(含決定性預報)，觀測資料(紅點)也會一併顯示(圖19及圖20)。
- 使用者可以點選圖形上方的按鈕包括「影像輪播」、「單張播放」、及「速度調整」以便調整動畫的展現方式。



圖12 系統首頁及20張系集圖展示 (0.25度)



圖13 20張系集圖展示 (0.1度)



圖14 機率圖展示 (波高1公尺)



圖15 Spaghetti圖展示 (波高2公尺)



圖16 超越機率圖展示

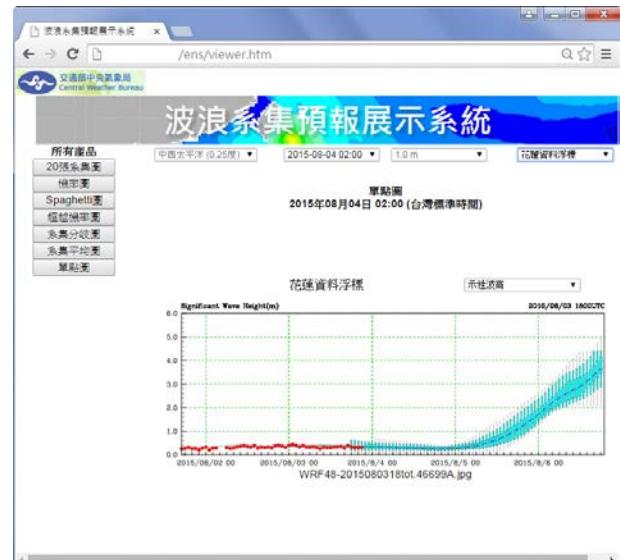


圖19 單點圖展示(花蓮資料浮標站示性波高)



圖17 系集分歧圖展示

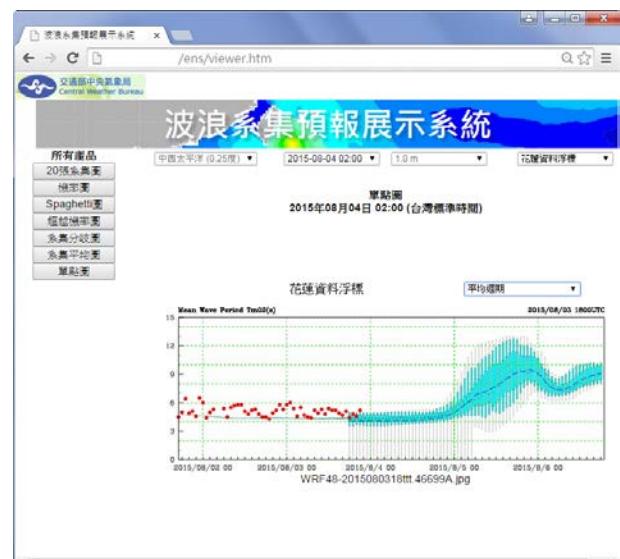


圖20 單點圖展示(平均週期)



圖18 系集平均圖展示

四、結論與建議

波浪系集預報展示系統建置的主要目的是為了讓預報員可以儘早檢視波浪系集預報的結果，輔助其進行相關的波浪預報。透過20張系集圖、機率圖、Spaghetti圖、超越機率圖、系集分歧圖、系集平均圖、及單點圖的單張或是動畫的顯示，讓波浪預報團隊很快地掌握NWW3系集波浪預報的結果，逐步朝向機率性預報的方向進行。

本系統已初步建置完成，後續的工作需要與預報員進行系統操作展示方面的討論，在系統大架構不變的情形下，對於介面的操作及結果的展示，將依預報員的建議進行調整改善，讓此波浪系集預報展示系統成為波浪預報的利器。

謝誌

本論文係交通部中央氣象局研究計畫「建構波浪系集預報系統」(編號MOTC-CWB-104-0-01)之研究成果，承蒙中央氣象局經費之補助使本研究得以順利完成，謹致謝忱。

參考文獻

交通部中央氣象局, 2014:建構波浪系集預報系統
(3/4), 工業技術研究院

交通部中央氣象局, 2015:建構波浪系集預報系統
(4/4), 工業技術研究院

National Weather Service Environmental Modeling Center, 2015: [http://polar.ncep.noaa.gov/waves/
viewer.shtml?-multi_1-](http://polar.ncep.noaa.gov/waves/viewer.shtml?-multi_1-)