交通部中央氣象局

委託研究計畫(期末)成果報告

建構波浪系集預報系統 (3/4)

計畫類別：□氣象　■海象　□地震

計畫編號：MOTC-CWB-103-O-01

執行期間：103 年 2 月 14 日至 103 年 12 月 31 日

計畫主持人：張恆文

執行機構：財團法人工業技術研究院

中華民國 103 年 12 月 3 日

政府研究計畫(期末)報告摘要資料表

計畫中文名稱	建構波浪系集預報系統（3/4）		
計畫編號	MOTC-CWB-103-O-01		
主管機關	交通部中央氣象局		
執行機構	財團法人工業技術研究院		
年度	103	執行期間	103 年 2 月 14 日至 103 年 12 月 31 日
本期經費 (單位：千元)	2,538 千元		
執行進度	預定（%）	實際（%）	比較（%）
	100	100	0
經費支用	預定(千元)	實際(千元)	支用率（%）
	2538	2538	100
研究人員	計畫主持人	協同主持人	研究助理
	張恆文	顏厥正	陳美蘭
			胡哲魁
			馬名軍
報告頁數		使用語言	中文
中英文關鍵詞	中文：系集預報，藍色公路 英文：ensemble prediction，blue highway		
研究目的	整體計畫主要分為二個部分，包括波浪系集預報系統的建立及資訊系統的更新維護(暴潮展示系統及藍色公路海象資訊系統)。 前者在於數值波浪預報仍然存在著誤差，並與預報時間的長度成正比，主要原因在於風浪交互作用及風場非線性作用的準確性不易掌握，使得單一的預報指引較無法掌握到真實的風浪場，亦已無法滿足民眾需求，因此擬運用氣象系集預報的觀念至風浪的預報上，提供機率性的預報指引，以符合現代使用者的需求。 後者主要針對氣象局海象測報中心已建置完成的暴潮展示與校驗系統、藍色公路海象資訊系統，進行系統的維護、改善與功能的新增，俾使二套系統在氣象局網站上可以正常運作，吸引民眾點選並提供完善的資訊提供服務。		
研究成果	1. 作業化系集預報系統之建置及測試:已完成 20 個系集風場(45km 及 15km)及 WRF 決定性預報(45km 及 15km)之作業化前置處理及 shellscript 流程建置。完成 20 個系集作業化波浪模式建置(0.25 度及 0.1 度)、2 個決定性波浪預報(0.25 度及 0.1 度)及各單一波浪系集之輸出控制。同時完成作業化系集控制系統建置。而在系集產品部分，已完成系集產品後處理建置，包括系集平均及系集分岐、		

	Spaghetti 分布、機率分布、盒鬚圖等產品。並將結果 ftp 至 W8 及安管外 61.56.11.156/ensemble 之展示系統雛形。 2. 統計分析系集之規劃：已完成權重系集預報資料蒐集分析，結果顯示，如果系集預測系統是由單一模式來提供多個系集成員的組成，而此系集成員的組成係來自於些微不同的起始條件，則這些初始狀態均被視為同等實際可行的(equally realistic)，故每個系集成員對於預報事件的可能性均具有相同的權重。當然若是在更小區域的系集預測系統，其系集的組成是由部分大的系集系統的成員再加入起始擾動所組成，則可依據其重要性採用不同的權重。而多重模式系集預測系統，因其來自不同的模式，自然權重必定來自於不同模式的執行力，同時對於不同的時間及空間尺度有許多決定權重的方法。故以目前系集波浪模式的作法似乎應朝提高可靠度的作法去改進，而後再進行不同權重的後處理方式。另已完成統計分析系集之 Reliability diagram 及 ROC 的建置，並利用外海及部分近岸測站進行初步分析，顯示系統具有預報能力。 3. 暴潮展示系統更新及功能加強：協助維持暴潮展示系統內容更新與系統正常運轉，每季提出維護報告、製作 8 個測站暴潮預報水位圖檔 XML 格式及自動傳送機制、暴潮展示系統功能更新如預報水位調整值計算方式、新增二種水位校驗與時序圖展示功能選項（調合分析+模式暴潮偏差+修正及模式天文潮+模式暴潮偏差）。同時完成增加天文大潮線及更改大潮警戒線為暴潮警戒線，並新增 1 個暴潮模式的選項。 4. 藍色公路海象資訊系統更新及功能加強：協助維持藍色公路系統內容更新與系統正常運轉，每季提出維護報告、增加波浪週期之 XML 格式內容更新。完成高解析波浪模式新增重新啟動功能、使用 NCL 套疊目前中心作業化波浪輸出 jpg 及 NCEP 風標。
具體落實應用情形	1. 藍色公路預報功能對外服務快滿四年，已有業者、漁民及經常登上研究船隻的學者反應，對該服務的詳細資訊與準確度給予肯定，該系統並準確預報出觀光船「百麗輪」遭遇大浪傷人事件時的海況，也有藍色公路客輪依據藍色公路海象資訊系統的預報來做停駛的決定。 2. 在 100 年 11 月 10 日交通部第 1483 次部務會報對於氣象局所開發的藍色公路海象預報系統，在維護海上客輪之安全

	給予肯定，期勉氣象局要與時俱進，繼續努力。 3. 配合中央氣象局於本島及離島間之旅客遊客中心推廣藍色公路電子看板的政策，於產出氣象局首頁藍色公路網頁資訊的同時亦輸出 XML 的資訊供電子看板使用，並於馬公、高雄、馬祖及布袋港旅客遊客中心建置藍色公路電子看板。 4. 102 年 5 月中央氣象局與航港局、運研所、台灣港務公司簽訂合作意向書，已於 12 月 1 日起，氣象局全球資訊網提供 20 條國內和兩岸藍色公路海氣象預報，提供港口海域的海氣象觀測及預報查詢。
計畫變更說明	（若有）
落後原因	（若有）
檢討與建議（變更或落後之因應對策）	

（以下接全文報告）

目　錄

目　錄 I
表目錄 III
圖目錄 IV
第一章、計畫概述 1
1-1 計畫背景與目的 1
1-1-1 計畫背景 1
1-1-2 計畫目的 3
1-1-3 計畫重要性 4
1-2 國內外有關本計畫之研究情況 5
1-2-1 國內系集作業化預報系統概述 5
1-2-2 國外波浪系集作業化預報系統概述 6
1-2-3 國外海域資訊作業化系統概述 11
1-2-4 國內海域資訊作業化系統概述 13
1-3 計畫工作項目與內容 14
1-3-1 第一年度已完成之工作項目及內容 14
1-3-2 第二年度已完成之工作項目及研究成果 29
1-3-3 第三年度(本年度)之工作項目 39
1-3-4 第四年度之工作項目 40
1-4 工作流程 41
1-5 工作時程 43
1-6 計畫產品名稱及驗收標準 45
第二章、作業化系集預報系統之建置及測試 47
2-1 WRF 風場 49
2-1-1 風場系集平均及分歧 51
2-1-2 風場機率分布 51
2-1-3 Spaghetti 圖 52
2-2 NWW3 波浪場 61
2-2-1 波場系集平均及分歧 62
2-2-2 波場機率分布 62
2-2-3 Spaghetti 圖 63
2-2-4 盒鬚圖 63
2-3 系集預報結果展示雛型系統 81
第三章、統計分析系集之規劃 86
3-1 較佳系集策略決定方法之資料蒐集 86
3-2 系集預報系統的預報能力和可信度評估 87

第四章、暴潮展示系統更新及功能加強 90
4-1 工作項目與內容 90
4-2 本年度成果 93
4-2-1 確保暴潮展示與校驗系統的正常運作 93
4-2-2 製作暴潮預報水位圖檔 XML 格式及傳輸功能 94
4-2-3 預報水位調整機制變更 97
4-2-4 新增 1 個暴潮模式結果展示與校驗功能 98
4-2-5 新增 2 種水位校驗計算及時序圖展示 99
4-2-6 增加天文大潮線及更改大潮警戒線為暴潮警戒線 101
4-2-7 系統 ftp 清單 103
4-2-8 維護報告 105
第五章、藍色公路海象資訊系統更新及功能加強 106
5-1 工作項目與內容 106
5-2 本年度成果 108
5-2-1 確保系統正常運轉 108
5-2-2 協助進行航線的新增 111
5-2-3 增加波浪週期之 XML 格式內容更新 111
5-2-4 高解析波浪模式新增重新啟動功能 113
5-2-5 NCL 套疊 JPG 圖檔及 NCEP 風標 115
5-2-6 維護報告 116
第六章、結論及建議 117
參考文獻 119
附件一、建構波浪系集預報系統（3/4）103 年度會議記錄 125
附件二、期中報告審查會議記錄 135
附件三、暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統維護報告 141
附件四、系集波浪預報作業系統操作手冊 164
附件五、政府科技計畫成果效益報告 183
附件六、研討會論文 205
附件七、期末報告審查會議記錄 212

表目錄

表 1、中央氣象局系集預報產品種類表 5
表 2、期末交付產品名稱及驗收標準 45
表 3、暴潮展示與校驗系統 FTP 作業一覽表 104
表 4、暴潮展示與校驗系統維護紀錄一覽表.....105
表 5、藍色公路海象預報整體作業化排程一覽表 109
表 6、現階段藍色公路航線及對應的即時觀測站一覽表 109
表 7、藍色公路海象資訊系統維護紀錄一覽表.....116

圖目錄

圖 1、中央氣象局暴潮展示與校驗系統 2
圖 2、中央氣象局藍色公路海象資訊系統 3
圖 3、中央氣象局系集預報系統架構圖 6
圖 4、波高的系集平均及系集分歧 7
圖 5、波高 1M 的 SPAGHETTI 分布 7
圖 6、波高 9M 的 SPAGHETTI 分布 8
圖 7、波高大於 1M 的機率分布 8
圖 8、波高大於 9M 的機率分布 9
圖 9、盒鬚圖的定義方式 10
圖 10、WAVE EPSGRAM 單點系集預報與單一決定性模式預報比較圖(北海,18 JULY 2011, 12 UTC) 10
圖 11、龍洞測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場) 17
圖 12、暴潮展示與校驗系統首頁與控制介面 19
圖 13、時序列圖單獨展示與局部放大的功能 19
圖 14、暴潮總水位估算表視窗畫面 20
圖 15、校驗統計數據與時序列圖展示畫面 20
圖 16、101 年度系統介面有大幅度的修改 21
圖 17、藍色公路海象預報功能系統已納入海象 E 化服務系統 22
圖 18、藍色公路海況單一航段查詢結果 23
圖 19、中文藍色公路預報網頁(含即時觀測資料) 24
圖 20、英文藍色公路預報網頁(含即時觀測資料) 24
圖 21、波浪模式輸出檔匯入藍色公路資料庫流程 25
圖 22、觀測資料修正預報資料方式示意圖 26
圖 23、新增烏石到龜山島航線藍色公路海象預報網頁 27
圖 24、新增臺中到平潭航線藍色公路海象預報網頁 28
圖 25、新增臺東到蘭嶼航線藍色公路海象預報網頁 28
圖 26、新增後壁湖到蘭嶼航線藍色公路海象預報網頁 29
圖 27、2012/1~2 月 U10 及示性波高之測站平均系集統計指標(上：THE MEMBER EQUAL-LIKELIHOOD 圖中：TALAGRAND RANK HISTOGRAMS 下：RMSE 及 SPRD) 31
圖 28、2012/8 月 U10 及示性波高之測站平均系集統計指標(上：THE MEMBER EQUAL-LIKELIHOOD 圖中：TALAGRAND RANK HISTOGRAMS 下：RMSE 及 SPRD) 32
圖 29、作業化多重網格系集風浪模擬時間示意圖 34
圖 30、作業化多重網格系集風浪系統規劃示意圖 34
圖 31、模式暴潮偏差時序列曲線(淡粉色及深粉色)加入單一測站暴潮展示圖中 35

圖 32、系統介面顯示四種暴潮模式可供選擇及 COMCOT 模式結果展示 36
圖 33、水位 KML 動畫檔在 GOOGLE EARTH 上的展示 36
圖 34、觀測資料修正預報資料流程 37
圖 35、花蓮蘇澳航線海象預報網頁 38
圖 36、漁業預報、風浪模式及馬祖浮標波浪資料時序圖 39
圖 37、計畫全程之工作流程 41
圖 38、第三年之工作流程 42
圖 39、二層網格之計算範圍 47
圖 40、第二層網格之水深分布 47
圖 41、X 方向之障礙物分布 48
圖 42、Y 方向之障礙物分布 48
圖 43、45 公里 WRF 系集風場(2014/06/12 00:00) 50
圖 44、15 公里 WRF 系集風場(2014/06/12 00:00) 51
圖 45、WRF 系集平均風場及系集分岐(2014/06/12 00:00 分析場) 52
圖 46、WRF 系集平均風場(2014/06/12 00:00 分析場) 52
圖 47、NOAA 系集平均風場及系集分岐(2014/06/12 00:00 預報場) 53
圖 48、風速大於 3.6M/S 之機率分布(2014/06/12 00:00) 53
圖 49、風速大於 5.6M/S 之機率分布(2014/06/12 00:00) 54
圖 50、風速大於 8.7M/S 之機率分布(2014/06/12 00:00) 54
圖 51、風速大於 11.3M/S 之機率分布(2014/06/12 00:00) 55
圖 52、風速大於 14.4M/S 之機率分布(2014/06/12 00:00) 55
圖 53、風速大於 17.5M/S 之機率分布(2014/06/12 00:00) 56
圖 54、風速大於 21.1M/S 之機率分布(2014/06/12 00:00) 56
圖 55、10%超越機率之風速分布(2014/06/12 00:00) 57
圖 56、風速 3.6M/S 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) 57
圖 57、風速 5.6M/S 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) 58
圖 58、風速 8.7M/S 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) 58
圖 59、風速 11.3M/S 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) 59
圖 60、風速 14.4M/S 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) 59
圖 61、風速 17.5M/S 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) 60
圖 62、風速 21.1M/S 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) 60
圖 63、0.25 度 NWW3 系集波浪場(2014/06/12 00:00) 61
圖 64、0.1 度 NWW3 系集波浪場(2014/06/12 00:00) 62
圖 65、0.25 度 NWW3 系集平均波場及系集分岐(2014/06/12 00:00 分析場) 64
圖 66、0.1 度 NWW3 系集平均波場及系集分岐(2014/06/12 00:00 分析場) 64
圖 67、0.25 度 NWW3 系集平均波場(2014/06/12 00:00 分析場) 65
圖 68、0.1 度 NWW3 系集平均波場 (2014/06/12 00:00 分析場) 65
圖 69、波高大於 1M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度) 66
圖 70、波高大於 1M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度) 66
圖 71、波高大於 2M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度) 67
圖 72、波高大於 2M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度) 67

圖 73、波高大於 3M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度)..... 68
圖 74、波高大於 3M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度) 68
圖 75、波高大於 5.5M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度)..... 69
圖 76、波高大於 5.5M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度)..... 69
圖 77、波高大於 7M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度)..... 70
圖 78、波高大於 7M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度) 70
圖 79、波高大於 9M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度)..... 71
圖 80、波高大於 9M 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度) 71
圖 81、10%超越機率之波高分布(2014/06/12 00:00) (0.25 度)..... 72
圖 82、10%超越機率之波高分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度)..... 72
圖 83、波高 1M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)..... 73
圖 84、波高 1M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)..... 73
圖 85、波高 2M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)..... 74
圖 86、波高 2M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)..... 74
圖 87、波高 3M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)..... 75
圖 88、波高 3M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)..... 75
圖 89、波高 5.5M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)..... 76
圖 90、波高 5.5M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)..... 76
圖 91、波高 7M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)..... 77
圖 92、波高 7M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)..... 77
圖 93、波高 9M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)..... 78
圖 94、波高 9M 之 SPAGHETTI 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)..... 78
圖 95、各測站 72 小時波高預報之盒鬚圖(上到下依序為龍洞、臺東外洋、東沙島、馬祖)..... 79
圖 96、各測站 72 小時週期預報之盒鬚圖(上到下依序為龍洞、臺東外洋、東沙島、馬祖)..... 80
圖 97、系集預報結果展示系統首頁及 20 張系集圖展示 82
圖 98、系集預報結果展示系統機率圖展示..... 82
圖 99、系集預報結果展示系統 SPAGHETTI 圖展示..... 83
圖 100、系集預報結果展示系統超越機率圖展示 83
圖 101、系集預報結果展示系統系集分歧及系集平均圖展示..... 84
圖 102、系集預報結果展示系統單點圖展示(由於分析場尚未完成因此無法顯示) 84
圖 103、系集預報結果展示系統單點圖展示(選擇前一個預報即可展示含分析場的紅線)..... 85
圖 104、72 小時預報 RELIABILITY DIAGRAM (左：HS>2M 右：HS>3M) 2012.1~2、2012.7~8 88
圖 105、72 小時預報 RELIABILITY DIAGRAM (左：HS>2M 右：HS>3M) 2012.1~2、2012.7~8、2014.7~9..... 88
圖 106、ROC 曲線(HS>2M 及 HS>3M)(左：2012/1~2、2012/7~8 右：2012/1~2、2012/7~8、2014/7~9)..... 89

圖 107、暴潮展示與校驗系統架構圖 91
圖 108、暴潮展示與校驗系統更新與維護執行流程圖 91
圖 109、暴潮展示與校驗系統主系統與備援系統架構圖 93
圖 110、使用 ARCGIS 地理資訊系統顯示颱風暴潮預報站 95
圖 111、使用 GEOPROCESSING 工具來產生 KML 檔 95
圖 112、暴潮展示與校驗系統增加「傳送圖檔至 NCDR」按鈕 96
圖 113、颱風暴潮預報水位 KMZ 檔案在 GOOGLE EARTH 展示情形 96
圖 114、ADI1 2014/4/15 17:00 案例運用新的水位調整機制 97
圖 115、水位調整機制修正後結果展示 97
圖 116、暴潮展示與校驗系統增加新的暴潮模式後的首頁 99
圖 117、增加 2 個按鍵的系統首頁 100
圖 118、對外發布水位與觀測水位校驗 100
圖 119、模式水位與觀測水位之校驗 101
圖 120、增加黃色天文大潮線的系統首頁 102
圖 121、產生的時序列圖檔皆增加了黃色天文大潮線 102
圖 122、單一預報站展示黃色天文大潮線與紅色的暴潮警戒線 103
圖 123、藍色公路海象資訊系統更新與功能加強執行流程圖 107
圖 124、新增航線作業與整體作業化流程 107
圖 125、資訊中心的中文藍色公路預報網頁使用本計畫產生包括觀測與預報資料的 XML 檔案 110
圖 126、資訊中心的英文藍色公路預報網頁使用本計畫產生包括觀測與預報資料的 XML 檔案 110
圖 127、新竹及台東外洋測站之波高驗證圖 115
圖 128、利用 NCL 套疊 JPG 圖檔及 NCEP 風標 116

第一章、計畫概述

1-1 計畫背景與目的

1-1-1 計畫背景

在交通部99至102年度中程施政計畫中有關於提升氣象服務水準，為了因應國內社會環境變遷及民眾對政府天然災害預警能力之要求日益提高等需求，有必要提供優質之氣象資訊項目，故推動發展中央氣象局所研提之「發展鄉鎮逐時天氣預報系統」，以提高數值預報之時空精緻分區及逐時預報技術，其中在風浪預報方面，在100年已建置完成台灣四周海域10公里及2.5公里之多重網格預報系統，而10公里的巢狀網格計算結果同時提供目前藍色公路海象資訊系統之波浪資訊。

然而數值預報受到物理現象參數化、數值方法等的限制下，且在缺乏足夠的觀測資料情形下，數值波浪預報仍然存在著許多誤差，且這些誤差與預報時間成正比，而對於使用者或資料提供者而言，單一的數值預報已無法滿足需求，取代而之機率性的預報指引給了大眾自我衡量及體驗的空間，也讓一般民眾體會到自然環境多變無法掌握的特性，而這樣的需求不僅發生在氣象領域上，在海象領域方面亦是如此。

系集預報 (ensemble forecast) 源自於天氣數值預報領域，由於天氣非線性之數值預報過程，一開始的微小誤差(兩個初始狀態的差距)會隨積分時間增加而擴大，進而產生蝴蝶效應。為了克服初始微小誤差對數值天氣預報的影響，氣象學家發展出系集的概念。所謂系集天氣預報是先製造一組非常靠近的初始狀態，然後以相同的數值方法和數值模式計算各初始值的天氣演變，接著從各預測結果分散（disperse）的情況，估算初始誤差對天氣預報準確度的影響，進而從這些預報的統計平均值(例如算術平均)取代單一的預報，作為天氣預報的結果。1990年以後，許多國家天氣預報單位，陸續採用系集方法進行天氣預報，相關的研究也顯示系集預報的確可以增進天氣預報的能力。

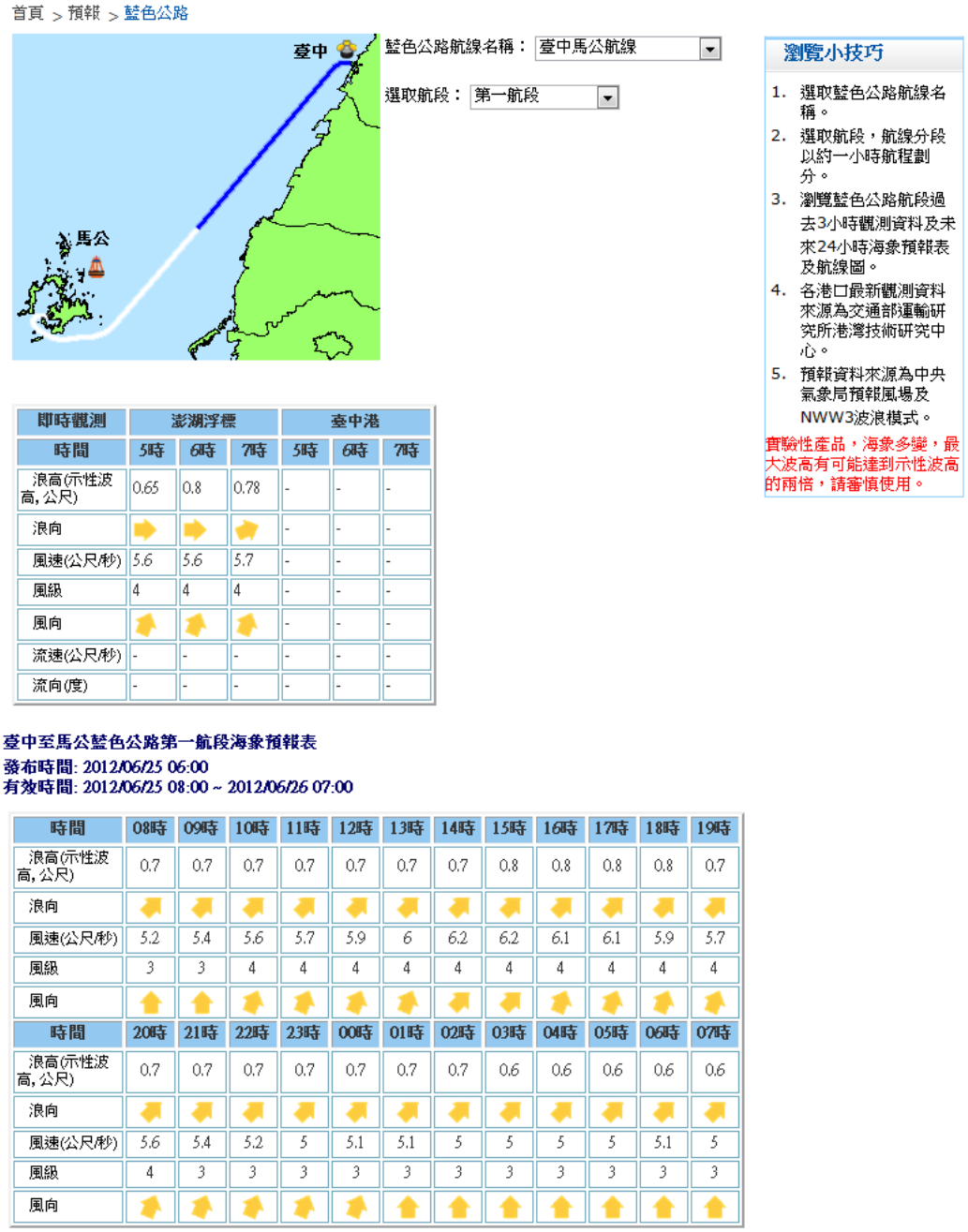
風浪傳播屬於弱非線性(weakly non-linear)及高消散性(high dissipative)的過程，但風浪交互作用及風場非線性的作用卻是能量輸入的重要關鍵，這二者的不確定性使得風浪預報的準確性更不易掌握，往往使得單一的預報指引無法掌握到真實的風浪場，然而系集的觀念同樣可以應用至風浪的預報上，根據文獻指出其不僅提供較佳的預報值，同時機率性的預報指引更可符合現代使用者的需求。

氣象局發展不同的暴潮數值模式以便在進行潮位預報時，能夠考慮到暴潮的因素，其整合暴潮模式、調和分析與觀測資訊，準確的進行潮位(海水面水位)的預報。海象測報中心的

暴潮展示與校驗系統即是讓預報員能夠整合暴潮模式資訊，結合已知的觀測資料，判斷出正確的潮位預報。氣象局在99與100年度已建置完成颱風暴潮展示與校驗系統，在颱風發佈期間可將基隆、花蓮、臺東、淡水、臺西、將軍、高雄、及澎湖等8個站的颱風暴潮預報圖放在中央氣象局對外的網站上供民眾瀏覽(圖1)。該系統將在本四年計畫中進行後續管理維護與更新的工作，根據海象測報中心上的使用狀況，進行系統的改善與功能的新增，維護運轉一套完整可靠的暴潮展示與校驗系統。

藍色公路海象資訊系統在99年度建置完成並於100年2月1日納入海象e化服務系統一般版即時海況模組當中，對外服務社會大眾，一年來已有業者、漁民、及經常登上研究船隻的學者反應對該服務的資訊詳細與準確度給予肯定(圖2)。本研究將維護該服務的持續運轉及配合海象測報中心的要求不斷的改進，除增加航線外，其他如加入即時觀測資料、預報值須可依照鄰近觀測值差異進行調整的功能、及網頁檔壓縮傳輸等，期望提供最好的資訊讓船舶航行的安全得以提升，並成為氣象局不可或缺的重要服務項目。

圖 1、中央氣象局暴潮展示與校驗系統



即時觀測	澎湖浮標			臺中港		
時間	5時	6時	7時	5時	6時	7時
浪高(示性波高, 公尺)	0.65	0.8	0.78	-	-	-
浪向				-	-	-
風速(公尺/秒)	5.6	5.6	5.7	-	-	-
風級	4	4	4	-	-	-
風向				-	-	-
流速(公尺/秒)	-	-	-	-	-	-
流向(度)	-	-	-	-	-	-

時間	08時	09時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時
浪高(示性波高, 公尺)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7
浪向												
風速(公尺/秒)	5.2	5.4	5.6	5.7	5.9	6	6.2	6.2	6.1	6.1	5.9	5.7
風級	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
風向												
時間	20時	21時	22時	23時	00時	01時	02時	03時	04時	05時	06時	07時
浪高(示性波高, 公尺)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
浪向												
風速(公尺/秒)	5.6	5.4	5.2	5	5.1	5.1	5	5	5	5	5.1	5
風級	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
風向												

圖 2、中央氣象局藍色公路海象資訊系統

1-1-2 計畫目的

為能使得波浪預報可以涵蓋模式預報的不確定性，可以產出更為準確之實際波浪狀況，提供作為海域觀光遊憩、防救災、港務單位管理、海事業者施工及調度、漁民及藍色公路航行安全之應用，需建構作業化系集波浪預報系統，發展系集預報技術、系集波浪預報成員之組成及分歧度分析、統計分析技術及執行波浪預報系統之校驗等，並對系集週邊自動控制系統進行規畫。此外為因應颱風期間之水位預報及平時藍色公路的波浪預報的業務需求，現有海象測報中心的「暴潮展示與校驗系統」、「藍色公路海象資訊系統」均需進行系統的維護及系統功能更新的工作，同時台灣環島仍然有許多藍色公路欠缺波浪預報資訊，都是未來該系統必須負擔的責任，亦是氣象局急需提供的服務。

1-1-3 計畫重要性

政府在解嚴之後，積極規劃開發沿海的遊憩設施，除了農委會積極規劃漁港的轉型外，交通部除了積極推動濱海公路的興築外，也責成觀光局陸續強化或新增各海岸風景區管理處的功能。其目的不外是配合海島型生活圈，培養及吸引人們從事海上或近岸的遊憩休閒，喚醒人們應有的親近海洋的本性。

而隨著相關觀光計畫之推動，有更多的民眾走向海洋、親近海洋，例如「2011大鵬灣國際帆船邀請賽」於6月4日開始舉辦大鵬灣橫渡小琉球賽事，各型風帆船艇超過2百艘以上，堪稱國內規模最大、參賽國家最多的國際帆船賽事，而當時即由氣象局提供航線上之預報波浪資訊。而藍色公路的發展、台灣澎湖海底電纜的鋪設、航行船隻的管制出港及未來離岸風力發電的發展，都顯示出對於波浪預報資訊的殷切需求及重要性，例如在民國99年8月8日，台中海洋拉拉號從馬公出發前往台中港，船艏跳板遭浪浪嚴重破壞，所幸300名遊客均平安抵達台中港，該事件後來在民國100年3月8日遭監察院通過並公布委員提案，糾正交通部，認為交通部對航管與安檢有嚴重疏失，其中有關海況方面，指出已超過船隻航行安全卻仍予以放行出航，而民眾都更加關心在台灣週遭海域波浪監測、預報及資訊傳遞方面的情況。民國100年6月11日受到已轉為熱帶性低氣壓「莎莉佳」外圍環流的影響，海上風浪依舊很大，嘉義縣布袋港與澎湖縣馬公港間觀光船「百麗輪」，載著178名觀光客由布袋港出航後25分鐘，就遇到大浪，整艘船劇烈搖晃，不慎造成船上22名乘客受傷。根據氣象預報資料顯示，事發當時海上最大陣風10級、浪高最高12.5公尺，藍色公路預報顯示10時有2.3米的浪高(有義波高)，準確預報出當時瞬間非常有可能有3米以上的大浪。船上旅客抱怨，百麗輪第一時間並沒有折返，而是選擇開到澎湖後才將受傷旅客送醫，處置失當。

然而面對這樣嚴厲的需求(牽涉到人民生命財產安全)，單一模式的預報已逐漸無法滿足，因為它已無法包括模式的不確性，因此推動系集預報方面的研究以強化產品的可靠度，才能準確地預報台灣四周海域之實際海氣象狀況，並將之作業化、強化通報系統才能隨時提供海域觀光遊憩、藍色公路、防救災及航行安全之應用，使海象資訊充分發揮功效。

氣象局發展不同的暴潮數值模式以便在進行潮位預報時，能夠考慮到暴潮的因素，其整合暴潮模式、調和分析、與觀測資訊，準確的進行潮位(海水面水位)的預報。海象測報中心的暴潮展示與校驗系統即是讓預報員能夠整合暴潮模式的資訊，結合已知的觀測資料，判斷出正確的潮位預報。氣象局在99與100年度已建置完成颱風暴潮展示與校驗系統，在颱風發佈期間可將基隆、花蓮、台東、淡水、台西、將軍、高雄、及澎湖等8個站的颱風暴潮預報圖放在中央氣象局對外的網站上供民眾瀏覽。該系統將在本四年計畫中進行後續管理維護與更新的工作，根據海象測報中心上的使用狀況，進行系統的改善與功能的新增，維護運轉一套完整可靠的暴潮展示與校驗系統。

1-2 國內外有關本計畫之研究情況

1-2-1 國內系集作業化預報系統概述

目前國內並無任何作業化的波浪系集預報系統，只有在大氣方面有類似的預報系統，以下僅概述中央氣象局的系集作業化預報系統。

中央氣象局於100年建立了一套區域系集預報系統（系統架構圖參見圖3），此系統使用WRF (Weather Research and Forecasting)三維變分資料同化技術製造初始場擾動，再搭配邊界擾動和物理參數法擾動，藉由校驗系統產生有效且合理的系集預報成員(ensemble member)以及預報產品(如表1所示)。使用之WRF版本為WRF v3.1.1版；WPS (WRF preprocessing system) 版本為WPS v3.2；WRF三維變分資料同化系統則使用WRFDA (WRF Data Assimilation) v3.2 版。系統使用三層巢狀網格，水平解析度設定為45/15/5 km，垂直解析度設定為45層，模式頂層為30 hPa。此系統每6小時會產生20個系集預報成員，進行72小時預報(每3小時輸出一次)。而系集成員產生方式使用了初始擾動、邊界擾動和模式擾動，其中初始擾動採用NCEP (National Centers For Environmental Prediction) GFS (Global Forecast System)資料，透過WRF三維變分法加入隨機亂數，產生20組擾動初始場；而邊界擾動則是由NCEP全球系集預報系統(Global Ensemble Forecast System)獲得擾動邊界條件；模式擾動是由不同之模式物理參數法之設定產生。

表 1、中央氣象局系集預報產品種類表

簡稱	名稱	說明
MN	Mean	系集平均
SD	Spread	離散度
SP	Spaghetti diagram	每個系集成員之某個參考值的等值線
MD	Median Value	每個格點上，所有系集成員的中位數
MDXN	Median Max and Min	中位數的延伸產品
PM	Probability-Matched Mean	結合 PDFs (Probability Distribution Functions) 所計算出來的系集平均
PR	Probability	發生某個事件或到達某個閾值的機率
CPR	Conditional Probability	在某一事件 A 的情況下，發生事件 B 的機率
MAX	Maximum	每個格點上，所有系集成員預報的最大值／最小值
MIN	Minimum	

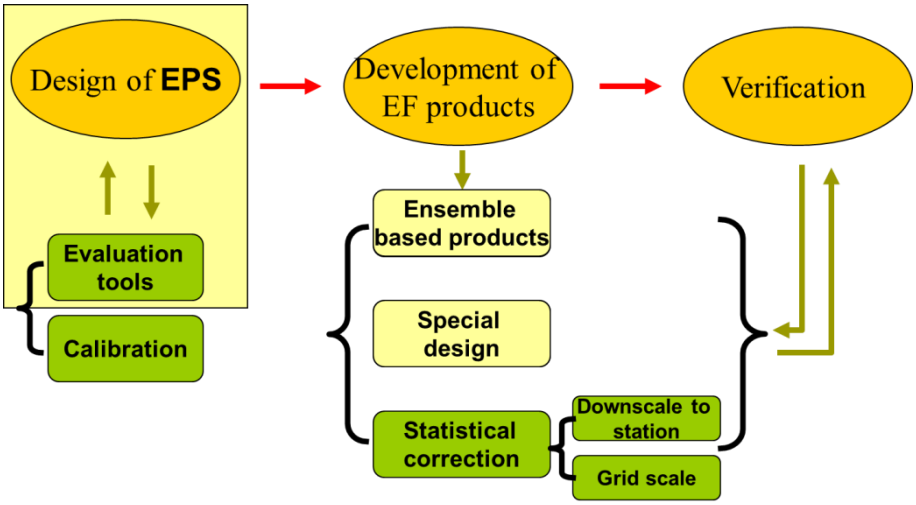


圖 3、中央氣象局系集預報系統架構圖

1-2-2 國外波浪系集作業化預報系統概述

(1).NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)

NOAA 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 2.22 版來建構全球的作業化模式，其網格解析度為 1.25°x1.0°，系統包含 11 個系集及一個波浪初始場，此波浪初始場係使用另一個作業化確定性(deterministic)NWW3 模式的計算值，而 11 個系集則使用不同的 11 個風場來驅動，以產生 11 個系集預報成員。這 11 個風場其中包括 1 個作業化確定性風場，其餘 10 個風場則利用該風場使用隨機誤差生成法(breeding method)引入小擾動產生，系集風場預報時間為每日 4 次(00, 06, 12 及 18Z)、每次 126 小時的預報，該系統已自 2006 年 3 月正式上線，而網站上已有 240 小時的預報，未來預計加入至 20 個系集預報成員。

系集預報的產品包括風場及浪場的系集平均(Ensemble mean)、系集分歧(Ensemble spread)、Spaghetti 分布及機率分佈，輸出參數包括風速、示性波高、主頻週期等。圖 4 至圖 8 為主要參數之輸出。

後續 NWW3 模式 3.14 版擁有多重網格計算功能後，該系統於 2008 年 6 月被更新但仍未在網站上展示，修正部分包括網格解析度為 1.0°x1.0°、20 個系集預報成員、使用系集轉換技術(ensemble transform)來產生風場、增加 1 個由 GFS 驅動之多重網格控制演算(control run)、使用 bias-corrected 風場、使用前一個 run 的 6 小時預報來當浪場的起始值等。

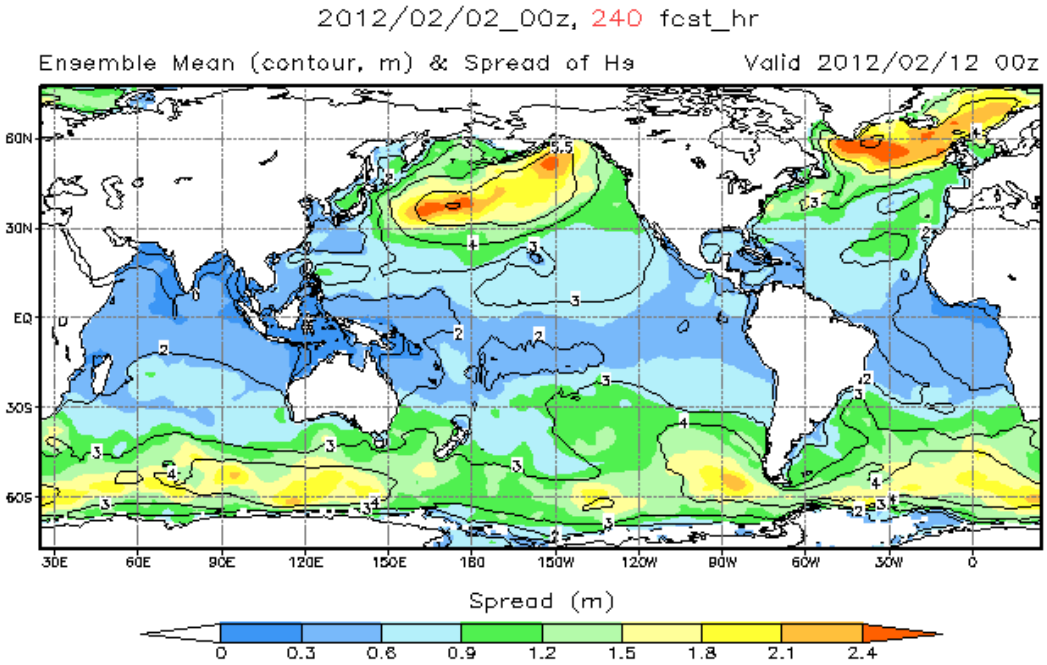


圖 4、波高的系集平均及系集分歧

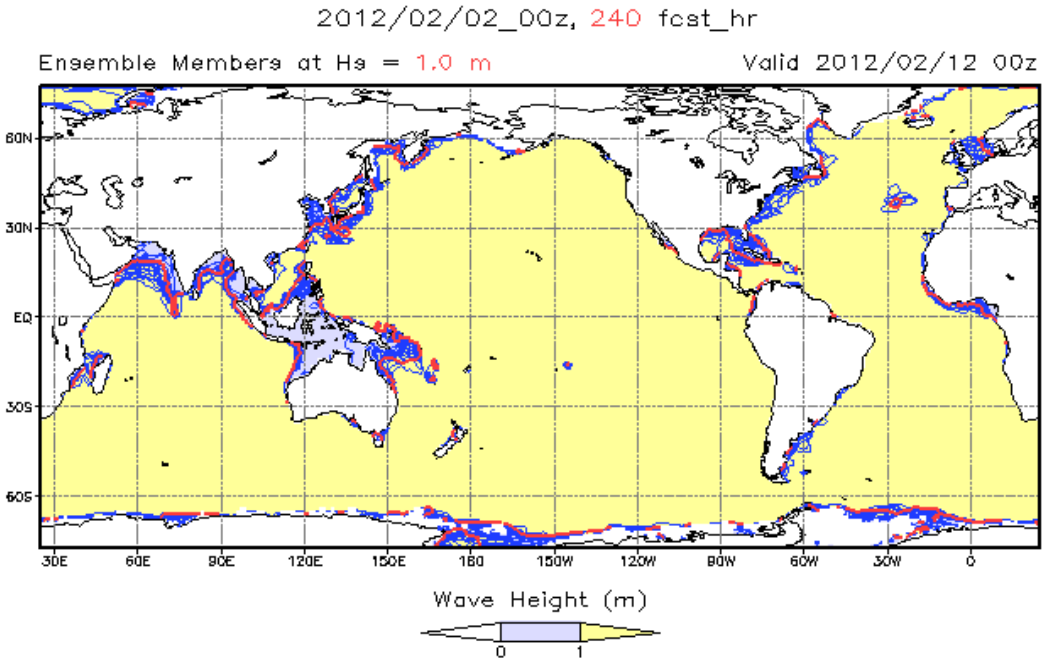


圖 5、波高 1m 的 **Spaghetti 分布**

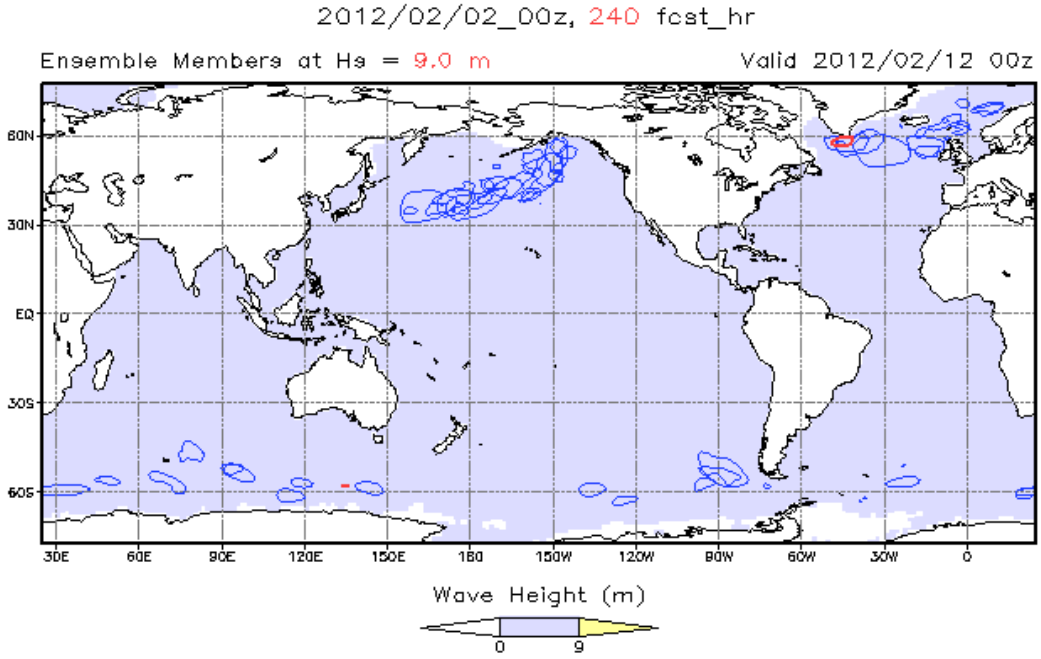


圖 6、波高 9m 的 **Spaghetti 分布**

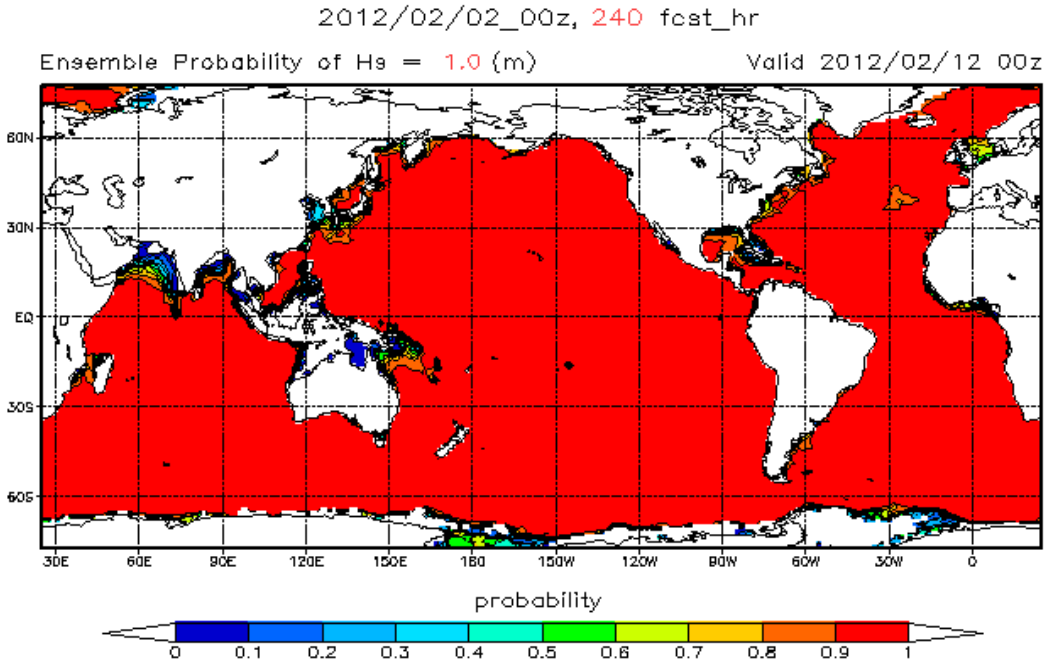


圖 7、波高大於 1m 的機率分布

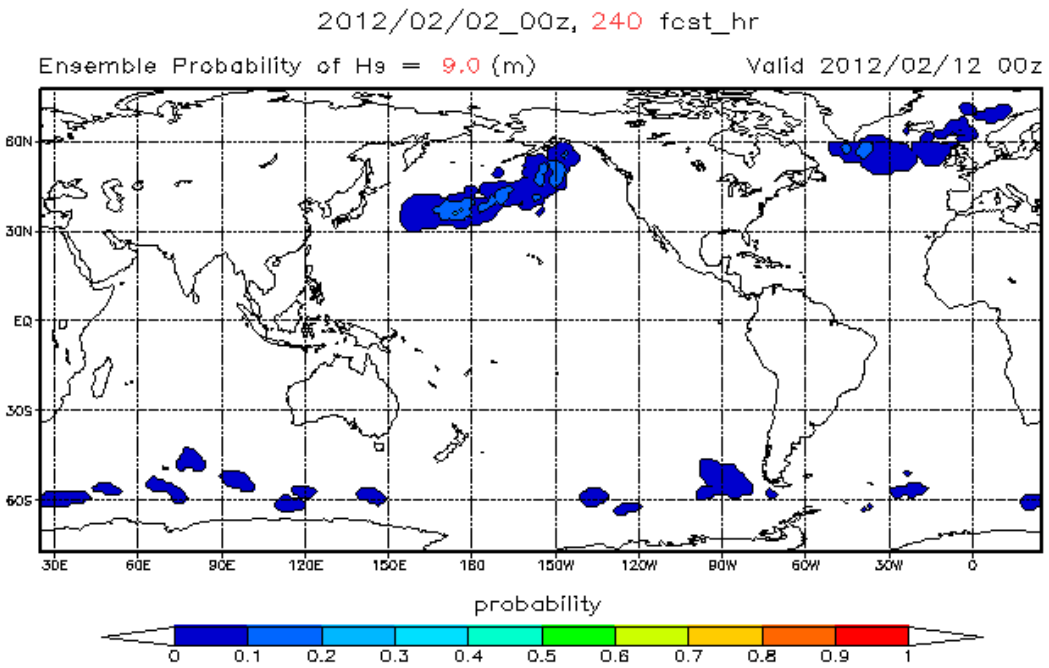


圖 8、波高大於 9m 的機率分布

(2).ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)

1998 年 6 月 ECMWF 已完成大氣模式和波浪模式的耦合模擬，ECMWF 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°x0.5°，每 6 小時預報一次，預報時間延長至 10 天，輸出參數包括 10m 風速、10m 風向、示性波高、平均波向與週期等(限 WMO 會員及，產品的表示方式有各測站盒鬚圖(圖 9)的時間分布及平面等高線圖等方式。圖 10 顯示單點 10 天單一數值預報與系集預報之比較，圖中顯示當風速增強時，風向由西逐漸轉向西北，形成較長平均週期的波浪，也形成南向較大波高的波浪分布(其中藍色線為單一確定性預報，紅色為控制演算預報)。

在衛星資料方面，其蒐集及監控包括 ENVISAT、ERS-2、JASON-1 及 JASON-2 等衛星近乎及時之示性波高資料，並使用其中 ENVISAT 及 JASON-2 的資料進行資料同化。此外其亦蒐集 ENVISAT 及 ERS-2 衛星的波浪波譜資料進行示性波高及湧浪的驗證工作。另其亦蒐集衛星散射風速及雷達高度風速資料進行風速方面的驗證。

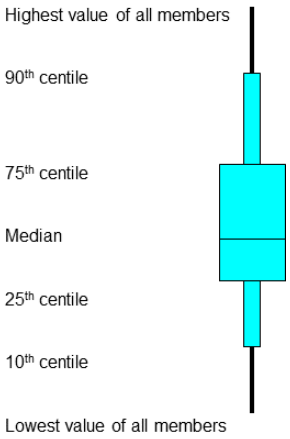
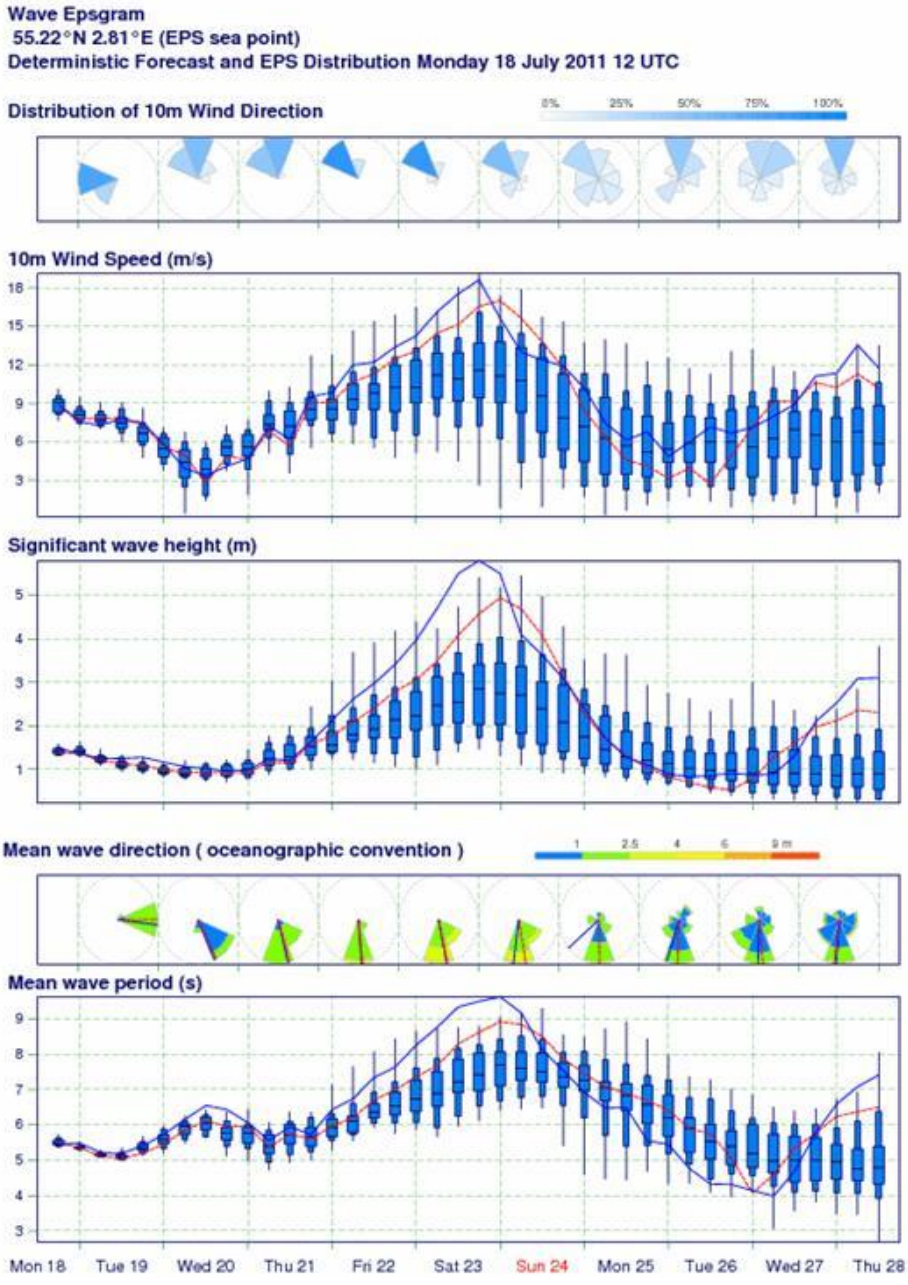


圖 9、盒鬚圖的定義方式



資料來源：”User guide to ECMWF forecast products”, Oct 2011.

圖 10、Wave EPSgram 單點系集預報與單一決定性模式預報比較圖(北海,18 July 2011, 12 UTC)

1-2-3 國外海域資訊作業化系統概述

國外在海域資訊作業化系統方面，美國政府在海象預報系統之發展是由美國大氣暨海洋總署之海洋局(National Ocean Service, NOS)結合國家氣象局的環境模擬中心(National Weather Service's Environmental Modeling Center)、國家海洋局之海岸量測發展實驗室(National Ocean Service's Coast Survey Development Lab)、普林斯頓大學(Princeton University)、及美國海軍(U.S. Navy)共同參與發展近岸海域預報系統 (Coastal Ocean Forecast System, COFS)。COFS自1993年8月開始每日在國家環境預報中心NCEP的Cray高速電腦上執行美國東部近岸海域的短期水理模擬(Aikman et al., 1994; Aikman et al. 1996; Aikman and Rao, 1999)。COFS使用三維數值模式模擬美國東岸北緯30度到47度，西經50度範圍內的水溫、鹽度、水位及潮流。數值模式以普林斯頓大學大洋模式(POM)為主，其驅動條件為加在海水面之熱能、溼度、及動能通量等邊界條件。這些邊界條件是由國家環境預報中心NCEP的Eta-32中尺度大氣預報模式(mesoscale atmospheric forecast model)(Black, 1994; Rogers et al., 1998; Rogers et al., 1999) 提供。潮汐亦為模式邊界驅動條件之一。模式網格的解析度在遠岸海域為20公里，在近岸海域為10公里。垂直方向網格為18層之座標系統，其中至少九層網格是在100公尺水深內(NOAA Coastal Ocean Forecast System, 2000)。

NOAA作業化波浪模式主要為NCEP 的WaveWatch Ⅲ (NWW3)模式(Tolman, 1999)。NWW3波浪模式改進原有的WAM模式(The WAMDI Group, 1988)，增加擴散項及重新探討能量的產生及消散項，且更改程式寫法為Massively Parallel Processing (MPP)平行計算方式，使其更有效率於模式計算，符合新一代電腦之架構。NWW3已於2000年3月開始作業化運轉。

COFS及NWW3皆於1999年夏天及2000年初春時以各兩個月的時間參與國家海洋合作計畫(National Oceanographic Partnership Program)所贊助的近岸海域示範計畫(Coastal Marine Demonstration Project, CMDP)(NOAA, 2000)。CMDP是一個兩年計畫，由海軍研究辦公室(Office of Naval Research)主導，於2000年7月結束，在計畫執行期間，整合了許多資源以便執行及監控，平常只作為科學研究之數值模式。這些模式經由系統之整合，在固定的時間及程序上執行模式預報，並產生結果，即時供應使用者經由網路及瀏覽器取得即時海象預報資料。COFS在CMDP計畫中提供近岸海域之水溫、潮流及鹽度預測，NWW3 波浪模式提供近岸海域之波浪預測，稱為CBWAVES的GLERL-Donelan波浪模式提供Chesapeake Bay區域之波浪預測。在示範執行期間，總共六個先進的數值模式在作業化環境下執行預報，每日產生超過5000個模式預報與即時監測資料結果圖，提供給四個NWS 預報辦公室及中心，及數十個各種階層之客戶經由網路及瀏覽器取得資料。

物理海洋即時系統（Physical Oceanographic Real-Time System，PORTS）為美國國家海洋服務局所發展，提供船公司及船長正確即時之海象資訊，作為航行安全之參考，以避免船隻

擱淺及碰撞等事件發生，目前該系統是由CORMS(Continuous Operational Real-Time Monitoring System)統一負責系統之維護。此系統包括：中心式的資料擷取系統、資料傳播(dissemination)系統及數值現報與預報系統。其中資料傳播系統將所有港灣即時之水位、流及其他海象與氣象資料，轉換成符合需求之不同格式，藉由電話語音及網路系統即時傳輸至使用單位，而各港之管理單位及船公司，藉由電話語音所獲得之即時水位資料，能對船隻之總噸位、最大負載及限制穿越時間等，準確的作出正確之決定。

PORTS規劃提供即時與預報之流、水位、鹽度、溫度及風的資訊，主要以重要之河口及海灣為主，至2012年在Narragansett Bay、Los Angeles/Long Beach、New Haven, CT、San Francisco Bay、New York/New Jersey Harbor、Lower Columbia River、Delaware Bay and River、Tacoma, WA、Chesapeake Bay、Anchorage、Tampa Bay、Soo Locks, MI、Houston/Galveston、Mobile Bay、Cherry Point、Sabine Neches、Pascagoula、Gulfport等18個重要區域均設有此系統。而其中在New York/New Jersey Harbor與Chesapeake Bay分別結合NYOFS (New York and New Jersey Operational Forecast System)及CBOFS(Chesapeake Bay Operational Forecast System)系統，尚具有作業化數值模式之現報與預報功能，提供區域全面之水位、流速與風速資訊。物理海洋即時系統對於環境保護亦提供重要的指標，若能減少意外船難的發生，相對亦減少船隻溢油、或有毒物質外洩的機會，亦更能保護環境生態。

整體來說在美國有關海象資訊的官方最主要網站即是NOAA海洋局(National Ocean Service Center for Operational Oceanographic Products and Services)的網站 (http://www.co-ops.nos.noaa.gov)，CO-OPS的主要任務就是對全國作業化海洋資料轉換成有意義的資訊。CO-OPS對國家基礎建設、科學領域、及科技專業提供監測、評估及實質資料，如潮汐、流場、水位及其他符合NOAA在環境管理及環境評估預測任務的海岸海域產品及服務。CO-OPS提供了作業化全面的海域觀測與監測能量，同時伴隨著作業化現報及預報數值模擬，提供全方位的海象資訊服務。

海象預報系統在歐洲方面極力發展及推動的是挪威Oceanor公司所發展的海域環境自動監測系統－SEAWATCH，包括海域自動監測浮標、資料傳輸系統、陸上資料處理中心、數值模擬系統及資料庫等(Oceanor, 2000)。其數值模擬方面使用荷蘭Delft水利實驗室(Delft Hydraulics Lab)研發的三維模式進行海象預報。SEAWATCH系統在歐洲及東南亞已建置數套，惟其使用情況多著重於海況及水質監測，模式之執行並非皆使用於作業化海象預報工作。國內環保署曾針對SEAWATCH系統做過可行性評估，惟此套系統造價高昂並不符合國內海洋環境研究經費配置，無法順利推動。

歐洲其他國家如荷蘭皇家氣象研究所(KNMI)之海象預報系統、比利時國家研究院海象預報系統、英國氣象局之海象預報系統等都已經發展出作業化之暴潮水位及風浪模式。

1-2-4 國內海域資訊作業化系統概述

在國內研發計畫中，國家海洋科學中心執行的「台灣海峽即時預報模式計畫(TSNOW)」。該計畫自民國87年起展開研究，旨在台灣海峽內建立海峽兩岸海氣象觀測網以及一個能夠預測台灣海峽海流、水位、溫、鹽度變化的三維數值模式。

民國90年至91年交通部科技顧問室推動「海象災害預警雛型系統建立」計畫，為滿足作業化系統功能之需求，該計畫於中央氣象局海象測報中心建置雛型系統，依據海象測報中心現有軟硬體設備之基礎，考慮即時傳輸、網際網路服務與未來擴充性等條件，規劃建置即時資料觀測站資料傳輸、海象數值模式預報、即時資料庫管理、即時資料查詢及海象災害預警資訊通報等子系統。

「海象災害預警雛型系統建立」，無論在系統整合、即時資料整合及通報、模式預測等方面，均已針對國內海象災害預警現況深入研究，其建立之系統雖屬於雛型系統，但系統結構完整，因此自民國92年6月至94年5月間，交通部科技顧問室乃推動「沿海遊憩安全資訊與監測系統」計畫，使相關技術得以延續，並使之功能相互結合。「沿海遊憩安全資訊及監測系統」計畫分二年度執行，第一年度完成四個重點項目，包括(1)國外沿海遊憩觀光與安全資訊系統資料蒐集(2)行政配合與通報機制研擬(3)沿海即時海象預報技術之引進及開發(4)藍色公路航線上海況分析。第二年度完成五個重點項目，包括(1)航線上即時海象預報技術之引進與開發(2)資料同化技術的建立(3)沿海遊憩安全資訊系統之建立(4)藍色公路資料通報系統之建立(5)沿海遊憩安全資訊系統永續經營規劃及建議。

「海象資訊在近海觀光、防災救難及航行安全之應用研究」三年計畫，延續交通部科技顧問室推動之前述二計畫，主要在強化中央氣象局海象預報之作業能力、資訊可靠度及執行效率，使得相關資訊得以藉由維護完整的資訊系統廣為傳播，提供作為近海遊憩觀光、防災、搜救決策及航行安全之參考，並朝向近岸預報之目標邁進。其中的台灣海域安全資訊系統已涵蓋北部海域及南部海域的範圍，可以展示北部海域14個站及南部海域7個站的水位、水溫、波高、波向、風速、風向及有關船行、游泳、操舟、風帆等安全與舒適資訊。

為延續上述前期研究成果，中央氣象局海象測報中心自民國97年起至民國100年進行「海象資訊e化服務系統之整合與應用研究」，以現有海域GIS資訊服務系統建置成果為基礎，整合規劃海象資訊e化服務系統，將系統功能持續更新，提供全方位海域相關服務，包括海象資訊e化服務系統整體規劃；歷史波浪、暴潮資料統計及復現期分析；臺灣近岸海域與離島藍色公路圖資之建置；近岸海域災害、防災技術資料庫之建立等工作項目。執行過程需整合其他防災科技研發模式，轉化成可落實應用於防災業務的技術，並結合政府相關部門，有系統地推動海象e化資訊服務系統，以提供相關單位執行救災業務之依據。現階段的中央氣象局網站中的「即時海況」、「藍色公路」、及「颱風暴潮預報圖」等網頁皆是上述研究的成果。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心也在2003年規劃於五年內發展建置一套完整的「台灣環島海象預報系統」—TaiCOMS(Taiwan Coastal Operational Modeling System)，包括數值預報模式之建立與驗證、觀測網的架設及資料庫整合，有關台灣海域模式系統部分規劃涵蓋風場、波浪、水位、流場及擴散等模擬，風場預報則由中央氣象局提供即時預報資訊。該系統已於民國92年建立台灣海域風浪模式及區域性風浪模式，於民國93年建立水位模式，民國94年度建立三維全域水動力模式，民國95年建立近岸港區污染物擴散數值模式，民國96年達成即時模擬之目標。港灣技術研究中心在後續年度完成港灣環境資訊網(http://isohe.ihmt.gov.tw/)，提供基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港、台中港、台北港、安平港、澎湖、布袋港、金門及馬祖的海象觀測資訊、海象模擬資訊、港區影像資訊、港區地震資訊、海嘯模擬資訊及港埠基本資料等服務給一般民眾及專家學者。

國內提供海象資訊的另一個單位是水利署，該單位委託成功大學近海水文中心製作海岸水情系統，提供即時的近海水文觀測網站資料，包括波高、風速、風向、氣壓、氣溫、水溫、及水位等資料。

1-3 計畫工作項目與內容

本計畫分年之工作內容及前二年度已完成之內容敘述如下：

1-3-1 第一年度已完成之工作項目及內容

(1).波浪模式多重網格(multi-grid)技術之建置

本項工作主要在比較使用雙向多重網格及單向巢狀網格預報 60 小時之差異，二層計算網格分別為 0.25 度及 10 公里解析度，且分別使用 NCEP/NFS 及氣象局 10 公里之分析及預報風場，計算結果並與氣象局浮標觀測資料及 JASON2 衛星資料進行比較，同時使用平均偏差(BIAS)、均方差(RMS)、相關係數(CR)及分散指數(SI)等指標量化誤差大小。模式校驗分析結果顯示，雙向多重網格計算讓二個網格的計算結果較為相近，由於計算結果會回饋至大網格故邊界值亦會較接近，這也使得計算結果顯得比較平滑，二者差距不致太大；而單向則各自獨立計算，計算結果受到不同風場的影響而產生差異，可以看出似乎較不平滑。對二者而言，參數的不同似乎影響不大，且對深海的測站模擬均較近岸測站佳，近岸測站部分除了七股測站差異較大外其餘並不明顯。此外因多重網格計算網格相互間的連接模式已自行完成不需要額外人為操作，故其便利性已提高許多。

與衛星提供的二個風場比較，NCEP/NFS 風場似乎較 10km 風場更為接近觀測值，這也導致使用單向 NCEP/NFS 風場的波浪場與觀測值較為接近，而單向 10km 風場的波浪場雖因有較佳的邊界條件，但可能因風場差異較大，計算出的波浪場與觀測值相距較

大。

此外為了解使用局部較佳解析度地形對於計算結果的貢獻度，本研究利用多重網格可以提供局部地區較為詳細的計算(考慮較詳細的水深地形)，同時避免單向巢狀網格複雜計算程序之優點。利用 2005~2009 五年 RC01 及 RC02 整合之單一分析風場，計算網格包括 0.25 度及 0.05 度(中央氣象局 SWAN 模式之計算範圍)二種網格，參考現行波浪模式之參數設定及數值方法，比較有無考慮較細網格之差異。計算結果並與中央氣象局相關之觀測站資料及 JASON1 衛星觀測資料之進行分析比較。結果顯示，在近岸的觀測站比較方面，多重網格計算使用較詳細之地形，自然較為準確，且波高似乎較週期方面顯著。而與衛星資料的比較方面因較細網格之範圍不大，故多重網格計算之效果較不明顯。此代表著若僅用單一層風場進行系集預報，只要進行多重網格計算，考慮較佳之地形，一樣可以提升計算的精度。

(2).近岸SWAN模式計算區域之適化研究

由荷蘭 Delft 大學主導發展之波浪模式 SWAN (Simulating WAves Nearshore)，適用在海岸地區、湖泊或河口附近水域之波浪計算，然而過去許多的研究均指出(中央氣象局，2006)、(工研院，2007)、(李等，2006)，不管是直接使用 SWAN 模式或經由其他大範圍風浪模式及 SWAN 模式的結合，在模擬臺灣海域時，均產生平均週期偏低的現象。從 SWAN 模式的計算機制發現，其在開放邊界的處理上僅考慮到進入計算領域的入射波浪(incoming wave)，而由領域計算出的出領域波浪(outgoing wave)取代原有開放邊界所設定的出領域波浪邊界條件，故當計算之出領域波高值小於原有邊界條件之設定值時即導致波浪能量的損失，此將導致波高的降低。本研究針對 NWW3 與 SWAN 模式的結合進行問題的解析及擬定解決方案。

為解決此問題，本研究分別檢視 NWW3 及 SWAN 之能量輸入、消散機制等公式差異，並利用湧浪及 10m/s 每秒風速所造成之風浪，分別比較花蓮外海點位之計算結果。由於 NWW3 及 SWAN 分別使用不同之數值方法，即使使用相同的能量輸入及消散機制仍會有不太一致的結果出現，更何況使用不一樣的公式，因此有必要調整參數使得巢狀計算結果與大網格之計算較為一致。由於 NWW3 使用 Tolman and Chalikov 的公式，經過湧浪及 10m/s 每秒風速所造成風浪之測試，結果顯示使用 Janssen 能量輸入公式及白沫消散公式可以提供較佳之波高及週期分布，另針對 2005 年之測試，此公式亦能提供較佳之計算結果，改善波高及週期偏低的現象。相關調整參數亦提供氣象局參考使用，而新版 SWAN ver.80.75 亦已協助安裝在氣象局 HPC 之電腦。

(3).發展系集波浪預報系統之規劃

本項目主要針對波浪系集預報系統進行初步規劃。參考 GEOWaFS、ECMWF 及中

央氣象局系集預報系統，並與資訊中心洪博士討論後，本系集預報系統之風場沿用中央氣象局 20 組系集預報風場成員當作驅動風場。而波浪網格擬採用多重網格的計算方式，且不同網格擬使用不同風場系集所產生不同網格的風場，另本研究亦完成 20 個系集之測試(圖 11)，圖中上層為風場，中層為使用前一日決定性預報為初始場之預報系集，下層為使用當日決定性預報為初始場之預報系集，結果顯示使用前一日決定性預報為初始場之優點，包括較佳之系集分散度，而不同之初始條件所造成之差異僅在24小時內即消失。另就系統環境資源、系集預報產品及系集預報模式分別規劃如下：

■ 系統環境資源

未來在氣象局新硬體(Fujitsu)環境，多重網格計算將使用 crontab 排程控制，並用 submit job 的方式執行模擬，可由系統自由選擇空的計算節點，計算所需資源相對風場的計算而言算少，且在系集風場計算之後，就硬體計算資源來說應該不是問題。整個系統擬以排程控制各個系集單獨之計算，再利用一個排程偵測各個系集之執行狀況，並針對目前系集風場之執行狀況設計偵測程式，再整合所有計算成果進行統計分析及繪圖(NCL)，完成後再進行資料 ftp 輸出及備份。因整個的系集計算需彈性設計，避免有些系集無法如期產出而導致產品無法輸出，故整個系統將重新設計，並將參考目前氣象局系集風場計算之系統設計。在資料備份策略部分，目前的執行策略均將結果分別輸出至 WINS 系統及海象中心獨立 server 系統(定期刪減)，未來資料量大可能除了輸出至 WINS 系統外，需備份至氣象局 SILO 系統內。

■ 系集預報產品

預報產品規劃預計包括（a）基本統計分析，例如系集平均、離散度、預報機率等，輸出的變數包括示性波高、平均週期、主頻及波向，輸出的圖形包括面及測站的輸出，基本圖形參考 NOAA 及 ECMWF 之面及點的輸出；（b）圖形繪圖及輸出，擬利用 NCL 軟體及 shell script 檔來設計圖形的輸出及動畫的產生。

■ 系集預報模式

預報模式擬採用 NWW3 模式 3.14 版作為波浪系集預報系統主要之計算模式，並設計三層網格(0.25 度、10 公里及 2.5 公里)進行雙向之多重網格計算，未來新機器 Fujitsu 若計算資源夠，甚且可考慮二層即可(10 公里及 2.5 公里)。就預報能力而言，NWW3 已廣泛應用於全世界的海域波浪預報及系集預報，本研究前節亦已分析多重網格之預報精度，未來應用於系集預報應該足以提供更為準確的機率預報，可提供如藍色公路、衝浪及海事工程之應用。未來也將建立如前節之技術指標(BIAS、RMS、CR、SI)來量化預報之精度，作為未來改進之參考。

為了找出合適的系集預報成員，需進行校驗分析來判斷系集預報成員是否合適，評

估系集預報的離散是否足夠，可否能最大程度涵蓋可能的發生機率，擬採用 Talagrand Rank Histogram、系集分岐與 member equallikelihood 等方式。預計採用過去東北季風期及颱風期各一個月的資料進行評估，並擬蒐集衛星資料及測站資料當作真值(true)。各系集權重部分，經討論後在現階段應可不必分析(風場分析即可)，等作業化執行一段長時間後再評估是否需要檢視。

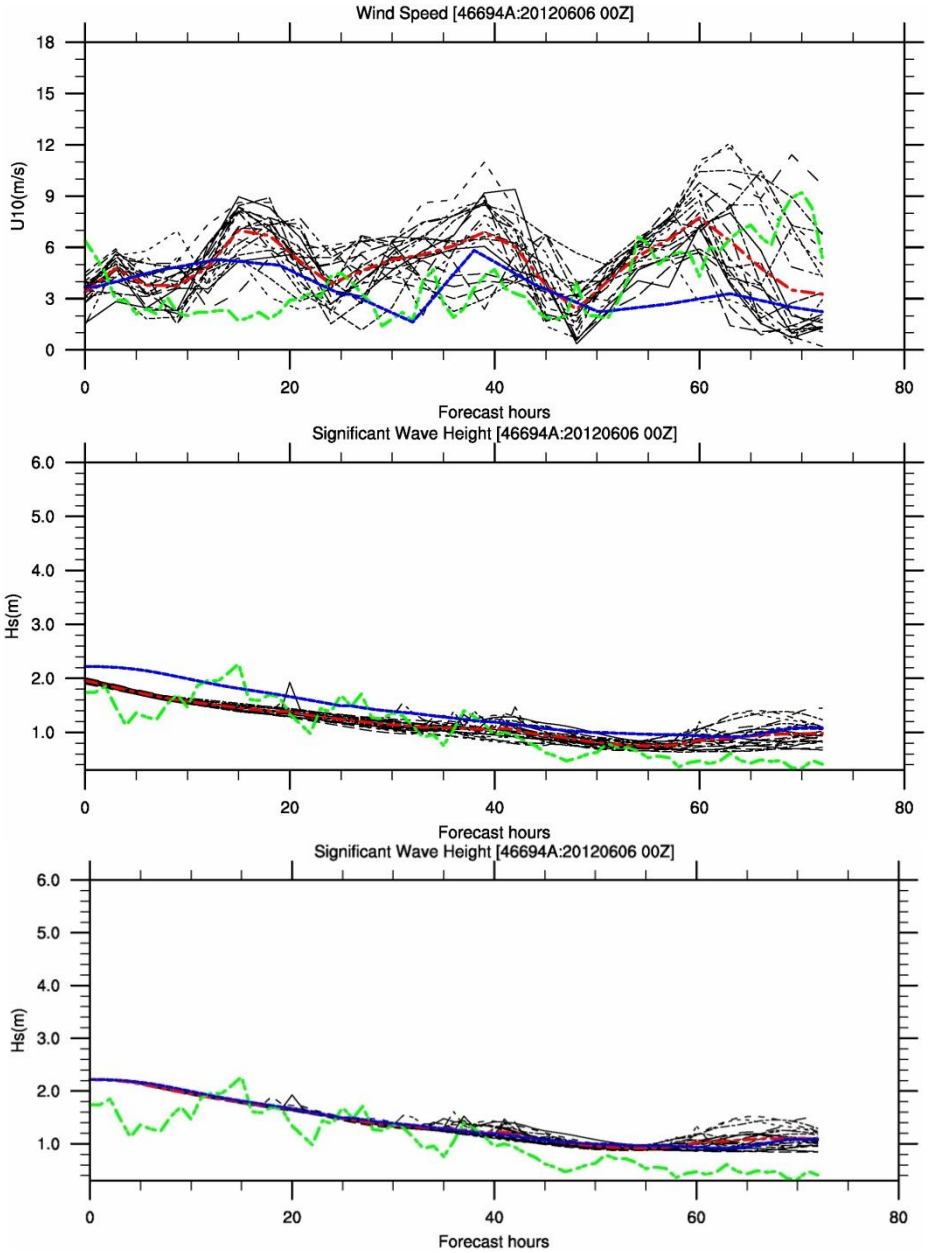


圖 11、龍洞測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)

(4).暴潮展示與校驗系統更新與維護

在暴潮展示與校驗系統中使用者可以透過瀏覽器展示 34 個測站的觀測資料、調和分析、調和分析加模式暴潮、及修正後調和分析加模式暴潮等的時序列圖。使用者並可選取不同的暴潮模式及預報時間進行上述時序列圖的展示，以及選擇單一測站進行時序列圖的放大與資料的展示，另可展示與列印總水位表。

系統主要功能分成四個項目，第一個項目為時序列圖所有測站的展示網頁，同時也是系統的首頁(圖 12)，該網頁包括了另一個項目的控制介面，就是時序列圖檔產生的功能。由於預報員在執行暴潮模式運算時的時程並不固定，因此設計此功能可為預報員自行啟動時序列圖建置的程序，以確保繪圖程式可以讀取到資料庫內已經準備好的暴潮模式結果。當預報員在參加颱風期間聯合預報時即可事先啟動此功能準備好時序列圖檔，以便在啟動暴潮展示與校驗系統首頁時可以立即展現所有測站的時序列圖，若需要某一個測站的詳細資料時，就可單獨啟動該測站的網路繪圖程式，展示該測站詳細的時序列圖(可再局部放大)與每六分鐘的潮位觀測與預報資料(圖 13)。第三個項目是暴潮總水位估算表的自動產生與展示功能，該功能產生未來 12 小時、12 及 24 小時、24 及 36 小時所有測站暴潮最大值之時間及當時之總水位表格以及列印功能(圖 14)。第四個項目是暴潮偏差與水位的校驗功能，利用海象測報中心實測值推算出的暴潮偏差與暴潮模式所計算出的暴潮偏差以及觀測及模式的水位，分別進行三個統計參數即平均偏差(BIAS)、均方差(RMS)、及相關係數(CR)的計算與成果展示(圖 15)。

為了能將產生的基隆、花蓮、台東、淡水、台西、將軍、高雄、及澎湖 8 個颱風暴潮預報圖檔傳到指定的對外伺服器上(mmc.cwb.gov.tw)，現有作業程序中也建置了 ftp 批次檔，讓預報員可以輕易的將相關的圖檔傳出到氣象局資訊中心，讓一般民眾可以瀏覽相關測站的颱風暴潮資訊,以及國家防災科技研究中心讓防災救災決策者可以統合運用。100 年度並增加了一個大氣暴潮模式及加入可以自行選擇任意 8 個預報站的颱風暴潮預報圖檔進行傳輸的功能。101 年度成果說明如下：

■ 修改讀取資料庫位址及欄位

由於中央氣象局組織改造，原先海象測報中心將拆散到不同的課室，因此原先颱風暴潮校驗與展示系統所讀取的暴潮模式資料將由原來的 141 伺服器轉移到 97 伺服器。資料庫的轉移由海象測報中心同仁協助進行，暴潮模式的結果會入新的資料庫也由中心同仁負責修改，順利完成。在程式修改部分則由計畫團隊進行，由於移轉完成的資料表格，部分欄位名稱也有些許的變動，因此程式修改在讀取欄位資料時也稍做編修。具測站水位「修正基準面」欄位的 stfcs 資料表格也自 141 伺服器轉移到 97 伺服器。其中 ol 欄位是用在修正觀測資料的基準面，而 dl 欄位是用在修正調和分析資料的基準面。資料庫位址移轉現階段都已完成，觀測資料也有複寫到 97 的資料庫，原先儲存各預報站相關資訊及大潮警戒值的 stninfo 文字檔也匯入 97 伺服器的資料庫中統一管理。

■ 系統介面修改

由於系統功能不斷增加，為防止預報員按錯按鈕，再加上原先介面有用到 Google Chrome 不相容的暫存變數指令，導致在非 IE 瀏覽器上使用會有日期設定錯誤的狀況，

因此 101 年度將展圖部分與建圖部分的日期設定分開來，另外加入程式判斷是否已有先載入所產生的圖檔，才會將相關的按鈕如「傳送颱風期間圖檔(zip)」、「傳送非颱風期間圖檔(zip)」、「傳送圖檔至防災中心」、「暴潮水位估算表」、「暴潮偏差校驗計算」、及「水位校驗計算」啟動，不然就會如所示處於無法使用的狀態。101 年度還有配合局內指示將檔案壓縮及傳輸到指定的伺服器中，另由於新增一個暴潮模式及增加傳輸圖檔選取功能，因此相關的介面也有大幅度的修改(圖 16)。

圖 12、暴潮展示與校驗系統首頁與控制介面

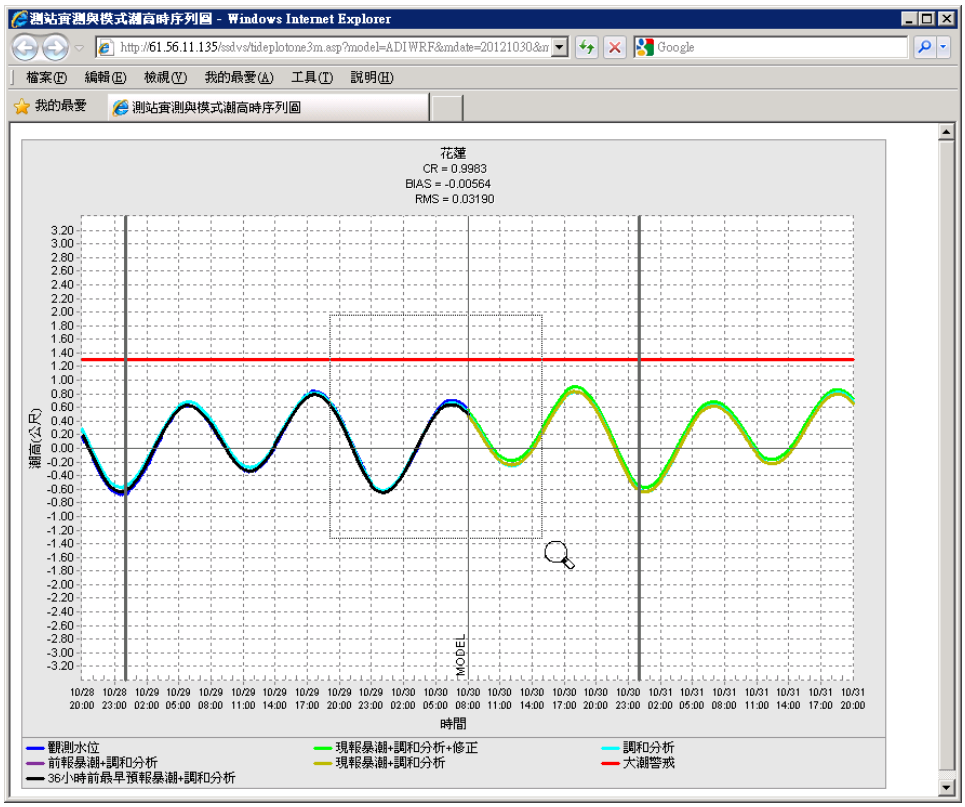
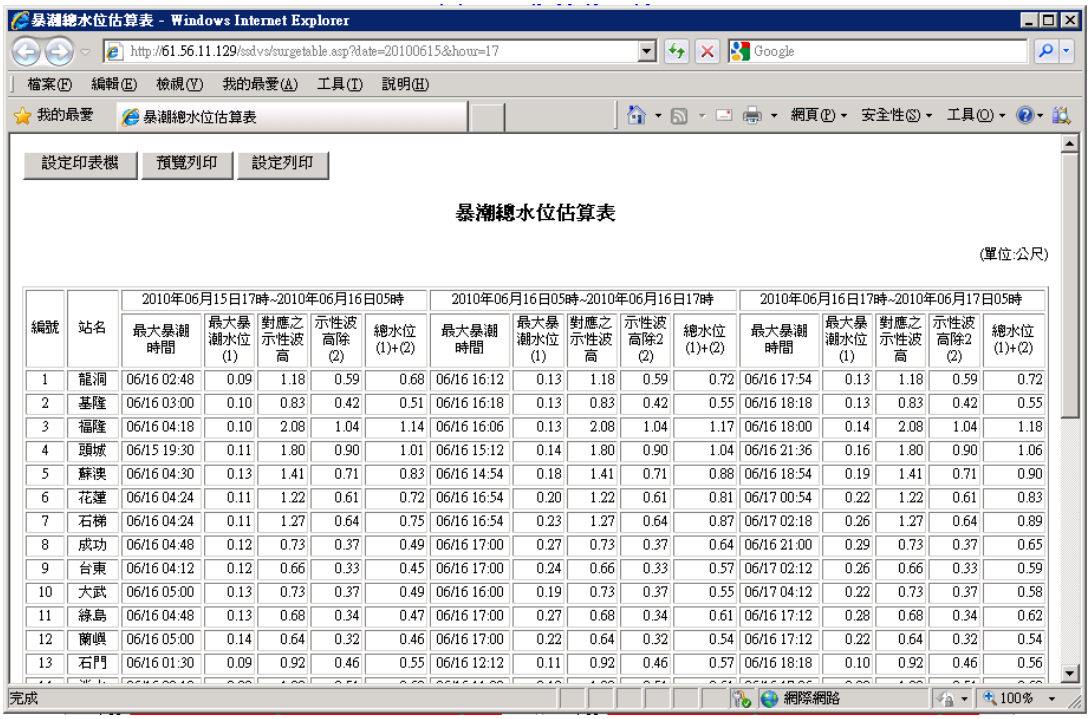


圖 13、時序列圖單獨展示與局部放大的功能



編號	站名	2010年06月15日17時~2010年06月16日05時					2010年06月16日05時~2010年06月16日17時					2010年06月16日17時~2010年06月17日05時				
		最大暴潮時間	最大暴潮水位(1)	對應之示性波高	示性波高除(2)	總水位(1)+(2)	最大暴潮時間	最大暴潮水位(1)	對應之示性波高	示性波高除2(2)	總水位(1)+(2)	最大暴潮時間	最大暴潮水位(1)	對應之示性波高	示性波高除2(2)	總水位(1)+(2)
1	龍洞	06/16 02:48	0.09	1.18	0.59	0.68	06/16 16:12	0.13	1.18	0.59	0.72	06/16 17:54	0.13	1.18	0.59	0.72
2	基隆	06/16 03:00	0.10	0.83	0.42	0.51	06/16 16:18	0.13	0.83	0.42	0.55	06/16 18:18	0.13	0.83	0.42	0.55
3	福隆	06/16 04:18	0.10	2.08	1.04	1.14	06/16 16:06	0.13	2.08	1.04	1.17	06/16 18:00	0.14	2.08	1.04	1.18
4	頭城	06/15 19:30	0.11	1.80	0.90	1.01	06/16 15:12	0.14	1.80	0.90	1.04	06/16 21:36	0.16	1.80	0.90	1.06
5	蘇澳	06/16 04:30	0.13	1.41	0.71	0.83	06/16 14:54	0.18	1.41	0.71	0.88	06/16 18:54	0.19	1.41	0.71	0.90
6	花蓮	06/16 04:24	0.11	1.22	0.61	0.72	06/16 16:54	0.20	1.22	0.61	0.81	06/17 00:54	0.22	1.22	0.61	0.83
7	石梯	06/16 04:24	0.11	1.27	0.64	0.75	06/16 16:54	0.23	1.27	0.64	0.87	06/17 02:18	0.26	1.27	0.64	0.89
8	成功	06/16 04:48	0.12	0.73	0.37	0.49	06/16 17:00	0.27	0.73	0.37	0.64	06/16 21:00	0.29	0.73	0.37	0.65
9	台東	06/16 04:12	0.12	0.66	0.33	0.45	06/16 17:00	0.24	0.66	0.33	0.57	06/17 02:12	0.26	0.66	0.33	0.59
10	大武	06/16 05:00	0.13	0.73	0.37	0.49	06/16 16:00	0.19	0.73	0.37	0.55	06/17 04:12	0.22	0.73	0.37	0.58
11	綠島	06/16 04:48	0.13	0.68	0.34	0.47	06/16 17:00	0.27	0.68	0.34	0.61	06/16 17:12	0.28	0.68	0.34	0.62
12	蘭嶼	06/16 05:00	0.14	0.64	0.32	0.46	06/16 17:00	0.22	0.64	0.32	0.54	06/16 17:12	0.22	0.64	0.32	0.54
13	石門	06/16 01:30	0.09	0.92	0.46	0.55	06/16 12:12	0.11	0.92	0.46	0.57	06/16 18:18	0.10	0.92	0.46	0.56

圖 14、暴潮總水位估算表視窗畫面

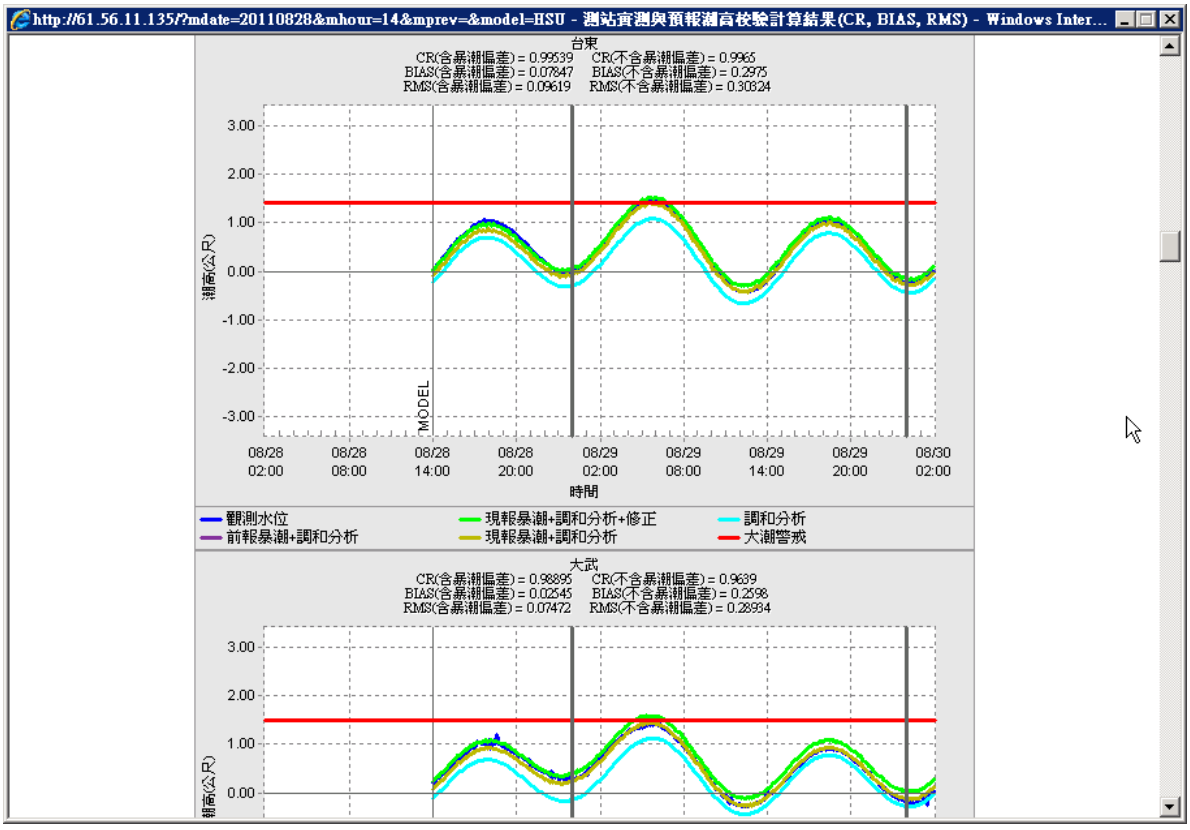


圖 15、校驗統計數據與時序列圖展示畫面

圖 16、101 年度系統介面有大幅度的修改

■ 圖檔傳輸至國家防災科技研究中心

颱風警報發布期間，暴潮展示與校驗系統每次執行完成所產生的時序列圖檔其中的八張圖 (基隆、花蓮、台東、淡水、台西、將軍、高雄、及澎湖)，除傳到局內特定的電腦以便展示在對外的網頁外，還建置了單一按鍵傳輸到國家防災科技研究中心指定的 IP 及檔名，且檔案格式須為 png 檔。

建置的方式除在原先的介面中心新增「傳送圖檔至防災中心」按鈕如所示外，並增加 ASP 程式以便從局內任何電腦皆可透過此系統將圖檔以 ftp 檔案傳輸的方式自動傳到國家防災科技中心。由於其中的 IP 位置、檔案目錄與名稱、及檔案格式都有變動，因此有依據海象測報中心的要求進行修改。最近一次的杜蘇芮海上颱風警報期間，此項功能已正常運作，預報員在執行完暴潮展示與校驗系統後只要先載入所有產生的圖檔後，相關按鈕即進入作用狀態，此時只要按壓「傳送圖檔至防災中心」即可自動將上述 8 個圖檔傳到家防災科技中心指定的 IP 及目錄下。

■ 維護報告

暴潮展示與校驗系統每季須提出維護報告，由於每次赴中央氣象局海象測報中心進行系統建置與維護相關作業時皆有填寫維護紀錄，並在期末報告中與暴潮展示與校驗系統有關之維護紀錄分季合併成一覽表，方便閱覽查詢。

(5).藍色公路海象資訊系統更新與維護

101 年度在藍色公路海象資訊系統更新與維護方面，持續進行藍色公路海象資訊系統每日的正常運作並協助進行航線航段的新增工作。更新藍色公路海象資訊系統網頁內容，改善已加入的起訖點即時海象展示功能外，也完成藍色公路電子看板內容的建置產出，讓欲架設電子看板的外單位可以很快的顯示藍色公路的相關資訊。

藍色公路海況系統在 99 年度建置完成並於 100 年 2 月 1 日納入海象 e 化服務系統一般版即時海況模組當中，對外服務社會大眾。101 年除建置觀測資料修正預報資料的功能外，並增加了四條航線的預報。現階段藍色公路海象預報系統連結方式是使用瀏覽器連結到中央氣象局網站後，在左邊選單點選「海象測報」，然後選取「藍色公路」選項即可。藍色公路海況系統首頁如圖 17 所示，在右方下拉選單選擇連結至 10 條航線詳細海況內容(圖 18)。每個航線可再選取航段，以高雄至馬公航線為例，區分為第一航段到第四航段，網頁可瀏覽單一航段每小時波高、波向、風速及風向資訊。使用航段下拉選單將可切換下一航段海象預報值。

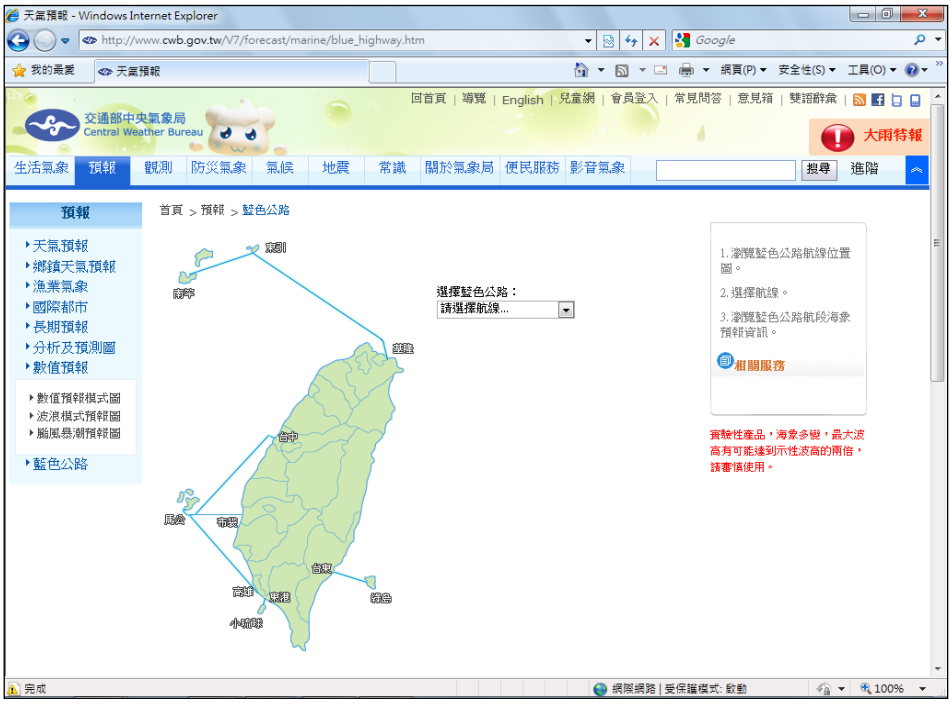
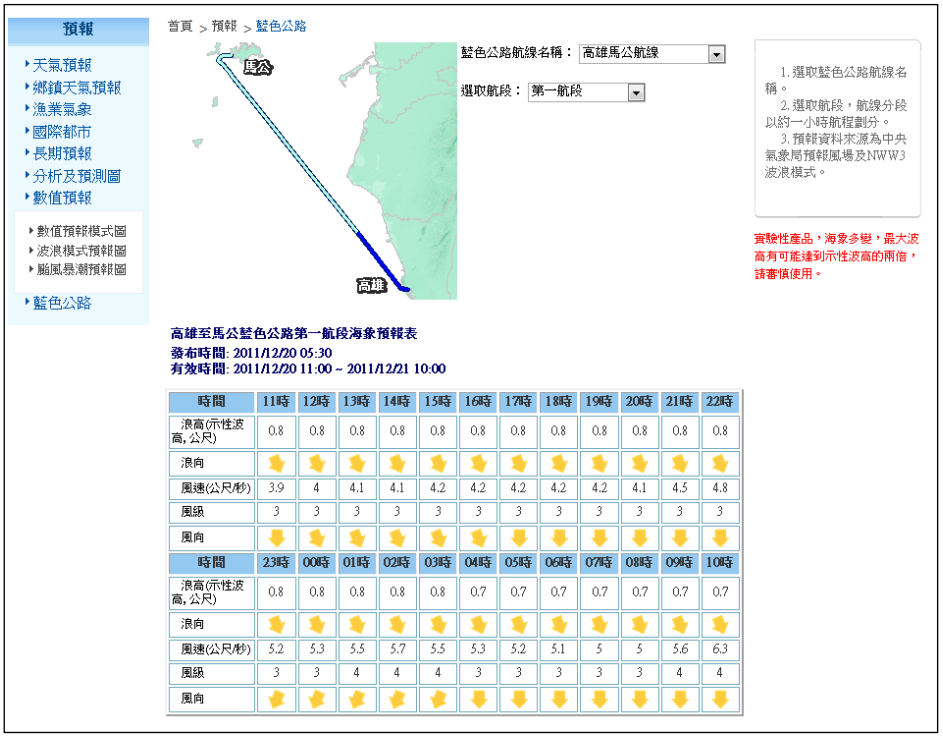


圖 17、藍色公路海象預報功能系統已納入海象 e 化服務系統



時間	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時
浪高(示性波高, 公尺)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
浪向												
風速(公尺/秒)	3.9	4	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.1	4.5	4.8
風級	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
風向												
時間	23時	00時	01時	02時	03時	04時	05時	06時	07時	08時	09時	10時
浪高(示性波高, 公尺)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
浪向												
風速(公尺/秒)	5.2	5.3	5.5	5.7	5.5	5.3	5.2	5.1	5	5	5.6	6.3
風級	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4
風向												

圖 18、藍色公路海況單一航段查詢結果

藍色公路預報功能對外服務已經快滿兩年，該系統並準確預報出觀光船「百麗輪」遭遇大浪傷人事件，在 100 年 11 月 10 日交通部第 1483 次部務會報也對於氣象局所開發的藍色公路海象預報系統，在維護海上客輪之安全給予肯定。101 年度持續有相關船舶運輸業者及漁民對該服務的詳細資訊與準確度給予肯定與建議。

在 101 年度除持續維護系統的正常運作外，還更改模式輸出檔匯入資料庫的程序，並增加各航線預報依觀測值調整功能，讓系統自動根據波高觀測值與預報的差異進行預報波高的調整。藍色公路海象預報系統產出之網頁程式(HTML 檔)也轉製成壓縮檔格式，每天自動傳送到中央氣象局指定電腦中。此外也完成於中央氣象局 HPC 電腦建置藍色公路波浪預報模式之備援系統，並產出藍色公路波浪預報模式與服務系統每月維護記錄。101 年度也完成藍色公路電子看板內容輸入檔的建置產出，讓欲架設電子看板的外單位可以很快的顯示藍色公路的相關資訊。101 年度成果說明如下：

■ 含即時資料網頁上線

101 年度延續先前年度的建置，正式上線納入藍色公路起迄點附近的即時海況測站之波浪（波高、波向）及風（風速、風向）資訊於藍色公路系統當中呈現。即時資料除取自航線起、終點附近氣象局即時波浪或浮標站的資料外，部分即時資料取自交通部運研所港灣技術研究中心。系統將距離現在時刻前三小時的風浪觀測資訊與 24 小時預報資訊一併顯示於系統中。含起迄點即時海象資訊的藍色公路網頁已於 101 年 6 月 1 日正式上線，中文網頁結果如圖 19 所示，英文網頁結果如圖 20 所示。

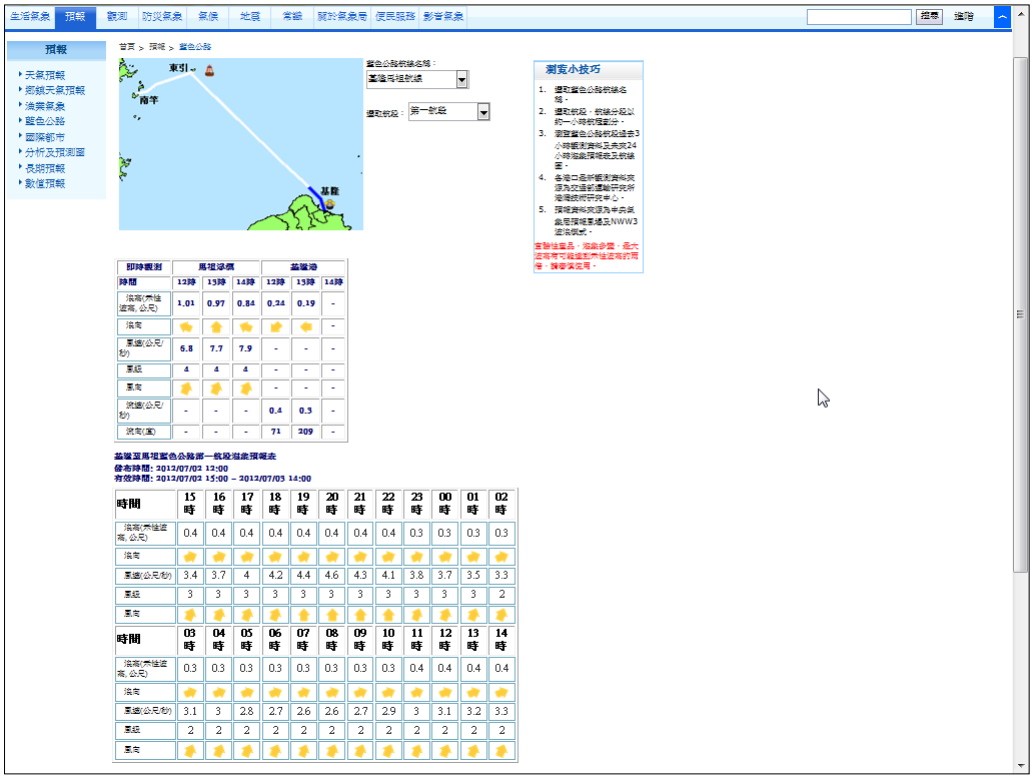


圖 19、中文藍色公路預報網頁(含即時觀測資料)

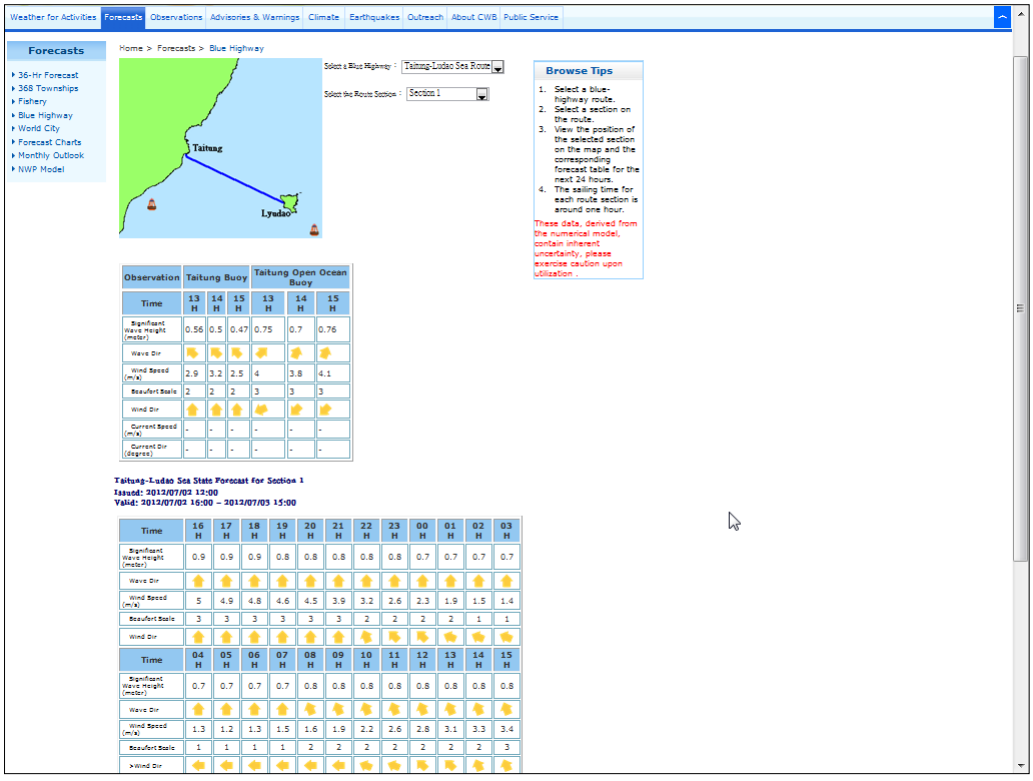


圖 20、英文藍色公路預報網頁(含即時觀測資料)

■ 模式輸出檔直接匯入資料庫

如圖 21 所示 101 年度將更改原先波浪模式預報結果匯入資料庫的方式，建立新的資料產生程序，不再經過 Surfer 軟體及 ASP 的程式將波浪模式結果匯入資料庫，而是建置 VB.NET 程式直接讀取模式的文字檔輸出然後匯入資料庫中。本程序已經在 61.56.11.135

伺服器上作業化運轉替代原先的資料匯入方式。

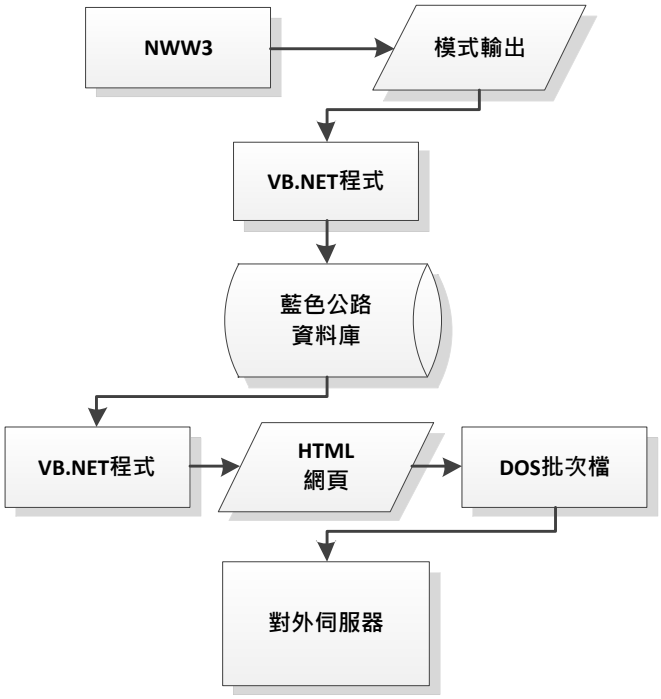


圖 21、波浪模式輸出檔匯入藍色公路資料庫流程

■ 觀測資料修正預報功能建置

為了要讓波浪預報資料在各航線端點不會小於航線端點的觀測資料，101 年度建置藍色公路預報結合觀測資料的預報修改功能。修正的方式分為空間的修正量與時間的修正量如圖 22 所示。在 61.56.11.97 伺服器上的藍色公路資料庫中為了記錄所有的修正值因此增加 wavehadj00 到 wavehadj23 欄位紀錄調整值，還有增加 wavehobsl 及 wavehobsr 欄位紀錄當時的觀測值，使用空間與時間差分方式計算所有調整值並加入資料庫中，有這樣的資料表格即可還原任何時期的波高修正後數值，以便日後查證所需。相關的網頁產生程式因此進行大幅修改，除 update 相關欄位外並計算最後呈現的波高值。

■ 電子看板 XML 內容建置

海象測報中心於 101 年度有請電子看板廠商針對高雄馬公航線建置一套電子看板系統，該廠商使用 Flash 建置電子看板內容讀取 XML 格式的輸入檔，並建置一個將藍色公路資料庫內高雄馬公航線的資料轉成 XML 格式的程式。由於其他藍色公路航線在後續將陸續建立電子看板軟硬體，因此延續電子看板廠商的 Flash 開發環境，海象測報中心著手建置其他航線的電子看板程式，而其所需要的 XML 檔案，由本工作團隊完成建置程式來自動產生。

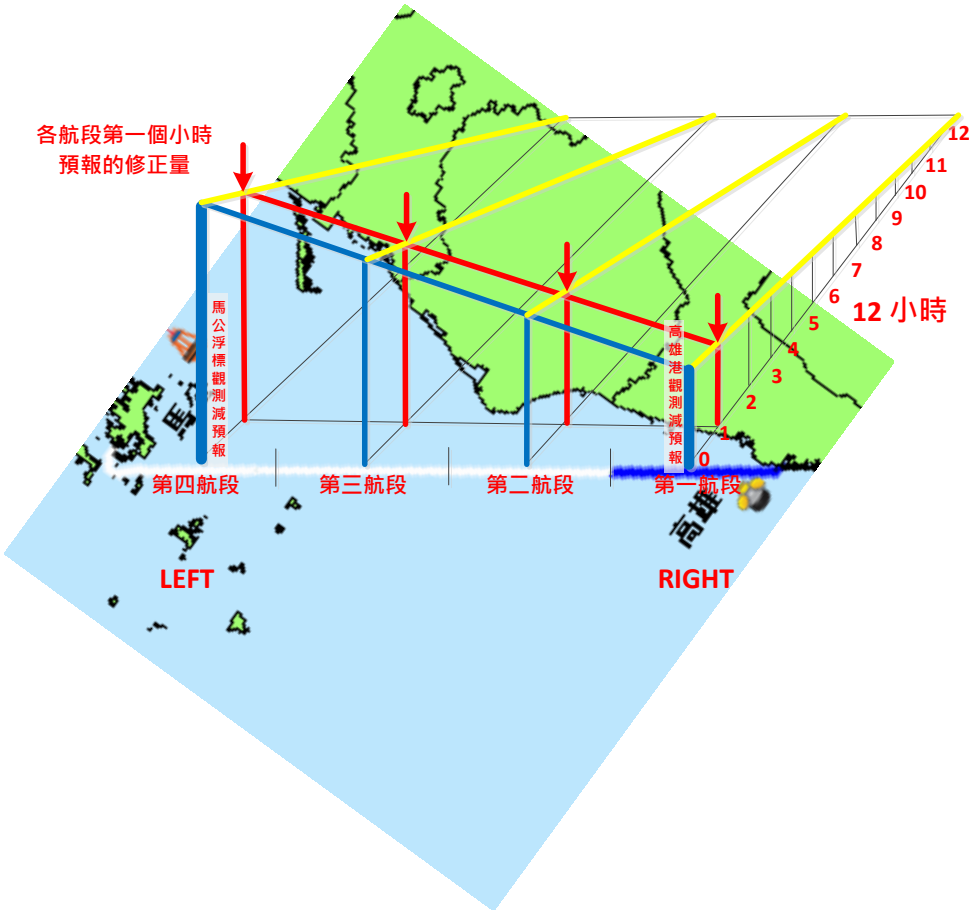


圖 22、觀測資料修正預報資料方式示意圖

■ 結果網頁壓縮傳輸

由於藍色公路網頁的展示已融合入中央氣象局的網站，因此需要將每小時產生的網頁壓縮後傳送到資訊中心指定的伺服器上。使用批次檔的方式執行 7 zip 壓縮程式及 ftp 檔案傳輸程式，利用排程在每小時指定的時間將網頁傳到 172.17.66.1 及 172.17.66.2 伺服器上。壓縮傳輸的檔案包括中文及英文 10 條航線的網頁及相關的瀏覽小技巧網頁。

■ 新增航線

新增航線的作業流程牽涉到許多地方，原本有 NWW3 波浪模式相關作業的修改、文字預報產生 Surfer 程式的修改、匯入資料庫 ASP 程式的修改、及產生網頁的 VB.NET 程式的修改等，由於在 101 年已修改資料匯入程式，因此在 NWW3 波浪模式輸出修改後只要修改匯入資料庫及產生網頁的兩個 VB.NET 程式即可。在 NWW3 波浪模式相關作業的修改方面，首先需要修改 NWW3 的 input 檔自動產生程式，增加航點資料，並為日後可能增加的航線預留空間，最後要修改資料處理程式讓 NWW3 的輸出格式符合原先使用的 SWAN 波浪模式。

在資料庫匯入的 VB.NET 程式部份，主要需配合新的航點輸出更改程式，由於現在

總共更改成輸出 131 點，因此在迴圈部份要每次前進 131 筆資料，並增加矩陣的大小並設定為總共航線的數量。在藍色公路 HTML 網頁產生的程式部分，需要增加新航線的選項、執行觀測資料的修正、增加新航線網頁的產生、及需要更改判斷資料是否充足的程式等。

新增四條航線在 12 月上線，圖 23 到圖 26 顯示新增的烏石龜山島、臺中平潭、臺東蘭嶼、及後壁湖蘭嶼四條航線的藍色公路網頁。

■ 氣象局 HPC 電腦建置藍色公路波浪預報模式之備援系統

HPC 安外高解析（10 公里）波浪模式備援系統已於 4 月底建置完成。其備援策略在 NCEP/NFS(0.25 度)與 JMA(0.25 度)的模式結果不進行備份，在 nest10 公里(NCEP/NFS)的模式結果包括點輸出及面輸出保留關鍵數值傳至 W8，在 nest10 公里(JMA)、Multi(三層 NCEP/NFS)、及 Multi(三層 JMA)的模式結果包括點輸出及面輸出均傳至 W8，並在隔月刪除。

■ 維護報告

藍色公路預報資訊系統每季提出維護報告，由於每次赴中央氣象局海象測報中心進行系統建置與維護相關作業時皆有填寫維護紀錄，並在期末報告中與藍色公路預報資訊系統有關之維護紀錄分季合併一覽表，方便閱覽查詢。

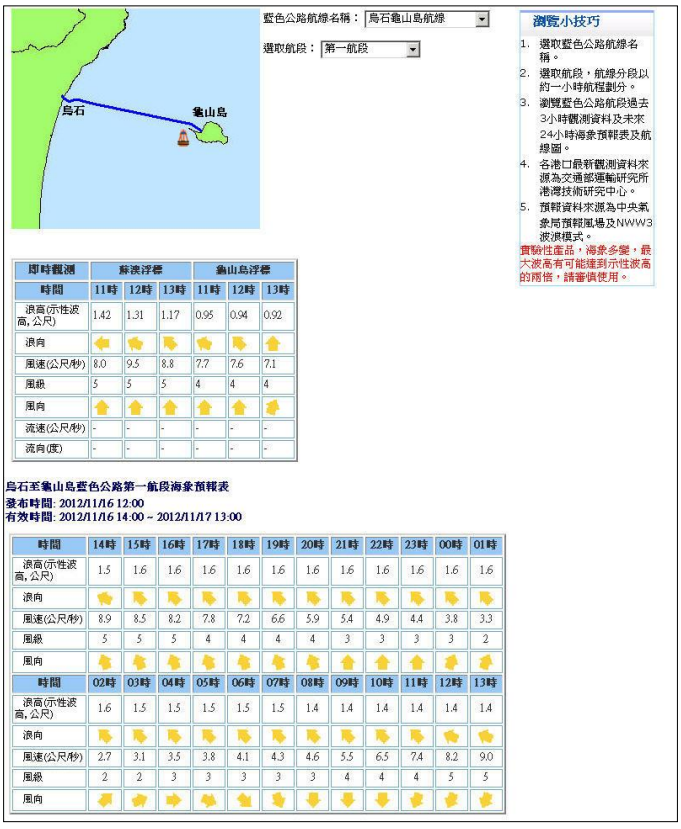


圖 23、新增烏石到龜山島航線藍色公路海象預報網頁

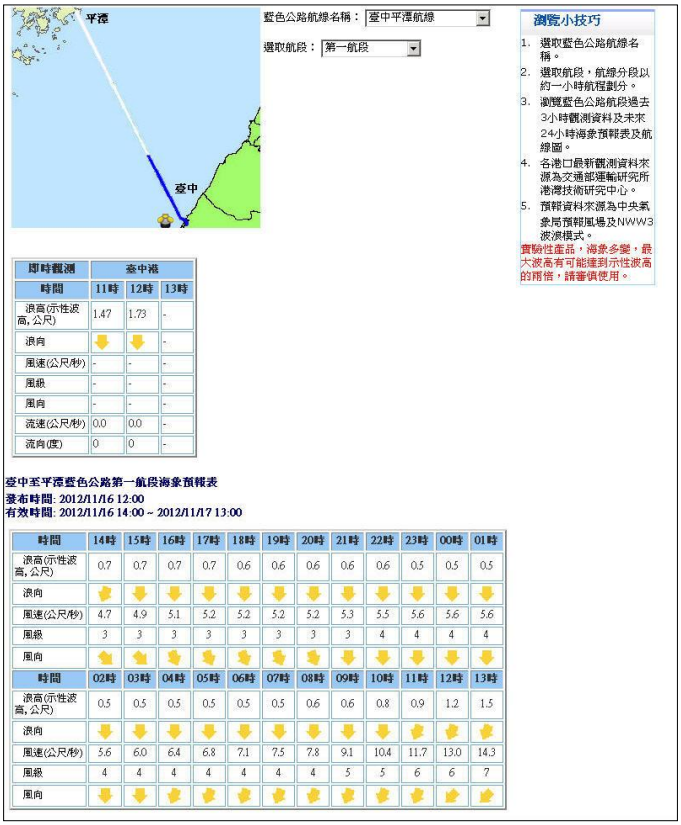


圖 24、新增臺中到平潭航線藍色公路海象預報網頁

圖 25、新增臺東到蘭嶼航線藍色公路海象預報網頁

圖 26、新增後壁湖到蘭嶼航線藍色公路海象預報網頁

■ 預報系統移植新系統(Fujitsu)

本年度亦完成 HPC 所有預報波浪系統移植至新作業平台(Fujitsu)的工作，波浪預報系統包括 0.25 度網格(NCEP/NFS 風場)、0.25 度網格(JMA 風場)、10 公里巢狀網格(10 公里風場，邊界條件來自於使用 NCEP/NFS 風場之 0.25 度網格)、10 公里巢狀網格(10 公里風場，邊界條件來自於使用 JMA 風場之 0.25 度網格)、三層多重網格(NCEP/NFS 風場、10 公里風場、2.5 公里風場)、三層多重網格(JMA 風場、10 公里風場、2.5 公里風場)。另亦完成 NCEP/NFS 風場、JMA 風場、10 公里風場、2.5 公里風場等自動化讀取系統之新系統移植工作。

1-3-2 第二年度已完成之工作項目及研究成果

(1).系集波浪預報之成員建置方法及分歧度分析

足夠的樣本數及夠大的分歧度為系集預報準確的重要條件，依據第一年度之系集成員初步規劃，其系集風場的來源直接承接氣象局之系集預報風場，且計算網格採用二層的多重網格，故本項工作目的在檢視其系集成員的分歧度是否足夠，可否最大程度涵蓋可能的發生機率。

本研究模擬 2012 年 1~2 月(東北季風)及 8 月(颱風時期)，並蒐集計算時段之中央氣象局相關之觀測站資料當作真值。利用適當之統計指標來評估合適的系集成員，包括 Talagrand Rank Histogram、Root Mean Square Error（RMSE）及系集分岐(SPRD)、member equallikelihood 等。

以氣象局外海二測站之計算結果為主要系集成員之調整依據，原使用 Tolman & Chalikov(1996)風場輸入公式在 1~2 月之計算結果尚佳，但在 8 月時計算結果偏大，因此另選用 WAM4 公式及 Rascle 及 Ardhuim(2013)年之設定，使得 8 月時計算結果尚佳，但在 1~2 月之計算結果即偏小。故建議較佳之系集成員之組合方式為選取不同公式各 10 個系集成員，可以提高 SPRD，又可以同時掌握不同公式在季風時期及颱風時期較佳之 RMSE，使得 RMSE 及 SPRD 之差距減小，可較能掌握模式之不確定因素(圖 27 及圖 28)。

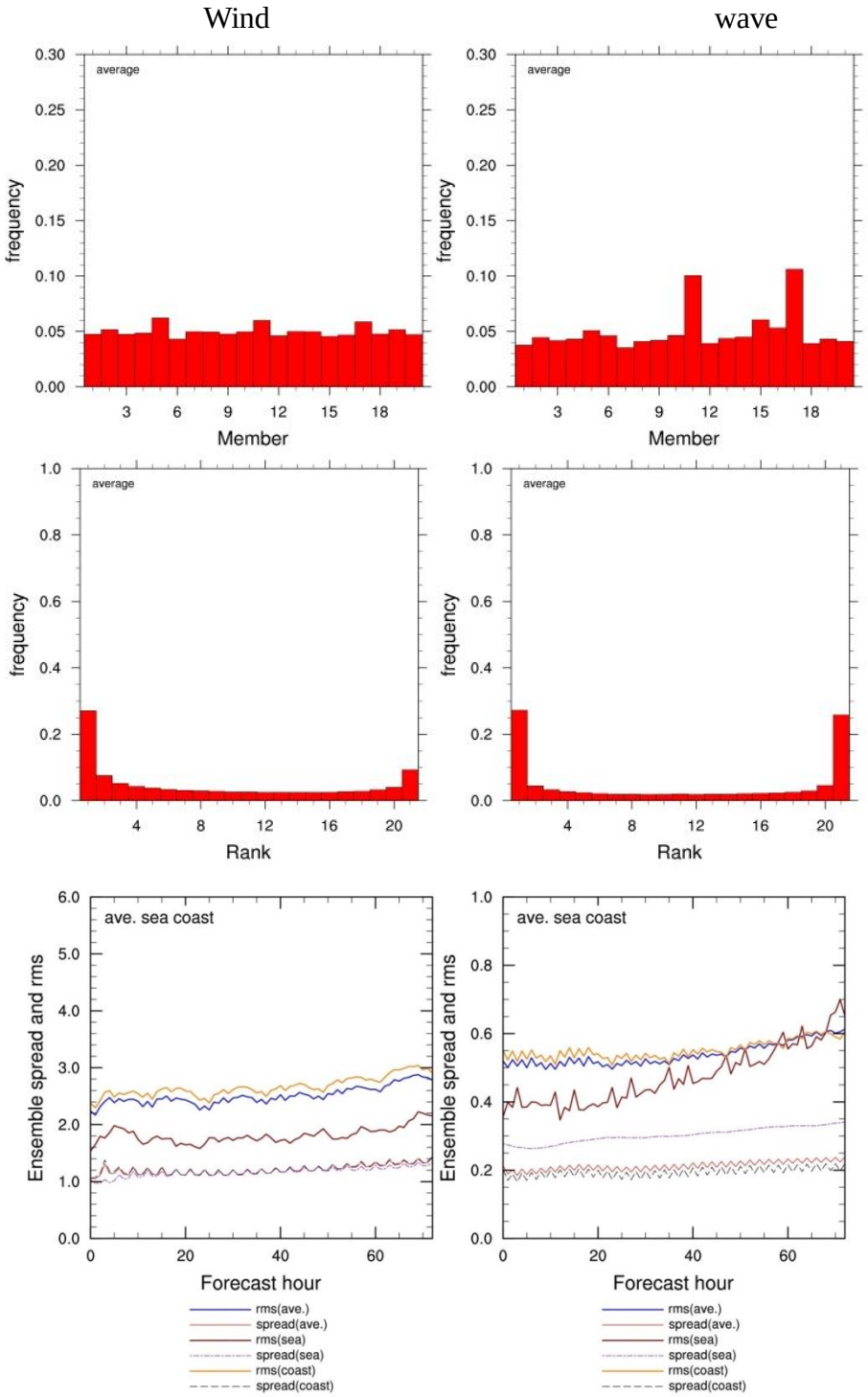


圖 27、2012/1~2 月 U10 及示性波高之測站平均系集統計指標(上：The member equal-likelihood 圖中：Talagrand Rank Histograms 下：RMSE 及 SPRD)

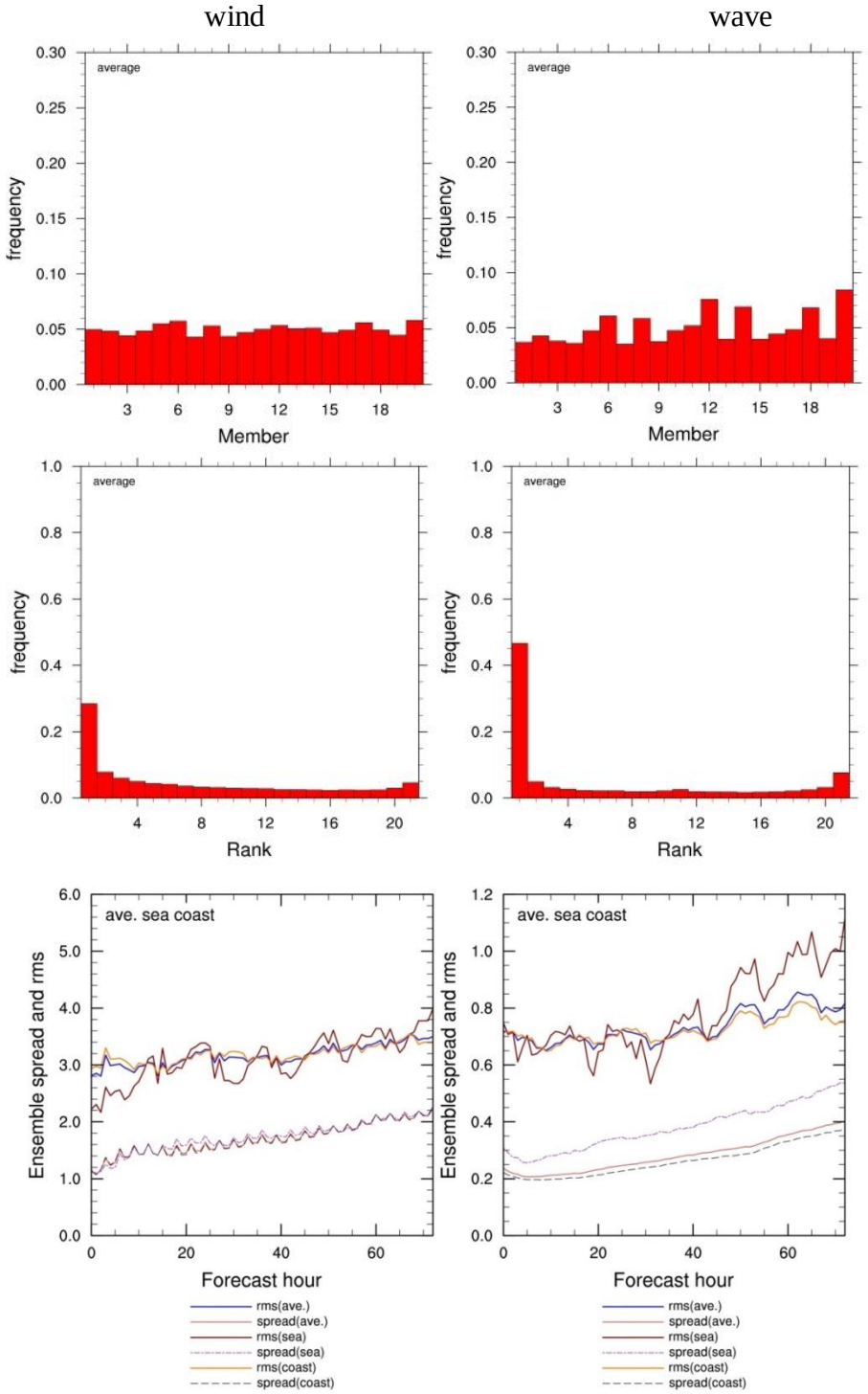


圖 28、2012/8 月 U10 及示性波高之測站平均系集統計指標(上：The member equal-likelihood 圖中：Talagrand Rank Histograms 下：RMSE 及 SPRD)

(2).系集週邊自動控制系統規畫

系集週邊包括風場的讀取、系統資源及產品輸出，此部分在建構系集時即需事先規劃。考慮氣象局系集風場的運作現況，該系統目前係每日二次(00UTC、12UTC)進行系集計算，現階段為了避免計算資源的缺乏，其中部分系集風場提早計算，以 00UTC 為例，最晚在 07UTC 就已全部完成計算，未來在新機器 Fujitsu 上應該可以在 5:30UTC 完成全部計算，且不需分批執行。故對於波浪系集系統之風場讀取如圖 29 所示，但需考慮到有

可能會有部分系集未完成的情形出現。

波浪系集預報系統之執行流程規劃照前處理、系統模擬及後處理的方式執行(圖 30)。前處理包括前述之風場讀取處理及計算輸入條件的建置，而各個系集分開且排程各自獨立，各個風場目錄目前擬讀取二層的系集風場，先讀取 45 公里風場，再讀取 15 公里風場，依序處理成模式需要的風場，而每個風場的讀取皆留下紀錄，以作為系統讀取穩定的參考依據。

系統模擬包括各個系集的計算及後處理，未來將以 shell script file 打包一起 submit job 的方式來進行，依據過去經驗較少發生失敗的情形，每個系集產品在完成計算後將會重新命名，例如加入系集的編號，01 代表第 1 個系集、20 代表第 20 個系集，讓最後的整合可以分辨出哪個系集產品。而每個系集產品在計算完成後亦將各自使用 NCL 繪圖輸出、產生動畫，再 ftp 至指定的電腦儲存及展示。

後處理則包括各個系集計算結果的整合分析、後製處理繪圖、網頁輸出、備份輸出及特殊需求的輸出(例如 WINS)。系集預報主要在產生機率預報產品，需要整合所有系集的計算結果加以處理分析及繪圖，目前規劃擬建立另一個目錄，自每個系集計算開始後，利用排程及 shell script file 每隔一段時間去撈取不同目錄的計算結果開始進行統計分析，或者考慮由每個系集將計算結果 copy 一份至整合的目錄，同樣利用排程及 shell script file 每隔一段時間將計算結果開始進行統計分析，未來將在實際建置時評估優劣決定採行的方式。針對可能有部分系集因為某些原因無法完成計算，將在實際計算結果後，決定時間門檻，擬採取時間限制的方式，當超過某個時間門檻後即開始處理，分析已計算完成的系集，產生相關的預報產品，並將各個系集狀態存檔備查以利後續進行系統穩定性的檢討。

根據第一年的規劃及檢討，系集預報產品包括：

■ 基本統計分析

例如系集平均、離散度、預報機率及可信度等，輸出的變數包括示性波高、平均週期、主頻及波向，輸出的圖形包括面及測站的輸出，基本圖形參考 NOAA 及 ECMWF 之面及點的輸出。

■ 極端海況指標

考量於颱風期間以及東北季風等強風個案，建立評估指標，例如 freak wave 的發生機率(利用 Benjamin-Feir index，考慮波浪的尖銳度與波譜的尖銳度或隨機度)。此部分的功能在新版的 NWW3 ver4.x(預計 2014.1 發布)可能會開發完成，屆時將可直接引用，亦或是根據海象中心其他計畫委託案之研究成果進行改良輸入至 NWW3 模式中。

■ 圖形繪圖及輸出

擬利用 NCL 及 shell script 檔來設計圖形的輸出及動畫的產生。另將配合委方作業化需求，將各個系集的面輸出傳輸至指定的預報展示系統(例如網頁)。目前在使用 NCL 繪圖的過程中均將原始資料以 ASCII 的方式輸出，再透過 fortran 程式轉換成 NCL 可讀取的程式，相對而言比較耗時，由於 NWW3 提供 GRIB2 的資料格式輸出，不僅可以少了處理程序還因檔案較小，在處理系集產品時會相當便利，不過目前在設定上需要重新編譯程式，且還有軟體問題需要克服，希望在未來系統建置時可以使這個功能可以正常運作，將會對後處理很有幫助。

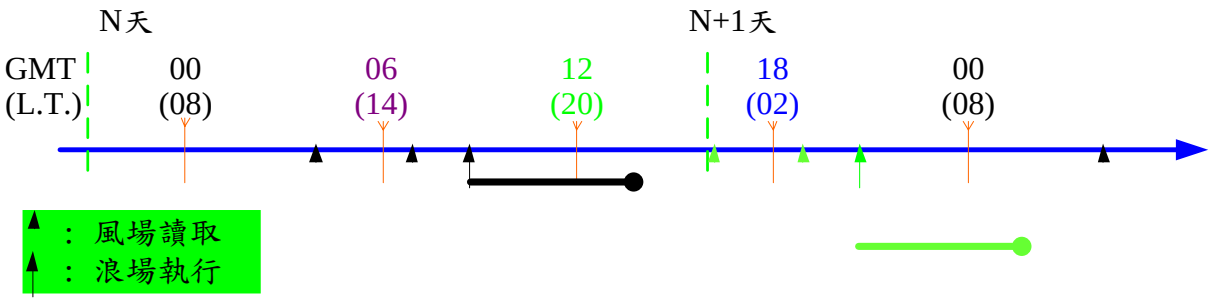


圖 29、作業化多重網格系集風浪模擬時間示意圖

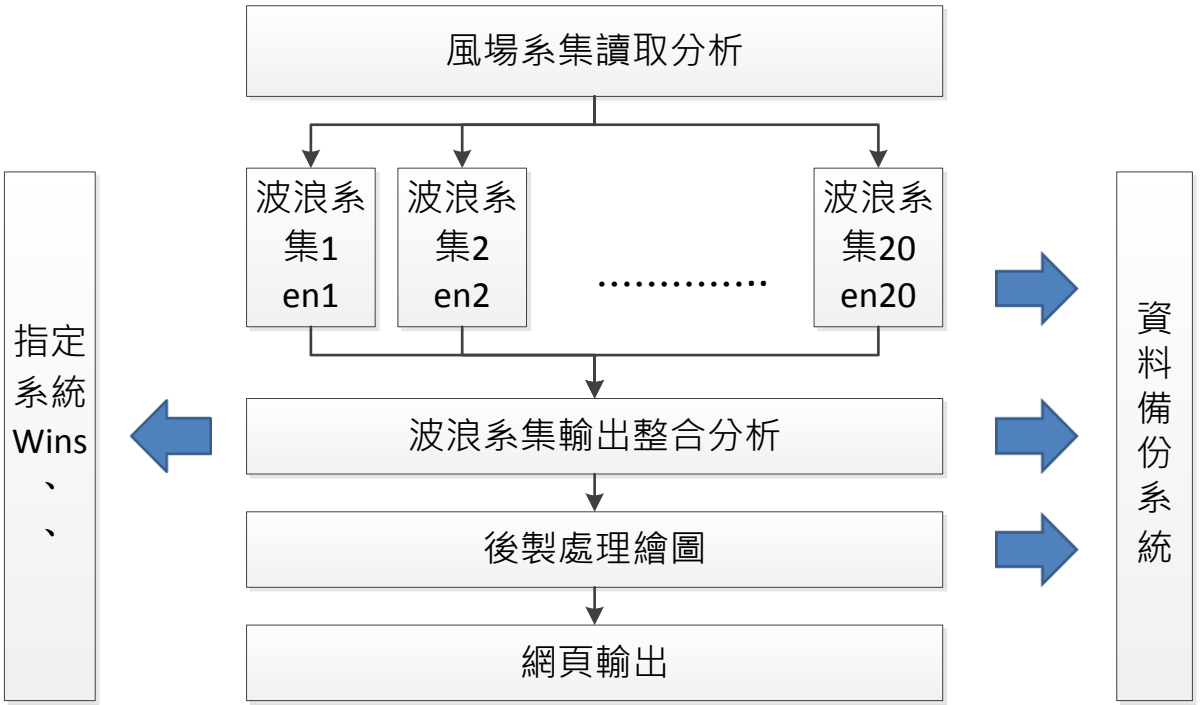


圖 30、作業化多重網格系集風浪系統規劃示意圖

(3).暴潮展示系統更新及功能加強

本團隊與業務單位保持密切聯繫，以確保統的正常運作，當系統有狀況時直接通知工作團隊，利用遠端特定 IP 的電腦連結到海象測報中心 135 伺服器的暴潮展示與校驗系

進行修復。除確保系統能正常運作外，海象測報中心需要進行暴潮模式與修正機制的評估，本團隊因此編修系統程式在瀏覽器中繪製時序列圖，只要點選滑鼠右鍵，在出現的選單中存取資料即可進行進一步的水位比對。

另建置完成模式暴潮偏差的展示功能(圖 31)，此功能將暴潮模式計算出的水位減去模式調和分析的水位所得到的暴潮偏差值，以時序列的方式繪出展示。每個暴潮偏差時序列圖可單獨展示並具備放大功能，展示與介面控制的方式與原先各預報站暴潮水位展示與控制的方式相同。

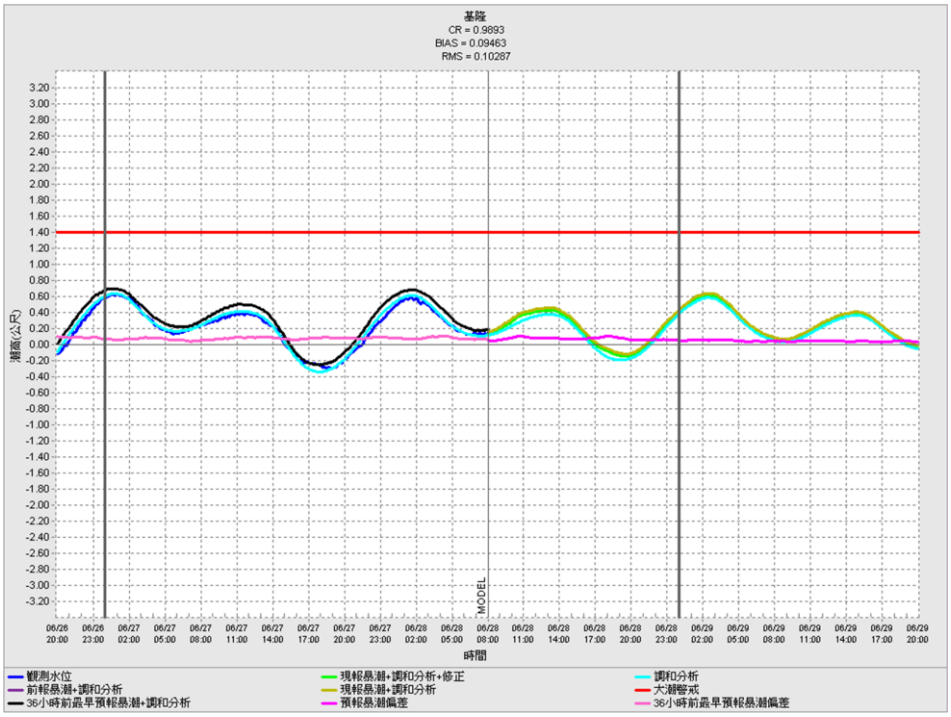


圖 31、模式暴潮偏差時序列曲線(淡粉色及深粉色)加入單一測站暴潮展示圖中

另本年度新增 1 個暴潮模式 COMCOT 的展示與校驗功能 (共四種暴潮模式)，包含過去 36 小時觀測資料時序圖，未來 36 小時模式預報資料時序圖，未來 36 小時模式預報修正時序圖，過去及未來 36 小時調和分析水位時序圖、暴潮偏差時序列圖、警戒線值、舊有之校驗、及圖檔壓縮與傳輸等功能(圖 32)。

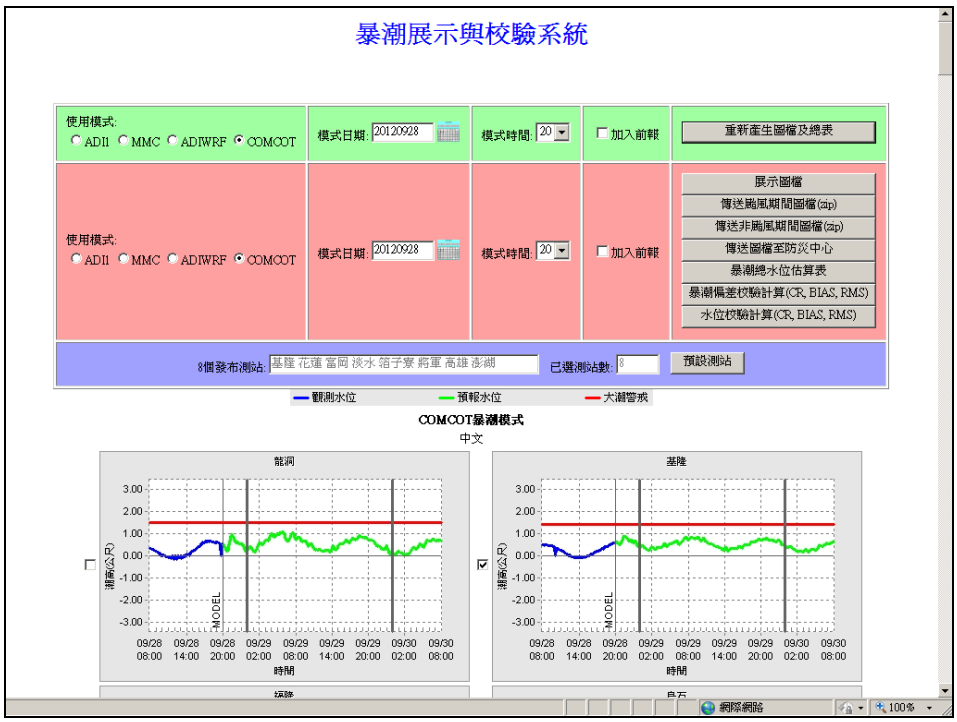


圖 32、系統介面顯示四種暴潮模式可供選擇及 COMCOT 模式結果展示

本年度取得暴潮模式輸出的逐時 2D 檔案並完成 NCL 程式的修改，可串連逐時的結果以動畫方式展現水位的變化(圖 33)，這樣利用 Google Earth 平台展示颱風暴潮水位資訊的方式，讓模式分析的結果可以更明顯的展示，協助預報員做出準確的預報。

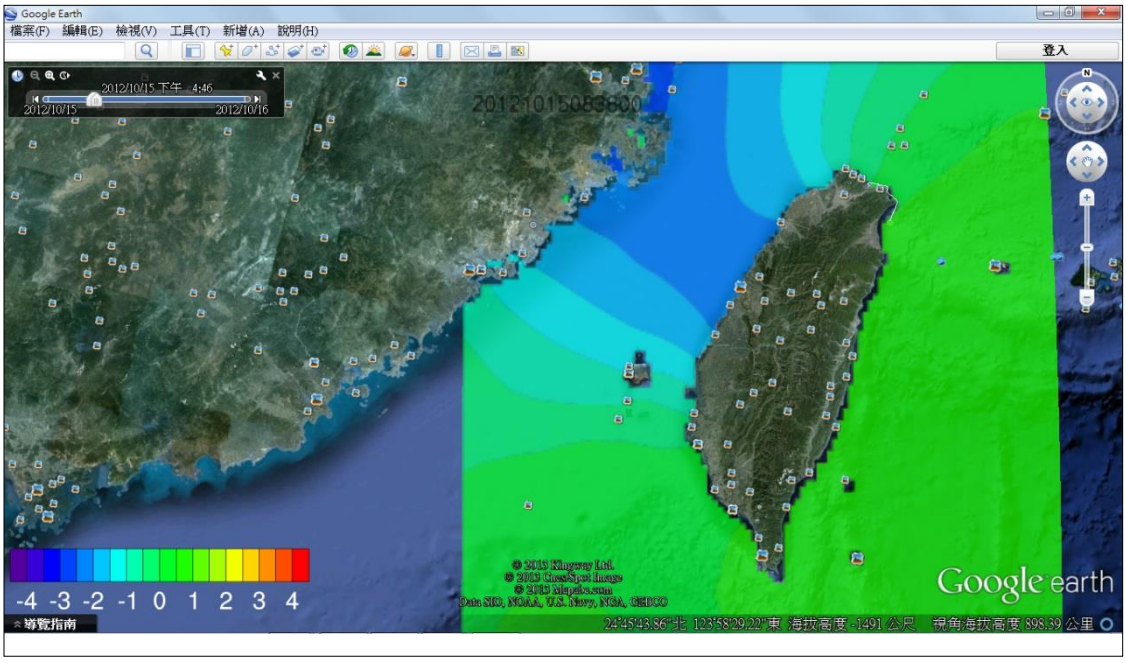


圖 33、水位 KML 動畫檔在 Google Earth 上的展示

為防止 135 伺服器若發生問題導致整個作業癱瘓無法進行颱風期間暴潮展示與校驗及發布暴潮預報時序列圖。海象測報中心於下半年度取得與原先 135 伺服器完全一致的硬體規格，Chart FX 軟體已順利安裝完成，並在複製相關程式及修改所讀取的資料庫為 99 伺服器後，完成備援系統的建置。

(4).藍色公路海象資訊系統更新及功能加強

當藍色公路網頁有狀況時，直接通知工作團隊利用遠端特定 IP 的電腦連結到海象測報中心 135 伺服器的藍色公路相關程式，利用網路 ftp 下載 VB.NET 程式後進行編修與建置 exe 檔。完成的執行檔再透過 ftp 上傳至 135 伺服器替換原先的 exe 程式，等待下次排程的執行。若有緊急狀況工作團隊會趕赴中央氣象局進行問題排解，讓系統可以恢復上線正常運轉。網頁內容如觀測資料的測站展示變動或是增加網頁預報航線等情況時，工作團隊就會在赴中央氣象局進行系統建置與維護時，進行網頁產生程式的編修。現階段藍色公路海象預報整體作業化排程，波浪模式一日執行 4 次，而 11 條航線的網頁產生程式(含觀測值修正機制)、20 條航線的 XML 產生程式(含觀測值修正機制)、及傳輸至資訊中心的批次檔則是每小時執行。

由於藍色公路海象預報的需求程度越來越高，因此從原先增加 2 條藍色公路預報的工作，更改為增加 10 條藍色公路預報，基隆龍洞、龍洞龜山島、基隆台中、基隆港台州、臺中高雄、臺中廈門、高雄花蓮、花蓮基隆、花蓮蘇澳、及臺北港平潭，並配合資訊中心的需求，建置了可輸出 20 條藍色公路海象預報 XML 檔案的程式，以平行作業化執行及自動傳輸的方式提供給資訊中心。

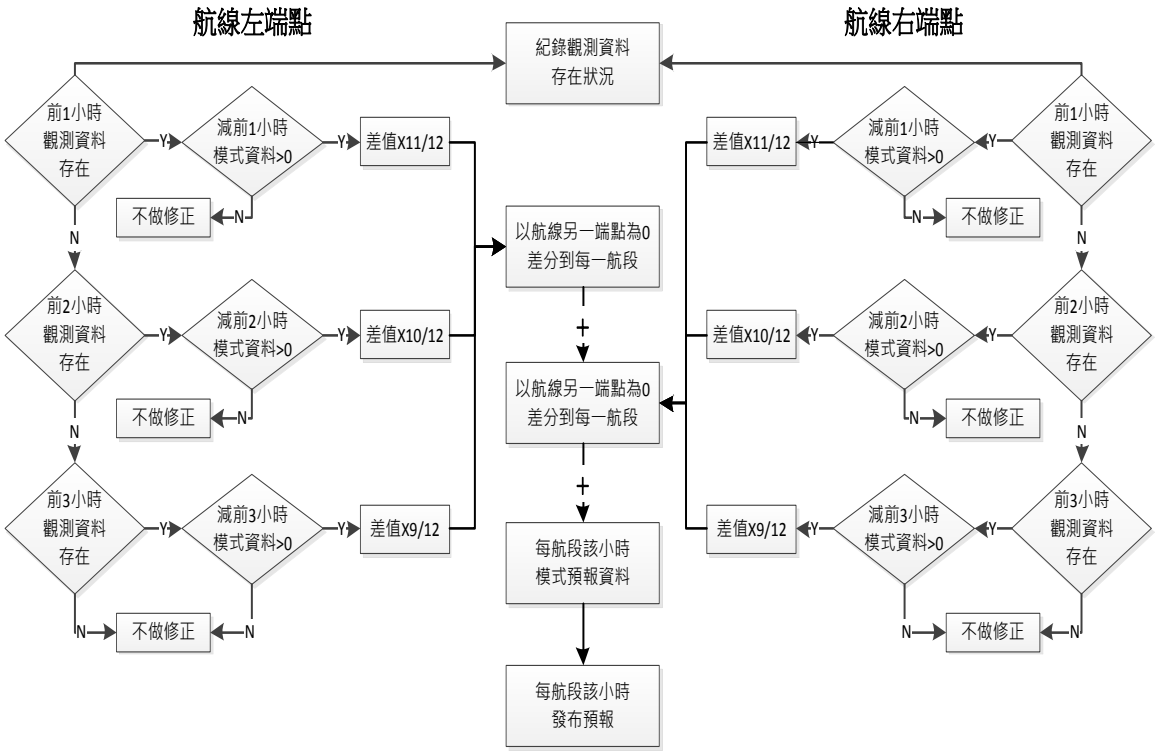


圖 34、觀測資料修正預報資料流程

為了讓波浪預報資料在各航線端點不會小於航線端點的觀測資料，本年度已經建置藍色公路預報結合觀測資料的預報修改功能，但由於某些航線觀測資料的即時性不足，在要產生網頁及 XML 檔時並不存在，無法進行波高的修正作業，因此本年度完成新增

波高修正機制(圖 34) ，順利作業化運轉中。因應海象測報中心進行藍色公路預報準確度的評估，本團隊協助建置資料庫相關資料擷取程式及比較繪圖的 Excel 檔案，並建置記錄功能，記錄每小時觀測資料在進行網頁與 XML 產生時的存在性。

102 下半年度由於麗娜號花蓮蘇澳航線開航，但資訊中心網頁需要年底才會對外，因此在新增的 10 條航線中的花蓮蘇澳航線需要額外產生網頁納入現有的藍色公路網頁中(圖 35)。

圖 35、花蓮蘇澳航線海象預報網頁

過去藍色公路波浪預報的顯示資料係由巢狀網格 10 公里的計算輸出，但在轉到新的 Fujitsu 平台後，本年度已調整輸出來源，改由三層多重網格波浪模式的計算結果來取代，該模式除了整合原來的網格特性外，還考慮到第三層(2.5 公里)更細的網格及風場，並使用網格間雙向(two-way)的資料傳輸方式。目前波浪預報的輸出及輸入設計是以 72 小時的預報為基準，包括計算所需要的輸入條件檔名、內容，輸出條件檔名、內容，與所有跟時間有關的設計等，均為 2 個位數的輸出，未來氣象局在此部分擬規劃拓展至 100 小時以上的預報時間，因此本年度完成所有 6 個作業化模式及 4 個作業化風場的修正工作，使其可以因應未來時間拉長的需求。

為防止 135 伺服器若發生問題導致整個作業癱瘓，無法進行藍色公路海象預報作業及建置 XML 檔案傳輸給資訊中心，氣象局購置新的伺服器進行 135 伺服器的備援系統建置工作。本團隊完成設定與現有 135 伺服器上相同的環境，然後將藍色公路海象預報系統相關程式複製到新的備援伺服器上，並進行測試後開始同步作業化預報作業，以確

保系統可以在很短的時間內取代原先的 135 伺服器，產生網頁及 XML 檔自動傳輸給資訊中心。

(5).漁業氣象預報與風浪預報模式之比較

中央氣象局現階段在風浪預報上存在二種版本，除了使用風浪模式之風浪預報，還包括漁業氣象使用蒲福風級之風浪預報。本工作針對台灣附近海域之漁業氣象預報及 NWW3 風浪模式之計算結果進行比較分析，並蒐集馬祖浮標觀測資料，比較觀測值與漁業氣象預報及 NWW3 風浪模式之計算結果之差異。

研究結果顯示，以不同時間區域範圍內整體相關性來看，一些時段漁業預報及風浪模式預報結果的相關係數可達 0.9 以上，但在一些時段相關性極差。預報區域範圍內不同位置相關係數在大部分區域都在 0.8 以上，但在一些特定區域如長江口以北的黃海海域向南延伸到大陸沿岸、台灣東北角及恆春半島西側相關係數低於 0.8。比較漁業預報、風浪模式及馬祖浮標三者於同時間的異同，以 2012 年 8 月 1 日至 2012 年 12 月 17 日之資料，大致上三者趨勢幾乎一致，漁業預報與風浪模式二者的相關係數達 0.83，且漁業預報波高有偏高的趨勢，此與預報經驗吻合。另在所有區域的 BIAS 部分，在台灣附近海域大部分區域漁業預報值較風浪模式結果大，而風浪模式結果較大的區域在太平洋及南海等開闊海域，顯示二者差異會因不同時間或區域而有不同。

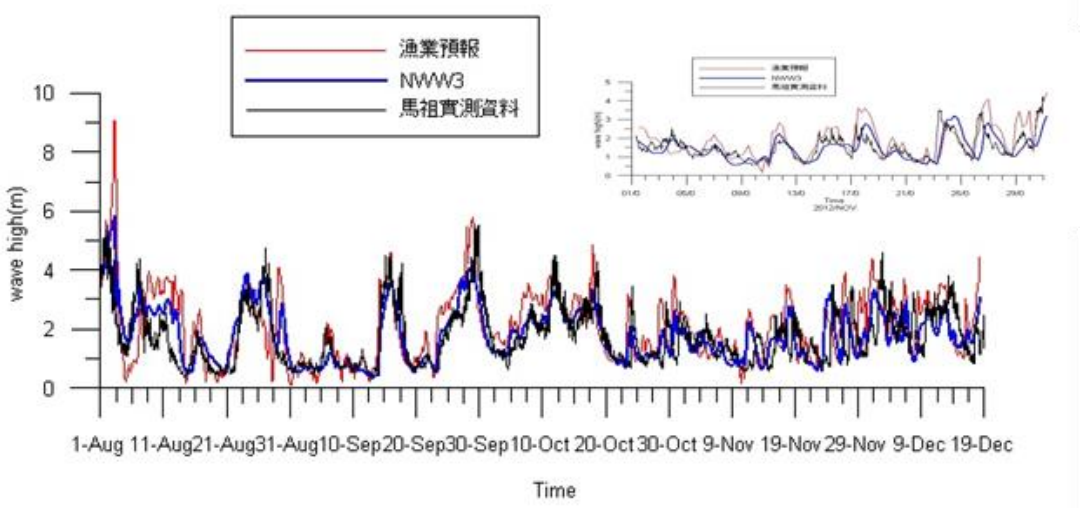


圖 36、漁業預報、風浪模式及馬祖浮標波浪資料時序圖

1-3-3 第三年度(本年度)之工作項目

建立作業化的系集波浪預報系統及進行系統之測試，同時規劃預報產品之統計分析流程。

(1).統計分析系集之規畫

系集預報之成效與系集之分歧度有很大的關係，因此需對預報結果進行統計分析，結果需至少算出預測的信賴性及機率等相關的資訊，本年度先對於如何進行統計分析及

分析項目進行規畫，作為隔年建置的依據。

(2).作業化系集預報系統之建置及測試

依據前一年選定系集成員之組成方式及系集個數，配合規畫之輸出需求及目前可用之硬體設備，進行作業化系集預報系統之建置及測試。

(3).暴潮展示系統更新與維護

持續維護暴潮展示與校驗系統的正常運作，並針對預報員對於系統使用方面的意見進行系統微調改善。本年度並將規劃建置暴潮預報評分系統，利用系統計算出的相關係數、平均偏差、及均方差等搭配如 Spearman Rank Correlation 的計算來建置一套評分系統，讓預報員及主管可以輕易的評估暴潮預報的準確性。

(4).藍色公路海象資訊系統更新與維護

本年度除持續維護藍色公路海象資訊系統每日的正常運作以及電子看板內容的更新維護外，將根據上年度的評估規劃進行藍色公路預報資訊主動傳播媒介的建置與選定特定單位與個人進行測試。

1-3-4 第四年度之工作項目

建立系集波浪預報之統計分析技術，並對作業化波浪預報系統之產品進行校驗工作，供作系集預報策略之擬定及修正參考，並對建置自動化系集週邊自動控制系統及近域系集波浪預報進行規畫。

(1).統計分析系集之建立

系集預報的成效需視其預報的分歧度是否良好而定，因此系集預報需同時配合其預報產品的統計分析。若採用不同線性組合的擾動，則會有不同的機率密度函數分布，產生的分歧度效果不盡相同，因此需要藉由進一步資料探勘分析以決定較佳的系集策略。

(2).作業化系集預報成果之分析研究與未來改善策略研擬

預報成果的準確度需要作進一步的分析，以確認系集預報策略的正確性，並作為未來改善策略研擬之參考，同時可檢驗輸出產品之適用性是否符合使用者的期待。

(3).近域系集波浪預報系統規畫

近域波浪模式適用於近海區域，對於從事近海活動的人員更具重要性，例如沿海遊憩、近岸救難等，系集預報風浪模式的預報指引更能提供參考價值，也更能掌握真實的近海水域狀況，然而近域波浪模式的計算能量相對較大，如何選定適當的系集成員，提供夠大的分歧度將成為系集預報準確的重要條件，因此需要進行國外資料的蒐集，進行

整理及規畫。

(4).暴潮展示系統更新與維護

持續維護暴潮展示與校驗系統的正常運作，並針對預報員對於系統使用方面的意見進行系統微調改善。本年度並將建置依據上年度的規劃，建置與測試暴潮預報評分系統。

(5).藍色公路海象資訊系統更新與維護

本年度除持續維護藍色公路海象資訊系統每日的正常運作以及電子看板內容的更新維護外，將持續測試藍色公路預報資訊主動傳播系統，並進行系統的結果發表與推廣。

1-4 工作流程

本計畫全程之工作流程圖如圖37所示，第三年之工作流程則如圖38所示，執行過程中將定期赴中央氣象局開會討論工作執行內容。

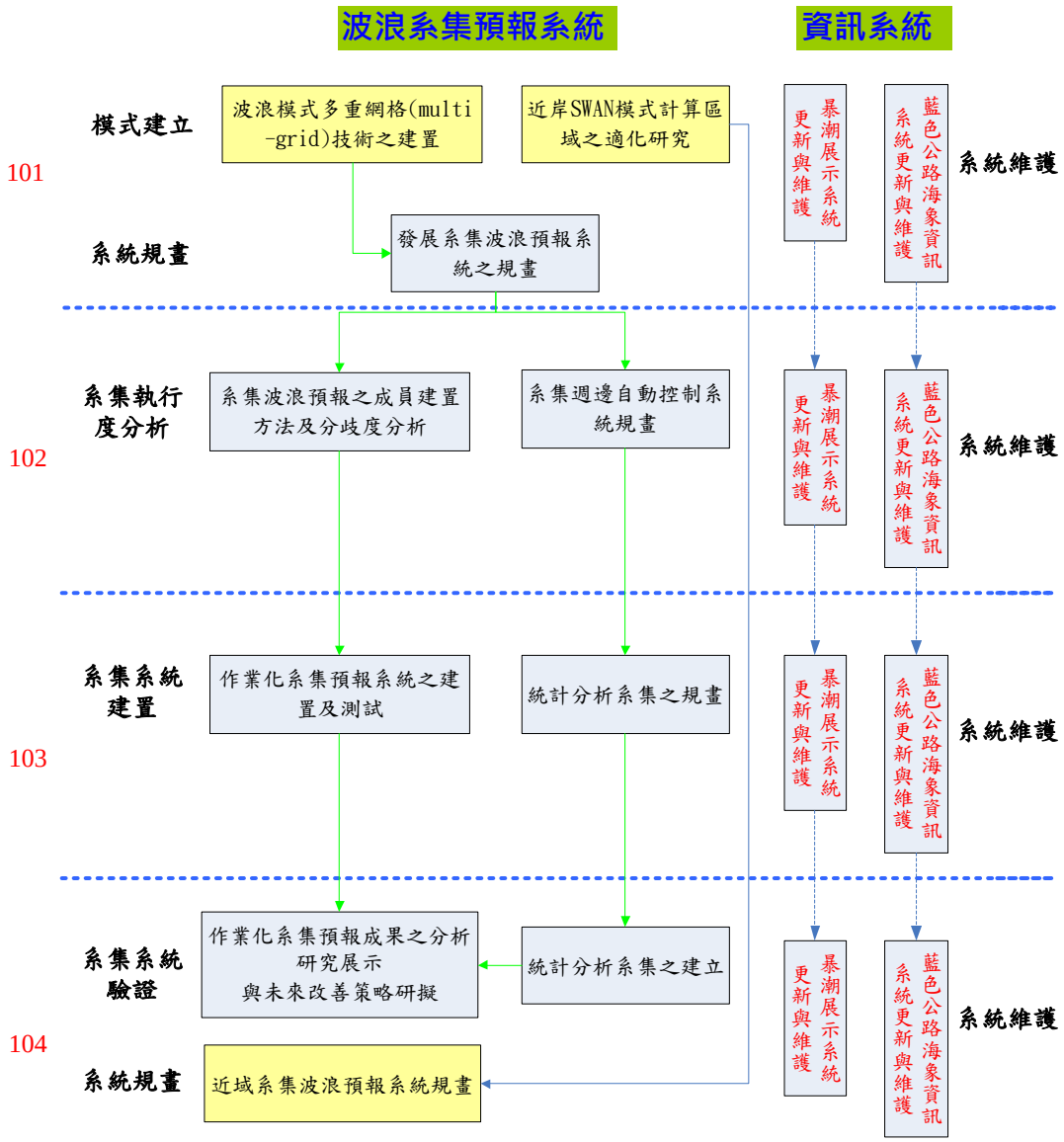


圖 37、計畫全程之工作流程

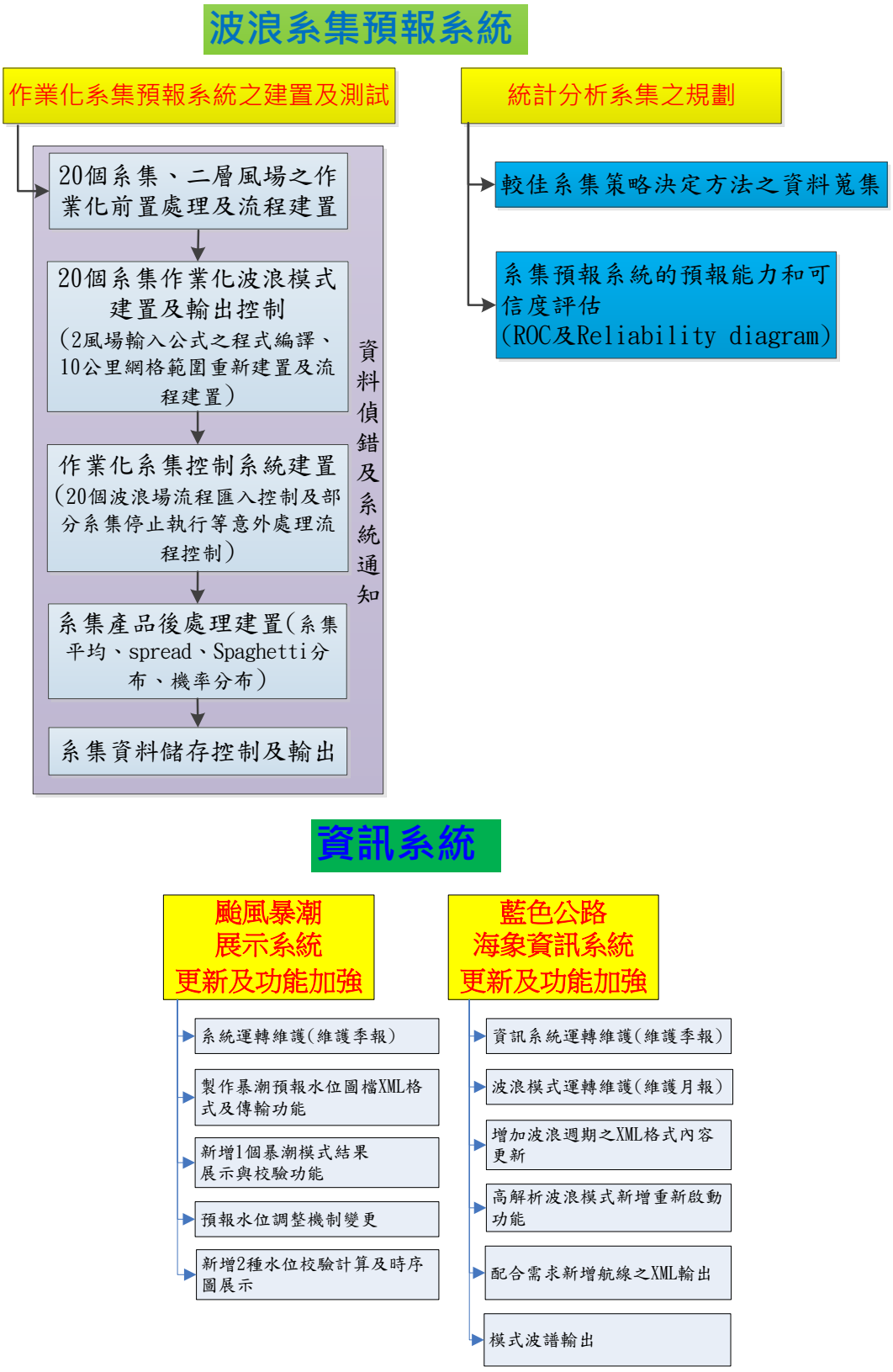


圖 38、第三年之工作流程

1-5 工作時程

工作項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備註
1. 作業化系集預報系統之建置及測試													
(1)作業化系集風場之前置處理及建置													
(2)二個風場輸入公式之程式編譯及 10 公里網格範圍重新建置													
(3)系集作業化波浪模式建置及各單一波浪系集之輸出控制													
(4) 作業化系集控制系統建置													
(5)系集產品後處理建置及資料儲存控制													
2. 統計分析系集之規劃													
(1)較佳系集策略決定方法之資料蒐集													
(2)系集預報系統的預報能力和可信度評估													
3. 暴潮展示系統更新及功能加強													
(1) 確保系統正常運作													
(2) 製作暴潮預報水位圖檔 XML 格式及傳輸功能													
(3) 預報水位調整機制變更													
(4) 新增 1 個暴潮模式結果展示與校驗功能													
(5) 新增 2 種水位校驗功能及時序列圖展示													
4. 藍色公路海象資訊系統更新及功能加強													
(1) 確保系統正常運轉													
(2) 配合需求新增航線													
(3) 增加波浪週期之 XML 格式內容更新													
(4) 高解析波浪模式新增重新													

啟動功能													
(5) NWW3 波譜輸出													
5.期中報告撰寫													
6.期末報告撰寫													
工作進度估計百分比 （累積數）	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		

預 定 查 核 點	第 1 季:完成作業化系集風場建置 第 2 季:完成作業化系集波浪預報系統雛型建置、新增 2 種水位校驗功能及時序列圖展示、製作暴潮預報水位圖檔 XML 格式及傳輸功能、增加波浪週期之 XML 格式內容更新、期中報告撰寫 第 3 季:完成作業化系集波浪預報系統建置、統計系集規畫、新增 1 個暴潮模式結果展示與校驗功能、配合需求新增航線 第 4 季:完成期末報告撰寫

說明：(1)工作項目請視計畫性質及需要自行訂定。預定進度以粗線表示其起訖日期。

(2)「工作進度百分比」欄係為配合管考作業所需，累積百分比請視工作性質就以下因素擇一估計訂定：

1.工作天數 2.經費之分配 3.工作量之比重 4.擬達成目標之具體數字。

(3)每季之「預定查核點」，請在條形圖上標明※號，並在「預定查核點」欄具體註明關鍵性工作要項。

1-6 計畫產品名稱及驗收標準

表 2、期末交付產品名稱及驗收標準

交付項目	完成日期	驗收標準
1.作業化系集預報系統之建置及測試	103/06/27	1. 於期中報告審查前建置波浪系集系統雛形，每日執行 4 次。系統完成後需包括： ● 20 個系集、風場（WRF）之作業化前置處理及 shellscript 流程建置。 ● 20 個系集作業化波浪模式建置（2 種風場處理公式之程式編譯、網格範圍重新建置、shellscript 流程建置）及各單一波浪系集之輸出控制。 ● 作業化系集控制系統建置（含 20 個波浪場流程匯入控制及部分系集停止執行等意外處理流程控制）。
	103/11/14	2. 系統建置完成，另需包括： ● 系集產品後處理建置（含系集平均、spread、Spaghetti 分布、機率分布等產品）。 ● 系集資料儲存控制。 3. 波浪系集系統測試說明。 4. 撰寫波浪系集系統操作手冊。
2.統計分析系集之規劃	103/06/27	1. 較佳系集策略決定方法之資料蒐集。
	103/11/14	2. 系集預報系統的預報能力和可信度評估（ROC 及 Reliability diagram）。
3.暴潮展示系統更新及功能加強	103/06/27	1. 協助維持暴潮展示系統內容更新與系統正常運轉，每季提出維護報告。 2. 製作 8 個測站暴潮預報水位圖檔 XML 格式，並自動傳送至指定電腦。 3. 暴潮展示系統功能更新需包括： ● 預報水位調整值改成模式執行時間過去 6 及 12 分鐘平均值。 ● 新增一選項水位校驗（調合分析+模式暴潮偏差+修正）計算 3 值（Bias、RMS、CR） + 時序圖。 ● 新增一選項水位校驗（模式天文潮+模式暴潮偏差）計算 3 值+ 時序圖。
	103/11/14	4. 協助維持暴潮展示系統內容更新與系統正常運轉，每季提出維護報告。 5. 暴潮展示系統功能更新需包括： ● 新增 1 個暴潮模式模組。

4.藍色公路海象資訊系統更新及功能加強	103/06/27	1. 協助維持藍色公路系統內容更新與系統正常運轉，每季提出維護報告。 2. 增加波浪週期之 XML 格式內容更新。
	103/11/14	3. 協助維持藍色公路系統內容更新與系統正常運轉，每季提出維護報告。 4. 配合需求協助新增航線 XML 內容更新。 5. 高解析波浪模式新增重新啟動功能。 6. 協助本局 NWW3 波譜輸出以計算異常波高機率。
5.廠商於期末報告需附上績效報告1份。	103/11/14	期末績效報告 1 份（依照國科會格式）。
6.配合本局不定期之查訪	103/11/14	本局將不定期對本計畫進行工作進度查訪，廠商至少每 2 個月應向本局報告工作進度（簡報或會議型式）。

第二章、作業化系集預報系統之建置及測試

依據前一年選定系集成員之組成方式及20個系集個數，開始進行系集系統的建置，第一層NWW3的計算範圍維持不變，讀取WRF的M00所產生的第一層風場，而為了配合WRF風場第二層的計算範圍，因此NWW3改變第二層的計算範圍(圖39)，需重新建立水深(圖40)、X及Y方向之障礙物分布(圖41及圖42)及輸入檔(ww3_grid.inp.grd2)，此外因使用二個風場公式(Tolman and Chalikov & WAM4)，故程式需重新編譯形成二個執行檔(ww3_multi及ww3_multiW)。另若mod_def檔有問題時，其重新產出(ww3_grid)時會去偵測switch的設定，故在shell script撰寫執行過程中，應避免去執行ww3_grid程式，否則會有switch和ww3_grid.inp無法符合的情形出現。

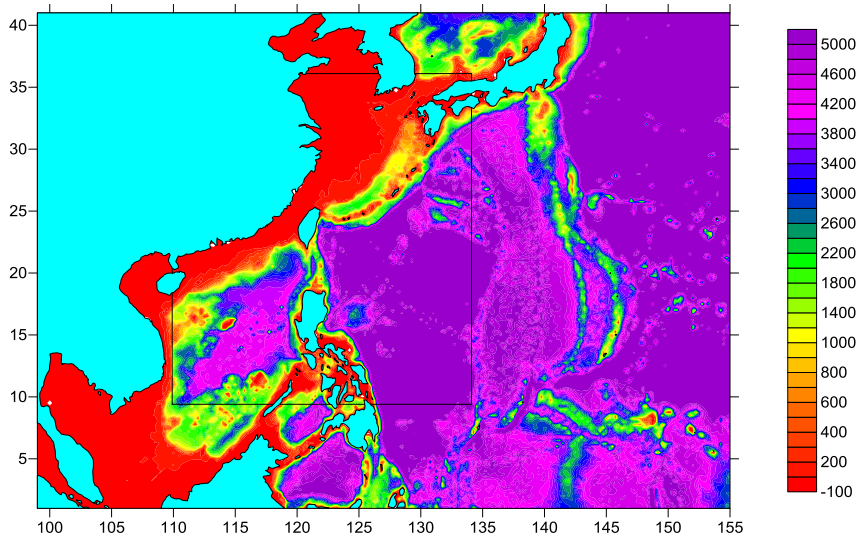


圖 39、二層網格之計算範圍

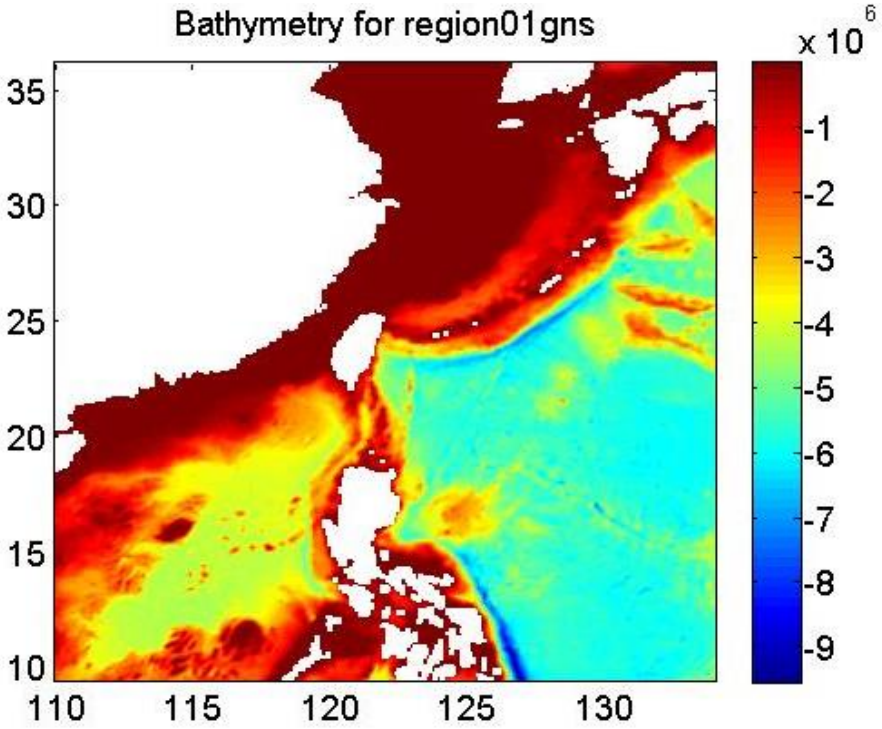


圖 40、第二層網格之水深分布

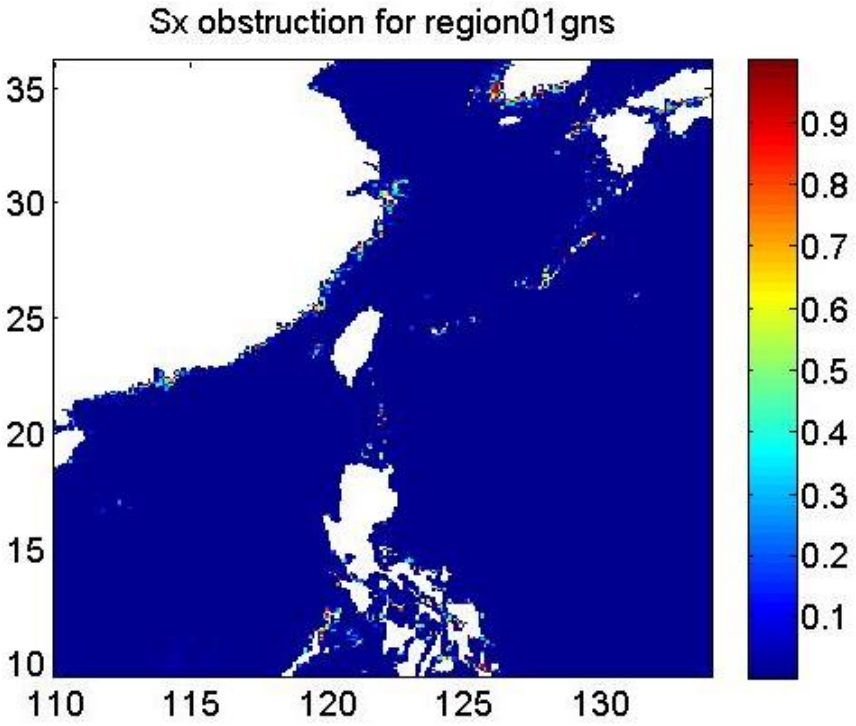


圖 41、X 方向之障礙物分布

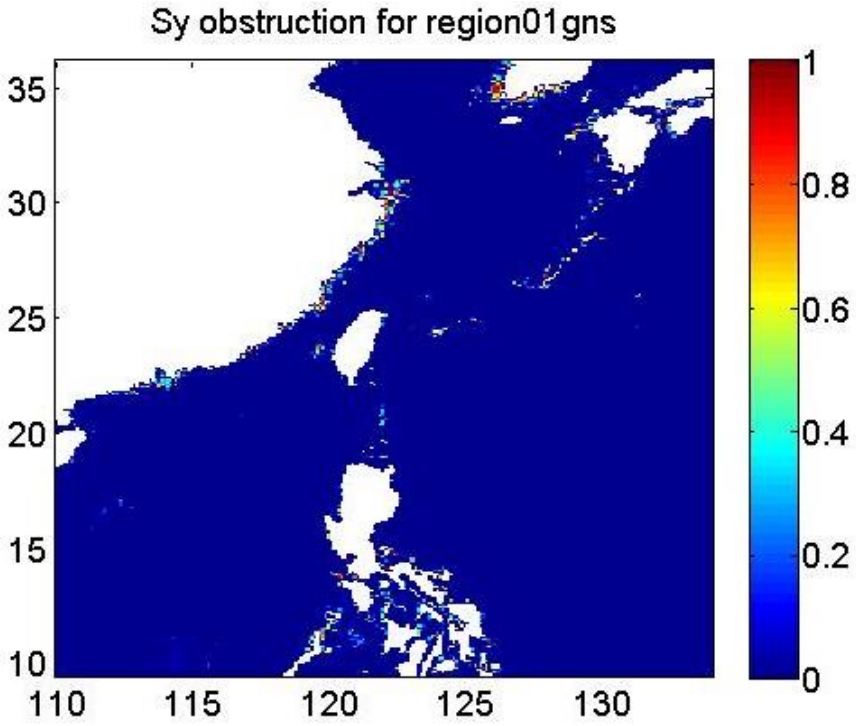


圖 42、Y 方向之障礙物分布

整個系統包括系集的整合控制、單獨系集風場的讀取及處理、單獨系集程式的執行及處理、系集輸出結果的整合處理及繪圖、資料備份及資料傳輸等。目前系統均安排在氣象局Fujitsu的平台上，由於20個系集數不算少，故需利用Linux Shell Script程式撰寫安裝程式及修改程式(makefile)，包括風場的處理及NWW3的程式都是一樣，俾使管理系統趨於簡單化，系集編號en01~en10為使用WAM4的公式，系集編號en11~en20則使用Tolman and Chalikov公式。同理，控制流程亦是使用Linux Shell Script程式撰寫(ww3_work-00t、ww3_work-06t、

ww3_work-12t、ww3_work-18t)，並利用排程定期執行Shell Script程式(系統操作手冊詳如附件四)。

本系統之設計採用風場目錄及波浪場目錄一對一的的對應方式，而submit job的方式亦採用每個系集自獨立的方式，同時為了避免系統塞車採取時間差的方式來submit job，控制節點最後啟動也最後完成故能蒐集其他系集的計算成果，此種設計方式迄今未遭遇重大問題，系統相對穩定，除了事先協調避開其他使用資源的因素外，需求之計算資源相對其他領域而言算是偏小。而系集風場之計算方式則是固定由一個Shell Script程式來submit所有20個job，並由其來監控每個job的執行進度，並控制後製處理的時間。未來若有需要可以參考此建置方式修改波浪系集系統。

以下就WRF風場讀取、NWW3系集及展示雛型系統之測試及建置成果分述如后：

2-1 WRF 風場

首先針對風場的讀取進行處理及排程，目前00系集風場大約在10:00執行完成，考慮風場若無法正常產生的狀況下，在11:00才開始讀取及處理風場，以天為單位形成一個檔案，包括hindcast及預報72小時共四天四個檔案，作為NWW3計算使用。而建置過程中基於遠端工研院登入處理的方便性，目前已經同時完成備援系統及hpc的建置，但由於目前備援系統的資源仍然不足(預計年底會改善)，經協調修改備援系統風場啟動的時間與NWW3模式的啟動時間，避免影響NWP(numerical weather prediction)的執行。

除了系集風場外，系統亦讀取M00決定性預報的風場(en00)，但因系集風場係使用前一個預報時間的M00決定性預報風場來加入擾動，故真正同一時間的M00決定性預報風場的時間約在13:00完成，大約晚了3個小時。圖43及圖44分別為45公里及15公里的20個系集風場分布圖，20個系集排序依序為由左到右、由上到下。計算結果輸出在面的部份包括系集平均及分歧(spread)、機率分布、Spaghetti圖，點的部分則是盒鬚圖。

WRF系集風場的讀取路徑’WEPS_E01@WEPSDB@npcaweps@datamv07’ (以第一個系集為例)，若是第二個系集則上述E01則改為E02，以此類推。而WRF M00決定性預報風場的讀取路徑為’WRF_M00@NWPDB@npcawrf@datamv07’。三層風場(45km、15km、5km)的命名方式均相同，只是讀取路徑會不同。

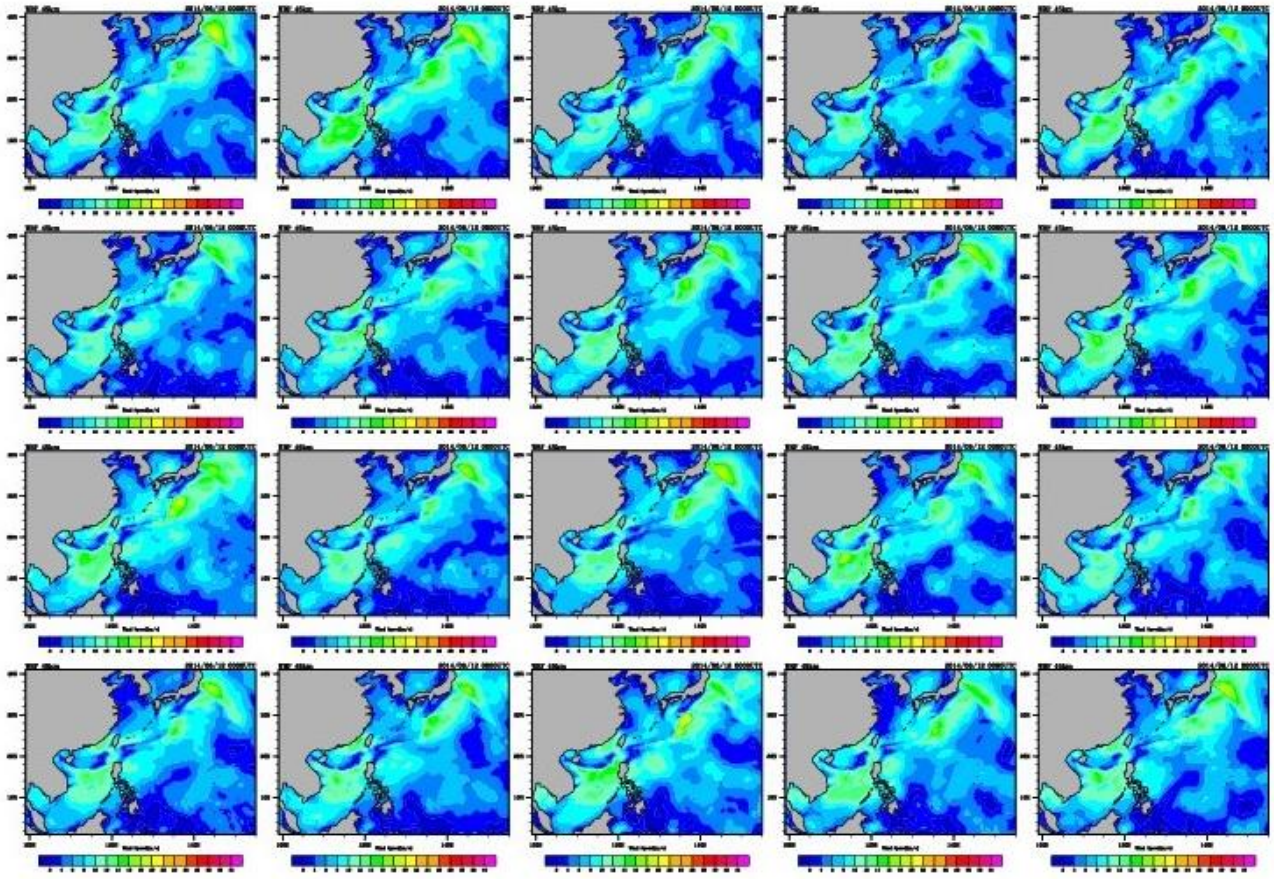


圖 43、45 公里 WRF 系集風場(2014/06/12 00:00)

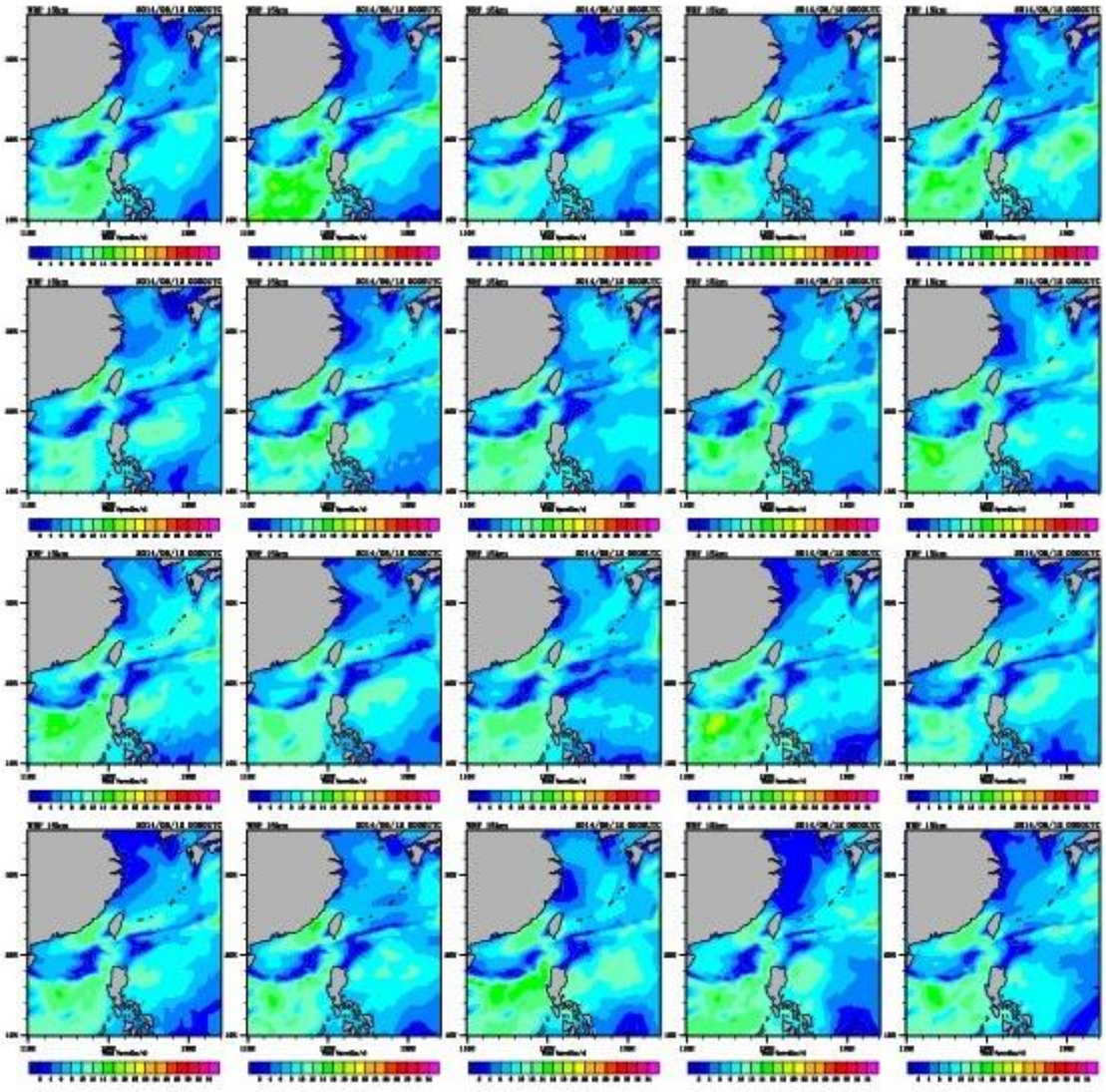


圖 44、15 公里 WRF 系集風場(2014/06/12 00:00)

2-1-1 風場系集平均及分歧

圖45為系集平均風速(等高線)及系集分歧，圖46為系集平均的風速分布，圖47為NOAA同一時間的系集平均風速(等高線)及分歧，其分布狀態與WRF系集風場類似。

2-1-2 風場機率分布

風場機率分布主要在說明有多少系集的計算結果大於某一個風速，參考NOAA來定義不同的風速臨界門檻，包括風速3.6m/s、5.6m/s、8.7m/s、11.3m/s、14.4m/s、17.5m/s、21.1m/s等7個分級，約相當於3級風到9級風的範圍，而輕度颱風的最低風級在7級風。圖48至圖54為風速大於不同風速門檻之機率分布圖，圖中顯示在日本東邊及南部海域風速、台灣海峽及南海其風速都有部分大於28m/s，故在風速門檻愈高時也僅剩這些區域機率高於0.9。換一個角度來說明機率，假設有10%的機率是存在某個風速以上，那會是多少?即所謂的10%超越機率的風速如圖55所示。

2-1-3 Spaghetti 圖

Spaghetti圖可以看出預報的不確定性，當所有等高線均十分一致時代表預測的型態已被掌握，當然預報的信心度會提高，當隨著預報時間的增長，不確定性亦會增加，則從此圖即可看出何時開始發生。圖56至圖62為每個系集在特定風速門檻之等高線分布(藍色)及系集平均之等高線分布(紅色)，圖中可看出部分海域系集的等高線分布型態較為混亂，即內含較高的不確定性，因為每個系集的等風速線都不一樣。

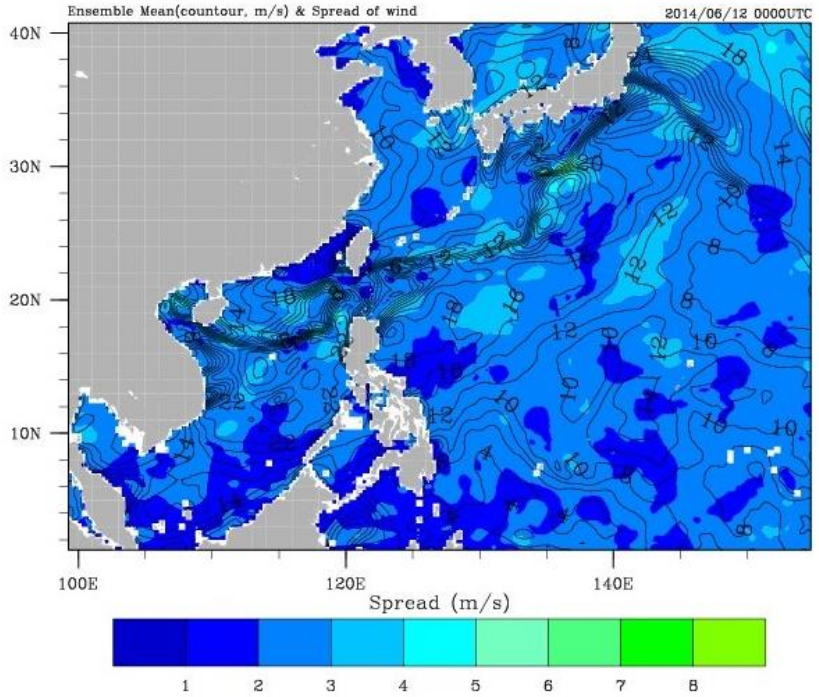


圖 45、WRF 系集平均風場及系集分岐(2014/06/12 00:00 分析場)

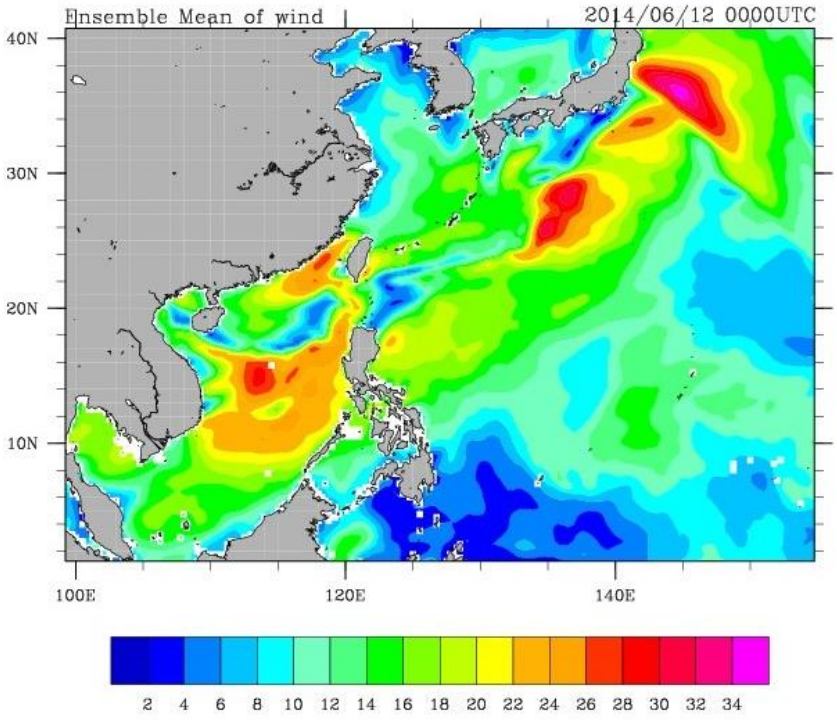


圖 46、WRF 系集平均風場(2014/06/12 00:00 分析場)

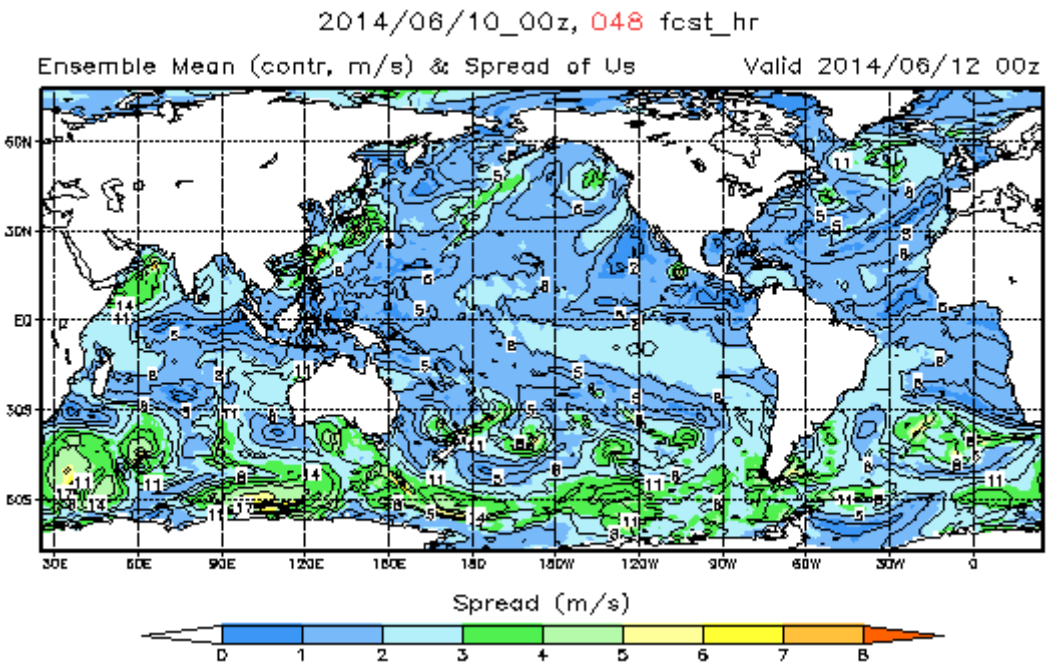


圖 47、NOAA 系集平均風場及系集分岐(2014/06/12 00:00 預報場)

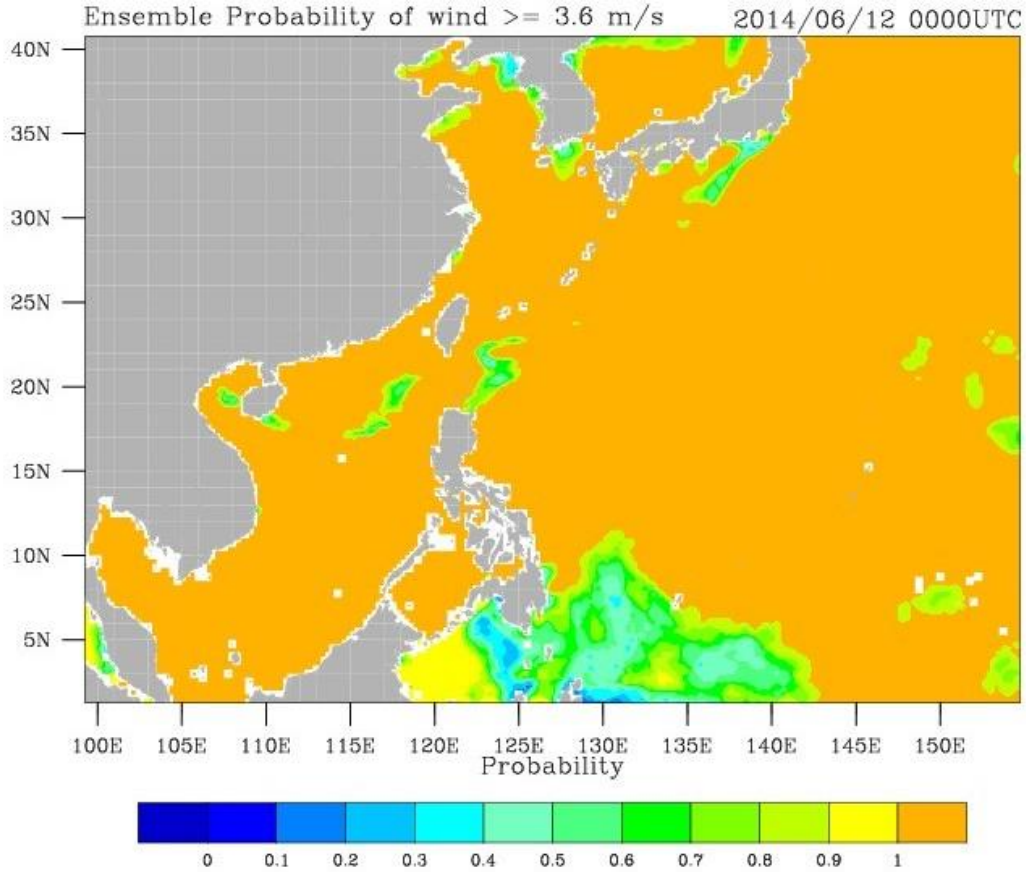


圖 48、風速大於 3.6m/s 之機率分布(2014/06/12 00:00)

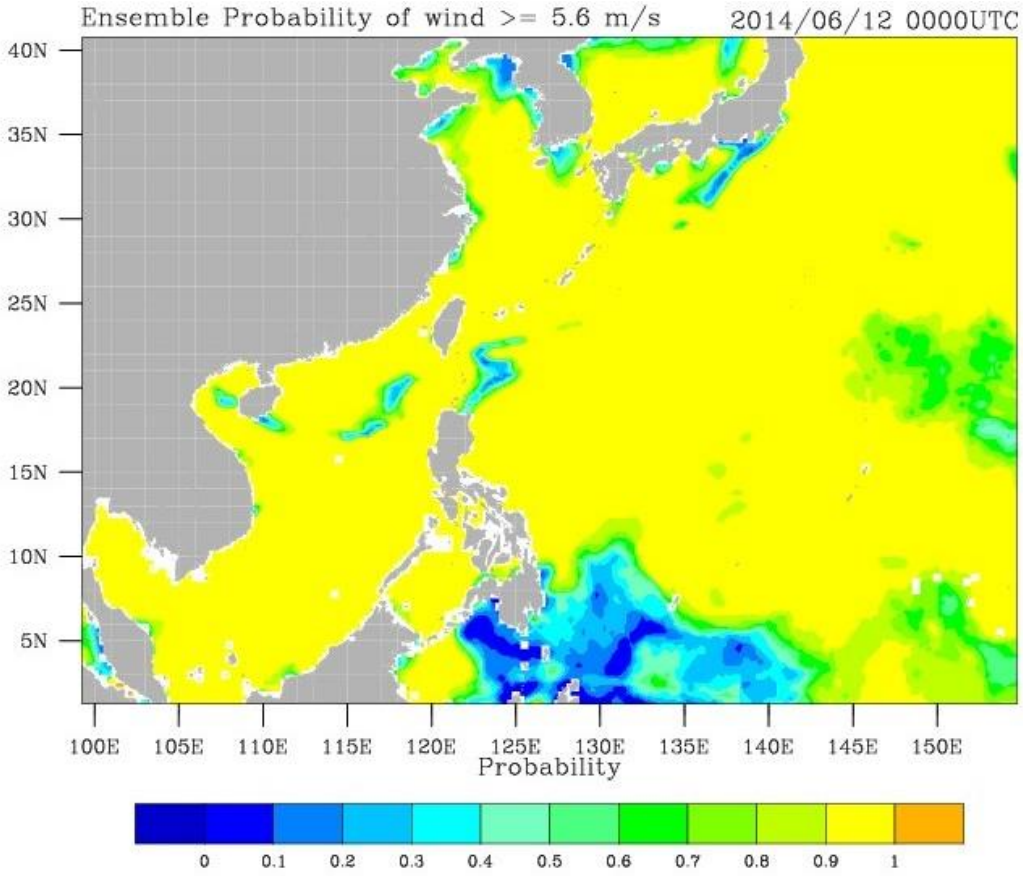


圖 49、風速大於 5.6m/s 之機率分布(2014/06/12 00:00)

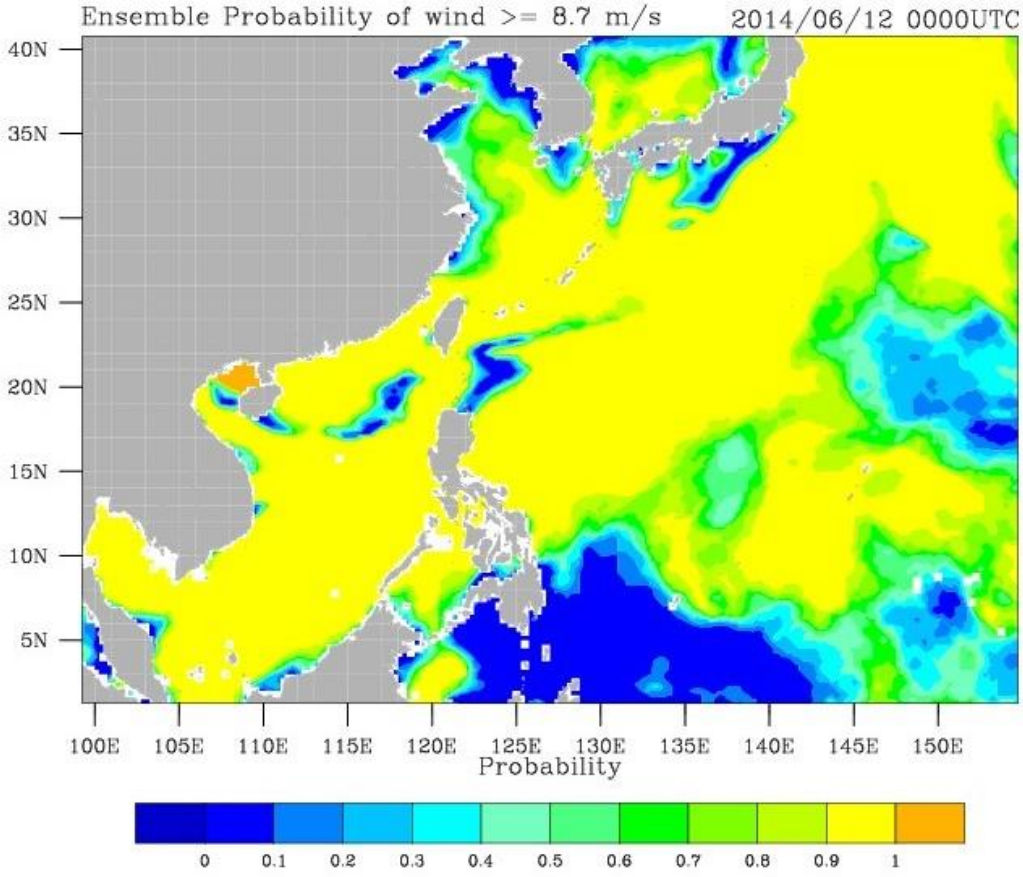


圖 50、風速大於 8.7m/s 之機率分布(2014/06/12 00:00)

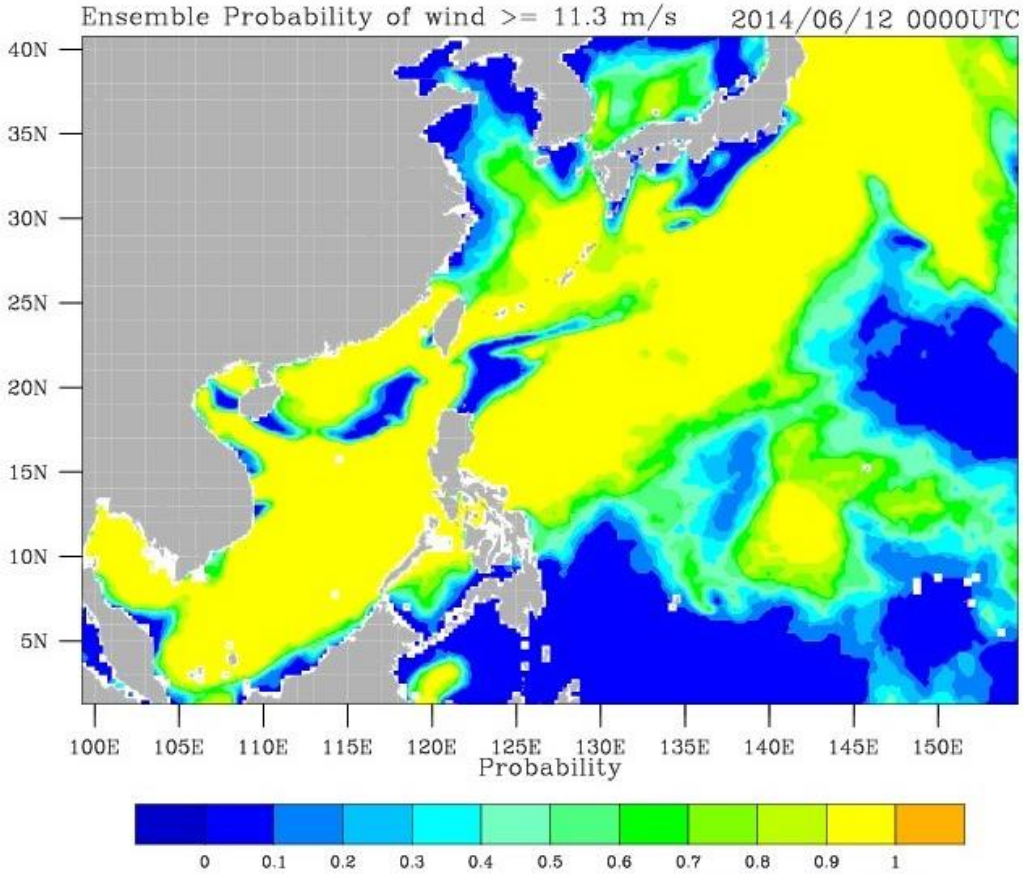


圖 51、風速大於 11.3m/s 之機率分布(2014/06/12 00:00)

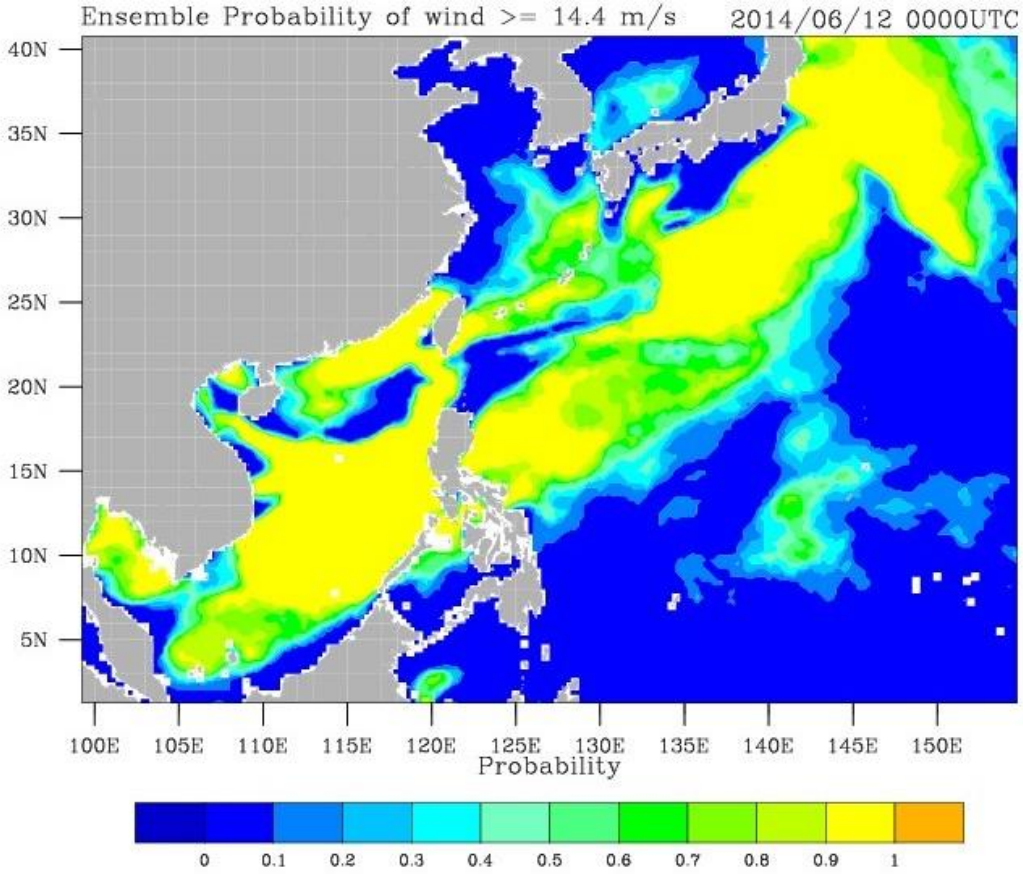


圖 52、風速大於 14.4m/s 之機率分布(2014/06/12 00:00)

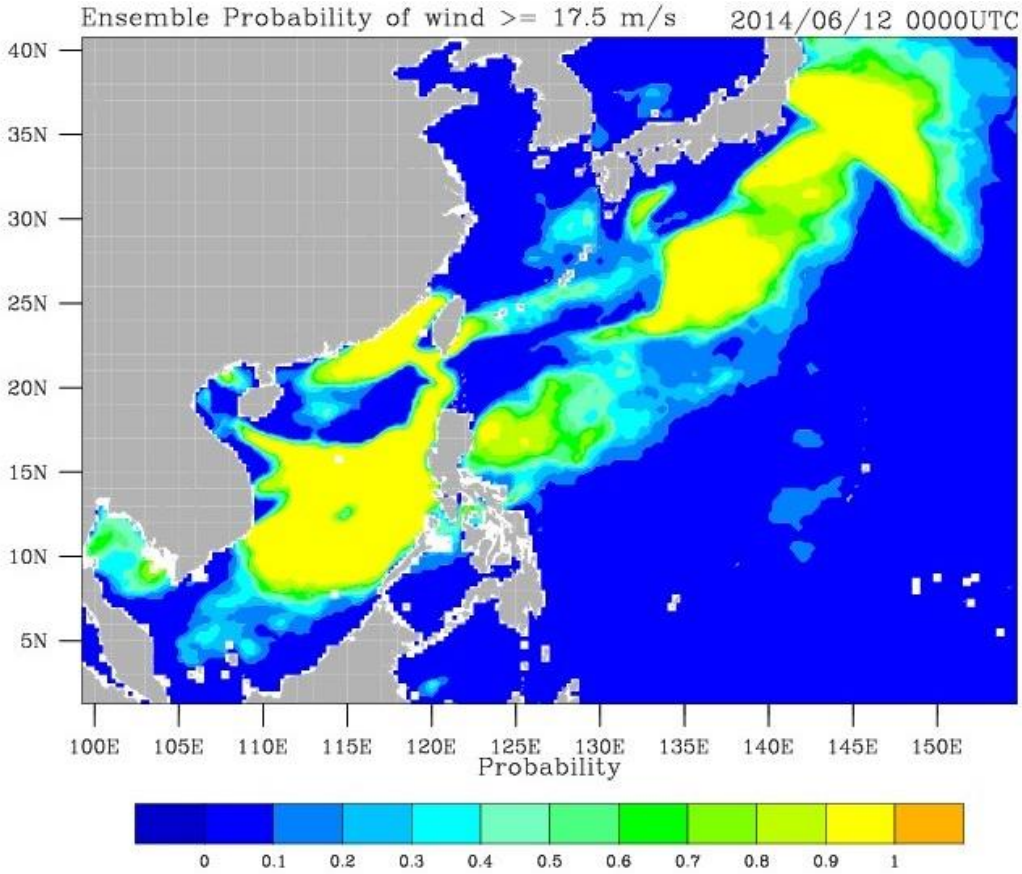


圖 53、風速大於 17.5m/s 之機率分布(2014/06/12 00:00)

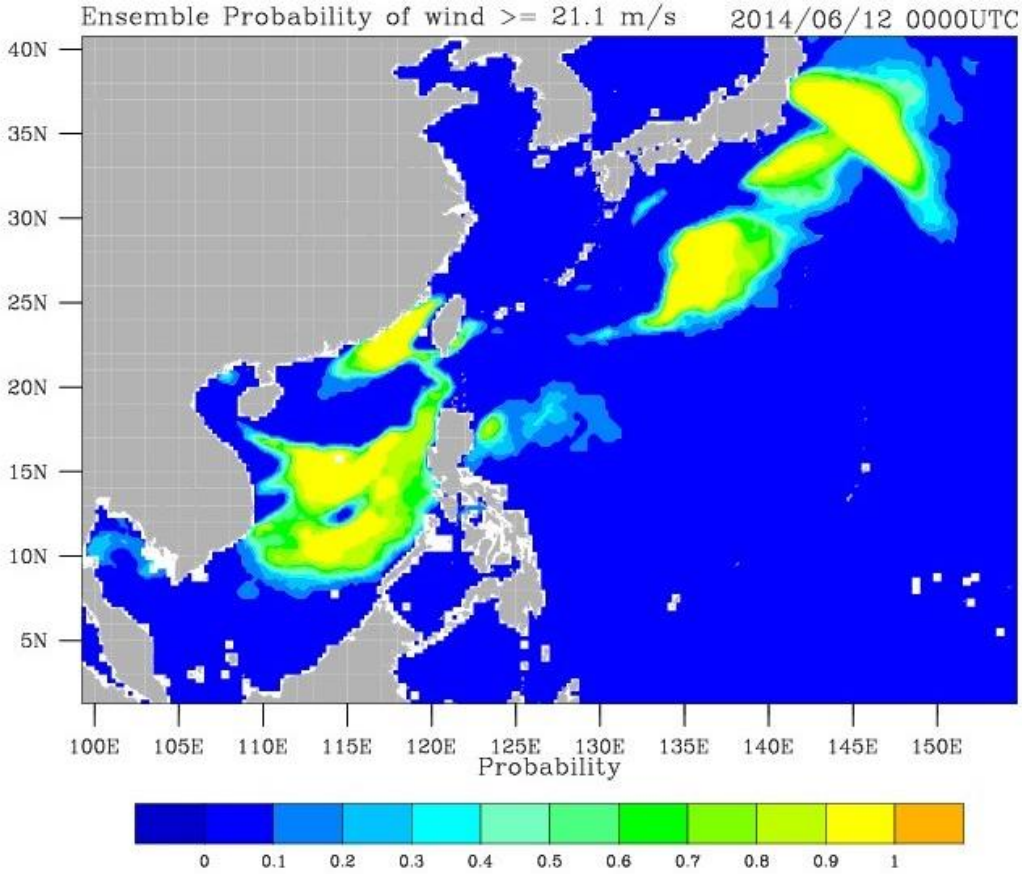


圖 54、風速大於 21.1m/s 之機率分布(2014/06/12 00:00)

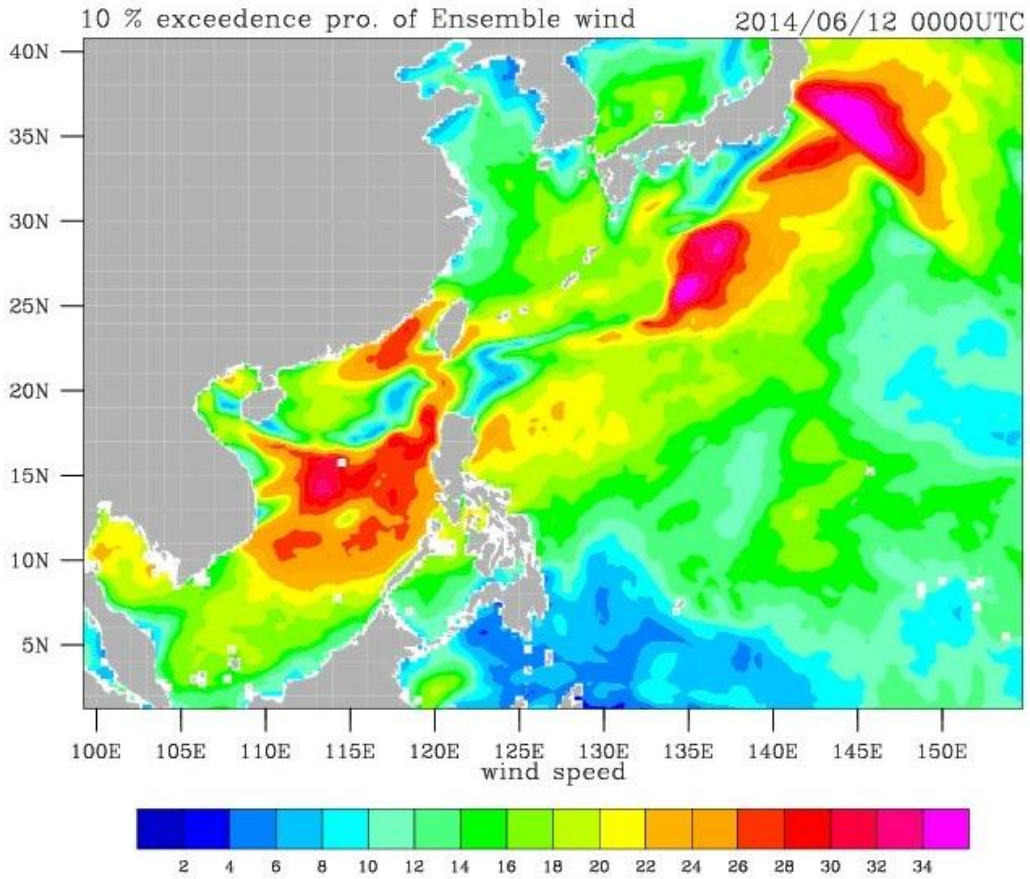


圖 55、10%超越機率之風速分布(2014/06/12 00:00)

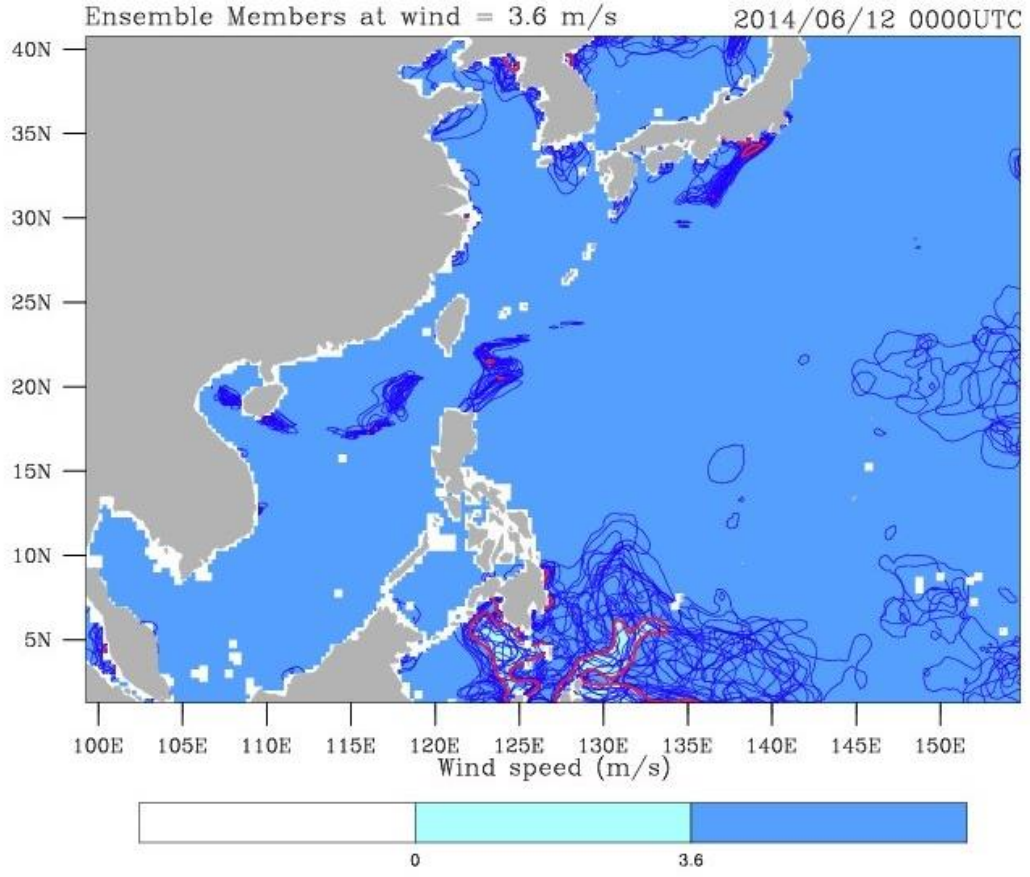


圖 56、風速 3.6m/s 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00)

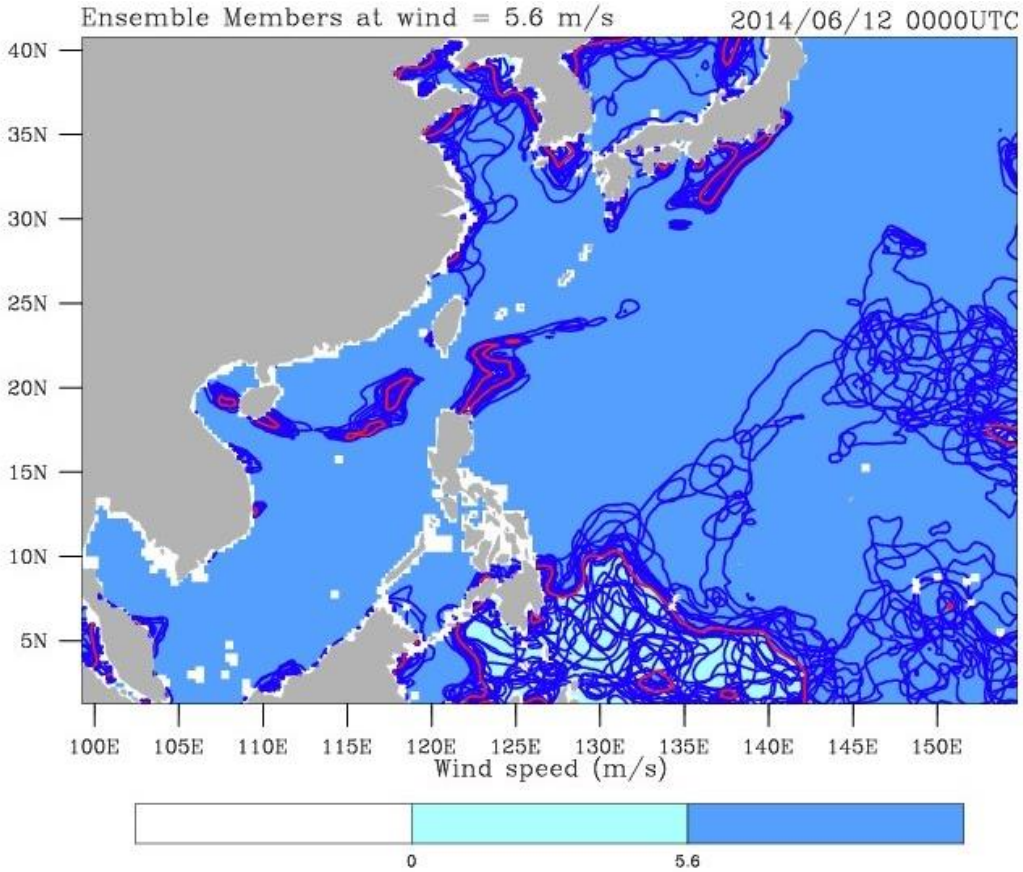


圖 57、風速 5.6m/s 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00)

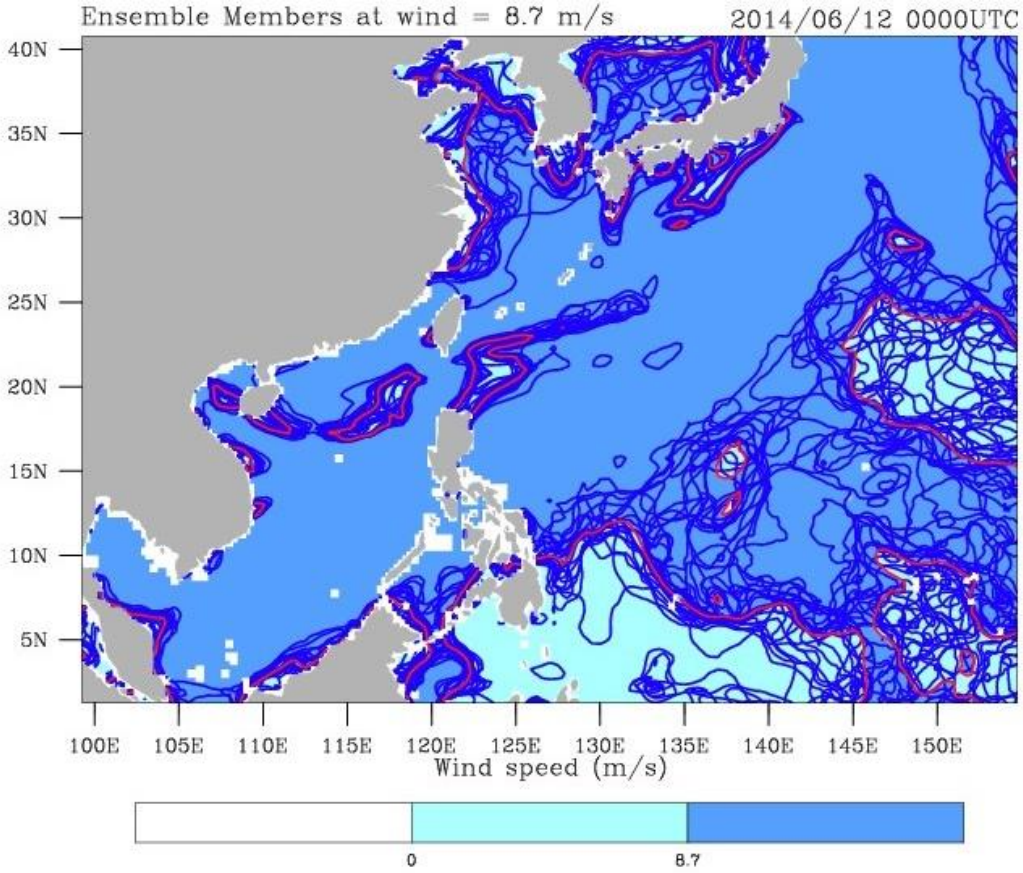


圖 58、風速 8.7m/s 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00)

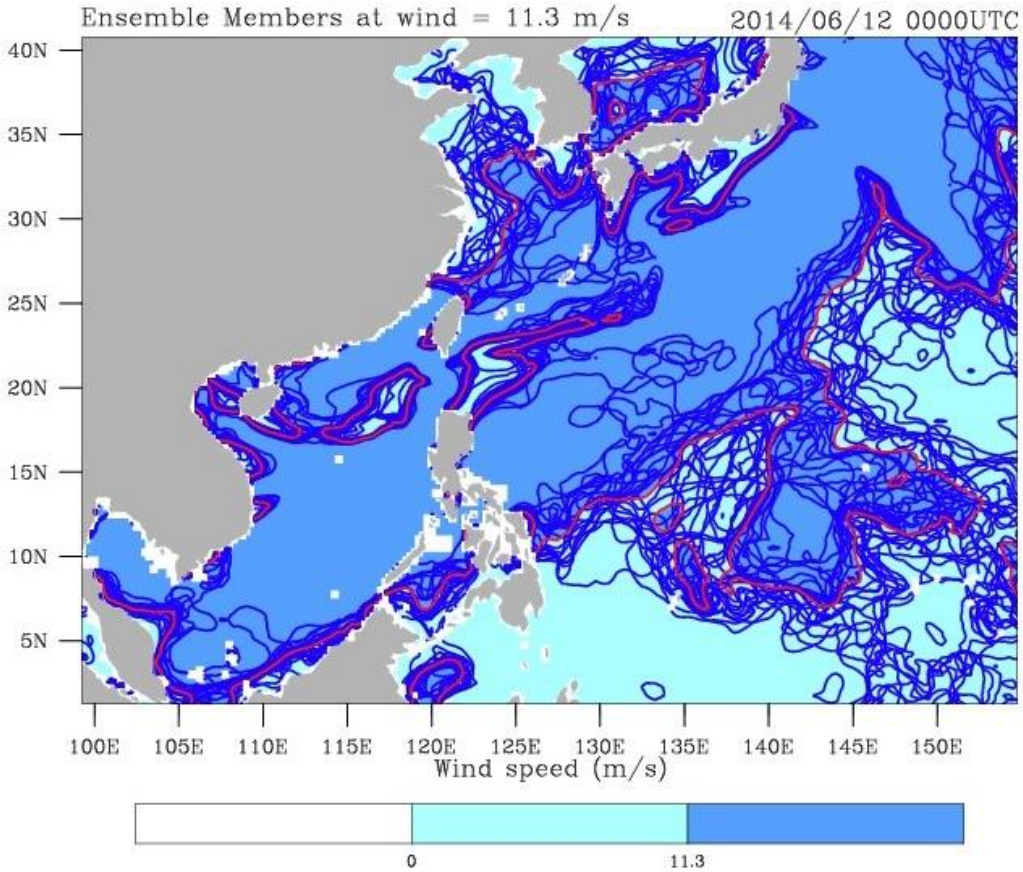


圖 59、風速 11.3m/s 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00)

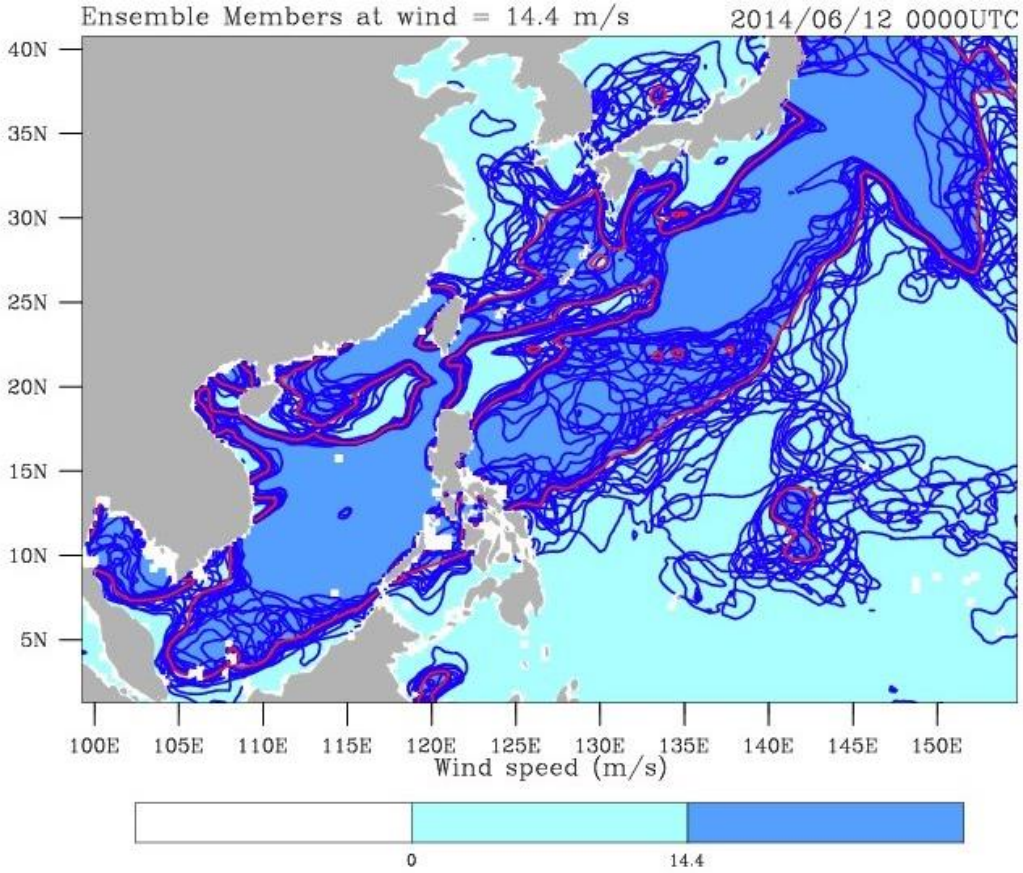


圖 60、風速 14.4m/s 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00)

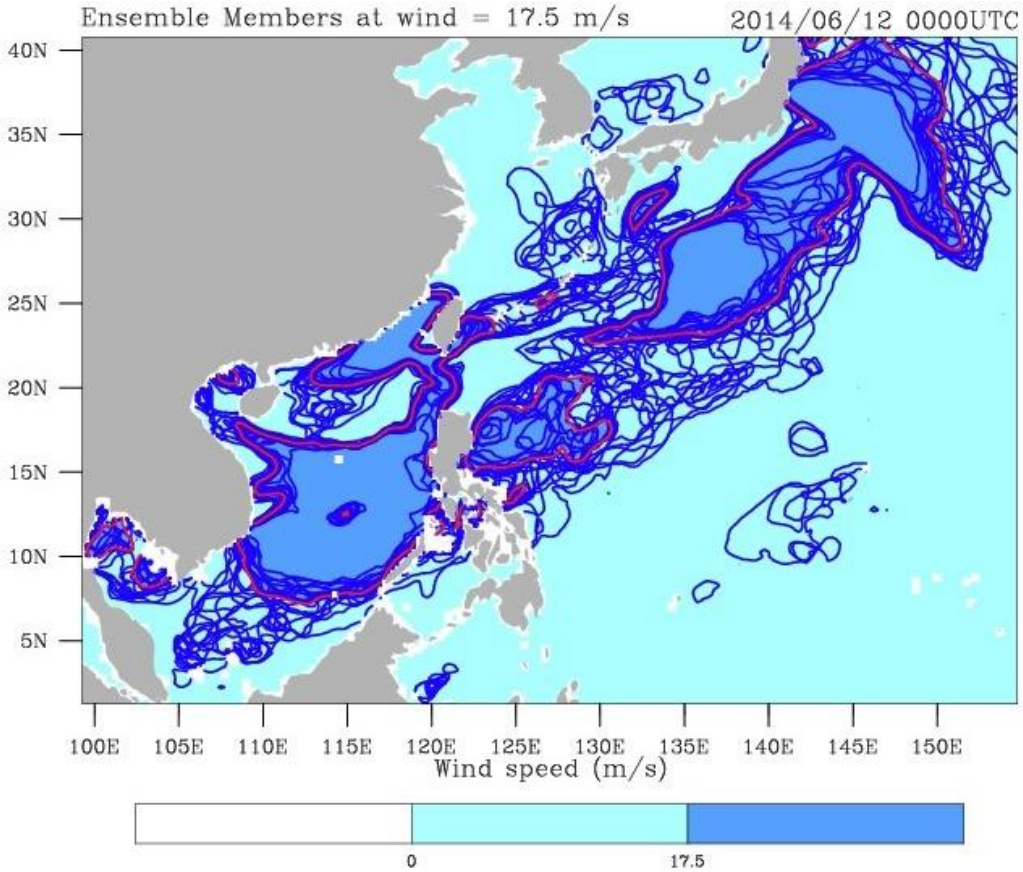


圖 61、風速 17.5m/s 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00)

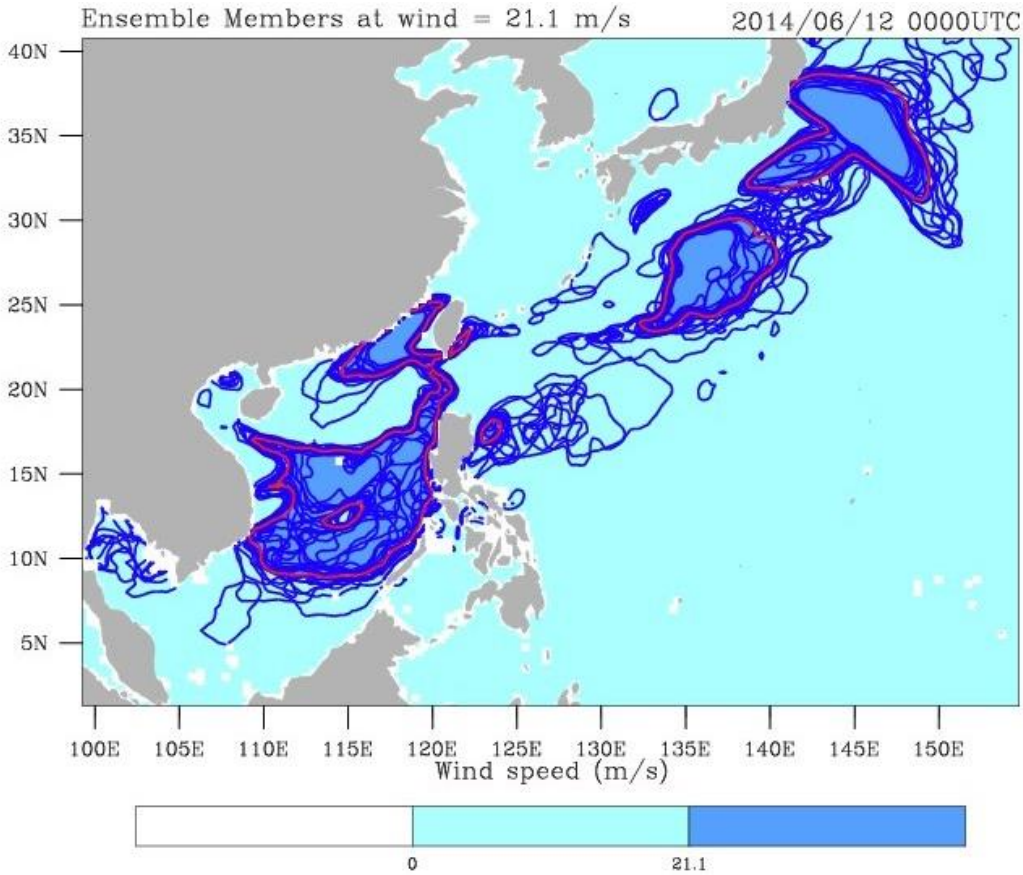


圖 62、風速 21.1m/s 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00)

2-2 NWW3 波浪場

NWW3系集波浪場的建置，同樣利用Linux Shell Script程式撰寫安裝程式及修改程式(makefilewave)，俾使管理系統趨於簡單化。因各個系集均獨立運算，故目錄的安排說明如后：在nww3目錄下建置ensemble目錄，其下再建置各個系集目錄，而系集目錄en01~en10為使用WAM4的公式，系集目錄en11~en20則使用Tolman and Chalikov公式。同理，控制流程亦使用Linux Shell Script程式撰寫(ww3_work-00t、ww3_work-06t、ww3_work-12t、ww3_work-18t)，並利用排程定期執行Shell Script程式，同時使用pjsubx.sh來循環submit job，避免系統有一次無法submit成功的風險。而排程的時間因計算資源分配的關係，安管內之hpc使用login07及datamv07，其風場讀取約在系集風場執行平均完成後1小時啟動(參考系集風場系統開發者的建議)，系集波浪場則在系集風場啟動後半小時後啟動，且rscgrp=member。但在安管外目前資源較少，故遵從系統控制人員的指示，風場啟動時間及波浪場啟動時間均提早，避免擋到NWP模式的執行時間，其rscgrp=member，但因目前中央控制系統暫時建置在en01，故其啟動時間較晚，其rscgrp=oper。

目前整合所有系集的中央控制系統係暫時先掛在en01系集成員之後面產出，結合所有系集的計算成果及繪圖，資料備份及資料傳輸的設計因需要尋求儲存空間(尚在協調)，會在下半年度完成。輸出繪圖的部分仍使用NCL繪圖，圖形則參考NOAA及ECMWF的輸出建置，包括面的輸出(系集平均及分歧、機率分布、Spaghetti圖)，及點的輸出(盒鬚圖)。圖63及圖64分別為0.25度及0.1度之20個系集波浪場之分布。

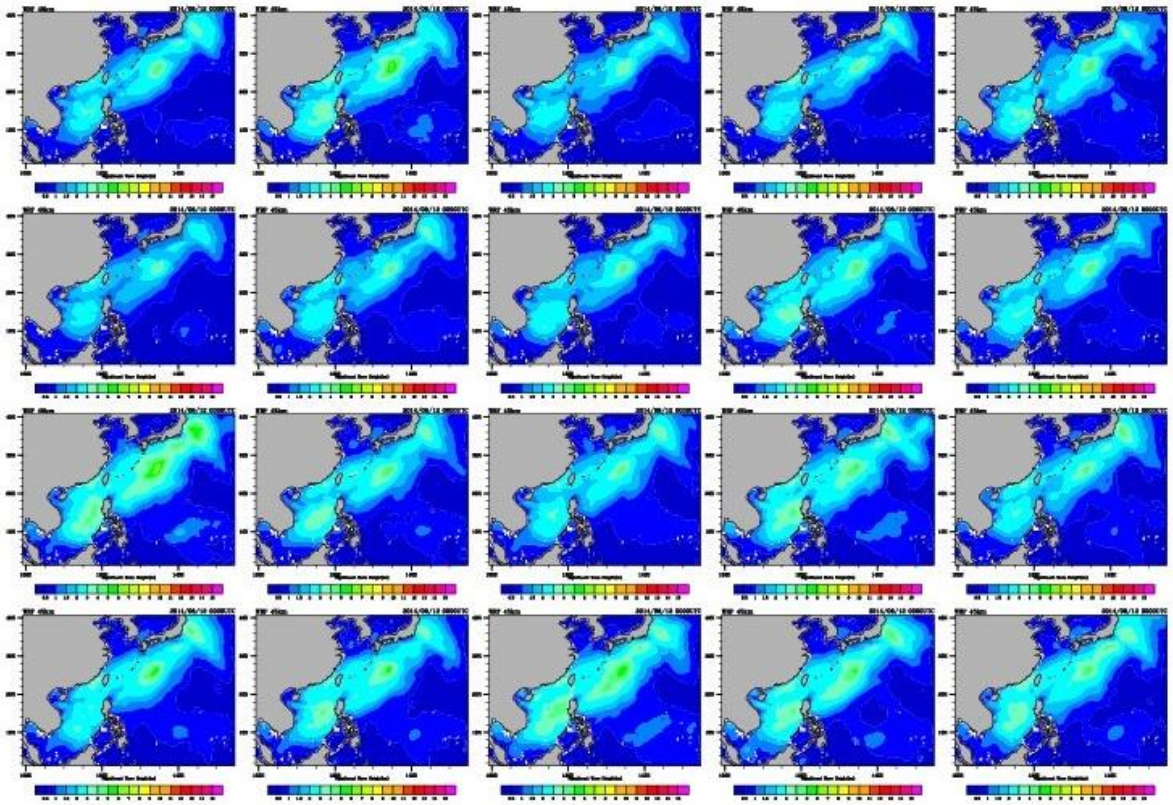


圖 63、0.25 度 NWW3 系集波浪場(2014/06/12 00:00)

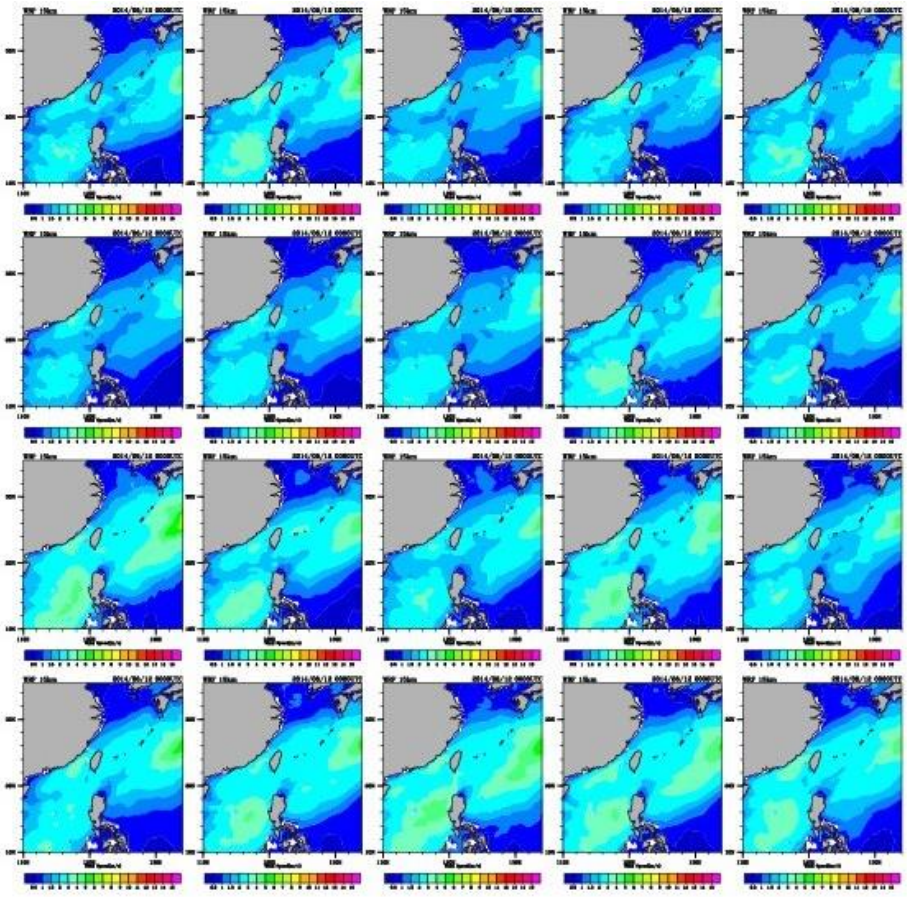


圖 64、0.1 度 NWW3 系集波浪場(2014/06/12 00:00)

2-2-1 波場系集平均及分歧

圖65及圖66分別為0.25度及0.1度系集平均波高(等高線)及系集分歧，圖67及圖68為0.25度及0.1度系集平均的波高分布，圖中再度反映出多重網格計算的一致姓，而對照風場的風速變化，浪高的地方風速亦相對較大，但系集分歧的分布就有一點差異，大的風場分歧並未均發生大的波場分歧，二者不盡然發生在同一個地方。

2-2-2 波場機率分布

波場的機率分布主要在評析每個區域大於某個臨界波高值之機率分布，參考NOAA之系集波高臨界門檻分別為1m、2m、3m、5.5m、7m、9m，相對於蒲福風級的浪高分別為4級、5級、6級、8級、9級、10級，與風的臨界門檻從3級到9級不同。

圖69至圖80依序為0.25度及0.1度之網格解析度，在波高大於1m、2m、3m、5.5m、7m、9m之機率分布圖，除了反映出多重網格計算的一致性外，亦可看出不同區域相對於不同臨界值之機率變化，由於此一時間的最大波高約在5m左右，故在波高大於7m及9m之機率均為0。以台灣海峽為例，大於5.5m波高的機率亦是0。同樣的每個區域有10%的機率波高可能會大於多少的分布，提供給使用者參考(如圖81及圖82)。

2-2-3 Spaghetti 圖

圖83至圖94為波高在不同臨界波高值及不同網格大小之Spaghetti圖分布，其中波高大於7m及9m之情形已不復見，使得其間未有任何等高線的分布出現。而不同網格間之差異甚小，顯示多重網格的一致性，不同系集等高線之雜亂程度顯示差異性的程度，亦即不確定性的程度。

2-2-4 盒鬚圖

系集點的輸出採用盒鬚圖的展示方式，盒鬚圖的定義如圖9所示，可明顯看出20個系集在不同預報時間的分布，包括最大值、90%、75%、中位值、25%、10%、最小值，此外還包括系集平均(藍色線)，另外控制計算使用M00決定性風場，並使用不同的風場輸入公式計算(使用Tolman公式為紫色虛線，使用WAM4公式為青色虛線)，在同時間控制計算完成後可將其計算結果一併同時展示，即可看出系集計算與決定性預報的差異。圖95及圖96分別為中央氣象局4個測站之波高及週期預報之盒鬚圖，波高的分布可以看出系集的變化，當波高愈大其分歧的程度愈大，而預報起始點位採用每一個系集前一時期之預報值，可避免起始點分歧等於零的缺點，而在東沙島測站出現決定性預報大於系集的範圍，由於風場系集預報的執行時間較久，故其使用前6小時之決定性預報來當作起始值加入擾動產生系集之初始場，而6/14號有颱風米塔(MITAG)經過巴士海峽，是否因颱風的關係修正系集或決定性預報，使得系集風場與決定性預報風場的差異，直接影響波浪的計算結果，需再進一步確認之。而週期的變化相對於波高的變化程度較小。

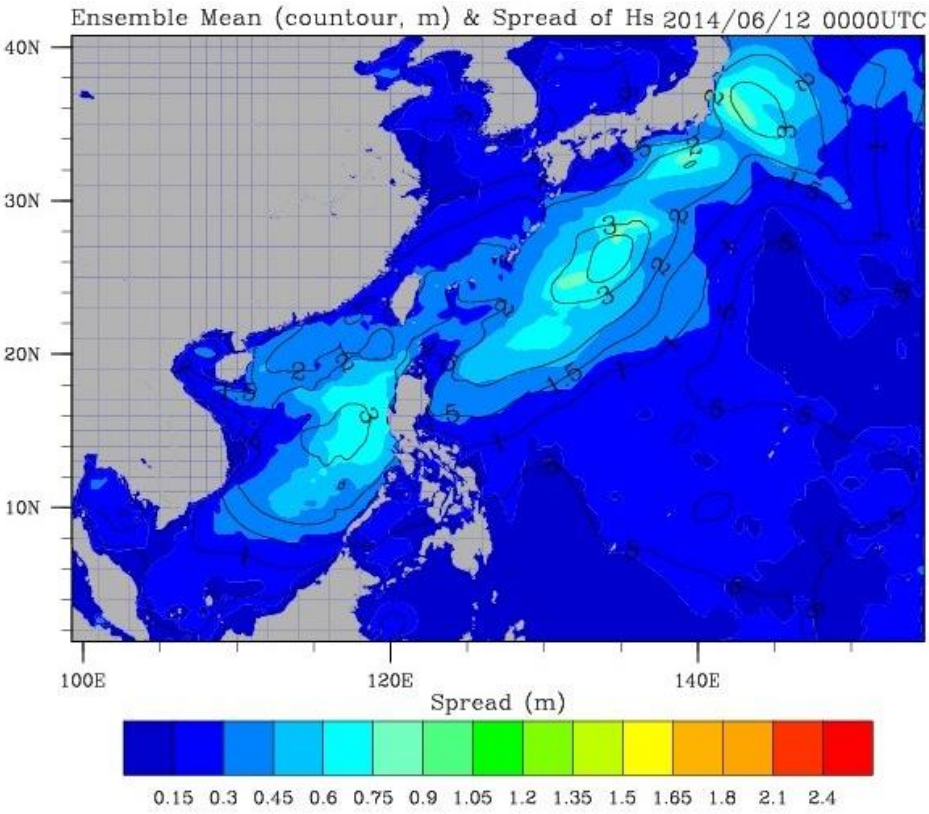


圖 65、0.25 度 NWW3 系集平均波場及系集分岐(2014/06/12 00:00 分析場)

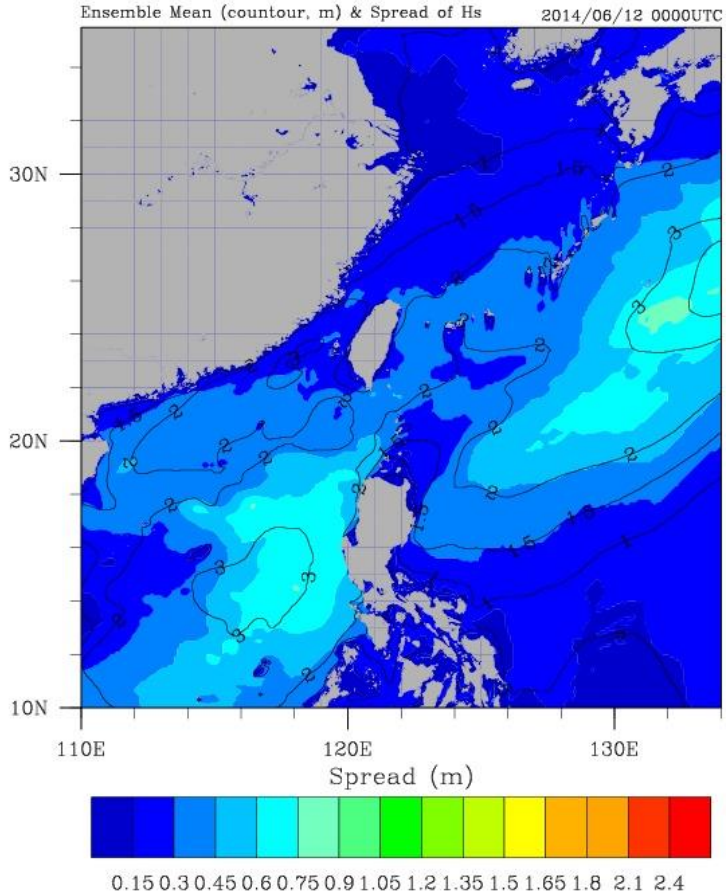


圖 66、0.1 度 NWW3 系集平均波場及系集分岐(2014/06/12 00:00 分析場)

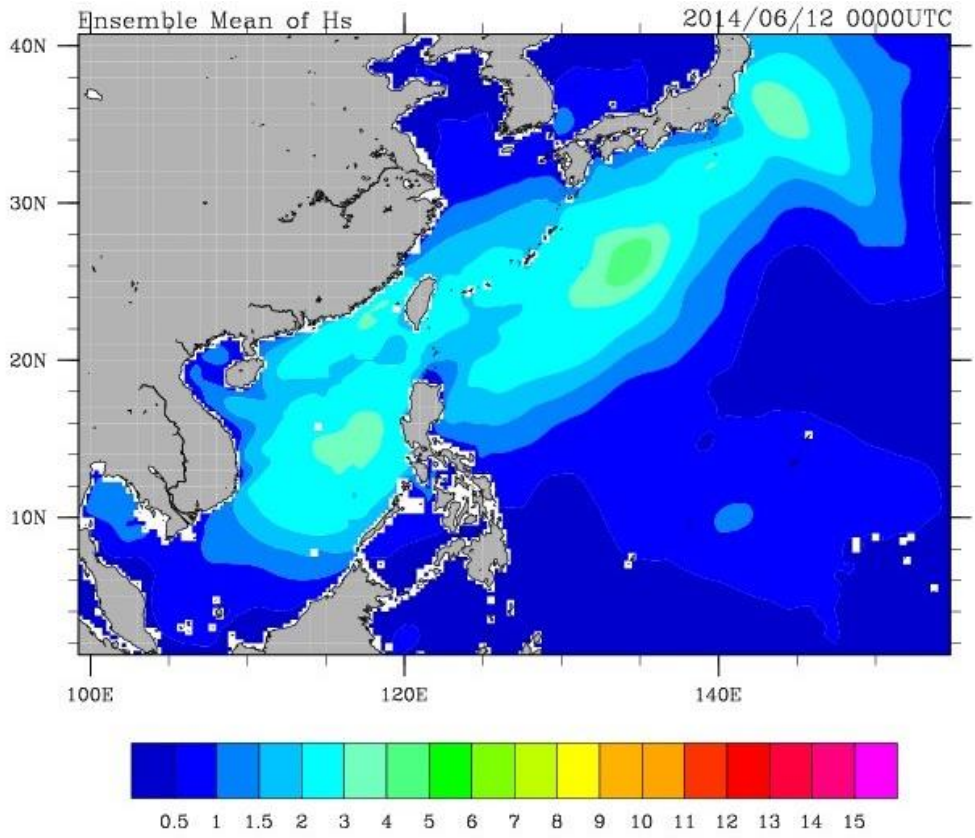


圖 67、0.25 度 NWW3 系集平均波場(2014/06/12 00:00 分析場)

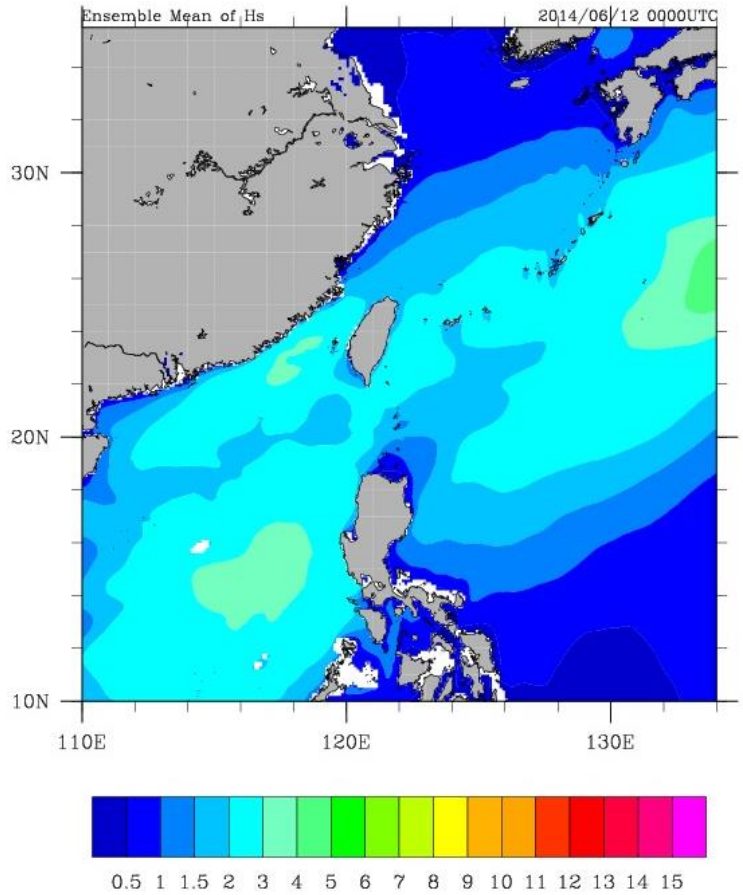


圖 68、0.1 度 NWW3 系集平均波場 (2014/06/12 00:00 分析場)

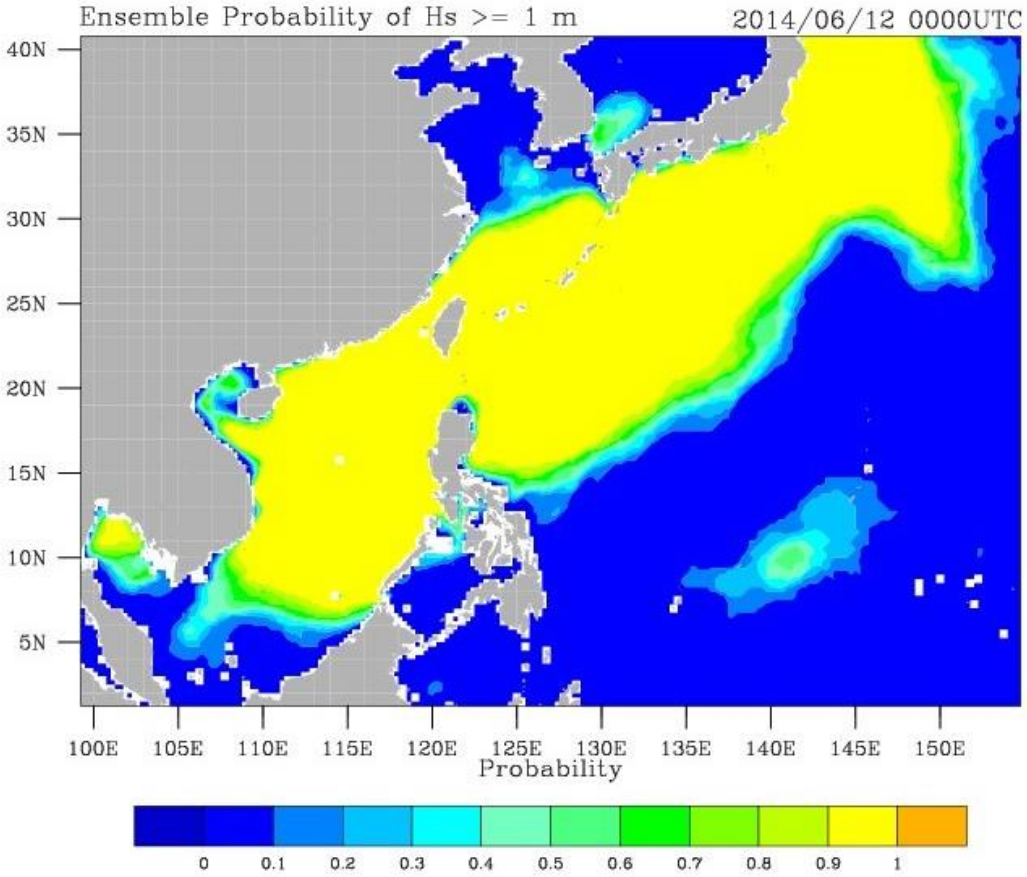


圖 69、波高大於 1m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度)

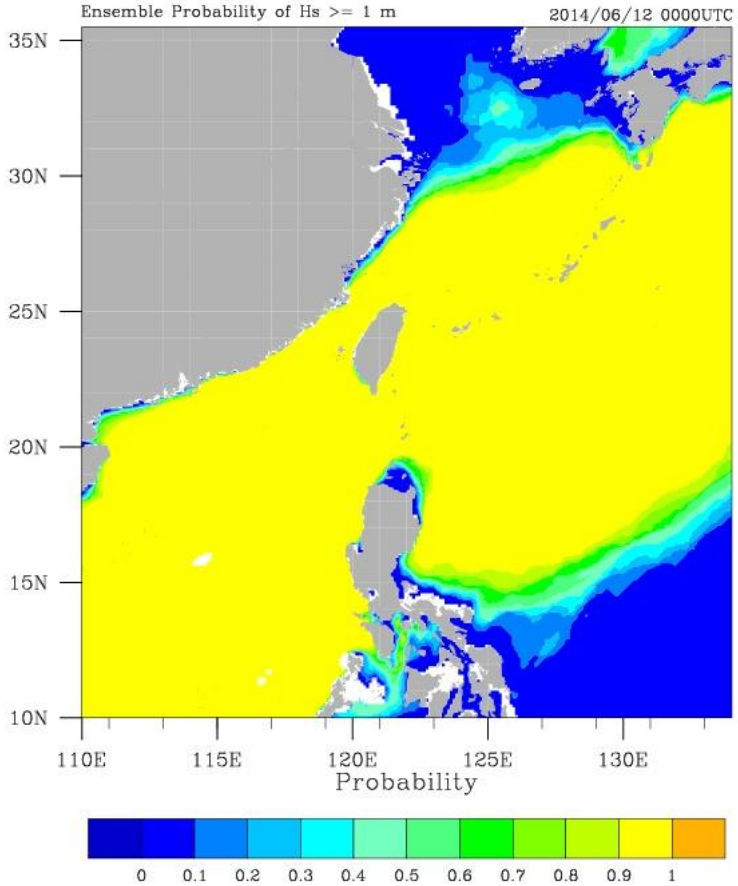


圖 70、波高大於 1m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度)

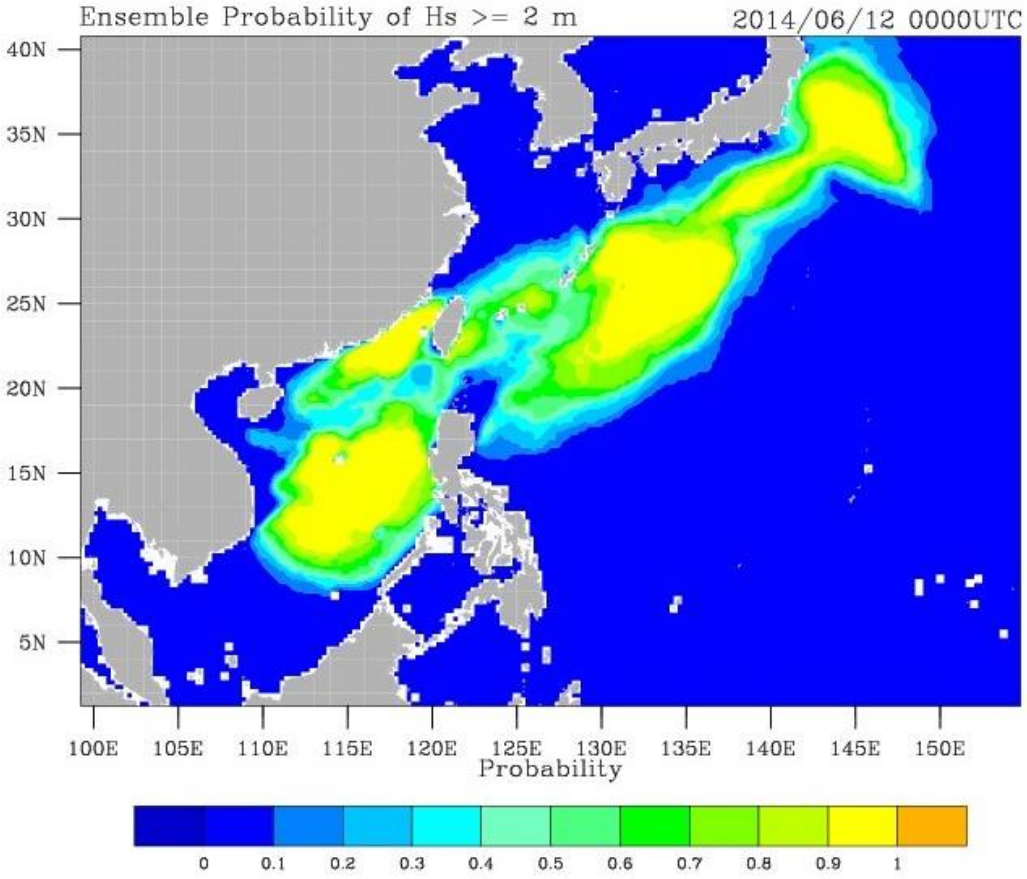


圖 71、波高大於 2m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度)

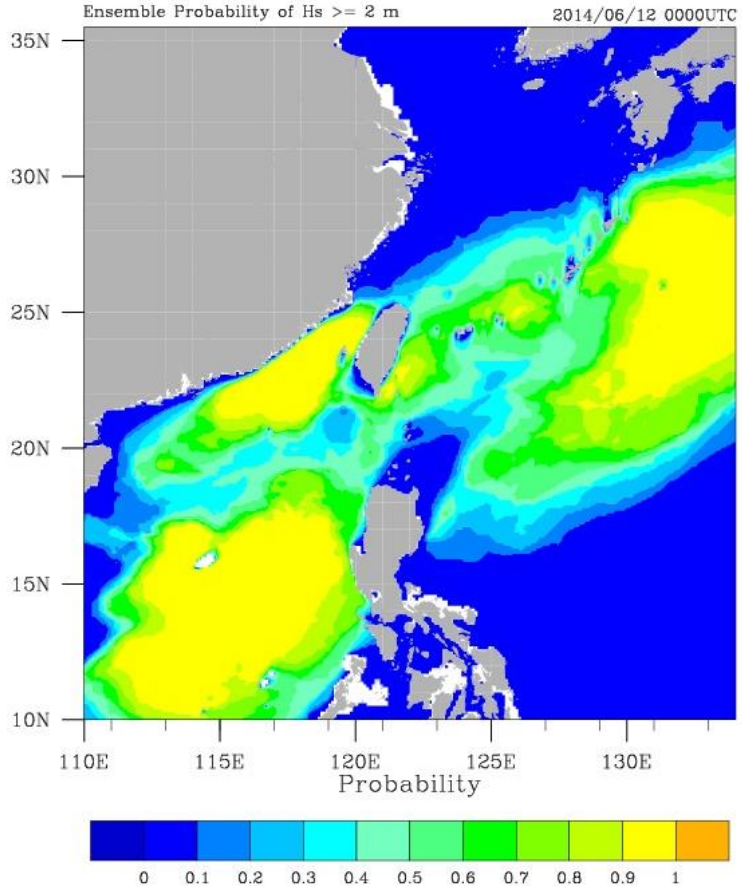


圖 72、波高大於 2m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度)

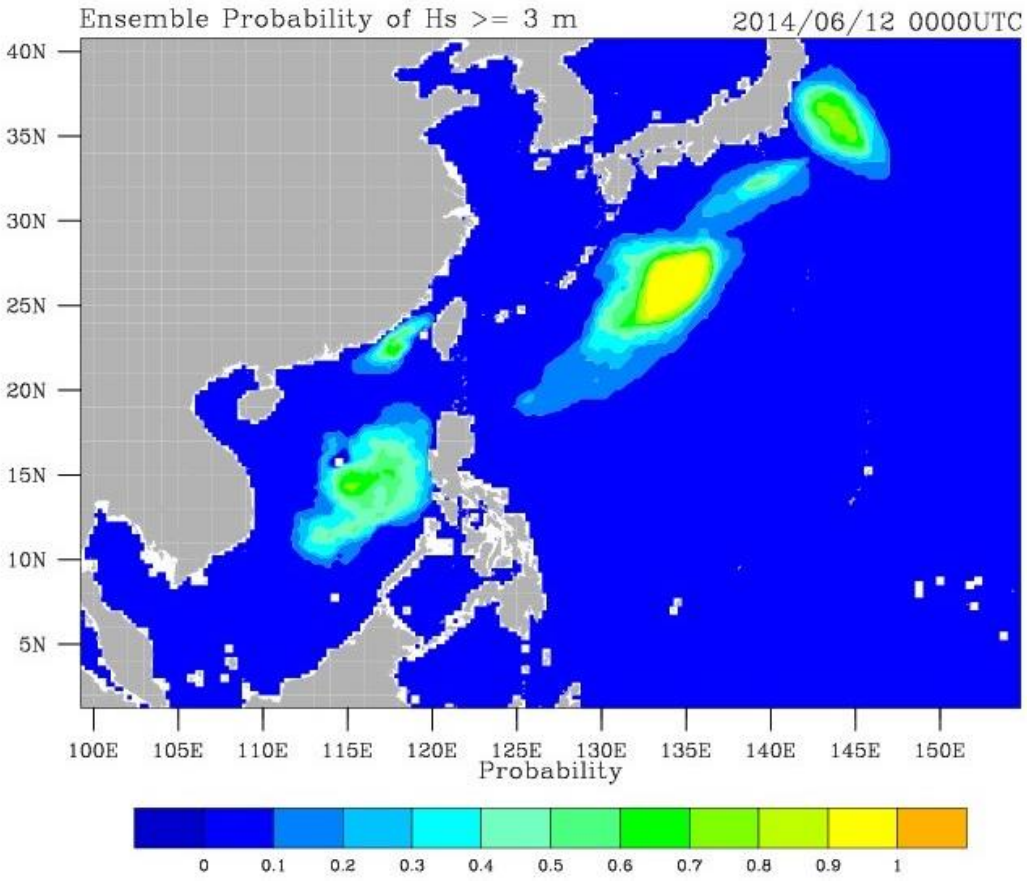


圖 73、波高大於 3m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度)

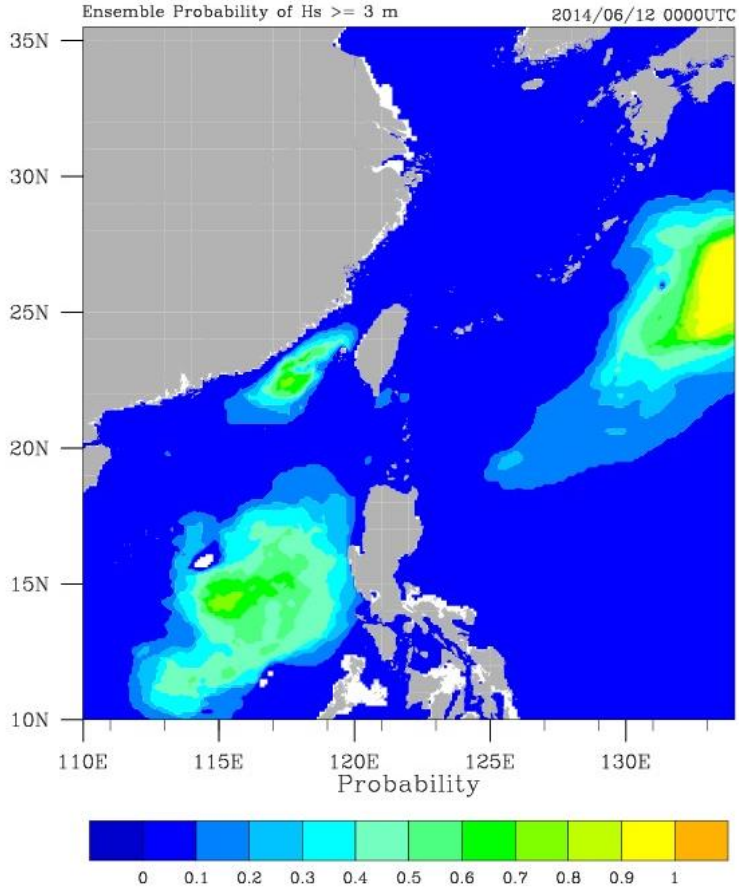


圖 74、波高大於 3m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度)

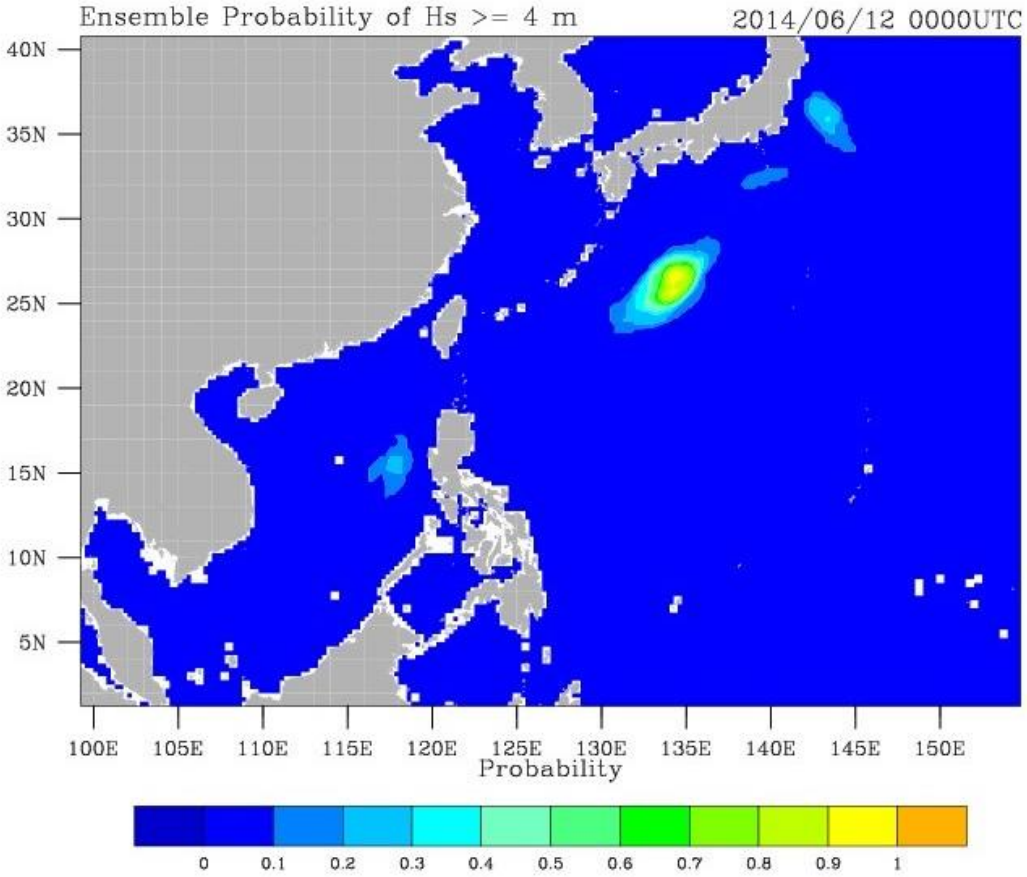


圖 75、波高大於 5.5m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度)

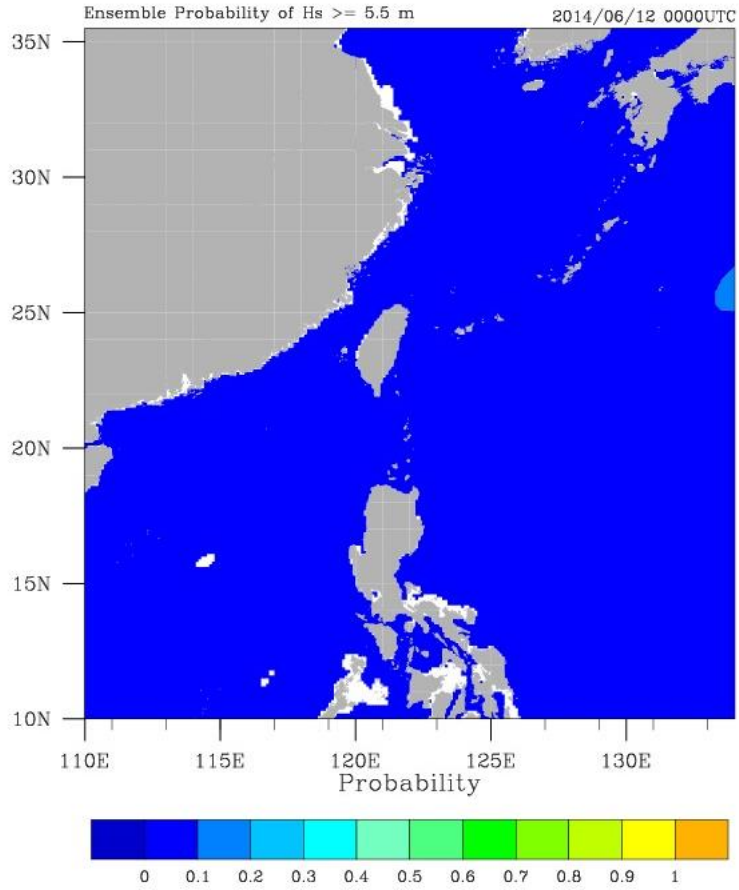


圖 76、波高大於 5.5m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度)

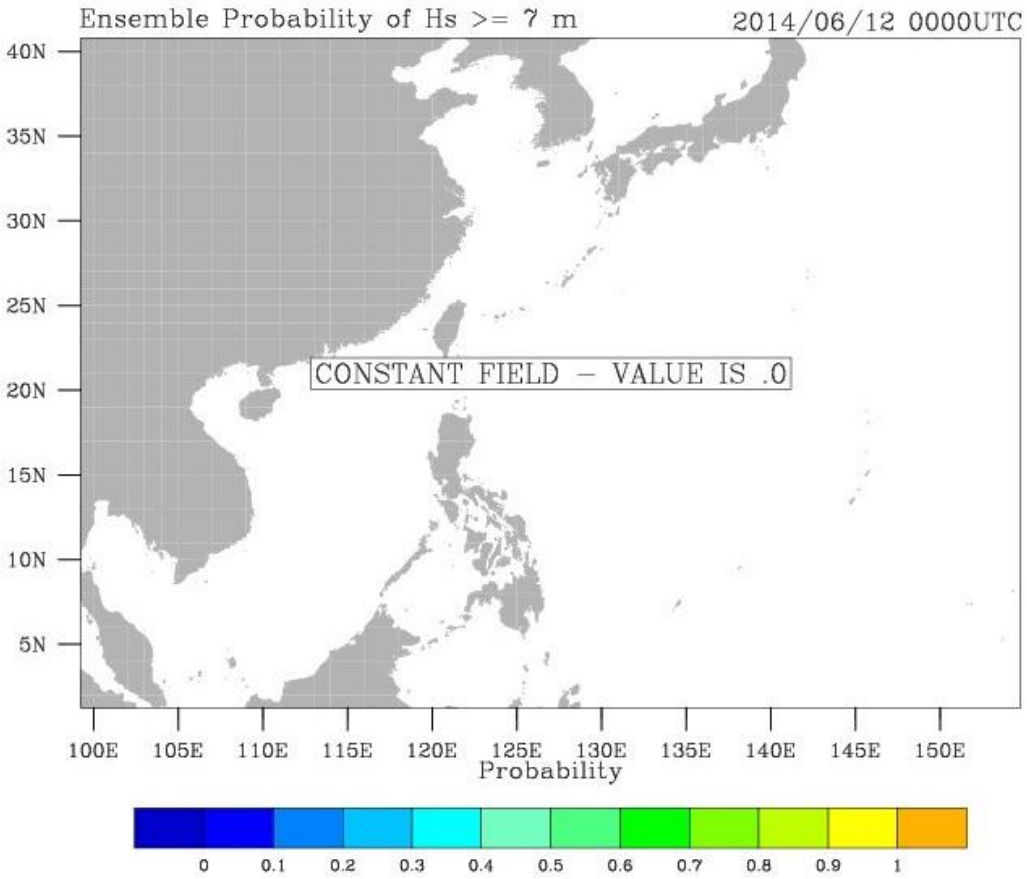


圖 77、波高大於 7m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度)

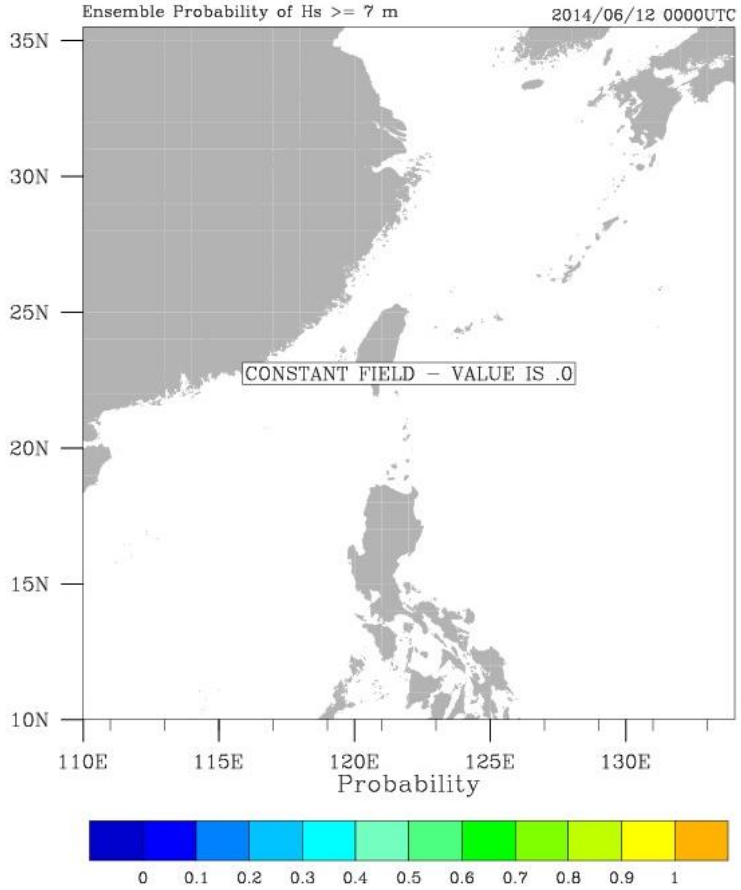


圖 78、波高大於 7m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度)

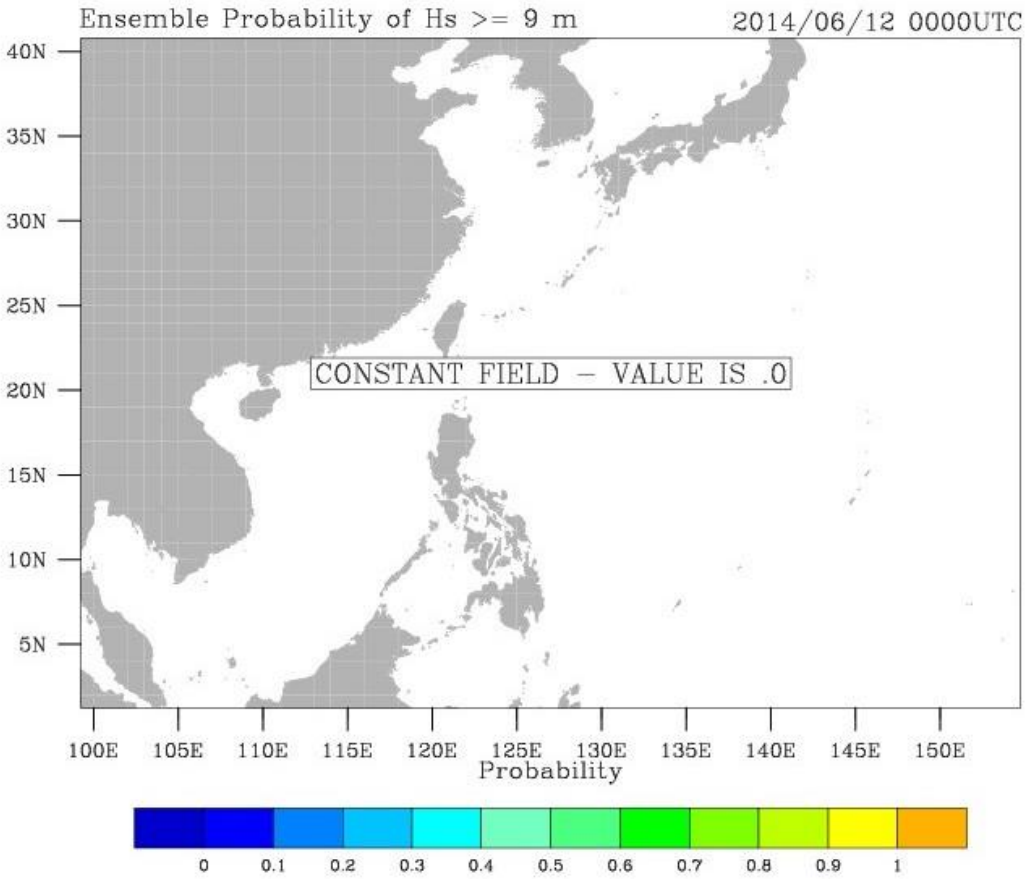


圖 79、波高大於 9m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.25 度)

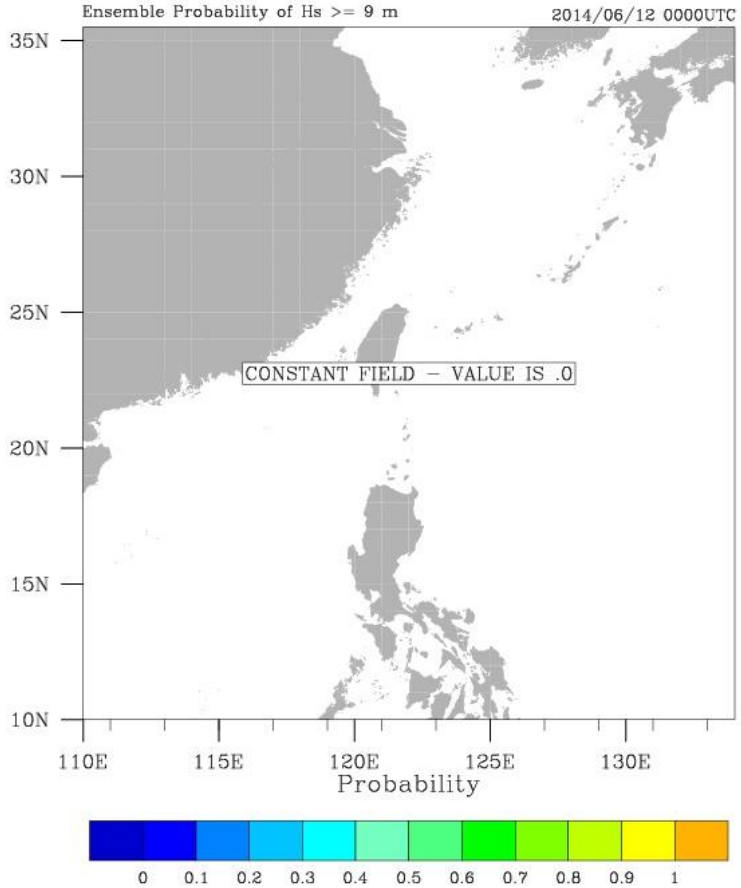


圖 80、波高大於 9m 之機率分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度)

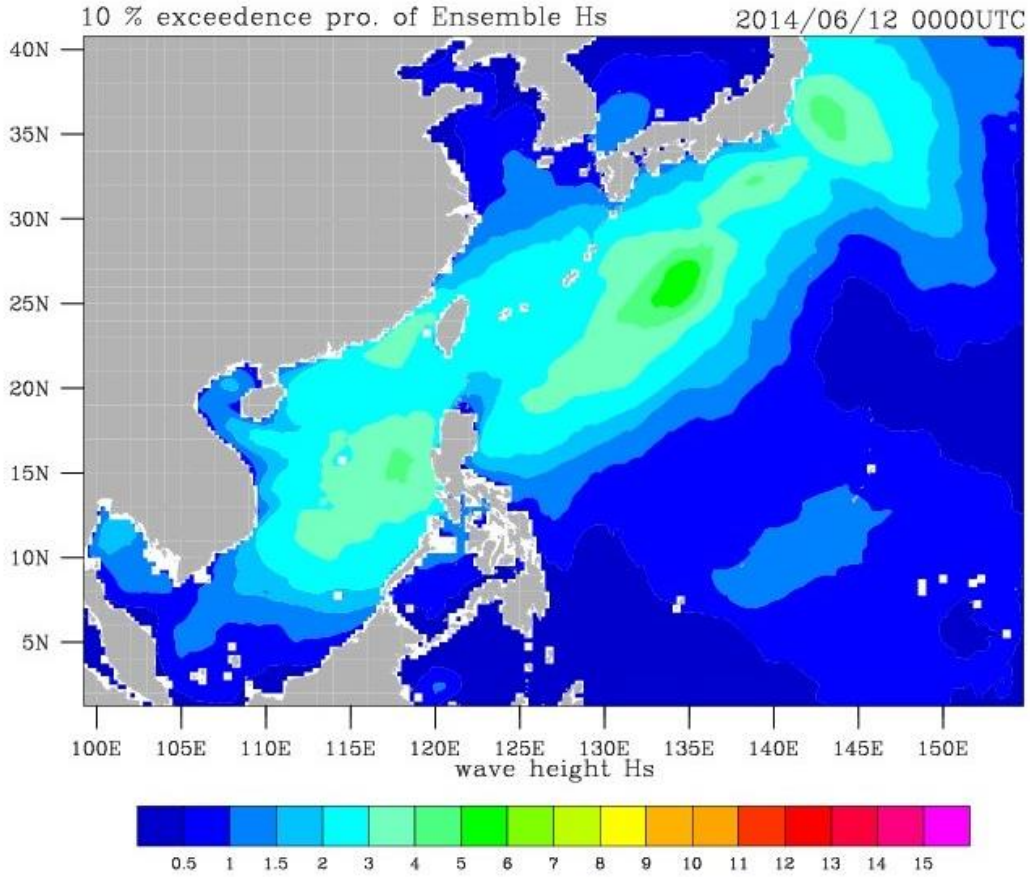


圖 81、10%超越機率之波高分布(2014/06/12 00:00) (0.25 度)

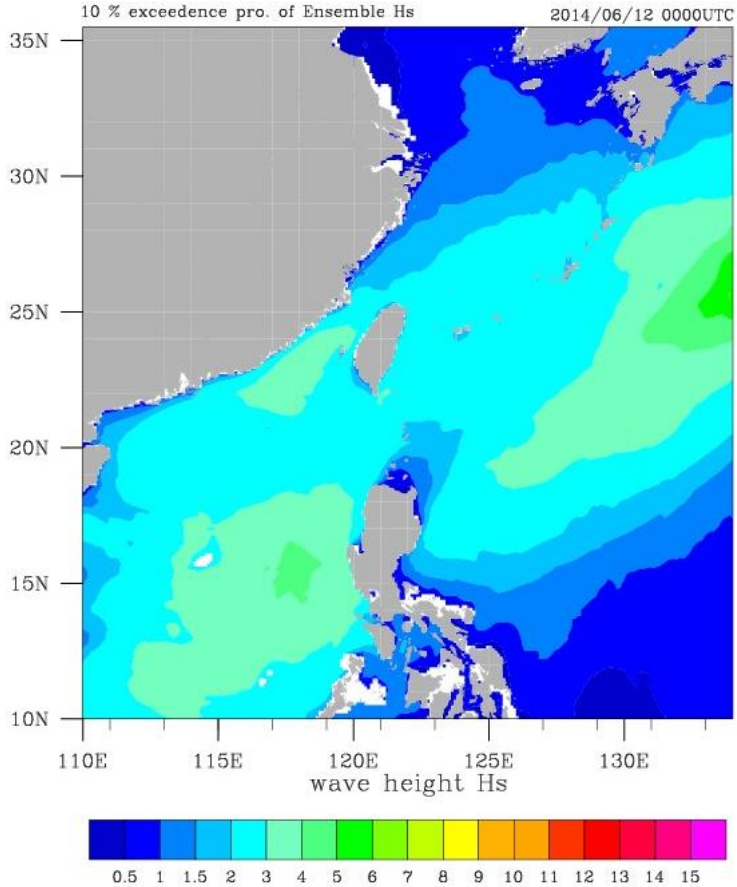


圖 82、10%超越機率之波高分布(2014/06/12 00:00)(0.1 度)

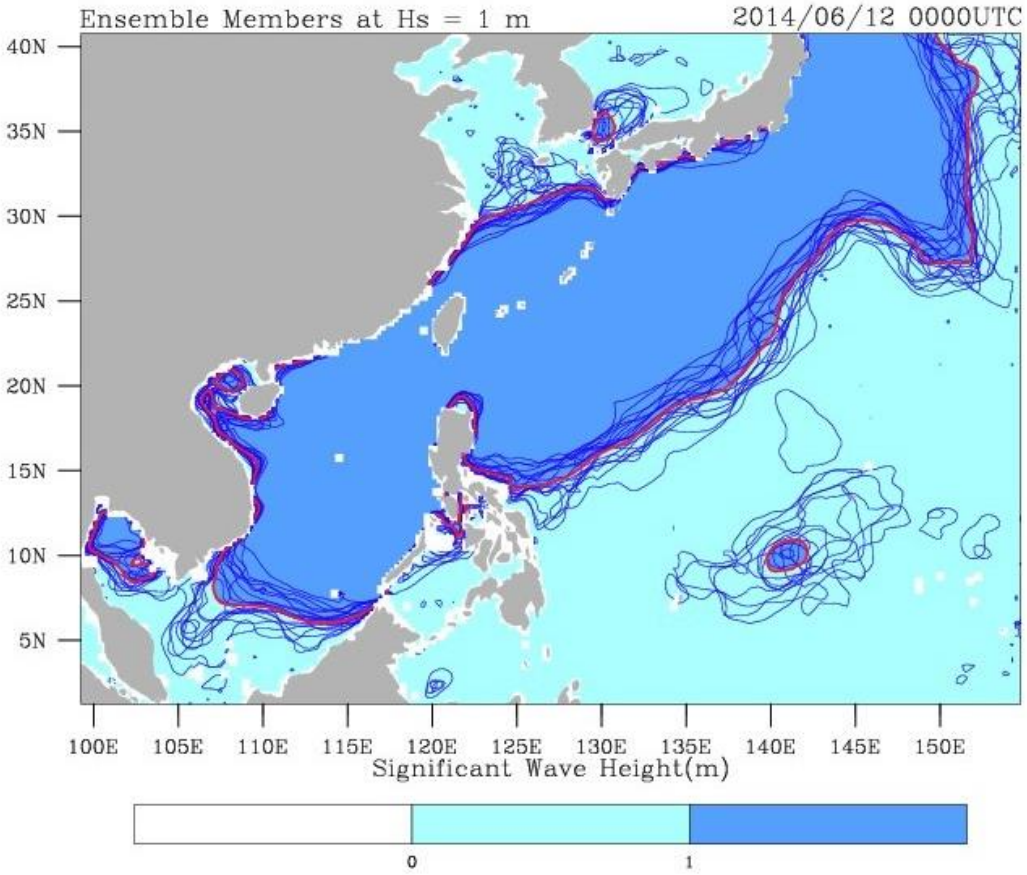


圖 83、波高 1m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)

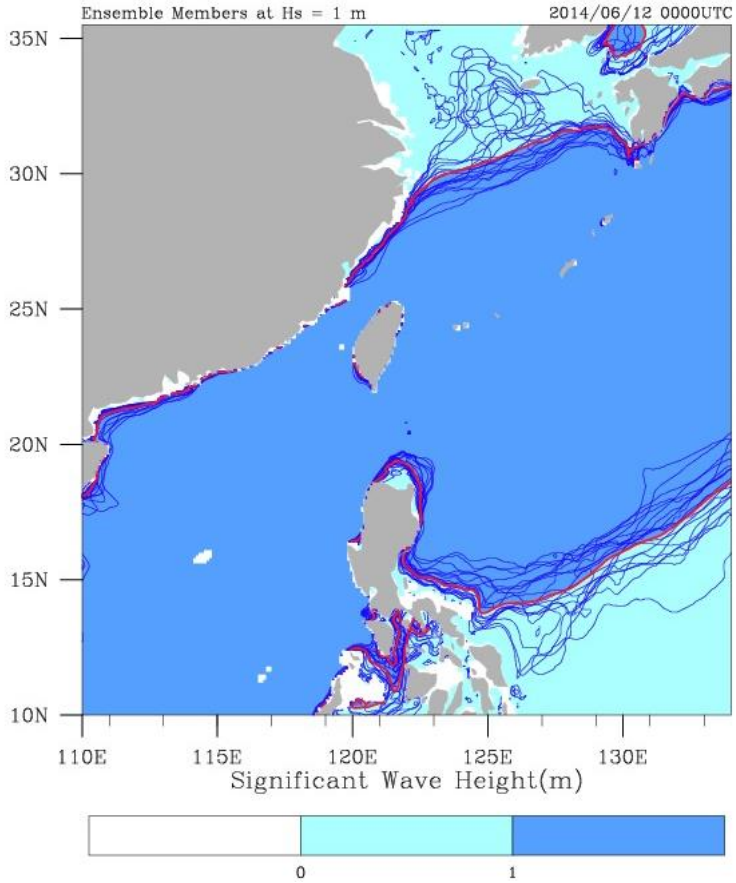


圖 84、波高 1m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)

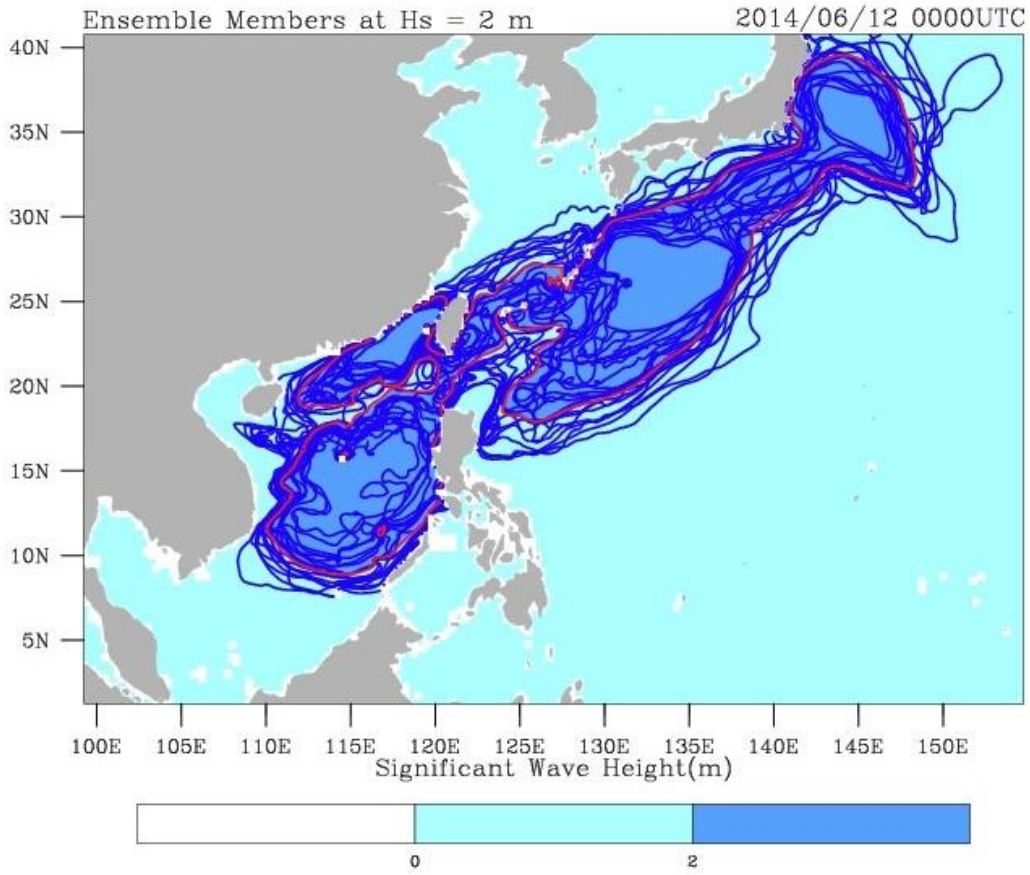


圖 85、波高 2m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)

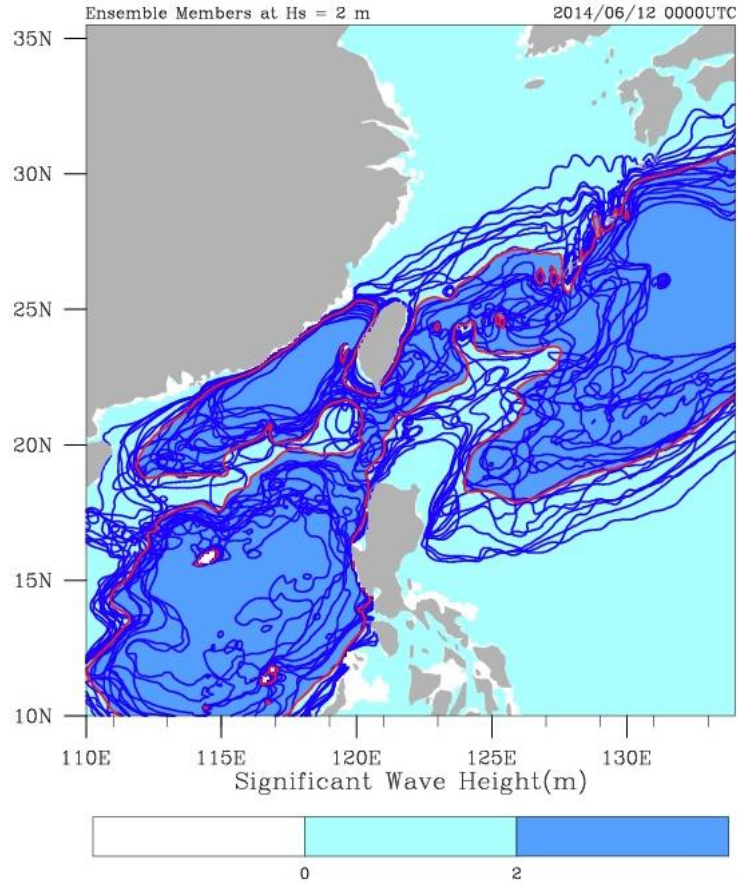


圖 86、波高 2m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)

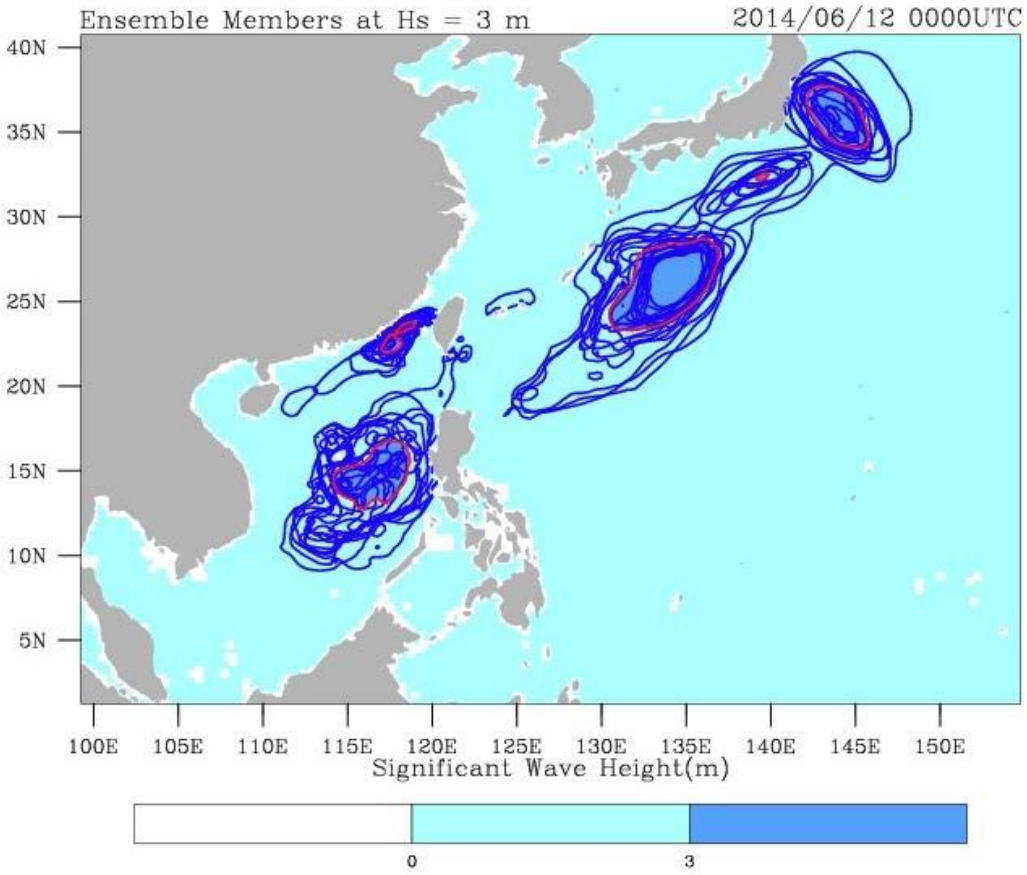


圖 87、波高 3m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)

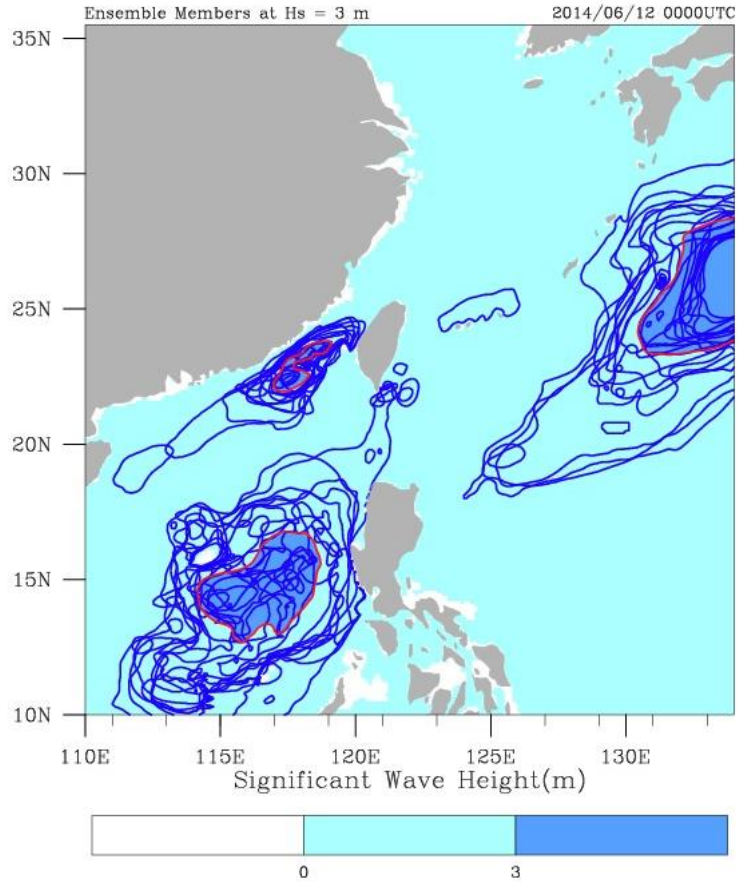


圖 88、波高 3m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)

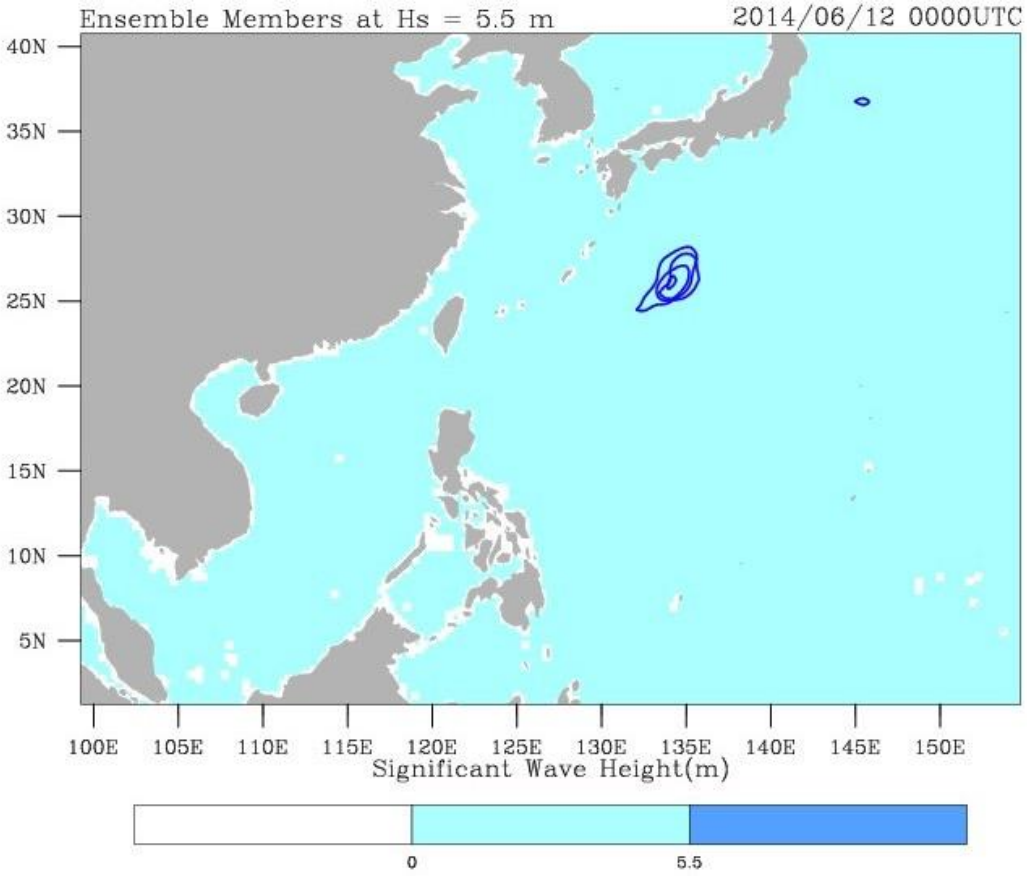


圖 89、波高 5.5m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)

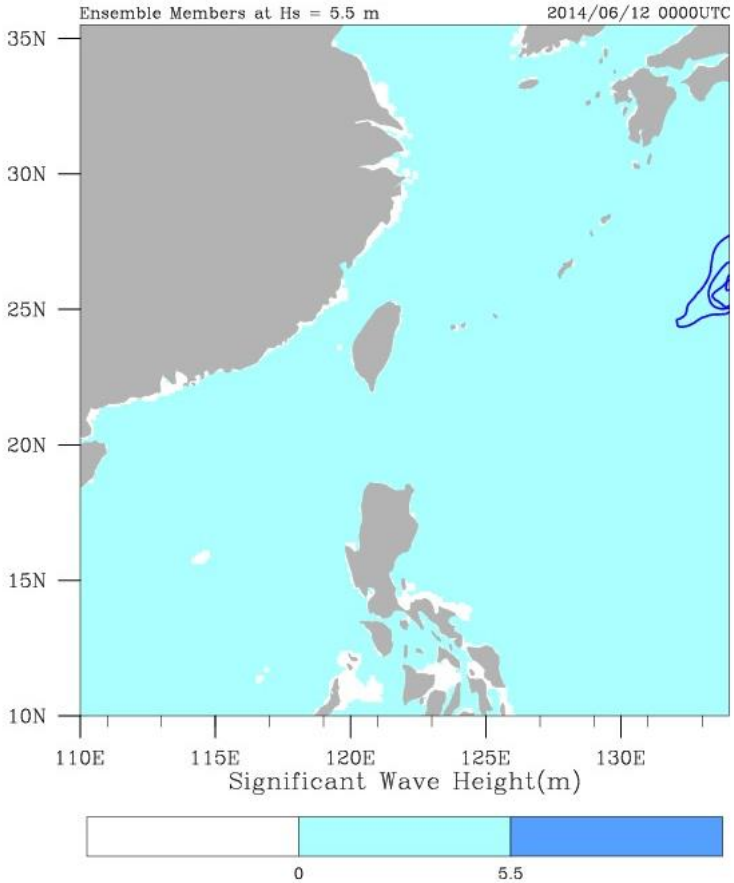


圖 90、波高 5.5m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)

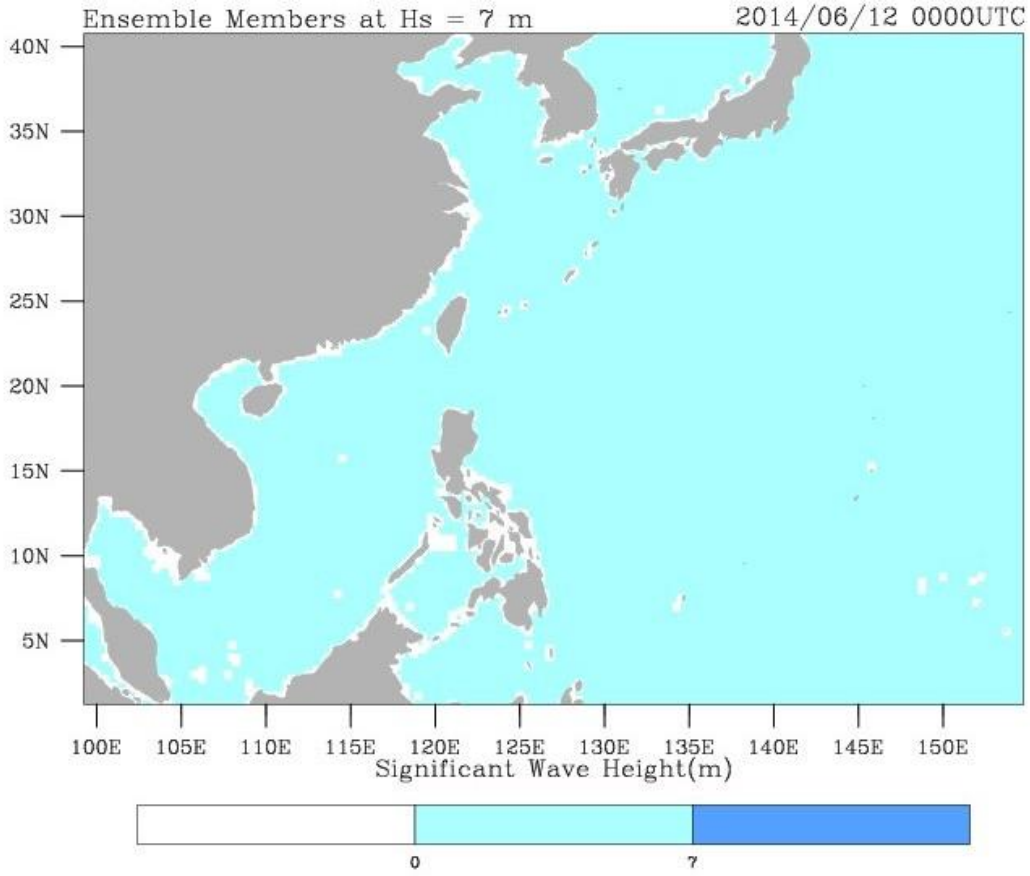


圖 91、波高 7m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)

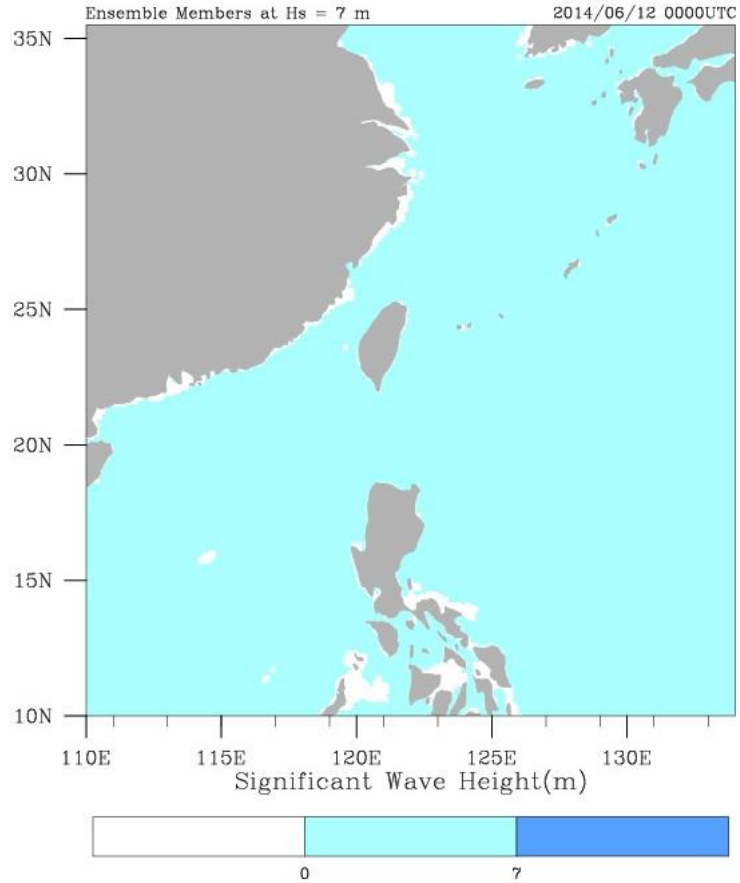


圖 92、波高 7m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)

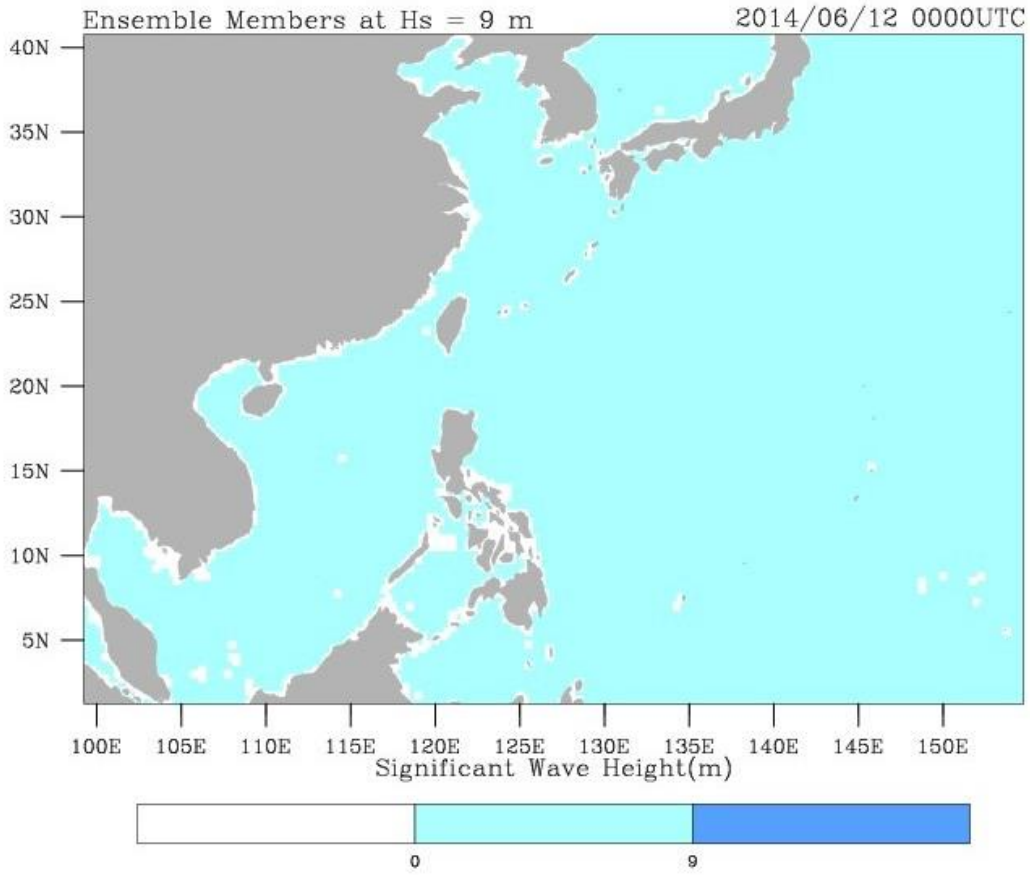


圖 93、波高 9m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.25 度)

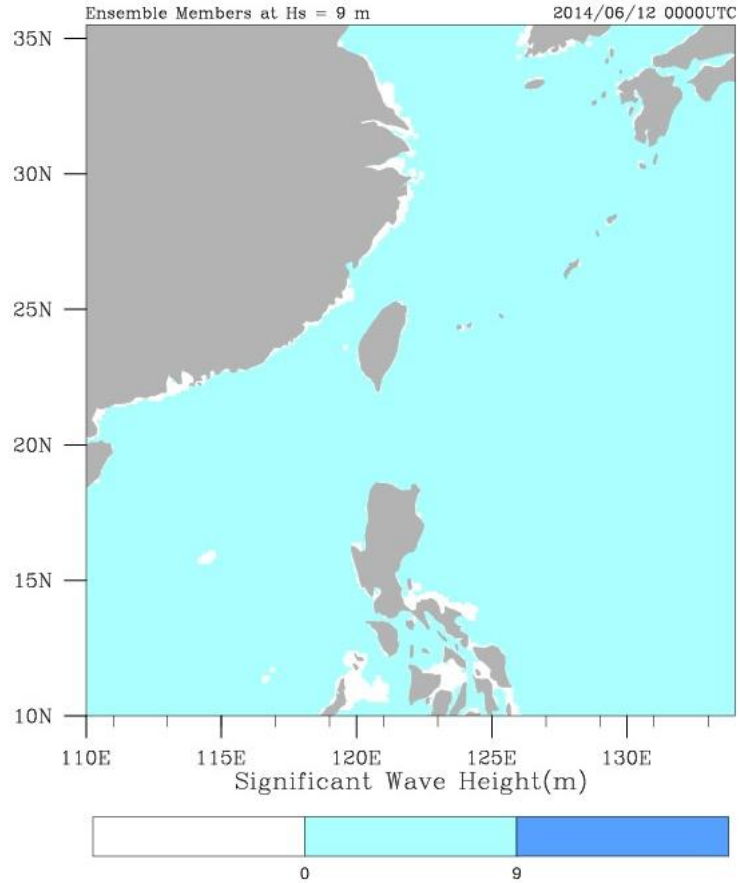


圖 94、波高 9m 之 Spaghetti 分布圖(2014/06/12 00:00) (0.1 度)

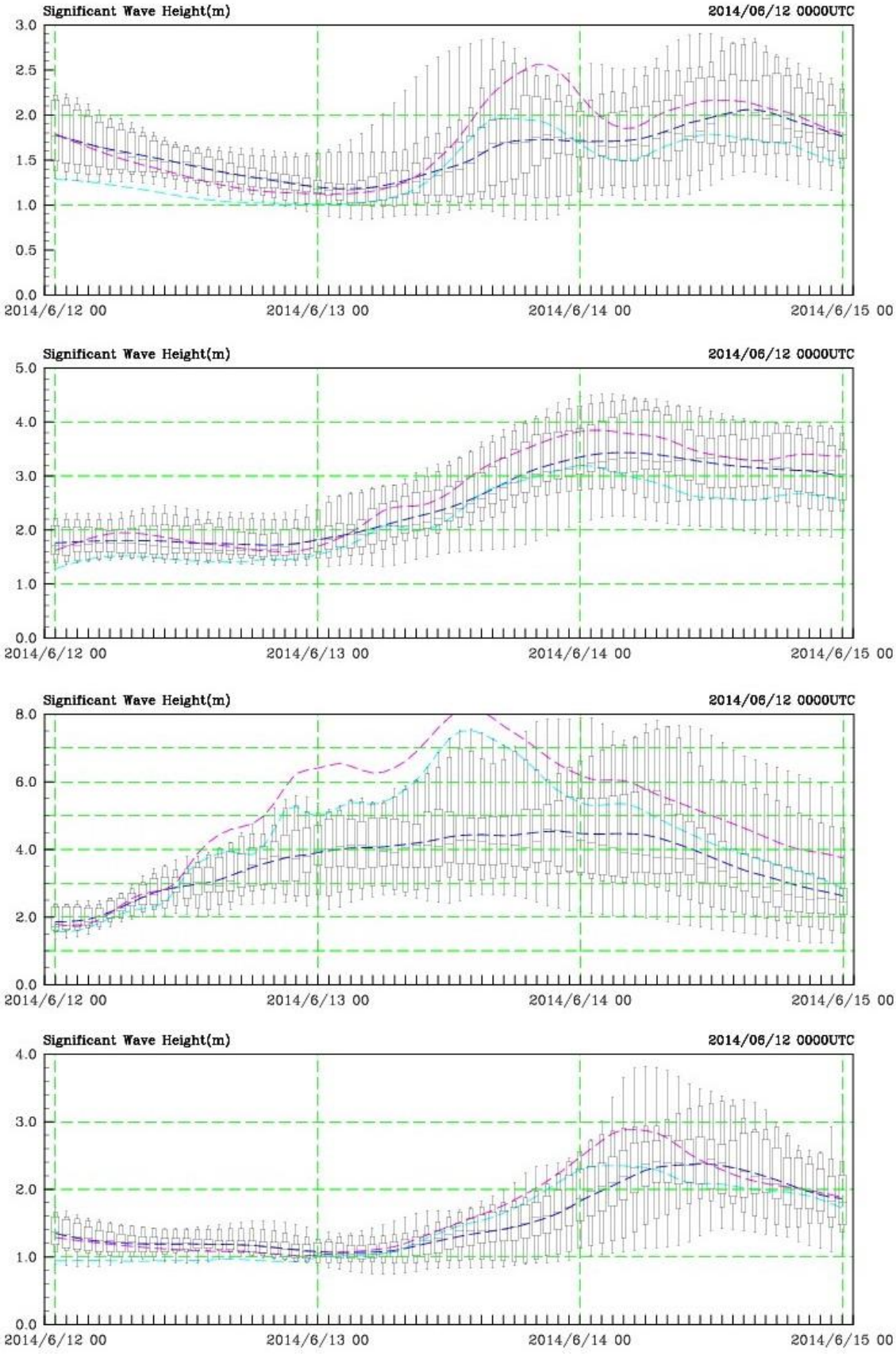


圖 95、各測站 72 小時波高預報之盒鬚圖(上到下依序為龍洞、臺東外洋、東沙島、馬祖)

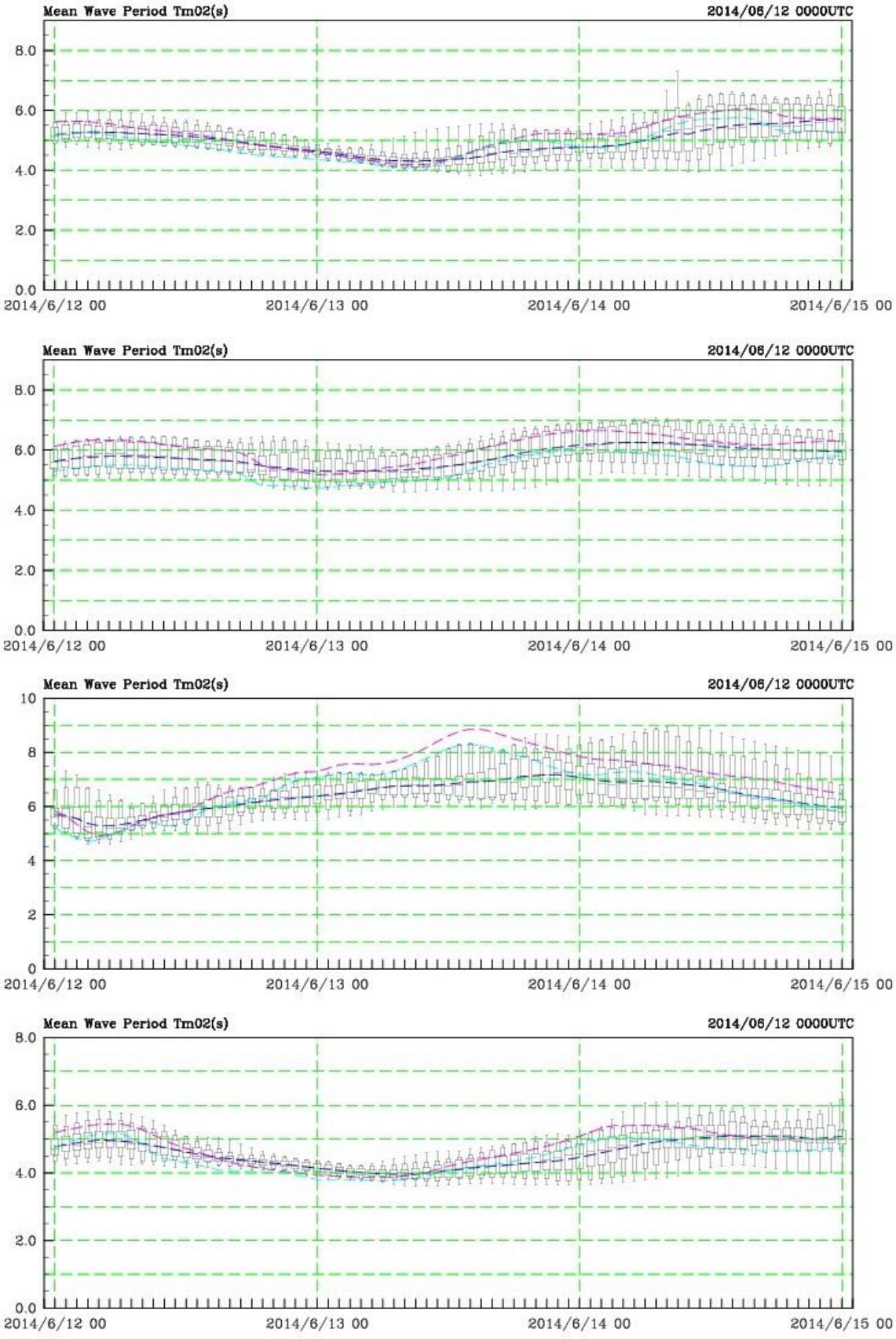


圖 96、各測站 72 小時週期預報之盒鬚圖(上到下依序為龍洞、臺東外洋、東沙島、馬祖)

2-3 系集預報結果展示雛型系統

為方便預報員進行系集預報結果的展示，本年度開始規劃並完成建置系集預報結果展示系統雛型。系集預報結果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的結果。由於系集預報作業系統是在氣象局安館內的超級電腦執行的，因此要透過定期的排程將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ASP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。

本年度建置的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97)、機率圖(圖98)、Spaghetti圖(圖99)、超越機率圖(圖100)、系集分歧及系集平均圖(圖101)、及單點圖(圖102及圖103)。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。

系統操作方式非常簡單，操作方式如下:

- 使用者可以點選「<」或「>」按鈕以選擇不同時間(6小時間隔)的預報結果來展示。
- 可用下拉選單選取「Grid 1」 或 「Grid 2」以展示第一層網格或是第二層網格的預報結果，相對應的各種圖形也會隨著改變。
- 使用者可以點選圖形上方的選單以便快速移到該種圖形進行展示，若使用網頁右邊的滑尺也可瀏覽所有的圖形。

若要下載圖形只要在該張圖形內按壓滑鼠右鍵後在出現的選單中選取「另存影像為(V)…」，即會顯示「另存新檔」視窗介面，其中的檔名已經填入該圖形的原始檔名，使用可以變更欲儲存的目錄及名稱後，按「存檔(S) 」按鈕即可將該圖檔下載到電腦中。

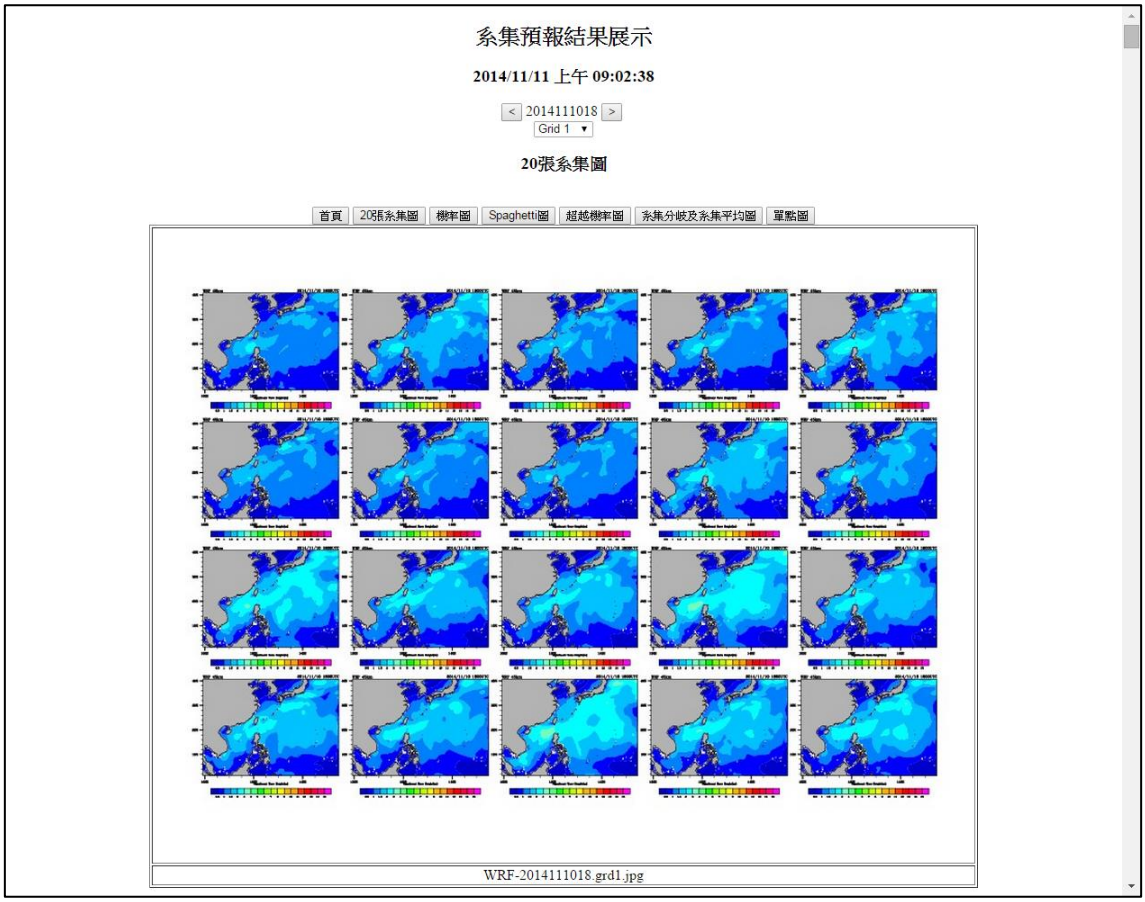


圖 97、系集預報結果展示系統首頁及 20 張系集圖展示

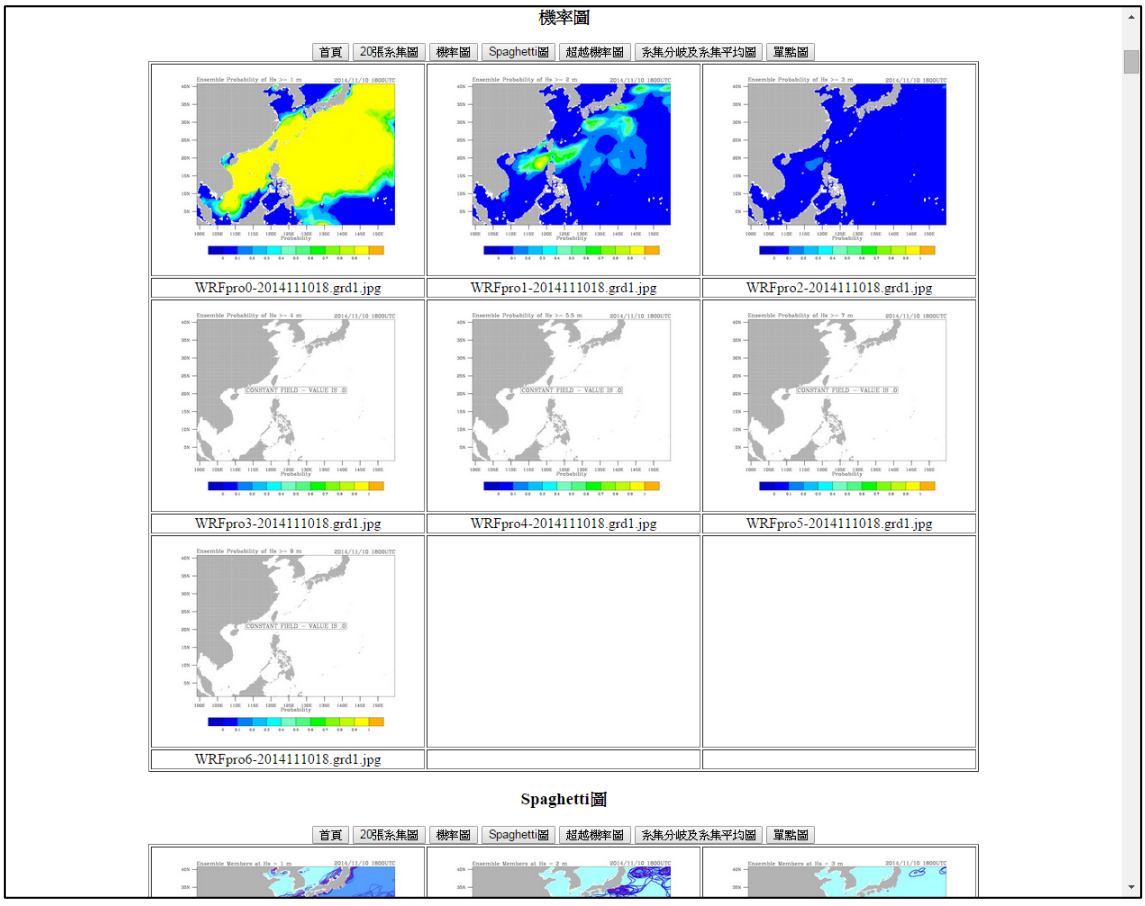


圖 98、系集預報結果展示系統機率圖展示

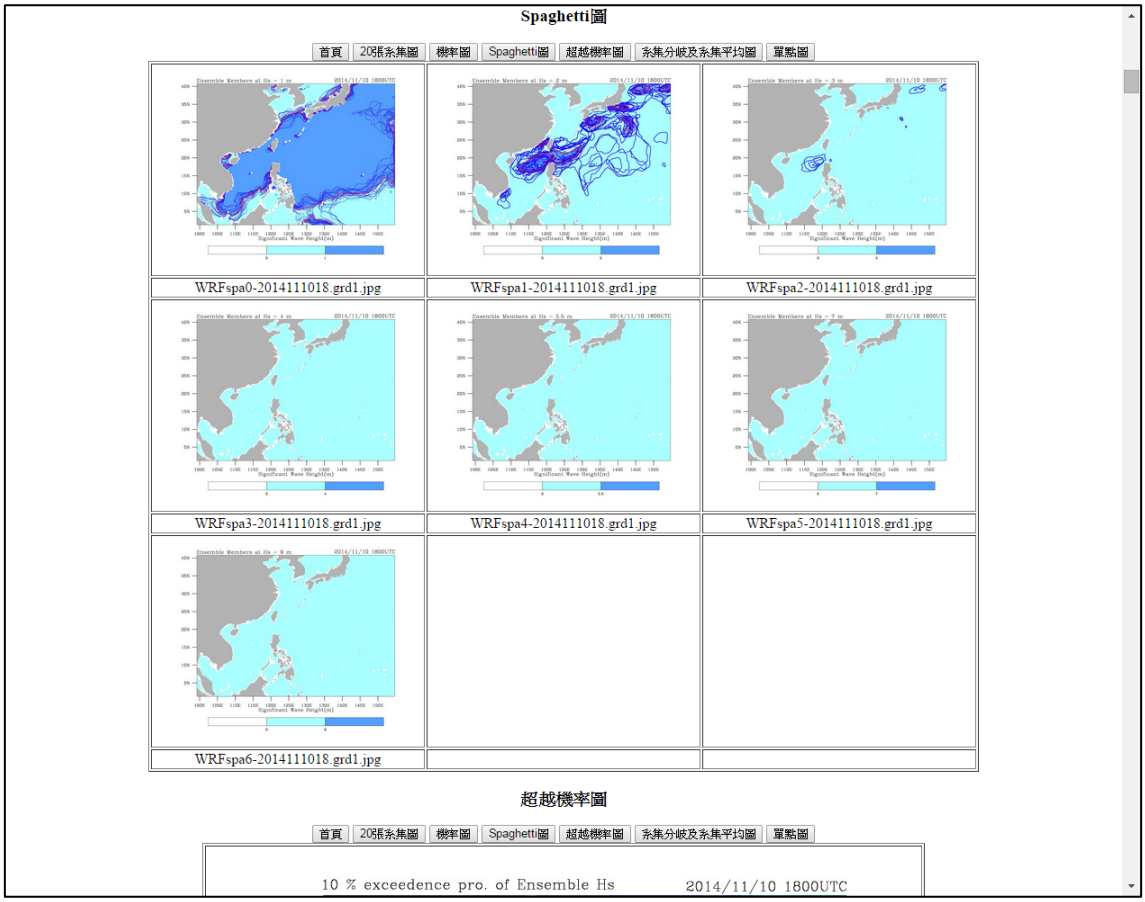


圖 99、系集預報結果展示系統 Spaghetti 圖展示

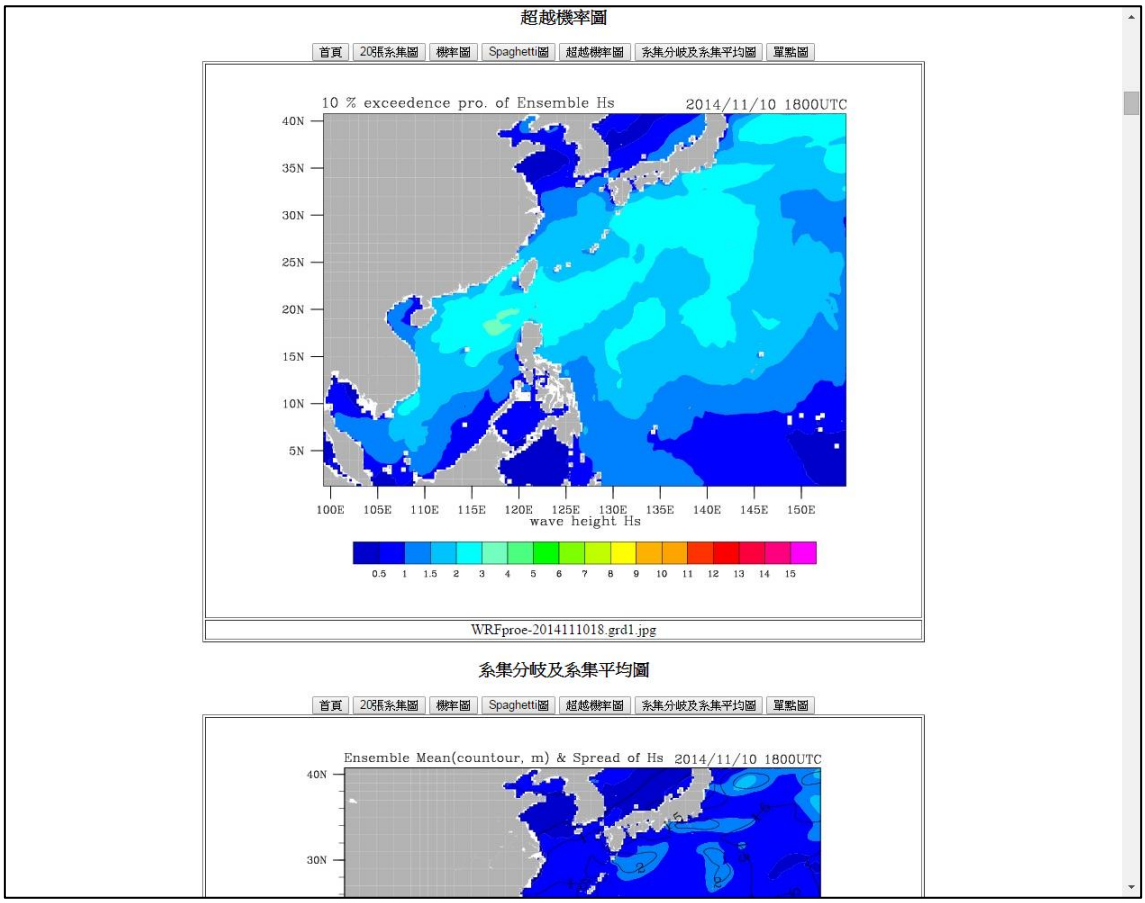


圖 100、系集預報結果展示系統超越機率圖展示

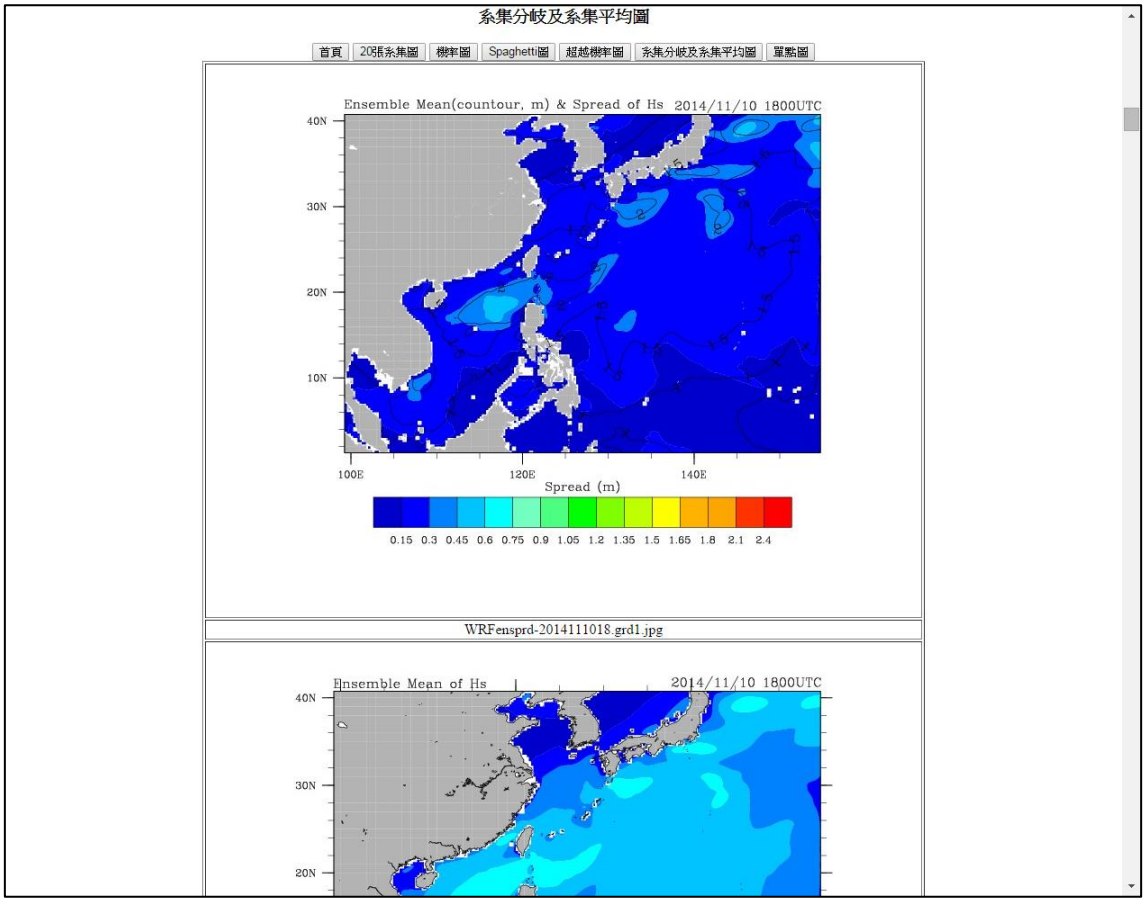


圖 101、系集預報結果展示系統系集分歧及系集平均圖展示

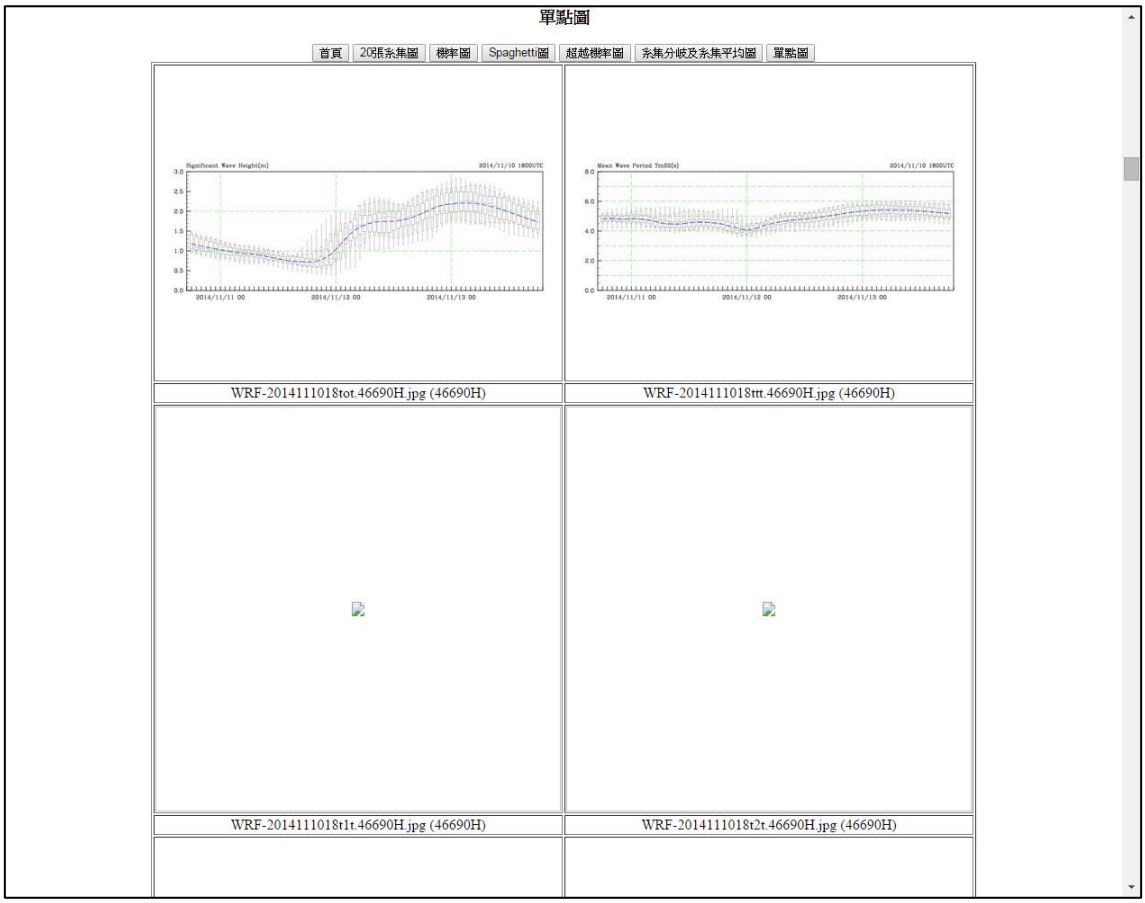


圖 102、系集預報結果展示系統單點圖展示(由於分析場尚未完成因此無法顯示)

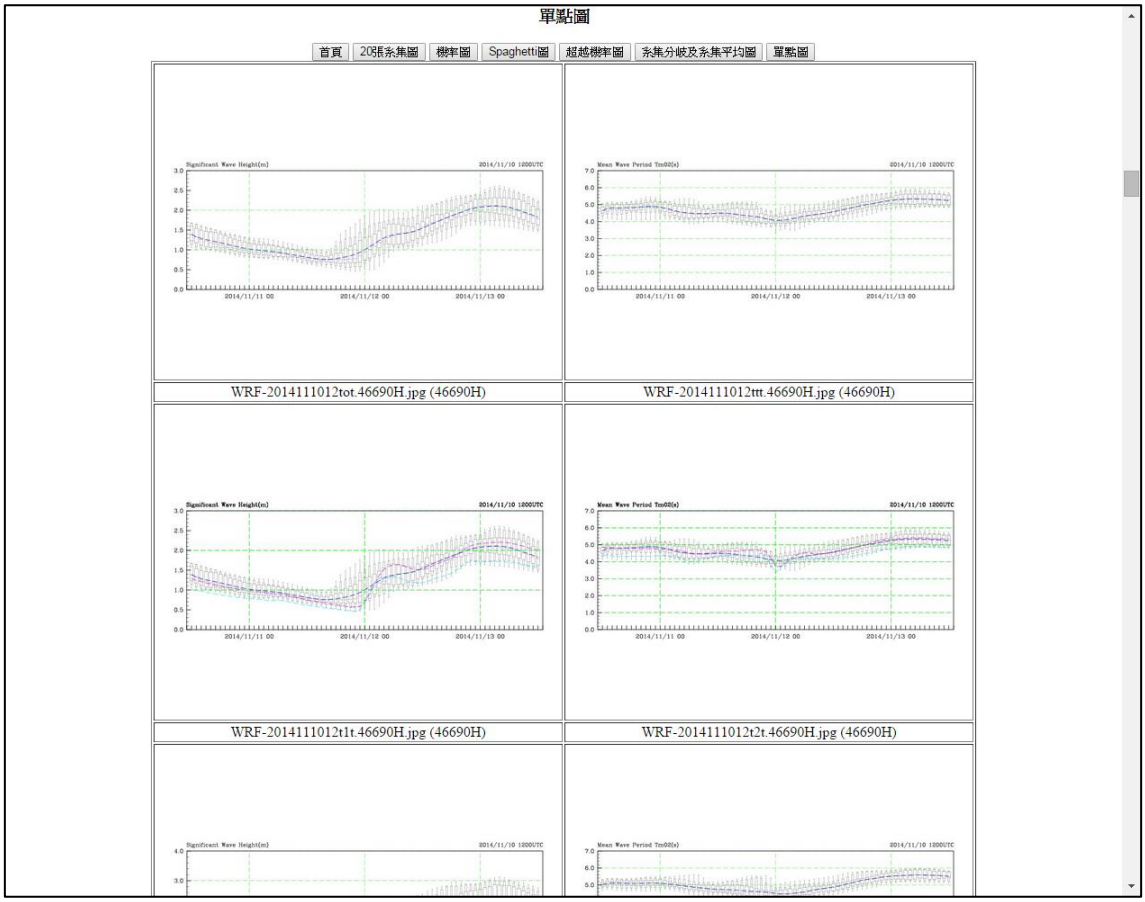


圖 103、系集預報結果展示系統單點圖展示(選擇前一個預報即可展示含分析場的紅線)

第三章、統計分析系集之規劃

系集預報之成效與系集之分歧度有很大的關係，因此需對預報結果進行統計分析，以算出預測的信賴性及機率等相關的資訊。當系集預報完成後，可以沿用前述篩選系集成員的統計分析方法來量化系集預報指標，包括Talagrand Rank Histogram、系集分歧、member equallikelihood、Relative operating characteristics (ROC)、Reliability diagram等，以了解系集預報之離散度、預報能力和可信度，並將之作業化以便定時檢視系集預報之執行成效，同時可以據此決定較佳的系集策略，作為後續改進之參考。本年度蒐集其他研究的系集產品的產出策略，並預先進行ROC及Reliability diagram等的測試，為明年作業化的檢視系集預報之執行成效進行先期準備工作。

3-1 較佳系集策略決定方法之資料蒐集

系集預測系統(EPS)的目的是藉由整合許多系集數值預測來預測氣象或氣候事件發生的可能性。而這些不同系集成員的組成可能由於輕微的起始條件不同、不同模式的設定或是使用不同的模式系統，其中使用不同模式的系集統稱為多重模式系集預測系統(multimodel EPS)，而系集分歧則提供一個評量預測信賴程度的基準，通常多重系集平均都比任何單一系集成員的執行力(performance)佳(Casanova & Ahrens, 2009)。

如果系集預測系統是由單一模式來提供多個系集成員的組成，而此系集成員的組成係來自於些微不同的起始條件，則這些初始狀態均被視為同等實際可行的(equally realistic)，故每個系集成員對於預報事件的可能性均具有相同的權重。當然若是在更小區域的系集預測系統，其系集的組成是由部分大的系集系統的成員再加入起始擾動所組成，則可依據其重要性採用不同的權重。而多重模式系集預測系統，因其來自不同的模式，自然權重必定來自於不同模式的執行力，同時對於不同的時間及空間尺度有許多決定權重的方法。例如Casanova & Ahrens(2009)針對短期小範圍天氣及整體季節氣溫變化的系集系統提出簡易執行力權重(simple skill-based weighting)、Bayesian模式平均(Bayesian model averaging, BMA)等方法，BMA是一種預報系集後處理的統計方法，主要在建立與氣象相關變數的預報機率密度函數，此預報機率密度函數係利用個別偏差修正後的預測所產生的個別密度方程式來估算權重，此方法的前提係假設溫度預測為常態分布，而所有模式的誤差變異數是相等的，因此可以用最大概似法來決定權重和變異數。

Chan(2005)利用四個作業化的天氣模式ECMWF、EGRR(英國大氣辦公室)、JMA、NCEP等模式，針對多重模式系集預測系統，提出分層(stratified)及不分層(unstratified)權重的方式，討論颱風路徑的預報。不分層權重部分，其比較相同權重、過去最好權重(post-year best

weighting, PYBW)、去年最好權重(last-year best weighting, LYBW)等方式，結果顯示，某些系集模式表現很好對於整體預報一直都扮演有較佳的角色，故在利用PYBW的權重方式會有較佳的系集預報成果，此亦為最佳的不分層權重方式，而使用LYBW，其基於模式及全球氣候與去年相同或相似的假設不一定成立，故此種方法在所有作業化系統中都不建議使用。分層權重部分，則採用不同模式在不同時間與觀測值的距離誤差當作權重(1/距離誤差)，包括00及+12預報時，結果顯示使用00時之距離權重對於預測並無任何改善，使用+12則有些許的改善。其認為颱風路徑的誤差並非僅跟距離有關，跟角度及速率(向量)亦有關係，其提出不同的修正機制,結果顯示僅對初期預測做修正的方式且後續對+12的位置作修正可以得到較佳的結果。Tebaldi & Knutti (2007)亦使用多重模式系集預測來探討機率氣候預測。

此外，若將整個系集的輸出當作時間序列(time series)來處理的話，則有相當多的方法處理之(例如ARIMA)，應用在訊號處理、水文等，不過可能與目前的系集系統的處理不太一樣。

3-2 系集預報系統的預報能力和可信度評估

系集預報系統須以量化指標來建立系集預報的能力和可信度，其中前三者已在去年計畫中建立完成，本年度建立後二者，以下說明各項指標之統計意義及後二者之測試說明：

- Talagrand Rank Histograms：針對已知的真值而言，可評估系集預報系統相對於該真值的離散程度，也能了解系集預報的偏差(Bias)情形。
- 系集分歧(Ensemble Spread)：系集預報和系集平均的差異。Rank Histogram 對於離散程度的評估較為定性判斷,因此透過ensemble spread可提供一個定量的數值協助判斷。
- The Member Equal-Likelihood：以真值和各成員預報值進行比較，若系集成員預報值和真值最接近，則此系集成員累加一次直到統計完所有時間和網格點資料。由於期望每個成員對於真值的預報命中率一致，因此圖形平坦時，為最佳的情形。
- Reliability diagram：主要在檢視預報與觀測相符的程度，即預報機率與觀測機率的對應值，對角線代表完美的可靠度。訂定某一個門檻(threshold)的條件下(例如：Hs>2m)，在某個樣本中，統計大於門檻值之系集成員個數，並計算其佔總成員數之比例，此為預報機率。在擁有相同預報機率的樣本中，統計觀測值大於門檻值的個數，而此個數佔樣本數之比例即為觀測機率。

  依據去年之分析，系集成員的組成主要根據外海測站，利用不同公式已可降低外海測站RMS及SPRD的差距，掌握較高的不確定性。然而在計算Reliability diagram及ROC時，需有較多的數據才不至於在切割級距時因樣本太少導致機率的偏差，故選擇二個外海測站及差分馬祖測站，加上原先偏差較少的小琉球、澎湖、金門、台西

平台、七股、金門等測站進行分析，圖104為第72小時預報在Hs>2m及Hs>3m的可靠度，其中no resolution代表觀測之氣候平均值(climatological relative frequency)，即觀測大於門檻佔所有觀測值的比例，no skill代表Brier Skill Score(BSS)等於0的情形，此時Reliability與Resolution相等(Murphy(1973))，而當Resolution等於0時代表觀測機率等於氣候平均值，即代表no resolution，換言之愈接近氣候平均值就代表不需要預報系統，用氣候平均即可。圖中顯示模式在Hs>3m仍然較大，在預報機率0.5及0.7是較不具預報能力，換言之，其對預測能力不具正向貢獻。在加入今年幾個月(7/28~9/30)之資料後顯示如圖105，顯示波高Hs>2之門檻機率趨近對角線較前佳，但Hs>3m則似乎未較佳。將所有測站一起分析，結果顯示模式仍然偏高，尤其東北部和東部測站，為未來需要改善的地方。

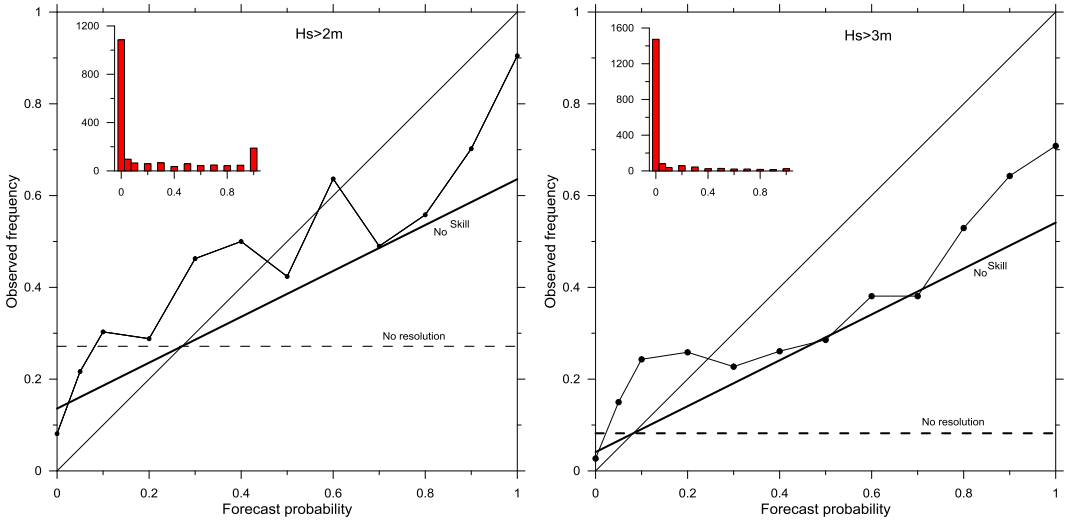


圖 104、72 小時預報 Reliability diagram (左：Hs>2m 右：Hs>3m) 2012.1~2、2012.7~8

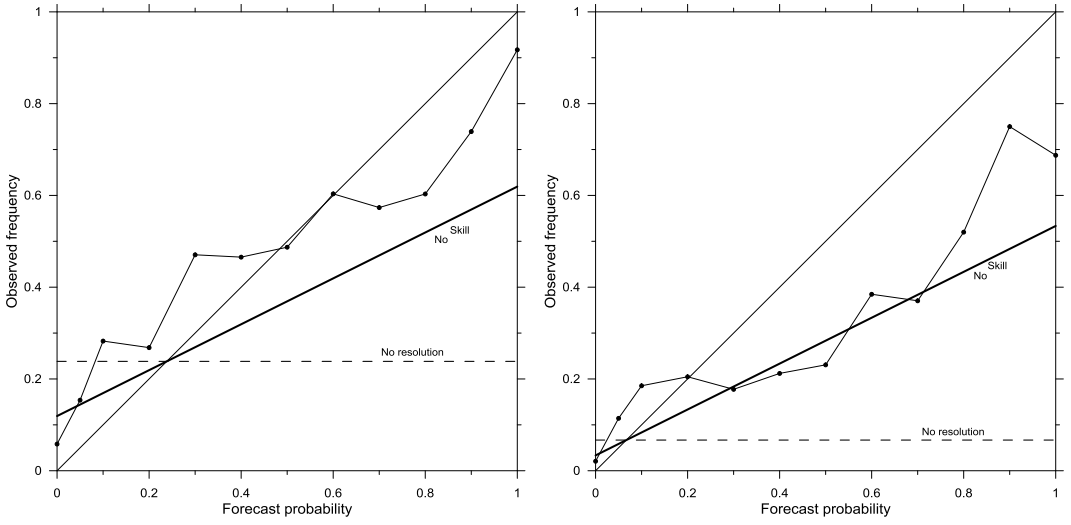


圖 105、72 小時預報 Reliability diagram (左：Hs>2m 右：Hs>3m) 2012.1~2、2012.7~8、2014.7~9

■ Relative operating characteristics(ROC)：主要在評估系統區別事件發生及未發生的預報能力(discrimination)，可以視為一種潛在有效的評估工具。主要在繪製某一個門檻的條件下，誤報率(false alarm rate) Fi及命中率(hit rate) Hi的關係圖，通常橫軸為誤報率或錯誤率，縱軸為檢測概率或命中率，當曲線愈貼近左上角代表命中率高而

誤報率低，亦即較高的預報能力。其中命中率為預報命中(hit)除以預報命中及未預報(miss)的和，預報命中代表當觀測中它真實地發生了一個事件，也預測它會發生，未預報代表當一個事件在觀測中發生了，可是沒有預測它的發生。故分母為觀測中發生了大於門檻條件的發生個數，而分子為相對應的預測裡、會發生大於門檻條件的事件個數。而誤報率為誤報(false)除以誤報及無正確預報(correct rejection)的和，誤報代表當一個事件在預測了它發生,可是觀測中它沒有發生時，無正確預報為當一個事件在預測和觀測中都沒有發生。故分母為觀測中未發生了大於門檻條件的事件個數，而分子為相對應的預測裡、預測其會發生大於門檻條件的事件個數。ROC曲線即定義在不同預報機率門檻(threshold)下，前述誤報率Fi及命中率Hi的關係圖。

而ROC曲線下之面積(area)為衡量系統有無預報技術(skill)的指標，當此為1時代表完美預報，此大概在完美的決定性預報才可能發生，若為0.5時代表沒有預報技術，即隨機的預報情境，觀測的機率及預測的機率是相等的，則其衍生在不同門檻下之誤報率及命中率呈現45度角之對角線，故當曲線愈貼近左上角代表命中率高而誤報率低，亦即較高的預報技術能力。因此所有的事件均介於左上角之三角形間，一般而言，面積需大於0.7以上，才可稱為其具有區別事件發生及未發生的預報能力。

圖106為利用2012/1~2、7~8及加入2014/7/28~9/30後的ROC分布，在Hs>2m之面積由0.84增加至0.87，Hs>3m之面積由0.81增至0.82。

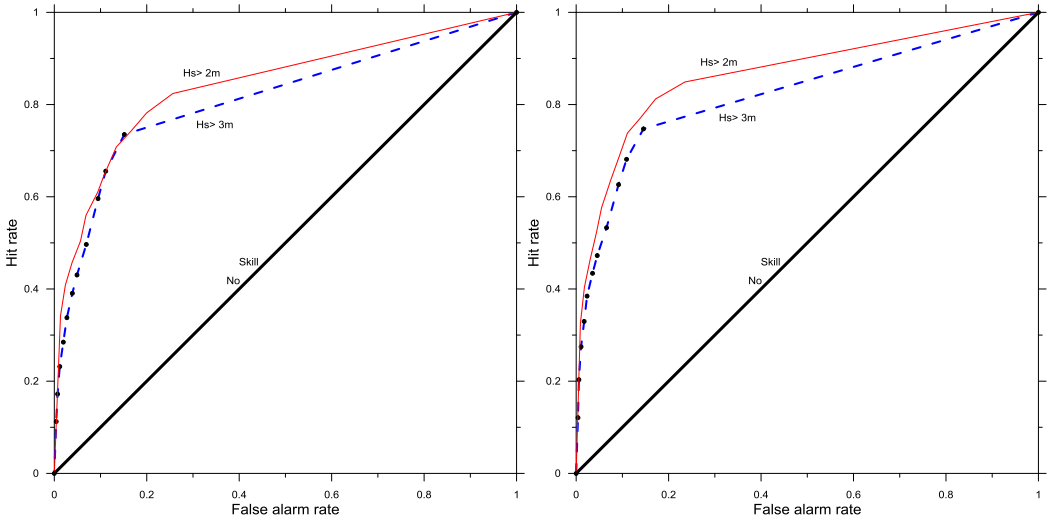


圖 106、ROC 曲線(Hs>2m 及 Hs>3m)(左：2012/1~2、2012/7~8　右：2012/1~2、2012/7~8、2014/7~9)

第四章、暴潮展示系統更新及功能加強

氣象局發展不同暴潮數值模式以便在進行潮位預報時，能夠考慮到暴潮的因素，並整合暴潮模式、調和分析與觀測資訊，準確的進行潮位（海水位）的預報。海象測報中心的暴潮展示系統即是在讓預報員能夠整合暴潮模式的資訊，結合已知的觀測資料，判斷出正確的潮位預報。在先前年度計畫已建置暴潮展示與校驗系統(圖1及圖12)，包含暴潮展示與校驗系統的介面整合及整體系統之架構建置，並已在99年開始在颱風季節時上線供內部使用，並將基隆、花蓮、臺東、淡水、臺西、將軍、高雄及澎湖等8個站的颱風暴潮預報圖放在中央氣象局對外的網站上供民眾瀏覽，以及國家防災科技研究中心讓防災救災決策者可以統合運用。

4-1 工作項目與內容

在本四年計畫的第三年度要進行暴潮展示與校驗系統的更新及功能加強，主要工作項目是協助維持暴潮展示系統內容更新與系統正常運轉並提出維護報告、製作暴潮預報水位圖檔XML格式及傳輸功能、預報水位調整機制變更、新增1個暴潮模式模組、及新增2種水位校驗計算及時序圖展示(圖107)。

本年度的研究方法就是持續使用已建置的系統來進行系統的更新與功能加強，並與業務單位保持密切聯繫，隨時提報系統運作情形與編修現況，並於每季提出維護報告，確保系統功能符合業務單位的需求。本工作項目進行步驟如圖108所示。各項工作說明如下：

(1) 確保暴潮展示與校驗系統的正常運作

與業務單位保持密切聯繫，當系統有狀況時可直接通知工作團隊，利用遠端特定IP的電腦連結到海象測報中心135伺服器的暴潮展示與校驗系統,利用網路ftp下載網頁程式後進行編修。編修完成的程式再透過ftp上傳至135伺服器，然後再利用遠端特定IP的電腦連結到海象測報中心測試執行程式。每當有颱風接近台灣時就會赴海象測報中心進行測試演練，確保系統可正確運作。

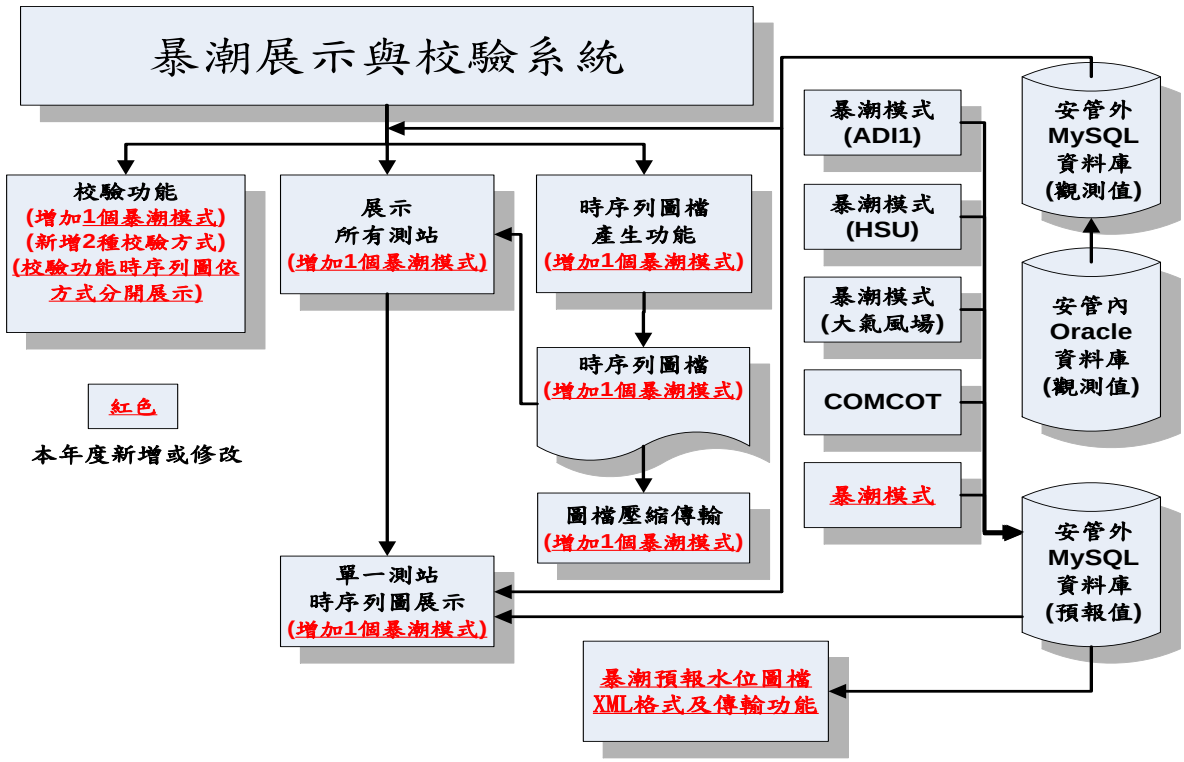


圖 107、暴潮展示與校驗系統架構圖

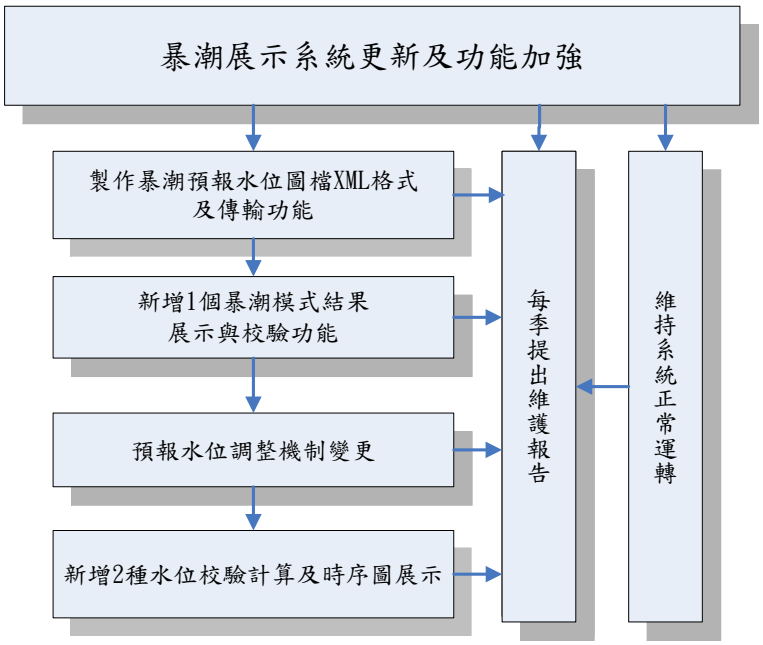


圖 108、暴潮展示與校驗系統更新與維護執行流程圖

(2) 製作暴潮預報水位圖檔XML格式及傳輸功能

本項工作就是要配合氣象局的規劃，針對暴潮預報建置符合警示資訊傳輸協定(CAP，Common Alerting Protocol)的KML格式檔案，用於Google公司所建置的「台灣防災地圖」上。CAP是一種XML型態的資料格式，該協定是為了讓不同的公眾警示與預警技術間，可以輕易地交換警示內容。CAP讓警示訊息可以正確一致地在同一時間散播到多種不同的警示系統與

應用程式，而這樣的機制簡化了負責發布警戒單位的工作，增加了警示發布的效率，讓社會大眾可以很快的收到正確的警示訊息，減少生命財產的損失。工作方式將配合氣象局針對暴潮資訊所規劃的CAP格式內容(Google Earth KML格式)，使用VB.NET撰寫程式，負責輸出暴潮預報水位圖檔的KML檔案，並傳送到指定的伺服器上。

(3) 預報水位調整機制變更

由於現階段的預報水位調整機制是使用暴潮模式起始的時間點水位與該時間點觀測水位的差值作為修正值，但由於水位觀測值會有上下震盪的現象，現有的修正機制過於依賴單一點的觀測值，往往會造成不當的預報水位修改，因此本工作將修改程式，把預報水位調整值改為，用過去6及12分鐘觀測值平均與模式起始時間預報值的差值來進行修正。

(4) 新增1個暴潮模式結果展示與校驗功能

新增1個暴潮模式的展示與校驗功能，包含過去36小時觀測資料時序圖，未來36小時模式預報資料時序圖，未來36小時模式預報修正時序圖，過去及未來36小時調和分析水位時序圖、暴潮偏差時序列圖、警戒線值、舊有之校驗及圖檔壓縮與傳輸等功能。

(5) 新增2種水位校驗計算及時序圖展示

本工作將新增2種水位校驗選項，連同原先的選項計算3種統計值（BIAS、RMS、CR），各個選項並將單獨繪製兩條曲線的時序圖。3種選項如下：

- (調和分析+模式暴潮偏差+修正)與觀測值 (新增)
- (模式天文潮+模式暴潮偏差)與觀測值 (新增)
- (調和分析+模式暴潮偏差)與觀測值 (原有)

系統在修改過程中將建置新的網頁，隨時保持連線，讓業務單位可以隨時查詢系統修改進度並提出進一步修改指示，如此可以讓新增加的功能完全符合業務單位的需求並加速系統的開發。

(6) 增加天文大潮線及更改大潮警戒線為暴潮警戒線

本項工作為配合業務單位需求，額外增加之工作項目，為了增加天文大潮線及更改大潮警戒線名稱為暴潮警戒線。因為原先的資料庫所讀取的資料表格中沒有天文大潮欄位資料，因此要修改資料表格，增加天文大潮(HHWL)欄位，並自資料課取的相關資料後輸入資料庫中，以便程式讀取及繪製。

4-2 本年度成果

4-2-1 確保暴潮展示與校驗系統的正常運作

為防止135伺服器若發生問題導致整個作業癱瘓無法進行颱風期間暴潮展示與校驗及發布暴潮預報時序列圖，已在上年度完成伺服器的備援系統建置工作。建置與現有135伺服器上相同的環境，然後將相關的程式複製到新的備援伺服器上，並完成測試以確保系統可以在很短的時間內上線取代原先的135伺服器執行颱風暴潮展示、校驗與資料傳輸作業。暴潮展示與校驗系統的主架構及備援架構如圖109所示。

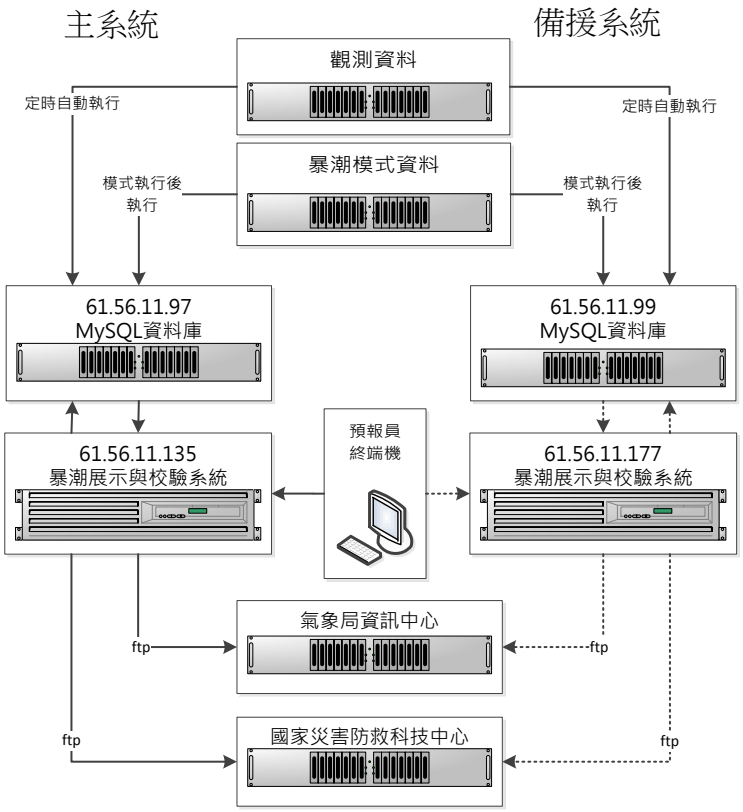


圖 109、暴潮展示與校驗系統主系統與備援系統架構圖

本年度執行在上半年只有在發布哈吉貝颱風海上颱風警報時正式啟動颱風暴潮校驗展示系統一次，除了在傳輸颱風暴潮預報圖到國家防救災中心時由於IP傳輸權限關係無法直接由系統ftp傳輸資料外，系統皆正常值行產生颱風暴潮預報圖。在下半年的麥德姆及鳳凰颱風，相關的IP權限影響圖檔ftp傳輸問題已解決，系統皆可正常執行。

由於本年度在水位調整機制及增加2種校驗展示方式，因此另外建置defaultall103.asp首頁程式，進行系統的更新，在上半年度與原先的defaultall4.asp程式並行，不致影響到在颱風警報發布時的正常作業。在下半年度由於新增功能已經測試ok，因此已由defaultall103.asp作為颱風暴潮展示與校驗系統的首頁。

本年度除不定時利用遠端特定IP的電腦連結到海象測報中心135伺服器的暴潮展示與校驗系統進行測試外，並利用網路ftp下載網頁程式後進行編修與更新。本年度針對颱風暴潮校驗展示系統共執行11次主要系統維護，相關維護紀錄請見4-2-8節及附件三的維護報告。

4-2-2 製作暴潮預報水位圖檔 XML 格式及傳輸功能

本項工作就是要配合氣象局的規劃，針對暴潮預報建置符合警示資訊傳輸協定(CAP，Common Alerting Protocol)的KML格式檔案，用於Google公司所建置的「台灣防災地圖」上。CAP讓警示訊息可以正確一致地在同一時間散播到多種不同的警示系統與應用程式，而這樣的機制簡化了負責發布警戒單位的工作，增加了警示發布的效率，讓社會大眾可以很快的收到正確的警示訊息，減少生命財產的損失。

本工作方式將配合氣象局針對暴潮資訊所規劃的CAP格式內容，即為Google Earth KML格式)，原先規劃使用VB.NET撰寫程式，負責輸出8個測站(基隆、花蓮、台東、淡水、台西、將軍、高雄、澎湖)的暴潮預報水位圖檔KML格式，並應由首頁介面控制傳送至指定電腦。經執行團隊評估為確保所展示的圖檔為最新與中央氣象局網頁同步展示的暴潮預報圖，並簡化作業化程序，規劃不另開發KML產生程式，只用地理資訊系統一次產生含8個測站暴潮預報水位圖檔的KML檔案，並一次傳送到指定的伺服器上即可。由於KML檔內所指到的颱風暴潮預報圖檔所使用的檔名皆是固定的，因此不需要一直更新該KML檔，而連結到的颱風暴潮預報圖檔皆是最新與中央氣象局網頁同步的資料。

KML檔製作的方式是使用ArcGIS Desktop 地理資訊系統建置8個預報站的地理資訊如圖110所示，再經由ArcGIS的「Geoprocessing」功能中的「Conversion Tools」中的「To KML」工具，來產生KML檔(圖111)。由於以此方式建置的KML檔會把原先的屬性資料放入檔案中，當使用者在Goolge Earth 或Map環境中點選該測站後即會用跳出視窗的方式展示所有屬性，因此要使用手動編輯的方式修改KML檔，讓跳出視窗只顯示該測站的颱風暴潮預報圖及中英文名稱，才不會提供過多的資訊給使用台灣防災地圖的一般民眾。

由於在下半年度防災中心要求須要將圖檔一起打包在KMZ檔中，不能使用連結到氣象局網站的方式，且圖檔檔名及KMZ檔名都要使用模式執行時間來命名，因此上半年度規劃執行的方式完全不合需求，需要重新撰寫程式來因應。經評估後可以使用ASP程式即可建置完成KMZ檔，不需要撰寫VB.NET的程式。

原先的颱風暴潮展示與校驗系統首頁增加了「傳送圖檔至NCDR」按鈕(圖112)，預報員只要在顯示暴潮模式結果圖檔後，按壓此按鈕即可將8張暴潮預報圖以「HSUXXX_YYYYMMDDHHNNSS.jpg」更名後與doc.kml檔打包好成檔名如「surgeFcst_YYYYMMDDHHNNSS.kmz」的颱風暴潮預報KMZ檔，命名方式YYYY為西元年，MM為月份，DD為日期，HH為小時，NN為分鐘，SS為秒鐘，XXX為預報站編號。KMZ

檔產生完後系統即會自動ftp到指定的IP及目錄下。完成的KMZ檔在Google Earth 的環境下顯示8個預報站的位置，當使用者點選某一個測站時即會跳出展示該測站的颱風暴潮預報時序列圖(圖113)。此KMZ檔產生即傳送的功能以建置完成並測試成功，以正式納入颱風暴潮預報作業中。

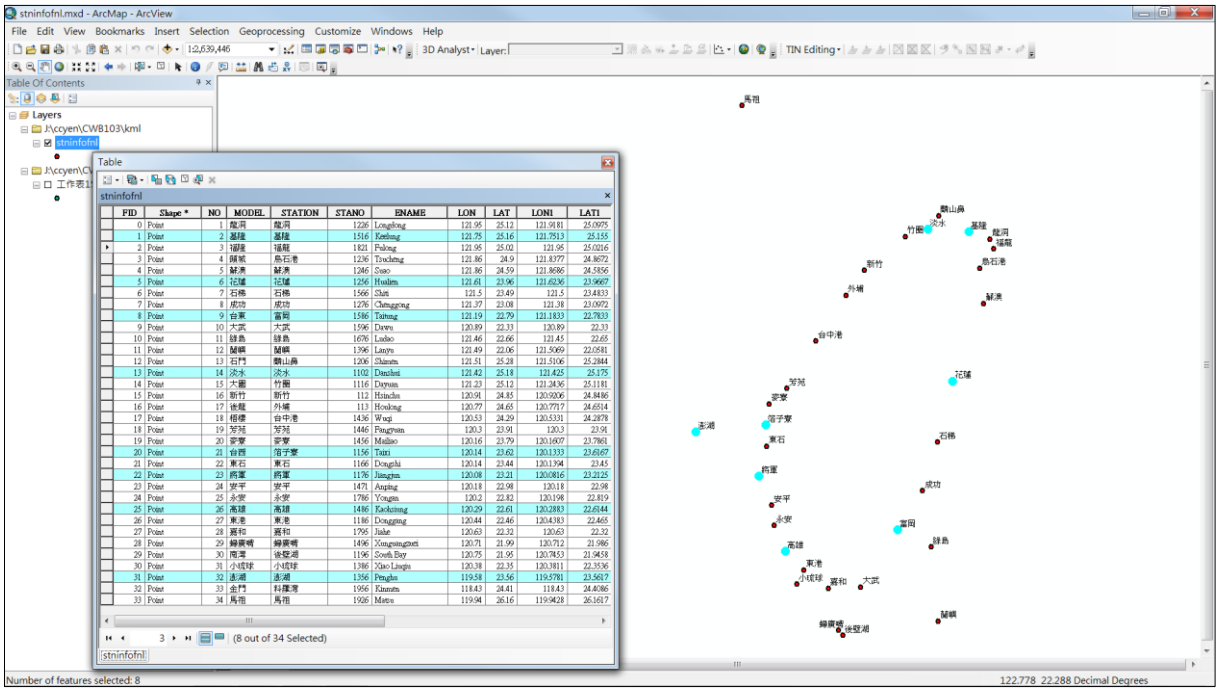


圖 110、使用 ArcGIS 地理資訊系統顯示颱風暴潮預報站

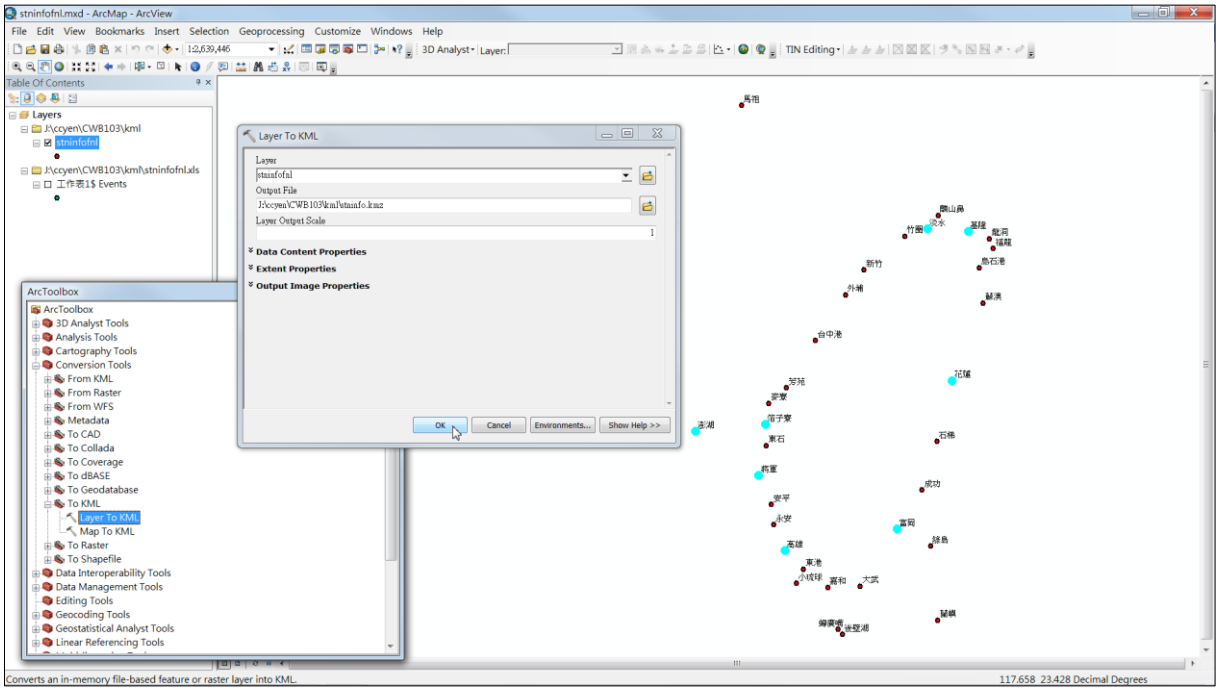


圖 111、使用 Geoprocessing 工具來產生 KML 檔

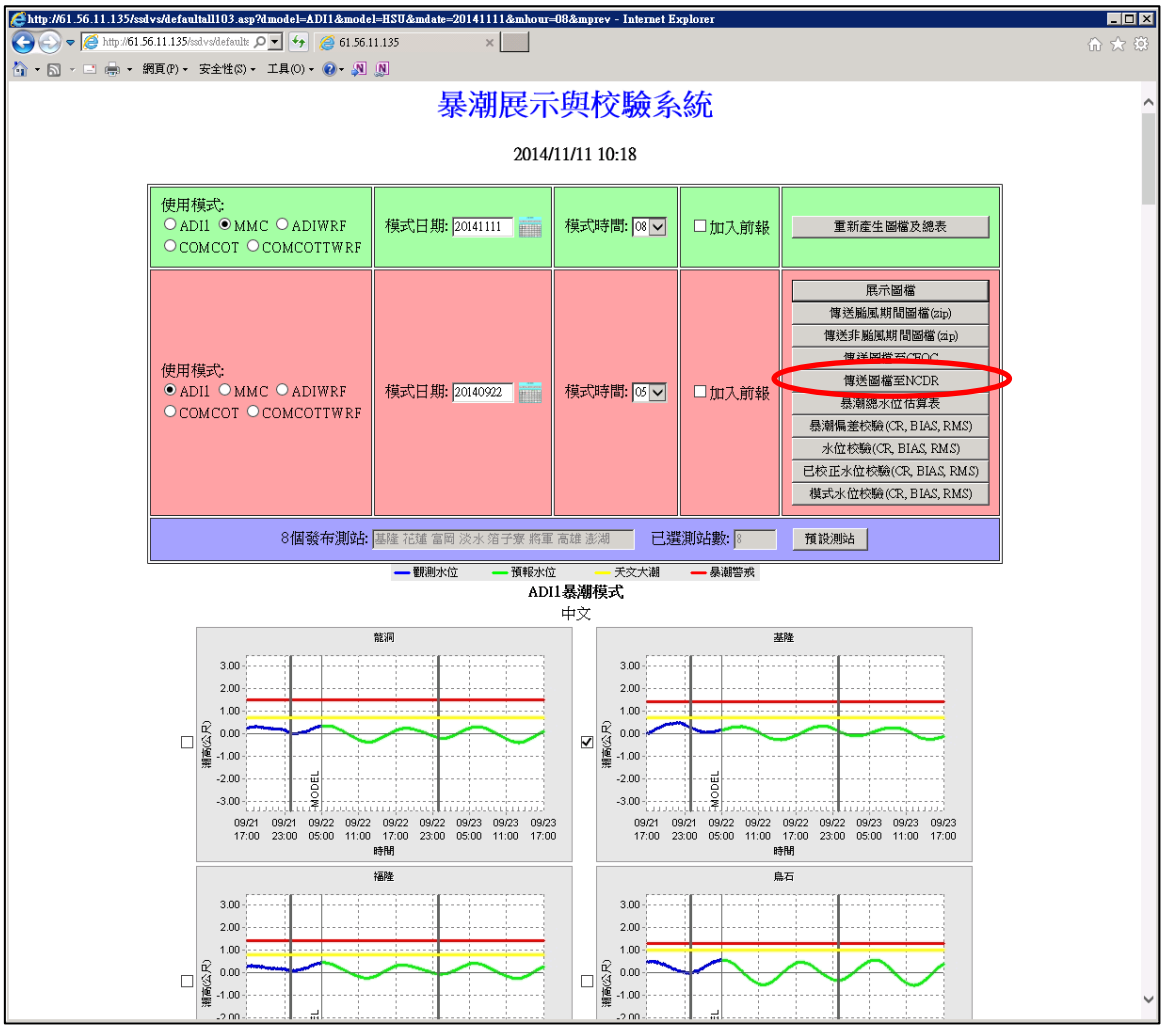


圖 112、暴潮展示與校驗系統增加「傳送圖檔至 NCDR」按鈕

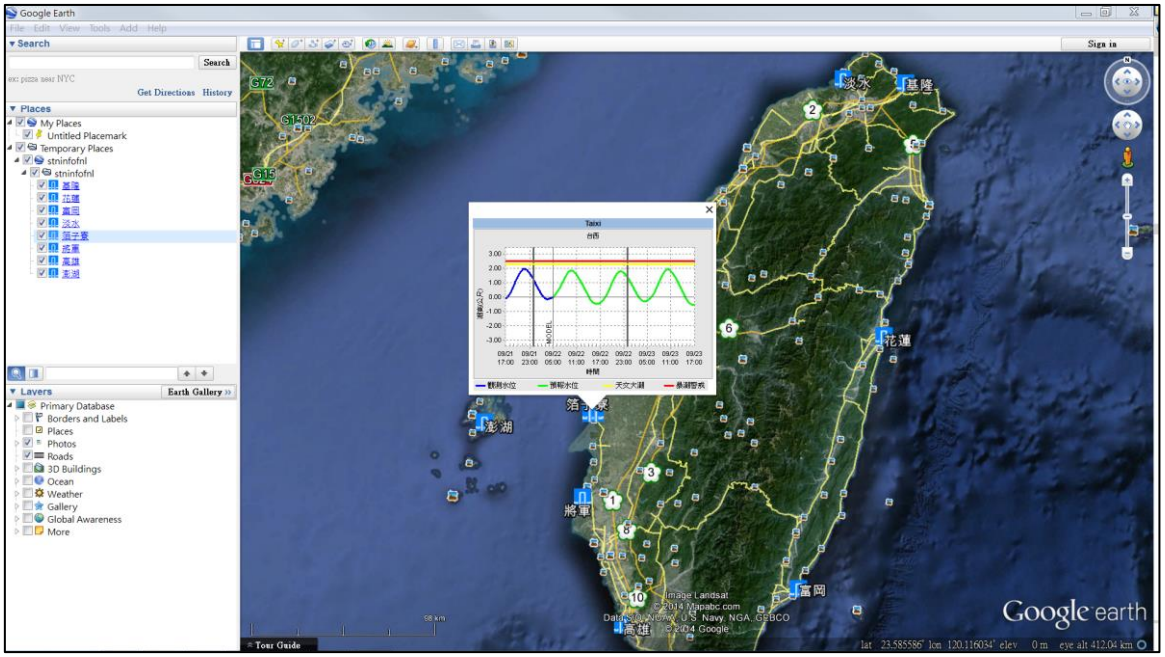


圖 113、颱風暴潮預報水位 KMZ 檔案在 Google Earth 展示情形

4-2-3 預報水位調整機制變更

本年度進行颱風暴潮校驗與展示系統水位調整機制修改，對於預報水位調整將改成模式執行時間及過去6及12分鐘平均值。

現階段已完成水位修正，成功執行ADI1 2014/4/15 17:00案例(圖114)，預報水位與觀測水位在模式起始點會有小量位移，如圖115所示藍色觀測水位與綠色修正後的預報水位有斷開，不再如先前的緊密連續結合。由於沒有先前的預報(黑色線)，因此本案例無法計算CR值。

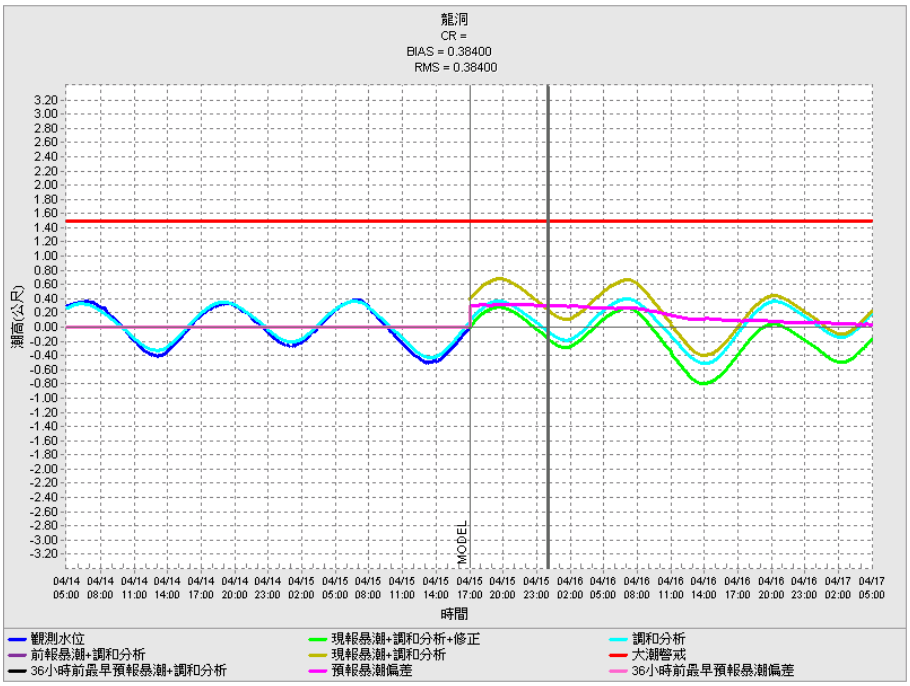


圖 114、ADI1 2014/4/15 17:00 案例運用新的水位調整機制

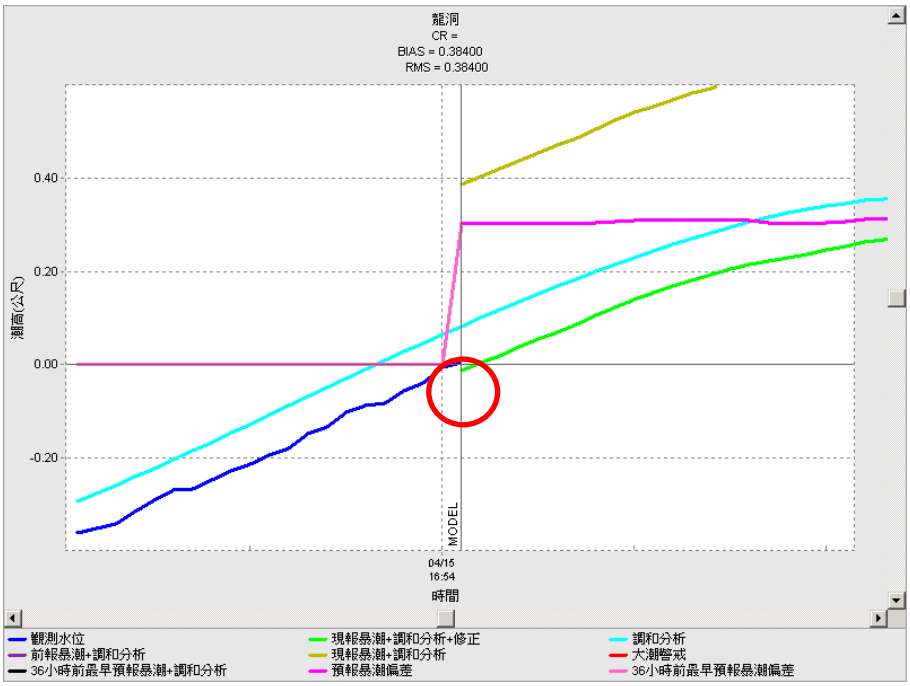


圖 115、水位調整機制修正後結果展示

4月21日氣象局來電執行ADI1 2013/10/6 2:00、5:00、8:00時系統會顯示沒有觀測資料，並有溢位錯誤訊息。經檢查後發現由於暴潮系統設計在使用立即的觀測資料(未品管)，若重新自資料課的伺服器讀取舊的觀測資料，則為品管資料，並有基準面修正，造成原繪圖程式的錯誤，經拿掉SQL指令中的qc部分，及修正前面新增加的水位調整機制，增加判斷式及obssum與obscount變數，實際判斷這三筆觀測資料的存在性來進行平均，若皆為CHART_HIDDEN則修正量(mmo)設為0.0。

4-2-4 新增1個暴潮模式結果展示與校驗功能

先前年度共完成4個暴潮模式(ADI1、MMC、ADIWRF、COMCOT)的展示與校驗功能，包含：

- 過去36小時觀測資料時序圖
- 未來36小時模式預報資料時序圖
- 未來36小時模式預報修正時序圖
- 過去及未來36小時調合分析水位時序圖
- 暴潮偏差時序列圖
- 警戒線值
- 舊有之校驗
- 圖檔壓縮與傳輸等功能

本年度再新增一個暴潮模式COMCOTTWRF包含上述的展示與校驗功能，海象測報中心已建置完成新的暴潮模式COMCOTTWRF及相關資料庫的建置，由於現階段仍在測試中尚未在本年度的颱風季節中進行預報。新增加一個暴潮模式在系統首頁介面要進行更改，包括增加時序列圖產生功能及時序列圖展示功能在模式選擇方面的選取介面，介面的排列也要進行改善，讓使用者在愈來愈多的功能選項下，仍然可以清楚的操作系統，執行颱風暴潮預報的相關作業。

新增一個暴潮模式的系統介面及結果展示如圖116所示。使用者選擇COMCOTTWRF為使用模式，設定模式起始日期及時間後點選「重新產生圖檔及總表」則會產生COMCOTTWRF模式的時序列圖。由於測試資料尚未匯入資料庫中，因此相關的時序列圖即校驗統計無法算出，但相關計算功能皆已建置。

圖 116、暴潮展示與校驗系統增加新的暴潮模式後的首頁

4-2-5 新增 2 種水位校驗計算及時序圖展示

本年度暴潮校驗展示系統功能更新在水位校驗功能需新增2種水位校驗計算及時序圖展示：

- 新增一選項水位校驗(調合分析+模式暴潮偏差+修正)計算3值(BIAS、RMS、CR)與繪製時序圖。
- 新增一選項水位校驗(模式天文潮+模式暴潮偏差=模式水位)計算3值與繪製時序圖。

成果如圖117~圖119所示。系統首頁部分增加2個按鈕 (已校正水位校驗及模式水位校驗)來啟動上述兩個水位校驗機制。由圖中可以看出對外發布的預報經過水位調整機制後相關係數(CR)由0.8652提升到0.9387，均方差(RMS)由0.20930降為0.19902，平均偏差(BIAS)則由-0.1299變為0.17015。

圖 117、增加 2 個按鍵的系統首頁

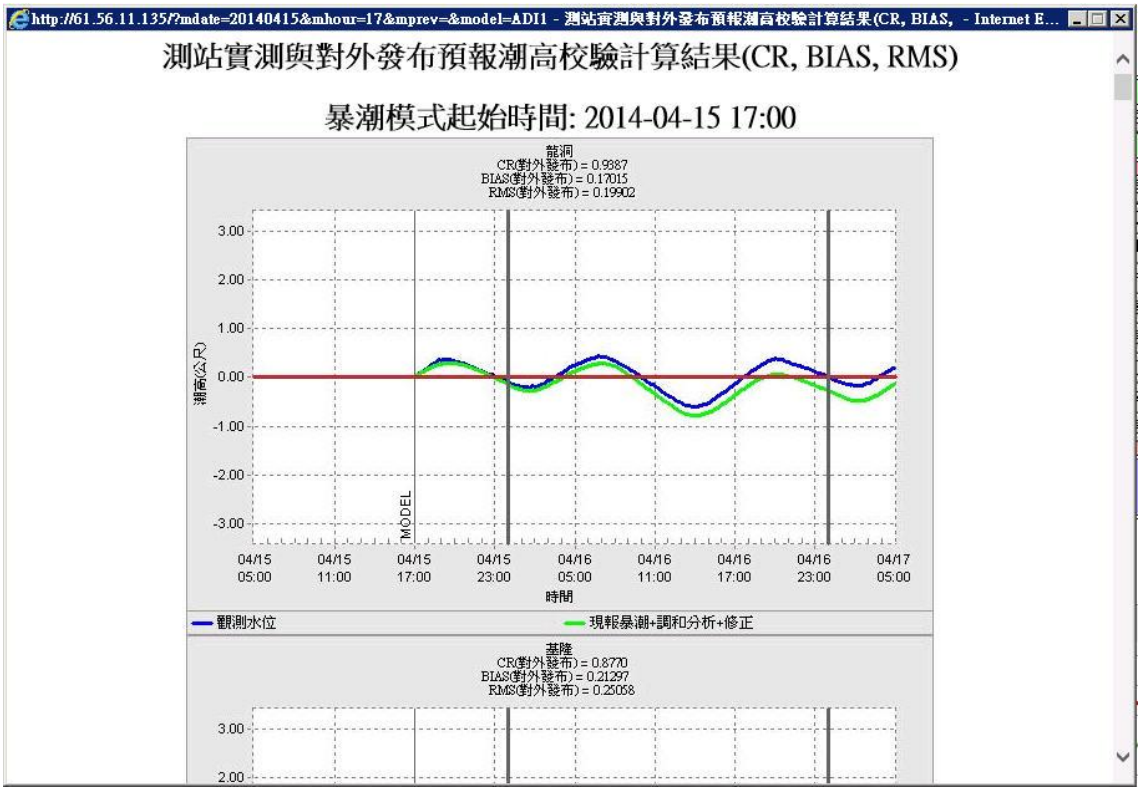


圖 118、對外發布水位與觀測水位校驗

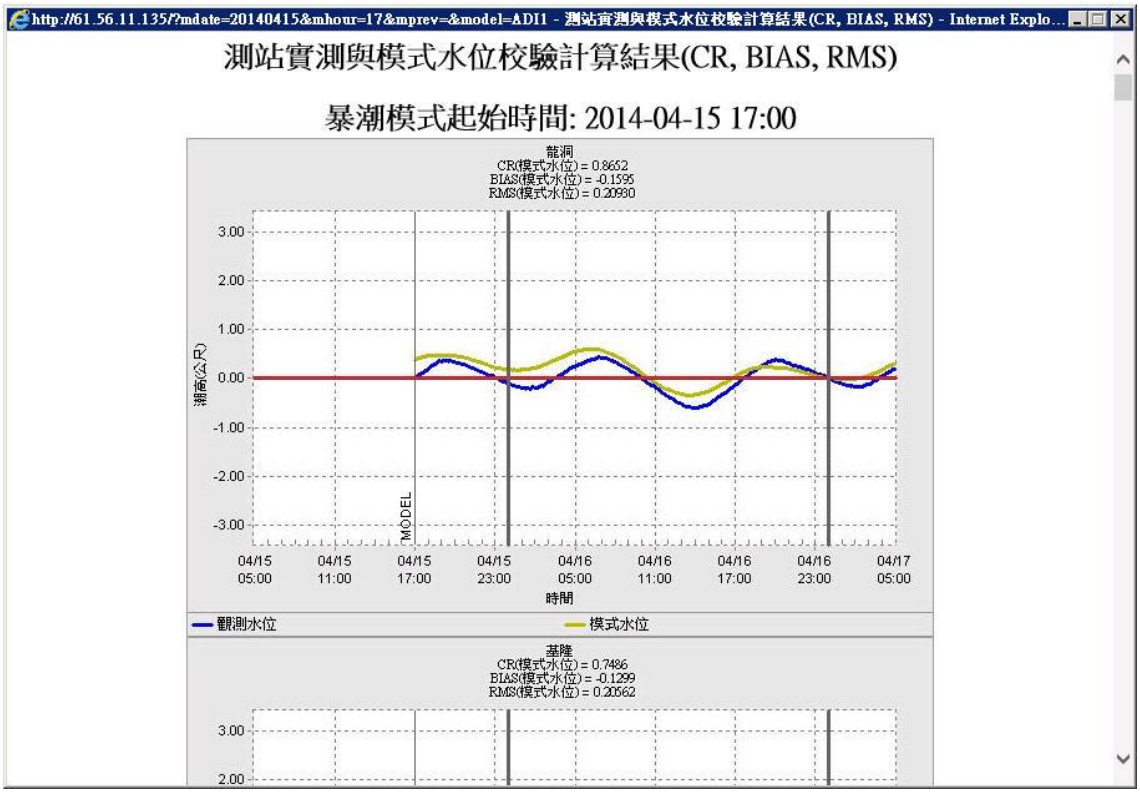


圖 119、模式水位與觀測水位之校驗

4-2-6 增加天文大潮線及更改大潮警戒線為暴潮警戒線

本項工作增加天文大潮線及更改大潮警戒線名稱為暴潮警戒線。因為原先的資料庫所讀取的資料表格中沒有天文大潮欄位資料，因此要修改資料表格，增加天文大潮(HHWL)欄位，並自資料課取得相關資料後輸入資料庫中，以便程式讀取及繪製。原先網頁的圖例所使用的圖檔也要更改相關線條的名稱(自大潮警戒更改為暴潮警戒)及增加一個黃色線條的圖例(天文大潮) ，對應的英文圖例也要進行更改。同時備援系統177伺服器及99資料庫也要一併修改。

主要修改的程式為tideplotall4.asp及tideplotone4m.asp這2個ASP程式。首頁程式在建置新的圖例後即會自動展示出來如圖120所示，除增加天文大潮(黃色線)圖例外，原先的「大潮警戒」(紅色線)名稱也改成了「暴潮警戒」。Tideplotall4.asp程式執行後即會看到新加入的天文大潮線(黃色)(圖121)，點選單一圖後所展示的該測站放大時序列圖也可看到黃色的天文大潮線(圖122)。

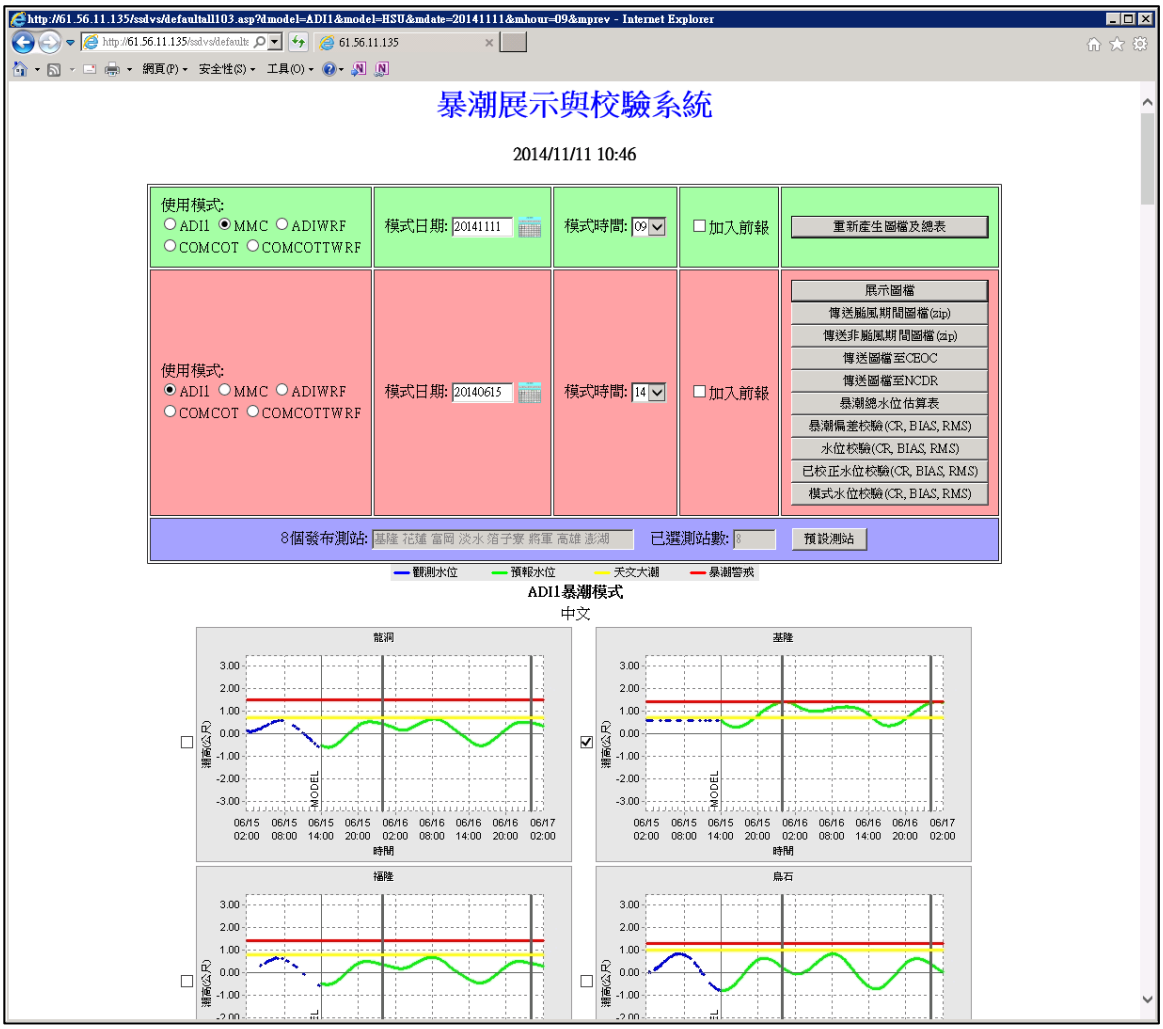


圖 120、增加黃色天文大潮線的系統首頁

圖 121、產生的時序列圖檔皆增加了黃色天文大潮線

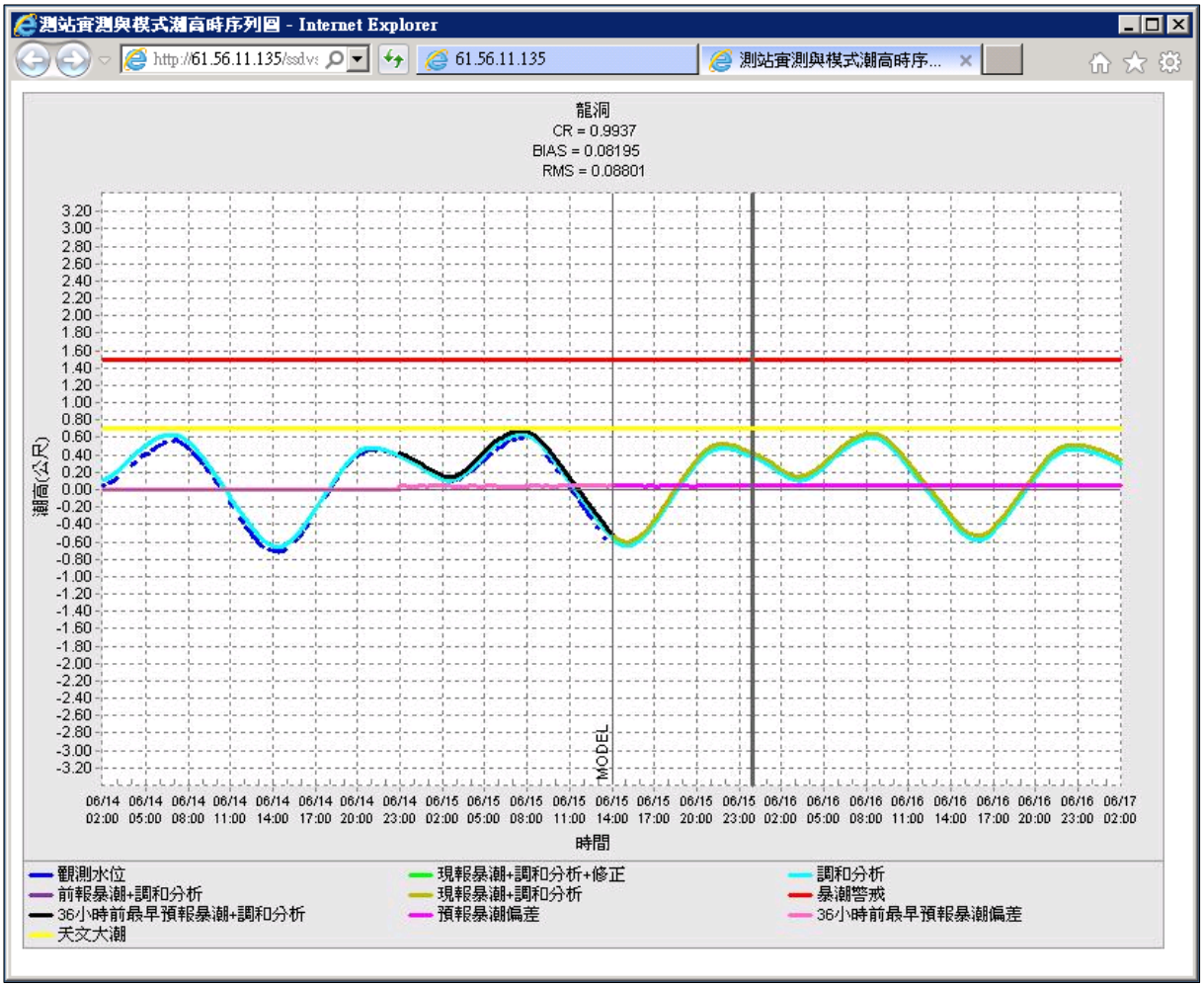


圖 122、單一預報站展示黃色天文大潮線與紅色的暴潮警戒線

4-2-7 系統 ftp 清單

由於系統需要傳送暴潮預報圖的IP位置及傳送的種類與檔名愈來愈多因此本章節整理出一覽表以利日後系統維護追蹤。暴潮展示與校驗系統ftp一覽表如表3所示。

表 3、暴潮展示與校驗系統 ftp 作業一覽表

程式名稱 (按鈕名稱)	傳送單位	Local 檔名	中繼檔名	傳輸檔	傳送 IP	傳送目錄位置
D:\ssdvs\ftptocwbasp.asp (傳送颱風期間圖檔(zip))	氣象局網頁 (CWB	D:\ssdvs\plots\legend.gif D:\ssdvs\plots\typhoo.html D:\ssdvs\plots\MODELYYYYMMDDHHNNXX.jpg D:\ssdvs\plots\legend_e.gif D:\ssdvs\plots\typhoo_e.html D:\ssdvs\plots\MODELYYYYMMDDHHNNXX_e.jpg	D:\ssdvs\cht\route\legend.gif D:\ssdvs\eng\route\legend.gif D:\ssdvs\cht\typhoon.html D:\ssdvs\eng\typhoon.html D:\ssdvs\cht\route\HSU02.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU02.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU06.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU06.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU09.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU09.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU14.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU14.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU21.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU21.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU23.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU23.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU26.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU26.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU32.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU32.jpg	ssdvs.zip	172.17.66.1	mmc
					172.17.66.2	mmc
	CWB 南區中心				172.16.243.26	dolphin
D:\ssdvs\ftptocwbnormalasp.asp (傳送非颱風期間圖檔(zip))	氣象局網頁 (CWB)	D:\ssdvs\plots\legend.gif D:\ssdvs\plots\HSUnormal.jpg D:\ssdvs\plots\legend_e.gif D:\ssdvs\plots\HSUnormal_e.jpg	D:\ssdvs\cht\route\legend.gif D:\ssdvs\eng\route\legend.gif D:\ssdvs\cht\route\HSU02.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU02.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU06.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU06.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU09.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU09.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU14.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU14.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU21.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU21.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU23.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU23.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU26.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU26.jpg D:\ssdvs\cht\route\HSU32.jpg D:\ssdvs\eng\route\HSU32.jpg	ssdvs.zip	172.17.66.1	mmc
					172.17.66.2	mmc
D:\ssdvs\ftptodpcasp.asp (傳送圖檔至 CEOC)	中央災害應變中心(CEOC)	D:\ssdvs\plots\MODELYYYYMMDDHHNNXX.jpg	無	TideSurge_KeelungColor.png TideSurge_HualienColor.png TideSurge_TaitungColor.png TideSurge_DanshueiColor.png TideSurge_TaihsiColor.png TideSurge_ChiangchunColor.png TideSurge_KaohsiungColor.png TideSurge_PenghuColor.png	172.17.7.24	MMC/TideSurge/png
					172.17.7.45	MMC/TideSurge/png
D:\ssdvs\ftpkmlasp.asp (傳送圖檔至 NCDR)	防災中心 (NCDR)	D:\ssdvs\plots\MODELYYYYMMDDHHNNXX.jpg D:\ssdvs\kml\doc.kml	D:\ssdvs\kml\doc.kml D:\ssdvs\kml\files\HSU002_YYYYMMDDHHNN00.jpg D:\ssdvs\kml\files\HSU006_YYYYMMDDHHNN00.jpg D:\ssdvs\kml\files\HSU009_YYYYMMDDHHNN00.jpg D:\ssdvs\kml\files\HSU014_YYYYMMDDHHNN00.jpg D:\ssdvs\kml\files\HSU021_YYYYMMDDHHNN00.jpg D:\ssdvs\kml\files\HSU023_YYYYMMDDHHNN00.jpg D:\ssdvs\kml\files\HSU026_YYYYMMDDHHNN00.jpg D:\ssdvs\kml\files\HSU032_YYYYMMDDHHNN00.jpg	surgeFcst_YYYYMMDDHHNN.kmz	10.6.1.107 10.6.1.48	/data/ftpdata/MMC

4-2-8 維護報告

暴潮展示與校驗系統每季須提出維護報告，由於每次赴中央氣象局海象測報中心進行系統建置與維護相關作業時皆有填寫維護紀錄，在此就將與暴潮展示與校驗系統有關之維護紀錄分季合併成一覽表，方便閱覽查詢。少部分建置開發與維護過程可以由工研院特定電腦從遠端以ftp的方式替換檔案，再經過瀏覽器測試程式的正確性，由於此部分的建置與維護頻率經常且較難掌控，因此沒有記錄在此報告中。由於計畫至二月才開始執行，且颱風季節尚未開始，因此在第一季只有一次至海象測報中心執行颱風暴潮展示與校驗系統的記錄。詳細維護紀錄請見附件三。

表 4、暴潮展示與校驗系統維護紀錄一覽表

季別	項次	日期	維護項目	處理結果
第一季	1	103/02/13	確保系統可正常使用	成功執行系統
第二季	2	103/04/17	水位修正機制更新	成功執行案例
	3	103/04/21	系統溢位錯誤訊息	修正完成
	4	103/05/07	系統功能更新	初步更新
	5	103/05/20	水位校正機制加入校驗功能中	新增完成
	6	103/06/11	暴潮預報水位圖檔 XML 格式建置	建置完成
	7	103/06/20	增加天文大潮與更改大潮警戒為暴潮警戒	建置完成
第三季	8	103/07/02	修該安平站編號及更改資料庫欄位名稱	修改完成
	9	103/09/17	建置與測試產生 KMZ 的 ASP 程式	初步建置完成
第四季	10	103/10/02	修改系統介面增加暴潮模式選項及傳送 NCDR 的按鈕	修改完成
	11	103/11/06	修改 KMZ 檔所用的 icon	修改完成

第五章、藍色公路海象資訊系統更新及功能加強

藍色公路預報功能對外服務已經快滿4年，已有業者、漁民及經常登上研究船隻的學者反應，對該服務的詳細資訊與準確度給予肯定，該系統並準確預報出觀光船「百麗輪」遭遇大浪傷人事件時的海況，也有藍色公路客輪依據藍色公路海象資訊系統的預報來做停駛的決定。在100年11月10日交通部第1483次部務會報，對於氣象局所開發的藍色公路海象預報系統，在維護海上客輪之安全給予肯定，期勉氣象局要與時俱進，繼續努力。氣象局與航港局、運研所、台灣港務公司簽訂合作意向書，在102年12月1日起，氣象局全球資訊網將提供20條國內和兩岸藍色公路海氣象預報，並在運研所網站提供港口海域的海氣象觀測及預報。由此可知藍色公路海象預報的需求性高，更顯得系統的持續更新與功能加強是必要的。

5-1 工作項目與內容

第三年度在藍色公路海象資訊系統更新及功能加強方面，將持續保持藍色公路海象資訊系統每日的正常運作，並配合業務單位的需求協助進行航線的新增工作。由於藍色公路海象資訊系統網頁已由中央氣象局資訊中心負責，因此原有的系統只需要產生XML檔，傳給資訊中心及電子看板的伺服器即可。本年度也將增加波浪週期之XML格式內容更新、完成波浪模式新增冷機重新啟動功能及完成模式波譜的輸出，最後一項工作經8/28會議決議，因已在作業中故取消協助，另完成臨時交辦協助事項(使用NCL套疊jpg及NCEP風場)。各項工作進行的同時將持續確保系統的正常運轉，及提出波浪模式的維護報告與每季提出資訊系統的維護報告。本工作項目進行步驟如圖123所示。

各項工作說明如下：

(1) 確保系統正常運轉

與業務單位保持密切聯繫，當藍色公路網頁有狀況時可直接通知工作團隊，利用遠端特定IP的電腦連結到海象測報中心135伺服器的藍色公路相關程式，利用網路ftp下載VB.NET程式後進行編修與建置exe檔。完成的執行檔再透過ftp上傳至135伺服器替換原先的exe程式，待下次排程的執行。

(2) 配合業務單位的需求協助進行航線的新增

本工作將配合業務單位的需求協助進行航線的新增，修改波浪模式執行及XML產生的VB.NET程式，除此之外並須更新資料庫及資料匯入VB.NET程式。在資料庫匯入的VB.NET程式部份，主要需配合新的航點輸出更改程式，修改迴圈數並增加矩陣的大小。其他如藍色公路產生XML的VB.NET程式的修改、需要更改判斷資料是否充足的程式等皆需要進行編修。此項工作作業流程如圖124所示。

圖124

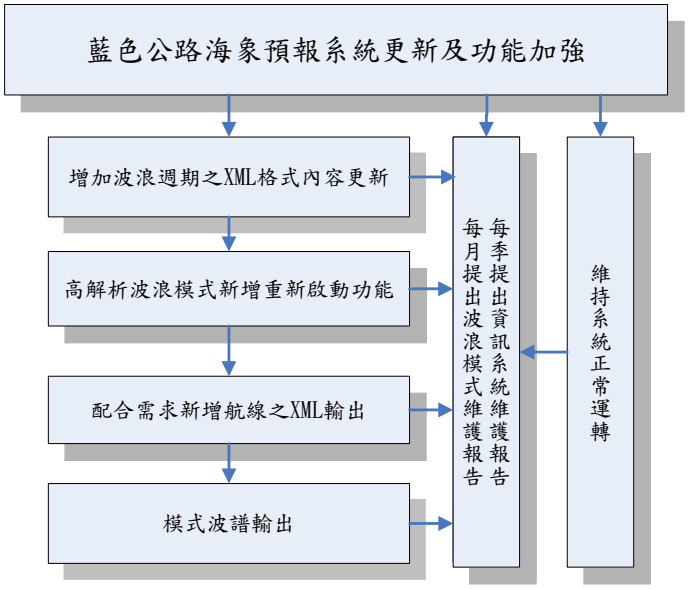


圖 123、藍色公路海象資訊系統更新與功能加強執行流程圖

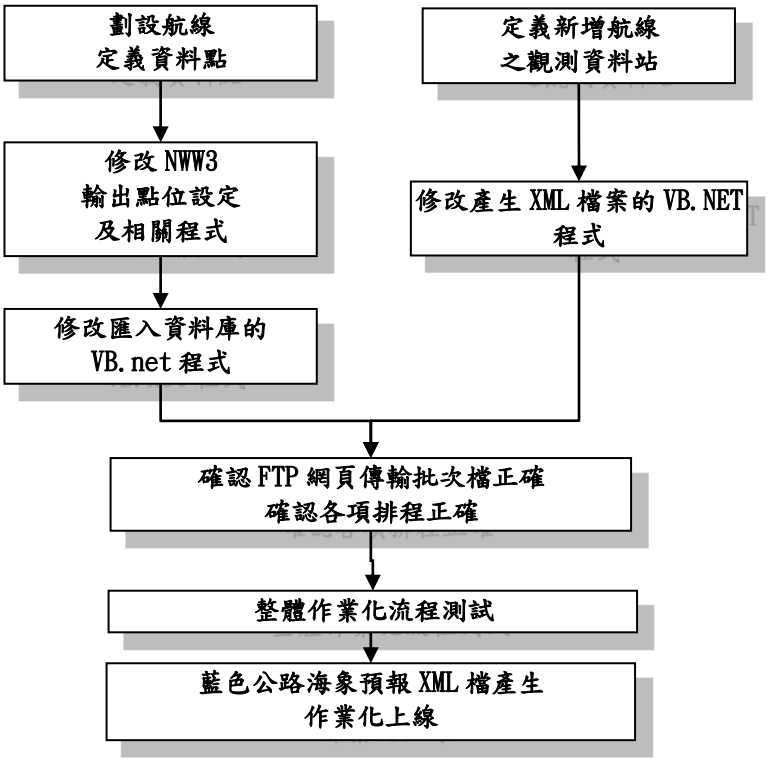


圖 124、新增航線作業與整體作業化流程

(3) 增加波浪週期之XML格式內容更新

新增波浪週期之XML格式內容，包括資料匯入及產生XML的VB.NET程式的修改等。由於原先在資料庫匯入的VB.NET程式部份，並未匯入週期資料因此需要進行修改。在藍色公路XML產生的程式部分，則需要增加週期資料<PERIOD>標記與內容的輸出。

(4) 高解析波浪模式新增重新啟動功能

在高解析波浪模式新增重新啟動功能部分，由於目前作業化系統在風場的讀取部分會有時間的差異，並非每一種風場的處理時間都一致，以多重網格為例，在00run時，JMA及NCEP/GFS的讀取為12點，2.5公里為3pm，10公里的風場為4.5pm，當浪場開始執行時是4pm45分，結束約5pm45分，故當系統故障時重新執行時，因為要讀取風場，故必須考慮下一個時段風場的處理時間，通常可以重新執行的時間非常短暫。故本項工作旨在建立任何時間可以手動執行的程式，考慮從風場備分資料或其他來源重新建置。

(5) 波浪模式波譜輸出

另將協助氣象局針對NWW3的波譜設計輸出，以利其他單位進行計算異常波高的機率分布。本項工作因已完成，在8/28會議紀錄已予以排除協助。

5-2 本年度成果

5-2-1 確保系統正常運轉

本年度與業務單位保持密切聯繫，當藍色公路網頁有狀況時，直接通知工作團隊利用遠端特定IP的電腦連結到海象測報中心135伺服器的藍色公路相關程式，利用網路ftp下載VB.NET程式後進行編修與建置exe檔。完成的執行檔再透過ftp上傳至135伺服器替換原先的exe程式，等待下次排程的執行。若有緊急狀況工作團隊會趕赴中央氣象局進行問題排解，讓系統可以恢復上線正常運轉。如觀測資料的測站展示變動等情況時，工作團隊就會在赴中央氣象局進行系統建置與維護時，進行網頁產生程式的編修。

現階段藍色公路海象預報整體作業化排程如表5所示，波浪模式一日執行4次，而10條航線的網頁產生程式(含觀測值修正機制)、20條航線的XML產生程式(含觀測值修正機制)、及傳輸至資訊中心的批次檔則是每小時執行。

如前述在先前年度由於藍色公路海象預報的需求程度越來越高，因此從原先增加2條藍色公路預報的工作，更改為增加10條藍色公路預報，並配合網頁產生由資訊中心負責的決策，本計畫配合資訊中心的需求，建置了可輸出20條藍色公路海象預報XML檔案的程式，以作業化執行及自動傳輸的方式提供給資訊中心。20條藍色公路相關資訊如表6所示，第11到第20條藍色公路為102年度新增加的航線。

表 5、藍色公路海象預報整體作業化排程一覽表

批次檔名	執行時間	模式開始時間	模式結果輸出檔案	預報時間	網頁程式執行時間	ftp 時間	XML 檔包含預報時間
ferry00.bat	D-1 23:40	D-1 22:45 (06 run)	*06.000.BUOY *06.012.BUOY *06.024.BUOY *06.036.BUOY	D-1 14:00 ~ D+1 14:00	23:58、00:58、01:58、02:58、03:58、04:58	00:00、01:00、02:00、03:00、04:00、05:00	D 00:00 ~ D+1 00:00 : D 05:00 ~ D+1 05:00
ferry06.bat	D 05:40	D 04:45 (12 run)	*12.000.BUOY *12.012.BUOY *12.024.BUOY *12.036.BUOY	D-1 20:00 ~ D+1 20:00	05:58、06:58、07:58、08:58、09:58、10:58、	06:00、07:00、08:00、09:00、10:00、11:00	D 06:00 ~ D+1 06:00 : D 11:00 ~ D+1 11:00
ferry12.bat	D 11:40	D 10:45 (18 run)	*18.000.BUOY *18.012.BUOY *18.024.BUOY *18.036.BUOY	D 02:00 ~ D+2 02:00	11:58、12:58、13:58、14:58、15:58、16:58	12:00、13:00、14:00、15:00、16:00、17:00	D 12:00 ~ D+1 12:00 : D 17:00 ~ D+1 17:00
ferry18.bat	D 17:40	D 16:45 (00 run)	*00.000.BUOY *00.012.BUOY *00.024.BUOY *00.036.BUOY	D 08:00 ~ D+2 08:00	17:58、18:58、19:58、20:58、21:58、22:58	18:00、19:00、20:00、21:00、22:00、23:00	D 18:00 ~ D+1 18:00 : D 23:00 ~ D+1 23:00

表 6、現階段藍色公路航線及對應的即時觀測站一覽表

ID	代碼	航線名稱	航段數目	起點	終點	左端點觀測站名	左端點觀測站碼	右端點觀測站名	右端點觀測站碼
1	A	基隆馬祖	8	基隆	馬祖	馬祖浮標	C6W08	基隆港	0001
2	B	臺中馬公	2	臺中	馬公	澎湖浮標	46735A	臺中港	0005
3	C	高雄馬公	4	高雄	馬公	澎湖浮標	46735A	高雄港	0004
4	D	東港小琉球	1	東港	小琉球	小琉球浮標	46714D	N/A	N/A
5	E	臺東綠島	1	臺東	綠島	臺東浮標	WRA007	N/A	N/A
6	F	布袋馬公	2	布袋	馬公	澎湖浮標	46735A	N/A	N/A
7	G	烏石龜山島	1	烏石	龜山島	N/A	N/A	龜山島浮標	46708A
8	H	臺中平潭	3	臺中	平潭	N/A	N/A	臺中港	0005
9	I	臺東蘭嶼	3	臺東	蘭嶼	臺東浮標	WRA007	N/A	N/A
10	J	後壁湖蘭嶼	2	後壁湖	蘭嶼	鵝鑾鼻浮標	46759A	N/A	N/A
11	K	基隆龍洞	1	基隆	龍洞	基隆港	0001	龍洞浮標	46694A
12	L	龍洞龜山島	2	龍洞	龜山島	龍洞浮標	46694A	龜山島浮標	46708A
13	M	基隆台中	5	基隆	臺中	臺中港	0005	基隆港	0001
14	N	基隆港台州	4	基隆港	台州	N/A	N/A	基隆港	0001
15	O	臺中高雄	5	臺中	高雄	高雄港	0004	臺中港	0005
16	P	臺中金門	4	臺中	金門	金門浮標	46787A	臺中港	0005
17	Q	高雄花蓮	7	高雄	花蓮	高雄港	0004	花蓮港	0003
18	R	花蓮基隆	6	花蓮	基隆	花蓮港	0003	基隆港	0001
19	S	花蓮蘇澳	3	花蓮	蘇澳	花蓮港	0003	蘇澳港	0002
20	T	臺北港平潭	3	臺北港	平潭	N/A	N/A	臺北港	0006

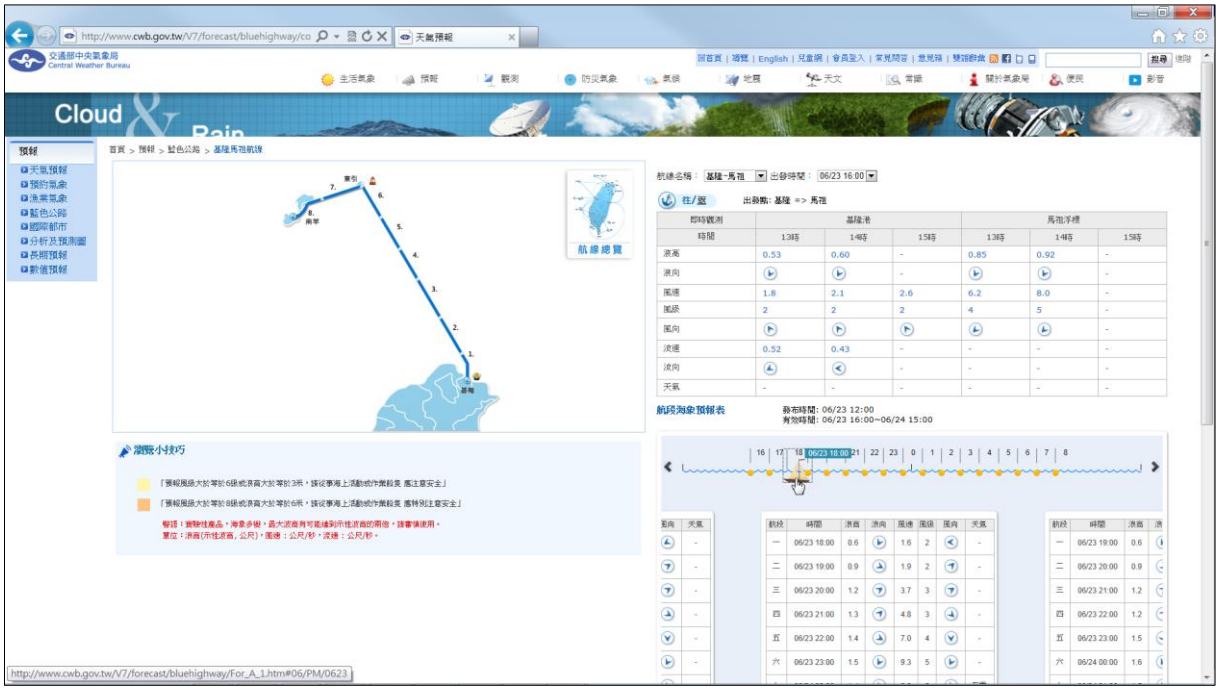


圖 125、資訊中心的中文藍色公路預報網頁使用本計畫產生包括觀測與預報資料的 XML 檔案

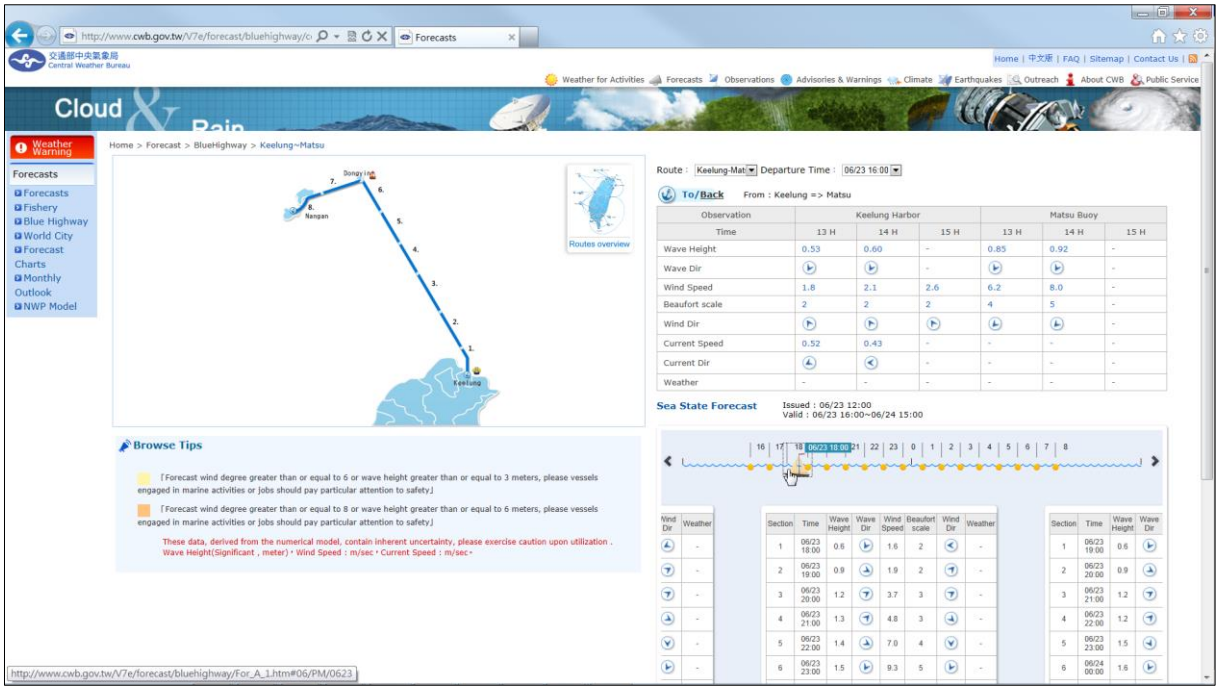


圖 126、資訊中心的英文藍色公路預報網頁使用本計畫產生包括觀測與預報資料的 XML 檔案

由於系統漸趨穩定，103年度以來系統大致都運作正常，只有基隆馬祖航線第一航段於2月21日18:00預報出現7公尺浪高，分析結果應該為港研中心的觀測資料有問題，導致模式預報資料被修正掉，經查資料紀錄發現16:00資料不正常，已被港研中心品管後剃除，但當初在產生xml檔確實有抓到問題波高，造成波浪預報被錯誤修正。當天波高預報時港研中心的觀測資料大多延誤產生，但是在16:00的時候(修正需要使用到前3小時的觀測)傳輸錯誤波高值，導致模式預報的波高被修正，由於事後港研中心有修正掉該筆錯誤，所以在19:00時藍色公路海象預報系統的預報又回復到使用模式的值。由於利用觀測資料來修正較低模式預報資料這種

修正方式的設計，實在較難完全避免這類狀況再次發生，但由於是第一次發生，機率很低，後續將持續觀察。

5-2-2 協助進行航線的新增

新增航線的作業流程牽涉到許多地方，主要有NWW3波浪模式相關作業的修改、文字預報產生Surfer程式的修改、匯入資料庫ASP程式的修改及產生XML程式的修改等(圖124)。在NWW3波浪模式相關作業的修改方面，首先需要修改NWW3的input檔自動產生程式，增加航點資料，並為日後可能增加的航線預留空間，最後要修改資料處理程式讓NWW3的輸出格式符合原先使用的SWAN波浪模式。

在資料庫匯入的VB.net程式部份，主要需配合新的航點輸出更改程式，由於現在總共更改成輸出100點，因此在迴圈部份要每次前進100筆資料，並增加矩陣的大小並設定為總共航線的數量。其他如最終產生XML的VB.NET程式的修改、及需要更改用來判斷資料是否充足的程式等。

此項工作由於其他單位如交通部航港局在本年度並未提出增加航線的需求，因此此項工作在本年度暫不實施。

5-2-3 增加波浪週期之 XML 格式內容更新

由於在上年度評審委員有建議預報內容要新增波浪週期之預報，因此本年度將修改程式增加波浪週期XML格式內容，工作項目包括資料匯入及產生XML的VB.NET程式的修改等。由於原先在資料庫匯入的VB.NET程式部份，並未匯入週期資料因此需要進行修改。在藍色公路XML產生的程式部分，則需要在觀測資料(<history>)及預測資料(<future>)部分都要增加週期資料<wave_period>標記與內容的輸出。

產生具週期資料的XML檔如下：

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<weather>
  <history>
    <section>
      <name>馬祖浮標</name>
      <hour>16</hour>
      <wave_height>0.48</wave_height>
      <wave_period>4.7</wave_period>
      <wave_dir>146</wave_dir>
      <wind_level>4</wind_level>
      <wind_dir>29</wind_dir>
      <wind_speed>6.1</wind_speed>
    </section>
    <section>
      <name>馬祖浮標</name>
```

```
        <hour>17</hour>
        <wave_height>0.52</wave_height>
        <wave_period>4.8</wave_period>
        <wave_dir>45</wave_dir>
        <wind_level>2</wind_level>
        <wind_dir>352</wind_dir>
        <wind_speed>2.3</wind_speed>
      </section>
            :
      <section>
        <name>基隆港</name>
        <hour>18</hour>
        <wave_height>-</wave_height>
        <wave_period>-</wave_period>
        <wave_dir>-</wave_dir>
        <wind_level>-</wind_level>
        <wind_dir>-</wind_dir>
        <wind_speed>-</wind_speed>
      </section>
  </history>
<future>
      <section>
        <name>A1</name>
        <hour>19</hour>
        <wave_height>0.4</wave_height>
        <wave_period>4.6</wave_period>
        <wave_dir>n</wave_dir>
        <wind_level>2</wind_level>
        <wind_dir>s</wind_dir>
        <wind_speed>3.2</wind_speed>
      </section>
      <section>
        <name>A1</name>
        <hour>20</hour>
        <wave_height>0.4</wave_height>
        <wave_period>4.7</wave_period>
        <wave_dir>nne</wave_dir>
        <wind_level>2</wind_level>
        <wind_dir>s</wind_dir>
        <wind_speed>2.6</wind_speed>
      </section>
            :
      <section>
        <name>A8</name>
        <hour>18</hour>
        <wave_height>1.8</wave_height>
        <wave_period>5.1</wave_period>
        <wave_dir>ene</wave_dir>
        <wind_level>5</wind_level>
        <wind_dir>ne</wind_dir>
        <wind_speed>9.5</wind_speed>
      </section>
  </future>
```

</weather>

為了怕資訊中心的網頁產生程式若讀到增加「<wave_period>」的XML檔發生問題，因此在不影響現在產生XML檔的作業化程序下，以平行執行的方式新建立作業化XML產生程序，並已持續運轉中，日後將配合資訊中心更改網頁的期程，將新的XML檔(包括週期)輸出至資訊中心指定位置。因應此平行化作業，實施步驟如下:

(1) 在 97 上建立新的 bluehighwaytest4 及 bluehighwaymax4 資料表格。

(2) 複製產生 XML 的原程式到 d:\ferry\blue 中文\BlueHighway_ITRI13520141106\ 。

(3) 修改 Form1.vb 將 bluehighway3 改成 bluehighway4, bluehighwaymax3 改成 bluehighmax4, log3 改成 log4, obsdatalog3.txt 改成 obsdatalog4。

(4) Compile 後將 bluehighwaytest.exe 改成 bluehighwaytest4.exe 然後移到 operation 目錄下。

(5) 複製匯入資料庫的原程式到 d:\ferry\modeltosql20141106\。

(6) 修改 Form1.vb 將 bluehighway3 改成 bluehighway4, bluehighwaymax3 改成 bluehighmax4。

(7) Compile 後將 modeltosql.exe 改成 modeltosqltest4.exe 然後移到 ferry 目錄下。

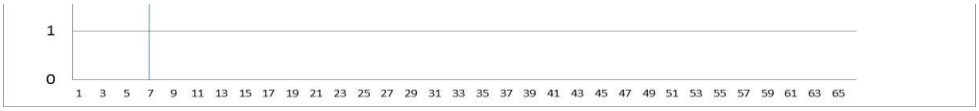
(8) 編修 ferry00.bat ~ ferry18.bat 增加執行 modeltosqltest4.exe。

(9) 編修 operation\bluehighwayexe.bat 增加執行 BlueHighway4.exe。

(10) 平行的 xml 輸出檔名為 bluehighwayP?.xml 及 bluehighwayfnlP?.xml。

5-2-4 高解析波浪模式新增重新啟動功能

Fujitsu系統可以概括分為資料傳輸伺服器(例如datamv01、datamv02)及計算伺服器(例如login01、login02)，過去在風場資料讀取時，都在資料傳輸伺服器上執行，而NWW3的執行則在計算伺服器上，且若是採用submit job的方式來進行程式計算，其程式之compile需用frtpx compile，而非gfortran compile。故在進行跨伺服器的動作時就需特別留意，以本需求為例，當目標端為資料傳輸伺服器(datamv01)時，可順利進行風場資料讀取動作，但在執行NWW3時就必須轉到計算伺服器(例如ssh login03) ，才能submit job；同理，當目標端為計算伺服器(login01)時，則在進行風場資料讀取動作時，即須用ssh datamv01的方式來進行，唯此時必須考慮到某些設定在ssh 時的轉換會跑掉，造成在風場資料讀取動作時產生permission denied的情形，或會有節點排擠的情形出現。因此建議採用第一種方式執行。此外經10/28之會議結論，



早 1 天 執 行 。

圖127為程式撰寫完成之新竹及台東外洋測站之比較圖(2014/10/08 18:00)，圖中顯示前面7筆資料為分析場，在新竹測站之波高較低，經過約1天之cold start後已可符合作業化之模擬結果，但在台東外洋測站，因黃蜂颱風經過其較高之風浪需要較長的時間才會與作業化之模擬結果接近，顯示程式撰寫之正確性。

檔案目前存在/mmc/mmcwhrw/singlewind，執行方式如下：

test51.sh　20141015　00

唯須注意日期，程式設計遵從原來程式日期的設定方式，即昨天的12及18都會在今日的凌晨及早上執行，故擬執行的開始日期為2014101418，正常作業化的執行時間會在20141015 10:45開始執行，故上述指令需下為：

test51.sh　20141015　18

同理，擬執行的開始日期為2014101412，則指令需下為：

test51.sh　20141015　12

而00及06 run，因執行的開始日期2014101400、2014101406與作業化的執行時間相同，故則指令需下為：

test51.sh　20141014　00

test51.sh　20141014　06

Start date and time	commands
2014101400	test51.sh　20141014　00
2014101406	test51.sh　20141014　06
2014101412	test51.sh　20141015　12
2014101418	test51.sh　20141015　18

若配合現在的日期與作業化的時間，則可用簡化的方式處理，若今天為20141015，則可以執行的項目包括下述幾個起始時間：

Start date and time	commands
2014101500	test5.sh　00
2014101506	test5.sh　06
2014101412	test5.sh　12
2014101418	test5.sh　18

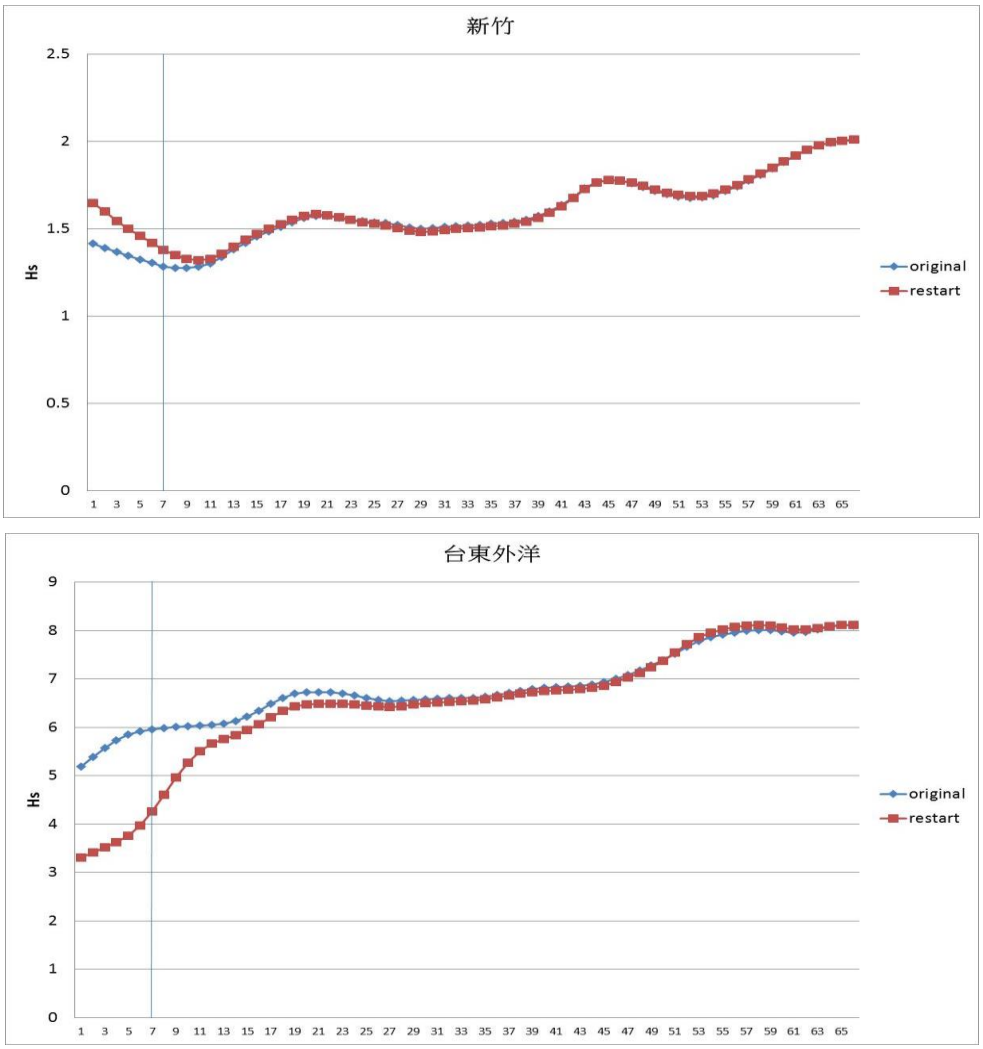


圖 127、新竹及台東外洋測站之波高驗證圖

5-2-5 NCL 套疊 JPG 圖檔及 NCEP 風標

期中收到臨時交辦任務，必須進行目前氣象局網站輸出之波高等高線jpg檔與NCEP風場進行套疊，同時有可能需要作業化，故經過測試及資料蒐集，新版NCL 6.2可以勝任此任務。由於目前官方作業之版本尚未更新，經協調資訊顧問下載新的版本，只要include以下之正確副程式即可。

/users/xa09/ncl-6.2.0/lib/ncarg/nclscripts/csm/gsn_csm.ncl

/users/xa09/ncl-6.2.0/lib/ncarg/nclscripts/csm/gsn_code.ncl

/users/xa09/ncl-6.2.0/lib/ncarg/nclscripts/csm/contributed.ncl

執行NCL之指令如下：

/users/xa09/ncl-6.2.0/bin/ncl

目前程式位於/mmc/mmcwhrw/nww3/avnwork/jpg3.ncl。首先將jpg檔透過gdal_translate轉換成netCDF檔，擷取其中的紅、藍、綠的色階，同時設定其座標，將藍綠設定為透明，然後進行套疊，同時設定投影方式再與NCEP的等高線進行套疊，完成之圖形如圖128所示

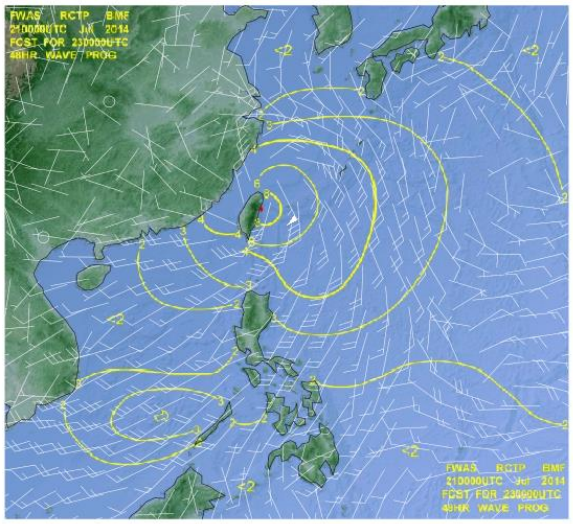


圖 128、利用 NCL 套疊 JPG 圖檔及 NCEP 風標

5-2-6 維護報告

藍色公路預報資訊系統每季須提出維護報告，由於每次赴中央氣象局海象測報中心進行系統建置與維護相關作業時皆有填寫維護紀錄，在此就將與藍色公路預報資訊系統有關之維護紀錄分季合併成表7方便閱覽查詢。少部分建置開發與維護過程可以由工研院特定電腦從遠端以ftp的方式替換檔案，再經過瀏覽器測試程式的正確性，由於此部分的建置與維護頻率經常且較難掌控，因此沒有記錄在此報告中。詳細維護紀錄請見附件三。

表7

表 7、藍色公路海象資訊系統維護紀錄一覽表

季別	項次	日期	維護項目	處理結果
第一季	1	103/02/13	備援系統沒有運作	問題解決
	2	103/02/21	基隆馬祖航線預報不正常	問題解決
第二季	3	103/04/02	網頁上台東附標即時觀測資料沒有展示	問題解決
	4	103/05/26	浮標資料擷取作業化系統建置	初步建置完成
	5	103/06/11	浮標資料擷取作業化備援系統建置	建置完成
	6	103/06/20	浮標擷取資料需要增加一個欄位 STID	修改完成
第三季	7	103/07/11	浮標擷取資料錯誤訊息	修改完成
	8	103/08/05	Ensemble 結果展示系統建置	初步建置完成
	9	103/09/17	編修與測試 Ensemble 結果展示系統	修改完成
第四季	10	103/11/06	XML 檔案增加週期資料	建置完成平行作業化運轉

第六章、結論及建議

本年度已完成「作業化系集預報系統之建置及測試」、「統計分析系集之規劃」、「暴潮展示系統更新與維護」、「藍色公路海象資訊系統更新與維護」等工作項目，並獲致以下之結論及建議:

一、結論

(1) 已完成 20 個系集風場(45km 及 15km)及 WRF 決定性預報(45km 及 15km)之作業化前置處理及 shellscript 流程建置。完成 20 個系集作業化波浪模式建置(0.25 度及 0.1 度)、2 個決定性波浪預報(0.25 度及 0.1 度)及各單一波浪系集之輸出控制。同時完成作業化系集控制系統建置。而在系集產品部分，已完成系集產品後處理建置，包括系集平均及系集分岐、Spaghetti 分布、機率分布、盒鬚圖等產品。並完成展示系統雛形，讓使用者可透過網路檢視前述所有圖形。系統自 5 月運作至今除 9/17 日停機外，其餘運作均十分穩定。

(2) 完成權重系集預報資料蒐集分析，結果顯示，如果系集預測系統是由單一模式來提供多個系集成員的組成，而此系集成員的組成係來自於些微不同的起始條件，則這些初始狀態均被視為同等實際可行的(equally realistic)，故每個系集成員對於預報事件的可能性均具有相同的權重。當然若是在更小區域的系集預測系統，其系集的組成是由部分大的系集系統的成員再加入起始擾動所組成，則可依據其重要性採用不同的權重。而多重模式系集預測系統，因其來自不同的模式，自然權重必定來自於不同模式的執行力，同時對於不同的時間及空間尺度有許多決定權重的方法。故以目前系集波浪模式的作法似乎應朝提高可靠度的作法去改進，而後再進行不同權重的後處理方式。

(3) 完成 Reliability diagram 及 ROC 的建置，利用 2012/1~2、2012/7~8、2014/7/28~9 的數據進行分析，顯示系統對於外海幾個測站仍具預報能力，整體而言，對於東北部的模擬仍狀況較差。

(4) 協助維持暴潮展示系統內容更新與系統正常運轉，每季提出維護報告、製作 8 個測站暴潮預報水位圖檔 XML 格式及自動傳送機制、暴潮展示系統功能更新如預報水位調整值計算方式、新增二種水位校驗與時序圖展示功能選項（調合分析+模式暴潮偏差+修正及模式天文潮+模式暴潮偏差）。同時完成增加天文大潮線及更改大潮警戒線為暴潮警戒線，並新增 1 個暴潮模式的選項。

(5) 協助維持藍色公路系統內容更新與系統正常運轉，每季提出維護報告、增加波浪週期之 XML 格式內容更新。完成高解析波浪模式新增重新啟動功能、使用 NCL 套疊目前中心作業化波浪輸出 jpg 及 NCEP 風標。

二、建議

(1) 系集資料儲存部分仍須與中心再作協商，目前僅圖檔傳輸至 W8，未來勢必會需要更多的空間儲存以進行系統的改善分析。而東北及東岸測站部分的系集預報，模式仍然偏大為未來需要再改進的重點，是否再使用較細網格或使用新的模式加入近岸機制值得再深入討論。

(2) 颱風發生時的部分時段,使用 WAM4 的計算結果會有較明顯的 garden sprinkler effect 出現，10 月份已進行部分係數的調整，未來在備援部分建議可改採 PR3 的公式來進行比對，檢視其間差異。

(3) 系集系統的撰寫方式與風場系集的方式略有不同，雖然目前系統仍穩定執行中，未來仍可考慮進行修正以使系統一致。

(4) 系集風場在颱風發生時會有 reloaction 的動作，且因系集預報係採用前一報當作初始場進行擾動，故與決定性預報會有差異，可能導致颱風期時，決定性預報會超出系集預報的範圍，而此對於浪場的影響值得在未來進行討論。

(5) 本年度除維護系統正常運作外，完成新增一個暴潮模式展示功能，包含過去 36 小時觀測資料時序圖，未來 36 小時模式預報資料時序圖，未來 36 小時模式預報修正時序圖，過去及未來 36 小時調合分析水位時序圖、警戒線值及舊有之校驗功能，建議對於新增的暴潮模式能夠匯入足夠的資料以進行測試。本年度已完成暴潮預報圖 KMZ 檔的建置與傳輸功能，將配合海象測報中心在台灣防災地圖上的需求，進行系統的微調讓颱風暴潮預報可以盡快加入台灣防災地圖上。

(6) 本年度持續進行藍色公路海象資訊系統及波浪預報模式之維護，完成輸出含週期的 XML 檔程式，並以平行執行的方式作業化運轉中，將配合資訊中心更改網頁的期程，將新的 XML 檔(包括週期)輸出至資訊中心指定位置，並停止產生舊 XML 檔的排程，請海象測報中心預先通知工作團隊，以進行作業化排程的切換變更。高解析波浪模式新增重新啟動功能已經完成，建議海象測報中心能夠進行模擬演練。

參考文獻

1. 李至昕、洪景山，2011：區域系集預報系統研究：物理參數化擾動。大氣科學，39，95-115。
2. 李至昕、洪景山、曹嘉宏，區域系集預報系統設計之初步研究。
3. 交通部中央氣象局，建構波浪系集預報系統（1/4），工業技術研究院，中華民國101年12月。
4. 交通部中央氣象局，發展鄉鎮逐時天氣預報系統－高解析度波浪模式委外開發案，工業技術研究院，中華民國一百年十二月。
5. 交通部中央氣象局，發展鄉鎮逐時天氣預報系統-高解析度波浪模式網格分析與預報系統99年度軟體委外開發，工業技術研究院，中華民國九十九年十二月。
6. 交通部中央氣象局，災害性天氣監測與預報作業建置計畫-改善海象預報作業100年度委外開發設計案，財團法人成大研究發展基金會，中華民國一百年十二月。
7. 交通部中央氣象局，海岸地區海水倒灌調查與分析，工業技術研究院，中華民國九十年十二月。
8. 交通部中央氣象局，海岸地區海水倒灌調查與分析，工業技術研究院，中華民國九十年十二月。
9. 交通部中央氣象局，颱風期間海岸災害調查與展示系統建置，工業技術研究院，中華民國九十一年十二月。
10. 交通部科技顧問室，海象災害預警雛型系統建置(I)，中華民國九十一年四月。
11. 交通部科技顧問室，海象災害預警雛型系統建置(Ⅱ)，中華民國九十二年四月。
12. 交通部科技顧問室，沿海遊憩安全資訊與監測系統之建立(1/2)，工業技術研究院，中華民國九十三年三月。
13. 交通部科技顧問室，沿海遊憩安全資訊與監測系統之建立(2/2)，工業技術研究院，中華民國九十四年八月。
14. 交通部中央氣象局，海象資訊在近海觀光、防災救難及航行安全之應用研究(1/3)，工業技術研究院，中華民國九十四年十二月。
15. 交通部中央氣象局，海象資訊在近海觀光、防災救難及航行安全之應用研究(2/3)，工業技術研究院，中華民國九十五年十二月。

16. 交通部中央氣象局，海象資訊在近海觀光、防災救難及航行安全之應用研究(3/3)，工業技術研究院，中華民國九十六年十二月。

17. 交通部中央氣象局，整合與建置海象資訊e化服務系統 (1/4)，中華民國海洋及水下技術協會，中華民國九十七年十二月。

18. 交通部中央氣象局，整合與建置海象資訊e化服務系統 (2/4)，中華民國海洋及水下技術協會，中華民國九十八年十二月。

19. 交通部中央氣象局，整合與建置海象資訊e化服務系統 (3/4)，中華民國海洋及水下技術協會，中華民國九十九年十二月。

20. 交通部中央氣象局，整合與建置海象資訊e化服務系統 (4/4)，中華民國海洋及水下技術協會，中華民國一百年十二月。

21. 陳禹辰、歐陽崇榮，1991。決策支援與專家系統，全華科技圖書股份有限公司。

22. 交通部，交通政策白皮書:總論，第六章，中華民國九十一年一月。

23. 行政院，挑戰2008：國家發展重點計畫(2002-2007)，中華民國九十二年一月。

24. 王國榮，2002。ASP.NET網頁製造教本，旗標出版社。

25. 林煌樟，2001。ASP.NET程式設計實務基礎篇，華彩軟體股份有限公司。

26. 台灣大哥大公司，2003。簡訊發送協定。

27. 邱永芳、蘇青和、李忠潘、陳陽益、于嘉順、許泰文、張憲國、劉景毅、王兆璋，"近岸數值模擬系統之建立'，港灣技術研究中心研究成果輯要，第132頁至136頁，中華民國九十四年二月。

28. 海科中心「台灣海峽即時預報模式計畫(TSNOW)」網頁，2000. "http://duck2.oc.ntu.edu.tw/tsnow/new/".

29. 劉肖孔，1988。中國海域三度空間數值模式，行政院科技顧問組。

30. 行政院環境保護署，國內建立SEAWATCH海洋環境自動監測系統可行性評估，中華民國八十五年六月。

31. 徐月娟、劉聖義、胡哲魁、張恆文，2003：「颱風暴潮分類與海岸災害探討」，第二十五屆水利工程研討會論文集，第157-161頁。

32. Bash shell 入門(第二版)，美商歐萊禮台灣分公司，2003年8月。

33. Aikman, F. A. III and D. B. Rao, 1999. "A NOAA Perspective on a Coastal Ocean Forecast System," Coastal Ocean Prediction, Ed . C. Mooers, American Geophysical Union, pp. 467-499.

34. Aikman, F. A. III, G. L. Mellor, D. Sheinin, P. Chen, L. Breaker, K. Bosley and D. B. Rao, 1996."Towards an Operational Nowcast/Forecast System for the U.S. East Coast," Modern Approaches to Data Assimilation in Ocean Modeling, 61, Ed. P. Malanotte-Rizzoli, Elservier Publishers, pp. 347-376.

35. Aikman, F., G. L. Mellor, D. B. Rao and M. P. Waters, 1994. "A Feasibility Study of a Coastal Nowcast/Forecast System," Abstracts, Spring Meeting of the American Geophysical Union(AGU), Baltimore, MD, AGU, 197.

36. Bedford, K. W. and D. J. Schwab, 1991. "The Great Lakes Forecasting System-Lake Erie Nowcasts/Forecasts," Proceedings, Marine Technology Society Annual Conference (MTS '91), Marine Technology Society, Washington, DC, pp 260-264.

37. Bedford, K. and D. Schwab, 1990. "Preparation of Real-Time Great Lakes Forecasts, Cray Channels, Cray Res. Inc., MN, Summer issue, pp. 14-17.

38. Bedford, K., C.-C. Yen, J. Kempf, D. Schwab, R. Marshall and C. Kuan, 1990. " A 3D-Stereo Graphics Interface for Operational Great Lakes Forecasts," Coastal and Estuarine Modeling, Ed. M. Spaulding, Amer. Soc. Of Civil Eng., New York, NY, pp. 248-257.

39. Black, T. L., 1994. "The New NMC Mesoscale Eta Model: Description and Forecast Examples," Wea. Forecasting, Vol. 9, pp. 265-278.

40. Blumberg, A. F. and G. L. Mellor, 1987. A Description of a Three-Dimensional Coastal Ocean Circulation Model, Three-Dimensional Coastal Ocean Models, Vol. 4, Ed. N.Heaps, American Geophysical Union, Washington, DC, pp.1-16.

41. Booij, N., et al., 1999. A third-generation wave model for coastal regions, Part I, Model description and validation, J. Geoph. Research, C4, 104, 7649-7666.

42. Cao, D., H. L. Tolman, H. S. Chen, A. Chawla, V. M. Gerald, Performance of the ocean wave ensemble forecast system at NCEP.

43. Cao, D., H. S. Chen and H. L. Tolman, Verification of ocean wave ensemble forecast at NCEP.

44. Casanova S. and B. Ahrens, 2009. On the Weighting of Multimodel Ensembles in Seasonal and Short-Range Weather Forecasting, Monthly weather review, vol 137, pp. 3811-3822.

45. Chan, C. H. 2005. Development of an optimum weighting scheme for multi-model ensemble forecasting of tropical cyclone tracks.

46. Chang, H. L., H. Yuan and P. L. Lin, 2012. Short-Range (0-12h) PQPFs from Time-Lagged Multimodel Ensembles using LAPS, Mon. Wea. Rev., 140, pp. 1496-1516.

47. Chen, H.S. 2006. Ensemble prediction of ocean waves at NCEP, Proceedings of 28th Ocean Engineering Conference in Taiwan, NSYSU.

48. Chawla, A., H. L. Tolman, J. L. Hanson, E.-M. Devaliere, V. M. Gerald, 2009. Validation of a Multi-Grid WWATCH Ⅲ Modeling system. 11th Waves Forecasting and Hindcasting Waorkshop, Halifax Nova Scotia.

49. Kolczynski Jr., W. C. et al., 2009. Ensemble variance calibration for representing meteorological uncertainty for atmospheric transport and dispersion modeling, J. Appl. Meteor. Clima. ,48. pp2001-2021.

50. Lee, B. C., "Forecast Results with CWB Operational Wave Models During July, 2000. " The fourth workshop on ocean models for the APEC Region (WOM-4), Sep 19-20, 2000, Taiwan.

51. Lee, Beng-Chun, Hao-Yuan Cheng, Chia-Chuen Kao, Yang-Ming Fan(2006), On the Estimation of Wind Wave of Taiwan Water by using Swan Wave Model, Proceedings of the Sixteenth International Offshore and Polar Engineering Conference, San Francisco, California, USA, May 28-June 2, 2006, pp503-507.

52. Oceanor Homepage, 2000. "http://www.oceanor.no".

53. Pendergrass, A. G. and K. L. Elmore, Ensemble Forecast Bias Correction.

54. NOAA Coastal Ocean Forecast System Homepage, 2000. "http://polar.wwb.noaa.gov/cofs/".

55. Rascle, N. and F. Ardhuin, 2013. A global wave parameter database for geophysical applications. Part 2:Model validation with improved source term parameterization, Ocean modeling, http://dx.doi.org/10.1016/j.ocemod.2012.12.001.

56. Rogers, E., D. Parrish and G. DiMego, 1999. "Changes to the NCEP Operational Eta Analysis," NWS Technical Procedures Bulletin, National Weather Service, p. 5.

57. Rogers, R., M. Baldwin, T. Black, K. Brill, F. Chen, G. DiMego, J. Gerrity, G. Manikin, F. Mesinger, K. Mitchell, D. Parrish and Q. Zhao, 1998. "Changes to the NCEP Operational 'Early' Eta Analysis/Forecast System," NWS Technical Procedures Bulletin(Draft), p. 31.

58. Tebaldi C, Knutti R (2007) The use of the multi-model ensemble in probabilistic climate projections. Philos Trans A Math Phys Eng Sci 365(1857):2053–2075.

59. Tolman, H. L., 2009. User Manual and System Documentation of WAVEWATCH-III Version 3.14, NOAA/NWS/NCEP/MMAB TN. 276, p. 194.

60. Trenberth, K. E., J. G. Olson, and W. G. Large, 1989. A global ocean wind stress climatology based on ECMWF analyses, NCAR Tech. Note NCAR/TN-338+STR, 93 pp., Natl. Cent. for Atmos. Res., Boulder, Colo..

61. Toward Understanding and Predicting Earth's Environment -A five-Year Plan: FY 2005-2009, NOAA, 2005.

62. Understanding Global Ecosystems to Support Informed Decision-Making -A 20-Year Research Vision, NOAA, 2006.

63. Wilks D. S., 2006. "Statistical Methods in the Atmosphere Sciences", second edition.

64. Yen, C.-C. J., J. G. W. Kelley and K. W. Bedford, 1994. "Daily Procedure for GLFS Nowcasts," Proceedings of the 1994 National Conference on Hydraulic Engineering, August 1-5, 1994, Buffalo, N. Y., pp202-206.

65. Yen, C.-C. J., K. W. Bedford, and D. J. Schwab, 1992. "Nowcast Protocol for the Great Lakes Forecasting System," Proceedings, 2nd International Conference on Estuarine and Coastal Modeling, Eds. M. L. Spaulding, K. Bedford, A. Blumberg, R. Cheng, and C. Swanson, Amer. Soc. Civil Eng., Somerset, NJ, pp. 140-148.

66. Yen, C.-C. J., K. Bedford, J. Kempf and R. Marshall, 1990. "A Three-dimensional/Stereoscopic Display and Model Control System for Great Lakes Forecasts," Proc. Of IEEE Visualization '90, San Francisco, CA., Oct 23-26, 1990, ed. A. Kaufman, pp. 194-201.

67. http://polar.ncep.noaa.gov/waves/wavewatch

68. http://www.ncl.ucar.edu/

69. http://www.aviso.oceanobs.com/en/data/products/index.html

70. SSALTO products specifications - Volume 1 : JASON-1 user products

71. ftp://podaac-ftp.jpl.nasa.gov/allData/jason1/L2/sgdr_netcdf_c/

72. ftp://data.nodc.noaa.gov/pub/data.nodc/jason2/gdr/gdr/

73. http://www.ecmwf.int/products/forecasts/guide/Wave_EPSgrams.html

附件一、建構波浪系集預報系統（3/4）103 年度會議記錄

建構波浪系集預報系統（3/4）

103 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 103 年 2 月 25 日（星期二）早上 10 時

貳、地點：中央氣象局海象測報中心

參、主持人：滕春慈

肆、出席人員：張恆文、顏厥正、陳仁曾、朱啟豪

伍、記錄：張恆文

陸、會議結論：

一、使用多重網格或是單一網格?

1. 在工研院 pc-cluster 16 CPU(Intel EM64T Xeon 3.2GHz CPU & 2GB DDR) 測試單一網格 10 公里之解析度及 2 層多重網格之計算時間，因 active points 單一網格 10 公里為 2 層多重網格的 2.2 倍,其計算時間約為 2 倍。
2. 考慮近岸波浪模擬，應將 CPU 放在近域較小網格之計算上，不宜浪費在遠洋變化較小之計算上，故仍須採用多重網格的計算方式。
3. 先採用二層網格進行測試。

二、未來研究方向討論

1. 建議使用衛星波浪資料之資料同化(ECMWF 之建議)，唯其衛星資料的取得可能有問題，請先至氣象預報中心洽詢資料之取得可行性。
2. 利用 Buoy 的 data 來進行資料同化為另一可行的方法。

建構波浪系集預報系統（3/4）

103 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 103 年 4 月 25 日（星期五）下午 2 時

貳、地點：中央氣象局海象測報中心

參、主持人：滕春慈

肆、出席人員：張恆文、顏厥正、陳仁曾、朱啟豪、林芳如

伍、記錄：張恆文

陸、會議結論：

一、NWW3 ver. 4.18 功能簡介

1. 未來可朝向近域 Unstructured triangle grid 的建置方向進行。

二、系集波浪預報系統建置

1. 已完成風場之作業化讀取建置，轉化 NWW3 的格式後與 WINS 風場比較無誤。
2. 已完成 10 公里網格重新建置、水深及 obstruction grid 的建置。完成單點系集盒鬚圖的修改。
3. 初步完成 ROC 及 reliability diagram 建置。

三、暴潮展示系統更新及功能加強

1. 進行預報水位調整值改成模式執行時間及過去 6 及 12 分鐘平均值 (藍色線與綠色線不再密合)。
2. 由於暴潮系統設計在使用立即的觀測資料 (未品管), 若重新自資料課的伺服器讀取舊的觀測資料, 則為品管資料, 並有基準面修正, 造成原繪圖程式的錯誤, 經拿掉 SQL 指令中的 qc 部分, 及增加判斷式及 obssum 與 obscount 變數, 實際判斷三筆資料的存在性來進行平均, 若皆為 CHART_HIDDEN 則修正量(mmo)設為 0.0。

四、藍色公路海象資訊系統更新及功能加強

1. 177 備援系統停止運作, 重新將排程啟動, 仍有問題. 後來發現 buoy 資料沒有傳到 177 伺服器上, 經中心同仁協助修正後, 確認 18:00 的排程可以正常產生。
2. 基隆馬祖航線第一航段 18:00 預報出現 7 公尺浪高, 應該為港研中心的

觀測資料有問題，導致模式預報資料被修正掉，經查資料紀錄發現 16:00 資料不正常，已被港研中心品管後剃除，但當初在產生 xml 檔時有抓到問題波高，造成波浪預報被錯誤修正。由於是第一次發生，機率很低，將持續觀察。

3. 台東浮標即時觀測資料沒有展示. 經檢查後發現在 97 伺服器的 st 資料表中沒有台東資料浮標的代號 WRA007，表示在氣象局 97 伺服器中的資料庫中的 st 資料表不是最新的資料，導致程式中讀取觀測資料的 SQL 指令無法正常執行，經更新 97 伺服器上的 st 資料表後，台東資料浮標的即時觀測資料已可正常顯示。

五、104 年度研究主題與重點

1. 暴潮展示系統功能更新：剔除建置與測試暴潮預報評分系統。
2. 藍色公路作業化執行及預報機制更新：加入系集預報於藍色公路之應用研究，研擬應用系集預報成果的使用機制。
3. 加入系集展示系統之建置。

建構波浪系集預報系統（3/4）

103 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 103 年 5 月 30 日（星期五）上午 10 時

貳、地點：中央氣象局海象測報中心

參、主持人：朱啟豪

肆、出席人員：張恆文、顏厥正、陳仁曾

伍、記錄：張恆文

陸、會議結論：

一、系集波浪預報系統建置

1. 已完成作業化系集預報系統建置(安管內及安管外)，其中在安管內目前因硬體資源不足，改用 login07 或 login08 之研究用的硬體建置，另改用 member 來取代 oper 之設定，啟動時間則不用調整。安管外則維持硬體設置，但啟動時間需提早，避免佔用其他資源。

建構波浪系集預報系統（3/4）

103 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 103 年 8 月 28 日（星期四）下午 2 時

貳、地點：中央氣象局海象測報中心

參、主持人：朱啟豪

肆、出席人員：張恆文、顏厥正、陳仁曾

伍、記錄：張恆文

陸、會議結論：

一、系集波浪預報系統建置

1. 已完成的系集預報系統輸出圖形，將之 ftp 至 156 儲存並建置簡單之展示系統。檔名如附件。
2. 系集預報系統之建置架構遵照評審意見，應拜訪吳蕙如，避免與氣象系集不同架構。

二、暴潮展示系統更新及功能加強

1. 明年將建置 36 小時內之暴潮最大值。

三、藍色公路海象資訊系統更新及功能加強

1. 重新執行的機制限定為 avnmulti，主要為了藍色公路。起始條件採用 cold start，ftp 至 sever 去塞資料庫，但輸出不要蓋掉原來之檔案。
2. 另針對 10 公里輸出 gif 檔，檔名規定如下：

WWW_NWW3_AVNM_000_14082700_A.gif

WWW_NWW3_AVNM_003_14082700_A.gif

預報時間

3. 協助本局 NWW3 波譜輸出以計算異常波高機率之工作項目，已經在局內運作中，不需要協助。

四、其他

1. 績效報告宜著重在技術創新，例如建置國內第一個系集波浪預報系統，而在暴潮及藍色公路宜著重在經濟及社會效益。

附件

面(波高)

- 20 張系集

WRF-2014090500.grd1.jpg

- 機率

WRFpro0-2014090500.grd1.jpg
WRFpro1-2014090500.grd1.jpg
WRFpro2-2014090500.grd1.jpg
WRFpro3-2014090500.grd1.jpg
WRFpro4-2014090500.grd1.jpg
WRFpro5-2014090500.grd1.jpg
WRFpro6-2014090500.grd1.jpg

- spaghetti

WRFspa0-2014090500.grd1.jpg
WRFspa1-2014090500.grd1.jpg
WRFspa2-2014090500.grd1.jpg
WRFspa3-2014090500.grd1.jpg
WRFspa4-2014090500.grd1.jpg
WRFspa5-2014090500.grd1.jpg
WRFspa6-2014090500.grd1.jpg

- 超越機率

WRFproe-2014090500.grd1.jpg

- 系集分岐及系集平均

WRFensprd-2014090500.grd1.jpg
WRFen-2014090500.grd1.jpg
WRFen1-2014090500.grd1.jpg

單點

tot 波高	t1t 波高(系集+2 個決定性預報)
ttt 週期	t2t 週期(系集+2 個決定性預報)

WRF-2014090600tot.lung-tung.jpg
WRF-2014090600tot.hua-lien.jpg
WRF-2014090600tot.hsinchu.jpg
WRF-2014090600tot.hsiliuchiu.jpg
WRF-2014090600tot.chinmen.jpg
WRF-2014090600tot.chi-ku.jpg
WRF-2014090600tot.cheng-kung.jpg
WRF-2014090600tot.WRA007.jpg
WRF-2014090600tot.COMC08.jpg
WRF-2014090600tot.C6W08.jpg

WRF-2014090600tot.C6V27.jpg
WRF-2014090600tot.C6S62.jpg
WRF-2014090600tot.46787A.jpg
WRF-2014090600tot.46778A.jpg
WRF-2014090600tot.46762A.jpg
WRF-2014090600tot.46761F.jpg
WRF-2014090600tot.46759A.jpg
WRF-2014090600tot.46757B.jpg
WRF-2014090600tot.46748I.jpg
WRF-2014090600tot.46748H.jpg
WRF-2014090600tot.46744H.jpg
WRF-2014090600tot.46744A.jpg
WRF-2014090600tot.46741H.jpg
WRF-2014090600tot.46741B.jpg
WRF-2014090600tot.46735A.jpg
WRF-2014090600tot.46730B.jpg
WRF-2014090600tot.46714D.jpg
WRF-2014090600tot.46714B.jpg
WRF-2014090600tot.46708A.jpg
WRF-2014090600tot.46706A.jpg
WRF-2014090600tot.46699A.jpg
WRF-2014090600tot.46694A.jpg
WRF-2014090600tot.46690H.jpg

測站代碼	站名	位置	說明	隸屬單位
46694A	龍洞浮標	25°05'48"N 121°55'21"E	東北角龍洞遊艇港外海約1.0公里,該處水深約30公尺。	氣象局
46699A	花蓮浮標	24°02'03"N 121°37'51"E	花蓮七星潭外海約 1 公里，該處水深約 30 公尺。	氣象局
46706A	蘇澳浮標	24°37'24"N 121°52'36"E	蘇澳港北方約 5 公里，該處水深約 23 公尺。	水利署
46708A	龜山島浮標	24°50'57"N 121°55'32"E	宜蘭龜山島龜尾端西方 1 公里，該處水深約 25 公尺。	觀光局
46714D	小琉球浮標	22°18'55"N 120°21'46"E	屏東小琉球海子口外海約 2 公里,該處水深約 78 公尺。	氣象局
46735A	澎湖浮標	23°43'37"N 119°33'07"E	澎湖姑婆嶼北北西方約 1 公里，該處水深 26.6 公尺。	水利署
46748H	臺西平臺	23°45'44"N 120°08'39"E	麥寮工業港南防波堤西南方 2 公里，該處水深約 15 公尺。	成功大學水工試驗所
46757B	新竹浮標	24°45'21"N 120°50'13"E	新竹海山漁港外海離岸約3.5公里,該處水深約26公尺。	氣象局
46759A	鵝鑾鼻浮標	21°54'11"N 120°49'25"E	墾丁香蕉灣南方外海約 3 公里，該處水深約 40 公尺。	水利署
46778A	七股浮標	23°05'44"N 120°00'30"E	七股頂頭額沙洲外海約 1.5 公里，該處水深約 18 公尺。	水利署
46787A	金門浮標	24°22'46"N 118°24'48"E	金門料羅港南方海域約 4 公里，該處水深約 25 公尺。	水利署
WRA007	臺東浮標	22°43'20"N 121° 8'24"E	臺東焚化爐外 1 公里處，該處水深約 30 公尺	水利署

C6S62	臺東外洋浮標	21°45'59"N 124°04'27"E	臺東東南方外海約 300 公里，該處水深約 5613 公尺。	氣象局
C6V27	東沙島浮標	21°02'30"N 118°49'45"E	高雄西南方 230 公里，該處水深約 3000 公尺。	氣象局
C6W08	馬祖浮標	26°22'37"N 120°32'10"E	連江縣東引島東方約 3.5 公里處，該處水深約 58 公尺。	氣象局
46761F	成功	23°7'57"N 121°25'12"E	三仙台海岬北面約 700 公尺，該處水深約 25 公尺	氣象局

建構波浪系集預報系統（3/4）

103 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 103 年 10 月 14 日（星期二）下午 3 時

貳、地點：中央氣象局海象測報中心

參、主持人：朱啟豪

肆、出席人員：張恆文、顏厥正、陳仁曾

伍、記錄：張恆文

陸、會議結論：

一、系集波浪預報系統建置

1. 已完成的系集預報系統輸出圖形。
2. 系集預報系統之建置架構將擇期拜訪吳蕙如。

二、藍色公路海象資訊系統更新及功能加強

1. 已完成重新執行的機制，程式安裝在/mmc/mmcwhrw/singlewind。

附件二、期中報告審查會議記錄

交通部中央氣象局
103 年度委託研究計畫「建構波浪系集預報系統（3/4）」
期中報告審查會議紀錄

一、採購案號：1032026B

二、計畫名稱：建構波浪系集預報系統（3/4）

三、廠商名稱：財團法人工業技術研究院

四、履約期限：103 年 02 月 13 日至 103 年 06 月 27 日

五、完成履約日期：103 年 06 月 27 日

六、審查日期：103 年 07 月 10 日（星期四）下午 14 時

七、地點：本局 617 會議室

八、主 持 人：滕春慈主任　　紀錄：陳仁曾

九、出席人員：

審查委員：

單位	姓名	簽名
國立臺灣海洋大學 河海工程學系	翁文凱	
交通部運輸研究所 港灣技術研究中心	蔡立宏	
中央氣象局 氣象預報中心	鄭明典	
中央氣象局 氣象資訊中心	馮欽賜	
中央氣象局 海象測報中心	滕春慈	
中央氣象局 海象測報中心	呂理弘	

監辦單位：主計室

政風室

計畫主持人：

十、簡報計畫研究成果：

略

十一、審查意見：

（一）翁委員文凱（書面審核）：

1. 波高分佈機率記憶以百分比表示。
2. 圖 83 至圖 90 波高分佈圖過於凌亂，不易清楚明白，建議修正。
3. 介面展示部分清楚明瞭，值得肯定。

（二）蔡委員立宏：

1. 風場 Spaghetti 圖如何看出隨時間增加，不確定性亦增加？
2. 波高週期盒鬚圖請標明各曲線代表意義，另東沙島圖與其他地點不同，可進一步探討。

（三）鄭委員明典

計畫進度符合規劃內容，期中驗收項目均有描述，驗收合格。

（四）馮委員欽賜

本計畫按進度執行，期中成果及報告符合驗收標準，審查通過。

（五）滕委員春慈：

1. 建議開始進行測試，選擇個案到預報中心報告或提醒。。
2. 請增加盒鬚圖含觀測值的預報圖。

（六）呂委員理弘：

1. P33 是否引進新版 NWW3 Ver4.X，請補充說明。
2. 請考慮引用不同指標，產出極端海況如 freak wave 的產品。
3. 請考慮以個案方式（下年度）探討模式內波流交互效應的關係。

十二、廠商回覆：

（一）對於翁委員文凱的意見回覆：

1. 波高機率方面，參考 NOAA 表示方法，會修改為 probability level。
2. 圖 83 至圖 90 為波高的 Spaghetti 圖，主要在看不同系集的等高線分布，及與系集平均的比較，凌亂的程度代表不同系集的差異，若愈凌亂表示不確定性相對較高。
3. 感謝指教。

（二）對於蔡委員立宏的意見回覆：

1. 期中報告的說明是泛指系集預報的特性，而從 Spaghetti 圖的變化即可以看出系集模式不確定性的變化，若所有系集的變化較為一致，當系統是可信賴的情形下，則預報成果的信賴程度將提高，相對而言，當所有系集的變化差異很大時，則不確定性相當高，而時間的變化即可看出此不確定性的發生時間。整理報告當時漏下載了預報時的檔案，故無法呈現

相關特性。但在波浪動畫檔鐘即可看出類似特性。

2. 將依指示改進。東沙島決定性預報超出系集的變化，其餘測站都無，經查 6/14 有米塔(MITAG)颱風從巴士海峽經過，是否造成系集風場與決定性預報之差異導致波場的差距，將再與系集風場討論之。

（三）對於鄭委員明典的意見回覆：

謝謝委員肯定。

（四）對於馮委員欽賜的意見回覆：

謝謝委員肯定。

（五）對於滕委員春慈的意見回覆：

1. 後續將與海象中心協調進行後續作業化之監控作業，以利找出問題及提供後續發展之建議。
2. 明年將建置完成之展示系統，屆時將協調觀測課協助資料取得。

（六）對於呂委員理弘的意見回覆：

1. 新版 NWW3 Ver4.18 版已建置在安管外系統上，但還未進行測試，模式相關功能已於 4/25 對中心進行簡報，未來勢必要改版。
2. 因新版及舊版 NWW3 均未有相關功能，需自行撰寫相關程式，未來將研議辦理。
3. 下年度工作將再與中心討論定調，會將委員意見提出討論。

十三、審查結果：審查通過。

十四、散會：下午 15 時 30 分。

海洋大學翁文凱教授	
審查意見	意見回覆
1.波高分佈機率記憶以百分比表示。	波高機率方面，參考 NOAA 表示方法，會修改為 probability level。
2.圖 3 至圖 90 波高分佈圖過於凌亂，不易清楚明白，建議修正。	圖 83 至圖 90 為波高的 Spaghetti 圖，主要在看不同系集的等高線分布，及與系集平均的比較，凌亂的程度代表不同系集的差異，若愈凌亂表示不確定性相對較高。
3.介面展示部分清楚明瞭，值得肯定。	感謝指教。

交通部運輸研究所蔡立宏委員	
審查意見	意見回覆
1.風場 Spaghetti 圖如何看出隨時間增加，不確定性亦增加？	期中報告的說明是泛指系集預報的特性，而從 Spaghetti 圖的變化即可以看出系集模式不確定性的變化，若所有系集的變化較為一致，當系統是可信賴的情形下，則預報成果的信賴程度將提高，相對而言，當所有系集的變化差異很大時，則不確定性相當高，而時間的變化即可看出此不確定性的發生時間。整理報告當時漏下載了預報時的檔案，故無法呈現相關特性。但在波浪動畫檔鐘即可看出類似特性。
2.波高週期盒鬚圖請標明各曲線代表意義，另東沙島圖與其他地點不同，可進一步探討。	將依指示改進。東沙島決定性預報超出系集的變化，其餘測站都無，經查 6/14 有米塔(MITAG)颱風從巴士海峽經過，是否造成系集風場與決定性預報之差異導致波場的差距，將再與系集風場討論之。

中央氣象局氣象預報中心鄭明典委員	
審查意見	意見回覆
1.計畫進度符合規劃內容，期中驗收項目均有描述，驗收合格。	謝謝委員肯定。

中央氣象局氣象資訊中心馮欽賜委員	
審查意見	意見回覆
1.本計畫按進度執行，期中成果及報告符合驗收標準，審查通過。	謝謝委員肯定。

中央氣象局海象測報中心滕春慈委員	
審查意見	意見回覆

1.建議開始進行測試，選擇個案到預報中心報告或提醒。	後續將與海象中心協調進行後續作業化之監控作業，以利找出問題及提供後續發展之建議。
2.請增加盒鬚圖含觀測值的預報圖。	明年將建置完成之展示系統，屆時將協調觀測課協助資料取得。

中央氣象局海象測報中心呂理弘委員	
審查意見	意見回覆
1.P33 是否引進新版 NWW3 Ver4.X，請補充說明。	新版 NWW3 Ver4.18 版已建置在安管外系統上,但還未進行測試,模式相關功能已於 4/25 對中心進行簡報，未來勢必要改版。
2.請考慮引用不同指標，產出極端海況如 freak wave 的產品。	因新版及舊版 NWW3 均未有相關功能，需自行撰寫相關程式，未來將研議辦理。
3.請考慮以個案方式（下年度）探討模式內波流交互效應的關係。	下年度工作將再與中心討論定調，會將委員意見提出討論。

附件三、暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統維護報告

中央氣象局

暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統維護報告

中華民國 103 年

暴潮校驗展示系統維護紀錄一覽表

季別	項次	日期	維護項目	處理結果
第一季	1	103/02/13	確保系統可正常使用	成功執行系統
第二季	2	103/04/17	水位修正機制更新	成功執行案例
	3	103/04/21	系統溢位錯誤訊息	修正完成
	4	103/05/07	系統功能更新	初步更新
	5	103/05/20	水位校正機制加入校驗功能中	新增完成
	6	103/06/11	暴潮預報水位圖檔 XML 格式建置	建置完成
	7	103/06/20	增加天文大潮與更改大潮警戒為暴潮警戒	建置完成
第三季	8	103/07/02	修該安平站編號及更改資料庫欄位名稱	修改完成
	9	103/09/17	建置與測試產生 KMZ 的 ASP 程式	初步建置完成
第四季	10	103/10/02	修改系統介面增加暴潮模式選項及傳送 NCDR 的按鈕	修改完成
	11	103/11/06	修改 KMZ 檔所用的 icon	修改完成

藍色公路海象預報系統維護紀錄一覽表

季別	項次	日期	維護項目	處理結果
第一季	1	103/02/13	備援系統沒有運作	問題解決
	2	103/02/21	基隆馬祖航線預報不正常	問題解決
第二季	3	103/04/02	網頁上台東附標即時觀測資料沒有展示	問題解決
	4	103/05/26	浮標資料擷取作業化系統建置	初步建置完成
	5	103/06/11	浮標資料擷取作業化備援系統建置	建置完成
	6	103/06/20	浮標擷取資料需要增加一個欄位 STID	修改完成
第三季	7	103/07/11	浮標擷取資料錯誤訊息	修改完成
	8	103/08/05	Ensemble 結果展示系統建置	初步建置完成
	9	103/09/17	編修與測試 Ensemble 結果展示系統	修改完成
第四季	10	103/11/06	XML 檔案增加週期資料	建置完成平行作業化運轉

維護紀錄單

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 2 月 13日
維護內容：		
暴潮校驗展示系統：		
1. 系統測試		
(1) 由於系統多時未啟動，進行系統啟動測試確保系統可正常運作。		
藍色公路海象預報系統：		
1. 備援系統沒有運作		
(1) 177 備援系統停止運作，重新將排程啟動，仍有問題。		
(2) 後來發現 buoy 資料沒有傳到 177 伺服器上，經中心同仁協助修正後，確認 18:00 的排程可以正常產生。		
到達時間： 10:00 離開時間： 18:10		

客戶簽名：課長 朱啓豪　　維護人員簽名：賴厥正

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 2月 21日

維護內容：

藍色公路海象預報系統：

1. 預報資料不正常

(1) 基隆馬祖航線第一航段 18:00 預報出現 7 公尺浪高，應該為港研中心的觀測資料有問題，導致模式預報資料被修正掉，經查資料紀錄發現 16:00 資料不正常，已被港研中心品管後剃除，但當初在產生 xml 檔時有抓到問題波高，造成波浪預報被錯誤修正。 由於是第一次發生，機率很低，將持續觀察。

到達時間： 09:15

離開時間： 16:30

客戶簽名： 課長朱啓豪

維護人員簽名：

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 4月 2 日

維護內容：

藍色公路海象預報系統：

1. 網頁上台東浮標即時觀測資料沒有展示

(1) 台東浮標即時觀測資料沒有展示。經檢查後發現在 97 伺服器的 st 資料表中沒有台東資料浮標的代號 WRA007，表示在氣象局 97 伺服器中的資料庫中的 st 資料表不是最新的資料，導致程式中讀取觀測資料的 SQL 指令:

```
rDb1.CommandText = "SELECT st.stid, st.stnac, buoy.year, buoy.month, buoy.day,
buoy.hour, buoy.ws1, buoy.wd1,buoy.wh,buoy.wdir from buoy inner join st on
st.stid=buoy.stid where st.stid='" & stnleft & "' and
buoy.year*1000000+buoy.month*10000+buoy.day*100+buoy.hour = " & starttime(ir) & "
order by buoy.year, buoy.month, buoy.day, buoy.hour"。
```

無法正常執行，經要求氣象局更新 97 伺服器上的 st 資料表後，台東資料浮標的即時觀測資料已可正常顯示。

到達時間： 09:50 (遠端維護)

離開時間： 16:30

客戶簽名: 課長朱啓豪

維護人員簽名: 張厥正

工業技術研究院
Industrial Technology Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 4 月 17日

維護內容：

暴潮校驗展示系統：

1. 水位修正機制更新

進行預報水位調整值改成模式執行時間及過去 6 及 12 分鐘平均值。經加入

```
mmo= Chart1.ValueEX(4,j)  - (Chart1.ValueEX(0,j)+Chart1.ValueEX(0,j-1)+Chart1.ValueEX(0,j-2))/3.0
```

後已完成水位修正，成功執行 ADI1 2014/4/15 17:00 案例，預報水位與觀測水位在模式起始點會有小量位移。

到達時間：09:30

離開時間：18:30

客戶簽名：課長朱啓豪　　維護人員簽名：

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 4 月 21日

維護內容：

暴潮校驗展示系統：

1. 系統溢位錯誤訊息

氣象局來電執行 ADI1 2013/10/6 2:00、5:00、8:00 會說沒有觀測資料，並有溢位錯誤訊息。經檢查後發現由於暴潮系統設計在使用立即的觀測資料（未品管），若重新自資料課的伺服器讀取舊的觀測資料，則為品管資料，並有基準面修正，造成原繪圖程式的錯誤，經拿掉 SQL 指令中的 qc 部分，及修正前面新增加的模式時間，前 6 分鐘與前 12 分鐘的平均的程式寫法，增加判斷式及 obssum 與 obscount 變數，實際判斷這三筆資料的存在性來進行平均，若皆為 CHART_HIDDEN 則修正量(mmo)設為 0.0。

到達時間： 13:40 (遠端維護)

離開時間： 15:30

客戶簽名： 課長朱啓豪　　維護人員簽名：

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 5月 7 日

維護內容：

暴潮校驗展示系統：

1. 暴潮校驗展示系統功能更新

進行暴潮校驗展示系統功能更新：

(1) 新增一選項水位校驗（調合分析+模式暴潮偏差+修正）計算 3 值（Bias、RMS、CR） + 時序圖。

(2) 新增一選項水位校驗（模式天文潮+模式暴潮偏差）計算 3 值+ 時序圖。(模式水位)

首頁: defaultall103.asp

新增程式: 1. crlevela.asp　　2. crlevelm.asp。

到達時間: 15:00

離開時間: 18:00

客戶簽名: 課長朱啓豪　　維護人員簽名: 張敏正

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 5 月 20日

維護內容：

暴潮校驗展示系統：

1. 水位校正機制功能加入新增的校驗功能中

進行水位校正機制功能更新：

(1) 修改 crlevela.asp 與 crlevelm.asp 加入新的水位校正機制，由於其中是使用矩陣變數因此遺漏資料用-999 代替，與繪圖程式中使用 CHART_HIDDEN 不同，需要注意。

到達時間： 09:45

離開時間： 17:00

客戶簽名： 課長朱啓豪

維護人員簽名： 張原正

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 5 月 26日

維護內容：

藍色公路海象預報系統：

1. 浮標資料擷取作業化系統建置

(1) 浮標資料擷取作業化系統建置. 資料庫建置為 cnbuoy 資料表格為 buoy.海洋預報台網頁 http://www.fjmf.gov.cn 有發布 web service 如下

- http://www.fjmf.gov.cn/App_Service/BuoyInfo_Service.asmx - 大浮標與生態浮標
- http://www.fjmf.gov.cn/App_Service/GCYS_Service.asmx - 風力，浪高，氣溫，氣壓，水溫，葉綠素，鹽度。

(2) 預計產生 3 個資料表:

- buoydata: 擷取自 BuoyInfo_Service.asmx 的前 22 欄位中的 11 個欄位，其中 DATATIME 欄位會分成 YEAR、MONTH、DAY、HOUR、及 MINUTE 欄位（年值要自行加入）。
- buoyst: 擷取自 BuoyInfo_Service.asmx 的 22~51 欄位中的 9 個欄位。
- element: 擷取自 GCYS_Service.asmx 的所有欄位，並增加一個欄位以辨別為風力、浪高、氣溫、水溫、葉綠素、或鹽度資料。

到達時間: 09:15

離開時間: 17:45

客戶簽名: 課長朱啓豪　　維護人員簽名: 孫慶正

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 6 月 11 日

維護內容：

藍色公路海象預報系統：

1. 浮標資料擷取作業化備援系統建置

(1) 在 61.56.11.156 上建置 vs2008，將程式中的 IP 自 61.56.11.97 改為 61.56.11.99，並更改帳號及密碼，以便寫入 99 的備援資料庫中。1 分鐘開始每 5 分鐘執行一次。測試結果執行成功，開始作業化運轉。

颱風暴潮校驗展示系統：

1. 暴潮預報水位圖檔 XML 格式建置

(1) 建立暴潮預報站 kml 檔，點選預報站後即可連結到 135 伺服器/ssdvs/kml/目錄內的 st01.png ~ st34.png 圖檔。由於使用固定的檔名，因此 kml 檔不需要隨時間更新，但是 tideplotall4.asp 檔內需要增加如下程式:

```
Chart1.Export CHART_IMAGE,"d:\ssdvs\kml\st" & right("0" & wi, 2) & ".png"
```

到達時間： 13:00

離開時間： 18:00

客戶簽名： 課長朱啓豪　　維護人員簽名： 顏厥正

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 7月 2 日
維護內容：		
颱風暴潮校驗展示系統：		
1. 安平站觀測資料顯示問題		
(1) 97 與 99 資料庫 pro.st 與 pro.stninfo 安平站改為 1473, 但沒有觀測資料.		
2. 新增的天文大潮欄位名稱更改		
(2) HHWL 欄位改名為 STIDE:		
到達時間： 09:20		
離開時間： 18:00		

客戶簽名：課長朱啓豪　　維護人員簽名：

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 7 月 11日

維護內容：

藍色公路海象預報系統：

1. 浮標資料擷取錯誤訊息

(1) cnbuoy 擷取程式有錯誤訊息，經檢視後發現 BuoyInfo_Service.asmx Web Service 有改變,原先在後面的欄位 move 到前面. 經修正程式後已可自動抓取資料.

2. 港研中心資料遠端展示問題

(1) showmysql97buoydata.asp 程式若使用 id="all" 或 ""網頁資料無法展示有錯誤訊息. 原因是超出回應緩衝區限制，使用下列命令已將緩衝上限大小設定為 64 MB：

a. cd /d %systemdrive%\inetpub\adminscripts

b. cscript.exe adsutil.vbs SET w3svc/aspbufferinglimit 67108864

到達時間： 09:10

離開時間： 12:00

客戶簽名： 課長朱啓豪　　維護人員簽名： 顏厥正

工業技術研究院
Industrial Technology Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 8月 5 日
維護內容：		
藍色公路海象預報系統：		
1. Ensemble 展示系統建置		
(1) 在 61.56.11.156 上建置 ensemble 虛擬目錄，打開讀取及瀏覽目錄權限。		
(2) 使用 ASP 網頁程式撰寫系統。		
到達時間： 09:45		
離開時間： 13:00		

客戶簽名：課長朱啓豪　　維護人員簽名：

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年 9 月 17日
維護內容：		
藍色公路海象預報系統：		
1. Ensemble 結果展示系統		
(1) 建置與測試顯示 ensemble 圖的程式 http://61.56.11.156/ensemble/default.asp。		
颱風暴潮校驗展示系統：		
1. 暴潮預報水位圖 KMZ 檔建置		
(1) 建置與測試 8 張暴潮圖產生 KMZ 檔的程式 ftpkmlasp.asp:		
到達時間： 09:00 離開時間： 11:30		

客戶簽名：課長朱啓豪　　維護人員簽名：顏廣正

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年10 月 2 日
維護內容：		
颱風暴潮校驗展示系統：		
1. 暴潮預報水位圖 KMZ 檔建置		
(1) 更改按鈕名稱及建立及測試 ftpkmlasp.asp 到 NCDR 傳送 kmz 檔。		
2. 增加一個暴潮系統		
(1) 增加暴潮系統 COMCOTTWRF 修改 defaultall103.asp，tideplotall4.asp，		
tideplotone4m.asp。		
到達時間： 09:00		
離開時間： 13:00		

客戶簽名： 課長朱啓豪　　維護人員簽名： 翁順正

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年10 月 14日

維護內容：

藍色公路海象預報系統：

1. Ensemble 結果展示系統

(1) 由於圖檔產生程式已進行修正，因此編修顯示 ensemble 圖的程式 http://61.56.11.156/ensemble/default.asp，讓圖形維持原本產生時的樣式，不再旋轉角度展示。

到達時間：13:00

離開時間：18:00

客戶簽名：課長朱啓豪　　維護人員簽名：賴厥正

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年11 月 6 日

維護內容：

藍色公路海象預報系統：

1. XML 增加週期觀測與預報資料

(1) 在 97 上建立 bluehighwaytest4 及 bluehighwaymax4 資料表格。

(2) 建置 d:\ferry\blue 中文\BlueHighway_ITRI13520141106\ 。

(3) 修改 Form1.vb 將 bluehighway3 改成 bluehighway4, bluehighwaymax3 改成 bluehighmax4, log3。改成 log4, obsdatalog3.txt 改成 obsdatalog4。

(4) Compile 後將 bluehighwaytest.exe 改成 bluehighwaytest4.exe 然後移到 operation 目錄下。

(5) 建置 d:\ferry\modeltosql20141106\。

(6) 修改 Form1.vb 將 bluehighway3 改成 bluehighway4, bluehighwaymax3 改成 bluehighmax4。

(7) Compile 後將 modeltosql.exe 改成 modeltosqltest4.exe 然後移到 ferry 目錄下。

(8) 編修 ferry00.bat ~ ferry18.bat 增加執行 modeltosqltest4.exe。

(9) 編修 operation\bluehighwayexe.bat 增加執行 BlueHighway4.exe。

(10) xml output 為 bluehighwayP?.xml 及 bluehighwayfnlP?.xml。

到達時間：

離開時間：

客戶簽名：課長朱啓豪

(續下頁)

維護人員簽名：

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統
暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統
維護記錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：陳仁曾	電話:(02)2349-1193
地址：台北市公園路 64 號		日期：103年11 月 6 日

維護內容：

颱風暴潮校驗展示系統：

1. 暴潮預報水位圖 KML 檔更換 icon

(1) 到 CWB 網頁複製潮汐 icon (藍色) tide1.gif

(2) 修改 doc_template.kml 使用海象中心指定的 icon

(3) 修改 ftpkmlasp.asp copy tide1.gif 到 files 目錄下

(4) zip tide1.gif 檔到 kmz 檔中:

到達時間： 10:00

離開時間： 18:20

客戶簽名： 課長朱啓豪　　維護人員簽名：

附件四、系集波浪預報作業系統操作手冊

系集波浪預報作業系統

操作手冊

張恆文

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

中華民國 103 年 12 月

一、前言

本操作手冊主要說明本計畫所建置之作業化系統之使用與操作程序。本作業化系統主要由 NWW3(3.14 版)模式、FORTRAN 處理程式、NCL 程式及 Shell Script 程式等組成，適用於中央氣象局 HPC Fujitsu Linux 作業平台，並且使用 Crontab 排程進行每日四次之作業化運轉，使用 WRF 系集 2 個網格大小之風場(包括 45km、10km)驅動二個網格，共 20 個系集成員，此外還包括 WRF 決定性預報風場所驅動的 2 個決定性波浪預報模式。整個作業化系統分為三部分，包括風場的讀取、波浪模式執行、計算結果的輸出及繪圖與 ftp 傳輸。

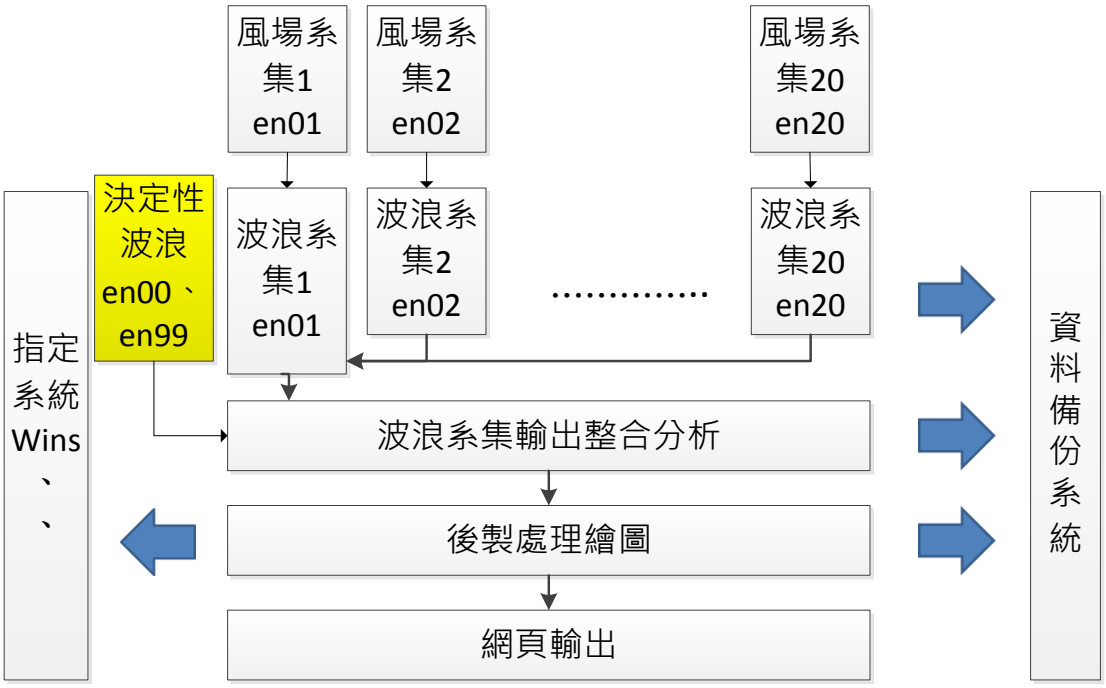


圖 1、系集波浪模式作業化預報系統架構圖

二、風場處理

2-1 WRF風場資料蒐集

由於系集風場包含 20 個系集，且各個系集的風場之檔名均一致，只是存在於不同的目錄(如下)，第一個系集風場在 E01，第二個系集風場在 E02 等，故在建置時亦採用相同理念，分成 20 個系集子目錄，各個子目錄分別去讀取風場，經過處理的風場檔名亦保持一致，而每日 4 次之讀取亦由不同的 Shell Script 程式來控制。

WEPS_**E02**@WEPSDB@npcaweps@datamv07

系集風場之讀取處理均在安館內 datamv07 資料傳輸伺服器上進行，主要目錄為/mmc/mmcwhrw/ENWIND，各個系集風場有其自有目錄，目錄名為 en01、en02、...、en20，另外還有一個決定性預報風場目錄為 en00。為了避免手動建置耗時，故建置 makefile.sh 來建立或修改 20 個系集目錄，只要執行該 Shell Script 程式，即可開啟目錄並將所有相關的程式複製到位，有需要重新編譯的程式亦均自動編譯完成。未來若需要修改 Shell Script 程式，亦可據此加以修正。

風場資料使用 Crontab 排程進行每日共四次(00Z、06Z、12Z、18Z)之蒐集作業，利用 Shell Script 程式組成，包括：

表 1、風場讀取之 Shell Script 程式

檔案名稱	說明
WRFtoNWW3-00.sh	每日 00Z 讀取 WRF 風場之 Shell Script 程式
WRFtoNWW3-06.sh	每日 06Z 讀取 WRF 風場之 Shell Script 程式
WRFtoNWW3-12.sh	每日 12Z 讀取 WRF 風場之 Shell Script 程式
WRFtoNWW3-18.sh	每日 18Z 讀取 WRF 風場之 Shell Script 程式

排程的時間分別表示如下，由於風場讀取時間相當短，故每個系集在不同時段的排程之啟動時間均大致相同。而決定性預報風場的產出時間較晚，故排程的時間亦不相同。

表 2、風場讀取之排程

```
05 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en01/WRFtoNWW3-00.sh>>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en01/00.log 2>&1
05 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en01/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en01/06.log 2>&1
05 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en01/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en01/12.log 2>&1
05 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en01/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en01/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en02/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en02/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en02/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en02/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en02/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en02/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en02/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en02/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en03/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en03/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en03/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en03/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en03/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en03/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en03/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en03/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en04/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en04/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en04/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en04/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en04/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en04/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en04/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en04/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en05/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en05/00.log 2>&1
```

```
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en05/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en05/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en05/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en05/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en05/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en05/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en06/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en06/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en06/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en06/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en06/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en06/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en06/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en06/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en07/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en07/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en07/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en07/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en07/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en07/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en07/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en07/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en08/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en08/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en08/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en08/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en08/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en08/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en08/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en08/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en09/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en09/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en09/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en09/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en09/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en09/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en09/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en09/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en10/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en10/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en10/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en10/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en10/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en10/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en10/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en10/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en11/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en11/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en11/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en11/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en11/WRFtoNWW3-12.sh >>
```

```
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en11/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en11/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en11/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en12/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en12/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en12/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en12/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en12/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en12/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en12/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en12/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en13/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en13/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en13/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en13/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en13/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en13/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en13/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en13/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en14/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en14/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en14/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en14/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en14/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en14/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en14/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en14/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en15/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en15/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en15/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en15/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en15/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en15/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en15/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en15/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en16/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en16/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en16/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en16/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en16/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en16/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en16/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en16/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en17/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en17/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en17/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en17/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en17/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en17/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en17/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en17/18.log 2>&1
```

```
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en18/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en18/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en18/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en18/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en18/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en18/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en18/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en18/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en19/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en19/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en19/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en19/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en19/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en19/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en19/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en19/18.log 2>&1
00 11 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en20/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en20/00.log 2>&1
00 17 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en20/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en20/06.log 2>&1
00 23 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en20/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en20/12.log 2>&1
00 05 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en20/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en20/18.log 2>&1
30 13 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en00/WRFtoNWW3-00.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en00/00.log 2>&1
30 19 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en00/WRFtoNWW3-06.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en00/06.log 2>&1
30 01 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en00/WRFtoNWW3-12.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en00/12.log 2>&1
30 07 * * * /mmc/mmcwhrw/ENWIND/en00/WRFtoNWW3-18.sh >>
/mmc/mmcwhrw/ENWIND/en00/18.log 2>&1
```

風場讀取的流程如圖 2 所示,每次均自過去 24 小時重現風場(每 6 小時)到未來 72 小時(每 6 小時)的順序，逐一自資料庫讀取風場資料，當某一時間未完成讀取時即 sleep30 秒後再嘗試，直到下一個風場讀取啟動程序起動前一個小時為止(約有 5 小時)。但實際上每個系集讀取的執行時間不到 2 分鐘。

1.檔案說明

以 00Z 執行之 WRFtoNWW3-00.sh 的 Shell Script 程式為例，說明其涵蓋的其他 FORTRAN 程式

檔案名稱	輸入參數	說明
datewindwrf01.f	2013110800	輸入現在日期及 00 或 06 或 12 或 18 產生 datekey1,此為過去 24 小時(每 6 小時)及未來 72 小時(每 3 小時)45km 風速(U,V 方向)之檔名，還有 NWW3 範圍使用風場之檔名

datewindwrf02.f	2013110800	輸入現在日期及 00 或 06 或 12 或 18 產生 datekey2，此為過去 24 小時(每 6 小時)及未來 72 小時(每 3 小時)10km 風速(U,V 方向)之檔名，還有 NWW3 範圍使用風場之檔名
getWRF1wind.f	01 02 …..	自資料庫讀取 WRF 45km 風場資料, 存成 windU, windV 01 表示過去 24 小時 02 表示過去 18 小時 ….. 05 表示現在小時 06 表示未來 3 小時 …….
getWRF2wind.f	01 02 …..	自資料庫讀取 WRF 10km 風場資料, 存成 windU, windV 01 表示過去 24 小時 02 表示過去 18 小時 ….. 05 表示現在小時 06 表示未來 3 小時 …….
getNWW3wind1.f	01 02	每個時段差分 NWW3 範圍使用的風場，產生 ex. NWW310032014110906 檔案，包括一行日期時間，U 方向風速，V 方向風速 01 表示過去 24 小時 02 表示過去 18 小時 …..
getNWW3wind2.f	01 02	每個時段差分 NWW3 範圍使用的風場，產生 ex. NWW320032014110906 檔案，包括一行日期時間，U 方向風速，V 方向風速 01 表示過去 24 小時 02 表示過去 18 小時 …..
getwindtorunwrf1.f	01 05 wind1000c.dat 01 13 wind1024.dat	合併各時段的風場(45km) 01 05 代表過去 24 小時到現在

	13 21 wind1048.dat 21 29 wind1072.dat	共5個時段的NWW3----------檔案，輸出成 wind1000c.dat 所有執行完成共產生： wind1000c.dat : -24hr 至今 wind1024.dat ：今至未來24hr wind1048.dat ：未來24至48hr wind1072.dat ：未來48至72hr
Getwindtorunwrf2.f	01 05 wind2000c.dat 01 13 wind2024.dat 13 21 wind2048.dat 21 29 wind2072.dat	合併各時段的風場(10km) 01 05 代表過去 24 小時到現在 共 5 個時段的 NWW3----------檔案，輸出成 wind2000c.dat 所有執行完成共產生： wind2000c.dat : -24hr 至今 wind2024.dat ：今至未來24hr wind2048.dat ：未來24至48hr wind2072.dat ：未來48至72hr

2.輸出說明

所有排程輸出均轉向.log 檔，包括 00.log、06.log、12.log、18.log，可以由此看出排程的讀取成果，其執行是否產生問題。

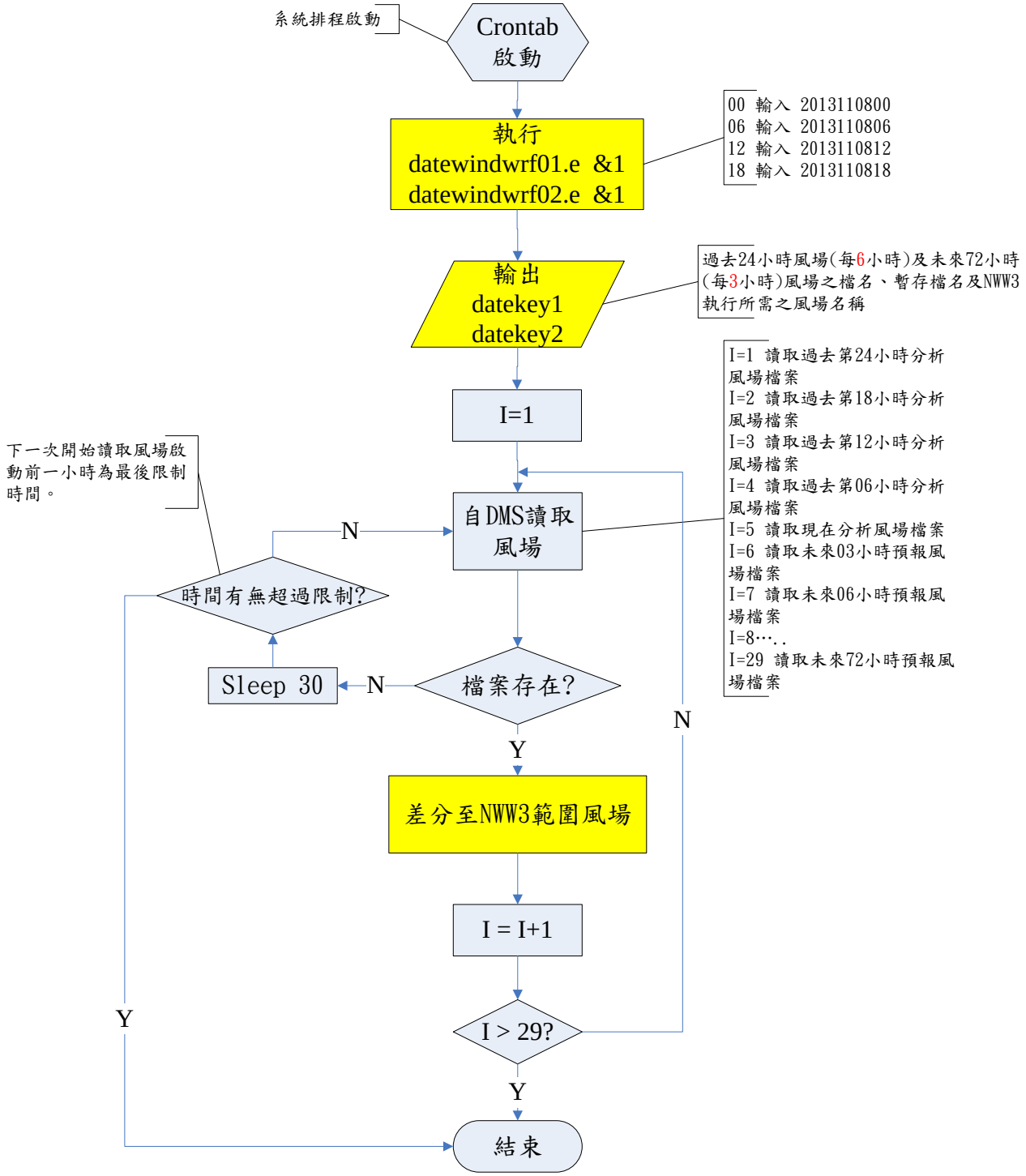


圖 3、作業化系集風場(45 公里及 10 公里)讀取流程圖

三、系集波浪預報模式之作業化系統

3-1 系集波浪模式之作業化系統

系集波浪模式同樣包含 20 個系集，故建置不同的子目錄，第一個系集計算波浪場在 en01，第二個系集計算波浪場在 en02 等，各個子目錄分別去讀取風場，而每日 4 次之讀取亦由不同的 Shell Script 程式來控制。en01 為控制節點，其啟動時間最晚，等其他節點計算完成後蒐集各節點資料進行後續之繪圖及資料傳輸作業。

系集計算波浪場之執行均在安館內 login07 計算伺服器上進行，主要目錄為

/mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble，各個系集波浪場有其自有目錄，目錄名為 en01、en02、…、en20，另外還有 2 個決定性預報風場目錄為 en00 及 en99。為了避免手動建置耗時，故建置 makefilewave.sh 來建立或修改 20 個系集目錄，其中還包括不同系集使用不同的 NWW3 程式執行檔，前 10 個系集使用 WAM 4 公式、後 10 個使用 Tolman 公式，不同的目錄及環境設定。未來若需要修改 Shell Script 程式，亦可據此加以修正。

系集波浪作業化系統係使用 crontab 排程進行每日共四次(00Z、06Z、12Z、18Z)之執行作業，利用 Shell Script 程式組成，使用 Shell Script 程式名稱均相同，但內容有些許差異，包括路徑的設定、使用的執行程式及作業環境等，下表為使用的 Shell Script 程式：

表 7、系集波浪作業化系統執行之 Shell Script 程式

檔案名稱	說明
ww3_work-00t	每日 00Z 執行波浪模擬之 Shell Script 程式
ww3_work-06t	每日 06Z 執行波浪模擬之 Shell Script 程式
ww3_work-12t	每日 12Z 執行波浪模擬之 Shell Script 程式
ww3_work-18t	每日 18Z 執行波浪模擬之 Shell Script 程式

排程使用 submit job 的方式，其啟動的時間分別為：

表 8、系集波浪作業化系統執行之排程

```
00 14 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en99/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en99/00a.log 2>&1
20 14 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en00/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en00/00a.log 2>&1
00 20 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en99/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en99/06a.log 2>&1
20 20 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en00/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en00/06a.log 2>&1
00 02 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en99/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en99/12a.log 2>&1
20 02 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en00/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en00/12a.log 2>&1
00 08 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en99/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en99/18a.log 2>&1
20 08 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en00/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en00/18a.log 2>&1
59 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en01/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en01/00a.log 2>&1
59 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en01/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en01/06a.log 2>&1
34 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en01/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en01/12a.log 2>&1
59 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en01/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en01/18a.log 2>&1
41 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en11/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en11/00a.log 2>&1
```

```
41 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en11/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en11/06a.log 2>&1
30 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en11/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en11/12a.log 2>&1
41 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en11/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en11/18a.log 2>&1
42 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en02/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en02/00a.log 2>&1
42 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en02/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en02/06a.log 2>&1
30 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en02/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en02/12a.log 2>&1
42 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en02/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en02/18a.log 2>&1
43 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en12/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en12/00a.log 2>&1
43 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en12/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en12/06a.log 2>&1
30 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en12/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en12/12a.log 2>&1
43 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en12/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en12/18a.log 2>&1
44 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en03/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en03/00a.log 2>&1
44 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en03/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en03/06a.log 2>&1
30 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en03/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en03/12a.log 2>&1
44 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en03/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en03/18a.log 2>&1
45 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en13/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en13/00a.log 2>&1
45 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en13/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en13/06a.log 2>&1
30 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en13/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en13/12a.log 2>&1
45 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en13/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en13/18a.log 2>&1
46 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en04/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en04/00a.log 2>&1
46 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en04/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en04/06a.log 2>&1
31 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en04/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en04/12a.log 2>&1
46 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en04/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en04/18a.log 2>&1
```

```
47 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en14/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en14/00a.log 2>&1
47 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en14/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en14/06a.log 2>&1
31 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en14/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en14/12a.log 2>&1
47 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en14/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en14/18a.log 2>&1
48 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en05/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en05/00a.log 2>&1
48 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en05/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en05/06a.log 2>&1
31 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en05/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en05/12a.log 2>&1
48 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en05/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en05/18a.log 2>&1
49 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en15/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en15/00a.log 2>&1
49 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en15/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en15/06a.log 2>&1
31 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en15/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en15/12a.log 2>&1
49 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en15/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en15/18a.log 2>&1
50 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en06/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en06/00a.log 2>&1
31 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en06/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en06/12a.log 2>&1
50 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en06/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en06/18a.log 2>&1
51 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en16/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en16/00a.log 2>&1
51 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en16/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en16/06a.log 2>&1
32 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en16/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en16/12a.log 2>&1
51 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en16/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en16/18a.log 2>&1
52 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en07/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en07/00a.log 2>&1
52 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en07/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en07/06a.log 2>&1
32 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en07/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en07/12a.log 2>&1
52 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en07/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en07/18a.log 2>&1
```

```
53 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en17/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en17/00a.log 2>&1
53 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en17/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en17/06a.log 2>&1
32 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en17/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en17/12a.log 2>&1
53 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en17/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en17/18a.log 2>&1
54 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en08/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en08/00a.log 2>&1
54 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en08/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en08/06a.log 2>&1
32 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en08/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en08/12a.log 2>&1
54 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en08/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en08/18a.log 2>&1
55 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en18/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en18/00a.log 2>&1
55 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en18/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en18/06a.log 2>&1
32 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en18/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en18/12a.log 2>&1
55 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en18/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en18/18a.log 2>&1
56 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en09/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en09/00a.log 2>&1
55 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en09/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en09/06a.log 2>&1
33 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en09/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en09/12a.log 2>&1
56 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en09/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en09/18a.log 2>&1
57 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en19/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en19/00a.log 2>&1
57 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en19/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en19/06a.log 2>&1
33 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en19/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en19/12a.log 2>&1
57 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en19/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en19/18a.log 2>&1
58 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en10/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en10/00a.log 2>&1
56 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en10/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en10/06a.log 2>&1
33 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en10/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en10/12a.log 2>&1
```

```
58 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en10/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en10/18a.log 2>&1
40 11 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en20/ww3_work-00t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en20/00a.log 2>&1
40 17 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en20/ww3_work-06t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en20/06a.log 2>&1
33 23 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en20/ww3_work-12t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en20/12a.log 2>&1
40 05 * * * /package/local/bin/pjsubx.sh /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en20/ww3_work-18t
>> /mmc/mmcwhrw/nww3/ensemble/en20/18a.log 2>&1
```

系集波浪計算採用二層的多重網格計算，多重網格的複雜度較高，包括計算網格、風場、輸出相同點位等都需要有 mod_def.名稱的檔案，故其需要有各自的 ww3_grid.inp 以便產生 mod_def.ww3，所以都需各自有其名稱，包括網格名稱，ex. grd1、grd2，風場名稱，ex. 45km、10km，輸出相同點位名稱，ex. points。因此上述的 mod_def.*就變成，ex. mod_def.grd1、mod_def.45km 等，但由於 NWW3 在執行後處理時使用的定義檔名一律為 mod_def.ww3，故在 shell script 常需用 soft link 或 cp 的方式進行。同理在讀取風場亦是相同，由 ww3_prep.inp 產生的 wind.ww3 的方式固定，故不同風場在產生 wind.ww3 後必須改名為，wind.45km、wind.10km 等，同理其在產生時都必須用到 mod_def.45km、mod_def.10km，故在 shell script 亦常需用 soft link 或 cp 的方式來連接 mod_def.ww3。

如前所述，前 10 個系集使用 WAM4 的公式，故其有關的 mod_def 檔案都必須在相同環境下(switch)編譯，同時將其改名，再複製至 en01~en10 的目錄，再改回原來的名字(去掉 w)。

mod_defw.grd1
mod_defw.grd2
mod_defw.points
mod_defw.45km
mod_defw.10km

而使用的執行檔如下:

ww3_gridW
ww3_prepW
ww3_shelW
ww3_multiW
ww3_outpW
ww3_outfW

後 10 個系集使用 Tolman 則維持原有的程式執行檔名。

作業化波浪模式執行的流程如圖 5 所示，藉由判定目前 restart 檔案的大小與目前產生 restart 檔案之日期相符與否，來判定程式是 warm start 或 cold start，若是 warm start 則程式由現在開始執行，否則由-24 小時前開始執行，為了確保執行之正確性，再於執行 NWW3 模式時將其影幕輸出轉向至*.err，若有錯誤時，此*.err 會有 ERROR 產生，則此時即仍由 cold start 開始。在預報場時則每 24 小時開始執行至 72 小時為止，開始執行的關鍵在於風

場是否存在，當某一時間風場未完成讀取即 sleep30 秒後再嘗試，直到下一個風場讀取啟動程序起動為止(約有 5.3 小時)。圖 6 為作業化波浪模式使用之目錄及 restart 檔案的存取位置，以 00Z 為例，其 restart 檔案為自 rstart18 的目錄複製而來，其產生 00Z 的 restart 檔案則存到 rstart00，供 06Z 時取用。產生的輸出檔、restart 檔案都需重新命名，以備後續計算時使用。在執行預報 72 小時後即利用 NCL 繪製示性波高、風浪高、主湧浪高、次湧浪高等四種圖(每 3 小時一筆)，並利用 ftp 將圖檔及 ASCII 資料傳至指定的 W8 電腦。

1.檔案說明

以 00Z 執行之 ww3_work-00t.sh 的 Shell Script 程式為例，說明其涵蓋的其他 FORTRAN 程式

檔案名稱	輸入參數	說明
date.f	2013110800	輸入現在日期及 00 或 06 或 12 或 18 產生 yymmdd，此為過去 24 小時、現在及未來 72 小時(每 24 小時)之日期時間，還有未來 6 小時之日期時間，協助作為判定下次 restart 檔案的時間
getinpc1new.f		建立現報(過去 24 小時)及預報每 24 小時之 ww3_multi.inp 及 ww3_outf.inp(因需針對 swell 輸出，故每一時間有 3 個檔案)
getinp1new.f		建立預報每 24 小時之 ww3_multi.inp 及 ww3_outf.inp(因需針對 swell 輸出，故每一時間有 3 個檔案)
getoutpinpnew.f		建立 ww3_outp.inp
getoutpinpb.f		針對藍色公路建立 ww3_outp.inp
getoutpinpc.f		針對 SWAN 模式之輸入邊界條件，建立 ww3_outp.inp
getoutpinpd.f		針對藍色公路建立 ww3_outp.inp，但增加預留的備份點位
checkstart.f		檢查使用的 restart file 的檔案大小及產生 restart 的日期是否一致，決定是否需要 cold start.
checkyymmdd		產生 restart 的日期
catoutp-anew.f		產生 dailypointout.dat(逐時測站資料)
catoutp-b.f		產生各個測站之 hindcast 及預報之逐時資料
startdate.f		產生未來 6 小時之輸出日期及時間，存於 checkyymmdd
aa1cwb.sh		使用 NCL 繪製每 3 小時圖型(彩色)
totcwb.sh		使用 NCL 繪製每 3 小時 ensemble 圖型(彩色)
totcwbp.sh		使用 NCL 繪製個測站之盒鬚圖(彩色)
mvens-ftp.sh		利用 ftp 傳輸檔案及圖檔

2.輸出說明

所有排程輸出均轉向.log 檔，包括 00b.log、06b.log、12b.log、18b.log，可以由此看出排程的讀取成果，其執行是否產生問題。在 NWW3 執行時亦會有輸出，ex. 2013112000ww3_shel-00.out，2013112000log00.ww3 等，亦可作為檢查執行是否有錯誤的依據。

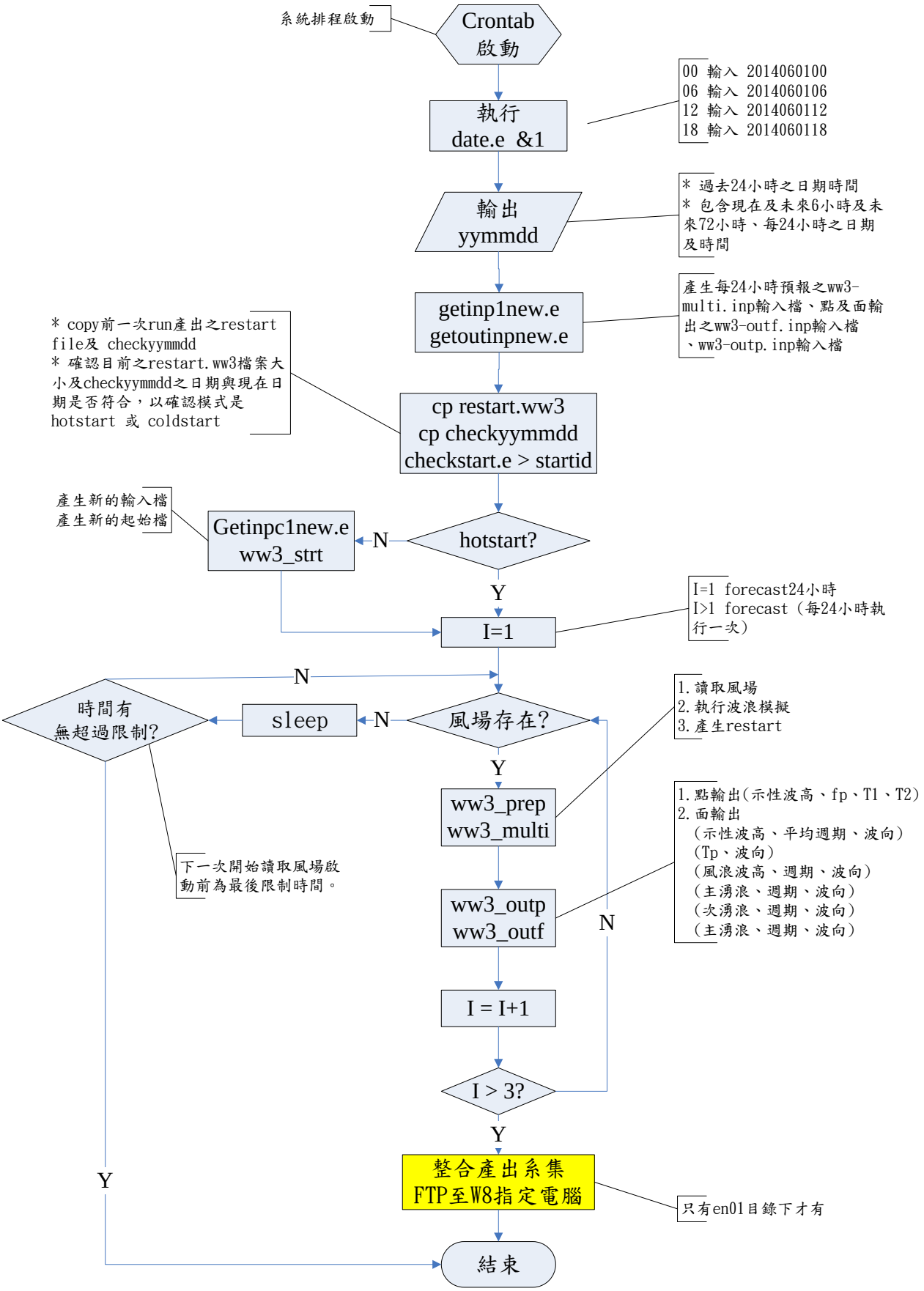


圖 5、系集多重網格作業化波浪模式執行流程圖

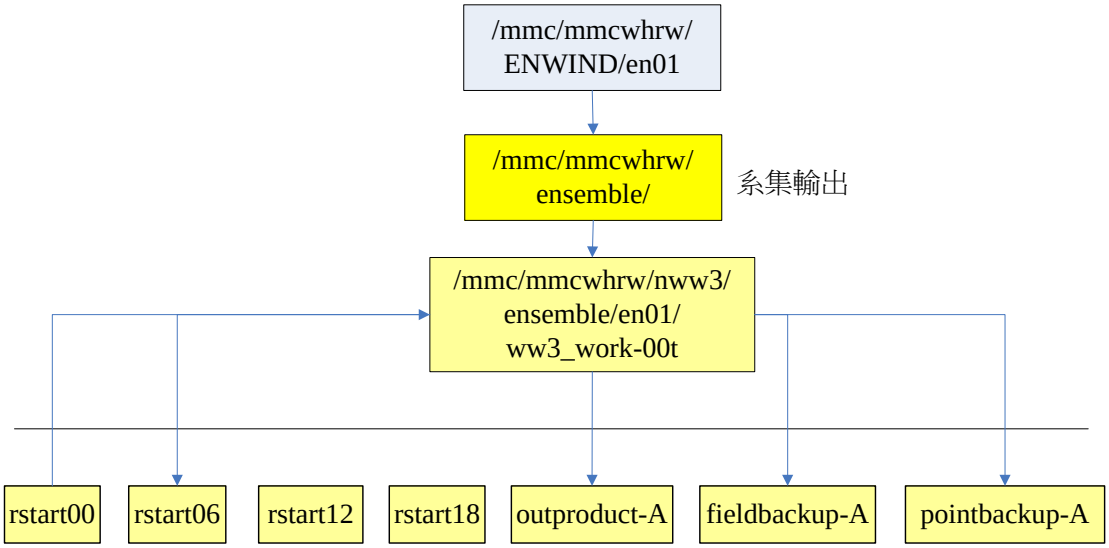


圖 6、系集多重網格作業化波浪模式目錄規畫及檔案輸出圖

附件五、政府科技計畫成果效益報告

政府科技計畫成果效益報告

計畫名稱：建構波浪系集預報系統 (3/4)

（科技研發　群組）（海洋 領域）

主管機關：　中央氣象局海象測報中心

執行單位：　工業技術研究院

第二部分：政府科技計畫成果效益報告

壹、 科技施政重點架構圖：

貳、 基本資料：

計畫名稱：建構波浪系集預報系統 (3/4)
主 持 人：張恆文
審議編號：
計畫期間(全程)：101 年 01 月 01 日至 104 年 12 月 31 日
年度經費： 2,538 千元 全程經費規劃： 11,588 千元
執行單位：工業技術研究院

參、 計畫目的、計畫架構與主要內容

一、 計畫目的與預期成效：

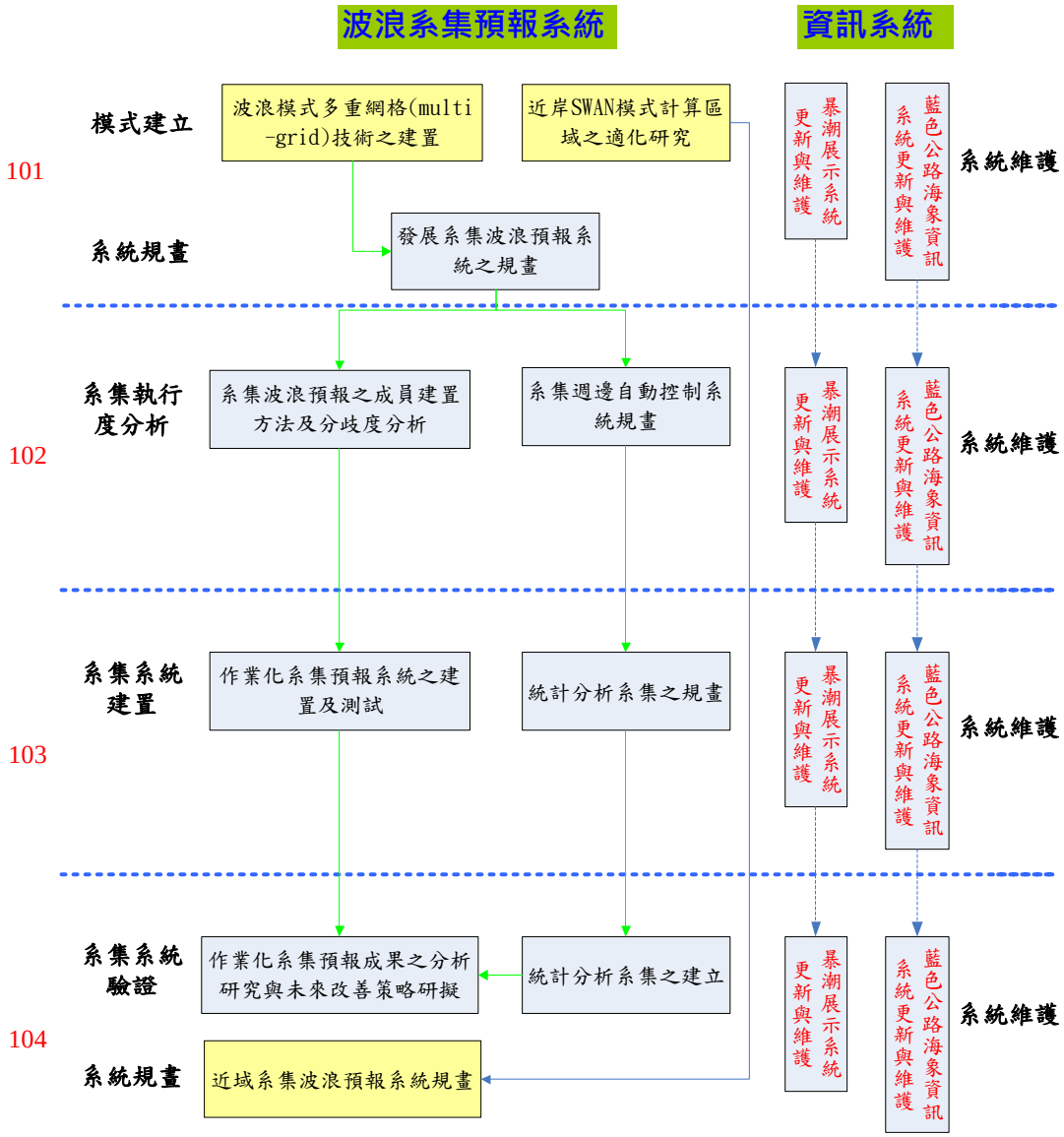
整體計畫主要分為二個部分，包括波浪系集預報系統的建立及資訊系統的更新維護(暴潮展示系統及藍色公路海象資訊系統)。前者在於數值波浪預報仍然存在著誤差，並與預報時間的長度成正比，主要原因在於風浪交互作用及風場非線性作用的準確性不易掌握，使得單一的預報指引較無法掌握到真實的風浪場，亦已無法滿足民眾需求，因此擬運用氣象系集預報的觀念至風浪的預報上，提供機率性的預報指引，以符合現代使用者的需求。後者主要針對氣象局海象測報中心已建置完成的暴潮展示與校驗系統、藍色公路海象資訊系統，進行系統的維護、改善與功能的新增，俾使二套系統在氣象局網站上可以正常運作，吸引民眾點選並提供完善的資訊提供服務。

透過本計畫進行研究其預期成效可提升氣象局風浪模擬之研發能力，強化臺灣地區風浪預報指引資訊，提高氣象局官方發布之預報精確度。再經由系集預報技術的研發工作和學術論文的發表，以及與國內外研究單位交流，將可以提升我國在局地風浪預報地位。另外精緻化波浪資訊的產生，配合相關技術的落實與應用，可以廣泛優質化海洋資訊範疇的生活性產業，將可有效提升國內本土化產業的國際競爭力。本計畫建置的暴潮展示與校驗系統即是在讓預報員能夠整合暴潮模式的資訊，結合已知的觀測資料，判斷出正確的潮位預報。持續維護改善已建置的系統展示與校驗功能與效率以符合現階段颱風期間聯合預報作業的需要，讓颱風期間暴潮預報可以輕易的展示與校驗查核。本計畫另藉由藍色公路各航線航段的海象預報功能，提供航線上小區域詳細的海象預報資訊，經由各種資訊傳播途徑，可以提升海域航

行的安全，減少航行災難的發生。

二、 計畫架構(含樹狀圖)：

本計畫規劃自 101 年起以四年期程建構波浪系集預報系統。



三、 計畫主要內容

本計畫全程之工作在作業化系集波浪預報系統部分，規劃使用 NWW3 多重網格的系集預報，故需先進行多重網格模式的驗證以確認模式的準確度，再進行後續之系統規劃，整個系統牽涉到系集成員的選擇及系統環境周邊的需求規劃，與上游風場供給及硬體設備有密切關係，針對各個系集成員的模擬結果進行分歧度分析，以確保系集的品質，並掌握其精度及可靠度。再以此為基礎，建置作業化的系集波浪預報系統，並發展相關的統計分析系集，以檢視預報的分歧度及系集預報的成效，最後需建置系集預報結果之定期檢視機制，以了解系統預報之準確度，並作為未來系統改進之參考依據。近岸海域預報資料的提供亦為氣象局的重

要業務，而 NWW3 大範圍的預報對於近岸的模擬機制較為缺乏，故在近岸區需使用 SWAN 模式來銜接，然而由於模式的差異導致銜接使用上的問題，在未來發展到近岸系集時需先予以解決，而在大範圍系集波浪系統完成後即可進一步進行近岸波浪模式系集的規劃。在資訊系統維護部分，將針對既有二個作業化的資訊系統進行定期的維護，並將依據與海象測報中心討論後增減系統的功能與展示方式。

肆、 計畫經費與人力執行情形

一、 計畫經費執行情形：(可以下列表格表達)

(一) 計畫結構與經費

細部計畫		研究計畫		主持人	執行機關	備註
名稱	經費	名稱	經費			

(二)經資門經費表

項目 / 會計科目		預算數 /(執行數)				備註
		主管機關預算(委託、補助)	自籌款	合計		
				金額(元)	占總經費%	
一、經常支出						
1.人事費						
2.業務費						
3.差旅費						
4.管理費						
5.營業稅						
小計						
二、資本支出						
小計						
合計	金額					
	占總經費%					

或僅以人事費、業務費(研究設備費、材料與雜費)管理費分類

經費項目		主管機關預算(委託、補助)	自籌款	合計		備註
				金額	%	
人事費		1,677,000				
業務費	研究設備費					
	材料與雜費	520,000				
管理費		341,000				

與原計畫規劃差異說明：

(三)計畫人力

計畫名稱	執行情形	總人力(人年)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
建構波浪系集預報系統 (3/4)	原訂	2.8	2.2	0.3	0	0.3
	實際	2.8	2.2	0.3	0	0.3
	差異	0	0	0	0	0

(四) 主要人力投入情形(副研究員級以上)

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
張恆文	計畫主持人	6	學 歷	博士肄業
			經 歷	工研院能資所副研究員
			專 長	海洋工程、海洋物理、計算流體力學
顏厥正	協同主持人	6	學 歷	博士
			經 歷	工研院能資所研究員
			專 長	地理資訊系統、電腦繪圖、數值模擬、遙感探測、資料庫管理
陳美蘭	研究員	4	學 歷	碩士
			經 歷	工研院能源與資源研究所副研究員

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
			專 長	大氣科學研究、中尺度天氣分析及風場模擬、風能評估
胡哲魁	副研究員	4	學 歷	碩士
			經 歷	工研院能源與資源研究所副研究員
			專 長	海洋物理、海洋現場調查工作、程式設計網頁設、資料庫建置、GIS 地理資訊系統建置
林勝豐	研究員	1	學 歷	博士
			經 歷	工研院能資所副研究員、泰興工程顧問公司環境工程師
			專 長	海洋物理、海洋探測、資料分析
馬名軍	研究員	1	學 歷	碩士
			經 歷	工研院能資所副研究員
			專 長	海洋物理、海洋探測、資料分析
謝艾倫	研究助理	4	學 歷	
			經 歷	
			專 長	

與原計畫規劃差異說明：無

伍、 計畫已獲得之主要成果與重大突破(含量化成果 output)

1. 請就本計畫涉及之(1)學術成就(2)技術創新(3)經濟效益(4)社會影響(5)其他效益方面說明重要之成果及重大之突破，以文字方式分列說明。
2. 請依本計畫(涉及)設定之成果項目以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化成果(如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分)。
3. 請依本計畫(涉及)設定之成果項目**先分別將底下研究計畫以領域別分類，**再以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化成果。

(1)學術成就

1. 已完成波浪模式多重網格技術之建置，並完成波浪模式雙向多重網格與單向巢狀網格之校驗分析，顯示多重網格計算較單向巢狀網格計算便利性高，且不同網格計算結果較為一致。而風場比較部分則顯示，NCEP/NFS 風場較 10 公里風場更接近衛星觀測資料。

2. 完成 SWAN 模式計算區域之適化研究，說明當大網格 NWW3 提供 SWAN 小網格邊界條件去進行計算時，造成 SWAN 波高及週期降低的因素，與 SWAN 使用的輸入及消散公式，及上游大網格不同模式的輸入公式有差異所致。即使同樣公式因數值方法及巢狀網格的範圍水深，計算的差異性仍大，故在使用時仍需進行不同公式率定的動作，以確保模式計算的一致性。亦可作為未來在混合使用不同的模式時或進行近岸系集預報時之參考。

3. 完成系集波浪預報之成員選定及分歧度分析，以外洋二個測站為主要選取系集成員的依據，在風場不變的情形下，分別針對 1~2 月及 8 月颱風時期選取適當的風場輸入公式(Tolman 及 WAM4)進行調整，再利用系集成員各半的組合方式，保留各個風場輸入公式在不同風場狀況下的優點，同時提高 SPRD，使得系集系統已較能掌握模式的不確定因素，可以作為未來提供機率預報之系集成員。

4. 完成漁業氣象預報與風浪預報模式之比較，以不同時間區域範圍內整體相關性來看，一些時段漁業預報及風浪模式預報結果的相關係數可達 0.9 以上，但在一些時段相關性極差。預報區域範圍內不同位置相關係數在大部分區域都在 0.8 以上，但在一些特定區域如長江口以北的黃海海域向南延伸到大陸沿岸、台灣東北角及恆春半島西側相關係數低於 0.8。在台灣附近海域大部分區域漁業預報值較風浪模式結果大，而風浪模式結果較大的區域在太平洋及南海等開闊海域，顯示二者差異會因不同時間或區域而有不同。

5. 完成國內第一套 20 個系集的波浪系集預報作業化系統，預報時間為 72 小時，每日預報 4 次，並已完成展示系統的雛形，可將包含系集平均、spread、Spaghetti 分布、機率分布等產品輸出。

6. 可提供波浪機率性預報及超越機率預報，讓使用者可以自行掌握風險。

(2)技術創新

1. 利用數值波浪預報模式與觀測資料結合，開發藍色公路海象預報資訊系統，提供作為藍色公路航行安全的參考，計畫開始以來持續進行藍色公路海象資訊系統每日的正常

運作，完成新增 10 條航線的工作及建置輸出 20 條航線 XML 檔案並傳送到資訊中心的功能。在更新藍色公路海象資訊系統網頁內容方面，完成依觀測站設置現況更新網頁輸出。在波浪模示執行方面，完成調整多重網格波浪模式之輸出作為藍色公路預報使用。另完成資料庫相關資料擷取程式、紀錄觀測資料即時性功能、及比較繪圖的 Excel 檔案。

2. 在系集預報方面，採用同一組風場不同公式之組合，可降低近岸測站之 RMSE、提高外海測站之 SPRD，提高系統之預報能力。

(3)經濟效益

1. 結合藍色公路預報，帶動景點周邊觀光，提升民間投資意願，促進地方經濟。將多元化的藍色公路與海域遊憩活動於中央氣象局海象測報模組中完整呈現。

2. 可促進船舶航運相關公司投資航線預報系統研發。

(4)社會影響

1. 提供快速、清楚的藍色公路海象預報資訊，提升海域航行安全，減少海難發生的機率，減少社會因海難不幸事件所付出的成本。配合氣象局於本島及離島間之旅客遊客中心推廣藍色公路電子看板的政策，已於馬公、高雄、馬祖及布袋港等旅客遊客中心建置藍色公路電子看板。氣象局與航港局、運研所、台灣港務公司簽訂合作意向書，氣象局全球資訊網提供 20 條國內和兩岸藍色公路海氣象預報，提供港口海域的海氣象觀測及預報。

2. 台灣本島暴潮溢淹地區面積超過 5 萬 4 千公頃，主要分布於彰化、雲林、嘉義、新竹、宜蘭沿海一帶，約有 23 萬戶(82 萬人)及 3 萬家工廠(16.6 萬員工)暴露在暴潮溢淹地區，工廠固定資產淨額高達 4,031 億元。因此準確即時的颱風暴潮展示發布與校驗系統可以達到預警效益，減少人民生命財產的損失及社會成本的負擔。此系統可以提供防災救援單位在颱風來襲期間獲取即時正確的資訊，做好應變措施，規劃有效疏散路徑與策略，保護民眾免於受困溺水的危險。同時可以提供海堤管理與水門控制單位準確即時的暴潮水位，提早巡視預報高水位的海堤、抽水站、及水門設施，確保颱風來襲時可以發揮最大效益防止海水倒灌及適當操控設施有效排除積水，減少人民家園淹水之苦。另可提供業務單位暴潮預報準確度資訊，作為提升預報準確度的依據。

3. 提供波浪之機率性預報，提升波浪預報的可信度與準確性。

(5)其他

1. 完成 HPC 所有預報波浪系統移置至新作業平台(Fujitsu)的工作，包括波浪預報系統包括 0.25 度網格(NCEP/NFS 風場)、0.25 度網格(JMA 風場)、10 公里巢狀網格(10 公里風場，邊界條件來自於使用 NCEP/NFS 風場之 0.25 度網格)、10 公里巢狀網格(10 公里風場，邊界條件來自於使用 JMA 風場之 0.25 度網格)、三層多重網格(NCEP/NFS 風場、10 公里風場、2.5 公里風場)、三層多重網格(JMA 風場、10 公里風場、2.5 公里風場)。另亦完成 NCEP/NFS 風場、JMA 風場、10 公里風場、2.5 公里風場等自動化讀取系統之新系統移植工作。今年又完成二層多重網格之波浪系集預報及備援系統，這使得中央氣象局的數值計算進入新的里程碑，能在未來發揮更大的計算效能，提供更準確的資訊服務。

陸、 主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

請依前述重要成果及重大突破說明在學術成就上價值與貢獻度如：

一、 學術成就(科技基礎研究) (權重__30_%)

1. 波浪模式多重網格(multi-grid)技術之建置：使用單向巢狀網格，無法從細網格中反映出小比尺的物理量及參數變化，且比較耗時計算，而利用多重網格、雙向傳輸形式，考慮能量守恆的一致性，不僅可將細網格之計算值回饋給粗網格使用，亦可避免冗長的計算時間，降低不同網格計算結果之差異性。

2. 近岸 SWAN 模式計算區域之適化研究：SWAN 模式適用在近岸區域，然而在應用上需要輸入外海之邊界條件，目前在與其他大範圍之風浪模式使用巢狀網格之銜接上，及涵蓋臺灣的計算範圍，會造成波浪能量的降低與週期的偏低，因此有必要重新檢討計算範圍及自其他風浪模式取得邊界條件之方式，以解決目前 SWAN 模式計算之缺失。

3. 系集波浪預報之成員建置方法及分歧度分析：為了彌補單一模式預報的不足，同時期望預報能包含模式的不確定性，可透過系集預報，藉由建立多個不同的系集預報成員，量化預報的不確定性，並產生波浪特性相關的預報產品，以期提供模式的機率性預報，除了可提高預報的可信度，更有助於預報員進行預測分析。

4. 漁業氣象預報與風浪預報模式之比較：以不同時間區域範圍內整體相關性來看，一些時段漁業預報及風浪模式預報結果的相關係數可達 0.9 以上，但在一些時段相關性極差。預報區域範圍內不同位置相關係數在大部分區域都在 0.8 以上，但在一些特定區域如長江口以北的黃海海域向南延伸到大陸沿岸、台灣東北角及恆春半島西側相關係數低於 0.8。在台灣附近海域大部分區域漁業預報值較風浪模式結果大，而風浪模式結果較大的區域在太平洋及南海等開闊海域，顯示二者差異會因不同時間或區域而有不同。

5. 作業化系集預報系統之建置及測試：已完成 20 個系集風場(45km 及 15km)及 WRF 決定性預報(45km 及 15km)之作業化前置處理及 shellscript 流程建置。完成 20 個系集作業化波浪模式建置(0.25 度及 0.1 度)、2 個決定性波浪預報(0.25 度及 0.1 度)及各單一波浪系集之輸出控制。同時完成作業化系集控制系統建置。而在系集產品部分，已完成系集產品後處理建置，包括系集平均及系集分岐、Spaghetti 分布、機率分布、盒鬚圖等產品。並完成展示系統雛形，讓使用者可透過網路檢視前述所有圖形。系統運作至今除停機外，其餘運作均十分穩定。

6. 統計分析系集之規畫：完成權重系集預報資料蒐集分析，結果顯示，如果系集預測系統是由單一模式來提供多個系集成員的組成，而此系集成員的組成係來自於些微不同的起始條件，則這些初始狀態均被視為同等實際可行的(equally realistic)，故每個系集成員對於預報事件的可能性均具有相同的權重。當然若是在更小區域的系集預測系統，其系集的組成是由部分大的系集系統的成員再加入起始擾動所組成，則可依據其重要性採用不同的權重。而多重模式系集預測系統，因其來自不同的模式，自然權重必定來自於不同模式的執行力，同時對於不同的時間及空間尺度有許多決定權重的方法。故以目前系集波浪模式的作法似乎應朝提高可靠度的作法去改進，而後再進行不同權重的後處理方式。另完成 Reliability diagram 及 ROC 的建置，利用 2012/1~2、2012/7~8、2014/7/28~9 的數據進行分析，顯示系統對於外海幾個測站仍具預報能力，整體而言，對於東北部的模擬仍狀況較差。

二、 技術創新(科技整合創新) (權重_30__%)

1. 藍色公路海象資訊系統更新與維護：利用數值波浪預報模式與觀測資料結合，開發藍色公路海象預報資訊系統，提供作為藍色公路航行安全的參考，計畫開始以來持續進行藍色公路海象資訊系統每日的正常運作，完成新增 10 條航線的工作及建置輸出 20 條航線 XML 檔案並傳送到資訊中心的功能。藍色公路預報功能對外服務滿三

年，已有業者、漁民及經常登上研究船隻的學者反應，對該服務的詳細資訊與準確度給予肯定，該系統並準確預報出觀光船「百麗輪」遭遇大浪傷人事件時的海況，也有藍色公路客輪依據藍色公路海象資訊系統的預報來做停駛的決定。

2. 在 100 年 11 月 10 日交通部第 1483 次部務會報對於氣象局所開發的藍色公路海象預報系統，在維護海上客輪之安全給予肯定，期勉氣象局要與時俱進，繼續努力。配合中央氣象局於本島及離島間之旅客遊客中心推廣藍色公路電子看板的政策，於產出氣象局首頁藍色公路網頁資訊的同時亦輸出 XML 的資訊供電子看板使用，並於馬公、高雄、馬祖、布袋港旅客遊客中心建置藍色公路電子看板。

3. 102 年 5 月中央氣象局與航港局、運研所、台灣港務公司簽訂合作意向書，目前網頁上已有 20 條航線資訊供參，氣象局全球資訊網提供 20 條國內和兩岸藍色公路海氣象預報。

三、 經濟效益(產業經濟發展) (權重_20__%)

1. 暴潮展示與校驗系統更新與維護：透過暴潮展示系統的開發，有助於災害的預警，提早進行災害前的防治措施，避免人員財產的損失。

2. 藍色公路海象資訊系統更新與維護：透過整合性藍色公路預報資訊服務，提供不同語言解說，籍此宣傳我國海洋資源，提高國際能見度。確保我國於來往兩岸港口之海上航行安全，建立海上觀測資料與預報資料通報與交流管道。

四、 社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重__20_%)

1. 暴潮展示系統更新及功能加強：確保暴潮展示與校驗系統可在不同瀏覽器下正常運作，完成新增模式暴潮偏差圖的展示功能，並配合局內規劃對暴潮預報資料建置暴潮預報 2D 展示產出 KML 檔案，以及進行備援系統的建置。增加 COMCOT 暴潮模式的選項,提供完整的展示與校驗功能,也建置水位資料擷取功能方便資料的比對。並完成備援系統的建置。

2. 藍色公路海象資訊系統更新及功能加強：持續進行藍色公路海象資訊系統每日的正常運作，完成新增 10 條航線的工作及建置輸出 20 條航線 XML 檔案並傳送到資訊中心的功能。在更新藍色公路海象資訊系統網頁內容方面，完成依觀測站設置現況

更新網頁輸出。在波浪模示執行方面，完成調整多重網格波浪模式之輸出作為藍色公路預報使用及 3 位數之功能調整，使得未來擴充計算超過 100 小時，系統仍能繼續使用。另完成資料庫相關資料擷取程式、紀錄觀測資料即時性功能、及比較繪圖的 Excel 檔案。

五、 其它效益(科技政策管理及其它) (權重_0__%)

註：若綱要計畫期程為 4 年期第 1 年執行者，請明確寫出本綱要計畫為第 1 年執行，固無主要成就及成果之價值與貢獻度；其他非第 1 年執行者請填寫起始年累積至今主要成就及成果之價值與貢獻度(例如：執行期程為第 3 年之綱要計畫即寫第 1 年到現在所有成果之 outcome)。

柒、 與相關計畫之配合

延續中央氣象局海象資訊 e 化服務系統之整合與建置計畫與發展鄉鎮逐時天氣預報系統－高解析度波浪模式計畫。

捌、 後續工作構想之重點

104 年工作重點:

1. 統計分析系集之建立

系集預報的成效與預報的分歧度有很大的關係，因此系集預報需同時配合其預報產品的統計分析。本年度將利用前一年之規畫，針對預報結果及產品建置統計相關的分析技術，以檢視系統的系集組成，作為進一步決定較佳系集策略的參考。建置時須考慮系統的作業化環境及實測資料擷取的時間。

2. 作業化系集預報成果之分析研究與未來改善策略研擬

本年度將持續進行系集預報作業化研究，並完成協助發佈波浪系集預報產品，透過校驗技術與指標瞭解模式的不確定性，並持續針對其他系集成員產生方式進行實驗和評估分析，包含增加不同的初始場、使用不同的預報模式、以及物理參數化擾動法等，以期望找出最合適之系集預報成員組合方式，滿足藍色公路海象資訊系統之預報所需。

透過作業化系統研究成果與國際最新波浪預報技術，擬定未來作業化預報的改善方案，以期未來可與國際預報技術接軌。技術面應朝大氣與海洋的交互作用與垂直耦合預報的整合能力，透過系集預報成員組合的最佳化以及預報能力的提升，有效改善系集預報系統；應用面則朝預報產品發佈以及簡單圖式示意，以幫助預報員快速進行波浪預報分析，並整合至藍色公路海象資訊系統。

3. 近域系集波浪預報系統規畫

近域波浪模式適用於近海區域，對於從事近海活動的人員更具重要性，例如沿海遊憩、近岸救難、港灣施工、近岸防護等，使用系集預報風浪模式的機率預報指引更能提供參考價值，也更能掌握真實的近海水域狀況，然而近域波浪模式 SWAN 的計算能量相對較大,如何選定適當的系集成員,提供夠大的分歧度將成為系集預報準確的重要條件。本年度將參考中央氣象局資訊中心之系集預報技術、國外現有近域系集波浪預報系統及 NWW3 系集波浪預報系統，規劃近域波浪系集預報系統整體架構，包括：

(1).國內外系集波浪預報系統蒐集

- 波浪模式預報方法
- 系集預報成員產生組合
- 校驗技術與預報產品

(2).系集預報成員規劃

- 波浪初始場
- 風場
- 模式設定及邊界條件

(3).系集預報系統初步規劃

基於系集預報成員組數的大小及模式設計進行系集預報系統之整體架構規劃，並完成預報系統上線作業之環境資源需求分析，包含軟硬體設備等。

4. 暴潮展示系統更新及功能加強

第四年度將持續維護暴潮展示與校驗系統的正常運作，並針對預報員對於系統使用方面的意見進行系統微調改善。第四年度並將建置依據上一年度的規劃，建置與測試暴潮預報評分系統。本工作的研究方法與進行步驟將與業務單位密切聯繫確認其需求與先後順序後進行。

5. 藍色公路海象資訊系統更新及功能加強

第四年度除持續維護藍色公路海象資訊系統每日的正常運作以及電子看板內容的更新維護外,將持續測試藍色公路預報資訊主動傳播系統,並進行系統的結果發表與推廣。本工作的研究方法與進行步驟將與業務單位密切聯繫確認其需求與先後順序後進行。

玖、 檢討與展望

本計畫第三年執行時程由民國 103 年 02 月 14 日至 103 年 12 月 31 日止,共計約 11 個月。本計畫在計畫主持人、協同主持人及研究人員共同參與努力及中央氣象局海象測報中心相關承辦人員指導下。整體計畫各項工作皆依期初、期中委員審查意見規劃推動，大致符合進度要求。針對計畫相關檢討及建議事項簡述如下：

計畫檢討：

1. 作業化系集預報系統之建置及測試:已完成 20 個系集風場(45km 及 15km)及 WRF 決定性預報(45km 及 15km)之作業化前置處理及 shellscript 流程建置。完成 20 個系集作業化波浪模式建置(0.25 度及 0.1 度)、2 個決定性波浪預報(0.25 度及 0.1 度)及各單一波浪系集之輸出控制。同時完成作業化系集控制系統建置。而在系集產品部分，已完成系集產品後處理建置，包括系集平均及系集分歧、Spaghetti 分布、機率分布、盒鬚圖等產品。並完成展示系統雛形，讓使用者可透過網路檢視前述所有圖形。而系統自 5 月運作至今除 9/17 日停機外，其餘運作均十分穩定。

2. 統計分析系集的規畫：完成權重系集預報資料蒐集分析，結果顯示，如果系集預測系統是由單一模式來提供多個系集成員的組成,而此系集成員的組成係來自於些微不同的起始條件,則這些初始狀態均被視為同等實際可行的(equally realistic),故每個系集成員對於預報事件的可能性均具有相同的權重。當然若是在更小區域的系集預測系統，其系集的組成是由部分大的系集系統的成員再加入起始擾動所組成,則可依據其重要性採用不同的權重。而多重模式系集預測系統,因其來自不同的模式,自然權重必定來自於不同模式的執行力,同時對於不同的時間及空間尺度有許多決定權重的方法。故以目前系集波浪模式的作法似乎應朝提高可靠度的作法去改進，而後再進行不同權重的後處理方式。完成 Reliability diagram 及 ROC 的建置，利用 2012/1~2、2012/7~8、2014/7/28~9 的數據進行分析，顯示系統對於外海幾個測站仍具預報能力，整體而言，對於東北部的模擬仍狀況較差。

3. 暴潮展示系統更新及功能加強：本年度協助維持暴潮展示系統內容更新與系統正常運轉，每季提出維護報告、製作 8 個測站暴潮預報水位圖檔 XML 格式及自動傳送機制、暴潮展示系統功能更新如預報水位調整值計算方式、新增二種水位校驗與時序圖展示功能選項（調合分析+模式暴潮偏差+修正及模式天文潮+模式暴潮偏差）。同時完成增加天文大潮線及更改大潮警戒線為暴潮警戒線，並新增 1 個暴潮模式的選項。。

4. 藍色公路海象資訊系統更新及功能加強：協助維持藍色公路系統內容更新與系統正常運轉，每季提出維護報告、增加波浪週期之 XML 格式內容更新。完成高解析波浪模式新增重新啟動功能、使用 NCL 套疊目前中心作業化波浪輸出 jpg 及 NCEP 風標。

計畫展望：

1. 系集資料儲存部分仍須與中心再作協商，目前僅圖檔傳輸至 W8，未來勢必會需要更多的空間儲存以進行系統的改善分析。而東北及東岸測站部分的系集預報，模式仍然偏大為未來需要再改進的重點，是否再使用較細網格或使用新的模式加入近岸機制值得再深入討論。

2. 颱風發生時的部分時段,使用 WAM4 的計算結果會有較明顯的 garden sprinkler effect 出現，10 月份已進行部分係數的調整，未來在備援部分建議可改採 PR3 的公式來進行比對，檢視其間差異。

3. 系集系統的撰寫方式與風場系集的方式略有不同，雖然目前系統仍穩定執行中，未來仍可考慮進行修正以使系統一致。

4. 系集風場在颱風發生時會有 reloaction 的動作，且因系集預報係採用前一報當作初始場進行擾動，故與決定性預報會有差異，可能導致颱風期時，決定性預報會超出系集預報的範圍，而此對於浪場的影響值得在未來進行討論。

5. 本年度除維護系統正常運作外，完成新增一個暴潮模式展示功能，包含過去 36 小時觀測資料時序圖，未來 36 小時模式預報資料時序圖，未來 36 小時模式預報修正時序圖，過去及未來 36 小時調合分析水位時序圖、警戒線值及舊有之校驗功能，建議對於新增的暴潮模式能夠匯入足夠的資料以進行測試。本年度已完成暴潮預報圖 KMZ 檔的建置與傳輸功能，將配合海象測報中心在台灣防災地圖上的需求，進行系統的微調讓颱風暴潮預報可以盡快加入台灣防災地圖上。

6. 本年度持續進行藍色公路海象資訊系統及波浪預報模式之維護，完成輸出含週期的 XML 檔程式，並以平行執行的方式作業化運轉中，將配合資訊中心更改網頁的期程，將新的 XML 檔(包括週期)輸出至資訊中心指定位置，並停止產生舊 XML 檔的排程，請海象測報中心預先通知工作團隊，以進行作業化排程的切換變更。高解析波浪模式新增重新啟動功能已經完成，建議海象測報中心能夠進行模擬演練。

填表人：張恆文 聯絡電話： 03-5914322 傳真電話：03-5820017

E-mail： BHWChang@itri.org.tw

主管簽名：_____

請選擇合適計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破

屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	A 論文	1 篇	投稿國內論文期刊: 1. 發表 103 天氣分析與預報研討會	利用系集觀念建置波浪預報模式，可較能掌握預報的不確定性。
	B 研究團隊養成	1 個團隊	針對波浪系集預報、藍色公路預報、颱風暴潮展示與校驗等，造就海象資訊專業顧問團隊。	
	C 博碩士培育			
	D 研究報告	1 份	研究報告提送政府單位採行，提送各學術研究機關參考，並製作成光碟供各界查詢使用。	
	E 辦理學術活動			
	F 形成教材			
	其他			
技術創新(科技整合創新)	G 專利			
	H 技術報告			
	I 技術活動			
	J 技術移轉			
	S 技術服務			
	其他			

屬性		績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
經濟效益（產業經濟發展）		L 促成廠商或產業團體投資	研發投資（3 件）	1． 結合藍色公路預報：帶動景點周邊觀光，提升民間投資意願，促進地方經濟。將多元化的藍色公路與海域遊憩活動於中央氣象局海象測報模組中完整呈現。 2． 可促進船舶航運相關公司投資航線預報系統研發。 3． 可促成民間公司進行加值服務，提供海事工程業參考。	
		M 創新產業或模式建立			
		N 協助提升我國產業全球地位或產業競爭力	3 項	1. 透過整合性藍色公路預報資訊服務，提供不同語言解說，籍此宣傳我國海洋資源，提高國際能見度。 2. 確保我國於來往兩岸港口之海上航行安全，建立海上觀測資料與預報資料通報與交流管道。 3. 由單一決定性預報提升至機率性預報，提供風險概念產品。	
		O 共通/檢測技術服務			
		T 促成與學界或產業團體合作研究	2 項	1. 藍色公路預報服務系統推廣延續工研院與海下協會合作成果。 2. 波浪系集預報與博盛數碼動力股份有限公司合作。	
		U 促成智財權資金融通			
		其他			
社會影響	民生社會發展	P 創業育成			
		Q 資訊服務	3 項	1. 颱風暴潮展示與校驗系統 2. 藍色公路海象預報系統 3. 系集波浪預報系統	
		R 增加就業			

屬性		績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
		W 提升公共服務	4 項	1. 提供快速、清楚的藍色公路海象預報資訊，提升海域航行安全，減少海難發生的機率，減少社會因海難不幸事件所付出的成本。 2. 提供颱風期間暴潮預報資訊，讓沿海居民預先了解颱風警報期間海水位提升狀況，做好準備減少生命財產的損失。 3. 提供業務單位暴潮預報準確度資訊，作為提升預報準確度的依據。 4. 建構波浪預報系集預報作業，提升波浪預報的可信度與準確性，可應用於未來風力發電海事工程之排程服務。	
		X 提高人民或業者收入			
		其他			
	環境安全永續	O 共通/檢測技術服務			
		V 提高能源利用率			
		Z 調查成果			
		其他			
其他效益（科技政策管理及其它）		K 規範/標準制訂			
		Y 資料庫	藍色公路海象預報每日增加 6030 筆	波浪模式匯入資料庫中，經過網頁產生程式的讀取，產生藍色公路海象預報網頁服務社會大眾。	
		XY 性別平等促進			

屬性	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	AA 決策依據	新建或整合流程、重大統計訊息與政策建議、決策支援系統及其反應加速時間、節省經費	■102年5月中央氣象局與航港局、運研所、台灣港務公司簽訂合作意向書，目前網頁上已有20條航線資訊供參，氣象局全球資訊網提供20條國內和兩岸藍色公路海氣象預報。 ■在100年11月10日交通部第1483次部務會報對於氣象局所開發的藍色公路海象預報系統，在維護海上客輪之安全給予肯定，期勉氣象局要與時俱進，繼續努力。 ■依據96年1月5日公佈行政院科技顧問會議結論：「加強延攬優秀科技人才從事科技研發工作及科技與人文並重，並鼓勵社會領域學者專家與使用者參與，以及借重民間智庫資源。」對海洋科技之推動、落實與發展，奠定良好基礎。 ■依據96年1月5日公佈之全國科學技術會議(國家科學技術發展計畫)結論：「規劃科技人力發展之中長程計畫目標、加強科技人才之培育及加強資訊及網路科技教育。」 ■90年3月政府公佈海洋政策白皮書，作為各相關機關研擬訂相關海洋事務發展之依據，明白指出應健全海域觀光遊憩系統。	
	其他			

佐證資料表

計畫名稱：建構波浪系集預報系統（3/4）

【A 學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別
波浪系集預報系統之分析研究	張恆文	2014	e

註：文獻類別分成 a 國內一般期刊、b 國內重要期刊、c 國外一般期刊、d 國外重要期刊、e 國內研討會、f 國際研討會、g 著作專書

【B 研究團隊表】

團隊名稱	團隊所屬機構	團隊性質	成立時間 (西元年)
綠能與環境研究所	工業技術研究院	d	1973

註：團隊性質分成 a 機構內跨領域合作、b 跨機構合作、c 跨國合作、d 研究中心、e 實驗室

【D 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
建構波浪系集預報系統 (3/4)	張恆文等	2014	中央氣象局

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦日期 (YYYYMMDD)	主/協辦單位
103 天氣分析與預報研討會	a	20140722	中央氣象局

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會、c 兩岸研討會

【Q 資訊服務表】

網站或服務名稱	服務對象	服務人次/年	服務收入(千元)
中央氣象局網站(藍色公路預報)	社會大眾	160,000,000	無

【R 增加就業表】

廠商名稱	廠商統一編號	增加員工人數	增加之年度
工業技術研究院	02750963	1	2013

【S 技術服務表】

技術服務名稱	服務對象名稱	服務對象類別	服務收入(千元)
中央氣象局網站內的藍色公路預報	藍色公路航運業者、船舶運輸業者	a、b	避免可能發生之船難經額無法估算

註：服務對象類別分成 a 國內廠商、b 國外廠商、c 其他

【Y 建置資料庫表】

資料庫名稱	資料庫內容	資料庫類別	資料筆數
藍色公路預報資料庫	藍色公路波高、週期、波向、風速、風向、波高修正值、觀測值	Numerical	每日增加 8040 筆

註：資料庫類別分成 Bibliography、Numerical、Factual、Multimedia、Text

附件六、研討會論文

波浪系集預報系統之分析研究

張恆文[1] 顏聖正[1] 陳仁普[1] 朱啟豪[2] 滕春慈[2]
工業技術研究院[1] 中央氣象局海象測報中心[2]

摘 要

系集(ensemble)預報系統建置的目的是為了彌補單一模式預報的不足，同時期望預報能包含模式的不確定性。發展系集預報系統，須提供有效且合理的系集預報成員，以產生足夠的預報系集分歧(SPRD)。本研究利用WRF系集模式提供之20組系集風場(2012/1~2及2012/7~8)，建置2層的多重網格(multi-grid) NWW3波浪模式及引用現在決定性預報的設定參數，利用氣象局設置之波浪浮標觀測資料，檢視其系集成員的分歧度是否足夠以及可否最大程度涵蓋可能的發生機率。

計算結果顯示，使用決定性預報的設定參數對於對深海的系集預報而言，分歧度與均方根(RMSE)的差距較小，但在近域部分，可能受限於網格大小及缺乏近海的物理機制導致差異較大。對此，本研究提出使用不同的風場輸入公式(10個系集使用Tolman公式，10個系集使用WAM4公式)的組合方式來形成系集系統，結果顯示此種方式可以保留各個風場輸入公式在不同風場狀況下的優點，同時亦提高SPRD，拉近RMSE及SPRD的差距，使得系集系統已較能掌握模式的不確定因素。

關鍵字：波浪系集預報、多重網格

一、前言

近年來由於數值預報能力的進步，加上電子計算機運算速度的增進，目前波浪預報已經架構在數值預報產品的應用上，並以此作為波浪預報之主要指引。不過，數值預報受到物理參數化、數值方法等限制下，且在缺乏足夠的觀測資料情形下，數值波浪預報仍然存在著誤差，且與預報時間成正比，而對於使用者或資料提供者而言，單一的數值預報已無法滿足需求，為了彌補單一模式預報的不足，同時期望預報能包含模式的不確定性，可透過系集預報，藉由建立多個不同的系集預報成員，量化預報的不確定性，以期提供波浪模式的機率性預報，除了可提高預報的可信度，更有助於預報員進行預測分析。

風浪傳播屬於弱非線性(weakly)及高消散性(dissipative)的過程，但風浪交互作用及風場非線性的作用卻是能量輸入的重要關鍵，這二者的不確定性使得風浪預報的準確性更不易掌握，往往使得單一的預報指引無法掌握到真實的風浪場，Chen(2006)指出系集預報不僅提供較佳的預報值，同時機率性的預報指引更可符合現代使用者的需求。

在波浪系集預報系統之發展方面，NCEP (National Centers for Environmental Prediction) 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2.22版來建構全球的作業化模式，其網格解析度為1.25˚ x 1.0˚，系統包含11個系集及一個波浪初始場，此波浪初始場係使用另一個作業化決定性(deterministic) NWW3模式的計算值，而11個系集則使用不同的11個風場來驅動，以產生11個系集預報成員。這11個風場其中包括1個作業化確定性風場，其餘10個風場則利用該風場使用擾機誤差生成法(breeding method)引入小擾動產生，系集風場預報時間為每日4次，每次126小時的預報，該系統已自2006年3月正式上線，而網站上已有240小時的預報，未來預計加入至20個系集預報成員。

NWW3模式3.14版擁有多重網格計算功能後，有資料顯示該系統於2008年6月被更新，但網站上仍未展示，其修正部分包括網格解析度為1.0˚x1.0˚，20個系集成員，使用系集轉換技術(ensemble transform)來產生風場，增加1個由GFS驅動之多重網格控制預算(control run)，使用bias-corrected風場，使用前一個run的6小時預報來當浪場的起始值等。

此外NCEP與美國海軍FNMOC(Fleet Numerical Meteorology and Oceanography Center)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，預計在2014年再加入加拿大20個系集成員，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°x0.5°，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、研究方法

足夠的樣本數及夠大的分歧度為系集預報準確的重要條件，本研究主要在檢視其系集成員的分歧度是否足夠，可否最大程度涵蓋可能的發生機率。模式計算範圍如圖1所示，使用NWW3模式3.14版，包括二層多重網格解析度分別為0.25度及0.1度，重要參數包括自0.04178Hz起25個頻率及24個方向間隔，使用Tolman之風場輸入公式，計算時間包括2012/01~02東北季風及2012/07~08颱風時期，使用每12小時執行一次的WRF系集風場(包括45公里及15公里二層風場，且分別為二層波浪網格之輸入風場)。波浪起始條件部分，採用前一刻之預報場，除了可避免分歧度為零外，同時可以掌握不同風場所衍生出原始浪的特性(如swell)。在進行分歧度分析時必須要有真值，本研究蒐集計算時段之氣象局觀測站資料當作真值，圖2顯示所使用的觀測站位置。

本研究參考氣象局發展天氣系集的經驗，使用下述之統計指標來評估合適的系集成員，包括Talagrand Rank Histogram、系集分歧與member equallikelihood。以下說明各項指標統計意義(李和洪，2011)：

- Talagrand Rank Histograms(TRH)：針對已知的真值而言，可評估系集預報系統相對於該真值的離散程度，也能了解系集預報的偏差(Bias)。若統計結果圖形呈現U型分布，表示此系統離散程度不足，真值總是落於較大或是較小值的區間，預報無法涵蓋所有可能發生的機率；倘若圖形呈現A型分布，表示離散程度太大，系統擁有的不確定性大於真實情形；當圖形為平坦，表示此系統離散程度為合理的情形。
- 系集分歧(Ensemble Spread，SPRD)：TRH對於離散程度的評估較為定性判斷，因此透過系集分歧可提供一個定量的數值協助判斷。系集分歧和標準差所代表的意義相同，由各個成員預報值和預報平均值的差異值行平均計算，可算出系集成員的分佈程度。但是SPRD沒有和真值進行比較，雖能計算出離散度，但無法得知離散度是否合理，因此透過預報平均值和真值比較，透過Root Mean Square Error (RMSE)計算，可得知預報平均值和真值的差異。若RMSE和SPRD相等時，表示系集分歧之離散程度合理；當RMSE大於SPRD時，表示離散不足；當RMSE小於SPRD時，表示過度離散。
- The Member Equal-Likelihood(MEL)：以真值和各成員預報值進行比較，若系集成員預報值和真值最接近，則此系集成員累加一次直到統計完所有時間和網格點資料。由於期望每個成員對於真值的預報命中率一致，因此圖形平坦時，為最佳的情形。一般而言，好的系集預報系統，期望每個系集成員對於真值的預報命中率是平均的，而TRH無法得知此訊息，因此透過MEL進行校驗。由於期望每個成員對於真值的預報命中率一致，因此圖形平坦時，為最佳的情形。

計算結果扣除熱機時間，在1~2月共有118筆資料(每個預報時間)。而在7~8月颱風盛行時期之模擬，由於2012年7月30日開始至8月底止陸續有5個颱風經過，故僅分析7/30至8/31的波浪模擬共33天。

三、分析結果與討論

計算結果分別就風場及波浪場部分說明如下：

(一)、風場

圖3為1~2月(左)及8月(右)各浮標測站平均之MEL(上)、TRH(中)、RMSE及SPRD(下)分布，其中RMSE及SPRD圖另包括東沙島及台東外洋的平均，其他氣象局測站之平均。其中MEL圖呈現平坦的分布，顯示每個系集成員對於真值的預報命中率是平均的，為最佳的情形。TRH圖方面，顯示預報值偏大的趨勢較為明顯。RMSE及SPRD圖部分，RMSE均大於SPRD，表示離散稍顯不足，SPRD自1m/s緩慢增加至72小時的1.4 m/s，RMSE則自2.2 m/s增加至2.8 m/s。再比較外洋二個測站的平均及其他近岸的測站平均顯示，外洋測站的RMSE明顯小於近岸的平均，可能與其較不受陸地干擾有關，而SPRD則近似並無顯著差異。

8月之MEL亦顯示每個系集成員對於真值的預報命中率是平均的。在TRH方面，預報值呈現偏大的趨勢，類似1~2月的分布情形。RMSE及SPRD圖部分，SPRD自1.1m/s緩慢增加至72小時的2.2 m/s，

RMSE則自2.8 m/s增加至3.5 m/s，其值均較1~2月之模擬結果大，但RMSE與SPRD的差距則近似。再比較外洋二個測站的平均及其他近岸的測站平均顯示，外洋測站的RMSE與近岸的平均接近，而SPRD亦無顯著差異。

(二)、波高

1. Tolman

圖4為波浪在1~2月(左)及8月(右)各測站平均之MEL(上)、TRH(中)、RMSE及SPRD(下)分布，其中RMSE及SPRD另包括東沙島及台東外洋的平均，其他氣象局測站之平均。

1~2月之MEL顯示，除了第5、11、17個系集成員較為突出外，其餘成員算是平均。TRH圖方面，預報值呈現U型，真值落於較大或較小值的區間。RMSE及SPRD圖部分，RMSE均大於SPRD，表示離散稍顯不足，SPRD自0.17 m增加至0.2 m，RMSE則自0.55 m增加至72小時的0.65 m。再比較外洋二個測站的平均及其他近岸的測站平均顯示，外洋測站的RMSE在預報68小時之前均明顯小於近岸的平均，而SPRD亦大於近岸平均，使得其RMSE與SPRD的差距較小，顯示其較能掌握模式之不確定性，此與風場的結論一致。

在8月之MEL圖並未出現像1~2月次數特別高的系集成員，但也未十分平坦。而在TRH圖方面，呈現L型，表示預報值偏大，但有小部分的預報值偏小，不同於1~2月的U型分布。

RMSE及SPRD圖部分，RMSE均大於SPRD，SPRD自0.2 m些微下降再增加至0.4 m，RMSE則自約0.7 m增加至最高1.0 m，其值亦較1~2月之模擬結果大，且RMSE與SPRD的差距稍大些。比較外洋二個測站的平均及其他近岸的測站平均顯示，外洋測站的RMSE在預報約36小時之前接近於近岸的平均，但在之後即大於近岸的平均，而SPRD均大於近岸平均，使得預報前半段其RMSE與SPRD的差距較小，顯示在外洋二個測站其較能掌握模式之不確定性，但在約36小時之後並未較佳甚至較差。

綜合以上分析，在1~2月每個浪場系集成員對於真值的預報命中率是大致是平均的，但有三個系集成員較為突出，8月則無成員較為突出，但亦未十分平坦。1~2月預報值呈現U型，真值會落於較大或較小值的區間，8月則呈現L型表示預報值偏大較多，但有小部分的預報值偏小。颱風時期之RMSE及SPRD均較1~2月大，且二者之差距較大，而1~2月外洋測站平均之RMSE與SPRD較為接近，顯示其在掌握模式不確定性部分較靠岸測站之平均佳，但在8月，在36小時之前外洋測站平均之RMSE與SPRD較為接近，但在之後二者之差異不大甚且變大。此顯示在1~2月模式於外洋測站之模擬尚佳，但在8月模式則偏大。

上述結果顯示近岸的計算結果差距較大，而外洋的測站在1~2月的計算結果尚佳，但在颱風時期仍偏大，而外洋的風場並未產生強烈的BIAS(氣象局,2013)，現階段進行bias-corrected的風場修正似乎並不恰當，因此在風場不變的情形下，本研究著手改進外洋測站在颱風時期的計算結果。

2. WAM4

氣象局(2012)研究曾利用相同風場不同的風場公式計算其差異，顯示使用WAM4公式的波高值較使用Tolman公式小，因此本研究使用WAM4公式來進行計算，期改善在颱風時期偏大的趨勢，參考Rascle and Ardhuin (2013)的設定，計算結果如圖5。

1~2月各站之MEL顯示幾個特殊系集成員出現的次數已降低。在TRH方面，由於輸入的能量降低導致計算值偏小，使得預報值大於真值的趨勢緩緩，往計算值偏小方式轉變。RMSE及SPRD圖部分，SPRD自0.17 m增加至0.18 m，RMSE則自0.5 m增加至72小時的0.6 m，較使用Tolman公式略低。而外洋二個測站的平均則變差，但其餘測站則較佳。

在8月之MEL，並未出現像1~2月次數特別高的系集成員，但也較使用Tolman公式平坦。在TRH方面，預報值大於真值的趨勢緩緩。RMSE及SPRD部分，RMSE及SPRD均低於使用Tolman公式，但二者之間的差距亦降低，整體來說，顯示使用WAM4公式在颱風時期較使用Tolman公式為佳，達到本節設定的目標，改善外洋測站在颱風時期的計算結果。

然而使用不同公式分別將外洋測站於1~2月及8月均調整至較合理的階段，顯示可能無法以一套公式涵蓋所有的海況(當然目前仍尚未對WAM4的公式進行全面性的校正)，因此本研究整合二種不同公式的計算結果加以分析，初步選取前10個系集使用Tolman公式，後10個系集使用WAM4公式，計算結果標示使用的風場公式為(10T10W)。

3. 10T10W

圖6分別為1~2月及8月所有觀測站平均的MEL、TRH圖、RMSE及SPRD圖。圖中顯示由於這樣的整合，明顯提高了SPRD，保留了原不同公式在不同風場的優點，拉近了RMSE及SPRD的距離，提高系集系統掌握模式不確定因素的可靠度。

4. 10W10T

選取前10個系集使用WAM4公式，後10個系集使用Tolman公式，計算結果如圖7，標示使用的風場公式為(10W10T)。圖中顯示與前節的組合結果近似，二種組合之差異不大。

四、結論與建議

本研究以外洋二個測站為主要選取系集成員的依據，在風場不變的情形下，分別針對1~2月及8月颱風時期選取適當的風場輸入公式(Tolman及WAM4)進行調整，再利用系集成員各半(10個系集使用Tolman公式，10個系集使用WAM4公式)的組合方式來形成系集系統，此系統可以保留各個風場輸入公式在不同風場狀況下的優點，同時亦提高SPRD，拉近RMSE及SPRD的差距，使得系集系統已較能掌握模式的不確定因素。而對部分靠岸測站而言，是否因為模式解析度不夠或是地形的掌握較差而導致結果較不理想，仍然需要進一步的研究。

系集預報的主要目的是期望預報的SPRD能包含模式的不確定性，故希望讓SPRD愈接近RMSE愈好，依據前面的分析結果顯示，需從二方面著手，拉近風場的SPRD及RMSE，此部分在氣象局的氣象系集團隊正朝向改變邊界層粗糙度的方向進行，將使得陸地的RMSE降低，會影響到近陸域的風場，至於海洋風場的部分則建議需進一步考慮波浪形成的粗糙度進行風波的耦合研究；在波浪方面，未來除了使用改善風場外，近岸模式的建置亦需同步改善，重新調整率定決定性波浪預報在近岸的使用，以降低RMSE。

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-102-0-01)之研究成果，承蒙中央氣象局經費之補助及洪景山博士之協助?使本研究得以順利完成，謹致謝忱。

參考文獻

李志昕、洪景山, 2011: "區域系集預報系統研究：物理參數化擾動", 大氣科學, 39, 95-115

交通部中央氣象局, 2012:建構波浪系集預報系統(1-4), 工業技術研究院

交通部中央氣象局, 2013:建構波浪系集預報系統(2-4), 工業技術研究院

Alves et al. 2013: "The NCEP–FNMOC Combined Wave Ensemble Product : Expanding Benefits of Interagency Probabilistic Forecasts to the Oceanic Environment", American Meteorological Society, p1893-1905

Chen, H.S., 2006: "Ensemble prediction of ocean waves at NCEP", Proceedings of 28th Ocean Engineering Conference in Taiwan, NSYSU

Cao, D., H. L. Tolman, H. S. Chen, A. Chawla, V. M. Gerald, : "Performance of the ocean wave ensemble forecast system at NCEP",

Cao, D., H. S. Chen and H. L. Tolman, 2007: "Verification of ocean wave ensemble forecast at NCEP", 10th international workshop on wave hindcasting and forecasting & coastal hazards symposium, Turtle Bay, Oahu, paper G1

Rascle, N. and F. Ardhuin, 2013: "A global wave parameter database for geophysical applications. Part 2: Model validation with improved source term parameterization", Ocean modeling, http://dx.doi.org/10.1016/j.ocemod.2012.12.001

Tolman, H. L., 2008: User manual and system documentation of WAVEWATCH III version 3.14. NOAA/NWS/NCEP MMAB Tech. Note 268

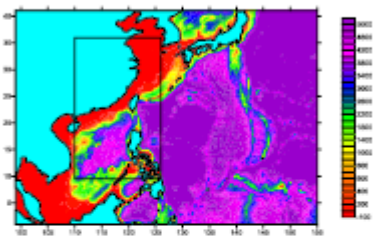


圖1、多重網格之計算範圍

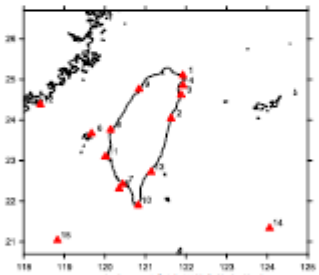
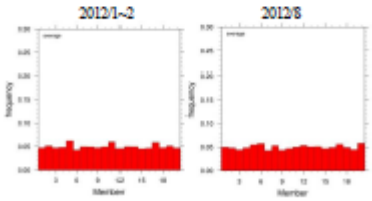


圖 2、波浪測站位置圖



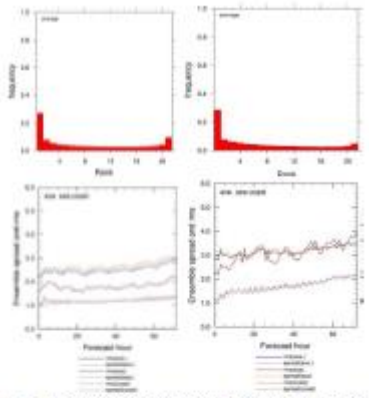


圖 3、U_{10} 之測站平均系集統計指標(上：MEL 中：TRH 下：RMSE 及 SPRD)

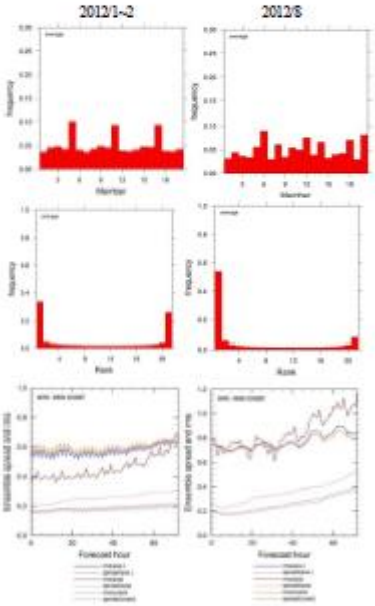


圖 4、示性波高之測站平均系集統計指標(上：MEL 中：TRH 下：RMSE 及 SPRD)(Tolman)

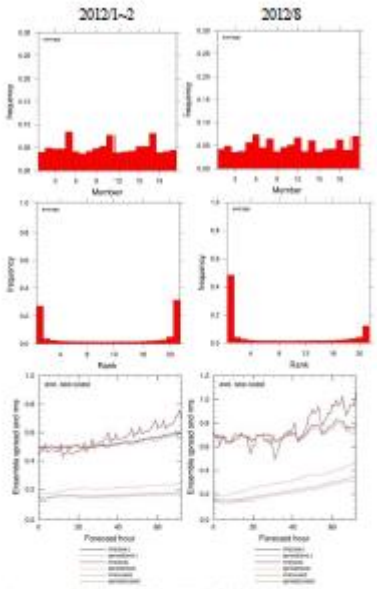
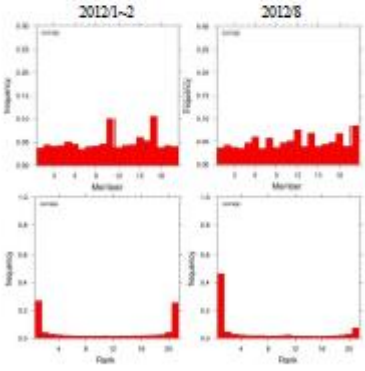


圖 5、示性波高之測站平均系集統計指標(上：MEL 中：TRH 下：RMSE 及 SPRD)(WAM4)



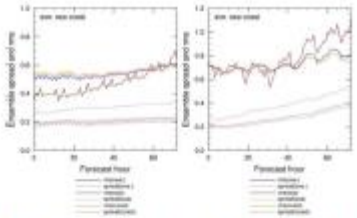


圖2、示性波高之測站平均系集統計指標(上：MEL 中：TRH 下：RMSE 及 SPRD)(10T10W)

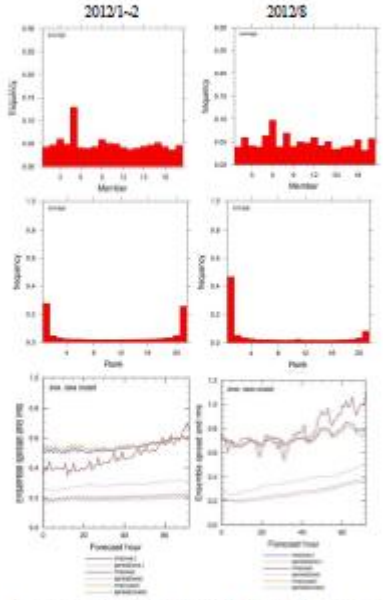


圖 7、示性波高之測站平均系集統計指標(上：MEL 中：TRH 下：RMSE 及 SPRD)(10W10T)

附件七、期末報告審查會議記錄

交通部中央氣象局
103 年度委託研究計畫「建構波浪系集預報系統（3/4）」
期末報告審查會議紀錄

一、採購案號：1032026B

二、計畫名稱：建構波浪系集預報系統（3/4）

三、廠商名稱：財團法人工業技術研究院

四、履約期限：103 年 02 月 13 日至 103 年 12 月 31 日

五、完成履約日期：103 年 11 月 14 日

六、審查日期：103 年 11 月 25 日（星期二）下午 15 時

七、地點：本局氣象衛星中心 2 樓會議室

八、主 持 人：滕春慈主任　　紀錄：陳仁曾

九、出席人員：

審查委員：

單位	姓名	簽名
國立臺灣海洋大學 河海工程學系	翁文凱	
交通部運輸研究所 港灣技術研究中心	蔡立宏	
中央氣象局 氣象預報中心	鄭明典	
中央氣象局 氣象資訊中心	馮欽賜	
中央氣象局 海象測報中心	滕春慈	
中央氣象局 海象測報中心	呂理弘	請假

監辦單位：主計室

政風室

計畫主持人：

十、簡報計畫研究成果：

略

十一、審查意見：

（七）翁委員文凱：

4. 目前 Windows 作業系統逐漸改變，連帶影響硬體部分，未來本系統硬體是否可持續運作？應事先考慮。
5. 文章內容建議再說明清楚，增加可讀性。
6. 部分文章內容屬於細部資料，程式可省略。

（八）蔡委員立宏：

3. 系集預報系統預報能力,如可靠度及 ROC 等數值,在不同地點差異如何？
4. 作業系統需與實際使用者（如預報員）討論其適用性。

（九）鄭委員明典

驗收項目均完成，結果不是很理想，但可能不是執行面的問題。驗收合格。

（十）馮委員欽賜

符合計畫執行規劃及成果，審查通過。

（十一） 滕委員春慈：

3. 期中審查意見回覆請修改呈現方式，以增加可讀性。
4. multi-model 系集的可行性測試，以及優缺點為何？
5. 明年工作應加入 bias correction 可行性作法的調查。
6. 明年應加入藍色公路盒鬚圖顯示的工作項目。
7. 明年工作應加入各測站 72 小時波高實測及預報值盒鬚圖。

十二、廠商回覆：

（七）對於翁委員文凱的意見回覆：

4. 目前所有數值模式作業化系統均在 Linux 上面進行計算,故受到 Windows 作業系統的影響極低。Windows 系統方面的後處理作業在暴潮展示與校驗系統是使用微軟 ASP 網頁程式撰寫，由於微軟官方宣佈會持續支援 ASP 至 Windows 8 版本釋出後至少 10 年,因此短時間內不會造成程式無法運作也不會受硬體升級的影響。而藍色公路海象預報系統的相關程式使用 VB.NET 撰寫，微軟也會持續發行新的 VB.NET 版本，最多只是重新編譯即可運作。
5. 遵照辦理，對委員提出的部分內容將予以加強說明。
6. 遵照辦理。

（八）對於蔡委員立宏的意見回覆：

3. 因目前的資料筆數仍然不足，導致可靠度呈現上下震盪的情形，僅能概

分不同區域之預報能力。未來如資料累積夠多時，應可針對不同地點來進行分析。

4. 遵照辦理。

（九）對於鄭委員明典的意見回覆：

感謝委員指教，未來將繼續努力。

（十）對於馮委員欽賜的意見回覆：

感謝委員指教。

（十一） 對於滕委員春慈的意見回覆：

3. 將期中審查意見回覆將改以對照表方式呈現。
4. 目前在中心使用單一模式進行計算,可蒐集其他單位風場資料加入計算，也可蒐集不同單位波浪預報的成果進來進行後處理。
5. 風場 bias correction 因需參考風場觀測資料來進行，比較屬於風場提供者上游端之權責。明年可加入 bias correction 可行性作法的調查。
6. 藍色公路加入盒鬚圖顯示方面，未來可能朝向展示部分內容方式處理，例如僅表達超越機率或系集平均的方式處理，將再進一步討論展示內容。
7. 遵照辦理，將在下一年度進行此項工作。

十三、審查結果：審查通過。

十四、散會：下午 16 時 45 分。

海洋大學翁文凱教授	
審查意見	意見回覆
1.目前 Windows 作業系統逐漸改變，連帶影響硬體部分，未來本系統硬體是否可持續運作？應事先考慮。	目前所有數值模式作業化系統均在 Linux 上面進行計算，故受到 Windows 作業系統的影響極低。Windows 系統方面的後處理作業在暴潮展示與校驗系統是使用微軟 ASP 網頁程式撰寫，由於微軟官方宣佈會持續支援 ASP 至 Windows 8 版本釋出後至少 10 年，因此短時間內不會造成程式無法運作也不會受硬體升級的影響。而藍色公路海象預報系統的相關程式使用 VB.NET 撰寫，微軟也會持續發行新的 VB.NET 版本，最多只是重新編譯即可運作。
2.文章內容建議再說明清楚，增加可讀性。	遵照辦理，對委員提出的部分內容將予以加強說明。
3.部分文章內容屬於細部資料，程式可省略。	遵照辦理。

交通部運輸研究所蔡立宏委員	
審查意見	意見回覆
1.系集預報系統預報能力，如可靠度及 ROC 等數值，在不同地點差異如何？	因目前的資料筆數仍然不足，導致可靠度呈現上下震盪的情形，僅能概分不同區域之預報能力。未來如資料累積夠多時，應可針對不同地點來進行分析。
2.作業系統需與實際使用者（如預報員）討論其適用性。	遵照辦理。

中央氣象局氣象預報中心鄭明典委員	
審查意見	意見回覆
1.驗收項目均完成，結果不是很理想，但可能不是執行面的問題。驗收合格。	感謝委員指教，未來將繼續努力。

中央氣象局氣象資訊中心馮欽賜委員	
審查意見	意見回覆
1.符合計畫執行規劃及成果，審查通過。	謝謝委員指教。

中央氣象局海象測報中心滕春慈委員	
審查意見	意見回覆
1.期中審查意見回覆請修改呈現方式，以增加可讀性。	將期中審查意見回覆將改以對照表方式呈現。

2.multi-model 系集的可行性測試,以及優缺點為何？	目前在中心使用單一模式進行計算，可蒐集其他單位風場資料加入計算，也可蒐集不同單位波浪預報的成果進來進行後處理。
3.明年工作應加入 bias correction 可行性作法的調查。	風場 bias correction 因需參考風場觀測資料來進行，比較屬於風場提供者上游端之權責。明年可加入 bias correction 可行性作法的調查。
4.明年應加入藍色公路盒鬚圖顯示的工作項目。	藍色公路加入盒鬚圖顯示方面，未來可能朝向展示部分內容方式處理，例如僅表達超越機率或系集平均的方式處理，將再進一步討論展示內容。
5.明年工作應加入各測站 72 小時波高實測及預報值盒鬚圖。	遵照辦理，將在下一年度進行此項工作。